

島根原子力発電所 2 号炉 審査資料	
資料番号	EP-066 改 33(比)
提出年月日	令和 2 年 6 月 16 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 6 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

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>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>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></p> <p>(2.4は柏崎6/7, 女川, 島根で比較)</p> <p>(2.5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>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(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</u> 基準津波に対して機能を維持すべき設備とその配置</p> <p><u>2</u> 「<u>浸水を防止する敷地</u>」の範囲外が浸水することによる影響について</p> <p><u>3</u> 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</p> <p><u>4</u> 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</p> <p><u>5</u> 港湾内の局所的な海面の励起について</p> <p><u>6</u> 管路解析の詳細について</p>	<p><u>2.1.3.4</u> 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(内郭防護)</p> <p><u>2.1.3.5</u> 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</p> <p><u>2.1.3.6</u> 津波防護施設及び浸水防止設備等の設計・評価</p> <p><u>2.1.3.6</u> 津波監視</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</u> 耐津波設計における現場確認プロセスについて</p> <p><u>3</u> 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</p> <p><u>4</u> 敷地内の遡上経路の沈下量算定評価について</p> <p><u>7</u> 港湾内の局所的な海面の励起について</p> <p><u>5</u> 管路解析のモデルについて</p> <p><u>6</u> 管路解析のパラメータスタディについて</p>	<p><u>3.4</u> 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(内郭防護)</p> <p><u>3.5</u> 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><u>3.6</u> 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</u> 基準津波に対して機能を維持すべき設備とその配置</p> <p><u>2</u> 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</p> <p><u>3</u> 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</p> <p><u>4</u> 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</p> <p><u>5</u> 港湾内の局所的な海面の励起について</p> <p><u>6</u> 管路計算の詳細について</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>

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>島根2号炉は添付資料6に記載</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>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】</p> <p>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】</p> <p>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】</p> <p>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】</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>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>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>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> <p>・津波防護対策の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉は海水貯留堰を設置していない。</p> <p>・運用の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は引き波時の常用海水ポンプの停止操作を添付37に記載</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号炉は貯留堰を設置していない。</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</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>—19海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について</p> <p>—20津波漂流物の調査要領について</p> <p>—21燃料等輸送船の係留索の耐力について</p> <p>—22燃料等輸送船の喫水と津波高さの関係について</p> <p>—23浚渫船の係留可能な限界流速について</p> <p>—24車両退避の実効性について</p> <p>—25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>—26津波監視設備の監視に関する考え方</p>	<p>1.4 非常用海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について</p> <p>1.5 漂流物の移動量算出の考え方</p> <p>1.6 津波漂流物の調査要領について</p> <p>1.9 燃料等輸送船の係留索の耐力について</p> <p>2.0 燃料等輸送船の喫水と津波高さとの関係について</p>	<p>14. 海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について</p> <p>15. 津波漂流物の調査要領について</p> <p>16. 燃料等輸送船の係留索の耐力について</p> <p>17. 燃料等輸送船の喫水高さ^とと津波高さ^との関係について</p> <p>18. 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>19. 津波監視設備の監視に関する考え方</p>	<p>理</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 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 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（添付資料 35に記載） 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 資料構成の相違 【東海第二】 島根 2号炉は津波監視

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>—27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>—28海水貯留堰における津波波力の設定方針について</p> <p>—29基準類における衝突荷重算定式について</p> <p>—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</p> <p>—31貯留堰設置地盤の支持性能について</p> <p>—32貯留堰継手部の漏水量評価について</p> <p>—33水密扉の運用管理について</p>	<p>2.6 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>2.1 鋼製防護壁の設計方針について</p> <p>2.2 鉄筋コンクリート防潮壁の設計方針について</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>2.5 防潮扉の設計と運用について</p>	<p>20. 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>21. 基準類における衝突荷重算定式について</p> <p>22. 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</p> <p>23. 防波壁通路防波扉、1号放水連絡通路防波扉及び水密扉の設</p>	<p>に関する考え方を記載 (添付資料 19 は柏崎 6/7, 女川, 島根で比較)</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, 循環水系の停止運用により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, 循環水系の停止運用により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</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>3.0 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><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>計及び運用管理</u>について</p>	<p>【柏崎6/7】 島根2号炉は防波扉の設計について別添14.1記載（添付資料23は柏崎6/7,女川,島根で比較） ・津波防護対策の相違</p> <p>【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> <p>・資料構成の相違</p> <p>【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</p> <p>【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</p> <p>【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</p> <p>【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</p> <p>【東海第二】 島根2号炉は添付資料</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>—34審査ガイドとの整合性 (耐津波設計方針)</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><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><u>4 1 審査ガイドとの整合性 (耐津波設計方針)</u></p>	<p><u>24. 審査ガイドとの整合性 (耐津波設計方針)</u></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. 津波流入防止対策について</u></p>	<p>1 に安全重要度クラス 3 の設備について記載。 ・設計条件の相違</p> <p>【東海第二】 東海第二の設計変更に伴う資料 ・評価条件の相違</p> <p>【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したことによる説明資料を添付 ・立地条件の相違</p> <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> <p>・津波防護対策及び資料構成の相違</p> <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 ・津波防護対策の相違</p> <p>【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2 号炉は配管を介した浸水防護重点化範</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 data-bbox="1736 394 2496 516"><u>28. タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）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 data-bbox="1736 806 2178 835"><u>29. 1号炉取水槽流路縮小工について</u></p> <p data-bbox="1736 1213 2496 1293"><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 data-bbox="1736 1491 2415 1520"><u>31. 施設護岸の漂流物評価における遡上域の範囲及び流速</u></p> <p data-bbox="1736 1810 2208 1839"><u>32. 海水ポンプの実機性能試験について</u></p>	<p data-bbox="2525 256 2813 331">囲への流入防止対策を説明</p> <p data-bbox="2525 394 2813 743">・設備の配置条件の相違 【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> <p data-bbox="2525 806 2813 1108">・津波防護対策の相違 【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, その影響評価を実施 (添付資料 29 は柏崎6/7, 女川, 島根で比較)</p> <p data-bbox="2525 1213 2813 1474">・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 data-bbox="2525 1491 2813 1793">・資料構成の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は荷揚場にある設備等の漂流評価のため, 遡上域の範囲及び流速について示している</p> <p data-bbox="2525 1810 2683 1839">・設備の相違</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>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>33. 海水ポンプの吸込み流速と砂の沈降速度について</u></p> <p><u>34. 水位変動・流向ベクトルについて</u></p> <p><u>35. 荷揚場作業に係る車両・資機材の漂流物評価について</u></p> <p><u>36. 津波の流況を踏まえた漂流物の取水口への到達可能性評価について</u></p> <p><u>37. 津波時の運用対応について</u></p> <p><u>38. 地震後の荷揚場の津波による影響評価について</u></p> <p>(補足資料) <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>【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は海水ポンプの長尺化による影響評価を実施</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】 柏崎6/7, 東海第二は、水位変動・流向ベクトルについて、別添1-2.5に記載。</p> <p>・評価条件の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は荷揚場作業における車両・資機材が漂流物評価を実施。</p> <p>・評価条件の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は荷揚場作業における車両・資機材が漂流物評価を実施。</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は津波発生時の全体的な対応を本資料に記載。</p> <p>・対象施設の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は荷揚場について記載している。</p> <p>・設計条件の相違</p> <p>【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>

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>(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>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>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]


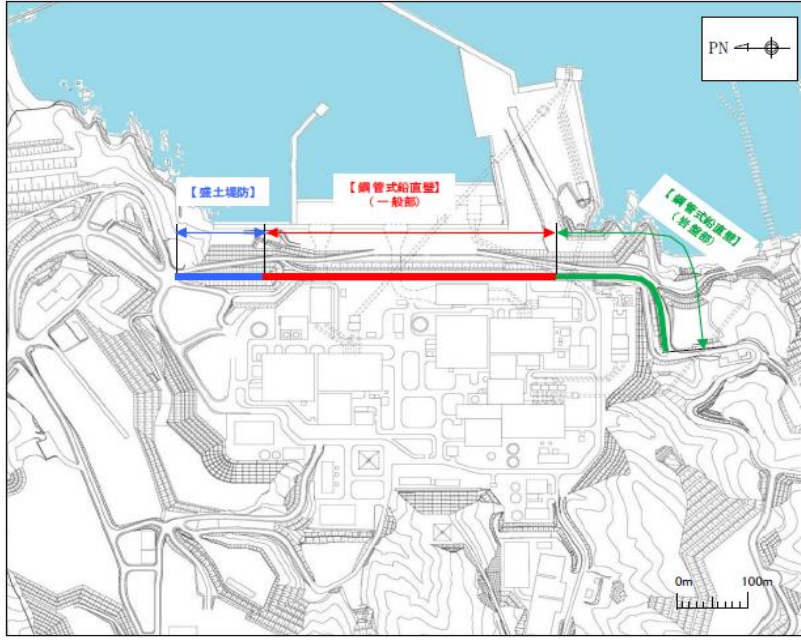
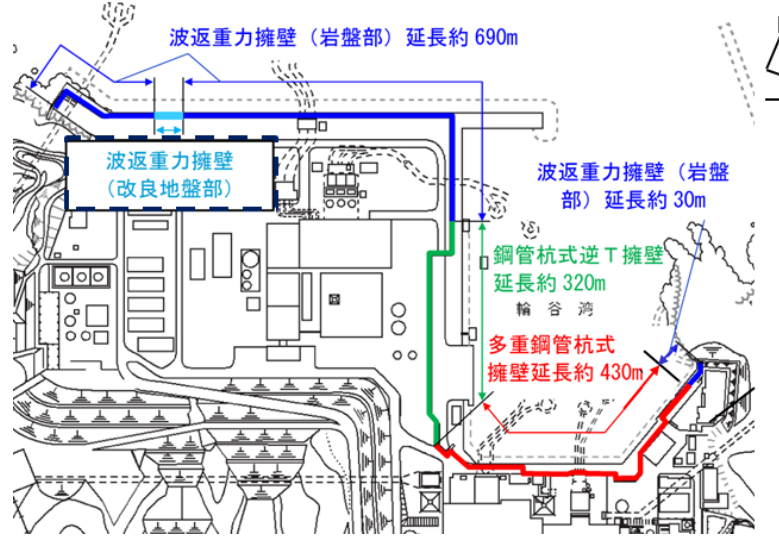
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料 2.4</p> <p>鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の設計方針について</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 24</p> <p>防潮堤の設計方針及び構造成立性評価結果について</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 25</p> <p>防波壁の設計方針及び構造成立性評価結果について</p>	<p>・設備の相違 【東海第二, 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発生断面力</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 (波返重力擁壁) ケーソン</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>・記載方針の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>島根は発生断面力について記載</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>

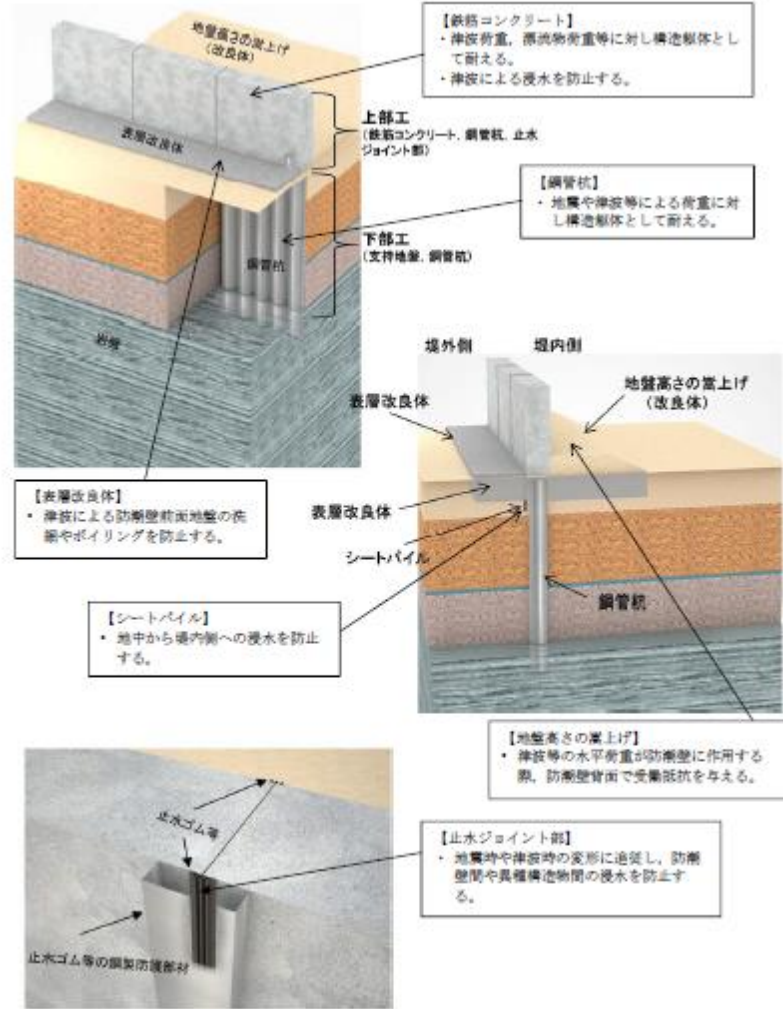
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>13) <u>構内排水路と防潮壁の交差部の設計方針</u></p> <p>14) <u>海水引込み管と防潮壁の交差部の設定方針</u></p> <p>15) <u>東海発電所の取水路・放水路と防潮壁の横断部の設定方針</u></p> <p>16) <u>構造物評価における地下水位の設定方針</u></p> <p>2. <u>施工実績 (本設杭構造)</u></p> <p>3. <u>構造成立性評価</u></p> <p>(1) <u>代表断面の選定</u></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</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)の解析用物性値の根拠基準</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><u>(参考資料11) 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)の地盤改良</u></p> <p><u>(参考資料12) 1号放水連絡通路(既設)坑口部におけるクラックの成因・対処方法</u></p> <p><u>(参考資料13) 引用文献の根拠資料</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>

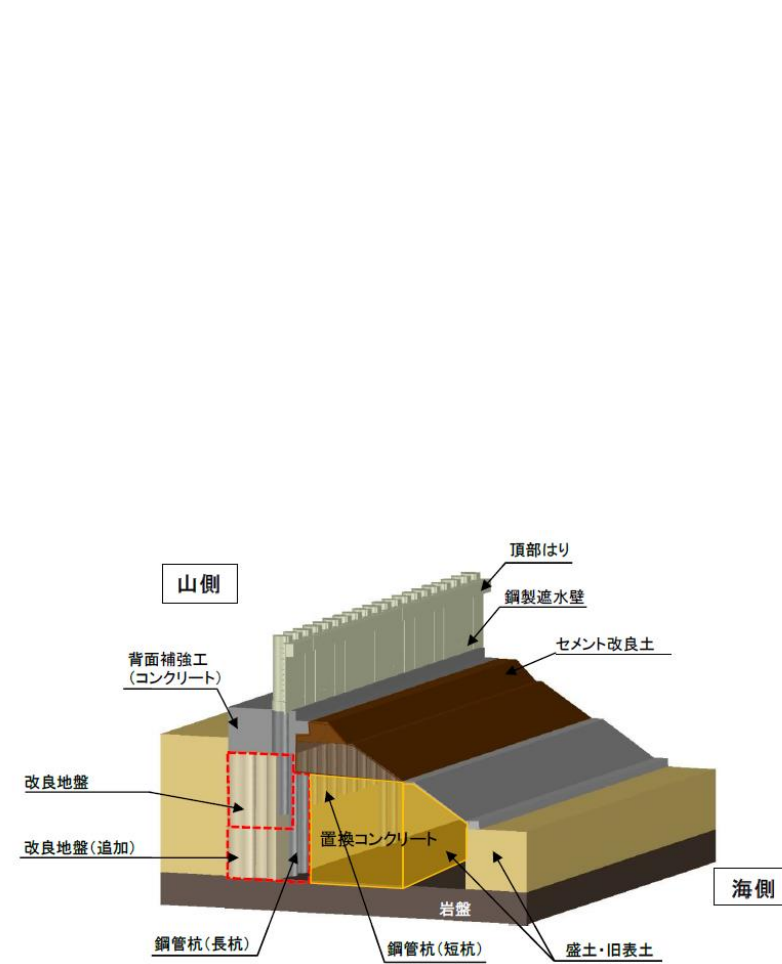
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>1. 防潮堤の要求機能と性能目標について</p> <p>(1) 防潮堤に要求される機能</p> <p>鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の平面位置図を第1-1 図に、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁に関する要求機能と設計評価方針について第1-1 表に、評価対象部位を第1-2 図に示す。</p> <p>津波防護施設として防潮堤に求められる要求機能は、繰返しの襲来を想定した遡上波に対して浸水を防止すること、基準地震動 S_s に対して要求される機能を損なう恐れがないよう、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)

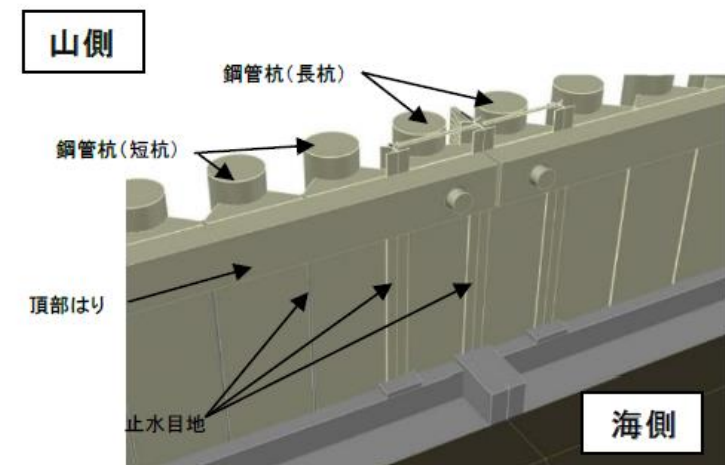


第1-2 図 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の評価対象部位

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

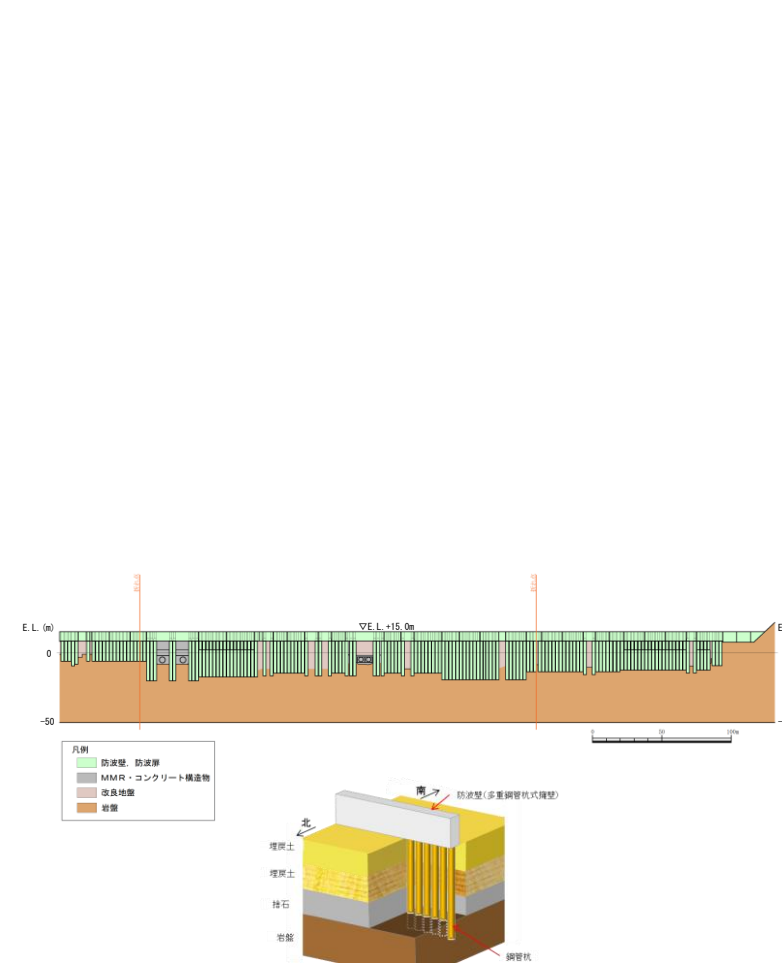


第1-1 図 鋼管式鉛直壁 (一般部) 全体概要図 (鳥瞰図)

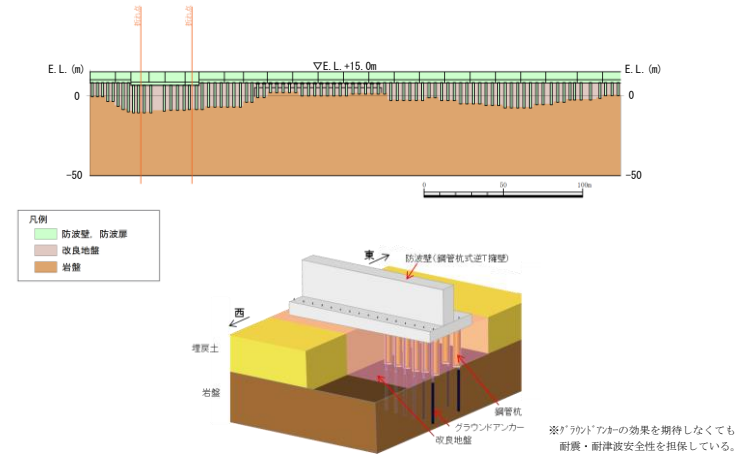


第1-2 図 鋼管式鉛直壁 (一般部) 鋼製遮水壁概要図 (鳥瞰図)

島根原子力発電所 2号炉



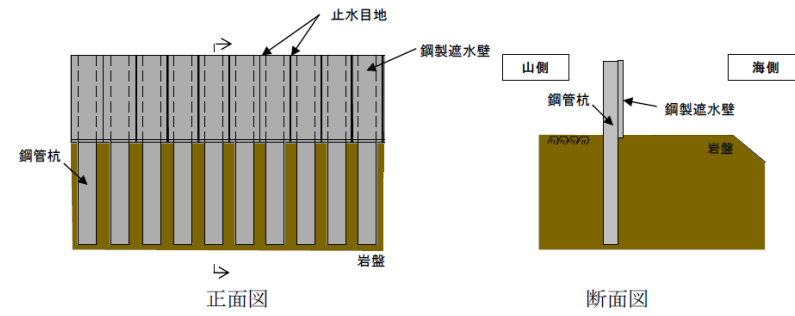
第1-2(1)図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の評価対象部位



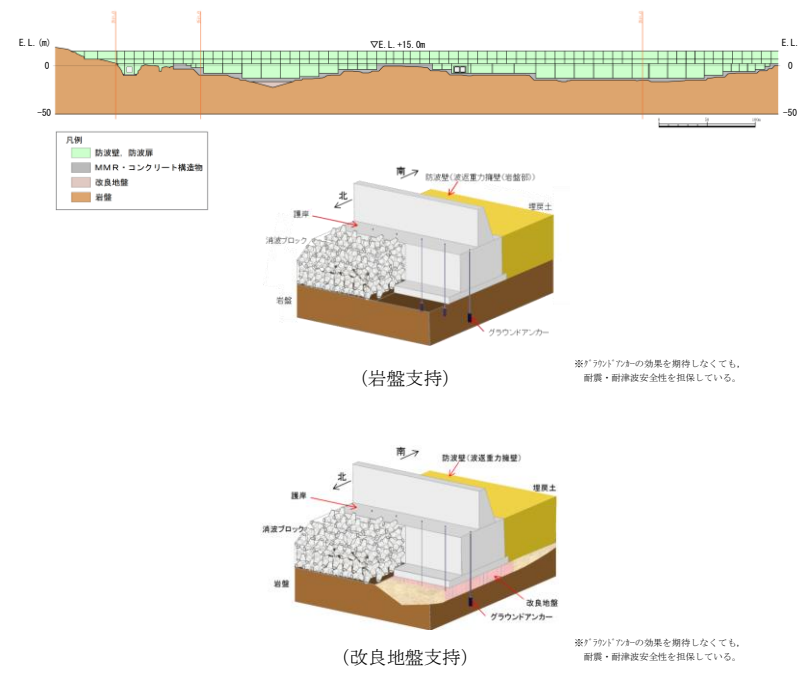
第1-2(2)図 防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) の評価対象部位

備考

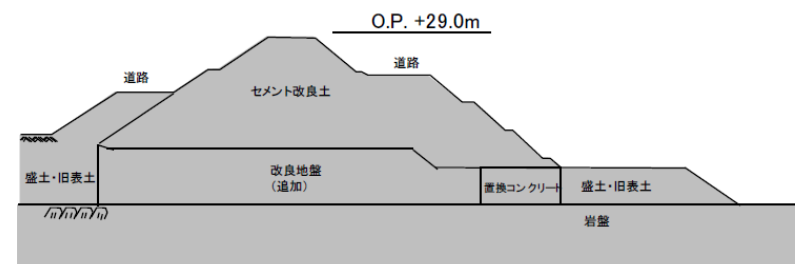
・設備の相違
【東海第二, 女川2】
設備の相違による記
載内容の相違



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

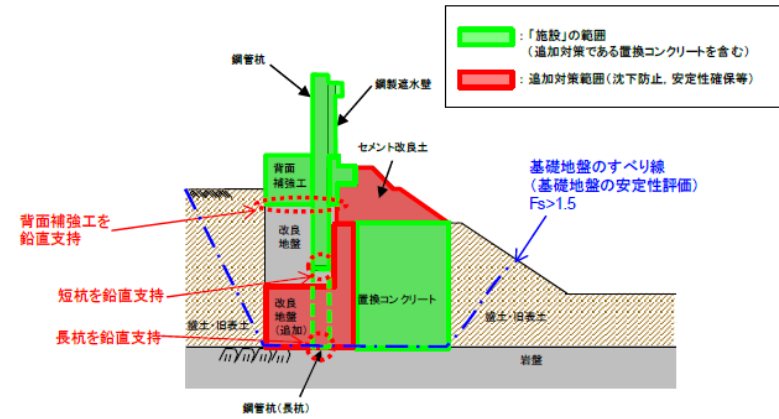
第1-2 表 防潮堤 (鋼管式鉛直壁) (岩盤部) に関する要求機能と設計評価方針

Table with 7 columns: 機能名, 要求機能, 機能設計, 性能目標, 性能目標 (評価方針), 評価目標, 評価目標 (評価方針), 評価目標 (評価方針). Contains detailed technical requirements and evaluation criteria for the seawall design.

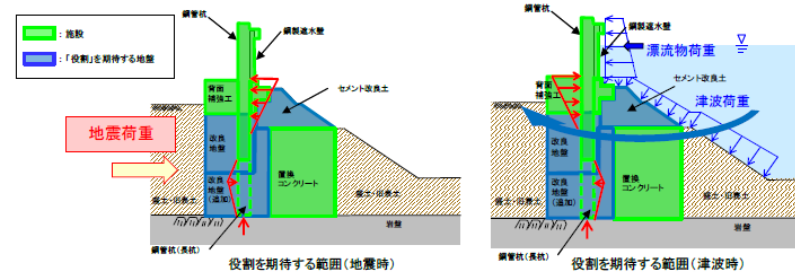
第1-1(2) 表 防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) に関する要求機能と設計評価方針

Table with 7 columns: 機能名, 要求機能, 機能設計, 性能目標, 性能目標 (評価方針), 評価目標, 評価目標 (評価方針). Contains detailed technical requirements and evaluation criteria for the pile-type seawall design.

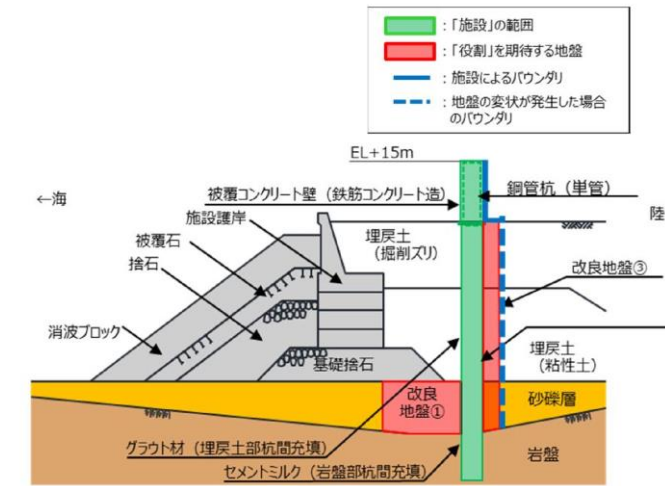
・設計方針の相違【東海第二, 女川2】東海第二及び女川2は, 鋼管杭について, 短期許容応力度を許容限界としている。一方, 島根2号炉は, 鋼管杭について, 短期許容応力度より導出された降伏モーメント (曲げ) 及びせん断応力度 (せん断) を許容限界としている。



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の具体的な役割を第1-6表のとおり整理した。</u></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>・難透水性を保持する。</td> </tr> <tr> <td>改良地盤②（1号炉取水路上部等）</td> <td>・役割を期待しない。</td> <td>・難透水性の地盤ではあるが、役割を期待しない。</td> </tr> <tr> <td>改良地盤③（防波壁背後）</td> <td>・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）。</td> <td>・難透水性を保持する。</td> </tr> <tr> <td>岩盤</td> <td>・鋼管杭及び被覆コンクリート壁を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。</td> <td>・鋼管杭及び被覆コンクリート壁を支持する。</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）。</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）。</td> <td>・役割を期待しない。</td> </tr> <tr> <td>消波ブロック</td> <td>・役割を期待しない。</td> <td>・役割を期待しない。</td> </tr> <tr> <td>グラウト材</td> <td>・役割を期待しない。</td> <td>・難透水性の地盤ではあるが、役割を期待しない。</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）の具体的な役割を第1-4表のとおり整理した。</u></p> <p><u>側方地盤としての鋼管杭の変形抑制を主な役割（第1-4表中「○」と記載）とするセメントミルク及び改良地盤①（砂礫層）、また、難透水性の保持を役割とする改良地盤③（防波壁背後）について、『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"> ・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 	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。	・難透水性を保持する。	改良地盤②（1号炉取水路上部等）	・役割を期待しない。	・難透水性の地盤ではあるが、役割を期待しない。	改良地盤③（防波壁背後）	・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）。	・難透水性を保持する。	岩盤	・鋼管杭及び被覆コンクリート壁を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・鋼管杭及び被覆コンクリート壁を支持する。	埋戻土（掘削スリ）、埋戻土（粘性土）、砂礫層	・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、捨石、被覆石	・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。	グラウト材	・役割を期待しない。	・難透水性の地盤ではあるが、役割を期待しない。	<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。	・難透水性を保持する。																																																																									
改良地盤②（1号炉取水路上部等）	・役割を期待しない。	・難透水性の地盤ではあるが、役割を期待しない。																																																																									
改良地盤③（防波壁背後）	・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）。	・難透水性を保持する。																																																																									
岩盤	・鋼管杭及び被覆コンクリート壁を支持する。 ・基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	・鋼管杭及び被覆コンクリート壁を支持する。																																																																									
埋戻土（掘削スリ）、埋戻土（粘性土）、砂礫層	・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、捨石、被覆石	・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。																																																																									
グラウト材	・役割を期待しない。	・難透水性の地盤ではあるが、役割を期待しない。																																																																									

- 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	鋼管杭の変形抑制	止水性・不透水性	『施設』の区分の考え方
	地震時	津波時					
背面補強工	鋼管杭の裏側に鋼筋の多いコンクリートを打設することで鋼管杭の変形を抑制するとともに、鋼管杭の周辺土を固結することで鋼管杭の剛性を向上させる。	浸水防止を目的としてコンクリートを打設して止水層を形成する。また、鋼管杭の変形を抑制することで、津波時の浸水防止に寄与する。	○	○	○	○	『施設』の区分は、『施設』の区分による。
置換コンクリート	コンクリート打設を断絶して鋼管杭を囲むことで、基礎地盤のすべり安定性を確保する(要注1)。	鋼管杭の裏側に鋼筋の多いコンクリートを打設することで、鋼管杭の変形を抑制する。また、鋼管杭の周辺土を固結することで、津波時の浸水防止に寄与する。	○	○	○	○	『施設』の区分は、『施設』の区分による。
セメント改良土	鋼管杭の裏側に鋼筋の多いコンクリートを打設することで、鋼管杭の変形を抑制する。	鋼管杭の裏側にセメント改良土を打設することで、鋼管杭の変形を抑制する。また、鋼管杭の周辺土を固結することで、津波時の浸水防止に寄与する。	○	○	○	○	『施設』の区分は、『施設』の区分による。
改良地盤	鋼管杭(筒状)及び背面補強工の下方の盛土・旧表土を改良改良土(注2)にすることで、浸透流を抑制する。また、基礎地盤のすべり安定性を向上させる。	鋼管杭(筒状)及び背面補強工の下方の盛土・旧表土を改良改良土(注2)にすることで、浸透流を抑制する。また、基礎地盤のすべり安定性を向上させる。	○	○	○	○	『施設』の区分は、『施設』の区分による。

※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。

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

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。

- 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	鋼管杭の変形抑制	止水性・不透水性	『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。	鋼管杭の変形を抑制する。また、鋼管杭の変形を抑制することで、津波時の浸水防止に寄与する。	○	○	○	○	『施設』の区分は、『施設』の区分による。
改良地盤①(砂礫層)	鋼管杭の海側に改良地盤を設置することで鋼管杭の変形を抑制する。	不透水性を保持することで、過水性を有する被覆コンクリート壁、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』の区分は、『施設』の区分による。
改良地盤③(防波壁背後)	役割に期待しない。	不透水性を保持することで、過水性を有する被覆コンクリート壁、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。	○	○	○	○	『施設』の区分は、『施設』の区分による。

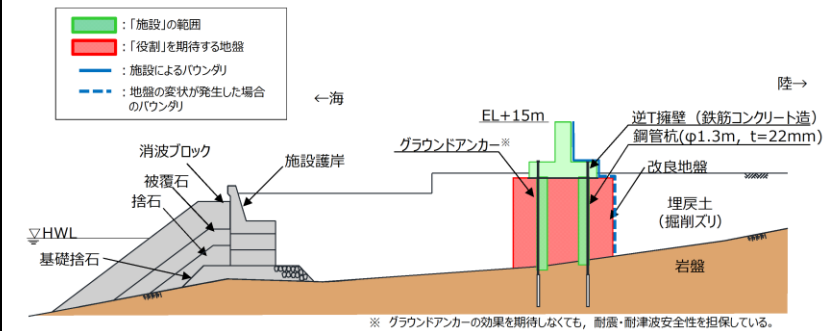
以上を踏まえ、防波壁(多重鋼管杭式擁壁)における各部位の役割に対する性能目標を第1-5表に、性能目標を満足するための照査項目と許容限界を第1-6表に示す。岩盤は「鋼管杭の支持」及び「基礎地盤のすべり安定性に寄与」の役割を有していることから、支持力及び基礎地盤のすべり安全率により健全性を確認する。液状化の影響については有効応力解析により考慮し、埋戻土、砂礫層の変状に伴う施設評価への影響を検討する。

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

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																														
	<p>を検討する。</p> <p>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。</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>	<ul style="list-style-type: none"> 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 																																																																														
	<p>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</p> <table border="1" data-bbox="943 871 1709 1312"> <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 (漏水性、不透水性) (第5条)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">施設</td> <td>鋼管杭</td> <td rowspan="5">-</td> <td>構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭が破断状態に陥ること。</td> <td>構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭が破断状態に陥ること。</td> </tr> <tr> <td>鋼管止水壁</td> <td>構造部材の健全性を保持するために、鋼管止水壁が破断状態に陥ること。</td> <td>止水目地の支持機能を喪失して鋼管止水壁が破断状態に陥ること。</td> </tr> <tr> <td>止水目地</td> <td>鋼管止水壁から有意な漏れを生じないために、止水目地の変形・透水性能を保持すること。</td> <td>鋼管止水壁間から有意な漏れを生じないために、止水目地の変形・透水性能を保持すること。</td> </tr> <tr> <td>背面補強工</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)。</td> <td>背面補強工内に鋼管杭を移動させるため、背面補強工がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。</td> </tr> <tr> <td>置換コンクリート</td> <td>基礎地盤のすべり安定性を確保するために、コンクリートの強度を確保し、すべり破壊を抑制すること。</td> <td>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)。</td> <td>地盤中からの回り込みによる漏水を防止(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)。</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">地盤</td> <td>セメント改良土</td> <td>-</td> <td>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(内的安定を保持)。</td> <td>地盤中からの回り込みによる漏水を防止(不透水性を保持)するため、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)。</td> </tr> <tr> <td>改良地盤① (砂礫層)</td> <td>鋼管杭及び背面補強工を相対的に安定させるため、十分な支持力を確保すること。</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)。</td> <td>地盤中からの回り込みによる漏水を防止(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)。</td> </tr> <tr> <td>改良地盤③ (防波壁背後)</td> <td>鋼管杭、背面補強工及び置換コンクリートと相対的に安定させるため、十分な支持力を確保すること。</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	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 (漏水性、不透水性) (第5条)	施設	鋼管杭	-	構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭が破断状態に陥ること。	構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭が破断状態に陥ること。	鋼管止水壁	構造部材の健全性を保持するために、鋼管止水壁が破断状態に陥ること。	止水目地の支持機能を喪失して鋼管止水壁が破断状態に陥ること。	止水目地	鋼管止水壁から有意な漏れを生じないために、止水目地の変形・透水性能を保持すること。	鋼管止水壁間から有意な漏れを生じないために、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、背面補強工がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。	背面補強工内に鋼管杭を移動させるため、背面補強工がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。	置換コンクリート	基礎地盤のすべり安定性を確保するために、コンクリートの強度を確保し、すべり破壊を抑制すること。	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)。	地盤中からの回り込みによる漏水を防止(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)。	地盤	セメント改良土	-	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(内的安定を保持)。	地盤中からの回り込みによる漏水を防止(不透水性を保持)するため、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 (砂礫層)	鋼管杭及び背面補強工を相対的に安定させるため、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、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漏水を防止(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)。	改良地盤③ (防波壁背後)	鋼管杭、背面補強工及び置換コンクリートと相対的に安定させるため、十分な支持力を確保すること。	-	-	<p>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</p> <table border="1" data-bbox="1733 871 2499 1312"> <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>耐震性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)</th> <th>耐津波性 (透水性、不透水性) (第5条)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">施設</td> <td>鋼管杭</td> <td rowspan="4">-</td> <td>構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭が破断状態に陥ること。</td> <td>構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭が破断状態に陥ること。</td> </tr> <tr> <td>被覆コンクリート壁</td> <td>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破断状態に陥ること。</td> <td>止水目地の支持機能を喪失して被覆コンクリート壁が破断状態に陥ること。</td> </tr> <tr> <td>止水目地</td> <td>被覆コンクリート壁間から有意な漏れを生じないために、止水目地の変形・透水性能を保持すること。</td> <td>被覆コンクリート壁間から有意な漏れを生じないために、止水目地の変形・透水性能を保持すること。</td> </tr> <tr> <td>セメントミルク</td> <td>-</td> <td>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)</td> <td>地盤中からの回り込みによる漏水を防止(不透水性を保持)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)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">地盤</td> <td>改良地盤① (砂礫層)</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。(内的安定を保持)</td> <td>地盤中からの回り込みによる漏水を防止(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)</td> </tr> <tr> <td>改良地盤③ (防波壁背後)</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>地盤中からの回り込みによる漏水を防止(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)</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、十分なすべり安定性を保持すること。</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	部位	性能目標				鉛直支持 (第3条)	すべり安定性 (第3条)	耐震性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)	耐津波性 (透水性、不透水性) (第5条)	施設	鋼管杭	-	構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭が破断状態に陥ること。	構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭が破断状態に陥ること。	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破断状態に陥ること。	止水目地の支持機能を喪失して被覆コンクリート壁が破断状態に陥ること。	止水目地	被覆コンクリート壁間から有意な漏れを生じないために、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間から有意な漏れを生じないために、止水目地の変形・透水性能を保持すること。	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漏水を防止(不透水性を保持)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	改良地盤① (砂礫層)	-	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漏水を防止(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)	改良地盤③ (防波壁背後)	-	-	地盤中からの回り込みによる漏水を防止(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)	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、十分なすべり安定性を保持すること。	-	-	<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】 各評価対象部位の役割の相違に伴う性能目標の相違
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 (漏水性、不透水性) (第5条)																																																																													
施設	鋼管杭	-	構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭が破断状態に陥ること。	構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭が破断状態に陥ること。																																																																													
	鋼管止水壁		構造部材の健全性を保持するために、鋼管止水壁が破断状態に陥ること。	止水目地の支持機能を喪失して鋼管止水壁が破断状態に陥ること。																																																																													
	止水目地		鋼管止水壁から有意な漏れを生じないために、止水目地の変形・透水性能を保持すること。	鋼管止水壁間から有意な漏れを生じないために、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、背面補強工がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。	背面補強工内に鋼管杭を移動させるため、背面補強工がすべり破壊しないこと(内的安定を保持)。																																																																													
	置換コンクリート		基礎地盤のすべり安定性を確保するために、コンクリートの強度を確保し、すべり破壊を抑制すること。	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)。	地盤中からの回り込みによる漏水を防止(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)。																																																																												
地盤	セメント改良土	-	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(内的安定を保持)。	地盤中からの回り込みによる漏水を防止(不透水性を保持)するため、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 (砂礫層)	鋼管杭及び背面補強工を相対的に安定させるため、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、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漏水を防止(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)。																																																																													
	改良地盤③ (防波壁背後)	鋼管杭、背面補強工及び置換コンクリートと相対的に安定させるため、十分な支持力を確保すること。	-	-																																																																													
部位	性能目標																																																																																
	鉛直支持 (第3条)	すべり安定性 (第3条)	耐震性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)	耐津波性 (透水性、不透水性) (第5条)																																																																													
施設	鋼管杭	-	構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭が破断状態に陥ること。	構造部材の健全性を保持するために、鋼管杭が破断状態に陥ること。																																																																													
	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破断状態に陥ること。	止水目地の支持機能を喪失して被覆コンクリート壁が破断状態に陥ること。																																																																													
	止水目地		被覆コンクリート壁間から有意な漏れを生じないために、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間から有意な漏れを生じないために、止水目地の変形・透水性能を保持すること。																																																																													
	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漏水を防止(不透水性を保持)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	改良地盤① (砂礫層)	-	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漏水を防止(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)																																																																													
	改良地盤③ (防波壁背後)	-	-	地盤中からの回り込みによる漏水を防止(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)																																																																													
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、十分なすべり安定性を保持すること。	-	-																																																																													

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1-8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="943 352 1709 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} (漏水性・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>鋼管杭水壁</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>骨格補強工</td> <td colspan="2">すべり安全率^{※2} (1.2以上)</td> </tr> <tr> <td>覆換コンクリート</td> <td colspan="2">すべり安全率^{※2} (1.2以上)</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">地盤</td> <td>セメント改良土</td> <td rowspan="4">-</td> <td>すべり安全率^{※2} (1.2以上)</td> <td rowspan="4">-</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">改良地盤</td> <td>支持力 (極限支持力以下)</td> <td>すべり安全率^{※2} (1.2以上)</td> </tr> <tr> <td>支持力 (1.5以上)</td> <td>(1.2以上)</td> </tr> <tr> <td>岩盤</td> <td>支持力 (極限支持力以下)</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、覆換コンクリート、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:覆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、骨盤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} (漏水性・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)	-	鋼管杭水壁	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)	骨格補強工	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)		覆換コンクリート	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)		地盤	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 (極限支持力以下)	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)	支持力 (1.5以上)	(1.2以上)	岩盤	支持力 (極限支持力以下)	-	-	<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="1733 352 2499 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>耐震性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)</th> <th>耐津波性^{※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</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> <td rowspan="4">-</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 rowspan="2">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 colspan="2">すべり安全率^{※2} (1.2以上)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">地盤</td> <td>セメントミルク</td> <td rowspan="3">-</td> <td>すべり安全率^{※2} (1.2以上)</td> <td rowspan="3">-</td> </tr> <tr> <td>改良地盤① (砂礫層)</td> <td>すべり安全率^{※2} (1.2以上)</td> </tr> <tr> <td>改良地盤③ (防波壁背後)</td> <td>-</td> <td>すべり安全率^{※2} (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> <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、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. 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁) 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。 以下の条文を確認することにより、<u>防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)</u>の各条文への適合性を確認する。</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="1733 1285 2499 1579"> <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1-4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。防波壁(鋼管杭式逆</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)	耐震性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)	耐津波性 ^{※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)	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)		地盤	セメントミルク	-	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)	-	改良地盤① (砂礫層)	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)	改良地盤③ (防波壁背後)	-	すべり安全率 ^{※2} (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 ・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} (漏水性・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)	-																																																																																		
	鋼管杭水壁		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)																																																																																	
	骨格補強工		すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)																																																																																			
	覆換コンクリート		すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)																																																																																			
地盤	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 (極限支持力以下)		すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)																																																																																	
			支持力 (1.5以上)		(1.2以上)																																																																																	
	岩盤		支持力 (極限支持力以下)		-	-																																																																																
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)	耐震性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)	耐津波性 ^{※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)																																																																																	
			すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)																																																																																			
地盤	セメントミルク	-	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)	-																																																																																		
	改良地盤① (砂礫層)		すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)																																																																																			
	改良地盤③ (防波壁背後)		-		すべり安全率 ^{※2} (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。																																																																																					

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。



第 1-4 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
施設	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 擁壁間の変形に追随する。	-逆 T 擁壁間の変形に追随し、遮水性を保持する。
地盤	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。 -難透水性を保持する。
	改良地盤 (鋼管杭前面)	-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)。	-難透水性を保持する。
	岩盤	-鋼管杭及び逆 T 擁壁を支持する。 -基礎地盤のすべり安定性に寄与する。	-鋼管杭及び逆 T 擁壁を支持する。
	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)。	-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。

* RC床版については、保守的に改良地盤として扱う。

・設計方針の相違
【女川2】
各評価対象部位の相違

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。

側方地盤としての鋼管杭の変形抑制を主な役割 (第 1-9 表中「○」と記載) とする改良地盤、また、難透水性の保持を役割とする改良地盤 (鋼管杭前面) について、『地盤』と区別する。

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

・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>性)を設計に反映することから「○」とした。</p> <p>・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> <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="1736 625 2496 1060"> <thead> <tr> <th rowspan="2">部位</th> <th colspan="6">具体的な役割</th> <th rowspan="2">『施設』『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>鋼管杭の変形抑制</th> <th>難透水性</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逆T擁壁を支持する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>○</td> <td>逆T擁壁を支持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。</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、遮水性を有する逆T擁壁、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>○</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 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> <p>以上を踏まえ、<u>防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)</u>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(鋼管杭前面)は「難透水性の保持」の役割を有するため、「内的安定の保持」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>	部位	具体的な役割						『施設』『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	鋼管杭の変形抑制	難透水性	改良地盤*	・鋼管杭周辺に改良地盤を設置することで逆T擁壁を支持する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。	-	-	○	○	逆T擁壁を支持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、遮水性を有する逆T擁壁、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。	<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>・記載方針の相違</p> <p>【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>
部位	具体的な役割						『施設』『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	鋼管杭の変形抑制	難透水性																											
改良地盤*	・鋼管杭周辺に改良地盤を設置することで逆T擁壁を支持する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。	-	-	○	○	逆T擁壁を支持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、遮水性を有する逆T擁壁、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>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"> <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>耐震性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)</th> <th>耐津波性 (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>-</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> </tr> <tr> <td>止水目地</td> <td></td> <td>逆T擁壁間から有意な漏れを生じないために、止水目地の変形性能を保持すること。</td> <td>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れを生じないために、逆T擁壁が靱ね弾性状態に留まること。</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">地盤</td> <td>改良地盤※</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。（内的安定を保持）</td> </tr> <tr> <td>改良地盤（鋼管杭前面）</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</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 style="text-align: right;">※ 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)	耐震性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)	耐津波性 (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		逆T擁壁間から有意な漏れを生じないために、止水目地の変形性能を保持すること。	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れを生じないために、逆T擁壁が靱ね弾性状態に留まること。	地盤	改良地盤※	-	-	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）	改良地盤（鋼管杭前面）	-	-	-	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>・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)	耐震性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)	耐津波性 (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		逆T擁壁間から有意な漏れを生じないために、止水目地の変形性能を保持すること。	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れを生じないために、逆T擁壁が靱ね弾性状態に留まること。																																		
地盤	改良地盤※	-	-	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）																																		
	改良地盤（鋼管杭前面）	-	-	-																																		
	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>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"> <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>耐震性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)</th> <th>耐津波性※1 (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※4</td> <td></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></td> </tr> <tr> <td>逆T擁壁</td> <td>-</td> <td>-</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></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 rowspan="3">地盤</td> <td>改良地盤※5</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>すべり安全率※3 (1.2以上)</td> </tr> <tr> <td>改良地盤（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> </tbody> </table> <p>※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地盤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。 ※4 鋼管杭の軌道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床版については、保守的に改良地盤として扱う。</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)	耐震性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)	耐津波性※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)	地盤	改良地盤※5	-	-	すべり安全率※3 (1.2以上)	改良地盤（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)	-	<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>
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)	耐震性 (鋼管杭の変形抑制) (第4条)	耐津波性※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)																																		
地盤	改良地盤※5	-	-	すべり安全率※3 (1.2以上)																																		
	改良地盤（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)	-																																		
		<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。 <u>以下の条文を確認することにより、防波壁（波返重力擁壁）の各条文への適合性を確認する。</u></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>																																			

第1-12表 防波壁（波返重力擁壁）における検討要旨

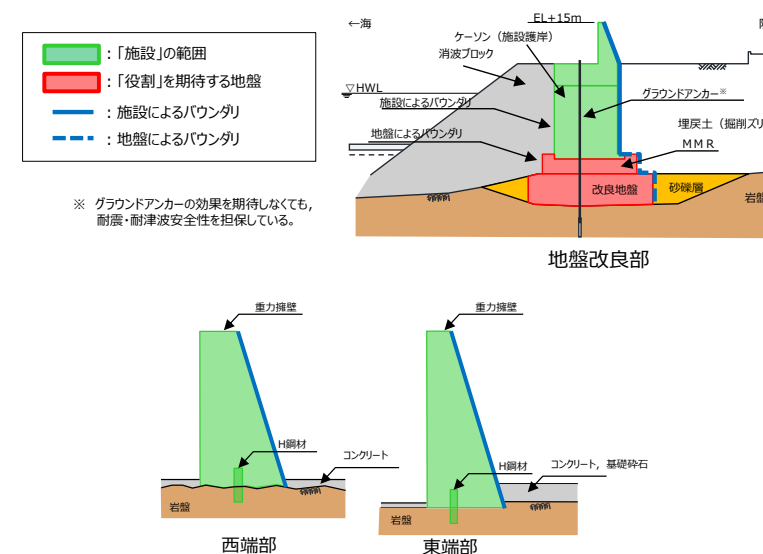
規則	検討要旨
第3条 (設計基準対象施設の地盤)	・ 施設（鋼管杭）を支持する地盤を対象とし、地盤内にすべり線を想定し、安定性を確認する。
第4条 (地震による損傷の防止)	・ 施設と地盤との動的相互作用や液状化検討対象層の地震時の挙動を考慮した上で、施設の耐震安全性を確認する。
第5条 (津波による損傷の防止)	・ 地震（本震及び余震）による影響を考慮した上で、機能を保持できることを確認する。 ・ 液状化検討対象層の地震時の挙動の考慮を含む。

防波壁（波返重力擁壁）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(1)図及び第1-13(1)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。

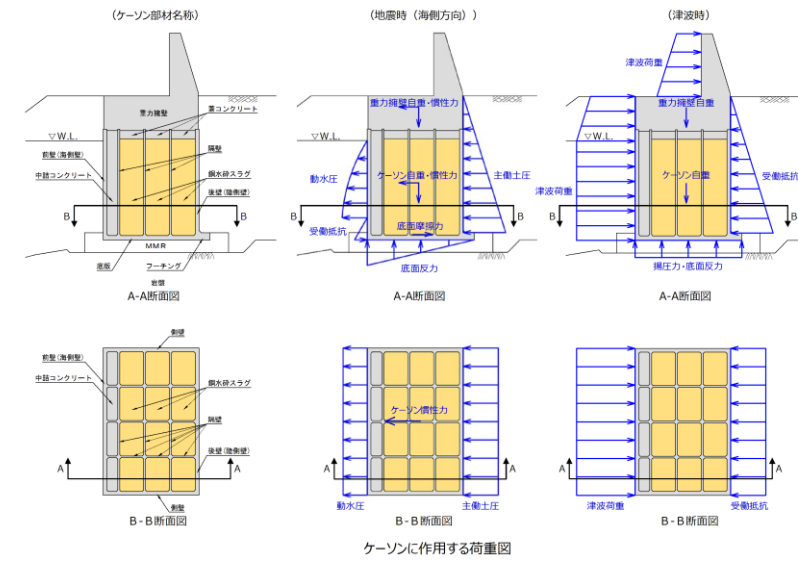
また、ケーソンの各部材の名称と地震時（海側方向）及び津波時にケーソンに作用する荷重図を第1-5(2)図に示す。

地震時及び津波時にケーソンに作用する荷重を踏まえ、ケーソンの各部材に期待する役割を第1-13(2)表のとおり整理すると、ケーソンは常に海に接しており、重力擁壁を支持していることから、地震時及び津波時の役割は同じとなる。

・ 設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違



第1-5(1)図 防波壁（波返重力擁壁）の役割を期待する範囲



第1-5(2) 図 ケーソンに作用する荷重

第1-13(1) 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、透水性を保持する。
止水目地	・重力擁壁間の変形に追従する。	・重力擁壁間の変形に追従し、透水性を保持する。
施設 ケーソン	・重力擁壁を支持するとともに、 透水性を保持する。	・重力擁壁を支持するとともに、 透水性を保持する。
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。 ・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。 ・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。 ・難透水性を保持する。
地盤 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 (解析モデルに取り込み、防波壁への相互作用を考慮する)。	・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。

第1-13(2) 表 ケーソン部材に期待する役割

名称	地震時及び津波時の役割
・前壁 ・後壁 ・側壁	・重力擁壁を支持する ・透水性を保持する
・底板	・前壁、後壁、側壁、隔壁を支持する
・隔壁	・重力擁壁を支持する ・前壁、後壁、側壁、底板の変形を抑制する
・フーチング	・滑動、転倒に対して安定性を確保する

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。

施設の支持及び難透水性の保持を主な役割 (第1-14表中「○」と記載) とするMMR及び改良地盤について、『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、

・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

・設計方針の相違

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>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。</p> <p>・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(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="1736 787 2507 1228"> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4" style="text-align: center;">凡例</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4">○: 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> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4">○: 施設の役割を維持するために設計に反映する項目</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4">-: 設計上考慮しない項目</td> <td></td> </tr> <tr> <th rowspan="2">部位</th> <th colspan="6">具体的な役割</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>耐震性</th> <th>耐津波性 (浸透・懸濁性)</th> </tr> <tr> <td>MMR</td> <td>ケーソン及び重力擁壁の下方に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方に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、遮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> </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、遮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> </tr> </table> <p>『施設』『地盤』の区分の考え方</p> <p>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。</p> <p>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。</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						地震時	津波時	鉛直支持	すべり安全率	耐震性	耐津波性 (浸透・懸濁性)	MMR	ケーソン及び重力擁壁の下方に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方に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、遮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。	○	○	-	○	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、遮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。	○	○	-	○	<p>【女川2】 各評価対象部位の役割の相違</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																																																									
	地震時	津波時	鉛直支持	すべり安全率	耐震性	耐津波性 (浸透・懸濁性)																																																				
MMR	ケーソン及び重力擁壁の下方に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方に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、遮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。	○	○	-	○																																																				
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、遮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。	○	○	-	○																																																				

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 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）を設定しているが、島根 2 号炉ケーソンについては中詰材の剛性を考慮せずに、ケーソンの躯体のコンクリート強度と構造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。なお、中詰材の重量は、銅水砕スラグ又は砂の施工状況に応じて付加質量として考慮する。ケーソンの照査項目は、曲げ及びせん断とする。詳細は参考資料 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>※1 銅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。</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="1736 1018 2496 1396"> <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>耐震性 (第 4 条)</th> <th>耐津波性 (透水性、難透水性) (第 5 条)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">施設</td> <td>重力擁壁</td> <td>-</td> <td>構造部材の健全性を保持するため、重力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重力擁壁から有意な漏れを生じないため、重力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>重力擁壁から有意な漏れを生じないため、止水目地の変形性能を保持すること。</td> <td>重力擁壁から有意な漏れを生じないため、止水目地の変形・漏水性能を保持すること。</td> </tr> <tr> <td>ケーソン</td> <td>-</td> <td>構造部材の健全性を保持するため、ケーソン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し、有意な漏れを生じないため、ケーソンが靱ね弾性状態に留まること。</td> </tr> <tr> <td>H鋼</td> <td>-</td> <td>構造部材の健全性を保持するため、H鋼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、H鋼が靱ね弾性状態に留まること。</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">地盤</td> <td>MMR</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、MMR及び改良地盤が破壊しないこと。（内訳安定を保持）</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、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> <tr> <td>岩盤</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="1736 1564 2496 1837"> <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>耐震性 (第 4 条)</th> <th>耐津波性^{※1} (透水性、難透水性) (第 5 条)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">施設</td> <td rowspan="6">-</td> <td rowspan="6">-</td> <td>曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)</td> <td rowspan="6">-</td> </tr> <tr> <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>曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)</td> <td>せん断 (許容せん断力以下)</td> </tr> <tr> <td>曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)</td> <td>せん断 (許容せん断力以下)</td> </tr> <tr> <td>せん断 (短期許容応力度以下)</td> <td>せん断 (許容せん断力以下)</td> </tr> <tr> <td>せん断 (短期許容応力度以下)</td> <td>せん断 (許容せん断力以下)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">地盤</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>(短期支持力)</td> <td>(1.5以上)</td> <td>-</td> <td>(1.2以上)</td> </tr> <tr> <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部的安定を確認を目的としており、「基礎地盤及び周辺地盤の安定性評価結果に係る調査ガイド」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訳安定を確認を目的としており、「耐津波設計に係る調査ガイド」を準拠して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)	耐震性 (第 4 条)	耐津波性 (透水性、難透水性) (第 5 条)	施設	重力擁壁	-	構造部材の健全性を保持するため、重力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重力擁壁から有意な漏れを生じないため、重力擁壁が靱ね弾性状態に留まること。	止水目地	-	重力擁壁から有意な漏れを生じないため、止水目地の変形性能を保持すること。	重力擁壁から有意な漏れを生じないため、止水目地の変形・漏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、ケーソンが靱ね弾性状態に留まること。	構造部材の健全性を保持し、有意な漏れを生じないため、ケーソンが靱ね弾性状態に留まること。	H鋼	-	構造部材の健全性を保持するため、H鋼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、H鋼が靱ね弾性状態に留まること。	地盤	MMR	-	-	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、MMR及び改良地盤が破壊しないこと。（内訳安定を保持）	改良地盤	・ケーソン及び重力擁壁を鉛直支持するため、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。	-	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)	耐震性 (第 4 条)	耐津波性 ^{※1} (透水性、難透水性) (第 5 条)	施設	-	-	曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)	-	変形 (許容変形量以下)	変形・水圧 (許容変形量・許容水圧以下)	曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)	せん断 (許容せん断力以下)	曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)	せん断 (許容せん断力以下)	せん断 (短期許容応力度以下)	せん断 (許容せん断力以下)	せん断 (短期許容応力度以下)	せん断 (許容せん断力以下)	地盤	支持力	すべり安全率 (基礎地盤) ^{※2}	-	すべり安全率 ^{※3}	(短期支持力)	(1.5以上)	-	(1.2以上)	-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・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】 各評価対象部位の性能目標の相違に伴う許容限界の相違
部位	性能目標																																																																														
	鉛直支持 (第 3 条)	すべり安定性 (第 3 条)	耐震性 (第 4 条)	耐津波性 (透水性、難透水性) (第 5 条)																																																																											
施設	重力擁壁	-	構造部材の健全性を保持するため、重力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重力擁壁から有意な漏れを生じないため、重力擁壁が靱ね弾性状態に留まること。																																																																											
	止水目地	-	重力擁壁から有意な漏れを生じないため、止水目地の変形性能を保持すること。	重力擁壁から有意な漏れを生じないため、止水目地の変形・漏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、ケーソンが靱ね弾性状態に留まること。	構造部材の健全性を保持し、有意な漏れを生じないため、ケーソンが靱ね弾性状態に留まること。																																																																											
	H鋼	-	構造部材の健全性を保持するため、H鋼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、H鋼が靱ね弾性状態に留まること。																																																																											
地盤	MMR	-	-	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、MMR及び改良地盤が破壊しないこと。（内訳安定を保持）																																																																											
	改良地盤	・ケーソン及び重力擁壁を鉛直支持するため、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。	-																																																																											
	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)	耐震性 (第 4 条)	耐津波性 ^{※1} (透水性、難透水性) (第 5 条)																																																																											
施設	-	-	曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)	-																																																																											
			変形 (許容変形量以下)		変形・水圧 (許容変形量・許容水圧以下)																																																																										
			曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)		せん断 (許容せん断力以下)																																																																										
			曲げ・せん断 (短期許容応力度以下)		せん断 (許容せん断力以下)																																																																										
			せん断 (短期許容応力度以下)		せん断 (許容せん断力以下)																																																																										
			せん断 (短期許容応力度以下)		せん断 (許容せん断力以下)																																																																										
地盤	支持力	すべり安全率 (基礎地盤) ^{※2}	-	すべり安全率 ^{※3}																																																																											
	(短期支持力)	(1.5以上)	-	(1.2以上)																																																																											
	-	-	-	-																																																																											

b. 盛土堤防

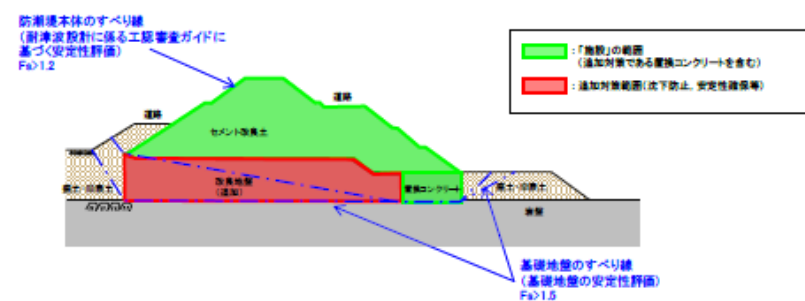
新規制基準への適合性において、防潮堤直下の盛土・旧表土は沈下対策として地盤改良を行うことを踏まえ、盛土堤防における設置許可基準規則の各条文に対する検討要旨を第1-9表に示す。

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。

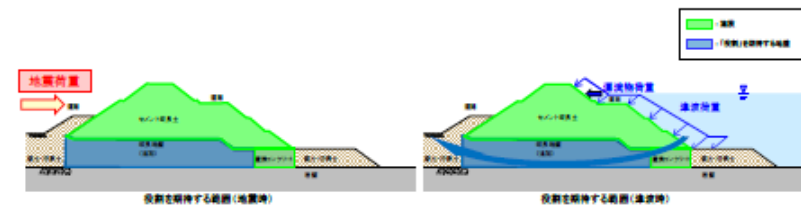
なお、セメント改良土の陸側の道路部分(盛土・旧表土)は、セメント改良土とは異種材料で別々に構築し、構造的にも一体化していない。荷重に対する抵抗力等の具体的な役割は期待していないが、適切にモデル化して施設への影響を評価する。



第1-8図 盛土堤防の「施設」の範囲

・ 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
【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。

※：施設+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 (顕著する機能を担持し区分とする) ○: 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 (一般に考慮しない項目) </div> <table border="1" data-bbox="946 888 1694 1226" 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">『役割』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、『役割』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(第13表)。</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、『役割』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、防備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、防備堤を前進支持する。 ・ 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>防波の前進支持、すべり安定性への寄与及び健全性が主な役割であり、地盤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もここから、『地盤』と区分する。</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1: 前進支持については地盤が主体的に役割を果たす。 ※2: 地盤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				『役割』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、『役割』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(第13表)。	・ 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、『役割』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、防備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、防備堤を前進支持する。 ・ 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。	○	◎	防波の前進支持、すべり安定性への寄与及び健全性が主な役割であり、地盤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もここから、『地盤』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				『役割』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、『役割』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(第13表)。	・ 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、『役割』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、防備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、防備堤を前進支持する。 ・ 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。	○	◎	防波の前進支持、すべり安定性への寄与及び健全性が主な役割であり、地盤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もここから、『地盤』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			
	前置支持 (第3条)	すべり安定性 (第5条)	健全性 (第4条)	止水性 (不透水性) (第5条)
盛土	—	—	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、構体内部 にすべり破壊が生じないこと (内的安定を保持)。	セメント改良土を掘削するにあ らび、掘削後、掘削面が崩 壊して、構造物の健全性を保 持するために、掘削面にすべ り破壊が生じないこと(内的 安定を保持)。
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、すべり抵抗を保持 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不透水性 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 (内的安定を保持)。	地盤中からの掘り込みによる湧 水を防ぐ(不透水性を保持)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 安定を保持)。
改良地盤	セメント改良土を前置支持する 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、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保持す ること。	構造物であるセメント改良土の 健全性及び不透水性を維持す 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 保持)。	地盤中からの掘り込みによる湧 水を防ぐ(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)。
覆層	セメント改良土及び覆層コンク リートを前置支持するため、十 分な支持力を保持すること。	—	—	—

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			
	前置支持 (第3条)	すべり安定性 (第5条)	健全性 (第4条)	止水性 ^{※1} (不透水性) (第5条)
盛土	—	—	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)	—
覆層コンクリート	—	— ^{※2}	すべり安全率 ^{※2} (1.2以上)	—
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)	—
覆層	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流解析により、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、前記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。

(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)	O. P. +24.4m
防潮堤高さ	O. P. +29.0m
設計裕度	4.6m

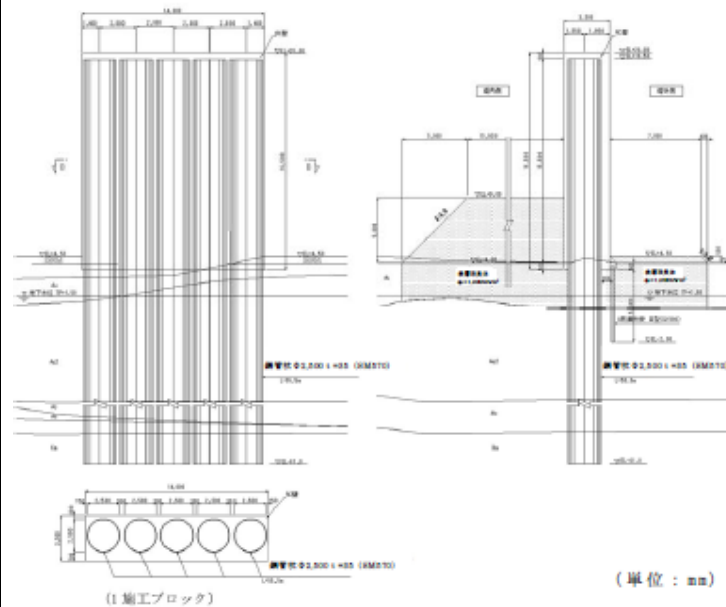
・設備の相違
【女川2】
 島根2号炉には、盛土堤防は無いため、記載無。

・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>(3) 防波壁高さの設定方針</p> <p>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。設計に用いる津波高さ^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 1-6 図に示す。</p> <p>第 1-17 表 設計に用いる津波高さ^と防波壁高さの関係</p> <table border="1" data-bbox="1780 535 2478 682"> <tr> <td>設計に用いる津波高さ (高潮ハザードの裕度を参照)</td> <td>EL+12.6m</td> </tr> <tr> <td>防波壁高さ</td> <td>EL+15.0m</td> </tr> <tr> <td>設計裕度</td> <td>2.4m</td> </tr> </table> <p>第 1-6 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</p>	設計に用いる津波高さ (高潮ハザードの裕度を参照)	EL+12.6m	防波壁高さ	EL+15.0m	設計裕度	2.4m	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> 記載方針の相違 【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 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
設計に用いる津波高さ (高潮ハザードの裕度を参照)	EL+12.6m								
防波壁高さ	EL+15.0m								
設計裕度	2.4m								

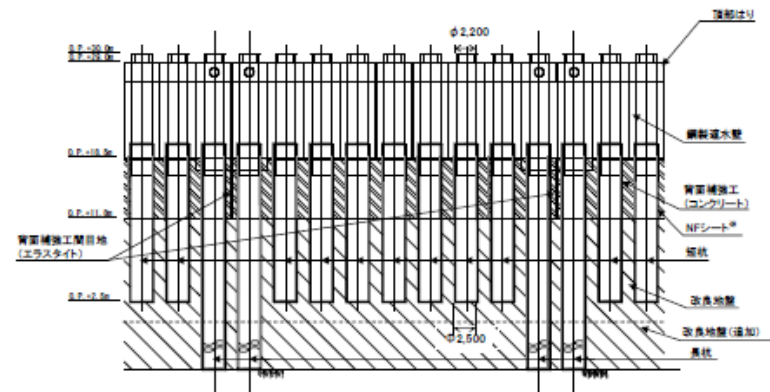
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)



注) 仕様については今後の検討で多少変更が想定される

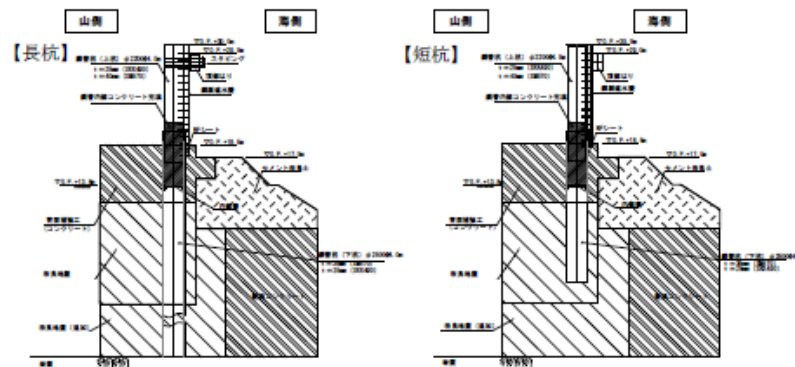
第1-3図 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造概要図
(正面図及び断面図)

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。

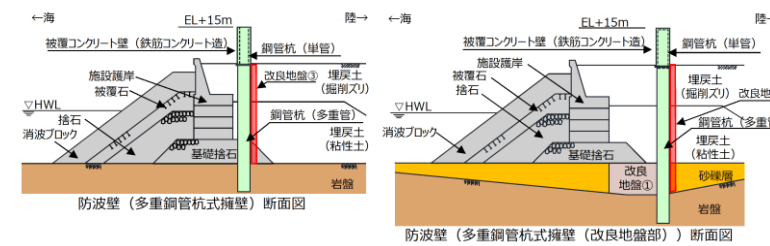
第1-11 図 鋼管式鉛直壁 (一般部) 正面図



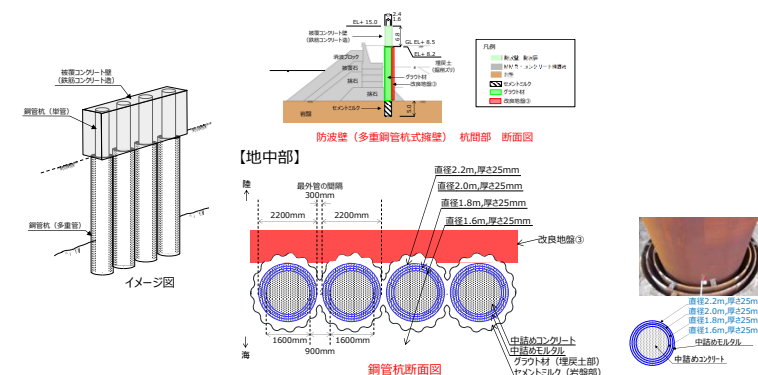
第1-12 図 鋼管式鉛直壁 (一般部) 断面図

島根原子力発電所 2号炉

の止水目地 ((4) a. (f) 参照) を設置する。
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。
なお、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。(詳細は参考資料 10 参照)
防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の断面図を第 1-7 図に、構造概要を第 1-8 図に示す。



第1-7 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の断面図



第1-8 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

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)

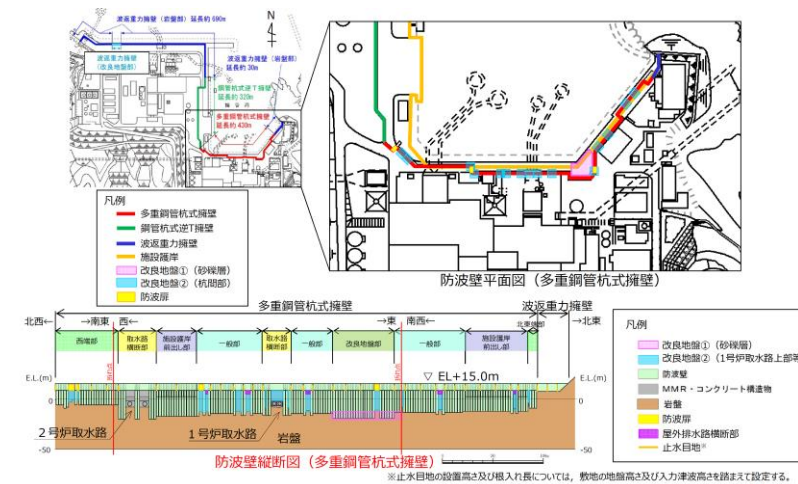
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

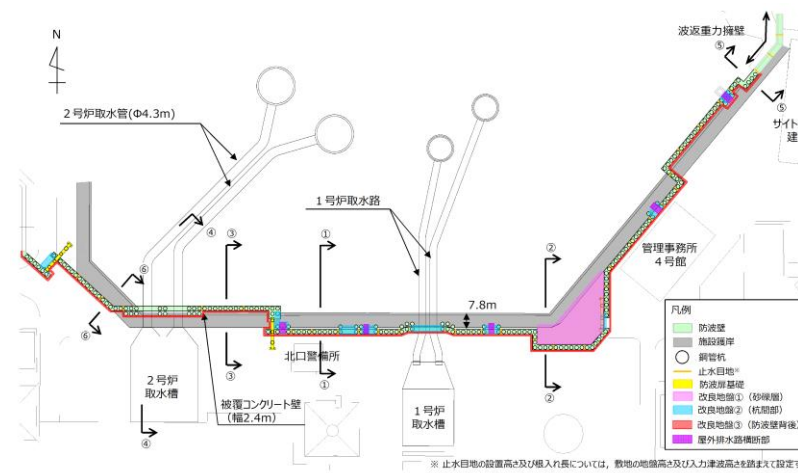
備考

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）の縦断面図を第1-9 図に、平面図（止
水目地位置含む）を第1-10 図に示す。防波壁取水路横断面
（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。

・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



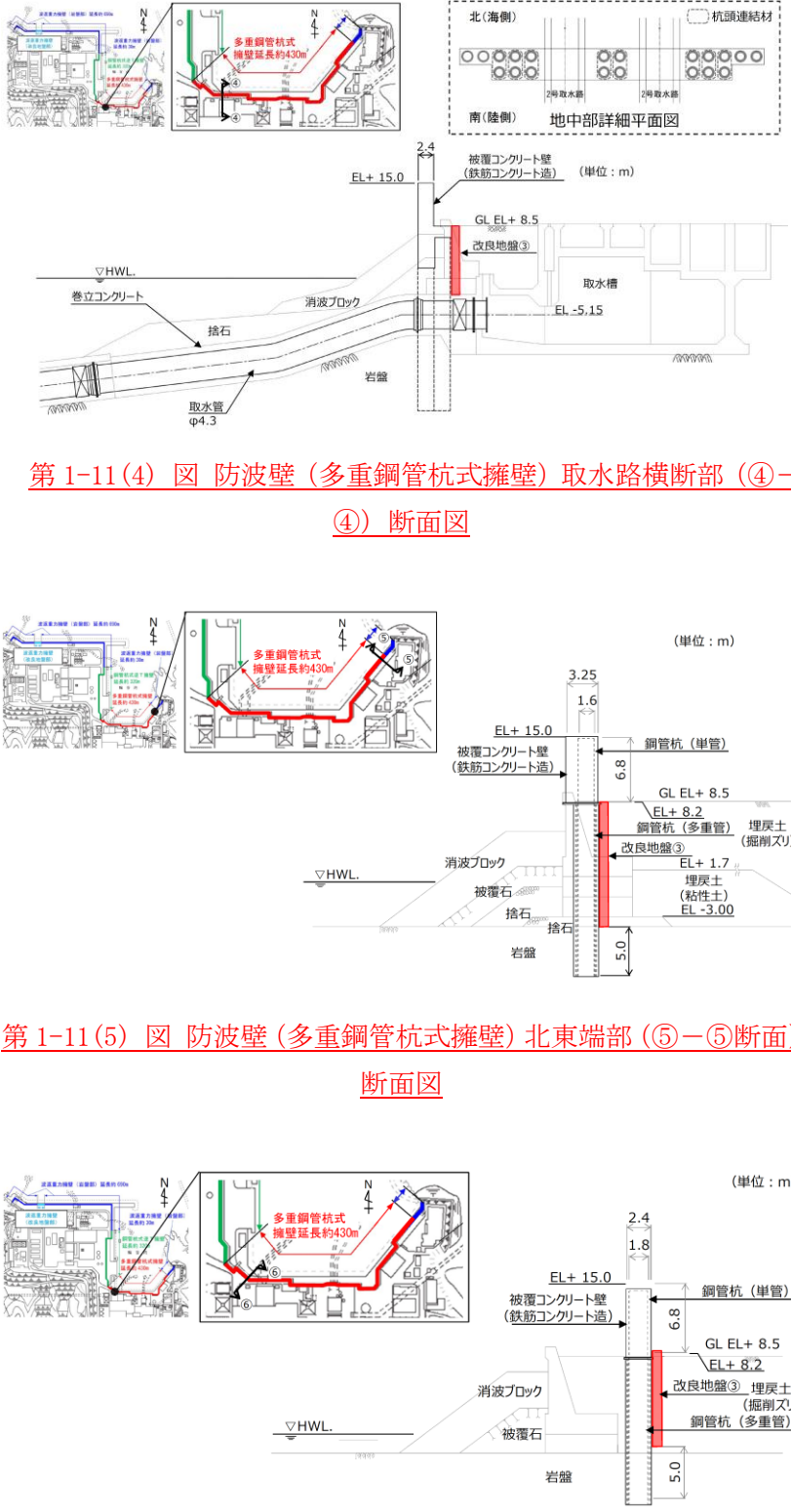
第1-9 図 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の縦断面図



第1-10 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，取水路横断面，北東端部及び西端部で

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>構成される。特徴は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・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1-11(1)図に、改良地盤部の構造を第1-11(2)図に、施設護岸前出し部の構造を第1-11(3)図に、取水路横断部の構造を第1-11(4)図に、北東端部の構造を第1-11(5)図に、西端部の構造を第1-11(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及び構造上のバウンダリを第1-18表及び第1-12図に、各部位の仕様を第1-19表に示す。</p> <p><u>防波壁（多重鋼管杭式擁壁）は被覆コンクリート壁及び止水目地を構造上のバウンダリとする。また、地中部の改良地盤③についても構造上のバウンダリとする。</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>第 1-11(4) 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 取水路横断面 (④-④) 断面図</p> <p>第 1-11(5) 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 北東端部 (⑤-⑤) 断面図</p> <p>第 1-11(6) 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 西端部 (⑥-⑥) 断面図</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1-3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。

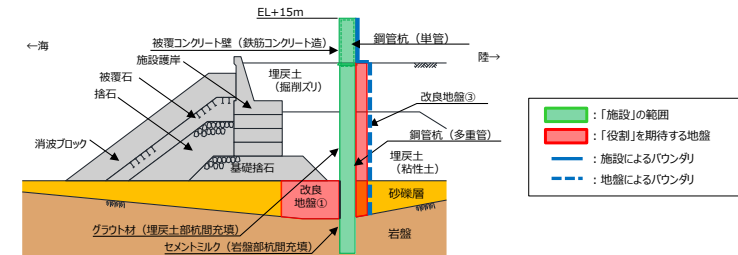
鋼管式鉛直壁の鋼製遮水壁は、各鋼管杭の前面に設置する。鋼製遮水壁の詳細図を第1-13図に示す。鋼製遮水壁の間は、地震時等に発生する鋼製遮水壁間の変位に追従できる止水目地を設置する。止水目地は想定される変位量に応じ選択する。止水目地の設定例を第1-14図に示す。

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

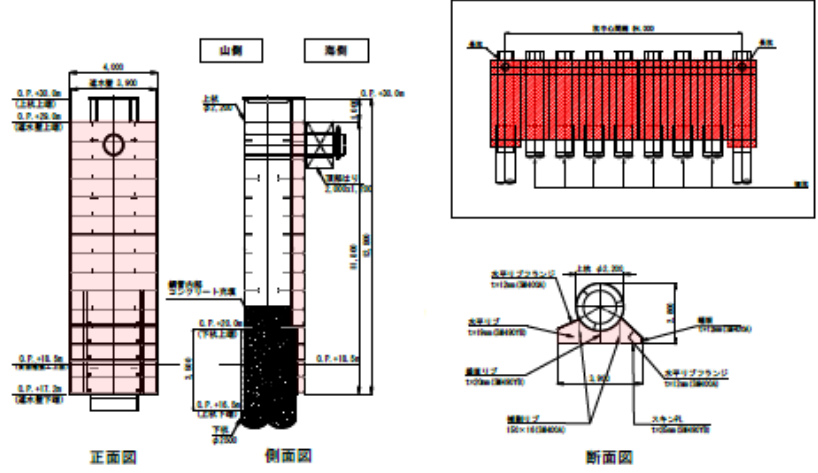
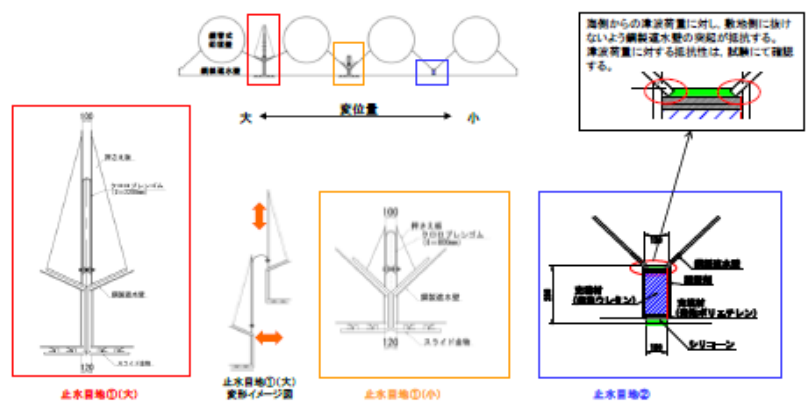
評価対象部位	役割	備考
鋼管杭	被覆コンクリート壁を支持	
被覆コンクリート壁	止水目地を支持、遮水性の保持	
止水目地	被覆コンクリート壁間の遮水性の保持	
セメントミルク	鋼管杭の変形を抑制、難透水性の保持	
改良地盤① (砂礫層)	鋼管杭の変形を抑制、難透水性の保持	薬液注入工法
改良地盤③ (防波壁背後)	難透水性の保持	薬液注入工法 (計画)
岩盤	鋼管杭及び被覆コンクリート壁を支持、基礎地盤のすべり安定性に寄与	基礎地盤
改良地盤② (1号炉取水路上部等)、埋戻土 (掘削スリ)、埋戻土 (粘性土)、砂礫層、施設護岸、被覆石、捨石、基礎捨石、消波ブロック、グラウト材	役割を期待しない	



第1-12図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) (改良地盤部) における構造上のバウンダリ

・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

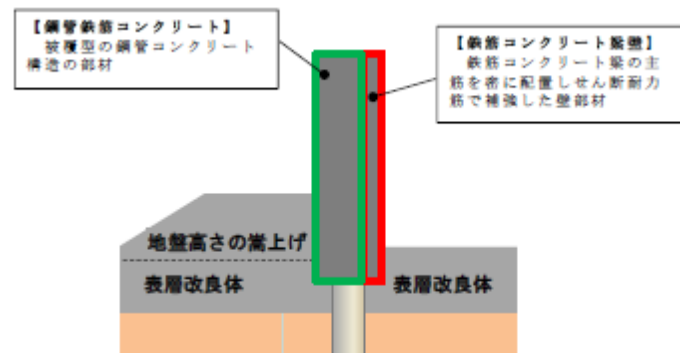
・記載方針の相違
【東海第二, 女川2】
島根2号炉は、止水目地の詳細について、(f)で記載。

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 254 1715 331">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="943 926 1706 961">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="1151 1465 1507 1501">第 1-14 図 止水目地の設定例</p>		<p data-bbox="2528 254 2804 464">・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>

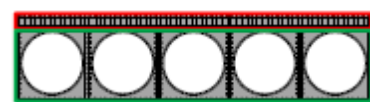
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																														
<p align="center">第1-4表 材料仕様</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>材 料</th> <th>仕 様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 鋼管杭</td> <td>敷地前面東側：φ2500mm, t=35mm, 40mm (SM570) 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>クロロブレンゴム</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	クロロブレンゴム	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>クロロブレンゴム</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}	クロロブレンゴム	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 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：クロロブレンゴム</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 (セメント系固化材、特殊スラグ系固化材)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※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 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：クロロブレンゴム	【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 (セメント系固化材、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	クロロブレンゴム																																																																
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}	クロロブレンゴム																																																																
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 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：クロロブレンゴム																																																																
【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 (セメント系固化材、特殊スラグ系固化材)																																																																
<p>2) 上部工の構造概要</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) 鋼管式鉛直壁 (岩盤部)</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) 防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)</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 (鋼管杭式逆T擁壁) の構造概要を第1-13 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)

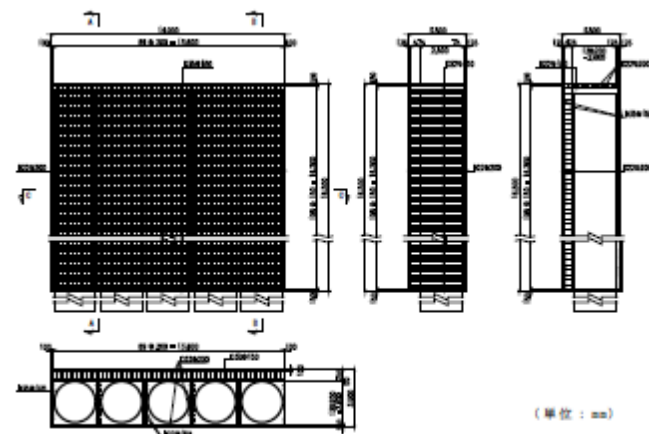
地震時に対しては、下部工の鋼管杭の応答変位により各杭間に生じる相対変位から発生する荷重に対して、鋼管鉄筋コンクリート間を結んでいる鉄筋コンクリート梁壁により抵抗する。鉄筋コンクリート梁壁には、せん断耐力筋が密に配置されており、梁壁のせん断抵抗力により構造物全体の健全性を確保することができる。



第1-4 図(1) 上部工概要図



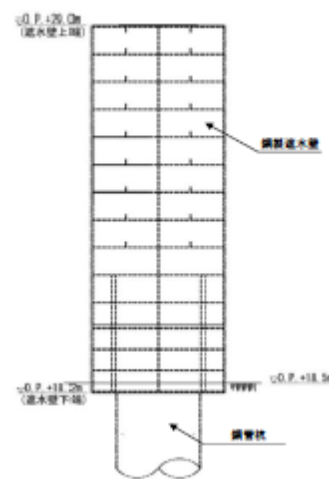
第1-4 図(2) 上部工上面図



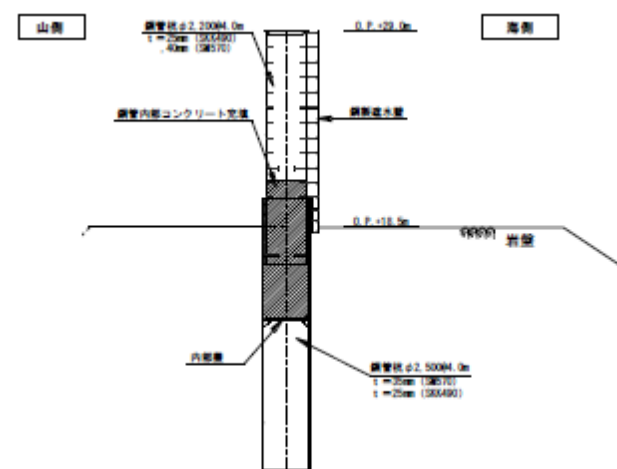
第1-4 図(3) 上部工詳細図

注) 仕様については今後の検討で多少変更が想定される

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

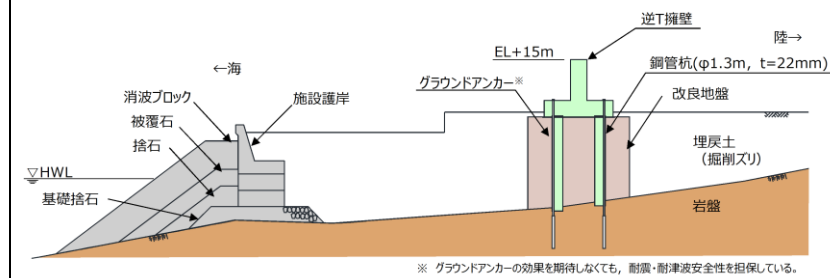


第1-15 図 鋼管式鉛直壁 (岩盤部) 正面図



第1-16 図 鋼管式鉛直壁 (岩盤部) 断面図

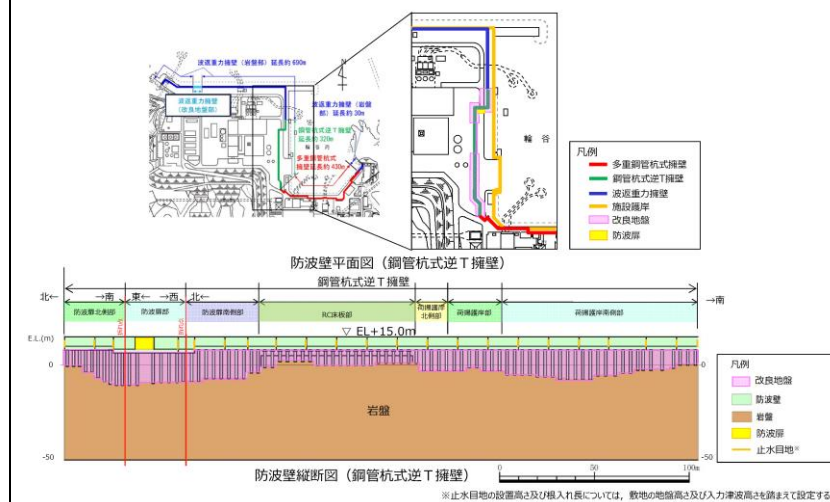
島根原子力発電所 2号炉



第1-13 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1-14 図に、平面図 (止水目地位置含む) を第1-15 図に示す。

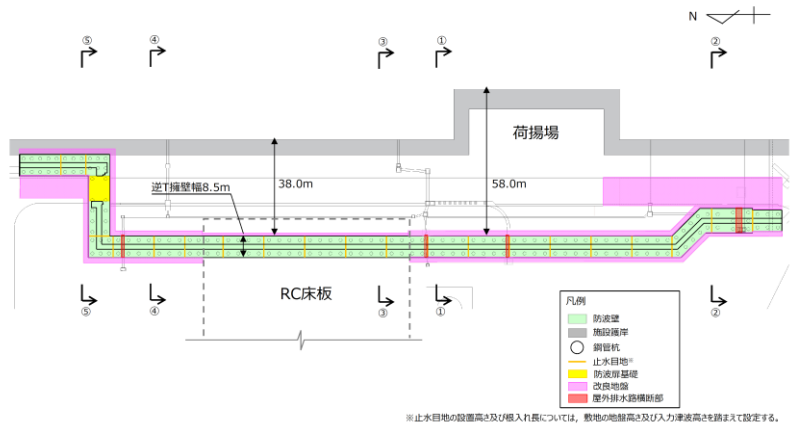


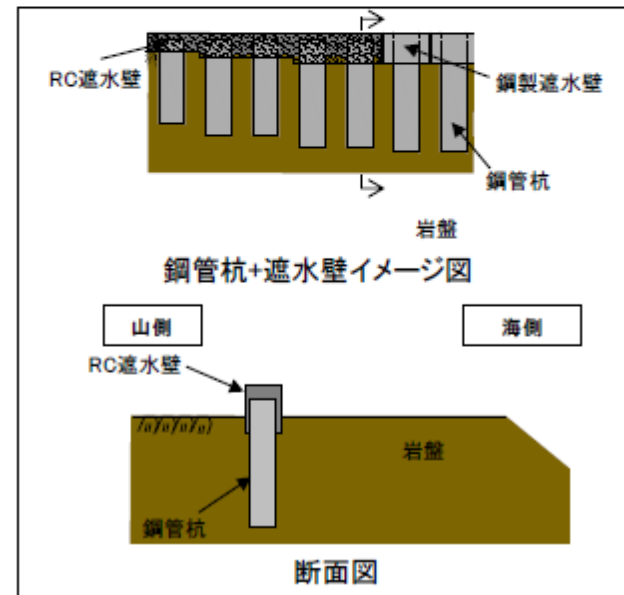
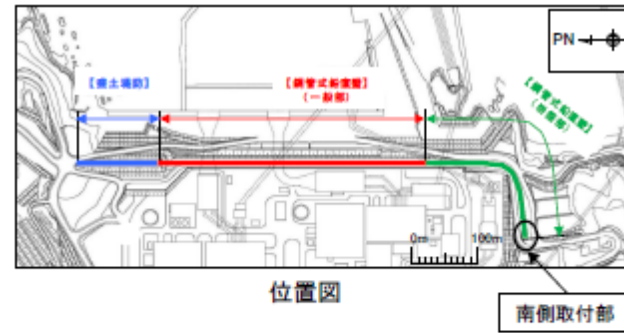
第1-14 図 防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) 縦断面図

※ 止水目地の設置高さ及び掘入れ長については、當地の地盤高及び入力津波高をもとめて設定する。

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

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 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 1-15 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、鋼管杭が短いことから、地震時及び津波時の鋼管杭の変形量が小さいため、鋼管杭間の埋戻土（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） 	<p data-bbox="2522 252 2819 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>

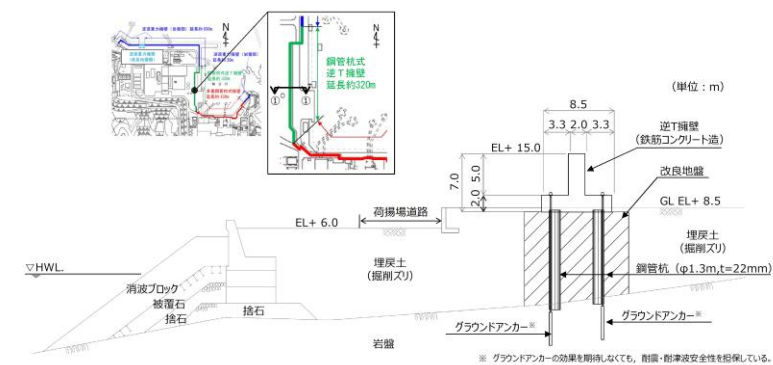


第1-17(1)図 南側取付部 概要図 (1/2)

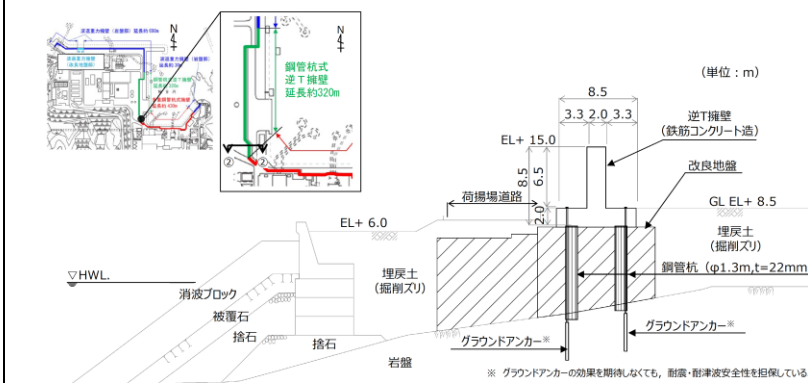
については、施設護岸の西側(陸側)に防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)が配置される構造となっている。

防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)の荷揚護岸北側部の構造を第1-16(1)図に、荷揚護岸南側部の構造を第1-16(2)図に、RC床版部の構造を第1-16(3)図に、防波扉南側部の構造を第1-16(4)図に、防波扉北側部の構造を第1-16(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及び構造上のバウンダリを第1-20表及び第1-17図に、各部位の仕様を第1-21表に示す。

防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)は逆T擁壁及び止水目地を構造上のバウンダリとする。また、地中部の改良地盤についても構造上のバウンダリとする。



第1-16(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1-16(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

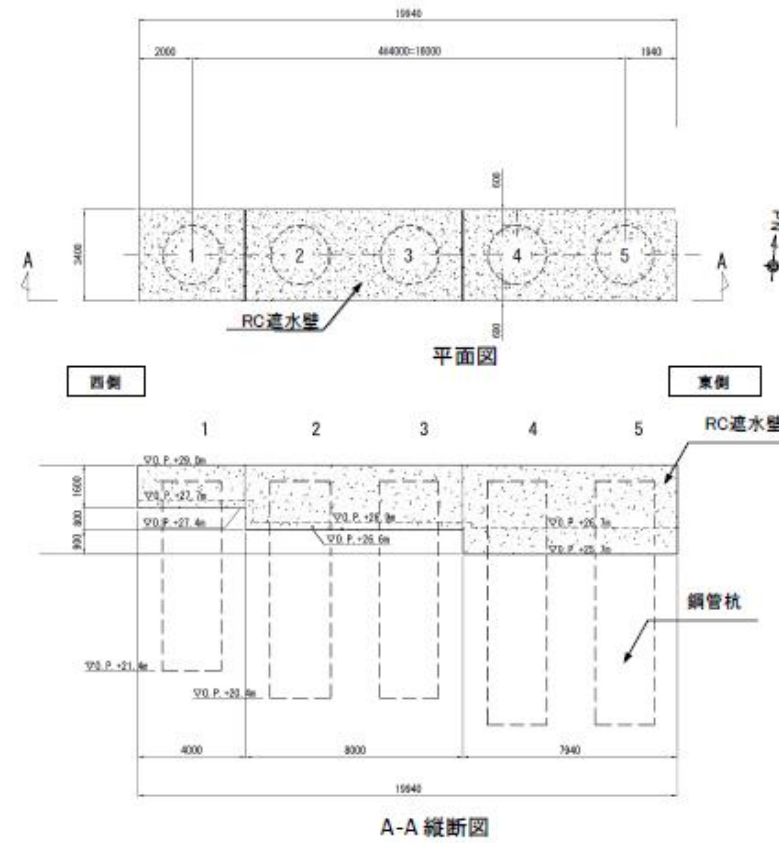
・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

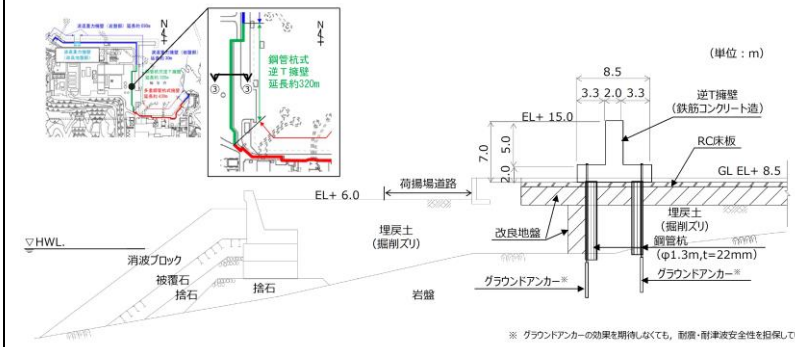
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

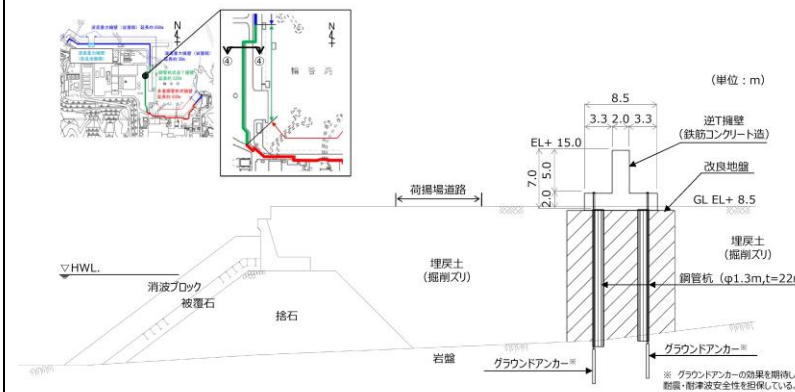
備考



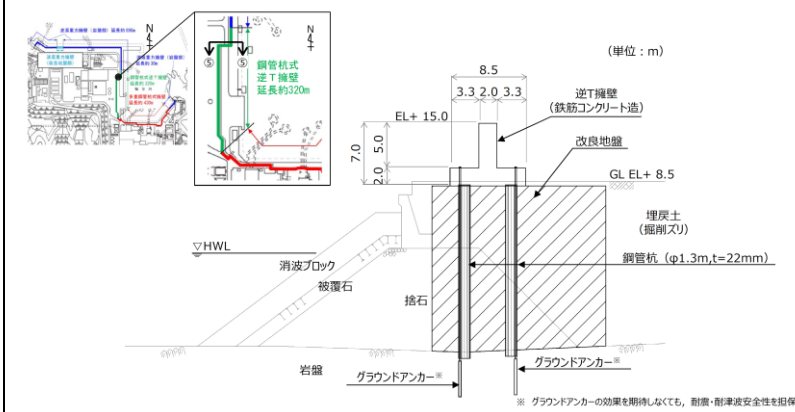
第 1-17(2) 図 南側取付部 概要図 (2/2)



第 1-16(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 1-16(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 1-16(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

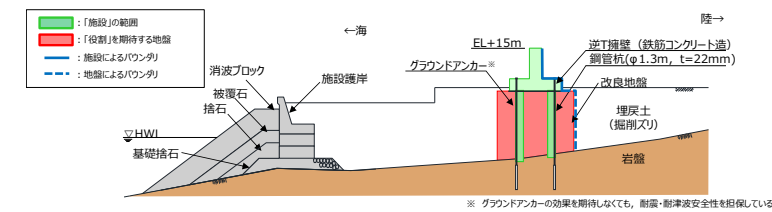
部位	仕様
1 鋼管杭	上杭 : φ2, 200mm, t=25mm (SKK490), t=40mm (SM570) 下杭 : φ2, 500mm, t=25mm (SKK490), t=35mm (SM570)
2 鋼製遮水壁 (下記 RC 遮水壁以外の区間)	SM570, SM490YB, SM490YA, SM400A
3 RC 遮水壁 (南端より 1 本目~5 本目の鋼管杭の区間)	コンクリート : $f'_{ck} = 40\text{N/mm}^2$ 鉄筋 : SD345
4 止水目地②*	シリコーン 充填材 (発泡ウレタン, 発泡ポリエチレン)

* : 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	逆 T 擁壁を支持	
逆 T 擁壁	止水目地を支持, 遮水性の保持	
止水目地	逆 T 擁壁間の遮水性の保持	
改良地盤*	鋼管杭の変形を抑制, 遮水性の保持	薬液注入工法, 表層改良工法
改良地盤 (鋼管杭前面)	遮水性の保持	薬液注入工法
岩盤	鋼管杭及び逆 T 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), 施設護岸, 被覆石, 捨石, 基礎捨石, 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, 貯留・耐津波安全性を確保している。

第1-17 図 防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) (荷揚護岸北側部) における構造上のバウンダリ

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	φ1300mm, t=22mm, SKK490
逆 T 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 : クロロプレンゴム
【地盤】	
改良地盤	薬液注入工法 (セメント系固化材, 特殊スラグ系固化材), 表層改良工法 (セメント系固化材)
改良地盤 (鋼管杭前面)	薬液注入工法 (セメント系固化材, 特殊スラグ系固化材)

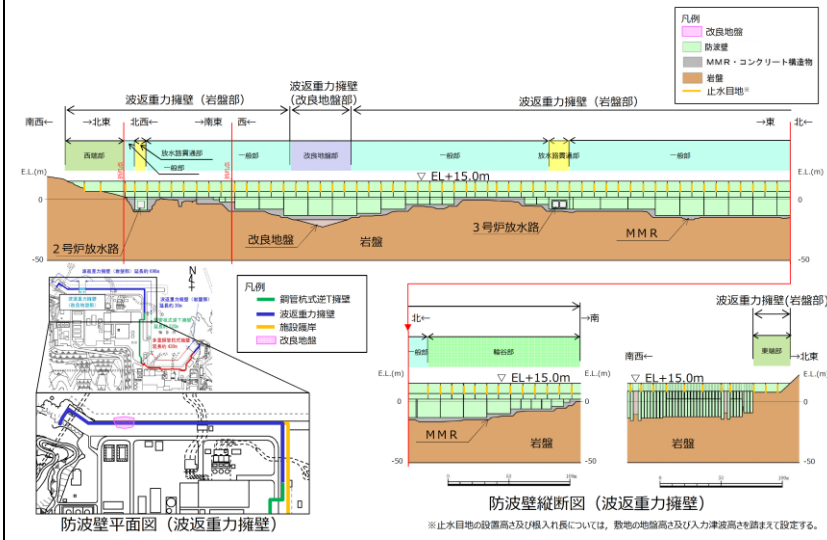
・記載方針の相違
【東海第二, 女川2】
島根 2号炉は, 施設範囲を明示した図面を記載

・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違

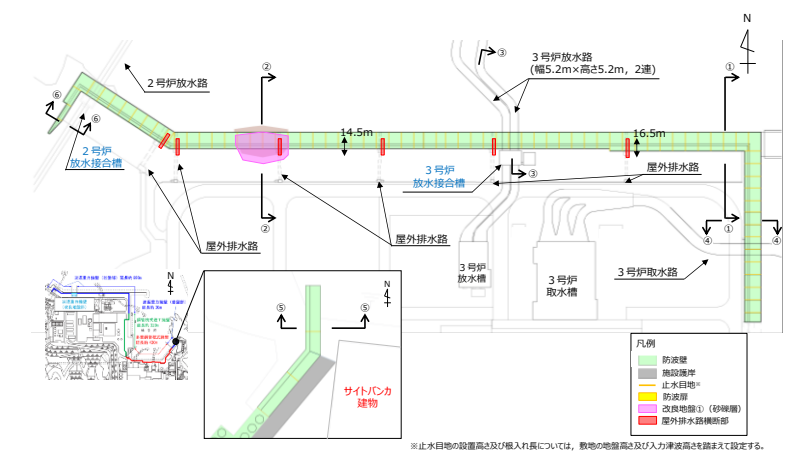
・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違

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1-18図に示す。</p> <div data-bbox="1765 982 2499 1213" data-label="Image"> </div> <p>第1-18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1-19図に、平面図 (止水目地位置含む) を第1-20図に示す。防波壁放水路横断部 (③-③断面) には3号炉放水路 (放水接合槽を含む) , 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2】
 設備の相違による記
 載内容の相違



第1-19 図 防波壁 (波返重力擁壁) の縦断面図



第1-20 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。
- ・防波壁 (波返重力擁壁) 放水路貫通部 (③-③断面)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>については、<u>3号炉放水路 (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。3号炉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。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 防波壁 (波返重力擁壁) 輪谷部 (④-④断面) については、<u>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。</u> 防波壁 (波返重力擁壁) 東端部 (⑤-⑤断面) については、<u>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。</u> 防波壁 (波返重力擁壁) 西端部 (⑥-⑥断面) については、<u>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。</u> <p><u>防波壁 (波返重力擁壁) 一般部の構造を第 1-21 (1) 図に、改良地盤部の構造を第 1-21 (2) 図に、放水路貫通部の構造を第 1-21 (3) 図に、輪谷部の構造を第 1-21 (4) 図に、東端部の構造を第 1-21 (5) 図に、西端部の構造を第 1-21 (6) 図に示す。また、東端部の状況写真を第 1-22 (1) 図に、西端部の状況写真を第 1-22 (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及び構造上のバウンダリを第 1-22 表及び第 1-23 図に、各部位の仕様を第 1-23 表に示す。</u></p> <p><u>防波壁 (波返重力擁壁) は重力擁壁、止水目地、ケーソン、MMR 及び地盤改良を構造上のバウンダリとする。</u></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>

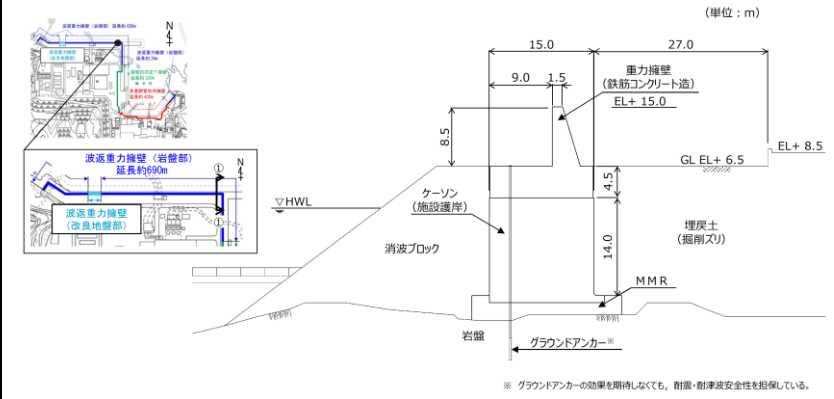
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

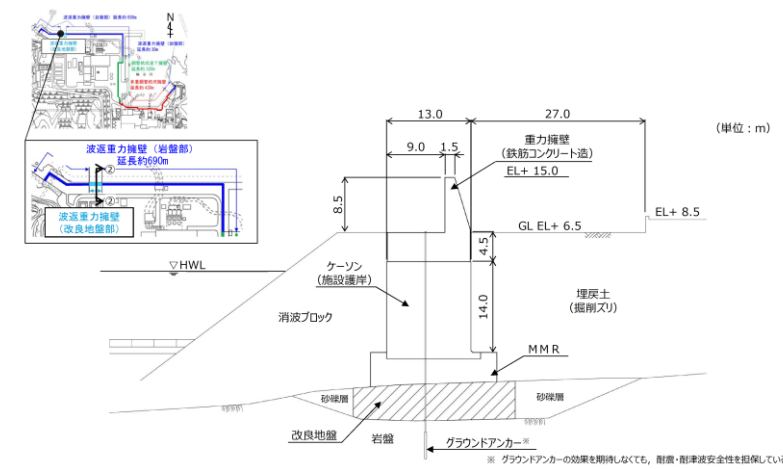
島根原子力発電所 2号炉

備考

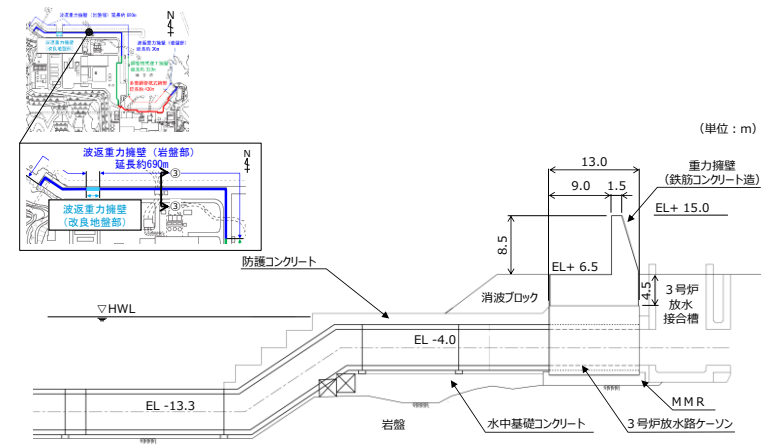
・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記
載内容の相違



第1-21(1) 図 防波壁 (波返重力擁壁) 一般部 (①-①) 断面図



第1-21(2) 図 防波壁 (波返重力擁壁) 改良地盤部 (②-②) 断面図



第1-21(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>第1-21(4) 図 防波壁 (波返重力擁壁) 輪谷部 (④-④) 断面図</p> <p>第1-21(5) 図 防波壁 (波返重力擁壁) 東端部 (⑤-⑤) 断面図</p> <p>第1-21(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</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



防波壁東端部 外観写真

防波壁東端部 岩盤露出状況

第 1-22 (1) 図 防波壁 (波返重力擁壁) 東端部 状況写真



防波壁西端部 状況写真

防波壁西端部 岩盤露出状況

第 1-22 (2) 図 防波壁 (波返重力擁壁) 西端部 状況写真

第 1-22 表 防波壁 (波返重力擁壁) の評価対象部位の役割

評価対象部位	役割	備考
重力擁壁	止水目地を支持, 透水性の保持	
止水目地	重力擁壁間の透水性の保持	
ケーソン	重力擁壁を支持, 透水性の保持	
H鋼	重力擁壁の滑動を抑制	東端部, 西端部に設置
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, 透水性の保持	基礎地盤, 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, 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, 消波ブロック	役割に期待しない	

・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

・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

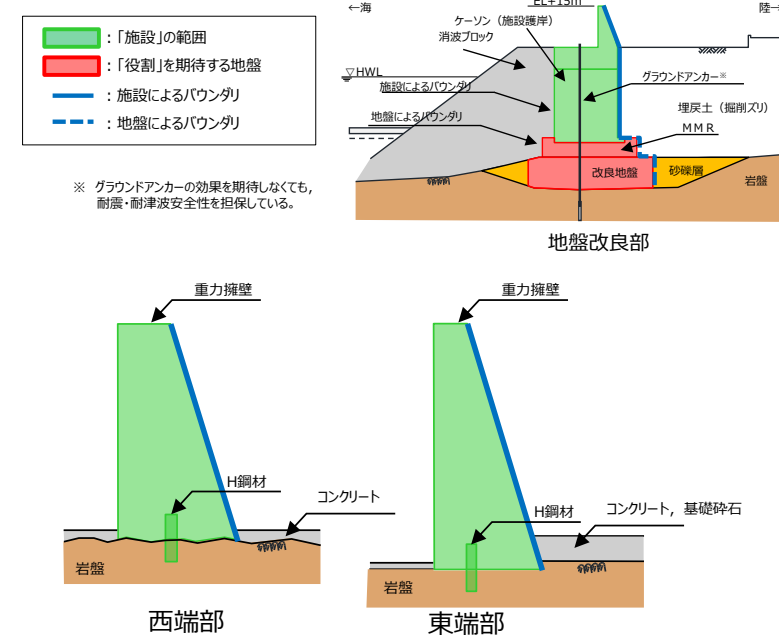
・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違

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



第1-23 図 防波壁 (波返重力擁壁) における構造上のバウンダリ

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: クロコプレングム
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

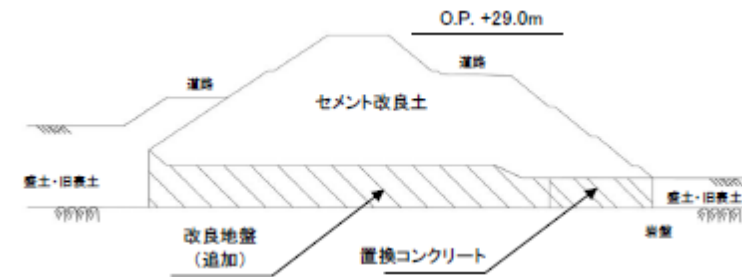
(c)盛土堤防

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

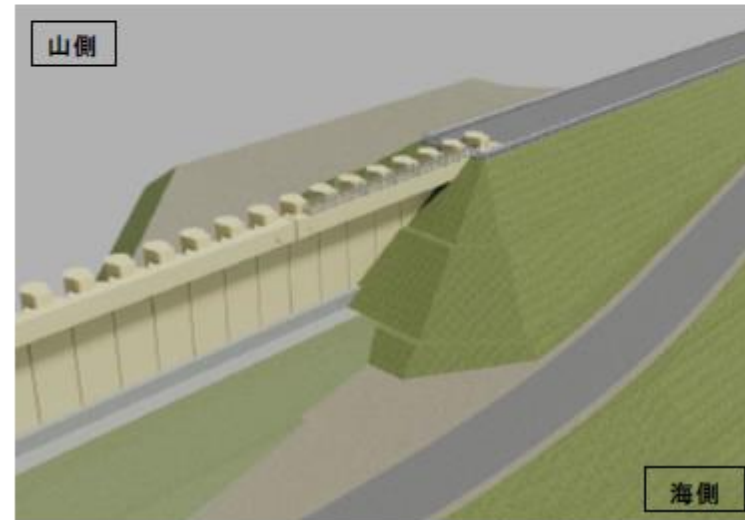
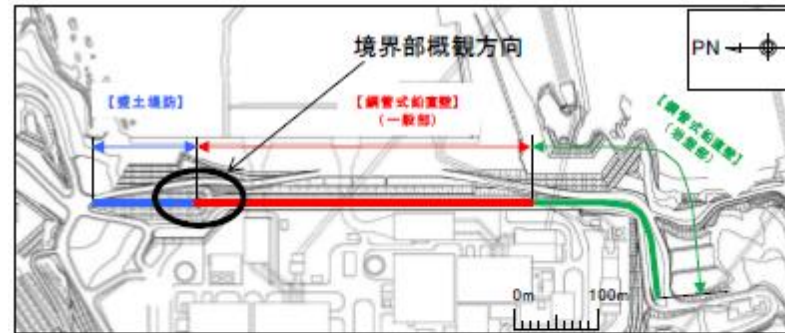
・設備の相違
【女川2】
島根 2号炉には、盛土堤防は無いため、記載無。

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

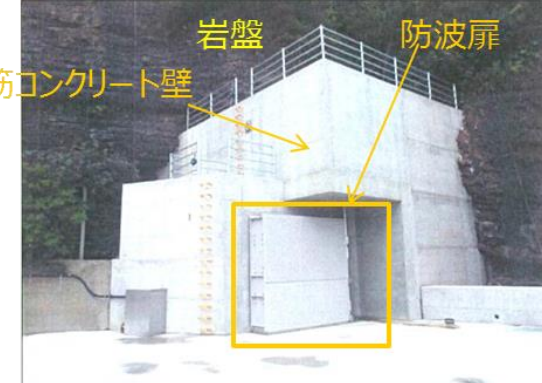


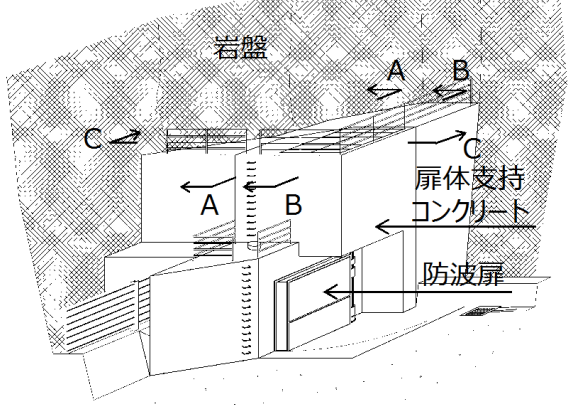
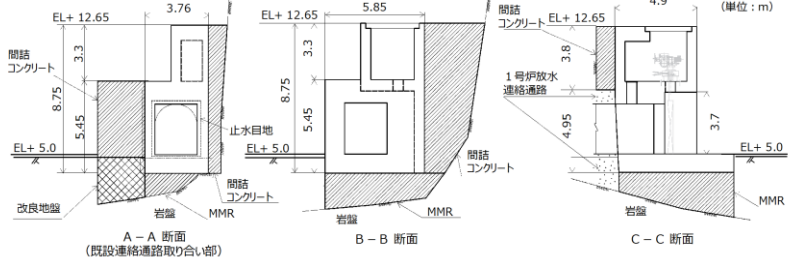
第 1-19 図 盛土堤防と鋼管式鉛直壁の境界部概観図

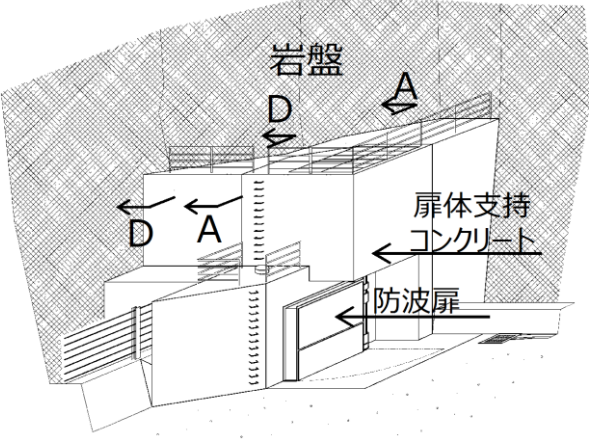
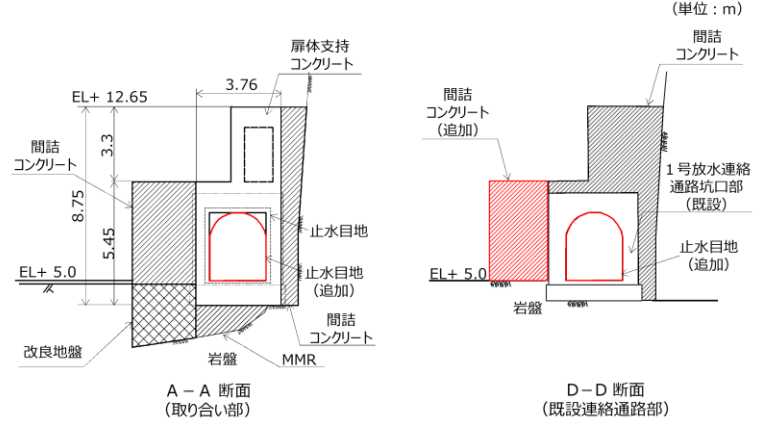
第 1-20 表 盛土堤防を構成する部位と仕様

	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 : $f'_c=30\text{N}/\text{mm}^2$
【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1-24図に、設置状況写真を第1-25図に、鳥瞰図を1-26図に、断面図を1-27図に示す。</p>  <p>第1-24図 1号放水連絡通路防波扉の位置図</p>  <p>第1-25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 661 2418 693">第 1-26 図 1号放水連絡通路防波扉の鳥瞰図 (1)</p>  <p data-bbox="1810 1102 2418 1134">第 1-27 図 1号放水連絡通路防波扉の断面図 (1)</p>	<p data-bbox="2537 262 2819 472"> ・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
		<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 1-28 図に、断面図を第 1-29 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 1-30 図に、評価対象部位の仕様を第 1-25 表に示す。</p>  <p>第 1-28 図 1号放水連絡通路防波扉の鳥瞰図 (2)</p>  <p>第 1-29 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

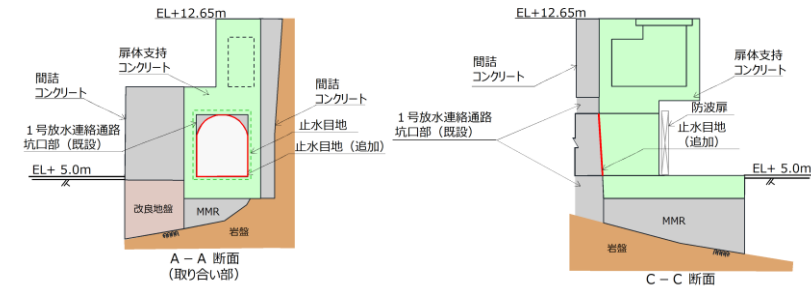
第1-24表 1号放水連絡通路防波扉の各部位の役割

■ 施設の範囲

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

【地盤】

MMR	防波扉及び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	防波扉及び扉体支持コンクリートを支持	基礎地盤

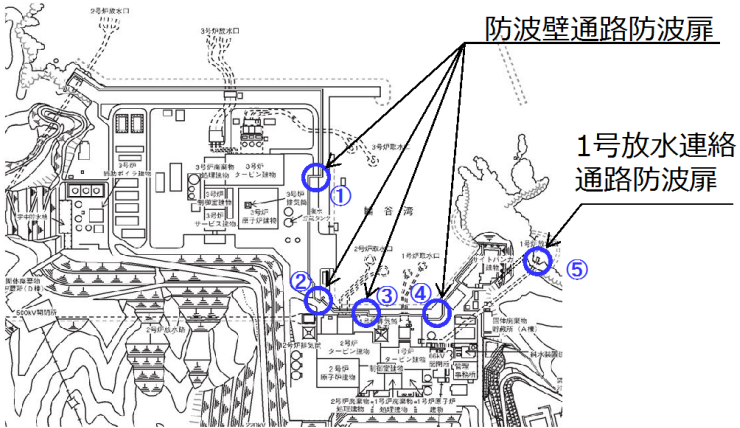


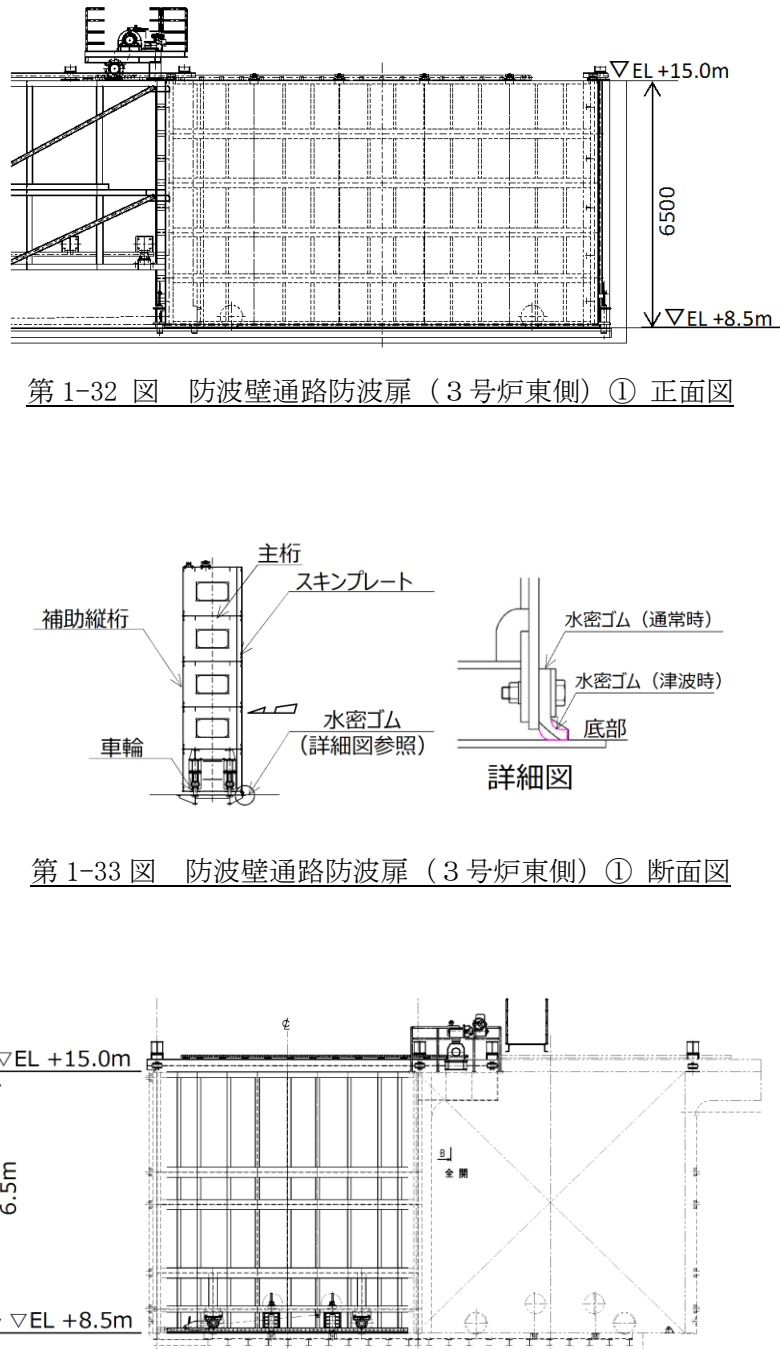
第1-30図 1号放水連絡通路防波扉「施設」の範囲

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、補助縦桁及びスキム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1-31図に、構造を第1-32～40図に、設置状況を第1-41～45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1-46図に示す。</p>  <p>第1-31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 1-32 図 防波壁通路防波扉 (3号炉東側) ① 正面図</p> <p>第 1-33 図 防波壁通路防波扉 (3号炉東側) ① 断面図</p> <p>第 1-34 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="1765 613 2478 646">第 1-35 図 防波壁通路防波扉 (1, 2号炉北側) ② 断面図</p> <p data-bbox="1765 682 2478 1060"> </p> <p data-bbox="1765 1102 2478 1136">第 1-36 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="1765 1512 2478 1545">第 1-37 図 防波壁通路防波扉 (1, 2号炉北側) ③ 断面図</p>	<p data-bbox="2537 262 2819 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>第 1-38 図 防波壁通路防波扉 (1, 2号炉北側) ④ 正面図</p> <p>第 1-39 図 防波壁通路防波扉 (1, 2号炉北側) ④ 断面図</p> <p>第 1-40 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>・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 1-41 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 1-42 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> <p data-bbox="1745 701 2487 737">第 1-43 図 防波壁通路防波扉 (1, 2号炉北側) ③ 設置状況</p> <div data-bbox="1822 942 2410 1350" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1745 1373 2487 1409">第 1-44 図 防波壁通路防波扉 (1, 2号炉北側) ④ 設置状況</p> <p data-bbox="1804 1465 2504 1587">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。</p> <p data-bbox="1804 1602 2504 1724">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。</p>	<p data-bbox="2534 260 2813 422">・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

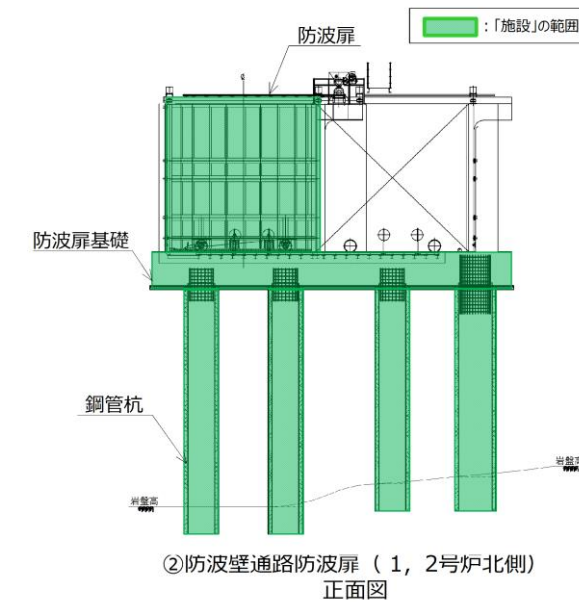
・設備の相違
【東海第二, 女川2】
島根2号炉は, 防波扉を有するため記載



第1-45 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

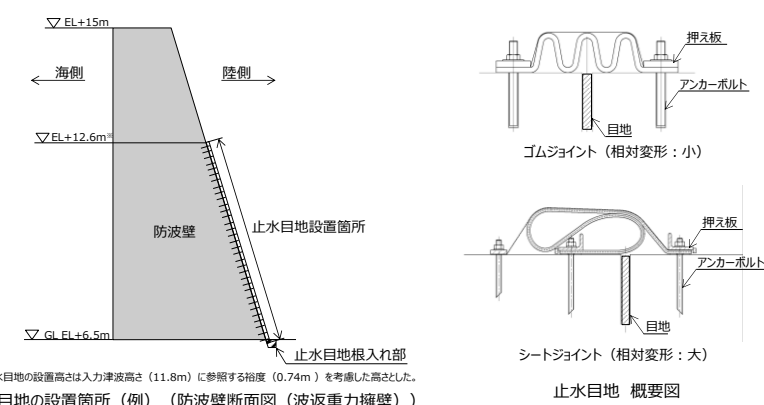
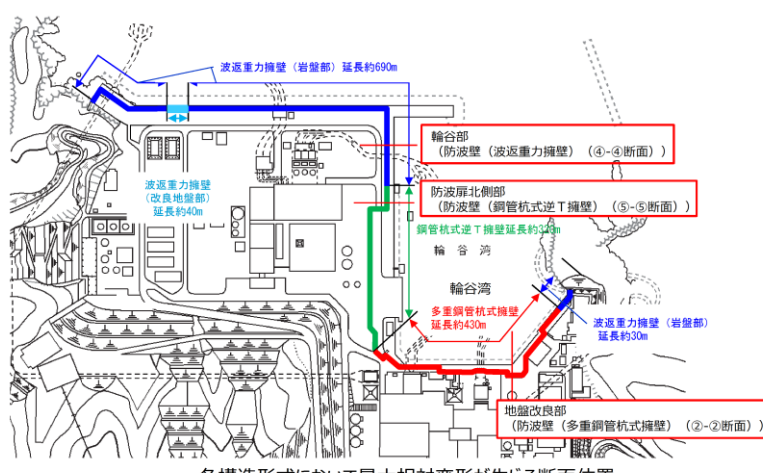
第1-26 表 防波壁通路防波扉の各部位の役割

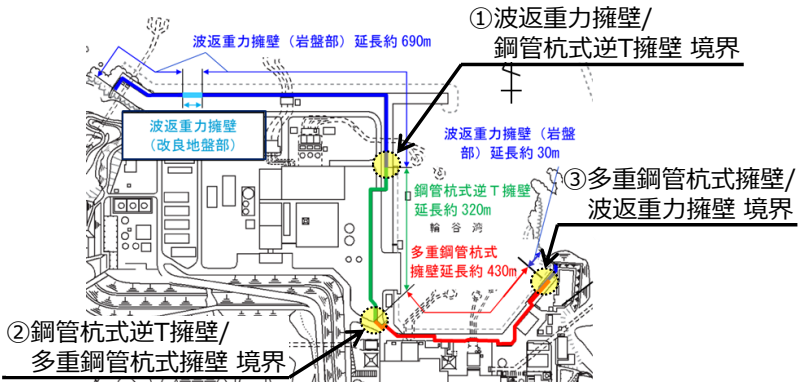
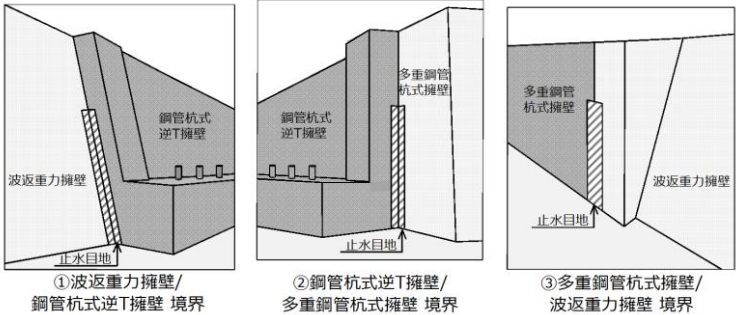
評価対象部位	役割	備考
防波扉	遮水性の保持	
防波扉基礎	防波扉を支持	
鋼管杭	防波扉を支持	
水密ゴム	遮水性の保持	
【地盤】		
改良地盤	鋼管杭の変形を抑制, 難透水性の保持	
岩盤	鋼管杭を支持, 基礎地盤のすべり安定性に寄与	



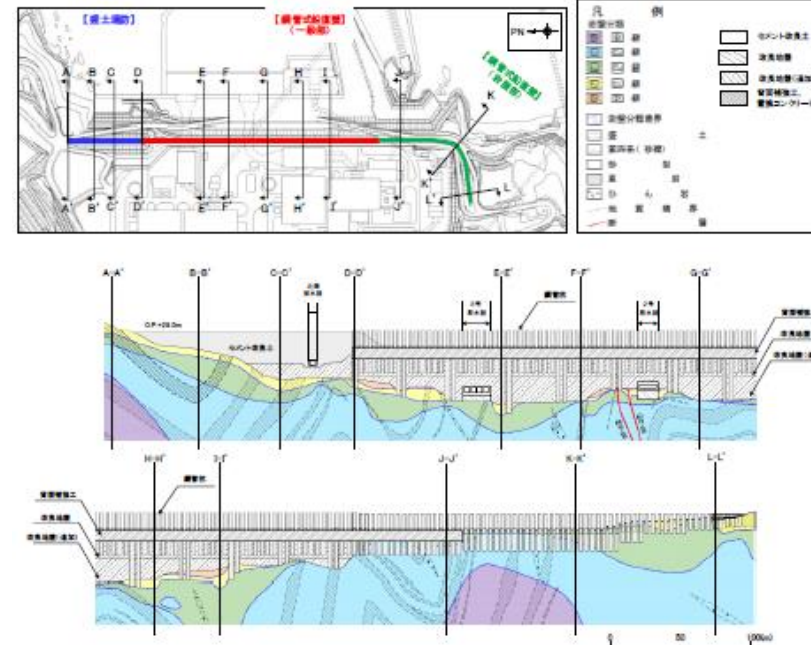
第1-46 図 防波壁通路防波扉「施設」の範囲

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><u>(f) 止水目地</u></p> <p><u>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、保守的に位相が逆になったことを考慮して、最大相対変形量を2倍して算出(絶対値和に保守性を考慮)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。(詳細は1.(4) f. (a)参照)</u></p> <p><u>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。</u></p> <p><u>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。</u></p> <p><u>防波壁(波返壁重力式擁壁)を例に止水目地の設置箇所、及びを第1-47 図に示す。</u></p> <p><u>各構造形式の防波壁において、最も相対変形が大きくなる断面は以下のとおり。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <u>・防波壁(多重鋼管杭式擁壁): 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礫層が存在する「②-②断面」</u> <u>・防波壁(鋼管杭式逆T擁壁): 岩盤が最も深部に位置する「⑤-⑤断面」</u> <u>・防波壁(波返重力擁壁): 輪谷湾に面し、岩盤が最も深部に位置する「④-④断面」</u> <p><u>なお、詳細設計段階において決定する地下水位に基づき、地震時及び津波時の解析を実施し、最も相対変形が大きくなる断面位置と最終変形量を確定する。</u></p> <p><u>各構造形式において最大相対変形が生じる断面位置を第</u></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>

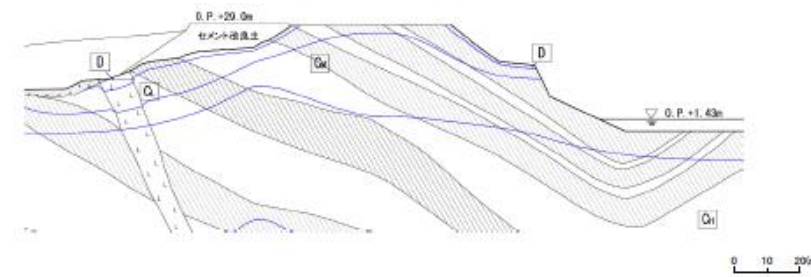
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>1-48 図に示す。</p>  <p>※ 止水目地の設置高さは入力津波高さ (11.8m) に参照する相変 (0.74m) を考慮した高さとした。 止水目地の設置箇所 (例) (防波壁断面図 (波返重力擁壁))</p> <p>第 1-47 図 防波壁の止水目地の設置箇所及び概要図</p>  <p>各構造形式において最大相対変形が生じる断面位置</p> <p>第 1-48 図 各構造形式において最大相対変形が生じる断面位置</p>	<p>・記載方針の相違 【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>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。異種構造形式間の止水目地は、隣合う構造形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。</p> <p>防波壁構造形式の境界位置図を第1-49図に、境界部の止水目地の形状を第1-50図に示す。</p>  <p>第1-49図 防波壁の構造形式の境界位置図</p>  <p>第1-50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>

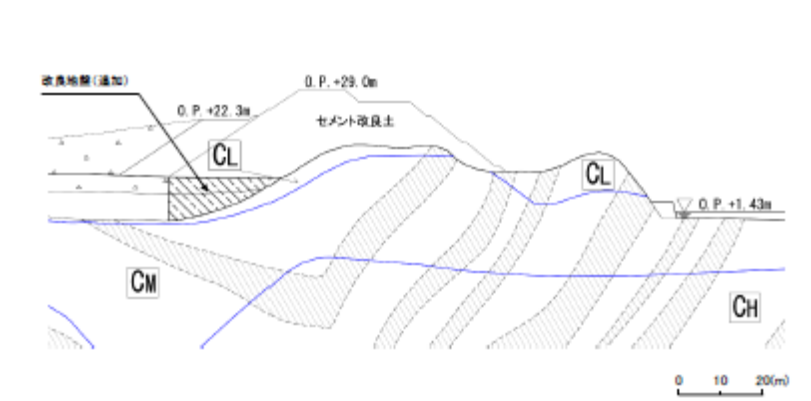
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>b. <u>防潮堤設置位置の地質構造</u></p> <p>防潮堤縦断方向の地質構造の分布を第 1-20 図に示す。また、盛土堤防及び鋼管式鉛直壁の地質断面図※を第 1-21 図～第 1-32 図に示す。</p> <p>※：盛土堤防の地質断面図は第 700 回審査会合（女川原子力発電所 2号炉耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価について）で示した置換コンクリート範囲の変更を反映。</p>	<p>b. <u>防波壁設置位置の地質構造</u> <u>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 1-51 図に示す。</u></p>  <p>第 1-51 図 敷地の被覆層 平面図</p> <p>(a) <u>防波壁（多重鋼管杭式擁壁）</u> 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の岩相縦断図を第 1-52 図に、岩級縦断図を第 1-53 図に、地質断面図を第 1-54～58 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 【東海第二】 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 【女川2】 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 【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、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>



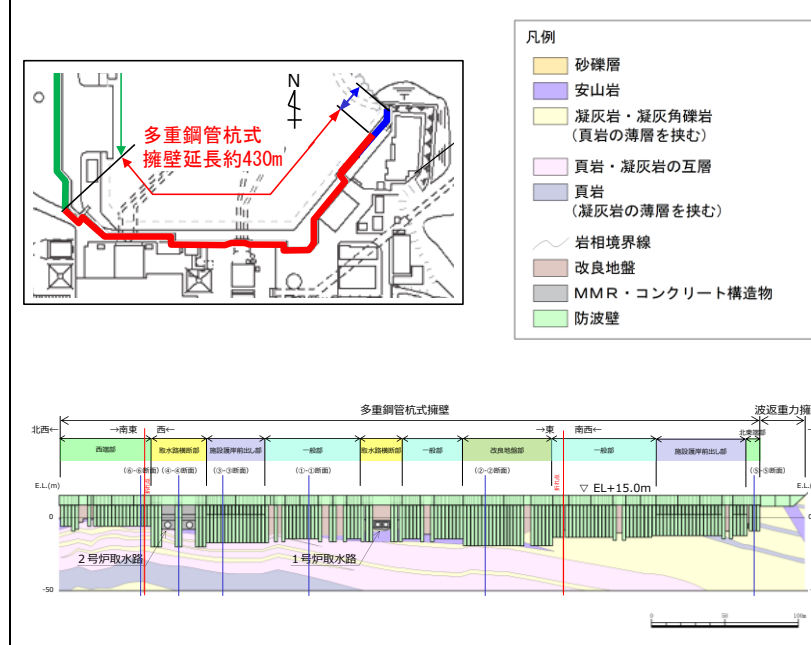
第 1-20 図 防潮堤の地質構造分布 (縦断面)



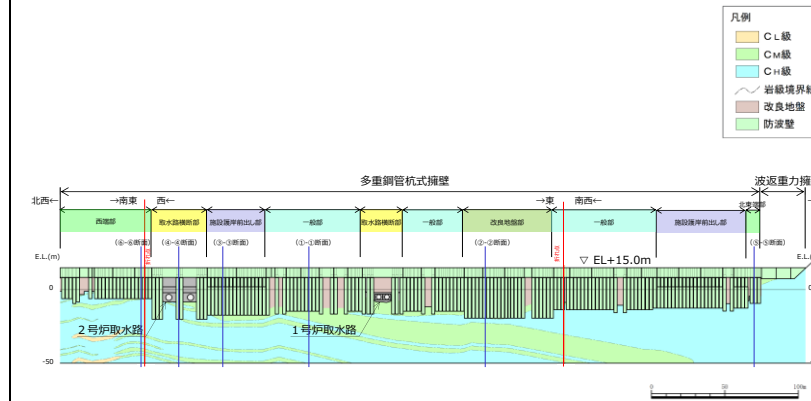
第 1-21 図 防潮堤 盛土堤防 横断面 (A-A')



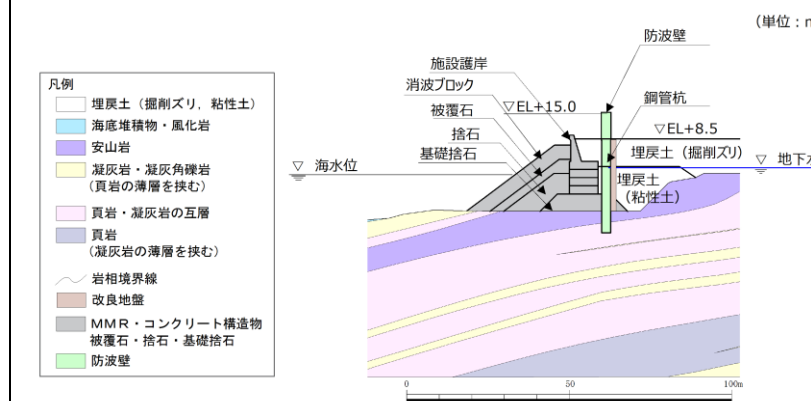
第 1-22 図 防潮堤 盛土堤防 横断面 (B-B')



第 1-52 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の岩相縦断面図

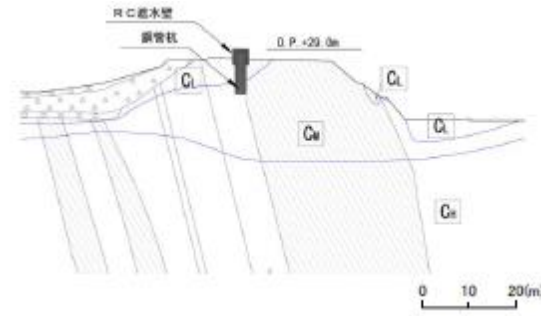


第 1-53 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の岩級縦断面図



第 1-54 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

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 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】 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))

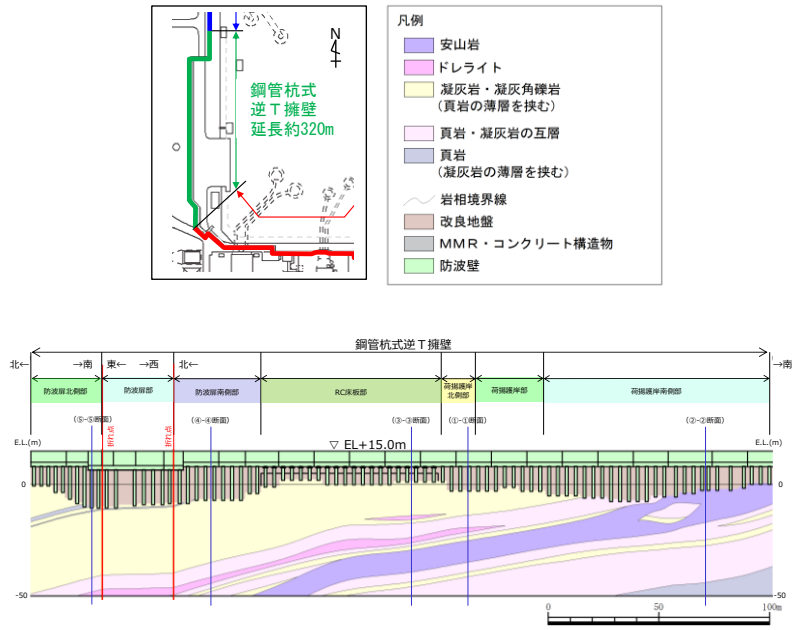
・記載方針の相違
【女川2】
島根2号炉は耐震評価候補断面の整理を記載

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	・接伏構造物 ・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。	・接伏構造物 ・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号機が隣接する。
	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)	取水路横断面部(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	・接伏構造物 ・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。	・接伏構造物 ・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	・接伏構造物 ・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。	・接伏構造物 ・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1-59図に、岩級縦断面図を第1-60図に、地質断面図を第1-61～64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。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。 ・④-④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。  <p>第1-59 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>

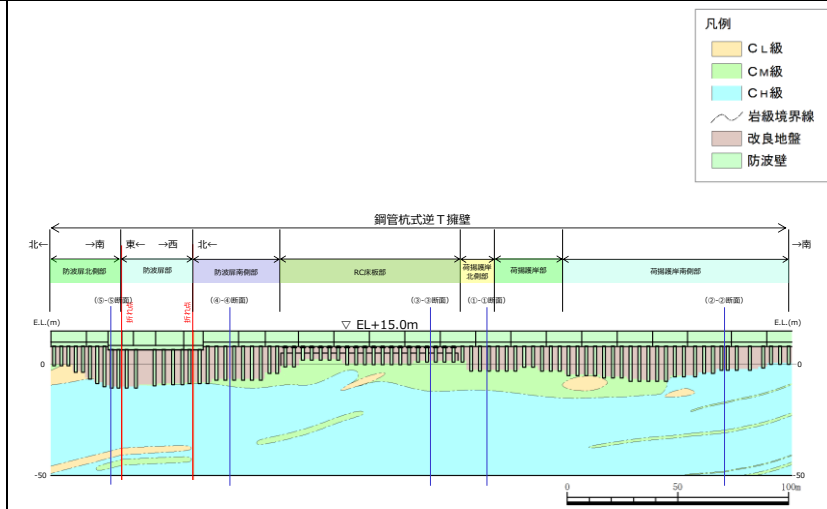
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

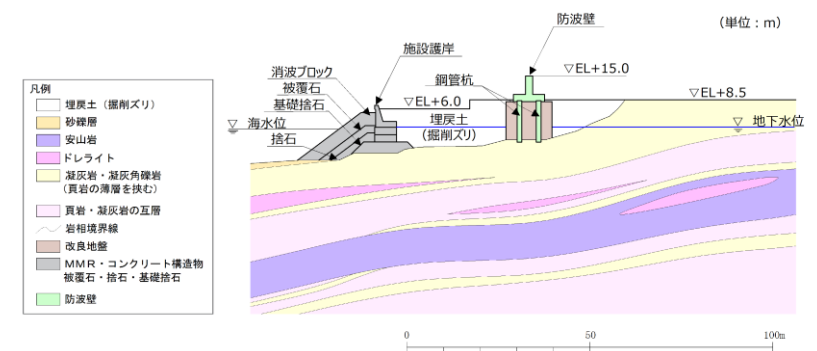
島根原子力発電所 2号炉

備考

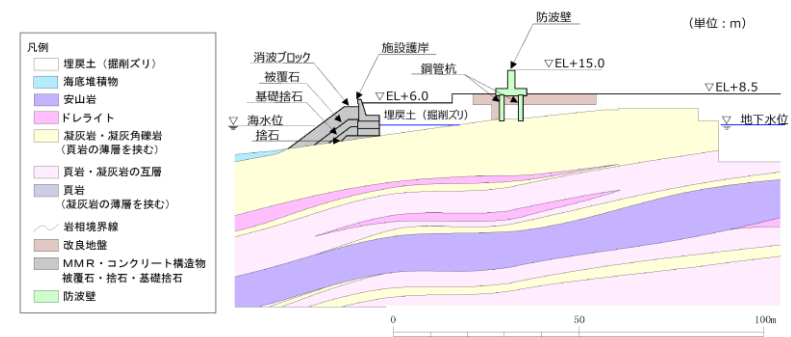
・地質状況の相違
【女川2】
地質状況の相違による
記載内容の相違



第1-60 図 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の岩級縦断面図



第1-61 図 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の地質断面図 (①-①)



第1-62 図 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の地質断面図 (③-③)

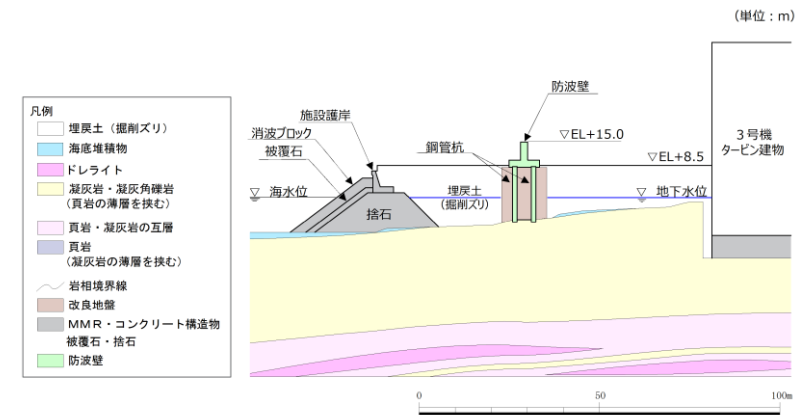
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

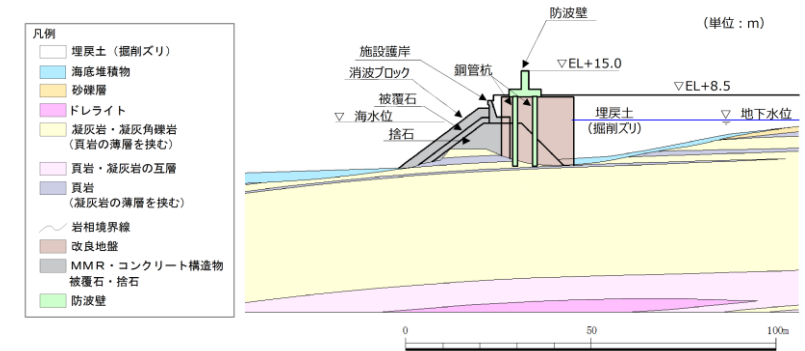
島根原子力発電所 2号炉

備考

・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1-63 図 防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) の地質断面図 (④-④)



第1-64 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)		
	荷揚護岸北側部 (①-①断面)	荷揚護岸南側部 (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。	・線状構造物 ・鉄筋コンクリート構造物 ・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。
	寸法	・逆T擁壁：幅8.5m、高さ7.0m ・鋼管杭：φ1.3m	・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	・鋼管杭を掘入れ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	・鋼管杭を掘入れ0.5m程度で主にCH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：10.0m
	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。
	隣接 構造物	・なし ・なし	・なし ・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。		

・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 (鋼管杭式逆T擁壁)	
		RC床板部 (③-③断面)	防波扉南側部 (④-④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8本を1ブロックとした壁体を連続して設置した。	・線状構造物 ・鉄筋コンクリート構造物 ・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。
	寸法	・逆T擁壁：幅8.5m、高さ7.0m ・鋼管杭：φ1.3m	・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	・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：14.5m
	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	なし
	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 (鋼管杭式逆T擁壁)	
		防波扉北側部 (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 (掘削スリ) 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	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。	

※ 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。

(c) 防波壁 (波返重力擁壁)

防波壁 (波返重力擁壁) 岩相縦断面図を第 1-65 図 に、岩級縦断面図を第 1-66 図 に、地質断面図を 第 1-67 図～第 1-72 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。

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。

- ・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 (掘削スリ) 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

	<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 ・記載方針の相違 【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。 	

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

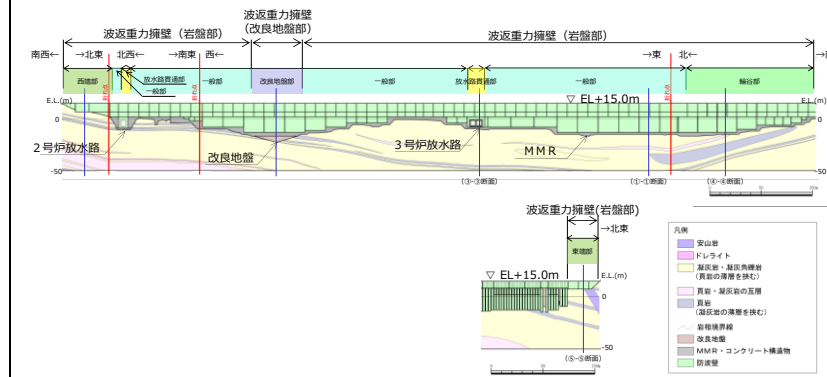
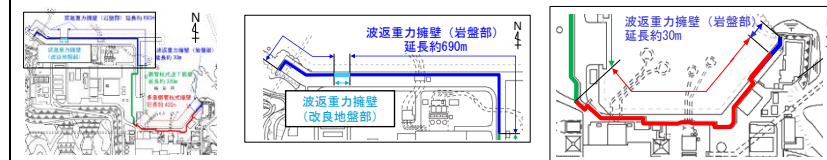
り地盤改良し、その上部にケーソンを介して重力擁壁を設置した。また、背面の周辺地盤には埋戻土（掘削ズリ）が分布している。

・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。

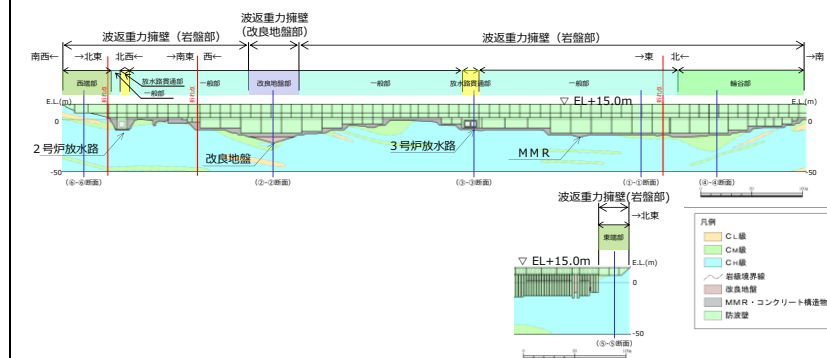
・④-④断面は、岩盤上にケーソンを介して重力擁壁を設置した。また、背面の周辺地盤には埋戻土（掘削ズリ）が分布している。

・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。



第 1-65 図 防波壁（波返重力擁壁）の岩相縦断面図



第 1-66 図 防波壁（波返重力擁壁）の岩級縦断面図

・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

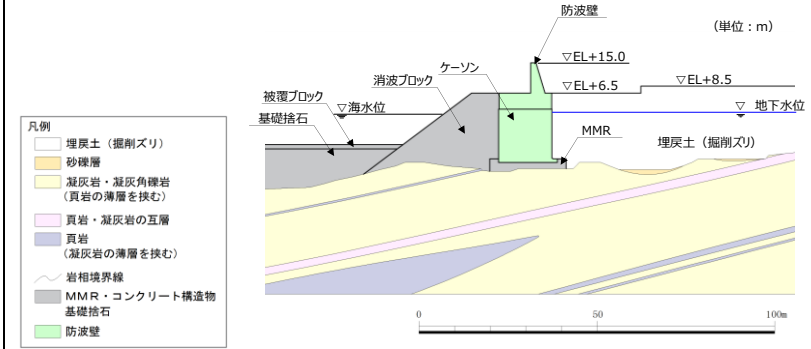
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

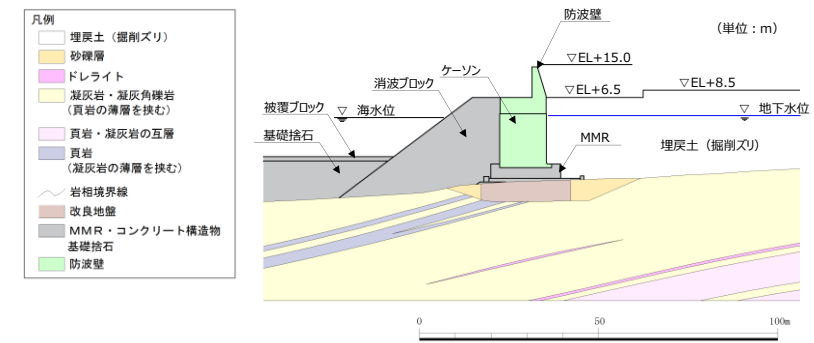
島根原子力発電所 2号炉

備考

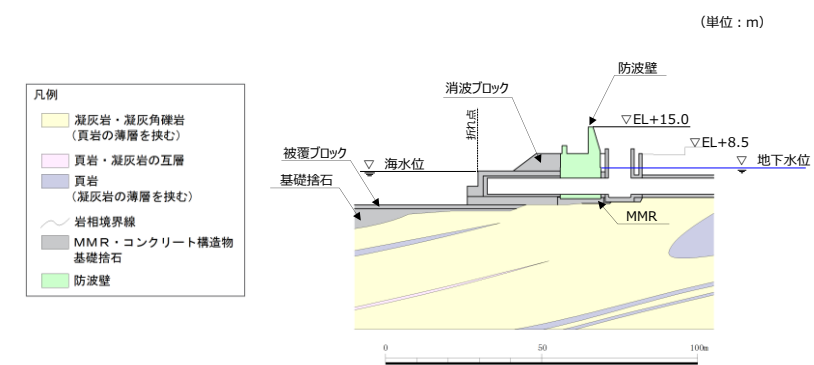
・地質状況の相違
【女川2】
地質状況の相違による記載内容の相違



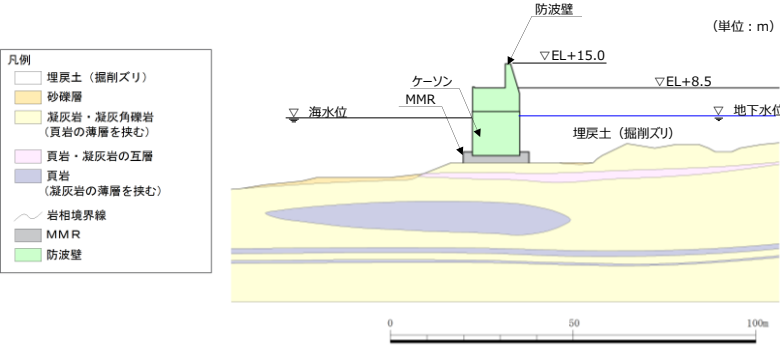
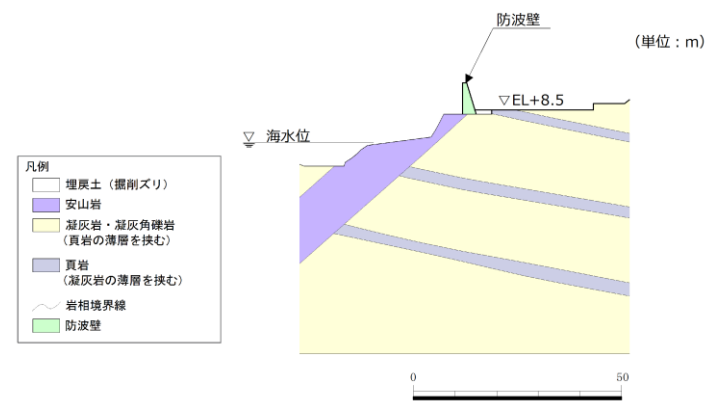
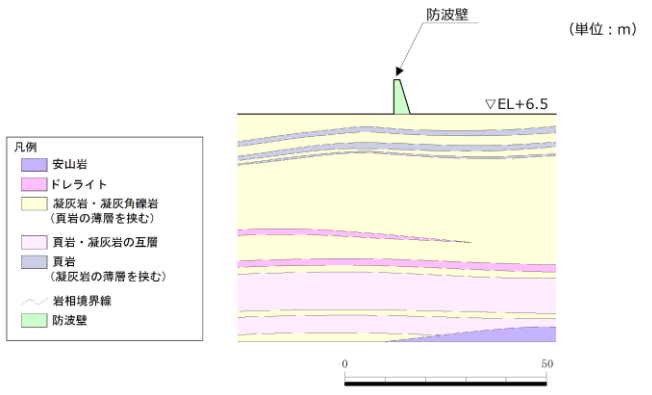
第1-67 図 防波壁 (波返重力擁壁) の地質断面図 (①-①)



第1-68 図 防波壁 (波返重力擁壁) の地質断面図 (②-②)



第1-69 図 防波壁 (波返重力擁壁) の地質断面図 (③-③)

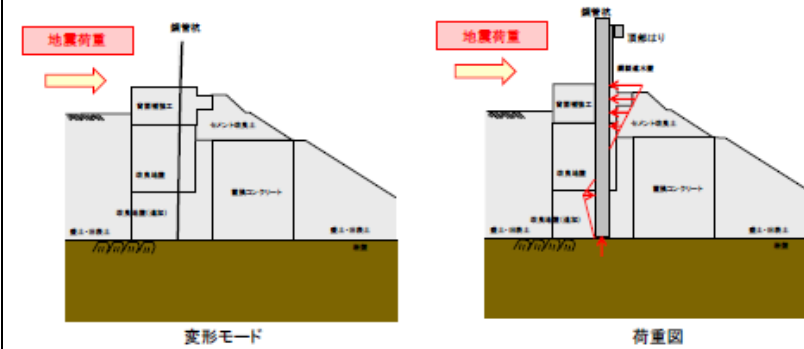
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1765 609 2478 640">第 1-70 図 防波壁 (波返重力擁壁) の地質断面図 (④-④)</p>  <p data-bbox="1765 1144 2478 1176">第 1-71 図 防波壁 (波返重力擁壁) の地質断面図 (⑤-⑤)</p>  <p data-bbox="1765 1680 2478 1711">第 1-72 図 防波壁 (波返重力擁壁) の地質断面図 (⑥-⑥)</p>	<p data-bbox="2537 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 align="center">第1-29表 耐震評価候補断面の整理 (防波壁 (波返重力擁壁))</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">観点</th> <th colspan="3">防波壁 (波返重力擁壁)</th> </tr> <tr> <th>一般部 (①-①断面)</th> <th>改良地盤部 (②-②断面)</th> <th>放水路貫通部 (③-③断面)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>要求機能</td> <td>津波防護施設</td> <td>津波防護施設</td> <td>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して設置している。</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して設置している。</td> </tr> <tr> <td>寸法</td> <td>-幅1.50m -高さ8.50m (地上部のみ)</td> <td>-幅1.50m -高さ8.50m (地上部のみ)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">③周辺状況</td> <td>周辺地質</td> <td>-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 (掘削スリ) が分布している。 -地表面から岩盤までの深さ：21.2m</td> <td>-高圧噴射掘削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 (掘削スリ) 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</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> </tr> <tr> <td>隣接構造物</td> <td>横断方向 -なし</td> <td>縦断方向 -なし</td> </tr> <tr> <td>④地震力特性</td> <td colspan="3">-観点③での整理の通り、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> <table border="1"> <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>津波防護施設</td> <td>津波防護施設</td> <td>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して設置している。 -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して設置している。 -端部にかけて断面に厚み付く。 -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> </tr> <tr> <td rowspan="3">③周辺状況</td> <td>周辺地質</td> <td>-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 (掘削スリ) 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> </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> </tr> <tr> <td>隣接構造物</td> <td>横断方向 -なし</td> <td>縦断方向 -東側に岩盤上に直接基礎形式で設置されたサイト/ソールが隣接する。 -異種構造形式 (多層鋼管杭式擁壁) が隣接する。</td> </tr> <tr> <td>④地震力特性</td> <td colspan="3">-観点③での整理の通り、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 align="right">※ 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>	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	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して設置している。	-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して設置している。	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)	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 (掘削スリ) が分布している。 -地表面から岩盤までの深さ：21.2m	-高圧噴射掘削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 (掘削スリ) 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	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 -なし	縦断方向 -なし	④地震力特性	-観点③での整理の通り、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 (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	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して設置している。 -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して設置している。 -端部にかけて断面に厚み付く。 -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	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 (掘削スリ) 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	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 -なし	縦断方向 -東側に岩盤上に直接基礎形式で設置されたサイト/ソールが隣接する。 -異種構造形式 (多層鋼管杭式擁壁) が隣接する。	④地震力特性	-観点③での整理の通り、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>・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</p>
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	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して設置している。	-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して設置している。																																																																																
	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)																																																																																
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 (掘削スリ) が分布している。 -地表面から岩盤までの深さ：21.2m	-高圧噴射掘削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 (掘削スリ) 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																																																																																
	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 -なし	縦断方向 -なし																																																																																
④地震力特性	-観点③での整理の通り、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 (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	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して設置している。 -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して設置している。 -端部にかけて断面に厚み付く。 -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																																																																																
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 (掘削スリ) 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																																																																																
	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 -なし	縦断方向 -東側に岩盤上に直接基礎形式で設置されたサイト/ソールが隣接する。 -異種構造形式 (多層鋼管杭式擁壁) が隣接する。																																																																																
④地震力特性	-観点③での整理の通り、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。																																																																																		

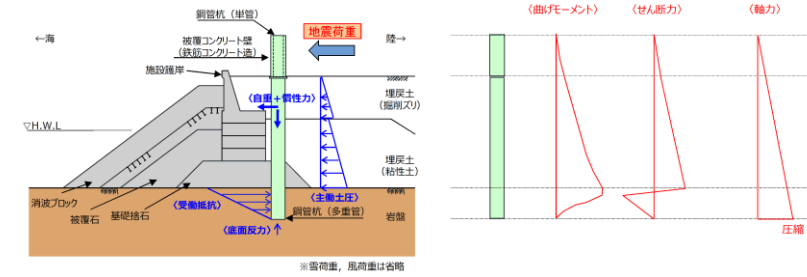
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																
	<p>c. <u>防潮堤に作用する荷重と部位の役割</u></p> <p>防潮堤は、<u>鋼管式鉛直壁（一般部）</u>、<u>鋼管式鉛直壁（岩盤部）</u>及び<u>盛土堤防</u>の3つの構造形式に分かれているが、それぞれに作用する荷重に対し各部位が所要の機能を発揮して構造成立性を確保することが必要であることから、作用する荷重、構造体の変形モード及び各部位の役割について、地震時、津波時及び重畳時（津波＋余震時）に分けて整理する。</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表及び第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> <p><u>第1-21表 鋼管式鉛直壁（一般部）の各部位の役割（地震時）</u></p> <table border="1" data-bbox="943 1472 1703 1818"> <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>・ 鋼製連水壁及び頂部はりを支持する。</td> </tr> <tr> <td>鋼管杭（短杭）</td> <td>・ 鋼製連水壁を支持する。</td> </tr> <tr> <td>鋼製連水壁</td> <td>・ 止水目地を支持する。</td> </tr> <tr> <td>止水目地</td> <td>・ 鋼製連水壁間の変位に追従する。</td> </tr> <tr> <td>背面補強工</td> <td>・ 長杭・短杭の変形を抑制する。</td> </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> </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>	部位の名称	役割	鋼管杭（長杭）	・ 鋼製連水壁及び頂部はりを支持する。	鋼管杭（短杭）	・ 鋼製連水壁を支持する。	鋼製連水壁	・ 止水目地を支持する。	止水目地	・ 鋼製連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	—	<p>c. <u>防波壁に作用する荷重と発生断面力</u></p> <p>防波壁は、<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<u>発生断面力</u>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><u>防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の地震時（海側方向）の荷重図と発生断面力（応力状態）のイメージ図</u>を第1-73図に示す。</p> <p>【荷重伝達メカニズム】</p> <p><u>海側に位置する施設護岸及び埋戻土の受働抵抗は考慮しない。</u></p> <p><u>防波壁に作用する地震力（慣性力及び主働土圧）は、防波壁を介して鋼管杭前面の岩盤に伝わり、反力として受働抵抗が働く。</u></p> <p>【発生断面力（応力状態）】</p> <p><u>発生断面力は基礎捨石と岩盤との境界に集中する。</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、発生断面力について説明</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、「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</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、発生断面力について説明</p>
部位の名称	役割																		
鋼管杭（長杭）	・ 鋼製連水壁及び頂部はりを支持する。																		
鋼管杭（短杭）	・ 鋼製連水壁を支持する。																		
鋼製連水壁	・ 止水目地を支持する。																		
止水目地	・ 鋼製連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	—																		

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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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)



第1-73図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の地震時 (海側方向) の荷重図と発生断面力イメージ図

防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の地震時 (陸側方向) の荷重図と発生断面力 (応力状態) のイメージ図を第1-74図に示す。

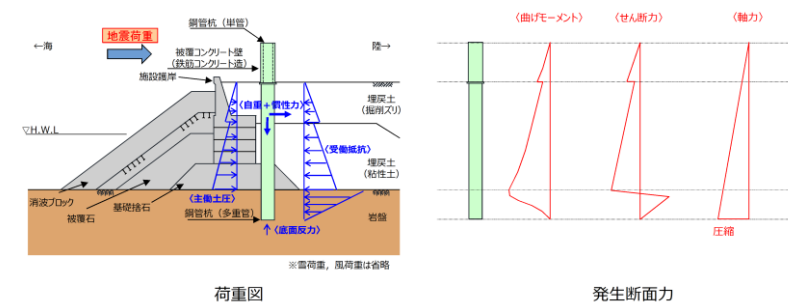
【荷重伝達メカニズム】

海側に位置する施設護岸及び埋戻土は、主働土圧として考慮する。

防波壁に作用する地震力 (慣性力及び主働土圧) は、防波壁を介して鋼管杭背後の岩盤及び埋戻土に伝わり、反力として受働抵抗が働く。

【発生断面力 (応力状態)】

基礎砕石と岩盤 (根入れ部) の剛性差によって岩盤の受働抵抗が大きくなることから、せん断及び曲げモーメントは埋戻土と岩盤との境界に集中する。



第1-74図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の地震時 (陸側方向) の荷重図と発生断面力イメージ図

・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、発生断面力について説明

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1-24表に示す役割を有する。

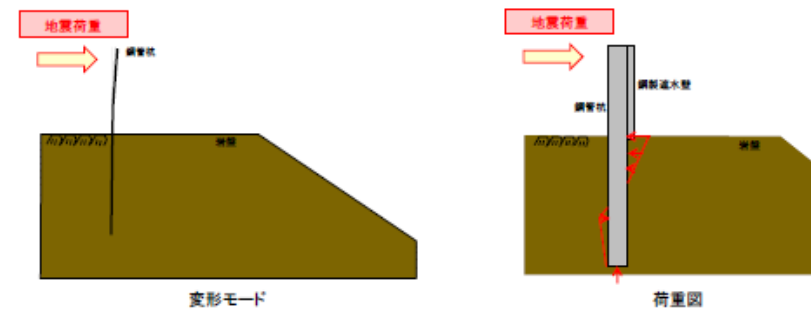
鋼管式鉛直壁 (岩盤部) における地震時の変形モード及び荷重図を第1-34図に示す。

第1-23表 鋼管式鉛直壁 (岩盤部) の各部位の役割 (地震時)

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。

第1-24表 鋼管式鉛直壁 (岩盤部) の地盤の役割 (地震時)

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。



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)

ii. 防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)

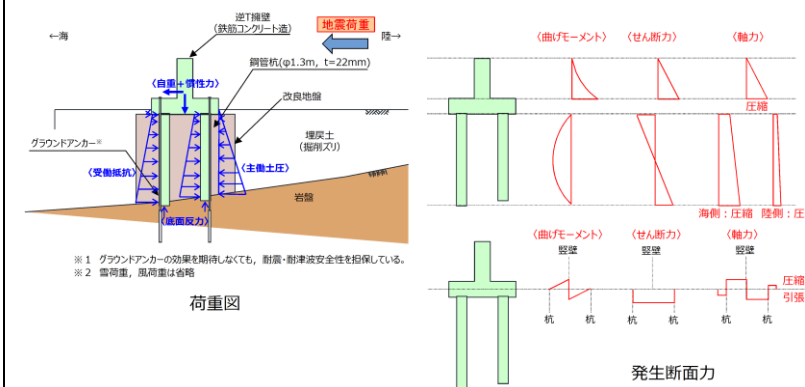
防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) の地震時 (海側方向) の荷重図と発生断面力断面力 (応力状態) のイメージ図を第1-75図に示す。

【荷重伝達メカニズム】

逆T擁壁及び鋼管杭に作用する地震力 (慣性力及び主働土圧) は、堅壁・フーチング・鋼管杭を介して鋼管杭前面の改良地盤に伝わり、反力として受働抵抗が働く。

【発生断面力 (応力状態)】

逆T擁壁の断面力は堅壁とフーチングとの接合部に集中する。また、鋼管杭とフーチング及び岩盤との接合部がヒンジ構造であるため、鋼管杭の曲げモーメントは鋼管杭中央付近、せん断力は鋼管杭両端に集中する。



第1-75図 防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) の地震時 (海側方向) の荷重図と発生断面力イメージ図

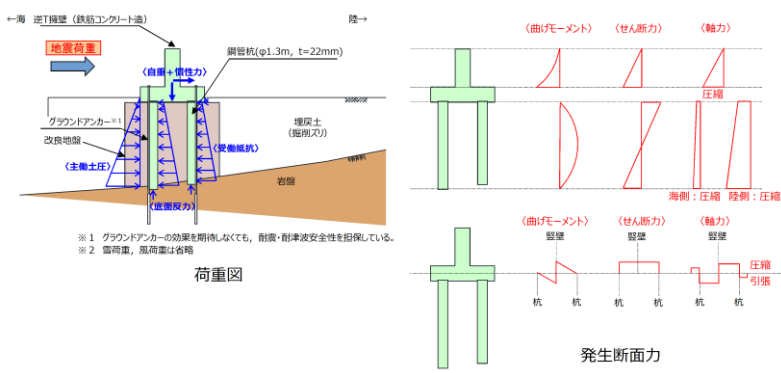
防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁) の地震時 (陸側方向) の荷重図と発生断面力 (応力状態) のイメージ図を第1-76図に示す。

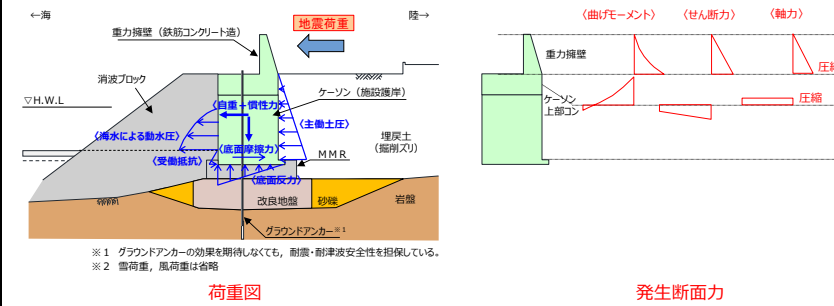
【荷重伝達メカニズム】

逆T擁壁及び鋼管杭に作用する地震力 (慣性力及び主働土圧) は、堅壁・フーチング・鋼管杭を介して鋼管杭背後の改良地盤に伝わり、反力として受働抵抗が働く。

【発生断面力 (応力状態)】

・ 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、発生断面力について説明

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>逆T擁壁の断面力は壁とフーチングとの接合部に集中する。また、鋼管杭とフーチング及び岩盤との接合部がヒンジ構造であるため、鋼管杭の曲げモーメントは鋼管杭中央付近、せん断力は鋼管杭両端に集中する。</p>  <p>第1-76 図 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の地震時（陸側方向）の荷重図と発生断面力イメージ図</p> <p>iii. 防波壁（波返重力擁壁） 防波壁（波返重力擁壁）の地震時（海側方向）の荷重図と発生断面力（応力状態）のイメージ図を第1-77 図に示す。</p> <p>【荷重伝達メカニズム】 地震力に対して海側に位置する消波ブロックは、受働抵抗として期待しない。 重力擁壁およびケーソンに作用する地震力（慣性力及び主働土圧）は、重力擁壁・ケーソンを介して前面の捨石およびケーソンの底面に伝わり、反力として受働抵抗および底面摩擦が働く。</p> <p>【発生断面力（応力状態）】 重力擁壁には受働抵抗が作用しないため、重力擁壁の発生断面力は重力擁壁付け根に集中する。</p>	



第1-77 図 防波壁（波返重力擁壁）の地震時（海側方向）の荷重図と発生断面力イメージ図

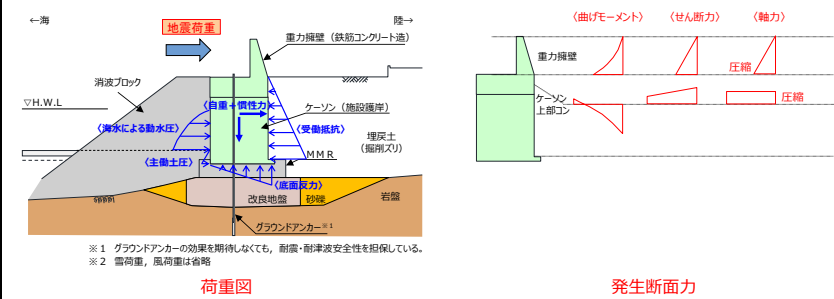
防波壁（波返重力擁壁）の地震時（陸側方向）の荷重図と発生断面力（応力状態）のイメージ図を第1-78 図に示す。

【荷重伝達メカニズム】

重力擁壁およびケーソンに作用する地震力（慣性力及び主働土圧）は、重力擁壁・ケーソンを介して背後の埋戻土およびケーソンの底面に伝わり、反力として受働抵抗および底面反力が働く。

【発生断面力（応力状態）】

重力擁壁には受働抵抗が作用しないため、重力擁壁の発生断面力は重力擁壁付け根に集中する。



第1-78 図 防波壁（波返重力擁壁）の地震時（陸側方向）の荷重図と発生断面力イメージ図

iii. 盛土堤防

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。

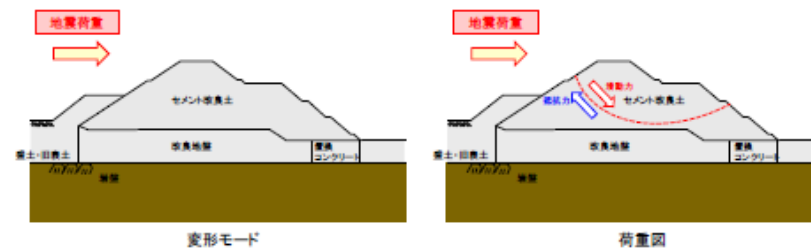
盛土堤防における地震時の変形モード及び荷重図を第1-35図に示す。

第1-25表 盛土堤防の各部位の役割（地震時）

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。
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。

第1-26表 盛土堤防の地盤の役割（地震時）

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。
盛土・旧表土	-



第1-35図 盛土堤防の変形モード及び荷重図（地震時）

・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。

(b) 津波時

i. 鋼管式鉛直壁 (一般部)

津波時において、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 1-27 表及び第 1-28 表 に示す役割を有する。

鋼管式鉛直壁 (一般部) における津波時の変形モード及び荷重図を第 1-36 図に示す。

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、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	・ 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	-

※：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 (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	-

(b) 津波時

i. 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)

防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の津波時の荷重図と発生断面力 (応力状態) のイメージ図を第 1-79 図に示す。

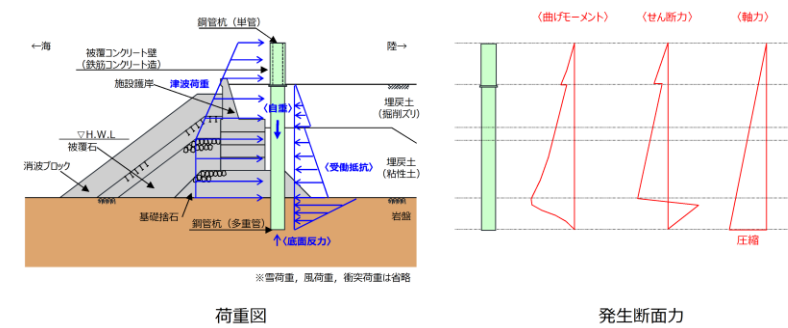
【荷重伝達メカニズム】

津波荷重に対して海側に位置する施設護岸及び埋戻土は考慮せず、津波荷重は防波壁に直接作用させる。

防波壁に作用する津波荷重は、防波壁を介して鋼管杭背後の岩盤及び埋戻土に伝わり、反力として受働抵抗が働く。

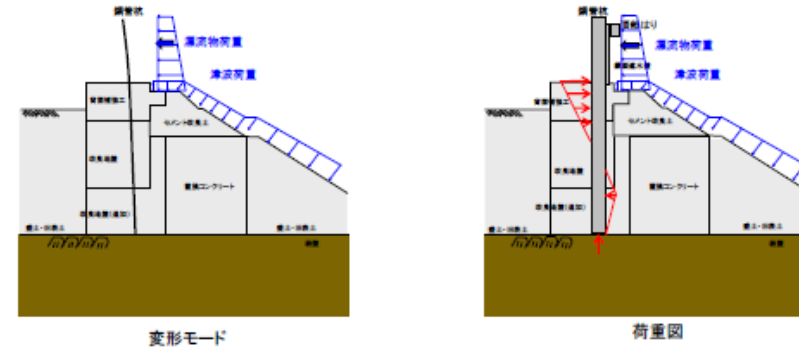
【発生断面力 (応力状態)】

埋戻土と岩盤 (根入れ部) の剛性差によって岩盤の受働抵抗が大きくなることから、せん断及び曲げモーメントは埋戻土と岩盤との境界に集中する。



第 1-79 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の津波時の荷重図と発生断面力イメージ図

・ 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、発生断面力について説明



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）

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潮堤の機能（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	・ 鋼製止水壁を支持する。
鋼製止水壁	・ 止水目地を支持するとともに、止水性を保持する。
RC 止水壁	・ 津波時の止水性を保持する。
止水目地	・ 鋼製止水壁間の変位に追随し、止水性を保持する。

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。

ii. 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）

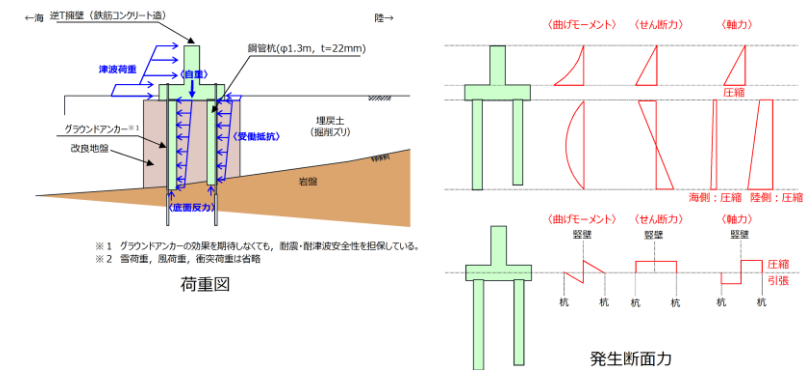
防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の津波時の荷重図と発生断面力（応力状態）のイメージ図を第1-80図に示す。

【荷重伝達メカニズム】

逆T擁壁に作用する津波荷重は、**堅壁・フーチング・鋼管杭を介して**鋼管杭背後の改良地盤に伝わり、**反力として受働抵抗が働く。**

【発生断面力（応力状態）】

逆T擁壁の発生断面力は**堅壁とフーチングとの接合部に集中する**。また、鋼管杭とフーチング及び岩盤との接合部が**ヒンジ構造**であるため、鋼管杭の曲げモーメントは鋼管杭中央付近、せん断力は鋼管杭両端に集中する。



第1-80 図 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）の津波時の荷重図と発生断面力イメージ図

・ 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、発生断面力について説明

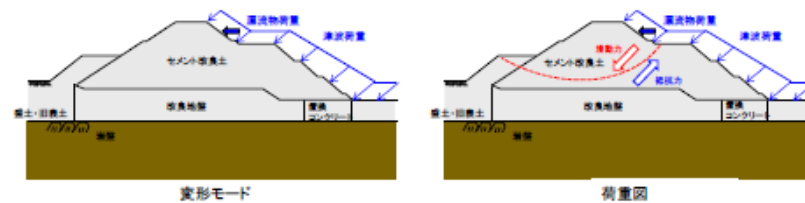
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p data-bbox="952 262 1700 588"> </p> <p data-bbox="943 611 1709 688">第 1-37 図 鋼管式鉛直壁（岩盤部）の変形モード及び荷重図（津波時）</p> <p data-bbox="1020 1283 1709 1587"> iii. 盛土堤防 津波時において、盛土堤防の各部位は、津波荷重及び漂流物荷重に対して防潮堤の機能（津波に対する止水性）を維持するため、第 1-31 表及び第 1-32 表に示す役割を有する。 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 data-bbox="1813 254 2502 373"> iii. 防波壁（波返重力擁壁） 防波壁（波返重力擁壁）の津波時の荷重図と発生断面力（応力状態）のイメージ図を第 1-81 図に示す。 </p> <p data-bbox="1872 390 2502 642"> 【荷重伝達メカニズム】 津波荷重に対して海側に位置する消波ブロックは考慮せず、津波荷重はケーソンに直接作用させる。 重力擁壁およびケーソンに作用する津波荷重は、重力擁壁・ケーソンを介して背後の埋戻土および底面に伝わり、反力として受働抵抗が働く。 </p> <p data-bbox="1872 659 2502 779"> 【発生断面力（応力状態）】 重力擁壁には受働抵抗が作用しないため、重力擁壁の発生断面力は重力擁壁付け根に集中する。 </p> <p data-bbox="1768 852 2502 1115"> </p> <p data-bbox="1739 1150 2502 1228">第 1-81 図 防波壁（波返重力擁壁）の津波時の荷重図と発生断面力イメージ図</p> <p data-bbox="2525 1283 2813 1493"> ・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>	<p data-bbox="2525 254 2813 600"> ・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、発生断面力について説明 </p> <p data-bbox="2525 1283 2813 1493"> ・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>

第 1-31 表 盛土堤防の各部位の役割 (津波時)

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"> 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 1-32 表 盛土堤防の地盤の役割 (津波時)

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。
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	-



第 1-38 図 盛土堤防の変形モード及び荷重図 (津波時)

(c) 重畳時 (津波+余震時)

i. 鋼管式鉛直壁 (一般部)

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 表及び第 1-34 表に示す役割を有する。

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。

(c) 重畳時 (津波+余震時)

「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。

・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

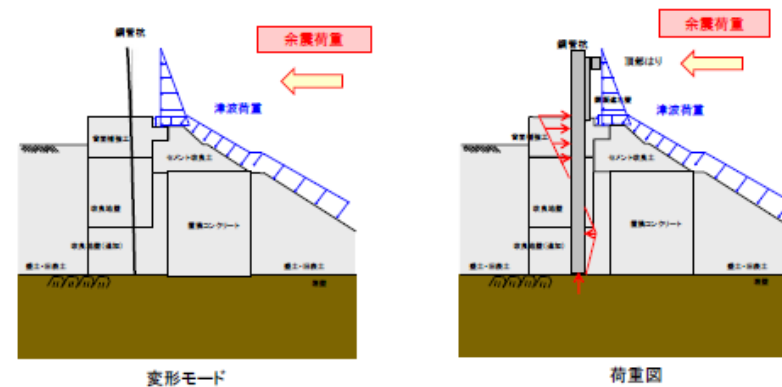
第1-33 表 鋼管式鉛直壁 (一般部) の各部位の役割 (重畳時)

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、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	—

※: 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1-34 表 鋼管式鉛直壁 (一般部) の地盤の役割 (重畳時)

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。 ・ 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。

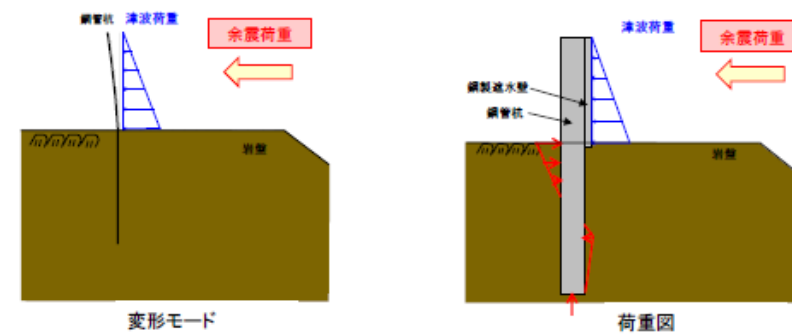
鋼管式鉛直壁 (岩盤部) における重畳時 (津波+余震時) の変形モード及び荷重図を第 1-40 図に示す。

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, 止水性を保持する。
RC 透水壁	・ 津波時の止水性を保持する。
止水目地	・ 鋼製透水壁間の変位に追従し, 止水性を保持する。

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	・ 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。

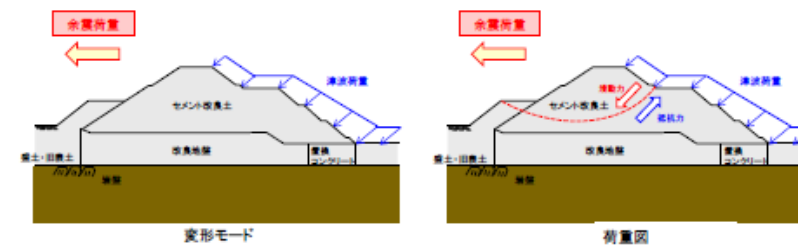
盛土堤防における重畳時（津波＋余震時）の変形モード及び荷重図を第1-41図に示す。

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	-

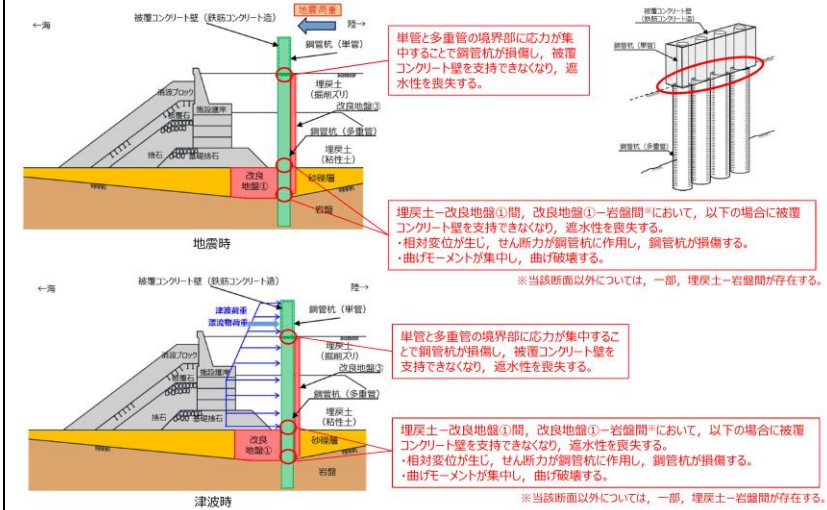


第1-41図 盛土堤防の変形モード及び荷重図（重畳時）

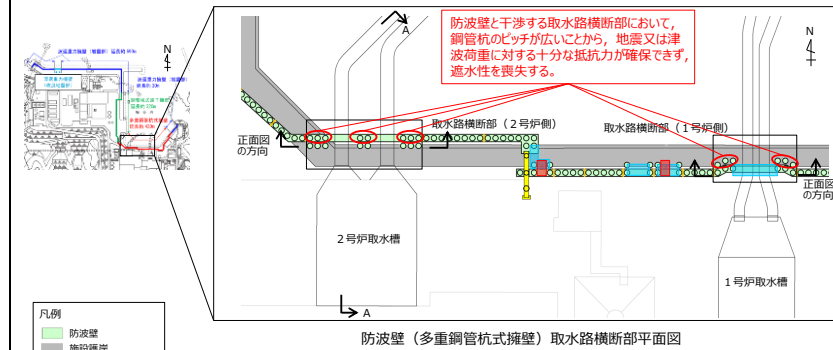
東海第二発電所 (2018.9.12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019.11.6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>d. 損傷モードの抽出と設計・施工上の配慮</p> <p>防潮堤は、鋼管式鉛直壁（一般部）、鋼管式鉛直壁（岩盤部）及び盛土堤防の3つの構造形式に分かれている。ここでは、防潮堤の設計方針について、サイト特性を踏まえた構造の特異性及び設計の保守性を整理した上で、地震時、津波時及び重畳時（津波＋余震時）に、防潮堤が維持すべき機能を喪失し得る事象（損傷モード）を仮定し、その損傷モードに対し設計・施工上どのような配慮が必要となるかを整理する。</p> <p>(a) サイト特性・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1-82 図に示す。</p> <p>第1-82 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 1192 1697 1627" data-label="Image"> <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>

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 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。</p> <p>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</p> <table border="1" data-bbox="973 619 1676 1543"> <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="7">鋼管杭(表杭・短杭共通)</td> <td>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。</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。</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>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-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、鋼製遮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></td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>地震又は津波荷重により、上杭と下杭の接合部で破壊し、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。</td> <td>①、②</td> <td>上杭と下杭の接合部は、複合構造標準示方書(土木学会)に準拠したソ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。</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>打撃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。</td> <td>①</td> <td>地震荷重については打撃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。</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>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。</td> <td>-</td> <td>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。</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、鋼製遮水壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。</td> <td>①</td> <td>打撃方向の検討を行い、隣接ブロックの影響を確認する。</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、鋼製遮水壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。</td> <td>②</td> <td>鋼管杭が転倒しないことを確認する。</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>鋼管杭(短杭)</td> <td>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。</td> <td>①</td> <td>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。</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>※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(-)。</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(表杭・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-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、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破壊し、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)に準拠したソ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。	○	打撃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撃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	打撃方向の検討を行い、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。	○	鋼管杭(短杭)	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。	-	<p>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1-30表に示す。</p> <p>第1-30(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</p> <table border="1" data-bbox="1736 619 2504 1186"> <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="12">鋼管杭</td> <td>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-岩盤間に曲げモーメントが集中し、曲げ破壊すること、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】</td> <td>①、②</td> <td>地震後や津波後の再使用性、津波時の影響(繰返しの変位)を考慮して、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、鋼管杭の変形が概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1】</td> <td>①、②</td> <td></td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>地震又は津波荷重により、甲管と多層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1】</td> <td>①、②</td> <td></td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>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、杭頭連結部が破壊し、被覆コンクリート壁が損傷すること、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>杭頭連結部が損傷しないことを確認する。(杭頭連結部を設置している取水路横断部の構造については次頁以降参照)</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>防波壁と干渉する取水路横断部において、鋼管杭のヒッチが広いことから、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2】</td> <td>①、②</td> <td>取水路横断部では、前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。</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、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。</td> <td>②</td> <td>鋼管杭が転倒しないことを確認する。</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>地震時に施設擁壁が損傷し、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。</td> <td>①</td> <td>施設擁壁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、鋼管杭の変形が概ね弾性範囲であることを確認する。</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>地震時に施設擁壁が損傷し、既に施設擁壁が崩壊した場合には、鋼管杭が露出した状態で津波が襲来し、鋼管杭から津波が湧上する。【図部3】</td> <td>②</td> <td>場合によっては多重鋼管杭について、地中ではセメントミルク、岩盤掘り上部はグラウト材を注入する。 既に施設擁壁が崩壊した場合には、鋼管杭の止水性をより確保するため、鋼管杭背面を地盤改良する。(参考資料10参照)</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>地震時に施設擁壁が損傷し、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3】</td> <td>①、②</td> <td>施設擁壁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、鋼管杭の変形が概ね弾性範囲であることを確認する。 防波壁前面の施設擁壁をモデル化しないケースにおいて、防波壁の構造成立性を確認する。(参考資料10参照)</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>打撃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。</td> <td>①</td> <td>地震荷重については打撃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、鋼管杭の変形が概ね弾性範囲であることを確認する。</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。</td> <td>①</td> <td>地震荷重については打撃方向についても考慮し、隣接ブロックの影響を確認する。</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>地震時又は津波時に施設擁壁の一部が崩壊し、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。</td> <td>②</td> <td>数値シミュレーションにより、擁壁崩壊は流速が小さいことを確認しているため、擁壁崩壊部材は津波により漂流物とならないと判断する。</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> <p>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1-83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1-84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。</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埋戻土-改良地盤間、埋戻土-岩盤間、改良地盤-岩盤間に曲げモーメントが集中し、曲げ破壊すること、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、鋼管杭の変形が概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1】	①、②		○	地震又は津波荷重により、甲管と多層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1】	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、杭頭連結部が破壊し、被覆コンクリート壁が損傷すること、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。(杭頭連結部を設置している取水路横断部の構造については次頁以降参照)	○	防波壁と干渉する取水路横断部において、鋼管杭のヒッチが広いことから、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2】	①、②	取水路横断部では、前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。	○	地震時に施設擁壁が損傷し、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	施設擁壁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、鋼管杭の変形が概ね弾性範囲であることを確認する。	○	地震時に施設擁壁が損傷し、既に施設擁壁が崩壊した場合には、鋼管杭が露出した状態で津波が襲来し、鋼管杭から津波が湧上する。【図部3】	②	場合によっては多重鋼管杭について、地中ではセメントミルク、岩盤掘り上部はグラウト材を注入する。 既に施設擁壁が崩壊した場合には、鋼管杭の止水性をより確保するため、鋼管杭背面を地盤改良する。(参考資料10参照)	○	地震時に施設擁壁が損傷し、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3】	①、②	施設擁壁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、鋼管杭の変形が概ね弾性範囲であることを確認する。 防波壁前面の施設擁壁をモデル化しないケースにおいて、防波壁の構造成立性を確認する。(参考資料10参照)	○	打撃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撃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、鋼管杭の変形が概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撃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擁壁の一部が崩壊し、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。	②	数値シミュレーションにより、擁壁崩壊は流速が小さいことを確認しているため、擁壁崩壊部材は津波により漂流物とならないと判断する。	-	<p>・設備の相違【女川2】 設備の相違による記載内容の相違 ・記載方針の相違【女川2】 島根は図表により弱部を明示</p> <p>・記載方針の相違【女川2】 島根は図表により弱部を明示</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(表杭・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-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、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破壊し、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)に準拠したソ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。	○																																																																																												
	打撃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撃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	打撃方向の検討を行い、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。	○																																																																																												
鋼管杭(短杭)	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。	-																																																																																												
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-岩盤間に曲げモーメントが集中し、曲げ破壊すること、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、鋼管杭の変形が概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1】	①、②		○																																																																																												
	地震又は津波荷重により、甲管と多層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1】	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、杭頭連結部が破壊し、被覆コンクリート壁が損傷すること、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。(杭頭連結部を設置している取水路横断部の構造については次頁以降参照)	○																																																																																												
	防波壁と干渉する取水路横断部において、鋼管杭のヒッチが広いことから、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2】	①、②	取水路横断部では、前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。	○																																																																																												
	地震時に施設擁壁が損傷し、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	施設擁壁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、鋼管杭の変形が概ね弾性範囲であることを確認する。	○																																																																																												
	地震時に施設擁壁が損傷し、既に施設擁壁が崩壊した場合には、鋼管杭が露出した状態で津波が襲来し、鋼管杭から津波が湧上する。【図部3】	②	場合によっては多重鋼管杭について、地中ではセメントミルク、岩盤掘り上部はグラウト材を注入する。 既に施設擁壁が崩壊した場合には、鋼管杭の止水性をより確保するため、鋼管杭背面を地盤改良する。(参考資料10参照)	○																																																																																												
	地震時に施設擁壁が損傷し、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3】	①、②	施設擁壁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、鋼管杭の変形が概ね弾性範囲であることを確認する。 防波壁前面の施設擁壁をモデル化しないケースにおいて、防波壁の構造成立性を確認する。(参考資料10参照)	○																																																																																												
	打撃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撃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、鋼管杭の変形が概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撃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擁壁の一部が崩壊し、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。	②	数値シミュレーションにより、擁壁崩壊は流速が小さいことを確認しているため、擁壁崩壊部材は津波により漂流物とならないと判断する。	-																																																																																												



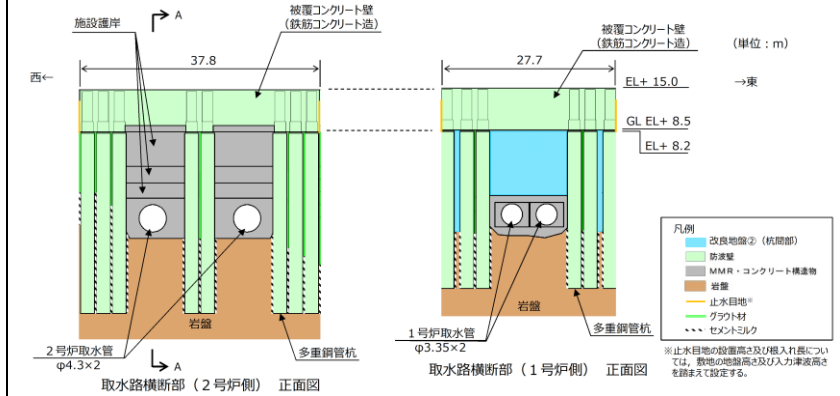
第1-83 図 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）弱部①概要図



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）

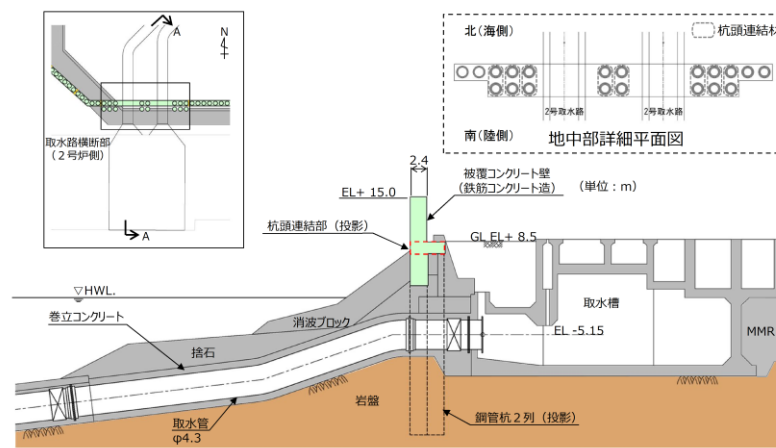
防波壁（多重鋼管杭式擁壁）取水路横断部の正面図を第1-85 図に示す。取水路横断部の耐震及び耐津波評価は、下図に示すとおり、2号炉側のスパンが1号炉側より大きく、構造上の弱部となる箇所での発生断面力が大きくなることから、2号炉側に代表させて行う。

・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1-85 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 弱部②概要図 (取水路横断部正面図)

防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 取水路横断部 (2号炉側, A-A断面) の断面図を第1-86 図に示す。取水路横断部 (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1-86 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 弱部②概要図 (取水路横断部 (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。	-
	津波時の漂着物荷重により、鋼製遮水壁が損傷し、遮水性を喪失する。	②	漂着物荷重による鋼製遮水壁の発生応力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)	地震時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けないことにより、漂流物が直撃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。	○
	津波時の漂着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	漂着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 1-30(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。	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 1-30(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

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

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	防漏場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。	—

※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1-30(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

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(砂浜層)	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。 地震時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	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③(防波壁背後)	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・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。 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、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(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。(参考資料10参照)	○

※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1-39(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、鋼製止水壁を支持できなくなることで、鋼製止水壁の漏水性を喪失する。 地震又は津波発生により、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。 	○

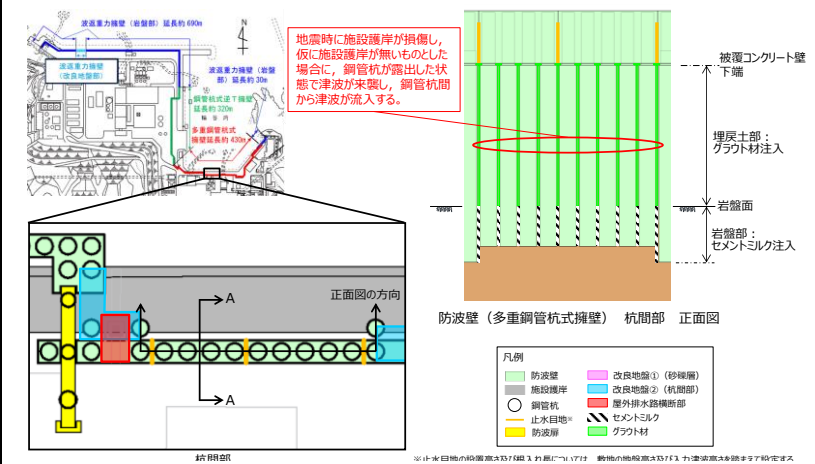
※1: ①地震時、②津波時、なお津波+余震時はすべての事象を想定。
 ※2: 照査を実施する場合は○。照査不要と判断している場合は(-)。
 ※3: 地盤と施設を連成した2次元FEM解析により、各要素の破壊状況についても確認し、必要に応じて破壊の進展を考慮した検討(非線形解析等)を行う。

第1-30(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漏水性を喪失する。 取水路からの漏水により改良地盤が洗掘され、不透水性を喪失する。 	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。(多重鋼管杭間の岩盤部の構造については次頁以降参照) 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部のすべりが生じ、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漏水性を喪失する。 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1-87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た。



第1-87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1-31表及び第1-88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>第1-31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"> <thead> <tr> <th></th> <th>セメントミルク (地中部 (岩盤部) に注入)</th> <th>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>・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Ⅲ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>・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等を考慮して、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>・一軸圧縮強度: 8.8 (N/mm²)</td> <td>・一軸圧縮強度: 0.7~1.4 (N/mm²)</td> </tr> <tr> <td>管理項目</td> <td>・所定の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>・「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>・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>・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>		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	・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Ⅲ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。	・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等を考慮して、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	・一軸圧縮強度: 8.8 (N/mm ²)	・一軸圧縮強度: 0.7~1.4 (N/mm ²)	管理項目	・所定の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。	・「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)	・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。)	・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。	<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>
	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	・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Ⅲ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。	・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等を考慮して、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	・一軸圧縮強度: 8.8 (N/mm ²)	・一軸圧縮強度: 0.7~1.4 (N/mm ²)																
管理項目	・所定の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。	・「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)	・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。)	・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。																
		<p>第1-88 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>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1-89 図に示す。</p>																
		<p>【地震時】 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)</p>																
		<p>【津波時】 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</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>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。(詳細は参考資料10参照)</p>  <p>第1-89 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

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

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。	○
	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。		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・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。		改良地盤の施工上の配慮については、参考資料 2 に示す。	
	地震時に鋼管杭下地底面のすべりが生じ、杭の変形量が大きくなり、杭が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	
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。	①、②	取水路は、基準地震動 S ₀ 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。	

※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(—)。

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 1-32 表～第 1-34 表に示す。

第 1-32(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

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、鋼管杭の変形が概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。	①、②	地盤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、鋼管杭が概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、隣接ブロックの影響を確認する。	○
	隣接するブロックからの荷重により、鋼管杭が損傷し逆T擁壁を支持できなくなり、遮水性を喪失する。	①	鋼管杭が転倒しないことを確認する。	○
	津波荷重により、鋼管杭の下部が転倒するモードが発生し、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崩壊による影響検討を行う。尚、ケースについて防波壁に損傷が発生しないことを確認する。(参考資料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	数値シミュレーションにより、護岸際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。	—
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。	①	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、防波壁の構造成立性を確認する。	—	

※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 1-32(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

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合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		○
	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。	—		○
	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		○
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逆T擁壁に衝突することで逆T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、護岸際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(—)。

・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 (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

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	<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。 	○
	地震時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	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。	○

※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 1-32 (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

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。	-
	巻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、巻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 (-)。

第 1-32 (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

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 (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。 	○
	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。			
改良地盤 (鋼管杭前面)	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、ホイルング・バイキ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"> 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。(参考資料 11 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。 	○
	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、ホイルング・バイキ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
 ※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 1-32 (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

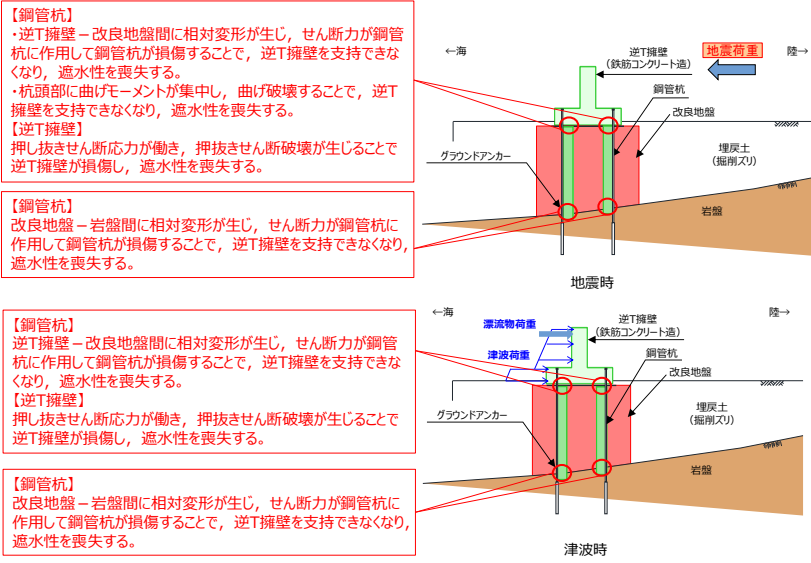
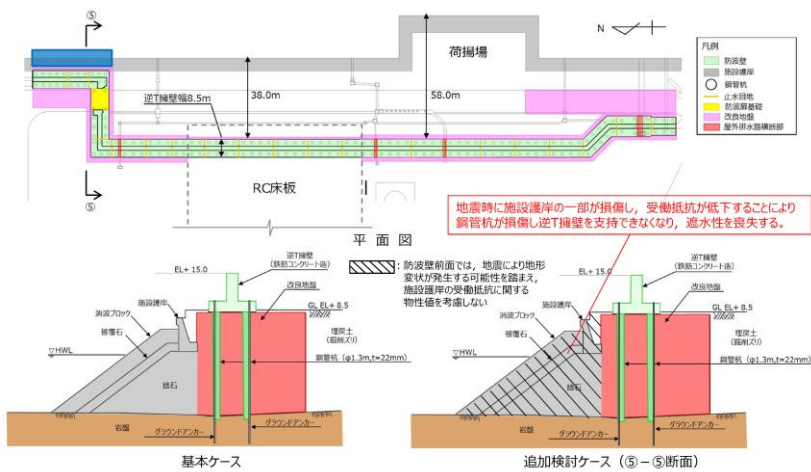
部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース ^{※1}	設計・施工上の配慮	照査 ^{※2}
岩盤	地震時に鋼管杭下端底面のすべりが生じ、杭の変形量が大きくなり、杭が逆 T 擁壁を支持できなくなることで、鋼製止水壁の遮水性を喪失する。	①	すべり安全率が許容値以上であることを確認する。(3条で確認)	○
	地震時に鋼管杭に伝わる荷重により岩盤が破壊し、鉛直支持機能を喪失する。【節部①】	①	杭先端部の最大軸力が地盤の極限支持力以下であることを確認する。(参考資料 3 参照)	○

※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 1-90 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扉北側部の平面図及び断面図を第 1-91 図に示す。

・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>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。</p> <p>【鋼管杭】 ・逆T擁壁－改良地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。 ・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。 【逆T擁壁】 押し抜きせん断応力が働き、押し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。</p> <p>【鋼管杭】 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。</p> <p>【鋼管杭】 逆T擁壁－改良地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。 【逆T擁壁】 押し抜きせん断応力が働き、押し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。</p> <p>【鋼管杭】 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。</p>  <p>第1-90 図 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）弱部①概要図</p>  <p>第1-91 図 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）弱部②概要図</p>	<p>・記載方針の相違 【女川2】 島根は図表により弱部を明示</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>

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1-33 (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する。	-
	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。ケーソンと重力擁壁の境界部であるケーソン派山部の健全性を確認し、遮水性を確保することを確認する。(参考資料4参照)	○
	地震又は津波荷重により、重力擁壁の既設コンクリートと新設コンクリートの取合い部が損傷し、遮水性を喪失する。【弱部②】	①、②	既設コンクリートの表面は目荒しを実施し、必要な付着強度を確保している。また、嵩上げた重力擁壁は、海側及び陸側に新たに鉛直鉄筋を主筋として配置し、この鉄筋を施設標準に定着させ、一体化させた構造としている。(参考資料4参照)	○
地震時又は津波時に施設陸岸の一部が崩壊し、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、護岸際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1-33 (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1-33 (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、ケーソンが曲げ及びせん断破壊し、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	ケーソンの各部材の簡易変形角又は圧縮線コンクリートひずみが限界簡易変形角又は圧縮線コンクリート限界ひずみ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及びせん断破壊し、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	ケーソンの各部材のせん断力がせん断耐力以下であることを確認する。	○
	地震又は津波荷重により、ケーソンが曲げ及びせん断破壊し、遮水性を喪失する。	①、②	ケーソン (前壁、後壁、側壁) 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、ケーソンが滑動及び転倒することで、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鋼のせん断破壊又は周辺岩盤のすべり破壊により、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耐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(-)。

・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適切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、ポイリング・バイズ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1-33 (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}
MR	地震又は津波荷重によりMR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ることによ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、MR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MR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1-33 (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、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・バイズ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1-33 (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)	○
	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が破壊し、重力擁壁又は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1-34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たうえ、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、鋼管杭及び鋼製遮水壁に荷重が作用し、鋼製遮水壁を支持できなくなり、鋼製遮水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) と同様にご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、鋼製遮水壁に損傷が生じ、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	鋼製遮水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。	-
	津波により地山が洗掘され、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	岩盤斜面と洗掘されない設計とする。	-

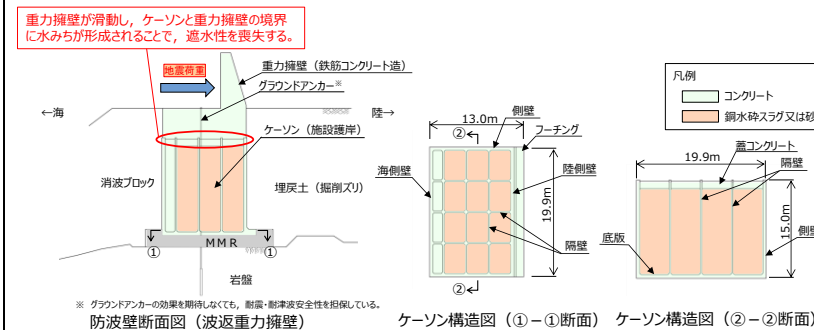
※1: ①地震時、②津波時、なお津波+余震時はすべての事象を想定。
 ※2: 照査を実施する場合は○、照査不要と判断している場合は(-)。

(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 1-92 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部のケーソン張出部の健全性を確認し、遮水性を確保することを確認した (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 1-93 図に示す。



第 1-92 図 防波壁 (波返重力擁壁) 弱部①概要図



第 1-93 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>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。</p> <p>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。</p> <p><u>ii. セメント改良土</u></p> <p>(i) 盛土堤防</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>(ii) 鋼管式鉛直壁（一般部）</p> <p>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。</p> <p>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</p>	<p>重力擁壁の構造及び構造上の弱部となる箇所を第1-94 図に示す。</p> <p>重力擁壁は、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た構造としている。</p> <p>新設コンクリートは、既設の護岸の重力擁壁表面に目荒らしを行い、既設コンクリートを巻き込むように打設し、新設コンクリートに配置する鉄筋を既設の護岸に定着することにより、既設コンクリートと新設コンクリートの一体化を図っている。</p> <p>したがって、設置許可段階においては、新設コンクリート主筋の既設の護岸への定着長と新設コンクリートの付着強度について確認する。(詳細は参考資料4参照)。</p> <div data-bbox="1774 919 2493 1297"> <p>地震又は津波荷重により、重力擁壁の既設コンクリートと新設コンクリートの取合い部が損傷し、遮水性を喪失する。</p> <p>新設コンクリート</p> <p>新設コンクリート主筋(陸側)</p> <p>地震・津波荷重</p> <p>地震荷重</p> <p>新設コンクリート主筋(海側)</p> <p>目荒らし</p> <p>既設の護岸</p> <p>EL+6.5m</p> <p>重力擁壁の構造</p> <p>陸側鉄筋組立状況</p> <p>目荒らし施工状況</p> </div> <p>第1-94 図防波壁（波返重力擁壁）弱部②概要図</p>	<p>備考</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> 	<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、設置許可段階において提示する内容を整理した結果を第1-35表に示す。</p> <p>第1-35(1)表 設置許可段階における解析条件等の整理</p> <table border="1" data-bbox="1736 1008 2496 1365"> <thead> <tr> <th colspan="2">設置許可段階(設計方針と構造成立性評価)</th> <th>本資料の説明範囲</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">対象断面</td> <td>構造成立性 (4条・5条)</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>地盤安定性 (3条)</td> <td>- (基礎地盤の安定性評価にて説明予定)</td> </tr> </tbody> </table>	設置許可段階(設計方針と構造成立性評価)		本資料の説明範囲	対象断面	構造成立性 (4条・5条)	○	地盤安定性 (3条)	- (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>
設置許可段階(設計方針と構造成立性評価)		本資料の説明範囲									
対象断面	構造成立性 (4条・5条)	○									
	地盤安定性 (3条)	- (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

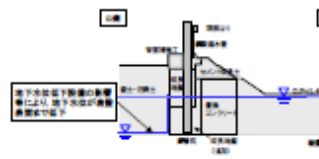
評価対象部位	設計仕様	応力等の状態	設計に用いる計算標準
下部工	基礎地盤	支神力	「建設標準方書・四脚版 (1) 条適用、下部地盤定額」を適用し、多様な安全余裕を考慮した基礎支神力以下とする。
	鋼管杭	曲げ、せん断	【基礎地盤に対して】 「建設標準方書・四脚版 (1) 条適用、下部地盤定額」を適用し、多様な安全余裕を考慮した基礎支神力以下とする。 【T.P. + 24h 水位に対して】 「建設標準方書・四脚版 (1) 条適用、下部地盤定額」に基づき曲げ応力度・せん断応力度以下とする。
上部工	鋼管杭コンクリート (鋼管杭コンクリート)	曲げ、せん断	【基礎地盤に対して】 「建設標準方書・四脚版 (1) 条適用、Y 脚版設計標準」を適用し、多様な安全余裕を考慮した基礎支神力以下とする。 【コンクリート標準方書【構造性標準】でも確認。】 【T.P. + 24h 水位に対して】 「建設標準方書・四脚版 (1) 条適用、Y 脚版設計標準」に基づき曲げ応力度・せん断応力度以下とする。
		曲げ、せん断	【基礎地盤に対して】 「建設標準方書・四脚版 (1) 条適用、下部地盤定額」及び「鋼管杭コンクリート設計標準」を適用し、多様な安全余裕を考慮した基礎支神力以下とする。 【T.P. + 24h 水位に対して】 「建設標準方書・四脚版 (1) 条適用、下部地盤定額」に基づき曲げ応力度・せん断応力度以下とする。
	実効、引張り	メーカ一貫性及び品質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応力値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・四脚版」を適用し、多様な安全余裕を考慮した基礎支神力以下とする。	
	曲げ、引張り、せん断	「鋼管杭設計標準」を適用し、多様な安全余裕を考慮した基礎支神力以下とする。	
地盤改良の裏上げ (改良体)	せん断	「建設標準方書・四脚版 (1) 条適用、下部地盤定額」及び「鋼管杭設計標準」を適用し、多様な安全余裕を考慮した基礎支神力以下とする。	
表層改良体	せん断	多様な安全余裕を考慮したせん断強度以下とする。	
シートパイル	せん断	多様な安全余裕を考慮したせん断強度以下とする。	

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)	地盤安定性 (3条)	
地盤	構造成立性 (4条・5条)	・構造物への影響が大きい地盤改良 (2設) を構造成立性評価地盤改良として選定。	・全基準地震動 7 設
	地盤安定性 (3条)	・全基準地震動 7 設	-
解析方法	【鋼管式鉛直壁 (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解析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軟化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。 ・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消される。 ・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る。 ・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軟化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。 		
	【鋼管式鉛直壁 (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。 		
【盛土増防】		<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
	一般部	射撃部	
地下水位	<ul style="list-style-type: none"> (海側) 期望平均高水位 (O.P. +1.43m) として設定 (山側) 同上 	<ul style="list-style-type: none"> (海側) 地表面に設定 (山側) 同上 	<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保の上、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部表面まで低下して、防層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)。 
	<ul style="list-style-type: none"> (海側) 期望平均高水位 (O.P. +1.43m) として設定 (山側) 地表面 (盛土増防内部は O.P. +13.9m) に設定 		
	<ul style="list-style-type: none"> 【盛土】 ・全試験データの下限値を採用 	<ul style="list-style-type: none"> 【田表土】 ・防層増設部の全試験データの下限値を採用 	
液状化 (液状化強度特性)	<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、防層増設部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。 		

島根原子力発電所 2号炉

第 1-35 (2) 表 設置許可段階における解析条件等の整理

対象地震波	設置許可段階 (設計方針と構造成立性評価)		本資料の説明範囲
	構造成立性 (4条・5条)	地盤安定性 (3条)	
解析方法	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波 (1 波) を構造成立性評価地震波として選定。 ・全基準地震動 7 波 	○ - (基礎地盤の安定性評価にて説明予定)
	地盤安定性 (3条)	<ul style="list-style-type: none"> ・【防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)】 ・【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)】 ・【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 (波返し力擁壁)】 ・【e.(c) 防波壁 (波返し力擁壁) 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 1-35 (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

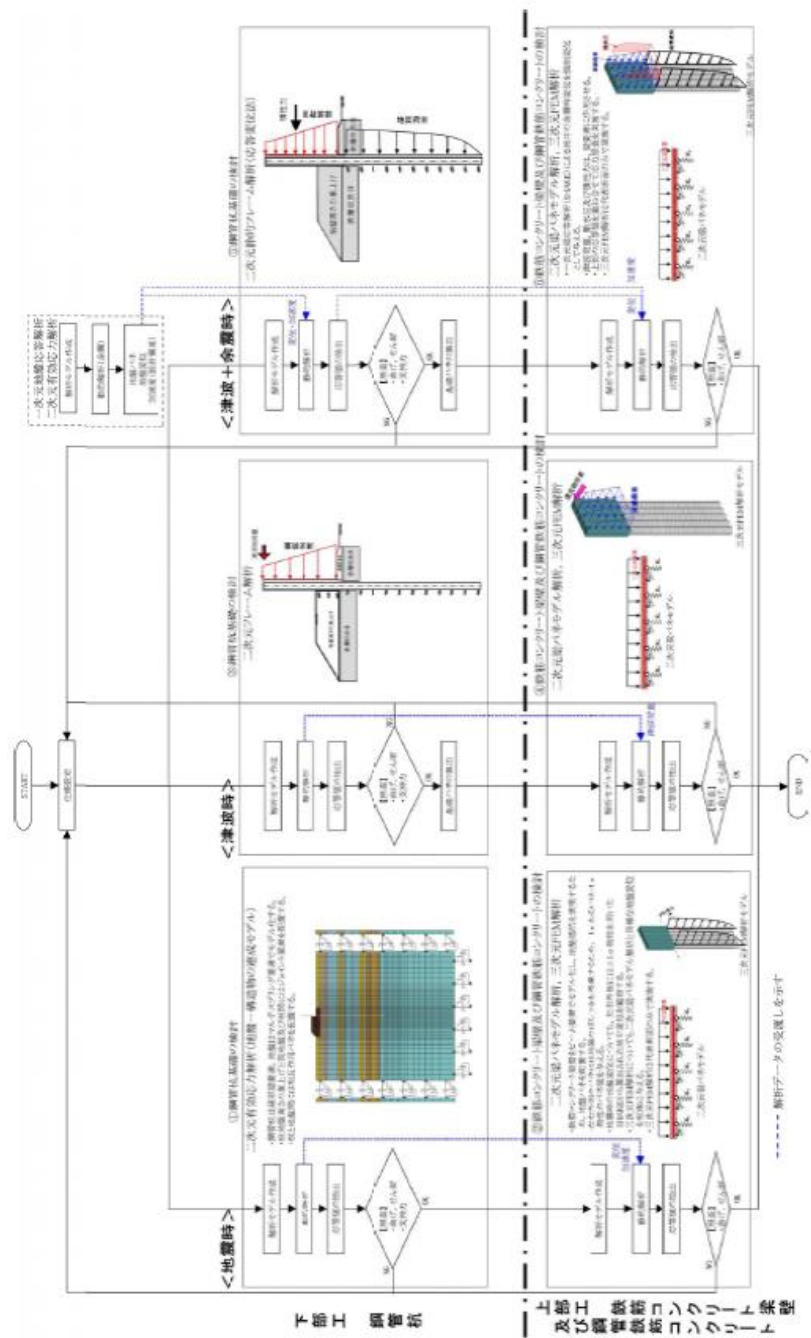
	設置許可段階 (設計方針と構造成立性評価)		本資料の説明範囲
	防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)	防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)	
地下水位	<ul style="list-style-type: none"> ・防波壁から陸側: EL+0.30m ・施設護岸から防波壁まで: EL+0.14m ・施設護岸から海側: EL-0.02m 	<ul style="list-style-type: none"> ・施設護岸から陸側: 地表面 ・施設護岸から防波壁まで: EL+0.14m ・施設護岸から海側: EL-0.02m 	○
	<ul style="list-style-type: none"> ・防波壁から陸側: 地表面 ・防波壁から海側: EL-0.02m 		○
	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する。なお、簡易設定法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。 	

備考

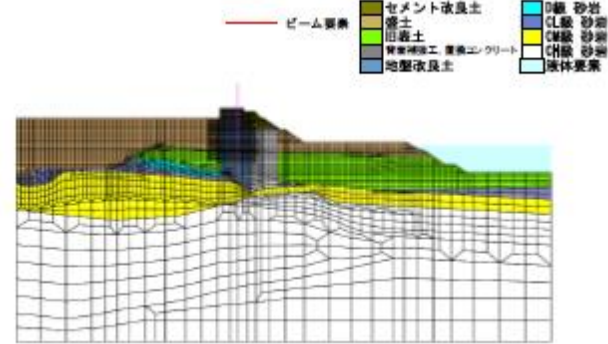
・設備の相違
【東海第二, 女川2】
設備の相違による記載内容の相違

・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

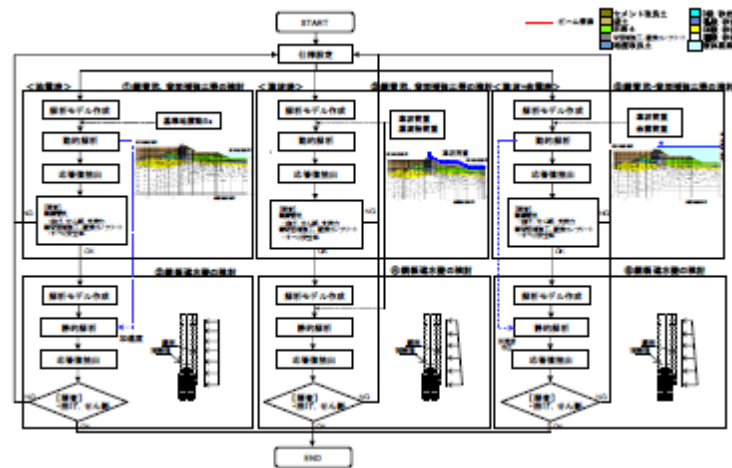
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考										
	<p>第1-43(4)表 設置許可段階と工認段階における解析条件等の整理</p> <table border="1" data-bbox="979 294 1662 1039"> <thead> <tr> <th data-bbox="979 294 1365 336">設置許可段階(設計方針と見直し)</th> <th data-bbox="1365 294 1662 336">工認段階</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="979 336 1365 1039"> <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 1662 1039"> <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, $-1\sigma^{*2}$</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) による影響を確認する。 <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、岩盤の実際の影響が支配的となることから、<input type="checkbox"/>級以上の岩盤の動せん断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, $-1\sigma^{*2}$</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 data-bbox="979 1050 1662 1123">*1: 岩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剛性等に支配的でないこと、土中は高橋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 data-bbox="979 1134 1662 1186">*2: 岩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, $-1\sigma^{*2}$</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) による影響を確認する。 <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、岩盤の実際の影響が支配的となることから、<input type="checkbox"/>級以上の岩盤の動せん断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, $-1\sigma^{*2}$</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1-35 (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="1736 336 2493 640"> <thead> <tr> <th data-bbox="1736 336 1855 378">地盤物性のばらつき</th> <th data-bbox="1855 336 2315 378">設置許可段階(設計方針と構造成立性評価)</th> <th data-bbox="2315 336 2493 378">本資料の説明範囲</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1736 378 1855 640"></td> <td data-bbox="1855 378 2315 640"> <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、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>【防波壁(多重鋼管杭式擁壁)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p> <p>【防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p> <p>【防波壁(波返重力擁壁)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p> </td> <td data-bbox="2315 378 2493 640">○</td> </tr> </tbody> </table>	地盤物性のばらつき	設置許可段階(設計方針と構造成立性評価)	本資料の説明範囲		<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、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>【防波壁(多重鋼管杭式擁壁)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p> <p>【防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p> <p>【防波壁(波返重力擁壁)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p>	○	<p>備考</p> <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, $-1\sigma^{*2}$</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) による影響を確認する。 <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、岩盤の実際の影響が支配的となることから、<input type="checkbox"/>級以上の岩盤の動せん断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, $-1\sigma^{*2}$</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。 												
地盤物性のばらつき	設置許可段階(設計方針と構造成立性評価)	本資料の説明範囲											
	<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、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>【防波壁(多重鋼管杭式擁壁)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p> <p>【防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p> <p>【防波壁(波返重力擁壁)】 (剛性) 解析用物性値 (強度) 解析用物性値</p>	○											



第1-6図 防潮壁の検討モデルと評価フロー

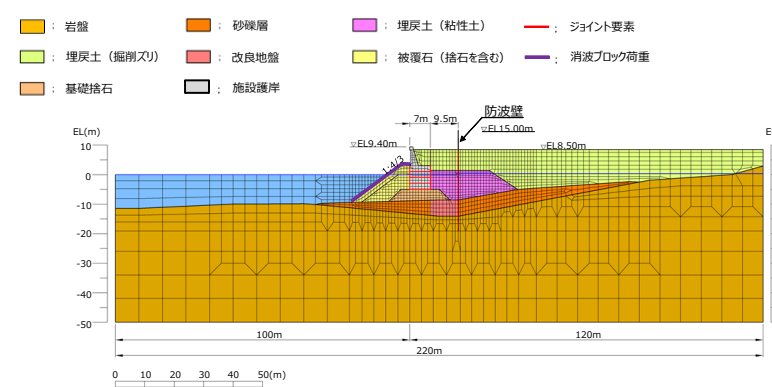


第1-45 図 鋼管式鉛直壁 (一般部) の解析モデル

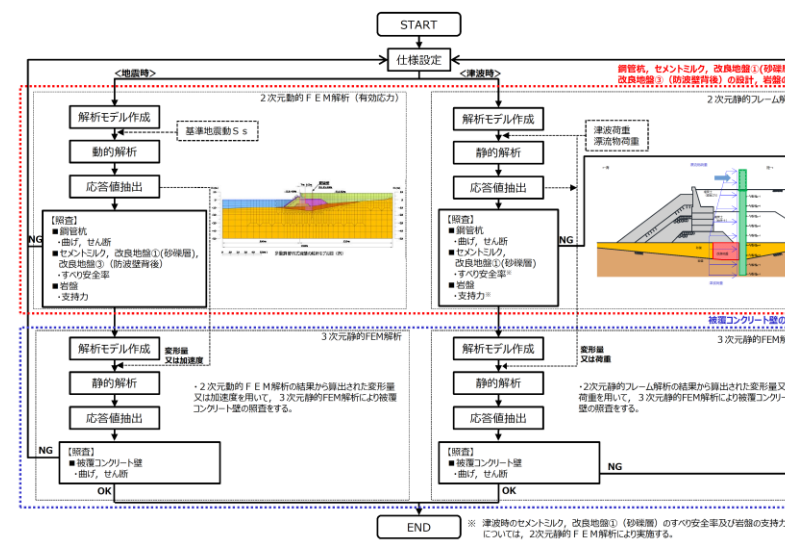


第1-46 図 鋼管式鉛直壁 (一般部) の解析概要

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1-96 図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の解析モデル



第1-97 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1-36表に示す。被覆コンクリート壁の設計方針概要については以下に示す。
【被覆コンクリート壁の設計方針概要】

・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。	
	津波時				
	重畳時				
前面補強工	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				
覆土 コンクリート	地震時	2次元動的 FEM 解析 ^{※1} 、 2次元浸透流解析	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次元浸透流解析	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：現状の有期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。

2次元動的 FEM 解析及び 2次元静的 フレーム解析の結果から算出された加速度と変形量を用いて、3次元静的 FEM 解析により被覆コンクリート壁の照査をする。また、取水路横断部の被覆コンクリート壁についても、前後 2列に配置される鋼管杭を含む 3次元的な挙動を精緻に評価するため、鋼管杭の配置を考慮した梁モデルによる静的解析から 3次元静的 FEM 解析による照査に見直す。
参考として、取水路横断部における当初の設計方針を f. 解析概要 (参考) に示す。

第 1-36 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		2次元静的フレーム解析		
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	2次元動的 FEM 解析 (有効応力解析)	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		2次元静的 FEM 解析		
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事審査ガイド
	津波時		2次元静的 FEM 解析		
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		2次元静的 FEM 解析		
セメントミルク	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次元静的 FEM 解析		

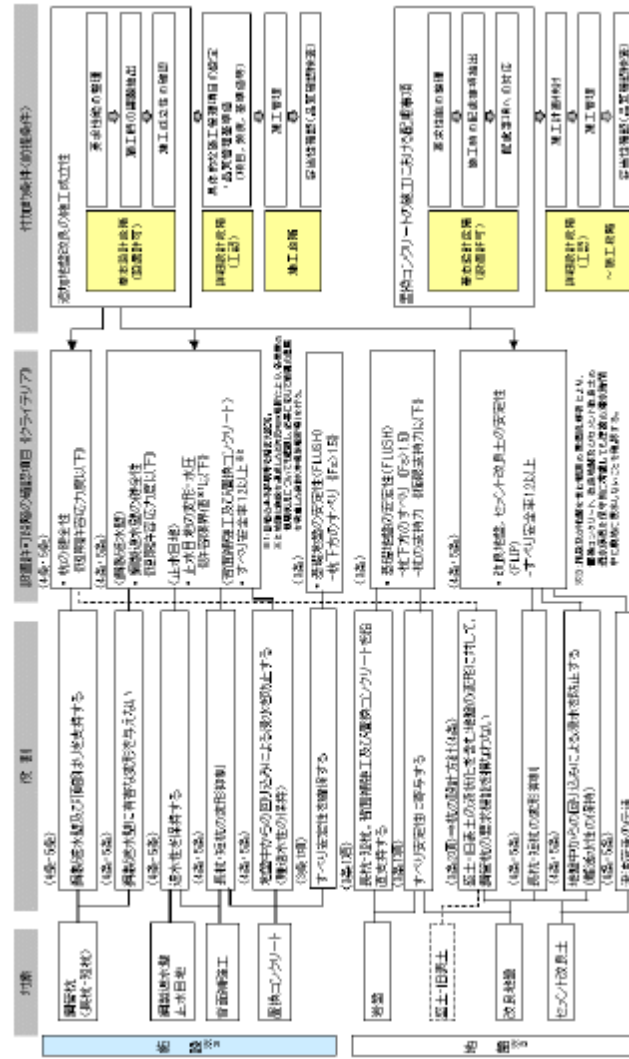
防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の支持力は、岩盤の支持力試験から定めた極限支持力と地震応答解析により求められる杭先端の杭先端の最大軸力を比較することにより確認する。

「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ついて以下の記載がされている。

・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。

・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)」

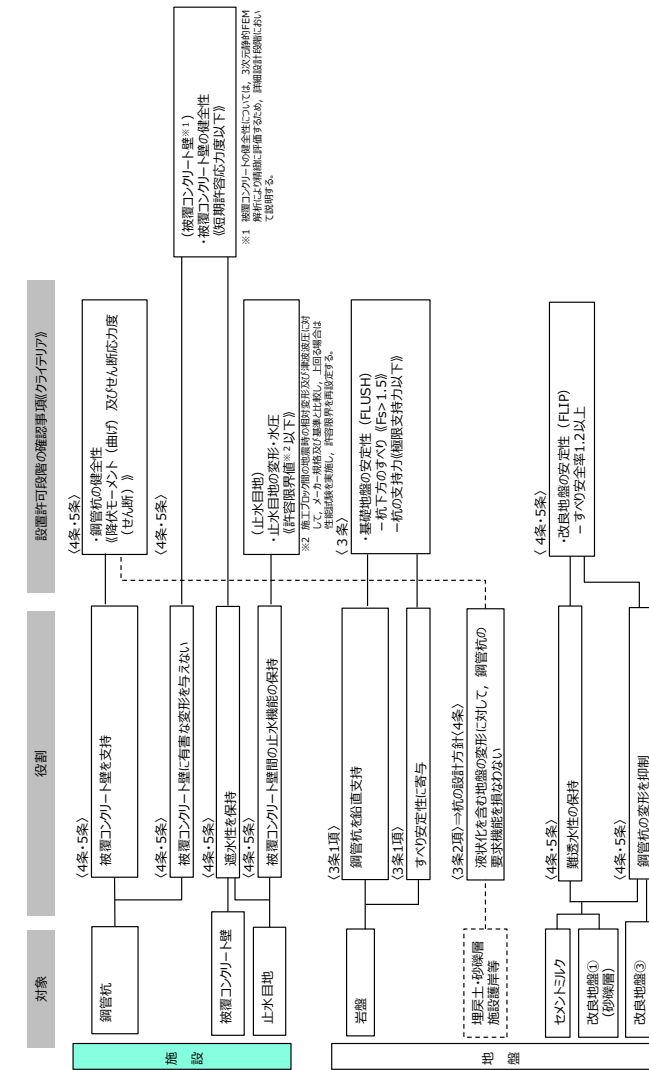
《「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 (平成14年3月)」に示される極限支持力の推定式》

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

U: 周面摩擦力

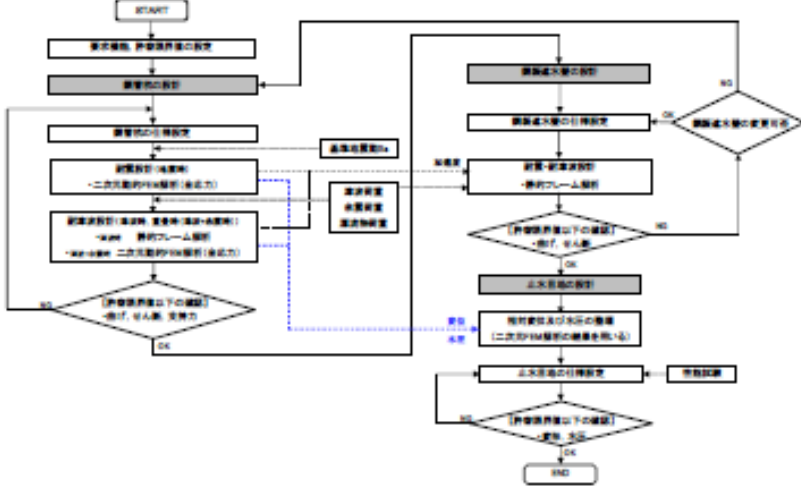
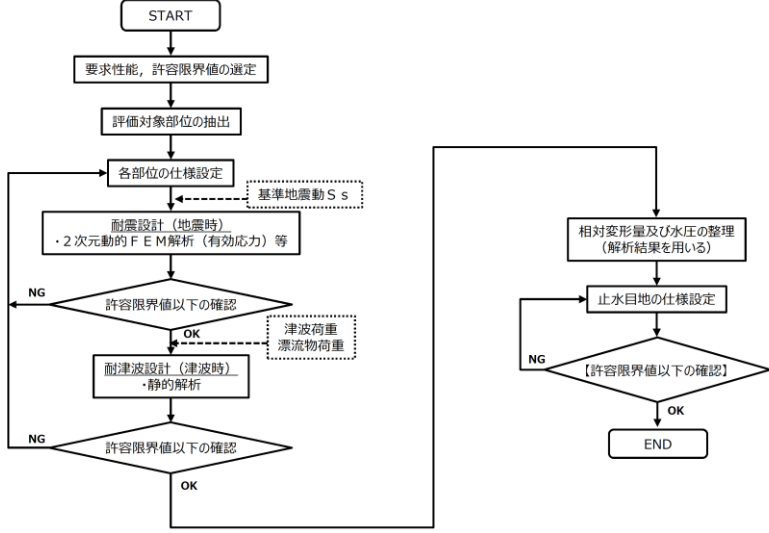
q_d : 杭先端における単位面積あたりの極限支持力度 (kN/m²)
 A : 杭先端面積 (m²)

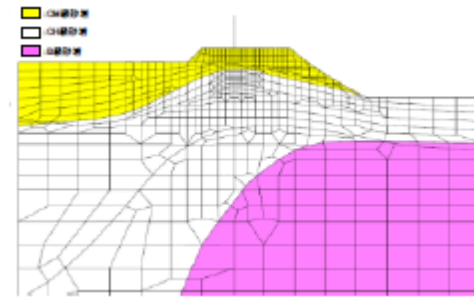
また、防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の設置許可段階における確認項目を第1-98 図に示す。



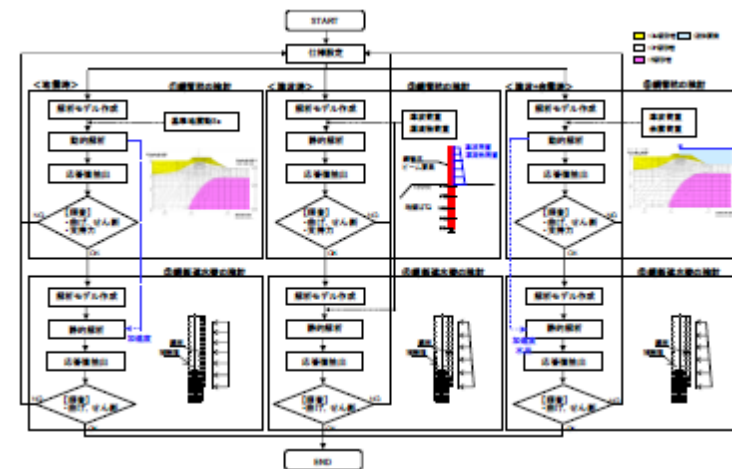
第1-98 図 設置許可段階における確認項目「防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)」

・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。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(b)鋼管式鉛直壁 (岩盤部)</p> <p>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。</p> <p>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。</p>  <p>第1-48 図 鋼管式鉛直壁 (岩盤部) の設計フロー</p>	<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) の設計フローを第1-99 図に、解析モデル及び解析概要を第1-100 図及び第1-101 図に示す。</p>  <p>第1-99 図 防波壁 (鋼管杭式逆T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"> ・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。 	<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】 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。</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>



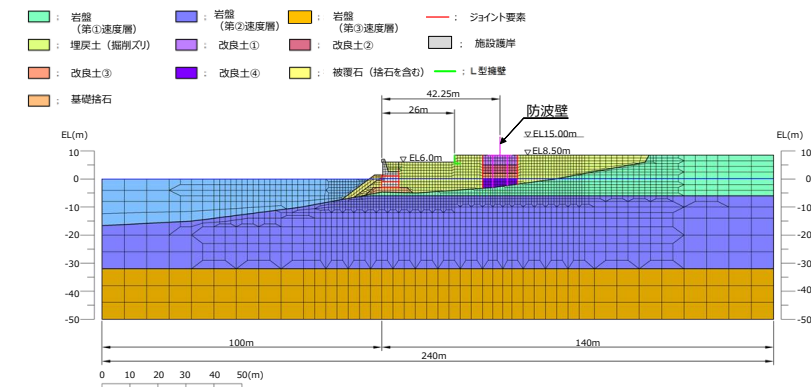
第 1-49 図 鋼管式鉛直壁（岩盤部）の解析モデル



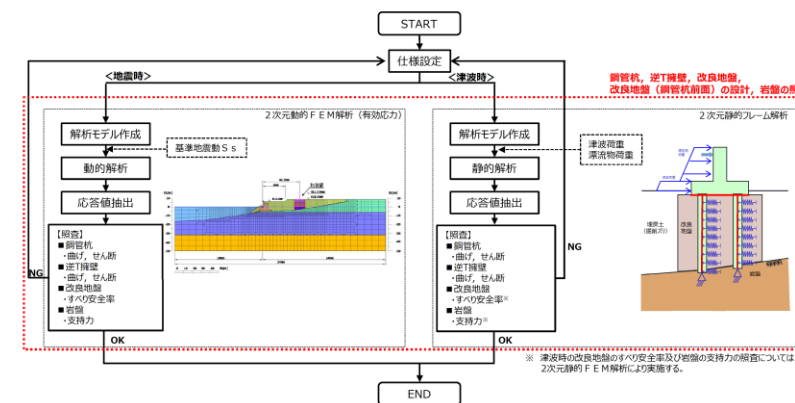
第 1-50 図 鋼管式鉛直壁（岩盤部）の解析概要

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。



第 1-100 図 防波壁（鋼管杭式逆 T 擁壁）の解析モデル



第 1-101 図 防波壁（鋼管杭式逆 T 擁壁）の解析概要

防波壁（鋼管杭式逆 T 擁壁）の部位ごとの設計方針を第 1-37 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 1-102 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

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

第 1-45 表 鋼管式鉛直壁 (岩盤部) の部位ごとの設計方針

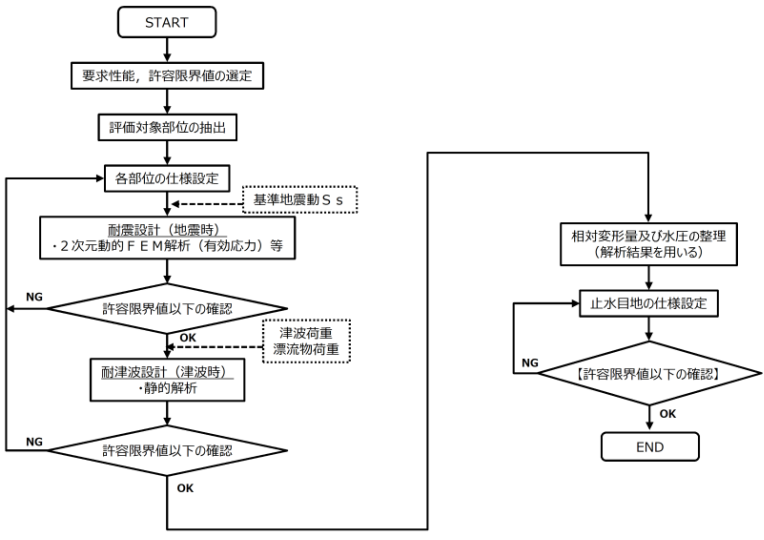
評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
鋼管杭	地震時	2次元動的 FEM 解析 (全応力解析)	曲げ、せん断	短期許容応力度以下	道路橋示方書・同解説 (I 共通編・II 鋼橋編・IV 下部構造編)
	津波時	静的フレーム解析			
	重要時	2次元動的 FEM 解析 (全応力解析)			
鋼製遮水壁	地震時	静的フレーム解析	曲げ、せん断	短期許容応力度以下	道路橋示方書・同解説 (I 共通編・II 鋼橋編・IV 下部構造編)
	津波時				
	重要時				
止水目地	地震時	静的フレーム解析	変形・水圧	メーカー規格及び性能試験に基づき許容変形量及び許容水圧以下とする。	
	津波時				
	重要時				
岩盤	地震時	静的フレーム解析	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				
	重要時				

第 1-37 表 防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の部位ごとの設計方針

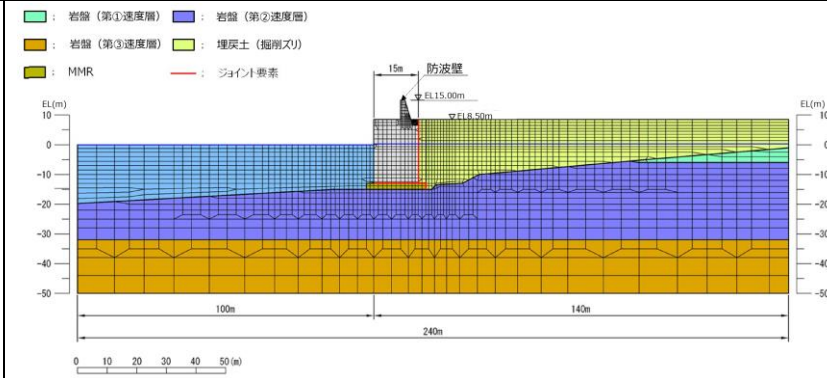
評価部位	検討ケース	解析方法	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
鋼管杭	地震時	2次元動的 FEM 解析 (有効応力解析)	曲げ、せん断	(曲げ) 降伏モーメント (せん断) せん断応力度	道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 (平成14年3月)
	津波時	2次元静的フレーム解析			
逆 T 擁壁	地震時	2次元動的 FEM 解析 (有効応力解析)	曲げ、せん断	短期許容応力度	コンクリート標準示方書, 構造性能照査編 2002年制定
	津波時	2次元静的フレーム解析			
止水目地	地震時	2次元動的 FEM 解析 (有効応力解析)	変形・水圧	メーカー規格及び性能試験に基づき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	2次元動的 FEM 解析 (有効応力解析)	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	2次元静的 FEM 解析			
改良地盤 [※] 改良地盤 (鋼管杭前面)	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	2次元静的 FEM 解析			

※ RC床板については、保守的に地盤改良として扱う。

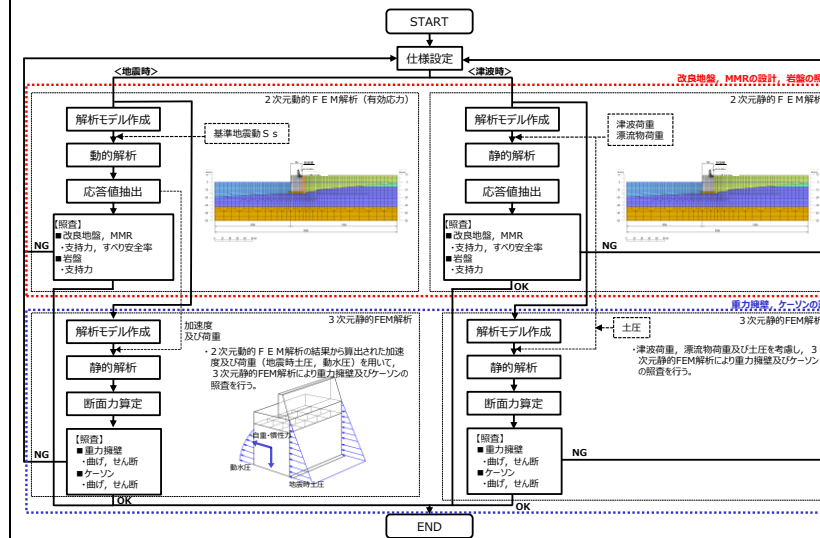
・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載内容の相違

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) の設計フローを第1-103 図に、解析モデルを第1-104 図に、解析概要を第1-105 図に示す。 <u>なお、防波壁 (波返重力擁壁) を構成するケーソンは、複数の隔壁を有しており、その影響を考慮する必要があることから、重力擁壁を含めた 3 次元モデルにより、耐震評価を行う。</u></p>  <p>第1-103 図 <u>防波壁 (波返重力擁壁) の設計フロー</u></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<u>施設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。</u> ・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。なお、ケーソン前面の<u>基礎捨石天端以深に存在する消波ブロック (一般部①-①断面他) は、基礎捨石天端以深の範囲を設置状況に応じてモデル化を行う。</u> ・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>

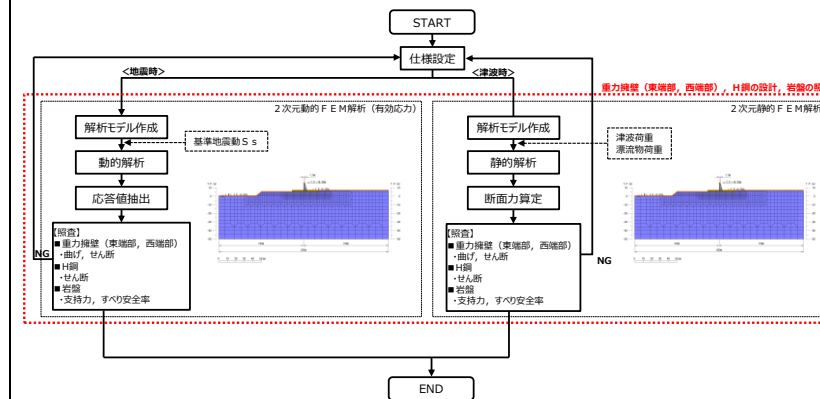
・設備の相違
【女川2】
 設備の相違による記
 載内容の相違



第 1-104 図 防波壁 (波返重力擁壁) の解析モデル



第 1-105 図(1) 防波壁 (波返重力擁壁) の解析概要



第 1-105 図(2) 防波壁 (波返重力擁壁) 東端部及び西端部の解析概要

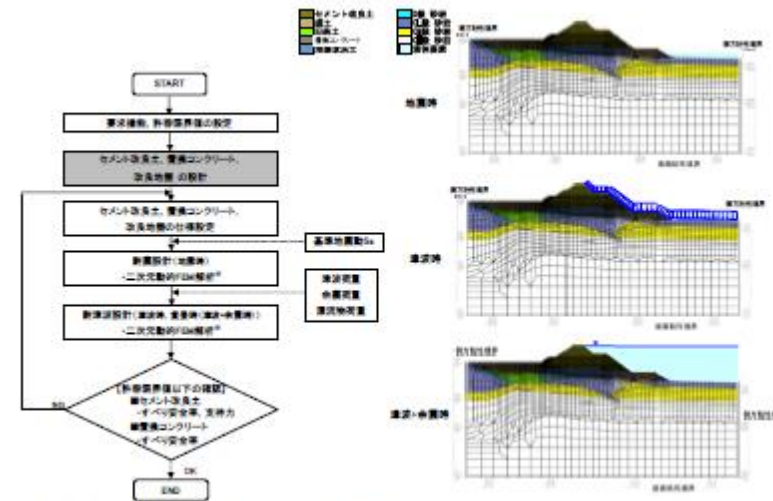
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																				
		<p style="text-align: center;">第 1-38 表 防波壁 (波返重力擁壁) の部位ごとの設計方針</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <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>3次元静的FEM解析 又は2次元動的FEM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> <tr> <td>津波時</td> <td>3次元静的FEM解析 又は2次元静的FEM解析</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">ケーソン (前壁, 後壁, 側壁)</td> <td>地震時</td> <td>3次元静的FEM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> <tr> <td>津波時</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">ケーソン (底板, 隔壁, フーチング)</td> <td>地震時</td> <td>3次元静的FEM解析</td> <td>曲げ せん断</td> <td>曲げ: 限界層間変形角 又は圧縮線コンクリート限 界ひずみ せん断: せん断耐力</td> <td>原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震 性能照査指針・マニュアル, 2005年</td> </tr> <tr> <td>津波時</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">H鋼</td> <td>地震時</td> <td>2次元動的 F E M 解析 (有効応力解析)</td> <td>せん断</td> <td>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> <tr> <td>津波時</td> <td>2次元静的 F E M 解析</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">止水目地</td> <td>地震時</td> <td>2次元動的 F E M 解析 (有効応力解析)</td> <td>変形・水 圧</td> <td></td> <td>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> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">止水目地の 鋼製部材</td> <td>地震時</td> <td>2次元動的 F E M 解析 (有効応力解析)</td> <td>曲げ・せん 断</td> <td></td> <td>「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> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">岩盤</td> <td>地震時</td> <td>2次元動的 F E M 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</td> <td>2次元静的 F E M 解析</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4">改良地盤及び MMR</td> <td rowspan="2">地震時</td> <td rowspan="2">2次元動的 F E M 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>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認審査ガイド</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">津波時</td> <td rowspan="2">2次元静的 F E M 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>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認審査ガイド</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">また, <u>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 1-107 図</u>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	重力擁壁	地震時	3次元静的FEM解析 又は2次元動的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	3次元静的FEM解析 又は2次元静的FEM解析				ケーソン (前壁, 後壁, 側壁)	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					ケーソン (底板, 隔壁, フーチング)	地震時	3次元静的FEM解析	曲げ せん断	曲げ: 限界層間変形角 又は圧縮線コンクリート限 界ひずみ せん断: せん断耐力	原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震 性能照査指針・マニュアル, 2005年	津波時					H鋼	地震時	2次元動的 F E M 解析 (有効応力解析)	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 F E M 解析				止水目地	地震時	2次元動的 F E M 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	2次元動的 F E M 解析 (有効応力解析)	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 F E M 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次元静的 F E M 解析				改良地盤及び MMR	地震時	2次元動的 F E M 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)	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	2次元静的 F E M 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)	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	<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, 付加条 件 (前提条件) が無いた め記載無し。</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	3次元静的FEM解析 又は2次元動的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	3次元静的FEM解析 又は2次元静的FEM解析																																																																																																					
ケーソン (前壁, 後壁, 側壁)	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																																																																																																						
ケーソン (底板, 隔壁, フーチング)	地震時	3次元静的FEM解析	曲げ せん断	曲げ: 限界層間変形角 又は圧縮線コンクリート限 界ひずみ せん断: せん断耐力	原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震 性能照査指針・マニュアル, 2005年																																																																																																		
	津波時																																																																																																						
H鋼	地震時	2次元動的 F E M 解析 (有効応力解析)	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 F E M 解析																																																																																																					
止水目地	地震時	2次元動的 F E M 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	2次元動的 F E M 解析 (有効応力解析)	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 F E M 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次元静的 F E M 解析																																																																																																					
改良地盤及び MMR	地震時	2次元動的 F E M 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)																																																																																																		
			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	2次元静的 F E M 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)																																																																																																		
			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																																																																																																		

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>設置許可段階の確認事項(クワイアリア)</p> <p>対象 役割</p> <p>施設</p> <p>地盤</p> <p>※1 ケーソン及び重力擁壁については、3次元静的FEM解析により詳細に評価するが、詳細設計段階において取得する。</p> <p>※2 施工プロセス間の地震時の相対変形及び津波浸冠に対して、メーカ-規格及び基準と比較し、上回る場合は性能試験を実施し、許容範囲を再設定する。</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、付加条件（前提条件）が無いため記載無し。</p>

第 1-107 図 設置許可段階における確認項目「防波壁（波返重力擁壁）」

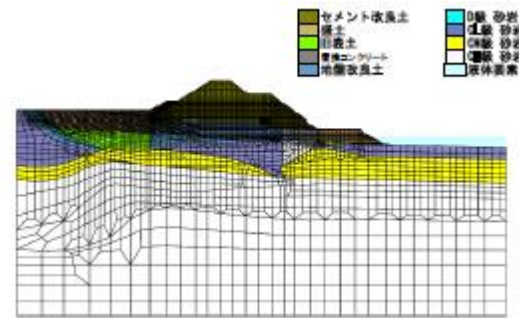
(c)盛土堤防

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。



※ 津波時の影響を考慮するために、上記の解析及び設計の解析を実施する。その上で、標準的な解析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

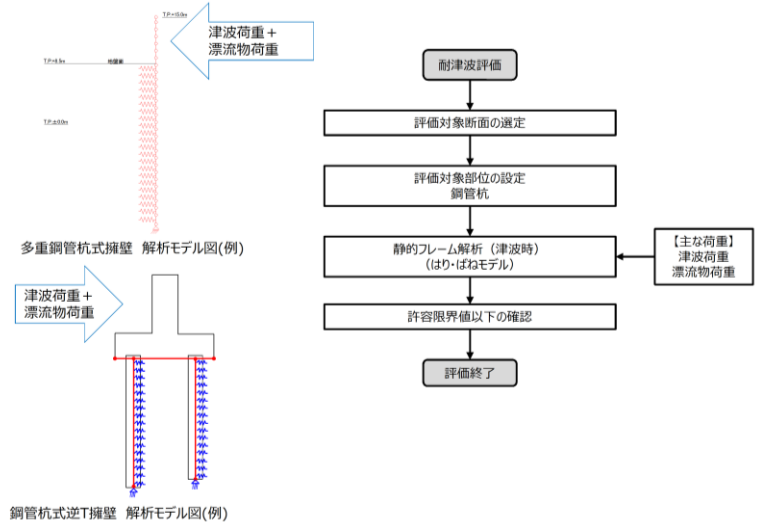
評価部位	検討ケース	解析方法	調査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
セメント改良土	地震時	2次元動的FEM解析 ^{※1}	すべり安全率	すべり安全率1.2以上 ^{※2}	新設計設計に係る工務審査ガイド
	津波時				
	重要時				
貫通コンクリート	地震時	2次元動的FEM解析 ^{※1} 、 2次元透過解析	すべり安全率	すべり安全率1.2以上 ^{※2}	新設計設計に係る工務審査ガイド
	津波時				
	重要時				
削壁及び改良地盤	地震時	2次元動的FEM解析 ^{※1} 、 2次元透過解析	支持力 (削壁及び改良地盤)	権限支持力以下	道路橋示方書・同解説 (I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

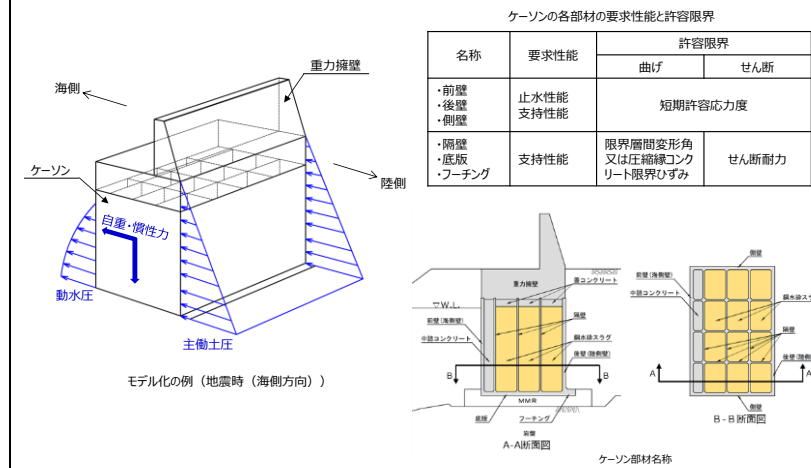
※1：現状の有無による影響を確認するために、全応力解析及び有効応力解析を実施する。その上で、保守的となる解析を基本ケースとする。

※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及び地震時の相対変形概念図を第1-108図に示す。</p> <p>止水目地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>止水目地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="1736 1071 2493 1575"> <p>【以下ケースで最大変形量を選定】 ・地震時：保守的に位相が逆になったことを考慮して、最大相対変形量を2倍して算出（絶対値和に保守性を考慮） ・津波時：地震時最終変形量と津波荷重作用時最終変形量の和を算出 【上記の変形量を基に合成変形量の算出】 X方向、Y方向、Z方向の3成分の相対変形量を算出し、これらを合成した最大変形量を変形量と設定</p> <p>【同一構造形式間の合成変形量の算出方法】 X方向の相対変位 δ_x : $\delta_x = \text{abs}(\delta_x(T) \times 2)$ y方向の相対変位 δ_y : $\delta_y = \text{abs}(\delta_y(T) \times 2)$ z方向の相対変位 δ_z : $\delta_z = \text{abs}(\delta_z(T) \times 2)$ $\delta_x(T)$: X方向の最大相対変位 $\delta_y(T)$: y方向の最大相対変位 $\delta_z(T)$: z方向の最大相対変位</p> <p>合成方向変位 (3方向合成) $\delta = \sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2 + \delta_z^2}$</p> <p>地震時の相対変形概念図 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の例</p> </div> <p>第1-108図 設計フロー及び地震時の相対変形概念図</p> <p>(b) 2次元動的有限要素解析（有効応力解析）</p> <p>地震時の検討は、2次元動的有限要素解析（有効応力解析）にて行う。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1-109図に、代表断面選定の考え方を第1-39表</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>に示す。</p> <p>i. 解析の目的</p> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭, 被覆コンクリート壁, 逆T擁壁, 重力擁壁, ケーソン, 埋戻土, 基礎捨石, 砂礫層, 改良地盤, 施設護岸, 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, 被覆コンクリート壁, 逆T擁壁, 重力擁壁及びケーソン等の照査 止水目地の変形量 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="1872 850 2398 1444" 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, 被覆コンクリート壁, 重力擁壁及びケーソン等] 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] D --> E[地震応答解析 (地震時) (構造物-地盤連成系の2次元動的FEM解析)] E --> F[許容限界値以下の確認] F --> G[評価終了] </pre> <p>第1-109 図 設計フロー</p> </div> <p>第1-39 表 代表断面選定の考え方</p> <table border="1" data-bbox="1736 1591 2496 1848"> <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】</p> <p>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</p> <p>津波時の検討は、静的フレーム解析にて行う。静的フレーム解析の設計フローを第 1-110 図に示す。</p> <p>i. 解析の目的</p> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭, 逆 T 擁壁の挙動評価 (津波時) <p>ii. 結果の利用</p> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭, 逆 T 擁壁の照査 止水目地の変形量 <p>iii. モデル化方針</p> <ul style="list-style-type: none"> 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>iv. 解析条件</p> <ul style="list-style-type: none"> 解析用物性値 (静的物性) を用いる。  <p>第 1-110 図 設計フロー</p> <p>(d) 防波壁 (波返重力擁壁) ケーソン</p> <p>防波壁 (波返重力擁壁) ケーソンは長辺方向及び短辺方向に配置された隔壁を有することから、各部材の照査は 3次元モデルによる静的 FEM 解析により行う。3次元モデル化の例を第 1-111 図に示す。</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>



第1-111 図 防波壁 (波返重力擁壁) ケーソンの3次元モデル化の例

(参考)防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 取水路横断面部

取水路横断面部の当初の設計方針における解析モデルを第1-112 図に示す。

取水路横断面部は、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、取水路横断面部以外は鋼管杭と一体構造であることを考慮し、第1-112 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1-112 図 (b) 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。

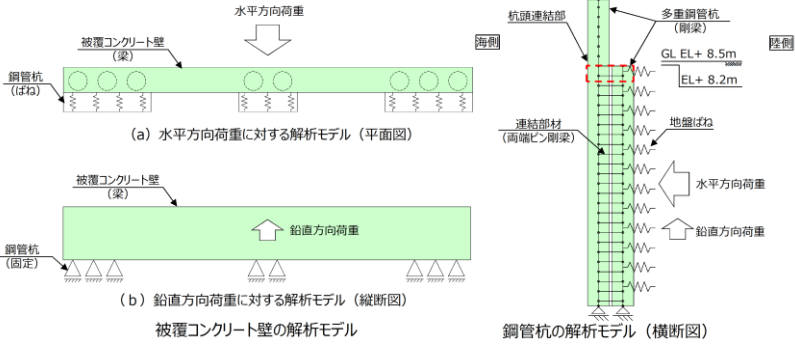
鋼管杭の評価について、鋼管杭は、多重管構造を1本の梁としてモデル化し、上部コンクリート及び内部の間詰めコンクリートの剛性及び強度は考慮しない。

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1-112 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。

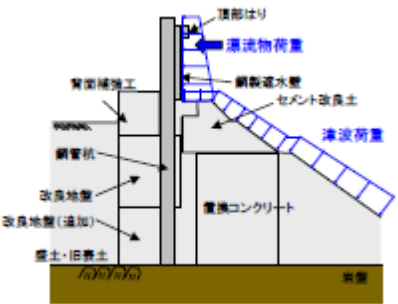
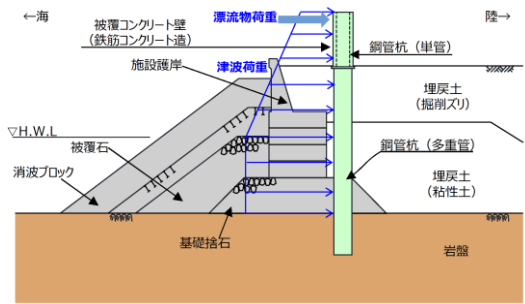
なお、地盤は地盤ばねでモデル化する。

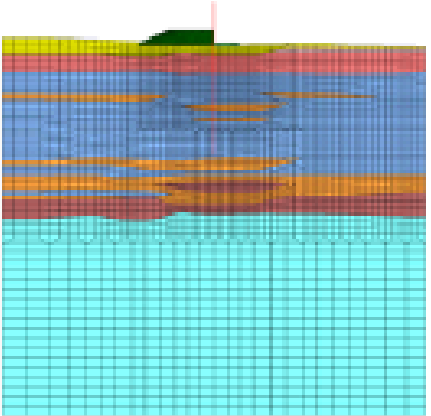
ここで、地震時検討における水平方向の震度は、被覆コ

・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

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1804 254 2507 422">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 data-bbox="1804 432 2507 510">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>  <p data-bbox="1982 884 2279 915">第 1-112 図 解析モデル</p>	<p data-bbox="2534 254 2813 422">・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>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>建造物の自重, 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>入力津波高さと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と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	建造物の自重, 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	入力津波高さと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と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1-40 表に, 各荷重の内容を第1-41 表に, 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の津波時の例を第1-113 図に示す。</p> <p style="text-align: center;">第1-40 表 荷重の組合せ</p> <table border="1" data-bbox="1777 831 2460 1136"> <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。 (参考資料6参照)</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">第1-41 表 荷重の内容</p> <table border="1" data-bbox="1819 1241 2418 1625"> <thead> <tr> <th>荷重</th> <th>内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>常時荷重</td> <td>建造物の自重, 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。 (参考資料6参照)	荷重	内容	常時荷重	建造物の自重, 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	建造物の自重, 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	入力津波高さと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と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。 (参考資料6参照)																																										
荷重	内容																																										
常時荷重	建造物の自重, 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>5) 鋼管杭及び鋼管杭基礎の設計方針</p> <p>鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の基礎は、岩盤に鋼管杭の直径程度以上を根入れする岩着支持杭とした。</p> <p>鋼管杭は地震時及び津波時において各部位が十分な裕度を有することを確認する。</p> <p>鋼管杭基礎の支持性能については、基礎に作用する地盤反力が基礎地盤の極限支持力以下であることを照査する。</p> <p>津波時及び重畳時（津波＋余震時）は二次元静的フレーム解析、地震時は液状化を精緻に評価するために有効応力解析を実施し、基礎に発生する断面力を用いて応力照査を実施する。</p> <p>① 耐震設計（有効応力解析）</p> <p>設計対象構造物～地盤の連成系モデルによる二次元地震応答解析を行い、地震時の鋼管杭基礎の構造健全性及び支持性能を確認する。また、地盤の液状化の影響を緻密に反映するため、有効応力の変化に伴う地盤挙動の変化を考慮することができる有効応力法を用いることとし、地震応答解析により算定される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。</p> <p>液状化強度特性については、平均-1σの値を用いることで保守性を考慮する。さらに、地質分布の不確かさに着目</p>	 <p>第 1-55 図 荷重の概念図 (鋼管式鉛直壁（一般部）における津波荷重＋漂流物荷重の例)</p>	 <p>第 1-113 図 荷重の概念図 (防波壁（多重鋼管杭式擁壁）における津波荷重＋漂流物荷重の例)</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>

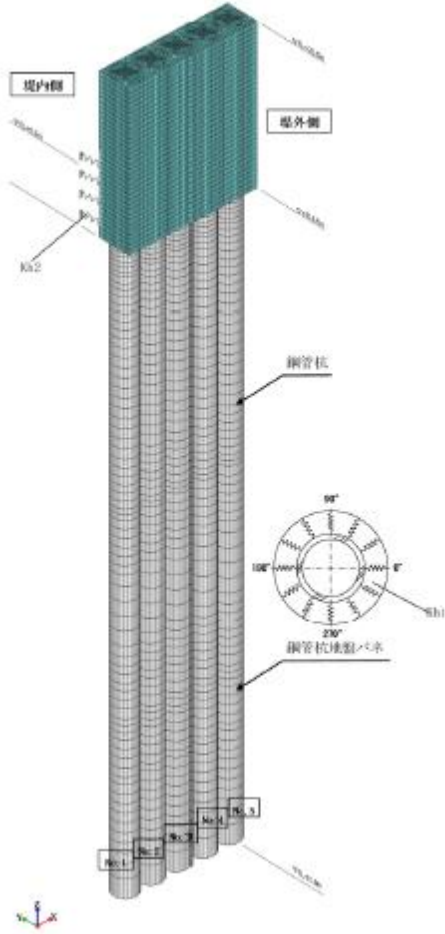
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>し、原地盤の液状化強度特性を適用した基準地震動S_sによる解析結果のうち、最も厳しいケースにおいて、より一層保守的な検討を目的に、液状化検討対象層である全ての砂層・礫層に対して豊浦標準砂の液状化強度特性を与えることで、強制的に液状化させる条件を仮定した解析モデルについても検討する。</p> <p>a . 解析モデルの作成</p> <p>地質断面図を反映して解析モデルを作成する。鉛直方向はT.P. -130mまでをモデル化する。鋼管杭は線形梁要素、地盤は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>

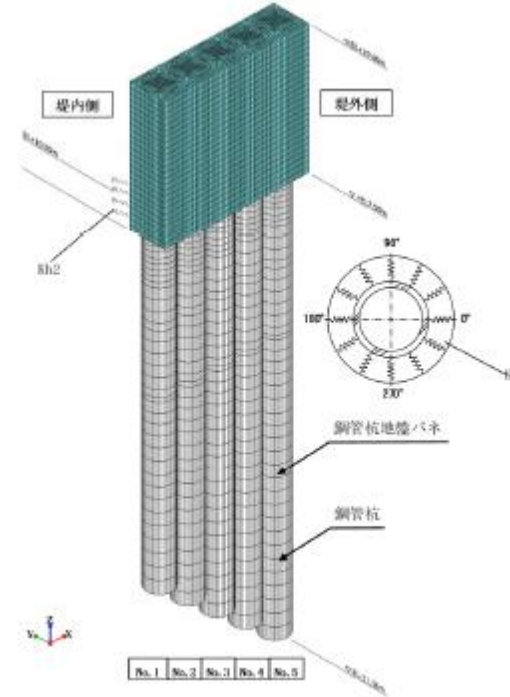
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>地震応答解析により算定された鋼管杭の断面力を用いて、曲げモーメント・軸力に対する照査、せん断に対する照査を行い、短期許容応力度以下であることを確認する。</p> <p>基礎地盤の支持性能として、基礎に作用する地盤反力が極限支持力以下であることを確認する。</p> <p>② 耐津波設計 (二次元静的フレーム解析)</p> <p>鋼管杭のみで津波に抵抗するため、鋼管杭のみを二次元フレーム解析モデルで表現する。この鋼管杭をモデル化した梁に地盤バネを接続したモ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 917 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="273 940 801 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 816 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>第1-11図(2) 三次元FEMモデル (傾斜部)</p> <p>② 地震時</p> <p>a . 静的フレーム解析 (梁バネモデル)</p> <p>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>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>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>地震時の地盤変位入力概要を第1-12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="350 268 724 499" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="320 525 753 552">第1-12図 地震時の地盤変位入力概要</p> <p data-bbox="201 615 522 642">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 1186">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 1201 923 1323">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 1337 923 1505">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 426">・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>

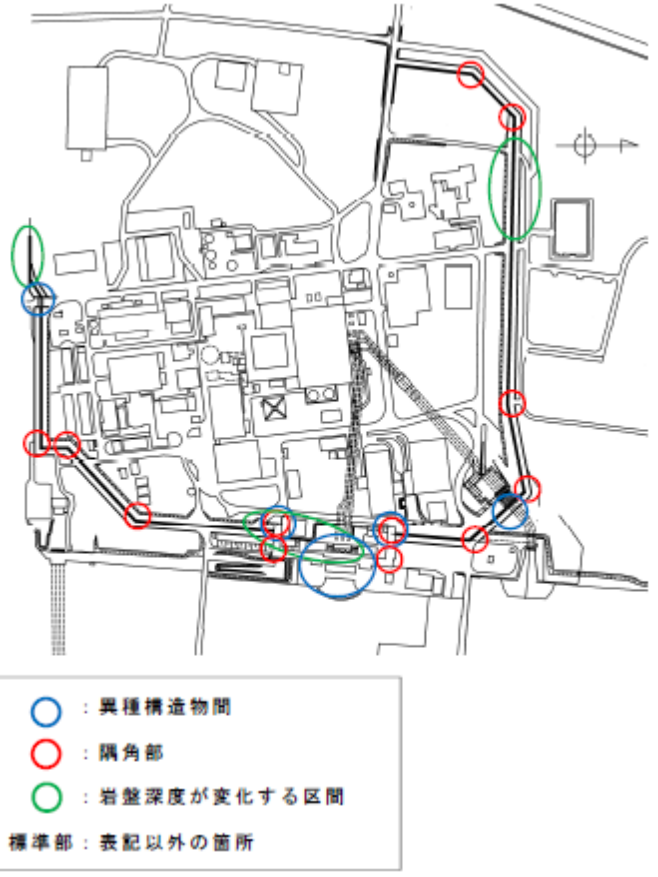
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="415 273 652 756" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="311 787 756 829" data-label="Caption"> <p>第1-13図 三次元FEM解析の概念図</p> </div> <div data-bbox="415 892 652 1071" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="252 1102 816 1144" data-label="Caption"> <p>第1-14図 FEM解析に与える地盤バネの特性</p> </div> <div data-bbox="163 1186 934 1858" data-label="List-Group"> <p>③ <u>津波時, 津波+余震時</u> <u>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。</u></p> <p>a . <u>津波時</u> <u>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。</u></p> <p>b . <u>津波+ 余震時</u> <u>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,</u></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>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 816 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> <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>	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													

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 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>

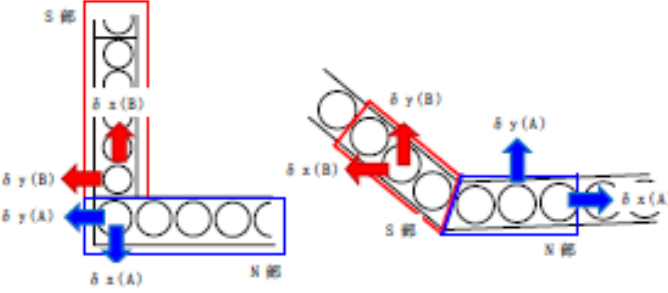
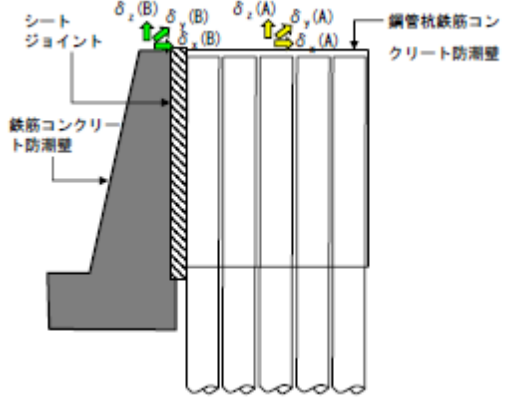
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="439 317 626 537" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="160 569 914 646">第1-17図 鋼管杭と鉄筋コンクリートの接合面に作用するせん断力</p> <div data-bbox="320 709 736 989" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="160 1016 914 1050">第1-18図 杭の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"> <pre> graph TD START([START]) --> A[変位量の設定] A --> B[津波荷重の設定] B --> C[止水ゴム等の仕様設定] C --> D[鋼製アンカーの仕様設定] D --> E{照査 アンカーボルトのせん断、引張 き、押抜きせん断} E -- NG --> D E -- OK --> F([END]) </pre> <p>第1-19図 止水ジョイント部の設計フロー</p> </div> <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>

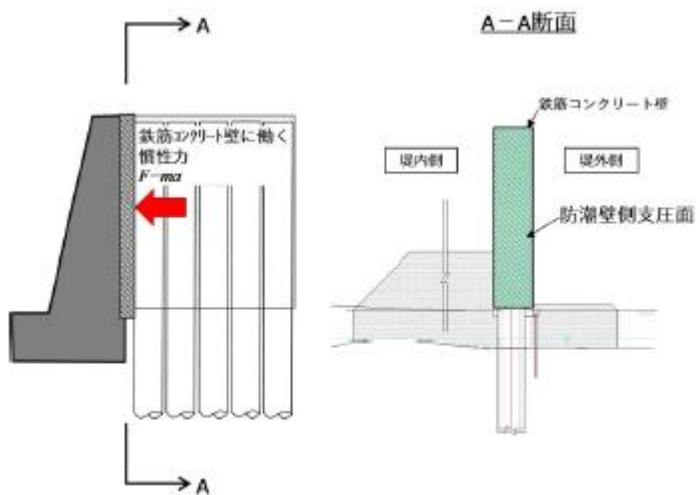
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p data-bbox="231 892 608 1081"> ○ : 異種構造物間 ○ : 隅角部 ○ : 岩盤深度が変化する区間 標準部 : 表記以外の箇所 </p> <p data-bbox="148 1102 920 1144">第1-20図 防潮堤の各部(標準部, 隅角部及び異種構造物間)位置図</p> <p data-bbox="172 1239 578 1270">b. 標準部の地震時相対変位量</p> <p data-bbox="222 1281 920 1501"> 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 data-bbox="222 1512 920 1627"> 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 data-bbox="222 1638 920 1764"> 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 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>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="311 562 756 598" 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="178 697 786 730" 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="222 741 926 865" 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="222 875 926 1089" 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 1100 926 1358" 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 1360 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 1810" 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、継続載荷試験、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 1480" data-label="Image"> </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 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 【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>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 【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>第1-28図 地盤改良及びシートパイルのイメージ図</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>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>

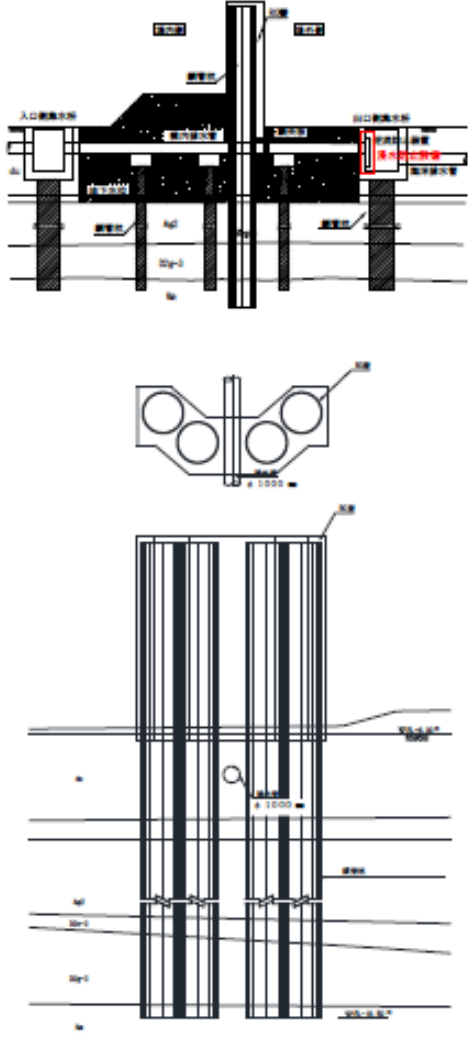
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: center;">$F_s = \frac{W}{u}$</p> <p>ここに、</p> <p>u : 土止め壁先端に作用する平均過剰間隙水圧</p> <p>W : 土の有効重量</p> <p style="text-align: center;">$w = \gamma' l_d$</p> <p>γ' : 土の水中単位体積重量</p> <p>l_d : 土止め壁の根入れ深さ</p> <p>なお、安全率(F_s)は、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" data-label="Diagram"> <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 base of the wall. On the inner side, there is a '地盤高さの嵩上げ (改良体)' (soil improvement) and a '表層改良体' (surface improvement layer). A downward arrow labeled 'W' represents the effective weight of the soil. On the outer side, there is also a '表層改良体'. A blue arrow labeled 'u' points upwards from the bottom of the wall, representing the average excess pore water pressure. A dimension 'l_d/2' is shown from the wall's vertical centerline to the top of the soil improvement on the inner side.</p> </div> <p style="text-align: center;">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>

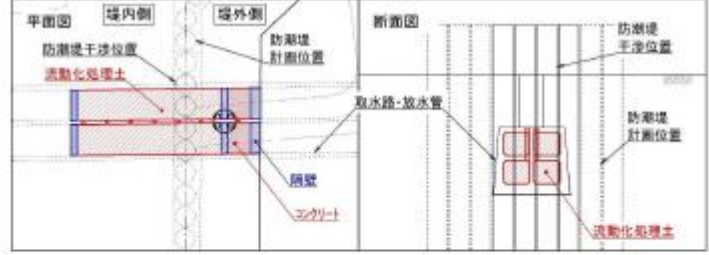
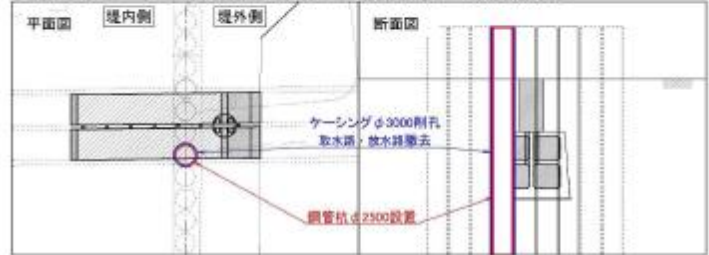
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="222 268 825 716" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="329 743 744 779" data-label="Caption"> <p>第1-35図 防潮壁寄り付き部断面図</p> </div> <div data-bbox="172 877 694 913" data-label="Section-Header"> <p>12) 防潮壁底部の地盤根入れ長の設定方針</p> </div> <div data-bbox="222 919 926 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 1100 926 1226" 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 1234 926 1360" 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 1415 926 1495" 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="249 1593 926 1629" data-label="Text"> <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> </div> <div data-bbox="249 1638 792 1766" data-label="List-Group"> <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="249 1818 926 1856" 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堤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="270 1381 792 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 2807 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>

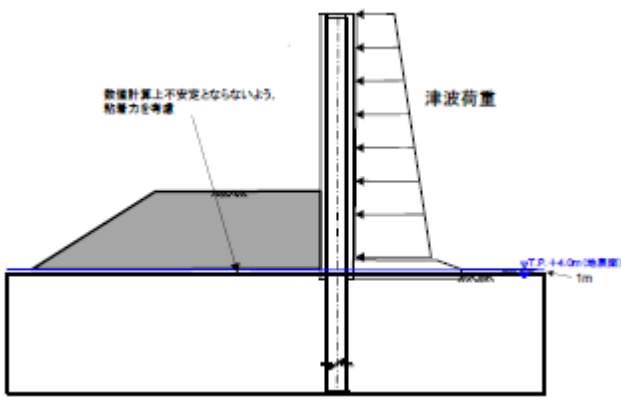
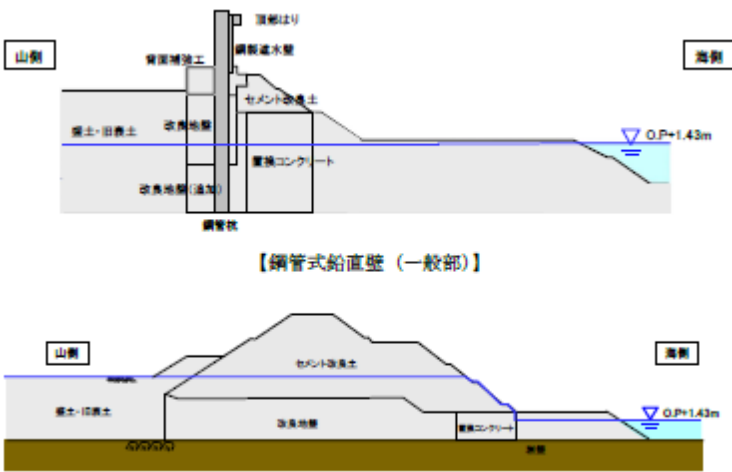
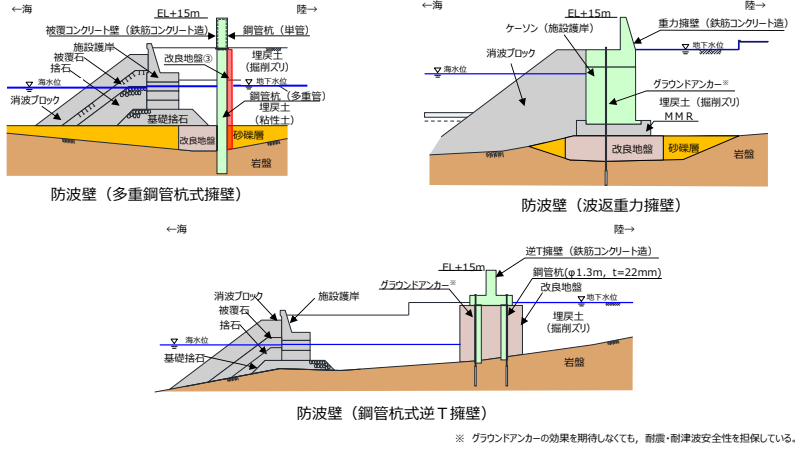
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p data-bbox="231 300 920 422">構内排水路交差部の鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の鋼管杭は第1-38図に示す通り杭を一部重ねて配置した構造とする。</p>  <p data-bbox="160 1556 914 1633">第1-38図 構内排水路と鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁との交差部断面図</p>			<p data-bbox="2531 254 2813 422">・記載方針の相違 【東海第二】 東海第二は、設計方針を設備毎に分けて記載</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>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="234 716 834 1079" style="border: 1px solid black; height: 173px; width: 202px; margin: 10px auto;"></div> <p style="text-align: center;">第1-39図 海水引込み管位置図</p> <div data-bbox="201 1247 854 1619" style="text-align: center;"> </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 <u>東海発電所 取水路・放水路横断部位置図</u></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) <u>構造物評価における地下水位の設定方針</u></p> <p><u>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。</u></p> <p><u>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。</u></p> <p><u>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。</u></p>	<p>g. <u>地下水位の設定方針</u></p> <p><u>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。</u></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><u>第1-49 表 地下水位の設定方針（設置許可段階）</u></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>期望平均満潮位（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： 期望平均満潮位（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）	期望平均満潮位（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： 期望平均満潮位（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. <u>地下水位の設定方針</u></p> <p><u>地下水位については、護岸前面はT.P.-0.02mとする。施設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する。なお、3号炉エリアの防波壁より陸側については、保守的に地表面とする。</u></p> <p>地下水位の設定方針を第1-42 表及び第1-114 図に示す。</p> <p><u>第1-42 表 地下水位の設定方針（設置許可段階）</u></p> <table border="1" data-bbox="1739 1251 2502 1520"> <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>・防波壁から陸側：EL+0.30m ・施設護岸から防波壁まで：EL+0.14m ・施設護岸から海側：EL-0.02m</td> </tr> <tr> <td>防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）</td> <td>・防波壁から陸側：地表面 ・施設護岸から防波壁まで：EL+0.14m ・施設護岸から海側：EL-0.02m</td> </tr> <tr> <td>防波壁（波返重力擁壁）</td> <td>・防波壁から陸側：地表面 ・防波壁から海側：EL-0.02m</td> </tr> </tbody> </table>	構造型式	水位	防波壁（多重鋼管杭式擁壁）	・防波壁から陸側：EL+0.30m ・施設護岸から防波壁まで：EL+0.14m ・施設護岸から海側：EL-0.02m	防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）	・防波壁から陸側：地表面 ・施設護岸から防波壁まで：EL+0.14m ・施設護岸から海側：EL-0.02m	防波壁（波返重力擁壁）	・防波壁から陸側：地表面 ・防波壁から海側：EL-0.02m	<p>備考</p> <p>・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</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）	期望平均満潮位（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： 期望平均満潮位（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）	・防波壁から陸側：EL+0.30m ・施設護岸から防波壁まで：EL+0.14m ・施設護岸から海側：EL-0.02m																		
防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）	・防波壁から陸側：地表面 ・施設護岸から防波壁まで：EL+0.14m ・施設護岸から海側：EL-0.02m																		
防波壁（波返重力擁壁）	・防波壁から陸側：地表面 ・防波壁から海側：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 data-bbox="371 703 697 735">第1-43図 地下水位の設定図</p>	 <p data-bbox="1142 829 1513 871">第1-56 図 地下水位設定の概要</p>	 <p data-bbox="1914 703 2315 735">第1-114 図 地下水位設定の概要</p>	<p data-bbox="2537 252 2789 472"> ・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 </p>

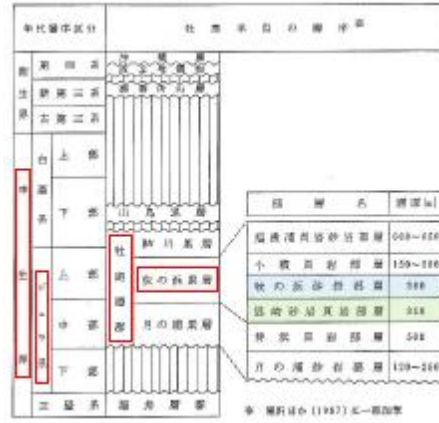
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>h. 解析用物性値</p> <p>敷地には、中世界ジュラ系の牡鹿層群萩の浜累層が分布しており、防潮堤の設置位置には狐崎部層及び牧の浜部層が分布する。敷地の地質層序表を第 1-57 図に、狐崎部層及び牧の浜部層の分布範囲を第 1-58 図に示す。第 1-50 表に示すとおり、両部層間で力学特性に大差はないものの、それぞれの部層に対する試験結果に基づき物性値を設定した。</p> <p>狐崎部層の解析用物性値を第 1-51 表に、牧の浜部層の解析用物性値を第 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。</p> <p>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。</p> $\tau_0 = 1/5 q_u = 1/5 \times 30 \text{ (N/mm}^2\text{)} = 6.0 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ <p>τ_0: コンクリートのせん断強度 q_u: コンクリートの圧縮強度</p> <p>※: 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)</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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</p>	<p>i. 解析用物性値</p> <p><u>防波壁の設計に用いる解析条件（解析用物性値等）の設定方針は、以下のとおりとする。</u></p> <p>【施設・地盤の解析用物性値】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・施設の解析用物性値は、「コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕(社) 土木学会, 2002 年制定」等に基づき設定する。 ・地盤の解析用物性値は、原位置試験結果及び室内試験結果に基づき設定することを基本とするが、一部については、港湾基準等に準拠し、妥当性を確認の上、慣用値を用いる。 <p>【設計地下水位】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・詳細設計段階において、防波壁や改良地盤等をモデル化した浸透流解析を実施し、自然水位より保守的に設定した水位を設計地下水位として設定する。 <p>【液状化強度特性】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・液状化評価対象層（埋戻土（掘削ズリ）、砂礫層）に対して実施した液状化試験結果に基づく液状化強度特性よりも保守的な有効応力解析（FLIP）の簡易パラメータ設定法により液状化強度特性を設定する。簡易設定法及び液状化試験結果による液状化強度曲線の比較を第 1-115 図に示す。 <p>地盤の解析用物性値を第 1-43 表に、構造物の解析用物性値を第 1-44 表に、解析用物性値の準拠基準を第 1-45 表に示す。</p> <div data-bbox="1923 1249 2389 1753"> <p>(a) 埋戻土（掘削ズリ）</p> <p>(b) 砂礫層</p> </div> <p>第 1-115 図簡易設定法及び液状化試験結果による液状化強度曲線の比較</p>	<p>・設計方針の相違【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。

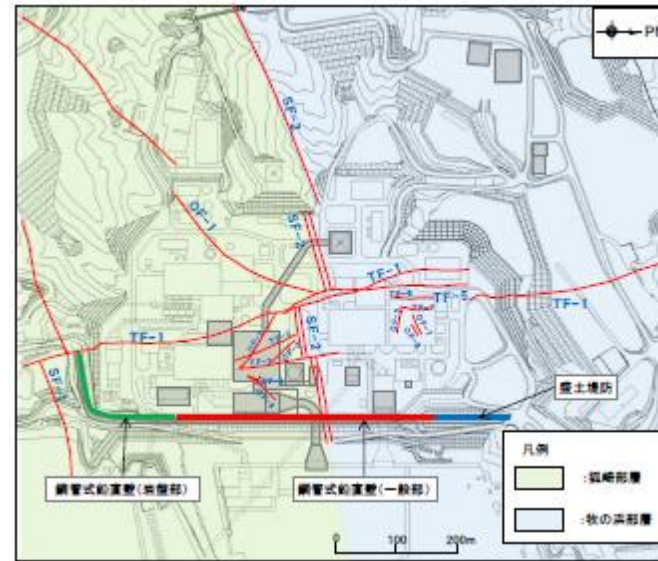
$$f_{tk} = 0.23f'_{ck}{}^{2/3} = 0.23 \times 30^{2/3} = 2.22 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

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 1-43 (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, γ_{sat} (kN/m ³)	水中, γ' (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	せん断抵抗角 ϕ_f (°)	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
防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)	気中	19.6	0	40.05	$\sigma'_m \sin 40.05^\circ$	94550 ($\sigma'_m / 98$) ^{0.5}	0.33
	埋戻土 (掘削スリ)	水中	20.7	0	39.18	$\sigma'_m \sin 39.18^\circ$	
防波壁 (鋼管杭式逆T擁壁)	気中	19.6	0	40.86	$\sigma'_m \sin 40.86^\circ$	118700 ($\sigma'_m / 98$) ^{0.5}	
	埋戻土 (掘削スリ) T.P.+8.5m盤	水中	20.7	0	39.07	$\sigma'_m \sin 39.07^\circ$	
防波壁 (液圧重力擁壁)	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) (掘削スリ) T.P.+8.5m盤	水中	20.7	0	38.72	$\sigma'_m \sin 38.72^\circ$	
防波壁 (液圧重力擁壁)	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	$\sigma'_m \sin 39.23^\circ$	
防波壁 (液圧重力擁壁)	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	$\sigma'_m \sin 39.52^\circ$	
地盤	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.+8.5m盤	水中	20.7	0	39.27	$\sigma'_m \sin 39.27^\circ$	

※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 $G = G_{max} (\sigma'_m / \sigma'_{m0})^n$ 。
 ※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、粘性土は層中央部における平均有効拘束圧を設定し、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)

試験	物性特性	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)	せん断弾性係数 G _d (N/mm ²)
□	28.4	1,770	0.25		0.03
□	28.2	1,770	0.24		0.03
□	25.2	980	0.28		0.03
□	24.1	490	0.31		0.03

試験	浸透率	動的変形特性		試験	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 _d (N/mm ²)	膨張率 ϵ_v
□	第1浸透率	1.5 × 10 ³	0.44	□	第1浸透率	0.2 × 10 ³	0.40
	第2浸透率	5.3 × 10 ²	0.40		第2浸透率	1.5 × 10 ³	0.44
	第4浸透率	13.2 × 10 ²	0.38		第4浸透率	5.7 × 10 ²	0.40
	第5浸透率	18.5 × 10 ²	0.35		第5浸透率	12.7 × 10 ²	0.38
□	第1浸透率	1.5 × 10 ³	0.44	□	第1浸透率	0.2 × 10 ³	0.40
	第2浸透率	5.3 × 10 ²	0.40		第2浸透率	1.5 × 10 ³	0.44
	第4浸透率	13.2 × 10 ²	0.38		第4浸透率	5.7 × 10 ²	0.40
	第5浸透率	18.5 × 10 ²	0.35		第5浸透率	12.7 × 10 ²	0.38

第 1-52 表 解析用物性値 (牧の浜部層)

試験	物性特性	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)	せん断弾性係数 G _d (N/mm ²)
□	28.4	4,100	0.21		0.03
□	28.2	1,900	0.19		0.03
□	25.5	1,300	0.24		0.03
□	23.1	250	0.28		0.03

試験	浸透率	動的変形特性		試験	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 _d (N/mm ²)	膨張率 ϵ_v
□	第1浸透率	1.2 × 10 ²	0.45	□	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4浸透率	11.5 × 10 ²	0.34		第4浸透率	4.7 × 10 ²	0.41
	第5浸透率	18.8 × 10 ²	0.33		第5浸透率	11.5 × 10 ²	0.34
□	第1浸透率	1.2 × 10 ²	0.45	□	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4浸透率	11.5 × 10 ²	0.34		第4浸透率	4.7 × 10 ²	0.41
	第5浸透率	18.8 × 10 ²	0.33		第5浸透率	11.5 × 10 ²	0.34

第 1-43 (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	単位体積重量	せん断強度 T _v (KN/m ²)	せん断抵抗角 φ _v (°)	ポアソン比 ν	最大減衰定数 η _{max}
地盤	埋戻土 (粘性土) ^{※5} (細粒層部~粗粒部層)	水中	0	0	0.20	0.24
		気中	16.7	0	0.33	
	埋戻土 (粘性土) ^{※5} (細粒部層)	水中	6.6	0	0.33	
		気中	16.7	0	0.33	
	改良地盤① (砂層部) (細粒部層)	水中	6.6	0	0.33	
		気中	16.7	0	0.33	
	改良地盤② (粘土含む) (砂層部)	水中	10.6	0	0.33	
		気中	20.7	0	0.33	
	埋戻土 (粘土含む) (砂層部)	水中	10.6	1677	0.33	
		気中	20.7	0	0.33	
	基礎部土 (粘土含む) (水中)	水中	18.0	0	0.33	
		気中	20.0	0	0.33	
	改良地盤 (上部) (気中)	水中	19.6	628	0.33	
		気中	19.6	0	0.33	
	改良地盤 (中部) (気中)	水中	19.6	490	0.33	
気中		19.6	0	0.33		
改良地盤 (下部) (気中)	水中	19.6	1140	0.33		
	気中	20.7	0	0.33		
改良地盤 (水中)	水中	20.0	1253	0.33		
	気中	20.0	0	0.33		
改良地盤 (砂層部)	水中	20.0	500	0.33		
	気中	20.0	0	0.33		
改良地盤 (深部層部)	水中	20.0	0	0.33		
	気中	20.0	0	0.33		

※1 σ'_mは各要素における平均有効応力
 ※2 せん断強度式はτ_v=σ'_msinφ_v+C cosφ_v
 ※3 せん断弾性係数の式はG_s=G_{max}G_m/σ'_m
 ※4 せん断弾性係数を求める際の基礎平均有効応力σ'_mは、粘性土以外については一律98kN/m²(標準値)とする。
 ※5 粘性土は任用地盤の粘性土ではないため、正側圧密粘土と仮定してモデル化し、『設計事例集 第2編 第1章 p.1-63』に準拠し強度特性(φ=30°, C=0)を設定する。

・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

第1-53表 解析用物性値 (敷地全体)

層名・層厚	物理特性	強度特性				変形特性		
		せん断強度 T _r (kN/m ²)	せん断抵抗角 φ _i (°)	粘着力 C (kN/m ²)	単位体積重量 γ _{sat} , γ _t (kN/m ³)	ヤング率 E (kN/m ²)	ポアソン比 ν	最大減衰定数 h _{max}
① 砂		20.2	—	—	—	39	0.38	h=0.25d ^{0.7} d: 粒径 (mm)
砂質土	地下水位以上	18.4	0.00	28.7	—	302 g ¹⁰⁰	0.40	h=0.25d ^{0.7} d: 粒径 (mm)
	地下水位以下	19.0	0.08	28.2	0.06+0.04σ _v ^{0.5}			
粘土	地下水位以上	18.8	0.10	23.8	—	198 g ¹⁰⁰	0.40	h=0.25d ^{0.7} d: 粒径 (mm)
	地下水位以下	20.8	0.08	20.0	0.06+0.04σ _v ^{0.5}			
セメント改良土等 ^{※4}		21.8 ^{※4}	0.85	44.3	0.21+0.04σ _v ^{0.5}	890	0.28	h=0.25d ^{0.7} d: 粒径 (mm)
改良地盤 ^{※5}	地下水位以上	19.8	—	—	—	4400	0.19	h=0.25d ^{0.7} d: 粒径 (mm)
	地下水位以下	20.8	1.29	22.5	0.01+0.04σ _v ^{0.5}			
管状埋設工 ^{※6}		24.0	—	—	—	28000	0.20	E _p 28000
管状コンクリート ^{※7}		22.0	—	—	—	—	—	—

※1: 標準値(設計用)は、試験値(設計用)に比べてはるかに大きい。
 ※2: 標準値(設計用)は、試験値(設計用)に比べてはるかに大きい。
 ※3: 標準値(設計用)は、試験値(設計用)に比べてはるかに大きい。
 ※4: 標準値(設計用)は、試験値(設計用)に比べてはるかに大きい。
 ※5: 標準値(設計用)は、試験値(設計用)に比べてはるかに大きい。
 ※6: 標準値(設計用)は、試験値(設計用)に比べてはるかに大きい。
 ※7: 標準値(設計用)は、試験値(設計用)に比べてはるかに大きい。

第1-44表 解析用物性値 (構造物)

材料種別	物理特性		強度特性			変形特性	
	飽和, 湿潤 γ _{sat} , γ _t (kN/m ³)	水中 γ _w (kN/m ³)	せん断強度 T _r (kN/m ²)	せん断抵抗角 φ _i (°)	粘着力 C (kN/m ²)	ヤング率 E (kN/m ²)	ポアソン比 ν
防波壁 (多重縦管杭式埋設壁) 防波壁 (縦置杭式埋設壁) 防波壁 (縦置杭式埋設壁) 防波壁 (波返重力埋設壁) 防波壁 (波返重力埋設壁) 防波壁 (波返重力埋設壁) 防波壁 (波返重力埋設壁) 防波壁 (波返重力埋設壁) 防波壁 (波返重力埋設壁) 防波壁 (波返重力埋設壁)	19.6	—	—	—	—	2.330×10 ⁷	0.20
	19.6	—	—	—	—	2.330×10 ⁷	
	24.0	—	—	—	—	2.500×10 ⁷	
	22.6	—	—	—	—	2.200×10 ⁷	
	22.9	—	—	—	—	2.500×10 ⁷	
	22.9	12.8	—	—	—	2.500×10 ⁷	
	20.9	—	—	—	—	2.500×10 ⁷	
	20.9	10.8	—	—	—	2.500×10 ⁷	
	24.0	13.9	—	—	—	2.500×10 ⁷	
	19.6	—	—	—	—	2.500×10 ⁷	
	20.7	10.6	—	—	—	2.500×10 ⁷	
	11.3	6.3	—	—	—	1.100×10 ⁷	
24.0	—	—	—	—	2.330×10 ⁷		
22.6	—	—	—	—	2.040×10 ⁷		
23.0	—	—	—	—	2.330×10 ⁷		
23.0	12.9	—	—	—	2.330×10 ⁷		
22.0	11.9	—	—	—	2.330×10 ⁷		

・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 1-45 表 解析用物性値の準拠基準

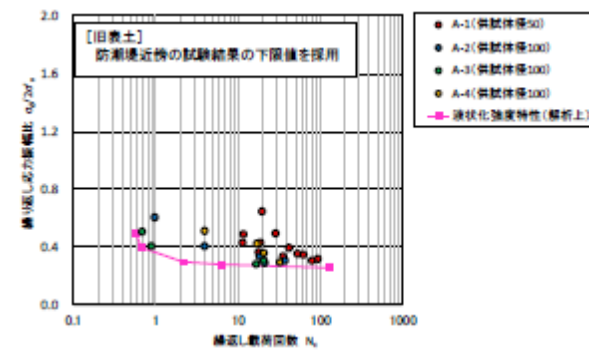
解析用物性値		準拠基準
物理特性	単位体積重量	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻土 (掘削スリ), 砂礫層, 改良地盤 (多重鋼管杭式擁壁, 鋼管杭式逆丁擁壁): 現地調査結果により設定 埋戻土 (粘性土), 石材 (基礎捨石, 被覆石, 人工リフト), 砂礫層 (波返重力擁壁), 改良地盤 (波返重力擁壁): 『港湾基礎構造物』: 『港湾基準』, p.415 および『コンクリート標準示方書 (土木学会, 2002)』, p.29 に準拠し設定 海水の単位体積重量は, 『港湾基準』, p.203 より, 10.1kN/m³ とした。
	飽和, 濡潤 γ _{sat} , γ _t (kN/m ³)	
強度特性	水中 γ' (kN/m ³)	
	粘着力 C (kN/m ²)	<ul style="list-style-type: none"> 『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/m²), 石材 (基礎捨石, 被覆石, 人工リフト): 20 (kN/m²) 『浸透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 × tan (45° + φ / 2)) 『シフ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/m²
	せん断 抵抗角 φ _r (°)	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻土 (掘削スリ): 液化パ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, 人工リフト): 『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): 現地盤 (埋戻土 (掘削スリ)) 相当の値を設定 改良地盤 (波返重力擁壁): 撈拌系改良である高圧噴射撈拌工法による改良のため, 安全側である 0° を設定 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 T _f (kN/m ²)	『FLIP取扱説明書』, p.8-1 に示された定義式 (τ = σ _m sin φ + C cos φ) に基づき設定	
変形特性	せん断弾性係数 G (kN/m ²)	液状化パ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 _{max} 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公報の『一次元FLIP入力データ作成ソフトウェアA1D-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, 人工リフト): 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

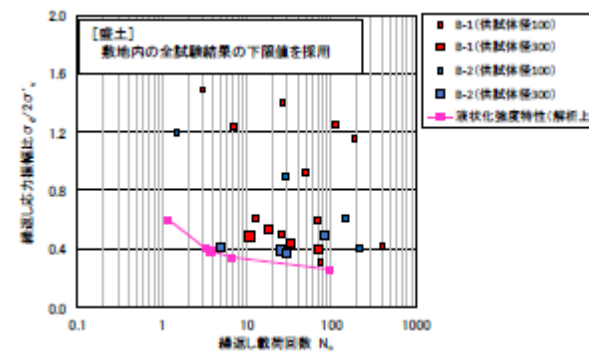
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>i. 液状化強度特性の設定方針</p> <p>設置許可段階での防潮堤の耐震性評価においては、有効応力解析により液状化の影響を確認する。有効応力解析に用いる旧表土の液状化強度特性は、防潮堤近傍の液状化強度試験結果に基づき設定する。<u>液状化強度試験の試料採取位置を第1-59 図に示す。なお、液状化強度試験の試料採取位置選定とその代表性については、参考資料7に示す。</u></p> <p><u>盛土の液状化強度特性は、敷地全体の液状化強度試験結果に基づき、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="213 342 854 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="219 697 822 739" 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="219 793 854 1312" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="189 1325 854 1367" 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="231 260 839 590" 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="216 1335 836 1409" 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="261 970 786 1050" 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="216 302 848 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)

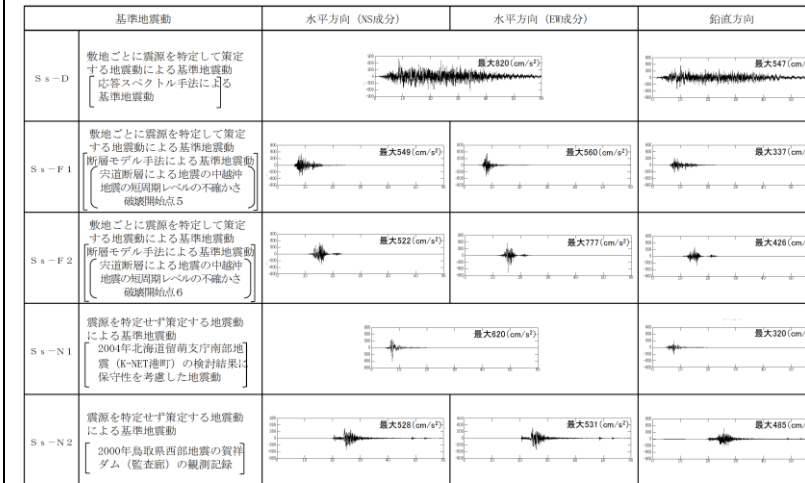
島根原子力発電所 2号炉

備考

j. 構造成立性評価地震波

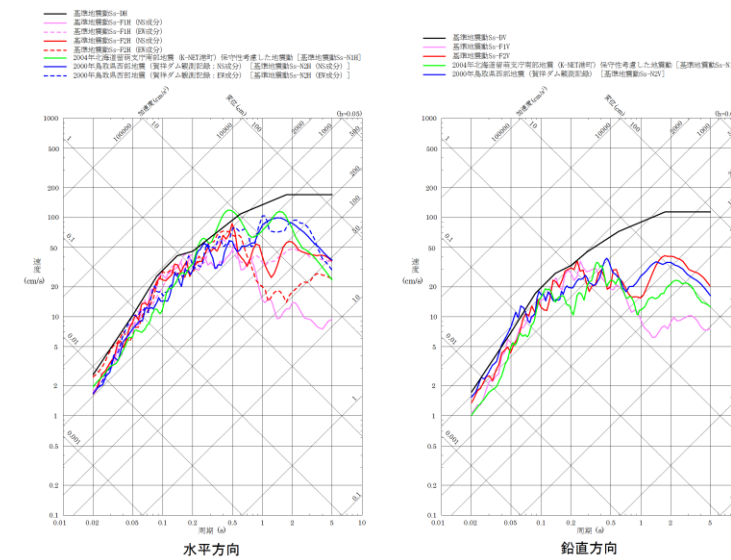
構造成立性評価断面(地点)における基準地震動5波の応答結果から、構造成立性評価地震波を選定する。基準地震動 Ss の時刻歴波形及び応答スペクトルを第 1-116 図及び第 1-117 図に示す。

・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 1-116 図 基準地震動 Ss の時刻歴波形



第 1-117 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 style="text-align: center;"><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
 <p data-bbox="320 1375 747 1407">第1図 観測最高地下水位コンター図</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. 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>			

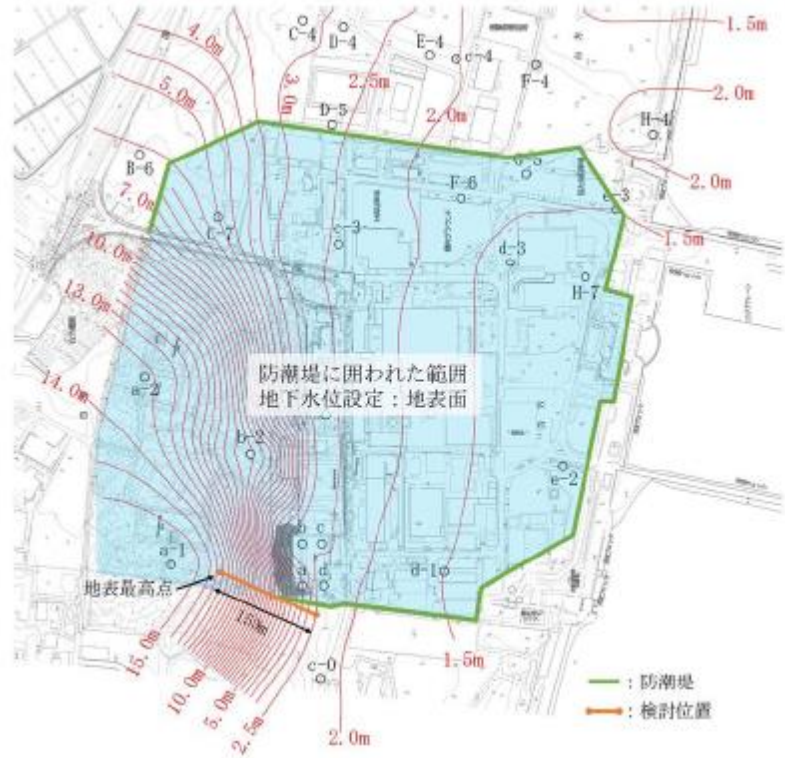
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(3) 地下水位の上昇によるその他の影響</p> <p><u>防潮堤で囲われた範囲について地下水位の上昇を考慮した際の、周辺の領域の地下水の流速の変化及びそれに伴う影響（地盤中の砂の流出）の有無について検討する。地盤への影響の検討は、設定した地下水位から想定される地下水の流速と、現地の土質材料から想定される多粒子限界流速を比較することにより行う。</u></p> <p><u>検討は、地下水位の高低差が大きくなる敷地南側の境界部を対象とした。敷地南側の防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)

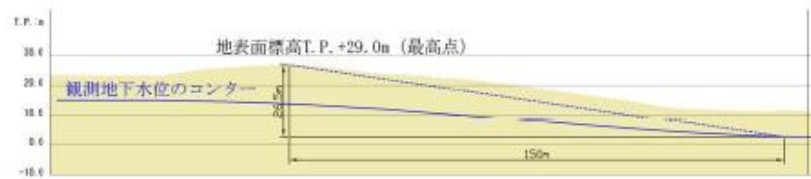
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



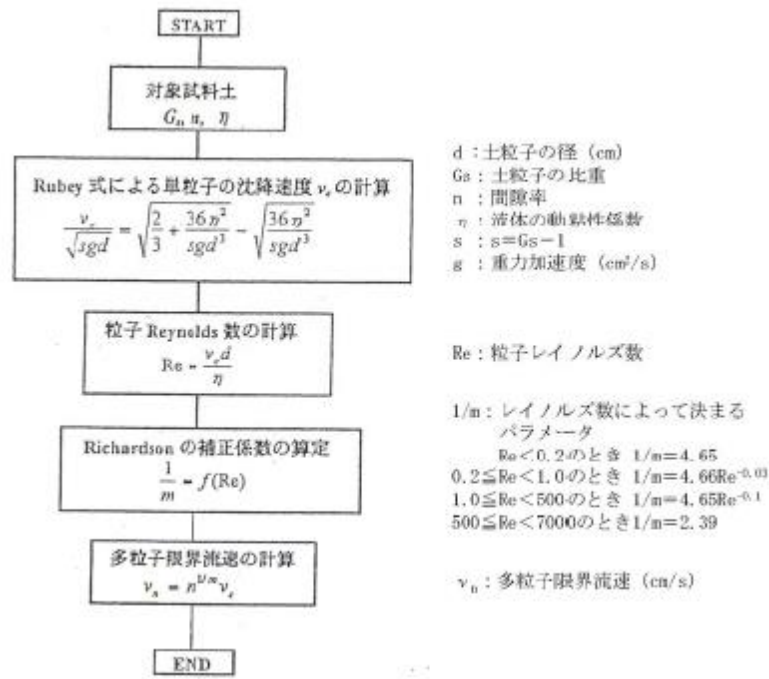
第4図 検討位置図



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くと仮定し、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="210 625 851 898"> <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)

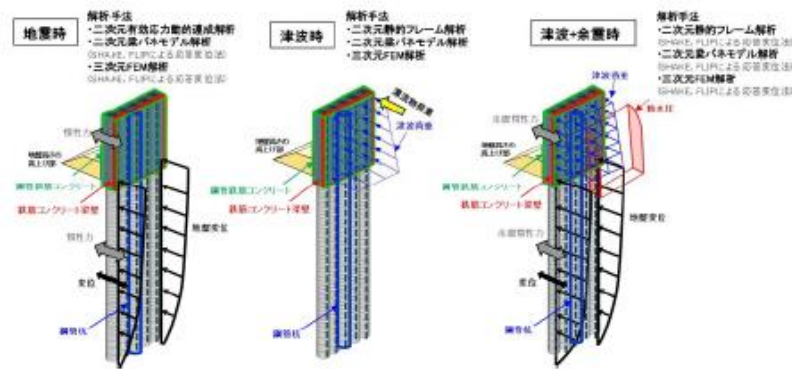
項目		設定値
G s	土粒子の比重	2.71
n	間隙率	42.86%
η	流体の動粘性係数 (地下水温 15~20℃を想定し設定)	0.011cm ² /s
s	G s - 1	1.71
d	土粒子径 (平均粒径 D50 検討時)	0.0384 cm
	土粒子径 (20% 粒径 D20 検討時)	0.01 cm

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、及び一次元地震応答解析、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	一次元地震応答解析、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、及び一次元地震応答解析、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	一次元地震応答解析、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、及び一次元地震応答解析、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

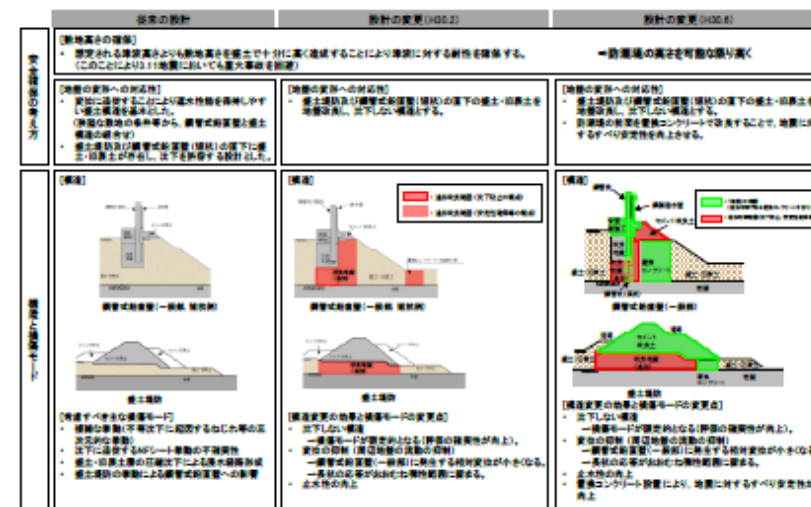
1. 沈下防止・安定性確保(地盤改良)の目的と期待される効果

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。

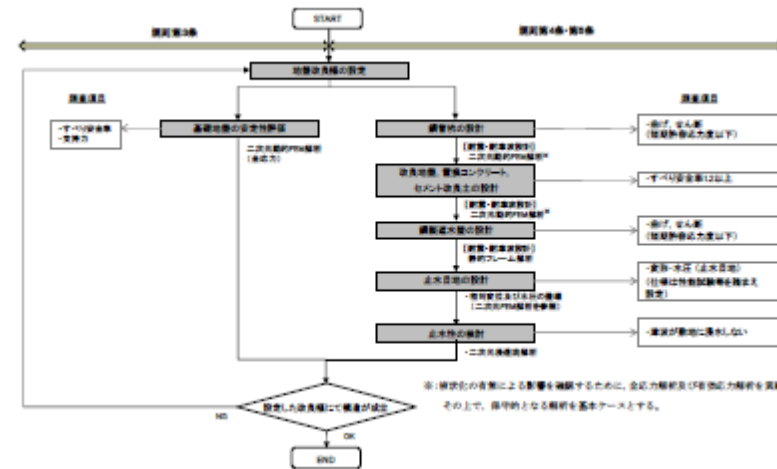
対策実施により、沈下に伴う損傷モードが無くなるとともに、地震に対する安定性が向上し、安全に対する信頼性や説明性が高まる。

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。

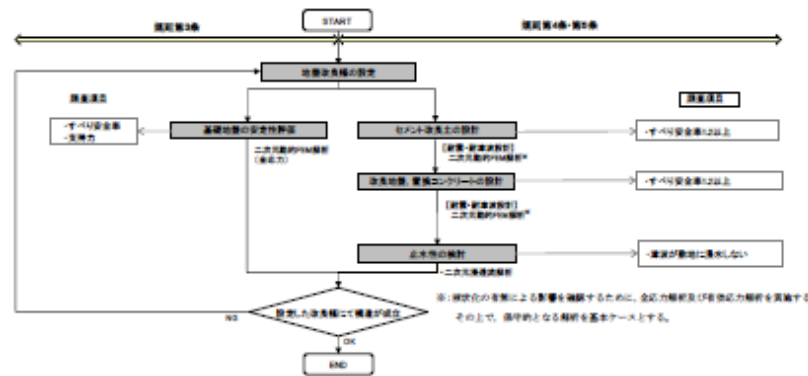


第1図 安全確保の考え方と構造と損傷モードの検討過程

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洞を生じない。	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洞を生じない。	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、掘削周辺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、掘削が深く進んでいる掘削に対しては、掘削に改良土が十分な密着が得られることから、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の確保が難しいことから、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で得られる改良土の量から、掘削可能な範囲での掘削が必要である。	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「無」とする。	無
	掘削後	改良土が十分な均質性により一様性が確保されず、即座に支持地盤としての改良土の密着への影響や、掘削時の過水経路の可能性がある。	追加地盤改良と掘削改良地盤の一様性が要求され、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	掘削時の施工上から、掘削範囲と下地盤との密着が得られる。	一般産業施設において、掘削範囲の平均距離を求めた上、掘削範囲の連続性による掘削範囲の確保が確認されている。過去の掘削施工にて掘削範囲への影響を考慮して、その結果を確認し、今回の施工においては、掘削範囲の掘削範囲への影響を考慮した地盤改良範囲を設定することから特異性「無」とする。	無	

(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。

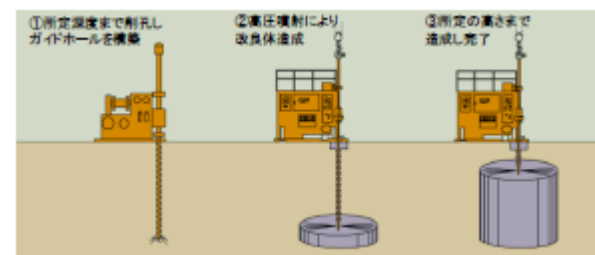
第3表 特異性の検討を踏まえた対応方針

分類	設置許可段階	工総段階
特異性「有」	施工事例による成り立ち確認の確保 7.4.1 設計図書における施工手順 7.4.2 過去の既設工事 7.4.3 一般作業手順の施工事例 7.4.4 施工方法の立案	既設工事による特異性 7.5.1 既設工事の調査 7.5.2 既設工事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確認 7.4.1 設計図書における施工手順 7.4.2 過去の既設工事	既設工事時に、改良体と既設工事との境界に改良体と既設工事との境界線が不明な箇所があることを、ボーリングコア等により確認し、施工計画に反映
既設改良地盤との一貫性	既設改良地盤の施工において、上層の層との境界付近に単独改良が施されることを確認 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	既設工事時に、先に施工した改良体と境界線の境界線が不明な箇所があることを、ボーリングコア等により確認し、施工計画に反映
特異性「無」	施工事例による成り立ち確認の確保 7.4.1 設計図書における施工手順 7.4.2 過去の既設工事 7.4.3 一般作業手順の施工事例 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、所定の施工仕様書定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、設置許可に施工事例で成り立ちを確認する
構造物直下	構造物直下の改良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事と併せて検討 改良改良との干渉回避のための、斜方向の改良改良が施工可能であることを施工事例により確認	

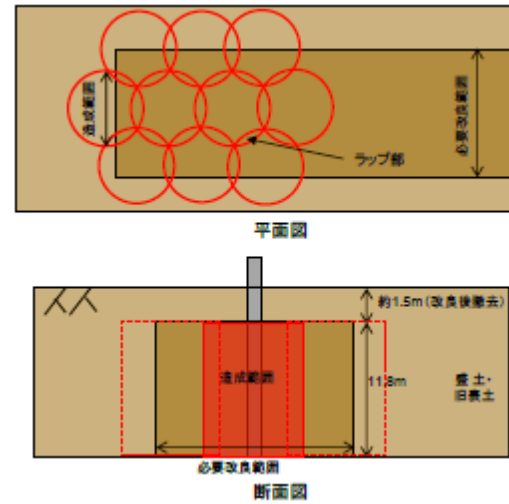
4. 女川防潮堤における施工実績

(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に平面的に重複（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

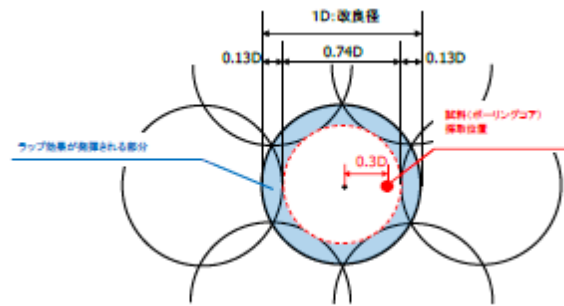
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="1121 268 1525 575" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1199 611 1457 642" data-label="Caption"> <p>第4図 施工状況写真</p> </div> <div data-bbox="1065 722 1584 1024" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1139 1058 1516 1089" data-label="Caption"> <p>第5図 地盤改良後の状況写真</p> </div> <div data-bbox="1065 1150 1576 1314" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1181 1329 1472 1360" 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

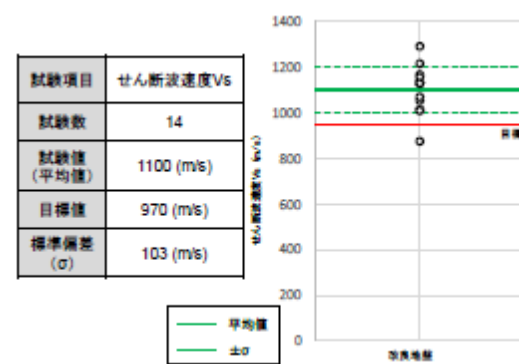
既設改良地盤について、要求品質（剛性）を確保するため、品質確認試験として PS 検層を実施した。試験のための供試体は、第 7 図に示すように、改良体中心から離れた位置 (0.3D) にて採取した。

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。

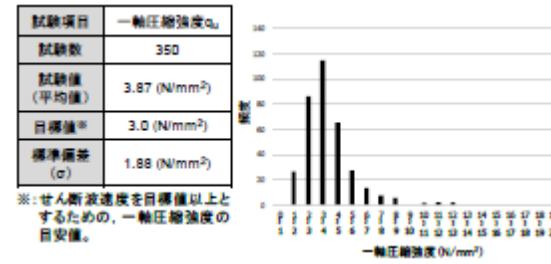
また、品質管理の参考として一軸圧縮強度試験についても実施したことから、その結果を第 9 図に示す。なお、今回追加で施工する改良地盤は、支持地盤としての性能が求められることから、試験施工を踏まえて今後品質管理項目を設定する。



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)

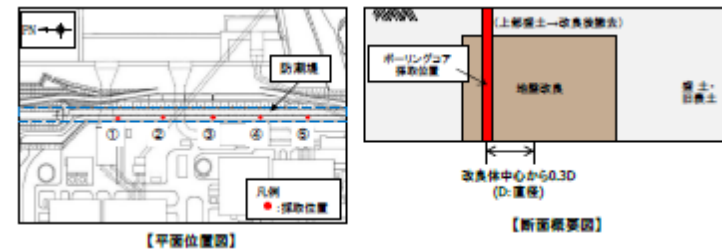


第9 図 既設改良地盤における一軸圧縮強度試験結果 (参考値)

(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 300 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 1171" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1092 1188 1546 1224">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>		

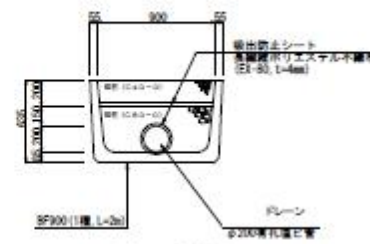
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(5) 過去の試験施工 (目的及び改良地盤の追加施工との関連性)</p> <p>女川及び東通原子力発電所においては、地中構造物の耐震裕度向上のため地盤改良が必要となった場合を想定し、試験施工を過去に実施している。</p> <p>この試験施工は盛土及び旧表土を対象とし、高圧噴射攪拌工法 (SJ, SJM, XJ) の注入回数や配合を変動させ、改良品質の確認や、近隣構造物への影響確認等を実施している。</p> <p>試験施工の主な目的を以下に示す。</p> <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="991 1423 1578 1759" data-label="Diagram"> <p>The diagram illustrates the spatial relationship between a soil improvement body and a drain. The improvement body is a square with a diameter of 5.0m. A drain with a diameter of 200mm is positioned 3.0m from the center of the improvement body. The drain includes a filter (gravel) and a drainage pipe. Other components shown include an air return pipe (エフレックス管), ground improvement (地盤改良) using high-pressure jet mixing, and a drainage pipe (ドレーン) with a diameter of 200mm. The distance from the center of the improvement body to the drain is 3.0m, and the distance from the drain to the edge of the improvement body is 0.7m. The diagram also shows a drainage stop sheet (排水防止シート) and a filter (フィルター) made of gravel (砕石).</p> </div> <p>※: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>		

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

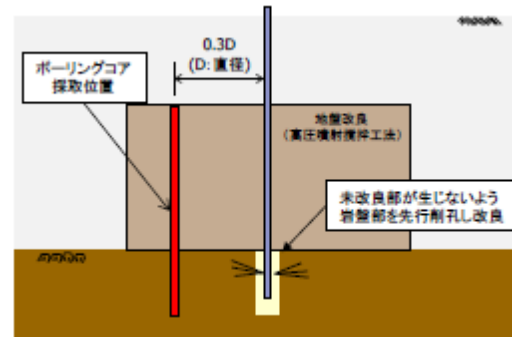


第19 図 地盤改良後のエフレックス管及び接地線状況

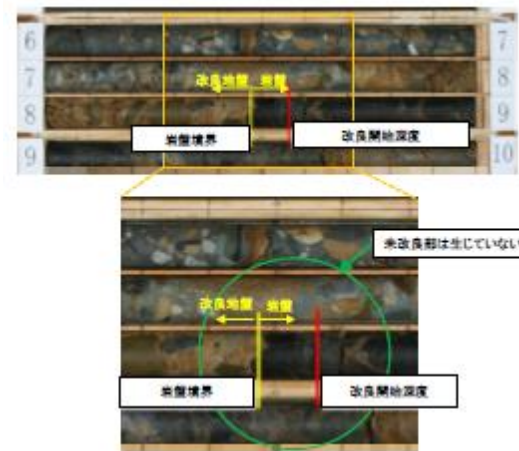
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p data-bbox="973 300 1709 464">地盤改良（高圧噴射攪拌工法）による近接構造物（地下防水を施したL字擁壁）への影響に関する試験施工についても実施した。試験施工の概要を第20図に、L字擁壁設置状況を第21図に示す。</p> <div data-bbox="1092 541 1567 800"> </div> <p data-bbox="1032 835 1620 867">第20図 試験施工の概要（構造物への近接施工）</p> <div data-bbox="1160 926 1495 1178"> </div> <p data-bbox="1166 1199 1489 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>		

b. 過去の試験施工による岩盤との境界面
 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。



第23図 岩盤との境界面の施工イメージ



第24図 改良後のボーリングコア写真

(6) 一般産業施設の施工事例

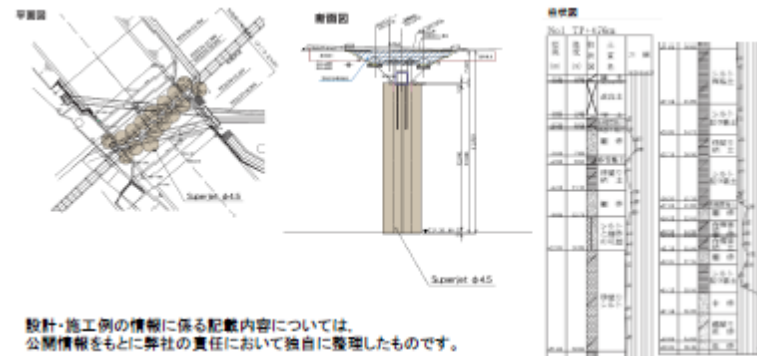
a. 東京外環自動車道ジャンクション工事

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

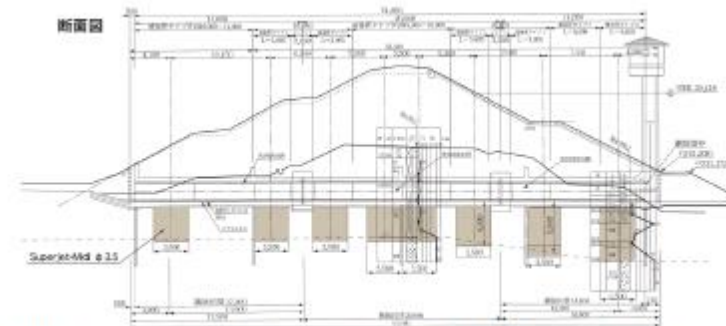
b. 江の川川越排水樋門改築工事における施工事例

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



第26図 施工概要図

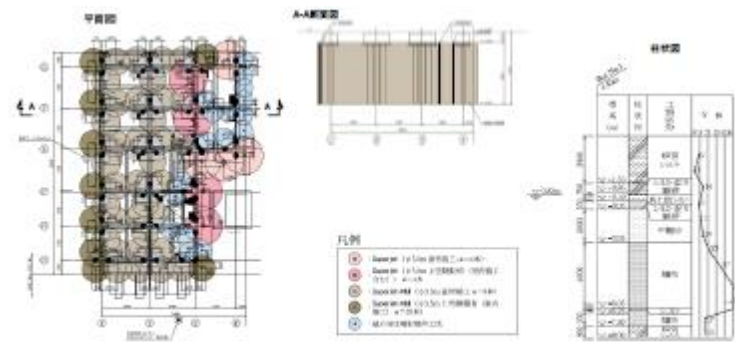
c. 柏崎市自然環境浄化センターにおける施工事例

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。

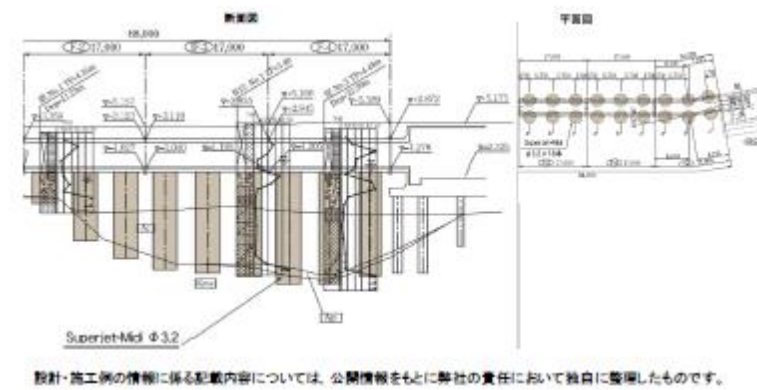
第 27 図 施工概要図

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



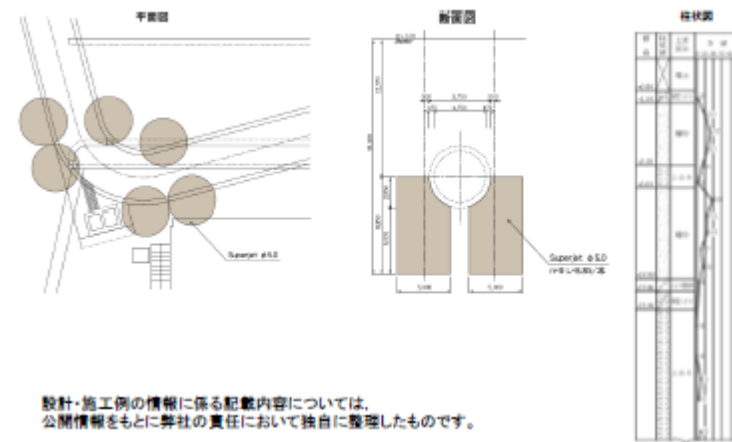
第 28 図 施工概要図

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



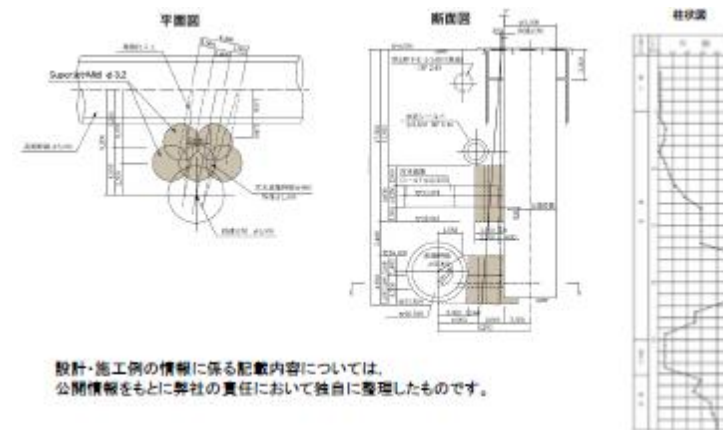
第29図 施工概要図

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



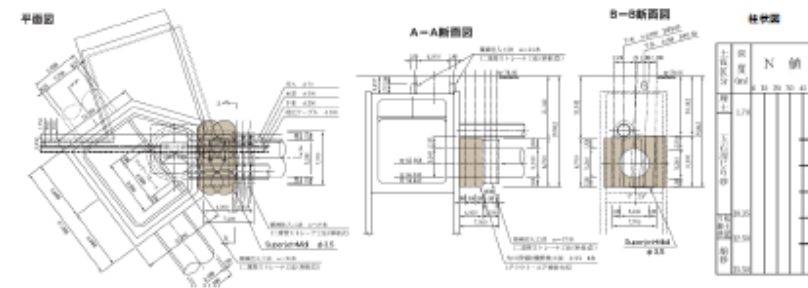
第30図 施工概要図

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 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	φ3.5m
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。

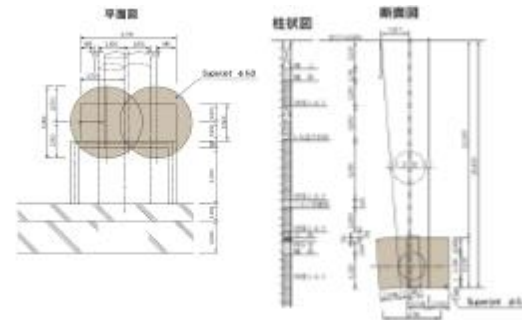
第 31 図 施工概要図

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)。

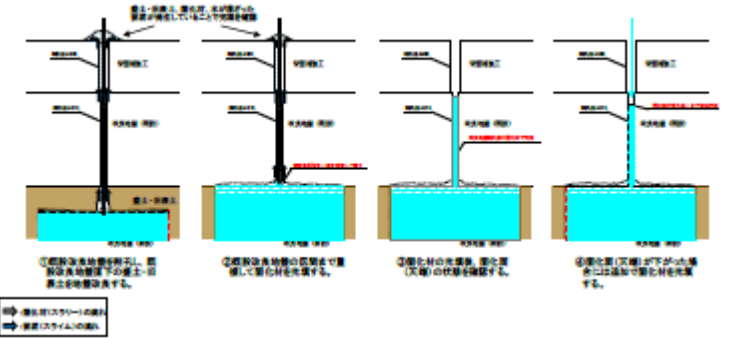
第13表 施工概要

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>		

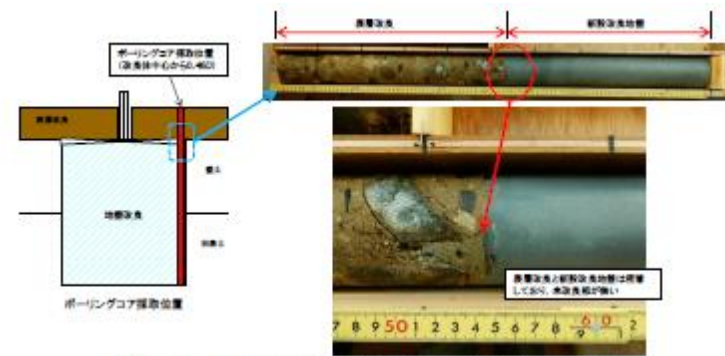
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(8) 試験施工の概要</p> <p>a. 試験施工の概要</p> <p>工認段階において、施工仕様（配合、引上げ速度）の妥当性確認を目的として、試験施工を実施する。また深い位置での施工成立性、先に施工した表層改良と新設改良地盤との境界部の性状についても確認を行う。</p> <p>また、試験施工時に先に施工した表層改良部の沈下有無を確認し、防潮堤直下の改良地盤の追加施工時に沈下させないための施工計画立案の参考とする。</p> <p>試験施工イメージを第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 1350" data-label="Diagram"> </div> <p>第34図 試験施工イメージ</p>		

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。



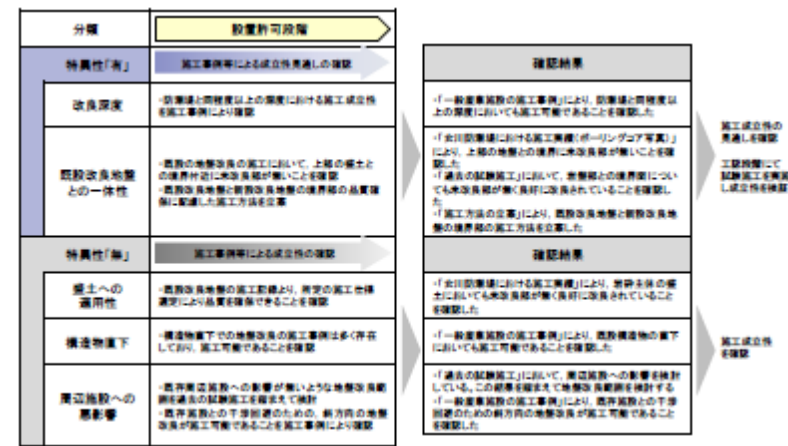
第 35 図 表層改良と新設改良地盤との境界面のコア写真

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

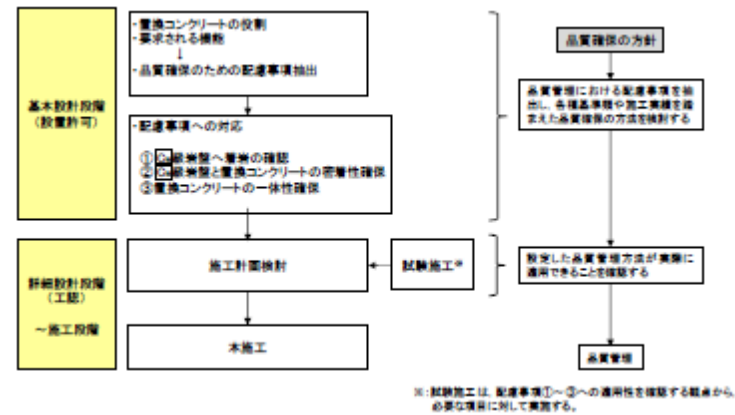


東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: center;">(参考資料3)</p> <p style="text-align: center;">置換コンクリートの施工計画の概要について</p> <p>1. 置換コンクリートの施工概要</p> <p>鋼管式鉛直壁（一般部）及び盛土堤防において防潮堤の海側に設置する置換コンクリートは、オールケーシング工法を主体に施工を行う計画としている（岩盤の浅い一部範囲は開削工法を検討）。置換コンクリートの施工範囲を第1図に示す。</p> <div data-bbox="994 709 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[機械掘削・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 812 1611 1205" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1003 1241 1650 1276">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 礫岩盤へ層岩の確認 ・ ② 礫岩盤との密着性確保
	・ 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 礫岩盤へ層岩の確認 ・ ② 礫岩盤との密着性確保

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

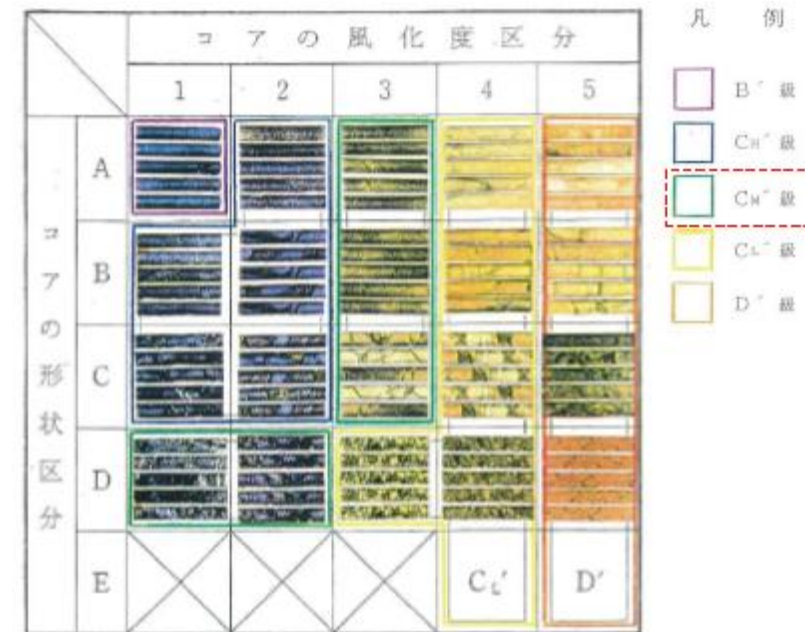
① 礫岩盤へ層岩の確認
② 礫岩盤と置換コンクリートの密着性確保
③ 置換コンクリートの一体性確保

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～黄灰色を呈する。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



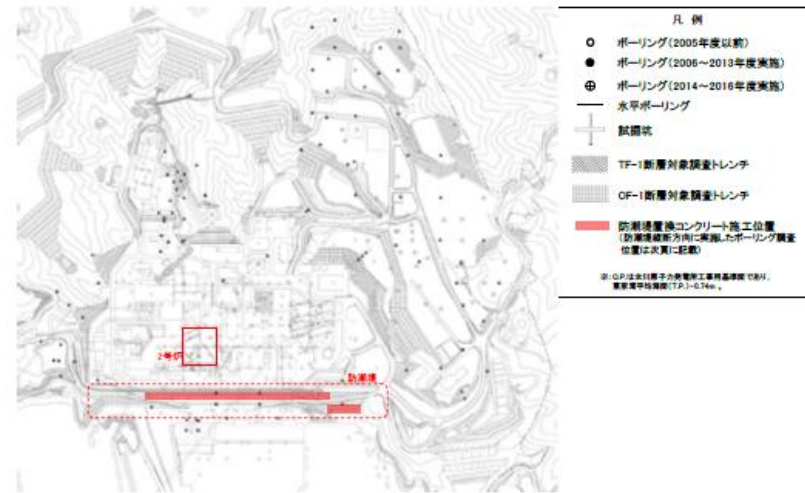
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

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

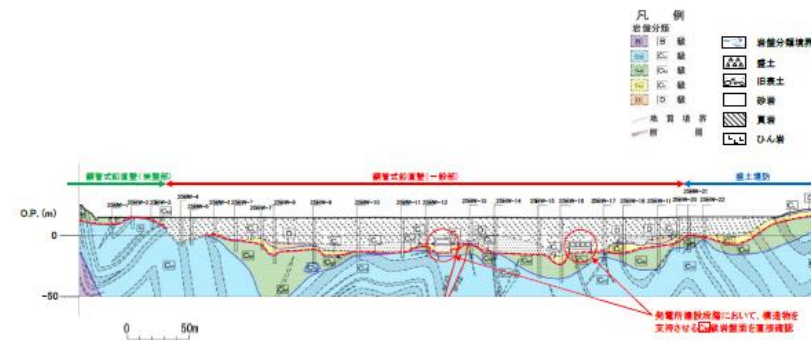
備考

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

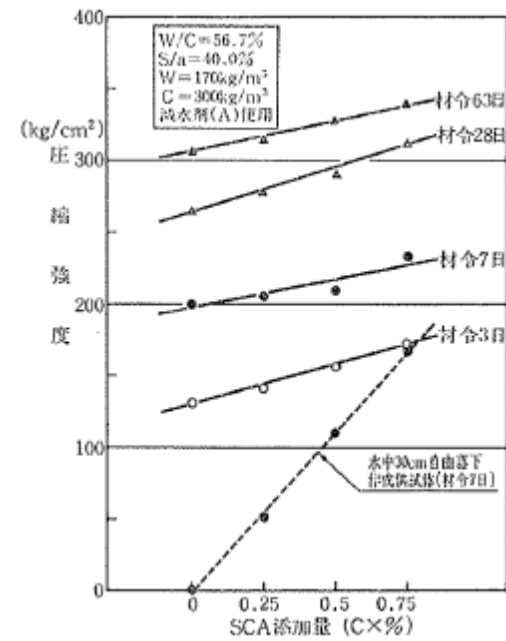
また、防潮堤縦断方向の地質断面図を第7図に示す。防潮堤の縦断方向に対してボーリング調査結果が密に得られており、置換コンクリート施工においては近傍のボーリングデータを参照することが可能である。また、CM級岩盤への着岩高さを精度よく把握することができる。



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級岩盤と置換コンクリートの密着性確保</u>』への対応</p> <p><u>C_W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。</u></p> <p><u>C_W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。</u></p> <p>a. 孔底処理</p> <p><u>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。</u></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 complete) shows the shaft clear of sediment.</p> </div> <p>第8図 一次孔底処理の手順</p> <p><u>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。</u></p> <p><u>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。</u></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>		

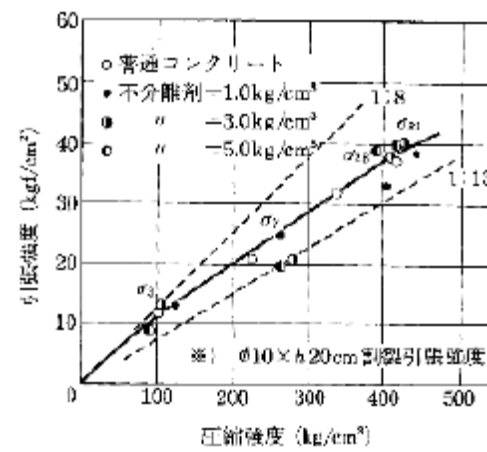
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>本基礎建設協会」によれば、多くの場合は一次孔底処理で残留物を除去することができる」とされている。</p> <p>b. 水中不分離コンクリートの使用 (岩盤との境界付近)</p> <p>掘削岩盤表面と置換コンクリートの境界部の密着性を確保するため、孔底処理後、間隙への充填性に優れる水中不分離コンクリートを打設する。</p> <p>水中不分離コンクリートは、第9図に示すように、優れた分離抵抗性、充填性を有する。</p> <div data-bbox="952 703 1691 930" 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="1121 936 1507 1224" 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))

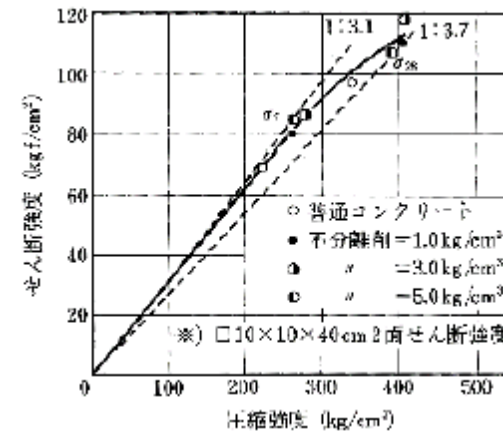
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

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

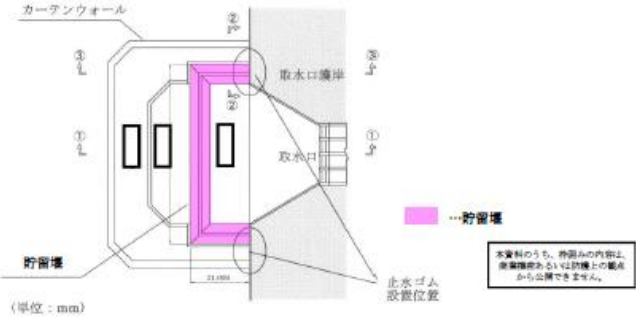
水中不分離コンクリートのせん断強度については、第12図に示すように、圧縮強度の1/3.1~1/3.7であり、通常のコンクリートの関係（圧縮強度の1/5程度）よりやや大きくなる。

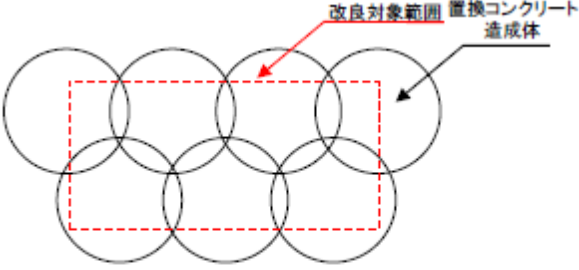


第12図 圧縮強度とせん断強度の関係例

((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="967 300 1709 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="967 390 1709 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="967 527 1709 600">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="967 617 1709 690">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="952 709 1694 1081">  <p data-bbox="1080 961 1160 982">明石海峡大橋</p> <p data-bbox="1436 961 1546 982">明石海峡大橋側面図</p> <p data-bbox="1294 995 1694 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="967 1062 1442 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="1086 1104 1567 1136">第 13 図 明石海峡大橋における施工事例</p> <div data-bbox="967 1230 1670 1612">  <p data-bbox="1032 1413 1142 1434">羽田空港D滑走路消波護岸</p> <p data-bbox="1199 1551 1670 1572">水中不分離コンクリート打設後の状況</p> <p data-bbox="967 1560 1670 1612"> <small> 出典：田中秀夫、新保謙二、野口孝敏、藤原秀文、 羽田空港の建設株式会社、滑走路部の消波護岸併設護岸の設計・施工、 コンクリート工学、Vol.47、No.11、2006.11 </small> </p> <p data-bbox="967 1593 1412 1612"><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="1056 1644 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="1020 747 1635 779">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>  <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>b. <u>置換コンクリート造成体間の一体化</u></p> <p><u>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。</u></p> <p><u>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確認し、必要に応じて設計に反映する。</u></p>  <p>出典： ・株式会社横山基礎工事HP： https://www.yokoyamakiso.co.jp/lp/acr/index.html</p> <p>第17 図 <u>オールケーシング工法によるコンクリートの掘削面</u></p>		

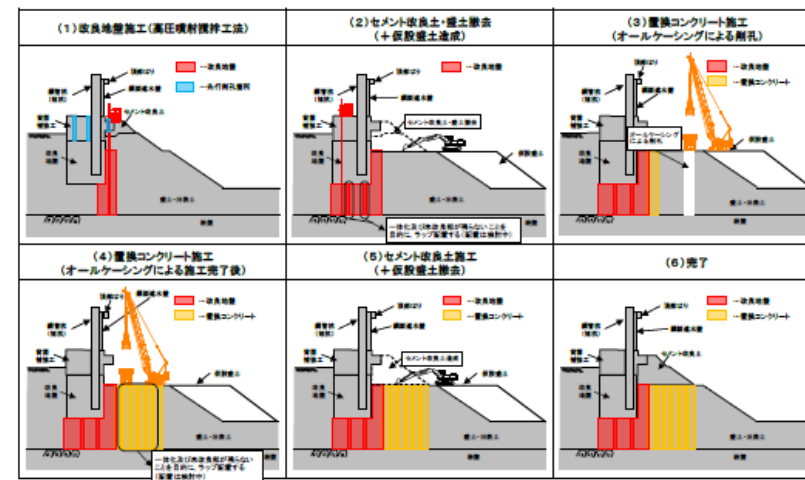
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>c. <u>トレミー管による水中コンクリート打設</u></p> <p><u>掘削完了後、水中不分離コンクリートを打設した後、水中不分離コンクリートが固化する前に水中コンクリートを打設する。</u></p> <p><u>水中コンクリートは、2m 程度根入れしたトレミー管の先端から充填し、先端が常に打設したコンクリート中にある状態を保つように施工することで、材料分離を防止する。水中コンクリートの施工例を第 18 図に示す。</u></p> <p><u>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 835 1543 1123" data-label="Diagram"> </div> <p>解説 図 8.2.1 トレミーによる水中コンクリートの打込み例</p> <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>第 18 図 水中コンクリートの施工例 (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

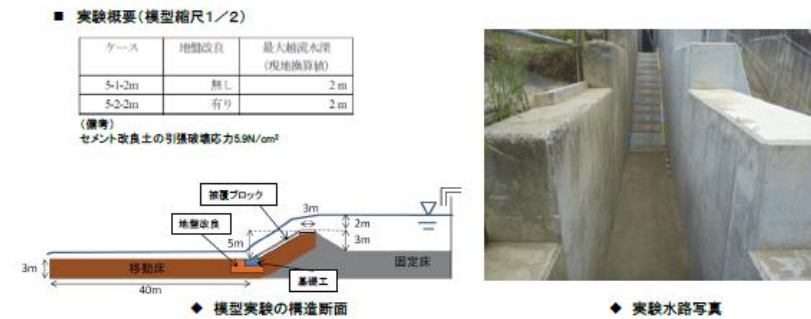
改良地盤及び置換コンクリートの施工範囲は近接しており、施工にあたって両者の施工手順の調整が必要となる。鋼管式鉛直壁(一般部)を例にして、現在想定している改良地盤及び置換コンクリートの施工手順を第1図に示す。



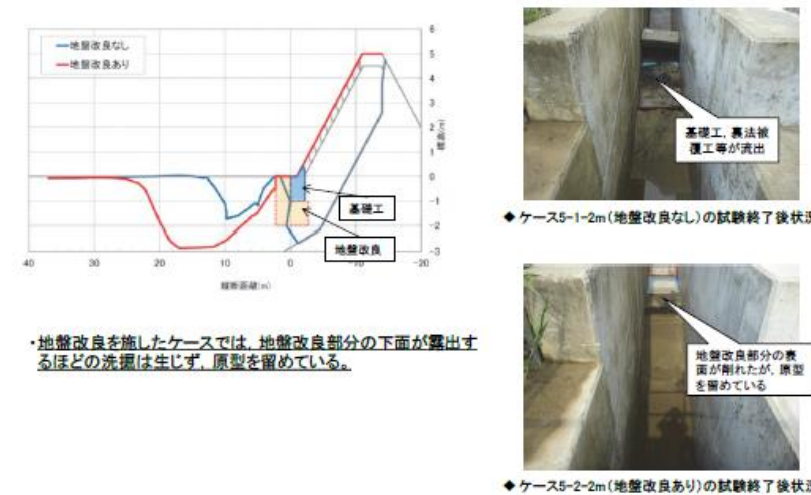
第1図 改良地盤及び置換コンクリートの施工手順

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 1071 1706 1302" style="text-align: center;"> <p>◆ 模型実験の構造断面</p> <p>◆ 実験結果</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

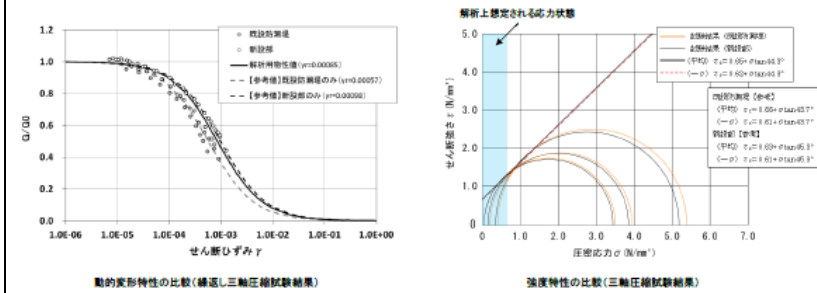


第3図 海岸堤防を模擬した大規模実験結果

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。

(2) セメント改良土の既設部と新設部の物性

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。

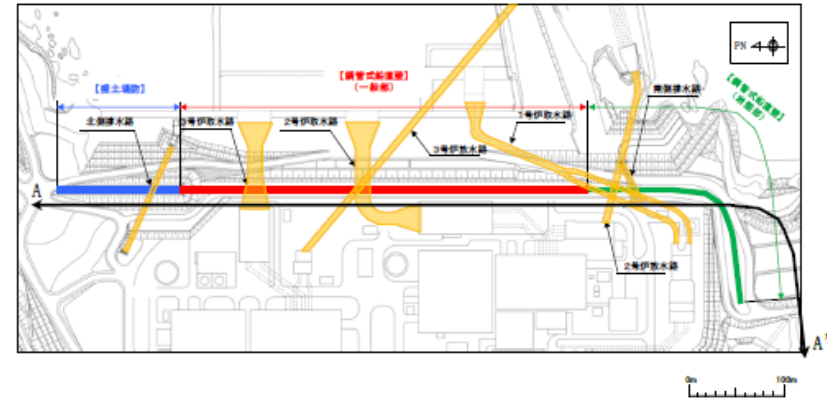


第5図 既設防潮堤と新設部のセメント改良土の物性調査結果

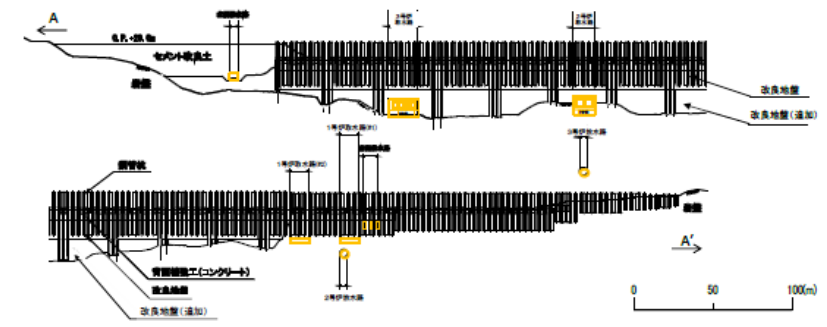
既設防潮堤部分と新設部の物性はほぼ同程度となっていることを確認した。そのため、既設防潮堤についても盛土堤防の一部として、両者を一様の物性として扱って評価を行うことは妥当と考えられる。

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。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 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用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="952 974 1700 1352"> <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	岩盤 (MMR) 内に構築されており、十分な厚さ(構造物上面から岩盤 (MMR) 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
		岩盤トンネル (MMR 内)		

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

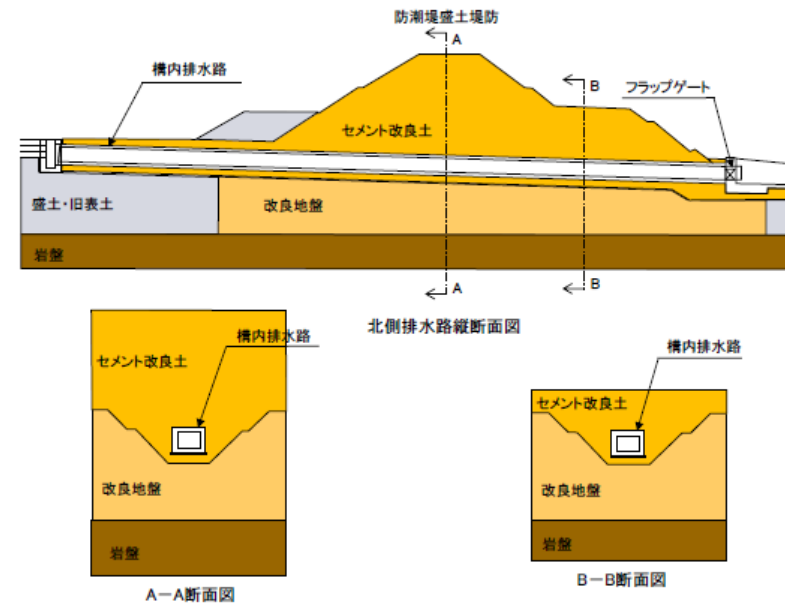
北側排水路の概要図を第3図に、標準断面図を第4図に示す。北側排水路は、PC鋼線により水路縦断方向にプレストレスを導入することで、排水路ブロックを一体化し、水密性に配慮した構造としているとともに、透水性が小さく耐侵食性に優れたセメント改良土内に設置されている。このため、万が一排水路のひび割れやブロック間の目開きから水路外に漏水が生じたとしても、漏出箇所より侵食範囲が広がり防潮堤を横断する排水経路に進展していく可能性は低いと考えられる。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

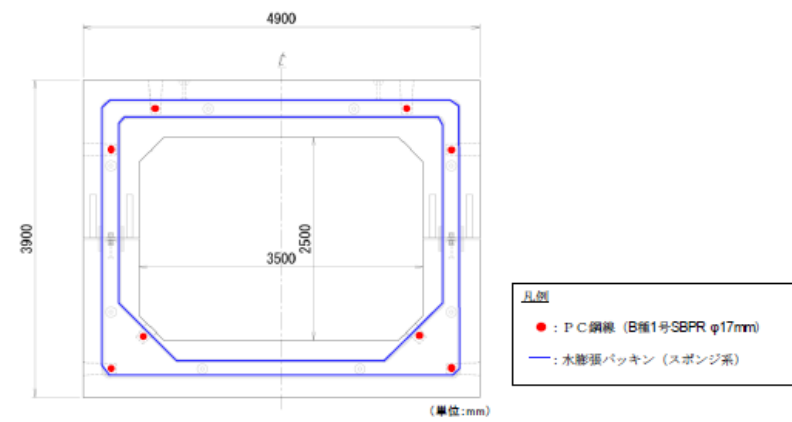
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

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


(2) 北側排水路の漏水対策に係る参考文献

a. 河川堤防の構造検討の手引き(改訂版) 財団法人国土技術研究センター

当文献では、第5図に示すように、堤体内の構造物からの漏水を防止する工法(抜本的対策)の1つに、水みちを連続させない対策として連壁工法(函体を取り囲むようにコンクリートあるいはセメント系改良体を設置し、これらの遮水機能によって、構造物に沿う水の流れを遮断する)が記載されている。

対策の目的	水を入れない	水みちを連続させない	パイピングを挿入する
対策の考え方	構造物に打込みや充填の要は、地盤土質の透水性であること、埋込みの透水性を考慮し、透水性の低い材料を用いることである。また、透水性の高い材料を用いる場合は、透水性の低い材料との境界面に遮水対策を講ずる必要がある。	構造物とその周辺に、透水性の低い材料を充填し、透水性の高い材料との境界面に遮水対策を講ずる必要がある。	構造物に水が浸入し、構造物の周辺に透水性の高い材料を充填し、透水性の低い材料との境界面に遮水対策を講ずる必要がある。
対策工法	遮断板打設工法 遮断板打設工法 遮断板打設工法	止水工法 止水工法 止水工法	挿入工法 挿入工法 挿入工法
工法の概要	構造物の埋込部分に、透水性の低い材料を充填し、透水性の高い材料との境界面に遮水対策を講ずる必要がある。	透水性の高い材料を充填し、透水性の低い材料との境界面に遮水対策を講ずる必要がある。	透水性の高い材料を充填し、透水性の低い材料との境界面に遮水対策を講ずる必要がある。
効果の程度等 からみた工法の 長所・短所	【長所】 透水性の低い材料を充填し、透水性の高い材料との境界面に遮水対策を講ずる必要がある。 【短所】 透水性の高い材料を充填し、透水性の低い材料との境界面に遮水対策を講ずる必要がある。	【長所】 透水性の高い材料を充填し、透水性の低い材料との境界面に遮水対策を講ずる必要がある。 【短所】 透水性の低い材料を充填し、透水性の高い材料との境界面に遮水対策を講ずる必要がある。	【長所】 透水性の高い材料を充填し、透水性の低い材料との境界面に遮水対策を講ずる必要がある。 【短所】 透水性の低い材料を充填し、透水性の高い材料との境界面に遮水対策を講ずる必要がある。
施工性	透水性の高い材料を充填し、透水性の低い材料との境界面に遮水対策を講ずる必要がある。	透水性の高い材料を充填し、透水性の低い材料との境界面に遮水対策を講ずる必要がある。	透水性の高い材料を充填し、透水性の低い材料との境界面に遮水対策を講ずる必要がある。
地盤土質の透水性 等による 対策の選定	透水性の高い材料を充填し、透水性の低い材料との境界面に遮水対策を講ずる必要がある。	透水性の高い材料を充填し、透水性の低い材料との境界面に遮水対策を講ずる必要がある。	透水性の高い材料を充填し、透水性の低い材料との境界面に遮水対策を講ずる必要がある。

第5図 連壁工法の概要

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 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>		

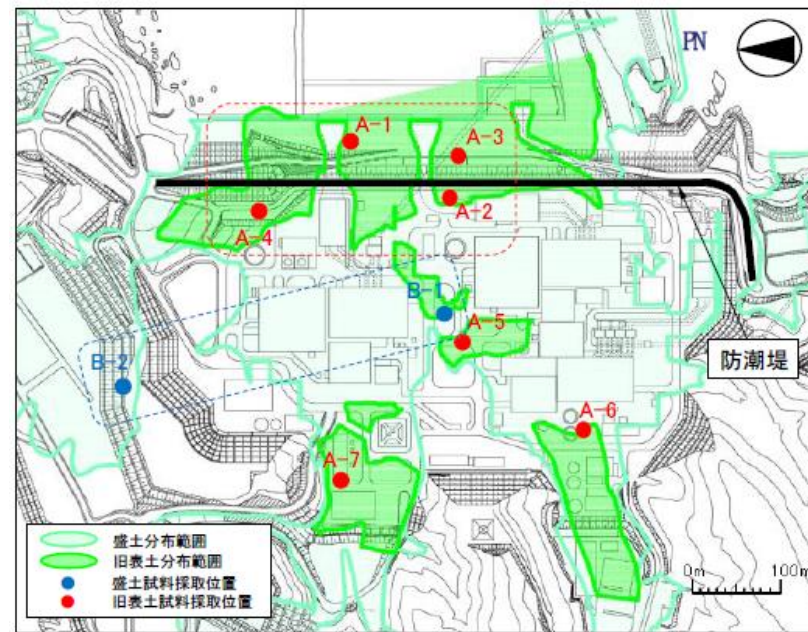
(参考資料7)

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

1. 液状化強度試験の試料採取位置選定とその代表性

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。

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。

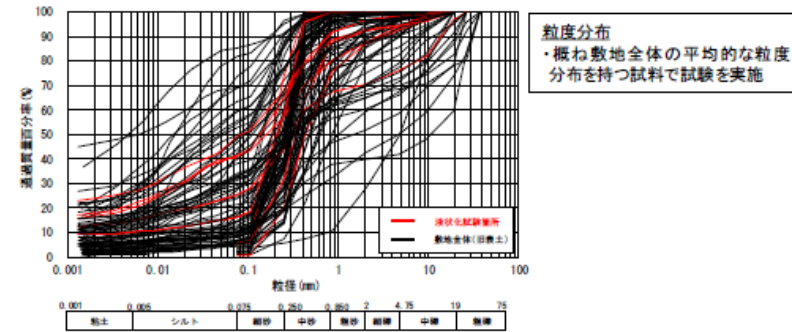


第1図 液状化強度試験の試料採取位置図

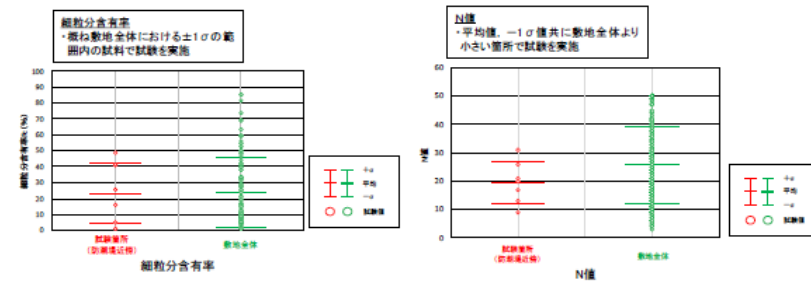
(1) 旧表土

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、75μm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±1σ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。

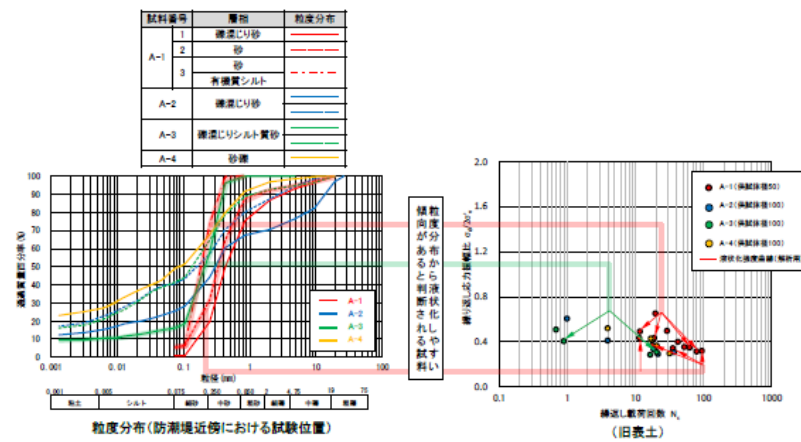
以上から、防潮堤近傍の液状化強度試験箇所は敷地全体と比較し、同程度あるいはやや液状化しやすい箇所から採取されていることから、防潮堤近傍の液状化強度試験箇所は敷地全体に対して保守的な位置で実施され、代表性があるといえる。

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

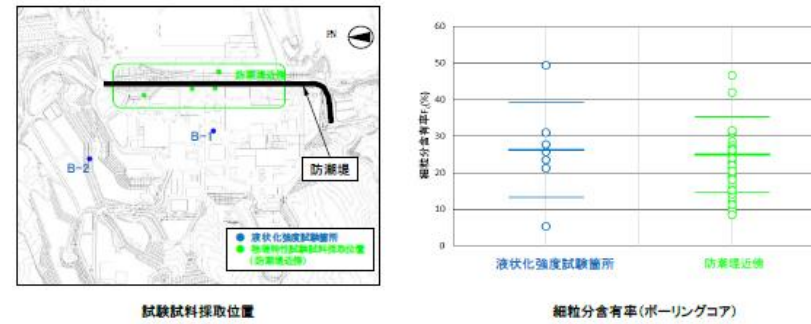
(2) 盛土

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>		

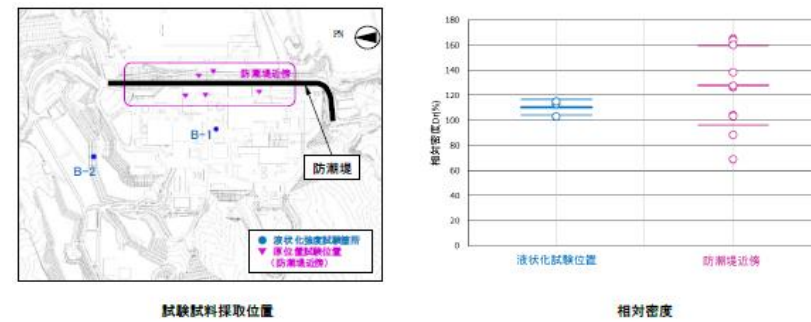


第7 図 試験試料採取位置及び細粒分含有率(盛土, ボーリングコア)

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。

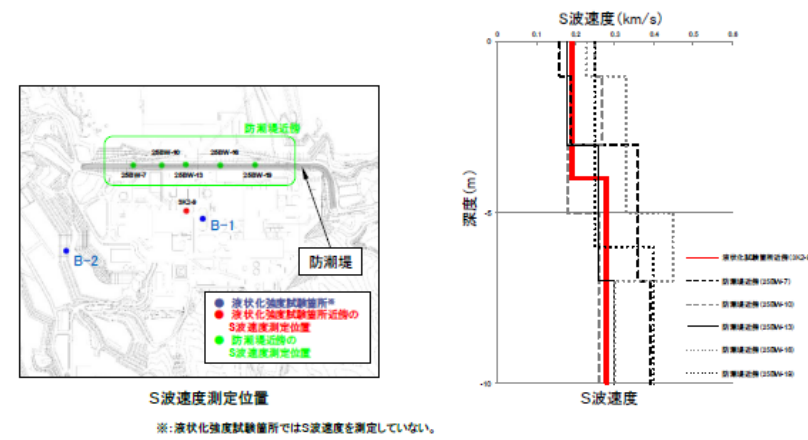


第8 図 試験試料採取位置及び相対密度(盛土)

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。



第9 図 測定位置及びS 波速度 (盛土)

d. 締固め度

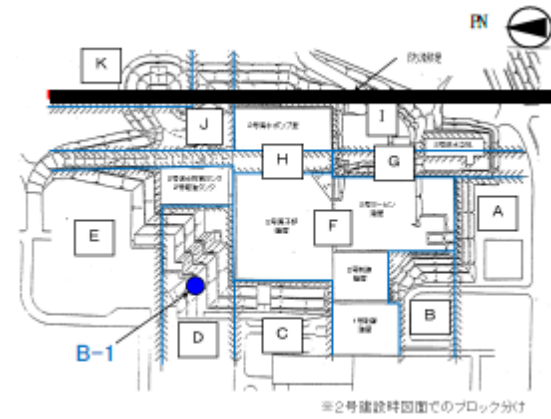
防潮堤近傍と液状化強度試験箇所における締固め度を比較する。

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。

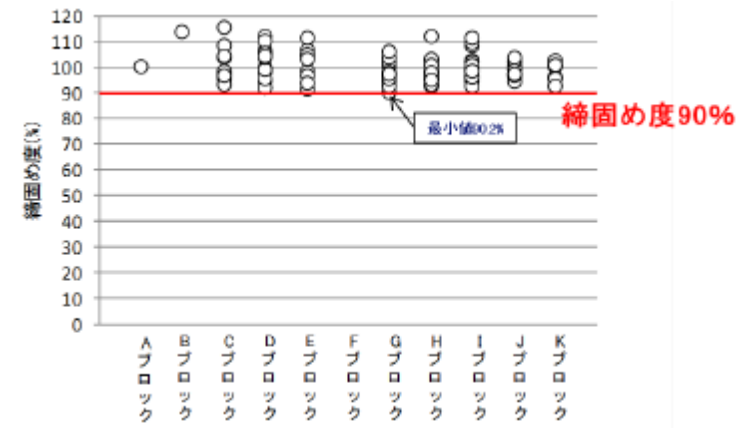
盛土施工の品質管理に用いた指標のうち、締固め度 (=乾燥密度÷最大乾燥密度 (γ_{dmax})) の実績を各ブロック及び防潮堤近傍ブロックと液状化強度試験箇所付近のブロックを抜き出して第11 図及び第12 図に示す。

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。

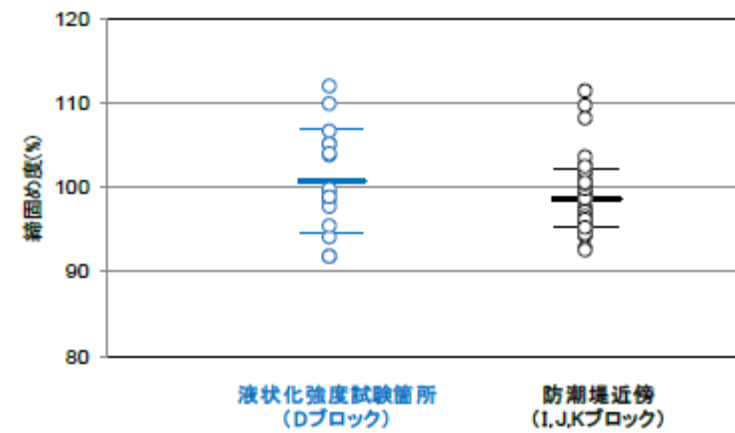
また、液状化強度試験箇所と防潮堤近傍を比較すると、ほぼ同程度の締固め度である。



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

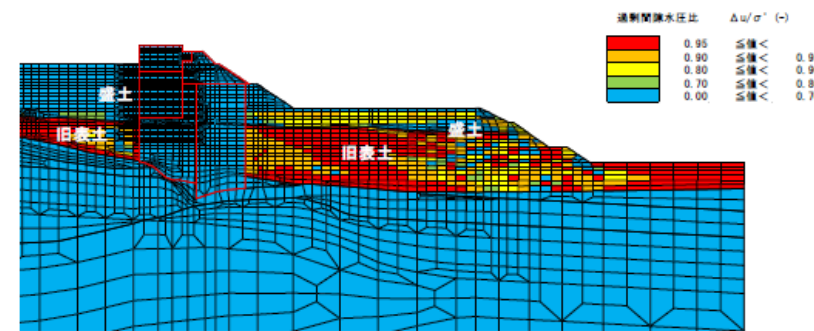
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>2. まとめ</p> <p>(1) 旧表土</p> <p><u>防潮堤近傍における旧表土の試料採取位置 (A-1~A-4) は、敷地全体と比較して以下の特徴を有していることから、A-1~A-4 において採取した試料から得られる液状化強度特性を防潮堤の設計に適用することは妥当である。</u></p> <p><u>【粒度分布】 概ね敷地全体の平均的な粒度分布を持つ試料で試験を実施</u></p> <p><u>【細粒分含有率】概ね敷地全体における$\pm 1\sigma$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)

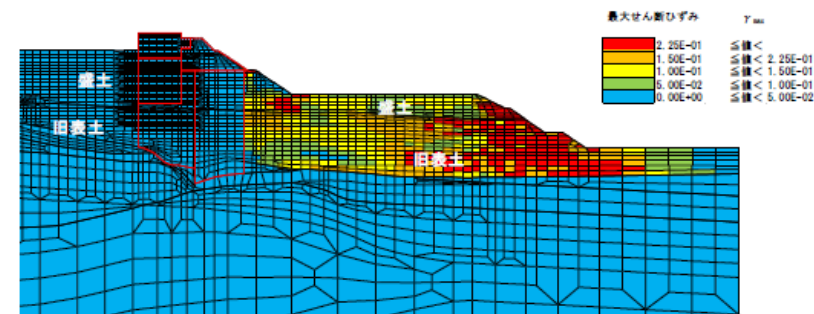
構造成立性検討結果の補足

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)

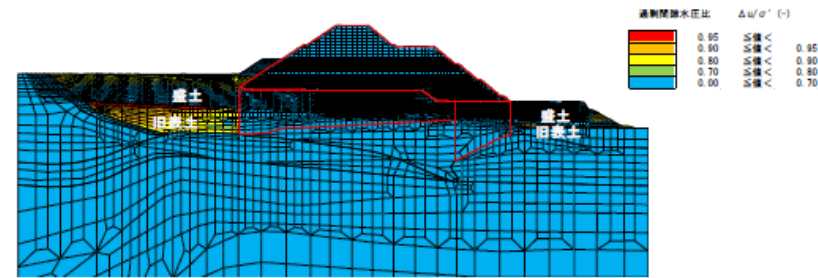
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

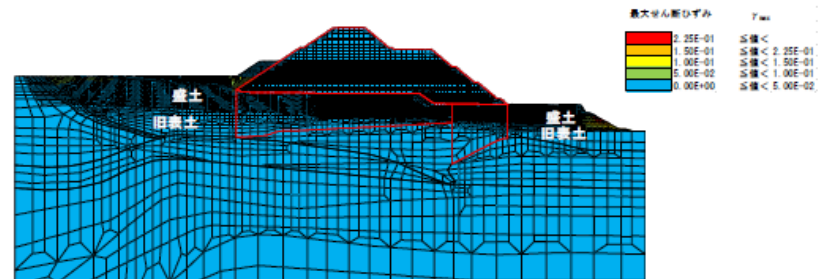
島根原子力発電所 2号炉

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)

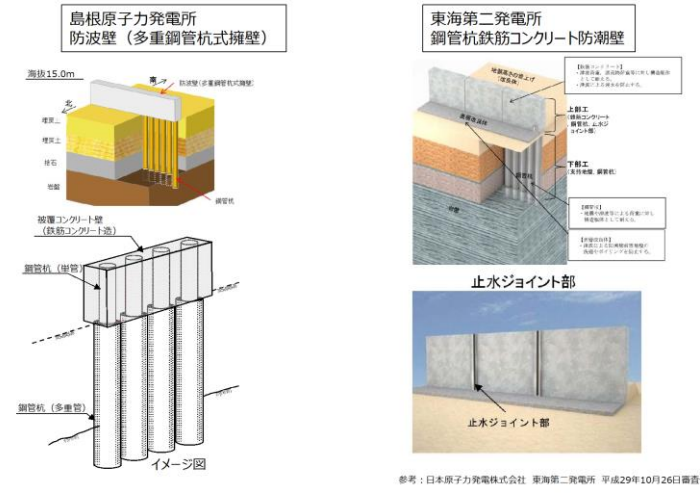


第4図 最大せん断ひずみ分布 (地震時, Ss-N1)

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>

第1表 他サイト防潮堤との構造形式の違いによる考察

項目	女川の防潮堤	東海第二発電所	日本原子力発電所 東海第二発電所	女川原子力発電所	東海第二発電所	女川の防潮堤	東海第二発電所	女川の防潮堤	東海第二発電所	
防潮堤の高さ	4.8m	1.5m	1.2m~2.0m	1.2m~2.0m	1.2m~2.0m	4.8m	1.5m	1.2m~2.0m	1.2m~2.0m	
防潮堤の構造	・堤体上部はコンクリートで覆われ、下部は土質である。 ・堤体下部は土質である。	・堤体上部はコンクリートで覆われ、下部は土質である。 ・堤体下部は土質である。	・堤体上部はコンクリートで覆われ、下部は土質である。 ・堤体下部は土質である。	・堤体上部はコンクリートで覆われ、下部は土質である。 ・堤体下部は土質である。	・堤体上部はコンクリートで覆われ、下部は土質である。 ・堤体下部は土質である。	・堤体上部はコンクリートで覆われ、下部は土質である。 ・堤体下部は土質である。	・堤体上部はコンクリートで覆われ、下部は土質である。 ・堤体下部は土質である。	・堤体上部はコンクリートで覆われ、下部は土質である。 ・堤体下部は土質である。	・堤体上部はコンクリートで覆われ、下部は土質である。 ・堤体下部は土質である。	・堤体上部はコンクリートで覆われ、下部は土質である。 ・堤体下部は土質である。
防潮堤の基礎	・基礎は地盤の状況に応じて、必要に応じて基礎を打設する。 ・基礎は地盤の状況に応じて、必要に応じて基礎を打設する。	・基礎は地盤の状況に応じて、必要に応じて基礎を打設する。 ・基礎は地盤の状況に応じて、必要に応じて基礎を打設する。	・基礎は地盤の状況に応じて、必要に応じて基礎を打設する。 ・基礎は地盤の状況に応じて、必要に応じて基礎を打設する。	・基礎は地盤の状況に応じて、必要に応じて基礎を打設する。 ・基礎は地盤の状況に応じて、必要に応じて基礎を打設する。	・基礎は地盤の状況に応じて、必要に応じて基礎を打設する。 ・基礎は地盤の状況に応じて、必要に応じて基礎を打設する。	・基礎は地盤の状況に応じて、必要に応じて基礎を打設する。 ・基礎は地盤の状況に応じて、必要に応じて基礎を打設する。	・基礎は地盤の状況に応じて、必要に応じて基礎を打設する。 ・基礎は地盤の状況に応じて、必要に応じて基礎を打設する。	・基礎は地盤の状況に応じて、必要に応じて基礎を打設する。 ・基礎は地盤の状況に応じて、必要に応じて基礎を打設する。	・基礎は地盤の状況に応じて、必要に応じて基礎を打設する。 ・基礎は地盤の状況に応じて、必要に応じて基礎を打設する。	
防潮堤の止水	・止水はコンクリートで打ち込まれる。 ・止水はコンクリートで打ち込まれる。	・止水はコンクリートで打ち込まれる。 ・止水はコンクリートで打ち込まれる。	・止水はコンクリートで打ち込まれる。 ・止水はコンクリートで打ち込まれる。	・止水はコンクリートで打ち込まれる。 ・止水はコンクリートで打ち込まれる。	・止水はコンクリートで打ち込まれる。 ・止水はコンクリートで打ち込まれる。	・止水はコンクリートで打ち込まれる。 ・止水はコンクリートで打ち込まれる。	・止水はコンクリートで打ち込まれる。 ・止水はコンクリートで打ち込まれる。	・止水はコンクリートで打ち込まれる。 ・止水はコンクリートで打ち込まれる。	・止水はコンクリートで打ち込まれる。 ・止水はコンクリートで打ち込まれる。	
防潮堤の排水	・排水はコンクリートで打ち込まれる。 ・排水はコンクリートで打ち込まれる。	・排水はコンクリートで打ち込まれる。 ・排水はコンクリートで打ち込まれる。	・排水はコンクリートで打ち込まれる。 ・排水はコンクリートで打ち込まれる。	・排水はコンクリートで打ち込まれる。 ・排水はコンクリートで打ち込まれる。	・排水はコンクリートで打ち込まれる。 ・排水はコンクリートで打ち込まれる。	・排水はコンクリートで打ち込まれる。 ・排水はコンクリートで打ち込まれる。	・排水はコンクリートで打ち込まれる。 ・排水はコンクリートで打ち込まれる。	・排水はコンクリートで打ち込まれる。 ・排水はコンクリートで打ち込まれる。	・排水はコンクリートで打ち込まれる。 ・排水はコンクリートで打ち込まれる。	



第1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) 及び東海第二発電所 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮堤)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 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(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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <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>類似点</th> <th>相違点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">防波壁の構造</td> <td>下部工の構造</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、防波壁背後に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。 - - - </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、水平載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)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設定し、設計する。 今後、2次元動的FEM解析により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次元静的FEM解析により被覆コンクリートの健全性を確認する。 </td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right; font-size: small;">※ 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。</p>	評価項目	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	類似点	相違点	防波壁の構造	下部工の構造	<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、防波壁背後に地盤改良を実施する。 	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭は岩盤に支持。 - - - 	<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、水平載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)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設定し、設計する。 今後、2次元動的FEM解析により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次元静的FEM解析により被覆コンクリートの健全性を確認する。
評価項目	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																		
	類似点	相違点																							
防波壁の構造	下部工の構造	<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、防波壁背後に地盤改良を実施する。 	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管杭は岩盤に支持。 - - - 	<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、水平載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)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設定し、設計する。 今後、2次元動的FEM解析により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次元静的FEM解析により被覆コンクリート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波壁)</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 時的に漏水性が確保できな 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、液化 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化 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化化 強度比が、液化化強度 試験に基づき液化化強度 特性より保守的となってい ることを確認している。 別途、「地盤の液化化強 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波壁)	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 時的に漏水性が確保できな 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、液化 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化 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化化 強度比が、液化化強度 試験に基づき液化化強度 特性より保守的となってい ることを確認している。 別途、「地盤の液化化強 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波壁)		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 時的に漏水性が確保できな 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、液化 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化 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化化 強度比が、液化化強度 試験に基づき液化化強度 特性より保守的となってい ることを確認している。 別途、「地盤の液化化強 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" style="text-align: center;"> </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*		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
	下部工の構造	上部工の構造	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、剛接合として設計 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"> 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"> 鋼管杭は岩盤に支持させる。 杭頭部は、剛接合として設計 鋼管杭の許容限界： (曲げ) 降伏強度以下 (せん断) せん断耐力以下 	<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"> 杭頭部をヒンジ結合として設計している。 	<ul style="list-style-type: none"> 許容限界については、降伏強度に基づき考え方をおり、先行炉の設計方針が適用可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> 杭頭を剛接合とした場合に、ついても成立性を確認する。 今後、模型実験により杭頭部の力挙動を確認する。 	
上部工の構造	<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"> 鉄筋コンクリート製の連水壁を地上部に設置する。 連水壁の許容限界： (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。 	<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。 	<ul style="list-style-type: none"> 止水目地材の採用があることから、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"> 止水目地材の採用があることから、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	<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：防波壁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"> 同等の仕様の子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"> 止水目地材の採用があることから、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"> 止水目地材の採用があることから、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"> 止水目地材の採用があることから、先行炉の止水目地の設計方針が適用可能である。 	
液状化影響に関する設計への反映	<ul style="list-style-type: none"> 液状化検討対象層(埋戻土(掘削スリ、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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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"> 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。 	<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(FILP)の簡易設定法を採用している。 	<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(FILP)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になっている。 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。

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

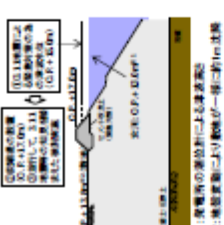
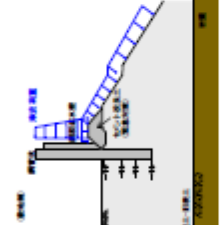
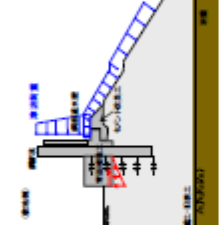
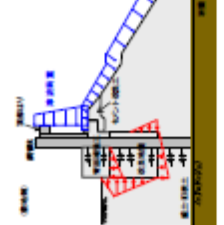
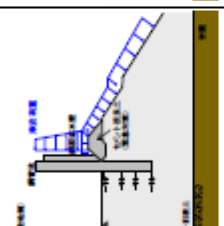
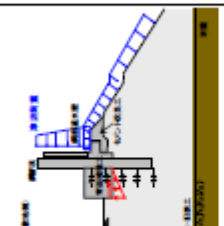
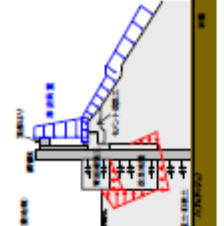
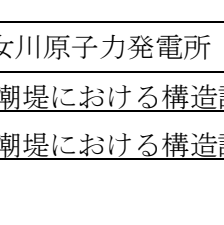
項目	島根原子力発電所		先行炉との比較		先行炉美観との類似点を踏まえた設計方針の適用性	先行炉美観との相違点を踏まえた設計への反映事項
	防波壁(波返重力擁壁)	先行炉の構造*	類似点	相違点		
防波壁の構造	下部工の構造	<ul style="list-style-type: none"> 下部工(ケーソン)は、岩盤若しくは改良地盤に支持させる。なお、上部工(重力擁壁)を直接岩盤若しくはMMRに支持させる箇所がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 下部工(コンクリート)は、構造物若しくは改良地盤(鉄筋コンクリート)を岩盤に支持させる設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 下部工(ケーソン)は、鉄筋コンクリート製であり、複数の隔壁を有する構造である。 	<ul style="list-style-type: none"> 下部工(ケーソン)の構造を踏まえ、3次元モデルにより各部位の照査を行う。 	
	上部工の構造	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 鉄筋コンクリート製の防潮堤を地上部に設置する。 防潮堤の許容限界：短期許容応力度 	-	-	
止水目地対策		<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"> 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時的に透水性が確保できないこと懸念されるが、耐用年数が30年であり、経年劣化による取り換えは必要と考えられる。万一取り換える必要が生じた場合に備えては、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。
	液状化影響に関する設計への反映	<ul style="list-style-type: none"> 液状化検討対象層(埋戻土(掘削スリ、砂礫層))に対して、液状化試験結果及び有効応力降下(FILP)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"> 液状化検討対象層に対して、液状化試験結果を踏まえ、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、有効応力降下(FILP)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かつおさまりを確認している。

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. 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>		

4. 女川防潮堤における構造設計の経緯

女川防潮堤における構造設計の経緯を第4図に示す。

<p>① 11号機</p>  <p>図1 11号機の設計による構造高さ 図2 11号機の設計による構造高さ(17.0m)</p>	<p>② 女川防潮堤</p>  <p>図3 11号機の設計による構造高さ(10.0m)</p>	<p>③ 青森県建設工による構造高さの上昇</p>  <p>図4 11号機の設計による構造高さ(12.0m)</p>	<p>④ 東京電力の通知 ⑤ 防潮堤の通知</p>  <p>図5 11号機の設計による構造高さ(15.0m)</p>
<p>② 女川防潮堤</p>  <p>図3 11号機の設計による構造高さ(10.0m)</p>	<p>③ 青森県建設工による構造高さの上昇</p>  <p>図4 11号機の設計による構造高さ(12.0m)</p>	<p>④ 東京電力の通知 ⑤ 防潮堤の通知</p>  <p>図5 11号機の設計による構造高さ(15.0m)</p>	<p>④ 東京電力の通知 ⑤ 防潮堤の通知</p>  <p>図5 11号機の設計による構造高さ(15.0m)</p>

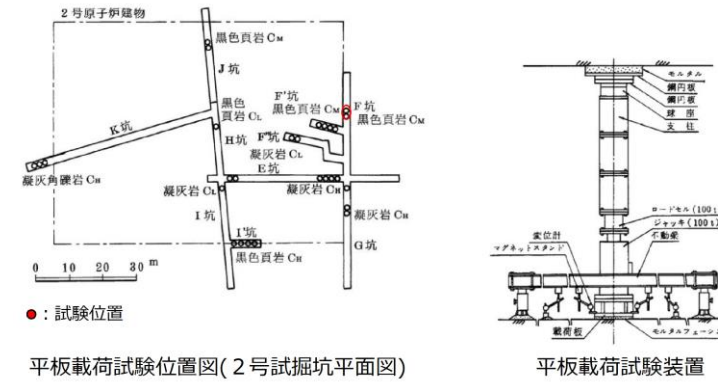
第4図(1) 女川防潮堤における構造設計の経緯(1/2)

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 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>【一般部】</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 data-bbox="1745 1171 2033 1438" 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 data-bbox="2053 1171 2493 1438" 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>

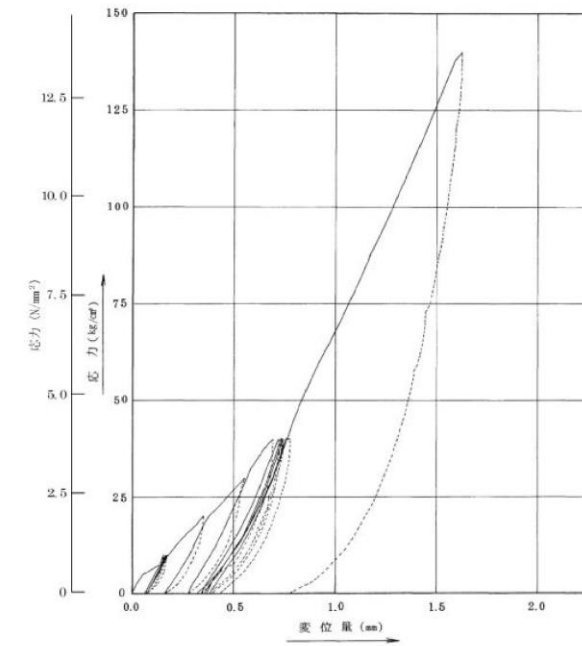
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考						
<p style="text-align: right;">(参考資料3)</p> <p style="text-align: center;"><u>防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の構造概要</u></p> <p style="text-align: center;"><u>防波壁のうち鋼管杭式逆 T 擁壁について、設置の経緯を第 1 図のとおり整理した。</u></p>			<p>・設備の相違</p> <p>【女川2】</p> <p>設備の相違による記載の相違</p>						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 45%; text-align: center;"> <p>当初設計時 (杭頭を剛結とした場合)</p> </td> <td style="width: 45%; text-align: center;"> <p>現在 (杭頭をヒンジ結合とした場合)</p> </td> </tr> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">設計の 考え方</td> <td style="width: 45%;"> <p>・防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の杭頭部の結合方式を剛結とすると杭頭部の曲げモーメントが肩伏モーメントを超え、杭が肩伏する結果となった。</p> </td> <td style="width: 45%;"> <p>・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。</p> <p>・杭頭部の結合方式をヒンジ結合とすることで、鋼管杭の変形を抑制し、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。</p> <p>・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補強鉄筋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。</p> <p>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明結合による影響検討を行い、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> </td> </tr> </table>				<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	<p>・防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の杭頭部の結合方式を剛結とすると杭頭部の曲げモーメントが肩伏モーメントを超え、杭が肩伏する結果となった。</p>	<p>・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。</p> <p>・杭頭部の結合方式をヒンジ結合とすることで、鋼管杭の変形を抑制し、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。</p> <p>・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補強鉄筋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。</p> <p>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明結合による影響検討を行い、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>	
	<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	<p>・防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の杭頭部の結合方式を剛結とすると杭頭部の曲げモーメントが肩伏モーメントを超え、杭が肩伏する結果となった。</p>	<p>・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。</p> <p>・杭頭部の結合方式をヒンジ結合とすることで、鋼管杭の変形を抑制し、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。</p> <p>・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補強鉄筋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。</p> <p>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明結合による影響検討を行い、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>							
<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>防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) は、十分な支持地盤 (堅硬な岩盤) に鋼管杭を設置し、<u>支持力評価においては、先端支持力のみに期待している。</u>鋼管杭の支持岩盤確認については、<u>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。</u>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。</p> <p><u>なお、支持岩盤の支持力については、2号炉原子炉設置許可申請時で実施した平板載荷試験結果に基づき十分な支持力を有していると判断していたが、以下、示方書及び設計標準などによると、杭支持機構について以下の記載がされているため、支持岩盤の更なる支持力確認として、現地試験を実施した。</u></p> <p>「<u>道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 (平成24年3月)</u>」によると、杭基礎の多様な支持層 (N値が 20 程度以上の粘性土層やN値が 30 程度以上の砂層、砂れき層等) に対する根入れ深さの一般的な考え方が記載されている。</p>									
<p>・杭基礎はその支持機構において杭先端の支持力を考慮するか</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>どうかにより支持杭と摩擦杭とに大別される。長期的な基礎の変位を防止するためには一般的には支持杭とすることが望ましい。(中略) 支持杭においては、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のがよい。</p> <p>・地盤調査結果等に基づき設定した支持層の深さには、地盤調査の頻度や地盤の不均一性等による誤差が含まれていることを考慮し、杭長はある程度余裕を見込み、0.5m 刻み程度で決定するのがよい。</p> $R_u = q_d A + U \sum L_i f_i$ <p>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)</p> <p>一般産業施設での設計事例について、「鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物 (平成24年1月)」によると、鉄道の高架橋などにおける杭の根入れ深さについて、以下の記載がされている。</p> <p>・支持層が硬質粘性土または軟岩の場合の最小根入れ深さは、施工試験および載荷試験結果等に基づき別途適切に設定するのがよいが、一般的に公称径の 1/2 程度としてよい。</p> <p>$q_{tk} = 5.1 c \leq 9000$ $q_{tk} = 51 N \leq 9000$</p> <p>ここに、q_{tk}: 杭の基準先端支持力度 (kN/m²) (場所打ち杭工法、硬質粘性土または軟岩 (参考式)) N: 杭先端のN値 (N値50以上では換算N値としてよい) 杭先端から下方3Dの区間のN値 D: 杭の設計径 c: 地盤材料試験 (一軸圧縮試験等) により求めた粘着力度 (kN/m²)</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) の鋼管杭は着岩判定後、支持岩盤の不陸を考慮し、施工上の配慮として0.5m程度 (0.5d) の岩盤根</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>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> <p><u>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した。</u></p> <p><u>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。</u></p> <p><u>また、施工時は全旋回掘削機の回転トルク値を確認し、支持岩盤の深度付近でのトルク値上昇を判断材料とした。</u></p> <p><u>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。なお、目視確認は、ボーリングデータを参考に、着岩深度で採取した岩塊が浸食等による丸みを帯びておらず、鋭利であることなどを確認し、新鮮な堅岩であると判断した。</u></p> <p><u>(第3図参照)</u></p> <p><u>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(0.5d)掘削して掘削完了し、鋼管杭を設置した。</u></p> <div data-bbox="1792 1108 2469 1495" data-label="Image"> </div> <p><u>第3図 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）支持岩盤目視確認例</u></p> <p><u>防波壁（鋼管杭式逆T字擁壁）の鋼管杭の支持岩盤は主にCM級～CH級岩盤であり、2号炉原子炉設置許可申請で実施した試掘坑での平板載荷試験結果に基づき、支持力照査にはCM級岩盤の極限支持力を用いることとしている。平板載荷試験の概要を第4図に、平板載荷試験結果を第5図に示す。</u></p>	



第4図 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）平板載荷試験概要

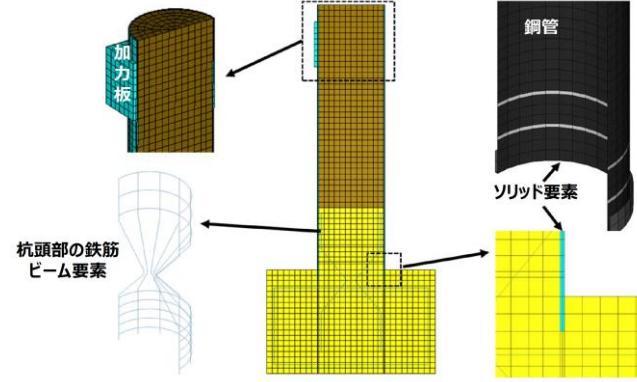
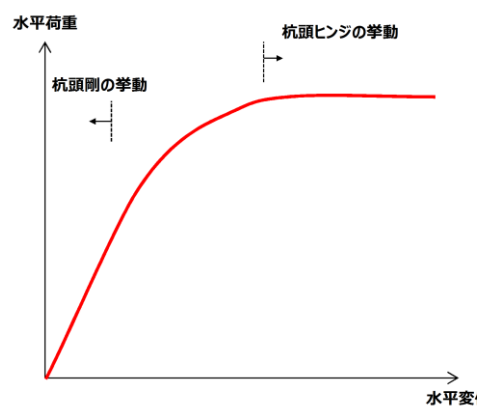


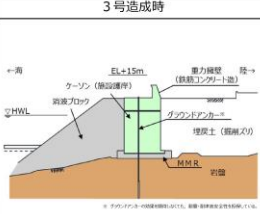
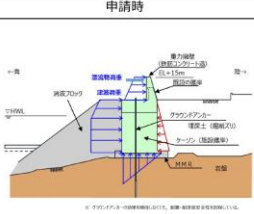
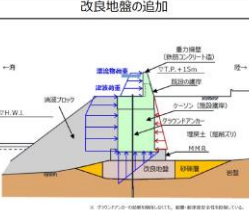
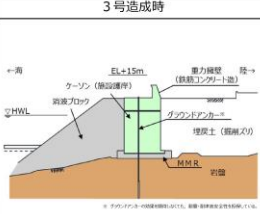
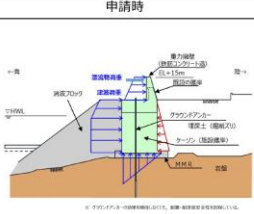
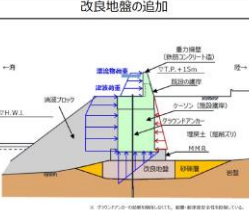
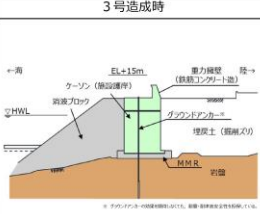
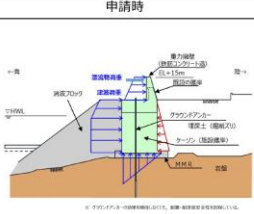
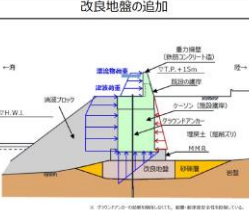
第5図 防波壁（鋼管杭式逆T擁壁）平板載荷試験結果

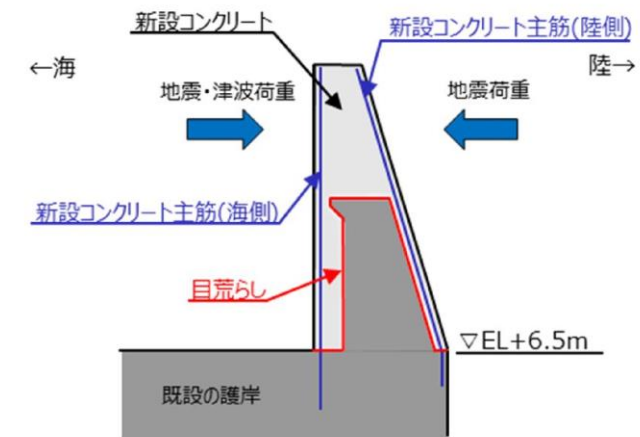
現地試験方法について、防波壁（鋼管杭式逆T字擁壁）の鋼管杭の支持力評価に当たっては、周面摩擦力による抵抗に期待しない設計としていることから、先端支持力を直接計測できる「平板載荷試験」を選定した。

平板載荷試験について、防波壁（鋼管杭式逆T字擁壁）の支持岩盤と同種の岩盤が出現するまで掘削し、実際の鋼管杭の根入れ深さと同様に、着岩から0.5m以内の深度で試験を実施した。なお、試験は地盤工学会の「JGS 1521：地盤の平板載荷試験方法」に基づいた方法とし、試験用荷重は地震時と津波時を包絡した鋼管杭

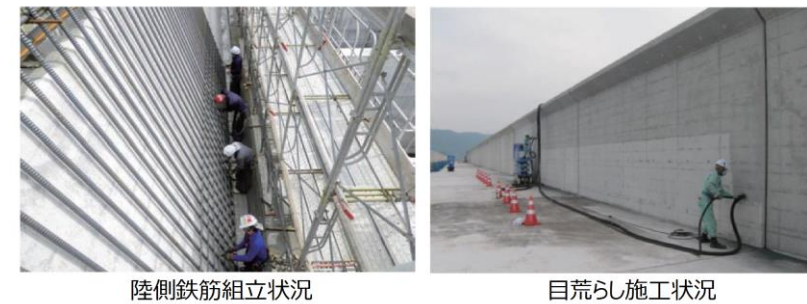
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1736 256 2502 331"><u>(Φ1,300mm, t=22mm) 1本あたりの杭先端の設計支持力度に余裕を考慮した荷重とした(単位面積当たりの载荷条件 5.5N/mm²)。</u></p> <p data-bbox="1736 344 2502 466"><u>平板载荷試験の結果, 最大荷重作用時において弾性挙動が確認された。以上より, 支持岩盤については, 極限支持力度が地震時及び津波時の設計支持力度以上であり, 十分な強度を有している。</u></p> <p data-bbox="1736 478 2502 554"><u>平板载荷試験の概要を第6図に, 平板载荷試験結果を第7図に示す。</u></p> <div data-bbox="1774 613 2525 997"> <p data-bbox="1804 760 2003 787">現地試験位置 (平面位置)</p> <p data-bbox="1804 802 2033 961">埋戻土 (掘削入り) 境界 岩盤</p> <p data-bbox="1816 970 2003 997">現地試験位置 (露岩状況)</p> <p data-bbox="2181 970 2300 997">試験状況 (全景)</p> </div> <p data-bbox="1804 1018 2469 1050"><u>第6図 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁) 平板载荷試験概要</u></p> <div data-bbox="1914 1113 2338 1659"> <p data-bbox="1914 1270 1944 1449">载荷圧力 (N/mm²)</p> <p data-bbox="2092 1627 2211 1654">変位 (mm)</p> </div> <p data-bbox="1804 1690 2469 1722"><u>第7図 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁) 平板载荷試験結果</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="1774 655 2457 688">第9図 3次元静的FEM解析モデル概要図 (イメージ)</p>  <p data-bbox="1774 1150 2457 1184">第10図 実験結果に基づく荷重-変位曲線 (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 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>1. <u>防波壁(波返重力擁壁)の設置の経緯</u></p> <p style="color: red;"><u>防波壁(波返重力擁壁)における重力擁壁の設置の経緯を以下に示す。</u></p> <table border="1" data-bbox="1736 577 2502 1029"> <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盤シールド工法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る確信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、既設の護岸を適用した構造型式とすることが、施工上、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、砂礫層が存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 style="text-align: center;">天端高さ▽T.P.+10m</td> <td style="text-align: center;">天端高さ▽T.P.+15m</td> <td style="text-align: center;">天端高さ▽T.P.+15m</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">第1図 防波壁(波返重力擁壁)の設置の経緯</p> <p>2. <u>重力擁壁の既設と新設の一体性検討</u></p> <p>(1) <u>重力擁壁の構造について</u></p> <p><u>重力擁壁は、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た構造としている。</u></p> <p><u>新設コンクリートは、既設の護岸の重力擁壁表面に目荒らしを行い、既設コンクリートを巻き込むように打設し、新設コンクリートに配置する鉄筋を既設の護岸に定着することにより、既設コンクリートと新設コンクリートの一体化を図っている。</u></p> <p><u>したがって、設置許可段階においては、新設コンクリート主筋の既設の護岸への定着長と新設コンクリートの付着強度について確認する。</u></p> <p><u>新設コンクリート主筋定着部の定着長と付着強度確認試験結果について次頁に示す。重力擁壁の構造図を第2図に、施工状況を第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盤シールド工法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る確信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、既設の護岸を適用した構造型式とすることが、施工上、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、砂礫層が存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盤シールド工法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る確信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、既設の護岸を適用した構造型式とすることが、施工上、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、砂礫層が存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													



第2図 重力擁壁の構造図



第3図 施工状況写真

(2) 主筋定着部の定着長について

新設コンクリートの主筋は、「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に基づき定着長を算定し、既設の護岸に定着させている。

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

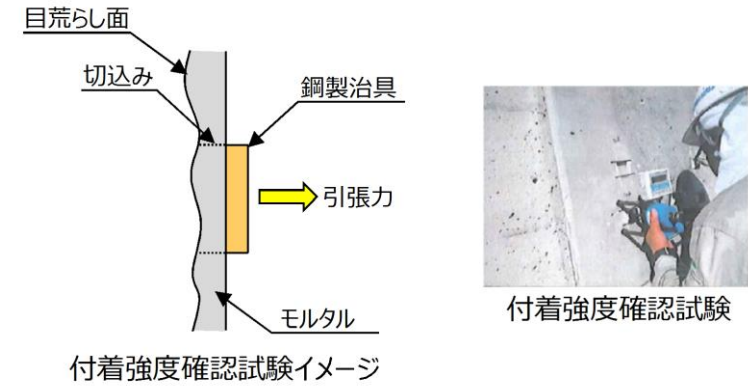
$$l_d = \alpha \frac{f_{yd}}{4f_{bod}} \phi$$

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

(3) 付着強度確認試験結果について

新設コンクリートの付着力を高め、既設と新設の一体化を確実なものとするため、既設コンクリート表面の目荒らしを実施している。

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>目荒らしについては、目標とする付着強度を「表面保護工法設計施工指針(案)[工種別マニュアル編] 土木学会 断面修復工マニュアル p221」を参考に設定し、同指針(案)で示されている1.0N/mm²に裕度を加えた1.5N/mm²を管理基準とした。</p> <p>付着強度については、事前に付着強度確認試験を実施し、目荒らし後の付着強度が1.5N/mm²以上であることを確認した。付着強度確認試験の試験手順を第4図に、試験場所を第5図に、試験イメージ図及び試験状況写真を第6図に、試験結果を第1表に示す。</p> <div data-bbox="1899 714 2404 1176" data-label="Diagram"> <pre> graph TD A[目荒らし完了] --> B[供試体作成] B --> C[養生] C --> D[付着強度確認試験] D --> E[完了] B --- B1[・型枠 (900mm×900mm×12mm) 組立] B --- B2[・モルタル充填] C --- C1[・3日養生] D --- D1[・鋼製治具 (40mm×40mm) 貼付] D --- D2[・付着強度測定 (5箇所/1供試体)] </pre> </div> <p>第4図 試験手順</p> <div data-bbox="1810 1281 2404 1554" data-label="Diagram"> </div> <p>第5図 付着強度確認場所</p>	



付着強度確認試験イメージ

第6図 試験イメージ図及び試験状況写真

第1表 付着強度確認試験結果

単位 : N/mm²

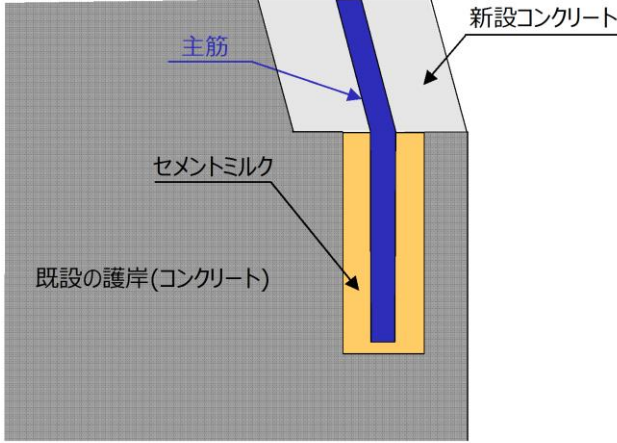
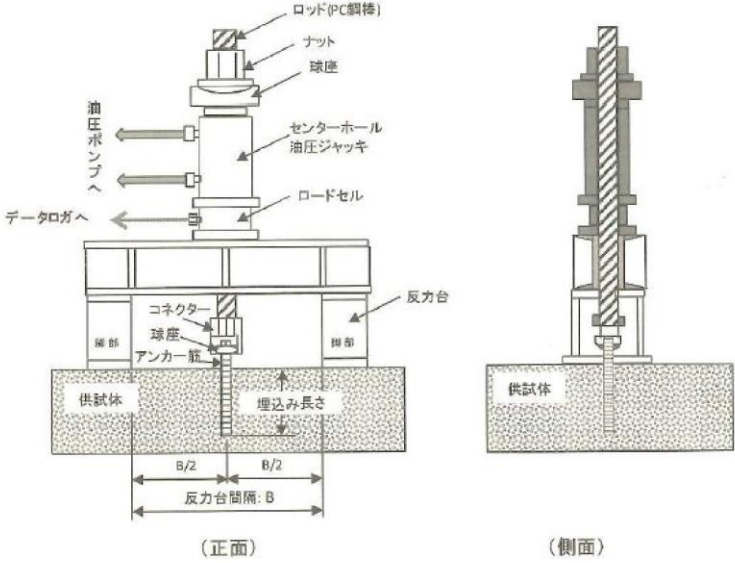
供試体 NO	試験場所		
	A地点	B地点	C地点
1	1.71	1.78	1.76
2	1.61	1.66	1.72
3	1.72	1.88	1.66
4	1.74	1.63	1.84
5	1.60	1.99	1.58

(4) 主筋定着部の評価方法について

主筋定着部の施工は、コアドリル又はパーカッションドリルを使用して既設の護岸のコンクリートを削孔し、主筋建込後、周囲にセメントミルクを注入する手順としている。定着部の構造を第7図に示す。

「各種合成構造設計指針・同解説 日本建築学会」においては、上記の施工手順で施工されたアンカーボルトは、「その他のアンカーボルト」のうち、「型抜きアンカー」に該当すると判断できる。型抜きアンカーの許容耐力については、「実験等により確認し、使用条件および施工条件を考慮し、本指針に準じて適切な安全率を見込んだ許容耐力をきめる」とあることから、詳細設計段階において、島根2号炉の重力擁壁の施工条件を考慮した模型実験を行い、コーン状破壊や付着破壊について確認し、適切な許容耐力による評価を実施する。なお、試験実施に当たっては、第8図及び第9図に示す、(一社)日本建築あと施工アンカー協会が定めた試験方法を参考とする。

しかしながら、津波荷重や地震荷重により新設コンクリート

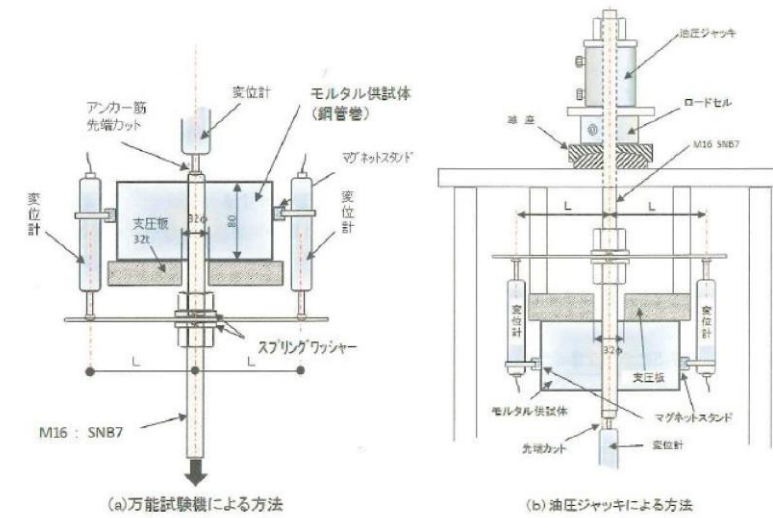
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1760 254 2507 554"> <u>の主筋</u>定着部に作用する力が、実験で確認した許容耐力以上となる場合は、新設コンクリート部分の増設等の対策工を実施することにより、<u>重力擁壁の損傷を防止する。</u>詳細設計段階において、<u>新設コンクリートと既設コンクリートの照査をそれぞれ行い、一体性について影響が生じる場合は、対策工を実施することにより、重力擁壁の損傷を防止する。</u>対策工の構造例を第10図に示す。 </p>  <p data-bbox="1902 1104 2326 1136">第7図 定着部の構造 (陸側主筋)</p>  <p data-bbox="1774 1780 2466 1812">第8図 あと施工アンカー標準試験法 (引張試験) の一例</p>	

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

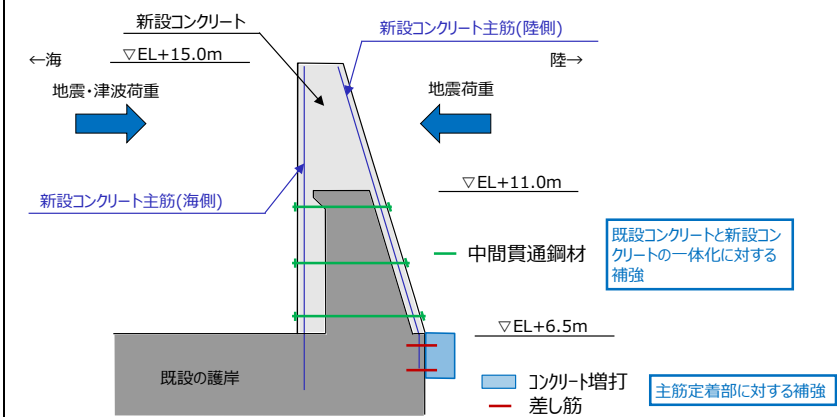
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



第9図 接着系アンカーのセット試験法の一例（接着系アンカー周囲を拘束した引張試験（付着強度試験））



第10図 対策工の構造例

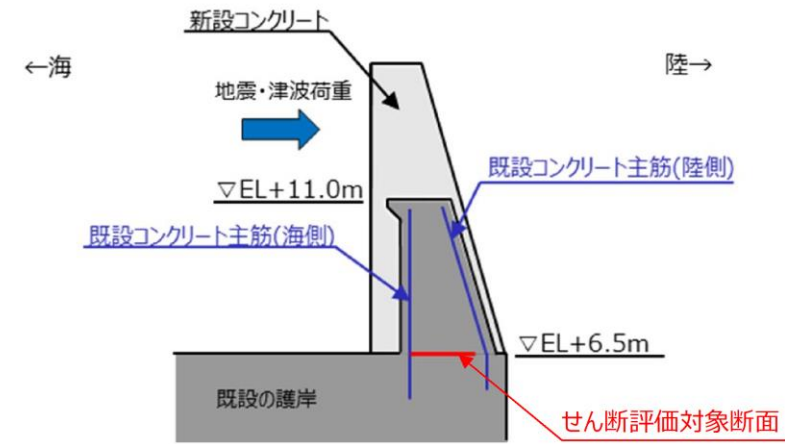
（参考）重力擁壁のせん断破壊に対する評価について

嵩上げた重力擁壁は、既設と新設が一体化しているものとして耐震や耐津波の評価を行う方針であるが、仮に新設コンクリート部分には期待せず、既設コンクリート部分のみを対象とした場合のせん断破壊による評価を実施した。

重力擁壁は、地震時に土圧が作用しないので、検討ケースは津波時とした。評価のイメージを第11図に示す。

第2表に示す結果より、津波荷重により発生するせん断力に対して既設コンクリート部分のみで所定の安全率が確保できることから、構造成立性に影響はないことを確認した。

なお、地震時の評価結果については別途解析を行い、詳細設計段階で示す。



第 11 図 海側からの荷重に対するせん断破壊に対する評価イメージ

第 2 表 津波時における既設コンクリートでのせん断破壊に対する評価結果

確認項目	許容せん断応力度 (N/mm ²)	発生せん断応力度 (N/mm ²)	最小安全率 (許容せん断応力度/発生せん断応力度)	判定 (>1.0)
せん断	0.9	0.30	3.00	OK

3. 防波壁 (波返重力擁壁) ケーソンの構造

波返重力擁壁のうちケーソンの構造について、第 12 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 13 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。なお、西側端部については、現場打ちコンクリートにより防波壁を施工している。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 14 図に示す。

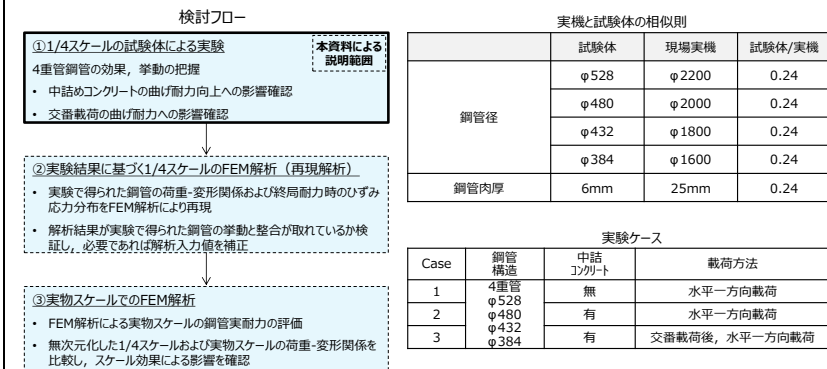
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p><u>ケーソンと重力擁壁を一体構造として扱うことについて、境界部が仮に平坦とした場合の相対変形量により確認していたが、今回、地震時及び津波時におけるケーソン上端の張出部の健全性を評価することで確認する。ただし、津波時及び地震時（海側から陸側への荷重作用）は、防波壁（波返重力擁壁）の背後に地盤があることから、検討に当たっては、地震時（陸側から海側への荷重作用）における張出部の健全性を確認する。</u></p> <p><u>ケーソンと重力擁壁の境界部における、2次元動的FEM解析（有効応力解析）から算定される重力擁壁の基準地震動S_s-Dによる荷重をケーソンの張出部に作用させ、張出部が損傷しないことを確認する。なお、ケーソンと重力擁壁の境界部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$\mu=0.5$として設定する。</u></p> <p><u>検討の結果、張出部のせん断について、コンクリートのせん断耐力のみで照査した場合でも、せん断耐力を下回ることから、ケーソンと重力擁壁は一体挙動し、境界部における遮水性が確保されることを確認した。</u></p> <p><u>断面図を第15図に、照査結果を第3表に示す。</u></p> <div data-bbox="1884 1081 2329 1606" data-label="Diagram"> </div> <p>第15図 防波壁（波返重力擁壁）輪谷部断面図</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
		第3表 照査結果			
			せん断力 (kN)	せん断耐力 (kN)	安全率
		張出部	813	896	1.1

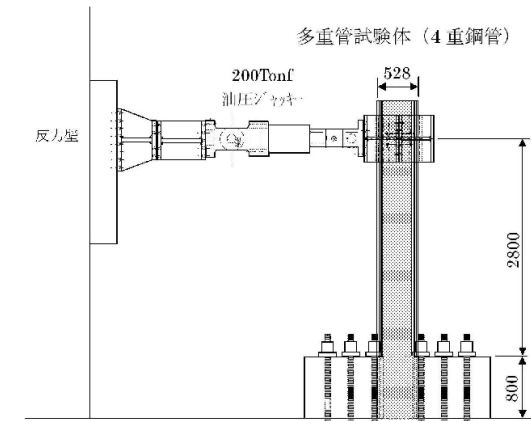
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: right;">(参考資料5)</p> <p style="text-align: center;"><u>防波壁多重鋼管杭の設計方針</u></p> <p>1. <u>防波壁（多重鋼管杭式擁壁）のモデル化</u></p> <p>多重鋼管杭は、各鋼管を中詰めコンクリート及びモルタルで充填することにより、一体として挙動することで、荷重を分担できる構造としており、多重鋼管杭の挙動については実験により確認を行っている（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 ※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。 中詰めコンクリート ※2 添え字は鋼管杭の番号</p> </div> $\text{断面二次モーメント } I^{*2} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$ $\text{断面積 } A^{*2} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$ <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



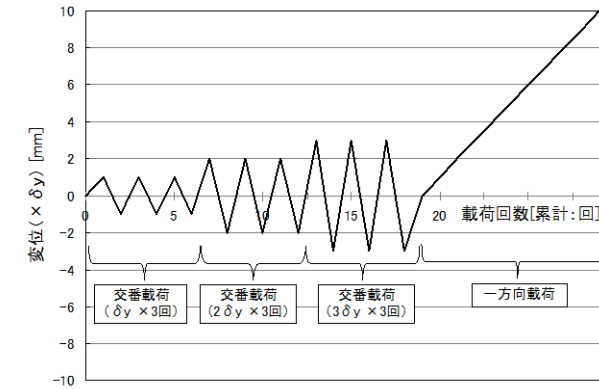
第3 図 実験装置概要図

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

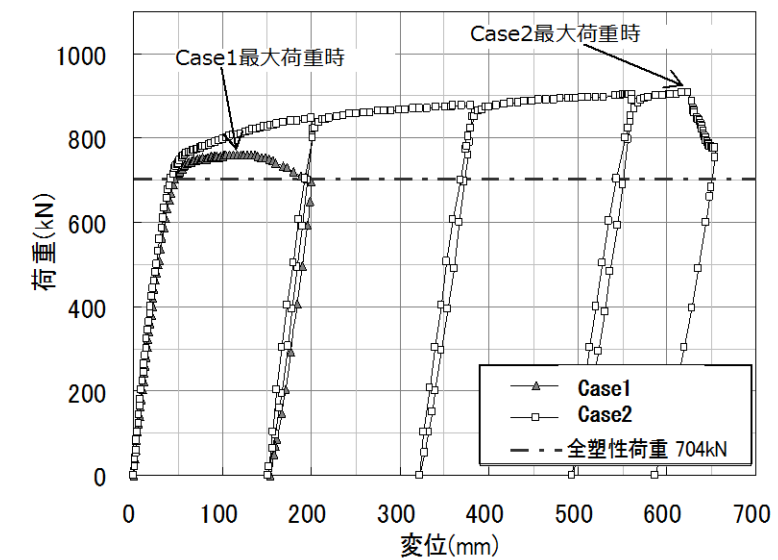
備考



第4図 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

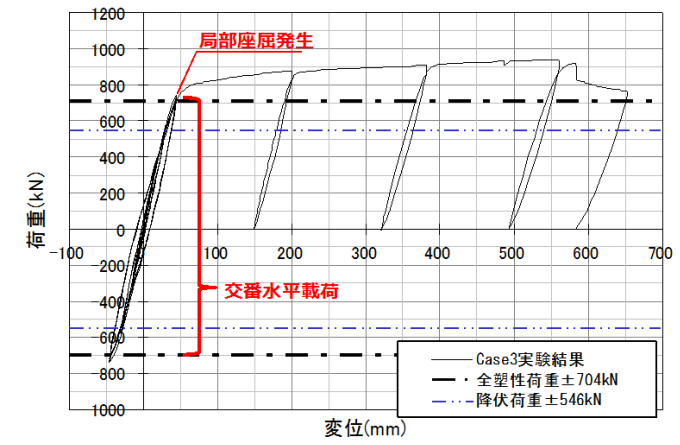
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考												
		<p style="text-align: center;">第1表 Case1 及び Case2 の実験結果の比較</p> <table border="1" data-bbox="1780 294 2457 453"> <thead> <tr> <th>実験Case</th> <th>最大荷重 (kN)</th> <th>最大荷重時変形 (mm)</th> <th>全塑性荷重に対する比率</th> </tr> </thead> <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 1707" 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)

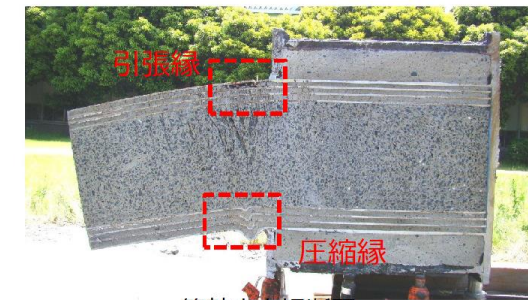
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

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



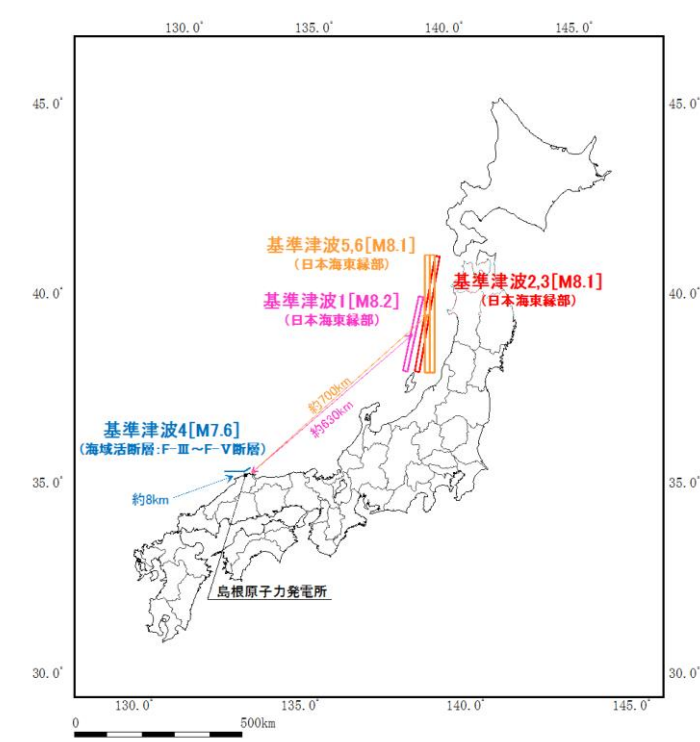
引張縁破断状況



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
		<p>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</p> <p>「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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>「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。</p> <div data-bbox="1736 1113 2493 1396"> <p>鋼管杭の曲げモーメント-曲率関係</p> <p>鋼材の応力度-ひずみ曲線</p> </div> <p>第9 図 「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 平成14 年3 月」</p> <div data-bbox="1840 1501 2389 1806"> <p>図一参9.6.6 鋼管杭の曲げモーメント-曲率関係</p> </div> <p>第10 図 「港湾の施設の技術上の基準・同解説 平成11 年4 月」</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="1855 703 2389 745">第2 図 基準津波4の最大水位上昇量分布</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 style="text-align: right;">(参考資料7)</p> <p style="text-align: center;"><u>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の解析用物性値の設定方針</u></p> <p>1. <u>解析用物性値 (基礎捨石・被覆石) の設定方針</u></p> <p><u>石材 (基礎捨石, 被覆石) の強度特性は, 港湾基準より粘着力 $C=20$ (kN/m²), せん断抵抗角 $\Phi f=35$ (°) が標準の値とされているが, 港湾基準の引用文献の検討内容を整理するとともに, 地震時の動的挙動への適用性についても文献の内容を検討し, 強度特性の信頼性について検証する。</u></p> <p><u>また, 港湾基準に標準値として示される捨石の強度特性 $C=20$ (kN/m²), $\Phi f=35$ (°) について, 島根原子力発電所の護岸に使用した石材 (基礎捨石・被覆石) への適用性について確認する。</u></p> <p><u>港湾基準では, 第1図に示す通り石材の強度特性の設定方法が記載されている。</u></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>(6) マウンド材及び基礎地盤の強度定数</p> <p>① マウンド材</p> <p>偏心傾斜した作用を受ける支持力の模型実験及び現地実験の結果によれば, 三軸圧縮試験から求められた強度定数を用いてビショップ法による円弧滑り解析を行えば精度の高い結果が得られることが明らかになっている⁵⁾。また, 砕石の大型三軸圧縮試験から, 粒径の大きい粒状体の強度定数は均等係数の等しい相似粒度の材料から求められる値にほぼ等しいことが確認されている⁶⁾。したがって, 捨石の強度定数を正確に推定するには相似粒度の試料を用いた三軸圧縮試験を実施することが望ましいが, 強度試験を行わない場合には, 一般に用いられている通常の捨石に対する標準的な強度定数として粘着力 $c_D=20$ kN/m², せん断抵抗角 $\phi_D=35^\circ$ の値が用いられている。実際の捨石においては現地での捨石の密度に対応して強度に相違が生じることが予想されるが, 現地での捨石の状態を把握することは非常に困難であるので, 標準的な強度定数の値が設定されている。</p> <p>標準値は砕石の大型三軸圧縮試験の結果からやや安全側に求めた値であり, 既存防波堤及び係留施設の解析結果からも妥当な値である。なお, 強度定数として粘着力 $c_D=20$ kN/m² としているが, これは砕石のせん断抵抗角 ϕ_D の拘束圧による変化を考慮するための見掛けの粘着力である。図-2.2.7 は各種の砕石に関する三軸試験結果をまとめたものであるが⁵⁾, 拘束圧が大きくなるとともに粒子破碎によって ϕ_D は減少する。図中に実線で示された値は見掛けの粘着力 $c_D=20$ kN/m², $\phi_D=35^\circ$ とした値であるが, 見掛けの粘着力を考慮することによって ϕ_D の拘束圧依存性が反映されている。母岩の一軸圧縮強さと強度定数の関連を調べた結果によると, これらの標準値が適用できるのは母岩の一軸圧縮強さが 30MN/m² 以上の石材である。母岩の強度が 30MN/m² 以下である弱い石材をマウンドの一部として用いる場合, 強度定数はほぼ $c_D=20$ kN/m², $\phi_D=30^\circ$ となる⁷⁾。</p> </div> <p style="text-align: center;"><u>第1図 港湾基準における石材の強度特性の設定方法 (港湾基準より引用・加筆)</u></p> <p>2. <u>解析用物性値 (基礎捨石・被覆石) の設定根拠</u></p> <p><u>港湾基準の引用文献である「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) (文献①)」では, 捨石マウンド上に重力式構造物が設けられる場合における捨石の力学的特性の検討を目的とした実験が行われている。</u></p> <p><u>ここで, 文献①では, 直轄港湾工事に用いられる基礎捨石に対</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>

して質量～粒径換算を行い、それらと同程度の強度・比重を有する「砕石 (Dmax=25mm~200mm:砂岩と花崗岩の2種類)」を対象に、試験条件として均等係数 U_c 、拘束圧及び締固め程度を変化させた供試体を準備し、直径 60cm・高さ 120cm の供試体では中型三軸圧縮試験、直径 120cm・高さ 240cm の供試体では大型三軸圧縮試験をそれぞれ実施して捨石の力学特性を検討している。文献①の三軸圧縮実験ケース及び実験結果を第 2 図に示す。

上述の試験結果より、「捨石の強度定数は粘着力 $C=2$ (tf/m²)、せん断抵抗角 $\Phi=35$ (°) を標準とする」とされている。

なお、島根原子力発電所の基礎捨石は $D_{max}=200mm\sim 250mm$ であり、文献①と同等の大きさである。

表-5 実験ケース

岩種	試験級	D _{max} (mm)	料状名	U _c	拘束圧 σ ₃ (kgf/cm ²)		
					粗砂	中砂	密砂
花崗岩	中	25.4	A1	1.2	2.4		
			A2	2.8	2.4		
			A3	5.0	2.4		
	大	63.5	B1	1.2	2.4	1	1.2, 4
			B2	2.8	1.2, 4	1.2, 4	1.2, 4
			B3	5.0	1.2, 4	1.2, 4	1.2, 4
大	100	C1	1.2	2			
		C2	2.8	2			
		D1	1.2	2, 4, 8	1, 2, 4, 8		
大	150	D2	2.8	2			
		D3	5.0	2			
		E1	1.2	2			
大	200	E0	2.0		4		
		E2	2.8		4	1.2, 4	
		E3	5.0	2			
砂岩	中	25.4	F1	1.3	2, 4, 8	0.5, 1, 2, 4, 8, 14	2, 4, 8
			G1	1.3			2, 4, 8
	大	150	H1	1.2			2, 4, 8

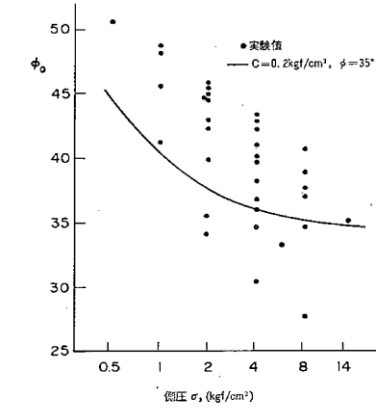


図-49 見掛けの粘着力を考慮した場合の ϕ_0 と σ_3 の関係
文献①の三軸圧縮実験結果

文献①の三軸圧縮実験ケース

各図表は、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 2 図 文献①の三軸圧縮実験ケース及び実験結果

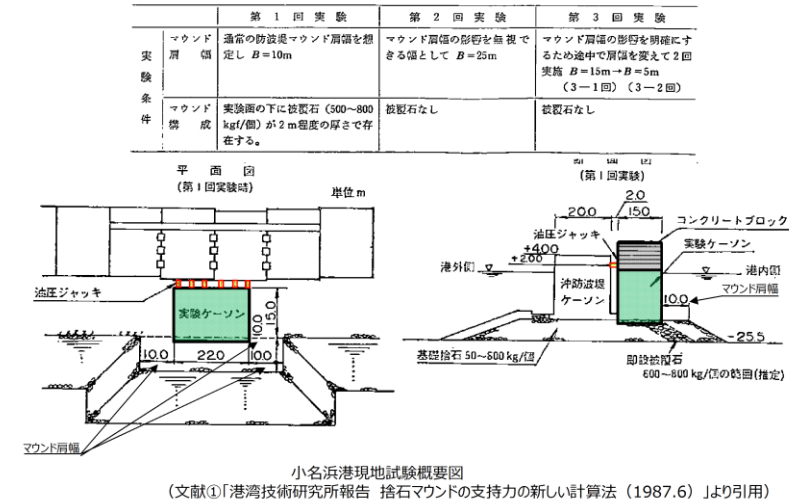
文献①は、捨石マウンドにおける支持力の新しい計算方法の提案を目的に、捨石マウンド上の重力式建造物の安定性 (静的) に関して現地実験 (小名浜港:基礎捨石 50kg~800kg/個,被覆石 600kg~800kg/個 (推定)) が行われている。

現地実験は、マウンド肩幅を 10m から 25m, 15m, 5m に変更した 4 ケースで行われており、実験ケーソン (幅 22m×奥行 15m) に油圧ジャッキで水平力を与えてマウンド及び基礎地盤に偏心傾斜荷重を加えることで、実験ケーソンの回転角や水平変位が計測されている。

現地実験から得られた最大水平力を用いた円形すべり計算結果

によると、「捨石の三軸試験による強度定数 $C=2$ (tf/m²) , $\Phi=35$ (°) を用いたビショップ法の結果が実験結果と良く一致する」とされている。

小名浜港の現地試験の概要図を第3図に示す。

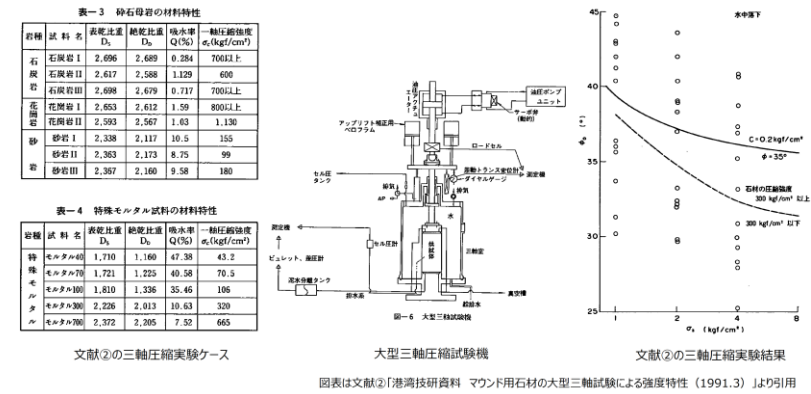


第3図 小名浜港現地試験概要図

引用文献「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) (文献②)」では、「品質が劣ると考えられてきた石材の強度特性を明らかにする」ことを目的として、文献①で用いた比較的良質な花崗岩等よりも性質が劣る石灰岩及び軟質な砂岩等について、一軸圧縮強度に着目した分類で大型三軸圧縮試験 (供試体寸法: 直径 30 cm, 高さ 60 cm) が行われている。(一軸圧縮強度との相関関係を得るため、幅広い範囲の一軸圧縮強度を持つ特殊モルタルも使用)

大型三軸圧縮試験の結果、「母岩の一軸圧縮強度が 300 (kgf/cm²) 以上であれば、文献①で報告された捨石の標準値である $C=2$ (tf/m²) , $\Phi=35$ (°) をほぼ満足する」とされている。文献②の三軸圧縮実験ケース及び実験結果を第4図に示す。

なお、島根原子力発電所の石材 (基礎捨石・被覆石) の一軸圧縮強度は 30 (N/mm²) を有している。

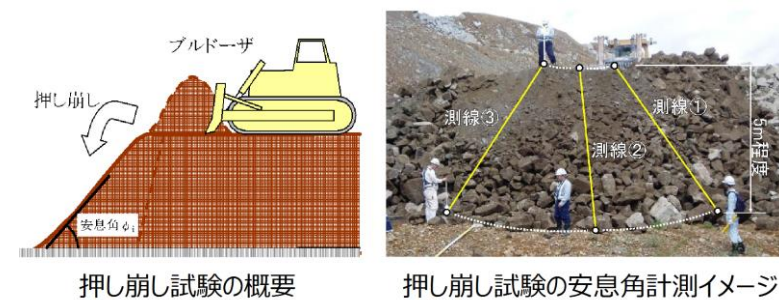


第4図 文献②の三軸圧縮実験ケース及び実験結果

独立行政法人土木研究所では、ロックフィルダムの主要築堤材料として使用されるロック材料のせん断強度の評価について、原位置における表層すべり試験（切り崩し試験及び押し崩し試験）を実施し、原粒度条件下でのロック材料のせん断強度の評価を論文「拘束圧依存性を考慮したロック材料の強度評価（山口ほか）」で示している。

ロック材料を100t級大型ブルドーザで静かに谷に押し崩す「押し崩し試験」を実施して、安息角を計測しているが、「得られた平均38.5(°)の結果は、大型三軸圧縮(CD)試験により求められた内部摩擦角41.0(°)とほぼ同等の値である」とされている。

押し崩し試験の概要を第5図に、原位置表層すべり試験結果を第1表に示す。



第5図 押し崩し試験の概要

第1表 原位置表層すべり試験結果 (押し崩し試験による安息角)

試験回数	現地計測結果(°)				
	測線①	測線②	測線③	各平均	平均
1回目	37.3	39.3	40.8	39.1	38.5
2回目	35.8	40.8	36.8	37.8	

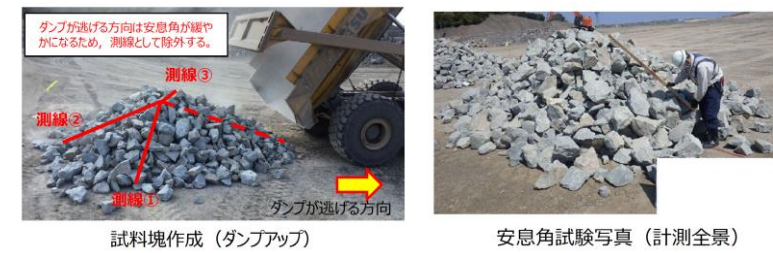
図表は全て「ダム工学 Vol.18 No3(2008) P166-181 論文 拘束圧依存性を考慮したロック材料の強度評価 山口ほか」より引用

島根原子力発電所にて、押し崩し試験を模擬した安息角の現地試験を実施した。

現地試験には基礎捨石と同様の石材 (凝灰岩主体 : Dmax=200~250mm 程度) を用いて、40t ダンプにて平坦な場所でダンプアップすることで試料塊を作り、ダンプが逃げる方向以外の3辺を測線として試料塊の角度計測を行った。試験は3回行い、合計9測線から得られた平均値は 38.5 (°) であり、文献①のせん断抵抗角 $\Phi=35 (°)$ と同等な結果となった。

試験の概要を第6図に、試験結果を第2表に示す。

上記の結果より、島根原子力発電所の石材は Dmax=200mm~250mm であり、一軸圧縮強度は 30 (N/mm²) を有することから、港湾基準に示される C=20 (kN/m²)、 $\Phi_f=35 (°)$ を適用できると判断した。



第6図 試験の概要

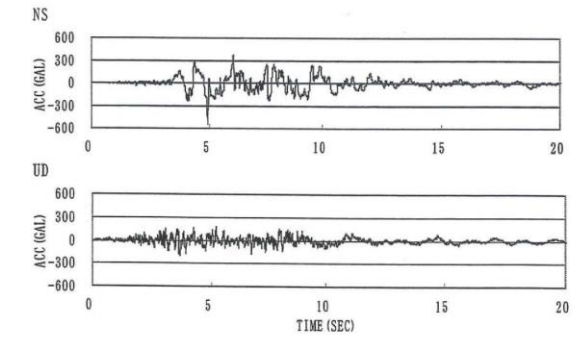
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																										
		<p style="text-align: center;">第2表 安息角試験 試験値一覧表</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>試験</th> <th>測線</th> <th>角度</th> <th>平均角度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">1回目</td> <td>①</td> <td>35.2</td> <td rowspan="9">38.5</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>36.8</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>46.3</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">2回目</td> <td>①</td> <td>29.8</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>37.8</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>35.3</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">3回目</td> <td>①</td> <td>44.4</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>36.3</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>44.8</td> </tr> </tbody> </table> <p>3. 解析用物性値 (基礎捨石・被覆石) の動的評価への適用性</p> <p>文献①及び文献②については、捨石マウンド上の港湾施設に対する静的な安定性評価に関する内容であるので、ここでは島根での適用性を目的として、地震時 (動的) の検討で用いられている捨石の物性値について、文献調査を行った。</p> <p>捨石の動的挙動に関して検討している文献「捨石のモデル化に関する検討報告書 (FLIP 研究会 企画委員会捨石作業部会, 平成13年5月)」 (以下「捨石のモデル化に関する検討報告書」という) によると、捨石の強度定数に、文献①で提案されていた標準的な値である、粘着力 $C=20$ (kN/m²)、せん断抵抗角 $\Phi=35$ (°) が用いられた事例検証が行われている。</p> <p>事例検証は1995年兵庫県南部地震における六甲アイランドRF3岸壁及び神戸港第7防波堤の被災事例と、1993年釧路沖地震における釧路港北埠頭の被災事例を対象に行われており、「解析による残留変位量は観測値と適合性が良い」とされている。事例検証①六甲アイランドRF3岸壁の検討用地震動及び検討対象断面を第7図に、検討結果を第3表に示す。事例検証事例検証② 神戸港第七防波堤の検討用地震動及び検討対象断面を第8図に、検討結果を第4表に示す。事例検証事例検証③ 釧路港北埠頭岸壁の検討用地震動及び検討対象断面を第9図に、検討結果を第5表に示す。なお、各図表は「捨石のモデル化に関する検討報告書」から引用している。</p>	試験	測線	角度	平均角度	1回目	①	35.2	38.5	②	36.8	③	46.3	2回目	①	29.8	②	37.8	③	35.3	3回目	①	44.4	②	36.3	③	44.8	
試験	測線	角度	平均角度																										
1回目	①	35.2	38.5																										
	②	36.8																											
	③	46.3																											
2回目	①	29.8																											
	②	37.8																											
	③	35.3																											
3回目	①	44.4																											
	②	36.3																											
	③	44.8																											

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

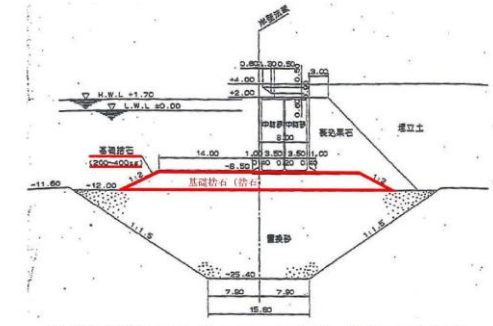
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



検討用地震動 ポートアイランド鉛直アレー地震観測網のGL-32mに設置の加速度計による1995兵庫県南部地震の際の観測記録



検討対象断面(六甲アイランドRF3岸壁)

第7図 事例検証①六甲アイランドRF3岸壁の検討用地震動及び検討対象断面

第3表 事例検証①六甲アイランドRF3岸壁の検討結果

事例検証① 六甲アイランドRF3岸壁※捨石は主に200kg~400kg/個程度

検討ケース	せん断強度特性		残留変位量			備考
	C(kN/m ²)	Φ (°)	水平 (m)	鉛直 (m)	傾斜 (°)	
CASE3	0	40	6.10	2.11	10.6	従来方法
CASE4	20	35	4.33	2.00	4.69	提案方法
観測値			4.1~4.6	1.7~2.0	4.1~5.1	

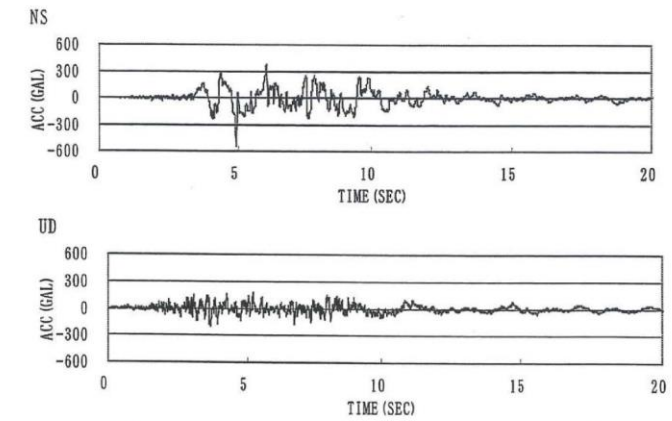
※結果は捨石強度特性のみ異なるCASE3 (従来方法) とCASE4(提案方法)のみ抜粋している。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

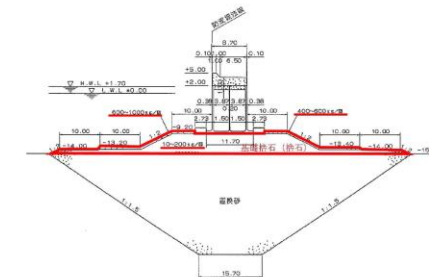
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



検討用地震動 ポートアイランド鉛直アレー地震観測網のGL-32mに設置の加速度計による1995兵庫県南部地震の際の観測記録
各図表は「捨石のモデル化に関する検討報告書」から引用



検討対象断面 (神戸港第七防波堤)

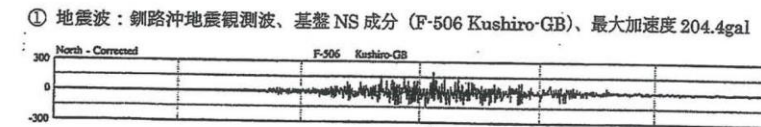
第 8 図 事例検証②神戸港第七防波堤の検討用地震動及び検討対象断面

第 4 表 事例検証②神戸港第七防波堤の検討結果

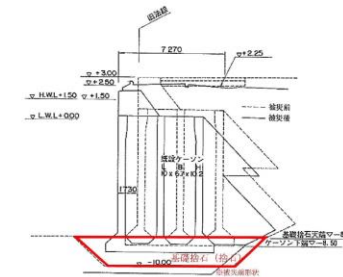
事例検証② 神戸港第七防波堤※捨石は主に10kg~200kg/個程度

検討ケース※	せん断強度特性		残留変位量		備考
	C(kN/m ²)	Φ (°)	水平 (m)	鉛直 (m)	
CASE2	0	40	0.04	4.39	従来方法
CASE4	20	35	0.00	2.26	提案方法
観測値			—	1.4~2.6	

※結果は捨石強度特性のみ異なるCASE 2 (従来方法) とCASE4(提案方法)のみ抜粋している。



検討用地震動



検討対象断面 (釧路港北埠頭岸壁)

各図表は「捨石のモデル化に関する検討報告書」から引用

第9図 事例検証③釧路港北埠頭岸壁の検討用地震動及び検討対象断面

第5表 事例検証③釧路港北埠頭岸壁の検討結果

事例検証③ 釧路港北埠頭岸壁

検討ケース※	せん断強度特性		残留変位量		備考
	C(kN/m ²)	Φ (°)	水平 (m)	鉛直 (m)	
CASE1	0	40	0.89	0.21	従来方法
CASE3	20	35	1.28	0.22	提案方法
観測値			0.8~1.6	0.2~0.5	

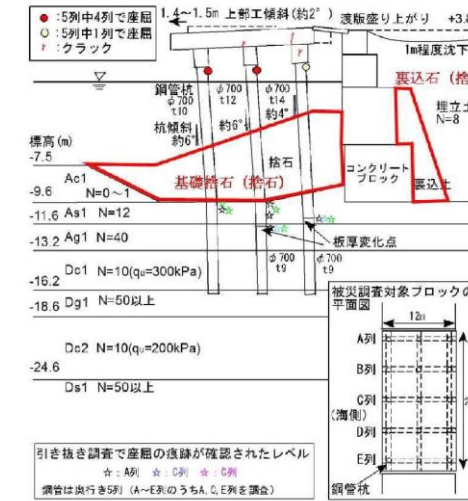
※結果は捨石強度特性の設定の違いに着目し、CASE1 (従来方法)とCASE3(提案方法)のみ抜粋している。

「捨石のモデル化に関する検討報告書」で検討した事例は、いずれも重力式岸壁あるいはケーソン式防波堤であることから、鋼管杭を使用した構造物を対象とした被災事例の再現解析における捨石の解析用物性値の設定状況について以下に示す。解析用物性値の設定状況については、1995年兵庫県南部地震における神戸港T栈橋及び2011年東北地方太平洋沖地震における小名浜港5号埠頭耐震強化岸壁、相馬港2号埠頭-12m岸壁について再現解析を実施している文献について確認した。

(被災事例の再現解析① 神戸港T栈橋)

1995年兵庫県南部地震による神戸港T栈橋の被災事例を対象とした再現解析が行われているが、捨石の解析用物性値として、粘着力C=20 (kN/m²)、せん断抵抗角Φ=35 (°)が設定されており、鋼管杭の座屈位置という被災事例を再現できたとされている。

解析断面図を第10図に、解析用物性値を第6表に示す。



断面図 (神戸港T栈橋)

「二次元有効応力解析による直杭式横栈橋の被災事例の再現計算 (2009)」から引用

第 10 図 断面図 (神戸港 T 栈橋)

第 6 表 FLIP における解析用物性値 (神戸港 T 栈橋)

土層名	湿潤密度	間隙率	変形特性					
			初期せん断剛性	基準化拘束圧	拘束圧依存係数	内部摩擦角	粘着力	履歴減衰上限値
			G_{ma} (kPa)	σ'_{ma} (kPa)	m	ϕ_f ($^{\circ}$)	c (kPa)	h_{max}
As1	1.8	0.45	111900	98.0	0.5	40.7	0	0.24
Ag1	2.0	0.45	226500	98.0	0.5	44.4	0	0.24
Dc1	1.9	0.44	51000	43.4	0.0	0.0	150	0.20
埋立土	1.8	0.45	65840	98.0	0.5	38.9	0	0.24
捨石	2.0	0.45	180000	98.0	0.5	35.0	20	0.24
裏込土	2.0	0.45	180000	98.0	0.5	35.0	20	0.24
Ac1	1.5	0.67	3750	5.0	0.5	25.0	0	0.20
Dc2	1.7	0.55	34000	86.4	0.0	0.0	100	0.20
Dg1	2.0	0.45	228200	98.0	0.5	44.5	0	0.24

「二次元有効応力解析による直杭式横栈橋の被災事例の再現計算 (2009)」から引用

(被災事例の再現解析② 小名浜港 5号埠頭耐震強化岸壁)

2011年東北地方太平洋沖地震による小名浜港 5号埠頭耐震強化岸壁の被災を対象とした再現解析が行われているが、捨石の解析用物性値として、粘着力 $C=20$ (kN/m²)、せん断抵抗角 $\Phi=35$ ($^{\circ}$) が設定されており、岸壁背後の沈下等の被災結果に調和的な変形を再現可能であるとされている。

なお、当該岸壁の基礎捨石は 30~200 kg/個とされている。解析

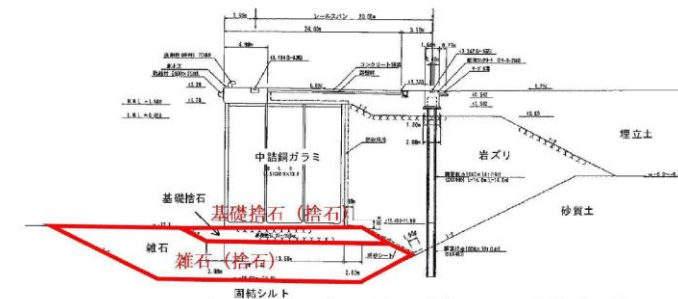
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

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

断面図を第 11 図に、解析用物性値を第 7 表に示す。



断面図 (小名浜港5号埠頭耐震強化岸壁)
「2011年東北地方太平洋沖地震において地震動により被災した
小名浜港5号埠頭耐震強化岸壁 (-12m) の再現解析 (2014)」から引用

第 11 図 断面図 (小名浜港 5 号埠頭耐震強化岸壁)

第 7 表 FLIP における解析用物性値 (小名浜港 5 号埠頭耐震強化岸壁)

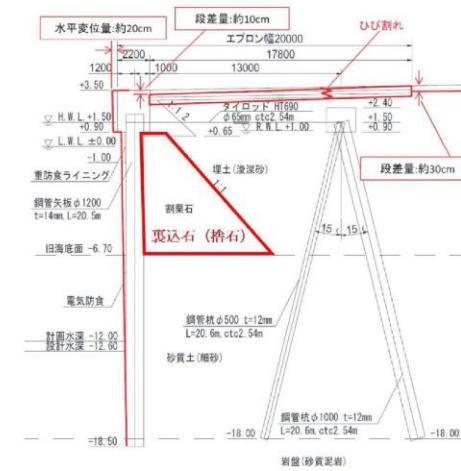
地層名	N65	ρ_r (t/m^3)	ρ_{ox} (t/m^3)	σ'_{oa} (kN/m^2)	G_{oa} (kN/m^2)	ν	K_{oa} (kN/m^2)	C (kN/m^2)	ϕ ($^\circ$)	n	\bar{h}_{max}
埋立土	8.3	1.8	2.0	98	75400	0.33	196600	-	39	0.45	0.24
岩ずり	10.4	1.8	2.0	98	86600	0.33	225800	-	39	0.45	0.24
砂質土	22.2	-	2.0	98	140600	0.33	366700	-	41	0.45	0.24
固結シルト (礫化部)	-	-	1.8	171.88	10200	0.33	26600	30	-	0.55	0.20
基礎捨石	-	-	2.0	98	180000	0.33	469400	20	35	0.45	0.24
雑石	-	-	2.0	98	180000	0.33	469400	20	35	0.45	0.24

「2011年東北地方太平洋沖地震において地震動により被災した
小名浜港5号埠頭耐震強化岸壁 (-12m) の再現解析 (2014)」から引用

(被災事例の再現解析③ 相馬港 2号埠頭-12m岸壁)

2011年東北地方太平洋沖地震による相馬港 2号埠頭-12m岸壁の被災を対象とした再現解析が行われているが、捨石の解析用物性値として、粘着力 $C=20$ (kN/m^2)、せん断抵抗角 $\Phi=35$ ($^\circ$) が設定されており、被災状況や背後地盤の沈下や段差について再現できたとされている。

断面図を第 12 図に、解析用物性値を第 8 表に示す。



断面図 (相馬港2号埠頭-12m岸壁)
「相馬港2号埠頭-12m岸壁を対象とした事例解析 (2012年度)」から引用

第 12 図 断面図 (相馬港 2 号埠頭-12m 岸壁)

第 8 表 FLIP における解析用物性値 (相馬港 2 号埠頭-12m 岸壁)

記号	土質	ρ (t/m^3)	σ_{ma} (kN/m^2)	V_s (m/s)	C_{su} (kN/m^2)	m_0	K_{nu} (kN/m^2)	m_k	c (kN/m^2)	ϕ_f	h_{max}	n	E (kN/m^2)
B	埋土 (淺深砂)	1.80	98	162	75246	0.5	196230	0.5	0.0	39.38	0.24	0.45	
As	砂質土 (細砂)	2.00	98	269	125095	0.5	326228	0.5	0.0	41.33	0.24	0.45	
R	岩盤 (砂質泥岩)	1.73											1392000
	裏込石	2.00	98		101300	0.5	264000	0.5	20.00	35.00	0.24	0.45	

「相馬港2号埠頭-12m岸壁を対象とした事例解析 (2012年度)」から引用

4. 解析用物性値 (石材) の設定方針 まとめ

(1) 文献調査結果

文献①及び②から、「母岩の一軸圧縮強度が 300 (kgf/cm²) 以上であれば、文献①で報告されている捨石の標準値である C=2 (tf/m²)、 $\Phi=35$ (°) をほぼ満足する」とされている。

独立行政法人土木研究所で実施された押し崩し試験による安息角と大型三軸圧縮 (CD) 試験による内部摩擦角がほぼ同等の値となるとされていることを踏まえ、島根原子力発電所では押し崩し試験を模擬した安息角の現地試験を実施し、安息角の平均値は 38.5 度となることを確認した。

石材の動的挙動について、「捨石のモデル化に関する検討報告書」において、1995 年兵庫県南部地震及び 1993 年釧路沖地震といった複数の地震動に対する被災事例を対象に、事例検証が行われており、捨石の解析用物性値 C=20 (kN/m²)、 $\Phi_f=35$ (°) と設定した場合、解析結果はそれぞれの観測値と適合性が良いとされている。また、鋼管杭を使用した構造物を対象とした解

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>析事例においても、捨石の解析用物性値 $C=20(kN/m^2)$、$\Phi f=35$ (°) と設定して被災事例を再現できたとされている。</p> <p>以上より、捨石の標準値とされている $C=20(kN/m^2)$、$\Phi f=35$ (°) は信頼性がある値であると判断した。</p> <p>(2) 島根原子力発電所への適用性</p> <p>岩石試験結果参照より、島根原子力発電所で使用されている石材(基礎捨石・被覆石)の一軸圧縮強度は $30(N/mm^2)$ を有している。</p> <p>島根原子力発電所の施設護岸の工事で使用した基礎捨石は、$30kg$ 以上/個程度 ($200mm\sim 250mm$) であり、「捨石のモデル化に関する検討報告書」で事例検証が行われている捨石の質量(六甲アイランド RF3 岸壁の捨石は主に $200kg\sim 400kg/個$程度、神戸港第七防波堤の捨石は主に $10kg\sim 200kg/個$程度)の範囲内となっている。</p> <p>以上のことから、島根の石材(基礎捨石・被覆石)においても港湾基準に示される $C=20(kN/m^2)$、$\Phi f=35$ (°) を適用できると判断した。</p> <p>(3) 設置許可段階における構造成立性評価</p> <p>島根の石材の解析用物性値は上述のとおり考えているが、設置許可段階においては、保守的に $C=0(kN/m^2)$、$\Phi f=35$ (°) と設定した場合の構造成立性評価について確認する。</p> <p>(参考) 岩石試験結果</p> <p>島根原子力発電所の石材(基礎捨石・被覆石)は主に発電所敷地内の凝灰岩を使用しており、これについて実施した岩石試験の概要を示す。</p> <p>ボーリングコアから採取した試料を用いて一軸圧縮試験を実施した結果、$30N/mm^2$ を上回る結果となった。</p> <p>一軸圧縮試験概要を第9表に、一軸圧縮試験装置図を第13図に、岩石試料採取位置図を第14図に、凝灰岩ボーリングコア写真の例を第15図に示す。</p>	

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

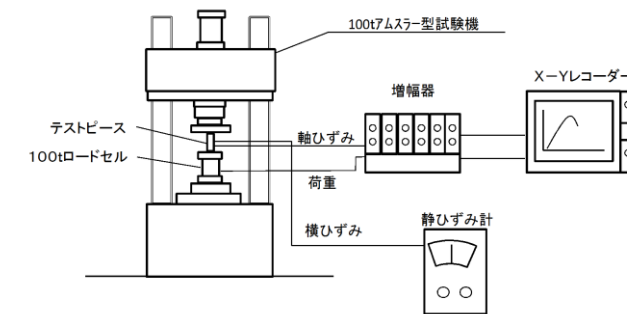
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

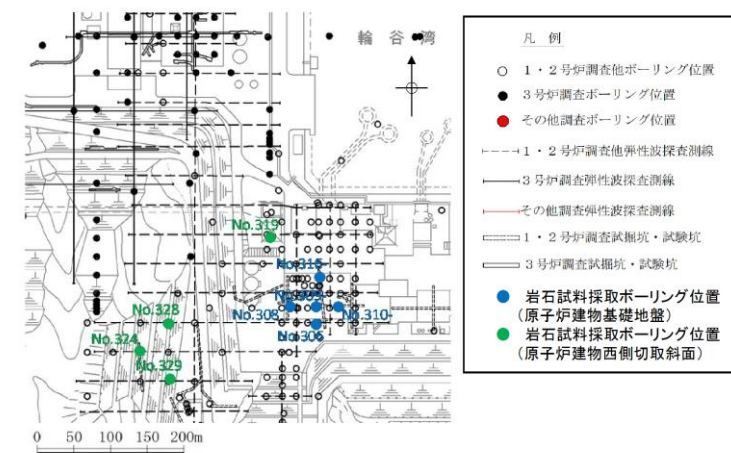
備考

第9表 一軸圧縮試験概要

供試体サイズ*		直径 : 50mm 高さ : 100mm
最大能力		980kN(100t)
原子炉建物 基礎地盤	試料採取ホーリング*	306,308,309,310,316
	試験個数	18個
	一軸圧縮強度	82.57N/mm ²
原子炉建物 西側切取斜面	試料採取ホーリング*	324,319,328,329
	試験個数	10個
	一軸圧縮強度	122.98N/mm ²

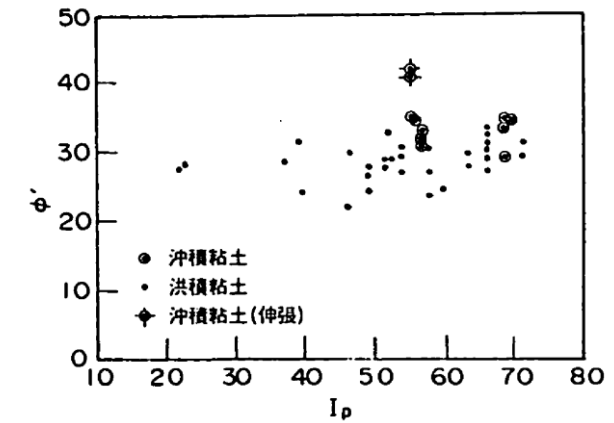


第13図 一軸圧縮試験装置図



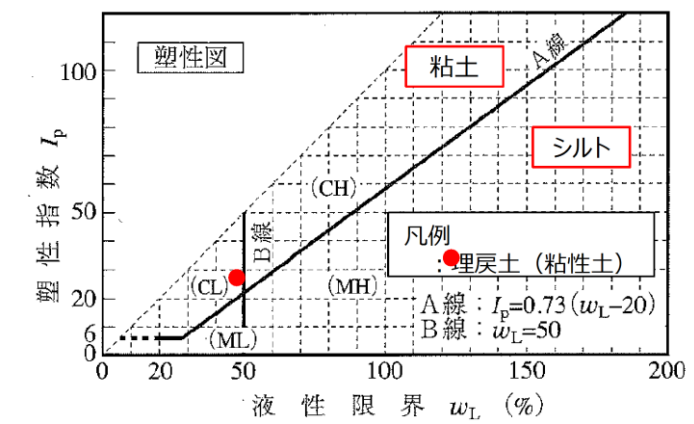
第14図 岩石試料採取位置図

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
		<div data-bbox="1768 306 2457 436" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1798 445 2439 506" data-label="Caption"> <p>凝灰岩ボーリングコア写真の例 (No.B-2(2006), G.L.-87.41~88.12, -88.48~-90.00m)</p> </div> <div data-bbox="1881 522 2380 554" data-label="Caption"> <p>第 15 図 凝灰岩ボーリングコア写真の例</p> </div> <div data-bbox="1733 613 2208 644" data-label="Section-Header"> <p>5. 解析用物性値 (粘性土) の設定根拠</p> </div> <div data-bbox="1733 657 2504 867" data-label="Text"> <p>島根原子力発電所の埋戻土 (粘性土) は、護岸建設時に、背面の止水性を担保するために施工しており、攪乱されていることから、正規圧密状態である、また、土の液性限界・塑性限界試験 (JIS A 1205) 結果より、塑性指数は $I_p=27.3$ となり、塑性図における「粘土」に位置する。</p> </div> <div data-bbox="1733 882 2504 1182" data-label="Text"> <p>粘性土の強度特性の設定の考え方としては、「FLIP 研究会 14 年間の検討成果まとめの作成について (FLIP 研究会 14 年間の検討成果まとめ WG)」(以下「FLIP 研究会報告」という) があり、FLIP 研究会報告によると、「三軸試験による自然粘性土地盤の強度設定法に関する研究 (土田, 1990)」の正規圧密粘土の塑性指数—内部摩擦角 (排水条件) の関係から、粘性土は $C=0$ (kN/m²), $\Phi_f=30$ (°) と設定している。</p> </div> <div data-bbox="1733 1194 2504 1407" data-label="Text"> <p>土田 (1990) の「正規圧密時の内部摩擦角と塑性指数の関係」によると、塑性指数によらず、$\Phi_f=30$ (°) 一定の結果が得られていることから、島根原子力発電所の埋戻土 (粘性土) の強度特性については、$C=0$ (kN/m²), $\Phi_f=30$ (°) と設定できると判断した。</p> </div> <div data-bbox="1733 1419 2504 1541" data-label="Text"> <p>正規圧密時の内部摩擦角と塑性指数の関係を第 16 図に、塑性図による粘性土の分類を第 17 図に、埋戻土 (粘性土) の液性限界・塑性限界試験結果を第 10 表に示す。</p> </div>	



「三軸試験による自然粘性土地盤の強度設定法に関する研究 (土田, 1990)」より引用

第 16 図 正規圧密時の内部摩擦角と塑性指数の関係



※ 地盤工学会, H22: 土質試験 基本と手引き に加筆

第 17 図 塑性図による粘性土の分類

第 10 表 埋戻土 (粘性土) の液性限界・塑性限界試験結果

	液性限界 w_L (%)	塑性限界 w_p (%)	塑性指数 I_p
埋戻土 (粘性土) (平均値, 試験数: 22)	48.5	21.2	27.3

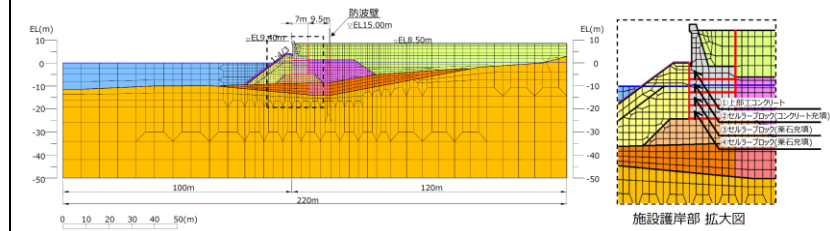
6. 解析用物性値 (セルラーブロック) の設定根拠

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。また、セルラーブロックの中詰材の剛性は考慮し

ない。解析モデル図を第 18 図に示す。

せん断抵抗角は港湾基準に準拠し、第 11 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 19 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、粘着力は考慮しない。



第 18 図 解析モデル図

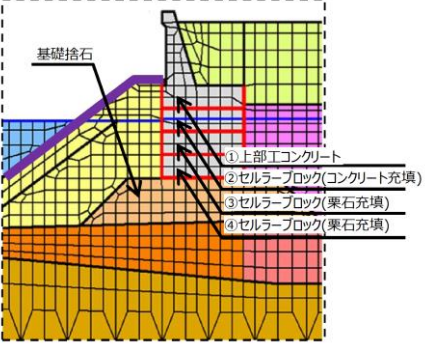
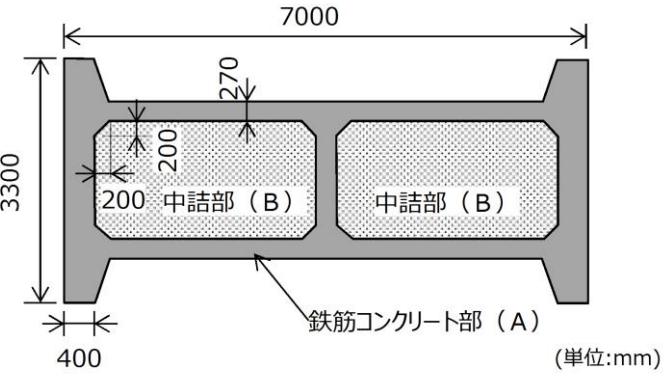
第 13 表 ジョイント要素に考慮した摩擦係数の根拠

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したことから、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	・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。(島根原子力発電所における施設護岸への適用性については次頁参照)

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 19 図 静止摩擦係数の値 (港湾基準より引用)

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セルラーブロックのうち、最下部の④セルラーブロック (栗石充填) と基礎捨石の境界のジョイント要素については、港湾基準に準拠し摩擦係数 0.7 と設定した。施設護岸部の解析モデル拡大図を第 20 図に、セルラーブロック断面図 (例) を第 21 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>港湾基準では、<u>底版のないセルラーブロックの滑動の性能照査に用いる摩擦係数の特性値は、厳密には鉄筋コンクリート底版の受ける反力については0.6、中詰石底部の受ける反力については0.8を用いて計算すべきであるが、便宜上0.7としてもよい、とされている。港湾基準より引用した静止摩擦係数の値を第22図に示す。</u></p> <p><u>島根原子力発電所の施設護岸へ用いたセルラーブロックの鉄筋コンクリート部と中詰部の面積比を考慮して摩擦係数の平均値を算定した結果、0.71となることから、港湾基準に示される摩擦係数0.7と設定することは妥当と判断する。</u></p> <p>【摩擦係数算定の考え方】 $S_{鉄筋コンクリート} : S_{中詰材} = A : B$ 摩擦係数の平均値 = $(0.6 \times A + 0.8 \times B) / (A + B)$</p>  <p>第20図 施設護岸部 解析モデル拡大図</p>  <p>第21図 セルラーブロック断面図 (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														
		<table border="1" data-bbox="1863 275 2371 443"> <tr> <td>コンクリートとコンクリート</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>コンクリートと岩盤</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>水中コンクリートと岩盤</td> <td>0.7~0.8</td> </tr> <tr> <td>コンクリートと捨石</td> <td>0.6</td> </tr> <tr> <td>捨石と捨石</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>木材と木材</td> <td>0.2(湿)~0.5(乾)</td> </tr> <tr> <td>摩擦増大マットと捨石</td> <td>0.75</td> </tr> </table> <p data-bbox="1816 478 2415 510">第 22 図 静止摩擦係数の値 (港湾基準より引用)</p>	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	
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																

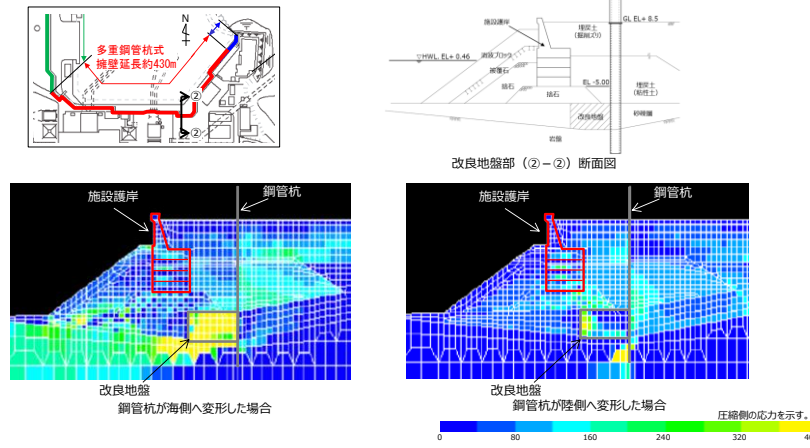
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: right;">(参考資料8)</p> <p><u>防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) に近接する施設護岸の役割</u></p> <p><u>耐震性の低い施設護岸が防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) に近接していることから、防波壁への受動抵抗として作用しているか確認するため、防波壁と施設護岸の位置関係を踏まえて、防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 改良地盤部 (②-②) 断面および施設護岸前出し部 (③-③) 断面を選定し、基準地震動 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)

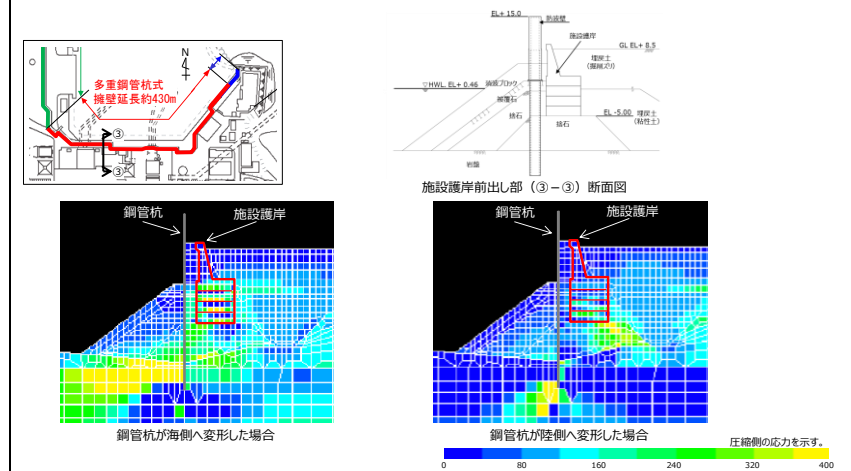
女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)

島根原子力発電所 2号炉

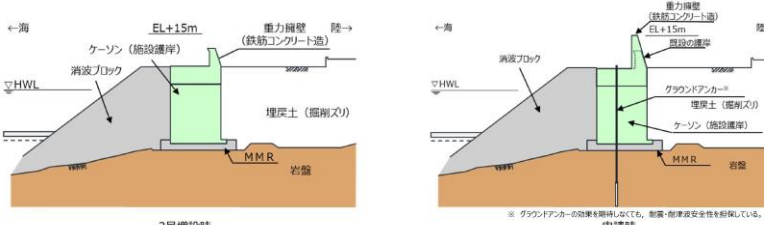
備考



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))

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 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9)</p> <p style="text-align: center;"><u>防波壁 (波返重力擁壁) のケーソンの設計方針</u></p> <p>1. 既設の護岸の構造変更に係る主な経緯</p> <p><u>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。</u></p> <p><u>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。</u></p> <p style="text-align: center;">第1表 構造変更に係る主な経緯</p> <table border="1" data-bbox="1736 835 2496 1045"> <thead> <tr> <th>主な経緯</th> <th>概要</th> <th>重力擁壁天端高</th> <th>準拠基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①3号炉増設時 (H16.2 公有水面埋立免許受領)</td> <td>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波性、耐震性を有する構造として設計。</td> <td>EL+11m</td> <td>海岸保全施設築造基準解説、河川砂防技術基準 (案) 同解説、港湾基準 (平成11年4月) 等</td> </tr> <tr> <td>②港湾の施設の技術基準適合性確認 (H23.11 確認証受領)</td> <td>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Ss (60Gal) 及び津波高さ (敷地浸水高さ) EL+15mにより評価。</td> <td>EL+15m</td> <td>港湾基準</td> </tr> <tr> <td>③新規基準適合性審査 (H25.12)</td> <td>基準地震動Ss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。</td> <td>EL+15m</td> <td>港湾基準、防波堤の耐津波設計ガイドライン (2013)、RC示方書等</td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">第1図 防波壁 (波返重力擁壁) 断面図</p> <p>2. 新規基準における要求性能及び性能照査</p> <p><u>新規基準において、津波防護施設は、基準地震動 S s 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おそれがないよう、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が要求性能とされている。</u></p> <p><u>防波壁 (波返重力擁壁) は津波防護施設であることから、その構成部位であるケーソンの照査に当たっては、要求性能及び性能目標を新規基準に従い設定する。</u></p>	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波性、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) 同解説、港湾基準 (平成11年4月) 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Ss (60Gal) 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新規基準適合性審査 (H25.12)	基準地震動Ss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、防波堤の耐津波設計ガイドライン (2013)、RC示方書等	<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>
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波性、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) 同解説、港湾基準 (平成11年4月) 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Ss (60Gal) 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新規基準適合性審査 (H25.12)	基準地震動Ss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、防波堤の耐津波設計ガイドライン (2013)、RC示方書等																

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																									
		<p><u>ケーソンは港湾基準によると、供用時における照査部位として底版、フーチング、前壁、後壁及び側壁が選定されるが、新規制基準においては津波防護施設に区分されるため、性能目標が地震、津波後の再使用性を考慮し、「概ね弾性状態に留まること」となることから、港湾基準における照査部位に隔壁を加えることとする。ケーソンの照査項目及び許容限界を第2表に示す。</u></p>																										
		<p style="text-align: center;">第2表 ケーソンの照査項目及び許容限界</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">施設名</th> <th style="width: 20%;">新規制基準</th> <th style="width: 20%;">ケーソンの設計方針</th> <th style="width: 20%;">(参考) 港湾の施設の技術上の基準・同解説</th> <th style="width: 20%;">津波対衝施設</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>要求性能</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・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おそれがないよう、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おそれがないよう、津波による浸水及び漏水を防止すること。 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・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おそれがないよう、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おそれがないよう、津波による浸水及び漏水を防止すること。 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・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、レベル地震動、漂流物の衝突等の作用 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・修復性 ・津波、レベル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> </tr> <tr> <td>性能目標</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・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> <ul style="list-style-type: none"> ・概ね弾性状態に留まること。 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・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> <ul style="list-style-type: none"> ・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> </tr> <tr> <td>供用時における照査部位</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・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> <ul style="list-style-type: none"> ・底版、フーチング ・前壁、後壁及び側壁 ・隔壁 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・底版、フーチング ・前壁、後壁及び側壁 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・施設の安定性を確保するために健全性を求める部材 </td> </tr> <tr> <td>供用時における照査項目(許容限界)</td> <td style="text-align: center;">規定なし</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・前壁 ・後壁 ・側壁 ・底版 ・隔壁 ・フーチング </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・断面破壊(設計断面耐力) ・使用性(短期許容応力度) ・せん断破壊(長期許容応力度) ・曲げ破壊(短期許容応力度) ・せん断破壊(せん断耐力) </td> <td style="text-align: center;">規定なし</td> </tr> </tbody> </table>	施設名	新規制基準	ケーソンの設計方針	(参考) 港湾の施設の技術上の基準・同解説	津波対衝施設	要求性能	<ul style="list-style-type: none"> ・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おそれがないよう、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おそれがないよう、津波による浸水及び漏水を防止すること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・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おそれがないよう、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おそれがないよう、津波による浸水及び漏水を防止すること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・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、レベル地震動、漂流物の衝突等の作用 	<ul style="list-style-type: none"> ・修復性 ・津波、レベル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) 	性能目標	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 	<ul style="list-style-type: none"> ・概ね弾性状態に留まること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 	供用時における照査部位	<ul style="list-style-type: none"> ・施設の安定性を確保するために健全性を求める部材 	<ul style="list-style-type: none"> ・底版、フーチング ・前壁、後壁及び側壁 ・隔壁 	<ul style="list-style-type: none"> ・底版、フーチング ・前壁、後壁及び側壁 	<ul style="list-style-type: none"> ・施設の安定性を確保するために健全性を求める部材 	供用時における照査項目(許容限界)	規定なし	<ul style="list-style-type: none"> ・前壁 ・後壁 ・側壁 ・底版 ・隔壁 ・フーチング 	<ul style="list-style-type: none"> ・断面破壊(設計断面耐力) ・使用性(短期許容応力度) ・せん断破壊(長期許容応力度) ・曲げ破壊(短期許容応力度) ・せん断破壊(せん断耐力) 	規定なし	
施設名	新規制基準	ケーソンの設計方針	(参考) 港湾の施設の技術上の基準・同解説	津波対衝施設																								
要求性能	<ul style="list-style-type: none"> ・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おそれがないよう、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おそれがないよう、津波による浸水及び漏水を防止すること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・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おそれがないよう、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おそれがないよう、津波による浸水及び漏水を防止すること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・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、レベル地震動、漂流物の衝突等の作用 	<ul style="list-style-type: none"> ・修復性 ・津波、レベル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) 																								
性能目標	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 	<ul style="list-style-type: none"> ・概ね弾性状態に留まること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 																								
供用時における照査部位	<ul style="list-style-type: none"> ・施設の安定性を確保するために健全性を求める部材 	<ul style="list-style-type: none"> ・底版、フーチング ・前壁、後壁及び側壁 ・隔壁 	<ul style="list-style-type: none"> ・底版、フーチング ・前壁、後壁及び側壁 	<ul style="list-style-type: none"> ・施設の安定性を確保するために健全性を求める部材 																								
供用時における照査項目(許容限界)	規定なし	<ul style="list-style-type: none"> ・前壁 ・後壁 ・側壁 ・底版 ・隔壁 ・フーチング 	<ul style="list-style-type: none"> ・断面破壊(設計断面耐力) ・使用性(短期許容応力度) ・せん断破壊(長期許容応力度) ・曲げ破壊(短期許容応力度) ・せん断破壊(せん断耐力) 	規定なし																								
		<p>【参考1】 既設の護岸の設計概要 (3号炉増設時)</p> <p>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、「<u>港湾基準(昭和55年度版)</u>」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。</p> <p>港湾基準(平成11年4月)では、「護岸の構造は、仮土留めを除き、重力式係船岸、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ため、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(平成11年4月)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。</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="1863 310 2398 451" data-label="Diagram"> <p>施設分類</p> <ul style="list-style-type: none"> 外郭施設: 護岸 → 重力式護岸 (重力式係船岸に準じる) 係留施設: 岸壁 → 重力式係船岸 → ケーソン式係船岸 </div> <p data-bbox="1757 478 2499 556">第2図 港湾施設における施設分類(港湾基準(平成11年4月)に基づき作成)</p> <div data-bbox="1863 604 2398 1543" data-label="Diagram"> <p>ケーソ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), 底板 据付け時: 隔壁 完成時: 外壁, 底板, 隔壁, フーチング</p> <p>↓</p> <p>部材の設計</p> <ul style="list-style-type: none"> 設計条件の設定 (外壁の設計) 断面力の計算 → 曲げに対する検討 (①終局, ②使用, ③疲労) → 限界状態の検討 (底板の設計) 断面力の計算 → 曲げに対する検討 (①終局, ②使用, ③疲労) → 限界状態の検討 (隔壁の設計) 断面力の計算 → 曲げに対する検討 (①終局, ②使用) → 限界状態の検討 抜け出しに対する検討 (①終局限界状態の検討) (フーチングの設計) 断面力の計算 → 曲げに対する検討 (①終局, ②使用, ③疲労) → 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>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 給水柱, 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> </div> <p data-bbox="1757 1554 2499 1633">第3図 ケーソンの設計順序(港湾基準(平成11年4月)に基づき作成)</p>	

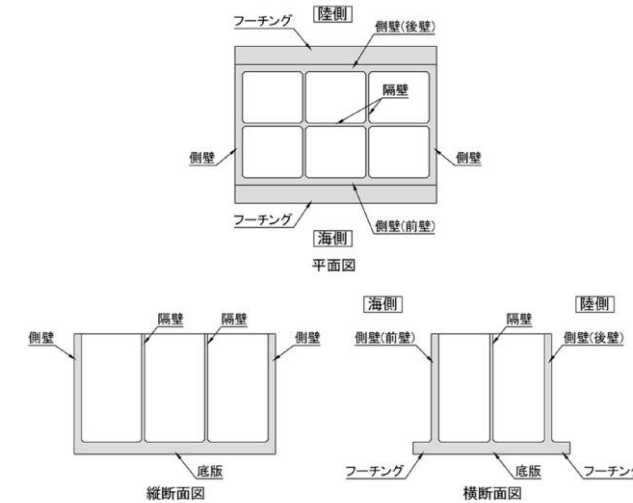
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																									
		<p>【参考2】 港湾基準上のケーソンの要求性能</p> <p>港湾基準で示されたケーソンの各部位に関する性能規定及び設計状態に関する設定を第3表～第6表に示す。ここでは、供用時（完成時）の検討対象部材である底版及びフーチングと側壁について示す。第7表に護岸の作用の組合せと荷重係数の一覧表を示す。本表は港湾基準に記載されている「岸壁」の作用の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> <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 1060 2496 1182"> <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="3">使用性</td> <td rowspan="3">永続</td> <td rowspan="3">自重</td> <td rowspan="3">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</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> </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 1333 2496 1486"> <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}</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><small>※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評価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来襲する回数が10%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。</small></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 1732 2496 1854"> <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">変動</td> <td rowspan="2">L1地震動</td> <td rowspan="2">自重、水圧、 地盤反力</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> </tbody> </table>	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	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隔壁からの抜け出し（鉄筋の降伏）	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}	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	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	
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	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隔壁からの抜け出し（鉄筋の降伏）	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}	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	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																																																							

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

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)

※1 ここでの波浪は、この告示第八条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、この告示第八条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高の波が突襲する回数が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、この告示第八条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。

一般的な形状のケーソン各部の名称を第4図に示し、構成部材と役割等について第7表のとおり整理する。



第4図 ケーソン各部の名称（港湾基準 図-参 1.2.1 を加筆・修正）

第7表 ケーソン構成部材の役割、照査要否、及び照査方法

構成部材	供用時の主な役割	港湾基準		新規制基準	
		照査要否	照査項目 (許容限界)	照査要否	照査項目 (許容限界)
・前壁 ・後壁 ・側壁	・重力擁壁を支持する ・透水性を保持する	要	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)	要	曲げ破壊、せん断破壊 (短期許容応力度)
・底版	・前壁、後壁、側壁、隔壁を支持する	要	-	要	-
・隔壁	・重力擁壁を支持する ・前壁、後壁、側壁、底版の変形を抑制する	否	-	要	曲げ破壊、せん断破壊 (曲げ、境界層部変形角又は 圧縮コンクリート限界ひずみ、 せん断：せん断耐力)
・フーチング	・滑動、転倒に対して安定性を確保する	要	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)	要	-

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																											
		<p>【参考3】 港湾基準上の防波壁の位置付け及び要求性能</p> <p>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5図に、港湾基準における津波対策施設の要求性能を示す。</p> <p>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。</p> <div data-bbox="1736 714 2496 1045" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>【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。</p> <p>【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。</p> <p style="text-align: center;">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</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2">省令</th> <th colspan="2">告示</th> <th rowspan="2">要求性能</th> <th rowspan="2">設計状態</th> <th rowspan="2">照査項目</th> <th rowspan="2">標準的な限界値の指標</th> </tr> <tr> <th>条</th> <th>項</th> <th>号</th> <th>項</th> <th>号</th> <th>主たる作用</th> <th>従たる作用</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>22</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>修復性</td> <td>偶発</td> <td>津波 (L2地震動)</td> <td>-</td> <td>損傷</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right; font-size: small;">港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成19年）より引用</p> <p style="text-align: center;">第5図 港湾基準における津波対策施設の要求性能</p> </div>	省令		告示		要求性能	設計状態	照査項目	標準的な限界値の指標	条	項	号	項	号	主たる作用	従たる作用	7	2	2	22	1	2	修復性	偶発	津波 (L2地震動)	-	損傷	-	
省令		告示		要求性能	設計状態	照査項目					標準的な限界値の指標																			
条	項	号	項				号	主たる作用	従たる作用																					
7	2	2	22	1	2	修復性	偶発	津波 (L2地震動)	-	損傷	-																			

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																																																							
		<p>【参考4】 既設の護岸の性能照査検討ケース 港湾基準 (平成 11 年 4 月) に準じて設計した 3 号増設時のケーソン設計における検討ケースの例を第 8 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 (平成 11 年 4 月) では「外壁」として表記されている。</p> <p>第 8 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)</p> <table border="1" data-bbox="1736 609 2502 1171"> <thead> <tr> <th 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>フチゲ</th> <th>底版</th> <th>外壁</th> <th>隔壁</th> <th>フチゲ</th> <th>底版</th> <th>外壁</th> <th>隔壁</th> <th>フチゲ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>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>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>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>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="5">据付後</td> <td rowspan="2">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> </tr> <tr> <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> </tr> <tr> <td rowspan="3">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> </tr> <tr> <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> </tr> <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> <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>		終局限界状態				使用限界状態				疲労限界状態				底版	外壁	隔壁	フチゲ	底版	外壁	隔壁	フチゲ	底版	外壁	隔壁	フチゲ	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	フチゲ	底版	外壁	隔壁	フチゲ	底版	外壁	隔壁	フチゲ																																																																																																																														
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>【参考5】 ケーソンの設計における設計状態</p> <p>護岸の作用の組合せと荷重係数の一覧表を第9表に示す。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。</p> <p>供用時（完成時）の検討対象部材は、<u>底版及び側壁と示されている。</u></p> <p>第9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)</p> <p>・護岸（岸壁）</p> <table border="1" data-bbox="1736 676 2496 1052"> <thead> <tr> <th rowspan="2">状態</th> <th rowspan="2">設計状態</th> <th rowspan="2">自重</th> <th rowspan="2">静水圧</th> <th rowspan="2">内部水圧</th> <th rowspan="2">内部土圧</th> <th rowspan="2">底版反力</th> <th rowspan="2">上載荷重</th> <th rowspan="2">動水圧</th> <th rowspan="2">地震動作用時の底版反力</th> <th colspan="2">施工時荷重</th> <th rowspan="2">備考</th> </tr> <tr> <th>据付時</th> <th>静水時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">供用時</td> <td>自重に関する永続状態</td> <td>0.9 (1.0)</td> <td>1.1 (1.0)</td> <td></td> <td></td> <td>1.1 (1.0)</td> <td>0.8 (0.5)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>底版（上載荷重は底版反力分）</td> </tr> <tr> <td>内部土圧に関する永続状態</td> <td></td> <td></td> <td>1.1 (1.0)</td> <td>1.1 (1.0)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>側壁</td> </tr> <tr> <td>レベル1地震動に関する変動状態</td> <td>1.0 (-)</td> <td>1.0 (-)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.0 (-)</td> <td></td> <td>1.0 (-)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>底版（上載荷重は地震動作用時）</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">施工時</td> <td>浮遊時の水圧に関する変動状態</td> <td></td> <td></td> <td>1.0 (-)</td> <td>1.0 (-)</td> <td></td> <td></td> <td>1.0 (-)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>側壁</td> </tr> <tr> <td>浮遊時の水圧に関する変動状態</td> <td>0.9 (0.5)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.1 (0.5)</td> <td>底版（浮遊時）</td> </tr> <tr> <td>据付時の水圧に関する変動状態</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.1 (0.5)</td> <td></td> <td>側壁（浮遊時） 側壁（据付時）</td> </tr> </tbody> </table> <p>・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。</p>	状態	設計状態	自重	静水圧	内部水圧	内部土圧	底版反力	上載荷重	動水圧	地震動作用時の底版反力	施工時荷重		備考	据付時	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)					底版（上載荷重は底版反力分）	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 (-)				底版（上載荷重は地震動作用時）	施工時	浮遊時の水圧に関する変動状態			1.0 (-)	1.0 (-)			1.0 (-)				側壁	浮遊時の水圧に関する変動状態	0.9 (0.5)									1.1 (0.5)	底版（浮遊時）	据付時の水圧に関する変動状態									1.1 (0.5)		側壁（浮遊時） 側壁（据付時）	
状態	設計状態	自重											静水圧	内部水圧		内部土圧	底版反力		上載荷重	動水圧	地震動作用時の底版反力	施工時荷重		備考																																																																					
			据付時	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)					底版（上載荷重は底版反力分）																																																																																	
	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 (-)				底版（上載荷重は地震動作用時）																																																																																
施工時	浮遊時の水圧に関する変動状態			1.0 (-)	1.0 (-)			1.0 (-)				側壁																																																																																	
	浮遊時の水圧に関する変動状態	0.9 (0.5)									1.1 (0.5)	底版（浮遊時）																																																																																	
	据付時の水圧に関する変動状態									1.1 (0.5)		側壁（浮遊時） 側壁（据付時）																																																																																	

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>【参考6】 最新の港湾基準 (平成30年5月) における照査方法の採用</p> <p>港湾基準の最新版は平成30年度版であり、護岸や重力式係船岸に係る平成19年度版からの改訂内容は、生産性の向上の推進に向けた規定の拡充として、「荷重抵抗係数アプローチによる部分係数法の導入」と防災・減災対策の強化に係る規定の拡充として、「防波堤における津波作用時の波力式の改訂」である。</p> <p>「荷重抵抗係数アプローチによる部分係数の導入」では、設計の効率化を図るため、従来の部分係数法 (個々のパラメータに部分係数を乗じる方法) から、作用の項及び抵抗の項に集約した部分係数を乗じる方法を導入している。また、「防波堤における津波作用時の波力式の改訂」では、平成23年3月の東北地方太平洋沖地震を踏まえて、津波波圧算定に関する記載が追加されている。ケーソン各部位の照査においては、これらの改訂内容を反映した照査を行うものとする。</p> <p>港湾基準 (平成19年7月) では津波の波力として、海中の防波堤等の直立壁に作用する津波波圧算定式である谷本式が示されていたが、港湾基準 (平成30年5月) では、海中の直立壁に作用する津波波力については、東北地方太平洋沖地震後に作成された「防波堤の耐津波設計ガイドライン※1」に基づき、波状段波や越流の発生の有無を考慮した津波波力の算定手順が示されている。また、陸上の直立壁に作用する津波波力については、「津波を考慮した胸壁の設計の考え方 (暫定版) ※2」に従って、越流の発生の有無を考慮した波力算定式が示されている。</p> <p>島根2号炉における津波波圧は、港湾基準 (平成30年5月) に基づき算定することを基本とするが、3次元津波シミュレーション解析等の方法により、ソリトン分裂や砕波の影響を確認し、適切な津波波圧算定式により津波波力を算定することとする。防波堤に対する津波波力算定手順を第6図に示す。</p> <p>※1 国土交通省港湾局：防波堤の耐津波設計ガイドライン，2015</p> <p>※2 水産庁漁港漁場整備部防災漁村課・国土交通省港湾局海岸・防災課：津波を考慮した胸壁の設計の考え方，2015</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
		<pre> graph TD A[津波シミュレーションの実施] --> B{波状段波の発生の有無 ※ (津波高さが水深の60% 程度以上かつ海底勾配 1/100程度以下)} B -- YES --> C【修正谷本式】 B -- NO --> D{越流の発生 の有無} D -- YES --> E【静水圧差による算定式】 D -- NO --> F【谷本式】 </pre> <p>第6図 防波堤に対する津波波力算定手順 (港湾基準 (平成30年5月) より抜粋)</p>	

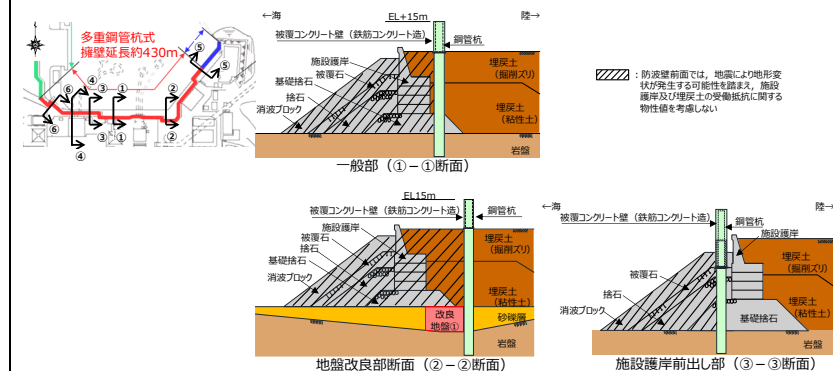
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p style="text-align: right;">(参考資料10)</p> <p style="text-align: center;"><u>施設護岸の役割の検討</u></p> <p><u>1. 検討方針</u></p> <p>防波壁（多重鋼管杭式）の前面または背面には，施設護岸が近接して設置されている。地震時の検討においては，施設護岸はその形状を適切にモデル化し，有効応力解析により耐震性を評価する。これにより，防波壁への波及的影響を考慮する。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，当初設計から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（添付資料25「2. 構造成立性評価」参照）を実施していることから，検討を省略する。</p> <div style="text-align: center;"> <p>第1図 検討概要図</p> </div>	<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>

2. 耐震性の検討方針 (断面選定)

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。

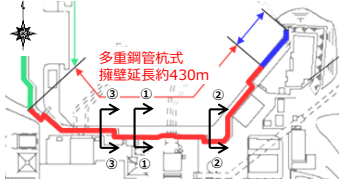
なお, 「取水路横断部 (④-④断面)」, 「北東端部 (⑤-⑤断面)」及び「西端部 (⑥-⑥断面)」については, 第1表に示すとおり, 鋼管杭長及び周辺状況を踏まえ, 地震時の鋼管杭への影響が最も大きいと考える①-①, ②-②及び③-③断面の検討結果に包含されると判断した。



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)	-	取水路横断部 (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. 耐震性の解析条件及び解析結果</p> <p>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）検討における解析条件は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> 施設護岸及び埋戻土の受働抵抗に関する物性値を考慮しないよう、剛性を低下させる（剛性を一律 1/1000 以下とする）。なお、施設護岸及び埋戻土の重量は変更しない。 港湾基準によると、施設護岸の石材（基礎捨石、被覆石）の強度特性は粘着力 $C=20$ (kN/m²)、せん断抵抗角 $\Phi f=35$ (°) とされているが、保守的に $C=0$ (kN/m²)、$\Phi f=35$ (°) と設定する。 地震荷重は、基準地震動 S_s-D する。 <p>解析結果を以下に示す。なお、ここでは鋼管杭の構造成立性検討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。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> <p>詳細設計段階では、施設護岸がある場合の防波壁の耐震性を評価し、これにより施設護岸の防波壁への波及的影響を確認する。また、施設護岸が地震により損傷する可能性を考慮し、施設護岸及び埋戻土が無いものと仮定した場合も評価する。それぞれの評価において、防波壁及び岩盤等の健全性を説明する。</p>  <table border="1" data-bbox="1736 1339 2478 1549"> <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>	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													

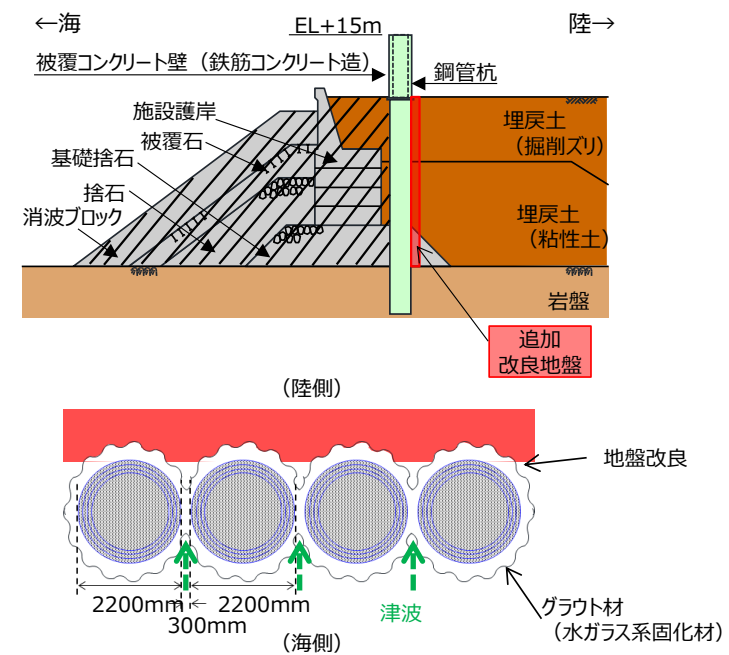
4. 止水性の検討結果

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（埋戻土部）（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。

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。

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。

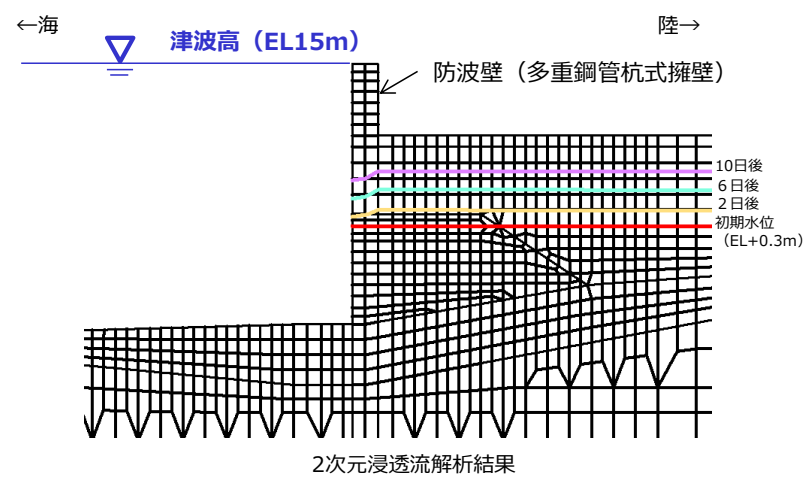
なお、防波壁の背後に実施する地盤改良の仕様は詳細設計段階において説明する。



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}	

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1825 745 2389 787">第5図 2次元浸透流解析結果 (②-②断面)</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

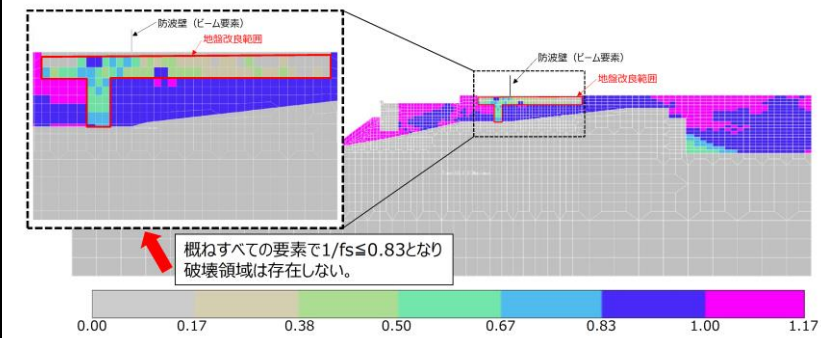
(参考資料 1 1)

防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) の地盤改良

防波壁 (鋼管杭式逆 T 擁壁) RC 床板部における改良地盤 (鋼管杭前面) 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 1 図に、照査項目、許容限界を第 1 表に示す。

改良地盤は、局所安全率の逆数が概ね $1/fs \leq 0.83$ ($fs \geq 1.2$) となり、また、 $0.83 \leq 1/fs \leq 1$ ($1 \leq fs \leq 1.2$) となる領域はわずかとなっており、破壊領域が存在しないことを確認した。

上記を踏まえ、改良地盤 (鋼管杭前面) の役割として期待する難透水性は保持されていることを確認した。



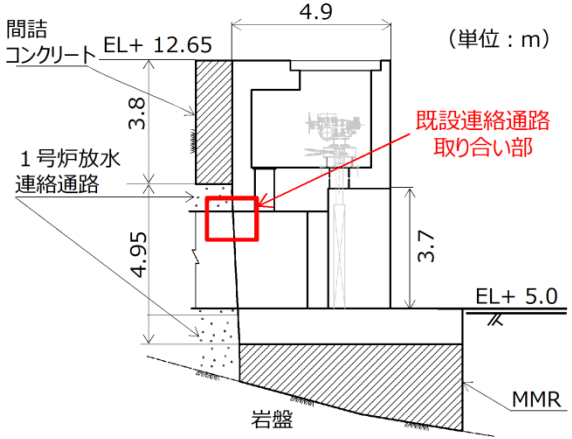
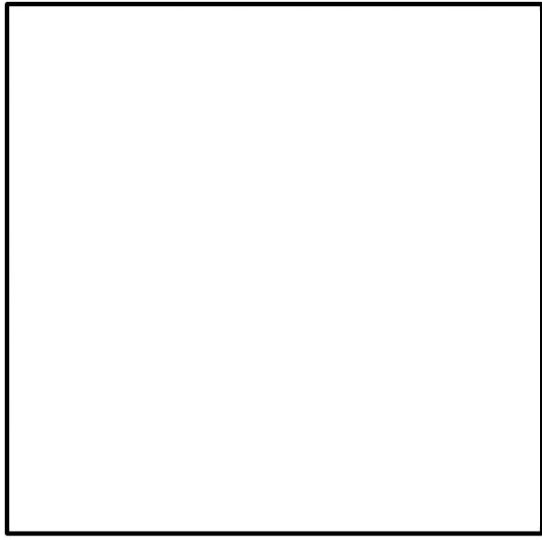
第 1 図 検討概要図

第 1 表 改良地盤 (鋼管杭前面) 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事審査ガイド

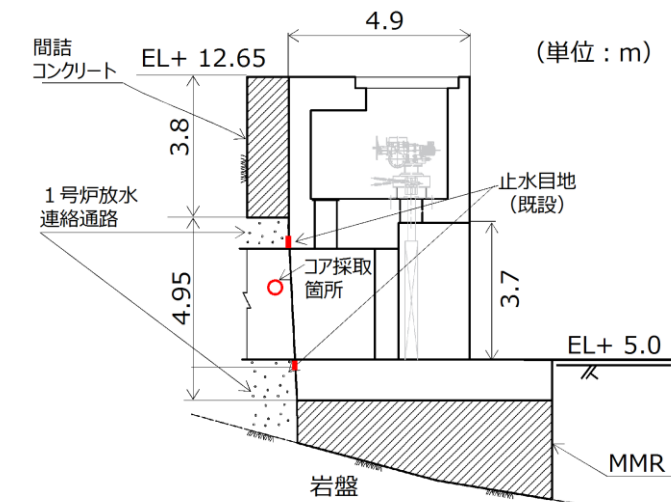
・設備の相違
【女川2】
設備の相違による記載の相違

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 style="text-align: right;"><u>(参考資料1 2)</u></p> <p><u>1号放水連絡通路 (既設) 坑口部におけるクラックの成因・対処方法</u></p> <p><u>1号炉建設時に設置した1号炉放水連絡通路 (既設) の坑口部に経年劣化によるクラックが認められる。</u></p> <p><u>1号炉放水連絡通路 (既設) の坑口部については、塩化物イオン量試験の結果より、扉体支持コンクリートが設置される以前は露出されていたことから、飛来塩分の影響を受けたことによる塩害に起因する鉄筋腐食によるクラックと判断する。</u></p> <p><u>1号炉放水連絡通路 (既設) の坑口部において変状が確認された範囲を対象に修繕を実施する。1号放水連絡通路防波扉の鳥瞰図を第1図に、断面図を第2図に、既設連絡通路取り合い部状況写真を第3図に示す。</u></p> <div data-bbox="1780 934 2448 1438" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;"><u>第1図 1号放水連絡通路防波扉 鳥瞰図</u></p>	<p>・設備の相違 【女川2】 設備の相違による記載の相違</p>

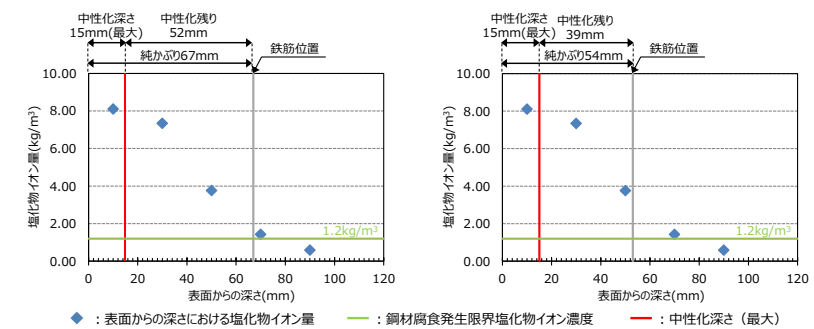
東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1816 793 2418 823">第2図 1号放水連絡通路防波扉 A-A 断面図</p>  <p data-bbox="1863 1423 2368 1453">第3図 既設連絡通路取り合い部状況写真</p> <p data-bbox="1736 1512 2507 1585"><u>1号放水連絡通路(既設)坑口部のクラックの発生要因について検討する。</u></p> <p data-bbox="1736 1600 2507 1768"><u>1号放水連絡通路(既設)坑口部前面には防波扉設置を目的とした扉体支持コンクリートを、坑口部上部には間詰めコンクリートを追加で設置していることから、新設部位による既設コンクリートへの影響(要因①及び②)が挙げられる。</u></p> <p data-bbox="1736 1780 2507 1854"><u>また、1号放水連絡通路防波扉設置以前は、1号炉放水連絡通路(既設)の坑口部が長期間にわたり露出されていたことを踏まえ、</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><u>飛来塩分に起因する塩害の影響(要因③)が挙げられる。</u> <u>クラックの発生要因について整理した結果を第1表に示す。</u></p> <p><u>第1表 1号放水連絡通路(既設)坑口部クラックの発生要因</u></p> <table border="1" data-bbox="1736 441 2502 588"> <thead> <tr> <th></th> <th>変状要因</th> <th>内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>要因①</td> <td>新設コンクリート部の膨張・収縮</td> <td>既設部の前面に設置した新設コンクリートの膨張・収縮が生じたため</td> </tr> <tr> <td>要因②</td> <td>新設間詰コンクリートの荷重影響</td> <td>既設部の上部に設置した新設間詰コンクリートに対する耐力が無かったため</td> </tr> <tr> <td>要因③</td> <td>鉄筋腐食</td> <td>飛来塩分に起因する塩害や中性化により鉄筋が腐食・膨張したため</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>クラックの発生要因の検討結果を以下に示す。</u> <u>《要因① 新設コンクリート部の膨張・収縮》</u> <u>新設扉体支持コンクリートと既設部の間には止水目地(既設)が設置されており、止水目地(既設)は健全であることが確認できたことから、新設部のコンクリートの膨張・収縮による変位が既設部に与える影響が小さいため、クラック発生要因ではないと判断した。</u> <u>《要因② 新設間詰コンクリートの荷重影響》</u> <u>1号放水連絡通路(既設)上部に打設した間詰めコンクリートの影響によりクラックが発生する場合には、トンネルのアーチ天端部に縦軸方向のクラックが発生すると想定されるが、アーチ天端部にクラックは確認されずトンネル坑口に沿ったクラックのみが発生しているため、間詰めコンクリートの追加打設に起因するクラックではないと判断した。</u> <u>《要因③ 鉄筋腐食》</u> <u>外観調査結果から、鉄筋腐食に起因する剥離・剥落が発生していることを確認したため、中性化試験及び塩化物イオン量試験を実施した。</u> <u>・中性化試験：クラック発生箇所において鉄筋が確認できる深さまでコンクリートをはつり、はつり箇所の表面にフェノールフタレイン溶液を噴霧することにより中性化深さを確認した。</u> <u>・塩化物イオン量試験：クラック発生箇所における塩分浸透状況を確認するため、クラック発生箇所の近傍において採取したコアをスライスし各スライス片の塩化物イオン量を測定した。</u> <u>中性化試験及び塩化物イオン量試験の結果を以下に示す。中性化試験の結果、「独立行政法人土木研究所 非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル(平成15年10</u></p>		変状要因	内容	要因①	新設コンクリート部の膨張・収縮	既設部の前面に設置した新設コンクリートの膨張・収縮が生じたため	要因②	新設間詰コンクリートの荷重影響	既設部の上部に設置した新設間詰コンクリートに対する耐力が無かったため	要因③	鉄筋腐食	飛来塩分に起因する塩害や中性化により鉄筋が腐食・膨張したため	
	変状要因	内容													
要因①	新設コンクリート部の膨張・収縮	既設部の前面に設置した新設コンクリートの膨張・収縮が生じたため													
要因②	新設間詰コンクリートの荷重影響	既設部の上部に設置した新設間詰コンクリートに対する耐力が無かったため													
要因③	鉄筋腐食	飛来塩分に起因する塩害や中性化により鉄筋が腐食・膨張したため													

月)」に示される塩害環境下における中性化による評価基準である中性化残り 25 mm以上を有していることを確認した。一方で、鉄筋位置における塩化物イオン量は、「コンクリート標準示方書、維持管理編、2007 年制定」に示される鋼材腐食発生限界塩化物イオン濃度 1.2kg/m³を上回っていることを確認した。



第4図 1号放水連絡通路(既設)坑口部 止水目地(既設)設置箇所及びコア採取箇所



第5図 中性化試験及び塩化物イオン量試験の結果
(左図：縦筋，右図：横筋)

以上より、1号炉放水連絡通路(既設)の坑口部に発生したクラックは、坑口部が1号炉放水連絡通路防波扉設置まで長期間にわたり露出されていたことに伴う、飛来塩分に起因する塩害により発生したクラックと判断した。

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 style="text-align: right;"><u>(参考資料13)</u></p> <p style="text-align: center;"><u>引用文献の根拠資料</u></p> <p><u>【(4) 設計方針 a. 構造概要(b)防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)の鋼管杭の根入れ深さに関する引用文献】</u></p> <p>12.4 杭の許容支持力 (2)1) 極限支持力を支持力推定式によって算定する場合には、適切な地盤調査結果に基づき、式(解 12.4.1)を用いてよい。なお、類似の地盤での載荷試験記録等を参考にし、支持力を推定することが望ましい。 $R_u = q_d A + U \sum L_i f_i \dots\dots\dots (解 12.4.1)$ ここに、 R_u : 地盤から決まる杭の極限支持力 (kN) A : 杭先端面積 (m²) q_d : 杭先端における単位面積当たりの極限支持力度 (kN/m²) U : 杭の周長 (m)</p> <p style="text-align: center;"><u>第1図 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 日本道路協会</u> <u>(平成14年3月)より引用・加筆</u></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
		<p><u>【(参考資料3) 防波壁(鋼管杭式逆T擁壁)の構造概要のうち鋼管杭の根入れ深さに関する引用文献】</u></p> <p>9.4 支持層の選定と根入れ深さ</p> <p>(1) 直接基礎はその支持機構から考えて、側面摩擦によって鉛直荷重を分担支持することがほとんど期待できないため、良質な支持層に直接支持させることとしている。したがって、直接基礎の支持層としては、砂層及び砂れき層においては十分な強度が、粘性土層では圧密のおそれのない良質な層が、それぞれ必要とされる。このため、一般には沖積世の新しい表層には支持させない。特に、耐震設計編8章の規定により判定を行い、耐震設計上ごく軟弱な土層又は液状化が生じる土層が存在する場合は、その層の下に支持層を求める必要がある。</p> <p>また、均等係数の小さい均質な砂を支持層とする直接基礎の場合、土留めや仮締切材の施工・撤去の際にバイプロハンマ工法を用いウォータージェットを併用することにより、過剰間隙水圧が上昇して支持層の強度が低下し、基礎の傾斜等が生じるおそれがある。このような条件では、特に注意して支持層の状態を把握するとともに、施工中も十分配慮できるよう設計図等に留意事項を明記するのがよい。</p> <p>ケーソン基礎は一般に底面寸法が大きいため、杭基礎の場合に比較して、基礎周面の抵抗よりも底面支持による割合が大きい。したがって、支持力を有利に、また、確実に發揮させるために良質な支持層に到達させることは杭基礎の場合よりもなお一層必要とされる。ケーソン基礎の根入れ深さを決めるには種々の条件を考慮しなければならないが、一般に良質な支持層に十分貫入させることが必要である。これは硬質な層と軟弱な層との境界面には緩んだ層がありがちなこと、良質な支持層中に少しでも多く貫入させることにより先端支持力の信頼性が増すこと等による。</p> <p>深礎基礎の場合は、斜面上に設置され基礎前面地盤が有限であるため、岩盤中に設置するような場合でも過度に水平抵抗に依存することは望ましくない。このため、良質な支持層を選定し確実に支持させることが重要である。</p> <p>(2) 杭基礎は前述のようにその支持機構において杭先端の支持力を考慮するかどうかにより支持杭と摩擦杭とに大別される。長期的な基礎の変位を防止するためには一般的には支持杭とすることが望ましい。しかし、良質な支持層が深い等の条件によっては、摩擦杭を採用することが合理的となることもある。したがって、上部構造の形式や機能、荷重規模、施工性、経済性等を総合的に検討した上で、支持杭と摩擦杭を適切に使い分けようとするのがよい。</p> <p>支持杭においては、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のがよい。このとき、地盤調査結果等に基づき設定した支持層の深さには、地盤調査の傾度や地盤の不均一性等による誤差が含まれていることを考慮し、杭長はある程度の余裕を見込み、0.5m 刻み程度で決定するのがよい。</p> <p>摩擦杭を採用する場合には、長期的な鉛直変位について十分な検討を行い、周面摩擦力により所要の支持力が得られるように根入れ深さを確保する必要がある。</p> <p>なお、地盤沈下の進行している埋立地盤等では、負の周面摩擦力の影響を受けるので、12.4.3の規定によりその影響を検討する必要がある。</p> <p><u>第2(1) 図 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 日本道路協会 (平成24年3月) より引用・加筆</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>12.4 杭の許容支持力</p> <p>(3) 杭の極限支持力は、杭先端における支持力と杭周囲の摩擦力の和として推定することが一般的である。これまでに得られた載荷試験結果を分析した結果から、工法別の杭先端の支持力及び杭周囲の摩擦力の標準的な推定式を以下に示す。なお、これらの標準的な推定式は、打込み杭工法を除き杭先端を良質な支持層に杭径程度以上根入れした条件の載荷試験を基に、支持層内の杭先端から杭径程度上方（鋼管ソイルセメント杭の場合はソイルセメント柱径）までの杭周囲及び底面の地盤抵抗を杭先端の極限支持力度として、これより上方の杭周囲の地盤抵抗を杭周囲摩擦力度として評価して得られたものである。また、ここでの試験は、12.11に規定された構造細目や18章及び19章の施工に関する規定を満たすものを対象としている。例えば摩擦杭の場合には良質な支持層に根入れされていないため杭先端の支持力推定式を適用できないなど、設計の際にはこうした前提を踏まえる必要がある。</p> <p>岩盤に対する杭の支持力評価に関しては、これまでのところ載荷試験結果は十分に得られておらず、施工法に応じた支持力特性も明らかにされていないため標準的な推定式を示すに至っていない。このため、岩盤に対する支持力評価を行う場合には、鉛直載荷試験を実施して評価を行うのがよい。</p> <p><u>第2(2) 図 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 日本道路協会 (平成24年3月) より引用・加筆</u></p>	

は、支持層が硬質粘性土または軟岩の場合の十分な載荷試験データベースが蓄積されていないことから、従来の「平成9年版 基礎標準」を参考に設定したためであり、この参考式は付属資料22に示すような統計的検討に基づいた所定の推定精度が確保されたものではないことに留意する必要がある。

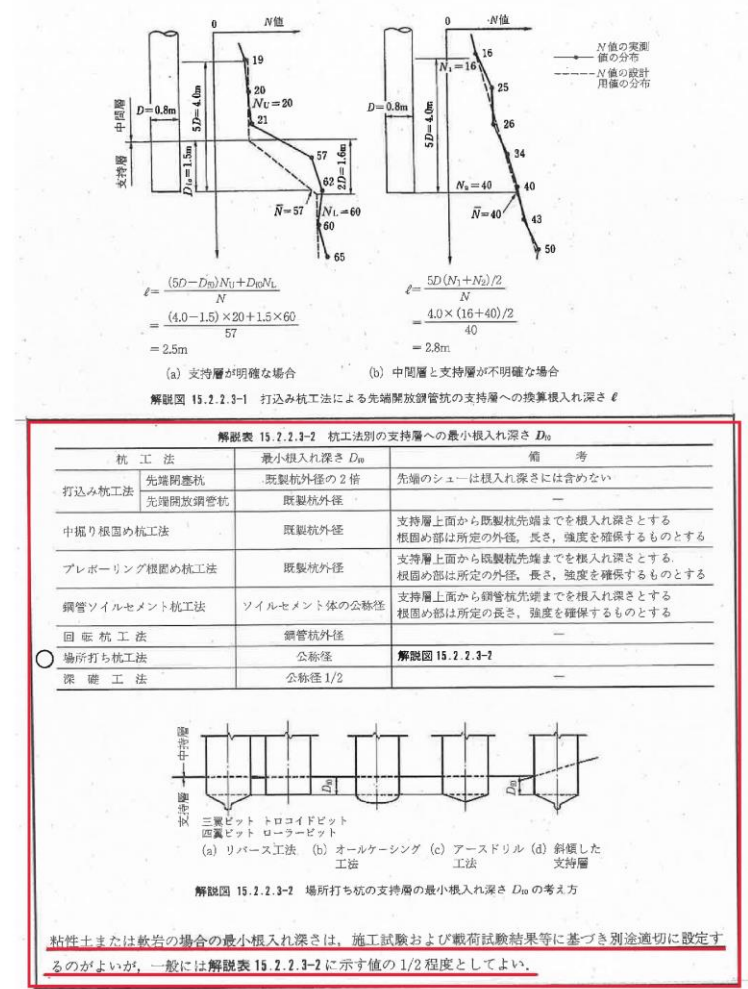
解説表 15.2.2.3-1 により算定される杭の基準先端支持力 q_{ik} には、杭底面の地盤抵抗だけでなく最小根入れ深さ D_0 部分の杭周囲の地盤抵抗が含まれている。したがって、設計図面には最小根入れ深さ D_0 を明記するとともに、施工時に所定の最小根入れ深さ D_0 を確保したことを確認する必要がある。なお、 D_0 は必要最小限の長さであり、これ以上深く根入れした分については周面抵抗を期待してもよいが、支持層への根入れ長を長く設計すると施工性が低下し、場合によっては施工不可能となる場合もあるので注意を要する。また、強固な支持層における打込み杭工法で、所定の最小根入れ深さ D_0 を確保することが施工上困難となった場合には、過度の打込みにより杭体の損傷が生じる可能性があるため、別途鉛直支持力が確保できることを確認した上で、所定の最小根入れ深さを下回ってもよい。このほか、支持層が硬質

解説表 15.2.2.3-1 杭の基準先端支持力 q_{ik}

杭工法	基準先端支持力 q_{ik} (kN/m ²)			先端の N 値の算出方法	
	砂質土	砂礫	硬質粘性土または軟岩 (参考式)		
先端閉塞杭	$210N \leq 10000$	$210N \leq 15000$	$6.3c \leq 20000$ $(70N \leq 20000)$	杭先端から下方 3D の区間の最小 N 値	
打込み杭工法 先端開放型鋼管杭	$D \leq 0.8m$	$(\ell/D) \leq 5$ の範囲 $35(\ell/D)N \leq 8000$ $(\ell/D) > 5$ の範囲 $175N \leq 8000$	$(\ell/D) \leq 5$ の範囲 $35(\ell/D)N \leq 12000$ $(\ell/D) > 5$ の範囲 $175N \leq 12000$	$(\ell/D) \leq 5$ の範囲 $1.1(\ell/D)c \leq 16000$ $(11(\ell/D)N \leq 16000)$ $(\ell/D) > 5$ の範囲 $5.5c \leq 16000$ $(55N \leq 16000)$	杭先端付近の N 値
	$D > 0.8m$	$(\ell/D) \leq 5$ の範囲 $(28/D)(\ell/D)N \leq 8000$ $(\ell/D) > 5$ の範囲 $(140/D)N \leq 8000$	$(\ell/D) \leq 5$ の範囲 $(28/D)(\ell/D)N \leq 12000$ $(\ell/D) > 5$ の範囲 $(140/D)N \leq 12000$	$(\ell/D) \leq 5$ の範囲 $(0.88/D)(\ell/D)c \leq 16000$ $(8.8/D)(\ell/D)N \leq 16000$ $(\ell/D) > 5$ の範囲 $(4.4/D)c \leq 16000$ $(44/D)N \leq 16000$	
中掘り根面め杭工法	$150N \leq 10000$	$150N \leq 12000$	—	既製杭先端から上方 1D、下方 3D の区間の最小 N 値	
プレボーリング根面め杭工法	$150N \leq 10000$	$150N \leq 12000$	—	既製杭先端から上方 1D、下方 3D の区間の最小 N 値	
鋼管ソイルセメント杭工法	$150N \leq 10000$	$150N \leq 12000$	—	鋼管先端から下方 3D の区間の最小 N 値	
回転杭工法	$150N \leq 10000$	$150N \leq 10000$	—	杭先端から上方 1D、下方 3D の区間の最小 N 値	
場所打ち杭工法	$60N \leq 3500$	$60N \leq 7500$	$5.1c \leq 9000$ $(51N \leq 9000)$	杭先端から下方 3D の区間の最小 N 値	
先端強化型場所打ち杭工法	$110N \leq 5500$	$110N \leq 8000$	—	杭先端から下方 3D の区間の最小 N 値	
深礎工法	$60N \leq 3500$	$60N \leq 7500$	$5.1c \leq 9000$ $(51N \leq 9000)$	杭先端から下方 3D の区間の最小 N 値	

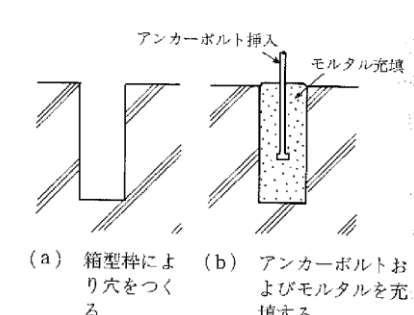
N : 杭先端の N 値 (N 値 50 以上では換算 N 値としてよい) ℓ : 支持層への地盤根入れ長さ (解説表 15.2.2.3-1 参照)
 c : 地盤材料抵抗 (一軸圧縮試験等) により求めた地盤力度 (kN/m²) D : 杭の設計径 (解説表 15.1.3-1 参照)
 *1 別途「15.4.4 不完全支持の杭基礎」の検討を実施する場合には区間内の平均 N 値としてよい。
 *2 掘削時の先端の硬みの影響が小さいと判断できる場合は先端強化型場所打ち杭を採用してよい。

第3(1) 図 鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物 国土交通省鉄道局 (平成24年1月版) より引用・加筆



第3(2) 図 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 日本道路協会 (平成14年3月) より引用・加筆

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1736 254 2499 327"><u>【(参考資料3) 防波壁(鋼管杭式逆 T 擁壁)の構造概要のうち杭頭部の力学特性確認実験に関する引用文献】</u></p> <p data-bbox="1783 422 2065 443">10.8.7 杭とフーチングの接合部</p> <div data-bbox="1783 464 2457 768" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p data-bbox="1798 474 2442 527">(1) 杭とフーチングの接合部は、杭が限界状態3に達したときの断面力も含めて、部材相互の断面力を確実に伝達できるようにしなければならない。</p> <p data-bbox="1798 537 2442 590">(2) 杭基礎を10.6.1(2)1)に従ってモデル化する場合には、杭とフーチングの接合部は剛結とみなせる構造としなければならない。</p> <p data-bbox="1798 600 2377 621">(3) 1)から3)に従う場合には、(1)及び(2)を満足するとみなしてよい。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="1813 632 2273 653">1) フーチングの厚さについて、7.7.2(2)を満足する。 <li data-bbox="1813 663 2442 716">2) 最外縁の杭の中心とフーチング縁端との距離を杭径以上とすることを標準とする。 <li data-bbox="1813 726 2332 747">3) 杭とフーチングの接合部は、鉄筋により十分に結合する。 </div> <p data-bbox="1783 789 2457 863">(2) 杭とフーチングとの接合部は、原則として剛結とすることが規定されている。杭頭部を剛結として設計した方が水平変位によって設計が支配される場合には有利であり、また、不静定次数が大きいため耐震上の安全性が高いとみなし得る。</p> <p data-bbox="1798 873 2457 978">なお、10.6に規定される杭反力等の計算モデルにおいても杭とフーチングの接合部を剛結と仮定することを標準としている。このため、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。</p> <p data-bbox="1768 1020 2499 1094"><u>第4図 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 日本道路協会 (平成29年11月)より引用・加筆</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>【(参考資料4) 防波壁(波返重力擁壁)の構造概要のうち(4) 主筋定着部の評価方法に関する引用文献】</p> <p>4.6 その他のアンカーボルトの設計</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>その他のアンカーボルトあるいはアンカー工法として、次のものが挙げられる。これらについては、その耐力を実験等により確認し、使用条件および施工条件を考慮し、本指針に準じて適切な安全率を見込んだ許容耐力を定める。</p> <p>(1) 型抜きアンカー</p> <p>(2) 特殊アンカーボルト</p> </div> <p>アンカーボルトの設計に際しては、アンカーボルトおよびそれが定着されるコンクリート部の終局時の破壊モードとアンカーボルトに作用する荷重の種類と大きさに留意しなければならない。このうち、特にコンクリート部の破壊モードをしっかりとらえ、それらの耐力評価式を実験等により確認する必要がある。なお、耐力を評価するための基本は、静的加力方法による引張耐力およびせん断耐力である。</p> <p>(1) 型抜きアンカー</p> <p>図4.41に示すように、コンクリート中にボルト寸法よりかなり大きめの穴をあらかじめ開けておき、あとで、この穴の中にアンカーボルトを設置し、コンクリートまたはモルタルなどを充填して定着する工法である。箱状の型枠を設置してコンクリートを打設していたことから箱抜き工法とも通称されており、型枠材として紙製・木製・塩化ビニル製あるいは、鋼製などがある。この工法は、きわめて簡便な方法であるが、後から充填するモルタルあるいはコンクリートと既設コンクリートとの接合面での肌別れが生ずることがあるので、重要度の高い定着部に用いる場合には、十分に接合できるように多くのくふうが必要とされる。</p> <p>型抜きアンカーに使用するアンカーボルトは、本指針で対象とした、頭付きアンカーボルト、鉄筋アンカーボルト、基礎ボルトおよび、その他これらと同等もしくはそれ以上の力学的特性を有するものとする。</p> <p>型抜きアンカーの支持耐力の評価にあたっては、既設コンクリートと後打ちモルタルあるいは後打ちコンクリートとの付着強度を良くしておく必要がある。実験によると、型枠材および表面処理方法により、付着強度は、図4.42のように数N/mm²から9N/mm²まで差異があることが報告されている²⁰⁾²¹⁾。この付着強度が十分であれば、図4.43(a)に示すようなモルタル部分に発生したひび割れが既存躯体に達してコーン状破壊に至るが、付着強度が十分でないとき、図4.43(b)のような破壊を示すことが実験で確認されている。</p> <p>第5(1) 図 各種合成構造設計指針・同解説 日本建築学会 (2010改定) より引用・加筆</p> <div style="text-align: center;">  <p>(a) 箱型枠により穴をつくる</p> <p>(b) アンカーボルトおよびモルタルを充填する</p> <p>図4.41 型抜きアンカー工法</p> </div> <p>第5(2) 図 各種合成構造設計指針・同解説 日本建築学会 (2010改定) より引用・加筆</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) 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の解析用物性値の設定方針のうち4. 解析用物性値(石材)の設定方針に関する引用文献】</u></p> <p>(6) マウンド材及び基礎地盤の強度定数</p> <p>① マウンド材</p> <p>偏心傾斜した作用を受ける支持力の模型実験及び現地実験の結果によれば、三軸圧縮試験から求められた強度定数を用いてビショップ法による円弧滑り解析を行えば精度の高い結果が得られることが明らかになっている³⁾。また、砕石の大型三軸圧縮試験から、粒径の大きい粒状体の強度定数は均等係数の等しい相似粒度の材料から求められる値にほぼ等しいことが確認されている⁴⁾。したがって、捨石の強度定数を正確に推定するには相似粒度の試料を用いた三軸圧縮試験を実施することが望ましいが、強度試験を行わない場合には、一般に用いられている通常の捨石に対する標準的な強度定数として粘着力$c_D=20\text{kN/m}^2$、せん断抵抗角$\phi_D=35^\circ$の値が用いられている。実際の捨石においては現地での捨石の密度に対応して強度に相違が生じることが予想されるが、現地での捨石の状態を把握することは非常に困難であるので、標準的な強度定数の値が設定されている。</p> <p>標準値は砕石の大型三軸圧縮試験の結果からやや安全側に求めた値であり、既存防波堤及び係留施設の解析結果からも妥当な値である。なお、強度定数として粘着力$c_D=20\text{kN/m}^2$としているが、これは砕石のせん断抵抗角ϕ_Dの拘束圧による変化を考慮するための見掛けの粘着力である。図-2.2.7は各種の砕石に関する三軸試験結果をまとめたものであるが⁵⁾、拘束圧が大きくなるとともに粒子破砕によってϕ_Dは減少する。図中に実線で示された値は見掛けの粘着力$c_D=20\text{kN/m}^2$、$\phi_D=35^\circ$とした値であるが、見掛けの粘着力を考慮することによってϕ_Dの拘束圧依存性が反映されている。母岩の一軸圧縮強さと強度定数の関連を調べた結果によると、これらの標準値が適用できるのは母岩の一軸圧縮強さが30MN/m^2以上の石材である。母岩の強度が30MN/m^2以下である弱い石材をマウンドの一部として用いる場合、強度定数はほぼ$c_D=20\text{kN/m}^2$、$\phi_D=30^\circ$となる⁷⁾。</p> <p><u>第6図 港湾の施設の技術上の基準・同解説 日本港湾協会(平成19年7月)より引用・加筆</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>【(参考資料7) 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の解析用物性値の設定方針のうち6. 解析用物性値(セルラーブロック)の設定根拠に関する引用文献】</p> <p>9 摩擦係数</p> <p>(1) 施設の滑動に対する摩擦抵抗力の算定に用いる材料の摩擦係数は、静止摩擦係数とすることができる。この場合において、材料の摩擦係数は、対象となる施設の特性及び材料の特性等を勘案して適切に設定することが望ましい。</p> <p>(2) 港湾の施設の性能照査に用いる静止摩擦係数の特性値は、一般に表-9.1に掲げる数値を用いてもよい。同一条件のもとで繰り返し摩擦係数を測定する場合、一般にばらつきが多いことに注意が必要である。表-9.1で示した値は、以前からなかば経験的に用いられてきたものであり、ここに明記していない場合については、実験を行って定めることが望ましい。</p> <p>(3) 表-9.1に示した値は、施設の滑動に対する安定性の照査に用いる場合の値であり、杭の支持力計算に用いる杭周面と土との間の摩擦係数、傾斜堤の安定性の照査に用いる摩擦係数、斜路によるケーソンの進水計算に用いる摩擦係数、土圧計算に用いる壁面摩擦角等に対しては適用できない。なお、表-9.1に示した値は、静的な作用が生じるときの静止摩擦係数であるが、地震動作用時のような動的な作用が生じる場合においては、適切な資料が皆無であるため、本数値を用いているのが実情である。</p> <div data-bbox="1804 766 2389 1029" style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">表-9.1 静止摩擦係数の特性値</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>コンクリートとコンクリート</td><td style="text-align: center;">0.5</td></tr> <tr><td>コンクリートと岩盤</td><td style="text-align: center;">0.5</td></tr> <tr><td>水中コンクリートと岩盤</td><td style="text-align: center;">0.7~0.8</td></tr> <tr><td>コンクリートと捨石</td><td style="text-align: center;">0.6</td></tr> <tr><td>捨石と捨石</td><td style="text-align: center;">0.8</td></tr> <tr><td>木材と木材</td><td style="text-align: center;">0.2(湿)~0.5(乾)</td></tr> <tr><td>摩擦増大マットと捨石</td><td style="text-align: center;">0.75</td></tr> </table> <p>注1) 水中コンクリートと岩盤の場合、標準的な条件のもとでは、0.8とすることができる。ただし、基岩が弱い湧き出しは亀裂が多い場合、基岩を覆っている砂の移動が激しい場所等では、それらの条件に応じて0.7程度まで低減させることができる。</p> <p>注2) セルラーブロックの性能照査における摩擦係数は、第4編第5章2.2 重力式係船岸を参照することができる。</p> </div> <p>(4) 滑動抵抗や摩擦抵抗に関しては、文献(1)~(5)を参考にすることができる。また、擁壁底面と基礎地盤の摩擦係数については、道路土工-擁壁工指針⁹⁾を参考にすることができる。</p> <p>(5) 摩擦増大マットの摩擦係数</p> <p>一般に、摩擦増大マットの使用に当たっては、使用する材料の耐久性、施設の重要度、海象条件及び経済性等を十分考慮して、材料を選定するとともに、摩擦係数に関する実験結果を十分検討すべきである。なお、港湾の施設の性能照査に当たって、摩擦増大マットとして、選定材料、ゴム材料等を使用する場合には、表-9.1に示す通り、摩擦係数を0.75としてもよい。寒冷地においては、別途検討することが望ましい。また、施設毎の設計条件、構造条件等を踏まえて実験を行うなど、個別に検証される場合においては、この限りではない⁷⁹⁾。ただし、係留施設に摩擦増大マットを用いる場合には、第4編第5章2.2.3(2)永続状態、レベル1地震動に関する変動状態における壁体の滑動に対する検討の②を参照のこと。</p> <p>(6) 場所打ちコンクリートの摩擦係数</p> <p>表-9.1の静止摩擦係数の値のうちコンクリートに係るものについては、プレキャストコンクリートか場所打ちコンクリートかによってその値が変化すると考えられる。場所打ちコンクリートの摩擦係数は、材料の特性及び自然状況等を勘案して適切に設定する必要がある。</p> <p>(7) 岩盤とプレバックドコンクリートの滑動抵抗</p> <p>海底の岩盤にプレバックドコンクリートを打込んで係留施設や外郭施設とする工法が用いられることがある。このようなマシブな施設の滑動に対する抵抗力は、岩盤とプレバックドコンクリートの付着力、両者の間の摩擦抵抗、岩盤の凹凸による岩盤及びプレバックドコンクリートのせん断抵抗等複雑な機構により構成されている。一方、施設の滑動抵抗力は、施工地点の基岩の材質、それを覆っている底質、注入モルタルの品質、施工の入念さの程度、施工時の海象条件によって左右される。既設の施設の実績等を勘案し、種々の観点から考察を加えた結果⁹⁾、便宜的に摩擦により滑動に抵抗するものと考え、岩盤とプレバックドコンクリートの摩擦係数は表-9.1の値を用いてもよい。プレバックドコンクリート以外の水中コンクリートについてもほぼ同様と考えることができる。</p> <p style="text-align: center;">第7図 港湾の施設の技術上の基準・同解説 日本港湾協会(平成19年7月)より引用・加筆</p>	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	
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																

【(参考資料9) 防波壁(波返重力擁壁)のケーソンの設計方針に関する引用文献】

1. 2 ケーソン

【告示】(ケーソンの性能規定)

第二十三条 鉄筋コンクリート製のケーソン(以下この条において「ケーソン」という。)の性能規定は、施設の種類に応じて、次の各号に定めるものとする。

一 ケーソンの底版及びフーチングについては、主たる作用が自重である永続状態並びに主たる作用が変動波浪、浮遊時の水圧及びレベル地震動である変動状態に対して、ケーソンの底版及びフーチングの健全性を損なう危険性が限界値以下であること。

二 ケーソンの側壁については、主たる作用が内部土圧である永続状態並びに主たる作用が変動波浪、浮遊時の水圧及びレベル地震動である変動状態に対して、ケーソンの側壁の健全性を損なう危険性が限界値以下であること。

三 ケーソンの隔壁については、主たる作用が掘付時の水圧である変動状態に対して、ケーソンの隔壁の健全性を損なう危険性が限界値以下であること。

四 浮遊させる必要があるケーソンにあつては、主たる作用が水圧である変動状態に対して、浮遊時に浮体の転覆の生じる危険性が限界値以下であること。

【解説】

(1) ケーソンの性能規定
 ケーソンの性能規定及び設計状態に対応する指標等は、当該施設の種類に応じて、性能照査に必要なものを適切に設定する。

①底版及びフーチング(使用性)
 ケーソンの底版及びフーチングの性能規定及び設計状態(偶発状態を除く)に対応する指標等は、設計状態に応じて示す。

イ) 主たる作用が自重の永続状態
 ケーソンの底版及びフーチングの性能規定及び設計状態(偶発状態を除く)に対応する指標等のうち、主たる作用が自重の永続状態に関するものは、別表-4のとおりである。

別表-4 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

省令 号:項:号	告示 号:項:号	業 種 性 質 別	設計状態		留意項目	標準的な限界値の指標
			主たる作用 状態	偶発作用 状態		
1.1.1	23.1.1	使用性	自家 水圧、 掘削土 圧	水圧、 掘削土 力、 掘削土 圧	底版及びフーチング の新設後	設計耐荷重(設計永続状態)
					底版及びフーチング の新設後の使用後	自働応力降下率(使用限界状態)
					底版及びフーチング の掘削時の掘削土 (掘削時)	設計掘削土力

第8(1)図 港湾の施設の技術上の基準・同解説 日本港湾協会
 (平成19年7月)より引用・加筆

ロ) 主たる作用が変動波浪の変動状態
 ケーソンの底版及びフーチングの性能規定及び設計状態（偶発状態を除く）に対応する指標等のうち、主たる作用が変動波浪の変動状態に関するものは、別表-5のとおりである。

別表-5 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

省令 条:項:号	告示 条:項:号	要 求 性 態	設計状態		調査項目	標準的な調査量の指標
			主たる作用	従たる作用		
7.1.1	22.1.1	使用性	変動波浪 ^{*)1}	自重、水圧、地震反力、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)
			変動波浪 ^{*)2}		底版の陥没からの抜け出し(底版の陥没)	設計降伏耐力
			底版の盛り直し作用 ^{*)3}		底版及びフーチングの耐震の使用性	ゆ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)

*)1ここでの波浪は、この告示第八条第一項第一号に定めている波浪のうち、当該電線の構造の安定性の性能規定に用いたものとする。
 *)2ここでの波浪は、この告示第八条第一項第二号に定めている波浪のうち、設計使用期間にそれ以上の波高の波が来襲する回数が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、この告示第八条第一項第二号に定めている波浪のうち、設計使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。

二) 主たる作用が浮遊時の水圧及びレベルー地震動の変動状態
 ケーソンの底版及びフーチングの性能規定及び設計状態（偶発状態を除く）に対応する指標等のうち、主たる作用が浮遊時の水圧及びレベルー地震動の変動状態に関するものは、別表-6のとおりである。

別表-6 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ー地震動の変動状態) に関する設定

省令 条:項:号	告示 条:項:号	要 求 性 態	設計状態		調査項目	標準的な調査量の指標
			主たる作用	従たる作用		
7.1.1	22.1.1	使用性	浮遊時の水圧	自重	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)
			レベルー地震動	自重、水圧、地震反力	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)
					底版の陥没からの抜け出し(底版の陥没)	設計降伏耐力
					底版及びフーチングの耐震の使用性	ゆげひび割れ幅の制限値(使用限界状態)

第8(2) 図 港湾の施設の技術上の基準・同解説 日本港湾協会
 (平成19年7月)より引用・加筆

②側壁 (使用性)

イ) ケーソンの側壁の性能規定及び設計状態 (偶発状態を除く) に関する設定は、別表-7のとおりである。

別表-7 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

省令 条:項:号	告示 条:項:号	要求 性能 状態	設計状態		調査項目	標準的な限界値の指標
			主たる作用	従たる作用		
7:1: ...	23:1: ...	実用性	内圧土圧	内圧水圧	側壁の断面の使用性	曲げ圧縮応力度の制限値(使用限界状態)
				側壁の傾斜からの反り出し(鉄筋の張伏)	設計降伏定力度	
				変動応力 ^{a)}	側壁の断面破壊 ^{a)}	設計耐荷耐力(終局限界状態)
				変動応力 ^{b)}	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)
				静荷の繰り返し作用 ^{c)}	側壁の疲労破壊 ^{c)}	設計疲労強度(疲労限界状態)
				1.1地質載重	側壁の断面破壊	設計耐荷耐力(終局限界状態)
浮遊時の水圧	側壁の断面破壊	設計耐荷耐力(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)

a) ここでの変換は、この告示第8条第一項第一号に定めている変換のうち、当該構造の構造の安定性の性能評価に用いたものとする。
 b) 変換の影響を受ける範囲に限る。
 c) ここでの変換は、この告示第8条第一項第二号に定めている変換のうち、設計使用期間にそれ以上の変換の繰りかえしを要する回数に10%増減率のものをとすることを標準とする。
 d) ここでの変換は、この告示第8条第一項第二号に定めている変換のうち、設計使用期間に生じる変換の発生と関係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。

③隔壁 (使用性)

イ) ケーソンの隔壁の性能規定及び設計状態 (偶発状態を除く) に関する設定は、別表-8のとおりである。

別表-8 ケーソンの隔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

省令 条:項:号	告示 条:項:号	要求 性能 状態	設計状態		調査項目	標準的な限界値の指標
			主たる作用	従たる作用		
7:1: ...	23:1: ...	実用性	側壁の水圧	側壁の断面破壊	設計耐荷耐力(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)	

④浮遊させる必要があるケーソン (使用性)

イ) 浮遊させる必要があるケーソンの性能規定及び設計状態 (偶発状態を除く) に関する設定は、別表-9のとおりである。

別表-9 浮遊させる必要があるケーソンの性能規定及び設計状態 (偶発状態を除く) に関する設定

省令 条:項:号	告示 条:項:号	要求 性能 状態	設計状態		調査項目	標準的な限界値の指標
			主たる作用	従たる作用		
7:1: ...	23:1: ...	実用性	水圧	自重	手元の転覆	転覆に関する限界値

第8(3) 図 港湾の施設の技術上の基準・同解説 日本港湾協会
 (平成19年7月)より引用・加筆

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																							
		<p>第2章 技術基準対象施設に共通する事項</p> <p>1 構造物の部材</p> <p>【省令】(技術基準対象施設を構成する部材の要求性能)</p> <p>第七条 技術基準対象施設を構成する部材の要求性能は、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、レベル地震動、漂着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。</p> <p>2 前項に規定するもののほか、当該施設の被災に伴い、人命、財産又は社会経済活動に重大な影響を及ぼすおそれのある施設を構成する部材の要求性能にあっては、次の各号に定めるものとする。</p> <p>一 津波、偶発波浪、レベル地震動等の作用による損傷等が、当該施設の機能が損なわれた場合であっても、当該施設の構造の安定に重大な影響を及ぼさないこと。ただし、当該施設が置かれる自然状況、社会状況等により、更に性能を向上させる必要がある施設を構成する部材の要求性能にあっては、当該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。</p> <p>二 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っては、津波、レベル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。</p> <p>3 第一項に規定するもののほか、耐震強化施設を構成する部材の要求性能にあっては、レベル地震動等の作用による損傷等が、軽微な修復によるレベル地震動の作用後に当該施設に必要とされる機能の回復に影響を及ぼさないこととする。ただし、当該施設が置かれる自然状況、社会状況等により、更に耐震性を必要とする施設を構成する部材の要求性能にあっては、レベル地震動の作用後に当該施設に必要とされる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。</p> <p>4 前三項に規定するもののほか、技術基準対象施設を構成する部材の要求性能に関し必要な事項は、告示で定める。</p> <p>【告示】(技術基準対象施設を構成する部材)</p> <p>第二十一条 技術基準対象施設を構成する部材の要求性能に関し省令第七条第四項の告示で定める事項は、次条から第二十八条までに定めるとおりとする。</p> <p>第二十二条 技術基準対象施設を構成する部材に共通する性能規定は、次の各号に定めるものとする。</p> <p>一 当該施設の被災に伴い人命、財産又は社会経済活動に重大な影響を及ぼすおそれのある施設を構成する部材にあっては、主たる作用が津波、偶発波浪又はレベル地震動である偶発状態に対して、要求性能に応じて、作用による損傷の程度が限界値以下であること。</p> <p>二 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っては、主たる作用が津波又はレベル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。</p> <p>2 前項に規定するもののほか、耐震強化施設を構成する部材の性能規定にあっては、主たる作用がレベル地震動である偶発状態に対して、要求性能に応じて、作用による損傷の程度が限界値以下であることとする。</p> <p>3 洗掘及び吸出しによる部材の健全性への影響が施設の安定性を損なうおそれがある場合にあっては、適切な措置を講ずるものとする。</p> <p>【解説】</p> <p>(1) 技術基準対象施設の安定性を確保する為に健全性を求める部材(以下、「構造部材」という。)の性能規定のうち、構造形式によらず、全ての構造部材に共通するものを定める。</p> <p>① 偶発対応施設の構造部材</p> <p>イ) 偶発対応施設の構造部材(安全性・修復性)</p> <p>偶発対応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)に関する設定は、別表-1のとおりである。</p> <p>別表-1 偶発対応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</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">省令 法:項:号</th> <th rowspan="2">告示 第:項:号</th> <th rowspan="2">要求 性能</th> <th colspan="2">設計状態</th> <th rowspan="2">照査項目</th> <th rowspan="2">標準的な限界値の相違</th> </tr> <tr> <th>主たる作用</th> <th>戻たる作用</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>22</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>損傷</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>安全性・修復性</td> <td>(津波) (偶発波浪)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>()は設計状態について、主たる作用を置き換えていることを示す。</p>	省令 法:項:号	告示 第:項:号	要求 性能	設計状態		照査項目	標準的な限界値の相違	主たる作用	戻たる作用	2	1	22	1	1	損傷				安全性・修復性	(津波) (偶発波浪)				
省令 法:項:号	告示 第:項:号	要求 性能				設計状態				照査項目	標準的な限界値の相違															
			主たる作用	戻たる作用																						
2	1	22	1	1	損傷																					
		安全性・修復性	(津波) (偶発波浪)																							

第9図 港湾の施設の技術上の基準・同解説 日本港湾協会(平成19年7月)より引用・加筆

1. 2. 3 作用
 (1) 性能照査において考慮する作用の組合せ及び荷重係数は、施設ごとに適切に設定することが望ましい。
 (2) 作用の組合せ及び荷重係数は以下のとおり設定することができる。
 ① 性能照査において考慮する作用の組合せ及び各作用の特性値に乘じる荷重係数の標準的な値を表-1.2.1に示す。ここで、フーチングは、底板と同じ扱いとしてよい。表中の上段の値は、終局限界状態検討時の荷重係数を示しており、[] 内の数値は、その作用を小さく考えた方が影響が大きくなる場合に用いる荷重係数である。なお、これらの値の大部分は、信頼性解析によって外的安定との関係等を考慮して設定されたものである³⁹⁾。下段の()内は、使用限界状態検討時の荷重係数を示している。なお、偶発状態においては、荷重係数を1.0としてよい。
 また、近年、捨石マウンドの均し精度を緩和させて防波堤等の建設コスト削減を図ることが検討されているが、捨石マウンドの均し精度を緩和させた場合、ケーソン底板に通常の均し精度±5cmの場合以上に大きな反力が作用することとなり、表-1.2.1に示した値を用いることはできない。捨石マウンドの均し精度を±30cmの範囲まで緩和させた場合の係数については、文献 8)9)を参考にすることができる。

表-1.2.1 作用の組合せと荷重係数

(a) 防波堤

状態	設計状態	自重	静水圧	内部土圧	底板反力	内貯水圧	揚圧力	高層反力変動分	内貯水圧変動分	波力	動水圧	隔室間静水圧差	備考
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)								底板
	内部土圧に関する永続状態			1.1 (1.0)		1.1 (1.0)							側壁
	波浪に関する変動状態	1.1 [0.9] (1.0)	1.1 [0.9] (1.0)		1.1 [0.9] (1.0)		1.2 [0.8] (1.0)	1.2 [0.8] (1.0)					底板
	レベル1地震動に関する変動状態			0.9 (1.0)		1.1 (1.0)				1.2 (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 (-)		側壁
施工時	浮遊時の水圧に関する変動状態	0.9 (0.5)	1.1 (0.5)										底板
	掘付け時の水圧に関する変動状態											1.1 (0.5)	側壁

(b) 岸壁

状態	設計状態	自重	静水圧	内部土圧	内貯土圧	高層反力	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
										掘付け時	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(上載荷重は高層反力分)
	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 (-)			底板(上載荷重は地震動作用時)
施工時	浮遊時の水圧に関する変動状態	0.9 (0.5)									1.1 (0.5)	底板(浮遊時)
	掘付け時の水圧に関する変動状態										1.1 (0.5)	側壁(掘付け時)

第10図 港湾の施設の技術上の基準・同解説 日本港湾協会
 (平成19年7月)より引用・加筆

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)	女川原子力発電所 2号炉 (2019. 11. 6 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>6.7 津波波力</p> <p>6.7.1 海中の直立壁に作用する津波波力</p> <p>(1) 一般</p> <p>海中にある防波堤等の直立壁に作用する津波の波圧の算定には、谷本式が従来使われることが多かったが、東日本大震災後に作成された「防波堤の耐津波設計ガイドライン」¹⁵⁴⁾では波状段波や越流の発生の有無を考慮し、図-6.7.1に示す算定手順に従って防波堤の津波波力を算定する。</p> <p>津波は、まず段波状態かそうでないかに分類でき、波長の長い津波先端部が短周期の複数の波に分裂(ソリトン分裂)しながら段波形状になった波状段波については、衝撃段波波力が極めて大きな値となる場合がある。そのため、波状段波が発生しない場合には谷本式を用い、波状段波が発生する場合には津波波力が大きくなるため、これに対応した修正谷本式を用いる。</p> <p>海底勾配が非常に緩やかであると波状段波となり、また、波高水深比(津波高さ/水深)が小さい場合や海底勾配が比較的急な場合には、段波にはならない。ソリトン分裂の発生条件は、おおむね入射津波高さが水深の30%以上(シミュレーション等による津波の重複波の高さが水深の60%以上)で、かつ海底勾配が1/100以下程度の浅度である場合と考える。</p> <p>波状段波が発生しない場合で、かつ越流が発生する場合には、ケーソン前面と背面に作用する静水圧差を補正した算定式を適用する。越流する場合は、数値シミュレーションによって求めた津波高が防波堤天端を超える場合である。なお、若干越流している状態に静水圧差による算定式を適用する場合は、それより水位の低い越流直前の状態に谷本式を適用した方が高い波力となる可能性があるため、両者を比較して高い方を採用する。</p> <div data-bbox="1774 762 2475 1094" data-label="Diagram"> <pre> graph TD A[津波シミュレーションの実施] --> B{波状段波の発生の有無 ※(津波高さが水深の60%程度以上 かつ海底勾配1/100程度以下)} B -- YES --> C【修正谷本式】 B -- NO --> D{越流の発生の有無} D -- YES --> E【静水圧差による算定式】 D -- NO --> F【谷本式】 </pre> <p>図-6.7.1 防波堤に対する津波波力算定手順</p> <p>防波堤に作用する津波波力を求めるための津波高さの算定は、防波堤を設置した条件で行う数値シミュレーション結果を用いることを原則とする。谷本式、修正谷本式に用いる入射津波の静水面上の高さa_0は、数値シミュレーション等による津波高さ(基準水面からの高さ)の1/2を入射津波高さとして定義し、波力算定にはこれを用いる。ここで、基準面とは津波が作用する面において津波高を算定するための基準となる水位である。一般に、津波高さという場合には、浸水等の影響を考慮するための水位(反射波の影響を含む)である。したがって、これらの津波高さについても、原則としてその1/2の値を入射津波高さa_0とする。こうした津波高さは一般にT.P.上の水位で表されていることが多いので、設計水位(通常はH.W.L.)上の高さに換算してから1/2にする必要がある。</p> </div> <p>第11 図 港湾の施設の技術上の基準・同解説 日本港湾協会(平成19年7月)より引用・加筆</p>	