

島根原子力発電所 2 号炉 審査資料	
資料番号	EP-066 改 25(比)
提出年月日	令和 2 年 4 月 17 日

島根原子力発電所 2 号炉

津波による損傷の防止 比較表

令和 2 年 4 月
中国電力株式会社

実線・・設備運用又は体制等の相違（設計方針の相違）
 波線・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

まとめ資料 比較表 〔第5条 津波による損傷の防止〕別添1本文

柏崎刈羽原子力発電所 6／7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>I. はじめに</p> <p>II. 耐津波設計方針</p> <p>1. 基本事項</p> <p>1.1 津波防護対象の選定</p> <p>1.2 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等</p> <p>1.3 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域</p> <p>1.4 入力津波の設定</p> <p>1.5 水位変動，地殻変動の考慮</p> <p>1.6 設計または評価に用いる入力津波</p> <p>2. 設計基準対象施設の津波防護方針</p> <p>2.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針</p> <p>2.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）</p> <p>2.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）</p> <p>2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）</p> <p>2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止</p> <p>2.6 津波監視</p> <p>3. 重大事故等対処施設の津波防護方針</p> <p>3.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針</p> <p>3.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）</p> <p>3.3 漏水による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（外郭防護2）</p> <p>3.4 重大事故等に対処するために必要な機能を有する施設の隔離</p>	<p>第2部</p> <p>I. はじめに</p> <p>II. 耐津波設計方針</p> <p>1. 基本事項</p> <p>1.1 <u>設計基準対象施設の津波防護対象の選定</u></p> <p>1.2 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等</p> <p>1.3 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域</p> <p>1.4 入力津波の設定</p> <p>1.5 水位変動・地殻変動の評価</p> <p>1.6 <u>設計又は評価に用いる入力津波</u></p> <p>2. 設計基準対象施設の津波防護方針</p> <p>2.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針</p> <p>2.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）</p> <p><u>2.2.1 遡上波の地上部からの到達，流入の防止</u></p> <p><u>2.2.2 取水路，放水路等の経路からの津波の流入防止</u></p> <p>2.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）</p> <p>2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）</p> <p><u>2.4.1 浸水防護重点化範囲の設定</u></p> <p><u>2.4.2 浸水防護重点化範囲における浸水対策</u></p> <p>2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止</p> <p>2.5.1 非常用海水冷却系の取水性</p> <p>2.5.2 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認</p> <p>2.6 津波監視設備</p> <p>【東海第二は40条まとめ資料より抜粋】</p> <p><u>2.1.3 耐津波設計の基本方針</u></p> <p><u>2.1.3.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針</u></p> <p><u>2.1.3.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）</u></p> <p><u>2.1.3.3 漏水による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（外郭防護2）</u></p> <p><u>2.1.3.4 重大事故等に対処するために必要な機能を有する施設</u></p>	<p>I. はじめに</p> <p>II. 耐津波設計方針</p> <p>1. 基本事項</p> <p>1.1 津波防護対象の選定</p> <p>1.2 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等</p> <p>1.3 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域</p> <p>1.4 入力津波の設定</p> <p>1.5 水位変動，地殻変動の考慮</p> <p>1.6 <u>設計または評価に用いる入力津波</u></p> <p>2. 設計基準対象施設の津波防護方針</p> <p>2.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針</p> <p>2.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）</p> <p>2.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）</p> <p>2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）</p> <p>2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止</p> <p>2.6 津波監視</p> <p><u>3. 重大事故等対処施設の津波防護方針</u></p> <p><u>3.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針</u></p> <p><u>3.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）</u></p> <p><u>3.3 漏水による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（外郭防護2）</u></p> <p><u>3.4 重大事故等に対処するために必要な機能を有する施設の隔離</u></p>	<p>・本比較表の添付資料25については、比較する先行サイトを島根2号炉と同様な構造物を有する女川2号炉及び東海第二とした。</p> <p>(2.4は柏崎6/7, 女川, 島根で比較)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(内郭防護)</p> <p>3.5 水位変動に伴う取水性低下による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止</p> <p>3.6 津波監視</p> <p>4. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件</p> <p>4.1 津波防護施設の設計</p> <p>4.2 浸水防止設備の設計</p> <p>4.3 津波監視設備の設計</p> <p>4.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項</p> <p>(添付資料)</p> <p><u>1 基準津波に対して機能を維持すべき設備とその配置</u></p> <p><u>2 「浸水を防止する敷地」の範囲外が浸水することによる影響について</u></p> <p><u>3 津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについて</u></p> <p><u>4 地震時の地形等の変化による津波遡上経路への影響について</u></p> <p><u>5 港湾内の局所的な海面の励起について</u></p> <p><u>6 管路解析の詳細について</u></p>	<p>の隔離(内郭防護)</p> <p><u>2.1.3.5 水変動に伴う取水性低下による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止</u></p> <p><u>2.1.3.6 津波防護施設及び浸水防止設備等の設計・評価</u></p> <p><u>2.1.3.6 津波監視</u></p> <p>【40条まとめ資料より抜粋ここまで】</p> <p>3. 施設・設備の設計方針</p> <p>3.1 津波防護施設の設計</p> <p>3.2 浸水防止設備の設計</p> <p>3.3 津波監視設備</p> <p>3.4 施設・設備の設計・評価に係る検討事項</p> <p>添付資料</p> <p>1 設計基準対象施設の津波防護対象設備とその配置について</p> <p><u>2 耐津波設計における現場確認プロセスについて</u></p> <p><u>3 津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについて</u></p> <p><u>4 敷地内の遡上経路の沈下量算定評価について</u></p> <p><u>7 港湾内の局所的な海面の励起について</u></p> <p><u>5 管路解析のモデルについて</u></p> <p><u>6 管路解析のパラメータスタディについて</u></p>	<p>(内郭防護)</p> <p>3.5 水位変動に伴う取水性低下による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止</p> <p>3.6 津波監視</p> <p>4. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件</p> <p>4.1 津波防護施設の設計</p> <p>4.2 浸水防止設備の設計</p> <p>4.3 津波監視設備の設計</p> <p>4.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項</p> <p>(添付資料)</p> <p><u>1 基準津波に対して機能を維持すべき設備とその配置</u></p> <p><u>2 津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについて</u></p> <p><u>3 地震時の地形等の変化による津波遡上経路への影響について</u></p> <p><u>4 日本海東縁部に想定される地震による発電所敷地への影響について</u></p> <p><u>5 港湾内の局所的な海面の励起について</u></p> <p><u>6 管路計算の詳細について</u></p>	<p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は設計基準対象施設の津波防護施設及び浸水防止設備等と同様であり、別添14. において説明</p> <p>・津波と敷地形形状の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>島根2号炉は、防波壁等により津波が敷地内に流入しない</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は別添3に記載</p> <p>・津波波源と敷地距離の違いによる地震影響の考え方の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は添付資料6に記載</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>7入力津波に用いる潮位条件について</p> <p>8入力津波に対する水位分布について</p> <p>9敷地への浸水防止(外殻防護1)評価のための沈下量の算定について</p> <p>10津波防護対策の設備の位置づけについて</p> <p>11タービン建屋内の区画について</p> <p>12内郭防護において考慮する溢水の浸水範囲, 浸水量について</p> <p>13津波襲来時におけるタービン建屋内各エリアの溢水量評価</p> <p>14浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策の設置位置, 実施範囲及び施工例</p>	<p>8入力津波に用いる潮位条件について</p> <p>9津波防護対策の設備の位置付けについて</p>	<p>7入力津波に用いる潮位条件について</p> <p>8入力津波に対する水位分布について</p> <p>9津波防護対策の設備の位置付けについて</p> <p>10内郭防護において考慮する溢水の浸水範囲, 浸水量について</p> <p>11浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策の設置位置, 実施範囲及び施工例</p>	<p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】 島根2号炉は入力津波の水位一覧及び入力津波設定位置等を添付資料に整理</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【柏崎6/7】 島根2号炉は添付資料3に記載</p> <p>・設備の設置状況の相違</p> <p>【柏崎6/7】 島根2号炉は, 非常用海水ポンプを設置する取水槽が屋外にあること及びT/B内の区画を細分化していない</p> <p>・評価条件の相違</p> <p>【柏崎6/7】 島根2号炉は津波流入防止対策によりタービン建物に津波の流入はない。</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】 島根2号炉は浸水防護重点解範囲の浸水対策等を記載</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>－15貯留量の算定について</u></p> <p><u>－16津波による水位低下時の常用海水ポンプの停止に関わる運用及び常用海水ポンプ停止後の慣性水流による原子炉補機冷却海水ポンプの取水性への影響</u></p> <p><u>－17基準津波に伴う砂移動評価について</u></p> <p><u>－18柏崎刈羽原子力発電所周辺海域における底質土砂の分析結果について</u></p> <p><u>－19海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について</u></p>	<p><u>1 0 常用海水ポンプ停止の運用手順について</u></p> <p><u>1 1 残留熱除去系海水ポンプの水理実験結果について</u></p> <p><u>1 2 貯留堰設置位置及び天端高さの決定の考え方について</u></p> <p><u>1 3 基準津波に伴う砂移動評価</u></p> <p><u>1 4 非常用海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について</u></p> <p><u>1 5 漂流物の移動量算出の考え方</u></p>	<p><u>12. 基準津波に伴う砂移動評価について</u></p> <p><u>13. 島根原子力発電所周辺海域における底質土砂の分析結果について</u></p> <p><u>14. 海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について</u></p>	<p>・津波防護対策の相違 【柏崎 6/7】 島根 2 号炉は引き波時の水位が, 海水ポンプの取水可能水位を下回らない。</p> <p>・運用の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2 号炉は引き波時に常用海水ポンプの停止操作を要しない</p> <p>・評価結果の相違 【東海第二】 島根 2 号炉の取水可能水位は JSME 基準より算出しており, 水理実験による取水可能水位の確認は不要</p> <p>・津波防護対策の相違 【東海第二】 島根 2 号炉は引き波時の水位が, 海水ポンプの取水可能水位を下回らない</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根 2 号炉は周辺海域における底質土砂の分析結果を添付資料に整理</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根 2 号炉は別添 1 2.5 に記載</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.12版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>—<u>20</u>津波漂流物の調査要領について</p> <p>—<u>21</u>燃料等輸送船の係留索の耐力について</p> <p>—<u>22</u>燃料等輸送船の喫水と津波高さの関係について</p> <p>—<u>23</u>浚渫船の係留可能な限界流速について</p> <p>—<u>24</u>車両退避の実効性について</p> <p>—<u>25</u>漂流物の評価において考慮する津波の流速・流向について</p> <p>—<u>26</u>津波監視設備の監視に関する考え方</p> <p>—<u>27</u>耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて</p>	<p><u>1.6</u> 津波漂流物の調査要領について</p> <p><u>1.7</u> 津波の流況を踏まえた漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性評価について</p> <p><u>1.8</u> 地震後の防波堤の津波による影響評価について</p> <p><u>1.9</u> 燃料等輸送船の係留索の耐力について</p> <p><u>2.0</u> 燃料等輸送船の喫水と津波高さとの関係について</p> <p><u>2.6</u> 耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて</p>	<p><u>15.</u> 津波漂流物の調査要領について</p> <p><u>16.</u> 燃料等輸送船の係留索の耐力について</p> <p><u>17.</u> 燃料等輸送船の喫水高さ²と津波高さとの関係について</p> <p><u>18.</u> 漂流物の評価において考慮する津波の流速・流向について</p> <p><u>19.</u> 津波監視設備の監視に関する考え方</p> <p><u>20.</u> 耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて</p>	<p>・同上</p> <p>・同上</p> <p>・漂流物になり得る船舶等の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉に浚渫船による作業は無い</p> <p>・漂流物になり得る船舶等の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉は日本海東縁部に想定される地震による津波について荷揚場への遡上²が想定されるが、津波襲来までの時間余裕により車両は退避可能</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根2号炉は漂流物評価において考慮する津波流速等を記載</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根2号炉は津波監視に関する考え方を記載</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>－28海水貯留堰における津波波力の設定方針について</u></p> <p><u>－29基準類における衝突荷重算定式について</u></p> <p><u>－30耐津波設計における津波荷重と余震荷重の組み合わせについて</u></p> <p><u>－31貯留堰設置地盤の支持性能について</u></p> <p><u>－32貯留堰継手部の漏水量評価について</u></p> <p><u>－33水密扉の運用管理について</u></p>	<p><u>2.1 鋼製防護壁の設計方針について</u></p> <p><u>2.2 鉄筋コンクリート防潮壁の設計方針について</u></p> <p><u>2.3 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の設計方針について</u></p> <p><u>2.4 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の設計方針について</u></p> <p><u>2.7 防潮堤及び貯留堰における津波荷重の設定方針について</u></p> <p><u>2.9 各種基準類における衝突荷重の算定式及び衝突荷重について</u></p> <p><u>2.8 耐津波設計における余震荷重と津波荷重の組合せについて</u></p> <p><u>2.5 防潮扉の設計と運用について</u></p> <p><u>3.0 放水路ゲートの設計と運用について</u></p> <p><u>3.1 貯留堰継ぎ手部の漏水量評価について</u></p> <p><u>3.2 貯留堰の構造及び仕様について</u></p>	<p>21. <u>基準類における衝突荷重算定式について</u></p> <p>22. <u>耐津波設計における余震荷重と津波荷重の組合せについて</u></p> <p>23. <u>防波扉及び水密扉の運用管理について</u></p>	<p>・津波防護対策の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は引き波時の水位が、海水ポンプの取水可能水位を下回らない</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根 2号炉は防波壁等の設計方針等について別添 1 4.1, 添付資料 25 に記載</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根 2号炉は添付資料 26 に記載</p> <p>・津波防護対策の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は引き波時の水位が、海水ポンプの取水可能水位を下回らない</p> <p>・同上</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根 2号炉は防波扉の設計について別添 1 4.2 に記載</p> <p>・津波防護対策の相違 【東海第二】 島根 2号炉は放水路ゲート, 貯留堰は要しない</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>3.3 貫通部止水対策箇所について</u></p> <p><u>3.4 隣接する日立港区及び常陸那珂港区の防波堤の延長計画の有無について</u></p> <p><u>3.5 防波堤の有無による敷地南側の津波高さについて</u></p> <p><u>3.6 防潮堤設置に伴う隣接する周辺の原子炉施設への影響について</u></p> <p><u>3.7 設計基準対象施設の安全重要度分類クラス3の設備の津波防護について</u></p> <p><u>3.8 敷地側面北側防潮堤設置ルート変更に伴う入力津波の設定について</u></p> <p><u>3.9 津波対策設備毎の条文要求、施設・設備区分及び防護区分について</u></p>		<p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根2号炉は、貫通部止水処置について別添14.2に記載</p> <p>・設備の配置状況の相違 【東海第二】 島根2号炉には隣接する港湾施設はない</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根2号炉は防波堤の有無を考慮して入力津波を設定している</p> <p>・設備の配置状況の相違 【東海第二】 島根2号炉は周辺に隣接する他の原子炉施設はない</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根2号炉は添付資料1に安全重要度クラス3の設備について記載。</p> <p>・設計条件の相違 【東海第二】 東海第二の設計変更に伴う資料</p> <p>・評価条件の相違 【東海第二】 東海第二は津波PRAの評価結果を踏まえ「津波浸水による最終ヒートシンク喪失」を事故シナリオグループに追加</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>二34審査ガイドとの整合性 (耐津波設計方針)</p>	<p><u>4.0 東北地方太平洋沖地震時の被害状況を踏まえた東海第二発電所の地震・津波による被害想定について</u></p> <p>4.1 審査ガイドとの整合性 (耐津波設計方針)</p>	<p>24. 審査ガイドとの整合性 (耐津波設計方針)</p> <p><u>25. 防波壁の設計方針及び構造成立性評価結果について</u></p> <p><u>26. 防波壁及び防波扉の津波荷重の設定方針について</u></p> <p><u>27. 海域活断層に想定される地震による津波及び日本海東縁部に想定される地震による津波に対する流入防止対策について</u></p> <p><u>28. タービン建物及び取水槽循環水ポンプエリアに設置する耐震Sクラスの設備に対する浸水影響について</u></p> <p><u>29. 1号炉取水槽流路縮小工について</u></p>	<p>したことによる説明資料を添付</p> <ul style="list-style-type: none"> 立地条件の相違 <p>【東海第二】 島根2号炉は東北地方太平洋沖地震の被害なし</p> <ul style="list-style-type: none"> 津波防護対策及び資料構成の相違 <p>【柏崎6/7】 柏崎6/7は津波防護施設として防波壁を設置していない</p> <p>【東海第二】 東海第二は添付資料21～27に記載</p> <ul style="list-style-type: none"> 評価条件の相違 <p>【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は基準津波として2つの波源を考慮していることによる流入防止対策を説明</p> <ul style="list-style-type: none"> 設備の配置条件の相違 <p>【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉はタービン建物等に非常用海水系配管等の津波防護対象設備を設置していることによる影響評価を実施</p> <ul style="list-style-type: none"> 津波防護対策の相違 <p>【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は津波防護対策として、1号炉取水槽に流路縮小工を設置することから、その影響</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(参考資料)</p> <p>－1<u>柏崎刈羽原子力発電所における津波評価について</u></p> <p>－2<u>柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉内部溢水の影響評価について</u> (別添資料1第9章)</p> <p>－3<u>柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉内部溢水の影響評価について</u> (別添資料1第10章)</p>		<p><u>30. 取水槽除じん機エリア防水壁及び取水槽除じん機エリア水密扉の設計方針及び構造成立性について</u></p> <p>(補足資料)</p> <p>・<u>津波防護上の地山範囲における地質調査 ルートマップ, 柱状図及びコア写真集</u></p> <p>(参考資料)</p> <p>－ 1 <u>島根原子力発電所における津波評価について</u></p> <p>－ 2 <u>島根原子力発電所 2号炉内部溢水の影響評価について</u> (別添資料 1 第 9 章)</p> <p>－ 3 <u>島根原子力発電所 2号炉内部溢水の影響評価について</u> (別添資料 1 第 10 章)</p> <p>－ 4 <u>島根原子力発電所 2号炉内部溢水の影響評価について</u> (別添資料 1 補足説明資料 30)</p>	<p>評価を実施 (添付資料 29 は柏崎 6/7, 女川, 島根で比較)</p> <p>・資料構成の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉は防水壁及び水密扉の設計方針及び構造成立性の見通しについて示している</p> <p>・設計条件の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉は防波壁端部の地山評価が必要なため資料追加</p> <p>・資料構成の相違 【東海第二】 島根 2号炉は基準津波の策定及び内部溢水影響評価の関連図書を参考資料として追加</p>

まとめ資料比較表 [5条 津波による損傷の防止]


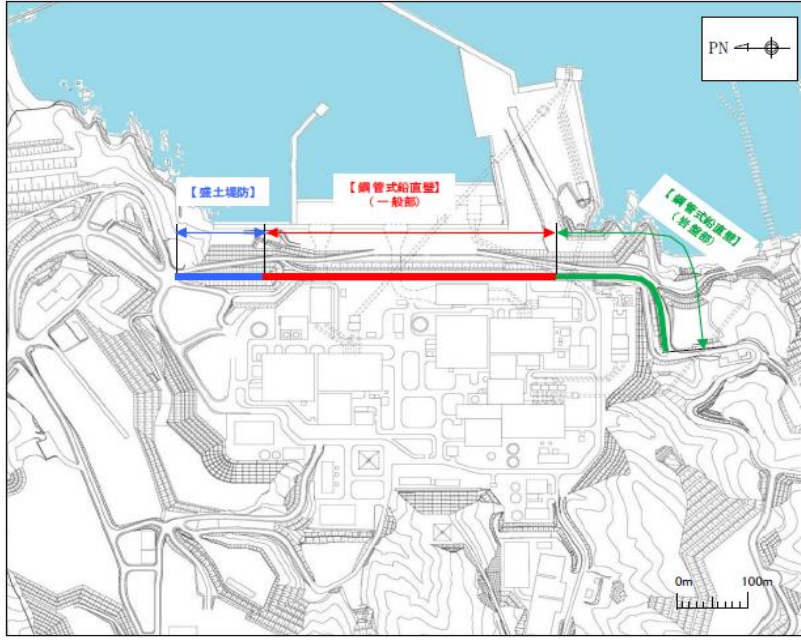
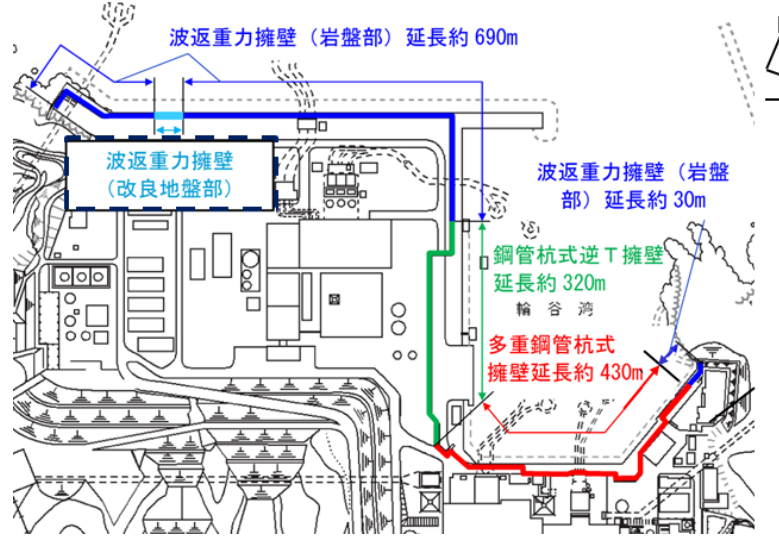
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;"><u>添付資料 2.4</u></p> <p><u>鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の設計方針について</u></p>	<p style="text-align: right;"><u>添付資料 24</u></p> <p><u>防潮堤の設計方針及び構造成立性評価結果について</u></p>	<p style="text-align: right;">添付資料 25</p> <p><u>防波壁の設計方針及び構造成立性評価結果について</u></p>	<p>・設備の相違 【東海第二, 女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: center;">目次</p> <p>1. <u>防潮堤の要求機能と性能目標</u>について</p> <p>(1) <u>防潮堤に要求される機能</u></p> <p>(2) <u>鋼管杭鉄筋コンクリート防潮堤高さの設定方針</u></p> <p>(3) <u>設計方針</u></p> <p>1) <u>構造概要</u></p> <p>2) <u>上部工の構造概要</u></p> <p>3) <u>設計手順</u></p> <p>4) <u>設計荷重</u></p> <p>5) <u>鋼管杭及び鋼管杭基礎の設計方針</u></p> <p>6) <u>上部工の設計方針</u></p> <p>7) <u>止水ジョイント部の設計方針</u></p> <p>8) <u>防潮壁間の相互の支圧力に関する設計方針</u></p> <p>9) <u>地盤高さの嵩上げ (改良体) の設計方針</u></p> <p>10) <u>表層地盤改良及びシートパイルの設定方針</u></p> <p>11) <u>防潮壁の地山寄り付き部における設定方針</u></p> <p>12) <u>防潮壁底部の地盤根入れ長の設定方針</u></p>	<p style="text-align: center;">目次</p> <p>1. <u>防潮堤の要求機能と設計方針</u>について</p> <p>(1) <u>防潮堤に要求される機能</u></p> <p>(2) <u>防潮堤の各部位の性能目標と許容限界</u></p> <p>(3) <u>防潮堤高さの設定方針</u></p> <p>(4) <u>設計方針</u></p> <p>a. <u>構造概要</u></p> <p>(a) <u>鋼管式鉛直壁 (一般部)</u></p> <p>(b) <u>鋼管式鉛直壁 (岩盤部)</u></p> <p>(c) <u>盛土堤防</u></p> <p>b. <u>防潮堤設置の地質構造</u></p> <p>c. <u>防潮堤に作用する荷重と部位の役割</u></p> <p>d. <u>損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮</u></p> <p>e. <u>設計手順</u></p> <p>(a) <u>鋼管式鉛直壁 (一般部)</u></p> <p>(b) <u>鋼管式鉛直壁 (岩盤部)</u></p> <p>(c) <u>盛土堤防</u></p> <p>f. <u>設計荷重</u></p>	<p style="text-align: center;">目次</p> <p>1. <u>防波壁の要求機能と設計方針</u>について</p> <p>(1) <u>防波壁に要求される機能</u></p> <p>(2) <u>防波壁の各部位の性能目標と許容限界</u></p> <p>(3) <u>防波壁高さの設定方針</u></p> <p>(4) <u>設計方針</u></p> <p>a. <u>構造概要</u></p> <p>(a) <u>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)</u></p> <p>(b) <u>防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)</u></p> <p>(c) <u>防波壁 (波返重力擁壁)</u></p> <p>(d) <u>1号放水連絡通路防波扉</u></p> <p>(e) <u>防波扉</u></p> <p>(f) <u>止水目地</u></p> <p>b. <u>防波壁設置位置の地質構造</u></p> <p>c. <u>防波壁に作用する荷重と部位の役割</u></p> <p>d. <u>損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮</u></p> <p>e. <u>設計手順</u></p> <p>(a) <u>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)</u></p> <p>(b) <u>防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)</u></p> <p>(c) <u>防波壁 (波返重力擁壁)</u></p> <p>f. <u>解析概要</u></p> <p>(a) <u>止水目地</u></p> <p>(b) <u>2次元動的有限要素解析 (有効応力解析)</u></p> <p>(c) <u>静的フレーム解析</u></p> <p>(d) <u>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 取水路横断面</u></p> <p>g. <u>設計荷重</u></p>	<p>・設備の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>東海第二は, 設計方針を設備毎に分けて記載</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>島根は解析概要を設計方針に記載</p>

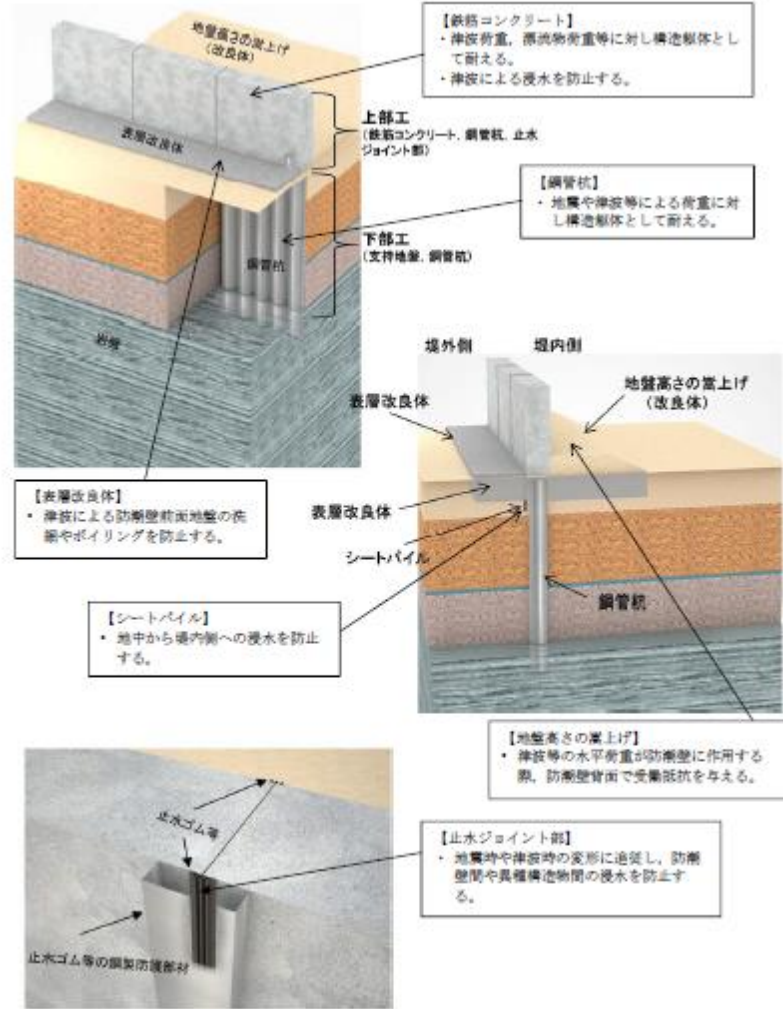
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>13) <u>構内排水路と防潮壁の交差部の設計方針</u></p> <p>14) <u>海水引込み管と防潮壁の交差部の設定方針</u></p> <p>15) <u>東海発電所の取水路・放水路と防潮壁の横断部の設定方針</u></p> <p>16) <u>構造物評価における地下水位の設定方針</u></p> <p>2. <u>施工実績 (本設杭構造)</u></p> <p>3. <u>構造成立性評価</u></p> <p>(1) <u>代表断面の選定</u></p> <p>(2) <u>代表地震波の選定</u></p> <p>(3) <u>地震時における鋼管杭基礎の成立性検討結果 (二次元有効応力解析)</u></p> <p>(4) <u>地震時における鋼管杭基礎の成立性検討結果 (二次元有効応力解析 (断面: 地点③, 横断・縦断方向))</u></p> <p>(5) <u>地震時における鋼管杭基礎の成立性検討結果 (二次元有効応力解析 (岩盤傾斜部))</u></p> <p>(6) <u>地震時における鋼管杭基礎の成立性検討結果 (二次元有効応力解析 (岩盤傾斜部, 豊浦標準砂を仮定))</u></p>	<p>g. <u>地下水位の設定方針</u></p> <p>h. <u>解析用物性値</u></p> <p>i. <u>液状化強度特性の設定方針</u></p> <p>2. <u>構造成立性評価</u></p> <p>(1) <u>構造成立性評価の基本方針</u></p> <p>(2) <u>構造成立性評価断面の選定</u></p> <p>a. <u>鋼管式鉛直壁 (一般部)</u></p> <p>b. <u>盛土堤防</u></p> <p>(3) <u>構造成立性評価地震波の選定</u></p> <p>(4) <u>解析条件</u></p> <p>a. <u>鋼管式鉛直壁 (一般部)</u></p>	<p>h. <u>地下水位の設定方針</u></p> <p>i. <u>解析用物性値</u></p> <p>j. <u>構造成立性評価地震波</u></p> <p>2. <u>構造成立性評価</u></p> <p>(1) <u>構造成立性評価の基本方針</u></p> <p>(2) <u>構造成立性評価断面の選定</u></p> <p>a. <u>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)</u></p> <p>b. <u>防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)</u></p> <p>c. <u>防波壁 (波返重力擁壁)</u></p> <p>(3) <u>構造成立性評価地震波の選定</u></p> <p>(4) <u>解析条件</u></p> <p>a. <u>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)</u></p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>島根2号炉は, 審査中の地下水位の設定に基づき, 解析用物性値を設定</p> <p>・設計方針の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>島根2号炉は, 審査中の地下水位の設定に基づき, 液状化強度特性を設定</p> <p>・設備の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>東海第二は, 部材毎に構造成立性結果を記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(7) <u>岩盤傾斜部における地震動の増幅特性及び振動特性による挙動</u></p> <p>(8) <u>津波時及び重畳時における鋼管杭基礎の成立性検討結果 (二次元フレーム解析)</u></p> <p>(9) <u>上部工の成立性検討結果 (二次元梁バネモデル解析)</u></p> <p>(10) <u>上部工の成立性検討結果 (静的三次元FEM 解析)</u></p> <p>(11) <u>地盤高さの嵩上げ部及び表層改良体の成立性検討結果</u></p> <p>(12) <u>止水ジョイント部の成立性検討結果</u></p> <p>(13) <u>まとめ</u></p> <p>(14) <u>部材の安全余裕について</u></p> <p>(参考資料1) <u>敷地内の地下水位の上昇を仮定した場合における防潮堤への影響評価について</u></p> <p>(参考資料2) <u>鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の各設計対象の照査に用いる解析手法について</u></p>	<p>b. <u>盛土堤防</u></p> <p>(5) <u>構造成立性検討結果</u></p> <p>a. <u>鋼管式鉛直壁 (一般部)</u></p> <p>b. <u>盛土堤防</u></p> <p>(6) <u>構造成立性評価における裕度及び裕度向上方針について</u></p> <p>(7) <u>止水性に係る検討結果</u></p> <p>(8) <u>まとめ</u></p> <p>3. <u>施工実績</u></p> <p>(参考資料1) <u>防潮堤の沈下防止・安定性確保の考え方について</u></p> <p>(参考資料2) <u>改良地盤の追加施工の成立性について</u></p> <p>(参考資料3) <u>置換コンクリートの施工計画の概要について</u></p> <p>(参考資料4) <u>改良地盤及び置換コンクリートの施工手順について</u></p> <p>(参考資料5) <u>セメント改良土の耐侵食性・耐洗堀性について</u></p> <p>(参考資料6) <u>防潮堤を横断する構造物の取扱いについて</u></p>	<p>b. <u>防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)</u></p> <p>c. <u>防波壁 (波返重力擁壁)</u></p> <p>(5) <u>構造成立性検討結果</u></p> <p>a. <u>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)</u></p> <p>b. <u>防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)</u></p> <p>c. <u>防波壁 (波返重力擁壁)</u></p> <p>(6) <u>止水性に係る検討結果</u></p> <p>(7) <u>まとめ</u></p>	<p>・設備の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設備の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>(参考資料7) 液化化強度試験の試料採取位置選定とその代表性について</u></p> <p><u>(参考資料8) 構造成立性検討結果の補足</u></p> <p><u>(参考資料9) 女川防潮堤の特徴と他サイト防潮堤との比較</u></p>	<p><u>(参考資料1) 島根防波壁の構造等に関する先行炉との比較</u></p> <p><u>(参考資料2) 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の構造概要</u></p> <p><u>(参考資料3) 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)の構造概要</u></p> <p><u>(参考資料4) 防波壁(波返重力擁壁)の構造概要</u></p> <p><u>(参考資料5) 防波壁多重鋼管杭の設計方針</u></p> <p><u>(参考資料6) 防波壁に作用する荷重と部位の役割</u></p> <p><u>(参考資料7) 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の解析用物性値の 準拠基準</u></p> <p><u>(参考資料8) 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)に近接する施設護 岸の役割</u></p> <p><u>(参考資料9) 防波壁(波返重力擁壁)のケーソンの設計方針</u></p> <p><u>(参考資料10) 施設護岸の役割の検討</u></p>	<p>・設備の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設備の相違による記 載内容の相違</p>

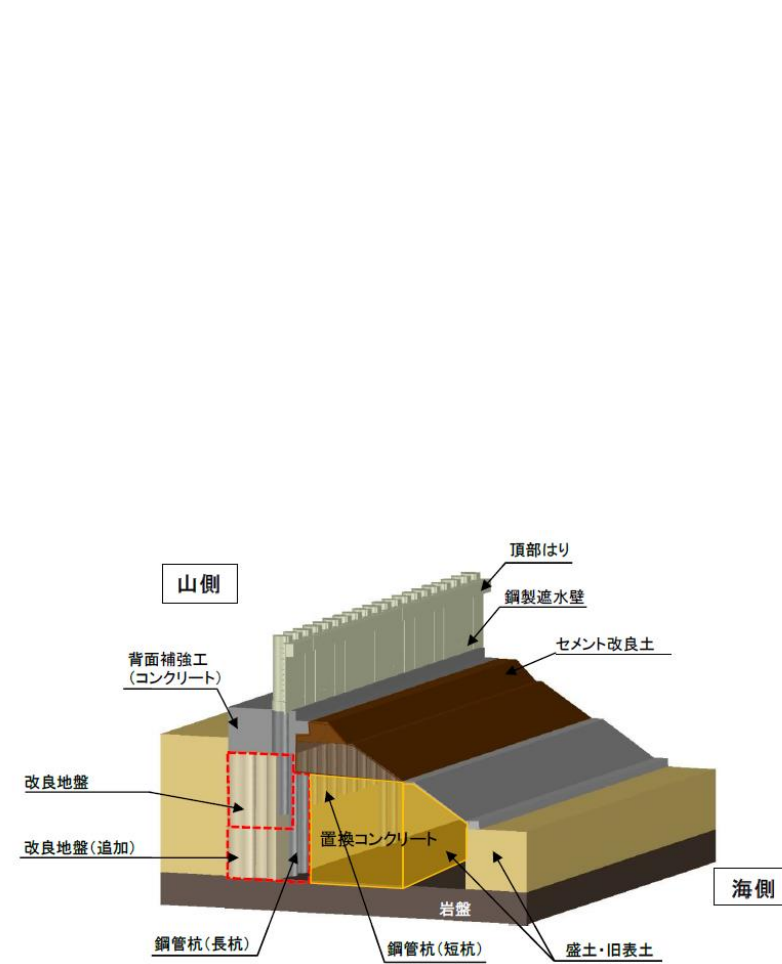
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>1. 防潮堤の要求機能と性能目標について</p> <p>(1) 防潮堤に要求される機能</p> <p>鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の平面位置図を第1-1 図に、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁に関する要求機能と設計評価方針について第1-1 表に、評価対象部位を第1-2 図に示す。</p> <p>津波防護施設として防潮堤に求められる要求機能は、繰返しの襲来を想定した遡上波に対して浸水を防止すること、基準地震動 S_s に対して要求される機能を損なう恐れがないよう、構造物全体として変形能力に対し十分な構造強度を有することである。</p> <p>上記の機能を確保するための性能目標は、遡上津波に対して余裕を考慮した防潮堤高さを確保するとともに構造物の境界部等の止水性を維持し、基準地震動 S_s に対して止水性を損なわない構造強度を有した構造物とすることである。</p>  <p>第1-1 図 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁位置図</p>	<p>1. 防潮堤の要求機能と設計方針について</p> <p>(1) 防潮堤に要求される機能</p> <p>防潮堤の構造形式は、鋼管式鉛直壁及び盛土堤防に分類され、鋼管式鉛直壁は、更に一般部と岩盤部に分類される。防潮堤の平面図を第 1-1 図に、防潮堤の評価対象部位の概要図を第1-2 図～第1-5 図に示す。津波防護施設として防潮堤に求められる要求機能は、繰返しの襲来を想定した遡上波に対して浸水を防止すること、基準地震動 S_s に対し要求される機能を損なうおそれがないよう、構造物全体として変形能力に対し十分な構造強度を有することである。</p> <p>上記の機能を確保するための性能目標は、基準津波による遡上波に対して余裕を考慮した防潮堤高さを確保するとともに、構造物の境界部等の止水性を維持し、基準地震動 S_s に対して止水性を損なわない構造強度を有した構造物とすることである。</p> <p>防潮堤に関する要求機能と設計評価方針について第1-1 表～第1-3 表に示す。</p>  <p>第1-1 図 防潮堤の平面図</p>	<p>1. 防波壁の要求機能と設計方針について</p> <p>(1) 防波壁に要求される機能</p> <p>防波壁の構造形式は、多重鋼管杭式擁壁、鋼管式逆 T 擁壁及び波返重力擁壁に分類され、波返重力擁壁は、更に岩盤支持部と改良地盤部に分類される。防波壁の平面図を第 1-1 図に、防波壁の評価対象部位の概要図を第 1-2 図に示す。津波防護施設として防波壁に求められる要求機能は、繰返しの襲来を想定した遡上波に対して浸水を防止すること、基準地震動 S_s に対し要求される機能を損なうおそれがないよう、構造物全体として変形能力に対し十分な構造強度を有することである。</p> <p>上記の機能を確保するための性能目標は、基準津波による遡上波に対して余裕を考慮した防波壁高さを確保するとともに、構造物の境界部等の止水性を維持し、基準地震動 S_s に対して止水性を損なわない構造強度を有した構造物とすることである。</p> <p>防波壁に関する要求機能と設計評価方針について第1-1 表に示す。</p>  <p>第1-1 図 防波壁の平面図</p>	<p>・設備の相違</p> <p>【東海第二，女川2】</p> <p>設備の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

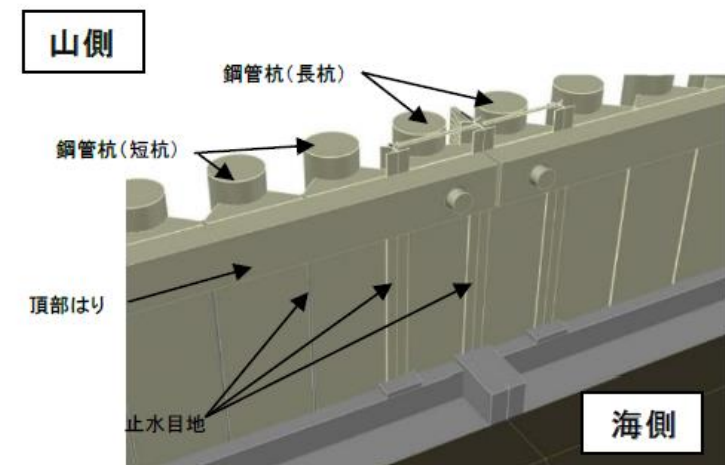


第1-2 図 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の評価対象部位

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

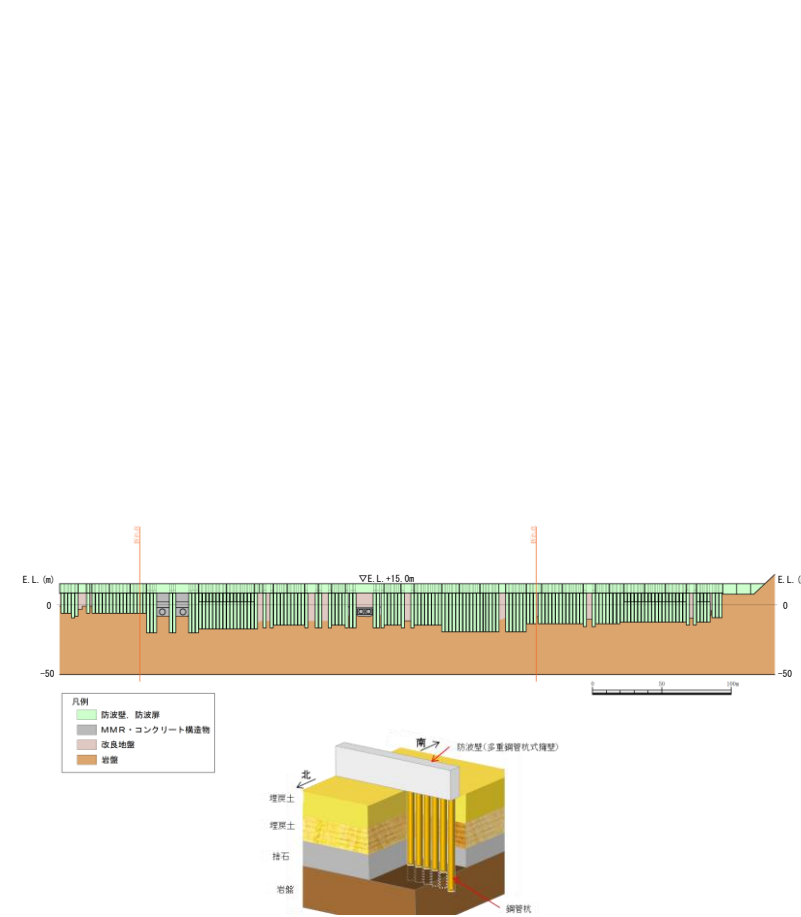


第1-1 図 鋼管式鉛直壁(一般部)全体概要図(鳥瞰図)

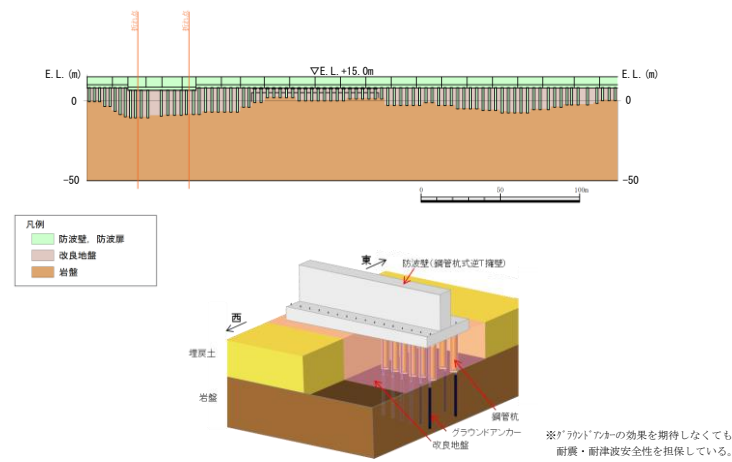


第1-2 図 鋼管式鉛直壁(一般部)鋼製遮水壁概要図(鳥瞰図)

島根原子力発電所 2号炉



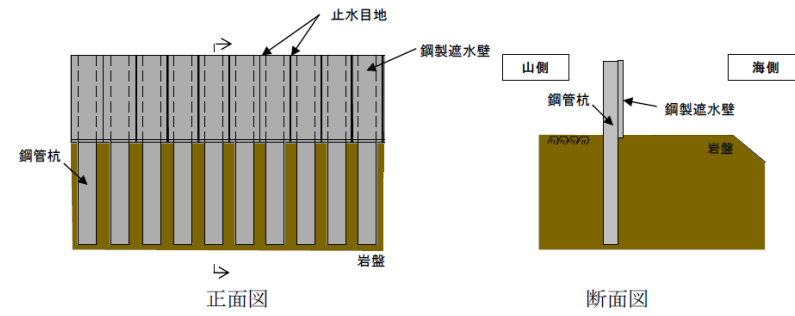
第1-2(1)図 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の評価対象部位



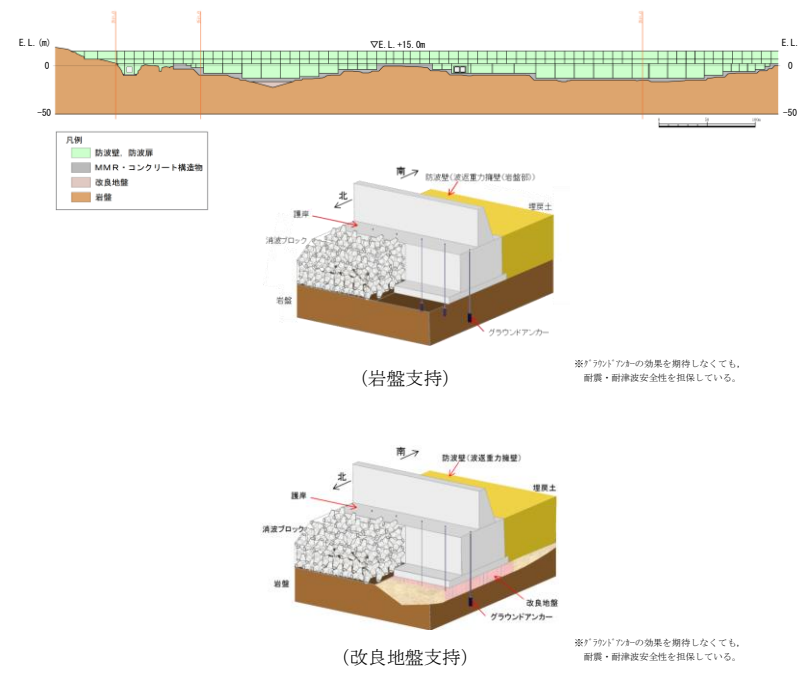
第1-2(2)図 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)の評価対象部位

備考

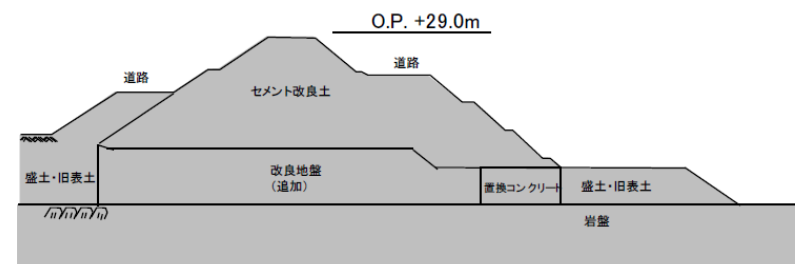
・設備の相違
【東海第二, 女川2】
設備の相違による記載内容の相違



第1-3 図 鋼管式鉛壁 (岩盤部) 概要図



第 1-2 (3) 図 防波壁 (波返重力擁壁) の評価対象部位



第1-4 図 盛土堤防概要図 (断面図)

・設備の相違
【東海第二, 女川2】
設備の相違による記
載内容の相違

第1-2表 防潮堤(鋼管式鉛直壁)(岩盤部)に関する要求機能と設計評価方針

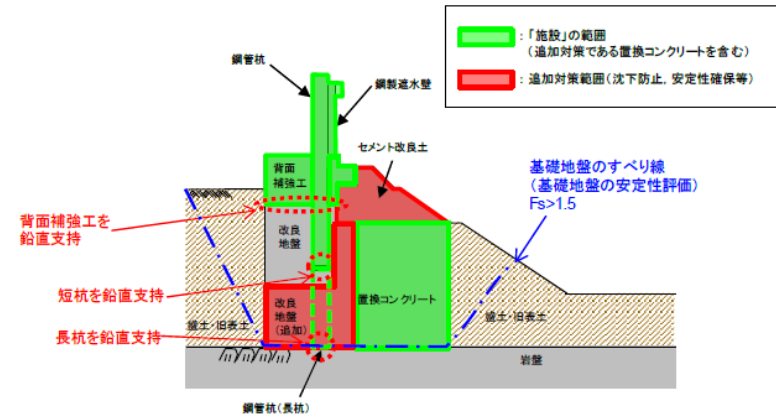
機能名	要求機能	性能目標	機能設計方針	機能設計	構造設計	性能目標	構造設計	評価対象部位	応力場の状態	損傷モード	設計上の留意事項
防波	防潮堤(鋼管式鉛直壁)の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。	防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。	防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。	防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。	防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。	防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。	防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。	防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。	防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。	防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。	防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。防潮堤の構造設計は、防潮堤の構造設計に準じて実施する。

第1-1(2)表 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)に関する要求機能と設計評価方針

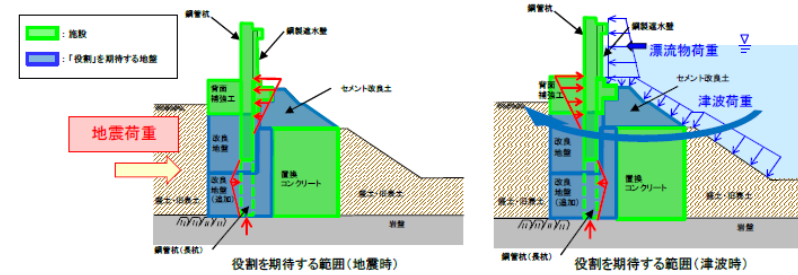
機能名	要求機能	性能目標	機能設計方針	機能設計	構造設計	性能目標	構造設計	評価対象部位	応力場の状態	損傷モード	設計上の留意事項
防波	防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。	防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。	防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。	防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。	防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。	防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。	防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。	防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。	防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。	防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。	防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。防波壁の構造設計は、防波壁の構造設計に準じて実施する。

・設計方針の相違
 【東海第二, 女川2】
 東海第二及び女川2は, 鋼管杭について, 短期許容応力度を許容限界としている。一方, 島根2号炉は, 鋼管杭について, 短期許容応力度より導出された降伏モーメント(曲げ)及びせん断応力度(せん断)を許容限界としている。

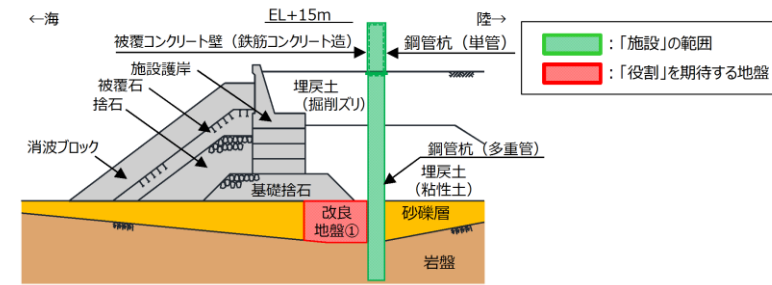
※ R 02版については, 保守状況が異なる。



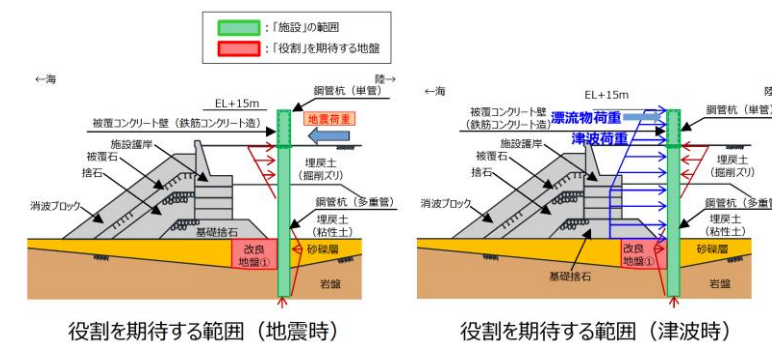
第 1-6 図 鋼管式鉛直壁 (一般部) の「施設」の範囲



第 1-7 図 鋼管式鉛直壁 (一般部) の役割を期待する範囲



第 1-3 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の「施設」の範囲



第 1-4 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の役割を期待する範囲

・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																								
	<p align="center">第1-5表 鋼管式鉛直壁（一般部）の各部位の役割</p> <table border="1" data-bbox="943 304 1709 1039"> <thead> <tr> <th>部位の名称</th> <th>地震時の役割^{※1}</th> <th>津波時の役割^{※1}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼管杭（長杭）</td> <td>・鋼製遮水壁及び頂部はりを支持する。</td> <td>・鋼製遮水壁及び頂部はりを支持する。</td> </tr> <tr> <td>鋼管杭（短杭）</td> <td>・鋼製遮水壁を支持する。</td> <td>・鋼製遮水壁を支持する。</td> </tr> <tr> <td>鋼製遮水壁</td> <td>・止水目地を支持する。</td> <td>・止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。</td> </tr> <tr> <td>止水目地</td> <td>・鋼製遮水壁間の変位に追従する。</td> <td>・鋼製遮水壁間の変位に追従し、遮水性を保持する。</td> </tr> <tr> <td>背面補強工</td> <td>・長杭・短杭の変形を抑制する。</td> <td>・遮水性を保持する。 ・長杭・短杭の変形を抑制する。</td> </tr> <tr> <td>置換コンクリート</td> <td>・コンクリート強度を考慮して基礎地盤のすべり安定性を確保する。 ・長杭・短杭の変形を抑制する（斜面形状による海側への変形が卓越）。</td> <td>・長杭・短杭の変形を抑制する。 ・地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（遮水性を保持する）。</td> </tr> <tr> <td>頂部はり^{※2}</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>セメント改良土</td> <td>・長杭・短杭の変形を抑制する（斜面形状による海側への変形が卓越）。</td> <td>・長杭・短杭の変形を抑制する。 ・地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（遮水性を保持する）。 ・津波荷重を置換コンクリート等を介して岩盤に伝達する。</td> </tr> <tr> <td>改良地盤</td> <td>・短杭及び背面補強工を鉛直支持する（下方の岩盤に荷重を伝達する）。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。 ・長杭・短杭の変形を抑制する（斜面形状による海側への変形が卓越）。</td> <td>・短杭及び背面補強工を鉛直支持する（下方の岩盤に荷重を伝達する）。 ・長杭・短杭の変形を抑制する。 ・地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（遮水性を保持する）。</td> </tr> <tr> <td>岩盤</td> <td>・長杭・短杭、背面補強工及び置換コンクリートを（改良地盤を介して）鉛直支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。</td> <td>・長杭・短杭、背面補強工及び置換コンクリートを（改良地盤を介して）鉛直支持する。</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：津波+余震時は地震時及び津波時の両方の役割を参照する。 ※2：沈下時に機能を期待していたが、沈下しない設計に変更したため、役割を期待しない。</p> <p>各部位の『施設』と『地盤』を区分するに当たり、<u>背面補強工、置換コンクリート、改良地盤及びセメント改良土</u>の具体的な役割を第1-6表のとおり整理した。</p> <p>要求機能を満たすために設計上必要な項目（第1-6表中「◎」と記載）を持つ部位として、<u>背面補強工は津波時に鋼製遮水壁や止水目地とともに止水性（第5条）としての遮水性を保持すること、置換コンクリートは地震時にすべり安定性確保（第3条）の役割を主体的に果たすことから、『施設』と区分する。また、支持地盤や側方地盤としての役割（第1-6表中「○」と記載）を有する改良地盤及びセメント改良土は『地盤』と区分する。</u></p> <p>なお、施設の役割を維持するための条件として設計に反映する項目「○」と評価した具体的な考え方を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・改良地盤の役割である鉛直支持については、<u>鋼管杭（短杭）及び背面補強工を鉛直支持するために支持力を設計に反映することから「○」とした。</u> 	部位の名称	地震時の役割 ^{※1}	津波時の役割 ^{※1}	鋼管杭（長杭）	・鋼製遮水壁及び頂部はりを支持する。	・鋼製遮水壁及び頂部はりを支持する。	鋼管杭（短杭）	・鋼製遮水壁を支持する。	・鋼製遮水壁を支持する。	鋼製遮水壁	・止水目地を支持する。	・止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。	止水目地	・鋼製遮水壁間の変位に追従する。	・鋼製遮水壁間の変位に追従し、遮水性を保持する。	背面補強工	・長杭・短杭の変形を抑制する。	・遮水性を保持する。 ・長杭・短杭の変形を抑制する。	置換コンクリート	・コンクリート強度を考慮して基礎地盤のすべり安定性を確保する。 ・長杭・短杭の変形を抑制する（斜面形状による海側への変形が卓越）。	・長杭・短杭の変形を抑制する。 ・地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（遮水性を保持する）。	頂部はり ^{※2}	—	—	セメント改良土	・長杭・短杭の変形を抑制する（斜面形状による海側への変形が卓越）。	・長杭・短杭の変形を抑制する。 ・地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（遮水性を保持する）。 ・津波荷重を置換コンクリート等を介して岩盤に伝達する。	改良地盤	・短杭及び背面補強工を鉛直支持する（下方の岩盤に荷重を伝達する）。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。 ・長杭・短杭の変形を抑制する（斜面形状による海側への変形が卓越）。	・短杭及び背面補強工を鉛直支持する（下方の岩盤に荷重を伝達する）。 ・長杭・短杭の変形を抑制する。 ・地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（遮水性を保持する）。	岩盤	・長杭・短杭、背面補強工及び置換コンクリートを（改良地盤を介して）鉛直支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・長杭・短杭、背面補強工及び置換コンクリートを（改良地盤を介して）鉛直支持する。	<p align="center">第1-3表 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の各部位の役割</p> <table border="1" data-bbox="1733 304 2499 850"> <thead> <tr> <th>部位の名称</th> <th>地震時の役割</th> <th>津波時の役割</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼管杭</td> <td>・被覆コンクリート壁を支持する。</td> <td>・被覆コンクリート壁を支持する。</td> </tr> <tr> <td>被覆コンクリート壁</td> <td>・止水目地を支持する。</td> <td>・止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。</td> </tr> <tr> <td>止水目地</td> <td>・被覆コンクリート壁間の変形に追従する。</td> <td>・被覆コンクリート壁間変形位に追従し、遮水性を保持する。</td> </tr> <tr> <td>セメントミルク</td> <td>・鋼管杭の変形を抑制する。</td> <td>・鋼管杭の変形を抑制する。 ・難透水性を保持する。</td> </tr> <tr> <td>改良地盤①（砂礫層）</td> <td>・鋼管杭の変形を抑制する。</td> <td>・鋼管杭の変形を抑制する。 ・難透水性を保持する。</td> </tr> <tr> <td>改良地盤②（杭間部）</td> <td>・役割に期待しない。</td> <td>・難透水性の地盤ではあるが、役割に期待しない。</td> </tr> <tr> <td>改良地盤③（防波壁背後）</td> <td>・役割に期待しない。</td> <td>・難透水性を保持する。</td> </tr> <tr> <td>岩盤</td> <td>・鋼管杭を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。</td> <td>・鋼管杭を支持する。</td> </tr> <tr> <td>埋戻土（掘削スリ）、埋戻土（粘性土）、砂礫層</td> <td>・役割に期待しない（解析モデルに取り込み、防波壁への相互作用を考慮する）。</td> <td>・防波壁より陸側については、津波荷重に対して地盤反力として寄与する。</td> </tr> <tr> <td>施設護岸、基礎捨石、捨石、被覆石</td> <td>・役割に期待しない（解析モデルに取り込み、防波壁への波及的影響を考慮する）。</td> <td>・役割に期待しない。</td> </tr> <tr> <td>消波ブロック</td> <td>・役割に期待しない。</td> <td>・役割に期待しない。</td> </tr> <tr> <td>グラウト材</td> <td>・役割に期待しない。</td> <td>・難透水性の地盤ではあるが、役割に期待しない。</td> </tr> </tbody> </table> <p>各部位の『施設』と『地盤』を区分するに当たり、<u>セメントミルク、改良地盤①（砂礫層）及び改良地盤③（防波壁背後）</u>の具体的な役割を第1-4表のとおり整理した。</p> <p><u>側方地盤としての鋼管杭の変形抑制の役割（第1-4表中「○」と記載）を有するセメントミルク、改良地盤①（砂礫層）及び改良地盤③（防波壁背後）は『地盤』と区別する。</u></p> <p>なお、施設の役割を維持するための条件として設計に反映する項目「○」と評価した具体的な考え方を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・<u>セメントミルク、改良地盤①（砂礫層）及び改良地盤③（防波壁背後）の役割である健全性については、鋼管杭の変形を抑制するために剛性（変形特性）を設計に反映</u> 	部位の名称	地震時の役割	津波時の役割	鋼管杭	・被覆コンクリート壁を支持する。	・被覆コンクリート壁を支持する。	被覆コンクリート壁	・止水目地を支持する。	・止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。	止水目地	・被覆コンクリート壁間の変形に追従する。	・被覆コンクリート壁間変形位に追従し、遮水性を保持する。	セメントミルク	・鋼管杭の変形を抑制する。	・鋼管杭の変形を抑制する。 ・難透水性を保持する。	改良地盤①（砂礫層）	・鋼管杭の変形を抑制する。	・鋼管杭の変形を抑制する。 ・難透水性を保持する。	改良地盤②（杭間部）	・役割に期待しない。	・難透水性の地盤ではあるが、役割に期待しない。	改良地盤③（防波壁背後）	・役割に期待しない。	・難透水性を保持する。	岩盤	・鋼管杭を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・鋼管杭を支持する。	埋戻土（掘削スリ）、埋戻土（粘性土）、砂礫層	・役割に期待しない（解析モデルに取り込み、防波壁への相互作用を考慮する）。	・防波壁より陸側については、津波荷重に対して地盤反力として寄与する。	施設護岸、基礎捨石、捨石、被覆石	・役割に期待しない（解析モデルに取り込み、防波壁への波及的影響を考慮する）。	・役割に期待しない。	消波ブロック	・役割に期待しない。	・役割に期待しない。	グラウト材	・役割に期待しない。	・難透水性の地盤ではあるが、役割に期待しない。	<p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・設計方針の相違 【女川2】 各評価対象部位の役割の相違</p> <p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・設計方針の相違 【女川2】 各評価対象部位の役割の相違</p>
部位の名称	地震時の役割 ^{※1}	津波時の役割 ^{※1}																																																																									
鋼管杭（長杭）	・鋼製遮水壁及び頂部はりを支持する。	・鋼製遮水壁及び頂部はりを支持する。																																																																									
鋼管杭（短杭）	・鋼製遮水壁を支持する。	・鋼製遮水壁を支持する。																																																																									
鋼製遮水壁	・止水目地を支持する。	・止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。																																																																									
止水目地	・鋼製遮水壁間の変位に追従する。	・鋼製遮水壁間の変位に追従し、遮水性を保持する。																																																																									
背面補強工	・長杭・短杭の変形を抑制する。	・遮水性を保持する。 ・長杭・短杭の変形を抑制する。																																																																									
置換コンクリート	・コンクリート強度を考慮して基礎地盤のすべり安定性を確保する。 ・長杭・短杭の変形を抑制する（斜面形状による海側への変形が卓越）。	・長杭・短杭の変形を抑制する。 ・地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（遮水性を保持する）。																																																																									
頂部はり ^{※2}	—	—																																																																									
セメント改良土	・長杭・短杭の変形を抑制する（斜面形状による海側への変形が卓越）。	・長杭・短杭の変形を抑制する。 ・地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（遮水性を保持する）。 ・津波荷重を置換コンクリート等を介して岩盤に伝達する。																																																																									
改良地盤	・短杭及び背面補強工を鉛直支持する（下方の岩盤に荷重を伝達する）。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。 ・長杭・短杭の変形を抑制する（斜面形状による海側への変形が卓越）。	・短杭及び背面補強工を鉛直支持する（下方の岩盤に荷重を伝達する）。 ・長杭・短杭の変形を抑制する。 ・地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（遮水性を保持する）。																																																																									
岩盤	・長杭・短杭、背面補強工及び置換コンクリートを（改良地盤を介して）鉛直支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・長杭・短杭、背面補強工及び置換コンクリートを（改良地盤を介して）鉛直支持する。																																																																									
部位の名称	地震時の役割	津波時の役割																																																																									
鋼管杭	・被覆コンクリート壁を支持する。	・被覆コンクリート壁を支持する。																																																																									
被覆コンクリート壁	・止水目地を支持する。	・止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。																																																																									
止水目地	・被覆コンクリート壁間の変形に追従する。	・被覆コンクリート壁間変形位に追従し、遮水性を保持する。																																																																									
セメントミルク	・鋼管杭の変形を抑制する。	・鋼管杭の変形を抑制する。 ・難透水性を保持する。																																																																									
改良地盤①（砂礫層）	・鋼管杭の変形を抑制する。	・鋼管杭の変形を抑制する。 ・難透水性を保持する。																																																																									
改良地盤②（杭間部）	・役割に期待しない。	・難透水性の地盤ではあるが、役割に期待しない。																																																																									
改良地盤③（防波壁背後）	・役割に期待しない。	・難透水性を保持する。																																																																									
岩盤	・鋼管杭を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・鋼管杭を支持する。																																																																									
埋戻土（掘削スリ）、埋戻土（粘性土）、砂礫層	・役割に期待しない（解析モデルに取り込み、防波壁への相互作用を考慮する）。	・防波壁より陸側については、津波荷重に対して地盤反力として寄与する。																																																																									
施設護岸、基礎捨石、捨石、被覆石	・役割に期待しない（解析モデルに取り込み、防波壁への波及的影響を考慮する）。	・役割に期待しない。																																																																									
消波ブロック	・役割に期待しない。	・役割に期待しない。																																																																									
グラウト材	・役割に期待しない。	・難透水性の地盤ではあるが、役割に期待しない。																																																																									

・改良地盤及びセメント改良土の役割であるすべり安定性については、基礎地盤のすべり安定性を確保するために滑動抵抗力(強度特性)を設計に反映することから「○」とした。

・背面補強工、置換コンクリート、改良地盤及びセメント改良土の役割である健全性については、鋼管杭の変形を抑制するために剛性(変形特性)を設計に反映することから「○」とした。

・置換コンクリート、改良地盤及びセメント改良土の役割である止水性については、地盤中からの回り込みによる浸水を防止するために透水係数を設計に反映することから「○」とした。なお、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを浸透流解析により確認する。

第1-6表 鋼管式鉛直壁(一般部)の各部位の具体的な役割

部位	具体的な役割		鉛直支持	すべり安定性	健全性	止水性	『施設』の区分の考え方
	地震時	津波時					
背面補強工	鋼管杭の側面と鋼管杭の間にコンクリートを充填することで鋼管杭の変形を抑制する。鋼管杭の剛性を向上させることにより鋼管杭の変形を抑制する。	津波時に鋼管杭と鋼管杭の間を埋め合わせることで鋼管杭の変形を抑制する。鋼管杭の剛性を向上させることにより鋼管杭の変形を抑制する。	-	-	○	○	津波時に鋼管杭と鋼管杭の間を埋め合わせることで鋼管杭の変形を抑制することから、『施設』に区分する。
置換コンクリート	コンクリート置換を施して鋼管杭を埋め合わせることで、基礎地盤のすべり安定性を確保する(要注1)。鋼管杭の剛性を向上させることにより鋼管杭の変形を抑制する。鋼管杭の剛性を向上させることにより鋼管杭の変形を抑制する。	津波時に鋼管杭と鋼管杭の間を埋め合わせることで鋼管杭の変形を抑制する。鋼管杭の剛性を向上させることにより鋼管杭の変形を抑制する。	-	○	○	○	地震時にすべり安定性を確保する役割を主に果たすことから、『施設』に区分する。
セメント改良土	鋼管杭の側面にセメント改良土を充填することで鋼管杭の側面への変形を抑制する。鋼管杭の剛性を向上させることにより鋼管杭の変形を抑制する。	津波時に鋼管杭と鋼管杭の間を埋め合わせることで鋼管杭の変形を抑制する。鋼管杭の剛性を向上させることにより鋼管杭の変形を抑制する。	-	○	○	○	すべり安定性への寄与及び鋼管杭の剛性を向上させることにより鋼管杭の変形を抑制することから、『施設』に区分する。
改良地盤	鋼管杭(置換)及び背面補強工の下方の盛土・旧表土を改良改良(注2)を行うことにより、浸透流を抑制することから、津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。	津波時に鋼管杭と鋼管杭の間を埋め合わせることで鋼管杭の変形を抑制する。鋼管杭の剛性を向上させることにより鋼管杭の変形を抑制する。	○	○	○	○	浸透流の抑制、すべり安定性への寄与及び鋼管杭の剛性を向上させることにより鋼管杭の変形を抑制することから、『施設』に区分する。

※1: 鉛直支持については鋼管杭、健全性(鋼管杭の変形抑制)については鋼管杭が、それぞれ主体的に役割を果たす。
 ※2: 施設及び地盤を有する範囲の浸透流解析により、置換コンクリート、改良地盤及びセメント改良土の透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。

以上を踏まえ、鋼管式鉛直壁(一般部)における各部位の役割に対する性能目標を第1-7表に、性能目標を満足するための照査項目と許容限界を第1-8表に示す。液状化の影響については有効応力解析により考慮し、盛土・旧表土の変状に伴う施設評価への影響を検討する。

また、液状化に伴う海側の盛土・旧表土斜面部の変状により斜面形状が変化し、荷重伝達経路や津波波圧に影響する可能性があることから、詳細設計時(工認段階)に影響の程度

することから「○」とした。

・セメントミルク、改良地盤①(砂礫層)及び改良地盤③(防波壁背後)の役割である止水性については、地盤中からの回り込みによる浸水を防止するために透水係数を設計に反映することから「○」とした。なお、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを浸透流解析により確認する。

第1-4表 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の各部位の具体的な役割

部位	具体的な役割		鉛直支持	すべり安全率	(鋼管杭の)健全性	(鋼管杭の)止水性	『施設』の区分の考え方
	地震時	津波時					
セメントミルク	鋼管杭間にセメントミルクを設置することで、鋼管杭の変形を抑制する。	鋼管杭間にセメントミルクを設置することで、鋼管杭の変形を抑制する。鋼管杭の変形を抑制することにより、津波時の水みちを形成しない。	-	-	○	○	鋼管杭の変形抑制が主な役割であり、施設の側方地盤に要求される役割と同等であること、透水係数の保持の役割をもつことから『地盤』に区分する。
改良地盤①(砂礫層)	鋼管杭の側面に改良地盤を設置することで鋼管杭の変形を抑制する。	鋼管杭の側面に改良地盤を設置することで、透水性を有する複層コンクリート壁、止水自地の下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。	-	-	○	○	鋼管杭の変形抑制が主な役割であり、施設の側方地盤に要求される役割と同等であること、透水係数の保持の役割をもつことから『地盤』に区分する。
改良地盤③(防波壁背後)	-役割に期待しない。	透水性を保持することで、透水性を有する複層コンクリート壁、止水自地、下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。	-	-	○	○	透水係数の保持の役割をもつことから『地盤』に区分する。

以上を踏まえ、防波壁(多重鋼管杭式擁壁)における各部位の役割に対する性能目標を第1-5表に、性能目標を満足するための照査項目と許容限界を第1-6表に示す。液状化の影響については有効応力解析により考慮し、埋戻土、砂礫層の変状に伴う施設評価への影響を検討する。

また、液状化に伴う海側の埋戻土、砂礫層の変状により護岸形状が変化し、荷重伝達経路や津波波圧に影響する可能性があることから、詳細設計段階に影響の程度を検討する。

・設備の相違【女川2】
 設備の相違による記載内容の相違

・設計方針の相違【女川2】
 各評価対象部位の役割の相違による区分の相違

・設備の相違【女川2】
 設備の相違による記載内容の相違

を検討する。
 なお、施設である背面補強工及び置換コンクリートのすべり安全率の確認においては、地盤と施設を連成した2次元FEM解析により、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討（非線形解析等）を行う。

なお、施設及び岩盤の各部位の役割や性能目標を長期的に維持していくために必要な保守管理方法を今後検討していく。

第1-7表 鋼管式鉛直壁（一般部）の各部位の役割に対する性能目標

部位	性能目標			
	鉛直支持 (第3条)	すべり安定性 (第3条)	健全性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)	止水性 (透水性、難透水性) (第5条)
施設	鋼管杭	-	構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭がねじれ弾性状態に留まること。	構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭がねじれ弾性状態に留まること。
	鋼管止水壁		構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭がねじれ弾性状態に留まること。	止水目地の密封機能を維持して鋼管杭から有害な漏えいを生じないために、鋼管杭がねじれ弾性状態に留まること。
	止水目地		鋼管杭の健全性を保持するために、鋼管杭がねじれ弾性状態に留まること。	止水目地の密封機能を維持して鋼管杭から有害な漏えいを生じないために、止水目地の変形・透水性能を保持すること。
	背面補強工		鋼管杭の変形を抑制するために、背面補強工がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。	鋼管杭の変形を抑制するために、背面補強工がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。
置換コンクリート	高埋地盤のすべり安定性を確保するために、置換コンクリートの十分な支持力を確保すること。	高埋地盤のすべり安定性を確保するために、置換コンクリートの十分な支持力を確保すること。	鋼管杭の変形を抑制するために、置換コンクリートがすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。	地盤中からの回り込みによる浸水を防止(難透水性を保持)するために、置換コンクリートがすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。
地盤	セメント改良土	-	鋼管杭の変形を抑制するために、セメント改良土がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。	地盤中からの回り込みによる浸水を防止(難透水性を保持)するために、セメント改良土がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。
	改良地盤① (砂線層)	鋼管杭及び背面補強工を施工するための、十分な支持力を確保すること。	鋼管杭の変形を抑制するために、改良地盤がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。	地盤中からの回り込みによる浸水を防止(難透水性を保持)するために、改良地盤がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。
	岩盤	鋼管杭、背面補強工及び置換コンクリートと密着させるため、十分な支持力を確保すること。	-	-

第1-5表 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の各部位の役割に対する性能目標

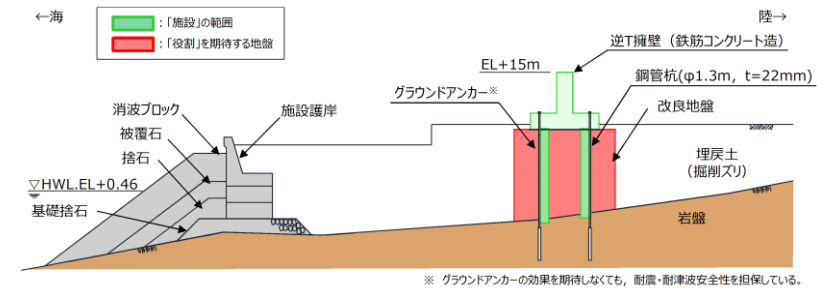
部位	性能目標...5,6,9章			
	鉛直支持 (第3条)	すべり安定性 (第3条)	健全性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)	止水性 (透水性、難透水性) (第5条)
施設	鋼管杭	-	構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭がねじれ弾性状態に留まること。	構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭がねじれ弾性状態に留まること。
	被覆コンクリート壁		構造部材の健全性を保持するために、被覆コンクリート壁がねじれ弾性状態に留まること。	止水目地の密封機能を維持して被覆コンクリート壁から有害な漏えいを生じないために、被覆コンクリート壁がねじれ弾性状態に留まること。
	止水目地		被覆コンクリート壁から有害な漏えいを生じないために、止水目地の変形・透水性能を保持すること。	被覆コンクリート壁から有害な漏えいを生じないために、止水目地の変形・透水性能を保持すること。
地盤	セメントミルク	-	鋼管杭の変形を抑制するため、セメントミルクがすべり破壊しないこと。(内的安定を保持)	地盤中からの回り込みによる浸水を防止(難透水性を保持)するためにセメントミルクがすべり破壊しないこと。(内的安定を保持)
	改良地盤① (砂線層)	-	鋼管杭の変形を抑制するため、改良地盤がすべり破壊しないこと。(内的安定を保持)	地盤中からの回り込みによる浸水を防止(難透水性を保持)するために改良地盤がすべり破壊しないこと。(内的安定を保持)
	改良地盤③ (防波壁背後)	-	-	地盤中からの回り込みによる浸水を防止(難透水性を保持)するために改良地盤がすべり破壊しないこと。(内的安定を保持)
	岩盤	鋼管杭を鉛直支持するため、十分な支持力を保持すること。	基礎地盤のすべり安定性を確保するため、十分なすべり安全性を保持すること。	-

- 設計方針の相違【女川2】
各評価対象部位の役割の相違
- 記載方針の相違【女川2】
女川2は保守管理方法を「d. 損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮」に記載
- 設備の相違【女川2】
設備の相違による記載内容の相違
- 設計方針の相違【女川2】
各評価対象部位の役割の相違に伴う性能目標の相違

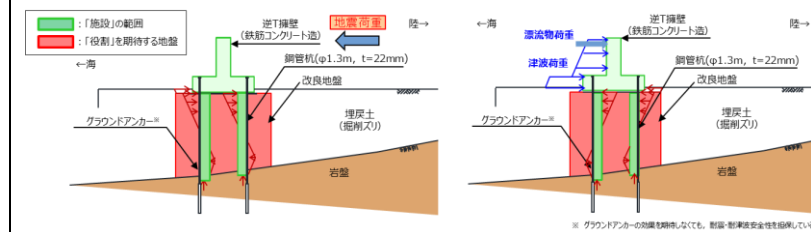
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																									
	<p>第1-8表 鋼管式鉛直壁(一般部)の各部位の照査項目と許容限界 (上段:照査項目,下段:許容限界)</p> <table border="1" data-bbox="949 352 1703 730"> <thead> <tr> <th rowspan="2">部位</th> <th colspan="4">照査項目と許容限界</th> </tr> <tr> <th>鉛直支持 (第3条)</th> <th>すべり安定性 (第3条)</th> <th>健全性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)</th> <th>止水性^{※1} (透水性・難透水性) (第5条)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">施設</td> <td>鋼管杭</td> <td rowspan="5">-</td> <td>曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)</td> <td rowspan="5">-</td> </tr> <tr> <td>鋼管杭</td> <td>曲げ・せん断 (降伏モーメント(曲げ)及びせん断応力度(せん断))</td> </tr> <tr> <td>鋼管杭</td> <td>曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)</td> </tr> <tr> <td>止水目地</td> <td>変形 (許容変形量以下)</td> <td>変形・水圧 (許容変形量・許容水圧以下)</td> </tr> <tr> <td>背面補強工</td> <td>すべり安全率^{※2} (1.2以上)</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">地盤</td> <td>置換コンクリート</td> <td>—^{※3}</td> <td>すべり安全率^{※2} (1.2以上)</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>セメント改良土</td> <td>—</td> <td>すべり安全率^{※2} (1.2以上)</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">改良地盤</td> <td>支持力 (確認支持力以下)</td> <td>すべり安全率^{※2} (基礎地盤)</td> <td>すべり安全率^{※2} (1.2以上)</td> <td>すべり安全率^{※3}</td> </tr> <tr> <td>支持力 (確認支持力以下)</td> <td>(1.5以上)</td> <td>(1.2以上)</td> <td>(1.2以上)</td> </tr> <tr> <td>地盤</td> <td>支持力 (確認支持力以下)</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1:施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、置換コンクリート、改良地盤及びセメント改良土の透水係数を保守的に考慮しても津波の浸水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。 ※2:置換コンクリートがすべり破壊しないことを第4・5条で確認するため、第3条においては、置換及び改良地盤を通るすべり線のすべり安全率を確認する。 ※3:第3条のすべり安全率は施設の外的安定の確認を目的としており、「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」に基づいて1.5以上を許容限界とする。 ※4:第4条・第5条のすべり安全率は各部位の内的安定の確認を目的としており、「耐津波設計に係る工事審査ガイド」を準用して1.2以上を許容限界とする。 ※5:地盤と施設を連成した2次元FEM解析により、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討(非線形解析等)を行う。</p>	部位	照査項目と許容限界				鉛直支持 (第3条)	すべり安定性 (第3条)	健全性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)	止水性 ^{※1} (透水性・難透水性) (第5条)	施設	鋼管杭	-	曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)	-	鋼管杭	曲げ・せん断 (降伏モーメント(曲げ)及びせん断応力度(せん断))	鋼管杭	曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)	止水目地	変形 (許容変形量以下)	変形・水圧 (許容変形量・許容水圧以下)	背面補強工	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)	地盤	置換コンクリート	— ^{※3}	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)	—	セメント改良土	—	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)	—	改良地盤	支持力 (確認支持力以下)	すべり安全率 ^{※2} (基礎地盤)	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)	すべり安全率 ^{※3}	支持力 (確認支持力以下)	(1.5以上)	(1.2以上)	(1.2以上)	地盤	支持力 (確認支持力以下)	—	—	—	<p>第1-6表 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)各部位の照査項目と許容限界 (上段:照査項目,下段:許容限界)</p> <table border="1" data-bbox="1739 352 2493 730"> <thead> <tr> <th rowspan="2">部位</th> <th colspan="4">照査項目と許容限界</th> </tr> <tr> <th>鉛直支持 (第3条)</th> <th>すべり安定性 (第3条)</th> <th>健全性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)</th> <th>止水性^{※1} (透水性・難透水性) (第5条)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">施設</td> <td>鋼管杭</td> <td rowspan="5">-</td> <td>曲げ・せん断 (降伏モーメント(曲げ)及びせん断応力度(せん断))</td> <td rowspan="5">-</td> </tr> <tr> <td>被覆コンクリート壁</td> <td>曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)</td> </tr> <tr> <td>止水目地</td> <td>変形 (許容変形量以下)</td> <td>変形・水圧 (許容変形量・許容水圧以下)</td> </tr> <tr> <td>セメントミルク</td> <td>—</td> <td>すべり安全率^{※2} (1.2以上)</td> </tr> <tr> <td>改良地盤① (砂硬層)</td> <td>—</td> <td>すべり安全率^{※2} (1.2以上)</td> <td>すべり安全率^{※3}</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">地盤</td> <td>改良地盤② (防波壁背後)</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>(1.2以上)</td> </tr> <tr> <td>岩盤</td> <td>支持力 (確認支持力以下)</td> <td>すべり安全率(基礎地盤)^{※2} (1.5以上)</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1:改良及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、セメントミルク及び改良地盤の透水係数を保守的に考慮しても津波の浸水時間中に浸水しないことを確認する。 ※2:第3条のすべり安全率は施設の外的安定の確認を目的としており、「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」に基づいて1.5以上を許容限界とする。 ※3:第4条・第5条のすべり安全率は各部位の内的安定の確認を目的としており、「耐津波設計に係る審査ガイド」を準用して1.2以上を許容限界とする。</p> <p>b. <u>防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)</u> 新規性基準への適合性において、<u>防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)</u>における設置許可基準規則の各条文に対する検討要旨を第1-7表に示す。</p> <p>第1-7表 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)における検討要旨</p> <table border="1" data-bbox="1739 1197 2493 1491"> <thead> <tr> <th>規則</th> <th>検討要旨</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>第3条 (設計基準対象施設の地盤)</td> <td>施設(鋼管杭)を支持する地盤を対象とし、地盤内にすべり線を想定し、安定性を確認する。</td> </tr> <tr> <td>第4条 (地震による損傷の防止)</td> <td>施設と地盤との動的相互作用や液状化検討対象層の地震時の挙動を考慮した上で、施設の耐震安全性を確認する。</td> </tr> <tr> <td>第5条 (津波による損傷の防止)</td> <td>地震(本震及び余震)による影響を考慮した上で、機能を保持できることを確認する。 液状化検討対象層の地震時の挙動の考慮を含む。</td> </tr> </tbody> </table> <p>防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)における条文に対応する施設の範囲及び各部位の役割を第1-5図、第1-6図及び第1-8表に示す。なお、以下では、津波を遮断する役割を『遮水性』、材料として津波を通しにくい役割を『難透水性』とし、これらを総称して『止水性』と整理する。<u>防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)の周辺地盤及び施設護岸については、設置状況に応じて解析モデルに取り込むが、防波壁の前面に</u></p>	部位	照査項目と許容限界				鉛直支持 (第3条)	すべり安定性 (第3条)	健全性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)	止水性 ^{※1} (透水性・難透水性) (第5条)	施設	鋼管杭	-	曲げ・せん断 (降伏モーメント(曲げ)及びせん断応力度(せん断))	-	被覆コンクリート壁	曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)	止水目地	変形 (許容変形量以下)	変形・水圧 (許容変形量・許容水圧以下)	セメントミルク	—	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)	改良地盤① (砂硬層)	—	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)	すべり安全率 ^{※3}	地盤	改良地盤② (防波壁背後)	—	—	(1.2以上)	岩盤	支持力 (確認支持力以下)	すべり安全率(基礎地盤) ^{※2} (1.5以上)	—	規則	検討要旨	第3条 (設計基準対象施設の地盤)	施設(鋼管杭)を支持する地盤を対象とし、地盤内にすべり線を想定し、安定性を確認する。	第4条 (地震による損傷の防止)	施設と地盤との動的相互作用や液状化検討対象層の地震時の挙動を考慮した上で、施設の耐震安全性を確認する。	第5条 (津波による損傷の防止)	地震(本震及び余震)による影響を考慮した上で、機能を保持できることを確認する。 液状化検討対象層の地震時の挙動の考慮を含む。	<p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・設計方針の相違 【女川2】 各評価対象部位の性能目標の相違に伴う許容限界の相違</p> <p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p>
部位	照査項目と許容限界																																																																																											
	鉛直支持 (第3条)	すべり安定性 (第3条)	健全性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)	止水性 ^{※1} (透水性・難透水性) (第5条)																																																																																								
施設	鋼管杭	-	曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)	-																																																																																								
	鋼管杭		曲げ・せん断 (降伏モーメント(曲げ)及びせん断応力度(せん断))																																																																																									
	鋼管杭		曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)																																																																																									
	止水目地		変形 (許容変形量以下)		変形・水圧 (許容変形量・許容水圧以下)																																																																																							
	背面補強工		すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)																																																																																									
地盤	置換コンクリート	— ^{※3}	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)	—																																																																																								
	セメント改良土	—	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)	—																																																																																								
	改良地盤	支持力 (確認支持力以下)	すべり安全率 ^{※2} (基礎地盤)	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)	すべり安全率 ^{※3}																																																																																							
		支持力 (確認支持力以下)	(1.5以上)	(1.2以上)	(1.2以上)																																																																																							
	地盤	支持力 (確認支持力以下)	—	—	—																																																																																							
部位	照査項目と許容限界																																																																																											
	鉛直支持 (第3条)	すべり安定性 (第3条)	健全性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)	止水性 ^{※1} (透水性・難透水性) (第5条)																																																																																								
施設	鋼管杭	-	曲げ・せん断 (降伏モーメント(曲げ)及びせん断応力度(せん断))	-																																																																																								
	被覆コンクリート壁		曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)																																																																																									
	止水目地		変形 (許容変形量以下)		変形・水圧 (許容変形量・許容水圧以下)																																																																																							
	セメントミルク		—		すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)																																																																																							
	改良地盤① (砂硬層)		—		すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)	すべり安全率 ^{※3}																																																																																						
地盤	改良地盤② (防波壁背後)	—	—	(1.2以上)																																																																																								
	岩盤	支持力 (確認支持力以下)	すべり安全率(基礎地盤) ^{※2} (1.5以上)	—																																																																																								
規則	検討要旨																																																																																											
第3条 (設計基準対象施設の地盤)	施設(鋼管杭)を支持する地盤を対象とし、地盤内にすべり線を想定し、安定性を確認する。																																																																																											
第4条 (地震による損傷の防止)	施設と地盤との動的相互作用や液状化検討対象層の地震時の挙動を考慮した上で、施設の耐震安全性を確認する。																																																																																											
第5条 (津波による損傷の防止)	地震(本震及び余震)による影響を考慮した上で、機能を保持できることを確認する。 液状化検討対象層の地震時の挙動の考慮を含む。																																																																																											

位置している施設護岸については、その損傷による防波壁への影響が大きいと考えられるため、それが損傷した場合の防波壁の耐震性への影響を確認する。

載内容の相違



第1-5 図 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)の「施設」の範囲



第1-6 図 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)の役割を期待する範囲

第1-8 表 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)の各部位の役割

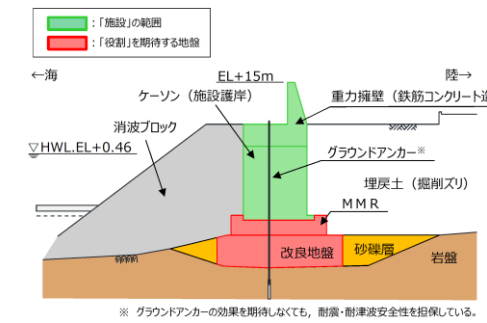
部位の名称	地震時の役割	津波時の役割
鋼管杭	・逆T擁壁を支持する。	・逆T擁壁を支持する。
逆T擁壁	・止水目地を支持する。	・止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。
止水目地	・逆T擁壁間の変形に追従する。	・逆T擁壁間の変形に追従し、遮水性を保持する。
改良地盤*	・鋼管杭の変形を抑制する。	・鋼管杭の変形を抑制する。
改良地盤(鋼管杭前面)	・役割を期待しない。	・遮水性を保持する。
岩盤	・鋼管杭を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・鋼管杭を支持する。
埋戻土(掘削スリ)	・役割を期待しない(解析モデルに取り込み、防波壁への相互作用を考慮する)。	・防波壁より陸側については、津波荷重に対して地盤反力として寄与する。
施設護岸、基礎捨石、被覆石、捨石	・役割を期待しない(解析モデルに取り込み、防波壁への波及的影響を考慮する)。	・役割を期待しない。
消波ブロック	・役割を期待しない。	・役割を期待しない。

※ RC床板については、保守的に改良地盤として扱う。

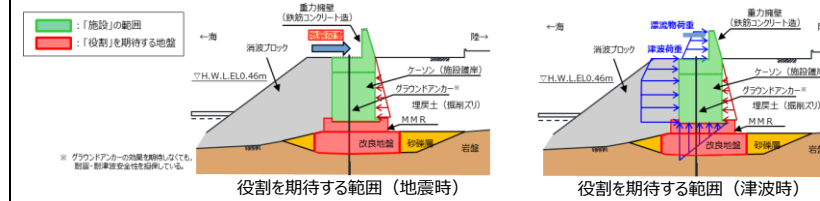
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																										
		<p>各部位の『施設』と『地盤』を区分するに当たり、改良地盤及び改良地盤（鋼管杭前面）の具体的な役割を第1-9表のとおり整理した。</p> <p>側方地盤としての役割（第1-9表中「○」と記載）を有する改良地盤及び改良地盤（鋼管杭前面）は『地盤』と区別する。</p> <p>なお、施設の役割を維持するための条件として設計に反映する項目「○」と評価した具体的な考え方を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> 改良地盤及び改良地盤（鋼管杭前面）の役割である健全性については、鋼管杭の変形を抑制するために剛性（変形特性）を設計に反映することから「○」とした。 改良地盤及び改良地盤（鋼管杭前面）の役割である止水性については、地盤中からの回り込みによる浸水を防止するために透水係数を設計に反映することから「○」とした。 <p>なお、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを浸透流解析により確認する。</p> <p>第1-9表 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の各部位の具体的な役割</p> <table border="1" data-bbox="1745 1060 2493 1480"> <thead> <tr> <th rowspan="2">部位</th> <th colspan="5">具体的な役割</th> <th rowspan="2">『施設』と『地盤』の区分の考え方</th> </tr> <tr> <th>地震時</th> <th>津波時</th> <th>鉛直支持</th> <th>すべり安全率</th> <th>鋼管杭の形質</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>改良地盤※</td> <td>鋼管杭周辺に改良地盤を設置することで鋼管杭の変形を抑制する。</td> <td>鋼管杭周辺に改良地盤を設置することで鋼管杭の変形を抑制する。 難透水性を保持することで、遮水性を有する逆T擁壁、止水目地の下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>○</td> <td>鋼管杭の変形抑制が主な目的であり、側方地盤に要求される役割と同様であること、難透水性の保持の役割を持つことから『地盤』と区分する。</td> </tr> <tr> <td>改良地盤（鋼管杭前面）</td> <td>役割に期待しない。</td> <td>難透水性を保持することで、遮水性を有する擁壁コンクリート壁、止水目地、下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>○</td> <td>難透水性の保持の役割をもつことから『地盤』と区分する。</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ RC床板については、保守的に改良地盤として扱う。</p> <p>以上を踏まえ、防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）における各部位の役割に対する性能目標を第1-10表に、性能目標を満足するための照査項目と許容限界を第1-11表に示す。液状化の影響については有効応力解析により考慮し、埋戻土、砂礫層の変状に伴う施設評価への影響を検討する。防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）RC床板部の海側に設置した改良地盤は、「鋼管杭の変形を抑制」及び「難透水性の保持」の役割を有するため、「内</p>	部位	具体的な役割					『施設』と『地盤』の区分の考え方	地震時	津波時	鉛直支持	すべり安全率	鋼管杭の形質	改良地盤※	鋼管杭周辺に改良地盤を設置することで鋼管杭の変形を抑制する。	鋼管杭周辺に改良地盤を設置することで鋼管杭の変形を抑制する。 難透水性を保持することで、遮水性を有する逆T擁壁、止水目地の下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。	-	-	○	鋼管杭の変形抑制が主な目的であり、側方地盤に要求される役割と同様であること、難透水性の保持の役割を持つことから『地盤』と区分する。	改良地盤（鋼管杭前面）	役割に期待しない。	難透水性を保持することで、遮水性を有する擁壁コンクリート壁、止水目地、下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。	-	-	○	難透水性の保持の役割をもつことから『地盤』と区分する。	<ul style="list-style-type: none"> 設計方針の相違【女川2】 各評価対象部位の相違 設計方針の相違【女川2】 各評価対象部位の役割の相違 設備の相違【女川2】 設備の相違による記載内容の相違 設計方針の相違【女川2】 各評価対象部位の役割の相違による区分の相違 設備の相違【女川2】 設備の相違による記載内容の相違
部位	具体的な役割					『施設』と『地盤』の区分の考え方																							
	地震時	津波時	鉛直支持	すべり安全率	鋼管杭の形質																								
改良地盤※	鋼管杭周辺に改良地盤を設置することで鋼管杭の変形を抑制する。	鋼管杭周辺に改良地盤を設置することで鋼管杭の変形を抑制する。 難透水性を保持することで、遮水性を有する逆T擁壁、止水目地の下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。	-	-	○	鋼管杭の変形抑制が主な目的であり、側方地盤に要求される役割と同様であること、難透水性の保持の役割を持つことから『地盤』と区分する。																							
改良地盤（鋼管杭前面）	役割に期待しない。	難透水性を保持することで、遮水性を有する擁壁コンクリート壁、止水目地、下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。	-	-	○	難透水性の保持の役割をもつことから『地盤』と区分する。																							

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																			
		<p>的安定の保持」を性能目標として、すべり安全率を 1.2 以上確保したうえで、止水性の観点から保守的に改良地盤を埋戻土として浸透流解析を実施する。</p> <p>また、液状化に伴う海側の埋戻土、砂礫層の変状により護岸形状が変化し、荷重伝達経路や津波波圧に影響する可能性があることから、詳細設計段階において影響の程度を検討する。</p> <p>なお、施設及び岩盤の各部位の役割や性能目標を長期的に維持していくために必要な保守管理方法を今後検討していく。</p> <p>第1-10 表 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の各部位の役割に対する性能目標</p> <table border="1" data-bbox="1736 934 2493 1375"> <thead> <tr> <th rowspan="2">部位</th> <th colspan="4">性能目標</th> </tr> <tr> <th>鉛直支持 (第3条)</th> <th>すべり安定性 (第3条)</th> <th>健全性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)</th> <th>止水性 (透水性、難透水性) (第5条)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">施設</td> <td>鋼管杭</td> <td>-</td> <td>構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭が靱ね弾性状態に留まること。</td> <td>構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭が靱ね弾性状態に留まること。</td> </tr> <tr> <td>逆T擁壁</td> <td>-</td> <td>構造部材の健全性を保持するために、逆T擁壁が靱ね弾性状態に留まること。</td> <td>止水目地の支持機能を喪失して逆T擁壁間から有意な漏えいを生じないために、逆T擁壁が靱ね弾性状態に留まること。</td> </tr> <tr> <td>止水目地</td> <td>-</td> <td>逆T擁壁から有意な漏えいを生じないために、止水目地の変形性能を保持すること。</td> <td>逆T擁壁から有意な漏えいを生じないために、止水目地の変形・透水性能を保持すること。</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">地盤</td> <td>改良地盤※</td> <td>-</td> <td>鋼管杭の変形を抑制するため、改良地盤がすべり破壊しないこと。(内の安定を保持)</td> <td>地盤中からの回り込みによる浸水を防止(難透水性を保持)するため改良地盤がすべり破壊しないこと。(内の安定を保持)</td> </tr> <tr> <td>改良地盤 (鋼管杭前面)</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>地盤中からの回り込みによる浸水を防止(難透水性を保持)するため改良地盤がすべり破壊しないこと。(内の安定を保持)</td> </tr> <tr> <td>岩盤</td> <td>鋼管杭を鉛直支持するため、十分な支持力を保持すること。</td> <td>基礎地盤のすべり安定性を確保するため、十分なすべり安全性を保持すること。</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ RC床版については、保守的に改良地盤として扱う。</p>	部位	性能目標				鉛直支持 (第3条)	すべり安定性 (第3条)	健全性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)	止水性 (透水性、難透水性) (第5条)	施設	鋼管杭	-	構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭が靱ね弾性状態に留まること。	構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭が靱ね弾性状態に留まること。	逆T擁壁	-	構造部材の健全性を保持するために、逆T擁壁が靱ね弾性状態に留まること。	止水目地の支持機能を喪失して逆T擁壁間から有意な漏えいを生じないために、逆T擁壁が靱ね弾性状態に留まること。	止水目地	-	逆T擁壁から有意な漏えいを生じないために、止水目地の変形性能を保持すること。	逆T擁壁から有意な漏えいを生じないために、止水目地の変形・透水性能を保持すること。	地盤	改良地盤※	-	鋼管杭の変形を抑制するため、改良地盤がすべり破壊しないこと。(内の安定を保持)	地盤中からの回り込みによる浸水を防止(難透水性を保持)するため改良地盤がすべり破壊しないこと。(内の安定を保持)	改良地盤 (鋼管杭前面)	-	-	地盤中からの回り込みによる浸水を防止(難透水性を保持)するため改良地盤がすべり破壊しないこと。(内の安定を保持)	岩盤	鋼管杭を鉛直支持するため、十分な支持力を保持すること。	基礎地盤のすべり安定性を確保するため、十分なすべり安全性を保持すること。	-	<p>・記載方針の相違 【女川2】 女川2は保守管理方法を「d. 損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮」に記載</p> <p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・設計方針の相違 【女川2】 各評価対象部位の役割の相違に伴う性能目標の相違</p>
部位	性能目標																																					
	鉛直支持 (第3条)	すべり安定性 (第3条)	健全性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)	止水性 (透水性、難透水性) (第5条)																																		
施設	鋼管杭	-	構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭が靱ね弾性状態に留まること。	構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭が靱ね弾性状態に留まること。																																		
	逆T擁壁	-	構造部材の健全性を保持するために、逆T擁壁が靱ね弾性状態に留まること。	止水目地の支持機能を喪失して逆T擁壁間から有意な漏えいを生じないために、逆T擁壁が靱ね弾性状態に留まること。																																		
	止水目地	-	逆T擁壁から有意な漏えいを生じないために、止水目地の変形性能を保持すること。	逆T擁壁から有意な漏えいを生じないために、止水目地の変形・透水性能を保持すること。																																		
地盤	改良地盤※	-	鋼管杭の変形を抑制するため、改良地盤がすべり破壊しないこと。(内の安定を保持)	地盤中からの回り込みによる浸水を防止(難透水性を保持)するため改良地盤がすべり破壊しないこと。(内の安定を保持)																																		
	改良地盤 (鋼管杭前面)	-	-	地盤中からの回り込みによる浸水を防止(難透水性を保持)するため改良地盤がすべり破壊しないこと。(内の安定を保持)																																		
	岩盤	鋼管杭を鉛直支持するため、十分な支持力を保持すること。	基礎地盤のすべり安定性を確保するため、十分なすべり安全性を保持すること。	-																																		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																										
		<p>第1-11 表 防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) 各部位の照査項目と許容限界 (上段: 照査項目, 下段: 許容限界)</p> <table border="1" data-bbox="1736 346 2493 661"> <thead> <tr> <th rowspan="2">部位</th> <th colspan="4">照査項目と許容限界</th> </tr> <tr> <th>鉛直支持 (第3条)</th> <th>すべり安定性 (第3条)</th> <th>健全性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)</th> <th>止水性^{※1} (透水性, 難透水性) (第5条)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">施設</td> <td>鋼管杭^{※4}</td> <td rowspan="4">-</td> <td rowspan="4">-</td> <td>曲げ・せん断 (降伏モーメント (曲げ) 及びせん断応力度 (せん断))</td> </tr> <tr> <td>逆T擁壁</td> <td>曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)</td> </tr> <tr> <td>止水目地</td> <td>変形 (許容変形量以下)</td> <td>変形・水圧 (許容変形量・許容水圧以下)</td> </tr> <tr> <td>改良地盤^{※5}</td> <td>すべり安全率^{※3} (1.2以上)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">地盤</td> <td>地盤改良 (鋼管杭前面)</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>すべり安全率^{※3} (1.2以上)</td> </tr> <tr> <td>岩盤</td> <td>支持力 (極限支持力)</td> <td>すべり安全率 (基礎地盤)^{※2} (1.5以上)</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><small>※1 設備及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、改良地盤の透水係数を保守的に考慮して津波の漏水時中に漏水しないことを確認する。 ※2 第3条のすべり安全率は地盤の外的安定の確認を目的としており、「基礎地盤及び掘削部の安全性評価結果に係る審査ガイド」に基づいて1.5以上を許容限界とする。 ※3 第4条・第5条のすべり安全率は各部位の内的安定の確認を目的としており、「津波設計に係る審査ガイド」を準用し1.2以上を許容限界とする。 ※4 鋼管杭の杭頭の水平変位量については、地盤改良を実施することにより変形を抑制していることから、許容限界は設定しない。 ※5 RC床板については、保守的に改良地盤として扱う。</small></p> <p>c. <u>防波壁 (波返重力擁壁)</u> 新規性基準への適合性において、<u>防波壁 (波返重力擁壁)</u> における設置許可基準規則の各条文に対する検討要旨を第1-12 表に示す。</p> <p>第1-12 表 防波壁 (波返重力擁壁) における検討要旨</p> <table border="1" data-bbox="1736 1102 2493 1396"> <thead> <tr> <th>規則</th> <th>検討要旨</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>第3条 (設計基準対象施設の地盤)</td> <td>施設 (鋼管杭) を支持する地盤を対象とし、地盤内にすべり線を想定し、安定性を確認する。</td> </tr> <tr> <td>第4条 (地震による損傷の防止)</td> <td>施設と地盤との動的相互作用や液状化検討対象層の地震時の挙動を考慮した上で、施設の耐震安全性を確認する。</td> </tr> <tr> <td>第5条 (津波による損傷の防止)</td> <td>地震 (本震及び余震) による影響を考慮した上で、機能を保持できることを確認する。 液状化検討対象層の地震時の挙動の考慮を含む。</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>防波壁 (波返重力擁壁)</u> における条文に対応する施設の範囲及び各部位の役割を第1-7 図、第1-8 図及び第1-13 表に示す。なお、以下では、津波を遮断する役割を『遮水性』、材料として津波を通しにくい役割を『難透水性』とし、これらを総称して『止水性』と整理する。</p>	部位	照査項目と許容限界				鉛直支持 (第3条)	すべり安定性 (第3条)	健全性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)	止水性 ^{※1} (透水性, 難透水性) (第5条)	施設	鋼管杭 ^{※4}	-	-	曲げ・せん断 (降伏モーメント (曲げ) 及びせん断応力度 (せん断))	逆T擁壁	曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)	止水目地	変形 (許容変形量以下)	変形・水圧 (許容変形量・許容水圧以下)	改良地盤 ^{※5}	すべり安全率 ^{※3} (1.2以上)	地盤	地盤改良 (鋼管杭前面)	-	-	すべり安全率 ^{※3} (1.2以上)	岩盤	支持力 (極限支持力)	すべり安全率 (基礎地盤) ^{※2} (1.5以上)	-					規則	検討要旨	第3条 (設計基準対象施設の地盤)	施設 (鋼管杭) を支持する地盤を対象とし、地盤内にすべり線を想定し、安定性を確認する。	第4条 (地震による損傷の防止)	施設と地盤との動的相互作用や液状化検討対象層の地震時の挙動を考慮した上で、施設の耐震安全性を確認する。	第5条 (津波による損傷の防止)	地震 (本震及び余震) による影響を考慮した上で、機能を保持できることを確認する。 液状化検討対象層の地震時の挙動の考慮を含む。	<p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・設計方針の相違 【女川2】 各評価対象部位の性能目標の相違に伴う許容限界の相違</p> <p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p>
部位	照査項目と許容限界																																												
	鉛直支持 (第3条)	すべり安定性 (第3条)	健全性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)	止水性 ^{※1} (透水性, 難透水性) (第5条)																																									
施設	鋼管杭 ^{※4}	-	-	曲げ・せん断 (降伏モーメント (曲げ) 及びせん断応力度 (せん断))																																									
	逆T擁壁			曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)																																									
	止水目地			変形 (許容変形量以下)	変形・水圧 (許容変形量・許容水圧以下)																																								
	改良地盤 ^{※5}			すべり安全率 ^{※3} (1.2以上)																																									
地盤	地盤改良 (鋼管杭前面)	-	-	すべり安全率 ^{※3} (1.2以上)																																									
	岩盤	支持力 (極限支持力)	すべり安全率 (基礎地盤) ^{※2} (1.5以上)	-																																									
規則	検討要旨																																												
第3条 (設計基準対象施設の地盤)	施設 (鋼管杭) を支持する地盤を対象とし、地盤内にすべり線を想定し、安定性を確認する。																																												
第4条 (地震による損傷の防止)	施設と地盤との動的相互作用や液状化検討対象層の地震時の挙動を考慮した上で、施設の耐震安全性を確認する。																																												
第5条 (津波による損傷の防止)	地震 (本震及び余震) による影響を考慮した上で、機能を保持できることを確認する。 液状化検討対象層の地震時の挙動の考慮を含む。																																												



第1-7 図 防波壁（波返重力擁壁）の「施設」の範囲



第1-8 図 防波壁（波返重力擁壁）の役割を期待する範囲

第1-13 表 防波壁（波返重力擁壁）の各部位の役割

部位の名称	地震時の役割	津波時の役割
重力擁壁	・止水目地を支持する。	・止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。
止水目地	・重力擁壁間の変形に追随する。	・重力擁壁間の変形に追随し、遮水性を保持する。
ケーソン	・重力擁壁を支持する。	・重力擁壁を支持する。
H鋼	・重力擁壁の滑動を抑制する。	・重力擁壁の滑動を抑制する。
MMR	・ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・遮水性を保持する。
改良地盤	・ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・遮水性を保持する。
岩盤	・ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・ケーソン及び重力擁壁を支持する。
埋戻土（掘削スリ）、砂礫層	・役割に期待しない。	・津波荷重に対して地盤反力として寄与する。
消波ブロック	・役割に期待しない。	・役割に期待しない。

各部位の『施設』と『地盤』を区分するに当たり、MMR及び改良地盤の具体的な役割を第1-14表のとおり整理した。

支持地盤や側方地盤としての役割（第1-14表中「○」と記載）を有するMMR及び改良地盤は『地盤』と区分する。

なお、施設の役割を維持するための条件として設計に反映する項目「○」と評価した具体的な考え方を以下に示す。

・MMR及び改良地盤の役割である鉛直支持については、ケーソン及び重力擁壁を鉛直支持するために支持力を設計に反映することから「○」とした。

・MMR及び改良地盤の役割であるすべり安定性については、基礎地盤のすべり安定性を確保するために滑動抵抗力

・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違

・設計方針の相違
【女川2】
各評価対象部位の役割の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																		
		<p>(強度特性) を設計に反映することから「○」とした。</p> <p>・MMR及び改良地盤の役割である止水性については、地盤中からの回り込みによる浸水を防止するために透水係数を設計に反映することから「○」とした。なお、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを浸透流解析により確認する。</p> <p>第1-14 表 防波壁（波返重力擁壁）の各部位の具体的な役割</p> <table border="1" data-bbox="2226 609 2493 682"> <tr> <td>凡例</td> </tr> <tr> <td>○：要求機能を主体的に満たすために設計上必要な項目（該当する部位を施設と区分する）</td> </tr> <tr> <td>○：施設の役割を維持するために設計に反映する項目</td> </tr> <tr> <td>-：設計上考慮しない項目</td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="1736 703 2493 1039"> <thead> <tr> <th rowspan="2">部位</th> <th colspan="6">具体的な役割</th> <th rowspan="2">『施設』と『地盤』の区分の考え方</th> </tr> <tr> <th>地震時</th> <th>津波時</th> <th>鉛直支持</th> <th>すべり安全率</th> <th>健全性</th> <th>止水性・浸透性</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MMR</td> <td>ケーソン及び重力擁壁の下側にMMRを設置することで、防波壁を鉛直支持するとともに、基礎地盤のすべり安定性に寄与する。</td> <td>・ケーソン及び重力擁壁の下側にMMRを設置することで防波壁を鉛直支持する。 ・難透水性を保持することで、漏水性を有する重力擁壁、止水目地の下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>-</td> <td>○</td> <td>施設の鉛直支持が主な役割であり、施設の支持地盤に要求される役割と同様であることから、『地盤』と区分する。</td> </tr> <tr> <td>改良地盤</td> <td>ケーソン、重力擁壁及びMMRの下方の砂礫層を地盤改良（沈下防止）することで防波壁を鉛直支持するとともに、基礎地盤のすべり安定性に寄与する。</td> <td>・ケーソン及び重力擁壁の下方の砂礫層を地盤改良（沈下防止）することで防波壁を鉛直支持する。 ・難透水性を保持することで、漏水性を有する重力擁壁、止水目地の下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>-</td> <td>○</td> <td>施設の鉛直支持が主な役割であり、施設の支持地盤に要求される役割と同様であること、難透水性の保持の役割を持つことから、『地盤』と区分する。</td> </tr> </tbody> </table> <p>以上を踏まえ、防波壁（波返重力擁壁）における各部位の役割に対する性能目標を第1-15表に、性能目標を満足するための照査項目と許容限界を第1-16表に示す。</p> <p>防波壁（波返重力擁壁）については、地上部である重力擁壁の性能照査に使用する応答値及び止水目地の変形量を算出するため、2次元動的FEM解析（有効応力）による地震応答解析を実施する。</p> <p>ケーソン重量算定の考え方については港湾基準に準拠する。ケーソン重量の算定にあたっては、中詰材（銅水砕スラグ又は砂）を考慮することにより適切に設定する。中詰材で使用する銅水砕スラグは、砂状で粒子密度が砂よりも大きい材料であり、解析で考慮する重量については、工事記録や土質試験により得られた結果を用いることにより適切に評価する。港湾基準によると、護岸施設の地震応答解析において、ケーソン全体に対してコンクリートの解析用物性値（ヤング率等）を設定している。島根2号炉ケーソンについても躯体を構築して中詰材（銅水砕スラグ又は砂）を充填した後に蓋</p>	凡例	○：要求機能を主体的に満たすために設計上必要な項目（該当する部位を施設と区分する）	○：施設の役割を維持するために設計に反映する項目	-：設計上考慮しない項目	部位	具体的な役割						『施設』と『地盤』の区分の考え方	地震時	津波時	鉛直支持	すべり安全率	健全性	止水性・浸透性	MMR	ケーソン及び重力擁壁の下側にMMRを設置することで、防波壁を鉛直支持するとともに、基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・ケーソン及び重力擁壁の下側にMMRを設置することで防波壁を鉛直支持する。 ・難透水性を保持することで、漏水性を有する重力擁壁、止水目地の下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。	○	○	-	○	施設の鉛直支持が主な役割であり、施設の支持地盤に要求される役割と同様であることから、『地盤』と区分する。	改良地盤	ケーソン、重力擁壁及びMMRの下方の砂礫層を地盤改良（沈下防止）することで防波壁を鉛直支持するとともに、基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・ケーソン及び重力擁壁の下方の砂礫層を地盤改良（沈下防止）することで防波壁を鉛直支持する。 ・難透水性を保持することで、漏水性を有する重力擁壁、止水目地の下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。	○	○	-	○	施設の鉛直支持が主な役割であり、施設の支持地盤に要求される役割と同様であること、難透水性の保持の役割を持つことから、『地盤』と区分する。	<p>・設備の相違</p> <p>【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・設計方針の相違</p> <p>【女川2】 各評価対象部位の役割の相違による区分の相違</p> <p>・設備の相違</p> <p>【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・設備の相違</p> <p>【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p>
凡例																																					
○：要求機能を主体的に満たすために設計上必要な項目（該当する部位を施設と区分する）																																					
○：施設の役割を維持するために設計に反映する項目																																					
-：設計上考慮しない項目																																					
部位	具体的な役割						『施設』と『地盤』の区分の考え方																														
	地震時	津波時	鉛直支持	すべり安全率	健全性	止水性・浸透性																															
MMR	ケーソン及び重力擁壁の下側にMMRを設置することで、防波壁を鉛直支持するとともに、基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・ケーソン及び重力擁壁の下側にMMRを設置することで防波壁を鉛直支持する。 ・難透水性を保持することで、漏水性を有する重力擁壁、止水目地の下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。	○	○	-	○	施設の鉛直支持が主な役割であり、施設の支持地盤に要求される役割と同様であることから、『地盤』と区分する。																														
改良地盤	ケーソン、重力擁壁及びMMRの下方の砂礫層を地盤改良（沈下防止）することで防波壁を鉛直支持するとともに、基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・ケーソン及び重力擁壁の下方の砂礫層を地盤改良（沈下防止）することで防波壁を鉛直支持する。 ・難透水性を保持することで、漏水性を有する重力擁壁、止水目地の下部地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。	○	○	-	○	施設の鉛直支持が主な役割であり、施設の支持地盤に要求される役割と同様であること、難透水性の保持の役割を持つことから、『地盤』と区分する。																														

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																							
		<p>コンクリートで密閉する構造であることから、港湾基準におけるケーソンの躯体コンクリートと中詰材が一体挙動を示す考え方に準拠し、躯体コンクリート強度に応じた剛性を考慮した解析用物性値を設定して地震応答解析を実施する。ケーソンについての照査項目は、ケーソン全体のせん断としていたが、ケーソンの構造部材毎に照査を実施することに見直す。照査項目は、曲げ及びせん断とし、許容限界は短期許容応力度とする。詳細については参考資料9に示す。</p> <p>なお、施設及び岩盤の各部位の役割や性能目標を長期的に維持していくために必要な保守管理方法を今後検討していく。</p>	<p>・記載方針の相違 【女川2】 女川2は保守管理方法を「d. 損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮」に記載</p> <p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・設計方針の相違 【女川2】 各評価対象部位の役割の相違に伴う性能目標の相違</p> <p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・設計方針の相違 【女川2】 各評価対象部位の性能目標の相違に伴う許容限界の相違</p> <p>・設備の相違 【女川2】 島根2号炉には、盛土</p>																																																																																																							
		<p>第1-15 表 防波壁（波返重力擁壁）の各部位の役割に対する性能目標</p> <table border="1" data-bbox="1804 940 2436 1262"> <thead> <tr> <th rowspan="2">部位</th> <th colspan="4">性能目標</th> </tr> <tr> <th>鉛直支持 (第3条)</th> <th>すべり安定性 (第3条)</th> <th>健全性 (第4条)</th> <th>止水性 (透水性・不透水性) (第5条)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>施設</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>重力擁壁</td> <td></td> <td></td> <td>構造部材の健全性を保持するために、重力擁壁が現わ弾性状態に留まること。</td> <td>止水目地の支持機能を喪失して重力擁壁間から有害な湧き出しを生じないために、重力擁壁が現わ弾性状態に留まること。</td> </tr> <tr> <td>止水目地</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>重力擁壁から有害な湧き出しを生じないために、止水目地の変形・透水性能を保持すること。</td> <td>重力擁壁から有害な湧き出しを生じないために、止水目地の変形・透水性能を保持すること。</td> </tr> <tr> <td>ケーソン</td> <td></td> <td></td> <td>構造部材の健全性を保持するために、ケーソンが現わ弾性状態に留まること。</td> <td>構造部材の健全性を保持するために、ケーソンが現わ弾性状態に留まること。</td> </tr> <tr> <td>H鋼</td> <td></td> <td></td> <td>重力擁壁の滑動を抑制するために、H鋼が終局状態に至らないこと。</td> <td>重力擁壁の滑動を抑制するために、H鋼が終局状態に至らないこと。</td> </tr> <tr> <td>地盤</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>MMR</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>地盤中からの湧き出しによる浸水を防止（不透水性を保持）するため、MMR及び改良地盤が破壊しないこと。（「内定を保持」）</td> </tr> <tr> <td>改良地盤</td> <td>・ケーソン及び重力擁壁を鉛直支持するために、十分な支持力を保持すること。</td> <td>基礎地盤のすべり安定性を確保するために、十分なすべり安定性を保持すること。</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>岩盤</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>第1-16 表 防波壁（波返重力擁壁）各部位の照査項目と許容限界 (上段：照査項目，下段：許容限界)</p> <table border="1" data-bbox="1774 1423 2466 1675"> <thead> <tr> <th rowspan="2">部位</th> <th colspan="4">照査項目と許容限界</th> </tr> <tr> <th>鉛直支持 (第3条)</th> <th>すべり安定性 (第3条)</th> <th>健全性 (第4条)</th> <th>止水性^{※1} (透水性・不透水性) (第5条)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>施設</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>重力擁壁</td> <td></td> <td></td> <td>曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>止水目地</td> <td></td> <td></td> <td>変形 (許容変形率以下)</td> <td>変形・水圧 (許容変形率・許容水圧以下)</td> </tr> <tr> <td>ケーソン</td> <td></td> <td></td> <td>曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)</td> <td>せん断 (せん断応力度以下)</td> </tr> <tr> <td>H鋼</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>MMR</td> <td>支持力</td> <td>すべり安全率 (基礎地盤)^{※2}</td> <td></td> <td>すべり安全率^{※3}</td> </tr> <tr> <td>改良地盤</td> <td>(長期支持力)</td> <td>(1.5以上)</td> <td>-</td> <td>(1.2以上)</td> </tr> <tr> <td>岩盤</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 設備及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、MMR及び改良地盤の透水係数を保守的に考慮しても津波の耐水時間中に浸水しないことを確認する。 ※2 第3条のすべり安全率は施設の外的安定の確認を目的としており、「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価結果に係る審査ガイド」に基づいて1.5以上を許容限界とする。 ※3 第4条・第5条のすべり安全率は各部位の内的安定の確認を目的としており、「耐津波設計に係る審査ガイド」を準用して1.2以上を許容限界とする。</p>	部位	性能目標				鉛直支持 (第3条)	すべり安定性 (第3条)	健全性 (第4条)	止水性 (透水性・不透水性) (第5条)	施設					重力擁壁			構造部材の健全性を保持するために、重力擁壁が現わ弾性状態に留まること。	止水目地の支持機能を喪失して重力擁壁間から有害な湧き出しを生じないために、重力擁壁が現わ弾性状態に留まること。	止水目地	-	-	重力擁壁から有害な湧き出しを生じないために、止水目地の変形・透水性能を保持すること。	重力擁壁から有害な湧き出しを生じないために、止水目地の変形・透水性能を保持すること。	ケーソン			構造部材の健全性を保持するために、ケーソンが現わ弾性状態に留まること。	構造部材の健全性を保持するために、ケーソンが現わ弾性状態に留まること。	H鋼			重力擁壁の滑動を抑制するために、H鋼が終局状態に至らないこと。	重力擁壁の滑動を抑制するために、H鋼が終局状態に至らないこと。	地盤					MMR				地盤中からの湧き出しによる浸水を防止（不透水性を保持）するため、MMR及び改良地盤が破壊しないこと。（「内定を保持」）	改良地盤	・ケーソン及び重力擁壁を鉛直支持するために、十分な支持力を保持すること。	基礎地盤のすべり安定性を確保するために、十分なすべり安定性を保持すること。	-	-	岩盤					部位	照査項目と許容限界				鉛直支持 (第3条)	すべり安定性 (第3条)	健全性 (第4条)	止水性 ^{※1} (透水性・不透水性) (第5条)	施設					重力擁壁			曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)		止水目地			変形 (許容変形率以下)	変形・水圧 (許容変形率・許容水圧以下)	ケーソン			曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)	せん断 (せん断応力度以下)	H鋼					MMR	支持力	すべり安全率 (基礎地盤) ^{※2}		すべり安全率 ^{※3}	改良地盤	(長期支持力)	(1.5以上)	-	(1.2以上)	岩盤					
部位	性能目標																																																																																																									
	鉛直支持 (第3条)	すべり安定性 (第3条)	健全性 (第4条)	止水性 (透水性・不透水性) (第5条)																																																																																																						
施設																																																																																																										
重力擁壁			構造部材の健全性を保持するために、重力擁壁が現わ弾性状態に留まること。	止水目地の支持機能を喪失して重力擁壁間から有害な湧き出しを生じないために、重力擁壁が現わ弾性状態に留まること。																																																																																																						
止水目地	-	-	重力擁壁から有害な湧き出しを生じないために、止水目地の変形・透水性能を保持すること。	重力擁壁から有害な湧き出しを生じないために、止水目地の変形・透水性能を保持すること。																																																																																																						
ケーソン			構造部材の健全性を保持するために、ケーソンが現わ弾性状態に留まること。	構造部材の健全性を保持するために、ケーソンが現わ弾性状態に留まること。																																																																																																						
H鋼			重力擁壁の滑動を抑制するために、H鋼が終局状態に至らないこと。	重力擁壁の滑動を抑制するために、H鋼が終局状態に至らないこと。																																																																																																						
地盤																																																																																																										
MMR				地盤中からの湧き出しによる浸水を防止（不透水性を保持）するため、MMR及び改良地盤が破壊しないこと。（「内定を保持」）																																																																																																						
改良地盤	・ケーソン及び重力擁壁を鉛直支持するために、十分な支持力を保持すること。	基礎地盤のすべり安定性を確保するために、十分なすべり安定性を保持すること。	-	-																																																																																																						
岩盤																																																																																																										
部位	照査項目と許容限界																																																																																																									
	鉛直支持 (第3条)	すべり安定性 (第3条)	健全性 (第4条)	止水性 ^{※1} (透水性・不透水性) (第5条)																																																																																																						
施設																																																																																																										
重力擁壁			曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)																																																																																																							
止水目地			変形 (許容変形率以下)	変形・水圧 (許容変形率・許容水圧以下)																																																																																																						
ケーソン			曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)	せん断 (せん断応力度以下)																																																																																																						
H鋼																																																																																																										
MMR	支持力	すべり安全率 (基礎地盤) ^{※2}		すべり安全率 ^{※3}																																																																																																						
改良地盤	(長期支持力)	(1.5以上)	-	(1.2以上)																																																																																																						
岩盤																																																																																																										

b. 盛土堤防

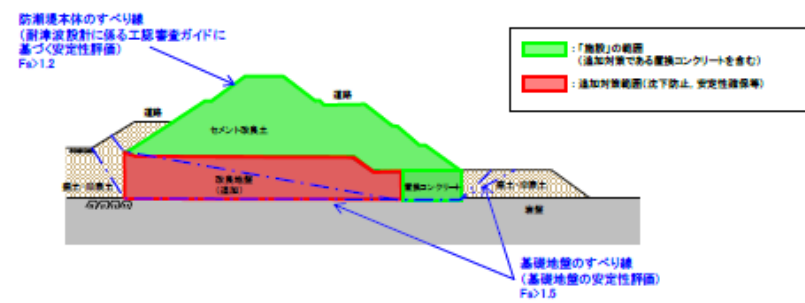
新規制基準への適合性において、防潮堤直下の盛土・旧表土は沈下対策として地盤改良を行うことを踏まえ、盛土堤防における設置許可基準規則の各条文に対する検討要旨を第1-9表に示す。

第1-9表 盛土堤防における検討要旨

規則	検討要旨
第3条 (設計基準対象施設の地盤)	・ 施設(セメント改良土及び置換コンクリート)を支持する地盤を対象とし、地盤内にすべり線を想定し、安定性を確認する。
第4条 (地震による損傷の防止)	・ 施設と地盤との動的相互作用や液状化検対象層の地震時の挙動を考慮した上で、施設の耐震安全性を確認する。
第5条 (津波による損傷の防止)	・ 地震(本震及び余震)による影響を考慮した上で、機能を保持できることを確認する。 ・ 液状化検対象層の地震時の挙動の考慮を含む。

盛土堤防における条文に対応する施設の範囲及び各部位の役割を第1-8図、第1-9図及び第1-10表に示す。セメント改良土については、堤体として本体部分と海側の道路部分を一体的に構築しており、津波荷重も全体で受けることから、海側の道路部分も含めたセメント改良土全体を施設として評価する。

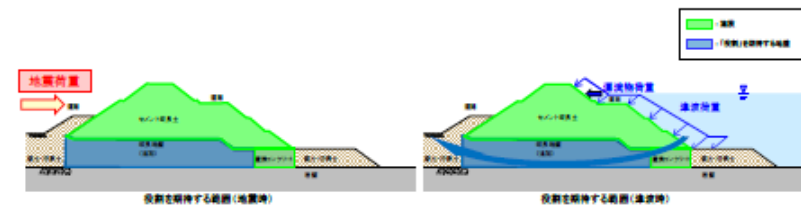
なお、セメント改良土の陸側の道路部分(盛土・旧表土)は、セメント改良土とは異種材料で別々に構築し、構造的にも一体化していない。荷重に対する抵抗力等の具体的な役割は期待していないが、適切にモデル化して施設への影響を評価する。



第1-8図 盛土堤防の「施設」の範囲

堤防は無いため、記載無。

・設備の相違
【女川2】
 島根2号炉には、盛土堤防は無い
 ため、記載無。



第 1-9 図 盛土堤防の役割を期待する範囲

第 1-10 表 盛土堤防の各部位の役割

	部位の名称	地震時の役割*	津波時の役割*
施設	セメント改良土	・入力津波に対して十分な筋度を確保した堤体高さを維持する。	・入力津波に対して十分な筋度を確保した堤体高さを維持する。 ・不透水性を有し、堤体により止水性を維持する。
	置換コンクリート	・コンクリート強度を考慮して基礎地盤のすべり安定性を確保する。	・地盤中からの回り込みによる浸水を防止する(不透水性を保持する)。
地盤	改良地盤	・セメント改良土を鉛直支持する(下方の岩盤に荷重を伝達する)。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・セメント改良土を鉛直支持する(下方の岩盤に荷重を伝達する)。 ・地盤中からの回り込みによる浸水を防止する(不透水性を保持する)。
	岩盤	・セメント改良土及び置換コンクリートを鉛直支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・セメント改良土及び置換コンクリートを鉛直支持する。

※：津波+余震時は地震時及び津波時の両方の役割を参照する。

各部位の『施設』と『地盤』を区分するに当たり、セメント改良土、置換コンクリート及び改良地盤の具体的な役割を第 1-11 表のとおり整理した。

要求機能を満たすために設計上必要な項目(第 1-11 表中に「◎」と記載)を持つ部位として、セメント改良土は堤体本体としての高さ維持(第 4・5 条)、止水性維持(第 5 条)の役割を主体的に果たすこと、置換コンクリートは地震時にすべり安定性確保(第 3 条)の役割を主体的に果たすことから、『施設』と区分する。また、支持地盤としての役割(第 1-11 表中「○」と記載)を有する改良地盤は『地盤』と区分する。

なお、施設の役割を維持するための条件として設計に反映する項目「○」と評価した具体的な考え方を以下に示す。

- ・改良地盤の役割である鉛直支持については、セメント改良土を鉛直支持するために支持力を設計に反映することから「○」とした。
- ・改良地盤の役割であるすべり安定性については、基礎地盤のすべり安定性を確保するために滑動抵抗力(強度特

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																												
	<p>性)を設計に反映することから「○」とした。</p> <p>・置換コンクリート及び改良地盤の役割である健全性については、堤体であるセメント改良土の堤体高さ及び難透水性を維持するために、剛性(変形特性)を設計に反映することから「○」とした。</p> <p>・置換コンクリート及び改良地盤の役割である止水性については、地盤中からの回り込みによる浸水を防止するために透水係数を設計に反映することから「○」とした。</p> <p>なお、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを浸透流解析により確認する。</p> <p>第1-11表 盛土堤防の各部位の具体的な役割</p> <div data-bbox="1400 804 1668 869" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <small>凡 例</small> ◎: 基準機能を実体的に果たすために設計上必要な項目 (評価する部位を種類と区分とする) ○: 役割の役割を維持するための条件として設計に反映する項目 —: 設計上考慮しない項目 </div> <table border="1" data-bbox="952 888 1694 1224" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">部位</th> <th colspan="4">具体的な役割</th> <th rowspan="2">『施設』と『地盤』の区分の考え方</th> </tr> <tr> <th>地盤時</th> <th>津波時</th> <th>すべり安定性</th> <th>止水性</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>セメント改良土</td> <td>・ 強度・剛性の高いセメント改良土を断面で設置することで、入力津波に対して十分な剛性を確保した堤体本体としての高さ維持する。</td> <td>・ 強度・剛性の高いセメント改良土を断面で設置することで、入力津波に対して十分な剛性を確保した堤体高さを維持する。 ・ 難透水性を有し、堤体本体としての止水性を確保することで、津波時の水もろを形成しない。</td> <td>—</td> <td>◎</td> <td>堤体本体として、高さ・止水性確保の役割を主体的に果たすことから、『施設』と区分する。</td> </tr> <tr> <td>置換コンクリート</td> <td>・ コンクリート強度を考慮して置換範囲を設計することで、基礎地盤のすべり安定性を確保する(兼強固)。</td> <td>・ セメント改良土の層間で難透水性を保持することで、地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。</td> <td>—</td> <td>◎</td> <td>地盤時にすべり安定性確保の役割を主体的に果たすことから、『施設』と区分する。</td> </tr> <tr> <td>改良地盤</td> <td>・ セメント改良土の下方の盛土・旧表土を地盤改良(低下防止)することで、防浪堤を前進支持するとともに基礎地盤のすべり安定性に寄与する。</td> <td>・ セメント改良土の下方の盛土・旧表土を地盤改良(低下防止)することで、防浪堤を前進支持する。 ・ セメント改良土の層間で難透水性を保持することで、地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。</td> <td>○</td> <td>◎</td> <td>施設の前進支持、すべり安定性への寄与及び健全性が主な役割であり、施設の本質地盤に要求される役割と同様であること、難透水性の保持の役割もここから、『施設』と区分する。</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">※1: 前進支持については地盤が主体的に役割を果たす。 ※2: 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、置換コンクリート、改良地盤及びセメント改良土の透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。</p>	部位	具体的な役割				『施設』と『地盤』の区分の考え方	地盤時	津波時	すべり安定性	止水性	セメント改良土	・ 強度・剛性の高いセメント改良土を断面で設置することで、入力津波に対して十分な剛性を確保した堤体本体としての高さ維持する。	・ 強度・剛性の高いセメント改良土を断面で設置することで、入力津波に対して十分な剛性を確保した堤体高さを維持する。 ・ 難透水性を有し、堤体本体としての止水性を確保することで、津波時の水もろを形成しない。	—	◎	堤体本体として、高さ・止水性確保の役割を主体的に果たすことから、『施設』と区分する。	置換コンクリート	・ コンクリート強度を考慮して置換範囲を設計することで、基礎地盤のすべり安定性を確保する(兼強固)。	・ セメント改良土の層間で難透水性を保持することで、地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。	—	◎	地盤時にすべり安定性確保の役割を主体的に果たすことから、『施設』と区分する。	改良地盤	・ セメント改良土の下方の盛土・旧表土を地盤改良(低下防止)することで、防浪堤を前進支持するとともに基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・ セメント改良土の下方の盛土・旧表土を地盤改良(低下防止)することで、防浪堤を前進支持する。 ・ セメント改良土の層間で難透水性を保持することで、地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。	○	◎	施設の前進支持、すべり安定性への寄与及び健全性が主な役割であり、施設の本質地盤に要求される役割と同様であること、難透水性の保持の役割もここから、『施設』と区分する。		<p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>島根2号炉には、盛土堤防は無いため、記載無。</p>
部位	具体的な役割				『施設』と『地盤』の区分の考え方																										
	地盤時	津波時	すべり安定性	止水性																											
セメント改良土	・ 強度・剛性の高いセメント改良土を断面で設置することで、入力津波に対して十分な剛性を確保した堤体本体としての高さ維持する。	・ 強度・剛性の高いセメント改良土を断面で設置することで、入力津波に対して十分な剛性を確保した堤体高さを維持する。 ・ 難透水性を有し、堤体本体としての止水性を確保することで、津波時の水もろを形成しない。	—	◎	堤体本体として、高さ・止水性確保の役割を主体的に果たすことから、『施設』と区分する。																										
置換コンクリート	・ コンクリート強度を考慮して置換範囲を設計することで、基礎地盤のすべり安定性を確保する(兼強固)。	・ セメント改良土の層間で難透水性を保持することで、地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。	—	◎	地盤時にすべり安定性確保の役割を主体的に果たすことから、『施設』と区分する。																										
改良地盤	・ セメント改良土の下方の盛土・旧表土を地盤改良(低下防止)することで、防浪堤を前進支持するとともに基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・ セメント改良土の下方の盛土・旧表土を地盤改良(低下防止)することで、防浪堤を前進支持する。 ・ セメント改良土の層間で難透水性を保持することで、地盤中からの回り込みによる浸水を防止する。	○	◎	施設の前進支持、すべり安定性への寄与及び健全性が主な役割であり、施設の本質地盤に要求される役割と同様であること、難透水性の保持の役割もここから、『施設』と区分する。																										
	<p>以上を踏まえ、盛土堤防における各部位の役割に対する性能目標を第1-12表に、性能目標を満足するための照査項目と許容限界を第1-13表に示す。液状化の影響については有効応力解析により考慮し、盛土・旧表土の変状に伴う施設評価への影響を検討する。また、セメント改良土の陸側の盛土・旧表土(道路)については、荷重に対する抵抗力として期待せず、適切にモデル化して施設への影響を評価する。</p> <p>なお、施設であるセメント改良土及び置換コンクリートのすべり安全率の確認においては、地盤と施設を連成した2次元FEM解析により、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討(非線形解析等)を行う。</p>																														

第1-12表 盛土堤防の各部位の役割に対する性能目標

部位	性能目標			
	耐震支持 (第3条)	すべり安定性 (第5条)	健全性 (第4条)	止水性 (耐透水性) (第5条)
施設 セメント改良土	-	-	セメント改良土の健全性を保 持して、入力津波に対して十 分な強度を確保した構造物を 維持するために、構造物内部 にすべり破壊が生じないこと (内的安定を確保)。	セメント改良土を掘削するにあ らび、掘削後、掘削面が崩壊 しないこと(内的安定を確保)。
敷設 覆層コンクリート	-	基礎地盤のすべり安定性を確 保するため、コンクリートの強 度を確保し、すべり抵抗を確保 すること。	コンクリートの強度を維持する こと及び構造物であるセメント 改良土の健全性及び耐透水性 を維持するため、覆層コンク リートがすべり破壊しないこと (内的安定を確保)。	地盤中からの掘り込みによる湧 水を防止(耐透水性を確保)する ため、覆層コンクリートがすべ り破壊しないこと(内的安定を 確保)。
地盤 改良地盤	セメント改良土を耐震支持する ため、十分な支持力を確保す ること。	基礎地盤のすべり安定性を確 保するため、覆層コンクリート のすべり抵抗も考慮した上で、 十分なすべり安定性を確保す ること。	構造物であるセメント改良土の 健全性及び耐透水性を維持す るため、改良地盤にすべり破 壊が生じないこと(内的安定を 確保)。	地盤中からの掘り込みによる湧 水を防止(耐透水性を確保)する ため、改良地盤がすべり破壊 しないこと(内的安定を確保)。
敷設 層	セメント改良土及び覆層コンク リートを耐震支持するため、十 分な支持力を確保すること。	-	-	-

第1-13表 盛土堤防の各部位の照査項目と許容限界

(上段：照査項目，下段：許容限界)

部位	照査項目と許容限界			
	耐震支持 (第3条)	すべり安定性 (第5条)	健全性 (第4条)	止水性 ^{※1} (耐透水性) (第5条)
施設 セメント改良土	-	-	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)	-
敷設 覆層コンクリート	-	- ^{※2}	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)	-
地盤 改良地盤	支持力 (標準支持力以下)	すべり安全率 ^{※2} (基礎地盤)	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)	-
敷設 層	支持力 (標準支持力以下)	(1.5以上)	-	-

※1：施設及び地盤を含む範囲の浸透解析により、覆層コンクリート及び改良地盤の透水係数を保守的に考慮しても津波の浸水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。
 ※2：覆層コンクリートがすべり破壊しないことを第4・5条で確認するため、第3条においては、耐震及び改良地盤を通るすべり線のすべり安全率を確認する。
 ※3：第3条のすべり安全率は施設の外的安全の確認を目的としており、「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」に基づいて1.5以上を許容限界とする。
 ※4：第4条・第5条のすべり安全率は各部位の内的安定の確認を目的としており、「耐津波設計に係る工務審査ガイド」を準用して1.2以上を許容限界とする。
 ※5：地盤と施設を連続した2次元FEM解析により、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討(非線形解析等)を行う。

(2) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮堤高さの設定方針

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は、津波遡上高さに対して余裕をもった防潮堤高さを設定している。入力津波高さと防潮堤高さの関係を第1-2表に示す。

第1-2表 入力津波高さと防潮堤高さの関係

	敷地側面 北側	敷地前面 東側	敷地側面 南側
入力津波高さ (潮位のばらつき等考慮)	T. P. +15.4m	T. P. +17.9m	T. P. +16.8m
防潮堤高さ	T. P. +18.0m	T. P. +20.0m	T. P. +18.0m
設計裕度	2.6m	2.1m	1.2m

(3) 防潮堤高さの設定方針

防潮堤は、設計に用いる津波遡上高さ(入力津波高さ)に対して余裕を持った高さを設定している。入力津波高さと防潮堤高さの関係を第1-14表に、設計裕度のイメージを第1-10図に示す。

第1-14表 入力津波高さと防潮堤高さの関係

設計又は評価に用いる入力津波高さ (①+②)	0. P. +24. 4m
防潮堤高さ	0. P. +29. 0m
設計裕度	4. 6m

(3) 防波壁高さの設定方針

防波壁は、設計に用いる津波高さ(入力津波高さ)に対して余裕を持った高さを設定している。入力津波高さと防波壁高さの関係を第1-17表に、設計裕度のイメージを第1-9図に示す。

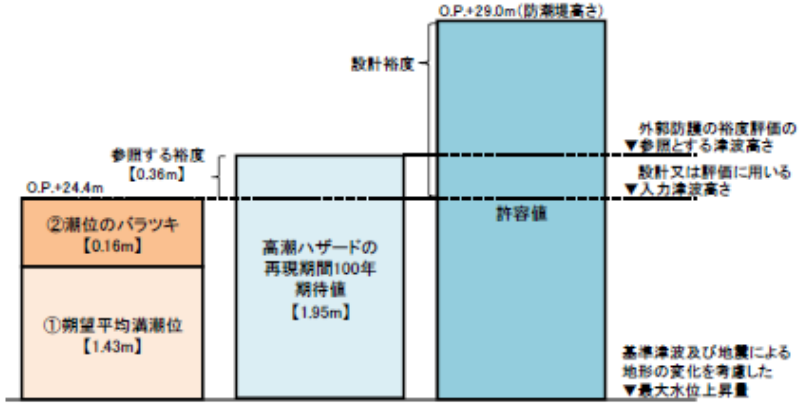
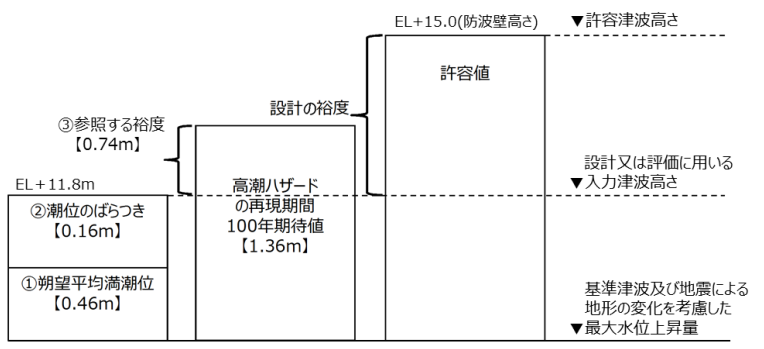
第1-17表 入力津波高さと防波壁高さの関係

入力津波高さ (潮位のばらつき等考慮)	EL+11. 8m
防波壁高さ	EL+15. 0m
設計裕度	3. 2m

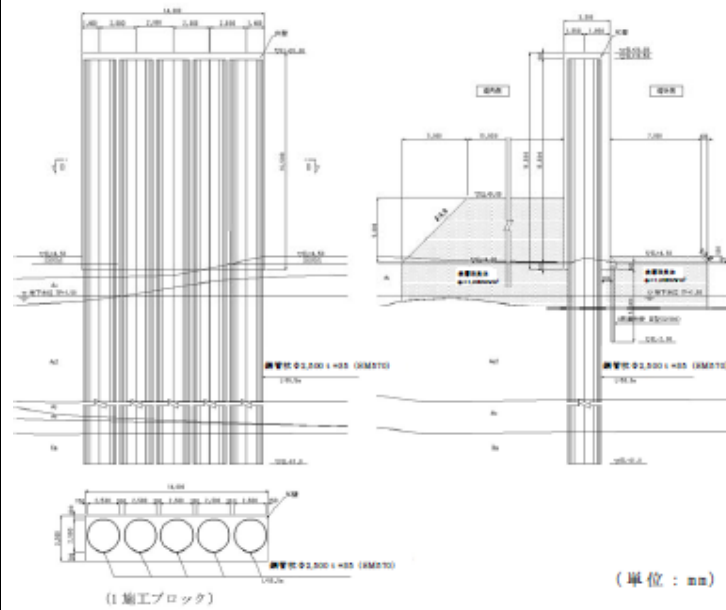
・設備の相違
【女川2】
島根2号炉には、盛土堤防は無いため、記載無。

・設備の相違
【東海第二，女川2】
設備の相違による記載内容の相違

・評価条件の相違
【東海第二，女川2】
入力津波高さ及び防潮堤又は防波壁の高さが相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(3) 設計方針</p> <p>1) 構造概要</p> <p>鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は、鋼管杭を地盤に対して一列に打設し、上部工は鋼管杭と鉄筋コンクリートを連結させ設置する。</p> <p>上部工は、下部工の鋼管杭から上部工に連続する鋼管杭を鉄筋コンクリートで被覆した部材と、堤外側に設置する鉄筋を密に配置した鉄筋コンクリート梁壁部材で構成される。これら部材を鉄筋で強固に一体化した鋼管杭5本を1ブロックとした壁体を連続して設置する。このブロック間の境界には、止水性を確保するための止水ゴム等を設置する。</p> <p>また、防潮壁の堤内側には、津波による波力低減を目的とした改良体による地盤高さの嵩上げを行うとともに、洗掘防止対策やボーリング対策として、堤内・外の表層部の地盤改良を実施する。</p> <p>鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造概要を第1-3図に、構成部材とその役割を第1-3表に示す。</p> <p>なお、現在設定している材料の仕様については第1-4表のとおりであるが、今後の詳細設計で仕様変更が想定される。</p>	 <p>第1-10 図 防潮堤設計裕度のイメージ</p> <p>(4) 設計方針</p> <p>a. 構造概要</p> <p>(a) 鋼管式鉛直壁 (一般部)</p> <p>鋼管式鉛直壁 (一般部) の鋼管杭は、長杭 (岩盤に支持される杭) と、長杭の中間に配置する短杭 (改良地盤に支持される杭) から構成される。長杭・短杭いずれも、施工性のため上杭 (φ2, 200mm) と下杭 (φ2, 500mm) に分けて施工しており、接続部周辺をコンクリートで充填している。</p> <p>鋼管式鉛直壁 (一般部) の正面図を第1-11 図に、断面図を第1-12 図に、構成部材とその役割を第1-15 表に示す。</p>	 <p>第1-9 図 防波壁設計裕度のイメージ</p> <p>(4) 設計方針</p> <p>a. 構造概要</p> <p>(a) 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)</p> <p>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) は、1, 2号炉北側に配置し、鋼管杭を岩盤に打設した (根入れ深さ: 5.0m 程度)。鋼管杭は、コンクリートで中詰めされた大口径管の多重構造を採用している。また、岩盤部では隣り合う多重鋼管杭間にセメントミルクを間詰めし、埋戻土部はグラウト材で間詰めた。</p> <p>被覆コンクリート壁は、下部の鋼管杭から連続する鋼管杭を鉄筋コンクリートで被覆した部材で構成される。鋼管杭6本程度を1ブロックの標準とした壁体を連続して設置した。このブロック間の境界には、止水性を保持するための止水目地 ((4) a. (f) 参照) を設置する。</p> <p>また、地中部の鋼管杭の最外管の間隔は約 30 cm であり、隣り合う多重鋼管杭間はセメントミルク (岩盤部) 又はグラウト材 (埋戻土部) で充填されている。</p> <p>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の断面図を第1-10 図に、構造概要を第1-11 図に示す。</p>	<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2炉は、設計裕度イメージを記載</p> <p>・設備の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p>

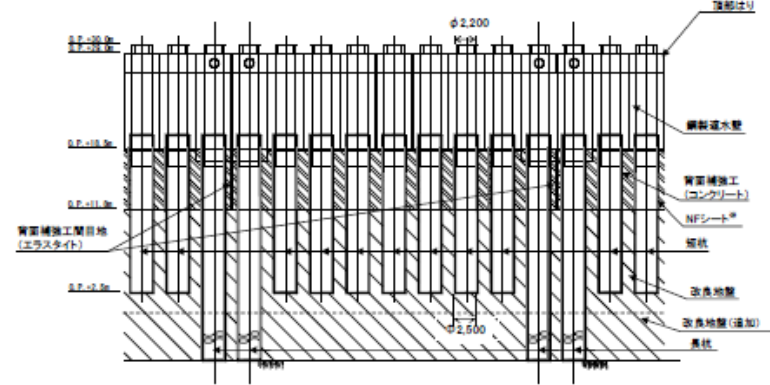
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)



注) 仕様については今後の検討で多少変更が想定される

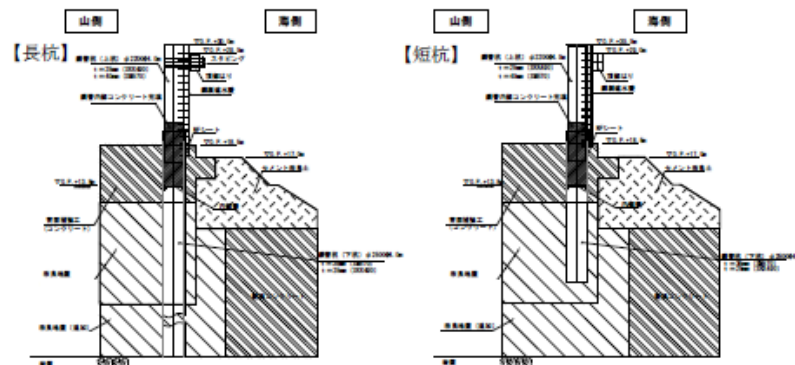
第1-3図 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造概要図
(正面図及び断面図)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)



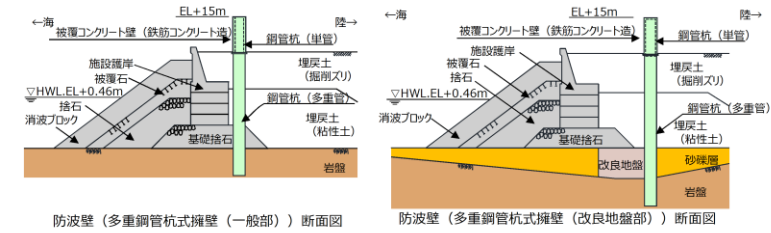
※: アスファルトをシートに成形したものであり、本資料では『NF シート』と呼ぶ。ネガティブフリクション対策として施工したが、沈下しない設計に変更したため、役割を期待しない。

第1-11図 鋼管式鉛直壁(一般部)正面図

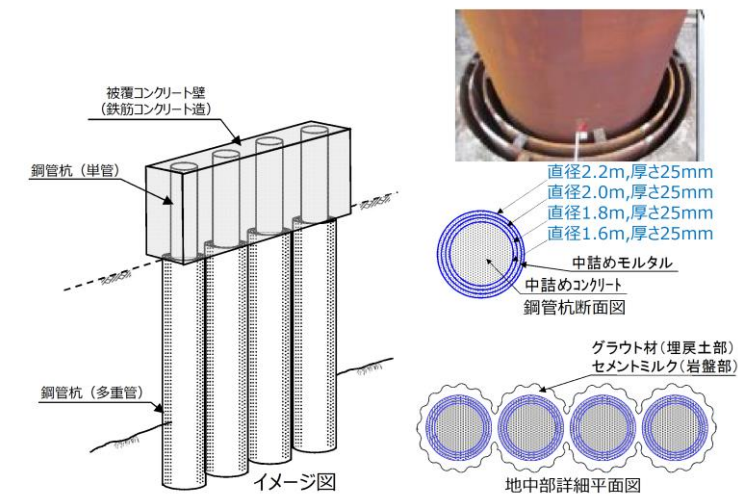


第1-12図 鋼管式鉛直壁(一般部)断面図

島根原子力発電所 2号炉



第1-10図 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の断面図



第1-11図 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の構造概要図

防波壁(多重鋼管杭式擁壁)については、1, 2号炉北側全線にわたり多重鋼管杭を連続的に設置した。岩盤上に砂礫層が堆積している範囲において防波壁前面で薬液注入工法(特殊スラグ系固化材)により地盤改良を実施した(改良地盤①)。また、取水路及び屋外排水路設置箇所等で杭間隔が大きい区間については、側方の鋼管杭に支持された上部工が横断する構造としており、横断部の地中については、止水性を保持する観点から薬液注入工法(セメント系固化材)により地盤改良を実施した(改良地盤②)。防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の縦断図を第1-12図に、平面図(止水目地位置含む)を第1-13図に示す。防波壁取水路横断部(④-④断面)南側には2号炉取水槽、北東端部(⑤-⑤断面)東側にはサイトバンカ建物、及びその他の断面近傍には管理事務所4号館などの一般事務建物がそれぞれ隣接している。

備考

・設備の相違
【東海第二, 女川2】
設備の相違による記載内容の相違

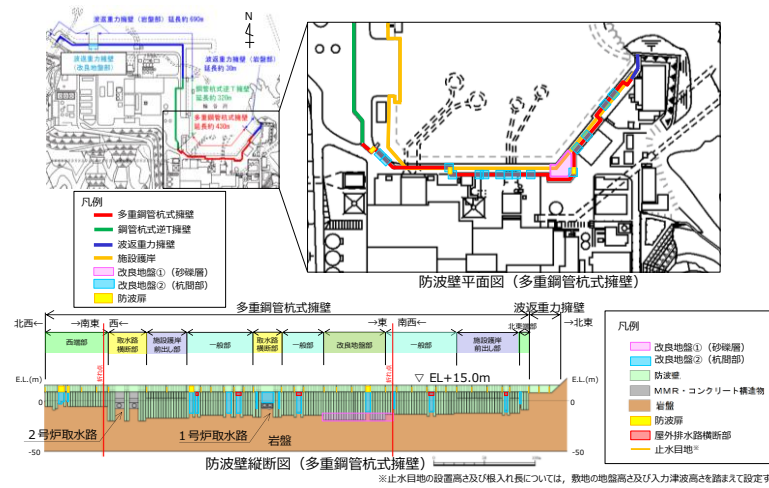
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

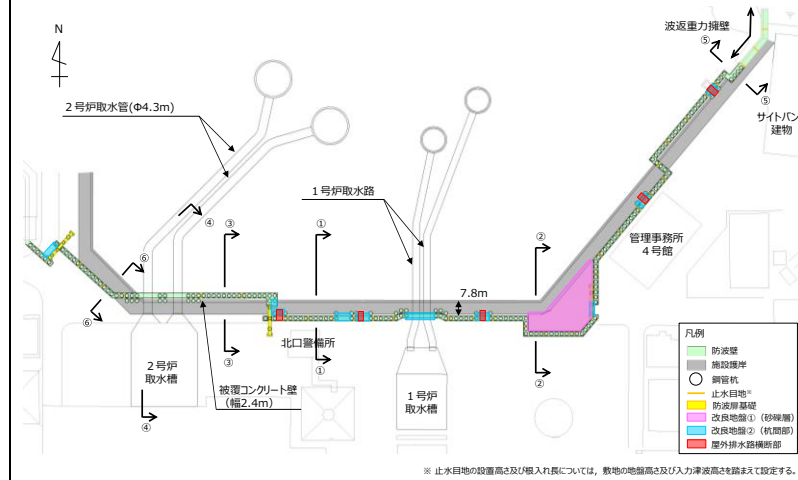
島根原子力発電所 2号炉

備考

・設備の相違
【東海第二, 女川2】
設備の相違による記
載内容の相違



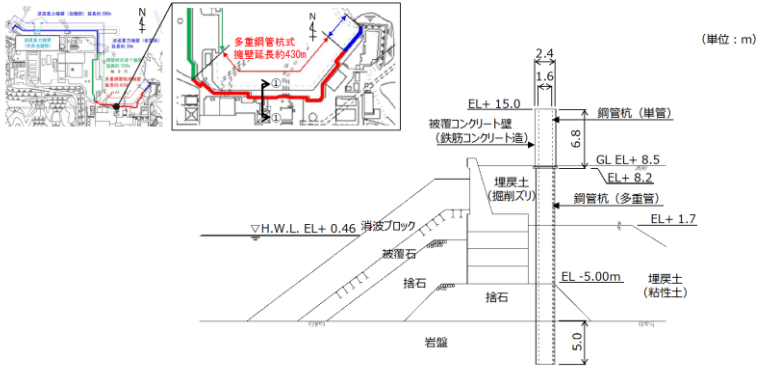
第 1-12 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の縦断面図



第 1-13 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の平面図

防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) は、一般部、改良地盤部、施設護岸前出し部、取水路横断部、北東端部及び西端部で構成される。特徴は以下のとおり。

- ・防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 一般部 (①-①断面) については、施設護岸の南側 (陸側) に防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) が配置される構造となっている。
- ・防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 改良地盤部 (②-②断面) については、防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の南東角部に位置し、支持地盤が深く、杭長が最も長い箇所であ

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>る。周辺の砂礫層（海側）に対しては、薬液注入工法により地盤改良を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）施設護岸前出し部（③－③断面）については、施設護岸の北側（海側）に防波壁（多重鋼管杭式擁壁）が配置される構造となっている。 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）取水路横断部（④－④断面）については、2号炉取水管（φ4.3m）を横断するため、側方の多重鋼管杭を南北方向に2列配置し、杭頭連結材を設置した（杭頭部の構造については参考資料2参照）。 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）北東端部（⑤－⑤断面）については、施設護岸上に防波壁（多重鋼管杭式擁壁）が配置される構造となっている。 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）西端部（⑥－⑥断面）については、施設護岸の南西側（陸側）に防波壁（多重鋼管杭式擁壁）が配置される構造となっている。 <p>防波壁（多重鋼管杭式擁壁）一般部の構造を第1-14(1)図に、改良地盤部の構造を第1-14(2)図に、施設護岸前出し部の構造を第1-14(3)図に、取水路横断部の構造を第1-14(4)図に、北東端部の構造を第1-14(5)図に、西端部の構造を第1-14(6)図に示す。また、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）を構成する評価対象部位の役割及び施設の範囲を第1-18表及び第1-15図に、各部位の仕様を第1-19表に示す。</p>  <p>第1-14(1) 図 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）一般部（①－①）断面図</p>	<p>・設備の相違 【東海第二，女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p>

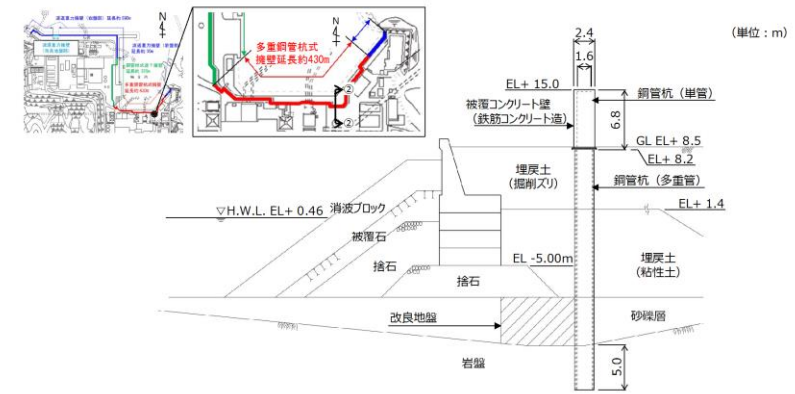
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

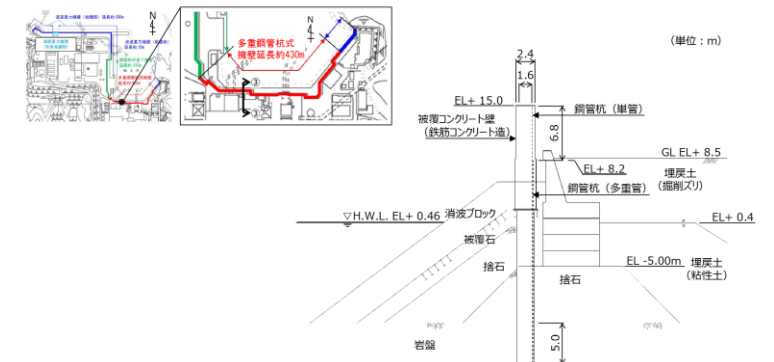
備考

・設備の相違
【東海第二, 女川2】
設備の相違による記
載内容の相違



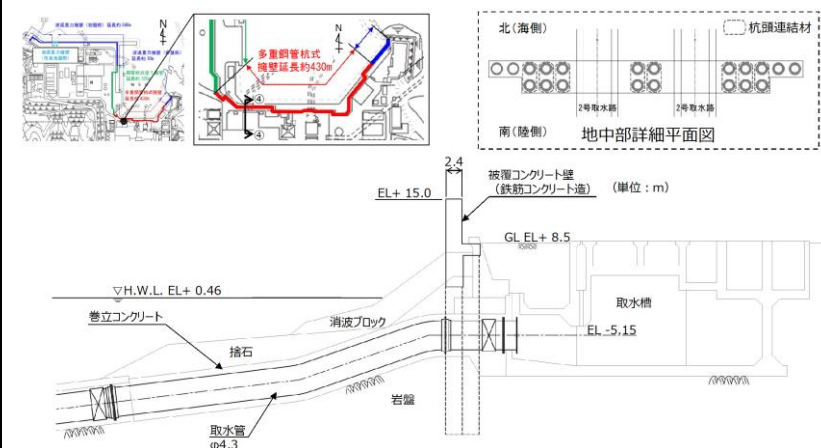
第 1-14(2) 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 改良地盤部 (②-②)

断面図



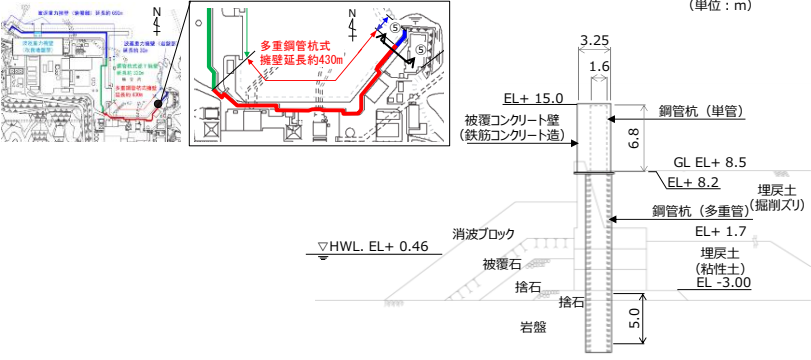
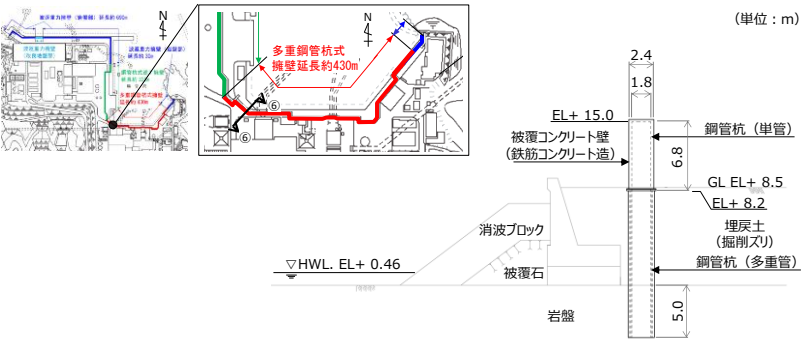
第 1-14(3) 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 施設護岸前出し部 (③

一③) 断面図



第 1-14(4) 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 取水路横断部 (④-

④) 断面図

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: center;">島根原子力発電所 2号炉</p>  <p style="text-align: center;">第 1-14(5) 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 北東端部 (⑤-⑤断面) 断面図</p>  <p style="text-align: center;">第 1-14(6) 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 西端部 (⑥-⑥断面) 断面図</p>	<p>・設備の相違 【東海第二, 女川2】 設備の相違による記載 内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

第1-3表 構成部材と役割

構造部位		部位の役割
上部工	鉄筋コンクリート	外部からの地震荷重、津波荷重、漂流物荷重等を鋼管杭に確実に伝達し、防潮壁としての機能を維持する。
	止水ジョイント部	上部工の施工ブロック間に生じる変位に追従し、津波荷重に対して十分な耐性を持ち、防潮壁としての機能を維持する。
上部工 下部工	鋼管杭	鉄筋コンクリートから伝達される荷重を支持地盤に確実に伝達し、防潮壁としての機能を維持する。
地盤高さの嵩上げ (改良体)		上部工から伝達される荷重に抵抗し、防潮壁の変位を抑制する。
表層改良体		防潮壁堤外側においては、津波荷重に対して十分な耐性を持ち洗掘防止としての機能を維持する。防潮壁堤内側においては、地震時における地盤高さの嵩上げ部の沈下を抑制し、防潮壁としての機能を維持する。
シートパイル		津波時における堤外側の水位上昇を想定したボーリング対策とし、地中部から堤内側への浸水を防止する。

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

第1-15表 鋼管式鉛直壁 (一般部) の各部位の役割

評価対象部位	主な役割
【施設】	
鋼管杭	長杭 鋼製遮水壁及び頂部はりを支持
	短杭 鋼製遮水壁を支持
鋼製遮水壁	止水目地を支持、遮水性の保持
止水目地	鋼製遮水壁間の遮水性の保持
背面補強工	遮水性の保持、長杭・短杭の変形抑制
置換コンクリート	基礎地盤のすべり安定性の確保、長杭・短杭の変形抑制、難透水性の保持
頂部はり	—*
【地盤】	
岩盤	長杭・短杭、背面補強工及び置換コンクリートの鉛直支持、基礎地盤のすべり安定性に寄与
改良地盤	短杭及び背面補強工の鉛直支持 (下方の岩盤に荷重を伝達)、基礎地盤のすべり安定性に寄与、長杭・短杭の変形抑制、難透水性の保持
セメント改良土	長杭・短杭の変形抑制、難透水性の保持、津波荷重の伝達
盛土・旧表土	—

※：沈下時に機能を期待していたが、沈下しない設計に変更したため、役割を期待しない。

鋼管式鉛直壁の鋼製遮水壁は、各鋼管杭の前面に設置する。鋼製遮水壁の詳細図を第1-13図に示す。鋼製遮水壁の間は、地震時等に発生する鋼製遮水壁間の変位に追従できる止水目地を設置する。止水目地は想定される変位量に応じ選択する。止水目地の設定例を第1-14図に示す。

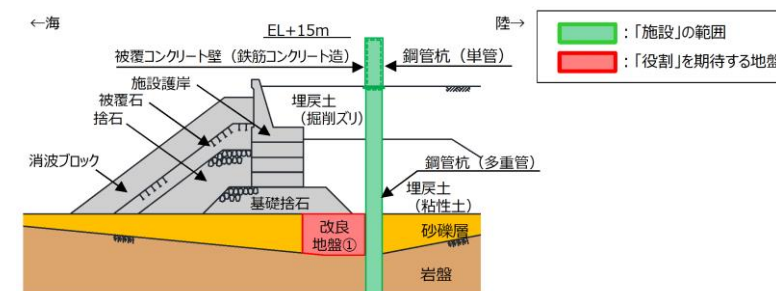
なお、ここで示す止水目地の設定例は、沈下対策を実施しない場合の設定例を示したものであり、沈下対策の実施により止水目地に要求される変位量は大幅に小さくなることから、適用する止水目地の仕様については今後の詳細設計において決定する。

島根原子力発電所 2号炉

第1-18表 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の評価対象部位の役割

評価対象部位	役割	備考
鋼管杭*	被覆コンクリート壁を支持	
被覆コンクリート壁*	止水目地を支持、遮水性の保持	
止水目地*	被覆コンクリート壁間の遮水性の保持	
【地盤】		
セメントミルク	鋼管杭の変形を抑制、難透水性の保持	
改良地盤① (砂礫層)	鋼管杭の変形を抑制、難透水性の保持	薬液注入工法
改良地盤② (杭間部)	役割に期待しない	薬液注入工法
岩盤	鋼管杭を支持、基礎地盤のすべり安定性に寄与	基礎地盤
埋戻土 (掘削スリ)、埋戻土 (粘性土)、砂礫層	役割に期待しない	
施設護岸、被覆石、捨石、基礎捨石	役割に期待しない	
消波ブロック	役割に期待しない	
グラウト材	役割に期待しない	薬液注入工法

※ 鋼管杭、被覆コンクリート壁、止水目地を構造上のバウンダリとする。

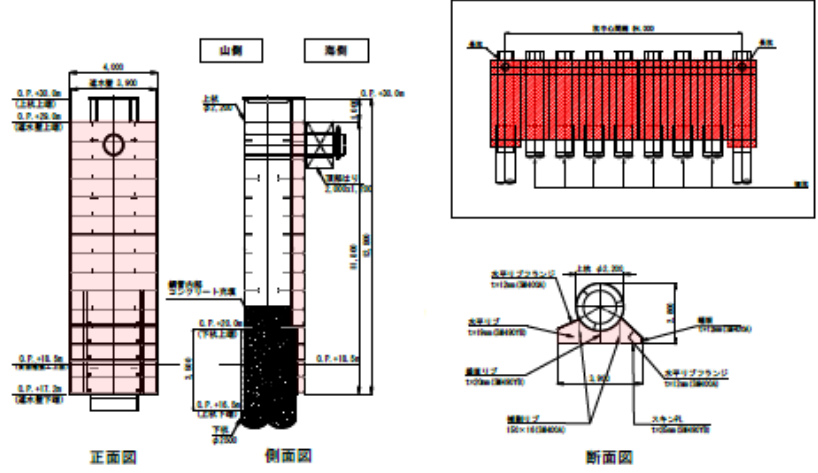
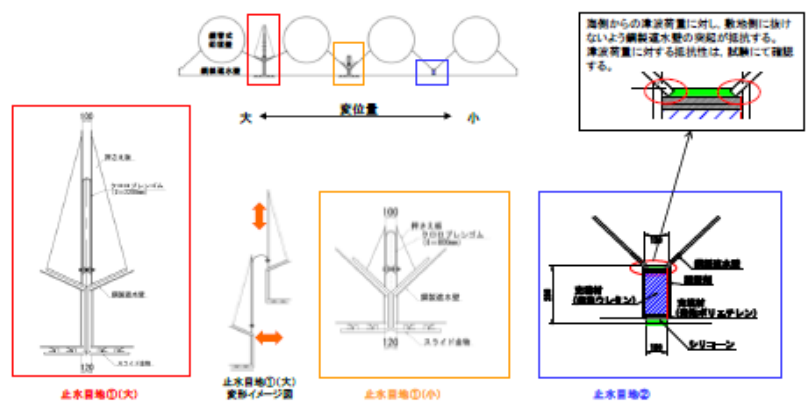


第1-15図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) (改良地盤部) における「施設」と「地盤」の区分

備考

・記載方針の相違
【東海第二, 女川2】
島根2号炉は、施設範囲を明示した図面を記載

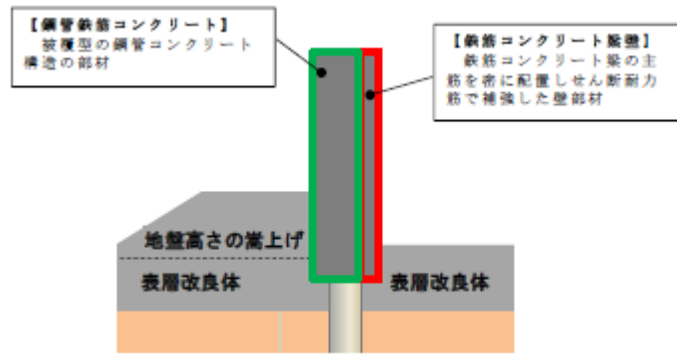
・記載方針の相違
【東海第二, 女川2】
島根2号炉は、止水目地の詳細について、(f)で記載。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p data-bbox="1023 252 1706 325">また、現在設定している材料の仕様については、第 1-16 表のとおりである。</p>  <p data-bbox="943 924 1706 955">第 1-13 図 鋼製遮水壁詳細図 (鋼管式鉛直壁 (一般部:長杭))</p>  <p data-bbox="1142 1459 1513 1491">第 1-14 図 止水目地の設定例</p>		<p data-bbox="2522 252 2804 462">・記載方針の相違 【東海第二, 女川2】 島根 2号炉は, 止水目地の詳細について, (f) で記載。</p>

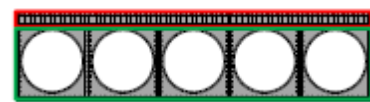
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																														
<p align="center">第1-4表 材料仕様</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>材 料</th> <th>仕 様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 鋼管杭</td> <td>敷地前面東側：φ2500mm, t=35mm, 40mm (SM570) 敷地側面北・南側：φ2000mm, t=35mm (SM570)</td> </tr> <tr> <td>2 コンクリート</td> <td>$f'_{ck} = 40\text{N/mm}^2$</td> </tr> <tr> <td>3 鉄 筋</td> <td>SD490</td> </tr> <tr> <td>4 頭付きスタッド</td> <td>$f_y = 235\text{N/mm}^2$ (JIS B 1198)</td> </tr> <tr> <td>5 ゴムジョイント</td> <td>クロロプレンゴム</td> </tr> <tr> <td>6 シートジョイント</td> <td>塩化ビニルシート、合成繊維織布 (ポリエステル)</td> </tr> <tr> <td>7 アンカーボルト</td> <td>SS400, SUS304</td> </tr> <tr> <td>8 止水ゴム等の鋼製防護部材</td> <td>SS400</td> </tr> <tr> <td>9 シートパイル (鋼矢板)</td> <td>SY295</td> </tr> <tr> <td>10 表層改良体、地盤高さの嵩上げ (改良体)</td> <td>セメント改良 $q_u = 1000\text{kN/m}^2$ 浸透固化改良 (原地盤密度と同じ)</td> </tr> </tbody> </table> <p align="center">注) 仕様については今後の検討で多少変更が想定される</p>	材 料	仕 様	1 鋼管杭	敷地前面東側：φ2500mm, t=35mm, 40mm (SM570) 敷地側面北・南側：φ2000mm, t=35mm (SM570)	2 コンクリート	$f'_{ck} = 40\text{N/mm}^2$	3 鉄 筋	SD490	4 頭付きスタッド	$f_y = 235\text{N/mm}^2$ (JIS B 1198)	5 ゴムジョイント	クロロプレンゴム	6 シートジョイント	塩化ビニルシート、合成繊維織布 (ポリエステル)	7 アンカーボルト	SS400, SUS304	8 止水ゴム等の鋼製防護部材	SS400	9 シートパイル (鋼矢板)	SY295	10 表層改良体、地盤高さの嵩上げ (改良体)	セメント改良 $q_u = 1000\text{kN/m}^2$ 浸透固化改良 (原地盤密度と同じ)	<p align="center">第1-16 表 鋼管式鉛直壁 (一般部) の各部位の仕様</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>部 位</th> <th>仕 様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">【施設】</td> </tr> <tr> <td>1 鋼管杭</td> <td>上杭：φ2,200mm_t=25mm (SKK490), t=40mm (SM570) 下杭：φ2,500mm_t=25mm (SKK490), t=35mm (SM570)</td> </tr> <tr> <td>2 鋼製遮水壁</td> <td>SM570, SM490YB, SM490YA, SM400A</td> </tr> <tr> <td>3 止水目地①^{※1}</td> <td>クロロプレンゴム</td> </tr> <tr> <td>4 止水目地②^{※1}</td> <td>シリコーン、充填材 (発泡ウレタン、発泡ポリエチレン)</td> </tr> <tr> <td>5 頂部はり</td> <td>SM520C-H, SM490YB, SM490YA, SM400A</td> </tr> <tr> <td>6 背面補強工</td> <td>コンクリート : $f'_{ck} = 30\text{N/mm}^2$ 鉄筋^{※2} : SD345</td> </tr> <tr> <td>7 置換コンクリート</td> <td>コンクリート : $f'_{ck} = 30\text{N/mm}^2$</td> </tr> <tr> <td colspan="2">【地盤】</td> </tr> <tr> <td>8 改良地盤</td> <td>高圧噴射攪拌工法</td> </tr> <tr> <td>9 セメント改良土</td> <td>セメント混合処理土 : $q_u = 2.7\text{N/mm}^2$</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：止水目地の仕様については今後の詳細設計において決定。 ※2：ひび割れ防止を目的に念のため配置 (照査においては考慮しない)。</p>	部 位	仕 様	【施設】		1 鋼管杭	上杭：φ2,200mm_t=25mm (SKK490), t=40mm (SM570) 下杭：φ2,500mm_t=25mm (SKK490), t=35mm (SM570)	2 鋼製遮水壁	SM570, SM490YB, SM490YA, SM400A	3 止水目地① ^{※1}	クロロプレンゴム	4 止水目地② ^{※1}	シリコーン、充填材 (発泡ウレタン、発泡ポリエチレン)	5 頂部はり	SM520C-H, SM490YB, SM490YA, SM400A	6 背面補強工	コンクリート : $f'_{ck} = 30\text{N/mm}^2$ 鉄筋 ^{※2} : SD345	7 置換コンクリート	コンクリート : $f'_{ck} = 30\text{N/mm}^2$	【地盤】		8 改良地盤	高圧噴射攪拌工法	9 セメント改良土	セメント混合処理土 : $q_u = 2.7\text{N/mm}^2$	<p align="center">第1-19 表 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の各部位の仕様</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>部 位</th> <th>仕 様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">【施設】</td> </tr> <tr> <td>鋼管杭</td> <td>最内管：φ1600mm,t=25mm,SKK490 最内から2番目の管：φ1800mm,t=25mm,SKK490 最内から3番目の管：φ2000mm,t=25mm,SKK490 最外管：φ2200mm,t=25mm,SKK490又はSM490Y 杭底～地表面に中詰コンクリート ($f'_{ck} = 18\text{N/mm}^2$)</td> </tr> <tr> <td>被覆コンクリート壁</td> <td>コンクリート：$f'_{ck} = 24\text{N/mm}^2$ 鉄筋：SD345</td> </tr> <tr> <td>止水目地</td> <td>ゴムジョイント、シートジョイント：クロロプレンゴム</td> </tr> <tr> <td colspan="2">【地盤】[※]</td> </tr> <tr> <td>セメントミルク</td> <td>$q_u = 9.8\text{N/mm}^2$以上</td> </tr> <tr> <td>改良地盤① (砂礫層)</td> <td>薬液注入工法 (特殊スラグ系固化材)</td> </tr> </tbody> </table> <p align="center">※防波壁の背後に実施する地盤改良 (改良地盤③) の仕様は詳細設計段階において説明する。</p>	部 位	仕 様	【施設】		鋼管杭	最内管：φ1600mm,t=25mm,SKK490 最内から2番目の管：φ1800mm,t=25mm,SKK490 最内から3番目の管：φ2000mm,t=25mm,SKK490 最外管：φ2200mm,t=25mm,SKK490又はSM490Y 杭底～地表面に中詰コンクリート ($f'_{ck} = 18\text{N/mm}^2$)	被覆コンクリート壁	コンクリート： $f'_{ck} = 24\text{N/mm}^2$ 鉄筋：SD345	止水目地	ゴムジョイント、シートジョイント：クロロプレンゴム	【地盤】 [※]		セメントミルク	$q_u = 9.8\text{N/mm}^2$ 以上	改良地盤① (砂礫層)	薬液注入工法 (特殊スラグ系固化材)	<p>・設備の相違 【東海第二, 女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p>
材 料	仕 様																																																																
1 鋼管杭	敷地前面東側：φ2500mm, t=35mm, 40mm (SM570) 敷地側面北・南側：φ2000mm, t=35mm (SM570)																																																																
2 コンクリート	$f'_{ck} = 40\text{N/mm}^2$																																																																
3 鉄 筋	SD490																																																																
4 頭付きスタッド	$f_y = 235\text{N/mm}^2$ (JIS B 1198)																																																																
5 ゴムジョイント	クロロプレンゴム																																																																
6 シートジョイント	塩化ビニルシート、合成繊維織布 (ポリエステル)																																																																
7 アンカーボルト	SS400, SUS304																																																																
8 止水ゴム等の鋼製防護部材	SS400																																																																
9 シートパイル (鋼矢板)	SY295																																																																
10 表層改良体、地盤高さの嵩上げ (改良体)	セメント改良 $q_u = 1000\text{kN/m}^2$ 浸透固化改良 (原地盤密度と同じ)																																																																
部 位	仕 様																																																																
【施設】																																																																	
1 鋼管杭	上杭：φ2,200mm_t=25mm (SKK490), t=40mm (SM570) 下杭：φ2,500mm_t=25mm (SKK490), t=35mm (SM570)																																																																
2 鋼製遮水壁	SM570, SM490YB, SM490YA, SM400A																																																																
3 止水目地① ^{※1}	クロロプレンゴム																																																																
4 止水目地② ^{※1}	シリコーン、充填材 (発泡ウレタン、発泡ポリエチレン)																																																																
5 頂部はり	SM520C-H, SM490YB, SM490YA, SM400A																																																																
6 背面補強工	コンクリート : $f'_{ck} = 30\text{N/mm}^2$ 鉄筋 ^{※2} : SD345																																																																
7 置換コンクリート	コンクリート : $f'_{ck} = 30\text{N/mm}^2$																																																																
【地盤】																																																																	
8 改良地盤	高圧噴射攪拌工法																																																																
9 セメント改良土	セメント混合処理土 : $q_u = 2.7\text{N/mm}^2$																																																																
部 位	仕 様																																																																
【施設】																																																																	
鋼管杭	最内管：φ1600mm,t=25mm,SKK490 最内から2番目の管：φ1800mm,t=25mm,SKK490 最内から3番目の管：φ2000mm,t=25mm,SKK490 最外管：φ2200mm,t=25mm,SKK490又はSM490Y 杭底～地表面に中詰コンクリート ($f'_{ck} = 18\text{N/mm}^2$)																																																																
被覆コンクリート壁	コンクリート： $f'_{ck} = 24\text{N/mm}^2$ 鉄筋：SD345																																																																
止水目地	ゴムジョイント、シートジョイント：クロロプレンゴム																																																																
【地盤】 [※]																																																																	
セメントミルク	$q_u = 9.8\text{N/mm}^2$ 以上																																																																
改良地盤① (砂礫層)	薬液注入工法 (特殊スラグ系固化材)																																																																
<p>2) <u>上部工の構造概要</u></p> <p>鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の上部工は、下部工の鋼管杭から上部工に連続する鋼管を被覆した①被覆型の鋼管コンクリート構造の柱部材 (以下、鋼管鉄筋コンクリートという) 及びその構造の堤外側に設置した②鉄筋コンクリート梁の主筋を密に配置し、せん断耐力筋で補強した壁部材 (以下、鉄筋コンクリート梁壁という) から構成される。鋼管鉄筋コンクリート及び鉄筋コンクリート梁壁の範囲を第1-4図に示す。</p> <p>鋼管鉄筋コンクリートと鉄筋コンクリート梁壁は、鉄筋を全部材の外周にも配置することで一体として束ねられ、鋼管鉄筋コンクリート5本毎を1ブロックとして構成する。</p> <p>津波や漂流物に対しては、堤外側の鉄筋コンクリート梁壁に津波や漂流物の荷重が伝わり、鉄筋コンクリート梁構造として鋼管鉄筋コンクリートを支点とした連続梁として抵抗する。その支点反力が鋼管鉄筋コンクリートに伝わり、下部工の鋼管杭へ荷重伝達される。また堤外側の鉄筋コンクリート梁壁により、1ブロック内の止水性を確保するとともに、ブロック間は別途に止水ジョイントを設けて止水する。</p>	<p>(b) <u>鋼管式鉛直壁 (岩盤部)</u></p> <p>鋼管式鉛直壁 (岩盤部) は、岩盤に支持される鋼管杭と、鋼管杭の前面に設置した鋼製遮水壁で構成される。鋼製遮水壁及び止水目地については、(a)に示した鋼管式鉛直壁 (一般部) と共通の構造とするが、鋼管式鉛直壁 (岩盤部) の南端より1本目～5本目の鋼管杭の区間は、鋼管杭頂部をコンクリート巻きしたRC遮水壁とする。鋼管式鉛直壁 (岩盤部) の構造概要を第1-15 図～第1-17 図に、構成部材とその役割を第1-17 表に示す。</p> <p>現在設定している材料の仕様については、第1-18 表のとおりである。</p>	<p>(b) <u>防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)</u></p> <p>防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) は、3号炉東側に配置し、鋼管杭を岩盤に打設した。「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 (平成14年3月)」に示される式によると、極限支持力が杭先端における単位面積当たりの極限支持力と杭先端面積の積で表されることから、杭先端部全周を確実に支持させるため岩盤不陸を考慮し、0.5m 程度の根入れ深さを確保した。(参考資料3参照) 逆T擁壁は、鋼管杭8本程度 (横断方向に2列、縦断方向に4列) を1ブロックの標準とした壁体を連続して設置した (杭頭部の構造については参考資料3参照)。このブロック間の境界には、止水性を保持するための止水目地 ((4) a. (f)参照) を設置する。</p> <p>なお、グラウンドアンカー (永久アンカー) を設置しているが、アンカーの効果을期待しなくても、耐震・耐津波性を担保している。</p> <p>防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) の構造概要を第1-16 図に示す。</p>	<p>・設備の相違 【東海第二, 女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p>																																																														

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

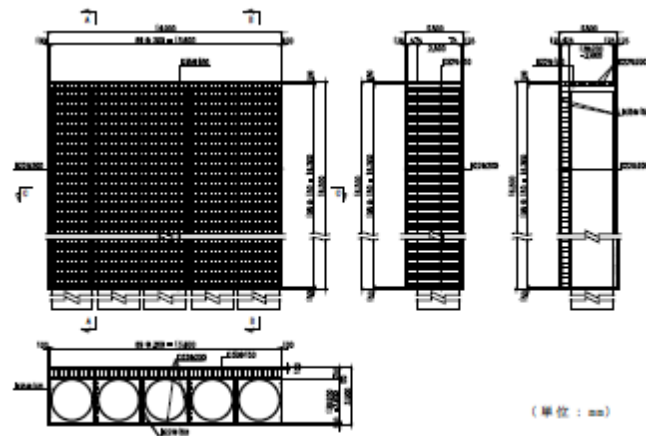
地震時に対しては、下部工の鋼管杭の応答変位により各杭間に生じる相対変位から発生する荷重に対して、鋼管鉄筋コンクリート間を結んでいる鉄筋コンクリート梁壁により抵抗する。鉄筋コンクリート梁壁には、せん断耐力筋が密に配置されており、梁壁のせん断抵抗力により構造物全体の健全性を確保することができる。



第1-4 図(1) 上部工概要図

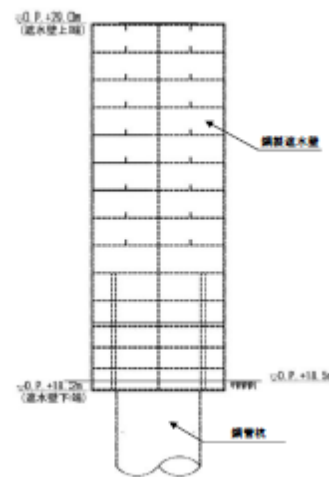


第1-4 図(2) 上部工上面図

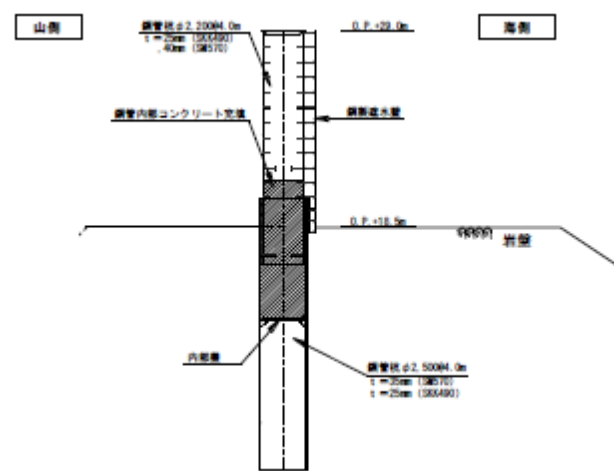


第1-4 図(3) 上部工詳細図

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

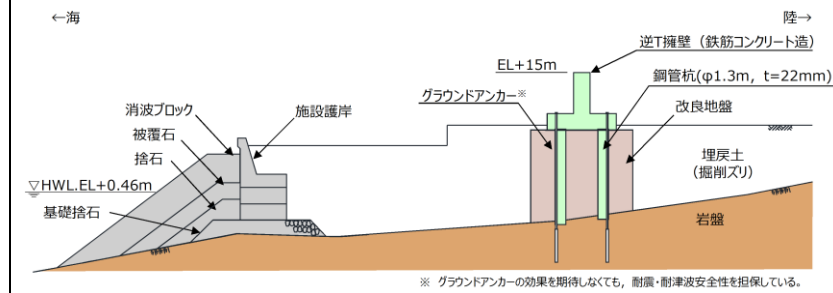


第1-15 図 鋼管式鉛直壁 (岩盤部) 正面図



第1-16 図 鋼管式鉛直壁 (岩盤部) 断面図

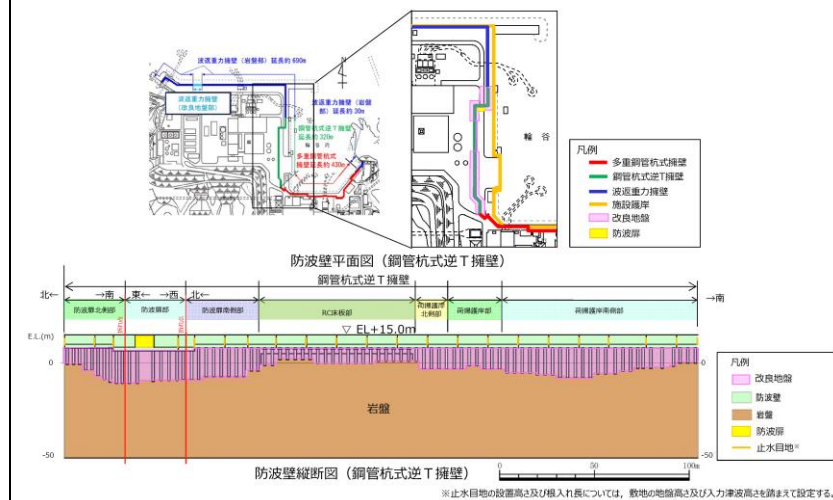
島根原子力発電所 2号炉



第1-16 図 防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) 構造概要図

防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) については、3号炉東側全線にわたり鋼管杭を約4m間隔で配置し、止水性の保持等の観点から杭間の埋戻土 (掘削ズリ) に対して地盤改良を実施した。

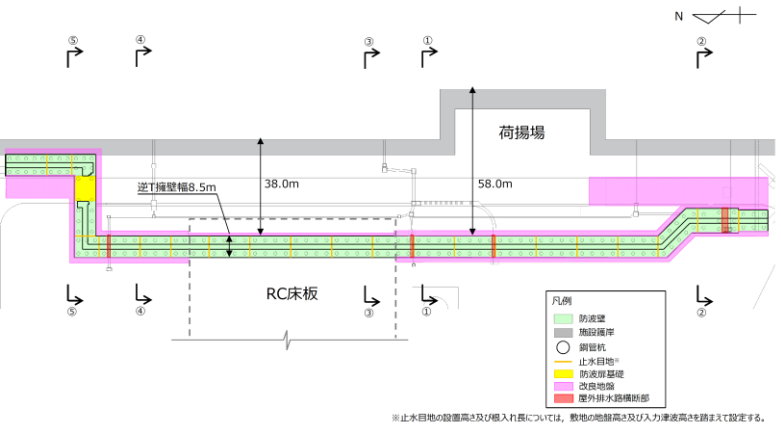
防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) の縦断面図を第1-17 図に、平面図 (止水目地位置含む) を第1-18 図に示す。

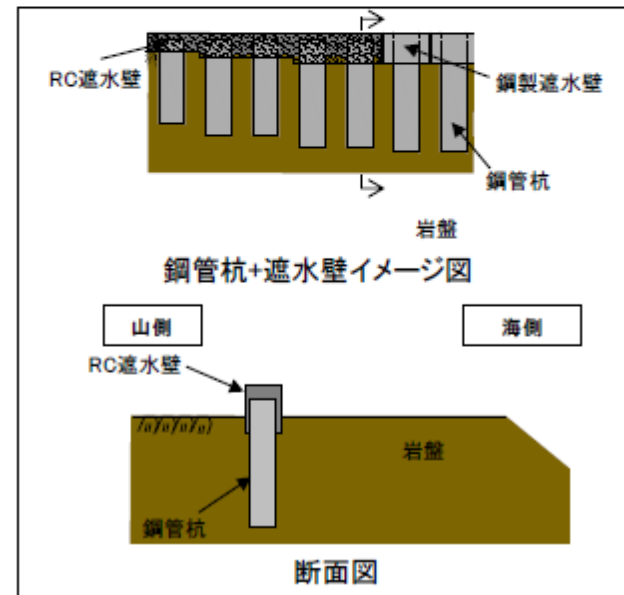
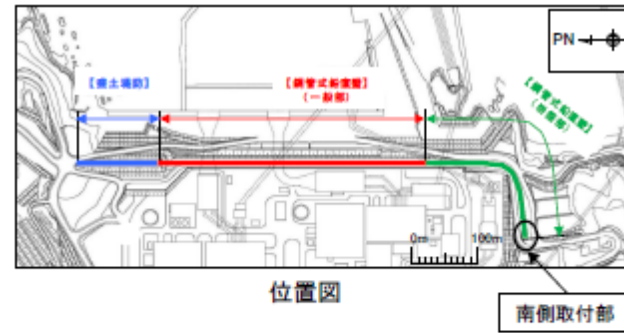


第1-17 図 防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) 縦断面図

備考

・設備の相違
【東海第二, 女川2】
設備の相違による記載内容の相違

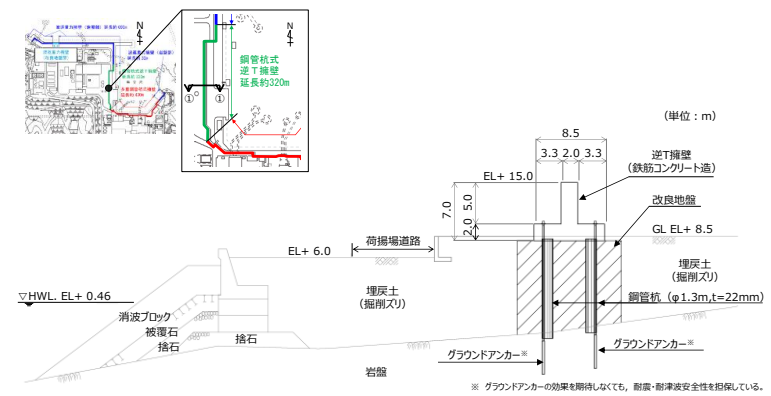
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1825 703 2404 735">第1-18 図 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）平面図</p> <p data-bbox="1810 787 2507 913">防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）は、荷揚護岸北側部、荷揚護岸南側部、RC床版部、防波扉南側部及び防波扉北側部で構成される。特徴は以下のとおり。</p> <ul data-bbox="1810 966 2507 1848" style="list-style-type: none"> ・防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）荷揚護岸北側部（①－①断面）については、施設護岸の西側（陸側）に防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）が配置される構造となっている。 ・防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）荷揚護岸南側部（②－②断面）については、施設護岸の西側（陸側）に防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）が配置される構造となっている。 ・防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）RC床版部（③－③断面）については、施設護岸の西側（陸側）に防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）が配置される構造となっている。3号炉建設時において、地盤改良を実施し、その上部にRC床版を設置している。当該区間は岩盤が浅く、杭が短いことから、地震時及び津波時の鋼管杭の変形量が小さいため、杭間の埋戻土（掘削ズリ）に対して地盤改良を実施していないが、津波による地盤中からの回り込みを防止することを目的として、鋼管杭の海側に幅の狭い地盤改良を実施した。 ・防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）防波扉南側部（④－④断面）については、施設護岸の西側（陸側）に防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）が配置される構造となっている。 ・防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）防波扉北側部（⑤－⑤断面）については、施設護岸の西側（陸側）に防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）が配置される構造となっている。 	<p data-bbox="2537 252 2804 420">・設備の相違 【東海第二，女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p>



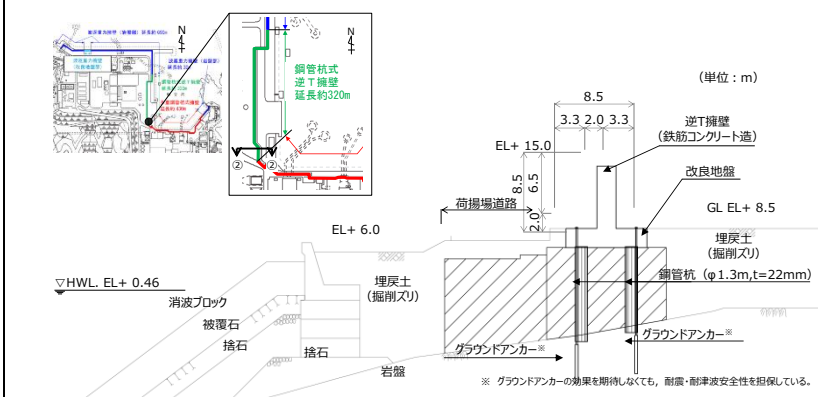
第1-17(1)図 南側取付部 概要図 (1/2)

については、施設護岸の西側（陸側）に防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）が配置される構造となっている。

防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の荷揚護岸北側部の構造を第1-19(1)図に、荷揚護岸南側部の構造を第1-19(2)図に、RC床版部の構造を第1-19(3)図に、防波扉南側部の構造を第1-19(4)図に、防波扉北側部の構造を第1-19(5)図に示す。また、防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）を構成する評価対象部位の役割及び施設の範囲を第1-20表及び第1-20図に、各部位の仕様を第1-21表に示す。

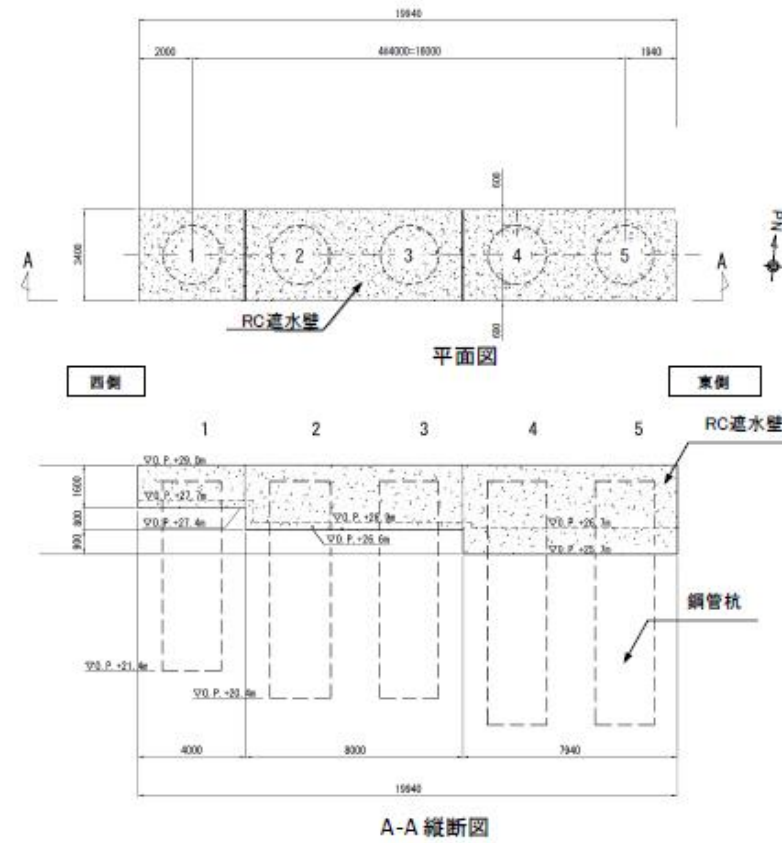


第1-19(1) 図 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）荷揚護岸北側部 (1)断面 断面図

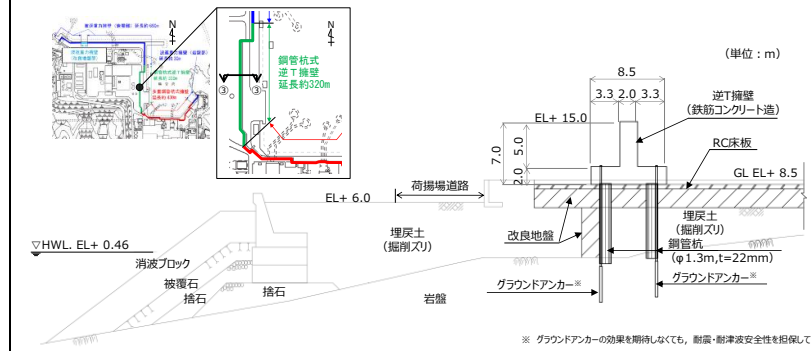


第1-19(2) 図 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）荷揚護岸南側部 (2)断面 断面図

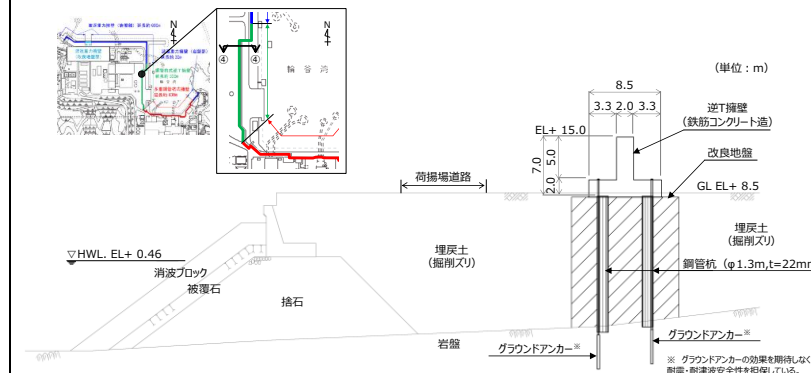
・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違



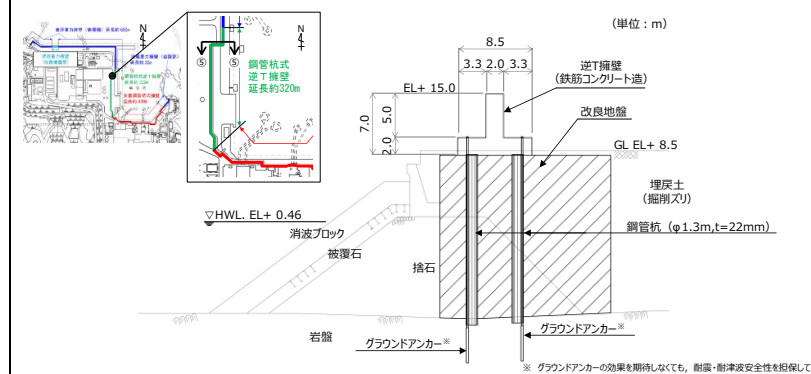
第 1-17(2) 図 南側取付部 概要図 (2/2)



第 1-19(3) 図 防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) RC 床版部 (③-③断面) 断面図



第 1-19(4) 図 防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) 防波扉南側部 (④-④断面) 断面図



第 1-19(5) 図 防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) 防波扉北側部 (⑤-⑤断面) 断面図

・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違

第1-17 表 鋼管式鉛直壁 (岩盤部) の各部位の役割

評価対象部位	主な役割
【施設】	
鋼管杭	鋼製遮水壁を支持
鋼製遮水壁	止水目地を支持
RC 遮水壁	遮水性の保持
止水目地	鋼製遮水壁間の遮水性の保持
【地盤】	
岩盤	鋼管杭の鉛直支持 基礎地盤のすべり安定性に寄与 鋼管杭の変形抑制

第1-18 表 鋼管式鉛直壁 (岩盤部) の各部位の仕様

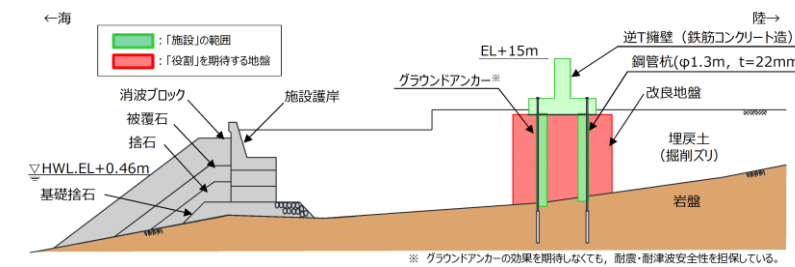
部位	仕様
1 鋼管杭	上杭 : $\phi 2, 200\text{mm}_t=25\text{mm}$ (SKK490), $t=40\text{mm}$ (SM570) 下杭 : $\phi 2, 500\text{mm}_t=25\text{mm}$ (SKK490), $t=35\text{mm}$ (SM570)
2 鋼製遮水壁 (下記 RC 遮水壁以外の区間)	SM570, SM490YB, SM490YA, SM400A
3 RC 遮水壁 (南端より 1 本目~5 本目の鋼管杭の区間)	コンクリート : $f'_{ck}=40\text{N}/\text{mm}^2$ 鉄筋 : SD345
4 止水目地②*	シリコーン 充填材 (発泡ウレタン, 発泡ポリエチレン)

* : 止水目地の仕様については今後の詳細設計において決定。

第1-20 表 防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) の評価対象部位の役割

評価対象部位	役割	備考
鋼管杭 ^{※1}	逆T擁壁を支持	
逆T擁壁 ^{※1}	止水目地を支持, 遮水性の保持	
止水目地 ^{※1}	逆T擁壁間の遮水性の保持	
【地盤】		
改良地盤 ^{※2}	鋼管杭の変形を抑制, 難透水性の保持	周辺地盤 薬液注入工法, 表層改良工法
岩盤	鋼管杭を支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与	基礎地盤
埋戻土 (掘削スリ)	役割に期待しない	
施設護岸, 被覆石, 捨石, 基礎捨石	役割に期待しない	
消波ブロック	役割に期待しない	

※1 鋼管杭, 逆T擁壁, 止水目地を構造上のバウンダリとする。
※2 RC床板については, 保守的に改良地盤として扱う。



第1-20 図 防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) (荷揚護岸北側部) における「施設」と「地盤」の区分

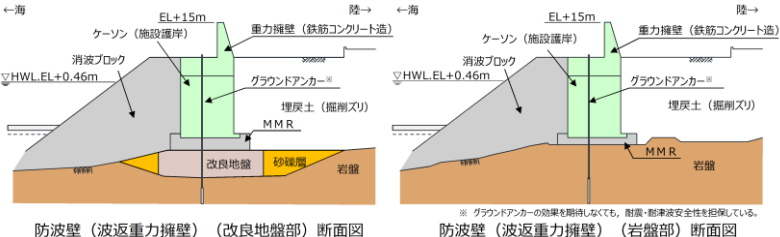
第1-21 表 防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) の各部位の仕様

部位	仕様
【施設】	
鋼管杭	$\phi 1300\text{mm}$, $t=22\text{mm}$, SKK490
逆T擁壁	コンクリート : $f'_{ck}=24\text{N}/\text{mm}^2$ 鉄筋 : SD345
止水目地	ゴムジョイント, シートジョイント : クロロブレンゴム
【地盤】	
改良地盤	薬液注入工法 (セメント系固化材)

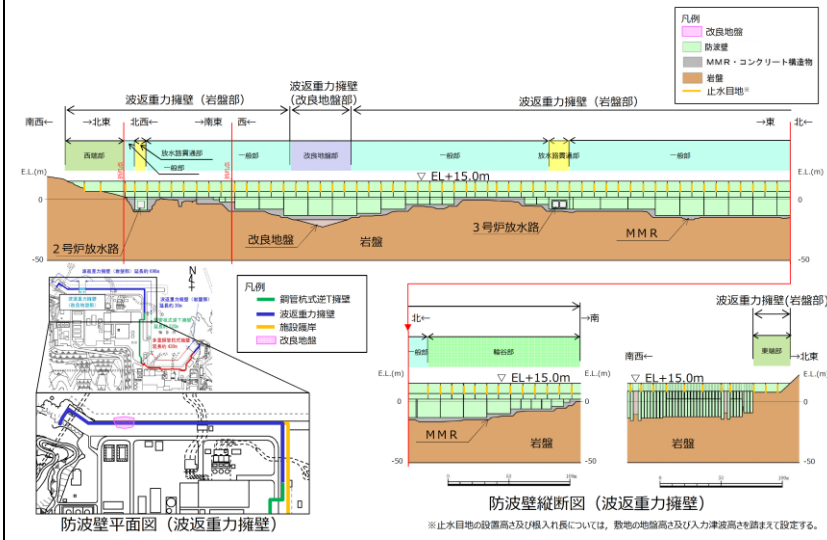
・記載方針の相違
【東海第二, 女川2】
島根 2号炉は, 施設範囲を明示した図面を記載

・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違

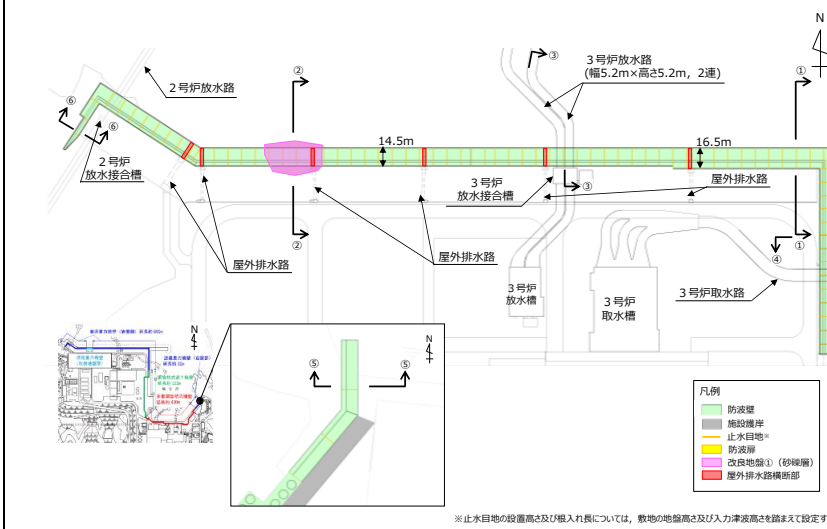
・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(c) <u>防波壁 (波返重力擁壁)</u></p> <p>防波壁 (波返重力擁壁) は、3号炉北側及び防波壁両端部に配置した。3号炉北側についてはケーソン及びMMR (マンメイドロック) を介して岩盤上に設置し、防波壁両端部については堅硬な地山に直接設置した。(ケーソンの構造については参考資料4参照)。なお、砂礫層が分布する箇所については、地盤改良を実施した。重力擁壁は、約10mを1ブロックとした壁体を連続して設置する。このブロック間の境界には、止水性を保持するための止水目地 ((4) a. (f)参照) を設置する。</p> <p>なお、グラウンドアンカー (永久アンカー) を設置しているが、アンカーの効果を期待しなくても、耐震・耐津波性を担保している。</p> <p>防波壁 (波返重力擁壁) の構造概要を第1-21図に示す。</p>  <p>第1-21図 防波壁 (波返重力擁壁) の構造概要図</p> <p>防波壁 (波返重力擁壁) については、3号炉北側の概ね全線にわたり岩盤に支持されているが、一部に砂礫層が介在する箇所に対して地盤改良を実施した。また、2, 3号炉放水路がケーソンを貫通する箇所がある。防波壁 (波返重力擁壁) の縦断面図を第1-22図に、平面図 (止水目地位置含む) を第1-23図に示す。防波壁放水路横断部 (③-③断面) 南側には3号炉放水接合槽、南北両側には放水路、また、東端部 (⑤-⑤断面) 東側にはサイトバンカ建物がそれぞれ隣接している。</p>	<p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載内容の相違</p>

・設備の相違
【女川】
 設備の相違による記
 載内容の相違



第1-22 図 防波壁 (波返重力擁壁) の縦断面図



第1-23 図 防波壁 (波返重力擁壁) の平面図

防波壁 (波返重力擁壁) は、一般部、改良地盤部、放水路貫通部、輪谷部、東端部及び西端部で構成される。特徴は以下のとおり。

- ・防波壁 (波返重力擁壁) 一般部 (①-①断面) については、MMR を介して岩盤に直接設置されたケーソン上に重力擁壁を設置した。
- ・防波壁 (波返重力擁壁) 改良地盤部 (②-②断面) については、ケーソン下部に砂礫層を介在していたことから、高圧噴射攪拌工法による地盤改良を実施した。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>・防波壁(波返重力擁壁)放水路貫通部(③-③断面)については、放水路(幅5.2m×高さ5.2m, 2連)が貫通するケーソン上に重力擁壁を設置した。放水路貫通部の放水路(ケーソン)は重力擁壁を間接支持する構造物とする。</p> <p>・防波壁(波返重力擁壁)輪谷部(④-④断面)については、防波壁(波返重力式擁壁)の東側に位置し、輪谷湾に面しており、防波壁の海側に消波ブロックを設置していない断面である。</p> <p>・防波壁(波返重力擁壁)東端部(⑤-⑤断面)については、地震及び津波による沈下やずれを生じさせないため、岩盤を露出させ、H鋼(H-350×350×12×19)を1m間隔で打設し、重力擁壁を堅硬な地山に直接設置する設計とした。また、前面及び背面をコンクリートで被覆した。</p> <p>・防波壁(波返重力擁壁)西端部(⑥-⑥断面)については、地震及び津波による沈下やずれを生じさせないため、岩盤を露出させ、H鋼(H-350×350×12×19)を1m間隔で打設し、重力擁壁を堅硬な地山に直接設置する設計とした。また、前面及び背面をコンクリートで被覆した。</p> <p>防波壁(波返重力擁壁)一般部の構造を第1-24(1)図に、改良地盤部の構造を第1-24(2)図に、放水路貫通部の構造を第1-24(3)図に、輪谷部の構造を第1-24(4)図に、東端部の構造を第1-24(5)図に、西端部の構造を第1-24(6)図に示す。また、東端部の状況写真を第1-25(1)図に、西端部の状況写真を第1-25(2)図に、防波壁(多重鋼管杭式擁壁)を構成する評価対象部位の役割及び施設の範囲を第1-22表及び第1-26図に、各部位の仕様を第1-23表に示す。</p>	<p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載内容の相違</p>

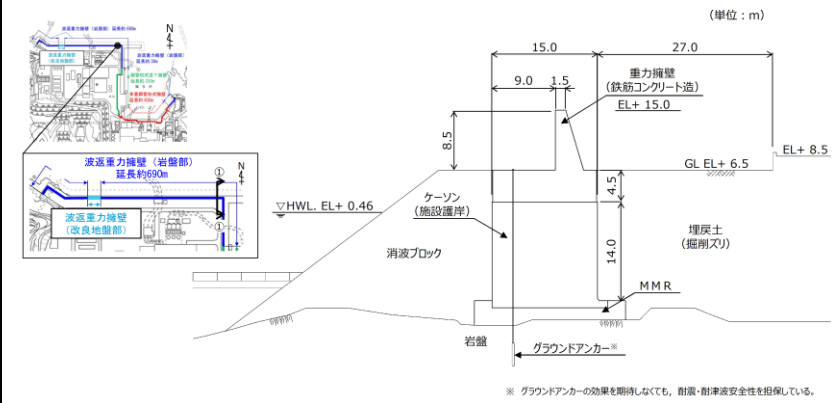
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

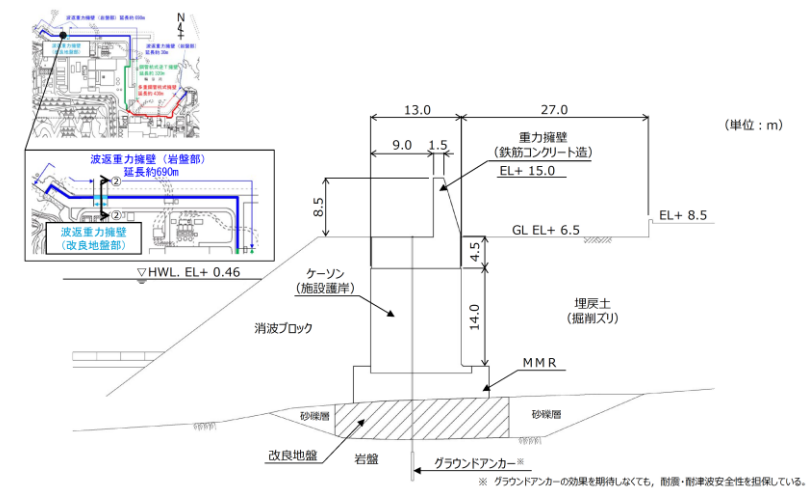
島根原子力発電所 2号炉

備考

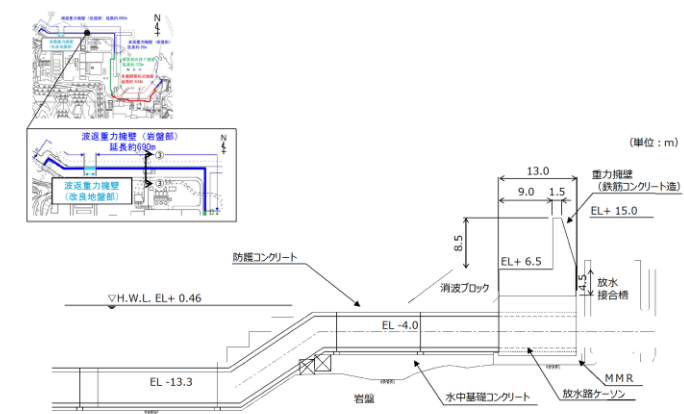
・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記
載内容の相違



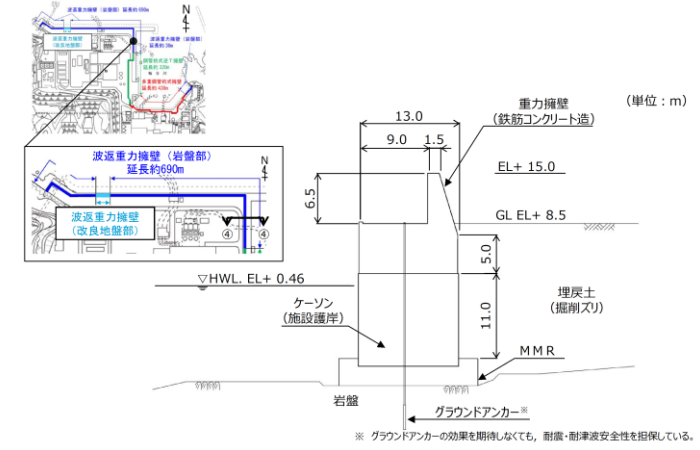
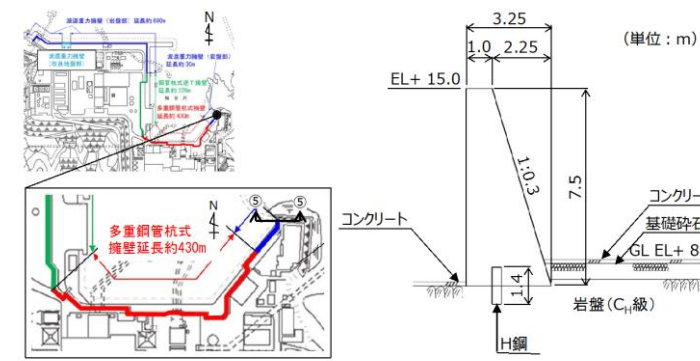
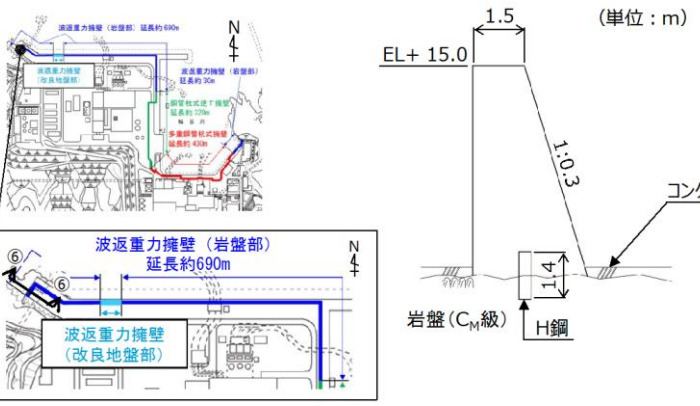
第 1-24(1) 図 防波壁 (波返重力擁壁) 一般部 (①-①) 断面図




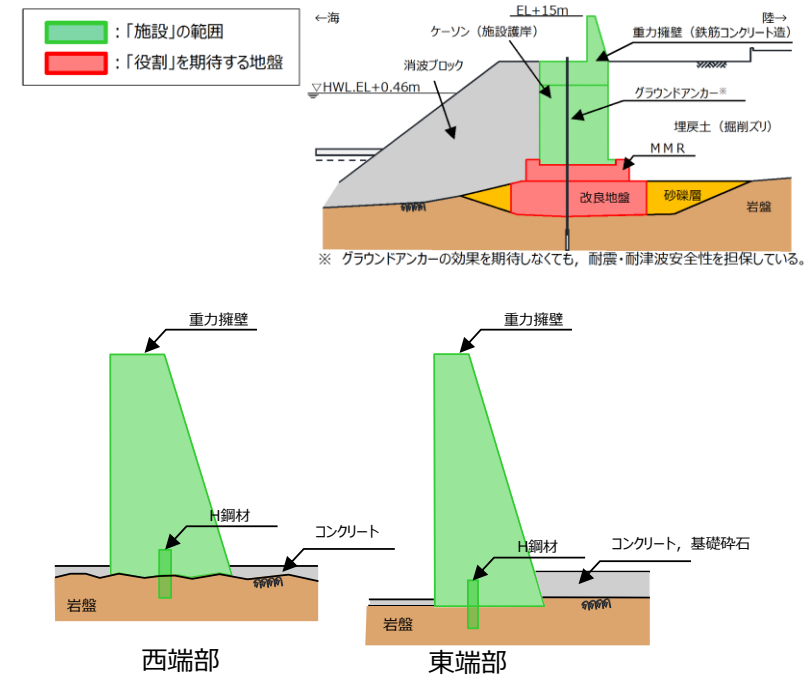
第 1-24(2) 図 防波壁 (波返重力擁壁) 改良地盤部 (②-②) 断面図



第 1-24(3) 図 防波壁 (波返重力擁壁) 放水路貫通部 (③-③) 断面図

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: center;">島根原子力発電所 2号炉</p>  <p style="text-align: center;">第 1-24(4) 図 防波壁 (波返重力擁壁) 輪谷部 (④-④) 断面 図</p>  <p style="text-align: center;">第 1-24(5) 図 防波壁 (波返重力擁壁) 東端部 (⑤-⑤) 断面図</p>  <p style="text-align: center;">第 1-24(6) 図 防波壁 (波返重力擁壁) 西端部 (⑥-⑥) 断面図</p>	<p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																	
		<div data-bbox="1777 294 2481 588">   </div> <p data-bbox="1792 611 2466 646">第 1-25(1) 図 防波壁 (波返重力擁壁) 東端部 状況写真</p> <div data-bbox="1777 751 2496 1081">   </div> <p data-bbox="1792 1104 2466 1140">第 1-25(2) 図 防波壁 (波返重力擁壁) 西端部 状況写真</p> <p data-bbox="1792 1192 2466 1228">第 1-22 表 防波壁 (波返重力擁壁) の評価対象部位の役割</p> <table border="1" data-bbox="1813 1249 2487 1591"> <thead> <tr> <th>評価対象部位</th> <th>役割</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>重力擁壁*</td> <td>止水目地を支持, 遮水性の保持</td> <td></td> </tr> <tr> <td>止水目地*</td> <td>重力擁壁間の遮水性の保持</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ケーソン*</td> <td>重力擁壁を支持</td> <td></td> </tr> <tr> <td>H鋼</td> <td>重力擁壁の滑動を抑制</td> <td>東端部, 西端部に設置</td> </tr> <tr> <td colspan="3">【地盤】</td> </tr> <tr> <td>MMR</td> <td>ケーソン及び重力擁壁を支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与, 難透水性の保持</td> <td>ケーソン梁台下に打設した基礎コンクリート, 24N/mm²</td> </tr> <tr> <td>改良地盤</td> <td>ケーソン及び重力擁壁を支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与, 難透水性の保持</td> <td>基礎地盤 (ケーソン下面と岩盤上面の間に, 砂礫層が介在している区間のみ) 高圧噴射攪拌工法</td> </tr> <tr> <td>岩盤</td> <td>ケーソン及び重力擁壁を支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与</td> <td>基礎地盤</td> </tr> <tr> <td>埋戻土 (掘削スリ), 砂礫層</td> <td>役割に期待しない</td> <td></td> </tr> <tr> <td>消波ブロック</td> <td>役割に期待しない</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="1768 1598 2095 1619">※ 重力擁壁, 止水目地, ケーソンを構造上のバウンダリとする。</p>	評価対象部位	役割	備考	重力擁壁*	止水目地を支持, 遮水性の保持		止水目地*	重力擁壁間の遮水性の保持		ケーソン*	重力擁壁を支持		H鋼	重力擁壁の滑動を抑制	東端部, 西端部に設置	【地盤】			MMR	ケーソン及び重力擁壁を支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与, 難透水性の保持	ケーソン梁台下に打設した基礎コンクリート, 24N/mm ²	改良地盤	ケーソン及び重力擁壁を支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与, 難透水性の保持	基礎地盤 (ケーソン下面と岩盤上面の間に, 砂礫層が介在している区間のみ) 高圧噴射攪拌工法	岩盤	ケーソン及び重力擁壁を支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与	基礎地盤	埋戻土 (掘削スリ), 砂礫層	役割に期待しない		消波ブロック	役割に期待しない		<p data-bbox="2531 300 2807 510">・記載方針の相違 【女川2】 島根 2号炉は, 防波壁 (波返重力擁壁) 東端部の状況写真を記載</p> <p data-bbox="2531 747 2807 957">・記載方針の相違 【女川2】 島根 2号炉は, 防波壁 (波返重力擁壁) 西端部の状況写真を記載</p> <p data-bbox="2531 1194 2807 1362">・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p>
評価対象部位	役割	備考																																		
重力擁壁*	止水目地を支持, 遮水性の保持																																			
止水目地*	重力擁壁間の遮水性の保持																																			
ケーソン*	重力擁壁を支持																																			
H鋼	重力擁壁の滑動を抑制	東端部, 西端部に設置																																		
【地盤】																																				
MMR	ケーソン及び重力擁壁を支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与, 難透水性の保持	ケーソン梁台下に打設した基礎コンクリート, 24N/mm ²																																		
改良地盤	ケーソン及び重力擁壁を支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与, 難透水性の保持	基礎地盤 (ケーソン下面と岩盤上面の間に, 砂礫層が介在している区間のみ) 高圧噴射攪拌工法																																		
岩盤	ケーソン及び重力擁壁を支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与	基礎地盤																																		
埋戻土 (掘削スリ), 砂礫層	役割に期待しない																																			
消波ブロック	役割に期待しない																																			



第 1-26 図 防波壁 (波返重力擁壁) (地盤改良部) における「施設」と「地盤」の区分

第 1-23 表 防波壁 (波返重力擁壁) の各部位の仕様

部位	仕様
【施設】	
重力擁壁	コンクリート: $f'_{ck}=24\text{N/mm}^2$ 鉄筋: SD345
止水目地	ゴムジョイント, シートジョイント: クロコフレングム
ケーソン	プレキャストコンクリート
H鋼	H-350×350×12×19, SM490
【地盤】	
MMR	ケーソン架台に打設した基礎コンクリート, $f'_{ck}=24\text{N/mm}^2$
改良地盤	高圧噴射攪拌工法 (セメント系固化材)

・記載方針の相違
【女川2】
島根 2号炉は, 施設範囲を明示した図面を記載

・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違

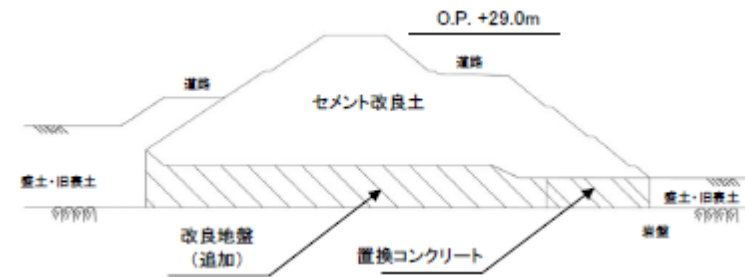
(c)盛土堤防

盛土堤防はセメント改良土の堤体により構成される。また、盛土堤防の海側の道路は堤体の本体部分と連続した構造としている。

盛土堤防の断面図を第 1-18 図に、構成部材とその役割を第 1-19 表に示す。

また、盛土堤防と鋼管式鉛直壁（一般部）の境界部は、鋼管式鉛直壁（一般部）の構造に盛土堤防が重なる構造とする。境界部の概観図を第 1-19 図に示す。

現在設定している材料の仕様については、第 1-20 表のとおりである。



第 1-18 図 盛土堤防断面図

第 1-19 表 盛土堤防の各部位の役割

評価対象部位	主な役割
【施設】	
セメント改良土	堤体高さの維持 難透水性を有し、堤体による止水性の維持
置換コンクリート	基礎地盤のすべり安定性の確保、難透水性の保持
【地盤】	
岩盤	セメント改良土及び置換コンクリートの鉛直支持、基礎地盤のすべり安定性に寄与
改良地盤	セメント改良土の鉛直支持(下方の岩盤に荷重を伝達)、基礎地盤のすべり安定性に寄与、難透水性の保持
盛土・旧表土	セメント改良土及び置換コンクリートの鉛直支持、基礎地盤のすべり安定性に寄与

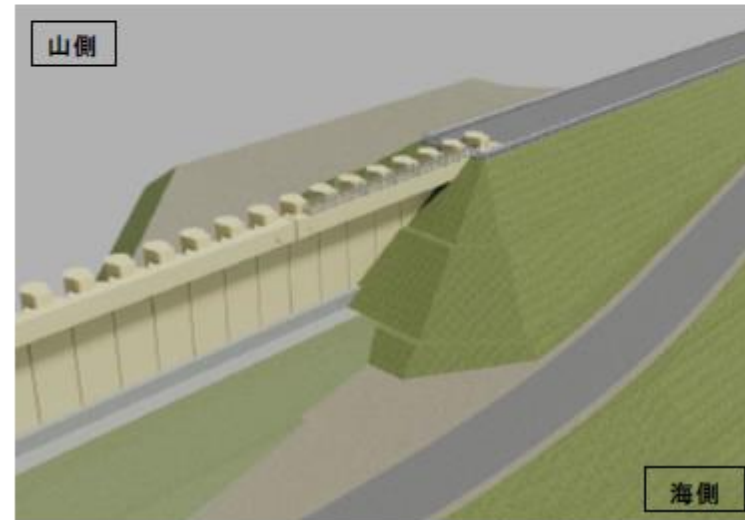
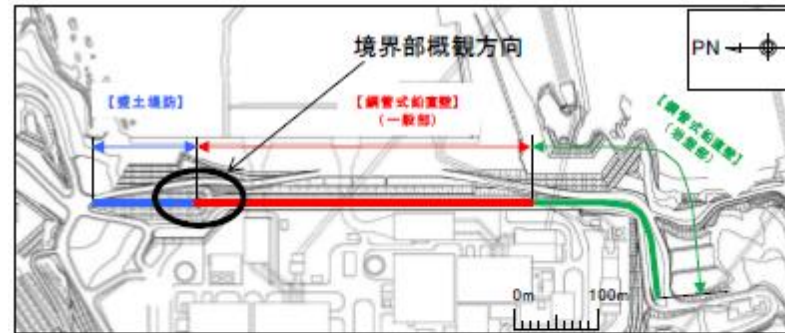
・設備の相違
【女川2】
島根 2号炉には、盛土堤防は無いため、記載無。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



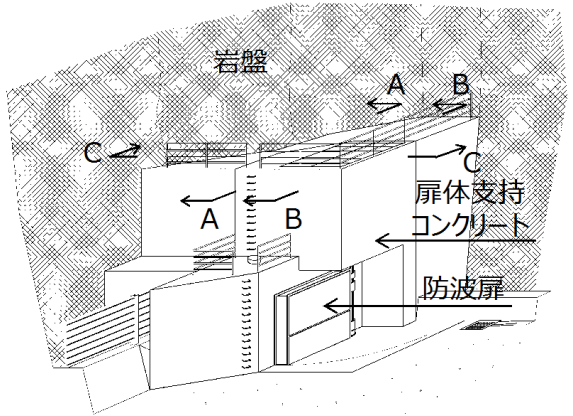
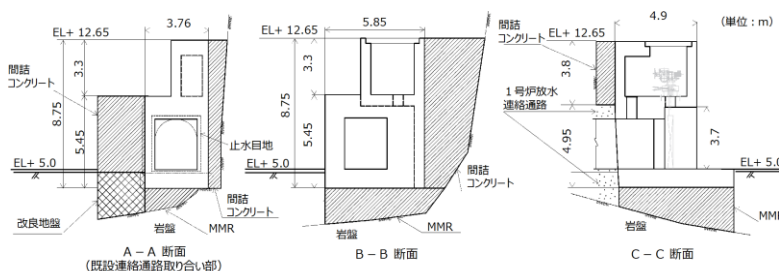
第 1-19 図 盛土堤防と鋼管式鉛直壁の境界部概観図

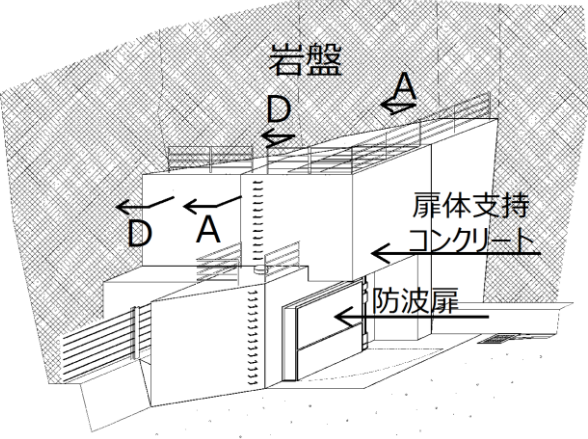
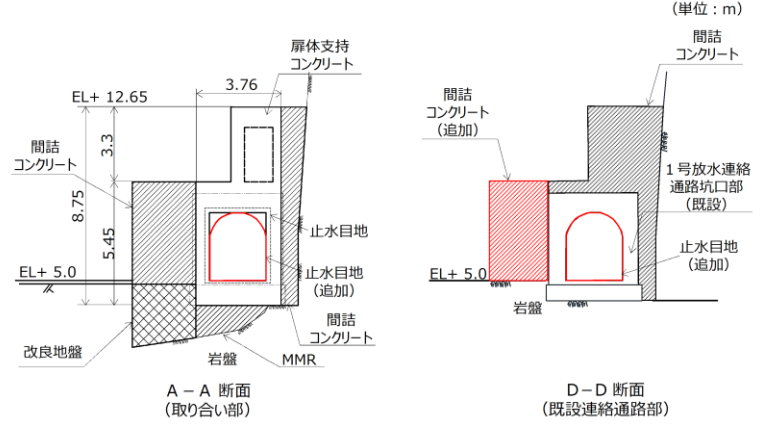
第 1-20 表 盛土堤防を構成する部位と仕様

	部位	仕様
【施設】		
1	セメント改良土	セメント混合処理土
2	置換コンクリート	コンクリート : $f_{ck}=30\text{N/mm}^2$
【地盤】		
3	改良地盤	高圧噴射攪拌工法

・設備の相違
【女川2】
 島根 2号炉には、盛土堤防は無い
 ため、記載無。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(d) 1号放水連絡通路防波扉</p> <p>1号放水連絡通路坑口部(既設)からの津波の流入を防止するため、1号放水連絡通路防波扉を設置した。</p> <p>1号放水連絡通路防波扉は、防波扉及び扉体支持コンクリート(開閉機構を支持する鉄筋コンクリート構造物)で構成される。地震及び津波による沈下やずれを生じさせないため、岩盤を露出させ、MMR(マンメイドロック)を介し、堅硬な地山に設置しており、津波荷重や地震荷重等に対して津波防護機能を十分に保持する設計とした。津波の流入を防止するため、1号放水連絡通路坑口部(既設)と扉体支持コンクリートとの取り合い部に止水目地を設置する。また、両構造物周辺に間詰コンクリートを打設して周辺地山と一体化を図ることにより地震による変形を抑制する設計とした。1号放水連絡通路防波扉の設置位置図を第1-27図に、設置状況写真を第1-28図に、鳥瞰図を1-29図に、断面図を1-30図に示す。</p>  <p>第1-27図 1号放水連絡通路防波扉の位置図</p>  <p>第1-28図 1号放水連絡通路防波扉の設置状況写真</p>	<p>・設備の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>島根2号炉は、放水連絡通路防波扉を有するため記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1810 703 2418 735">第 1-29 図 1号放水連絡通路防波扉の鳥瞰図 (1)</p>  <p data-bbox="1810 1144 2418 1176">第 1-30 図 1号放水連絡通路防波扉の断面図 (1)</p>	<p data-bbox="2537 252 2686 283">・設備の相違</p> <p data-bbox="2537 294 2775 325">【東海第二, 女川2】</p> <p data-bbox="2522 336 2804 462">島根 2号炉は, 1号放水連絡通路防波扉を有するため記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>1号放水連絡通路坑口部（既設）については、一部区間において既設コンクリートが設置されていないため、コンクリートにより補強する。1号放水連絡通路坑口部（既設）及び既設連絡津路取り合い部については、追加で実施するコンクリートにより耐震・耐津波性を有する構造とするが、念のため変形・遮水性能を保持する止水目地を追加で設置する。1号放水連絡通路防波扉の鳥瞰図を第 1-31 図に、断面図を第 1-32 図に、構造部位とその役割及び施設の範囲を第 1-24 表及び第 1-33 図に、評価対象部位の仕様を第 1-25 表に示す。</p>  <p>第 1-31 図 1号放水連絡通路防波扉の鳥瞰図（2）</p>  <p>第 1-32 図 1号放水連絡通路防波扉の断面図（2）</p>	<p>・設備の相違 【東海第二，女川2】 島根 2号炉は，1号放水連絡通路防波扉を有するため記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

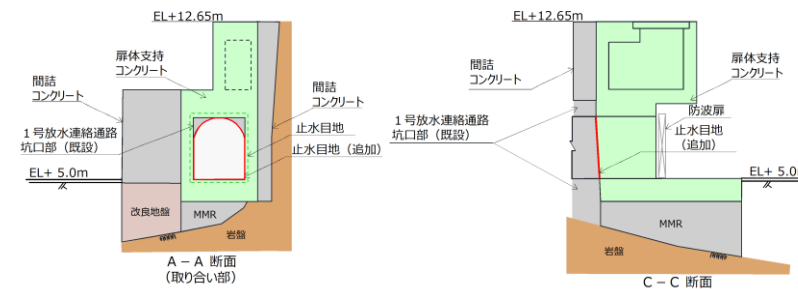
備考

第1-24表 1号放水連絡通路防波扉の各部位の役割

評価対象部位	役割	備考
扉体支持 コンクリート	防波扉（開閉機構含む）の支持、 止水機能の保持	
止水目地	1号炉放水連絡通路間の止水機能の保持	

【地盤】

地盤	役割	備考
MMR	扉体支持コンクリートを支持	基礎地盤
間詰コンクリート	扉体支持コンクリートの変形を抑制	
改良地盤	間詰コンクリートを支持	周辺地盤 表層改良工法
岩盤	扉体支持コンクリートを支持	基礎地盤

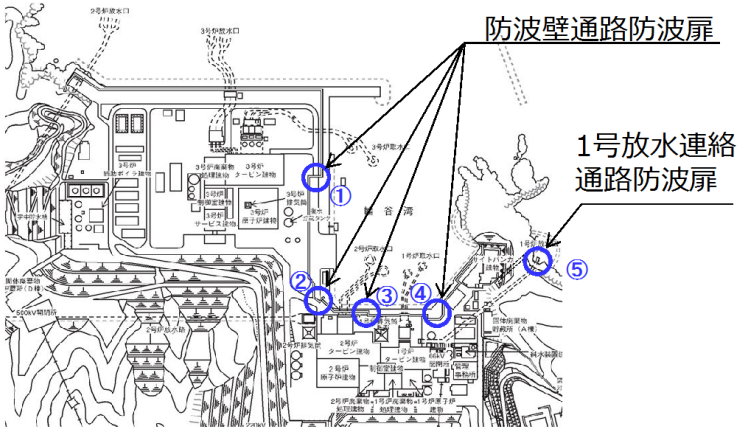


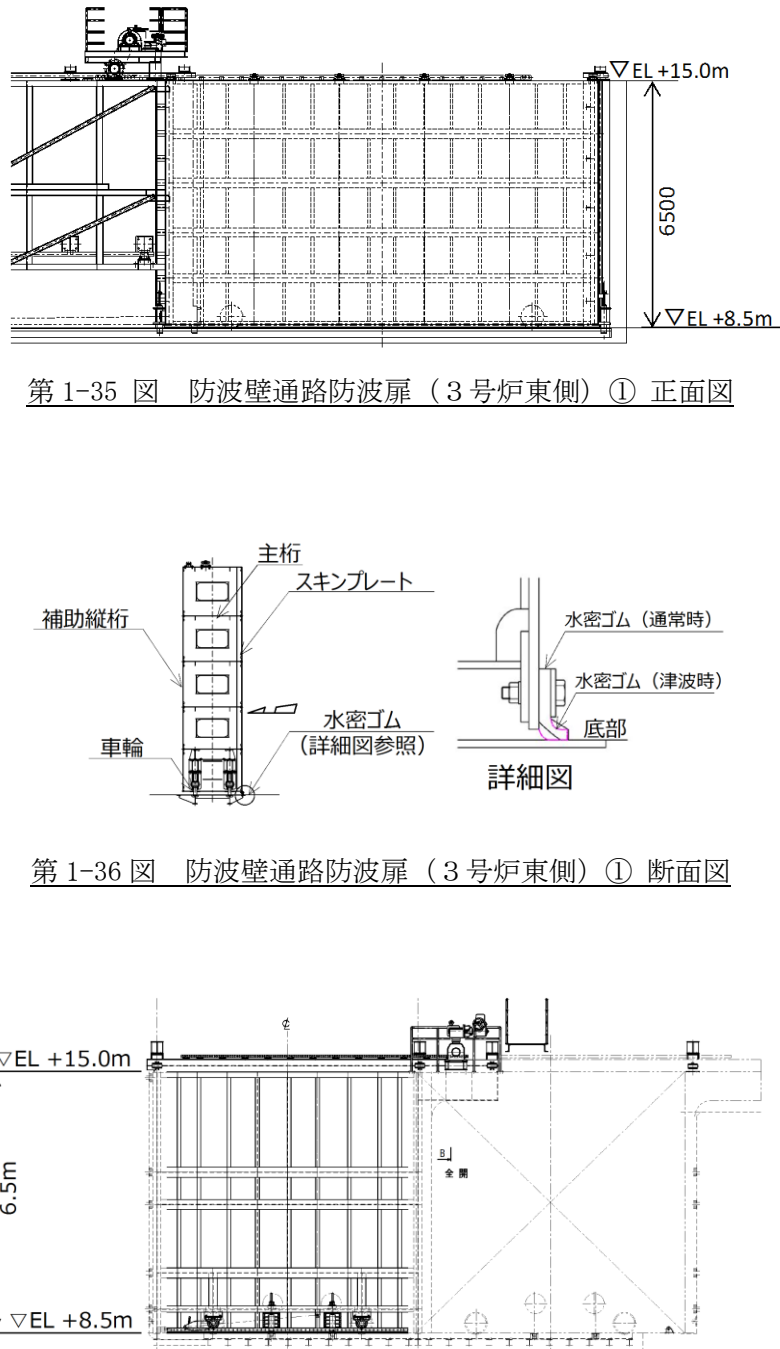
第1-33図 1号放水連絡通路防波扉「施設」の範囲

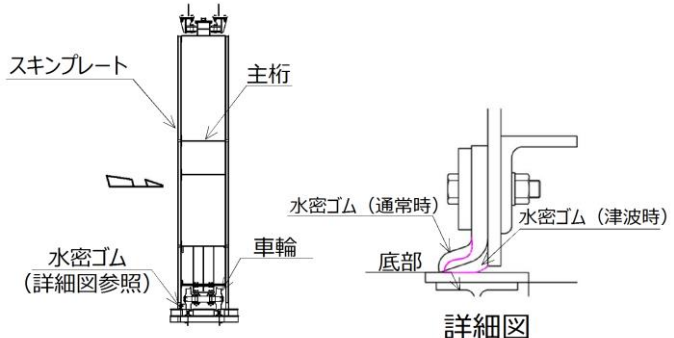
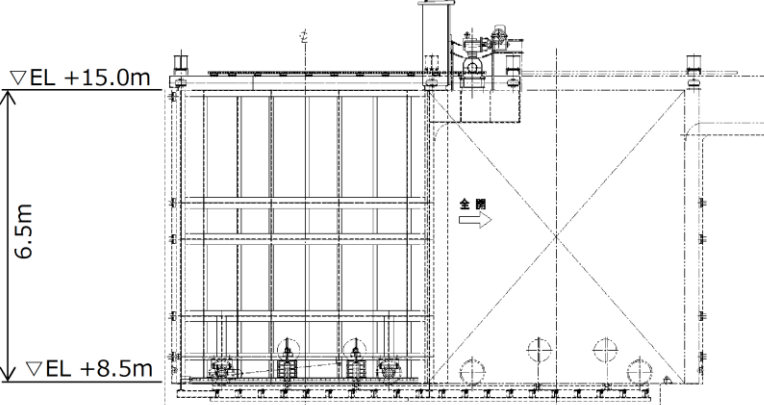
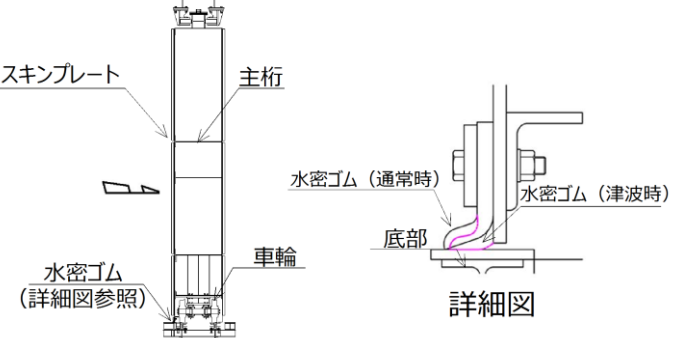
第1-25表 1号放水連絡通路防波扉の各部位の仕様

評価対象部位	仕様
扉体支持 コンクリート	コンクリート：24N/mm ² 鉄筋：SD345
止水目地	ゴム止水材
MMR・ 間詰コンクリート	コンクリート：18N/mm ²
改良地盤	表層改良工法

・設備の相違
【東海第二，女川2】
島根2号炉は，1号放
水連絡通路防波扉を有
するため記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(e)防波扉</p> <p>防波壁通路防波扉は、3号炉東側に1箇所、1、2号炉北側に3箇所、1号放水連絡通路に1箇所の計5箇所に設置しており、鋼製の主桁、補助縦桁及びスキンプレート等により構成される。防波壁通路防波扉は津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能を十分に保持設計とした。3号炉東側の防波扉(①)及び1、2号炉北側の防波扉(②～④)は下部及び側部に設置した水密ゴムにより遮水性を確保している。防波扉下部に設置した水密ゴムは津波による水圧により扉に押し付けられる構造としている(防波扉断面図詳細図参照)。なお、防波壁通路防波扉(1、2号炉北側)については、開状態において扉を支持する受枠構造物が設置されている。この受枠構造物は、上位クラス施設の防波壁に近接していることから、波及的影響を評価するものとする。</p> <p>防波扉の位置図を第1-34図に、構造を第1-35～43図に、設置状況を第1-44～48図に、防波扉を構成する評価対象部位の役割及び施設の範囲を第1-26表及び第1-49図に示す。</p>  <p>第1-34図 防波壁通路防波扉の位置図</p>	<p>・設備の相違</p> <p>【東海第二、女川2】</p> <p>島根2号炉は、防波扉を有するため記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p>第 1-35 図 防波壁通路防波扉 (3号炉東側) ① 正面図</p> <p>第 1-36 図 防波壁通路防波扉 (3号炉東側) ① 断面図</p> <p>第 1-37 図 防波壁通路防波扉 (1, 2号炉北側) ② 正面図</p>	<p>・設備の相違 【東海第二, 女川2】 島根 2号炉は, 防波扉を有するため記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1804 262 2433 577">  </p> <p data-bbox="1762 613 2475 646">第 1-38 図 防波壁通路防波扉 (1, 2号炉北側) ② 断面図</p> <p data-bbox="1762 682 2475 1060">  </p> <p data-bbox="1762 1102 2475 1136">第 1-39 図 防波壁通路防波扉 (1, 2号炉北側) ③ 正面図</p> <p data-bbox="1804 1165 2433 1480">  </p> <p data-bbox="1762 1512 2475 1545">第 1-40 図 防波壁通路防波扉 (1, 2号炉北側) ③ 断面図</p>	<p data-bbox="2534 262 2813 420"> ・設備の相違 【東海第二, 女川2】 島根 2号炉は, 防波扉 を有するため記載 </p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1736 273 2493 672"> </p> <p data-bbox="1765 703 2478 735">第 1-41 図 防波壁通路防波扉 (1, 2号炉北側) ④ 正面図</p> <p data-bbox="1795 745 2448 1081"> </p> <p data-bbox="1765 1102 2478 1134">第 1-42 図 防波壁通路防波扉 (1, 2号炉北側) ④ 断面図</p> <p data-bbox="1751 1176 2493 1701"> </p> <p data-bbox="1736 1732 2507 1816">第 1-43 図 防波壁通路防波扉 (1号放水連絡通路) 正面図・断面図</p>	<p data-bbox="2537 252 2804 420"> ・設備の相違 【東海第二, 女川2】 島根2号炉は, 防波扉を有するため記載 </p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<div data-bbox="1843 254 2398 642" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1774 657 2466 688" data-label="Caption"> <p>第 1-44 図 防波壁通路防波扉 (3号炉北側) ① 設置状況</p> </div> <div data-bbox="1828 806 2407 1215" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1754 1241 2487 1272" data-label="Caption"> <p>第 1-45 図 防波壁通路防波扉 (1, 2号炉北側) ② 設置状況</p> </div>	<p>・設備の相違 【東海第二, 女川2】 島根 2号炉は, 防波扉 を有するため記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<div data-bbox="1834 296 2410 695" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1745 701 2487 737" data-label="Caption"> <p>第 1-46 図 防波壁通路防波扉 (1, 2号炉北側) ③ 設置状況</p> </div> <div data-bbox="1822 942 2410 1350" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1745 1373 2487 1409" data-label="Caption"> <p>第 1-47 図 防波壁通路防波扉 (1, 2号炉北側) ④ 設置状況</p> </div> <div data-bbox="1804 1465 2504 1587" data-label="Text"> <p><u>1号放水連絡通路防波扉 (⑤) は扉前面に設置した下部水密ゴム, 背面に取り付けた側部及び上部水密ゴムにより遮水性を確保している。</u></p> </div> <div data-bbox="1804 1602 2504 1724" data-label="Text"> <p><u>1号放水連絡通路防波扉は開閉時に上昇・下降する機構となっており, 下部水密ゴムは閉状態で押さえ板に押し付けられる構造としている。</u></p> </div>	<p>・設備の相違 【東海第二, 女川2】 島根 2号炉は, 防波扉を有するため記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

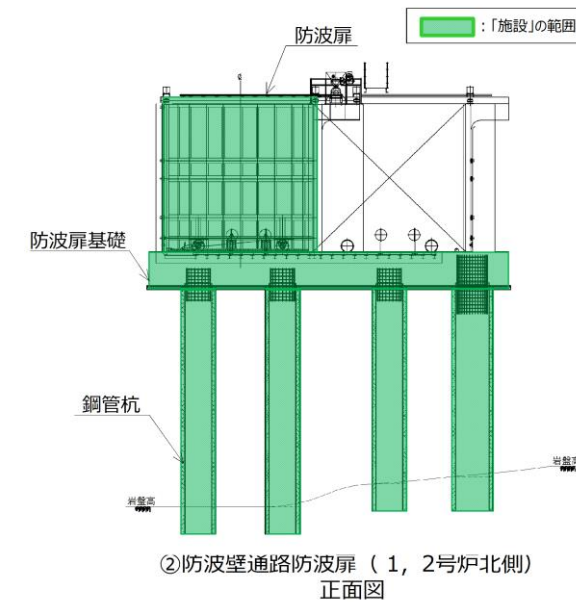
・設備の相違
【東海第二, 女川2】
島根2号炉は, 防波扉を有するため記載



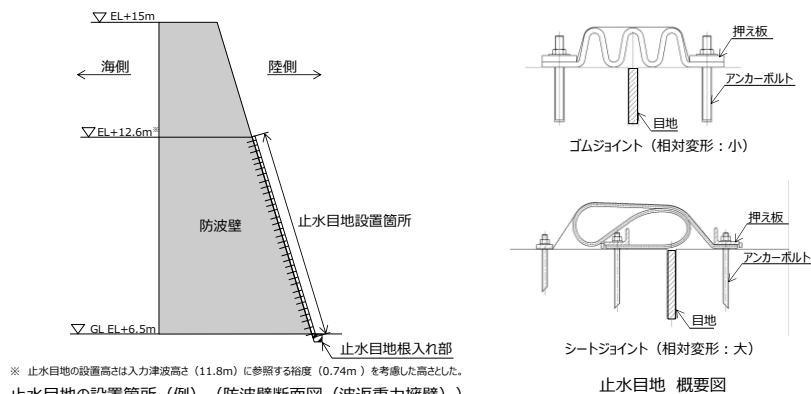
第1-48 図 防波壁通路防波扉 (1号放水連絡通路防波扉) ⑤ 設置状況

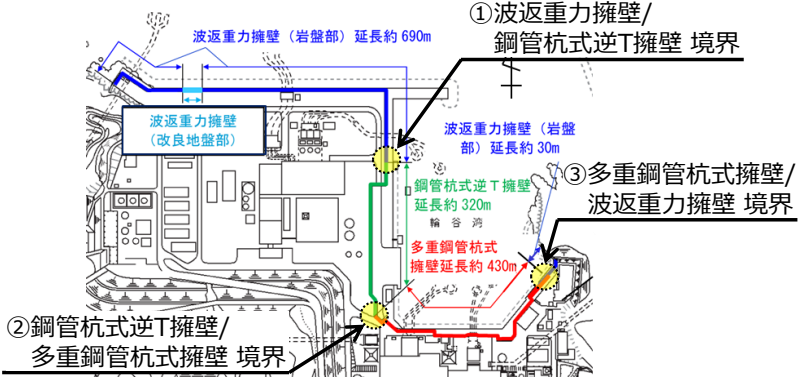
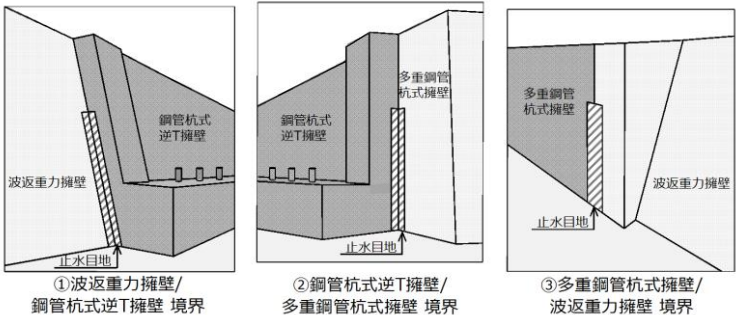
第1-26 表 防波壁通路防波扉の各部位の役割

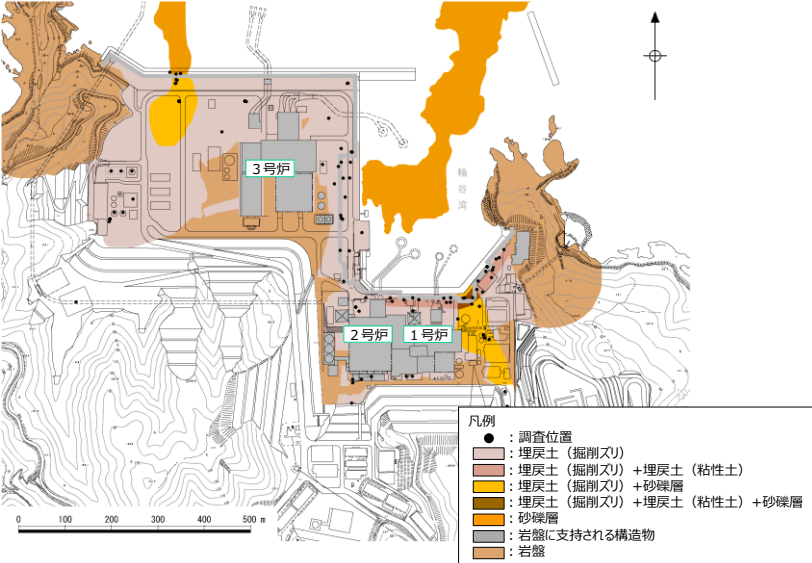
評価対象部位	役割	備考
防波扉	遮水性の保持	
防波扉基礎	防波扉を支持	
鋼管杭	防波扉を支持	
水密ゴム	遮水性の保持	
【地盤】		
改良地盤	鋼管杭の変形を抑制, 難透水性の保持	
岩盤	鋼管杭を支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与	

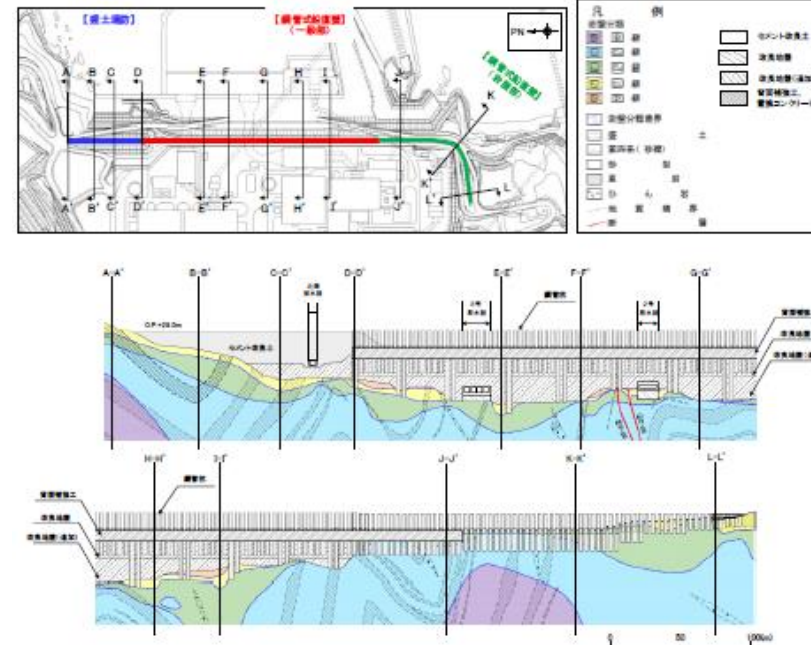


第1-49 図 防波壁通路防波扉「施設」の範囲

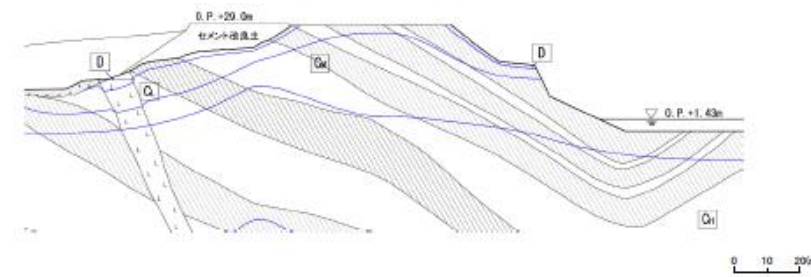
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(f) 止水目地</p> <p>防波壁の施工ブロック間の目地部からの津波の流入を防止するため、止水目地を設置する。なお、防波壁の縦断方向に地形の急変部はないことから、隣合う施工ブロック同士の地震時の変形量及び位相は概ね一致するが、保守的に位相差の影響を考慮した最大相対変形量を算出し、それに応じて決定した仕様を、同一構造型式内のすべての止水目地に採用する。止水目地は、隣接する防波壁の施工ブロック間の地震時の相対変形に応じ、ゴムジョイント又はシートジョイントを採用する。また、遡上する津波波圧に対する耐津波性を有し、入力津波高さを踏まえた設計とする。</p> <p>ゴムジョイント及びシートジョイントは止水性を保持させるため、鋼製部材（押え板、アンカーボルト）で固定する。止水目地の許容変形量、許容水圧及び耐久性は、メーカー規格及び基準を参考に定める。また、施工ブロック間の地震時の相対変形及び津波波圧に対して、メーカー規格及び基準と比較し、上回る場合は性能試験を実施し、許容限界を再設定する。止水目地は、津波漂流物の衝突による損傷を防止するため、防波壁の陸側に設置する。防波壁（波返壁重力式擁壁）を例に止水目地の設置箇所、及び概要図を第1-50図に示す。</p>  <p>※ 止水目地の設置高さは入力津波高さ（11.8m）に参照する相変（0.74m）を考慮した高さとした。 止水目地の設置箇所（例）（防波壁断面図（波返重力擁壁））</p> <p>第1-50図 防波壁の止水目地の設置箇所及び概要図</p>	<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二、女川2】</p> <p>島根2号炉は、止水目地の設計方針を(f)で記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>防波壁には異種構造型式の境界部が3箇所存在するため、構造を擦り付けることで離隔が生じないように設置した。目地からの津波の流入を防止するため、境界に止水目地を設置する。<u>異種構造型式間の止水目地は、隣合う構造型式のそれぞれの最大変形量に位相差を考慮して最大相対変形量を算出し、それに応じて決定した仕様を採用する。</u></p> <p>防波壁構造形式の境界位置図を第1-51図に、境界部の止水目地の形状を第1-52図に示す。</p>  <p>第1-51図 防波壁の構造形式の境界位置図</p>  <p>第1-52図 防波壁構造形式境界部の止水目地形状</p>	<p>・記載方針の相違 【東海第二，女川2】 島根2号炉は，止水目地の設計方針を(f)で記載</p>

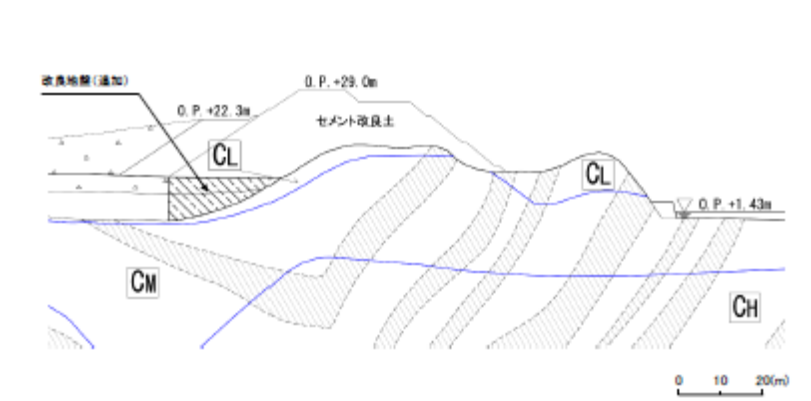
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>b. 防潮堤設置位置の地質構造</p> <p>防潮堤縦断方向の地質構造の分布を第 1-20 図に示す。また、盛土堤防及び鋼管式鉛直壁の地質断面図※を第 1-21 図～第 1-32 図に示す。</p> <p>※：盛土堤防の地質断面図は第 700 回審査会合（女川原子力発電所 2号炉耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価について）で示した置換コンクリート範囲の変更を反映。</p>	<p>b. 防波壁設置位置の地質構造</p> <p>防波壁周辺の被覆層の分布状況及び地山の岩盤の分布状況を第 1-53 図に示す。</p>  <p>第 1-53 図 敷地の被覆層 平面図</p> <p>(a) 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）</p> <p>防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の岩相縦断図を第 1-54 図に、岩級縦断図を第 1-55 図に、地質断面図を第 1-56～60 図に示す。防波壁（多重鋼管杭式擁壁）は、杭を介して主に CM 級及び CH 級岩盤に支持されており、縦断方向に応じた地質変化部は存在しない。</p> <p>また、耐震評価候補断面の整理方針を第 1-27 表に示す。各断面の特徴は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・①-①断面は、鋼管杭を岩盤に根入れしている。また、周辺には埋戻土（掘削ズリ）等が分布している。 ・②-②断面は、鋼管杭を岩盤に根入れしている。また、周辺には埋戻土（掘削ズリ）、砂礫層等が分布している ・③-③断面は、鋼管杭を岩盤に根入れしている。また、周辺には埋戻土（掘削ズリ）等が分布している。 ・④-④断面は、鋼管杭を岩盤に根入れしている。また、周辺には埋戻土（掘削ズリ）が分布している。 ・⑤-⑤断面は、鋼管杭を岩盤に根入れする。また、周辺には埋戻土（掘削ズリ）等が分布している。 	<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>女川2及び島根 2号炉は、防波壁設置位置の地質構造を記載</p> <p>【女川2】</p> <p>島根 2号炉は、防波壁周辺の被覆層の分布状況及び地山の岩盤の分布状況を記載</p> <p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・記載方針の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>島根 2号炉は、防波壁の構造形式別に地質構造を記載。また、各断面の地質の特徴を記載。</p>



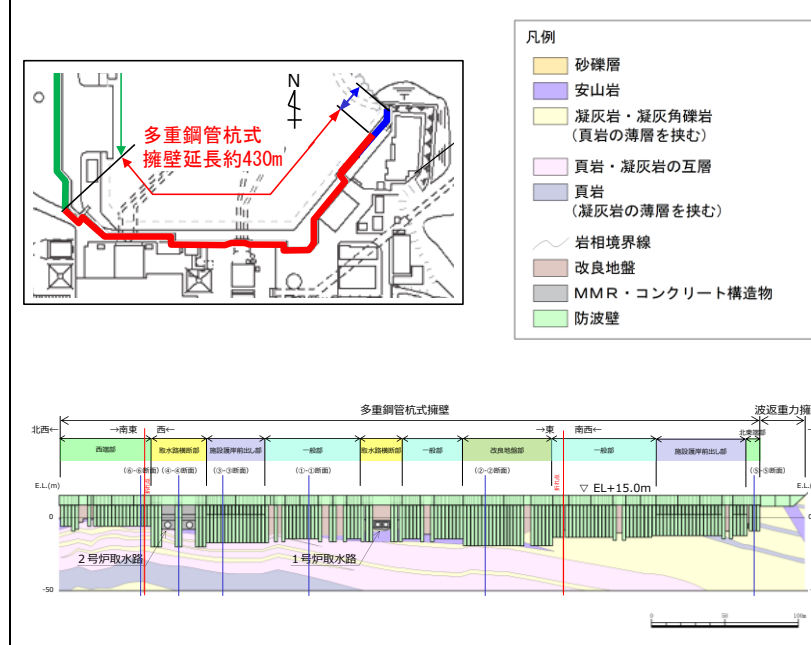
第 1-20 図 防潮堤の地質構造分布 (縦断面図)



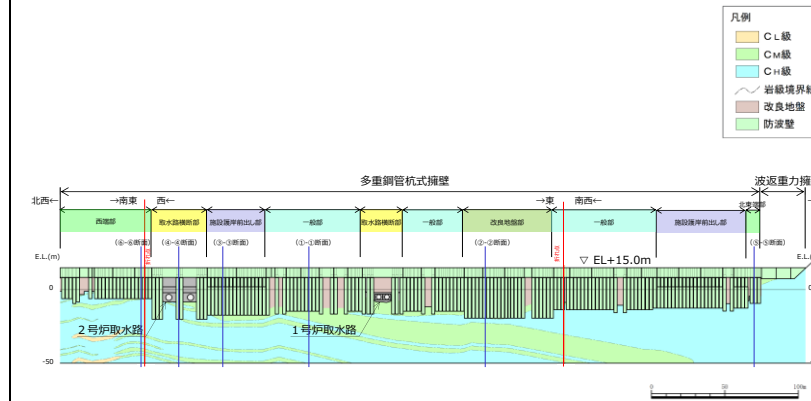
第 1-21 図 防潮堤 盛土堤防 横断面図 (A-A')



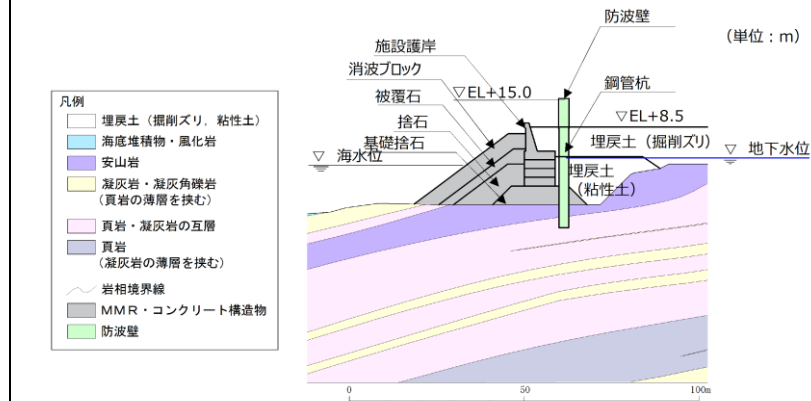
第 1-22 図 防潮堤 盛土堤防 横断面図 (B-B')



第 1-54 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の岩相縦断面図

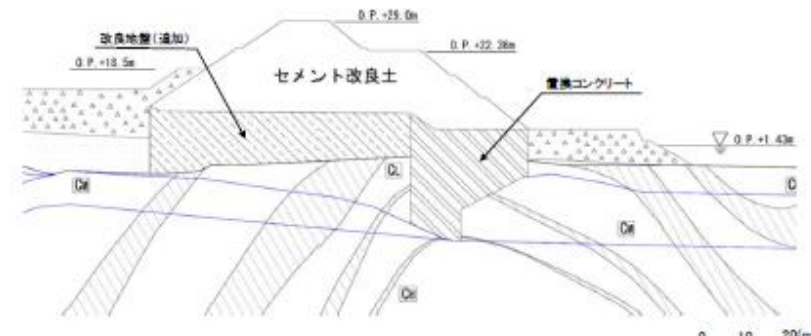


第 1-55 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の岩級縦断面図

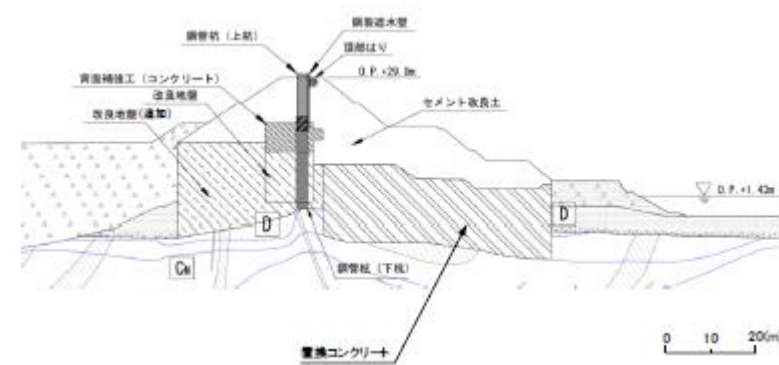


第 1-56 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の地質断面図 (①-①)

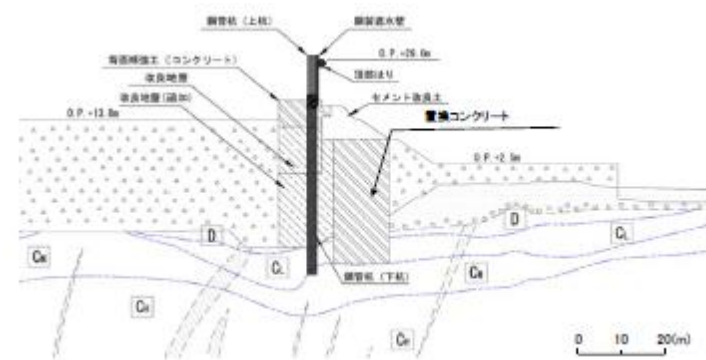
・地質状況の相違
【女川2】
地質状況の相違による記載内容の相違



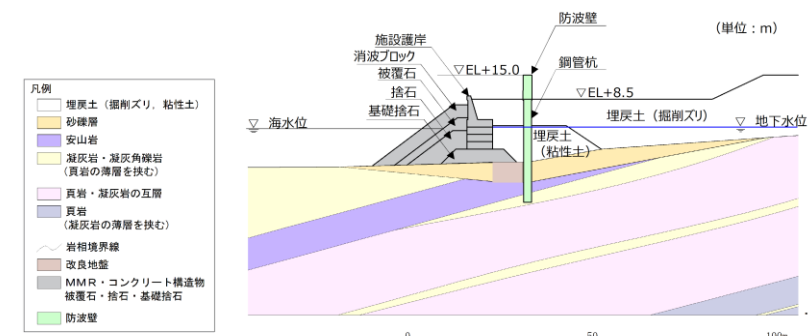
第1-23 図 防潮堤 盛土堤防 横断図 (C-C')



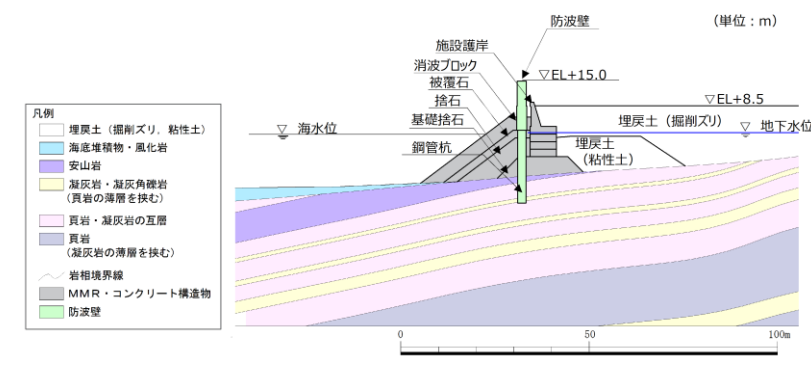
第1-24 図 防潮堤 盛土堤防及び鋼管式鉛直壁 (一般部) 横断図 (D-D')



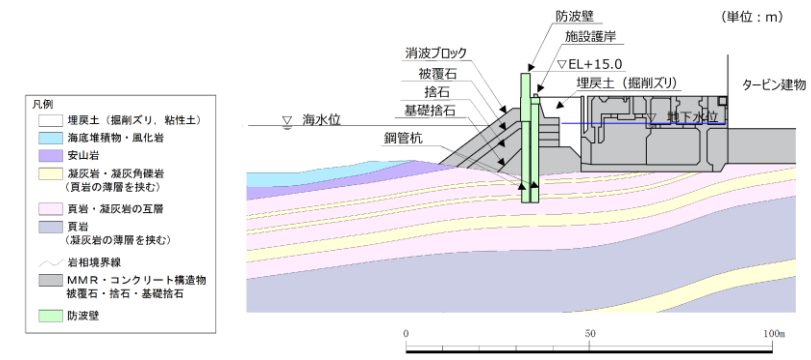
第1-25 図 防潮堤 鋼管式鉛直壁 (一般部) 横断図 (E-E')



第1-57 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の地質断面図 (②-②)



第1-58 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の地質断面図 (③-③)



第1-59 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の地質断面図 (④-④)

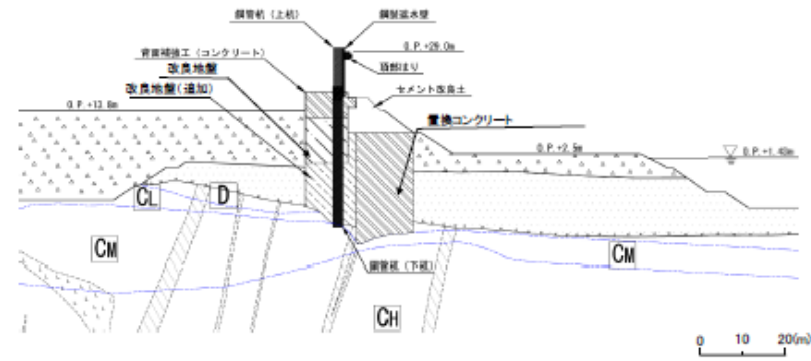
・地質状況の相違
【女川2】
地質状況の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

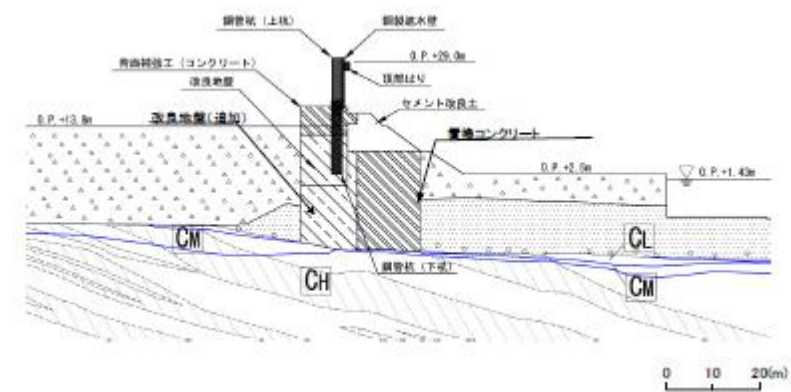
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

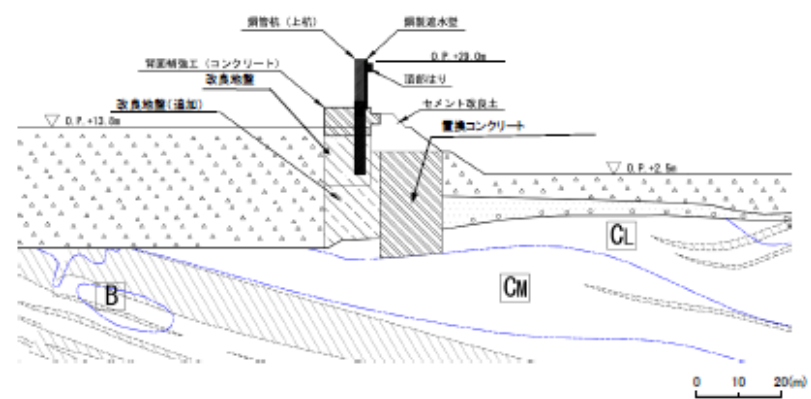
備考



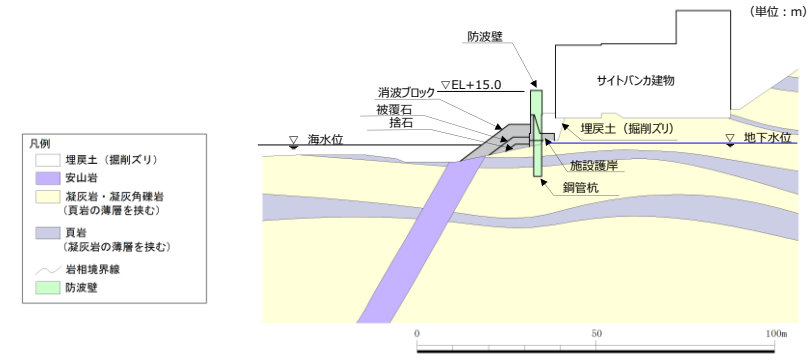
第1-26 図 防潮堤 鋼管式鉛直壁 (一般部) 横断面図 (F-F')



第1-27 図 防潮堤 鋼管式鉛直壁 (一般部) 横断面図 (G-G')

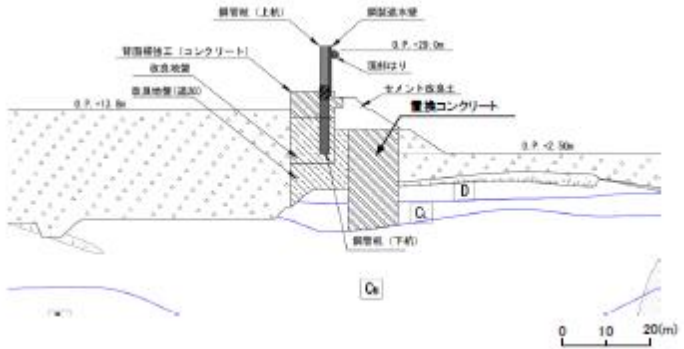
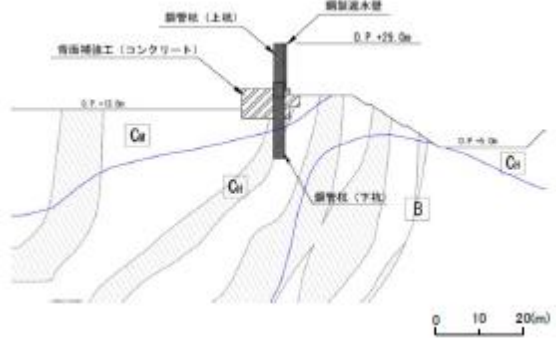
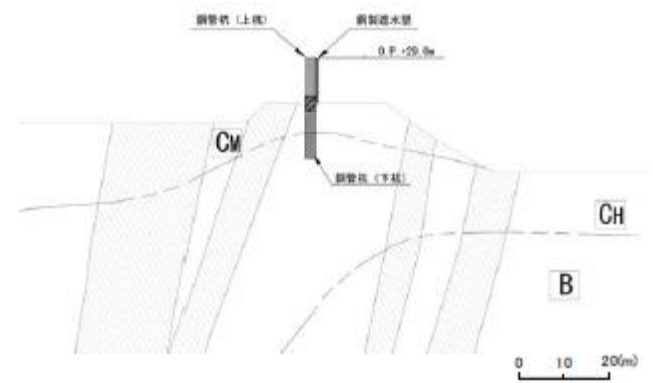


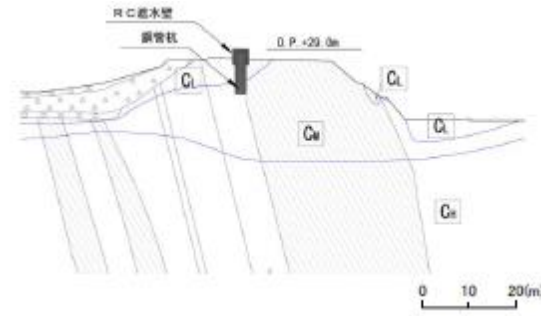
第1-28 図 防潮堤 鋼管式鉛直壁 (一般部) 横断面図 (H-H')



第1-60 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の地質断面図 (5-5)

・地質状況の相違
【女川2】
 地質状況の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	 <p data-bbox="964 651 1676 682">第1-29 図 防潮堤 鋼管式鉛直壁 (一般部) 横断面図 (I-I')</p>  <p data-bbox="964 1144 1676 1176">第1-30 図 防潮堤 鋼管式鉛直壁 (岩盤部) 横断面図 (J-J')</p>  <p data-bbox="964 1774 1676 1806">第1-31 図 防潮堤 鋼管式鉛直壁 (岩盤部) 横断面図 (K-K')</p>		<p data-bbox="2537 252 2789 420">・地質状況の相違 【女川2】 地質状況の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	 <p data-bbox="964 567 1676 598">第1-32 図 防潮堤 鋼管式鉛直壁 (岩盤部) 横断面 (L-L')</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・地質状況の相違 <p>【女川2】</p> <p>地質状況の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

**第1-27表 耐震評価候補断面の整理
(防波壁(多重鋼管杭式擁壁))**

・記載方針の相違
【女川2】
島根2号炉は耐震評価候補断面の整理を記載

観点		防波壁(多重鋼管杭式擁壁)	
		一般部(①-①断面)	改良地盤部(②-②断面)
要求機能		津波防護施設	津波防護施設
①間接支持する設備		なし	なし
②構造的特徴	形式	・線状構造物 ・多重鋼管杭式擁壁は、鋼管杭4.5本程度を標準とした壁体を連続して設置している。 ・被覆コンクリート壁は、下部の鋼管杭から連続する鋼管杭を鉄筋コンクリートで被覆した部材で構成されている。	・線状構造物 ・多重鋼管杭式擁壁は、鋼管杭6本程度を標準とした壁体を連続して設置している。 ・被覆コンクリート壁は、下部の鋼管杭から連続する鋼管杭を鉄筋コンクリートで被覆した部材で構成されている。
	寸法	・被覆コンクリート壁：幅2.40m、高さ6.80m ・鋼管杭：φ1.60～2.20m	・被覆コンクリート壁：幅2.40m、高さ6.80m ・鋼管杭：φ1.60～2.20m
③周辺状況	周辺地質	・鋼管杭を根入れ深さ5.0m程度で主にCM級岩盤に打設し、支持されている。 ・周辺地質は、埋戻土(掘削スリ)及び埋戻土(粘性土)が分布している。 ・地表面から岩盤までの深さ：18.1m	・鋼管杭を根入れ深さ5.0m程度で主にCM級岩盤に打設し、支持されている。 ・周辺地質は、埋戻土(掘削スリ)及び埋戻土(粘性土)が分布し、基礎持石の下側に改良地盤及び砂層が分布している。 ・地表面から岩盤までの深さ：22.9m
	地下水位 [※]	・解析結果等を踏まえて整理する。	・解析結果等を踏まえて整理する。
隣接構造物	横断方向	・北側に施設護岸が隣接する。 ・南側に埋戻土(掘削スリ)上に直接基礎形式で設置された北口管橋が隣接する。	・北側に施設護岸が隣接する。 ・北東側に埋戻土(掘削スリ)上に直接基礎形式で設置された管理事務所4号館が隣接する。
	縦断方向	なし	なし
④地震力特性		・観点③での整理のとおり、周辺地質の差はないため、観点④での断面選定は不要である。	
⑤床応答特性		・間接支持する設備なし。	

観点		防波壁(多重鋼管杭式擁壁)	
		施設護岸前出し部(③-③断面)	取水路横断部(④-④断面)
要求機能		津波防護施設	津波防護施設
①間接支持する設備		なし	なし
②構造的特徴	形式	・線状構造物 ・多重鋼管杭式擁壁は、鋼管杭8本程度を標準とした壁体を連続して設置している。 ・被覆コンクリート壁は、下部の鋼管杭から連続する鋼管杭を鉄筋コンクリートで被覆した部材で構成されている。	・線状構造物 ・多重鋼管杭式擁壁は、鋼管杭16本程度による壁体を設置している。 ・被覆コンクリート壁は、下部の鋼管杭から連続する鋼管杭を鉄筋コンクリートで被覆した部材で構成されている。
	寸法	・被覆コンクリート壁：幅2.40m、高さ13.00m ・鋼管杭：φ1.60～2.20m	・被覆コンクリート壁：幅2.40m、高さ13.00m ・鋼管杭：φ1.60～2.20m(海側、陸側に2列配置)
③周辺状況	周辺地質	・鋼管杭を根入れ深さ5.0m程度で主にCM級岩盤に打設し、支持されている。 ・周辺地質は、埋戻土(掘削スリ)及び埋戻土(粘性土)が分布している。 ・地表面から岩盤までの深さ：20.8m	・鋼管杭を根入れ深さ7.0m程度で主にCM級及びCH級岩盤に打設し、支持されている。 ・周辺地質は、埋戻土(掘削スリ)が分布している。 ・地表面から岩盤までの深さ：16.8m
	地下水位 [※]	・解析結果等を踏まえて整理する。	・解析結果等を踏まえて整理する。
隣接構造物	横断方向	・南側に施設護岸が隣接する。	・南側に施設護岸及び2号炉取水槽が隣接する。
	縦断方向	なし	なし
④地震力特性		・観点③での整理のとおり、周辺地質の差はないため、観点④での断面選定は不要である。	
⑤床応答特性		・間接支持する設備なし。	

観点		防波壁(多重鋼管杭式擁壁)	
		北東端部(⑤-⑤断面)	西端部(⑥-⑥断面)
要求機能		津波防護施設	津波防護施設
①間接支持する設備		なし	なし
②構造的特徴	形式	・線状構造物 ・多重鋼管杭式擁壁は、鋼管杭4本を標準とした壁体を設置している。 ・被覆コンクリート壁は、下部の鋼管杭から連続する鋼管杭を鉄筋コンクリートで被覆した部材で構成されている。	・線状構造物 ・多重鋼管杭式擁壁は、鋼管杭5本程度による壁体を連続して設置している。 ・被覆コンクリート壁は、下部の鋼管杭から連続する鋼管杭を鉄筋コンクリートで被覆した部材で構成されている。
	寸法	・被覆コンクリート壁：幅3.25m、高さ6.80m ・鋼管杭：φ1.60～2.20m	・被覆コンクリート壁：幅2.40m、高さ6.80m ・鋼管杭：φ1.80～2.20m
③周辺状況	周辺地質	・鋼管杭を根入れ深さ5.0m程度で主にCH級岩盤に打設し、支持されている。 ・周辺地質は、埋戻土(掘削スリ)及び埋戻土(粘性土)が分布している。 ・地表面から岩盤までの深さ：12.7m	・鋼管杭を根入れ深さ5.0m程度で主にCM級及びCH級岩盤に打設し、支持されている。 ・周辺地質は、埋戻土(掘削スリ)が分布している。 ・地表面から岩盤までの深さ：9.5m
	地下水位 [※]	・解析結果等を踏まえて整理する。	・解析結果等を踏まえて整理する。
隣接構造物	横断方向	・施設護岸上に鋼管杭を設置している。 ・東側に岩盤上に直接基礎形式で設置されたサイトバンカ建物が隣接する。	・北東側に施設護岸が隣接する。
	縦断方向	・異種構造形式(波返重力擁壁)が隣接する。	・異種構造形式(鋼管杭式逆T擁壁)が隣接する。
④地震力特性		・観点③での整理のとおり、周辺地質の差はないため、観点④での断面選定は不要である。	
⑤床応答特性		・間接支持する設備なし。	

※ 地下水位は解析等による地下水位に係る検討結果を踏まえて詳細設計段階で設定する。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(b)防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)</p> <p>防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)の岩相縦断面図を第1-61図に、岩級縦断面図を第1-62図に、地質断面図を第1-63～65図に示す。防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)は、杭を介して主にCM級及びCH級岩盤に支持されており、縦断方向に応じた地質変化部は存在しない。</p> <p>また、耐震評価候補断面の整理方針を第1-28表に示す。</p> <p><u>各断面の特徴は以下のとおり。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・①-①断面は、鋼管杭を岩盤に根入れしている。また、周辺の埋戻土(掘削ズリ)を地盤改良している。 ・③-③断面は、鋼管杭を岩盤に根入れする。また、周辺の埋戻土(掘削ズリ)を地盤改良している。 ・⑤-⑤断面は、鋼管杭を岩盤に根入れする。また、周辺の埋戻土(掘削ズリ)を地盤改良している。 <div data-bbox="1872 940 2353 1205" style="text-align: center;"> </div> <div data-bbox="1739 1251 2475 1528" style="text-align: center;"> </div> <p>第1-61 図 防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) の岩相縦断面図</p>	<p>・地質状況の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>地質状況の相違による記載内容の相違</p>

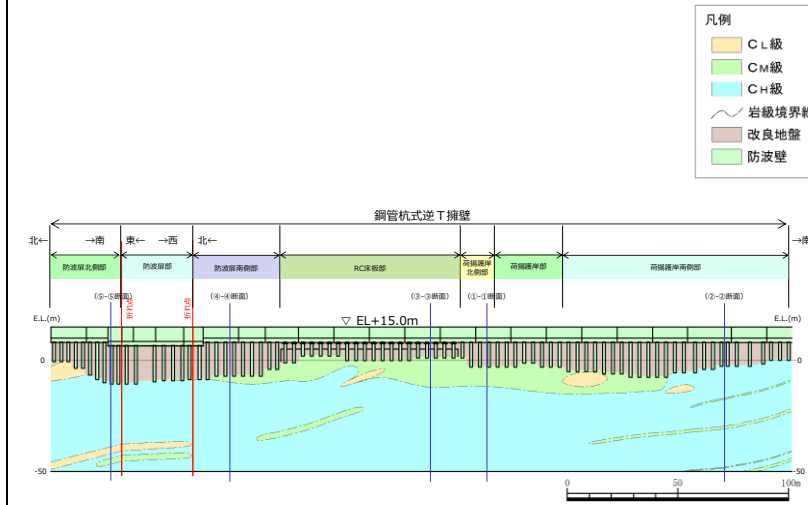
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

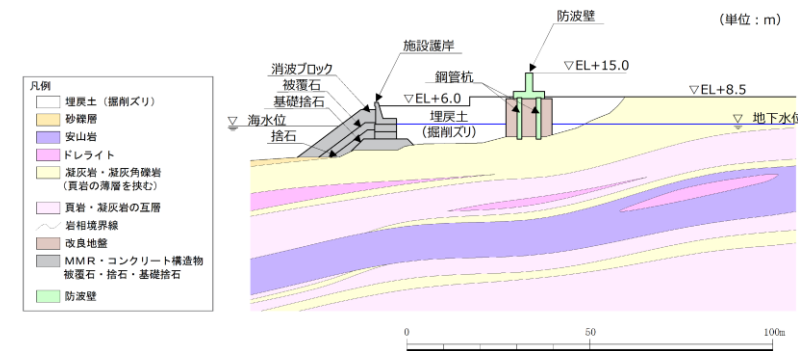
島根原子力発電所 2号炉

備考

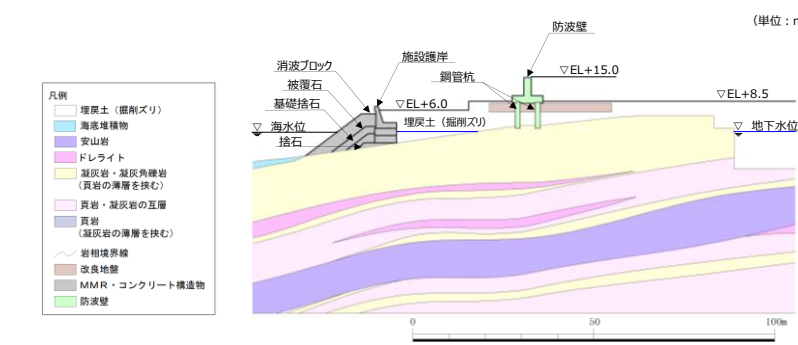
・地質状況の相違
【女川2】
地質状況の相違による
記載内容の相違



第1-62 図 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の岩級縦断面図



第1-63 図 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の地質断面図 (①-①)



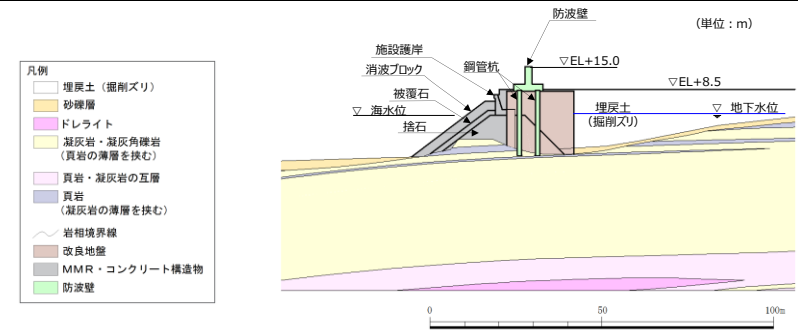
第1-64 図 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の地質断面図 (③-③)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



第1-65 図 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の地質断面図（⑤-⑤）

第1-28 表 耐震評価候補断面の整理
（防波壁（鋼管杭式逆T擁壁））

観点	防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）	
	高揚護岸北側部（①-①断面）	高揚護岸南側部（②-②断面）
要求機能	津波防護施設	津波防護施設
①間接支持する設備	なし	なし
②構造的 特徴	形式	・線状構造物 ・鉄筋コンクリート構造物 ・鋼管杭8本を1ブロックとした壁体を連続して設置した。
	寸法	・逆T擁壁：幅8.5m、高さ7.0m ・鋼管杭：φ1.3m
③周辺 状況	周辺地質	・鋼管杭を根入れ0.5m程度で主にCM級岩盤に対して打設し、支持されている。 ・周辺地質は埋戻土（掘削スリ）及び改良地盤が分布している。 ・地表面から岩盤までの深さ：10.3m
	地下水位 [※]	・解析結果等を踏まえて整理する。
	隣接構造物	横断方向 なし 縦断方向 ・異種構造形式（多重鋼管杭式擁壁）が隣接する。
④地震力特性	・観点③での整理のとおり、周辺地質の差はないため、観点④での断面選定は不要である。	
⑤床応答特性	・間接支持する設備なし。	

観点	防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）	
	RC床板部（③-③断面）	防波壁南側部（④-④断面）
要求機能	津波防護施設	津波防護施設
①間接支持する設備	なし	なし
②構造的 特徴	形式	・線状構造物 ・鉄筋コンクリート構造物 ・鋼管杭8本を1ブロックとした壁体を連続して設置した。
	寸法	・逆T擁壁：幅8.5m、高さ7.0m ・鋼管杭：φ1.3m
③周辺 状況	周辺地質	・鋼管杭を根入れ0.5m程度で主にCM級岩盤に対して打設し、支持されている。 ・周辺地質は埋戻土（掘削スリ）及び改良地盤が分布している。なお、一部岩盤が深い区間において、防波壁前面のみ改良地盤を設置している。 ・地表面から岩盤までの深さ：6.3m
	地下水位 [※]	・解析結果等を踏まえて整理する。
	隣接構造物	横断方向 なし 縦断方向 なし
④地震力特性	・観点③での整理のとおり、周辺地質の差はないため、観点④での断面選定は不要である。	
⑤床応答特性	・間接支持する設備なし。	

・地質状況の相違
【女川2】
地質状況の相違による記載内容の相違

・記載方針の相違
【女川2】
島根2号炉は耐震評価候補断面の整理を記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																		
		<table border="1"> <tr> <td>観点</td> <td colspan="2">防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">防波壁北側部 (⑤-⑤断面)</td> </tr> <tr> <td>要求機能</td> <td colspan="2">津波防護施設</td> </tr> <tr> <td>①間接支持する設備</td> <td colspan="2">・なし</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">②構造的特徴</td> <td>形式</td> <td>・線状構造物 ・鉄筋コンクリート構造物 ・鋼管杭6本又は10本を1ブロックとした壁体を連続して設置した。</td> </tr> <tr> <td>寸法</td> <td>・逆T擁壁：幅8.5m、高さ8.5m ・鋼管杭：φ1.3m</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">③周辺状況</td> <td>周辺地質</td> <td>・鋼管杭を根入れ0.5m程度で主にCM級岩盤に対して打設し、支持されている。 ・周辺地質は埋戻土 (掘削ズリ) 及び改良地盤が分布している。 ・捨石部の一部については、地盤改良を実施している。 ・地表面から岩盤までの深さ：16.5m</td> </tr> <tr> <td>地下水位*</td> <td>・解析結果等を踏まえて整理する。</td> </tr> <tr> <td>隣接構造物</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>横断方向</td> <td>・東側に施設護岸が隣接する。</td> </tr> <tr> <td>縦断方向</td> <td>・異種構造形式 (波返重力擁壁) が隣接する。</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>④地震力特性</td> <td colspan="2">・観点③での整理のとおり、周辺地質の差はないため、観点④での断面選定は不要である。</td> </tr> <tr> <td>⑤床応答特性</td> <td colspan="2">・間接支持する設備なし。</td> </tr> </table> <p>※ 地下水位は解析等による地下水位に係る検討結果を踏まえて詳細設計段階で設定する。</p> <p>(c) 防波壁 (波返重力擁壁)</p> <p>防波壁 (波返重力擁壁) 岩相縦断面図を第 1-66 図 に、岩級縦断面図を第 1-67 図 に、地質断面図を 第 1-68 図～第 1-73 図に示す。防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) は、直接又はケーソンを介して主に CM 級及び CH 級岩盤に支持されており、縦断方向に応じた地質変化部は存在しない。</p> <p>また、耐震評価候補断面の整理方針を第 1-29 表に示す。各断面の特徴は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・①-①断面は、岩盤上にケーソンを介して重力擁壁を設置した。また、背面の周辺地盤には埋戻土 (掘削ズリ) が分布している。 ・②-②断面は、岩盤上の砂礫層を高圧噴射攪拌工法により地盤改良し、その上部にケーソンを介して重力擁壁を設置した。また、背面の周辺地盤には埋戻土 (掘削ズリ) が分布している。 ・③-③断面は、防波壁下部のケーソンを 3 号炉放水路が貫通している。 ・④-④断面は、岩盤上にケーソンを介して重力擁壁を設置した。また、背面の周辺地盤には埋戻土 (掘削ズリ) が分布している。 ・⑤-⑤断面は、岩盤上に直接、重力擁壁を設置した。 ・⑥-⑥断面は、岩盤上に直接、重力擁壁を設置した。 	観点	防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)			防波壁北側部 (⑤-⑤断面)		要求機能	津波防護施設		①間接支持する設備	・なし		②構造的特徴	形式	・線状構造物 ・鉄筋コンクリート構造物 ・鋼管杭6本又は10本を1ブロックとした壁体を連続して設置した。	寸法	・逆T擁壁：幅8.5m、高さ8.5m ・鋼管杭：φ1.3m	③周辺状況	周辺地質	・鋼管杭を根入れ0.5m程度で主にCM級岩盤に対して打設し、支持されている。 ・周辺地質は埋戻土 (掘削ズリ) 及び改良地盤が分布している。 ・捨石部の一部については、地盤改良を実施している。 ・地表面から岩盤までの深さ：16.5m	地下水位*	・解析結果等を踏まえて整理する。	隣接構造物	<table border="1"> <tr> <td>横断方向</td> <td>・東側に施設護岸が隣接する。</td> </tr> <tr> <td>縦断方向</td> <td>・異種構造形式 (波返重力擁壁) が隣接する。</td> </tr> </table>	横断方向	・東側に施設護岸が隣接する。	縦断方向	・異種構造形式 (波返重力擁壁) が隣接する。	④地震力特性	・観点③での整理のとおり、周辺地質の差はないため、観点④での断面選定は不要である。		⑤床応答特性	・間接支持する設備なし。		<p>・設備の相違</p> <p>【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・記載方針の相違</p> <p>【女川2】 島根 2 号炉は、防波壁の構造形式別に地質構造を記載。また、各断面の地質の特徴を記載。</p>
観点	防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)																																				
	防波壁北側部 (⑤-⑤断面)																																				
要求機能	津波防護施設																																				
①間接支持する設備	・なし																																				
②構造的特徴	形式	・線状構造物 ・鉄筋コンクリート構造物 ・鋼管杭6本又は10本を1ブロックとした壁体を連続して設置した。																																			
	寸法	・逆T擁壁：幅8.5m、高さ8.5m ・鋼管杭：φ1.3m																																			
③周辺状況	周辺地質	・鋼管杭を根入れ0.5m程度で主にCM級岩盤に対して打設し、支持されている。 ・周辺地質は埋戻土 (掘削ズリ) 及び改良地盤が分布している。 ・捨石部の一部については、地盤改良を実施している。 ・地表面から岩盤までの深さ：16.5m																																			
	地下水位*	・解析結果等を踏まえて整理する。																																			
	隣接構造物	<table border="1"> <tr> <td>横断方向</td> <td>・東側に施設護岸が隣接する。</td> </tr> <tr> <td>縦断方向</td> <td>・異種構造形式 (波返重力擁壁) が隣接する。</td> </tr> </table>	横断方向	・東側に施設護岸が隣接する。	縦断方向	・異種構造形式 (波返重力擁壁) が隣接する。																															
横断方向	・東側に施設護岸が隣接する。																																				
縦断方向	・異種構造形式 (波返重力擁壁) が隣接する。																																				
④地震力特性	・観点③での整理のとおり、周辺地質の差はないため、観点④での断面選定は不要である。																																				
⑤床応答特性	・間接支持する設備なし。																																				

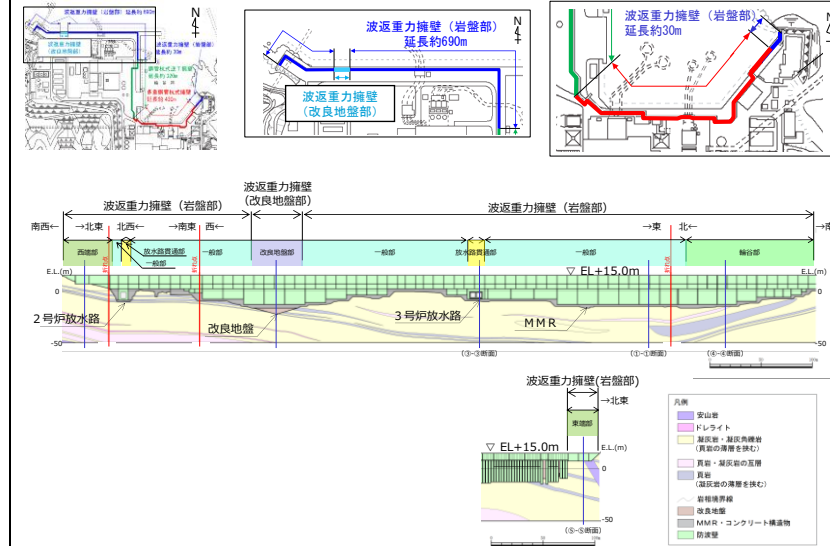
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

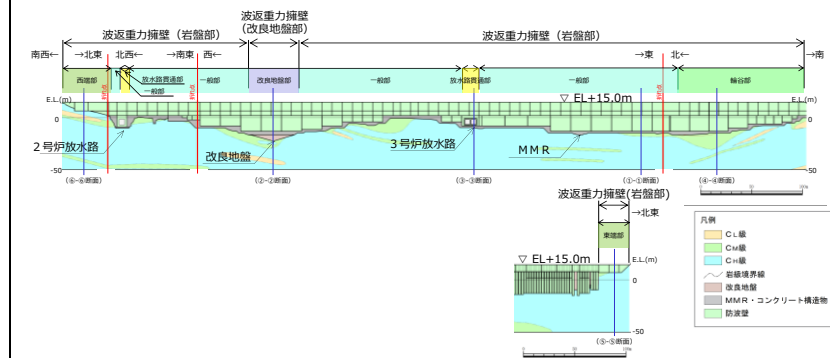
島根原子力発電所 2号炉

備考

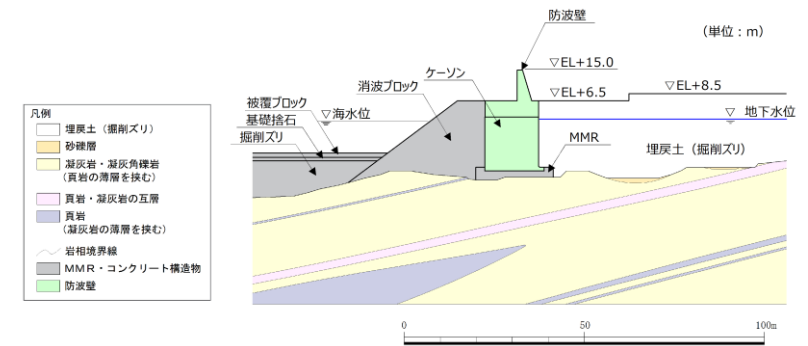
・地質状況の相違
【女川2】
地質状況の相違による記載内容の相違



第 1-66 図 防波壁 (波返重力擁壁) の岩相縦断面図



第 1-67 図 防波壁 (波返重力擁壁) の岩級縦断面図



第 1-68 図 防波壁 (波返重力擁壁) の地質断面図 (①-①)

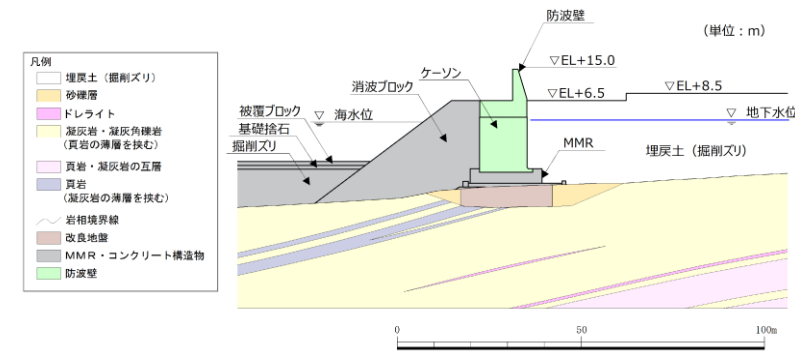
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

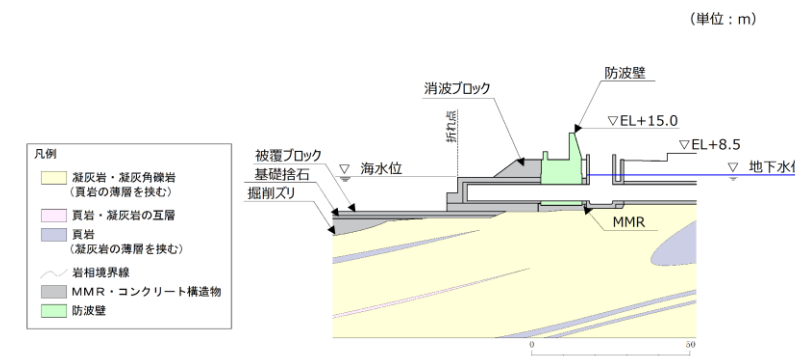
島根原子力発電所 2号炉

備考

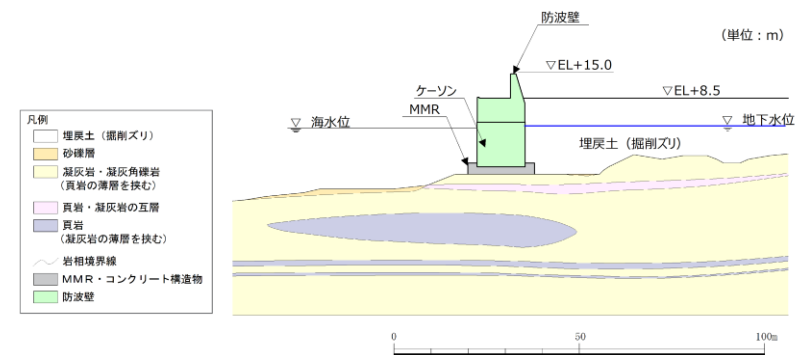
・地質状況の相違
【女川2】
地質状況の相違による記載内容の相違



第 1-69 図 防波壁 (波返重力擁壁) の地質断面図 (②-②)



第 1-70 図 防波壁 (波返重力擁壁) の地質断面図 (③-③)



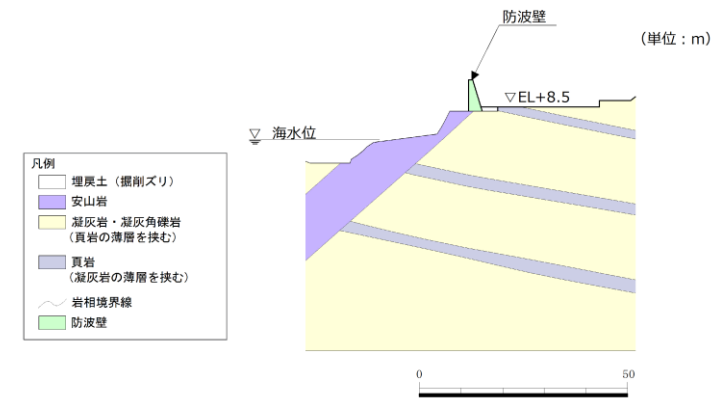
第 1-71 図 防波壁 (波返重力擁壁) の地質断面図 (④-④)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

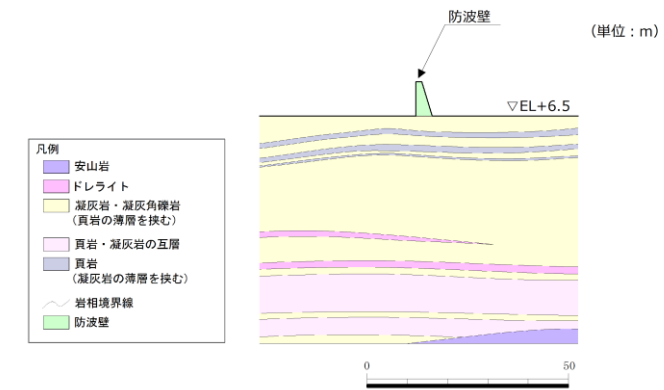
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



第 1-72 図 防波壁 (波返重力擁壁) の地質断面図 (⑤-⑤)



第 1-73 図 防波壁 (波返重力擁壁) の地質断面図 (⑥-⑥)

第 1-29 表 耐震評価候補断面の整理
(防波壁 (波返重力擁壁))

観点	防波壁 (波返重力擁壁)			
	一般部 (①-①断面)	改良地盤部 (②-②断面)	放水路貫通部 (③-③断面)	
要求機能	津波防護施設		津波防護施設	
① 間接支持する設備	なし	なし	なし	
② 構造的特徴	形式	・線状構造物 ・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置している。	・線状構造物 ・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置している。	
	寸法	・幅1.50m ・高さ8.50m (地上部のみ)	・幅1.50m ・高さ8.50m (地上部のみ)	・幅1.50m ・高さ8.50m (地上部のみ)
③ 周辺状況	周辺地質	・ケーソンを介して主にCM級岩盤に支持される。 ・周辺地質は、埋戻土 (埋戻スリ) が分布している。 ・地表面から岩盤までの深さ: 21.2m	・高圧噴射攪拌工法により地盤改良を実施している改良地盤部が存在する。 ・ケーソンを介して主にCM級岩盤または改良地盤に支持される。 ・周辺地質は、埋戻土 (埋戻スリ) 及び砂礫層が分布している。 ・地表面から岩盤までの深さ: 29.0m	・ケーソンを介して主にCH級岩盤に支持される。 ・周辺地質は、埋戻土 (埋戻スリ) が分布している。 ・地表面から岩盤までの深さ: 16.3m
	地下水位 [※]	・解析結果等を踏まえて整理する。	・解析結果等を踏まえて整理する。	・解析結果等を踏まえて整理する。
間接構造物	横断方向	なし	なし	・南北両側に号炉放水路が隣接する。 ・南側に放水路合槽が隣接する。
	縦断方向	なし	なし	なし
④ 地震力特性	・観点③での整理のため、周辺地質の差はないため、観点④での断面選定は不要である。			
⑤ 床応答特性	・間接支持する設備なし。			

・地質状況の相違
【女川2】
地質状況の相違による記載内容の相違

・記載方針の相違
【女川2】
島根2号炉は耐震評価候補断面の整理を記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																		
	<p>c. <u>防潮堤</u>に作用する荷重と部位の役割</p> <p><u>防潮堤</u>は、<u>鋼管式鉛直壁 (一般部)</u>、<u>鋼管式鉛直壁 (岩盤部)</u>及び<u>盛土堤防</u>の3つの構造形式に分かれているが、それぞれに作用する荷重に対し各部位が所要の機能を発揮して構造成立性を確保することが必要であることから、作用する荷重、構造体の変形モード及び各部位の役割について、地震時、津波時及び重畳時（津波＋余震時）に分けて整理する。</p> <p>(a) 地震時</p> <p>i. <u>鋼管式鉛直壁 (一般部)</u></p> <p>地震時において、<u>鋼管式鉛直壁 (一般部)</u>の各部位は、地震荷重及び地震後に来る津波に対して<u>防潮堤</u>の機能（津波に対する止水性）を維持するため、<u>第1-21表</u>及び<u>第1-22表</u>に示す役割を有する。</p> <p><u>鋼管式鉛直壁 (一般部)</u>における地震時の変形モード及び荷重図を<u>第1-33図</u>に示す。</p>	<table border="1" data-bbox="1751 252 2487 619"> <thead> <tr> <th rowspan="2">観点</th> <th colspan="3">防波壁 (波返重力擁壁)</th> </tr> <tr> <th>軸谷部 (④-④断面)</th> <th>東端部 (⑤-⑤断面)</th> <th>西端部 (⑥-⑥断面)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>要求機能</td> <td colspan="3">津波防護施設</td> </tr> <tr> <td>①間接支持する設備</td> <td>-なし</td> <td>-なし</td> <td>-なし</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">②構造的 特徴</td> <td>形式</td> <td>-線状構造物 ・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置している。 ・下部部にH鋼 (H-350×350×12×19) を1m間隔で設置している。</td> <td>-線状構造物 ・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置している。 ・壁部にかけて岩盤に張り付く。 ・下部部にH鋼 (H-350×350×12×19) を1m間隔で設置している。</td> <td>-線状構造物 ・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置している。 ・壁部にかけて岩盤に張り付く。 ・下部部にH鋼 (H-350×350×12×19) を1m間隔で設置している。</td> </tr> <tr> <td>寸法</td> <td>・幅1.50m ・高さ6.50m (地上部のみ)</td> <td>・幅1.00m ・高さ7.50m</td> <td>・幅1.50m ・高さ8.50m</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">③周辺 状況</td> <td>周辺地質</td> <td>・ケーンを介して主にCM級岩盤に支持される。 ・周辺地質は、埋戻土 (掘削土) が分布している。 ・地表面から岩盤までの深さ：23.2m</td> <td>・主にCM級岩盤に直接支持される。 ・地表面から岩盤までの深さ：0.0m</td> <td>・CM級岩盤に直接支持される。 ・地表面から岩盤までの深さ：0.0m</td> </tr> <tr> <td>地下水位*</td> <td>・解析結果等を踏まえて整理する。</td> <td>・解析結果等を踏まえて整理する。</td> <td>・解析結果等を踏まえて整理する。</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">隣接構 造物</td> <td>横断 方向</td> <td>-なし</td> <td>・東側に岩盤上に直接基礎形式で設置されたサイトン力建築物が隣接する。</td> <td>-なし</td> </tr> <tr> <td>縦断 方向</td> <td>・異種構造形式 (鋼管杭式逆T擁壁) が隣接する。</td> <td>・異種構造形式 (多重鋼管杭式擁壁) が隣接する。</td> <td>-なし</td> </tr> <tr> <td>④地震力特性</td> <td colspan="3">・観点③での整理のとおり、周辺地質の差はないため、観点④での断面選定は不要である。</td> </tr> <tr> <td>⑤床応答特性</td> <td colspan="3">・間接支持する設備なし。</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">※ 地下水位は解析等による地下水位に係る検討結果を踏まえて詳細設計段階で設定する。</p> <p>c. <u>防波壁</u>に作用する荷重と部位の役割</p> <p><u>防波壁</u>は、<u>多重鋼管杭式擁壁</u>、<u>鋼管杭式逆T擁壁</u>及び<u>波返重力擁壁</u>の3つの構造形式に分かれているが、それぞれに作用する荷重に対し各部位が所要の機能を発揮して構造成立性を確保することが必要であることから、作用する荷重、構造体の変形モード及び各部位の役割について、地震時及び津波時に分けて整理する。</p> <p>(a) 地震時</p> <p>i. <u>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)</u></p> <p>地震時において、<u>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)</u>の各部位は、地震荷重及び地震後に来る津波に対して<u>防波壁</u>の機能（津波に対する止水性）を維持するため、<u>第1-30表</u>及び<u>第1-31表</u>に示す役割を有する。</p> <p><u>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)</u>における地震時の変形モード及び荷重図を<u>第1-74図</u>に示す。</p>	観点	防波壁 (波返重力擁壁)			軸谷部 (④-④断面)	東端部 (⑤-⑤断面)	西端部 (⑥-⑥断面)	要求機能	津波防護施設			①間接支持する設備	-なし	-なし	-なし	②構造的 特徴	形式	-線状構造物 ・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置している。 ・下部部にH鋼 (H-350×350×12×19) を1m間隔で設置している。	-線状構造物 ・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置している。 ・壁部にかけて岩盤に張り付く。 ・下部部にH鋼 (H-350×350×12×19) を1m間隔で設置している。	-線状構造物 ・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置している。 ・壁部にかけて岩盤に張り付く。 ・下部部にH鋼 (H-350×350×12×19) を1m間隔で設置している。	寸法	・幅1.50m ・高さ6.50m (地上部のみ)	・幅1.00m ・高さ7.50m	・幅1.50m ・高さ8.50m	③周辺 状況	周辺地質	・ケーンを介して主にCM級岩盤に支持される。 ・周辺地質は、埋戻土 (掘削土) が分布している。 ・地表面から岩盤までの深さ：23.2m	・主にCM級岩盤に直接支持される。 ・地表面から岩盤までの深さ：0.0m	・CM級岩盤に直接支持される。 ・地表面から岩盤までの深さ：0.0m	地下水位*	・解析結果等を踏まえて整理する。	・解析結果等を踏まえて整理する。	・解析結果等を踏まえて整理する。	隣接構 造物	横断 方向	-なし	・東側に岩盤上に直接基礎形式で設置されたサイトン力建築物が隣接する。	-なし	縦断 方向	・異種構造形式 (鋼管杭式逆T擁壁) が隣接する。	・異種構造形式 (多重鋼管杭式擁壁) が隣接する。	-なし	④地震力特性	・観点③での整理のとおり、周辺地質の差はないため、観点④での断面選定は不要である。			⑤床応答特性	・間接支持する設備なし。			<ul style="list-style-type: none"> ・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違 ・設計方針の相違 【女川2】 島根2号炉は、参考資料6に示すとおり、「津波＋余震時」の外力は、「地震時」又は「津波時」の外力に包絡されることから、重畳時の検討を省略 ・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違
観点	防波壁 (波返重力擁壁)																																																				
	軸谷部 (④-④断面)	東端部 (⑤-⑤断面)	西端部 (⑥-⑥断面)																																																		
要求機能	津波防護施設																																																				
①間接支持する設備	-なし	-なし	-なし																																																		
②構造的 特徴	形式	-線状構造物 ・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置している。 ・下部部にH鋼 (H-350×350×12×19) を1m間隔で設置している。	-線状構造物 ・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置している。 ・壁部にかけて岩盤に張り付く。 ・下部部にH鋼 (H-350×350×12×19) を1m間隔で設置している。	-線状構造物 ・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置している。 ・壁部にかけて岩盤に張り付く。 ・下部部にH鋼 (H-350×350×12×19) を1m間隔で設置している。																																																	
	寸法	・幅1.50m ・高さ6.50m (地上部のみ)	・幅1.00m ・高さ7.50m	・幅1.50m ・高さ8.50m																																																	
③周辺 状況	周辺地質	・ケーンを介して主にCM級岩盤に支持される。 ・周辺地質は、埋戻土 (掘削土) が分布している。 ・地表面から岩盤までの深さ：23.2m	・主にCM級岩盤に直接支持される。 ・地表面から岩盤までの深さ：0.0m	・CM級岩盤に直接支持される。 ・地表面から岩盤までの深さ：0.0m																																																	
	地下水位*	・解析結果等を踏まえて整理する。	・解析結果等を踏まえて整理する。	・解析結果等を踏まえて整理する。																																																	
隣接構 造物	横断 方向	-なし	・東側に岩盤上に直接基礎形式で設置されたサイトン力建築物が隣接する。	-なし																																																	
	縦断 方向	・異種構造形式 (鋼管杭式逆T擁壁) が隣接する。	・異種構造形式 (多重鋼管杭式擁壁) が隣接する。	-なし																																																	
④地震力特性	・観点③での整理のとおり、周辺地質の差はないため、観点④での断面選定は不要である。																																																				
⑤床応答特性	・間接支持する設備なし。																																																				

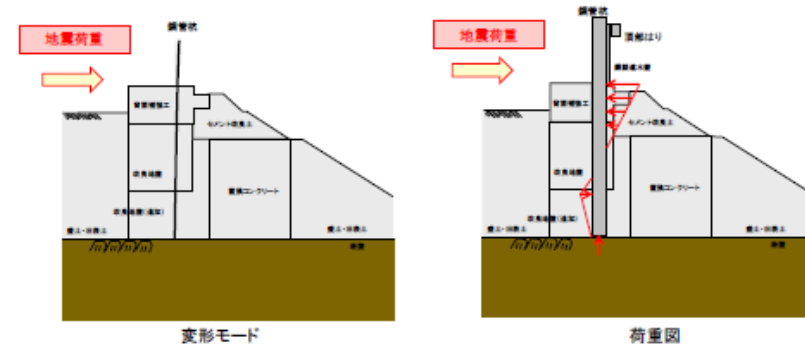
第1-21表 鋼管式鉛直壁 (一般部) の各部位の役割 (地震時)

部位の名称	役割
鋼管杭 (長杭)	・ 鋼製止水壁及び頂部はりを支持する。
鋼管杭 (短杭)	・ 鋼製止水壁を支持する。
鋼製止水壁	・ 止水目地を支持する。
止水目地	・ 鋼製止水壁間の変位に追従する。
背面補強工	・ 長杭・短杭の変形を抑制する。
置換コンクリート	・ コンクリート強度を考慮して基礎地盤のすべり安定性を確保する。 ・ 長杭・短杭の変形を抑制する (斜面形状による海側への変形が卓越)。
頂部はり	—

※: 沈下時に機能を期待していたが、沈下しない設計に変更したため、役割を期待しない。

第1-22表 鋼管式鉛直壁 (一般部) の地盤の役割 (地震時)

地盤	役割
岩盤	・ 長杭・短杭、背面補強工及び置換コンクリートを (改良地盤を介して) 鉛直支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。
改良地盤	・ 短杭及び背面補強工を鉛直支持する (下方の岩盤に荷重を伝達する)。 ・ 長杭・短杭の変形を抑制する (斜面形状による海側への変形が卓越)。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。
セメント改良土	・ 長杭・短杭の変形を抑制する (斜面形状による海側への変形が卓越)。
盛土・旧表土	—



第1-33図 鋼管式鉛直壁 (一般部) の変形モード及び荷重図 (地震時)

ii. 鋼管式鉛直壁 (岩盤部)

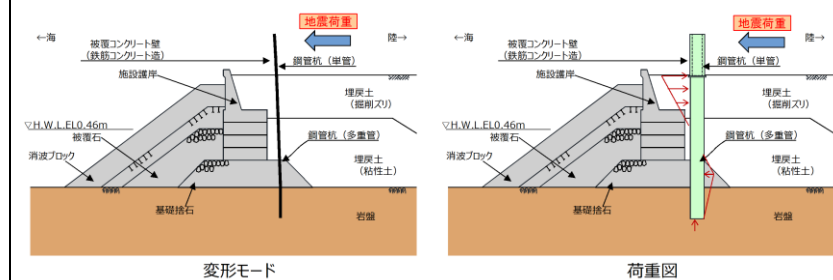
地震時において、鋼管式鉛直壁 (岩盤部) の各部位は、地震荷重及び地震後に来る津波に対して防潮堤の機能 (津波に対する止水性) を維持するため、第1-23表及び

第1-30表 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の各部位の役割 (地震時)

部位の名称	役割
鋼管杭	・ 被覆コンクリート壁を支持する。
被覆コンクリート壁	・ 止水目地を支持する。
止水目地	・ 被覆コンクリート壁間の変形に追従する。

第1-31表 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の地盤の役割 (地震時)

地盤	役割
セメントミルク	・ 鋼管杭の変形を抑制する。
改良地盤① (砂礫層)	・ 鋼管杭の変形を抑制する。
改良地盤② (杭間部)	・ 役割に期待しない。
改良地盤③ (防波壁背後)	・ 役割に期待しない。
岩盤	・ 鋼管杭を支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。
埋戻土 (掘削スリ), 埋戻土 (粘性土), 砂礫層	・ 役割に期待しない (解析モデルに取り込み, 防波壁への相互作用を考慮する)。
施設護岸, 被覆石, 捨石, 基礎捨石	・ 役割に期待しない (解析モデルに取り込み, 防波壁への波及的影響を考慮する)。
消波ブロック	・ 役割に期待しない。
グラウト材	・ 役割に期待しない。



第1-74図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の変形モード及び荷重図 (地震時)

ii. 防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)

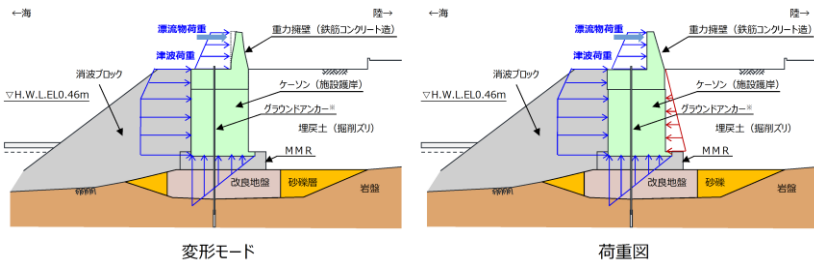
地震時において、防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) の各部位は、地震荷重及び地震後に来る津波に対して防波壁の機能 (津波に対する止水性) を維持するため、第1-32表

・ 設計方針の相違
【女川2】
各評価対象部位の役割の相違に伴う記載の相違

・ 設計方針の相違
【女川2】
各評価対象部位の役割の相違に伴う記載の相違

・ 設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																				
	<p>第1-24表に示す役割を有する。 <u>鋼管式鉛直壁（岩盤部）</u>における地震時の変形モード及び荷重図を第1-34図に示す。</p> <p>第1-23表 鋼管式鉛直壁（岩盤部）の各部位の役割（地震時）</p> <table border="1" data-bbox="943 478 1709 684"> <thead> <tr> <th>部位の名称</th> <th>役割</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼管杭</td> <td>・ 鋼製止水壁を支持する。</td> </tr> <tr> <td>鋼製止水壁</td> <td>・ 止水目地を支持する。</td> </tr> <tr> <td>RC止水壁</td> <td>・ 止水目地を支持する。</td> </tr> <tr> <td>止水目地</td> <td>・ 鋼製止水壁間の変位に追従する。</td> </tr> </tbody> </table> <p>第1-24表 鋼管式鉛直壁（岩盤部）の地盤の役割（地震時）</p> <table border="1" data-bbox="943 743 1709 865"> <thead> <tr> <th>地盤</th> <th>役割</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>岩盤</td> <td>・ 鋼管杭を鉛直支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。 ・ 鋼管杭の変形を抑制する。</td> </tr> </tbody> </table> <div data-bbox="943 1066 1709 1356"> </div> <p>第1-34図 鋼管式鉛直壁（岩盤部）の変形モード及び荷重図（地震時）</p>	部位の名称	役割	鋼管杭	・ 鋼製止水壁を支持する。	鋼製止水壁	・ 止水目地を支持する。	RC止水壁	・ 止水目地を支持する。	止水目地	・ 鋼製止水壁間の変位に追従する。	地盤	役割	岩盤	・ 鋼管杭を鉛直支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。 ・ 鋼管杭の変形を抑制する。	<p>及び第1-33表に示す役割を有する。 <u>防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）</u>における地震時の変形モード及び荷重図を第1-75図に示す。</p> <p>第1-32表 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の各部位の役割（地震時）</p> <table border="1" data-bbox="1733 478 2499 634"> <thead> <tr> <th>部位の名称</th> <th>役割</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼管杭</td> <td>・ 逆T擁壁を支持する。</td> </tr> <tr> <td>逆T擁壁</td> <td>・ 止水目地を支持する。</td> </tr> <tr> <td>止水目地</td> <td>・ 逆T擁壁間の変形に追従する。</td> </tr> </tbody> </table> <p>第1-33表 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の地盤の役割（地震時）</p> <table border="1" data-bbox="1733 743 2499 978"> <thead> <tr> <th>地盤</th> <th>役割</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>改良地盤※</td> <td>・ 鋼管杭の変形を抑制する。</td> </tr> <tr> <td>地盤改良（鋼管杭前面）</td> <td>・ 役割に期待しない。</td> </tr> <tr> <td>岩盤</td> <td>・ 鋼管杭を支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。</td> </tr> <tr> <td>埋戻土（掘削スリ）</td> <td>・ 役割に期待しない（解析モデルに取り込み、防波壁への相互作用を考慮する）。</td> </tr> <tr> <td>施設護岸、被覆石、捨石、基礎捨石</td> <td>・ 役割に期待しない（解析モデルに取り込み、防波壁への波及的影響を考慮する）。</td> </tr> <tr> <td>消波ブロック</td> <td>・ 役割に期待しない。</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">※ RC床板については、保守的に改良地盤として扱う。</p> <div data-bbox="1733 1066 2499 1356"> </div> <p>第1-75図 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の変形モード及び荷重図（地震時）</p> <p>iii. <u>防波壁（波返重力擁壁）</u> 地震時において、<u>防波壁（波返重力擁壁）</u>の各部位は、地震荷重及び地震後に来る津波に対して<u>防波壁</u>の機能（津波に対する止水性）を維持するため、第1-34表及び第1-35表に示す役割を有する。 <u>防波壁（波返重力擁壁）</u>における地震時の変形モード及び荷重図を第1-76図に示す。</p>	部位の名称	役割	鋼管杭	・ 逆T擁壁を支持する。	逆T擁壁	・ 止水目地を支持する。	止水目地	・ 逆T擁壁間の変形に追従する。	地盤	役割	改良地盤※	・ 鋼管杭の変形を抑制する。	地盤改良（鋼管杭前面）	・ 役割に期待しない。	岩盤	・ 鋼管杭を支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	埋戻土（掘削スリ）	・ 役割に期待しない（解析モデルに取り込み、防波壁への相互作用を考慮する）。	施設護岸、被覆石、捨石、基礎捨石	・ 役割に期待しない（解析モデルに取り込み、防波壁への波及的影響を考慮する）。	消波ブロック	・ 役割に期待しない。	<p>・ 設計方針の相違 【女川2】 各評価対象部位の役割の相違に伴う記載の相違</p> <p>・ 設計方針の相違 【女川2】 各評価対象部位の役割の相違に伴う記載の相違</p> <p>・ 設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p>
部位の名称	役割																																						
鋼管杭	・ 鋼製止水壁を支持する。																																						
鋼製止水壁	・ 止水目地を支持する。																																						
RC止水壁	・ 止水目地を支持する。																																						
止水目地	・ 鋼製止水壁間の変位に追従する。																																						
地盤	役割																																						
岩盤	・ 鋼管杭を鉛直支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。 ・ 鋼管杭の変形を抑制する。																																						
部位の名称	役割																																						
鋼管杭	・ 逆T擁壁を支持する。																																						
逆T擁壁	・ 止水目地を支持する。																																						
止水目地	・ 逆T擁壁間の変形に追従する。																																						
地盤	役割																																						
改良地盤※	・ 鋼管杭の変形を抑制する。																																						
地盤改良（鋼管杭前面）	・ 役割に期待しない。																																						
岩盤	・ 鋼管杭を支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。																																						
埋戻土（掘削スリ）	・ 役割に期待しない（解析モデルに取り込み、防波壁への相互作用を考慮する）。																																						
施設護岸、被覆石、捨石、基礎捨石	・ 役割に期待しない（解析モデルに取り込み、防波壁への波及的影響を考慮する）。																																						
消波ブロック	・ 役割に期待しない。																																						

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																						
	<p>iii. 盛土堤防</p> <p>地震時において、盛土堤防の各部位は、地震荷重及び地震後に来る津波に対して防潮堤の機能（津波に対する止水性）を維持するため、第1-25表及び第1-26表に示す役割を有する。</p> <p>盛土堤防における地震時の変形モード及び荷重図を第1-35図に示す。</p>	<p>第1-34表 防波壁（波返重力擁壁）の各部位の役割（地震時）</p> <table border="1" data-bbox="1736 289 2496 464"> <thead> <tr> <th>部位の名称</th> <th>役割</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>重力擁壁</td> <td>・ 止水目地を支持する。</td> </tr> <tr> <td>止水目地</td> <td>・ 重力擁壁間の変形に追従する。</td> </tr> <tr> <td>ケーソン</td> <td>・ 重力擁壁を支持する。</td> </tr> <tr> <td>H鋼</td> <td>・ 重力擁壁の滑動を抑制する。</td> </tr> </tbody> </table> <p>第1-35表 防波壁（波返重力擁壁）の地盤の役割（地震時）</p> <table border="1" data-bbox="1736 575 2496 898"> <thead> <tr> <th>地盤</th> <th>役割</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MMR</td> <td>・ ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。</td> </tr> <tr> <td>改良地盤</td> <td>・ ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。</td> </tr> <tr> <td>岩盤</td> <td>・ ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。</td> </tr> <tr> <td>埋戻土（掘削スリ）, 砂礫層</td> <td>・ 役割に期待しない。</td> </tr> <tr> <td>消波ブロック</td> <td>・ 役割に期待しない。</td> </tr> </tbody> </table>  <p>第1-76図 防波壁（波返重力擁壁）の変形モード及び荷重図（地震時）</p>	部位の名称	役割	重力擁壁	・ 止水目地を支持する。	止水目地	・ 重力擁壁間の変形に追従する。	ケーソン	・ 重力擁壁を支持する。	H鋼	・ 重力擁壁の滑動を抑制する。	地盤	役割	MMR	・ ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	改良地盤	・ ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	岩盤	・ ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	埋戻土（掘削スリ）, 砂礫層	・ 役割に期待しない。	消波ブロック	・ 役割に期待しない。	<p>・ 設計方針の相違 【女川2】 各評価対象部位の役割の相違に伴う記載の相違</p> <p>・ 設備の相違 【女川2】 島根2号炉には、盛土堤防は無いため、記載無。</p>
部位の名称	役割																								
重力擁壁	・ 止水目地を支持する。																								
止水目地	・ 重力擁壁間の変形に追従する。																								
ケーソン	・ 重力擁壁を支持する。																								
H鋼	・ 重力擁壁の滑動を抑制する。																								
地盤	役割																								
MMR	・ ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。																								
改良地盤	・ ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。																								
岩盤	・ ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。																								
埋戻土（掘削スリ）, 砂礫層	・ 役割に期待しない。																								
消波ブロック	・ 役割に期待しない。																								

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考														
	<p>第 1-25 表 盛土堤防の各部位の役割 (地震時)</p> <table border="1" data-bbox="946 310 1706 449"> <thead> <tr> <th>部位の名称</th> <th>役割</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>セメント改良土</td> <td>・ 入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体高さを維持する。</td> </tr> <tr> <td>置換コンクリート</td> <td>・ コンクリート強度を考慮して基礎地盤のすべり安定性を確保する。</td> </tr> </tbody> </table> <p>第 1-26 表 盛土堤防の地盤の役割 (地震時)</p> <table border="1" data-bbox="946 617 1706 814"> <thead> <tr> <th>地盤</th> <th>役割</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>岩盤</td> <td>・ セメント改良土及び置換コンクリートを鉛直支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。</td> </tr> <tr> <td>改良地盤</td> <td>・ セメント改良土を鉛直支持する (下方の岩盤に荷重を伝達する)。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。</td> </tr> <tr> <td>盛土・旧表土</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>  <p>第 1-35 図 盛土堤防の変形モード及び荷重図 (地震時)</p> <p>(b) 津波時</p> <p>i. <u>鋼管式鉛直壁 (一般部)</u></p> <p>津波時において、<u>鋼管式鉛直壁 (一般部)</u> の各部位は、津波荷重及び漂流物荷重に対して防潮堤の機能 (津波に対する止水性) を維持するため、<u>第 1-27 表及び第 1-28 表</u> に示す役割を有する。</p> <p><u>鋼管式鉛直壁 (一般部)</u> における津波時の変形モード及び荷重図を<u>第 1-36 図</u>に示す。</p>	部位の名称	役割	セメント改良土	・ 入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体高さを維持する。	置換コンクリート	・ コンクリート強度を考慮して基礎地盤のすべり安定性を確保する。	地盤	役割	岩盤	・ セメント改良土及び置換コンクリートを鉛直支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	改良地盤	・ セメント改良土を鉛直支持する (下方の岩盤に荷重を伝達する)。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	盛土・旧表土	-	<p>(b) 津波時</p> <p>i. <u>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)</u></p> <p>津波時において、<u>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)</u> の各部位は、津波荷重及び漂流物荷重に対して防波壁の機能 (津波に対する止水性) を維持するため、<u>第 1-36 表及び第 1-37 表</u> に示す役割を有する。</p> <p><u>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)</u> における津波時の変形モード及び荷重図を<u>第 1-77 図</u>に示す。</p>	<p>・ 設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>島根 2 号炉には、盛土堤防は無いため、記載無。</p> <p>・ 設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載内容の相違</p>
部位の名称	役割																
セメント改良土	・ 入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体高さを維持する。																
置換コンクリート	・ コンクリート強度を考慮して基礎地盤のすべり安定性を確保する。																
地盤	役割																
岩盤	・ セメント改良土及び置換コンクリートを鉛直支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。																
改良地盤	・ セメント改良土を鉛直支持する (下方の岩盤に荷重を伝達する)。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。																
盛土・旧表土	-																

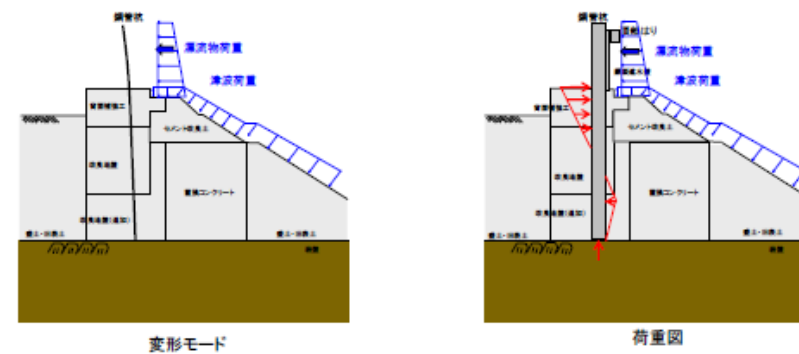
第1-27表 鋼管式鉛直壁 (一般部) の各部位の役割 (津波時)

部位の名称	役割
鋼管杭 (長杭)	・ 鋼製透水壁及び頂部はりを支持する。
鋼管杭 (短杭)	・ 鋼製透水壁を支持する。
鋼製透水壁	・ 止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。
止水目地	・ 鋼製透水壁間の変位に追従し、遮水性を保持する。
背面補強工	・ 遮水性を保持する。 ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。
置換コンクリート	・ 長杭・短杭の変形を抑制する。 ・ 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する (難透水性を保持する)。
頂部はり	—

※：沈下時に機能を期待していたが、沈下しない設計に変更したため、役割を期待しない。

第1-28表 鋼管式鉛直壁 (一般部) の地盤の役割 (津波時)

地盤	役割
岩盤	・ 長杭・短杭、背面補強工及び置換コンクリートを (改良地盤を介して) 鉛直支持する。
改良地盤	・ 短杭及び背面補強工を鉛直支持する (下方の岩盤に荷重を伝達する)。 ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。 ・ 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する (難透水性を保持する)。
セメント改良土	・ 長杭・短杭の変形を抑制する。 ・ 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する (難透水性を保持する)。 ・ 津波荷重を置換コンクリート等を介して岩盤に伝達する。
盛土・旧表土	—



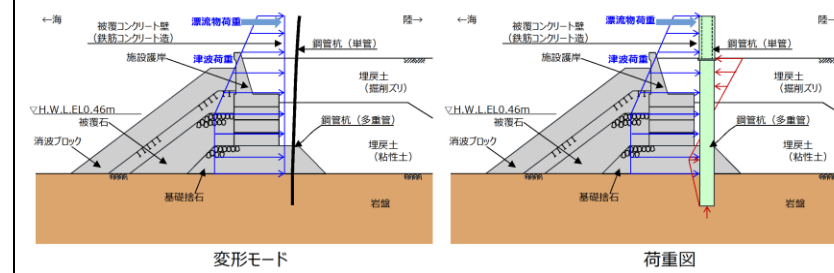
第1-36図 鋼管式鉛直壁 (一般部) の変形モード及び荷重図 (津波時)

第1-36表 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の各部位の役割 (津波時)

部位の名称	役割
鋼管杭	・ 被覆コンクリート壁を支持する。
被覆コンクリート壁	・ 止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。
止水目地	・ 被覆コンクリート壁間の変形に追従し、遮水性を保持する。

第1-37表 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の地盤の役割 (津波時)

地盤	役割
セメントミルク	・ 鋼管杭の変形を抑制する。 ・ 難透水性を保持する。
改良地盤① (砂礫層)	・ 鋼管杭の変形を抑制する。 ・ 難透水性を保持する。
改良地盤② (杭間部)	・ 難透水性の地盤ではあるが、役割に期待しない。
改良地盤③ (防経壁背後)	・ 難透水性を保持する。
岩盤	・ 鋼管杭を支持する。
埋戻土 (掘削スリ), 埋戻土 (粘性土), 砂礫層	・ 防波壁より陸側については、津波荷重等に対して地盤反力として寄与する。
施設護岸, 被覆石, 捨石, 基礎捨石	・ 役割に期待しない。
消波ブロック	・ 役割に期待しない。
グラウト材	・ 役割に期待しない。



第1-77図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の変形モード及び荷重図 (津波時)

・ 設計方針の相違
【女川2】
各評価対象部位の役割の相違に伴う記載の相違

・ 設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違

ii. 鋼管式鉛直壁 (岩盤部)

津波時において、鋼管式鉛直壁 (岩盤部) の各部位は、津波荷重及び漂流物荷重に対して防波堤の機能 (津波に対する止水性) を維持するため、第 1-29 表及び第 1-30 表に示す役割を有する。

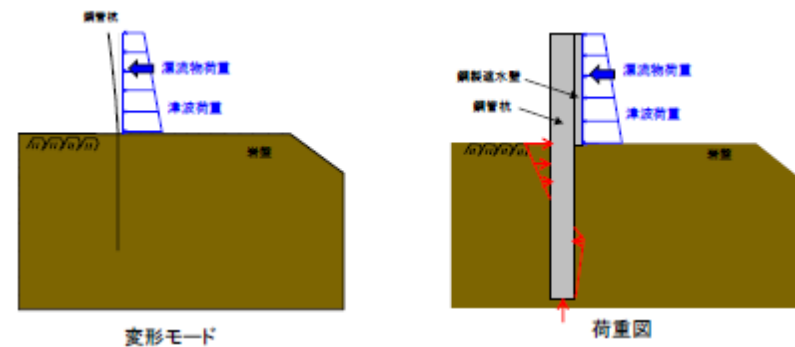
鋼管式鉛直壁 (岩盤部) における津波時の変形モード及び荷重図を第 1-37 図に示す。

第 1-29 表 鋼管式鉛直壁 (岩盤部) の各部位の役割

部位の名称	役割
鋼管杭	・ 鋼製遮水壁を支持する。
鋼製遮水壁	・ 止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。
RC 遮水壁	・ 津波時の遮水性を保持する。
止水目地	・ 鋼製遮水壁間の変位に追従し、遮水性を保持する。

第 1-30 表 鋼管式鉛直壁 (岩盤部) の地盤の役割

地盤	役割
岩盤	・ 鋼管杭を鉛直支持する。 ・ 鋼管杭の変形を抑制する。



第 1-37 図 鋼管式鉛直壁 (岩盤部) の変形モード及び荷重図 (津波時)

ii. 防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁)

津波時において、防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の各部位は、津波荷重及び漂流物荷重に対して防波壁の機能 (津波に対する止水性) を維持するため、第 1-38 表及び第 1-39 表に示す役割を有する。

防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) における津波時の変形モード及び荷重図を第 1-78 図に示す。

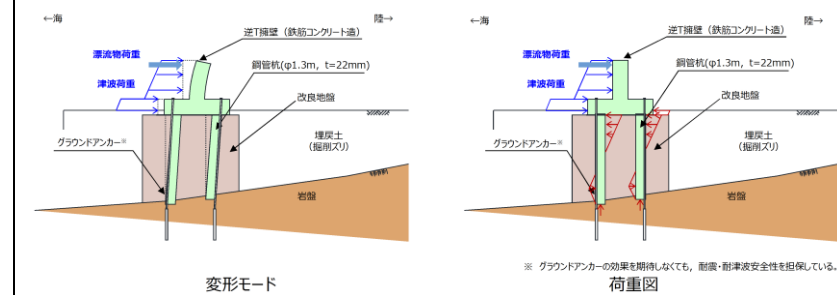
第 1-38 表 防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の各部位の役割 (津波時)

部位の名称	役割
鋼管杭	・ 逆 T 擁壁を支持する。
逆 T 擁壁	・ 止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。
止水目地	・ 逆 T 擁壁間の変形に追従し、遮水性を保持する。

第 1-39 表 防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の地盤の役割 (津波時)

地盤	役割
改良地盤※	・ 鋼管杭の変形を抑制する。 ・ 難透水性を保持する。
改良地盤 (鋼管杭前面)	・ 難透水性を保持する。
岩盤	・ 鋼管杭を支持する。
埋戻土 (掘削スリ)	・ 防波壁より陸側については、津波荷重に対して地盤反力として寄与する。
施設護岸、被覆石、捨石、基礎捨石	・ 役割に期待しない。
消波ブロック	・ 役割に期待しない。

※ RC床板については、保守的に改良地盤として扱う。



※ グラウンドアンカーの効果も期待しなくても、耐震・耐津波安全性を担保している。

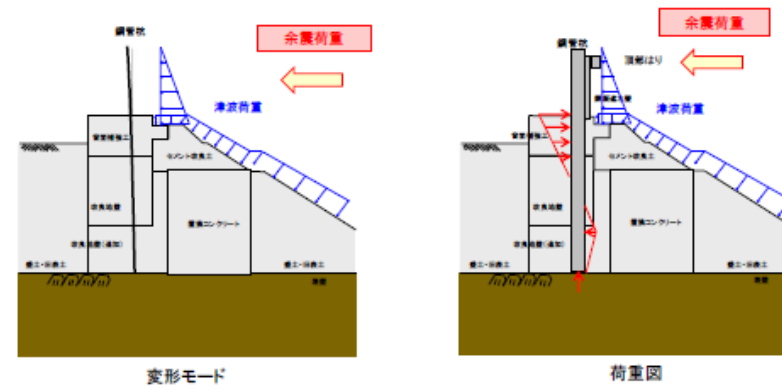
第 1-78 図 防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の変形モード及び荷重図 (津波時)

・ 設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違
・ 設計方針の相違
【女川2】
各評価対象部位の役割の相違に伴う記載の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																						
		<p>iii. 防波壁 (波返重力擁壁)</p> <p>津波時において、防波壁 (波返重力擁壁) の各部位は、津波荷重及び漂流物荷重に対して防波壁の機能 (津波に対する止水性) を維持するため、第 1-40 表及び第 1-41 表に示す役割を有する。</p> <p>防波壁 (波返重力擁壁) における津波時の変形モード及び荷重図を第 1-79 図に示す。</p> <p>第 1-40 表 防波壁 (波返重力擁壁) の各部位の役割 (津波時)</p> <table border="1" data-bbox="1736 651 2496 823"> <thead> <tr> <th>部位の名称</th> <th>役割</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>重力擁壁</td> <td>・ 止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。</td> </tr> <tr> <td>止水目地</td> <td>・ 重力擁壁間の変形に追従し、遮水性を保持する。</td> </tr> <tr> <td>ケーソン</td> <td>・ 重力擁壁を支持する。</td> </tr> <tr> <td>H鋼</td> <td>・ 重力擁壁の滑動を抑制する。</td> </tr> </tbody> </table> <p>第 1-41 表 防波壁 (波返重力擁壁) の地盤の役割 (津波時)</p> <table border="1" data-bbox="1736 934 2496 1207"> <thead> <tr> <th>地盤</th> <th>役割</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MMR</td> <td>・ ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・ 難透水性を保持する。</td> </tr> <tr> <td>改良地盤</td> <td>・ ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・ 難透水性を保持する。</td> </tr> <tr> <td>岩盤</td> <td>・ ケーソン及び重力擁壁を支持する。</td> </tr> <tr> <td>埋戻土 (掘削ズリ), 砂礫層</td> <td>・ 津波荷重に対して地盤反力として寄与する。</td> </tr> <tr> <td>消波ブロック</td> <td>・ 役割に期待しない。</td> </tr> </tbody> </table> <div data-bbox="1736 1333 2496 1585"> </div> <p>第 1-79 図 防波壁 (波返重力擁壁) の変形モード及び荷重図 (津波時)</p>	部位の名称	役割	重力擁壁	・ 止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。	止水目地	・ 重力擁壁間の変形に追従し、遮水性を保持する。	ケーソン	・ 重力擁壁を支持する。	H鋼	・ 重力擁壁の滑動を抑制する。	地盤	役割	MMR	・ ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・ 難透水性を保持する。	改良地盤	・ ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・ 難透水性を保持する。	岩盤	・ ケーソン及び重力擁壁を支持する。	埋戻土 (掘削ズリ), 砂礫層	・ 津波荷重に対して地盤反力として寄与する。	消波ブロック	・ 役割に期待しない。	<p>・ 設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・ 設計方針の相違 【女川2】 各評価対象部位の役割の相違に伴う記載の相違</p>
部位の名称	役割																								
重力擁壁	・ 止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。																								
止水目地	・ 重力擁壁間の変形に追従し、遮水性を保持する。																								
ケーソン	・ 重力擁壁を支持する。																								
H鋼	・ 重力擁壁の滑動を抑制する。																								
地盤	役割																								
MMR	・ ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・ 難透水性を保持する。																								
改良地盤	・ ケーソン及び重力擁壁を支持する。 ・ 難透水性を保持する。																								
岩盤	・ ケーソン及び重力擁壁を支持する。																								
埋戻土 (掘削ズリ), 砂礫層	・ 津波荷重に対して地盤反力として寄与する。																								
消波ブロック	・ 役割に期待しない。																								

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考														
	<p>iii. 盛土堤防</p> <p>津波時において、盛土堤防の各部位は、津波荷重及び漂流物荷重に対して防潮堤の機能（津波に対する止水性）を維持するため、第 1-31 表及び第 1-32 表に示す役割を有する。</p> <p>盛土堤防における津波時の変形モード及び荷重図を第 1-38 図に示す。</p> <p>第 1-31 表 盛土堤防の各部位の役割（津波時）</p> <table border="1" data-bbox="949 709 1703 856"> <thead> <tr> <th>部位の名称</th> <th>役割</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>セメント改良土</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体高さを維持する。 不透水性を有し、堤体により止水性を維持する。 </td> </tr> <tr> <td>置換コンクリート</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（不透水性を保持する）。 </td> </tr> </tbody> </table> <p>第 1-32 表 盛土堤防の地盤の役割（津波時）</p> <table border="1" data-bbox="949 1033 1703 1205"> <thead> <tr> <th>地盤</th> <th>役割</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>岩盤</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> セメント改良土及び置換コンクリートを鉛直支持する。 </td> </tr> <tr> <td>改良地盤</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> セメント改良土を鉛直支持する（下方の岩盤に荷重を伝達する）。 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（不透水性を保持する）。 </td> </tr> <tr> <td>盛土・旧表土</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>  <p>第 1-38 図 盛土堤防の変形モード及び荷重図（津波時）</p> <p>(c) 重畳時（津波＋余震時）</p> <p>i. 鋼管式鉛直壁（一般部）</p> <p>重畳時（津波＋余震時）において、鋼管式鉛直壁（一般部）の各部位は、津波荷重及び余震荷重に対して防潮堤の機能（津波に対する止水性）を維持するため、第 1-33</p>	部位の名称	役割	セメント改良土	<ul style="list-style-type: none"> 入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体高さを維持する。 不透水性を有し、堤体により止水性を維持する。 	置換コンクリート	<ul style="list-style-type: none"> 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（不透水性を保持する）。 	地盤	役割	岩盤	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土及び置換コンクリートを鉛直支持する。 	改良地盤	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土を鉛直支持する（下方の岩盤に荷重を伝達する）。 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（不透水性を保持する）。 	盛土・旧表土	-	<p>島根原子力発電所 2号炉</p> <p>(c) 重畳時（津波＋余震時）</p> <p>「津波＋余震時」の外力は、「地震時」又は「津波時」の外力に包絡されることから、検討を省略する。詳細は参考資料 6 を参照。</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> 設備の相違 【女川2】 島根 2号炉には、盛土堤防は無いため、記載無。 設計方針の相違 【女川2】 各評価対象部位の役割の相違に伴う記載の相違 設計方針の相違 【女川2】 島根 2号炉は、参考資料 6 に示すとおり、重畳時の検討を省略
部位の名称	役割																
セメント改良土	<ul style="list-style-type: none"> 入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体高さを維持する。 不透水性を有し、堤体により止水性を維持する。 																
置換コンクリート	<ul style="list-style-type: none"> 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（不透水性を保持する）。 																
地盤	役割																
岩盤	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土及び置換コンクリートを鉛直支持する。 																
改良地盤	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土を鉛直支持する（下方の岩盤に荷重を伝達する）。 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（不透水性を保持する）。 																
盛土・旧表土	-																

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																										
	<p>表及び第 1-34 表に示す役割を有する。 <u>鋼管式鉛直壁（一般部）における重畳時（津波＋余震時）の変形モード及び荷重図を第 1-39 図に示す。</u></p> <p>第 1-33 表 鋼管式鉛直壁（一般部）の各部位の役割（重畳時）</p> <table border="1" data-bbox="946 625 1709 1010"> <thead> <tr> <th>部位の名称</th> <th>役割</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼管杭（長杭）</td> <td>・ 鋼製透水壁及び頂部はりを支持する。</td> </tr> <tr> <td>鋼管杭（短杭）</td> <td>・ 鋼製透水壁を支持する。</td> </tr> <tr> <td>鋼製透水壁</td> <td>・ 止水目地を支持するとともに、透水性を保持する。</td> </tr> <tr> <td>止水目地</td> <td>・ 鋼製透水壁間の変位に追従し、透水性を保持する。</td> </tr> <tr> <td>背面補強工</td> <td>・ 透水性を保持する。 ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。</td> </tr> <tr> <td>置換コンクリート</td> <td>・ コンクリート強度を考慮して基礎地盤のすべり安定性を確保する。 ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。 ・ 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（不透水性を保持する）。</td> </tr> <tr> <td>頂部はり</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>※：沈下時に機能を期待していたが、沈下しない設計に変更したため、役割を期待しない。</p> <p>第 1-34 表 鋼管式鉛直壁（一般部）の地盤の役割（重畳時）</p> <table border="1" data-bbox="946 1192 1709 1539"> <thead> <tr> <th>地盤</th> <th>役割</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>岩盤</td> <td>・ 長杭・短杭、背面補強工及び置換コンクリートを（改良地盤を介して）鉛直支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。</td> </tr> <tr> <td>改良地盤</td> <td>・ 短杭及び背面補強工を鉛直支持する（下方の岩盤に荷重を伝達する）。 ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。 ・ 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（不透水性を保持する）。</td> </tr> <tr> <td>セメント改良土</td> <td>・ 長杭・短杭の変形を抑制する。 ・ 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（不透水性を保持する）。 ・ 津波荷重を置換コンクリート等を介して岩盤に伝達する。</td> </tr> <tr> <td>盛土・旧表土</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>	部位の名称	役割	鋼管杭（長杭）	・ 鋼製透水壁及び頂部はりを支持する。	鋼管杭（短杭）	・ 鋼製透水壁を支持する。	鋼製透水壁	・ 止水目地を支持するとともに、透水性を保持する。	止水目地	・ 鋼製透水壁間の変位に追従し、透水性を保持する。	背面補強工	・ 透水性を保持する。 ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。	置換コンクリート	・ コンクリート強度を考慮して基礎地盤のすべり安定性を確保する。 ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。 ・ 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（不透水性を保持する）。	頂部はり	—	地盤	役割	岩盤	・ 長杭・短杭、背面補強工及び置換コンクリートを（改良地盤を介して）鉛直支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	改良地盤	・ 短杭及び背面補強工を鉛直支持する（下方の岩盤に荷重を伝達する）。 ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。 ・ 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（不透水性を保持する）。	セメント改良土	・ 長杭・短杭の変形を抑制する。 ・ 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（不透水性を保持する）。 ・ 津波荷重を置換コンクリート等を介して岩盤に伝達する。	盛土・旧表土	—		
部位の名称	役割																												
鋼管杭（長杭）	・ 鋼製透水壁及び頂部はりを支持する。																												
鋼管杭（短杭）	・ 鋼製透水壁を支持する。																												
鋼製透水壁	・ 止水目地を支持するとともに、透水性を保持する。																												
止水目地	・ 鋼製透水壁間の変位に追従し、透水性を保持する。																												
背面補強工	・ 透水性を保持する。 ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。																												
置換コンクリート	・ コンクリート強度を考慮して基礎地盤のすべり安定性を確保する。 ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。 ・ 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（不透水性を保持する）。																												
頂部はり	—																												
地盤	役割																												
岩盤	・ 長杭・短杭、背面補強工及び置換コンクリートを（改良地盤を介して）鉛直支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。																												
改良地盤	・ 短杭及び背面補強工を鉛直支持する（下方の岩盤に荷重を伝達する）。 ・ 長杭・短杭の変形を抑制する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。 ・ 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（不透水性を保持する）。																												
セメント改良土	・ 長杭・短杭の変形を抑制する。 ・ 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（不透水性を保持する）。 ・ 津波荷重を置換コンクリート等を介して岩盤に伝達する。																												
盛土・旧表土	—																												



第1-39 図 鋼管式鉛直壁（一般部）の変形モード及び荷重図（重畳時）

ii. 鋼管式鉛直壁（岩盤部）

重畳時（津波＋余震時）において、鋼管式鉛直壁（岩盤部）の各部位は、津波荷重及び余震荷重に対して防潮堤の機能（津波に対する止水性）を維持するため、第1-35表及び第1-36表に示す役割を有する。

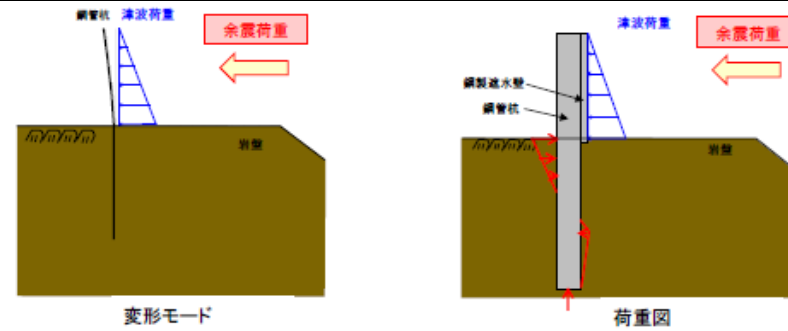
鋼管式鉛直壁（岩盤部）における重畳時（津波＋余震時）の変形モード及び荷重図を第1-40図に示す。

第1-35 表 鋼管式鉛直壁（岩盤部）の各部位の役割（重畳時）

部位の名称	役割
鋼管杭	・ 鋼製遮水壁を支持する。
鋼製遮水壁	・ 止水目地を支持するとともに、遮水性を保持する。
RC 遮水壁	・ 津波時の遮水性を保持する。
止水目地	・ 鋼製遮水壁間の変位に追従し、遮水性を保持する。

第1-36 表 鋼管式鉛直壁（岩盤部）の地盤の役割（重畳時）

地盤	役割
岩盤	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鋼管杭を鉛直支持する。 ・ 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。 ・ 鋼管杭の変形を抑制する。



第1-40 図 鋼管式鉛直壁（岩盤部）の変形モード及び荷重図（重畳時）

iii. 盛土堤防

重畳時（津波＋余震時）において、盛土堤防の各部位は、津波荷重及び余震荷重に対して防潮堤の機能（津波に対する止水性）を維持するため、第1-37 表及び第1-38 表に示す役割を有する。

盛土堤防における重畳時（津波＋余震時）の変形モード及び荷重図を第1-41 図に示す。

第1-37 表 盛土堤防の各部位の役割（重畳時）

部位の名称	役割
セメント改良土	<ul style="list-style-type: none"> 入力津波に対して十分な裕度を確保した堤体高さを維持する。 不透水性を有し、堤体により止水性を維持する。
置換コンクリート	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート強度を考慮して基礎地盤のすべり安定性を確保する。 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（不透水性を保持する）。

第1-38 表 盛土堤防の地盤の役割（重畳時）

地盤	役割
岩盤	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土及び置換コンクリートを鉛直支持する。 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。
改良地盤	<ul style="list-style-type: none"> セメント改良土を鉛直支持する（下方の岩盤に荷重を伝達する）。 基礎地盤のすべり安定性に寄与する。 地盤中からの回り込みによる浸水を防止する（不透水性を保持する）。
盛土・旧表土	-

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	 <p data-bbox="994 514 1662 556">第 1-41 図 盛土堤防の変形モード及び荷重図 (重畳時)</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>d. 損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮</p> <p>防潮堤は、鋼管式鉛直壁（一般部）、鋼管式鉛直壁（岩盤部）及び盛土堤防の3つの構造形式に分かれている。ここでは、防潮堤の設計方針について、サイト特性を踏まえた構造の特異性及び設計の保守性を整理した上で、地震時、津波時及び重畳時（津波＋余震時）に、防潮堤が維持すべき機能を喪失し得る事象（損傷モード）を仮定し、その損傷モードに対し設計・施工上どのような配慮が必要となるかを整理する。</p> <p>(a) サイト特性・制約条件を踏まえた構造の特異性</p> <p>防潮堤設計から見たサイト特性・制約条件等を抽出し、防潮堤の各構造の特異性と特に確認すべき項目を整理した結果を第1-42 図に示す。</p> <p>第1-42 図 防潮堤の各構造の特異性と特に確認すべき項目の整理</p> <p>(b) 損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮</p> <p>防潮堤について、設計の保守性の観点から、以下に示すように津波高さに対する裕度及び想定を超える事象に対する配慮をしている。</p> <p>i. 津波高さに対する裕度</p>	<p>d. 損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮</p> <p>防波壁は、多重鋼管杭式擁壁、鋼管杭式逆T擁壁及び波返重力擁壁の3つの構造形式に分かれている。ここでは、防波壁の設計方針について、サイト特性を踏まえた構造の特異性及び設計の保守性を整理した上で、地震時及び津波時に、防波壁が維持すべき機能を喪失し得る事象（損傷モード）を仮定し、その損傷モードに対し設計・施工上どのような配慮が必要となるかを整理する。</p> <p>(a) サイト特性・制約条件を踏まえた構造の特異性</p> <p>防波壁設計から見たサイト特性・制約条件等を抽出し、防波壁の各構造の特異性と特に確認すべき項目を整理した結果を第1-80 図に示す。</p> <p>第1-80 図 防波壁の各構造の特異性と特に確認すべき項目の整理</p> <p>(b) 損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮</p> <p>防波壁について、設計の保守性の観点から、以下に示すように津波高さに対する裕度及び想定を超える事象に対する配慮をしている。</p> <p>i. 津波高さに対する裕度</p>	<p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・設計方針の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>島根2号炉は、参考資料6に示すとおり、重畳時の検討を省略</p> <p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載内容の相違</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>・入力津波高さ <u>0.P. +24.4m</u> に対し <u>0.P. +29m</u> の高さの防潮堤を設置しており、十分な裕度を有する設計</p> <p>・防潮堤天端高さにまで津波が遡上したとしても、<u>防潮堤の健全性が維持できる構造上の裕度を確保</u></p> <p>ii. 想定を超える事象に対する配慮</p> <p>・<u>鋼管式鉛直壁（一般部）について、改良地盤、置換コンクリート及びセメント改良土の透水係数を保守的に盛土・旧表土相当と仮定した場合でも津波の滞水時間中に敷地に浸水しないよう配慮</u></p> <p>・<u>鋼管式鉛直壁（一般部）と周辺地盤の境界部に隙間が生じた場合でも、背面補強工前面のコーベル状の形状（鰻止め）により、浸水しにくい形状</u></p> <p>・<u>鋼管式鉛直壁（一般部）と盛土堤防の境界部に隙間が生じた場合でも、水みちとなる経路に、第1-43 図に示すような可撓性目地シール材（ケーソンシール）を設置し、浸水しないよう配慮</u></p> <p>・<u>想定を上回り防潮堤を越波した場合でも、防潮堤背面の背面補強工（コンクリート）により侵食対策を配慮</u></p> <div data-bbox="964 1186 1706 1627" style="text-align: center;"> <p>第1-43 図 鋼管式鉛直壁（一般部）と盛土堤防の境界部に設置する可撓性目地シール材（ケーソンシール）の概要</p> </div>	<p>・入力津波高さ <u>EL+11.8m</u> に対し <u>EL+15.0m</u> の高さの防波壁を設置しており、十分な裕度を有する設計</p> <p>・<u>防波壁天端高さにまで津波が遡上したとしても、防波壁の健全性が維持できる構造上の裕度を確保</u></p> <p>ii. 想定を超える事象に対する配慮</p>	<p>・評価条件の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>サイト毎に入力津波高さ及び防潮堤又は防波壁の高さが相違</p> <p>・記載方針の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>島根2号炉は、想定を超える事象に対する設計・施工の配慮について、第1-42 表～第1-45 表により記載</p>

防潮堤の各構造について、各部位が損傷して要求機能を喪失する事象を抽出し、それに対する設計・施工上の配慮を整理した結果を第1-39表～第1-42表に示す。

防波壁(多重鋼管杭式擁壁)について、各部位が損傷して要求機能を喪失する事象を抽出し、それに対する設計・施工上の配慮について整理した。また、これに合わせて、防波壁の構造上の弱部を抽出した。結果を第1-42表に示す。

・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違
・記載方針の相違
【女川2】
島根は図表により弱部を明示

第1-39(1)表 鋼管式鉛直壁(一般部)の損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮

第1-42(1)表 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮及び構造上の弱部の抽出

部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}
鋼管杭(長杭・短杭共通)	地震又は津波荷重により曲げ・せん断破壊し、鋼製遮水壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	①、②	地震後や津波後の再使用性、津波時の影響(繰返しの変位)を考慮して、鋼製遮水壁や止水目地の変位を許容限界以下に留めて遮水性を確保するために、鋼管杭がおおむね弾性範囲であることを確認する。	○
	地震又は津波荷重により背面補強工-改良地盤間、改良地盤-貯留間に相対変位が生じ、せん断力が鋼管杭に作用し、鋼管杭が損傷し、鋼製遮水壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	①、②		○
	地震又は津波荷重により、上杭と下杭の接合部で損傷し、鋼管杭が損傷し、鋼製遮水壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	①、②	上杭と下杭の接合部は、複合構造標準示方書(土木学会)に準拠したゾケット方式の接合とし、接合部の安全性調査は、隣接する一般部に対して1.2倍の強度を確保する。	○
	打撈方向の地震荷重により、曲げ・せん断破壊し、鋼製遮水壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	①	地震荷重については打撈方向についても考慮し、鋼製遮水壁や止水目地の変位を許容限界以下に留めて遮水性を確保するために、鋼管杭がおおむね弾性範囲であることを確認する。	○
	電着の風荷重や飛来物荷重により、鋼管杭が損傷し、鋼製遮水壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	-	万一、電着及びその隣接事象により損傷した場合には、津波防護機能が必要となる前に修復等の対応を実施。ただし、高較の重要性に鑑み、機能維持のための自主的な配慮を行う。	-
	隣接するブロックからの荷重により、鋼管杭が損傷し、鋼製遮水壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	①	打撈方向の検討を行い、隣接ブロックの影響を確認する。	○
	津波荷重により、鋼管杭の下部が転倒するようなモードが発生し、鋼製遮水壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	②	鋼管杭が転倒しないことを確認する。	○
地震時に頂部はりとの接触により、想定以上の荷重が発生し、杭が損傷し、鋼製遮水壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	①	鋼管杭(短杭)と頂部はりとの間には100mmの隙間を有することとし、地震時においても接触しないよう配慮する。	-	

※1: ①地震時、②津波時、なお津波+地震時はすべての事象を想定。
※2: 照査を実施する場合は○、照査不要と判断している場合は(-)。

部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}
鋼管杭	地震又は津波荷重により埋戻土-改良地盤間、埋戻土-岩盤間、改良地盤-岩盤間に曲げ・せん断が生じ、被覆コンクリート壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。【図部①】	①、②	地震後や津波後の再使用性、津波時の影響(繰返しの変位)を考慮して、被覆コンクリート壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。【図部①】	○
	地震又は津波荷重により埋戻土-改良地盤間、改良地盤-岩盤間に相対変位が生じ、せん断力が鋼管杭に作用し、鋼管杭が損傷し、被覆コンクリート壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。【図部②】	①、②		○
	地震又は津波荷重により、単管と多重管の境界部で鋼管杭が損傷し、被覆コンクリート壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。【図部③】	①、②		○
	地震又は津波荷重により、杭頭連結部に応力が集中することで、杭頭連結部が破損し、被覆コンクリート壁が損傷するが、位置を保持できなくなり、遮水性を喪失する。	①、②	杭頭連結部が損傷しないことを確認する。(杭頭連結部を保護している取水路横断部の構造については次回以降参照)	○
	防波壁と干渉する取水路横断部において、鋼管杭のどっしり広がりから、地震又は津波荷重に対する十分な抵抗力が確保できず、遮水性を喪失する。【図部④】	①、②	取水路横断部では、側方の多重鋼管杭を南北方向に2列配置し、杭頭連結部を設置する。	○
	津波荷重により、鋼管杭の下部が転倒するようなモードが発生し、被覆コンクリート壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	②	鋼管杭が転倒しないことを確認する。	○
	地震時に施設護岸が損傷し、鋼管杭に衝突することにより鋼管杭が損傷し、被覆コンクリート壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	①	施設護岸を適切にモデル化した2次元動的FEM解析(有効応力)により、鋼管杭の変形がおおむね弾性範囲であることを確認する。	○
	地震時に施設護岸が損傷し、仮に施設護岸が無いものとした場合に、鋼管杭が露出した状態で津波が突襲し、鋼管杭間の津波が過する。【図部⑤】	②	隣接する多重鋼管杭間について、地中部はメントスルク、岩盤面より上部はグラウト材を注入する。 仮に施設護岸が無いものとした場合に、鋼管杭間の遮水性を確保するために、鋼管杭間を地盤改良する。(別添8参照)	○
	地震時に施設護岸が損傷し、受動土圧が低下することにより鋼管杭が損傷し、被覆コンクリート壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。【図部⑥】	①、②	施設護岸を適切にモデル化した2次元動的FEM解析(有効応力)により、鋼管杭の変形がおおむね弾性範囲であることを確認する。 防波壁前面の施設護岸をモデル化しないケースにおいて、防波壁の構造伝達性を確認する。(別添8参照)	○
	打撈方向の地震荷重により、曲げ・せん断破壊し、被覆コンクリート壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	①	地震荷重については打撈方向についても考慮し、被覆コンクリート壁や止水目地の変位を許容限界以下に留めて遮水性を確保するために、鋼管杭の変形がおおむね弾性範囲であることを確認する。	○
	隣接するブロックからの荷重により、鋼管杭が損傷し、被覆コンクリート壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	①	地震荷重については打撈方向についても考慮し、隣接ブロックの影響を確認する。	○
	地震時又は津波時に施設護岸の一部が崩壊し、漂流物として被覆コンクリート壁に衝突することで鋼管杭が損傷し、被覆コンクリート壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	②	設備シミュレーションにより、護岸崩壊は流速が小さいことを確認しているため、護岸崩壊部材は津波により漂流物とならないと判断する。	-

※1 ①地震時、②津波時
※2 照査を実施する場合は○、照査不要と判断している場合は(-)。

鋼管杭について、地震時及び津波時に局所的に応力が集中し、構造上の弱部となる箇所を第1-81図に示す。

また、防波壁(多重鋼管杭式擁壁)取水路横断部の構造上の弱部となる箇所を第1-82図に示す。取水路横断部では、1号炉及び2号炉の取水管を横断するため、地震又は津波荷重に対する十分な抵抗力が確保できず、遮水性を喪失する可能性があることから、取水管側方の多重鋼管杭を南北方向に2列配置した。

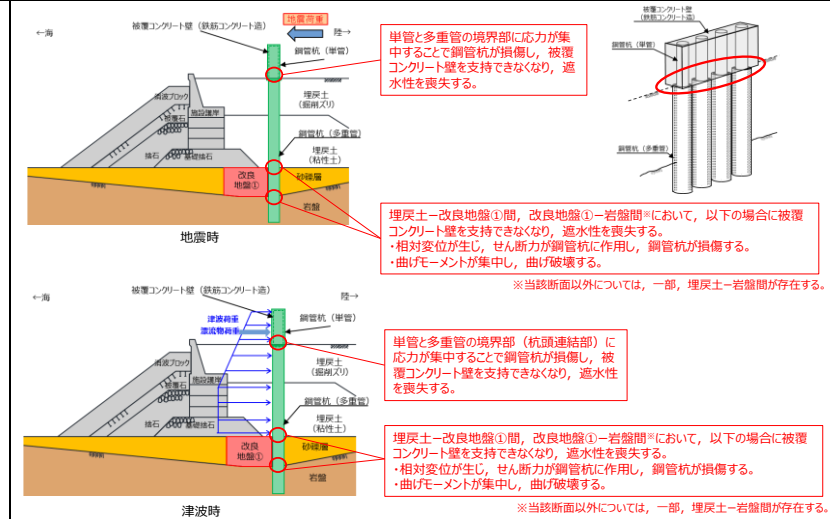
・記載方針の相違
【女川2】
島根は図表により弱部を明示

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

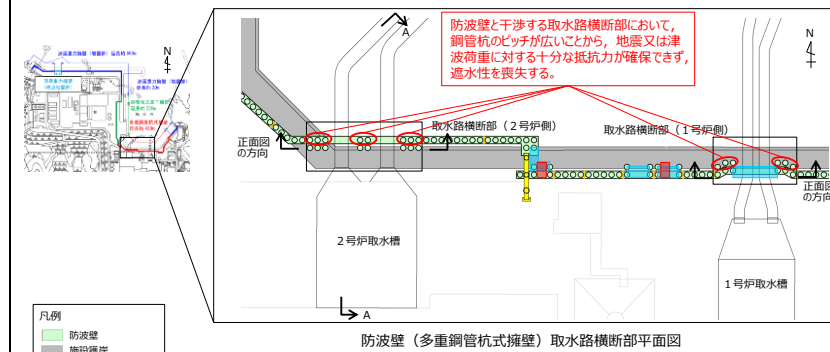
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



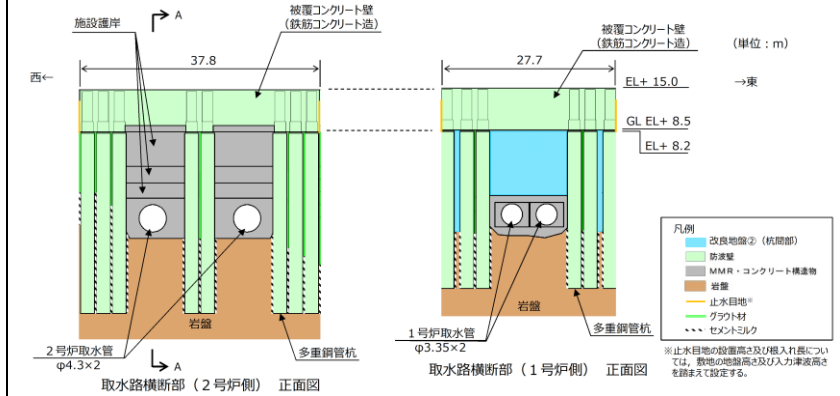
第1-81 図 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）弱部①概要図



第1-82 図 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）弱部②概要図（取水路横断部）

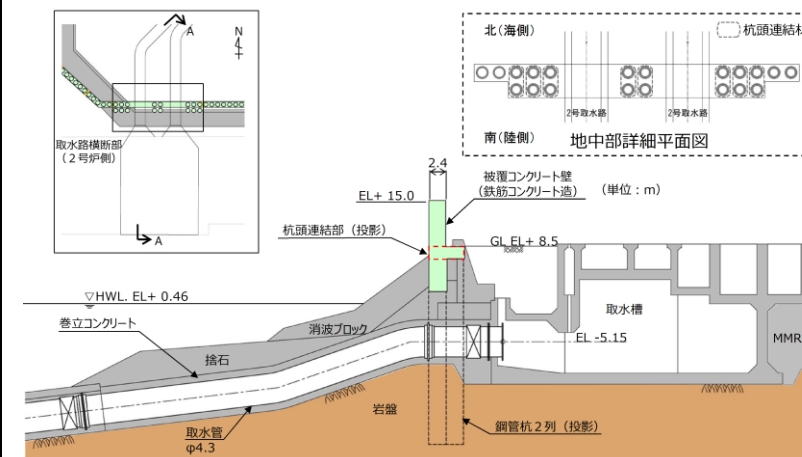
防波壁（多重鋼管杭式擁壁）取水路横断部の正面図を第1-83 図に示す。取水路横断部の耐震及び耐津波評価は、下図に示すとおり、2号炉側のスパンが1号炉側より大きく、**構造上の弱部となる箇所での発生断面力が大きくなることから、2号炉側に代表させて行う。**

・記載方針の相違
【女川2】
島根は図表により弱部を明示
・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違



第1-83 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 弱部②概要図 (取水路横断面正面図)

防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 取水路横断面 (2号炉側, A-A断面) の断面図を第1-84 図に示す。取水路横断面 (2号炉) では, 2号炉取水管 (φ4.3m) を横断するため, 側方の多重鋼管杭を南北方向に2列配置し, 杭頭連結材を設置した (杭頭部の構造については参考資料2参照)。



第1-84 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 弱部②概要図 (取水路横断面 (2号炉側, A-A断面) 断面図)

・記載方針の相違
【女川2】
島根は図表により弱部を明示
・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違

第 1-39(2)表 鋼管式鉛直壁 (一般部) の損傷モードの抽出と設計・
施工上の配慮

部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}
鋼製遮水壁	地震又は津波荷重により曲げ・せん断破壊し、遮水性を喪失する。	①、②	許容応力度以下であることを確認する。	○
	地震又は津波荷重により、鋼管杭への取り付け部に応力が集中し、取り付け部が破壊し、鋼製遮水壁が損傷する。位置を保持できなくなり、遮水性を喪失する。	①、②	鋼管杭への取り付け部については道路橋示方書・同解説目録に準じて、局所的な変形を防止し、円滑な応力の伝達を図れる設計とする。	○
	地震又は津波荷重により、鋼製遮水壁の背面補強工に挿入されている部分で損傷し、遮水性を喪失する。	①、②	遮水壁は片持ちばりによる検討を実施し、2 辺固定の場合でも十分余裕がある設計とする。	-
	津波時の漂流物荷重により、鋼製遮水壁が損傷し、遮水性を喪失する。	②	漂流物荷重による鋼製遮水壁の発生応力度が許容応力度以下であることを確認する。	○
	竜巻の風荷重や飛来物荷重により、鋼製遮水壁が損傷する。あるいは止水目地を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	-	万一、竜巻及びその隣接事象により損傷した場合には、津波防護機能が必要となる前に修復等の対応を実施。ただし、高設の重要性に鑑み、機能維持のための自主的な配慮を行う。	-

※1：①地震時、②津波時。なお津波+竜巻時はすべての事象を想定。
※2：照査を実施する場合は○。照査不要と判断している場合は(-)。

第 1-39(3)表 鋼管式鉛直壁 (一般部) の損傷モードの抽出と設計・
施工上の配慮

部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}
止水目地 (支持部含む)	地震又は津波時の打撃直交方向の杭変位量のばらつきにより、目地の許容変位量を超える変形が生じ、遮水性を喪失する。	①、②	メーカー仕様及び基準並びに必要な応じて実施する性能試験を参考に定める許容変位量及び許容水圧以下であることを確認する。	○
	地震時に、打撃方向圧縮側の変形により遮水性を喪失する。	①	【杭間の相対変位の考え方】 杭間の変位量は、盛土・田舎土の地盤改良により変化する。今後の設計により確認していく。	○
	津波時の漂流物が目地に衝突し、目地が破壊若しくは変形に追従できず、遮水性を喪失する。	②	止水目地の幅を十分に小さくし、遮水壁よりも両側には設置しないことにより、漂流物が直接止水目地に衝突しない設計とする。 鋼材に漂流物が衝突することにより止水目地が損傷しないことを確認するため、鋼材の変形を確認して止水目地に影響がないことを確認する。	○
	津波時の漂流物荷重により鋼管杭の回転が生じ、目地・目地金物が破壊若しくは変形に追従できず、遮水性を喪失する。	②	漂流物荷重を考慮した場合の杭の回転について荷重と抵抗を確認し、回転しないことを確認する。	○
	竜巻の風荷重や飛来物荷重により、止水目地が損傷し、遮水性を喪失する。	-	万一、竜巻及びその隣接事象により損傷した場合には、津波防護機能が必要となる前に修復等の対応を実施。ただし、高設の重要性に鑑み、機能維持のための自主的な配慮を行う。	-

※1：①地震時、②津波時。なお津波+竜巻時はすべての事象を想定。
※2：照査を実施する場合は○。照査不要と判断している場合は(-)。

第 1-42(2)表 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の損傷モードの抽出と
設計・施工上の配慮及び構造上の弱部の抽出

部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}
被覆コンクリート壁	地震又は津波荷重により曲げ・せん断破壊し、遮水性を喪失する。	①、②	被覆コンクリート壁の発生応力度が、許容応力度以下であることを確認する。	○
	地震又は津波荷重により、同一ブロック内で鋼管杭に相対変形が発生し、被覆コンクリート壁が割れ、曲げ・せん断破壊し、遮水性を喪失する。	①、②		○
	津波荷重により鋼管杭接続部に押抜きせん断応力が働き、押抜きせん断破壊が生じることによって被覆コンクリート壁が損傷し、遮水性を喪失する。【弱部①】	①、②		○
	竜巻の風荷重や飛来物荷重により、被覆コンクリート壁が損傷する。あるいは止水目地を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	-	万一、竜巻及びその隣接事象により損傷した場合には、津波防護機能が必要となる前に修復等の対応を実施。	-
	津波時の漂流物荷重により、被覆コンクリート壁が損傷し、遮水性を喪失する。	②	漂流物荷重による被覆コンクリート壁の発生応力度が許容応力度以下であることを確認する。	○
地震時又は津波時に施設護岸の一部が崩壊し、津波により運ばれて被覆コンクリート壁に衝突することで被覆コンクリート壁が損傷し、遮水性を喪失する。	②	数値シミュレーションにより、護岸崩壊は流速が小さいことを確認しているため、護岸構成部材は津波により漂流物とならないと判断する。	-	

※1 ①地震時、②津波時
※2 照査を実施する場合は○。照査不要と判断している場合は(-)。

第 1-42(3)表 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の損傷モードの抽出と
設計・施工上の配慮及び構造上の弱部の抽出

部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}
止水目地 (支持部含む)	地震又は津波時に発生した施工ブロック間の相対変形により、目地の許容変位量を超える変形が生じ、遮水性を喪失する。	①、②	メーカー規格及び性能試験に基づく許容変位量及び許容水圧以下であることを確認する。 異種構造形式の境界部、防波壁周辺の隣接構造物、改良地盤の有無を考慮して選定した断面について止水目地の相対変位量を算定し、許容変位量及び許容水圧以下であることを確認する。	○
	津波時の漂流物が衝突することにより、目地が損傷し遮水性を喪失する。	②	止水目地は、津波漂流物の衝突による損傷を防止するため、防波壁の陸側に設置する。	-
	竜巻の風荷重や飛来物荷重により、止水目地が損傷し、遮水性を喪失する。	-	万一、竜巻及びその隣接事象により損傷した場合には、津波防護機能が必要となる前に修復等の対応を実施。	-

※1 ①地震時、②津波時
※2 照査を実施する場合は○。照査不要と判断している場合は(-)。

・記載方針の相違
【女川2】
島根は図表により弱部を明示
・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																
	<p>第1-39(4)表 鋼管式鉛直壁(一般部)の損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮</p> <table border="1" data-bbox="952 359 1700 1010"> <thead> <tr> <th>部位の名称</th> <th>要求機能を喪失する事象</th> <th>想定ケース^{※1}</th> <th>設計・施工上の配慮</th> <th>照査^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">背面補強工</td> <td>地震又は津波荷重により、背面補強工がせん断破壊又は引張破壊し、杭の横抵抗を喪失し、杭の変形量が大きくなり、鋼製止水壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。</td> <td>①、②</td> <td>鋼管杭の変形を抑制するため、背面補強工がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認する。^{※3}</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>地震又は津波荷重により、背面補強工がせん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。</td> <td>①、②</td> <td>背面補強工内に鋼管杭を横断する水みちが形成されて有意な漏えいを生じないため、背面補強工がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認する。^{※3}</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>施工時の乾燥収縮ひび割れが連続することで、水みちが形成される。</td> <td>—</td> <td>遮水性の観点から適切に補修を行い、水みちが形成されないよう配慮する。</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>地震により背面補強工間目地及び地盤との目開きが発生し、遮水を喪失する。</td> <td>①</td> <td>防漏堤の縦断方向に連なる構造であるため、背面補強工間目地が目開きしたとしても、その目開き量は僅かであり、また、目開きする側と反対側は閉じる挙動となるが、海側から敷地側まで貫通するような目開きは生じない設計とする。 背面補強工の形状により、遮水性に配慮する。</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：①地震時、②津波時、なお津波+余震時はすべての事象を想定。 ※2：照査を実施する場合は○。照査不要と判断している場合は(—)。 ※3：地盤と施設を連成した2次元FEM解析により、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討(非線形解析等)を行う。</p>	部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}	背面補強工	地震又は津波荷重により、背面補強工がせん断破壊又は引張破壊し、杭の横抵抗を喪失し、杭の変形量が大きくなり、鋼製止水壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	①、②	鋼管杭の変形を抑制するため、背面補強工がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認する。 ^{※3}	○	地震又は津波荷重により、背面補強工がせん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。	①、②	背面補強工内に鋼管杭を横断する水みちが形成されて有意な漏えいを生じないため、背面補強工がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認する。 ^{※3}	○	施工時の乾燥収縮ひび割れが連続することで、水みちが形成される。	—	遮水性の観点から適切に補修を行い、水みちが形成されないよう配慮する。	—	地震により背面補強工間目地及び地盤との目開きが発生し、遮水を喪失する。	①	防漏堤の縦断方向に連なる構造であるため、背面補強工間目地が目開きしたとしても、その目開き量は僅かであり、また、目開きする側と反対側は閉じる挙動となるが、海側から敷地側まで貫通するような目開きは生じない設計とする。 背面補強工の形状により、遮水性に配慮する。	—	<p>第1-42(4)表 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮及び構造上の弱部の抽出</p> <table border="1" data-bbox="1742 359 2490 600"> <thead> <tr> <th>部位の名称</th> <th>要求機能を喪失する事象</th> <th>想定ケース^{※1}</th> <th>設計・施工上の配慮</th> <th>照査^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>改良地盤①(砂礫層)</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 地震時又は津波時に、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、杭の横抵抗を喪失し、杭の変形量が大きくなり、被覆コンクリート壁を支持できなくなることで、被覆コンクリート壁の遮水性を喪失する。 地震又は津波荷重により、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。 地震時又は津波時に、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、地盤としての有効応力を喪失した状態で地下水や津波による浸透圧が作用することで、ポイリング・バイセンディング現象により土粒子が流出して水みちが形成される。 </td> <td>①、②</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の変形を抑制するため、改良地盤がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認する。 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。 </td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：①地震時、②津波時 ※2：照査を実施する場合は○。照査不要と判断している場合は(—)。</p>	部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}	改良地盤①(砂礫層)	<ul style="list-style-type: none"> 地震時又は津波時に、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、杭の横抵抗を喪失し、杭の変形量が大きくなり、被覆コンクリート壁を支持できなくなることで、被覆コンクリート壁の遮水性を喪失する。 地震又は津波荷重により、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。 地震時又は津波時に、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、地盤としての有効応力を喪失した状態で地下水や津波による浸透圧が作用することで、ポイリング・バイセンディング現象により土粒子が流出して水みちが形成される。 	①、②	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の変形を抑制するため、改良地盤がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認する。 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。 	○	<p>・記載方針の相違【女川2】 島根は図表により弱部を明示 ・設備の相違【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p>
部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}																															
背面補強工	地震又は津波荷重により、背面補強工がせん断破壊又は引張破壊し、杭の横抵抗を喪失し、杭の変形量が大きくなり、鋼製止水壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	①、②	鋼管杭の変形を抑制するため、背面補強工がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認する。 ^{※3}	○																															
	地震又は津波荷重により、背面補強工がせん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。	①、②	背面補強工内に鋼管杭を横断する水みちが形成されて有意な漏えいを生じないため、背面補強工がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認する。 ^{※3}	○																															
	施工時の乾燥収縮ひび割れが連続することで、水みちが形成される。	—	遮水性の観点から適切に補修を行い、水みちが形成されないよう配慮する。	—																															
	地震により背面補強工間目地及び地盤との目開きが発生し、遮水を喪失する。	①	防漏堤の縦断方向に連なる構造であるため、背面補強工間目地が目開きしたとしても、その目開き量は僅かであり、また、目開きする側と反対側は閉じる挙動となるが、海側から敷地側まで貫通するような目開きは生じない設計とする。 背面補強工の形状により、遮水性に配慮する。	—																															
部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}																															
改良地盤①(砂礫層)	<ul style="list-style-type: none"> 地震時又は津波時に、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、杭の横抵抗を喪失し、杭の変形量が大きくなり、被覆コンクリート壁を支持できなくなることで、被覆コンクリート壁の遮水性を喪失する。 地震又は津波荷重により、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。 地震時又は津波時に、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、地盤としての有効応力を喪失した状態で地下水や津波による浸透圧が作用することで、ポイリング・バイセンディング現象により土粒子が流出して水みちが形成される。 	①、②	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の変形を抑制するため、改良地盤がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認する。 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。 	○																															

第1-39(5)表 鋼管式鉛直壁(一般部)の損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮

部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}
置換 コンクリート	<ul style="list-style-type: none"> 地震時又は津波時に、置換コンクリートがせん断破壊又は引張破壊し、杭の横抵抗を喪失し、杭の変形量が大きくなり、鋼製透水壁を支持できなくなることで、鋼製透水壁の透水性を喪失する。 地震又は津波荷重により、置換コンクリートがせん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。 地震時又は津波時に、置換コンクリートがせん断破壊又は引張破壊し、地盤としての有効応力を喪失した状態で地下水や津波による浸透圧が作用することで、ポイリング・バイピング現象により土粒子が流出して水みちが形成される。 	①、②	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の変形を抑制するため、置換コンクリートがすべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認する。^{※3} 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。 置換コンクリートの施工上の配慮については、参考資料3に示す。 	○

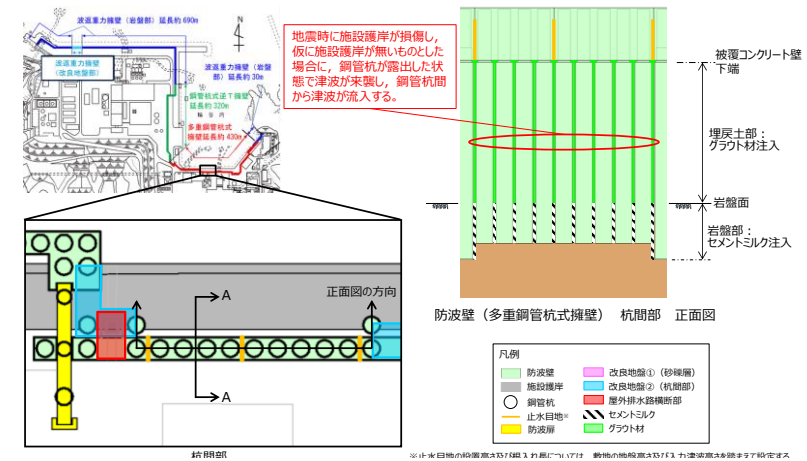
※1: ①地震時, ②津波時, なお津波+余震時はすべての事象を想定。
 ※2: 照査を実施する場合は○。照査不要と判断している場合は(-)。
 ※3: 地盤と施設を連成した2次元FEM解析により、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討(非線形解析等)を行う。

第1-42(5)表 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮及び構造上の弱部の抽出

部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}
セメントミルク	<ul style="list-style-type: none"> 地震又は津波荷重により、セメントミルクがせん断破壊し、地盤としての有効応力が喪失した状態で地下水や津波による浸透圧が作用することで、ポイリング・バイピング現象により土粒子が流出して水みちが形成される。 地震時又は津波時に、セメントミルクがせん断破壊し、鋼管杭の変形を抑制できなくなることで、杭の変形量が大きくなり、被覆コンクリート壁を支持できなくなるにより、被覆コンクリート壁の透水性を喪失する。 取水路からの漏水により改良地盤が洗掘され、難透水性を喪失する。 	①、②	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の変形を抑制するため、セメントミルクがすべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認する。(多重鋼管杭間の地中部の構造については次回以降参照) 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。 取水路(取水管)は、基準地震動に対して安全性を確保している。 取水路(取水管)の劣化等による漏水を防止する観点から保守管理を適切に実施している。 	○
岩盤	<ul style="list-style-type: none"> 地震時に鋼管杭下端底面のすべりが生じ、杭の変形量が大きくなり、杭が被覆コンクリート壁を支持できなくなることで、被覆コンクリート壁の透水性を喪失する。 地震時に鋼管杭に伝わる荷重により岩盤が破壊し、鉛直面支持機能を喪失する。 	①	<ul style="list-style-type: none"> すべり安全率が許容値以上であることを確認する。(3条で確認) 杭先端部の最大軸力が地盤の極限支持力以下であることを確認する。 	○

※1 ①地震時, ②津波時
 ※2 照査を実施する場合は○。照査不要と判断している場合は(-)。

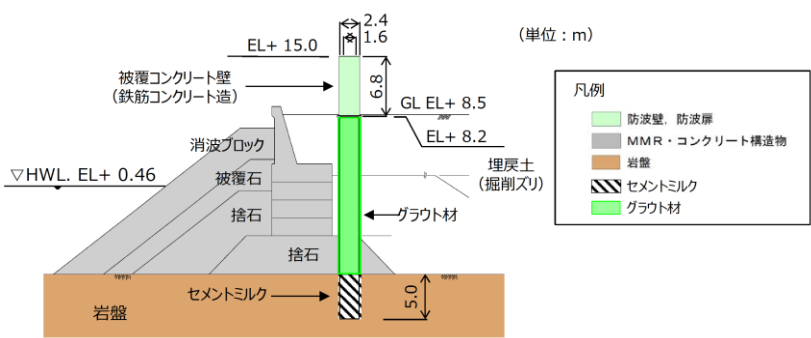
防波壁(多重鋼管杭式擁壁)前面の施設護岸が地震により損傷し、鋼管杭が露出した状態で津波が襲来した場合、構造上の弱部となる杭間部の正面図を第1-85図に示す。隣り合う多重鋼管杭間について、地中部(岩盤部)はセメントミルク、岩盤面より上部はグラウト材を注入している。



第1-85図 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)弱部③概要図(杭間部正面図)

セメントミルク及びグラウト材の設計上の役割等について第1-43表及び第1-86図のとおり整理した。

・記載方針の相違【女川2】
 島根は図表により弱部を明示
 ・設備の相違【女川2】
 設備の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考															
		<p style="text-align: center;">第1-43表 セメントミルク及びグラウトの設計上の役割</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 35%;">セメントミルク（地中部（岩盤部）に注入）</th> <th style="width: 35%;">グラウト材（地中部（埋戻土部）に注入）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>造成目的</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭（最外管）の岩盤根入れ部（下端の5.0m）と周辺岩盤を一体化するために造成。 周辺はM級岩盤以上であることから、所定の設計基準強度を有するセメントミルクを採用。 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭（最外管）と周辺地盤（埋戻土部）との空隙を充填するために造成。 グラウト材が空隙に確実に留まり、施工後に固化体が長期的に品質を持続すること、及び流動性を有して空隙に均一に充填可能であることを考慮して、ゲルタイムを有する瞬結性懸濁型注入材を採用。 </td> </tr> <tr> <td>強度仕様</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 一軸圧縮強度：8.8 (N/mm²) </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 一軸圧縮強度：0.7~1.4 (N/mm²) </td> </tr> <tr> <td>管理項目</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 所定の一軸圧縮強度を有すること、及び鋼管杭下端から岩盤面まで注入していることを確認する。 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 「薬液注入工事における施工管理方式について（H2.10（社）日本薬液注入協会）」に基づき、注入量等を確認する。 </td> </tr> <tr> <td>設計上の役割（杭の変形抑制・止水性）</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 強度特性は周辺の岩盤相当であることから、地震時及び津波時の鋼管杭の変形を抑制する役割を有する。 また、津波時の地盤中からの回り込みに対しては、周辺の岩盤相当の強度を有することから、難透水性の保持の役割を有する。（防波壁より陸側の地下水位に対しては、難透水性の保持による、地下水位上昇の影響要因となる。） </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 強度特性は周辺の埋戻土を若干上回る程度であることから、地震時及び津波時の鋼管杭の変形を抑制するものではなく、埋戻土と同様に扱う。 また、津波時の地盤中からの回り込みに対しても、難透水性の地盤ではあるが、埋戻土と同様に扱い、浸透流影響評価を行う。 </td> </tr> </tbody> </table>  <p style="text-align: center;">第1-86 図 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）弱部③概要図（杭間部（A-A断面）断面図）</p> <p style="text-align: center;"><u>防波壁（多重鋼管杭式擁壁）前面の施設護岸が損傷した場合、構造上の弱部となる防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の概要図を第1-87 図に示す。</u></p> <p style="text-align: center;">【地震時】</p> <p style="text-align: center;"><u>施設護岸が地震により損傷することによる防波壁への影響の検討は、防波壁より海側の施設護岸及び埋戻土が無いと仮定した場合の解析を実施し、施設護岸がある場合と比較することにより行う。（詳細は参考資料10参照）</u></p> <p style="text-align: center;">【津波時】</p> <p style="text-align: center;"><u>地震による施設護岸損傷後に、仮に施設護岸が無いものとした場合に、鋼管杭が露出した状態で津波が襲来することを想定し、津波の地盤中からの回り込みに対して</u></p>		セメントミルク（地中部（岩盤部）に注入）	グラウト材（地中部（埋戻土部）に注入）	造成目的	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭（最外管）の岩盤根入れ部（下端の5.0m）と周辺岩盤を一体化するために造成。 周辺はM級岩盤以上であることから、所定の設計基準強度を有するセメントミルクを採用。 	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭（最外管）と周辺地盤（埋戻土部）との空隙を充填するために造成。 グラウト材が空隙に確実に留まり、施工後に固化体が長期的に品質を持続すること、及び流動性を有して空隙に均一に充填可能であることを考慮して、ゲルタイムを有する瞬結性懸濁型注入材を採用。 	強度仕様	<ul style="list-style-type: none"> 一軸圧縮強度：8.8 (N/mm²) 	<ul style="list-style-type: none"> 一軸圧縮強度：0.7~1.4 (N/mm²) 	管理項目	<ul style="list-style-type: none"> 所定の一軸圧縮強度を有すること、及び鋼管杭下端から岩盤面まで注入していることを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> 「薬液注入工事における施工管理方式について（H2.10（社）日本薬液注入協会）」に基づき、注入量等を確認する。 	設計上の役割（杭の変形抑制・止水性）	<ul style="list-style-type: none"> 強度特性は周辺の岩盤相当であることから、地震時及び津波時の鋼管杭の変形を抑制する役割を有する。 また、津波時の地盤中からの回り込みに対しては、周辺の岩盤相当の強度を有することから、難透水性の保持の役割を有する。（防波壁より陸側の地下水位に対しては、難透水性の保持による、地下水位上昇の影響要因となる。） 	<ul style="list-style-type: none"> 強度特性は周辺の埋戻土を若干上回る程度であることから、地震時及び津波時の鋼管杭の変形を抑制するものではなく、埋戻土と同様に扱う。 また、津波時の地盤中からの回り込みに対しても、難透水性の地盤ではあるが、埋戻土と同様に扱い、浸透流影響評価を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 記載方針の相違 【女川2】 島根は図表により弱部を明示 設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違
	セメントミルク（地中部（岩盤部）に注入）	グラウト材（地中部（埋戻土部）に注入）																
造成目的	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭（最外管）の岩盤根入れ部（下端の5.0m）と周辺岩盤を一体化するために造成。 周辺はM級岩盤以上であることから、所定の設計基準強度を有するセメントミルクを採用。 	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭（最外管）と周辺地盤（埋戻土部）との空隙を充填するために造成。 グラウト材が空隙に確実に留まり、施工後に固化体が長期的に品質を持続すること、及び流動性を有して空隙に均一に充填可能であることを考慮して、ゲルタイムを有する瞬結性懸濁型注入材を採用。 																
強度仕様	<ul style="list-style-type: none"> 一軸圧縮強度：8.8 (N/mm²) 	<ul style="list-style-type: none"> 一軸圧縮強度：0.7~1.4 (N/mm²) 																
管理項目	<ul style="list-style-type: none"> 所定の一軸圧縮強度を有すること、及び鋼管杭下端から岩盤面まで注入していることを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> 「薬液注入工事における施工管理方式について（H2.10（社）日本薬液注入協会）」に基づき、注入量等を確認する。 																
設計上の役割（杭の変形抑制・止水性）	<ul style="list-style-type: none"> 強度特性は周辺の岩盤相当であることから、地震時及び津波時の鋼管杭の変形を抑制する役割を有する。 また、津波時の地盤中からの回り込みに対しては、周辺の岩盤相当の強度を有することから、難透水性の保持の役割を有する。（防波壁より陸側の地下水位に対しては、難透水性の保持による、地下水位上昇の影響要因となる。） 	<ul style="list-style-type: none"> 強度特性は周辺の埋戻土を若干上回る程度であることから、地震時及び津波時の鋼管杭の変形を抑制するものではなく、埋戻土と同様に扱う。 また、津波時の地盤中からの回り込みに対しても、難透水性の地盤ではあるが、埋戻土と同様に扱い、浸透流影響評価を行う。 																

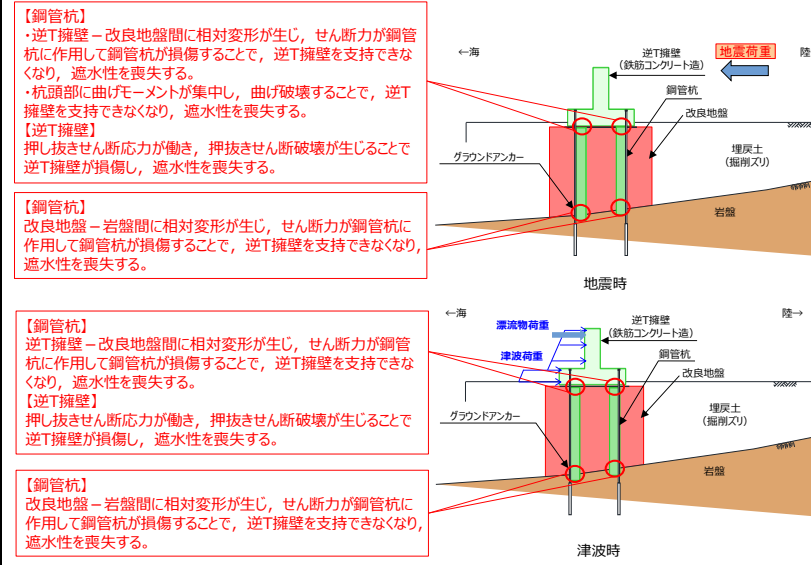
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1834 254 2507 373">万全を期すため、防波壁の背後に耐震性を有する地盤改良を実施することにより対策を行う。(詳細は別添10参照)</p>  <p data-bbox="1795 745 2448 777">第1-87 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 弱部③概要図</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・記載方針の相違【女川2】 島根は図表により弱部を明示 ・設備の相違【女川2】 設備の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																														
	<p>第1-39(6)表 鋼管式鉛直壁(一般部)の損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮</p> <table border="1" data-bbox="943 667 1709 1516"> <thead> <tr> <th>地盤の名称</th> <th>要求機能を喪失する事象</th> <th>想定ケース^{※1}</th> <th>設計・施工上の配慮</th> <th>照査^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">改良地盤</td> <td>地震時又は津波時に、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、杭の横抵抗を喪失し、杭の変形量が大きくなり、鋼製止水壁を支持できなくなることで、鋼製止水壁の遮水性を喪失する。</td> <td rowspan="4">①、②</td> <td>鋼管杭の変形を抑制するため、改良地盤がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認する。 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。 改良地盤の施工上の配慮については、参考資料2に示す。</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>地震又は津波荷重により、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。</td> <td rowspan="3">①</td> <td>すべり安全率が許容値以上であることを確認する。(3条で確認)。</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>地震時又は津波時に、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、地盤としての有効応力を喪失した状態で地下水や津波による浸透圧が作用することで、ボイリング・パイピング現象により土粒子が流出して水みちが形成される。</td> <td rowspan="2">①、②</td> <td>取水路は、基準地震動S_aに対して安全性を確保している。 構造地盤には止水ジョイントを設置して漏水を防止している。 コンクリートの劣化、ひび割れ等による漏水を防止する観点から保守管理を適切に実施している。 なお、防漏場を構築する構造物の取扱いについては、参考資料6に示す。</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>取水路からの漏水により改良地盤が洗掘され、遮水性を喪失する。</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1: ①地震時、②津波時、なお津波+余震時はすべての事象を想定。 ※2: 照査を実施する場合は○。照査不要と判断している場合は(—)。</p>	地盤の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}	改良地盤	地震時又は津波時に、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、杭の横抵抗を喪失し、杭の変形量が大きくなり、鋼製止水壁を支持できなくなることで、鋼製止水壁の遮水性を喪失する。	①、②	鋼管杭の変形を抑制するため、改良地盤がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認する。 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。 改良地盤の施工上の配慮については、参考資料2に示す。	○	地震又は津波荷重により、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。	①	すべり安全率が許容値以上であることを確認する。(3条で確認)。	○	地震時又は津波時に、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、地盤としての有効応力を喪失した状態で地下水や津波による浸透圧が作用することで、ボイリング・パイピング現象により土粒子が流出して水みちが形成される。	①、②	取水路は、基準地震動 S_a に対して安全性を確保している。 構造地盤には止水ジョイントを設置して漏水を防止している。 コンクリートの劣化、ひび割れ等による漏水を防止する観点から保守管理を適切に実施している。 なお、防漏場を構築する構造物の取扱いについては、参考資料6に示す。	—	取水路からの漏水により改良地盤が洗掘され、遮水性を喪失する。	—	<p>防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)、防波壁(波返重力擁壁)及び境界部について、各部位が損傷して要求機能を喪失する事象を抽出し、それに対する設計・施工上の配慮について整理した。また、これに合わせて、防波壁の構造上の弱部を抽出した。結果を第1-44表～第1-46表に示す。</p> <p>第1-44(1)表 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)の損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮及び構造上の弱部の抽出</p> <table border="1" data-bbox="1733 667 2499 1096"> <thead> <tr> <th>部位の名称</th> <th>要求機能を喪失する事象</th> <th>想定ケース^{※1}</th> <th>設計・施工上の配慮</th> <th>照査^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">鋼管杭</td> <td>地震又は津波荷重により曲げ・せん断破壊し、逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。</td> <td>①、②</td> <td>地震後や津波後の再使用性、津波時の影響(繰返しの津波)を考慮して、逆T擁壁や止水目地の変形を許容限界以下に留めて遮水性を確保するために、鋼管杭の変形がおおむね弾性範囲であることを確認する。</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>地震又は津波荷重により逆T擁壁-改良地盤間、改良地盤-岩盤間に相対変形が生じ、せん断力が鋼管杭に作用して鋼管杭が損傷することで、逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。【弱部①】</td> <td>①、②</td> <td>地震荷重については汀線方向についても考慮し、逆T擁壁や止水目地の変形を許容限界以下に留めて遮水性を確保するために、鋼管杭がおおむね弾性範囲であることを確認する。</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>汀線方向の地震荷重により、曲げ・せん断破壊し、逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。</td> <td>①</td> <td>地震荷重については汀線方向についても考慮し、隣接ブロックの荷重により、鋼管杭が損傷し逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>隣接するブロックからの荷重により、鋼管杭が損傷し逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。</td> <td>①</td> <td>津波荷重により、鋼管杭の下部が転倒するようなモードが発生し、逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>津波荷重により、鋼管杭の下部が転倒するようなモードが発生し、逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。</td> <td>②</td> <td>曲げモーメントが大きい設計荷重状態ではL型結合として挙動すると考えているため、模型実験により杭頭部の力学的特性について確認するとともに、杭頭部に曲げモーメントが発生する剛接合による影響検討を行う。弱ケースとして防波壁に損傷が発生しないことを確認する。(別添3参照)</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>地震により杭頭部に曲げモーメントが集中し、曲げ破壊することで、逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。【弱部①】</td> <td>①</td> <td>地震時に施設護岸の一部が損傷し、津波により運ばれて逆T擁壁に衝突することで鋼管杭が損傷し、逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。 地震時に施設護岸の一部が損傷し、受働抵抗が低下することにより鋼管杭が損傷し逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。【弱部②】</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 ①地震時、②津波時 ※2 照査を実施する場合は○。照査不要と判断している場合は(—)。</p> <p>第1-44(2)表 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)の損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮及び構造上の弱部の抽出</p> <table border="1" data-bbox="1733 1285 2499 1629"> <thead> <tr> <th>部位の名称</th> <th>要求機能を喪失する事象</th> <th>想定ケース^{※1}</th> <th>設計・施工上の配慮</th> <th>照査^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">逆T擁壁</td> <td>地震又は津波荷重により曲げ・せん断破壊し、遮水性を喪失する。</td> <td>①、②</td> <td rowspan="3">逆T擁壁の発生応力度が、許容応力度以下であることを確認する。</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>地震又は津波荷重により、杭頭接合部に応力が集中することで、杭頭接合部が破壊し、逆T擁壁が損傷するか、位置を保持できなくなり、遮水性を喪失する。</td> <td>①、②</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>津波荷重により鋼管杭接続部に押抜きせん断応力が働き、押抜きせん断破壊が生じることで逆T擁壁が損傷し、遮水性を喪失する。【弱部①】</td> <td>①、②</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>津波時の漂流物荷重により、逆T擁壁が損傷し、遮水性を喪失する。</td> <td>②</td> <td>漂流物荷重による逆T擁壁の発生応力度が短期許容応力度以下であることを確認する。</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>竜巻の風荷重や飛来物荷重により、被覆コンクリート壁が損傷する、あるいは止水目地を支持できなくなり、遮水性を喪失する。</td> <td>—</td> <td>万一、竜巻及びその隣接現象により損傷した場合、津波防護機能が必要となる前に修復等の対応を実施。</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>地震又は津波荷重により、逆T擁壁が転倒もしくは滑動により遮水性を喪失する。</td> <td>①、②</td> <td>逆T擁壁の転倒及び滑りの有無を確認する。</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 ①地震時、②津波時 ※2 照査を実施する場合は○。照査不要と判断している場合は(—)。</p>	部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}	鋼管杭	地震又は津波荷重により曲げ・せん断破壊し、逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	①、②	地震後や津波後の再使用性、津波時の影響(繰返しの津波)を考慮して、逆T擁壁や止水目地の変形を許容限界以下に留めて遮水性を確保するために、鋼管杭の変形がおおむね弾性範囲であることを確認する。	○	地震又は津波荷重により逆T擁壁-改良地盤間、改良地盤-岩盤間に相対変形が生じ、せん断力が鋼管杭に作用して鋼管杭が損傷することで、逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。【弱部①】	①、②	地震荷重については汀線方向についても考慮し、逆T擁壁や止水目地の変形を許容限界以下に留めて遮水性を確保するために、鋼管杭がおおむね弾性範囲であることを確認する。	○	汀線方向の地震荷重により、曲げ・せん断破壊し、逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	①	地震荷重については汀線方向についても考慮し、隣接ブロックの荷重により、鋼管杭が損傷し逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	○	隣接するブロックからの荷重により、鋼管杭が損傷し逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	①	津波荷重により、鋼管杭の下部が転倒するようなモードが発生し、逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	○	津波荷重により、鋼管杭の下部が転倒するようなモードが発生し、逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	②	曲げモーメントが大きい設計荷重状態ではL型結合として挙動すると考えているため、模型実験により杭頭部の力学的特性について確認するとともに、杭頭部に曲げモーメントが発生する剛接合による影響検討を行う。弱ケースとして防波壁に損傷が発生しないことを確認する。(別添3参照)	○	地震により杭頭部に曲げモーメントが集中し、曲げ破壊することで、逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。【弱部①】	①	地震時に施設護岸の一部が損傷し、津波により運ばれて逆T擁壁に衝突することで鋼管杭が損傷し、逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。 地震時に施設護岸の一部が損傷し、受働抵抗が低下することにより鋼管杭が損傷し逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。【弱部②】	—	部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}	逆T擁壁	地震又は津波荷重により曲げ・せん断破壊し、遮水性を喪失する。	①、②	逆T擁壁の発生応力度が、許容応力度以下であることを確認する。	○	地震又は津波荷重により、杭頭接合部に応力が集中することで、杭頭接合部が破壊し、逆T擁壁が損傷するか、位置を保持できなくなり、遮水性を喪失する。	①、②	○	津波荷重により鋼管杭接続部に押抜きせん断応力が働き、押抜きせん断破壊が生じることで逆T擁壁が損傷し、遮水性を喪失する。【弱部①】	①、②	○	津波時の漂流物荷重により、逆T擁壁が損傷し、遮水性を喪失する。	②	漂流物荷重による逆T擁壁の発生応力度が短期許容応力度以下であることを確認する。	○	竜巻の風荷重や飛来物荷重により、被覆コンクリート壁が損傷する、あるいは止水目地を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	—	万一、竜巻及びその隣接現象により損傷した場合、津波防護機能が必要となる前に修復等の対応を実施。	—	地震又は津波荷重により、逆T擁壁が転倒もしくは滑動により遮水性を喪失する。	①、②	逆T擁壁の転倒及び滑りの有無を確認する。	○	<p>・記載方針の相違【女川2】 島根は図表により弱部を明示 ・設備の相違【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p>
地盤の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}																																																																													
改良地盤	地震時又は津波時に、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、杭の横抵抗を喪失し、杭の変形量が大きくなり、鋼製止水壁を支持できなくなることで、鋼製止水壁の遮水性を喪失する。	①、②	鋼管杭の変形を抑制するため、改良地盤がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)を確認する。 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。 改良地盤の施工上の配慮については、参考資料2に示す。	○																																																																													
	地震又は津波荷重により、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。		①	すべり安全率が許容値以上であることを確認する。(3条で確認)。	○																																																																												
	地震時又は津波時に、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、地盤としての有効応力を喪失した状態で地下水や津波による浸透圧が作用することで、ボイリング・パイピング現象により土粒子が流出して水みちが形成される。			①、②	取水路は、基準地震動 S_a に対して安全性を確保している。 構造地盤には止水ジョイントを設置して漏水を防止している。 コンクリートの劣化、ひび割れ等による漏水を防止する観点から保守管理を適切に実施している。 なお、防漏場を構築する構造物の取扱いについては、参考資料6に示す。	—																																																																											
	取水路からの漏水により改良地盤が洗掘され、遮水性を喪失する。				—																																																																												
部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}																																																																													
鋼管杭	地震又は津波荷重により曲げ・せん断破壊し、逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	①、②	地震後や津波後の再使用性、津波時の影響(繰返しの津波)を考慮して、逆T擁壁や止水目地の変形を許容限界以下に留めて遮水性を確保するために、鋼管杭の変形がおおむね弾性範囲であることを確認する。	○																																																																													
	地震又は津波荷重により逆T擁壁-改良地盤間、改良地盤-岩盤間に相対変形が生じ、せん断力が鋼管杭に作用して鋼管杭が損傷することで、逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。【弱部①】	①、②	地震荷重については汀線方向についても考慮し、逆T擁壁や止水目地の変形を許容限界以下に留めて遮水性を確保するために、鋼管杭がおおむね弾性範囲であることを確認する。	○																																																																													
	汀線方向の地震荷重により、曲げ・せん断破壊し、逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	①	地震荷重については汀線方向についても考慮し、隣接ブロックの荷重により、鋼管杭が損傷し逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	○																																																																													
	隣接するブロックからの荷重により、鋼管杭が損傷し逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	①	津波荷重により、鋼管杭の下部が転倒するようなモードが発生し、逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	○																																																																													
	津波荷重により、鋼管杭の下部が転倒するようなモードが発生し、逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	②	曲げモーメントが大きい設計荷重状態ではL型結合として挙動すると考えているため、模型実験により杭頭部の力学的特性について確認するとともに、杭頭部に曲げモーメントが発生する剛接合による影響検討を行う。弱ケースとして防波壁に損傷が発生しないことを確認する。(別添3参照)	○																																																																													
	地震により杭頭部に曲げモーメントが集中し、曲げ破壊することで、逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。【弱部①】	①	地震時に施設護岸の一部が損傷し、津波により運ばれて逆T擁壁に衝突することで鋼管杭が損傷し、逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。 地震時に施設護岸の一部が損傷し、受働抵抗が低下することにより鋼管杭が損傷し逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。【弱部②】	—																																																																													
部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}																																																																													
逆T擁壁	地震又は津波荷重により曲げ・せん断破壊し、遮水性を喪失する。	①、②	逆T擁壁の発生応力度が、許容応力度以下であることを確認する。	○																																																																													
	地震又は津波荷重により、杭頭接合部に応力が集中することで、杭頭接合部が破壊し、逆T擁壁が損傷するか、位置を保持できなくなり、遮水性を喪失する。	①、②		○																																																																													
	津波荷重により鋼管杭接続部に押抜きせん断応力が働き、押抜きせん断破壊が生じることで逆T擁壁が損傷し、遮水性を喪失する。【弱部①】	①、②		○																																																																													
	津波時の漂流物荷重により、逆T擁壁が損傷し、遮水性を喪失する。	②	漂流物荷重による逆T擁壁の発生応力度が短期許容応力度以下であることを確認する。	○																																																																													
	竜巻の風荷重や飛来物荷重により、被覆コンクリート壁が損傷する、あるいは止水目地を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	—	万一、竜巻及びその隣接現象により損傷した場合、津波防護機能が必要となる前に修復等の対応を実施。	—																																																																													
	地震又は津波荷重により、逆T擁壁が転倒もしくは滑動により遮水性を喪失する。	①、②	逆T擁壁の転倒及び滑りの有無を確認する。	○																																																																													

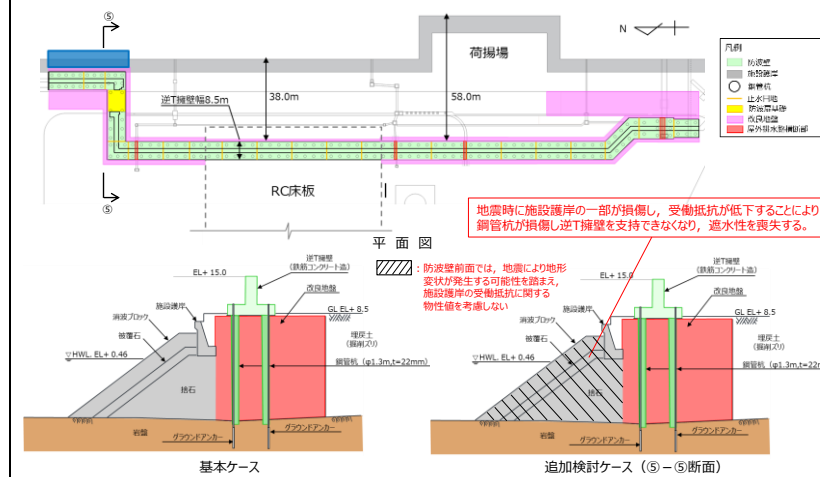
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																					
	<p>第 1-39(7)表 鋼管式鉛直壁 (一般部) の損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮</p> <table border="1" data-bbox="943 357 1709 976"> <thead> <tr> <th>地盤の名称</th> <th>要求機能を喪失する事象</th> <th>想定ケース^{※1}</th> <th>設計・施工上の配慮</th> <th>照査^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">セメント改良土</td> <td>地震時又は津波時に、セメント改良土がせん断破壊し、背面補強工の横抵抗を喪失し、杭の変形量が大きくなり、鋼製透水壁を支持できなくなることで、鋼製透水壁の遮水性を喪失する。</td> <td rowspan="3">①、②</td> <td rowspan="3"> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の変形を抑制するため、セメント改良土がすべり破壊しないことを (内的安定を保持) を確認する。 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。 </td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>地震又は津波荷重により、セメント改良土がせん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>地震時又は津波時に、セメント改良土がせん断破壊し、津波荷重を岩盤に伝達できなくなる。</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">岩盤</td> <td>地震時に鋼管杭下端底面のすべりが生じ、杭の変形量が大きくなり、杭が鋼製透水壁を支持できなくなることで、鋼製透水壁の遮水性を喪失する。</td> <td>①</td> <td>すべり安全率が許容値以上であることを確認する。(3条で確認)。</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>地震時に鋼管杭に伝わる荷重により岩盤又は改良地盤が破壊し、鉛直支持機能を喪失する。</td> <td>①</td> <td>極限支持力以下であることを確認する。</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1: ①地震時、②津波時、なお津波+余震時はすべての事象を想定。 ※2: 照査を実施する場合は○、照査不要と判断している場合は(-)。</p>	地盤の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}	セメント改良土	地震時又は津波時に、セメント改良土がせん断破壊し、背面補強工の横抵抗を喪失し、杭の変形量が大きくなり、鋼製透水壁を支持できなくなることで、鋼製透水壁の遮水性を喪失する。	①、②	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の変形を抑制するため、セメント改良土がすべり破壊しないことを (内的安定を保持) を確認する。 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。 	○	地震又は津波荷重により、セメント改良土がせん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。	○	地震時又は津波時に、セメント改良土がせん断破壊し、津波荷重を岩盤に伝達できなくなる。	○	岩盤	地震時に鋼管杭下端底面のすべりが生じ、杭の変形量が大きくなり、杭が鋼製透水壁を支持できなくなることで、鋼製透水壁の遮水性を喪失する。	①	すべり安全率が許容値以上であることを確認する。(3条で確認)。	○	地震時に鋼管杭に伝わる荷重により岩盤又は改良地盤が破壊し、鉛直支持機能を喪失する。	①	極限支持力以下であることを確認する。	○	<p>第 1-44(3)表 防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮及び構造上の弱部の抽出</p> <table border="1" data-bbox="1733 331 2499 562"> <thead> <tr> <th>部位の名称</th> <th>要求機能を喪失する事象</th> <th>想定ケース^{※1}</th> <th>設計・施工上の配慮</th> <th>照査^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">止水目地 (支持部含む)</td> <td>地震又は津波時に発生した施工ブロック間の相対変形により、目地の許容変形量を超える変形が生じ、遮水性を喪失する。</td> <td>①、②</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> メーカー規格及び性能試験に基づく許容変形量及び許容水圧以下であることを確認する。 異種構造形式の境界部、防波壁周辺の隣接構造物、改良地盤の有無を考慮して選定した断面について止水目地の相対変形量を算定し、許容変形量及び許容水圧以下であることを確認する。 </td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>津波時の漂流物が衝突することにより、目地が損傷し遮水性を喪失する。</td> <td>②</td> <td>止水目地は、津波漂流物の衝突による損傷を防止するため、防波壁の陸側に設置する。</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>竜巻の風荷重や飛来物荷重により、止水目地が損傷し、遮水性を喪失する。</td> <td>-</td> <td>万一、竜巻及びその隣接事象により損傷した場合には、津波防護機能が必要となる前に修復等の対応を実施。</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 ①地震時、②津波時 ※2 照査を実施する場合は○、照査不要と判断している場合は(-)。</p> <p>第 1-44(4)表 防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮及び構造上の弱部の抽出</p> <table border="1" data-bbox="1733 743 2499 974"> <thead> <tr> <th>部位の名称</th> <th>要求機能を喪失する事象</th> <th>想定ケース^{※1}</th> <th>設計・施工上の配慮</th> <th>照査^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">改良地盤</td> <td>地震時又は津波時に、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、杭の横抵抗を喪失し、杭の変形量が大きくなり、逆 T 擁壁を支持できなくなることで、逆 T 擁壁の遮水性を喪失する。</td> <td rowspan="3">①、②</td> <td rowspan="3"> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の変形を抑制すること及び地盤中からの回り込みによる浸水を防止 (難透水性を保持) するため、改良地盤がすべり破壊しないこと (内的安定を保持) を確認する。 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。 </td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>地震又は津波荷重により、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>地震時又は津波時に、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、地盤としての有効応力を喪失した状態で地下水や津波による浸透圧が作用することで、ポインティング現象により土粒子が流出して水みちが形成される。</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 ①地震時、②津波時 ※2 照査を実施する場合は○、照査不要と判断している場合は(-)。</p> <p>第 1-44(5)表 防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮及び構造上の弱部の抽出</p> <table border="1" data-bbox="1733 1163 2499 1310"> <thead> <tr> <th>部位の名称</th> <th>要求機能を喪失する事象</th> <th>想定ケース^{※1}</th> <th>設計・施工上の配慮</th> <th>照査^{※2}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">岩盤</td> <td>地震時に鋼管杭下端底面のすべりが生じ、杭の変形量が大きくなり、杭が逆 T 擁壁を支持できなくなることで、鋼製透水壁の遮水性を喪失する。</td> <td>①</td> <td>すべり安全率が許容値以上であることを確認する。(3条で確認)</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>地震時に鋼管杭に伝わる荷重により岩盤又は改良地盤が破壊し、鉛直支持機能を喪失する。</td> <td>①</td> <td>杭先端部の最大軸力が地盤の極限支持力以下であることを確認する。</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1: ①地震時、②津波時 ※2: 照査を実施する場合は○、照査不要と判断している場合は(-)。</p>	部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}	止水目地 (支持部含む)	地震又は津波時に発生した施工ブロック間の相対変形により、目地の許容変形量を超える変形が生じ、遮水性を喪失する。	①、②	<ul style="list-style-type: none"> メーカー規格及び性能試験に基づく許容変形量及び許容水圧以下であることを確認する。 異種構造形式の境界部、防波壁周辺の隣接構造物、改良地盤の有無を考慮して選定した断面について止水目地の相対変形量を算定し、許容変形量及び許容水圧以下であることを確認する。 	○	津波時の漂流物が衝突することにより、目地が損傷し遮水性を喪失する。	②	止水目地は、津波漂流物の衝突による損傷を防止するため、防波壁の陸側に設置する。	-	竜巻の風荷重や飛来物荷重により、止水目地が損傷し、遮水性を喪失する。	-	万一、竜巻及びその隣接事象により損傷した場合には、津波防護機能が必要となる前に修復等の対応を実施。	-	部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}	改良地盤	地震時又は津波時に、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、杭の横抵抗を喪失し、杭の変形量が大きくなり、逆 T 擁壁を支持できなくなることで、逆 T 擁壁の遮水性を喪失する。	①、②	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の変形を抑制すること及び地盤中からの回り込みによる浸水を防止 (難透水性を保持) するため、改良地盤がすべり破壊しないこと (内的安定を保持) を確認する。 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。 	○	地震又は津波荷重により、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。	○	地震時又は津波時に、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、地盤としての有効応力を喪失した状態で地下水や津波による浸透圧が作用することで、ポインティング現象により土粒子が流出して水みちが形成される。	○	部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}	岩盤	地震時に鋼管杭下端底面のすべりが生じ、杭の変形量が大きくなり、杭が逆 T 擁壁を支持できなくなることで、鋼製透水壁の遮水性を喪失する。	①	すべり安全率が許容値以上であることを確認する。(3条で確認)	○	地震時に鋼管杭に伝わる荷重により岩盤又は改良地盤が破壊し、鉛直支持機能を喪失する。	①	杭先端部の最大軸力が地盤の極限支持力以下であることを確認する。	○	<p>・記載方針の相違【女川2】 島根は図表により弱部を明示 ・設備の相違【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>鋼管杭及び逆 T 擁壁について、地震時及び津波時に局所的に応力が集中し、構造上の弱部となる箇所を第 1-88 図に示す。 防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) のうち、前面の施設護岸の一部が地震により損傷し、受働抵抗が低下することにより構造上の弱部となる防波壁北側部の平面図及び断面図を第 1-89 図に示す。 施設護岸が地震により損傷することによる防波壁への影響 (耐震性) の検討は、防波壁前面の施設護岸及び埋戻土が無いと仮定した場合の解析を実施することにより</p>
地盤の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}																																																																				
セメント改良土	地震時又は津波時に、セメント改良土がせん断破壊し、背面補強工の横抵抗を喪失し、杭の変形量が大きくなり、鋼製透水壁を支持できなくなることで、鋼製透水壁の遮水性を喪失する。	①、②	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の変形を抑制するため、セメント改良土がすべり破壊しないことを (内的安定を保持) を確認する。 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。 	○																																																																				
	地震又は津波荷重により、セメント改良土がせん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。			○																																																																				
	地震時又は津波時に、セメント改良土がせん断破壊し、津波荷重を岩盤に伝達できなくなる。			○																																																																				
岩盤	地震時に鋼管杭下端底面のすべりが生じ、杭の変形量が大きくなり、杭が鋼製透水壁を支持できなくなることで、鋼製透水壁の遮水性を喪失する。	①	すべり安全率が許容値以上であることを確認する。(3条で確認)。	○																																																																				
	地震時に鋼管杭に伝わる荷重により岩盤又は改良地盤が破壊し、鉛直支持機能を喪失する。	①	極限支持力以下であることを確認する。	○																																																																				
部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}																																																																				
止水目地 (支持部含む)	地震又は津波時に発生した施工ブロック間の相対変形により、目地の許容変形量を超える変形が生じ、遮水性を喪失する。	①、②	<ul style="list-style-type: none"> メーカー規格及び性能試験に基づく許容変形量及び許容水圧以下であることを確認する。 異種構造形式の境界部、防波壁周辺の隣接構造物、改良地盤の有無を考慮して選定した断面について止水目地の相対変形量を算定し、許容変形量及び許容水圧以下であることを確認する。 	○																																																																				
	津波時の漂流物が衝突することにより、目地が損傷し遮水性を喪失する。	②	止水目地は、津波漂流物の衝突による損傷を防止するため、防波壁の陸側に設置する。	-																																																																				
	竜巻の風荷重や飛来物荷重により、止水目地が損傷し、遮水性を喪失する。	-	万一、竜巻及びその隣接事象により損傷した場合には、津波防護機能が必要となる前に修復等の対応を実施。	-																																																																				
部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}																																																																				
改良地盤	地震時又は津波時に、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、杭の横抵抗を喪失し、杭の変形量が大きくなり、逆 T 擁壁を支持できなくなることで、逆 T 擁壁の遮水性を喪失する。	①、②	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の変形を抑制すること及び地盤中からの回り込みによる浸水を防止 (難透水性を保持) するため、改良地盤がすべり破壊しないこと (内的安定を保持) を確認する。 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。 	○																																																																				
	地震又は津波荷重により、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。			○																																																																				
	地震時又は津波時に、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、地盤としての有効応力を喪失した状態で地下水や津波による浸透圧が作用することで、ポインティング現象により土粒子が流出して水みちが形成される。			○																																																																				
部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}																																																																				
岩盤	地震時に鋼管杭下端底面のすべりが生じ、杭の変形量が大きくなり、杭が逆 T 擁壁を支持できなくなることで、鋼製透水壁の遮水性を喪失する。	①	すべり安全率が許容値以上であることを確認する。(3条で確認)	○																																																																				
	地震時に鋼管杭に伝わる荷重により岩盤又は改良地盤が破壊し、鉛直支持機能を喪失する。	①	杭先端部の最大軸力が地盤の極限支持力以下であることを確認する。	○																																																																				

- ・記載方針の相違
- 【女川2】
島根は図表により弱部を明示
- ・設備の相違
- 【女川2】
設備の相違による記載内容の相違

行う。



第1-88 図 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）弱部①概要図



第1-89 図 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）弱部②概要図

第1-40表 鋼管式鉛直壁 (岩盤部) の損傷モードの抽出と設計・
施工上の配慮

部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}
鋼管杭	地震又は津波荷重により曲げ・せん断破壊し、鋼製透水壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	①、②	許容応力度以下であることを確認する。	○
鋼製透水壁	地震又は津波荷重により曲げ・せん断破壊し、遮水性を喪失する。	①、②	許容応力度以下であることを確認する。	○
	杭の平面位置が曲線となる区間において、地震又は津波荷重により曲げ・せん断破壊し、遮水性を喪失する。	①、②	許容応力度以下であることを確認する。曲部の影響が出ないように直線部と同様の設計とする。	○
岩盤	地震荷重により、周辺岩盤が受働崩壊、すべり破壊等を生じ、杭の受働抵抗を喪失し、杭の変形量が大きくなり、鋼製透水壁を支持できなくなり、鋼製透水壁の遮水性を喪失する。	①	鋼管杭の変形を抑制するため、岩盤がすべり破壊しないこと (内訳安定を保持) を確認する。	○
	地震又は津波荷重により岩盤がすべり破壊し、杭の変形量が大きくなり、杭を支持できなくなり、鋼製透水壁の遮水性を喪失する。	①、②	すべり安全率が許容値以上であることを確認する (3条で確認)。	○
	地震時に鋼管杭に伝わる荷重により岩盤が破壊し、鉛直支持機能を喪失する。	①	極限支持力以下であることを確認する。	○

※1: ①地震時、②津波時、なお津波+余震時はすべての事象を想定。
 ※2: 照査を実施する場合は○、照査不要と判断している場合は (-)。

第1-45(1)表 防波壁 (波返重力擁壁) の損傷モードの抽出と設計・
施工上の配慮及び構造上の弱部の抽出

部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}
重力擁壁	地震又は津波荷重により曲げ・せん断破壊し、遮水性を喪失する。	①、②	重力擁壁の発生応力度が、許容応力度以下であることを確認する。	○
	津波時の漂流物荷重により、重力擁壁が損傷し、遮水性を喪失する。	②	漂流物荷重による重力擁壁の発生応力度が許容応力度以下であることを確認する。	○
	竜巻の風荷重や飛来物荷重により、重力擁壁が損傷する、あるいは止水目地を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	-	万一、竜巻及びその随伴事象により損傷した場合には、津波防護機能が必要となる前に修復等の対応を実施。	-
	地震荷重により、重力擁壁が滑動し、ケーソンと重力擁壁の境界に水みちが形成されることで、遮水性を喪失する。【弱部①】	①、②	ケーソンと重力擁壁の間に有意な漏えいを生じさせる水みちが形成する相対変形が発生しないことを確認する。 ケーソンと重力擁壁の境界は、蓋コンクリート天端をケーソン天端から20cm下げ打設することで、一体構造としている。また、保守的にケーソンと重力擁壁の境界にジョイント要素を設定した解析モデルにより解析を実施し、有意な相対変形量が発生していないことを確認する。(別添4参照)	○
地震時又は津波時に施設護岸の一部が崩壊し、津波により運ばれて重力擁壁に衝突することで重力擁壁が損傷し、遮水性を喪失する。	②	数値シミュレーションにより、護岸側は流速が小さいことを確認しているため、護岸構成部材は津波により漂流物とならないと判断する。	-	

第1-45(2)表 防波壁 (波返重力擁壁) の損傷モードの抽出と設計・
施工上の配慮及び構造上の弱部の抽出

部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}
止水目地 (支持部含む)	地震又は津波時に発生した施工ブロック間の相対変形により、目地の許容変形量を超える変形が生じ、遮水性を喪失する。	①、②	メーカー規格及び性能試験に基づく許容変形量及び許容水圧以下であることを確認する。 異種構造形式の境界部、防波壁周辺の隣接構造物、改良地盤の有無を考慮して選定した断面において止水目地の相対変形量を算定し、許容変形量及び許容水圧以下であることを確認する。	○
	津波時の漂流物が衝突することにより、目地が損傷し遮水性を喪失する。	②	止水目地は、津波漂流物の衝突による損傷を防止するため、防波壁の陸側に設置する。	-
	竜巻の風荷重や飛来物荷重により、止水目地が損傷し、遮水性を喪失する。	-	万一、竜巻及びその随伴事象により損傷した場合には、津波防護機能が必要となる前に修復等の対応を実施。	-

※1 ①地震時、②津波時
 ※2 照査を実施する場合は○、照査不要と判断している場合は (-)。

第1-45(3)表 防波壁 (波返重力擁壁) の損傷モードの抽出と設計・
施工上の配慮及び構造上の弱部の抽出

部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}
ケーソン	地震時又は津波時に、ケーソンが曲げ破壊し、重力擁壁を支持できなくなることで、重力擁壁の遮水性を喪失する。	①、②	ケーソンの発生応力度が、許容応力度以下であることを確認する。	○
	地震時又は津波時に、放水路貫通部のケーソンが曲げ破壊し、重力擁壁を支持できなくなることで、重力擁壁の遮水性を喪失する。	①、②		○
	地震又は津波荷重により、ケーソンが曲げ破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。	①、②		○
	地震又は津波荷重により、ケーソンが滑動及び転倒すること、重力擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	①、②	ケーソンの滑動及び転倒の有無を確認する。	○
H鋼	地震時又は津波時に、H鋼がせん断破壊し、重力擁壁を支持できなくなることで重力擁壁の遮水性を喪失する。	①、②	H鋼の発生応力度がせん断応力度以下であることを確認する。	○

※1 ①地震時、②津波時
 ※2 照査を実施する場合は○、照査不要と判断している場合は (-)。

・記載方針の相違
【女川2】
 島根は図表により弱部を明示
 ・設備の相違
【女川2】
 設備の相違による記載内容の相違

第 1-41(1)表 盛土堤防の損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮

部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}
セメント改良土	地震又は津波荷重によりすべり破壊し、堤体高さが維持できなくなり、不透水性を喪失する。	①、②	堤体内部に想定したすべり線に対して、すべり線上の応力状態を考慮したすべり安全率が妥当な安全裕度を有していることを確認する。	○
	地震又は津波荷重によりせん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。	②	セメント改良土を横断する水みちが形成されて有意な漏えいを生じないために、堤体内部にすべり破壊が生じないこと（内的安定を保持）を確認する。 ^{※3}	○
	津波によりセメント改良土が洗刷され、不透水性を喪失する。	②	セメント改良土は、津波時の洗刷・侵食に対して十分な耐性をもつことと参考資料5に示す。	-
置換コンクリート	地震又は津波荷重により、置換コンクリートがせん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。	②	地盤中からの回り込みによる浸水を防止（不透水性を保持）するため、置換コンクリートがすべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認する。 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。	○
	地震時又は津波時に、置換コンクリートがせん断破壊又は引張破壊し、地盤としての有効応力を喪失した状態で地下水や津波による浸透圧が作用することで、ボイリング・バイピング現象により土粒子が流出して水みちが形成される。			

※1：①地震時、②津波時、なお津波+余震時はすべての事象を想定。
 ※2：照査を実施する場合は○、照査不要と判断している場合は（-）。
 ※3：地盤と施設を連成した2次元 FEM 解析により、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討（非線形解析等）を行う。

第 1-45(4)表 防波壁（波返重力擁壁）の損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮及び構造上の弱部の抽出

部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}
MMR	地震又は津波荷重によりMMRがすべり破壊し、ケーソン及び重力擁壁を支持できなくなり、不透水性を喪失する。	①、②	すべり安全率が許容値以上であることを確認する。 (3条で確認) 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。	○
	地震又は津波荷重により、MMRがせん断破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。	②		○
	地震又は津波時に重力擁壁及びケーソンに伝わる荷重によりMMRが破壊し、ケーソンを支持できなくなる。	①、②		○

※1：①地震時、②津波時
 ※2：照査を実施する場合は○、照査不要と判断している場合は（-）。

第 1-45(5)表 防波壁（波返重力擁壁）の損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮及び構造上の弱部の抽出

部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}
改良地盤	地震又は津波荷重により、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。	①、②	地盤中からの回り込みによる浸水を防止（不透水性を保持）するため、MMRがすべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認する。 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。	○
	地震時又は津波時に、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、地盤としての有効応力を喪失した状態で地下水や津波による浸透圧が作用することで、ボイリング・バイピング現象により土粒子が流出して水みちが形成される。			
	地震又は津波荷重により改良地盤がすべり破壊し、安定性を喪失して防波壁の高さを維持できなくなり、重力擁壁の不透水性を喪失する。	①、②	すべり安全率が許容値以上であることを確認する。 (3条で確認)	○
	地震時に重力擁壁及びケーソンに伝わる荷重により改良地盤が破壊し、ケーソンを支持できなくなる。	①	防波壁直下またはケーソン直下の地盤の鉛直圧縮応力が極限支持力以下であることを確認する。	○

※1：①地震時、②津波時
 ※2：照査を実施する場合は○、照査不要と判断している場合は（-）。

第 1-45(6)表 防波壁（波返重力擁壁）の損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮及び構造上の弱部の抽出

部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}
岩盤	地震又は津波荷重により岩盤がすべり破壊し、安定性を喪失して防波壁の高さを維持できなくなり、重力擁壁の不透水性を喪失する。	①、②	すべり安全率が許容値以上であることを確認する。 (3条で確認) 防波壁直下またはケーソン直下の地盤の鉛直圧縮応力が極限支持力以下であることを確認する。	○
	地震時に重力擁壁及びケーソンに伝わる荷重により岩盤及び改良地盤が破壊し、ケーソンを支持できなくなる。	①		○

※1：①地震時、②津波時
 ※2：照査を実施する場合は○、照査不要と判断している場合は（-）。

・記載方針の相違【女川2】
 島根は図表により弱部を明示
 ・設備の相違【女川2】
 設備の相違による記載内容の相違

第 1-41(2)表 盛土堤防の損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮

地盤の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}
改良地盤	<ul style="list-style-type: none"> 地震又は津波荷重により、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、過度なひび割れが連続することで水みちが形成される。 	②	<ul style="list-style-type: none"> 地盤中からの回り込みによる浸水を防止（不透水性を保持）するため、改良地盤がすべり破壊しないこと（内的安定を保持）を確認する。 施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。 	○
	<ul style="list-style-type: none"> 地震時又は津波時に、改良地盤がせん断破壊又は引張破壊し、地盤としての有効応力を喪失した状態で地下水や津波による浸透圧が作用することで、ボイリング・パイピング現象により土粒子が流出して水みちが形成される。 			
岩盤	<ul style="list-style-type: none"> 地震又は津波荷重により岩盤、置換コンクリート、改良地盤がすべり破壊し、安定性を喪失して防衛堤の高さを維持できなくなり、セメント改良土の不透水性を喪失する。 	①、②	<ul style="list-style-type: none"> すべり安全率が許容値以上であることを確認する（3条で確認）。 	○
	<ul style="list-style-type: none"> 地震時に盛土堤防に伝わる荷重により岩盤及び改良地盤が破壊し、鉛直支持機能を喪失する。 	①	<ul style="list-style-type: none"> 極限支持力以下であることを確認する。 	○
岩盤	<ul style="list-style-type: none"> 地震又は津波荷重により岩盤、置換コンクリート、改良地盤がすべり破壊し、安定性を喪失して防衛堤の高さを維持できなくなり、セメント改良土の不透水性を喪失する。 	①、②	<ul style="list-style-type: none"> すべり安全率が許容値以上であることを確認する（3条で確認）。 	○
	<ul style="list-style-type: none"> 地震時に盛土堤防に伝わる荷重により岩盤及び改良地盤が破壊し、鉛直支持機能を喪失する。 	①	<ul style="list-style-type: none"> 極限支持力以下であることを確認する。 	○

※1：①地震時、②津波時、なお津波+余震時はすべての事象を想定。
 ※2：照査を実施する場合は○、照査不要と判断している場合は（-）。

第 1-46 表 境界部の損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮及び

構造上の弱部の抽出

部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}
波返重力擁壁と鋼管杭式逆T擁壁の境界部	<ul style="list-style-type: none"> 地震又は津波荷重により逆T擁壁と重力擁壁の間に相対変形が生じ、水みちとなり、波返重力擁壁と鋼管杭式逆T擁壁の境界部での不透水性を喪失する。 	①、②	<ul style="list-style-type: none"> 異種構造形式の境界部では構造をすりつけない、止水目地を設置することで、不透水性に配慮する。 メーカー規格及び性能試験に基づき許容変形量及び許容水圧以下であることを確認する。 	○
鋼管杭式逆T擁壁と多重鋼管杭式擁壁の境界部	<ul style="list-style-type: none"> 地震又は津波荷重により逆T擁壁と被覆コンクリート壁の間に相対変形が生じ、水みちとなり、鋼管杭式逆T擁壁と多重鋼管杭式擁壁の境界部での不透水性を喪失する。 			○
多重鋼管杭式擁壁と波返重力擁壁の境界部	<ul style="list-style-type: none"> 地震又は津波荷重により被覆コンクリート壁と重力擁壁の間に相対変形が生じ、水みちとなり、多重鋼管杭式擁壁と波返重力擁壁の境界部での不透水性を喪失する。 			○
波返重力擁壁西端・東端部	<ul style="list-style-type: none"> 地震により地山が崩壊して、高さが維持できなくなり、波返重力擁壁と端部地山の境界部での不透水性を喪失する。 津波により地山が洗掘され、高さが維持できなくなり、波返重力擁壁と端部地山の境界部での不透水性を喪失する。 	①、②	<ul style="list-style-type: none"> 地山斜面が崩壊しないことを確認する。 硬質な岩盤であるため、洗掘されない。 	○

※1 ①地震時、②津波時
 ※2 照査を実施する場合は○、照査不要と判断している場合は（-）。

・記載方針の相違
【女川2】
 島根は図表により弱部を明示
 ・設備の相違
【女川2】
 設備の相違による記載内容の相違

第1-42 表 防潮堤の構造境界部の損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮

上の配慮				
部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}
鋼管式鉛直壁 (岩盤部) と端部地山の境界部 (南側取付部)	地震により地山が崩壊して、鋼管杭に衝突し、鋼管式鉛直壁 (岩盤部) と端部地山との境界部での遮水性を喪失する。	①	緩やかな丘状であり、崩壊するような斜面ではないと考えているが、鋼管杭の地上部はRC遮水壁 (コンクリート) で保護する配慮をする。	-
	地震又は津波荷重により地山が崩壊して、高さが維持できなくなり、鋼管式鉛直壁 (岩盤部) と端部地山との境界部での遮水性を喪失する。	①、②	入力津波高さよりも高い位置にあり、入力津波の防護に対しては影響ない設計とする。	-
鋼管式鉛直壁 (一般部) と盛土堤防の境界部 (杭-盛土接合部)	地震又は津波荷重により盛土堤防のすべり等が生じ、鋼管杭及び鋼管式鉛直壁に荷重が作用し、鋼管式鉛直壁を支持できなくなり、鋼管式鉛直壁の遮水性を喪失する。	①、②	盛土堤防のフラップ部を考慮した検討により、盛土の荷重を考慮した上で、鋼管式鉛直壁 (一般部) と同様に各部位の健全性を確認する。	○
	地震時に、盛土堤防が鋼管式鉛直壁側にすべり、鋼管式鉛直壁に損傷が生じ、鋼管式鉛直壁 (一般部) と盛土堤防の境界部での遮水性を喪失する。	①	堤体内部に想定したすべり線に対して、すべり線上の応力状態を考慮したすべり安全率が妥当な安全裕度を有していることを確認する。	○
	地震又は津波荷重により鋼管杭と盛土堤防の間に、相対変位が生じ、水みちとなり、鋼管式鉛直壁 (一般部) と盛土堤防の境界部での遮水性を喪失する。	①、②	鋼管式鉛直壁と盛土堤防の境界面には十分なフラップ長を確保したうえで、さらに可換性目地シール材 (ケーソンシール) を施工することで遮水性に配慮する。	-
盛土堤防と端部地山の境界部 (北側取付部)	地震により地山が崩壊して、高さが維持できなくなり、盛土堤防と端部地山の境界部での遮水性を喪失する。	①	盛土堤防の代表断面は、静的震度を用いた分割法を実施して地山斜面も含めて選定し、代表断面の安定性を確認することにより地山斜面の安定性についても確認する。	-
	津波により地山が冲刷され、高さが維持できなくなり、盛土堤防と端部地山の境界部での遮水性を喪失する。	②	岩盤斜面とし表層されない設計とする。	-

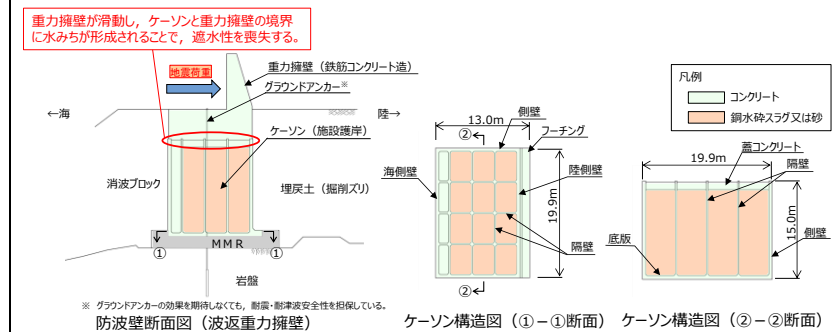
※1: ①地震時、②津波時、なお津波+余震時はすべての事象を想定。
 ※2: 照査を実施する場合は○、照査不要と判断している場合は(-)。

(c) 置換コンクリート及びセメント改良土の施工管理・維持管理について

鋼管式鉛直壁 (一般部) 及び盛土堤防において施設として区分した置換コンクリート、盛土堤防において施設として区分したセメント改良土について、要求機能を喪失せずに、各部位の役割や性能目標を長期的に維持していくための配慮事項として、施工管理・維持管理の考え方を以下に示す。

なお、具体的な施工管理・維持管理方法は今後検討する。

ケーソンの構造及び地震時に局所的に応力が集中し、構造上の弱部となる箇所を第1-90 図に示す。ケーソンは鉄筋コンクリート製であり、隔壁で仕切られたケーソン内は、中詰材 (コンクリート、銅水砕スラグ又は砂) で充填されており、中詰材の流出を防止するため、中詰材の上部に蓋コンクリートを打設している。中詰材は銅水砕スラグ又は砂を使用しており、これらの飽和単位体積重量は、22.6kN/m³、20.0kN/m³である。ケーソンと重力擁壁の境界は、蓋コンクリート天端をケーソン天端から20cm下げて打設することで、一体構造としている。また、保守的にケーソンと重力擁壁の境界にジョイント要素を設定した解析モデルにより解析を実施した結果、有意な相対変形量が発生していないことを確認した (詳細は参考資料4参照)。蓋コンクリート打設前の中詰材の充填状況を第1-91 図に示す。



第1-90 図 防波壁 (波返重力擁壁) 弱部①概要図



第1-91 図 防波壁 (波返重力擁壁) ケーソン中詰材充填状況

・記載方針の相違【女川2】
 島根は図表により弱部を明示
 ・設備の相違【女川2】
 設備の相違による記載内容の相違

・記載方針の相違【女川2】
 女川2は、置換コンクリート及びセメント改良土の施工管理・維持管理について記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>i. 置換コンクリート</u></p> <p><u>置換コンクリートの施工管理については、参考資料3に示す施工上の配慮事項により品質を確保するとともに、通常のコンクリートと同様に強度試験による品質管理を行う。</u></p> <p><u>また、置換コンクリートの維持管理については、置換コンクリートは土中の湿潤環境下に設置されるため、風雨や乾燥収縮等の影響を受けにくい。また、無筋コンクリートのため、塩害や中性化等によるひび割れの影響もないことから、周辺のセメント改良土や盛土・旧表土等の変状の有無を目視により確認することとし、変状が確認された場合には詳細な調査を行う。</u></p> <p><u>ii. セメント改良土</u></p> <p><u>(i) 盛土堤防</u></p> <p><u>盛土堤防のセメント改良土（施設）の施工管理については、敷均し厚、転圧試験、現場密度等による施工管理を行うとともに、強度試験による品質管理を行う。</u></p> <p><u>また、盛土堤防のセメント改良土（施設）の維持管理については、堤体高さを維持する観点において、沈下及び変位を目視及び測定により確認する。また、止水性を維持する観点においては、セメント改良土の難透水性を期待するため、目視により変状の有無を確認する。</u></p> <p><u>一方、侵食・洗掘に対しては、参考資料5に示したとおり、セメント改良土として十分耐性を有しているが、自主的な配慮としてセメント改良土の表面に保護工を施工する。</u></p> <p><u>(ii) 鋼管式鉛直壁（一般部）</u></p> <p><u>鋼管式鉛直壁（一般部）のセメント改良土（地盤）の施工管理については、施設である置換コンクリートの上部に設置されることも踏まえ、施設である盛土堤防のセメント改良土と同等の施工管理・品質管理を行う。</u></p> <p><u>また、鋼管式鉛直壁（一般部）のセメント改良土（地盤）の維持管理については、目視により変状の有無を</u></p>		<p>・記載方針の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>女川2は、置換コンクリート及びセメント改良土の施工管理・維持管理について記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																															
<p>3) 設計手順</p> <p>鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の耐震・耐津波評価は、津波防護施設であること、Sクラスの設計基準対象施設であることを踏まえ、第1-5表の鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の評価項目に従い、各構造部材の構造設計を行う。</p> <p>鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造健全性評価の検討フローを第1-5図に、解析評価に係る検討フローを第1-6図に示す。</p>	<p>確認する。</p> <p>一方、<u>侵食・洗掘</u>に対しては、<u>参考資料5</u>に示したとおり、<u>セメント改良土として十分耐性を有しているが、自主的な配慮としてセメント改良土の表面に保護工を施工する。</u></p> <p>e. 設計手順</p> <p>防潮堤の耐震・耐津波設計は、津波防護施設であること、Sクラスの設計基準対象施設であることを踏まえ、第1-1表～第1-3表の<u>防潮堤</u>に関する要求機能と設計評価方針、第1-8表及び第1-12表の照査項目と許容限界に従い、<u>防潮堤</u>の各部位の設計を行う。設計の対象断面や解析条件等について、設置許可段階と工認段階に区分して整理した結果を第1-43表に示す。</p> <p>第1-43(1)表 設置許可段階と工認段階における解析条件等の整理</p> <table border="1" data-bbox="955 1033 1691 1837"> <thead> <tr> <th rowspan="2">対象断面</th> <th colspan="2">設置許可段階 (設計方針と構造成立性評価)</th> <th colspan="2">工認段階</th> </tr> <tr> <th>構造成立性 (4条, 5条)</th> <th>地盤安定性 (3条)</th> <th>構造成立性</th> <th>地盤安定性</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">対象断面</td> <td> 【鋼管式船渠壁 (一般部)】 ・改良地盤の層厚が大きく、鋼管杭 (長杭) の長さが最大となり、当該構造区間における応答が相対的に大きいと考えられる断面 (1断面) を構造成立性評価断面として選定。 【盛土堤防】 ・改良地盤及びセメント改良土の層厚が大きく、当該構造区間における応答が相対的に大きいと考えられる断面 (1断面) を構造成立性評価断面として選定。 </td> <td></td> <td> ・構造成立性評価断面以外に、一次元地震応答解析結果等を参照し、必要に応じて検討対象断面を追加。 ・鋼管式船渠壁 (一般部) と盛土堤防の境界部の断面を追加。 ・改良地盤を介してSF-2層層と接していることから、断面の形状による影響を検討。 ・役割を期待しない盛土・埋戻土については、その形状を適切にモデル化し、試験等で得られた物性値に基づく有効応力解析により挙動を評価することを基本とするが、変形・損傷によって施設の評価に影響する可能性を考慮して、必要に応じて断面形状等を変化させた検討を行う。 </td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td> 【鋼管式船渠壁 (一般部)】 ・防塵堤側の盛土斜面は、稼働に伴う変動で斜面形状が変化し、荷重伝達経路や津波浪圧[※]に影響する可能性があることから、盛土斜面が変化した場合の施設への影響を保守的に検討するため、盛土斜面が無い場合の影響を評価する (イメージを左図に示す)。 ※: 斜面の形状を考慮した津波浪圧への影響検討は「参考資料2.1」を参照。 </td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td> 【鋼管式船渠壁 (一般部)・盛土堤防】 ・照査項目であるすべり安全率が、地質状況等から最も小さくなると考えられる断面を代表断面 (各1断面) として選定。 </td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	対象断面	設置許可段階 (設計方針と構造成立性評価)		工認段階		構造成立性 (4条, 5条)	地盤安定性 (3条)	構造成立性	地盤安定性	対象断面	【鋼管式船渠壁 (一般部)】 ・改良地盤の層厚が大きく、鋼管杭 (長杭) の長さが最大となり、当該構造区間における応答が相対的に大きいと考えられる断面 (1断面) を構造成立性評価断面として選定。 【盛土堤防】 ・改良地盤及びセメント改良土の層厚が大きく、当該構造区間における応答が相対的に大きいと考えられる断面 (1断面) を構造成立性評価断面として選定。		・構造成立性評価断面以外に、一次元地震応答解析結果等を参照し、必要に応じて検討対象断面を追加。 ・鋼管式船渠壁 (一般部) と盛土堤防の境界部の断面を追加。 ・改良地盤を介してSF-2層層と接していることから、断面の形状による影響を検討。 ・役割を期待しない盛土・埋戻土については、その形状を適切にモデル化し、試験等で得られた物性値に基づく有効応力解析により挙動を評価することを基本とするが、変形・損傷によって施設の評価に影響する可能性を考慮して、必要に応じて断面形状等を変化させた検討を行う。				【鋼管式船渠壁 (一般部)】 ・防塵堤側の盛土斜面は、稼働に伴う変動で斜面形状が変化し、荷重伝達経路や津波浪圧 [※] に影響する可能性があることから、盛土斜面が変化した場合の施設への影響を保守的に検討するため、盛土斜面が無い場合の影響を評価する (イメージを左図に示す)。 ※: 斜面の形状を考慮した津波浪圧への影響検討は「参考資料2.1」を参照。				【鋼管式船渠壁 (一般部)・盛土堤防】 ・照査項目であるすべり安全率が、地質状況等から最も小さくなると考えられる断面を代表断面 (各1断面) として選定。			<p>e. 設計手順</p> <p>防波壁の耐震・耐津波設計は、津波防護施設であること、Sクラスの設計基準対象施設であることを踏まえ、第1-1(1)表～第1-1(3)表の<u>防波壁</u>に関する要求機能と設計評価方針、第1-6表、第1-11表及び第1-16表の照査項目と許容限界に従い、<u>防波壁</u>の各部位の設計を行う。設計の対象断面や解析条件等について、設置許可段階と詳細設計段階に区分して整理した結果を第1-47表に示す。</p> <p>第1-47(1)表 設置許可段階と詳細設計段階における解析条件等の整理</p> <table border="1" data-bbox="1736 1060 2496 1444"> <thead> <tr> <th rowspan="2">対象断面</th> <th colspan="2">設置許可段階 (設計方針と構造成立性評価)</th> <th colspan="2">詳細設計段階[※]</th> <th rowspan="2">本資料の説明範囲</th> </tr> <tr> <th>構造成立性 (4条・5条)</th> <th>地盤安定性 (3条)</th> <th>構造成立性</th> <th>地盤安定性</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">対象断面</td> <td> 【防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)】 ・支持岩盤が深く、鋼管杭の長さが最大となり、また、砂礫層、埋戻土 (掘削スリ) 埋戻土 (粘性土) 及び改良地盤が分布しており、当該構造区間における応答が相対的に大きいと考えられる断面 (1断面) を構造成立性評価断面として選定。 【防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)】 ・支持地盤が深く、鋼管杭の長さが最大となり、当該構造区間における応答が相対的に大きいと考えられる断面 (2断面) を構造成立性評価断面として選定。 【防波壁 (波返し力擁壁)】 ・支持岩盤が深く、擁壁高さが高く、砂礫層、埋戻土 (掘削スリ)、改良地盤が分布しており、当該構造区間における応答が相対的に大きいと考えられる断面 (2断面) を構造成立性評価断面として選定。 </td> <td></td> <td> ・構造成立性評価断面以外に、一次元地震応答解析結果等を参照し、必要に応じて検討対象断面を追加。 ・役割を期待しない埋戻土及び砂礫層については、その形状を適切にモデル化し、試験等で得られた物性値に基づく有効応力解析により挙動を評価することを基本とするが、変形・損傷によって施設の評価に影響する可能性を考慮して必要に応じて断面形状を変化させた検討を行う。 </td> <td></td> <td></td> <td>○</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td> 【防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)】 【防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)】 ・照査項目であるすべり安全率が、地質状況等から最も小さくなると考えられる断面を代表断面 (各1断面) として選定。 </td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>- (基礎地盤の安定性評価にて説明予定)</td> </tr> </tbody> </table>	対象断面	設置許可段階 (設計方針と構造成立性評価)		詳細設計段階 [※]		本資料の説明範囲	構造成立性 (4条・5条)	地盤安定性 (3条)	構造成立性	地盤安定性	対象断面	【防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)】 ・支持岩盤が深く、鋼管杭の長さが最大となり、また、砂礫層、埋戻土 (掘削スリ) 埋戻土 (粘性土) 及び改良地盤が分布しており、当該構造区間における応答が相対的に大きいと考えられる断面 (1断面) を構造成立性評価断面として選定。 【防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)】 ・支持地盤が深く、鋼管杭の長さが最大となり、当該構造区間における応答が相対的に大きいと考えられる断面 (2断面) を構造成立性評価断面として選定。 【防波壁 (波返し力擁壁)】 ・支持岩盤が深く、擁壁高さが高く、砂礫層、埋戻土 (掘削スリ)、改良地盤が分布しており、当該構造区間における応答が相対的に大きいと考えられる断面 (2断面) を構造成立性評価断面として選定。		・構造成立性評価断面以外に、一次元地震応答解析結果等を参照し、必要に応じて検討対象断面を追加。 ・役割を期待しない埋戻土及び砂礫層については、その形状を適切にモデル化し、試験等で得られた物性値に基づく有効応力解析により挙動を評価することを基本とするが、変形・損傷によって施設の評価に影響する可能性を考慮して必要に応じて断面形状を変化させた検討を行う。			○			【防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)】 【防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)】 ・照査項目であるすべり安全率が、地質状況等から最も小さくなると考えられる断面を代表断面 (各1断面) として選定。				- (基礎地盤の安定性評価にて説明予定)	<p>・記載方針の相違</p> <p>【女川2】 女川2は、置換コンクリート及びセメント改良土の施工管理・維持管理について記載</p> <p>・設備の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p>
対象断面	設置許可段階 (設計方針と構造成立性評価)		工認段階																																															
	構造成立性 (4条, 5条)	地盤安定性 (3条)	構造成立性	地盤安定性																																														
対象断面	【鋼管式船渠壁 (一般部)】 ・改良地盤の層厚が大きく、鋼管杭 (長杭) の長さが最大となり、当該構造区間における応答が相対的に大きいと考えられる断面 (1断面) を構造成立性評価断面として選定。 【盛土堤防】 ・改良地盤及びセメント改良土の層厚が大きく、当該構造区間における応答が相対的に大きいと考えられる断面 (1断面) を構造成立性評価断面として選定。		・構造成立性評価断面以外に、一次元地震応答解析結果等を参照し、必要に応じて検討対象断面を追加。 ・鋼管式船渠壁 (一般部) と盛土堤防の境界部の断面を追加。 ・改良地盤を介してSF-2層層と接していることから、断面の形状による影響を検討。 ・役割を期待しない盛土・埋戻土については、その形状を適切にモデル化し、試験等で得られた物性値に基づく有効応力解析により挙動を評価することを基本とするが、変形・損傷によって施設の評価に影響する可能性を考慮して、必要に応じて断面形状等を変化させた検討を行う。																																															
			【鋼管式船渠壁 (一般部)】 ・防塵堤側の盛土斜面は、稼働に伴う変動で斜面形状が変化し、荷重伝達経路や津波浪圧 [※] に影響する可能性があることから、盛土斜面が変化した場合の施設への影響を保守的に検討するため、盛土斜面が無い場合の影響を評価する (イメージを左図に示す)。 ※: 斜面の形状を考慮した津波浪圧への影響検討は「参考資料2.1」を参照。																																															
		【鋼管式船渠壁 (一般部)・盛土堤防】 ・照査項目であるすべり安全率が、地質状況等から最も小さくなると考えられる断面を代表断面 (各1断面) として選定。																																																
対象断面	設置許可段階 (設計方針と構造成立性評価)		詳細設計段階 [※]		本資料の説明範囲																																													
	構造成立性 (4条・5条)	地盤安定性 (3条)	構造成立性	地盤安定性																																														
対象断面	【防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)】 ・支持岩盤が深く、鋼管杭の長さが最大となり、また、砂礫層、埋戻土 (掘削スリ) 埋戻土 (粘性土) 及び改良地盤が分布しており、当該構造区間における応答が相対的に大きいと考えられる断面 (1断面) を構造成立性評価断面として選定。 【防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)】 ・支持地盤が深く、鋼管杭の長さが最大となり、当該構造区間における応答が相対的に大きいと考えられる断面 (2断面) を構造成立性評価断面として選定。 【防波壁 (波返し力擁壁)】 ・支持岩盤が深く、擁壁高さが高く、砂礫層、埋戻土 (掘削スリ)、改良地盤が分布しており、当該構造区間における応答が相対的に大きいと考えられる断面 (2断面) を構造成立性評価断面として選定。		・構造成立性評価断面以外に、一次元地震応答解析結果等を参照し、必要に応じて検討対象断面を追加。 ・役割を期待しない埋戻土及び砂礫層については、その形状を適切にモデル化し、試験等で得られた物性値に基づく有効応力解析により挙動を評価することを基本とするが、変形・損傷によって施設の評価に影響する可能性を考慮して必要に応じて断面形状を変化させた検討を行う。			○																																												
			【防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)】 【防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)】 ・照査項目であるすべり安全率が、地質状況等から最も小さくなると考えられる断面を代表断面 (各1断面) として選定。				- (基礎地盤の安定性評価にて説明予定)																																											

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

第1-5表 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の評価項目

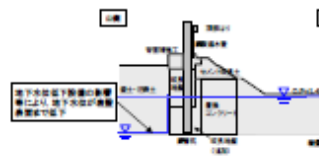
評価対象部位	設計対象	応力等の状態	設計に用いる計算標準
下部工	基礎地盤	支神力	「建設標準方書・同解説(1)基礎編、地下防蟻壁編」を踏まえ、多様な安全余裕を考慮した確認支神力以下とする。
	鋼管杭	曲げ、せん断	【基礎編(1)】に対して「建設標準方書・同解説(1)基礎編、地下防蟻壁編」を踏まえ、多様な安全余裕を考慮した確認支神力以下とする。 【T.P. + 24h 集積】に対して「建設標準方書・同解説(1)基礎編、地下防蟻壁編」に基づき確認支神力・せん断力以下とする。
上部工	鋼管杭コンクリート(鋼管杭コンクリート)	曲げ、せん断	【基礎編(1)】に対して「建設標準方書・同解説(1)基礎編、Y鋼管杭設計編」を踏まえ、多様な安全余裕を考慮した確認支神力以下とする。【コンクリート標準配合方書【構造用標準配合】】でも確認。 【T.P. + 24h 集積】に対して「建設標準方書・同解説(1)基礎編、Y鋼管杭設計編」に基づき確認支神力・せん断力以下とする。
		曲げ、せん断	【基礎編(1)】に対して「建設標準方書・同解説(1)基礎編、地下防蟻壁編」及び「鋼管杭コンクリート設計標準方書」を踏まえ、多様な安全余裕を考慮した確認支神力以下とする。 【T.P. + 24h 集積】に対して「建設標準方書・同解説(1)基礎編、地下防蟻壁編」に基づき確認支神力・せん断力以下とする。
	変形、引張り	メーカ一貫規格及び基準並びに必要な応じて実施する性能試験を参考に定める許容変形量及び許容引張り力以下とする。	
	引張り、せん断、引抜き	「各種合成構造設計設計・同解説」を踏まえ、多様な安全余裕を考慮した確認支神力以下とする。	
	曲げ、引張り、せん断	「鋼管杭設計標準」を踏まえ、多様な安全余裕を考慮した確認支神力以下とする。	
	せん断	「建設標準方書・同解説(1)基礎編、地下防蟻壁編」及び「鋼管杭コンクリート設計標準方書」を踏まえ、多様な安全余裕を考慮した確認支神力以下とする。	
表層改良体	せん断	多様な安全余裕を考慮したせん断力以下とする。	
シートパイル	せん断	多様な安全余裕を考慮したせん断力以下とする。	

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

第 1-43 表 (2) 設置許可段階と工認段階における解析条件等の整理

対象	設置許可段階 (設計方針と構造成立性評価)		工認段階
	構造成立性 (4条, 5条)	<ul style="list-style-type: none"> ・構造物への影響が大きい地震 (2級) を構造成立性評価地震として選定。 	
地震	<ul style="list-style-type: none"> ・全基準地震動 7 級 (3条) 		—
解析方法	【鋼管杭直壁 (一般部)】		<ul style="list-style-type: none"> ・第 1-44 表～第 1-46 表を基本とし、解析条件等の整理や具体的な実施ケースと併せて検討する。 ・建設時の解析は、S_u による応力状態及び過剰間隙水圧の上昇による地盤の塑性低下による影響について、過剰間隙水圧の挙動を含めた評価方法を検討する。 ・施設の設置について、すべり安全率 1.2 以上であることを確認するとともに、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討 (非線形解析等) を行う。 ・必要に応じて、より精緻な解析を実施する。
	<ul style="list-style-type: none"> ・第 1-44 表を基本とし、第 2-1 図及び第 2-2 図に示すフローにより、構造成立性を確認する。 ・対策工 (地盤改良) 実施により低下しない構造となり、断面方向の不連続な挙動が解明される。 ・対策工 (地盤改良) 実施により 3 次元的な挙動の影響は小さくなることから、横断方向の二次元解析にて成立性を確認していく。 ・建設時の解析は、保守的に S_u 直後の応力状態及び過剰間隙水圧上昇による地盤の塑性低下を考慮した解析を行う。 ・背面補強工及び置換コンクリートの設置について、すべり安全率 1.2 以上であることを確認する。 		
	【鋼管杭直壁 (射撃部)】		
	<ul style="list-style-type: none"> ・構造成立性評価は一般部で代表させることとする。 		
【盛土補強】			
<ul style="list-style-type: none"> ・第 1-46 表による。 ・セメント改良土及び置換コンクリートの設置について、すべり安全率 1.2 以上であることを確認する。 			

第 1-43 (3) 表 設置許可段階と工認段階における解析条件等の整理

	設置許可段階 (設計方針と見直し)	工認段階
地下水	一般部 (海側) 期望平均埋藏位 (0.P. +1.43m) として設定 (山側) 同上	<ul style="list-style-type: none"> ・三次元浸透流解析の結果を踏まえ保守性を確認の上、設定する。 ・地下水位低下の影響等により、山側の地下水位が射撃表面まで低下して、防蟻壁前後での水位差が大きくなった場合の影響を検討する (イメージを下面に示す)。 
	射撃部 (海側) 地表面に設定 (山側) 同上	
	盛土補強 (海側) 期望平均埋藏位 (0.P. +1.43m) として設定 (山側) 地表面 (盛土補強内部は 0.P. +13.9m) に設定	
液状化 (液状化強度特性)	【盛土】	<ul style="list-style-type: none"> ・液状化の有無による影響を確認するために、全応力解析及び有効応力解析を実施する。その上で、保守的となる解析を基本ケースとする。 ・有効応力解析で用いる液状化強度特性は、設置許可段階の設定を基本とする。 ・なお、盛土については、防蟻壁近傍において液状化強度試験の追加実施を検討し、信頼性のある試験結果が得られた場合において、液状化強度特性を見直すこととする。
	【旧表土】	

島根原子力発電所 2号炉

第 1-47 (2) 表 設置許可段階と詳細設計段階における解析条件等の整理

対象地震	設置許可段階 (設計方針と構造成立性評価)		詳細設計段階	本資料の説明範囲
	構造成立性 (4条, 5条)	<ul style="list-style-type: none"> ・構造物への影響が大きい地震 (1波) を構造成立性評価地震として選定。 		
地盤安定性 (3条)	<ul style="list-style-type: none"> ・全基準地震動 5 級 	—	—	(基礎地盤の安定性評価にて説明予定)
解析方法	【防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)】		<ul style="list-style-type: none"> ・「e. 設計手順」による ・必要に応じてより精緻な解析を実施する。 	○
	<ul style="list-style-type: none"> ・「e. (a) 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の設計手順」を基本とし、「2. (1) 構造成立性評価の基本方針」に示すフローにより、構造成立性を確認する。 			
	【防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)】			
<ul style="list-style-type: none"> ・「e. (b) 防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) の設計手順」を基本とし、「2. (1) 構造成立性評価の基本方針」に示すフローにより、構造成立性を確認する。 				
【防波壁 (波逐重力擁壁)】				
<ul style="list-style-type: none"> ・「e. (c) 防波壁 (波逐重力擁壁) の設計手順」を基本とし、「2. (1) 構造成立性評価の基本方針」に示すフローにより、構造成立性を確認する。 				

第 1-47 (3) 表 設置許可段階と詳細設計段階における解析条件等の整理

	設置許可段階 (設計方針と構造成立性評価)	詳細設計段階*	本資料の説明範囲	
地下水位*	防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)	<ul style="list-style-type: none"> 【地震時】 ・防波壁の陸側: EL+0.30m ・護岸陸側から防波壁まで: EL+0.14m ・護岸より海側: EL-0.02m 【津波時】 ・護岸より陸側: EL+0.40m ・護岸より海側: EL+0.40m 	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元浸透流解析の結果を踏まえ、保守性を確認の上、設定する。 	○
	防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)	<ul style="list-style-type: none"> 【地震時】 ・護岸より陸側: EL+0.14m ・護岸より海側: EL-0.02m 【津波時】 ・護岸より陸側: EL+0.14m ・護岸より海側: EL+0.40m 		○
	防波壁 (波逐重力擁壁)	<ul style="list-style-type: none"> 【地震時】 ・護岸より陸側: EL+0.30m ・護岸より海側: EL-0.02m 【津波時】 ・護岸より陸側: EL+0.40m ・護岸より海側: EL+0.40m 		○
液状化 (液状化強度特性)	<ul style="list-style-type: none"> ・液状化検討対象層 (埋戻土 (掘削土、砂礫層)) に対して、液状化試験結果及び有効応力解析 (FLIP) の簡易設定法により設定された液状化強度特性は、液状化試験結果下限値の液状化強度特性よりも保守的であることを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・有効応力解析による地盤応答解析を実施し、液状化の有無のいずれが保守的となるかを確認する。その上で保守的となる解析を基本ケースとする。 ・有効応力解析で用いる液状化強度特性は、設置許可段階の設定を基本とする。 	—	

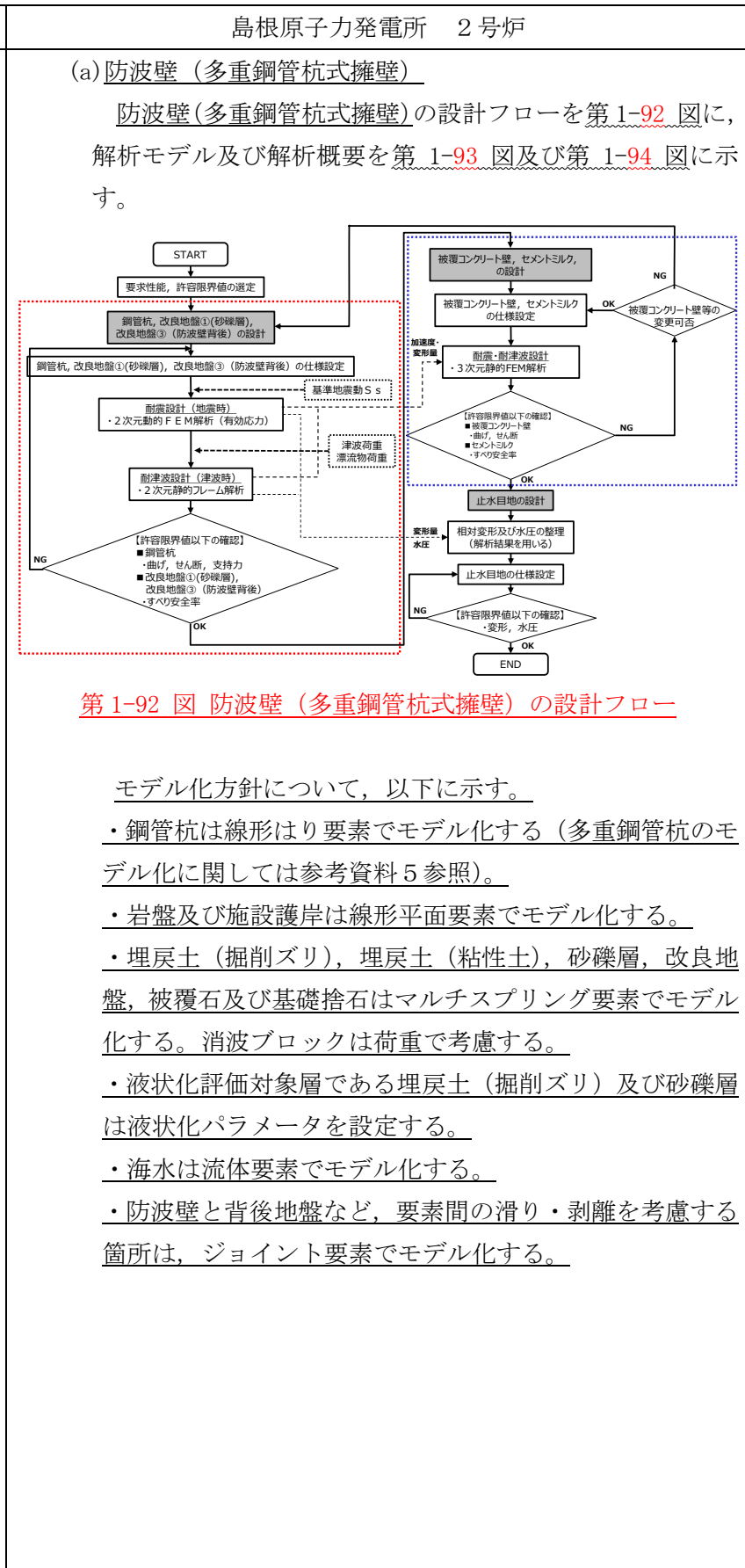
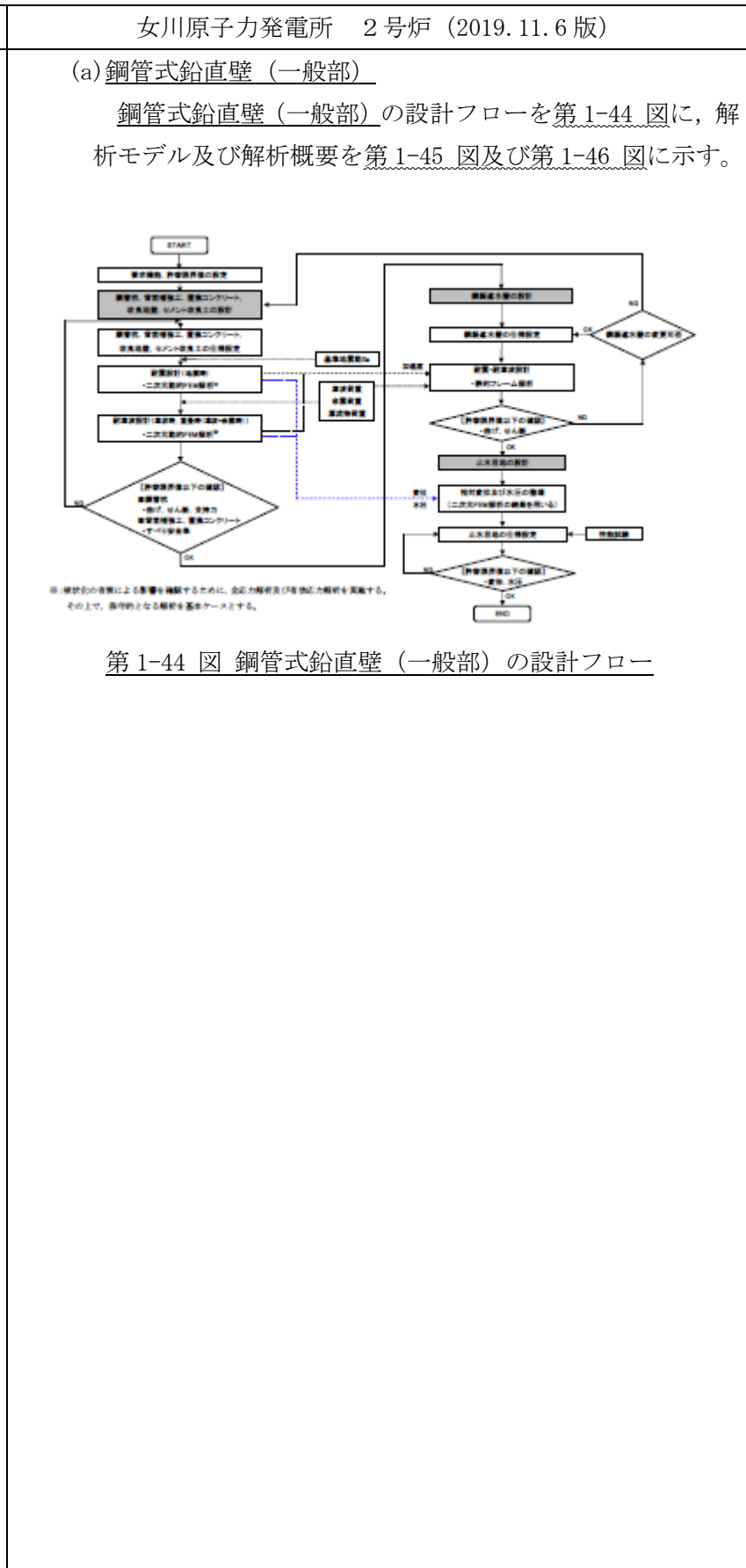
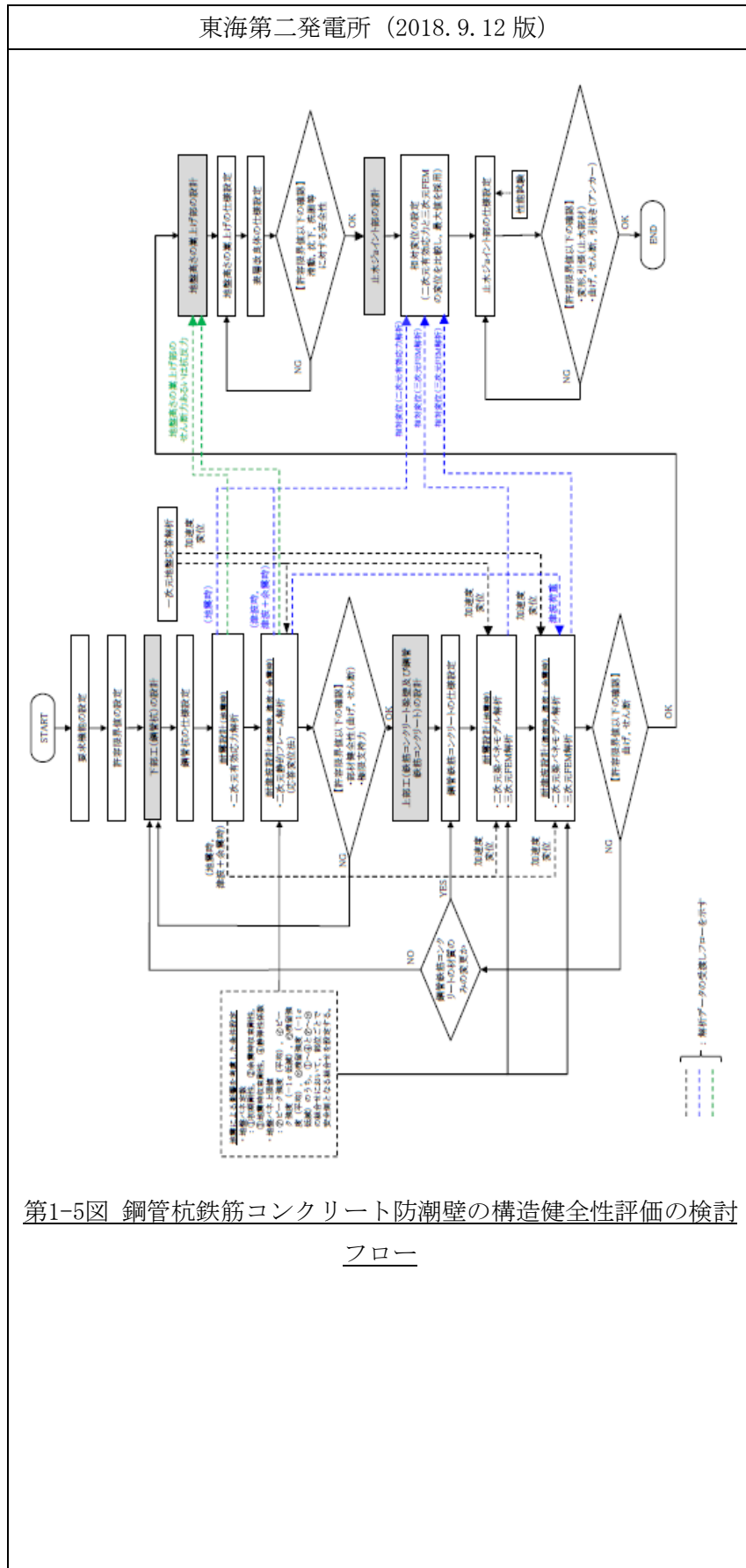
* 地下水位は解析等による地下水位に係る検討結果を踏まえて詳細設計段階で設定する。

備考

・設備の相違
【東海第二, 女川2】
設備の相違による記載内容の相違

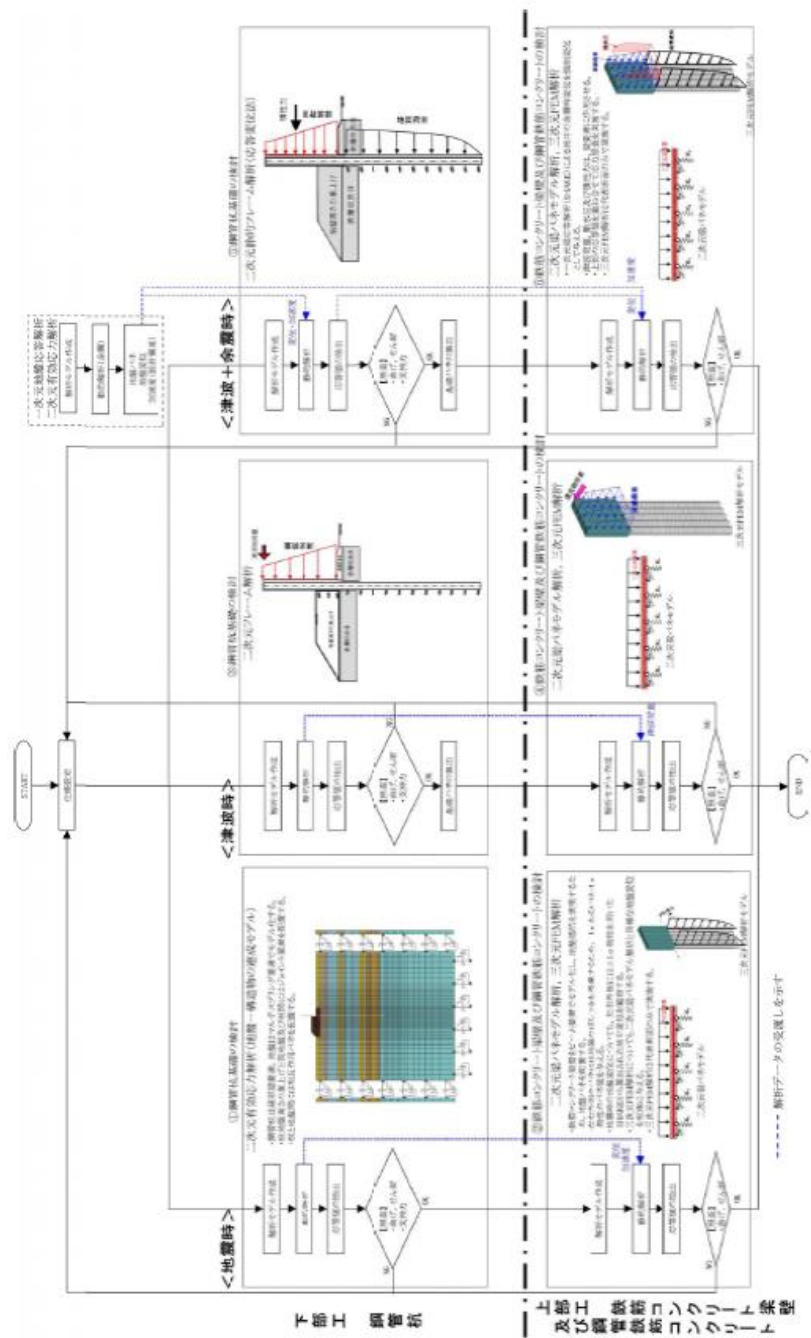
・設計方針の相違
【東海第二, 女川2】
島根 2号炉は、地下水位の設定について別途審査中

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考										
	<p>第1-43(4)表 設置許可段階と工認段階における解析条件等の整理</p> <table border="1" data-bbox="979 294 1676 1050"> <thead> <tr> <th data-bbox="979 294 1365 336">設置許可段階 (設計方針と見直し)</th> <th data-bbox="1365 294 1676 336">工認段階</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="979 336 1365 1050"> <p>各断面で解析用物性値 (基本物性) に基づいた評価を行い、工認段階の荷重増分要因である地盤物性のばらつきを考慮しても構造成立性が確保できる見通しであることを確認する。</p> <p>【鋼管式鉛直壁 (一般部)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p> <p>【鋼管式鉛直壁 (岩盤部)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p> <p>【盛土堤防】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p> </td> <td data-bbox="1365 336 1676 1050"> <p>各断面で地盤物性のばらつきを考慮した評価を行う。地盤物性のばらつきを設定ケースは以下を基本とし、基本物性における各部位の評価結果や相違等を踏まえて具体的な解析実施ケースを検討する。</p> <p>【鋼管式鉛直壁 (一般部)】 (剛性) 解析用物性値, $\pm 1\sigma$^{※1} (強度) 解析用物性値, -1σ^{※2}</p> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管状、鋼製止水壁及び止水目地については、地盤の土圧による影響が支配的となることから、盛土・田舎土、<input type="checkbox"/>級岩盤、改良地盤及びセメント改良土の初期剛性のばらつき ($\pm 1\sigma$) を考慮する。 改良地盤及びセメント改良土については、サベリ安全率による影響を行うことから、強度のばらつき (-1σ) による影響を考慮する。 <p>【鋼管式鉛直壁 (岩盤部)】 (剛性) 解析用物性値, $\pm 1\sigma$ (強度) 解析用物性値</p> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管状、鋼製止水壁、RC 止水壁及び止水目地については、岩盤の実際の剛性による影響が支配的となることから、<input type="checkbox"/>級以上の岩盤の動弾性係数のばらつき ($\pm 1\sigma$) を考慮する。 <p>【盛土堤防】 (剛性) 解析用物性値^{※1} (強度) 解析用物性値, -1σ^{※2}</p> <ul style="list-style-type: none"> セメント改良土及び改良地盤については、サベリ安全率による影響を行うことから、強度のばらつき (-1σ) を考慮する。 </td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：背面補強工及び置換コンクリートは、鋼管式鉛直壁 (一般部) 及び盛土堤防の地盤埋込部に支配的でないこと、土中では掘削状態で乾燥収縮によるひび割れの影響が小さいことから、剛性のばらつき ($\pm 1\sigma$) による影響は小さいと考えられるが、設計剛性と実際の剛性の違いを考慮して剛性のばらつきによる影響の程度を確認する。</p> <p>※2：背面補強工及び置換コンクリートは、解析用物性値以上の強度を確保する配合設計・品質管理を行うことから、強度のばらつき (-1σ) は考慮しない。</p>	設置許可段階 (設計方針と見直し)	工認段階	<p>各断面で解析用物性値 (基本物性) に基づいた評価を行い、工認段階の荷重増分要因である地盤物性のばらつきを考慮しても構造成立性が確保できる見通しであることを確認する。</p> <p>【鋼管式鉛直壁 (一般部)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p> <p>【鋼管式鉛直壁 (岩盤部)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p> <p>【盛土堤防】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p>	<p>各断面で地盤物性のばらつきを考慮した評価を行う。地盤物性のばらつきを設定ケースは以下を基本とし、基本物性における各部位の評価結果や相違等を踏まえて具体的な解析実施ケースを検討する。</p> <p>【鋼管式鉛直壁 (一般部)】 (剛性) 解析用物性値, $\pm 1\sigma$^{※1} (強度) 解析用物性値, -1σ^{※2}</p> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管状、鋼製止水壁及び止水目地については、地盤の土圧による影響が支配的となることから、盛土・田舎土、<input type="checkbox"/>級岩盤、改良地盤及びセメント改良土の初期剛性のばらつき ($\pm 1\sigma$) を考慮する。 改良地盤及びセメント改良土については、サベリ安全率による影響を行うことから、強度のばらつき (-1σ) による影響を考慮する。 <p>【鋼管式鉛直壁 (岩盤部)】 (剛性) 解析用物性値, $\pm 1\sigma$ (強度) 解析用物性値</p> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管状、鋼製止水壁、RC 止水壁及び止水目地については、岩盤の実際の剛性による影響が支配的となることから、<input type="checkbox"/>級以上の岩盤の動弾性係数のばらつき ($\pm 1\sigma$) を考慮する。 <p>【盛土堤防】 (剛性) 解析用物性値^{※1} (強度) 解析用物性値, -1σ^{※2}</p> <ul style="list-style-type: none"> セメント改良土及び改良地盤については、サベリ安全率による影響を行うことから、強度のばらつき (-1σ) を考慮する。 	<p>第1-47(4)表 設置許可段階と詳細設計段階における解析条件等の整理</p> <table border="1" data-bbox="1751 336 2493 693"> <thead> <tr> <th data-bbox="1751 336 2092 378">設置許可段階 (設計方針と構造成立性評価)</th> <th data-bbox="2092 336 2389 378">詳細設計段階</th> <th data-bbox="2389 336 2493 378">本資料の説明範囲</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1751 378 2092 693"> <p>地盤物性のばらつき</p> <p>【防波壁 (多重鋼管式構壁)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p> <p>【防波壁 (鋼管式逆T構壁)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p> <p>【防波壁 (逆T重力構壁)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p> </td> <td data-bbox="2092 378 2389 693"> <p>各断面で地盤物性のばらつきを考慮した評価を行う。地盤物性のばらつき設定ケースは以下を基本として、基本物性における各部位の評価結果や相違等を踏まえて具体的な解析実施ケースを検討する。</p> <p>【防波壁 (多重鋼管式構壁)】 (剛性) 解析用物性値, $\pm 1\sigma$</p> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管状、設置コンクリート壁及び止水目地については、地盤の土圧による影響が支配的となることから、埋戻土、改良地盤及び砂礫の剛性のばらつき ($\pm 1\sigma$) を考慮する。 <p>【防波壁 (鋼管式逆T構壁)】 (剛性) 解析用物性値, $\pm 1\sigma$</p> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管状、逆T構壁及び止水目地については、地盤の土圧による影響が支配的となることから、埋戻土及び改良地盤の剛性のばらつき ($\pm 1\sigma$) を考慮する。 <p>【防波壁 (逆T重力構壁)】 (剛性) 解析用物性値, $\pm 1\sigma$</p> <ul style="list-style-type: none"> ケーソン、重力構壁及び止水目地については、地盤の土圧による影響が支配的となることから、埋戻土、改良地盤及び砂礫の剛性のばらつき ($\pm 1\sigma$) を考慮する。 </td> <td data-bbox="2389 378 2493 693"> <p>○</p> </td> </tr> </tbody> </table>	設置許可段階 (設計方針と構造成立性評価)	詳細設計段階	本資料の説明範囲	<p>地盤物性のばらつき</p> <p>【防波壁 (多重鋼管式構壁)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p> <p>【防波壁 (鋼管式逆T構壁)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p> <p>【防波壁 (逆T重力構壁)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p>	<p>各断面で地盤物性のばらつきを考慮した評価を行う。地盤物性のばらつき設定ケースは以下を基本として、基本物性における各部位の評価結果や相違等を踏まえて具体的な解析実施ケースを検討する。</p> <p>【防波壁 (多重鋼管式構壁)】 (剛性) 解析用物性値, $\pm 1\sigma$</p> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管状、設置コンクリート壁及び止水目地については、地盤の土圧による影響が支配的となることから、埋戻土、改良地盤及び砂礫の剛性のばらつき ($\pm 1\sigma$) を考慮する。 <p>【防波壁 (鋼管式逆T構壁)】 (剛性) 解析用物性値, $\pm 1\sigma$</p> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管状、逆T構壁及び止水目地については、地盤の土圧による影響が支配的となることから、埋戻土及び改良地盤の剛性のばらつき ($\pm 1\sigma$) を考慮する。 <p>【防波壁 (逆T重力構壁)】 (剛性) 解析用物性値, $\pm 1\sigma$</p> <ul style="list-style-type: none"> ケーソン、重力構壁及び止水目地については、地盤の土圧による影響が支配的となることから、埋戻土、改良地盤及び砂礫の剛性のばらつき ($\pm 1\sigma$) を考慮する。 	<p>○</p>	<p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p>
設置許可段階 (設計方針と見直し)	工認段階												
<p>各断面で解析用物性値 (基本物性) に基づいた評価を行い、工認段階の荷重増分要因である地盤物性のばらつきを考慮しても構造成立性が確保できる見通しであることを確認する。</p> <p>【鋼管式鉛直壁 (一般部)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p> <p>【鋼管式鉛直壁 (岩盤部)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p> <p>【盛土堤防】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p>	<p>各断面で地盤物性のばらつきを考慮した評価を行う。地盤物性のばらつきを設定ケースは以下を基本とし、基本物性における各部位の評価結果や相違等を踏まえて具体的な解析実施ケースを検討する。</p> <p>【鋼管式鉛直壁 (一般部)】 (剛性) 解析用物性値, $\pm 1\sigma$^{※1} (強度) 解析用物性値, -1σ^{※2}</p> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管状、鋼製止水壁及び止水目地については、地盤の土圧による影響が支配的となることから、盛土・田舎土、<input type="checkbox"/>級岩盤、改良地盤及びセメント改良土の初期剛性のばらつき ($\pm 1\sigma$) を考慮する。 改良地盤及びセメント改良土については、サベリ安全率による影響を行うことから、強度のばらつき (-1σ) による影響を考慮する。 <p>【鋼管式鉛直壁 (岩盤部)】 (剛性) 解析用物性値, $\pm 1\sigma$ (強度) 解析用物性値</p> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管状、鋼製止水壁、RC 止水壁及び止水目地については、岩盤の実際の剛性による影響が支配的となることから、<input type="checkbox"/>級以上の岩盤の動弾性係数のばらつき ($\pm 1\sigma$) を考慮する。 <p>【盛土堤防】 (剛性) 解析用物性値^{※1} (強度) 解析用物性値, -1σ^{※2}</p> <ul style="list-style-type: none"> セメント改良土及び改良地盤については、サベリ安全率による影響を行うことから、強度のばらつき (-1σ) を考慮する。 												
設置許可段階 (設計方針と構造成立性評価)	詳細設計段階	本資料の説明範囲											
<p>地盤物性のばらつき</p> <p>【防波壁 (多重鋼管式構壁)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p> <p>【防波壁 (鋼管式逆T構壁)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p> <p>【防波壁 (逆T重力構壁)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p>	<p>各断面で地盤物性のばらつきを考慮した評価を行う。地盤物性のばらつき設定ケースは以下を基本として、基本物性における各部位の評価結果や相違等を踏まえて具体的な解析実施ケースを検討する。</p> <p>【防波壁 (多重鋼管式構壁)】 (剛性) 解析用物性値, $\pm 1\sigma$</p> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管状、設置コンクリート壁及び止水目地については、地盤の土圧による影響が支配的となることから、埋戻土、改良地盤及び砂礫の剛性のばらつき ($\pm 1\sigma$) を考慮する。 <p>【防波壁 (鋼管式逆T構壁)】 (剛性) 解析用物性値, $\pm 1\sigma$</p> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管状、逆T構壁及び止水目地については、地盤の土圧による影響が支配的となることから、埋戻土及び改良地盤の剛性のばらつき ($\pm 1\sigma$) を考慮する。 <p>【防波壁 (逆T重力構壁)】 (剛性) 解析用物性値, $\pm 1\sigma$</p> <ul style="list-style-type: none"> ケーソン、重力構壁及び止水目地については、地盤の土圧による影響が支配的となることから、埋戻土、改良地盤及び砂礫の剛性のばらつき ($\pm 1\sigma$) を考慮する。 	<p>○</p>											

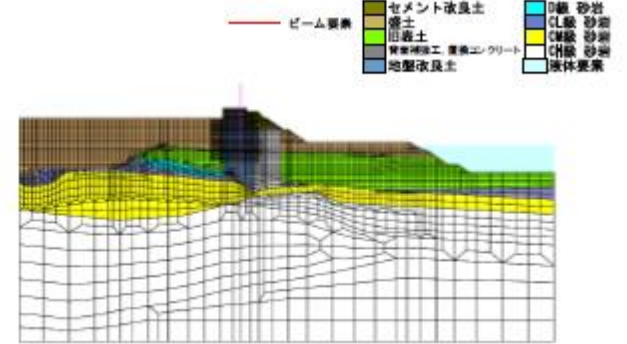


備考

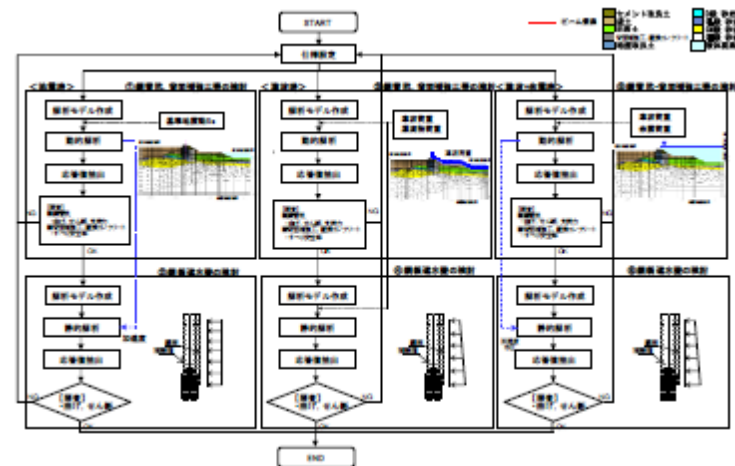
- ・設備の相違【東海第二, 女川2】設備の相違による記載内容の相違
- ・記載方針の相違【女川2】島根2号炉は、モデル化方針についても記載



第1-6図 防潮壁の検討モデルと評価フロー

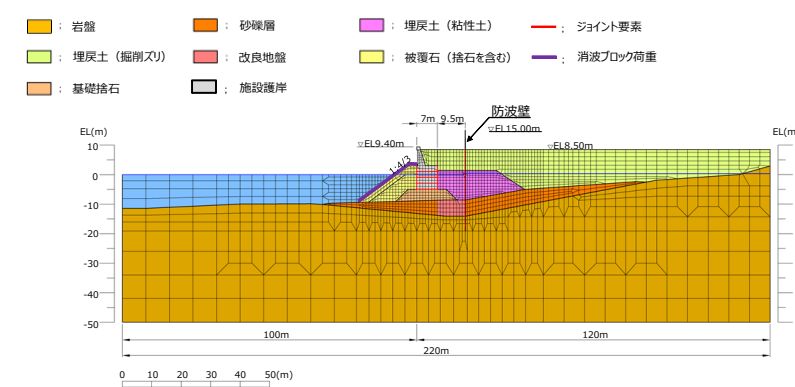


第1-45 図 鋼管式鉛直壁 (一般部) の解析モデル

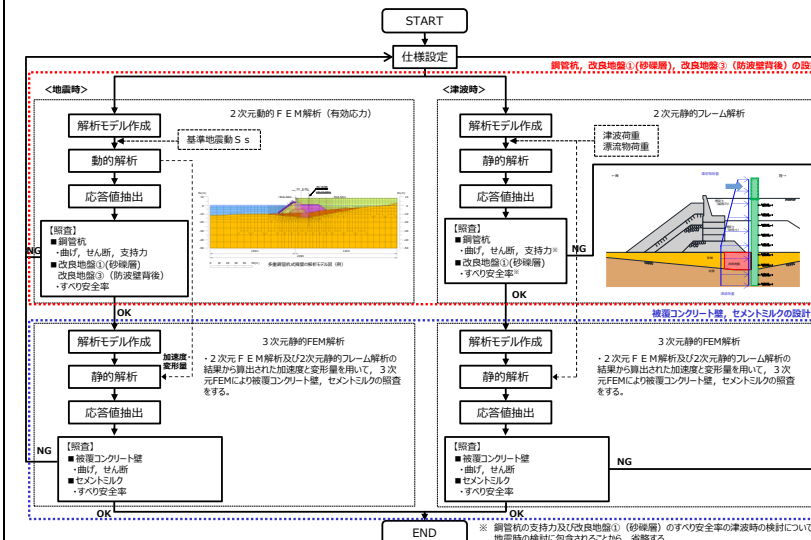


第1-46 図 鋼管式鉛直壁 (一般部) の解析概要

鋼管式鉛直壁 (一般部) の部位ごとの設計方針を第1-44表に示す。
また、鋼管式鉛直壁 (一般部) の設置許可段階における確認項目を第1-47 図に示す。



第1-93 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の解析モデル



第1-94 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の解析概要

防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の部位ごとの設計方針を第1-48表に示す。
また、防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の設置許可段階における確認項目を第1-95 図に示す。

・設備の相違
【東海第二, 女川2】
設備の相違による記載内容の相違

・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違

第 1-44 表 鋼管式鉛直壁 (一般部) の部位ごとの設計方針

評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
鋼管杭 (奥杭・短杭)	地震時	2次元動的 FEM 解析 ^{※1}	曲げ、せん断	短期許容応力度以下	道路橋示方書・同解説 (I 共通編・II 鋼橋編・IV 下部構造編)
	津波時				
	重畳時				
鋼製止水壁	地震時	静的フレーム解析	曲げ、せん断	短期許容応力度以下	道路橋示方書・同解説 (I 共通編・II 鋼橋編・IV 下部構造編)
	津波時				
	重畳時				
止水目地	地震時	2次元動的 FEM 解析 ^{※1}	変形・水圧	メーカー規格及び基準並びに必要な応じて実施する性能試験を参考に定める許容変形量及び許容水圧以下とする。	道路橋示方書・同解説 (I 共通編・II 鋼橋編・IV 下部構造編)
	津波時				
	重畳時				
背面補強工	地震時	2次元動的 FEM 解析 ^{※1}	すべり安全率	すべり安全率 1.2 以上 ^{※2}	耐津波設計に係る工事審査ガイド
	津波時				
	重畳時				
裏地コンクリート	地震時	2次元動的 FEM 解析 ^{※1} 、 2次元透過解析	すべり安全率	すべり安全率 1.2 以上 ^{※2}	耐津波設計に係る工事審査ガイド
	津波時				
	重畳時				
岩盤、改良地盤及びセメント改良土	地震時	2次元動的 FEM 解析 ^{※1} 、 2次元透過解析	支持力 (岩盤及び改良地盤)	極限支持力以下	道路橋示方書・同解説 (I 共通編・IV 下部構造編)
	津波時		すべり安全率 (改良地盤及びセメント改良土)	すべり安全率 1.2 以上	耐津波設計に係る工事審査ガイド
	重畳時				

※1: 振動の有無による影響を確認するために、全応力解析及び有効応力解析を実施する。その上で、保守的となる解析を基本ケースとする。
 ※2: 地盤と施設を連成した 2次元 FEM 解析により、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討 (非線形解析等) を行う。

第 1-48 表 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の部位ごとの設計方針

評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
鋼管杭	地震時	2次元動的 FEM 解析 (有効応力解析)	曲げ せん断	(曲げ) 降伏モーメント (せん断) せん断応力度	道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 (平成 14 年 3 月)
	津波時				
被覆 コンクリート壁	地震時	3次元静的 FEM 解析	曲げ せん断	短期許容応力度	コンクリート標準示方書、構造性能照査編、 2002 年制定
	津波時				
止水目地	地震時	2次元動的 FEM 解析 (有効応力解析)	変形・水圧	メーカー規格及び性能試験に基づき許容変形量及び許容水圧以下とする。	道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 (平成 14 年 3 月)
	津波時				
止水目地の 鋼製部材	地震時	-	曲げ・せん断	「建築基準法施行令 2006 年 6 月」を踏まえた許容応力度とする。	道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 (平成 14 年 3 月)
	津波時	波圧算定式により算定			
岩盤	地震時	2次元動的 FEM 解析 (有効応力解析)	支持力	極限支持力	道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 (平成 14 年 3 月)
	津波時 ^{※1}		-	-	-
改良地盤① (砂保留)	地震時	2次元動的 FEM 解析 (有効応力解析)	すべり安全率	すべり安全率 1.2 以上	耐津波設計に係る工事審査ガイド
	津波時 ^{※2}		-	-	-
改良地盤③ (防波壁背後)	地震時	2次元動的 FEM 解析 (有効応力解析)	すべり安全率	すべり安全率 1.2 以上	耐津波設計に係る工事審査ガイド
	津波時 ^{※1}		-	-	-
セメントミルク	地震時	3次元静的 FEM 解析	すべり安全率	すべり安全率 1.2 以上	耐津波設計に係る工事審査ガイド
	津波時		-	-	-

※1 津波時の検討については、地震時の検討に含まれることから、省略する。
 ※2 津波荷重は上部工のみに作用することから、改良地盤部への影響は地震時に比べて小さいと考えられるため、検討を省略する。

防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の支持力は、岩盤の支持力試験から定めた極限支持力と地震応答解析により求められる杭先端の杭先端の最大軸力を比較することにより確認する。

「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 (平成 14 年 3 月)」に示される極限支持力の推定式によると、支持杭の軸方向支持力は杭先端支持力と周面摩擦力の和として表されるが、多重鋼管杭式擁壁の支持力評価に当たっては、周面摩擦力による抵抗に期待しない設計とする。

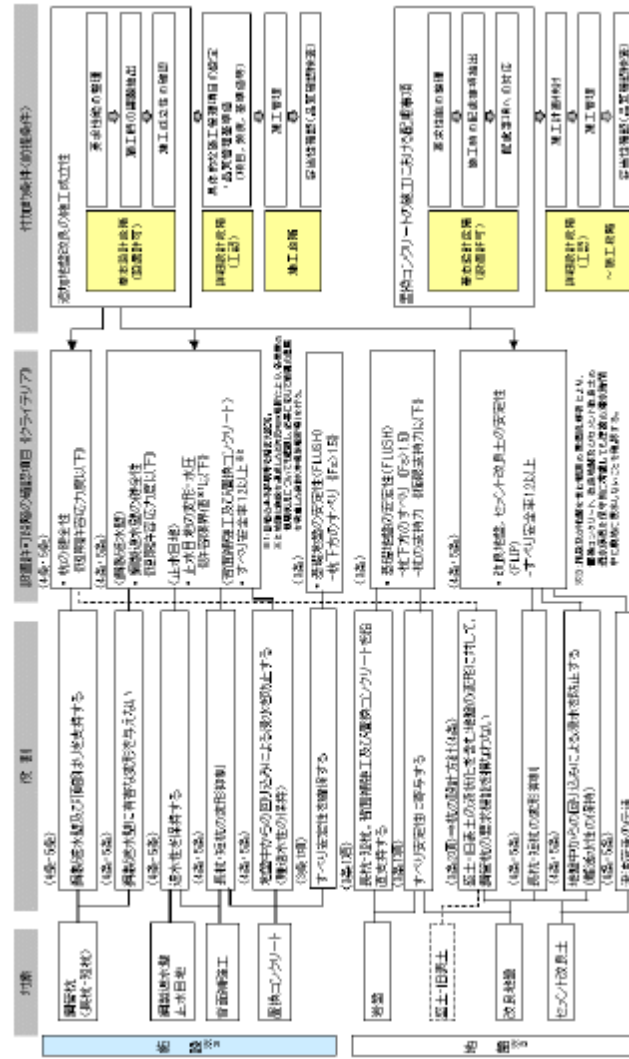
《「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 (平成 14 年 3 月)」に示される極限支持力の推定式》

$$R_u = q_d A + \underbrace{U \sum L_i f_i}_{\text{周面摩擦力}}$$

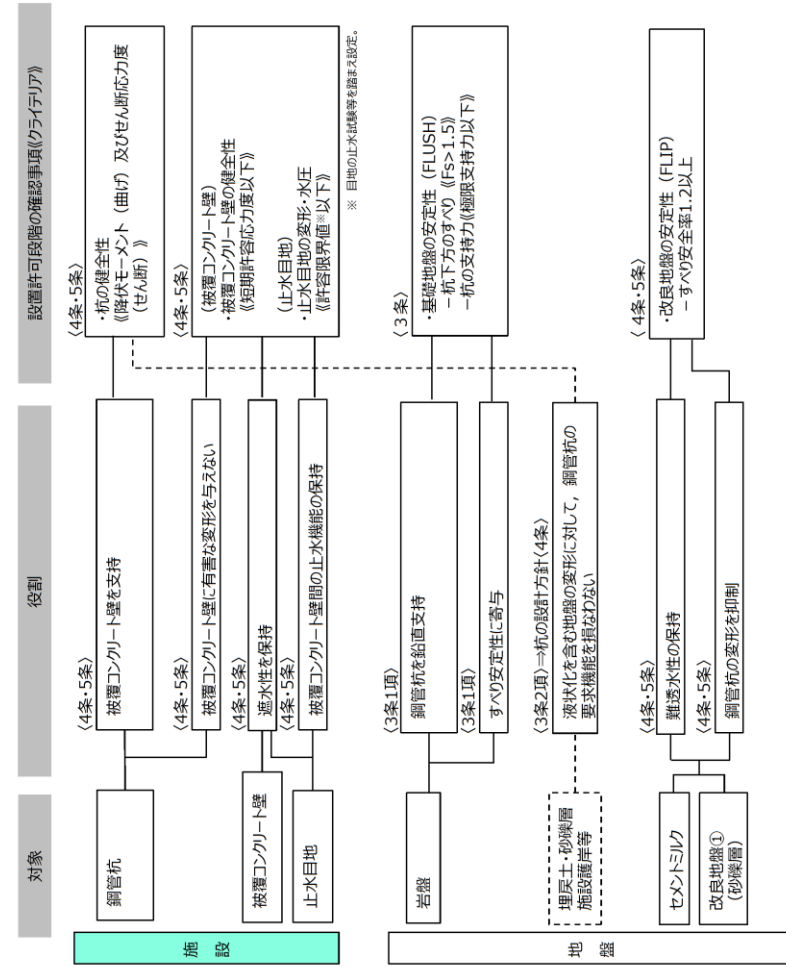
q_d : 杭先端における単位面積あたりの極限支持力度 (kN/m²)
 A : 杭先端面積 (m²)

・設備の相違
【女川2】
 設備の相違による記載内容の相違

・資料構成の相違
【女川2】
 島根2号炉は極限支持力算定の考え方を記載



第1-47 図 設置許可段階における確認項目〔鋼管式鉛直壁（一般部）〕



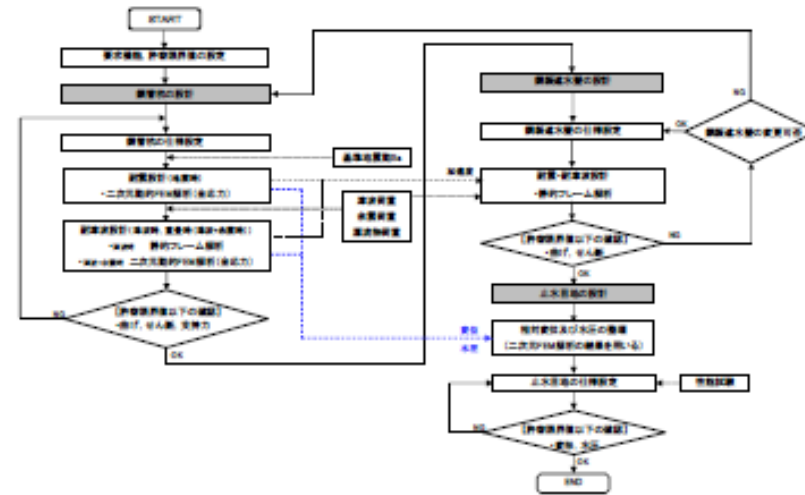
第1-95 図 設置許可段階における確認項目〔防波壁（多重鋼管杭式擁壁）〕

・設備の相違
【女川2】
 設備の相違による記載内容の相違
 ・記載方針の相違
【女川2】
 島根2号炉は、付加条件（前提条件）が無いため記載無し。

(b) 鋼管式鉛直壁 (岩盤部)

鋼管式鉛直壁 (岩盤部) の設計フローを第1-48 図に、解析モデル及び解析概要を第1-49 図及び第1-50 図に示す。

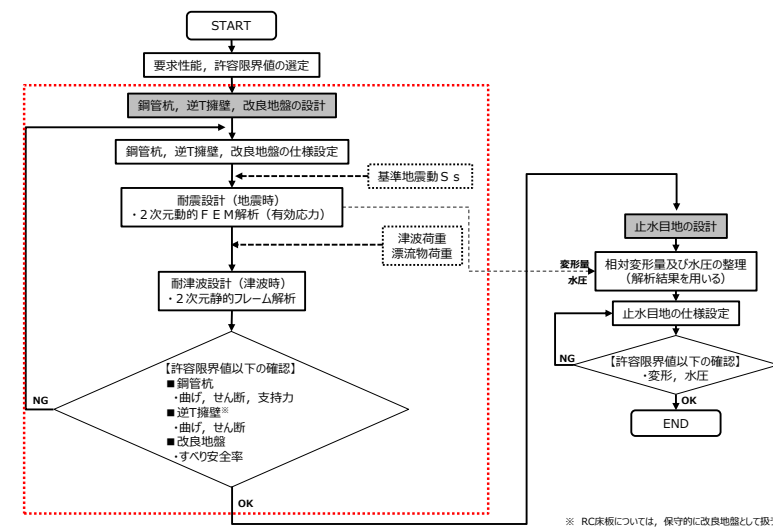
なお、鋼管式鉛直壁 (岩盤部) については、地盤の液状化の影響がないことから、地震時及び重畳時 (津波+余震時) は2次元動的FEM 解析 (全応力解析) により、津波時は静的フレーム解析により、鋼管杭等の照査を行う。



第1-48 図 鋼管式鉛直壁 (岩盤部) の設計フロー

(b) 防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)

防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) の設計フローを第1-96 図に、解析モデル及び解析概要を第1-97 図及び第1-98 図に示す。



第1-96 図 防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) の設計フロー

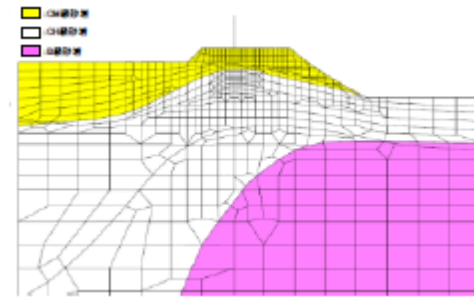
モデル化方針について、以下に示す。

- ・防波壁及び鋼管杭は線形はり要素でモデル化する。
- ・岩盤及び施設護岸は線形平面要素でモデル化する。
- ・埋戻土 (掘削ズリ)、改良地盤、被覆石及び基礎捨石はマルチスプリング要素でモデル化する。消波ブロックは荷重で考慮する。
- ・液状化評価対象層である埋戻土 (掘削ズリ) は液状化パラメータを設定する。
- ・海水は流体要素でモデル化する。
- ・防波壁と背後地盤など、要素間の滑り・剥離を考慮する箇所は、ジョイント要素でモデル化する。

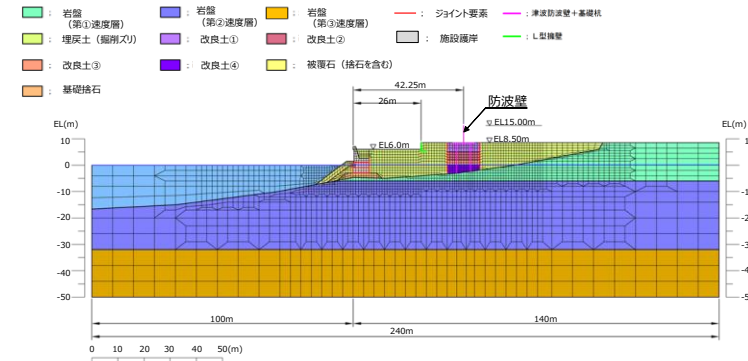
・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違

・設計方針の相違
【女川2】
島根2号炉防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) は液状化の影響を考慮して解析を行う。

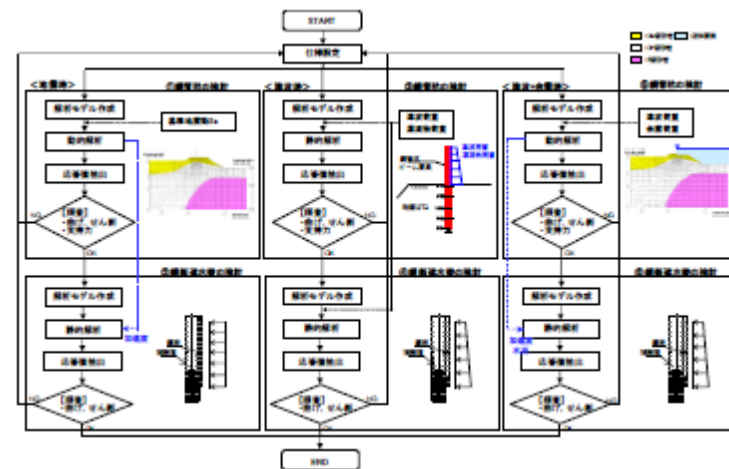
・記載方針の相違
【女川2】
島根2号炉は、モデル化方針についても記載



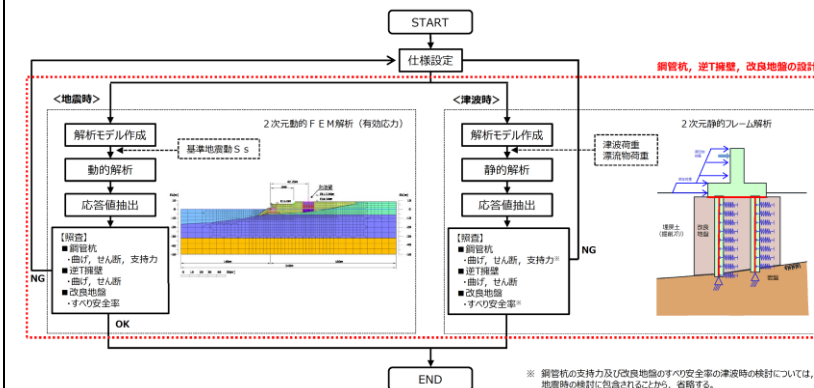
第 1-49 図 鋼管式鉛直壁 (岩盤部) の解析モデル



第 1-97 図 防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の解析モデル



第 1-50 図 鋼管式鉛直壁 (岩盤部) の解析概要



第 1-98 図 防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の解析概要

鋼管式鉛直壁 (岩盤部) の部位ごとの設計方針を第 1-45 表に示す。

また、鋼管式鉛直壁 (岩盤部) の設置許可段階における確認項目を第 1-51 図に示す。

防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の部位ごとの設計方針を第 1-49 表に示す。

また、防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の設置許可段階における確認項目を第 1-99 図に示す。

・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違

第 1-45 表 鋼管式鉛直壁 (岩盤部) の部位ごとの設計方針

評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
鋼管杭	地震時	2次元動的 FEM 解析 (全応力解析)	曲げ、せん断	極限許容応力度以下	道路橋示方書・同解説 (I 共通編・II 鋼橋編・IV 下部構造編)
	津波時	静的フレーム解析			
	重要時	2次元動的 FEM 解析 (全応力解析)			
鋼製遮水壁	地震時	静的フレーム解析	曲げ、せん断	極限許容応力度以下	道路橋示方書・同解説 (I 共通編・II 鋼橋編・IV 下部構造編)
	津波時				
	重要時				
止水目地	地震時	2次元動的 FEM 解析 (全応力解析)	変形・水圧	メーカー規格及び基準並びに必要な応じて実施する性能試験を参考に定める許容変形量及び許容水圧以下とする。	
	津波時	静的フレーム解析			
	重要時	2次元動的 FEM 解析 (全応力解析)			
岩盤	地震時	2次元動的 FEM 解析 (全応力解析)	支持力	極限支持力以下	道路橋示方書・同解説 (I 共通編・IV 下部構造編)
	津波時	静的フレーム解析			
	重要時	2次元動的 FEM 解析 (全応力解析)			

第 1-49 表 防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の部位ごとの設計方針

評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
鋼管杭	地震時	2次元動的 FEM 解析 (有効応力解析)	曲げ、せん断	(曲げ) 降伏モーメント (せん断) せん断応力度	道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 (平成14年3月)
	津波時	2次元静的フレーム解析			
逆 T 擁壁	地震時	2次元動的 FEM 解析 (有効応力解析)	曲げ、せん断	短期許容応力度	コンクリート標準示方書、構造性能照査編 2002年制定
	津波時	2次元静的フレーム解析			
止水目地	地震時	2次元動的 FEM 解析 (有効応力解析)	変形・水圧	メーカー規格及び性能試験に基づく許容変形量及び許容水圧以下とする。	
	津波時	2次元静的フレーム解析			
止水目地の鋼製部材	地震時	-	曲げ、せん断	「建築基準法施行令2006年6月」を踏まえた許容応力度とする。	
	津波時	波圧算定式により算定			
岩盤	地震時	2次元動的 FEM 解析 (有効応力解析)	支持力	極限支持力	道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 (平成14年3月)
	津波時 ^{※1}	-	-	-	-
改良地盤 ^{※2}	地震時	2次元動的 FEM 解析 (有効応力解析)	すべり安全率	すべり安全率1.2以上	耐津波設計に係る工認審査ガイド
	津波時 ^{※3}	-	-	-	-

※1 津波時の検討については、地震時の検討に包含されることから、省略する。
 ※2 RC床板については、保守的に地盤改良として扱う。
 ※3 津波荷重は上部工のみに作用することから、改良地盤部への影響は地震時に比べて小さいと考えられるため、検討を省略する。

防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の支持力は、岩盤の支持力試験から定めた極限支持力と地震応答解析により求められる杭先端の杭先端の最大軸力を比較することにより確認する。

「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 (平成 14 年 3 月)」に示される極限支持力の推定式によると、支持杭の軸方向支持力は杭先端支持力と周面摩擦力の和として表されるが、多重鋼管杭式擁壁の支持力評価に当たっては、周面摩擦力による抵抗に期待しない設計とする。

《「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 (平成 14 年 3 月)」に示される極限支持力の推定式》

$$R_u = q_d A + U \sum L_i f_i$$

周面摩擦力

q_d : 杭先端における単位面積あたりの極限支持力 (kN/m²)
 A : 杭先端面積 (m²)

・設備の相違
【女川2】
 設備の相違による記載内容の相違

・資料構成の相違
【女川2】
 島根2号炉は極限支持力算定の考え方を記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(c) 防波壁 (波返重力擁壁)</p> <p>防波壁 (波返重力擁壁) の設計フローを第1-100 図に、解析モデルを第1-101 図に、解析概要を第1-102 図に示す。</p> <p>第1-100 図 防波壁 (波返重力擁壁) の設計フロー</p> <p>モデル化方針について、以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・波返重力擁壁はケーソン護岸と一体化した構造のため線形はり要素でモデル化する。 ・岩盤及びMMRは線形平面要素でモデル化する。 ・埋戻土 (掘削ズリ), 砂礫層, 改良地盤はマルチスプリング要素でモデル化する。消波ブロックは荷重で考慮する。 ・液状化評価対象層である埋戻土 (掘削ズリ) は液状化パラメータを設定する。 ・海水は流体要素でモデル化する。 ・防波壁と背後地盤など, 要素間の滑り・剥離を考慮する箇所は, ジョイント要素でモデル化する。 	<p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・記載方針の相違 【女川2】 島根2号炉は, モデル化方針についても記載</p>

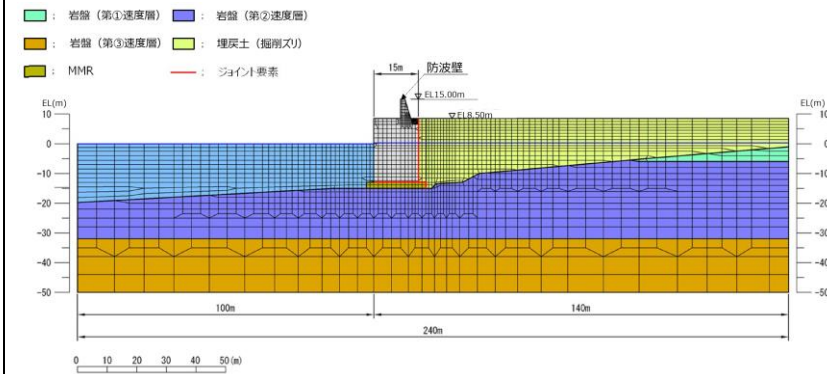
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

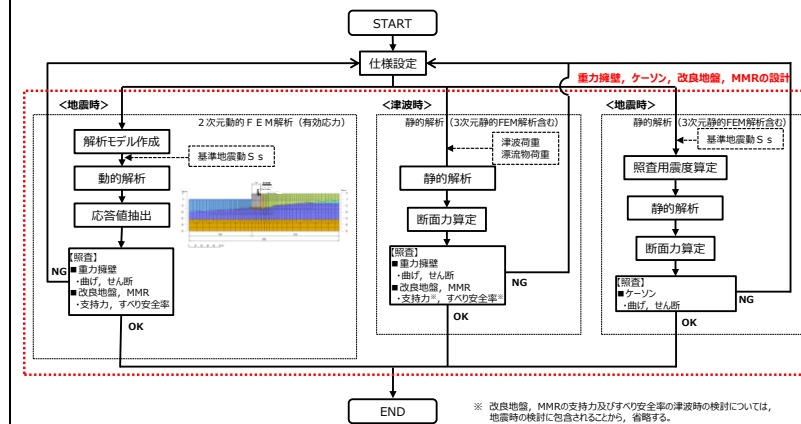
島根原子力発電所 2号炉

備考

・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記
載内容の相違



第 1-101 図 防波壁 (波返重力擁壁) の解析モデル

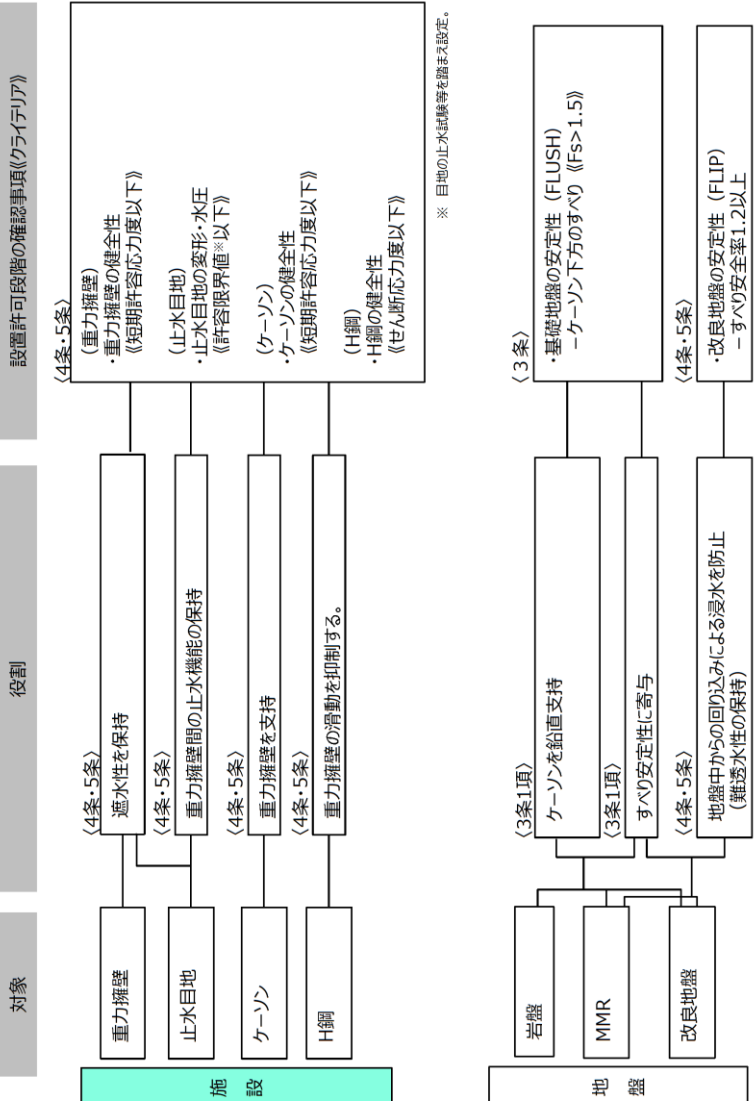


第 1-102 図 防波壁 (波返重力擁壁) の解析概要

防波壁 (波返重力擁壁) の部位ごとの設計方針を第 1-50 表に示す。

また, 防波壁 (波返重力擁壁) の設置許可段階における確認項目を第 1-103 図に示す。

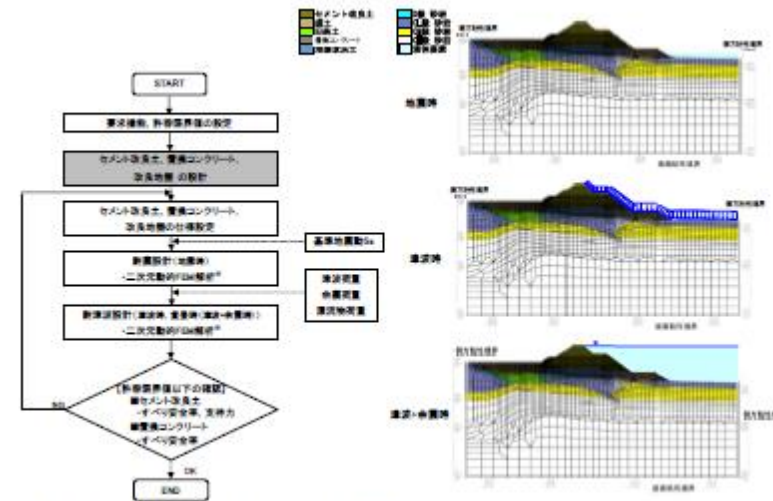
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																			
		<p style="text-align: center;">第1-50表 防波壁(波返重力擁壁)の部位ごとの設計方針</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>検討ケース</th> <th>解析方法</th> <th>照査項目</th> <th>設計で用いる許容限界</th> <th>適用基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">重力擁壁</td> <td>地震時</td> <td>2次元動的 FEM解析 (有効応力解析)</td> <td rowspan="2">曲げ せん断</td> <td rowspan="2">短期許容応力度</td> <td rowspan="2">コンクリート標準示方書, 構造性能照査編 2002年制定</td> </tr> <tr> <td>津波時</td> <td>静的解析</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">ケーソン</td> <td>地震時</td> <td rowspan="2">静的解析</td> <td rowspan="2">曲げ せん断</td> <td rowspan="2">短期許容応力度</td> <td rowspan="2">コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, 2002年制定</td> </tr> <tr> <td>津波時</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">H鋼</td> <td>地震時</td> <td>2次元動的 FEM解析 (有効応力解析)</td> <td rowspan="2">せん断</td> <td rowspan="2">せん断応力度</td> <td rowspan="2">港湾基準</td> </tr> <tr> <td>津波時</td> <td>静的解析</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">止水目地</td> <td>地震時</td> <td>2次元動的 FEM解析 (有効応力解析)</td> <td rowspan="2">変形・水圧</td> <td colspan="2" rowspan="2">メーカー規格及び性能試験に基づく許容変形量及び許容水圧以下とする。</td> </tr> <tr> <td>津波時</td> <td>静的解析</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">止水目地の 鋼製部材</td> <td>地震時</td> <td>-</td> <td rowspan="2">曲げ・せん断</td> <td colspan="2" rowspan="2">「建築基準法施行令2006年6月」を踏まえた許容応力度とする。</td> </tr> <tr> <td>津波時</td> <td>波圧算定式により算定</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">岩盤</td> <td>地震時</td> <td>2次元動的 FEM解析 (有効応力解析)</td> <td>支持力</td> <td>極限支持力</td> <td>道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 (平成14年3月)</td> </tr> <tr> <td>津波時^{※1}</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">改良地盤及び MMR</td> <td>地震時</td> <td>2次元動的 FEM解析 (有効応力解析)</td> <td>支持力</td> <td>極限支持力</td> <td>道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 (平成14年3月)</td> </tr> <tr> <td>津波時^{※2}</td> <td>-</td> <td>すべり安全率</td> <td>すべり安全率1.2以上</td> <td>耐津波設計に係る工事審査ガイド</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 津波時の検討については、地震時の検討に含まれることから、省略する。 ※2 津波荷重は上部工のみに作用することから、改良地盤部への影響は地震時に比べて小さいと考えられるため、検討を省略する。</p>	評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準	重力擁壁	地震時	2次元動的 FEM解析 (有効応力解析)	曲げ せん断	短期許容応力度	コンクリート標準示方書, 構造性能照査編 2002年制定	津波時	静的解析	ケーソン	地震時	静的解析	曲げ せん断	短期許容応力度	コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, 2002年制定	津波時	H鋼	地震時	2次元動的 FEM解析 (有効応力解析)	せん断	せん断応力度	港湾基準	津波時	静的解析	止水目地	地震時	2次元動的 FEM解析 (有効応力解析)	変形・水圧	メーカー規格及び性能試験に基づく許容変形量及び許容水圧以下とする。		津波時	静的解析	止水目地の 鋼製部材	地震時	-	曲げ・せん断	「建築基準法施行令2006年6月」を踏まえた許容応力度とする。		津波時	波圧算定式により算定	岩盤	地震時	2次元動的 FEM解析 (有効応力解析)	支持力	極限支持力	道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 (平成14年3月)	津波時 ^{※1}	-	-	-	-	改良地盤及び MMR	地震時	2次元動的 FEM解析 (有効応力解析)	支持力	極限支持力	道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 (平成14年3月)	津波時 ^{※2}	-	すべり安全率	すべり安全率1.2以上	耐津波設計に係る工事審査ガイド	<p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p>
評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準																																																																	
重力擁壁	地震時	2次元動的 FEM解析 (有効応力解析)	曲げ せん断	短期許容応力度	コンクリート標準示方書, 構造性能照査編 2002年制定																																																																	
	津波時	静的解析																																																																				
ケーソン	地震時	静的解析	曲げ せん断	短期許容応力度	コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, 2002年制定																																																																	
	津波時																																																																					
H鋼	地震時	2次元動的 FEM解析 (有効応力解析)	せん断	せん断応力度	港湾基準																																																																	
	津波時	静的解析																																																																				
止水目地	地震時	2次元動的 FEM解析 (有効応力解析)	変形・水圧	メーカー規格及び性能試験に基づく許容変形量及び許容水圧以下とする。																																																																		
	津波時	静的解析																																																																				
止水目地の 鋼製部材	地震時	-	曲げ・せん断	「建築基準法施行令2006年6月」を踏まえた許容応力度とする。																																																																		
	津波時	波圧算定式により算定																																																																				
岩盤	地震時	2次元動的 FEM解析 (有効応力解析)	支持力	極限支持力	道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 (平成14年3月)																																																																	
	津波時 ^{※1}	-	-	-	-																																																																	
改良地盤及び MMR	地震時	2次元動的 FEM解析 (有効応力解析)	支持力	極限支持力	道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 (平成14年3月)																																																																	
	津波時 ^{※2}	-	すべり安全率	すべり安全率1.2以上	耐津波設計に係る工事審査ガイド																																																																	

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
			<p>・設備の相違</p> <p>【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・記載方針の相違</p> <p>【女川2】 島根2号炉は、付加条件（前提条件）が無いいため記載無し。</p>

第 1-103 図 設置許可段階における確認項目 [防波壁 (波返重力擁壁)]

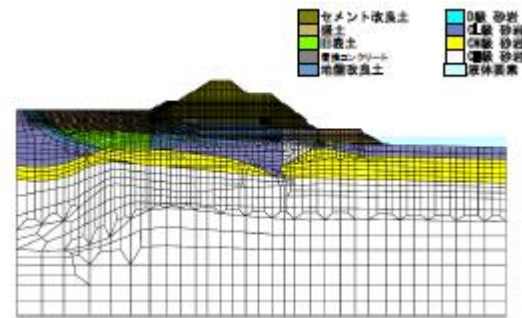
(c)盛土堤防

盛土堤防の設計フロー及び解析概要を第 1-52 図に、解析モデルを第 1-53 図に示す。



※ 建設時の影響を確認するために、上記の解析及び建設後の解析を実施する。
その上で、最悪的な解析結果を基本ケースとする。

第 1-52 図 盛土堤防の設計フロー及び解析概要



第 1-53 図 盛土堤防の解析モデル

盛土堤防の部位ごとの設計方針を第 1-46 表に示す。
また、盛土堤防の設置許可段階における確認項目を第 1-54 図に示す。

・設備の相違
【女川2】
島根 2号炉には、盛土堤防は無いため、記載無し。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

第1-46表 盛土堤防の部位ごとの設計方針

評価部位	検討ケース	解析方法	調査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
セメント改良土	地震時	2次元動的FEM解析 ^{※1}	すべり安全率	すべり安全率1.2以上 ^{※2}	新設計設計に係る工務審査ガイド
	津波時				
	重要時				
貫通コンクリート	地震時	2次元動的FEM解析 ^{※1} 、 2次元透過解析	すべり安全率	すべり安全率1.2以上 ^{※2}	新設計設計に係る工務審査ガイド
	津波時				
	重要時				
削壁及び改良地盤	地震時	2次元動的FEM解析 ^{※1} 、 2次元透過解析	支持力 (削壁及び改良地盤)	権限支持力以下	道路橋示方書・同解説 (I共通編・IV下部構造編)
	津波時		すべり安全率 (改良地盤)	すべり安全率1.2以上	新設計設計に係る工務審査ガイド
	重要時				

※1：現状の有無による影響を確認するために、全応力解析及び有効応力解析を実施する。その上で、保守的となる解析を基本ケースとする。

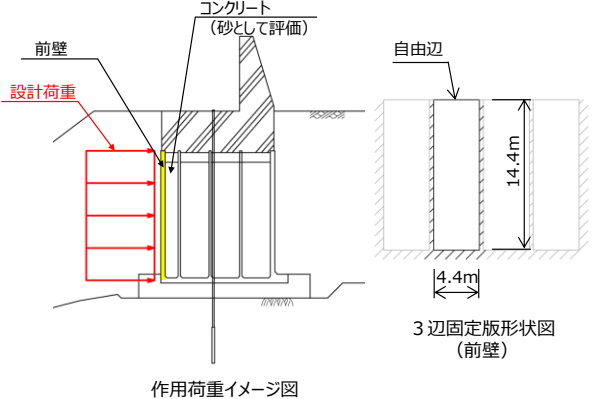
※2：地盤と施設を連成した2次元FEM解析により、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討（非線形解析等）を行う。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>f. 解析概要</p> <p>各解析の設計方針の概要を以下に示す。</p> <p>(a) 止水目地</p> <p>止水ジョイントの設計フローを第 1-104 図に示す。</p> <p>止水ジョイント部の構造成立性評価については、基準地震動 S_s を用いた地震応答解析及び津波荷重を用いた静的フレーム解析により算出された変形量と、入力津波を用いて津波波圧算定式より算出した津波荷重に対して止水ゴム等の止水性が維持できる仕様であることを確認する。</p> <p>止水ゴム等の仕様設定は、性能試験（耐圧試験・引張変形試験）により津波荷重に耐え、止水機能を維持できる変形量となるよう設定するとともに、構造物間に生じる相対変形に対し追従可能な材料を選定する。</p> <p>止水ゴム等が取付け部の鋼製部材に発生する応力が許容応力度以下であることを確認する。</p> <div data-bbox="1855 1024 2377 1619" data-label="Diagram"> <pre> graph TD START([START]) --> A[変形量の設定] A --> B[津波荷重の設定] B --> C[止水ゴム等の仕様設定] C --> D[鋼製部材の仕様設定] D --> E{【照査】 止水目地の鋼製部材 曲げ, せん断} E -- OK --> END([END]) E -- NG --> D </pre> </div> <p>第 1-104 図 設計フロー</p> <p>(b) 2次元動的有限要素解析（有効応力解析）</p> <p>2次元動的有限要素解析（有効応力解析）の設計フローを第 1-105 図に、代表断面選定の考え方を第 1-51 表に示す。</p>	<p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二，女川2】</p> <p>島根2号炉は解析概要を設計方針に記載</p>

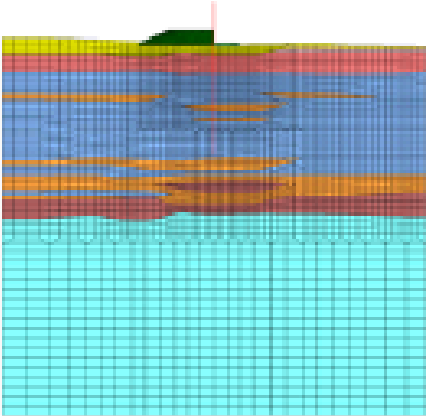
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考						
		<p>i. 解析の目的</p> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭, 埋戻土, 基礎捨石, 砂礫層, 改良地盤, 護岸, 岩盤等を含めた全体の動的挙動評価 地盤特性及び液状化を考慮した影響評価 <p>ii. 結果の利用</p> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭, 逆 T 擁壁, 波返重力擁壁及びケーソンの照査 地震時応答 (変形量を含む) <p>iii. 解析条件</p> <ul style="list-style-type: none"> 地盤物性のばらつきを考慮する <div data-bbox="1825 766 2448 1302" style="text-align: center;"> <pre> graph TD A[耐震評価] --> B[評価対象断面の選定] B --> C[評価対象部位の設定 鋼管杭, 岩盤, 改良地盤] C --> D[ケーススタディー用入力データの整理 ・液状化強度特性の整理 ・地盤特性のばらつきを考慮した検討を実施] E["【主な荷重】 地震荷重 津波荷重"] --> D D --> F[地震応答解析 (地震時) (構造物-地盤連成系の2次元FEM解析)] F --> G[許容限界値以下の確認] G --> H[評価終了] </pre> </div> <p>第 1-105 図 設計フロー</p> <p>第 1-51 表 代表断面選定の考え方</p> <table border="1" data-bbox="1736 1459 2502 1711"> <thead> <tr> <th>着目点</th> <th>概要</th> <th>代表断面の選定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地質分布</td> <td>構造的特徴, 周辺の地質分布及び隣接構造物を考慮して, 代表断面を選定する。</td> <td>詳細設計段階において, 地震応答解析により耐震評価を行う上で, 構造物の応答が耐震評価上最も厳しくなると考えられる断面を選定する。</td> </tr> </tbody> </table>	着目点	概要	代表断面の選定	地質分布	構造的特徴, 周辺の地質分布及び隣接構造物を考慮して, 代表断面を選定する。	詳細設計段階において, 地震応答解析により耐震評価を行う上で, 構造物の応答が耐震評価上最も厳しくなると考えられる断面を選定する。	<p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】 島根2号炉は解析概要を設計方針に記載</p>
着目点	概要	代表断面の選定							
地質分布	構造的特徴, 周辺の地質分布及び隣接構造物を考慮して, 代表断面を選定する。	詳細設計段階において, 地震応答解析により耐震評価を行う上で, 構造物の応答が耐震評価上最も厳しくなると考えられる断面を選定する。							

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(c) 静的フレーム解析 静的フレーム解析の設計フローを第1-106 図に示す。</p> <p>i. 解析の目的 ・鋼管杭, 逆 T 擁壁の挙動評価 (津波時)</p> <p>ii. 結果の利用 ・鋼管杭, 逆 T 擁壁の照査 ・止水目地の変形量</p> <p>iii. モデル化方針 ・鋼管杭, 逆 T 擁壁は線形はり要素 (ビーム要素) でモデル化する。 ・岩盤は地盤ばねでモデル化する。</p> <p>iv. 解析条件 ・解析用物性値 (静的物性) を用いる。</p> <div data-bbox="1765 940 2493 1270" style="text-align: center;"> </div> <p>第1-106 図 設計フロー</p> <p>(d) 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 取水路横断部 取水路横断部の解析モデルを第1-107 図に示す。 取水路横断部は, 一般部同様, 地震荷重や津波荷重に対し, 各部位に発生する断面力や応力度が許容限界以下であることを確認する。 被覆コンクリート壁の評価について, 水平方向荷重に対しては, 取水路横断箇所以外は鋼管杭と一体構造であることを考慮し, 第1-107 図 (a) に示すとおり, 鋼管杭をばねによる弾性支承とし, 被覆コンクリート壁を梁でモデル化して評価する。鉛直方向荷重に対しては, 第1-107 図 (b)</p>	<p>・資料構成の相違 【東海第二, 女川2】 島根2号炉は解析概要を設計方針に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>に示すとおり、鋼管杭を固定支承とし、被覆コンクリート壁を梁でモデル化して評価する。</p> <p>鋼管杭の評価について、鋼管杭は、多重管構造を1本の梁としてモデル化し、上部コンクリート及び内部の間詰めコンクリートの剛性及び強度は考慮しない。</p> <p>また、海側と陸側に2本の杭が隣接し、杭頭連結部で一体化していることから、第1-107図に示すとおり、両端ピン剛梁で相対する節点を結合したモデルでモデル化し、杭頭連結部以外で両端ピン剛梁に引張が生じている箇所は、この梁を取り外して評価する。</p> <p>なお、地盤は地盤ばねでモデル化する。</p> <p>ここで、地震時検討における水平方向の震度は、被覆コンクリート壁下端位置における基準地震動S_sに対する地震応答解析結果から得られた加速度応答スペクトルから、予め算定した防波壁（多重鋼管杭式擁壁）取水路横断部の水平方向1次固有周期に対応する応答加速度を用いて算定する。</p> <p>鉛直方向の震度は、地震応答解析から得られた鉛直上向き及び下向きそれぞれの最大応答加速度から算定する。</p> <div data-bbox="1745 1123 2499 1444" data-label="Diagram"> </div> <p>第1-107図 解析モデル</p> <p>(e)防波壁（波返重力擁壁）ケーソン 防波壁（波返重力擁壁）ケーソンの作用荷重イメージ図を第1-108図に示す。</p> <p>i. 解析の目的 ・防波壁（波返重力擁壁）ケーソン構造部材の評価</p> <p>ii. 結果の利用</p>	<p>・資料構成の相違 【東海第二，女川2】 島根2号炉は解析概要を設計方針に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p><u>・側壁、底版及びフーチングの照査</u></p> <p>iii. <u>モデル化方針</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <u>・構造部材の性能照査は、港湾基準に準じ、構造部材の拘束条件に応じて以下の通りモデル化し断面力を算定する。</u> <u>・側壁：三辺固定一辺自由版</u> <u>・底版：四辺固定版</u> <u>・フーチング：片持版</u> <p>iv. <u>解析条件</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <u>・津波時荷重は、港湾基準に基づき谷本式により津波波力を算定し、作用させる (4.3.2章参照)。</u> <u>・地震時荷重は、港湾基準の「レベル2地震動に関する偶発状態において構造部材の性能照査に用いる照査用震度は、便宜的に、自由地盤部の地表面の加速度時刻歴を用いて、(1)の手法※により算出してもよい。この場合、許容される変形量 Da は、50cm とすることができる。なお、この手法を用いる場合には、上限値を 0.25 とし、レベル1地震動に対する照査用震度以上の値を用いなければならない」との記載に準じて、各断面毎に計算した照査用震度により算定し、作用させる。</u> <p><u>※港湾基準の p951～958 に示された地震動の周波数特性や継続時間の影響等を考慮して、当該施設の変形量に対応した適切な震度を算定する方法</u></p>  <p>第 1-108 図 防波壁 (波返重力擁壁) ケーソンの作用荷重イメージ図</p>	<p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二，女川2】</p> <p>島根2号炉は解析概要を設計方針に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																								
<p>4) 設計荷重</p> <p>設計に用いる荷重の組合せを以下に示す。</p> <p>① 常時荷重+地震荷重 (S_s)</p> <p>② 常時荷重+津波荷重 (動・波圧)</p> <p>③ 常時荷重+津波荷重 (動・波圧) + 漂流物荷重</p> <p>④ 常時荷重+津波荷重 (動・波圧) + 余震荷重</p> <p>⑤ 常時荷重+T.P. +24m津波荷重 (動・波圧) + 漂流物荷重</p> <p>⑥ 常時荷重+T.P. +24m津波荷重 (動・波圧) + 余震荷重</p>	<p>f. 設計荷重</p> <p>設計に用いる荷重の組合せを第1-47 表に, 各荷重の内容を第1-48 表に, 鋼管式鉛直壁 (一般部) の津波時の例を第1-55 図に示す。</p> <p>なお, 津波時の検討における基準地震動 S_s による影響の考慮について, 設置許可段階においては, 保守的に S_s 直後の応力状態及び過剰間隙水圧上昇による地盤の剛性低下を考慮した解析を行う。</p> <p>一方, 工認段階においては, S_s による応力状態及び過剰間隙水圧の上昇による地盤の剛性低下による影響について, 残留間隙水圧の取扱いを含めた評価方法を検討する。</p> <p style="text-align: center;">第1-47 表 荷重の組合せ</p> <table border="1" data-bbox="1047 842 1599 1062"> <thead> <tr> <th>検討ケース</th> <th>荷重の組合せ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地震時</td> <td>常時荷重 + 地震荷重</td> </tr> <tr> <td>津波時*</td> <td>常時荷重 + 基準津波荷重 + 漂流物荷重</td> </tr> <tr> <td>重畳時* (津波+余震時)</td> <td>常時荷重 + 基準津波荷重 (静水圧) + 余震荷重</td> </tr> </tbody> </table> <p>※: 基準地震動 S_s の影響を考慮する。</p> <p style="text-align: center;">第1-48 表 荷重の内容</p> <table border="1" data-bbox="1047 1247 1599 1661"> <thead> <tr> <th>荷重</th> <th>内 容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>常時荷重</td> <td>構造物の自重, 積雪荷重及び風荷重</td> </tr> <tr> <td>地震荷重</td> <td>基準地震動 S_s を作用させる</td> </tr> <tr> <td>基準津波荷重</td> <td>入力津波高さ(防波壁前面の地盤高さ (O.P.+2.5m) の差の1/2) を津波浸水深とし, 朝倉式より津波波力を算定し, 作用させる</td> </tr> <tr> <td>漂流物荷重</td> <td>漂流物, 算定式荷重について詳細検討を行った上で入力津波高さに作用させる</td> </tr> <tr> <td>余震荷重</td> <td>防波壁前面に入力津波高さに相当する液体要素を設定したうえで余震の地震動を作用させる</td> </tr> <tr> <td>基準津波荷重 (重畳時)</td> <td>余震作用時に, 防波壁前面に入力津波高さの海水が滞留していることを想定して, 静水圧を作用させる</td> </tr> </tbody> </table>	検討ケース	荷重の組合せ	地震時	常時荷重 + 地震荷重	津波時*	常時荷重 + 基準津波荷重 + 漂流物荷重	重畳時* (津波+余震時)	常時荷重 + 基準津波荷重 (静水圧) + 余震荷重	荷重	内 容	常時荷重	構造物の自重, 積雪荷重及び風荷重	地震荷重	基準地震動 S_s を作用させる	基準津波荷重	入力津波高さ(防波壁前面の地盤高さ (O.P.+2.5m) の差の1/2) を津波浸水深とし, 朝倉式より津波波力を算定し, 作用させる	漂流物荷重	漂流物, 算定式荷重について詳細検討を行った上で入力津波高さに作用させる	余震荷重	防波壁前面に入力津波高さに相当する液体要素を設定したうえで余震の地震動を作用させる	基準津波荷重 (重畳時)	余震作用時に, 防波壁前面に入力津波高さの海水が滞留していることを想定して, 静水圧を作用させる	<p>g. 設計荷重</p> <p>設計に用いる荷重の組合せを第1-52 表に, 各荷重の内容を第1-53 表に, 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の津波時の例を第1-109 図に示す。</p> <p style="text-align: center;">第1-52 表 荷重の組合せ</p> <table border="1" data-bbox="1822 831 2410 1094"> <thead> <tr> <th>検討ケース</th> <th>荷重の組合せ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地震時</td> <td>常時荷重+地震荷重</td> </tr> <tr> <td>津波時</td> <td>常時荷重+津波荷重+漂流物衝突荷重</td> </tr> <tr> <td>重畳時 (津波+余震時)</td> <td>常時荷重+津波荷重+余震荷重 ※ 海域活断層より想定される地震による津波は, 防波壁の敷地の壁体部 (被覆コンクリート部等) には到達しないが, 到達する部位については個別に評価を実施する。(別添. 7 参照)</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">第1-53 表 荷重の内容</p> <table border="1" data-bbox="1822 1192 2410 1581"> <thead> <tr> <th>荷重</th> <th>内 容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>常時荷重</td> <td>構造物の自重, 土圧, 水圧, 積雪荷重及び風荷重</td> </tr> <tr> <td>地震荷重</td> <td>基準地震動 S_s を作用させる</td> </tr> <tr> <td>津波荷重</td> <td>入力津波高さと防波壁前面の静水面高さ (朔望平均満潮位EL+0.46m) の差の1/2を入射津波高さとし, 港湾基準に基づき谷本式により津波波力を算定し, 作用させる</td> </tr> <tr> <td>漂流物衝突荷重</td> <td>漂流物, 荷重算定式について詳細検討を行った上で防波壁天端高さに作用させる</td> </tr> </tbody> </table>	検討ケース	荷重の組合せ	地震時	常時荷重+地震荷重	津波時	常時荷重+津波荷重+漂流物衝突荷重	重畳時 (津波+余震時)	常時荷重+津波荷重+余震荷重 ※ 海域活断層より想定される地震による津波は, 防波壁の敷地の壁体部 (被覆コンクリート部等) には到達しないが, 到達する部位については個別に評価を実施する。(別添. 7 参照)	荷重	内 容	常時荷重	構造物の自重, 土圧, 水圧, 積雪荷重及び風荷重	地震荷重	基準地震動 S_s を作用させる	津波荷重	入力津波高さと防波壁前面の静水面高さ (朔望平均満潮位EL+0.46m) の差の1/2を入射津波高さとし, 港湾基準に基づき谷本式により津波波力を算定し, 作用させる	漂流物衝突荷重	漂流物, 荷重算定式について詳細検討を行った上で防波壁天端高さに作用させる	<p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は, それぞれの荷重条件を詳述</p> <p>・設計方針の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>島根2号炉は, 日本海東縁部に想定される地震による津波を考慮する。波源位置は, 敷地から600km以上の距離にあり, その波源の活動に伴う地震については, 敷地への影響が明らかに小さいことから, 津波時における基準地震動 S_s による影響を考慮しない。 (参考資料6 参照)</p>
検討ケース	荷重の組合せ																																										
地震時	常時荷重 + 地震荷重																																										
津波時*	常時荷重 + 基準津波荷重 + 漂流物荷重																																										
重畳時* (津波+余震時)	常時荷重 + 基準津波荷重 (静水圧) + 余震荷重																																										
荷重	内 容																																										
常時荷重	構造物の自重, 積雪荷重及び風荷重																																										
地震荷重	基準地震動 S_s を作用させる																																										
基準津波荷重	入力津波高さ(防波壁前面の地盤高さ (O.P.+2.5m) の差の1/2) を津波浸水深とし, 朝倉式より津波波力を算定し, 作用させる																																										
漂流物荷重	漂流物, 算定式荷重について詳細検討を行った上で入力津波高さに作用させる																																										
余震荷重	防波壁前面に入力津波高さに相当する液体要素を設定したうえで余震の地震動を作用させる																																										
基準津波荷重 (重畳時)	余震作用時に, 防波壁前面に入力津波高さの海水が滞留していることを想定して, 静水圧を作用させる																																										
検討ケース	荷重の組合せ																																										
地震時	常時荷重+地震荷重																																										
津波時	常時荷重+津波荷重+漂流物衝突荷重																																										
重畳時 (津波+余震時)	常時荷重+津波荷重+余震荷重 ※ 海域活断層より想定される地震による津波は, 防波壁の敷地の壁体部 (被覆コンクリート部等) には到達しないが, 到達する部位については個別に評価を実施する。(別添. 7 参照)																																										
荷重	内 容																																										
常時荷重	構造物の自重, 土圧, 水圧, 積雪荷重及び風荷重																																										
地震荷重	基準地震動 S_s を作用させる																																										
津波荷重	入力津波高さと防波壁前面の静水面高さ (朔望平均満潮位EL+0.46m) の差の1/2を入射津波高さとし, 港湾基準に基づき谷本式により津波波力を算定し, 作用させる																																										
漂流物衝突荷重	漂流物, 荷重算定式について詳細検討を行った上で防波壁天端高さに作用させる																																										

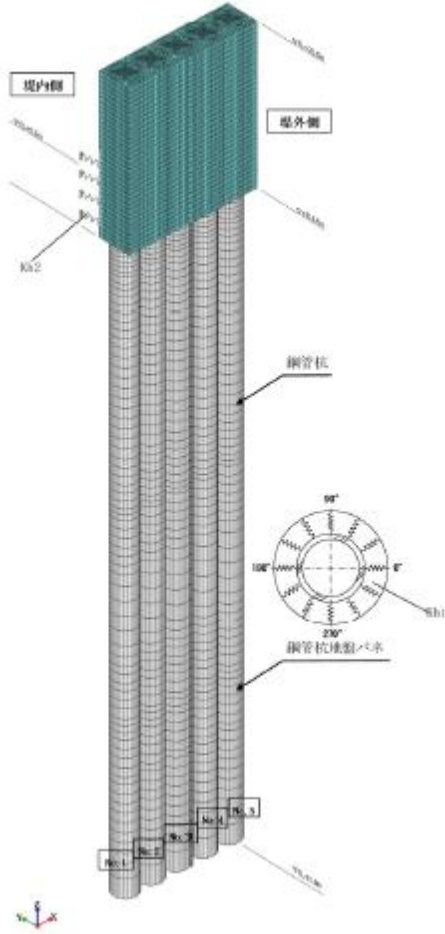
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>し、原地盤の液状化強度特性を適用した基準地震動S_sによる解析結果のうち、最も厳しいケースにおいて、より一層保守的な検討を目的に、液状化検討対象層である全ての砂層・礫層に対して豊浦標準砂の液状化強度特性を与えることで、強制的に液状化させる条件を仮定した解析モデルについても検討する。</p> <p>a . 解析モデルの作成</p> <p>地質断面図を反映して解析モデルを作成する。鉛直方向はT.P. -130mまでをモデル化する。鋼管杭は線形梁要素、地盤はマルチスプリング要素でモデル化し、地下水位以深については間隙水圧要素を配置する。</p> <p>鋼管杭と地盤との間には、杭と地盤の相互作用を適切に考慮できる相互作用バネを配置する。解析モデルの一例を第1-7図に示す。</p>  <p>第1-7図 解析モデルの一例</p> <p>b . 地震応答解析</p> <p>有効応力解析により構造物及び地盤の応答値を算定する。</p> <p>入力地震動は、東海第二発電所の解放基盤表面深度であるT.P. -370mからT.P. -130mまでをモデル化した剥ぎ取り地盤モデルを用いて、一次元波動論によりT.P. -130m位置で評価した地震動 (2E) を用いる。</p> <p>c . 照査</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

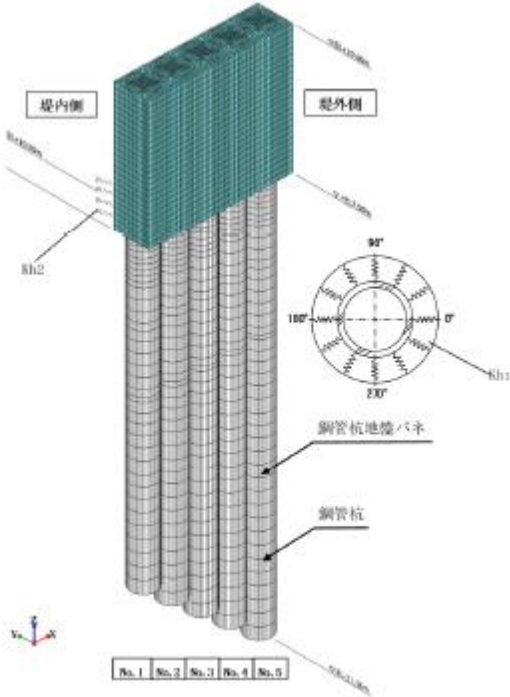
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>地震応答解析により算定された鋼管杭の断面力を用いて、曲げモーメント・軸力に対する照査、せん断に対する照査を行い、短期許容応力度以下であることを確認する。</p> <p>基礎地盤の支持性能として、基礎に作用する地盤反力が極限支持力以下であることを確認する。</p> <p>② 耐津波設計 (二次元静的フレーム解析)</p> <p>鋼管杭のみで津波に抵抗するため、鋼管杭のみを二次元フレーム解析モデルで表現する。この鋼管杭をモデル化した梁に地盤バネを接続したモデルで応答変位法による二次元静的フレーム解析を行い、津波時と重畳時 (津波+余震時) の鋼管杭の構造健全性及び支持性能を確認する。死荷重及び積雪の長期荷重、津波荷重と漂流物荷重、余震荷重等を外力として入力し、部材の発生応力度が短期許容応力度以下となるよう設計する。津波や漂流物の荷重は、鉄筋コンクリートを通じて上部工の鋼管に直接的に作用し、下部工の鋼管杭へ伝達される。なお、津波時における漂流物荷重は、入力津波高さに作用するものとして考慮する。</p> <p>基礎地盤の支持性能として、基礎に作用する地盤反力が極限支持力以下であることを確認する。</p> <p>解析モデル概念図を第1-8図に示す。</p> <div data-bbox="341 1260 727 1785" data-label="Diagram"> </div> <p>第1-8図 解析モデル概念図</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考						
<p>地盤バネは、「道路橋示方書・同解説 (IV 下部構造編)」に基づき設定し、上限値を有するバイリニア型とする。余震時の地盤バネの算定に用いる地盤の変形係数E_Dは、以下の式により算出する。</p> $E_D = 2(1 + \nu_d)G'$ <p>E_D : 地盤の変形係数 (kN/m²) ν_d : 動ポアソン比 G' : 地盤の余震時の収束剛性 (kN/m²)</p> <p>地盤バネ定数及び地盤バネの上限値の算定内容を第1-6表に示す。同表中の地盤バネ定数4種類と地盤バネの上限値4種類を用いて、地盤の最も高い剛性と最も大きい強度の組合せによる構成式及び地盤の最も低い剛性と最も小さい強度の組合せによる構成式を地盤バネの設定で用いることにより、各部位で安全側となる設計を行う。</p> <p>第1-6表 地盤バネ定数及び地盤バネの上限値</p> <table border="1" data-bbox="157 1014 914 1178"> <thead> <tr> <th>荷重条件</th> <th>地盤バネ定数</th> <th>地盤バネ上限値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>津波時 及び 津波+余震時</td> <td>初期剛性より 余震時の収束剛性より 地震時の収束剛性より 静弾性係数より</td> <td>ピーク強度 (平均) ピーク強度 (-1σ 低減) 残留強度 (平均) 残留強度 (-1σ 低減)</td> </tr> </tbody> </table> <p>余震時荷重としては、余震時の一次元地盤応答解析及び二次元有効応力解析により算定される応答変位分布を強制変位としてバネ端に載荷するとともに、地表面最大加速度より算定する設計震度を慣性力として考慮する。</p> <p>6) 上部工の設計方針</p> <p>津波に対する止水性を確保し、津波荷重や漂流物荷重によるせん断力を全て受け持てるよう、「鋼管鉄筋コンクリート」の前面に一体化した「鉄筋コンクリート梁壁」を設置する。</p> <p>二次元梁バネモデル解析では、上部工前面の「鉄筋コンクリート梁壁」(鉄筋コンクリート梁の主筋を密に配置し、せん断耐力筋で補強した壁部材)のみをモデル化し、地震時、津波時、重畳時(津波+余震時)の全てのケースにおいて、「鉄</p>	荷重条件	地盤バネ定数	地盤バネ上限値	津波時 及び 津波+余震時	初期剛性より 余震時の収束剛性より 地震時の収束剛性より 静弾性係数より	ピーク強度 (平均) ピーク強度 (-1 σ 低減) 残留強度 (平均) 残留強度 (-1 σ 低減)			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>
荷重条件	地盤バネ定数	地盤バネ上限値							
津波時 及び 津波+余震時	初期剛性より 余震時の収束剛性より 地震時の収束剛性より 静弾性係数より	ピーク強度 (平均) ピーク強度 (-1 σ 低減) 残留強度 (平均) 残留強度 (-1 σ 低減)							

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>筋コンクリート梁壁」のみで成立する構造とする（実際には「鉄筋コンクリート梁壁」と背面にある「鋼管鉄筋コンクリート」との一体構造断面で抵抗することになる）。</p> <p>上部工の検討においてモデル化を行わない「鋼管鉄筋コンクリート」（下部工の鋼管杭から上部工に連続する鋼管を被覆した部材）には、コンクリート標準示方書に基づく必要鉄筋量を配置する。</p> <p>なお、二次元梁バネモデル解析で鉄筋コンクリート梁壁をモデル化して、上部工の設計を行うことを基本とするが、断面力の確認のため、代表断面については静的三次元FEM解析を実施し、二次元梁バネモデルの妥当性についても検討する。</p> <p>第1-9図に上部工検討フローを示す。</p> <div data-bbox="267 940 801 1701" data-label="Diagram"> <pre> graph TD START([START]) --> A[構造諸元の設定] A --> B[鉄筋コンクリート梁壁の検討] B --> C["・地震時の検討(二次元梁バネモデル) ・津波時の検討(二次元梁バネモデル) ・津波+余震時の検討(二次元梁バネモデル)"] C --> D{【許容限界値以下の確認】 曲げ, せん断} D -- NG --> A D -- OK --> E[三次元FEM解析による検討] E --> F["・地震時の検討(静的解析) ・津波時の検討(静的解析) ・津波+余震時の検討(静的解析)"] F --> G{【許容限界値以下の確認】 引張, 圧縮, せん断} G -- NG --> E G -- OK --> H([END]) </pre> </div> <p>第1-9図 上部工検討フロー</p> <p>① モデル化方針</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>a . <u>二次元梁バネモデル</u></p> <p><u>地震荷重, 津波荷重, 積雪荷重, 風荷重及び漂流物荷重に耐える構造である鉄筋コンクリート梁壁をビーム要素でモデル化し, 地盤抵抗を表現するため, 地盤バネを配置する。左右外側のバネには地盤のばらつきを考慮するため, -1σ あるいは$+1\sigma$ 物性のバネ値を与える。</u></p> <p><u>二次元梁バネモデルの概要図を第1-10 図に示す。</u></p>  <p>第1-10図 二次元梁バネモデル</p> <p>b . <u>三次元FEMモデル</u></p> <p><u>上部工及び下部工を三次元FEMでモデル化し, 防潮壁が地震, 津波及び津波+余震より受ける応力を精緻に評価する。三次元FEMについては, 傾斜部のモデル化も行い, 地震時の1ブロックにおけるねじれの検討も実施する。さらに傾斜部については, 固有値解析を実施して防潮壁の振動特性を評価する。</u></p> <p><u>解析モデルは上部工をソリッド要素でモデル化し, 鋼管杭をシェル要素でモデル化する。地盤の抵抗については, バネで表現し, 杭周り及び地盤高さの嵩上げの該当部分に付加する。なお, 地盤バネについては, 鋼管杭のモデル化で二次元静的フレーム解析の際に用いた地盤バネを用いる。ただし, 引張方向はNotensionバネとする。</u></p> <p><u>三次元FEMモデルの概要を第1-11 図に示す。</u></p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>東海第二は, 設計方針を設備毎に分けて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p data-bbox="237 1186 831 1228">第1-11 図(1) 三次元FEM解析モデル (一般部)</p>			<p data-bbox="2522 252 2819 420">・記載方針の相違 【東海第二】 東海第二は, 設計方針を設備毎に分けて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p data-bbox="273 924 786 955">第1-11図(2) 三次元FEMモデル (傾斜部)</p> <p data-bbox="172 1018 311 1050">② 地震時</p> <p data-bbox="201 1060 697 1092">a . 静的フレーム解析 (梁バネモデル)</p> <p data-bbox="231 1102 920 1354">地盤や杭の剛性を表現したバネに支持された鉄筋コンクリート梁壁を二次元梁バネモデルで表現し、地震時の静的挙動を評価する。鉄筋コンクリート梁壁をビーム要素でモデル化し、地盤抵抗を表現するため、地盤バネを配置する。左右外側のバネには地盤のばらつきを考慮するため、-1σあるいは$+1\sigma$物性のバネ値を与える。</p> <p data-bbox="231 1375 920 1449">地震時の地盤変位についても、左右外側には$\pm 1\sigma$物性を用いた一次元地震応答解析から算出した変位を入力する。</p> <p data-bbox="231 1470 920 1669">二次元梁バネモデルより算出された断面力を用いた鉄筋コンクリート梁壁の照査を行い、地震による慣性力を鉄筋コンクリート梁壁に作用させ、梁壁に生じる曲げ、せん断応力度の照査を行い、短期許容応力度以下であることを確認する。</p> <p data-bbox="252 1690 801 1722">地震時の地盤変位入力概要を第1-12図に示す。</p>			<p data-bbox="2537 252 2804 420">・ 記載方針の相違 【東海第二】 東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="350 268 724 499" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="320 527 753 552">第1-12図 地震時の地盤変位入力概要</p> <p data-bbox="201 615 522 640">b . 三次元FEMモデル</p> <p data-bbox="231 659 923 779">二次元梁バネモデルの保守性検討のため、三次元FEMモデルを用いた解析を行う。三次元FEM解析のモデル概念図を第1-13図に示す。</p> <p data-bbox="231 793 923 1003">水平慣性力は、一次元地震応答解析及び二次元有効応力解析で地表面の最大加速度を算定し、その加速度を杭と防潮壁に対して堤外から堤内方向へ平均地盤の表面最大加速度の水平慣性力を作用させる。一次元地震応答解析は各々の杭に対して実施する。</p> <p data-bbox="231 1018 923 1182">鉛直慣性力は、一次元地震応答解析及び二次元有効応力解析で地表面の最大加速度を求め、その加速度を杭と防潮壁に平均地盤の表面最大加速度の下向き鉛直慣性力を作用する。</p> <p data-bbox="231 1197 923 1316">水平地盤変位は各杭先端からの最大相対変位とする。最大変位の算出についても各々の杭に対して算出した結果を入力する。</p> <p data-bbox="231 1331 923 1495">杭体には全ての節点に水平バネ（Y方向，X方向）を設定し、水平方向バネは杭体と同様に圧縮方向が地盤反力度の上限値を用いたバイリニア型、引張方向をNotensionとしている。地盤バネの特性図を第1-14図に示す。</p>			<p data-bbox="2531 258 2813 422">・記載方針の相違 【東海第二】 東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

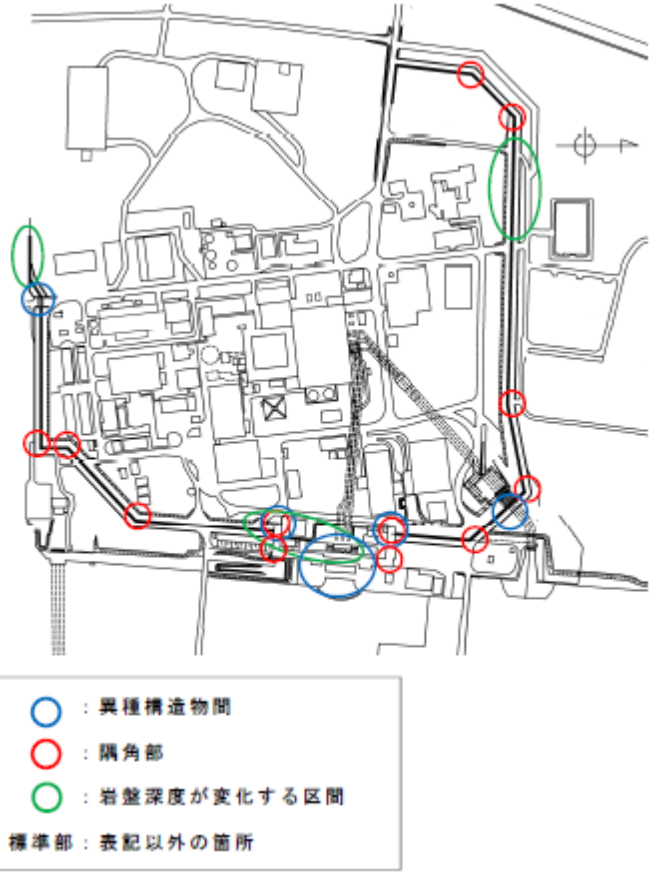
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="415 273 652 756" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="311 787 756 829">第1-13図 三次元FEM解析の概念図</p> <div data-bbox="415 892 652 1071" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="252 1102 816 1144">第1-14図 FEM解析に与える地盤バネの特性</p> <p data-bbox="163 1186 519 1228">③ 津波時, 津波+余震時</p> <p data-bbox="192 1239 920 1365">津波時及び津波+余震時においても, 二次元梁バネモデルで評価し, 代表断面においては二次元梁バネモデルの妥当性について三次元FEMモデルで検討する。</p> <p data-bbox="163 1375 341 1417">a . 津波時</p> <p data-bbox="192 1417 920 1680">鉄筋コンクリート梁壁モデルに, 自重, 積雪荷重, 津波荷重及び漂流物荷重を作用させ, 鉄筋に生じる引張り, せん断応力度及びコンクリートに生じる圧縮, せん断応力度の照査を行い, 短期許容応力度以下であることを確認する。なお, 漂流物荷重は曲げモーメントが最大となる位置に作用させる。</p> <p data-bbox="163 1690 430 1732">b . 津波+ 余震時</p> <p data-bbox="192 1732 920 1858">鉄筋コンクリート梁壁モデルに, 自重, 積雪荷重, 津波荷重並びに余震による慣性力及び動水圧を作用させ, 鉄筋に生じる引張り, せん断応力度及びコンクリートに生じる圧縮,</p>			<p data-bbox="2522 252 2819 420">・ 記載方針の相違 【東海第二】 東海第二は, 設計方針を設備毎に分けて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考												
<p>せん断応力度の照査を行い、短期許容応力度以下であることを確認する。なお、慣性力としての設計震度は、一次元地盤応答解析及び二次元有効応力解析より算出される地表面の最大加速度を与える。</p> <p>二次元梁バネモデルは地表面における最大変位を集約バネを介して載荷する。三次元FEM解析については、深度なりの変位を杭体にバネを介して載荷する。</p> <p>④ 二次元梁バネモデルと三次元FEMモデルに対する保守性</p> <p>二次元梁バネモデルは、上部工堤外側の鉄筋コンクリート梁壁のみをモデル化し、評価においては、津波荷重が最も大きい上部工底部の荷重や漂流物荷重が最も大きい上部工天端部の荷重を入力しているが、三次元FEMモデルでは、現実的な荷重分布を入力する。</p> <p>また、二次元梁バネモデルは、荷重を5箇所での点で支持するモデルであるが、三次元FEMモデルでは、鉄筋コンクリート梁壁の背後にある鋼管鉄筋コンクリートにより、荷重を面的に支持するモデルとなっている。第1-15図に二次元梁バネモデルと三次元FEMモデルの相違点を示す。</p> <div data-bbox="222 1165 845 1480"> </div> <table border="1" data-bbox="201 1491 866 1617"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>三次元FEM解析</th> <th>二次元梁バネモデル</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① 断面</td> <td>鉄筋コンクリート梁と鋼管鉄筋コンクリート部をモデル化(立体)</td> <td>鉄筋コンクリート梁部分のみをモデル化(梁)</td> </tr> <tr> <td>② 支持条件</td> <td>面での支持</td> <td>点での支持</td> </tr> <tr> <td>③ 荷重</td> <td>津波荷重の深度方向分布を考慮</td> <td>津波荷重の最大値を採用</td> </tr> </tbody> </table>	項目	三次元FEM解析	二次元梁バネモデル	① 断面	鉄筋コンクリート梁と鋼管鉄筋コンクリート部をモデル化(立体)	鉄筋コンクリート梁部分のみをモデル化(梁)	② 支持条件	面での支持	点での支持	③ 荷重	津波荷重の深度方向分布を考慮	津波荷重の最大値を採用			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>
項目	三次元FEM解析	二次元梁バネモデル													
① 断面	鉄筋コンクリート梁と鋼管鉄筋コンクリート部をモデル化(立体)	鉄筋コンクリート梁部分のみをモデル化(梁)													
② 支持条件	面での支持	点での支持													
③ 荷重	津波荷重の深度方向分布を考慮	津波荷重の最大値を採用													
<p>第1-15図 二次元梁バネモデルと三次元FEMモデルの相違点</p>															
<p>なお、鉄筋照査等を行う断面計算は、軸力、曲げモーメント、せん断力を用いて曲げ応力度及びせん断応力度を算出し</p>															

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>て行う。応力計算は、面積と断面2次モーメントに依存するため、値が小さい方が応力度は大きくなる。</p> <p>以上のことから、二次元梁バネモデルで用いる断面性能(断面面積、断面2次モーメント)と三次元FEMでモデル化される断面性能では、二次元梁バネモデルの方が小さくなり、よって発生応力度が大きくなることから、三次元FEMモデルと比較して安全側の評価になる。第1-16図に両断面モデルにおける断面性能の比較を示す。</p>  <p>第1-16図 二次元梁バネモデルと三次元FEMモデルにおける断面性能の比較図</p> <p>⑤ 鋼管杭と鉄筋コンクリートの接合面の一体性確保</p> <p>鋼管杭と鉄筋コンクリートの接合面の一体性を強固なものとするため、スタッドを適切な位置に所要の本数を配置して確実な接合を行う方針とする。</p> <p>杭の曲げ変形により、鋼管と鉄筋コンクリートの間のせん断力に対して、ずれを生じさせないために必要なスタッドを配置する。設計は、鋼・合成構造標準示方書(土木学会)及び道路橋示方書・同解説(IV 下部構造編)(日本道路協会)に基づき行う。</p> <p>せん断力は、杭の曲げモーメント分布の勾配として求め、各区間の平均的なせん断力とする。</p> <p>接合面に作用するせん断力の概念図を第1-17図に、せん断力の算出方法概念図を第1-18図に示す。</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

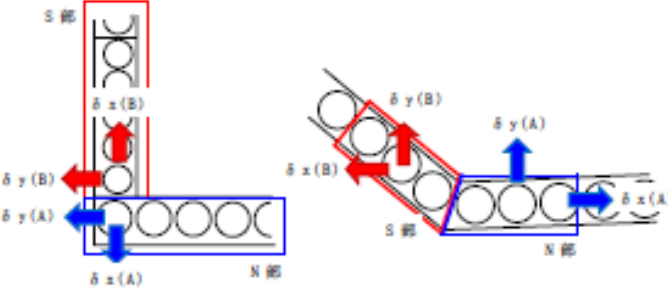
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="439 317 626 537" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="160 569 911 646">第1-17図 鋼管杭と鉄筋コンクリートの接合面に作用するせん断力</p> <div data-bbox="320 709 736 989" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="160 1016 911 1050">第1-18図 杭の曲げモーメント分布に基づくせん断力の算出方法</p> <p data-bbox="172 1150 557 1184">7) 止水ジョイント部の設計方針</p> <p data-bbox="201 1199 299 1232">① 概要</p> <p data-bbox="231 1245 923 1318">鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の施工ブロック間等には、止水ジョイントを設置する。</p> <p data-bbox="231 1331 923 1455">止水ジョイントは、地震時やその後の津波や余震によって生じる構造物間の相対変位に対して止水性を確保するため伸縮性を有するものとする。</p> <p data-bbox="231 1467 923 1541">なお、堤外側の止水ジョイント部には、漂流物への対策として、止水ゴム等の鋼製防護部材を設置する。</p> <p data-bbox="201 1602 338 1635">②評価方針</p> <p data-bbox="231 1648 923 1856">止水ジョイント部の評価は、基準地震動 S_s を用いた二次元有効応力解析及び津波荷重を用いた二次元静的フレーム解析により算出された変位量及び入力津波を用い津波波圧式より算出した津波荷重に対し、止水ゴム等の止水性が維持できることを確認し、止水ゴム等の仕様を設定する。止</p>			<p data-bbox="2534 258 2813 422">・記載方針の相違 【東海第二】 東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>水ジョイント部の設計フローを第1-19 図に示す。</p> <p>止水ゴム等の仕様は、津波荷重に耐え、構造物間の相対変位に追従して止水機能を維持できる材料を設定し、性能試験によってこれらを確認する。</p> <p>なお、止水ゴム等の取り付け部の鋼製アンカーに発生する応力度が短期許容応力度以下であることを確認するとともに、漂流物への対策として止水ゴム等の鋼製防護部材を設置し、この部材に発生する応力度が短期許容応力度以下であることを確認する。</p> <div data-bbox="237 756 801 1438" data-label="Diagram"> </div> <p>第1-19図 止水ジョイント部の設計フロー</p> <p>a . 相対変位の設定方針</p> <p>防潮堤の標準部（直線部）、隅角部、異種構造物間の位置を第1-20図に示す（標準部は、異種構造物間、隅角部を除く区間）。</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

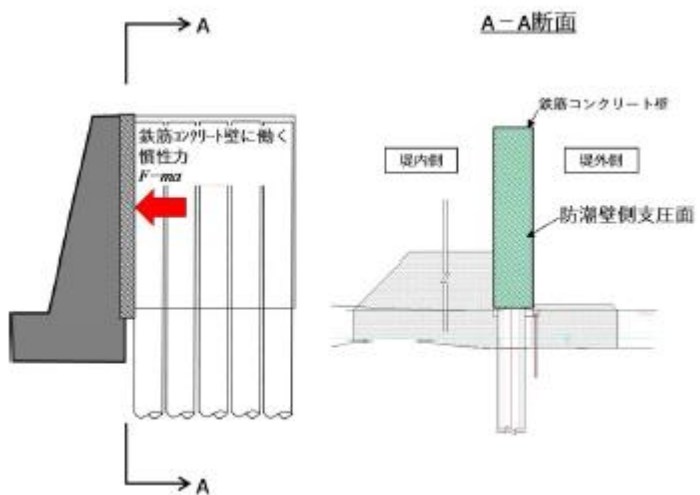
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>第1-20図 防潮堤の各部(標準部, 隅角部及び異種構造物間)位置図</p> <p>b. 標準部の地震時相対変位量</p> <p>鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の標準部は、隣り合う防潮壁同士が同一の挙動を示すと考えられるため、地震時においては、地盤のせん断波速度V_sの平均物性、$+1\sigma$物性、-1σ物性による地震時応答解析で得られる応答変位に基づき相対変位を設定する。</p> <p>地震時の設計用相対変位は、以下の式により水平2方向(x方向, y方向)及び鉛直方向(z方向)それぞれについて算出する。</p> <p>さらに、x方向, y方向及びz方向の相対変位から求められる合成方向変位を算出する。ここで、地震時の相対変位の概念図を第1- 21図に示す。</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>x方向の相対変位 δx :</p> $\delta x = \max[\text{abs}\{\delta x(+1\sigma) - \delta x(\text{平均})\}, \text{abs}\{\delta x(\text{平均}) - \delta x(-1\sigma)\}]$ <p>y方向の相対変位 δy :</p> $\delta y = \max[\text{abs}\{\delta y(+1\sigma) - \delta y(\text{平均})\}, \text{abs}\{\delta y(\text{平均}) - \delta y(-1\sigma)\}]$ <p>z方向の相対変位 δz :</p> $\delta z = \max[\text{abs}\{\delta z(+1\sigma) - \delta z(\text{平均})\}, \text{abs}\{\delta z(\text{平均}) - \delta z(-1\sigma)\}]$ <p>合成方向変位 (3方向合成) δ :</p> $\delta = \sqrt{\delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2}$  <p>第1-21図 地震時の相対変位の概念図</p> <p>c . 標準部の津波時相対変位量</p> <p>津波時においては、地震時の残留変位を防潮壁ブロック間の相対変位として設定する。</p> <p>津波時の設計用相対変位は、以下の式により水平2方向 (x方向, y方向) 及び鉛直方向 (z方向) それぞれについて算出する。</p> <p>さらに、x方向, y方向及びz方向の相対変位から求められる合成方向変位を算出する。</p> <p>なお、止水ジョイント部の設計で考慮する荷重は、津波波圧式により算出した津波荷重を設計荷重とする。ここで、津波時の相対変位の概念図を第1-22図に示す。</p> <p>x方向の相対変位 δx : $\delta x = \delta x(B) - \delta x(A)$</p> <p>y方向の相対変位 δy : $\delta y = \delta y(B) - \delta y(A)$</p> <p>z方向の相対変位 δz : $\delta z = \delta z(B) - \delta z(A)$</p> <p>合成方向変位 (3方向合成) δ : $\delta = \sqrt{\delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2}$</p> <p>$\delta x(A)$, $\delta x(B)$, $\delta y(A)$, $\delta y(B)$, $\delta z(A)$, $\delta z(B)$: 地震時の残留変位</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="192 304 875 535" data-label="Diagram"> </div> <div data-bbox="311 556 756 598" data-label="Caption"> <p>第1-22図 津波時の相対変位の概念図</p> </div> <div data-bbox="178 693 786 735" data-label="Section-Header"> <p>d. 標準部の重畳時（津波＋余震時）相対変位量</p> </div> <div data-bbox="222 745 920 871" data-label="Text"> <p>重畳時（津波＋余震時）においては、地震時の残留変位と余震による応答変位を防潮壁ブロック間の相対変位として設定する。</p> </div> <div data-bbox="222 871 920 1092" data-label="Text"> <p>重畳時（津波＋余震時）の設計用相対変位は、以下の式により水平2方向（x方向，y方向）及び鉛直方向（z方向）それぞれについて算出する。さらに，x方向，y方向及びz方向の相対変位から求められる合成方向変位を算出する。</p> </div> <div data-bbox="222 1102 920 1354" data-label="Text"> <p>なお，止水ジョイント部の設計で考慮する荷重は，津波波圧式により算出した津波荷重を設計荷重とする。また，動水圧，防潮壁の横断方向と縦断方向の慣性力をブロックごとの応答加速度に依存する設計荷重とする。ここで，重畳時（津波＋余震時）の相対変位の概念図を第1-23図に示す。</p> </div> <div data-bbox="222 1354 845 1501" data-label="Equation-Block"> $x \text{ 方向の相対変位 } \delta x: \delta x = \{ \delta x(B) + \delta x'(B) \} - \{ \delta x(A) + \delta x'(A) \}$ $y \text{ 方向の相対変位 } \delta y: \delta y = \{ \delta y(B) + \delta y'(B) \} - \{ \delta y(A) + \delta y'(A) \}$ $z \text{ 方向の相対変位 } \delta z: \delta z = \{ \delta z(B) + \delta z'(B) \} - \{ \delta z(A) + \delta z'(A) \}$ $\text{合成方向変位 (3方向合成)} \delta: \delta = \sqrt{\delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2}$ <p>$\delta x(A), \delta x(B), y(A), \delta y(B), \delta z(A), \delta z(B)$: 地震時の残留変位 $\delta x'(A), \delta x'(B), \delta y'(A), \delta y'(B), \delta z'(A), \delta z'(B)$: 余震による応答変位</p> </div> <div data-bbox="222 1543 845 1764" data-label="Diagram"> </div> <div data-bbox="207 1774 860 1816" data-label="Caption"> <p>第1-23図 重畳時（津波＋余震時）の相対変位の概念図</p> </div>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>東海第二は，設計方針を設備毎に分けて記載</p>

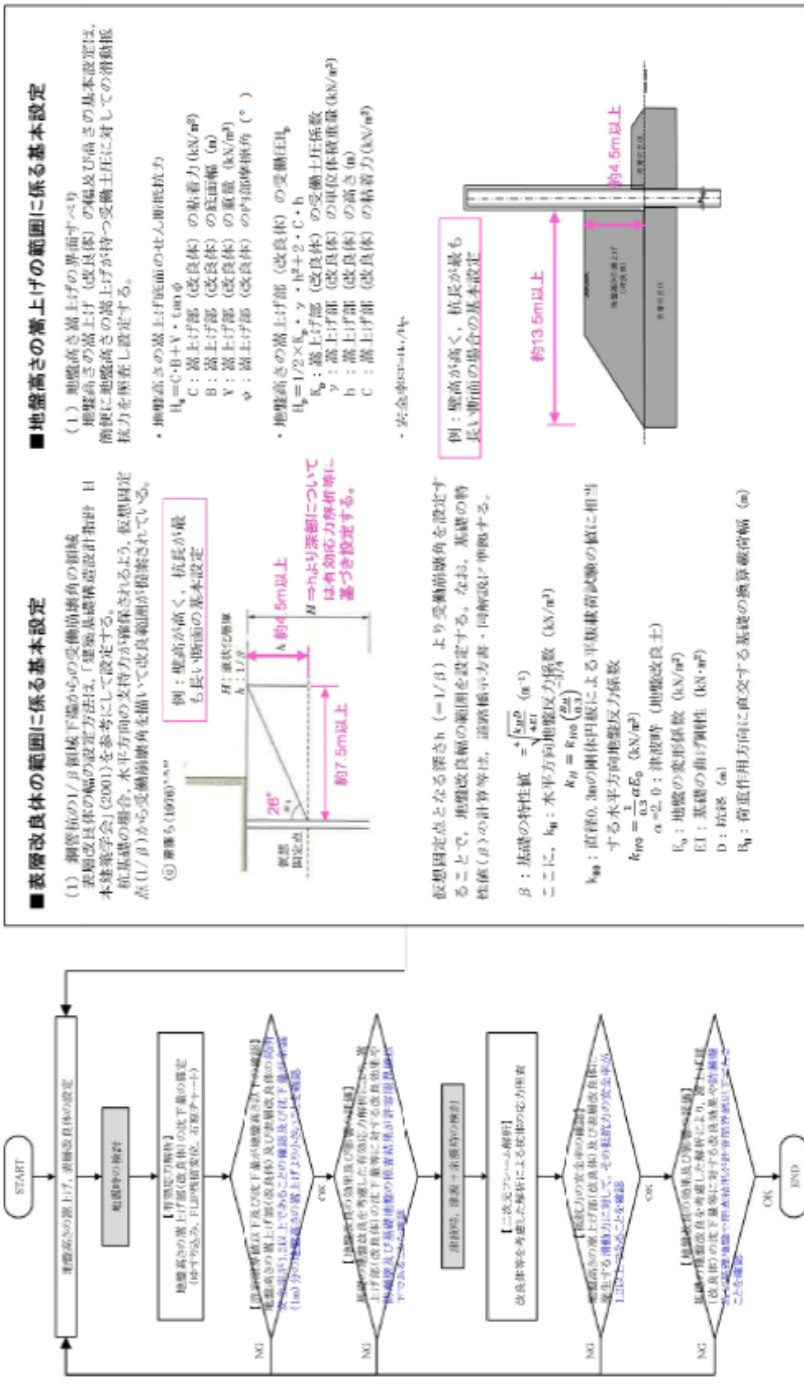
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>e. <u>隅角部及び異種構造物間の相対変位量</u></p> <p><u>隅角部及び異種構造物間の変位量の設定は、標準部と同様に最大変位量を設定する。</u></p> <p><u>隅角部及び異種構造物間の相対変位概念図を第1-24図及び第1-25図に示す。</u></p>  <p>第1-24図 隅角部の相対変位概念図</p>  <p>第1-25図 異種構造物間の相対変位概念図</p> <p>f. <u>止水ゴム等の適用方針</u></p> <p><u>止水ゴム等は津波荷重に耐えうる材料を選定する。</u></p> <p><u>また、止水ゴム等は構造物間に生じる相対変位に対し、その相対変位に追従可能な材料を選定することとする。</u></p> <p><u>止水ゴム等は、変位量に応じゴムジョイント、シートジョイントの使い分けを計画している。</u></p> <p>g. <u>止水ゴム等の性能試験について</u></p> <p><u>止水ジョイント部は、地震時に構造物間に生じる相対変</u></p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>位と、その後の津波や余震により構造物間に生じる相対変位に対して止水性を確保するため、伸縮性を有するものとし、堤内側及び堤外側の両面に止水ゴム等を設置する。これを踏まえ、止水ゴム等の性能を確認するために耐圧試験等を実施する。</p> <p>ゴムジョイントの試験は、所定の変位を与えた上で津波荷重相当の荷重での耐圧試験を実施する。</p> <p>ゴムジョイントの耐候性については、メーカーによる試験結果を確認した結果、ゴムジョイントに使用されるゴムの伸びが半減する期間が約38年（気温条件：30℃）で、ゴムの伸びが半減しても有意な硬化はなく、十分な変形性能（伸び率225%）を有している。</p> <p>シートジョイントの試験は、継続荷重試験、津波荷重相当の荷重での耐圧試験及び母材の耐候性試験（紫外線を照射し、初期値と照射後の引張強度の確認）を実施する。耐候性試験はJIS L 1096 「織物及び編物の生地試験方法」に基づき、15年に相当する耐候性を確認する。今後、耐候性試験結果に基づき適切にシートジョイントの耐用年数を設定し、供用後の維持管理を行うと共に、必要に応じさらなる耐候性試験を実施し、耐用年数を見直していく。</p> <p>止水ゴム等の耐圧試験例を第1-26図に示す。</p> <div data-bbox="195 1255 863 1478"> </div> <p>第1-26図 止水ゴム等の耐圧試験例</p> <p>8) 防潮壁間の相互の支圧力に関する設計方針</p> <p>防潮壁境界部は空隙を設けない構造とすることから、隣接</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>する躯体同士が地震時の相互の支圧力に対して、鉄筋コンクリート壁体が損傷をしないことを確認する。</p> <p>具体的には、以下の式により隣接する防潮壁躯体あるいは鉄筋コンクリート防潮壁側の堅壁の慣性力を防潮壁側面に載荷して、支圧応力度の照査を実施する。ここで、慣性力と防潮壁側面の概念図を第1- 27図に示す。</p> <p>鉄筋コンクリート防潮壁側に働く慣性力F：</p> $F = m \cdot a$ <p>m：鉄筋コンクリート防潮壁側の慣性力 a：地震時加速度</p> <p>防潮壁側支圧応力度 σ_{cv}：</p> $\sigma_{cv} = \frac{F}{b \cdot h} \leq \sigma_{ca}$ <p>b：防潮壁の幅 h：防潮壁高さ σ_{ca}：支圧応力度の許容応力度 (道路橋示方書・同解説 (IV下部構造編) に従う)</p>  <p>第1-27図 慣性力と防潮壁側面の概念図</p> <p>9) 地盤高さの嵩上げ (改良体) の設計方針 地盤高さの嵩上げ (改良体) は、津波荷重等に対する上部</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>工の変位の抑制を目的としている。したがって、地盤高さの嵩上げのせん断力が改良体のせん断強度以内であることを二次元有効応力解析及び二次元フレーム解析にて確認する。</u></p> <p><u>また、二次元有効応力解析で得られる地震時における地盤高さの嵩上げの防潮壁境界部の離隔を確認するとともに、二次元フレーム解析による津波時の防潮壁の変形量と比較し、津波時の防潮壁の変形量を下回ることを確認する。</u></p> <p><u>地盤高さの嵩上げの基本設定及び設計方針については、表層改良体と共に第1-29図に示す。</u></p> <p>10) <u>表層地盤改良及びシートパイルの設定方針</u></p> <p><u>鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁周りの表層付近の地盤においては、地震時における変形や津波による洗掘などに対して、浸水防護をより確実なものとするために、地盤改良の実施及びシートパイルの設置を行う。第1-28図に地盤改良及びシートパイルのイメージ図を示す。</u></p> <p><u>表層改良体の深さ方向の範囲は、表層地盤の過剰間隙水圧比が比較的高い範囲や杭体に生じる断面力の低減等を考慮し設定する。</u></p> <p><u>また、堤内側の表層改良体の幅は、地盤高さの嵩上げが地震時に損傷に至らない範囲を考慮し設定する。堤外側の表層改良体の幅は、地盤改良に係る指針類に基づき範囲を設定する。</u></p> <p><u>地盤改良工法は、改良対象地盤の物性、地下水位、施工性などを考慮して選定する。また、地盤剛性の急変部により杭体に局所的な応力を発生させないように、地盤剛性が上層から下層に向けて、やや大きめの剛性から原地盤に近い剛性に移行するような改良仕様を設定する。地盤高さの嵩上げ部は、地盤内部のすべりに対する安全率を確保するためにセメント改良工法を選定する。</u></p> <p><u>地盤高さの嵩上げ及び表層改良体の基本設定方針及び設計方針を第1-29図に示す。</u></p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p data-bbox="237 745 831 787">第1-28図 地盤改良及びシートパイルのイメージ図</p>			<p data-bbox="2522 252 2819 420">・記載方針の相違 【東海第二】 東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>



第1-29図 地盤高さを嵩上げ及び表層改良体の基本設定方針及び設計方針

・記載方針の相違
【東海第二】
 東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>① <u>ボーリング、パイピング防止対策の検討方針</u></p> <p><u>鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁には、津波時において堤外側と堤内側の水位差による、堤外側から堤内側への浸透圧に対して、堤外側にシートパイルの設置や堤内外の表層地盤改良により、堤内側の地盤の有効重量が浸透圧よりも十分に大きくなるようにすることで、安全性を確保する方針とする。</u></p> <p><u>第1-30図にボーリング、パイピング防止対策工の概念図を示す。</u></p> <div data-bbox="252 667 825 1129" data-label="Diagram"> </div> <p>第1-30図 <u>ボーリング、パイピング防止対策工概念図</u></p> <p>a . <u>ボーリング防止対策</u></p> <p><u>津波時において防潮堤の堤外側と堤内側の水位差による堤外側から堤内側への浸透圧に対して、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の堤外側にシートパイルを設置し、堤内側の地盤の有効重量が浸透圧よりも十分に大きくなるようにすることで、安全性を確保する方針とする。</u></p> <p><u>ボーリングの検討は、堤内側の土の有効重量とシートパイル先端位置に作用する平均過剰間隙水圧との比を取って下式より照査する。第1-31図にボーリング防止対策の説明図を示す。</u></p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

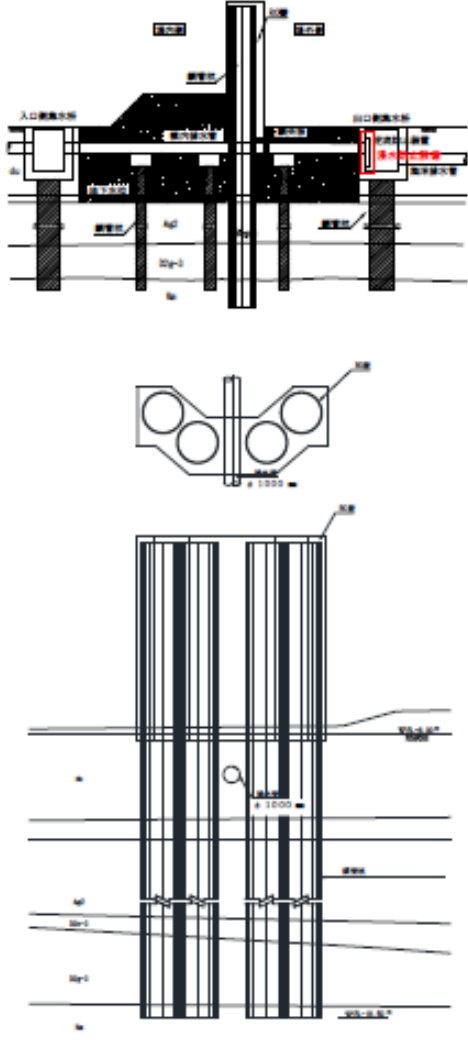
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: center;">$F_s = \frac{W}{u}$</p> <p>ここに、</p> <p>u : 土止め壁先端に作用する平均過剰間隙水圧</p> <p>W : 土の有効重量</p> <p style="text-align: center;">$w = \gamma' l_d$</p> <p>γ' : 土の水中単位体積重量</p> <p>l_d : 土止め壁の根入れ深さ</p> <p>なお、安全率(F_s)は、土木学会トンネル標準示方書、開削工法編に準拠し、$F_s \geq 1.5$を確保する。</p> <div data-bbox="210 804 848 1312" style="text-align: center;"> <p>The diagram shows a cross-section of a sheet pile wall. On the left is the '場内側' (inner side) and on the right is the '場外側' (outer side). The water level on the outer side is higher than on the inner side, with a difference labeled 'h_w 水位差'. The wall is embedded into the ground to a depth 'l_d'. A '掘削底面' (excavation bottom surface) is shown at the top of the wall. Soil improvement layers are shown on both sides: '地盤高さの嵩上げ (改良体)' (soil height increase/improvement) and '表層改良体' (surface improvement). A downward arrow 'W' represents the effective weight of the soil, and an upward arrow 'u' represents the average excess pore water pressure at the wall tip. A horizontal dimension 'l_d/2' is also indicated.</p> </div> <p>第1-31図 ボイリング防止対策の説明図</p> <p>b. パイピング防止対策</p> <p>津波時において防潮堤の堤外側と堤内側の水位差による堤外側から堤内側への浸透圧に対して、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の堤外側のシートパイルの設置や堤内外の表層改良体により、堤内側の地盤の有効重量が浸透圧よりも十分に大きくなるようにすることで、安全性を確保する方針とする。第1-32図にパイピング防止対策の説明図を示す。</p> <p>パイピングに対する検討は浸透流路長と水位差の比を考慮した下式により算出する。</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>$l/h_w \geq F_s$</p> <p>ここに、l: 浸透流路長</p> <p>h_w: 水面から掘削底面までの高さ (水位差)</p> <p>なお、安全率 (F_s) は、土木学会トンネル標準示方書、開削工法編に準拠し、$F_s \geq 2.0$を確保する。</p>  <p>第1-32図 パイピング防止対策の説明図</p> <p>11) 防潮壁の地山寄り付き部における設定方針</p> <p>津波に対して、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の前面の洗掘防止対策は、津波時において壁に作用する津波荷重に対して、防潮壁前面の表層地盤強度が津波荷重よりも大きくなるように、十分な安全余裕を持たせた地盤のせん断強度を確保する地盤改良強度を設定する。</p> <p>津波荷重 \leq 防潮壁前面の表層地盤せん断強度</p> <p>また、敷地南西部においては、防潮堤が南側丘陵地に寄り付くことから、津波遡上解析結果により、寄り付き部には津波が到達しないことを確認しているが、洗掘防止対策として、寄り付き部の範囲を地盤改良する。地盤改良の対象は、d_u層、$D1g-1$層とし、防潮堤の天端であるT.P. +18 mに余裕を持たせてT.P. +22mまでの範囲を対象とする。また、地盤改良幅は、隣接する防潮壁の幅に余裕を持たせて4mとし、縦断方向の改良範囲は地山高さに合わせて適切に設定する。防潮</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p data-bbox="201 254 923 327">壁寄り付き部の平面図を第1-33図, 第1-34図に, 断面図を第1-35図に示す。</p>  <p data-bbox="368 835 700 867">第1-33図 防潮壁全体平面図</p>  <p data-bbox="305 1598 765 1629">第1-34図 防潮壁寄り付き部拡大平面図</p>			<p data-bbox="2531 254 2813 422">・記載方針の相違 【東海第二】 東海第二は, 設計方針を設備毎に分けて記載</p>

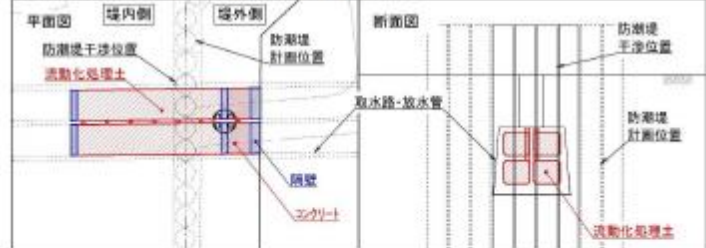
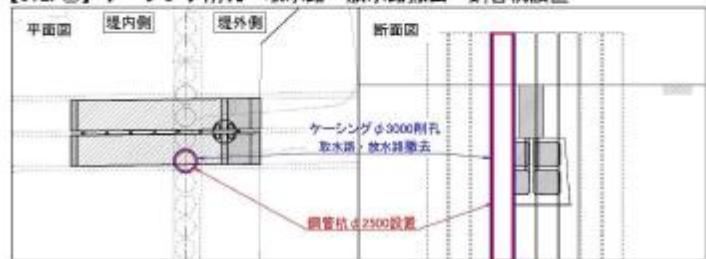
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="222 268 825 716" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="329 747 744 779" data-label="Caption"> <p>第1-35図 防潮壁寄り付き部断面図</p> </div> <div data-bbox="172 884 694 915" data-label="Section-Header"> <p>12) 防潮壁底部の地盤根入れ長の設定方針</p> </div> <div data-bbox="222 926 923 1094" data-label="Text"> <p>鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の堤外側、堤内側には表層地盤改良を実施しているため、地震による表層地盤の沈下は軽微であると判断するが、保守的に地下水位を原地表面高さとした有効応力解析により残留沈下量を算出する。</p> </div> <div data-bbox="222 1104 923 1230" data-label="Text"> <p>鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は、底部を地盤に十分に根入れすることで、津波による下部からの浸水を確実に防護する構造とする。</p> </div> <div data-bbox="222 1241 923 1367" data-label="Text"> <p>防潮壁底部の地盤根入れ長が、地震時に生じる地盤面の沈下量以上であることを確認する。第1-36図に地震に伴う防潮壁の地表面沈下量算定に関する概念図を示す。</p> </div> <div data-bbox="222 1419 923 1503" data-label="Text"> <p>鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁底部の地盤根入れ長 > 地震による地盤面沈下量=①+②+③</p> </div> <div data-bbox="252 1598 923 1776" data-label="List-Group"> <p>なお、考慮する地震時の沈下量は、以下の沈下量とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 不飽和土層の揺すり込み沈下量 ② 有効応力解析により算出した残留沈下量 ③ 過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量 </div> <div data-bbox="252 1818 923 1860" data-label="Text"> <p>揺すり込み沈下量は、「鉄道構造物等設計標準・同解説、</p> </div>			<p>・記載方針の相違 【東海第二】 東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p data-bbox="231 254 923 327">土構造編 (平成25年編), 耐震設計編 (平成24年改編) に準じて算出する。</p> <p data-bbox="231 342 923 510">また, 有効応力解析結果より求められる防潮壁外側地盤の残留鉛直変位量及び液状化検討対象層のせん断ひずみから算定される地層ごとの過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量を算出する。</p> <div data-bbox="255 579 819 940"> </div> <p data-bbox="160 972 911 1003">第1-36図 地震に伴う防潮壁の地表面沈下量算定に関する概念図</p> <p data-bbox="175 1104 718 1136">13) 構内排水路と防潮壁の交差部の設計方針</p> <p data-bbox="231 1150 923 1272">防潮堤内の降雨等を想定した構内排水路については, 第1-37図に示すとおり, 複数箇所で防潮壁を横断して設置される。</p> <p data-bbox="231 1287 923 1360">構内排水路は直径1mの鋼製の管路であり, 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁はこれを跨いで設置する。</p> <div data-bbox="273 1381 789 1801"> </div> <p data-bbox="341 1822 727 1854">第1-37図 構内排水路設置位置図</p>			<p data-bbox="2531 254 2813 422">・記載方針の相違 【東海第二】 東海第二は, 設計方針を設備毎に分けて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p data-bbox="231 300 920 420">構内排水路交差部の鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の鋼管杭は第1-38図に示す通り杭を一部重ねて配置した構造とする。</p>  <p data-bbox="160 1556 914 1633">第1-38図 構内排水路と鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁との交差部断面図</p>			<p data-bbox="2531 254 2813 420">・記載方針の相違 【東海第二】 東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>14) 海水引込み管と防潮壁の交差部の設定方針</p> <p>海水引込み管は、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の下部構造である鋼管杭先端よりも深い深度に設置される。第1-39図に海水引込み管の位置図を、第1-40図に交差部の断面イメージ図を示す。</p> <p>鋼管杭の先端と海水引き込み管の天端の離隔距離は、『トンネル標準示方書シールド工法編』を参考に、地震時応答解析に基づいた確認を行った後、安全な離隔距離を設定する。</p> <div data-bbox="234 716 836 1079" data-label="Image"> </div> <p>第1-39図 海水引込み管位置図</p> <div data-bbox="201 1247 854 1619" data-label="Image"> </div> <p>第1-40図 海水引込み管と鋼管杭の交差部断面イメージ図</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>15) <u>東海発電所の取水路・放水路と防潮壁の横断部の設定方針</u> <u>東海発電所 取水路・放水路は、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の南東部を横断する。第1-41図に東海発電所 取水路・放水路と防潮壁の横断位置図を示す。</u> <u>東海発電所の取水路・放水路は、廃止措置工事に伴う排水（解体撤去作業に伴う廃液、洗濯廃液）に必要な希釈取水機能及び希釈放水機能に影響が生じないよう、希釈水の取水箇所及び排水の排出箇所の上流側の取水路と放水路をコンクリート等により埋戻しを行うことにより、東海発電所の廃止措置の運用に影響を及ぼさない設計とする。防潮壁横断部の取水路・放水路の埋戻しイメージ図を第1- 42図に示す。</u></p>  <p>第1-41図 東海発電所 取水路・放水路横断部位置図</p>			<p>・記載方針の相違 【東海第二】 東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>【STEP①】 コンクリート等による埋戻し</p>  <p>【STEP②】 ケーシング削孔～取水路・放水路撤去～鋼管杭設置</p>  <p>第1-42図 防潮壁横断部の取水路・放水路埋戻しイメージ図</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																
<p>16) 構造物評価における地下水位の設定方針</p> <p>防潮堤の堤内側の水位については、洗掘防止等の目的で設置される表層部の地盤改良体により上昇する可能性が想定される。</p> <p>このため、構造物評価時の地下水位は、保守的に地表面に設定することとする。</p> <p>ただし、有効応力解析での評価では、地表面まで水要素を配置させると数値解析上不安定とならないよう、地表面から1 m 範囲にはわずかな粘性を考慮できるよう全応力要素を設定する（粘着力cの設定は、平均-1σ 残留強度物性とする）。解析評価時の地下水位の設定図を第1-43図に示す。</p>	<p>g. 地下水位の設定方針</p> <p>設置許可段階における地下水位は、地下水位低下設備の効果を考慮し設定する。地下水位の設定方針を第1-49 表及び第1-56 図に示す。</p> <p>また、工認段階においては、三次元浸透流解析の結果を踏まえ保守性を確認の上、設定する。</p> <p>なお、防潮堤の地盤改良に当たっては、地下水位低下設備の集水機能・通水機能等を阻害しないように施工計画を検討する。</p> <p>第1-49 表 地下水位の設定方針（設置許可段階）</p> <table border="1" data-bbox="982 1243 1670 1444"> <thead> <tr> <th colspan="2">地下水位の設定方針（設置許可段階）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼管式鉛直壁（一般部）</td> <td>朔望平均満潮位（O.P.+1.43m）として設定</td> </tr> <tr> <td>鋼管式鉛直壁（岩盤部）</td> <td>地表面に設定</td> </tr> <tr> <td>盛土堤防</td> <td>防潮堤の海側：朔望平均満潮位（O.P.+1.43m）として設定 防潮堤の山側：第1-56 図のとおり設定</td> </tr> </tbody> </table>	地下水位の設定方針（設置許可段階）		鋼管式鉛直壁（一般部）	朔望平均満潮位（O.P.+1.43m）として設定	鋼管式鉛直壁（岩盤部）	地表面に設定	盛土堤防	防潮堤の海側：朔望平均満潮位（O.P.+1.43m）として設定 防潮堤の山側：第1-56 図のとおり設定	<p>h. 地下水位の設定方針</p> <p>地震時の地下水位については、護岸前面は朔望平均干潮位 T.P.-0.02m とする。護岸より陸側の地下水位設定は港湾基準に準拠して残留水位とし、各護岸の止水状況を考慮し設定する。</p> <p>また、設置許可段階における津波荷重の算定潮位は朔望平均満潮位（H.W.L.）とする。地下水位については、各護岸の止水状況を考慮し、朔望平均満潮位（H.W.L.）又は残留水位とする。</p> <p>地震時の地下水位の設定方針を第1-54 表及び第1-110 図に、津波時の地下水位の設定方針を第1-55 表及び第1-111 図に示す。</p> <p>また、詳細設計段階においては、浸透流解析の結果を踏まえ、保守性を確認の上、設定する。</p> <p>なお、地下水位の設定においては、地下水位低下設備の効果を期待しない地下水位を改めて設定する。</p> <p>第1-54 表 地下水位の設定方針（設置許可段階）</p> <table border="1" data-bbox="1798 1285 2439 1495"> <thead> <tr> <th>構造型式</th> <th>水位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>防波壁（多重鋼管杭式擁壁）</td> <td>・防波壁の陸側：EL+0.30m ・護岸陸側から防波壁まで：EL+0.14m ・護岸より海側：EL-0.02m</td> </tr> <tr> <td>防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）</td> <td>・護岸より陸側：EL+0.14m ・護岸より海側：EL-0.02m</td> </tr> <tr> <td>防波壁（波返重力擁壁）</td> <td>・護岸より陸側：EL+0.30m ・護岸より海側：EL-0.02m</td> </tr> </tbody> </table>	構造型式	水位	防波壁（多重鋼管杭式擁壁）	・防波壁の陸側：EL+0.30m ・護岸陸側から防波壁まで：EL+0.14m ・護岸より海側：EL-0.02m	防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）	・護岸より陸側：EL+0.14m ・護岸より海側：EL-0.02m	防波壁（波返重力擁壁）	・護岸より陸側：EL+0.30m ・護岸より海側：EL-0.02m	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二，女川2】</p> <p>島根2号炉は、地下水位の設定について別途審査中</p>
地下水位の設定方針（設置許可段階）																			
鋼管式鉛直壁（一般部）	朔望平均満潮位（O.P.+1.43m）として設定																		
鋼管式鉛直壁（岩盤部）	地表面に設定																		
盛土堤防	防潮堤の海側：朔望平均満潮位（O.P.+1.43m）として設定 防潮堤の山側：第1-56 図のとおり設定																		
構造型式	水位																		
防波壁（多重鋼管杭式擁壁）	・防波壁の陸側：EL+0.30m ・護岸陸側から防波壁まで：EL+0.14m ・護岸より海側：EL-0.02m																		
防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）	・護岸より陸側：EL+0.14m ・護岸より海側：EL-0.02m																		
防波壁（波返重力擁壁）	・護岸より陸側：EL+0.30m ・護岸より海側：EL-0.02m																		

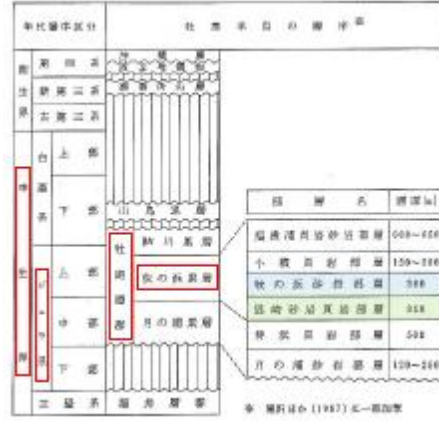
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>h. 解析用物性値</p> <p><u>敷地には、中世界ジュラ系の牡鹿層群萩の浜累層が分布しており、防潮堤の設置位置には狐崎部層及び牧の浜部層が分布する。敷地の地質層序表を第 1-57 図に、狐崎部層及び牧の浜部層の分布範囲を第 1-58 図に示す。第 1-50 表に示すとおり、両部層間で力学特性に大差はないものの、それぞれの部層に対する試験結果に基づき物性値を設定した。</u></p> <p><u>狐崎部層の解析用物性値を第 1-51 表に、牧の浜部層の解析用物性値を第 1-52 表に、D 級岩盤、旧表土、盛土、セメント改良土、改良地盤、背面補強工及び置換コンクリートの物性値を第 1-53 表に示す。D 級岩盤及び盛土・旧表土は、地層の部層の相違による影響が小さいこと等から、狐崎部層と牧の浜部層を同一の物性値とした。</u></p> <p><u>コンクリート（背面補強工、置換コンクリート）のせん断強度は、コンクリート標準示方書におけるせん断強度に関する記載※を参考に下記のとおり設定する。</u></p> $\tau_0 = 1/5 q_u = 1/5 \times 30 \text{ (N/mm}^2\text{)} = 6.0 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ <p><u>τ_0: コンクリートのせん断強度</u></p> <p><u>q_u: コンクリートの圧縮強度</u></p> <p><u>※: ダムコンクリートのせん断強度は、ダムコンクリートが等方体と考えられる場合には、設計上必要なパラメータとならないが、水平打継目におけるせん断摩擦安全率を検討する場合には、水平打継目のせん断強度が必要となる。水平打継目のせん断強度は打継目処理の方法によって大きく変化するが、丁寧な打継目処理を施した場合、水平打継目のせん断強度はダムコンクリート自身のせん断強度とほぼ等しい値を示す。この値はダムコンクリートの圧縮強度のおよそ 1/5 である。((公社)土木学会, 2013 年制定・ダムコンクリート編)</u></p> <p><u>なお、コンクリートのせん断強度は、詳細設計時に試験施工及び力学試験を実施し、設定の妥当性を確認することとする。</u></p> <p><u>また、コンクリートの内部摩擦角 ϕ については、保守的に考慮しないこととする。</u></p> <p><u>コンクリートの引張強度はコンクリート標準示方書 ((公社) 土</u></p>	<p>i. 解析用物性値</p> <p><u>地盤の解析用物性値を第 1-56 表に、構造物の解析用物性値を第 1-57 表に、解析用物性値の準拠基準を第 1-58 表に示す。</u></p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>島根 2 号炉は、審査中の地下水位の設定に基づき、解析用物性値を設定</p>

木学会, 2017 年制定・設計編) に準拠し, 下記のとおり設定する。

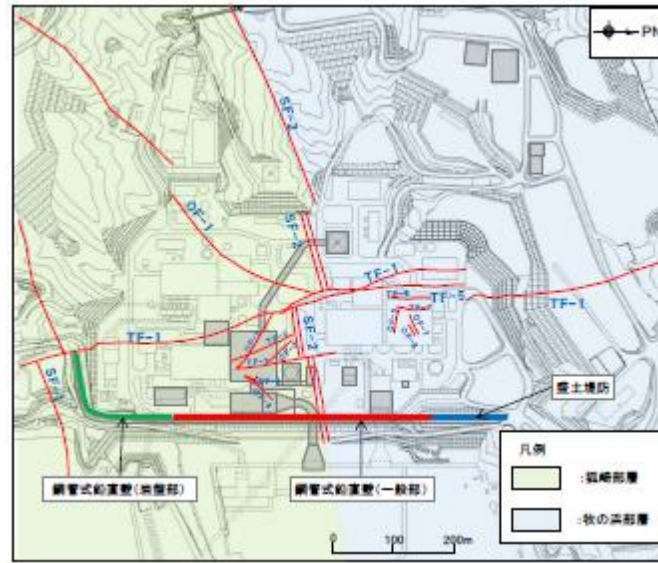
$$f_{tk} = 0.23f'_{ck}{}^{2/3} = 0.23 \times 30^{2/3} = 2.22 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

f_{tk} : コンクリートの引張強度

f'_{ck} : コンクリートの設計基準強度



第 1-57 図 敷地の地質層序表



第 1-58 図 狐崎部層及び牧の浜部層の分布範囲

第 1-56(1) 表 解析用物性値 (地盤) (1/2)

材料種別	物理特性		強度特性			変形特性			
	飽和, 液潤 γ_{sat}, γ_t (kN/m^3)	水中 γ' (kN/m^3)	粘着力 C (kN/m^2)	せん断 抵抗角 ϕ_f ($^\circ$)	せん断強度 $T_{*1,2}$ (kN/m^2)	せん断弾性係数 $G_{*1,3,4}$ (kN/m^2)	ポア ソン比 ν	最大 減衰定数 Γ_{max}	
防波壁 (多重網管式擁壁)	気中	19.6	0	40.05	$\sigma'_m \sin 40.05^\circ$	94550 ($\sigma'_m / 98$) ^{0.5}	0.33	0.24	
	埋戻土 (掘削スリ)	水中	20.7	0	39.18	$\sigma'_m \sin 39.18^\circ$			72420 ($\sigma'_m / 98$) ^{0.5}
防波壁 (網管式逆T擁壁)	気中	19.6	0	40.86	$\sigma'_m \sin 40.86^\circ$	116700 ($\sigma'_m / 98$) ^{0.5}			
	埋戻土 (掘削スリ) T.P.+8.5m盤	水中	20.7	0	39.07	$\sigma'_m \sin 39.07^\circ$			88650 ($\sigma'_m / 98$) ^{0.5}
防波壁 (液圧電力擁壁)	埋戻土 (掘削スリ)	気中	19.6	0	40.54	$\sigma'_m \sin 40.54^\circ$			107800 ($\sigma'_m / 98$) ^{0.5}
	埋戻土 (掘削スリ) T.P.+8.5m盤	水中	20.7	0	38.72	$\sigma'_m \sin 38.72^\circ$			81240 ($\sigma'_m / 98$) ^{0.5}
	埋戻土 (掘削スリ) (輪台部) T.P.+8.5m盤	気中	19.6	0	41.16	$\sigma'_m \sin 41.16^\circ$			125100 ($\sigma'_m / 98$) ^{0.5}
	埋戻土 (掘削スリ) (掘削スリ) T.P.+6.5m盤	水中	20.7	0	39.23	$\sigma'_m \sin 39.23^\circ$			73560 ($\sigma'_m / 98$) ^{0.5}
	埋戻土 (掘削スリ) (掘削スリ) T.P.+6.5m盤	気中	19.6	0	41.44	$\sigma'_m \sin 41.44^\circ$			133200 ($\sigma'_m / 98$) ^{0.5}
	埋戻土 (掘削スリ) (掘削スリ) T.P.+8.5m盤	水中	20.7	0	39.52	$\sigma'_m \sin 39.52^\circ$			80890 ($\sigma'_m / 98$) ^{0.5}
	埋戻土 (掘削スリ) (掘削スリ) T.P.+8.5m盤	気中	19.6	0	41.16	$\sigma'_m \sin 41.16^\circ$	125100 ($\sigma'_m / 98$) ^{0.5}		
地盤	埋戻土 (掘削スリ) (掘削スリ) T.P.+8.5m盤	水中	20.7	0	39.27	$\sigma'_m \sin 39.27^\circ$	74450 ($\sigma'_m / 98$) ^{0.5}		

※1 σ'_m は各要素における平均有効拘束圧
 ※2 せん断強度式は $\tau = \sigma'_m \sin \phi_f + c \cos \phi_f$
 ※3 せん断弾性係数の式は $G = G_{max} (\sigma'_m / \sigma'_{m0})^m$ 。ここに G_{max} は基準平均有効拘束圧における基準せん断弾性係数, σ'_{m0} は基準平均有効拘束圧, m は拘束圧依存性のパラメータ (標準値=0.5)。
 ※4 せん断弾性係数を求める際の基準平均有効拘束圧については、粘性土以外については一律 98kN/m² (標準値) とする。

・設計方針の相違
【女川2】
 島根 2号炉は, 審査中の地下水位の設定に基づき, 解析用物性値を設定

第 1-50 表 一軸圧縮強度の比較 (単位: N/mm²)

岩盤分類	孤崎部層 ^{※1}	牧の浜部層 ^{※2}
砂岩	153.0	150.2
	40.0	47.4

※1: 2号伊勢崎坑内供試体
 ※2: 3号伊勢崎坑内供試体

第 1-51 表 解析用物性値 (孤崎部層)

層別	物理特性	変形特性			
		静的特性		動的変形特性	
	単位体積重量 (kN/m ³)	弾性係数 E _s (N/mm ²)	膨張率 ϵ_v	せん断弾性係数 G _s (N/mm ²)	せん断摩擦角 ϕ_s
①	28.4	1,770	0.25		0.03
②	28.2	1,770	0.24		0.03
③	25.2	980	0.28		0.03
④	24.1	490	0.31		0.03

層別	浸透率	動的変形特性		層別	浸透率	動的変形特性	
		せん断弾性係数 G _s (N/mm ²)	膨張率 ϵ_v			せん断弾性係数 G _s (N/mm ²)	膨張率 ϵ_v
①	第1浸透率	1.5 × 10 ³	0.44	②	第1浸透率	0.2 × 10 ³	0.40
	第2浸透率	5.9 × 10 ²	0.40		第2浸透率	1.5 × 10 ³	0.44
	第3浸透率	13.2 × 10 ²	0.38		第3浸透率	5.7 × 10 ²	0.40
	第4浸透率	18.5 × 10 ²	0.35		第4浸透率	12.7 × 10 ²	0.38
②	第1浸透率	1.5 × 10 ³	0.38	③	第1浸透率	0.2 × 10 ³	0.40
	第2浸透率	1.4 × 10 ³	0.44		第2浸透率	1.4 × 10 ³	0.44
	第3浸透率	5.5 × 10 ²	0.40		第3浸透率	5.5 × 10 ²	0.40
	第4浸透率	1.4 × 10 ³	0.40		第4浸透率	1.4 × 10 ³	0.40
③	第1浸透率	1.4 × 10 ³	0.40	④	第1浸透率	1.4 × 10 ³	0.40
	第2浸透率	1.4 × 10 ³	0.40		第2浸透率	1.4 × 10 ³	0.40
	第3浸透率	1.4 × 10 ³	0.40		第3浸透率	1.4 × 10 ³	0.40
	第4浸透率	1.4 × 10 ³	0.40		第4浸透率	1.4 × 10 ³	0.40

第 1-52 表 解析用物性値 (牧の浜部層)

層別	物理特性	変形特性			
		静的特性		動的変形特性	
	単位体積重量 (kN/m ³)	弾性係数 E _s (N/mm ²)	膨張率 ϵ_v	せん断弾性係数 G _s (N/mm ²)	せん断摩擦角 ϕ_s
①	28.4	4,100	0.21		0.03
②	28.2	1,900	0.19		0.03
③	25.5	1,300	0.24		0.03
④	23.1	250	0.28		0.03

層別	浸透率	動的変形特性		層別	浸透率	動的変形特性	
		せん断弾性係数 G _s (N/mm ²)	膨張率 ϵ_v			せん断弾性係数 G _s (N/mm ²)	膨張率 ϵ_v
①	第1浸透率	1.2 × 10 ²	0.45	②	第1浸透率	0.2 × 10 ³	0.40
	第2浸透率	4.7 × 10 ²	0.41		第2浸透率	1.2 × 10 ³	0.45
	第3浸透率	11.5 × 10 ²	0.34		第3浸透率	4.7 × 10 ²	0.41
	第4浸透率	18.8 × 10 ²	0.33		第4浸透率	11.5 × 10 ²	0.34
②	第1浸透率	0.2 × 10 ³	0.40	③	第1浸透率	0.2 × 10 ³	0.40
	第2浸透率	1.2 × 10 ³	0.45		第2浸透率	1.2 × 10 ³	0.45
	第3浸透率	4.7 × 10 ²	0.41		第3浸透率	4.7 × 10 ²	0.41
	第4浸透率	11.5 × 10 ²	0.34		第4浸透率	11.5 × 10 ²	0.34
③	第1浸透率	0.2 × 10 ³	0.40	④	第1浸透率	0.2 × 10 ³	0.40
	第2浸透率	1.2 × 10 ³	0.45		第2浸透率	1.2 × 10 ³	0.45
	第3浸透率	4.7 × 10 ²	0.41		第3浸透率	4.7 × 10 ²	0.41
	第4浸透率	11.5 × 10 ²	0.34		第4浸透率	11.5 × 10 ²	0.34

第 1-56(2) 表 解析用物性値 (地盤) (2/2)

材料種別	物理特性		強度特性		変形特性	
	飽和、湿潤	水中	せん断抵抗角 ϕ_s (°)	せん断強度 T _s (kN/m ²)	せん断弾性係数 G _s (kN/m ²)	ポアソン比 ν
地盤	埋戻土 (粘性土) ^{※5} (細砂層部~粗砂層部)	16.7	30.00	0	12750($\sigma'_m/112.3$) ^{0.5}	0.20
	埋戻土 (粘性土) ^{※5} (粗砂層部)	16.7	30.00	0	12750($\sigma'_m/141.8$) ^{0.5}	
	埋戻土 (粘性土) ^{※5} (細砂層部)	16.7	30.00	0	12750($\sigma'_m/111.3$) ^{0.5}	0.33
	埋戻土 (粘性土) ^{※5} (粗砂層部)	16.7	30.00	0	12750($\sigma'_m/140.2$) ^{0.5}	
	改良地盤 (上部) (細砂層部)	20.7	38.48	0	55540($\sigma'_m/98$) ^{0.5}	
	改良地盤 (中部) (粗砂層部)	20.7	38.49	0	55760($\sigma'_m/98$) ^{0.5}	
	改良地盤 (下部) (粗砂層部)	20.7	38.00	1677	751900($\sigma'_m/98$) ^{0.5}	
	埋戻土 (粘性土) ^{※5} (粗砂層部)	18.0	35.00	0	180000($\sigma'_m/98$) ^{0.5}	
	埋戻土 (粘性土) ^{※5} (粗砂層部)	20.0	35.00	0	180000($\sigma'_m/98$) ^{0.5}	
	改良地盤 (上部) (粗砂層部)	19.6	38.00	628	404600($\sigma'_m/98$) ^{0.5}	
	改良地盤 (中部) (粗砂層部)	19.6	40.54	490	327900($\sigma'_m/98$) ^{0.5}	
	改良地盤 (下部) (粗砂層部)	19.6	38.71	1140	742900($\sigma'_m/98$) ^{0.5}	
	改良地盤 (水中) (粗砂層部)	20.7	38.49	1253	777300($\sigma'_m/98$) ^{0.5}	
	改良地盤 (粗砂層部)	20.0	0	500	55870($\sigma'_m/98$) ^{0.5}	
	改良地盤 (粗砂層部)	20.0	0	500	93980($\sigma'_m/98$) ^{0.5}	
人工工	20.0	35.00	0	180000($\sigma'_m/98$) ^{0.5}		

※1 σ'_m は各要素における平均有効拘束圧
 ※2 せん断強度式は $T_s = \sigma'_m \sin \phi_s + C \cos \phi_s$
 ※3 せん断弾性係数は $G_s = G_{sm} (\sigma'_m / \sigma'_{m0})^{mG}$ 、ここに G_{sm} は基準平均有効拘束圧における基準せん断弾性係数、 σ'_{m0} は基準平均有効拘束圧、 mG は拘束圧依存性のパラメータ (標準値=0.5)、 σ'_{m0} はせん断弾性係数を求める際の基準平均有効拘束圧を決定し、粘性土以外については $\sigma'_{m0} = 98 \text{ kN/m}^2$ (標準値) とする。
 ※4 せん断弾性係数を求める際の基準平均有効拘束圧を決定し、粘性土以外については $\sigma'_{m0} = 98 \text{ kN/m}^2$ (標準値) とする。
 ※5 粘性土は未地盤の粘性土ではないため、正則圧密粘土と仮定してモデル化し、1設計事例集 第1章 p.1-63に準拠して強度特性 ($\phi_s = 30^\circ$, $C = 0$) を仮定する。

・設計方針の相違
【女川2】
 島根 2号炉は、審査中の地下水位の設定に基づき、解析用物性値を設定

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

第1-58表 解析用物性値の準拠基準

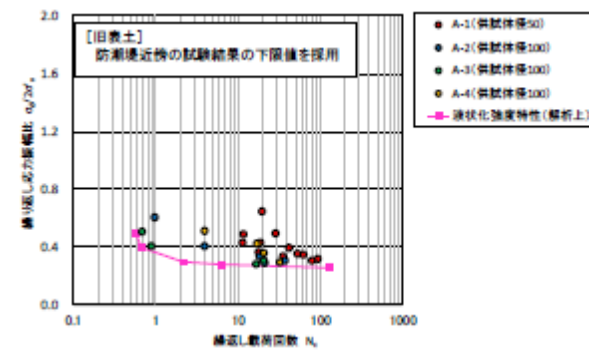
解析用物性値		準拠基準
物理特性	飽和, 湿潤 ysat, yt (kN/m ³)	埋戻土 (掘削スリ), 砂礫層, 改良地盤 (多重鋼管杭式擁壁, 鋼管杭式逆丁擁壁) : 現地調査結果により設定 埋戻土 (粘性土), 石材 (基礎捨石, 被覆石, 人工リーフ), 砂礫層 (波返重力擁壁), 改良地盤 (波返重力擁壁) : 『港湾基礎』に準拠し設定 構造物 : 『港湾基準』, p.415 およびコンクリート標準示方書 (土木学会, 2002), p.29 に準拠し設定
	水中 γ' (kN/m ³)	海水の単位体積重量は, 『港湾基準』, p.203より, 10.1kN/m ³ とした。
強度特性	粘着力 C (kN/m ²)	『港湾構造物設計事例集 第2編 第1章, p.1-69』に準拠し, 埋戻土 (掘削スリ, 粘性土) : 0 (kN/m ²), 石材 (基礎捨石, 被覆石, 人工リーフ) : 20 (kN/m ²) 『港湾固化処理工法技術マニュアル』, p.26 に準拠し, 改良地盤 (多重鋼管杭式擁壁, 鋼管杭式逆丁擁壁) : $qu / (2 \times \tan (45^\circ + \phi / 2))$ 『ショットグラウト工法 技術資料 (第23版)』, p.21 に準拠し, 改良地盤 (波返重力擁壁) : 500kN/m ²
	せん断 抵抗角 φf (°)	埋戻土 (掘削スリ) : 液状化/ラメータ設定支援環境 FLIPSIM (Ver.3.0.1) により算定 石材 (基礎捨石, 被覆石, 人工リーフ) : 『港湾構造物設計事例集 第2編 第1章, p.1-65』に準拠し設定 35° 改良地盤 (多重鋼管杭式擁壁, 鋼管杭式逆丁擁壁) : 原地盤 (埋戻土 (掘削スリ)) 相当の値を設定 改良地盤 (波返重力擁壁) : 撚拌系の改良である高圧噴射撚拌工法による改良のため, 安全側である 0° に設定 埋戻土 (粘性土) : 『港湾構造物設計事例集 第2編 第1章, p.1-65』に準拠し設定 30°
	せん断強度 Tf (kN/m ²)	『FLIP取扱説明書』, p.8-1 に示された定義式 ($\tau = \sigma_n \sin \phi_f + C \cos \phi_f$) に基づき設定
変形特性	せん断弾性係数 G (kN/m ²)	液状化/ラメータ設定支援環境 FLIPSIM (Ver.3.0.1) により基準せん断弾性係数 G _{ma} を算出し, 『FLIP取扱説明書』, p.8-2 に示された定義式に基づき設定
	ポアソン比 ν	地盤 : 『港湾構造物設計事例集 第2編 第1章, p.1-61』に準拠し設定 0.33 構造物 : 『コンクリート標準示方書 (土木学会, 2002)』, p.29 に準拠し設定 0.20
	最大 減衰定数 H _{max}	国土技術政策総合研究所HP公開の『一次元FLIP入力データ作成プログラム1D-MAKER 操作マニュアル』, p.14, 19 に準拠し設定 埋戻土 (掘削スリ), 石材 (基礎捨石, 被覆石, 人工リーフ) : 0.24, 埋戻土 (粘性土) : 0.20

・資料構成の相違
【東海第二, 女川2】
島根 2号炉は, 解析用物性値の準拠基準を記載

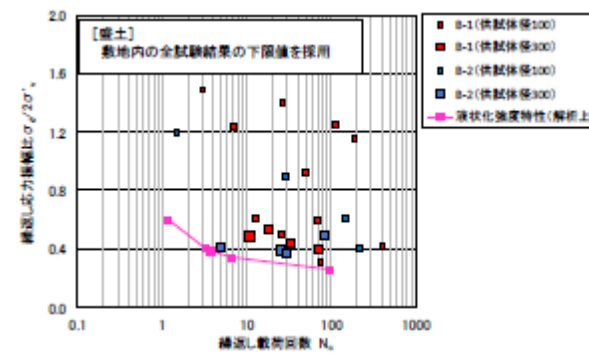
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>i. 液状化強度特性の設定方針</p> <p>設置許可段階での防潮堤の耐震性評価においては、有効応力解析により液状化の影響を確認する。有効応力解析に用いる旧表土の液状化強度特性は、防潮堤近傍の液状化強度試験結果に基づき設定する。<u>液状化強度試験の試料採取位置を第1-59 図に示す。なお、液状化強度試験の試料採取位置選定とその代表性については、参考資料7に示す。</u></p> <p><u>盛土の液状化強度特性は、敷地全体の液状化強度試験結果に基づき、下限値を基本に保守的に設定する。盛土・旧表土の液状化パラメータを第1-54 表に、液状化強度試験結果を第1-60 図に示す。</u></p> <p><u>一方、工認段階においては、液状化の有無による影響を確認するために、全応力解析及び有効応力解析を実施する。その上で、保守的となる解析を基本ケースとする。</u></p> <p><u>また、有効応力解析で用いる液状化強度特性は、設置許可段階の設定を基本とする。</u></p> <p><u>なお、盛土については、防潮堤近傍において液状化強度試験の追加実施を検討し、信頼性のある試験結果が得られた場合において、液状化強度特性を見直すこととする。</u></p> <div data-bbox="1092 1207 1558 1617" data-label="Figure"> </div> <p>第1-59 図 液状化強度試験の試料採取位置</p>		<p>・設計方針の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>島根2号炉は、審査中の地下水位の設定に基づき、液状化強度特性を設定</p>

第 1-54 表 盛土・旧表土の液状化パラメータ

	ϕ_p (°)	η_1	p_1	p_2	c_1	a_1
旧表土	28	1.3	1.2	0.8	2.75	0.005
盛土	28	14	1.0	0.6	2.8	0.005



第 1-60 (1) 図 液状化強度試験結果に基づく液状化強度曲線 (旧表土)



第 1-60 (2) 図 液状化強度試験結果に基づく液状化強度曲線 (盛土)

・設計方針の相違
【女川2】
 島根2号炉は、審査中の地下水位の設定に基づき、液状化強度特性を設定

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

2. 施工実績 (本設杭構造)

杭の最小中心間隔が2.5D未満であり、かつ一列配置とした本設構造物の実績について調査した結果を第2-1表に、施工事例写真を第2-1図に示す。

第2-1表 一列杭の本設構造物の実績

工事区分	件数			計
	国土交通 省等	都道府県	民間 (高速道路, 鉄 道, ガス等)	
河川護岸	10件	115件	1件	126件
海岸岸壁	39件	47件	1件	87件
道路 (高速道路, 橋梁, トンネル等)	13件	55件	26件	94件
造成 (擁壁, 法面, 改良等)	2件	8件	3件	13件
その他	2件	5件	7件	14件

(2017年6月 日本原子力発電所調査)



第2-1図 (1) 施工事例：国道工事 (国土交通省)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="210 342 854 1270" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="166 1276 881 1323" data-label="Caption"> <p>第2-1図 (2) 施工事例：羽田D滑走路護岸 (国土交通省)</p> </div>			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="210 268 857 810" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="210 835 857 865" data-label="Caption"> <p>第2-1図 (3) 施工事例：法面工事 (NEXCO 中日本)</p> </div> <div data-bbox="210 991 857 1388" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="210 1419 857 1449" data-label="Caption"> <p>第2-1図 (4) 施工事例：河川工事 (鳥取県)</p> </div>			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="219 258 854 684" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="219 699 819 737" data-label="Caption"> <p>第2-1 図 (5) 施工事例：河川工事 (名古屋市)</p> </div> <div data-bbox="219 795 854 1312" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="189 1327 854 1365" data-label="Caption"> <p>第2-1図 (6) 施工事例：港湾築堤工事 (国土交通省)</p> </div>			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="210 260 863 730" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="201 743 854 779" data-label="Caption"> <p>第2-1図 (7) 施工事例： 河川護岸耐震工事 (大阪府)</p> </div> <div data-bbox="210 842 863 1312" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="142 1325 923 1360" data-label="Caption"> <p>第2-1図 (8) 施工事例： 海岸岸壁の災害復旧工事 (国土交通省)</p> </div>			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="231 260 839 594" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="201 615 866 688" data-label="Caption"> <p>第2-1図 (9) 施工事例： ジャイロプレス工法（技研製作所）による鋼管杭連続壁</p> </div> <div data-bbox="231 800 839 1310" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="213 1331 836 1404" data-label="Caption"> <p>第2-1図 (10) 施工事例： 大船渡港長浜地区海岸防潮堤工事（岩手県大船渡市）</p> </div>			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="231 268 836 940" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="270 972 783 1052" data-label="Caption"> <p>第2-1 図 (11) 施工事例： 両石漁港海岸災害復旧工事 (岩手県釜石市)</p> </div>			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="219 302 848 1087" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="172 1150 923 1318"> なお、これら施工実績の中で、設計情報が確認できたものについては、土圧算定や地盤反力係数の算定、液状化の判定など随所にわたって道路橋示方書が引用されていることを確認した。 </p>			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

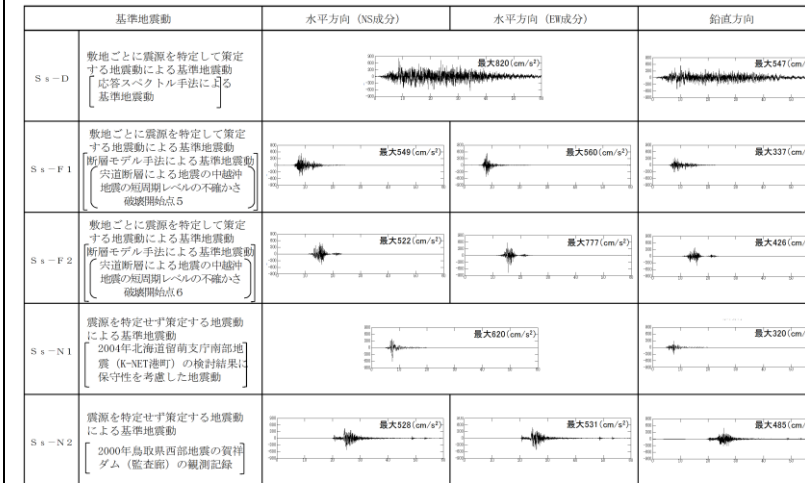
島根原子力発電所 2号炉

備考

j. 構造成立性評価地震波

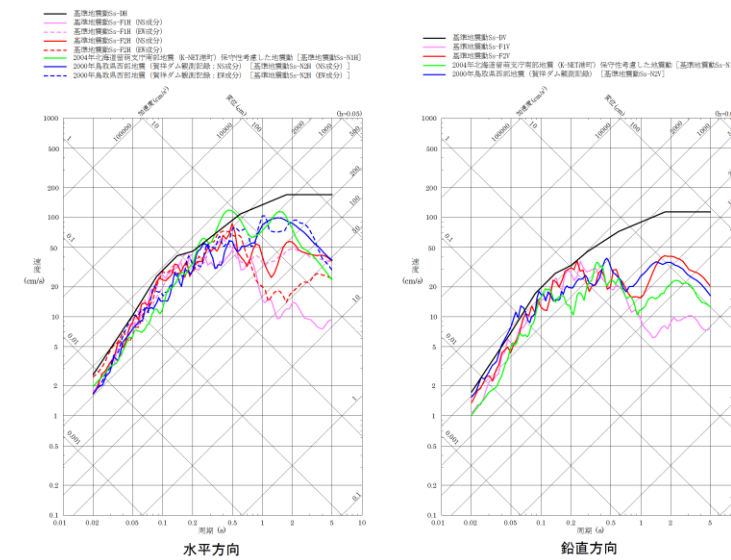
構造成立性評価断面(地点)における基準地震動5波の応答結果から、構造成立性評価地震波を選定する。基準地震動 Ss の時刻歴波形及び応答スペクトルを第 1-112 図及び第 1-113 図に示す。

・資料構成の相違
【東海第二, 女川2】
島根2号炉は構造成立性評価地震波設定の考え方を記載



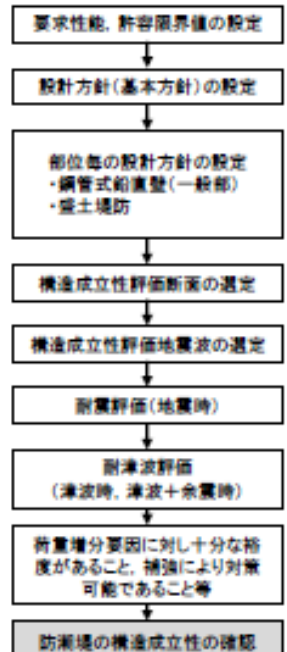
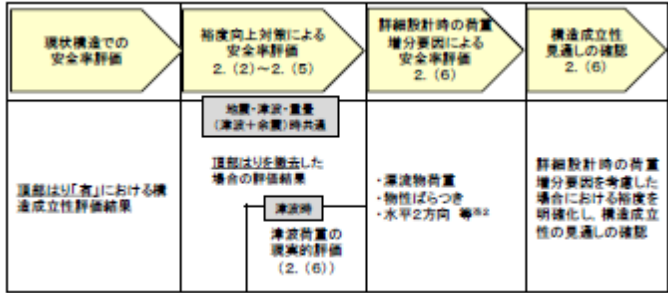
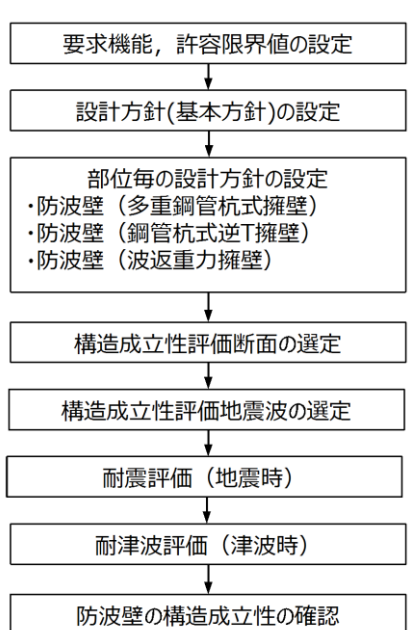
※ 表中のグラフは各基準地震動の加速度時刻歴波形【縦軸：加速度 (cm/s²)、横軸：時間 (s)】

第 1-112 図 基準地震動 Ss の時刻歴波形



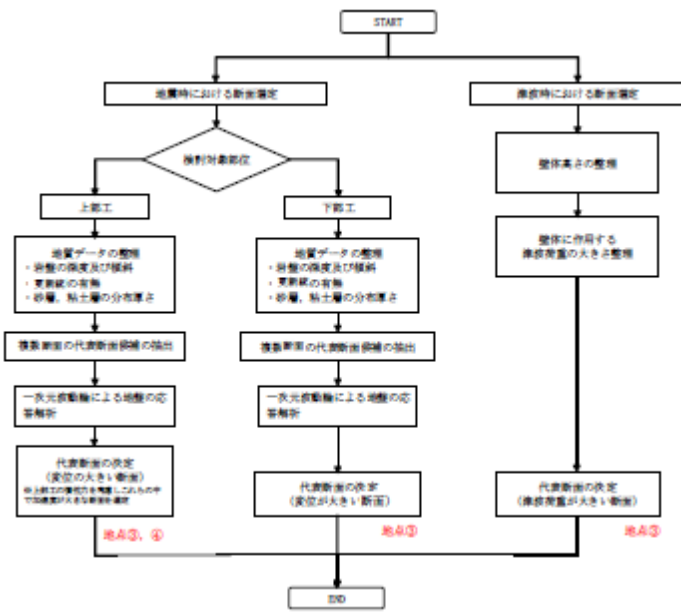
第 1-113 図 基準地震動 Ss の応答スペクトル

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>3. 構造成立性評価</p>	<p>2. 構造成立性評価</p> <p>(1) 構造成立性評価の基本方針</p> <p>防潮堤の構造成立性見通しを確認するため、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」等に基づき、基準地震動 Ss 及び基準津波による荷重等に対して、<u>防潮堤の鋼管式鉛直壁及び盛土堤防が十分な裕度があることを確認する。</u></p> <p>防潮堤の構造成立性評価の流れを第 2-1 図に示す。</p> <p>また、<u>鋼管式鉛直壁 (一般部) の構造成立性見通し確認方針</u>を第 2-2 図に示す。</p> <p><u>鋼管式鉛直壁 (一般部) の現状構造における評価結果については、2. (6) に示すとおり、一部部材において設計裕度を十分確保できないことから、本章における構造成立性見通しにおいては、裕度向上対策として頂部はりを撤去した場合の評価結果を示す。</u></p> <p><u>さらに、2. (6) に示すとおり、実際の入力津波水位を想定した場合の安全率評価により、鋼管式鉛直壁 (一般部) が持つ裕度を確認した上で、詳細設計段階の荷重増分要因 (漂流物荷重、物性ばらつき、水平 2 方向) を踏まえても、構造成立性見通しが得られることを確認する。</u></p> <p><u>なお、荷重等の評価条件は、現時点のものである。今後変更となった場合は詳細設計に反映する。</u></p>	<p>2. 構造成立性評価</p> <p>(1) 構造成立性評価の基本方針</p> <p><u>防波壁の構造成立性を確認するため、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」等に基づき、基準地震動 Ss 及び基準津波による荷重等に対して、防波壁の施設としての構造部材が十分な裕度があること、補強により対策可能であること等を確認する。</u></p> <p><u>防波壁の構造成立性評価の流れを第 2-1 図に示す。</u></p> <p><u>なお、詳細設計段階で万一裕度が確保できなくなった場合には、追加の裕度向上対策 (改良地盤範囲の拡大等) の実施により対応する。</u></p>	<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、構造成立性評価の基本方針を記載</p> <p>・設備の相違</p> <p>【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・記載方針の相違</p> <p>【女川2】 島根2号炉は、詳細設計段階で万一裕度が確保できなかった場合の追加裕度向上対策を記載</p> <p>・評価結果の相違</p> <p>【女川2】 女川2は、現状構造について、一部部材の設計裕度を十分確保できないため記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	 <p>第 2-1 図 防潮堤の構造成立性評価の流れ</p>  <p>第 2-2 図 鋼管式鉛直壁（一般部）の構造成立性見直し確認方針※</p> <p>※ 1：止水性については、施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、置換コンクリート、改良地盤及びセメント改良土の透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。</p> <p>※ 2：この他の荷重増分要因として地下水位の変動や盛土・旧表土の液状化に伴う変状の影響等が考えられることから詳細設計時に影響を確認する。</p>	 <p>第 2-1 図 防波壁の構造成立性評価の流れ</p>	<p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 島根2号炉は、参考資料6に示すとおり、重畳の検討を省略</p>

(1) 代表断面の選定

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は敷地の全域に渡り設置することから、岩盤の深度や地質分布の不確かさを考慮し、種々の解析条件を設定し評価する。また、敷地の地質・地質構造の特徴や遡上津波の特性等を踏まえ、考慮が必要な着目点を抽出し、それらを網羅的に考慮した代表断面選定及び解析モデルの設定を行う。評価断面の選定フローを第3-1図に、代表断面の候補地点を第3-2図に、代表断面選定における着眼点を第3-1表に示す。

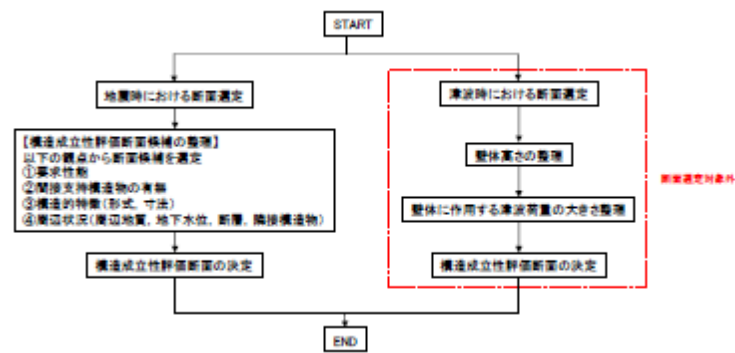


第3-1図 評価断面の選定フロー

代表断面の候補地点は、防潮壁の上部工及び下部工の評価結果に影響を及ぼすと考えられる地質的な特徴や津波荷重が大きくなる区間を考慮して抽出し、粘土層 (Ac層) の合計層厚が最小の地点①及び最大の地点②、地表面標高が最も低く、岩盤が深部に存在する地点③、岩盤の傾斜角が最も大きな地点④ (岩盤上面の傾斜角が最も浅部で存在する箇所)、基本的に水平成層であるが、更新統が堆積し、浅部に存在する地点⑤とした。

(2) 構造成立性評価断面の選定

防潮堤は敷地前面に広範囲にわたり設置することから、構造的な特徴や周辺地質状況等を踏まえて、第2-3図のフローに基づき構造成立性における構造成立性評価断面を選定する。鋼管式鉛直壁 (岩盤部) については、鋼管杭がすべて岩盤内に設置されており、鋼管式鉛直壁 (一般部) と比較して地震時の応答が相対的に小さくなることから、鋼管式鉛直壁 (一般部) の評価に代表させる。また、鋼管式鉛直壁 (一般部) 及び盛土堤防においては、断面によって防潮堤高さ及び入力津波高さが変わらないことから、津波時に対応した断面選定は不要である。なお、工認段階では、必要に応じて構造成立性評価において選定した地点以外の断面も選定して評価を行う。



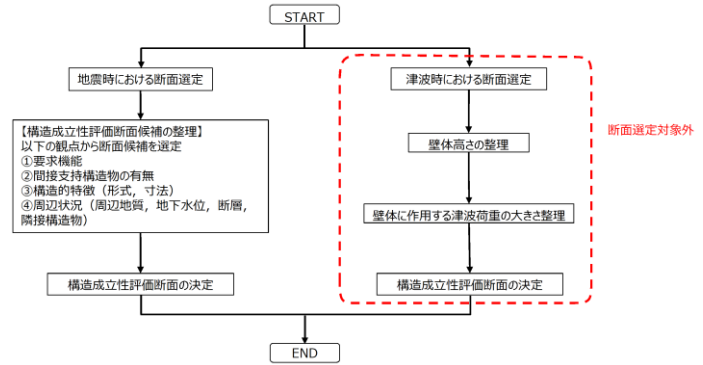
第2-3図 構造成立性評価断面選定フロー

a. 鋼管式鉛直壁 (一般部)

鋼管式鉛直壁 (一般部) について、①要求機能、②間接支持する設備、③構造的特徴、④周辺状況の観点にて構造成立性評価断面候補を整理した結果を第2-1表に示す。評価断面候補地点の平面図及び断面図を第2-4図及び第2-5図に、候補地点の概要を第2-2表に示す。鋼管式鉛直壁 (一般部) の地震時応答は土圧が支配的となることから、盛土・旧表土の層厚 (岩盤上面の深度) によって構造成立性評価断面を選定する。構造成立性評価の断面は、④周辺状況のうち、周辺地質状況を踏まえ岩盤が他地点 (地

(2) 構造成立性評価断面の選定

防波壁は敷地前面に広範囲にわたり設置することから、構造的な特徴や周辺地質状況等を踏まえて、第2-2図のフローに基づき構造成立性における評価断面を選定する。なお、詳細設計段階では、必要に応じて構造成立性評価において選定した地点以外の断面も選定して評価を行う。



第2-2図 構造成立性評価断面選定フロー

a. 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)

防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) について、①要求機能、②間接支持する設備、③上部工、④下部工、⑤周辺地盤の観点にて構造成立性評価断面候補を整理した結果を第2-1表に示す。また、評価断面候補地点の平面図及び断面図を第2-3図及び第2-4図に、候補地点の概要を第2-2表に示す。防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) は、④下部工の構造的特徴及び⑤周辺地盤によって構造成立性評価断面を選定することとする。設置許可段階における構造成立性評価の断面は、「岩盤が最も深部に位置し、かつ基礎捨石の下側に改良地盤及び砂

・設備の相違
【東海第二、女川2】
設備の相違による記載内容の相違

・設計方針の相違
【東海第二】
女川2及び島根2号炉は、断面によって防潮堤又は防波壁高さ、及び入力津波高さが変わらないことから、津波時に対応した断面選定は不要

・設計方針の相違
【東海第二】
女川2及び島根2号炉は、岩盤の深さ、旧表土層厚又は改良地盤・砂礫層厚等を考慮して、評価断面を選定。一方、東海第二は、地質的な特徴や津波荷重に加え、一次元波動論による地盤の応

点②)と比較し相対的に深部に存在し、盛土・旧表土の層厚が厚くなり、改良地盤の応答が大きくなると考えられる地点①、地点③及び地点④のうち、周辺に液状化影響が大きい旧表土が最も厚く堆積する地点④を選定する。

なお、地点③のように改良地盤直下にD級岩盤が分布する場合においても、岩盤及び改良地盤は十分な支持性能を有しており、海側の置換コンクリートをC_N級岩盤に岩着させることで基礎地盤のすべり安定性(第3条)に対する抵抗力を確保する。

礫層が存在する②-②断面」を選定する。

答解析による変位量を考慮し、評価断面を選定。

第2-1表 構造成立性評価断面候補の整理(鋼管式鉛直壁(一般部))

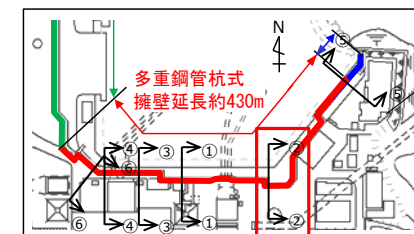
		鋼管式鉛直壁(一般部)	要求機能及び観点による整理
①要求機能		・止水	・要求機能による断面選定は不要である
②間接支持する設備		・なし	・間接支持する設備による断面選定は不要である
③構造的特徴		・線状構造物(杭基礎) ・鋼管式鉛直壁(岩盤部)及び盛土埋戻しと接続	・改良地盤より上方の構造は同一の断面となっており、防振壁の構造的特徴による断面選定は不要である ・境界線については、防振壁直下の地盤改良により不連続な挙動が解消されるが、念のため工務段階で調査する
④周辺状況	周辺地質	・鋼管杭(長杭)は、D級以上の岩盤に設置されている ・鋼管杭(短杭)は、改良地盤に設置されている ・断面位置により、岩盤深さ(改良地盤厚さ)が異なる ・周辺に液状化検討対象層(盛土・旧表土)が分布	・長尺構造物であり、位置に応じて岩盤深さ、改良地盤厚さ、岩盤区分、盛土・旧表土の周辺状況が異なるため、候補断面の選定が必要である
	地下水位	・防振壁両側・山側ともに耐震平均高水位(0.F.+1.43m)として設定している	・地下水位による断面選定は不要である
	断層	・改良地盤を介して、SF-2断層と接する	・改良地盤を介しての影響が想定されるため、工務段階で確認する
	隣接構造物	・2号伊取水路 ・3号伊取水路 ・3号伊放水路	・岩盤内のトンネルであり、上方の防振壁には影響しないため断面選定は不要である(3号伊取水路) ・高震地盤動5σに対する構造健全性評価により損傷しないことを確認するための断面選定は不要である(2号伊取水路、3号伊取水路)



第2-4図 構造成立性評価断面候補地点の平面図(鋼管式鉛直壁(一般部))

第2-1表 構造成立性評価断面候補の整理(防波壁(多重鋼管杭式擁壁))

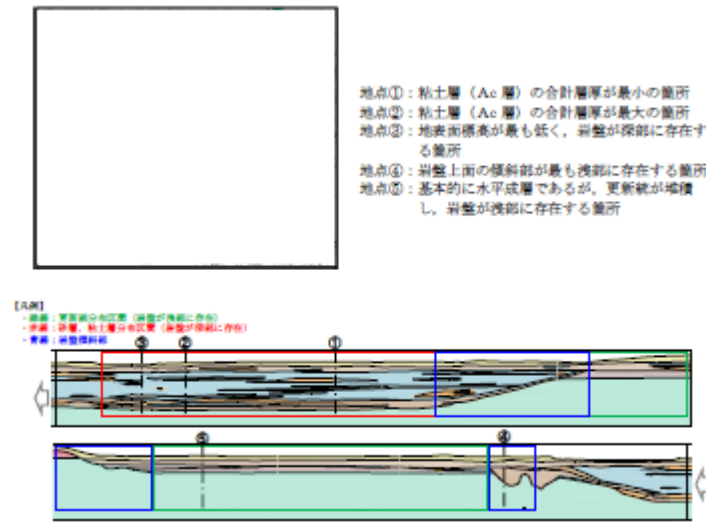
		防波壁(多重鋼管杭式擁壁)	要求機能及び観点による整理
①要求機能		津波防護施設	・要求機能による断面選定は不要である。
②間接支持する設備		・なし	・間接支持する設備による断面選定は不要である。
③上部工	構造概要	・線状構造物 ・下部の鋼管杭から連続する鋼管杭を鉄筋コンクリートで被覆	・同一の断面となっており、構造的特徴による断面選定は不要である。
	寸法	・幅2.40m, 高さ6.80m	
④下部工	構造概要	・多重鋼管杭 ・根入れ深さ5.0m~7.0m程度	・位置に応じて杭長が異なるため、候補断面の選定が必要である。
	寸法	・φ1.60~2.20m ・岩盤までの深さ: 9.5m~22.9m	
⑤周辺地盤	地質概要	・主にCM級岩盤またはCH級岩盤に鋼管杭を打設 ・周辺地質は、埋戻土(掘削スリ)・埋戻土(粘性土)及び砂礫層が分布し、一部基礎砕石の下側を地盤改良	・位置に応じて岩盤深さ、改良地盤の有無等、周辺状況が異なるため、候補断面の選定が必要である。



第2-3図 構造成立性評価断面候補地点の平面図(防波壁(多重鋼管杭式擁壁))

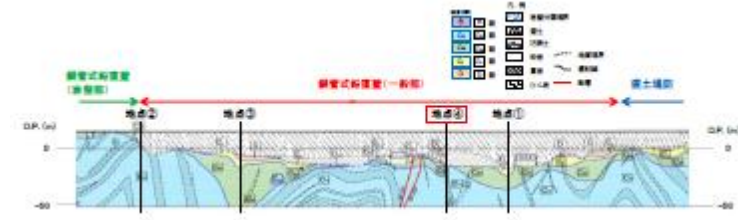
・設備の相違【東海第二, 女川2】
設備の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)



第3-2図 代表断面の候補地点

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

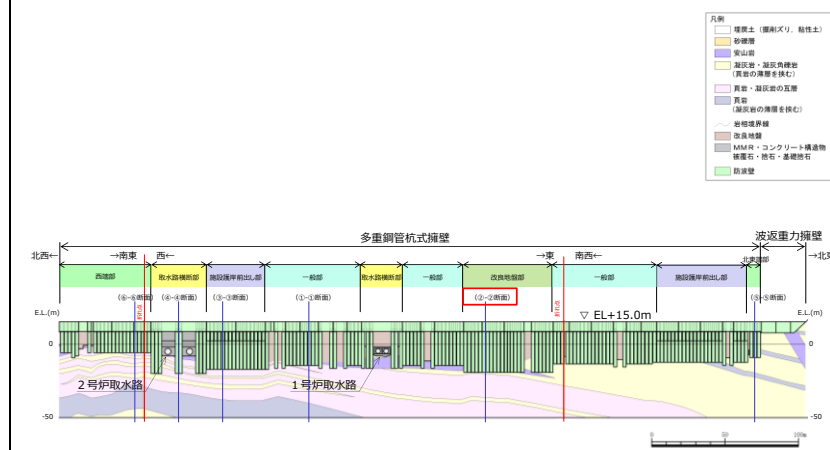


第2-5 図 構造成立性評価断面候補地点の断面図 (鋼管式鉛直壁 (一般部))

第2-2 表 構造成立性評価断面候補地点の概要 (鋼管式鉛直壁 (一般部))

着目点	地点	概要
岩盤深度 (改良地盤厚さ)	地点①	岩盤が最も深部に存在し、改良地盤の厚さが最大の地点
	地点②	岩盤が最も浅部に存在する地点
岩盤区分	地点③	岩盤が深部に存在し、 \square 級、 \square 級岩盤の合計層厚が最大の地点
周辺地盤の液状化影響	地点④	岩盤が地点①と同程度の深さに存在し、かつ周辺に液状化影響が大きい旧表土が最も厚く堆積する地点

島根原子力発電所 2号炉



第2-4 図 構造成立性評価断面候補地点の断面図 (防波壁 (多重鋼管杭式擁壁))

第2-2 表 構造成立性評価断面候補地点の概要 (防波壁 (多重鋼管杭式擁壁))

着目点	構造的特徴	周辺状況
①-①断面	・施設護岸の背面に、鋼管杭4.5本程度を標準とした壁体を連続して設置。	・地表面から岩盤までの深さ：18.1m ・鋼管杭を根入れ深さ5.0m程度で主にCM級岩盤に打設し、支持。 ・南側に北口警備所が隣接するが小規模であり防波壁変位に対する影響は軽微。
②-②断面	・施設護岸の背面に、鋼管杭6本程度を標準とした壁体を連続して設置。	・地表面から岩盤までの深さ：22.9m ・鋼管杭を根入れ深さ5.0m程度で主にCM級岩盤に打設し、支持。 ・岩盤が最も深部に存在する断面。 ・基礎砕石の下側に改良地盤及び砂礫層が存在する断面。 ・北東側に管理事務所4号館が隣接するが、小規模であり防波壁変位に対する影響は軽微。
③-③断面	・施設護岸の前面に、鋼管杭8本程度を標準とした壁体を連続して設置。	・地表面から岩盤までの深さ：20.8m ・鋼管杭を根入れ深さ5.0m程度で主にCM級岩盤に打設し、支持。
④-④断面	・取水管を横断するため、鋼管杭を2列配置し、16本程度を標準とした壁体を連続して設置。	・地表面から岩盤までの深さ：16.8m ・鋼管杭を根入れ深さ7.0m程度で主にCM級及びCH級岩盤に打設し、支持。
⑤-⑤断面	・施設護岸上に鋼管杭4本を標準とした壁体を設置。	・地表面から岩盤までの深さ：12.7m ・鋼管杭を根入れ深さ5.0m程度で主にCH級岩盤に打設し、支持。 ・東側にサイトB力建物が隣接するが、岩盤上に直接基礎形式で設置されており、防波壁変位に対する影響は軽微。
⑥-⑥断面	・施設護岸の背面に、鋼管杭5本程度を標準とした壁体を連続して設置。	・地表面から岩盤までの深さ：9.5m ・鋼管杭を根入れ深さ5.0m程度で主にCM級及びCH級岩盤に打設し、支持。

備考

・設備の相違
【東海第二、女川2】
設備の相違による記載内容の相違

・記載方針の相違
【東海第二】
東海第二は、女川2及び島根2号炉が記載している第2-1 表及び第2-2 表の内容について、第3-1 表に記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考												
<p data-bbox="308 254 762 285">第3-1表 代表断面選定における着眼点</p> <table border="1" data-bbox="201 296 863 1089"> <thead> <tr> <th data-bbox="201 296 338 338">着眼点</th> <th data-bbox="338 296 620 338">概要</th> <th data-bbox="620 296 863 338">抽出される地点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="201 338 338 600">粘土層の層厚の影響</td> <td data-bbox="338 338 620 600">防潮堤は敷地全域に渡り設置されるが、地質調査は全てのエリアを十分に網羅していない可能性を考え、地質分布の不確かさを考慮して、特に粘土層の層厚の変化が地震応答解析へ与える影響を評価する。</td> <td data-bbox="620 338 863 600">粘土層が厚く分布している地点、薄く分布している地点を選定する。(地点①、地点②、地点③)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="201 600 338 825">岩盤の深度(下部工長さ)</td> <td data-bbox="338 600 620 825">敷地の岩盤上面深度は、敷地南部では T.P. 約-15m であり、北部では T.P. 約-60m であることから、構造物の設置位置により、構造物直下の岩盤深度の差異が地震応答解析へ与える影響を評価する。</td> <td data-bbox="620 600 863 825">岩盤深度が深い地点及び浅い地点を選定する。 岩盤深度が深い地点 (地点①、地点②、地点③) 岩盤深度が浅い地点 (地点⑤)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="201 825 338 1089">岩盤の傾斜</td> <td data-bbox="338 825 620 1089">敷地の第四系は概ね水平に堆積しているが、岩盤上面の深度が変化する区間が存在するため、岩盤の傾斜による構造物への影響を検討する必要がある。 傾斜による地盤の差異が構造物へ与える影響を評価する。</td> <td data-bbox="620 825 863 1089">岩盤の傾斜が急であるほど、1 ユニット内における杭の応答の差異及び上部工への影響の可能性が考えられることから、傾斜角が最も大きい地点を選定する。(地点④)</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="201 1150 923 1270">代表断面を選定するに当たっては、一次元応答解析を実施し、最大相対変位量及び最大応答加速度の確認を行った。一次元応答解析結果を第3-2表に示す。</p> <p data-bbox="201 1283 923 1541">杭体においては地盤の変位が与える影響が厳しい条件となることから、地震時の下部工の評価としては、杭の根入れ長が最も長い地点③が選定される。また、地震時における上部工の評価としては、地盤の変位に加えて上部工に作用する慣性力を考慮し、杭の根入れ長が長く、地震時の加速度が大きい地点③が同様に選定される。</p> <p data-bbox="201 1554 923 1631">また、津波時においては、上部工高さが最も高く、津波荷重が最も大きく作用する地点③が選定される。</p> <p data-bbox="201 1644 923 1722">なお、岩盤傾斜の影響評価については、防潮堤ルートの中で最も急勾配の地点④を選定して実施する。</p>	着眼点	概要	抽出される地点	粘土層の層厚の影響	防潮堤は敷地全域に渡り設置されるが、地質調査は全てのエリアを十分に網羅していない可能性を考え、地質分布の不確かさを考慮して、特に粘土層の層厚の変化が地震応答解析へ与える影響を評価する。	粘土層が厚く分布している地点、薄く分布している地点を選定する。(地点①、地点②、地点③)	岩盤の深度(下部工長さ)	敷地の岩盤上面深度は、敷地南部では T.P. 約-15m であり、北部では T.P. 約-60m であることから、構造物の設置位置により、構造物直下の岩盤深度の差異が地震応答解析へ与える影響を評価する。	岩盤深度が深い地点及び浅い地点を選定する。 岩盤深度が深い地点 (地点①、地点②、地点③) 岩盤深度が浅い地点 (地点⑤)	岩盤の傾斜	敷地の第四系は概ね水平に堆積しているが、岩盤上面の深度が変化する区間が存在するため、岩盤の傾斜による構造物への影響を検討する必要がある。 傾斜による地盤の差異が構造物へ与える影響を評価する。	岩盤の傾斜が急であるほど、1 ユニット内における杭の応答の差異及び上部工への影響の可能性が考えられることから、傾斜角が最も大きい地点を選定する。(地点④)			<p data-bbox="2534 254 2739 285">・記載方針の相違</p> <p data-bbox="2534 298 2674 329">【東海第二】</p> <p data-bbox="2534 342 2816 554">東海第二は、女川2及び島根2号炉が記載している第2-1表及び第2-2表の内容について、第3-1表に記載</p>
着眼点	概要	抽出される地点													
粘土層の層厚の影響	防潮堤は敷地全域に渡り設置されるが、地質調査は全てのエリアを十分に網羅していない可能性を考え、地質分布の不確かさを考慮して、特に粘土層の層厚の変化が地震応答解析へ与える影響を評価する。	粘土層が厚く分布している地点、薄く分布している地点を選定する。(地点①、地点②、地点③)													
岩盤の深度(下部工長さ)	敷地の岩盤上面深度は、敷地南部では T.P. 約-15m であり、北部では T.P. 約-60m であることから、構造物の設置位置により、構造物直下の岩盤深度の差異が地震応答解析へ与える影響を評価する。	岩盤深度が深い地点及び浅い地点を選定する。 岩盤深度が深い地点 (地点①、地点②、地点③) 岩盤深度が浅い地点 (地点⑤)													
岩盤の傾斜	敷地の第四系は概ね水平に堆積しているが、岩盤上面の深度が変化する区間が存在するため、岩盤の傾斜による構造物への影響を検討する必要がある。 傾斜による地盤の差異が構造物へ与える影響を評価する。	岩盤の傾斜が急であるほど、1 ユニット内における杭の応答の差異及び上部工への影響の可能性が考えられることから、傾斜角が最も大きい地点を選定する。(地点④)													

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																														
<p>第3-2表 一次元応答解析結果</p> <table border="1" data-bbox="261 310 801 531"> <thead> <tr> <th>地点</th> <th>最大相対変位量 (cm)</th> <th>最大応答加速度 (cm/s²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>20</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>20</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>20</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>7</td> <td>750</td> </tr> <tr> <td>⑤</td> <td>5</td> <td>800</td> </tr> </tbody> </table>	地点	最大相対変位量 (cm)	最大応答加速度 (cm/s ²)	①	20	500	②	20	500	③	20	600	④	7	750	⑤	5	800		<p>b. 防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)</p> <p>防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) について、①要求機能、②間接支持する設備、③上部工、④下部工、⑤周辺地盤の観点にて構造成立性評価断面候補を整理した結果を第 2-3 表に示す。また、評価断面候補地点の平面図及び断面図を第 2-5 図及び第 2-6 図に、候補地点の概要を第 2-4 表に示す。</p> <p>防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) は、④下部工の構造的特徴及び⑤周辺地盤によって構造成立性評価断面を選定することとする。設置許可段階における構造成立性評価の断面は、「標準断面として①-①断面」を選定する。また、「岩盤が最も深部に位置する⑤-⑤断面」は照査結果を取りまとめ次第説明する。</p> <p>第 2-3 表 構造成立性評価断面候補の整理 (防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁))</p> <table border="1" data-bbox="1736 1192 2499 1623"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)</th> <th>要求機能及び観点による整理</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">①要求機能</td> <td>津波防護施設</td> <td>・要求機能による断面選定は不要である。</td> </tr> <tr> <td colspan="2">②間接支持する設備</td> <td>・なし</td> <td>・間接支持する設備による断面選定は不要である。</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">③上部工</td> <td>構造概要</td> <td>・線状構造物 ・鉄筋コンクリート構造物</td> <td rowspan="2">・同一の断面となっており、構造的特徴による断面選定は不要である。</td> </tr> <tr> <td>寸法</td> <td>・幅8.5m, 高さ7.0m~8.5m</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">④下部工</td> <td>構造概要</td> <td>・鋼管杭 (横断方向に2列) ・根入れ深さ0.5m程度</td> <td rowspan="2">・位置に応じて杭長が異なるため、候補断面の選定が必要である。</td> </tr> <tr> <td>寸法</td> <td>・φ1.3m ・岩盤までの深さ: 6.3m~16.5m</td> </tr> <tr> <td>⑤周辺地盤</td> <td>地質概要</td> <td>・主にCM級岩盤またはCH級岩盤に鋼管杭を打設 ・周辺地質は埋戻土 (掘削スリ) が分布し、防波壁周辺を地盤改良</td> <td>・位置に応じて岩盤深さ、改良地盤の有無及び改良幅等、周辺状況が異なるため、候補断面の選定が必要である。</td> </tr> </tbody> </table>			防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)	要求機能及び観点による整理	①要求機能		津波防護施設	・要求機能による断面選定は不要である。	②間接支持する設備		・なし	・間接支持する設備による断面選定は不要である。	③上部工	構造概要	・線状構造物 ・鉄筋コンクリート構造物	・同一の断面となっており、構造的特徴による断面選定は不要である。	寸法	・幅8.5m, 高さ7.0m~8.5m	④下部工	構造概要	・鋼管杭 (横断方向に2列) ・根入れ深さ0.5m程度	・位置に応じて杭長が異なるため、候補断面の選定が必要である。	寸法	・φ1.3m ・岩盤までの深さ: 6.3m~16.5m	⑤周辺地盤	地質概要	・主にCM級岩盤またはCH級岩盤に鋼管杭を打設 ・周辺地質は埋戻土 (掘削スリ) が分布し、防波壁周辺を地盤改良	・位置に応じて岩盤深さ、改良地盤の有無及び改良幅等、周辺状況が異なるため、候補断面の選定が必要である。	<p>・設備の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>設備の相違による記載内容の相違</p>
地点	最大相対変位量 (cm)	最大応答加速度 (cm/s ²)																																															
①	20	500																																															
②	20	500																																															
③	20	600																																															
④	7	750																																															
⑤	5	800																																															
		防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)	要求機能及び観点による整理																																														
①要求機能		津波防護施設	・要求機能による断面選定は不要である。																																														
②間接支持する設備		・なし	・間接支持する設備による断面選定は不要である。																																														
③上部工	構造概要	・線状構造物 ・鉄筋コンクリート構造物	・同一の断面となっており、構造的特徴による断面選定は不要である。																																														
	寸法	・幅8.5m, 高さ7.0m~8.5m																																															
④下部工	構造概要	・鋼管杭 (横断方向に2列) ・根入れ深さ0.5m程度	・位置に応じて杭長が異なるため、候補断面の選定が必要である。																																														
	寸法	・φ1.3m ・岩盤までの深さ: 6.3m~16.5m																																															
⑤周辺地盤	地質概要	・主にCM級岩盤またはCH級岩盤に鋼管杭を打設 ・周辺地質は埋戻土 (掘削スリ) が分布し、防波壁周辺を地盤改良	・位置に応じて岩盤深さ、改良地盤の有無及び改良幅等、周辺状況が異なるため、候補断面の選定が必要である。																																														

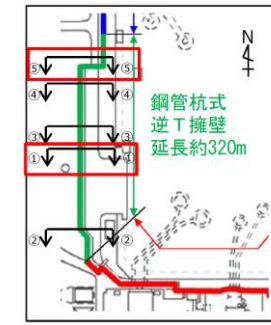
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

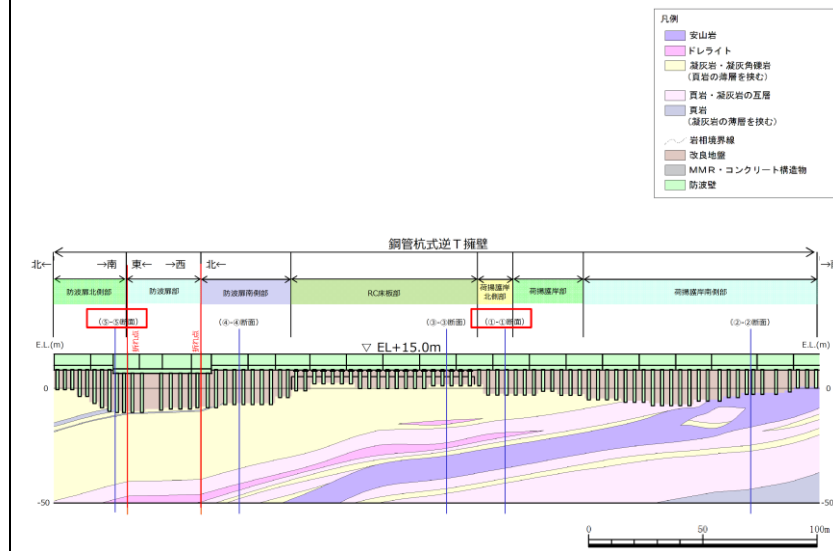
島根原子力発電所 2号炉

備考

・設備の相違
【東海第二, 女川2】
設備の相違による記載
内容の相違



第2-5 図 構造成立性評価断面候補地点の平面図 (防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁))



第2-6 図 構造成立性評価断面候補地点の断面図 (防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁))

第2-4 表 構造成立性評価断面候補地点の概要 (防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁))

着目点	構造的特徴	周辺状況
①-①断面	・鋼管杭8本を1ブロックとした壁体を連続して設置した。	・地表面から岩盤までの深さ：10.3m ・鋼管杭を根入れ深さ0.5m程度で主にCM級岩盤に打設し、支持。
②-②断面	・鋼管杭6本又は8本を1ブロックとした壁体を連続して設置した。	・地表面から岩盤までの深さ：10.0m ・鋼管杭を根入れ深さ0.5m程度で主にCH級岩盤に打設し、支持。
③-③断面	・鋼管杭8本を1ブロックとした壁体を連続して設置した。	・地表面から岩盤までの深さ：6.3m ・鋼管杭を根入れ深さ0.5m程度で主にCM級岩盤に打設し、支持。 ・逆T擁壁下部に地盤改良を実施し、その上部にRC床版を設置。また、津波遡上対策として逆T擁壁下部の海側沿いに地盤改良を実施。
④-④断面	・鋼管杭6本又は8本を1ブロックとした壁体を連続して設置した。	・地表面から岩盤までの深さ：14.5m ・鋼管杭を根入れ深さ0.5m程度で主にCM級岩盤に打設し、支持。
⑤-⑤断面	・鋼管杭6本又は10本を1ブロックとした壁体を連続して設置した。	・地表面から岩盤までの深さ：16.5m ・鋼管杭を根入れ深さ0.5m程度で主にCM級岩盤に打設し、支持。 ・東側には輪谷湾が近接。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																												
		<p>c. 防波壁 (波返重力擁壁)</p> <p>防波壁 (波返重力擁壁) について、①要求機能、②間接支持する設備、③上部工、④下部工、⑤周辺地盤の観点にて構造成立性評価断面候補を整理した結果を第2-5表に示す。評価断面候補地点の平面図及び断面図を第2-7図及び第2-8図に、候補地点の概要を第2-6表に示す。</p> <p>防波壁 (波返重力擁壁) は、④下部工の構造的特徴及び④周辺状況のうち周辺地質状況によって構造成立性評価断面を選定することとする。設置許可段階における構造成立性評価の断面は、「南北方向断面で岩盤が他地点と比較し相対的に最も深部に存在し、改良地盤及び砂礫層が分布する②-②断面」、及び「東西方向断面で岩盤が最も深部に存在する④-④断面」を選定する。</p> <p>第2-5表 構造成立性評価断面候補の整理 (防波壁 (波返重力擁壁))</p> <table border="1" data-bbox="1736 982 2504 1388"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>防波壁 (波返重力擁壁)</th> <th>要求機能及び観点による整理</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">①要求機能</td> <td>津波防護施設</td> <td>・要求機能による断面選定は不要である。</td> </tr> <tr> <td colspan="2">②間接支持する設備</td> <td>・なし</td> <td>・間接支持する設備による断面選定は不要である。</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">③上部工</td> <td>構造概要</td> <td>・線状構造物 ・鉄筋コンクリート造 ・一部、端部にかけて岩盤に張り付く。</td> <td rowspan="2">・ほぼ同一の断面となっており、構造的特徴による断面選定は不要である。</td> </tr> <tr> <td>寸法</td> <td>・幅1.50m、高さ0.5m~8.5m (地上部のみ)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">④下部工</td> <td>構造概要</td> <td>・ケーソン</td> <td rowspan="2">・位置に応じてケーソンの有無、高さが異なるため、候補断面の選定が必要である。</td> </tr> <tr> <td>寸法</td> <td>・幅13m~15m ・岩盤までの深さ：16.3m~29.0m</td> </tr> <tr> <td>⑤周辺地盤</td> <td>地質概要</td> <td>・ケーソンを介して主にCM級またはCH級岩盤に支持 ・一部、CM級またはCH級岩盤に上部工を直接支持 ・周辺地質は、埋戻土 (掘削スリ) 及び砂礫層が分布し、一部、ケーソンの下側を地盤改良</td> <td>・位置に応じて岩盤深さ、岩級区分、改良地盤の有無等、周辺状況が異なるため、候補断面の選定が必要である。</td> </tr> </tbody> </table>			防波壁 (波返重力擁壁)	要求機能及び観点による整理	①要求機能		津波防護施設	・要求機能による断面選定は不要である。	②間接支持する設備		・なし	・間接支持する設備による断面選定は不要である。	③上部工	構造概要	・線状構造物 ・鉄筋コンクリート造 ・一部、端部にかけて岩盤に張り付く。	・ほぼ同一の断面となっており、構造的特徴による断面選定は不要である。	寸法	・幅1.50m、高さ0.5m~8.5m (地上部のみ)	④下部工	構造概要	・ケーソン	・位置に応じてケーソンの有無、高さが異なるため、候補断面の選定が必要である。	寸法	・幅13m~15m ・岩盤までの深さ：16.3m~29.0m	⑤周辺地盤	地質概要	・ケーソンを介して主にCM級またはCH級岩盤に支持 ・一部、CM級またはCH級岩盤に上部工を直接支持 ・周辺地質は、埋戻土 (掘削スリ) 及び砂礫層が分布し、一部、ケーソンの下側を地盤改良	・位置に応じて岩盤深さ、岩級区分、改良地盤の有無等、周辺状況が異なるため、候補断面の選定が必要である。	<p>・設備の相違</p> <p>【東海第二、女川2】</p> <p>設備の相違による記載内容の相違</p>
		防波壁 (波返重力擁壁)	要求機能及び観点による整理																												
①要求機能		津波防護施設	・要求機能による断面選定は不要である。																												
②間接支持する設備		・なし	・間接支持する設備による断面選定は不要である。																												
③上部工	構造概要	・線状構造物 ・鉄筋コンクリート造 ・一部、端部にかけて岩盤に張り付く。	・ほぼ同一の断面となっており、構造的特徴による断面選定は不要である。																												
	寸法	・幅1.50m、高さ0.5m~8.5m (地上部のみ)																													
④下部工	構造概要	・ケーソン	・位置に応じてケーソンの有無、高さが異なるため、候補断面の選定が必要である。																												
	寸法	・幅13m~15m ・岩盤までの深さ：16.3m~29.0m																													
⑤周辺地盤	地質概要	・ケーソンを介して主にCM級またはCH級岩盤に支持 ・一部、CM級またはCH級岩盤に上部工を直接支持 ・周辺地質は、埋戻土 (掘削スリ) 及び砂礫層が分布し、一部、ケーソンの下側を地盤改良	・位置に応じて岩盤深さ、岩級区分、改良地盤の有無等、周辺状況が異なるため、候補断面の選定が必要である。																												

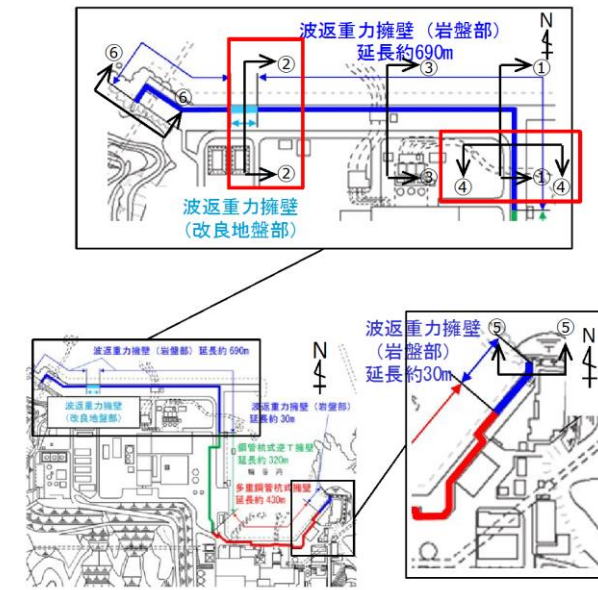
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

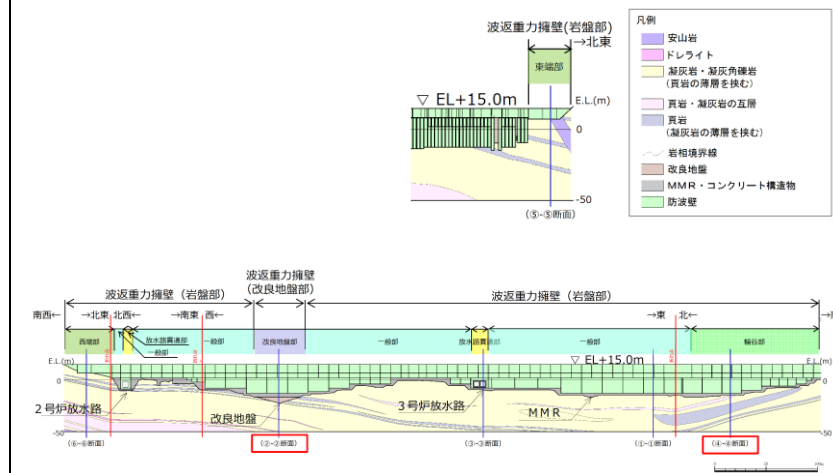
島根原子力発電所 2号炉

備考

・設備の相違
【東海第二, 女川2】
設備の相違による記載
内容の相違



第2-7 図 構造成立性評価断面候補地点の平面図 (防波壁 (波返重力擁壁))



第2-8 図 構造成立性評価断面候補地点の断面図 (防波壁 (波返重力擁壁))

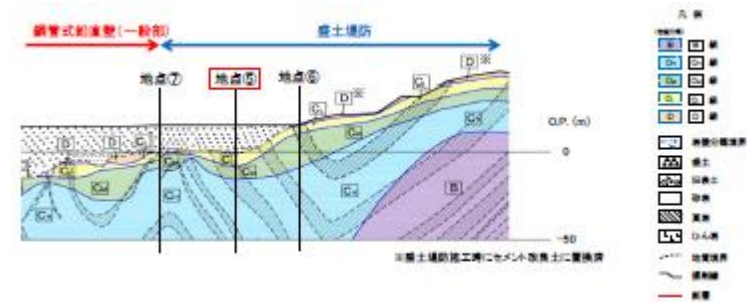
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																					
	<p>b. 盛土堤防</p> <p>盛土堤防について、①要求機能、②間接支持する設備、③構造的特徴、④周辺状況の観点にて構造成立性評価断面候補を整理した結果を第2-3表に示す。</p> <p>評価断面候補地点の平面図及び断面図を第2-6図及び第2-7図に、候補地点の概要を第2-4表に示す。盛土堤防の地震時応答は土圧が支配的となることから、盛土・旧表土の層厚（岩盤上面の深度）によって構造成立性評価断面を選定する。構造成立性評価の断面は、④周辺状況のうち、周辺地質状況を踏まえ、岩盤が最も深部に存在し、盛土・旧表土の層厚が厚くなり、改良地盤の応答が大きくなると考えられ、盛土堤防の一般的な形状となる地点⑤を選定する。</p> <p>なお、地点⑦のように改良地盤直下にD級岩盤が分布する場合においても、岩盤及び改良地盤は十分な支持性能を有しており、海側の置換コンクリートをC_M級岩盤に岩着させることで基礎地盤のすべり安定性（第3条）に対する抵抗力を確保する。</p>	<p>第2-6表 構造成立性評価断面候補地点の概要（防波壁（波返重力擁壁））</p> <table border="1" data-bbox="1754 338 2478 737"> <thead> <tr> <th>着目点</th> <th>構造的特徴</th> <th>周辺状況</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①-①断面</td> <td>・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置。</td> <td>・地表面から岩盤までの深さ：21.2m ・ケーソンを介して主にOH級岩盤に支持される。</td> </tr> <tr> <td>②-②断面</td> <td>・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置。</td> <td>・地表面から岩盤までの深さ：29.0m ・ケーソンを介して主にOH級岩盤または改良地盤に支持される。 ・高圧噴射攪拌工法により地盤改良を実施している改良地盤部が存在する。 ・周辺に砂礫層が分布している。</td> </tr> <tr> <td>③-③断面</td> <td>・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置。</td> <td>・地表面から岩盤までの深さ：18.3m ・ケーソンを介して主にOH級岩盤に支持される。</td> </tr> <tr> <td>④-④断面</td> <td>・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置。</td> <td>・地表面から岩盤までの深さ：23.2m ・ケーソンを介して主にOH級岩盤に支持される。</td> </tr> <tr> <td>⑤-⑤断面</td> <td>・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置。 ・端部にかけて岩盤に掘り付く。</td> <td>・主にOH級岩盤に直接支持される。</td> </tr> <tr> <td>⑥-⑥断面</td> <td>・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置。 ・端部にかけて岩盤に掘り付く。</td> <td>・OH級岩盤に直接支持される。</td> </tr> </tbody> </table>	着目点	構造的特徴	周辺状況	①-①断面	・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置。	・地表面から岩盤までの深さ：21.2m ・ケーソンを介して主にOH級岩盤に支持される。	②-②断面	・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置。	・地表面から岩盤までの深さ：29.0m ・ケーソンを介して主にOH級岩盤または改良地盤に支持される。 ・高圧噴射攪拌工法により地盤改良を実施している改良地盤部が存在する。 ・周辺に砂礫層が分布している。	③-③断面	・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置。	・地表面から岩盤までの深さ：18.3m ・ケーソンを介して主にOH級岩盤に支持される。	④-④断面	・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置。	・地表面から岩盤までの深さ：23.2m ・ケーソンを介して主にOH級岩盤に支持される。	⑤-⑤断面	・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置。 ・端部にかけて岩盤に掘り付く。	・主にOH級岩盤に直接支持される。	⑥-⑥断面	・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置。 ・端部にかけて岩盤に掘り付く。	・OH級岩盤に直接支持される。	<p>・設備の相違 【東海第二，女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・設備の相違 【女川2】 島根2号炉には、盛土堤防が無いことから、記載無</p>
着目点	構造的特徴	周辺状況																						
①-①断面	・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置。	・地表面から岩盤までの深さ：21.2m ・ケーソンを介して主にOH級岩盤に支持される。																						
②-②断面	・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置。	・地表面から岩盤までの深さ：29.0m ・ケーソンを介して主にOH級岩盤または改良地盤に支持される。 ・高圧噴射攪拌工法により地盤改良を実施している改良地盤部が存在する。 ・周辺に砂礫層が分布している。																						
③-③断面	・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置。	・地表面から岩盤までの深さ：18.3m ・ケーソンを介して主にOH級岩盤に支持される。																						
④-④断面	・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置。	・地表面から岩盤までの深さ：23.2m ・ケーソンを介して主にOH級岩盤に支持される。																						
⑤-⑤断面	・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置。 ・端部にかけて岩盤に掘り付く。	・主にOH級岩盤に直接支持される。																						
⑥-⑥断面	・約10mを1ブロックとした鉄筋コンクリート造の壁体を連続で設置。 ・端部にかけて岩盤に掘り付く。	・OH級岩盤に直接支持される。																						

第2-3 表 構造成立性評価断面候補の整理 (盛土堤防)

		盛土堤防	要求機能及び観点による整理
①要求機能		・止水	・要求機能による断面選定は不要である
②関係支持する設備		・なし	・関係支持する設備による断面選定は不要である
③構造的特徴		・岸状構造物 (盛土堤防) ・鋼管式新造壁 (一般部) と接続	・岸壁部が異なる北側側を採り、上部の構造はほぼ同一の断面であるため、防範堤の構造的特徴による断面選定は不要である ・堤脚部については、防範堤底下の地盤改良により不適切な挙動が懸念されるが、念のため工費見積りで調査する
④周辺状況	周辺地質	・盛土堤防は、改良地盤又は岩盤に設置されている ・断面位置により、岸壁部と (改良地盤厚さ) が異なる ・周辺に軟状化層 (粘土・田舎土) が分布	・岸状構造物であり、位置に応じて岸壁部と、改良地盤厚さ、岸壁区分、盛土・田舎土の周辺状況が異なるため、候補断面の選定が必要である
	地下水位	・防範堤岸側は期望平均潜水位 (O.P. +1.43m)、山側は地表面 (盛土堤防内側は O.P. +13.0m) に設定	・地下水位による断面選定は不要である
	貯留	・貯留と接する箇所はない	・貯留による断面選定は不要である
	隣接構造物	・北側排水路	・北側排水路の防範堤堤脚部については、基準地震動 5a に対する構造健全性評価により選定しないことを確認するため断面選定は不要である



第2-6 図 構造成立性評価断面候補地点の平面図 (盛土堤防)



第2-7 図 構造成立性評価断面候補地点の断面図 (盛土堤防)

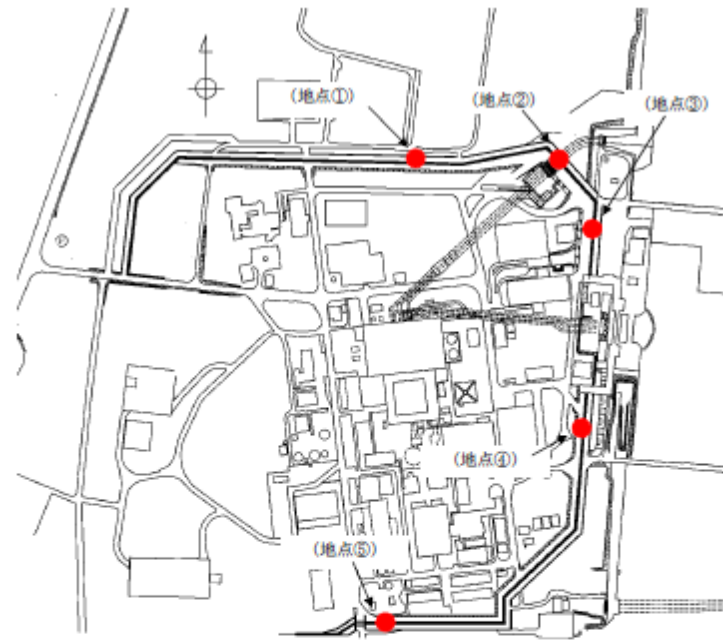
第2-4 表 構造成立性評価断面候補地点の概要 (盛土堤防)

着目点	地点	概要
岩盤深度 (改良地盤厚さ)	地点⑤	岩盤が最も深部に存在し、改良地盤の厚さが最大の地点
	地点⑥	岩盤が浅部に存在し、改良地盤が分布しない地点
岩盤区分	地点⑦	岩盤が深部に存在し、横断面上に Ⅱ 級岩盤が分布する地点

・設備の相違
【女川2】
島根2号炉には、盛土堤防が無いことから、記載無

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(2) 代表地震波の選定</p> <p>1) 構造物への影響が大きい地震動について</p> <p>基準地震動 S_s 全波による引上げ解析を行い、その解析結果を基に構造物への影響が大きい地震動を確認する。</p> <p>① 検討方針</p> <p>a. 基準地震動 S_s 全波による一次元地盤応答解析は、防潮堤設置位置のうち、岩盤深度及び地質のバラツキによる影響を確認するために5地点を選定し、各地点の地質モデルを用いて実施する。</p> <p>b. 基準地震動 S_s 全波による一次元地盤応答解析結果として以下の項目を出力し、これらの項目を総合的に評価することにより構造物に影響が大きい地震動を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・最大応答加速度 ・杭下端と地表面の最大相対変位 ・最大せん断応力 <p>一次元地盤応答解析の実施位置を第3-3図、地質断面図を第3-4図に示す。</p>	<p>(3) 構造成立性評価地震波の選定</p> <p>構造成立性評価地震波選定フローを第2-8図に示す。第2-9図に示した構造成立性評価断面（地点）における基準地震動 S_s 7波の応答結果から、構造成立性評価地震波を選定する。基準地震動 S_s の時刻歴波形及び応答スペクトルを第2-10図及び第2-11図に示す。</p>  <p>第2-8図 構造成立性評価地震波選定フロー</p>	<p>(3) 構造成立性評価地震波の選定</p> <p>構造成立性評価地震波選定フローを第2-9図に示す。第2-10図に示した構造成立性評価断面（地点）における基準地震動 S_s の時刻歴波形及び応答スペクトルを第2-11図及び第2-12図に示す。</p>  <p>第2-9図 構造成立性評価地震選定フロー</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計方針の相違 <p>【東海第二】</p> <p>東海第二は、代表断面選定時の全断面（地点）について、1次元地盤応答解析を実施して、構造成立性評価地震波を選定。一方、女川2及び島根2号炉は、検討断面について、1次元地盤応答解析を実施して、構造成立性評価地震波を選定</p>

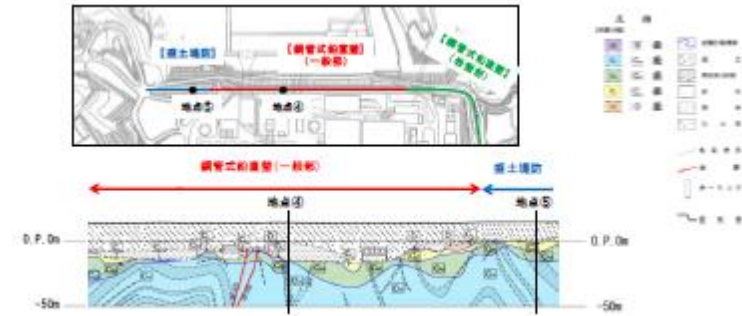
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)



地点	特長
地点①	粘土層 (A c層) の合計層厚が最小の箇所
地点②	粘土層 (A c層) の合計層厚が最大の箇所
地点③	地表面標高が最も低く、岩盤が深部に存在する箇所
地点④	岩盤上面の傾斜部が最も浅部に存在する箇所
地点⑤	基本的に水平成層であるが、更新統が堆積し、岩盤が浅部に存在する箇所

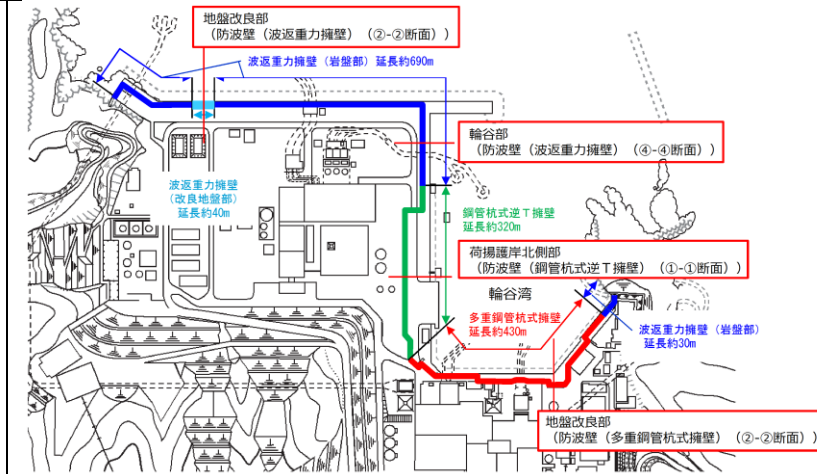
第3-3図 一次元地盤応答解析の実施位置

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)



第 2-9 図 構造成立性評価断面 (地点)

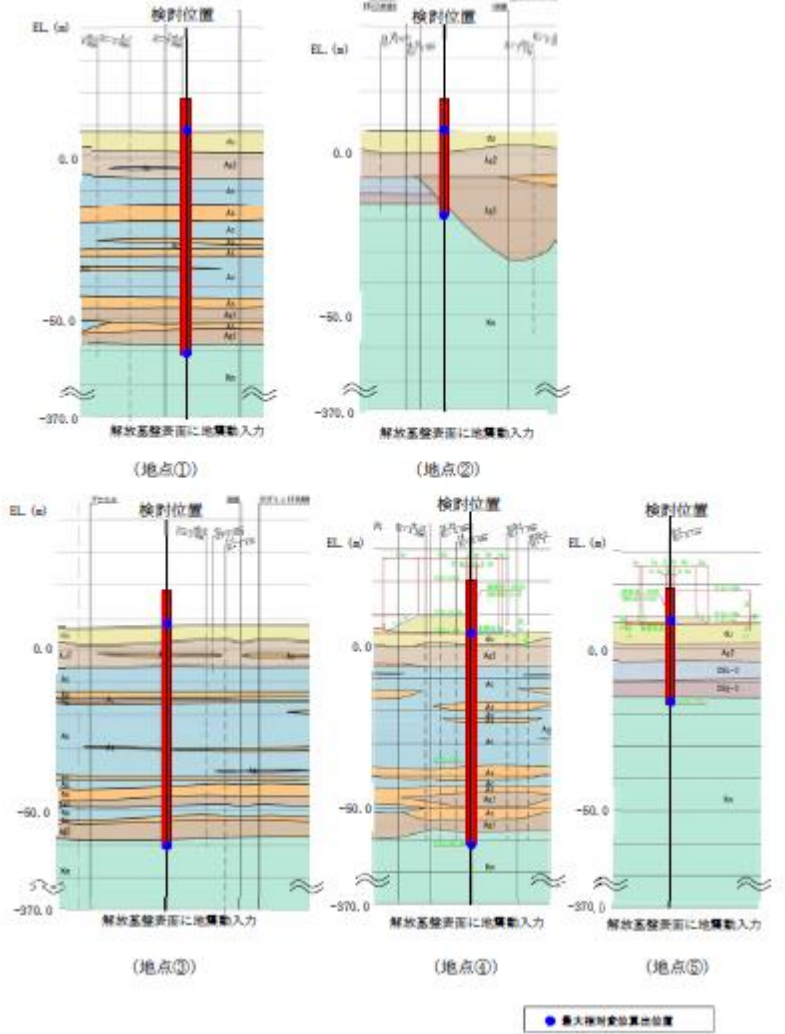
島根原子力発電所 2号炉



第 2-10 図 構造成立性地震波選定地点

備考

・設備の相違
 【東海第二, 女川2】
 設備の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p data-bbox="409 1239 655 1270">第3-4図 地質断面図</p> <p data-bbox="172 1375 400 1407">① 検討用地震動</p> <p data-bbox="201 1417 920 1543">一次元地盤応答解析に用いる基準地震動 S_s の一覧を第3-3表に、疑似速度応答スペクトルを第3-5図に、基準地震動 S_s の加速度時刻歴波形を第3-4表に示す。</p> <p data-bbox="201 1554 920 1627">なお、構造物に対しては水平動の影響が支配的であることから、水平動で検討する。</p>			<p data-bbox="2537 252 2745 283">・記載方針の相違</p> <p data-bbox="2537 294 2686 325">【東海第二】</p> <p data-bbox="2537 336 2834 514">女川2及び島根2号炉は、構造成立性評価断面(地点)における地質断面図を(2)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

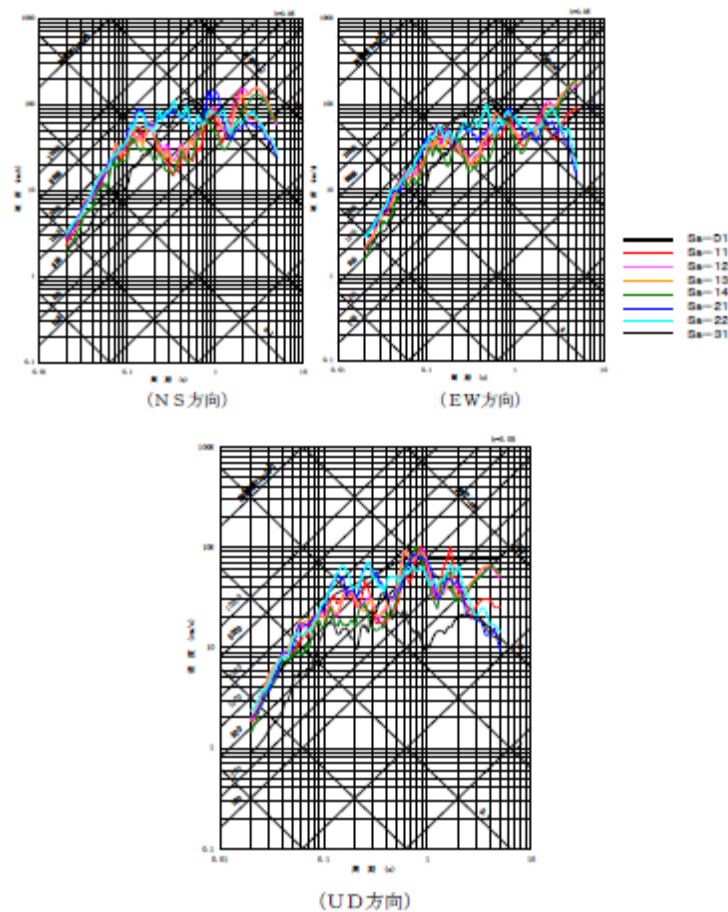
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

第3-3表 基準地震動 S_s

基準地震動	最大加速度 (cm/s^2)	
	NS 方向	EW 方向
S_s-D1 応答スペクトル手法による基準地震動	870	
S_s-11 F1断層、北方隆起の断層、塩ノ平地震断層の運動による地震 (短周期レベルの不確かさ、破壊開始点1)	717	619
S_s-12 F1断層、北方隆起の断層、塩ノ平地震断層の運動による地震 (短周期レベルの不確かさ、破壊開始点2)	871	626
S_s-13 F1断層、北方隆起の断層、塩ノ平地震断層の運動による地震 (短周期レベルの不確かさ、破壊開始点3)	903	617
S_s-14 F1断層、北方隆起の断層、塩ノ平地震断層の運動による地震 (断層傾斜角の不確かさ、破壊開始点2)	586	482
S_s-21 2011年東北地方太平洋沖型地震 (短周期レベルの不確かさ)	901	887
S_s-22 2011年東北地方太平洋沖型地震 (SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳)	1,009	874
S_s-31 2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動	610	



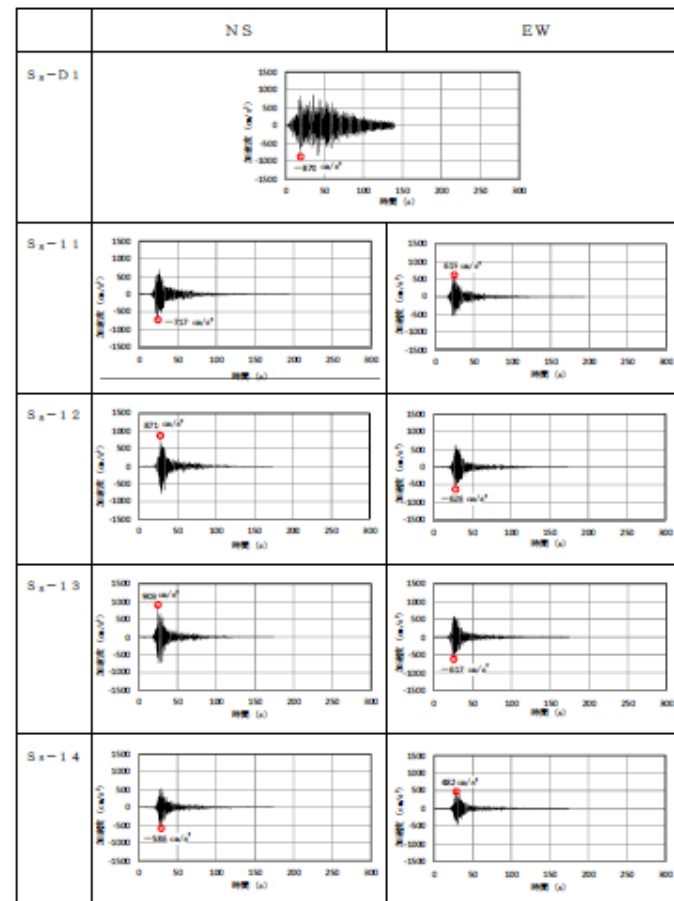
第3-5図 疑似速度応答スペクトル

・記載方針の相違
【東海第二】
基準地震動の最大加速度等について、女川2は第2-10 図に、島根2号炉は第2-11図に記載

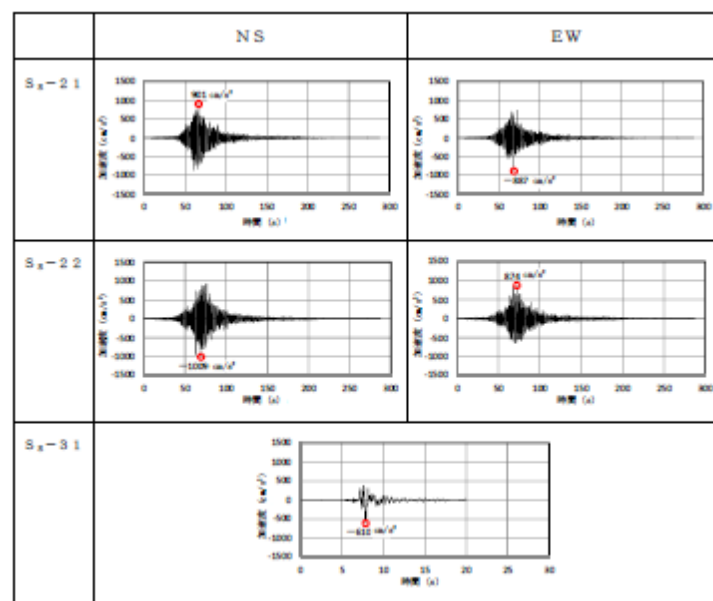
・記載方針の相違
【東海第二】
基準地震動の応答スペクトルについて、女川2は第2-11 図に、島根2号炉は第2-12図に記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

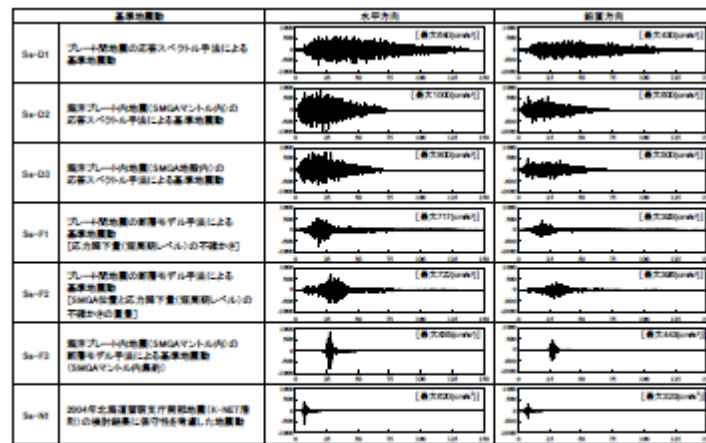
第3-4表 基準地震動 S_s の加速度時刻歴波形 (1/2)



第3-4表 基準地震動 S_s の加速度時刻歴波形 (2/2)



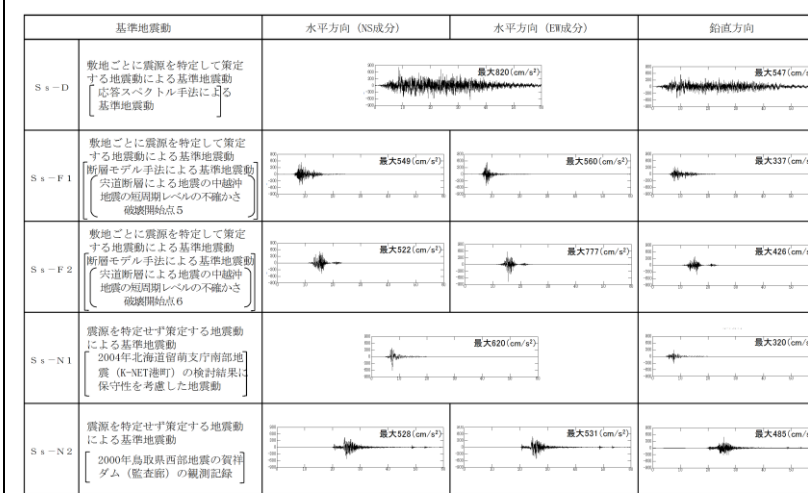
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)



注1: 表中のグラフは各基準地震動の加速度時刻歴波形【縦軸: 加速度 (cm/s²), 横軸: 時間 (s)】
 注2: 断層モデルによる基準地震動の Sa-F1, Sa-F2 及び Sa-F3 については、3.11 地震、4.7 地震の震源位置との整合性を確認したシミュレーションでの手法 (統計的グリーン関数法、放射特性一定) を用いていることから水平方向としている。

第 2-10 図 基準地震動 S_s の時刻歴波形

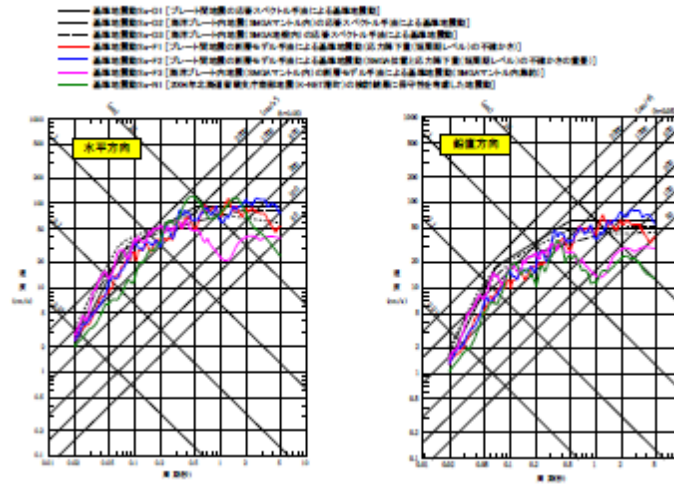
島根原子力発電所 2号炉



※ 表中のグラフは各基準地震動の加速度時刻歴波形【縦軸: 加速度 (cm/s²), 横軸: 時間 (s)】

第 2-11 図 基準地震動 S_s の時刻歴波形

備考



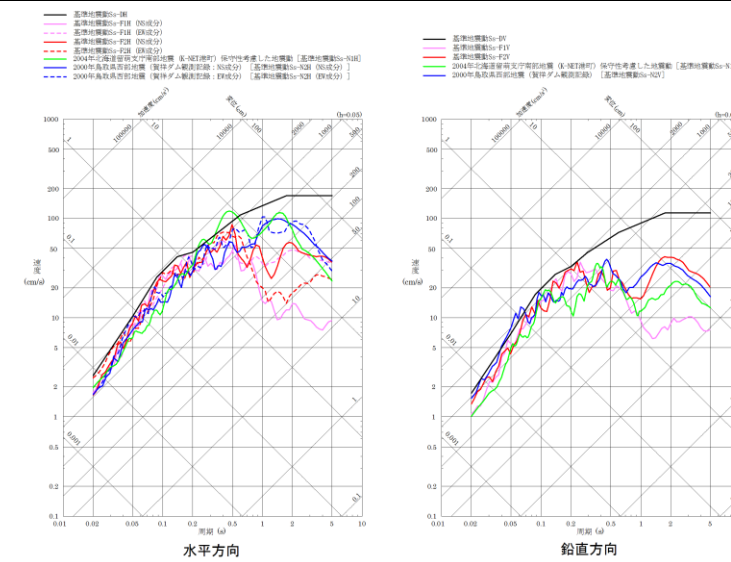
第 2-11 図 基準地震動 Ss の応答スペクトル

構造成立性評価断面（地点）における基準地震動 Ss 7 波の一次元波動論による地震応答解析結果（最大水平加速度、相対変位、最大せん断応力、最大ひずみ）を第 2-12 図に示す。

鋼管式鉛直壁（一般部）[地点④]については、鋼管杭の周辺地盤及び基礎地盤である改良地盤における Ss-D1, Ss-D2 の応答が相対的に大きい。周辺地盤の液状化影響等も考慮し、上記 2 波のうち継続時間の長い Ss-D1 を構造成立性評価地震波として選定した。

盛土堤防[地点⑤]については、セメント改良土及び改良地盤の応答が大きい、Ss-N1 を構造成立性評価地震波として選定した。

構造成立性評価断面として選定された地点④及び⑤について、構造成立性評価地震波として選定された Ss-D1 及び Ss-N1 の各 2 波にて評価を行う。



第 2-12 図 基準地震動 Ss の応答スペクトル

構造成立性評価断面における基準地震動 Ss5 波の一次元波動論による地震応答解析結果（最大水平加速度、相対変位、最大せん断応力、最大ひずみ）を第 2-13 図に示す。

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）（改良地盤部）では、相対変位及び最大せん断ひずみについて、鋼管杭の周辺地盤である埋戻土における Ss-D 及び Ss-N1 の応答が相対的に大きい。周辺地盤の液状化等の影響も考慮し、上記 2 波のうち、継続時間の長い Ss-D を構造成立性評価地震波として選定した。

防波壁（鋼管杭式逆 T 擁壁）（荷揚護岸北側部）については、鋼管杭の周辺地盤である埋戻土における Ss-D の応答が相対的に大きいため、Ss-D を構造成立性評価地震波として選定した。

防波壁（波返重力擁壁）の 2 断面については、周辺地盤である埋戻土における Ss-D, Ss-N1, Ss-F1 の応答が相対的に大きい。周辺地盤の液状化等の影響も考慮し、上記 2 波のうち、継続時間の長い Ss-D を構造成立性評価地震波として選定した。

以上を踏まえ、構造成立性評価断面において、構造成立性評価地震波として選定した Ss-D により評価を行うこととする。

・評価結果の相違
【東海第二、女川2】
周辺地質状況の相違による評価結果の相違

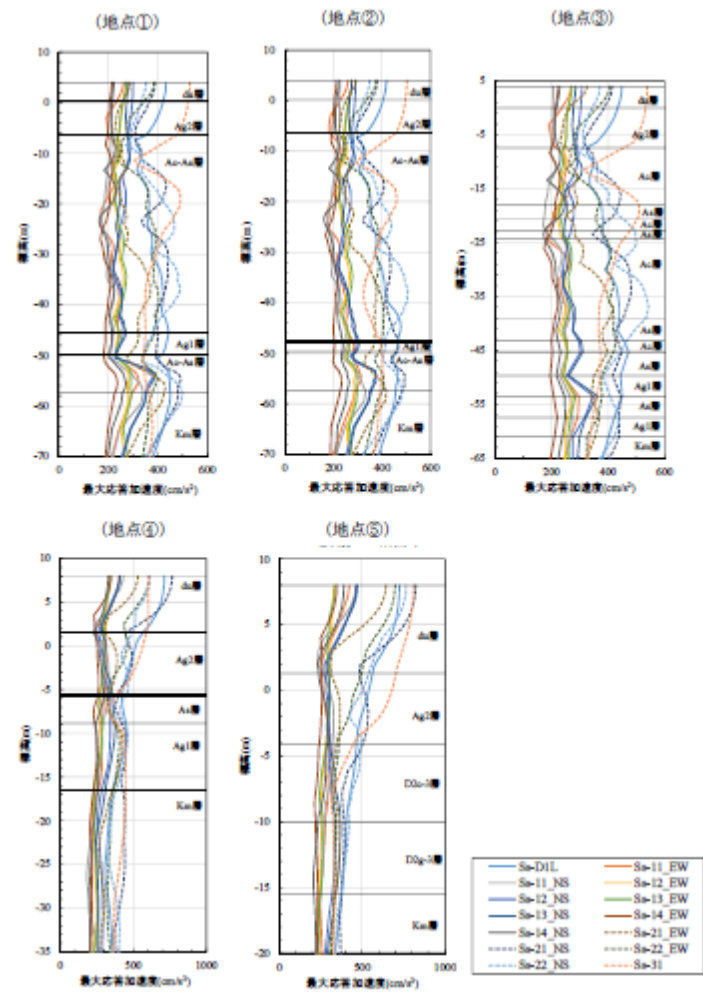
② 一次元地盤応答解析結果

基準地震動 S_s の引上げ解析による最大応答加速度分布、最大相対変位分布、最大せん断応力分布、最大せん断ひずみ分布を以下に示す。

a. 最大応答加速度分布

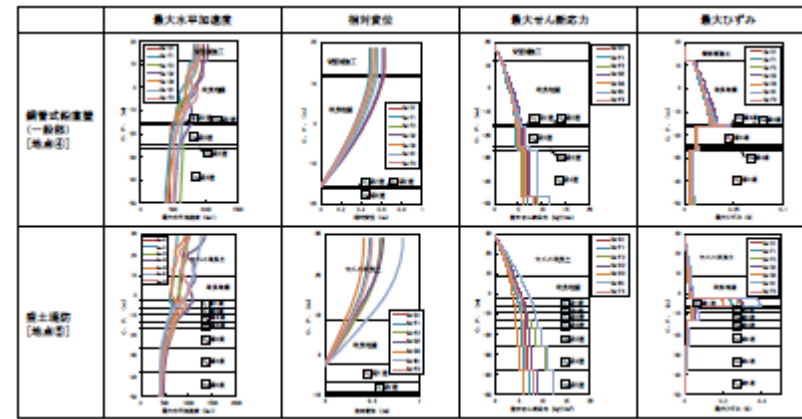
基準地震動 S_s の引上げ解析による最大応答加速度分布を第 3-6 図に示す。地表面の最大応答加速度が大きくなる地震動は、S_s-D1, S_s-21, S_s-22, S_s-31 である。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)



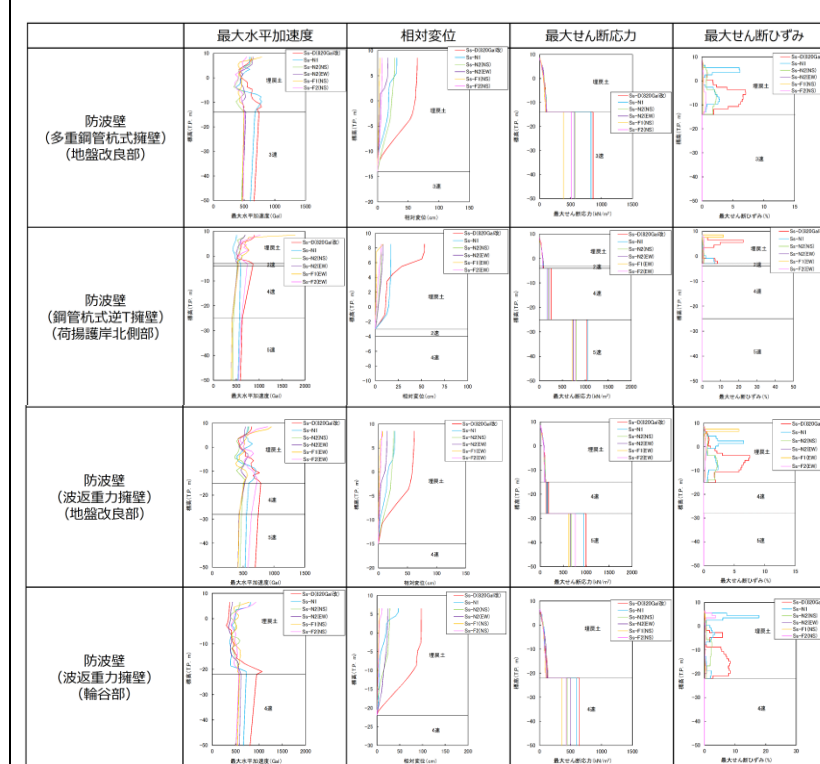
第3-6図 最大応答加速度分布

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)



第2-12 図 基準地震動 Ss の一次元地震応答解析結果

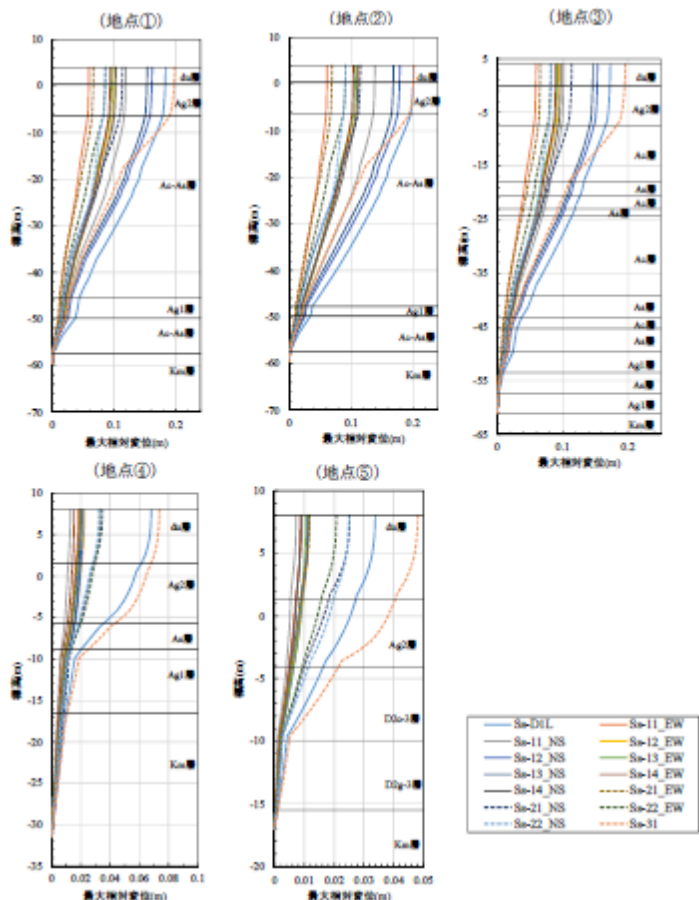
島根原子力発電所 2号炉

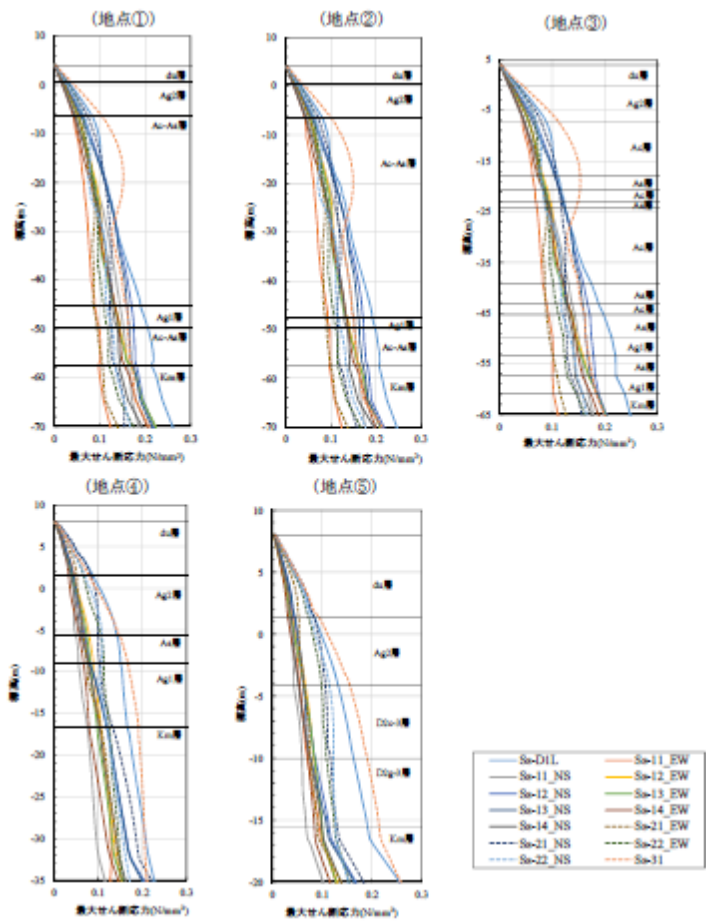


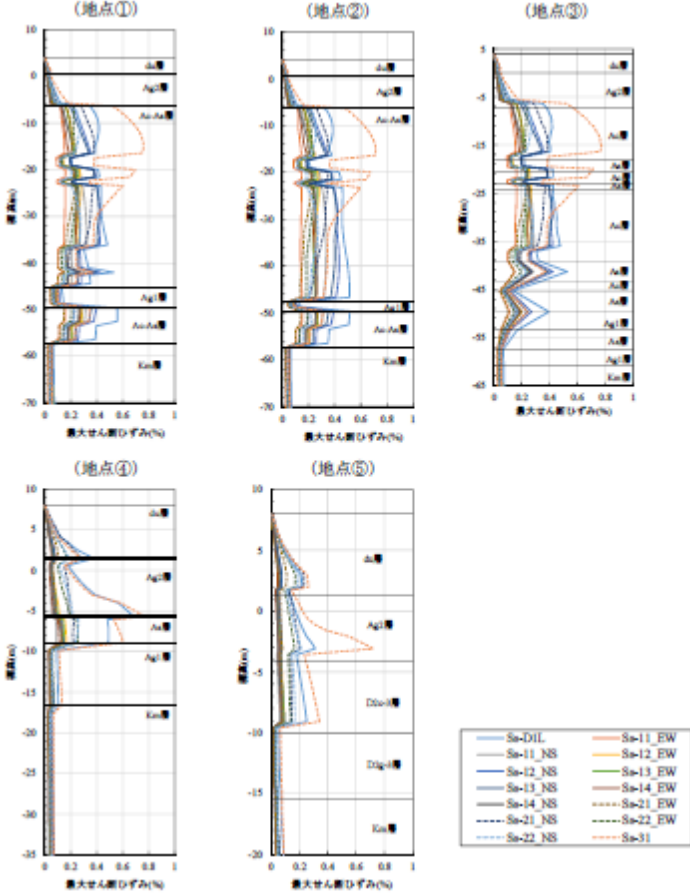
第2-13 図 基準地震動 Ss の 1 次元地震応答解析結果

備考

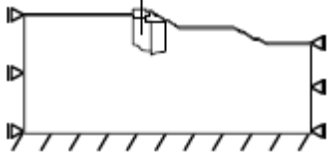
・記載方針の相違
【東海第二】
 最大応答加速度分布について、女川は第2-12 図に、島根2号炉は第2-13図に記載

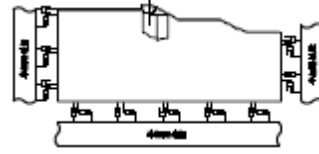
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>b. 最大相対変位分布</p> <p>基準地震動 S_S の引上げ解析による最大相対変位分布を第3-7図に示す。杭下端と地表面の最大相対変位が大きくなる地震動は、S_S-D1、S_S-31 である。</p>  <p>第3-7図 最大相対変位分布</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>最大相対変位分布について、女川2は第2-12図に、島根2号炉は第2-13図に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>c. 最大せん断応力分布</p> <p>基準地震動 S_s の引上げ解析による最大せん断応力分布を第3-8図に示す。最大せん断応力が大きくなる地震動は、S_s-D1、S_s-31 である。</p>  <p>第3-8図 最大せん断応力分布</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>最大せん断応力分布について、女川2は第2-12 図に、島根2号炉は第2-13図に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>d. 最大せん断ひずみ分布</p> <p>基準地震動 S_S の引上げ解析による最大せん断ひずみ分布を第3-9図に示す。最大せん断ひずみが大きくなる地震動は、S_S-D1、S_S-31 である。</p>  <p>第3-9図 最大せん断ひずみ分布</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>最大せん断ひずみ分布について、女川2は第2-12 図に、島根2号炉は第2-13図に記載</p>

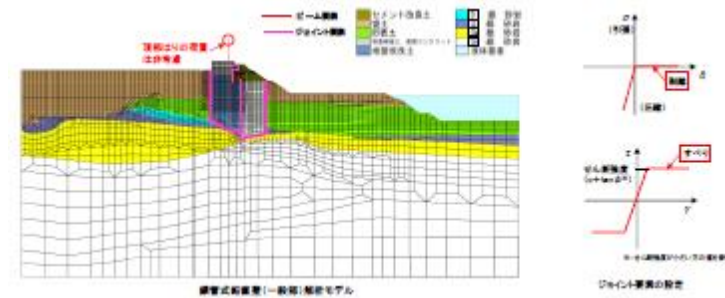
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考															
<p>③ <u>まとめ</u> <u>構造物に影響が大きい地震動を第3-5表に示す。</u></p> <p>第3-5表 構造物に影響が大きい地震動</p> <table border="1" data-bbox="216 432 845 774"> <thead> <tr> <th></th> <th>影響が大きい地震動</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>最大応答加速度</td> <td>$S_s-D1, S_s-21,$ S_s-22, S_s-31</td> <td></td> </tr> <tr> <td>最大相対変位</td> <td>S_s-D1, S_s-31</td> <td>杭下端と地表面の 最大相対変位</td> </tr> <tr> <td>最大せん断応力</td> <td>S_s-D1, S_s-31</td> <td></td> </tr> <tr> <td>最大せん断ひずみ</td> <td>S_s-D1, S_s-31</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>上記より、最大相対変位や最大せん断ひずみが大きくなる S_s-D1 及び S_s-31 が構造物に対して影響の大きい地震動であると考えられる。</p> <p>また、液状化に対する影響が大きい地震動は、継続時間が長い地震動である S_s-D1 (63.39 秒) であると考えられる。</p>		影響が大きい地震動	備考	最大応答加速度	$S_s-D1, S_s-21,$ S_s-22, S_s-31		最大相対変位	S_s-D1, S_s-31	杭下端と地表面の 最大相対変位	最大せん断応力	S_s-D1, S_s-31		最大せん断ひずみ	S_s-D1, S_s-31		<p>(4) 解析条件</p> <p>a. <u>鋼管式鉛直壁 (一般部)</u></p> <p><u>施設と地盤を連成した動的挙動評価を行うとともに、液状化検討対象層の影響を考慮するため、二次元動的 FEM 解析(有効応力解析)を実施する。</u></p> <p>以下に各ケースにおける解析条件及び各部位の評価条件を示す。</p> <p>(a)解析モデルと入力地震動 (各ケース共通)</p> <p>解析に用いる解析モデルは、地質断面図に基づき、以下の条件により作成する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 鉛直方向は、第5速度層までを考慮するため、O.P. -90m までモデル化する。 水平方向は、杭位置を中心に、敷地側及び海側に 100m 	<p>(4) 解析条件</p> <p>a. <u>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)</u></p> <p><u>鋼管杭、被覆コンクリート壁等の施設及び埋戻土、岩盤等の地盤を含めた全体の動的挙動評価を行うとともに、地盤物性及び液状化対象層を考慮した影響を考慮するため、二次元動的 FEM 解析(有効応力解析)を実施する。</u></p> <p>以下に各ケースにおける解析条件及び各部位の評価条件を示す。</p> <p>(a) 解析モデルと入力地震動 (各ケース共通)</p> <p>解析に用いる解析モデルは、地質断面図に基づき、以下の条件により作成する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 鉛直方向は、下端から十分な距離を確保するため E.L. -50m までモデル化する。 水平方向は、海側、陸側とも十分な領域を確保するよ 	<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 一次元地盤応答解析結果まとめについて、女川2は第2-12 図に、島根2号炉は第2-13図に記載</p> <p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 東海第二は、設備毎に解析条件及び構造成立性結果を記載</p> <p>・設備の相違</p> <p>【女川2】 設備の相違による記載の相違</p>
	影響が大きい地震動	備考																
最大応答加速度	$S_s-D1, S_s-21,$ S_s-22, S_s-31																	
最大相対変位	S_s-D1, S_s-31	杭下端と地表面の 最大相対変位																
最大せん断応力	S_s-D1, S_s-31																	
最大せん断ひずみ	S_s-D1, S_s-31																	

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>の領域を確保できるように全幅 <u>250m</u> でモデル化する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭は線形はり要素 (ビーム要素) でモデル化する。 <u>D</u>級岩盤を除く岩盤, 背面補強工及び置換コンクリートは線形要素でモデル化する。 <u>D</u>級岩盤, 改良地盤, セメント改良土及び盛土・旧表土は地盤の非線形性を考慮するため, マルチスプリング要素でモデル化する。 <p>海水は液体要素でモデル化する。</p> <p>盛土・旧表土は, 液状化検討対象層であることから, 液状化パラメータについても設定する。</p> <p>鋼管杭以外の部位は平面ひずみ要素でモデル化し, 要素の高さは, 下式のとおり, 最大周波数及び地盤のせん断波速度 V_s より求まる最大要素高さを上回らないように設定する。</p> $H_{max} = \frac{1}{m} \cdot \lambda_s = \frac{1}{m} \cdot \frac{V_s}{f_{max}}$ <p style="font-size: small;"> H_{max} : 最大要素高さ(m) λ_s : せん断波の波長(m) V_s : せん断波の速度(m/s) f_{max} : 考慮する地震動の最大周波数(盛土・旧表土: 0.5Hz, 岩盤(D級以外), 改良地盤, セメント改良土: 20Hz) m : 分割係数(=5とした) </p> <p>境界条件は, 静的解析 (常時解析) では, 第2-13 図に示すようにモデル側方を鉛直ローラー境界, モデル底面を固定境界とする。動的解析では, 半無限地盤へのエネルギー散逸を評価するため, 第2-14 図に示すようにモデル側方及び底面に粘性境界を設ける。</p>  <p>第2-13 図 境界条件 (静的解析)</p>	<p>う全幅 <u>220m</u> でモデル化する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭は線形はり要素でモデル化する。 岩盤及び施設護岸は線形平面要素でモデル化する。 埋戻土 (掘削ズリ), 埋戻土 (粘性土), 砂礫層, 改良地盤, 被覆石及び基礎捨石はマルチスプリング要素でモデル化する。 <p>消波ブロックは荷重でモデル化する。</p> <p>海水は流体要素でモデル化する。</p> <p>防波壁と背後地盤など, 要素間の滑り・剥離を考慮する箇所は, ジョイント要素でモデル化する。</p> <p>埋戻土 (掘削ズリ) 及び砂礫層は液状化評価対象層であることから, 液状化パラメータを設定する。</p> <p>地盤は平面ひずみ要素でモデル化し, 要素の高さは, 下式のとおり, 最大周波数及び地盤のせん断波速度 V_s より求まる最大要素高さを上回らないように設定する。</p> $H_{max} = \frac{1}{m} \cdot \lambda = \frac{1}{m} \cdot \frac{V_s}{f_{max}}$ <p style="font-size: small;"> H_{max} : 最大要素高さ(m) λ : せん断波の波長(m) V_s : せん断波の速度(m/s) f_{max} : 考慮する地震動の最大周波数(Hz) m : 分割係数(=5とした) </p> <p>境界条件は, 動的解析では, 半無限地盤へのエネルギー散逸を評価するため, モデル側方及び底面に粘性境界を設ける。</p>	<p>設備の相違</p> <p>【女川2】 設備の相違による記載の相違</p> <p>記載方針の相違</p> <p>【女川2】 島根2号炉は, ジョイント要素のモデル化について記載</p> <p>記載方針の相違</p> <p>【女川2】 女川2は, 境界条件について詳述</p>



第2-14 図 境界条件 (動的解析)

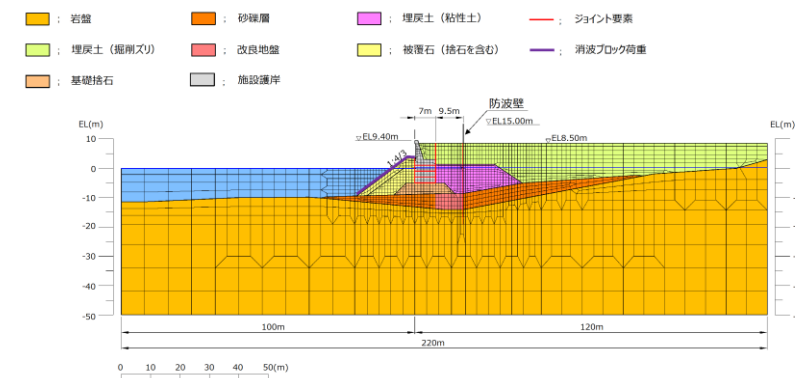
解析モデル及びジョイント要素の設定を第2-15 図に示す。既設改良地盤直下は、沈下防止の観点から岩盤上面まで改良地盤とする。防潮堤前面(海側)は、基礎地盤のすべり安定性確保のため、 C_u 級以上の岩盤上面までを置換コンクリートとし、上部をセメント改良土とする。背面補強工、置換コンクリート及び地盤の異種材料間については、剥離・すべりを考慮するため、ジョイント要素を設定することとするが、表面を露出させて打継処理が可能である箇所についてはジョイント要素を設定しない。



第2-15 図 解析モデル及びジョイント要素の設定

入力地震動は、第2-16 図に示すとおり、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s 又は余震の地震動を一次元波動論により解析モデル下端で評価し、水平方向及び鉛直方向に同時に与える。

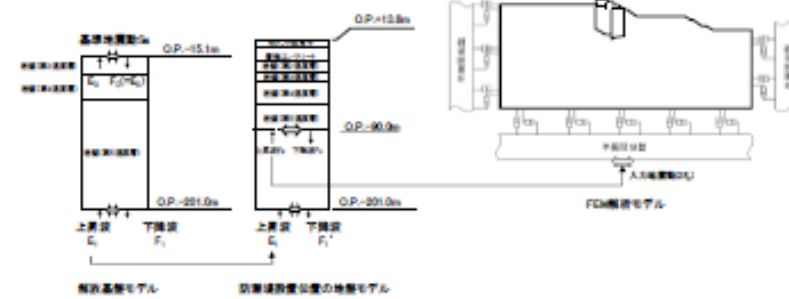
解析モデル及びジョイント要素の設定を第2-14 図に示す。防波壁と背後地盤など、施設と地盤の間の滑り・剥離を考慮する箇所は、ジョイント要素を設定する。また、動的解析では、半無限地盤へのエネルギー散逸を評価するため、モデル側方及び底面に粘性境界を設ける。



第2-14 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) (地盤改良部) の解析モデル

入力地震動は、第2-15 図に示すとおり、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を、一次元波動論により解析モデル下端で評価し、水平方向及び鉛直方向に同時に与える。

・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載の相違



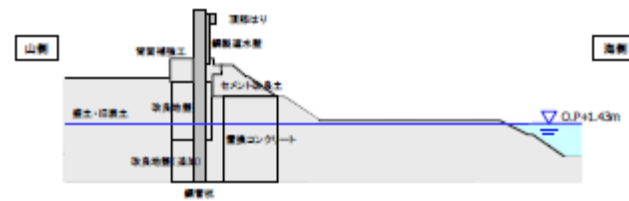
第 2-16 図 入力地震動の設定方法

減衰特性は、Rayleigh 減衰による剛性比例型減衰とする。なお、地盤の非線形性を考慮するマルチスプリング要素 (D 級岩盤, 改良地盤及び盛土・旧表土) は履歴減衰も考慮する。

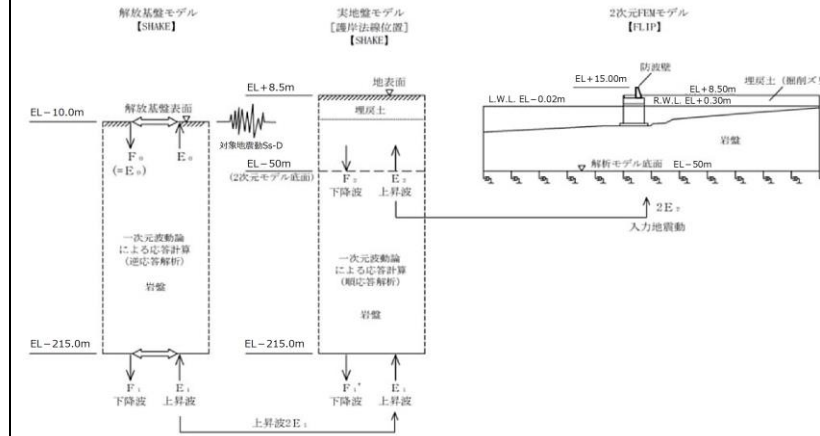
(b) 地震時

地震時の地下水位概要図を第 2-17 図に示す。設置許可段階における構造成立性評価では、一律朔望平均満潮位 (O.P. +1.43m) として設定する。

工認段階においては、三次元浸透流解析の結果を踏まえ保守性を確認の上、設定する。



第 2-17 図 地下水位概要図 (地震時)



第 2-15 図 入力地震動の設定方法

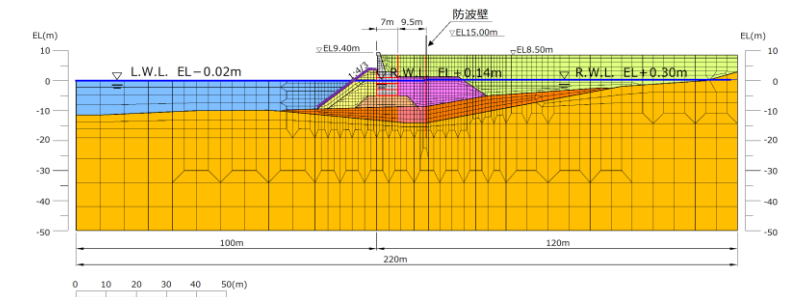
減衰特性は、港湾構造物設計事例集に基づき, Rayleigh 減衰による剛性比例型減衰とする。なお、地盤の非線形性を考慮するマルチスプリング要素 (埋戻土 (掘削ズリ), 埋戻土 (粘性土), 砂礫層, 改良地盤, 被覆石 (捨石を含む) 及び 基礎捨石) は履歴減衰も考慮する。

(b) 地震時

地震時の地下水位概要図を第 2-16 図に示す。設置許可段階における防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の構造成立性評価における地下水位の設定に当たっては、港湾基準に基づく残留水圧を考慮するため、護岸前面は朔望平均干潮位 (L.W.L.) とし、護岸より陸側の地下水位は残留水位 (R.W.L.) を設定する。

詳細設計段階においては、浸透流解析の結果を踏まえ保守性を確認の上、設定する。

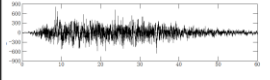
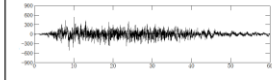
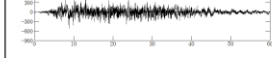
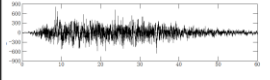
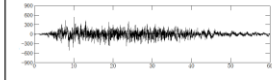
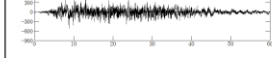
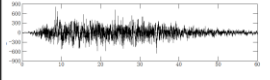
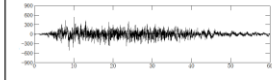
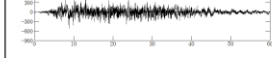
- : 岩盤
- : 砂礫層
- : 埋戻土 (粘性土)
- : ジョイント要素
- : 埋戻土 (掘削ズリ)
- : 改良地盤
- : 被覆石 (捨石を含む)
- : 消波ブロック荷重
- : 基礎捨石
- : 施設護岸



第 2-16 図 地下水位概要図 (地震時)

・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載の相違

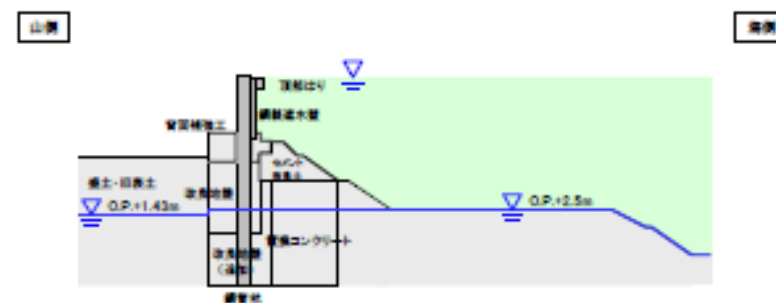
・設計方針の相違
【東海第二, 女川2】
地下水位について、東海第二は地表から1mに、女川2及び島根2号炉は朔望平均満潮位に設定

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																				
	<p>地震時の<u>二次元有効応力解析に考慮する荷重及び荷重の組合せを第2-5表に示す。</u></p> <p><u>上載荷重は、女川既往最大積雪量(43cm)から算出した積雪荷重に0.35を乗じた値を踏まえ設定する。</u></p> <p><u>風荷重は、建設省告示第1454号から求められる風荷重を踏まえ設定する。なお、風荷重は、防潮堤の海側への変形に支配的と考えられる方向(山→海側)へ作用させる。</u></p> <p>地震荷重について、解析に用いた地震波は、(3)で選定した、<u>Ss-D1及びSs-N1の2波である。</u></p> <p>第2-5表 荷重及び荷重の組合せ(地震時)</p> <table border="1" data-bbox="1003 1024 1656 1123"> <thead> <tr> <th rowspan="2">検討ケース</th> <th colspan="3">常時荷重</th> <th colspan="5">短期荷重</th> </tr> <tr> <th>自重</th> <th>上載荷重</th> <th>風荷重</th> <th>地震荷重</th> <th>余震荷重</th> <th>津波荷重</th> <th>漂流物荷重</th> <th>動水圧</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地震時</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>(c)津波時</p>	検討ケース	常時荷重			短期荷重					自重	上載荷重	風荷重	地震荷重	余震荷重	津波荷重	漂流物荷重	動水圧	地震時	○	○	○	○	-	-	-	-	<p>地震時の<u>二次元動的有限要素解析(有効応力)に用いる荷重の組合せを第2-8表に示す。</u></p> <p><u>積雪荷重は0.7kN/m²とし、解析領域表面(海水を除く)に作用させる。</u></p> <p><u>風荷重は、建築物の構築物構造基準に準拠して設定する。</u></p> <p>解析に用いた地震波は、<u>第2-17図に示す(3)で選定したSs-Dの1波である。</u></p> <p>第2-8表 荷重及び荷重の組合せ(地震時)</p> <table border="1" data-bbox="1736 1024 2496 1123"> <thead> <tr> <th rowspan="2">検討ケース</th> <th colspan="5">常時荷重</th> <th colspan="5">短期荷重</th> </tr> <tr> <th>自重</th> <th>積雪荷重</th> <th>風荷重</th> <th>土圧</th> <th>水圧</th> <th>地震荷重</th> <th>余震荷重</th> <th>津波荷重</th> <th>漂流物荷重</th> <th>動水圧</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地震時</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table> <div data-bbox="1736 1207 2496 1333"> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">基準地震動</th> <th>水平方向(NS成分)</th> <th>水平方向(EW成分)</th> <th>鉛直方向</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ss-D</td> <td>敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動 応答スペクトル手法による基準地震動</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 表中のグラフは各基準地震動の加速度時刻歴波形【縦軸：加速度 (cm/s²)、横軸：時間 (s)】</p> </div> <p>第2-17図 解析に用いたSS</p> <p>(c)津波時</p> <p><u>多重管構造については、二次元静的フレームでモデル化し、1本の梁として計算する。地盤は受働土圧を上限とした線形ばねでモデル化する。上部コンクリートおよび内部の中詰コンクリートの剛性および強度は考慮しない。多重鋼管杭のモデル図を第2-18図に示す。</u></p>	検討ケース	常時荷重					短期荷重					自重	積雪荷重	風荷重	土圧	水圧	地震荷重	余震荷重	津波荷重	漂流物荷重	動水圧	地震時	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	基準地震動		水平方向(NS成分)	水平方向(EW成分)	鉛直方向	Ss-D	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動 応答スペクトル手法による基準地震動				<p>・設計方針の相違 【東海第二，女川2】 風荷重の準拠図書について、東海第二は道路橋示方書，女川2は建設省告示第1454号，島根2号炉は構築物構造基準。</p> <p>・記載方針の相違 【女川2】 島根2号炉は、土圧・水圧についても記載</p> <p>・記載方針の相違 【女川2】 島根2号炉は、解析に用いたSsの波形を記載</p> <p>・設備の相違 【女川2】 島根2号炉は、鋼管杭が多重管構造のため、モデル化内容について詳述</p>
検討ケース	常時荷重			短期荷重																																																																			
	自重	上載荷重	風荷重	地震荷重	余震荷重	津波荷重	漂流物荷重	動水圧																																																															
地震時	○	○	○	○	-	-	-	-																																																															
検討ケース	常時荷重					短期荷重																																																																	
	自重	積雪荷重	風荷重	土圧	水圧	地震荷重	余震荷重	津波荷重	漂流物荷重	動水圧																																																													
地震時	○	○	○	○	○	○	-	-	-	○																																																													
基準地震動		水平方向(NS成分)	水平方向(EW成分)	鉛直方向																																																																			
Ss-D	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動 応答スペクトル手法による基準地震動																																																																						

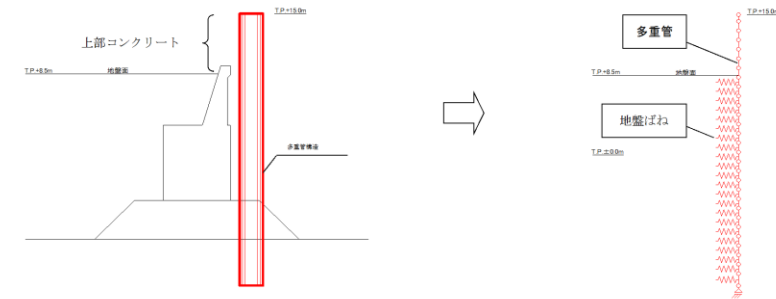
津波時の地下水位概要図を第2-18 図に示す。設置許可段階における構造成立性評価では、津波による地下水位の上昇を考慮し、改良地盤から海側の地下水位については、防潮堤前面の地盤高さである O.P.+2.5m とする。改良地盤から山側の地下水位は、朔望平均満潮位 O.P.+1.43m とする。

工認段階においては、三次元浸透流解析の結果を踏まえ保守性を確認の上、設定する。

また、地盤条件として、地盤の剛性等に基準地震動 Ss 時の残留過剰間隙水圧の影響を考慮する。



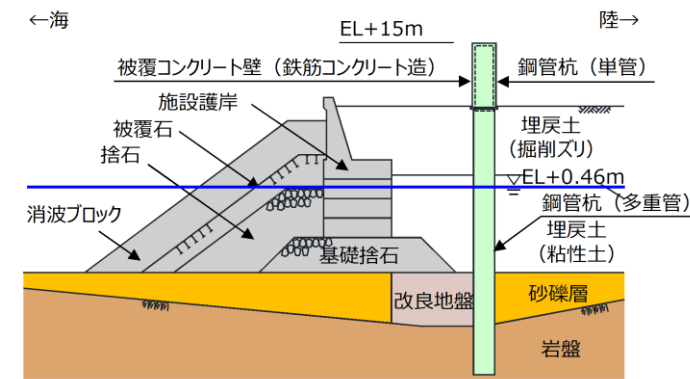
第2-18 図 地下水位概要図 (津波時)



第2-18 図 多重鋼管杭のモデル化 (津波時)

津波時の地下水位概要図を第2-19 図に示す。津波荷重の算定潮位は朔望平均満潮位 (H.W.L.) とし、津波時の構造成立性評価における地下水位は、朔望平均満潮位 (H.W.L.) とする。

詳細設計段階においては、浸透流解析の結果を踏まえ保守性を確認の上、設定する。



第2-19 図 地下水位概要図 (津波時)

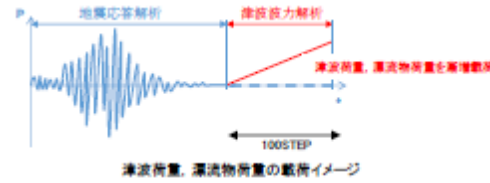
・設計方針の相違
【東海第二，女川2】
女川2は，改良地盤から山側の地下水位を朔望平均満潮位と設定。島根2号炉は，朔望平均満潮位 (H.W.L.) と設定

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																										
	<p>津波時の二次元有効応力解析に考慮する荷重及び荷重の組合せを第2-6表に示す。上載荷重は、地震時と同様に設定する。</p> <p>風荷重について、防潮堤の変形に寄与する方向（山→海側）は津波波力を打ち消す方向であるため、保守的に作用させない（海→山側は、津波荷重作用部には作用させない）。</p> <p>第2-6表 荷重及び荷重の組合せ（津波時）</p> <table border="1" data-bbox="1003 1192 1638 1291"> <thead> <tr> <th rowspan="2">検討 ケース</th> <th colspan="3">常時荷重</th> <th colspan="5">短期荷重</th> </tr> <tr> <th>自重</th> <th>上載荷重</th> <th>風荷重</th> <th>地震荷重</th> <th>余震荷重</th> <th>津波荷重</th> <th>漂流物 荷重</th> <th>動水圧</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>津波時</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>—*</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>※ 山側は、津波荷重作用部には作用させない。 （海→山側は、津波荷重作用部には作用させない）</small></p> <p>津波荷重について、設置許可段階の構造成立性評価時においては、保守的に設定した津波高さ(0.P.+29m)とし、防潮堤前面の地盤高さ(0.P.+2.5m)との差の1/2を津波浸水深として、下式に示す朝倉式より算定した津波波力を第2-19図に示すとおり、基準地震動 Ss 後に、津波荷重を100分割 ($\Delta t=0.01(s)$) して漸増載荷する。</p>	検討 ケース	常時荷重			短期荷重					自重	上載荷重	風荷重	地震荷重	余震荷重	津波荷重	漂流物 荷重	動水圧	津波時	○	○	—*	—	—	○	○	—	<p>津波時の二次元静的フレーム解析に用いる荷重の組合せを第2-9表に示す。積雪荷重は、影響が軽微のため考慮しない。</p> <p>風荷重は、影響が軽微のため考慮しない。</p> <p>第2-9表 荷重及び荷重の組合せ（津波時）</p> <table border="1" data-bbox="1736 1192 2496 1291"> <thead> <tr> <th rowspan="2">検討 ケース</th> <th colspan="5">常時荷重</th> <th colspan="5">短期荷重</th> </tr> <tr> <th>自重</th> <th>積雪荷重</th> <th>風荷重</th> <th>土圧</th> <th>水圧</th> <th>地震荷重</th> <th>余震荷重</th> <th>津波荷重</th> <th>漂流物 荷重</th> <th>動水圧</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>津波時</td> <td>○</td> <td>—*</td> <td>—*</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>※津波時の積雪荷重及び風荷重については、影響が軽微のため考慮しない。</small></p> <p>津波荷重について、基準津波による津波荷重及び漂流物荷重を上回る津波荷重を保守的に設定する。防波壁に作用する津波波力は、港湾基準に示されている式により算定し、第2-20図に示すとおり、擁壁の海側から作用させる。</p>	検討 ケース	常時荷重					短期荷重					自重	積雪荷重	風荷重	土圧	水圧	地震荷重	余震荷重	津波荷重	漂流物 荷重	動水圧	津波時	○	—*	—*	○	○	—	—	○	○	—	<p>・設計方針の相違 【女川2】 東海第二及び島根2号炉は、2次元フレーム解析により解析。女川2は二次元有効応力解析により解析 【女川2】 上載荷重（積雪荷重）について、女川2は考慮しているが、島根2号炉は、影響が軽微のため考慮していない。</p> <p>・設計方針の相違 【女川2】 津波時、女川2は保守的に風荷重を考慮していないが、島根2号炉は、影響が軽微のため風荷重を考慮していない</p> <p>・設計方針の相違 【東海第二、女川2】 津波荷重について、東海第二及び女川2は朝倉式により、島根2号炉は谷本式により算定</p>
検討 ケース	常時荷重			短期荷重																																																									
	自重	上載荷重	風荷重	地震荷重	余震荷重	津波荷重	漂流物 荷重	動水圧																																																					
津波時	○	○	—*	—	—	○	○	—																																																					
検討 ケース	常時荷重					短期荷重																																																							
	自重	積雪荷重	風荷重	土圧	水圧	地震荷重	余震荷重	津波荷重	漂流物 荷重	動水圧																																																			
津波時	○	—*	—*	○	○	—	—	○	○	—																																																			

(観音式)

$$P = \rho \cdot g(3.0 \cdot \eta - z)$$

P : 津波圧(N/m²)
 η : 津波静水深(29.0m-2.5m)/2=13.25m
 z : 防衛堤岸の地盤高(0.P.+2.5m)を基準とした上向きの変位
 g : 重力加速度(=9.80665m/s²)
 ρ : 海水の密度(=1.03t/m³)



第 2-19 図 津波荷重及び漂流物荷重の載荷イメージ

漂流物荷重は、以下に示す道路橋示方書式により算定し作用させる。漂流物荷重は津波荷重同様、基準地震動 S_s 後に 100 分割 ($\Delta t=0.01(s)$) して漸増載荷する。

(道路橋示方書式)

$$P = 0.1 \cdot W \cdot v$$

P : 漂流物荷重(kN/m²)
 W : 対象漂流物重量(漁船15t=147.1kN)
 v : 流速(=9m/s)

(d) 重畳時

重畳時の地下水位及び地盤条件は、津波時と同様の設定とする。

重畳時の荷重及び荷重の組合せを第 2-7 表に示す。

上載荷重は地震時及び津波時と同様とする。

余震荷重は、弾性設計用地震動 S_d-D2 を用いることとし、第 2-20 図に示すとおり、基準地震動 S_s 後に、余震荷重を載荷する。

津波荷重は、構造成立性評価においては、保守的に設定した津波高さ (0.P.+29m) の静水圧を作用させる。津波による動水圧は、海水を液体要素でモデル化することにより考慮する。

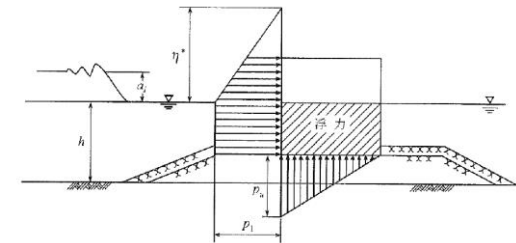
第 2-7 表 荷重及び荷重の組合せ (重畳時)

検討ケース	常時荷重			短期荷重				
	自重	上載荷重	風荷重	地震荷重	余震荷重	津波荷重	漂流物荷重	動水圧
重畳時	○	○	— ^注	—	○	○	—	○

注: 地震時の変位に準ずる方向(山→降)は津波圧力(打ち消す方向)であるため保守的に作用させない。
(降→山)方向は、津波荷重(作用)に正作用させない。

$$\eta^* = 3.0 \times a_1$$

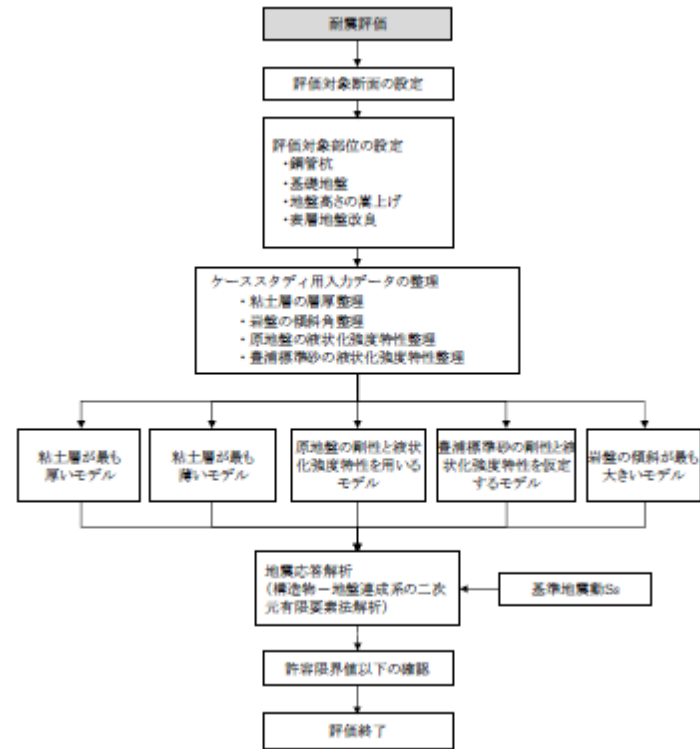
η^* : 静水面上の波圧作用高さ(m)
 a_1 : 入射津波の静水圧上の高さ(振幅)(m)
 $P_1 = 2.2 \times \rho g \times a_1$
 P_1 : 静水面における波圧強度(kN/m²)
 ρg : 海水の単位体積重量(kN/m³)
 $P_u = P_1$
 P_u : 前面下端における揚圧力(kN/m²)



第 2-20 図 津波荷重の載荷イメージ

・設計方針の相違
【東海第二，女川2】
 島根 2 号炉は、参考資料 6 に示すとおり検討を省略

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(3) <u>地震時における鋼管杭基礎の成立性検討結果 (二次元有効応力解析)</u></p> <p>鋼管杭の設計では、選定した代表断面において原地盤モデルでの評価に加え、岩盤の深度や地質分布の不確かさを考慮し、保守的な解析条件での評価を実施する。</p> <p>地震時評価は有効応力解析を実施し、津波時及び余震との重畳時 (津波+余震時) は静的フレーム解析を行い、杭体に発生する断面力を算定し、応力照査を実施する。</p> <p>1) 耐震設計 (有効応力解析)</p> <p>耐震評価では、二次元地震応答解析を行い、地震時の鋼管杭の構造健全性について検討する。検討は、有効応力の変化に伴う地盤の挙動の変化を考慮することができる有効応力解析を用いる。鋼管杭の構造成立性確認のための耐震評価の検討フローを第3-10図に示す。</p>	<div data-bbox="1151 304 1507 504" data-label="Figure"> </div> <p>第2-20 図 余震荷重の載荷イメージ</p> <p>(e) 鋼管杭の評価条件</p> <p>鋼管杭の許容応力度の考え方を第2-21 図に示す。<u>地中部 (O.P.+18.5m 以深) の下杭は、下部構造として取り扱うこととし、道路橋示方書・同解説 (IV 下部構造編) に準拠した許容応力度を用いる。</u></p> <p><u>道路橋示方書・同解説 (IV 下部構造編) によると、「全長が地中に埋込まれた杭では、一般に座屈の影響を考慮しなくてよい。これは杭側面の地盤が軟弱である場合でも座屈を拘束するからである。」との記載がある。防潮堤においては、杭は背面補強工 (コンクリート) 又は改良地盤に埋め込まれており、かつすべりに対する安定性 (内的安定) を確保することで、座屈に対する拘束効果を見込めることから、座屈非考慮とする。</u></p> <p><u>地上部 (O.P.+18.5m 以浅) の上杭は、上部構造として取り扱うこととし、道路橋示方書・同解説 (II 鋼橋編) に準拠し、局部座屈を考慮した許容応力度を用いる。</u></p> <p><u>ここで、鋼管内部にコンクリート充填されている O.P.+18.5m~21.0m の範囲は、補剛環を介してコンクリートと一体化されていること、上杭と下杭の接合部である O.P.+16.5m~20.0m の範囲で、シアキー及びモルタル充填により一体化されていることから、道路橋示方書・同解説 (II 鋼橋編) に準拠し、座屈非考慮とする。</u></p>	<p>(d) 鋼管杭の評価条件</p> <p>鋼管杭の許容応力度の考え方を第2-10 表に示す。<u>多重鋼管杭は、第2-21 図に示すとおり、各鋼管を中詰めコンクリート及びモルタルで充填することにより、一体として挙動し、荷重を分担できる構造とした。</u></p> <p><u>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の2次元動的 FEM 解析にあたっては、多重鋼管杭はビーム要素でモデル化し、単一の断面積及び断面二次モーメント (各管の断面二次モーメントの合計) を設定する。</u></p>	<p>・設備の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】 島根2号炉は、多重鋼管杭を採用</p> <p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】 東海第二及び女川2は座屈の影響を考慮している</p>

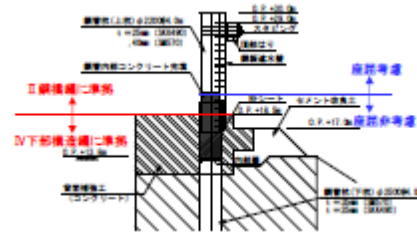


第3-10図 鋼管杭の構造成立性確認のための耐震評価の検討フロー

① 地震応答解析の基本条件

地震応答解析に用いる解析モデルは、地質断面図に基づき作成する。鉛直方向は新第三系地盤である久米層（岩盤）が比較的浅い位置に存在する南側断面ではT.P. -80m、岩盤が深い位置に存在する北側断面についてはT.P. -130mまでモデル化する。水平方向は杭位置を中心に左右100mまでモデル化する。杭は梁要素でモデル化し線形要素とする。地盤はマルチスプリング要素でモデル化した非線形要素と水位以深は間隙水圧要素を配置する。

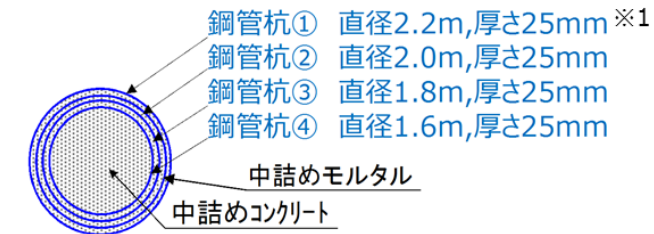
入力地震動は、一次元波動論により、東海第二発電所の解放基盤表面深度であるT.P. -370m～T.P. -80mあるいはT.P. -130mまでをモデル化した剥ぎ取り地盤モデルを用いて、T.P. -80mあるいはT.P. -130m位置で評価した地震動（2E）を用いる。



第2-21 図 鋼管の許容応力度の考え方

第2-10 表 照査項目，許容限界

評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
鋼管杭	地震時	2次元動的FEM解析 (有効応力解析)	曲げ せん断	(曲げ) 降伏モーメント (せん断) せん断応力度	道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 (平成14年3月)
	津波時	2次元静的フレーム解析			



※1 最外管については、セメントミルクで周囲を覆われており腐食する環境ではないと判断できるが、保守的に厚さに腐食代1mmを考慮し、断面積・断面二次モーメントを算定する。ここで、腐食代は、港湾基準に示されている鋼材の腐食速度の標準値(陸側土中部、残留水位より下)を使用し、耐用年数を50年として算出した。

$$\text{断面二次モーメント } I^{*2} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$

$$\text{断面積 } A^{*2} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

※2 添え字は鋼管杭の番号

第2-21 図 多重鋼管杭の概要

【東海第二，女川2】
東海第二及び女川2は、鋼管杭について、短期許容応力度を許容限界としている。一方、島根2号炉は、鋼管杭について、短期許容応力度より導出された降伏モーメント(曲げ)及びせん断応力度(せん断)を許容限界としている。

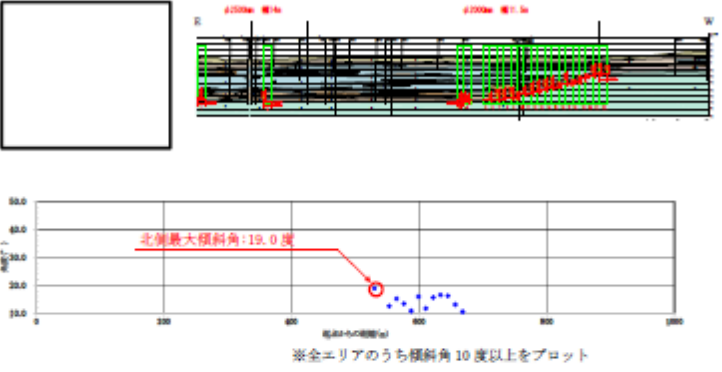
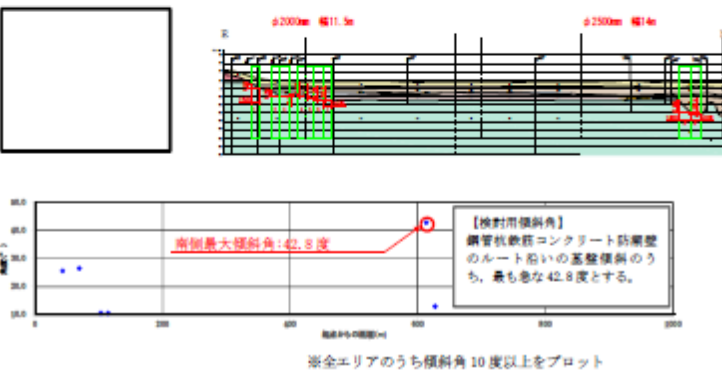
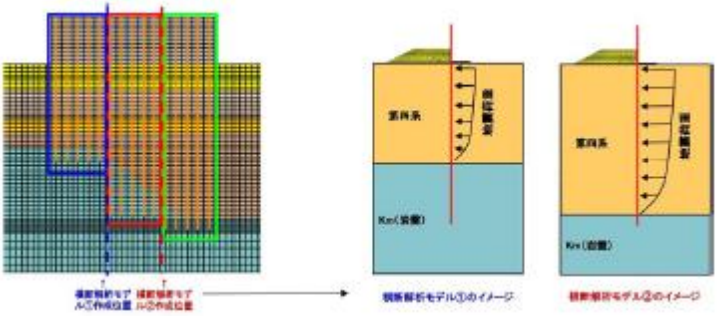
・設計方針の相違

【東海第二，女川2】
島根2号炉は、多重鋼管杭を採用していることから、その概要について記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考						
<p>地震応答解析により算定された杭及び地盤の応答値を用いて、杭体の断面力に対する、曲げモーメント・軸力及びせん断応力の照査を行い、許容限界以下であることを確認する。</p> <p>a. 曲げモーメント・軸力に対する照査</p> <p>鋼管杭の曲げ及び軸力に対する許容限界は、道路橋示方書・同解説 (IV下部構造編) に基づき、発生応力が短期許容応力度以下であることを照査する。なお、曲げ及び軸力に対する応力度照査は、以下の式で算出する。</p> $\sigma = \frac{M}{Z} + \frac{N}{A}$ <p>M: 最大曲げモーメント (N・mm) Z: 断面係数 (mm³) N: 軸力 (N) A: 有効断面積 (mm²)</p> <p>b. せん断力に対する照査</p> <p>鋼管杭のせん断に対する許容限界は、曲げと同様に道路橋示方書・同解説 (IV下部構造編) に基づき、発生せん断応力が短期許容応力度以下であることを照査する。なお、せん断に対する応力度照査は、以下の式で算出する。</p> $\tau = \frac{S}{A}$ <p>S: せん断力 (N) A: 有効断面積 (mm²)</p> <p>c. 極限支持力</p> <p>基礎地盤の支持性能に対する照査は、杭先端部分の要素の鉛直方向の時刻歴最大値 σ_y と極限支持力を比較し、応答値が極限支持力を下回ることを確認する。極限支持力の算出については、道路橋示方書・同解説 (IV下部構造編, 12.4 杭) に基づき算出する。</p> <p>② 解析モデルの設定</p> <p>解析モデルは、原地盤モデルでの評価に加え、岩盤の深度</p>	<p>また、各時刻における曲げ、せん断に対する応力度照査は以下の式で算出する。</p> <p>【応力度照査式】</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">(曲げ圧縮)</td> <td style="text-align: center;">(せん断)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$\sigma = \frac{M}{Z} + \frac{N}{A}$</td> <td style="text-align: center;">$\tau = \alpha \frac{S}{A}$</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;"> M: 曲げモーメント (kN・m) Z: 断面係数 (mm³) N: 軸力 (N) A: 断面積 (mm²) </td> <td style="font-size: small;"> S: せん断力 (N) A: 断面積 (mm²) α: 断面係数 (=2.0) </td> </tr> </table> <p>なお、長杭は短杭より長く、重量が大きいため、発生断面力が大きくなることから、評価は長杭に代表させる。</p>	(曲げ圧縮)	(せん断)	$\sigma = \frac{M}{Z} + \frac{N}{A}$	$\tau = \alpha \frac{S}{A}$	M: 曲げモーメント (kN・m) Z: 断面係数 (mm ³) N: 軸力 (N) A: 断面積 (mm ²)	S: せん断力 (N) A: 断面積 (mm ²) α: 断面係数 (=2.0)	<p>鋼管杭については、杭に発生する最大曲げモーメント M_{max} と降伏モーメント M_y との比が 1 以下となることを確認する。また、せん断応力度 τ と降伏せん断応力度 τ_y との比が 1 以下となることを確認する。</p> <p>【曲げ】</p> $\frac{M_{max}}{M_y} \leq 1$ <p>M_{max}: 最大曲げモーメント (kN・m) M_y: 降伏モーメント (kN・m)</p> <p>【せん断】</p> $\frac{\tau}{\tau_y} \leq 1$ <p>τ: 発生せん断応力度 (N/mm²) τ_y: 降伏応力度 (N/mm²)</p>	<p>【東海第二, 女川2】</p> <p>東海第二及び女川2は、鋼管杭について、短期許容応力度を許容限界としている。一方、島根2号炉は、鋼管杭について、短期許容応力度より導出された降伏モーメント (曲げ) 及びせん断応力度 (せん断) を許容限界としている。</p> <p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>女川2及び島根2号炉は、極限支持力の照査条件を (h) に記載</p> <p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p>
(曲げ圧縮)	(せん断)								
$\sigma = \frac{M}{Z} + \frac{N}{A}$	$\tau = \alpha \frac{S}{A}$								
M: 曲げモーメント (kN・m) Z: 断面係数 (mm ³) N: 軸力 (N) A: 断面積 (mm ²)	S: せん断力 (N) A: 断面積 (mm ²) α: 断面係数 (=2.0)								

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>や地質分布の不確かさに着目し、それらが杭の構造健全性に与える影響を評価できるよう保守的な解析条件での評価を実施する。</p> <p>敷地の北側の地層には、粘土層 (A c 層) と砂層 (A s 層) が互層となり概ね水平成層で分布している。各地層の層厚にはバラツキがあることから、粘土層の層厚が防潮堤に与える影響について把握することを目的として、敷地内の地質データを整理し、粘土層の層厚が最も厚い地盤と、最も薄い地盤とした解析モデルでその影響を確認する。</p> <p>また、防潮堤直下には岩盤深度が変化する区間が存在するため、岩盤の傾斜角が防潮堤に与える影響について検討を行う。また、敷地内の地質データを整理し、傾斜角が最も大きい区間の解析モデルで、防潮堤 1 ユニットの内の応答値の影響を確認する。</p> <p>さらに、上記の解析ケースに加え、地質分布の不確かさに着目し、保守的な検討として、液状化検討対象層である全ての砂層・砂礫層に対し、豊浦標準砂の液状化強度特性を仮定することで強制的に液状化させる条件を与えた解析モデルで検討する。</p> <p>取水構造物より北側エリアにおける粘土層の層厚分布について第3-11図に、岩盤の傾斜角整理について第3-12図に、岩盤の傾斜の違いによる断面のモデル化について第3-13図に示す。</p> <p>d. 座屈に対する照査</p> <p>座屈は以下の式で算出される座屈耐力と杭体に発生する最大軸力とを比較する。</p> $N_{cr} = F \left(0.8 + 2.5 \frac{t}{r} \right) A \quad (0.01 < t/r \leq 0.08)$ <p>F : 鋼材の基準強度 (=σ_y) (N/mm²)</p> <p>t : 鋼管の厚さ (腐食代を考慮) (mm)</p> <p>r : 鋼管の半径 (mm)</p> <p>A : 鋼管の断面積 (腐食代を考慮) (mm²)</p>			<p>女川2及び島根2号炉は、解析モデルの設定を(4) a. (a)等に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="172 260 507 611" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>■粘土層 (A c層) の厚さについて</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 非液状化層である粘土層 (A c層) が厚く分布し、岩盤上限面高さが深い (T.P. 約-57m~-T.P. 約-58m) の区間において検討する。 ② ①の区間において、非液状化層であるA c層の合計層厚が最大となる断面を選定。 ③ ①の区間において、非液状化層であるA c層の合計層厚が最小、すなわち液状化検対象層厚がほぼ最大となる断面を選定。 </div> <div data-bbox="222 625 884 1171"> </div> <p data-bbox="240 1192 834 1224">第3-11図 北側エリアにおける粘土層の層厚分布図</p>			<p data-bbox="2525 254 2837 373">女川2及び島根2号炉は、解析モデルの設定を(4) a. (a)等に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>【敷地の北側】</p>  <p>【敷地の南側】</p>  <p>第3-12図 岩盤の傾斜角整理図</p>  <p>第3-13図 岩盤の傾斜の違いによる断面のモデル化 (縦断方向断面及び横断方向断面)</p>			<p>女川2及び島根2号炉は、解析モデルの設定を(4) a. (a)等に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																											
<p>(4) 地震時における鋼管杭基礎の成立性検討結果 (二次元有効応力解析 (断面：地点③, 横断・縦断方向))</p> <p>1) 検討ケース及び検討モデル</p> <p>有効応力解析により, 粘土層の層厚の大小による評価及び豊浦標準砂の地盤物性を用いて評価を実施した。解析検討ケース一覧表を第3-6表, 検討モデルを第3-14図に示す。</p> <p style="text-align: center;">第3-6表 解析検討ケース一覧表</p> <table border="1" data-bbox="204 667 857 1081"> <thead> <tr> <th>評価 ケース</th> <th>断面方向</th> <th>内 容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>横断面</td> <td>原地盤の剛性と液状化強度特性を用いるモデル</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>横断面</td> <td>豊浦標準砂の剛性と液状化強度特性を仮定したモデル</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>横断面</td> <td>粘土層が最も厚い原地盤モデル</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>横断面</td> <td>粘土層が最も厚く, 豊浦標準砂の剛性と液状化強度特性を仮定したモデル</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>横断面</td> <td>粘土層が最も薄い原地盤モデル</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>横断面</td> <td>粘土層が最も薄く, 豊浦標準砂の剛性と液状化強度特性を仮定したモデル</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>横断面</td> <td>原地盤の剛性と液状化強度特性を用いるモデル (S_g-31波 (留前波))</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>縦断面</td> <td>原地盤モデル</td> </tr> </tbody> </table>	評価 ケース	断面方向	内 容	1	横断面	原地盤の剛性と液状化強度特性を用いるモデル	2	横断面	豊浦標準砂の剛性と液状化強度特性を仮定したモデル	3	横断面	粘土層が最も厚い原地盤モデル	4	横断面	粘土層が最も厚く, 豊浦標準砂の剛性と液状化強度特性を仮定したモデル	5	横断面	粘土層が最も薄い原地盤モデル	6	横断面	粘土層が最も薄く, 豊浦標準砂の剛性と液状化強度特性を仮定したモデル	7	横断面	原地盤の剛性と液状化強度特性を用いるモデル (S _g -31波 (留前波))	8	縦断面	原地盤モデル			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は, 成立性検討結果を(5)に記載</p>
評価 ケース	断面方向	内 容																												
1	横断面	原地盤の剛性と液状化強度特性を用いるモデル																												
2	横断面	豊浦標準砂の剛性と液状化強度特性を仮定したモデル																												
3	横断面	粘土層が最も厚い原地盤モデル																												
4	横断面	粘土層が最も厚く, 豊浦標準砂の剛性と液状化強度特性を仮定したモデル																												
5	横断面	粘土層が最も薄い原地盤モデル																												
6	横断面	粘土層が最も薄く, 豊浦標準砂の剛性と液状化強度特性を仮定したモデル																												
7	横断面	原地盤の剛性と液状化強度特性を用いるモデル (S _g -31波 (留前波))																												
8	縦断面	原地盤モデル																												

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>(ケース1) 原地盤モデル</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>(ケース2) 豊浦標準砂を仮定したモデル</p>  </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  <p>豊浦標準砂適用箇所</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>(ケース3) 粘性土が最も厚い原地盤モデル</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>(ケース4) 粘性土が最も厚く、豊浦標準砂を仮定したモデル</p>  </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  <p>豊浦標準砂適用箇所</p> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">第3-14図(1) 検討モデル</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="192 262 845 1071" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="385 1102 682 1144">第3-14図(2) 検討モデル</p> <p data-bbox="172 1333 326 1365">2) 評価結果</p> <p data-bbox="192 1375 920 1543">杭の発生応力度及び基礎地盤の支持力度に関する評価結果を第3-7表、各ケースの断面力分布図を第3-15図、残留変位量を第3-8表、過剰間隙水圧比分布図を第3-16図、最大せん断ひずみ分布図を第3-17図に示す。</p>			<p data-bbox="2522 252 2819 472">・記載方針の相違 【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

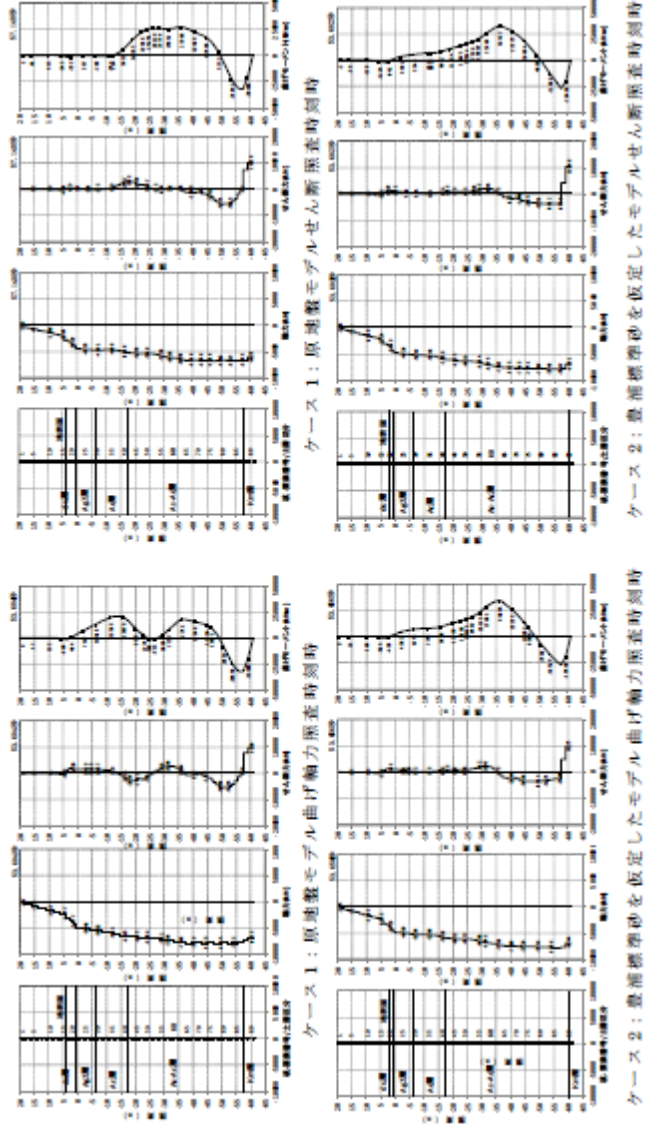
第3-7表(1) 評価結果 (曲げ・軸力に対する照査)

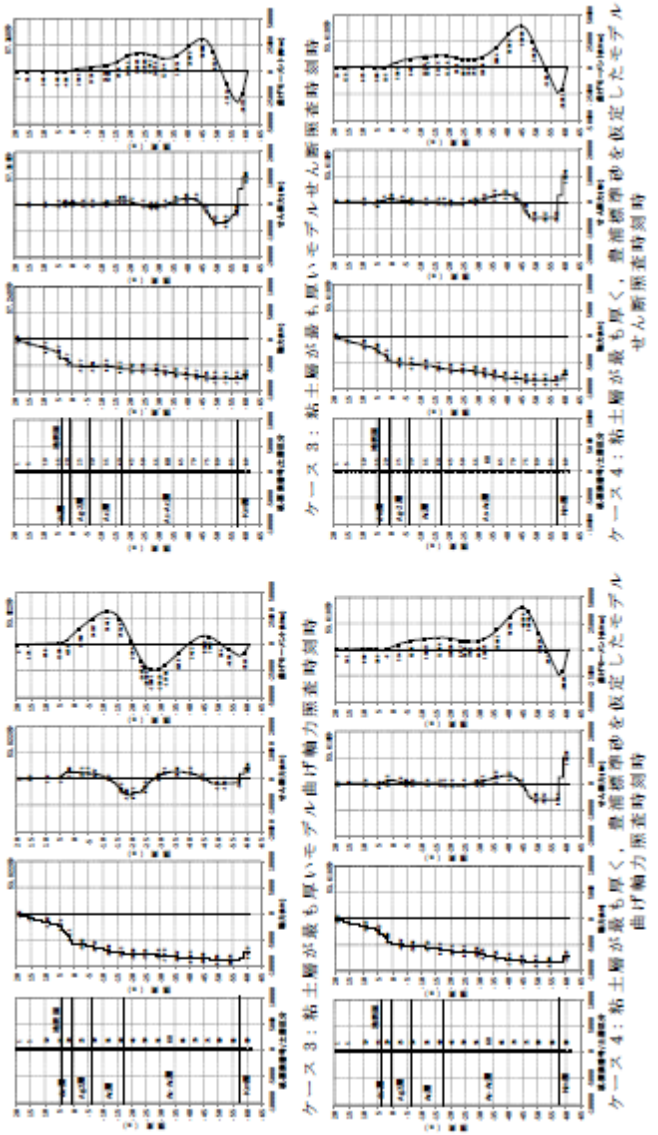
	発生応力度 σ (N/mm ²) (M/Z+N/A)	許容応力度 σ_{sa} (N/mm ²) (SME70)	安全率 σ_{sa}/σ	判定
ケース 1 原状態モデル	229.58	382.5	1.66	OK
ケース 2 豊原調整砂を仮定したモデル	240.76	382.5	1.58	OK
ケース 3 粘性土が最も薄い原状態モデル	223.64	382.5	1.71	OK
ケース 4 粘性土が最も厚く、豊原調整砂を仮定したモデル	280.69	382.5	1.36	OK
ケース 5 粘性土が最も薄い原状態モデル	224.37	382.5	1.70	OK
ケース 6 粘性土が最も厚く、豊原調整砂を仮定したモデル	243.23	382.5	1.57	OK
ケース 7 原状態モデルより31枚 (留設後)	135.11	382.5	2.83	OK
ケース 8 原状態モデル (留設後)	209.44	382.5	1.82	OK

第3-7表(2) 評価結果 (せん断に対する照査)

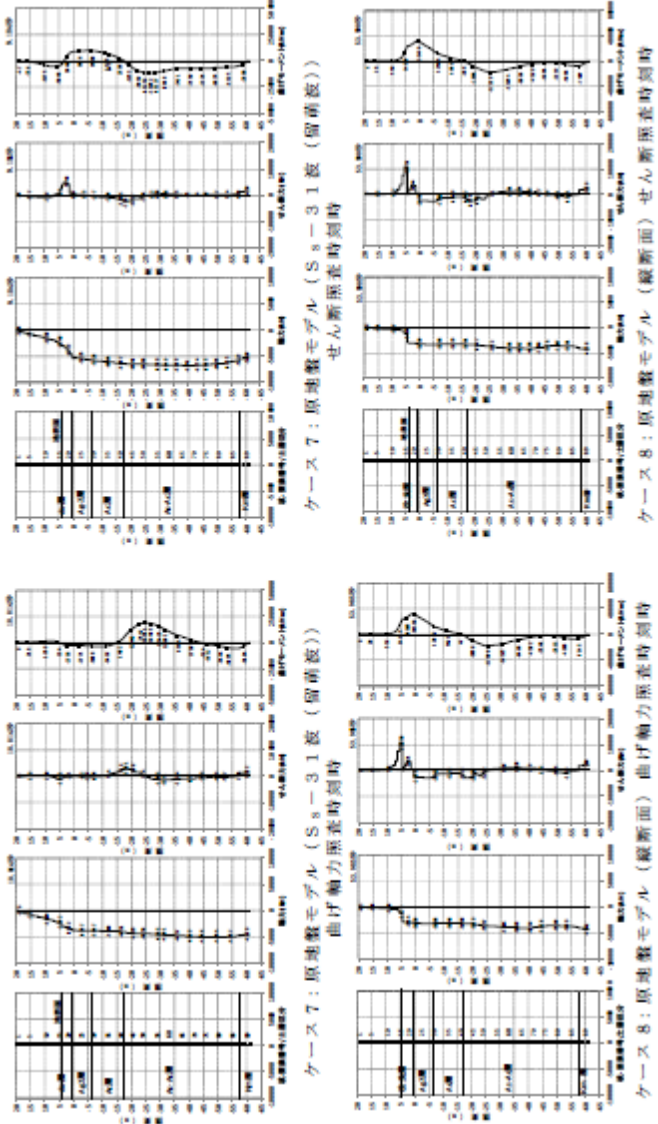
	発生応力度 τ (N/mm ²)	許容応力度 τ_{sa} (N/mm ²) (SME70)	安全率 τ_{sa}/τ	判定
ケース 1 原状態モデル	38.82	217.5	5.60	OK
ケース 2 豊原調整砂を仮定したモデル	38.94	217.5	5.58	OK
ケース 3 粘性土が最も薄い原状態モデル	39.37	217.5	5.52	OK
ケース 4 粘性土が最も厚く、豊原調整砂を仮定したモデル	38.15	217.5	5.70	OK
ケース 5 粘性土が最も薄い原状態モデル	38.03	217.5	5.72	OK
ケース 6 粘性土が最も厚く、豊原調整砂を仮定したモデル	38.89	217.5	5.59	OK
ケース 7 原状態モデルより31枚 (留設後)	19.17	217.5	11.34	OK
ケース 8 原状態モデル (留設後)	41.23	217.5	5.27	OK

・記載方針の相違
【東海第二】
女川2及び島根2号炉
は、成立性検討結果を
(5)に記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>第3-15図(1) 断面力分布図 (各々の最大応力発生時刻)</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>第3-15図(2) 断面力分布図 (各々の最大応力発生時刻)</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>第3-15図(3) 断面力分布図 (各々の最大応力発生時刻)</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>ケース7：原機モデル (Sa-31 版 (留置後)) せん断力発生時刻時</p> <p>ケース8：原機モデル (Sa-31 版 (留置後)) せん断力発生時刻時</p> <p>ケース7：原機モデル (Sa-31 版 (留置後)) 曲げ軸力発生時刻時</p> <p>ケース8：原機モデル (Sa-31 版 (留置後)) 曲げ軸力発生時刻時</p> <p>第3-15図(4) 断面力分布図 (各々の最大応力発生時刻)</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

第3-7表(3) 評価結果 (支持力照査)

	発生応力度 σ_y (kN/m ²)	極限支持力度 qd (kN/m ²) (SM570)	安全率 qd / σ_y	判定 (> 1.2)
ケース 1 原状盤モデル	747.5	6,288	8.41	OK
ケース 2 基礎掘削砂を仮定したモデル	813.0	6,288	7.73	OK
ケース 3 粘性土が最も薄い原状盤モデル	746.5	6,288	8.42	OK
ケース 4 粘性土が最も薄く、基礎掘削砂を仮定したモデル	800.0	6,288	7.86	OK
ケース 5 粘性土が最も薄い原状盤モデル	756.5	6,288	8.31	OK
ケース 6 粘性土が最も薄く、基礎掘削砂を仮定したモデル	819.0	6,288	7.67	OK
ケース 7 原状盤モデル S _u -31 区 (仮設盤)	600.0	6,288	10.48	OK
ケース 8 原状盤モデル (仮設盤)	573.0	6,288	10.97	OK

第3-7表(4) 評価結果 (座屈耐力に対する照査)

	発生軸力 N (kN)	座屈耐力 N _u (kN) (SM570)	安全率 N _u / N	判定
ケース 1 原状盤モデル	10,290.9	102,802	9.98	OK
ケース 2 基礎掘削砂を仮定したモデル	10,585.4	102,802	9.71	OK
ケース 3 粘性土が最も薄い原状盤モデル	9,663.4	102,802	10.63	OK
ケース 4 粘性土が最も薄く、基礎掘削砂を仮定したモデル	11,099.1	102,802	9.26	OK
ケース 5 粘性土が最も薄い原状盤モデル	10,347.3	102,802	9.93	OK
ケース 6 粘性土が最も薄く、基礎掘削砂を仮定したモデル	10,661.0	102,802	9.64	OK
ケース 7 原状盤モデル S _u -31 区 (仮設盤)	7,060.7	102,802	14.55	OK
ケース 8 原状盤モデル (仮設盤)	6,381.2	102,802	16.11	OK

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

・記載方針の相違
【東海第二】
女川2及び島根2号炉
は、成立性検討結果を
(5)に記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

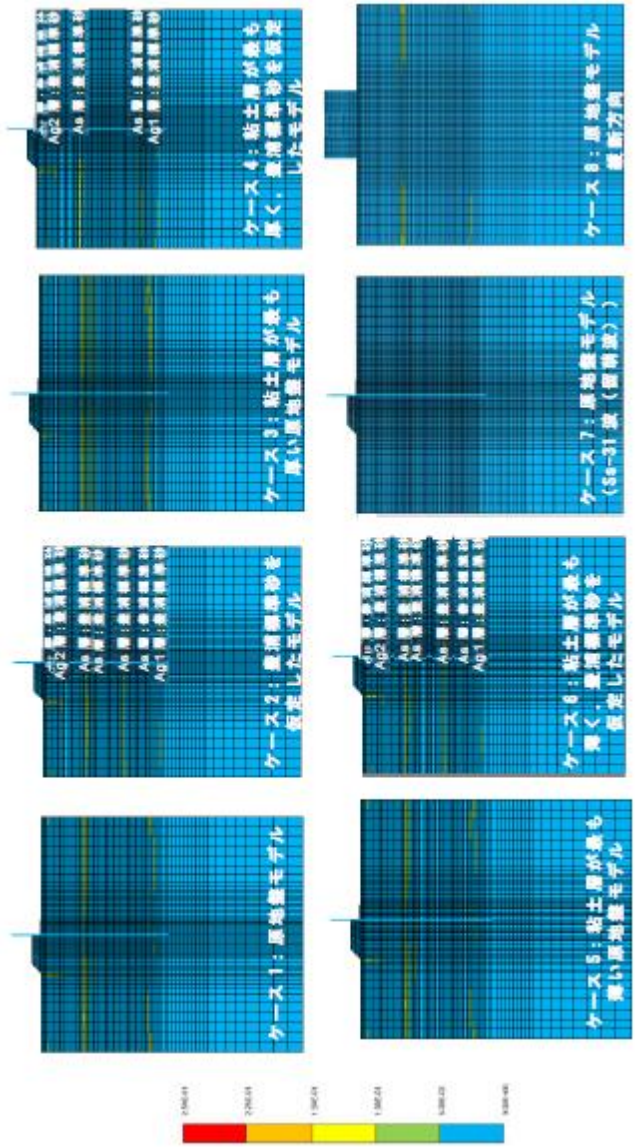
備考

第3-8表 残留変位量

		水平変位 (m)	鉛直変位 (m)
ケース 1 原状態モデル	上部工天端～上部工下端の相対変位量	-0.0607	-0.0169
ケース 2 重量標準砂を仮定したモデル		-0.0922	-0.0206
ケース 3 粘性土が最も悪い原状態モデル		-0.0551	-0.0162
ケース 4 粘性土が最も悪く、重量標準砂を仮定したモデル		-0.0723	-0.0199
ケース 5 粘性土が最も悪い原状態モデル		-0.0620	-0.0172
ケース 6 粘性土が最も悪く、重量標準砂を仮定したモデル		-0.0956	-0.0211
ケース 7 原状態モデル5-31位 (仮設地)		-0.0293	-0.0070
ケース 8 原状態モデル (観測値)		0.0004	-0.0027

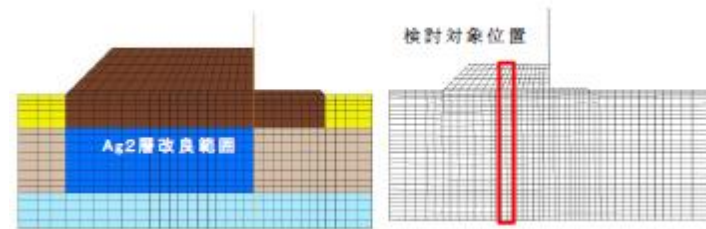
・記載方針の相違
【東海第二】
女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>第3-16図 過剰間隙水圧比分布図</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p data-bbox="326 1417 742 1459">第3-17図 最大せん断ひずみ分布図</p>			<p data-bbox="2522 252 2819 472"> ・記載方針の相違 【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載 </p>

以上の評価結果からいずれのケースにおいても、基準地震動 S_s に対して、杭の曲げ、せん断、座屈及び基礎地盤の支持力の照査値は許容限界値以下であり、十分な構造強度を有している見通しを得た。

次にケース1～ケース7の過剰間隙水圧比及び最大せん断ひずみより、石原チャートを適用して地震後の沈下量を算定した範囲を第3-18図に示し、地震後の地盤高さの嵩上げ部の沈下量を第3-9表に示す。



第3-18図 Ag 2 層改良範囲と検討対象位置

第3-9表 地震後の地盤高さの嵩上げ部の沈下量

ケース名	FLIPより算出された地盤沈下量 (m)	過剰間隙水圧消散時沈下量 (m)	不飽和部ゆすり込み沈下量 (m)	合計沈下量 (m)
ケース 1: 原地盤の剛性と液状化強度特性を用いるモデル	0.090	0.029	0.000	0.119
ケース 2: 豊浦標準砂の剛性と液状化強度特性を仮定したモデル	0.110	0.064	0.000	0.174
ケース 3: 粘土層が最も厚い原地盤モデル	0.090	0.048	0.000	0.138
ケース 4: 粘土層が最も厚く、豊浦標準砂の剛性と液状化強度特性を仮定したモデル	0.090	0.053	0.000	0.143
ケース 5: 粘土層が最も薄い原地盤モデル	0.092	0.076	0.000	0.168
ケース 6: 粘土層が最も薄く、豊浦標準砂の剛性と液状化強度特性を仮定したモデル	0.114	0.107	0.000	0.221
ケース 7: 原地盤の剛性と液状化強度特性を用いるモデル (S_s-3 級 (備前級))	0.007	0.000	0.000	0.007

以上の評価結果から、沈下量は最大でも0.221mであることを得た。よって、Ag 2層を浸透固化工法で改良することにより、地震時の大きなせん断ひずみを低下させることができ、地盤高さの嵩上げ部の沈下を抑制することができる。

以下に横断方向の結果の概要について示す。

① 曲げ軸力による杭体の応力度が最大となるのは、ケース4(A

・記載方針の相違
【東海第二】
女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>c層最大(液状化対象層を豊浦標準砂と仮定))であり、豊浦標準砂を仮定したケースで安全率が小さくなる傾向にある。</u></p> <p>② <u>杭体で最大曲げモーメントが発生する位置は、G.L. -35m付近のAc層とAs層(豊浦標準砂を仮定した場合も含む)かAc層とAg1層(豊浦標準砂を仮定した場合)との境目付近となる。</u></p> <p>③ <u>S_s-31波(留萌波)の安全率はS_s-D1波に対して十分に大きくなる。これは、地震動の繰返しが少ないため、過剰間隙水圧が増加せず(有効応力が低下せずに)地盤の剛性も低下しないことによる。</u></p> <p>④ <u>支持力、残留変位の最大値については、ケース6が最大となる。</u></p> <p>⑤ <u>過剰間隙水圧比が95%以上になるのは、豊浦標準砂を仮定したケースのみであり、地表面付近のdu層(豊浦標準砂を仮定)、Ag2層(豊浦標準砂を仮定)、及びG.L. -20m付近のAs層(豊浦標準砂を仮定)である。それ以深については、非液状化層との界面に95%以上となる個所(豊浦標準砂を仮定)が存在する。</u></p> <p>⑥ <u>最大せん断ひずみ分布では、大きなせん断ひずみが生じるケースは存在しない。</u></p> <p>⑦ <u>沈下量は石原チャートによる過剰間隙水圧の消散によるものを考慮しても、最大でケース6の22cmである。</u></p> <p><u>①から⑦の結果より、杭体の曲げが最も厳しいケースは、粘土層が厚くかつ豊浦標準砂を仮定したケースであり、地盤の軟化に伴い杭へ作用する土圧が大きくなったことによるもの考えられる。</u></p> <p><u>いずれのケースにおいても、基準地震動S_sに対して、杭の曲げ、せん断及び支持力の照査値は許容限界値以下であり、十分な構造強度を有していることを確認した。</u></p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

(5) 地震時における鋼管杭基礎の成立性検討結果

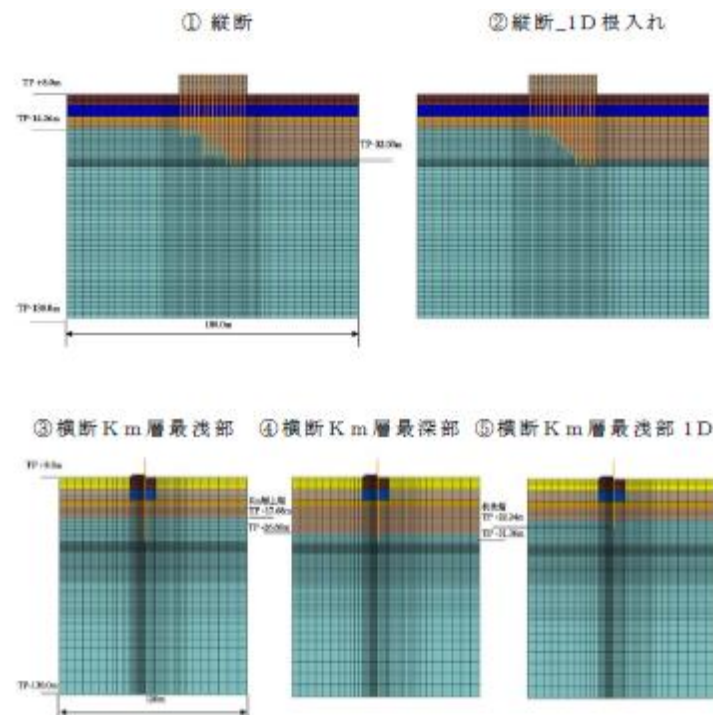
(二次元有効応力解析 (岩盤傾斜部))

1) 検討ケース及び検討モデル

有効応力解析により、岩盤傾斜部における岩盤への根入れ深さ及び地層条件の違いによる評価を原地盤の物性値を用いて実施した。解析検討ケース一覧表を第3-10表、検討モデルを第3-19図に示す。

第3-10表 解析検討ケース一覧表

ケース名	岩盤への根入れ深さ	内容	備考
①縦断	岩着杭 (T.P. -31.36m)	杭長一定	縦断モデル 最浅・最深部杭照査
②縦断_1D根入れ	岩着杭 (1D)	杭長変更 (各杭根入れ長 1D)	
③横断_K m最浅部	岩着杭 (T.P. -31.36m)	K m層最浅部 (根入れ長最大)	横断モデル
④横断_K m最深部	岩着杭 (T.P. -31.36m)	K m層最深部 (根入れ長最小)	
⑤横断_K m最浅部_1D	岩着杭 (T.P. -22.24m)	K m層最浅部 (根入れ長 1D)	



第3-19図 検討モデル

・記載方針の相違
【東海第二】
女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																								
<p>2) 評価結果</p> <p>杭の発生応力度及び基礎地盤の支持力度に関する評価結果を第3-11表、残留変位量を第3-12表に示す。第3-20図に照査対象位置図を、第3-21図に断面力分布図を示す。</p> <div data-bbox="350 493 712 709" data-label="Image"> </div> <p>第3-20図 縦断方向の照査対象位置図</p> <p>第3-11表(1) 評価結果 (曲げ・軸力に対する照査)</p> <table border="1" data-bbox="201 886 863 1348"> <thead> <tr> <th></th> <th>発生応力度 σ (N/mm²) (M / Z + N / A)</th> <th>許容応力度 σ_{sa} (N/mm²) (SM570)</th> <th>安全率 σ_{sa} / σ</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①縦断 (最浅部: 杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>230.32</td> <td>382.5</td> <td>1.66</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>①縦断 (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>178.68</td> <td>382.5</td> <td>2.14</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>②縦断_1D根入れ (最浅部: 杭先端 T.P. -22.24m)</td> <td>202.36</td> <td>382.5</td> <td>1.89</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>②縦断_1D根入れ (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>178.13</td> <td>382.5</td> <td>2.14</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>③横断_Km最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>208.41</td> <td>382.5</td> <td>1.83</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>④横断_Km最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>254.75</td> <td>382.5</td> <td>1.50</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>⑤横断_Km最浅部_1D (杭先端 T.P. -22.24m)</td> <td>201.95</td> <td>382.5</td> <td>1.89</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table>		発生応力度 σ (N/mm ²) (M / Z + N / A)	許容応力度 σ_{sa} (N/mm ²) (SM570)	安全率 σ_{sa} / σ	判定	①縦断 (最浅部: 杭先端 T.P. -31.36m)	230.32	382.5	1.66	OK	①縦断 (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)	178.68	382.5	2.14	OK	②縦断_1D根入れ (最浅部: 杭先端 T.P. -22.24m)	202.36	382.5	1.89	OK	②縦断_1D根入れ (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)	178.13	382.5	2.14	OK	③横断_Km最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)	208.41	382.5	1.83	OK	④横断_Km最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)	254.75	382.5	1.50	OK	⑤横断_Km最浅部_1D (杭先端 T.P. -22.24m)	201.95	382.5	1.89	OK			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>
	発生応力度 σ (N/mm ²) (M / Z + N / A)	許容応力度 σ_{sa} (N/mm ²) (SM570)	安全率 σ_{sa} / σ	判定																																							
①縦断 (最浅部: 杭先端 T.P. -31.36m)	230.32	382.5	1.66	OK																																							
①縦断 (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)	178.68	382.5	2.14	OK																																							
②縦断_1D根入れ (最浅部: 杭先端 T.P. -22.24m)	202.36	382.5	1.89	OK																																							
②縦断_1D根入れ (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)	178.13	382.5	2.14	OK																																							
③横断_Km最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)	208.41	382.5	1.83	OK																																							
④横断_Km最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)	254.75	382.5	1.50	OK																																							
⑤横断_Km最浅部_1D (杭先端 T.P. -22.24m)	201.95	382.5	1.89	OK																																							

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																								
<p>第3-11表(2) 評価結果 (せん断に対する照査)</p> <table border="1" data-bbox="201 296 863 730"> <thead> <tr> <th></th> <th>発生応力度 τ (N/mm²)</th> <th>許容応力度 τ_{sa} (N/mm²) (SM570)</th> <th>安全率 τ_{sa} / τ</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①縦断 (最浅部: 杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>21.53</td> <td>217.5</td> <td>10.10</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>①縦断 (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>20.92</td> <td>217.5</td> <td>10.39</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>②縦断_1D根入れ (最浅部: 杭先端 T.P. -22.24m)</td> <td>33.49</td> <td>217.5</td> <td>6.49</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>②縦断_1D根入れ (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>20.42</td> <td>217.5</td> <td>10.65</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>③横断_Km最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>17.56</td> <td>217.5</td> <td>12.38</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>④横断_Km最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>22.72</td> <td>217.5</td> <td>9.57</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>⑤横断_Km最浅部_1D (杭先端 T.P. -22.24m)</td> <td>24.17</td> <td>217.5</td> <td>8.99</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table>		発生応力度 τ (N/mm ²)	許容応力度 τ_{sa} (N/mm ²) (SM570)	安全率 τ_{sa} / τ	判定	①縦断 (最浅部: 杭先端 T.P. -31.36m)	21.53	217.5	10.10	OK	①縦断 (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)	20.92	217.5	10.39	OK	②縦断_1D根入れ (最浅部: 杭先端 T.P. -22.24m)	33.49	217.5	6.49	OK	②縦断_1D根入れ (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)	20.42	217.5	10.65	OK	③横断_Km最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)	17.56	217.5	12.38	OK	④横断_Km最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)	22.72	217.5	9.57	OK	⑤横断_Km最浅部_1D (杭先端 T.P. -22.24m)	24.17	217.5	8.99	OK			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉 は、成立性検討結果を (5)に記載</p>
	発生応力度 τ (N/mm ²)	許容応力度 τ_{sa} (N/mm ²) (SM570)	安全率 τ_{sa} / τ	判定																																							
①縦断 (最浅部: 杭先端 T.P. -31.36m)	21.53	217.5	10.10	OK																																							
①縦断 (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)	20.92	217.5	10.39	OK																																							
②縦断_1D根入れ (最浅部: 杭先端 T.P. -22.24m)	33.49	217.5	6.49	OK																																							
②縦断_1D根入れ (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)	20.42	217.5	10.65	OK																																							
③横断_Km最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)	17.56	217.5	12.38	OK																																							
④横断_Km最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)	22.72	217.5	9.57	OK																																							
⑤横断_Km最浅部_1D (杭先端 T.P. -22.24m)	24.17	217.5	8.99	OK																																							

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>
<p>第3-21図(1) 断面力分布図 (各々の最大応力発生時刻)</p>			

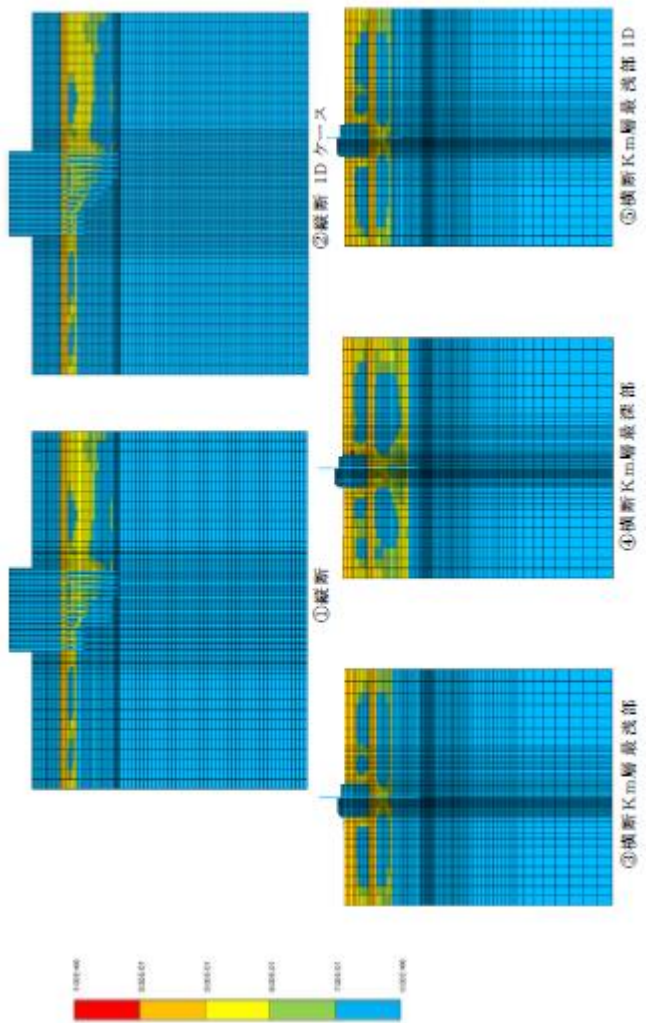
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
			<ul style="list-style-type: none"> ・記載方針の相違 <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>
<p>第3-21図(2) 断面力分布図 (各々の最大応力発生時刻)</p>			

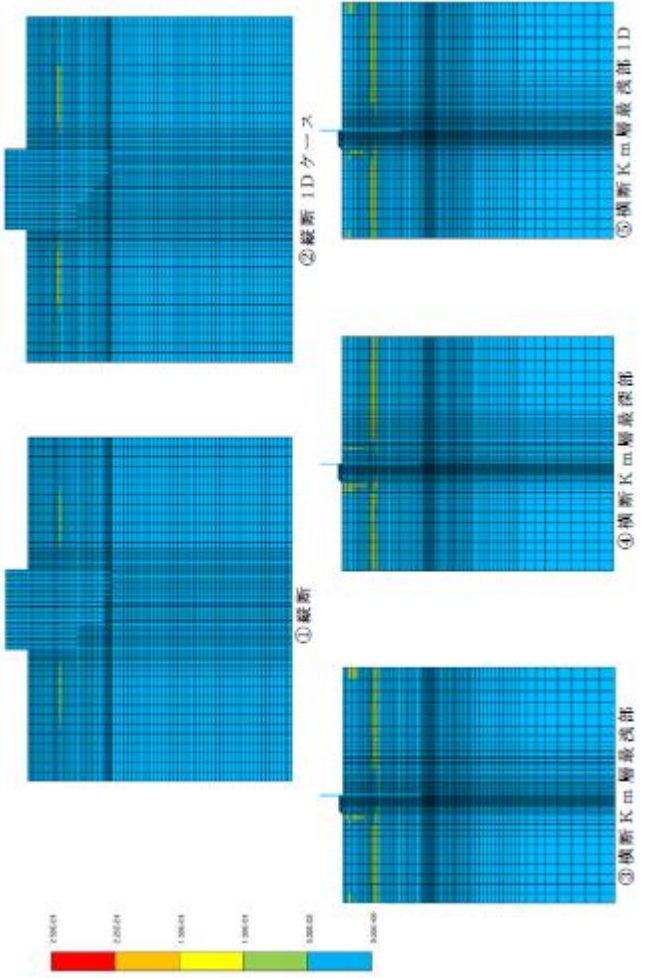
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>第3-21図(3) 断面力分布図 (各々の最大応力発生時刻)</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>第3-21図(4) 断面力分布図 (各々の最大応力発生時刻)</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																
<p>第3-11表(3) 評価結果 (支持力照査)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>発生応力度 σ_s (kN/m²)</th> <th>極限支持力度 qd (kN/m²) (SM570)</th> <th>安全率 qd / σ_s</th> <th>判定 (>1.2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①縦断 (最浅部: 杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>375.0</td> <td>5,673.0</td> <td>15.1</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>①縦断 (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>340.1</td> <td>5,673.0</td> <td>16.6</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>②縦断_1D根入れ (最浅部: 杭先端 T.P. -22.24m)</td> <td>346.2</td> <td>5,484.0</td> <td>15.8</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>②縦断_1D根入れ (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>344.9</td> <td>5,673.0</td> <td>16.4</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>③横断_Km最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>479.0</td> <td>5,673.0</td> <td>11.8</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>④横断_Km最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>600.7</td> <td>5,673.0</td> <td>9.4</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>⑤横断_Km最浅部_1D (杭先端 T.P. -22.24m)</td> <td>483.9</td> <td>5,484.0</td> <td>11.3</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table> <p>第3-11表(4) 評価結果 (座屈耐力に対する照査)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>発生軸力 N (kN)</th> <th>座屈耐力 N_s (kN) (SM570)</th> <th>安全率 N_s / N</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①縦断 (最浅部: 杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>11,460</td> <td>119,036</td> <td>10.38</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>①縦断 (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>11,180</td> <td>119,036</td> <td>10.64</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>②縦断_1D根入れ (最浅部: 杭先端 T.P. -22.24m)</td> <td>11,790</td> <td>119,036</td> <td>10.09</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>②縦断_1D根入れ (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>11,200</td> <td>119,036</td> <td>10.62</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>③横断_Km最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>8,446</td> <td>119,036</td> <td>14.09</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>④横断_Km最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>9,157</td> <td>119,036</td> <td>12.99</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>⑤横断_Km最浅部_1D (杭先端 T.P. -22.24m)</td> <td>8,311</td> <td>119,036</td> <td>14.32</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table>		発生応力度 σ_s (kN/m ²)	極限支持力度 qd (kN/m ²) (SM570)	安全率 qd / σ_s	判定 (>1.2)	①縦断 (最浅部: 杭先端 T.P. -31.36m)	375.0	5,673.0	15.1	OK	①縦断 (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)	340.1	5,673.0	16.6	OK	②縦断_1D根入れ (最浅部: 杭先端 T.P. -22.24m)	346.2	5,484.0	15.8	OK	②縦断_1D根入れ (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)	344.9	5,673.0	16.4	OK	③横断_Km最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)	479.0	5,673.0	11.8	OK	④横断_Km最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)	600.7	5,673.0	9.4	OK	⑤横断_Km最浅部_1D (杭先端 T.P. -22.24m)	483.9	5,484.0	11.3	OK		発生軸力 N (kN)	座屈耐力 N _s (kN) (SM570)	安全率 N _s / N	判定	①縦断 (最浅部: 杭先端 T.P. -31.36m)	11,460	119,036	10.38	OK	①縦断 (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)	11,180	119,036	10.64	OK	②縦断_1D根入れ (最浅部: 杭先端 T.P. -22.24m)	11,790	119,036	10.09	OK	②縦断_1D根入れ (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)	11,200	119,036	10.62	OK	③横断_Km最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)	8,446	119,036	14.09	OK	④横断_Km最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)	9,157	119,036	12.99	OK	⑤横断_Km最浅部_1D (杭先端 T.P. -22.24m)	8,311	119,036	14.32	OK			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>
	発生応力度 σ_s (kN/m ²)	極限支持力度 qd (kN/m ²) (SM570)	安全率 qd / σ_s	判定 (>1.2)																																																																															
①縦断 (最浅部: 杭先端 T.P. -31.36m)	375.0	5,673.0	15.1	OK																																																																															
①縦断 (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)	340.1	5,673.0	16.6	OK																																																																															
②縦断_1D根入れ (最浅部: 杭先端 T.P. -22.24m)	346.2	5,484.0	15.8	OK																																																																															
②縦断_1D根入れ (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)	344.9	5,673.0	16.4	OK																																																																															
③横断_Km最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)	479.0	5,673.0	11.8	OK																																																																															
④横断_Km最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)	600.7	5,673.0	9.4	OK																																																																															
⑤横断_Km最浅部_1D (杭先端 T.P. -22.24m)	483.9	5,484.0	11.3	OK																																																																															
	発生軸力 N (kN)	座屈耐力 N _s (kN) (SM570)	安全率 N _s / N	判定																																																																															
①縦断 (最浅部: 杭先端 T.P. -31.36m)	11,460	119,036	10.38	OK																																																																															
①縦断 (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)	11,180	119,036	10.64	OK																																																																															
②縦断_1D根入れ (最浅部: 杭先端 T.P. -22.24m)	11,790	119,036	10.09	OK																																																																															
②縦断_1D根入れ (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)	11,200	119,036	10.62	OK																																																																															
③横断_Km最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)	8,446	119,036	14.09	OK																																																																															
④横断_Km最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)	9,157	119,036	12.99	OK																																																																															
⑤横断_Km最浅部_1D (杭先端 T.P. -22.24m)	8,311	119,036	14.32	OK																																																																															

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																										
<p style="text-align: center;">第3-12表 残留変位量</p> <table border="1" data-bbox="201 304 866 724"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>水平変位 (m)</th> <th>鉛直変位 (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①縦断 (最浅部: 杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td rowspan="7" style="text-align: center;">上部工天端～ 上部工下端の 相対変位量</td> <td>-0.0004</td> <td>-0.0043</td> </tr> <tr> <td>①縦断 (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>-0.0004</td> <td>-0.0039</td> </tr> <tr> <td>②縦断_ID挿入れ (最浅部: 杭先端 T.P. -22.24m)</td> <td>-0.0004</td> <td>-0.0044</td> </tr> <tr> <td>②縦断_ID挿入れ (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>-0.0004</td> <td>-0.0040</td> </tr> <tr> <td>③横断_Km最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>-0.0401</td> <td>-0.0099</td> </tr> <tr> <td>④横断_Km最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>-0.0422</td> <td>-0.0132</td> </tr> <tr> <td>⑤横断_Km最浅部_ID (杭先端 T.P. -22.24m)</td> <td>-0.0392</td> <td>-0.0127</td> </tr> </tbody> </table> <p>以上の評価結果からいずれのケースにおいても、基準地震動 S_s に対して、杭の曲げ、せん断及び基礎地盤の支持力の照査値は許容限界値以下であり、十分な構造強度を有している見通しを得た。</p> <p>次に、第3-22図に過剰間隙水圧比分布図及び第3-23図に最大せん断ひずみ分布図を示す。</p>			水平変位 (m)	鉛直変位 (m)	①縦断 (最浅部: 杭先端 T.P. -31.36m)	上部工天端～ 上部工下端の 相対変位量	-0.0004	-0.0043	①縦断 (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)	-0.0004	-0.0039	②縦断_ID挿入れ (最浅部: 杭先端 T.P. -22.24m)	-0.0004	-0.0044	②縦断_ID挿入れ (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)	-0.0004	-0.0040	③横断_Km最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)	-0.0401	-0.0099	④横断_Km最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)	-0.0422	-0.0132	⑤横断_Km最浅部_ID (杭先端 T.P. -22.24m)	-0.0392	-0.0127			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>
		水平変位 (m)	鉛直変位 (m)																										
①縦断 (最浅部: 杭先端 T.P. -31.36m)	上部工天端～ 上部工下端の 相対変位量	-0.0004	-0.0043																										
①縦断 (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)		-0.0004	-0.0039																										
②縦断_ID挿入れ (最浅部: 杭先端 T.P. -22.24m)		-0.0004	-0.0044																										
②縦断_ID挿入れ (最深部: 杭先端 T.P. -31.36m)		-0.0004	-0.0040																										
③横断_Km最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)		-0.0401	-0.0099																										
④横断_Km最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)		-0.0422	-0.0132																										
⑤横断_Km最浅部_ID (杭先端 T.P. -22.24m)		-0.0392	-0.0127																										

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p data-bbox="172 1281 890 1312">第3-22図 過剰間隙水圧比分布図 (岩盤傾斜部, 原地盤物性)</p>			<p data-bbox="2537 252 2804 462">・記載方針の相違 【東海第二】 女川2及び島根2号炉 は、成立性検討結果を (5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p data-bbox="163 1186 905 1228">第3-23図 最大せん断ひずみ分布図 (岩盤傾斜部, 原地盤物性)</p>			<p data-bbox="2537 252 2804 472">・記載方針の相違 【東海第二】 女川2及び島根2号炉 は、成立性検討結果を (5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

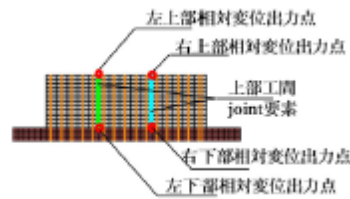
横断方向の解析から算出された、地盤高さの嵩上げ部中央位置における沈下量 (残留変位) を第3-13表に示す。

第3-13表 地盤高さの嵩上げ部沈下量

	変位	地盤高さの嵩上げ部上面中央 (m)
③横断K m層最浅部	水平変位	-0.0603
	鉛直変位	-0.0249
④横断K m層最深部	水平変位	-0.0724
	鉛直変位	-0.0300
⑤横断K m層最浅部 1 D	水平変位	-0.0632
	鉛直変位	-0.0280

岩盤傾斜部における地盤高さの嵩上げ部の地震時沈下量は3cm程度であり、地震時の沈下量は小さいといえる。

次に、縦断方向のユニット間の相対変位を示す。出力概要図を第3-24図、時刻歴相対変位を第3-25図、最大相対変位を第3-14表に示す。



第3-24図 出力概要図

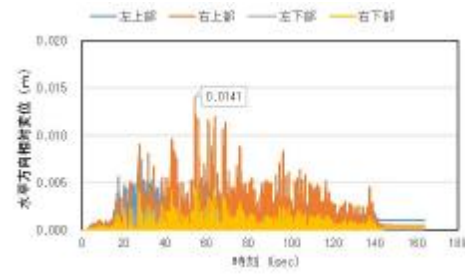
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

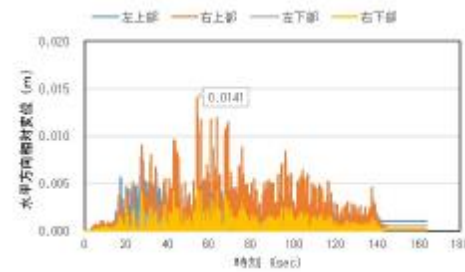
備考

・記載方針の相違
【東海第二】
女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)



第3-25図(1) ① 縦断 (T.P. -31.36m) 杭長一定ケース相対変位



第3-25図(2) ② 縦断_1D 根入れケース相対変位

第3-14表 ユニット間最大相対変位

	最大相対変位 (m)
① 縦断_杭長一定ケース	0.0141
② 縦断_1D 根入れケース	0.0141

ここで、水平方向相対変位は各ユニット間の水平変位の差を表す。符号はユニット間が分かれる方向が正を示す。

検討の結果、縦断方向のユニット間の変形は1.41cmであり、十分に小さい結果を得た。

次にユニット間の衝突時の支圧応力度について、第3-15表に最大値、第3-26図に最大値分布を示す。

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

・記載方針の相違
【東海第二】
女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

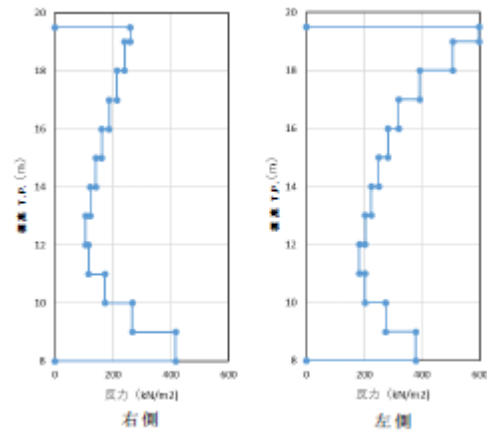
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

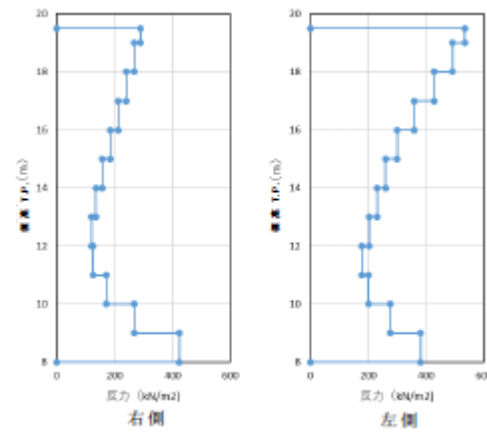
備考

第3-15表 上部工間の水平方向最大反力 (最大支圧応力度)

	水平方向 最大支圧応力度 (kN/m ²)	コンクリートの 許容支圧応力度 (kN/m ²)	安全率
縦断	598	12,000	20.06
縦断 1D	535	12,000	22.42



第3-26図(1) ① 縦断 杭長一定ケースバネ反力



第3-26図(2) ② 縦断_1D 根入れ (各杭根入れ長 1D) ケースバネ反力

・記載方針の相違
【東海第二】
女川2及び島根2号炉
は、成立性検討結果を
(5)に記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>縦断方向の最大支圧応力度は、コンクリートの許容支圧応力度よりも十分に小さく、コンクリートが支圧破壊を生じることがないことを示した。</p> <p>これまでに示した岩盤傾斜部の原地盤物性を用いた検討から得られた結果の概要を以下に示す。</p> <p>① 横断方向に比べて縦断方向の方が、安全率が大きいことを確認した。</p> <p>② 岩盤最浅部の杭体の応力については、杭長を揃えたケースよりも、岩盤へ1D根入れするケースの方が、杭体の安全率が大きくなることを確認した。杭の根入れ長が1Dの場合は、杭先端がピン結合と類似する条件となるが、杭長を長く揃えた場合は固定条件に近づくこととなり、岩盤直上の曲げモーメントが大きくなるためと考えられる。</p> <p>③ 岩盤最深部の杭については、改良土とA g 2層との境目付近で曲げモーメントが最大となる。</p> <p>④ 横断方向については、ケースによって異なるものの、A s層を挟んでA g 1層及びA g 2層との境界部に最大曲げ軸応力が発生する。</p> <p>⑤ 残留変位は、横断方向に4 c m程度生じ、鉛直方向は1 c m程度生じる。</p> <p>⑥ 全てのケースにおいて過剰間隙水圧比が95%を超える箇所は無い(液状化は生じていない)。</p> <p>⑦ 地盤高さの嵩上げ部における残留沈下量は5cm弱である。</p> <p>①から⑦の結果より、岩盤傾斜部においても、基準地震動S_gに対して、杭の曲げ、せん断及び支持力の照査値は許容限界値以下であり、十分な構造強度を有していることを確認した。</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

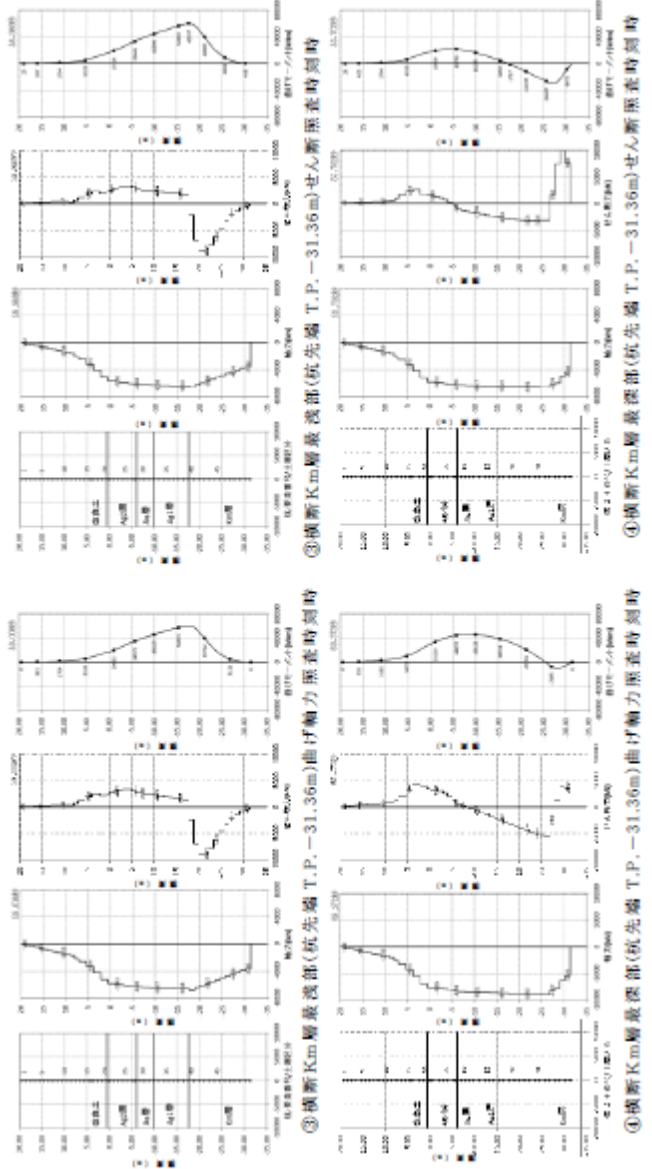
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																								
<p>(6) 地震時における鋼管杭基礎の成立性検討結果 (二次元有効応力解析結果(岩盤傾斜部, 豊浦標準砂を仮定))</p> <p>1) 評価結果</p> <p>有効応力解析により, 岩盤傾斜部における岩盤への根入れ深さ及び地層条件の違いによる評価について, 豊浦標準砂を仮定した物性値を用いて実施した。</p> <p>杭の発生応力度及び基礎地盤の支持力度に関する評価結果を第3-16表, 残留変位量を第3-17表に示す。第3-27図に断面力分布図を, 第3-28図に過剰間隙水圧比分布図, 第3-29図に最大せん断ひずみ分布図を示す。</p> <p>第3-16 表(1) 評価結果 (曲げ・軸力に対する照査)</p> <table border="1" data-bbox="201 787 863 1222"> <thead> <tr> <th></th> <th>発生応力度 σ (N/mm²) (M/Z + N/A)</th> <th>許容応力度 σ_{sa} (N/mm²) (SM570)</th> <th>安全率 σ_{sa}/σ</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①縦断 (最浅部: 杭先端 T.P. - 31.36m)</td> <td>348.48</td> <td>382.5</td> <td>1.097</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>①縦断 (最深部: 杭先端 T.P. - 31.36m)</td> <td>234.37</td> <td>382.5</td> <td>1.632</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>②縦断_1D 挿入れ (最浅部: 杭先端 T.P. - 22.24m)</td> <td>285.66</td> <td>382.5</td> <td>1.339</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>②縦断_1D 挿入れ (最深部: 杭先端 T.P. - 31.36m)</td> <td>249.66</td> <td>382.5</td> <td>1.532</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>③横断_Km 最浅部 (杭先端 T.P. - 31.36m)</td> <td>353.80</td> <td>382.5</td> <td>1.081</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>④横断_Km 最深部 (杭先端 T.P. - 31.36m)</td> <td>279.96</td> <td>382.5</td> <td>1.366</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>⑤横断_Km 最浅部_1D (杭先端 T.P. - 22.24m)</td> <td>250.36</td> <td>382.5</td> <td>1.527</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table>		発生応力度 σ (N/mm ²) (M/Z + N/A)	許容応力度 σ_{sa} (N/mm ²) (SM570)	安全率 σ_{sa}/σ	判定	①縦断 (最浅部: 杭先端 T.P. - 31.36m)	348.48	382.5	1.097	OK	①縦断 (最深部: 杭先端 T.P. - 31.36m)	234.37	382.5	1.632	OK	②縦断_1D 挿入れ (最浅部: 杭先端 T.P. - 22.24m)	285.66	382.5	1.339	OK	②縦断_1D 挿入れ (最深部: 杭先端 T.P. - 31.36m)	249.66	382.5	1.532	OK	③横断_Km 最浅部 (杭先端 T.P. - 31.36m)	353.80	382.5	1.081	OK	④横断_Km 最深部 (杭先端 T.P. - 31.36m)	279.96	382.5	1.366	OK	⑤横断_Km 最浅部_1D (杭先端 T.P. - 22.24m)	250.36	382.5	1.527	OK			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は, 成立性検討結果を(5)に記載</p>
	発生応力度 σ (N/mm ²) (M/Z + N/A)	許容応力度 σ_{sa} (N/mm ²) (SM570)	安全率 σ_{sa}/σ	判定																																							
①縦断 (最浅部: 杭先端 T.P. - 31.36m)	348.48	382.5	1.097	OK																																							
①縦断 (最深部: 杭先端 T.P. - 31.36m)	234.37	382.5	1.632	OK																																							
②縦断_1D 挿入れ (最浅部: 杭先端 T.P. - 22.24m)	285.66	382.5	1.339	OK																																							
②縦断_1D 挿入れ (最深部: 杭先端 T.P. - 31.36m)	249.66	382.5	1.532	OK																																							
③横断_Km 最浅部 (杭先端 T.P. - 31.36m)	353.80	382.5	1.081	OK																																							
④横断_Km 最深部 (杭先端 T.P. - 31.36m)	279.96	382.5	1.366	OK																																							
⑤横断_Km 最浅部_1D (杭先端 T.P. - 22.24m)	250.36	382.5	1.527	OK																																							

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																								
<p>二方向の照査については、水平 x 方向、水平 y 方向、鉛直 z 方向の断面力に対して1.0 : 0.4 : 0.4とする。以下に照査結果を示す。</p> <p>・ ケース①とケース③の水平二方向照査</p> $\sqrt{\{(1 \times 61011/182)^2 + (0.4 \times 60401/182)^2\} + 0.4 \times 6809 / 301.3} = 369.6 \text{ N/mm}^2$ <p style="text-align: center;">SF=382.5/369.6=1.03</p> <p>・ ケース②とケース⑤の水平二方向照査</p> $\sqrt{\{(1 \times 48420/182)^2 + (0.4 \times 41589/182)^2\} + 0.4 \times 6074 / 301.3} = 289.4 \text{ N/mm}^2$ <p style="text-align: center;">SF=382.5/289.4=1.32 (1D ケース)</p> <p>以上から両者とも二方向照査を行っても杭体は安全率を満足するが、1D ケースの方が安全率は大きくなる。</p> <p>第3-16表(2) 評価結果 (せん断に対する照査)</p> <table border="1" data-bbox="201 1115 863 1528"> <thead> <tr> <th></th> <th>発生応力度 τ (N/mm²)</th> <th>許容応力度 τ_{sa} (N/mm²) (SM570)</th> <th>安全率 τ_{sa} / τ</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① 縦断 (最浅部 : 杭先端 T.P. - 31.36m)</td> <td>32.42</td> <td>217.5</td> <td>6.708</td> <td>○K</td> </tr> <tr> <td>① 縦断 (最深部 : 杭先端 T.P. - 31.36m)</td> <td>29.02</td> <td>217.5</td> <td>7.494</td> <td>○K</td> </tr> <tr> <td>② 縦断_1D 根入れ (最浅部 : 杭先端 T.P. - 22.24m)</td> <td>48.33</td> <td>217.5</td> <td>4.500</td> <td>○K</td> </tr> <tr> <td>② 縦断_1D 根入れ (最深部 : 杭先端 T.P. - 31.36m)</td> <td>27.28</td> <td>217.5</td> <td>7.972</td> <td>○K</td> </tr> <tr> <td>③ 横断_Km 最浅部 (杭先端 T.P. - 31.36m)</td> <td>29.59</td> <td>217.5</td> <td>7.350</td> <td>○K</td> </tr> <tr> <td>④ 横断_Km 最深部 (杭先端 T.P. - 31.36m)</td> <td>33.55</td> <td>217.5</td> <td>6.482</td> <td>○K</td> </tr> <tr> <td>⑤ 横断_Km 最浅部_1D (杭先端 T.P. - 22.24m)</td> <td>33.17</td> <td>217.5</td> <td>6.557</td> <td>○K</td> </tr> </tbody> </table>		発生応力度 τ (N/mm ²)	許容応力度 τ_{sa} (N/mm ²) (SM570)	安全率 τ_{sa} / τ	判定	① 縦断 (最浅部 : 杭先端 T.P. - 31.36m)	32.42	217.5	6.708	○K	① 縦断 (最深部 : 杭先端 T.P. - 31.36m)	29.02	217.5	7.494	○K	② 縦断_1D 根入れ (最浅部 : 杭先端 T.P. - 22.24m)	48.33	217.5	4.500	○K	② 縦断_1D 根入れ (最深部 : 杭先端 T.P. - 31.36m)	27.28	217.5	7.972	○K	③ 横断_Km 最浅部 (杭先端 T.P. - 31.36m)	29.59	217.5	7.350	○K	④ 横断_Km 最深部 (杭先端 T.P. - 31.36m)	33.55	217.5	6.482	○K	⑤ 横断_Km 最浅部_1D (杭先端 T.P. - 22.24m)	33.17	217.5	6.557	○K			<p>・ 記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>
	発生応力度 τ (N/mm ²)	許容応力度 τ_{sa} (N/mm ²) (SM570)	安全率 τ_{sa} / τ	判定																																							
① 縦断 (最浅部 : 杭先端 T.P. - 31.36m)	32.42	217.5	6.708	○K																																							
① 縦断 (最深部 : 杭先端 T.P. - 31.36m)	29.02	217.5	7.494	○K																																							
② 縦断_1D 根入れ (最浅部 : 杭先端 T.P. - 22.24m)	48.33	217.5	4.500	○K																																							
② 縦断_1D 根入れ (最深部 : 杭先端 T.P. - 31.36m)	27.28	217.5	7.972	○K																																							
③ 横断_Km 最浅部 (杭先端 T.P. - 31.36m)	29.59	217.5	7.350	○K																																							
④ 横断_Km 最深部 (杭先端 T.P. - 31.36m)	33.55	217.5	6.482	○K																																							
⑤ 横断_Km 最浅部_1D (杭先端 T.P. - 22.24m)	33.17	217.5	6.557	○K																																							

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>
<p>第3-27図(1) 断面力分布図 (各々の最大応力発生時刻)</p>			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>① 断面1Dケース(最浅部:杭先端 T.P.-22.24m)せん断照査時刻時</p> <p>② 断面1Dケース(最深部:杭先端 T.P.-31.36m)せん断照査時刻時</p> <p>③ 断面1Dケース(最浅部:杭先端 T.P.-22.24m)曲げ軸力照査時刻時</p> <p>④ 断面1Dケース(最深部:杭先端 T.P.-31.36m)曲げ軸力照査時刻時</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

第3-27図(2) 断面力分布図(各々の最大応力発生時刻)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>③ 横断Km層最浅部(杭先端 T.P. -31.36m)せん断照査時刻時</p> <p>④ 横断Km層最浅部(杭先端 T.P. -31.36m)せん断照査時刻時</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

第3- 27図(3) 断面力分布図 (各々の最大応力発生時刻)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>第3-27図(4) 断面力分布図 (各々の最大応力発生時刻)</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																
<p>第3-16表(3) 評価結果 (支持力照査)</p> <table border="1" data-bbox="192 304 866 724"> <thead> <tr> <th></th> <th>発生応力度 σ_y (kN/m²)</th> <th>極限支持力度 qd (kN/m²) (SM570)</th> <th>安全率 qd / σ_y</th> <th>判定 (> 1.2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① 縦断 (最浅部 : 杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>368.3</td> <td>5,673.0</td> <td>15.4</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>① 縦断 (最深部 : 杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>394.9</td> <td>5,673.0</td> <td>14.3</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>② 縦断_1D 根入れ (最浅部 : 杭先端 T.P. -22.24m)</td> <td>419.9</td> <td>5,484.0</td> <td>13.0</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>② 縦断_1D 根入れ (最深部 : 杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>372.5</td> <td>5,673.0</td> <td>15.2</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>③ 横断_Km 最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>515.9</td> <td>5,673.0</td> <td>10.9</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>④ 横断_Km 最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>605.7</td> <td>5,673.0</td> <td>9.3</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>⑤ 横断_Km 最浅部_1D (杭先端 T.P. -22.24m)</td> <td>536.2</td> <td>5,484.0</td> <td>10.2</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table> <p>第3-16表(4) 評価結果 (座屈耐力に対する照査)</p> <table border="1" data-bbox="192 840 866 1260"> <thead> <tr> <th></th> <th>発生軸力 N (kN)</th> <th>座屈耐力 N_s (kN) (SM570)</th> <th>安全率 N_s / N</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① 縦断 (最浅部 : 杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>10,740</td> <td>119,036</td> <td>11.08</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>① 縦断 (最深部 : 杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>12,540</td> <td>119,036</td> <td>9.49</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>② 縦断_1D 根入れ (最浅部 : 杭先端 T.P. -22.24m)</td> <td>12,530</td> <td>119,036</td> <td>9.50</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>② 縦断_1D 根入れ (最深部 : 杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>14,160</td> <td>119,036</td> <td>8.40</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>③ 横断_Km 最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>9,602</td> <td>119,036</td> <td>12.39</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>④ 横断_Km 最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)</td> <td>10,200</td> <td>119,036</td> <td>11.67</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>⑤ 横断_Km 最浅部_1D (杭先端 T.P. -22.24m)</td> <td>9,873</td> <td>119,036</td> <td>12.05</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table>		発生応力度 σ_y (kN/m ²)	極限支持力度 qd (kN/m ²) (SM570)	安全率 qd / σ_y	判定 (> 1.2)	① 縦断 (最浅部 : 杭先端 T.P. -31.36m)	368.3	5,673.0	15.4	OK	① 縦断 (最深部 : 杭先端 T.P. -31.36m)	394.9	5,673.0	14.3	OK	② 縦断_1D 根入れ (最浅部 : 杭先端 T.P. -22.24m)	419.9	5,484.0	13.0	OK	② 縦断_1D 根入れ (最深部 : 杭先端 T.P. -31.36m)	372.5	5,673.0	15.2	OK	③ 横断_Km 最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)	515.9	5,673.0	10.9	OK	④ 横断_Km 最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)	605.7	5,673.0	9.3	OK	⑤ 横断_Km 最浅部_1D (杭先端 T.P. -22.24m)	536.2	5,484.0	10.2	OK		発生軸力 N (kN)	座屈耐力 N _s (kN) (SM570)	安全率 N _s / N	判定	① 縦断 (最浅部 : 杭先端 T.P. -31.36m)	10,740	119,036	11.08	OK	① 縦断 (最深部 : 杭先端 T.P. -31.36m)	12,540	119,036	9.49	OK	② 縦断_1D 根入れ (最浅部 : 杭先端 T.P. -22.24m)	12,530	119,036	9.50	OK	② 縦断_1D 根入れ (最深部 : 杭先端 T.P. -31.36m)	14,160	119,036	8.40	OK	③ 横断_Km 最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)	9,602	119,036	12.39	OK	④ 横断_Km 最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)	10,200	119,036	11.67	OK	⑤ 横断_Km 最浅部_1D (杭先端 T.P. -22.24m)	9,873	119,036	12.05	OK			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>
	発生応力度 σ_y (kN/m ²)	極限支持力度 qd (kN/m ²) (SM570)	安全率 qd / σ_y	判定 (> 1.2)																																																																															
① 縦断 (最浅部 : 杭先端 T.P. -31.36m)	368.3	5,673.0	15.4	OK																																																																															
① 縦断 (最深部 : 杭先端 T.P. -31.36m)	394.9	5,673.0	14.3	OK																																																																															
② 縦断_1D 根入れ (最浅部 : 杭先端 T.P. -22.24m)	419.9	5,484.0	13.0	OK																																																																															
② 縦断_1D 根入れ (最深部 : 杭先端 T.P. -31.36m)	372.5	5,673.0	15.2	OK																																																																															
③ 横断_Km 最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)	515.9	5,673.0	10.9	OK																																																																															
④ 横断_Km 最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)	605.7	5,673.0	9.3	OK																																																																															
⑤ 横断_Km 最浅部_1D (杭先端 T.P. -22.24m)	536.2	5,484.0	10.2	OK																																																																															
	発生軸力 N (kN)	座屈耐力 N _s (kN) (SM570)	安全率 N _s / N	判定																																																																															
① 縦断 (最浅部 : 杭先端 T.P. -31.36m)	10,740	119,036	11.08	OK																																																																															
① 縦断 (最深部 : 杭先端 T.P. -31.36m)	12,540	119,036	9.49	OK																																																																															
② 縦断_1D 根入れ (最浅部 : 杭先端 T.P. -22.24m)	12,530	119,036	9.50	OK																																																																															
② 縦断_1D 根入れ (最深部 : 杭先端 T.P. -31.36m)	14,160	119,036	8.40	OK																																																																															
③ 横断_Km 最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)	9,602	119,036	12.39	OK																																																																															
④ 横断_Km 最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)	10,200	119,036	11.67	OK																																																																															
⑤ 横断_Km 最浅部_1D (杭先端 T.P. -22.24m)	9,873	119,036	12.05	OK																																																																															

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

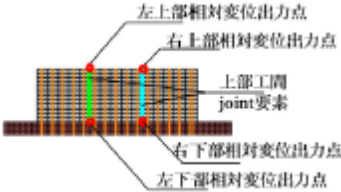
第3-17表 残留変位量

		水平変位 (m)	鉛直変位 (m)
① 縦断 (最浅部 : 杭先端 T.P. -31.36m)	上部工天端～ 上部工下端の 相対変位量	-0.0014	-0.0049
① 縦断 (最深部 : 杭先端 T.P. -31.36m)		-0.0014	-0.0036
② 縦断_1D 挿入れ (最浅部 : 杭先端 T.P. -22.24m)		-0.0014	-0.0063
② 縦断_1D 挿入れ (最深部 : 杭先端 T.P. -31.36m)		-0.0013	-0.0049
③ 横断_Km 最浅部 (杭先端 T.P. -31.36m)		-0.0555	-0.0110
④ 横断_Km 最深部 (杭先端 T.P. -31.36m)		-0.0772	-0.0166
⑤ 横断_Km 最浅部_1D (杭先端 T.P. -22.24m)		-0.0737	-0.0164

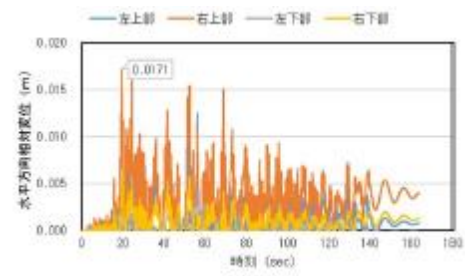
・記載方針の相違
【東海第二】
女川2及び島根2号炉
は、成立性検討結果を
(5)に記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>第3-28図 過剰間隙水圧比分布図</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

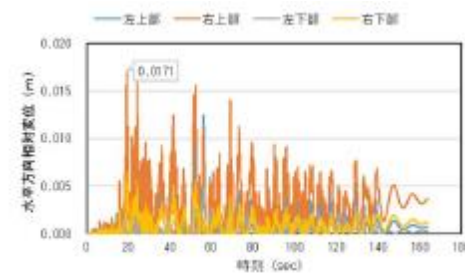
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>第3-29図 最大せん断ひずみ分布図</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																		
<p>横断方向の解析から算出された、地盤高さの嵩上げ部中央位置における沈下量（残留変位）を第3-18表に示す。</p> <p>第3-18表 地盤高さ嵩上げ部沈下量</p> <table border="1" data-bbox="225 430 834 772"> <thead> <tr> <th></th> <th>変位</th> <th>地盤高さの嵩上げ部上面中央(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">③横断Km層最浅部</td> <td>水平変位</td> <td>-0.0939</td> </tr> <tr> <td>鉛直変位</td> <td>-0.0331</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">④横断Km層最深部</td> <td>水平変位</td> <td>-0.1724</td> </tr> <tr> <td>鉛直変位</td> <td>-0.0444</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">⑤横断Km層最浅部1D</td> <td>水平変位</td> <td>-0.1421</td> </tr> <tr> <td>鉛直変位</td> <td>-0.0435</td> </tr> </tbody> </table> <p>岩盤傾斜部における地盤高さの嵩上げ部の地震時沈下量は、豊浦標準砂を仮定したケースでも4cm強程度であることを確認した（余盛1mを十分下回ることを確認した）。</p> <p>次に、縦断方向のユニット間の相対変位について、出力概要図を第3-30図、時刻歴相対変位を第3-31図、最大相対変位を第3-19表に示す。</p>  <p>第3-30図 出力概要図</p>		変位	地盤高さの嵩上げ部上面中央(m)	③横断Km層最浅部	水平変位	-0.0939	鉛直変位	-0.0331	④横断Km層最深部	水平変位	-0.1724	鉛直変位	-0.0444	⑤横断Km層最浅部1D	水平変位	-0.1421	鉛直変位	-0.0435			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を（5）に記載</p>
	変位	地盤高さの嵩上げ部上面中央(m)																			
③横断Km層最浅部	水平変位	-0.0939																			
	鉛直変位	-0.0331																			
④横断Km層最深部	水平変位	-0.1724																			
	鉛直変位	-0.0444																			
⑤横断Km層最浅部1D	水平変位	-0.1421																			
	鉛直変位	-0.0435																			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)



第3-31図(1) ① 縦断 (T.P. -31.36m) 杭長一定ケース相対変位



第3-31図(2) ② 縦断_1D 根入れケース相対変位

第3-19表 ユニット間最大相対変位

	最大相対変位 (m)
① 縦断_杭長一定ケース	0.0171
② 縦断_1D 根入れケース	0.0171

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

・記載方針の相違
【東海第二】
 女川2及び島根2号炉
 は、成立性検討結果を
 (5)に記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

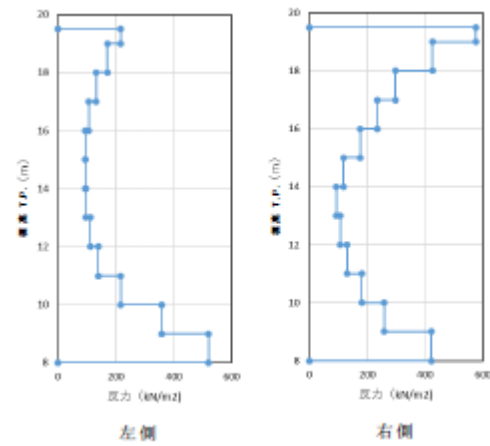
ここで、水平方向相対変位は各ユニット間の水平変位の差を表す。符号はユニット間が分かれる方向が正を示す。

縦断方向の1ユニット間の変形量は、豊浦標準砂を仮定したケースであっても1.7cm程度であることを確認した。

次にユニット間の衝突時の支圧応力度について、第3-20表に最大値、第3-32図に最大値分布を示す。

第3-20表 上部工間の水平方向最大反力 (最大支圧応力度)

	水平方向 最大支圧応力度 (kN/m ²)	コンクリートの 許容支圧応力度 (kN/m ²)	安全率
縦断	576.05	12,000	20.83
縦断 1D	596.20	12,000	20.12

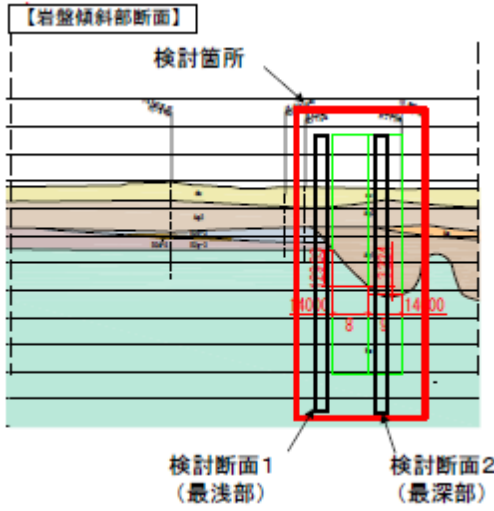


第3-32図(1) ① 縦断 (T.P. -31.36m) 杭長一定ケースバネ反力

・記載方針の相違
【東海第二】
女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="290 262 756 682" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="148 703 920 777">第3-32図(2)② 縦断_1D 根入れ(各杭根入れ長1D) ケースバネ 反力</p> <p data-bbox="192 882 920 997">縦断方向の最大支圧応力度は、コンクリートの許容支圧応力度よりも十分に小さく、コンクリートが支圧破壊を生じることがないことを示した。</p> <p data-bbox="192 1060 920 1228">以上の評価結果から豊浦標準砂を仮定したケースにおいても、基準地震動S_sに対して、杭の曲げ、せん断及び基礎地盤の支持力の照査値は許容限界値以下であり、十分な構造強度を有している見通しを得た。以下に結果の概要について記す。</p> <ol data-bbox="192 1281 920 1848" style="list-style-type: none"> ① 岩盤最浅部の杭体の応力は、横断方向、縦断方向共に安全率が最小となったが、豊浦標準砂を仮定したケースでも許容限界値以下であることを確認した。 ② 残留変位量については、縦断方向の水平変位が最大0.14cm程度、横断方向の水平変位が最大7.7cm程度生じ、横断方向の鉛直方向は最大1.7cm程度であることを確認した。 ③ 全てのケースにおいて過剰間隙水圧比は95%を超える箇所が存在するが、地盤高さの嵩上げ部における残留沈下量は4cm強程度であり、余盛1mに対して十分小さいことを確認した。 ④ 1ユニット間の衝突が生じて、支圧強度に対して20倍以上の安全率を有していることを確認した。 			<p data-bbox="2537 252 2804 462">・記載方針の相違 【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>⑤ <u>基準地震動S_sの水平二方向照査においても、1Dケースにおいて十分な安全率を有していることを確認した。</u></p> <p><u>①から⑤の結果より、岩盤傾斜部の豊浦標準砂を仮定したモデルにおいても、基準地震動S_sに対して、杭の曲げ、せん断及び支持力の照査値は許容限界値以下であり、十分な構造強度を有していることを確認した。</u></p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(7) 岩盤傾斜部における地震動の増幅特性及び振動特性による挙動</p> <p>1) 地震動の増幅特性について (一次元地震応答解析)</p> <p>海水ポンプ室南側の岩盤傾斜部において、岩盤深度の違いに対する地震動の増幅特性を検証するため、該当箇所では一次元地震応答解析 (SHAKE) を実施した。検討箇所は岩盤傾斜部の岩盤深度に着目し、最浅部と最深部を対象とした。Km層から地表面までの最大加速度分布と地表面の応答加速度について比較する。対象とする地震動は、東海第二発電所におけるS_s地震動すべてとする。検討断面位置を第3-33図に示す。</p>  <p>第3-33図 検討断面位置</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p data-bbox="201 254 923 510">最大加速度分布の比較を第3-34図に示す。検討断面1及び検討断面2を比較すると、両者で同様な最大応答加速度分布となった。加速度の増幅は地表面付近のd u層とA g 2層で顕著となり、それ以外の地層では増幅が生じない。両地点のd u層とA g 2層はほぼ成層となっていることから、大きな相違が生じないと判断される。</p> <div data-bbox="219 583 848 1119"> <p data-bbox="278 1094 463 1119">a) 検討断面1 最浅部</p> <p data-bbox="611 1094 795 1119">b) 検討断面2 最深部</p> </div> <p data-bbox="344 1150 730 1182">第3-34図 最大加速度分布の比較</p>			<p data-bbox="2534 254 2807 464">・記載方針の相違 【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>① 固有値解析</p> <p>a . ケース1 (杭長を同一としたケース)</p> <p><u>杭長を同一としたモデルを用いて固有値解析を実施した。検討結果として、固有モード図を第3-35図に、固有値解析結果を第3-21表に示し、それぞれの検討断面における地表面の応答加速度と振動数の関係を第3-36図と第3-37図に示す。</u></p> <p><u>ねじり方向への最も低次のモードは4次モードとなり、固有振動数は21.45Hzとなった。刺激係数や有効質量比は極めて小さく、ねじれ卓越モードにはならないことを確認した。また、一次元地震応答解析による地表面の応答加速度と固有値解析結果を比較した結果、ねじれのモードが発生する振動数と地表面の最大応答加速度は一致せず、共振倍率が極めて小さいことを確認した。なお、防潮壁の強軸、弱軸方向とも卓越振動数と応答加速度の最大振動数とは一致しない結果となり、共振による影響はないものと判断される。</u></p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>固有モード図 (全体1次, X方向1次) 固有モード図 (全体2次, Y方向1次)</p> <p>固有モード図 (全体3次, Z方向1次) 固有モード図 (全体4次, ねじれ1次)</p> <p>第3-35図 ケース1 固有モード図</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

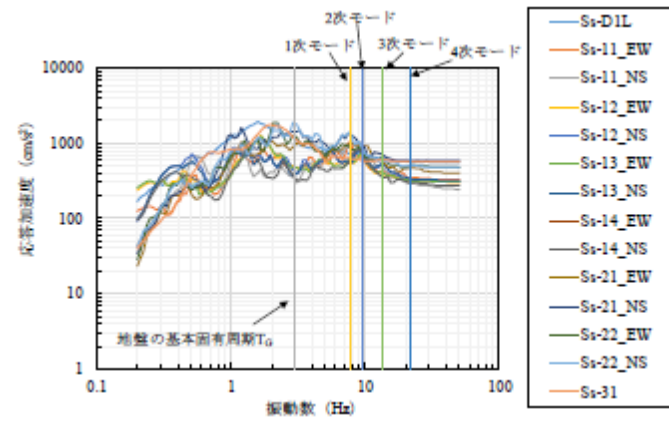
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

第3-21表 ケース1 固有値解析結果

次数	固有 振動数 [Hz]	1次モード		2次モード		3次モード		備考		
		振動 係数	振動 係数	振動 係数	振動 係数	振動 係数	振動 係数			
1	7.81	24.182	338.1	41.28	0.020	0.0	0.020	0.0	0.0%	1次モード
2	8.48	0.000	0.0	0.00	24.470	338.0	41.28	0.0	0.0%	1次モード
3	13.42	0.000	0.0	0.00	1.000	0.0	0.00	31.000	0.0%	2次モード
4	21.45	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0%	2次モード
5	29.52	0.000	0.0	0.00	0.100	0.0	0.00	0.000	0.0%	0.0%
6	39.62	-0.141	0.0	0.00	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0	0.0%
7	49.76	-0.024	0.0	0.00	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0	0.0%
8	59.77	0.000	0.0	0.00	-0.020	0.0	0.00	0.000	0.0	0.0%
9	69.78	-0.092	0.0	0.00	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0	0.0%
10	47.00	-18.072	328.0	22.94	0.007	0.0	0.00	0.000	0.0	0.0%
11	31.40	0.000	0.0	0.00	0.100	25.0	1.94	-0.271	0.1	0.0%
12	19.77	-0.001	0.0	0.00	-17.454	189.1	10.24	0.779	0.4	0.0%
13	42.36	0.000	0.0	0.00	0.071	0.0	0.00	0.000	0.0	0.0%
14	43.33	0.000	0.0	0.00	-0.020	0.0	0.00	-0.161	0.0	0.0%
15	43.48	0.711	0.0	0.00	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0	0.0%
16	44.08	-1.000	0.0	0.00	0.017	0.0	0.00	0.000	0.0	0.0%
17	44.15	0.107	0.0	0.00	0.011	0.0	0.00	0.000	0.0	0.0%
18	44.32	0.001	0.0	0.00	-0.040	0.0	0.00	0.041	0.0	0.0%
19	44.57	-0.487	0.0	0.00	0.000	0.0	0.00	0.041	0.0	0.0%
20	44.60	-0.240	0.0	0.00	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0	0.0%



第3-36図 検討断面1 の地表面の応答加速度と振動数の関係

・記載方針の相違
【東海第二】
女川2及び島根2号炉
は、成立性検討結果を
(5)に記載

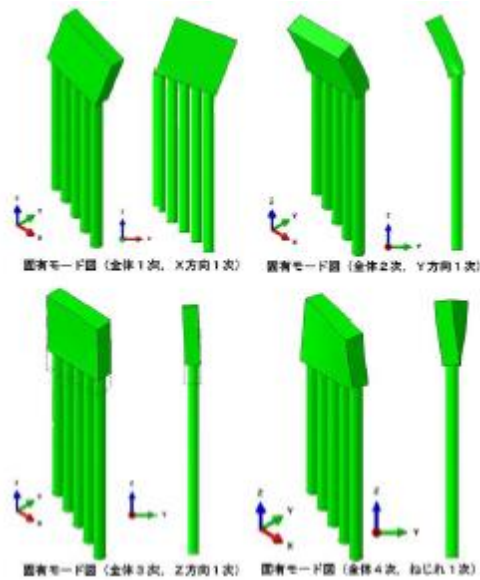
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="261 317 807 663" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="195 701 878 737">第3-37図 検討断面2の地表面の応答加速度と振動数の関係</p> <p data-bbox="181 791 804 827">b. ケース2 (岩盤への根入れを1Dとしたケース)</p> <p data-bbox="195 835 923 1050">岩盤への根入れを1Dとしたモデルを用いて固有値解析を実施した。検討結果として、固有モード図を第3-38図に、固有値解析結果を第3-22表に示し、それぞれの検討断面における地表面の応答加速度と振動数の関係を第3-39図と第3-40図に示す。</p> <p data-bbox="195 1060 923 1451">ねじり方向への最も低次のモードは4次モードとなり、固有振動数は21.46Hzとなった。刺激係数や有効質量比は極めて小さく、ねじれ卓越モードにはならないことを確認した。また、一次元地震応答解析による地表面の応答加速度と固有値解析結果を比較した結果、ねじれのモードが発生する振動数と地表面の最大応答加速度は一致せず、共振倍率が極めて小さいことを確認した。なお、防潮壁の強軸、弱軸方向とも卓越振動数と応答加速度の最大振動数とは一致しない結果となり、共振による影響はないと判断される。</p>			<p data-bbox="2534 254 2742 289">・記載方針の相違</p> <p data-bbox="2534 300 2683 331">【東海第二】</p> <p data-bbox="2534 342 2831 468">女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



第3-38図 ケース1 固有モード図

第3-22表 ケース2 固有値解析結果

次数	固有値 [1/s ²]	X方向			Y方向			Z方向			備考
		振動数	振幅	モードの振動数	振動数	振幅	モードの振動数	振動数	振幅	モードの振動数	
1	0.11	74.231	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1次モード
2	0.40	-0.340	0.01	0.00	24.482	539.4	43.00	-2.112	4.0	0.00	2次モード
3	1.00	0.000	0.00	0.00	-1.492	0.0	0.00	10.00	0.00	0.00	3次モード
4	31.40	-0.000	0.00	0.10	0.000	0.0	0.00	-0.000	0.0	0.00	ねじれ1次
5	39.84	-0.000	0.00	0.00	-0.000	0.0	0.00	-0.000	0.0	0.00	
6	51.25	-0.000	0.00	0.00	-0.000	0.0	0.00	0.000	0.0	0.00	
7	59.89	-0.000	0.00	0.00	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0	0.00	
8	59.89	0.100	0.00	0.00	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0	0.00	
9	59.89	-0.200	0.00	0.00	-0.000	0.0	0.00	0.000	0.0	0.00	
10	47.47	-10.000	0.00	0.00	0.000	0.0	0.00	-0.000	0.0	0.00	
11	51.44	-0.000	0.00	0.00	-5.170	20.0	0.00	0.000	0.0	0.00	
12	55.79	0.100	0.00	0.00	17.470	155.0	11.40	-0.000	0.0	0.00	
13	59.34	1.470	0.00	0.00	-0.407	0.0	0.00	-0.100	0.0	0.00	
14	64.10	0.400	0.00	0.00	-0.070	0.0	0.00	-0.200	0.0	0.00	
15	57.00	-0.100	0.00	0.00	0.170	0.0	0.00	-1.400	0.0	0.00	
16	57.53	1.600	0.00	0.00	-0.410	0.0	0.00	-0.600	13.0	1.00	
17	69.44	-0.700	0.00	0.00	0.000	0.0	0.00	0.700	0.0	0.00	
18	71.53	0.000	0.00	0.00	-0.351	0.1	0.00	-0.000	15.2	1.10	
19	70.31	0.000	0.00	0.00	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0	0.00	
20	70.31	0.000	0.00	0.10	0.314	0.1	0.00	4.000	0.0	1.00	

・記載方針の相違
【東海第二】
女川2及び島根2号炉
は、成立性検討結果を
(5)に記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="231 346 825 724" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="184 745 884 777">第3-39図 検討断面1 の地表面の応答加速度と振動数の関係</p> <div data-bbox="231 892 825 1270" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="184 1291 884 1323">第3-40図 検討断面2 の地表面の応答加速度と振動数の関係</p>			<p data-bbox="2537 252 2789 472"> ・記載方針の相違 【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載 </p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>以下に岩盤傾斜部の振動特性による防潮壁の挙動の結果を要約する。</u></p> <p>① <u>一次元地震応答解析の結果, A g 1 層及びA s 層の厚さに依存する増幅特性はなく, 主に地表面付近で加速度が増幅する傾向を確認した。したがって, 岩盤傾斜部の影響による地震波の増幅の影響は小さいと判断される。</u></p> <p>② <u>岩盤傾斜部の傾斜角が最も大きい範囲をモデル化して, 固有値解析を実施した結果, 杭長を同一としたケースと岩盤への根入れを1Dとして1ユニットで異なる杭長としたケース共に, 同様の振動特性であることを確認した。</u></p> <p>③ <u>固有値解析の結果, ねじれのような振動モードが生じる可能性がないことを確認した。</u></p> <p>④ <u>一次元地震応答解析による地表面の応答加速度と固有値解析結果を比較した結果, ねじれのモードが生じる可能性はないものと判断される。なお, 防潮壁の横断, 縦断方向への振動は地震動の卓越周期と一致せず, 共振による影響はないものと判断される。</u></p> <p><u>①から④の結果より, 岩盤傾斜部では地震動の増幅が生じる影響は小さく, ねじれのようなモードが生じることはないことを確認した。</u></p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>女川2及び島根2号炉は, 成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(8) <u>津波時及び重畳時における鋼管杭基礎の成立性検討結果</u> <u>(二次元フレーム解析)</u></p> <p>1) <u>解析モデル</u></p> <p><u>モデル化を行う条件を以下に要約する。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・<u>杭体は、はり要素（線形）を用いて、地盤は杭体に付加する地盤バネで表現する。この時、地盤バネは上限値を考慮したバイリニア型とする。</u> ・<u>被覆コンクリートは剛性を考慮せず荷重のみを節点荷重とする。</u> ・<u>鋼管内は地表面より上は空洞、地表面より下は周辺地盤が詰まっているものとし、その剛性は考慮しない。</u> ・<u>杭先端の境界条件は、鉛直方向固定とする。</u> ・<u>杭間は2.8mとする。</u> ・<u>地下水位は地表面とする。</u> ・<u>地盤定数はCU条件とし、せん断抵抗角ϕは全層$\phi=0^\circ$とする。</u> ・<u>現地盤面をT.P. +4.0m, 躯体天端高をT.P. +20.0mとする。</u> ・<u>設計では地盤高さの嵩上げをT.P. +9.0mとし、二次元静的フレーム解析上では1.0mの沈下を考量の上、解析モデルでの地盤高さの嵩上げをT.P. +8.0mに設定する。</u> <p><u>鋼管杭物性値を第3-23表に、荷重図表を第3-24表に、解析モデル図を第3-41図に示す。</u></p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

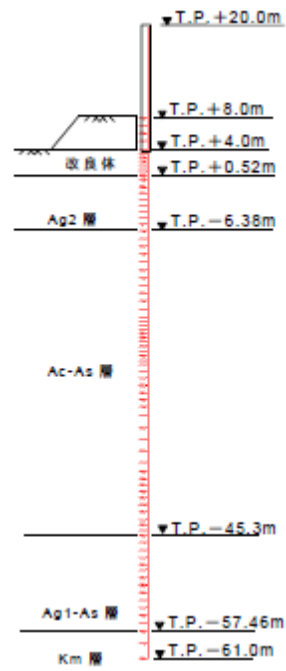
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

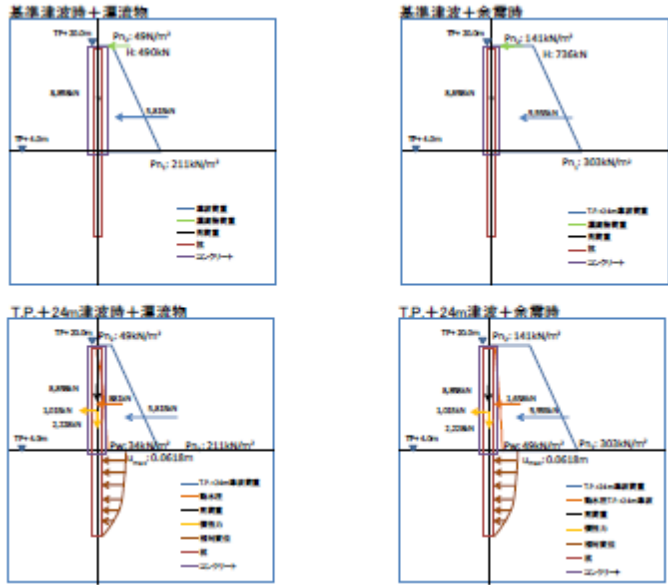
第3-23表 鋼管杭物性値

鋼管杭 φ2500mm, 鋼管厚, t=35mm, SM570, 腐食代 1mm		
断面積	A = 2.63E+5 mm ²	0.26319 m ²
断面係数	Z p = 1.60E+8 mm ³	0.15995 m ³
断面二次モーメント	I p = 2.00E+11 mm ⁴	0.19978 m ⁴
ヤング係数	E = 200000 N/mm ²	2.00E+8 kN/m ²



第3-41図 二次元静的フレーム解析モデル概念図

・記載方針の相違
【東海第二】
 女川2及び島根2号炉
 は、成立性検討結果を
 (5)に記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: center;">第3-24表 荷重図表</p>  <p>The diagrams illustrate load distributions on a vertical structure under four different conditions. Each diagram shows a vertical structure with various force vectors and pressure values. The conditions are: 1. 基本波浪時+漂流物 (Basic wave time + drift), 2. 基本波浪+余震時 (Basic wave + aftershock), 3. TP+24m波浪時+漂流物 (TP+24m wave time + drift), and 4. TP+24m波浪+余震時 (TP+24m wave + aftershock). Each diagram includes a legend for different load types and directions.</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																					
<p>a. <u>死荷重</u></p> <p>・被覆コンクリート重量</p> <p><u>被覆コンクリート天端の重量を頂部の節点に設定する。</u></p> <p><u>天端より下の重量は、支配長さに応じた節点重量を設定する。</u></p> <p>第3-25表 被覆コンクリートの重量</p> <table border="1" data-bbox="222 617 845 768"> <thead> <tr> <th></th> <th>単位体積重量 (kN/m³)</th> <th>面積 (m²)</th> <th>長さ (m)</th> <th>重量 (kN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>天端</td> <td>24.5</td> <td>3.5×2.8</td> <td>0.5</td> <td>120.05</td> </tr> <tr> <td>天端より下</td> <td>24.5</td> <td>3.5×2.8-$\pi \times 2.5^2/4$</td> <td>16.0</td> <td>1,917.44</td> </tr> </tbody> </table> <p>・鋼管杭重量</p> <p><u>鋼管杭重量は節点の支配長さに応じた節点重量を設定する。</u></p> <p>第3-26表 鋼管杭の重量</p> <table border="1" data-bbox="338 1066 727 1167"> <thead> <tr> <th>単位体積重量 (kN/m³)</th> <th>長さ (m)</th> <th>重量 (kN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>77</td> <td>80.5</td> <td>1,631.74</td> </tr> </tbody> </table> <p>・杭体内の土の重量</p> <p><u>杭体内の土の重量はT.P. +4.0mより以深を考慮するものとし、節点の支配長さに応じた重量を設定する。</u></p>		単位体積重量 (kN/m ³)	面積 (m ²)	長さ (m)	重量 (kN)	天端	24.5	3.5×2.8	0.5	120.05	天端より下	24.5	3.5×2.8- $\pi \times 2.5^2/4$	16.0	1,917.44	単位体積重量 (kN/m ³)	長さ (m)	重量 (kN)	77	80.5	1,631.74			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>
	単位体積重量 (kN/m ³)	面積 (m ²)	長さ (m)	重量 (kN)																				
天端	24.5	3.5×2.8	0.5	120.05																				
天端より下	24.5	3.5×2.8- $\pi \times 2.5^2/4$	16.0	1,917.44																				
単位体積重量 (kN/m ³)	長さ (m)	重量 (kN)																						
77	80.5	1,631.74																						

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																												
<p data-bbox="305 254 759 283">第3-27表 杭体内の土の重量 (1m当り)</p> <table border="1" data-bbox="231 296 834 554"> <tr> <td>d u層</td> <td>$(2.5-0.035 \times 2)^2 \times \pi / 4 \times 17.85 =$</td> <td>82.78kN/m</td> </tr> <tr> <td>A g 2層</td> <td>$(2.5-0.035 \times 2)^2 \times \pi / 4 \times 19.71 =$</td> <td>91.41kN/m</td> </tr> <tr> <td>A c層</td> <td>$(2.5-0.035 \times 2)^2 \times \pi / 4 \times 16.18 =$</td> <td>75.04kN/m</td> </tr> <tr> <td>A s層</td> <td>$(2.5-0.035 \times 2)^2 \times \pi / 4 \times 17.06 =$</td> <td>79.12kN/m</td> </tr> <tr> <td>A g 1層</td> <td>$(2.5-0.035 \times 2)^2 \times \pi / 4 \times 19.71 =$</td> <td>90.66kN/m</td> </tr> <tr> <td>K m層</td> <td>$(2.5-0.035 \times 2)^2 \times \pi / 4 \times 16.93 =$</td> <td>77.87kN/m</td> </tr> </table> <p data-bbox="231 615 365 644">b . 積雪</p> <p data-bbox="258 657 923 779">積雪は建築基準法施行令（東海村の設定値）により算出する。積雪は被覆コンクリートの水平面に作用するものとし、天端の節点の節点荷重とする。</p> <p data-bbox="409 884 661 913">第3-28表 積雪の重量</p> <table border="1" data-bbox="293 926 774 1045"> <thead> <tr> <th>単位重量 (N/cm²)</th> <th>高さ (cm)</th> <th>面積 (m²)</th> <th>係数</th> <th>重量 (kN)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20.0</td> <td>30.0</td> <td>9.8</td> <td>1.0</td> <td>5.88</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="231 1106 418 1136">c . 津波荷重</p> <p data-bbox="231 1148 923 1270">作用する津波荷重は浸水深に基づき算定式により算出する。堤外側から堤内側へ作用するものとする。第3-42図に計算概要を示す。</p>	d u層	$(2.5-0.035 \times 2)^2 \times \pi / 4 \times 17.85 =$	82.78kN/m	A g 2層	$(2.5-0.035 \times 2)^2 \times \pi / 4 \times 19.71 =$	91.41kN/m	A c層	$(2.5-0.035 \times 2)^2 \times \pi / 4 \times 16.18 =$	75.04kN/m	A s層	$(2.5-0.035 \times 2)^2 \times \pi / 4 \times 17.06 =$	79.12kN/m	A g 1層	$(2.5-0.035 \times 2)^2 \times \pi / 4 \times 19.71 =$	90.66kN/m	K m層	$(2.5-0.035 \times 2)^2 \times \pi / 4 \times 16.93 =$	77.87kN/m	単位重量 (N/cm ²)	高さ (cm)	面積 (m ²)	係数	重量 (kN)	20.0	30.0	9.8	1.0	5.88			<p data-bbox="2534 254 2816 464">・記載方針の相違 【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>
d u層	$(2.5-0.035 \times 2)^2 \times \pi / 4 \times 17.85 =$	82.78kN/m																													
A g 2層	$(2.5-0.035 \times 2)^2 \times \pi / 4 \times 19.71 =$	91.41kN/m																													
A c層	$(2.5-0.035 \times 2)^2 \times \pi / 4 \times 16.18 =$	75.04kN/m																													
A s層	$(2.5-0.035 \times 2)^2 \times \pi / 4 \times 17.06 =$	79.12kN/m																													
A g 1層	$(2.5-0.035 \times 2)^2 \times \pi / 4 \times 19.71 =$	90.66kN/m																													
K m層	$(2.5-0.035 \times 2)^2 \times \pi / 4 \times 16.93 =$	77.87kN/m																													
単位重量 (N/cm ²)	高さ (cm)	面積 (m ²)	係数	重量 (kN)																											
20.0	30.0	9.8	1.0	5.88																											

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

最大波圧 (kN/m²)

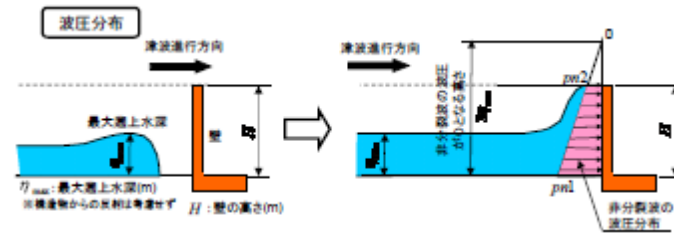
$$p_m = 3\rho g \eta_{max}$$

壁天端波圧 (kN/m²)

$$p_{m2} = 3\rho g \eta_{max} \times (3\eta_{max} - H) / 3\eta_{max}$$

$$= \rho g (3\eta_{max} - H)$$

ここで、 η_{max} は設計用浸水深を用いる。



第3-42図 津波波力の計算概要

d. 応答変位法による慣性力及び相対変位

一次元地震応答解析により求めた杭下端—地表位置の相対変位及び地表位置での最大加速度（水平・鉛直）より求まる震度を与条件として二次元フレーム解析を行う。なお、一次元地震応答解析に用いる入力地震動は余震として、第3-43図に示す、Sd-D1波を用いる。

第3-29表 震度、相対変位の抽出

震度(水平・鉛直)	相対変位
杭位置の地表面での最大加速度より算出	杭下端と地表面の最大相対変位

・記載方針の相違
【東海第二】
女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="237 262 831 430"> </div> <div data-bbox="385 462 682 493">S d - D1 波 : 水平方向入力地震動</div> <div data-bbox="237 514 831 682"> </div> <div data-bbox="385 693 682 724">S d - D1 波 : 鉛直方向入力地震動</div> <div data-bbox="296 745 771 777">第3-43図 余震時の解析に用いた地震波</div> <p data-bbox="222 882 400 913">e . 動水圧</p> <p data-bbox="281 924 920 1092">動水圧は以下に示す港湾の施設の技術上の基準・同解説 (2007年版) に基づき算出する。余震が発生したときの各節点に作用する動水圧を以下の式で求めるものとする。</p> $P = \frac{7}{8} W_0 K_h \sqrt{Hh} A$ <p data-bbox="281 1197 608 1228">W_0 : 海水の単位体積重量 (kN/m³)</p> <p data-bbox="281 1239 786 1270">K_h : 設計水平加速度 (S d - D1 波 $K_h = 0.2726$)</p> <p data-bbox="281 1281 504 1312">H : 津波遡上高さ (m)</p> <p data-bbox="281 1323 489 1354">h : 節点の水深 (m)</p> <p data-bbox="281 1365 578 1396">A : その節点の支配面積 (m²)</p> <p data-bbox="163 1470 385 1501">2) 静的地盤バネ</p> <p data-bbox="163 1512 920 1722">二次元静的フレーム解析に用いる地盤バネは「道路橋示方書・同解説 (IV 下部構造編)」に基づき水平方向地盤反力係数を求め、上限値を設定するバイリニア型とする。また、杭間隔が小さいため水平方向地盤反力係数に対する補正係数を考慮する。</p> <p data-bbox="163 1732 920 1858">静的フレーム解析では津波荷重及び漂流物荷重を主たる荷重として扱うため、地盤高さの嵩上げ部による地盤抵抗を期待するものとする。地盤バネは地盤高さの嵩上げ上面から杭先端ま</p>			<p data-bbox="2537 252 2804 462">・ 記載方針の相違 【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考															
<p>での範囲で考慮し、設計上の地盤面は地盤高さの嵩上げ部上面とする。</p> <p>a . 水平方向地盤バネ</p> $k_h = \mu \eta_k \alpha_k k_H D H$ <p>ここに、</p> <p>k_h : 水平方向地盤バネ定数 (kN/m)</p> <p>η_k : 群杭効果を考慮した補正係数</p> <p>α_k : 単杭における補正係数</p> <p>η_k, α_k は以下の値を用いる</p> <p>第3-30表 α_k, η_k の値表</p> <table border="1" data-bbox="195 930 715 1094"> <thead> <tr> <th>対象</th> <th>η_k</th> <th>α_k</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>粘性土地盤</td> <td>2/3</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>砂質土地盤</td> <td>2/3</td> <td>1.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>(道路橋示方書・同解説 (IV 下部構造編))</p> <p>k_H : 水平方向地盤反力係数 (kN/m³)</p> $k_H = k_{H0} \left(\frac{B_H}{0.3} \right)^{\frac{3}{4}}$ <p>k_{H0} : 直径 0.3m 剛体円板による水平載荷試験の値に相当する水平方向地盤反力係数 (kN/m³)</p> $k_{H0} = \frac{1}{0.3} \alpha E_0$ <p>α : 地盤反力係数の換算係数</p> <p>第3-31表 α の値</p> <table border="1" data-bbox="228 1650 647 1761"> <thead> <tr> <th>対象</th> <th>α (常時)</th> <th>α (地震時)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>全層</td> <td>4</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table> <p>(道路橋示方書・同解説 (IV 下部構造編))</p> <p>E_0 : 地盤の変形係数 (kN/m²)</p>	対象	η_k	α_k	粘性土地盤	2/3	1.5	砂質土地盤	2/3	1.5	対象	α (常時)	α (地震時)	全層	4	8			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>
対象	η_k	α_k																
粘性土地盤	2/3	1.5																
砂質土地盤	2/3	1.5																
対象	α (常時)	α (地震時)																
全層	4	8																

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>Km層以外は有効上載圧との関係式より求まる静弾性係数、Km層は標高 (T. P.) との関係式から求まる静弾性係数を用いる。</u></p> <p><u>地震時の地盤バネは、一次元地震応答解析から算出された各深度における収束剛性から設定する。収束剛性から動ポアソン比を用いて地震後の地盤の変形係数を用いて、水平方向地盤反力係数を算出する。</u></p> <p>E_D : 地震後の剛性低下を考慮した変形係数 (kN/m²)</p> $E_D = 2(1 + \nu_d)G_{eq}$ <p>ν_d : 動ポアソン比</p> <p>G_{eq} : 一次元地震応答解析より求まる収束剛性を示す。</p> <p>μ : 水平地盤反力係数の補正係数</p> $\mu = 1 - 0.2 \left(2.5 - \frac{L}{D} \right) [L < 2.5D]$ <p>L : 杭中心間隔</p> <p>D : 杭径</p> <p>B_H : 荷重作用方向に直交する基礎の換算載荷幅 (m) で杭基礎の場合の以下の式を用いる。</p> $B_H = \sqrt{D/\beta}$ <p>β : 杭基礎の特性値 (m⁻¹)</p> $\beta = \sqrt[4]{\frac{k_H D}{4EI}}$ <p>L : 杭中心間隔</p> <p>D : 荷重作用方向に直交する基礎の載荷幅 = 杭径</p> <p>H : 分担長さ (m)</p> <p>E I : 杭の曲げ剛性 (kN・m²)</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>・群杭の影響による水平地盤反力係数の低減</p> <p>杭中心間隔Lが2.5D未満であるため、道路橋示方書・同解説 (IV 下部構造編) に基づき、水平地盤反力係数k Hに補正係数μを乗じる。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>(2) 群杭が水平力を受ける場合には、杭相互の干渉により、各杭の荷重分担が相違し、全体としての効率も単杭の場合に比べて低下する。荷重分担、群杭効果とも地盤の種類、杭の施工法、杭本数等によって異なるが、一般に杭の中心間隔が5D (Dは杭径) 以下になると群杭の影響が現れ、荷重方向に対し、前列の杭から後列に行くほど、両側面の杭から中央に行くほど荷重の分担が小さくなる。また、杭中心間隔が小さくなるほど単杭に対する効率低下が著しくなる。</p> <p>現実の地盤条件の複雑さを考えると、群杭の効率低下に及ぼす各種要因の影響を分離して扱うには、まだ実験データの蓄積が十分でなく、また、各杭の荷重分担の相違も設計上の安全率の範囲内にあるとみなされる。群杭の水平抵抗について、特に設計上考慮しなければならないのは、杭中心間隔に応じた効率の低下であるが、これについても従来、杭中心間隔が2.5D程度であれば、単杭の水平方向地盤反力係数をそのまま使っても、実用上差し支えないとして扱ってきた。</p> <p>これは、水平方向地盤反力係数の多少の差は、応力的にはそれほど大きな影響を与えないことを考慮したものである。しかし、やむを得ず杭中心間隔をさらに小さくする場合は、設計上水平方向地盤反力係数の低下を考慮する必要がある。</p> <p>低減の方法としては、12.5 で求めた水平方向地盤反力係数に式 (解 12.4.10) により算出した補正係数μを乗じればよい。</p> $\mu = 1 - 0.2 \left(2.5 - \frac{L}{D} \right) \quad [L < 2.5D] \dots\dots\dots (解 12.4.10)$ <p>ここに、 L: 杭中心間隔 (m) D: 杭径 (m)</p> <p>鋼管ソイルセメント杭の場合は、ソイルセメント柱径とする。</p> </div> <p>(道路橋示方書・同解説 (IV 下部構造編))</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考								
<p>b. 上限値</p> <p>$P_h = P_{HU}DH$</p> <p>ここで、</p> <p>P_{HU} : 受働土圧強度 (kN/m²)</p> <p>$P_{HU} = \eta_p \alpha_p p_u$</p> <p>$\eta_p$: 群杭効果を考慮した水平方向反力の上限値の補正係数</p> <p>α_p : 単杭における水平地盤反力度の上限値の補正係数</p> <p>第3-32表 η_p α_pの値</p> <table border="1" data-bbox="323 718 742 934"> <thead> <tr> <th>対象</th> <th>$\eta_p \alpha_p$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>粘性土地盤 (N > 2)</td> <td>1.5^{*1}</td> </tr> <tr> <td>粘性土地盤 (N ≤ 2)</td> <td>1.0^{*1}</td> </tr> <tr> <td>砂質土地盤</td> <td>1.15^{*2}</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 : 粘性土の値 $\eta_p = 1.0$, $\alpha_p = 1.5$ (N ≤ 2 の粘性土地盤では, $\alpha_p = 1.0$ とする)</p> <p>※2 : 砂質土の式 $\eta_p \alpha_p = L/D$</p> <p>L : 杭中心間隔 2.8 (m)</p> <p>D : 杭径 2.5 (m)</p> <p>p_u : 地震時受働土圧強度 (kN/m²)</p> <p>$p_u = K_{EPi} \gamma_i h_i + 2C_i \sqrt{K_{EPi}} + K_{EPi} q_i$</p> $K_{EPi} = \frac{\cos^2 \varphi_i}{\cos \delta_E \left(1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi_i - \delta_E) \sin(\varphi_i + \alpha)}{\cos \delta_E \cos \alpha}} \right)^2}$ <p>γ_i : 対象層の単位積重量 (kN/m³)</p> <p>h_i : 対象層の厚さ (m)</p> <p>C_i : 対象層のせん断強度 (kN/m²)</p>	対象	$\eta_p \alpha_p$	粘性土地盤 (N > 2)	1.5 ^{*1}	粘性土地盤 (N ≤ 2)	1.0 ^{*1}	砂質土地盤	1.15 ^{*2}			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>
対象	$\eta_p \alpha_p$										
粘性土地盤 (N > 2)	1.5 ^{*1}										
粘性土地盤 (N ≤ 2)	1.0 ^{*1}										
砂質土地盤	1.15 ^{*2}										

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p> q_i : 対象層の上層までの有効上載圧 (kN/m²) K_{EPi} : 対象層の地震時受働土圧係数 ϕ_i : 対象層の内部摩擦角 (°) δ_{ε} : 壁面と土の摩擦角 (°) で $-\phi/6$ とする α : 地表面と水平面のなす角 (°) で 0 とする </p> <p>5) 照査</p> <p>① 鋼管壁 (杭体) の照査</p> <p>a . 応力度照査</p> <p>杭の応力度照査は、<u>曲げモーメント・軸力に対する照査、せん断に対する照査を実施する。</u></p> <p>・<u>曲げモーメント・軸力に対する照査</u></p> <p>鋼管杭の曲げに対する許容限界は、<u>道路橋示方書・同解説 (IV 下部構造編) に基づき、発生曲げモーメントが短期許容応力度以下であることを照査する。なお、曲げに対する応力度照査は、以下の式で算出する。</u></p> $\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{Z}$ <p>M : 最大曲げモーメント Z : 断面係数 N : 軸力 A : 有効断面積</p> <p>・<u>せん断に対する照査</u></p> <p>鋼管杭のせん断に対する許容限界は、<u>曲げと同様に道路橋示方書・同解説 (IV 下部構造編) に基づき、発生せん断力が短期許容応力度以下であることを照査する。なお、せん断に対する応力度照査は、以下の式で算出する。</u></p> $\tau = \frac{S}{A}$ <p>S : せん断力 A : 有効断面積</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>・座屈に対する照査</p> <p>鋼管杭の座屈に対しては、道路橋示方書・同解説 (IV 下部構造編) では、全長が地中に埋め込まれた杭では、一般に座屈の影響を考慮しなくてもよいとされるが、建築基礎構造設計指針によれば、終局耐力の項に座屈に対する記述があることからこれを適用する。圧縮あるいは引張力が単独で作用するときの鋼管杭の終局限界圧縮耐力 N_u (N) は、以下の式で算出する。</p> $N_u = F \left(0.8 + 2.5 \frac{t}{r} \right) A \quad (0.01 < t/r \leq 0.08)$ <p>ここに、F は鋼材の基準強度 (= σ_y) (N/mm²)、t : 鋼管の厚さ (腐食代を考慮) (mm)、r : 鋼管の半径 (mm)、A : 鋼管の断面積 (腐食代を考慮) (mm²) である。</p> <p>・許容応力度</p> <p>杭の照査は、検討ケースに応じて道路橋示方書・同解説 (IV 下部構造編) の許容値を用いる。ただし、T.P. +24m 津波時の評価においては、降伏応力による照査とする。</p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																											
<p>6) 評価結果</p> <p>照査結果一覧を第3-33表～第3-38表に示す。津波時+漂流物及び基準津波+余震時の杭の曲げ、せん断、座屈に対する評価結果及び地盤の支持力に対する評価結果について、いずれも許容限界値以下であることを確認した。また、地盤の強度や剛性をケーススタディし、地盤バネ定数や上限値を変更した結果についても同様に許容限界値以下となることを確認した。</p> <p>第3-33表 曲げ・軸力に対する照査 (バネ値その1の場合)</p> <table border="1" data-bbox="163 667 914 951"> <thead> <tr> <th></th> <th>発生応力度 σ (N/mm²) (M/Z + N/A)</th> <th>許容応力度 σ_{ss} (N/mm²) (SM570)</th> <th>安全率 σ_{ss}/σ</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>基準津波時+漂流物</td> <td>178.6</td> <td>382.5</td> <td>2.14</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>基準津波+余震時</td> <td>175.7</td> <td>382.5</td> <td>2.17</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>T.P.+24m津波時+漂流物</td> <td>361.9</td> <td>433.5</td> <td>1.19</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>T.P.+24m津波+余震時</td> <td>340.8</td> <td>433.5</td> <td>1.27</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table> <p>第3-34表 せん断に対する照査 (バネ値その1の場合)</p> <table border="1" data-bbox="163 1073 914 1356"> <thead> <tr> <th></th> <th>発生応力度 τ (N/mm²) (S/A)</th> <th>許容応力度 τ_{ss} (N/mm²) (SM570)</th> <th>安全率 τ_{ss}/τ</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>基準津波時+漂流物</td> <td>25.4</td> <td>217.5</td> <td>8.56</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>基準津波+余震時</td> <td>25.6</td> <td>217.5</td> <td>8.49</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>T.P.+24m津波時+漂流物</td> <td>47.8</td> <td>246.5</td> <td>5.15</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>T.P.+24m津波+余震時</td> <td>46.0</td> <td>246.5</td> <td>5.35</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table> <p>第3-35表 曲げ・軸力に対する照査 (バネ値その2の場合)</p> <table border="1" data-bbox="163 1518 914 1801"> <thead> <tr> <th></th> <th>発生応力度 σ (N/mm²) (M/Z + N/A)</th> <th>許容応力度 σ_{ss} (N/mm²) (SM570)</th> <th>安全率 σ_{ss}/σ</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>基準津波時+漂流物</td> <td>178.6</td> <td>382.5</td> <td>2.14</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>基準津波+余震時</td> <td>175.7</td> <td>382.5</td> <td>2.17</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>T.P.+24m津波時+漂流物</td> <td>361.9</td> <td>433.5</td> <td>1.19</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>T.P.+24m津波+余震時</td> <td>340.8</td> <td>433.5</td> <td>1.27</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table>		発生応力度 σ (N/mm ²) (M/Z + N/A)	許容応力度 σ_{ss} (N/mm ²) (SM570)	安全率 σ_{ss}/σ	判定	基準津波時+漂流物	178.6	382.5	2.14	OK	基準津波+余震時	175.7	382.5	2.17	OK	T.P.+24m津波時+漂流物	361.9	433.5	1.19	OK	T.P.+24m津波+余震時	340.8	433.5	1.27	OK		発生応力度 τ (N/mm ²) (S/A)	許容応力度 τ_{ss} (N/mm ²) (SM570)	安全率 τ_{ss}/τ	判定	基準津波時+漂流物	25.4	217.5	8.56	OK	基準津波+余震時	25.6	217.5	8.49	OK	T.P.+24m津波時+漂流物	47.8	246.5	5.15	OK	T.P.+24m津波+余震時	46.0	246.5	5.35	OK		発生応力度 σ (N/mm ²) (M/Z + N/A)	許容応力度 σ_{ss} (N/mm ²) (SM570)	安全率 σ_{ss}/σ	判定	基準津波時+漂流物	178.6	382.5	2.14	OK	基準津波+余震時	175.7	382.5	2.17	OK	T.P.+24m津波時+漂流物	361.9	433.5	1.19	OK	T.P.+24m津波+余震時	340.8	433.5	1.27	OK			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>
	発生応力度 σ (N/mm ²) (M/Z + N/A)	許容応力度 σ_{ss} (N/mm ²) (SM570)	安全率 σ_{ss}/σ	判定																																																																										
基準津波時+漂流物	178.6	382.5	2.14	OK																																																																										
基準津波+余震時	175.7	382.5	2.17	OK																																																																										
T.P.+24m津波時+漂流物	361.9	433.5	1.19	OK																																																																										
T.P.+24m津波+余震時	340.8	433.5	1.27	OK																																																																										
	発生応力度 τ (N/mm ²) (S/A)	許容応力度 τ_{ss} (N/mm ²) (SM570)	安全率 τ_{ss}/τ	判定																																																																										
基準津波時+漂流物	25.4	217.5	8.56	OK																																																																										
基準津波+余震時	25.6	217.5	8.49	OK																																																																										
T.P.+24m津波時+漂流物	47.8	246.5	5.15	OK																																																																										
T.P.+24m津波+余震時	46.0	246.5	5.35	OK																																																																										
	発生応力度 σ (N/mm ²) (M/Z + N/A)	許容応力度 σ_{ss} (N/mm ²) (SM570)	安全率 σ_{ss}/σ	判定																																																																										
基準津波時+漂流物	178.6	382.5	2.14	OK																																																																										
基準津波+余震時	175.7	382.5	2.17	OK																																																																										
T.P.+24m津波時+漂流物	361.9	433.5	1.19	OK																																																																										
T.P.+24m津波+余震時	340.8	433.5	1.27	OK																																																																										

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

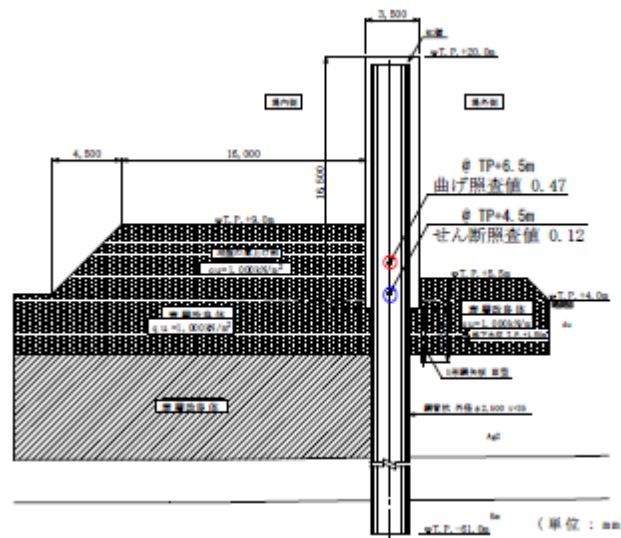
島根原子力発電所 2号炉

備考

第3-36表 せん断に対する照査 (バネ値その2の場合)

	発生応力度 τ (N/mm ²) (S/A)	許容応力度 τ_{sa} (N/mm ²) (SM570)	安全率 τ_{sa}/τ	判定
基準津波時+漂流物	15.0	217.5	14.50	OK
基準津波+余震時	16.2	217.5	13.42	OK
T.P.+24m津波時+漂流物	29.7	246.5	8.29	OK
T.P.+24m津波+余震時	29.7	246.5	8.29	OK

各ケースにおける曲げモーメント図等を第3-44 図～第3-59図に示す。



第3-44図 曲げ・せん断照査値
(基準津波時+漂流物) (その1のバネ)

・記載方針の相違
【東海第二】
女川2及び島根2号炉
は、成立性検討結果を
(5)に記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="172 247 890 766" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="261 787 807 871" data-label="Caption"> <p>第3-45図 曲げモーメント・せん断力及び反力 (基準津波時+漂流物) (その1のバネ)</p> </div> <div data-bbox="237 976 831 1480" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="311 1501 756 1585" data-label="Caption"> <p>第3-46図 曲げ・せん断照査値 (基準津波+余震時) (その1のバネ)</p> </div>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="172 262 896 760" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="261 793 807 865" data-label="Caption"> <p>第3-47図 曲げモーメント・せん断力及び反力 (基準津波+余震時) (その1のバネ)</p> </div> <div data-bbox="243 982 825 1480" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="261 1507 807 1579" data-label="Caption"> <p>第3-48図 曲げ・せん断照査値 (T.P. +24m津波時+漂流物) (その1のバネ)</p> </div>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="172 254 896 762" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="261 789 807 867" data-label="Caption"> <p>第3-49図 曲げモーメント・せん断力及び反力 (T.P. +24m津波時+漂流物) (その1のバネ)</p> </div> <div data-bbox="231 982 825 1486" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="276 1507 795 1585" data-label="Caption"> <p>第3-50図 曲げ・せん断照査値 (T.P. +24m津波時+余震) (その1のバネ)</p> </div>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="163 252 905 766"> </div> <p data-bbox="261 787 807 871">第3-51図 曲げモーメント・せん断力及び反力 (T.P. +24m津波+余震時) (その1のバネ)</p> <div data-bbox="237 987 831 1480"> </div> <p data-bbox="296 1501 771 1585">第3-52図 曲げ・せん断照査値 (基準津波時+漂流物) (その2のバネ)</p>			<p data-bbox="2522 252 2819 462">・記載方針の相違 【東海第二】 女川2及び島根2号炉 は、成立性検討結果を (5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="163 262 905 766"> </div> <div data-bbox="252 787 816 871"> <p>第3-53図 曲げモーメント・せん断力及び反力 (基準津波時+漂流物) (その2のバネ)</p> </div> <div data-bbox="222 1060 845 1575"> </div> <div data-bbox="296 1596 771 1680"> <p>第3-54図 曲げ・せん断照査値 (基準津波+余震時) (その2のバネ)</p> </div>			<p>・記載方針の相違 【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="163 262 905 766"> </div> <div data-bbox="252 787 816 871"> <p>第3-55図 曲げモーメント・せん断力及び反力 (基準津波+余震時) (その2のバネ)</p> </div> <div data-bbox="222 1155 845 1659"> </div> <div data-bbox="252 1680 816 1764"> <p>第3-56図 曲げ・せん断照査値 (T.P. +24m津波時+漂流物) (その2のバネ)</p> </div>			<p>・記載方針の相違 【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

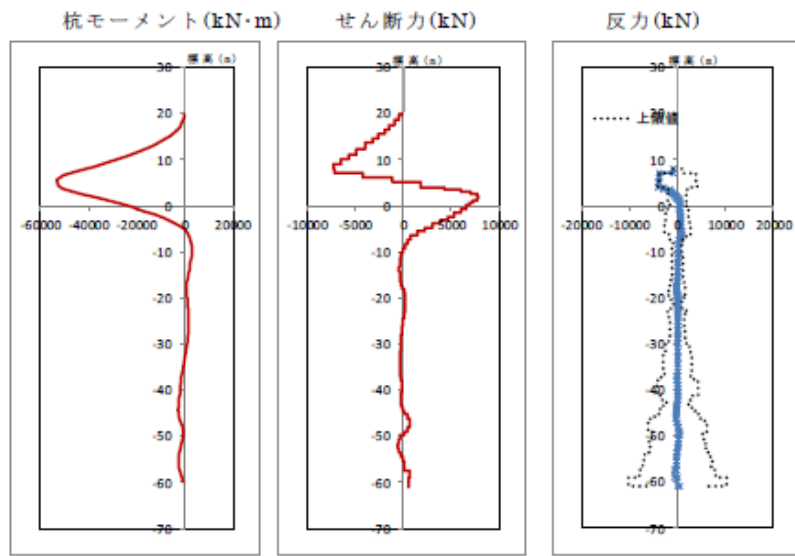
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="163 252 905 766"> </div> <div data-bbox="261 787 807 871"> <p>第3-57図 曲げモーメント・せん断力及び反力 (T.P. +24m津波時+漂流物) (その2のバネ)</p> </div> <div data-bbox="231 1029 836 1533"> </div> <div data-bbox="184 1549 875 1633"> <p>第3-58図 曲げ・せん断照査値 (T.P. +24m津波+余震時) (その2のバネ)</p> </div>			<p>・記載方針の相違 【東海第二】 女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



第3-59図 曲げモーメント・せん断力及び反力
(T.P. + 24m津波+余震時) (その2のバネ)

第3-37表 支持力に対する照査

	発生軸力 (kN)	極限支持力 (kN)	安全率	判定 (> 1.2)
基準津波時+漂流物	8,105	28,936	3.57	OK
基準津波+余震時	10,182	28,936	2.84	OK
T.P. + 24m 津波時+漂流物	8,105	28,936	3.57	OK
T.P. + 24m 津波+余震時	10,182	28,936	2.84	OK

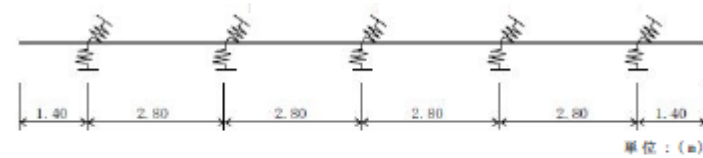
第3-38表 座屈耐力に対する照査

	発生軸力 (kN)	座屈耐力 (kN) (SM570)	安全率	判定
基準津波時+漂流物	8,898	103,039	11.58	OK
基準津波+余震時	11,185	103,039	9.21	OK
T.P. + 24m 津波時+漂流物	8,898	103,039	11.58	OK
T.P. + 24m 津波+余震時	11,185	103,039	9.21	OK

・記載方針の相違
【東海第二】
女川2及び島根2号炉
は、成立性検討結果を
(5)に記載

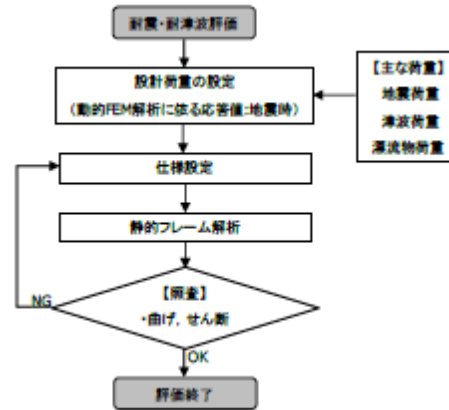
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>以降に二次元フレーム解析結果の要約を示す。</p> <p>① <u>断面の決定は杭体に発生する曲げモーメントであり、曲げモーメントが最も大きいのはT. P. +24m津波時+漂流物のケースである。</u></p> <p>② <u>地盤バネの設定について、地盤の剛性が大きく、受働土圧強度の上限値が大きくなる「初期剛性+ピーク強度(平均値)」のケースの安全率が小さくなることを確認した。変形が抑えられる分、杭体に加わる荷重が大きくなることによるものと考えられる。</u></p> <p>③ <u>支持力については、岩盤のみの支持力で照査し、全てのケースで2.5倍以上の安全率を有することを確認した。</u></p> <p>④ <u>座屈については、9倍以上の裕度があり、T.P. +24.0m津波時も影響はないことを確認した。</u></p> <p>⑤ <u>杭体の断面決定については、地震時の二次元有効応力解析の結果を参照して安全率の小さい方で決定する。</u></p> <p><u>①から⑤の結果より、二次元フレーム解析による杭体の照査結果では、基準津波やT. P. +24m津波に対して、杭の曲げ、せん断及び支持力の照査値は許容限界値以下であり、十分な構造強度を有していることを確認した。</u></p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>女川2及び島根2号炉は、成立性検討結果を(5)に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(9) <u>上部工の成立性検討結果 (二次元梁バネモデル解析)</u></p> <p>1) <u>モデル化方針 (梁バネモデル)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>構造部材</u> 鉄筋コンクリート梁壁はビーム要素でモデル化し、杭をバネで表現する。 ・ <u>地盤</u> 地盤は、集約バネを杭位置に配置する。ここで、付加するバネは鉛直バネK_vと水平バネK_hを与える。 ・ <u>地震動の入力</u> 一次元地震応答解析及び二次元有効応力解析より算出された、地表面変位を解析モデルに載荷する。この時、地盤のばらつきを考慮するために、モデル左右に-1σ物性、$+1\sigma$物性によるものをそれぞれ載荷する。 ・ <u>津波荷重</u> 津波荷重は鉄筋コンクリート躯体下端の最大波圧を解析モデルに載荷する。 ・ <u>解析モデル</u> 解析モデルを第3-60図に示す。 	<p>(f) <u>鋼製遮水壁の評価条件</u></p> <p>鋼製遮水壁の解析モデル概念図及び検討フローを第 2-22 図及び第 2-23 図に示す。鋼製遮水壁は単純ばり又は片持ちばりの線形ばり要素でモデル化することとし、津波荷重、地震荷重及び漂流物荷重をばり要素に作用させる静的フレーム解析により評価を行う。なお、鋼製遮水壁は津波荷重が支配的であることから、汀線方向の検討は省略する。</p> <div data-bbox="1062 1346 1605 1577" data-label="Diagram"> </div> <p>第 2-22 図 鋼製遮水壁の解析モデル概念図</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・ 設計方針の相違 <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>島根 2 号炉は、高い剛性を有する多重鋼管杭により地震時並びに津波荷重を負担すると考えられ、主たる変形は多重鋼管杭に規制されると考えられる。そのため、構造成立性評価段階においては、多重鋼管杭に発生する最大変形量から想定される各部位の断面力が許容限界以下となっていることを確認する。</p>



梁剛性 (鉄筋コンクリート部材) 高さ $H = 16.50\text{m}$,
幅 $B = 0.70\text{m}$, 断面積 $A = 11.55\text{m}^2$, $E = 3.1\text{E}+07\text{kN/m}^2$

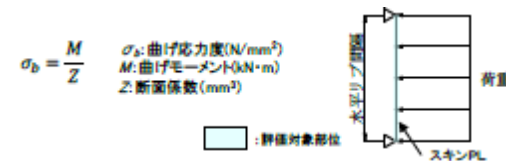
第3-60図 解析モデル (二次元梁バネモデル)



第 2-23 図 鋼製遮水壁の検討フロー

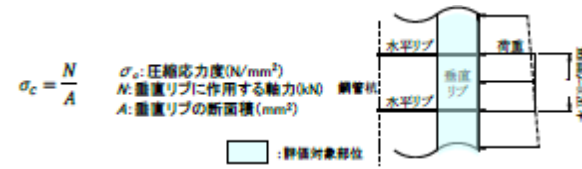
鋼製遮水壁各部材の照査は、単純ばり又は片持ちばりモデル化し、道路橋示方書・同解説 (I 共通編, II 鋼橋編, IV 下部構造編) に準拠し照査を行う。

スキン PL の照査方法を第 2-24 図に示す。水平リブを支点とする単純ばりモデルとし、以下の式により曲げ応力度の照査を行う。



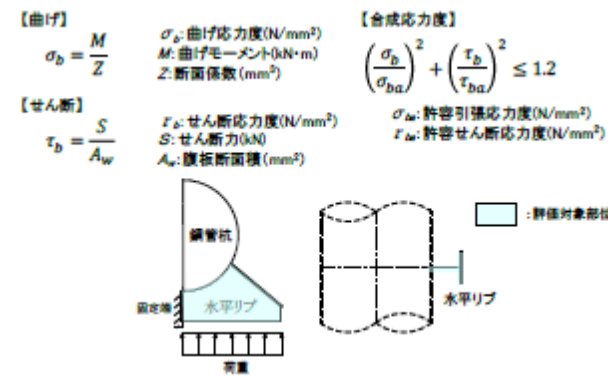
第 2-24 図 スキン PL の照査概念図

垂直リブの照査方法を第 2-25 図に示す。垂直リブは、発生する軸圧縮応力度に対し、以下の式により照査を行う。



第 2-25 図 垂直リブの照査概念図

水平リブの照査方法を第 2-26 図に示す。水平リブは、鋼管杭中心線を固定端とする片持ちばりモデルとする。曲げとせん断を受ける I 形断面とみなし、以下の式により曲げ応力度及びせん断応力度の照査を行う。曲げによる垂直応力度及びせん断応力度が発生するため、合成応力度についても照査を行う。



第 2-26 図 水平リブの照査概念図

補剛環の照査方法を第 2-27 図に示す。鋼製遮水壁が設置される鋼管杭のうち、充填コンクリートが無い範囲については、鋼管杭の局所的な変形を防止し、円滑な応力の伝達を図るために補剛環を設けている。補剛環は、鋼管杭に外力が集中荷重で作用した場合の変形量について、以下の式により照査を行う。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>2) 地盤バネの設定 (地震時)</p> <p>地震時の地盤バネは、以下の式により設定する。バネ値の算出に用いる変形係数に、地震後の剛性低下を考慮する。</p> $E_D = 2(1 + \nu_d)G_{eq}$ <p>G_{eq} : 地震後の剛性低下を考慮した変形係数 (kN/m²)</p> <p>ここに、ν_dは動ポアソン比、G_{eq}は地震応答解析より求まる収束剛性を示す。</p> <p>a. 水平方向地盤バネ (集約バネ)</p> $K_1 = \frac{3EI\beta^3}{(1 + \beta h)} = 113962 \text{ (kN/m)}$ <p>ここに、</p> <p>EI : 杭の曲げ剛性</p> <p>β : 杭基礎の特性値 (m⁻¹), $\beta = \sqrt[4]{\frac{k_H D}{4EI}}$</p> <p>h : 杭の軸方向長さ (m)</p> <p>k_H : 水平方向地盤反力係数 (kN/m³) $k_H = k_{H0} \left(\frac{B_H}{0.3}\right)^{\frac{3}{4}}$</p> <p>$k_{H0}$: 直径 0.3m 剛体円板による水平載荷試験の値に相当する水平方向地盤反力係数 (kN/m³) $k_{H0} = \frac{1}{0.3} \alpha E_0$</p> <p>$\alpha$: 地盤反力係数の換算係数 (第 3-39 表)</p>	<div style="text-align: center;"> $\delta = 0.045 \times \frac{P \times R^3}{EI} \leq \delta_a$ $\delta_a = \frac{R}{500}$ </div> <div style="text-align: center;"> </div> <p>第 2-27 図 補剛環の照査概念図</p> <p>また、各ケースにおける荷重の考え方を以下に示す。</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考						
<p style="text-align: center;">第3-39表 α の値</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>対象</th> <th>α (常時)</th> <th>α (地震時)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>全層</td> <td>4</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table> <p>E_0 : 地盤の変形係数 (kN/m²)</p> <p>b. 鉛直方向地盤バネ (集約バネ)</p> $K_v = a \frac{A_p E_p}{L} = 753985(\text{kN/m})$ <p>ここに,</p> <p>A_p : 杭の純断面積 (mm²)</p> <p>E_p : 杭のヤング係数 (kN/mm²)</p> <p>L : 杭長 (m)</p> <p>3) 地盤バネの設定 (津波時)</p> <p>津波時の地盤バネは, 以下の式により設定する。ばらつきを考慮するため, V_s より G を求め, 変形係数を算出する。</p> $E_D = 2(1 + \nu_d)G_{eq}$ <p>ここに, ν_d は動ポアソン比, G_{eq} は地震応答解析より求まる取束剛性を示す。</p> <p>a. 水平方向地盤バネ (集約バネ)</p> $K_1 = \frac{3EI\beta^3}{(1 + \beta h)^3} = 181970 (\text{kN/m})$ <p>ここに,</p> <p>EI : 杭の曲げ剛性</p> <p>β : 杭基礎の特性値 (m⁻¹), $\beta = \sqrt[4]{\frac{k_H D}{4EI}}$</p> <p>$h$: 杭の軸方向長さ (m)</p> <p>k_H : 水平方向地盤反力係数 (kN/m³) $k_H = k_{H0} \left(\frac{B_H}{0.3}\right)^{\frac{3}{4}}$</p> <p>$k_{H0}$: 直径 0.3m 剛体円板による水平載荷試験の値に相当する水平方向地盤反力係数 (kN/m³) $k_{H0} = \frac{1}{0.3} \alpha E_0$</p>	対象	α (常時)	α (地震時)	全層	4	8			
対象	α (常時)	α (地震時)							
全層	4	8							

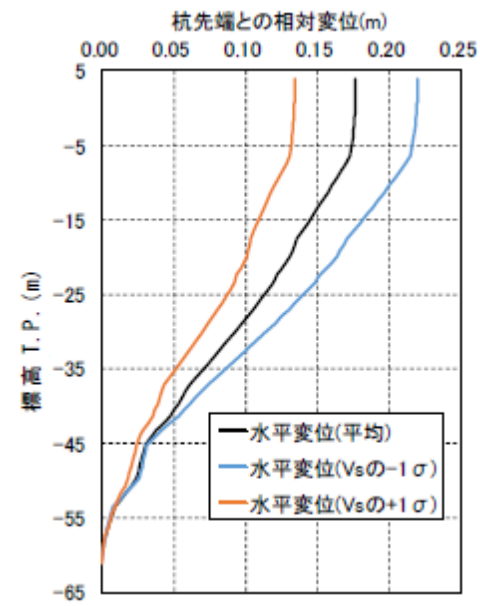
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>α : 地盤反力係数の換算係数 (第 3-39 表)</p> <p>E_0 : 地盤の変形係数 (kN/m²)</p> <p>b. 鉛直方向地盤バネ (集約バネ)</p> $K_v = a \frac{A_p E_p}{L} = 753985(\text{kN/m})$ <p>ここに,</p> <p>A_p : 杭の純断面積 (mm²)</p> <p>E_p : 杭のヤング係数 (kN/mm²)</p> <p>L : 杭長 (m)</p> <p>4) 地震荷重</p> <p>考慮する地震荷重は以下の通りとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> 地震荷重は、梁バネモデルは一次元地震応答解析及び二次元有効応力解析によって引き上げられた地表面変位を第3-61図に示すモデルに載荷する。 構造物に載荷する慣性力については、一次元地震応答解析及び二次元有効応力解析より引き上げられた地表面における最大加速度を地震時慣性力としてモデルに載荷する。第3-62図に地中変位を示す。  <p>第3-61図 モデル図</p>	<p>i. 地震時</p> <p>地震荷重は、Ss-D1 及び Ss-N1 に対する二次元有効応力解析を実施し、鋼管杭に発生する最大水平加速度から以下の式により水平震度 kh を算出し、次に照査部材ごとにその自重を算定して、水平震度 kh との積として設定する。鋼管杭に発生する最大加速度分布を第 2-28 図に示す。第 2-28 図に示す最大加速度 (Ss-D1) から鋼製遮水壁の水平震度を kh=5.9 と設定した。</p> <p>(水平震度算定式)</p> <p>水平震度 $kh = \alpha_{max}/g$ α_{max}: 最大水平加速度(m/s²) g: 重力加速度(m/s²)</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



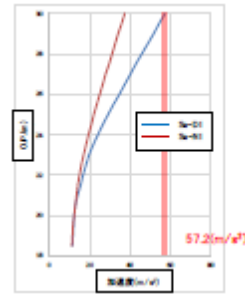
第3-62図 地中変位

第3-40表 考慮する加速度

最大水平加速度	0.430G
最大鉛直加速度	0.483G

5) 地震時の載荷図

地震時に載荷した荷重図を第3-63図～第3-66図に示す。



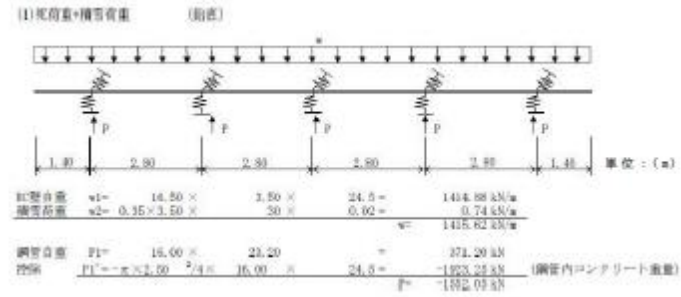
第2-28 図 鋼管杭の最大水平加速度分布 (地震時)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

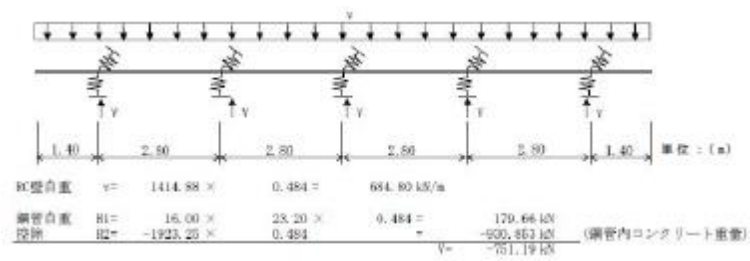
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

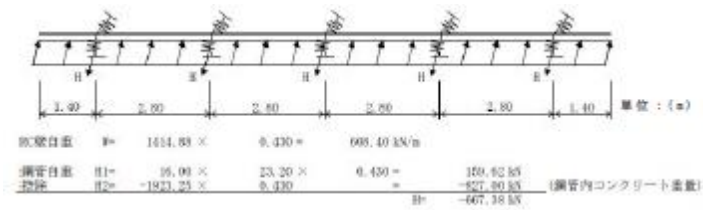
備考



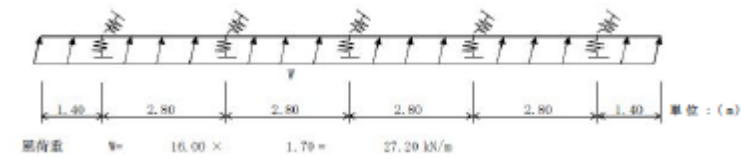
第3-63図 死荷重+積雪荷重 (鉛直)



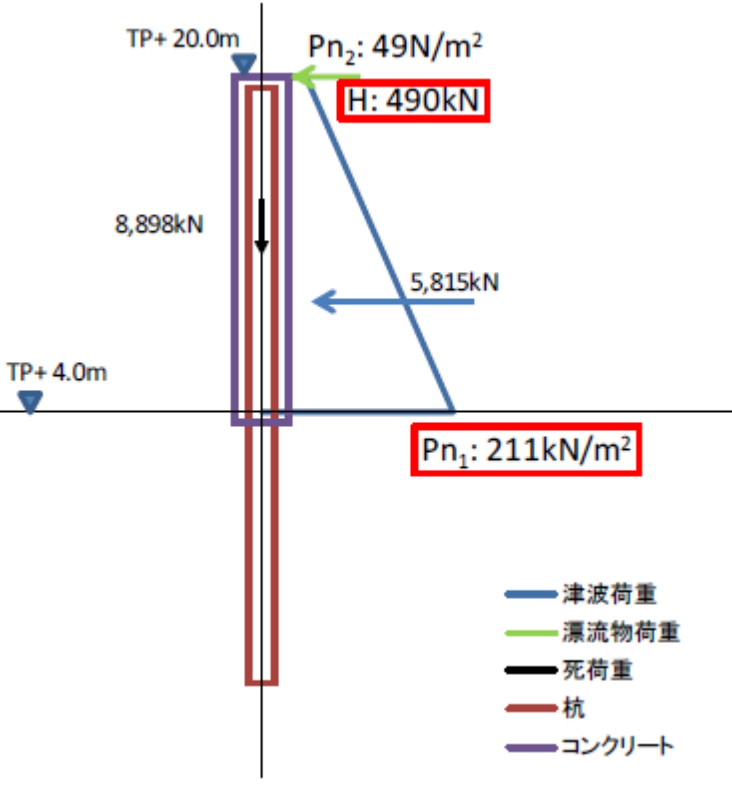
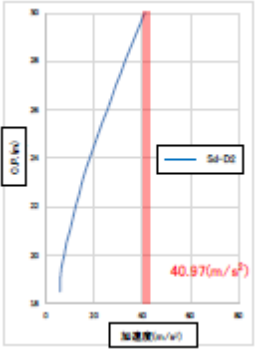
第3-64図 地震時慣性力 (鉛直)



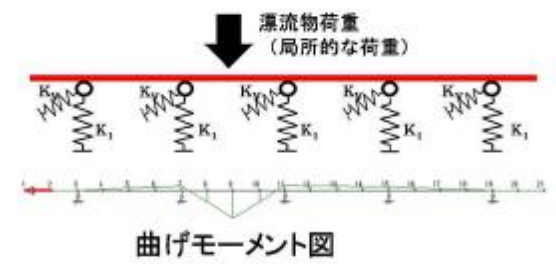
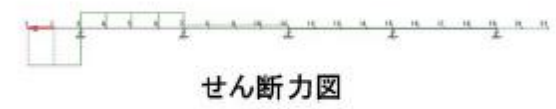
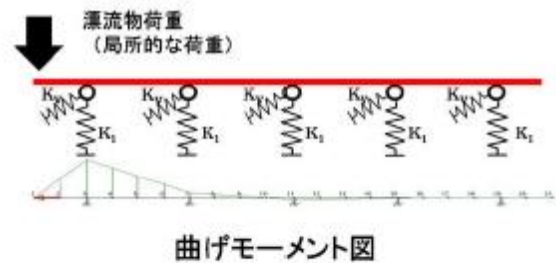
第3-65図 地震時慣性力 (水平)



第3-66図 風荷重 (水平)

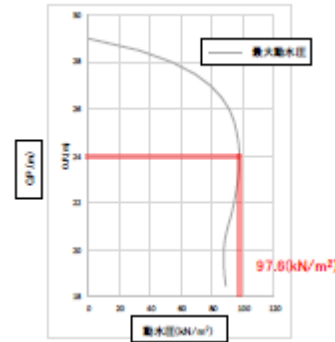
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>6) 津波荷重図</p> <p>考慮する津波荷重は以下の通りとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> 梁バネモデルに載荷する津波荷重は、鉄筋コンクリート壁下端の最大波圧を解析モデルに付加する。第3-67図に考慮する津波荷重を、第3-68図に漂流物荷重の位置と曲げモーメント図・せん断力図の関係を示す。 漂流物荷重については、最も曲げモーメントが大きくなる、壁端に載荷する。  <p>第3-67図 考慮する津波荷重</p>	<p>ii. 津波時</p> <p>津波荷重は、構造成立性評価時には、(c)に示したように、保守的に設定した津波高さ(0. P. +29m)とし、防潮堤前面の地盤高さ(0. P. +2. 5m)との差の1/2を津波浸水深として、朝倉式より算定した津波波力を作用させる。</p> <p>漂流物荷重についても、(c)に示したように、道路橋示方書式により算定し、保守的に設定した津波高さ(0. P. +29m) に作用させる。</p> <p>iii. 重畳時 (津波+余震時)</p> <p>余震荷重は、弾性設計用地震動 Sd-D2 に対する二次元有効応力解析を実施し、鋼管杭に発生する最大水平加速度から、地震時と同様の式により水平震度 kh を算出し、次に照査部材ごとにその自重を算定して、水平震度 kh との積として設定する。鋼管杭に発生する最大加速度分布を第 2-29 図に示す。第 2-29 図に示す最大加速度から鋼製遮水壁の水平震度を kh=4. 2 と設定した。</p>  <p>第 2-29 図 鋼管杭の最大水平加速度分布 (重畳時)</p> <p>津波荷重については、構造成立性評価においては、(d)に示したように、保守的に設定した津波高さ (0. P. +29m) の静水圧を作用させる。動水圧については、海水を液体要素でモデル化することにより考慮し、第 2-30 図に示す、弾性設計用地震動 Sd-D2 に対する二次元有効応力解析によって鋼管杭に発生する最大動水圧 (97. 6kNm²) を作用させる。</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)



第3-68図 漂流物荷重の位置と曲げモーメント図・せん断力図の関
係

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)



第2-30 図 鋼管杭に作用する最大動水圧分布 (重畳時)

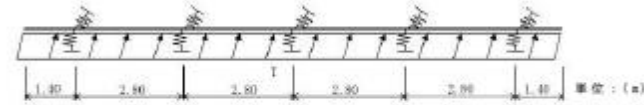
島根原子力発電所 2号炉

備考

7) 津波時+漂流物の載荷図

津波時+漂流物に載荷した荷重図を第3-69図～第3-71図に示す。

津波荷重は最下層の単位幅あたり(1.0m当り)にて計算する。

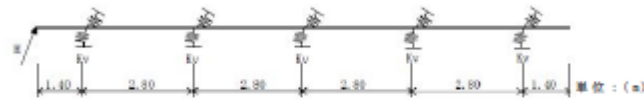


$$P1 = 1.93 \times 9.80665 \times 1 = 6.95 \text{ kN/m}^2$$

$$P1 = 1.93 \times 9.80665 \times (3 \times 0.90 - 1.0) = 200.59 \text{ kN/m}^2$$

$$T = 206.55 \text{ kN/m (0.9m幅当り)}$$

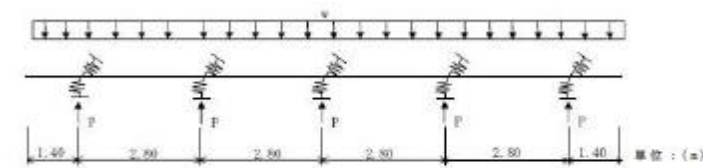
第3-69図 津波荷重 (水平)



$$B = 400 \text{ kN (0.9m幅当り)}$$

第3-70図 漂流物荷重 (水平)

(3) 死荷重+積雪荷重 (鉛直荷重)



柱間自重	$v1 = 16.66 \times 3.50 \times 24.5 =$	1414.88 kN/m
積雪荷重	$v2 = 3.69 \times 30 \times 0.92 =$	2.10 kN/m
	$w =$	1416.98 kN/m
鋼管自重	$P1 = 16.66 \times 23.20 =$	371.20 kN
総論	$P1 = -\pi \times 2.30^2 / 4 \times 16.66 \times 24.5 =$	-1923.25 kN
	$P =$	-1552.05 kN

0:0(壁内コンクリート重量)

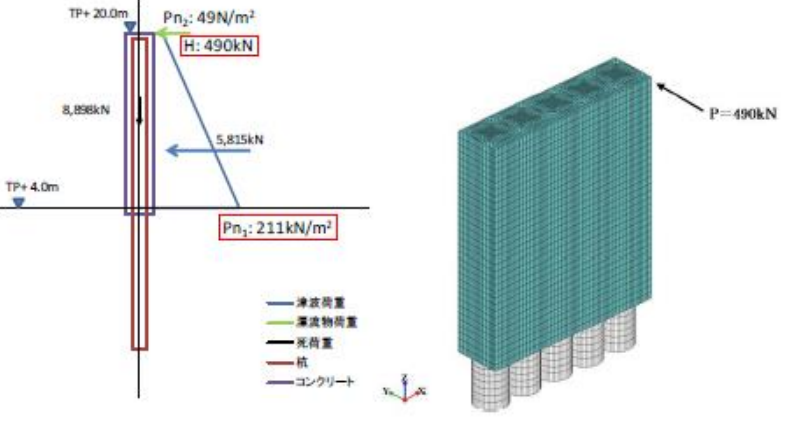
第3-71図 死荷重+積雪荷重 (鉛直)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																														
<p>8) 二次元梁バネモデル解析結果</p> <p>評価結果一覧を第3-41表～第3-43表に示す。地震時、津波時＋漂流物及び基準津波＋余震時の上部工（鉄筋コンクリート）の圧縮，引張り，せん断に対する評価結果について，いずれも許容限界値以下であることを確認した。</p> <p>第3-41表 圧縮に対する照査結果</p> <table border="1" data-bbox="157 573 911 898"> <thead> <tr> <th></th> <th>発生応力度 σ_c (N/mm²)</th> <th>許容応力度 σ_{cs} (N/mm²) ($\sigma_{cs} = 40\text{N/mm}^2$)</th> <th>安全率 σ_{cs} / σ_c</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">一般部</td> <td>地震時(一次元応答解析)</td> <td>0.66</td> <td>21</td> <td>31.81</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>地震時(二次元有効応力解析)</td> <td>13.84</td> <td>21</td> <td>1.51</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>基準津波時＋漂流物</td> <td>9.58</td> <td>21</td> <td>2.19</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>基準津波時＋余震時</td> <td>14.62</td> <td>21</td> <td>1.43</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>T.P.＋24m津波時＋漂流物</td> <td>15.49</td> <td>28</td> <td>1.80</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>T.P.＋24m津波時＋余震時</td> <td>13.49</td> <td>28</td> <td>2.07</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">斜面部</td> <td>地震時(二次元有効応力解析，原地盤)</td> <td>6.80</td> <td>21</td> <td>3.08</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>地震時(二次元解析，豊浦標準砂を仮定した地盤)</td> <td>4.95</td> <td>21</td> <td>4.24</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table> <p>第3-42表 引張に対する照査結果</p> <table border="1" data-bbox="157 1016 911 1358"> <thead> <tr> <th></th> <th>発生応力度 σ_s (N/mm²)</th> <th>許容応力度 σ_{ss} (N/mm²) (SD490)</th> <th>安全率 σ_{ss} / σ_s</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">一般部</td> <td>地震時(一次元応答解析)</td> <td>12.62</td> <td>435</td> <td>34.46</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>地震時(二次元有効応力解析)</td> <td>263.0</td> <td>435</td> <td>1.65</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>基準津波時＋漂流物</td> <td>182.06</td> <td>435</td> <td>2.38</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>基準津波時＋余震時</td> <td>277.91</td> <td>435</td> <td>1.56</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>T.P.＋24m津波時＋漂流物</td> <td>294.51</td> <td>478</td> <td>1.62</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>T.P.＋24m津波時＋余震時</td> <td>256.34</td> <td>478</td> <td>1.86</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">斜面部</td> <td>地震時(二次元有効応力解析，原地盤)</td> <td>150.2</td> <td>435</td> <td>2.89</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>地震時(二次元解析，豊浦標準砂を仮定した地盤)</td> <td>94.0</td> <td>435</td> <td>4.62</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table>		発生応力度 σ_c (N/mm ²)	許容応力度 σ_{cs} (N/mm ²) ($\sigma_{cs} = 40\text{N/mm}^2$)	安全率 σ_{cs} / σ_c	判定	一般部	地震時(一次元応答解析)	0.66	21	31.81	OK	地震時(二次元有効応力解析)	13.84	21	1.51	OK	基準津波時＋漂流物	9.58	21	2.19	OK	基準津波時＋余震時	14.62	21	1.43	OK	T.P.＋24m津波時＋漂流物	15.49	28	1.80	OK	T.P.＋24m津波時＋余震時	13.49	28	2.07	OK	斜面部	地震時(二次元有効応力解析，原地盤)	6.80	21	3.08	OK	地震時(二次元解析，豊浦標準砂を仮定した地盤)	4.95	21	4.24	OK		発生応力度 σ_s (N/mm ²)	許容応力度 σ_{ss} (N/mm ²) (SD490)	安全率 σ_{ss} / σ_s	判定	一般部	地震時(一次元応答解析)	12.62	435	34.46	OK	地震時(二次元有効応力解析)	263.0	435	1.65	OK	基準津波時＋漂流物	182.06	435	2.38	OK	基準津波時＋余震時	277.91	435	1.56	OK	T.P.＋24m津波時＋漂流物	294.51	478	1.62	OK	T.P.＋24m津波時＋余震時	256.34	478	1.86	OK	斜面部	地震時(二次元有効応力解析，原地盤)	150.2	435	2.89	OK	地震時(二次元解析，豊浦標準砂を仮定した地盤)	94.0	435	4.62	OK			
	発生応力度 σ_c (N/mm ²)	許容応力度 σ_{cs} (N/mm ²) ($\sigma_{cs} = 40\text{N/mm}^2$)	安全率 σ_{cs} / σ_c	判定																																																																																													
一般部	地震時(一次元応答解析)	0.66	21	31.81	OK																																																																																												
	地震時(二次元有効応力解析)	13.84	21	1.51	OK																																																																																												
	基準津波時＋漂流物	9.58	21	2.19	OK																																																																																												
	基準津波時＋余震時	14.62	21	1.43	OK																																																																																												
	T.P.＋24m津波時＋漂流物	15.49	28	1.80	OK																																																																																												
	T.P.＋24m津波時＋余震時	13.49	28	2.07	OK																																																																																												
斜面部	地震時(二次元有効応力解析，原地盤)	6.80	21	3.08	OK																																																																																												
	地震時(二次元解析，豊浦標準砂を仮定した地盤)	4.95	21	4.24	OK																																																																																												
	発生応力度 σ_s (N/mm ²)	許容応力度 σ_{ss} (N/mm ²) (SD490)	安全率 σ_{ss} / σ_s	判定																																																																																													
一般部	地震時(一次元応答解析)	12.62	435	34.46	OK																																																																																												
	地震時(二次元有効応力解析)	263.0	435	1.65	OK																																																																																												
	基準津波時＋漂流物	182.06	435	2.38	OK																																																																																												
	基準津波時＋余震時	277.91	435	1.56	OK																																																																																												
	T.P.＋24m津波時＋漂流物	294.51	478	1.62	OK																																																																																												
	T.P.＋24m津波時＋余震時	256.34	478	1.86	OK																																																																																												
斜面部	地震時(二次元有効応力解析，原地盤)	150.2	435	2.89	OK																																																																																												
	地震時(二次元解析，豊浦標準砂を仮定した地盤)	94.0	435	4.62	OK																																																																																												

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																															
<p data-bbox="329 254 744 285">第3-43表 せん断に対する照査結果</p> <table border="1" data-bbox="160 302 908 638"> <thead> <tr> <th></th> <th>発生せん断力 V (kN)</th> <th>許容せん断耐力 V_s (kN) ($V_s = V_c + V_s$)</th> <th>安全率 V_s / V</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">一般部</td> <td>地震時(一次元応答解析)</td> <td>54.73</td> <td>1,508.82</td> <td>27.56</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>地震時(二次元有効応力解析)</td> <td>503.15</td> <td>1,508.82</td> <td>2.99</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>基準津波時+漂流物</td> <td>428.48</td> <td>1,508.82</td> <td>3.52</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>基準津波+余震時</td> <td>487.33</td> <td>1,508.82</td> <td>3.09</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>T.P.+24m津波時+漂流物</td> <td>733.58</td> <td>1,703.35</td> <td>2.32</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>T.P.+24m津波+余震時</td> <td>606.66</td> <td>1,703.35</td> <td>2.80</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">斜面部</td> <td>地震時(二次元有効応力解析, 原地盤)</td> <td>353.00</td> <td>1,508.82</td> <td>4.27</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>地震時(二次元解析, 豊浦標準砂を仮定した地盤)</td> <td>291.67</td> <td>1,508.82</td> <td>5.17</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="201 747 884 779">以降に二次元梁バネモデルによる解析結果の要約を示す。</p> <p data-bbox="201 793 923 957">① 二次元梁バネモデルによる評価の結果, 圧縮に対する照査及び引張に対する照査では基準津波+余震時が最も安全率が最小になり, せん断については, T.P.+24m津波時+漂流物のケースが最小となる。</p> <p data-bbox="201 972 923 1182">② 三次元FEM解析結果と比較すると, 二次元梁バネモデルは, 鉄筋コンクリート梁壁のみのモデル化となるため, 断面積や断面2次モーメントなどの断面性能が小さくなり, 発生応力度が大きくなるため, 三次元FEM解析結果より保守的な断面力が生じる結果となることを確認した。</p> <p data-bbox="201 1197 923 1543">③ 上部工の鉄筋コンクリート梁壁をモデル化した二次元梁バネモデルでは, 一次元応答解析(SHAKE)に基づく両端杭位置の地表面相対変位及び二次元有効応力解析(F L I P)による時刻歴変位差の絶対値の最大値発生時刻における変位を作用させる評価も実施し, 上部工について, 一次元応答解析(SHAKE)を適用した場合の梁バネモデルによる評価結果と比較して, 保守側の結果を採用する。</p> <p data-bbox="231 1602 923 1766">①から③の結果より, 二次元梁バネモデルによる照査結果では, 基準津波やT.P.+24m津波に対して, 鉄筋コンクリート梁壁の照査値は許容限界値以下であり, 十分な構造強度を有していることを確認した。</p>		発生せん断力 V (kN)	許容せん断耐力 V_s (kN) ($V_s = V_c + V_s$)	安全率 V_s / V	判定	一般部	地震時(一次元応答解析)	54.73	1,508.82	27.56	OK	地震時(二次元有効応力解析)	503.15	1,508.82	2.99	OK	基準津波時+漂流物	428.48	1,508.82	3.52	OK	基準津波+余震時	487.33	1,508.82	3.09	OK	T.P.+24m津波時+漂流物	733.58	1,703.35	2.32	OK	T.P.+24m津波+余震時	606.66	1,703.35	2.80	OK	斜面部	地震時(二次元有効応力解析, 原地盤)	353.00	1,508.82	4.27	OK	地震時(二次元解析, 豊浦標準砂を仮定した地盤)	291.67	1,508.82	5.17	OK			
	発生せん断力 V (kN)	許容せん断耐力 V_s (kN) ($V_s = V_c + V_s$)	安全率 V_s / V	判定																																														
一般部	地震時(一次元応答解析)	54.73	1,508.82	27.56	OK																																													
	地震時(二次元有効応力解析)	503.15	1,508.82	2.99	OK																																													
	基準津波時+漂流物	428.48	1,508.82	3.52	OK																																													
	基準津波+余震時	487.33	1,508.82	3.09	OK																																													
	T.P.+24m津波時+漂流物	733.58	1,703.35	2.32	OK																																													
	T.P.+24m津波+余震時	606.66	1,703.35	2.80	OK																																													
斜面部	地震時(二次元有効応力解析, 原地盤)	353.00	1,508.82	4.27	OK																																													
	地震時(二次元解析, 豊浦標準砂を仮定した地盤)	291.67	1,508.82	5.17	OK																																													

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考												
<p>(10) 上部工の成立性検討結果 (静的三次元FEM解析)</p> <p>1) モデル化方針 (三次元FEM解析)</p> <p>・構造部材</p> <p>鋼管は、線形弾性とし、三次元シェル要素でモデル化する。コンクリート躯体は、線形弾性とし、三次元ソリッド要素でモデル化する。</p> <p>・地盤</p> <p>地盤は、水平方向地盤反力度の上限値を考慮した、地盤バネを鋼管に配置することで表現する。この時、引張側はNotensionとする。なお、地盤高さの嵩上げ工についてもバネで水平抵抗を考慮する。第3-72図に水平方向バネ特性の説明図を示す。</p> <p>以下に解析で用いたバネの設定を示す。</p> <div data-bbox="371 934 697 1165" data-label="Figure"> </div> <p>第3-72図 水平方向バネ特性 (杭及び壁バネ)</p> <p>第3-44表 地盤バネの設定に用いる地盤剛性及び上限値</p> <table border="1" data-bbox="163 1333 905 1543"> <thead> <tr> <th>解析ケース</th> <th>地盤バネ定数</th> <th>上限値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>津波時+漂流物</td> <td>静弾性係数</td> <td>残留強度 (-1σ低減値)</td> </tr> <tr> <td>地震時</td> <td>地震時収束剛性</td> <td>残留強度 (-1σ低減値)</td> </tr> <tr> <td>基準津波+余震時</td> <td>余震時収束剛性</td> <td>残留強度 (-1σ低減値)</td> </tr> </tbody> </table>	解析ケース	地盤バネ定数	上限値	津波時+漂流物	静弾性係数	残留強度 (-1σ低減値)	地震時	地震時収束剛性	残留強度 (-1σ低減値)	基準津波+余震時	余震時収束剛性	残留強度 (-1σ低減値)			<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は、高い剛性を有する多重鋼管杭により地震時並びに津波荷重を負担すると考えられ、主たる変形は多重鋼管杭に規制されると考えられる。そのため、構造成立性評価段階においては、多重鋼管杭に発生する最大変形量から想定される各部位の断面力が許容限界以下となっていることを確認する。</p>
解析ケース	地盤バネ定数	上限値													
津波時+漂流物	静弾性係数	残留強度 (-1σ低減値)													
地震時	地震時収束剛性	残留強度 (-1σ低減値)													
基準津波+余震時	余震時収束剛性	残留強度 (-1σ低減値)													

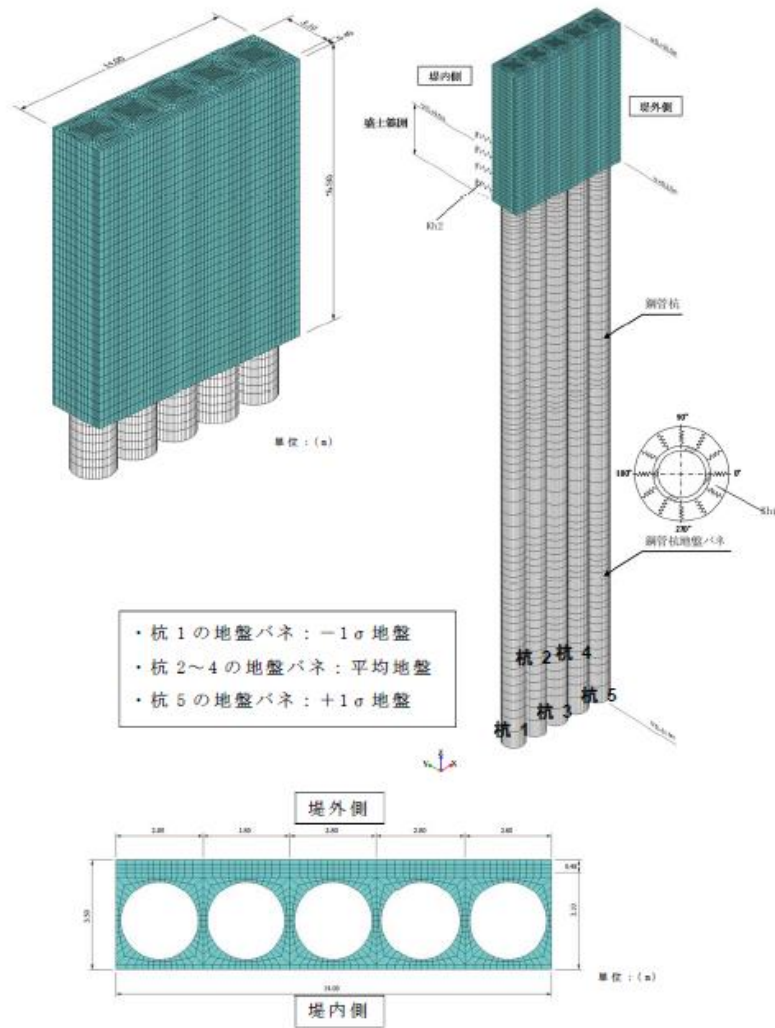
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																						
<p>・地震動の入力</p> <p>応答変位法による照査を基本とする。解析モデルに入力する地中変位及び地表面の最大加速度は一次元の地震応答解析より算出し、変位についてはバネを返して杭体に入力する。</p> <p>2) 荷重及び荷重の組合せ</p> <p>三次元FEM解析に用いる荷重の組み合わせを第3-45表に示す。</p> <p>第3-45表 三次元FEM解析に用いる荷重の組み合わせ</p> <table border="1" data-bbox="160 756 914 997"> <thead> <tr> <th rowspan="2">解析種別</th> <th rowspan="2">荷重の考慮方法</th> <th rowspan="2">方向</th> <th rowspan="2">鋼管</th> <th rowspan="2">鋼管内の土重量</th> <th colspan="2">長期荷重</th> <th colspan="2">短期荷重</th> </tr> <tr> <th>自重(鉄筋コンクリート壁)</th> <th>積雪</th> <th>風</th> <th>漂流物</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">地震時</td> <td rowspan="2">応答変位法</td> <td>水平</td> <td>単位体積重量で考慮</td> <td>単位体積重量で考慮</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>鉛直</td> <td>単位体積重量で考慮</td> <td>単位体積重量で考慮</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>津波時</td> <td>分布荷重及び集中荷重</td> <td>水平</td> <td>単位体積重量で考慮</td> <td>単位体積重量で考慮</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>-</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table> <p>※積雪荷重については、0.35倍した値を用いるものとする。</p> <p>風荷重は道路橋示方書の以下の式より算出する。</p> $p = 0.5 \rho U_d^2 C_d G$ <p>p : 単位面積当たりの風荷重(N/m²)</p> <p>ρ : 空気密度(1.23kg/m³)</p> <p>U_d : 風速(m/s) = 30.0m/s</p> <p>C_d : 抗力係数 = 1.6(一般値)</p> <p>G : ガスト応答係数 = 1.9(一般値)</p>	解析種別	荷重の考慮方法	方向	鋼管	鋼管内の土重量	長期荷重		短期荷重		自重(鉄筋コンクリート壁)	積雪	風	漂流物	地震時	応答変位法	水平	単位体積重量で考慮	単位体積重量で考慮	○	○	○	-	鉛直	単位体積重量で考慮	単位体積重量で考慮	○	○	-	-	津波時	分布荷重及び集中荷重	水平	単位体積重量で考慮	単位体積重量で考慮	○	○	-	○			
解析種別						荷重の考慮方法	方向	鋼管	鋼管内の土重量	長期荷重		短期荷重																													
	自重(鉄筋コンクリート壁)	積雪	風	漂流物																																					
地震時	応答変位法	水平	単位体積重量で考慮	単位体積重量で考慮	○	○	○	-																																	
		鉛直	単位体積重量で考慮	単位体積重量で考慮	○	○	-	-																																	
津波時	分布荷重及び集中荷重	水平	単位体積重量で考慮	単位体積重量で考慮	○	○	-	○																																	

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>風は地表面より上の被覆コンクリート面に垂直に当たるものとする。第3-76図に考慮する津波荷重及び漂流物荷重を示す。</p> <p>津波荷重は以下の式により算出する。</p> $P = 3 \rho g h$ <p>P : 津波波圧 (kN/m²)</p> <p>ρ : 海水の密度 (Mg/m³), $W = 1.03$ (Mg/m³)</p> <p>g : 重力加速度 (m/s²)</p> <p>h : 津波高さ (遡上高さ T.P. + 17.9 m - 設置盤高さ) / 2</p>  <p>第3-76図 考慮する津波荷重及び漂流物荷重</p>			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																
<p>3) 解析モデル</p> <p>・解析モデル</p> <p>鋼管を三次元シェル要素，コンクリート壁を三次元ソリッド要素でモデル化した三次元モデルを作成する。この時，鋼管とコンクリート壁は連続体としてモデル化する。地盤については，水平地盤反力度の上限値を考慮したバネによって表現する。</p> <p>・境界条件</p> <p>境界条件を第3-46表に示す。</p> <p style="text-align: center;">第3-46表 境界条件</p> <table border="1" data-bbox="160 764 908 932"> <thead> <tr> <th>境界</th> <th>地震時応答解析</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼管底面</td> <td>鉛直方向固定，水平方向バネ（上限値考慮），鉛直軸回転方向固定</td> </tr> <tr> <td>鉄筋コンクリート壁と地盤高さの嵩上げ工間</td> <td>水平方向バネ（上限値考慮）</td> </tr> <tr> <td>鋼管周面</td> <td>水平方向バネ（上限値考慮）</td> </tr> </tbody> </table> <p>・材料定数</p> <p>材料定数を第3-47表，第3-48表に示す。</p> <p style="text-align: center;">第3-47表 材料定数（コンクリート）</p> <table border="1" data-bbox="228 1199 848 1310"> <thead> <tr> <th>設計基準強度 σ_{ck} (N/mm²)</th> <th>弾性係数 E (N/mm²)</th> <th>ポアソン比 ν</th> <th>単位体積重量 γ_c (kN/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>31,000</td> <td>0.2</td> <td>24.5</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">第3-48表 材料定数（鋼管杭）</p> <table border="1" data-bbox="160 1430 908 1545"> <thead> <tr> <th>杭直径 D (mm)</th> <th>厚さ t (mm)</th> <th>腐食代 (mm)</th> <th>断面積 A (mm²)</th> <th>断面2次 モーメント I (mm⁴)</th> <th>弾性係数 E (N/mm²)</th> <th>ポアソン比 ν</th> <th>密度 ρ (Mg/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,500</td> <td>35</td> <td>1</td> <td>0.2632</td> <td>0.1997761</td> <td>200,000</td> <td>0.30</td> <td>7.93*</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">※鋼材の腐食代分を換算</p>	境界	地震時応答解析	鋼管底面	鉛直方向固定，水平方向バネ（上限値考慮），鉛直軸回転方向固定	鉄筋コンクリート壁と地盤高さの嵩上げ工間	水平方向バネ（上限値考慮）	鋼管周面	水平方向バネ（上限値考慮）	設計基準強度 σ_{ck} (N/mm ²)	弾性係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν	単位体積重量 γ_c (kN/m ³)	40	31,000	0.2	24.5	杭直径 D (mm)	厚さ t (mm)	腐食代 (mm)	断面積 A (mm ²)	断面2次 モーメント I (mm ⁴)	弾性係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν	密度 ρ (Mg/m ³)	2,500	35	1	0.2632	0.1997761	200,000	0.30	7.93*			
境界	地震時応答解析																																		
鋼管底面	鉛直方向固定，水平方向バネ（上限値考慮），鉛直軸回転方向固定																																		
鉄筋コンクリート壁と地盤高さの嵩上げ工間	水平方向バネ（上限値考慮）																																		
鋼管周面	水平方向バネ（上限値考慮）																																		
設計基準強度 σ_{ck} (N/mm ²)	弾性係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν	単位体積重量 γ_c (kN/m ³)																																
40	31,000	0.2	24.5																																
杭直径 D (mm)	厚さ t (mm)	腐食代 (mm)	断面積 A (mm ²)	断面2次 モーメント I (mm ⁴)	弾性係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν	密度 ρ (Mg/m ³)																												
2,500	35	1	0.2632	0.1997761	200,000	0.30	7.93*																												

4-1) 解析モデル (一般部)

杭体に付加する地盤バネは第3-74図に示す方針とする。



第3-74図 解析モデル (一般部)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>4-2) 解析モデル (岩盤傾斜部)</p> <p>斜面部の三次元モデルは杭長を同一にしたケースとKm層に1D根入れした杭長とするケースの2ケース実施する。</p> <p>杭体に付加する地盤バネは平均物性から算出したバネを用いた。この時、上限値については 残留強度-1σ物性を適用した。</p>  <p>第3-75図 解析モデル (岩盤傾斜部)</p>			

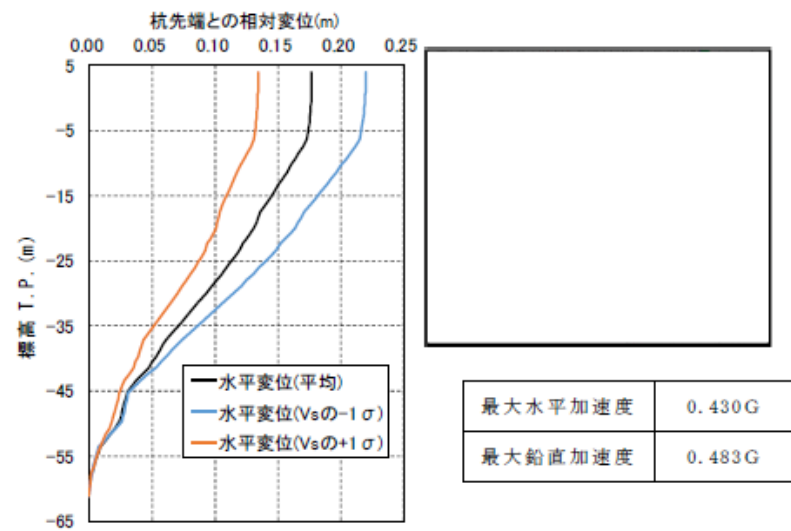
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>5) 地震時荷重の考え方</p> <p>地震時の荷重は以下の方針とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・積雪荷重：常時積雪荷重×0.35 ・水平慣性力：SHAKEによる一次元地震応答解析で地表面の最大加速度を求める。その加速度を杭と防潮壁に対して堤外→堤内方向へ平均地盤の表面最大加速度の水平慣性力を作用する。 ・鉛直慣性力：SHAKEによる一次元地震応答解析で地表面の最大加速度を求める。その加速度を杭と防潮壁に平均地盤の表面最大加速度の下向き鉛直慣性力を作用する。 ・応答変位：水平地盤変位は各杭先端からの最大相対変位とする。 ・杭1, 杭3, 杭5の応答変位は-1σ地盤, 平均地盤, $+1\sigma$地盤のSHAKEの変位とし, 杭2の変位は杭1と杭3の補間変位, 杭4の変位は杭3と杭5の補間変位で設定する。 ・防潮堤における堤内側の地盤高さの嵩上げ部の応答変位は杭1中心位置の地表面応答変位から杭3中心位置の地表面応答変位及び杭5への中心位置の地表面応答変位で線形補間とする。 <p>解析モデルに載荷した地震時の地中変位分布及び地表面最大加速度を第3-76図, 第3-77図に示す。</p>			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

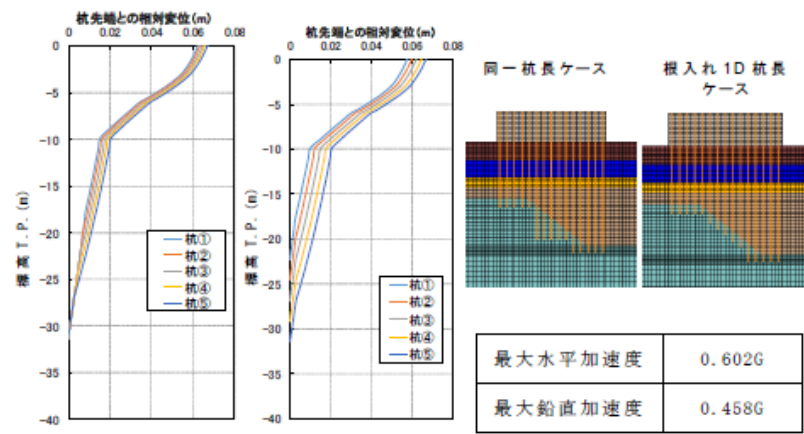
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



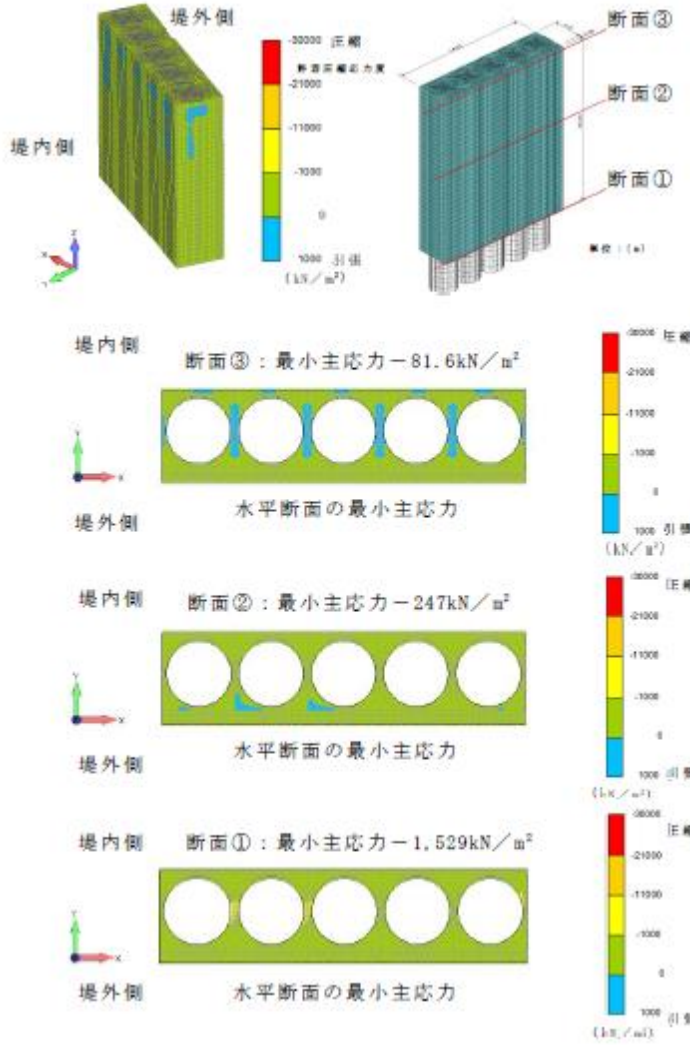
第3-76図 地中変位分布及び地表面最大加速度
(地震時・一般部, 地点③)



同一杭長ケース 根入れ1D杭長ケース

第3-77図 地中変位分布及び地表面最大加速度
(地震時・岩盤傾斜部, 地点④)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>6) <u>三次元FEMモデルの解析結果</u></p> <p><u>地震時, 津波時+漂流物, 津波+余震時及び地震時 (岩盤傾斜モデル) の解析結果を第3-78図~第3-87図に, 照査結果一覧を第3-49表~第3-51表に示す。</u></p> <p><u>評価の結果, 地震時, 津波時+漂流物, 津波+余震時のいずれにおいても, 発生する最小主応力はコンクリートの圧縮強度 $40\text{N}/\text{mm}^2$ ($40000\text{kN}/\text{m}^2$) あるいは許容応力度 $21\text{N}/\text{mm}^2$ ($21000\text{kN}/\text{m}^2$) を十分下回ること, 発生する最大主ひずみは鉄筋の許容引張応力度のひずみ以下であることから, 上部工の構造成立性に問題がないことを確認した。なお, ひび割れ幅は 0.2mm 以下であり止水性が確保される (2012年制定コンクリート標準示方書によれば, ひび割れ幅が 0.2mm 以下であれば, 水密性が確保されると記述してある)。</u></p> <p><u>また, 岩盤の傾斜を考慮したモデルにおいても, 上部工の構造成立性に問題がないことを確認した。</u></p> <p><u>以上のことから, 地震時, 津波時+漂流物, 津波+余震時のいずれにおいても, 上部工は弾性状態であり構造成立性が確保されることから, 止水性能は保持されることを確認した。</u></p>			

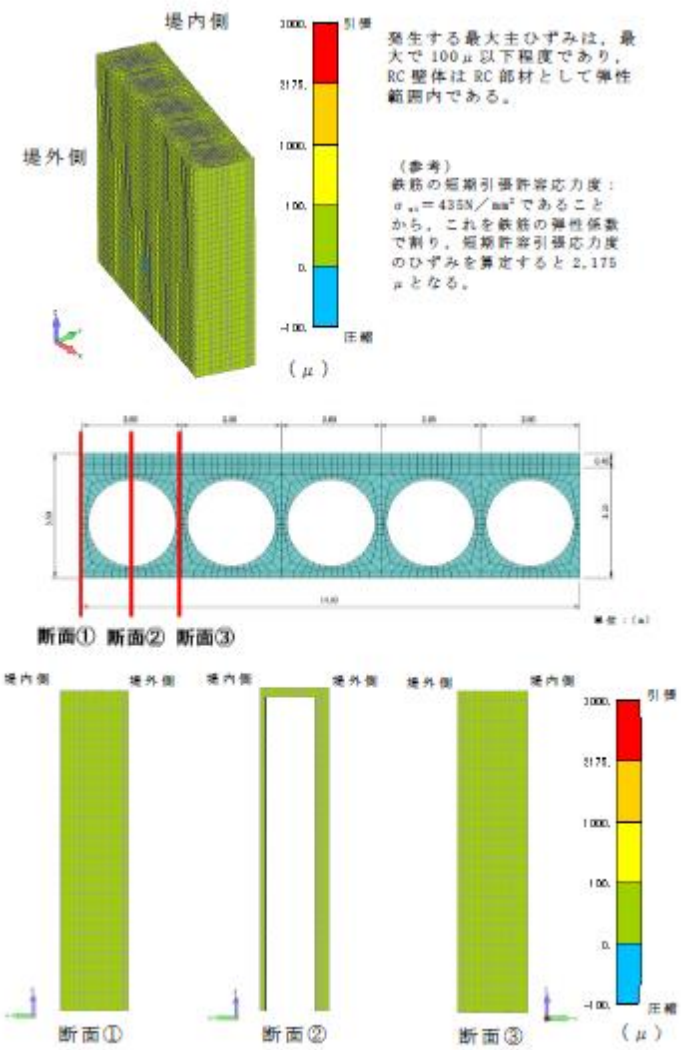
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>第3-78図 地震時の解析結果 (最小主応力分布)</p>			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

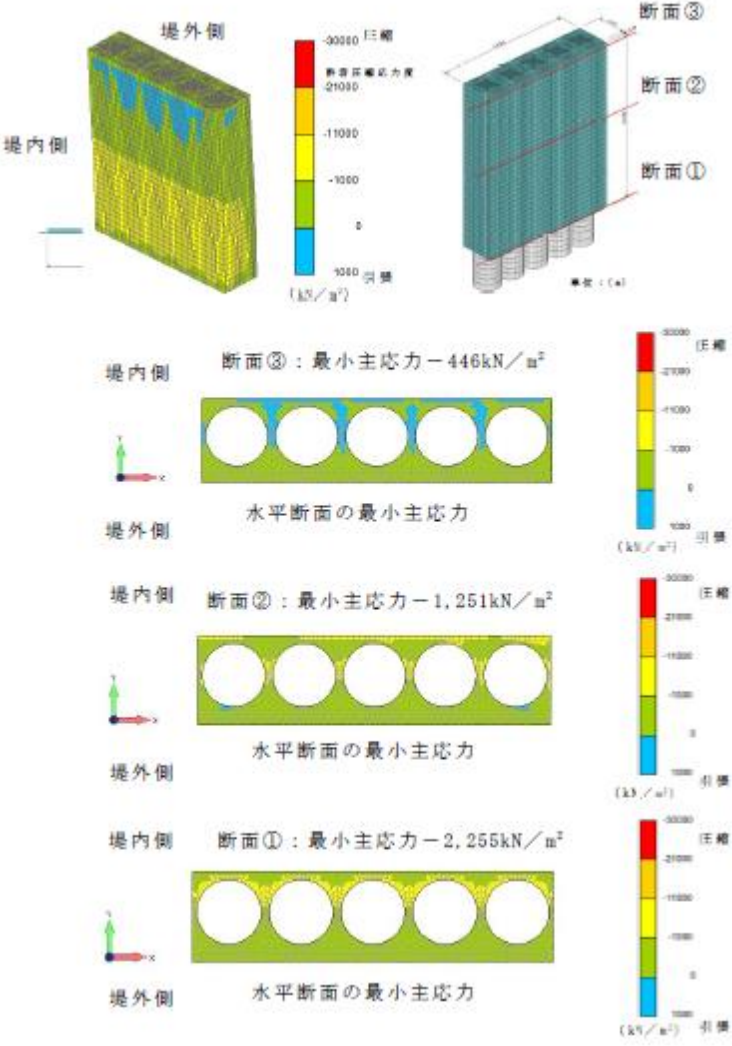
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

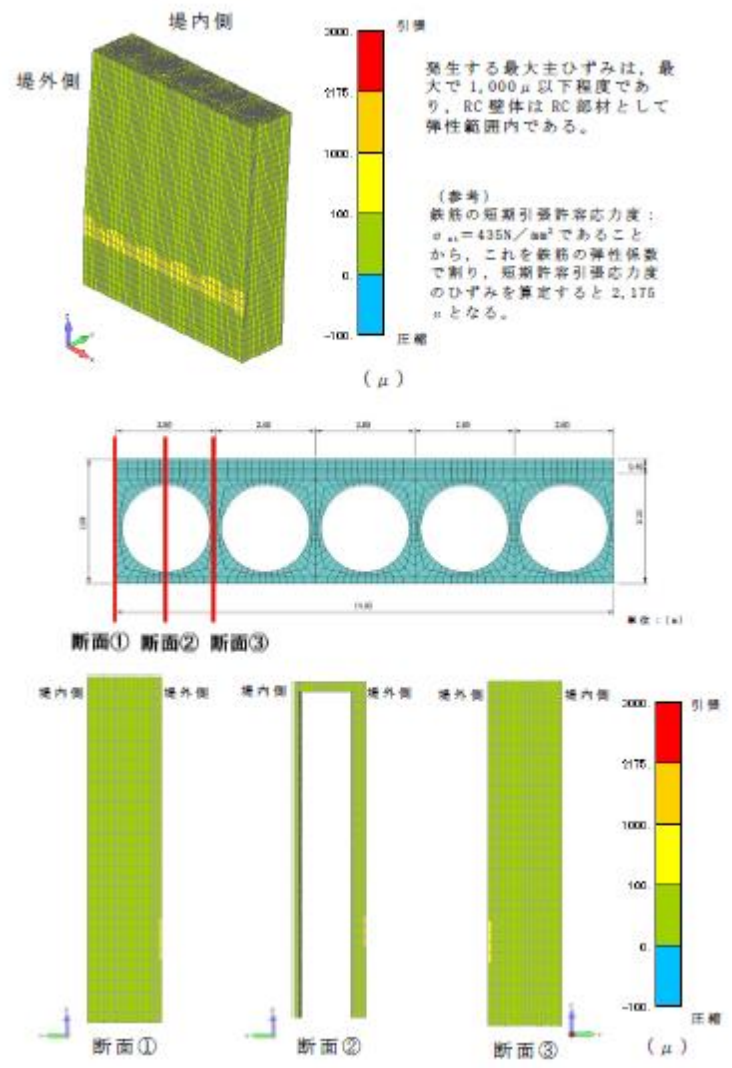
島根原子力発電所 2号炉

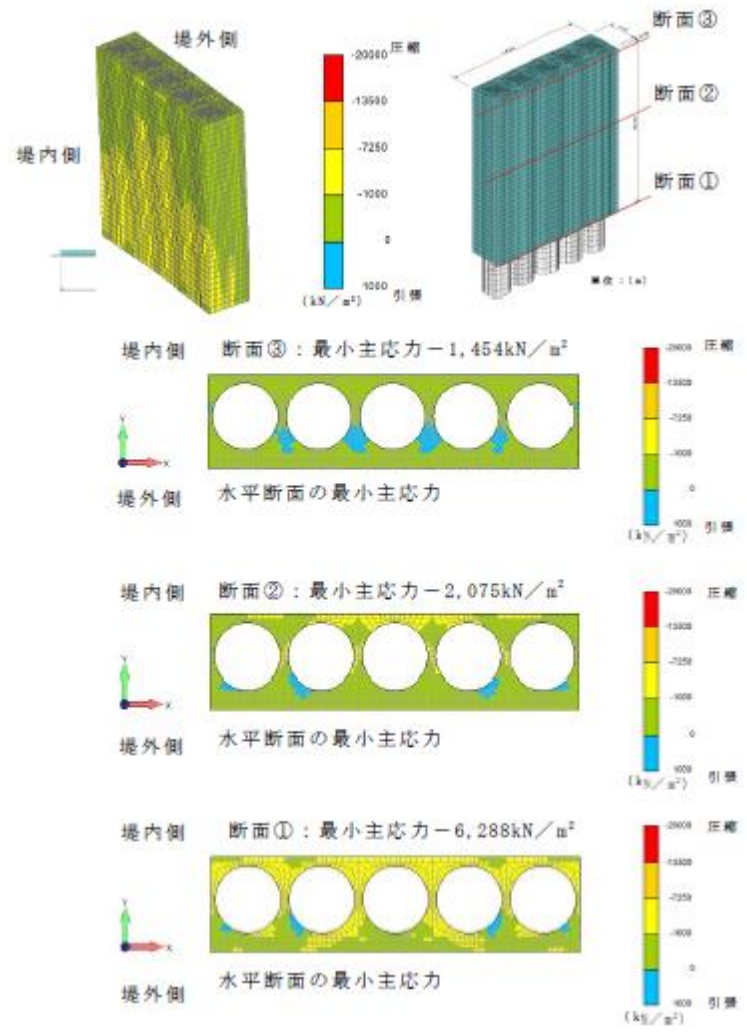
備考



第3-79図 地震時の解析結果 (最大主ひずみ分布)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>第3-80図 津波時+漂流物の解析結果 (最小主応力分布)</p>			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>発生する最大主ひずみは、最大で1,000μ以下程度であり、RC全体はRC部材として弾性範囲内である。</p> <p>(参考) 鉄筋の短期引張許容応力度：$\sigma_{st} = 435\text{N}/\text{cm}^2$であることから、これを鉄筋の弾性係数で割り、短期許容引張応力度のひずみを算定すると2,175μとなる。</p> <p>第3-81図 津波時+漂流物の解析結果 (最大主ひずみ分布)</p>			

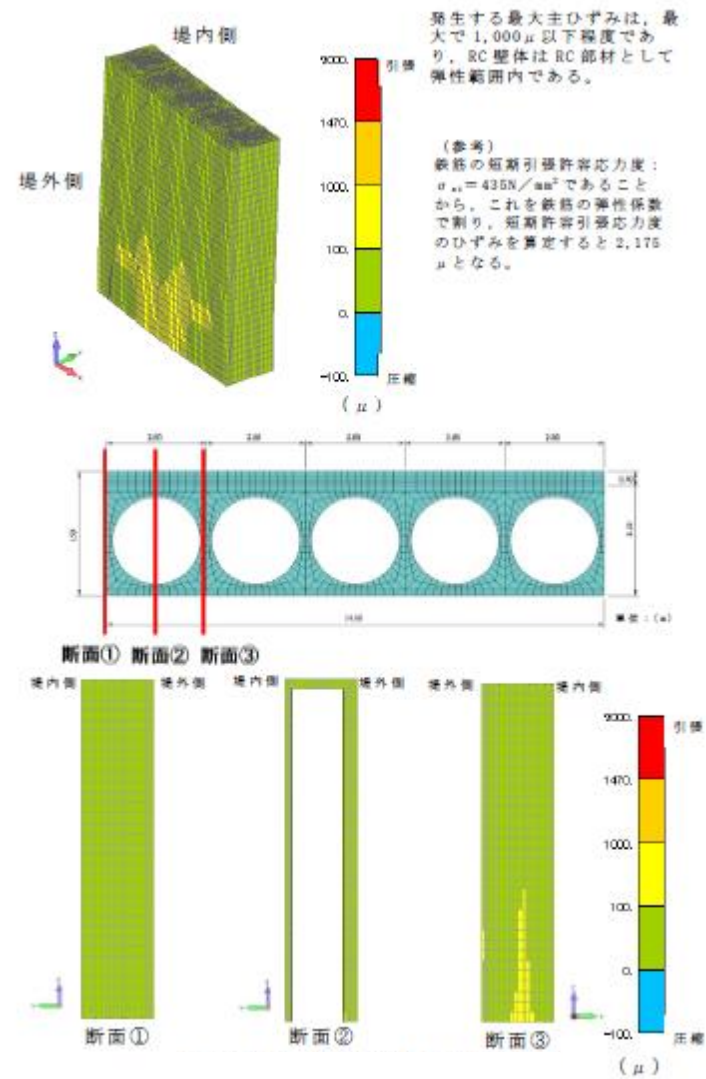
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>第3-82図 津波+余震時の解析結果 (最小主応力分布)</p>			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



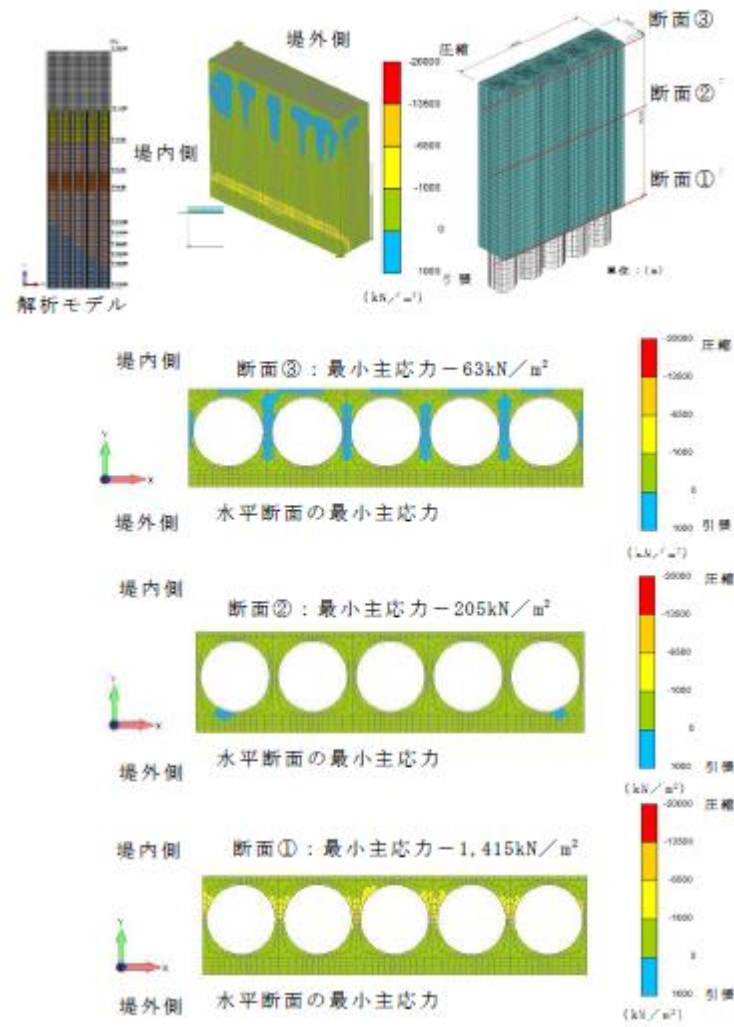
第3-83図 津波+余震時の解析結果
(最大主ひずみ分布)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

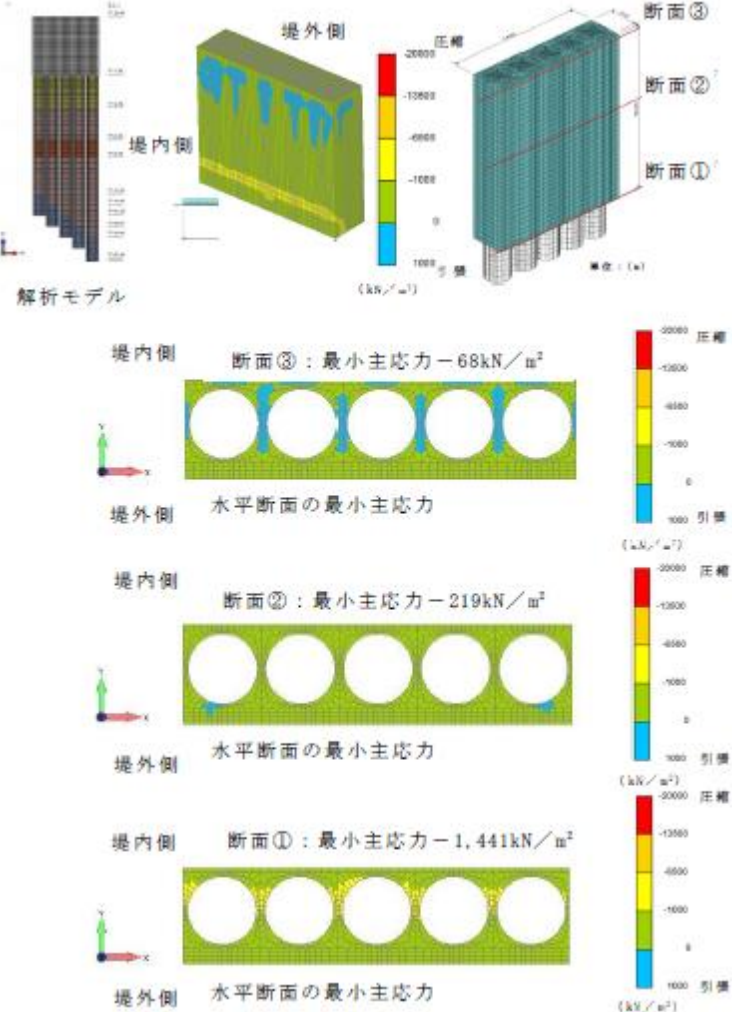
島根原子力発電所 2号炉

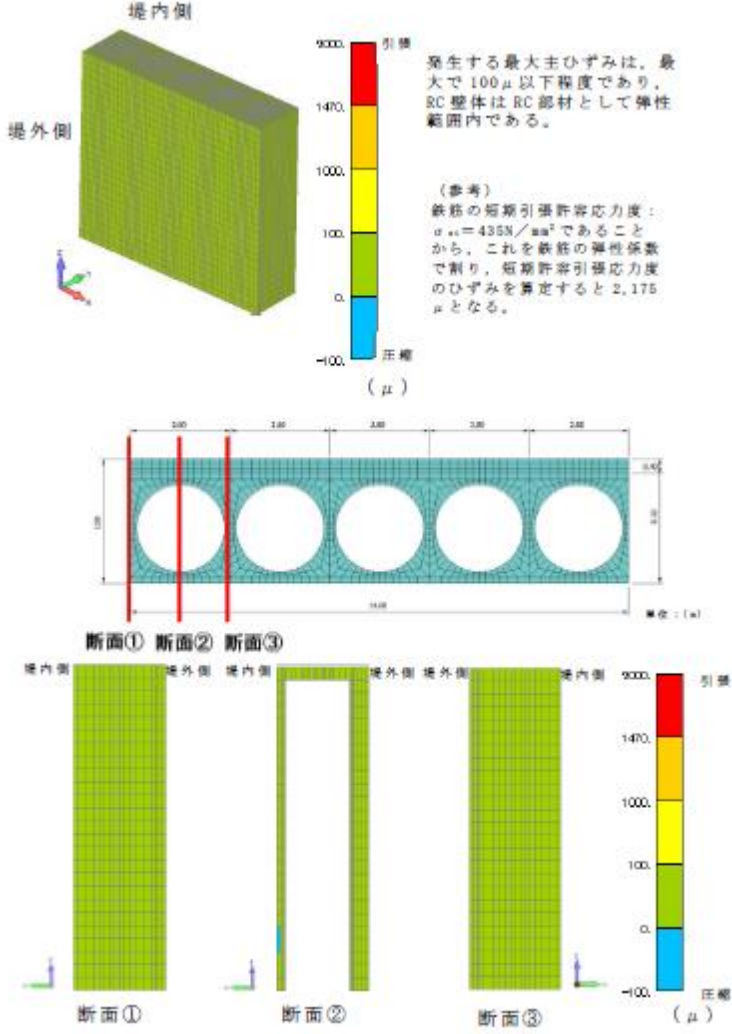
備考



第3-84図 地震時 (岩盤傾斜モデル) の解析結果
(最小主応力分布)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>発生する最大主ひずみは、最大で 100μ 以下程度であり、RC 整体は RC 部材として弾性範囲内である。</p> <p>(参考) 鉄筋の短期引張許容応力度：$\sigma_{st} = 435\text{N}/\text{mm}^2$ であることから、これを鉄筋の弾性係数で割り、短期許容引張応力度のひずみを算定すると 2.175μ となる。</p> <p>第3-85図 地震時 (岩盤傾斜モデル) の解析結果 (最大主ひずみ分布)</p>			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>解析モデル</p> <p>堤内側 断面③：最小主応力-68kN/m^2</p> <p>堤外側 水平断面の最小主応力</p> <p>堤内側 断面②：最小主応力-219kN/m^2</p> <p>堤外側 水平断面の最小主応力</p> <p>堤内側 断面①：最小主応力$-1,441\text{kN/m}^2$</p> <p>堤外側 水平断面の最小主応力</p> <p>第3-86図 地震時(岩盤傾斜1Dモデル)の解析結果 (最小主応力分布)</p>			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>発生する最大主ひずみは、最大で 100μ 以下程度であり、RC 全体は RC 部材として弾性範囲内である。</p> <p>(参考) 鉄筋の短期引張許容応力度：$\sigma_s = 435\text{N/mm}^2$ であることから、これを鉄筋の弾性係数で割り、短期許容引張応力度のひずみを算定すると 2.175μ となる。</p> <p>第3-87図 地震時 (岩盤傾斜1Dモデル) の解析結果 (最大主ひずみ分布)</p>			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																												
<p>7) 三次元FEMモデルの解析結果</p> <p>照査結果一覧を第3-49表～第3-51表に示す。地震時、津波時+漂流物及び津波+余震時の上部工（鉄筋コンクリート）の圧縮、曲げ、せん断に対する評価結果について、いずれも許容限界値以下であることを確認した。</p> <p>第3-49表 圧縮に対する照査結果</p> <table border="1" data-bbox="219 562 848 905"> <thead> <tr> <th></th> <th>発生応力度 σ_s (N/mm²)</th> <th>許容応力度 σ_{sk} (N/mm²) ($\sigma_{sk} = 40\text{N/mm}^2$)</th> <th>安全率 σ_{sk} / σ_s</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地震時</td> <td>0.39</td> <td>21</td> <td>53.84</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>津波時+漂流物</td> <td>1.61</td> <td>21</td> <td>13.04</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>津波+余震時</td> <td>1.21</td> <td>21</td> <td>17.35</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>地震時（岩盤傾斜モデル、同一杭長モデル）</td> <td>0.60</td> <td>21</td> <td>35.00</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>地震時（岩盤傾斜モデル、1Dモデル）</td> <td>0.61</td> <td>21</td> <td>34.42</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table> <p>第3-50表 引張に対する照査結果</p> <table border="1" data-bbox="210 1014 854 1356"> <thead> <tr> <th></th> <th>発生応力度 σ_s (N/mm²)</th> <th>許容応力度 σ_{sk} (N/mm²) (SD490)</th> <th>安全率 σ_{sk} / σ_s</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地震時</td> <td>24.42</td> <td>435</td> <td>17.81</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>津波時+漂流物</td> <td>36.92</td> <td>435</td> <td>11.78</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>津波+余震時</td> <td>47.47</td> <td>435</td> <td>9.16</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>地震時（岩盤傾斜モデル、同一杭長モデル）</td> <td>17.68</td> <td>435</td> <td>24.60</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>地震時（岩盤傾斜モデル、1Dモデル）</td> <td>19.59</td> <td>435</td> <td>22.20</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table>		発生応力度 σ_s (N/mm ²)	許容応力度 σ_{sk} (N/mm ²) ($\sigma_{sk} = 40\text{N/mm}^2$)	安全率 σ_{sk} / σ_s	判定	地震時	0.39	21	53.84	OK	津波時+漂流物	1.61	21	13.04	OK	津波+余震時	1.21	21	17.35	OK	地震時（岩盤傾斜モデル、同一杭長モデル）	0.60	21	35.00	OK	地震時（岩盤傾斜モデル、1Dモデル）	0.61	21	34.42	OK		発生応力度 σ_s (N/mm ²)	許容応力度 σ_{sk} (N/mm ²) (SD490)	安全率 σ_{sk} / σ_s	判定	地震時	24.42	435	17.81	OK	津波時+漂流物	36.92	435	11.78	OK	津波+余震時	47.47	435	9.16	OK	地震時（岩盤傾斜モデル、同一杭長モデル）	17.68	435	24.60	OK	地震時（岩盤傾斜モデル、1Dモデル）	19.59	435	22.20	OK			
	発生応力度 σ_s (N/mm ²)	許容応力度 σ_{sk} (N/mm ²) ($\sigma_{sk} = 40\text{N/mm}^2$)	安全率 σ_{sk} / σ_s	判定																																																											
地震時	0.39	21	53.84	OK																																																											
津波時+漂流物	1.61	21	13.04	OK																																																											
津波+余震時	1.21	21	17.35	OK																																																											
地震時（岩盤傾斜モデル、同一杭長モデル）	0.60	21	35.00	OK																																																											
地震時（岩盤傾斜モデル、1Dモデル）	0.61	21	34.42	OK																																																											
	発生応力度 σ_s (N/mm ²)	許容応力度 σ_{sk} (N/mm ²) (SD490)	安全率 σ_{sk} / σ_s	判定																																																											
地震時	24.42	435	17.81	OK																																																											
津波時+漂流物	36.92	435	11.78	OK																																																											
津波+余震時	47.47	435	9.16	OK																																																											
地震時（岩盤傾斜モデル、同一杭長モデル）	17.68	435	24.60	OK																																																											
地震時（岩盤傾斜モデル、1Dモデル）	19.59	435	22.20	OK																																																											

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																														
<p data-bbox="329 254 744 285">第3-51表 せん断に対する照査結果</p> <table border="1" data-bbox="210 317 863 659"> <thead> <tr> <th data-bbox="210 317 368 390"></th> <th data-bbox="368 317 507 390">発生せん断力 V (kN)</th> <th data-bbox="507 317 676 390">許容せん断耐力 V_s (kN) (V_s = V_z + V_z)</th> <th data-bbox="676 317 774 390">安全率 V_s / V</th> <th data-bbox="774 317 863 390">判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="210 390 368 428">地震時</td> <td data-bbox="368 390 507 428">0.41</td> <td data-bbox="507 390 676 428">0.83*</td> <td data-bbox="676 390 774 428">2.02</td> <td data-bbox="774 390 863 428">OK</td> </tr> <tr> <td data-bbox="210 428 368 466">津波時+漂流物</td> <td data-bbox="368 428 507 466">0.67</td> <td data-bbox="507 428 676 466">0.83*</td> <td data-bbox="676 428 774 466">1.23</td> <td data-bbox="774 428 863 466">OK</td> </tr> <tr> <td data-bbox="210 466 368 504">津波+余震時</td> <td data-bbox="368 466 507 504">237.28^{※1}</td> <td data-bbox="507 466 676 504">435^{※2}</td> <td data-bbox="676 466 774 504">1.83</td> <td data-bbox="774 466 863 504">OK</td> </tr> <tr> <td data-bbox="210 504 368 577">地震時 (岩盤傾斜モデル, 同一杭長モデル)</td> <td data-bbox="368 504 507 577">0.55</td> <td data-bbox="507 504 676 577">0.83*</td> <td data-bbox="676 504 774 577">1.50</td> <td data-bbox="774 504 863 577">OK</td> </tr> <tr> <td data-bbox="210 577 368 659">地震時 (岩盤傾斜モデル, 1Dモデル)</td> <td data-bbox="368 577 507 659">0.62</td> <td data-bbox="507 577 676 659">0.83[※]</td> <td data-bbox="676 577 774 659">1.33</td> <td data-bbox="774 577 863 659">OK</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="457 688 839 716">※コンクリートのみ許容せん断応力度</p>		発生せん断力 V (kN)	許容せん断耐力 V _s (kN) (V _s = V _z + V _z)	安全率 V _s / V	判定	地震時	0.41	0.83*	2.02	OK	津波時+漂流物	0.67	0.83*	1.23	OK	津波+余震時	237.28 ^{※1}	435 ^{※2}	1.83	OK	地震時 (岩盤傾斜モデル, 同一杭長モデル)	0.55	0.83*	1.50	OK	地震時 (岩盤傾斜モデル, 1Dモデル)	0.62	0.83 [※]	1.33	OK			
	発生せん断力 V (kN)	許容せん断耐力 V _s (kN) (V _s = V _z + V _z)	安全率 V _s / V	判定																													
地震時	0.41	0.83*	2.02	OK																													
津波時+漂流物	0.67	0.83*	1.23	OK																													
津波+余震時	237.28 ^{※1}	435 ^{※2}	1.83	OK																													
地震時 (岩盤傾斜モデル, 同一杭長モデル)	0.55	0.83*	1.50	OK																													
地震時 (岩盤傾斜モデル, 1Dモデル)	0.62	0.83 [※]	1.33	OK																													

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																		
<p>8) 梁バネモデルと三次元FEMモデルの応力比較</p> <p>地震時及び津波時+漂流物の梁バネモデルと三次元FEMモデルでの照査結果を第3-52表と第3-53表に示す。</p> <p>梁バネモデルの安全率が低くなる傾向があることから、梁バネモデルによる照査結果は安全側となっていると判断される。</p> <p>第3-52表 地震時の梁バネモデルと三次元FEMモデルの比較</p> <table border="1" data-bbox="192 661 875 850"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>梁バネモデル</th> <th>三次元FEMモデル</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">圧縮応力度 $\sigma_c(N/mm^2)$</td> <td>発生応力</td> <td>0.66(31.81)</td> <td>0.14(150.00)</td> </tr> <tr> <td>許容応力度</td> <td>21.0</td> <td>21.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">引張応力度 $\sigma_t(N/mm^2)$</td> <td>発生応力</td> <td>12.62(34.46)</td> <td>9.15(47.54)</td> </tr> <tr> <td>許容応力度</td> <td>435</td> <td>435</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">せん断応力 $\tau(N/mm^2)$</td> <td>発生せん断応力</td> <td>0.12(6.91)</td> <td>0.12(6.91)</td> </tr> <tr> <td>許容せん断応力</td> <td>0.83</td> <td>0.83</td> </tr> </tbody> </table> <p>※コンクリートのみの許容せん断応力度 () 値は安全率を示す。</p> <p>第3-53表 (1) 津波時+漂流物の梁バネモデルと三次元FEMモデルの比較</p> <table border="1" data-bbox="192 1123 875 1312"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>梁バネモデル</th> <th>三次元FEMモデル</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">圧縮応力度 $\sigma_c(N/mm^2)$</td> <td>発生応力</td> <td>9.58(2.19)</td> <td>0.85(24.70)</td> </tr> <tr> <td>許容応力度</td> <td>21.0</td> <td>21.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">引張応力度 $\sigma_t(N/mm^2)$</td> <td>発生応力</td> <td>182.06(2.38)</td> <td>36.92(11.78)</td> </tr> <tr> <td>許容応力度</td> <td>435</td> <td>435</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">せん断耐力 $\tau(kN)$</td> <td>発生せん断力</td> <td>428.48(3.52)</td> <td>160.99(9.37)</td> </tr> <tr> <td>許容せん断耐力</td> <td>1,509</td> <td>1,509</td> </tr> </tbody> </table>			梁バネモデル	三次元FEMモデル	圧縮応力度 $\sigma_c(N/mm^2)$	発生応力	0.66(31.81)	0.14(150.00)	許容応力度	21.0	21.0	引張応力度 $\sigma_t(N/mm^2)$	発生応力	12.62(34.46)	9.15(47.54)	許容応力度	435	435	せん断応力 $\tau(N/mm^2)$	発生せん断応力	0.12(6.91)	0.12(6.91)	許容せん断応力	0.83	0.83			梁バネモデル	三次元FEMモデル	圧縮応力度 $\sigma_c(N/mm^2)$	発生応力	9.58(2.19)	0.85(24.70)	許容応力度	21.0	21.0	引張応力度 $\sigma_t(N/mm^2)$	発生応力	182.06(2.38)	36.92(11.78)	許容応力度	435	435	せん断耐力 $\tau(kN)$	発生せん断力	428.48(3.52)	160.99(9.37)	許容せん断耐力	1,509	1,509			
		梁バネモデル	三次元FEMモデル																																																		
圧縮応力度 $\sigma_c(N/mm^2)$	発生応力	0.66(31.81)	0.14(150.00)																																																		
	許容応力度	21.0	21.0																																																		
引張応力度 $\sigma_t(N/mm^2)$	発生応力	12.62(34.46)	9.15(47.54)																																																		
	許容応力度	435	435																																																		
せん断応力 $\tau(N/mm^2)$	発生せん断応力	0.12(6.91)	0.12(6.91)																																																		
	許容せん断応力	0.83	0.83																																																		
		梁バネモデル	三次元FEMモデル																																																		
圧縮応力度 $\sigma_c(N/mm^2)$	発生応力	9.58(2.19)	0.85(24.70)																																																		
	許容応力度	21.0	21.0																																																		
引張応力度 $\sigma_t(N/mm^2)$	発生応力	182.06(2.38)	36.92(11.78)																																																		
	許容応力度	435	435																																																		
せん断耐力 $\tau(kN)$	発生せん断力	428.48(3.52)	160.99(9.37)																																																		
	許容せん断耐力	1,509	1,509																																																		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																									
<p>第3-53表 (2) 津波+余震時の梁バネモデルと三次元FEMモデルの比較</p> <table border="1" data-bbox="189 359 881 543"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>梁バネモデル</th> <th>三次元FEMモデル</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">圧縮応力度 σ_c (N/mm²)</td> <td>発生応力</td> <td>14.62(1.43)</td> <td>0.79(26.58)</td> </tr> <tr> <td>許容応力度</td> <td>21.0</td> <td>21.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">引張応力度 σ_t (N/mm²)</td> <td>発生応力</td> <td>277.91(1.56)</td> <td>43.69(9.95)</td> </tr> <tr> <td>許容応力度</td> <td>435</td> <td>435</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">せん断耐力 τ (kN)</td> <td>発生せん断力</td> <td>487.33(3.09)</td> <td>228.78(6.59)</td> </tr> <tr> <td>許容せん断耐力</td> <td>1,509</td> <td>1,509</td> </tr> </tbody> </table> <p>() 値は安全率を示す。</p> <p>以下に静的三次元FEMによる解析結果の要約を示す。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 地震時において、上部工は全ての位置でコンクリートの引張強度以下であり、ひび割れは生じないことを確認した。また、圧縮側の主応力である最小主応力分布から全てコンクリートの許容圧縮強度に対して十分な裕度があることを確認した。 ② 津波時+漂流物では、圧縮側の主応力である最小主応力分布から全てコンクリートの許容圧縮強度に対して十分な裕度があることを確認した。引張においては、発生するひずみは鉄筋の許容応力度に対して十分に小さい値であることを確認した。 ③ 梁バネモデルで照査しない鉄筋コンクリート梁壁背面の鋼管鉄筋コンクリートについても、三次元FEM解析の結果、全て許容限界値以下であり、有意なせん断破壊等は生じる恐れがないことを確認した。 ④ 梁バネモデルに対して静的三次元FEM解析では奥行き方向もモデル化され、断面性能が大きくなり、応力の流れが面的に広がることから、梁バネモデルよりも精緻なモデル化ができるため、発生する応力が小さくなることを確認した。 ⑤ ねじれに対する影響については、三次元FEM解析により、鋼管周りのコンクリートに発生するせん断応力がコンクリートのみの許容せん断応力あるいはせん断補強筋によって十分に抵抗できることを確認した。 			梁バネモデル	三次元FEMモデル	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	発生応力	14.62(1.43)	0.79(26.58)	許容応力度	21.0	21.0	引張応力度 σ_t (N/mm ²)	発生応力	277.91(1.56)	43.69(9.95)	許容応力度	435	435	せん断耐力 τ (kN)	発生せん断力	487.33(3.09)	228.78(6.59)	許容せん断耐力	1,509	1,509			
		梁バネモデル	三次元FEMモデル																									
圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	発生応力	14.62(1.43)	0.79(26.58)																									
	許容応力度	21.0	21.0																									
引張応力度 σ_t (N/mm ²)	発生応力	277.91(1.56)	43.69(9.95)																									
	許容応力度	435	435																									
せん断耐力 τ (kN)	発生せん断力	487.33(3.09)	228.78(6.59)																									
	許容せん断耐力	1,509	1,509																									

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>①から⑤の結果により、静的三次元FEM解析の結果、津波荷重や地震荷重に対して、鉄筋コンクリート梁壁のみならず、鋼管鉄筋コンクリート部分もすべて照査値は許容限界値以下であり、十分な構造強度を有していることを確認した。さらに、梁バネの方が保守的である結果を示した。</u></p> <p><u>また、コンクリートは弾性範囲内であることから、止水性について問題ないことを確認した。</u></p>			

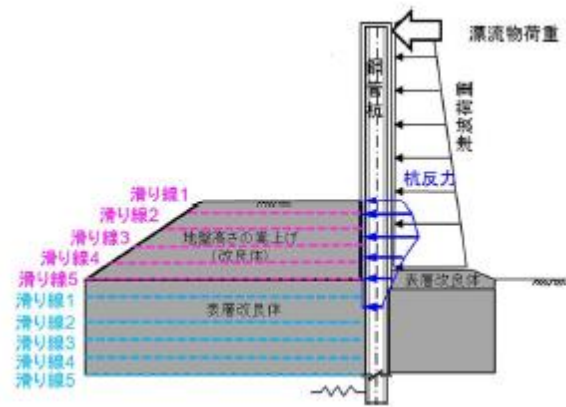
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(11) <u>地盤高さの嵩上げ部及び表層改良体の成立性検討結果</u></p> <p><u>地盤高さの嵩上げ部及び表層改良体のせん断力が改良体のせん断耐力以内であることを有効応力解析及び二次元フレーム解析にて確認する。</u></p> <p><u>表層地盤改良の深さ方向の範囲は、表層地盤の過剰間隙水圧比が比較的高い範囲や杭体に生じる断面力の低減等を考慮し設定する。また、堤内側の表層地盤改良の幅は、地盤高さの嵩上げが地震時に損傷に至らない範囲を考慮し設定する。堤外側の表層地盤改良の幅は、地盤改良に係る指針類に基づき範囲を設定する。</u></p> <p><u>地盤改良工法は、改良対象地盤の物性、地下水位、施工性などを考慮して選定する。また、地盤剛性の急変部により杭体に局所的な応力を発生させないように、地盤剛性が上層から下層に向けて、やや大きめの剛性から原地盤に近い剛性に移行するような改良仕様を設定する。</u></p> <p><u>地盤高さの嵩上げ部及び表層改良体のせん断力が改良体のせん断耐力以内であることを確認するため、地盤高さの嵩上げ及び表層改良体のせん断力が、改良体の「滑り線に生じるせん断耐力」に対して安全率1. 2以上であることを確認する。</u></p> <p>1) 評価結果</p> <p>① <u>基準津波時+漂流物、基準津波+余震時、T. P. +24m津波時+漂流物及びT. P. +24m津波+余震時の結果を第第3-54表、地盤の嵩上げ及び表層改良体の二次元フレーム解析による検討について、滑り線の模式図を第3-88図に示す。</u></p>			<p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>女川2及び島根2号炉は、改良地盤（砂礫層）の解析条件及び検討結果について、（4）及び（5）に記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

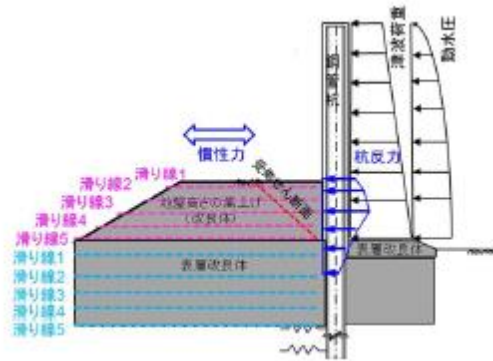
島根原子力発電所 2号炉

備考



第3-88図(1) 滑り線の模式図

(基準津波時+漂流物, T.P. +24m津波時+漂流物)



第3-88図(2) 滑り線の模式図 (基準津波+余震時T.P. +24m津波+

余震時)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																												
<p data-bbox="201 254 923 422">地盤高さの嵩上げ及び表層改良体の検討結果について、基準津波時+漂流物及びT.P.+24m津波時+漂流物の結果を第3-54表に、基準津波+余震時及びT.P.+24m津波+余震時の結果を第3-55表に示す。</p> <p data-bbox="201 432 923 516">全ての滑り線において安全率が1.2以上であり、地盤の嵩上げ及び表層改良体の健全性を確認した。</p> <p data-bbox="151 611 923 642">第3-54表(1) 地盤高さの嵩上げの滑り照査 (基準津波時+漂流物)</p> <table border="1" data-bbox="255 674 819 936"> <thead> <tr> <th>滑り線</th> <th>検討位置</th> <th>杭反力</th> <th>滑り抵抗</th> <th>安全率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>T.P.+8.0 m</td> <td>946.7</td> <td>22,400</td> <td>23.66</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>T.P.+7.0 m</td> <td>4,788.7</td> <td>23,800</td> <td>4.97</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>T.P.+6.0 m</td> <td>8,704.7</td> <td>25,200</td> <td>2.89</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>T.P.+5.0 m</td> <td>12,693.7</td> <td>26,600</td> <td>2.09</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>T.P.+3.5 m</td> <td>12,338.6</td> <td>28,700</td> <td>2.32</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="172 1010 893 1041">第3-54表(2) 表層改良体の滑り照査 (基準津波時+漂流物)</p> <table border="1" data-bbox="255 1073 819 1335"> <thead> <tr> <th>滑り線</th> <th>検討位置</th> <th>杭反力</th> <th>滑り抵抗</th> <th>安全率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>T.P.+3.0 m</td> <td>11,510.7</td> <td>33,718</td> <td>2.92</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>T.P.+2.5 m</td> <td>10,592.9</td> <td>32,475</td> <td>3.06</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>T.P.+2.0 m</td> <td>9,656.3</td> <td>33,743</td> <td>3.49</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>T.P.+1.5 m</td> <td>8,685.3</td> <td>35,023</td> <td>4.03</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>T.P.+1.0 m</td> <td>7,613.3</td> <td>36,312</td> <td>4.76</td> </tr> </tbody> </table>	滑り線	検討位置	杭反力	滑り抵抗	安全率	1	T.P.+8.0 m	946.7	22,400	23.66	2	T.P.+7.0 m	4,788.7	23,800	4.97	3	T.P.+6.0 m	8,704.7	25,200	2.89	4	T.P.+5.0 m	12,693.7	26,600	2.09	5	T.P.+3.5 m	12,338.6	28,700	2.32	滑り線	検討位置	杭反力	滑り抵抗	安全率	1	T.P.+3.0 m	11,510.7	33,718	2.92	2	T.P.+2.5 m	10,592.9	32,475	3.06	3	T.P.+2.0 m	9,656.3	33,743	3.49	4	T.P.+1.5 m	8,685.3	35,023	4.03	5	T.P.+1.0 m	7,613.3	36,312	4.76			
滑り線	検討位置	杭反力	滑り抵抗	安全率																																																											
1	T.P.+8.0 m	946.7	22,400	23.66																																																											
2	T.P.+7.0 m	4,788.7	23,800	4.97																																																											
3	T.P.+6.0 m	8,704.7	25,200	2.89																																																											
4	T.P.+5.0 m	12,693.7	26,600	2.09																																																											
5	T.P.+3.5 m	12,338.6	28,700	2.32																																																											
滑り線	検討位置	杭反力	滑り抵抗	安全率																																																											
1	T.P.+3.0 m	11,510.7	33,718	2.92																																																											
2	T.P.+2.5 m	10,592.9	32,475	3.06																																																											
3	T.P.+2.0 m	9,656.3	33,743	3.49																																																											
4	T.P.+1.5 m	8,685.3	35,023	4.03																																																											
5	T.P.+1.0 m	7,613.3	36,312	4.76																																																											

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																
<p>第3-54表(3) 地盤高さの嵩上げの滑り照査 (T.P. +24m津波時+漂流物)</p> <table border="1" data-bbox="278 342 789 600"> <thead> <tr> <th>滑り線</th> <th>検討位置</th> <th>抗反力</th> <th>滑り抵抗</th> <th>安全率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>T.P. +8.0 m</td> <td>946.7</td> <td>22,400</td> <td>23.66</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>T.P. +7.0 m</td> <td>4,788.7</td> <td>23,800</td> <td>4.97</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>T.P. +6.0 m</td> <td>8,704.7</td> <td>25,200</td> <td>2.89</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>T.P. +5.0 m</td> <td>12,693.7</td> <td>26,600</td> <td>2.09</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>T.P. +3.5 m</td> <td>17,545.7</td> <td>28,700</td> <td>1.63</td> </tr> </tbody> </table> <p>第3-54表(4) 表層改良体の滑り照査 (T.P. +24m津波時+漂流物)</p> <table border="1" data-bbox="290 768 777 1026"> <thead> <tr> <th>滑り線</th> <th>検討位置</th> <th>抗反力</th> <th>滑り抵抗</th> <th>安全率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>T.P. +3.0 m</td> <td>19,446.7</td> <td>33,718</td> <td>1.73</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>T.P. +2.5 m</td> <td>21,359.7</td> <td>32,475</td> <td>1.52</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>T.P. +2.0 m</td> <td>23,283.7</td> <td>33,743</td> <td>1.44</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>T.P. +1.5 m</td> <td>22,643.7</td> <td>35,023</td> <td>1.54</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>T.P. +1.0 m</td> <td>20,735.7</td> <td>36,312</td> <td>1.75</td> </tr> </tbody> </table> <p>第3-55表(1) 地盤高さの嵩上げの滑り照査 (基準津波+余震時)</p> <table border="1" data-bbox="258 1215 810 1474"> <thead> <tr> <th>滑り線</th> <th>検討位置</th> <th>抗反力</th> <th>慣性力</th> <th>滑り抵抗</th> <th>安全率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>T.P. +8.0 m</td> <td>871.0</td> <td>0.0</td> <td>22,400</td> <td>25.7</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>T.P. +7.0 m</td> <td>4,406.0</td> <td>255.0</td> <td>23,800</td> <td>5.10</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>T.P. +6.0 m</td> <td>8,008.0</td> <td>525.5</td> <td>25,200</td> <td>2.95</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>T.P. +5.0 m</td> <td>11,678.0</td> <td>811.4</td> <td>26,600</td> <td>2.12</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>T.P. +3.5 m</td> <td>15,416.0</td> <td>1,269.3</td> <td>28,700</td> <td>1.72</td> </tr> </tbody> </table>	滑り線	検討位置	抗反力	滑り抵抗	安全率	1	T.P. +8.0 m	946.7	22,400	23.66	2	T.P. +7.0 m	4,788.7	23,800	4.97	3	T.P. +6.0 m	8,704.7	25,200	2.89	4	T.P. +5.0 m	12,693.7	26,600	2.09	5	T.P. +3.5 m	17,545.7	28,700	1.63	滑り線	検討位置	抗反力	滑り抵抗	安全率	1	T.P. +3.0 m	19,446.7	33,718	1.73	2	T.P. +2.5 m	21,359.7	32,475	1.52	3	T.P. +2.0 m	23,283.7	33,743	1.44	4	T.P. +1.5 m	22,643.7	35,023	1.54	5	T.P. +1.0 m	20,735.7	36,312	1.75	滑り線	検討位置	抗反力	慣性力	滑り抵抗	安全率	1	T.P. +8.0 m	871.0	0.0	22,400	25.7	2	T.P. +7.0 m	4,406.0	255.0	23,800	5.10	3	T.P. +6.0 m	8,008.0	525.5	25,200	2.95	4	T.P. +5.0 m	11,678.0	811.4	26,600	2.12	5	T.P. +3.5 m	15,416.0	1,269.3	28,700	1.72			
滑り線	検討位置	抗反力	滑り抵抗	安全率																																																																																															
1	T.P. +8.0 m	946.7	22,400	23.66																																																																																															
2	T.P. +7.0 m	4,788.7	23,800	4.97																																																																																															
3	T.P. +6.0 m	8,704.7	25,200	2.89																																																																																															
4	T.P. +5.0 m	12,693.7	26,600	2.09																																																																																															
5	T.P. +3.5 m	17,545.7	28,700	1.63																																																																																															
滑り線	検討位置	抗反力	滑り抵抗	安全率																																																																																															
1	T.P. +3.0 m	19,446.7	33,718	1.73																																																																																															
2	T.P. +2.5 m	21,359.7	32,475	1.52																																																																																															
3	T.P. +2.0 m	23,283.7	33,743	1.44																																																																																															
4	T.P. +1.5 m	22,643.7	35,023	1.54																																																																																															
5	T.P. +1.0 m	20,735.7	36,312	1.75																																																																																															
滑り線	検討位置	抗反力	慣性力	滑り抵抗	安全率																																																																																														
1	T.P. +8.0 m	871.0	0.0	22,400	25.7																																																																																														
2	T.P. +7.0 m	4,406.0	255.0	23,800	5.10																																																																																														
3	T.P. +6.0 m	8,008.0	525.5	25,200	2.95																																																																																														
4	T.P. +5.0 m	11,678.0	811.4	26,600	2.12																																																																																														
5	T.P. +3.5 m	15,416.0	1,269.3	28,700	1.72																																																																																														

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

第3-55表(2) 表層改良体の滑り照査 (基準津波+余震時)

滑り線	検討位置	抗反力	慣性力	滑り抵抗	安全率
1	T.P. +3.0 m	15,871.0	1,441.7	33,718	1.94
2	T.P. +2.0 m	14,870.0	1,786.3	33,743	2.02
3	T.P. +1.5 m	14,056.2	1,958.7	35,023	2.18
4	T.P. +1.0 m	13,292.3	2,131.0	36,312	2.35
5	T.P. +0.0 m	12,058.2	2,475.7	38,909	2.67
6	T.P. -0.48 m	11,538.6	2,641.1	38,417	2.70

第3-55表(3) 地盤高さの嵩上げの滑り照査
(T.P. +24m津波+余震時)

滑り線	検討位置	抗反力	慣性力	滑り抵抗	安全率
1	T.P. +8.0 m	946.7	0.0	22,400	23.66
2	T.P. +7.0 m	4,788.7	255.0	23,800	4.71
3	T.P. +6.0 m	8,704.7	525.5	25,200	2.73
4	T.P. +5.0 m	12,693.7	811.4	26,600	1.96
5	T.P. +3.5 m	16,601.2	1,269.3	28,700	1.60

第3-55表(4) 表層改良体の滑り照査
(T.P. +24m津波+余震時)

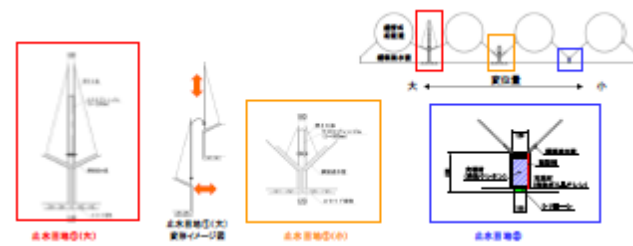
滑り線	検討位置	抗反力	慣性力	滑り抵抗	安全率
1	T.P. +3.0 m	20,403.2	1,441.7	33,718	1.54
2	T.P. +2.0 m	22,703.7	1,786.3	33,743	1.37
3	T.P. +1.5 m	20,767.7	1,958.7	35,023	1.54
4	T.P. +1.0 m	18,859.7	2,131.0	36,312	1.72
5	T.P. +0.0 m	16,948.0	2,475.7	38,909	2.00

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>② 地震時の結果</p> <p>地震時の有効応力解析による結果より、地盤高さの嵩上げ部及び表層改良体の最大せん断応力が、改良体のせん断強度以下であることを確認する。</p> <p>有効応力解析の解析モデルを第3-89図に、地盤高さの嵩上げ部及び表層改良体メッシュ図を第3-90図に示す。また、地震時の時刻歴最大の局所のせん断応力の算出結果を第3-91図に示す。これら要素から算出される時刻歴最大の局所のせん断応力がせん断強度以下であり、滑り線となる連続した応力分布を形成していないことから、改良体に滑りが発生しないことを確認した。</p> <div data-bbox="329 835 744 1262" data-label="Figure"> </div> <p>第3-89図 二次元有効応力解析モデル</p>			

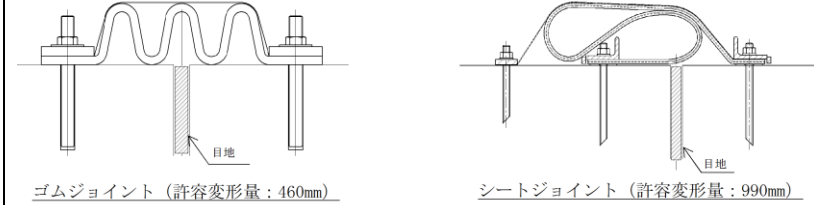
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="296 262 786 462" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="184 478 884 510">第3-90図 地盤高さの嵩上げ及び表層改良体の要素メッシュ</p> <div data-bbox="296 661 786 1081" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="160 1102 908 1182">第3-91図 地盤高さの嵩上げ及び表層改良体の時刻歴最大のせん断応力図</p>			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																												
<p>③ 結果のまとめ</p> <p>基準津波時+漂流物, 基準津波+余震時, T.P.+24 m津波時+漂流物, T.P.+24m津波+余震時及び地震時の検討結果について, 第3-56表及び第3-57表に示す。これより地盤高さの嵩上げ及び表層改良体は, いずれのケースの照査値も許容限界値</p> <p>以下であることを確認した。</p> <p>第3-56 地盤の嵩上げ部に対する検討結果 (位:kN)</p> <table border="1" data-bbox="172 661 890 987"> <thead> <tr> <th></th> <th>発生せん断力</th> <th>せん断耐力</th> <th>安全率</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>基準津波時+漂流物</td> <td>12,694</td> <td>26,600</td> <td>2.09 > 1.2</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>基準津波+余震時</td> <td>16,685</td> <td>28,700</td> <td>1.72 > 1.2</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>T.P.+24m津波時+漂流物</td> <td>17,546</td> <td>28,700</td> <td>1.63 > 1.2</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>T.P.+24m津波+余震時</td> <td>17,871</td> <td>28,700</td> <td>1.60 > 1.2</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>地震時 (豊浦標準砂を仮定)</td> <td>$\tau_{max} = 253kN/m^2$</td> <td>$\tau_a = 500kN/m^2$</td> <td>1.97 > 1.2</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table> <p>第3-57表 表層改良体に対する検討結果 (単位:kN)</p> <table border="1" data-bbox="172 1102 890 1438"> <thead> <tr> <th></th> <th>発生せん断力</th> <th>せん断耐力</th> <th>安全率</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>基準津波時+漂流物</td> <td>11,511</td> <td>33,718</td> <td>2.92 > 1.2</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>基準津波+余震時</td> <td>17,313</td> <td>33,718</td> <td>1.94 > 1.2</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>T.P.+24m津波時+漂流物</td> <td>23,284</td> <td>33,743</td> <td>1.44 > 1.2</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>T.P.+24m津波+余震時</td> <td>24,490</td> <td>33,743</td> <td>1.37 > 1.2</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>地震時 (豊浦標準砂を仮定)</td> <td>$\tau_{max} = 352kN/m^2$</td> <td>$\tau_a = 500kN/m^2$</td> <td>1.42 > 1.2</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table>		発生せん断力	せん断耐力	安全率	判定	基準津波時+漂流物	12,694	26,600	2.09 > 1.2	OK	基準津波+余震時	16,685	28,700	1.72 > 1.2	OK	T.P.+24m津波時+漂流物	17,546	28,700	1.63 > 1.2	OK	T.P.+24m津波+余震時	17,871	28,700	1.60 > 1.2	OK	地震時 (豊浦標準砂を仮定)	$\tau_{max} = 253kN/m^2$	$\tau_a = 500kN/m^2$	1.97 > 1.2	OK		発生せん断力	せん断耐力	安全率	判定	基準津波時+漂流物	11,511	33,718	2.92 > 1.2	OK	基準津波+余震時	17,313	33,718	1.94 > 1.2	OK	T.P.+24m津波時+漂流物	23,284	33,743	1.44 > 1.2	OK	T.P.+24m津波+余震時	24,490	33,743	1.37 > 1.2	OK	地震時 (豊浦標準砂を仮定)	$\tau_{max} = 352kN/m^2$	$\tau_a = 500kN/m^2$	1.42 > 1.2	OK			<p>・設計方針の相違</p>
	発生せん断力	せん断耐力	安全率	判定																																																											
基準津波時+漂流物	12,694	26,600	2.09 > 1.2	OK																																																											
基準津波+余震時	16,685	28,700	1.72 > 1.2	OK																																																											
T.P.+24m津波時+漂流物	17,546	28,700	1.63 > 1.2	OK																																																											
T.P.+24m津波+余震時	17,871	28,700	1.60 > 1.2	OK																																																											
地震時 (豊浦標準砂を仮定)	$\tau_{max} = 253kN/m^2$	$\tau_a = 500kN/m^2$	1.97 > 1.2	OK																																																											
	発生せん断力	せん断耐力	安全率	判定																																																											
基準津波時+漂流物	11,511	33,718	2.92 > 1.2	OK																																																											
基準津波+余震時	17,313	33,718	1.94 > 1.2	OK																																																											
T.P.+24m津波時+漂流物	23,284	33,743	1.44 > 1.2	OK																																																											
T.P.+24m津波+余震時	24,490	33,743	1.37 > 1.2	OK																																																											
地震時 (豊浦標準砂を仮定)	$\tau_{max} = 352kN/m^2$	$\tau_a = 500kN/m^2$	1.42 > 1.2	OK																																																											

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(12) 止水ジョイント部の成立性検討結果</p> <p>1) 検討結果</p> <p>鋼管コンクリート防潮壁について、標準部、隅角部及び異種構造物間の止水ジョイントの変位量の設定について検討した。</p> <p>隅角部及び異種構造物間（シートジョイント部）は、全13カ所のうち、代表的な①～⑦の7カ所について検討した。代表的な隅角部の止水ジョイントの位置を第3-92図に示す。</p>  <p>第3-92図 代表的な止水ジョイントの位置</p>	<p>(g) 止水目地の評価条件</p> <p>鋼製遮水壁間の止水目地は、第2-31図に示す止水目地の設定例のとおり鋼管杭に想定される変位量に応じて、メーカー規格及び基準並びに必要なに応じて実施する性能試験を参考に定める許容変形量及び許容水圧以下とするように、止水目地の仕様を決定する。</p>	<p>(e) 止水目地の評価条件</p> <p>鋼管杭間の相対変位は、隣接する鋼管杭の杭長が概ね同等となることから、ほぼ生じないと想定される。止水目地の許容変形量は、第2-22図に示すとおり、ゴムジョイントで460mm、シートジョイントで990mmであり、想定される変形量に応じた設置が可能であることから、遮水性は確保可能である。また、選択した止水目地が発生水圧に対して十分遮水できることを、詳細設計段階で試験等により確認する。詳細設計段階での照査項目及び許容限界を第2-11表に示す。</p> <p>被覆コンクリート壁間の止水目地は、想定される変位量に応じ仕様を決定する。</p>	<p>【東海第二，女川2】</p> <p>島根2号炉は、想定される止水目地の変位量は、許容変位量に対して、小さいと考えられることから、詳細設計段階で試験等により評価</p> <p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二，女川2】</p> <p>東海第二は検討対象止水ジョイントの位置を記載。</p> <p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載内容の相違</p>



第 2-31 図 止水目地の設定例



第 2-22 図 止水目地の設定例

第 2-11 表 詳細設計段階における照査項目，許容限界

評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
止水目地	地震時	2次元動的FEM解析 (有効応力解析)	変形・水圧	メーカー規格及び性能試験に基づく許容変形量及び許容水圧以下とする。	
	津波時	2次元静的フレーム解析			
止水目地の鋼製部材	地震時	—	曲げ・せん断	「建築基準法施行令2006年6月」を踏まえた許容応力度とする。	
	津波時	—			

・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違

・記載方針の相違
【東海第二，女川2】
島根2号炉は，詳細設計段階における照査項目，許容限界を記載

【東海第二，女川2】
島根2号炉は，想定される止水目地の変位量は，許容変位量に対して，小さいと考えられることから，詳細設計段階で試験等により評価

a . 標準部の止水ジョイントの検討結果

標準部の止水ジョイントに対する検討について，地震時の検討結果を第3-58表に，津波＋余震時の検討結果を第3-59表に示す。いずれの結果も20cm以内であり，ゴムジョイントの適用性が確認できる。

第3-58表 標準部の止水ジョイントに対する検討結果（地震時）

部位	N側構造物			S側構造物			発生変位量 $\sqrt{(\delta_x^2 + \delta_y^2 + \delta_z^2)}$
	δ_{xN}	δ_{yN}	δ_{zN}	δ_{xS}	δ_{yS}	δ_{zS}	
標準部 断面A付近	0.482	0.482	0.023	0.395	0.395	0.000	0.125

* 杭先端と杭天端の相対変位より算定（単位：m）

* 本検討結果は，横断方向の結果を縦断方向の結果にも適用した暫定値である。

第3-59表 標準部の止水ジョイントに対する検討結果 (津波+余震時)

標準部	部位	N側構造物			S側構造物			発生変位量 $\sqrt{(\delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2)}$
		δ_{xN}	δ_{yN}	δ_{zN}	δ_{xS}	δ_{yS}	δ_{zS}	
	断面A付近	0.338	0.259	0.034	0.388	0.289	0.014	0.093

*杭先端と杭天端の相対変位より算定 (単位: m)

*本検討結果は、津波+余震時は、地震時の残留変位及び地震時/2の変位量により安全側に算出した結果とした。

b. 隅角部・異種構造物間の止水ジョイントの検討結果

隅角部・異種構造物間の止水ジョイントに対する検討について、地震時の検討結果を第3-60表に、津波+余震時の検討結果を第3-61表に示す。いずれの結果も2m以内であり、シートジョイントの適用性が確認できる。

第3-60表 隅角部・異種構造物間の止水ジョイントに対する検討結果 (地震時)

①	部位	場内 角度	N側構造物			S側構造物			発生変位量 $\sqrt{(\delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2)}$
			δ_{xN}	δ_{yN}	δ_{zN}	δ_{xS}	δ_{yS}	δ_{zS}	
①	隅角部	192.7	-0.464	-0.368	-0.028	-0.533	-0.257	0	0.134
②	隅角部	121.0	-0.463	-0.371	-0.027	0.079	-0.588	0	0.585
③	隅角部	133.2	-0.463	-0.371	-0.027	-0.047	-0.591	0	0.472
④	異種構造物間	90.0	-0.463	-0.371	-0.027	0.371	-0.463	0	0.839
⑤	隅角部	138.0	0.403	0.075	-0.008	0.250	0.325	0	0.294
⑥	隅角部	226.5	0.403	0.075	-0.008	0.332	-0.241	0	0.324
⑦	隅角部	90.2	0.403	0.075	-0.008	-0.073	0.403	0	0.579

(単位: m)

【東海第二, 女川2】
島根2号炉は、想定される止水目地の変位量は、許容変位量に対して、小さいと考えられることから、詳細設計段階で試験等により評価

第3-61表 隅角部・異種構造物間の止水ジョイントの検討結果
(津波+余震時)

部位	場内 角度	N側構造物			S側構造物			発生変位 量 $\sqrt{(\delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2)}$
		δxN	δyN	δzN	δxS	δyS	δzS	
① 隅角部	192.7	-0.340	-0.259	-0.034	-0.389	- 0.178	0	0.105
② 隅角部	121.0	-0.340	-0.259	-0.034	0.047	- 0.425	0	0.437
③ 隅角部	133.2	-0.340	-0.259	-0.034	-0.044	- 0.426	0	0.353
④ 異種構造物間	90.0	-0.340	-0.259	-0.034	0.259	- 0.340	0	0.626
⑤ 隅角部	138.0	-0.338	-0.254	-0.030	-0.081	- 0.415	0	0.316
⑥ 隅角部	226.5	-0.338	-0.254	-0.030	-0.417	0.070	0	0.348
⑦ 隅角部	90.2	-0.338	-0.254	-0.030	0.253	- 0.339	0	0.620

(単位 : m)

【東海第二, 女川2】
島根2号炉は, 想定される止水目地の変位量は, 許容変位量に対して, 小さいと考えられることから, 詳細設計段階で試験等により評価

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																															
<p>c . 性能確認試験結果</p> <p>引張り試験、耐圧試験等の結果を第3-62表に示す。</p> <p>使用を計画している材料（ゴムジョイント、シートジョイント）については、当該地点の設計津波荷重以上の耐圧性能を保持することが確認され、また、地震時の変位量を考慮しても津波荷重に対して漏水等の発生がないことを確認した。</p> <p>第3-62表 性能試験結果一覧表</p> <table border="1" data-bbox="195 659 869 1352"> <thead> <tr> <th>止水ジョイント</th> <th>試験内容</th> <th>試験結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">ゴムジョイント</td> <td>I 引張試験・耐圧試験 (0.26MPa, 1hr, 伸び 250mm)</td> <td>良</td> </tr> <tr> <td>I 引張試験・耐圧試験 (0.26MPa, 1hr, 剪断 300mm)</td> <td>良</td> </tr> <tr> <td>I 引張試験・耐圧試験 (0.26MPa, 1hr, 伸び 125mm, 剪断 150mm)</td> <td>良</td> </tr> <tr> <td>I 引張試験・耐圧試験 (0.55MPa, 1hr, 伸び 250mm)</td> <td>良</td> </tr> <tr> <td>I 引張試験・耐圧試験 (0.55MPa, 1hr, 剪断 300mm)</td> <td>良</td> </tr> <tr> <td>I 引張試験・耐圧試験 (0.55MPa, 1hr, 伸び 125mm, 剪断 150mm)</td> <td>良</td> </tr> <tr> <td rowspan="7">シートジョイント</td> <td>II-1 耐圧試験 (0.26MPa, 1hr)</td> <td>良</td> </tr> <tr> <td>II-1 耐圧試験 (0.55MPa, 1hr)</td> <td>良</td> </tr> <tr> <td>II-2 繰返載荷試験 (56.45KN/30cm, 10回, 取付角 0°)</td> <td>良</td> </tr> <tr> <td>II-2 繰返載荷試験 (56.45KN/30cm, 10回, 取付角 45°)</td> <td>良</td> </tr> <tr> <td>II-3 継続載荷試験 (56.45KN/30cm, 10回後10分継続, 取付角 0°)</td> <td>良</td> </tr> <tr> <td>II-3 継続載荷試験 (56.45KN/30cm, 10回後10分継続, 取付角 45°)</td> <td>良</td> </tr> <tr> <td>耐候性試験 (15年相当, 引張試験)</td> <td>良</td> </tr> </tbody> </table>	止水ジョイント	試験内容	試験結果	ゴムジョイント	I 引張試験・耐圧試験 (0.26MPa, 1hr, 伸び 250mm)	良	I 引張試験・耐圧試験 (0.26MPa, 1hr, 剪断 300mm)	良	I 引張試験・耐圧試験 (0.26MPa, 1hr, 伸び 125mm, 剪断 150mm)	良	I 引張試験・耐圧試験 (0.55MPa, 1hr, 伸び 250mm)	良	I 引張試験・耐圧試験 (0.55MPa, 1hr, 剪断 300mm)	良	I 引張試験・耐圧試験 (0.55MPa, 1hr, 伸び 125mm, 剪断 150mm)	良	シートジョイント	II-1 耐圧試験 (0.26MPa, 1hr)	良	II-1 耐圧試験 (0.55MPa, 1hr)	良	II-2 繰返載荷試験 (56.45KN/30cm, 10回, 取付角 0°)	良	II-2 繰返載荷試験 (56.45KN/30cm, 10回, 取付角 45°)	良	II-3 継続載荷試験 (56.45KN/30cm, 10回後10分継続, 取付角 0°)	良	II-3 継続載荷試験 (56.45KN/30cm, 10回後10分継続, 取付角 45°)	良	耐候性試験 (15年相当, 引張試験)	良			<p>【東海第二, 女川2】</p> <p>島根2号炉は, 想定される止水目地の変位量は, 許容変位量に対して, 小さいと考えられることから, 詳細設計段階で試験等により評価</p>
止水ジョイント	試験内容	試験結果																																
ゴムジョイント	I 引張試験・耐圧試験 (0.26MPa, 1hr, 伸び 250mm)	良																																
	I 引張試験・耐圧試験 (0.26MPa, 1hr, 剪断 300mm)	良																																
	I 引張試験・耐圧試験 (0.26MPa, 1hr, 伸び 125mm, 剪断 150mm)	良																																
	I 引張試験・耐圧試験 (0.55MPa, 1hr, 伸び 250mm)	良																																
	I 引張試験・耐圧試験 (0.55MPa, 1hr, 剪断 300mm)	良																																
	I 引張試験・耐圧試験 (0.55MPa, 1hr, 伸び 125mm, 剪断 150mm)	良																																
シートジョイント	II-1 耐圧試験 (0.26MPa, 1hr)	良																																
	II-1 耐圧試験 (0.55MPa, 1hr)	良																																
	II-2 繰返載荷試験 (56.45KN/30cm, 10回, 取付角 0°)	良																																
	II-2 繰返載荷試験 (56.45KN/30cm, 10回, 取付角 45°)	良																																
	II-3 継続載荷試験 (56.45KN/30cm, 10回後10分継続, 取付角 0°)	良																																
	II-3 継続載荷試験 (56.45KN/30cm, 10回後10分継続, 取付角 45°)	良																																
	耐候性試験 (15年相当, 引張試験)	良																																

(h)背面補強工及び置換コンクリートの評価条件
 防潮堤の施設である置換コンクリート背面補強工及び置換コンクリートは、耐津波設計に係る工認審査ガイドを準用し、すべり安全率が1.2以上であることを確認する。なお、地盤と施設を連成した二次元 FEM 解析により、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討（非線形解析等）を行う。

(i)地盤の評価条件
 地盤の評価については、道路橋示方書・同解説（I 共通編・IV下部構造編）に準拠した支持力（極限支持力以下）を確認する。

杭基礎形式である防潮堤の支持力は、第 2-32 図に示すとおり、岩盤の支持力試験等から定めた極限支持力と、2次元動的 FEM 解析により求められる杭先端の最大鉛直応力度（接地圧）を比較することにより確認する。



第 2-32 図 支持力照査方法

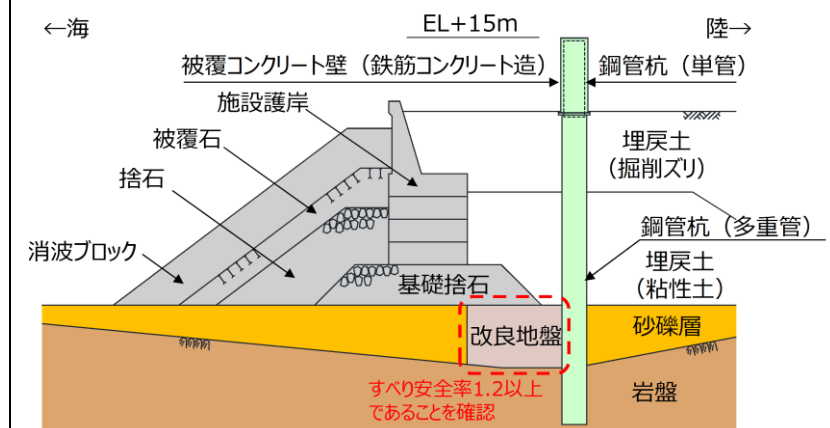
なお、支持力の評価について、長杭は短杭より長く、重量が大きいことから評価は長杭に代表させる。

(f)改良地盤①（砂礫層）の評価条件
 改良地盤①（砂礫層）は、地震時について耐津波設計に係る工認審査ガイドを準用し、すべり安全率が1.2以上であることを確認する。津波時については、津波荷重は上部工にのみ作用することから、地盤改良部への影響は地震時に比べて小さいと考えられるため、検討を省略する。

改良地盤①（砂礫層）の照査項目及び許容限界を第 2-12 表に、2次元 FEM 解析での確認概要を第 2-23 図に示す。

第 2-12 表 改良地盤①（砂礫層）の照査項目、許容限界

評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
改良地盤① (砂礫層)	地震時	2次元動的 FEM 解析 (有効応力解析)	すべり安全率	すべり安全率1.2以上	耐津波設計に係る工認審査ガイド



第 2-23 図 2次元動的 FEM 解析での確認概要

・設備の相違
 【女川2】
 設備の相違による記載内容の相違

・設備の相違
 【女川2】
 設備の相違による記載内容の相違

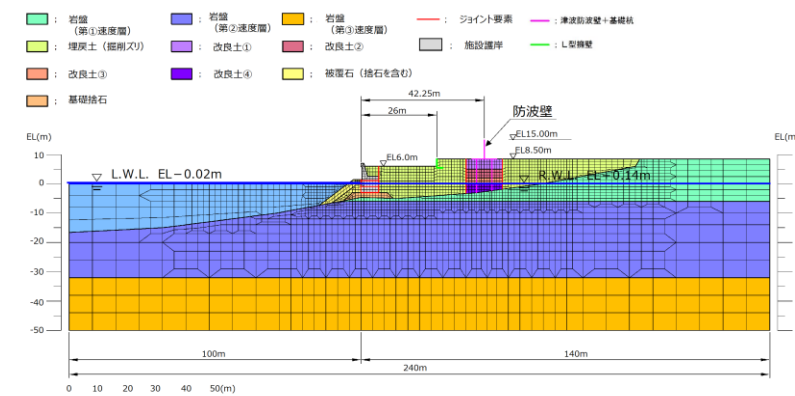
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p><u>b. 防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)</u></p> <p>鋼管杭, 逆T擁壁等の施設及び埋戻土, 岩盤等の地盤を含めた全体の動的挙動評価を行うとともに, <u>地盤物性及び液化化対象層を考慮した影響を考慮するため, 2次元動的FEM解析 (有効応力解析) を実施する。</u></p> <p>以下に各ケースにおける解析条件及び各部位の評価条件を示す。</p> <p>(a) 解析モデルと入力地震動 (各ケース共通)</p> <p>解析に用いる解析モデルは, 地質断面図に基づき, 以下の条件により作成する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 鉛直方向は, <u>下端から十分な距離を確保するため EL-50m までモデル化する。</u> 水平方向は, <u>海側, 陸側とも十分な領域を確保するよう全幅 240m でモデル化する。</u> 防波壁及び鋼管杭は線形はり要素でモデル化する。 岩盤及び施設護岸は線形平面要素でモデル化する。 埋戻土 (掘削ズリ), 改良地盤, 被覆石及び基礎捨石はマルチスプリング要素でモデル化する。 海水は流体要素でモデル化する。 <u>防波壁と背後地盤など, 要素間の滑り・剥離を考慮する箇所は, ジョイント要素でモデル化する。</u> <u>埋戻土 (掘削ズリ) は液状化評価対象層であることから, 液状化パラメータを設定する。</u> 地盤は平面ひずみ要素でモデル化し, 要素の高さは, 下式のとおり, 最大周波数及び地盤のせん断波速度 V_s より求まる最大要素高さを上回らないように設定する。 $H_{max} = \frac{1}{m} \cdot \lambda = \frac{1}{m} \cdot \frac{V_s}{f_{max}}$ <p style="text-align: right;"> H_{max} : 最大要素高さ(m) λ : せん断波の波長(m) V_s : せん断波の速度(m/s) f_{max} : 考慮する地震動の最大周波数(Hz) m : 分割係数(=5とした) </p> <p>境界条件は, 動的解析では, 半無限地盤へのエネルギー散逸を評価するため, モデル側方及び底面に粘性境界</p>	<p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・記載方針の相違 【女川2】 島根2号炉は, ジョイント要素のモデル化について記載</p> <p>・記載方針の相違 【女川2】 女川2は, 境界条件に</p>

を設ける。

解析モデル及びジョイント要素の設定を第2-24 図に示す。防波壁と背後地盤など、施設と地盤の間の滑り・剥離を考慮する箇所は、ジョイント要素を設定する。また、動的解析では、半無限地盤へのエネルギー散逸を評価するため、モデル側方及び底面に粘性境界を設ける。

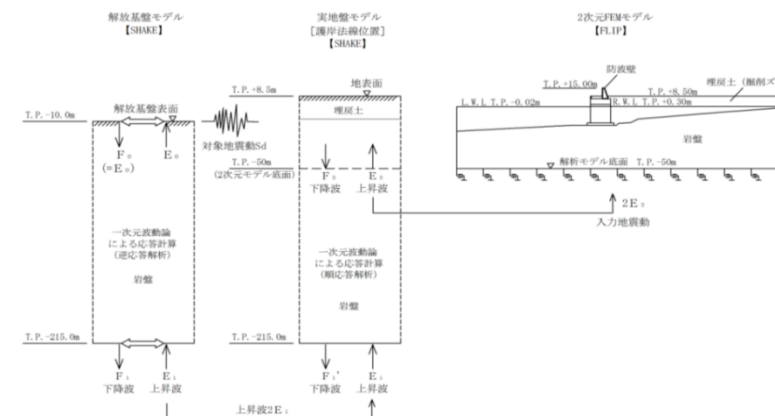
について詳述

・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載の相違



第2-24 図 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の解析モデル

入力地震動は、第2-25 図に示すとおり、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s-D を、一次元波動論により解析モデル下端で評価し、水平方向及び鉛直方向に同時に与える。

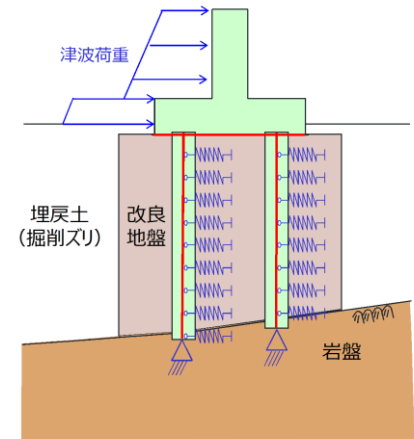


第2-25 図 入力地震動の設定方法

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>減衰特性は、<u>港湾構造物設計事例集</u>に基づき、Rayleigh減衰による剛性比例型減衰とする。なお、地盤の非線形性を考慮するマルチスプリング要素（埋戻土（掘削ズリ）、改良地盤）は履歴減衰も考慮する。</p> <p>(b) 地震時</p> <p>地震時の地下水位概要図を第2-26図に示す。設置許可段階における防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造成立性評価における地下水位の設定に当たっては、<u>港湾基準に基づく残留水圧を考慮するため、護岸前面は朔望平均干潮位（L.W.L.）とし、護岸より陸側の地下水位は残留水位（R.W.L.）を設定する。</u></p> <p>詳細設計段階においては、<u>浸透流解析</u>の結果を踏まえ保守性を確認の上、設定する。</p>  <p>第2-26図 地下水位概要図（地震時）</p>	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二，女川2】</p> <p>地下水位について，東海第二は地表から1mに，女川2及び島根2号炉は朔望平均満潮位に設定</p>

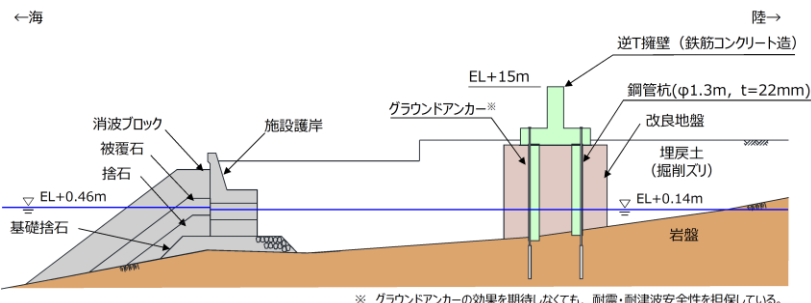
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																										
		<p>地震時の<u>二次元動的有限要素解析 (有効応力) に用いる荷重の組合せを第 2-14 表に示す。</u></p> <p><u>積雪荷重は 0.7kN/m² とし, 解析領域表面 (海水を除く) に作用させる。</u></p> <p>風荷重は, <u>建築物の構築物構造基準に準拠して設定する。</u></p> <p>解析に用いた地震波は, <u>第 2-27 図に示す (3) で選定した Ss - D の 1 波である。</u></p> <p><u>第 2-14 表 荷重及び荷重の組合せ (地震時)</u></p> <table border="1" data-bbox="1736 982 2496 1077"> <thead> <tr> <th rowspan="2">検討ケース</th> <th colspan="5">常時荷重</th> <th colspan="5">短期荷重</th> </tr> <tr> <th>自重</th> <th>積雪荷重</th> <th>風荷重</th> <th>土圧</th> <th>水圧</th> <th>地震荷重</th> <th>余震荷重</th> <th>津波荷重</th> <th>漂流物荷重</th> <th>動水圧</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地震時</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1754 1207 2487 1325"> <thead> <tr> <th colspan="2">基準地震動</th> <th>水平方向 (NS成分)</th> <th>水平方向 (EW成分)</th> <th>鉛直方向</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ss - D</td> <td>敷地ごとに震源を特定して算定する地震動による基準地震動 応答ベクトル手法による基準地震動</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><small>※ 表中のグラフは各基準地震動の加速度時刻歴波形 [縦軸: 加速度 (cm/s²), 横軸: 時間 (s)]</small></p> <p><u>第 2-27 図 解析に用いた SS</u></p> <p>(c) 津波時</p> <p><u>鋼管杭及び逆 T 擁壁の静的挙動の評価を以下の条件で実施する。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <u>作用荷重, 断面力算定, 部材照査は法線方向の杭間隔単位 (4 m) で実施する。</u> <u>津波による外力は杭の押し込み支持力, 水平抵抗力で受け持つものとする。</u> <u>骨組計算モデル図を第 2-28 図に示す。</u> 	検討ケース	常時荷重					短期荷重					自重	積雪荷重	風荷重	土圧	水圧	地震荷重	余震荷重	津波荷重	漂流物荷重	動水圧	地震時	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	基準地震動		水平方向 (NS成分)	水平方向 (EW成分)	鉛直方向	Ss - D	敷地ごとに震源を特定して算定する地震動による基準地震動 応答ベクトル手法による基準地震動				<p>・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 風荷重の準拠図書について, 東海第二は道路橋示方書, 女川 2 は建設省告示第 1454 号, 島根 2 号炉は構築物構造基準。</p> <p>・記載方針の相違 【女川2】 島根 2 号炉は, 土圧・水圧についても記載</p> <p>・記載方針の相違 【女川2】 島根 2 号炉は, 解析に用いた Ss の波形を記載</p> <p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p>
検討ケース	常時荷重					短期荷重																																							
	自重	積雪荷重	風荷重	土圧	水圧	地震荷重	余震荷重	津波荷重	漂流物荷重	動水圧																																			
地震時	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—																																			
基準地震動		水平方向 (NS成分)	水平方向 (EW成分)	鉛直方向																																									
Ss - D	敷地ごとに震源を特定して算定する地震動による基準地震動 応答ベクトル手法による基準地震動																																												

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
-------------------------	------------------------------	--------------	----



第2-28 図 骨組計算モデル図 (標準部)

津波時の地下水位概要図を第2-29 図に示す。津波荷重の算定潮位は朔望平均満潮位 (H. W. L.) とし、津波時の構造成立性評価における地下水位は、施設護岸から逆T擁壁まで距離があることを考慮し、残留水位 (R. W. L.) とする。詳細設計段階においては、浸透流解析の結果を踏まえ保守性を確認の上、設定する。



第2-29 図 地下水位概要図 (津波時)

津波時の2次元静的フレーム解析に用いる荷重の組合せを第2-15 表に示す。積雪荷重及び風荷重は、影響が軽微のため考慮しない。

・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違
・設計方針の相違
【東海第二, 女川2】
女川2は、改良地盤から山側の地下水位を朔望平均満潮位と設定。島根2号炉は、朔望平均満潮位 (H. W. L.) と設定

・設計方針の相違
【女川2】
東海第二及び島根2号炉は、2次元フレーム

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

第2-15 表 荷重及び荷重の組合せ (津波時)

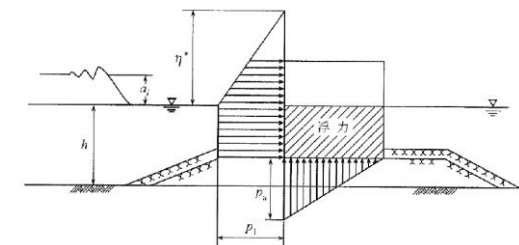
検討 ケース	常時荷重					短期荷重				
	自重	積雪荷重	風荷重	土圧	水圧	地震荷重	余震荷重	津波荷重	漂流物 荷重	動水圧
津波時	○	—*	—*	○	○	—	—	○	○	—

※津波時の積雪荷重及び風荷重については、影響が軽微のため考慮しない。

津波荷重について、基準津波による津波荷重及び漂流物荷重を上回る津波荷重を保守的に設定する。防波壁に作用する津波波力は、港湾基準に示されている式により算定し、第2-30 図に示すとおり、擁壁の海側から作用させる。

$$\eta^* = 3.0 \times a_1$$

η^* : 静水面上の波圧作用高さ(m)
 a_1 : 入射津波の静水圧上の高さ(振幅)(m)
 $P_1 = 2.2 \times \rho g \times a_1$
 P_1 : 静水面における波圧強度(kN/m²)
 ρg : 海水の単位体積重量(kN/m³)
 $P_u = P_1$
 P_u : 前部下端における揚圧力(kN/m²)



第2-30 図 津波荷重の载荷イメージ

解析により解析。女川2は二次元有効応力解析により解析

【女川2】

積雪荷重及び風荷重について、女川2は考慮しているが、島根2号炉は、影響が軽微のため考慮していない。

・設計方針の相違

【東海第二，女川2】

津波荷重について、東海第二及び女川2は朝倉式により、島根2号炉は谷川式により算定

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考														
		<p>(d) 鋼管杭の評価条件</p> <p>鋼管杭については、杭に発生する最大曲げモーメント M_{max} と降伏モーメント M_y との比が 1 以下となることを確認する。また、せん断応力度 τ と降伏せん断応力度 τ_y との比が 1 以下となることを確認する。鋼管杭の照査項目及び許容限界を第 2-16 表に示す。</p> <p>【曲げ】</p> $\frac{M_{max}}{M_y} \leq 1$ <p style="text-align: right;">M_{max} : 最大曲げモーメント (kN・m) M_y : 降伏モーメント (kN・m)</p> <p>【せん断】</p> $\frac{\tau}{\tau_y} \leq 1$ <p style="text-align: right;">τ : 発生せん断応力度 (N/mm²) τ_y : 降伏応力度 (N/mm²)</p> <p style="text-align: center;">第 2-16 表 照査項目・許容限界</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>検討ケース</th> <th>解析方法</th> <th>照査項目</th> <th>設計で用いる許容限界</th> <th>適用基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">鋼管杭</td> <td>地震時</td> <td>2次元動的FEM解析 (有効応力解析)</td> <td rowspan="2">曲げ せん断</td> <td rowspan="2">(曲げ) 降伏モーメント (せん断) せん断応力度</td> <td rowspan="2">道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 (平成14年3月)</td> </tr> <tr> <td>津波時</td> <td>2次元静的フレーム解析</td> </tr> </tbody> </table> <p>(e) 逆T擁壁の評価条件</p> <p>コンクリートについては、曲げ圧縮応力度 σ_c と許容曲げ圧縮応力度 σ_{ca} との比、およびせん断応力度 τ と許容せん断応力度 τ_a との比がそれぞれ 1 以下となることを確認する。</p> <p>鉄筋については、引張応力度 σ_s と許容引張応力度 σ_{sa} との比が 1 以下となることを確認する。</p> <p>逆T擁壁の照査項目及び許容限界を第 2-17 表に示す。</p>	評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準	鋼管杭	地震時	2次元動的FEM解析 (有効応力解析)	曲げ せん断	(曲げ) 降伏モーメント (せん断) せん断応力度	道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 (平成14年3月)	津波時	2次元静的フレーム解析	<p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>東海第二及び女川2は、鋼管杭について、短期許容応力度を許容限界としている。一方、島根2号炉は、鋼管杭について、短期許容応力度より導出された降伏モーメント(曲げ)及びせん断応力度(せん断)を許容限界としている。</p> <p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載内容の相違</p>
評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準												
鋼管杭	地震時	2次元動的FEM解析 (有効応力解析)	曲げ せん断	(曲げ) 降伏モーメント (せん断) せん断応力度	道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 (平成14年3月)												
	津波時	2次元静的フレーム解析															

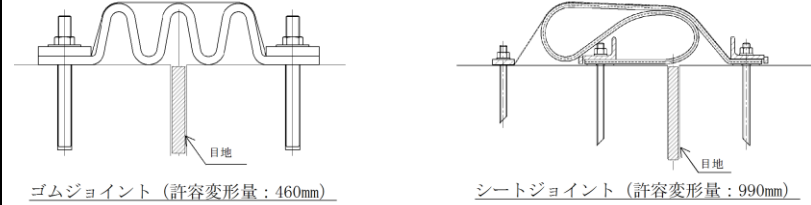
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考														
		<p>【コンクリート】</p> $\frac{\sigma_c}{\sigma_{ca}} \leq 1$ $\frac{\tau}{\tau_a} \leq 1$ <p> σ_c : 曲げ圧縮応力度 (N/mm²) σ_{ca} : 許容曲げ応力度 (N/mm²) τ : せん断応力度 (N/mm²) τ_a : 許容せん断応力度 (N/mm²) </p> <p>【鉄筋】</p> $\frac{\sigma_s}{\sigma_{sa}} \leq 1$ <p> σ_s : 引張応力度 (N/mm²) σ_{sa} : 許容引張応力度 (N/mm²) </p> <p>第2-17表 逆T擁壁の照査項目及び許容限界</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>検討ケース</th> <th>解析方法</th> <th>照査項目</th> <th>設計で用いる許容限界</th> <th>適用基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">逆T擁壁</td> <td>地震時</td> <td>2次元動的FEM解析 (有効応力解析)</td> <td rowspan="2">曲げ せん断</td> <td rowspan="2">短期許容応力度</td> <td rowspan="2">コンクリート標準示方書、構造性能照査編2002年制定</td> </tr> <tr> <td>津波時</td> <td>2次元静的フレーム解析</td> </tr> </tbody> </table> <p>鋼管杭式逆T擁壁の杭頭に対する断面照査は、『杭基礎設計便覧(平成18年度改訂版)』に従い、せん断力Qおよび軸力Nが作用する杭頭部での垂直方向と水平方向の支圧応力度 (σ_{cv}, σ_{ch}) および押抜きせん断応力度 (τ_v, τ_h) を算定し、それぞれ許容応力度との比が1以下であることを確認する。</p> $\frac{\sigma_{cv}}{\sigma_{ba}} \leq 1$ $\frac{\sigma_{ch}}{\sigma_{ba}} \leq 1$ $\frac{\tau_v}{\tau_{va}} \leq 1$ $\frac{\tau_h}{\tau_{ha}} \leq 1$ <p> σ_{cv} : 杭頭部での垂直方向の支圧応力度 (N/mm²) σ_{ch} : 杭頭部での水平方向の支圧応力度 (N/mm²) σ_{ba} : 杭頭部での許容支圧応力度 (kN・m) τ_v : 杭頭部での垂直方向の押抜きせん断応力度 (N/mm²) τ_h : 杭頭部での水平方向の押抜きせん断応力度 (N/mm²) τ_{va} : 杭頭部での垂直方向の許容押抜きせん断応力度 (N/mm²) τ_{ha} : 杭頭部での水平方向の許容押抜きせん断応力度 (N/mm²) </p> <p>(f) 止水目地の評価条件</p> <p>鋼管杭間の相対変位は、隣接する鋼管杭の杭長が概ね同等となることから、ほぼ生じないと想定される。止水目地の許容変形量は、第2-31図に示すとおり、ゴムジョイントで460mm、シートジョイントで990mmであり、想定される変形量に応じた設置が可能であることから、遮水性は確保可能である。また、選択した止水目地が発生水圧に対して十分遮水できることを、詳細設計段階で試験等により確認する。詳細設計段階での照査項目及び許容限界を第2-18表に示す。</p>	評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準	逆T擁壁	地震時	2次元動的FEM解析 (有効応力解析)	曲げ せん断	短期許容応力度	コンクリート標準示方書、構造性能照査編2002年制定	津波時	2次元静的フレーム解析	<p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・設計方針の相違</p> <p>【東海第二, 女川2】</p> <p>島根2号炉は、想定される止水目地の変位量は、許容変位量に対して、小さいと考えられることから、詳細設計段階で試験等により評価</p>
評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準												
逆T擁壁	地震時	2次元動的FEM解析 (有効応力解析)	曲げ せん断	短期許容応力度	コンクリート標準示方書、構造性能照査編2002年制定												
	津波時	2次元静的フレーム解析															

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



第 2-31 図 止水目地の設定例

第 2-18 表 詳細設計段階における照査項目，許容限界

評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
止水目地	地震時	2次元動的FEM解析 (有効応力解析)	変形・水圧	メーカー規格及び性能試験に基づく許容変形量及び許容水圧以下とする。	
	津波時	2次元静的フレーム解析			
止水目地の鋼製部材	地震時	—	曲げ・せん断	「建築基準法施行令2006年6月」を踏まえた許容応力度とする。	
	津波時	—			

(g) 改良地盤の評価条件

改良地盤は、地震時について耐津波設計に係る工認審査ガイドを準用し、すべり安全率が 1.2 以上であることを確認する。津波時については、津波荷重は上部工にのみ作用することから、地盤改良部への影響は地震時に比べて小さいと考えられるため、検討を省略する。

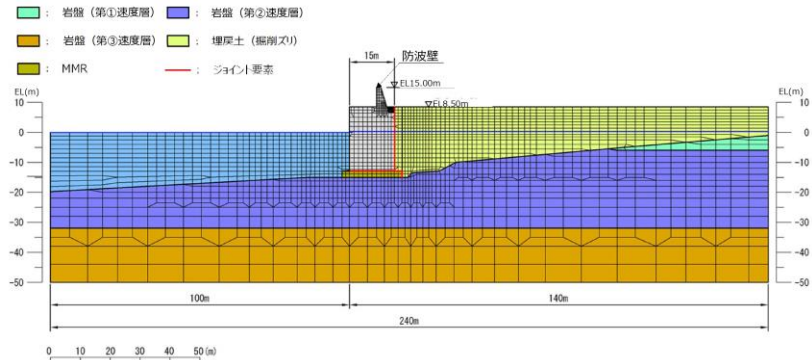
改良地盤の照査項目及び許容限界を第 2-19 表に、2次元 FEM 解析での確認概要を第 2-32 図に示す。

第 2-19 表 改良地盤の照査項目，許容限界

評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
改良地盤	地震時	2次元動的FEM解析 (有効応力解析)	すべり安全率	すべり安全率 1.2以上	耐津波設計に係る工認審査ガイド

・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1855 567 2389 598">第2-32 図 2次元動的FEM解析での確認概要</p> <p data-bbox="1765 745 2092 777">c. 防波壁 (波返重力擁壁)</p> <p data-bbox="1780 787 2493 955">重力擁壁、ケーソン等の施設及び埋戻土、岩盤等の地盤を含めた全体の動的挙動評価を行うとともに、<u>地盤物性及び液状化対象層を考慮した影響を考慮するため、2次元動的FEM解析 (有効応力解析) を実施する。</u></p> <p data-bbox="1780 966 2493 1039">以下に各ケースにおける解析条件及び各部位の評価条件を示す。</p> <p data-bbox="1780 1102 2329 1134">(a) 解析モデルと入力地震動 (各ケース共通)</p> <p data-bbox="1780 1144 2493 1218">解析に用いる解析モデルは、地質断面図に基づき、以下の条件により作成する。</p> <ul data-bbox="1840 1239 2493 1848" style="list-style-type: none"> 鉛直方向は、<u>下端から十分な距離を確保するためEL-50mまでモデル化する。</u> 水平方向は、<u>海側、陸側とも十分な領域を確保するよう全幅240mでモデル化する。</u> <u>波返重力擁壁はケーソン護岸と一体化した構造のため線形平面要素でモデル化する。</u> 岩盤及び施設護岸は線形平面要素でモデル化する。 <u>埋戻土 (掘削ズリ)、砂礫層、改良地盤はマルチスプリング要素でモデル化する。</u> 海水は流体要素でモデル化する。 <u>防波壁と背後地盤など、要素間の滑り・剥離を考慮する箇所は、ジョイント要素でモデル化する。</u> <u>埋戻土 (掘削ズリ) は液状化評価対象層であることから、液状化パラメータを設定する。</u> 	<p data-bbox="2537 745 2804 913">・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p data-bbox="2537 1690 2804 1858">・記載方針の相違 【女川2】 島根2号炉は、ジョイント要素のモデル化に</p>

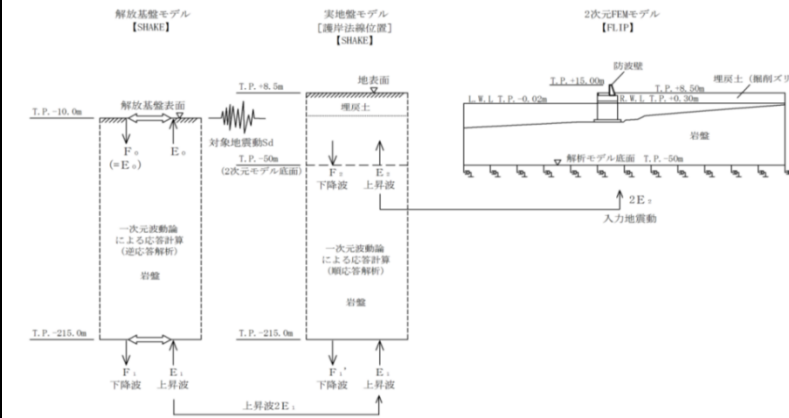
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>・地盤は平面ひずみ要素でモデル化し、要素の高さは、下式のとおり、最大周波数及び地盤のせん断波速度 V_s より求まる最大要素高さを上回らないように設定する。</p> $H_{max} = \frac{1}{m} \cdot \lambda = \frac{1}{m} \cdot \frac{V_s}{f_{max}}$ <p> H_{max} : 最大要素高さ(m) λ : せん断波の波長(m) V_s : せん断波の速度(m/s) f_{max} : 考慮する地震動の最大周波数(Hz) m : 分割係数(=5とした) </p> <p>境界条件は、動的解析では、半無限地盤へのエネルギー散逸を評価するため、モデル側方及び底面に粘性境界を設ける。</p> <p>解析モデル及びジョイント要素の設定を第2-33 図に示す。防波壁と背後地盤など、施設と地盤の間の滑り・剥離を考慮する箇所は、ジョイント要素を設定する。また、動的解析では、半無限地盤へのエネルギー散逸を評価するため、モデル側方及び底面に粘性境界を設ける。</p>  <p>第2-33 図 防波壁（波返重力擁壁）の解析モデル</p> <p>入力地震動は、第2-34 図に示すとおり、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s-D を、一次元波動論により解析モデル下端で評価し、水平方向及び鉛直方向に同時に与える。</p>	<p>について記載</p> <p>・記載方針の相違 【女川2】 女川2は、境界条件について詳述</p> <p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載の相違</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



第 2-34 図 入力地震動の設定方法

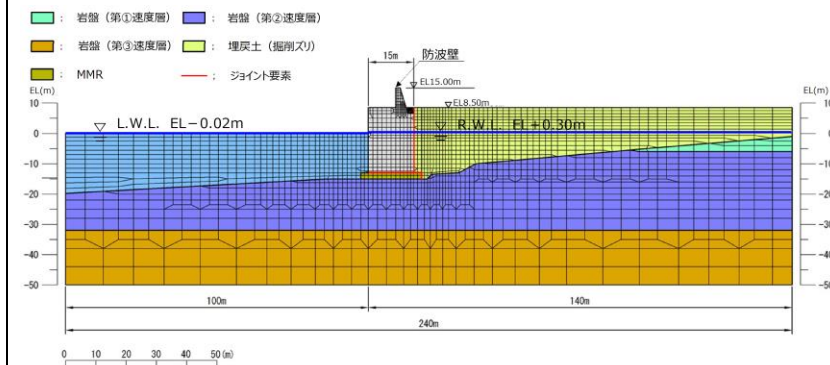
減衰特性は、港湾構造物設計事例集に基づき、Rayleigh 減衰による剛性比例型減衰とする。なお、地盤の非線形性を考慮するマルチスプリング要素（埋戻土（掘削ズリ））は履歴減衰も考慮する。

(b) 地震時

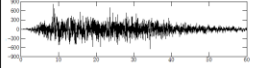
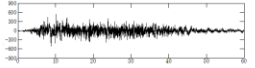
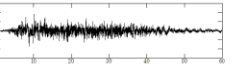
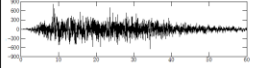
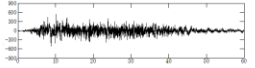
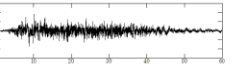
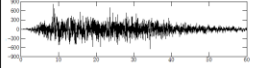
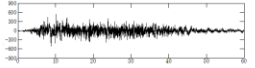
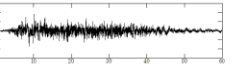
地震時の地下水位概要図を第 2-35 図に示す。設置許可段階における防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造成立性評価における地下水位の設定に当たっては、港湾基準に基づく残留水圧を考慮するため、護岸前面は朔望平均干潮位（L.W.L.）とし、護岸より陸側の地下水位は残留水位（R.W.L.）を設定する。

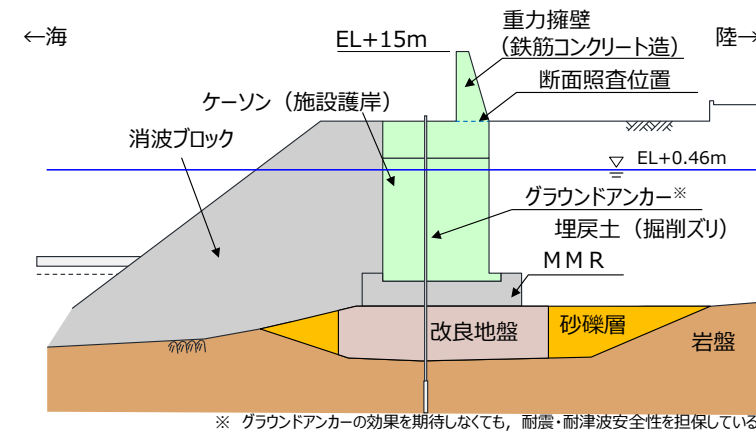
詳細設計段階においては、浸透流解析の結果を踏まえ保守性を確認の上、設定する。

・設計方針の相違
【東海第二、女川2】
地下水位について、東海第二は地表から1mに、女川2及び島根 2号炉は朔望平均満潮位に設定



第 2-35 図 地下水位概要図（地震時）

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																										
		<p>解析に用いた地震波は、<u>第2-36図</u>に示す(3)で選定したSs-Dの1波である。</p> <p style="text-align: center;"><u>第2-21表 荷重及び荷重の組合せ(地震時)</u></p> <table border="1" data-bbox="1736 625 2493 718"> <thead> <tr> <th rowspan="2">検討 ケース</th> <th colspan="5">常時荷重</th> <th colspan="5">短期荷重</th> </tr> <tr> <th>自重</th> <th>積雪荷重</th> <th>風荷重</th> <th>土圧</th> <th>水圧</th> <th>地震荷重</th> <th>余震荷重</th> <th>津波荷重</th> <th>漂流物 荷重</th> <th>動水圧</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地震時</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1757 850 2487 966"> <thead> <tr> <th colspan="2">基準地震動</th> <th>水平方向 (NS成分)</th> <th>水平方向 (EW成分)</th> <th>鉛直方向</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ss-D</td> <td>敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動 応答スペクトル手法による基準地震動</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 表中のグラフは各基準地震動の加速度時刻歴波形[縦軸:加速度(cm/s²), 横軸:時間(s)]</p> <p style="text-align: center;"><u>第2-36図 解析に用いたSS</u></p> <p>(c) 津波時</p> <p><u>防波壁の静的挙動の評価を以下の条件で実施する。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・部材照査は、<u>押波の荷重作用時における波返壁の基部に発生する断面力を計算する。</u> <p>津波時の地下水位概要図を<u>第2-37図</u>に示す。<u>津波荷重の算定潮位は朔望平均満潮位(H.W.L.)とし、津波時の構造成立性評価における地下水位は、朔望平均満潮位(H.W.L.)とする。</u></p> <p><u>詳細設計段階においては、浸透流解析の結果を踏まえ保守性を確認の上、設定する。</u></p>	検討 ケース	常時荷重					短期荷重					自重	積雪荷重	風荷重	土圧	水圧	地震荷重	余震荷重	津波荷重	漂流物 荷重	動水圧	地震時	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	基準地震動		水平方向 (NS成分)	水平方向 (EW成分)	鉛直方向	Ss-D	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動 応答スペクトル手法による基準地震動				<p>について、東海第二は道路橋示方書、女川2は建設省告示第1454号、島根2号炉は構造物構造基準。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計方針の相違 ・記載方針の相違 <p>【女川2】 島根2号炉は、土圧・水圧についても記載</p> <ul style="list-style-type: none"> ・記載方針の相違 <p>【女川2】 島根2号炉は、解析に用いたSsの波形を記載</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設備の相違 <p>【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設備の相違 <p>【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計方針の相違 <p>【東海第二、女川2】 女川2は、改良地盤から山側の地下水位を朔望平均満潮位と設定。島根2号炉は、朔望平均満潮</p>
検討 ケース	常時荷重					短期荷重																																							
	自重	積雪荷重	風荷重	土圧	水圧	地震荷重	余震荷重	津波荷重	漂流物 荷重	動水圧																																			
地震時	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—																																			
基準地震動		水平方向 (NS成分)	水平方向 (EW成分)	鉛直方向																																									
Ss-D	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動 応答スペクトル手法による基準地震動																																												



※ グラウンドアンカーの効果を期待しなくても、耐震・耐津波安全性を担保している。

第 2-37 図 地下水位概要図 (津波時)

津波時の静的解析に用いる荷重の組合せを第 2-22 表に示す。積雪荷重及び風荷重は、影響が軽微のため考慮しない。

第 2-22 表 荷重及び荷重の組合せ (津波時)

検討 ケース	常時荷重					短期荷重				
	自重	積雪荷重	風荷重	土圧	水圧	地震荷重	余震荷重	津波荷重	漂流物 荷重	動水圧
津波時	○	—※	—※	○	○	—	—	○	○	—

※津波時の積雪荷重及び風荷重については、影響が軽微のため考慮しない。

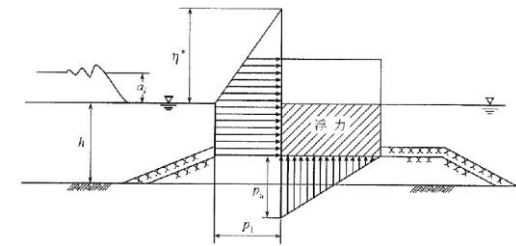
津波荷重について、基準津波による津波荷重及び漂流物荷重を上回る津波荷重を保守的に設定する。防波壁に作用する津波波力は、港湾基準に示されている式により算定し、第 2-38 図に示すとおり、擁壁の海側から作用させる。

位 (H. W. L.) と設定

・設計方針の相違
【女川2】
東海第二及び島根 2号炉は、2次元フレーム解析により解析。女川2は二次元有効応力解析により解析
【女川2】
積雪荷重及び風荷重について、女川2は考慮しているが、島根 2号炉は、影響が軽微のため考慮していない。

・設計方針の相違
【東海第二, 女川2】
津波荷重について、東海第二及び女川2は朝倉式により、島根 2号炉は谷川式により算定

$\eta^* = 3.0 \times a_1$
 η^* : 静水面上の波圧作用高さ(m)
 a_1 : 入射津波の静水面上の高さ(振幅)(m)
 $P_1 = 2.2 \times \rho g \times a_1$
 P_1 : 静水面における波圧強度(kN/m²)
 ρg : 海水の単位体積重量(kN/m³)
 $P_u = P_1$
 P_u : 前面下端における揚圧力(kN/m²)



第 2-38 図 津波荷重の荷重イメージ

(d) 重力擁壁の評価条件

コンクリートについては、曲げ圧縮応力度 σ_c と許容曲げ圧縮応力度 σ_{ca} との比、およびせん断応力度 τ と許容せん断応力度 τ_a との比がそれぞれ1以下となることを確認する。

鉄筋については、引張応力度 σ_s と許容引張応力度 σ_{sa} との比が1以下となることを確認する。

重力擁壁の照査項目及び許容限界を第 2-23 表に示す。

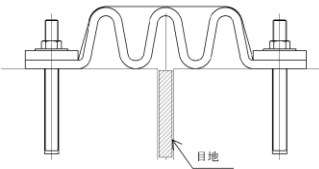
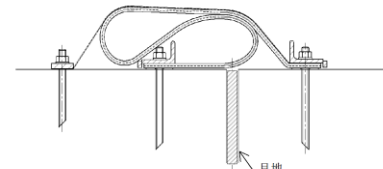
【コンクリート】		【鉄筋】	
$\frac{\sigma_c}{\sigma_{ca}} \leq 1$	σ_c : 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²) σ_{ca} : 許容曲げ応力度 (N/mm ²)	$\frac{\sigma_s}{\sigma_{sa}} \leq 1$	σ_s : 引張応力度 (N/mm ²) σ_{sa} : 許容引張応力度 (N/mm ²)
$\frac{\tau}{\tau_a} \leq 1$	τ : せん断応力度 (N/mm ²) τ_a : 許容せん断応力度 (N/mm ²)		

第 2-23 表 逆 T 擁壁の照査項目及び許容限界

評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
重力擁壁	地震時	2次元動的FEM解析 (有効応力解析)	曲げ せん断	短期許容応力度	コンクリート標準示方書, 構造性能照査編2002年制定
	津波時*	静的解析			

※津波時の検討断面は、基準津波の津波高さが比較的高い輪谷部とする。

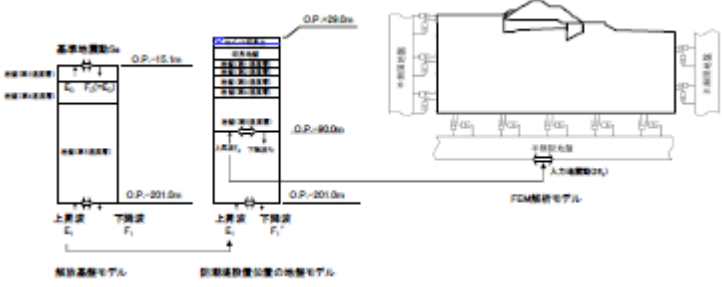
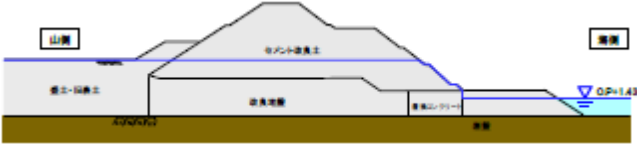
・設備の相違
【女川 2】
 設備の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考													
		<p>(e) ケーソンの評価条件</p> <p>コンクリートについては、<u>曲げ圧縮応力度σ_cと許容曲げ圧縮応力度σ_{ca}との比が1以下となることを確認する。また、鉄筋については、<u>引張応力度σ_sと許容引張応力度σ_{sa}との比が1以下となることを確認する。</u></u></p> <p>ケーソンの照査項目及び許容限界を第2-24表に示す。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <div style="text-align: center;"> <p>【コンクリート】</p> $\frac{\sigma_c}{\sigma_{ca}} \leq 1$ <p>σ_c : 曲げ圧縮応力度 (N/mm²) σ_{ca} : 許容曲げ応力度 (N/mm²)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>【鉄筋】</p> $\frac{\sigma_s}{\sigma_{sa}} \leq 1$ <p>σ_s : 引張応力度 (N/mm²) σ_{sa} : 許容引張応力度 (N/mm²)</p> </div> </div> <p style="text-align: center; margin: 10px 0;">第2-24表 照査項目・許容限界</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>検討ケース</th> <th>解析方法</th> <th>照査項目</th> <th>設計で用いる許容限界</th> <th>適用基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">ケーソン</td> <td>地震時</td> <td rowspan="2">静的解析</td> <td rowspan="2">曲げせん断</td> <td rowspan="2">短期許容応力度</td> <td rowspan="2">コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, 2002年制定</td> </tr> <tr> <td>津波時</td> </tr> </tbody> </table> <p>(f) 止水目地の評価条件</p> <p>ケーソン間の相対変位は、隣接する鋼管杭の杭長が概ね同等となることから、<u>ほぼ生じないと想定される。止水目地の許容変形量は、第2-39図に示すとおり、ゴムジョイントで460mm、シートジョイントで990mmであり、想定される変形量に応じた設置が可能であることから、遮水性は確保可能である。また、選択した止水目地が発生水圧に対して十分遮水できることを、詳細設計段階で試験等により確認する。詳細設計段階での照査項目及び許容限界を第2-25表に示す。</u></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <div style="text-align: center;">  <p>ゴムジョイント (許容変形量: 460mm)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>シートジョイント (許容変形量: 990mm)</p> </div> </div> <p style="text-align: center; margin: 10px 0;">第2-39図 止水目地の設定例</p>	評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準	ケーソン	地震時	静的解析	曲げせん断	短期許容応力度	コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, 2002年制定	津波時	<p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載内容の相違</p> <p>・設計方針の相違 【東海第二, 女川2】 島根2号炉は、想定される止水目地の変位量は、許容変位量に対して、小さいと考えられることから、詳細設計段階で試験等により評価</p>
評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準											
ケーソン	地震時	静的解析	曲げせん断	短期許容応力度	コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, 2002年制定											
	津波時															

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																						
		<p style="text-align: center;">第2-25表 詳細設計段階における照査項目, 許容限界</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">評価部位</th> <th style="width: 10%;">検討ケース</th> <th style="width: 20%;">解析方法</th> <th style="width: 10%;">照査項目</th> <th style="width: 15%;">設計で用いる許容限界</th> <th style="width: 35%;">適用基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">止水目地</td> <td>地震時</td> <td>2次元動的FEM解析 (有効応力解析)</td> <td rowspan="2">変形・水圧</td> <td rowspan="2"></td> <td rowspan="2">メーカー規格及び性能試験に基づく許容変形量及び許容水圧以下とする。</td> </tr> <tr> <td>津波時</td> <td>静的解析</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">止水目地の鋼製部材</td> <td>地震時</td> <td>—</td> <td rowspan="2">曲げ・せん断</td> <td rowspan="2"></td> <td rowspan="2">「建築基準法施行令2006年6月」を踏まえた許容応力度とする。</td> </tr> <tr> <td>津波時</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>	評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準	止水目地	地震時	2次元動的FEM解析 (有効応力解析)	変形・水圧		メーカー規格及び性能試験に基づく許容変形量及び許容水圧以下とする。	津波時	静的解析	止水目地の鋼製部材	地震時	—	曲げ・せん断		「建築基準法施行令2006年6月」を踏まえた許容応力度とする。	津波時	—	
評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準																				
止水目地	地震時	2次元動的FEM解析 (有効応力解析)	変形・水圧		メーカー規格及び性能試験に基づく許容変形量及び許容水圧以下とする。																				
	津波時	静的解析																							
止水目地の鋼製部材	地震時	—	曲げ・せん断		「建築基準法施行令2006年6月」を踏まえた許容応力度とする。																				
	津波時	—																							

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>b. 盛土堤防</u></p> <p><u>施設と地盤を連成した動的挙動評価を行うとともに、液状化検討対象層の影響を考慮するため、二次元動的 FEM 解析(有効応力解析)を実施する。</u></p> <p><u>以下に各ケースにおける解析条件及び各部位の評価条件を示す。</u></p> <p><u>(a)解析モデルと入力地震動 (各ケース共通)</u></p> <p><u>解析に用いる解析モデルは、地質断面図に基づき、以下の条件により作成する。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <u>・鉛直方向は、第 5 速度層までを考慮するため、O.P. -90m までモデル化する。</u> <u>・水平方向は、法尻から敷地側及び海側に 50m の領域を確保できるように全幅 250m でモデル化する。</u> <u>・D 級岩盤を除く岩盤及び置換コンクリートは線形要素でモデル化する。</u> <u>・D 級岩盤、改良地盤、セメント改良土及び盛土・旧表土は地盤の非線形性を考慮するため、マルチスプリング要素でモデル化する。</u> <u>・海水は、液体要素でモデル化する。</u> <u>・盛土・旧表土は、液状化検討対象層であることから、液状化パラメータについても設定する。</u> <u>・各部位は平面ひずみ要素でモデル化し、要素の高さは、下式のとおり、最大周波数及び地盤のせん断波速度 Vs より求まる最大要素高さを上回らないように設定する。</u> $H_{max} = \frac{1}{m} \cdot \lambda_s = \frac{1}{m} \cdot \frac{V_s}{f_{max}}$ <div style="font-size: small;"> H_{max} : 最大要素高さ(m) λ_s : せん断波の波長(m) V_s : せん断波の速度(m/s) f_{max} : 考慮する地震動の最大周波数(盛土・旧表土: 10Hz、岩盤(D 級以外)、改良地盤、セメント改良土: 20Hz) m : 分割係数 (=5とした) </div> <p><u>境界条件は、静的解析(常時解析)では、第 2-33 図に示すようにモデル側方を鉛直ローラー境界、モデル底面を固定境界とする。動的解析では、半無限地盤へのエネルギー</u></p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p data-bbox="1020 254 1715 327">散逸を評価するため、第2-34 図に示すようにモデル側方及び底面に粘性境界を設ける。</p> <div data-bbox="1199 401 1495 541" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1121 569 1525 600">第2-33 図 境界条件 (静的解析)</p> <div data-bbox="1169 667 1466 808" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1121 835 1525 867">第2-34 図 境界条件 (動的解析)</p> <p data-bbox="1020 972 1715 1360">解析モデル及びジョイント要素の設定を第 2-35 図に示す。セメント改良土直下は、沈下防止の観点から岩盤上面まで改良地盤とする。防潮堤前面 (海側) は、基礎地盤のすべり安定性確保のため、C_{50} 級以上の岩盤上面までを置換コンクリートとする。セメント改良土及び置換コンクリートの異種材料間については、剥離・すべりを考慮するため、ジョイント要素を設定することとするが、表面を露出させて打継処理が可能である箇所についてはジョイント要素を設定しない。</p> <div data-bbox="964 1423 1676 1707" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="1032 1734 1626 1766">第2-35 図 解析モデル及びジョイント要素の設定</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p data-bbox="1020 254 1715 422">入力地震動は、第 2-36 図に示すとおり、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s 又は余震の地震動を一次元波動論により解析モデル下端で評価し、水平方向及び鉛直方向に同時に与える。</p>  <p data-bbox="1121 793 1525 825">第 2-36 図 入力地震動の設定方法</p> <p data-bbox="1020 926 1715 1094">減衰特性は、Rayleigh 減衰による剛性比例型減衰とする。なお、地盤の非線形性を考慮するマルチスプリング要素 (D 級岩盤, 改良地盤及び盛土・旧表土) は履歴減衰も考慮する。</p> <p data-bbox="997 1150 1115 1182">(b)地震時</p> <p data-bbox="1020 1199 1715 1367">地震時の地下水位概要図を第 2-37 図に示す。設置許可段階における構造成立性評価では、盛土堤防の海側は朔望平均満潮位 (O. P. +1. 43m) として設定し、山側は第 2-37 図のとおり設定する。</p> <p data-bbox="1020 1377 1715 1451">工認段階においては、三次元浸透流解析の結果を踏まえ保守性を確認の上、設定する。</p>  <p data-bbox="1121 1646 1567 1677">第 2-37 図 地下水位概要図 (地震時)</p> <p data-bbox="1020 1734 1715 1808">地震時の二次元有効応力解析に考慮する荷重及び荷重の組合せを第 2-8 表に示す。</p> <p data-bbox="1020 1818 1715 1850">上載荷重は、女川既往最大積雪量 (43cm) から算出した</p>		

積雪荷重に 0.35 を乗じた値を踏まえ設定する。
風荷重は, 建設省告示第 1454 号から求められる風荷重を踏まえ設定する。なお, 風荷重は, 防潮堤の海側への変形に支配的と考えられる方向 (山→海側) へ作用させる。
地震荷重について, 解析に用いた地震波は, (3) で選定した, Ss-D1 及び Ss-N1 の 2 波である。

第 2-8 表 荷重及び荷重の組合せ (地震時)

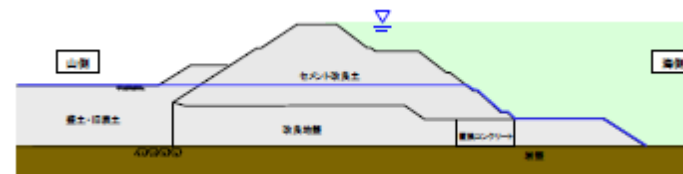
検討 ケース	常時荷重			短期荷重				
	自重	上載荷重	風荷重	地震荷重	余震荷重	津波荷重	漂流物 荷重	動水圧
地震時	○	○	○	○	-	-	-	-

(c) 津波時

津波時の地下水位概要図を第 2-38 図に示す。設置許可段階における構造成立性評価では, 津波による地下水位の上昇を考慮し, 盛土堤防海側の地下水位については地表面とする。山側の地下水位については, 第 2-38 図のとおり設定する。

工認段階においては, 三次元浸透流解析の結果を踏まえ保守性を確認の上, 設定する。

なお, 地盤条件として, 地盤の剛性等に基準地震動 Ss 時の残留過剰間隙水圧の影響を考慮する。



第 2-38 図 地下水位概要図 (津波時)

津波時の二次元有効応力解析に考慮する荷重及び荷重の組合せを第 2-9 表に示す。

上載荷重は, 地震時と同様に設定する。

風荷重について, 防潮堤の変形に寄与する方向 (山→海) は津波波力を打ち消す方向であるため, 保守的に作用させ

ない (海→山側は、津波荷重作用部には作用させない)。

第2-9 表 荷重及び荷重の組合せ (津波時)

検討 ケース	常時荷重			短期荷重				
	自重	上載荷重	風荷重	地震荷重	余震荷重	津波荷重	漂流物 荷重	動水圧
津波時	○	○	—可	—	—	○	○	—

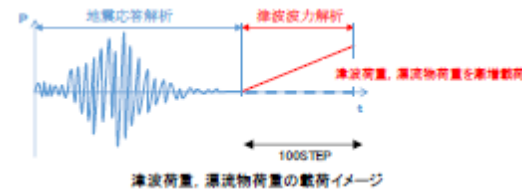
注: 設置場所の東側に存在する方向(山→海側)は津波波力を打ち消す方向であるため保守的に作用させない。
(海→山側は、津波荷重作用部には作用させない)

津波荷重について、設置許可段階の構造成立性評価時においては、保守的に設定した津波高さ (O.P. +29m) とし、防潮堤前面の地盤高さ (O.P. +2.5m) との差の 1/2 を津波浸水深として、下式に示す朝倉式より算定した津波波力を、第 2-39 図に示すように、基準地震動 S_s 後に、津波荷重を 100 分割 ($\Delta t=0.01(s)$) して漸増载荷する。

(朝倉式)

$$P = \rho \cdot g(3.0 \cdot \eta - z)$$

P : 津波波圧 (kN/m²)
 η : 津波浸水深 [(29.0m-2.5m)/2=13.25m]
 z : 防潮堤前面の地盤高さ (O.P.+2.5m) を基準とした上向きの変位
 g : 重力加速度 (=9.80665m/s²)
 ρ : 海水の密度 (=1.03t/m³)



第 2-39 図 津波荷重及び漂流物荷重の载荷イメージ

漂流物荷重は、以下に示す道路橋示方書式により算定し作用させる。漂流物荷重は津波荷重同様、基準地震動 S_s 後に 100 分割 ($\Delta t=0.01(s)$) して漸増载荷する。

(道路橋示方書式)

$$P = 0.1 \cdot W \cdot v$$

P : 漂流物荷重 (kN/m²)
 W : 対象漂流物重量 (満載15t=147.1kN)
 v : 流速 (=5m/s)

(d) 重畳時

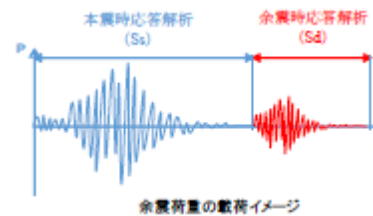
重畳時の地下水位及び地盤条件は、津波時と同様の設定とする。

重畳時の荷重及び荷重の組合せを第2-10表に示す。
 上載荷重は地震時及び津波時と同様とする。
 余震荷重は、弾性設計用地震動 Sd-D2 を用いることとし、
 第2-40図に示すように、基準地震動 Ss 後に、余震荷重を
 載荷する。
 津波荷重は、構造成立性評価においては、保守的に設定
 した津波高さ (O.P. +29m) の静水圧を作用させる。津波に
 よる動水圧は、海水を液体要素でモデル化することにより
 考慮する。

第2-10表 荷重及び荷重の組合せ (重畳時)

検討 ケース	常時荷重			短期荷重				
	自重	上載荷重	風荷重	地震荷重	余震荷重	津波荷重	漂流物 荷重	動水圧
津波時	○	○	—	—	—	○	○	—

※ 地震時の震動に要する方向(山一向き)は津波波力を打ち消す方向であるため保守的に考慮せよ。
 (横一山向きは、津波震動方向とは異なる)



第2-40図 余震荷重の載荷イメージ

(e)セメント改良土及び置換コンクリートの評価条件

セメント改良土及び置換コンクリートは、耐津波設計に係る工認審査ガイドを準用し、すべり安全率が1.2以上であることを確認する。

なお、地盤と施設を連成した二次元 FEM 解析により、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討 (非線形解析等) を行う。

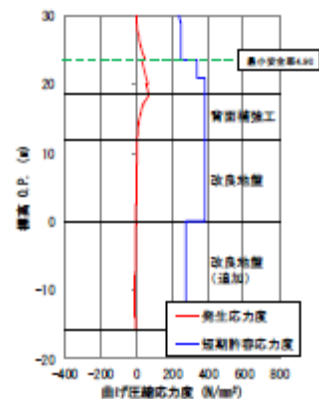
(5) 構造成立性検討結果
 a. 鋼管式鉛直壁 (一般部)
 (a) 鋼管杭
 i. 地震時
鋼管杭 (長杭) の地震時における最小安全率時刻での発生応力度の評価結果を第 2-11 表及び第 2-12 表に、最小安全率時刻での断面力分布図を第 2-41 図及び第 2-42 図に、最小安全率時刻での変形図を第 2-43 図に示す。

第 2-11 表 評価結果 (地震時, 曲げ圧縮に対する照査)

	地震動	時刻 (s)	発生応力 σ (N/mm ²)	許容応力 σ_{allow} (N/mm ²)	最小安全率 σ_{allow}/σ	判定 (>1.0)
鋼管杭 (長杭)	Se-D1	26.70	50.39	247.2	4.90	OK

第 2-12 表 評価結果 (地震時, せん断に対する照査)

	地震動	時刻 (s)	発生応力 σ (N/mm ²)	許容応力 σ_{allow} (N/mm ²)	最小安全率 σ_{allow}/σ	判定 (>1.0)
鋼管杭 (長杭)	Se-D1	26.70	32.74	217.5	6.64	OK



第 2-41 図 曲げ圧縮応力度分布図 (地震時)

(5) 構造成立性検討結果
 a. 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) (地盤改良部)
 (a) 鋼管杭
 i. 地震時
鋼管杭の照査項目及び許容限界を第 2-26 表に示す。また、地震時における最小安全率時刻での照査結果を第 2-27 表及び第 2-28 表に示す。

第 2-26 表 照査項目, 許容限界

評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
鋼管杭	地震時	2次元動的FEM解析 (有効応力解析)	曲げせん断	(曲げ)降伏モーメント (せん断)せん断応力度	道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 (平成14年3月)

第 2-27 表 降伏モーメントに対する照査結果 (最小安全率時)

評価部位	最小安全率となる部位	地震動	時刻 (s)	最大曲げモーメント M_{max} (kN・m)	降伏モーメント M_y (kN・m)	最小安全率 M_y/M_{max}	判定 (>1.0)
鋼管杭	地中部* 【4重管構造】	Ss-D	17.63	15,427	23,679	1.53	OK

第 2-28 表 降伏応力に対する照査結果 (最小安全率時)

評価部位	最小安全率となる部位	照査項目	地震動	時刻 (s)	発生応力 τ (N/mm ²)	降伏応力 τ_y (N/mm ²)	最小安全率 τ_y/τ	判定 (>1.0)
鋼管杭	地中部* 【4重管構造】	せん断	Ss-D	17.63	13	182	14.00	OK

※地中部【4重管構造】は、照査値が最も大きくなる外側から2つ目の鋼管杭φ2000(SKK480)の数値を示す。

以下, 女川 2 と比較
 ・記載方針の相違
【女川 2】
 女川 2 は, 最少安全率時刻での断面力分布図及び変形図を記載
 ・記載方針の相違
【女川 2】
 島根 2 号炉は, 照査項目及び許容限界を記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="1181 262 1478 630" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="1077 657 1584 688">第 2-42 図 せん断応力度分布図 (地震時)</p> <div data-bbox="1113 756 1558 1123" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="1151 1150 1498 1182">第 2-43 図 変形図 (地震時)</p> <p data-bbox="1023 1287 1715 1407">以上の評価結果から、鋼管杭は基準地震動 S_s に対し、厳しい損傷モード (曲げ圧縮, せん断照査の最小安全率時刻) を想定しても、構造成立性が確保されることを確認した。</p> <p data-bbox="1023 1465 1142 1497">ii. 津波時</p> <p data-bbox="1047 1512 1715 1631">鋼管杭 (長杭) の津波時における発生応力度の評価結果を第 2-13 表及び第 2-14 表に、断面力分布図を第 2-44 図及び第 2-45 図に、変形図を第 2-46 図に示す。</p>	<p data-bbox="1834 1287 2502 1407">以上の結果から、鋼管杭は基準地震動 S_s に対し、厳しい損傷モード (曲げ圧縮, せん断照査の最小安全率時刻) を想定しても、構造成立性が確保されることを確認した。</p> <p data-bbox="1819 1465 1938 1497">ii. 津波時</p> <p data-bbox="1834 1512 2502 1631">鋼管杭の照査項目及び許容限界を第 2-29 表に示す。また、津波時における照査結果を第 2-30 表及び第 2-31 表に示す。</p>	<p data-bbox="2531 1512 2813 1722">・ 記載方針の相違 【女川 2】 女川 2 は、最少安全率時刻での断面力分布図及び変形図を記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

第2-29表 照査項目, 許容限界

評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
鋼管杭	津波時	2次元静的フレーム解析	曲げせん断	(曲げ)降伏モーメント (せん断)せん断応力度	道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 (平成14年3月)

第2-13表 評価結果 (津波時, 曲げ圧縮に対する照査)

	発生応力 σ (N/mm ²)	許容応力 σ_w (N/mm ²)	安全率 σ_w/σ	判定 (>1.0)
鋼管杭 (長杭)	259.51	382.5	1.47	OK

第2-14表 評価結果 (津波時, せん断に対する照査)

	発生応力 σ (N/mm ²)	許容応力 σ_w (N/mm ²)	安全率 σ_w/σ	判定 (>1.0)
鋼管杭 (長杭)	120.07	217.5	1.81	OK

第2-30表 降伏モーメントに対する照査

評価部位	最小安全率となる部位	最大曲げモーメント M_{max} (kN・m)	降伏モーメント M_y (kN・m)	最小安全率 M_y/M_{max}	判定 (>1.0)
鋼管杭	地上部 【1重管構造】	6,119	14,530	2.37	OK

第2-31表 降伏応力に対する照査

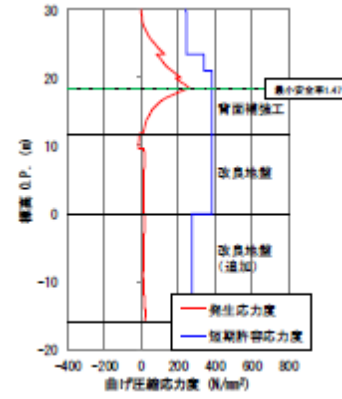
評価部位	最小安全率となる部位	照査項目	発生応力 τ (N/mm ²)	降伏応力 τ_y (N/mm ²)	最小安全率 τ_y/τ	判定 (>1.0)
鋼管杭	地上部 【1重管構造】	せん断	17	182	10.70	OK

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

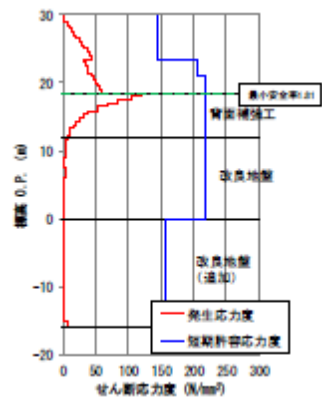
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

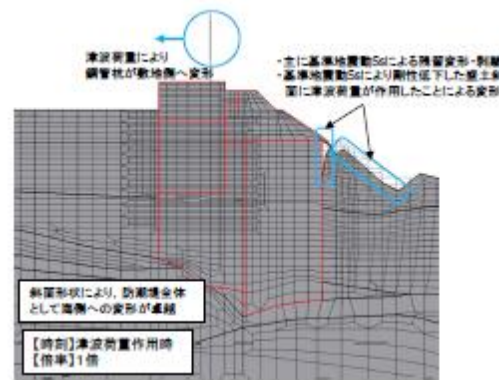
備考



第2-44 図 曲げ圧縮応力度分布図 (津波時)



第2-45 図 せん断応力度分布図 (津波時)



第2-46 図 変形図 (津波時)

以上の評価結果から、鋼管杭は基準津波に対し、構造成立性が確保されることを確認した。

以上の評価結果から、鋼管杭は基準津波に対し、構造成立性が確保されることを確認した。

iii. 重畳時 (津波+余震時)

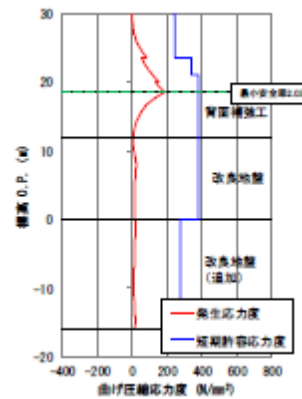
鋼管杭 (長杭) の余震時 (津波+余震時) における最小安全率時刻での発生応力度の評価結果を第 2-15 表及び第 2-16 表に、最小安全率時刻での断面力分布図を第 2-47 図及び第 2-48 図に、最小安全率時刻での変形図を第 2-49 図に示す。

第 2-15 表 評価結果 (重畳時, 曲げ圧縮に対する照査)

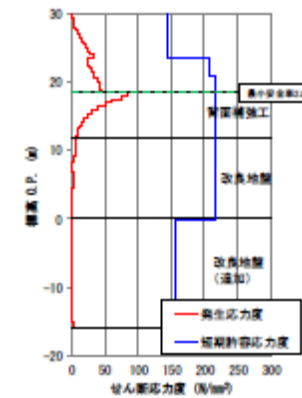
	地震動	時刻 (s)	発生応力 σ (N/mm ²)	許容応力 σ_w (N/mm ²)	最小安全率 σ_w/σ	判定 (>1.0)
鋼管杭 (長杭)	Sd-D2	13.51	187.70	382.5	2.03	OK

第 2-16 表 評価結果 (重畳時, せん断に対する照査)

	地震動	時刻 (s)	発生応力 σ (N/mm ²)	許容応力 σ_w (N/mm ²)	最小安全率 σ_w/σ	判定 (>1.0)
鋼管杭 (長杭)	Sd-D2	13.51	86.36	217.5	2.51	OK

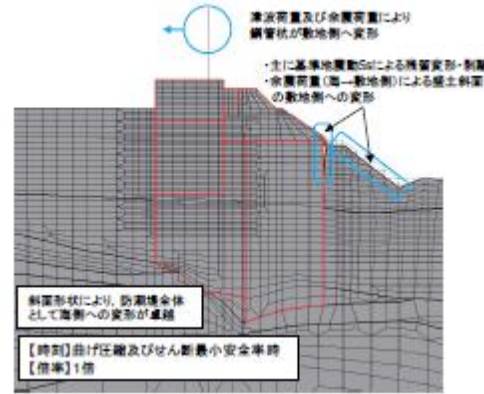


第 2-47 図 曲げ圧縮応力度分布図 (重畳時)



第 2-48 図 せん断応力度分布図 (重畳時)

・設計方針の相違
【女川 2】
島根 2 号炉は、参考資料 6 に示すとおり、重畳の検討を省略



第 2-49 図 変形図 (重畳時)

以上の評価結果から、鋼管杭は重畳時（津波＋余震時）においても厳しい損傷モード（曲げ圧縮，せん断照査の最小安全率時刻）を想定しても，構造成立性が確保されることを確認した。

(b) 鋼製遮水壁

i. 地震時

鋼製遮水壁の地震時における各部材の照査位置を第 2-50 図に，評価結果を第 2-17 表に示す。部材の照査位置については，スキン PL，垂直リブ，水平リブは背面補強工上面である O.P.+18.5m とし，補剛環は中詰コンクリート上面である O.P.+21.0m とした。



第 2-50 図 各部材の照査位置 (地震時)

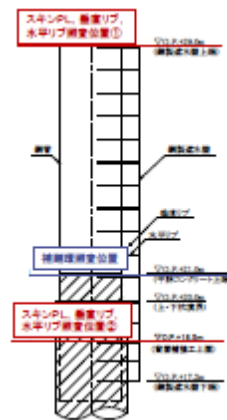
第 2-17 表 評価結果一覧 (地震時, Ss-D1)

箇所	項目		地震時			
	部材(材質)	照査項目(単位)	計算値	許容値(短期)	安全率	判定
O.P.+21.0m	補剛環 (SM400)	変形量δ (mm)	0.23	2.20	9.56	OK
O.P.+18.5m	スキンPL (SM570)	曲げ応力度σ _y (N/mm ²)	35.58	382.5	10.75	OK
	垂直リブ (SM490Y)	圧縮応力度σ _c (N/mm ²)	7.32	154.5	21.10	OK
	水平リブ (SM570)	曲げ応力度σ _y (N/mm ²)	37.70	382.5	10.14	OK
		せん断応力度τ (N/mm ²)	4.85	217.5	44.84	OK
		合成応力照査	0.02	1.2	60.00	OK

以上の評価結果から、地震時において、鋼製遮水壁の照査値は許容限界値以下であり、構造成立性が確保されることを確認した。

ii. 津波時

鋼製遮水壁の地震時における各部材の照査位置を第 2-51 図に、評価結果を第 2-18 表に示す。部材の照査位置については、スキン P L、垂直リブ、水平リブは漂流物荷重が作用する O.P.+29.0m 及び津波荷重が最も大きく作用する O.P.+18.5m とし、補剛環は津波荷重が最も大きく作用する O.P.+21.0m とした。



第 2-51 図 各部材の照査位置 (津波時)

第2-18表 評価結果一覧 (津波時)

箇所	部材(材質)	照査項目(単位)	津波時			
			計算値	許容値(短期)	安全率	判定
O.P.+29.0m	スキンPL (SM490Y)	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	273.96	315	1.14	OK
	垂直リブ (SM490Y)	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	31.25	186	5.95	OK
	水平リブ (SM490Y)	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	193.67	315	1.62	OK
		せん断応力度 τ (N/mm ²)	26.82	180	6.71	OK
		合成応力照査	0.40	1.2	3.00	OK
O.P.+21.0m	補剛環 (SM400)	変形量 δ (mm)	1.35	2.20	1.62	OK
O.P.+18.5m	スキンPL (SM570)	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	233.28	382.5	1.63	OK
	垂直リブ (SM490Y)	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	47.98	154.5	3.22	OK
	水平リブ (SM570)	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	247.09	382.5	1.54	OK
		せん断応力度 τ (N/mm ²)	31.75	217.5	6.85	OK
		合成応力照査	0.44	1.2	2.72	OK

以上の評価結果から、津波時において、鋼製遮水壁の照査値は許容限界値以下であり、構造成立性が確保されることを確認した。

iii. 重畳時 (津波+余震時)

鋼製遮水壁の地震時における各部材の照査位置を第2-52図に、評価結果を第2-19表に示す。部材の照査位置については、静水圧及び動水圧が最も大きく作用する箇所とし、スキンPL、垂直リブ、水平リブは O.P.+18.5m、補剛環は O.P.+21.0m とした。



第2-52図 各部位の照査位置 (重畳時)

・設計方針の相違
【女川2】
島根2号炉は、参考資料6に示すとおり、重畳の検討を省略

第2-19表 評価結果一覧 (重畳時)

項目			重畳時				
箇所	部材(材質)	照査項目(単位)	計算値	許容値 (短期)	安全率	判定	
O.P.+21.0m	補剛環	(SM400) 変形量δ (mm)	1.29	2.20	1.70	OK	
O.P.+18.5m	スキンPL	(SM570) 曲げ応力度σ _y (N/mm ²)	223.37	382.5	1.71	OK	
	重畳リブ	(SM490Y) 圧縮応力度σ _c (N/mm ²)	45.96	154.5	3.36	OK	
	水平リブ	(SM570)	曲げ応力度σ _y (N/mm ²)	236.67	382.5	1.61	OK
			せん断応力度τ (N/mm ²)	30.42	217.5	7.14	OK
		合成応力照査	0.41	1.2	2.92	OK	

以上の評価結果から、重畳時において、鋼製遮水壁の照査値は許容限界値以下であり、構造成立性が確保されることを確認した。

(c) 止水目地

鋼管式鉛直壁（一般部）の止水目地については、頂部はりを取り外すことで、背面補強工から突出している部分の長杭と短杭の挙動がおおむね同等となることから、長杭-短杭間の相対変位はほぼ生じないことが想定される。

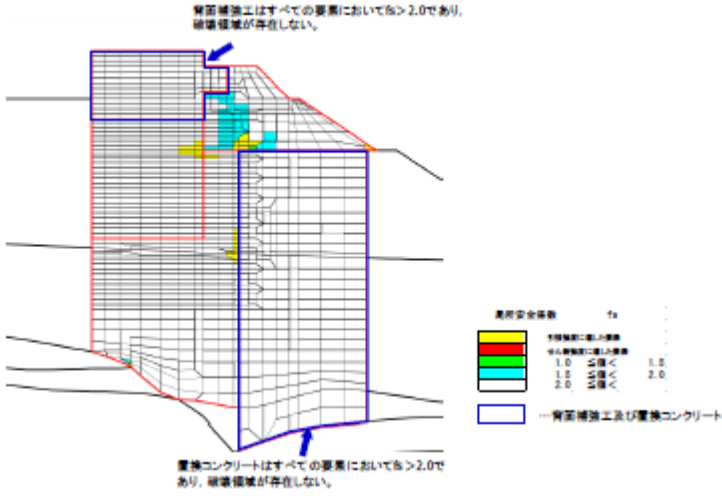
上記に対して、止水目地の許容変形量（汀線直交方向）は、止水目地①（大）で1,500mm、止水目地①（小）で200mm、止水目地②で30～70mm（仕様により異なる）であり、想定される変形量に対して十分遮水性を確保できる。

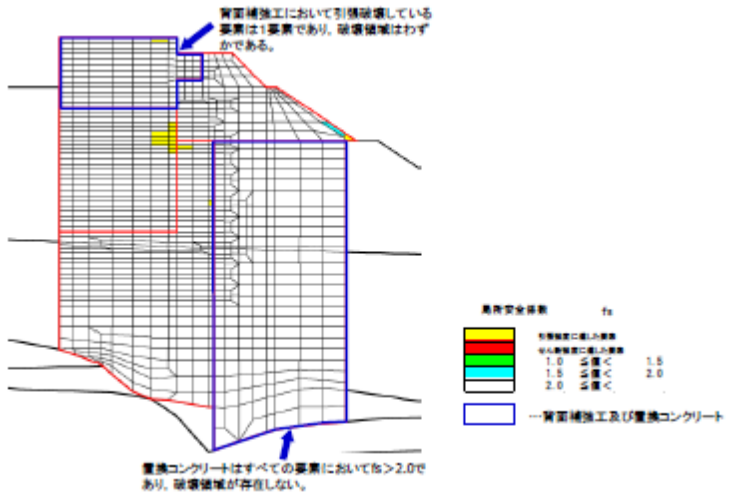
また、選択した止水目地が発生水圧に対して十分遮水性を確保できることを、詳細設計（工認段階）で試験等により確認する。なお、各箇所を設置する止水目地の仕様は詳細設計（工認段階）で決定する。

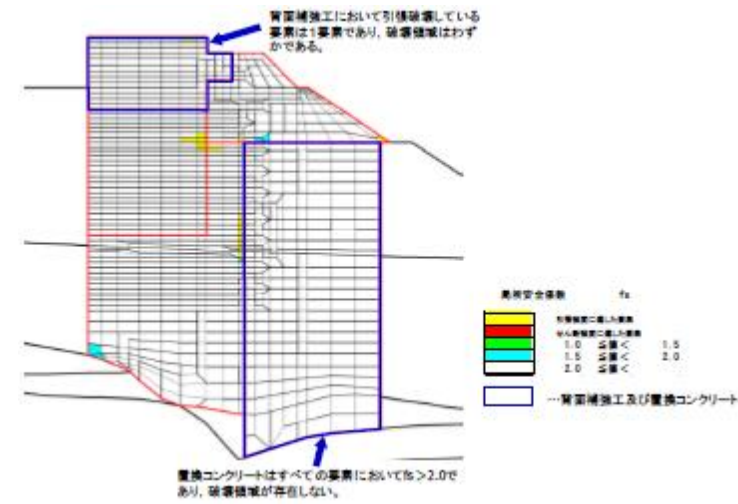
(d) 背面補強工及び置換コンクリート

i. 地震時

背面補強工及び置換コンクリートの地震時における全時刻での局所安全係数分布を第2-53図に示す。背面補強工及び置換コンクリートは、局所安全係数がすべての要素で $f_s > 2.0$ であり、破壊領域が連続しないことから、すべり安全率が最小となる時刻においても、すべり安全率 1.2 以上を確保でき

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>る。</p> <p>なお、参考として地盤も含めた最小すべり安全率及び最小すべり安全率時刻時の局所安全係数分布を、第 2-21 表及び第 2-56 図に示す。</p>  <p>第 2-53 図 全時刻での局所安全係数分布 (地震時)</p> <p>ii. 津波時</p> <p>背面補強工及び置換コンクリートの津波時における局所安全係数分布を第 2-54 図に示す。背面補強工の局所安全係数は、1 要素を除き $f_s > 2.0$ であり、破壊領域はわずかであることから、すべり安全率が最小となる時刻においても、すべり安全率 1.2 以上を確保できる。</p> <p>置換コンクリートは、局所安全係数がすべての要素で $f_s > 2.0$ であり、破壊領域が存在しないことから、すべり安全率が最小となる時刻においても、すべり安全率 1.2 以上を確保できる。</p> <p>なお、参考として地盤も含めた最小すべり安全率及び局所安全係数分布を第 2-23 表及び第 2-59 図に記載する。</p> <p>破壊の進展を考慮した検討は詳細設計段階で実施する。</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	 <p data-bbox="1083 829 1558 871">第 2-54 図 局所安全係数分布 (津波時)</p> <p data-bbox="994 924 1320 955">iii. 重畳時 (津波+余震時)</p> <p data-bbox="994 966 1706 1186">背面補強工及び置換コンクリートの重畳時 (津波+余震時) における全時刻での局所安全係数分布を第 2-55 図に示す。背面補強工の局所安全係数は、1 要素を除き $f_s > 2.0$ であり、破壊領域はわずかであることから、すべり安全率が最小となる時刻においても、すべり安全率 1.2 以上を確保できる。</p> <p data-bbox="994 1197 1706 1354">置換コンクリートは、局所安全係数がすべての要素で $f_s > 2.0$ であり、破壊領域が存在しないことから、すべり安全率が最小となる時刻においても、すべり安全率 1.2 以上を確保できる。</p> <p data-bbox="994 1375 1706 1501">なお、参考として地盤も含めた最小すべり安全率及び最小すべり安全率時の局所安全係数分布を第 2-25 表及び第 2-61 図に記載する。</p> <p data-bbox="1023 1512 1676 1543">破壊の進展を考慮した検討は詳細設計段階で実施する。</p>		



第 2-55 図 全時刻での局所安全係数分布 (重畳時)

(e) 地盤

i. 地震時

地震時における岩盤の支持力評価結果を第 2-20 表に、地盤 (改良地盤, セメント改良土) のすべり安全率評価結果を第 2-21 表に、最小すべり安全率時刻時の局所安全係数分布図を第 2-56 図に示す。

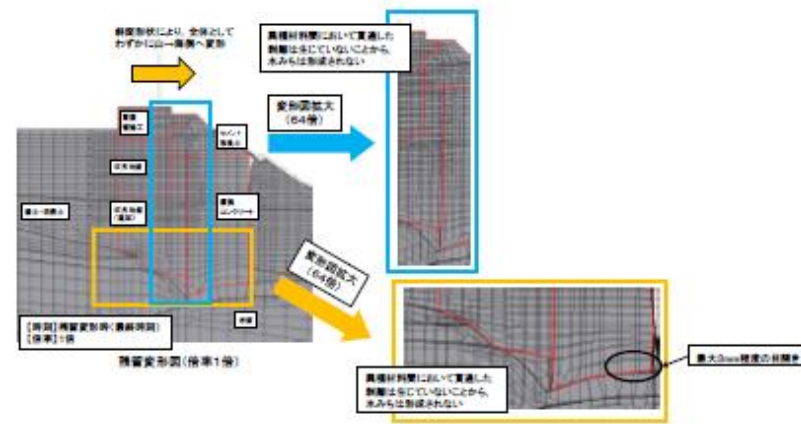
第 2-20 表 岩盤の支持力評価結果 (地震時)

	地震動	発生応力 σ (N/mm ²)	極限支持力 (N/mm ²)	最小安全率	判定 (>1.0)
岩盤 (真杭)	Ss-D1	0.91	11.4	12.52	OK

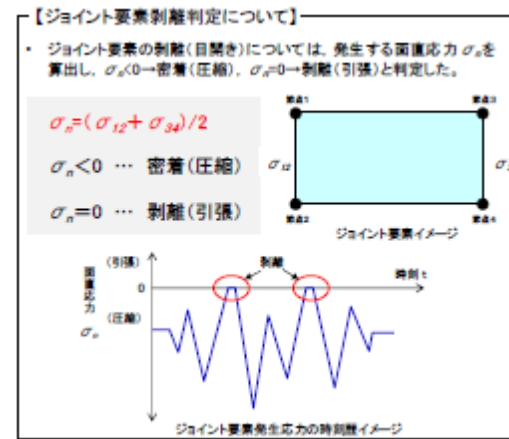
第 2-21 表 地盤のすべり安全率評価結果 (地震時)

	地震動	時刻 (a)	最小すべり 安全率	判定 (>1.2)
改良地盤 セメント改良土	Ss-D1	32.32	5.34	OK

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="973 346 1662 871" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="943 882 1715 955">第 2-56 図 最小すべり安全率時刻時の局所安全係数分布図 (地震時)</p> <p data-bbox="964 1018 1715 1228">上記評価結果より、長杭下端での発生応力が岩盤の極限支持力以下であるとともに、改良地盤及びセメント改良土の最小すべり安全率が $F_s > 1.2$ であることから、地盤に対して厳しい損傷モード（最小すべり安全率時刻）を想定しても構造成立性が確保されることを確認した。</p> <p data-bbox="964 1239 1715 1543">また、地震後の変形図を第 2-57 図に示す。変形図は、地震後の津波襲来前における剥離状況を確認するため、残留変形時を抽出した。剥離状況を確認するためのジョイント要素剥離判定方法について第 2-58 図に示す。ジョイント要素を設定した異種材料間において、地震後の残留変形状態（津波襲来前）にて、貫通した剥離が生じないことから、津波が浸水するような水みちは形成されない。</p>		



第 2-57 図 変形図 (地震後の残留変形時)



第 2-58 図 ジョイント要素剥離判定方法

以上のことから、地震時において地盤に対して厳しい損傷モード（最小すべり安全率時刻）を想定しても構造成立性が確保されることを確認した。

ii. 津波時

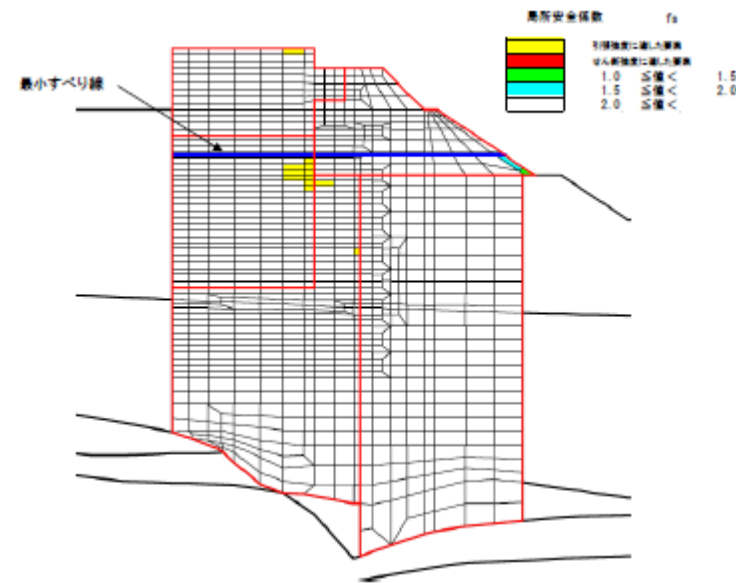
津波時における岩盤の支持力評価結果を第 2-22 表に、地盤 (改良地盤, セメント改良土) のすべり安全率評価結果を第 2-23 表に、津波時の局所安全係数分布図を第 2-59 図に示す。

第 2-22 表 岩盤の支持力評価結果 (津波時)

	発生応力 σ (N/mm ²)	極限支持力 (N/mm ²)	安全率	判定 (>1.0)
岩盤 (長杭)	0.68	11.4	16.76	OK

第 2-23 表 地盤のすべり安全率評価結果 (津波時)

	最小すべり 安全率	判定 (>1.2)
改良地盤 セメント改良土	7.11	OK



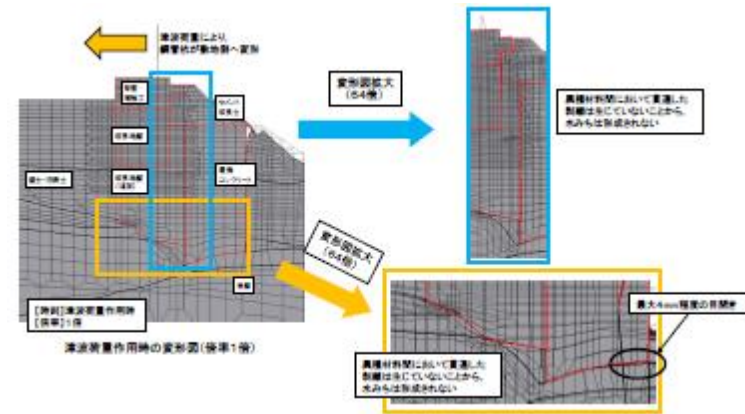
第 2-59 図 津波時の局所安全係数分布図

上記評価結果より、長杭下端での発生応力が岩盤の極限支持力以下であるとともに、改良地盤及びセメント改良土の最小すべり安全率が $F_s > 1.2$ であることから、地盤に対して厳しい損傷モード (最小すべり安全率時刻) を想定しても構造成立性が確保されることを確認した。

また、津波時の変形図を第 2-60 図に示す。本検討では、基準

地震動 Ss による残留変形を引き継ぎ、更に Ss により剛性低下した盛土斜面に津波荷重を作用させた変形図を示している。ジョイント要素を設定した異種材料間において、津波時に貫通した剥離が生じないことから、津波が浸水するような水みちは形成されない。

以上のことから、津波時において地盤の構造成立性が確保されることを確認した。



第 2-60 図 変形図 (津波時)

iii. 重畳時 (津波+余震時)

重畳時 (津波+余震時) における岩盤の支持力評価結果を第 2-24 表に、地盤 (改良地盤, セメント改良土) のすべり安全率評価結果を第 2-25 表に、最小すべり安全率時刻の局所安全係数分布図を第 2-61 図に示す。

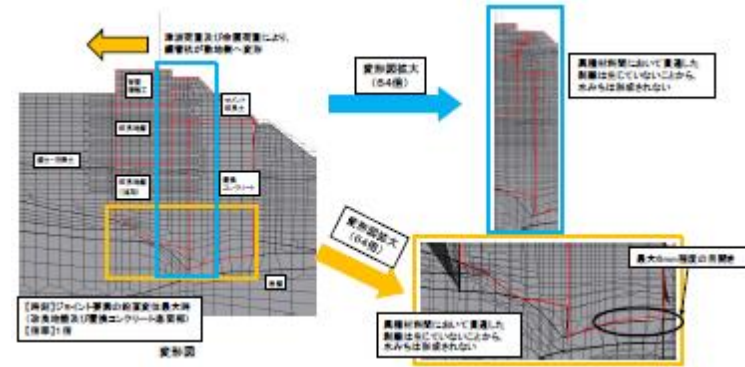
第 2-24 表 岩盤の支持力評価結果 (重畳時)

	発生応力 σ (N/mm ²)	極限支持力 (N/mm ²)	最小安全率	判定 (>1.0)
岩盤 (基礎)	0.75	11.4	15.20	OK

第 2-25 表 地盤のすべり安全率評価結果 (重畳時)

	地震動	時刻 (s)	最小すべり 安全率	判定 (>1.2)
改良地盤 セメント改良土	Sd-D2	25.52	6.27	OK

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="1012 262 1632 856" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="943 877 1709 909">第2-61 図 最小すべり安全率時刻の局所安全係数分布図(重畳時)</p> <p data-bbox="967 968 1709 1178">上記評価結果より、長杭下端での発生応力が岩盤の極限支持力以下であるとともに、改良地盤及びセメント改良土の最小すべり安全率が $F_s > 1.2$ であることから、地盤に対して厳しい損傷モード（最小すべり安全率時刻）を想定しても構造成立性が確保されることを確認した。</p> <p data-bbox="967 1192 1709 1581">また、重畳時（津波＋余震時）において、改良地盤及び置換コンクリート底面部のジョイント要素の目開き（鉛直変位）が最大となる時刻（水みちの長さが相対的に長くなると想定される時刻）の変形図を第2-62 図に示す。本検討では、基準地震動 S_s による残留変形を引き継ぎ、更に S_s により剛性低下した盛土斜面に余震荷重を作用させた変形図を示している。ジョイント要素を設定した異種材料間において、重畳時に貫通した剥離が生じないことから、津波が浸水するような水みちは形成されない。</p> <p data-bbox="967 1598 1709 1717">以上のことから、重畳時（津波＋余震時）において、地盤に対して厳しい損傷モード（最小すべり安全率時刻）を想定しても構造成立性が確保されることを確認した。</p>		



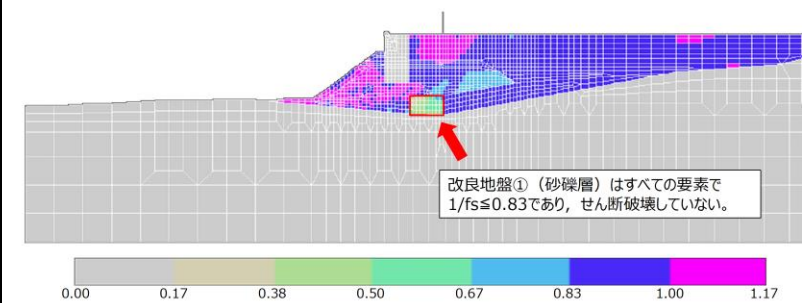
第 2-62 図 変形図 (重畳時, 改良地盤及び置換コンクリート底面部ジョイント要素の目開き最大)

(b)改良地盤① (砂礫層)

改良地盤① (砂礫層) の照査項目及び許容限界を第 2-32 表に示す。改良地盤① (砂礫層) の地震時における全時刻での局所安全率の逆数(1/fs)の分布を第 2-40 図に示す。改良地盤① (砂礫層) は、局所安全率の逆数 1/fs がすべての要素で $1/fs \leq 0.83$ ($fs \geq 1.2$) であり、破壊領域が存在しないことから、すべり安全率 1.2 以上を確保できる。

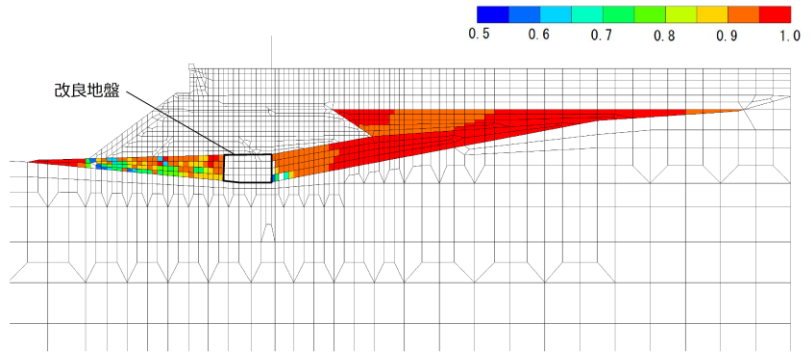
第 2-32 表 照査項目, 許容限界

評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
改良地盤① (砂礫層)	地震時	2次元動的 FEM 解析 (有効応力解析)	すべり安全率	すべり安全率 1.2 以上	耐津波設計に係る工認審査ガイド

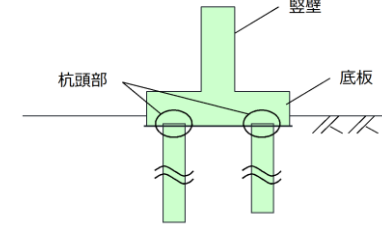


第 2-40 図 全時刻での局所安全率の逆数の分布

・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考												
		<p>(c) 周辺地盤の液状化状況</p> <p>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) (地盤改良部) の地震時における全時刻での過剰間隙水圧比の分布を第 2-41 図に示す。防波壁周辺の地盤のうち、地下水位以深の埋戻土 (掘削ズリ) , 砂礫層において液状化をしていることを確認した。詳細設計段階においては、浸透流解析の結果を踏まえ保守性を確認の上、地下水位を設定する。</p>  <p>過剰間隙水圧比分布図 (時刻歴最大値) ※ ※過剰間隙水圧比0.95を超えている層で液状化している。</p> <p>第 2-41 図 全時刻での過剰間隙水圧比の分布</p> <p>b. 防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁)</p> <p>(a) 鋼管杭</p> <p>i. 地震時</p> <p>鋼管杭の照査項目及び許容限界を第 2-33 表に示す。また、地震時における最小安全率時刻での照査結果を第 2-34 表及び第 2-35 表に示す。</p> <p>第 2-33 表 照査項目, 許容限界</p> <table border="1" data-bbox="1736 1512 2493 1669"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>検討ケース</th> <th>解析方法</th> <th>照査項目</th> <th>設計で用いる許容限界</th> <th>適用基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼管杭</td> <td>地震時</td> <td>2次元動的FEM解析 (有効応力解析)</td> <td>曲げせん断</td> <td>(曲げ)降伏モーメント (せん断)せん断応力度</td> <td>道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 (平成14年3月)</td> </tr> </tbody> </table>	評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準	鋼管杭	地震時	2次元動的FEM解析 (有効応力解析)	曲げせん断	(曲げ)降伏モーメント (せん断)せん断応力度	道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 (平成14年3月)	<p>・評価方針の相違</p> <p>【女川2】 島根 2 号炉は過剰間隙水圧比の分布を記載</p> <p>・設備の相違</p> <p>【女川2】 設備の相違による記載の相違</p>
評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準										
鋼管杭	地震時	2次元動的FEM解析 (有効応力解析)	曲げせん断	(曲げ)降伏モーメント (せん断)せん断応力度	道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 (平成14年3月)										

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																				
		<p>第2-34表 降伏モーメントに対する照査結果 (最少安全率時)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>地震動</th> <th>時刻 (s)</th> <th>最大曲げモーメント M_{max} (kN・m)</th> <th>降伏モーメント M_y (kN・m)</th> <th>最小安全率 M_y/M_{max}</th> <th>判定 (>1.0)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼管杭</td> <td>Ss-D</td> <td>8.59</td> <td>857</td> <td>6,732</td> <td>7.85</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table> <p>第2-35表 降伏応力に対する照査結果 (最少安全率時)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>照査項目</th> <th>地震動</th> <th>時刻 (s)</th> <th>発生応力 τ (N/mm²)</th> <th>降伏応力 τ_y (N/mm²)</th> <th>最小安全率 τ_y/τ</th> <th>判定 (>1.0)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼管杭</td> <td>せん断</td> <td>Ss-D</td> <td>19.19</td> <td>8</td> <td>182</td> <td>22.75</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table> <p>以上の評価結果から、鋼管杭は基準地震動 Ss に対し、 厳しい損傷モード (曲げ圧縮、せん断照査の最小安全率時刻) を想定しても、構造成立性が確保されることを確認した。</p> <p>ii. 津波時 鋼管杭の照査項目及び許容限界を第2-36表に示す。また、津波時における照査結果を第2-37表及び第2-38表に示す。</p> <p>第2-36表 照査項目、許容限界</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>検討ケース</th> <th>解析方法</th> <th>照査項目</th> <th>設計で用いる許容限界</th> <th>適用基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼管杭</td> <td>地震時</td> <td>2次元動的フレーム解析</td> <td>曲げ せん断</td> <td>(曲げ)降伏モーメント (せん断)せん断応力度</td> <td>道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 (平成14年3月)</td> </tr> </tbody> </table> <p>第2-37表 降伏モーメントに対する照査</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>最大曲げモーメント M_{max} (kN・m)</th> <th>降伏モーメント M_y (kN・m)</th> <th>最小安全率 M_y/M_{max}</th> <th>判定 (>1.0)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼管杭</td> <td>1,668</td> <td>7,158</td> <td>4.29</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table>	評価部位	地震動	時刻 (s)	最大曲げモーメント M_{max} (kN・m)	降伏モーメント M_y (kN・m)	最小安全率 M_y/M_{max}	判定 (>1.0)	鋼管杭	Ss-D	8.59	857	6,732	7.85	OK	評価部位	照査項目	地震動	時刻 (s)	発生応力 τ (N/mm ²)	降伏応力 τ_y (N/mm ²)	最小安全率 τ_y/τ	判定 (>1.0)	鋼管杭	せん断	Ss-D	19.19	8	182	22.75	OK	評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準	鋼管杭	地震時	2次元動的フレーム解析	曲げ せん断	(曲げ)降伏モーメント (せん断)せん断応力度	道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 (平成14年3月)	評価部位	最大曲げモーメント M_{max} (kN・m)	降伏モーメント M_y (kN・m)	最小安全率 M_y/M_{max}	判定 (>1.0)	鋼管杭	1,668	7,158	4.29	OK	<p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載の相違</p>
評価部位	地震動	時刻 (s)	最大曲げモーメント M_{max} (kN・m)	降伏モーメント M_y (kN・m)	最小安全率 M_y/M_{max}	判定 (>1.0)																																																	
鋼管杭	Ss-D	8.59	857	6,732	7.85	OK																																																	
評価部位	照査項目	地震動	時刻 (s)	発生応力 τ (N/mm ²)	降伏応力 τ_y (N/mm ²)	最小安全率 τ_y/τ	判定 (>1.0)																																																
鋼管杭	せん断	Ss-D	19.19	8	182	22.75	OK																																																
評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準																																																		
鋼管杭	地震時	2次元動的フレーム解析	曲げ せん断	(曲げ)降伏モーメント (せん断)せん断応力度	道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 (平成14年3月)																																																		
評価部位	最大曲げモーメント M_{max} (kN・m)	降伏モーメント M_y (kN・m)	最小安全率 M_y/M_{max}	判定 (>1.0)																																																			
鋼管杭	1,668	7,158	4.29	OK																																																			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																								
		<p style="text-align: center;">第2-38表 降伏応力に対する照査</p> <table border="1" data-bbox="1736 294 2502 420"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>照査項目</th> <th>発生応力 σ (N/mm²)</th> <th>降伏応力 σ_y (N/mm²)</th> <th>最小安全率 σ_y/σ</th> <th>判定 (>1.0)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼管杭</td> <td>せん断</td> <td>21</td> <td>182</td> <td>8.66</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table> <p>以上の評価結果から、鋼管杭に厳しい損傷モード（曲げ圧縮、せん断照査等）を想定しても、構造成立性が確保されることを確認した。</p> <p>(b) 逆T擁壁</p> <p>i. 地震時</p> <p>逆T擁壁の照査項目及び許容限界を第2-39表に、評価部位を第2-42図に示す。また、地震時における最小安全率時刻での照査結果を第2-40表に示す。</p> <p style="text-align: center;">第2-39表 照査項目，許容限界</p> <table border="1" data-bbox="1736 966 2502 1092"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>検討ケース</th> <th>解析方法</th> <th>照査項目</th> <th>設計で用いる許容限界</th> <th>適用基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>逆T擁壁</td> <td>地震時</td> <td>2次元動的FEM解析 (有効応力解析)</td> <td>曲げ せん断</td> <td>短期許容応力度</td> <td>コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, 2002年制定</td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">第2-42図 逆T擁壁の評価部位</p>	評価部位	照査項目	発生応力 σ (N/mm ²)	降伏応力 σ_y (N/mm ²)	最小安全率 σ_y/σ	判定 (>1.0)	鋼管杭	せん断	21	182	8.66	OK	評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準	逆T擁壁	地震時	2次元動的FEM解析 (有効応力解析)	曲げ せん断	短期許容応力度	コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, 2002年制定	<p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載の相違</p>
評価部位	照査項目	発生応力 σ (N/mm ²)	降伏応力 σ_y (N/mm ²)	最小安全率 σ_y/σ	判定 (>1.0)																						
鋼管杭	せん断	21	182	8.66	OK																						
評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準																						
逆T擁壁	地震時	2次元動的FEM解析 (有効応力解析)	曲げ せん断	短期許容応力度	コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, 2002年制定																						

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																				
		<p>第2-40表 短期許容応力に対する照査 (最小安全率時)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価部位</th> <th rowspan="2">照査項目</th> <th rowspan="2">地震動</th> <th rowspan="2">時刻 (s)</th> <th colspan="2">発生応力 (N/mm²)</th> <th colspan="2">許容応力 (N/mm²)</th> <th rowspan="2">最小安全率 (許容応力/発生応力)</th> <th rowspan="2">判定 (>1.0)</th> </tr> <tr> <th>σ_c</th> <th>σ_s</th> <th>σ_{ca}</th> <th>σ_{sa}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">縦壁</td> <td>曲げ・軸力</td> <td rowspan="10">S_s-D</td> <td>19.19</td> <td>曲げ圧縮応力 σ_c</td> <td>3.9</td> <td>許容曲げ応力度 σ_{ca}</td> <td>18</td> <td>4.61</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>せん断</td> <td>19.19</td> <td>引張応力度 σ_s</td> <td>194.9</td> <td>許容引張応力度 σ_{sa}</td> <td>323</td> <td>1.65</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">底板</td> <td>曲げ・軸力</td> <td>29.65</td> <td>せん断応力度 τ</td> <td>0.26</td> <td>許容せん断応力度 τ_a</td> <td>0.9</td> <td>3.46</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>せん断</td> <td>29.65</td> <td>曲げ圧縮応力度 σ_c</td> <td>4.1</td> <td>許容曲げ応力度 σ_{ca}</td> <td>18</td> <td>4.39</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">杭頭部</td> <td>押込み力に対する照査</td> <td>29.65</td> <td>引張応力度 σ_s</td> <td>184.2</td> <td>許容引張応力度 σ_{sa}</td> <td>323</td> <td>1.75</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>水平力に対する照査</td> <td>29.65</td> <td>せん断応力度 τ</td> <td>0.49</td> <td>許容せん断応力度 τ_a</td> <td>0.9</td> <td>1.83</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">杭頭部</td> <td>押込み力に対する照査</td> <td>29.65</td> <td>垂直支圧応力度 σ_{cv}</td> <td>4.8</td> <td>許容支圧応力度 σ_{ba}</td> <td>14.4</td> <td>3.00</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>水平力に対する照査</td> <td>29.65</td> <td>押抜きせん断応力度 τ_v</td> <td>0.37</td> <td>許容押抜きせん断応力度 τ_{va}</td> <td>0.9</td> <td>2.43</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">杭頭部</td> <td>押込み力に対する照査</td> <td>19.19</td> <td>水平支圧応力度 σ_{ch}</td> <td>2.5</td> <td>許容支圧応力度 σ_{ba}</td> <td>14.4</td> <td>5.76</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>水平力に対する照査</td> <td>19.19</td> <td>押抜きせん断応力度 τ_h</td> <td>0.19</td> <td>許容押抜きせん断応力度 τ_{ha}</td> <td>0.9</td> <td>4.73</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table>	評価部位	照査項目	地震動	時刻 (s)	発生応力 (N/mm ²)		許容応力 (N/mm ²)		最小安全率 (許容応力/発生応力)	判定 (>1.0)	σ_c	σ_s	σ_{ca}	σ_{sa}	縦壁	曲げ・軸力	S _s -D	19.19	曲げ圧縮応力 σ_c	3.9	許容曲げ応力度 σ_{ca}	18	4.61	OK	せん断	19.19	引張応力度 σ_s	194.9	許容引張応力度 σ_{sa}	323	1.65	OK	底板	曲げ・軸力	29.65	せん断応力度 τ	0.26	許容せん断応力度 τ_a	0.9	3.46	OK	せん断	29.65	曲げ圧縮応力度 σ_c	4.1	許容曲げ応力度 σ_{ca}	18	4.39	OK	杭頭部	押込み力に対する照査	29.65	引張応力度 σ_s	184.2	許容引張応力度 σ_{sa}	323	1.75	OK	水平力に対する照査	29.65	せん断応力度 τ	0.49	許容せん断応力度 τ_a	0.9	1.83	OK	杭頭部	押込み力に対する照査	29.65	垂直支圧応力度 σ_{cv}	4.8	許容支圧応力度 σ_{ba}	14.4	3.00	OK	水平力に対する照査	29.65	押抜きせん断応力度 τ_v	0.37	許容押抜きせん断応力度 τ_{va}	0.9	2.43	OK	杭頭部	押込み力に対する照査	19.19	水平支圧応力度 σ_{ch}	2.5	許容支圧応力度 σ_{ba}	14.4	5.76	OK	水平力に対する照査	19.19	押抜きせん断応力度 τ_h	0.19	許容押抜きせん断応力度 τ_{ha}	0.9	4.73	OK	<p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載の相違</p>
評価部位	照査項目	地震動					時刻 (s)	発生応力 (N/mm ²)		許容応力 (N/mm ²)			最小安全率 (許容応力/発生応力)	判定 (>1.0)																																																																																									
			σ_c	σ_s	σ_{ca}	σ_{sa}																																																																																																	
縦壁	曲げ・軸力	S _s -D	19.19	曲げ圧縮応力 σ_c	3.9	許容曲げ応力度 σ_{ca}	18	4.61	OK																																																																																														
	せん断		19.19	引張応力度 σ_s	194.9	許容引張応力度 σ_{sa}	323	1.65	OK																																																																																														
底板	曲げ・軸力		29.65	せん断応力度 τ	0.26	許容せん断応力度 τ_a	0.9	3.46	OK																																																																																														
	せん断		29.65	曲げ圧縮応力度 σ_c	4.1	許容曲げ応力度 σ_{ca}	18	4.39	OK																																																																																														
杭頭部	押込み力に対する照査		29.65	引張応力度 σ_s	184.2	許容引張応力度 σ_{sa}	323	1.75	OK																																																																																														
	水平力に対する照査		29.65	せん断応力度 τ	0.49	許容せん断応力度 τ_a	0.9	1.83	OK																																																																																														
杭頭部	押込み力に対する照査		29.65	垂直支圧応力度 σ_{cv}	4.8	許容支圧応力度 σ_{ba}	14.4	3.00	OK																																																																																														
	水平力に対する照査		29.65	押抜きせん断応力度 τ_v	0.37	許容押抜きせん断応力度 τ_{va}	0.9	2.43	OK																																																																																														
杭頭部	押込み力に対する照査		19.19	水平支圧応力度 σ_{ch}	2.5	許容支圧応力度 σ_{ba}	14.4	5.76	OK																																																																																														
	水平力に対する照査		19.19	押抜きせん断応力度 τ_h	0.19	許容押抜きせん断応力度 τ_{ha}	0.9	4.73	OK																																																																																														

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																				
		<p>逆T擁壁に厳しい損傷モード(曲げ, せん断照査の最小安全率時刻)を想定しても, 構造成立性が確保されることを確認した。</p> <p>ii. 津波時 逆T擁壁の照査項目及び許容限界を第2-41表に示す。 また, 津波時における照査結果を第2-42表に示す。</p> <p style="text-align: center;">第2-41表 照査項目, 許容限界</p> <table border="1" data-bbox="1736 703 2502 821"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>検討ケース</th> <th>解析方法</th> <th>照査項目</th> <th>設計で用いる許容限界</th> <th>適用基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>逆T擁壁</td> <td>津波時</td> <td>2次元静的フレーム解析</td> <td>曲げ せん断</td> <td>短期許容応力度</td> <td>コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, 2002年制定</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">第2-42表 短期許容応力に対する照査</p> <table border="1" data-bbox="1736 926 2502 1270"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>照査項目</th> <th colspan="2">発生応力 (N/mm²)</th> <th colspan="2">許容応力 (N/mm²)</th> <th>最小安全率 (許容応力/発生応力)</th> <th>判定 (> 1.0)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">壁</td> <td rowspan="2">曲げ・軸力</td> <td>曲げ圧縮応力度 σ_c</td> <td>3.6</td> <td>許容曲げ応力度 σ_{ca}</td> <td>18</td> <td>5.00</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>引張応力度 σ_t</td> <td>153.6</td> <td>許容引張応力度 σ_{ta}</td> <td>323</td> <td>2.10</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>せん断</td> <td>せん断応力度 τ</td> <td>0.39</td> <td>許容せん断応力度 τ_a</td> <td>0.9</td> <td>2.30</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">枕頭部</td> <td rowspan="2">押しみ力に対する照査</td> <td>垂直支圧応力度 σ_v</td> <td>2.8</td> <td>許容支圧応力度 σ_{va}</td> <td>14.4</td> <td>5.14</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>押抜きせん断応力度 τ_v</td> <td>0.22</td> <td>許容押抜きせん断応力度 τ_{va}</td> <td>0.9</td> <td>4.09</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">水平力に対する照査</td> <td>水平支圧応力度 σ_h</td> <td>6.6</td> <td>許容支圧応力度 σ_{ha}</td> <td>14.4</td> <td>2.18</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>押抜きせん断応力度 τ_h</td> <td>0.50</td> <td>許容押抜きせん断応力度 τ_{ha}</td> <td>0.9</td> <td>1.80</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table> <p>逆T擁壁に厳しい損傷モード(曲げ, せん断照査)を想定しても, 構造成立性が確保されることを確認した。</p> <p>(c)改良地盤 改良地盤の照査項目及び許容限界を第2-43表に示す。改良地盤の地震時における全時刻での局所安全率の逆数(1/fs)の分布を第2-43図に示す。改良地盤は, 局所安全率の逆数1/fsがすべての要素で1/fs ≤ 0.83 (fs ≥ 1.2)であり, 破壊領域が存在しないことから, すべり安全率1.2以上を確保できる。</p>	評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準	逆T擁壁	津波時	2次元静的フレーム解析	曲げ せん断	短期許容応力度	コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, 2002年制定	評価部位	照査項目	発生応力 (N/mm ²)		許容応力 (N/mm ²)		最小安全率 (許容応力/発生応力)	判定 (> 1.0)	壁	曲げ・軸力	曲げ圧縮応力度 σ_c	3.6	許容曲げ応力度 σ_{ca}	18	5.00	OK	引張応力度 σ_t	153.6	許容引張応力度 σ_{ta}	323	2.10	OK	せん断	せん断応力度 τ	0.39	許容せん断応力度 τ_a	0.9	2.30	OK	枕頭部	押しみ力に対する照査	垂直支圧応力度 σ_v	2.8	許容支圧応力度 σ_{va}	14.4	5.14	OK	押抜きせん断応力度 τ_v	0.22	許容押抜きせん断応力度 τ_{va}	0.9	4.09	OK	水平力に対する照査	水平支圧応力度 σ_h	6.6	許容支圧応力度 σ_{ha}	14.4	2.18	OK	押抜きせん断応力度 τ_h	0.50	許容押抜きせん断応力度 τ_{ha}	0.9	1.80	OK	<p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載の相違</p>
評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準																																																																		
逆T擁壁	津波時	2次元静的フレーム解析	曲げ せん断	短期許容応力度	コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, 2002年制定																																																																		
評価部位	照査項目	発生応力 (N/mm ²)		許容応力 (N/mm ²)		最小安全率 (許容応力/発生応力)	判定 (> 1.0)																																																																
壁	曲げ・軸力	曲げ圧縮応力度 σ_c	3.6	許容曲げ応力度 σ_{ca}	18	5.00	OK																																																																
		引張応力度 σ_t	153.6	許容引張応力度 σ_{ta}	323	2.10	OK																																																																
	せん断	せん断応力度 τ	0.39	許容せん断応力度 τ_a	0.9	2.30	OK																																																																
枕頭部	押しみ力に対する照査	垂直支圧応力度 σ_v	2.8	許容支圧応力度 σ_{va}	14.4	5.14	OK																																																																
		押抜きせん断応力度 τ_v	0.22	許容押抜きせん断応力度 τ_{va}	0.9	4.09	OK																																																																
	水平力に対する照査	水平支圧応力度 σ_h	6.6	許容支圧応力度 σ_{ha}	14.4	2.18	OK																																																																
		押抜きせん断応力度 τ_h	0.50	許容押抜きせん断応力度 τ_{ha}	0.9	1.80	OK																																																																

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

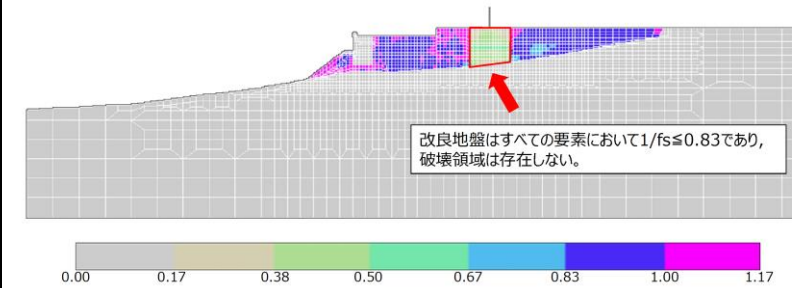
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

第 2-43 表 照査項目, 許容限界

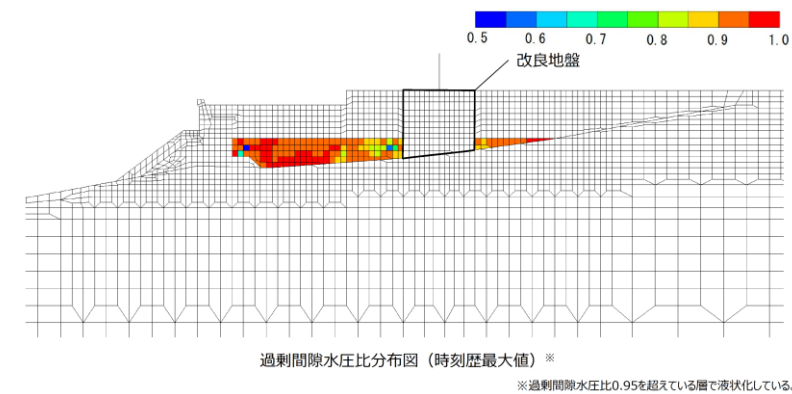
評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
改良地盤	地震時	2次元動的 FEM 解析 (有効応力解析)	すべり安全率	すべり安全率 1.2 以上	耐津波設計に係る工認審査ガイド



第 2-43 図 全時刻での局所安全率の逆数の分布

(d) 周辺地盤の液状化状況

防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) (荷揚護岸北側部) の地震時における全時刻での過剰間隙水圧比の分布を第 2-44 図に示す。防波壁周辺の地盤のうち, 地下水位以深の埋戻土 (掘削ズリ), 砂礫層において液状化をしていることを確認した。詳細設計段階においては, 浸透流解析の結果を踏まえ保守性を確認の上, 地下水位を設定する。



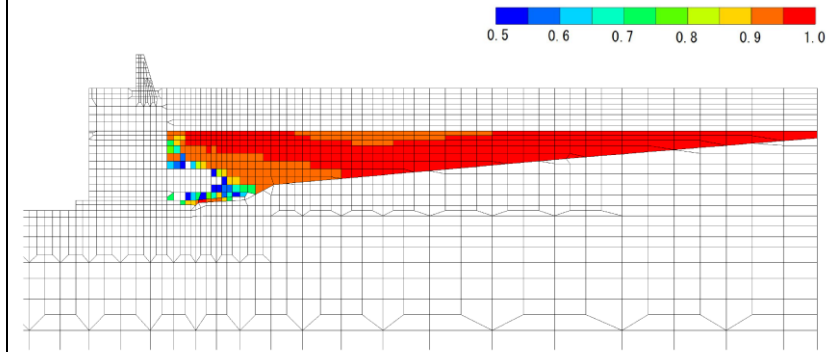
第 2-44 図 全時刻での過剰間隙水圧比の分布

・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載の相違

・評価方針の相違
【女川2】
島根 2 号炉は過剰間隙水圧比の分布を記載

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																								
		<p>c. 防波壁 (波返重力擁壁) (断面: 輪谷部)</p> <p>(a) 重力擁壁</p> <p>i. 地震時</p> <p>重力擁壁の照査項目及び許容限界を第2-44表に示す。 また、地震時における最小安全率時刻での照査結果を第2-45表に示す。</p> <p>第2-44表 照査項目, 許容限界</p> <table border="1" data-bbox="1736 621 2502 764"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>検討ケース</th> <th>解析方法</th> <th>照査項目</th> <th>設計で用いる許容限界</th> <th>適用基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>重力擁壁</td> <td>地震時</td> <td>2次元動的FEM解析 (有効応力解析)</td> <td>曲げせん断</td> <td>短期許容応力度</td> <td>コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, 2002年制定</td> </tr> </tbody> </table> <p>第2-45表 短期許容応力度に対する照査 (最小安全率時)</p> <table border="1" data-bbox="1736 890 2502 1079"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>照査項目</th> <th>地震動</th> <th>時刻 (s)</th> <th>発生応力 (N/mm²)</th> <th>許容応力 (N/mm²)</th> <th>最小安全率 (許容応力/発生応力)</th> <th>判定 (>1.0)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">重力擁壁</td> <td rowspan="2">曲げ・軸力</td> <td rowspan="3">S s-D</td> <td>25.75</td> <td>曲げ圧縮応力度 σ_c</td> <td>1.5</td> <td>許容曲げ応力度 σ_{ca}</td> <td>18</td> <td>12.00</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>25.75</td> <td>引張応力度 σ_s</td> <td>72.7</td> <td>許容引張応力度 σ_{sa}</td> <td>323</td> <td>4.44</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>19.18</td> <td>せん断応力度 τ</td> <td>0.19</td> <td>許容せん断応力度 τ_a</td> <td>0.90</td> <td>4.73</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table> <p>重力擁壁に厳しい損傷モード (曲げ圧縮, せん断照査の最小安全率時刻) を想定しても, 構造成立性が確保されることを確認した。</p> <p>ii. 津波時</p> <p>重力擁壁の照査項目及び許容限界を第2-46表に示す。 また、地震時における照査結果を第2-47表に示す。</p> <p>第2-46表 照査項目, 許容限界</p> <table border="1" data-bbox="1736 1566 2502 1751"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>検討ケース</th> <th>解析方法</th> <th>照査項目</th> <th>設計で用いる許容限界</th> <th>適用基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>重力擁壁</td> <td>津波時</td> <td>静的解析</td> <td>曲げせん断</td> <td>短期許容応力度</td> <td>コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, 2002年制定</td> </tr> </tbody> </table>	評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準	重力擁壁	地震時	2次元動的FEM解析 (有効応力解析)	曲げせん断	短期許容応力度	コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, 2002年制定	評価部位	照査項目	地震動	時刻 (s)	発生応力 (N/mm ²)	許容応力 (N/mm ²)	最小安全率 (許容応力/発生応力)	判定 (>1.0)	重力擁壁	曲げ・軸力	S s-D	25.75	曲げ圧縮応力度 σ_c	1.5	許容曲げ応力度 σ_{ca}	18	12.00	OK	25.75	引張応力度 σ_s	72.7	許容引張応力度 σ_{sa}	323	4.44	OK	19.18	せん断応力度 τ	0.19	許容せん断応力度 τ_a	0.90	4.73	OK	評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準	重力擁壁	津波時	静的解析	曲げせん断	短期許容応力度	コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, 2002年制定	<p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載の相違</p>
評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準																																																						
重力擁壁	地震時	2次元動的FEM解析 (有効応力解析)	曲げせん断	短期許容応力度	コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, 2002年制定																																																						
評価部位	照査項目	地震動	時刻 (s)	発生応力 (N/mm ²)	許容応力 (N/mm ²)	最小安全率 (許容応力/発生応力)	判定 (>1.0)																																																				
重力擁壁	曲げ・軸力	S s-D	25.75	曲げ圧縮応力度 σ_c	1.5	許容曲げ応力度 σ_{ca}	18	12.00	OK																																																		
			25.75	引張応力度 σ_s	72.7	許容引張応力度 σ_{sa}	323	4.44	OK																																																		
	19.18		せん断応力度 τ	0.19	許容せん断応力度 τ_a	0.90	4.73	OK																																																			
評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準																																																						
重力擁壁	津波時	静的解析	曲げせん断	短期許容応力度	コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, 2002年制定																																																						

詳細設計段階においては、浸透流解析の結果を踏まえ保守性を確認の上、地下水位を設定する。



過剰間隙水圧比分布図 (時刻歴最大値) ※
※過剰間隙水圧比0.95を超えている層で液化化している。

第 2-45 図 全時刻での過剰間隙水圧比の分布

d. 防波壁 (波返重力擁壁) (断面：地盤改良部)

(a) 重力擁壁

防波壁 (波返重力擁壁) (地盤改良部)のうち、重力擁壁の照査項目及び許容限界を第 2-49 表に示す。また、地震時における最小安全率時刻での照査結果を第 2-50 表に示す。

第 2-49 表 照査項目, 許容限界

評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
重力擁壁	地震時	2次元動的FEM解析 (有効応力解析)	曲げせん断	短期許容応力度	コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, 2002年制定

第 2-50 表 短期許容応力度に対する照査 (最小安全率時)

評価部位	照査項目	地震動	時刻 (s)	発生応力 (N/mm ²)		許容応力 (N/mm ²)		最小安全率 (許容応力 / 発生応力)	判定 (>1.0)
				曲げ圧縮応力度 σ_c	引張応力度 σ_s	許容曲げ応力度 σ_{ca}	許容引張応力度 σ_{sa}		
重力擁壁	曲げ・軸力	S s-D	28.10	2.3	18	7.82	OK		
			28.10	118.1	323	2.73	OK		
	せん断		28.10	0.24	0.90	3.75	OK		

重力擁壁に厳しい損傷モード (曲げ圧縮, せん断照査

・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載の相違

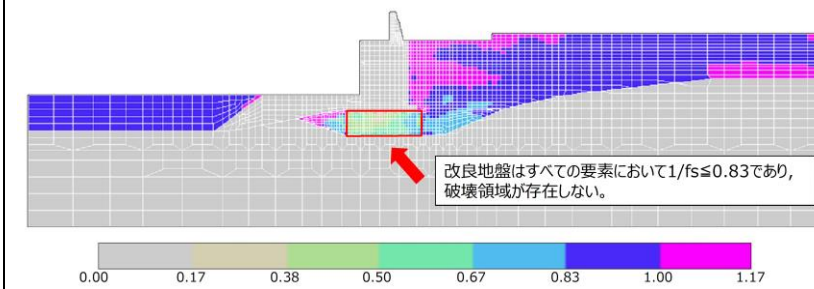
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																		
		<p>の最小安全率時刻) を想定しても、構造成立性が確保されることを確認した。</p> <p>(b) ケーソン</p> <p>ケーソンの照査項目及び許容限界を第 2-51 表に、ケーソンにおける照査結果を第 2-52 表に示す。港湾基準 (H19) に準拠し、<u>Ss-D の照査用震度を算出した結果、0.25 となった。</u>したがって、地震時の照査は、構造部材の性能照査に用いる照査用震度を 0.25 として、地震時の作用荷重を算出し、照査を行う。なお、港湾基準 (H19) においては、許容限界を曲げ耐力として照査を行っているが、ここではコンクリート標準示方書 (2002) における短期許容応力度で照査した結果を示すものとする。</p> <p>ケーソンにおける評価部位、検討ケース、解析方法等を第 2-51 表に示しており、各評価部位において厳しいと考えられる検討ケースについて照査を行うものとする。</p> <p style="text-align: center;"><u>第 2-51 表 照査項目、許容限界</u></p> <table border="1" data-bbox="1736 1073 2496 1255"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>検討ケース</th> <th>解析方法</th> <th>照査項目</th> <th>設計で用いる許容限界</th> <th>適用基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">底板</td> <td>津波時</td> <td>静的解析</td> <td>曲げ</td> <td>短期許容応力度</td> <td>コンクリート標準示方書、構造性能照査編、2002年制定</td> </tr> <tr> <td>地震時</td> <td>静的解析 (照査用震度0.25)</td> <td>曲げ</td> <td>短期許容応力度</td> <td>コンクリート標準示方書、構造性能照査編、2002年制定</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">側壁 (前壁)</td> <td>津波時</td> <td>静的解析</td> <td>曲げ</td> <td>短期許容応力度</td> <td>コンクリート標準示方書、構造性能照査編、2002年制定</td> </tr> <tr> <td>地震時</td> <td>静的解析 (照査用震度0.25)</td> <td>曲げ</td> <td>短期許容応力度</td> <td>コンクリート標準示方書、構造性能照査編、2002年制定</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><u>第 2-52 表 短期許容応力度に対する照査</u></p> <table border="1" data-bbox="1736 1381 2496 1667"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価部位</th> <th rowspan="2">検討ケース</th> <th rowspan="2">照査項目</th> <th colspan="2">発生応力 (N/mm²)</th> <th colspan="2">許容応力 (N/mm²)</th> <th colspan="2">最小安全率 (許容応力/発生応力)</th> <th rowspan="2">判定 (> 1.0)</th> </tr> <tr> <th>コンクリート</th> <th>鉄筋</th> <th>コンクリート</th> <th>鉄筋</th> <th>コンクリート</th> <th>鉄筋</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">底板</td> <td>津波時</td> <td>曲げ</td> <td>2.4</td> <td>68.5</td> <td>18</td> <td>323</td> <td>7.50</td> <td>4.72</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>地震時</td> <td>曲げ</td> <td>7.0</td> <td>201.6</td> <td>18</td> <td>323</td> <td>2.57</td> <td>1.60</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">側壁 (前壁)</td> <td>津波時</td> <td>曲げ</td> <td>9.7</td> <td>277.8</td> <td>18</td> <td>323</td> <td>1.86</td> <td>1.16</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>地震時</td> <td>曲げ</td> <td>5.2</td> <td>208.7</td> <td>18</td> <td>323</td> <td>3.46</td> <td>1.55</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table>	評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準	底板	津波時	静的解析	曲げ	短期許容応力度	コンクリート標準示方書、構造性能照査編、2002年制定	地震時	静的解析 (照査用震度0.25)	曲げ	短期許容応力度	コンクリート標準示方書、構造性能照査編、2002年制定	側壁 (前壁)	津波時	静的解析	曲げ	短期許容応力度	コンクリート標準示方書、構造性能照査編、2002年制定	地震時	静的解析 (照査用震度0.25)	曲げ	短期許容応力度	コンクリート標準示方書、構造性能照査編、2002年制定	評価部位	検討ケース	照査項目	発生応力 (N/mm ²)		許容応力 (N/mm ²)		最小安全率 (許容応力/発生応力)		判定 (> 1.0)	コンクリート	鉄筋	コンクリート	鉄筋	コンクリート	鉄筋	底板	津波時	曲げ	2.4	68.5	18	323	7.50	4.72	OK	地震時	曲げ	7.0	201.6	18	323	2.57	1.60	OK	側壁 (前壁)	津波時	曲げ	9.7	277.8	18	323	1.86	1.16	OK	地震時	曲げ	5.2	208.7	18	323	3.46	1.55	OK	<p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載の相違</p>
評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準																																																																																
底板	津波時	静的解析	曲げ	短期許容応力度	コンクリート標準示方書、構造性能照査編、2002年制定																																																																																
	地震時	静的解析 (照査用震度0.25)	曲げ	短期許容応力度	コンクリート標準示方書、構造性能照査編、2002年制定																																																																																
側壁 (前壁)	津波時	静的解析	曲げ	短期許容応力度	コンクリート標準示方書、構造性能照査編、2002年制定																																																																																
	地震時	静的解析 (照査用震度0.25)	曲げ	短期許容応力度	コンクリート標準示方書、構造性能照査編、2002年制定																																																																																
評価部位	検討ケース	照査項目	発生応力 (N/mm ²)		許容応力 (N/mm ²)		最小安全率 (許容応力/発生応力)		判定 (> 1.0)																																																																												
			コンクリート	鉄筋	コンクリート	鉄筋	コンクリート	鉄筋																																																																													
底板	津波時	曲げ	2.4	68.5	18	323	7.50	4.72	OK																																																																												
	地震時	曲げ	7.0	201.6	18	323	2.57	1.60	OK																																																																												
側壁 (前壁)	津波時	曲げ	9.7	277.8	18	323	1.86	1.16	OK																																																																												
	地震時	曲げ	5.2	208.7	18	323	3.46	1.55	OK																																																																												

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>各評価部位において厳しいと考えられる検討ケースにおいて、構造成立性が確保されることを確認した。</p> <p><u>防波壁（波返重力擁壁）（地盤改良部）のケーソンについて、前壁の照査を行った。</u></p> <p><u>前壁においては、地震時に作用する中詰材の地震時土圧よりも津波時に作用する津波波圧の方が大きいため、構造成立性の照査に当たっては津波時の照査を行う。荷重イメージ図を第2-46図に示す。</u></p> <p><u>なお、照査に当たっては、海側第1隔室内はコンクリートを充填しているが、保守的に砂として評価する。</u></p> <p><u>また、前壁の断面力は、隔壁及び底版で支持された3辺固定版として算出し、許容限界を短期許容応力度として、コンクリートの圧縮応力度及び鉄筋の引張応力度について照査を行った。照査結果を第2-52表に示したが、最少安全率が1.0を上回り、海側第1隔室内の中詰材をコンクリートと評価した場合は更に十分な裕度が確保できることを確認した。</u></p> <div data-bbox="1736 1066 2478 1528"> </div> <p>第2-46図 全時刻での過剰間隙水圧比の分布</p> <p>(c)改良地盤</p> <p><u>改良地盤の地震時における照査項目及び許容限界を第2-53表示す。改良地盤の地震時における全時刻での局所安全率の逆数(1/fs)の分布を第2-47図に示す。改良地盤①（砂礫層）は、局所安全率の逆数1/fsがすべての要素で</u></p>	<p>・設備の相違</p> <p>【女川2】 設備の相違による記載の相違</p> <p>・評価方針の相違</p> <p>【女川2】 島根 2号炉は過剰間隙水圧比の分布を記載</p>

$1/f_s \leq 0.83$ ($f_s \geq 1.2$) であり、破壊領域が存在しないことから、すべり安全率 1.2 以上を確保できる。

第 2-53 表 照査項目，許容限界

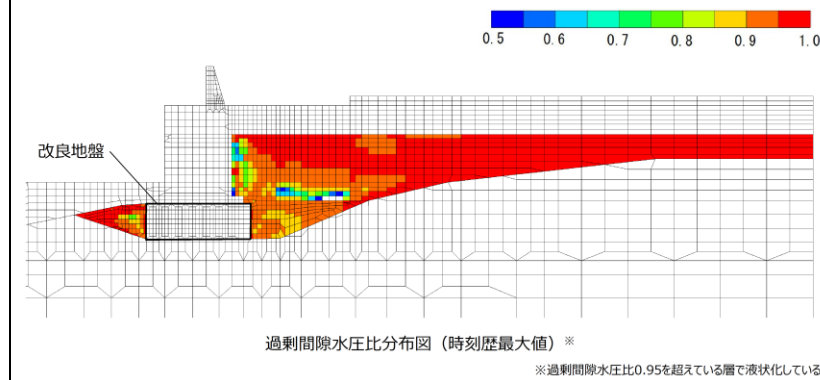
評価部位	検討ケース※	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
改良地盤	地震時	2次元動的 FEM 解析 (有効応力解析)	すべり安全率	すべり安全率 1.2 以上	耐津波設計に係る工認審査ガイド



第 2-47 図 全時刻での局所安全率の逆数の分布

(d) 周辺地盤の液状化状況

防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) (地盤改良部) の地震時における全時刻での過剰間隙水圧比の分布を第 2-48 図に示す。防波壁周辺の地盤のうち、地下水位以深の埋戻土 (掘削ズリ)、砂礫層において液状化をしていることを確認した。詳細設計段階においては、浸透流解析の結果を踏まえ保守性を確認の上、地下水位を設定する。



第 2-48 図 全時刻での過剰間隙水圧比の分布

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																
		<p>(参考) 防波壁 (波返重力擁壁) (断面: 東側端部) 防波壁防波壁 (波返重力擁壁) (東側端部) のうち, H 鋼の津波時における照査項目及び許容限界を第 2-54 表に, H 鋼における照査結果を第 2-55 表に示す。津波時においても, 構造成立性が確保されることを確認した。</p> <p>なお, H 鋼の地震時の検討については, 地震時の検討に含まれることから, 省略する。</p> <p style="text-align: center;">第 2-54 表 照査項目及び許容限界</p> <table border="1" data-bbox="1736 667 2499 766"> <thead> <tr> <th>評価部位</th> <th>検討ケース</th> <th>解析方法</th> <th>照査項目</th> <th>設計で用いる許容限界</th> <th>適用基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H鋼</td> <td>津波時</td> <td>静的解析</td> <td>せん断</td> <td>せん断応力度</td> <td>港湾基準</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">第 2-55 表 照査結果</p> <table border="1" data-bbox="1736 877 2499 961"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価部位</th> <th rowspan="2">照査項目</th> <th colspan="2">発生応力 (kN/m)</th> <th colspan="2">許容応力 (kN/m)</th> <th rowspan="2">最小安全率 (許容応力/発生応力)</th> <th rowspan="2">判定 (> 1.0)</th> </tr> <tr> <th>せん断力Vd</th> <th>650.51</th> <th>せん断耐力Vsd</th> <th>2305.33</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H鋼</td> <td>曲げ</td> <td>せん断力Vd</td> <td>650.51</td> <td>せん断耐力Vsd</td> <td>2305.33</td> <td>3.54</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table>	評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準	H鋼	津波時	静的解析	せん断	せん断応力度	港湾基準	評価部位	照査項目	発生応力 (kN/m)		許容応力 (kN/m)		最小安全率 (許容応力/発生応力)	判定 (> 1.0)	せん断力Vd	650.51	せん断耐力Vsd	2305.33	H鋼	曲げ	せん断力Vd	650.51	せん断耐力Vsd	2305.33	3.54	OK	<p>・設備の相違 【女川 2】 設備の相違による記載の相違</p>
評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準																														
H鋼	津波時	静的解析	せん断	せん断応力度	港湾基準																														
評価部位	照査項目	発生応力 (kN/m)		許容応力 (kN/m)		最小安全率 (許容応力/発生応力)	判定 (> 1.0)																												
		せん断力Vd	650.51	せん断耐力Vsd	2305.33																														
H鋼	曲げ	せん断力Vd	650.51	せん断耐力Vsd	2305.33	3.54	OK																												

b. 盛土堤防

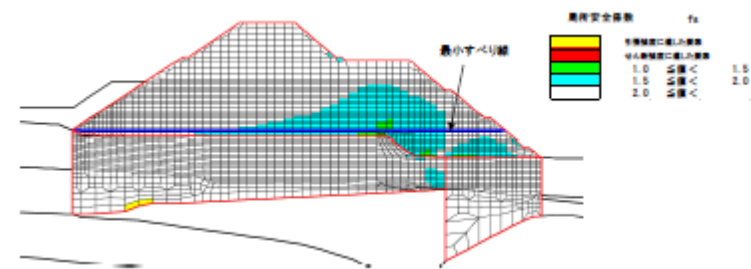
(a)セメント改良土及び置換コンクリート

i. 地震時

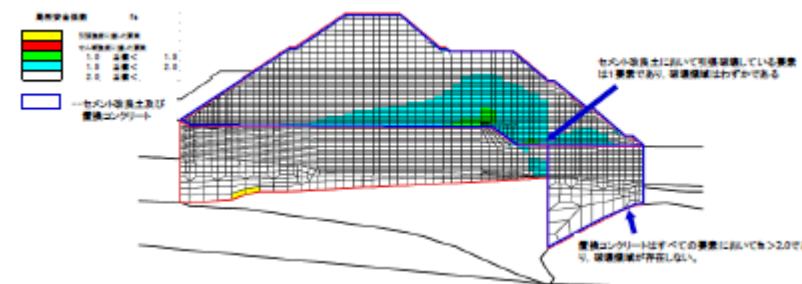
地震時におけるセメント改良土及び置換コンクリートのすべり安全率評価結果を第2-26表に、最小すべり安全率時刻時の局所安全係数分布図を第2-63図に、全時刻での局所安全係数分布を第2-64図に示す。

第2-26表 セメント改良土及び置換コンクリートのすべり安全率評価結果 (地震時)

	地震動	時刻 (a)	最小すべり安全率	判定 (>1.2)
セメント改良土 置換 コンクリート	Ss-NI	7.55	2.88	OK



第2-63図 最小すべり安全率時刻時の局所安全係数分布 (地震時)

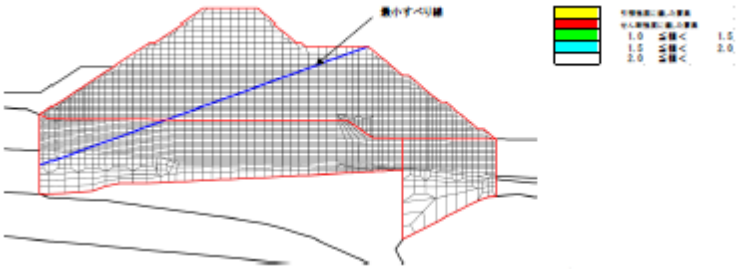


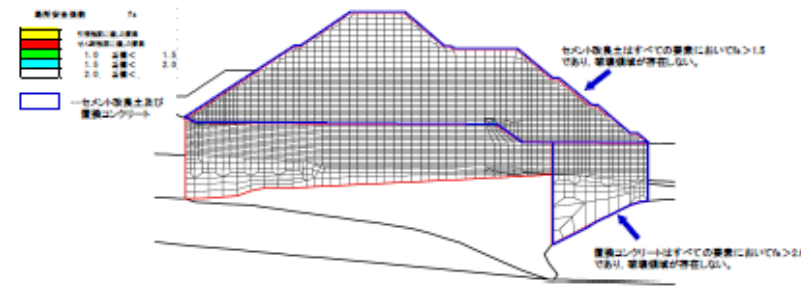
第2-64図 全時刻での局所安全係数分布 (地震時)

上記評価結果より、セメント改良土及び置換コンクリートの最小すべり安全率が $F_s > 1.2$ となることを確認した。

また、第2-64図によると、セメント改良土は引張破壊している要素は1要素であり、破壊領域はわずかである (最小す

・設備の相違
【女川2】
島根2号炉には、盛土堤防が無いことから、記載無

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考						
	<p>べり安全率は第2-26 表に記載しており, すべり安全率1.2 以上を確保している)。置換コンクリートは, 局所安全係数がすべての要素で $f_s > 2.0$ であり, 破壊領域が存在しないことから, すべり安全率1.2 以上を確保できる。</p> <p>なお, 破壊の進展を考慮した検討は詳細設計段階で実施する。</p> <p>以上のことから, 地震時において, 盛土堤防に対して厳しい損傷モード (最小すべり安全率時刻) を想定しても, 構造成立性が確保されることを確認した。</p> <p>ii. 津波時</p> <p>津波時におけるセメント改良土及び置換コンクリートのすべり安全率評価結果を第2-27 表に, 津波時の局所安全係数分布図を第2-65 図及び第2-66 図に示す。</p> <p>第2-27 表 セメント改良土及び置換コンクリートのすべり安全率評価結果 (津波時)</p> <table border="1" data-bbox="1121 1073 1528 1167"> <thead> <tr> <th></th> <th>最小すべり安全率</th> <th>判定 (>1.2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>セメント改良土 置換コンクリート</td> <td>12.50</td> <td>OK</td> </tr> </tbody> </table>  <p>第2-65 図 津波時の局所安全係数分布 (最小すべり線表示)</p>		最小すべり安全率	判定 (>1.2)	セメント改良土 置換コンクリート	12.50	OK		
	最小すべり安全率	判定 (>1.2)							
セメント改良土 置換コンクリート	12.50	OK							



第 2-66 図 津波時の局所安全係数分布 (破壊領域の確認)

上記評価結果より、セメント改良土及び置換コンクリートの最小すべり安全率が $F_s > 1.2$ となることを確認した。

また、第 2-66 図によると、セメント改良土及び置換コンクリートは、局所安全係数がすべての要素で $f_s > 1.5$ であり、破壊領域が存在しないことから、すべり安全率 1.2 以上を確保できる。

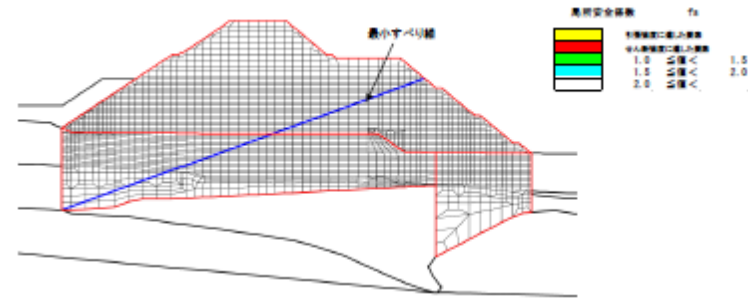
以上のことから、津波時において盛土堤防の構造成立性が確保されることを確認した。

iii. 重畳時 (津波+余震時)

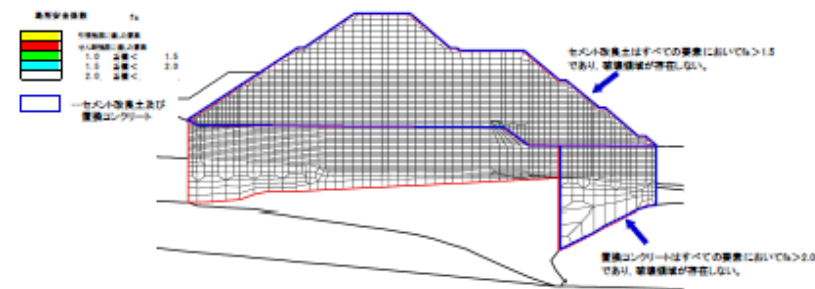
重畳時 (津波+余震時) におけるセメント改良土及び置換コンクリートのすべり安全率評価結果を第 2-28 表に、最小すべり安全率時刻時の局所安全係数分布図を第 2-67 図に、全時刻の局所安全係数分布を第 2-68 図に示す。

第 2-28 表 セメント改良土及び置換コンクリートのすべり安全率評価結果 (重畳時)

	地震動	時刻 (s)	最小すべり安全率	判定 (>1.2)
セメント改良土 置換コンクリート	Sd-D2	8.33	4.96	OK



第2-67 図 最小すべり安全率時刻時の局所安全係数分布 (重畳時)



第2-68 図 全時刻での局所安全係数分布 (重畳時)

上記評価結果より、セメント改良土及び置換コンクリートの最小すべり安全率が $F_s > 1.2$ となることを確認した。

また、第2-68 図によると、セメント改良土及び置換コンクリートは、局所安全係数がすべての要素で $f_s > 1.5$ であり、破壊領域が存在しないことから、すべり安全率 1.2 以上を確保できる。

以上のことから、重畳時 (津波+余震時) において、盛土堤防に対して厳しい損傷モード (最小すべり安全率時刻) を想定しても、構造成立性が確保されることを確認した。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(6) 構造成立性評価における裕度及び裕度向上方針について</p> <p>a. 構造成立性見通し確認方針</p> <p>鋼管式鉛直壁(一般部)の構造成立性見通し確認方針を第2-69図に示す。</p> <p>2.(5)で示したとおり、裕度向上対策として頂部はりを撤去した場合の評価を行い、厳しい損傷モードを想定しても構造成立性が確保される見通しを確認した。</p> <p>ここ(2.(6))では、現実的評価をした津波荷重での裕度向上方針を示す。その上で、鋼管式鉛直壁(一般部)については、詳細設計時の荷重増分要因を考慮した場合の裕度を明確化し、構造成立性の見通しを確認する。</p> <p>盛土堤防については、2.(5)で示したとおり、十分裕度があることを確認した。</p> <p>なお、詳細設計時に万一裕度が確保できなくなった場合には、追加の裕度向上対策(置換コンクリート幅の拡大、背面補強工のかさ上げ等)の実施により対応する。</p> <div data-bbox="1006 1024 1635 1304" data-label="Diagram"> </div> <p>第2-69 図 鋼管式鉛直壁(一般部)の構造成立性見通し確認方針</p> <p>※1</p> <p>※1: 止水性については、施設及び地盤を含む範囲の浸透流解析により、置換コンクリート、改良地盤及びセメント改良土の透水係数を保守的に考慮しても津波の滞水時間中に敷地に浸水しないことを確認する。</p> <p>※2: この他の荷重増分要因として地下水位の変動や盛土・旧表土の液状化に伴う変状の影響等が考えられることから詳細設計時に影響を確認する。</p>		

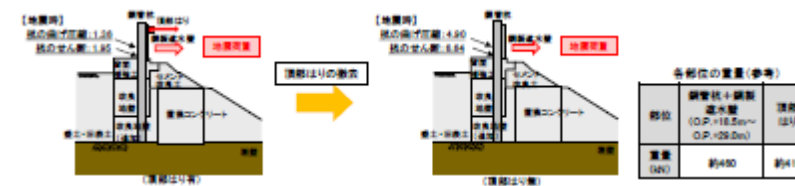
b. 鋼管式鉛直壁 (一般部) の構造成立性見直し整理表

(a) 地震時

地震時における荷重増分要因を考慮した、鋼管式鉛直壁 (一般部) の構造成立性見直しを第 2-29 表に示す。裕度向上対策として頂部はりを撤去した場合、第 2-70 図に示すように、地震時慣性力の低減により、鋼管杭の安全率が向上することから、詳細設計における荷重増分要因を考慮しても構造成立性が確保できる見直しである。

第 2-29 表 構造成立性見直し整理表 (地震時)

検討ケース	構造成立性見直しの検討	現状構造での安全率評価		荷重増分対策による安全率評価 (頂部はり撤去)		詳細設計時の荷重増分要因による安全率評価	
		項目	安全率	項目	安全率	項目	安全率
地震時 → 高圧容器 【注】(a)~(d)は 2019.11.6版 の資料を参照	高圧容器の鉛直壁 (D=12.5m, S=40t) の構造成立性見直し → 高圧容器の鉛直壁 (D=12.5m, S=40t) の構造成立性見直し	頂部はり	1.30	頂部はりの撤去による慣性力の低減により、慣性力が減少する。	4.90	地震時慣性力の低減による安全率向上	約3.1
		管束	1.95		8.64		約4.2
		スチール管	0.30	頂部はり撤去による高圧容器の構造成立性見直しに伴い、高圧容器の構造成立性が向上する。	10.75		
		鉛直壁	7.30		10.14		
		基礎	18.30		21.10		
		基礎	7.30		8.50		



第 2-70 図 頂部はりの無しによる安全率向上イメージ (地震時)

(b)津波時

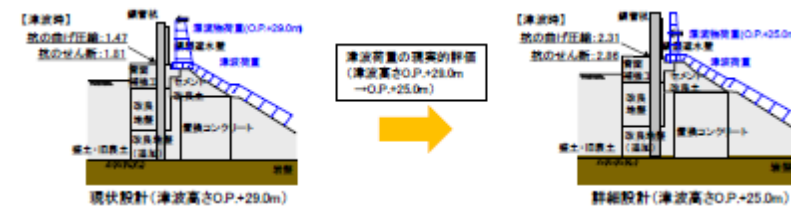
津波時における荷重増分要因を考慮した、鋼管式鉛直壁（一般部）の構造成立性見通しを第2-30表に示す。

詳細設計においては津波荷重の現実的評価が考えられることから、保守的に設定した津波高さ(O.P.+29.0m)を入力津波高さとして評価することで、鋼管杭の発生断面力が減少するため、鋼管杭の安全率の向上が期待できる。

そのため、詳細設計における荷重増分要因を考慮しても構造成立性が確保できる見通しである。

第2-30表 構造成立性見通し整理表 (津波時)

検討ケース	構造成立性評価での検討	現状構造での安全率評価	荷重増分による安全率評価		詳細設計時の荷重増分要因による安全率評価		
			現況より安全	津波荷重の現実的評価	現況より安全	津波荷重の現実的評価	
津波時	<ul style="list-style-type: none"> 津波荷重 現況より設定した津波高さ(O.P.+29.0m) 津波荷重 津波物重の増分 （現況より津波物重増分を考慮して設計） 	鋼管杭	曲げ圧縮 1.48	1.47	2.31	<ul style="list-style-type: none"> 津波物重の増分 ⇒安全率向上は期待できる 【現況より安全率向上】 	
		鋼管杭	せん断 1.81	1.81	2.05	<ul style="list-style-type: none"> 津波物重 詳細設計による安全率向上 ⇒安全率向上は期待できる 【現況より安全率向上】 	
		鋼管杭	圧縮	1.14	1.22	1.70	<ul style="list-style-type: none"> 現況より安全率向上は期待できる 【現況より安全率向上】
		鋼管杭	水平引張	1.54	1.70	4.30	<ul style="list-style-type: none"> 現況より安全率向上は期待できる 【現況より安全率向上】
		鋼管杭	引張	3.22	4.30	2.05	<ul style="list-style-type: none"> 現況より安全率向上は期待できる 【現況より安全率向上】



第2-71図 津波荷重の現実的評価による安全率向上イメージ (津波時)

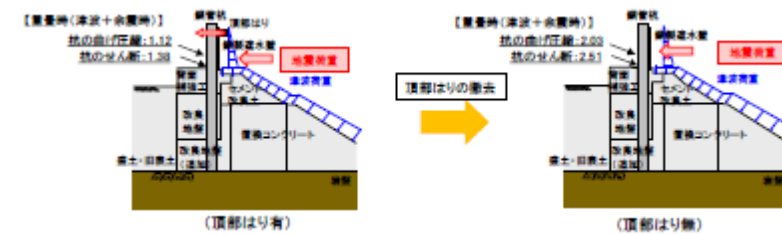
(c) 重畳時 (津波+余震時)

重畳時 (津波+余震時) における荷重増分要因を考慮した、鋼管式鉛直壁 (一般部) の構造成立性見通しを第 2-31 表に示す。

頂部はり「無」とした場合、余震時慣性力の低減により鋼管杭の安全率が向上することから、詳細設計における荷重増分要因を考慮しても構造成立性が確保できる見通しである。

第 2-31 表 構造成立性見通し整理表 (重畳時)

検討ケース	構造成立性評価での検討	現設計での安全率評価	地震動上制約による安全率評価 (頂部はり無)	詳細設計時の荷重増分要因による安全率評価
重畳時 (津波+余震時)	・ 地震動 標準地震動 (M=7.0)	鋼管杭 1.12	2.03	・ 津波荷重 鋼管式鉛直壁が 所有することによる 九段水圧一層増分による 地震動による荷重 (人工地震動 (0.4+0.5)) → 乗算係数
	・ 津波荷重 余震時慣性力に 鋼管式鉛直壁に 作用する地震動 水 (0.4+0.5) の 慣性が作用すること による増分、動水 圧を考慮	せん断 1.38	2.51	・ 地震動のばらつき → 安全率、動水圧 【乗算係数 1.1】
	・ 土中せん断 鋼管杭	1.22	1.70	・ 鋼管式鉛直壁の各層の慣性は乗算係数により削減していることから、鋼管式鉛直壁の慣性による荷重増分は、地震動の慣性による荷重増分と比較して小さいことから、安全率の改善が期待できる。
	・ 土中せん断 鋼管杭	1.15	1.61	
	・ 土中せん断 鋼管杭	2.41	3.39	
・ 鋼管壁 鋼管壁	鋼管壁 1.22	1.71		



第 2-72 図 頂部はり無しによる安全率向上イメージ (重畳時)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>c. 荷重増分要因について</p> <p>(a) 地盤物性のばらつき</p> <p>設置許可段階における構造成立性評価では、解析用物性値を用いて地盤応答解析及び部材照査を実施しているが、試験位置や方法等の影響による地盤物性のばらつきが内在しているため、地盤物性のばらつきが構造成立性に与える影響について検討した。</p> <p>鋼管式鉛直壁（一般部）は、鋼管杭で支持された構造物であり、鋼管杭の耐震性は地震時の地盤のせん断変形による影響が大きいため、初期動せん断弾性係数 G_0（対象は D 級岩盤、改良地盤、セメント改良土、盛土、旧表土）のばらつきを考慮した。</p> <p>地盤物性のばらつき検討フローを第 2-73 図に、検討ケースを第 2-74 図に示す。</p> <p>第 2-75 図に示す検討結果より、ばらつき係数の最小値（曲げ圧縮 0.96, せん断 0.95）から、保守的にばらつき係数を 0.9 とする。</p> <p>なお、津波時は地震力が作用せず、背面補強工上部に作用する津波荷重による断面力の影響が大きい。そのため地盤のばらつきが鋼管杭の安全率に及ぼす影響は小さいと考えられるが、構造成立性評価においては、地震時と同じばらつき係数を仮定して考慮する。</p> <div data-bbox="943 1255 1703 1346" data-label="Diagram"> </div> <p>第 2-73 図 地盤物性のばらつき影響検討フロー</p> <div data-bbox="1092 1459 1555 1675" data-label="Figure"> </div> <p>第 2-74 図 検討ケース</p>		

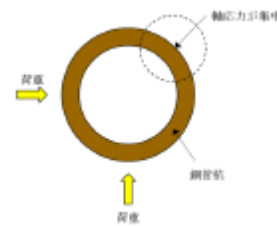
＜各検討ケースでの過渡応答に対する安全率＞			＜各検討ケースでの定常応答に対する安全率＞		
検討ケース	安全率	ばらつき係数 (鋼管ケース/基本ケース)	検討ケース	安全率	ばらつき係数 (鋼管ケース/基本ケース)
解析用特性値(基本ケース)	1.05	—	解析用特性値(基本ケース)	2.42	—
平均(鋼管ケース)	1.03	1.05	平均(鋼管ケース)	2.54	1.04
一σ(鋼管ケース)	1.48	0.98	一σ(鋼管ケース)	2.32	0.95

ばらつき係数の最小値(鋼管)は0.95、最大値0.951から、保守的にばらつき係数を0.9とせよ。
 ※地震時は地震力が作用せず、震動発生と同時に作用する津波荷重による影響が大きい。そのため地震のばらつき係数は、震動時の安全率に及ぼす影響は小さいと考えられるが、地震発生時においては、地震時の過渡応答を考慮して考慮。

第2-75 図 検討結果

(b) 水平2方向の地震力の組合せ

鋼管式鉛直壁（一般部）における鋼製遮水壁は線状構造物であるため、地震時における水平2方向の組合せによる影響は小さいと考えられるが、鋼管杭については、第2-76 図に示すように水平2方向の地震力の組合せによる応力集中が考えられる。鋼管式鉛直壁（一般部）の鋼管杭は改良地盤又は岩盤に支持されており、動土圧及び動水圧の影響が小さいことから、水平2方向の地震力の組合せによる応力集中の影響が小さいが、念のため水平2方向の影響を検討する。一方、盛土堤防については、線状構造物であり、地震時における水平2方向の組合せによる影響は小さい。



第2-76 図 鋼管杭の応答特性

以上を踏まえて、構造成立性評価における水平2方向の地震動の組合せについては、最も保守的な場合（検討断面直交方向の応答＝検討断面の応答と仮定した場合）を考慮し、地震時の安全率を $1/\sqrt{2}$ 倍する。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(c)地下水位差による荷重増分</p> <p>(a), (b)で示した荷重増分要因以外に, 第2-77 図に示すような防潮堤前背面で地下水位に差が生じることによる影響が考えられる。工認段階の防潮堤の地下水位設定は, 三次元浸透流解析の結果を踏まえて保守的に設定する方針としているが, 地下水位低下設備の影響等により山側の地下水位が岩盤表面まで低下すると, 防潮堤前背面での水位差が大きくなり, 防潮堤の設計上不利になる可能性も考えられる。防潮堤は改良地盤, 置換コンクリート及びセメント改良土により全体としての剛性が向上しており, 前背面での水位差による大きな影響はないと想定しているが, 具体的な影響については工認段階で検討する。</p>  <p>第2-77 図 地下水位の変動イメージ</p>		

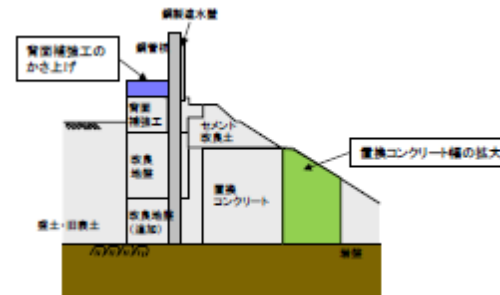
d. 荷重増分要因に対する裕度向上対策について

詳細設計時に、荷重増分要因により万一裕度が確保できなくなった場合の裕度向上対策として、b. に頂部はりの撤去及び漂流物対策工の追加を示したが、その他の荷重増分要因に対する裕度向上対策の例を第2-32 表及び第2-78 図に示す。

第2-32 表 想定される荷重増分要因と裕度向上対策例

想定される荷重増分要因	荷重増分要因による影響	裕度向上対策例
対策工に伴う自重の増加等による地震時慣性力の増加	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の変形量増加に伴う、断面力の増加 地盤の変形量増加に伴う、せん断力の増加 	<ul style="list-style-type: none"> 置換コンクリート幅の拡大による安定性向上*
津波荷重の増加	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の断面力の増加 	<ul style="list-style-type: none"> 背面補強工のかさ上げによる鋼管杭突出長の短縮

※:基礎地盤のすべり安定性(第3章)が確保されない場合においても、置換コンクリート幅の拡大により、すべり安定性を向上させる。



第2-78 図 追加の裕度向上対策の例 (イメージ)

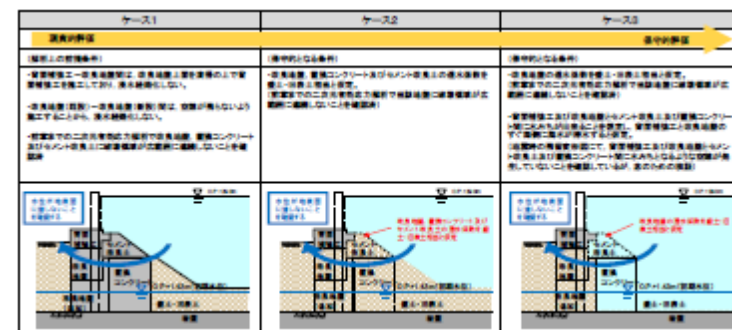
(7) 止水性に係る検討結果

防潮堤の止水性については、鋼製遮水壁、止水目地、背面補強工で遮水性を担保し、改良地盤、置換コンクリート及びセメント改良土で地盤中からの回り込みによる浸水を防止（難透水性の保持）する。そのうち、地盤中からの回り込みによる浸水防止（難透水性の保持）について、二次元浸透流解析により確認する。解析条件、検討ケース及び透水係数を第2-33表、第2-79図及び第2-34表に示す。

第2-33表 止水性確認のための二次元浸透流解析における解析条件概要

検討ケース		津波水位	初期水位	遮水壁	継続時間
ケース1	対策工を忠実にモデル化	防潮堤高さ (O.P.+29.0m)	HWL一定 (O.P.+1.43m)	考慮 しない	30分*
ケース2	改良地盤・置換コンクリート、セメント改良土の透水係数=盛土・旧表土相与と仮定				
ケース3	背面補強工及び改良地盤とセメント改良土及び置換コンクリート間の水みち形成を想定し、背面補強工と改良地盤のすぐ海側に一律O.P.+28.0mの遮水と仮定				

※: 基準津波の周期を参考に保守的に設定



第2-79図 止水性確認のための二次元浸透流解析における検討ケース

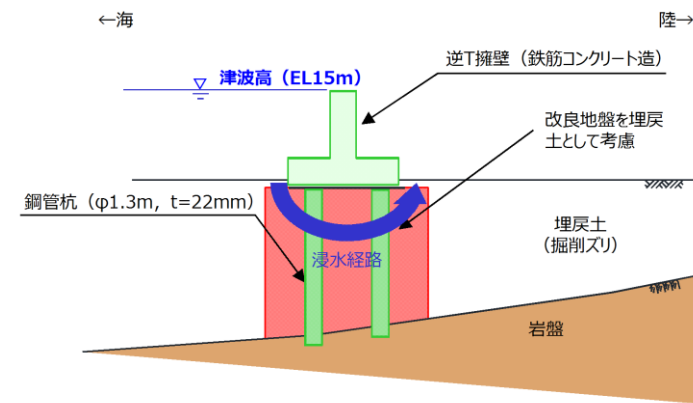
ケース

(6) 止水性に係る検討結果

防波壁の止水性については、被覆コンクリート壁、逆T擁壁、重力擁壁、止水目地等の施設で遮水を担保し、改良地盤で地盤中からの回り込みによる浸水を防止（難透水性の保持）する。そのうち、地盤中からの回り込みによる浸水防止（難透水性の保持）について、二次元浸透流解析により確認する。地盤における改良地盤の割合が最も支配的となる鋼管杭式逆T擁壁を対象とし、保守的な条件により解析を実施する。

解析条件の概要を第2-49図に、透水係数を第2-56表に示す。

[検討条件]
 《津波水位》
 保守的な水位として防波壁高さ (EL15m) の津波を考慮
 《解析手法》
 二次元浸透流解析 (非定常解析)
 《計算時間》
 保守的な津波の継続時間*として計算時間を30分とする。
 《初期水位》
 EL+0.14m (構造成立性検討と同一の条件)
 《透水係数》
 透水係数は下表の通り、改良地盤部分については、周辺の埋戻土 (掘削ズリ) と同一の透水係数を設定する。
 ※ 基準津波1の敷地前面における周期は約4分



第2-49図 解析条件の概要

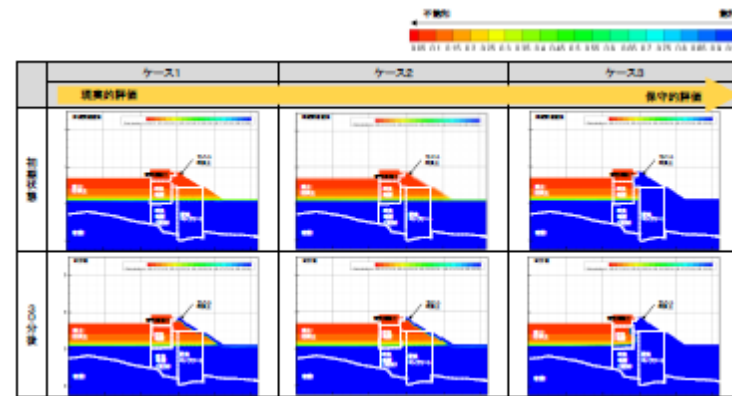
・設備の相違
 【女川2】
 設備の相違による記載の相違

第2-34表 各ケースにおける透水係数 (単位: m/s)

ケース	盛土・旧表土	岩盤		背面補強工	置換コンクリート	改良地盤	セメント改良土
		I層	II層				
ケース1					1.0×10^{-11}	2.0×10^{-7}	2.0×10^{-7}
ケース2	3.0×10^{-8}	2.0×10^{-7}	1.0×10^{-7}	1.0×10^{-10}	3.0×10^{-8}	3.0×10^{-8}	3.0×10^{-8}
ケース3					非常に大きな値 (数値的無限大)	3.0×10^{-8}	非常に大きな値 (数値的無限大)

検討ケースは、対策工を忠実にモデル化した場合(ケース1)、保守的に改良地盤、置換コンクリート及びセメント改良土の透水係数を全て盛土・旧表土相当と仮定した場合(ケース2)、より保守的な検討として、背面補強工及び改良地盤とセメント改良土及び置換コンクリート間の水みち形成を想定し、セメント改良土及び置換コンクリートの透水係数を非常に大きくし、背面補強工と改良地盤のすぐ海側に一律 0.P.+29.0mの海水が滞水すると仮定した場合(ケース3)とした。

各検討ケースにおける二次元浸透流解析結果(初期状態及び津波30分継続後)を第2-80図に示す。津波来襲より30分後の浸透(飽和)範囲は限定的であり、防潮堤敷地側については、初期状態からの水位上昇は見られない。以上のことから、施設及び地盤を含む範囲の二次元浸透流解析により、地盤中からの回り込みによる浸水が防止される(難透水性の保持)ことを確認した。



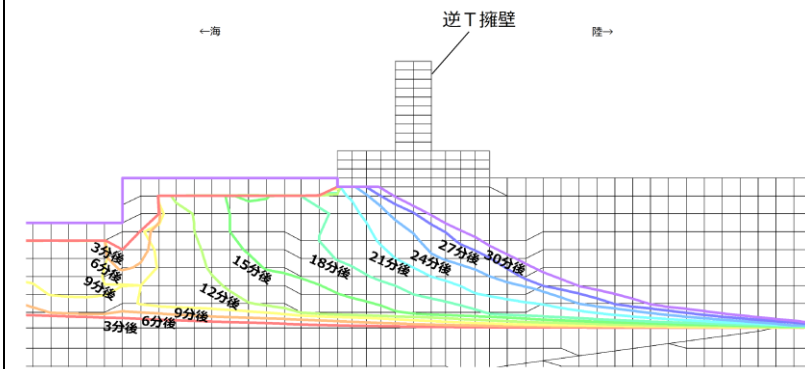
第2-80図 二次元浸透流解析結果(飽和度)

第2-56表 透水係数 (単位: m/s)

地盤材料	透水係数(m/s)	摘要
岩盤	1×10^{-5}	CL級岩盤と仮定
コンクリート	1×10^{-11}	
埋戻土	2×10^{-3}	
改良地盤	2×10^{-3}	埋戻土と仮定

二次元浸透流解析結果を第2-50図に示す。津波来襲より30分経過後においても、防波壁より敷地側に浸水は認められないことから、施設及び地盤を含む範囲について、保守的な条件により二次元浸透流解析を実施した場合においても、地盤中からの回り込みにより敷地が浸水するおそれはない。

以上のことから、施設及び地盤を含む範囲の二次元浸透流解析により、地盤中からの回り込みによる浸水が防止される(難透水性の保持)ことを確認した。



第2-50図 二次元浸透流解析結果

・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(1 3) まとめ</p> <p>設置許可段階において、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の基準地震動 S_s 及び基準津波、T.P. +24m津波等に対する構造成立性について確認した。</p> <p>鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の杭体については、地震応答解析 (有効応力解析) の結果、基準地震動 S_s に対して、杭の曲げ、せん断及び支持力が許容限界値以下であり、十分な構造強度を有していることを確認した。また、二次元フレーム解析の結果、基準津波及びT.P. +24m津波に対しても、杭の曲げ、せん断及び支持力が許容限界値以下であり、同様に十分な構造強度を有していることを確認した。</p> <p>上部工である鉄筋コンクリートについては、二次元梁バネモデルによる解析結果が、静的三次元FEM解析結果よりも保守的な評価となることを確認した (発生断面力が大きく評価される)。その結果においても、上部工のコンクリート及び鉄筋に生じる断面力が許容限界値以下であり、十分な構造強度を有していることを確認した。</p> <p>地盤高さの嵩上げ部や表層改良体については、地震時、津波時におけるすべりに対して十分な安全率を有していることを確認した。</p> <p>止水ジョイント部については、地震時の変位量により止水ゴム又は止水シートの使い分けを行うこととし、性能試験結果においても、これら材料が津波荷重に対して十分な耐性があることを確認した。</p> <p>以上より、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁に必要な構造強度や止水性能について、見通しが得られたものとする</p>	<p>(8) まとめ</p> <p><u>防潮堤の設計方針に基づき、防潮堤の沈下対策を考慮した構造における構造成立性について検討し、地震時、津波時及び重畳時 (津波+余震時) における評価を行った。現状構造での評価に対する裕度向上対策として、頂部はりを取り外すことや実際の入力津波水位を想定した評価を実施し、厳しい損傷モードを想定しても構造成立性が確保されることを確認した。その上で、詳細設計における荷重増分要因に対しても裕度が確保されることを確認した。</u></p> <p><u>止水性の検討については、施設及び地盤を含む範囲の二次元浸透流解析を行い、地盤中からの回り込みによる浸水が防止されること (難透水性の保持) を確認した。</u></p> <p><u>以上の検討から、防潮堤は要求機能を喪失せず、基本構造が設置許可基準規則の各条文 (第4条、第5条) に適合する見通し (構造成立性) を確認した。</u></p> <p><u>なお、荷重等の評価条件は現時点のものであり、今後変更となった場合は詳細設計に反映することとする</u>こととし、<u>詳細設計時に万一裕度が確保できなくなった場合には、追加の裕度向上対策の実施により対応する。</u></p>	<p>(7) まとめ</p> <p><u>島根原子力発電所防波壁の設計方針に基づき、防波壁の構造成立性について確認した。設置許可段階において、基本設計の成立性を確認するため、防波壁の基本構造が設置許可基準規則の各条文 (第3条^{*1}、第4条、第5条) に適合する見通しであること (構造成立性) を示すため、地震時、津波時において損傷モードを想定しても構造成立性が確保されることを確認した。</u></p> <p><u>また、施設及び地盤を含む範囲の2次元浸透流解析を行い、地盤中から回り込みによる浸水が防止されること (難透水性の保持) を確認した。</u></p> <p><u>以上の検討から、防波壁は要求性能を喪失せず、基本構造が設置許可基準規則の各条文 (第4条、第5条) に適合する見通し (構造成立性) を確認した。なお、荷重等の評価条件は現時点のものであり、今後変更となった場合は設計に反映することとする^{*2}。</u></p> <p><u>※1：本資料は、主に第4条、第5条への適合性についてまとめている。第3条の適合性については、今後の基礎地盤の安定性評価の審査において別途説明予定である。</u></p> <p><u>※2：詳細設計段階で万一裕度が確保できなくなった場合には、追加の裕度向上対策の実施により対応する。</u></p>	<p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載の相違</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>(14) 部材の安全余裕について</u></p> <p><u>構造成立性の検討にあたっては、構造体に対してより厳しい評価となる解析断面を選定し、その地盤モデルについても地層構成の不確かさや地盤物性値のバラツキなどを安全側に考慮（極端な地層厚の組合せや強制的な液状化を仮定するなど）した評価を行った。</u></p> <p><u>検討結果によれば、全ての検討ケースにおいて、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の下部工及び上部工とも、各照査項目は許容値内に収まっていることを確認した。また、今後の詳細設計段階では、検討条件の変化が生じた場合においても、材料仕様の変更等により安全余裕を確保できる。</u></p> <p><u>以上のことから、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の耐震及び耐津波設計の検討としては、安全側に包含する条件での評価により、十分な構造強度と止水性能を有する構造成立性を確認できたのと共に、今後の詳細設計で検討条件の変化が生じた場合においても、材料仕様の変更等により柔軟な設計対応が可能である見通しを得た。</u></p> <p><u>第3-63表に示す下部工については、鋼管杭の板厚は $t = 100\text{mm}$程度まで厚くする対応が可能であるが、杭の納入期間や施工効率を考慮した選定が必要となる。</u></p>			

第3-63表 鋼管杭最小安全率

照査項目	安全率最小のケース	応答値	許容値 (SM570)	安全率	判定
曲げ・軸力	地点④・調整傾斜部・豊浦標準砂を仮定したモデル ②横断 Km 層最浅部 (TP-31.36m)	353.80 (N/mm ²)	382.5 (N/mm ²)	1.08 (水平2方向考慮1.03) ただし、調整傾斜部において杭の調整への慣れは1.0とする方針であり、その場合の安全率は1.37 (水平二方向考慮1.32)	OK
せん断	地点④・調整傾斜部・豊浦標準砂を仮定したモデル ②縦断 1D ケース (最浅部：杭先端 TP-22.24m)	48.33 (N/mm ²)	217.5 (N/mm ²)	4.50	OK
支持力	地点②・粘土層が最も薄く豊浦標準砂を仮定したモデル	819 (kN)	6,288 (kN)	7.67	OK (>1.2)
座屈耐力	地点④・調整傾斜部・豊浦標準砂を仮定したモデル ②縦断 1D ケース (最深部：杭先端 TP-31.36m)	14,160 (kN)	119,036 (kN)	8.40	OK

第3-64表に示す上部工については、鉄筋とコンクリートに関しては次のようになる。

鉄筋は、上部工のコンクリート部材厚さを調節し、より強度の大きいD51程度まで鉄筋径を増すことが可能であるが、隅角部の鉄筋加工方法等の検討が必要となる。

コンクリートの設計基準強度は80N/mm²程度まで対応可能であるが、ひび割れの発生を防止するためのコンクリート打設時リフト分け等の検討が必要となる。

第3-64表 上部工最小安全率

照査項目	安全率最小のケース	応答値	許容値	安全率	判定
圧縮 (コンクリート)	二次元梁バネモデル 津波+余震	14.62 (N/mm ²)	21 (N/mm ²)	1.43	OK
引張 (鉄筋)	二次元梁バネモデル 津波+余震	277.91 (N/mm ²)	435 (N/mm ²)	1.56	OK
せん断	静的三次元 FEMモデル 津波+余震	237.28 (N/mm ²) ^{※1}	435 (N/mm ²) ^{※2}	1.83	OK

※1：せん断補強鉄筋に作用する応力度

※2：せん断補強鉄筋の許容せん断応力度

3. 施工実績 (一般産業施設における類似構造の設計・施工例)
 女川の防潮堤の構造並びに設計の考え方の特徴は、『単杭から構成される構造』、『長い杭と短い杭を組み合わせた構造』である。
 それぞれの特徴が類似する一般産業施設の設計・施工例を第3-1表に示す。また、各事例(事例①～事例⑤)の概要を以降に示す。

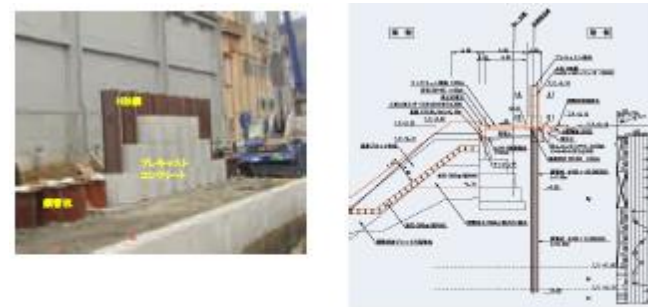
第3-1表 女川の防潮堤の特徴と類似する一般産業施設の設計・施工例

事例	設計・施工例		
	施設・工事名称	施設の概要	特徴
事例① 釜石港海岸大平地区災害復旧工事	釜石港海岸大平地区災害復旧工事	釜石港海岸大平地区災害復旧工事 - 延長524.9mの防潮堤としてφ800mm長さ8.5～17mの鋼管杭262本を施工し土留壁構造とし、防・砂防効果に施工 - 杭頭(杭脚)はコンクリートブロック構造、管頂(管脚)は防・砂防効果、杭下部は従来の防砂壁 - 管頂上側に設置してプレキャストコンクリート遮水壁を構築し、防砂効果を向上	事例①
	釜石港海岸大平地区災害復旧工事	釜石港海岸大平地区災害復旧工事 - 延長540mの防潮堤としてφ1100mmの鋼管杭210本(長さ22m)を基本構造とし、管頂部に施工 - 管頂を埋立し、コンクリート中継りシートで設置	事例②
	釜石港海岸大平地区災害復旧工事	釜石港海岸大平地区災害復旧工事 - 日本国土学会がポイント構造を推薦しており、管頂部の構造が一体化した防砂構造を地盤に埋立し、防砂効果を向上 - 管頂部はコンクリート埋立	事例③
事例② 釜石港海岸大平地区災害復旧工事	釜石港海岸大平地区災害復旧工事	釜石港海岸大平地区災害復旧工事 - 管頂下部が40～50cm程度の埋立構造として、管頂に1本の鋼管杭を埋立し管頂部で防砂(管頂部前)構造を構築し必要箇所は管頂部の途中で止めるプレキャストコンクリート遮水壁を組み合わせている	事例④
	釜石港海岸大平地区災害復旧工事	釜石港海岸大平地区災害復旧工事 - 埋立の管頂部の埋立構造をすべて行い込み - 管頂部はコンクリート埋立構造として、管頂部はコンクリート埋立構造	事例⑤

設計・施工例の概要に関する記載内容については、公開情報をもとに弊社の責任において独自に整理したものです。


(1) 事例① 釜石港海岸大平地区災害復旧工事

釜石港海岸大平地区災害復旧工事における施工事例を第3-1図に示す。延長524.9mの防潮堤の施工において、φ800mmの鋼管杭262本(長さ8.5～17m)をGL+1.0mまで施工して下部工とし、杭頭にGL+4.0mまでH形鋼を立てて、プレキャストコンクリートブロック製の遮水壁を4段で積み上げている。



出典：建設技術協会 土木フロント NO.83 (H27.3) 岩手県/釜石港
http://www.jbapp.com/aiyou/edhorow/pdf/ut_no83.pdf
 設計・施工例の概要に関する記載内容については、公開情報をもとに弊社の責任において独自に整理したものです。

第3-1図 釜石港海岸大平地区災害復旧工事における施工事例

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p data-bbox="943 300 1537 331">(2) 事例② 石巻港東浜海岸防潮堤災害復旧工事</p> <p data-bbox="943 342 1715 552">石巻港東浜海岸防潮堤災害復旧工事における施工事例を第 3-2 図に示す。延長 1,544m の防潮堤の施工において、φ1,100mm の鋼管杭 1,010 本 (長さ 22.6m) を GL+4.7m まで施工して背面を盛土とする自立式鋼管矢板による連続壁を施工し、液状化の際の側方流動の抑制を図っている。</p> <div data-bbox="994 636 1656 982">  <p data-bbox="994 930 1368 961">出典: 鋼管杭・鋼矢板技術協会 学会ファイル NO.83 (H27.3) 宮城県/石巻港 http://www.jsspp.com/shinyoku/20160901/083_4_no83.pdf</p> <p data-bbox="1225 972 1656 993">図1: 施工時の防潮堤の断面図については、図解情報をもとに現地での実状において適宜に補強したものです。</p> </div> <p data-bbox="943 1014 1715 1045">第 3-2 図 石巻港東浜海岸防潮堤災害復旧工事における施工事例</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(3) 事例③ インプラント堤防</p> <p>国際圧入学会がインプラント構造を推進しており、躯体部と基礎部が一体となった許容構造部材を地盤に挿し込み、「許容構造部材の大きさ」と「地盤への貫入深さ」で水平荷重や鉛直荷重を受け止める構造で、許容構造部材の一本一本が地球に支えられ集合体として高い耐力を発揮するとしている。インプラント堤防の概要を第3-3 図に示す。</p> <p>インプラント堤防は、地震動による地盤変位や津波などの外力に対して、崩壊せずその場に耐え留まる“粘り強い” 防災インフラとして機能するとしている。</p> <p>株式会社技研製作所が開発したインプラント工法を用いた堤防は、鋼管杭連続壁による堤防であり施工実績が多い。インプラント堤防の施工事例を第3-4 図に示す。</p> <div data-bbox="988 898 1656 1228" data-label="Image"> </div> <p>第3-3 図 インプラント堤防の概要</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	 <p>第3-4 図 インプラント堤防の施工事例</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(5) 事例⑤ 大分臨海工業地帯 沿岸の液状化対策事例</p> <p>大分臨海工業地帯におけるくし形鋼矢板の施工事例を第3-6図に示す。護岸の延長が長く、さらに近接箇所に道路やパイプラインがある堤防の液状化対策として、堤防の陸地側の地盤に鋼矢板を並べて打ち込み、数本おきに非液状化層まで到達する長い鋼矢板を組み込んだ「くし」型の対策工を採用している。これにより、液状化による側方流動で鋼矢板が土圧を受けても、長い鋼矢板によって沈下を防ぐため、鋼矢板の壁が高さを保ち津波の侵入を防ぐ設計としている。</p>  <p>第3-6図 大分臨海工業地帯におけるくし形鋼矢板の施工事例</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;"><u>(参考資料1)</u></p> <p style="text-align: center;"><u>敷地内の地下水位の上昇を仮定した場合における 防潮堤への影響評価について</u></p> <p>1. <u>目的</u></p> <p><u>防潮堤は岩着杭形式の構造であり、杭間距離が小さいこと及び防潮堤周りの表層地盤に地盤改良を行うことから、防潮堤内の地下水位が上昇する可能性がある。</u></p> <p><u>したがって、防潮堤内の地下水位上昇が地盤や防潮堤の杭や表層改良体に及ぼす影響の有無について評価した。</u></p>			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																												
<p>2. 敷地内の地下水位観測データ</p> <p>過去の地下水位観測データを第1表, 観測最高地下水位コンタ一図を第1図に示す。</p> <p>第1表 過去の地下水位観測データ (その1)</p> <table border="1" data-bbox="201 493 869 1123"> <thead> <tr> <th>観測孔名</th> <th>計測期間</th> <th>最高水位 (T.P. +m)</th> <th>最高水位 計測時期</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>a</td><td>1995~1999</td><td>3.49</td><td>1998年10月8日</td></tr> <tr><td>b</td><td>1995~1999</td><td>2.52</td><td>1998年9月25日</td></tr> <tr><td>c</td><td>1995~1999</td><td>2.53</td><td>1998年9月22日</td></tr> <tr><td>d</td><td>1995~1999</td><td>2.28</td><td>1998年9月22日</td></tr> <tr><td>a-1</td><td>1995~1999, 2004~2009</td><td>15.42</td><td>2006年8月7日</td></tr> <tr><td>a-2</td><td>2004~2009</td><td>13.60</td><td>2006年7月28日</td></tr> <tr><td>b-2</td><td>2004~2009</td><td>9.06</td><td>2006年7月30日</td></tr> <tr><td>c-0</td><td>1995~1999, 2004~2009</td><td>2.05</td><td>1998年9月19日</td></tr> <tr><td>c-2</td><td>1995~1999, 2004~2017</td><td>2.58</td><td>2012年7月7日</td></tr> <tr><td>c-3</td><td>2004~2017</td><td>2.49</td><td>2012年7月7日</td></tr> <tr><td>c-4</td><td>2004~2017</td><td>2.00</td><td>2012年6月25日</td></tr> <tr><td>d-1</td><td>1995~1999, 2004~2009</td><td>1.50</td><td>1998年9月18日</td></tr> <tr><td>d-3</td><td>2004~2017</td><td>1.44</td><td>2013年10月27日</td></tr> <tr><td>d-6</td><td>2004~2017</td><td>1.58</td><td>2013年10月28日</td></tr> <tr><td>e-2</td><td>2004~2017</td><td>1.38</td><td>2006年10月8日</td></tr> <tr><td>e-3</td><td>2004~2017</td><td>1.50</td><td>2013年10月16日</td></tr> <tr><td>e-5</td><td>2004~2017</td><td>1.30</td><td>2013年10月21日</td></tr> <tr><td>e-6</td><td>2004~2017</td><td>1.26</td><td>2013年10月21日</td></tr> </tbody> </table>	観測孔名	計測期間	最高水位 (T.P. +m)	最高水位 計測時期	a	1995~1999	3.49	1998年10月8日	b	1995~1999	2.52	1998年9月25日	c	1995~1999	2.53	1998年9月22日	d	1995~1999	2.28	1998年9月22日	a-1	1995~1999, 2004~2009	15.42	2006年8月7日	a-2	2004~2009	13.60	2006年7月28日	b-2	2004~2009	9.06	2006年7月30日	c-0	1995~1999, 2004~2009	2.05	1998年9月19日	c-2	1995~1999, 2004~2017	2.58	2012年7月7日	c-3	2004~2017	2.49	2012年7月7日	c-4	2004~2017	2.00	2012年6月25日	d-1	1995~1999, 2004~2009	1.50	1998年9月18日	d-3	2004~2017	1.44	2013年10月27日	d-6	2004~2017	1.58	2013年10月28日	e-2	2004~2017	1.38	2006年10月8日	e-3	2004~2017	1.50	2013年10月16日	e-5	2004~2017	1.30	2013年10月21日	e-6	2004~2017	1.26	2013年10月21日			
観測孔名	計測期間	最高水位 (T.P. +m)	最高水位 計測時期																																																																												
a	1995~1999	3.49	1998年10月8日																																																																												
b	1995~1999	2.52	1998年9月25日																																																																												
c	1995~1999	2.53	1998年9月22日																																																																												
d	1995~1999	2.28	1998年9月22日																																																																												
a-1	1995~1999, 2004~2009	15.42	2006年8月7日																																																																												
a-2	2004~2009	13.60	2006年7月28日																																																																												
b-2	2004~2009	9.06	2006年7月30日																																																																												
c-0	1995~1999, 2004~2009	2.05	1998年9月19日																																																																												
c-2	1995~1999, 2004~2017	2.58	2012年7月7日																																																																												
c-3	2004~2017	2.49	2012年7月7日																																																																												
c-4	2004~2017	2.00	2012年6月25日																																																																												
d-1	1995~1999, 2004~2009	1.50	1998年9月18日																																																																												
d-3	2004~2017	1.44	2013年10月27日																																																																												
d-6	2004~2017	1.58	2013年10月28日																																																																												
e-2	2004~2017	1.38	2006年10月8日																																																																												
e-3	2004~2017	1.50	2013年10月16日																																																																												
e-5	2004~2017	1.30	2013年10月21日																																																																												
e-6	2004~2017	1.26	2013年10月21日																																																																												

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

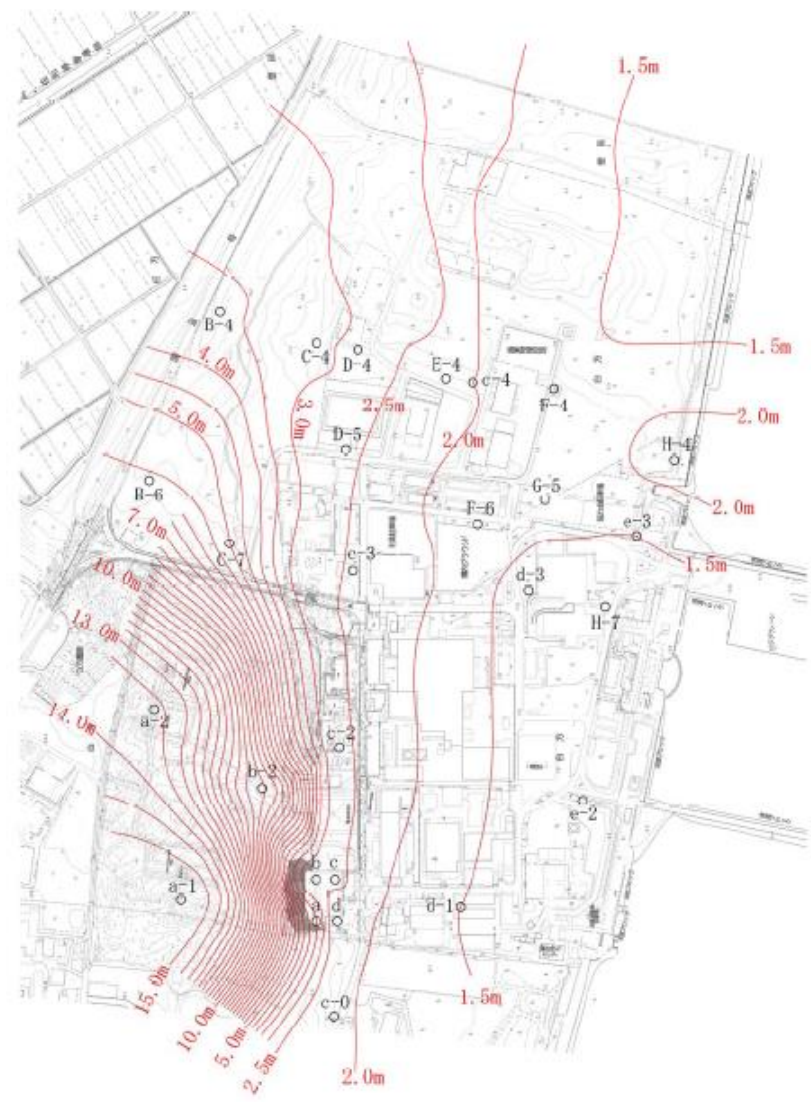
島根原子力発電所 2号炉

備考

第1表 過去の地下水位観測データ (その2)


観測孔名	計測期間	最高水位 (T.P. +m)	最高水位 計測時期
B-1	2005~2017	2.90	2006年7月30日
B-2	2005~2017	3.09	2006年7月30日
B-4	2005~2017	3.56	2006年7月31日
B-6	2005~2017	5.51	2006年8月17日
C-4	2005~2017	3.17	2012年6月27日
C-7	2005~2017	4.99	2006年8月18日
D-0	2006~2017	2.37	2012年6月22日
D-3	2005~2017	2.88	2006年10月7日
D-4	2006~2017	2.76	2012年6月25日
D-5	2006~2017	2.54	2012年7月16日
E-4	2006~2017	2.26	2012年6月25日
F-2	2005~2015	1.74	2013年10月30日
F-4	2005~2017	1.55	2013年10月27日
F-6	2005~2017	1.77	2012年6月24日
G-5	2005~2017	1.53	2013年10月27日
H-4	2006~2017	2.13	2013年10月16日
H-7	2005~2017	1.33	2013年10月27日

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
-------------------------	------------------------------	--------------	----



第1図 観測最高地下水位コンター図

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>3. 防潮堤を考慮した地下水位の設定</p> <p>防潮堤の設置により地下水位が上昇する可能性を考慮し、地下水位の設定について以下の検討を行った。</p> <p>(1) 敷地近傍陸域の地形</p> <p>第2図に敷地近傍陸域の地形図を示す。</p> <p>敷地近傍陸域の地形は、台地、低地及び海岸砂丘からなる。敷地の南西方の高台エリアは台地東方部に位置し、海岸砂丘との境界に当たる。高台エリアの北方には海岸砂丘と低地の境界が分布しており、その西方には台地と低地 (T.P. +5 m以下) の境界が分布している。このような地形的状況から、高台エリアへの流入地下水は、高台エリアから西方に続く台地より流入しているものと考えられる。なお、高台エリアの西端の標高とその西方の台地の標高に大きな差はない。</p>  <p>第2図 敷地近傍陸域の地形図</p>			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(2) 防潮堤に囲われた範囲の地下水位の検討</p> <p>防潮堤の設置に伴い地下水位の上昇の可能性を踏まえ、施設設計の保守性を考慮し、防潮堤に囲われた第3図に示す範囲については、地下水位を地表面に設定することを基本とする。</p>  <p>第3図 地下水位設定</p>			

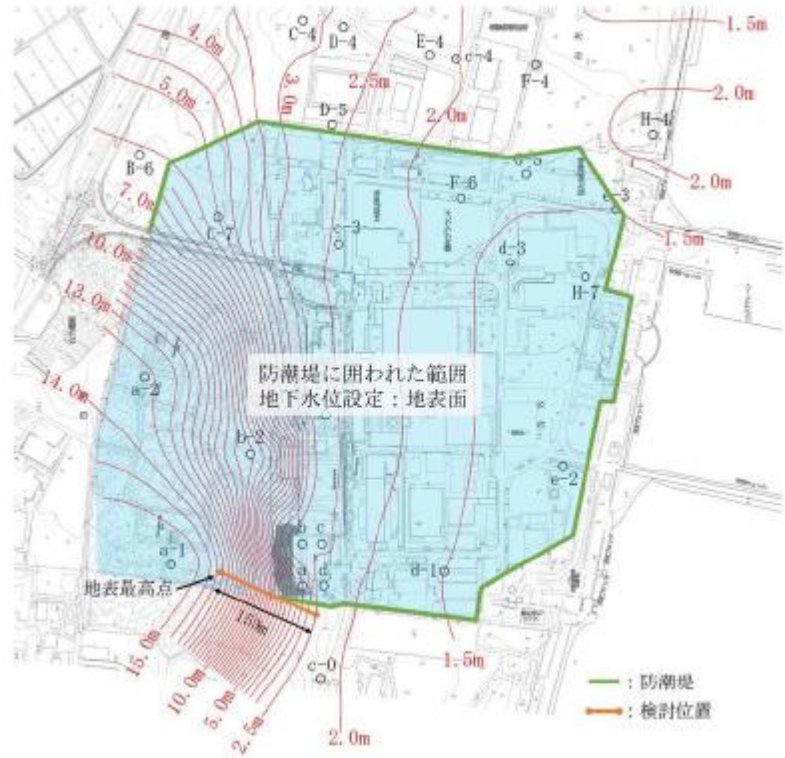
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(3) 地下水位の上昇によるその他の影響</p> <p><u>防潮堤で囲われた範囲について地下水位の上昇を考慮した際の、周辺の領域の地下水の流速の変化及びそれに伴う影響（地盤中の砂の流出）の有無について検討する。地盤への影響の検討は、設定した地下水位から想定される地下水の流速と、現地の土質材料から想定される多粒子限界流速を比較することにより行う。</u></p> <p><u>検討は、地下水位の高低差が大きくなる敷地南側の境界部を対象とした。敷地南側の防潮堤で境される敷地南側の高台については、T.P. +18mまでは防潮堤が設置されるため、防潮堤を境に北側、南側で水位差が発生することになるが、防潮堤の南西終端部より以西は地下水位を区分けする構造物がないことから、北側（敷地側）の地下水位上昇により相対的に地下水位が低くなる南側に地下水が流れることが想定される。この流れについて、設計で考慮する条件（地下水位を地表面とする）における防潮堤の外側の地下水の流れについて検討を行う。</u></p> <p><u>第4図に検討位置を、第5図に検討イメージ図を、第2表に各地層の透水係数を示す。</u></p>			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

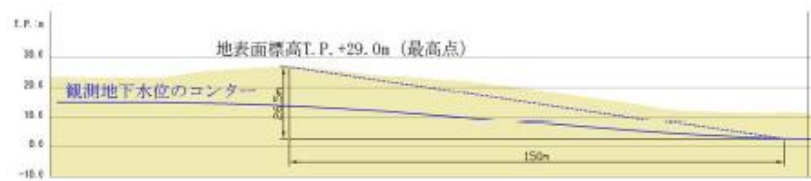
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



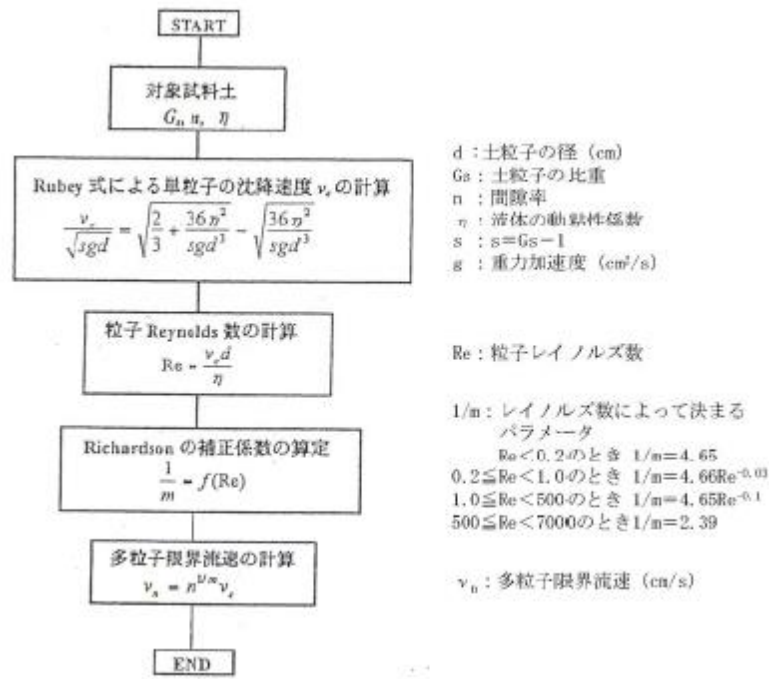
第4図 検討位置図



第5図 検討イメージ図

防潮堤に囲われた範囲の地下水位は地表面に設定していることから、地下水位の最高点として地表の最も高い位置h1 (T. P. +29m) を、また、下流側は既往の観測記録のコンターに地下水位が摺りつくると仮定し、保守的に地下水位がなだらかなる手前の点h2 (地下水位T. P. +2.5m) を選定し、両者の水位差と水平距離及び透水係数から、地盤中に流れる地下水の流速をダルシー則で求めた。なお、透水係数は当該箇所分布する地層で最も大きい透水係数であるd u層の透水係数を採用した。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考															
<p> $\Delta h = h_1 - h_2 = T.P. + 29m - T.P. + 2.5m = 26.5m$ $\Delta L = 150m$ $k = 3.23 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ $v = k \times i = 3.23 \times 10^{-2} [\text{cm/s}] \times 26.5m / 150m$ $= 5.71 \times 10^{-3} [\text{cm/s}]$ </p> <p>第2表 各地層の透水係数</p> <table border="1" data-bbox="210 625 851 894"> <thead> <tr> <th>地層</th> <th>透水係数</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>d u 層</td> <td>$3.23 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$</td> <td>採用</td> </tr> <tr> <td>D 2 g - 3 層</td> <td>$1.87 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D 2 s - 3 層 (細砂)</td> <td>$6.31 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D 2 s - 3 層 (粗砂)</td> <td>$3.16 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p> <u>一方, 多粒子限界流速^{*1}により, d u 層の平均粒径D50及び20%粒径D20に対する限界流速を求めた。多粒子限界流速の算定フローを第6図に, 計算に用いたパラメータを第3表に示す。</u> </p>	地層	透水係数	備考	d u 層	$3.23 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$	採用	D 2 g - 3 層	$1.87 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$		D 2 s - 3 層 (細砂)	$6.31 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$		D 2 s - 3 層 (粗砂)	$3.16 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$				
地層	透水係数	備考																
d u 層	$3.23 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$	採用																
D 2 g - 3 層	$1.87 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$																	
D 2 s - 3 層 (細砂)	$6.31 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$																	
D 2 s - 3 層 (粗砂)	$3.16 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$																	



第6図 多粒子限界流速の算定フロー

第3表 多粒子限界流速の算出に用いた計算パラメータ (d u層)

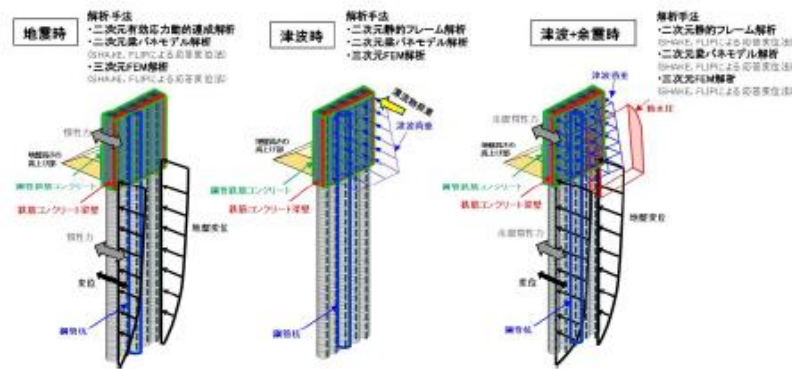
項目		設定値
G s	土粒子の比重	2.71
n	間隙率	42.86%
η	流体の動粘性係数 (地下水温 15~20℃を想定し設定)	0.011cm ² /s
s	G s - 1	1.71
d	土粒子径 (平均粒径 D50 検討時)	0.0384 cm
	土粒子径 (20% 粒径 D20 検討時)	0.01 cm

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>d u 層の平均粒径D50に対する多粒子限界流速は2.99×10^{-1} cm/s, 20%粒径に対する多粒子限界流速は1.63×10^{-2} cm/s であり, 前述の地盤中に流れる地下水の流速5.71×10^{-3} cm/s は多粒子限界流速を下回っていることから, 粒子の移動は発生せず, これらの地下水の流れが地盤に影響を及ぼすものではないことを確認した。</u></p> <p><u>地下水の流れが地盤に影響を及ぼさないことから, 防潮堤の杭や表層改良体についても, 地下水の流れによる影響はない。</u></p> <p>4. 結論</p> <p><u>敷地内の地下水位の上昇を仮定した場合における防潮堤等への影響の有無を確認するため, 多粒子限界流速式を用いて, 地下水位の仮定した上昇量に伴う流速の変化を算定した。その結果, 土粒子の移動が発生しない程度の遅い流速となり, これに伴う地下水の流れは防潮堤の杭や表層改良体に影響を及ぼすものではないことを確認した。</u></p> <p>※1: <u>浸透破壊における粒子群を考慮した限界流速 (1997, 杉井, 宇野, 山田ら, 地下水技術Vol. 39, No. 8, pp28~35)</u></p>			

(参考資料2)

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の各設計対象の照査に用いる
解析手法について

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の主要部位である鋼管杭、鉄筋
コンクリート梁壁及び鋼管鉄筋コンクリートの照査に用いる解析
手法について、作用荷重毎に取りまとめた。



評価手法

設計対象	地震時	津波時	津波+余震時
鋼管杭	二次元有効応力動的連成解析	津波荷重と津波物荷重を用いた二次元静的フレーム解析	津波荷重、及び一次元地震動を解析、二次元有効応力動的連成解析による地震時の加速度、動水圧、変位を勘、二次元静的フレーム解析
鉄筋コンクリート梁壁	一次元地震動を解析、二次元有効応力動的連成解析の地震時の加速度、変位を用いた二次元梁パネルモデル解析	津波荷重と津波物荷重を用いた二次元梁パネルモデル解析	津波荷重、及び一次元地震動を解析、二次元有効応力動的連成解析による地震時の加速度、動水圧、変位を勘、二次元梁パネルモデル解析
鋼管鉄筋コンクリート	一次元地震動を解析、二次元有効応力動的連成解析の地震時の加速度、変位を用いた三次元FEM解析	津波荷重と津波物荷重を用いた三次元FEM解析	津波荷重、及び一次元地震動を解析、二次元有効応力動的連成解析による地震時の加速度、動水圧、変位を勘、三次元FEM解析

最も厳しい照査値により評価

(参考資料1)

防潮堤の沈下防止・安定性確保の考え方について

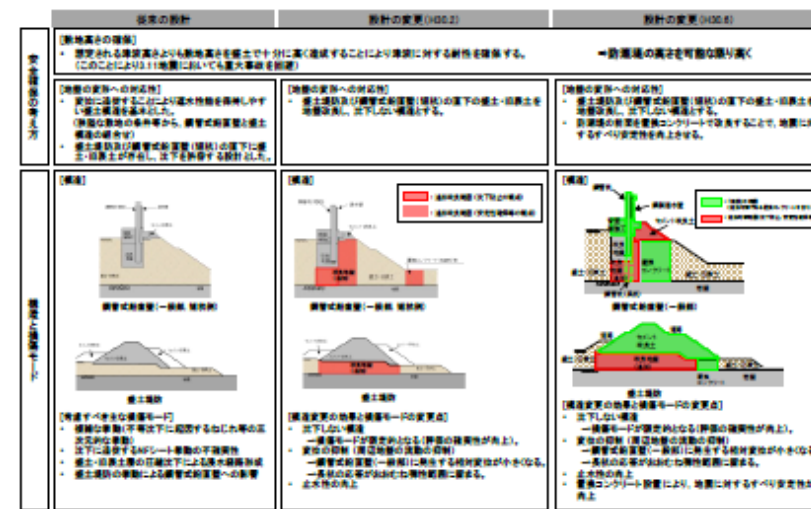
1. 沈下防止・安定性確保(地盤改良)の目的と期待される効果

女川の防潮堤は、敷地の高さや津波高さ等のサイト特性並びに取水路を跨ぐ等の制約条件、また盛土・旧表土の耐震性等を総合的に勘案し、地震等に伴う沈下を考慮した構造とすることで設計上の配慮を行い、建設を進めてきた。

その後、津波の影響が比較的大きいサイト特性も踏まえ、防潮堤の構造成立性を従来の構造形式よりも高め、地震・津波に対する耐性をより強固なものとするために、防潮堤の設計変更(沈下対策、安定性向上対策)を行うこととした。

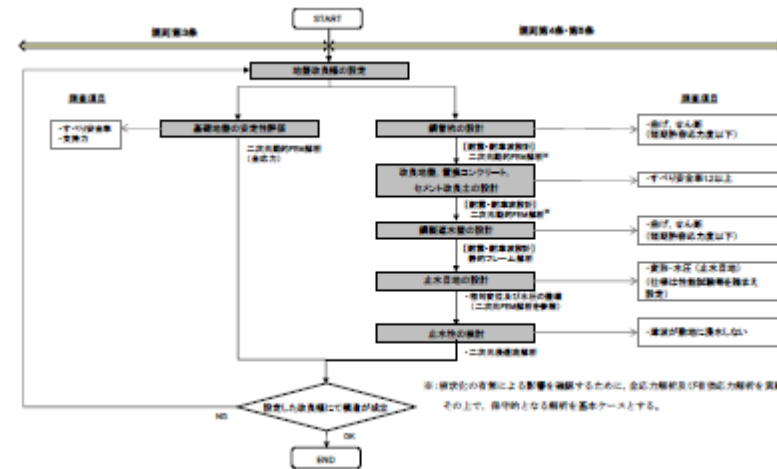
対策実施により、沈下に伴う損傷モードが無くなるとともに、地震に対する安定性が向上し、安全に対する信頼性や説明性が高まる。

鋼管式鉛直壁(一般部)及び盛土堤防の設計変更に伴う安全確保の考え方と構造と損傷モードの検討過程を第1図に示す。

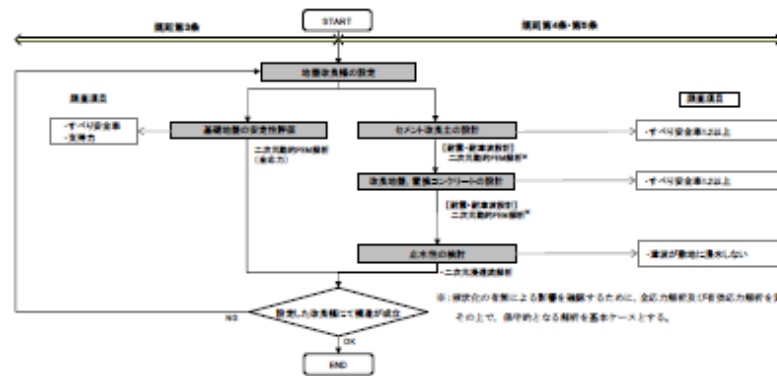


第1図 安全確保の考え方と構造と損傷モードの検討過程

2. 沈下防止・安定性確保(地盤改良)の範囲設定の考え方
 鋼管式鉛直壁(一般部)及び盛土堤防の沈下防止・安定性確保(地盤改良)の範囲は、規則第3条～第5条を満足するよう、第2図及び第3図に示すフローで設定する。



第2図 防潮堤の地盤改良範囲の設定フロー(鋼管式鉛直壁(一般部))



第3図 防潮堤の地盤改良範囲の設定フロー(盛土堤防)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>追加対策範囲を第4図に示す。</p> <p>防潮堤直下(鋼管式鉛直壁(一般部):既設改良地盤直下,盛土堤防:セメント改良土直下)の盛土・旧表土について,沈下防止の観点から岩盤上面まで地盤改良する。</p> <p>また,防潮堤前面(海側)の一部は,基礎地盤のすべり安定性確保の観点からC_M級以上の岩盤上面まで置換コンクリート(設計基準強度 f' ck=30N/mm²)を施工する。</p>  <p>第4図 追加対策範囲</p>		

既設の改良地盤の下部他を対象として新たに地盤改良を行うことによる設計上の課題とその対応方針を第1表のとおり整理した。地盤改良に伴う設計条件の変更は、適切に設計に反映する。

第1表 追加の地盤改良に関する設計上の課題

地盤改良による設計上の課題		対応方針	適用時期
分類	概要		
地下水位設定	<ul style="list-style-type: none"> 防衛堤下部の地下水の状況が変わることにより、防衛堤の設計に用いる地下水位に変更が生じる。 	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管式鉛直壁(一般部)は期望平均高水位 (O.P.+1.43m) として設定する。 鋼管式鉛直壁(別盤部)は地表面に設定する。 盛土堤防の背側は期望平均高水位 (O.P.+1.43m) として設定し、山側は地表面に設定する。 	設置許可段階
		<ul style="list-style-type: none"> 三次元浸透解析の結果を踏まえ保守性を確認の上、設定する。 地下水位低下の影響等により、山側の地下水位が岩盤表面まで低下して、防衛堤前後での水位差が大きくなった場合の影響を検討する。 	工務段階
地震時応答	<ul style="list-style-type: none"> 施設直下の地層構造が盛土・旧黄土から改良地盤に変更されたことにより、防衛堤や周辺構造物の地震時応答が変化する。 	<ul style="list-style-type: none"> 防衛堤の設計においては、周辺地盤を改良することに伴う物性の変化を解析モデルに適切に反映する。 	設置許可段階
		<ul style="list-style-type: none"> 防衛堤が解析モデル範囲に含まれる等、防衛堤周辺を地盤改良することによる影響が考えられる施設について、その影響を確認する。 	工務段階
ひび割れによる浸水経路化	<ul style="list-style-type: none"> 地震により、改良地盤内に貫通ひび割れが形成され、浸水経路化する。 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤改良範囲の設定に当たり、改良地盤内が浸水経路化するような破壊が生じないことを確認する。 	設置許可段階
周辺施設との干渉	<ul style="list-style-type: none"> 地盤改良の施工にあたり、周辺施設と干渉する可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤改良範囲の設定にあたり、改良範囲と周辺施設との距離等から、その影響を考慮する。 	設置許可段階

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: center;">(参考資料2)</p> <p style="text-align: center;"><u>改良地盤の追加施工の成立性について</u></p> <p>1. <u>改良地盤の追加施工に関する検討フロー</u></p> <p>構造物の耐震裕度向上を目的とする地盤改良は、女川サイトにおいても実績があるが、今回追加で施工する防潮堤直下の改良地盤は、背面補強工や既設改良地盤直下の施工であることや、支持地盤としての性能が求められる等の観点において、これまでの施工と異なる。</p> <p>このことを踏まえ、第1図のフローにより防潮堤直下の改良地盤追加施工における特異性の有無及び品質確保の方針を示す。</p> <p>なお、安定性確保の観点から設定する置換コンクリートの施工計画の概要については参考資料3に記載する。</p> <div data-bbox="982 940 1665 1297" data-label="Diagram"> </div> <p style="text-align: center;">第1図 改良地盤の追加施工に関する検討フロー</p>		

2. 改良地盤の要求機能の整理

改良地盤の役割及び要求される品質を第1表に示す。

第1表 改良地盤の役割及び要求される品質

役割		要求される品質
改良地盤 (鋼管式鉛直型)	基礎地盤として荷重を支持する。	十分な支持力を有すること
	高切地盤として、地震時・津波時に、杭の水 平反力を周囲に伝達する。	十分な水平抵抗力を有すること
	津波時に過水経路となる空隙を生じない。	止水性に影響を及ぼす連続した未改良部が無いこと
改良地盤 (盛土補強)	セメント改良土を支持する。	十分な支持力を有すること
	津波時に過水経路となる空隙を生じない。	止水性に影響を及ぼす連続した未改良部が無いこと

3. 施工時の課題抽出

(1) 施工における課題抽出と特異性有無の検討

改良地盤の追加施工における課題及び特異性について整理した結果を第2表に示す。

ここで、特異性有無の考え方は、改良地盤の要求品質(第1表)を確保する上で対処が必要となる施工上の課題に対し、既往の知見から十分対応可能であると考える事項を特異性「無」、それ以外を特異性「有」と整理とした。

第2表 改良地盤の追加施工における課題及び特異性の整理

要求品質	地盤改良による施工上の課題		一般産業施設での施工事例、本厂での施工実績等の確認による特異性の検討	特異性
	分類	概要		
十分な支持力	掘削への適用性	改良対象地盤の中心掘削(最大掘削300mmの掘削半径)を想定し、掘削範囲に改良土が十分な密着が得る可能性はある。	本厂での地盤改良の履歴により、掘削がなされている掘削土に対しては、事前に改良土が十分に密着していることから、特異性「無」とする。	無
	改良深度	改良対象が深く、地盤の均質性が大きいことから、十分な改良土が得られない可能性がある。	追加地盤改良と同等以上の深度における一般産業施設での施工実績は確認するが、本厂に於いて改良土の均質性を確保するための施工管理が厳格なことから、特異性「有」とする。	有
十分な水平抵抗力	掘削時	掘削時、改良土が地盤の掘削土で十分な密着が得られないことから、掘削土との密着が得られない可能性がある。	一般産業施設における掘削時での地盤改良の施工事例は、多く存在していることから、特異性「有」とする。	有
	掘削後	改良土が十分に均質な状態により、均質性が確保されず、即座に支持地盤としての機能を喪失する可能性がある。	追加地盤改良と同等改良地盤の一種性が要求され、それに対応した施工事例は確認できないことから、特異性「有」とする。	有
連続した未改良部が無い	掘削時	地盤改良の施工にあたり、掘削土が十分に密着しない可能性がある。	一般産業施設において、掘削土との十分な密着を目的とした、掘削土の改良土による改良土の施工事例がある。	有
	掘削後	掘削後、改良土が地盤の掘削土で十分な密着が得られないことから、掘削土との密着が得られない可能性がある。	過去の既設地盤にて掘削土との密着性を確認して、その結果を踏まえ、今回の施工においては、掘削土との密着性を確保するための改良土の改良土を改良した地盤改良を実施することから特異性「有」とする。	有

(2) 特異性の検討を踏まえた対応方針
 特異性有無の検討結果を踏まえた施工における課題に対する
 対応方針を第3表に示す。

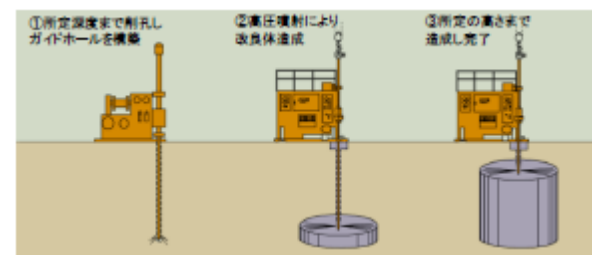
第3表 特異性の検討を踏まえた対応方針

分類	設置許可段階	工総段階
特異性「有」	施工事例等による成り立ちの確認 7.4.1 成り立ちの確認における施工事例 7.4.2 過去の既設工 7.4.3 一般産業施設の施工事例 7.4.4 施工方法の立案	既設工による特異性 7.5.1 既設工の概要 7.5.2 既設工のための予備既設工事
改良深度	改良深度と改良体以上の深さにおける施工成り立ちを 施工事例により確認	既設工時に、改良体と既設工との境界に改良されて いることを、ボーリングコア等により確認し、施工事例に 照準
既設改良地盤との一併性	既設の地盤改良の施工において、上層の層との境界 付近に単独改良層が形成されることを確認 既設改良地盤と新設改良地盤の境界線の品質確保に 配慮した施工方法を立案	既設工時に、先に施工した改良層との境界線の 形状を確認し、施工事例に照準
特異性「無」	施工事例等による成り立ちの確認 7.4.1 成り立ちの確認における施工事例 7.4.2 過去の既設工 7.4.3 一般産業施設の施工事例 7.4.4 施工方法の立案	
盛土への 適用性	改良改良地盤の施工前より、所定の施工仕様 により品質を確保できることを確認	特異性「有」の箇所においては、設置許可に施工 条件で成り立ちを確認する
構造物直下	構造物直下の地盤改良の施工事例は多く存在して おり、施工可能であることを確認	
周辺施設への影響	改良改良地盤への影響が小さいような改良改良範囲を 適宜の既設工を踏まえて検討 改良改良との干渉回避のための、斜方向の地盤改良 が施工可能であることを施工事例により確認	

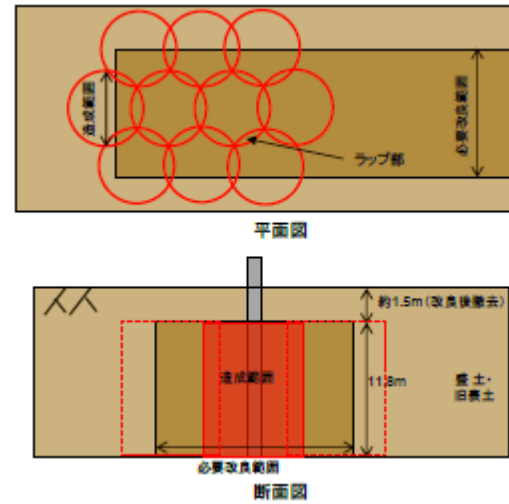
4. 女川防潮堤における施工実績

(1) 施工手順

防潮堤において、盛土・旧表土を対象として実施した既設改良地盤（高圧噴射攪拌工法）の施工手順を第2図に示す。所定深度まで削孔してガイドホールを構築し、その後高圧噴射により地盤改良体を造成した。地盤改良体は、第3図に示すように、未改良部が生じないよう平面的に重複（ラップ）させて造成した。



第2図 高圧噴射攪拌工法による地盤改良手順



第3図 地盤改良体の造成イメージ

(2) 施工状況

防潮堤において、盛土・旧表土を対象として第4表に示す仕様で既設改良地盤（高圧噴射攪拌工法）を施工した。施工状況を第4図に、地盤改良後の状況を第5図に、写真の撮影方向を第6図に示す。

なお、第5図は上部に背面補強工を施工するため、地盤改良後に表層地盤（盛土）を撤去した状態である。第5図中の赤線は、地盤改良の出来形をマーキングしたものであり、これにより設計改良径を満足していることを確認した。また、必要改良範囲よりも広い範囲を改良していることを確認した。

第4表 既設地盤改良（高圧噴射攪拌工法）の概要

目的	防潮堤の安定性確保
対象土質	盛土（岩砕主体）
改良径	φ4.5m
造成改良体本数	331本（約4万㎡）
深度（改良体底面）	11.8m

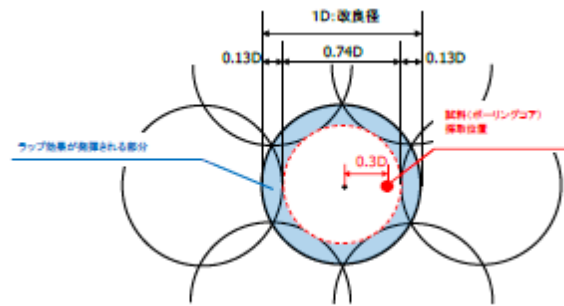
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="1121 268 1525 575" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1187 606 1460 646" data-label="Caption"> <p>第4図 施工状況写真</p> </div> <div data-bbox="1062 720 1584 1022" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1133 1054 1513 1094" data-label="Caption"> <p>第5図 地盤改良後の状況写真</p> </div> <div data-bbox="1062 1148 1576 1312" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1172 1323 1475 1362" data-label="Caption"> <p>第6図 写真の撮影方向</p> </div>		

(3) 品質確認試験結果

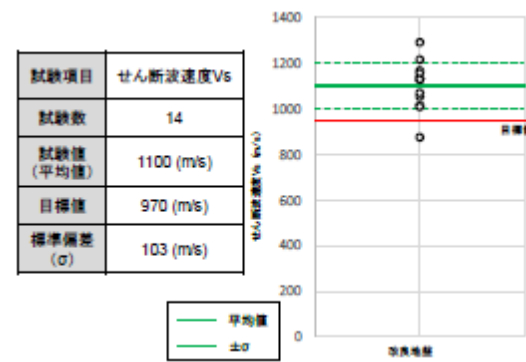
既設改良地盤について、要求品質（剛性）を確保するため、品質確認試験として PS 検層を実施した。試験のための供試体は、第 7 図に示すように、改良体中心から離れた位置 (0.3D) にて採取した。

PS 検層による品質確認試験結果を第 8 図に示す。せん断波速度 V_s は概ね目標値以上であり、岩砕主体の盛土においても良好に改良されていることを確認した。

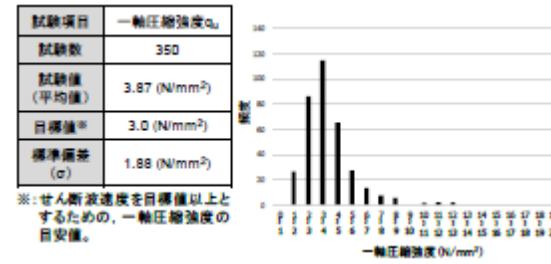
また、品質管理の参考として一軸圧縮強度試験についても実施したことから、その結果を第 9 図に示す。なお、今回追加で施工する改良地盤は、支持地盤としての性能が求められることから、試験施工を踏まえて今後品質管理項目を設定する。



第 7 図 試験及びボーリングコア採取位置



第 8 図 既設地盤改良における品質確認結果 (PS 検層)

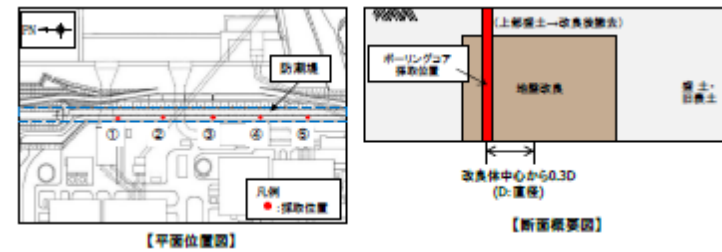


第9 図 既設改良地盤における一軸圧縮強度試験結果 (参考値)

(4) ボーリングコア写真

地盤改良実施後、上部の盛土を撤去前の段階で、改良品質確認のためボーリングコアを取得した。ボーリングコア採取位置は改良体中心から0.3Dの位置であり、上部の盛土を含めた採取を行った。ボーリングコア写真位置を第10 図に、ボーリングコア写真(①孔~⑤孔)を第11 図~第15 図に示す。

ボーリングコアより、礫が多い範囲も礫背面に土砂が残ることなく固化材(セメントミルク)が充填され、全体として良好に改良されていることを確認した。また、上部の盛土との境界付近にも未改良部は生じていないことを確認した。



第10 図 ボーリングコア写真位置

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



第11 図 ボーリングコア写真 (①孔)



第12 図 ボーリングコア写真 (②孔)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="1062 298 1576 682" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1092 699 1546 735">第13 図 ボーリングコア写真 (③孔)</p> <div data-bbox="1062 789 1576 1176" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1092 1192 1546 1228">第14 図 ボーリングコア写真 (④孔)</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	 <p data-bbox="1092 697 1549 735">第15 図 ボーリングコア写真 (⑤孔)</p>		

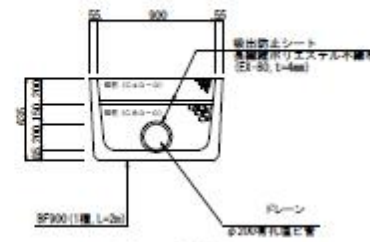
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(5) 過去の試験施工 (目的及び改良地盤の追加施工との関連性)</p> <p>女川及び東通原子力発電所においては、地中構造物の耐震裕度向上のため地盤改良が必要となった場合を想定し、試験施工を過去に実施している。</p> <p>この試験施工は盛土及び旧表土を対象とし、高圧噴射攪拌工法 (SJ, SJM, XJ) の注入回数や配合を変動させ、改良品質の確認や、近隣構造物への影響確認等を実施している。</p> <p>試験施工の主な目的を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 改良品質の確認 - 改良品質を確保できる施工仕様の選定、改良体の配置 - 近隣構造物への影響の確認 (建屋防水工, コンクリート構造物など) <p>今回検討している防潮堤直下の地盤改良については、施工形態が過去の試験施工と同様に高圧噴射攪拌工法であり改良深度が同様 (岩盤表面から上) であること、改良対象が同じ盛土・旧表土であること、近隣に試験施工における想定と同様の構造物 (地下水位低下設備等) が存在することから、成立性確認において参照できる。</p> <p>以降、過去に実施した試験施工 (平成 20 年実施) の概要を示す。</p> <p>a. 地盤改良による埋設物への影響</p> <p>地盤改良 (高圧噴射攪拌工法) によるドレーン及び埋設物への影響に関する試験施工の概要を第 16 図に、改良体中心と埋設物の離隔を第 5 表に、ドレーンの設置状況及び詳細図を第 17 図に示す。</p> <div data-bbox="988 1423 1581 1759" data-label="Diagram"> <p>The diagram illustrates the experimental setup for soil improvement. A central brown square represents the improvement body with a diameter of 5.0m. To its left, a green circle represents a drain with a diameter of 200mm. The drain is equipped with a filter stone (砕石) and a drainage pipe (ドレーン). The distance between the center of the improvement body and the drain is 1.0m. The drain is positioned 3.0m from the left edge and 0.7m from the right edge of the improvement body. Other components include a drainage pipe (エフレックス管), a ground line (接地線), and a drainage pipe (ドレーン) for the improvement body. A note at the bottom right states: '※:ドレーンによる排水効果は算定されていないため、実施工の計画においてはドレーンの運転状態もあわせて検討する必要がある。'</p> </div> <p>第 16 図 試験施工の概要 (埋設物への影響)</p>		

第5表 改良体中心と埋設物の離隔

埋設物	改良体中心 (高圧噴射位置)との離隔 (m)
ドレーン	0.7
	3.0
エフレックス管	1.0
接地線	1.0



ドレーン(U字溝)設置状況



ドレーン詳細図

第17図 ドレーンの設置状況及び詳細図

地盤改良後のドレーン及びフィルター材状況を第18図に示す。

試験施工の結果、ドレーンについては改良体中心（高圧噴射位置）からドレーン中心までの離隔が0.7m以上あれば、ドレーン内に固化材の流入が無く、閉塞の恐れが無いことが分かった。

地盤改良後のエフレックス管及び接地線状況を第19図に示す。

エフレックス管及び接地線については、改良体中心から1.0mの離隔においても損傷しないことが分かった。



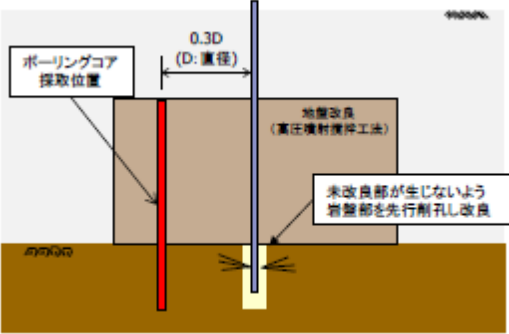
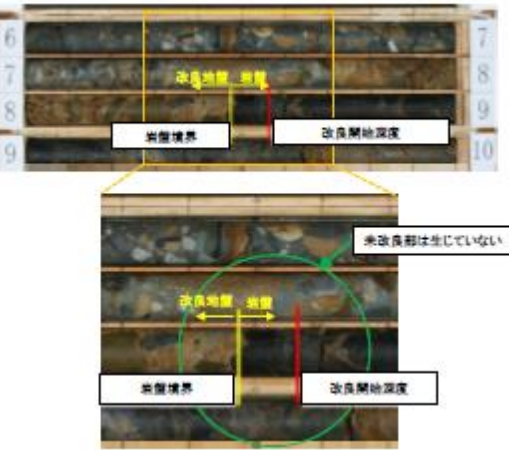
第18 図 地盤改良後のドレーン及びフィルター材状況



第19 図 地盤改良後のエフレックス管及び接地線状況

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p data-bbox="967 300 1715 464">地盤改良（高圧噴射攪拌工法）による近接構造物（地下防水を施したL字擁壁）への影響に関する試験施工についても実施した。試験施工の概要を第20図に、L字擁壁設置状況を第21図に示す。</p> <div data-bbox="1092 541 1561 800"> </div> <p data-bbox="1032 835 1620 867">第20図 試験施工の概要（構造物への近接施工）</p> <div data-bbox="1160 926 1492 1178"> </div> <p data-bbox="1166 1199 1486 1230">第21図 L字擁壁設置状況</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p data-bbox="973 300 1709 464"> <u>地盤改良後の地下防水及びL字擁壁状況を第22図に示す。</u> <u>試験施工の結果、L字擁壁については、コンクリートは表面</u> <u>がごく薄く削れているものの、部分的な破損も無く構造的に問</u> <u>題がないことが確認できた。</u> </p> <div data-bbox="1032 527 1626 758"> </div> <p data-bbox="1210 772 1448 800">改良体中心～L字擁壁:1.25m</p> <div data-bbox="1032 831 1626 1062"> </div> <p data-bbox="1210 1073 1448 1100">改良体中心～L字擁壁:1.75m</p> <p data-bbox="1032 1108 1626 1136">第22図 地盤改良後の地下防水及びL字擁壁状況</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>b. 過去の試験施工による岩盤との境界面</p> <p>過去の試験施工時における、岩盤との境界面の施工イメージを第23図に、岩盤との境界面のボーリングコア写真を第24図に示す。岩盤境界部については、岩盤を先行削孔後に改良することから、境界面についても未改良部が生じず良好に改良されていることを確認した。</p>  <p>The diagram shows a cross-section of a rock mass. A red vertical line indicates the 'ボーリングコア採取位置' (Borehole core sampling position). To its right, a grey area represents the '岩盤改良' (Rock improvement) zone, achieved using the '重圧噴射攪拌工法' (High-pressure jet mixing method). A dimension line above the improvement zone shows a diameter of '0.3D (D: 直径)' (0.3D (D: diameter)). A callout box states: '未改良部が生じないよう岩盤部を先行削孔し改良' (To prevent unimproved areas, the rock mass is pre-drilled and improved). The bottom of the diagram shows the '岩盤' (Rock mass).</p> <p>第23図 岩盤との境界面の施工イメージ</p>  <p>The photograph shows a borehole core sample with a vertical scale on the right side, ranging from 6 to 10. A yellow arrow points to the '岩盤境界' (Rock mass boundary) at approximately level 8.5. A red arrow points to the '改良開始深度' (Improvement start depth) at approximately level 9. A callout box states: '未改良部は生じていない' (No unimproved areas are present). A green circle highlights the core section between the boundary and the improvement start depth. A yellow arrow indicates the '改良距離、岩盤' (Improvement distance, rock mass) within this section. The '岩盤境界' and '改良開始深度' labels are also present at the bottom of the image.</p> <p>第24図 改良後のボーリングコア写真</p>		

(6) 一般産業施設の施工事例

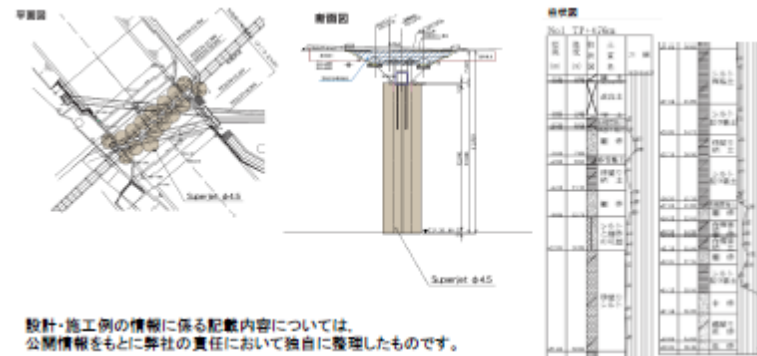
a. 東京外環自動車道ジャンクション工事

東京外環自動車道ジャンクション工事において、既設洞道の沈下防止を目的として、構造物脇から高圧噴射攪拌工法により構造物直下の地盤改良を行っている。

改良体底面の深度は GL-41.09m であり、防潮堤改良深度 (GL-20~40m 程度) と同等以上の深度でも施工可能である。施工概要を第 6 表に、施工概要図を第 25 図に示す (出典: SUPERJET 研究会 主要施工実績集)。

第 6 表 施工概要

目的	既設洞道の沈下防止
対象土質	粘性土、砂質土
改良径	φ4.5m
深度 (改良体底面)	41.09m



第 25 図 施工概要図

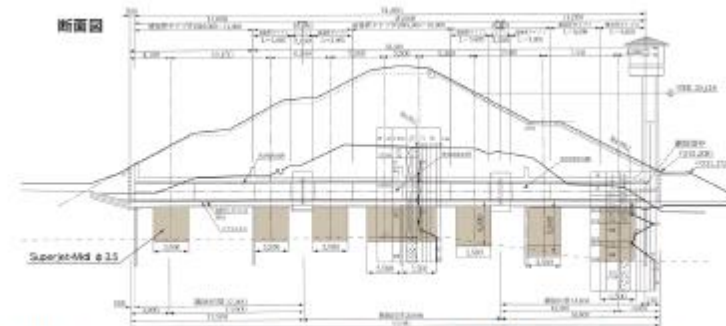
b. 江の川川越排水樋門改築工事における施工事例

江の川川越排水樋門改築工事において、既設水路の沈下防止を目的とし、高圧噴射攪拌工法による地盤改良を行っている。

既設水路底版を削孔した後に施工しており、構造物直下においても施工可能である。施工概要を第7表に、施工概要図を第26図に示す(出典: SUPERJET 研究会 主要施工実績集)。

第7表 施工概要

目的	既設水路沈下防止
対象土質	シルト混じり砂質土, 砂礫土
改良径	φ3.5m
深度(改良体底面)	17.4m



設計・施工例の情報に係る記載内容については、公開情報をもとに弊社の責任において独自に整理したものです。

第26図 施工概要図

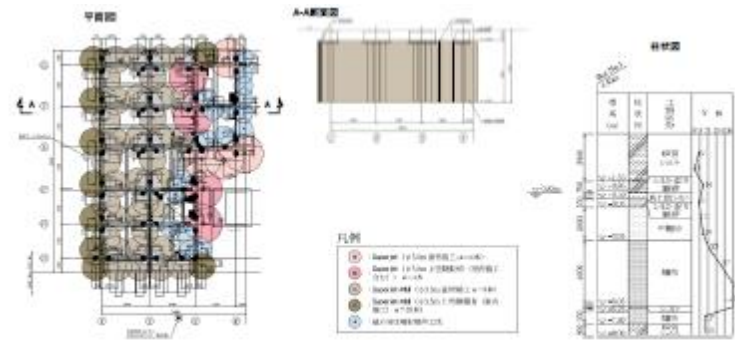
c. 柏崎市自然環境浄化センターにおける施工事例

平成 18 年中越沖地震により被害を受けた柏崎市自然環境浄化センター内の監視汚泥棟基礎部の補強として、高压喷射攪拌工法により地盤改良を行っている。

床スラブを削孔した後に施工しており、構造物直下においても施工可能である。施工概要を第 8 表に、施工概要図を第 27 図に示す (出典：SUPERJET 研究会 主要施工実績集)。

第 8 表 施工概要

目的	建物基礎部の補強
対象土質	砂質土、粘性土
改良径	φ 3.5, 5.0m
深度 (改良体底面)	9.5m



設計・施工例の情報に係る記載内容については、公開情報をもとに弊社の責任において独自に整理したものです。

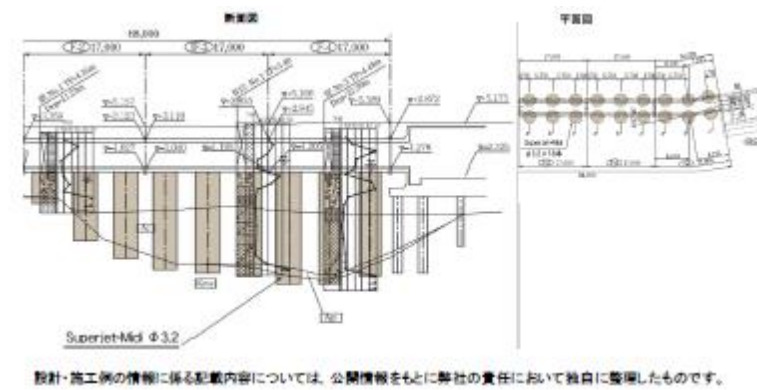
第 27 図 施工概要図

d. 栄本町線共同溝地盤改良工事における施工事例

栄本町線共同溝地盤改良工事において、既設共同溝の沈下防止を目的として、構造物脇から高圧噴射攪拌工法により地盤改良を行っており、構造物の直下においても地盤改良の施工は可能である。施工概要を第 9 表に、施工概要図を第 28 図に示す (出典：SUPERJET 研究会 主要施工実績集)。

第 9 表 施工概要

目的	既設共同溝の沈下防止
対象土質	粘性土、砂礫
改良径	φ 3. 2m
深度 (改良体底面)	12. 36~21. 52m



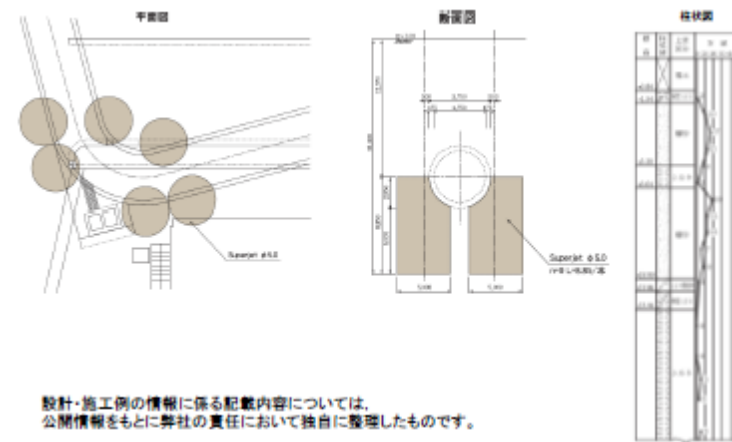
第 28 図 施工概要図

e. 江戸川幹線補修工事における施工事例

江戸川幹線補修工事において、既設管渠の沈下・傾斜防止を目的として、構造物脇から高圧噴射攪拌工法により地盤改良を行っており、構造物の直下においても地盤改良の施工は可能である。施工概要を第10表に、施工概要図を第29図に示す(出典：SUPERJET 研究会 主要施工実績集)。

第10表 施工概要

目的	既設管渠の沈下・傾斜防止
対象土質	粘性土、砂質土
改良径	φ5.0m
深度(改良体底面)	22.2m



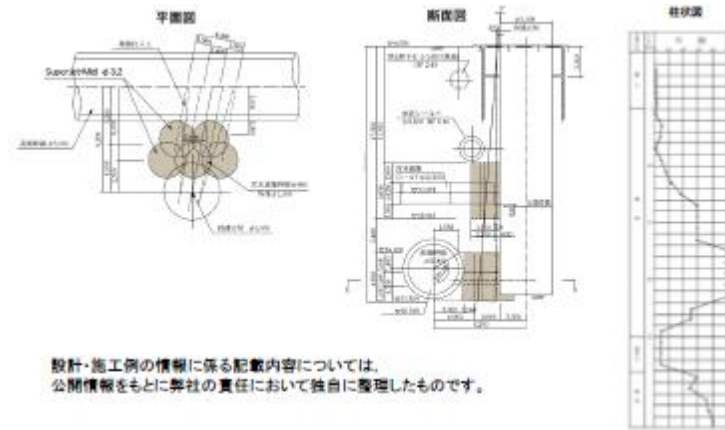
第29図 施工概要図

f. 宮本遮集幹線管渠築造工事における施工事例

宮本遮集幹線管渠築造工事において、埋設物（水道、下水道）の下部のシールド防護のため、既存施設の配置を考慮して、高圧噴射攪拌工法により斜め方向に地盤改良を行っており、既存施設を回避するための斜め方向の地盤改良は施工可能である。施工概要を第11表に、施工概要図を第30図に示す（出典：SUPERJET研究会主要施工実績集）。

第11表 施工概要

目的	既存施設配置を考慮した斜め施工
対象土質	細砂, 粘性土
改良径	φ3.2m
深度 (改良体底面)	25.93m



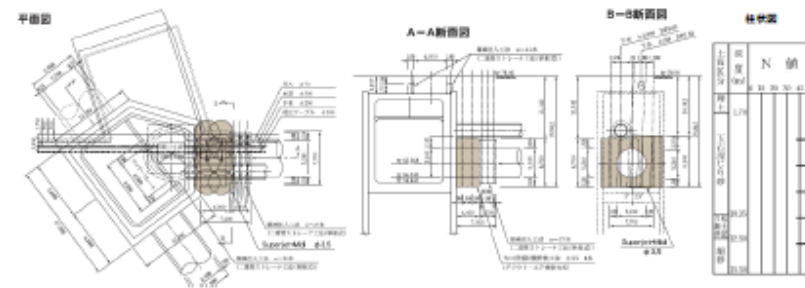
第30図 施工概要図

g. 北多摩二号幹線工事における施工事例

北多摩二号幹線工事において、埋設物（下水道）の下部のシールド防護のため、既存施設の配置を考慮して、高压喷射攪拌工法により斜め方向に地盤改良を行っており、既存施設を回避するための斜め方向の地盤改良は施工可能である。施工概要を第 12 表に、施工概要図を第 31 図に示す（出典：SUPERJET 研究会 主要施工実績集）。

第 12 表 施工概要

目的	既存施設配置を考慮した斜め施工
対象土質	砂質土
改良径	φ 3.5m
深度 (改良体底面)	19.84m



設計・施工例の情報に係る記載内容については、公開情報をもとに弊社の責任において独自に整理したものです。

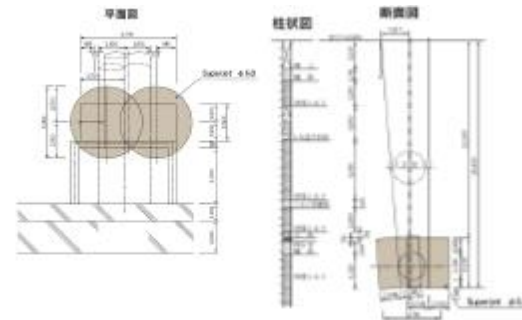
第 31 図 施工概要図

h. 蔵前幹線工事における施工事例

蔵前幹線工事において、埋設物 (φ3.7m) の下部のシールド防護のため、既存施設の配置を考慮して、高圧噴射攪拌工法により斜め方向に地盤改良を行っており、既存施設を回避するための斜め方向の地盤改良は施工可能である。施工概要を第13表に、施工概要を第32図に示す (出典: SUPERJET 研究会 主要施工実績集)。

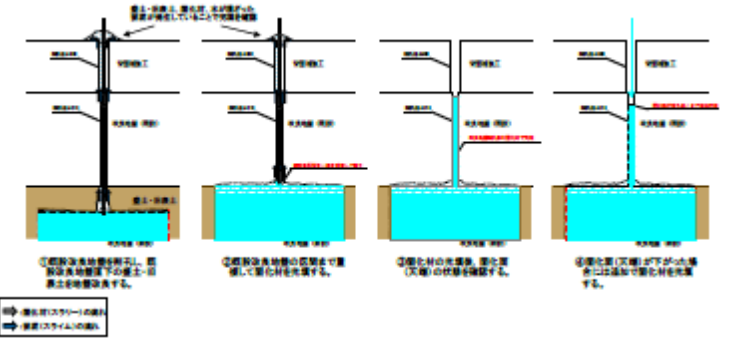
第13表 施工概要

目的	既存施設配置を考慮した斜め施工
対象土質	シルト, 砂質土
改良径	φ5.0m
深度 (改良体底面)	29.4m



設計・施工例の画像に係る記載内容については、公開情報をもとに弊社の責任において独自に整理したものです。

第32図 施工概要図

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(7) 施工方法の立案</p> <p>既設改良地盤と新設改良地盤の境界部の施工にあたっては、境界部に未改良部が残らないよう、境界部よりも上方（既設改良地盤中）を重複させて固化材を充填する。境界部の充填状況は、試験施工においてボーリングコア等により確認し、施工計画へ反映する。</p> <p>既設改良地盤と新設改良地盤の境界部の施工ステップ図（イメージ）を第33図に示す。</p> <p>なお、防潮堤の地盤改良に当たっては、地下水位低下設備の集水機能・通水機能等を阻害しないよう施工計画を今後検討する。</p>  <p>第33図 既設改良地盤と新設改良地盤の境界部の施工ステップ図 (イメージ)</p>		

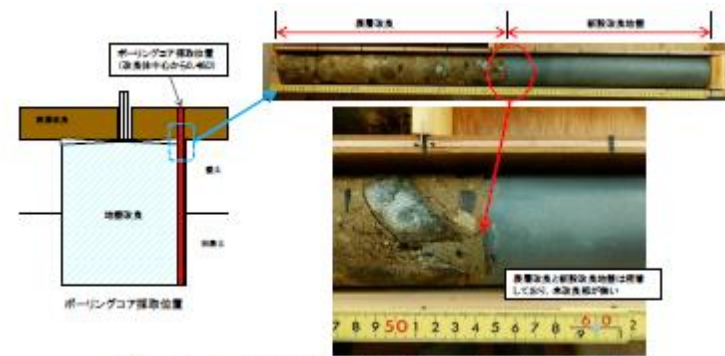
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(8) 試験施工の概要</p> <p>a. 試験施工の概要</p> <p>工認段階において、施工仕様（配合，引上げ速度）の妥当性確認を目的として、試験施工を実施する。また深い位置での施工成立性，先に施工した表層改良と新設改良地盤との境界部の性状についても確認を行う。</p> <p>また，試験施工時に先に施工した表層改良部の沈下有無を確認し，防潮堤直下の改良地盤の追加施工時に沈下させないための施工計画立案の参考とする。</p> <p>試験施工イメージを第34 図に，試験施工の仕様及び確認項目を第14 表に示す。</p> <div data-bbox="1121 842 1537 1354" data-label="Image"> </div>		

第 14 表 試験施工の仕様及び確認項目

確認項目	
<ul style="list-style-type: none"> • 施工仕様(配合、引上げ速度等)の妥当性 • 改良範囲(深度補正した改良径) • 境界部の性状 	
工法	高圧噴射攪拌工法
対象土質	凝土・旧表土
目標改良径	φ5.5m
深度 (標準深度)	17.10m (O.P.-14.60m)

b. 試験施工のための予備試験結果

工認段階で計画している試験施工の予備試験を実施した。
改良体の外縁付近(改良体中心から0.46D)から採取した、表層改良と新設改良地盤(材齢7日)との境界面のコア写真を第35図に示す。表層改良と新設改良地盤は密着しており、未改良部が無いことを確認した。



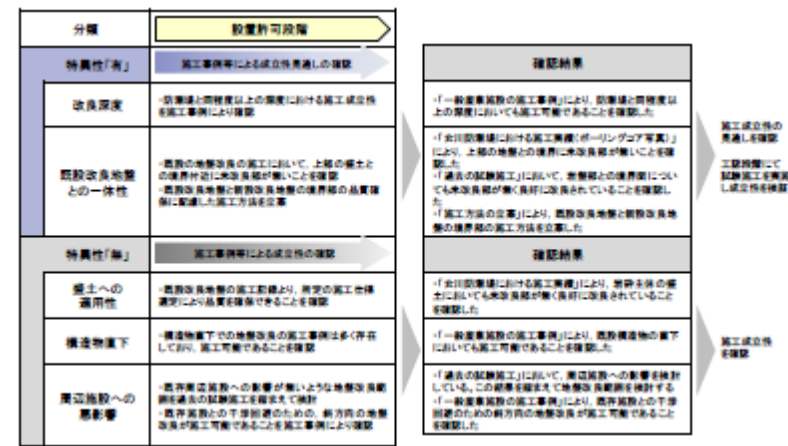
第 35 図 表層改良と新設改良地盤との境界面のコア写真

5. まとめ

設置許可段階における施工成立性の確認結果について第 15 表に示す。

特異性「有」の課題については、設置許可段階において施工成立性の見通しを確認したことから、工認段階で試験施工を実施し成立性を検証する。

第 15 表 施工成立性確認結果まとめ

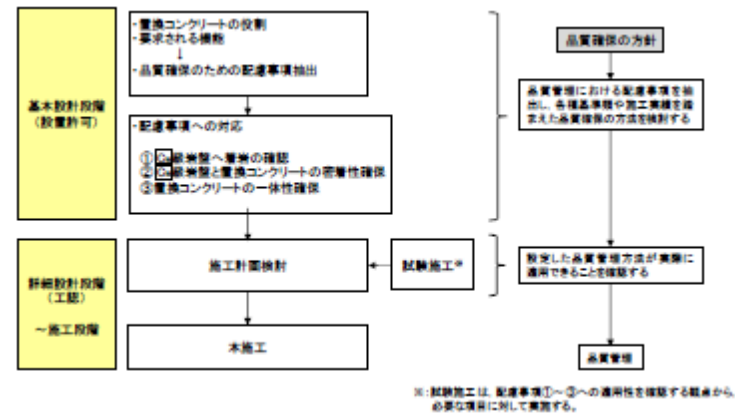


東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: center;">(参考資料3)</p> <p style="text-align: center;">置換コンクリートの施工計画の概要について</p> <p>1. 置換コンクリートの施工概要</p> <p>鋼管式鉛直壁（一般部）及び盛土堤防において防潮堤の海側に設置する置換コンクリートは、オールケーシング工法を主体に施工を行う計画としている（岩盤の浅い一部範囲は開削工法を検討）。置換コンクリートの施工範囲を第1図に示す。</p> <div data-bbox="994 703 1647 1039" data-label="Diagram"> </div> <p style="text-align: center;">第1図 置換コンクリートの施工範囲</p> <p>オールケーシング工法によるコンクリート打設は、場所打ちコンクリート杭等で施工実績があるが、今回施工する置換コンクリートは防潮堤のすべり安定性確保に必要なものであること、地下水位以深での施工となることも踏まえ、施工品質を確保する必要がある。</p> <p>オールケーシング工法は、ケーシングチューブを円周回転させながら油圧ジャッキで圧入し、ファーストチューブ先端に取り付けた超硬ビットにより切削し、ケーシングチューブ内掘削土をハンマーグラブで排土する工法である。所定の深度まで掘削後、孔底に残留した掘削ズリの処理を行った上で置換コンクリートの打設を行う。置換コンクリートの施工手順を第2図に示す。また、女川防潮堤におけるオールケーシング工法の施工例を第3図に示す。</p> <p>女川防潮堤におけるオールケーシング工法の適用にあたっては、「場所打ちコンクリート杭の施工と管理（社団法人 日本基礎建設協会）」を参照するものとする。</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="1202 310 1495 632" data-label="Diagram"> <pre> graph TD A[機械振付・芯出し] --> B[ケーシング挿込み] B --> C[掘削] C --> D[掘削へ岩着の確認] D --> E[掘削ズリの処理] E --> F[置換コンクリート打設・ケーシング引抜き] F --> G[置換コンクリート打設完了] </pre> </div> <p data-bbox="1003 657 1706 737">第2 図 置換コンクリートの施工手順 (オールケーシング工法)</p> <div data-bbox="1086 810 1614 1205" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1003 1241 1650 1272">第3 図 オールケーシング工法の施工例 (女川防潮堤)</p>		

2. 置換コンクリート施工に関する検討フロー

防潮堤の置換コンクリートにおける品質確保の方針について、第4図に示すフローにより検討する。



第4図 置換コンクリート施工に関する検討フロー

3. 置換コンクリートの要求機能と品質確保方針の整理

オールケーシング工法は施工事例も多く、通常の工事管理にて一定水準の品質を確保できるが、今回施工する防潮堤の置換コンクリートの役割・要求機能を踏まえ、通常の工事管理以外に特に配慮すべき事項について、第1表のとおり整理した。

第1表 置換コンクリートの役割・要求される機能及び品質確保のための配慮事項

役割	要求される機能	要求される機能を確保するための特に配慮する事項
置換コンクリート (鋼管式 組立型)	・ すべり安定性の確保	・ 十分な摩動抵抗力を有すること ・ ① 緩層部へ層部の確認 ・ ② 緩層部と置換コンクリートの密着性確保
	・ 鋼管筒の変形の抑制	・ 十分な水平抵抗力を有すること ・ 一体性確保
置換コンクリート (組立型)	・ すべり安定性の確保	・ 十分な摩動抵抗力を有すること ・ ① 緩層部へ層部の確認 ・ ② 緩層部との密着性確保

↓

置換コンクリートに要求される品質を確保するために特に配慮すべき事項

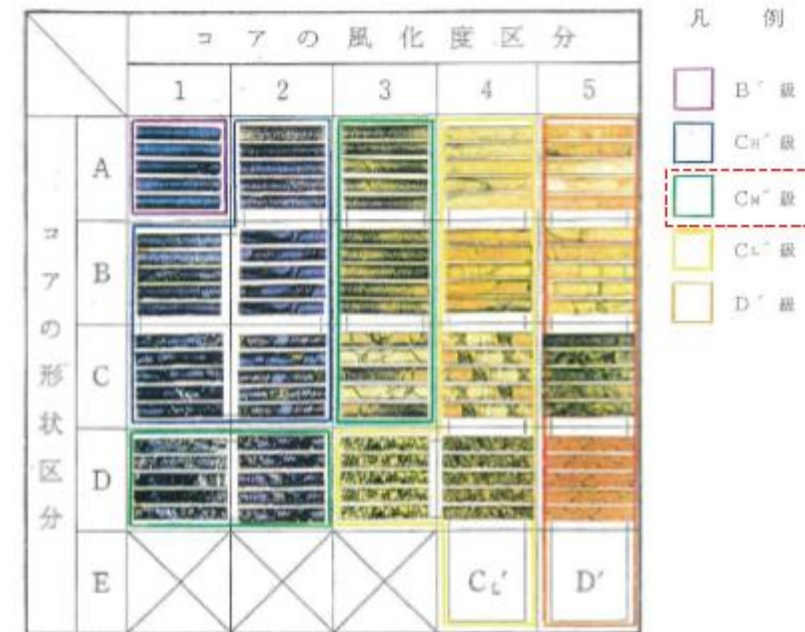
① 緩層部へ層部の確認
② 緩層部と置換コンクリートの密着性確保
③ 置換コンクリートの一体性確保

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>4. 配慮事項への対応</p> <p>(1) 配慮事項①『C₁級岩盤へ着岩の確認』への対応</p> <p>女川原子力発電所におけるC₁級岩盤の分布については、後述するように、これまでの調査（ボーリング調査、建設時の目視確認等）により精度よく得られている。</p> <p>防潮堤の置換コンクリート施工に適用するオールケーシング工法では、掘削位置における岩盤性状を、ケーシングチューブ先端から採取された岩ズリにより直接確認することができる。</p> <p>女川防潮堤の鋼管杭施工時における岩盤確認状況について第5図に示す。</p> <div data-bbox="952 768 1694 1079"> </div> <p>第5図 女川防潮堤の鋼管杭施工時における岩盤確認状況</p> <p>女川原子力発電所における岩級区分は、第2表に示すとおり、その形状・割れ目間隔や風化度に応じて判定することとしている。</p> <p>女川原子力発電所防潮堤の置換コンクリート施工においては、掘削位置より採取される岩ズリの確認と、近傍のボーリングコアとの対比により、C₁級岩盤へ着岩の確認を精度よく行うことができる。</p>		

第2表 置換コンクリートの施工において参照する岩級区分基準

区分	特徴	
	砂岩 及び ひん岩	頁 岩
B ⁺ 級	<ul style="list-style-type: none"> • 全体的に新鮮で、暗灰色～暗黄灰色を呈する。 • 割れ目間隔20cm程度以上である。 • ハンマーの強打で割れ、澄んだ金属音を発する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 全体的に新鮮で、黒～暗灰色を呈する。 • 割れ目間隔20cm程度以上である。 • ハンマーの強打で割れ、澄んだ金属音を発する。
C ₁ ⁺ 級	<ul style="list-style-type: none"> • 全体的にわずかに風化をうけ、暗灰～黄灰褐色を呈する。岩芯が新鮮な黄灰色部を含む。長石類が黄褐色に風化汚染されている。 • 割れ目間隔は、主として5～20cm程度である。 • ハンマーの強打で割れ、やや濁った金属音を発する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 割れ目沿いにわずかに風化汚染をうけ、黒～暗灰色を呈する。砂質ラミナにわずかに褐色汚染が認められることがある。岩片角はナイフで割れる。 • 割れ目間隔は主として5～20cm程度である。 • ハンマーの強打～中打で割れ、やや濁った金属音を発する。
C ₂ ⁺ 級	<ul style="list-style-type: none"> • 全体的に風化をうけ、淡黄褐～黄褐色を呈する。指先の摩擦で粒子がほとんど分離しないものから、岩片を指圧で割れるものまでである。 • 割れ目間隔は、主として3～10cm程度である。 • ハンマーの中打で割れ、濁った音を発する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 風化による脱色が認められ、割れ目沿いは褐色に風化し暗灰～褐色を呈する。岩片はナイフで容易に割れる。 • 割れ目間隔は主として3～10cm程度である。 • ハンマーの中～軽打で割れ目沿いに割れる。濁った音を発する。
C ₁ ⁻ 級	<ul style="list-style-type: none"> • 全体的に強く風化をうけ、黄褐色～褐色を呈する。強い指圧で岩片をすりつぶすことができる。 • 割れ目間隔は、主として3cm程度以下、又は破砕部沿いに認められる割れ目の密集部。 • ハンマーの軽打で容易に岩片上となり、低い濁った音を発する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 全体的に強く風化をうけ、灰褐色、又は、脱色して灰白色を呈する。表面が爪で割れ、強い指圧で岩片状に割ることができる。 • 割れ目間隔は主として3cm程度以下、又は、破砕部沿いに認められる割れ目の密集部。 • ハンマーの軽打で容易に細片状となり、低い濁った音を発する。
D ⁺ 級	<ul style="list-style-type: none"> • 全体的に著しく風化し、黄灰色～黄褐色を呈する。指圧で容易に岩片をすりつぶすことができる。 • 割れ目は不鮮明なものが多い。 • ハンマーの軽打でくぼみを生じ、著しく低い濁った音を発する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 全体的に著しく風化し、脱色して灰白色を呈する。 • 指圧で岩片をすりつぶすことができる。 • ハンマーの軽打でくぼみを生じ、著しく低い濁った音を発する。

(参考) ボーリングコアにおける岩級区分とコア写真の対応例



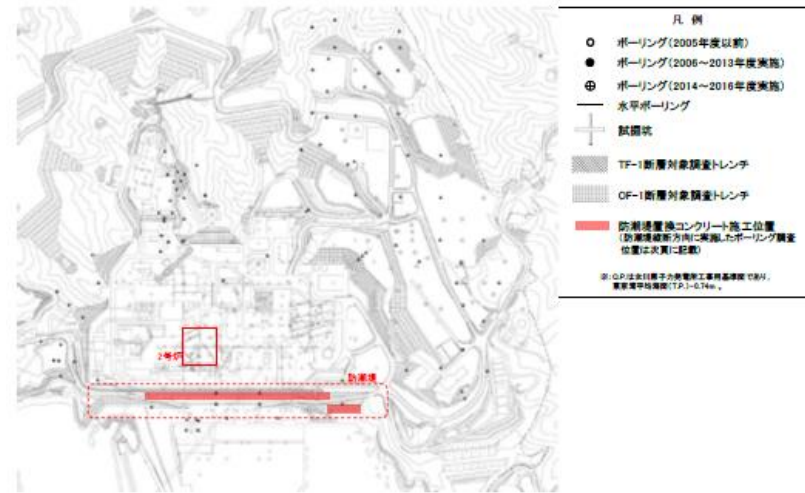
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

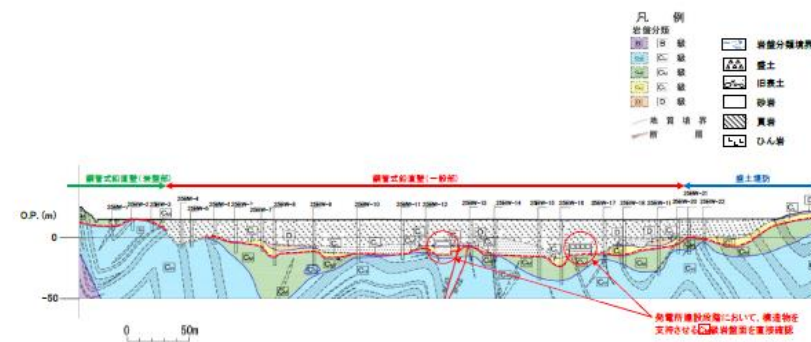
備考

女川原子力発電所における地質情報の取得状況を第6図に示す。ボーリング調査・トレンチ調査等を多数実施しており、地質情報が密に得られている。




第6図 女川原子力発電所 地質情報の取得状況

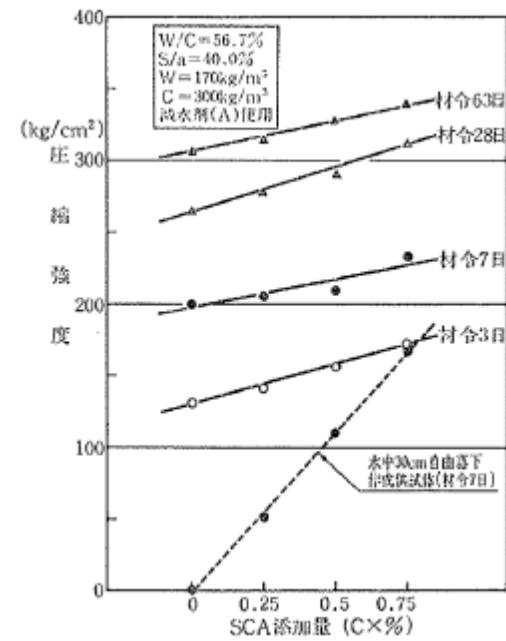
また、防潮堤縦断方向の地質断面図を第7図に示す。防潮堤の縦断方向に対してボーリング調査結果が密に得られており、置換コンクリート施工においては近傍のボーリングデータを参照することが可能である。また、CM級岩盤への着岩高さを精度よく把握することができる。



第7図 防潮堤位置における地質断面図 (縦断方向)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(2) 配慮事項② 『<u>C_W</u>級岩盤と置換コンクリートの密着性確保』への対応</p> <p><u>C_W</u>級岩盤と置換コンクリートの境界面における密着性を確保するため、「孔底処理」の実施及び「水中不分離コンクリート使用」の対応を行う。</p> <p><u>C_W</u>級岩盤と置換コンクリートの密着性確保については、掘削ズリの性状に応じた対応を行う必要があることから、施工計画立案後、本施工前に試験施工にて適用性を確認する。</p> <p>a. 孔底処理</p> <p>孔底に残留した掘削ズリを除去するために孔底処理を行う。一次孔底処理の手順を第8図に示す。掘削完了後、ハンマーグラブあるいは沈殿バケットによって掘削ズリを除去する。</p> <div data-bbox="973 961 1676 1396" data-label="Diagram"> <p>The diagram illustrates the process of primary bottom treatment in five stages: 1. '底ざらい' (Bottom clearing) shows a bucket at the bottom of a shaft. 2. '沈殿バケット投入' (Sinking bucket insertion) shows the bucket being lowered into the shaft. 3. '沈殿待ち' (Settling) shows the bucket at the bottom with sediment settling. 4. '沈殿バケット引上げ' (Sinking bucket lifting) shows the bucket being raised, carrying sediment. 5. '孔底処理完了' (Bottom treatment completed) shows the shaft clear of sediment.</p> </div> <p>第8図 一次孔底処理の手順</p> <p>防潮堤の置換コンクリート施工は岩盤掘削であり、掘削ズリは岩ズリ主体となるため、一次孔底処理にて十分な施工品質が確保される。</p> <p>盛土等の掘削過程において、細粒分がケーシングチューブ内に残留・掘削底面に沈殿することが懸念される場合は、沈殿時間等を考慮の上、必要に応じ水中ポンプを用いた循環方法によって二次孔底処理の実施を検討する。</p> <p>なお、「場所打ちコンクリート杭の施工と管理 (社団法人 日</p>		

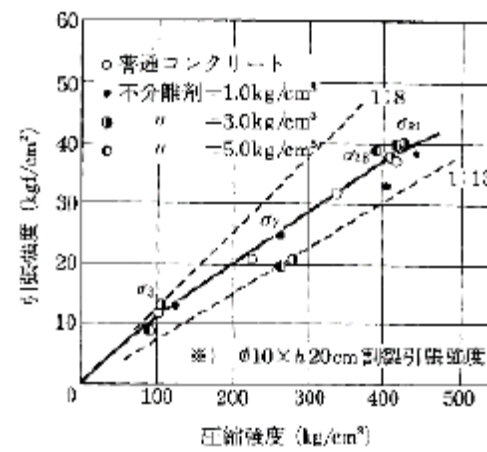
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>本基礎建設協会」によれば、多くの場合は一次孔底処理で残留物を除去できるとされている。</p> <p>b. 水中不分離コンクリートの使用 (岩盤との境界付近)</p> <p>掘削岩盤表面と置換コンクリートの境界部の密着性を確保するため、孔底処理後、間隙への充填性に優れる水中不分離コンクリートを打設する。</p> <p>水中不分離コンクリートは、第9図に示すように、優れた分離抵抗性、充填性を有する。</p> <div data-bbox="955 705 1691 928" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(1)水中不分離コンクリートの材料特性</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) 水の洗い作用を受けての優れた分離抵抗性を示す。 (ii) 粘稠でプラスチシチーに富み、セルフベリング性、充填性に優れ締固めがிரない。 (iii) フリージングやレイタンスの発生が少ない。 <p>(2)水中不分離コンクリートの性能</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) 材料分離による強度低下が少なく、均質なコンクリートを施工することができる。 (ii) 水中打込み時の水質汚濁を防止することができる。 (iii) 間隙への充填性に優れ、鉄筋・鉄骨など鋼材との付着もよい。 (iv) 従来の水中コンクリートにはない施工条件に対する広い適応性がある。 </div> <div data-bbox="1124 936 1507 1222" style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">水中不分離コンクリート 出典: 生コンポータルHP http://www.nr-mix.co.jp/econ/blog/post_113.html</p> <p style="text-align: center;">第9図 水中不分離コンクリートの材料特性</p> <p>水中不分離コンクリートを使用することで、コンクリートの圧縮強度は大きくなる。また、引張強度及びせん断強度と圧縮強度との関係は通常のコンクリートの関係とほぼ同等である。</p> <p>水中不分離コンクリートの強度特性のうち、圧縮強度については、第10図に示すように、不分離剤を添加することで圧縮強度が比例的に増加する。</p>		



第 10 図 不分離剤添加量と圧縮強度との関係例

(芳賀孝成, 十河茂幸, 三浦律彦, 玉田信二: 分離低減剤を使用した SC コンクリートに関する研究 (その 1), 大林組技術研究報, No. 28, 1984)

引張強度については, 第 11 図に示すように, 圧縮強度の 1/8 ~1/13 であり, 通常のコンクリートの関係 (圧縮強度の 1/10 ~1/13 程度) とほぼ同等である。



第 11 図 圧縮強度と引張強度の関係例

((社) 土木学会: 水中不分離コンクリート設計施工指針 (案))

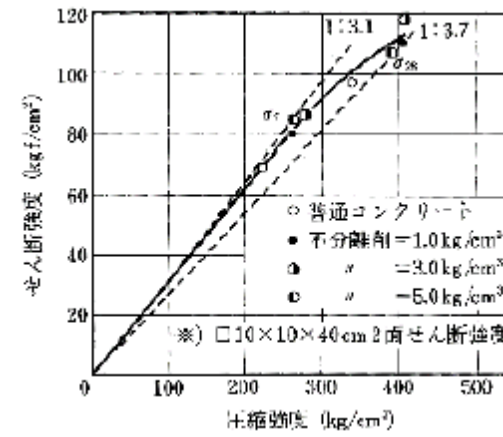
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

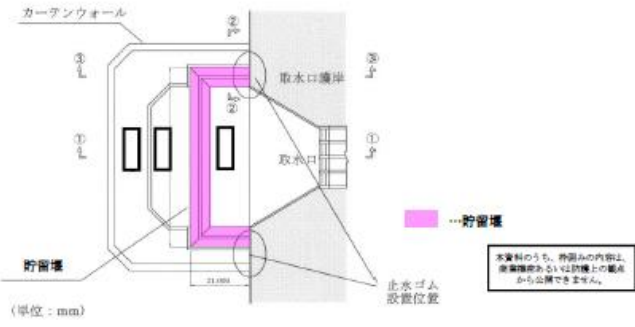
水中不分離コンクリートのせん断強度については、第12図に示すように、圧縮強度の1/3.1~1/3.7であり、通常のコンクリートの関係（圧縮強度の1/5程度）よりやや大きくなる。



第12図 圧縮強度とせん断強度の関係例

((社)土木学会：水中不分離コンクリート設計施工指針(案))

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p data-bbox="964 300 1712 373">水中不分離コンクリートは、港湾施設の施工において、多くの実績がある。</p> <p data-bbox="964 388 1712 510">第13図に示す明石海峡大橋では、主塔基礎(2基)において、水中不分離コンクリートが使用されている(総打設量は約50万m³)。</p> <p data-bbox="964 525 1712 598">また、第14図に示す羽田空港D滑走路では、消波護岸底盤において、水中不分離コンクリートが使用されている。</p> <p data-bbox="964 613 1712 686">第15図に示す川内原子力発電所の貯留堰においても、水中不分離コンクリートが使用されている。</p> <div data-bbox="949 709 1697 1081">  <p data-bbox="1077 961 1154 978">明石海峡大橋</p> <p data-bbox="1430 961 1546 978">明石海峡大橋側面図</p> <p data-bbox="1291 997 1697 1060"> <small> 出典: 東海第二発電所建設株式会社 http://www.je-honah1.co.jp/corp/index/technology/introduction/introduction_akashi.html ・岡田孝文、坂本光重、伊藤武典、中川良隆: 明石海峡大橋主塔基礎の水中コンクリートの施工、コンクリート工学, Vol.50, No.12, 1992.12 </small> </p> <p data-bbox="964 1062 1439 1081"><small>設計・施工例の掲載に係る記載内容については、公開情報をもとに弊社の責任において独自に整理したものです。</small></p> </div> <p data-bbox="1083 1102 1567 1136">第13図 明石海峡大橋における施工事例</p> <div data-bbox="964 1218 1676 1606">  <p data-bbox="1032 1411 1139 1428">羽田空港D滑走路消波護岸</p> <p data-bbox="1193 1549 1469 1566">水中不分離コンクリート打設後の状況</p> <p data-bbox="964 1558 1676 1606"> <small> 出典: 田中秀夫、新保雄二、野口孝敏、藤原秀文、羽田空港の建設株式会社、消波護岸部の鋼管矢張り基礎の設計・施工、コンクリート工学, Vol.47, No.11, 2006.11 設計・施工例の掲載に係る記載内容については、公開情報をもとに弊社の責任において独自に整理したものです。 </small> </p> </div> <p data-bbox="1053 1642 1596 1675">第14図 羽田空港D滑走路における施工事例</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	 <p data-bbox="1018 745 1632 781">第 15 図 川内原子力発電所 1号機における施工事例</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(3) 配慮事項③ 『置換コンクリートの一体性確保』 への対応 置換コンクリートの一体性を確保するため、「置換コンクリートのラップ配置」, 「置換コンクリート造成体間の一体化」, 「トレミー管による水中コンクリート打設」 の対応を以下のとおり行う。</p> <p>a. 置換コンクリートのラップ配置 置換コンクリート造成体の境界が重なるように施工することにより, 置換コンクリートの一体化を図る。また, 改良対象範囲に未改良範囲が残らないよう, 置換コンクリート造成体を配置する。置換コンクリートのラップ配置例を第 16 図に示す。</p> <div data-bbox="1062 932 1605 1184" data-label="Diagram"> </div> <p>(置換コンクリート造成体の境界が重なるように施工することにより, 浸水経路化を防止する。)</p> <p>第 16 図 置換コンクリートのラップ配置例 (平面図)</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p data-bbox="973 302 1442 331">b. 置換コンクリート造成体間の一体化</p> <p data-bbox="997 344 1712 512">置換コンクリートの周面は、オールケーシング掘削時に粗面となるため、置換コンクリート造成体間の一体化が図られる。オールケーシング工法によるコンクリートの掘削面を第17図に示す。</p> <p data-bbox="997 525 1712 600">造成体間の一体化については、試験施工によりその効果を<u>確認し、必要に応じて設計に反映する。</u></p>  <p data-bbox="1032 953 1486 1033">出典： ・株式会社横山基礎工事HP： https://www.yokoyamakiso.co.jp/lp/acr/index.html</p> <p data-bbox="973 1062 1685 1092">第17図 オールケーシング工法によるコンクリートの掘削面</p>		

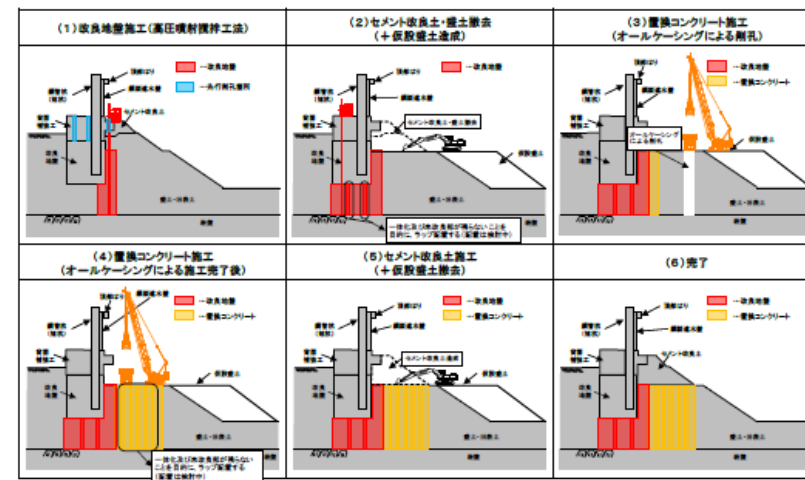
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>c. <u>トレミー管による水中コンクリート打設</u></p> <p><u>掘削完了後、水中不分離コンクリートを打設した後、水中不分離コンクリートが固化する前に水中コンクリートを打設する。</u></p> <p><u>水中コンクリートは、2m 程度根入れしたトレミー管の先端から充填し、先端が常に打設したコンクリート中にある状態を保つように施工することで、材料分離を防止する。水中コンクリートの施工例を第 18 図に示す。</u></p> <p><u>なお、水中コンクリート施工における細目は、「コンクリート標準示方書[施工編：特殊コンクリート] (公益社団法人 土木学会)」に準拠するものとする。</u></p> <div data-bbox="1113 840 1543 1134" data-label="Diagram"> </div> <p>(女川防潮堤の置換コンクリート施工では、岩盤との境界付近に水中不分離コンクリートを打設後、水中コンクリートに打ち継ぐ。)</p> <p><u>第 18 図 水中コンクリートの施工例</u> (コンクリート標準示方書[施工編] (公益社団法人 土木学会))</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(4) まとめ</p> <p>鋼管式鉛直壁（一般部）及び盛土堤防において防潮堤の海側に設置する置換コンクリートについて、施工計画の概要及び要求される品質を確保するための配慮事項について整理した。</p> <p>置換コンクリートに要求される品質を確保する上で、『C_u級岩盤へ着岩の確認』、『C_u級岩盤と置換コンクリートの密着性確保』及び『置換コンクリートの一体性確保』について配慮を行うことが重要である。</p> <p>－配慮事項① 『C_u級岩盤へ着岩の確認』</p> <p>ケーシングチューブ先端から採取された岩ズリの確認及び近傍のボーリングコアとの対比により着岩を判断することにより達成可能</p> <p>－配慮事項② 『C_u級岩盤と置換コンクリートの密着性確保』</p> <p>配慮事項①を適切に行った上で、孔底処理を確実にを行い、水中不分離コンクリートの適用など材料・施工方法を適切に選定することにより達成可能（本施工前に試験施工にて適用性を確認）</p> <p>－配慮事項③ 『置換コンクリートの一体性確保』</p> <p>置換コンクリートのラップ配置、掘削時の粗面化と試験施工での確認、トレミー管によるコンクリートの打設等、コンクリート造成体間への配慮を行うことにより達成可能</p> <p>以上から、置換コンクリートに要求される品質を確保することが可能であり、今後の試験施工の結果も踏まえて施工計画に反映する。</p>		

(参考資料4)

改良地盤及び置換コンクリートの施工手順について

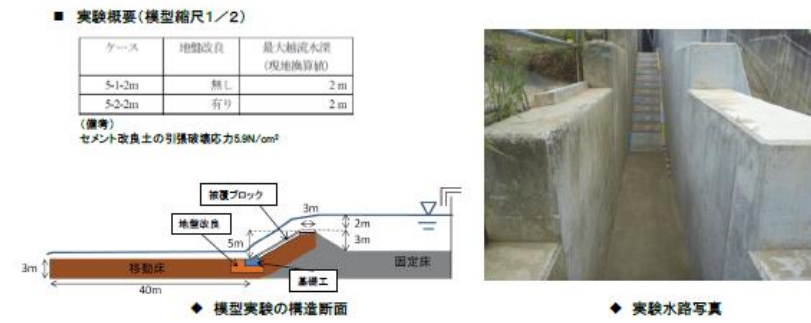
改良地盤及び置換コンクリートの施工範囲は近接しており、施工にあたって両者の施工手順の調整が必要となる。鋼管式鉛直壁(一般部)を例にして、現在想定している改良地盤及び置換コンクリートの施工手順を第1図に示す。



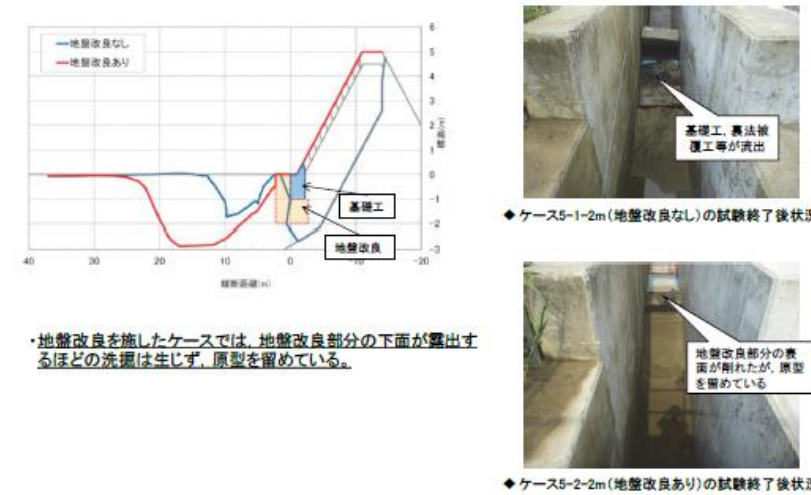
第1図 改良地盤及び置換コンクリートの施工手順

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: center;">(参考資料5)</p> <p style="text-align: center;">セメント改良土の耐侵食性・耐洗掘性について</p> <p>1. セメント改良土の耐侵食性・耐洗掘性について</p> <p>セメント改良土の耐侵食性及び耐洗掘性について、文献を参照して検討を行った。その結果、女川防潮堤のセメント改良土は、侵食及び洗掘に対して耐性を持つことを確認した。検討結果を以下に示す。</p> <p>(1) 模型実験によるコーン指数を指標とした耐侵食性確認</p> <p>「本田隆英, 織田幸伸, 伊藤一教, 石井裕泰, 高島知行: 貧配合セメント混合土を用いた海岸堤防の粘り強さに関する実験的研究, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 70, No. 2, I981_I985, 2014」によると, 第1図に示すとおり, セメント混合土は, 強度がある一定($q_c=4.0\text{MPa}$)以上となると, 越流による侵食が見られないことが分かる。</p> <div data-bbox="943 1075 1697 1306" data-label="Figure"> <p>Figure 1 consists of two parts: (a) Model experiment cross-section and (b) Experimental results. Part (a) shows a cross-section of a model experiment with a water level of 4.0m and a flow velocity of 1.0m/s. Part (b) is a bar chart showing the experimental results for different cone indices (qc). The y-axis represents the cone index (qc) in MPa, ranging from 0 to 18. The x-axis shows different qc values: 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100. The legend indicates: ■ 侵食発生 (Erosion occurred), □ 侵食なし (No erosion), and ▨ 透水実験未実施 (No permeability experiment). A horizontal line is drawn at qc = 4.0 MPa, with a note: 'コーン指数4.0MPa以上は侵食なし' (No erosion for cone index 4.0 MPa or above). The chart shows that for qc < 4.0 MPa, erosion occurred, and for qc >= 4.0 MPa, no erosion occurred.</p> </div> <p style="text-align: center;">第1図 コーン指数を指標とした耐侵食性確認</p> <p>越流により侵食しない強度であるコーン指数 $q_c=4.0\text{MPa}$ は, 一軸圧縮強度 $q_u=q_c/5=0.8\text{MPa}$ 相当となる(「地盤調査の方法と解説(地盤工学会, 2004)」)。これに対して, 女川防潮堤のセメント改良土は設計基準強度 $q_u=2.7\text{MPa}$ 以上であることから, 侵食に対して耐性を持つと考えられる。</p> <p>(2) 海岸堤防を模擬した大規模実験</p> <p>「加藤史訓, 諏訪義雄, 鳩貝聡, 藤田光一: 津波の越流に対して粘り強く減災効果を発揮する海岸堤防の構造検討, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 70, No. 1, 31-49, 2014」による</p>		

と、海岸堤防を越流する津波を模擬した大規模実験において、裏法尻の地盤改良により洗掘防止効果があることが確認されている。実験概要を第2図に、実験結果を第3図に示す。



第2図 海岸堤防を模擬した大規模実験概要



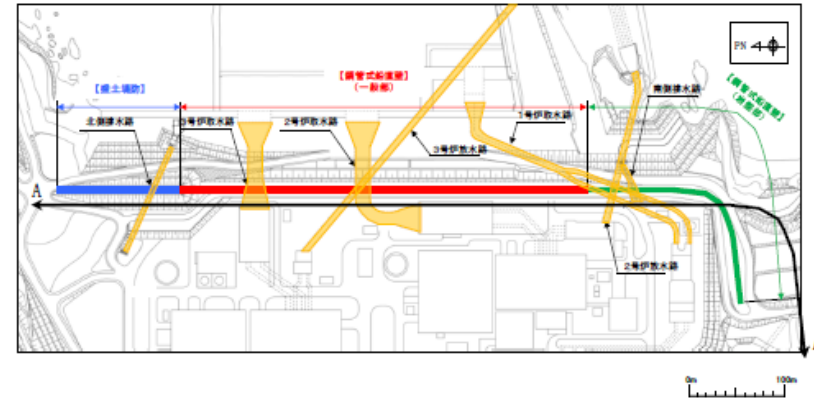
第3図 海岸堤防を模擬した大規模実験結果

実験で使用したセメント改良土の引張破壊応力 5.9N/cm² に対し、女川防潮堤のセメント改良土は引張強度 35N/cm² 以上であることから、洗掘に対して耐性を持つと考えられる。

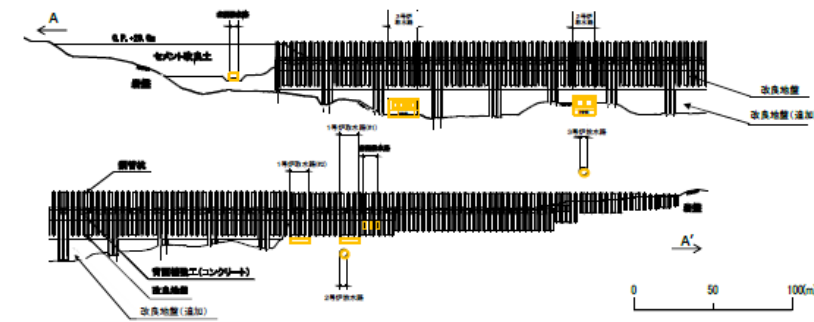
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p data-bbox="943 254 1706 327">2. 盛土堤防におけるセメント改良土の既設部と新設部の取扱いについて</p> <p data-bbox="943 342 1365 373">(1) 既設防潮堤(O.P. +17m)の概要</p> <p data-bbox="961 388 1715 554">新設防潮堤(O.P. +29m)の建設以前に、3.11地震を踏まえた緊急安全対策として、O.P. 約+17m(高さ約3m)のセメント改良土による防潮堤(以下、既設防潮堤)を設置している。既設防潮堤の概要を第4図に示す。</p> <p data-bbox="961 569 1715 688">なお、O.P. +29.0mの盛土堤防築堤時には、舗装等の支障物を取り除いた上で、セメントペーストによる打継処理を実施している。</p> <div data-bbox="961 751 1706 1129"> </div> <p data-bbox="1003 1115 1193 1129">既設防潮堤完成状況(平成24年4月26日)</p> <p data-bbox="1172 1150 1484 1182">第4図 既設防潮堤の概要</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(2) セメント改良土の既設部と新設部の物性</p> <p>盛土堤防の既設防潮堤部分と新設部について、セメント改良土の物性調査を行った。盛土堤防の地震時応答に影響を与える主たる物性として動的変形特性を、安定性評価に影響を与える主たる物性として強度特性を対象として、既設防潮堤部分と新設部の比較を行った結果を第5図に示す。</p> <div data-bbox="943 625 1697 892"> <p>The figure consists of two graphs. The left graph, titled '動的変形特性の比較(繰返し三軸圧縮試験結果)', plots G/G on the y-axis (0.0 to 1.2) against shear strain (せん断ひずみ) on the x-axis (log scale from 1.0E-06 to 1.0E+00). It compares existing parts (open circles), new parts (open squares), and reference values for existing parts (solid line) and new parts (dashed line). The right graph, titled '強度特性の比較(三軸圧縮試験結果)', plots shear stress (せん断応力) on the y-axis (0 to 5.0) against normal stress (圧縮応力) on the x-axis (0 to 7.0). It compares existing parts (solid line) and new parts (dashed line) with their respective failure envelopes. A vertical arrow points to the peak of the failure envelope for the new parts, labeled '解析上想定される応力状態'.</p> </div> <p>第5図 既設防潮堤と新設部のセメント改良土の物性調査結果</p> <p>既設防潮堤部分と新設部の物性はほぼ同程度となっていることを確認した。そのため、既設防潮堤についても盛土堤防の一部として、両者を一様の物性として扱って評価を行うことは妥当と考えられる。</p> <p>なお、盛土堤防全体における既設防潮堤部分は約20% (体積比) となっている。</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																												
	<p style="text-align: right;">(参考資料6)</p> <p style="text-align: center;"><u>防潮堤を横断する構造物の取扱いについて</u></p> <p>1. <u>防潮堤を横断する構造物</u></p> <p><u>防潮堤内及び直下を横断する構造物を対象に、設置状況や地震に対する評価状況から、当該構造物の損壊等による防潮堤機能への影響の有無を確認する。</u></p> <p><u>防潮堤を横断する構造物は発電用冷却水の取放水設備並びに構内排水設備となっている。防潮堤を横断する構造物一覧を第1表に、平面図を第1図に、断面図を第2図に示す。</u></p> <p><u>これらの構造物は北側排水路を除き、岩盤上あるいは岩盤内に設置されている。また、北側排水路は、盛土堤防のセメント改良土内に設置されている。</u></p> <p style="text-align: center;"><u>第1表 防潮堤を横断する構造物一覧</u></p> <table border="1" data-bbox="952 976 1700 1354"> <thead> <tr> <th>横断位置</th> <th>構造物名</th> <th>構造形式</th> <th>設置状況</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">盛土堤防</td> <td>北側排水路</td> <td>鉄筋コンクリート造</td> <td>セメント改良土内に設置</td> </tr> <tr> <td>2号炉取水路</td> <td>鉄筋コンクリート造</td> <td>岩盤上に設置</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">鋼管式鉛直壁 (一般部)</td> <td>3号炉取水路</td> <td>鉄筋コンクリート造</td> <td>岩盤上に設置</td> </tr> <tr> <td>3号炉放水路</td> <td>鉄筋コンクリート造</td> <td>岩盤トンネル</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">鋼管式鉛直壁 (岩盤部)</td> <td>1号炉取水路</td> <td>鉄筋コンクリート造</td> <td>岩盤トンネル</td> </tr> <tr> <td>2号炉放水路</td> <td>鉄筋コンクリート造</td> <td>岩盤トンネル</td> </tr> <tr> <td>南側排水路</td> <td>高密度ポリエチレン製波付管</td> <td>岩盤トンネル</td> </tr> </tbody> </table>	横断位置	構造物名	構造形式	設置状況	盛土堤防	北側排水路	鉄筋コンクリート造	セメント改良土内に設置	2号炉取水路	鉄筋コンクリート造	岩盤上に設置	鋼管式鉛直壁 (一般部)	3号炉取水路	鉄筋コンクリート造	岩盤上に設置	3号炉放水路	鉄筋コンクリート造	岩盤トンネル	鋼管式鉛直壁 (岩盤部)	1号炉取水路	鉄筋コンクリート造	岩盤トンネル	2号炉放水路	鉄筋コンクリート造	岩盤トンネル	南側排水路	高密度ポリエチレン製波付管	岩盤トンネル		
横断位置	構造物名	構造形式	設置状況																												
盛土堤防	北側排水路	鉄筋コンクリート造	セメント改良土内に設置																												
	2号炉取水路	鉄筋コンクリート造	岩盤上に設置																												
鋼管式鉛直壁 (一般部)	3号炉取水路	鉄筋コンクリート造	岩盤上に設置																												
	3号炉放水路	鉄筋コンクリート造	岩盤トンネル																												
鋼管式鉛直壁 (岩盤部)	1号炉取水路	鉄筋コンクリート造	岩盤トンネル																												
	2号炉放水路	鉄筋コンクリート造	岩盤トンネル																												
	南側排水路	高密度ポリエチレン製波付管	岩盤トンネル																												



第1図 平面図



第2図 断面図 (A-A')

2. 各構造物の地震に対する評価

防潮堤を横断する各構造物はいずれも地中構造物であることから、主たる外部事象である地震に対する評価を行った。

いずれの構造物も、第2表に示すように、地震による構造物の損傷に起因する漏水（防潮堤を横断する浸水経路の形成）の可能性はないことを確認した。

また、地震による影響だけでなく、コンクリートの劣化、ひび割れ等による漏水を防止する観点からも保守管理を適切に実施することが重要である。保守管理については「3. 各構造物の保守管理」に記載する。

なお、北側排水路のみ設置状況が異なることから、参考として詳細構造等を「4. 北側排水路の取扱い」に示す。

第2表 防潮堤を横断する構造物の地震に対する評価一覧

構造物名	防潮堤構造形式	設置状況	地震に対する評価	漏水の可能性の有無
北側排水路	盛土堤防	セメント改良土内に設置	基準地震動 Ss に対して機能維持	無
2号伊取水路	鋼管式鉛直壁 (一般部)	岩盤上に設置 (改良地盤内)	基準地震動 Ss に対して機能維持	無
3号伊取水路		岩盤上に設置 (改良地盤内)	基準地震動 Ss に対して機能維持	無
3号伊放水路		岩盤トンネル	岩盤内に構築されており、十分な厚さ(構造物上面から岩盤上面までの距離)が確保されていることから、損傷等による防潮堤への影響はない。	無
1号伊取水路		岩盤トンネル	岩盤内に構築されており、十分な厚さ(構造物上面から杭下端までの距離)が確保されていることから、損傷等による防潮堤への影響はない。	無
2号伊放水路		岩盤トンネル	岩盤内に構築されており、十分な厚さ(構造物上面から杭下端までの距離)が確保されていることから、損傷等による防潮堤への影響はない。	無
南側排水路	鋼管式鉛直壁 (岩盤部)	岩盤トンネル (MR内)	岩盤(MR)内に構築されており、十分な厚さ(構造物上面から岩盤(MR)上面までの距離)が確保されていることから、損傷等による防潮堤への影響はない。	無

3. 各構造物の保守管理

防潮堤を横断する各構造物は、地震により防潮堤の機能に影響を与えないことを確認しているが、浸水経路形成を回避する観点から、保守管理を適切に実施することが重要である。防潮堤を横断する構造物の点検内容(例)を第3表に示す。

第3表 防潮堤を横断する構造物の点検内容 (例)

横断位置	構造物名	点検内容 (例)	点検頻度 (例)
盛土堤防	北側排水路	排水状況 コンクリート工作物の亀裂、破損、沈下、劣化状況等 周辺地山の変状の有無	1回/月
	2号炉取水路	構造物本体の変位、変形、沈下、ひび割れ、剥離・剥落、湧水等の有無	定期検査毎
鋼管式鉛直壁 (一般部)	3号炉取水路	構造物本体の変位、変形、沈下、ひび割れ、剥離・剥落、湧水等の有無	定期検査毎
	3号炉放水路	ロボット活用等を含め詳細点検計画を検討	定期検査毎
鋼管式鉛直壁 (岩盤部)	1号炉取水路	構造物本体の変位、変形、沈下、ひび割れ、剥離・剥落、湧水等の有無	定期検査毎
	2号炉放水路	ロボット活用等を含め詳細点検計画を検討	定期検査毎
	南側排水路	排水状況 工作物の亀裂、破損、沈下、劣化状況等 周辺地山の変状の有無	1回/月

4. 北側排水路の取扱い

(1) 北側排水路の構造

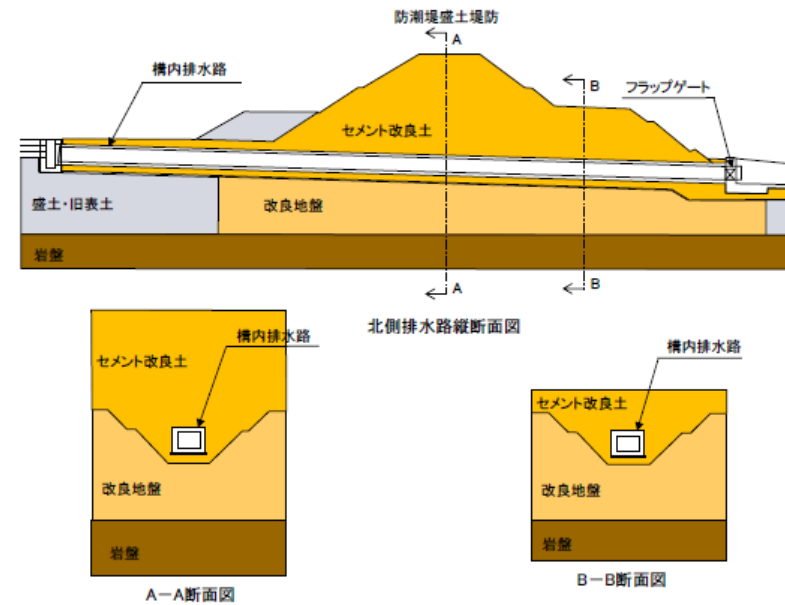
北側排水路の概要図を第3図に、標準断面図を第4図に示す。北側排水路は、PC鋼線により水路縦断方向にプレストレスを導入することで、排水路ブロックを一体化し、水密性に配慮した構造としているとともに、透水性が小さく耐侵食性に優れたセメント改良土内に設置されている。このため、万が一排水路のひび割れやブロック間の目開きから水路外に漏水が生じたとしても、漏出箇所より侵食範囲が広がり防潮堤を横断する排水経路に進展していく可能性は低いと考えられる。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

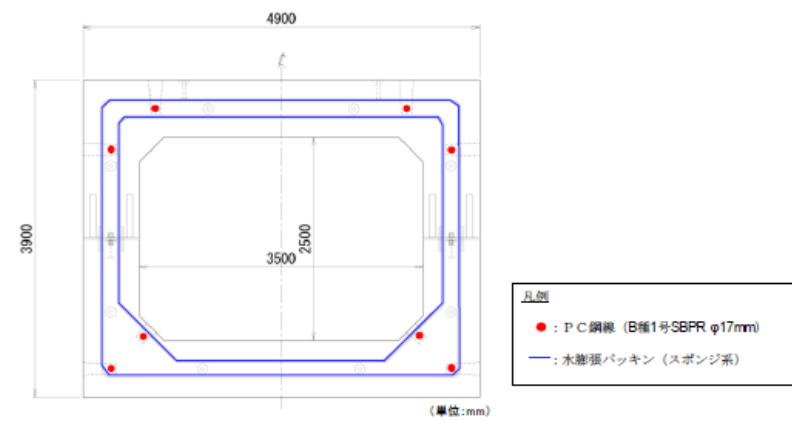
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



第3図 北側排水路概要図



第4図 北側排水路標準断面図

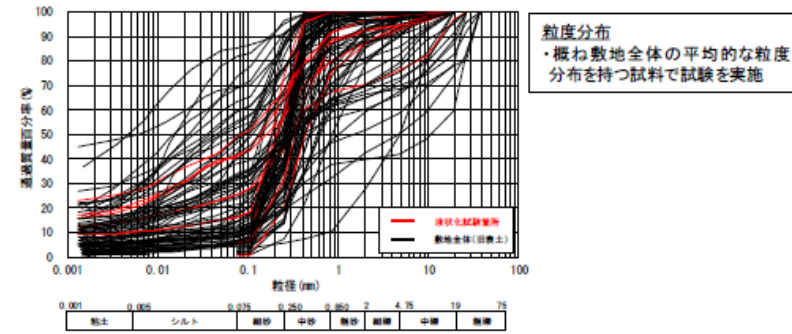
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>b. 柔構造物樋門設計の手引き 財団法人国土技術研究センター <u>当文献では、第6図に示すように、構内排水路で採用しているプレキャストブロック工法（複数の函体ブロックを一本化するために函軸方向に緊張力を導入する工法）の設計手法について記載されており、施工事例が紹介されている。</u></p> <p>2.6.5.3 プレストレストコンクリート構造</p> <p>函軸方向に緊張力を導入する場合は、緊張力の導入の目的に応じた適切な設計を行う。</p> <p>【解説】 函軸方向に緊張力を導入する目的としては、次のような場合がある。 ① 弾性扁平材を圧縮して、面接触を得るために継手部に導入する緊張力 ② 複数の函体ブロックを一体化するために接合部に導入する緊張力 同時に上記の二つを目的とする緊張力を導入する場合は、原則として各々独立した緊張材を設置する。</p> <p>② 複数の函体ブロックを一体化するために函軸方向に導入する緊張力 <u>複数の函体ブロックを一体化するために函軸方向に緊張力を導入する（プレキャストブロック工法）場合は、接合部に無収縮セパラルや接合ゴムなどを介して、設計荷重作用時に接合部に引張応力が発生しないアルプレストレス状態（実際には、安全性を考慮して接合部の最小値を $5 \text{ kg/cm}^2 (0.5 \text{ N/mm}^2)$ とする）となる緊張力を導入することによって、函体ブロックを一体化し、接合部の水密性を確保する、一般に1スパンを対象に緊張するので単スパン緊張と呼ばれる。</u></p>  <p>第6図 プレキャストブロック工法の概要</p>		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: center;">(参考資料7)</p> <p style="text-align: center;">液状化強度試験の試料採取位置選定とその代表性について</p> <p>1. 液状化強度試験の試料採取位置選定とその代表性</p> <p>防潮堤の液状化影響評価にあたっては、盛土は敷地全体(B-1, B-2)の液状化強度試験結果から保守的に設定した液状化強度特性を用い、旧表土は防潮堤の近傍で採取した液状化強度試験結果(A-1~A-4)があることから、これらの結果から保守的に設定した液状化強度特性を用いる方針である。液状化強度試験の試料採取位置を第1図に示す。</p> <p>以下では、防潮堤の液状化影響評価に用いる液状化影響評価に用いる旧表土及び盛土の液状化強度試験箇所の代表性について検討した。</p> <div data-bbox="946 936 1700 1524" data-label="Figure"> </div> <p style="text-align: center;">第1図 液状化強度試験の試料採取位置図</p>		

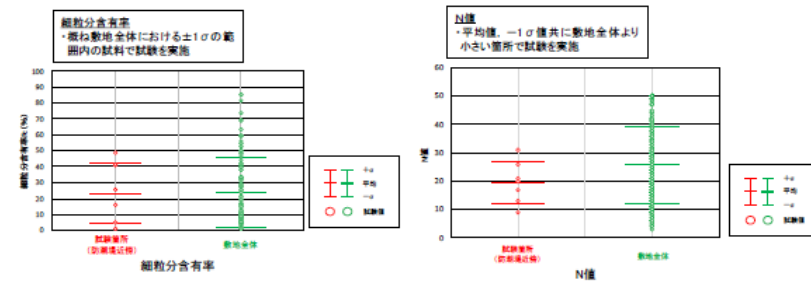
(1) 旧表土

旧表土の基本物性について、防潮堤近傍 (A-1~A-4) と敷地全体で比較した。基本物性として、粒度分布、細粒分含有率及びN値をそれぞれ第2図、第3図及び第4図に示す。

注) 沈降分析を実施していない試料に関しては、75 μ m以上の粒度分布のみ表示。



第2図 粒度分布 (旧表土)



第3図 細粒分含有率 (旧表土) 第4図 N値 (旧表土)

粒度分布について、防潮堤近傍の液状化強度試験箇所は概ね敷地全体の粒度分布の平均的な範囲にある。

細粒分含有率については、防潮堤近傍の液状化強度試験箇所は敷地全体の $\pm 1\sigma$ の範囲で概ね敷地全体の平均的な範囲にある。

N値については、防潮堤近傍の液状化強度試験箇所は敷地全体よりもやや小さい値である。

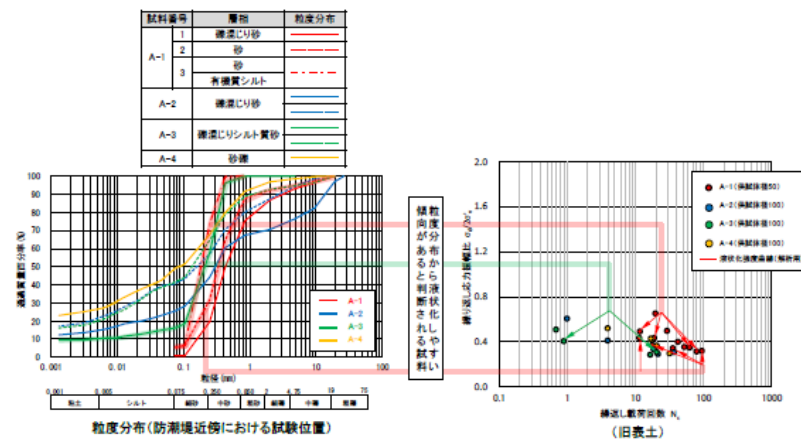
以上から、防潮堤近傍の液状化強度試験箇所は敷地全体と比較し、同程度あるいはやや液状化しやすい箇所から採取されていることから、防潮堤近傍の液状化強度試験箇所は敷地全体に対して保守的な位置で実施され、代表性があるといえる。

上記に加えて、防潮堤近傍の旧表土の液状化強度試験結果について、その中で液状化のしやすさについて整理した。液状化

強度試験の試料採取位置のうち、粒度分布と液状化強度試験の比較を第5図に示す。

粒度分布から、A-1 (2, 3) と A-3 が液状化しやすい傾向があるといえる。これらの試料に着目すると、液状化強度試験結果においても、液状化強度比が小さく、液状化しやすい傾向があることを確認した。

防潮堤の液状化強度特性については、これらの液状化しやすいと判断される試料も考慮して保守的(下限値)になるよう設定しており、この設定は妥当であるといえる。



第5図 粒度分布と液状化強度試験の比較

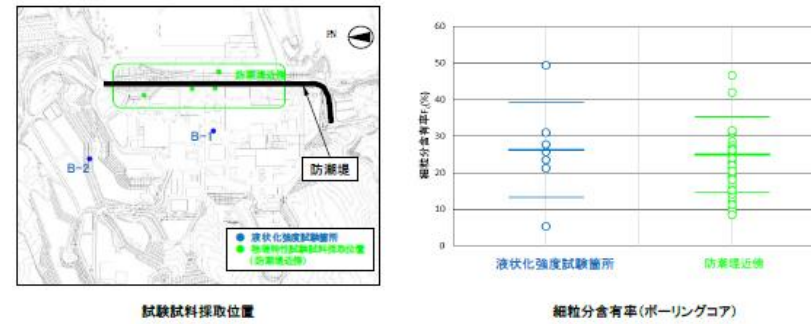
(2) 盛土

防潮堤の液状化影響評価に用いる盛土の液状化強度特性については、防潮堤近傍の試料がないため、敷地全体 (B-1, B-2) の液状化強度試験結果から保守的に設定する方針とし、敷地全体の液状化強度試験箇所 (B-1, B-2) と防潮堤近傍の物性値を比較することで、その妥当性を確認する。

比較する物性値は、粒度分布、相対密度、S波速度及び盛土の施工における品質管理項目である締固め度とした。なお、比較する物性値は以下の理由により選定したものである。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>・ 粒度分布は、基本的な土の物性値であり液状化しやすさの判定指標とされ、道路橋示方書における液状化判定において平均粒径、10%粒径が用いられているなど、液状化強度との相関が高い。</p> <p>・ 相対密度は、ダイレイタンシー特性と密接に関係するため、液状化強度との相関が高い。</p> <p>・ S波速度は、各基準類においてN値と関連付けられるなど、地盤の剛性や強度と相関する物性であり、局所的ではなく深さ方向に平均的な地盤の強度を確認できる指標である。</p> <p>・ 盛土の施工管理項目である締固め度は、施工期間中に全域で確認し、管理を実施していることから盛土範囲を網羅しており、締固め程度についてエリア毎の比較が可能である。</p> <p>以下 a. ~ d. にそれぞれの物性値の比較検討結果と代表性に関する確認結果を示す。</p> <p>a. 粒度分布</p> <p>防潮堤近傍と液状化試験箇所における粒度分布について、道路橋示方書の判定基準である以下の②及び③で比較する。試料採取位置及び粒度分布を第6図に示す。</p>  <p>第6図 試験試料採取位置及び粒度分布 (盛土)</p> <p>[道路橋示方書の液状化判定基準]</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 地下水位が現地盤面から 10m以内にあり、かつ地表面から 20m以内に存在する飽和土層 ② 細粒分含有率F_c が 35%以下の土層又はF_c が 35%を超えても塑性指数 IP が 15 以下の土層 ③ 平均粒径 D_{50} が 10 mm以下で、かつ 10%粒径 D_{10} が 1 mm以下である土層 		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>判定基準②に関して、防潮堤近傍及び液状化強度試験箇所 <u>のいずれも $F_c < 35\%$ となっており、液状化の判定が必要な土層となる。防潮堤近傍は液状化強度試験箇所よりも細粒分含有率が少ないことから、防潮堤近傍の盛土は液状化強度試験箇所よりも液状化しやすい。</u></p> <p>判定基準③に関して、防潮堤近傍では概ね $D_{50} > 10 \text{ mm}$ で防潮堤近傍は液状化の判定が不要な土質であるが、逆に液状化強度試験箇所では $D_{50} \leq 10 \text{ mm}$ かつ $D_{10} \leq 1 \text{ mm}$ となっており、液状化の判定が必要な土質である。従って、防潮堤近傍の盛土は液状化強度試験箇所よりも液状化しにくい。</p> <p>なお、判定基準②と③では相反する結果であるが、供試体レベルでの細粒分含有率の比較では、液状化強度試験箇所と防潮堤近傍でほぼ同じ値となる結果が得られている。</p> <p>[盛土の粒度分布の比較に関する補足]</p> <p>現場粒度試験による比較では、液状化試験箇所の細粒分含有率は防潮堤近傍より大きく、液状化しにくい結果となったが、実際の試験に用いる供試体レベルで細粒分含有率の比較を行った。</p> <p>敷地の盛土は最大粒径 300mm の岩砕を含むことを踏まえると、平均粒径や 10%粒径の比較には 75mm 以上の土粒子も対象とすることが有効であるものの、岩砕を含む程度により細粒分含有率は大きく変化することから、細粒分含有率の比較には、液状化強度試験に用いる供試体レベルでの比較を目的として、JIS「土の粒度試験方法」に準拠した 75mm 以下の土粒子を対象とする。ボーリングコアによる試験試料採取位置及び細粒分含有率を第 7 図に示す。</p> <p>液状化強度試験に用いた試料のごく近傍で同じ深度における細粒分含有率と、防潮堤近傍の細粒分含有率を比較すると、ほぼ同程度である。</p>		

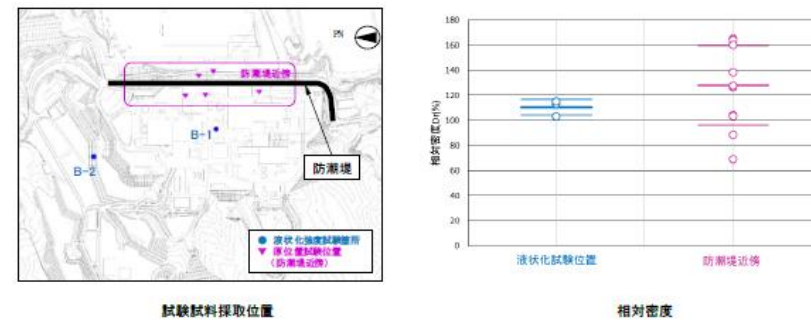


第7図 試験試料採取位置及び細粒分含有率(盛土, ボーリングコア)

b. 相対密度

防潮堤近傍と液状化強度試験箇所における相対密度を比較する。試験試料採取位置及び相対密度を第8図に示す。

液状化強度試験箇所の相対密度の平均値から、防潮堤近傍と同程度かやや小さい箇所で試験を実施している。



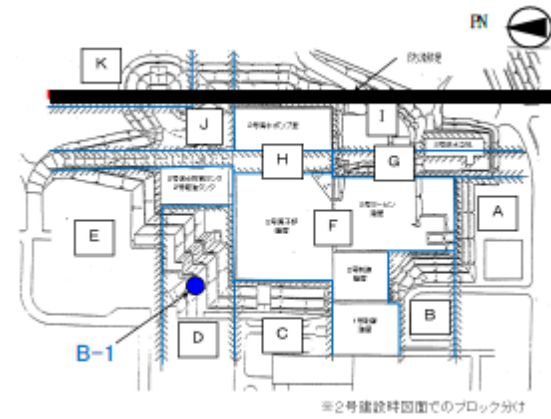
第8図 試験試料採取位置及び相対密度(盛土)

c. S波速度

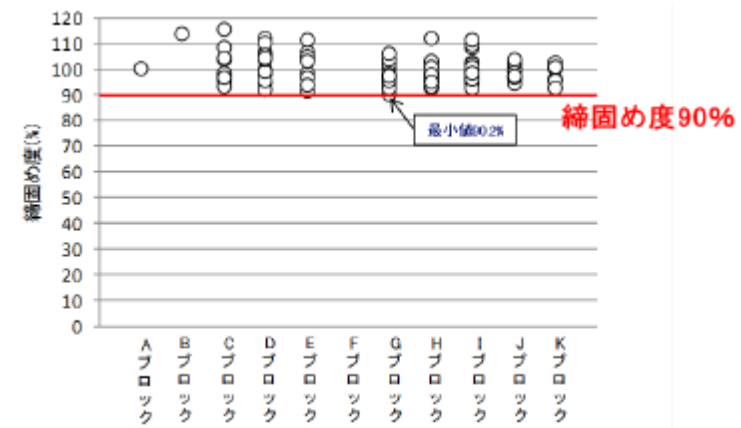
防潮堤近傍と液状化強度試験箇所におけるS波速度を比較する。測定位置及びS波速度を第9図に示す。

防潮堤近傍の5箇所におけるS波速度と液状化強度試験箇所近傍におけるS波速度とを比較すると、ほぼ同程度になっていることを確認した。

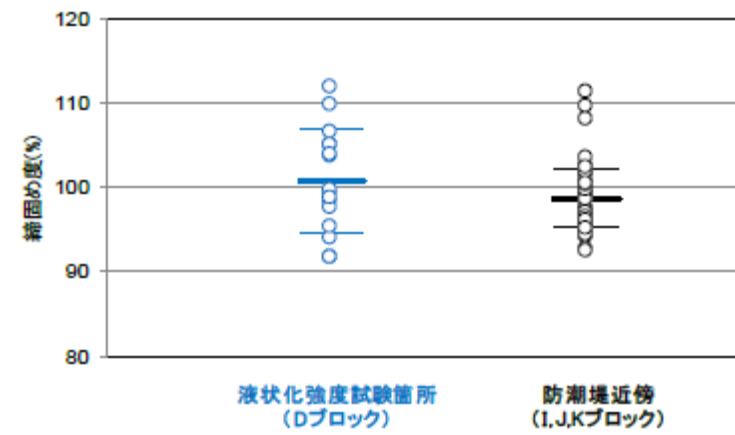
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="946 310 1694 724" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="1083 743 1561 779" data-label="Caption"> <p>第9 図 測定位置及びS 波速度 (盛土)</p> </div> <div data-bbox="961 831 1130 867" data-label="Section-Header"> <p>d. 締固め度</p> </div> <div data-bbox="961 875 1715 957" data-label="Text"> <p>防潮堤近傍と液状化強度試験箇所における締固め度を比較する。</p> </div> <div data-bbox="961 966 1715 1089" data-label="Text"> <p>2号炉建設においては盛土施工の品質管理のために、複数のブロックに分けて施工しており、そのブロック割を第10 図に示す。</p> </div> <div data-bbox="961 1098 1715 1270" data-label="Text"> <p>盛土施工の品質管理に用いた指標のうち、締固め度(=乾燥密度÷最大乾燥密度(γ_{dmax}))の実績を各ブロック及び防潮堤近傍ブロックと液状化強度試験箇所付近のブロックを抜き出して第11 図及び第12 図に示す。</p> </div> <div data-bbox="961 1278 1715 1451" data-label="Text"> <p>2号炉建設においては、盛土を複数のブロックに分けて施工しているが、いずれの施工ブロックにおいても試験結果はすべて管理基準(90%以上)を満たしており、十分締固められている。</p> </div> <div data-bbox="961 1459 1715 1541" data-label="Text"> <p>また、液状化強度試験箇所と防潮堤近傍を比較すると、ほぼ同程度の締固め度である。</p> </div>		



第10図 盛土施工におけるブロック割



第11図 各ブロックの締固め度



第12図 液状化強度試験箇所と防潮堤近傍の締固め度の比較

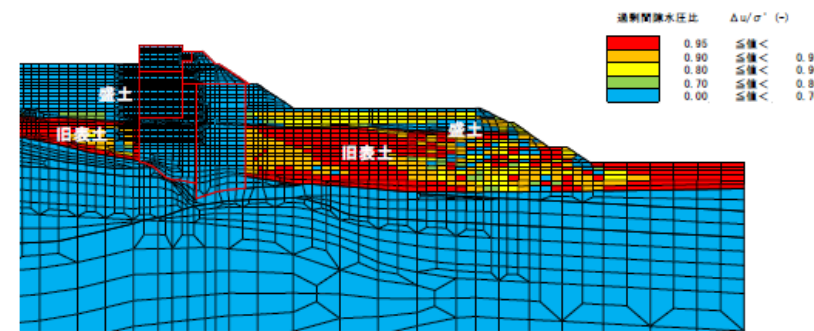
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>2. まとめ</p> <p>(1) 旧表土</p> <p><u>防潮堤近傍における旧表土の試料採取位置 (A-1~A-4) は、敷地全体と比較して以下の特徴を有していることから、A-1~A-4 において採取した試料から得られる液状化強度特性を防潮堤の設計に適用することは妥当である。</u></p> <p><u>【粒度分布】 概ね敷地全体の平均的な粒度分布を持つ試料で試験を実施</u></p> <p><u>【細粒分含有率】概ね敷地全体における±1σの範囲内の試料で試験を実施</u></p> <p><u>【N 値】 平均値, -1σ 値共に敷地全体より小さい箇所で試験を実施</u></p> <p><u>また、防潮堤近傍における旧表土の試料採取箇所 (A-1~A-4) の中で、液状化のしやすさに関して検討を行い、粒度分布等から液状化しやすい試料としにくい試料に区分できることを確認したが、液状化強度特性の設定にあたっては、A-1~A-4 の全ての試験結果を用いて保守的に設定することとする。</u></p> <p>(2) 盛土</p> <p><u>盛土の試料採取箇所 (B-1, B-2) は、防潮堤近傍と比較して以下の特徴を有していることから、B-1, B-2 において採取した試料から得られる液状化強度特性を防潮堤の設計に適用することは妥当である。</u></p> <p><u>【粒度分布】 防潮堤近傍と液状化強度試験箇所はほぼ同程度である。</u></p> <p><u>【相対密度】 防潮堤近傍と液状化強度試験箇所はほぼ同程度である。</u></p> <p><u>【S 波速度】 防潮堤近傍と液状化強度試験箇所はほぼ同程度である。</u></p> <p><u>【締固め度】 防潮堤近傍と試験箇所どちらも管理基準以上の締固め度であり、かつ防潮堤近傍の締固め度は、液状化強度試験箇所とほぼ同程度である。</u></p>		

(参考資料8)

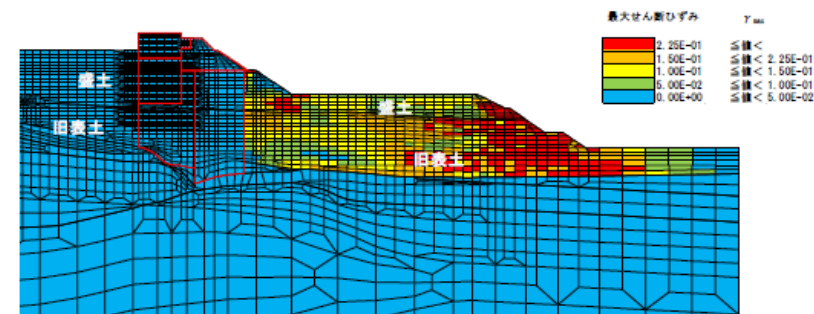
構造成立性検討結果の補足

1. 鋼管式鉛直壁 (一般部) の成立性検討結果 (断面: 地点④)

鋼管式鉛直壁 (一般部) の地震時に、鋼管杭の安全率が小さくなる地震動である Ss-D1 における最大過剰間隙水圧比分布及び最大せん断ひずみ分布を、第1図及び第2図に示す。



第1図 最大過剰間隙水圧比分布 (Ss-D1)



第2図 最大せん断ひずみ分布 (Ss-D1)

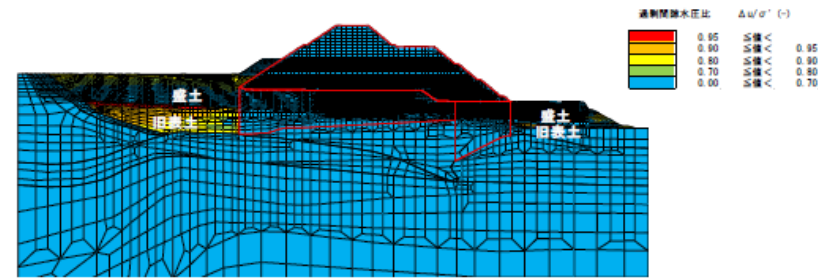
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

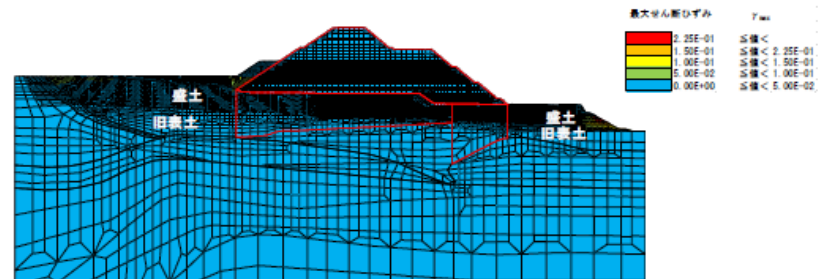
島根原子力発電所 2号炉

備考

2. 盛土堤防の構造成立性検討結果 (断面：地点⑤)
盛土堤防の地震時に、セメント改良土のすべり安全率が小さくなる地震動である Ss-N1 における最大過剰間隙水圧比分布及び最大せん断ひずみ分布を、第3図及び第4図に示す。



第3図 最大過剰間隙水圧比分布 (地震時, Ss-N1)



第4図 最大せん断ひずみ分布 (地震時, Ss-N1)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版) (参考資料9)	島根原子力発電所 2号炉 (参考資料1)	備考
	<p align="center"><u>女川防潮堤の特徴と他サイト防潮堤との比較</u></p> <p>1. 比較の観点</p> <p>女川の防潮堤は、鋼管式鉛直壁（一般部）、鋼管式鉛直壁（岩盤部）及び盛土堤防の3つの構造形式に分かれている。鋼管式鉛直壁（一般部）については長杭（岩盤に支持されている杭）及び短杭（改良地盤に支持されている杭）の2つの杭仕様があり、いずれも鋼管式鉛直壁（岩盤部）と同様に沈下しない設計としている。盛土堤防はセメント改良土で構築し、岩盤又は改良地盤に支持させることで、沈下しない設計としている。</p> <p>これらの設計において留意すべき事項を整理するため、女川と他サイト（関西電力株高浜発電所、日本原子力発電株東海第二発電所）の防潮堤について、施設構造、施設等を比較し、女川防潮堤の津波防護施設としての特徴を評価しながら、津波防護施設としての構造成立性評価の基礎情報として整理するとともに、原子力発電所以外の一般施設において女川と類似する設計事例を調査する。</p> <p>また、女川防潮堤を設計するにあたり配慮した内容、構造仕様の変更などの設計経緯について整理する。</p> <p>2. 構造形式の違いと考察</p> <p>各サイトの防潮堤の概要を第1図に、他サイト防潮堤との構造形式の違いに係る考察を第1表に示す。</p>  <p align="center">第1図 各サイトの防潮堤の概要</p>	<p align="center"><u>防波壁の構造等に関する先行炉との比較</u></p> <p>1. 比較の観点</p> <p>島根原子力発電所の防波壁は、多重鋼管杭式擁壁、鋼管杭式逆T擁壁及び波返重力擁壁の3つの構造型式に分かれている。</p> <p>これらの設計において留意すべき事項を整理するため、島根原子力発電所と先行炉（日本原子力発電(株)東海第二発電所、東北電力(株)女川原子力発電所及び関西電力(株)美浜発電所）の防潮堤等について構造等を比較する。</p> <p>また、先行炉との比較を踏まえ、先行炉実績との類似点を踏まえた設計方針の適用性及び先行炉実績との相違点を踏まえた設計への反映事項を示す。</p> <p>2. 先行炉との比較</p> <p>(1) 多重鋼管杭式擁壁</p> <p>防波壁のうち多重鋼管杭式擁壁については、岩盤に支持された鋼管杭に上部工として被覆コンクリート壁を設置する構造であることから、類似する先行炉津波防護施設として、東海第二発電所における鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁を選定する。それぞれの構造概要を第1図に示す。</p> <p>防波壁（多重鋼管杭式擁壁）は港湾基準の自立矢板式護岸に準拠し設計を行う。島根原子力発電所の防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造及び設計条件等に関する特徴を示すとともに、東海第二発電所の鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁と比較を行い、類似点及び相違点を抽出した。類似点についてはその適用性を、相違点についてはそれを踏まえた設計への反映事項を、それぞれ第1表のとおり整理した。</p>	<p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載の相違</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																								
		<p>第1(1)表 防波壁(多重鋼管杭擁壁)の構造等に関する先行炉との比較(1/2)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">詳細項目</th> <th>島根原子力発電所 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の構造等</th> <th>先行炉の構造等*</th> <th colspan="2">島根原子力発電所と先行炉との比較</th> <th rowspan="2">先行炉実績との類似点を踏まえた設計方針の適用性</th> <th rowspan="2">先行炉実績との相違点を踏まえた設計への反映事項</th> </tr> <tr> <th>島根原子力発電所 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の構造等</th> <th>先行炉の構造等*</th> <th>類似点</th> <th>相違点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">下部工の構造 防波壁の構造</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭は岩盤に支持させる。 上部工から伝達される荷重に耐える構造とするため、鋼管杭(多重鋼管杭)を採用する。 鋼管杭の許容限界： (曲げ) 降伏モーメント(せん断) せん断応力度 遮水性保持のために、鋼管杭間にセメントミルクを充填するとともに、取水路横断部については、杭間で地盤改良を実施する。 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭は岩盤に支持させる。 鋼管杭(単管)を採用する。 鋼管杭の許容限界： 短期許容応力度 遮水性保持のために、海側にシートパイルを施工する。 </td> <td>-</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の構造の違い 鋼管杭の許容限界の違い 遮水性保持を期待する設備の違い </td> <td>-</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 多重鋼管杭が一体として挙動することを、水平動荷実験により確認している。 鋼管杭の許容限界について、道路橋示方書・同解説(平成14年3月)に基づき、曲げについては降伏モーメント、せん断についてはせん断応力度をそれぞれ規定し、設計する。 今後、3次元FEM解析によりセメントミルク及び改良地盤の健全性を確認する。 </td> </tr> <tr> <td>上部工の構造</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭間からの津波の浸水を防止する観点で、鋼管杭を鉄筋コンクリートで被覆する。 地震荷重並びに津波荷重は、鋼管で負担する設計としている。 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭間からの津波の浸水を防止する観点で、鋼管杭を鉄筋コンクリートで被覆する。 地震荷重並びに津波荷重を全て鉄筋コンクリートで負担できる設計としている。 </td> <td>-</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 遮水性を確保する部材の設計方針の違い </td> <td>-</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 今後、3次元FEM解析によりセメントミルク及び改良地盤の健全性を確認する。 </td> </tr> </tbody> </table> <p>※先行炉の情報に係る記載内容については、会合資料等をもとに弊社の責任において独自に解釈したものです。</p>	詳細項目	島根原子力発電所 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の構造等	先行炉の構造等*	島根原子力発電所と先行炉との比較		先行炉実績との類似点を踏まえた設計方針の適用性	先行炉実績との相違点を踏まえた設計への反映事項	島根原子力発電所 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の構造等	先行炉の構造等*	類似点	相違点	下部工の構造 防波壁の構造	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭は岩盤に支持させる。 上部工から伝達される荷重に耐える構造とするため、鋼管杭(多重鋼管杭)を採用する。 鋼管杭の許容限界： (曲げ) 降伏モーメント(せん断) せん断応力度 遮水性保持のために、鋼管杭間にセメントミルクを充填するとともに、取水路横断部については、杭間で地盤改良を実施する。 	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭は岩盤に支持させる。 鋼管杭(単管)を採用する。 鋼管杭の許容限界： 短期許容応力度 遮水性保持のために、海側にシートパイルを施工する。 	-	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の構造の違い 鋼管杭の許容限界の違い 遮水性保持を期待する設備の違い 	-	<ul style="list-style-type: none"> 多重鋼管杭が一体として挙動することを、水平動荷実験により確認している。 鋼管杭の許容限界について、道路橋示方書・同解説(平成14年3月)に基づき、曲げについては降伏モーメント、せん断についてはせん断応力度をそれぞれ規定し、設計する。 今後、3次元FEM解析によりセメントミルク及び改良地盤の健全性を確認する。 	上部工の構造	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭間からの津波の浸水を防止する観点で、鋼管杭を鉄筋コンクリートで被覆する。 地震荷重並びに津波荷重は、鋼管で負担する設計としている。 	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭間からの津波の浸水を防止する観点で、鋼管杭を鉄筋コンクリートで被覆する。 地震荷重並びに津波荷重を全て鉄筋コンクリートで負担できる設計としている。 	-	<ul style="list-style-type: none"> 遮水性を確保する部材の設計方針の違い 	-	<ul style="list-style-type: none"> 今後、3次元FEM解析によりセメントミルク及び改良地盤の健全性を確認する。
詳細項目	島根原子力発電所 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の構造等	先行炉の構造等*		島根原子力発電所と先行炉との比較		先行炉実績との類似点を踏まえた設計方針の適用性	先行炉実績との相違点を踏まえた設計への反映事項																				
	島根原子力発電所 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の構造等	先行炉の構造等*	類似点	相違点																							
下部工の構造 防波壁の構造	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭は岩盤に支持させる。 上部工から伝達される荷重に耐える構造とするため、鋼管杭(多重鋼管杭)を採用する。 鋼管杭の許容限界： (曲げ) 降伏モーメント(せん断) せん断応力度 遮水性保持のために、鋼管杭間にセメントミルクを充填するとともに、取水路横断部については、杭間で地盤改良を実施する。 	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭は岩盤に支持させる。 鋼管杭(単管)を採用する。 鋼管杭の許容限界： 短期許容応力度 遮水性保持のために、海側にシートパイルを施工する。 	-	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭の構造の違い 鋼管杭の許容限界の違い 遮水性保持を期待する設備の違い 	-	<ul style="list-style-type: none"> 多重鋼管杭が一体として挙動することを、水平動荷実験により確認している。 鋼管杭の許容限界について、道路橋示方書・同解説(平成14年3月)に基づき、曲げについては降伏モーメント、せん断についてはせん断応力度をそれぞれ規定し、設計する。 今後、3次元FEM解析によりセメントミルク及び改良地盤の健全性を確認する。 																					
	上部工の構造	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭間からの津波の浸水を防止する観点で、鋼管杭を鉄筋コンクリートで被覆する。 地震荷重並びに津波荷重は、鋼管で負担する設計としている。 	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭間からの津波の浸水を防止する観点で、鋼管杭を鉄筋コンクリートで被覆する。 地震荷重並びに津波荷重を全て鉄筋コンクリートで負担できる設計としている。 	-	<ul style="list-style-type: none"> 遮水性を確保する部材の設計方針の違い 	-	<ul style="list-style-type: none"> 今後、3次元FEM解析によりセメントミルク及び改良地盤の健全性を確認する。 																				

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																						
		<p>第1(2)表 防波壁(多重鋼管杭擁壁)の構造等に関する先行炉との比較(2/2)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価項目</th> <th>島根原子力発電所 防波壁(多重鋼管杭擁壁)の構造等</th> <th>先行炉の構造等※ 日本原子力発電所 東海第二発電所 (鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁)</th> <th colspan="2">島根原子力発電所と先行炉との比較</th> <th>先行炉美観との相違点を 踏まえた設計方針の 反映事項</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th>類似点</th> <th>相違点</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>止水目地</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 止水目地材として、相対変形量に 応じ、ゴムジョイント若しくはシートジョ イントを採用する。 設置箇所：防波壁の陸側に設置す る。 止水目地の許容限界： メーカー規格及び今後必要に応じて 実施する性能試験に基づき許容変形 量及び許容水圧以下とする。 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 止水目地材として、相対変形量に 応じ、シートジョイントを採用する。 設置箇所：防潮堤の堤内側と堤外 側に設置する。 止水目地の許容限界： 許容変形量、許容引張強度 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 同等の仕様の止水目地を 採用している。 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 止水目地は、防波壁の 陸側に設置する。 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 止水目地取り換え時に一 時的に遮水性が確保できな くなることを懸念されるが、 耐用年数が30年であり、 経年劣化による取り換えは 不要と考えられる。万一取り 換える必要が生じた場合に ついては、津波襲来までの 時間で取り換えを行うよう、 今後運用面の手順を整備 する。 </td> </tr> <tr> <td>液化化影響に関する 設計への反映</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 液化化検討対象層(埋戻土(掘 削土、砂礫層))に対して、液化 化試験結果及び有効応力解析 (FLIP)の簡易設定法に基づき液 状化強度特性を設定する。 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 液化化検討対象層に対して、液状 化試験結果を踏まえ、地盤を強制 的に液化化させる条件(飽満標準 砂の考慮)も含めて保守的な液状 化強度特性を設定する。 </td> <td>-</td> <td>-</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 簡易設定法による液状化 強度比が、液状化強度 試験に基づき液状化強度 特性より保守的となってい ることを確認している。 別途、「地盤の液状化強 度特性」の審査において説 明する。 </td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 先行炉の情報に係る記載内容については、会合資料等をもとに弊社の責任において独自に解釈したものです。</p>	評価項目	島根原子力発電所 防波壁(多重鋼管杭擁壁)の構造等	先行炉の構造等※ 日本原子力発電所 東海第二発電所 (鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁)	島根原子力発電所と先行炉との比較		先行炉美観との相違点を 踏まえた設計方針の 反映事項			類似点	相違点		止水目地	<ul style="list-style-type: none"> 止水目地材として、相対変形量に 応じ、ゴムジョイント若しくはシートジョ イントを採用する。 設置箇所：防波壁の陸側に設置す る。 止水目地の許容限界： メーカー規格及び今後必要に応じて 実施する性能試験に基づき許容変形 量及び許容水圧以下とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 止水目地材として、相対変形量に 応じ、シートジョイントを採用する。 設置箇所：防潮堤の堤内側と堤外 側に設置する。 止水目地の許容限界： 許容変形量、許容引張強度 	<ul style="list-style-type: none"> 同等の仕様の止水目地を 採用している。 	<ul style="list-style-type: none"> 止水目地は、防波壁の 陸側に設置する。 	<ul style="list-style-type: none"> 止水目地取り換え時に一 時的に遮水性が確保できな くなることを懸念されるが、 耐用年数が30年であり、 経年劣化による取り換えは 不要と考えられる。万一取り 換える必要が生じた場合に ついては、津波襲来までの 時間で取り換えを行うよう、 今後運用面の手順を整備 する。 	液化化影響に関する 設計への反映	<ul style="list-style-type: none"> 液化化検討対象層(埋戻土(掘 削土、砂礫層))に対して、液化 化試験結果及び有効応力解析 (FLIP)の簡易設定法に基づき液 状化強度特性を設定する。 	<ul style="list-style-type: none"> 液化化検討対象層に対して、液状 化試験結果を踏まえ、地盤を強制 的に液化化させる条件(飽満標準 砂の考慮)も含めて保守的な液状 化強度特性を設定する。 	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 簡易設定法による液状化 強度比が、液状化強度 試験に基づき液状化強度 特性より保守的となってい ることを確認している。 別途、「地盤の液状化強 度特性」の審査において説 明する。
評価項目	島根原子力発電所 防波壁(多重鋼管杭擁壁)の構造等	先行炉の構造等※ 日本原子力発電所 東海第二発電所 (鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁)		島根原子力発電所と先行炉との比較		先行炉美観との相違点を 踏まえた設計方針の 反映事項																			
			類似点	相違点																					
止水目地	<ul style="list-style-type: none"> 止水目地材として、相対変形量に 応じ、ゴムジョイント若しくはシートジョ イントを採用する。 設置箇所：防波壁の陸側に設置す る。 止水目地の許容限界： メーカー規格及び今後必要に応じて 実施する性能試験に基づき許容変形 量及び許容水圧以下とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 止水目地材として、相対変形量に 応じ、シートジョイントを採用する。 設置箇所：防潮堤の堤内側と堤外 側に設置する。 止水目地の許容限界： 許容変形量、許容引張強度 	<ul style="list-style-type: none"> 同等の仕様の止水目地を 採用している。 	<ul style="list-style-type: none"> 止水目地は、防波壁の 陸側に設置する。 	<ul style="list-style-type: none"> 止水目地取り換え時に一 時的に遮水性が確保できな くなることを懸念されるが、 耐用年数が30年であり、 経年劣化による取り換えは 不要と考えられる。万一取り 換える必要が生じた場合に ついては、津波襲来までの 時間で取り換えを行うよう、 今後運用面の手順を整備 する。 																				
液化化影響に関する 設計への反映	<ul style="list-style-type: none"> 液化化検討対象層(埋戻土(掘 削土、砂礫層))に対して、液化 化試験結果及び有効応力解析 (FLIP)の簡易設定法に基づき液 状化強度特性を設定する。 	<ul style="list-style-type: none"> 液化化検討対象層に対して、液状 化試験結果を踏まえ、地盤を強制 的に液化化させる条件(飽満標準 砂の考慮)も含めて保守的な液状 化強度特性を設定する。 	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 簡易設定法による液状化 強度比が、液状化強度 試験に基づき液状化強度 特性より保守的となってい ることを確認している。 別途、「地盤の液状化強 度特性」の審査において説 明する。 																				

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(2) 鋼管杭式逆T擁壁</p> <p>防波壁のうち鋼管杭式逆T擁壁については、岩盤に支持された鋼管杭上に上部工として鉄筋コンクリート壁を設置する構造であることから、類似する先行炉津波防護施設として、女川原子力発電所2号炉における防潮壁 (RC 遮水壁) を選定する。それぞれの構造イメージを第2図に示す。</p> <p>防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) は港湾基準の外郭施設 (護岸) に準拠し設計を行う。島根原子力発電所の防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) の構造及び設計条件等に関する特徴を示すとともに、女川原子力発電所2号炉の防潮壁 (RC 遮水壁) と比較を行い、類似点及び相違点を抽出した。類似点についてはその適用性を、相違点についてはそれを踏まえた設計への反映事項を、それぞれ第2表のとおり整理した。</p> <div data-bbox="1751 945 2404 1323"> </div> <p>第2図 構造イメージ (島根原子力発電所 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 及び女川原子力発電所2号炉 防潮壁 (RC 遮水壁))</p>	

第2表 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)の構造等に関する先行炉との比較

項目	島根原子力発電所 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁) の構造等	先行炉の構造等※ 東北電力株 女川原子力発電所2号炉 防波壁(RC逆水壁)	島根原子力発電所と先行炉との比較		先行炉業績との類似点を 踏まえた設計方針の 適用性	先行炉業績との相違点を 踏まえた設計への 反映事項	
	防波壁の構造	防波壁の構造	類似点	相違点			
下部工の構造	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭は岩盤に支持させる。 杭頭部は、コンクリートで設計 鋼管杭の許容限界：(曲げ) 降伏モーメント(せん断) せん断応力度 	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭は岩盤に支持させる。 杭頭部は、鋼管杭として設計 鋼管杭の許容限界：(曲げ) 降伏強度以下(せん断) せん断強度以下 	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭を岩盤に支持させる設計とする。 鋼管杭の許容限界を降伏強度に基づき設定する。 	<ul style="list-style-type: none"> 杭頭部をコンクリートで設計している。 	<ul style="list-style-type: none"> 杭頭部を鋼管杭とした場合に、ついても成立性を確認する。 今後、機型実験により杭頭部の力学挙動を確認する。 	-	
	上部工の構造	<ul style="list-style-type: none"> 鉄筋コンクリート製の逆T擁壁を地上部に設置する。 逆T擁壁(鉄筋コンクリート)の許容限界：短期許容応力度 	<ul style="list-style-type: none"> 鉄筋コンクリート製の逆水壁を地上部に設置する。 逆水壁の許容限界：(曲げ) 降伏耐力以下(せん断) せん断耐力以下 	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭に支持された鉄筋コンクリート壁を地上部に設置する。 	-		<ul style="list-style-type: none"> 同様の構造である。先行炉の上部工の設計方針が適用可能である。
止水目地	<ul style="list-style-type: none"> 止水目地材として、相対変形量に匹敵し、コンジョイント若しくはシートジョイントを採用する。 設置箇所：防波壁の陸側に設置する。 止水目地の許容限界：メーカー一般格及び今後必要に応じて実施する性能試験に基づき許容変形量及び許容水圧以下とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 止水目地材として、相対変形量に匹敵し、シートジョイントを採用する。 設置箇所：防潮堤の堤内側と堤外側に設置する。 止水目地の許容限界：許容変形量、許容引張強度 	<ul style="list-style-type: none"> 同等の仕様の止水目地を採用している。 	<ul style="list-style-type: none"> 止水目地は、防波壁の陸側に設置する。 	<ul style="list-style-type: none"> 同様の止水目地材の採用であることから、先行炉の止水目地の設計方針が適用可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> 止水目地取り換え時に、一体的に逆水性が確保できない場合は、養生劣化による劣化が生じ、必要に応じて取り換えを行うよう、今後運用の手順を整備する。 	-
	液状化影響に関する設計への反映	<ul style="list-style-type: none"> 液状化検算対象箇(埋戻土(掘削土)・砂礫層)に対して、液状化試験結果及び有効応力解析(FILIP)の簡易設定法に基づき液状化強度特性を設定する。 	<ul style="list-style-type: none"> 液状化検算対象箇(埋戻土、液状化試験結果を踏まえ、地盤を動的に液化させる条件(標準標準の考慮)も含めて保守的な液状化強度特性を設定する。 	<ul style="list-style-type: none"> 液状化強度特性の設定において、有効応力解析(FILIP)の簡易設定法を採用している。 	-	<ul style="list-style-type: none"> 簡易設定法による液状化強度比が、液状化強度試験に基づき液状化強度特性より保守的となっていることを確認している。 別途、「地盤の液状化強度特性」の簡章において説明する。 	

※ 先行炉の情報に係る記載内容については、会社資料等をもちに弊社の責任において独自に解釈したものです。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>(3) 波返重力擁壁</p> <p>防波壁のうち波返重力擁壁については、岩盤上にMMR及びケーソンを介して鉄筋コンクリート壁を設置する構造であることから、類似する先行炉津波防護施設として、美浜発電所における防潮堤（鉄筋コンクリート及び地盤改良部）を選定する。それぞれの構造イメージを第3図に示す。</p> <p>防波壁（波返重力擁壁）は港湾基準の外郭施設（護岸）に準拠し設計を行う。島根原子力発電所の防波壁（波返重力擁壁）の構造及び設計条件等に関する特徴を示すとともに、美浜発電所の防潮堤（鉄筋コンクリート及び地盤改良部）と比較を行い、類似点及び相違点を抽出した。類似点についてはその適用性を、相違点についてはそれを踏まえた設計への反映事項を、それぞれ第3表のとおり整理した。</p> <div data-bbox="1736 919 2499 1402" style="text-align: center;"> <p>②-②断面(鉄筋コンクリート及び地盤改良部) 参考：関西電力株式会社 美浜発電所3号炉 平成28年3月22日審査会合 資料1-1</p> </div> <p>第3図 構造イメージ（島根原子力発電所 防波壁（波返重力擁壁）及び美浜発電所 防潮堤（鉄筋コンクリート及び地盤改良部））</p>	

第3表 防波壁(波返重力擁壁)の構造等に関する先行炉との比較

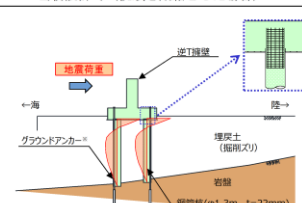
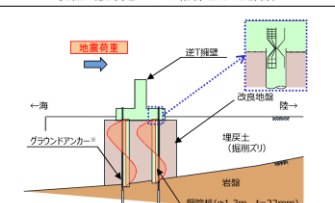
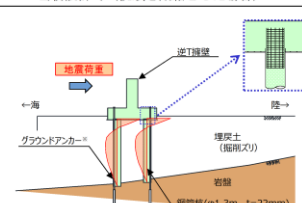
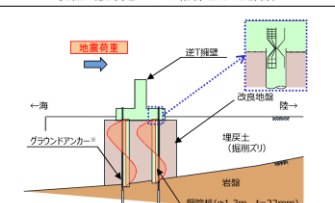
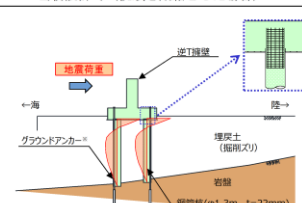
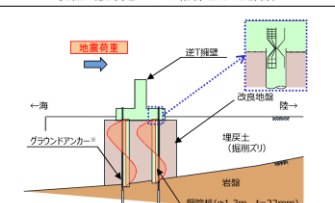
項目	島根原子力発電所 防波壁(重力波返擁壁)	先行炉の構造※ 関西電力(株) 美浜発電所 防波壁 (鉄筋コンクリート及び地盤改良部)	島根原子力発電所と先行炉との比較		先行炉実績との類似点を 踏まえた設計方針の 適用性	先行炉実績との相違点を 反映事項
	下部工の構造	下部工(ケーン)は、岩盤若しくは改良地盤に支持させる。なお、上部工(重力擁壁)を直接岩盤若しくはMMRに支持させる箇所がある。	類似点	相違点		
防波壁の構造	下部工の構造	・下部工(ケーン)は、岩盤若しくは改良地盤に支持させる。なお、上部工(重力擁壁)を直接岩盤若しくはMMRに支持させる箇所がある。	・下部工(コンクリート)構造物若しくは改良体)を岩盤に支持させる設計とする。	-	・同様の構造及び支持形態である。先行炉の下部工の設計方針が適用可能である。	-
	上部工の構造	・鉄筋コンクリート製の重力擁壁を地上部に設置する。 ・重力擁壁(鉄筋コンクリート)の許容限界;短期許容応力度	・コンクリート構造物若しくは改良体に支持された鉄筋コンクリート壁を地上部に設置する。 ・許容限界は、短期許容応力度とする。	-	・同様の構造及び許容限界の設定である。先行炉の上部工の設計方針が適用可能である。	-
止水対策	止水目地	・止水目地材として、相対変形量に応じ、ゴムジョイントを採用する。 ・設置箇所:防波壁の陸側に設置する。 ・止水目地の許容限界: メーカー規格及び今後必要に応じて実施する性能試験に基づき許容変形量及び許容水位以下とする。	・同等の仕様(止水目地)を採用している。	・止水目地は、防波壁の陸側に設置する。	・同様の止水目地材の採用であることから、先行炉の止水目地の設計方針が適用可能である。	・止水目地取り換え時に一時的に漏水が生ずる可能性があるが、耐用年数が30年であり、経年劣化による取り換えは不要と考えられる。万一取り換える必要が生じた場合には、津波襲来までの時間で取り換えを行うよう、今後運用面の手順を整備する。
	液状化影響に関する設計への反映	・液状化検討対象層(埋戻土(細削スリ、砂礫層))に対して、液状化試験結果及び有効応力解析(FILP)の簡易設定法に基づき液状化強度特性を設定する。	・液状化検討対象層に対して、液状化試験結果を踏まえ、地盤を強制的に液状化させる条件(飽和標準せん断応力)も含めて保守的な液状化強度特性を設定する。	・液状化強度特性の設定において、有効応力解析(FILP)の簡易設定法を採用している。	-	・簡易設定法による液状化強度比が、液状化強度試験に基づき液状化強度特性より保守的かつ適切なことを確認している。別途、「地盤の液状化強度特性」の審査において説明する。

※ 先行炉の情報に係る記載内容については、会社資料等をもとに弊社の責任において独自に解釈したものです。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>3. 先行炉との比較結果のまとめ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・島根原子力発電所の防波壁の構造及び設計条件等に関する類似する先行炉の津波防護施設との比較を踏まえ、防波壁は先行炉の設計方針を適用して設計を行う。 <p>防波壁（多重鋼管杭式擁壁）：東海第二発電所 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁</p> <p>防波壁（鋼管杭式逆T 擁壁）：女川原子力発電所2号炉 防潮壁（RC 遮水壁）</p> <p>防波壁（波返重力擁壁）：美浜発電所 防潮堤（鉄筋コンクリート及び地盤改良部）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・また、多重鋼管杭の許容限界については、道路橋示方書・同解説（平成14年3月）を踏まえた降伏モーメント（曲げ）及びせん断応力度（せん断）とする。 ・防波壁の液状化影響の設計の反映に関して、液状化検討対象層に対する液状化試験結果に基づく保守的な液状化強度特性を設定する点については先行炉と同様であるが、有効応力解析（FLIP）の簡易設定法に基づき液状化強度特性を設定していることから、その適用性や実績について今後詳細に説明する。 	

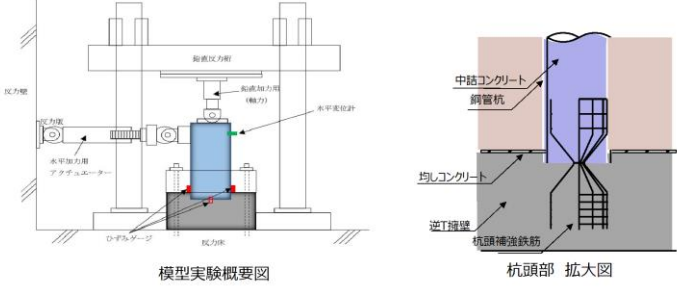
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>3. 地震時における沈下の取扱い</p> <p>地震時における沈下の取扱いについて、他サイトの沈下の考え方を第2図に、女川防潮堤の沈下の考え方を第3図に示す。</p> <p>他サイトは、地震時の周辺地盤の沈下に対して、防潮堤（遮水壁）の下に隙間ができないような対策（遮水壁の埋込み長さを必要長だけ確保、地盤改良による止水対策等）を実施している。</p> <p>女川防潮堤は、鋼製遮水壁を支持する長杭・短杭はいずれも岩盤又は改良地盤に支持されるため、沈下は発生しない。鋼管杭に接する範囲の周辺地盤についても、鋼管杭周辺地盤の地盤改良により、沈下は発生しない。</p> <p>また、鋼製遮水壁は、背面補強工に根入れしているが、背面補強工は改良地盤に支持されており、沈下が発生しないことから、鋼製遮水壁と周辺地盤の間に隙間が生じない構造となる。</p> <div data-bbox="1181 919 1469 1176" data-label="Image"> </div> <p>第2図 他サイトの沈下の考え方</p> <div data-bbox="1157 1323 1498 1579" data-label="Image"> </div> <p>第3図 女川防潮堤の沈下の考え方</p>		

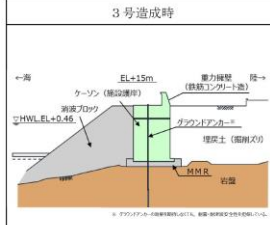
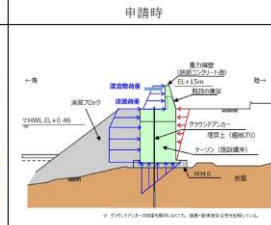
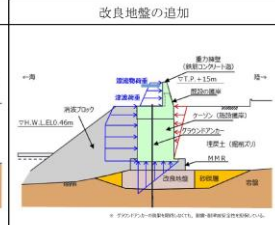
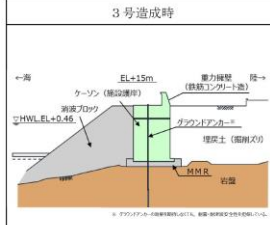
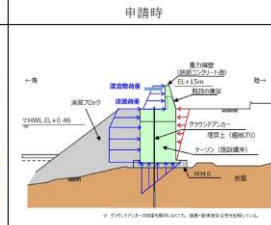
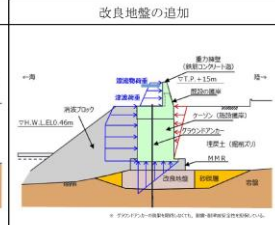
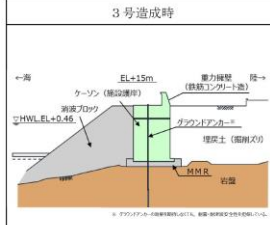
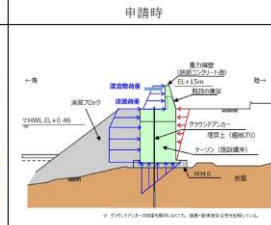
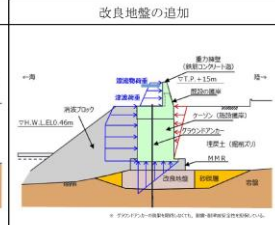
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: right;">(参考資料2)</p> <p style="text-align: center;"><u>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の構造概要</u></p> <p><u>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の杭頭部構造について、荷揚護岸北側部と取水路横断部で構造が異なっている。それぞれの杭頭部の状況を第1図に示す。</u></p> <p>【荷揚護岸北側部】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・4重管のうち、最内管のφ1600のみ地上部に突出させ、φ1800, φ2000, φ2200の杭頭上部からφ1600の杭頭まで、鉄筋コンクリートで被覆する構造としている。 <p>【取水路横断部】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・取水路横断部では2号炉取水管を横断するため、取水管の両側に鋼管杭を追加した構造としている。 ・地震時及び津波時に被覆コンクリート直下の杭と隣接する追加杭が荷重を分担するように、地上付近 (EL+6.7m~+8.2m) で杭頭連結材にて連結し、内部をコンクリートで充填している。杭頭連結材上部から最内管上端まで鉄筋コンクリートで被覆する構造としている。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>多重鋼管杭建込み状況 (間詰めコンクリート打設前)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>杭頭連結材設置状況 (間詰めコンクリート打設前)</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">第1図 杭頭部の状況</p>	<p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載の相違</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考						
		<p style="text-align: right;">(参考資料3)</p> <p style="text-align: center;"><u>防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の構造概要</u></p> <p style="text-align: center;"><u>防波壁のうち鋼管杭式逆 T 擁壁について、設置の経緯を第 1 図のとおり整理した。</u></p> <table border="1" data-bbox="1765 525 2493 997"> <tr> <td data-bbox="1765 525 1840 745">鋼管杭の曲げモーメント図</td> <td data-bbox="1840 525 2151 745"> <p>当初設計時 (杭頭を剛結とした場合)</p>  </td> <td data-bbox="2151 525 2493 745"> <p>現在 (杭頭をヒンジ結合とした場合)</p>  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1765 745 1840 997">設計の考え方</td> <td colspan="2" data-bbox="1840 745 2493 997"> <ul style="list-style-type: none"> ・当初設計時の杭の設計で杭頭部における曲げモーメントを減少させ、概ね弾性範囲内となるよう杭頭部の結合方式にヒンジ結合を採用した。 ・杭頭部の結合方式をヒンジ結合とすることに伴い、杭頭部での地盤の塑性化を防止、構造成立性を確保するため鋼管杭周辺において薬液注入工法による地盤改良を実施した。 ・防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の杭頭部については、地震により杭頭部に曲げモーメントが作用するが、作用する曲げモーメントが小さい状態では杭頭部は剛として挙動し、曲げモーメントが増加すると杭頭部周辺部周辺のコンクリートにクラックが発生し、ヒンジ状態に移行する。したがって、杭頭部の設計の考え方としては、曲げモーメントが大きい設計荷重状態ではヒンジ結合として挙動すると考えているため、模型実験により杭頭部の力学的特性について確認するとともに、杭頭部に曲げモーメントが発生する剛結合による影響検討も行った。両ケースについて防波壁に損傷が発生しないことを確認し詳細設計段階において説明する。 </td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">第 1 図 防波壁 (鋼管式逆 T 擁壁) の設計の経緯</p> <p style="text-align: center;"><u>「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編」によると、地盤調査の頻度や地盤の不均一性による誤差を考慮する観点から、杭の支持層への根入れ深さは一般に杭径程度以上確保するよう示されている。</u></p> <p style="text-align: center;"><u>一方で、防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) は、鋼管杭を堅硬な岩盤上に設置して先端支持力のみに期待することから、根入れが不要な設計としている。鋼管杭の支持岩盤確認については、地盤調査の頻度による誤差を考慮し、事前ボーリング調査に加え、施工時のクローラードリルによる岩盤深さ確認等を入念に実施した。また、その上で、鋼管杭を設置する際には、先端部の岩盤を採取して目視確認することで鋼管杭全周の岩盤支持を、より確実なものとした。</u></p> <p style="text-align: center;"><u>以上のことから、鋼管杭は確実に岩盤支持されると考えられるが、着岩判定後、支持岩盤の不陸を考慮し、施工上の配慮として 0.5m 程度の岩盤根入れ深さを確保した。以下に鋼管杭設置に係る施工手順を示す。</u></p>	鋼管杭の曲げモーメント図	<p>当初設計時 (杭頭を剛結とした場合)</p> 	<p>現在 (杭頭をヒンジ結合とした場合)</p> 	設計の考え方	<ul style="list-style-type: none"> ・当初設計時の杭の設計で杭頭部における曲げモーメントを減少させ、概ね弾性範囲内となるよう杭頭部の結合方式にヒンジ結合を採用した。 ・杭頭部の結合方式をヒンジ結合とすることに伴い、杭頭部での地盤の塑性化を防止、構造成立性を確保するため鋼管杭周辺において薬液注入工法による地盤改良を実施した。 ・防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の杭頭部については、地震により杭頭部に曲げモーメントが作用するが、作用する曲げモーメントが小さい状態では杭頭部は剛として挙動し、曲げモーメントが増加すると杭頭部周辺部周辺のコンクリートにクラックが発生し、ヒンジ状態に移行する。したがって、杭頭部の設計の考え方としては、曲げモーメントが大きい設計荷重状態ではヒンジ結合として挙動すると考えているため、模型実験により杭頭部の力学的特性について確認するとともに、杭頭部に曲げモーメントが発生する剛結合による影響検討も行った。両ケースについて防波壁に損傷が発生しないことを確認し詳細設計段階において説明する。 		<p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載の相違</p>
鋼管杭の曲げモーメント図	<p>当初設計時 (杭頭を剛結とした場合)</p> 	<p>現在 (杭頭をヒンジ結合とした場合)</p> 							
設計の考え方	<ul style="list-style-type: none"> ・当初設計時の杭の設計で杭頭部における曲げモーメントを減少させ、概ね弾性範囲内となるよう杭頭部の結合方式にヒンジ結合を採用した。 ・杭頭部の結合方式をヒンジ結合とすることに伴い、杭頭部での地盤の塑性化を防止、構造成立性を確保するため鋼管杭周辺において薬液注入工法による地盤改良を実施した。 ・防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の杭頭部については、地震により杭頭部に曲げモーメントが作用するが、作用する曲げモーメントが小さい状態では杭頭部は剛として挙動し、曲げモーメントが増加すると杭頭部周辺部周辺のコンクリートにクラックが発生し、ヒンジ状態に移行する。したがって、杭頭部の設計の考え方としては、曲げモーメントが大きい設計荷重状態ではヒンジ結合として挙動すると考えているため、模型実験により杭頭部の力学的特性について確認するとともに、杭頭部に曲げモーメントが発生する剛結合による影響検討も行った。両ケースについて防波壁に損傷が発生しないことを確認し詳細設計段階において説明する。 								

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>①支持岩盤の深さは、既往のボーリング調査及び既往ボーリング調査を踏まえて推定した岩盤線の変化点におけるクローラードリルによる調査から確認する。</p> <p>②全旋回掘削機により掘削を行い、着岩予定深度の手前から約1m掘削を進める度に、掘削先端部の掘削土を採取した。</p> <p>③着岩手前では、採取した掘削土に埋戻土（掘削ズリ）が含まれるが、既往の調査から想定される着岩深度に達し、且つ、新鮮な堅岩が採取されることを目視確認することで、鋼管杭の全周が着岩したと判定した。</p> <p>④着岩判定後、支持岩盤の不陸を考慮し、鋼管杭全周を確実に岩盤支持させるため、更に0.5m程度掘削して掘削完了し、鋼管杭を設置した。</p>  <p>第2図 鋼管杭根入れ状況イメージ図</p> <p>防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）は第3図に示す杭基礎形式の擁壁と同様な構造であるため、道路土工 擁壁工指針（平成24年7月）に基づき、杭頭部の結合方式はヒンジ結合を採用した。同指針では、地震時の影響を考慮する場合や変位量を制限する必要がある場合、軟弱地盤上に擁壁を設置する場合等は、剛結合がよいとされているが、設置地盤は地盤改良することにより地震時に発生する変位量は小さくなるため、同指針に基づくヒンジ結合の採用は適用可能と判断した。</p> <p>同指針に基づき、杭の埋込み深さを設定するとともに、第4図に示す杭頭補強鉄筋を配置した。道路土工 擁壁工指針（平成24年7月）では、「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編」に示される剛結合の方法Bの考え方を準用し、杭頭部に作用する押込み、引き抜き力、水平力の外力に対して、安全であることを照査している。</p> <p>一方、「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編（平成29年1</p>	

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>1月)」では、杭とフーチングとの接合部について、原則として剛結としているが、剛結としない場合には、接合方法の力学特性等を実験等により検証したうえで、個別にモデル化等について検討する必要があるとしている。</p> <p>上記を踏まえ、ヒンジ結合として設計・施工した防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の杭頭部について、模型実験により地震荷重もしくは津波荷重が作用した際の杭頭部の力学挙動が剛からヒンジへ移行することを確認する。模型実験はスケール効果による影響を小さくする観点から出来るだけ実機に近いサイズでの実験となるよう、1/2の模型縮尺とする。</p> <p>詳細設計段階では、解析により、杭頭部を剛とした場合と、ヒンジ状態とした場合の耐震性及び耐津波性に係る評価結果を示し、底盤が概ね弾性状態であることを確認する。</p> <div data-bbox="2018 871 2226 1134" data-label="Diagram"> </div> <p>第3図 杭基礎形式の擁壁（道路土工 擁壁工指針（平成24年7月）より引用）</p> <div data-bbox="1736 1291 2493 1564" data-label="Diagram"> </div> <p>第4図 防波壁（鋼管式逆T擁壁）の杭頭部の構造概要図</p>	

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1970 569 2267 600">第5図 模型実験概要図</p>	

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考												
		<p style="text-align: right;">(参考資料4)</p> <p style="text-align: center;"><u>防波壁 (波返重力擁壁) の構造概要</u></p> <p><u>防波壁のうち波返重力擁壁について、設置の経緯を第1図のとおり整理した。</u></p> <table border="1" data-bbox="1736 535 2496 987"> <thead> <tr> <th>3号造成時</th> <th>申請時</th> <th>改良地盤の追加</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> 防波壁 (波返重力擁壁) を設置する範囲には、3号機増設に伴い設置した岩着したケーソン式構造で安定性の高い護岸 (T.P. +10m) が既に設置されている。 既設の護岸は、日本海の冬季波浪に耐えうる頑健性の高い構造としていた。 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 平成23年3月の東北地方太平洋沖地震を踏まえた安全対策として、津波による敷地内への浸水を防止するため既設の護岸を嵩上げ (T.P. +15m) した。 左記に示した既設の護岸の特徴を踏まえ、既設の護岸を流用した構造型式とすることが、施工上の構造上適切と判断した。 波返重力擁壁は既設の護岸の波返壁を巻き込む構造とすることから、相互の付着力が必要となるため、防波壁の施工前に、既設の護岸の波返壁表面に目荒らしを実施した。また、波返重力擁壁の主筋を既設の護岸に挿し込むことにより既設の護岸との一体化を図った。 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 一部、砂礫層が介在する箇所に対して高圧噴射攪拌工法により地盤改良を実施した。 </td> </tr> <tr> <td>天端高さ ∇T.P. +10m</td> <td>天端高さ ∇T.P. +15m</td> <td>天端高さ ∇T.P. +15m</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><u>第1図 防波壁 (波返重力擁壁) の設置の経緯</u></p> <p><u>既設の護岸を嵩上げする際の、既設コンクリートと新設コンクリートとの一体化の観点で、付着強度、鉄筋の定着長に関する基準・指針の記載および当社管理基準を第1表に整理し、防波壁 (波返重力擁壁) 一体化に伴う設計・施工上の配慮事項を第2図に示す。</u></p> <p><u>既設の護岸と新設コンクリートとの打継目については、目荒工により既設の護岸の表面を粗にすることで、付着強度を確保した。付着強度の管理基準は、表面保護工法設計施工指針 (案) [工種別マニュアル編]に記載されている 1.0N/mm²に裕度を確保して、1.5N/mm²を参考に定める。また、新設コンクリートの鉄筋の強さを発揮するため、新設コンクリートの主筋を既設の護岸に定着させた。主筋の定着長は、「コンクリート標準示方書 構造性能照査編 2002 制定」に準拠し、十分な定着長を確保した。なお、定着部については、「コンクリートのあと施工アンカー工法の設計・施工指針 (案) 土木学会」に基づき、軸引張力に対する耐力について確認する。あと施工アンカーとして考えた時の主筋定着部の確認項目について、第3図に示す。</u></p>	3号造成時	申請時	改良地盤の追加				<ul style="list-style-type: none"> 防波壁 (波返重力擁壁) を設置する範囲には、3号機増設に伴い設置した岩着したケーソン式構造で安定性の高い護岸 (T.P. +10m) が既に設置されている。 既設の護岸は、日本海の冬季波浪に耐えうる頑健性の高い構造としていた。 	<ul style="list-style-type: none"> 平成23年3月の東北地方太平洋沖地震を踏まえた安全対策として、津波による敷地内への浸水を防止するため既設の護岸を嵩上げ (T.P. +15m) した。 左記に示した既設の護岸の特徴を踏まえ、既設の護岸を流用した構造型式とすることが、施工上の構造上適切と判断した。 波返重力擁壁は既設の護岸の波返壁を巻き込む構造とすることから、相互の付着力が必要となるため、防波壁の施工前に、既設の護岸の波返壁表面に目荒らしを実施した。また、波返重力擁壁の主筋を既設の護岸に挿し込むことにより既設の護岸との一体化を図った。 	<ul style="list-style-type: none"> 一部、砂礫層が介在する箇所に対して高圧噴射攪拌工法により地盤改良を実施した。 	天端高さ ∇T.P. +10m	天端高さ ∇T.P. +15m	天端高さ ∇T.P. +15m	<p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載の相違</p>
3号造成時	申請時	改良地盤の追加													
															
<ul style="list-style-type: none"> 防波壁 (波返重力擁壁) を設置する範囲には、3号機増設に伴い設置した岩着したケーソン式構造で安定性の高い護岸 (T.P. +10m) が既に設置されている。 既設の護岸は、日本海の冬季波浪に耐えうる頑健性の高い構造としていた。 	<ul style="list-style-type: none"> 平成23年3月の東北地方太平洋沖地震を踏まえた安全対策として、津波による敷地内への浸水を防止するため既設の護岸を嵩上げ (T.P. +15m) した。 左記に示した既設の護岸の特徴を踏まえ、既設の護岸を流用した構造型式とすることが、施工上の構造上適切と判断した。 波返重力擁壁は既設の護岸の波返壁を巻き込む構造とすることから、相互の付着力が必要となるため、防波壁の施工前に、既設の護岸の波返壁表面に目荒らしを実施した。また、波返重力擁壁の主筋を既設の護岸に挿し込むことにより既設の護岸との一体化を図った。 	<ul style="list-style-type: none"> 一部、砂礫層が介在する箇所に対して高圧噴射攪拌工法により地盤改良を実施した。 													
天端高さ ∇T.P. +10m	天端高さ ∇T.P. +15m	天端高さ ∇T.P. +15m													

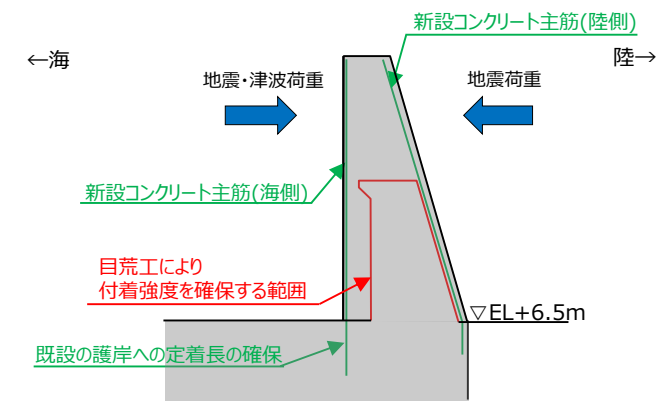
コンクリート標準示方書に示される引張鉄筋の基本定着長の算定式

$$l_d = \alpha \frac{f_{yd}}{4f_{bod}} \phi$$

ここで、
 ϕ : 主鉄筋の直径
 f_{yd} : 鉄筋の設計引張降伏強度
 F_{bod} : コンクリートの設計付着強度
 α : 係数

第1表 付着強度，鉄筋の定着長に関する基準・指針の記載および当社管理基準

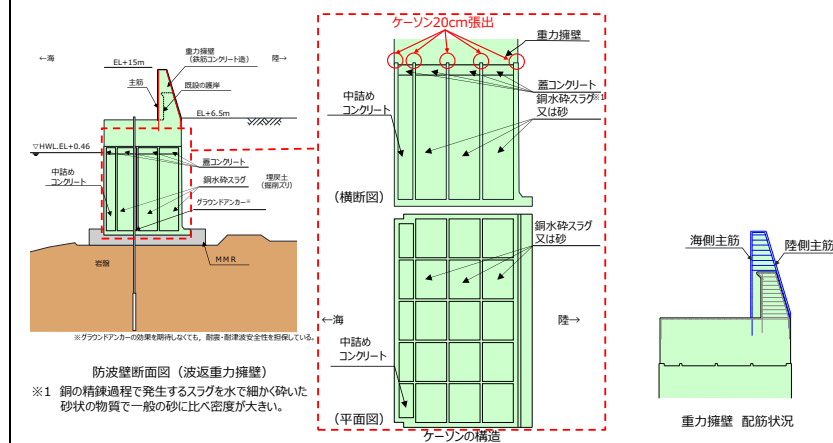
項目	基準・指針	記載概要	管理基準	設定根拠
付着強度	表面保護工法 設計施工指針(案) [工種別マニュアル編]P221	断面修復材の付着強度は、母材コンクリートと同等な性能を有していればよく、付着強度1.0N/mm ² を設定値とする。付着強度1.0N/mm ² の妥当性は理論的に明確になっていないが、施工実績によると既設コンクリートの一体性に不具合が生じていない。	1.5N/mm ²	表面保護工法 設計施工指針(案) [工種別マニュアル編]で示される付着強度1.0N/mm ² に裕度を確保
	港湾の施設の維持管理技術マニュアル P160	断面修復材の選定条件について、既設コンクリートとの付着に優れ、作業性が良いこと		
鉄筋の定着長	コンクリート標準示方書，構造性能照査編 2002制定 P127	鉄筋の強さを完全に発揮させるためには、鉄筋端部がコンクリートから抜け出さないように十分な定着長をとること	各鉄筋径により設定	コンクリート標準示方書に示される式により算出



第2図 防波壁（波返重力擁壁）一体化に伴う設計・施工上の配慮事項

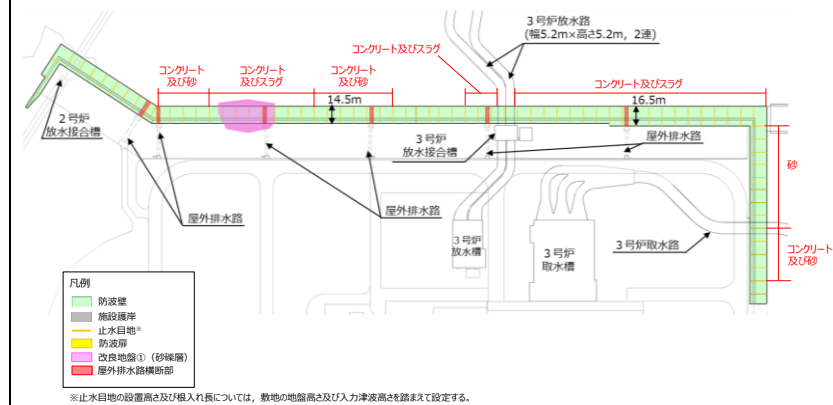
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<div data-bbox="1863 283 2350 676" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="1736 703 2507 787"><u>第3図 あと施工アンカーとして考えた時の主筋定着部の確認項目</u></p> <p data-bbox="1736 840 2507 913"><u>既設の護岸と新設コンクリートが一体化と評価できる根拠及び設計・施工上の配慮事項について、詳細設計段階で説明する。</u></p> <p data-bbox="1736 976 2507 1459"><u>波返重力擁壁のうちケーソンの構造について、第4図に示す。岩盤上に鋼製架台を設置し、ケーソンを据え付けた後、鋼製架台内に水中コンクリートを打設することにより、MMR (マンメイドロック) を構築している。ケーソン内はコンクリート、銅水砕スラグ又は砂により中詰めし、その上部に蓋コンクリート及び重力擁壁を打設している。防波壁 (波返重力擁壁) のケーソン中詰材の施工状況を第5図に示す。中詰材の種類は、ケーソンの安定性確保の観点から選定している。ケーソンと重力擁壁の境界は、蓋コンクリート天端をケーソン天端から20cm 下げて打設とすることで、一体構造としている。ケーソンの施工状況について、第6図に示す。</u></p> <p data-bbox="1736 1470 2507 1858"><u>また、保守的にケーソンと重力擁壁の境界を平坦としてジョイント要素を設定した解析モデルにより2次元FEM解析を実施し、基準地震動 Ss-D により発生する相対変形量について確認した。解析モデルを第7図に示す。ジョイント要素については、港湾基準に示されるコンクリート同士の静止摩擦係数 $\mu=0.5$ として設定した。Ss-D による地震応答解析の結果、ケーソンと重力擁壁との境界部における最終変形量は輪谷部断面において2mm、改良地盤部断面において0mm となり、有意な変形は生じていない。以上を踏まえ、構造成立性検討及び詳細設計段階においては、ケーソンと重</u></p>	

力擁壁を一体構造として扱う。また、保守的にケーソンと重力擁壁との境界を平坦として、ジョイント要素を設定した影響検討においては変形が確認されたが、ケーソンの張出部により滑動せず一体化する構造となっているため、津波防護機能を有していると判断する。なお、重力擁壁の地震力がケーソン張出部に作用した際の構造成立性の検討結果については、詳細設計段階で説明する。



防波壁断面図 (波返重力擁壁)
※1 鋼の精錬過程で発生するスラグを水で細かく砕いた砂状の物質で一般の砂に比べ密度が大きい。

第4図 防波壁 (波返重力擁壁) ケーソンの構造



※止水目地の設置高さ及び掘入れ長については、敷地の地盤高及び入力津波高を踏まえて設定する。

第5図 防波壁 (波返重力擁壁) ケーソン中詰材の施工状況



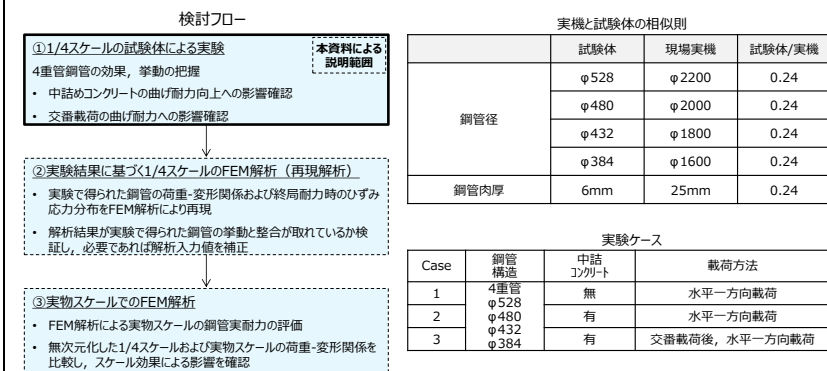
第6図 防波壁 (波返重力擁壁) ケーソンの施工状況

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1840 693 2374 735">第7図 波返重力擁壁の解析モデル図 (例)</p>	

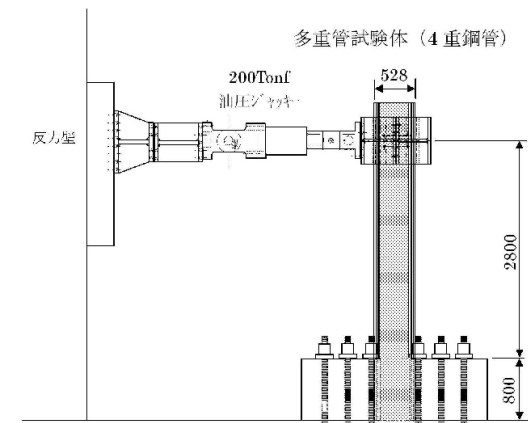
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: right;">(参考資料5)</p> <p style="text-align: center;"><u>防波壁多重鋼管杭の設計方針</u></p> <p>1. <u>防波壁（多重鋼管杭式擁壁）のモデル化</u></p> <p>多重鋼管杭は、各鋼管を中詰めコンクリート及びモルタルで充填することにより、一体として挙動することで、荷重を分担できる構造としており、多重鋼管杭の挙動については実験により確認を行っている（水平載荷実験については2. 参照）。</p> <p>防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の2次元動的FEM解析にあたっては、多重鋼管杭はビーム要素でモデル化し、単一の断面積及び断面二次モーメント（各管の断面二次モーメントの合計）を設定する。なお、最外管については、セメントミルクで周囲を覆われており腐食する環境ではないと判断できるが、保守的に厚さに腐食代1mmを考慮し、断面積・断面二次モーメントを算定する。腐食代は、港湾基準に示されている鋼材の腐食速度の標準値（陸側土中部，残留水位より下）を使用し、耐用年数を50年として算出した。</p> <div style="text-align: center;">  <p>鋼管杭① 直径2.2m,厚さ25mm^{※1} 鋼管杭② 直径2.0m,厚さ25mm 鋼管杭③ 直径1.8m,厚さ25mm 鋼管杭④ 直径1.6m,厚さ25mm</p> <p>中詰めモルタル 中詰めコンクリート</p> <p><small>※1 最外管については、セメントミルク及びグラウト材で周囲を覆われており腐食する環境ではないと判断できるが、保守的に厚さに腐食代1mmを考慮し、断面積・断面二次モーメントを算定する。ここで、腐食代は、港湾基準に示されている鋼材の腐食速度の標準値（陸側土中部，残留水位より下）を使用し、耐用年数を50年として算出した。</small></p> <p>断面二次モーメント $I^{*2} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$ 断面積 $A^{*2} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$</p> <p><small>※2 添え字は鋼管杭の番号</small></p> </div> <p style="text-align: center;">第1図 多重鋼管杭の概要</p> <p>2. <u>防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の水平載荷試験</u></p> <p>(1) <u>実験概要</u></p> <p>多重鋼管杭は鋼管1本あたりの全塑性モーメントを港湾基準から算出し、それらを合算して多重鋼管杭の曲げ耐力として評価することから、多重鋼管杭の実耐力・挙動特性を確認するために水平載荷実験及び数値解析を実施している。このうち多重管の一体挙動と降伏荷重時の挙動を確認したについて説明する。</p>	<p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載の相違</p>

実験には、耐力・挙動特性に関してスケール効果の影響は小さいことから、1/4 スケールの試験体を用いる。実験としては、Case1及びCase2は中詰コンクリートの有無が曲げ耐力に与える効果と多重鋼管杭の挙動特性を、Case3は交番载荷を与えた後の多重鋼管杭の挙動特性を確認する。また、港湾基準から算出した全塑性荷重・降伏荷重と比較する。なお、交番载荷では、 δy 、 $2\delta y$ 、 $3\delta y$ (δy : 試験から得られた最外管の降伏時変位) を繰り返し载荷した後、水平一方向载荷を行う。

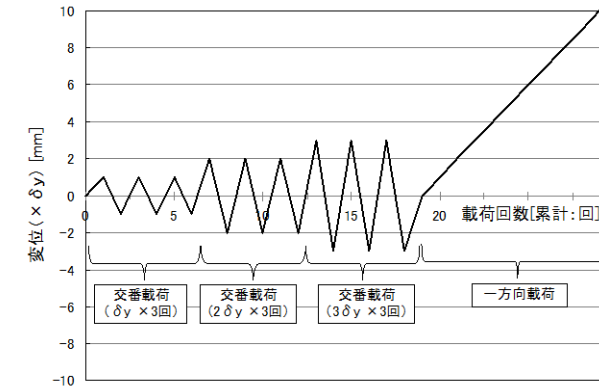
試験の概要を第2 図に、試験装置の概要図を第3 図に、交番水平载荷時に作用させる変位を第4 図に示す。



第2 図 試験の概要



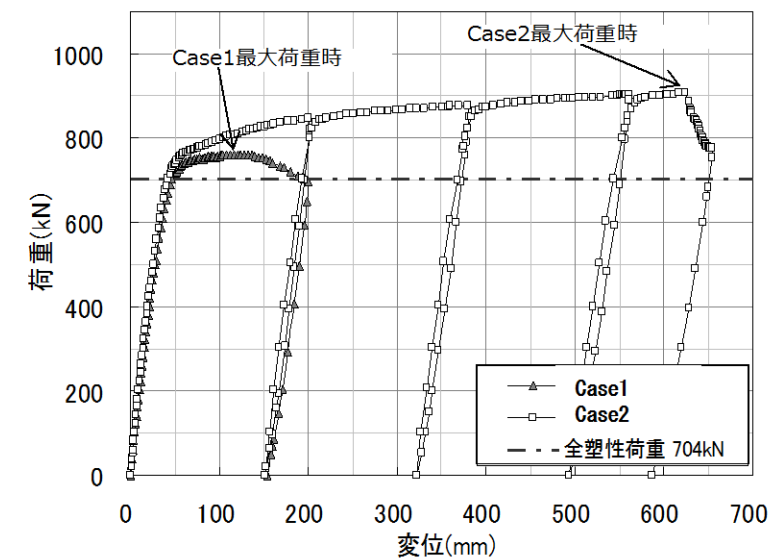
第3 図 実験装置概要図



第4図 交番水平載荷変形

(2) 結果の概要 (Case1 と Case2 の比較)

水平一方方向載荷ケース (Case1 及び Case2) のうち, Case1 (4重管中詰無) の結果, 最大荷重は多重管の全塑性荷重 704kN に対して 1.08 倍であり, 概ね一致している。一方, Case2 (4重管中詰有) の結果, 最大荷重平均で 1.29 倍となった。Case1 と Case2 を比較すると, 最外管の局部座屈発生までは同じ挙動を示すが, Case2 は Case1 と比較して最内側管がコンクリートで中詰めされていることにより, 曲げ耐力が増加している。Case1 及び Case2 の実験結果を第5図及び第1表に示す。



第5図 Case1 及び Case2 の最大荷重時の荷重変形関係

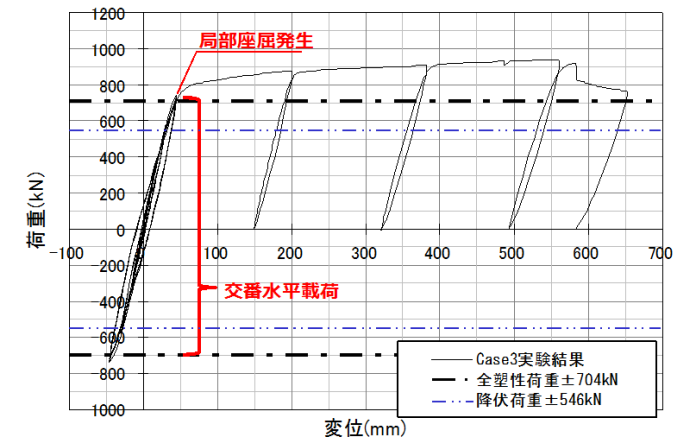
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考												
		<p style="text-align: center;">第1表 Case1 及び Case2 の実験結果の比較</p> <table border="1" data-bbox="1777 298 2457 453"> <thead> <tr> <th>実験Case</th> <th>最大荷重 (kN)</th> <th>最大荷重時変形 (mm)</th> <th>全塑性荷重に対する比率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Case 1</td> <td>761</td> <td>120</td> <td>1.08</td> </tr> <tr> <td>Case 2</td> <td>907</td> <td>624</td> <td>1.29</td> </tr> </tbody> </table> <p>(3) 結果の概要 (Case3 の結果)</p> <p>Case3 (交番載荷後, 水平一方向) の結果, 繰返し荷重を受けた後でも Case2 と同様に荷重は緩やかに上昇している。水平荷重と変形の関係から, 多重鋼管杭に対する水平載荷実験の荷重は, 「港湾の施設の技術上の基準・同解説 平成 11 年 4 月」より算定した各管の全塑性モーメントの合計値に達する時の全塑性荷重と概ね一致していることを確認した。また, 実験後の試験体の観察の結果, 圧縮側のモルタル・コンクリートにひび割れ等の損傷は見られない。また, 圧縮側の鋼管杭の座屈による変形量は内側ほど小さいことから, 外側から内側にかけて順番に座屈が発生したと考えられる。</p> <p>以上より多重鋼管杭は一体構造として挙動して荷重を分担しており, 降伏荷重においても弾性挙動を示していることを確認した。</p> <p>水平載荷試験の最大荷重時の写真を第6 図に, 水平荷重と変形関係を第7 図に, 試験後の試験体の切断面の写真を第8 図に示す。</p> <div data-bbox="1893 1354 2350 1709" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">第6 図 最大荷重時座屈状況</p>	実験Case	最大荷重 (kN)	最大荷重時変形 (mm)	全塑性荷重に対する比率	Case 1	761	120	1.08	Case 2	907	624	1.29	
実験Case	最大荷重 (kN)	最大荷重時変形 (mm)	全塑性荷重に対する比率												
Case 1	761	120	1.08												
Case 2	907	624	1.29												

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

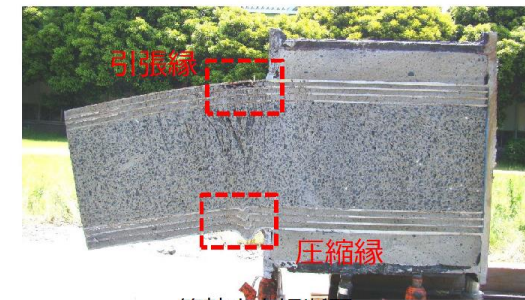
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



第7 図 水平荷重と変形の関係



管軸方向切断面



引張縁破断状況



圧縮縁はらみ出し状況

第8 図 水平载荷試験状況

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
-------------------------	------------------------------	--------------	----

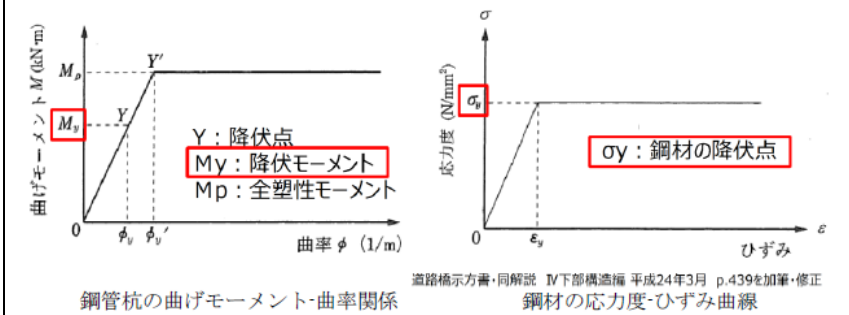
3. 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の鋼管杭曲げ系破壊に関する許容限界

「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 平成14 年3 月」によると、降伏の判定は、全塑性モーメントを上限値とするバイリニア型の「鋼管杭の杭体の曲げモーメント-曲率関係」を用いてよいとされている。

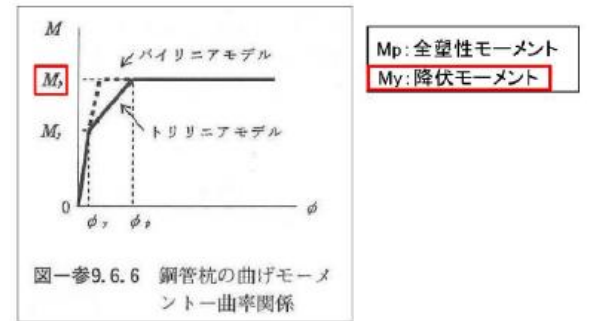
また、「港湾の施設の技術上の基準・同解説 平成11 年4 月」によると、鋼管杭の曲げモーメントと曲率の関係は、全塑性モーメントを上限値とするトリリニアモデルを用いるが、トリリニアモデルに代えて、より簡便に計算が可能な、破線で示すバイリニアモデルを用いても計算結果に差があまり見られないので、バイリニアモデルを用いてよいとされている。

以上を踏まえ、鋼管杭の曲げ系破壊については、繰返しの津波荷重に対して機能を保持していることを確認することとし、降伏モーメント M_y を許容限界とする。

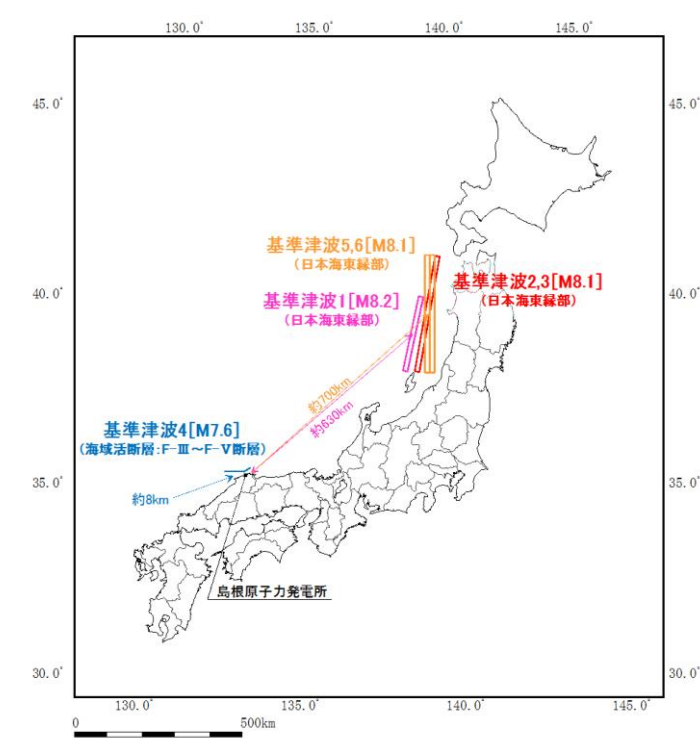
「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 平成14 年3 月」に示される鋼管杭の曲げモーメント-曲率関係を第9 図に、「港湾の施設の技術上の基準・同解説 平成11 年4 月」に示される鋼管杭の曲げモーメント-曲率関係を第10 図に示す。



第9 図 「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 平成14 年3 月」



第10 図 「港湾の施設の技術上の基準・同解説 平成11 年4 月」

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: right;">(参考資料6)</p> <p style="text-align: center;"><u>防波壁に作用する荷重と部位の役割</u></p> <p><u>基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性がある津波および余震の影響を踏まえ、「津波+余震時」の検討の要否について以下の通り、検討を行った。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・第1 図に示すとおり、「日本海東縁部に想定される地震による基準津波1, 2, 3, 5及び6」の波源位置は、敷地から600km以上の距離にあり、その波源の活動に伴う余震については、敷地への影響が明らかに小さい。 ・第2 図に示すとおり、「海城活断層に想定される地震による基準津波4」は、防波壁の敷地の壁体部(被覆コンクリート部等)には到達しないが、到達する部位については個別に評価を実施する。 ・なお、詳細については、荷重の組合せの審査において説明する。 <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">第1 図 島根原子力発電所と基準津波の波源</p>	<p>・記載方針の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>島根2号炉は、防波壁に作用する荷重と部位の役割についても記載</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1863 701 2368 735">第2 図 基準津波4の最大水位上昇量分布</p>	

(参考資料7)

防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の解析用物性値の準拠基準

防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) に近接する施設護岸を構成する基礎捨石及び被覆石については、港湾構造物設計事例集を踏まえ解析用物性値を設定していることから、その設定の適用性について第1表に示す。

第1表 基礎捨石及び被覆石の解析用物性値設定の適用性

解析用物性値	事例集の記載	元文献の記載 [※]	島根の使用材料	適用性
粘着力： $C=20(\text{kN/m}^2)$ せん断抵抗角： $\phi_1=35(\text{°})$	・せん断抵抗角の拘束圧依存性を表現するために見かけの粘着力を与える方法が新たに提案された。(新物性)。(「港湾構造物設計事例集」より引用)	・Ucが同じであれば、 ϕ_0 はDmaxによらないことがわかる。捨石の強度特性が相似程度(Ucが同じ)であればDmaxによりほとんど影響を受けないという結果は、捨石のように粒度が大きく実物を直撃できないような材料でも粒度さえ同じにすれば粒径の小さい材料でその強度特性を求められることを意味しており、試験実施上から非常に重要なことである。 ・石の強度としては、拘束圧依存性が大いいため、見かけの粘着力を考慮し、 $C=2t/m^2$ 、 $\phi=35\text{°}$ を標準の値としている。(上記、文献①「港湾技術研究所報告 捨石マウンドの支持力の新しい計算法(1987.6)」より引用) ・一軸圧縮強度が 300kgf/cm^2 以上であれば、基準値である $C=2t/m^2$ 、 $\phi=35\text{°}$ が期待できそうである。(文献②「港湾技術資料 マウンド用石材の大型三軸試験による強度特性(1991.3)」より引用)	・強度： 30MPa 以上 ・護岸工事に使用した捨石は発電所敷地内の凝灰岩を用いており、設置許可申請書から敷地内の凝灰岩は一軸圧縮強度 30MPa 以上	以下を踏まえ、 $C=20(\text{kN/m}^2)$ 、 $\phi_1=35(\text{°})$ とすることは妥当である。 ・島根の施設護岸に使用した石材の強度が 30MPa 以上であること。 ・島根で使用された捨石は一般的に港湾工事事用石材であることから均等係数が文献①の実験で用いられた均等係数(1.2~1.5)の範囲に取まること。

※ここで、
 Uc: 均等係数
 ϕ : 内摩擦角
 ϕ_0 : 粘着力を有したとした場合の内摩擦角
 Dmax: 最大粒径

表-1.60 基礎捨石の入力パラメータ

モデル	せん断速度 V_s (m/s)	基準有効拘束圧 σ_{vm} (kN/m^2)	せん断弾性係数 G_{sw} (kN/m^2)	せん断抵抗角 ϕ_f ($^\circ$)	粘着力 C (kN/m^2)	間隙水の体積弾性係数 K_w (kN/m^2)
旧物性	300	98	180,000	40	0	2.2E+06
新物性	300	98	180,000	35	20	2.2E+04

第1図 基礎捨石の解析用物性値
 (港湾構造物設計事例集より引用・加筆)

岩石の分類	種類	比重 (見掛け)	吸水率 (%)	圧縮強度 (N/mm^2)
火成岩	花崗岩	2.60~2.78	0.07~0.64	85~190
	安山岩	2.57~2.76	0.27~1.12	78~269
	玄武岩	2.68 (真)	1.85	85
	流紋岩	2.91 (真)	0.21	177
	カンラン岩	3.18	0.16	187
	輝緑岩	2.78~2.85	0.008~0.03	123~182
堆積岩	凝灰岩	2.64	0.16	377
	粘板岩	2.65~2.74	0.08~1.37	59~185
	砂岩	2.29~2.72	0.04~3.65	48~196
	石灰岩	2.36~2.71	0.18~2.59	17~76
変成岩	チャート	2.64	0.14	119
	ホルンフェルス	2.68	0.22	191

第2図 石材の物理特性 (港湾基準より引用・加筆)

・設備の相違
【女川2】
 設備の相違による記載の相違

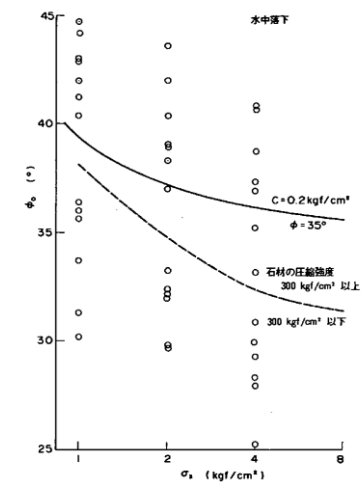
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>捨石の強度特性については、大型三軸試験により以下が示されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・文献①「港湾技術研究所報告 捨石マウンドの支持力の新しい計算法 (1987.6)」では、捨石マウンド上の重力式構造物の支持力の検討を行うため、捨石の大型三軸試験が実施されている。碎石の三軸試験結果から、石の強度は拘束圧によって大きく変化する拘束圧依存性をもち、見かけの粘着力を考慮した $C=2\text{tf/m}^2$、$\Phi=35^\circ$ を標準値として示している。 ・文献②「港湾技研資料 マウンド用石材の大型三軸試験による強度特性 (1991.3)」では、捨石材の強度の標準値である $C=2\text{tf/m}^2$、$\Phi=35^\circ$ について、強度の低い石材への適用性について検討が行われている。大型三軸試験の結果から一軸圧縮強度が 300kgf/cm^2 以上あれば、基準値である $C=2\text{tf/m}^2$、$\Phi=35^\circ$ が期待できる、とされている。 <p>設計事例集では、上記の大型三軸試験から得られた知見を踏まえ、石材の一軸圧縮強度は 30MPa を上回り、大型三軸試験が実施された状況と等しいとの前提のもと捨石の動的解析に用いる強度定数として「$C=20\text{kN/m}^2$、$\Phi=35^\circ$」を使用する例が示されている。</p> <p>島根原子力発電所では以下を確認することにより、設計事例集に示される強度特性の適用性を確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・護岸工事に使用した捨石は発電所敷地内の凝灰岩を用いており、設置許可申請書から敷地内の凝灰岩は一軸圧縮強度 30MPa 以上であること。 ・島根で使用された捨石は一般的な港湾工事用石材であることから均等係数が文献①の実験で用いられた均等係数(1.2~15)の範囲に収まること。 	

表-5 実験ケース

岩種	試験機	D _{max} (mm)	料試名	U _c	拘束圧 σ ₃ (kgf/cm ²)		
					粗砂	中砂	密砂
花崗岩	中	25.4	A 1	1.2	2.4		
			A 2	2.8	2.4		
			A 3	5.0	2.4		
	型	63.5	B 1	1.2	2.4	1	1, 2, 4
			B 2	2.8		1, 2, 4	1, 2, 4
			B 3	5.0	1, 2, 4		1, 2, 4
			B 4	8.0	1, 2, 4	1, 2, 4	1, 2, 4
			B 5	15.0		1, 2, 4	1, 2, 4
	大岩	100	C 1	1.2	2		
			C 2	2.8	2		
150		D 1	1.2	2, 4, 8	1, 2, 4, 8		
		D 2	2.8	2			
		D 3	5.0	2			
200		E 1	1.2	2			
		E 0	2.0			4	
		E 2	2.8		4	1, 2, 4	
		E 3	5.0	2			
硬質砂岩	中	25.4	F 1	1.3	2, 4, 8	0.5, 1, 2, 4, 8, 14	2, 4, 8
						63.5	G 1
	大	150	H 1	1.2		2, 4, 8	

第3図 文献①の実験ケース

(文献①「港湾技術研究所報告 捨石マウンドの支持力の新しい
計算法 (1987. 6)」より引用)



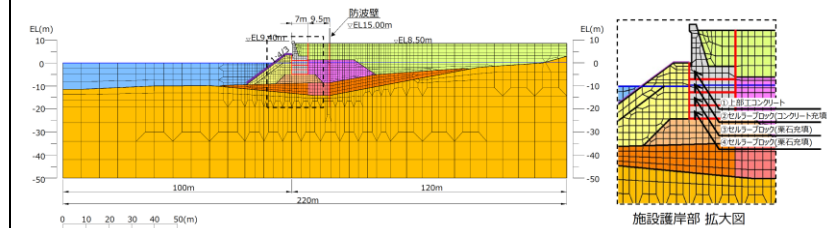
第4図 φ₀ と拘束圧の関係性値

(文献②「港湾技研資料 マウンド用石材の大型三軸試験による
強度特性 (1991. 3)」より引用)

防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) に近接する施設護岸を構成する上部工コンクリート及びセルラーブロックのモデル化にあたっては、要素間の滑り・剥離を考慮するため、ジョイント要素でモデル化している。解析モデル図を第5図に示す。

せん断抵抗角は港湾基準に準拠し、第2表に示す摩擦係数の考え方を踏まえ設定した。港湾基準より引用した静止摩擦係数の値を第6図に示す。

なお、粘着力については、上部工コンクリート及びセルラーブロックは完全に分離した構造物同士であることから、付着力は考慮しない。



第5図 解析モデル図

第2表 ジョイント要素に考慮した摩擦係数の根拠

ジョイント要素	ジョイント要素に考慮した摩擦係数の根拠
①上部工コンクリート・ ②セルラーブロック (コンクリート充填) 境界	・境界面の上下はそれぞれコンクリートであるため、港湾基準より「コンクリートとコンクリート」の静止摩擦係数0.5と設定する。
②セルラーブロック (コンクリート充填) ・ ③セルラーブロック (栗石充填) 境界	・セルラーブロック (栗石充填) 設置後に上段のセルラーブロックのコンクリートを打設するため、栗石はセルラーブロック天端より低く充填されることを考慮すると、境界面の上下はそれぞれコンクリートであるため、「コンクリートとコンクリート」の静止摩擦係数0.5と設定する。
③セルラーブロック (栗石充填) ・ ④セルラーブロック (栗石充填) 境界	・境界面はセルラーブロック同士と栗石同士で構成されている。港湾基準よりセルラーブロック同士は「コンクリートとコンクリート」の静止摩擦係数0.5、栗石同士は「捨石と捨石」の静止摩擦係数0.8であるため、これらを平均した0.6 (0.65の少数第2位を切り捨て) と設定する。
④セルラーブロック (栗石充填) ・ 基礎捨石境界のジョイント要素	・セルラーブロック (栗石充填) と基礎捨石境界の摩擦係数は、港湾基準に示される「底版のないセルラーブロックの性能照査に用いる摩擦係数の特性値」から0.7と設定する。

コンクリートとコンクリート	0.5
コンクリートと岩盤	0.5
水中コンクリートと岩盤	0.7~0.8
コンクリートと捨石	0.6
捨石と捨石	0.8
木材と木材	0.2(湿)~0.5(乾)
摩擦増大マットと捨石	0.75

第6図 静止摩擦係数の値 (港湾基準より引用)

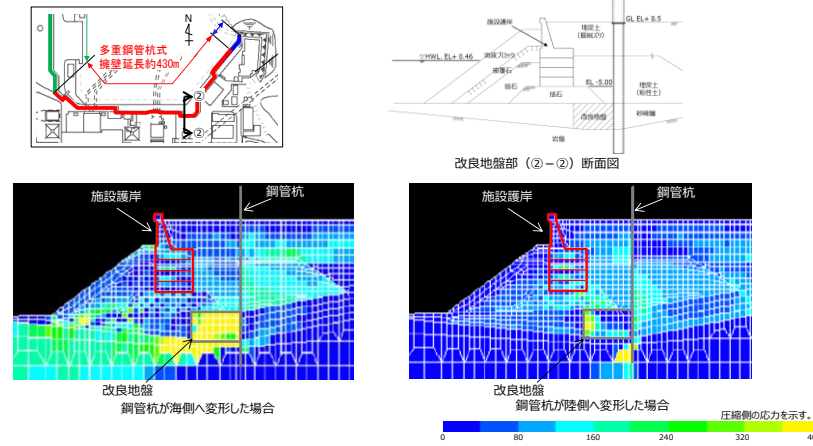
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: right;">(参考資料8)</p> <p><u>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) に近接する施設護岸の役割</u></p> <p><u>耐震性の低い施設護岸が防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) に近接していることから, 防波壁への受動抵抗として作用しているか確認するため, 防波壁と施設護岸の位置関係を踏まえて, 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 改良地盤部 (②-②) 断面および施設護岸前出し部 (③-③) 断面を選定し, 基準地震動 Ss における周辺地盤の水平有効応力を確認する。</u></p> <p><u>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 改良地盤部 (②-②) 断面における基準地震動 Ss による2次元 FEM 解析 (有効応力解析) の結果から, 防波壁の鋼管杭曲げモーメント最大時刻において, 周辺地盤の水平有効応力の分布を第1図に示す。鋼管杭が海側へ変形した場合, 改良地盤部及び根入れ部 (岩盤) に圧縮側の水平応力が発生し, 鋼管杭の変形を抑制しており, 施設護岸及びその周辺の埋戻土等の水平応力は比較的小さく, 施設護岸による受働抵抗は小さい。また, 鋼管杭が陸側へ変形した場合は, 根入れ部 (岩盤) において圧縮側の水平応力が発生し, 施設護岸の水平応力は周辺の埋戻土等と同程度である。</u></p> <p><u>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 施設護岸前出し部 (③-③) 断面における基準地震動 Ss による2次元 FEM 解析 (有効応力解析) の結果から, 防波壁の鋼管杭曲げモーメント最大時刻において, 周辺地盤の水平応力の分布を第2図に示す。鋼管杭が海側に変形した場合, 根入れ部 (岩盤) に圧縮側の水平応力が発生し, 鋼管杭の変形を抑制しており, 施設護岸と鋼管杭の間の埋戻土と施設護岸背後の埋戻土の水平応力の値が同程度であることから, 施設護岸は応力をそのまま伝達しており, 鋼管杭に対する応力低減作用は生じていない。また, 鋼管杭が陸側へ変形した場合, 根入れ部 (岩盤) において圧縮側の水平応力が発生し, 鋼管杭の変形を抑制していることから, 施設護岸による受働抵抗は小さい。</u></p> <p><u>以上より, 鋼管杭は主に改良地盤及び根入れ部 (岩盤) により変形が抑制されており, 施設護岸による受働抵抗の影響は小さいことを確認した。</u></p>	<p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載の相違</p>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

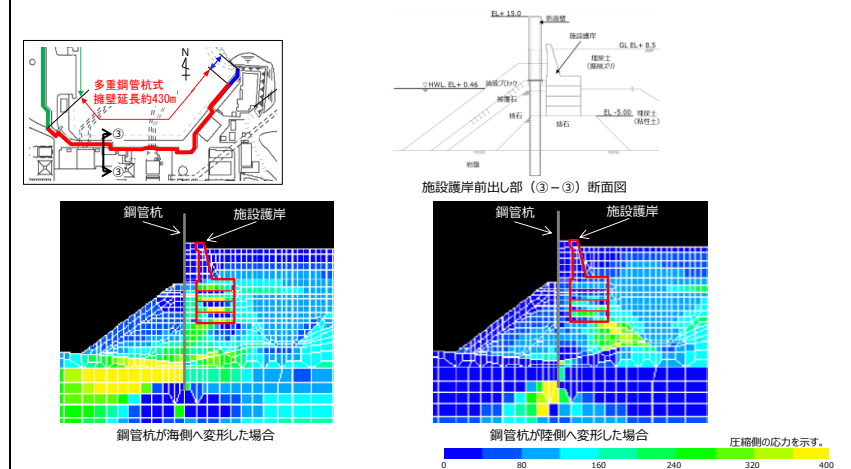
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



第1図 鋼管杭の曲げモーメント最大時刻における水平有効応力分布図 (改良地盤部 (2-2))



第2図 鋼管杭の曲げモーメント最大時刻における水平有効応力分布図 (施設護岸前出し部 (3-3))

(参考資料9)

防波壁 (波返重力擁壁) のケーソンの設計方針

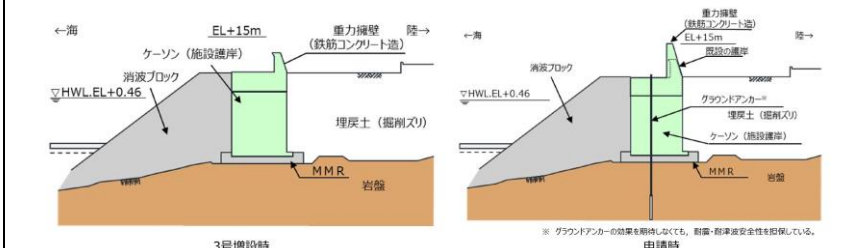
防波壁 (波返重力擁壁) の構造変更に係る主な経緯を第1表に、構造図を第1図に示す。

防波壁 (波返重力擁壁) のうち既設の護岸は、3号炉増設時に建設されている。その後、平成23年3月の東北地方太平洋沖地震を踏まえ、重力擁壁の嵩上げを実施し、津波対策施設として港湾の施設の技術基準適合性確認を受けている。

・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載の相違

第1表 構造変更に係る主な経緯

主な経緯	概要	重力擁壁天端高	準拠基準
①3号炉増設時 (H16.2 公有水面埋立免許受領)	埋立地の外郭施設であるため、波浪時 (変動波浪: 100年確率波) 及び地震時 (レベル1地震動: 設計震度0.14) の外力に対して十分な耐震性、耐震性を有する構造として設計。	EL+11m	海岸保全施設築造基準解説、河川砂防技術基準 (案) 解説、港湾基準 (H11) 等
②港湾の施設の技術基準適合性確認 (H23.11 確認証受領)	平成23年3月の東北地方太平洋沖地震を踏まえ安全対策として、津波による敷地内への浸水を防止するため、既設ケーソン式護岸の嵩上げを実施し、港湾の施設の技術基準適合性確認証を受領した。当該確認においては、レベル1地震動、基準地震動 S_s (500Gal) 及び津波高さ (敷地浸水高さ) EL+15mにより評価。	EL+15m	港湾基準
③新規制基準適合性審査 (H25.12)	基準地震動 S_s 及び入力津波を設計外力とした場合でも、構造成立性を確認。	EL+15m	港湾基準、防波場の耐津波設計ガイドライン (2013), RC示方書等



第1図 防波壁 (波返重力擁壁) 断面図

既設の護岸は、JEAG4601-1987では「その他土木構造物 (港湾施設)」に分類されており、耐震設計において参考とする基準、指針等として、「港湾基準 (昭和55年度版)」が示されている。3号増設時の港湾基準の最新版は平成11年度版であり、既設の護岸はこれに基づいて耐震設計を実施した。

港湾基準 (H11) では、「護岸の構造は、仮土留めを除き、重力

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>式係船岸, 矢板式係船岸, 鋼矢板セル式係船岸等の構造形式と類似しているので, 設計に当たっては, 係留施設の関連部分を参照することができる」としている。護岸の安定計算は係留施設の「重力式係船岸」を参照し, プレキャストコンクリート部材であるケーソンについては, 港湾基準 (H11) に従い照査した。第2図に, 港湾基準に基づき作成した港湾施設における施設分類を示す。第3図に, 港湾基準 (H11) に基づくケーソンの設計順序を示す。</p> <p>設計状態としては, 供用時のレベル1地震動及び変動波浪の変動状態に加え, 施工中の浮遊時及び冬季波浪時等の厳しい状態を考慮した設計を行っている。港湾基準 (H11) に準じて設計した3号増設時のケーソン設計における設計順序および検討ケースの例を第2表に示す。なお, 港湾基準で「側壁」と記載されている部材は, 港湾基準 (H11) では「外壁」として表記されている。</p> <div data-bbox="1863 898 2398 1033" data-label="Diagram"> <pre> graph TD subgraph Classification [施設分類] direction LR A[外郭施設] --- B[護岸] C[係留施設] --- D[岸壁] end B --- E[重力式護岸 (重力式係船岸に準じる)] D --- F[重力式係船岸] F --- G[ケーソン式係船岸] </pre> </div> <p>第2図 港湾施設における施設分類 (港湾基準に基づき作成)</p>	

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>ケーン各部材の形状寸法の仮定</p> <p>↓</p> <p>浮遊時の安定計算</p> <p>↓</p> <p>設計外力の決定 浮遊時: 外壁(前壁, 後壁, 側壁), 底版 据付け時: 隔壁 完成時: 外壁: 底版, 隔壁, フーチング</p> <p>↓</p> <p>部材の設計</p> <p>設計条件の設定</p> <p>↓</p> <p>(外壁の設計) 断面力の計算</p> <p>↓</p> <p>曲げに対する検討 ①終局 ②使用 ③疲労 } 限界状態の検討</p> <p>↓</p> <p>(底版の設計) 断面力の計算</p> <p>↓</p> <p>曲げに対する検討 ①終局 ②使用 ③疲労 } 限界状態の検討</p> <p>↓</p> <p>(隔壁の設計) 断面力の計算</p> <p>↓</p> <p>曲げに対する検討 ①終局 ②使用 ③疲労 } 限界状態の検討</p> <p>↓</p> <p>抜き出しに対する検討 ①終局限界状態の検討</p> <p>↓</p> <p>(フーチングの設計) 断面力の計算</p> <p>↓</p> <p>曲げに対する検討 ①終局 ②使用 ③疲労 } 限界状態の検討</p> <p>↓</p> <p>せん断に対する検討 ①終局 ②使用 ③疲労 } 限界状態の検討</p> <p>↓</p> <p>その他の検討 製作時: ジャッキング時, 進水台車に載っているとき 完成後: 不同沈下に対して</p> <p>↓</p> <p>附属物の設計 給水栓, 仮蓋, ウインチ用基礎, 曳船用埋込み鉄筋, 作業用の綱を張るための埋込み鉄筋, 吊り筋など</p>	

第3図 ケーン的设计順序 (港湾基準 (H11) に基づき作成)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																																																																				
		<p style="text-align: center;"><u>第2表 ケーソン性能照査における検討ケース (標準部① (地盤改良部) ケーソンの例)</u></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="4">終局限界状態</th> <th colspan="4">使用限界状態</th> <th colspan="4">疲労限界状態</th> </tr> <tr> <th>底版</th> <th>外壁</th> <th>隔壁</th> <th>フーチング</th> <th>底版</th> <th>外壁</th> <th>隔壁</th> <th>フーチング</th> <th>底版</th> <th>外壁</th> <th>隔壁</th> <th>フーチング</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">製作時</td> <td>○</td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">進水時 浮遊時</td> <td>○</td><td>○</td><td></td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">注水時</td> <td></td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">中詰コンクリート打設前</td> <td></td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">据付後</td> <td style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">施工時</td> <td>波の山※1</td> <td>○</td><td>○</td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>波の谷※2</td> <td>○</td><td>○</td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">完成時</td> <td>波の山※1</td> <td>○</td><td>○</td><td></td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td> </tr> <tr> <td></td> <td>波の谷※2</td> <td>○</td><td>○</td><td></td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td> </tr> <tr> <td></td> <td>地震時</td> <td>○</td><td>○</td><td></td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 波浪に関する変動状態における波の山作用時であり、作用の方向は外部からの作用である。 ※2 波浪に関する変動状態における波の谷作用時であり、作用の方向は内部からの作用である。</p> <p>港湾基準で示されたケーソンの各部位に関する性能規定及び設計状態に関する設定を第3表～第6表に示す。ここでは、供用時（完成時）の検討対象部材である底版及びフーチングと側壁について示す。第7表に護岸の作用の組合せと荷重係数の一覧表を示す。本表は港湾基準に記載されている「岸壁」の作用の組合せと荷重係数の一覧表を引用したものである。供用時（完成時）の検討対象部材は、底版及び側壁と示されている。</p> <p>表で示される使用性とは、使用上の不都合を生じずに施設等を使用できる性能のことであり、作用に対して想定される施設の構造的な応答においては、損傷の可能性が十分に低いこと、又はわずかな修復により速やかに所要の機能が発揮できる程度の損傷に留まることである。なお、基準省令では、使用性の規定を、原則として「作用による損傷等が、当該施設の機能を損なわず継続して使用することに影響を及ぼさないこと」と表記している。</p>			終局限界状態				使用限界状態				疲労限界状態				底版	外壁	隔壁	フーチング	底版	外壁	隔壁	フーチング	底版	外壁	隔壁	フーチング	製作時		○			○									進水時 浮遊時		○	○		○	○	○		○					注水時				○				○						中詰コンクリート打設前				○				○						据付後	施工時	波の山※1	○	○		○									波の谷※2	○	○		○								完成時	波の山※1	○	○		○	○	○		○	○	○	○		波の谷※2	○	○		○	○	○		○	○	○	○		地震時	○	○		○								
		終局限界状態				使用限界状態				疲労限界状態																																																																																																																																													
		底版	外壁	隔壁	フーチング	底版	外壁	隔壁	フーチング	底版	外壁	隔壁	フーチング																																																																																																																																										
製作時		○			○																																																																																																																																																		
進水時 浮遊時		○	○		○	○	○		○																																																																																																																																														
注水時				○				○																																																																																																																																															
中詰コンクリート打設前				○				○																																																																																																																																															
据付後	施工時	波の山※1	○	○		○																																																																																																																																																	
		波の谷※2	○	○		○																																																																																																																																																	
	完成時	波の山※1	○	○		○	○	○		○	○	○	○																																																																																																																																										
		波の谷※2	○	○		○	○	○		○	○	○	○																																																																																																																																										
	地震時	○	○		○																																																																																																																																																		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																				
		<p>第3表 ケーソンの底版及びフーチングに関する性能規定及び設計状態（主たる作用が自重の永続状態）に関する設定</p> <table border="1" data-bbox="1765 336 2493 462"> <thead> <tr> <th rowspan="2">要求性能</th> <th colspan="3">設計状態</th> <th rowspan="2">照査項目</th> <th rowspan="2">限界値を定める標準的な指標</th> </tr> <tr> <th>状態</th> <th>主たる作用</th> <th>従たる作用</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">使用性</td> <td rowspan="2">永続</td> <td rowspan="2">自重</td> <td rowspan="2">水圧, 地盤反力, 載荷重, 土圧</td> <td>底版及びフーチングの断面破壊</td> <td>設計断面耐力 (終局限界状態)</td> </tr> <tr> <td>底版及びフーチングの断面の使用性 底版及びフーチングの隔壁からの抜け出し (鉄筋の降伏)</td> <td>曲げひび割れ幅の制限値 (使用限界状態) 設計降伏応力度</td> </tr> </tbody> </table> <p>第4表 ケーソンの底版及びフーチングに関する性能規定及び設計状態（主たる作用が変動波浪の変動状態）に関する設定</p> <table border="1" data-bbox="1765 609 2493 766"> <thead> <tr> <th rowspan="2">要求性能</th> <th colspan="3">設計状態</th> <th rowspan="2">照査項目</th> <th rowspan="2">限界値を定める標準的な指標</th> </tr> <tr> <th>状態</th> <th>主たる作用</th> <th>従たる作用</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">使用性</td> <td rowspan="4">変動</td> <td rowspan="4">変動波浪※1 変動波浪※2 波浪の繰返し作用※3</td> <td rowspan="4">自重, 水圧, 地盤反力, 載荷重, 土圧</td> <td>底版及びフーチングの断面破壊</td> <td>設計断面耐力 (終局限界状態)</td> </tr> <tr> <td>底版の隔壁からの抜け出し (鉄筋の降伏)</td> <td>設計降伏応力度</td> </tr> <tr> <td>底版及びフーチングの断面の使用性</td> <td>曲げひび割れ幅の制限値 (使用限界状態)</td> </tr> <tr> <td>底版及びフーチングの疲労破壊</td> <td>設計疲労強度 (疲労限界状態)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 ここでの波浪は、この告示第八号第一項第一号に定めている波浪のうち、当該施設の構造の安定性の性能照査に用いたものとする。 ※2 ここでの波浪は、この告示第八号第一項第二号に定めている波浪のうち、設計供用期間にそれ以上の波浪の波が襲撃する回数が10回程度のものであることを標準とする。 ※3 ここでの波浪は、この告示第八号第一項第二号に定めている波浪のうち、設計供用期間に生じる波浪の波高と周期に関する出現回数に応じた適切なものを設定する必要がある。</p> <p>第5表 ケーソンの底版及びフーチングに関する性能規定及び設計状態（主たる作用が浮遊時の水圧及びレベル1地震動の変動状態）に関する設定</p> <table border="1" data-bbox="1765 1008 2493 1134"> <thead> <tr> <th rowspan="2">要求性能</th> <th colspan="3">設計状態</th> <th rowspan="2">照査項目</th> <th rowspan="2">限界値を定める標準的な指標</th> </tr> <tr> <th>状態</th> <th>主たる作用</th> <th>従たる作用</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>使用性</td> <td>変動</td> <td>L1地震動</td> <td>自重, 水圧, 地盤反力</td> <td>底版及びフーチングの断面破壊 底版の隔壁からの抜け出し (鉄筋の降伏)</td> <td>設計断面耐力 (終局限界状態) 設計降伏応力度</td> </tr> </tbody> </table> <p>第6表 ケーソンの側壁に関する性能規定及び設計状態（偶発状態を除く）に関する設定</p> <table border="1" data-bbox="1765 1281 2493 1533"> <thead> <tr> <th rowspan="2">要求性能</th> <th colspan="3">設計状態</th> <th rowspan="2">照査項目</th> <th rowspan="2">限界値を定める標準的な指標</th> </tr> <tr> <th>状態</th> <th>主たる作用</th> <th>従たる作用</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">使用性</td> <td rowspan="2">永続</td> <td rowspan="2">内部土圧</td> <td rowspan="2">内部水圧</td> <td>側壁の断面の使用性</td> <td>曲げひび割れ幅の制限値 (使用限界状態)</td> </tr> <tr> <td>側壁の隔壁からの抜け出し (鉄筋の降伏)</td> <td>設計降伏応力度</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">変動</td> <td rowspan="3">変動波浪※1 変動波浪※2 波浪の繰返し作用※4</td> <td rowspan="3">内部水圧, 内部土圧</td> <td>側壁の断面破壊※2</td> <td>設計断面耐力 (終局限界状態)</td> </tr> <tr> <td>側壁の断面の使用性</td> <td>曲げひび割れ幅の制限値 (使用限界状態)</td> </tr> <tr> <td>側壁の疲労破壊※2</td> <td>設計疲労強度 (疲労限界状態)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>L1地震動</td> <td>内部水圧, 内部土圧</td> <td>側壁の断面破壊</td> <td>設計断面耐力 (終局限界状態)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 ここでの波浪は、この告示第八号第一項第一号に定めている波浪のうち、当該施設の構造の安定性の性能照査に用いたものとする。 ※2 波浪の影響を受ける側壁の場合に限る。 ※3 ここでの波浪は、この告示第八号第一項第二号に定めている波浪のうち、設計供用期間にそれ以上の波浪の波が襲撃する回数が10回程度のものであることを標準とする。 ※4 ここでの波浪は、この告示第八号第一項第二号に定めている波浪のうち、設計供用期間に生じる波浪の波高と周期に関する出現回数に応じた適切なものを設定する必要がある。</p>	要求性能	設計状態			照査項目	限界値を定める標準的な指標	状態	主たる作用	従たる作用	使用性	永続	自重	水圧, 地盤反力, 載荷重, 土圧	底版及びフーチングの断面破壊	設計断面耐力 (終局限界状態)	底版及びフーチングの断面の使用性 底版及びフーチングの隔壁からの抜け出し (鉄筋の降伏)	曲げひび割れ幅の制限値 (使用限界状態) 設計降伏応力度	要求性能	設計状態			照査項目	限界値を定める標準的な指標	状態	主たる作用	従たる作用	使用性	変動	変動波浪※1 変動波浪※2 波浪の繰返し作用※3	自重, 水圧, 地盤反力, 載荷重, 土圧	底版及びフーチングの断面破壊	設計断面耐力 (終局限界状態)	底版の隔壁からの抜け出し (鉄筋の降伏)	設計降伏応力度	底版及びフーチングの断面の使用性	曲げひび割れ幅の制限値 (使用限界状態)	底版及びフーチングの疲労破壊	設計疲労強度 (疲労限界状態)	要求性能	設計状態			照査項目	限界値を定める標準的な指標	状態	主たる作用	従たる作用	使用性	変動	L1地震動	自重, 水圧, 地盤反力	底版及びフーチングの断面破壊 底版の隔壁からの抜け出し (鉄筋の降伏)	設計断面耐力 (終局限界状態) 設計降伏応力度	要求性能	設計状態			照査項目	限界値を定める標準的な指標	状態	主たる作用	従たる作用	使用性	永続	内部土圧	内部水圧	側壁の断面の使用性	曲げひび割れ幅の制限値 (使用限界状態)	側壁の隔壁からの抜け出し (鉄筋の降伏)	設計降伏応力度	変動	変動波浪※1 変動波浪※2 波浪の繰返し作用※4	内部水圧, 内部土圧	側壁の断面破壊※2	設計断面耐力 (終局限界状態)	側壁の断面の使用性	曲げひび割れ幅の制限値 (使用限界状態)	側壁の疲労破壊※2	設計疲労強度 (疲労限界状態)		L1地震動	内部水圧, 内部土圧	側壁の断面破壊	設計断面耐力 (終局限界状態)	
要求性能	設計状態			照査項目	限界値を定める標準的な指標																																																																																		
	状態	主たる作用	従たる作用																																																																																				
使用性	永続	自重	水圧, 地盤反力, 載荷重, 土圧	底版及びフーチングの断面破壊	設計断面耐力 (終局限界状態)																																																																																		
				底版及びフーチングの断面の使用性 底版及びフーチングの隔壁からの抜け出し (鉄筋の降伏)	曲げひび割れ幅の制限値 (使用限界状態) 設計降伏応力度																																																																																		
要求性能	設計状態			照査項目	限界値を定める標準的な指標																																																																																		
	状態	主たる作用	従たる作用																																																																																				
使用性	変動	変動波浪※1 変動波浪※2 波浪の繰返し作用※3	自重, 水圧, 地盤反力, 載荷重, 土圧	底版及びフーチングの断面破壊	設計断面耐力 (終局限界状態)																																																																																		
				底版の隔壁からの抜け出し (鉄筋の降伏)	設計降伏応力度																																																																																		
				底版及びフーチングの断面の使用性	曲げひび割れ幅の制限値 (使用限界状態)																																																																																		
				底版及びフーチングの疲労破壊	設計疲労強度 (疲労限界状態)																																																																																		
要求性能	設計状態			照査項目	限界値を定める標準的な指標																																																																																		
	状態	主たる作用	従たる作用																																																																																				
使用性	変動	L1地震動	自重, 水圧, 地盤反力	底版及びフーチングの断面破壊 底版の隔壁からの抜け出し (鉄筋の降伏)	設計断面耐力 (終局限界状態) 設計降伏応力度																																																																																		
要求性能	設計状態			照査項目	限界値を定める標準的な指標																																																																																		
	状態	主たる作用	従たる作用																																																																																				
使用性	永続	内部土圧	内部水圧	側壁の断面の使用性	曲げひび割れ幅の制限値 (使用限界状態)																																																																																		
				側壁の隔壁からの抜け出し (鉄筋の降伏)	設計降伏応力度																																																																																		
	変動	変動波浪※1 変動波浪※2 波浪の繰返し作用※4	内部水圧, 内部土圧	側壁の断面破壊※2	設計断面耐力 (終局限界状態)																																																																																		
				側壁の断面の使用性	曲げひび割れ幅の制限値 (使用限界状態)																																																																																		
				側壁の疲労破壊※2	設計疲労強度 (疲労限界状態)																																																																																		
	L1地震動	内部水圧, 内部土圧	側壁の断面破壊	設計断面耐力 (終局限界状態)																																																																																			

第7表 作用の組合せと荷重係数(港湾基準 p.498表-1.2.1より引用)

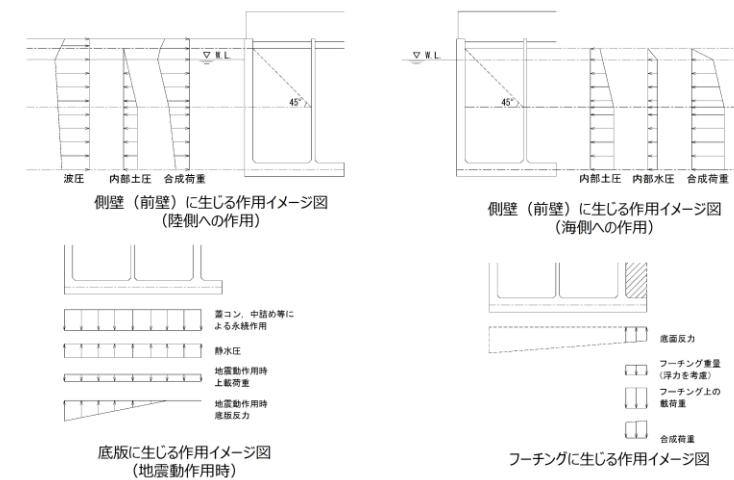
・護岸(岸壁)

状態	設計状態	自重	静水圧	内部水圧	内部土圧	底板反力	上載荷重	動水圧	地震動作用時の底板反力	施工時荷重		備考
										振付時	静水時	
供用時	自重に関する永続状態	0.9 (1.0)	1.1 (1.0)			1.1 (1.0)	0.8 (0.5)					底板(上載荷重は底板反力分)
	内部土圧に関する永続状態			1.1 (1.0)	1.1 (1.0)							側壁
	レベル1地震動に関する変動状態	1.0 (-)	1.0 (-)				1.0 (-)		1.0 (-)			
施工時	浮遊時の水圧に関する変動状態										1.1 (0.5)	底板(浮遊時)
	振付時の水圧に関する変動状態									1.1 (0.5)		側壁(浮遊時)
	振付時の水圧に関する変動状態									1.1 (0.5)		側壁(振付時)

・下段の()内は、使用限界状態検討時の荷重を示している。
 ・なお、側壁状態においては、荷重係数を1.0としてよい。

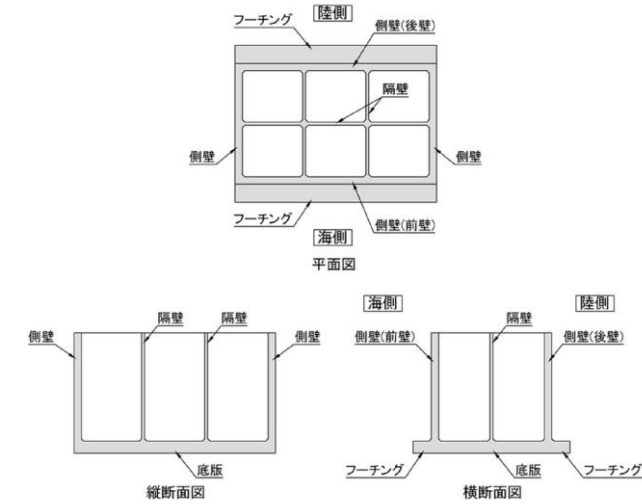
ケーソンの各部材の性能照査に用いる作用のイメージ図を第4図に示す。作用の考え方は港湾基準に準じている。

港湾基準においては、「内部土圧は、壁の内側に等しい深さまで増加するが、それ以降は増加しないものとする事ができる」と記載されている。



第4図 ケーソンの各部材の性能照査に用いる作用イメージ図

一般的な形状のケーソン各部の名称を第5図に示す。



第5図 ケーソン各部の名称 (港湾基準 図-参 1.2.1 を加筆・修正)

港湾基準において、津波対策施設の要求性能は、使用性に加えて、津波、レベル2地震動等の作用による損傷等が、軽微な修復による当該施設の機能の回復に影響を及ぼさないこと (修復性) が追加される。第6図に、港湾基準における津波対策施設の要求性能を示す。

津波対策施設を構成する部材については、主たる作用が津波又はレベル2地震動である偶発状態に対して、作用による損傷の程度が限界値以下であることとされている。

【港湾の施設の技術上の基準を定める省令 第七条 第二項 第二号】
津波から当該施設の背後地を防護する必要がある施設を構成する部材の要求性能にあつては、津波、レベル2地震動等の作用による損傷等が、軽微な修復による当該施設の機能の回復に影響を及ぼさないこと。

【港湾の施設の技術上の基準の細目を定める告示 第二十二條 第一項 第二号】
津波から背後地を防護する必要がある施設を構成する部材にあつては、主たる作用が津波又はレベル2地震動である偶発状態に対して、作用による損傷の程度が限界値以下であること。

津波対策施設の構造部材に共通する性能規定及び設計状態 (偶発状態に限る) に関する設定

省令 条 項 号	告示 条 項 号	要求 性能	設計状態		照査項目	標準的な限界値の指標	
			状態	主たる作用			
7 2 2	22 1 2	修復性	偶発	津波 (L2地震動)	-	損傷	-

港湾の施設の技術上の基準・同解説 (平成19年) より引用

第6図 港湾基準における津波対策施設の要求性能

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																													
		<p><u>津波防護施設である防波壁のケーソンは、港湾基準では、永続状態及び変動状態については使用性を要求性能としており、さらに、偶発状態（主たる作用が津波、レベル2地震動等）における損傷が、軽微な修復により機能回復できることを要求性能としている。</u></p> <p><u>新規制基準においては、基準地震動Ss並びに入力津波に対し、津波防護施設が要求される機能を損なう恐れがないよう、構造物全体としての変形能力に対し、十分な構造強度を有するとともに、浸水及び漏水を防止することを要求性能としている。</u></p> <p><u>新規制基準を踏まえた防波壁の設計に当たっては、地震、津波後の使用性を踏まえ、性能目標を「概ね弾性状態に留まること」とし、照査部位については、施設の安定性確保の観点から、港湾基準に基づく照査部位と同様とした。</u></p> <p><u>島根2号炉のケーソンの性能照査に当たっては、要求性能及び性能目標は新規制基準に従い第8表のとおり設定する。なお、照査部位については、港湾基準の津波対策施設における供用時における照査部位に準じ、照査項目は曲げ破壊及びせん断破壊について照査する。</u></p> <p style="text-align: center;">第8表 島根2号炉のケーソンの性能照査</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">施設名</th> <th colspan="2">港湾の施設の技術上の基準・同解説</th> <th>新規制基準</th> <th>設計方針</th> </tr> <tr> <th>津波対策施設</th> <th>修復性</th> <th>津波防護施設</th> <th>津波防護施設</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>要求性能</td> <td> 使用性 施工時及び供用時に当該施設が置かれる諸条件に照らし、自重、土圧、水圧、変動波浪水の流れ、レベル1地震動、漂流物の衝突等の作用による損傷等が、当該施設の機能を損なわず継続して使用することに影響を及ぼさないこととする。(永続状態及び変動状態) </td> <td> 津波、レベル2地震動等の作用による損傷等が、軽微な修復による当該施設の機能の回復に影響を及ぼさないこと。(偶発状態) </td> <td> ・基準地震動Ssに対し、津波防護施設が要求される機能を損なう恐れがないよう、構造物全体としての変形能力に対し、十分な構造強度を有した構造であること。 ・入力津波に対して、津波防護施設が要求される機能を損なう恐れがないよう、津波による浸水及び漏水を防止すること。 </td> <td> ・基準地震動Ssに対し、津波防護施設が要求される機能を損なう恐れがないよう、構造物全体としての変形能力に対し、十分な構造強度を有した構造であること。 ・入力津波に対して、津波防護施設が要求される機能を損なう恐れがないよう、津波による浸水及び漏水を防止すること。 </td> </tr> <tr> <td>性能目標</td> <td> 永続状態及び変動状態に対して健全性を損なう危険性が限界値以下であること。 </td> <td> 偶発状態に対して作用による損傷の程度が限界値以下であること。 </td> <td> ・基準地震動Ss並びに入力津波により発生する応力が、既往研究等において試験・解析等により妥当性が確認された許容値を超えていないこと。 </td> <td> 概ね弾性状態に留まること。 </td> </tr> <tr> <td>供用時における照査部位</td> <td> ・底板及びフーチング ・側壁 </td> <td> 施設の安定性を確保するために健全性を求める部材 </td> <td> 施設の安定性を確保するために健全性を求める部材 </td> <td> ・底板及びフーチング ・側壁 </td> </tr> <tr> <td>供用時における照査項目(許容限界)</td> <td> 断面破壊(設計断面耐力) 使用性(曲げひび割れ幅の制限値) 抜け出し(設計降伏応力度) </td> <td style="text-align: center;">規定なし</td> <td style="text-align: center;">規定なし</td> <td> 曲げ破壊、せん断破壊(短期許容応力度) </td> </tr> </tbody> </table>	施設名	港湾の施設の技術上の基準・同解説		新規制基準	設計方針	津波対策施設	修復性	津波防護施設	津波防護施設	要求性能	使用性 施工時及び供用時に当該施設が置かれる諸条件に照らし、自重、土圧、水圧、変動波浪水の流れ、レベル1地震動、漂流物の衝突等の作用による損傷等が、当該施設の機能を損なわず継続して使用することに影響を及ぼさないこととする。(永続状態及び変動状態)	津波、レベル2地震動等の作用による損傷等が、軽微な修復による当該施設の機能の回復に影響を及ぼさないこと。(偶発状態)	・基準地震動Ssに対し、津波防護施設が要求される機能を損なう恐れがないよう、構造物全体としての変形能力に対し、十分な構造強度を有した構造であること。 ・入力津波に対して、津波防護施設が要求される機能を損なう恐れがないよう、津波による浸水及び漏水を防止すること。	・基準地震動Ssに対し、津波防護施設が要求される機能を損なう恐れがないよう、構造物全体としての変形能力に対し、十分な構造強度を有した構造であること。 ・入力津波に対して、津波防護施設が要求される機能を損なう恐れがないよう、津波による浸水及び漏水を防止すること。	性能目標	永続状態及び変動状態に対して健全性を損なう危険性が限界値以下であること。	偶発状態に対して作用による損傷の程度が限界値以下であること。	・基準地震動Ss並びに入力津波により発生する応力が、既往研究等において試験・解析等により妥当性が確認された許容値を超えていないこと。	概ね弾性状態に留まること。	供用時における照査部位	・底板及びフーチング ・側壁	施設の安定性を確保するために健全性を求める部材	施設の安定性を確保するために健全性を求める部材	・底板及びフーチング ・側壁	供用時における照査項目(許容限界)	断面破壊(設計断面耐力) 使用性(曲げひび割れ幅の制限値) 抜け出し(設計降伏応力度)	規定なし	規定なし	曲げ破壊、せん断破壊(短期許容応力度)	
施設名	港湾の施設の技術上の基準・同解説			新規制基準	設計方針																											
	津波対策施設	修復性	津波防護施設	津波防護施設																												
要求性能	使用性 施工時及び供用時に当該施設が置かれる諸条件に照らし、自重、土圧、水圧、変動波浪水の流れ、レベル1地震動、漂流物の衝突等の作用による損傷等が、当該施設の機能を損なわず継続して使用することに影響を及ぼさないこととする。(永続状態及び変動状態)	津波、レベル2地震動等の作用による損傷等が、軽微な修復による当該施設の機能の回復に影響を及ぼさないこと。(偶発状態)	・基準地震動Ssに対し、津波防護施設が要求される機能を損なう恐れがないよう、構造物全体としての変形能力に対し、十分な構造強度を有した構造であること。 ・入力津波に対して、津波防護施設が要求される機能を損なう恐れがないよう、津波による浸水及び漏水を防止すること。	・基準地震動Ssに対し、津波防護施設が要求される機能を損なう恐れがないよう、構造物全体としての変形能力に対し、十分な構造強度を有した構造であること。 ・入力津波に対して、津波防護施設が要求される機能を損なう恐れがないよう、津波による浸水及び漏水を防止すること。																												
性能目標	永続状態及び変動状態に対して健全性を損なう危険性が限界値以下であること。	偶発状態に対して作用による損傷の程度が限界値以下であること。	・基準地震動Ss並びに入力津波により発生する応力が、既往研究等において試験・解析等により妥当性が確認された許容値を超えていないこと。	概ね弾性状態に留まること。																												
供用時における照査部位	・底板及びフーチング ・側壁	施設の安定性を確保するために健全性を求める部材	施設の安定性を確保するために健全性を求める部材	・底板及びフーチング ・側壁																												
供用時における照査項目(許容限界)	断面破壊(設計断面耐力) 使用性(曲げひび割れ幅の制限値) 抜け出し(設計降伏応力度)	規定なし	規定なし	曲げ破壊、せん断破壊(短期許容応力度)																												

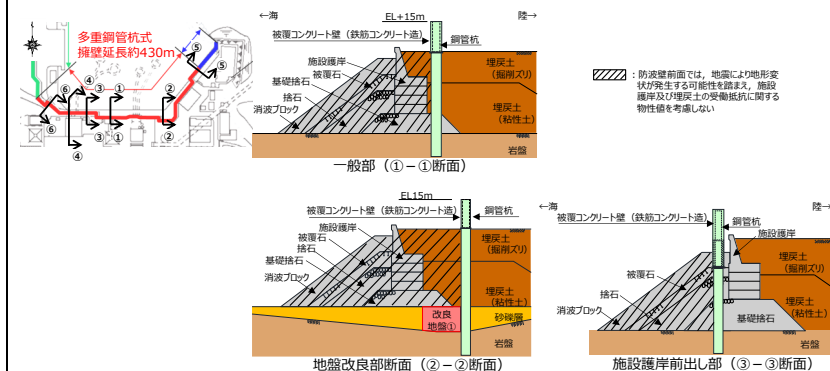
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: right;"><u>(参考資料10)</u></p> <p style="text-align: center;"><u>施設護岸の役割の検討</u></p> <p><u>1. 検討方針</u></p> <p>防波壁（多重鋼管杭式）の前面または背面には、施設護岸が近接して設置されている。地震時の検討においては、施設護岸はその形状を適切にモデル化し、有効応力解析により耐震性を評価する。これにより、防波壁への波及的影響を考慮する。また、津波時においては、防波壁の設置状況に応じた地盤ばねを設定し、津波波圧を作用させて静的フレーム解析により耐津波性を評価する。一方で、施設護岸については、耐震性が低く、その損傷による防波壁へ影響を及ぼす可能性が考えられることから、それが損傷した場合の防波壁への影響を確認する。</p> <p>ここでは、施設護岸が地震により損傷した場合の防波壁の「耐震性」、「耐津波性」及び「止水性」に与える影響を確認し、施設護岸の取り扱いを評価する。施設護岸の地震による損傷の程度を評価することが困難であることから、保守的に、施設護岸が無いものと仮定した状態における防波壁への影響（耐震性）及び地震による損傷後に津波が襲来した場合の津波の地盤中からの回り込みによる影響（止水性）について検討する。なお、「耐津波性」については、防波壁前面において地形変状が発生する可能性を踏まえ、施設護岸等が無いものとして津波波圧を作用させた検討を実施し、構造成立性を確認している（添付資料25「2. 構造成立性評価」参照）。</p> <div style="text-align: center;">  <p>第1図 検討概要図</p> </div>	<p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載の相違</p>

2. 耐震性の検討方針

施設護岸が地震により損傷することによる防波壁への影響（耐震性）の検討は、防波壁前面の施設護岸及び埋戻土が無いと仮定した場合の解析を実施することにより行う。

施設護岸等が無いと仮定した検討は、第2図に示すとおり施設護岸が防波壁より海側及び陸側に位置する断面について実施する。施設護岸が防波壁より海側に位置する断面として、鋼管杭が長く埋戻土層厚が厚いことから、鋼管杭への影響が最も大きいと判断する「一般部（①-①断面）」及び施設護岸の下部に砂礫層が位置し、鋼管杭の前面に地盤改良を実施した「地盤改良部断面（②-②断面）」を選定する。また、施設護岸が防波壁より陸側に位置する断面として「施設護岸前出し部（③-③断面）」を選定する。

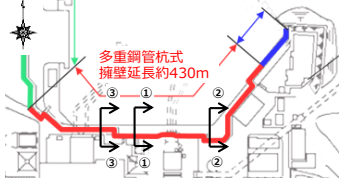
なお、「取水路横断面（④-④断面）」、「北東端部（⑤-⑤断面）」及び「西端部（⑥-⑥断面）」については、第1表に示すとおり、鋼管杭長及び周辺状況を踏まえ、地震時の鋼管杭への影響が最も大きいと考える①-①、②-②及び③-③断面の検討結果に包含されると判断した。

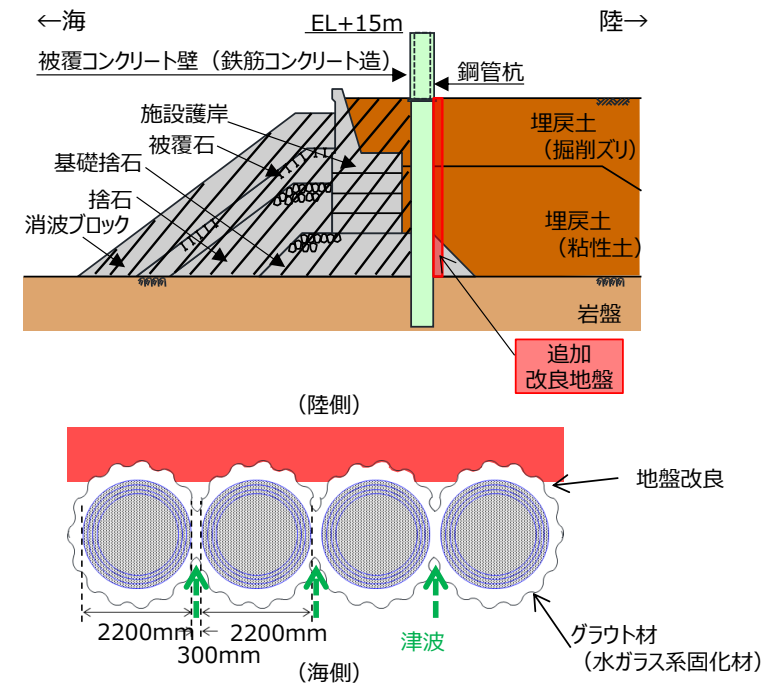


第2図 選定した各断面の検討概要図

第1表 施設護岸等が無いと仮定した検討対象断面の選定理由

検討対象断面	防波壁（多重鋼管杭式擁壁）		
	一般部（①-①断面）	改良地盤部（②-②断面）	施設護岸前出し部（③-③断面）
類似断面	西端部（⑥-⑥断面）	-	取水路横断面（④-④断面），北東端部（⑤-⑤断面）
選定理由	①-①断面は、施設護岸が防波壁より海側に位置する断面であり、同様の周辺状況である⑥-⑥に比べて鋼管杭が長く埋戻土層厚が厚いことから、鋼管杭への影響が大きい①-①断面を検討対象断面に選定する。	②-②断面は、鋼管杭の前面に改良地盤を実施した断面であり、①-①、③-③～⑥-⑥断面とは異なる周辺状況であることから、②-②断面を検討対象断面に選定する。	③-③断面は、施設護岸が防波壁陸側に位置する断面である。同様の周辺状況である④-④断面は防波壁北側に2号炉取水槽が隣接しており、また、⑤-⑤断面は防波壁位置に施設護岸が配置されており、これらに比べて鋼管杭への地震時土圧が大きい③-③断面を検討対象断面に選定する。

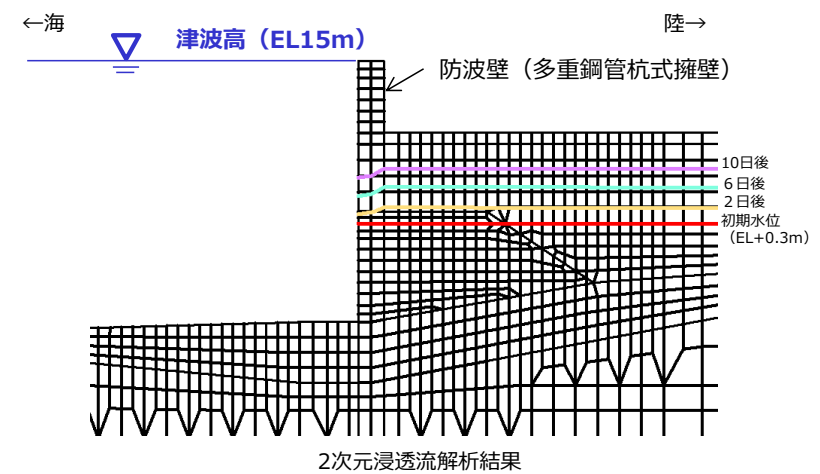
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考														
		<p>3. 耐震性の検討結果</p> <p>防波壁周辺の施設護岸及び埋戻土が無いと仮定した場合の解析の結果を第3図に示す。なお、ここでは鋼管杭の構造成立性検討結果において最も厳しい損傷モードである曲げにより照査を行った。</p> <p>検討の結果、施設護岸が無いと仮定した場合の鋼管杭の曲げに対する安全率は1以上となり、構造が成立することを確認した。</p>  <table border="1" data-bbox="1736 802 2478 1012"> <thead> <tr> <th>断面</th> <th>評価部位</th> <th>最小安全率となる部位</th> <th>地震動</th> <th>最小安全率 (施設護岸がない場合)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>一般部 (①-①断面)</td> <td rowspan="3">鋼管杭</td> <td rowspan="3">地中部※ 【4重管構造】</td> <td rowspan="3">S s - D</td> <td>1.43</td> </tr> <tr> <td>地盤改良部断面 (②-②断面)</td> <td>1.82</td> </tr> <tr> <td>施設護岸前出し部 (③-③断面)</td> <td>1.61</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 地中部【4重管構造】は、安全率が最も小さくなる外側から2つ目の鋼管杭φ2000(SKK490)の数値を示す。</p> <p>第3図 降伏モーメントに対する照査結果 (最小安全率時)</p> <p>4. 止水性の検討結果</p> <p>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) については、鋼管杭間をグラウト材 (水ガラス系固化材) で充填しているが、施設護岸等が無いと仮定し、杭間に直接津波波圧が作用した場合の津波の地盤中からの回り込みに対して万全を期すため、防波壁の背後に止水性を有する地盤改良を実施する対策を行う。</p> <p>防波壁背後の地盤改良後、防波壁前面の施設護岸及び埋戻土が無いと仮定した場合の浸透流解析を実施した。ここで、津波水位は保守的に EL15m とし、透水係数は下表のとおり設定した。</p> <p>解析の結果、EL+15m に津波が滞留した状態においても、防波壁より敷地側に浸水は認められないことを確認した。</p> <p>なお、防波壁の背後に実施する地盤改良の仕様は詳細設計段階において説明する。</p>	断面	評価部位	最小安全率となる部位	地震動	最小安全率 (施設護岸がない場合)	一般部 (①-①断面)	鋼管杭	地中部※ 【4重管構造】	S s - D	1.43	地盤改良部断面 (②-②断面)	1.82	施設護岸前出し部 (③-③断面)	1.61	
断面	評価部位	最小安全率となる部位	地震動	最小安全率 (施設護岸がない場合)													
一般部 (①-①断面)	鋼管杭	地中部※ 【4重管構造】	S s - D	1.43													
地盤改良部断面 (②-②断面)				1.82													
施設護岸前出し部 (③-③断面)				1.61													



第4図 改良地盤の設置イメージ図 (例)

第2表 透水係数一覧

地盤材料	透水係数(m/s)	摘要
岩盤	1×10^{-5}	CL級岩盤と仮定
埋戻土	2×10^{-3}	
防波壁・改良地盤	1×10^{-7}	



第5図 2次元浸透流解析結果 (②-②断面)