

高浜 1 号炉、 2 号炉、 3 号炉及び 4 号炉
津波に対する施設評価について
補足説明資料

2020年6月
関西電力株式会社

！ 本資料のうち、一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。 ！

はじめに

本資料は高浜発電所1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉における耐津波設計方針の内容を補足するもののうち、既提出資料から変更があるものを示す。

なお、既提出資料からの変更要否の整理結果を表1に示す。

表 1 (1/3) 補足説明資料の既提出資料からの変更要否整理

既提出資料		資料内容		基準津波の追加に伴う検討項目の記載内容変更の有無 ○:有 ×:無	検討項目内容の変更に伴う技術的な考慮の要否 ○:要 ×:否	他プラントの審査状況の考慮の要否 ○:要 ×:否	変更・追加の理由	その他	今回申請の資料番号
1号炉及び2号炉	3号炉及び4号炉	資料名	資料概要						
資料1	資料1	審査ガイドとの適合性(耐津波設計方針)	「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」の記載に対して設置許可の申請内容を対比させることで、申請内容が審査ガイドの項目を網羅していることを説明	○	○	×	基準津波の追加による申請範囲を網羅的に説明する必要がある。		資料1
資料2	資料2	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	津波防護対象施設としているクラス1、2及び耐震Sクラス設備の名称と位置を配置図とともに記載	×	-	×	基準津波の追加により防護対象設備が変更となることはない。		-
資料3	資料3	津波防護対策の設備の位置づけについて	高浜発電所の津波防護施設・浸水防止設備・津波影響軽減施設の種類やその設置目的を一覧で整理	○	○	×	津波監視設備である潮位計を、津波防護施設と兼用することから、設備の種類を整理する必要があるため。		資料2
資料4	資料4	内郭防護 浸水対策箇所的位置等	浸水防護重点化範囲との境界に設置している浸水対策(水密扉、貫通部止水処置)の位置等を明記。	×	-	×	基準津波の追加による入力津波高さに変更がなく、浸水防護対策に追加がないことから、浸水対策(水密扉、貫通部止水処置)の位置等が追加・変更となることはない。		-
資料5	資料5	取水路防潮ゲートの設計等について	高浜発電所固有の設備である取水路防潮ゲートの構造、運用等をまとめて説明	○	○	×	基準津波の追加により、防潮ゲート閉止手順を追加する必要であるが、本資料ではなく、新たに追加した補足説明資料に反映している。	防潮ゲートの運用については、補足資料「津波防護施設・津波監視設備の運用方針について」にて記載している。	-
資料6	資料6	海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について	海水ポンプの軸受けに混入した浮遊砂に対して軸受けが摩耗により損傷しないことを説明	○	○	×	基準津波の追加により、浮遊砂濃度に影響がないことを確認する必要がある。		資料3
資料7	資料7	漂流物の評価に考慮する津波の流速・流向について	漂流物の衝突力を考慮する際に用いる漂流物の漂流速度の設定方法について説明	×	-	×	漂流物の衝突力を算定するのは基準津波1のみを対象にしているため、基準津波を追加しても変更はない。		-
資料8	資料8	放水口側防潮堤の耐震設計について	放水口側防潮堤の耐震設計について、構造形式・解析条件といった工認設計の実施内容を説明	×	-	×	基準津波を追加した場合においても防潮堤の構造形式等に変更はない。		-
資料9	資料9	耐津波設計における余震荷重と津波荷重の組み合わせについて	審査ガイドで要求されている津波荷重と組み合わせる余震の設定において、考慮する津波の震源を踏まえて耐津波設計で考慮する余震を説明	×	-	×	今回追加した基準津波は津波荷重の算定には用いないことから、余震荷重との組み合わせを考慮する必要はなく、記載の変更はない。		-
資料10	資料10	漂流物の詳細検討結果について	発電所構内における漂流物について詳細に検討し、放水口側防潮堤の設計における漂流物の衝突荷重として適切なものを抽出していることを説明	×	-	×	基準津波を追加した場合においても検討対象の漂流物に変更はない。		-

表 1 (2/3) 補足説明資料の既提出資料からの変更要否整理

既提出資料		資料内容		基準津波の追加に伴う検討項目の記載内容変更の有無 ○:有 ×:無	検討項目内容の変更に伴う技術的な考慮の要否 ○:要 ×:否	他プラントの審査状況の考慮の要否 ○:要 ×:否	変更・追加の理由	その他	今回申請の資料番号
1号炉及び2号炉	3号炉及び4号炉	資料名	資料概要						
資料11	資料11	燃料等輸送船の係留索の耐力について	緊急退避ができない極めて短時間に津波が襲来する場合を想定し、燃料等輸送船が係留状態を保つことを係留索の耐力評価にて説明	○	○	×	津波警報等が発表されない可能性がある基準津波の追加により、その津波の流速等においても燃料等輸送船が係留状態を維持できることを確認する必要があるため。		資料4
資料12	資料12	燃料等輸送船の喫水と津波高さの関係について	緊急退避ができない極めて短時間に津波が襲来する場合を想定し、押し波に対し燃料等輸送船が岸壁に乗り上がることはないこと、また、退避中、引き波で着底・座礁し輸送船が漂流物にならないことを説明	○	○	○	津波警報等が発表されない可能性がある基準津波の追加により、その津波の高さ等においても燃料等輸送船が岸壁に乗り上がることはないことや漂流物にならないこと等を確認する必要があるため。		資料5
資料13	資料13	基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域の評価の考え方について	審査ガイドで要求されている地震に起因する変状による地形、河川流路の変化についての検討内容を説明	×	-	×	基準津波を追加した場合においても、遡上・浸水域の評価の考え方には変更はない。		-
資料14	資料14	耐津波設計における現場確認プロセスについて	耐津波設計を行うに当たって必要となる現場確認について、遡上解析に必要となる敷地モデル作成に関する現場確認プロセスと、耐津波設計の入力条件等（配置、寸法等）の現場確認プロセスの2つに分けて説明	×	-	×	基準津波を追加した場合においても現場確認プロセスの変更はない。		-
資料15	資料15	津波監視設備の風加重の組合せの考え方について	屋外に設置される津波監視設備に対して考慮する自然条件（積雪、風荷重等）による荷重のうち、風荷重の組み合わせの考え方を説明。	×	-	×	新たに設置する津波監視設備については既往の評価に準ずる設計となることから、内容を変更する必要はない。		-
資料16	資料16	基準津波1における海水ポンプの取水性への影響について	海水ポンプの取水性への影響については、基準津波2を選定しているが、防潮ゲート閉止・地盤変状考慮条件での基準津波1における海水ポンプの取水性への影響について説明	×	-	×	基準津波1の選定結果に影響を与えることはないことから、取水性への影響確認の内容を変更する必要はない。		-
資料17	資料17	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	基準津波・入力津波の選定における津波シミュレーションに用いるプログラム・計算モデル等を説明	○	○	×	基準津波の追加により、防潮ゲート閉止手順を追加する必要があるため。		資料6
資料18	資料18	津波波力の算定に用いた規格・基準類の適用性について	津波波力の算定方法が記載されている規格・基準類を整理したうえで、高浜発電所の各設備における波圧算定式適用に対する考え方を説明	×	-	×	今回追加した基準津波は津波波力の算定に用いないため、記載の変更はない。		-
資料19	資料19	発電所の湾内の局所的な海面の励起について	入力津波の設定に当たって評価地点における局所的な海面の励起が生じているかどうかを確認した結果を説明	○	○	×	基準津波の追加により局所的な海面の励起が生じていないかの確認が必要であるため。		資料7
資料20	資料20	防潮扉の運用管理について	津波防護施設として設置する防潮扉については原則閉止運用とするが、開放後の確実な閉止操作、閉止されていない状態が確認された場合の閉止操作を確実に実施するための運用管理方針を説明	×	-	×	基準津波を追加した場合においても防潮扉の運用管理に変更はない。		-

表 1 (3/3) 補足説明資料の既提出資料からの変更要否整理

既提出資料		資料内容		基準津波の追加に伴う検討項目の記載内容変更の有無 ○:有 ×:無	検討項目内容の変更に伴う技術的な考慮の要否 ○:要 ×:否	他プラントの審査状況の考慮の要否 ○:要 ×:否	変更・追加の理由	その他	今回申請の資料番号
1号炉及び2号炉	3号炉及び4号炉	資料名	資料概要						
資料21	資料21	漂流物の衝突荷重算定式について	漂流物衝突荷重の算定方法が記載されている規格・基準類を整理したうえで、高浜発電所の漂流物である漁船に対する適用の考え方を説明	×	-	×	東海第二では漂流物の衝突荷重について、各衝突力算定式の適用条件(種類、被衝突体からの距離、適用流速)を踏まえた上で検討している。特に砕波の発生の有無により適用される衝突力算定式が異なっている。高浜では、ソリトン分裂波に伴う砕波は発生しないと評価しており、衝突力算定式は道路橋示方書式が適切であることから、既許可の検討から変更はない。		-
資料22	資料22	内浦港漂流物検討結果について	高浜発電所周辺の港湾施設として、内浦湾内に位置する内浦港に存在する輸送船等について漂流物としての検討を説明	×	-	×	基準津波を追加した場合においても検討対象の漂流物に変更はない。		-
資料23	-	海水ポンプの水理試験について	高浜 1, 2 号機の海水ポンプは引き波水位がポンプの設計取水可能水位を下回ることから、水理試験によりポンプ取水性能の実力値(取水可能水位)を確認し、取水性に影響がないことを説明	×	-	×	基準津波の追加による高浜 1, 2 号機の入力津波高さに変更がないことから、海水ポンプの設計・評価条件が変更となることはない。	高浜 1, 2 号機の海水ポンプは引き波水位が設計取水可能水位を下回ることから実力値の確認をすることで取水性を確保していることを説明。	-
資料24	-	タービン建屋からの溢水流出による海水ポンプ周辺エリアへの影響評価について	タービン建屋における溢水が屋外へ排出される際に、海水ポンプ室周辺エリア防護フェンスの堰高さ 0.50m(T.P.+4.00m)に至らずに取水路まで流れるため、海水ポンプの機能に影響がないことを説明	×	-	×	基準津波の追加による入力津波高さに変更がなく、浸水防護対策に追加がないことから、タービン建屋における溢水評価が追加・変更となることはない。	タービン建屋からの溢水を考慮する必要があるのは高浜 1, 2 号機のみ。	-
資料25	資料23	津波防護施設・津波監視設備の運用方針について	津波防護施設を 1～4 号炉共用とすることに対する運用方針(情報収集、運転操作等)について、責任分担を含めて整理した結果を説明	※		×	津波監視設備である潮位計を用いた手順が追加となる。	第三編にて警報なし津波の対応の詳細を説明するため、本補足資料では説明を追加しない。	-
新規		漂流物影響評価における津波の流向等の確認について	漂流物の検討事項のうち漂流物の動向に影響を与える津波の流況・流向について詳細を説明	○		×	今回追加した基準津波の傾向が、これまでの漂流物評価において検討を実施していた内容に影響を与えることが無いことを説明する必要があることから、新規に資料を追加する。		資料8
新規		取水路防潮ゲートの保守作業時の対応について	防潮ゲートの一部の保守作業においては、遠隔閉止機能が停止する期間が生じることから、当該期間中において津波警報が発表されない津波が襲来した場合及び大津波警報が発表された場合の対応について説明	○		×	防潮ゲートの保守作業時の運用は、追加したゲート閉止手順を踏まえて新たに設定することから、新規に資料を追加する。(詳細は保安規定審査にて確認。)		資料9
新規		輸送物及び輸送車両の漂流物評価について	燃料等輸送船による輸送時の、陸側にある輸送物及び輸送車両の漂流物評価を説明	-		○	女川 2 号機における評価と同様に燃料等輸送船による輸送時の、陸側にある輸送物及び輸送車両の漂流物評価を実施する。		資料10
新規		一般車両の退避運用の検討状況について	基準津波に対して一般車両を退避する運用とした場合の成立性を説明。	○		×	一般車両の退避については漂流物を少なくする観点から運用を検討していることから、新規に資料を追加する。なお、運用については必要に応じて実施する方針としている。		資料11

目 次

1. 審査ガイドとの適合性（耐津波設計方針）
2. 津波防護対策の設備の位置づけについて
3. 海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について
4. 燃料等輸送船の係留索の耐力について
5. 燃料等輸送船の喫水と津波高さの関係について
6. 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
7. 発電所の湾内の局所的な海面の励起について
8. 漂流物影響評価における津波の流向等の確認について
9. 取水路防潮ゲートの保守作業時の対応について
10. 輸送物及び輸送車両の漂流物評価について
11. 一般車両の退避運用の検討状況について

審査ガイドとの適合性（耐津波設計方針）

1. 1号炉及び2号炉

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針
<p>II . 耐津波設計方針</p> <p>1. 総則</p> <p>1.1 目的</p> <p>本ガイドは、発電用軽水型原子炉施設の設置許可段階の耐津波設計方針に関わる審査において、審査官等が実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年原子力規制委員会規則第5号）並びに実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（原規技発第1306193号（平成25年6月19日原子力規制委員会決定））（以下「設置許可基準規則及び同規則の解釈」という。）の趣旨を十分踏まえ、耐津波設計方針の妥当性を厳格に確認するために活用することを目的とする。</p> <p>1.2 適用範囲</p> <p>本ガイドは、発電用軽水型原子炉施設に適用される。なお、本ガイドの基本的な考え方は、原子力関係施設及びその他の原子炉施設にも参考となるものである。</p> <p>2. 基本方針</p> <p>2.1 基本方針の概要</p> <p>原子炉施設の耐津波設計の基本方針については、『重要な安全機能を有する施設は、施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがある津波（基準津波）に対して、その安全機能を損なわない設計であること』である。この基本方針に関して、設置許可に係る安全審査において、以下の要求事項を満たした設計方針であることを確認する。</p>	<p>II . 耐津波設計方針</p> <p>1. 総則</p> <p>—</p> <p>2. 基本方針</p> <p>2.1 基本方針の概要</p> <p>高浜原子力発電所1, 2号炉の耐津波設計の基本方針については、『重要な安全機能を有する施設は、施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがある津波（基準津波）に対して、その安全機能を損なわない設計であること』としている。この基本方針に関して、以下の要求事項に対応した設計としている。</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

(1) 津波の敷地への流入防止

重要な安全機能を有する施設の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達、流入させない。また、取水路、放水路等の経路から流入させない。

(2) 漏水による安全機能への影響防止

取水・放水施設、地下部において、漏水可能性を考慮の上、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止する。

(3) 津波防護の多重化

上記2方針のほか、重要な安全機能を有する施設については、浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離すること。

(4) 水位低下による安全機能への影響防止

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を防止する。
これらの要求事項のうち(1)及び(2)については、津波の敷地への浸水を基本的に防止するものである。(3)については、津波に対する防護を多重化するものであり、また、地震・津波の相乗的な影響や津波以外の溢水要因も考慮した上で安全機能への影響を防止するものである。なお、(3)は、設計を超える事象（津波が防潮堤を超え敷地に流入する事象等）に対して一定の耐性を付与するものでもある。ここで、(1)においては、敷地への浸水を防止するための対策を施すことも求めており、(2)においては、敷地への浸水対策を施した上でもなお漏れる水、及び設備の構造上、津波による圧力上昇で漏れる水を合わせて「漏水」と位置付け、漏水による浸水範囲を限定し、安全機能への影響を防止することを求めている。

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

(1) 津波の敷地への流入防止

設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。また、取水路及び放水路等の経路から流入させない設計とする。

(2) 漏水による安全機能への影響防止

取水・放水施設及び地下部等において、漏水する可能性を考慮の上、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止できる設計とする。

(3) 津波防護の多重化

上記2方針のほか、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画については、浸水防護をすることにより、津波による影響等から隔離可能な設計とする。

(4) 水位低下による安全機能への影響防止

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を防止できる設計とする。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

本ガイドの項目と設置許可基準規則及び同規則の解釈の関係を以下に示す。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド Ⅱ 耐津波設計方針	設置許可基準	
	規則	解釈(別記3)
1. 総則	—	—
1.1 目的	—	—
1.2 適用範囲	—	—
2. 基本方針	—	—
2.1 概要	—	—
2.2 安全審査範囲及び事項	—	—
3. 基本事項	—	—
3.1 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等	第二章 第五条	3-①
3.2 基準津波による敷地及び敷地周辺の遡上・浸水域	第二章 第五条	3-②
3.3 入力津波の設定	第二章 第五条	3 五 ②
3.4 津波防護方針の審査にあたっての考慮事項(水位変動・地殻変動)	第二章 第五条	3 七
4. 津波防護方針	—	—
4.1 敷地の特性に応じた基本方針	第二章 第五条	3 - ~ 三
4.2 敷地への浸水防止(外郭防護)	第二章 第五条	3 - ①, ③
4.3 漏水による重要な安全機能への影響防止(外郭防護)	第二章 第五条	3 二 ①~③
4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離(内郭防護)	第二章 第五条	3 三

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜 1 号炉及び 2 号炉 耐津波設計方針

4.5 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	第二章 第五条	3 四、六
4.6 津波監視	第二章 第五条	3 五
5. 施設・設備の設計の方針及び条件	—	—
5.1 津波防護施設の設計	第二章 第五条	3 五 ③、六
5.2 浸水防止設備の設計	第二章 第五条	3 五 ④、六
5.3 津波監視設備の設計	第二章 第五条	3 五 ⑤、⑥、 ⑧
5.4 津波防護施設、浸水防止設備等の設計における検討事項	第二章 第五条	3 五 ⑦

2.2 安全審査範囲及び事項

設置許可に係る安全審査においては、基本設計段階における審査として、主に、基本事項、津波防護方針の妥当性について確認する。施設・設備の設計については、方針、考え方を確認し、その詳細を後段規制（工事計画認可）において確認することとする。津波に対する設計方針に係る安全審査の範囲を表-1 に示す。それぞれの審査事項ごとの審査内容は以下のとおりである。

(1) 基本事項

略

(2) 津波防護方針

略

(3) 施設・設備の設計方針

略

2.2 安全審査範囲及び事項

—

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

表-1 津波に対する設計方針に係る安全審査の範囲

大項目	中項目	審査事項	審査の範囲※1	確認内容
基本事項	① 敷地の地形・施設の配置等	—	◎	評価の妥当性
	② 敷地周辺の遡上・浸水域	—	◎	
	③ 入力津波	—	◎	考慮の妥当性
	④ 水位変動、地殻変動	—	◎	
津波防護設計	① 基本方針	敷地の特性に応じた津波防護の考え方	◎	妥当性
	② 外郭防護1	地上からの浸水経路・対策	◎	経路・対策の妥当性
		流入経路・対策	◎	
		津波防護施設	◎	位置・仕様※4
		浸水防止設備 ※2	○	設置の方針
	③ 外郭防護2	漏水経路・浸水想定範囲・対策※2	○	経路・範囲・対策の方針
		浸水防止設備※2	○	設置の方針
④ 内郭防護	浸水防護重点化範	○	基本設計	

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

		囲 ※2		による 範囲設定 及び方針
		浸水防止設備※2	○	仕様の方 針
	⑤海水ポンプ取水性	安全機能保持の評 価	◎	評価の妥 当性 ※4
	⑥津波監視	津波監視設備※2	○	設置の方 針
設計に おける 検討 事項	①津波防護施設 ※3	荷重設定 荷重組合せ 許容限界	○ ○ ○	それぞれ の方針
	②浸水防止設備 ※3	同上	○	同上
	③津波監視設備 ※3	同上	○	同上
	④漂流物対策 ※3	—	○	対策の方 針
	③津波影響軽減施設・ 設備 ※3	—	○	設置時の 方針

※1 ◎安全審査で妥当性を確認

○安全審査で方針等を確認（設計の詳細は工事計画認可で確認）

※2 仕様、配置等の詳細については、基本設計段階では確定していないことから、
詳細設計段階で確認

※3 施設・設備毎の具体的な設計方針、検討方針・構造・強度については、工事
計画認可において確認

※4 施設・設備の構造・強度については、工事計画認可において確認

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針
<p>3. 基本事項</p> <p>3.1 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等 敷地及び敷地周辺の図面等に基づき、以下を把握する。</p> <p>(1) 敷地及び敷地周辺の地形、標高、河川の存在</p> <p>(2) 敷地における施設（以下、例示）の位置、形状等</p> <p>① 耐震Sクラスの設備を内包する建屋</p> <p>② 耐震Sクラスの屋外設備</p> <p>③ 津波防護施設（防潮堤、防潮壁等）</p> <p>④ 浸水防止設備（水密扉等） ※</p>	<p>3. 基本事項</p> <p>3.1 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等 敷地及び敷地周辺の図面等に基づき、以下を示している。</p> <p>(1) 敷地及び敷地周辺の地形、標高、河川の存在 高浜発電所の敷地は音海半島の根元部に位置する。敷地の地形は、北・西・南側を標高100～200m程度の山で囲まれており、中央部の平地は南西－北東方向に延び若狭湾に臨んでいる。 敷地周辺の地形は、標高150～200m程度の山なみが敷地の南側、北側を走り、東側は直接高浜湾に、西側は内浦湾に臨んでいる。 また、発電所付近の河川としては敷地の南方約5kmのところに二級河川の関屋川があり、また敷地西側境界に接して溪流（才谷川）がある。</p> <p>(2) 敷地における施設の位置、形状等</p> <p>① 設計基準対象施設の津波防護対象設備等を内包する建屋及び区画として、T.P.+3.5mの敷地に原子炉格納施設、原子炉補助建屋（補助建屋、燃料取扱建屋、制御建屋、中間建屋及びディーゼル建屋）がある。</p> <p>② 設計基準対象施設の津波防護対象設備を有する屋外設備としては、T.P.+3.5mの敷地に海水ポンプ室、T.P.+5.2mの高さに復水タンク、T.P.+24.9mの高さに燃料油貯油そうがある。</p> <p>③ 津波防護施設として、取水路上に取水路防潮ゲート、放水口側の敷地に放水口側防潮堤及び防潮扉、放水路沿いの屋外排水路に屋外排水路逆流防止設備並びに放水ピットに1号及び2号炉放水ピット止水板、1号炉海水ポンプ室 T.P.+7.1m、2号炉海水ポンプ室 T.P.+7.1m 及び3、4号炉海水ポンプ室 T.P.+4.6m に潮位計（津波監視設備と兼用）を設置する。</p> <p>④ 浸水防止設備として、海水ポンプエリア床面 T.P.+3.0m に海水ポンプ室浸水防止蓋、循環水ポンプ室床面に1号炉は T.P.+0.6m、2号炉は T.P.+0.5m に、循環水ポンプ室浸水防止蓋を設置する。浸水防護重点化</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

- ⑤ 津波監視設備（潮位計、取水ピット水位計等） ※
※ 基本設計段階で位置が特定されているもの
- ⑥ 敷地内（防潮堤の外側）の遡上域の建物・構築物等（一般建物、鉄塔、タンク等）
- (3) 敷地周辺の人工構造物（以下は例示である。）の位置、形状等
 - ① 港湾施設（サイト内及びサイト外）
 - ② 河川堤防、海岸線の防波堤、防潮堤等
 - ③ 海上設置物（係留された船舶等）
 - ④ 遡上域の建物・構築物等（一般建物、鉄塔、タンク等）
 - ⑤ 敷地前面海域における通過船舶

3.2 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域

3.2.1 敷地周辺の遡上・浸水域の評価

【規制基準における要求事項等】

遡上・浸水域の評価に当たっては、次に示す事項を考慮した遡上解析を実施して、遡上波の回り込みを含め敷地への遡上の可能性を検討すること。

- ・敷地及び敷地周辺の地形とその標高
- ・敷地沿岸域の海底地形
- ・津波の敷地への侵入角度
- ・敷地及び敷地周辺の河川、水路の存在
- ・陸上の遡上・伝播の効果

範囲境界壁のうち、中間建屋、制御建屋及びディーゼル建屋の壁貫通部に水密扉の設置及び貫通部止水処置を実施する。

- ⑤ 津波監視設備として、3号炉原子炉格納施設壁面 T.P. +46.8m 及び4号炉原子炉補助建屋壁面 T.P. +36.2m に津波監視カメラを設置する。
- ⑥ 敷地内の遡上域の建物・構築物等としては、T.P. +3.5m の敷地に使用済燃料輸送容器保管建屋、協力会社事務所等がある。
- (3) 敷地周辺の人工構造物の位置、形状等
 - ① 港湾施設として、発電所構内に物揚岸壁があり、燃料等輸送船が不定期に停泊する。発電所構外には、内浦湾内に内浦港があり、輸送船が不定期に停泊する。また、漁港として音海、上瀬、高浜湾内に小黒飯がある。
 - ② 各々の漁港には防波堤が設置されている。
 - ③ 海上設置物としては、周辺の漁港に船舶・漁船が約140隻、浮き筏が約170床、発電所取水口にクラゲ防止網が設置されている。
 - ④ 敷地周辺に民家、倉庫等がある。
 - ⑤ 敷地前海域における海上交通としては、発電所沖合約14kmに舞鶴から小樽（北海道）へのフェリー航路がある。

3.2 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等

3.2.1 敷地周辺の遡上・浸水域の評価

【要求事項等への対応方針】

遡上・浸水域の評価に当たっては、次に示す事項を考慮した津波シミュレーションを実施して、遡上波の回り込みを含め敷地への遡上の可能性を検討する。

- ・敷地及び敷地周辺の地形とその標高
- ・敷地沿岸域の海底地形
- ・津波の敷地への侵入角度
- ・敷地及び敷地周辺の河川、水路の存在

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

・伝播経路上の人工構造物

【確認内容】

(1) 上記の考慮事項に関して、遡上解析（砂移動の評価を含む）の手法、データ及び条件を確認する。確認のポイントは以下のとおり。

- ① 敷地及び敷地周辺の地形とその標高について、遡上解析上、影響を及ぼすものが考慮されているか。遡上域のメッシュサイズを踏まえ適切な形状にモデル化されているか。
- ② 敷地沿岸域の海底地形の根拠が明示され、その根拠が信頼性を有するものか。
- ③ 敷地及び敷地周辺に河川、水路が存在する場合には、当該河川、水路による遡上を考慮する上で、遡上域のメッシュサイズが十分か、また、適切な形状にモデル化されているか。
- ④ 陸上の遡上・伝播の効果について、遡上、伝播経路の状態に応じた解析モデル、解析条件が適切に設定されているか。
- ⑤ 伝播経路上の人工構造物について、遡上解析上、影響を及ぼすものが考慮されているか。遡上域のメッシュサイズを踏まえ適切な形状にモデル化されているか。

(2) 敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たっての考慮事項に対する確認のポイントは以下のとおり。

- ① 敷地前面・側面及び敷地周辺の津波の侵入角度及び速度、並びにそれらの経時変化が把握されているか。また、敷地周辺の浸水域の寄せ波・

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

・陸上の遡上・伝播の効果・伝播経路上の人工構造物
 ・伝播経路上の人工構造物

【確認状況】

(1) 上記の考慮事項に関して、津波シミュレーションの手法、データ及び条件を以下のとおり確認している。

- ① 敷地については、敷地形状を適切にモデル化しており、メッシュサイズは最小3.125mとしている。また、敷地周辺については、安全側評価のため、遡上を考慮しておらず、完全反射条件としている。
- ② 敷地沿岸域及び海底地形は、海上保安庁等による海底地形図、海上音波探査結果及び取水口付近の深淺測量結果を使用する。また、取・放水路（取水路及び非常用海水路等）の緒元、敷地標高については、発電所の竣工図を使用する。
- ③ 敷地に影響を及ぼす箇所には河川は存在していない。また、敷地内に存在する取・放水路および遡上域のメッシュサイズを最小3.125mとして適切にモデル化している。敷地周辺は安全側評価のため、遡上を考慮しておらず、完全反射条件としている。
- ④ 陸上の遡上・伝播効果について、遡上・伝播経路の状態に応じた解析モデル・解析条件が適切に設定された遡上域のモデルを作成する。
- ⑤ 伝播経路上の人工構造物については、図面を基に遡上影響を及ぼす構造物、津波防護施設を考慮する。津波の浸入に対して、津波防護施設で防護する方針であるため、津波防護施設より内側の建屋等のモデル化を行っていない。

(2) 敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たって以下のとおり確認する。

- ① 敷地の複数の評価地点の時刻歴波形を確認することにより、津波水位や流速の経時変化を確認している。また、敷地周辺における時々刻々の水

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針
<p>引き波の津波の遡上・流下方向及びそれらの速度について留意されているか。</p> <p>② 敷地前面又は津波浸入方向に正対した面における敷地及び津波防護施設について、その標高の分布と施設前面の津波の遡上高さの分布を比較し、遡上波が敷地に地上部から到達・流入する可能性が考えられるか。</p> <p>③ 敷地及び敷地周辺の地形、標高の局所的な変化、並びに河川、水路等が津波の遡上・流下方向に影響を与え、遡上波の敷地への回り込みの可能性が考えられるか。</p>	<p>位分布図や流速分布図により、津波の侵入角度についても確認している。</p> <p>② 敷地の形状及び津波防護施設をモデル化して計算を実施しており、津波防護施設を越流しないことを確認している。</p> <p>③ 敷地に影響を与えるような、標高の局所的な変化、河川及び水路等はないため、遡上波の敷地への回り込みの可能性は考えられない。</p>
<p>3.2.2 地震・津波による地形等の変化に係る評価</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>次に示す可能性が考えられる場合は、敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地震に起因する変状による地形、河川流路の変化 ・繰り返し襲来する津波による洗掘・堆積により地形、河川流路の変化 <p>【確認内容】</p> <p>(1) (3.2.1)の遡上解析結果を踏まえ、遡上及び流下経路上の地盤並びにその周辺の地盤について、地震による液状化、流動化又はすべり、もしくは津波による地形変化、標高変化が考えられる場合は、遡上波の敷地への到達（回り込みによるものを含む）の可能性について確認する。なお、敷地の周辺斜面が、遡上波の敷地への到達に対して障壁となっている場合は、当該斜面の地震時及び津波時の健全性について、重要施設の周辺斜面と同等の信頼性を有する評価を実施する等、特段の留意が必要である。</p> <p>(2) 敷地周辺の遡上経路上に河川、水路が存在し、地震による河川、水路の堤防等の崩壊、周辺斜面の崩落に起因して流路の変化が考えられる場合は、遡上波の敷地への到達の可能性について確認する。</p>	<p>3.2.2 地震・津波による地形等の変化に係る評価</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>次に示す可能性について検討し、可能性がある場合は、敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地震に起因する変状による地形、河川流路の変化 ・繰り返し襲来する津波による洗掘・堆積により地形、河川流路の変化 <p>【確認状況】</p> <p>(1) 津波シミュレーション結果を踏まえ、遡上及び流下経路上の地盤並びにその周辺の地盤について、地震による液状化、流動化又はすべり、もしくは津波による地形変化、標高変化について検討し、遡上波が津波防護施設を越流して敷地に到達する可能性が無いことを確認した。</p> <p>(2) 敷地西側に才谷川が存在するが、発電所と才谷川は標高約100mの山を隔てており、敷地への遡上波に影響することはない。取水路及び放水路が存在するが、取水路防潮ゲート及び放水口側防潮堤等を設置しており、遡上</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

(3) 遡上波の敷地への到達の可能性に係る検討に当たっては、地形変化、標高変化、河川流路の変化について、基準地震動 S_s による被害想定を基に遡上解析の初期条件として設定していることを確認する。

(4) 地震による地盤変状、斜面崩落等の評価については、適用する手法、データ及び条件並びに評価結果を確認する。

3.3 入力津波の設定

【規制基準における要求事項等】

基準津波は、波源域から沿岸域までの海底地形等を考慮した、津波伝播及

高浜 1 号炉及び 2 号炉 耐津波設計方針

波の敷地への到達の可能性が無いことを確認した。

(3) 高浜発電所への津波の浸入経路は、敷地及びプラントの配置より、取水口側と放水口付近の 2 箇所である。このうち、放水口付近は、埋立層および沖積層が分布し基準地震動 S_s が作用した場合地盤が液状化により沈下するおそれがあることから、有効応力解析により沈下量を算出し、津波シミュレーションに反映している。初期潮位は朔望平均満潮位 T.P. +0.49m とし、潮位のバラツキ 0.15m については津波シミュレーションより求めた津波水位に加えることで考慮する。

液状化により地盤が沈下し、津波が放水口側防潮堤の下から回り込む懸念に対しては、地中部に鋼矢板及びコンクリート基礎を設置することにより防護する。

取水口側の流入経路の大半は岩盤であり取水口についても地盤改良を行っていることから、基準地震動 S_s が作用した場合においても沈下は殆ど生じない。また、取水路防潮ゲートおよび取水口ケーソン周辺斜面についても、基準地震動 S_s に対する安定性を評価した結果いずれについてもすべり安全率は評価基準値を満足しており、斜面の変状（崩壊）が津波の遡上に影響を及ぼさないことを確認している。また、取水路上に内浦大橋（県道）が架橋しているが、落橋防止対策がされており、万一落橋したとしても、落橋位置で津波が一時的に競り上がる可能性はあるものの取水路を完全閉塞する形状となることは考えにくく、敷地奥への津波の遡上高さに影響することはない。

(4) 地震による地盤変状、斜面崩落等の評価について、地質調査等に基づき条件を設定し確認している。

3.3 入力津波の設定

【要求事項等への対応方針】

・基準津波については、「高浜発電所 1 号炉及び 2 号炉 基準津波の評価」に

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

び遡上解析により時刻歴波形として設定していること。入力津波は、基準津波の波源から各施設・設備等の設置位置において算定される時刻歴波形として設定していること。基準津波及び入力津波の設定に当たっては、津波による港湾内の局所的な海面の固有振動の励起を適切に評価し考慮すること。

て説明する。

- ・入力津波は、基準津波の波源から各施設・設備等の設置位置において算定される時刻歴波形として設定している。
- ・基準津波の設定に当たっては、敷地及び敷地周辺をモデル化し、津波による局所的な海面の励起を評価できるモデルを用いていることを確認している。

【確認内容】

【確認状況】

- (1) 入力津波は、海水面の基準レベルからの水位変動量を表示していること。なお、潮位変動等については、入力津波を設計又は評価に用いる場合に考慮するものとする。
- (2) 入力津波の設定に当たっては、入力津波が各施設・設備の設計に用いるものであることを念頭に、津波の高さ、津波の速度、衝撃力等、着目する荷重因子を選定した上で、各施設・設備の構造・機能損傷モードに対応する効果（浸水高、波力・波圧、洗掘力、浮力等）が安全側に評価されることを確認する。
- (3) 施設が海岸線の方向において広がりをもっている場合（例えば敷地前面の防潮堤、防潮壁）は、複数の位置において荷重因子の値の大小関係を比較し、当該施設に最も大きな影響を与える波形を入力津波として設定していることを確認する。

- (1) 入力津波は、海水面の基準レベルから算定した水位変動量を表示している。潮位変動等については、入力津波を設計、評価に用いる場合に考慮している。
- (2) 入力津波の設定に当たっては、津波の高さ、速度、津波波力に着目し、各施設・設備において算定された数値を安全側に評価した値を入力津波高さや速度として設定することで、各施設・設備の構造・機能の損傷に影響する浸水高、波力・波圧について安全側に評価している。また、津波防護施設等の新規の施設・設備の設計においては、入力津波高さ以上の高さの津波を設計荷重とし、より安全側の評価を行っている。なお、津波防護施設等の構造に影響する洗掘力、浮力が生じる可能性がある場所においては、地表面舗装を実施するなどの対策を実施している。
- (3) 取水路防潮ゲート、放水口側防潮堤、防潮扉、屋外排水路逆流防止設備並びに1号及び2号炉放水路ピット止水板に対し最も大きな影響を与える波形を入力津波として設定している。

敷地への津波の流入及び水位変動に伴う取水性低下による海水ポンプへの影響を防ぐため取水路防潮ゲートを設置し、発電所を含む地域に大津波警報が発表された場合、原則、循環水ポンプ停止後、取水路防潮ゲートを閉止する手順等を定めることから、大津波警報が発表された場合で、取水路防潮ゲート閉止後に敷地に到達する津波については、取水路防潮ゲート

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

閉止を前提として評価する。また、潮位計のうち、2台の観測潮位が10分以内に0.5m以上下降し、その後、最低潮位から10分以内に0.5m以上上昇すること、又は10分以内に0.5m以上上昇し、その後、最高潮位から10分以内に0.5m以上下降すること（以下「通常の潮汐とは異なる潮位変動」という。）を把握した場合、原則、循環水ポンプ停止後、取水路防潮ゲートを閉止する手順等を定めることから、通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握してから、取水路防潮ゲート閉止に必要な時間が経過した後に、取水路防潮ゲートを閉止する条件で評価する。なお、通常の潮汐とは異なる潮位変動による取水路防潮ゲートの閉止判断基準の設定に当たっては、基準津波3及び基準津波4の波源である隠岐トラフ海底地すべりの波源特性及び若狭湾の伝播特性のパラメータスタディの結果を踏まえ、「パラメータスタディ波高の観点」、「非線形性の観点」及び「増幅比率の観点」から、閉止判断基準の仮設定値を設定する。「パラメータスタディ波高の観点」での仮設定値は、隠岐トラフ海底地すべりの崩壊規模又は破壊伝播速度のパラメータスタディを実施し、施設に影響を与える津波を見逃さない条件を確認した上で、施設影響が生じないケースも含め、T.P.+3.5mの敷地に最近接するケースにおける、第1波の水位変動量とする。「非線形性の観点」での仮設定値は、隠岐トラフ海底地すべりの破壊伝播速度と第1波の水位変動量の関係が線形ではない場合があることを考慮し、全体的な傾向を踏まえ、保守的な破壊伝播速度のケースにおける第1波の水位変動量とする。「増幅比率の観点」での仮設定値は、隠岐トラフ海底地すべりの崩壊規模若しくは破壊伝播速度のパラメータスタディ又は振幅若しくは周期を変えた正弦波によるパラメータスタディから得られた第1波と第2波以降の水位増幅比率の最大値を用いて、施設影響が生じるT.P.+3.5mを第2波以降の水位変動量と仮定し、逆算した第1波の水位変動量とする。「パラメータスタディ波高の観点」、「非線形性の観点」及び「増幅比率の観点」で設定した仮設定値に対して、不確かさとして潮位のゆらぎを考慮の上、工学的余裕を

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜 1 号炉及び 2 号炉 耐津波設計方針

(4) 基準津波及び入力津波の設定に当たっては、津波による港湾内の局所的な海面の固有振動の励起について、以下の例のように評価し考慮していることを確認する。

- ① 港湾内の局所的な海面の固有振動に関しては、港湾周辺及び港湾内の水位分布、速度ベクトル分布の経時的变化を分析することにより、港湾内の局所的な現象として生じているか、生じている場合、その固有振動による影響が顕著な範囲及び固有振動の周期を把握する。
- ② 局所的な海面の固有振動により水位変動が大きくなっている箇所がある場合、取水ピット、津波監視設備（敷地の潮位計等）との位置関係を把握する。（設計上クリティカルとなる程度に応じて緩和策、設備設置位置の移動等の対応を検討）

3.4 津波防護方針の審査にあたっての考慮事項（水位変動、地殻変動）

【規制基準における要求事項等】

入力津波による水位変動に対して朔望平均潮位（注）を考慮して安全側の評価を実施すること。

注）：朔（新月）および望（満月）の日から 5 日以内に観測された、各月

考慮し、閉止判断基準を設定する。閉止判断基準の妥当性、網羅性については詳細設計段階で確認する。

(4) 取水口及び放水口内外で最高水位や傾向に大きな差異はなく、取水口及び放水口近傍で局所的な海面の励起は生じていないことを確認している。

(5) 基準津波 3 及び基準津波 4 の波源に関する「崩壊規模」又は「破壊伝播速度」のパラメータスタディから確認した「隠岐トラフ海底地すべりの波源特性」及び「若狭湾の伝播特性」を踏まえ、3.3(3)に示す「パラメータスタディ波高の観点」、「非線形性の観点」及び「増幅比率の観点」で設定した仮設定値のうち、隠岐トラフ海底地すべりを波源とするケースを基に、閉止判断基準を設定するための入力津波を詳細設計段階で作成する。

3.4 津波防護方針の審査にあたっての考慮事項（水位変動、地殻変動）

【要求事項等への対応方針】

- ・ 入力津波による水位変動に対して朔望平均潮位および、朔望平均潮位のばらつきも考慮して安全側の評価を実施する。
- ・ 潮汐以外の要因による潮位変動として、高潮について適切に評価し考慮す

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

の最高満潮面および最低干潮面を 1 年以上にわたって平均した高さの水位をそれぞれ、朔望平均満潮位および朔望平均干潮位という。

潮汐以外の要因による潮位変動についても適切に評価し考慮すること。地震により陸域の隆起または沈降が想定される場合、地殻変動による敷地の隆起または沈降及び、強震動に伴う敷地地盤の沈下を考慮して安全側の評価を実施すること。

【確認内容】

- (1) 敷地周辺の港又は敷地における潮位観測記録に基づき、観測期間、観測設備の仕様に留意の上、朔望平均潮位を評価していることを確認する。
- (2) 上昇側の水位変動に対して朔望平均満潮位を考慮し、上昇側評価水位を設定していること、また、下降側の水位変動に対して朔望平均干潮位を考慮し、下降側評価水位を設定していることを確認する。
- (3) 潮汐以外の要因による潮位変動について、以下の例のように評価し考慮していることを確認する。
 - ① 敷地周辺の港又は敷地における潮位観測記録に基づき、観測期間等に留意の上、高潮発生状況（程度、台風等の高潮要因）について把握する。
 - ② 高潮要因の発生履歴及びその状況、並びに敷地における汀線の方向等の影響因子を考慮して、高潮の発生可能性とその程度（ハザード）について検討する。
 - ③ 津波ハザード評価結果を踏まえた上で、独立事象としての津波と高潮による重畳頻度を検討した上で、考慮の可否、津波と高潮の重畳を考慮する場合の高潮の再現期間を設定する。

高浜 1 号炉及び 2 号炉 耐津波設計方針

る。

- ・地震により陸域の隆起または沈降が想定される場合、地殻変動による敷地の隆起または沈降及び、強震動に伴う敷地地盤の沈下を考慮して安全側の評価を実施する。

【確認状況】

- (1) 津波計算で考慮する朔望平均潮位は、高浜発電所の南西約 20km の観測地点舞鶴検潮所（気象庁所管）における観測記録に基づき設定している。
- (2) 上昇側の水位変動に対して朔望平均満潮位 T. P. +0.49m 及び潮位のバラツキ 0.15m を考慮し、上昇側評価水位を設定している。また、下降側の水位変動に対して朔望平均干潮位 T. P. -0.01m 及び潮位のバラツキ 0.17m を考慮し、下降側評価水位を設定している。
- (3) 潮汐以外の要因による潮位変動については、以下の通り評価し考慮している。
 - ① 観測地点舞鶴検潮所（気象庁所管）における至近約 40 年（1969～2011 年）の潮位観測記録に基づき、高潮発生状況（発生確率、台風等の高潮要因）について示している。
 - ② 高潮要因の発生履歴及びその状況を考慮して、高潮発生可能性とその程度（ハザード）について検討している。
 - ③ 高潮発生可能性とその程度（ハザード）について検討する。基準津波に対するその他の評価地点における水位の年超過確率は 10^{-4} ～ 10^{-5} 程度であり、独立事象としての津波と高潮が重畳する可能性は極めて低いと考えられるものの、高潮ハザードについては、プラント運転期間を超える再現期間 100 年に対する期待値 T. P. +1.13m とし、入力津波で考慮した朔

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜 1 号炉及び 2 号炉 耐津波設計方針

(4) 地震により陸域の隆起または沈降が想定される場合、以下の例のように地殻変動量を考慮して安全側の評価を実施していることを確認する。

- ① 広域的な地殻変動を評価すべき波源は、地震の震源と解釈し、津波波源となる地震の震源（波源）モデルから算定される広域的な地殻変動を考慮することとする。
- ② プレート間地震の活動に関連して局所的な地殻変動があった可能性が指摘されている場合（南海トラフ沿岸部に見られる完新世段丘の地殻変動等）は、局所的な地殻変動量による影響を検討する。
- ③ 地殻変動量は、入力津波の波源モデルから適切に算定し設定すること。

④ 地殻変動が隆起又は沈降によって、以下の例のように考慮の考え方が異なることに留意が必要である。

- a) 地殻変動が隆起の場合、下降側の水位変動に対して安全機能への影響を評価（以下「安全評価」という。）する際には、対象物の高さに隆起量を加算した後で、下降側評価水位と比較する。また、上昇側の水位変動に対して安全評価する際には、隆起しないものと仮定して、対象物の高さの上昇側評価水位を直接比較する。
- b) 地殻変動が沈降の場合、上昇側の水位変動に対して安全評価する際には、対象物の高さから沈降量を引算した後で、上昇側評価水と比較する。また、下降側の水位変動に対して安全評価する際には、沈降しないものと仮定して、対象物の高さの下降側評価水位を直接比較する。

⑤ 基準地震動評価における震源モデルから算定される広域的な地殻変動

望平均満潮位 T. P. +0.49m 及び潮位のバラツキ 0.15m との差である 0.49m を外郭防護の裕度評価において参照している。

(4) 地震による陸域の隆起または沈降について、地殻変動量を適切に考慮し、安全側の評価を実施している。

- ① 広域的な地殻変動を評価すべき波源は、基準津波 1 の若狭海丘列付近断層と基準津波 2 の F0-A~F0-B~熊川断層である。基準津波 3 及び基準津波 4 の隠岐トラフ海底地すべりについては考慮対象外である。
- ② 高浜発電所は若狭湾（日本海側）に位置しており、プレート間地震は考慮対象外である。

③ 入力津波については、「日本海における大規模地震に関する調査検討会」の波源モデルを踏まえて、Mansinha and Smylie (1971) の方法により算定した敷地地盤の地殻変動量は、基準津波 1 の若狭海丘列付近断層で ±0m、基準津波 2 の F0-A~F0-B~熊川断層で 0.30m の隆起である。

④ 基準津波 2 による地殻変動が隆起であるので、下降側の水位変動に対する安全評価としては、対象物の高さに隆起量を加算した後で、下降側評価水位と比較する。また、上昇側の水位変動に対して安全評価する際には、隆起しないものと仮定して、対象物の高さの上昇側評価水位を直接比較する。

⑤ 基準地震動評価における震源モデルから算定される広域的な地殻変動

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

についても、津波に対する安全性評価への影響を検討する。

- ⑥ 広域的な余効変動が継続中である場合は、その傾向を把握し、津波に対する安全性評価への影響を検討する。

4. 津波防護方針

4.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針

【規制基準における要求事項等】

敷地の特性に応じた津波防護の基本方針が敷地及び敷地周辺全体図、施設配置図等により明示されていること。津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備等として設置されるものの概要が網羅かつ明示されていること。

【確認内容】

- (1) 敷地の特性（敷地の地形、敷地周辺の津波の遡上、浸水状況等）に応じた基本方針（前述2のとおり）を確認する。

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

量は0.30mの隆起が起これると評価している。

- ⑥ 基準地震動評価における震源において広域的な余効変動は確認されていない。

4. 津波防護方針

4.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針

【要求事項等への対応方針】

敷地の特性に応じた津波防護方針は以下のとおりとする。

- ・敷地の特性に応じた津波防護の基本方針を敷地及び敷地周辺全体図、施設配置図等により明示する。
- ・津波防護施設、浸水防止施設、津波監視設備等として設置するものの概要を網羅かつ明示する。

【確認状況】

- (1) 敷地の特性（敷地の地形、敷地周辺の津波の遡上、浸水状況等）に応じた基本方針は以下のとおりである。
- ・重要な安全機能を有する施設の設置された敷地において、基準津波による遡上波（地震による広域的な隆起・沈降、地震による変状等を考慮）を地上部から到達又は流入させない設計とするため、外郭防護として取水路に取水路防潮ゲート、放水口側に放水口側防潮堤及び防潮扉、**毎水ポンプ室に潮位計**を設置する。また、取水路及び排水路等の経路から流入させない設計とするため、外郭防護として放水路に屋外排水路逆流防止設備並びに放水ピットに1号及び2号炉放水ピット止水板、海水ポンプエリアに海水ポンプ室浸水防止蓋、循環水ポンプ室に循環水ポンプ室浸水防止蓋を設置する。重要な安全機能を内包する建屋については、遡上波が到達しない十分に高い位置に設置されていることを確認する。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜 1 号炉及び 2 号炉 耐津波設計方針

(2) 敷地の特性に応じた津波防護の概要（外殻防護の位置及び浸水想定範囲の設定、並びに内郭防護の位置及び浸水防護重点化範囲の設定等）を確認する。

- ・ 取水・放水施設及び地下部などにおいて、漏水する可能性を考慮の上、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止する設計とする。
- ・ 上記 2 方針のほか、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画については、浸水防護をすることにより津波による影響から隔離可能な設計とする。
- ・ 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を防止する設計とする。
- ・ 津波監視設備については、入力津波に対して津波監視機能が保持できる設計とする。

(2) 敷地の特性に応じた津波防護の概要（外殻防護の位置及び浸水想定範囲の設定、並びに内郭防護の位置及び浸水防護重点化範囲の設定等）を示している。設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画として、原子炉格納施設、原子炉補助建屋（補助建屋、燃料取扱建屋、制御建屋、中間建屋及びディーゼル建屋）、海水ポンプ室、復水タンク、燃料油貯油そうを設定する。

遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とするため、外郭防護として取水路に取水路防潮ゲート、放水口側に放水口側防潮堤及び防潮扉、1号炉海水ポンプ室、2号炉海水ポンプ室及び3、4号炉海水ポンプ室に潮位計を設置する。

また、取水路及び排水路等の経路から流入させない設計とするため、外郭防護として放水路に屋外排水路逆流防止設備、放水ピットに1号及び2号炉放水ピット止水板、海水ポンプエリアに海水ポンプ室浸水防止蓋、循環水ポンプ室に循環水ポンプ室浸水防止蓋を設置する。

設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画につい

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針
<p>4.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）</p> <p>4.2.1 遡上波の地上部からの到達、流入の防止</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び重要な安全機能を有する屋外設備等は、基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置すること。基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には、防潮堤等の津波防護施設、浸水防止設備を設置すること。</p> <p>【確認内容】</p> <p>(1) 敷地への浸水の可能性のある経路（遡上経路）の特定</p>	<p>では、津波による影響等から隔離可能な設計とするため、浸水防護重点化範囲境界壁のうち、中間建屋、制御建屋及びディーゼル建屋とタービン建屋の壁貫通部に水密扉の設置及び貫通部止水処置を実施する。</p> <p>引き波時の水位低下に対して、海水ポンプの取水可能水位を下回らないように取水路防潮ゲート及び潮位計を設置する。</p> <p style="border: 2px solid red;">引き波時の水位低下に対して、海水ポンプの取水可能水位を下回らないように取水路防潮ゲート及び潮位計を設置する。</p> <p>津波が発生した場合に、その影響を俯瞰的に把握するため、津波監視設備として、3号炉原子炉格納施設壁面及び4号炉原子炉補助建屋壁面に津波監視カメラ、1号炉海水ポンプ室、2号炉海水ポンプ室及び3、4号炉海水ポンプ室に潮位計を設置する。</p> <p>さらに、津波影響軽減施設として、発電所周辺を波源とした津波の波力を軽減するために取水口カーテンウォールを設置する。</p> <p style="border: 2px solid red;">基準津波3及び基準津波4は津波警報等が発表されない可能性があることを踏まえて、発電所構外の観測潮位を活用し、可能な限り早期に津波に対応するための運用を定める。</p> <p>4.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）</p> <p>4.2.1 遡上波の地上部からの到達、流入の防止</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画は、基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置していることを確認し、基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には、津波防護施設、浸水防止設備を設置することにより遡上波が到達しないようにする。</p> <p>【確認状況】</p> <p>(1) 敷地への浸水の可能性のある経路（遡上経路）の特定(3.2.1)における敷</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

(3.2.1)における敷地周辺の遡上の状況、浸水域の分布等を踏まえ、以下を確認する。

① 重要な安全機能を有する設備又はそれを内包する建屋の設置位置・高さに、基準津波による遡上波が到達しないこと、または、到達しないよう津波防護施設を設置していること。

② 津波防護施設を設置する以外に既存の地山斜面、盛土斜面等の活用の有無。また、活用の際して補強等の実施の有無。

(2) 津波防護施設の位置・仕様を確認する。

① 津波防護施設の種類（防潮堤、防潮壁等）及び箇所

② 施設ごとの構造形式、形状

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

地周辺の遡上の状況、浸水域の分布等を踏まえ、以下を確認している。

① 遡上波の地上部からの到達、流入の防止

・設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画並びに海水ポンプ室が設置されている周辺敷地高さは T.P. +3.5m、復水タンクについては、T.P. +5.2m であり、取水路、放水路から津波による遡上波が地上部から到達・流入する可能性があるため、津波防護施設として取水路防潮ゲート、放水口側防潮堤、防潮扉、1号及び2号炉放水ピット止水板を設置する。なお、燃料油貯油そうについては、T.P. +24.9m に設置されており、津波による遡上波は地上部から到達、流入しない。

② 既存の地山斜面、盛土斜面等の活用

地山斜面、盛土斜面等の活用はしていない。

(2) 津波防護施設の位置・仕様

[取水路防潮ゲート]

・取水路側からの津波の流入防止を目的として、取水路を横断するように設置するもので、鋼製のゲート扉体、ゲート落下機構、防潮壁及び鉄筋コンクリート製の躯体等からなる構造物である。

[放水口側防潮堤]

・放水口側からの津波の流入防止を目的として、放水口側護岸沿い及び1号及び2号炉放水路沿いに設置するもので、杭基礎に鋼製の上部工を設置する杭基礎形式部と放水ピットに鉄筋コンクリート製の防潮壁を設置する鉄筋コンクリート壁部と、セメント改良土による防潮堤を構築する地盤改良部の3種類からなる。

放水口側防潮堤のうち杭基礎形式部は、液状化対策による地盤改良を行った地盤に設置する。また、主要な構造体の境界部には、想定される荷

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜 1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

- (3) 津波防護施設における浸水防止設備の設置の方針に関して、以下を確認する。
- ① 要求事項に適合するよう、特定した遡上経路に浸水防止設備を設置する方針であること。
 - ② 止水対策を実施する予定の部位が列記されていること。以下、例示。
 - a) 電路及び電線管貫通部、並びに電気ボックス等における電線管内処理
 - b) 躯体開口部（扉、排水口等）

4.2.2 取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止

重の作用を考慮し、試験等にて止水性を確認した止水ジョイント等で止水処置を講じる設計とする。

[防潮扉]

- ・ 1号及び2号炉放水路脇の西側の敷地からの津波の流入防止を目的として、放水口側防潮堤と連結するよう、鋼管杭に支持された鉄筋コンクリート製の基礎の上に、アルミニウム合金製の防潮扉を設置する。

[屋外排水路逆流防止設備]

- ・ 放水口側護岸及び放水路に接続する屋外排水路からの津波の流入防止を目的として設置するもので、ステンレス製のゲート構造物である。

[1号及び2号炉放水ピット止水板]

- ・ 放水ピットからの津波の流入防止を目的として、設置するもので、鋼製の止水板からなる構造物である。

[潮位計]

- ・ 通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握した場合に取水路防潮ゲートを閉止することによる取水路側からの津波の流入防止を目的として設置する。
- ・ 鉄筋コンクリート製の基礎の上に、潮位計及び架台を設置する。

(3) 浸水防止設備の位置・仕様

—

4.2.2 取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

【規制基準における要求事項等】

取水路、放水路等の経路から、津波が流入する可能性について検討した上で、流入の可能性のある経路（扉、開口部、貫通部等）を特定すること。特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止すること。

【確認内容】

- (1) 敷地への海水流入の可能性のある経路（流入経路）の特定以下のような経路（例示）からの津波の流入の可能性を検討し、流入経路を特定していることを確認する。
- ① 海域に接続する水路から建屋、土木構造物地下部へのバイパス経路（水路周辺のトレンチ開口部等）
 - ② 津波防護施設（防潮堤、防潮壁）及び敷地の外側から内側（地上部、建屋、土木構造物地下部）へのバイパス経路（排水管、道路、アクセス通路等）
 - ③ 敷地前面の沖合から埋設管路により取水する場合の敷地内の取水路、点検口及び外部に露出した取水ピット等（沈砂池を含む）
 - ④ 海域への排水管等

(2) 特定した流入経路における津波防護施設の配置・仕様を確認する。

【要求事項等への対応方針】

取水路、放水路等の経路から、津波が流入する可能性のある経路を検討する。特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止する。

【確認状況】

- (1) 敷地への海水流入の可能性のある経路（流入経路）の特定
以下の経路からの津波の流入を検討し、流入の可能性のある経路を下表のとおり特定した。

		流入経路	
取水路	1号及び2号炉	海水系	非常用海水路、海水ポンプ室、海水管、海水管トレンチ
		循環水系	取水路、循環水ポンプ室、循環水管
	3号及び4号炉	海水系	海水取水トンネル、点検用トンネル、海水ポンプ室、海水管、海水管トレンチ、連絡水路
		循環水系	取水路、循環水ポンプ室、循環水管
	1号及び2号炉	その他配管	クリーンアップ排水管、復水処理建屋排水槽排水管
	3号及び4号炉		タービンブローダウン排水管、クリーンアップ排水管、タービンサンプ排水管
放水路	1号及び2号炉	海水系	海水管
		循環水系	循環水管、放水ピット、放水路
	3号及び4号炉	海水系	海水管
		循環水系	循環水管、放水ピット、放水管
屋外排水路		集水枅、屋外排水管	

(2) 特定した流入経路における津波防護施設の配置・仕様については以下の

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

- ① 津波防護施設の種類（防潮壁等）及び箇所
- ② 施設ごとの構造形式、形状

とおりである。

[取水路防潮ゲート]

- ・取水路側からの津波の流入防止を目的として、取水路を横断するように設置するもので、鋼製のゲート扉体、ゲート落下機構、防潮壁及び鉄筋コンクリート製の躯体等からなる構造物である。

[放水口側防潮堤]

- ・放水口側からの津波の流入防止を目的として、放水口側護岸沿い及び1号及び2号炉放水路沿いに設置するもので、杭基礎に鋼製の上部工を設置する杭基礎形式部と放水ピットに鉄筋コンクリート製の防潮壁を設置する鉄筋コンクリート壁部と、セメント改良土による防潮堤を構築する地盤改良部の3種類からなる。

放水口側防潮堤のうち杭基礎形式部は、液状化対策による地盤改良を行った地盤に設置する。また、主要な構造物の境界部には、想定される荷重の作用を考慮し、試験等にて止水性を確認した止水ジョイント等で止水処置を講じる設計とする。

[防潮扉]

- ・1号及び2号炉放水路脇の西側の敷地からの津波の流入防止を目的として、放水口側防潮堤と連結するよう、鋼管杭に支持された鉄筋コンクリート製の基礎の上に、アルミニウム合金製の防潮扉を設置する。

[屋外排水路逆流防止設備]

- ・放水口側護岸及び放水路に接続する屋外排水路からの津波の流入防止を目的として設置するもので、ステンレス製のゲート構造物である。

[1号及び2号炉放水ピット止水板]

- ・放水ピットからの津波の流入防止を目的として、設置するもので、鋼製の止水板からなる構造物である。

[潮位計]

- ・通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握した場合に取水路防潮ゲートを閉

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

(3) 特定した流入経路における浸水防止設備の設置の方針に関して、以下を確認する。

- ① 要求事項に適合するよう、特定した流入経路に浸水防止設備を設置する方針であること。
- ② 浸水防止設備の設置予定の部位が列記されていること。以下、例示。
 - a) 配管貫通部
 - b) 電路及び電線管貫通部、並びに電気ボックス等における電線管内処理
 - c) 空調ダクト貫通部
 - d) 躯体開口部（扉、排水口等）

4.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）

4.3.1 漏水対策

【規制基準における要求事項等】

取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性を検討すること。

漏水が継続することによる浸水の範囲を想定（以下「浸水想定範囲」という。）すること。

浸水想定範囲の境界において浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定すること。

特定した経路、浸水口に対して浸水対策を施すことにより浸水範囲を限定すること。

止することによる取水路側からの津波の流入防止を目的として設置する。

- ・鉄筋コンクリート製の基礎の上に、潮位計及び架台を設置する。

(3) 特定した流入経路における浸水防止設備

- ① 浸水防止設備として、海水ポンプエリア床面に海水ポンプ室浸水防止蓋、循環水ポンプ室床面に循環水ポンプ室浸水防止蓋を設置する。
- ② 設置位置
 - ・海水ポンプエリア床面：海水ポンプ室浸水防止蓋
 - ・循環水ポンプ室床面：循環水ポンプ室浸水防止蓋

[浸水防止蓋]

- ・海水ポンプ設置床面高さはT.P.+3.0mであり、外郭防護の裕度評価で参照する+0.49mを考慮した場合は津波高さがT.P.+3.1mとなることから、海水ポンプエリア床面並びに循環水ポンプ室床面に浸水防止設備として海水ポンプ室浸水防止蓋及び循環水ポンプ室浸水防止蓋を設置する。

4.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）

4.3.1 漏水対策

【要求事項等への対応方針】

取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性を検討している。

漏水が継続することによる浸水の範囲を想定（以下「浸水想定範囲」という。）する。

浸水想定範囲の境界において浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定する。

特定した経路、浸水口に対して浸水対策を施すことにより浸水範囲を限定する。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜 1 号炉及び 2 号炉 耐津波設計方針

【確認内容】

- (1) 要求事項に適合する方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、浸水想定範囲、浸水経路・浸水口・浸水量及び浸水防止設備の仕様について、確認する。

【確認状況】

- (1) 漏水の可能性の検討として、海水取水設備については海水ポンプ周辺地盤及び前面壁の高さがT.P. +3.5mであり、津波は地上部から到達、流入はしない。1号及び2号機海水ポンプの据付エリアの床面高さはT.P. +3.0mであり、1号及び2号炉海水ポンプ室前の入力津波高さはT.P. +2.6mであるが、保守的に高潮との重畳を考慮した場合、海水ポンプエリア開口部が津波の浸水経路となる可能性がある。また、海水ポンプエリアに隣接する循環水ポンプ室は、1号機循環水ポンプの据付エリアの床面高さがT.P. +0.6m、2号機循環水ポンプの据付エリアの床面高さがT.P. +0.5mであり、基準津波が流入する可能性があるため、漏水が継続することによる浸水の範囲（以下「浸水想定範囲」）として想定する。

浸水想定範囲への浸水の可能性のある経路として、海水ポンプエリア及び循環水ポンプ室床面に開口部が存在するため、浸水防止設備として海水ポンプ室浸水防止蓋及び循環水ポンプ室浸水防止蓋を設置する。これらの浸水防止蓋は、ステンレス製の蓋であり、蓋と床面の間にゴム板を挿入、蓋と床面はボルトにて締め付け固定することで漏水を防止する。

- (2) 浸水想定範囲である海水ポンプエリア及び循環水ポンプ室は、以下の①～③の理由により、浸水の可能性はない。
- ① 海水ポンプエリア床面貫通箇所については、浸水対策を実施しており、津波時においても浸水防止機能が十分に保持できる設計としている。
 - ② 循環水ポンプ室床面貫通箇所については、浸水対策を実施しており、津波時においても浸水防止機能が十分に保持できる設計としている。
 - ③ 海水ポンプのグランド部高さはT.P. +3.9mであり、一方、循環水ポンプのグランド部高さは1号炉についてはT.P. +4.9m、2号炉についてはT.P. +4.8mであり、海水ポンプ室前面の津波高さT.P. +2.6mより高い位置にあることから、浸水の可能性のある経路とはならない。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜 1 号炉及び 2 号炉 耐津波設計方針

4.3.2 安全機能への影響確認

【規制基準における要求事項等】

浸水想定範囲の周辺に重要な安全機能を有する設備等がある場合は、防水区画化すること。

必要に応じて防水区画内への浸水量評価を実施し、安全機能への影響がないことを確認すること。

【確認内容】

- (1) 要求事項に適合する影響確認の方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、浸水想定範囲、浸水経路・浸水口・浸水量及び浸水防止設備の仕様を確認する。

4.3.2 安全機能への影響確認

【要求事項等への対応方針】

浸水想定範囲の周辺に重要な安全機能を有する設備等がある場合は、防水区画化する。

必要に応じて防水区画内への浸水量評価を実施し、安全機能への影響がないことを確認する。

【確認状況】

浸水想定範囲である循環水ポンプ室の周辺には、重要な安全機能を有する屋外設備である海水ポンプが設置されているため、海水ポンプ室を防水区画化する。

海水ポンプの安全機能に対しては、モータ本体、電源ケーブル、現場操作箱及び電源からの影響が考えられる。

電源ケーブルは端子台高さがモータ下端より約 0.24m 高く、また現場操作箱下端高さは、1号機が T.P. +5.32m、2号機が T.P. +5.18m であるため、機能を維持できる水位としては、モータ下端高さ T.P. +4.67m となる。さらに、電源については常用電源回路と分離しており、地絡影響は回避できる系統となっている（図-2-3-9、表-2-3-2）。

なお、海水ポンプモータについては、予備品（1,2号機で2台）を確保しており、津波の影響を受けない T.P. +10.0m に保管している。

2.3(1)で述べたように海水ポンプエリア及び循環水ポンプ室には、浸水防止設備として海水ポンプ室浸水防止蓋及び循環水ポンプ室浸水防止蓋を設置するため、床面からの浸水はない設計としている。これらの浸水防止蓋は、ステンレス製の蓋であり、蓋と床面の間にゴム板を挿入、蓋と床面はボルトにて締め付け固定することで漏水を防止する。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜 1 号炉及び 2 号炉 耐津波設計方針

4.3.3 排水設備設置の検討

4.3.3 排水設備設置の検討

【規制基準における要求事項等】

【要求事項等への対応方針】

浸水想定範囲における長期間の冠水が想定される場合は、排水設備を設置すること。

浸水想定範囲である海水ポンプエリアにおいて浸水を検討し、長期間の冠水が想定される場合は、排水設備を設置する。

【確認内容】

【確認状況】

(1) 要求事項に適合する方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、浸水想定範囲における排水設備の必要性、設置する場合の設備仕様について確認する。

(1) 重要な安全機能を有する設備等内包する建屋及び区画のうち、最も津波が接近すると考えられる 1 号及び 2 号炉海水ポンプエリアにおいても、浸水する可能性はないことから、排水設備は不要である。

4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）

4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）

4.4.1 浸水防護重点化範囲の設定

4.4.1 浸水防護重点化範囲の設定

【規制基準における要求事項等】

【要求事項等への対応方針】

重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化すること。

・設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化する。

【確認内容】

【確認状況】

(1) 重要な安全機能を有する設備等（耐震 S クラスの機器・配管系）のうち、基本設計段階において位置が明示されているものについては、それらの設備等を内包する建屋、区画が津波防護重点範囲として設定されていることを確認する。

(1) 設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画は、原子炉格納施設、原子炉補助建屋（補助建屋、燃料取扱建屋、制御建屋、中間建屋及びディーゼル建屋）、海水ポンプ室、復水タンク並びに燃料油貯油そうであり、津波に対する浸水防護重点化範囲として設定し、機器配置図等で示している。

(2) 基本設計段階において全ての設備等の位置が明示されていないため、工事計画認可の段階において津波防護重点化範囲を再確認する必要がある。したがって、基本設計段階において位置が確定していない設備等に対しては、内包する建屋及び区画単位で津波防護重点化範囲を工認

(2) 現段階において、設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）を内包する建屋および区画については、浸水防護重点化範囲として設定し、機器配置図等で明確化している。位置が確定していない設備等に対しては、工認段階で

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

段階で設定することが方針として明記されていることを確認する。

4.4.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

【規制基準における要求事項等】

津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定すること。浸水範囲、浸水量の安全側の想定に基づき、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すこと。

【確認内容】

(1) 要求事項に適合する方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、浸水範囲、浸水量の想定、浸水防護重点化範囲への浸水経路・浸水口及び浸水防止設備の仕様について、確認する。

(2) 津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量については、地震による溢水の影響も含めて、以下の例のように安全側の想定を実施する方針であることを確認する。

- ① 地震・津波による建屋内の循環水系等の機器・配管の損傷による建屋内への津波及び系統設備保有水の溢水、下位クラス建屋における地震時

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

浸水防護重点化範囲として再設定する方針としている。

4.4.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

【要求事項等への対応方針】

津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定する。
 浸水範囲、浸水量の安全側の想定に基づき、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口（貫通口等）はないことを確認している。
 浸水防護重点化範囲の境界にある扉、貫通部等に対して、T. P. +10.1m までの浸水対策を実施している。

【確認状況】

(1) 地震後の津波による溢水の影響としては、以下の a 及び b の事象が考えられ、各事象に関して浸水防護重点化範囲への影響を評価している。

- a. 地震に起因するタービン建屋内の循環水管伸縮継手の破損により、津波が循環水管に流れ込み、循環水管の損傷箇所を介して、タービン建屋内に流入することが考えられる。このため、タービン建屋内に流入した津波により、タービン建屋に隣接する浸水防護重点化範囲（中間建屋、制御建屋及びディーゼル建屋）への影響を評価した。
- b. 地下水については、地震時の地下水の流入が浸水防護重点化範囲へ与える影響について評価する。

なお、浸水防護重点化範囲の境界にある扉、貫通部に対して、T. P. +10.1m までの浸水対策を実施している。

(2) 津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量については、地震による溢水の影響も含めて、以下の例のように安全側の想定を実施する方針であることを確認する。

- ① タービン建屋内の溢水については、循環水管の伸縮継手の全円周状の破損を想定し、循環水管の損傷箇所からの津波の流入量がタービン建屋空

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針
<p>のドレン系ポンプの停止による地下水の流入等の事象が想定されていること。</p> <p>② 地震・津波による屋外循環水系配管や敷地内のタンク等の損傷による敷地内への津波及び系統設備保有水の溢水等の事象が想定されていること。</p> <p>③ 循環水系機器・配管損傷による津波浸水量については、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返しの来襲が考慮されていること。</p> <p>④ 機器・配管等の損傷による溢水量については、内部溢水における溢水事象想定を考慮して算定していること。</p> <p>⑤ 地下水の流入量については、例えば、ドレン系が停止した状態での地下水水位を安全側（高め）に設定した上で、当該地下水水位まで地下水の流入を考慮するか、又は対象建屋周辺のドレン系による1日当たりの排水量の実績値に対して、外部の支援を期待しない約7日間の積算値を採用する等、安全側の仮定条件で算定していること。</p> <p>⑥ 施設・設備施工上生じうる隙間部等についても留意し、必要に応じて考慮すること。</p> <p>4.5 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>4.5.1 非常用海水冷却系の取水性</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>非常用海水冷却系の取水性については、次に示す方針を満足すること。</p>	<p>間部に滞留するものとして溢水水位を算出した。</p> <p>② 地震・津波による屋外循環水系配管や敷地内のタンク等の損傷による敷地内への津波及び系統設備保有水の溢水等の事象については内部溢水にて評価している。</p> <p>③ 循環水系機器・配管損傷による津波浸水量については、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返しの襲来を考慮し、タービン建屋の溢水水位は津波等の流入の都度上昇するものとして計算した。また、ピット水位が低い場合、流入経路を逆流してタービン建屋外へ流出する可能性があるが、保守的に一度流入したものは流出しないものとする。</p> <p>④ 機器・配管等の損傷による溢水量については、内部溢水の評価にて考慮して算定している。</p> <p>⑤ 地震によるタービン建屋の地下部外壁からの流入については、タービン建屋付近の地下水水位を考慮し、別途実施する内部溢水の影響評価でのタービン建屋の想定浸水水位との比較評価を行う。</p> <p>⑥ 津波及び溢水により浸水を想定するタービン建屋において、施工上生じうる建屋間の隙間部には、止水処置を行い、浸水防護重点化範囲への浸水を防止する設計とする。なお、1号及び2号炉のタービン建屋については、建屋内で繋がっていることから、あわせて溢水量評価を実施するものとする。</p> <p>4.5 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>4.5.1 非常用海水冷却系の取水性</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>・非常用海水冷却系の取水性については、次に示すとおりである。</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

- ・基準津波による水位の低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。
- ・基準津波による水位の低下に対して冷却に必要な海水が確保できる設計であること。

【確認内容】

(1) 取水路の特性を考慮した海水ポンプ位置の評価水位が適切に算定されていることを確認する。確認のポイントは以下のとおり。

① 取水路の特性に応じた手法が用いられていること。(開水路、閉管路の方程式)

② 取水路の管路の形状や材質、表面の状況に応じた摩擦損失が設定されていること。

(2) 前述(3.4(4))のとおり地殻変動量を安全側に考慮して、水位低下に対する耐性(海水ポンプの仕様、取水口の資料、取水路又は取水ピットの仕様等)について、以下を確認する。

① 海水ポンプの設計用の取水可能水位が下降側評価水位を下回る等、水位低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計方針であること。

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

- ・基準津波による水位の低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計とする。
- ・基準津波による水位の低下に対して冷却に必要な海水が確保できる設計とする。

【確認状況】

(1) 取水路の特性を考慮した海水ポンプ位置の評価水位を適切に算定している。ポイントは以下のとおり。

① 基準津波による水位の低下に伴う取水路等の特性を考慮した海水ポンプ位置の評価水位を適切に算出するため、津波シミュレーションにおいて管路部分に仮想スロットモデルによる次元不定流の連続式及び運動方程式を組み込んだ詳細数値計算モデルにより管路解析を併せて実施する。また、その際、取水口から海水ポンプ室に至る系統をモデル化し、管路の形状、材質及び表面の状況に応じた摩擦損失を考慮するとともに、貝付着及びスクリーンの有無並びに取水路防潮ゲートの開口幅、取水口ケーソン重量コンクリートの有無を考慮し、計算結果に潮位のバラツキの加算や安全側に評価した値を用いるなど、計算結果の不確実性を考慮した評価を実施する。

② 取水路の形状や材質を考慮し、摩擦損失の計算における Manning 粗度係数としては、開水路において 0.015、閉管路(海水路トンネル、1,2号炉非常用海水路及び海水路)において 0.020 を用いて計算している。

(2) 前述(3.4(4))のとおり地殻変動量を安全側に考慮して、水位低下に対する耐性(海水ポンプの仕様、取水口の資料、取水路又は取水ピットの仕様等)について、以下を確認している。

① 1号及び2号炉海水ポンプ室前の入力津波高さは、T.P.-2.3mであり、1号及び2号機海水ポンプの取水可能水位 T.P.-3.21m、地盤変動量 0.30m 隆起を考慮し T.P.-2.91m を上回ることから、水位低下によっても

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

- ② 引き波時の水位が実際の取水可能水位を下回る場合には、下回っている時間において、海水ポンプの継続運転が可能な貯水量を十分確保できる取水路又は取水ピットの構造仕様、設計方針であること。なお、取水路又は取水ピットが循環水系と非常系で併用される場合においては、循環水系運転継続等による取水量の喪失を防止できる措置が施される方針であること。

4.5.2 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

【規制基準における要求事項等】

基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積が適切に評価されていること。基準津波に伴う取水口付近の漂流物が適切に評価されていること。非常用海水冷却系については、次に示す方針を満足すること。

- ・基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積、陸上斜面崩壊による土砂移動・堆積及び漂流物に対して取水口及び取水路の通水性が確保できる設計であること。
- ・基準津波による水位変動に伴う浮遊砂等の混入に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。

【確認内容】

- (1) 基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積については、(3.2.1)の遡上解析結果における取水口付近の砂の堆積状況に基づき、砂の堆積高さが取水口下端に到達しないことを確認する。取水口下端に到達する場合は、取水口及び取水路が閉塞する可能性を安全側に検討し、閉塞しないことを確認する。「安全側」な検討とは、浮遊砂濃度を合理的な範囲で高めてパラ

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

海水ポンプは機能保持できる。

- ② 引き波時の水位低下に対して、海水ポンプの取水可能水位を下回らないように取水路防潮ゲート及び潮位計を設置する。また、循環水ポンプ室及び海水ポンプ室は隣接しているため、発電所を含む地域に大津波警報が発表された場合又は通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握した場合、引き波時における海水ポンプの取水量を確保するため、原則、循環水ポンプを停止（プラント停止）し、取水路防潮ゲートを閉止する手順を整備する。

4.5.2 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

【要求事項等への対応方針】

- ・基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積を適切に評価する。
- ・基準津波に伴う取水口付近の漂流物を適切に評価する。
- ・非常用海水冷却系については、次に示す方針を満足すること。
- ・基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積、陸上斜面崩壊による土砂移動・堆積及び漂流物に対して取水口及び取水路の通水性は確保できる設計であることを確認する。
- ・基準津波による水位変動に伴う浮遊砂等の混入に対して海水ポンプが機能保持できる設計であることを確認する。

【確認状況】

- (1) 基準津波による砂移動に対する取水性確保
取水口は、非常用海水路呑み口底面が T.P. -5.0m であり、取水口底版 T.P. -6.2m より約 1.2m 高い位置にある、また、非常用海水路の高さは約 2.0m、幅は約 2.0m、海水ポンプ室は、海水ポンプ下端から床面まで約 1号炉は約 5.95m、2号炉は約 6.05m となっている。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針
<p>メータスタディすることによって、取水口付近の堆積高さを高め、また、取水路における堆積砂混入量、堆積量を大きめに算定すること等が考えられる。</p> <p>(2) 混入した浮遊砂は、取水スクリーン等で除去することが困難なため、海水ポンプそのものが運転時の砂の混入に対して軸固着しにくい仕様であることを確認する。</p> <p>(3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物については、(3.2.1)の遡上解析結果における取水口付近を含む敷地前面及び遡上域の寄せ波及び引き波の方向、速度の変化を分析した上で、漂流物の可能性を検討し、漂流物により取水口が閉塞しない仕様の方針であること、又は閉塞防止措置を施す方針であることを確認する。なお、取水スクリーンについては、異物の混入を防止する効果が期待できるが、津波時には破損して混入防止が機能しないだけでなく、それ自体が漂流物となる可能性が有ることに留意する必要がある。</p>	<p>砂移動に関する数値シミュレーションを実施した結果、基準津波による砂移動に伴う砂堆積量は、海水取水トンネル呑み口において約0.02m、海水ポンプ室において約0.24mであり、砂の堆積に伴って、非常用海水路呑み口から海水ポンプ下端までの海水取水経路が閉塞することはない。</p> <p>(2) 混入した浮遊砂に対する取水性確保</p> <p>海水ポンプ取水時に浮遊砂の一部が軸受潤滑水としてポンプ軸受に混入したとしても、海水ポンプの軸受に設けられた異物逃がし溝から排出される構造とする。また、仮に砂が混入した場合においても、海水ポンプの軸受に設けられた約3.7mmの異物逃がし溝から排出される構造とする。</p> <p>これに対して、発電所周辺の砂の平均粒径は約0.2mmで、数ミリ以上の砂はごくわずかであることに加えて、粒径数ミリの砂は浮遊し難いものであることを踏まえると、大きな粒径の砂は殆ど混入しないと考えられ、砂混入に対して海水ポンプの取水機能は維持できる。</p> <p>(3) 基準津波に伴って漂流物になり得る船舶等が取水性に影響を及ぼさないことを漂流物評価フローに基づき確認した。なお、漂流物となる可能性のある施設・設備として発電所周辺約5kmの範囲を網羅的に調査した結果、漁船・輸送船等の船舶、浮き筏、クラゲ防止網等を選定した。定期船に関しては、発電所沖合約14kmに定期航路があるが、半径5km以内の敷地前面海域にないことから発電所に対する漂流物とならない。</p> <p>設置物については、地震で倒壊する可能性のあるものは倒壊させた上で、浮力計算により漂流するか否かの検討を行う。この内、船舶については、漁船及び燃料等輸送船が挙げられる。停泊中の漁船については、津波の流向に対し、停泊地の位置・地形を考慮すると発電所に対する漂流物とはならない。</p> <p>基準津波の津波シミュレーション結果によると、取水口付近については取水路防潮ゲートまで、物揚岸壁付近については放水口側防潮堤及び防潮扉まで津波が遡上する。基準地震動による液状化等に伴う敷地の変状を考</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜 1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

慮した場合、3号及び4号炉放水ピット付近も津波が遡上する。これらを踏まえ、基準津波により漂流物となる可能性のある施設・設備が海水ポンプの取水確保へ影響を及ぼさないことを確認する。

この結果、発電所構内で漂流する可能性があるものとして、放水口側の協力会社事務所等があるが、放水口側防潮堤及び防潮扉で防護されるため、取水性への影響はない。また、これらの設置位置及び津波の流向を考慮すると漂流物は取水口へは向かわない。

なお、発電所構内の物揚岸壁に停泊する燃料等輸送船は、津波警報等発表時及び発電所構外において津波と想定される潮位を観測した場合には緊急退避するため、漂流物とはならない。ただし、津波警報等が発表されず、かつ、荷役中に津波が襲来した場合は緊急退避できない可能性があることから、荷役中に発電所構外にて、津波と想定される潮位を観測した場合は緊急退避しない。なお、この場合においても燃料等輸送船は航行不能とはならず、漂流物とはならない。

また、発電所構内の放水口側防潮堤の外側に存在する車両は、津波の流況及び地形並びに車両位置と津波防護施設との位置関係を踏まえ、津波防護施設への影響を確認し、必要に応じ、敷地内の津波が到達しない場所へ退避する運用を定めることにより、津波防護施設に影響を及ぼさない方針とする。

発電所構外で漂流する可能性があるものとして、発電所近傍で航行不能になった漁船が挙げられるが、取水口側は取水路防潮ゲート、放水口側は放水口側防潮堤及び防潮扉により防護されるため、取水性への影響はない。取水路防潮ゲート及び放水口側防潮堤の設計においては、漂流物として衝突する可能性がある小型漁船を衝突荷重として評価する。

一部、取水口に向かう漁船については、取水路に沿って取水路防潮ゲートに向かうが、万一、取水路内を漂流する場合においても、非常用海水路呑み口前にとどまることはなく、また非常用海水路呑み口前面に閉塞防止

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針
<p>4.6 津波監視</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>敷地への津波の繰り返しの襲来を察知し、津波防護施設、浸水防止設備の機能を確実に確保するために、津波監視設備を設置すること。</p> <p>【確認内容】</p> <p>(1) 要求事項に適合する方針であることを確認する。また、設置の概要として、おおよその位置と監視設備の方式等について把握する。</p>	<p>措置を設置することから、漂流物により非常用海水路呑み口が閉塞することはない。なお、閉塞防止措置については、非常用海水路の通水機能に影響のない設計とする。</p> <p>発電所近傍を通過する定期船に関しては、発電所沖合約14kmに定期航路があるが、半径5km以内の敷地前面海域にないことから発電所に対する漂流物とならない。</p> <p>除塵装置であるロータリースクリーンについては、基準津波の流速に対し、十分な強度を有していることから、漂流物とはならず、取水性に影響を及ぼすことはないことを確認している。</p> <p>4.6 津波監視</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>敷地への津波の繰り返しの襲来を察知し、津波防護施設、浸水防止設備の機能を確実に確保するために、津波監視設備を設置する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・津波監視カメラ ・潮位計 <p>【確認状況】</p> <p>津波監視設備は、津波襲来を監視でき、かつ基準津波の影響を受けない位置に設置する。</p> <p>設置位置は、津波監視カメラ（3号炉原子炉格納施設壁面 T.P.+46.8m、4号炉原子炉補助建屋壁面 T.P.+36.2m）、潮位計（1号炉海水ポンプ室 T.P.+7.1m、2号炉海水ポンプ室 T.P.+7.1m、3, 4号炉海水ポンプ室 T.P.+4.6m）である。1号炉海水ポンプ室前面及び2号炉海水ポンプ室前面の入力津波高さ T.P.+2.6m 又は3, 4号炉海水ポンプ室前面の入力津波高さ T.P.+2.9m に対し、十分高い位置に設置している。</p> <p>津波監視カメラは光学及び赤外線撮象機能を有し、昼夜問わず監視可能で</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜 1 号炉及び 2 号炉 耐津波設計方針

5. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件

5.1 津波防護施設の設計

【規制基準における要求事項等】

津波防護施設については、その構造に応じ、波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できるよう設計すること。

【確認内容】

(1) 要求事項に適合する設計方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、施設の寸法、構造、強度及び支持性能（地盤強度、地盤安定性）が要求事項に適合するものであることを確認する。

ある。

津波監視カメラは、取水口・放水口側を監視できるものを各 1 台設置し、光学及び赤外線撮象機能を有し、昼夜問わず監視可能である。

潮位計は、上昇側及び下降側の津波高さを計測できるよう、1 号炉海水ポンプ室及び 2 号炉海水ポンプ室に設置の潮位計については、T.P. 約-9.9m～T.P. 約+6.6m を測定範囲とし、3, 4 号炉海水ポンプ室に設置の潮位計については、T.P. 約-4.0m～T.P. 約+4.0m を測定範囲とした設計としている。

5. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件

5.1 津波防護施設の設計

【要求事項等への対応方針】

津波防護施設（取水路防潮ゲート、放水口側防潮堤、防潮扉、屋外排水路逆流防止設備並びに 1 号及び 2 号炉放水ピット止水板）については、その構造に応じ、波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できるよう設計する。なお、津波監視設備と兼用の潮位計については、津波の影響（波力、漂流物の衝突等）に対して、影響を受けない位置へ設置することから、方針については「5.3 津波監視設備の設計」に基づく設計とする。

【確認状況】

(1) 津波防護施設である取水路防潮ゲート、放水口側防潮堤、防潮扉及び屋外排水路逆流防止設備の設計においては、その構造に応じ、波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性を確保し、またすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できるよう設計する。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

(2) 設計方針の確認に加え、入力津波に対して津波防護機能が十分保持できる設計がなされることの見通しを得るため、以下の項目について、設定の考え方を確認する。確認内容を以下に例示する。

① 荷重組合せ

a) 余震が考慮されていること。耐津波設計における荷重組合せ：常時＋津波、常時＋津波＋地震（余震）

② 荷重の設定

a) 津波による荷重（波圧、衝撃力）の設定に関して、考慮する知見（例えば、国交省の暫定指針等）及びそれらの適用性。
 b) 余震による荷重として、サイト特性（余震の震源、ハザード）が考慮され、合理的な頻度、荷重レベルが設定される。

(2) 以下の項目について、設定の考え方を示す。

① 荷重の組合せ

取水路防潮ゲート	: 常時荷重＋地震荷重 常時荷重＋津波荷重 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重 常時荷重＋津波荷重＋漂流物荷重
放水口側防潮堤	: 常時荷重＋地震荷重 常時荷重＋津波荷重 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重 常時荷重＋津波荷重＋漂流物荷重
防潮扉	: 常時荷重＋地震荷重 常時荷重＋津波荷重 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重 常時荷重＋津波荷重＋漂流物荷重
屋外排水路逆流防止設備	: 常時荷重＋地震荷重 常時荷重＋津波荷重 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重
1号及び2号炉放水ピット止水板	: 常時荷重＋地震荷重 常時荷重＋津波荷重 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

② 荷重の設定方法

a) 常時荷重 : 自重を考慮する。
 b) 地震荷重 : 基準地震動を考慮する。
 c) 津波荷重 : 「港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成19年）」及び津波避難ビルガイドラインに基づき設定する。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

c) 地震により周辺地盤に液状化が発生する場合、防潮堤基礎杭に作用する側方流動力等の可能性を考慮すること。

③ 許容限界

a) 津波防護機能に対する機能保持限界として、当該構造物全体の变形能力（終局耐力時の变形）に対して十分な余裕を有し、津波防護機能を保持すること。（なお、機能損傷に至った場合、補修に、ある程度の期間が必要となることから、地震、津波後の再使用性に着目した許容限界にも留意する必要がある。）

5.2 浸水防止設備の設計

【規制基準における要求事項等】

浸水防止設備については、浸水想定範囲における浸水時及び冠水後の波圧等に対する耐性等を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計すること。

【確認内容】

(1) 要求事項に適合する設計方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、設備の寸法、構造、強度等が要求事項に適合するものであることを確認する。

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

d) 余震荷重：水平方向に弾性設計用地震動 $S_d-5_H(NS)$ を考慮し、鉛直方向に弾性設計用地震動 S_d-5_V を考慮する。

e) 漂流物荷重：漂流物として総トン数 10t 級（排水トン数 30t）の小型漁船を考慮し、「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説」に基づき設定する。

f) 放水口側防潮堤及び防潮扉については、堆積層及び盛土の上に設置されており、基準地震動が作用した場合、設置位置周辺の地盤が液状化する可能性があることから、基礎杭に作用する側方流動力の影響を考慮し、津波防護機能が十分保持できるように設計する。

③ 許容限界

a) 津波防護機能に対する機能保持限界として、当該構造物全体の变形能力（終局耐力時の变形）に対して十分な余裕を有し、止水性の面も踏まえることにより津波防護機能を保持することを確認する。

5.2 浸水防止設備の設計

【要求事項等への対応方針】

浸水防止設備（海水ポンプ室浸水防止蓋、循環水ポンプ室浸水防止蓋、水密扉、貫通部止水処置）については、浸水想定範囲における浸水時及び冠水後の波圧等に対する耐性等を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。

【確認状況】

(1)
・浸水防止設備（海水ポンプ室浸水防止蓋、循環水ポンプ室浸水防止蓋、水密扉、貫通部止水処置）については、基準地震動による地震力に対し

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

- (2) 浸水防止設備のうち水密扉等、後段規制において強度の確認を要する設備については、設計方針の確認に加え、入力津波に対して浸水防止機能が十分保持できる設計がなされることの見通しを得るため、津波防護施設と同様に、荷重組合せ、荷重の設定及び許容限界（当該構造物全体の变形能力に対して十分な余裕を有し、かつ浸水防止機能を保持すること）の項目についての考え方を確認する。
- (3) 浸水防止設備のうち床・壁貫通部の止水対策等、後段規制において仕様（施工方法を含む）の確認を要する設備については、荷重の設定と荷重に対する性能確保についての方針を確認する。

て浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。また、浸水時の波圧等に対する耐性等を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。

- ・これらの浸水防止設備については、浸水時の波圧等に対する耐性等を評価し、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。
- ・以下に浸水防止設備についての設計方針を示す。

海水ポンプ室浸水防止蓋及び循環水ポンプ室浸水防止蓋は、津波荷重や地震荷重に対して浸水防止機能が十分保持できる設計とする。

なお、水密扉及び貫通部止水処置については、別途実施する溢水による損傷等の防止において示す。

- (2)、(3)

以下に浸水防止設備について荷重組合せ、荷重の設定及び許容限界について考え方を示す。

なお、水密扉及び貫通部止水処置については、別途実施する溢水による損傷等の防止において示す。

・荷重の組合せ

常時荷重、津波荷重及び地震荷重を適切に組み合わせる。

- ① 常時荷重＋地震荷重
- ② 常時荷重＋津波荷重
- ③ 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

・荷重の設定

- ① 常時荷重：自重を考慮する。
- ② 地震荷重：基準地震動を考慮する。
- ③ 津波荷重：入力津波＋高潮の影響を考慮する。
- ④ 余震荷重：余震として、弾性設計用地震動 Sd-1 を考慮する。

・許容限界

浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

5.3 津波監視設備の設計

【規制基準における要求事項等】

津波監視設備については、津波の影響（波力、漂流物の衝突等）に対して、影響を受けにくい位置への設置、影響の防止策・緩和策等を検討し、入力津波に対して津波監視機能が十分に保持できるよう設計すること。

【確認内容】

- (1) (3.2.1)の遡上解析結果に基づき、津波影響を受けにくい位置、及び津波影響を受けにくい建屋・区画・囲い等の内部に設置されることを確認する。
- (2) 要求事項に適合する設計方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、設備の位置、構造（耐水性を含む）、地震荷重・風荷重との組合せを考慮した強度等が要求事項に適合するものであることを確認する。

5.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項

用性や、津波の繰り返し作用を想定し、止水性の面も踏まえることにより当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有し、浸水防止機能を保持していることを確認する。

5.3 津波監視設備の設計

【要求事項等への対応方針】

津波監視設備については、津波の影響（波力、漂流物の衝突等）に対して、影響を受けにくい位置へ設置し、入力津波に対して津波監視機能が十分に保持できるよう設計する。

【確認状況】

- (1) 設置位置は、津波監視カメラ（3号炉原子炉格納施設壁面 T.P. 約+46.8m、4号炉原子炉補助建屋壁面 T.P. +36.2m）、潮位計（1号炉海水ポンプ室 T.P. +7.1m、2号炉海水ポンプ室 T.P. +7.1m、3,4号炉海水ポンプ室 T.P. +4.6m）である。1号炉海水ポンプ室前面及び2号炉海水ポンプ室前面の入力津波高さ T.P. +2.6m 又は3,4号炉海水ポンプ室前面の入力津波高さ T.P. +2.9m に対し、十分高い位置に設置している。
- (2) 津波監視設備は以下の2つの条件で評価を行い、入力津波に対して津波監視機能が十分に保持できるよう設計することとしている。
 - ① 常時荷重＋地震荷重
 - ② 常時荷重＋津波荷重
 - ③ 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重
 余震荷重として、弾性設計用地震動 Sd-1 を考慮する。

5.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針
<p>5.4.1 津波防護施設、浸水防止設備等の設計における検討事項</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>津波防護施設、浸水防止設備の設計及び漂流物に係る措置に当たっては、次に示す方針（津波荷重の設定、余震荷重の考慮、津波の繰り返し作用の考慮）を満足すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各施設・設備等の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高、波力・波圧、洗掘力、浮力等）について、入力津波から十分な余裕を考慮して設定すること。 ・サイトの地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討すること。 ・余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮すること。 ・入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返しの襲来による作用が津波防護機能、浸水防止機能へ及ぼす影響について検討すること。 <p>【確認内容】</p> <p>(1) 津波荷重の設定、余震荷重の考慮、津波の繰り返し作用の考慮のそれぞれについて、要求事項に適合する方針であることを確認する。以下に具体的な方針を例示する。</p> <p>① 津波荷重の設定については、以下の不確かさを考慮する方針であること。</p> <p>a) 入力津波が有する数値計算上の不確かさ</p> <p>b) 各施設・設備等の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介在する不確かさ</p> <p>上記 b) の不確かさの考慮に当たっては、例えば抽出した不確かさの要因によるパラメータスタディ等により、荷重設置に考慮する余裕の程度を検討する方針であること。</p> <p>② 余震荷重の考慮については、基準津波の波源の活動に伴い発生する可</p>	<p>5.4.1 津波防護施設、浸水防止設備等の設計における検討事項</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>津波防護施設、浸水防止設備の設計及び漂流物に係る措置に当たっては、次に示す方針（津波荷重の設定、余震荷重の考慮、津波の繰り返し作用の考慮）を満足していることを確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各施設・設備等の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高、波力・波圧等）について、入力津波から十分な余裕を考慮して設定する。 ・サイトの地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討する。 ・余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮する。 ・入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返しの襲来による作用が津波防護機能、浸水防止機能へ及ぼす影響について検討する。 <p>【確認状況】</p> <p>(1) 津波荷重の設定、余震荷重の考慮、津波の繰り返し作用の考慮のそれぞれについて、要求事項に適合する方針であることの概要を以下に示す。</p> <p>① 津波荷重については、以下の不確かさを考慮している。</p> <p>a) 入力津波が有する数値計算上の不確かさ</p> <p>b) 各施設・設備等の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介在する不確かさ</p> <p>上記の不確かさの考慮に当たっては、入射津波高さ a_1 または最大遡上水深 η_{max} を 1.5 倍することで考慮している。</p> <p>② 基準津波の波源である若狭海丘列付近断層および F O - A ~ F O - B</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

能性がある余震（地震）について、そのハザードを評価するとともに、基準津波の継続時間のうち最大水位変化を生起する時間帯において発生する余震レベルを検討する方針であること。また、当該余震レベルによる地震荷重と基準津波による荷重は、これらの発生確率の推定に幅があることを考慮して安全側に組み合わせる方針であること。

- ③ 津波の繰返し作用の考慮については、各施設・設備の入力津波に対する許容限界が当該構造物全体の変形能力（終局耐力時の変形）に対して十分な余裕を有し、かつ津波防護機能・浸水防止機能を保持するとして設定されていれば、津波の繰返し作用による直接的な影響は無いものとみなせるが、漏水、二次的影響（砂移動、漂流物等）による累積的な作用又は経時的な変化が考えられる場合は、時刻歴波形に基づいた、安全性を有する検討方針であること。

5.4.2 漂流物による波及的影響の検討

【規制基準における要求事項等】

津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において建物・構築物、設置物等が破損、倒壊、漂流する可能性について検討すること。上記の検討の結果、漂流物の可能性がある場合には、防潮堤等の津波防護施設、浸水防止設

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

～熊川断層について、その活動に伴い発生する余震による荷重を設定する。入力津波が若狭海丘列付近断層による津波で決まる場合は、弾性設計用地震動 Sd-5_H(NS)、Sd-5_V を余震荷重として津波荷重と組合せる。入力津波が F O - A ～ F O - B ～熊川断層で決まる場合は、弾性設計用地震動 Sd-1 を余震荷重として津波荷重と組合せる。

上記のとおり、津波の波源となる断層と余震の組合せが2ケースあり、入力津波の波源となる断層についての組合せを考慮して検討することとしているが、他方の組合せも必要に応じて検討を行う。

- ③ 津波の繰返し作用の考慮については、漏水、二次的影響（砂移動等）による累積的な作用又は経時的な変化が考えられる場合は、時刻歴波形に基づいた、安全性を有する検討をしている。具体的には以下のとおりである。

- ・循環水機器・配管損傷による津波浸水量について、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰返しの襲来を考慮している。
- ・基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積については、基準津波に伴う砂移動の数値シミュレーションにおいて、津波の繰返しの襲来を考慮している。
- ・基準津波に伴う取水口付近の漂流物については、非常用海水路付近の寄せ波および引き波の方向を分析した上で、漂流物の可能性を検討し、非常用海水路呑み口が閉塞することはないことを確認している。

5.4.2 漂流物による波及的影響の検討

【要求事項等への対応方針】

津波防護施設、浸水防止設備の設計及び漂流物に係る措置に当たっては、次に示す方針（津波荷重の設定、余震荷重の考慮、津波の繰返し作用の考慮）を満足していることを確認する。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

備に波及的影響を及ぼさないよう、漂流防止装置または津波防護施設・設備への影響防止措置を施すこと。

【確認内容】

- (1) 漂流物による波及的影響の検討方針が、要求事項に適合する方針であることを確認する。
- (2) 設計方針の確認に加え、入力津波に対して津波防護機能が十分保持できる設計がなされることの見通しを得るため、以下の例のような具体的な方針を確認する。
 - ① 敷地周辺の遡上解析結果等を踏まえて、敷地周辺の陸域の建物・構築物及び海域の設置物等を網羅的に調査した上で、敷地への津波の襲来経路及び遡上経路並びに津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において発生する可能性のある漂流物を特定する方針であること。なお、漂流物の特定に当たっては、地震による損傷が漂流物の発生可能性を高めることを考慮する方針であること。
 - ② 漂流防止装置、影響防止装置は、津波による波力、漂流物の衝突による荷重との組合せを適切に考慮して設計する方針であること。

5.4.3 津波影響軽減施設・設備の扱い

【規制基準における要求事項等】

津波防護施設・設備の設計において津波影響軽減施設・設備の効果を期待する場合、津波影響軽減施設・設備は、基準津波に対して津波による影響の

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

- ・各施設・設備等の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高、波力・波圧等）について、入力津波から十分な余裕を考慮して設定する。
- ・サイトの地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討する。
- ・余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮する。
- ・入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返しの襲来による作用が津波防護機能、浸水防止機能へ及ぼす影響について検討する

【確認状況】

漂流物となる可能性のある施設・設備を抽出するため、発電所周辺約5kmの範囲を、発電所構内については遡上域を網羅的に調査する。設置物については、地震で倒壊する可能性のあるものは倒壊させた上で、浮力計算により漂流するか否かの検討を行った。

この結果、発電所構内で漂流する可能性があるものとして、放水口側の協力会社事務所等があるが、放水口側防潮堤及び防潮扉で防護されるため、取水性への影響はない。また、これらの設置位置及び津波の流向を考慮すると漂流物は取水口へは向かわない。

発電所構外で漂流する可能性があるものとして、発電所近傍で航行不能になった漁船が挙げられるが、取水口側は取水路防潮ゲート、放水口側は放水口側防潮堤及び防潮扉により防護する。

取水路防潮ゲート及び放水口側防潮堤の設計においては、漂流物として衝突する可能性がある小型漁船を衝突荷重として評価する。

5.4.3 津波影響軽減施設・設備の扱い

【要求事項等における要求事項等】

- ・津波影響軽減施設としては、取水口のカーテンウォールがあり、基準津波に対して津波による影響の軽減機能が保持されるよう設計する。津波影響

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

軽減機能が保持されるよう設計すること。津波影響軽減施設・設備は、次に示す事項を考慮すること。

- ・ 地震が津波影響軽減機能に及ぼす影響
- ・ 漂流物による波及的影響
- ・ 機能損傷モードに対応した荷重について十分な余裕を考慮した設定
- ・ 余震による荷重と地震による荷重の荷重組合せ
- ・ 津波の繰り返し襲来による作用が津波影響軽減機能に及ぼす影響

【確認内容】

(1) 津波影響軽減施設・設備の効果に期待する場合における当該施設・設備の検討方針が、要求事項に適合する方針であることを確認する。

高浜 1 号炉及び 2 号炉 耐津波設計方針

軽減施設は次に示す事項を考慮する。

- ① 基準地震動 S_s が津波影響軽減機能に及ぼす影響
- ② 漂流物の衝突力
- ③ 機能損傷モードに対応した荷重について十分な余裕
- ④ 余震による荷重と地震による荷重の荷重組合せ
- ⑤ 津波の繰り返し襲来による作用が津波影響軽減機能に及ぼす影響

【確認状況】

(1) 津波影響軽減施設の設計においては、以下の通り、常時荷重、津波荷重、地震荷重、余震荷重、漂流物荷重を適切に組合せて設計を行う。

また、設計に当たっては、漂流物による荷重及び自然現象との組合せを適切に考慮する。

① 荷重の組合せ

常時荷重＋津波荷重

常時荷重＋地震荷重

常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

常時荷重＋津波荷重＋漂流物荷重

② 荷重の設定

津波影響軽減施設の設計において考慮する荷重は以下のように設定する。

a) 常時荷重 : 自重を考慮する。

b) 地震荷重 : 基準地震動 S_s を考慮する。

c) 津波荷重 : 取水口カーテンウォールについては「取水口前面」での入力津波をもとに考慮する。津波波力は、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」（以下、「港湾基準」という。）により設定する。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜1号炉及び2号炉 耐津波設計方針

- d) 余震荷重 : 水平方向に弾性設計用地震動 $S_d-5_H(NS)$ を考慮し、鉛直方向に弾性設計用地震動 S_d-5_V を考慮する。
- e) 漂流物荷重 : 漂流物として総トン数 10t 級 (排水トン数 30t) の小型漁船を考慮し、「道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編)・同解説」に基づき設定する。

③ 許容限界

津波影響軽減施設に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを基本として、津波影響軽減機能を維持していることを確認する。

Ⅲ . 附則

この規定は、平 25 年 7 月 8 日より施行する。

本ガイドに記載されている手法等以外の手法等であっても、その妥当性が適切に示された場合には、その手法等を用いることは妨げない。また、本ガイドは、今後の新たな知見と経験の蓄積に応じて、それらを適切に反映するよう見直していくものとする。

2. 3号炉及び4号炉

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針
<p>II . 耐津波設計方針</p> <p>1. 総則</p> <p>1.1 目的</p> <p>本ガイドは、発電用軽水型原子炉施設の設置許可段階の耐津波設計方針に関わる審査において、審査官等が実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年原子力規制委員会規則第5号）並びに実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（原規技発第1306193号（平成25年6月19日原子力規制委員会決定））（以下「設置許可基準規則及び同規則の解釈」という。）の趣旨を十分踏まえ、耐津波設計方針の妥当性を厳格に確認するために活用することを目的とする。</p> <p>1.2 適用範囲</p> <p>本ガイドは、発電用軽水型原子炉施設に適用される。なお、本ガイドの基本的な考え方は、原子力関係施設及びその他の原子炉施設にも参考となるものである。</p> <p>2. 基本方針</p> <p>2.1 基本方針の概要</p> <p>原子炉施設の耐津波設計の基本方針については、『重要な安全機能を有する施設は、施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがある津波（基準津波）に対して、その安全機能を損なわない設計であること』である。この基本方針に関して、設置許可に係る安全審査において、以下の要求事項を満たした設計方針であることを確認</p>	<p>II . 耐津波設計方針</p> <p>1. 総則</p> <p>—</p> <p>2. 基本方針</p> <p>2.1 基本方針の概要</p> <p>高浜原子力発電所3, 4号炉の耐津波設計の基本方針については、『重要な安全機能を有する施設は、施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがある津波（基準津波）に対して、その安全機能を損なわない設計であること』としている。この基本方針に関して、以下の要求事項に対応した設計としている。</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜 3 号炉及び 4 号炉 耐津波設計方針

する。

(1) 津波の敷地への流入防止

重要な安全機能を有する施設の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達、流入させない。また、取水路、放水路等の経路から流入させない。

(2) 漏水による安全機能への影響防止

取水・放水施設、地下部において、漏水可能性を考慮の上、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止する。

(3) 津波防護の多重化

上記 2 方針のほか、重要な安全機能を有する施設については、浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離すること。

(4) 水位低下による安全機能への影響防止

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を防止する。
これらの要求事項のうち(1)及び(2)については、津波の敷地への浸水を基本的に防止するものである。(3)については、津波に対する防護を多重化するものであり、また、地震・津波の相乗的な影響や津波以外の溢水要因も考慮した上で安全機能への影響を防止するものである。なお、(3)は、設計を超える事象（津波が防潮堤を超え敷地に流入する事象等）に対して一定の耐性を付与するものでもある。ここで、(1)においては、敷地への浸水を防止するための対策を施すことも求めており、(2)においては、敷地への浸水対策を施した上でもなお漏れる水、及び設備の構造上、津波による圧力上昇で漏れる水を合わせて「漏水」と位置付け、漏水による浸水範囲を限定し、安全機能への影響を防止することを求めている。

(1) 津波の敷地への流入防止

設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。また、取水路及び放水路等の経路から流入させない設計とする。

(2) 漏水による安全機能への影響防止

取水・放水施設及び地下部等において、漏水する可能性を考慮の上、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止できる設計とする。

(3) 津波防護の多重化

上記 2 方針のほか、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画については、浸水防護をすることにより、津波による影響等から隔離可能な設計とする。

(4) 水位低下による安全機能への影響防止

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を防止できる設計とする。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜 3 号炉及び 4 号炉 耐津波設計方針

本ガイドの項目と設置許可基準規則及び同規則の解釈の関係を以下に示す。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド II . 耐津波設計方針	設置許可基準	
	規則	解釈(別記3)
1. 総則	—	—
1.1 目的	—	—
1.2 適用範囲	—	—
2. 基本方針	—	—
2.1 概要	—	—
2.2 安全審査範囲及び事項	—	—
3. 基本事項	—	—
3.1 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等	第二章 第五条	3-①
3.2 基準津波による敷地及び敷地周辺の遡上・浸水域	第二章 第五条	3-②
3.3 入力津波の設定	第二章 第五条	3 五 ②
3.4 津波防護方針の審査にあたっての考慮事項(水位変動・地殻変動)	第二章 第五条	3 七
4. 津波防護方針	—	—
4.1 敷地の特性に応じた基本方針	第二章 第五条	3 --~三
4.2 敷地への浸水防止(外郭防護)	第二章 第五条	3 - ①, ③
4.3 漏水による重要な安全機能への影響防止(外郭防護)	第二章 第五条	3 二 ①~③
4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離(内郭防護)	第二章 第五条	3 三

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針

4.5 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	第二章 第五条	3 四、六
4.6 津波監視	第二章 第五条	3 五
5. 施設・設備の設計の方針及び条件	—	—
5.1 津波防護施設の設計	第二章 第五条	3 五 ③、六
5.2 浸水防止設備の設計	第二章 第五条	3 五 ④、六
5.3 津波監視設備の設計	第二章 第五条	3 五 ⑤、⑥、 ⑧
5.4 津波防護施設、浸水防止設備等の設計における検討事項	第二章 第五条	3 五 ⑦

2.2 安全審査範囲及び事項

設置許可に係る安全審査においては、基本設計段階における審査として、主に、基本事項、津波防護方針の妥当性について確認する。施設・設備の設計については、方針、考え方を確認し、その詳細を後段規制（工事計画認可）において確認することとする。津波に対する設計方針に係る安全審査の範囲を表-1 に示す。それぞれの審査事項ごとの審査内容は以下のとおりである。

(1) 基本事項

略

(2) 津波防護方針

略

(3) 施設・設備の設計方針

略

2.2 安全審査範囲及び事項

—

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針

表-1 津波に対する設計方針に係る安全審査の範囲

大項目	中項目	審査事項	審査の範囲※1	確認内容
基本事項	①敷地の地形・施設の配置等	—	◎	
	②敷地周辺の遡上・浸水域	—	◎	評価の妥当性
	③入力津波	—	◎	
	④水位変動、地殻変動	—	◎	考慮の妥当性
津波防護設計	①基本方針	敷地の特性に応じた津波防護の考え方	◎	妥当性
	②外郭防護1	地上からの浸水経路・対策	◎	経路・対策の妥当性
		流入経路・対策	◎	
		津波防護施設	◎	位置・仕様※4
		浸水防止設備 ※2	○	設置の方針
	③外郭防護2	漏水経路・浸水想定範囲・対策※2	○	経路・範囲・対策の方針
		浸水防止設備※2	○	設置の方針
④内郭防護	浸水防護重点化範	○	基本設計	

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針

		囲 ※2		による 範囲設定 及び方針
		浸水防止設備※2	○	仕様の方 針
	⑤海水ポンプ取水性	安全機能保持の評 価	◎	評価の妥 当性 ※4
	⑥津波監視	津波監視設備※2	○	設置の方 針
設計に おける 検討 事項	①津波防護施設 ※3	荷重設定 荷重組合せ 許容限界	○ ○ ○	それぞれ の方針
	②浸水防止設備 ※3	同上	○	同上
	③津波監視設備 ※3	同上	○	同上
	④漂流物対策 ※3	—	○	対策の方 針
	③津波影響軽減施設・ 設備 ※3	—	○	設置時の 方針

- ※1 ◎安全審査で妥当性を確認
○安全審査で方針等を確認（設計の詳細は工事計画認可で確認）
- ※2 仕様、配置等の詳細については、基本設計段階では確定していないことから、
詳細設計段階で確認
- ※3 施設・設備毎の具体的な設計方針、検討方針・構造・強度については、工事
計画認可において確認
- ※4 施設・設備の構造・強度については、工事計画認可において確認

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜 3 号炉及び 4 号炉 耐津波設計方針

3. 基本事項

3.1 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等

敷地及び敷地周辺の図面等に基づき、以下を把握する。

(1) 敷地及び敷地周辺の地形、標高、河川の存在

(2) 敷地における施設（以下、例示）の位置、形状等

① 耐震 S クラスの設備を内包する建屋

② 耐震 S クラスの屋外設備

③ 津波防護施設（防潮堤、防潮壁等）

④ 浸水防止設備（水密扉等） ※

⑤ 津波監視設備（潮位計、取水ピット水位計等） ※

3. 基本事項

3.1 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等

敷地及び敷地周辺の図面等に基づき、以下を示している。

(1) 敷地及び敷地周辺の地形、標高、河川の存在

高浜発電所の敷地は音海半島の根元部に位置する。敷地の地形は、北・西・南側を標高 100~200m 程度の山で囲まれており、中央部の平地は南西—北東方向に延び若狭湾に臨んでいる。

敷地周辺の地形は、標高 150~200m 程度の山なみが敷地の南側、北側を走り、東側は直接高浜湾に、西側は内浦湾に臨んでいる。

また、発電所付近の河川としては敷地の南方約 5km のところに二級河川の関屋川があり、また敷地西側境界に接して溪流（才谷川）がある。

(2) 敷地における施設の位置、形状等

① 設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画として、T.P. +3.5m の敷地に原子炉格納施設、原子炉補助建屋、制御建屋、中間建屋がある。

② 設計基準対象施設の津波防護対象設備を有する屋外設備としては、T.P. +3.5m の敷地に海水ポンプ室、燃料油貯油そう、T.P. +15.0m の高さの復水タンクがある。

③ 津波防護施設として、取水路に取水路防潮ゲート、T.P. +3.5m の敷地に放水口側防潮堤及び防潮扉、放水路に屋外排水路逆流防止設備、1号及び2号炉放水ピットに放水ピット止水板、1号炉海水ポンプ室 T.P. +7.1m、2号炉海水ポンプ室 T.P. +7.1m 及び3、4号炉海水ポンプ室 T.P. +4.6m に潮位計（津波監視設備と兼用）を設置する。

④ 浸水防止設備として、海水ポンプ室床面 T.P. +1.55m に海水ポンプ室浸水防止蓋を設置している。

⑤ 津波監視設備として、3号炉原子炉格納施設壁面 T.P. +46.8m 及び4号

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	高浜 3号炉及び 4号炉 耐津波設計方針
<p>※ 基本設計段階で位置が特定されているもの</p> <p>⑥ 敷地内（防潮堤の外側）の遡上域の建物・構築物等（一般建物、鉄塔、タンク等）</p> <p>(3) 敷地周辺の人工構築物（以下は例示である。）の位置、形状等</p> <p>① 港湾施設（サイト内及びサイト外）</p> <p>② 河川堤防、海岸線の防波堤、防潮堤等</p> <p>③ 海上設置物（係留された船舶等）</p> <p>④ 遡上域の建物・構築物等（一般建物、鉄塔、タンク等）</p> <p>⑤ 敷地前面海域における通過船舶</p> <p>3.2 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域</p> <p>3.2.1 敷地周辺の遡上・浸水域の評価</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>遡上・浸水域の評価に当たっては、次に示す事項を考慮した遡上解析を実施して、遡上波の回り込みを含め敷地への遡上の可能性を検討すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・敷地及び敷地周辺の地形とその標高 ・敷地沿岸域の海底地形 ・津波の敷地への侵入角度 ・敷地及び敷地周辺の河川、水路の存在 ・陸上の遡上・伝播の効果 ・伝播経路上の人工構築物 	<p>炉原子炉補助建屋壁面 T.P. +36.2m に津波監視カメラを設置している。</p> <p>⑥ 敷地内の遡上域の建物・構築物等としては、T.P. +3.5m の敷地に協力会社事務所等がある。</p> <p>(3) 敷地周辺の人工構築物の位置、形状等</p> <p>① 港湾施設として、発電所構内に物揚岸壁があり、燃料等輸送船が不定期に停泊する。発電所構外には、内浦湾内に内浦港があり、輸送船が不定期に停泊する。また、漁港として音海、上瀬、高浜湾内に小黑飯がある。</p> <p>② 各々の漁港には防波堤が設置されている。</p> <p>③ 海上設置物としては、周辺の漁港に船舶・漁船が約 140 隻、浮き筏が約 170 床、発電所取水口にクラゲ防止網が設置されている。</p> <p>④ 敷地周辺に民家、倉庫等がある。</p> <p>⑤ 敷地前海域における海上交通としては、発電所沖合約 14km に舞鶴から小樽（北海道）へのフェリー航路がある。</p> <p>3.2 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等</p> <p>3.2.1 敷地周辺の遡上・浸水域の評価</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>遡上・浸水域の評価に当たっては、次に示す事項を考慮した津波シミュレーションを実施して、遡上波の回り込みを含め敷地への遡上の可能性を検討する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・敷地及び敷地周辺の地形とその標高 ・敷地沿岸域の海底地形 ・津波の敷地への侵入角度 ・敷地及び敷地周辺の河川、水路の存在 ・陸上の遡上・伝播の効果・伝播経路上の人工構築物 ・伝播経路上の人工構築物

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針

【確認内容】

- (1) 上記の考慮事項に関して、遡上解析（砂移動の評価を含む）の手法、データ及び条件を確認する。確認のポイントは以下のとおり。
- ① 敷地及び敷地周辺の地形とその標高について、遡上解析上、影響を及ぼすものが考慮されているか。遡上域のメッシュサイズを踏まえ適切な形状にモデル化されているか。
 - ② 敷地沿岸域の海底地形の根拠が明示され、その根拠が信頼性を有するものか。
 - ③ 敷地及び敷地周辺に河川、水路が存在する場合には、当該河川、水路による遡上を考慮する上で、遡上域のメッシュサイズが十分か、また、適切な形状にモデル化されているか。
 - ④ 陸上の遡上・伝播の効果について、遡上、伝播経路の状態に応じた解析モデル、解析条件が適切に設定されているか。
 - ⑤ 伝播経路上の人工構造物について、遡上解析上、影響を及ぼすものが考慮されているか。遡上域のメッシュサイズを踏まえ適切な形状にモデル化されているか。
- (2) 敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たっての考慮事項に対する確認のポイントは以下のとおり。
- ① 敷地前面・側面及び敷地周辺の津波の侵入角度及び速度、並びにそれらの経時変化が把握されているか。また、敷地周辺の浸水域の寄せ波・引き波の津波の遡上・流下方向及びそれらの速度について留意されているか。

【確認状況】

- (1) 上記の考慮事項に関して、津波シミュレーションの手法、データ及び条件を以下のとおり確認している。
- ① 敷地については、敷地形状を適切にモデル化しており、メッシュサイズは最小 3.125m としている。また、敷地周辺については、安全側評価のため、遡上を考慮しておらず、完全反射条件としている。
 - ② 敷地沿岸域及び海底地形は、海上保安庁等による海底地形図、海上音波探査結果及び取水口付近の深淺測量結果を使用する。また、取・放水路（取水路及び海水取水トンネル等）の緒元、敷地標高については、発電所の竣工図を使用する。
 - ③ 敷地に影響を及ぼす箇所には河川は存在していない。また、敷地内に存在する取・放水路および遡上域のメッシュサイズを最小 3.125m として適切にモデル化している。敷地周辺は安全側評価のため、遡上を考慮しておらず、完全反射条件としている。
 - ④ 陸上の遡上・伝播効果について、遡上・伝播経路の状態に応じた解析モデル・解析条件が適切に設定された遡上域のモデルを作成する。
 - ⑤ 伝播経路上の人工構造物については、図面を基に遡上影響を及ぼす構造物、津波防護施設を考慮する。津波の浸入に対して、津波防護施設で防護する方針であるため、津波防護施設より内側の建屋等のモデル化を行っていない。
- (2) 敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たって以下のとおり確認する。
- ① 敷地の複数の評価地点の時刻歴波形を確認することにより、津波水位や流速の経時変化を確認している。また、敷地周辺における時々刻々の水位分布図や流速分布図により、津波の侵入角度についても確認している。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

- ② 敷地前面又は津波浸入方向に正対した面における敷地及び津波防護施設について、その標高の分布と施設前面の津波の遡上高さの分布を比較し、遡上波が敷地に地上部から到達・流入する可能性が考えられるか。
- ③ 敷地及び敷地周辺の地形、標高の局所的な変化、並びに河川、水路等が津波の遡上・流下方向に影響を与え、遡上波の敷地への回り込みの可能性が考えられるか。

3.2.2 地震・津波による地形等の変化に係る評価

【規制基準における要求事項等】

次に示す可能性が考えられる場合は、敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討すること。

- ・地震に起因する変状による地形、河川流路の変化
- ・繰り返し襲来する津波による洗掘・堆積により地形、河川流路の変化

【確認内容】

- (1) (3.2.1)の遡上解析結果を踏まえ、遡上及び流下経路上の地盤並びにその周辺の地盤について、地震による液状化、流動化又はすべり、もしくは津波による地形変化、標高変化が考えられる場合は、遡上波の敷地への到達（回り込みによるものを含む）の可能性について確認する。なお、敷地の周辺斜面が、遡上波の敷地への到達に対して障壁となっている場合は、当該斜面の地震時及び津波時の健全性について、重要施設の周辺斜面と同等の信頼性を有する評価を実施する等、特段の留意が必要である。
- (2) 敷地周辺の遡上経路上に河川、水路が存在し、地震による河川、水路の堤防等の崩壊、周辺斜面の崩落に起因して流路の変化が考えられる場合は、遡上波の敷地への到達の可能性について確認する。
- (3) 遡上波の敷地への到達の可能性に係る検討に当たっては、地形変化、標

高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針

- ② 敷地の形状及び津波防護施設をモデル化して計算を実施しており、津波防護施設を越流しないことを確認している。
- ③ 敷地に影響を与えるような、標高の局所的な変化、河川及び水路等はないため、遡上波の敷地への回り込みの可能性は考えられない。

3.2.2 地震・津波による地形等の変化に係る評価

【要求事項等への対応方針】

次に示す可能性について検討し、可能性がある場合は、敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討する。

- ・地震に起因する変状による地形、河川流路の変化
- ・繰り返し襲来する津波による洗掘・堆積により地形、河川流路の変化

【確認状況】

- (1) 津波シミュレーション結果を踏まえ、遡上及び流下経路上の地盤並びにその周辺の地盤について、地震による液状化、流動化又はすべり、もしくは津波による地形変化、標高変化について検討し、遡上波が津波防護施設を越流して敷地に到達する可能性が無いことを確認した。
- (2) 敷地西側に才谷川が存在するが、発電所と才谷川は標高約 100m の山を隔てており、敷地への遡上波に影響することはない。取水路及び放水路が存在するが、取水路防潮ゲート及び放水口側防潮堤等を設置しており、遡上波の敷地への到達の可能性が無いことを確認した。
- (3) 高浜発電所への津波の浸入経路は、敷地及びプラントの配置より、取水

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針
<p data-bbox="159 172 1115 252">高変化、河川流路の変化について、基準地震動 S_s による被害想定を基に遡上解析の初期条件として設定していることを確認する。</p> <p data-bbox="159 1090 1115 1169">(4) 地震による地盤変状、斜面崩落等の評価については、適用する手法、データ及び条件並びに評価結果を確認する。</p> <p data-bbox="129 1233 387 1265">3.3 入力津波の設定</p> <p data-bbox="143 1281 539 1313">【規制基準における要求事項等】</p> <p data-bbox="159 1329 1115 1457">基準津波は、波源域から沿岸域までの海底地形等を考慮した、津波伝播及び遡上解析により時刻歴波形として設定していること。入力津波は、基準津波の波源から各施設・設備等の設置位置において算定される時刻歴波形とし</p>	<p data-bbox="1225 172 2157 443">口側と放水口付近の2箇所である。このうち、放水口付近は、埋立層および沖積層が分布し基準地震動 S_s が作用した場合地盤が液状化により沈下するおそれがあることから、有効応力解析により沈下量を算出し、津波シミュレーションに反映している。初期潮位は朔望平均満潮位 T.P. +0.49m とし、潮位のバラツキ 0.15m については津波シミュレーションより求めた津波水位に加えることで考慮する。</p> <p data-bbox="1225 459 2157 587">液状化により地盤が沈下し、津波が放水口側防潮堤の下から回り込む懸念に対しては、地中部に鋼矢板及びコンクリート基礎を設置することにより防護する。</p> <p data-bbox="1225 603 2157 1074">取水口側の流入経路の大半は岩盤であり取水口についても地盤改良を行っていることから、基準地震動 S_s が作用した場合においても沈下は殆ど生じない。また、取水路防潮ゲートおよび取水口ケーソン周辺斜面についても、基準地震動 S_s に対する安定性を評価した結果いずれについてもすべり安全率は評価基準値を満足しており、斜面の変状（崩壊）が津波の遡上に影響を及ぼさないことを確認している。また、取水路上に内浦大橋（県道）が架橋しているが、落橋防止対策がされており、万一落橋したとしても、落橋位置で津波が一時的に競り上がる可能性はあるものの取水路を完全閉塞する形状となることは考えにくく、敷地奥への津波の遡上高さに影響することはない。</p> <p data-bbox="1200 1090 2157 1169">(4) 地震による地盤変状、斜面崩落等の評価について、地質調査等に基づき条件を設定し確認している。</p> <p data-bbox="1167 1233 1424 1265">3.3 入力津波の設定</p> <p data-bbox="1180 1281 1523 1313">【要求事項等への対応方針】</p> <ul data-bbox="1205 1329 2157 1457" style="list-style-type: none"> ・基準津波については、「高浜発電所3号炉及び4号炉 基準津波の評価」にて説明する。 ・入力津波は、基準津波の波源から各施設・設備等の設置位置において算定

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

て設定していること。基準津波及び入力津波の設定に当たっては、津波による港湾内の局所的な海面の固有振動の励起を適切に評価し考慮すること。

【確認内容】

- (1) 入力津波は、海水面の基準レベルからの水位変動量を表示していること。なお、潮位変動等については、入力津波を設計又は評価に用いる場合に考慮するものとする。
- (2) 入力津波の設定に当たっては、入力津波が各施設・設備の設計に用いるものであることを念頭に、津波の高さ、津波の速度、衝撃力等、着目する荷重因子を選定した上で、各施設・設備の構造・機能損傷モードに対応する効果（浸水高、波力・波圧、洗掘力、浮力等）が安全側に評価されることを確認する。
- (3) 施設が海岸線の方向において広がり有している場合（例えば敷地前面の防潮堤、防潮壁）は、複数の位置において荷重因子の値の大小関係を比較し、当該施設に最も大きな影響を与える波形を入力津波として設定していることを確認する。

高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針

される時刻歴波形として設定している。

- ・基準津波の設定に当たっては、敷地及び敷地周辺をモデル化し、津波による局所的な海面の励起を評価できるモデルを用いていることを確認している。

【確認状況】

- (1) 入力津波は、海水面の基準レベルから算定した水位変動量を表示している。潮位変動等については、入力津波を設計、評価に用いる場合に考慮している。
- (2) 入力津波の設定に当たっては、津波の高さ、速度、津波波力に着目し、各施設・設備において算定された数値を安全側に評価した値を入力津波高さや速度として設定することで、各施設・設備の構造・機能の損傷に影響する浸水高、波力・波圧について安全側に評価している。また、津波防護施設等の新規の施設・設備の設計においては、入力津波高さ以上の高さの津波を設計荷重とし、より安全側の評価を行っている。なお、津波防護施設等の構造に影響する洗掘力、浮力が生じる可能性がある場所においては、地表面舗装を実施するなどの対策を実施している。
- (3) 取水路防潮ゲート、放水口側防潮堤、防潮扉、屋外排水路逆流防止設備並びに1号及び2号炉放水路ピット止水板に対し最も大きな影響を与える波形を入力津波として設定している。

敷地への津波の流入及び水位変動に伴う取水性低下による海水ポンプへの影響を防ぐため取水路防潮ゲートを設置し、発電所を含む地域に大津波警報が発表された場合、原則、循環水ポンプ停止後、取水路防潮ゲートを閉止する手順等を定めることから、大津波警報が発表された場合で、取水路防潮ゲート閉止後に敷地に到達する津波については、取水路防潮ゲート閉止を前提として評価する。また、潮位計のうち、2台の観測潮位が10分以内に0.5m以上下降し、その後、最低潮位から10分以内に0.5m以上

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針

上昇すること、又は10分以内に0.5m以上上昇し、その後、最高潮位から10分以内に0.5m以上下降すること（以下「通常の潮汐とは異なる潮位変動」という。）を把握した場合、原則、循環水ポンプ停止後、取水路防潮ゲートを閉止する手順等を定めることから、通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握してから、取水路防潮ゲート閉止に必要な時間が経過した後に、取水路防潮ゲートを閉止する条件で評価する。なお、通常の潮汐とは異なる潮位変動による取水路防潮ゲートの閉止判断基準の設定に当たっては、基準津波3及び基準津波4の波源である隠岐トラフ海底地すべりの波源特性及び若狭湾の伝播特性のパラメータスタディの結果を踏まえ、「パラメータスタディ波高の観点」、「非線形性の観点」及び「増幅比率の観点」から、閉止判断基準の仮設定値を設定する。「パラメータスタディ波高の観点」での仮設定値は、隠岐トラフ海底地すべりの崩壊規模又は破壊伝播速度のパラメータスタディを実施し、施設に影響を与える津波を見逃さない条件を確認した上で、施設影響が生じないケースも含め、T.P.+3.5mの敷地に最近接するケースにおける、第1波の水位変動量とする。「非線形性の観点」での仮設定値は、隠岐トラフ海底地すべりの破壊伝播速度と第1波の水位変動量の関係が線形ではない場合があることを考慮し、全体的な傾向を踏まえ、保守的な破壊伝播速度のケースにおける第1波の水位変動量とする。「増幅比率の観点」での仮設定値は、隠岐トラフ海底地すべりの崩壊規模若しくは破壊伝播速度のパラメータスタディ又は振幅若しくは周期を変えた正弦波によるパラメータスタディから得られた第1波と第2波以降の水位増幅比率の最大値を用いて、施設影響が生じるT.P.+3.5mを第2波以降の水位変動量と仮定し、逆算した第1波の水位変動量とする。「パラメータスタディ波高の観点」、「非線形性の観点」及び「増幅比率の観点」で設定した仮設定値に対して、不確かさとして潮位のゆらぎを考慮の上、工学的余裕を考慮し、閉止判断基準を設定する。閉止判断基準の妥当性、網羅性については詳細設計段階で確認する。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜 3 号炉及び 4 号炉 耐津波設計方針

(4) 基準津波及び入力津波の設定に当たっては、津波による港湾内の局所的な海面の固有振動の励起について、以下の例のように評価し考慮していることを確認する。

- ① 港湾内の局所的な海面の固有振動に関しては、港湾周辺及び港湾内の水位分布、速度ベクトル分布の経時的変化を分析することにより、港湾内の局所的な現象として生じているか、生じている場合、その固有振動による影響が顕著な範囲及び固有振動の周期を把握する。
- ② 局所的な海面の固有振動により水位変動が大きくなっている箇所がある場合、取水ピット、津波監視設備（敷地の潮位計等）との位置関係を把握する。（設計上クリティカルとなる程度に応じて緩和策、設備設置位置の移動等の対応を検討）

(4) 取水口及び放水口内外で最高水位や傾向に大きな差異はなく、取水口及び放水口近傍で局所的な海面の励起は生じていないことを確認している。

(5) 基準津波 3 及び基準津波 4 の波源に関する「崩壊規模」又は「破壊伝播速度」のパラメータスタディから確認した「隠岐トラフ海底地すべりの波源特性」及び「若狭湾の伝播特性」を踏まえ、3.3(3)に示す「パラメータスタディ波高の観点」、「非線形性の観点」及び「増幅比率の観点」で設定した仮設定値のうち、隠岐トラフ海底地すべりを波源とするケースを基に、閉止判断基準を設定するための入力津波を詳細設計段階で作成する。

3.4 津波防護方針の審査にあたっての考慮事項（水位変動、地殻変動）

【規制基準における要求事項等】

入力津波による水位変動に対して朔望平均潮位（注）を考慮して安全側の評価を実施すること。

注：朔（新月）および望（満月）の日から 5 日以内に観測された、各月の最高満潮面および最低干潮面を 1 年以上にわたって平均した高さの水位をそれぞれ、朔望平均満潮位および朔望平均干潮位という。

3.4 津波防護方針の審査にあたっての考慮事項（水位変動、地殻変動）

【要求事項等への対応方針】

- ・ 入力津波による水位変動に対して朔望平均潮位および、朔望平均潮位のばらつきも考慮して安全側の評価を実施する。
- ・ 潮汐以外の要因による潮位変動として、高潮について適切に評価し考慮する。
- ・ 地震により陸域の隆起または沈降が想定される場合、地殻変動による敷地

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

潮汐以外の要因による潮位変動についても適切に評価し考慮すること。地震により陸域の隆起または沈降が想定される場合、地殻変動による敷地の隆起または沈降及び、強震動に伴う敷地地盤の沈下を考慮して安全側の評価を実施すること。

【確認内容】

- (1) 敷地周辺の港又は敷地における潮位観測記録に基づき、観測期間、観測設備の仕様に留意の上、朔望平均潮位を評価していることを確認する。
- (2) 上昇側の水位変動に対して朔望平均満潮位を考慮し、上昇側評価水位を設定していること、また、下降側の水位変動に対して朔望平均干潮位を考慮し、下降側評価水位を設定していることを確認する。
- (3) 潮汐以外の要因による潮位変動について、以下の例のように評価し考慮していることを確認する。
 - ① 敷地周辺の港又は敷地における潮位観測記録に基づき、観測期間等に留意の上、高潮発生状況（程度、台風等の高潮要因）について把握する。
 - ② 高潮要因の発生履歴及びその状況、並びに敷地における汀線の方向等の影響因子を考慮して、高潮の発生可能性とその程度（ハザード）について検討する。
 - ③ 津波ハザード評価結果を踏まえた上で、独立事象としての津波と高潮による重畳頻度を検討した上で、考慮の可否、津波と高潮の重畳を考慮する場合の高潮の再現期間を設定する。

高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針

の隆起または沈降及び、強震動に伴う敷地地盤の沈下を考慮して安全側の評価を実施する。

【確認状況】

- (1) 津波計算で考慮する朔望平均潮位は、高浜発電所の南西約 20km の観測地点舞鶴検潮所（気象庁所管）における観測記録に基づき設定している。
- (2) 上昇側の水位変動に対して朔望平均満潮位 T.P. +0.49m 及び潮位のバラツキ 0.15m を考慮し、上昇側評価水位を設定している。また、下降側の水位変動に対して朔望平均干潮位 T.P. -0.01m 及び潮位のバラツキ 0.17m を考慮し、下降側評価水位を設定している。
- (3) 潮汐以外の要因による潮位変動については、以下の通り評価し考慮している。
 - ① 観測地点舞鶴検潮所（気象庁所管）における至近約 40 年（1969～2011 年）の潮位観測記録に基づき、高潮発生状況（発生確率、台風等の高潮要因）について示している。
 - ② 高潮要因の発生履歴及びその状況を考慮して、高潮発生可能性とその程度（ハザード）について検討している。
 - ③ 高潮発生可能性とその程度（ハザード）について検討する。基準津波に対するその他の評価地点における水位の年超過確率は 10^{-4} ～ 10^{-5} 程度であり、独立事象としての津波と高潮が重畳する可能性は極めて低いと考えられるものの、高潮ハザードについては、プラント運転期間を超える再現期間 100 年に対する期待値 T.P. +1.13m とし、入力津波で考慮した朔望平均満潮位 T.P. +0.49m 及び潮位のバラツキ 0.15m との差である 0.49m を外郭防護の裕度評価において参照している。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

- (4) 地震により陸域の隆起または沈降が想定される場合、以下の例のように地殻変動量を考慮して安全側の評価を実施していることを確認する。
- ① 広域的な地殻変動を評価すべき波源は、地震の震源と解釈し、津波波源となる地震の震源（波源）モデルから算定される広域的な地殻変動を考慮することとする。
 - ② プレート間地震の活動に関連して局所的な地殻変動があった可能性が指摘されている場合（南海トラフ沿岸部に見られる完新世段丘の地殻変動等）は、局所的な地殻変動量による影響を検討する。
 - ③ 地殻変動量は、入力津波の波源モデルから適切に算定し設定すること。
 - ④ 地殻変動が隆起又は沈降によって、以下の例のように考慮の考え方が異なることに留意が必要である。
 - a) 地殻変動が隆起の場合、下降側の水位変動に対して安全機能への影響を評価（以下「安全評価」という。）する際には、対象物の高さに隆起量を加算した後で、下降側評価水位と比較する。また、上昇側の水位変動に対して安全評価する際には、隆起しないものと仮定して、対象物の高さの上昇側評価水位を直接比較する。
 - b) 地殻変動が沈降の場合、上昇側の水位変動に対して安全評価する際には、対象物の高さから沈降量を引算した後で、上昇側評価水と比較する。また、下降側の水位変動に対して安全評価する際には、沈降しないものと仮定して、対象物の高さの下降側評価水位を直接比較する。
 - ⑤ 基準地震動評価における震源モデルから算定される広域的な地殻変動についても、津波に対する安全性評価への影響を検討する。
 - ⑥ 広域的な余効変動が継続中である場合は、その傾向を把握し、津波に

高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針

- (4) 地震による陸域の隆起または沈降について、地殻変動量を適切に考慮し、安全側の評価を実施している。
- ① 広域的な地殻変動を評価すべき波源は、基準津波1の若狭海丘列付近断層と基準津波2のF0-A~F0-B~熊川断層である。基準津波3及び基準津波4の隠岐トラフ海底地すべりについては考慮対象外である。
 - ② 高浜発電所は若狭湾（日本海側）に位置しており、プレート間地震は考慮対象外である。
 - ③ 入力津波については、「日本海における大規模地震に関する調査検討会」の波源モデルを踏まえて、Mansinha and Smylie(1971)の方法により算定した敷地地盤の地殻変動量は、基準津波1の若狭海丘列付近断層で±0m、基準津波2のF0-A~F0-B~熊川断層で0.30mの隆起である。
 - ④ 基準津波2による地殻変動が隆起であるので、下降側の水位変動に対する安全評価としては、対象物の高さに隆起量を加算した後で、下降側評価水位と比較する。また、上昇側の水位変動に対して安全評価する際には、隆起しないものと仮定して、対象物の高さの上昇側評価水位を直接比較する。
 - ⑤ 基準地震動評価における震源モデルから算定される広域的な地殻変動量は0.30mの隆起が起こると評価している。
 - ⑥ 基準地震動評価における震源において広域的な余効変動は確認されて

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

対する安全性評価への影響を検討する。

4. 津波防護方針

4.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針

【規制基準における要求事項等】

敷地の特性に応じた津波防護の基本方針が敷地及び敷地周辺全体図、施設配置図等により明示されていること。津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備等として設置されるものの概要が網羅かつ明示されていること。

【確認内容】

(1) 敷地の特性（敷地の地形、敷地周辺の津波の遡上、浸水状況等）に応じた基本方針（前述2のとおり）を確認する。

高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針

いない。

4. 津波防護方針

4.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針

【要求事項等への対応方針】

敷地の特性に応じた津波防護方針は以下のとおりとする。

- ・敷地の特性に応じた津波防護の基本方針を敷地及び敷地周辺全体図、施設配置図等により明示する。
- ・津波防護施設、浸水防止施設、津波監視設備等として設置するものの概要を網羅かつ明示する。

【確認状況】

(1) 敷地の特性（敷地の地形、敷地周辺の津波の遡上、浸水状況等）に応じた基本方針は以下のとおりである。

- ・重要な安全機能を有する施設の設置された敷地において、基準津波による遡上波（地震による広域的な隆起・沈降、地震による変状等を考慮）を地上部から到達又は流入させない設計とするため、外郭防護として取水路に取水路防潮ゲート、1号及び2号炉放水路側に放水口側防潮堤、防潮扉、海水ポンプ室に潮位計を設置する。重要な安全機能を内包する建屋については、遡上波が到達しない十分に高い位置に設置されていることを確認する。また、取水路及び排水路等の経路から流入させない設計とするため、外郭防護として1号及び2号炉放水路に屋外排水路逆流防止設備並びに放水ピットに1号及び2号炉放水ピット止水板、海水ポンプ室に浸水防止蓋を設置する。重要な安全機能を内包する建屋については、それらが設置されている周辺敷地に対して、取水路及び排水路等の経路からの津波が達しないことを確認する。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針

(2) 敷地の特性に応じた津波防護の概要（外殻防護の位置及び浸水想定範囲の設定、並びに内郭防護の位置及び浸水防護重点化範囲の設定等）を確認する。

- ・取水・放水施設及び地下部などにおいて、漏水する可能性を考慮の上、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止する設計とする。
- ・上記2方針のほか、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画については、浸水防護をすることにより津波による影響から隔離可能な設計とする。
- ・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を防止する設計とする。
- ・津波監視設備については、入力津波に対して津波監視機能が保持できる設計とする。

(2) 敷地の特性に応じた津波防護の概要（外殻防護の位置及び浸水想定範囲の設定、並びに内郭防護の位置及び浸水防護重点化範囲の設定等）を示している。設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画として、原子炉格納施設、原子炉補助建屋、制御建屋、中間建屋、海水ポンプエリア、燃料油貯油そう、復水タンクを設定する。

遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とするため、外郭防護として取水路に取水路防潮ゲート、1号及び2号炉放水口側に放水口側防潮堤及び防潮扉、1号炉海水ポンプ室、2号炉海水ポンプ室及び3、4号炉海水ポンプ室に潮位計を設置する。

また、取水路及び排水路等の経路から流入させない設計とするため、外郭防護として1号及び2号炉放水路に屋外排水路逆流防止設備、放水ピットに1号及び2号炉放水ピット止水板、海水ポンプ室に浸水防止蓋を設置する。

引き波時の水位低下に対して、海水ポンプの設計取水可能水位を下回らないように取水路防潮ゲート及び潮位計を設置する。

津波が発生した場合に、その影響を俯瞰的に把握するため、津波監視設

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針
<p>4.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）</p> <p>4.2.1 遡上波の地上部からの到達、流入の防止</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び重要な安全機能を有する屋外設備等は、基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置すること。基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には、防潮堤等の津波防護施設、浸水防止設備を設置すること。</p> <p>【確認内容】</p> <p>(1) 敷地への浸水の可能性のある経路（遡上経路）の特定</p> <p>(3.2.1)における敷地周辺の遡上の状況、浸水域の分布等を踏まえ、以下を確認する。</p> <p>① 重要な安全機能を有する設備又はそれを内包する建屋の設置位置・高さに、基準津波による遡上波が到達しないこと、または、到達しないよう津波防護施設を設置していること。</p>	<p>備として、3号炉原子炉格納施設壁面及び4号炉原子炉補助建屋壁面に津波監視カメラ、1号炉海水ポンプ室、2号炉海水ポンプ室及び3、4号炉海水ポンプ室に潮位計を設置する。</p> <p>さらに、津波影響軽減施設として、発電所周辺を波源とした津波の波力を軽減するために取水口カーテンウォールを設置する。</p> <p style="border: 2px solid red; padding: 5px;">基準津波3及び基準津波4は津波警報等が発表されない可能性があることを踏まえて、発電所構外の観測潮位を活用し、可能な限り早期に対応するための運用を定める。</p> <p>4.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）</p> <p>4.2.1 遡上波の地上部からの到達、流入の防止</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画は、基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置していることを確認し、基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には、津波防護施設、浸水防止設備を設置することにより遡上波が到達しないようにする。</p> <p>【確認状況】</p> <p>(1) 敷地への浸水の可能性のある経路（遡上経路）の特定(3.2.1)における敷地周辺の遡上の状況、浸水域の分布等を踏まえ、以下を確認している。</p> <p>① 遡上波の地上部からの到達、流入の防止</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画並びに海水ポンプ室及び燃料油貯油そうが設置されている周辺敷地高さはT.P.+3.5mであり、取水路、放水路から津波による遡上波が地上部から到達・流入する可能性があるため、津波防護施設として取水

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜 3 号炉及び 4 号炉 耐津波設計方針

- ② 津波防護施設を設置する以外に既存の地山斜面、盛土斜面等の活用の有無。また、活用に際して補強等の実施の有無。
- (2) 津波防護施設の位置・仕様を確認する。
 - ① 津波防護施設の種類（防潮堤、防潮壁等）及び箇所
 - ② 施設ごとの構造形式、形状

路防潮ゲート、放水口側防潮堤、防潮扉、1号及び2号機放水ピット止水板を設置する。なお、復水タンクについては、T.P. +15.0m に設置されており、津波による遡上波は地上部から到達、流入しない。

- ② 既存の地山斜面、盛土斜面等の活用
 - 地山斜面、盛土斜面等の活用はしていない。
- (2) 津波防護施設の位置・仕様
 - [取水路防潮ゲート]
 - ・取水路側からの津波の流入防止を目的として、取水路を横断するように設置するもので、鋼製のゲート扉体、ゲート落下機構、防潮壁及び鉄筋コンクリート製の躯体等からなる構造物である。
 - [放水口側防潮堤]
 - ・放水口側からの津波の流入防止を目的として、放水口側護岸沿い及び1号及び2号炉放水路沿いに設置するもので、杭基礎に鋼製の上部工を設置する杭基礎形式部と1号及び2号炉放水ピットに鉄筋コンクリート製の防潮壁を設置する鉄筋コンクリート壁部と、セメント改良土による防潮堤を構築する地盤改良部の3種類からなる。
 - [防潮扉]
 - ・1号及び2号炉放水路脇の西側の敷地からの津波の流入防止を目的として、放水口側防潮堤と連結するよう、鋼管杭に支持された鉄筋コンクリート製の基礎の上に、アルミニウム合金製の防潮扉を設置する。
 - [屋外排水路逆流防止設備]
 - ・放水口側護岸及び放水路に接続する屋外排水路からの津波の流入防止を目的として設置するもので、ステンレス製のゲート構造物である。
 - [1号及び2号炉放水ピット止水板]
 - ・1号及び2号炉放水ピットからの津波の流入防止を目的として、設置するもので、鋼製の止水板からなる構造物である。

[潮位計]

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	高浜 3号炉及び 4号炉 耐津波設計方針
<p>(3) 津波防護施設における浸水防止設備の設置の方針に関して、以下を確認する。</p> <p>① 要求事項に適合するよう、特定した遡上経路に浸水防止設備を設置する方針であること。</p> <p>② 止水対策を実施する予定の部位が列記されていること。以下、例示。</p> <p>a) 電路及び電線管貫通部、並びに電気ボックス等における電線管内処理</p> <p>b) 躯体開口部（扉、排水口等）</p> <p>4.2.2 取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>取水路、放水路等の経路から、津波が流入する可能性について検討した上で、流入の可能性のある経路（扉、開口部、貫通部等）を特定すること。特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止すること。</p> <p>【確認内容】</p> <p>(1) 敷地への海水流入の可能性のある経路（流入経路）の特定以下のような経路（例示）からの津波の流入の可能性を検討し、流入経路を特定していることを確認する。</p> <p>① 海域に接続する水路から建屋、土木構造物地下部へのバイパス経路（水路周辺のトレンチ開口部等）</p>	<div style="border: 2px solid red; padding: 5px;"> <p>・ 通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握した場合に取水路防潮ゲートを閉止することによる取水路側からの津波の流入防止を目的として設置する。</p> <p>・ 鉄筋コンクリート製の基礎の上に、潮位計及び架台を設置する。</p> </div> <p>(3) 浸水防止設備の位置・仕様</p> <p>① 基準津波による遡上波が到達する高さにある場合は、浸水防止設備を設置している。</p> <p>具体的には、重要な安全機能を有する屋外設備である海水ポンプ室に対して、基準津波による遡上波が地上部から到達、流入しないことを防止するため、浸水防止設備として浸水防止蓋を設置する。</p> <p>② 止水対策を実施した部位は以下のとおりである。</p> <p>a) 海水ポンプ室床面における浸水防止蓋</p> <p>4.2.2 取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>取水路、放水路等の経路から、津波が流入する可能性のある経路を検討する。特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止する。</p> <p>【確認状況】</p> <p>(1) 敷地への海水流入の可能性のある経路（流入経路）の特定</p> <p>以下の経路からの津波の流入を検討し、流入の可能性のある経路を下表のとおり特定した。</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

- ② 津波防護施設（防潮堤、防潮壁）及び敷地の外側から内側（地上部、建屋、土木構造物地下部）へのバイパス経路（排水管、道路、アクセス通路等）
- ③ 敷地前面の沖合から埋設管路により取水する場合の敷地内の取水路、点検口及び外部に露出した取水ピット等（沈砂池を含む）
- ④ 海域への排水管等

高浜 3 号炉及び 4 号炉 耐津波設計方針

			流入経路
取水路	3, 4号機	海水系	海水取水トンネル、点検用トンネル、海水ポンプ室、海水管、海水管トレンチ、連絡水路
	3, 4号機	循環水系	取水路、循環水ポンプ室、循環水管
	1, 2号機	海水系	海水取水トンネル、循環水ポンプ室、海水管、海水管トレンチ
	1, 2号機	循環水系	取水路、循環水ポンプ室、循環水管
	3, 4号機	その他配管	タービンローダウン排水管、クリーンアップ排水管、タービンサンプ排水管
放水路	3, 4号機	海水系	海水管
	3, 4号機	循環水系	循環水管、放水ピット、放水管
	1, 2号機	海水系	海水管
	1, 2号機	循環水系	循環水管、放水ピット、放水路
屋外排水路			集水枡、屋外排水管

(2) 特定した流入経路における津波防護施設の配置・仕様を確認する。

(2) 特定した流入経路における津波防護施設の配置・仕様については以下の

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針
<p>確認する。</p> <p>① 要求事項に適合するよう、特定した流入経路に浸水防止設備を設置する方針であること。</p> <p>② 浸水防止設備の設置予定の部位が列記されていること。以下、例示。</p> <p>a) 配管貫通部</p> <p>b) 電路及び電線管貫通部、並びに電気ボックス等における電線管内処理</p> <p>c) 空調ダクト貫通部</p> <p>d) 躯体開口部（扉、排水口等）</p> <p>4.3 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>4.3.1 漏水対策</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性を検討すること。</p> <p>漏水が継続することによる浸水の範囲を想定（以下「浸水想定範囲」という。）すること。</p> <p>浸水想定範囲の境界において浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定すること。</p> <p>特定した経路、浸水口に対して浸水対策を施すことにより浸水範囲を限定すること。</p> <p>【確認内容】</p> <p>(1) 要求事項に適合する方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、浸水想定範囲、浸水経路・浸水口・浸水量及び浸水防止設備の仕様について、確認する。</p>	<p>る。</p> <p>①浸水防止設備として、海水ポンプ室床面に浸水防止蓋を設置する。</p> <p>②設置位置</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 海水ポンプ室床面：浸水防止蓋 <p>[浸水防止蓋]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 浸水防止設備は、海水ポンプ室床面に海水ポンプ室浸水防止蓋を設置することにより浸水範囲を限定する設計とする。 <p>4.3 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>4.3.1 漏水対策</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性を検討している。</p> <p>漏水が継続することによる浸水の範囲を想定（以下「浸水想定範囲」という。）する。</p> <p>浸水想定範囲の境界において浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定する。</p> <p>特定した経路、浸水口に対して浸水対策を施すことにより浸水範囲を限定する。</p> <p>【確認状況】</p> <p>(1) 漏水の可能性の検討として、海水取水設備については海水ポンプ周辺地盤及び前面壁の高さがT.P.+3.5mであり、津波は地上部から到達、流入しないが、海水ポンプの据付エリアの床面高さは、T.P.+1.55mであり、3,4号炉海水ポンプ室の入力津波高さT.P.+2.9mである。海水ポンプ室につい</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針
<p>4.3.2 安全機能への影響確認</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>浸水想定範囲の周辺に重要な安全機能を有する設備等がある場合は、防水区画化すること。</p> <p>必要に応じて防水区画内への浸水量評価を実施し、安全機能への影響がないことを確認すること。</p> <p>【確認内容】</p> <p>(1) 要求事項に適合する影響確認の方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、浸水想定範囲、浸水経路・浸水口・浸水量及び浸水防止設備の仕様を確認する。</p>	<p>では、基準津波が取水路から流入する可能性があるため、漏水が継続することによる浸水の範囲（以下「浸水想定範囲」として想定する。</p> <p>浸水想定範囲への浸水の可能性のある経路として、海水ポンプ室の床面に貫通部が存在するため、浸水防止設備として海水ポンプ室床面に浸水防止蓋を設置する。</p> <p>(2) 浸水想定範囲である海水ポンプ室は、以下の①～②の理由により、浸水の可能性はない。</p> <p>① 海水ピット床面貫通箇所については、浸水対策を実施しており、津波時においても浸水防止機能が十分に保持できる設計としている。</p> <p>② 海水ポンプのグランド dren は逆止弁を設置する浸水防止蓋を通じて排水されるため、浸水の可能性がある経路とはならない。</p> <p>4.3.2 安全機能への影響確認</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>浸水想定範囲の周辺に重要な安全機能を有する設備等がある場合は、防水区画化する。</p> <p>必要に応じて防水区画内への浸水量評価を実施し、安全機能への影響がないことを確認する。</p> <p>【確認状況】</p> <p>浸水想定範囲である海水ポンプ室には、重要な安全機能を有する屋外設備である海水ポンプが設置されているため、当該エリアを防水区画化する。</p> <p>海水ポンプの安全機能に対しては、モータ本体、電源ケーブル、現場操作箱及び電源からの影響が考えられる。</p> <p>電源ケーブルは端子台高さがモータ下端より約 1m 高く、また現場操作箱は、下端高さが3号機及び4号機 T.P. +4.7m であるため、機能を維持できる水位としては、モータ下端高さ T.P. +3.85m となる。さらに、電源について</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針

4.3.3 排水設備設置の検討

【規制基準における要求事項等】

浸水想定範囲における長期間の冠水が想定される場合は、排水設備を設置すること。

【確認内容】

(1) 要求事項に適合する方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、浸水想定範囲における排水設備の必要性、設置する場合の設備仕様について確認する。

4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）

4.4.1 浸水防護重点化範囲の設定

【規制基準における要求事項等】

重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び区画については、浸水

は常用電源回路と分離しており、地絡影響は回避できる系統となっている。

なお、海水ポンプモータについては、予備品（3,4号機で2台）を確保しており、津波の影響を受けない高台 T.P. +10.0m に保管している。

2.3(1)で述べたように海水ポンプ室床面には、浸水防止設備として浸水防止蓋を設置するため、床面からの浸水はない設計としており、ドレンラインに設置している逆止弁についても試験で漏洩の無いことを確認しているが、ここでは保守的に逆止弁の許容漏洩量32mL/hの漏洩があった場合の浸水量を評価する。逆止弁の設置位置を超える時間において、許容漏洩量が漏れたとしても漏洩量は約0.5L程度と僅かであり、漏水の影響はない。

万一、この機能が喪失した場合を仮定しても、浸水高さが海水ポンプの機能喪失高さを下回るため、海水ポンプの機能に影響は無い。

4.3.3 排水設備設置の検討

【要求事項等への対応方針】

浸水想定範囲である海水ポンプエリアにおいて浸水を検討し、長期間の冠水が想定される場合は、排水設備を設置する。

【確認状況】

(1) 重要な安全機能を有する設備等内包する建屋及び区画のうち、もっとも津波が接近すると考えられる海水ポンプ室においても、浸水量評価で示すとおり、浸水はごく僅かであり、長期間の冠水が想定される箇所はないため、排水設備は不要である。

4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）

4.4.1 浸水防護重点化範囲の設定

【要求事項等への対応方針】

・設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画について

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

防護重点化範囲として明確化すること。

【確認内容】

- (1) 重要な安全機能を有する設備等（耐震Sクラスの機器・配管系）のうち、基本設計段階において位置が明示されているものについては、それらの設備等を内包する建屋、区画が津波防護重点化範囲として設定されていることを確認する。
- (2) 基本設計段階において全ての設備等の位置が明示されていないため、工事計画認可の段階において津波防護重点化範囲を再確認する必要がある。したがって、基本設計段階において位置が確定していない設備等に対しては、内包する建屋及び区画単位で津波防護重点化範囲を工認段階で設定することが方針として明記されていることを確認する。

4.4.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

【規制基準における要求事項等】

津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定すること。浸水範囲、浸水量の安全側の想定に基づき、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すこと。

【確認内容】

- (1) 要求事項に適合する方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、浸水範囲、浸水量の想定、浸水防護重点化範囲への浸水経路・浸水口及び浸水防止設備の仕様について、確認する。

高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針

は、浸水防護重点化範囲として明確化する。

【確認状況】

- (1) 設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画は、原子炉格納施設、原子炉補助建屋、制御建屋、中間建屋及び海水ポンプエリア、燃料油貯油そう並びに復水タンクであり、津波に対する浸水防護重点化範囲として設定し、機器配置図等で示している。
- (2) 現段階において、設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）を内包する建屋および区画については、浸水防護重点化範囲として設定し、機器配置図等で明確化している。位置が確定していない設備等に対しては、工認段階で浸水防護重点化範囲として再設定する方針としている。

4.4.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

【要求事項等への対応方針】

津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定する。

浸水範囲、浸水量の安全側の想定に基づき、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口（貫通口等）はないことを確認している。

浸水防護重点化範囲の境界にある扉、貫通部等に対して、T.P.+10.8mまでの浸水対策を実施している。

【確認状況】

- (1) 地震後の津波による溢水の影響としては、以下のa及びbの事象が考えられ、各事象に関して浸水防護重点化範囲への影響を評価している。
 - a. 地震に起因するタービン建屋内の循環水管伸縮継手の破損により、津波が循環水管に流れ込み、循環水管の損傷箇所を介して、タービン建屋

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針

(2) 津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量については、地震による溢水の影響も含めて、以下の例のように安全側の想定を実施する方針であることを確認する。

- ① 地震・津波による建屋内の循環水系等の機器・配管の損傷による建屋内への津波及び系統設備保有水の溢水、下位クラス建屋における地震時のドレン系ポンプの停止による地下水の流入等の事象が想定されていること。
- ② 地震・津波による屋外循環水系配管や敷地内のタンク等の損傷による敷地内への津波及び系統設備保有水の溢水等の事象が想定されていること。
- ③ 循環水系機器・配管損傷による津波浸水量については、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返しの来襲が考慮されていること。
- ④ 機器・配管等の損傷による溢水量については、内部溢水における溢水事象想定を考慮して算定していること。
- ⑤ 地下水の流入量については、例えば、ドレン系が停止した状態での地下水水位を安全側（高め）に設定した上で、当該地下水水位まで地下水の流入を考慮するか、又は対象建屋周辺のドレン系による1日当たりの排

内に流入することが考えられる。このため、タービン建屋内に流入した津波により、タービン建屋に隣接する浸水防護重点化範囲（制御建屋及び中間建屋）への影響を評価した。

b. 地下水は、湧水サンプへ流入する。このため、地震後の地下水の流入が浸水防護重点化範囲へ与える影響について評価した。

なお、浸水防護重点化範囲の境界にある扉、貫通部に対して、T.P.+10.8mまでの浸水対策を実施している。

(2) 津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量については、地震による溢水の影響も含めて、以下の例のように安全側の想定を実施する方針であることを確認する。

- ① タービン建屋内の溢水については、循環水管の伸縮継手の全円周状の破損を想定し、循環水管の損傷箇所からの津波の流入量がタービン建屋空間部に滞留するものとして溢水水位を算出した。なお、地下水については、タービン建屋への溢水経路がないことから考慮しない。
- ② 地震・津波による屋外循環水系配管や敷地内のタンク等の損傷による敷地内への津波及び系統設備保有水の溢水等の事象については内部溢水にて評価している。
- ③ 循環水系機器・配管損傷による津波浸水量については、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返しの襲来を考慮し、タービン建屋の溢水水位は津波等の流入の都度上昇するものとして計算した。また、ピット水位が低い場合、流入経路を逆流してタービン建屋外へ流出する可能性があるが、保守的に一度流入したものは流出しないものとする。
- ④ 機器・配管等の損傷による溢水量については、内部溢水の評価にて考慮して算定している。
- ⑤ 地下水の流入については、1日当たりの湧水（地下水）の排水量の実績値に対して、湧水サンプポンプの排出量は大きく上回ること、また、湧水サンプポンプは耐震性を有することから、外部の支援を期待するこ

<p style="text-align: center;">基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド</p>	<p style="text-align: center;">高浜 3号炉及び4号炉 耐津波設計方針</p>
<p>水量の実績値に対して、外部の支援を期待しない約7日間の積算値を採用する等、安全側の仮定条件で算定していること。</p> <p>⑥ 施設・設備施工上生じうる隙間部等についても留意し、必要に応じて考慮すること。</p> <p>4.5 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>4.5.1 非常用海水冷却系の取水性</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>非常用海水冷却系の取水性については、次に示す方針を満足すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基準津波による水位の低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。 ・基準津波による水位の低下に対して冷却に必要な海水が確保できる設計であること。 <p>【確認内容】</p> <p>(1) 取水路の特性を考慮した海水ポンプ位置の評価水位が適切に算定されていることを確認する。確認のポイントは以下のとおり。</p> <p>① 取水路の特性に応じた手法が用いられていること。(開水路、閉管路の方程式)</p>	<p>となく排水可能である。</p> <p>地震によるタービン建屋の地下部外壁からの流入については、タービン建屋近傍の地下水位を安全側(敷地高さ T.P.+3.5m)に想定し、タービン建屋の想定浸水水位と安全側に設定した地下水位を比較して流入量を算定する。</p> <p>⑥ 津波及び溢水により浸水を想定するタービン建屋において、施工上生じうる建屋間の隙間部には、止水処理を行い、浸水防護重点化範囲への浸水を防止する設計とする。なお、3、4号炉のタービン建屋については、建屋内で繋がっていることから、合わせて溢水量評価を実施するものとする。</p> <p>4.5 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>4.5.1 非常用海水冷却系の取水性</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・非常用海水冷却系の取水性については、次に示すとおりである。 ・基準津波による水位の低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計とする。 ・基準津波による水位の低下に対して冷却に必要な海水が確保できる設計とする。 <p>【確認状況】</p> <p>(1) 取水路の特性を考慮した海水ポンプ位置の評価水位を適切に算定している。ポイントは以下のとおり。</p> <p>① 基準津波による水位の低下に伴う取水路等の特性を考慮した海水ポンプ位置の評価水位を適切に算出するため、津波シミュレーションにおいて管路部分に仮想スロットモデルによる一次元不定流の連続式及び運動方程式を組み込んだ詳細数値計算モデルにより管路解析を併せて実</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針
<p>② 取水路の管路の形状や材質、表面の状況に応じた摩擦損失が設定されていること。</p> <p>(2) 前述(3.4(4))のとおり地殻変動量を安全側に考慮して、水位低下に対する耐性(海水ポンプの仕様、取水口の資料、取水路又は取水ピットの仕様等)について、以下を確認する。</p> <p>① 海水ポンプの設計用の取水可能水位が下降側評価水位を下回る等、水位低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計方針であること。</p> <p>② 引き波時の水位が実際の取水可能水位を下回る場合には、下回っている時間において、海水ポンプの継続運転が可能な貯水量を十分確保できる取水路又は取水ピットの構造仕様、設計方針であること。なお、取水路又は取水ピットが循環水系と非常系で併用される場合においては、循環水系運転継続等による取水量の喪失を防止できる措置が施される方針であること。</p> <p>4.5.2 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 【規制基準における要求事項等】</p> <p>基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積が適切に評価されていること。基準津波に伴う取水口付近の漂流物が適切に評価されていること。非常用海水冷却系については、次に示す方針を満足すること。</p>	<p>施する。また、その際、取水口から海水ポンプ室に至る系統をモデル化し、管路の形状、材質及び表面の状況に応じた摩擦損失を考慮するとともに、貝付着及びスクリーンの有無並びに取水路防潮ゲートの開口幅、取水口ケーソン重量コンクリートの有無を考慮し、計算結果に潮位のバラツキの加算や安全側に評価した値を用いるなど、計算結果の不確実性を考慮した評価を実施する。</p> <p>② 取水路の形状や材質を考慮し、摩擦損失の計算における Manning 粗度係数としては、開水路において 0.015、閉管路(海水路トンネル、1,2号機非常用海水路及び海水路)において 0.020 を用いて計算している。</p> <p>(2) 前述(3.4(4))のとおり地殻変動量を安全側に考慮して、水位低下に対する耐性(海水ポンプの仕様、取水口の資料、取水路又は取水ピットの仕様等)について、以下を確認している。</p> <p>① 3,4号炉海水ポンプ室前の入力津波高さは、T.P.-3.3m であり、3,4号機海水ポンプの設計取水可能水位 T.P.-3.52m を上回ることから、水位低下によっても海水ポンプは機能保持できる。</p> <p>② 引き波時の水位低下に対して、海水ポンプの取水可能水位を下回らないように取水路防潮ゲート及び潮位計を設置する。また、循環水ポンプ室及び海水ポンプ室は隣接しているため、発電所を含む地域に大津波警報が発表された場合又は通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握した場合、引き波時における海水ポンプの取水量を確保するため、原則、循環水ポンプを停止(プラント停止)し、取水路防潮ゲートを閉止する手順を整備する。</p> <p>4.5.2 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 【要求事項等への対応方針】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積を適切に評価する。 ・基準津波に伴う取水口付近の漂流物を適切に評価する。 ・非常用海水冷却系については、次に示す方針を満足すること。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

- ・基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積、陸上斜面崩壊による土砂移動・堆積及び漂流物に対して取水口及び取水路の通水性が確保できる設計であること。
- ・基準津波による水位変動に伴う浮遊砂等の混入に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。

【確認内容】

- (1) 基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積については、(3.2.1)の遡上解析結果における取水口付近の砂の堆積状況に基づき、砂の堆積高さが取水口下端に到達しないことを確認する。取水口下端に到達する場合は、取水口及び取水路が閉塞する可能性を安全側に検討し、閉塞しないことを確認する。「安全側」な検討とは、浮遊砂濃度を合理的な範囲で高めてパラメータスタディすることによって、取水口付近の堆積高さを高め、また、取水路における堆積砂混入量、堆積量を大きめに算定すること等が考えられる。
- (2) 混入した浮遊砂は、取水スクリーン等で除去することが困難なため、海水ポンプそのものが運転時の砂の混入に対して軸固着しにくい仕様であることを確認する。
- (3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物については、(3.2.1)の遡上解析結果における取水口付近を含む敷地前面及び遡上域の寄せ波及び引き波の

高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針

- ・基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積、陸上斜面崩壊による土砂移動・堆積及び漂流物に対して取水口及び取水路の通水性は確保できる設計であることを確認する。
- ・基準津波による水位変動に伴う浮遊砂等の混入に対して海水ポンプが機能保持できる設計であることを確認する。

【確認状況】

- (1) 基準津波による砂移動に対する取水性確保
 取水口は、海水取水トンネル呑み口底面が T.P. -5.2m であり、取水口底版 T.P. -6.2m より約 1m 高い位置にある、また、海水取水トンネルの内径は 2.6m、海水ポンプ室は、海水ポンプ下端から床面まで約 1.25m となっている。
 砂移動に関する数値シミュレーションを実施した結果、基準津波による砂移動に伴う砂堆積量は、海水取水トンネル呑み口において約 0.02m、海水ポンプ室において約 0.32m であり、砂の堆積に伴って、海水取水トンネル呑み口から海水ポンプ下端までの海水取水経路が閉塞することはない。
- (2) 混入した浮遊砂に対する取水性確保
 海水ポンプ取水時に浮遊砂の一部が軸受潤滑水としてポンプ軸受に混入したとしても、海水ポンプの軸受に設けられた異物逃がし溝から排出される構造とする。また、仮に砂が混入した場合においても、海水ポンプの軸受に設けられた約 4.2mm の異物逃がし溝から排出される構造とする。
 これに対して、発電所周辺の砂の平均粒径は約 0.2mm で、数ミリ以上の砂はごくわずかであることに加えて、粒径数ミリの砂は浮遊し難いものであることを踏まえると、大きな粒径の砂は殆ど混入しないと考えられ、砂混入に対して海水ポンプの取水機能は維持できる。
- (3) 基準津波に伴って漂流物になり得る船舶等が取水性に影響を及ぼさないことを漂流物評価フローに基づき確認した。なお、漂流物となる可能性

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

方向、速度の変化を分析した上で、漂流物の可能性を検討し、漂流物により取水口が閉塞しない仕様の方針であること、又は閉塞防止措置を施す方針であることを確認する。なお、取水スクリーンについては、異物の混入を防止する効果が期待できるが、津波時には破損して混入防止が機能しないだけでなく、それ自体が漂流物となる可能性が有ることに留意する必要がある。

高浜 3 号炉及び 4 号炉 耐津波設計方針

のある施設・設備として発電所周辺約 5km の範囲を網羅的に調査した結果、漁船・輸送船等の船舶、浮き筏、クラゲ防止網等を選定した。定期船に関しては、発電所沖合約 14km に定期航路があるが、半径 5km 以内の敷地前面海域にないことから発電所に対する漂流物とならない。

設置物については、地震で倒壊する可能性のあるものは倒壊させた上で、浮力計算により漂流するか否かの検討を行う。この内、船舶については、漁船及び燃料等輸送船が挙げられる。停泊中の漁船については、津波の流向に対し、停泊地の位置・地形を考慮すると発電所に対する漂流物とはならない。

基準津波の津波シミュレーション果によると、取水口付近については取水口防潮ゲートまで、物揚岸壁付近については放水口側防潮堤及び防潮扉まで津波が遡上する、基準地震動による液状化等に伴う敷地の変状を考慮した場合、3、4号炉放水口付近も津波が遡上する。これらを踏まえ、基準津波により漂流物となる可能性のある施設・設備が海水ポンプの取水確保へ影響を及ぼさないことを確認する。

この結果、発電所構内で漂流する可能性があるものとして、1号及び2号炉放水口側の協力会社事務所等があるが、放水口側防潮堤及び防潮扉で防護されるため、取水性への影響はない。また、これらの設置位置及び津波の流向を考慮すると漂流物は取水口へは向かわない。

なお、発電所構内の物揚岸壁に停泊する燃料等輸送船は、津波警報等発表時及び発電所構外において津波と想定される潮位を観測した場合には緊急退避するため、漂流物とはならない。ただし、津波警報等が発表されず、かつ、荷役中に津波が襲来した場合は緊急退避できない可能性があることから、荷役中に発電所構外にて、津波と想定される潮位を観測した場合は緊急退避しない。なお、この場合においても燃料等輸送船は航行不能とはならず、漂流物とはならない。

また、発電所構内の放水口側防潮堤の外側に存在する一般車両は、津波

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針

の流況及び地形並びに車両位置と津波防護施設との位置関係を踏まえ、津波防護施設への影響を確認し、必要に応じ、当社敷地内の津波が到達しない場所へ退避する運用を定めることにより、津波防護施設に影響を及ぼさない方針とする。

発電所構外で漂流する可能性があるものとして、発電所近傍で航行不能になった漁船が挙げられるが、取水口側は取水路防潮ゲート、放水口側は1号及び2号炉放水口、前面護岸、放水口側防潮堤及び防潮扉により防護する。取水路防潮ゲート及び放水口側防潮堤の設計においては、漂流物として衝突する可能性がある小型漁船を衝突荷重として評価する。

一部、取水口に向かう漁船については、取水路に沿って取水路防潮ゲートに向かうが、万一、取水路内を漂流する場合においても、海水取水トンネル呑み口前にとどまることはなく、また海水取水トンネル呑み口前面に閉塞防止措置として鋼製杭を設置することから、漂流物により海水取水トンネル呑み口が閉塞することはない。なお、鋼製杭については、海水取水トンネルの通水機能に影響のない設計とする。

発電所近傍を通過する定期船に関しては、発電所沖合約14kmに定期航路があるが、半径5km以内の敷地前面海域にないことから発電所に対する漂流物とならない。

除塵装置であるロータリースクリーンについては、基準津波の流速に対し、スクリーンの水位差が、設計水位差以下であるため、損傷することなく漂流物とならないことから、取水性に影響を及ぼすことはないことを確認している。

4.6 津波監視

【規制基準における要求事項等】

敷地への津波の繰り返しの襲来を察知し、津波防護施設、浸水防止設備の機能を確実に確保するために、津波監視設備を設置すること。

4.6 津波監視

【要求事項等への対応方針】

敷地への津波の繰り返しの襲来を察知し、津波防護施設、浸水防止設備の機能を確実に確保するために、津波監視設備を設置する。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜 3 号炉及び 4 号炉 耐津波設計方針

【確認内容】

(1) 要求事項に適合する方針であることを確認する。また、設置の概要として、おおよその位置と監視設備の方式等について把握する。

- ・ 津波監視カメラ
- ・ 潮位計

【確認状況】

津波監視設備は、津波襲来を監視でき、かつ基準津波の影響を受けない位置に設置する。

設置位置は、津波監視カメラ（3号炉原子炉格納施設 T. P. +46. 8m、4号炉原子炉補助建屋壁面 T. P. +36. 2m）、潮位計（1号炉海水ポンプ室 T. P. +7. 1m、2号炉海水ポンプ室 T. P. +7. 1m、3, 4号炉海水ポンプ室 T. P. +4. 6m）である。1号炉海水ポンプ室前面及び2号炉海水ポンプ室前面の入力津波高さ T. P. +2. 6m 又は3, 4号炉海水ポンプ室前における入力津波による津波高さ T. P. +2. 9m に対し、十分高い位置に設置している。

津波監視カメラは光学及び赤外線撮象機能を有し、昼夜問わず監視可能である。

津波監視カメラは、取水口・放水口側を監視できるものを各1台設置し、光学及び赤外線撮象機能を有し、昼夜問わず監視可能である。

潮位計は、上昇側及び下降側の津波高さを計測できるよう、1号炉海水ポンプ室及び2号炉海水ポンプ室に設置の潮位計については、T. P. 約-9. 9m～T. P. 約+6. 6m を測定範囲とし、3, 4号炉海水ポンプ室に設置の潮位計については、T. P. 約-4. 0m～T. P. 約+4. 0m を測定範囲とした設計としている。

5. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件

5.1 津波防護施設の設計

【規制基準における要求事項等】

津波防護施設については、その構造に応じ、波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐性に

5. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件

5.1 津波防護施設の設計

【要求事項等への対応方針】

津波防護施設（取水路防潮ゲート、放水口側防潮堤、防潮扉、屋外排水路逆流防止設備並びに1号及び2号炉放水ピット止水板）については、その構

<p style="text-align: center;">基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド</p>	<p style="text-align: center;">高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針</p>						
<p>も配慮した上で、入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できるよう設計すること。</p> <p>【確認内容】</p> <p>(1) 要求事項に適合する設計方針であることを確認する。なお、後段規制(工事計画認可)においては、施設の寸法、構造、強度及び支持性能(地盤強度、地盤安定性)が要求事項に適合するものであることを確認する。</p> <p>(2) 設計方針の確認に加え、入力津波に対して津波防護機能が十分保持できる設計がなされることの見通しを得るため、以下の項目について、設定の考え方を確認する。確認内容を以下に例示する。</p> <p>① 荷重組合せ</p> <p>a) 余震が考慮されていること。耐津波設計における荷重組合せ： 常時＋津波、常時＋津波＋地震(余震)</p>	<p>造に応じ、波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できるよう設計する。なお、津波監視設備と兼用の潮位計については、津波の影響(波力、漂流物の衝突等)に対して、影響を受けない位置へ設置することから、方針については「5.3 津波監視設備の設計」に基づく設計とする。</p> <p>【確認状況】</p> <p>(1) 津波防護施設である取水路防潮ゲート、放水口側防潮堤、防潮扉及び屋外排水路逆流防止設備の設計においては、その構造に応じ、波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性を確保し、またすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できるよう設計する。</p> <p>(2) 以下の項目について、設定の考え方を示す。</p> <p>① 荷重の組合せ</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">取水路防潮ゲート</td> <td>： 常時荷重＋地震荷重 常時荷重＋津波荷重 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重 常時荷重＋津波荷重＋漂流物荷重</td> </tr> <tr> <td>放水口側防潮堤</td> <td>： 常時荷重＋地震荷重 常時荷重＋津波荷重 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重 常時荷重＋津波荷重＋漂流物荷重</td> </tr> <tr> <td>防潮扉</td> <td>： 常時荷重＋地震荷重 常時荷重＋津波荷重</td> </tr> </table>	取水路防潮ゲート	： 常時荷重＋地震荷重 常時荷重＋津波荷重 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重 常時荷重＋津波荷重＋漂流物荷重	放水口側防潮堤	： 常時荷重＋地震荷重 常時荷重＋津波荷重 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重 常時荷重＋津波荷重＋漂流物荷重	防潮扉	： 常時荷重＋地震荷重 常時荷重＋津波荷重
取水路防潮ゲート	： 常時荷重＋地震荷重 常時荷重＋津波荷重 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重 常時荷重＋津波荷重＋漂流物荷重						
放水口側防潮堤	： 常時荷重＋地震荷重 常時荷重＋津波荷重 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重 常時荷重＋津波荷重＋漂流物荷重						
防潮扉	： 常時荷重＋地震荷重 常時荷重＋津波荷重						

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針
<p>② 荷重の設定</p> <p>a) 津波による荷重（波圧、衝撃力）の設定に関して、考慮する知見（例えば、国交省の暫定指針等）及びそれらの適用性。</p> <p>b) 余震による荷重として、サイト特性（余震の震源、ハザード）が考慮され、合理的な頻度、荷重レベルが設定される。</p> <p>c) 地震により周辺地盤に液状化が発生する場合、防潮堤基礎杭に作用する側方流動力等の可能性を考慮すること。</p> <p>③ 許容限界</p> <p>a) 津波防護機能に対する機能保持限界として、当該構造物全体の変形能力（終局耐力時の変形）に対して十分な余裕を有し、津波防護機能を保持すること。（なお、機能損傷に至った場合、補修に、ある程度の期間が必要となることから、地震、津波後の再使用性に着目した許</p>	<p>常時荷重＋津波荷重＋余震荷重 常時荷重＋津波荷重＋漂流物荷重 屋外排水路逆流防止設備：常時荷重＋地震荷重 常時荷重＋津波荷重 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重 1号及び2号炉放水ピット止水板：常時荷重＋地震荷重 常時荷重＋津波荷重 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重</p> <p>② 荷重の設定方法</p> <p>a) 常時荷重：自重を考慮する。</p> <p>b) 地震荷重：基準地震動を考慮する。</p> <p>c) 津波荷重：「港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成19年）」及び津波避難ビルガイドラインに基づき設定する。</p> <p>d) 余震荷重：水平方向に弾性設計用地震動$S_d-5_H(NS)$を考慮し、鉛直方向に弾性設計用地震動S_d-5_Vを考慮する。</p> <p>e) 漂流物荷重：漂流物として総トン数10t級（排水トン数30t）の小型漁船を考慮し、「道路橋示方書（I共通編・IV下部構造編）・同解説」に基づき設定する。</p> <p>f) 放水口側防潮堤及び防潮扉については、堆積層及び盛土の上に設置されており、基準地震動が作用した場合、設置位置周辺の地盤が液状化する可能性があることから、基礎杭に作用する側方流動力の影響を考慮し、津波防護機能が十分保持できるように設計する。</p> <p>③ 許容限界</p> <p>a) 津波防護機能に対する機能保持限界として、当該構造物全体の変形能力（終局耐力時の変形）に対して十分な余裕を有し、止水性の面も踏まえることにより津波防護機能を保持することを確認する。</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針

容限界にも留意する必要がある。)

5.2 浸水防止設備の設計

【規制基準における要求事項等】

浸水防止設備については、浸水想定範囲における浸水時及び冠水後の波圧等に対する耐性等を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計すること。

【確認内容】

(1) 要求事項に適合する設計方針であることを確認する。なお、後段規制(工事計画認可)においては、設備の寸法、構造、強度等が要求事項に適合するものであることを確認する。

(2) 浸水防止設備のうち水密扉等、後段規制において強度の確認を要する設備については、設計方針の確認に加え、入力津波に対して浸水防止機能が十分保持できる設計がなされることの見通しを得るため、津波防護施設と同様に、荷重組合せ、荷重の設定及び許容限界(当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有し、かつ浸水防止機能を保持すること)の項目についての考え方を確認する。

(3) 浸水防止設備のうち床・壁貫通部の止水対策等、後段規制において仕様(施工方法を含む)の確認を要する設備については、荷重の設定と荷重に

5.2 浸水防止設備の設計

【要求事項等への対応方針】

浸水防止設備(海水ポンプ室浸水防止蓋)については、浸水想定範囲における浸水時の波圧等に対する耐性等を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。

【確認状況】

(1)

- ・ 海水ポンプエリアの開口部には浸水防止蓋を設置することで、浸水対策を実施している。
- ・ これらの浸水防止設備については、浸水時の波圧等に対する耐性等を評価し、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。
- ・ 以下に浸水防止設備についての設計方針を示す。

海水ポンプ室浸水防止蓋

浸水防止蓋は、津波荷重や地震荷重に対して浸水防止機能が十分保持できる設計とする。

(2)、(3)

以下に浸水防止設備について荷重組合せ、荷重の設定及び許容限界について考え方を示す。

・ 荷重の組合せ

常時荷重、津波荷重及び地震荷重を適切に組み合わせる。

- ① 常時荷重+地震荷重
- ② 常時荷重+津波荷重
- ③ 常時荷重+津波荷重+余震荷重

<p style="text-align: center;">基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド</p>	<p style="text-align: center;">高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針</p>
<p>対する性能確保についての方針を確認する。</p> <p>5.3 津波監視設備の設計</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>津波監視設備については、津波の影響（波力、漂流物の衝突等）に対して、影響を受けにくい位置への設置、影響の防止策・緩和策等を検討し、入力津波に対して津波監視機能が十分に保持できるよう設計すること。</p> <p>【確認内容】</p> <p>(1) (3.2.1)の遡上解析結果に基づき、津波影響を受けにくい位置、及び津波影響を受けにくい建屋・区画・囲い等の内部に設置されることを確認する。</p> <p>(2) 要求事項に適合する設計方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、設備の位置、構造（耐水性を含む）、地震荷重・風荷重との組合せを考慮した強度等が要求事項に適合するものであること</p>	<p>・荷重の設定</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 常時荷重：自重を考慮する。 ② 地震荷重：基準地震動を考慮する。 ③ 津波荷重：入力津波＋高潮の影響を考慮する。 ④ 余震荷重：余震として、弾性設計用地震動Sd-1を考慮する。 <p>・許容限界</p> <p>浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、止水性の面も踏まえることにより当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有し、浸水防止機能を保持していることを確認する。</p> <p>5.3 津波監視設備の設計</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>津波監視設備については、津波の影響（波力、漂流物の衝突等）に対して、影響を受けにくい位置へ設置し、入力津波に対して津波監視機能が十分に保持できるよう設計する。</p> <p>【確認状況】</p> <p>(1) 設置位置は、津波監視カメラ（3号炉原子炉格納施設壁面 T.P. 約+46.8m、4号炉原子炉補助建屋壁面 T.P. +36.2m）、潮位計（1号炉海水ポンプ室 T.P. +7.1m、2号炉海水ポンプ室 T.P. +7.1m、3,4号炉海水ポンプ室 T.P. +4.6m）である。1号炉海水ポンプ室前面及び2号炉海水ポンプ室前面の入力津波高さ T.P. +2.6m 又は 3,4号炉海水ポンプ室前面の入力津波高さ T.P. +2.9m に対し、十分高い位置に設置している。</p> <p>(2) 津波監視設備は以下の2つの条件で評価を行い、入力津波に対して津波監視機能が十分に保持できるよう設計することとしている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 常時荷重＋地震荷重

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針
<p>とを確認する。</p> <p>5.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項</p> <p>5.4.1 津波防護施設、浸水防止設備等の設計における検討事項</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>津波防護施設、浸水防止設備の設計及び漂流物に係る措置に当たっては、次に示す方針（津波荷重の設定、余震荷重の考慮、津波の繰り返し作用の考慮）を満足すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各施設・設備等の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高、波力・波圧、洗掘力、浮力等）について、入力津波から十分な余裕を考慮して設定すること。 ・サイトの地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討すること。 ・余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮すること。 ・入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返しの襲来による作用が津波防護機能、浸水防止機能へ及ぼす影響について検討すること。 <p>【確認内容】</p> <p>(1) 津波荷重の設定、余震荷重の考慮、津波の繰り返し作用の考慮のそれぞれについて、要求事項に適合する方針であることを確認する。以下に具体的な方針を例示する。</p> <p>① 津波荷重の設定については、以下の不確かさを考慮する方針であること。</p> <ol style="list-style-type: none"> a) 入力津波が有する数値計算上の不確かさ b) 各施設・設備等の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介在 	<p>② 常時荷重+津波荷重</p> <p>③ 常時荷重+津波荷重+余震荷重</p> <p>余震荷重として、弾性設計用地震動 Sd-1 を考慮する。</p> <p>5.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項</p> <p>5.4.1 津波防護施設、浸水防止設備等の設計における検討事項</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>津波防護施設、浸水防止設備の設計及び漂流物に係る措置に当たっては、次に示す方針（津波荷重の設定、余震荷重の考慮、津波の繰り返し作用の考慮）を満足していることを確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各施設・設備等の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高、波力・波圧等）について、入力津波から十分な余裕を考慮して設定する。 ・サイトの地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討する。 ・余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮する。 ・入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返しの襲来による作用が津波防護機能、浸水防止機能へ及ぼす影響について検討する。 <p>【確認状況】</p> <p>(1) 津波荷重の設定、余震荷重の考慮、津波の繰り返し作用の考慮のそれぞれについて、要求事項に適合する方針であることの概要を以下に示す。</p> <p>① 津波荷重については、以下の不確かさを考慮している。</p> <ol style="list-style-type: none"> a) 入力津波が有する数値計算上の不確かさ b) 各施設・設備等の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介在

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

する不確かさ

上記 b) の不確かさの考慮に当たっては、例えば抽出した不確かさの要因によるパラメータスタディ等により、荷重設置に考慮する余裕の程度を検討する方針であること。

- ② 余震荷重の考慮については、基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性がある余震（地震）について、そのハザードを評価するとともに、基準津波の継続時間のうち最大水位変化を生起する時間帯において発生する余震レベルを検討する方針であること。また、当該余震レベルによる地震荷重と基準津波による荷重は、これらの発生確率の推定に幅があることを考慮して安全側に組み合わせる方針であること。
- ③ 津波の繰り返し作用の考慮については、各施設・設備の入力津波に対する許容限界が当該構造物全体の変形能力（終局耐力時の変形）に対して十分な余裕を有し、かつ津波防護機能・浸水防止機能を保持するとして設定されていれば、津波の繰り返し作用による直接的な影響は無いものとみなせるが、漏水、二次的影響（砂移動、漂流物等）による累積的な作用又は経時的な変化が考えられる場合は、時刻歴波形に基づいた、安全性を有する検討方針であること。

高浜 3 号炉及び 4 号炉 耐津波設計方針

する不確かさ

上記の不確かさの考慮に当たっては、入射津波高さ a_I または最大遡上水深 η_{max} を 1.5 倍することで考慮している。

- ② 基準津波の波源である若狭海丘列付近断層および F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層について、その活動に伴い発生する余震による荷重を設定する。入力津波が若狭海丘列付近断層による津波で決まる場合は、弾性設計用地震動 $Sd-5_H(NS)$ 、 $Sd-5_V$ を余震荷重として津波荷重と組合せる。入力津波が F O - A ~ F O - B ~ 熊川断層で決まる場合は、弾性設計用地震動 $Sd-1$ を余震荷重として津波荷重と組合せる。
上記のとおり、津波の波源となる断層と余震の組合せが 2 ケースあり、入力津波の波源となる断層についての組合せを考慮して検討することとしているが、他方の組合せも必要に応じて検討を行う。
- ③ 津波の繰り返し作用の考慮については、漏水、二次的影響（砂移動等）による累積的な作用又は経時的な変化が考えられる場合は、時刻歴波形に基づいた、安全性を有する検討をしている。具体的には以下のとおりである。
 - ・循環水機器・配管損傷による津波浸水量について、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返しの襲来を考慮している。
 - ・基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積については、基準津波に伴う砂移動の数値シミュレーションにおいて、津波の繰り返しの襲来を考慮している。
 - ・基準津波に伴う取水口付近の漂流物については、海水取水トンネル付近の寄せ波および引き波の方向を分析した上で、漂流物の可能性を検討し、海水取水トンネル呑み口が閉塞することはないことを確認している。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

5.4.2 漂流物による波及的影響の検討

【規制基準における要求事項等】

津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において建物・構築物、設置物等が破損、倒壊、漂流する可能性について検討すること。上記の検討の結果、漂流物の可能性がある場合には、防潮堤等の津波防護施設、浸水防止設備に波及的影響を及ぼさないよう、漂流防止装置または津波防護施設・設備への影響防止措置を施すこと。

【確認内容】

- (1) 漂流物による波及的影響の検討方針が、要求事項に適合する方針であることを確認する。
- (2) 設計方針の確認に加え、入力津波に対して津波防護機能が十分保持できる設計がなされることの見通しを得るため、以下の例のような具体的な方針を確認する。
 - ① 敷地周辺の遡上解析結果等を踏まえて、敷地周辺の陸域の建物・構築物及び海域の設置物等を網羅的に調査した上で、敷地への津波の襲来経路及び遡上経路並びに津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において発生する可能性のある漂流物を特定する方針であること。なお、漂流物の特定に当たっては、地震による損傷が漂流物の発生可能性を高めることを考慮する方針であること。
 - ② 漂流防止装置、影響防止装置は、津波による波力、漂流物の衝突による荷重との組合せを適切に考慮して設計する方針であること。

高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針

5.4.2 漂流物による波及的影響の検討

【要求事項等への対応方針】

津波防護施設、浸水防止設備の設計及び漂流物に係る措置に当たっては、次に示す方針（津波荷重の設定、余震荷重の考慮、津波の繰り返し作用の考慮）を満足していることを確認する。

- ・各施設・設備等の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高、波力・波圧等）について、入力津波から十分な余裕を考慮して設定する。
- ・サイトの地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討する。
- ・余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮する。
- ・入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返しの襲来による作用が津波防護機能、浸水防止機能へ及ぼす影響について検討する

【確認状況】

漂流物となる可能性のある施設・設備を抽出するため、発電所周辺約5kmの範囲を、発電所構内については遡上域を網羅的に調査する。設置物については、地震で倒壊する可能性のあるものは倒壊させた上で、浮力計算により漂流するか否かの検討を行った。

この結果、発電所構内で漂流する可能性があるものとして、1号及び2号炉放水口側の協力会社事務所等があるが、放水口側防潮堤で防護されるため、取水性への影響はない。また、これらの設置位置及び津波の流向を考慮すると漂流物は取水口へは向かわない。

発電所構外で漂流する可能性があるものとして、発電所近傍で航行不能になった漁船が挙げられるが、取水口側は取水路防潮ゲート、放水口側は放水口側防潮堤及び防潮扉により防護する。

取水路防潮ゲート及び放水口側防潮堤の設計においては、漂流物として衝突する可能性がある小型漁船を衝突荷重として評価する。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針

5.4.3 津波影響軽減施設・設備の扱い

【規制基準における要求事項等】

津波防護施設・設備の設計において津波影響軽減施設・設備の効果を期待する場合、津波影響軽減施設・設備は、基準津波に対して津波による影響の軽減機能が保持されるよう設計すること。津波影響軽減施設・設備は、次に示す事項を考慮すること。

- ・地震が津波影響軽減機能に及ぼす影響
- ・漂流物による波及的影響
- ・機能損傷モードに対応した荷重について十分な余裕を考慮した設定
- ・余震による荷重と地震による荷重の荷重組合せ
- ・津波の繰り返し襲来による作用が津波影響軽減機能に及ぼす影響

【確認内容】

(1) 津波影響軽減施設・設備の効果に期待する場合における当該施設・設備の検討方針が、要求事項に適合する方針であることを確認する。

5.4.3 津波影響軽減施設・設備の扱い

【要求事項等における要求事項等】

・津波影響軽減施設としては、取水口のカーテンウォールがあり、基準津波に対して津波による影響の軽減機能が保持されるよう設計する。津波影響軽減施設は次に示す事項を考慮する。

- ① 基準地震動 S_s が津波影響軽減機能に及ぼす影響
- ② 漂流物の衝突力
- ③ 機能損傷モードに対応した荷重について十分な余裕
- ④ 余震による荷重と地震による荷重の荷重組合せ
- ⑤ 津波の繰り返し襲来による作用が津波影響軽減機能に及ぼす影響

【確認状況】

(1) 津波影響軽減施設の設計においては、以下の通り、常時荷重、津波荷重、地震荷重、余震荷重、漂流物荷重を適切に組合せて設計を行う。

また、設計に当たっては、漂流物による荷重及び自然現象との組合せを適切に考慮する。

① 荷重の組合せ

常時荷重+津波荷重

常時荷重+地震荷重

常時荷重+津波荷重+余震荷重

常時荷重+津波荷重+漂流物荷重

② 荷重の設定

津波影響軽減施設の設計において考慮する荷重は以下のように設定する。

a) 常時荷重 : 自重を考慮する。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	高浜3号炉及び4号炉 耐津波設計方針
<p>Ⅲ . 附則</p> <p>この規定は、平25年7月8日より施行する。</p> <p>本ガイドに記載されている手法等以外の手法等であっても、その妥当性が適切に示された場合には、その手法等を用いることは妨げない。また、本ガイドは、今後の新たな知見と経験の蓄積に応じて、それらを適切に反映するよう見直していくものとする。</p>	<p>b) 地震荷重 : 基準地震動 S_s を考慮する。</p> <p>c) 津波荷重 : 取水口カーテンウォールについては「取水口前面」での入力津波をもとに考慮する。津波波力は、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(以下、「港湾基準」という。)により設定する。</p> <p>d) 余震荷重 : 水平方向に弾性設計用地震動 $S_d-5_H(NS)$ を考慮し、鉛直方向に弾性設計用地震動 S_d-5_V を考慮する。</p> <p>e) 漂流物荷重 : 漂流物として総トン数 10t 級 (排水トン数 30t) の小型漁船を考慮し、「道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編)・同解説」に基づき設定する。</p> <p>③ 許容限界</p> <p>津波影響軽減施設に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを基本として、津波影響軽減機能を維持していることを確認する。</p>

津波防護対策の設備の位置づけについて

高浜発電所については、津波防護施設、浸水防止設備、津波影響軽減施設といった津波防護対策を実施している（図-1,2 参照）。

ここでは、これらの津波防護対策が、どの分類に位置づけられるかについて、各分類の定義や目的を踏まえて整理した（表-1,2 参照）。

高浜発電所は、襲来の虞のある津波に対し、敷地が比較的低い特徴を有する。よって、取水路からの津波の影響に対する外郭防護については、防潮堤・貯水堰などのハード対策の場合、安全上重要な施設である海水ポンプの停止を長期間要するなど、プラントへの影響が大きい。このため、取水路の防潮ゲートを活用した津波防護を設計方針の基本に据えている。

具体的には、防潮ゲートの運用を前提に、以下の2とおりの防護設計を検討する。

- ① 外郭防護内に津波を浸入させないことでドライサイトを達成する。
- ② 外郭防護内に津波が浸入するが、敷地・取水性への影響を及ぼさないことを担保（必要に応じゲート閉止により担保）する。

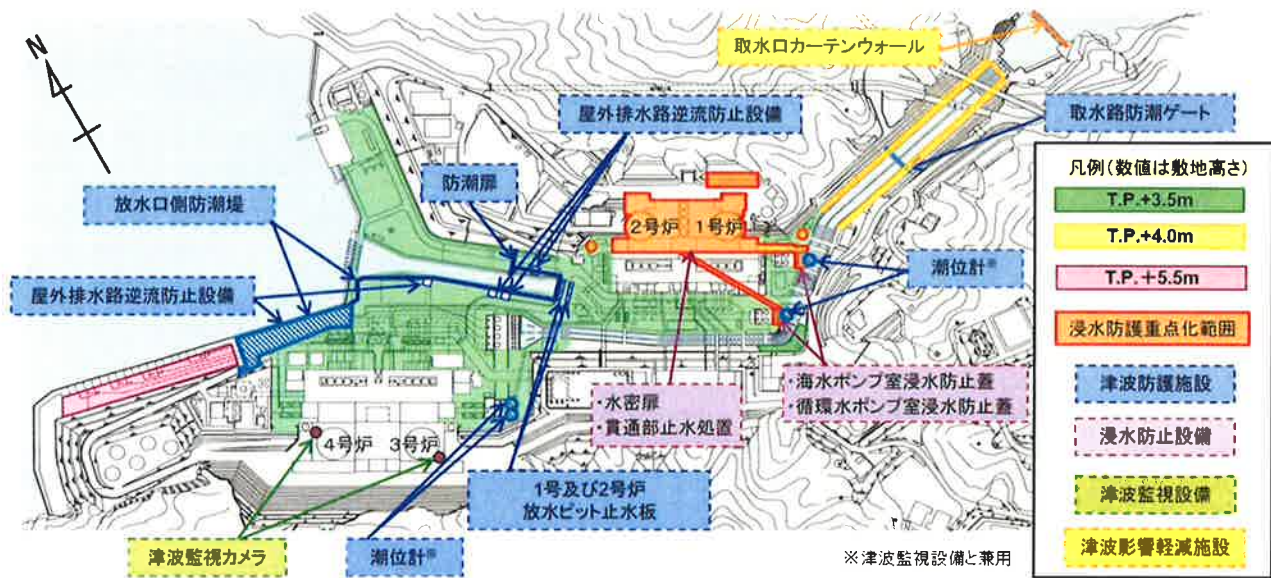


図-1 高浜発電所 1号炉及び 2号炉における津波防護対策の概要

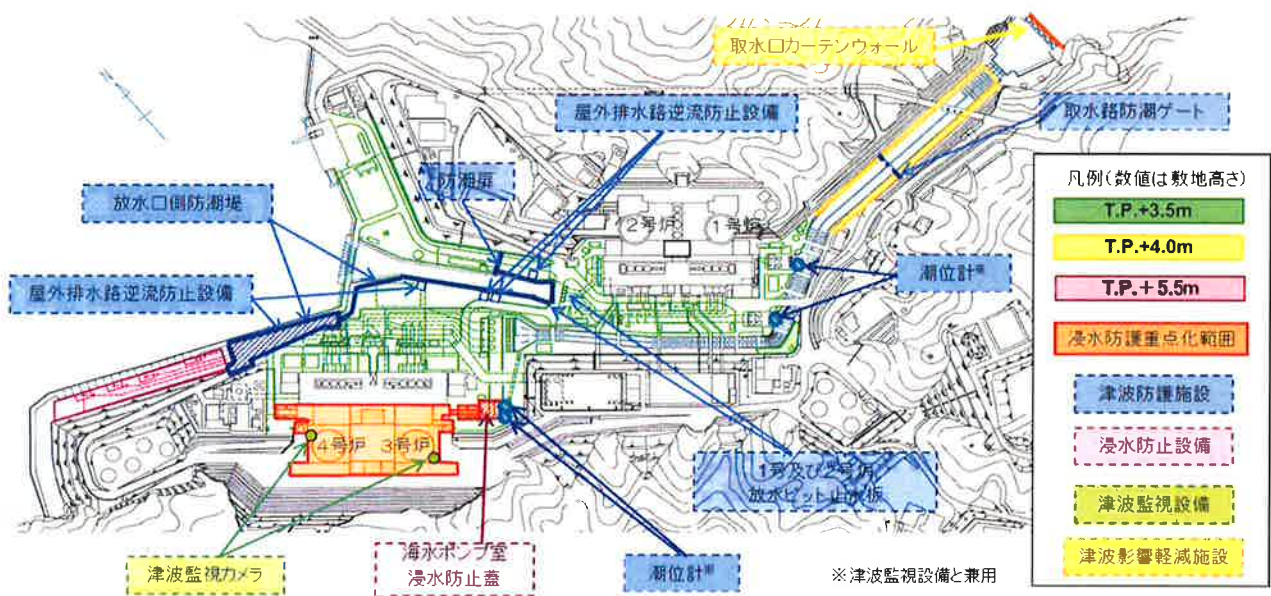


図-2 高浜発電所 3号炉及び 4号炉における津波防護対策の概要

表-1 各津波防護対策の分類整理（高浜発電所1号炉及び2号炉）

分類	定義	施設・設備	目的	取水路防潮ゲート		防潮堤 防潮扉	屋外排水路 逆流防止設備	1号及び 2号炉 放水ピット 止水板	海水ポンプ室 浸水防止蓋	循環水 ポンプ室 浸水防止蓋	水密扉	貫通部 止水処置	取水口 カーテン ウォール
				潮位計									
津波防護施設	外郭防護及び内郭防護を行う土木、建築構造物※ ¹	・防潮堤（既存地山による自然堤防を含む）※ ¹ ・防潮壁※ ¹	・敷地内に、津波を浸水及び漏水させない（外郭防護）※ ¹	○ 敷地内に津波を浸水させない土木構造物（外郭防護1）	○ 敷地内に津波を浸水させない土木構造物の機能を保持するための機器（外殻防護1）	○ 敷地内に津波を浸水させない土木構造物（外郭防護1）	○ 敷地内に津波を浸水させない土木構造物（外郭防護1）	○ 敷地内に津波を浸水させない土木構造物（外郭防護1）	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない
		・建屋等の内壁や床（建屋間境界壁を含む）※ ¹	・浸水防護重点化範囲内に、地下水や内部溢水を浸水させない（内郭防護）※ ¹	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない
浸水防止設備	外郭防護及び内郭防護を行う機器・配管等の設備※ ¹	・防潮堤・防潮壁に取りつけた水密扉等、止水処理を施したハッチ等、止水処理を施した開口部等、その他浸水防止に係る設備※ ¹	・敷地内に、津波を浸水及び漏水させない（外郭防護）※ ¹	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	○ 海水ポンプエリア床面に設置された機器（外郭防護）	○ 循環水ポンプ室床面に設置された機器（外郭防護）	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない
		・建屋等の壁や床に取りつけた水密扉や止水処理を施したハッチ等、止水処理を施した開口部等、その他浸水防止に係る設備※ ¹	・浸水防護重点化範囲内に、津波や内部溢水及び地下水を浸水させない（内郭防護）※ ¹	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	○ 循環水管損傷による津波や溢水からの浸水を防護するために建屋壁に設置された扉（内郭防護）	○ 循環水管損傷による津波や溢水からの浸水を防護するために建屋壁に設置されたその他浸水防止に係る設備（内郭防護）	× 該当しない
津波影響軽減施設	津波防護施設、浸水防止設備への波力による影響を軽減する効果が期待される施設・設備※ ²	・敷地前面の港湾内又は港湾外の海中に設置しているもの（防波堤、離岸堤、潜堤、人工リーフ等）※ ³	・基準津波に対して津波による影響を軽減する※ ³	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	○ 取水路防潮ゲート前面の取水口に設置された施設
		・敷地前面の陸上（津波防護施設、浸水防止設備の外側）に設置しているもの（消波工、根固工）※ ³		× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない

※1 耐津波設計に係る工認審査ガイド P26「3.8 津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備の分類」より抜粋

※2 基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド P21「耐津波設計に係る審査において、対象となる施設・設備の意味及び例」より抜粋

※3 耐津波設計に係る工認審査ガイド P24「3.7.2 津波影響軽減施設・設備の扱い」より抜粋

※4 耐津波設計に係る工認審査ガイド P22「3.7.1 漂流物による波及的影響の検討」を参考

表-2 各津波防護対策の分類整理（高浜発電所3号炉及び4号炉）

分類	定義	施設・設備	目的	取水路防潮ゲート		防潮堤、防潮扉	屋外排水路 逆流防止設備	1号及び2号炉放水ピ ット止水板	海水ポンプ室 浸水防止蓋	取水口 カーテンウォール
					潮位計					
津波防護施設	外郭防護及び内郭防護を行う土木、建築構造物※1	・防潮堤（既存地山による自然堤防を含む）※1 ・防潮壁※1	・敷地内に、津波を浸水及び漏水させない（外郭防護）※1	○ 敷地内に津波を浸水させない土木構造物（外郭防護1）	○ 敷地内に津波を浸水させない土木構造物の機能を保持するための機器（外殻防護1）	○ 敷地内に津波を浸水させない土木構造物（外郭防護1）	○ 敷地内に津波を浸水させない土木構造物（外郭防護1）	○ 敷地内に津波を浸水させない土木構造物（外郭防護1）	× 該当しない	× 該当しない
		・建屋等の内壁や床（建屋間境界壁を含む）※1	・浸水防護重点化範囲内に、地下水や内部溢水を浸水させない（内郭防護）※1	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない
浸水防止設備	外郭防護及び内郭防護を行う機器・配管等の設備※1	・防潮堤・防潮壁に取りつけた水密扉等、止水処理を施したハッチ等、止水処理を施した開口部等、その他浸水防止に係る設備※1	・敷地内に、津波を浸水及び漏水させない（外郭防護）※1	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	○ 海水ポンプ床面に設置された機器（外郭防護2）	× 該当しない
		・建屋等の壁や床に取りつけた水密扉や止水処理を施したハッチ等、止水処理を施した開口部等、その他浸水防止に係る設備※1	・浸水防護重点化範囲内に、津波や内部溢水及び地下水を浸水させない（内郭防護）※1	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	○ 海水ポンプ床面に設置された機器（内郭防護）	× 該当しない
津波影響軽減施設	津波防護施設、浸水防止設備への波力による影響を軽減する効果が期待される施設・設備※2	・敷地前面の港湾内又は港湾外の海中に設置しているもの（防波堤、離岸堤、潜堤、人工リーフ等）※3	・基準津波に対して津波による影響を軽減する※3	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	○ 取水口防潮ゲート前面の取水口に設置された施設
		・敷地前面の陸上（津波防護施設、浸水防止設備の外側）に設置しているもの（消波工、根固工）※3		× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない

※1 耐津波設計に係る工認審査ガイド P26「3.8 津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備の分類」より抜粋

※2 基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド P21「耐津波設計に係る審査において、対象となる施設・設備の意味及び例」より抜粋

※3 耐津波設計に係る工認審査ガイド P24「3.7.2 津波影響軽減施設・設備の扱い」より抜粋

※4 耐津波設計に係る工認審査ガイド P22「3.7.1 漂流物による波及的影響の検討」を参考

海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について

1号炉及び2号炉

1. 海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について

海水ポンプからの取水時に、海水中に含まれる浮遊砂が軸受潤滑水として混入する可能性があるが、図-1に示すとおり、異物逃がし溝（上部及び中間、下部軸受：4.0mm、吸込みベル部軸受：約5.0mm）での連続排出により、海水ポンプの取水機能は維持できる設計となっている。これまでの運転実績においても、浮遊砂混入による軸受損傷トラブルは発生していないが、発電所周辺の細かな砂粒径約0.3mm程度のものが軸受に混入した場合の軸受耐性について評価する。

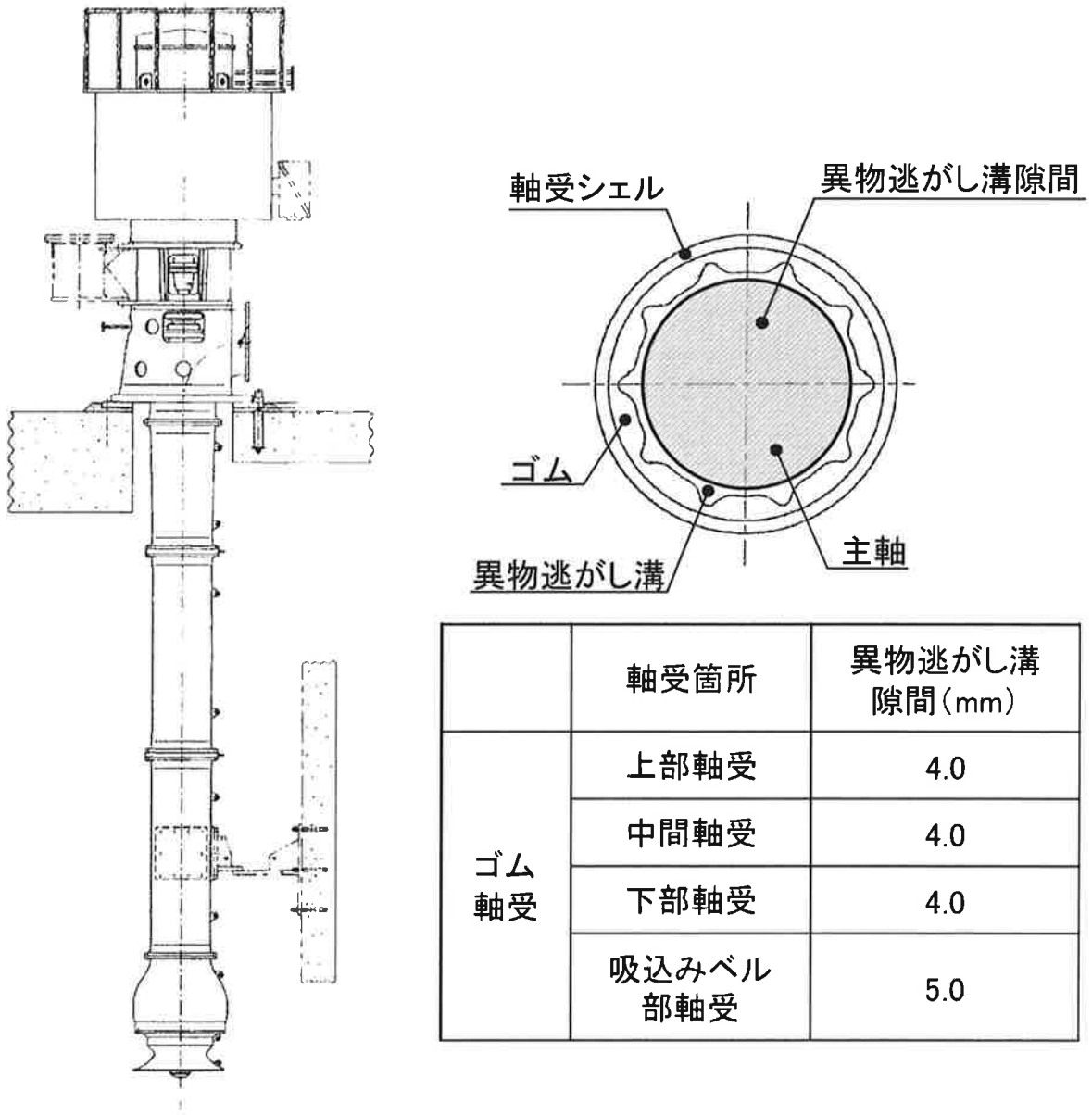


図-1 海水ポンプ軸受構造図

(1) メーカーにおける軸受摩耗試験結果

実機海水ポンプを模擬し、浮遊砂濃度 (4×10^{-3} , 2×10^{-2} wt%) 連続注入時における運転試験を実施して、軸受の摩耗量を測定した。表-1 に試験条件、図-2 に海水ポンプ軸受摩耗試験装置を示す。

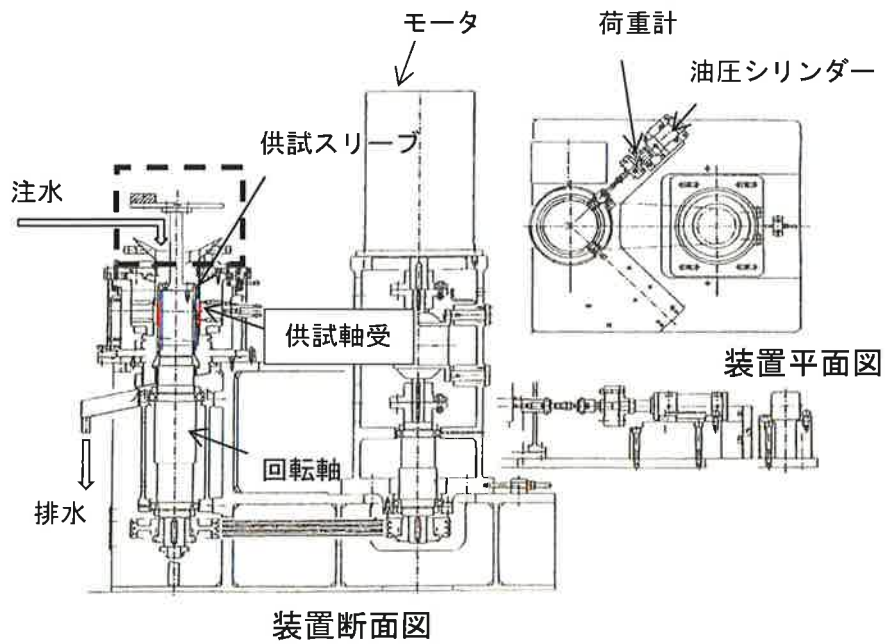


図-2 海水ポンプ軸受摩耗試験装置

この摩耗量の測定結果を用いて比摩耗量 K_1 を評価し、①の寿命評価式を用いて評価した結果、浮遊砂濃度 2×10^{-2} wt% の場合のゴム軸受の寿命時間は約 6200 時間となる。計算条件を表-2 に示す。

軸受寿命評価式（機械工学便覧参照）

$$T_1 = \frac{\sigma}{PVK_1}$$

K_1 : 浮遊砂濃度 2×10^{-2} % 時の比摩耗量 [mm²/kgf]
 σ : 許容摩耗量 [mm]
 P : 軸受面圧 [kgf/mm²]
 V : 周速 [mm/s]
 T_1 : 浮遊砂濃度 2×10^{-2} % 時の寿命時間 [s]

表-1 海水ポンプ軸受摩耗試験条件[浮遊砂濃度 4×10^{-3} , 2×10^{-2} wt%]

項目	試験条件
回転数 [rpm]	716
面圧 [MPa]	0.05
砂粒径 [mm]	0.3
軸受材料	ゴム軸受

表-2 海水ポンプ軸受寿命評価条件[浮遊砂濃度 2×10^{-2} wt%]

--

一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。

(2) 基準津波時の砂移動評価結果からの寿命評価

基準津波時における砂移動評価結果から海水ポンプ室前の浮遊砂濃度は、 $2.5 \times 10^{-1} \text{wt}\%$ となる（別紙）。前項のメーカー試験の比摩耗量とこの結果を用いて津波時の浮遊砂濃度 $2.5 \times 10^{-1} \text{wt}\%$ における比摩耗量を評価する。

比摩耗量の②式は、公開文献「立軸ポンプ用セラミックス軸受に関する研究」から引用している。この公開文献では、200～3000ppmのスラリー濃度の軸受摩耗量を測定しており、比摩耗量とスラリー濃度との間には相関関係があると結論づけられており、この知見を参考とした。

$$\frac{\omega}{\omega_0} = \left(\frac{C_\omega}{C_0} \right)^{0.9} \dots \textcircled{2}$$

$\omega_0 (K_1)$: 200ppmにおける比摩耗量


$\omega (K_2)$: 種々のスラリー濃度における比摩耗量

C_0, C_ω : スラリー濃度

比摩耗量を計算した結果を図-3に示す。この結果から寿命評価をした結果、運転可能時間はゴム軸受:約580時間となる。計算条件を表-3に示す。

以上より、海水ポンプ軸受は津波時の浮遊砂に対して十分な耐性がある。

表-3 海水ポンプ軸受寿命計算条件[浮遊砂濃度 $2.5 \times 10^{-1} \text{wt}\%$]



一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。



図-3 海水ポンプ軸受比摩耗量評価結果

出典：立軸ポンプ用セラミックス軸受に関する研究、湧川ほか
（日本機械学会論文集（B編）53巻491号（昭62-7）、pp.2094-2098に追記

(3) 評価結果

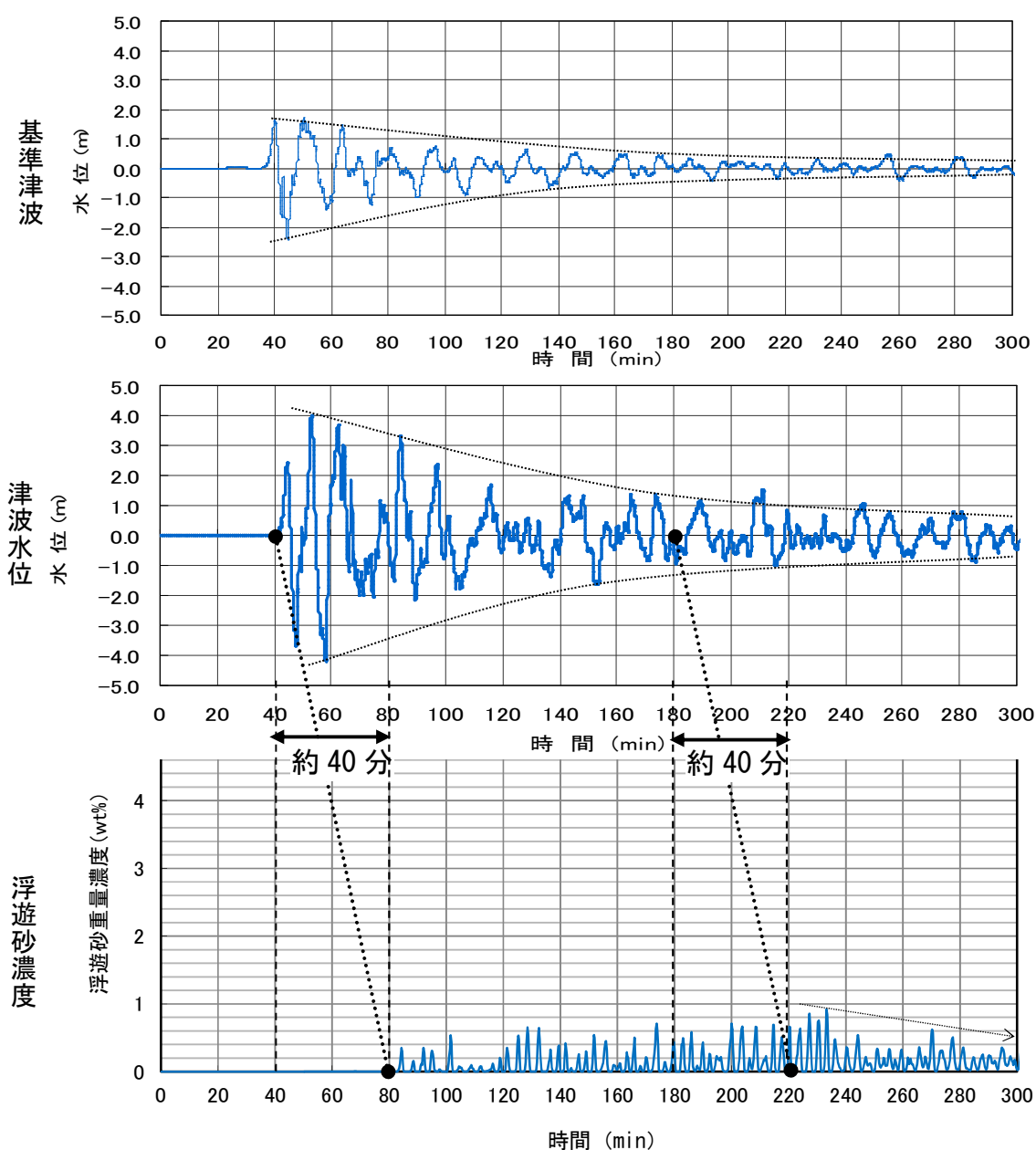
津波襲来時に海水ポンプ軸受部に細かな砂が混入したとしても海水ポンプ軸受耐性は十分にあり、取水性に問題がないと評価する。また、万一、運転中の海水ポンプ軸受に問題が生じたとしても、待機ポンプを保有していることから、待機ポンプを起動し、機能を継続することが出来る。

一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。

海水ポンプ室砂濃度について

基準津波の水位波形および津波評価での取水口における津波水位波形並びに浮遊砂濃度評価での海水ポンプ室における浮遊砂濃度を以下に示す。

津波水位の変化が現れる時間と、砂移動に伴い海水ポンプ室の浮遊砂濃度に変化が現れる時間では約 40 分の時間差がある。基準津波および取水口における津波水位変化は、ほぼ 180 分で津波が収束傾向を示していることから、砂移動評価においては津波水位評価 180 分にこの時間差約 40 分を加え、更に 220 分以降の砂濃度の減少傾向を加味し、80 分から 260 分までの砂平均濃度を用いることとする。



「基準津波 1 (若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべり (エリアB))
高橋ほか (1999) の手法による海水ポンプ室評価結果」

3号炉及び4号炉

1. 海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について

海水ポンプからの取水時に、海水中に含まれる浮遊砂が軸受潤滑水として混入する可能性があるが、図-1 に示すとおり、異物逃がし溝（ゴム軸受：約 5.5mm、テフロン軸受：約 4.2mm）での連続排出により、海水ポンプの取水機能は維持できる設計となっている。これまでの運転実績においても、浮遊砂混入による軸受損傷トラブルは発生していないが、発電所周辺の細かな砂粒径約 0.3mm 程度のものが軸受に混入した場合の軸受耐性について評価する。

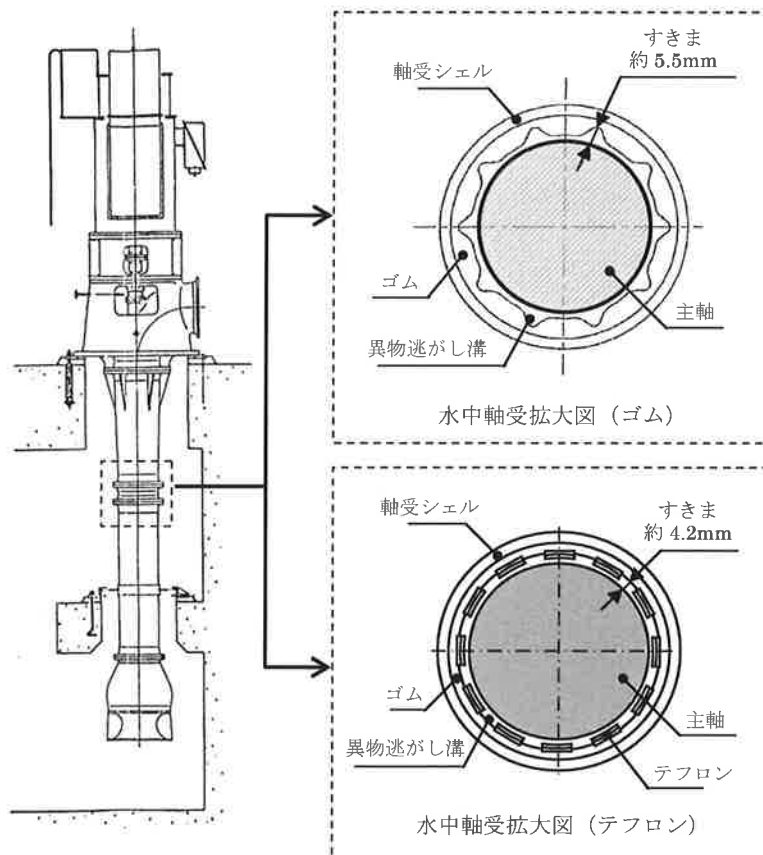


図-1 海水ポンプ軸受構造図

(1) メーカーにおける軸受摩耗試験結果

実機海水ポンプを模擬し、浮遊砂濃度 (4×10^{-3} , 2×10^{-2} wt%) 連続注入時における運転試験を実施して、軸受の摩耗量を測定した。表-1 に試験条件、図-2 に海水ポンプ軸受摩耗試験装置を示す。

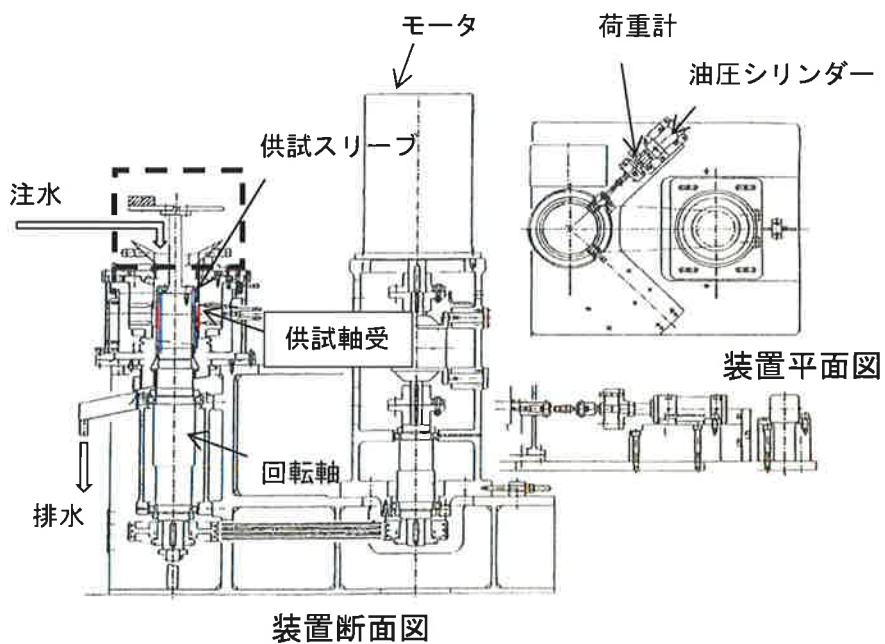


図-2 海水ポンプ軸受摩耗試験装置

この摩耗量の測定結果を用いて比摩耗量 K_1 を評価し、①の寿命評価式を用いて評価した結果、浮遊砂濃度 2×10^{-2} wt% の場合のゴム軸受の寿命時間は約 6200 時間、テフロン軸受の寿命時間は約 3000 時間となる。計算条件を表-2 に示す。

軸受寿命評価式（機械工学便覧参照）

$$T_1 = \frac{\sigma}{PVK_1} \quad \dots \textcircled{1}$$

K_1 : 浮遊砂濃度 2×10^{-2} % 時の比摩耗量 [mm²/kgf]
 σ : 許容摩耗量 [mm]
 P : 軸受面圧 [kgf/mm²]
 V : 周速 [mm/s]
 T_1 : 浮遊砂濃度 2×10^{-2} % 時の寿命時間 [s]

表-1 海水ポンプ軸受摩耗試験条件 [浮遊砂濃度 4×10^{-3} , 2×10^{-2} wt%]

項目	試験条件
回転数 [rpm]	716
面圧 [MPa]	0.05
砂粒径 [mm]	0.3
軸受材料	ゴム軸受 テフロン軸受

表-2 海水ポンプ軸受寿命評価条件 [浮遊砂濃度 2×10^{-2} wt%]

--

一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。

(2) 基準津波時の砂移動評価結果からの寿命評価

基準津波時における砂移動評価結果から海水ポンプ室前の浮遊砂濃度は、 1.3×10^{-1} wt%となる（別紙）。前項のメーカー試験の比摩耗量とこの結果を用いて津波時の浮遊砂濃度 1.3×10^{-1} wt%における比摩耗量を評価する。

比摩耗量の②式は、公開文献「立軸ポンプ用セラミックス軸受に関する研究」から引用している。この公開文献では、200~3000ppmのスラリー濃度の軸受摩耗量を測定しており、比摩耗量とスラリー濃度との間には相関関係があると結論づけられており、この知見を参考とした。

$$\frac{\omega}{\omega_0} = \left(\frac{C_\omega}{C_0}\right)^{0.9} \dots \textcircled{2}$$

$\omega_0 (K_1)$: 200ppmにおける比摩耗量

$\omega (K_2)$: 種々のスラリー濃度における比摩耗量

C_0, C_ω : スラリー濃度

比摩耗量を計算した結果を図-3 に示す。この結果から寿命評価をした結果、運転可能時間はゴム軸受:約 1150 時間、テフロン軸受:約 560 時間となる。計算条件を表-3 に示す。

以上より、海水ポンプ軸受は津波時の浮遊砂に対して十分な耐性がある。

表-3_海水ポンプ軸受寿命計算条件[浮遊砂濃度 1.3×10^{-1} wt%]



図-3 海水ポンプ軸受比摩耗量評価結果

出典：立軸ポンプ用セラミックス軸受に関する研究、湧川ほか
(日本機械学会論文集 (B 編) 53 巻 491 号 (昭 62-7)、pp. 2094-2098 に追記

(3) 評価結果

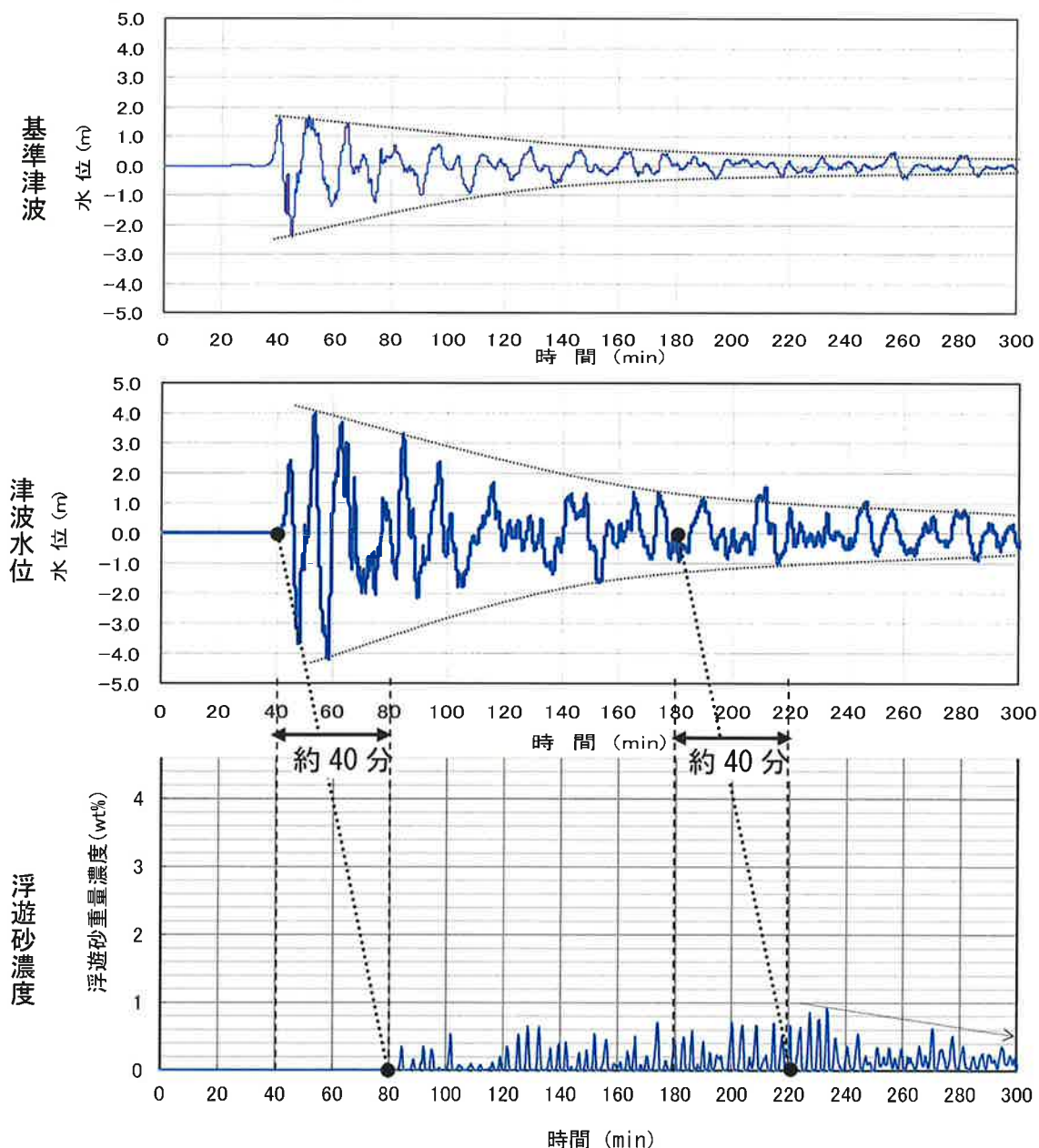
津波襲来時に海水ポンプ軸受部に細かな砂が混入したとしても海水ポンプ軸受耐性は十分にあり、取水性に問題がないと評価する。また、万一、運転中の海水ポンプ軸受に問題が生じたとしても、待機 2 台 (定格流量 100%×2 台) を保有していることから、待機ポンプを起動し、機能を継続することが出来る。

一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。

海水ポンプ室砂濃度について

基準津波の水位波形および津波評価での取水口における津波水位波形並びに浮遊砂濃度評価での海水ポンプ室における浮遊砂濃度を以下に示す。

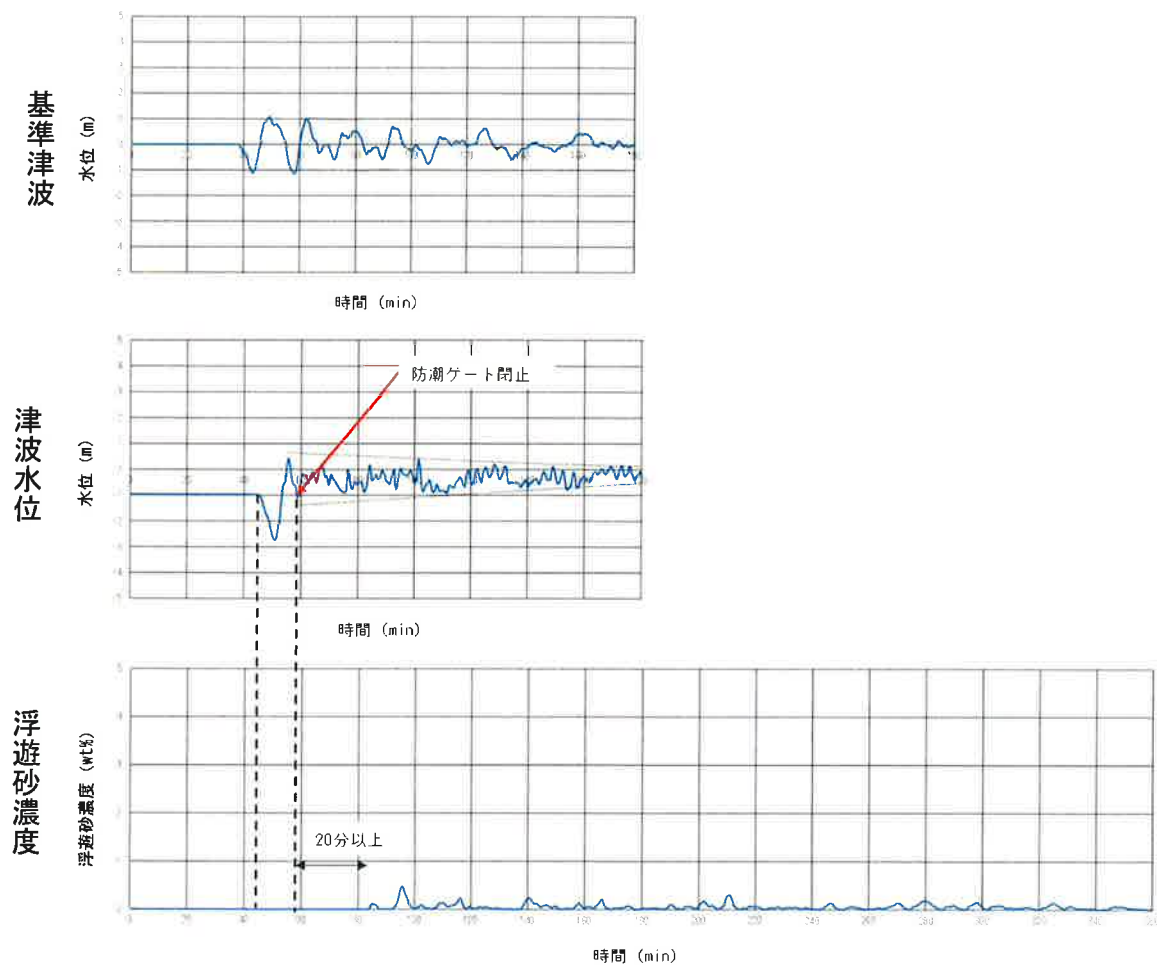
津波水位の変化が現れる時間と、砂移動に伴い海水ポンプ室の浮遊砂濃度に変化が現れる時間では約 40 分の時間差がある。基準津波および取水口における津波水位変化は、ほぼ 180 分で津波が収束傾向を示していることから、砂移動評価においては津波水位評価 180 分にこの時間差約 40 分を加え、更に 220 分以降の砂濃度の減少傾向を加味し、80 分から 260 分までの砂平均濃度を用いることとする。



「基準津波 1 (若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべり (エリア B))
高橋ほか (1999) の手法による海水ポンプ室評価結果」

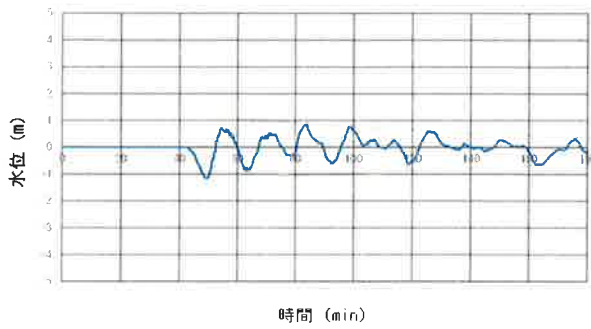
(参考) 基準津波 3 及び基準津波 4 による浮遊砂濃度について

基準津波 3 及び基準津波 4 について津波水位の変化が現れる時間と、砂移動に伴い海水ポンプ室の浮遊砂濃度に変化が現れる時間を比較したところ、浮遊砂濃度の変化は取水路防潮ゲートが閉止してから 20 分以上時間が経過している。また、浮遊砂の濃度についても基準津波 1 の半分程度となっていることから、浮遊砂濃度の評価について基準津波 1 による値を用いることは妥当であると判断できる。

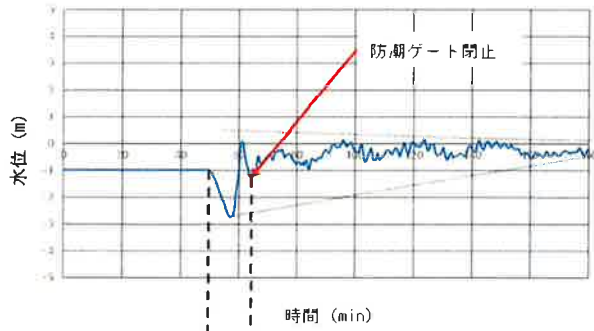


参考図 1 基準津波 3 (隠岐トラフ海底地すべり (エリア B))
高橋ほか (1999) の手法による海水ポンプ室評価結果

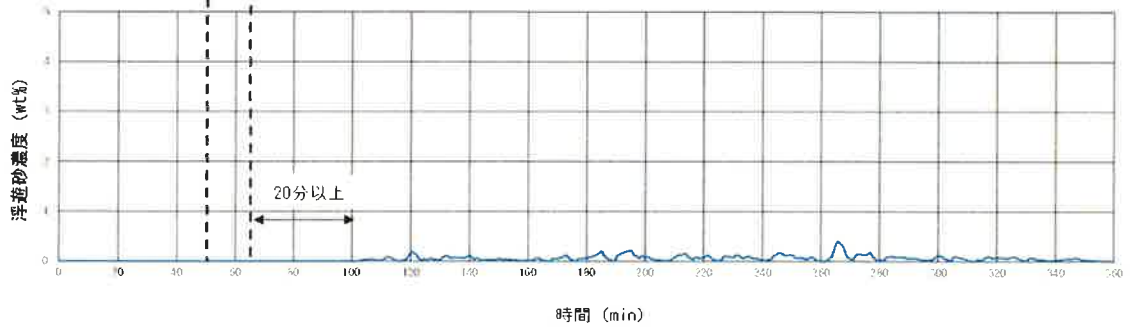
基準津波



津波水位



浮遊砂濃度



参考図2 基準津波4（隠岐トラフ海底地すべり（エリアC））
高橋ほか（1999）の手法による海水ポンプ室評価結果

燃料等輸送船の係留索の耐力について
（高浜発電所 津波警報が発表されない
可能性がある津波に対する評価）

1. 概要

燃料等輸送船（以下、「輸送船」という。）は、津波警報等発表時、原則、緊急退避を行うが、退避準備に 20 分間を要するため、この間に襲来する早期襲来津波に対して輸送船への影響評価を実施している。一方、津波警報が発表されない可能性がある津波（海底地すべり津波）が発生した場合は、発電所構外において津波と想定される潮位を観測し、その連絡を受け緊急退避を行うが、輸送船の荷役時に襲来した場合は 20 分以内に緊急退避できない可能性がある。また、構外潮位計の欠測時には退避しない運用としている。従って、津波連絡後 20 分以降に到達する津波も含む津波全体を対象として輸送船への影響評価を行い、係留状態が維持できることを確認する。

係留索については、船舶の大きさから一定の算式によって計算される数値（艀装数）に応じた仕様（強度、本数）を有するものを備えることが、日本海事協会（NK）の鋼船規則において定められている。

今回、輸送船が備えている係留索の係留力および海底地すべり単独による津波の流圧力について石油会社国際海事評議会 OCIMF（Oil Companies International Maritime Forum）の手法を用いて算出し、係留索の耐力評価を行う。

2. 海底地すべり津波の評価

（1）輸送船、係留索、係船柱

輸送船、係留索、係船柱の仕様を表-1に、配置を図-1に示す。

表-1 輸送船、係留索、係船柱の仕様

	項目	仕様
輸送船	総トン数	約 5,000[トン]
	載貨重量トン	約 3,000[トン]
	喫水	約 5[m]
	全長	100.0[m]（垂線間長：94.4[m]）
	型幅	16.5[m]
	形状	（図 1 参照）
係留索	直径	60[mm]（ノミナル値）
	素材種別	Polyethylene Rope Grade 1
	破断荷重	279[kN（キロニュートン）] =28.5[tonf]
	係船機ブレーキ力	28.5[tonf] × 0.7 ≒ 20.0[tonf]
係船柱	形状	（図 1 参照）
	ビット数、位置	（図 1 参照）
	係留状態	（図 1 参照）
	強度	50[t]

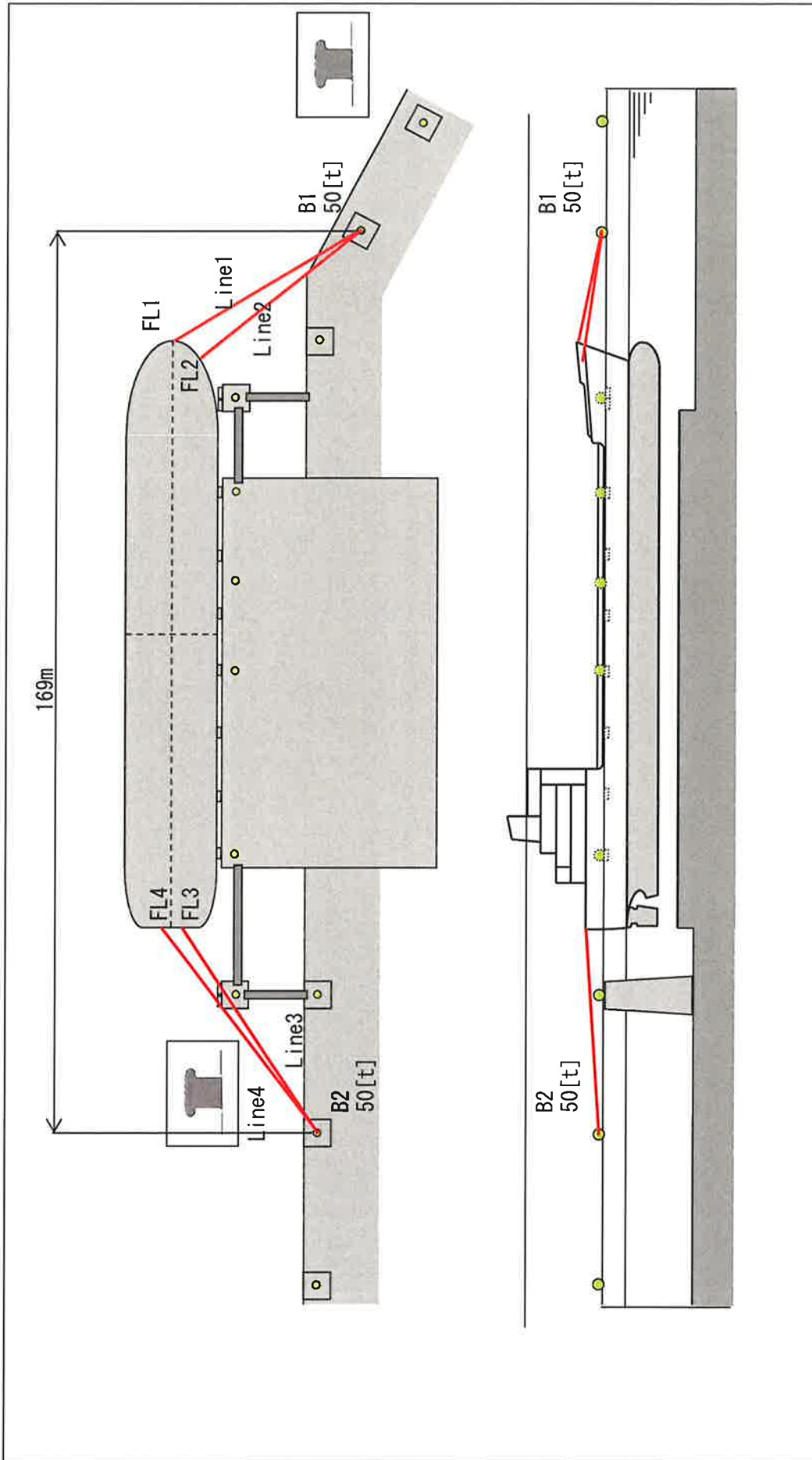


図-1 輸送船、係留索、係船柱の配置※イメージ

※接岸時は通常、6本程度以上で係留する。この評価においては、保守的に行うことを目的に鋼船規則上の最低本数（4本）を仮定。

(2) 各波源モデルによる津波流速

表-2に各波源モデルによる最大流速を示す。この中から、最大流速となる波源モデルを選定し、その最大流速により評価を実施する。

【選定結果】

① 最大流速（水位上昇側）：1.1[m/s]

評価に使用する最大流速（水位上昇側）は表-2のとおり、①エリアB Kinematicモデルの結果から、流速1.1[m/s]を選定する。

なお、1.1[m/s]は、計算値1.05[m/s]を保守的に切上げた値である。

(参考)

エリアB Kinematicモデルの水位下降側においても最大流速1.1[m/s]があるが、詳細は1.01[m/s]を保守的に切上げた値である。

表-2 各波源モデルによる最大流速

表中の水位単位はT.P.(m)、流速単位は(m/s)

波源モデル			水位上昇		水位下降		
			放水口 前面		放水口 前面		
			最高水位	最大流速	最低水位	最大流速	
地震 以外 に 起因 する 津波	海底地すべり	エリアA	Watts他の予測式	0.6	0.1	-0.1	0.1
			Kinematicモデル による方法	1.6	0.4	-0.7	0.4
	エリアB	Watts他の予測式	1.9	0.4	-1.6	0.4	
		Kinematicモデル による方法	3.7	1.1	-5.4	1.1	
	エリアC	Watts他の予測式	1.1	0.4	-0.8	0.4	
		Kinematicモデル による方法	3.7	0.7	-4.0	0.7	

(3) 最大流速の波源モデルによる波形

図-2に最大流速の波源モデルによる津波の流速を示す。

また、図-3に津波流向（イメージ）を示す。

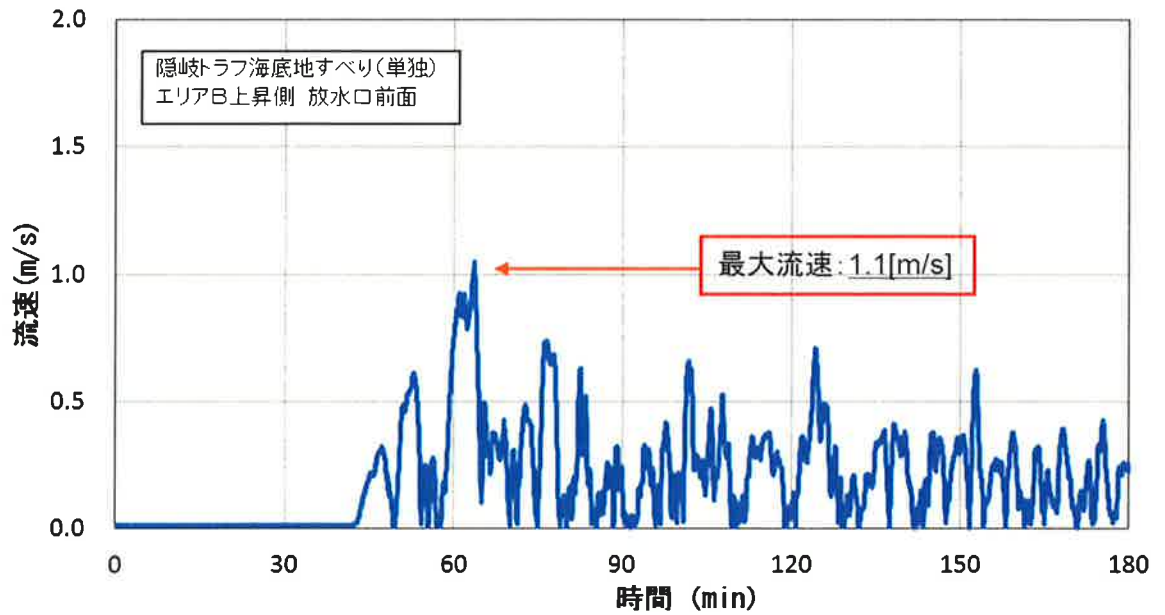


図-2 ①エリアB Kinematic モデル上昇側の流速—放水口前面—

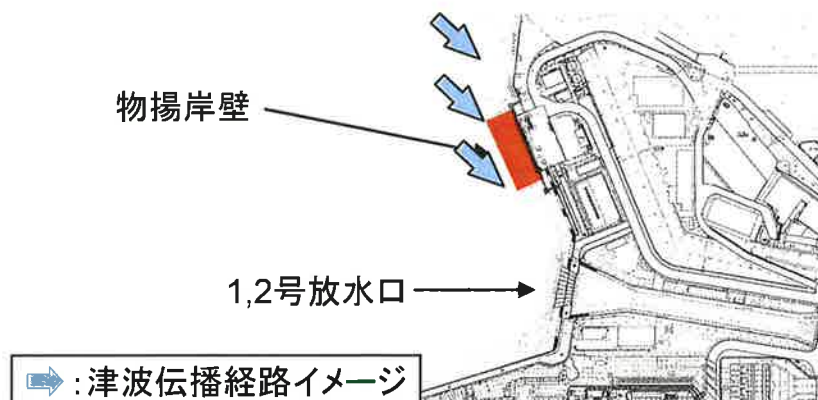


図-3 津波流向（イメージ）

(4) 係留力

係留力の計算方法を表-3に、計算結果を表-4、図-4, 5に示す。

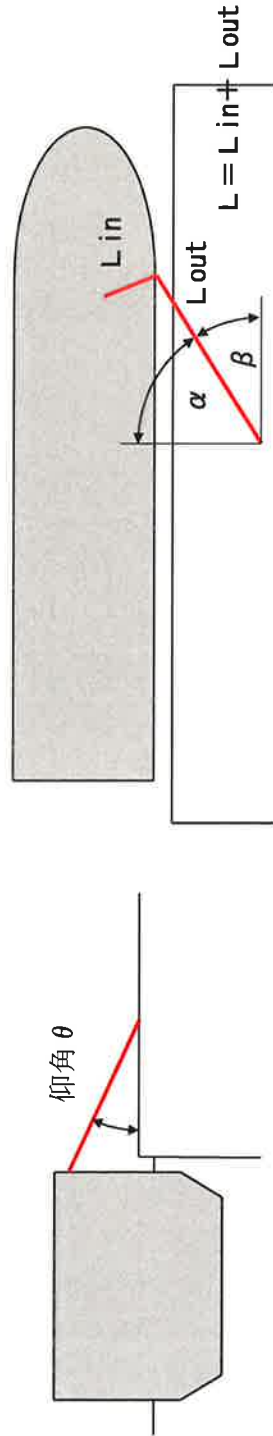
表-3 係留力の計算方法

<p>【各索の係留力計算式】</p> $R_x = T \times \left(\frac{\cos^2 \beta \times \cos^2 \theta}{L} \right) \times \left(\frac{L_c}{\cos \beta_c \times \cos \theta_c} \right)$	
<p> R_x : 前後係留力 [tonf] (前方は添字 f、後方は添字 a) T : 係留索 1 本に掛けることができる最大張力 [tonf] β : 係留索水平角 (岸壁平行線となす角度) [deg] θ : 係留索の仰角 [deg] L : 係留索の長さ (船外+船内) [m] β_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の係留索水平角 (岸壁平行線となす角度) [deg] θ_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の仰角 [deg] L_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の長さ (船外+船内) [m] ※係留索の機能別グループ (前方係留力または後方係留力) </p>	

(出典：係留設備に関する指針 OCIMF 刊行)

表-4 係留力 (図-1) の計算結果

フェア リーダ	索種類		ビット	係船索長さ[m]		係留角[deg]		索張力 T [tonf]	係留力 前後 [tonf]	Bitt Performance [tonf]		
	Line1	Line2		船外	船内	θ	β			Bitt Load	合計	係船柱強度
FL1	ヘッド		B1	36.7		14.2	-61.7	20.0	-5.98	16.92	Σ 36.92	50
FL2	ライン		B1	34.6		15.1	-53.5	20.0	-11.49	20.0		
									-17.47			
FL3	スタン		B2	41.9		11.2	31.3	20.0	16.76	20.0	Σ 39.60	50
FL4	ライン		B2	44.4		10.6	36.4	20.0	14.37	19.60		
									31.13			
									前後(+)計			
									31.13			
									前後(-)計			
									-17.47			



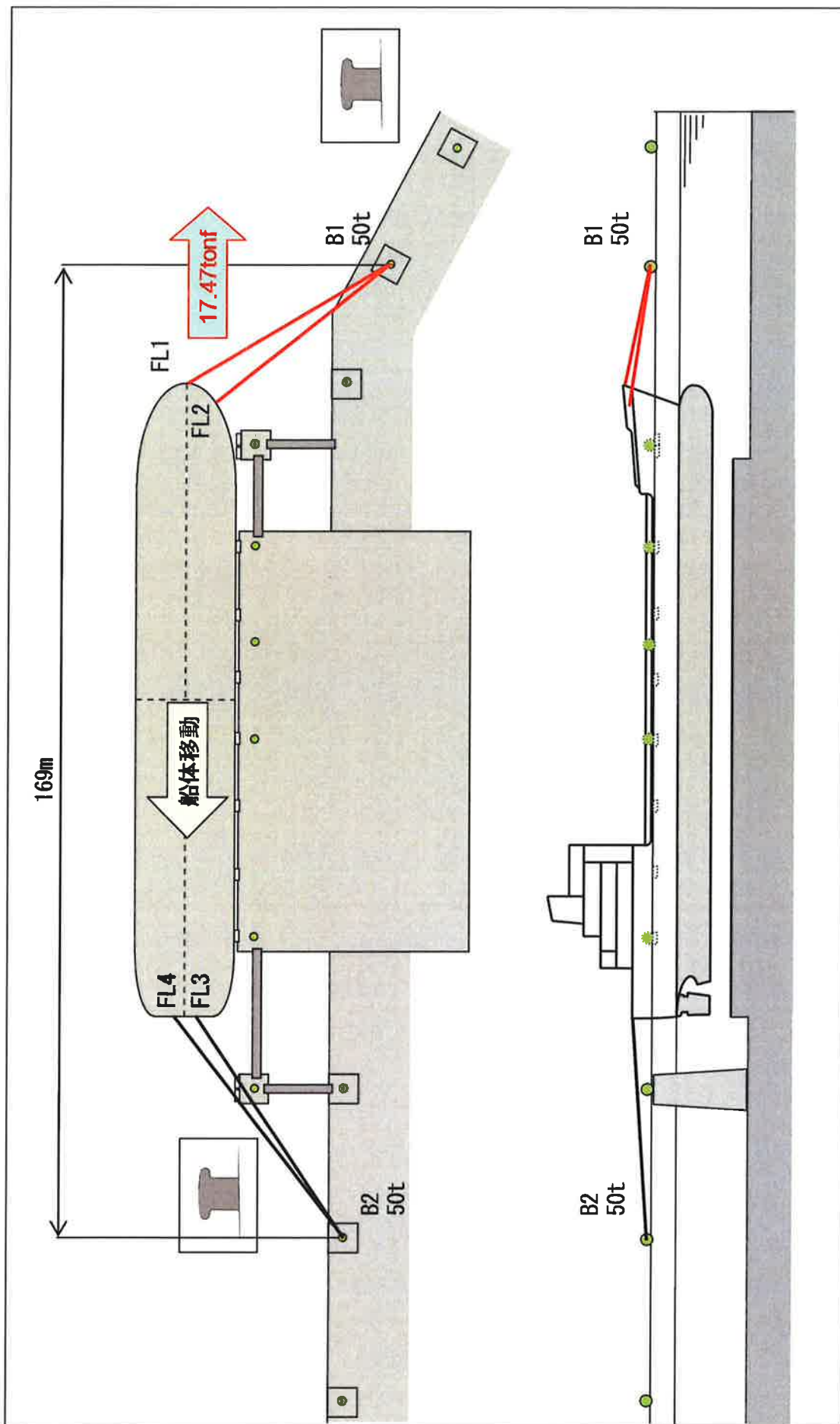


図-4 船尾方向への移動に対する船首方向係留力

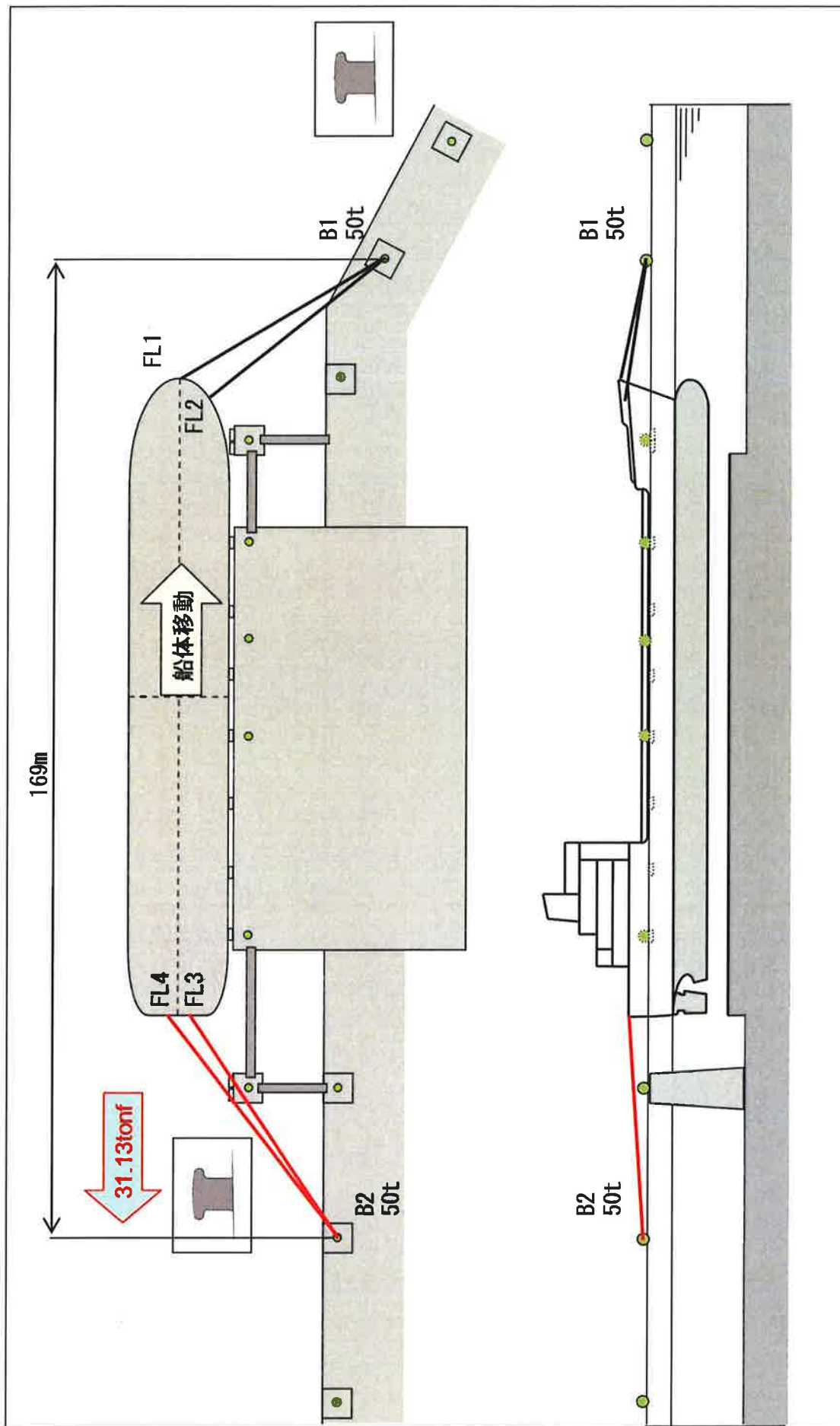


図-5 船首方向への移動に対する船尾方向係留力

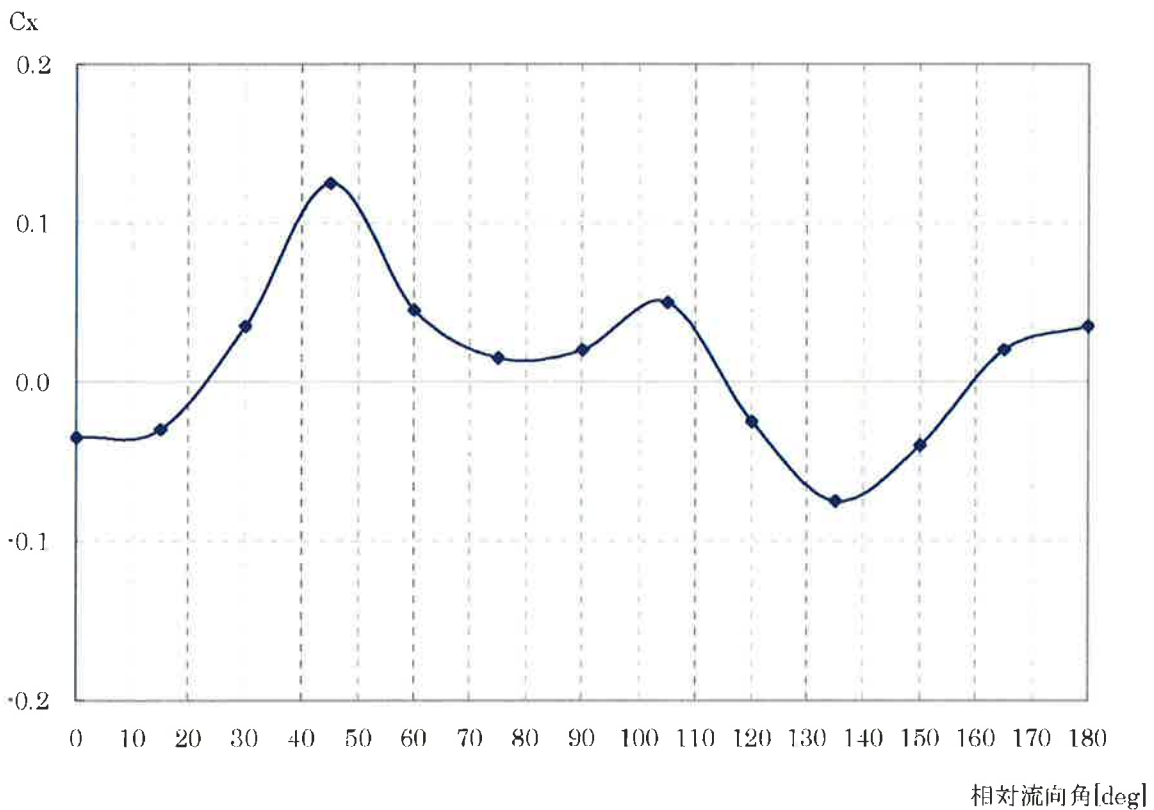
(5) 流圧力

流圧力の計算方法を表-5に示す。計算結果について、前項で求めた係留力との比較結果を図-6に示す。

表-5 流圧力の計算方法

<p>【流圧力計算式】</p> $F_{x_c} = \frac{1}{2} \times C_{x_c} \times \rho_c \times V_c^2 \times L_{PP} \times d$	<p>F_{x_c} : 縦方向流圧力 [kgf] C_{x_c} : 縦方向流圧力係数 V_c : 流速 [m/s] L_{PP} : 垂線間長 [m] d : 喫水 [m] ρ_c : 水密度 [kg·sec²/m⁴] (=104.5kg·sec²/m⁴)</p>
---	---

(出典：係留設備に関する指針 OCIMF 刊行)



(出典：VLCCにおける風圧及び流圧の予測 OCIMF 刊行)

縦方向流圧力係数[Cx]

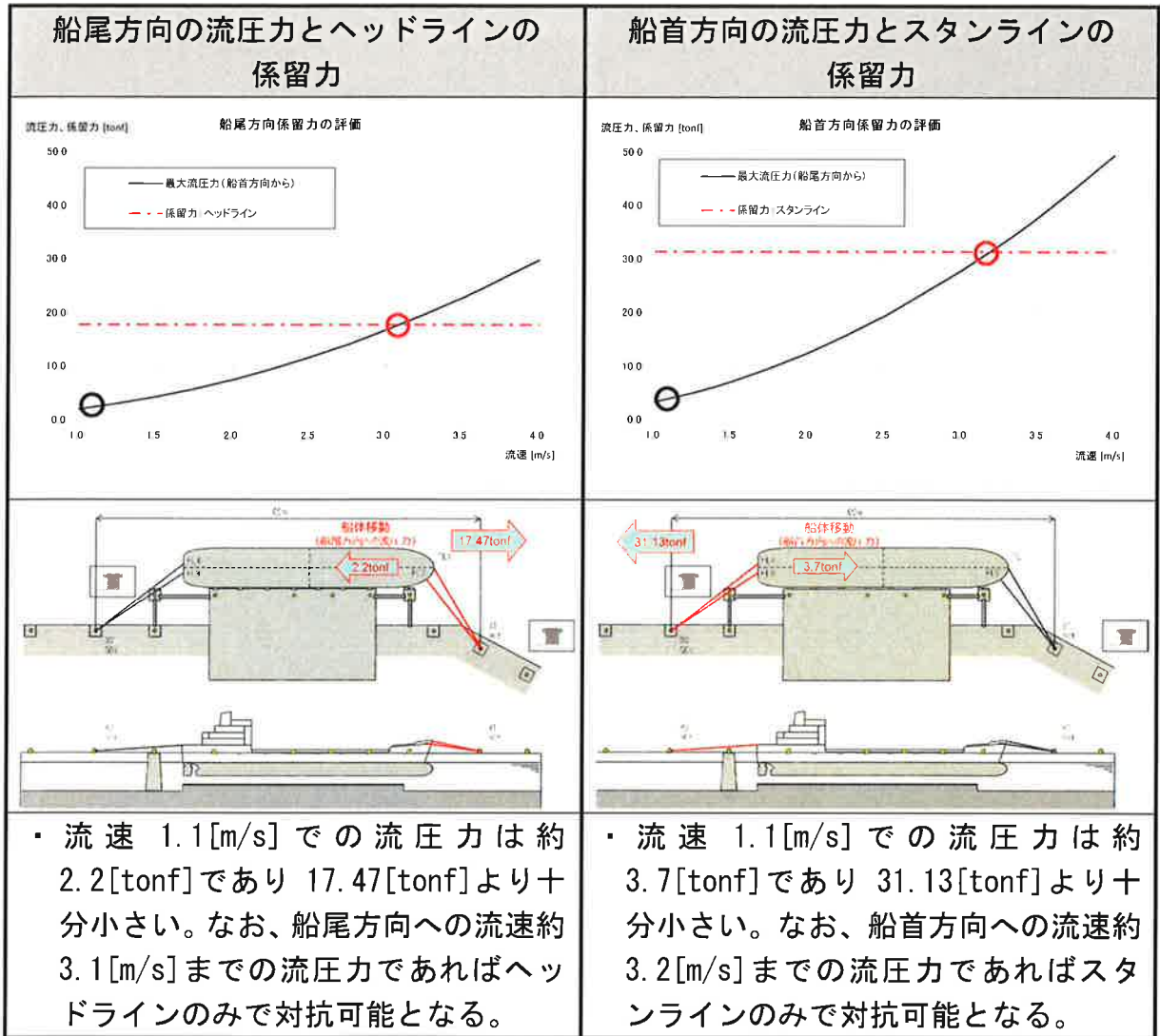


図-6 流圧力と係留力の比較

3. まとめ

海底地すべり津波の最大流速となる波源モデル（流速 1.1 [m/s]：図-2 参照）による流圧力（約 2.2～3.7 [tonf]：図-6 参照）に対し、係留力（約 17～31 [tonf]：表-4 参照）が上回ることを確認した。

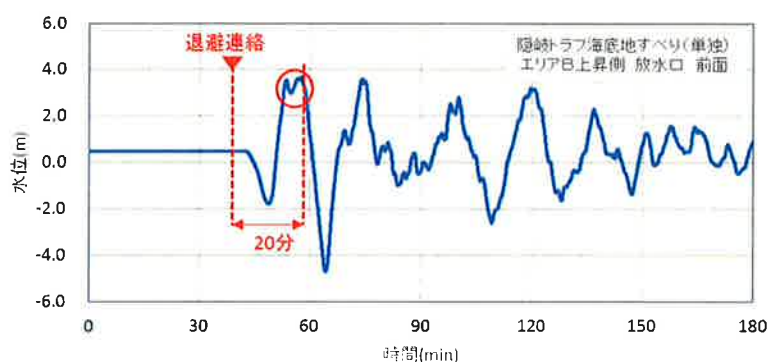
したがって、輸送船係留時に海底地すべり津波が襲来した場合でも、係留状態を維持することは可能である。

以上

荷役中に海底地すべり津波が襲来した場合は輸送船が退避できない理由

参考図 1-1 (海底地すべり津波波形) のとおり、20 分未満で最高水位に到達する。荷役中であった場合、離岸前に輸送物の干渉回避後に係留索を取り外す必要があるが、津波水位が岸壁高さを大きく上回っている場合は、岸壁での係留索取り外しができないため、緊急退避できない可能性がある。

参考として、表 1-1 に既許可の陸上地すべり津波および基準津波 2 と海底地すべり津波との比較を示す。また、参考図 1-2 に緊急退避準備 20 分の内容と各作業の概要を示す。

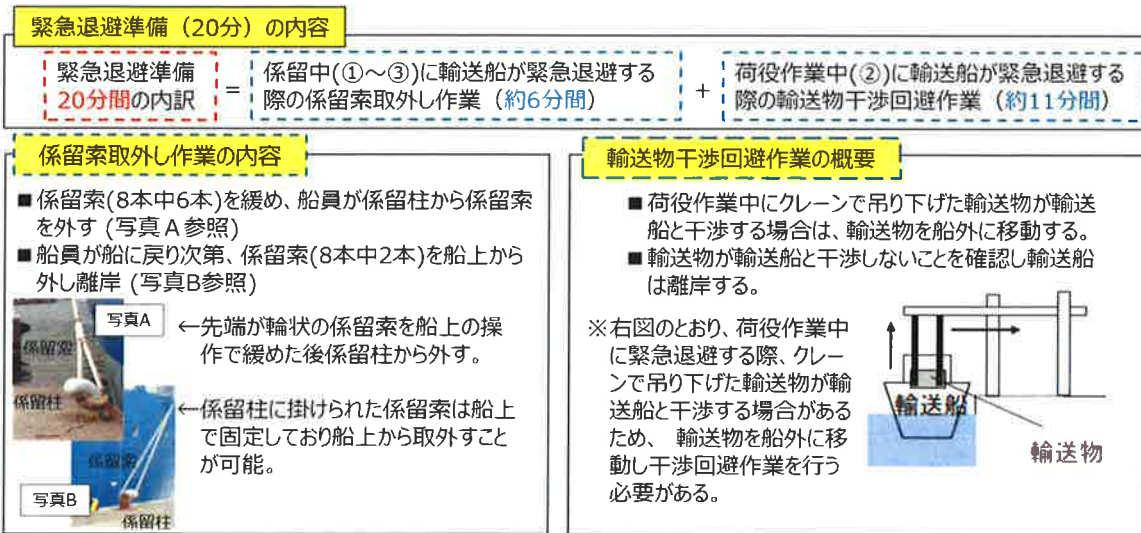


参考図 1-1 海底地すべり津波波

表 1-1 既許可の陸上地すべり津波および基準津波 2 と海底地すべり津波との比較

	早期襲来津波	海底地すべり津波
対象津波	①陸上地すべり (No. 1, 2, 3) 津波 ②基準津波 2 (津波警報発表後、基準津波 1 より早く到達)	基準津波 3 (退避連絡後、基準津波 4 より早く到達)
第一波最高水位	①T. P. +2. 20m ②T. P. +2. 15m	T. P. +3. 85m
岸壁遡上時間	①約 2 分後 (津波発生後) ②約 1 1 分後 (地震発生後)	約 1 6 分後 (退避連絡後)
輸送船対応	(荷役中および荷役中以外) ・津波高さは物揚岸壁 (T. P. +2. 0m) を僅かに超える程度の高さでかつ岸壁を超えるのは短時間 (1 分間未満) であり、水位低下後、船員が岸壁に降りて係留索取外し作業 (最大約 6 分間) を行うことは可能であり、既許可の早期襲来津波については、荷役中であっても、 輸送船は緊急退避可能 ・なお、津波流速は最大でも 1. 0m/s 未満であり、輸送船の性能は、津波の最大流速を上回っているため、適切な操船で退避可能であり、退避後に漂流物になることはない	(荷役中) ・津波高さは物揚岸壁 (T. P. +2. 0m) を大きく上回り、岸壁高さを超える退避連絡後約 1 6 分以降は岸壁で作業ができないため、20 分以内に 緊急退避できない (荷役中以外) ・退避連絡後、速やかに係留索を取外して、第一波到達前に 輸送船は緊急退避可能 ・なお、津波流速は最大でも 1. 1m/s 未満であり、輸送船の性能は、津波の最大流速を上回っているため、適切な操船で退避可能であり、退避後に漂流物になることはない
波形	<p>陸上地すべり (No.1,2,3) 上昇側 放水口 前面</p> <p>津波高さ : 2.20m 津波流速 : 1.0m/s</p> <p>基準津波 2</p> <p>津波高さ : 2.15m 津波流速 : 0.9m/s</p>	<p>基準津波 3</p>

参考図 1-2 : 緊急退避準備 20 分の内容と各作業の概要



なお、係留柱等の係留設備が損傷している場合は、輸送船は発電所港に入港しない

燃料等輸送船の喫水と津波高さの関係について
（高浜発電所 津波警報が発表されない
可能性がある津波に対する評価）

1. 概要

燃料等輸送船（以下、「輸送船」という。）は、津波警報等発表時、原則、緊急退避を行うが、退避準備に 20 分間を要するため、この間に襲来する早期襲来津波に対して輸送船への影響評価を実施している。一方、津波警報が発表されない可能性がある津波（海底地すべり津波）が発生した場合は、発電所構外において津波と想定される潮位を観測し、その連絡を受け緊急退避を行うが、輸送船の荷役時に襲来した場合は 20 分以内に緊急退避できない可能性がある。また、構外潮位計の欠測時には退避しない運用としている。従って、津波連絡後 20 分以降に到達する津波も含む津波全体を対象として輸送船への影響評価を行い、岸壁に乗り上がらないことや航行不能となり漂流物にならないことを確認する。

2. 海底地すべり津波の評価

(1) 各波源モデルによる最高水位および最低水位

表-1に各波源モデルによる津波の最高水位および最低水位を示す。この中から、最高水位および最低水位となる波源モデルを選定し、その最高水位および最低水位により評価を実施する。

表-1 各波源モデルによる最高水位および最低水位

表中の水位単位はT.P.(m)、流速単位は(m/s)

波源モデル			水位上昇		水位下降		
			放水口 前面		放水口 前面		
			最高水位	最大流速	最低水位	最大流速	
地震以外に起因する津波	海底地すべり	エリアA	Watts他の予測式	0.6	0.1	-0.1	0.1
		Kinematicモデルによる方法	1.6	0.4	-0.7	0.4	
	エリアB	Watts他の予測式	1.9	0.4	-1.6	0.4	
		Kinematicモデルによる方法	3.7 ^①	1.1	-5.4 ^②	1.1	
	エリアC	Watts他の予測式	1.1	0.4	-0.8	0.4	
		Kinematicモデルによる方法	3.7	0.7	-4.0	0.7	

【選定結果】

①評価用の最高水位：T. P. +3.85[m]

評価用の最高水位は、表-1 ①の T. P. +3.7[m]（期望平均満潮位 T. P. +0.49[m] を考慮）に+0.15[m]（潮位ばらつき）を加えた T. P. +3.85[m]とする。

(参考)

エリアC Kinematic モデルの水位上昇側においても最高水位 T.P. +3.7[m] があるが、詳細はエリアB Kinematic モデルは T.P. +3.69[m]、エリアC Kinematic モデルは T.P. +3.65[m] を保守的に切上げた値である。

②評価用の最低水位 : T.P. -5.57[m]

評価用の最底水位は、表-1 ②の T.P. -5.4[m] (期望平均干潮位 T.P. -0.01[m] を考慮) に -0.17[m] (潮位ばらつき) を加えた T.P. -5.57[m] とする。

(2) 選定した波源モデルの波形

図-1 ~ 3 に波源モデルによる最高水位、最低水位および最大流速を示す。

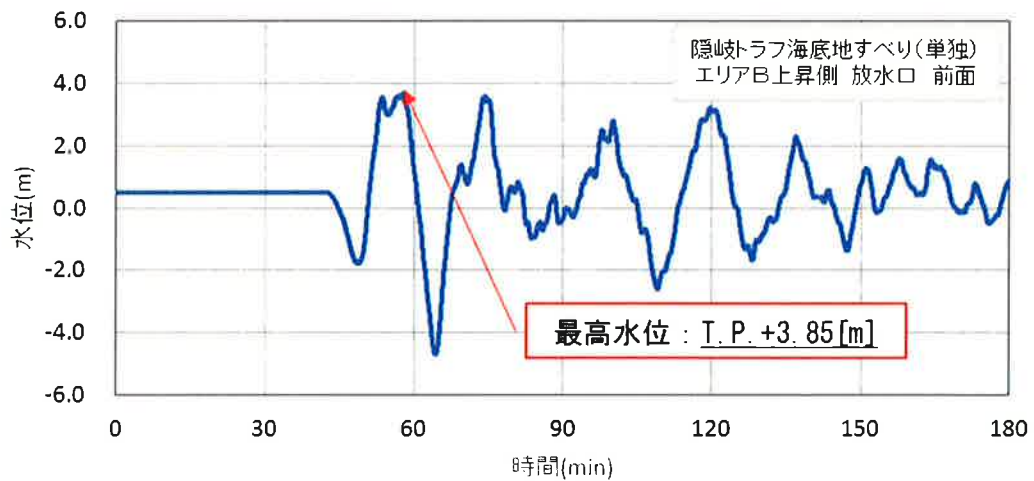


図-1 ①エリアB Kinematic モデル上昇側の津波水位—放水口前面—

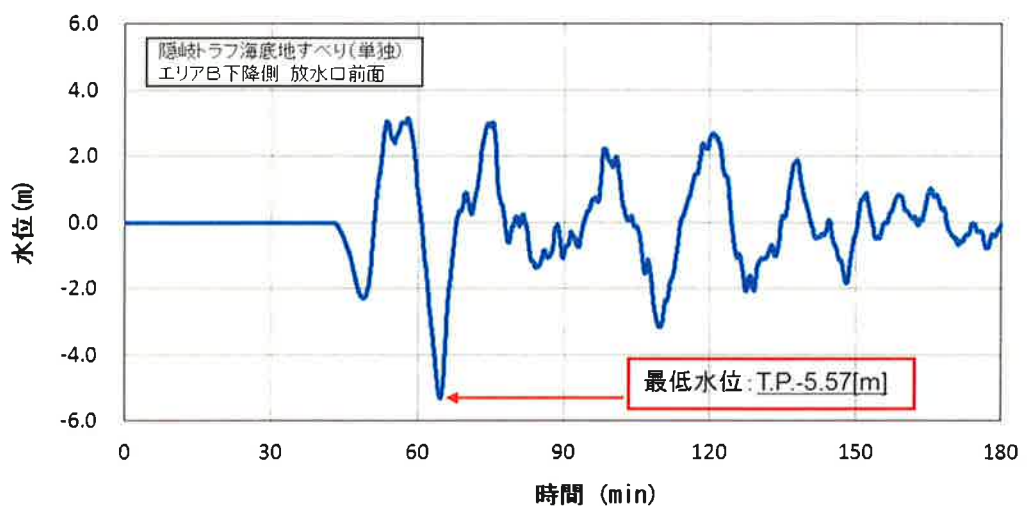


図-2 ②エリアB Kinematic モデル下降側の津波水位—放水口前面—

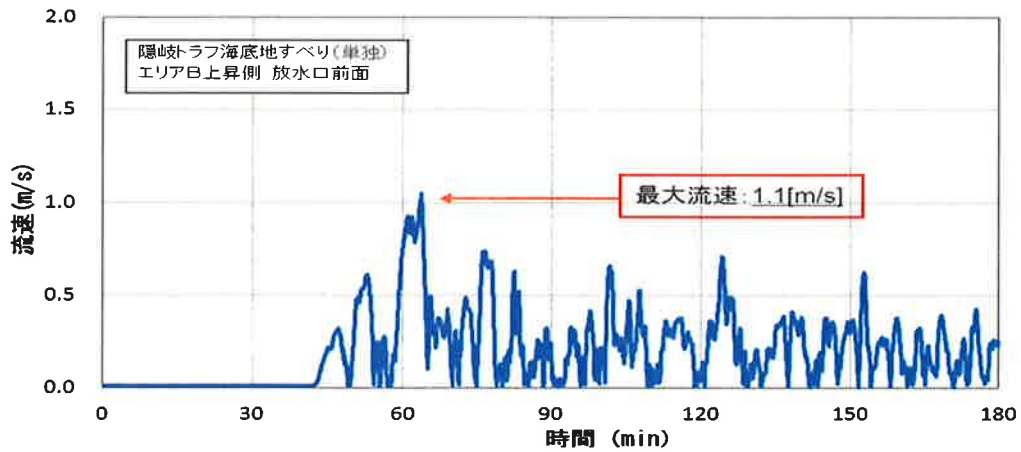


図-3 エリアB Kinematic モデル上昇側の流速（絶対値）－放水口前面－

(3) 係留時の輸送船評価

a. 最高水位における輸送船の評価（係留時）

最高水位と輸送船の喫水高さの関係を図-4に示す。

評価は、岸壁係留中に津波が最高水位 T. P. +3.85[m]（図-1 参照）となった状態を前提とする。

・最高水位解析値	: T. P. +3.70[m]※	※ 朔望平均満潮位 T. P. +0.49[m]を考慮
・潮位のバラツキ	: +0.15[m]	
評価用の最高水位 : T. P. +3.85[m]		

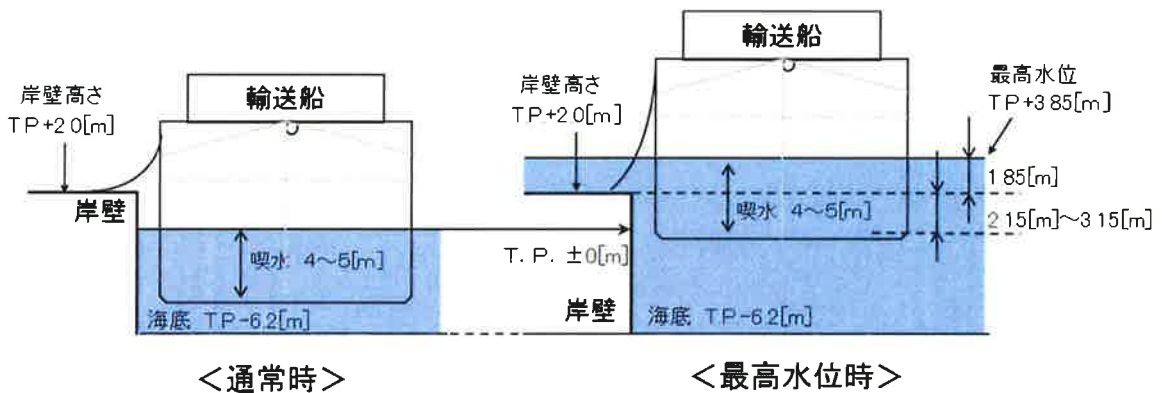


図-4 係留時における最高水位と輸送船の喫水高さ

【評価】

図-1 のとおり、最初の引き波で水位は下降するが、その後最高水位 T. P. +3.85[m]まで上昇する。この時の輸送船の船底は、岸壁高さより 2.15[m]～3.15[m] 下側にあるため、輸送船が岸壁に乗り上がり航行不能になることはない（図-4 参照）。

また、輸送船の性能は、津波の最大流速 1.1[m/s]（図-3 参照）を上回っているため、緊急退避においても適切な操船で退避可能であることから漂流物になることはない。

b. 最低水位における輸送船の評価（係留時）

最低水位と輸送船の喫水高さの関係を図-5に示す。

評価は、岸壁係留中に津波が最低水位 T.P. -5.57[m]（図-2 参照）なった状態を前提とする。

・最低水位解析値	: T.P. -5.4 [m]※	※ 朔望平均干潮位 T.P. -0.01 [m] を考慮
・潮位のバラツキ	: -0.17 [m]	
評価用の最低水位 : T.P. -5.57 [m]		

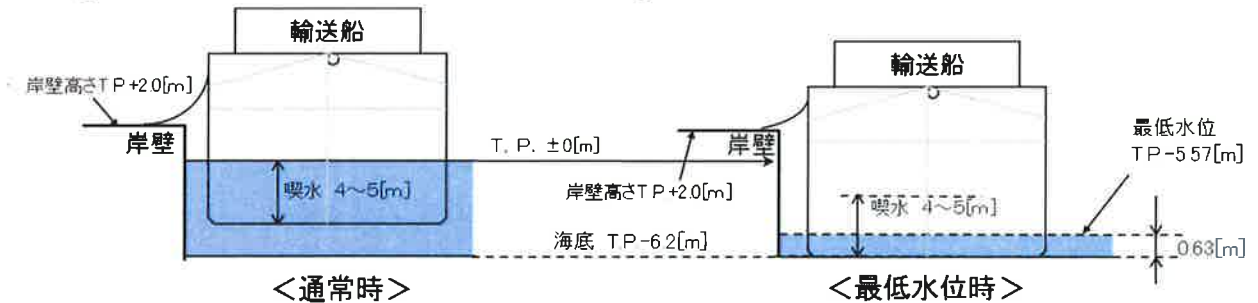


図-5 係留時における最低水位と輸送船の喫水高さ

【評価】

図-2のとおり、最低水位は T.P. -5.57[m]であり、輸送船は海底に着底する可能性がある（図-5 参照）。着底による輸送船への影響としては、岸壁付近の海底が平坦であること、水位変動が緩やかであること、二重船殻構造で十分な船体強度を有していることから、輸送船が損傷し航行不能になることはない。また、水位は数分で上昇するため、水位回復後輸送船は退避可能である。

なお、輸送船の性能は、津波の最大流速 1.1 [m/s]（図-3 参照）を上回っているため、緊急退避する場合においても適切な操船で退避可能であることから、漂流物になることはない。

(4) 係留時以外の輸送船評価

a. 最低水位における輸送船の評価（係留時以外）

最低水位と輸送船の喫水高さの関係を図-6に示す。

輸送船の評価は、岸壁に係留されていない状態（接岸直前や離岸直後を想定）、津波水位は最低水位 T.P. -5.57[m]（図-2 参照）を前提とする。

・最低水位解析値	: T.P. -5.4 [m]※	※ 朔望平均干潮位 T.P. -0.01 [m] を考慮
・潮位のバラツキ	: -0.17 [m]	
評価用の最低水位 : T.P. -5.57 [m]		

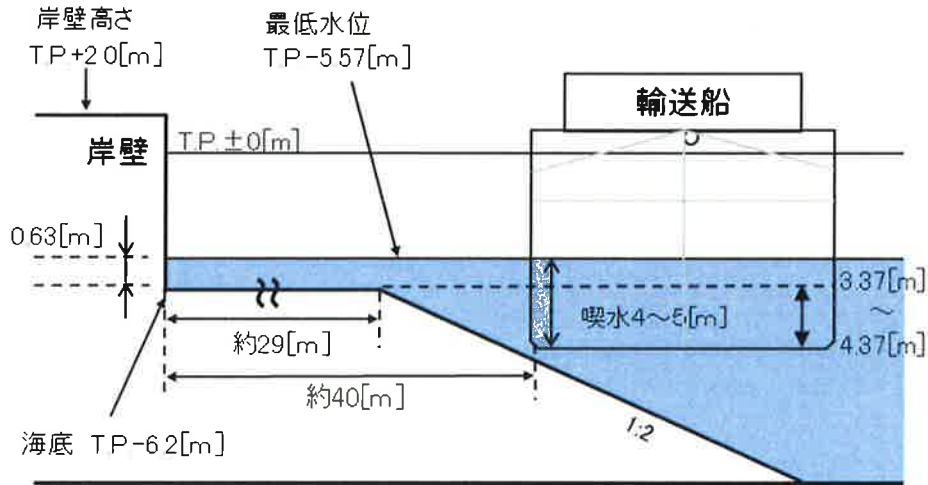


図-6 係留時以外における最低水位と輸送船の喫水高さ

【評価】

図-6のとおり、岸壁付近の海底は平坦な部分が約29[m]、その外側に傾斜部分(1:2勾配)があり、最低水位において輸送船が海底に接触する範囲は、岸壁から約40[m]の範囲となる。

この範囲を含めた岸壁付近での輸送船の移動速度は、接岸や離岸に伴い、非常に慎重な速度(数cm/s~数十cm/s程度)で操船される。この時、引き波で最低水位となった場合、船底が一時的に着底する可能性があるが、船速が非常に遅く、水位の低下速度もゆっくりであることから、輸送船の船底が損傷し航行不能になることはない。また、水位は数分で上昇するため、水位回復後輸送船は退避可能である。なお、輸送船の性能は、津波の最大流速1.1[m/s](図-3参照)を上回っているため、緊急退避する場合においても適切な操船で退避可能であることから、漂流物になることはない。

更に、海底の傾斜部分(1:2勾配で傾斜角度は約27°)は輸送船の重心位置による横転角度(約48°)に比べて十分余裕があることから、仮に輸送船が傾斜部分に着底したとしても、輸送船が横転することはない。

3. まとめ

海底地すべり津波が襲来した場合でも、津波高さと輸送船の喫水高さの関係から、岸壁に乗り上がることはなく、引き波により船底が海底に着底しても十分な船体強度を有していること等から航行不能となることはない。また、輸送船は水位回復後退避可能であること、輸送船の性能は、津波の最大流速1.1[m/s](図-3参照)を上回っているため、緊急退避する場合においても適切な操船で退避可能であり、漂流物となることはない。

以上

燃料等輸送船の着底時の転覆の可能性について

1. 概要

燃料等輸送船（以下「輸送船」という。）の物揚岸壁における停泊中および港湾内で緊急退避中に引き波により着底することを想定し、その際の転覆の可能性について評価する。

2. 評価条件

(1) 輸送船の仕様・形状

輸送船の仕様を表-1に、外形図を図-1、図-2に示す。

表-1 輸送船の仕様

項目	仕様
満載排水量	約 7,000[t]（空荷状態：約 4,000[t]）
積貨重量トン	約 3,000[t]
喫水	約 5[m]
全長	100.0[m]（垂線間長：94.4[m]）
型幅	16.5[m]

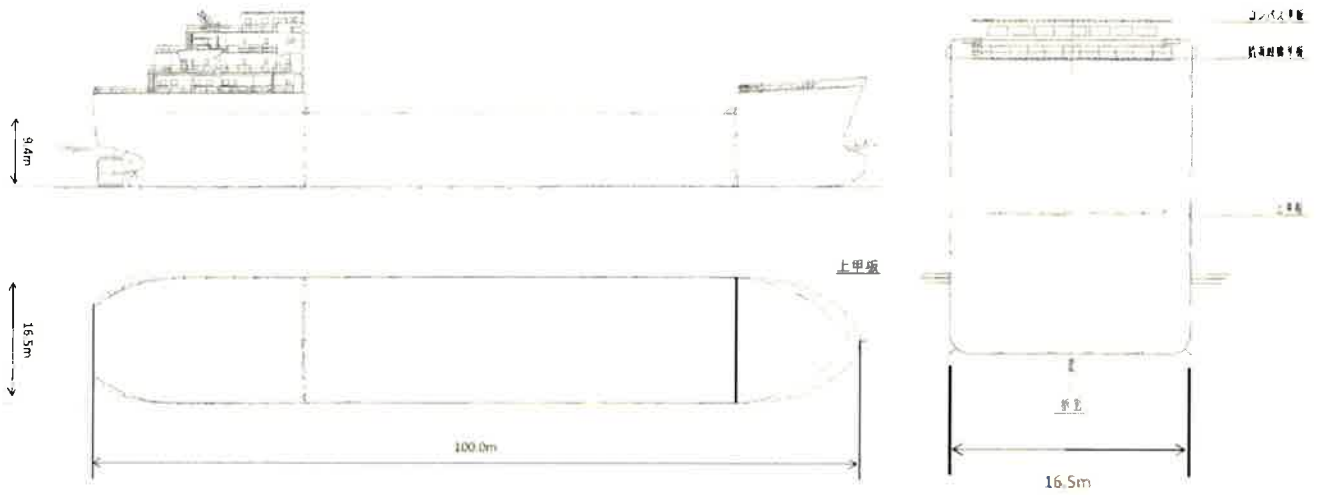


図-1 輸送船外形図（側面・上面）

図-2 輸送船外形図（正面）

(2) 転覆モード

一般の船舶の場合、丸型やV型の船底を有しているものがあるが、輸送船は図-2に示すとおり、断面形状が扁平であり船底が平底型である。このため、引き波により着底した場合にも傾くことなく安定していると考えられるが、ここでは保守的に、図-3に示すように輸送船が津波を受けた際に船底の端部が海底に引っ掛かり、船底端部周りに回転する状況を想定し、転覆可能性の評価を行うものとする。

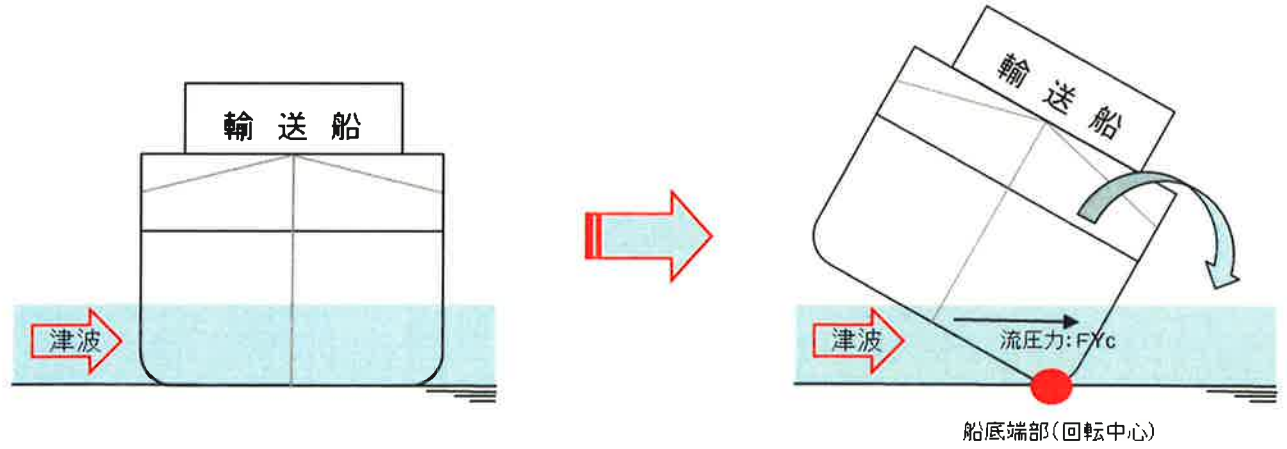


図-3 想定転覆モード

3. 転覆評価

図-3の想定転覆モードにおいて輸送船に働く力とモーメントを図-4に示す。

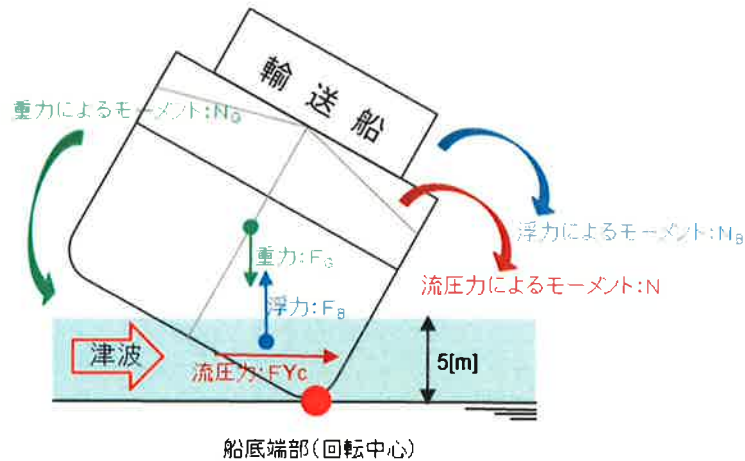


図-4 輸送船に働く力とモーメント

津波を受けると流圧力 F_{Yc} によるモーメント N が発生し、船底端部を中心に輸送船を回転させる。また、浮力 F_B によるモーメント N_B も流圧力によるモーメント N と同じ方向に発生する。一方、重力 F_G によるモーメント N_G がこれらのモーメントと逆方向に発生し輸送船の傾きを戻す。この際、流圧力および浮力によるモーメントにより傾きが増大し、重心位置が回転中心の鉛直線上を超える場合には転覆する。

重心位置が回転中心の鉛直線上にあるときの傾きは約 48° であるため、ここでは傾きを 24° と仮定し、流圧力によるモーメント N と浮力によるモーメント N_B の和と重力によるモーメント N_G とのモーメントの釣り合いから転覆しないことを確認する。

重力によるモーメント N_G は次式のとおりとなる。

$$\begin{aligned} N_G &= F_G \times X \text{ (GR)} \\ &= 4,000 \times 4.5 \\ &= 18,000 \text{ [tonf}\cdot\text{m]} \end{aligned}$$

N_G : 重力によるモーメント [tonf·m]

F_G : 輸送船(空荷状態)の重量 [tonf] ($\cong 4,000$)

$X \text{ (GR)}$: 重心と回転中心の水平方向距離 [m] ($\cong 4.5$)

次に流圧力によるモーメントNは次式にて計算できる。

$$N = F_{YC} \times W \div 2$$

$$= F_{YC} \times d \div 2$$

N : 流圧力によるモーメント [tonf・m]

F_{YC} : 流圧力 [tonf]

W : 水位 [m]

d : 喫水 [m] (= 5)

ここで、流圧力は受圧面積が最大の際に最も大きくなり、且つ、流圧力によるモーメントは流圧力の作用点と回転中心との距離が最大の際に最も大きくなるため、本評価における水位は喫水と同等とした。

また、横方向の流圧力 F_{YC} を表-2 に示す方法で計算する。

表-2 横方向流圧力の計算方法

<p>【流圧力計算式】</p> $F_{YC} = \frac{1}{2} \times C_{YC} \times \rho_c \times V_c^2 \times L_{PP} \times d$	<p>F_{YC} : 横方向流圧力 [kgf]</p> <p>C_{YC} : 横方向流圧力係数</p> <p>V_c : 流速 [m/s]</p> <p>L_{PP} : 垂線間長 [m]</p> <p>d : 喫水 [m]</p> <p>ρ_c : 水密度 [kg・sec²/m⁴] (=104.5kg・sec²/m⁴)</p>
--	---

(出典：係留設備に関する指針 OCIMF 刊行)

このとき、流速は図-5 に示す最低水位となる津波の最大流速 1.1[m/s] を適用し、横方向流圧力係数を図-6 により 10 と仮定する。

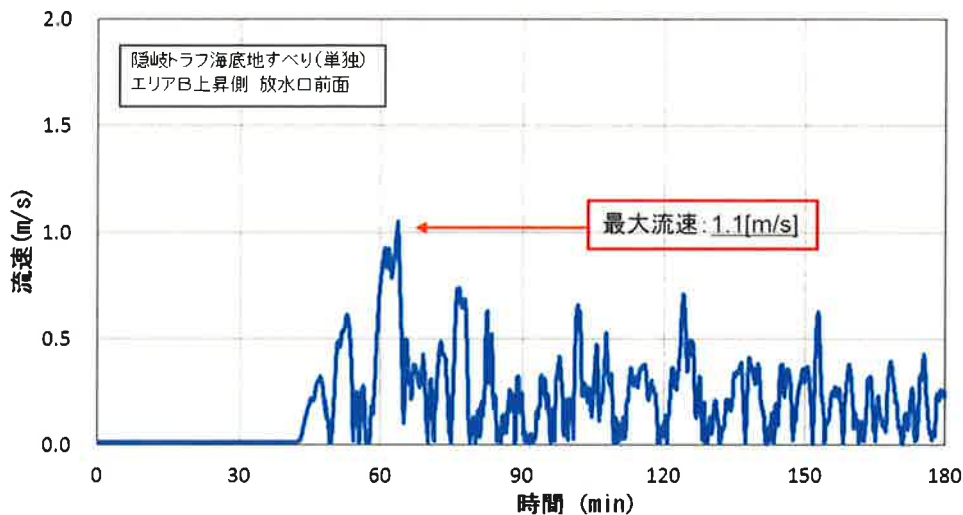


図-5 最大流速

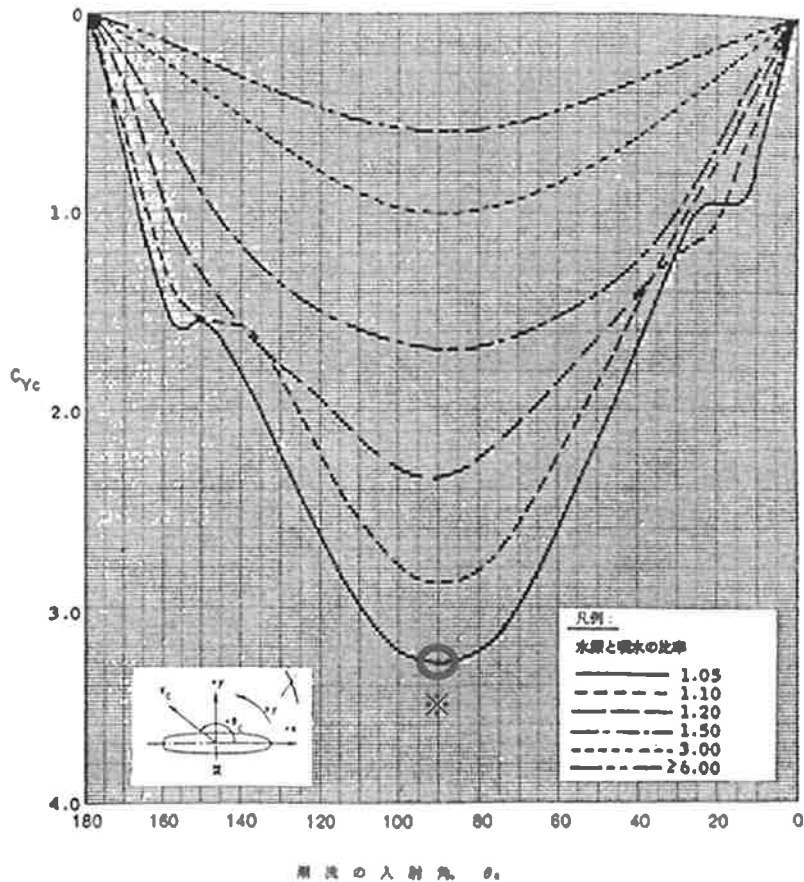


図-6 横方向流圧力係数（出典：VLCCにおける風圧及び流圧の予測 OCIMF 刊行）

表-2により F_{YC} は以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned}
 F_{YC} &= 1 \div 2 \times 10 \times 104.5 \times 1.1^2 \times 94.4 \times 5 \\
 &= 298,410 \text{ [kgf]} \\
 &\approx 300 \text{ [tonf]}
 \end{aligned}$$

したがって、流圧力によるモーメント N は以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned}
 N &= F_{YC} \times d \div 2 \\
 &= 300 \times 5 \div 2 \\
 &= 750 \text{ [tonf} \cdot \text{m]}
 \end{aligned}$$

最後に浮力によるモーメント N_B は次式にて評価する。

$$\begin{aligned}
 N_B &= F_B \times X \text{ (BR)} \\
 &= 1,700 \times 3.0 \\
 &= 5,100 \text{ [tonf} \cdot \text{m]}
 \end{aligned}$$

N_B : 浮力によるモーメント [tonf·m]

F_B : 傾いた際の輸送船の浮力 [tonf] ($\approx 1,700$)

$X \text{ (BR)}$: 浮心と回転中心の水平方向距離 [m] (≈ 3.0)

以上の結果をまとめると、以下に示すとおり重力によるモーメント N_G は流圧力によるモーメントと浮力によるモーメントの和より大きくなるため、輸送船は転覆することはない。

$$\begin{aligned} N + N_B &= 750 + 5,100 \\ &= 5,850 [\text{tonf}\cdot\text{m}] < N_G (= 18,000) [\text{tonf}\cdot\text{m}] \end{aligned}$$

4. まとめ

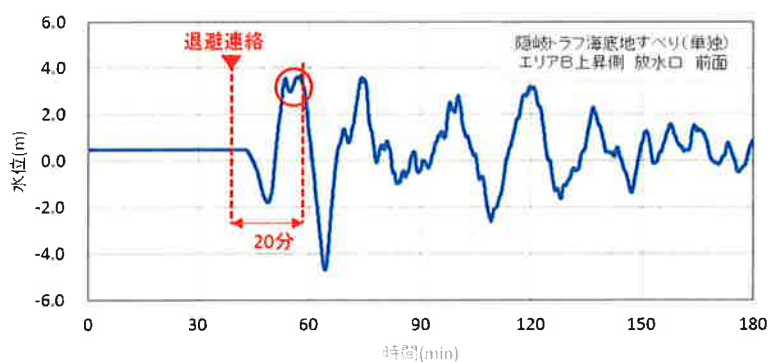
輸送船の着底後に海底地すべり津波による流圧を受けても船底と海底の形状から転覆することはない。また、保守的に船底の一部が固定されるような状態を想定した場合であっても転覆しないことを確認した。

以上

荷役中に海底地すべり津波が襲来した場合は輸送船が退避できない理由

参考図 1-1 (海底地すべり津波波形) のとおり、20 分未満で最高水位に到達する。荷役中であった場合、離岸前に輸送物の干渉回避後に係留索を取り外す必要があるが、津波水位が岸壁高さを大きく上回っている場合は、岸壁での係留索取り外しができないため、緊急退避できない可能性がある。

参考として、表 1-1 に既許可の陸上地すべり津波および基準津波 2 と海底地すべり津波との比較を示す。また、参考図 1-2 に緊急退避準備 20 分の内容と各作業の概要を示す。

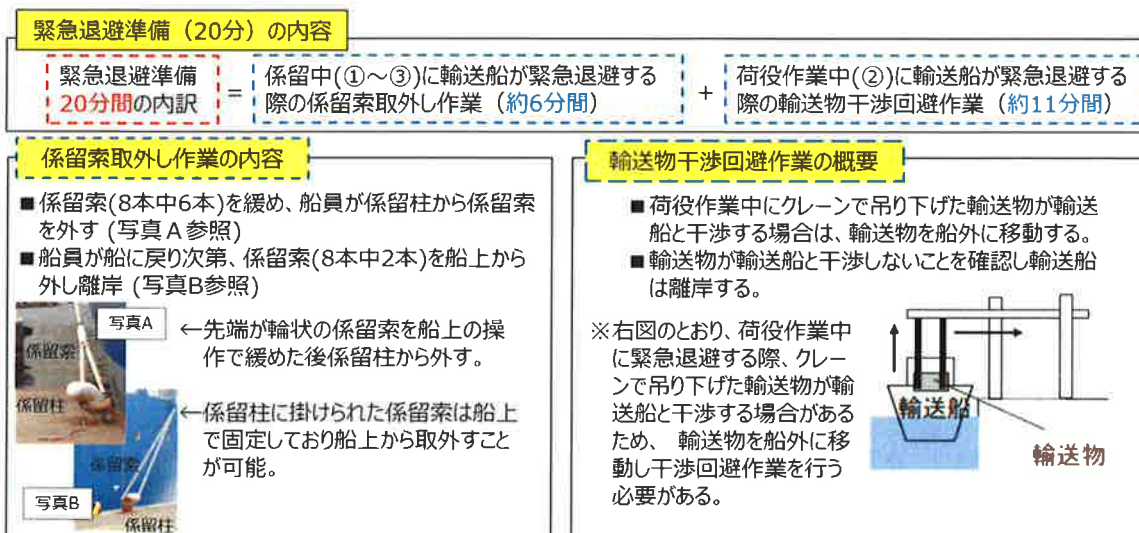


参考図 1-1 海底地すべり津波波

表 1-1 既許可の陸上地すべり津波および基準津波 2 と海底地すべり津波との比較

	早期襲来津波	海底地すべり津波
対象津波	①陸上地すべり (No. 1, 2, 3) 津波 ②基準津波 2 (津波警報発表後、基準津波 1 より早く到達)	基準津波 3 (退避連絡後、基準津波 4 より早く到達)
第一波最高水位	①T. P. +2. 20m ②T. P. +2. 15m	T. P. +3. 85m
岸壁遡上時間	①約 2 分後 (津波発生後) ②約 1 1 分後 (地震発生後)	約 1 6 分後 (退避連絡後)
輸送船対応	(荷役中および荷役中以外) ・津波高さは物揚岸壁 (T. P. +2. 0m) を僅かに超える程度の高さでかつ岸壁を超えるのは短時間 (1 分間未満) であり、水位低下後、船員が岸壁に降りて係留索取外し作業 (最大約 6 分間) を行うことは可能であり、既許可の早期襲来津波については、荷役中であっても、 輸送船は緊急退避可能 ・なお、津波流速は最大でも 1. 0m/s 未満であり、輸送船の性能は、津波の最大流速を上回っているため、適切な操船で退避可能であり、退避後に漂流物になることはない	(荷役中) ・津波高さは物揚岸壁 (T. P. +2. 0m) を大きく上回り、岸壁高さを超える退避連絡後約 1 6 分以降は岸壁で作業ができないため、20 分以内に緊急退避できない (荷役中以外) ・退避連絡後、速やかに係留索を取外して、第一波到達前に 輸送船は緊急退避可能 ・なお、津波流速は最大でも 1. 1m/s 未満であり、輸送船の性能は、津波の最大流速を上回っているため、適切な操船で退避可能であり、退避後に漂流物になることはない
波形	<p>陸上地すべり (No.1,2,3) 上昇側 放水口 前面</p> <p>津波高さ : 2.20m 津波流速 : 1.0m/s</p> <p>基準津波 2</p> <p>津波高さ : 2.15m 津波流速 : 0.9m/s</p>	<p>基準津波 3</p>

参考図 1-2 : 緊急退避準備 20 分の内容と各作業の概要



なお、係留柱等の係留設備が損傷している場合は、輸送船は発電所港に入港しない

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

津波伝播計算手法及び計算条件

基準津波の選定において、津波に伴う水位変動の評価は、非線形長波理論に基づき、差分スキームとして Staggered Leap-frog 法を採用した平面二次元モデルによる津波シミュレーションプログラムを用いて実施した。

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は、各海水ポンプ室までの水理特性を考慮した詳細格子分割の数値計算モデル（以下「詳細数値計算モデル」という。）を基本とし、パラメータスタディや津波ハザード評価の計算には、取水口及び放水口の前面で完全反射条件とした概略数値計算モデルを用いた。

計算上考慮している水深分布図を図-1に、概略数値計算モデルの計算条件及び計算モデルを表-1と図-2に、詳細数値計算モデルの計算条件及び計算モデルを表-2と図-3に示す。また、津波シミュレーションによる津波水位評価点の位置を図-4に示す。

また、取水路内に設置した取水路防潮ゲート及び放水路付近の敷地を囲むように設置した防潮堤を計算モデルに反映したほか、取水口及び放水口付近の陸側境界条件について陸上遡上を考慮し、取水口及び放水口のカーテンウォールについては、本間公式及び土木研究所（1996）による計算式から、越流量及び開口部通過流量を計算した（図-5、6）。

さらに防潮ゲートについては、遠隔操作によるゲート閉止に必要な時間を考慮して、閉止時間前に第1波のピークが到達する津波に対しては、1号、2号、3号及び4号炉共用の取水路防潮ゲートA系列及びB系列開放（以下、「防潮ゲート「開」」という。）の条件を設定した。また、構内の2台の潮位計による観測潮位が10分以内に0.5m以上下降し、その後、最低潮位から10分以内に0.5m以上上昇すること、又は10分以内に0.5m以上上昇し、その後、最高潮位から10分以内に0.5m以上下降した場合には、防潮ゲート「開→閉」とする条件を設定した。なお、防潮ゲート「開」時の開口部より上部については、計算上カーテンウォールとして取り扱った。

1号炉及び2号炉海水ポンプ室の取水経路の一部である非常用海水路並びに3、4号炉海水ポンプ室の取水経路の一部である海水路及び海水取水トンネルについては、平面二次元モデルによる津波シミュレーションに仮想スロットモデルによる一次元不定流計算を接続して検討を行った（図-7）。

表-1 津波シミュレーションの概略計算手法および計算条件

設定項目		設定値	
津波計算	基礎方程式	非線形長波理論式及び連続式(後藤他(1982) ⁽⁹⁾)	
	変数配置および差分スキーム	Staggered Leap-frog法	
計算条件等	計算領域	対馬海峡から関宮海峡に至る東西方向約1,500km、南北方向約2,000km	
	空間格子間隔	1,350m→450m→150m→50m→25m→12.5m	
	時間格子間隔	0.3秒(安定条件(CFL条件)を十分満足するように設定)	
	初期条件	断層モデルを用いて、Mansinha et al.(1971) ⁽¹⁰⁾ の方法により計算される海底面の鉛直変位分布を初期条件とする	
	境界条件	沖側境界	特性曲線法をもとに課与される自由通過の条件(後藤他(1982) ⁽⁹⁾)
		陸域境界	完全反射条件
	海底摩擦	マニングの粗度係数 $n=0.030$ (土木学会(2002) ⁽⁸⁾)	
	水平渦動粘性係数	0m ² /s	
	計算時間	3.0時間(日本海東縁部のケースは6.0時間)	
	評価潮位	T.P.±0.0m	
津波水位評価		cmを切り上げ、10cm単位で評価	

表-2 津波シミュレーションの詳細計算手法および計算条件

設定項目		設定値	
津波計算	基礎方程式	非線形長波理論式及び連続式(後藤他(1982) ¹⁰⁾	
	変数配置および差分スキーム	Staggered Leap-frog法	
計算条件等	計算領域	対馬海峡から開京海峡に至る東西方向約1,500km、 南北方向約2,000km	
	空間格子間隔	1.350m→450m→150m→50m→25m→12.5m→6.25m→3.125m	
	時間格子間隔	地 震	0.05s
		海底 地すべり	0.05s
		陸上 地すべり	0.025s
	初期条件	地 震	新層モデルを用いて、Mansinha et al.(1971) ¹⁰⁾ の方法により計算される海底面の鉛直変位分布を初期条件とする
		海底 地すべり	(Watts他の方法) Watts他の方法により計算される初期水位分布を初期条件とする。 (Kinematicモデルによる方法) Kinematicモデルによる方法を用いて算出される時間刻みあたりの地形変化量が、海面水位と海底地形にそのまま反映されるものとする。
		陸上 地すべり	(Watts他の方法) Fritz他による波源振幅予測式を用いたWatts他の予測式により計算される初期水位分布を初期条件とする。 (運動学的手法) 土砂崩壊シミュレーションによる時間刻みあたりの地形変化量が、海面水位と海底地形にそのまま反映されるものとする。
	境界条件	沖側境界	特性曲線法をもとに調和される自由通過の条件(後藤他(1982) ¹⁰⁾
		陸域境界	完全反射条件(緊急函数地については遡上境界)
	海底摩擦	マニングの粗度係数 $n=0.030$ (土木学会(2002) ¹¹⁾	
水平運動粘性係数	0m ² /s		
計算時間	3.0時間(日本海東縁部のケースは6.0時間)		
評価潮位	水位上昇側T.P.+0.49m、水位下降側T.P.-0.01m 気象庁・舞鶴気象所のデータによる(2007年1月～2011年12月の5年間)		
津波水位評価	cmをとり上げ、10cm単位で評価		

※安全条件(CFL条件)を十分満足するように設定

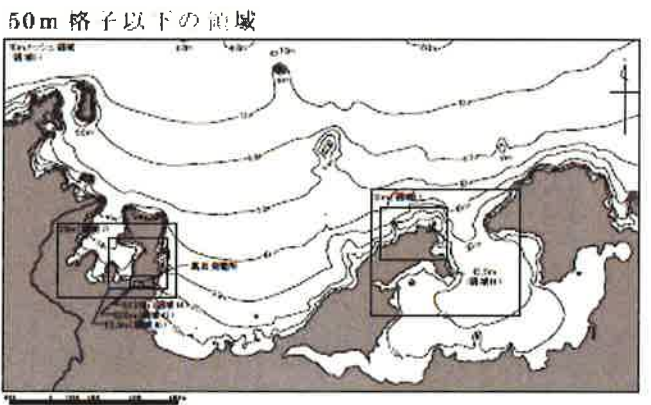
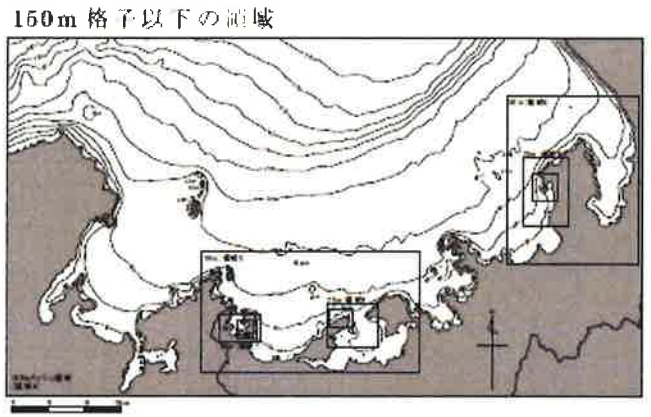


図-1 水深分布図



領域番号	空間格子間隔 Δx (m)	最大水深 h_{max} (m)	CFL条件を満たす Δt (sec) ^{*)}
1	1350	8800	4.95
2,3	450	9700	1.67
4	150	240	2.19
5,6	50	90	1.19
7,8,9	25	80	0.63
10,11,12	12.5	60	0.36

*)

$$\Delta t \leq \frac{\Delta x}{\sqrt{2gh_{max}}}$$

ここで、
 Δx : 空間格子間隔
 Δt : 時間格子間隔
 h_{max} : 最大水深
 g : 重力加速度

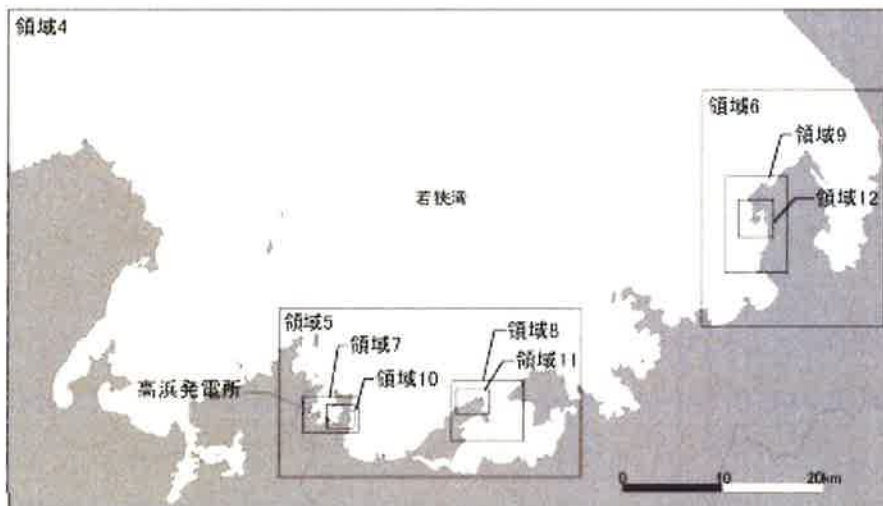


図-2 概略津波計算モデル（津波伝播計算領域及び空間格子間隔）



領域番号	空間格子 間隔 $\Delta x(m)$	最大 水深 $h_{max}(m)$	CFL条件 を満たす $\Delta t(sec)$ ⁽¹⁾
1	1350	3800	4.95
2,3	450	3700	1.67
4	150	240	2.19
5,6	50	90	1.19
7or7' ⁽²⁾ ,8,9	25	80	0.63
10or10' ⁽²⁾ ,11,12	12.5	60	0.36
13	6.25	10	0.44
14	3.125	10	0.22

(1)

$$\Delta t \leq \frac{\Delta x}{\sqrt{2gh_{max}}}$$

ここに、
 Δx : 空間格子間隔
 Δt : 時間格子間隔
 h_{max} : 最大水深
 g : 重力加速度

(2) PO-A~PO-E(断層~領1)断層、領13および領14の計算時には7'及び10' (領域パターン2)を用いている。

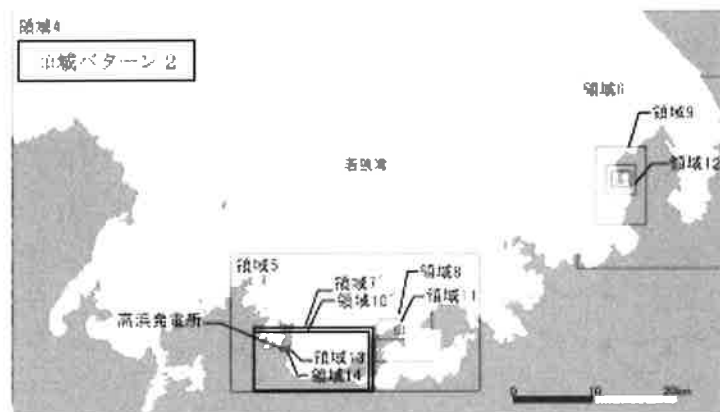
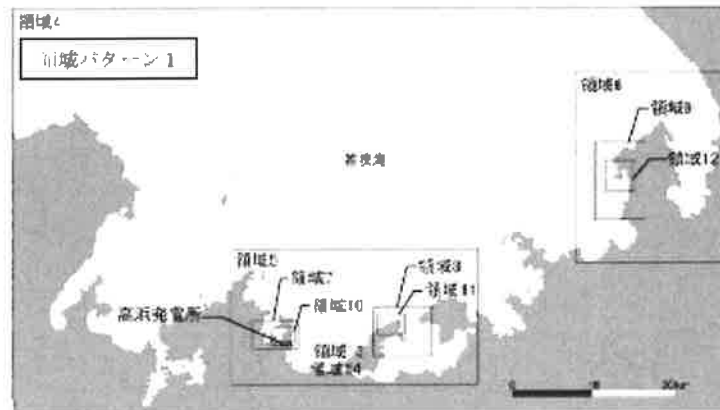
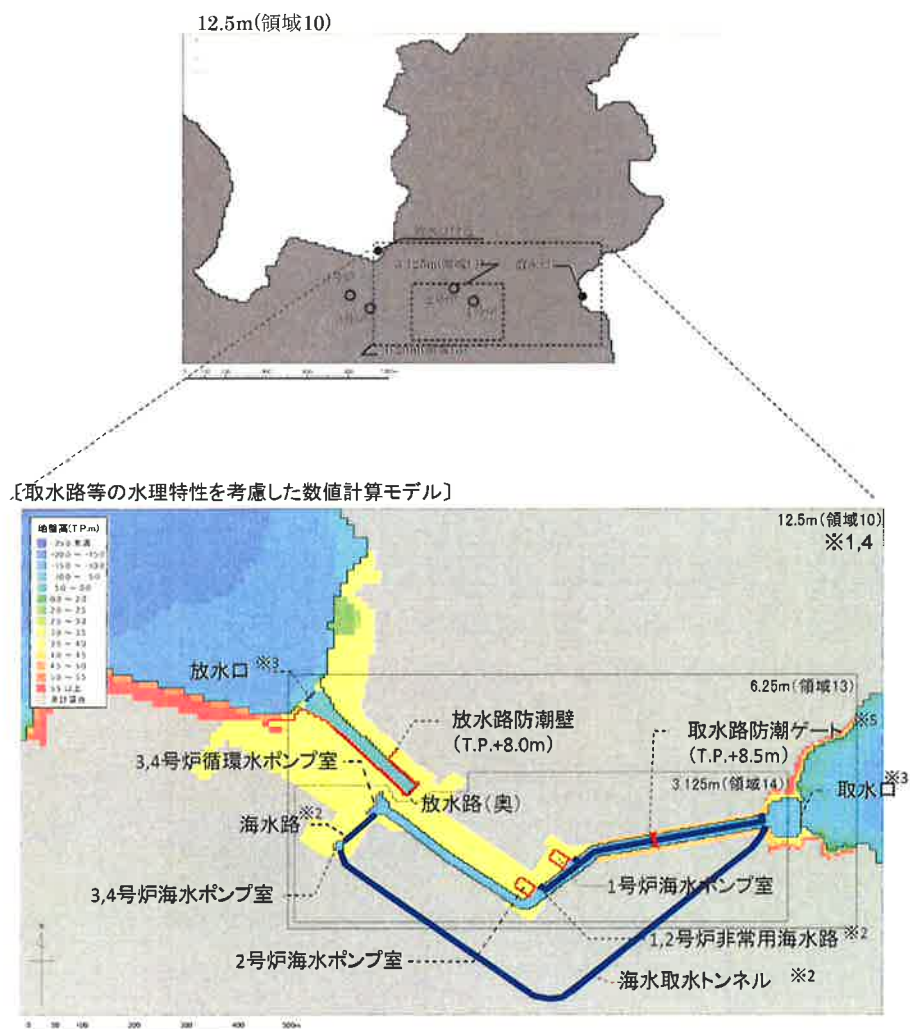


図-3 詳細津波計算モデル（津波伝播計算領域及び空間格子間隔）

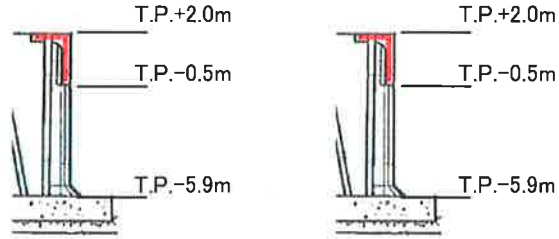


- ※1 本計算範囲は12.5m、6.25m及び3.125m格子であり、非線形長波理論式及び連続式で計算
- ※2 海水路、海水取水トンネル(管路)、1,2号炉非常用海水路は、仮想スロットモデルにより一次元不定流の連続式及び運動方程式で計算
- ※3 取放水口のカーテンウォールは、本間公式および土木研究所(1996)による計算式から、越流量および開口部通過流量を計算
- ※4 灰色の着色部を除くメッシュで遡上計算が可能
- ※5 取水路防潮ゲートは津波到達時間により「開」「閉」の条件を設定

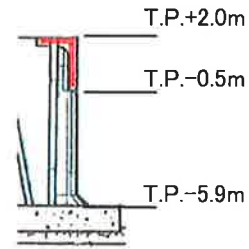
図-4 詳細津波計算モデル (敷地内)

取水口の計算条件

越流量の計算方法
(本間公式)



カーテンウォールの通過流量の計算方法
(土木研究所(1996)の計算式)



越流量の計算方法(本間公式)

- 高浜発電所の構造物(カーテンウォール、隔壁、角落し)については、水位がその天端を超える場合に本間公式を用いて越流量を計算する。
- 天端高を基準とした防波堤前後の水深を H_1 、 H_2 ($H_1 > H_2$) としたとき、線流量 Q は次式に示すとおりである。

$$Q = 0.35 H_1 \sqrt{2gH_1} \quad ; \quad H_2 \leq 2H_1/3 \quad (\text{完全越流})$$

$$Q = 0.91 H_1 \sqrt{2g(H_1 - H_2)} \quad ; \quad H_2 > 2H_1/3 \quad (\text{もぐり越流})$$

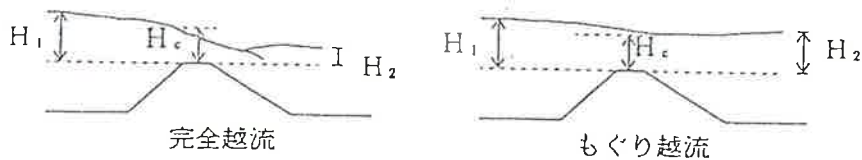
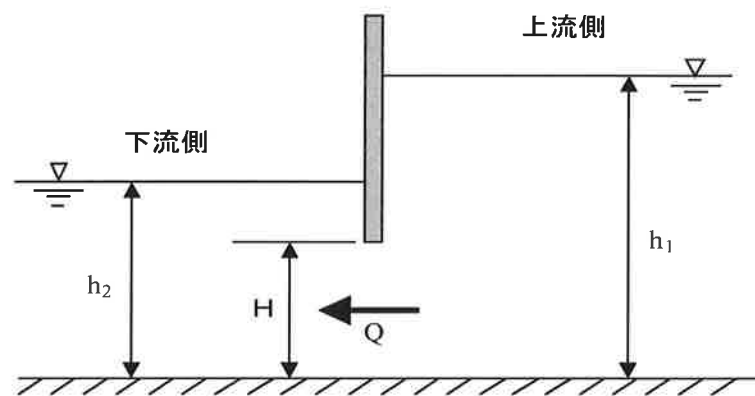


図-5 取水口及び放水口のカーテンウォール(1/2)

カーテンウォールの通過流量の計算方法(土木研究所(1996)の計算式)

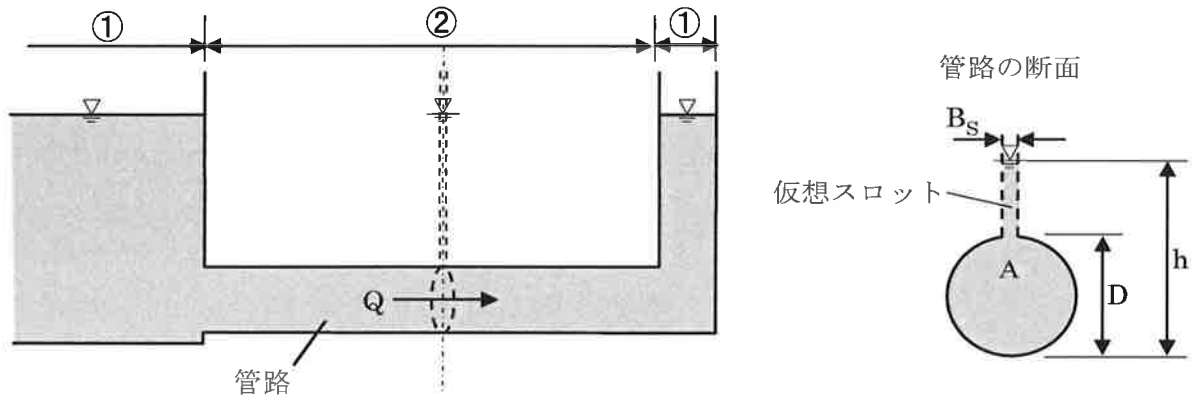
- 高浜発電所のカーテンウォールを通過する流量は、ゲートからの流出量算定式として、一般によく用いられる土木研究所(1996)の計算式により求めるものとする。
- なお、津波がカーテンウォールの天端を超える場合には、本間公式から求まる越流量を加算する。

	水位の関係		計算式	流量係数 C
①	$h_2 \geq H$	$h_1 < \frac{3}{2}H$	自由流出： $Q = CBh_2\sqrt{2g(h_1 - h_2)}$ ただし、 $\frac{h_1}{h_2} \geq \frac{3}{2}$ の場合は $h_2 = \frac{2}{3}h_1$ とする	0.79
②		$h_1 \geq \frac{3}{2}H$	中間流出： $Q = CBH\sqrt{2gh_1}$	0.51
③	$h_2 < H$		潜り流出： $Q = CBH\sqrt{2g(h_1 - h_2)}$	0.75



h_1 、 h_2 : 施設前後の水位 (m) H : 開口部高さ (m) Q : 流量 (m^3/s)
 B : 開口幅 (m) C : 流量係数 g : 重力加速度 (m/s^2)

図-6 取水口及び放水口のカーテンウォール(2/2)



管路部の計算条件

計算条件	条件設定
スクリーン損失	・海水ポンプ室内のスクリーン損失については考慮しない
貝付着	・貝の付着を考慮した粗度係数を採用 (粗度係数: $n=0.02$)
海水ポンプの 運転条件	・水位上昇側: 海水ポンプの取水なし ・水位下降側: 海水ポンプの取水あり

図-7 仮想スロットモデルによる一次元不定流計算手法(1/2)

①開水路の連続式及び運動方程式

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + f_c \frac{MQ}{D^2} = 0$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + f_c \frac{NQ}{D^2} = 0$$

ここに、 η : 水面の鉛直変位量,
 $D = \eta + h$, h : 静水深,
 $M = uD$, $N = vD$, (u, v) : (x, y) 方向の流速,
 $Q = \sqrt{M^2 + N^2}$, g : 重力加速度,
 $f_c = gn^2 D^{-1/3}$, n : マニングの粗度係数

②管路の連続式及び運動方程式

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + g \frac{\partial M}{\partial x} = gA(s_0 - s_f)$$

ここに、 $A = A_0 + B_s(h - D)$, $B_s = \frac{gA_0}{a^2}$, $M = \frac{Q^2}{gA} + h_G A \cos \theta$, $S_0 = -\sin \theta = -dz/dx$, $S_f = \frac{n^2 Q |Q|}{R^{4/3} A^2}$,

A : 流水断面積, M : 比力,
 Q : 流量, S_0 : 水路底勾配,
 D : 管径 (円形の場合), S_f : 摩擦勾配,
 B_s : 仮想スロット幅, n : マニングの粗度係数,
 h : 水深 (圧力水頭), R : 径深,
 A_0 : 管断面積 (円形の場合 $\pi D^2 / 4$), h_G : 水面から図心までの距離
 g : 重力加速度,
 a : 圧力伝播速度,

図-7 仮想スロットモデルによる一次元不定流計算手法 (2/2)

補足資料 7.

発電所周辺の湾内の局所的な海面の励起について

入力津波の設定に当たって、評価地点における局所的な海面の励起が生じているかどうかを確認するため、基準津波1、2、3及び4による最大水位上昇量分布を図1～4に、取水口側及び放水口側での時刻歴波形の地点別比較を図5～13に示す。

図1～4より発電所周辺での最大水位上昇量や水位の分布傾向に大きな差異はなく、取・放水口近傍の局所的な励起は生じていない。

次に、図5～14は津波の伝播経路を考慮し、基準津波1、3及び4については①取水口前面→②取水路防潮ゲート前面、及び①'放水口前面→②'放水路(奥)の時刻歴波形をそれぞれ重ね合わせている。また、基準津波2については①取水口前面→②3、4号炉循環水ポンプ室前面、及び①'放水口前面→②'放水路(奥)の時刻歴波形をそれぞれ重ね合わせている。

基準津波1、2、3及び4ともに、外海に面した①、①'と開水路最奥部となる②、②'の時刻歴波形を比較した結果、①、①'に比べて全振幅が若干大きくなる程度で、周期特性や時間の経過に伴う津波の減衰傾向に大差はなく、湾内の固有周期との共振による特異な増幅は生じていない。

また、1号炉及び2号炉海水ポンプ室前面については、管路(非常用海水路)を通じて、3、4号炉海水ポンプ室前面については、管路(海水取水トンネル及び海水路)を通じて取水経路とつながっていることから他の評価点と水理特性が異なるが、基準津波2の時刻歴波形について、3、4号炉循環水ポンプ室前面とほぼ同様の傾向を示すことを確認している。

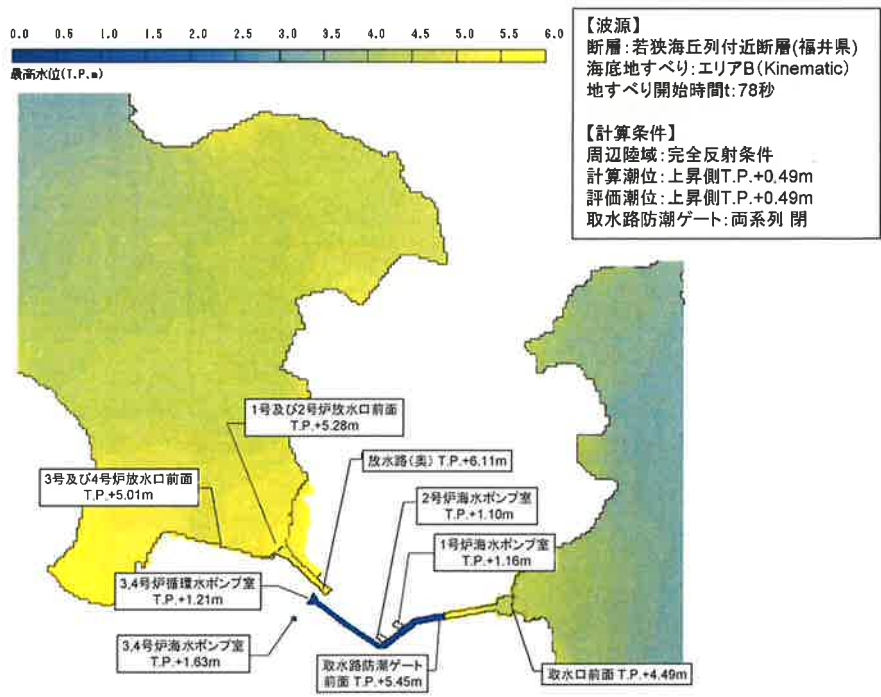


図1 最大水位上昇量分布図(基準津波1)

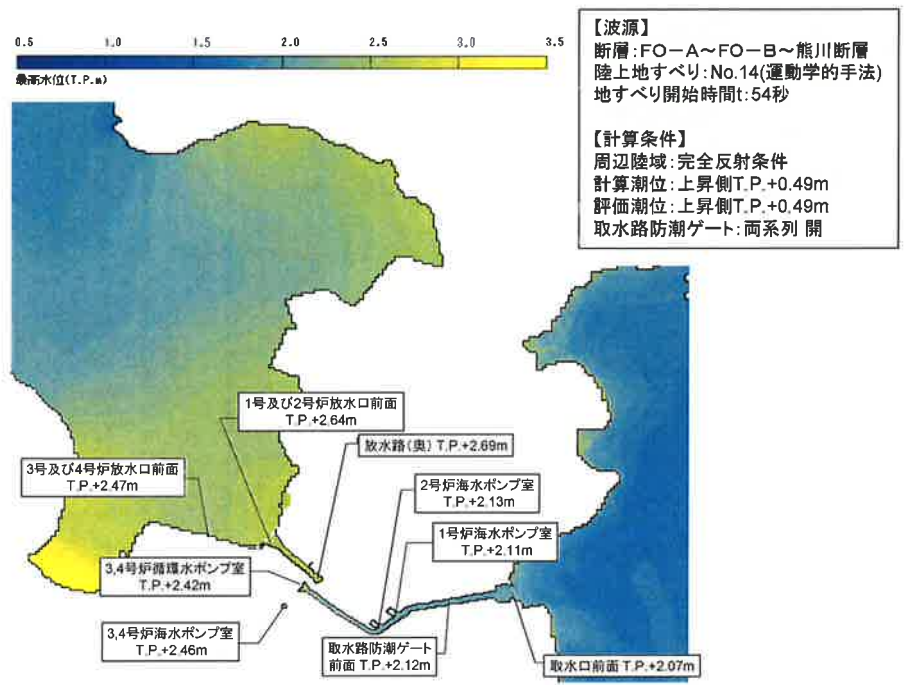


図2 最大水位上昇量分布図(基準津波2)

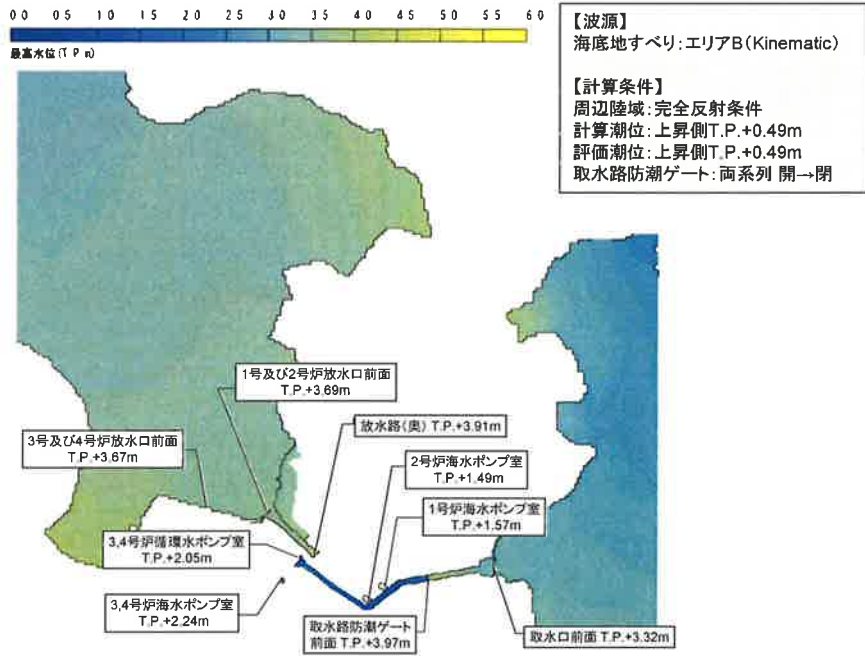


図3 最大水位上昇量分布図 (基準津波3)

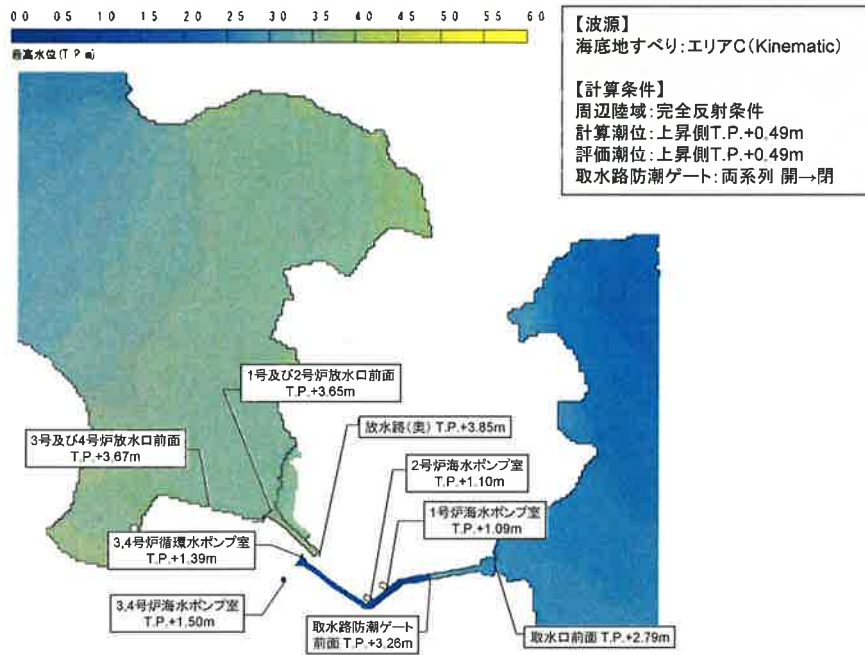


図4 最大水位上昇量分布図 (基準津波4)

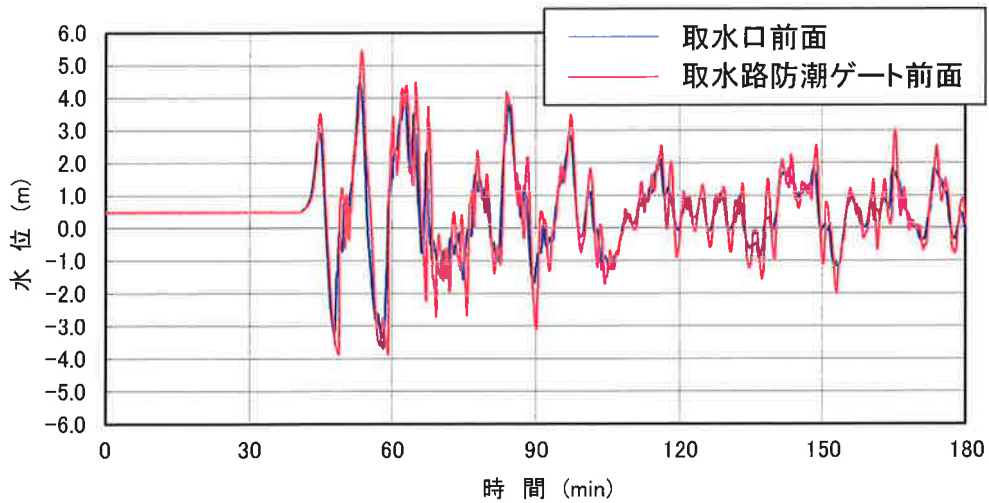


図5 基準津波1における取水口前面及び取水路防潮ゲート前面の時刻歴波形

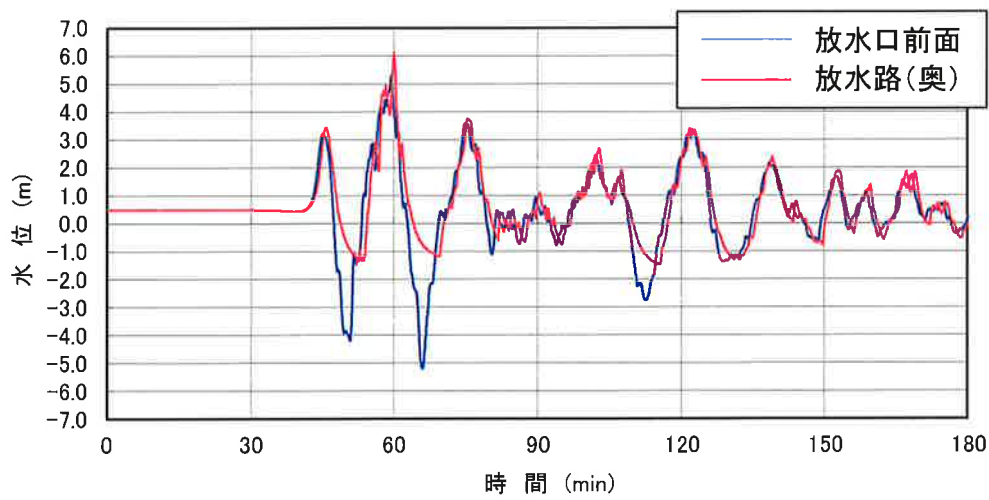


図6 基準津波1における放水口前面と放水路(奥)の時刻歴波形

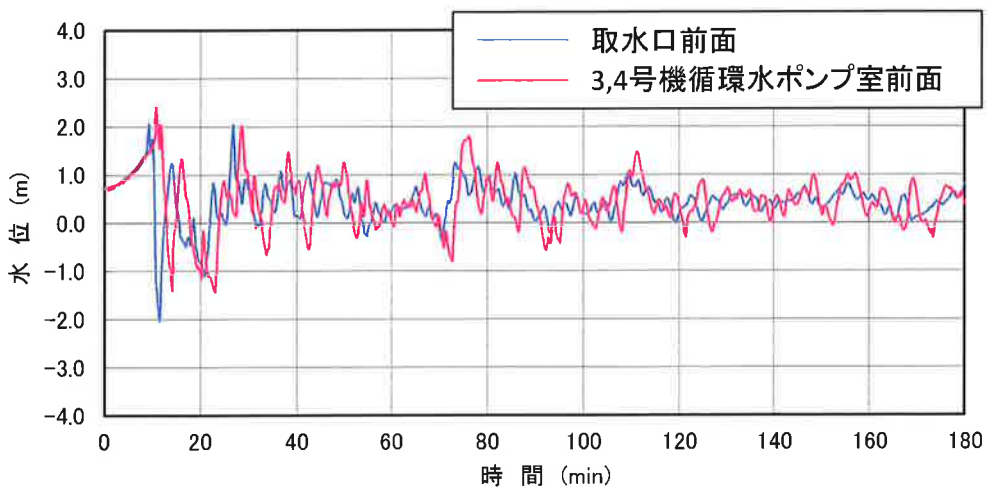


図7 基準津波2における取水口前面及び3,4号炉循環水ポンプ室前面の時刻歴波形

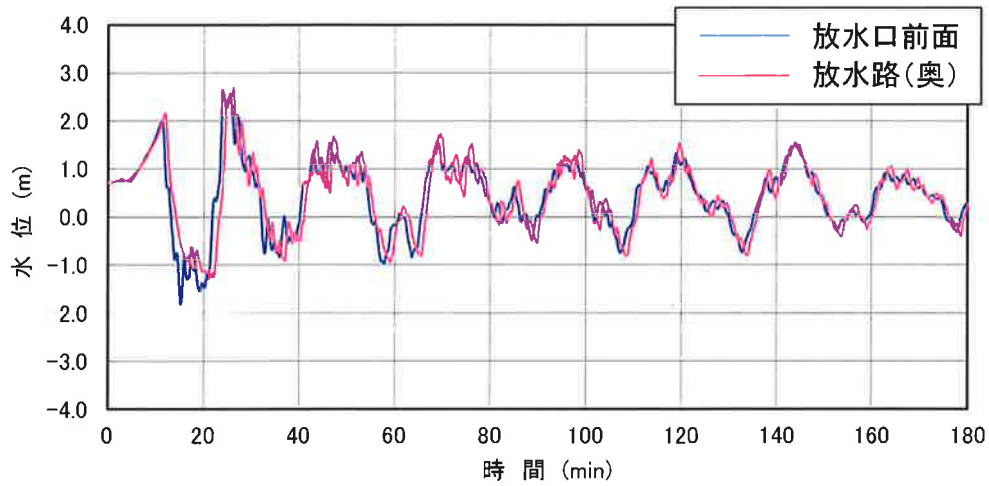


図8 基準津波2における放水口前面と放水路奥の時刻歴波形

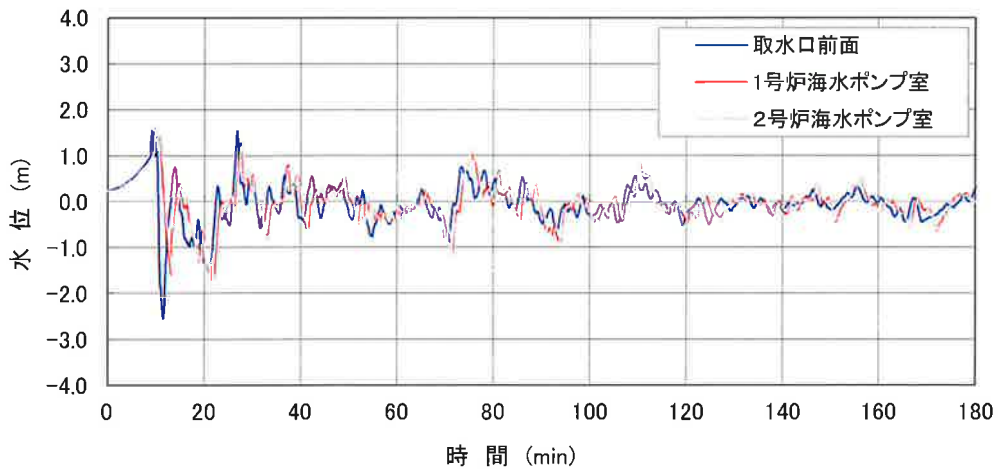


図9 基準津波2における取水口前面、
1号炉及び2号炉海水ポンプ室前面の時刻歴波形

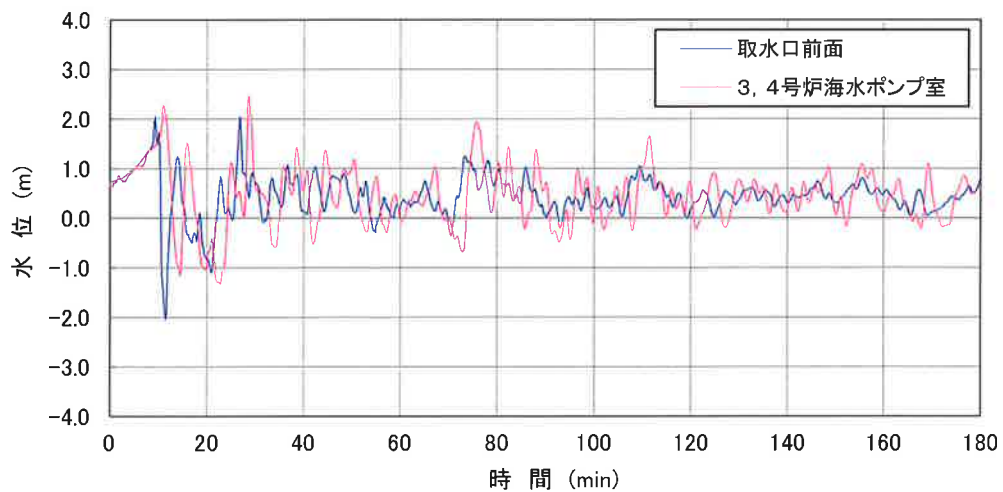


図10 基準津波2における取水口前面及び3, 4号機海水ポンプ室前の時刻歴波形

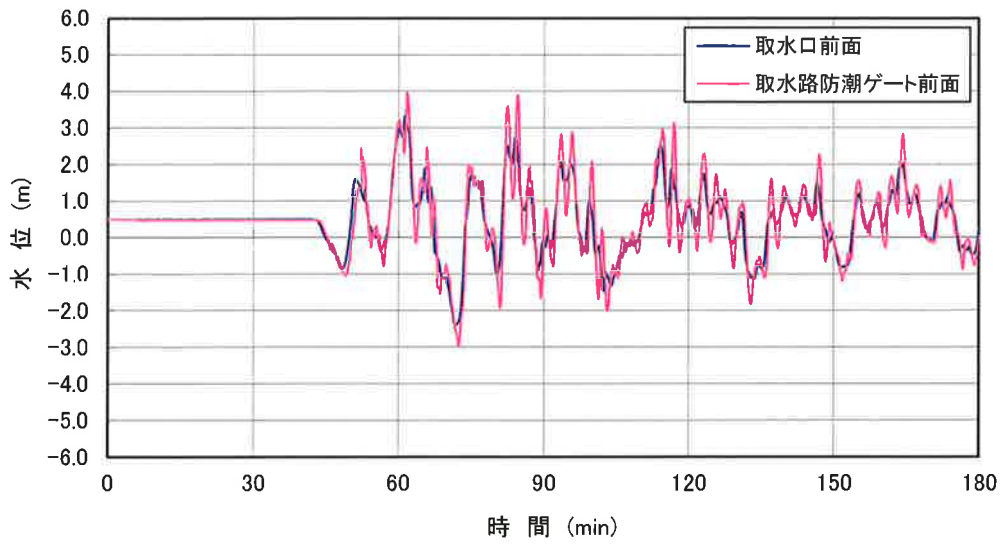


図 11 基準津波 3 における取水口前面及び取水路防潮ゲート前面の時刻歴波形

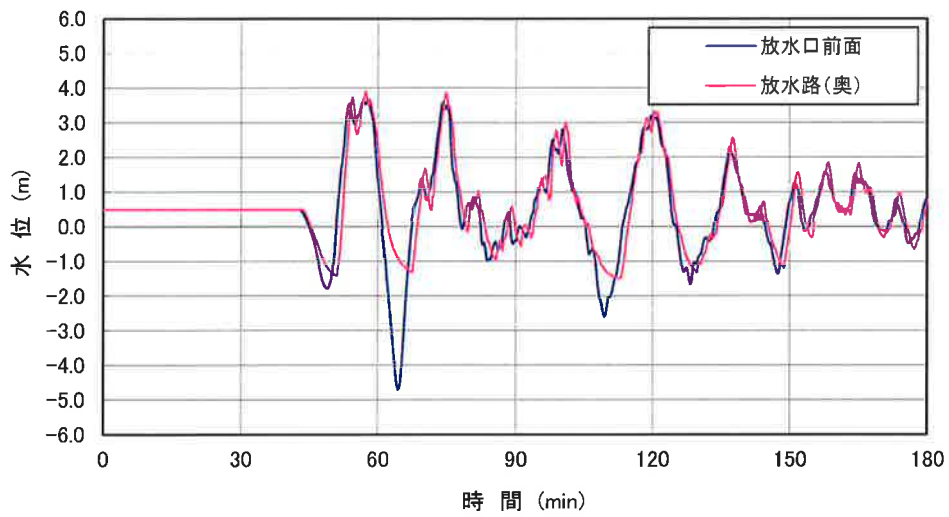


図 12 基準津波 3 における放水口前面と放水路（奥）の時刻歴波形

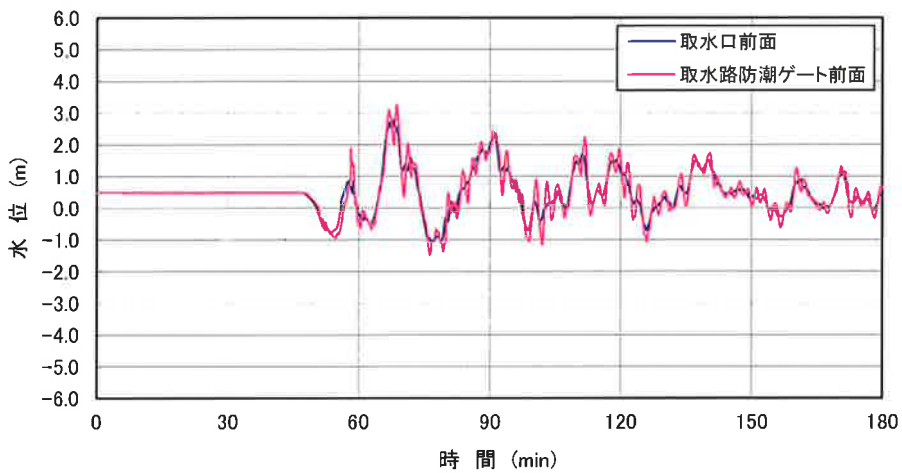


図 13 基準津波 4 における取水口前面及び取水路防潮ゲート前面の時刻歴波形

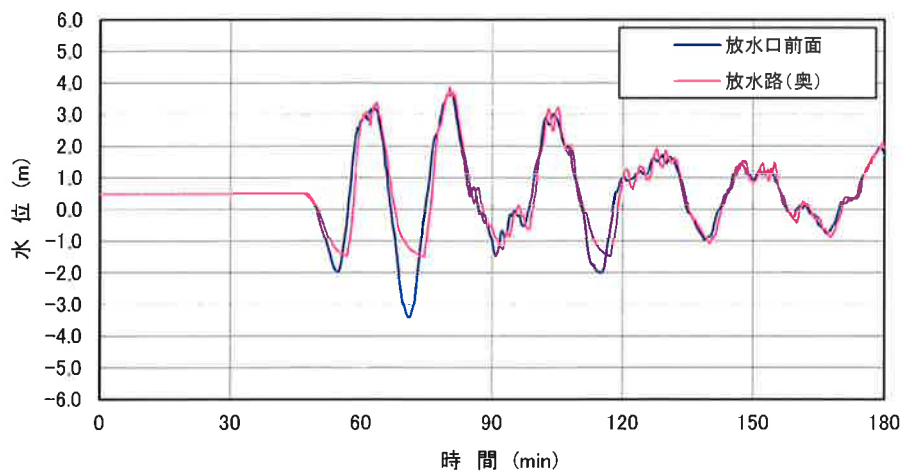


図 14 基準津波 4 における放水口前面と放水路（奥）の時刻歴波形

なお、津波周期の違いが基準津波定義位置、取水口前、放水口前の水位に及ぼす影響を確認するために、若狭湾沖合から正弦波（3 波長）を入力させた概略計算を実施した。その際、正弦波の振幅は 1m で固定し、周期は 10 分から 40 分まで 2 分ピッチ、50 分、60 分のケースで検討した。また、計算領域及び空間格子間隔は下図のとおりとした。

周期を変化させた正弦波(3波長)を入力

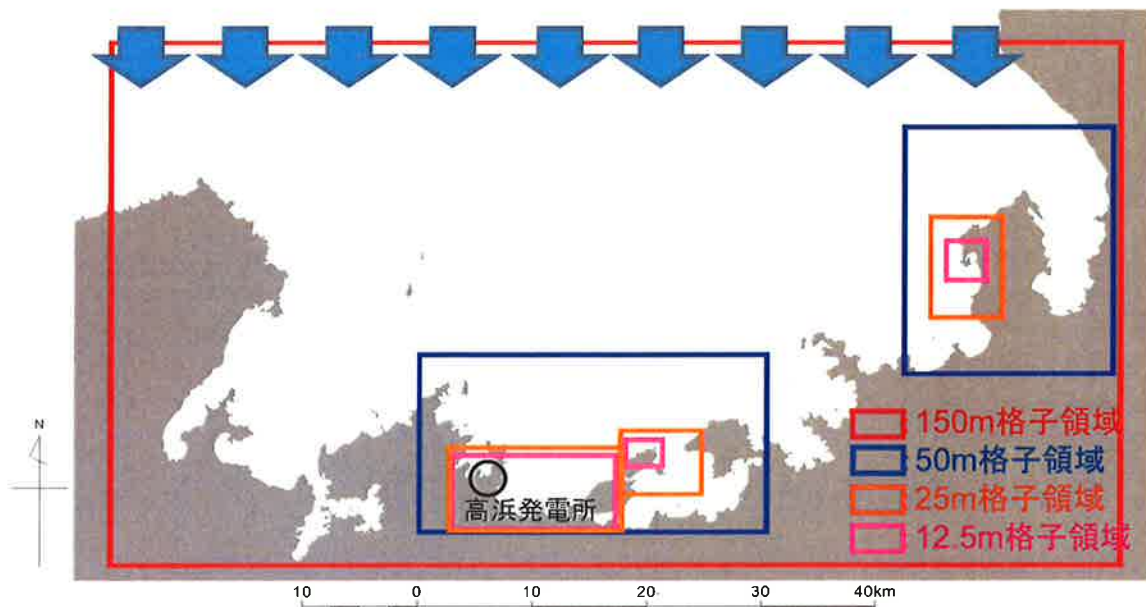
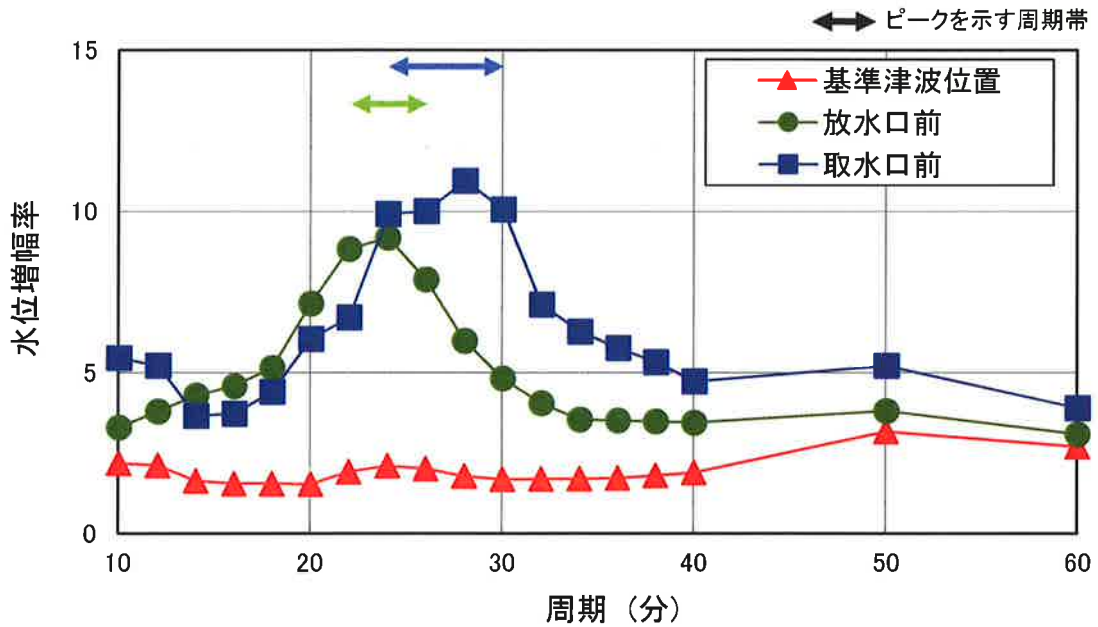


図 15 正弦波入力による検討概要（計算領域及び空間格子間隔）

この結果、入力波に対する水位増幅率を見ると、基準津波定義位置では明瞭なピークが確認できなかったが、取水口前・放水口前ではそれぞれ 24-30 分、20-26 分程度の周期に水位増幅するピークが確認された。

地形を単純化したメリアンの式による固有周期とは、ピークを示す周期帯が完全には一致しないが、取水口側の方が放水口側よりも卓越する周期が長くなる傾向は一致している。



	正弦波（3波長）を入力させた検討においてピークを示す周期帯	（参考）メリアンの式による固有周期
基準津波定義位置	明瞭なピークは確認できない	36-71分（若狭湾）
取水口前	24-30分	23-36分（高浜湾）
放水口前	22-26分	14分（内浦湾）

図 16 正弦波入力による検討結果（固有周期）

また、入力波に対する水位増幅率が比較的小さい周期 14 分と、増幅率が大きい周期 24 分について、時刻歴波形を比較したところ、周期 14 分としたケースでは、各評価点ともに入力波数と同じ第 3 波目まではほぼ均等な水位振幅が見られ、その後は大きく減衰する様子が見られた。

一方、周期 24 分としたケースでは、基準津波定義位置では顕著な増幅傾向は見られなかったが、取水口・放水口前においては、入力波数と同じ第 3 波目まで徐々に振幅が大きくなり、その後も波が繰り返して減衰しにくい様子が見られた。

以上より、取水口側・放水口側において、正弦波による入力波の周期が湾の固有周期と一致し、共振により増幅する影響をきちんとシミュレーションできていることが確認された。

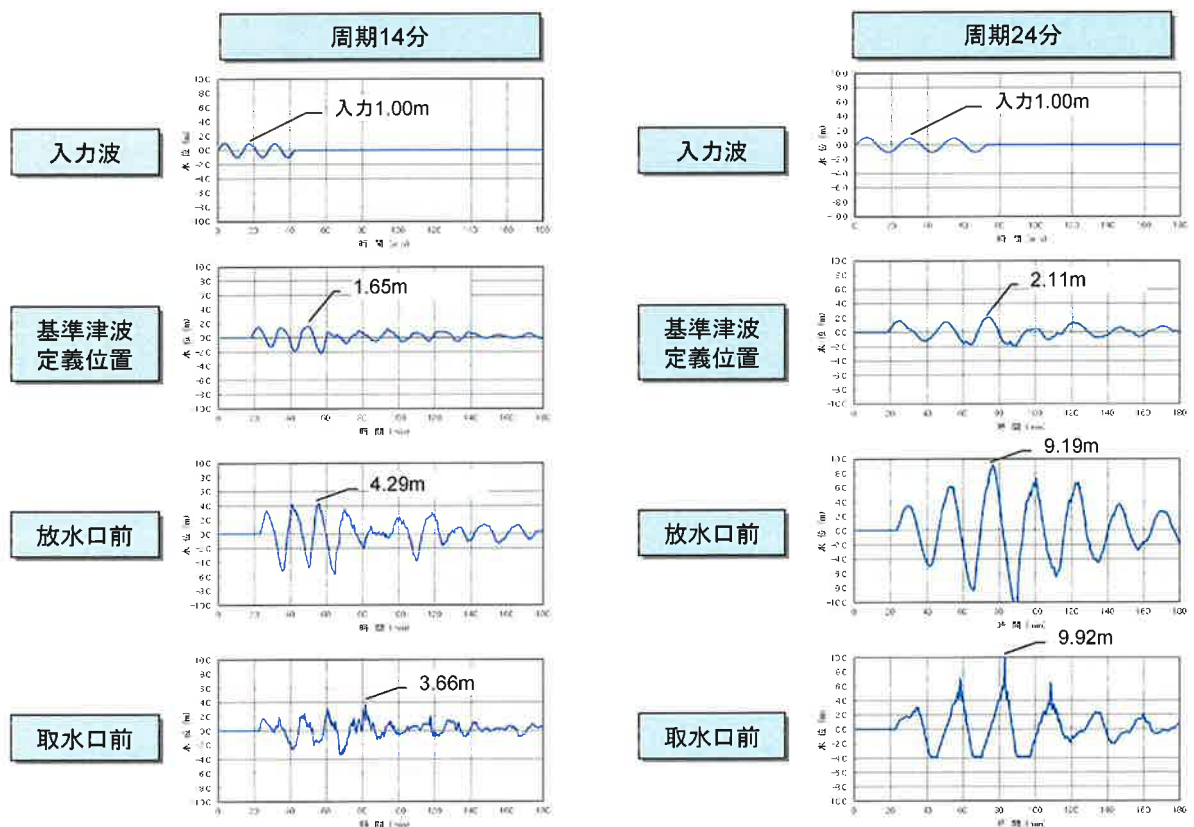


図 17 正弦波入力による水位増幅率の確認

漂流物影響評価における津波の流向等の確認について

1. はじめに

高浜発電所敷地は取水路側及び放水路側の 2 方向が海に面していることから、津波による漂流物はそれぞれにおいて検討している。具体的には発電所に対する漂流物となるものについて、取水路側は取水路防潮ゲートにて、放水路側は放水口側防潮堤及び防潮扉によって取水性への影響がないような設計としている。本資料では、これらの漂流物の検討事項のうち漂流物の動向に影響を与える津波の流況・流向について詳細を説明するものである。

2. 各基準津波の流向・流速についての確認

漂流物の影響については、押し波で最も大きな津波高さとなり、遡上域が大きくなる基準津波 1（若狭海丘列付近断層＋隠岐トラフ海底地すべり（エリア B）、Kinematic）を代表として評価している。しかしながら、今回新たに追加した基準津波 3（隠岐トラフ海底地すべり（エリア B）、Kinematic）及び基準津波 4（隠岐トラフ海底地すべり（エリア C）、Kinematic）については、津波警報等の発表がない条件で襲来する可能性があることから、基準津波 1 の傾向と比較することで漂流物の評価において基準津波 1 を用いることの妥当性を確認した。

確認した結果を図 1～図 5 に示す。基準津波 3 については津波の襲来開始時に差があるものの、70 分以降の津波周期に大きな違いはない。基準津波 4 については基準津波 1 に比べて水位の変動周期が大きいが基準津波 1 と傾向は変わらないことを確認している。

以上より、基準津波 3 及び基準津波 4 は基準津波 1 と発電所近傍の流速及び流向について内容にほぼ相違がないことから、漂流物の評価において基準津波 1 を用いることとする。

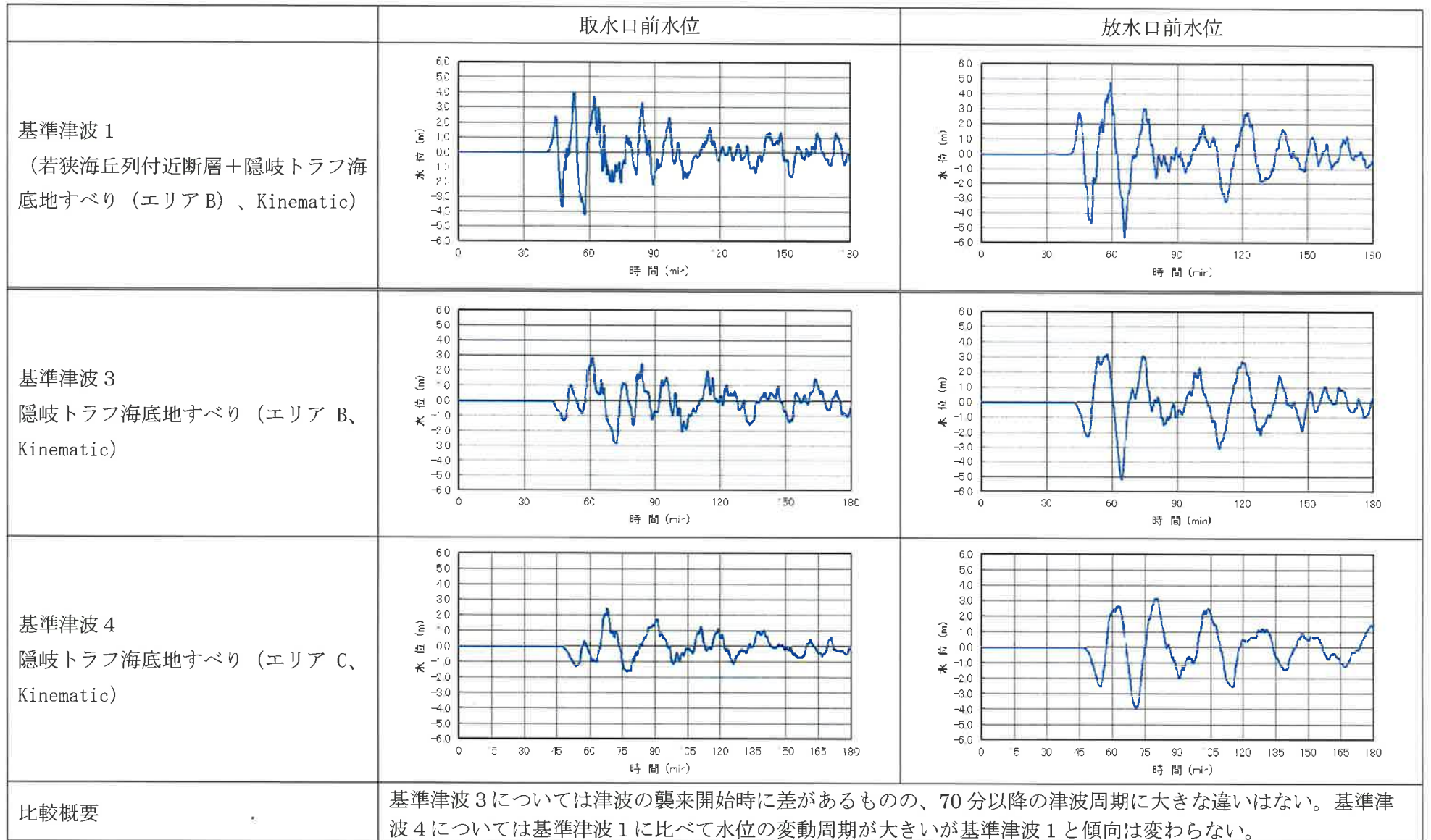


図 1 基準津波の波形の比較

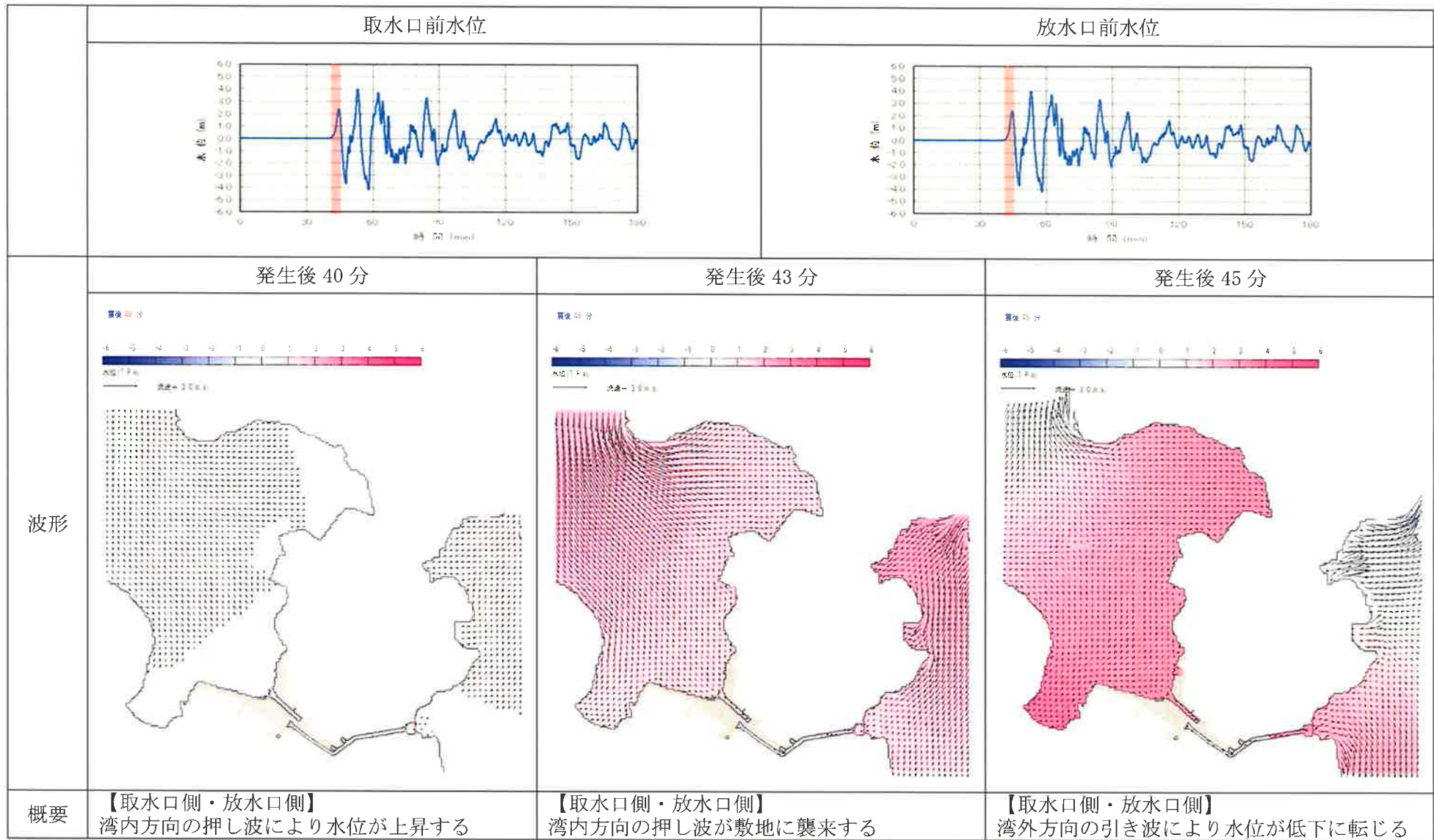


図 2 (1/3) 基準津波 1 の流向・流速の概要

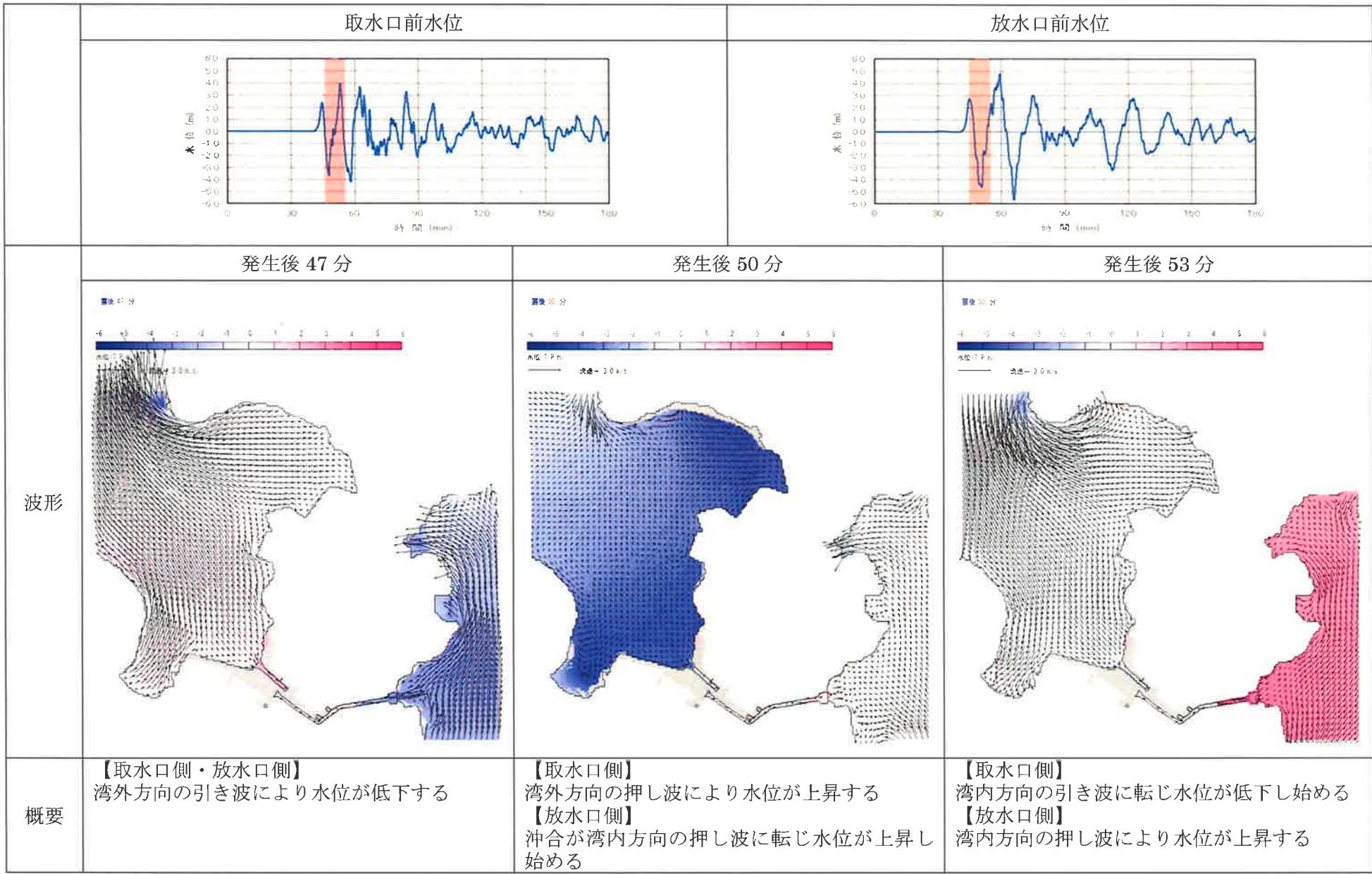


図 2 (2/3) 基準津波 1 の流向・流速の概要

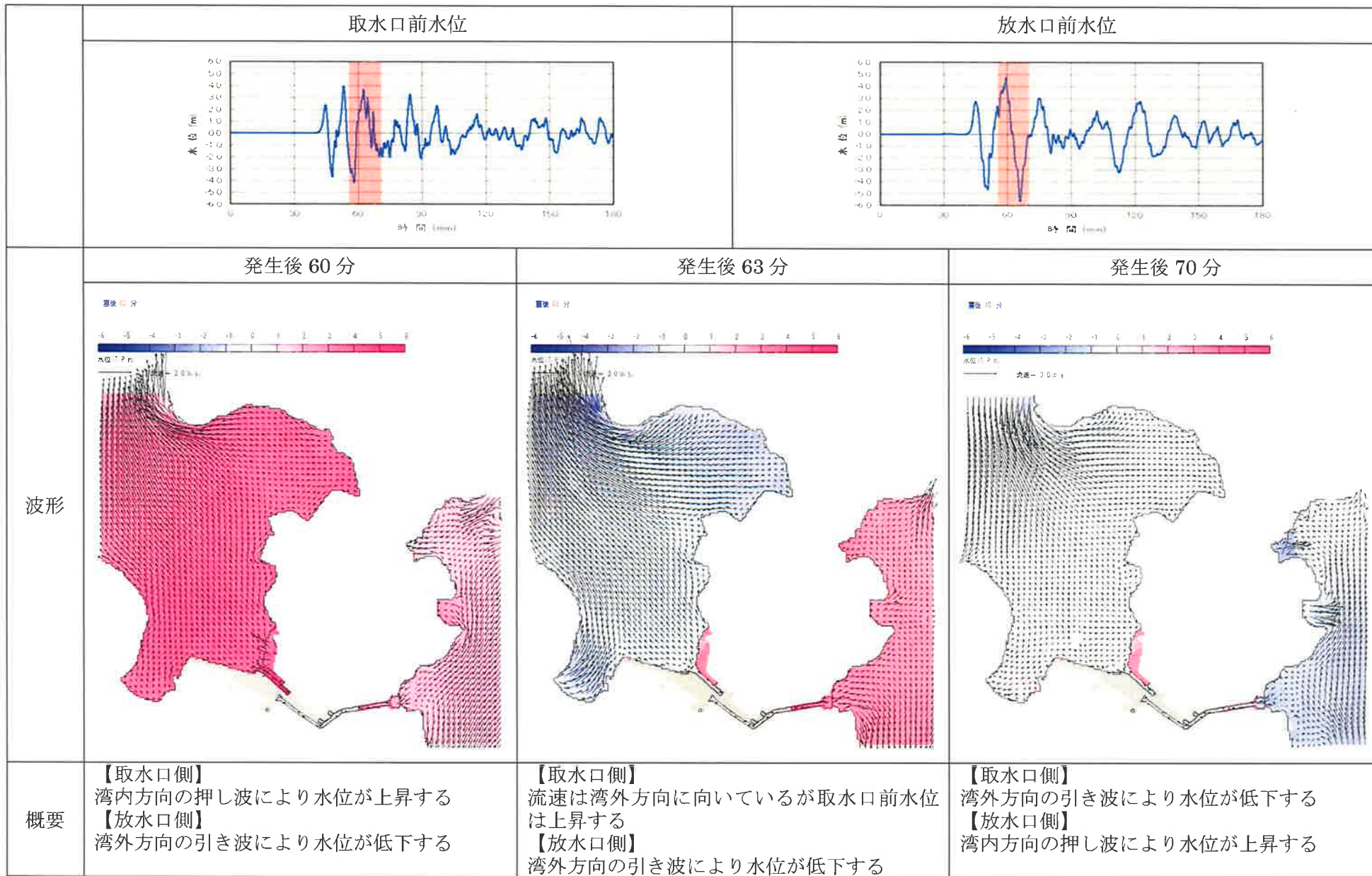


図 2 (3/3) 基準津波 1 の流向・流速の概要

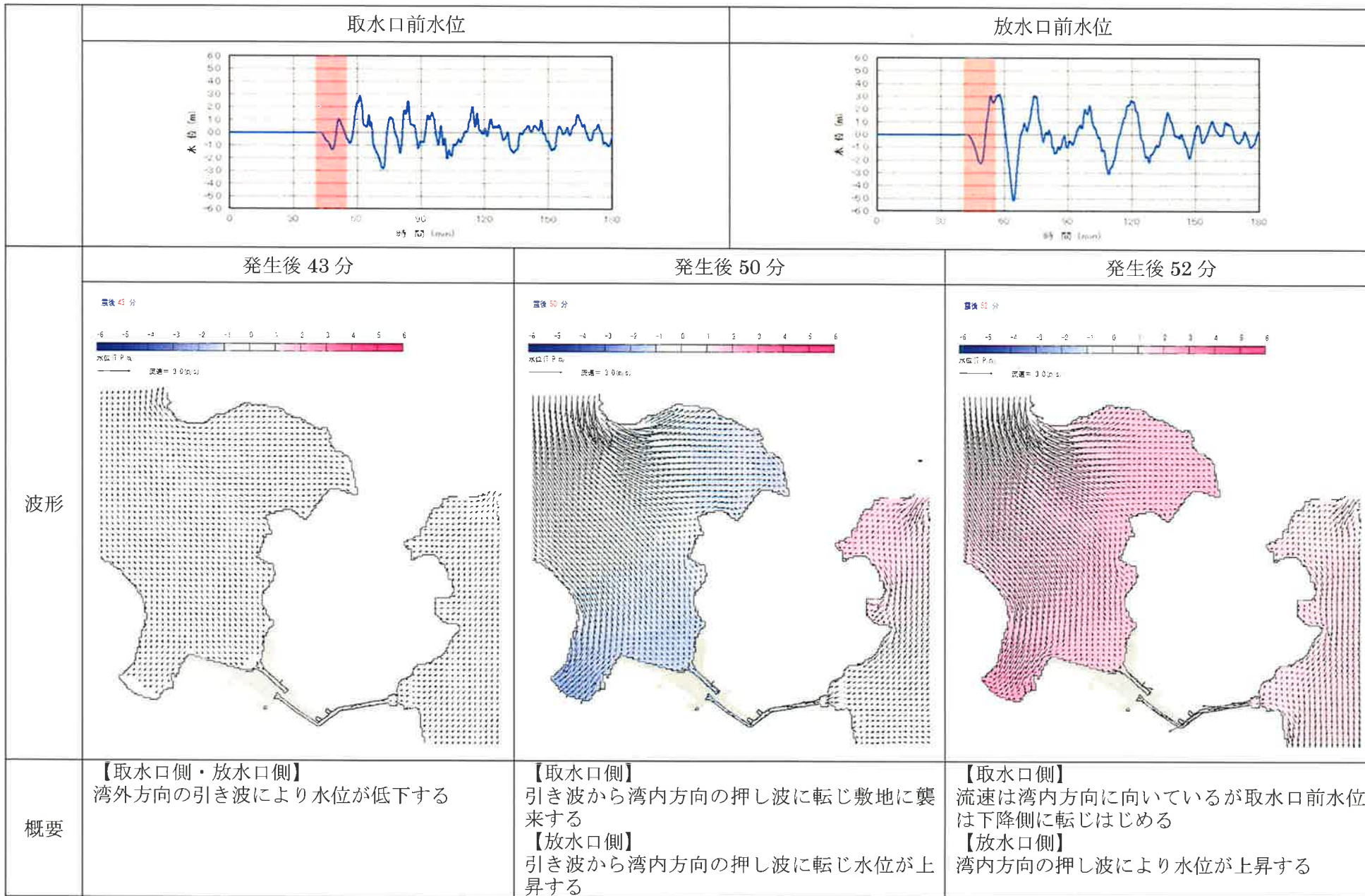


図 3 (1/4) 基準津波 3 の流向・流速の概要

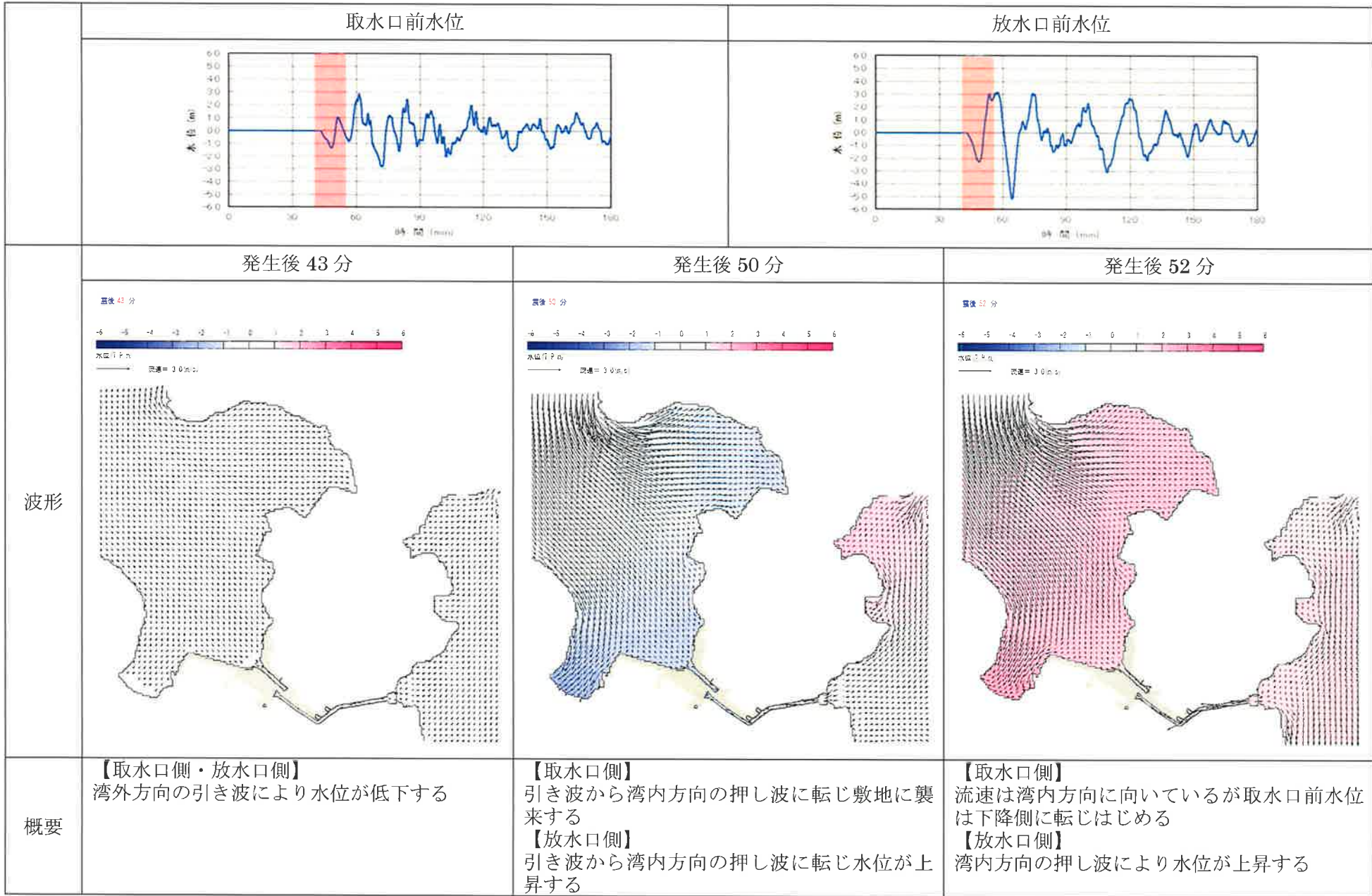


図3 (2/4) 基準津波3の流向・流速の概要

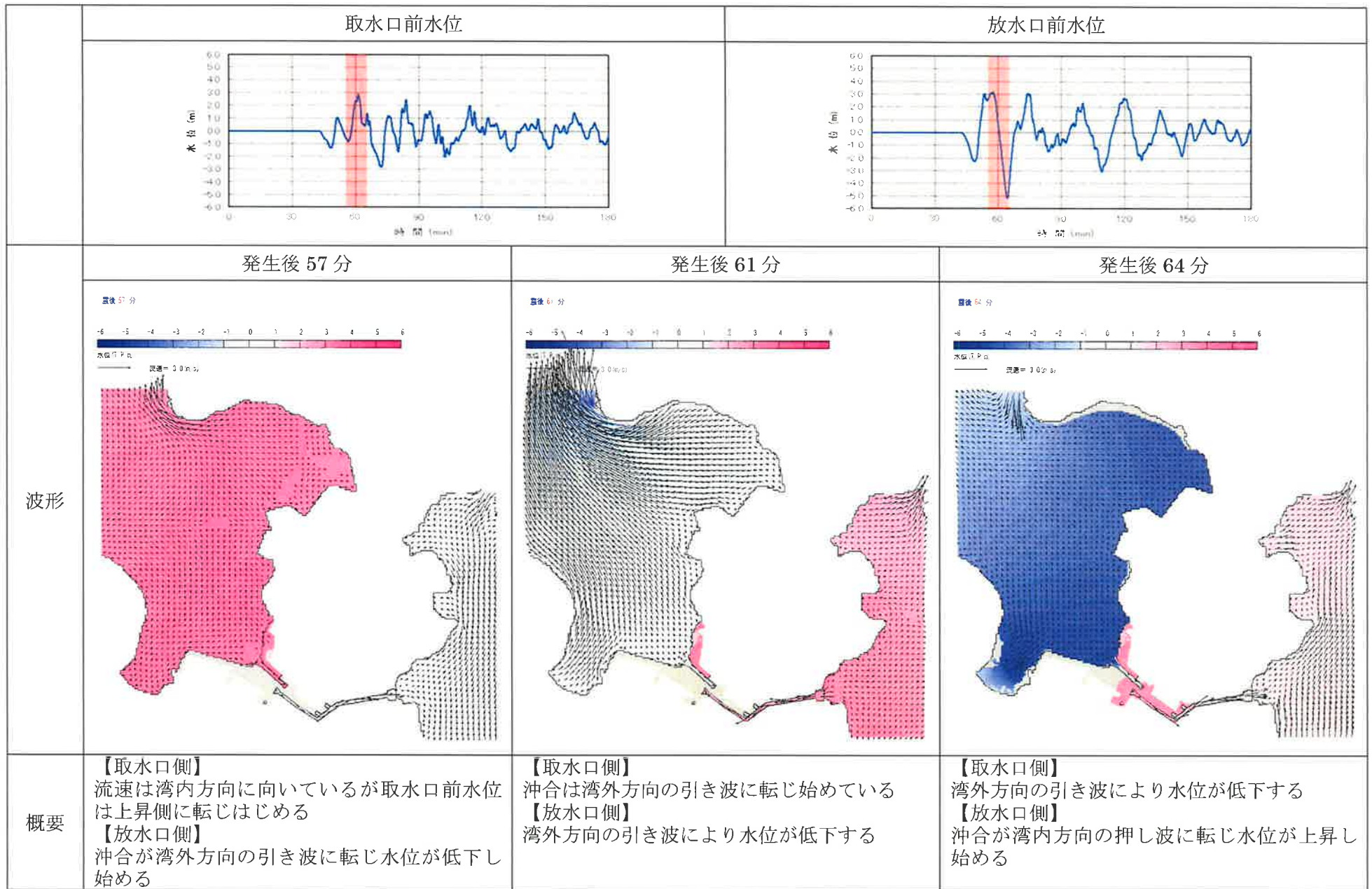


図3 (3/4) 基準津波3の流向・流速の概要

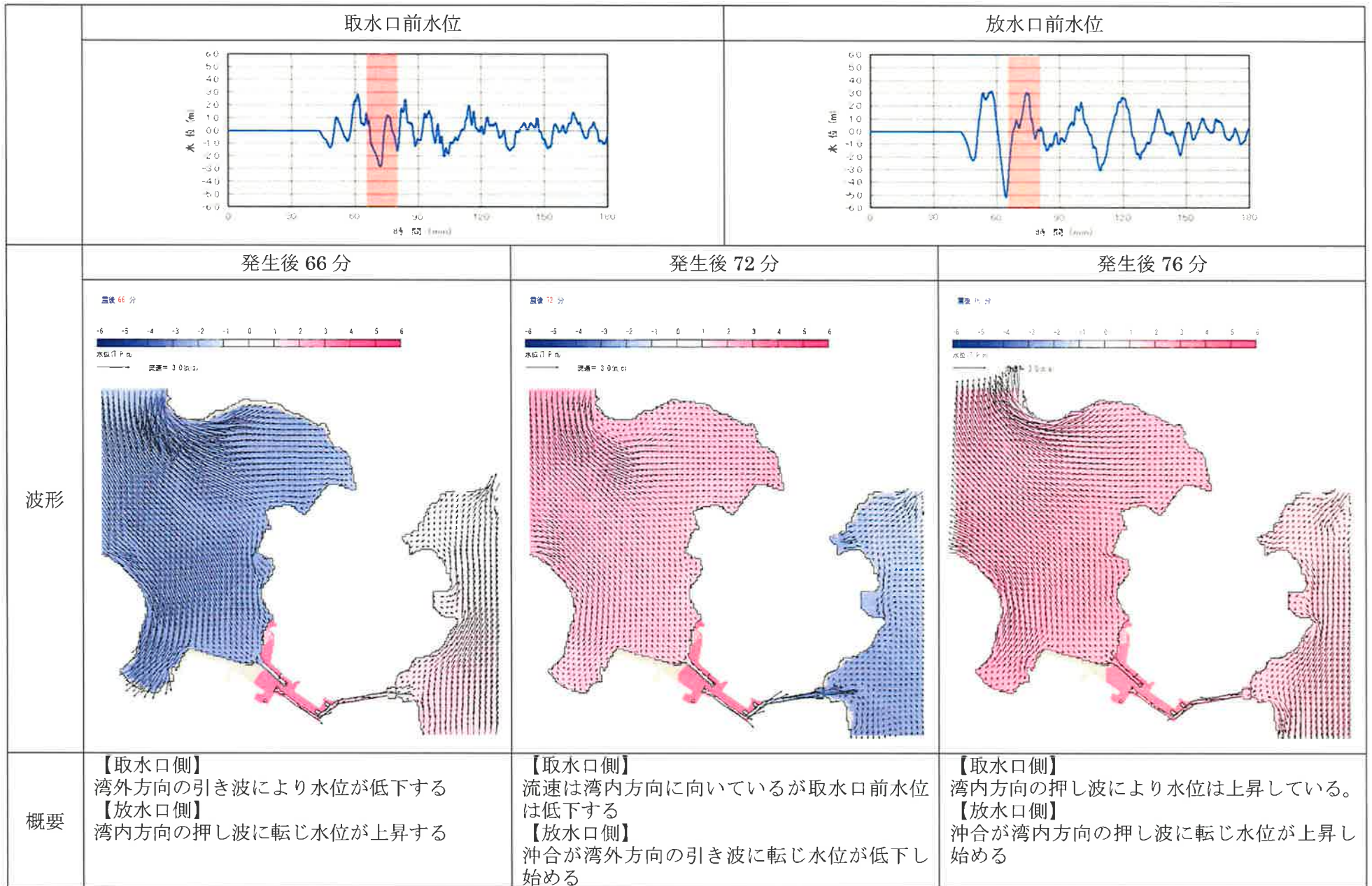


図 3 (4/4) 基準津波 3 の流向・流速の概要

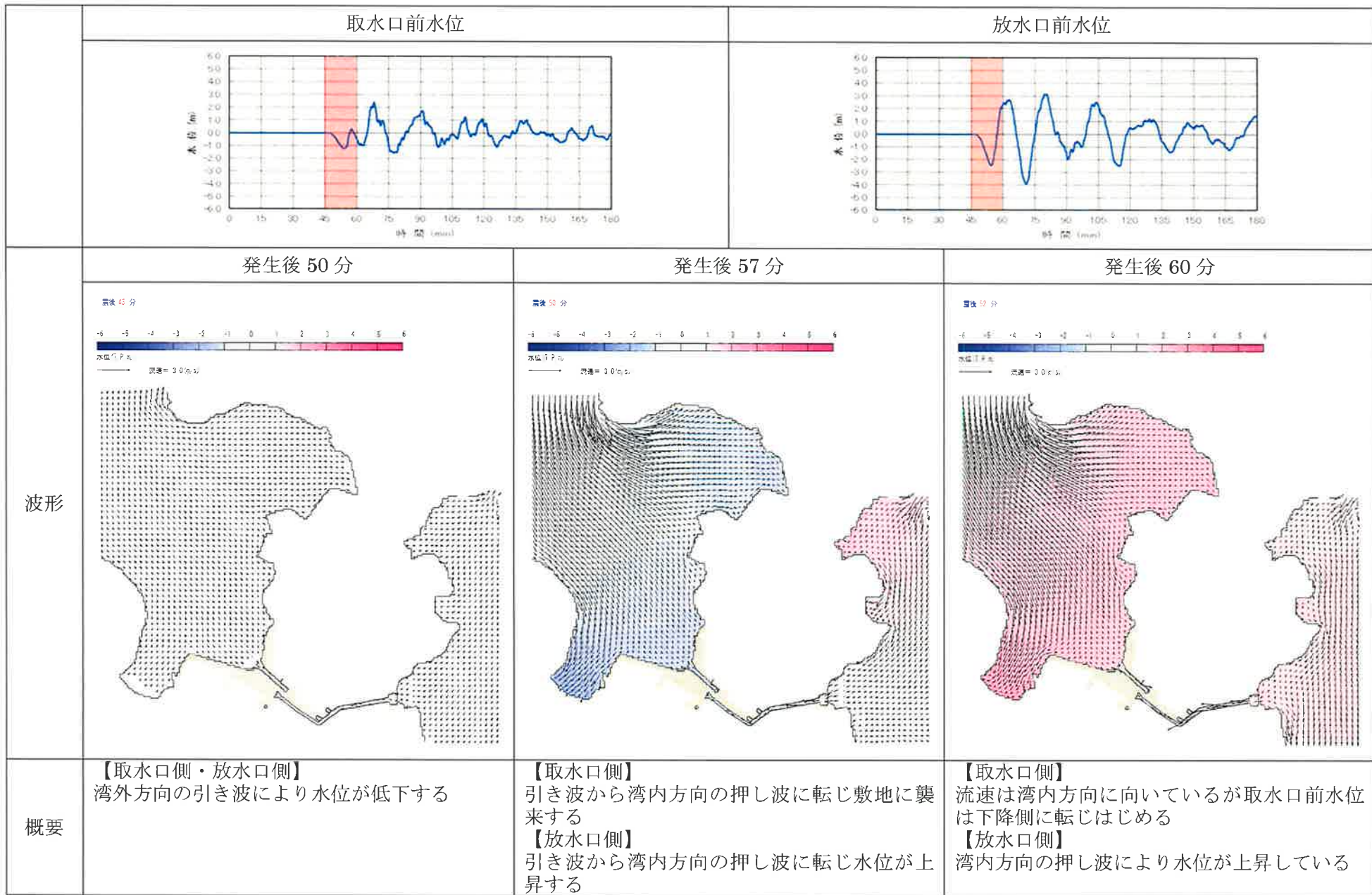


図 4 (1/2) 基準津波 4 の流向・流速の概要

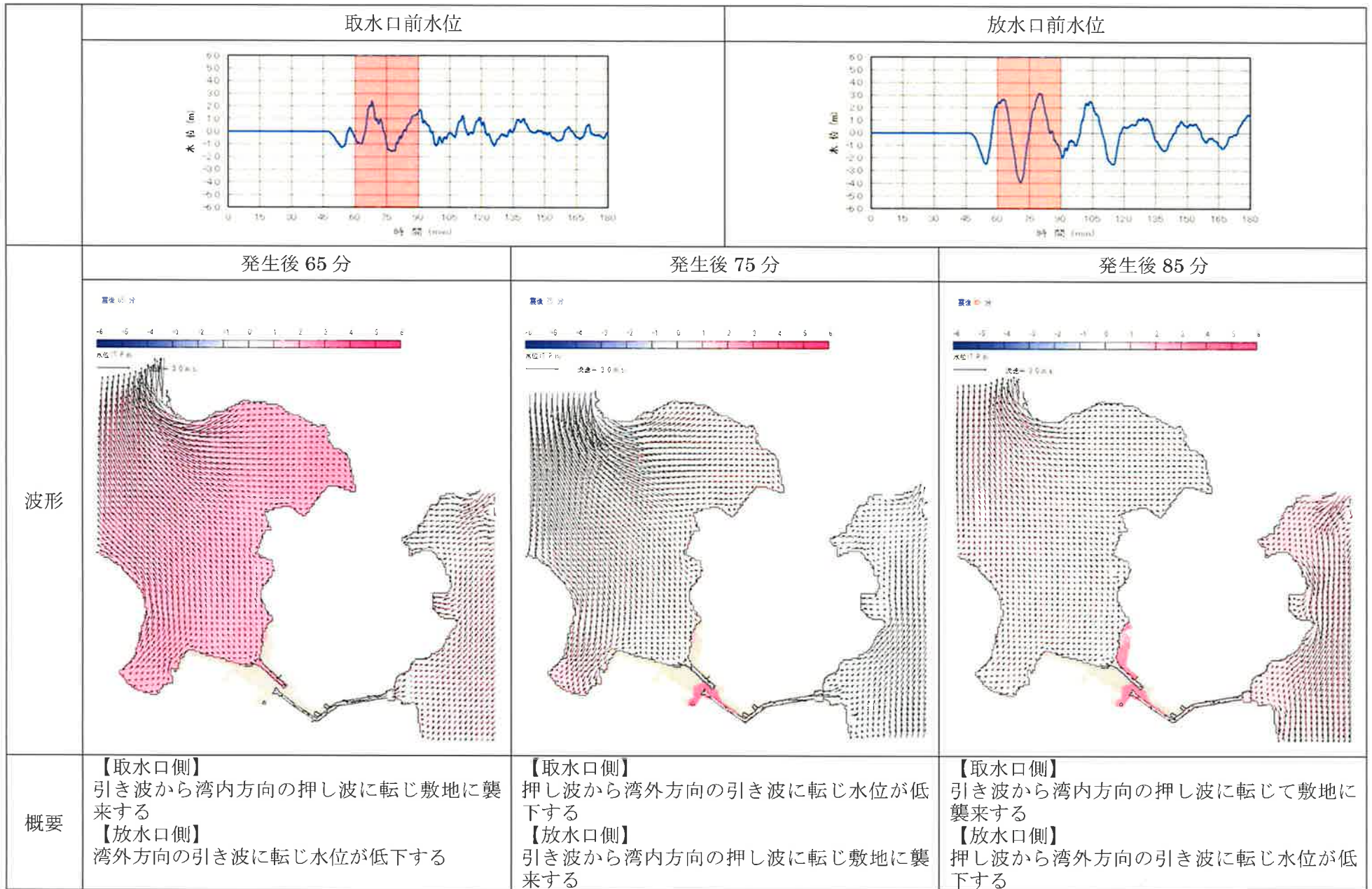
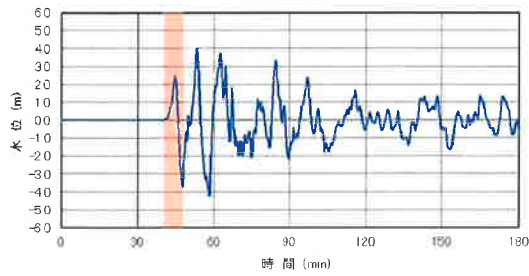


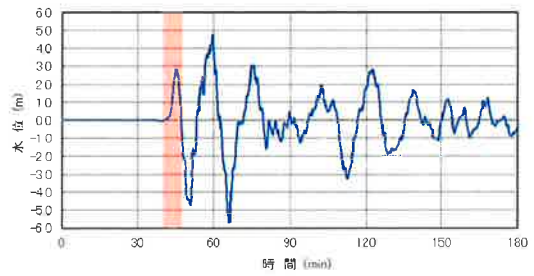
図 4 (2/2) 基準津波 4 の流向・流速の概要

3. 基準津波の流速および流向の詳細確認

水位上昇側である基準津波 1（若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべりエリア B の一体計算）は、地震発生後約 40 分後に敷地前面に到達し、地形に沿って少しずつ向きを変えながら、約 43 分後に湾内に真直ぐ侵入する向きを主流として敷地に襲来する。基準津波 1 の流速及び流向について詳細に確認したものを図 5 に示す。



基準津波 1 (取水口前面)



基準津波 1 (1号及び2号炉放水口前面)

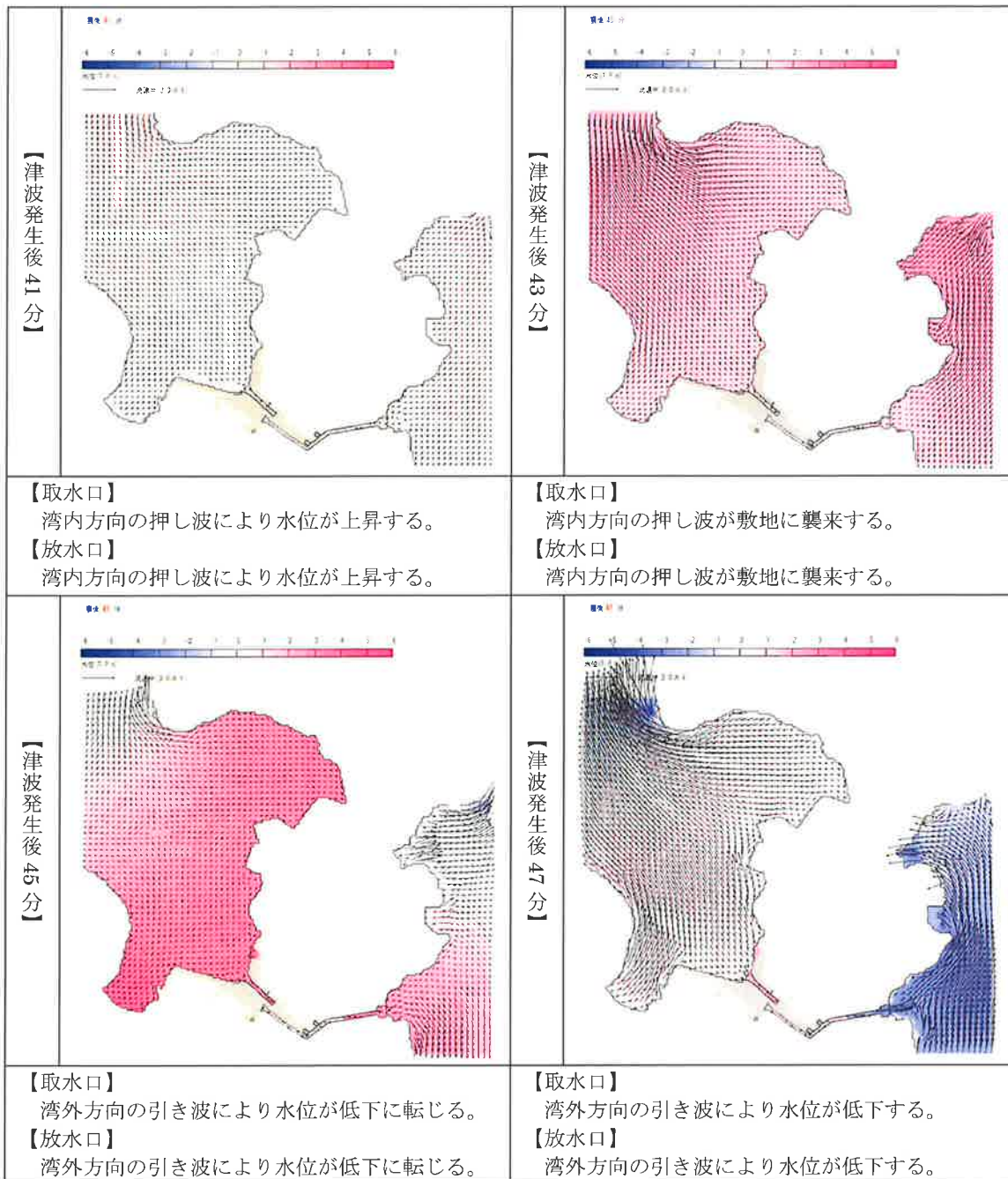
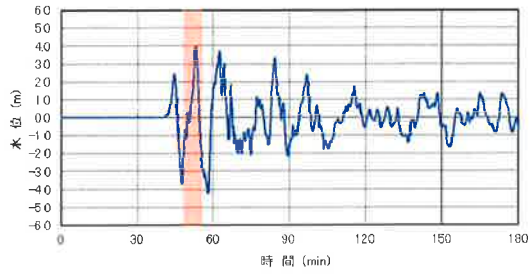
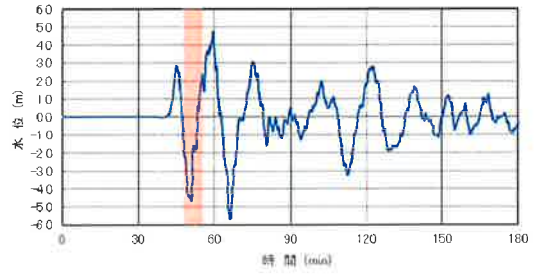


図 5 (1/6) 基準津波 1 の流速及び流向



基準津波 1 (取水口前面)



基準津波 1 (1号及び2号炉放水口前面)

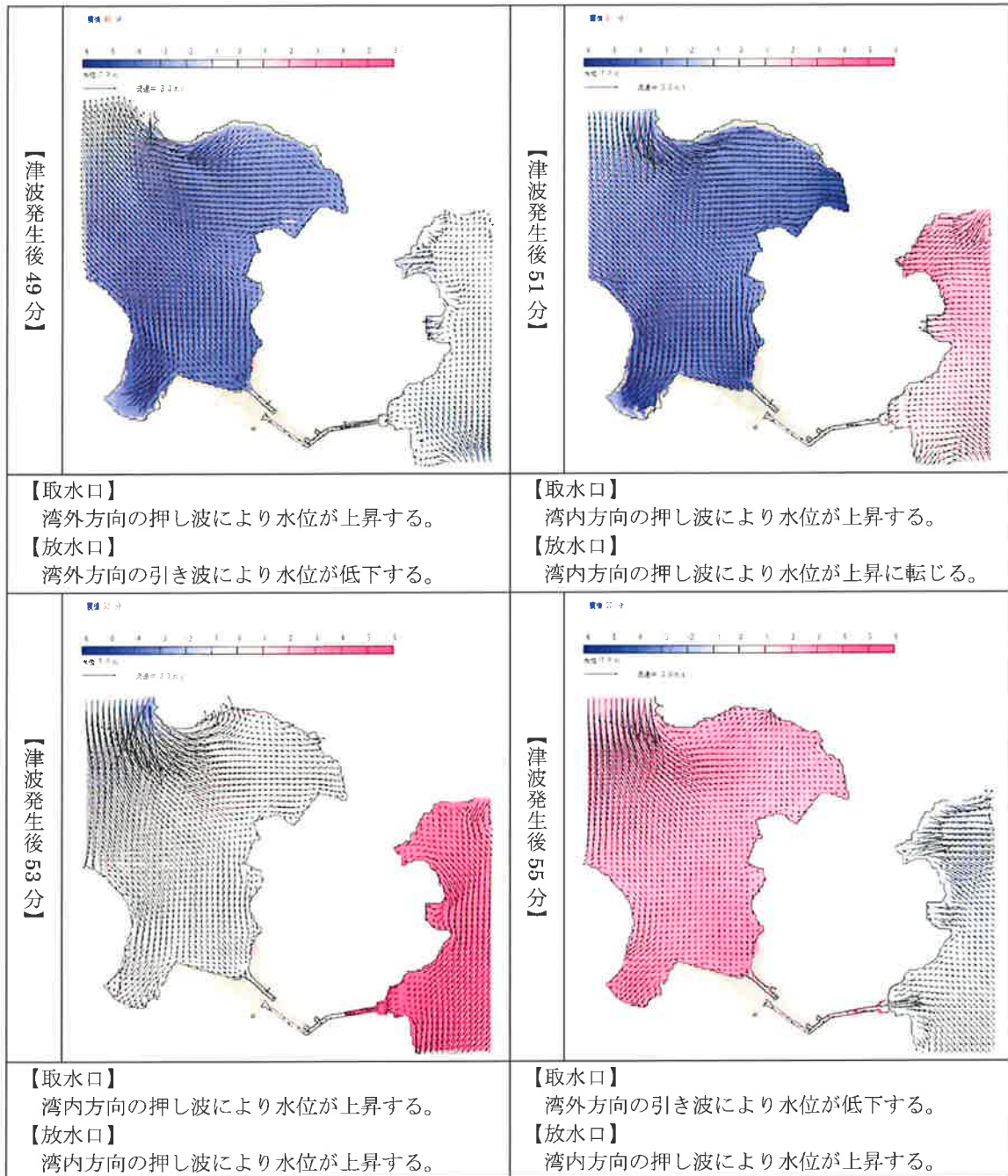
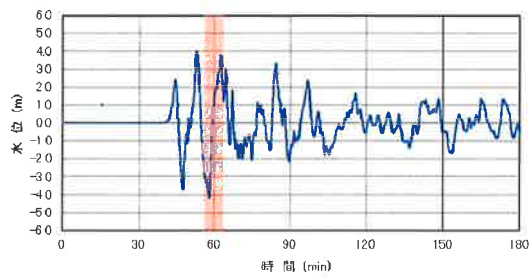
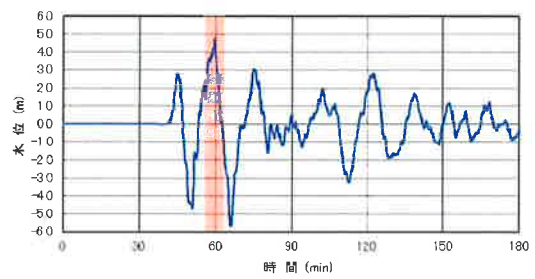


図 5 (2/6) 基準津波 1 の流速及び流向



基準津波 1 (取水口前面)



基準津波 1 (1号及び2号炉放水口前面)

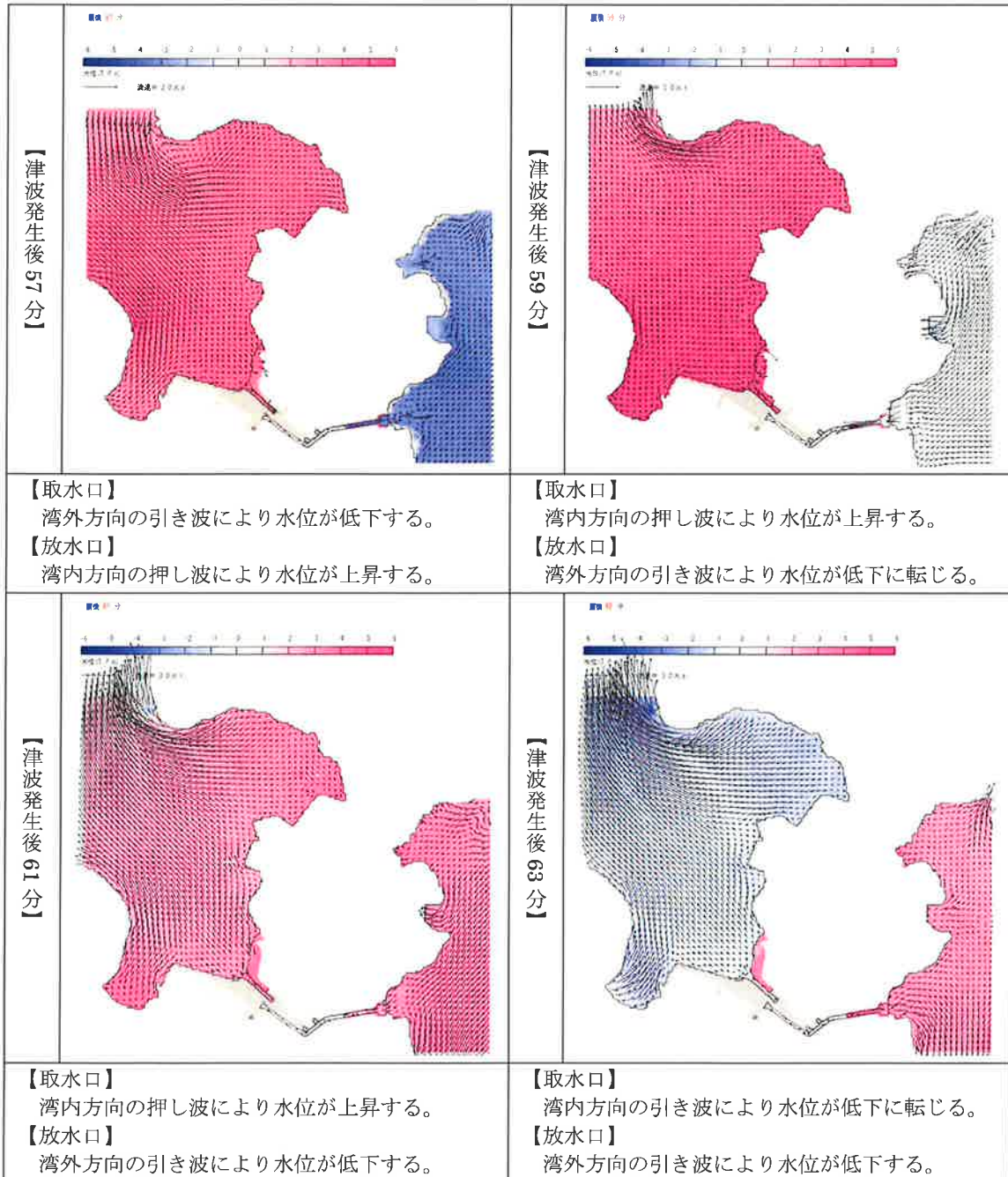
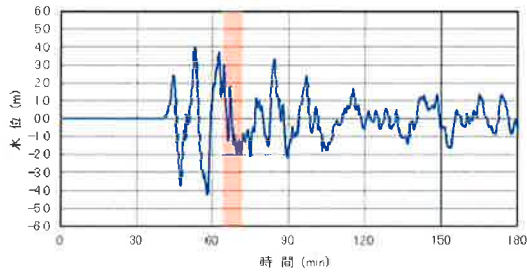
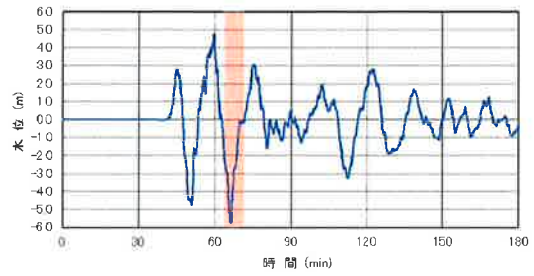


図 5 (3/6) 基準津波 1 の流速及び流向



基準津波 1 (取水口前面)



基準津波 1 (1号及び2号炉放水口前面)

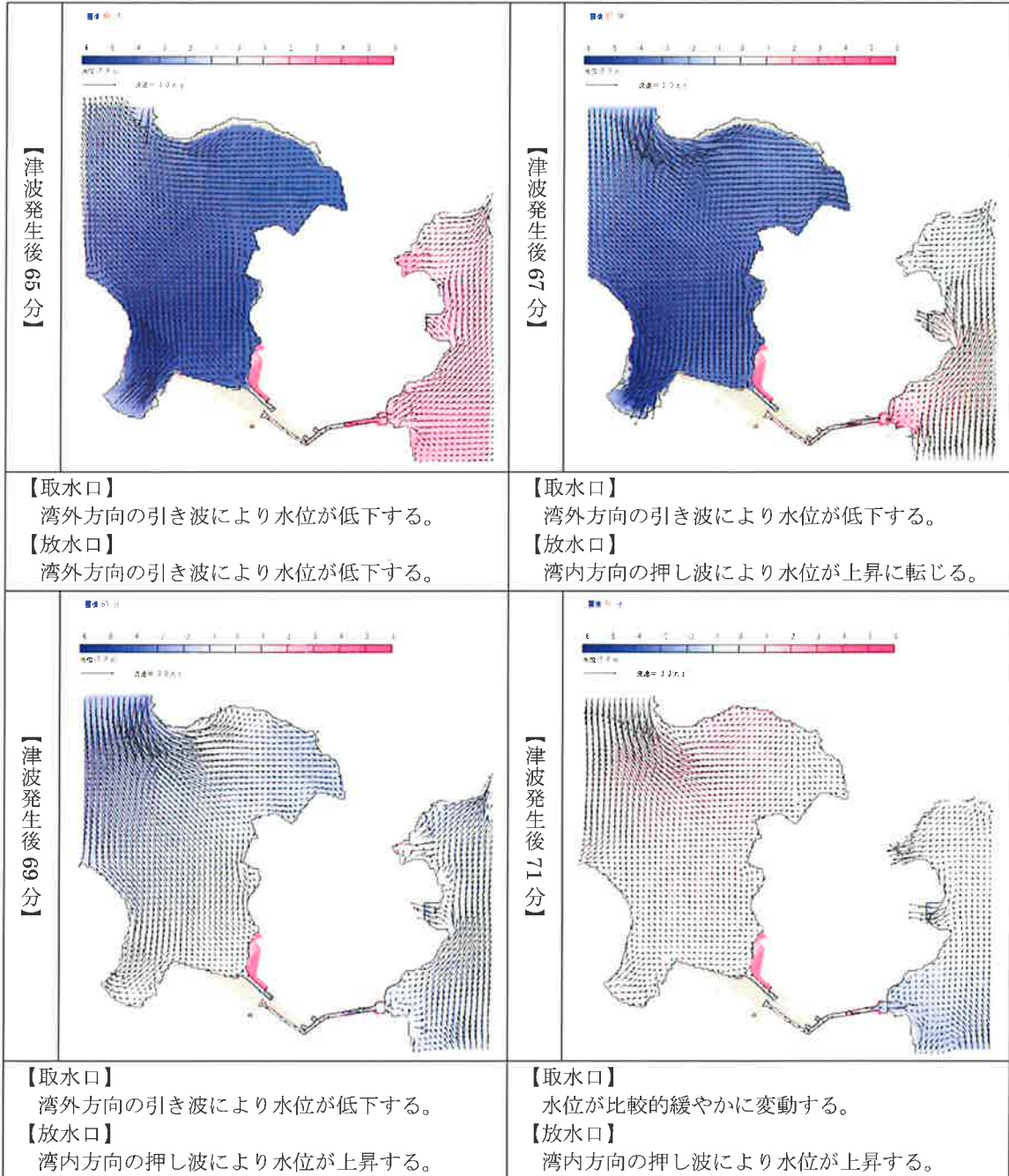
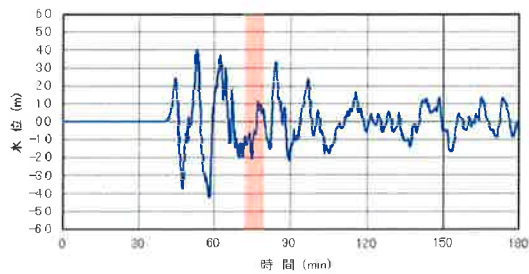
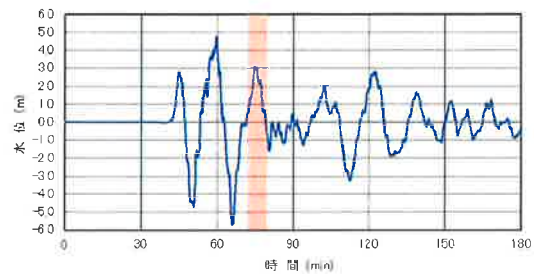


図 5 (4/6) 基準津波 1 の流速及び流向



基準津波 1 (取水口前面)



基準津波 1 (1号及び2号炉放水口前面)

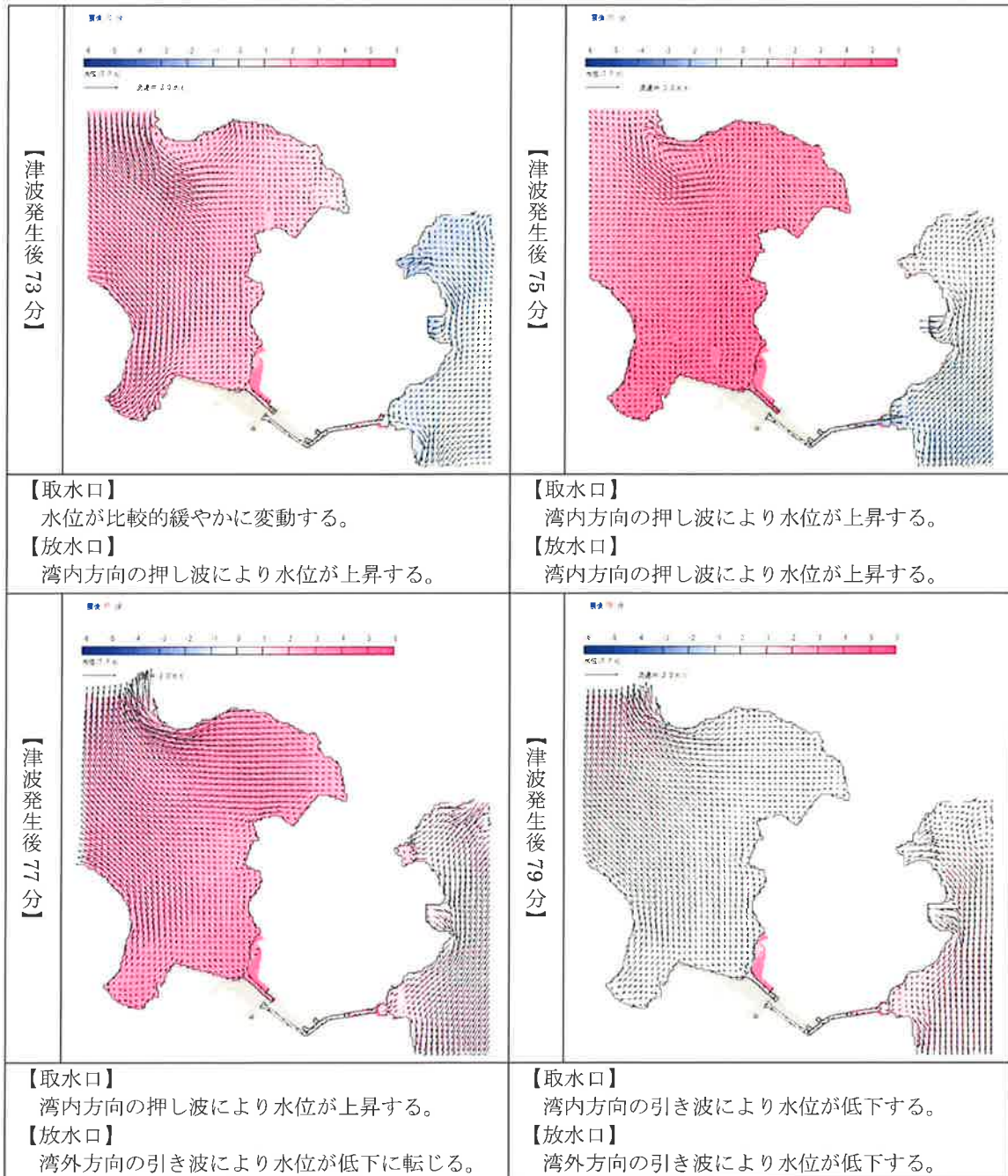
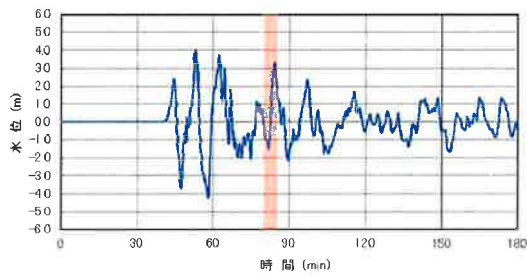
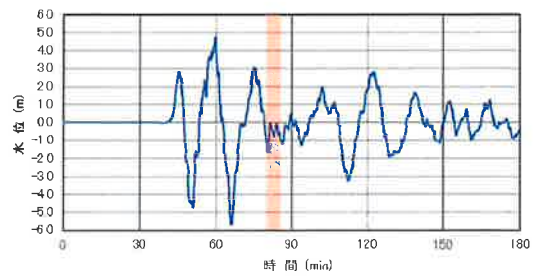


図 5 (5/6) 基準津波 1 の流速及び流向



基準津波 1 (取水口前面)



基準津波 1 (1号及び2号炉放水口前面)

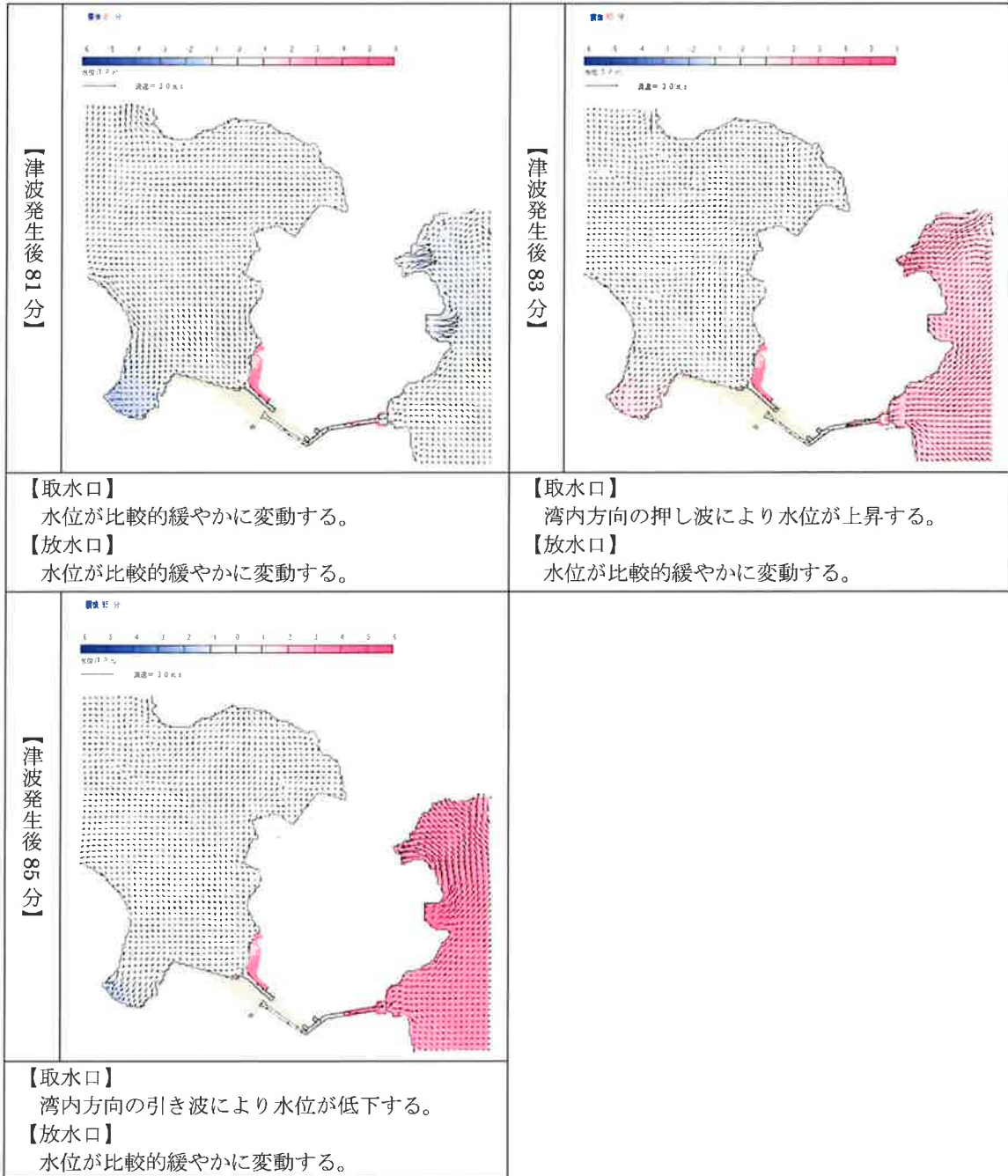


図 5 (6/6) 基準津波 1 の流速及び流向

取水路防潮ゲートの保守作業時の対応について

1. 概要

防潮ゲートについては、ゲート落下機構への遠隔閉止信号によりゲートが落下できること（以下、遠隔閉止機能という。）を運転上の制限としている。防潮ゲートの一部の保守作業においては、遠隔閉止機能が停止する期間が生じることから、当該期間中において津波警報が発表されない津波が襲来した場合及び大津波警報が発表された場合の対応について説明するものである。

2. 対象となる保守作業の概要

遠隔閉止機能が停止する期間が生じる作業は、防潮ゲートの直下清掃及び防潮ゲートの取替えである。

防潮ゲートの直下清掃は、潜水作業員により水路内の海生生物等を除去する作業である。潜水作業員の安全確保の観点で、図-1 のとおり、清掃作業中は休止ピンとストッパーを挿入することでゲートが落下しない処置を講じるため、遠隔閉止機能が停止する。一方、防潮ゲートの取替えについては、図-2 のとおり、ゲート落下機構を取り外して、クレーンによりゲートを取替えする作業であるため、遠隔閉止機能が停止する。

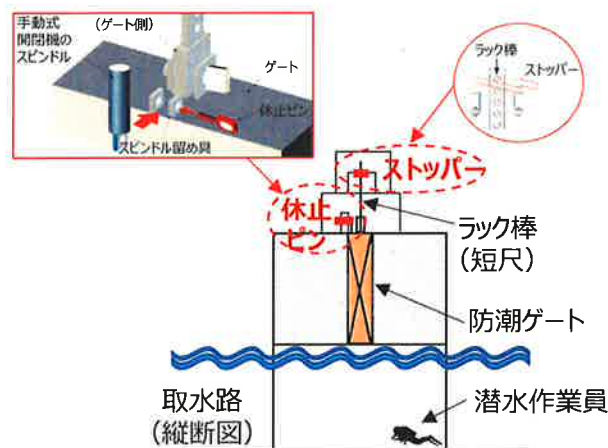


図-1 防潮ゲート直下清掃時の概要図

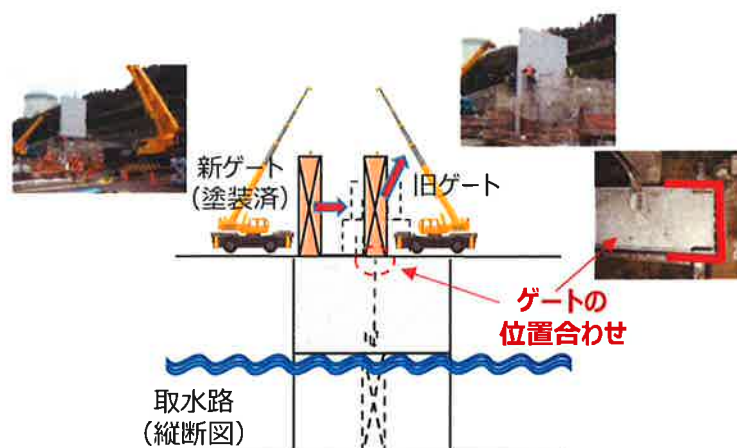


図-2 防潮ゲート取替え時の概要図

3. 津波警報が発表されない津波襲来時の対応について

3.1 対応方針について

上記の保守作業時において、津波警報が発表されない津波が襲来した場合は以下のとおり対応する。

- (i) 作業は、天候や波浪状況が安定していること、及び敷地外の潮位計で欠測等がなく、潮位の確認が出来る状態で実施する。万が一、作業中に敷地外の潮位の確認が出来ない状態となった場合には、直ちに作業を中断し、作業前の状態に復旧する。
- (ii) 敷地外の潮位計にて情報発信された場合は、中央制御室から現場作業員へ連絡し、作業中断の上、津波襲来までに作業前のゲート開閉状態に復旧する。

これらの対応を図ることにより発電所の安全性に影響はない。また、津波襲来前に作業員が退避可能であるため、作業安全性の確保が可能である。

本運用は、保安規定に反映することとし、内容としては、予防保全を目的とした点検・保守を実施する設備に防潮ゲートを追加、および添付2の津波の項に作業実施時には、体制を確保し、維持すること等を規定する。

3.2 対応手順及び所要時間について

防潮ゲートの直下清掃時及び防潮ゲートの取替え時における対応手順及び所要時間を図-3、図-4に示す。敷地外の潮位計にて情報発信された後、同図に示す手順で対応することにより、高浜発電所に津波が到達する前に、作業前のゲート開閉状態に復旧することが可能である。

具体的には、防潮ゲートの直下清掃時については、敷地外の潮位計にて情報発信された後、中央制御室から現場作業員に連絡し、休止ピンとストッパーを解除することにより、作業前のゲート開閉状態に復旧可能である。

また、防潮ゲートの取替え時については、敷地外の潮位計にて情報発信された後、中央制御室から現場作業員に連絡したタイミングが、「ゲートが位置合わせにはめ込んでいる状態（ケース①）」であれば、そのままゲートを閉止し、「旧ゲートを取り外した後（ケース②）」であれば、新ゲートを位置合わせにはめ込んだ後に新ゲートを閉止することで、作業前のゲート開閉状態に復旧可能である。なお、リスク回避の観点から旧ゲートを引き抜く前には、敷地外の潮位データを確認し、異常がないことを判断して作業を行う。

また、欠測等により、敷地外の潮位の確認が出来ない状態となった場合の対応手順及び所要時間を図-5に示す。同図より、欠測等が発生した場合においても、発電所の安全性に影響はない。また、津波襲来前に作業員が退避可能であるため、作業安全性の確保が可能である。

		「隠岐トラフ海底地すべり」による 津波発生からの経過時間（分）	対応に係る各ステップに要する 時間および説明
		時間	説明
中央制御室	構内の潮位計にて警報発信	0分	通常潮汐から0.5m変動を検知すれば、中央制御室にて警報発信
	潮位変動の判断 運転員の指示等	5分	-
	循環水ポンプ停止	5分	-
	ユニットトリップ	5分	-
	防潮ゲート閉止（遠隔閉止）	1分	-
	敷地外の潮位計にて情報発信	5分	通常潮汐から10分以内に0.5m変動を検知すれば、中央制御室にて情報発信
現地	潜水作業員退避	1分	-
	防潮ゲート落下防止処置 （休止ピン、ストッパー）の解除	1分	-

図-3 防潮ゲートの直下清掃時の対応手順及び所要時間

		「隠岐トラフ海底地すべり」による 津波発生からの経過時間（分）	対応に係る各ステップに要する 時間および説明
		時間	説明
中央制御室	構内の潮位計にて警報発信	0分	通常潮汐から0.5m変動を検知すれば、中央制御室にて警報発信
	潮位変動の判断 運転員の指示等	5分	-
	循環水ポンプ停止	5分	-
	ユニットトリップ	5分	-
	防潮ゲート閉止（遠隔閉止）	1分	-
	敷地外の潮位計にて情報発信	5分	通常潮汐から10分以内に0.5m変動を検知すれば、中央制御室にて情報発信
現地	ケース① クレーンによる防潮ゲート閉止	1分	ゲート降下距離6m、クレーン巻上フック速度約10m/分より1分と評価
	ケース② クレーンによる防潮ゲート据付け・閉止	11分	ゲート設置時の実績から10分以内で据付け可能 ゲート降下距離12m、クレーン巻上フック速度約10m/分より2分と評価

図-4 防潮ゲートの取替え時の対応手順及び所要時間

		「隠岐トラフ海底地すべり」による 津波発生からの経過時間（分）	対応に係る各ステップに要する 時間および説明	
		時間	説明	
中央制御室	構内の潮位計にて警報発信	0分	通常潮汐から0.5m変動を検知すれば、中央制御室にて警報発信	
	潮位変動の判断 運転員の指示等	5分	-	
	循環水ポンプ停止	5分	-	
	ユニットトリップ	5分	-	
	防潮ゲート閉止（遠隔閉止）	1分	-	
	敷地外の潮位計にて潮位の確認が 出来ない状態（欠測等）	0分	欠測等を確認した時点で、保守的に津波が襲来するという想定	
	現地作業員への周知	1分	-	
現地	直下清掃	潜水作業員退避	1分	-
		防潮ゲート落下防止処置 （休止ピン、ストッパー）の解除	1分	-
	ゲート交換	ケース① クレーンによる防潮ゲート閉止	1分	ゲート降下距離6m、クレーン巻上フック速度約10m/分より1分と評価
		ケース② クレーンによる防潮ゲート据付け・閉止	11分	ゲート設置時の実績から10分以内で据付け可能 ゲート降下距離12m、クレーン巻上フック速度約10m/分より2分と評価

図-5 欠測等が発生した場合の対応手順及び所要時間

4. 大津波警報発表時の対応について

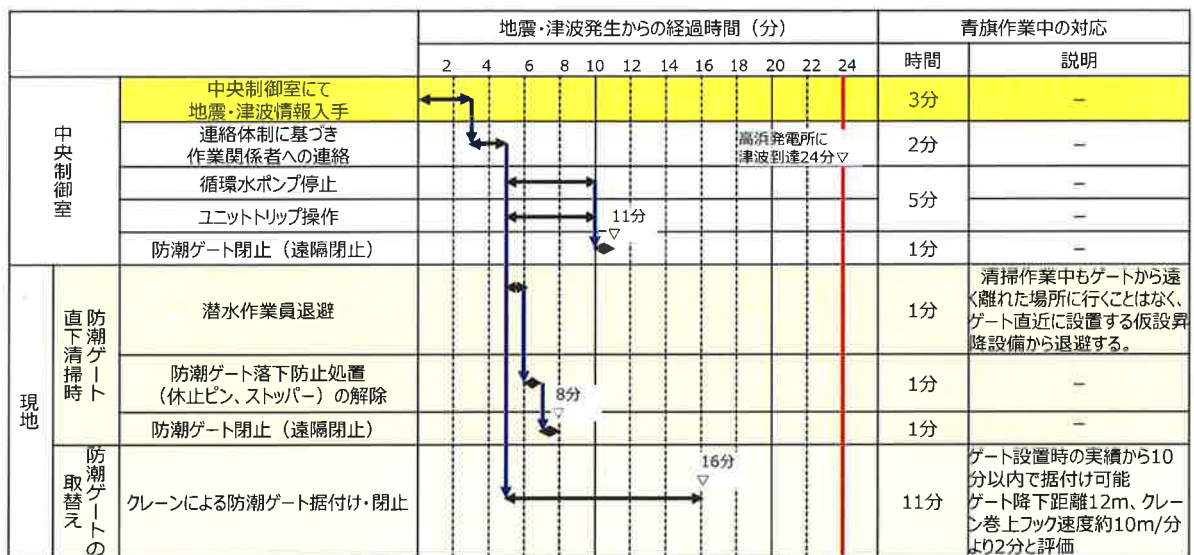
4.1 対応方針について

大津波警報が発表された場合は、中央制御室から現場作業員へ連絡し、作業中断の上、津波襲来までに防潮ゲートを閉止することにより、発電所の安全性に影響はない。また、津波襲来前に作業員が退避可能であるため、作業安全性の確保が可能である。

なお、本運用についても、津波警報が発表されない津波襲来時と同様に、保安規定に反映することとし、内容としては、予防保全を目的とした点検・保守を実施する設備に防潮ゲートを追加、および添付2の津波の項に作業実施時には、体制を確保し、維持すること等を規定する。

4.2 対応手順及び所要時間について

対応手順と所要時間を図-6に示す。同図に示す手順で対応することにより、高浜発電所に津波が到達するまでに防潮ゲートの閉止が可能である。



※既許可の基準津波評価において、防潮ゲート閉条件の場合、「大陸棚外縁～B～野坂断層」を波源とする津波が高浜発電所に最も早く津波が到達するため、その到達時間である24分を指標としている。

図-6 防潮ゲート保守作業に係る対応手順及び所要時間
(大津波警報発表時)

輸送物及び輸送車両の漂流物評価について

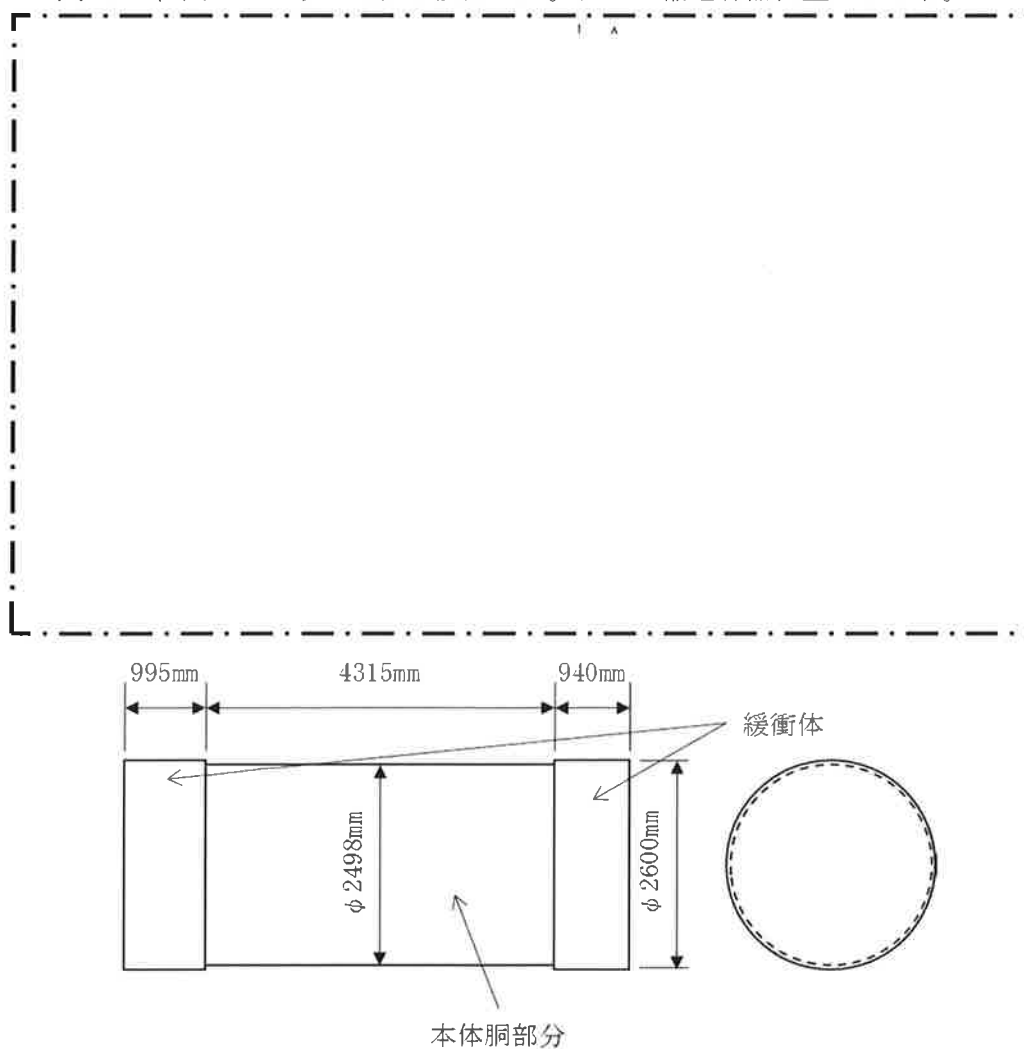
燃料等輸送船による輸送時の、陸側にある輸送物及び輸送車両の漂流物評価について以下の通り示す。

1. 浮力に対する評価

(1) 燃料輸送

①使用済燃料輸送容器

高浜発電所において使用する使用済燃料輸送容器であるNFT-14P型を評価対象とし、図1のように寸法を設定した。表1に輸送容器総重量を示す。



- ・本体胴部分の外径については、保守的にフィンの外径値を使用している
- ・緩衝体については中央に穴が開いた形状をしているが、保守的に円柱とする
- ・架台（10.0t 以下）については体積に含まない

図1 体積計算に用いた使用済燃料輸送容器の模式図

一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。

表 1 輸送容器総重量

輸送容器各部名称	重 量 (tf)
A. 本 体	82.2 以下
B. 蓋	5.3 以下
C. バスケット	6.7 以下
D. 緩 衝 体	
① 上部緩衝体 (近接防止金網を含む)	3.5 以下
② 下部緩衝体 (近接防止金網を含む)	3.5 以下
輸送容器総重量 A + B + C + D	101.2 以下

a. 評価結果

(a) 重量

表 1 輸送容器総重量 (101.2 tf) より、保守的に 100 tf と設定。

(b) 体積

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot h \\
 &= \frac{\pi}{4} \cdot (2.600)^2 \cdot (0.995) + \frac{\pi}{4} \cdot (2.498)^2 \cdot (4.315) + \frac{\pi}{4} \cdot (2.600)^2 \cdot (0.940) \\
 &= 31.421 \text{ [m}^3\text{]}
 \end{aligned}$$

(c) 浮力

$$\rho \cdot V = 1.03^{*} \times 31.421 = 32.4 \text{ [tf]} \text{ (小数点第 2 位切り上げ)}$$

※：海水の比重を 1.03 t/m³ とした

(a) 重量 > (c) 浮力より、使用済燃料輸送容器は、漂流物とはならない。

②使用済燃料輸送車両

使用済燃料輸送容器の輸送に使用する多軸自走車(150t積載)を評価対象とする。体積については、図2のように使用済燃料輸送車両を構成する部位を9つに分割して体積を求め、これらの積算により算出した。

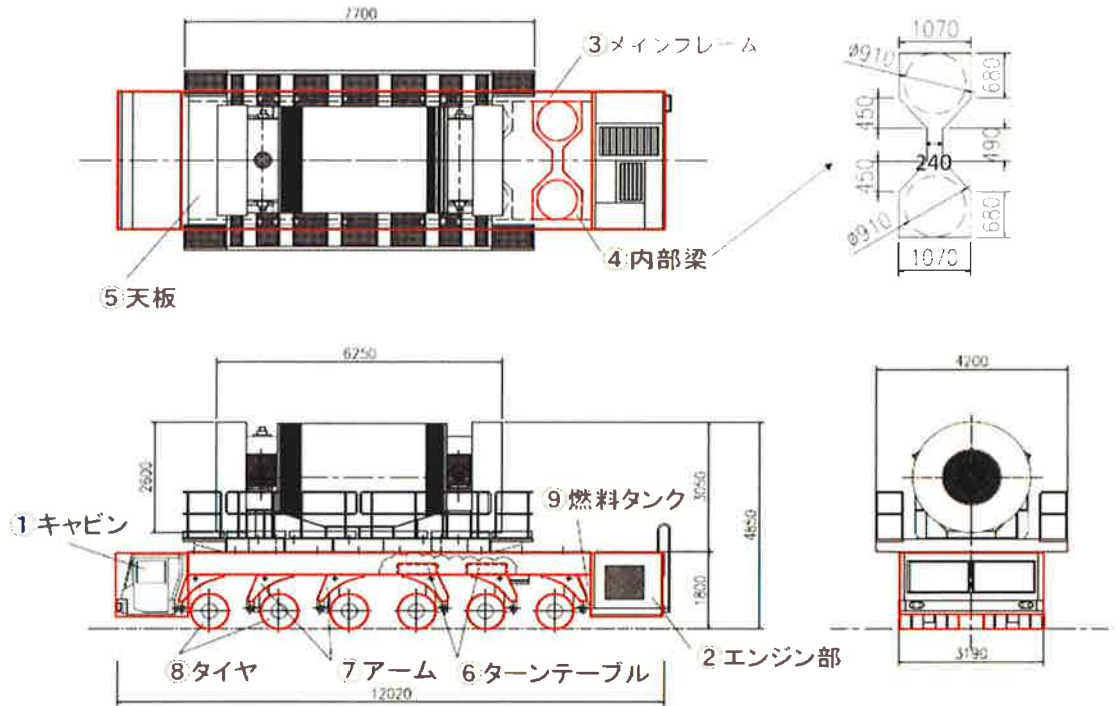


図2 体積計算に用いた使用済燃料輸送車両の模式図

a. 評価結果

(a) 重量

車両重量：33.8 tf（使用する車両の諸元値を使用）より保守的に 33 tf と設定。

(b) 体積

No.	部位名	L [m]	W [m]	H [m]	数量	体積[m ³]	備 考
①	キャビン	1.530	3.190	1.440	1	7.028	
②	エンジン部	1.510	3.190	1.440	1	6.936	
③	メインフレーム	8.905	0.220	0.525	2	2.057	
④	内部梁（シャーシ）	1.070	2.750	0.310	6	1.602	左記のL,Wの寸法は最大寸法を記載。 体積は、内部梁の詳細図から、以下の計算式により求めた。 $((1.07 \times 0.68 + (1.07 + 0.24) \times 0.45 \times 0.5 - 0.455^2 \times \pi)) \times 2 + 0.49 \times 0.24) \times 0.31 \times 6$
⑤	天板（シャーシ）	8.905	3.190	0.010	1	0.284	
⑥	ターンテーブル	$\phi 0.9$		0.210	12	1.603	円柱
⑦	アーム	1.020	0.870	0.240	12	2.556	
⑧	タイヤ		0.240	$\phi 0.825$	48	6.158	
⑨	燃料タンク			300 ℓ		0.300	
	合計					28.526	

(c) 浮力

$$\rho \cdot V = 1.03^{*} \times 28.526 = 29.4 \text{ [tf]} \text{ (小数点第 2 位切り上げ)}$$

※：海水の比重を 1.03 t/m³ とした

(a) 重量 > (c) 浮力より、使用済燃料輸送車両は、漂流物とはならない。

(2) LLW 輸送

①LLW 輸送容器

LLW 輸送に使用する LLW-2 型輸送容器を評価対象とし、図 3 のように上部隅金具、下部隅金具を含めた最大寸法にて寸法を設定した。表 2 に輸送容器重量を示す。

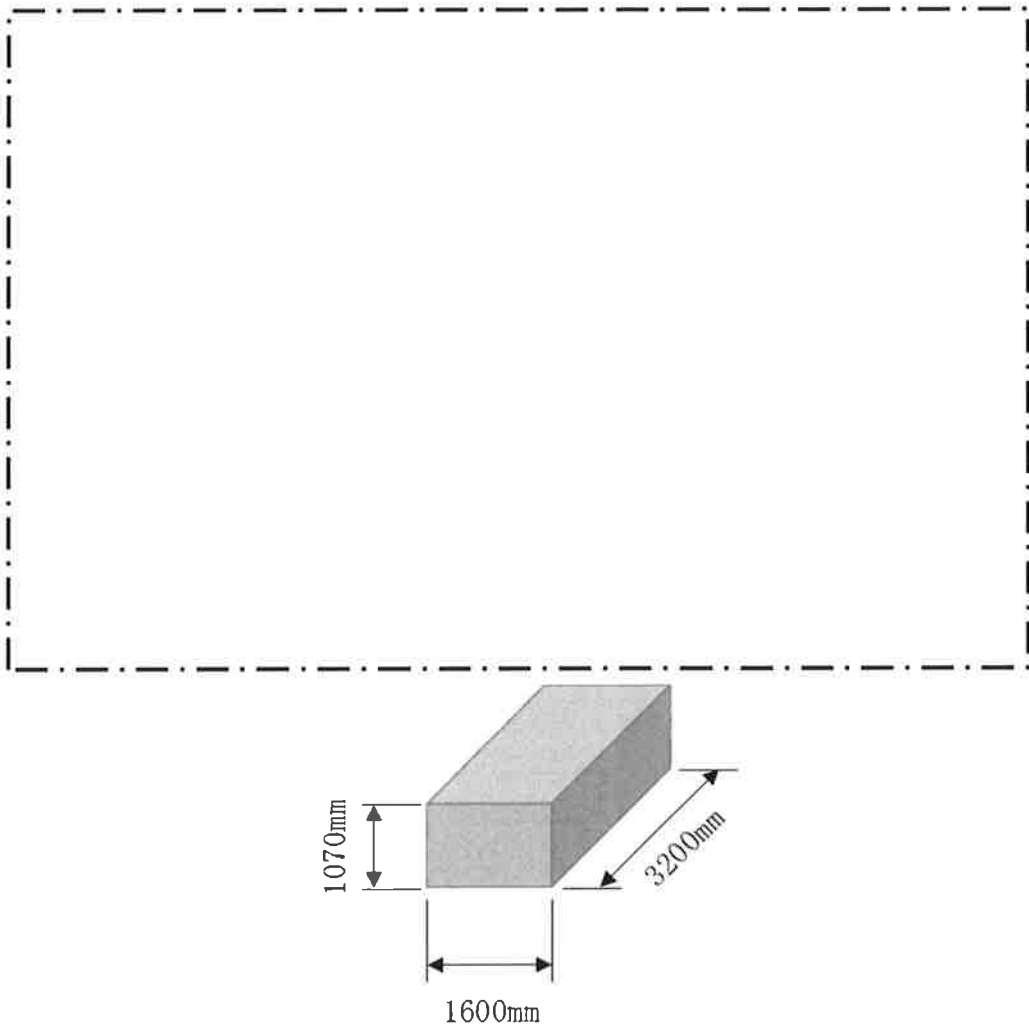


図 3 体積計算に用いた LLW 輸送容器の模式図

表 2 LLW 輸送容器質量及び寸法

主要寸法	(長さ) 約 3.2m (幅) 約 1.6m (高さ) 約 1.1m
輸送容器重量	約 1.2tf (空重量)

一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。

a. 評価結果

(a) 重量

表 2 より、1.2 tf と設定。

(b) 体積

$$\begin{aligned} V &= 3.2 \times 1.6 \times 1.1 \\ &= 5.632 \text{ [m}^3\text{]} \end{aligned}$$

(c) 浮力

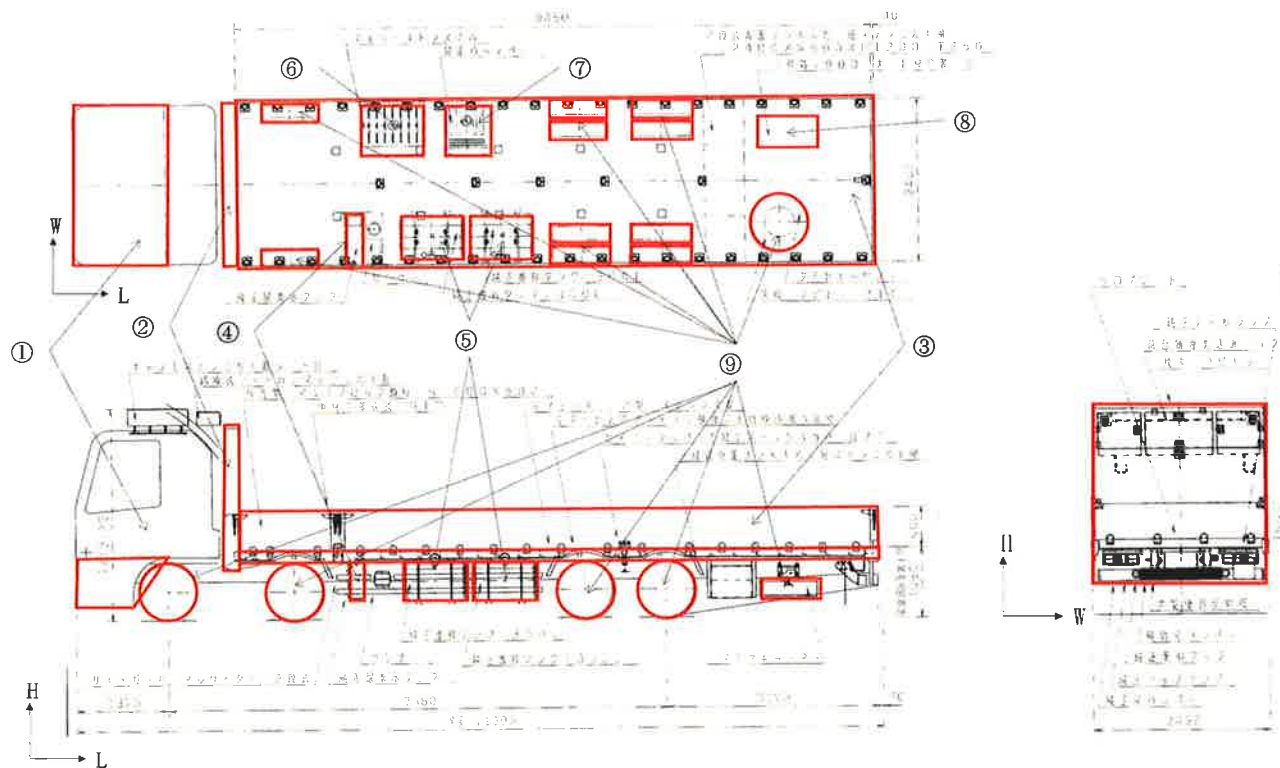
$$\rho \cdot V = 1.03^{*} \times 5.632 = 5.9 \text{ [tf]} \text{ (小数点第 2 位切り上げ)}$$

※：海水の比重を 1.03 t/m³ とした

LLW 輸送容器単体では (a) 重量 < (c) 浮力となるが、LLW 輸送車両に固縛しているため、漂流物とはならない。

②LLW 輸送車両

LLW 輸送容器の輸送に使用するトラックを評価対象とする。体積については、図 4 のように LLW 輸送車両を構成する部位を 9 つに分割して体積を求め、これらの積算により算出した。なお、キャビンについては、窓を開ける運用とし、気密性がないため体積には加えない。



- ①車体、②シャーシ（連結部）、③シャーシ（上部・下部）、④タンク 1、⑤タンク 2、⑥排気システム、⑦バッテリー、⑧工具箱、⑨タイヤ

図 4 体積計算に用いた LLW 輸送車両の模式図

a. 評価結果

(a) 重量

車両重量：10.8 tf（使用する車両の諸元値を使用）

(b) 体積

No.	L[m]	W[m]	H[m]	個数	体積[m ³]*	備考
①	(上底)0.875	2.400	0.759	1	2.019	
	(下底)1.341					
②	0.221	2.493	0.034	1	0.019	
③	9.450	2.400	0.100	1	2.859	
	9.450	0.047	0.600	2		
	0.040	2.400	0.600	1		
④	0.234	0.587	0.528	1	0.073	
⑤	0.933	0.700	0.584	2	0.763	
⑥	0.996	0.820	0.615	1	0.503	
⑦	0.671	0.700	0.198	1	0.093	
⑧	0.984	0.493	0.001	2	0.003	
	0.984	0.447	0.001	2		
	0.493	0.447	0.001	2		
⑨	φ 0.861	0.293	φ 0.861	13	2.217	
合計					8.549	

※小数点第4位切り上げ

(c) 浮力

$$\rho \cdot V = 1.03^{*} \times 8.549 = 8.9[\text{tf}] \text{ (小数点第2位切り上げ)}$$

※：海水の比重を 1.03 t/m³とした

(a) 重量 > (c) 浮力より、LLW 輸送車両は、漂流物とはならない。

(3) 輸送容器を積載した状態での LLW 輸送車両に関する影響評価について

LLW 輸送車両は漂流物とはならないが、これに、最も浮力が大きくなる LLW 輸送容器の空容器を 2 個積載した場合、車両総重量（約 13.2tf）に対し、浮力（約 20.7tf）の方が大きい。また、廃棄体を収納した LLW 輸送容器を LLW 輸送車両へ積載した場合においても、車両総重量に対し浮力のほうが大きくなることが否定できない。

このため、LLW 輸送容器を LLW 輸送車両に固縛し、浮力を上回るようウェイトを積載する対策^{※1}を実施することで、漂流物とはしない方針とする。

なお、LLW 輸送車両への LLW 輸送容器の固縛については、LLW 輸送容器を LLW 輸送車両の固縛装置により行う（図 5 参照）。また、固縛装置については、固縛装置は車両固縛部等により LLW 輸送車両に固縛し、LLW 輸送容器は固縛装置のツイストロックで固縛装置に固縛する。

※1：あらかじめ浮力を上回るようウェイトを積載した LLW 輸送車両を使用する。

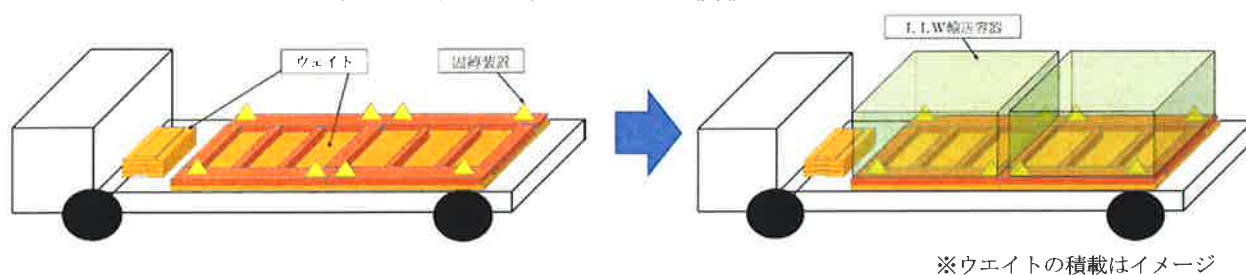


図 5 LLW 輸送容器等の積載・固縛方法

2. 滑動に対する評価

(1) 評価内容

燃料等輸送容器及び車両については、漂流物評価フロー結果が「A」となるが、発電所敷地内の設備であることから、滑動影響の検討を行った。

津波による滑動は、津波襲来直後の波力（衝撃力）による滑動と、その後の定常的な流速に対する滑動を評価する。波力による滑動は、ある程度発生する可能性はあるが、津波防護施設との離隔や高低差が十分あるため、津波防護施設への衝突に至ることはない。

また、定常な流速による滑動を評価した。滑動する可能性を検討する上で用いる流速は、物揚岸壁が放水口側に位置することから放水口前面の最大流速（1.1m/s）とする。また、評価にあたっては、「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）」に準じて、イスバッシュ式を用いた。この式は米国の海岸工学研究センターが潮流による洗堀を防止するための捨て石質量として示したものであり、水に対する被覆材の安定質量を求めるものであることから、津波襲来時における対象物の滑動可能性評価に適用可能であると考え。イスバッシュ式の定数はマウンド被覆材が露出した状態に相当する0.86とする。

「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）」のイスバッシュ式

$$M_d = \frac{\pi \rho_r U_d^6}{48g^3 (y_d)^6 (S_r - 1)^3 (\cos\theta - \sin\theta)^3}$$

M_d 捨て石等の安定質量(t)

ρ_r 捨て石等の密度(t/m³)

U_d 捨て石等の上面における水の流れの速度(m/s)

g 重力加速度(m/s²)

y_d イスバッシュ(Isbash)の定数

(埋め込まれた石は1.2、露出した石は0.86)

S_r 捨て石等の水に対する比重

θ 水路床の軸方向の斜面の勾配(°)

イスバッシュ式をもとに、対象物が水の流れによって動かない最大流速（以下、「安定流速」という。）を算出し、津波シミュレーションによる流速が安定流速以下であることを確認する。津波シミュレーションによる流速が安定流速を上回る場合には、上回る継続時間を確認し滑動の移動距離を評価することを検討した。安定流速は以下の式により算出される。

$$U_{ds} = \sqrt[6]{\frac{48Mg^3(y_d)^6(S_r - 1)^3(\cos\theta - \sin\theta)^3}{\pi\rho_r}}$$

M 輸送車両等の質量(t)

U_{ds} 安定流速(m/s)

イスバッシュ式に対して以下のパラメータを考慮して評価を実施した。評価結果は以下の表の通り、安定流速が津波流速を上回る結果となった。

	単位	燃料 輸送容器	燃料 輸送車両	LLW 輸送車両*	備考
M	t	67.6	3.6	1.9	
ρ_r	t/m ³	7.8	7.8	7.8	車両(炭素鋼)の密度：7.8t/m ³
g	m/s ²	9.80665	9.80665	9.80665	機械工学便覧参照
y_d	—	0.86	0.86	0.86	露出した石のパラメータを使用
S_r	—	7.57	7.57	7.57	車両(炭素鋼)の密度：7.8t/m ³ 海水の密度：1.013t/m ³
θ	°	0	0	0	平坦若しくはのぼり勾配であることから保守的に0°とする。
U_{ds}	m/s	10.8	2.6	2.8	

※LLW 輸送容器は輸送車両に固縛するため、滑動しない。イスバッシュ式より、重量が小さいほど安定流速は小さくなるため、輸送容器積載時の評価は包含されている。

(2) 結論

輸送物及び輸送車両の滑動による影響は以下の通りとなる。

- ・津波波力による滑動距離は、物揚岸壁から津波防護施設までの距離を考慮すると十分小さいと考えられる。(物揚岸壁～津波防護施設：約300m (図6))
- ・物揚岸壁の高さ(T.P.+2.0m)は敷地高さ(T.P.+3.5m)と比べて低いことから、滑動によって、敷地高さに至ることは考え難い。
- ・物揚岸壁から湾内に落下した場合は沈降すると考えられる。
- ・定常な流速条件での滑動性は、イスバッシュ式を用いて、対象物が水の流れによって動かない最大流速(安定流速)と放水口前面の最大流速を比較した結果、燃料輸送容器及び車両並びにLLW輸送容器及び車両は滑動しない

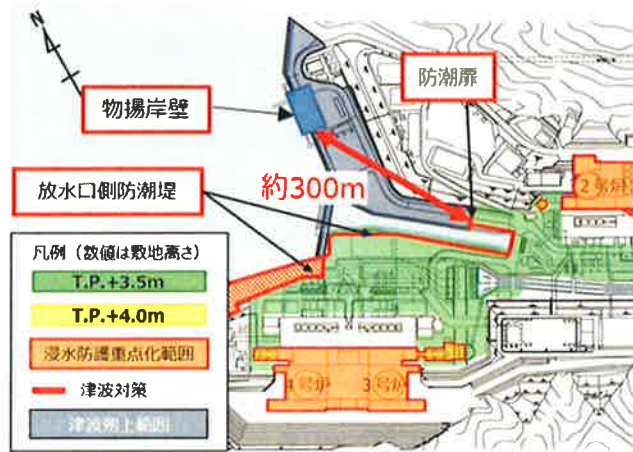


図 6 物揚岸壁から津波防護施設までの距離

3. 輸送物及び輸送車両の退避に対する評価

燃料等輸送船による輸送時の、陸側にある輸送物及び輸送車両は原則として、当社敷地内の津波が到達しない場所へ退避する。図7に警報が発表されない津波襲来時の陸側にある輸送物の退避の考え方を示す。

津居山の潮位変化を検知すると中央制御室に情報が伝達され、その後現場作業員に伝達される。高浜発電所への津波の到達は、津居山への津波到達後約12分である。

燃料輸送車両は、津居山に津波が到達してから退避まで12分以上の時間が必要となるため、作業員のみ退避する。なお、燃料の輸送容器（約100tf：空状態）及び輸送車両（約33tf）は重量物であり、津波を受けても漂流物とはならない（輸送容器の浮力は32.4tf、輸送車両の浮力は29.4tf）。

LLW輸送車両は、輸送物の吊り上げ作業中でも津居山に津波が到達してから約11分以内に退避が完了することから、津波到達よりも早く退避が可能である。なお、LLWの輸送容器（約1.2tf：空状態）はLLW輸送車両に固縛されており、LLW輸送容器が固縛された輸送車両（約13.2tf）はウェイトを積載する対策により、津波を受けても漂流物とはならない。図8に輸送車両等の退避時間を示す。

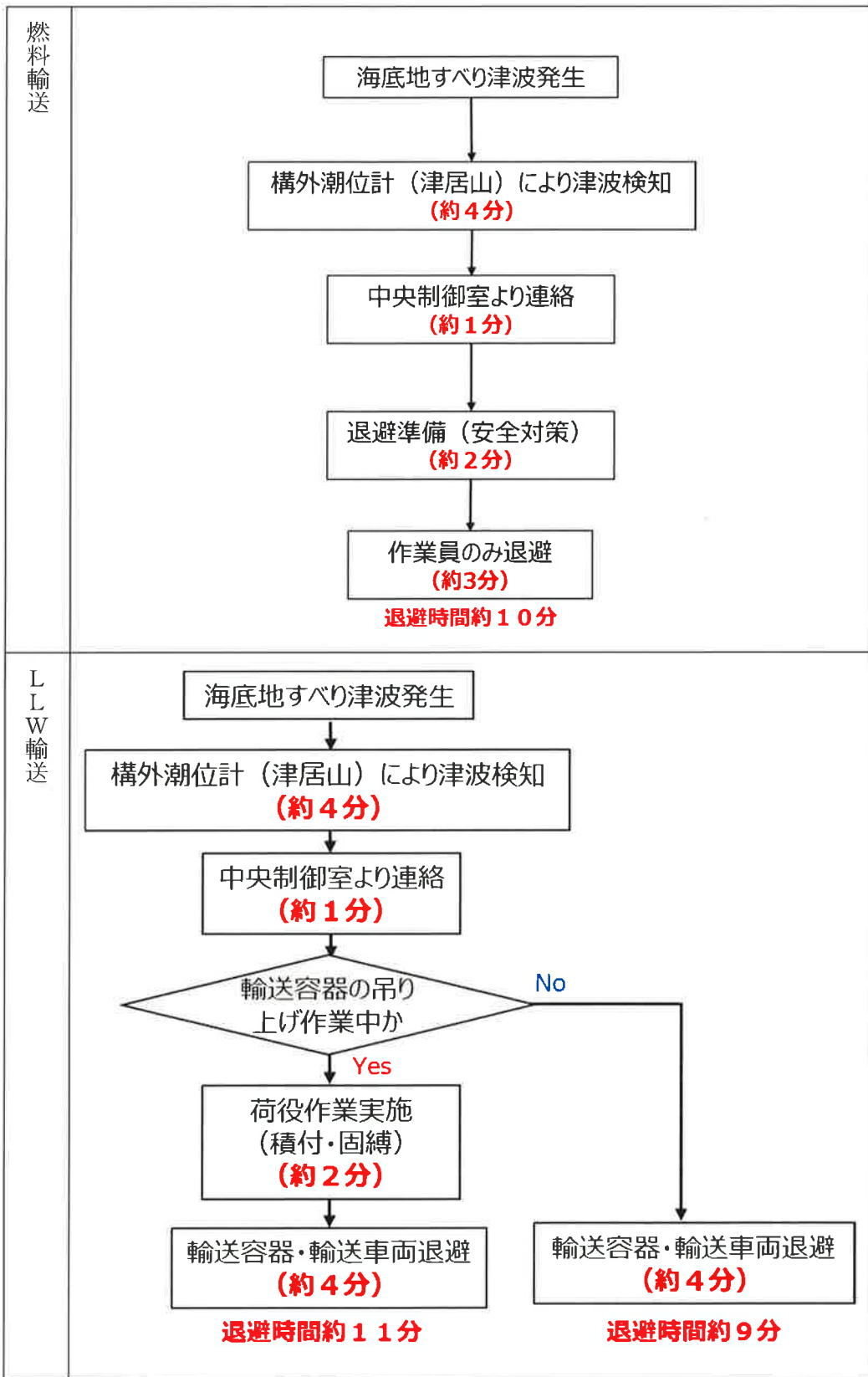
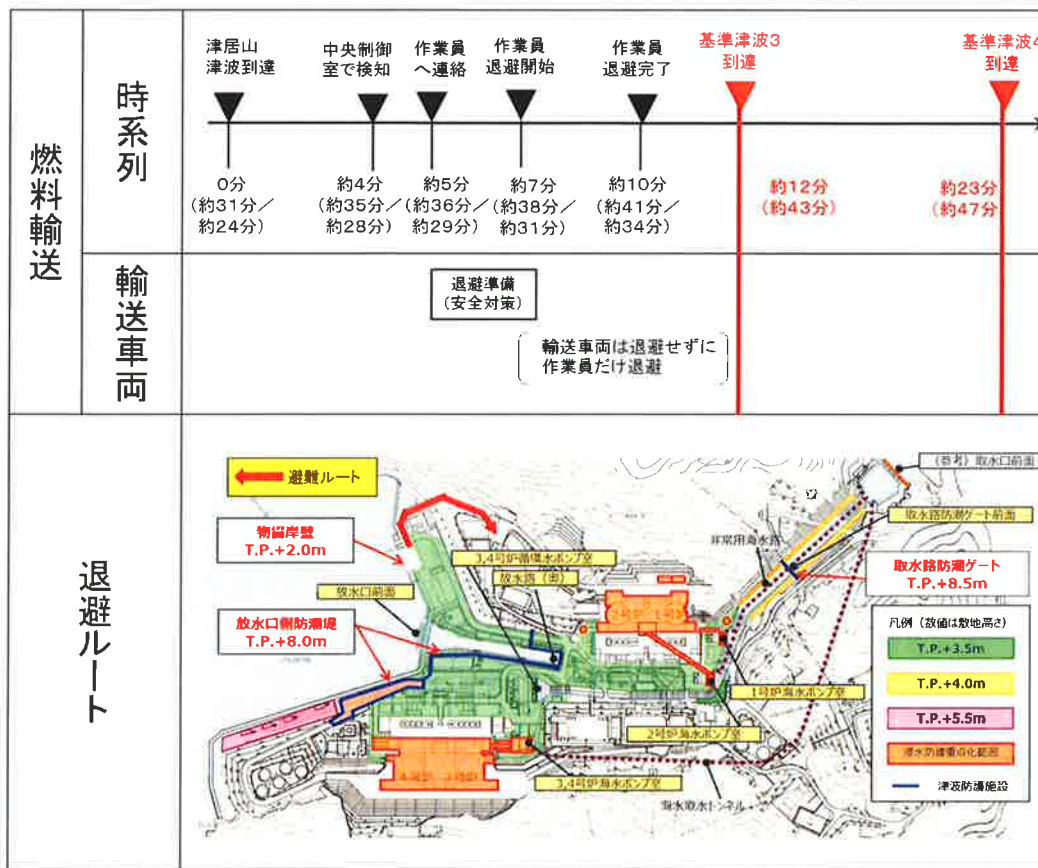
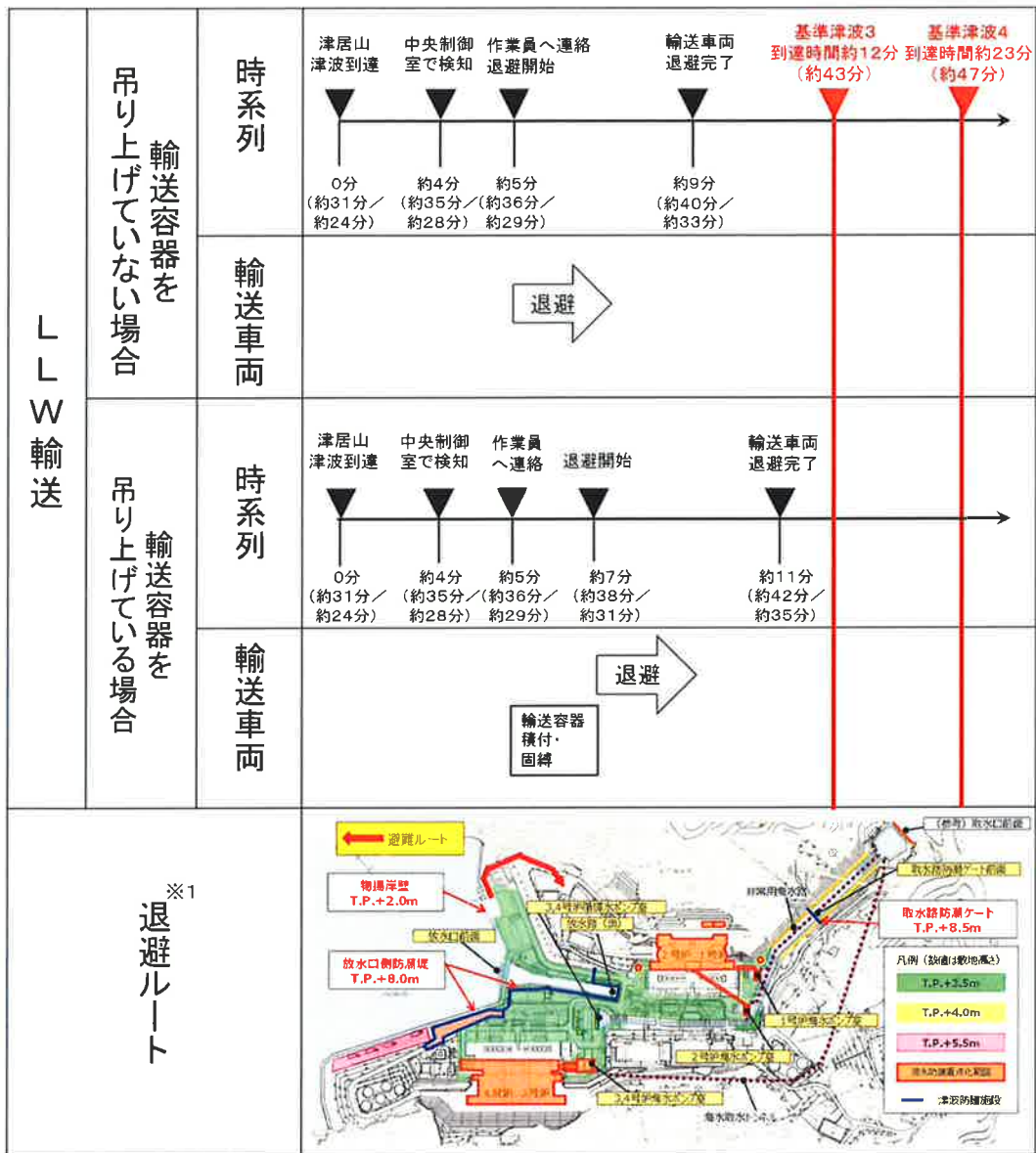


図7 陸側にある輸送物の退避の考え方



0分 津波津居山到達後の経過時間
(約31分 / 約24分) 海底地すべり発生後の経過時間(基準津波3) / 海底地すべり発生後の経過時間(基準津波4)

図 8(1/2) 津波襲来と退避時間 (輸送車両等)



経過時間については、
 0分 : 津居山到達後の経過時間
 (約31分 / 約24分) : 海底地すべり発生後の経過時間(基準津波3) / 海底地すべり発生後の経過時間(基準津波4)

※1 退避ルートの距離は約 300m であり、車両走行速度 10km/h (167m/min) としても、約 4 分間で車両の退避は十分可能である。

図 8(2/2) 津波襲来と退避時間 (輸送車両等)

(参考)

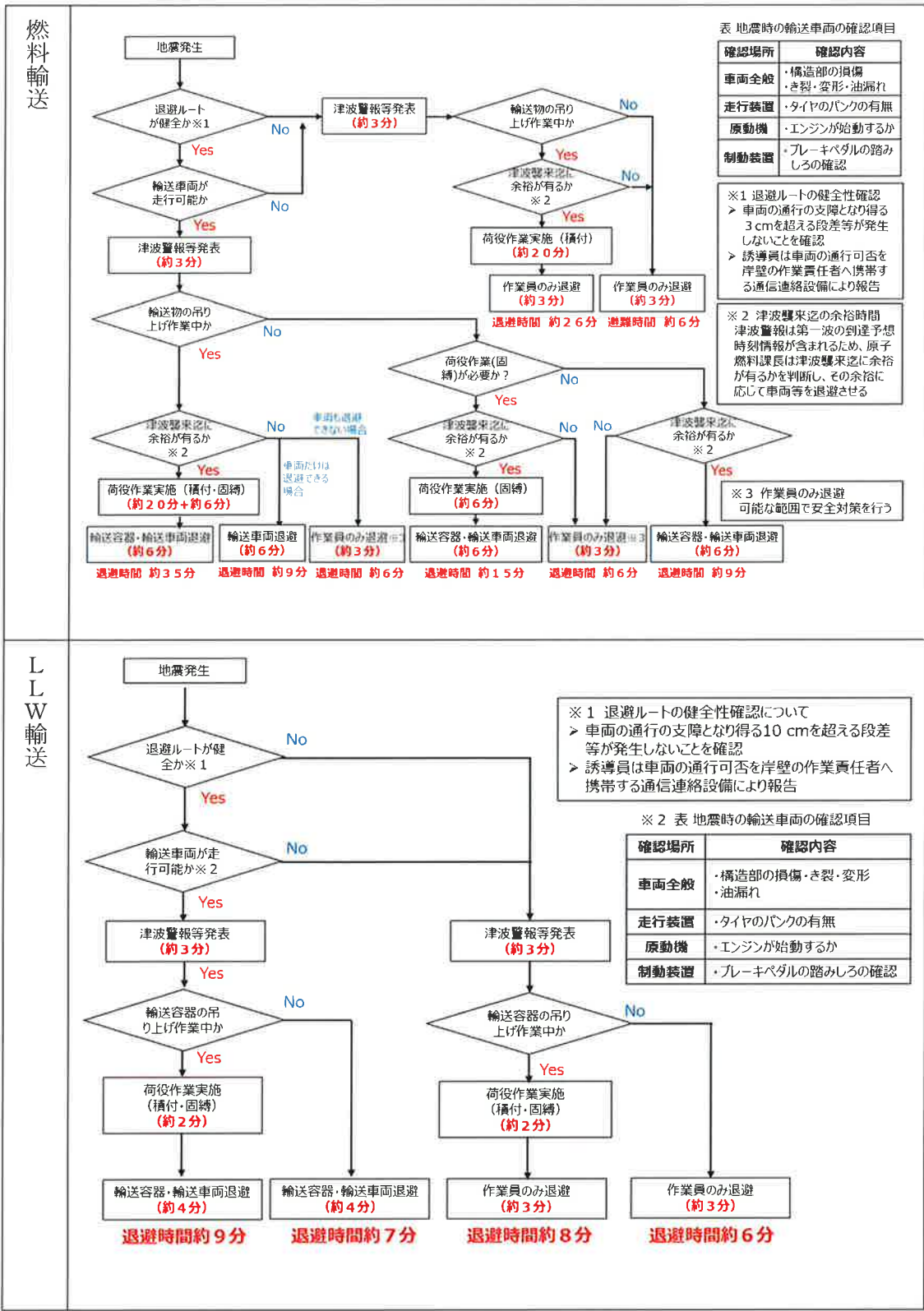
基準津波 1 及び 2 に対する輸送物及び輸送車両の退避

参考図 1 に警報が発表される場合（既許可の基準津波 1、2）の陸側にある輸送物の退避の考え方を、参考図 2 に輸送車両等の退避時間を示す。

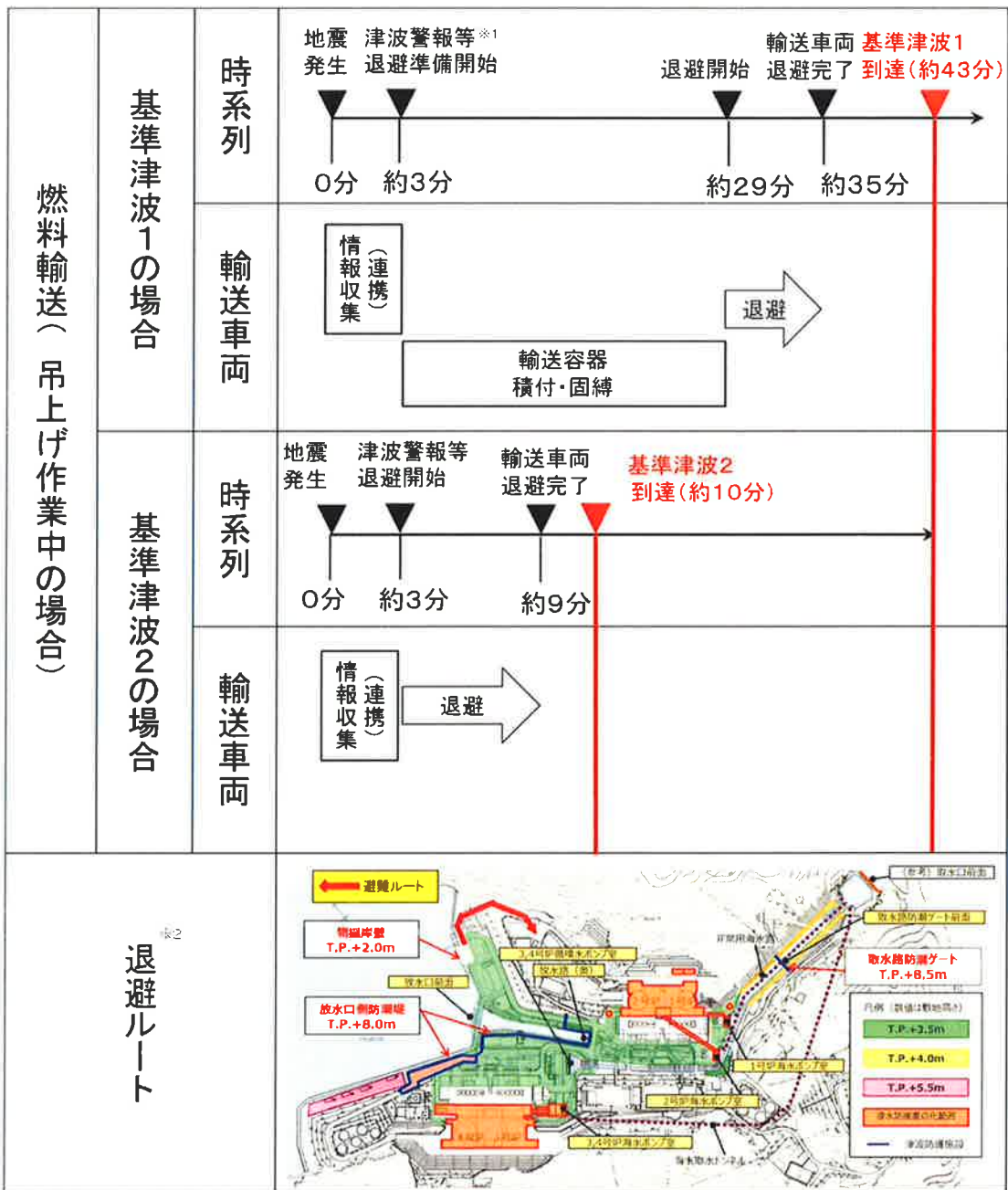
地震発生後、津波警報等が発表されると中央制御室の当直課長より周知（ページング）され、原子燃料課長又は放射線管理課長から陸側作業員へ退避連絡を行う。高浜発電所への津波の到達は、基準津波 1 よりも基準津波 2 が早く、地震発生後約 10 分である。

燃料輸送車両は、輸送物の吊り上げ作業中でも地震発生後約 9 分以内に輸送車両のみと作業員を含めて退避することから、退避ルートが健全であり、かつ輸送車両が走行可能であれば、津波到達よりも早く退避が可能である。退避ルートが健全ではない、又は輸送車両が走行不可の場合は、輸送物の吊り上げ作業中でも地震発生後約 6 分以内に作業員のみ退避することから、津波到達よりも早く退避が可能である。なお、輸送車両および輸送容器は退避不可の場合でも漂流物とはならない。

LLW 輸送車両は、輸送物の吊り上げ作業中でも地震発生後約 9 分以内に輸送容器と輸送車両を含めて退避することから、退避ルートが健全であり、かつ輸送車両が走行可能であれば、津波到達よりも早く退避が可能である。退避ルートが健全ではない、又は輸送車両が走行不可の場合は、輸送物の吊り上げ作業中でも輸送容器を輸送車両に固縛した後、地震発生後約 8 分以内に作業員のみ退避することから、津波到達よりも早く退避が可能である。なお、輸送車両および輸送容器は退避不可の場合でも漂流物とはならない。



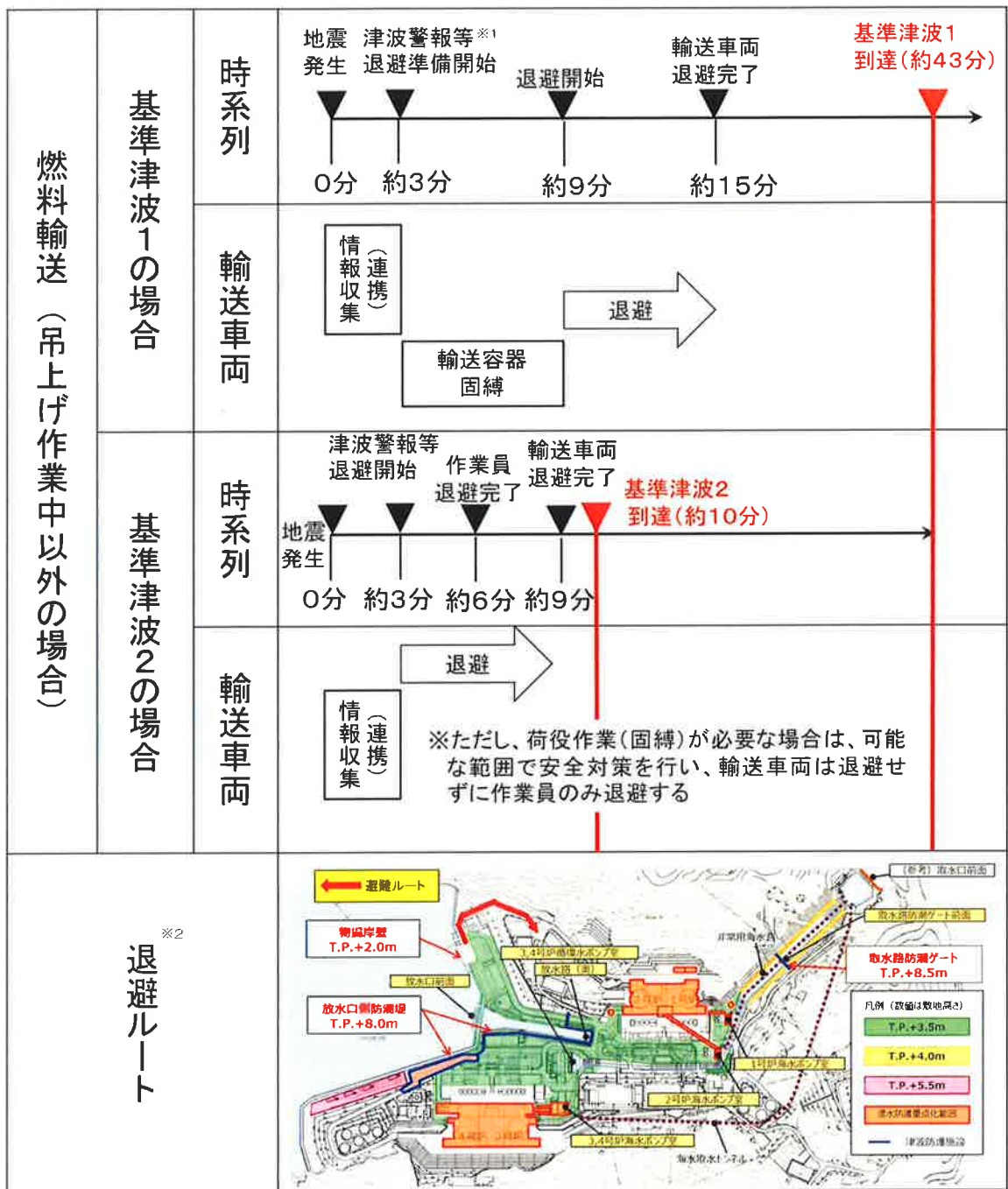
参考図1 陸側にある輸送物の退避の考え方 (基準津波1,2)



※1 地震発生の3分後（気象庁HPに記載の発表目標時間）に津波警報が発表

※2 退避ルートの距離は約300mであり、車両走行速度3km/h（50m/min）としても、約6分間で車両の退避は十分可能である。

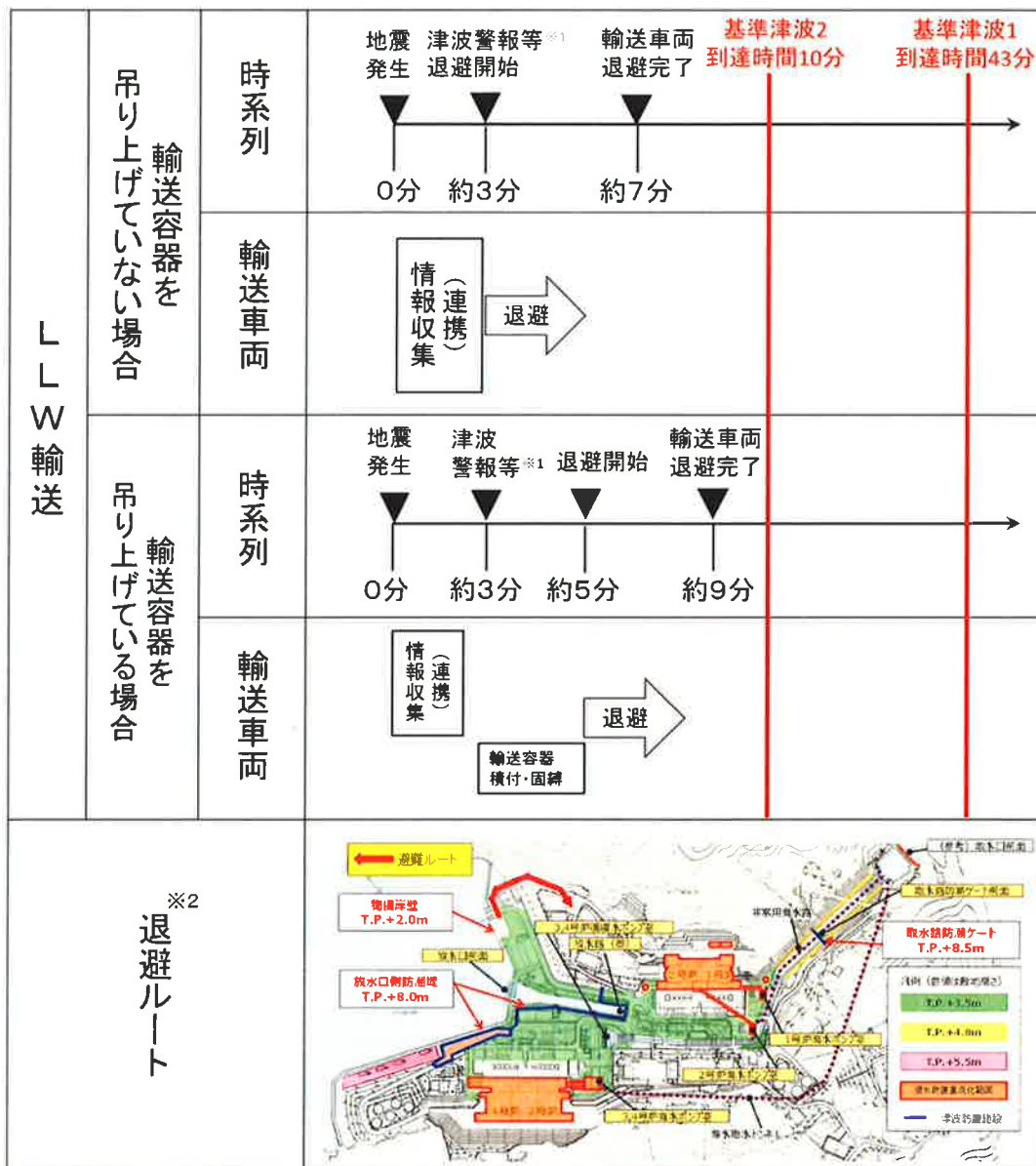
参考図 2(1/3) 津波襲来と退避時間（輸送車両等）（基準津波 1,2）



※1 地震発生後の3分後(気象庁HPに記載の発表目標時間)に津波警報が発表

※2 退避ルートの距離は約300mであり、車両走行速度3km/h(50m/min)としても、約6分間で車両の退避は十分可能である。

参考図 2(2/3) 津波襲来と退避時間(輸送車両等)(基準津波 1,2)



※1 地震発生後の3分後（気象庁HPに記載の発表目標時間）に津波警報が発表

※2 退避ルートの距離は約300mであり、車両走行速度10km/h（167m/min）としても、約4分間で車両の退避は十分可能である。

参考図 2(3/3) 津波襲来と退避時間（輸送車両等）（基準津波1,2）

一般車両の退避運用の検討状況について

放水口側防潮堤より外側の物揚岸壁においては、燃料等輸送作業時において、燃料輸送車両及びLLW輸送車両が存在するため、これに対して、漂流物となりえるかを評価し、漂流物とならないこと、また津波波力及び滑動により、津波防護施設へ衝突しないことを確認している。また、さらなる安全性確保のため、津居山の潮位計にてプラント影響の可能性のある津波を検知した場合は、可能な範囲で退避する運用としている。

これに倣い、放水口側に駐停車されている一般車両についても、そのモバイリティを活用することで、津波時における漂流物を可能な限り低減することの検討を行った。図1に、警報が発表されない津波襲来時の一般車両の退避の考え方を示す。

なお、放水口側の一般車両については、津波の流況及び地形並びに車両位置と津波防護施設との位置関係を踏まえ、津波防護施設への影響を確認し、必要に応じ、当社敷地内の津波が到達しない場所へ退避する運用を定めることにより、津波防護施設に影響を及ぼさない方針とすることから、以下に記載する退避運用の必要性及び成立性については、後段規制において、詳細を確認することとする。

津居山の潮位変化を検知すると中央制御室に情報が伝達され、その後運転手に伝達される。高浜発電所への津波の到達は、津居山への津波到達後約12分である。

一般車両は、津居山に津波が到達してから約9分で退避が完了することから、津波到達よりも早く退避が可能である。なお、基準津波3については津波の第1波到達後から、物揚岸壁の敷地高さT.P.+2.0mに津波が遡上するまで、さらに約9分あることを確認している。

なお、津居山の潮位計が欠測した場合は、潮位変化検知時と同様に車両は退避することで構外検知との同等性を担保できると考える。

図2に一般車両の退避時間を示す。

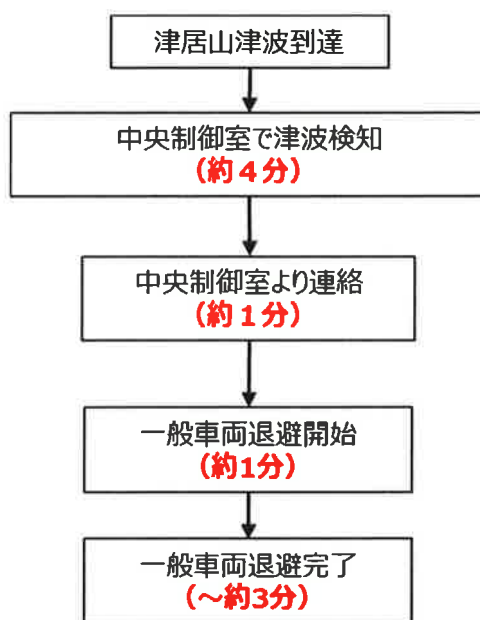
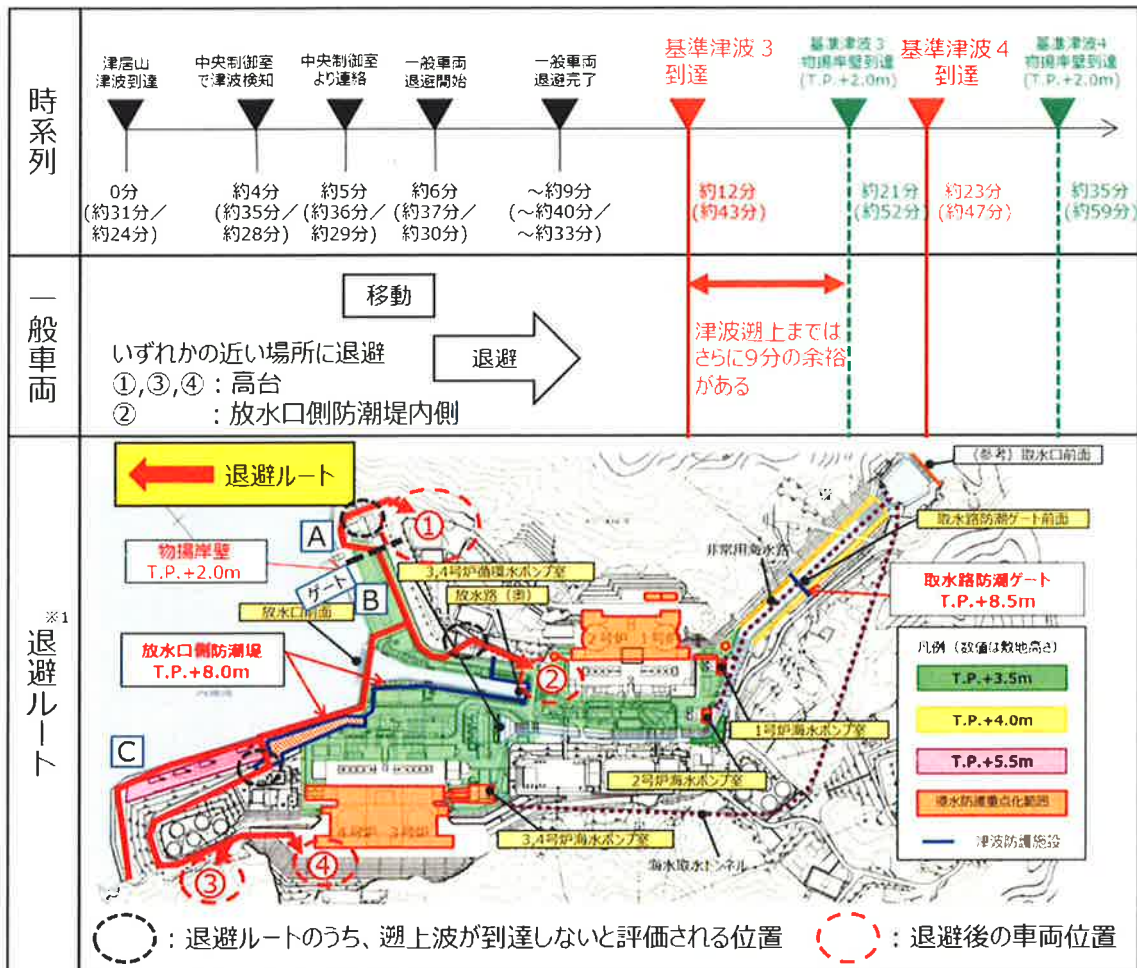


図1 一般車両の退避の考え方



経過時間については、
 0分：津居山到達後の経過時間
 (約31分/約24分)：海底地すべり発生後の経過時間(基準津波3)/海底地すべり発生後の経過時間(基準津波4)

- ※1・車両は主に A, B, C のエリアに駐車しており、エリア A の車両は①に、エリア B の車両は②に、エリア C の車両は③or④に退避する。
- ・駐車台数が最も多いエリア B では、車両台数を駐車スペース最大の約 30 台と想定。退避開始後、3 秒毎に各車両が出発したとすると約 2 分で全車両の出発が完了する。さらに最後に出発した車両もゲートから②のエリアまでの距離が約 300m であり、車両走行速度 30km/h (500m/min) を考慮すると、約 1 分で到達できるため 3 分以内での車両の退避は十分可能である。なお、実測を行い、3 分弱で退避可能であることを確認している。

図 2 津波襲来と退避時間 (基準津波 3, 4)

(参考)

基準津波 1 及び基準津波 2 に対する退避検討

基準津波 1 及び基準津波 2 に対しても同様に退避の可否について以下の通り検討を行った。参考図 1 に、津波襲来時の一般車両の退避の考え方を示す。

(1) 基準津波 1 への対応

基準津波 1 は若狭海丘列付近断層を震源とした地震と隠岐トラフ海底地すべりの組合せにより生じる津波であり、地震発生後、約 3 分後に津波警報が中央制御室に FAX 等で伝達され、その後、中央制御室から運転手に伝達される。地震発生から津波の襲来までは約 43 分間ある。

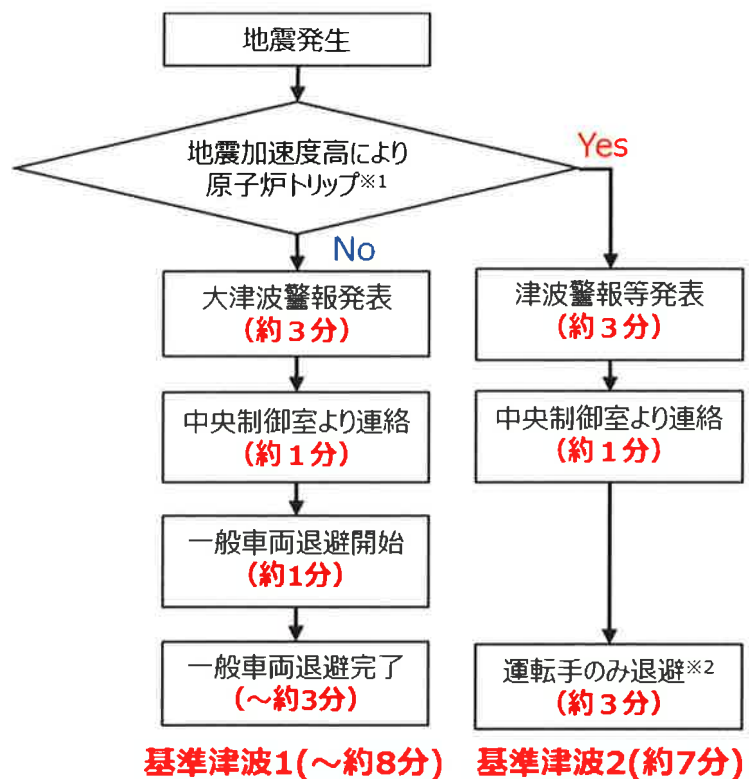
一般車両は、地震発生から約 8 分で退避が完了することから、津波到達よりも早く退避が可能である。なお、基準津波 1 の波源（若狭海丘列付近断層）による地震については、作用する地震力が小さいことから、退避ルートへの影響はない。

(2) 基準津波 2 への対応

基準津波 2 は、F0-A～F0-B～熊川断層を震源とした地震と陸上地すべりの組合せにより生じる津波であり、地震発生から津波の襲来までは約 10 分ある。F0-A～F0-B～熊川断層を震源とした地震が作用した場合、放水口付近は液状化に伴い地盤沈下する可能性があることから、車両の退避は実施せずに、運転手のみ退避を実施する。

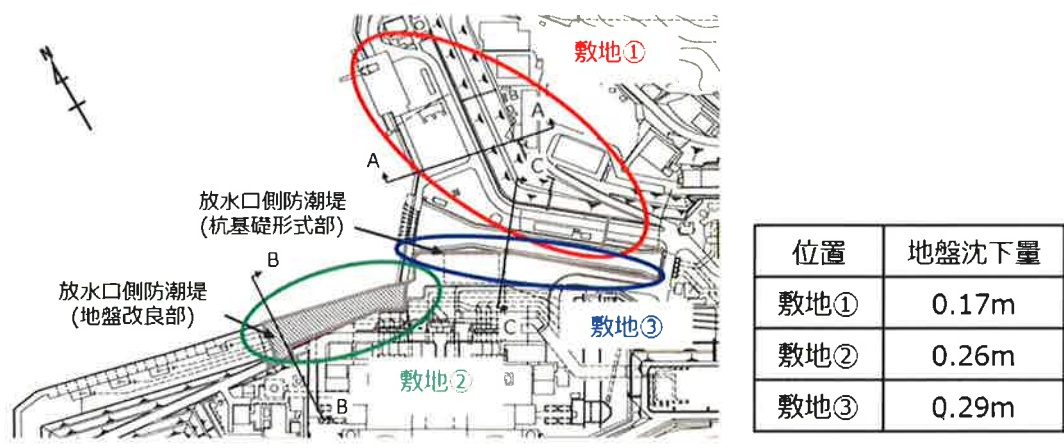
なお、津波防護施設前面は、地盤沈下後の敷地高さが T. P. +3.0m 以上あり、放水口前面津波高さ (T. P. +2.8m) に対して敷地高さが大きいことから、一般車両は津波防護施設に対する漂流物とならない (参考図 2)。

参考図 3 に一般車両及び運転手の退避時間を示す。

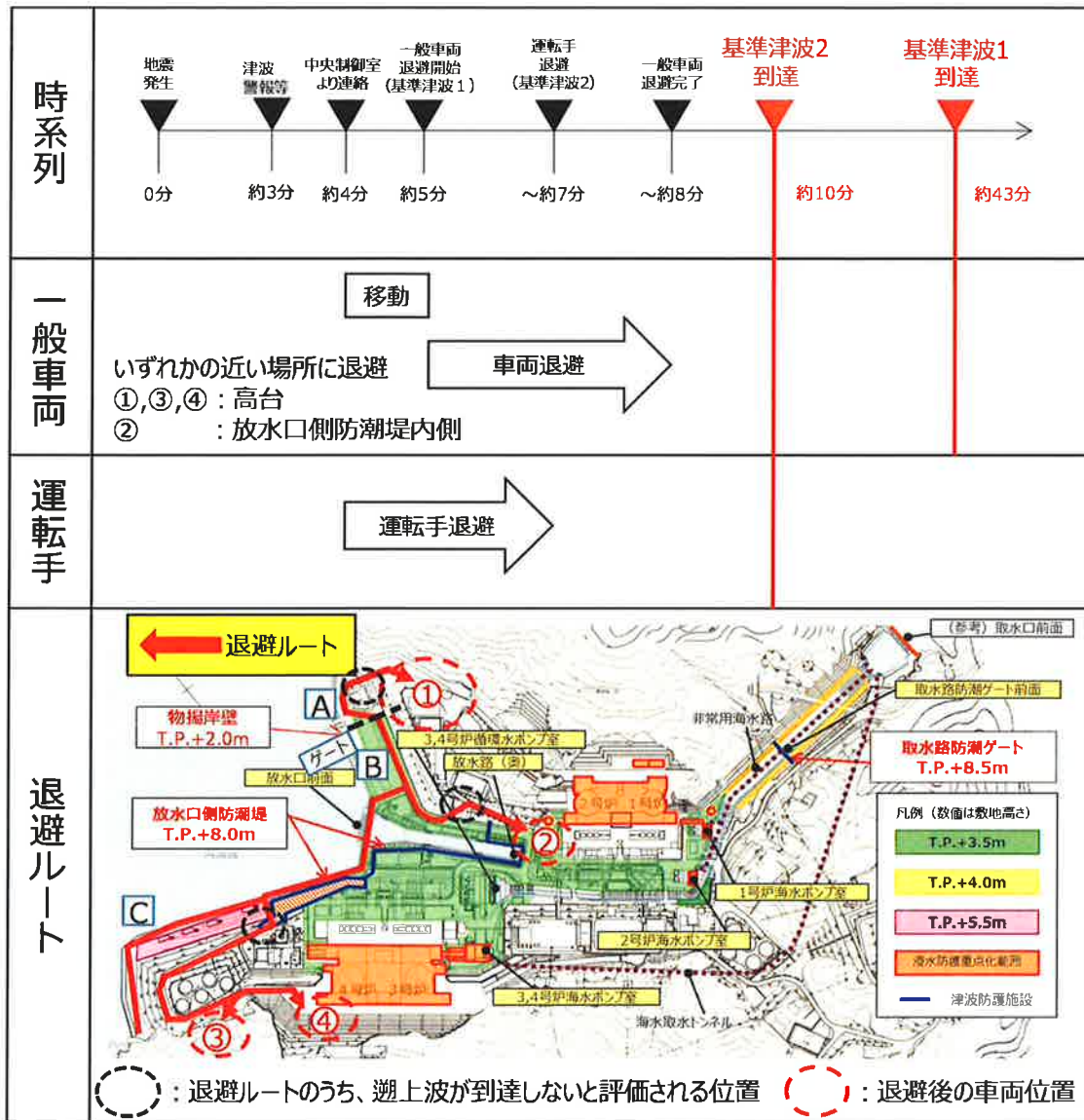


※1：中央制御室に「水平地震大トリップ」or「鉛直地震大トリップ」警報発信。
 ※2：基準津波2発生時は退避ルートが健全でない可能性があるため、運転手のみ退避。

参考図1 一般車両の退避の考え方



参考図2 放水口側の地盤沈下量 (F0-A~F0-B~熊川断層)



参考図 3 津波襲来と退避時間 (基準津波 1, 2)

高浜 1 号炉、 2 号炉、 3 号炉及び 4 号炉

技術的能力説明資料

津波による損傷の防止

第5条 津波防護（1号炉及び2号炉）

□ : 設計に関する事項
 □ : 運用に関する事項

入力津波高さ		
水位 上昇側	海水ポンプ室	T.P.+2.4m (T.P.+2.6m) ※1
	放水路側	T.P.+6.5m (T.P.+6.7m) ※1
水位 下降側	海水ポンプ室	T.P.-2.2m (T.P.-2.3m) ※2

- ※1 : () 内は「バラツキを考慮した入力津波」であり、バラツキとして、①潮位のバラツキ (0.15m)、②入力津波の数値計算上のバラツキ、を考慮し安全側に数値を切り上げた値である。
- ※2 : () 内は「バラツキを考慮した入力津波」であり、バラツキとして、①潮位のバラツキ (0.17m)、②入力津波の数値計算上のバラツキ、を考慮し安全側に数値を切り下げた値である。
- ※3 : 潮位計のうち、2台の観測潮位が10分以内に0.5m以上下降（または上昇）し、その後、最低潮位から10分以内に0.5m以上上昇（または下降）すること
- ※4 : 津居山で10分以内に1.0m上昇（下降）を検知した場合
- ※5 : 津居山で10分以内に0.5m上昇（下降）を検知した場合

重要な安全機能を有する施設は、施設の供用期間中に極めてまれであるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

重要な安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（基準津波）に対して安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。

新たな防護対策が必要な建屋及び区画

- ・原子炉格納施設
- ・原子炉補助建屋（補助建屋、燃料取扱建屋、制御建屋、中間建屋及びディーゼル建屋）
- ・海水ポンプエリア
- ・復水タンク

耐震Sクラス設備、重要度分類クラス1, 2

敷地の地形・施設の配置等の把握
敷地周辺の遡上・浸水域の確認
入力津波の設定

入力津波の決定

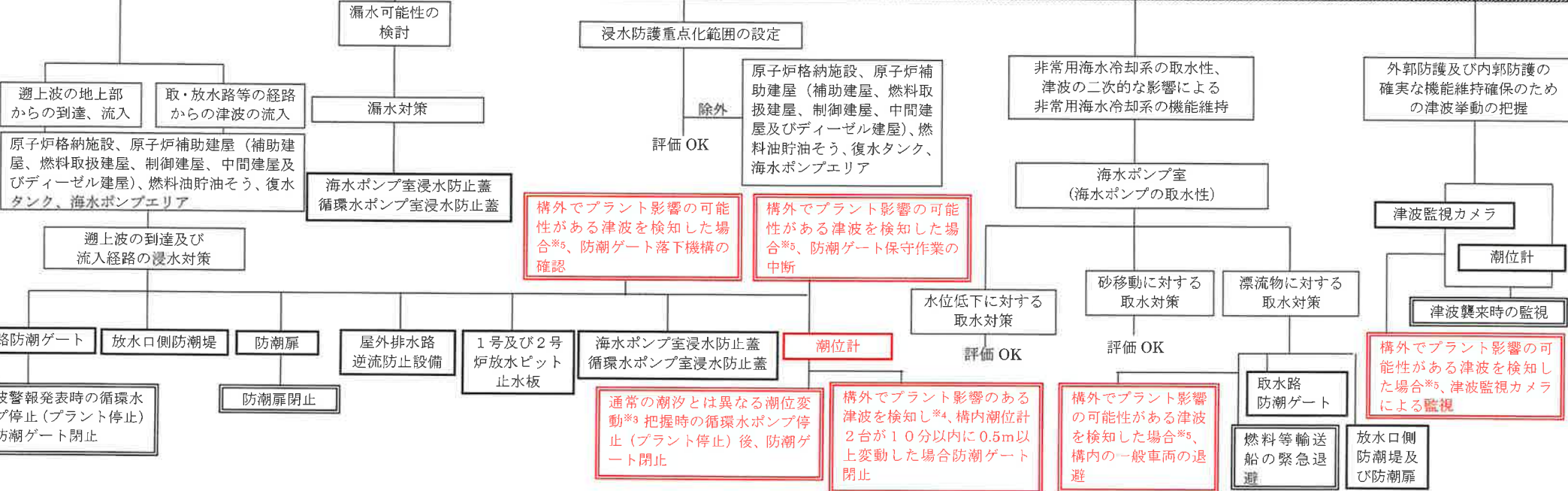
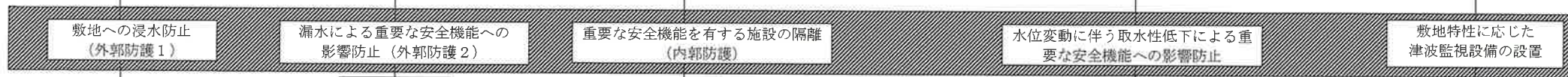
継続的に（系統・機器）及び建屋・構造物の追設、改造、移設時の津波防護対策の実施

重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び区画のうち新たな防護対策が必要な建屋及び区画の設定

新たな防護対策が不要な建屋及び区画

入力津波に対し、設置高さが高い設備及び区画
・燃料油貯油そう

ガイド評価



設計基準運用対策

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第5条 津波による損傷の防止	取水路防潮ゲート	運用	—
		体制	(土木建築課及び保修課の補修を行う者)
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> ・点検 ・故障時の補修
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・補修に係る教育
	放水口側防潮堤	運用	—
		体制	(土木建築課及び保修課の補修を行う者)
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> ・点検 ・故障時の補修
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・補修に係る教育
	防潮扉	運用	<ul style="list-style-type: none"> ・発電室による中央制御室における閉止状態監視 (手順整備含む)
		体制	(防潮扉の開閉を行う者、土木建築課及び保修課の補修を行う者)
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> ・点検 ・故障時の補修
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・補修に係る教育
	屋外排水路逆流防止設備	運用	—
		体制	(土木建築課及び保修課の補修を行う者)
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> ・点検 ・故障時の補修
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・補修に係る教育
1号及び2号炉放水ピット止水板	運用	—	
	体制	(土木建築課及び保修課の補修を行う者)	
	保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> ・点検 ・故障時の補修 	
	教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・補修に係る教育 	

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第5条 津波による損傷の防止	循環水ポンプ停止、取水路防潮ゲート閉止	運用	・発電室による中央制御室における閉止状態監視（手順整備含む）
		体制	（発電室の操作を行う者）
		保守・点検	—
		教育・訓練	・循環水ポンプ停止、取水路防潮ゲート閉止操作に係る教育、訓練
	燃料等輸送船の緊急退避	運用	・津波警報発表時における荷役作業中断、陸側作業員・輸送物の退避、船側と原子燃料課との情報連絡
		体制	（津波警報発表時における、当社原子燃料課—船社間の情報連絡体制）
		保守・点検	（船社による保守・点検）
		教育・訓練	・輸送前の津波警報発表時における対応に係る教育、訓練
	海水ポンプ室浸水防止蓋 循環水ポンプ室浸水防止蓋	運用	—
		体制	（保守課の補修を行う者）
		保守・点検	・点検 ・故障時の補修
		教育・訓練	・補修に係る教育
	津波監視カメラ	運用	・発電室による津波襲来時の中央制御室における監視（手順整備含む）
		体制	（発電室の監視、保守課の補修を行う者）
		保守・点検	・点検 ・故障時の補修
		教育・訓練	・中央制御室の監視に係る教育、訓練 ・補修に係る教育
	潮位計	運用	・発電室による津波襲来時の中央制御室における監視（手順整備含む）
		体制	（発電室の監視、保守課の補修を行う者）
		保守・点検	・点検 ・故障時の補修
		教育・訓練	・中央制御室の監視に係る教育、訓練 ・補修に係る教育

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
<p style="text-align: center;">第5条 津波による損傷の防止</p>	発電所構外において津波を観測した場合の対応	運用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発電所構外において、敷地への遡上又は水位変動に伴う取水性低下による海水ポンプへの影響のおそれのある潮位を観測し、その後、潮位計のうち、2台の観測潮位が10分以内に0.5m以上下降すること、又は10分以内に0.5m以上上昇することを把握した場合、1～4号炉循環水ポンプ停止操作（プラント停止）並びに1号及び2号炉中央制御室からの取水路防潮ゲート閉止の実施（手順整備含む） ・ 発電所構外において、津波と想定される潮位を観測した場合、ゲート落下機構の確認の実施（手順整備含む）
		体制	（発電室の操作を行う者）
		保守・点検	—
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・ 循環水ポンプ停止操作（プラント停止）、1号及び2号炉中央制御室からの取水路防潮ゲート閉止、ゲート落下機構の確認に係る教育、訓練
	発電所構外において津波を観測した場合の対応（燃料等輸送船の退避）	運用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 荷役中に発電所構外において、津波と想定される潮位を観測した場合、荷役作業の中断、陸側作業員の退避、輸送物の可能な範囲での退避とともに、係留強化する船側との情報連絡の実施（手順整備含む） ・ 荷役中以外に発電所構外にて、津波と想定される潮位を観測した場合、緊急離岸する船側と退避状況に関する情報連絡の実施（手順整備含む）
		体制	（津波警報発表時における、当社原子燃料課－船社間の情報連絡体制）
		保守・点検	（船社による保守・点検）
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発電所構外にて、津波と想定される潮位を観測した場合における対応に係る教育、訓練

第5条 津波防護（3号炉及び4号炉）

入力津波高さ		
水位 上昇側	海水ポンプ室	T.P.+2.7m (T.P.+2.9m) ※1
	放水路奥	T.P.+6.5m (T.P.+6.7m) ※1
水位 下降側	海水ポンプ室	T.P.-2.2m (T.P.-2.4m) ※2

- ※1：()内は「パラツキを考慮した入力津波」であり、パラツキとして、①潮位のバラツキ(0.15m)、②入力津波の数値計算上のバラツキを考慮し安全側に数値を切り上げた値である。
- ※2：()内は「パラツキを考慮した入力津波」であり、パラツキとして、①潮位のバラツキ(0.17m)、②入力津波の数値計算上のバラツキを考慮し安全側に数値を切り下げた値である。
- ※3：潮位計のうち、2台の観測潮位が10分以内に0.5m以上下降(または上昇)し、その後、最低潮位から10分以内に0.5m以上上昇(または下降)すること
- ※4：津居山で10分以内に1.0m上昇(下降)を検知した場合
- ※5：津居山で10分以内に0.5m上昇(下降)を検知した場合

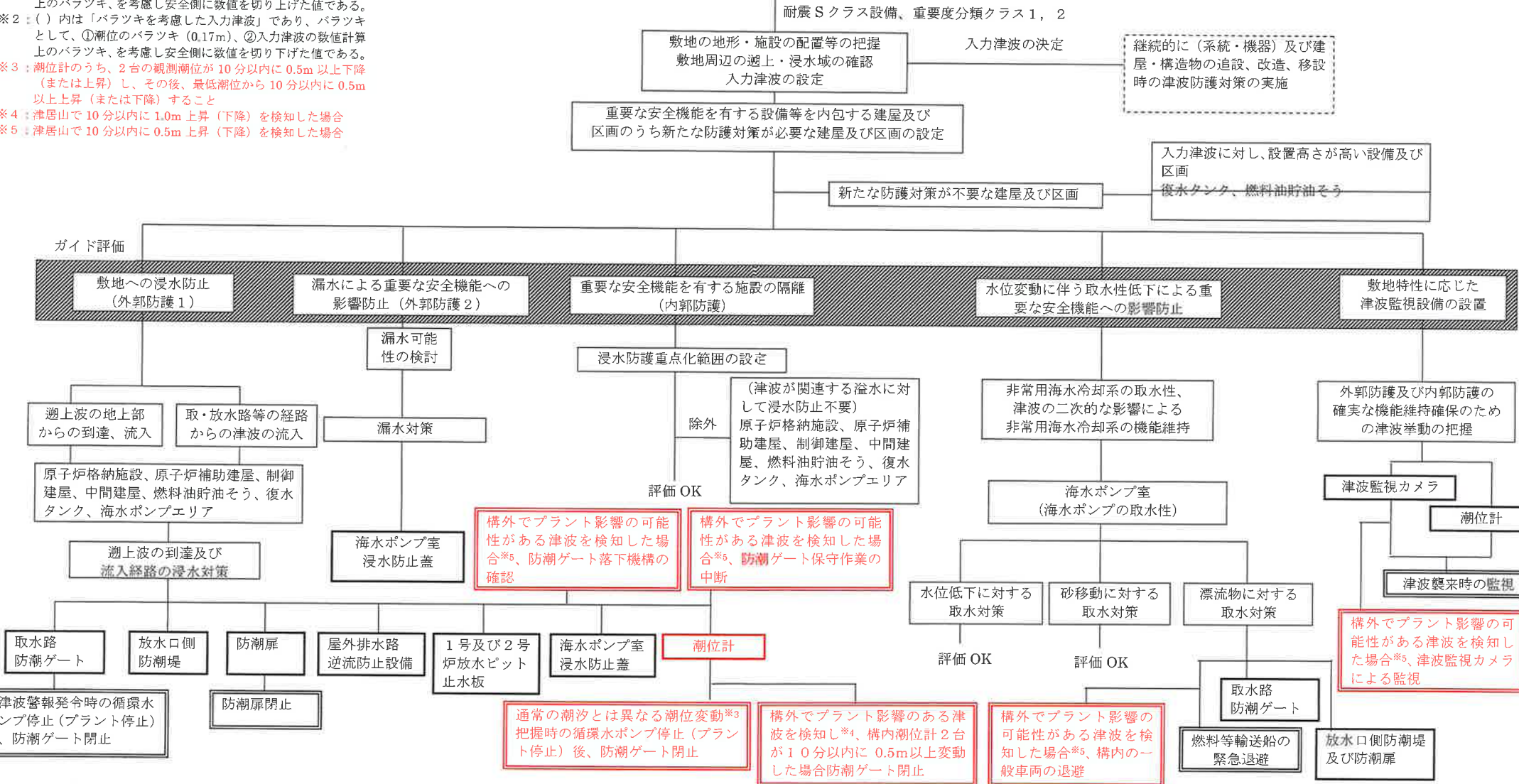
□：設計に関する事項
 □：運用に関する事項

重要な安全機能を有する施設は、施設の供用期間中に極めてまれであるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波(以下「基準津波」という。)に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

重要な安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波(基準津波)に対して安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。

新たな防護対策が必要な建屋及び区画

- 原子炉格納施設
- 原子炉補助建屋
- 制御建屋
- 中間建屋
- 海水ポンプエリア



設計基準運用対策

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第5条 津波による損傷の防止	取水路防潮ゲート	運用	—
		体制	(土木建築課及び保修課の補修を行う者)
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> ・点検 ・故障時の補修
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・補修に係る教育
	放水口側防潮堤	運用	—
		体制	(土木建築課及び保修課の補修を行う者)
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> ・点検 ・故障時の補修
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・補修に係る教育
	防潮扉	運用	<ul style="list-style-type: none"> ・発電室による中央制御室における閉止状態監視 (手順整備含む)
		体制	(防潮扉の開閉を行う者、土木建築課及び保修課の補修を行う者)
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> ・点検 ・故障時の補修
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・補修に係る教育
	屋外排水路逆流防止設備	運用	—
		体制	(土木建築課及び保修課の補修を行う者)
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> ・点検 ・故障時の補修
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・補修に係る教育
1号及び2号炉放水ピット止水板	運用	—	
	体制	(土木建築課及び保修課の補修を行う者)	
	保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> ・点検 ・故障時の補修 	
	教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・補修に係る教育 	

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第5条 津波による損傷の防止	循環水ポンプ停止、取水路防潮ゲート閉止	運用	・発電室による中央制御室における閉止状態監視（手順整備含む）
		体制	（発電室の操作を行う者）
		保守・点検	—
		教育・訓練	・循環水ポンプ停止、取水路防潮ゲート閉止操作に係る教育、訓練
	燃料等輸送船の緊急退避	運用	・津波警報発表時における荷役作業中断、陸側作業員・輸送物の退避、船側と原子燃料課との情報連絡
		体制	（津波警報発表時における、当社原子燃料課—船社間の情報連絡体制）
		保守・点検	（船社による保守・点検）
		教育・訓練	・輸送前の津波警報発表時における対応に係る教育、訓練
	海水ポンプ室浸水防止蓋	運用	—
		体制	（保修課の補修を行う者）
		保守・点検	・点検 ・故障時の補修
		教育・訓練	・補修に係る教育
	津波監視カメラ	運用	・発電室による津波襲来時の中央制御室における監視（手順整備含む）
		体制	（発電室の監視、保修課の補修を行う者）
		保守・点検	・点検 ・故障時の補修
		教育・訓練	・中央制御室の監視に係る教育、訓練 ・補修に係る教育
	潮位計	運用	・発電室による津波襲来時の中央制御室における監視（手順整備含む）
		体制	（発電室の監視、保修課の補修を行う者）
		保守・点検	・点検 ・故障時の補修
		教育・訓練	・中央制御室の監視に係る教育、訓練 ・補修に係る教育

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第5条 津波による損傷の防止	発電所構外において津波を観測した場合の対応	運用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発電所構外において、敷地への遡上又は水位変動に伴う取水性低下による海水ポンプへの影響のおそれのある潮位を観測し、その後、潮位計のうち、2台の観測潮位が10分以内に0.5m以上下降すること、又は10分以内に0.5m以上上昇することを把握した場合、1～4号炉循環水ポンプ停止操作（プラント停止）並びに1号及び2号炉中央制御室からの取水路防潮ゲート閉止の実施（手順整備含む） ・ 発電所構外において、津波と想定される潮位を観測した場合、ゲート落下機構の確認の実施（手順整備含む）
		体制	(発電室の操作を行う者)
		保守・点検	—
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・ 循環水ポンプ停止操作（プラント停止）、1号及び2号炉中央制御室からの取水路防潮ゲート閉止、ゲート落下機構の確認に係る教育、訓練
	発電所構外において津波を観測した場合の対応（燃料等輸送船の退避）	運用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 荷役中に発電所構外において、津波と想定される潮位を観測した場合、荷役作業の中断、陸側作業員の退避、輸送物の可能な範囲での退避とともに、係留強化する船側との情報連絡の実施（手順整備含む） ・ 荷役中以外に発電所構外にて、津波と想定される潮位を観測した場合、緊急離岸する船側と退避状況に関する情報連絡の実施（手順整備含む）
		体制	(津波警報発表時における、当社原子燃料課一船社間の情報連絡体制)
		保守・点検	(船社による保守・点検)
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発電所構外にて、津波と想定される潮位を観測した場合における対応に係る教育、訓練

高浜発電所 1 号炉及び 2 号炉 (3 号炉及び 4 号炉)

耐津波設計における現場確認
プロセスについて

1. はじめに

耐津波設計を行うに当たって必要となる現場確認について、遡上解析に必要な敷地モデル作成に関する現場確認プロセスと、耐津波設計の入力条件等（配置、寸法等）の現場確認プロセスの2つに分けて以下に示す。

2. 津波遡上計算に関する敷地モデルの作成プロセスについて

2. 1 基準要求

【第5条】 設置許可基準第5条（津波による損傷の防止）においては、設計基準対象施設は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないことを要求されている。また、解釈の別記3により、遡上波の到達防止に当たっては、敷地及び敷地周辺の地形及びその標高などを考慮して、敷地への遡上の可能性を検討することが規定されている。

当該基準要求を満足するにあたっては、「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」において、遡上解析上、影響を及ぼすものの考慮が要求されており、具体的には、敷地及び敷地周辺の地形とその標高、伝搬経路上の人工構造物を考慮した遡上解析を実施することとしている。

2. 2 敷地モデル作成プロセス

上記要求事項を満足するために、図-1に示すフローに従って敷地モデルを作成した。次の(1)～(4)にプロセスの具体的内容を示す。

(1) 敷地及び敷地周辺の地形とその標高のモデル化

敷地及び敷地周辺の地形とその標高について、QMS図書として維持管理されている図面等を確認し、遡上域のメッシュサイズを踏まえて、

適切な形状にモデル化を行った。

(2) 津波伝搬経路上の人工建造物の調査

敷地において津波伝搬経路上に存在する人工建造物として抽出すべき対象物をあらかじめ定義し調査を実施した。

具体的な対象物は、耐震性や耐津波性を有する恒設の人工建造物、及び津波の遡上経路に影響する恒設の人工建造物である。その他の津波伝搬経路上の人工建造物については、建造物が存在することで津波の影響軽減効果が生じ、遡上範囲を過小に評価する可能性があることから、遡上解析上、保守的な評価となるよう対象外とした。

a. 図面等による調査

上記で定義した対象物となる既設の人工建造物については、高さ、面積について、QMS図書として維持管理されている図面等の確認を実施した。また、将来設置される計画がある人工建造物のうち、上記で定義した対象物に該当するものについては、計画図面等により調査を実施した。

b. 現場調査

図面等による調査において確認した既設の人工建造物については、社員による現場ウォークダウンにより図面等と相違ないことを確認した。また、図面に反映されていない人工建造物について、遡上解析に影響する変更がないことを確認した。

(3) 敷地モデルの作成

(2) で実施した調査結果を踏まえ、敷地モデルの作成を実施した。

(4) 敷地モデルの管理

遡上解析に係る地形の改変や、人工構造物の新設等の変更が生じれば必要に応じ(1)(2)に戻り再度モデルを構築する。

2. 3 現場調査の品質保証上の取り扱い

現場確認手順及び確認結果の記録について、品証記録として管理する。

2. 4 今後の対応

今後、改造工事等により、津波伝搬経路上の敷地の状況(地形の改変、人工構造物の新設等)が変更となる場合は、その変更が耐津波設計の評価に与える影響の有無を検討し、必要に応じて遡上解析を再度実施する。

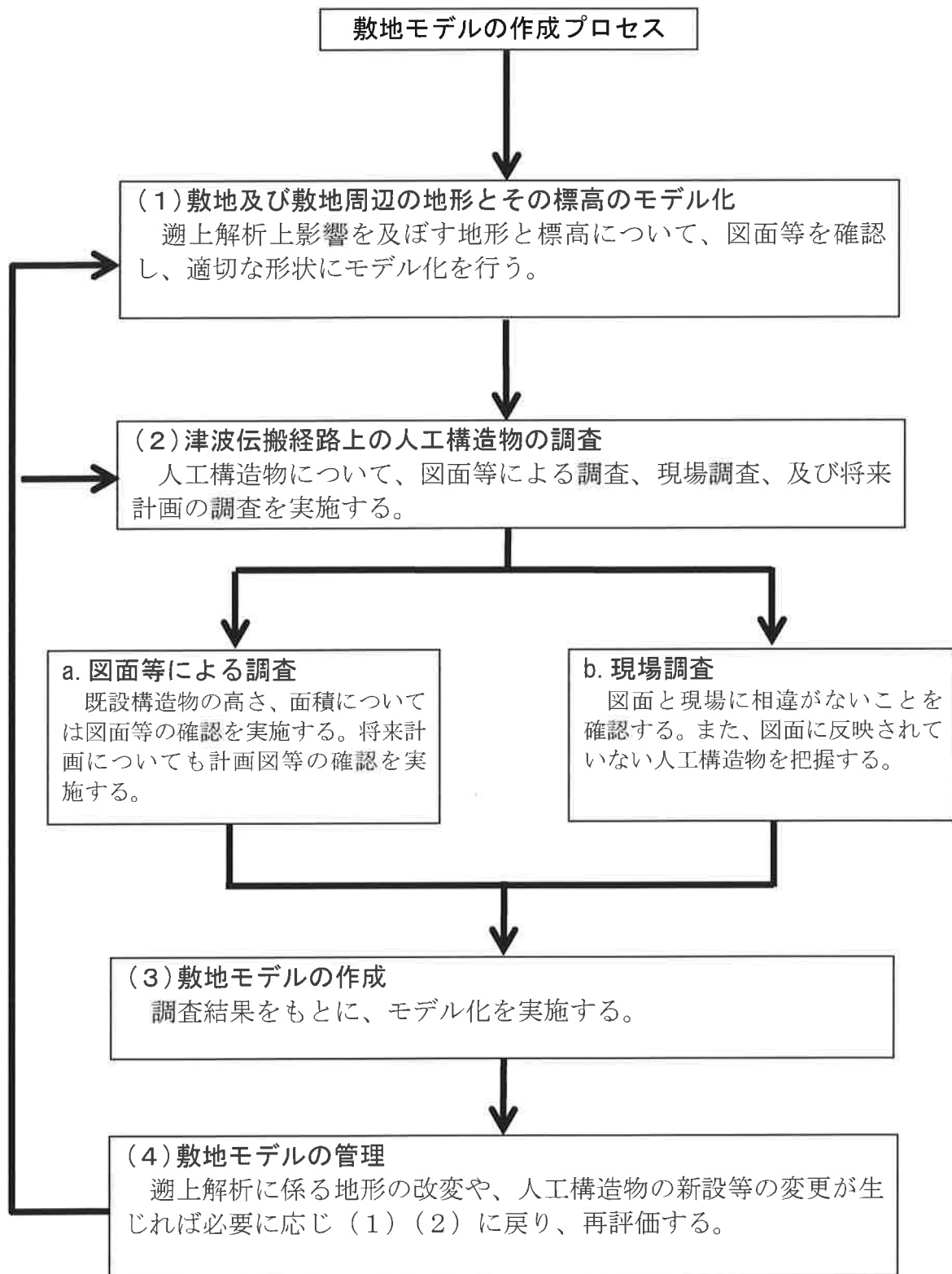


図-1 敷地モデル作成に関する現場確認プロセスフロー図

3. 耐津波設計に関する入力条件等現場確認プロセス

3. 1 基準要求

【第5条】設置許可基準規則第5条（津波による損傷の防止）においては、設計基準対象施設は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないことを要求されている。また、解釈の別記3及び「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」において、敷地への浸水の可能性のある経路の特定、バイパス経路からの流入経路の特定、取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性の検討及び浸水想定範囲の境界における浸水の可能性のある経路の特定、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路の特定及び漂流物の可能性の検討を行うこととしている。

【第40条】設置許可基準規則第40条（津波による損傷の防止）においては、重大事故等対処施設は、基準津波に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないことを要求しており、解釈は第5条に準じるとしている。

3. 2 入力条件等現場確認プロセス

上記要求事項を満足するために、図-2に示すフローに従って耐津波設計において必要となる入力条件等の確認を行った。次の（1）～（8）にプロセスの具体的内容を示す。なお、本資料において、設計基準対象施設の津波防護対象設備と重大事故等対処施設の津波防護対象設備を併せて、「津波防護対象設備」とする。

（1）津波防護対象設備について

設置許可基準規則第5条及び第40条においては、設計基準対象施設の安全機能及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないことが要求されている。そのため、津波防護対象設備を設定し、津波防護対象設備を内包する建屋及び区画以外に、津波防護対象設備が設置されていないことを確認する。

(2) 外郭防護1 (地上部からの流入) について

津波防護対象設備を内包する建屋及び区画は、基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置する、または、津波防護施設、浸水防止設備を設置することで流入を防止することが要求されている。そのため、各施設・設備が設置されている敷地高さ及び必要な浸水対策の現場状況を確認する。

(3) 外郭防護1 (取水路・放水路等からの流入) について

取水路・放水路等の経路から津波が流入する可能性の検討、特定及び必要に応じて浸水対策を行うことが要求されている。そのため、海水が流入する可能性のある経路を網羅的に調査し、必要な浸水対策の現場状況を確認する。

(4) 外郭防護2 について

取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性の検討及び浸水想定範囲の境界において浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定することが要求されている。そのため、漏水の可能性のある経路及び浸水想定範囲内の津波防護対象設備の安全機能若しくは重大事故等に対処するために必要な機能に影響を与える閾値（機能喪失高さ）並びに必要な浸水対策の現場状況を確認する。

(5) 内郭防護について

浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すことが要求されている。そのため、可能性のある経路を特定し、必要な浸水対策の現場状況を確認する。

(6) 漂流物について

基準津波に伴う取水口付近の漂流物については、遡上解析結果における取水口付近を含む敷地前面及び遡上域の寄せ波及び引き波の方向、速度の変化を分析した上で、漂流物の可能性を検討することが要求されている。そのため、遡上解析を踏まえた上で漂流物調査を網羅的に行い、取水性に影響を与えないことを確認する。

a. 図面等による調査

上記の調査対象となる施設・設備等については図面等を用いて確認を実施する。

b. 現場調査

aで実施した図面等による調査において確認した施設・設備等については、現場ウォークダウンにより図面等と相違ないことを確認する。

(7) 耐津波設計の成立性の確認

(1)～(6)で実施した調査結果を踏まえ、耐津波設計の成立性を確認する。
また、新たに必要となる浸水対策がある場合は、実施する。

(8) 入力条件等の管理

設備改造等により耐津波設計の入力条件等が変更となる可能性がある場合は、必要に応じ(1)～(6)に戻り、再評価する。

3. 3 品質保証上の取り扱い

現場確認手順及び確認結果の記録について、品証記録として管理する。

3. 4 今後の対応

今後、改造工事等により、耐津波設計に用いる入力条件等の変更が生じた場合、その変更が耐津波設計の評価に与える影響の有無を検討し、必要に応じて入力条件等の再調査を実施する。

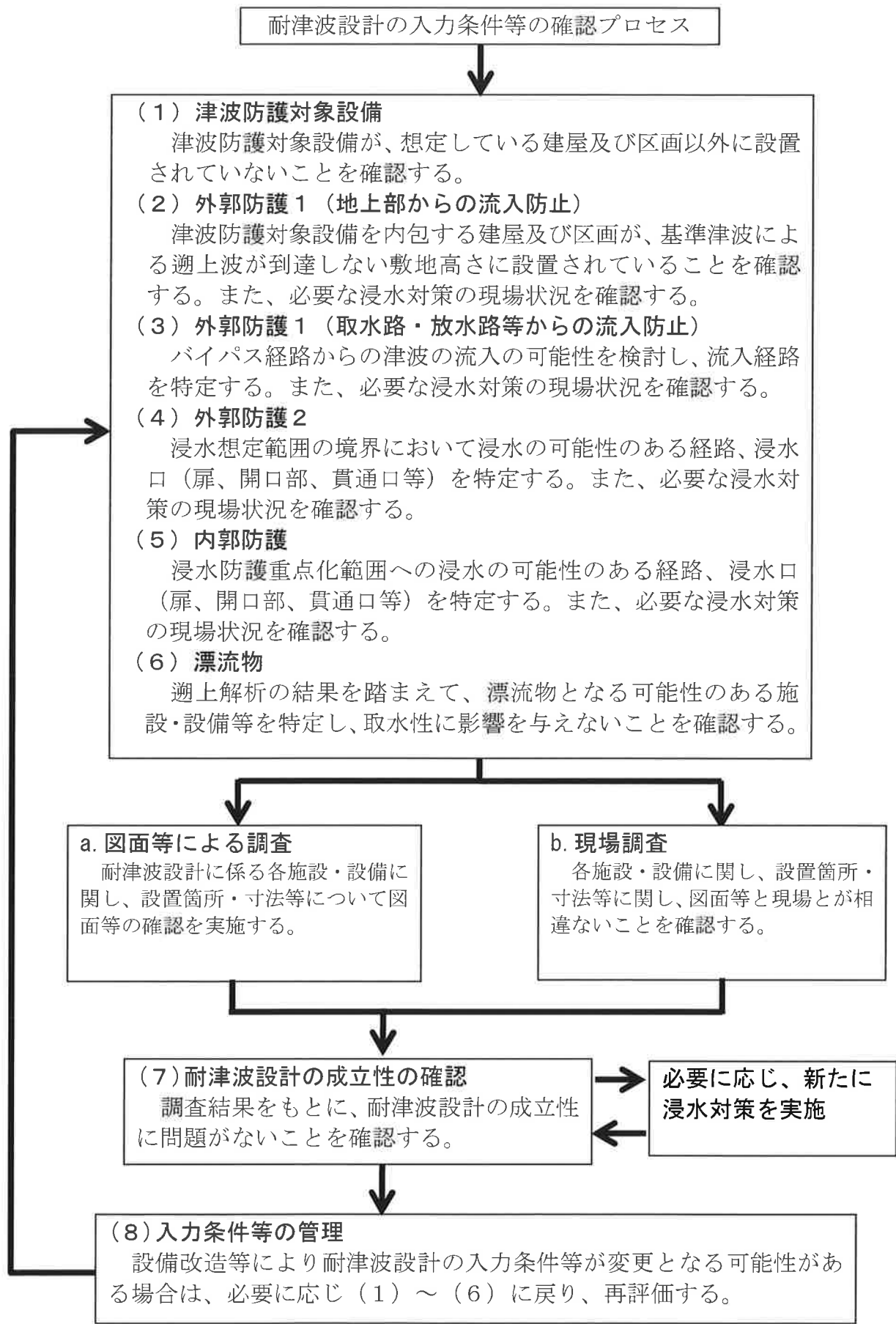


図-2 耐津波設計の入力条件等の現場確認プロセスフロー図