

高浜 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3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 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 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
	資料名	資料概要						
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	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	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分類の定義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、設備の分類を整理する必要があるため。		資料2
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	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があるが、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	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	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	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	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	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。		-

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
	資料名	資料概要						
資料11	燃料等輸送船の係留索の耐力について	緊急回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	燃料等輸送船の喫水と津波高さの関係について	緊急回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	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	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	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	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	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	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	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	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。		-

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
	資料名	資料概要						
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	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	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、津波防護施設と兼用することから、設備分類の整理を踏まえ、手順に関する記載を充実する必要があるため。		資料8
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9
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10
新規	関連条文の整理	警報の発表されない可能性のある津波への対応内容について、各条文との関連性及び既許可変更の有無を説明		※	×	個別申請内容の各条文に対する影響を整理する必要があることから、新規に資料を追加する。		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. 津波防護施設・津波監視設備の運用方針について
9. 漂流物影響評価における津波の流向等の確認について
10. 取水路防潮ゲートの保守作業時の対応について
11. 関連条文の整理

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	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>Ⅱ . 耐津波設計方針</p> <p>1. 総則</p> <p>—</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. 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>(1) 津波の敷地への流入防止</p> <p>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。</p> <p>(2) 漏水による安全機能への影響防止</p> <p>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。</p> <p>(3) 津波防護の多重化</p> <p>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。</p> <p>(4) 水位低下による安全機能への影響防止</p> <p>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。</p> <p>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</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> <p>(1) 津波の敷地への流入防止</p> <p>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。</p> <p>(2) 漏水による安全機能への影響防止</p> <p>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。</p> <p>(3) 津波防護の多重化</p> <p>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。</p> <p>(4) 水位低下による安全機能への影響防止</p> <p>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。</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

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。

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

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
3.4 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 一～三	
4.2 敷地への浸水防止（外郭防護）	第二章 第五条	3 一 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	
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	

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

2.2 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	浸水防護重点化範囲	○	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					
<p>※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）</p> <p>※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</p> <p>※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</p> <p>※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</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>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、河川の有存在</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>⑤ 津波監視設備（潮位計、取水ピット水位計等） ※</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、河川の有存在 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。</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、燃料油貯油そう、T. P. +15. 0m の高さに復水タンクがある。</p> <p>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 及び 2 号炉海水ポンプ室 T. P. +7. 1m 並びに 3, 4 号炉海水ポンプ室 T. P. +4. 6m に潮位計を設置している。</p> <p>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。</p> <p>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</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>※ 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) 敷地周辺の人工構造物（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造物 	<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) 敷地周辺の人工構造物の位置、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、高浜湾内に小黒飯がある。</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。</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造物 ・ 伝播経路上の人工構造物

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
<p>【確認内容】</p> <p>(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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>(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。</p> <p>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。</p> <p>② 敷地前面又は津波侵入方向に正対した面における敷地及び津波防護施</p>	<p>【確認状況】</p> <p>(1) 上記の考慮事項に関して、遡上解析の手法、データ及び条件を以下のとおり確認している。</p> <p>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。</p> <p>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浅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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>(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。</p> <p>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。</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</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>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>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) 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</p>	<p>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>【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) 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、遡上波の敷地への到達の可能性が無いことを確認した。</p> <p>(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</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>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>(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>3.3 入力津波の設定</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>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>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、津波遡上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 については津波遡上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>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>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>(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>3.3 入力津波の設定</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <ul 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	高浜 3 号炉及び 4 号炉 耐津波設計方針
<p>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。</p> <p>【確認内容】</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>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</p>	<p>される時刻歴波形として設定している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>【確認状況】</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</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>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。</p> <p>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）</p> <p>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）</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>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。</p> <p>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。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。</p> <p>【確認内容】</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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</p>	<p>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）</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 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。 <p>【確認状況】</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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</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>していることを確認する。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>(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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>いる。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>(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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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</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>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</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. 津波防護方針</p> <p>4.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>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。</p> <p>【確認内容】</p> <p>(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。</p>	<p>4. 津波防護方針</p> <p>4.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 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。 <p>【確認状況】</p> <p>(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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 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
<p>(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。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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。 <p>(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。</p> <p>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号炉海水ポンプ室及び2号炉海水ポンプ室並びに3、4号炉海水ポンプ室に潮位計を設置する。</p> <p>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。</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、海水ポンプ室に潮位計を設置する。</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
<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>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</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>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。 <p>② 既存の地山斜面、盛土斜面等の活用</p> <p>地山斜面、盛土斜面等の活用はしていない。</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>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> <p>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）</p> <p>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）</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

高浜 3 号炉及び 4 号炉 耐津波設計方針

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。

- 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

			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	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			集水枿、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。

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) 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。</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>[放水口側防潮堤]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>[防潮扉]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 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。 <p>[屋外排水路逆流防止設備]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>[1 号及び 2 号炉放水ピット止水板]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 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。 <p>[潮位計]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 通常の潮汐とは異なる潮位変動が発生した場合における取水路防潮ゲートの閉止判断を目的として設置するもので、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>(3) 特定した流入経路における浸水防止設備については、以下のとおりである。</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

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>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>[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ては、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</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>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 海水ポンプのグラウンドレン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。</p> <p>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。</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>4.3.3 排水設備設置の検討</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>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。</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。</p> <p>4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）</p> <p>4.4.1 浸水防護重点化範囲の設定</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。</p>	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>4.3.3 排水設備設置の検討</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>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。</p> <p>【確認状況】</p> <p>(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。</p> <p>4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）</p> <p>4.4.1 浸水防護重点化範囲の設定</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。

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>【確認内容】</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>4.4.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>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。</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。</p>	<p>【確認状況】</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>4.4.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>【確認状況】</p> <p>(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。</p> <p>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（制御建屋及び</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) 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。</p> <p>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。</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浸水量については、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位を安全側（高め）に設定した上で、当該地下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</p>	<p>中間建屋）への影響を評価した。</p> <p>b. 地下水は、湧水サンプルへ流入する。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。</p> <p>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。</p> <p>(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。</p> <p>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。</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浸水量については、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、湧水サンプルポンプの排出量は大きく上回ることを、また、湧水サンプル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</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>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>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、</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</p> <p>【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> <ul style="list-style-type: none"> ・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 	<p>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、貝付着やスクリーンの有無を考慮し、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>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</p> <p>【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

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>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>【確認内容】</p> <p>(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。</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>できる設計であることを確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>【確認状況】</p> <p>(1) 基準津波による砂移動に対する取水性確保</p> <p>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。</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0.32m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。</p> <p>なお、循環水ポンプ室及び海水ポンプ室は水路によって連絡されているため、発電所を含む地域に大津波警報が発令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等を整備する。</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4.2mm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</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>(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>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>基準津波の遡上解析結果によると、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。</p> <p>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。</p> <p>なお、発電所構内の物揚岸壁に停泊する燃料等輸送船は、津波警報等発令時には緊急退避するため、漂流物とはならない。</p> <p>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</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>4.6 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</p>	<p>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。</p> <p>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。</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、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。</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>

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>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>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。</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ある。</p> <p>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。</p> <p>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。</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>5. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件</p> <p>5.1 津波防護施設の設計</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>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。</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>5. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件</p> <p>5.1 津波防護施設の設計</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>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。</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>

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) 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>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>(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> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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>

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>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容限界にも留意する必要がある。）</p> <p>5.2 浸水防止設備の設計</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>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。</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、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。</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> <p>5.2 浸水防止設備の設計</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>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。</p> <p>【確認状況】</p> <p>(1)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。

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) 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。</p> <p>(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。</p> <p>5.3 津波監視設備の設計</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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。 <ul style="list-style-type: none"> 海水ポンプ室浸水防止蓋 <ul style="list-style-type: none"> 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。 <p>(2)、(3)</p> <p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 荷重の組合せ <ul style="list-style-type: none"> 常時荷重、津波荷重及び地震荷重を適切に組合わせる。 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 <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。 ・ 許容限界 <ul style="list-style-type: none"> 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>5.3 津波監視設備の設計</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>【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を確認する。</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> <p>① 常時荷重＋地震荷重</p> <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>【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> <p>・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、</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> <p>・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</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>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 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。</p>	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 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_T 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 ~ 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。</p> <p>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、</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>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。</p> <p>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】</p> <p>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。</p>	<p>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。</p> <p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>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】</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

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="277 121 949 156">基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド</p> <p data-bbox="181 272 322 304">【確認内容】</p> <p data-bbox="172 320 1115 400">(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。</p> <p data-bbox="172 416 1115 544">(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。</p> <p data-bbox="194 560 1115 831">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。</p> <p data-bbox="194 847 1115 927">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。</p> <p data-bbox="136 991 613 1023">5.4.3 津波影響軽減施設・設備の扱い</p> <p data-bbox="152 1038 546 1070">【規制基準における要求事項等】</p> <p data-bbox="165 1086 1115 1262">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。</p> <ul data-bbox="203 1278 1061 1453" style="list-style-type: none"> ・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 	<p data-bbox="1256 177 1986 209">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> <p data-bbox="1182 272 1323 304">【確認状況】</p> <p data-bbox="1196 320 2152 496">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。</p> <p data-bbox="1196 512 2152 687">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。</p> <p data-bbox="1196 703 2152 831">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。</p> <p data-bbox="1196 847 2152 927">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。</p> <p data-bbox="1167 991 1644 1023">5.4.3 津波影響軽減施設・設備の扱い</p> <p data-bbox="1182 1038 1599 1070">【要求事項等における要求事項等】</p> <ul data-bbox="1211 1086 2152 1453" style="list-style-type: none"> ・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

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>・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</p> <p>【確認内容】</p> <p>(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。</p>	<p>【確認状況】</p> <p>(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。</p> <p>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。</p> <p>① 荷重の組合せ</p> <p>常時荷重＋津波荷重</p> <p>常時荷重＋地震荷重</p> <p>常時荷重＋津波荷重＋余震荷重</p> <p>常時荷重＋津波荷重＋漂流物荷重</p> <p>② 荷重の設定</p> <p>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。</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 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>

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 2 5 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>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、津波の繰り返し作用を想定し、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 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 参照）。

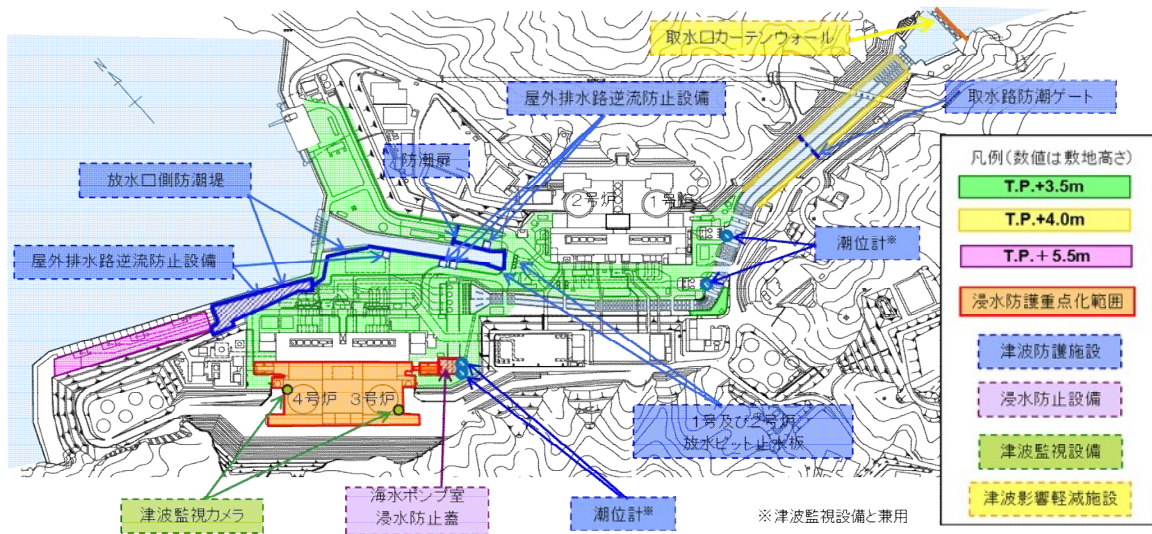


図-1 高浜発電所における津波防護対策の概要

表-1 各津波防護対策の分類整理

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	× 該当しない	○ 海水ポンプ床面に設 置された機器（内郭 防護）
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. 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。

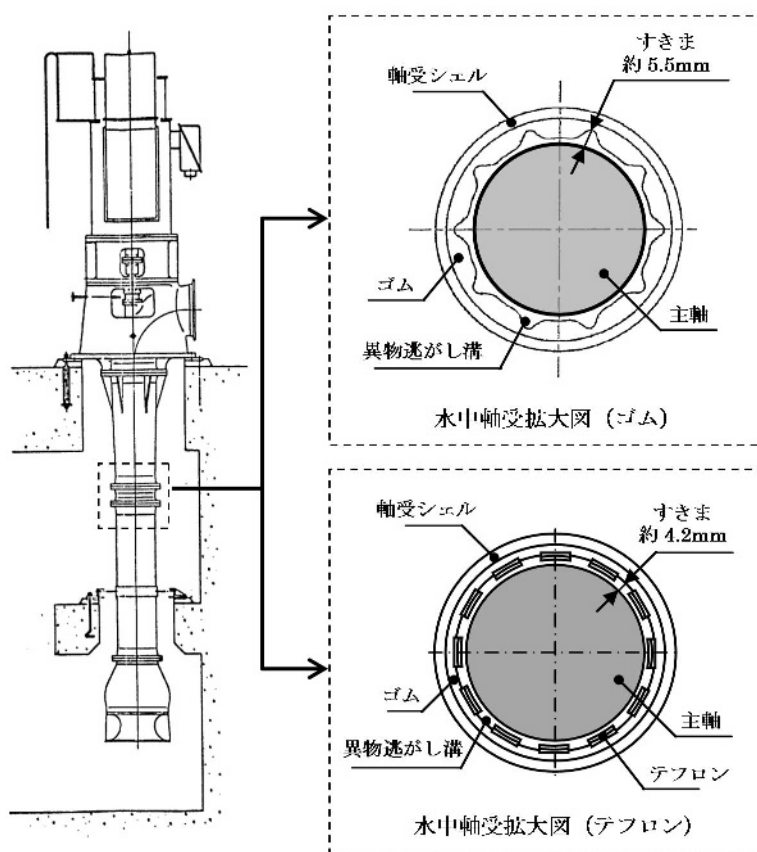


図-1 海水ポンプ軸受構造図

(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。

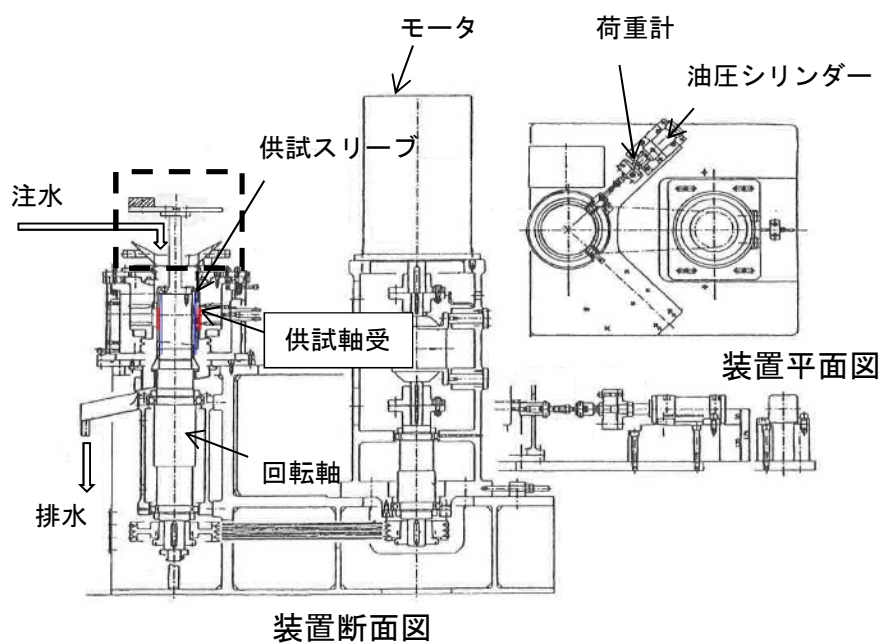


図-2 海水ポンプ軸受摩耗試験装置

この摩耗量の測定結果を用いて比摩耗量 K_f 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。

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

ω_0 (K_1) : 200ppmにおける比摩耗量

ω (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%]



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

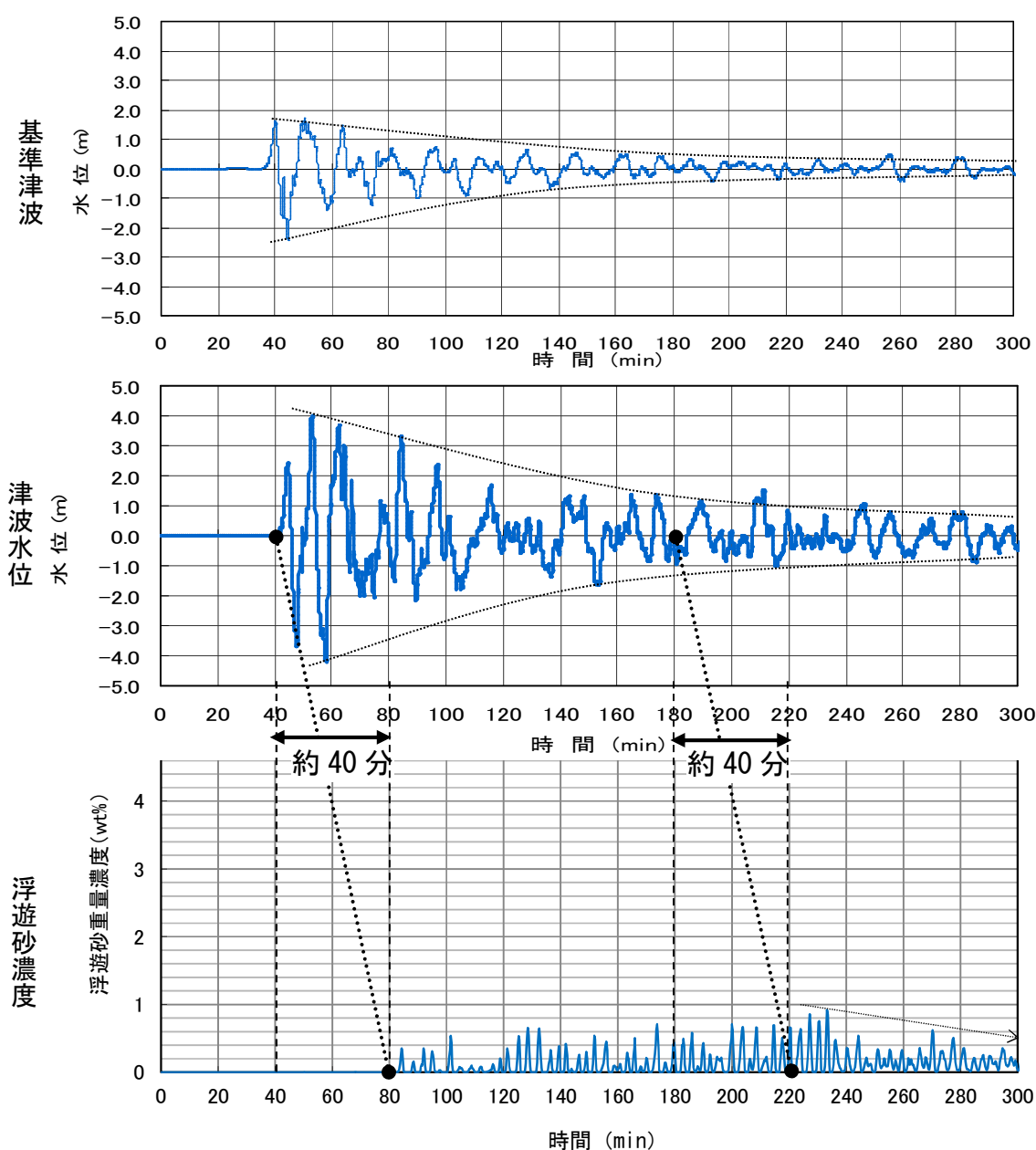
津波襲来時に海水ポンプ軸受部に細かな砂が混入したとしても海水ポンプ軸受耐性は十分にあり、取水性に問題がないと評価する。また、万一、運転中の海水ポンプ軸受に問題が生じたとしても、待機 2 台(定格流量 100%×2 台)を保有していることから、待機ポンプを起動し、機能を継続することが出来る。

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。

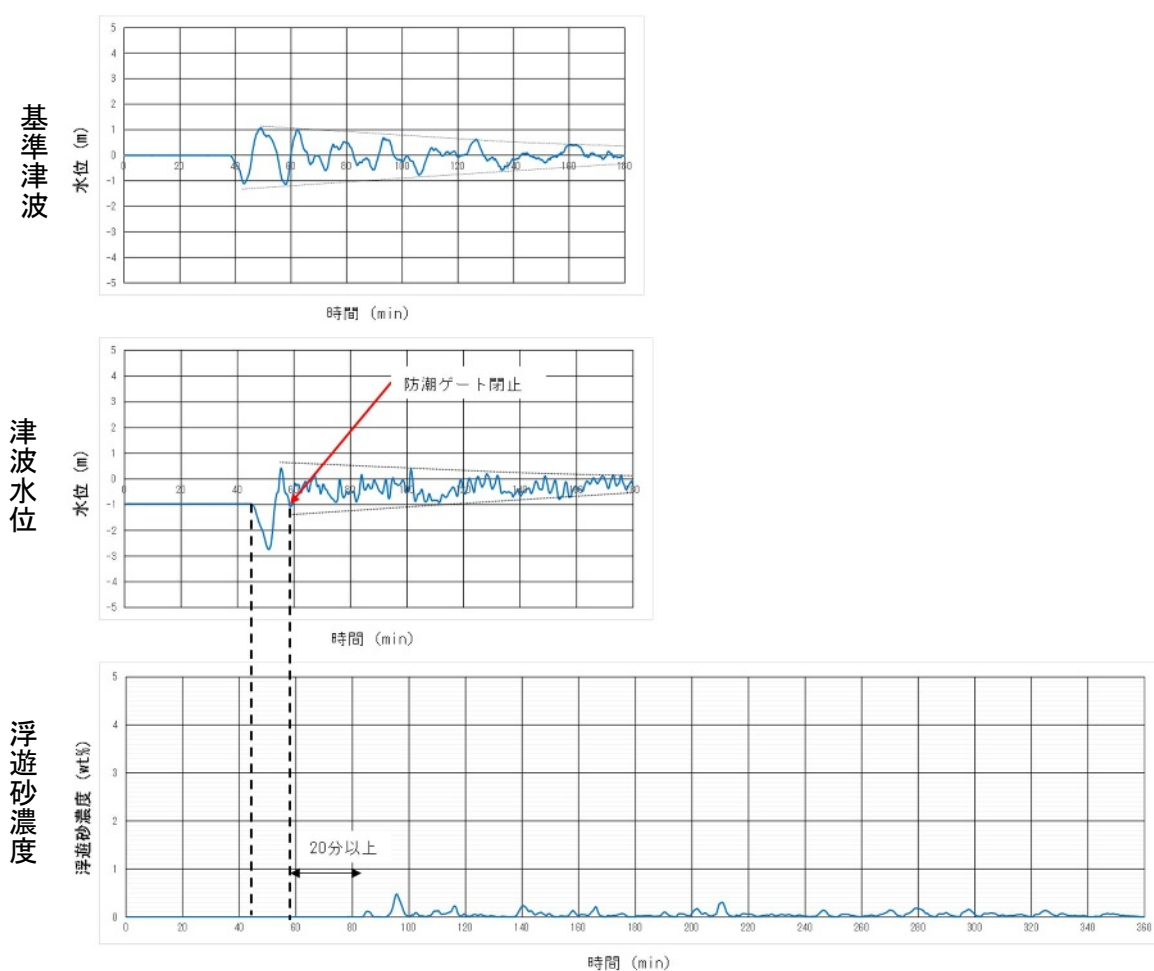
津波水位の変化が現れる時間と、砂移動に伴い海水ポンプ室の浮遊砂濃度に変化が現れる時間では約 40 分の時間差がある。基準津波および取水口における津波水位変化は、ほぼ 180 分で津波が収束傾向を示していることから、砂移動評価においては津波水位評価 180 分にこの時間差約 40 分を加え、更に 220 分以降の砂濃度の減少傾向を加味し、80 分から 260 分までの砂平均濃度を用いることとする。



「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」

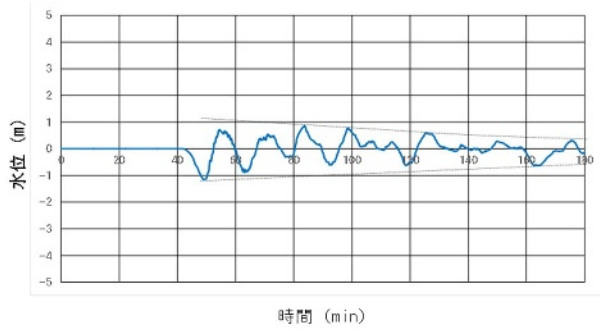
(参考) 基準津波 3 及び基準津波 4 による浮遊砂濃度について

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。

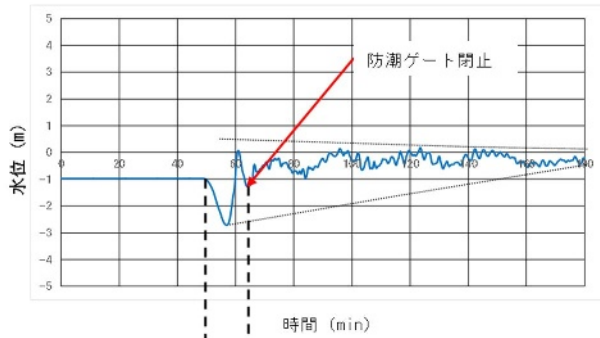


参考図 1 基準津波 3 (隠岐トラフ海底地すべり (エリアB))
高橋ほか (1999) の手法による海水ポンプ室評価結果

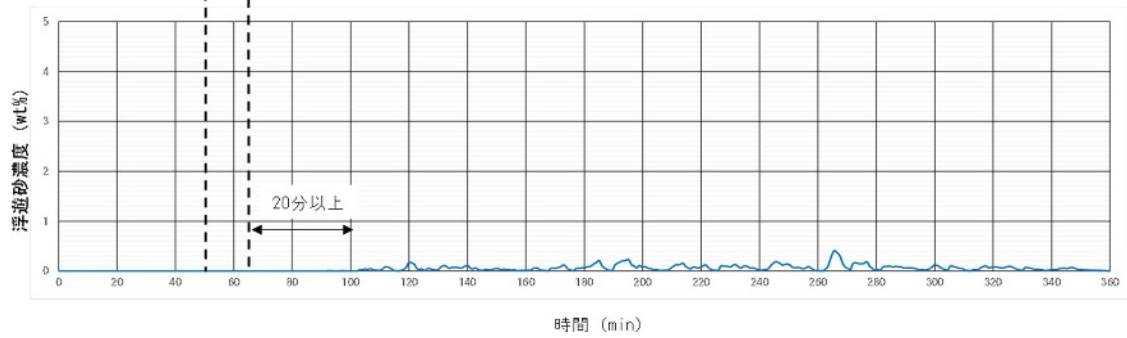
基準津波



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、津波警報等発令時、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が発生した場合も、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ことから津波警報等発令時の対応と同様、退避準備中に襲来する津波に対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。また、発電所構外潮位計の欠測時対応として、緊急退避をしない場合における輸送船への影響評価も実施する。

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。

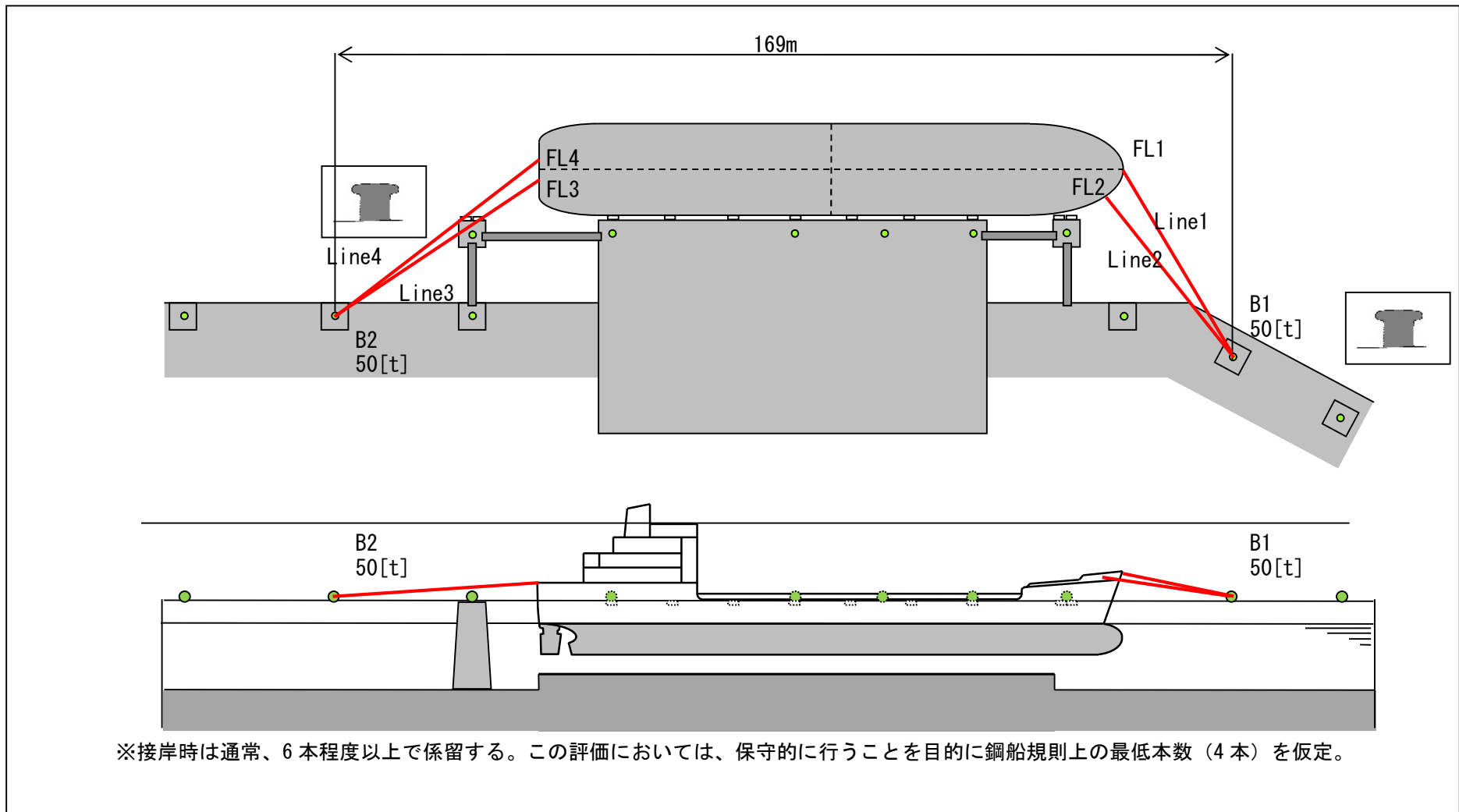
2. 早期襲来津波の評価

（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]



(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）：0.7[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0.7[m/s]を選定する。

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	0.6	0.1	-0.3	0.1
	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	0.7 ^①	-2.3	0.6	
	エリアC	Watts他の予測式	1.1	0.3	-0.4	0.3	
		Kinematicモデルによる方法	1.7	0.6	-2.5	0.5	

※表中の数値は、津波連絡から輸送船退避までの20分間における最大値を示す。

(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。

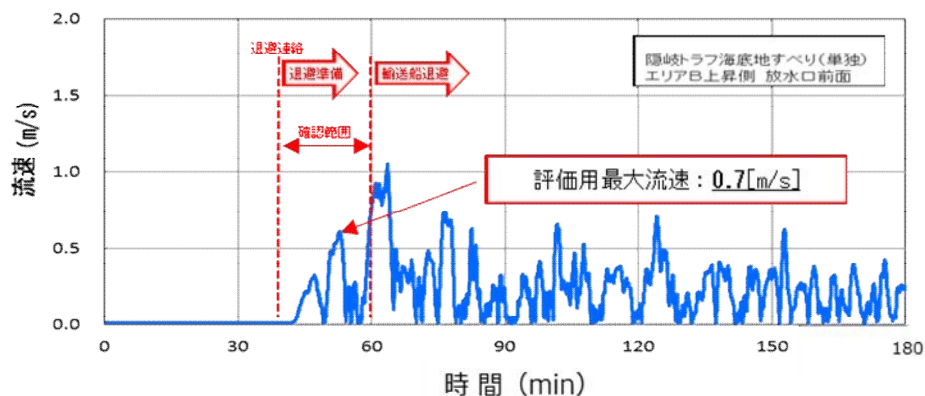


図-2 ①エリアB Kinematicモデル上昇側の流速—放水口前面—

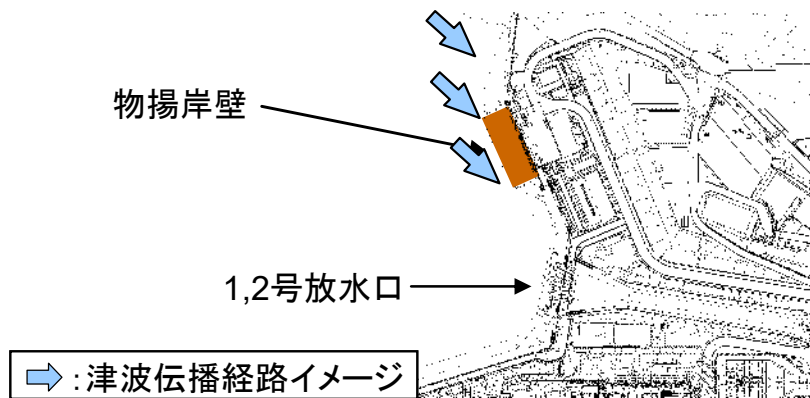


図-3 津波流向（イメージ）

(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。

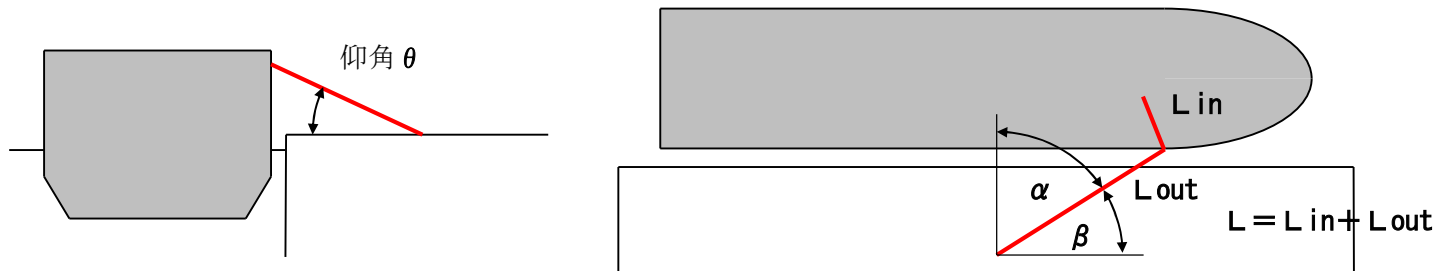
表-3 係留力の計算方法

<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]		
				船外		θ	β			Bitt Load	合計	係船柱強度
FL1	Line1	ヘッド ライン	B1	36.7		14.2	-61.7	20.0	-5.98	16.92	Σ 36.92	50
FL2	Line2		B1	34.6		15.1	-53.5	20.0	-11.49	20.0		
									-17.47			
FL3	Line3	スタン ライン	B2	41.9		11.2	31.3	20.0	16.76	20.0	Σ 39.60	50
FL4	Line4		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			



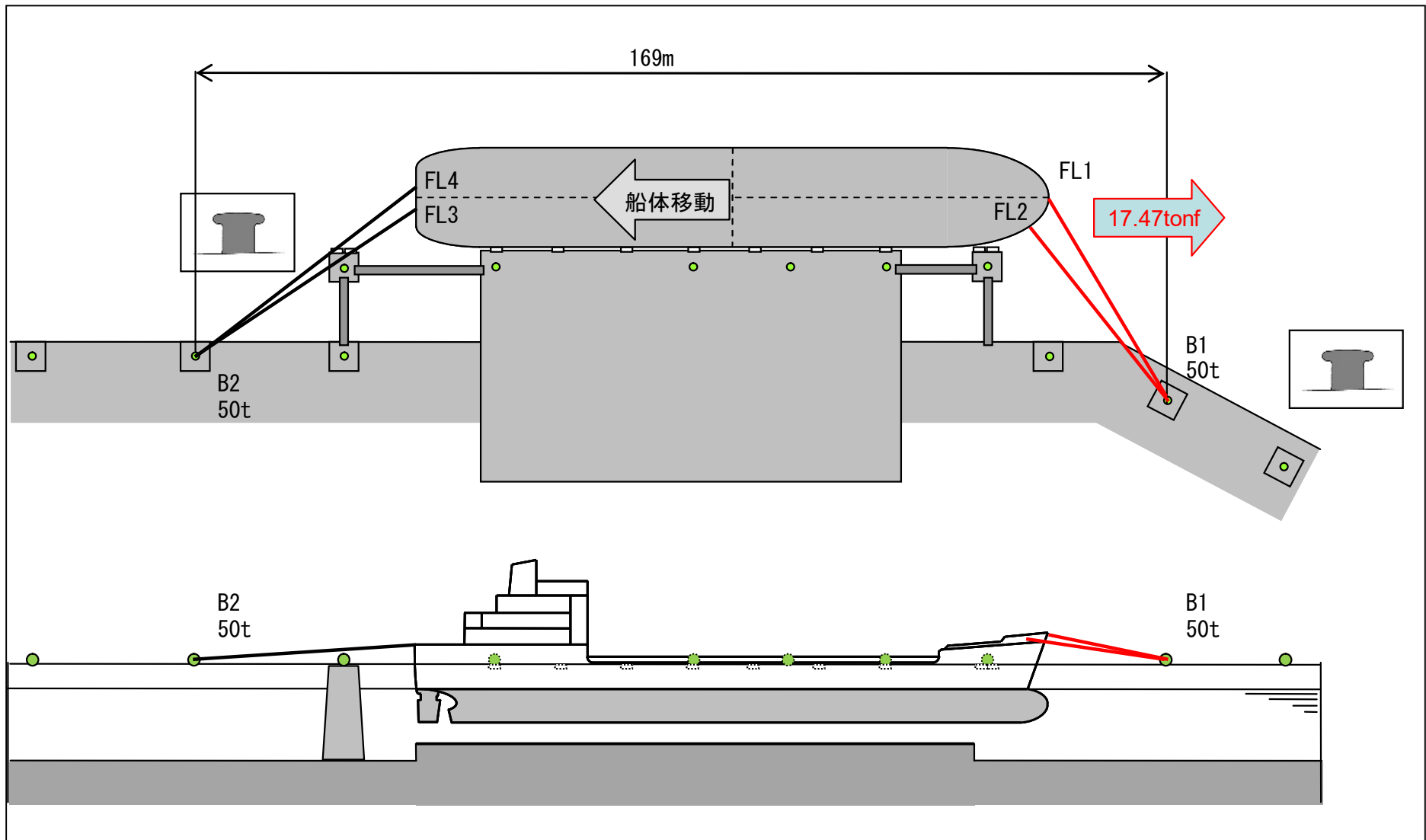


図-4 船尾方向への移動に対する船首方向係留力

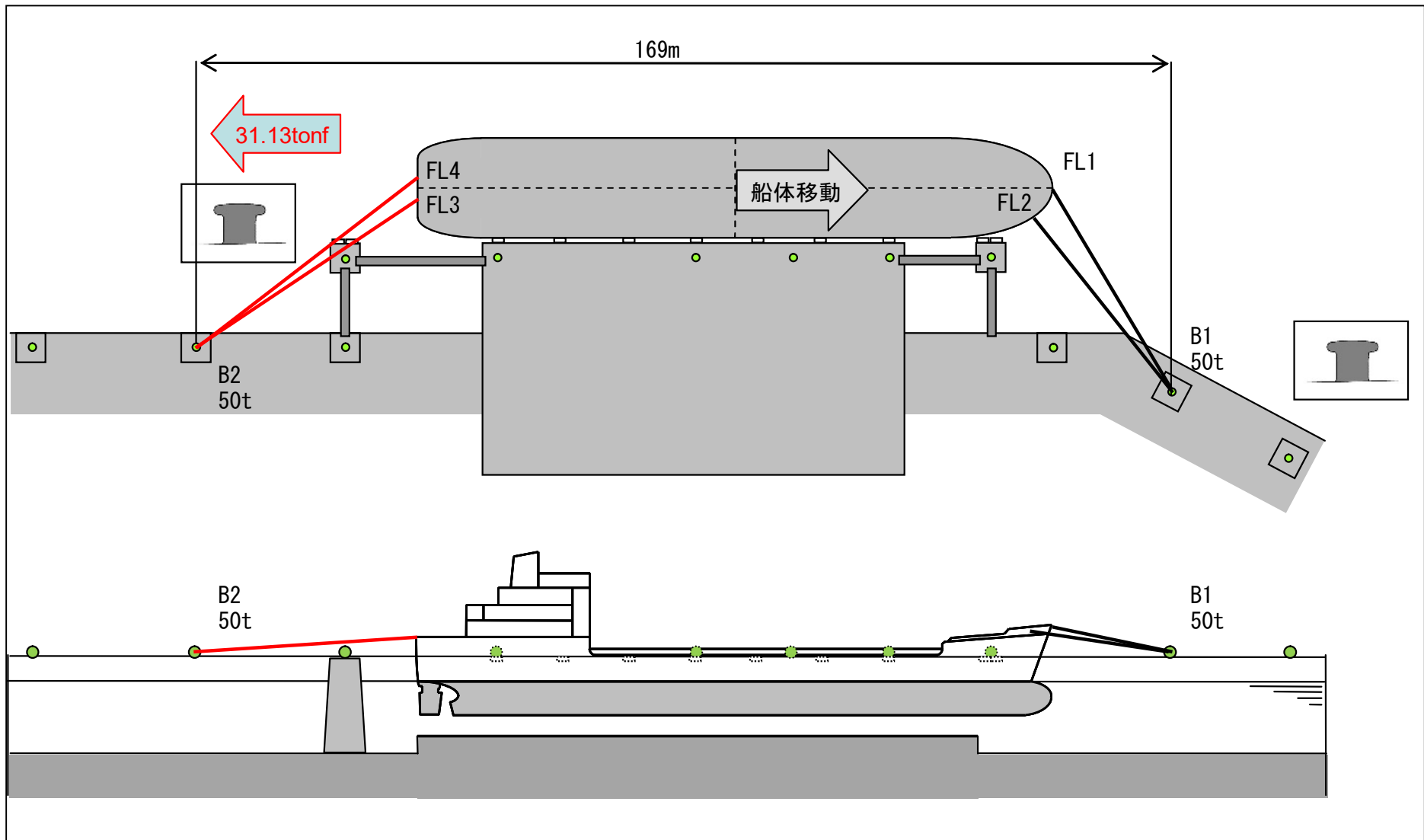


図-5 船首方向への移動に対する船尾方向係留力

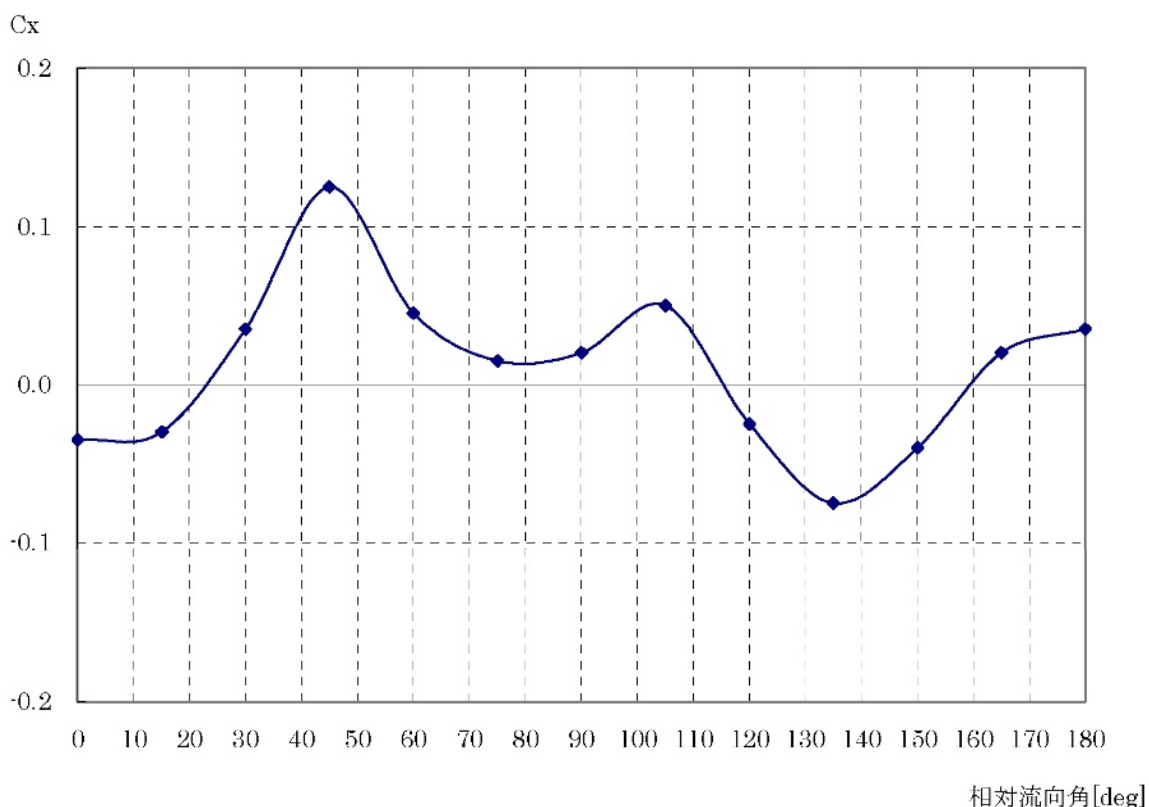
(5) 流圧力

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> $F_{Xc} = \frac{1}{2} \times C_{Xc} \times \rho_c \times V_c^2 \times L_{PP} \times d$	<p>F_{Xc} : 縦方向流圧力 [kgf] C_{Xc} : 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[C_x]

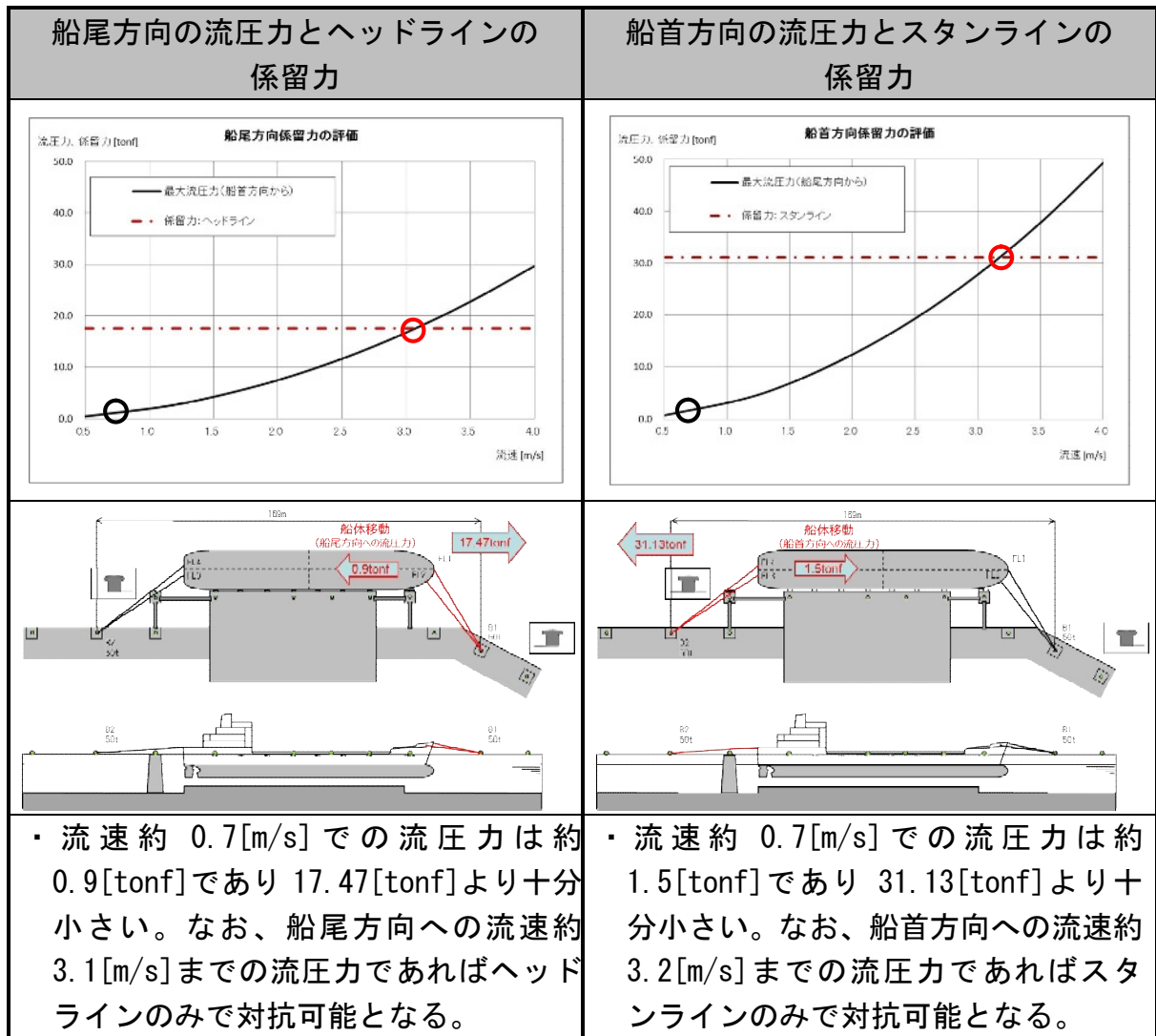


図-6 流圧力と係留力の比較

(6) 早期襲来津波の評価結果

早期襲来津波の最大流速となる波源モデル（流速 0.7[m/s]未満：図-2 参照）による流圧力（約 0.9~1.5[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、燃料等輸送船が退避するまでの係留状態において、早期襲来津波を受けた場合でも、輸送船は岸壁への係留状態を維持することは可能である。

3. 海底地すべり津波全体の評価

(1) 輸送船、係留索、係船柱

輸送船、係留索、係船柱の仕様と配置については、「2. 早期襲来津波の評価」の「表-1 輸送船、係留索、係船柱の仕様」および「図-1 輸送船、係留索、係船柱の配置イメージ」に同じ。

(2) 各波源モデルによる津波流速

表-6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-6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とする。

(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-6 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 ^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-7に最大流速の波源モデルによる津波の流速を示す。

なお、津波流向（イメージ）については、「2. 早期襲来津波の評価」の「図-3 津波流向（イメージ）」に同じ。

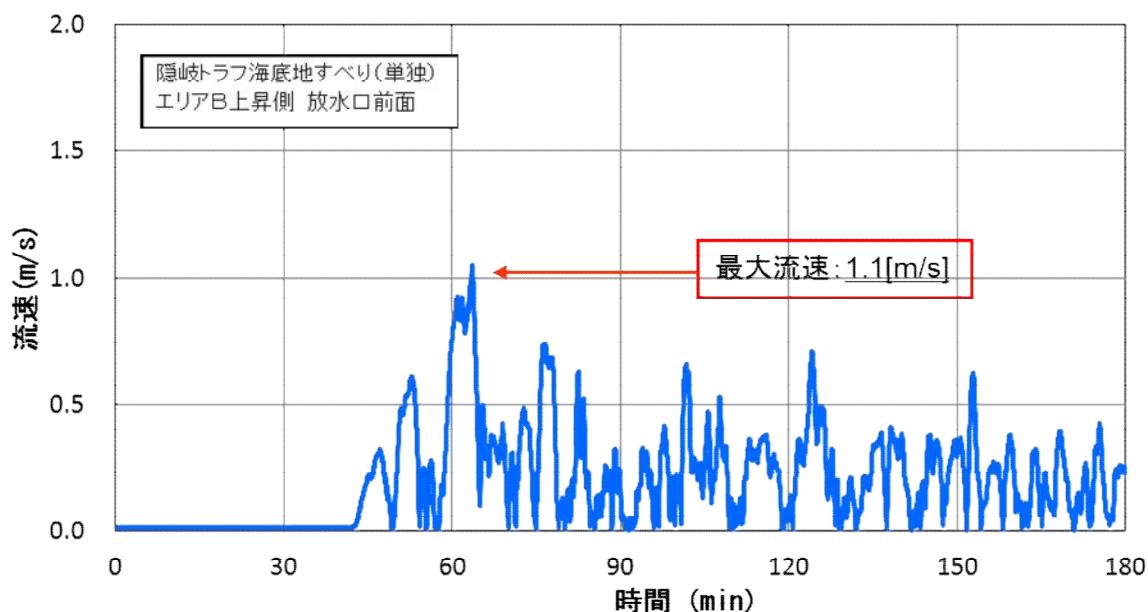


図-7 ①エリアB Kinematic モデル上昇側の流速（絶対値）－放水口前面－

(4) 係留力

係留力の計算方法、係留力の計算結果については、「2. 早期襲来津波の評価」の「表-3 係留力の計算方法」「表-4 係留力（図-1）の計算結果」に同じ。

(5) 流圧力

計算結果について、係留力との比較結果を図-8に示す。

なお、流圧力の計算方法については、「2. 早期襲来津波の評価」の「表-5 流圧力の計算方法」に同じ。

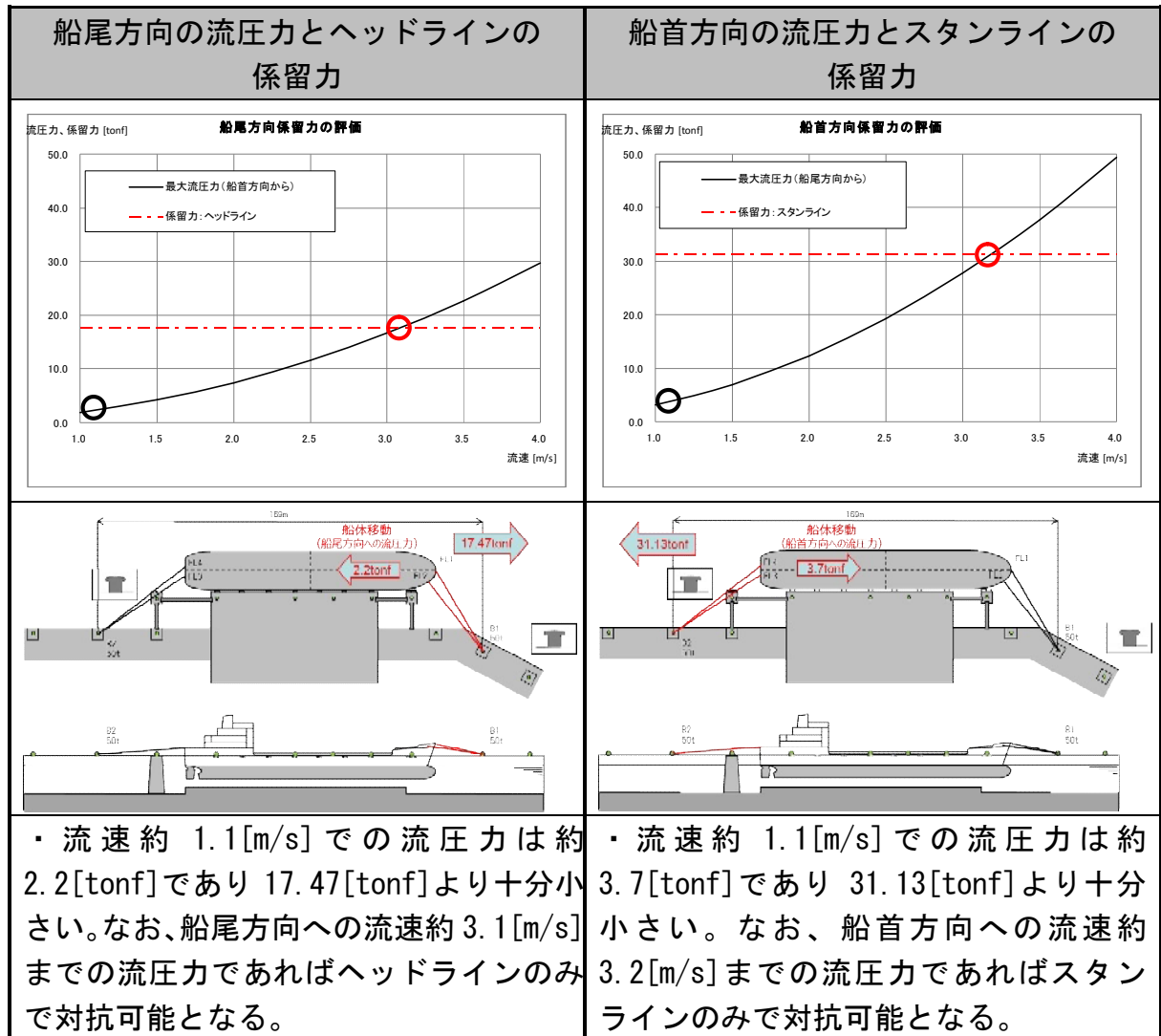


図-8 流圧力と係留力の比較

(6) 海底地すべり津波全体の評価結果

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]未満: 図-7 参照)による流圧力(約 2.2~3.7[tonf]: 図-8 参照)に対し、係留力(約 17~31[tonf]: 「2. 早期襲来津波の評価」の「表-4 係留力(図-1)の計算結果」参照)が上回ることを確認した。

したがって、輸送船の係留状態において、構外潮位計の欠測時に海底地すべり津波が襲来した場合でも、輸送船は岸壁への係留状態を維持することは可能である。

以上

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、津波警報等発令時、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が発生した場合も、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ことから津波警報等発令時の対応と同様、退避準備中に襲来する津波に対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。また、発電所構外潮位計の欠測時対応として、緊急退避をしない場合における輸送船への影響評価も実施する。

2. 早期襲来津波の評価

(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	0.6	0.1	-0.3	0.1
	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	0.7	-2.3	0.6	
	エリアC	Watts他の予測式	1.1	0.3	-0.4	0.3	
		Kinematicモデルによる方法	1.7	0.6	-2.5 ^②	0.5	

※表中の数値は、津波連絡から輸送船退避までの20分間における最大値を示す。

【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。

②評価用の最低水位：T. P. -2.67[m]

評価用の最低水位は、表-1②のT. P. -2.5[m]（朔望平均干潮位 T. P. -0.01[m]）を考慮）に-0.17[m]（潮位ばらつき）を加えた T. P. -2.67[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。

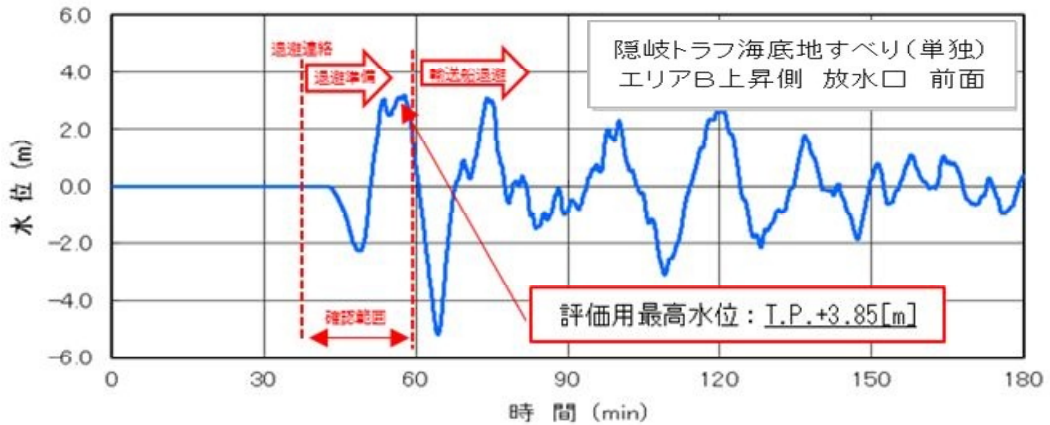


図-1 ①エリアB Kinematic モデル上昇側の津波水位－放水口前面－

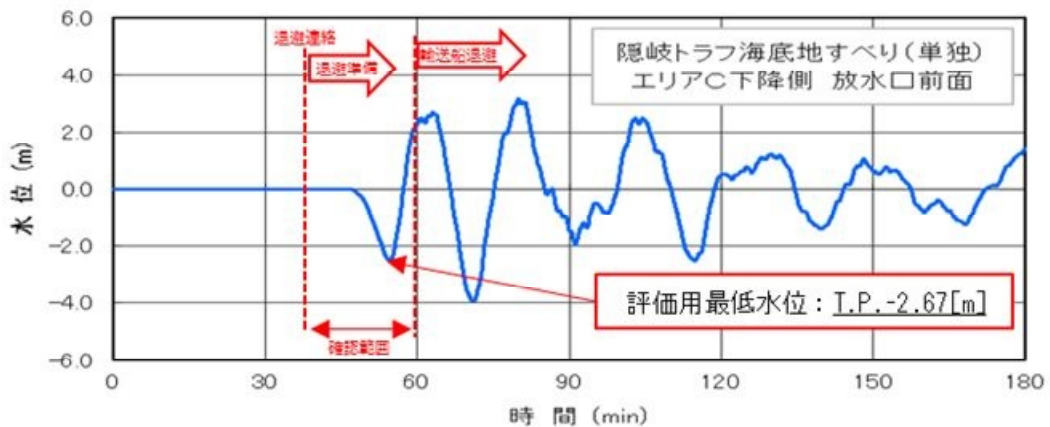


図-2 ②エリアC Kinematic モデル下降側の津波水位－放水口前面－

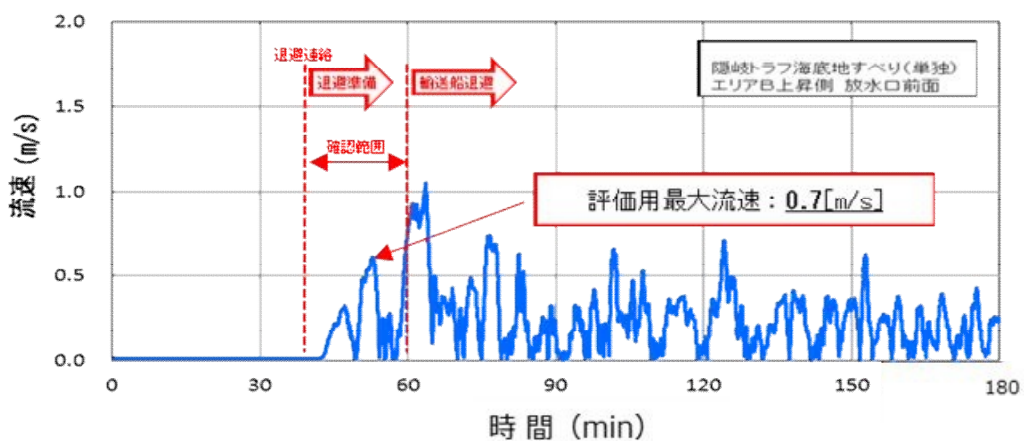


図-3 エリアB Kinematic モデル上昇側の流速（絶対値）－放水口前面－

(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]		

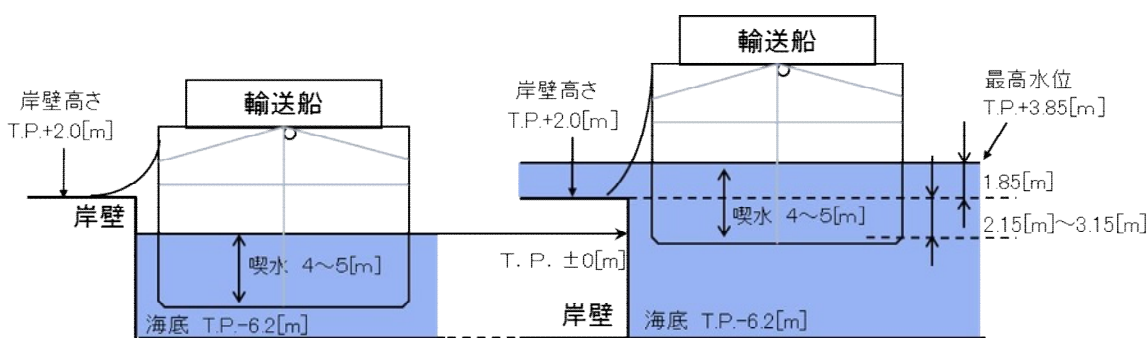


図-4 <通常時> <最高水位時>
係留時における最高水位と輸送船の喫水高さ

【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 0.7[m/s]未満（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. -2.67[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. -2.5 [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. -2.67[m]		

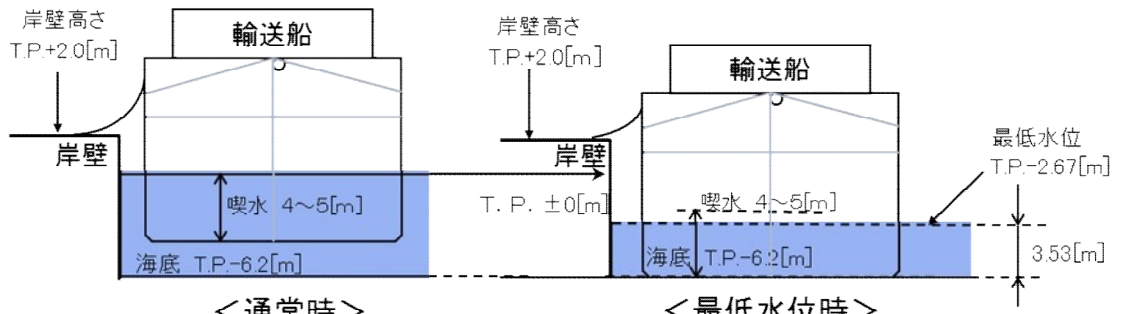


図-5 係留時における最低水位と輸送船の喫水高さ

【評価】

図-2のとおり、最初の引き波時に最低水位 T.P. -2.67[m]まで低下し、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、水位は最初の引き波水位から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 0.7[m/s]未満(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. -2.67[m](図-2参照)を前提とする。

- ・最低水位解析値 : T.P. -2.5 [m]※
 - ・潮位のバラツキ : -0.17[m]
- 評価用の最低水位 : T.P. -2.67[m]
- ※ 朔望平均干潮位 T.P. -0.01[m]を考慮

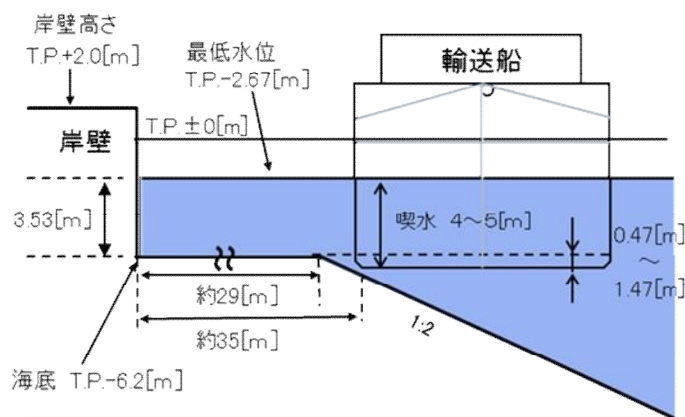


図-6 係留時以外における最低水位と輸送船の喫水高さ

【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35[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0.7[m/s]未満（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。

（5）早期襲来津波の評価結果

早期襲来津波を受けた場合、最高水位で輸送船は岸壁に乗り上がることはなく、最低水位で船底が海底に着底しても輸送船が損傷等で航行不能になることはない。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を上回っていることから適切な操船で退避可能であり、漂流物となることはない。

3. 海底地すべり津波全体の評価

(1) 各波源モデルによる最高水位および最低水位

表-2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-2 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	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最高水位 : T. P. +3.85 [m]

最高水位は「2. 早期襲来津波の評価」の「各波源モデルによる最高水位および最低水位」で選定された最高水位に同じである。

(参考)

エリアC Kinematicモデルによる方法(水位上昇側)においても最高水位T.P. +3.7[m]があるが、詳細にはエリア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]であることから、エリアB Kinematicモデルによる方法(水位上昇側)を選定した。

②最低水位 : T. P. -5.57 [m]

評価用の最底水位は、表-1②のT.P. -5.4[m](朔望平均干潮位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-7～8に波源モデルによる最低水位および最大流速を示す。

なお、最高水位 (T. P. +3.85[m]) については、「2. 早期襲来津波の評価」の「図-1 ①エリアB Kinematic モデル上昇側の津波水位－放水口前面－」に同じ。

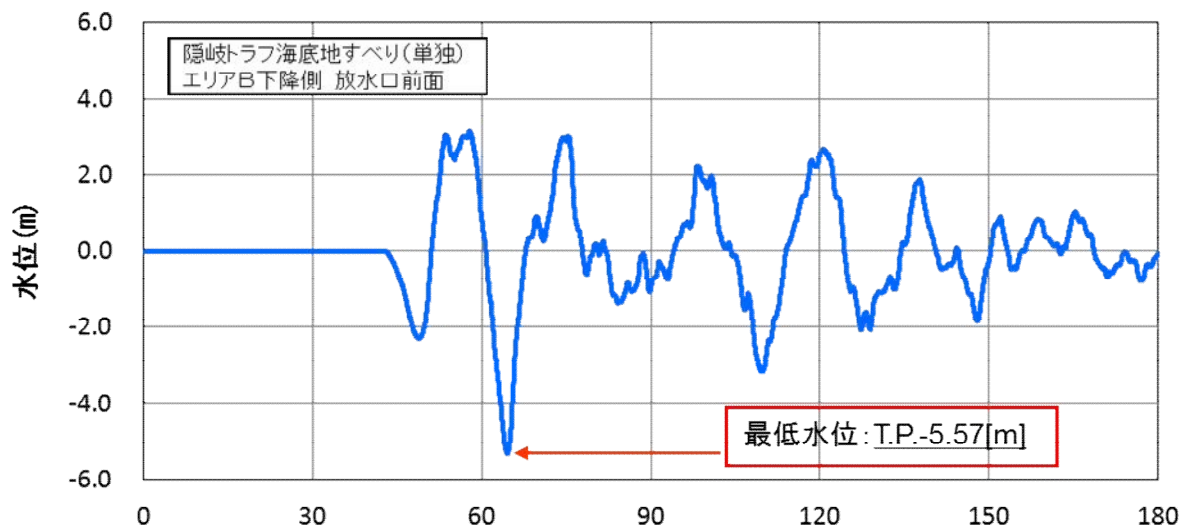


図-7 ②エリアB Kinematic モデル下降側の津波水位－放水口前面－

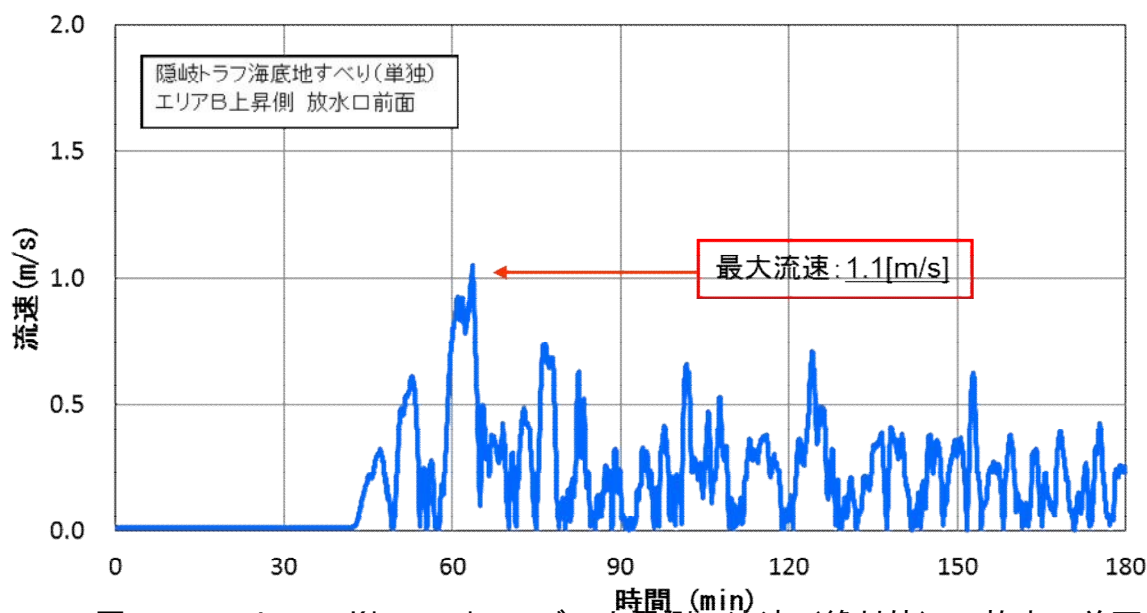


図-8 エリアB Kinematic モデル上昇側の流速 (絶対値)－放水口前面－

(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）

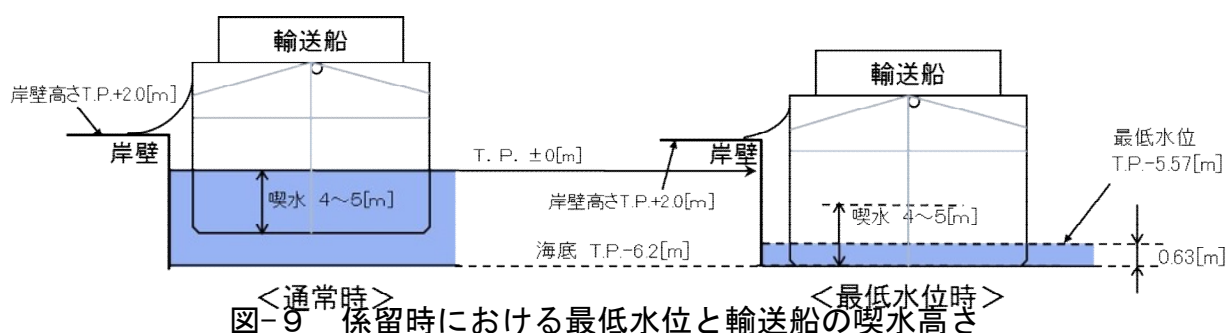
最高水位における輸送船の評価（係留時）については、「2. 早期襲来津波の評価」の「(3) 係留時の輸送船評価」 a. に同じ。

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-9に示す。

輸送船の評価は、岸壁に係留した状態、津波水位は最低水位 T.P. -5.57[m]（図-7参照）を前提とする。

・最低水位解析値 : T.P. -5.40[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]	



【評価】

図-7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-9参照）。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]未満（図-8参照）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-10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-7参照）を前提とする。

- ・最低水位解析値 : T. P. -5.40[m]※
 - ・潮位のバラツキ : -0.17[m]
- 評価用の最低水位 : T. P. -5.57[m]
- ※ 朔望平均干潮位 T. P. -0.01[m] を考慮

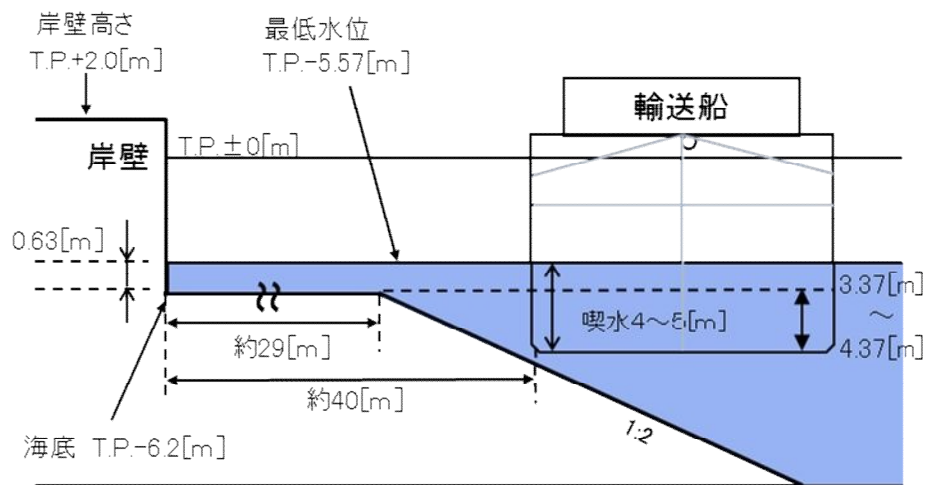


図-10 係留時以外における最低水位と輸送船の喫水高さ

【評価】

図-10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]未満(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。

(4) 海底地すべり津波全体の評価結果

構外潮位計の欠測時に海底地すべり津波が襲来した場合でも、最高水位で輸送船は岸壁に乗り上がることはなく、最低水位で船底が海底に着底しても輸送船が損傷等で航行不能になることはない。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を上回っていることから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。また、発電所構外潮位計の欠測時対応として、緊急退避をしない場合における輸送船への転覆評価も実施する。

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]

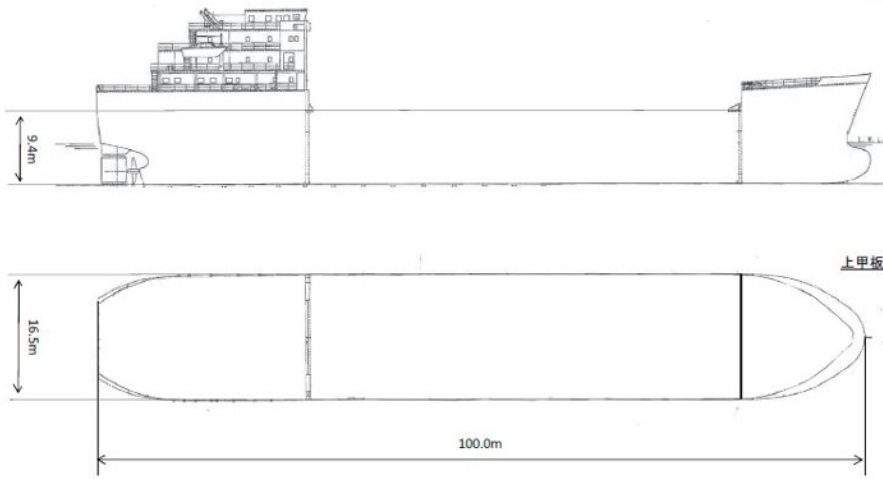


図-1 輸送船外形図（側面・上面）

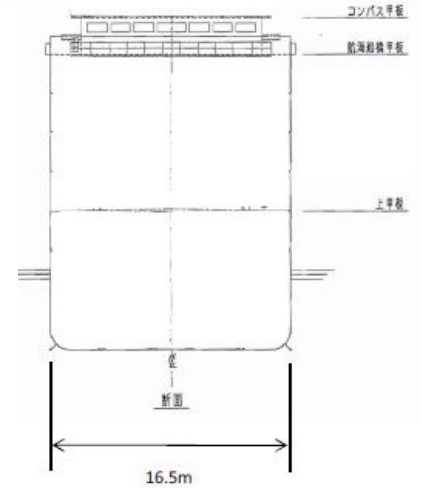


図-2 輸送船外形図（正面）

(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。

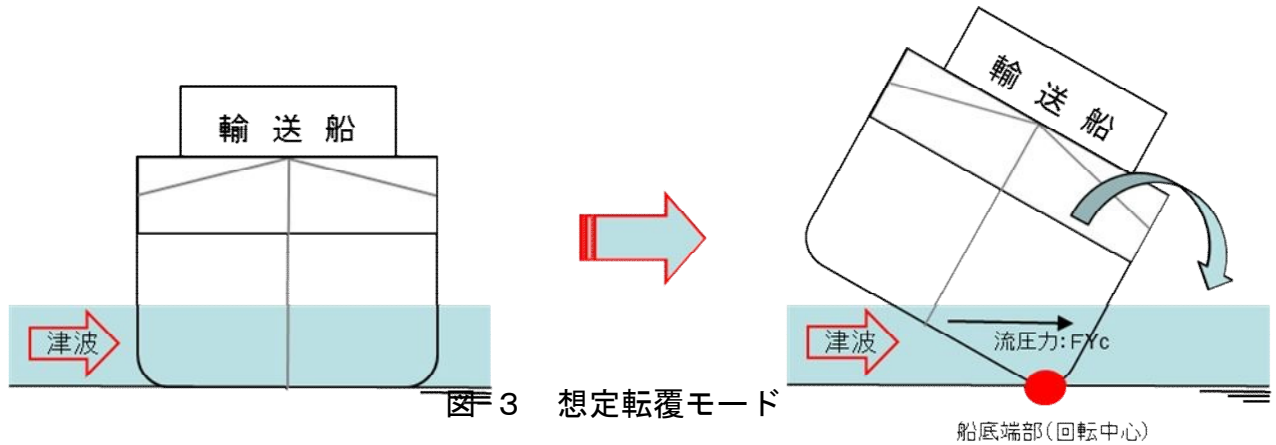


図-3 想定転覆モード

3. 早期襲来津波の転覆評価

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。

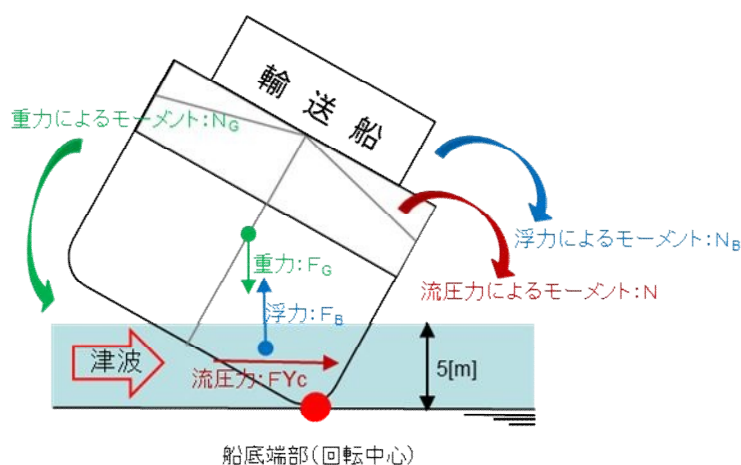


図-4 輸送船に働く力とモーメント

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] ($\doteq 4,000$)

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

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早期襲来津波の最大流速 0.7[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。

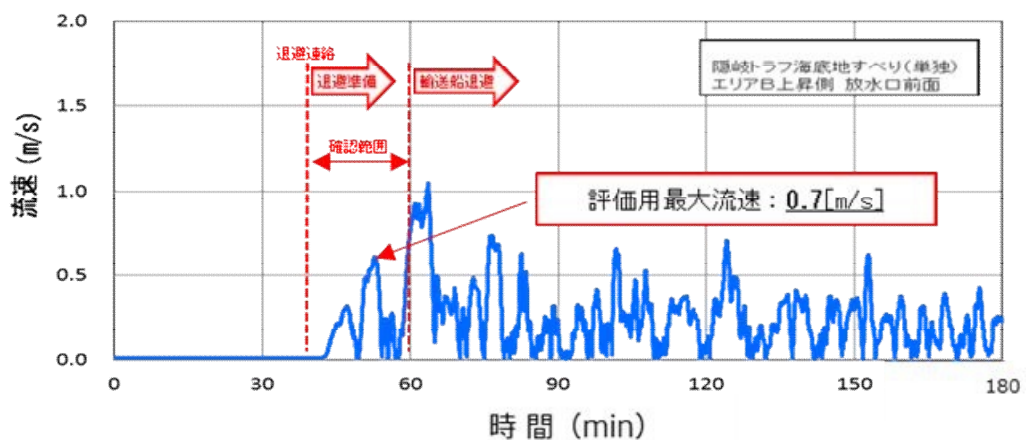


図-5 早期襲来津波の最大流速

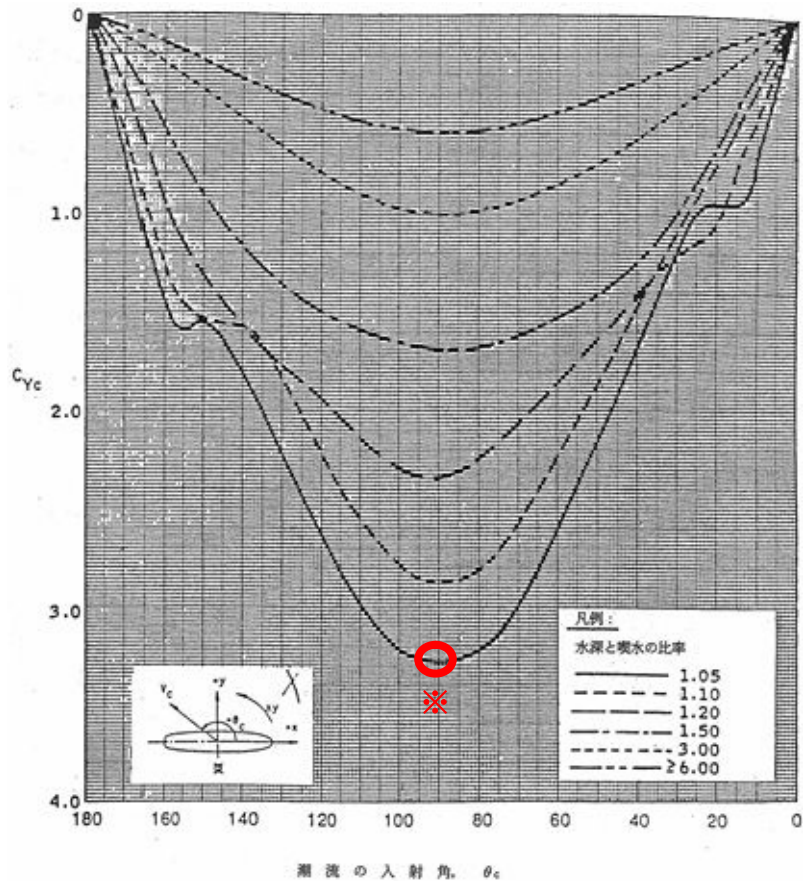


図-6 横方向流圧力係数（出典：VLCCにおける風圧及び流圧の予測 OCIMF 刊行）

表-2により F_{Yc} は以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned}
 F_{Yc} &= 1 \div 2 \times 10 \times 104.5 \times 0.7^2 \times 94.4 \times 5 \\
 &= 120,844 \text{ [kgf]} \\
 &\doteq 121 \text{ [tonf]}
 \end{aligned}$$

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。

$$\begin{aligned}
 N &= Y_{Fc} \times d \div 2 \\
 &= 121 \times 5 \div 2 \\
 &= 303 \text{ [tonf}\cdot\text{m]}
 \end{aligned}$$

最後に浮力によるモーメント N_B は次式にて評価する。

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

N_B : 浮力によるモーメント [tonf·m]

F_{Br} : 傾いた際の輸送船の浮力 [tonf] ($\doteq 1,700$)

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

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。

$$N + N_B = 303 + 5,100 = 5,403 \text{ [tonf}\cdot\text{m]} < N_G (= 18,000) \text{ [tonf}\cdot\text{m]}$$

(早期襲来津波の転覆評価結果)

輸送船の着底後に早期襲来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となく、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。

4. 海底地すべり津波全体の転覆評価

海底地すべり津波全体の転覆評価結果を以下に示す。

なお、輸送船、各モーメントの計算方法および係数は「3. 早期襲来津波の転覆評価」に同じであり、異なるのは最大流速および最大流速を用いて計算する流圧力によるモーメント N のみである。

流速は図-7に示す海底地すべり津波の最大流速 1.1m/s を適用する。

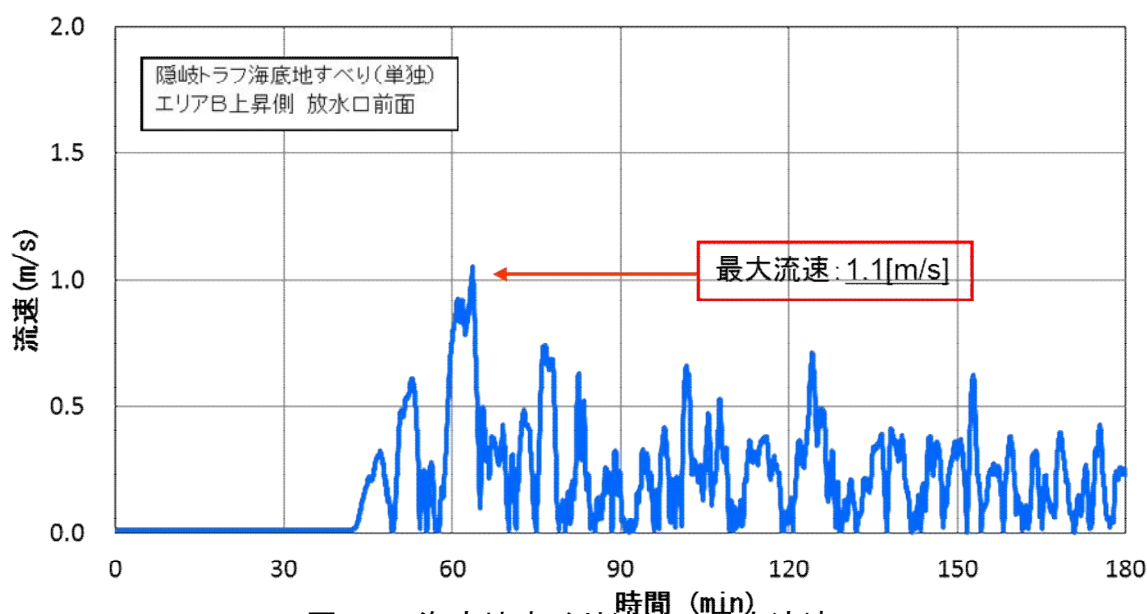


図-7 海底地すべり津波の最大流速

横方向の流圧力 F_{Yc} は流圧力計算式を用いて以下のとおりとなる。

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

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。

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

重力によるモーメント N_G (18,000 [tonf·m])、浮力によるモーメント N_B (5,100 [tonf·m]) は「3. 早期襲来津波の転覆評価」に同じであることから、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。

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

(評価結果)

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となく、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

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0.7m以上下降し、その後、最低潮位から10分以内に0.7m以上上昇すること、若しくは10分以内に0.7m以上上昇し、その後、最高潮位から10分以内に0.7m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。

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	対馬海峡から間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誘導される自由透過の条件(後藤他(1982) ⁽⁹⁾)
		陸域境界	完全反射条件
	海底摩擦	マンニングの粗度係数 $n=0.030$ (土木学会(2002) ⁽⁹⁾)	
	水平渦動粘性係数	$0\text{m}^2/\text{s}$	
	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) ⁽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	対馬海峡から間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→6.25m→3.125m	
	時間格子間隔 [*]	地震	0.05秒
		海底地すべり	0.05秒
		陸上地すべり	0.025秒
	初期条件	地震	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
		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刻あたり地形変化量が、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刻あたり地形変化量が、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誘導される自由透過の条件(後藤他(1982) ⁽⁹⁾)
陸域境界		完全反射条件(発電所敷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) ⁽⁹⁾)		
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	水位上昇側T.P.+0.49m、水位下降側T.P.-0.01m 気象庁・舞鶴検潮所のデータによる(2007年1月～2011年12月の5周年)		
津波水位評価	cmを切り上げ、10cm単位で評価		

※安定条件(CFL条件)を十分満足するように設定

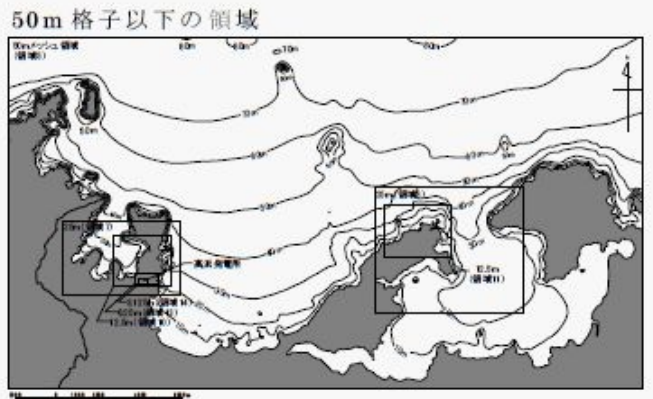
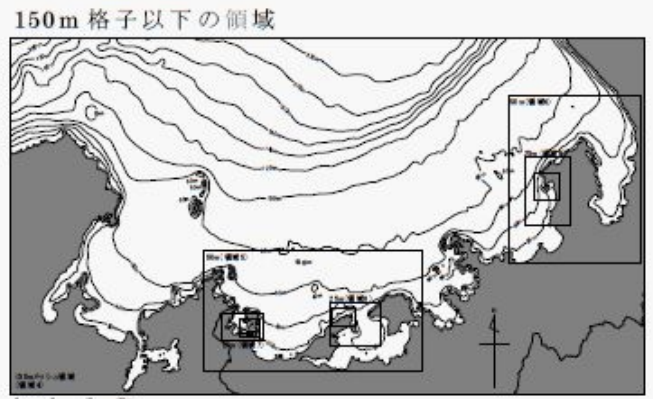
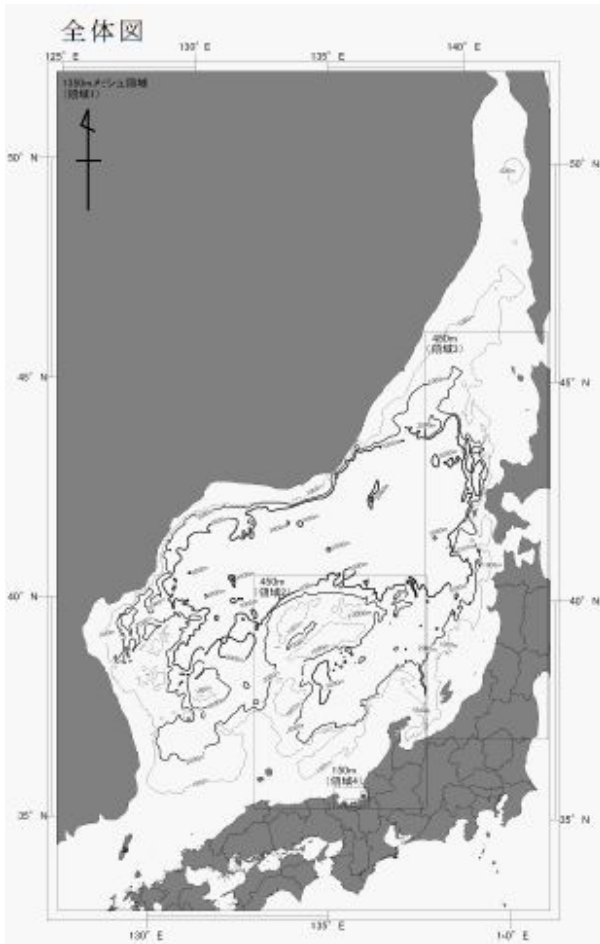


図-1 水深分布図



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}
1	1350	3800	4.95
2,3	450	3700	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

※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

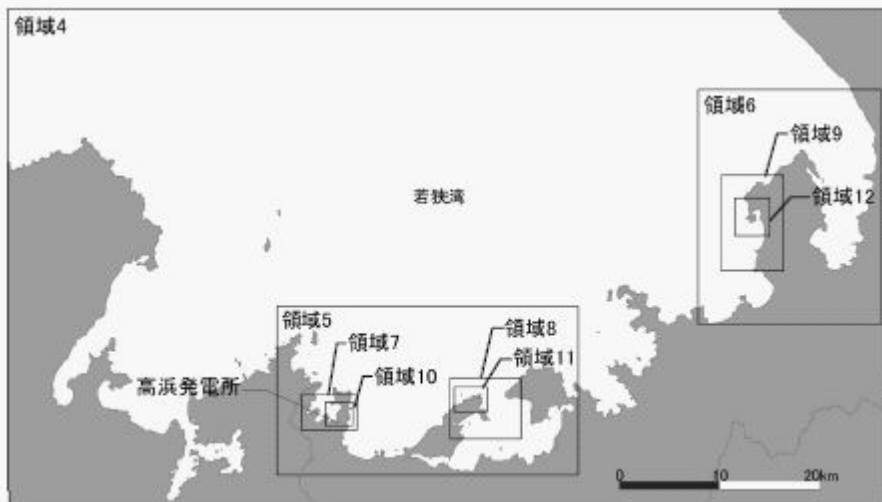


図-2 概略津波計算モデル（津波伝播計算領域及び空間格子間隔）



領域番号	空間格子間隔 Δx (m)	最大水深 h_{max} (m)	CFL条件を満たす Δt (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)

$$\Delta t \leq \frac{\Delta x}{\sqrt{2gh}}$$

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-B断層~箱川断層、陸上地すべりの計算時には7'及び10' (領域パターン2) を用いている。

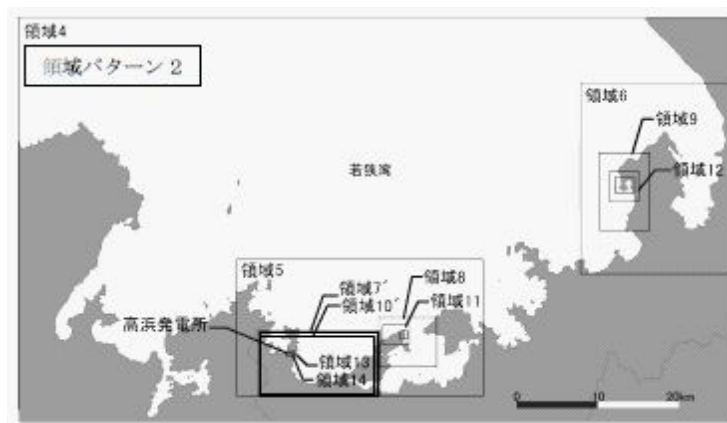
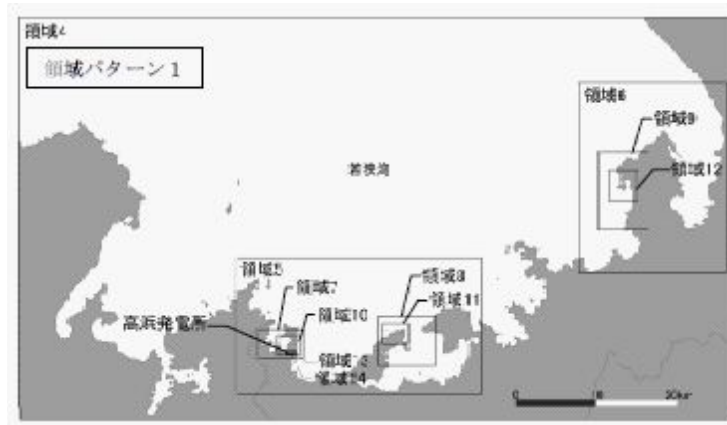
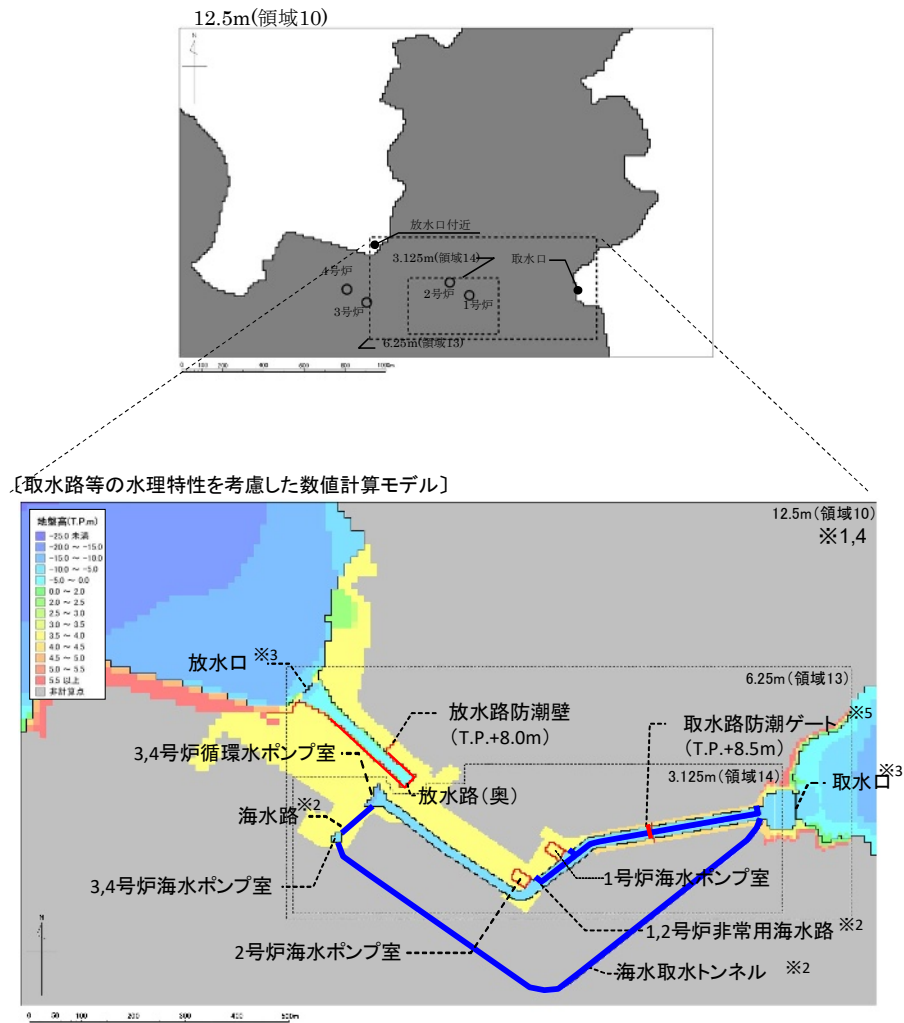


図-3 詳細津波計算モデル (津波伝播計算領域及び空間格子間隔)

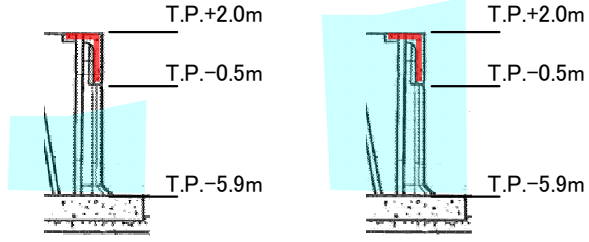


- ※1 本計算範囲は12.5m、6.25m及び3.125m格子であり、非線形長波理論式及び連続式で計算
- ※2 海水路、海水取水トンネル(管路)、1,2号炉非常用海水路は、仮想スロットモデルにより一次元不定流の連続式及び運動方程式で計算
- ※3 取放水口のカーテンウォールは、本間公式および土木研究所(1996)による計算式から、越流量および開口部通過流量を計算
- ※4 灰色の着色部を除くメッシュで遡上計算が可能
- ※5 取水路防潮ゲートは津波到達時間により「開」「閉」の条件を設定

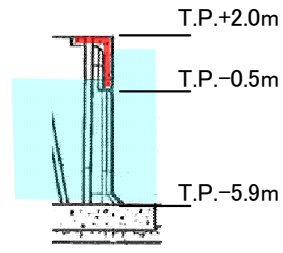
図-4 詳細津波計算モデル (敷地内)

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。

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

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

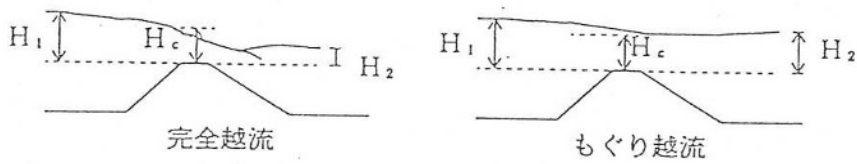
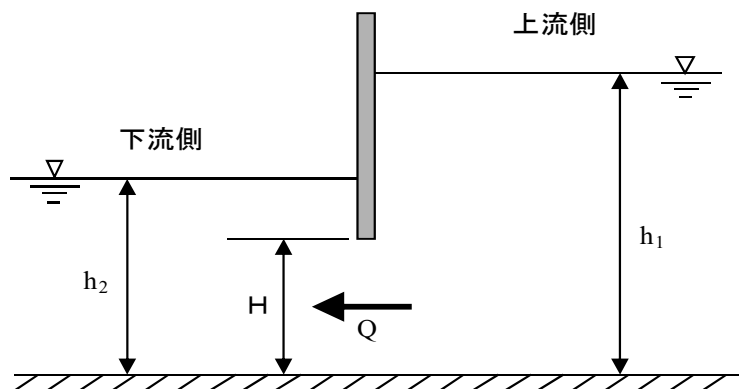


図-5 取水口及び放水口のカーテンウォール(1/2)

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)

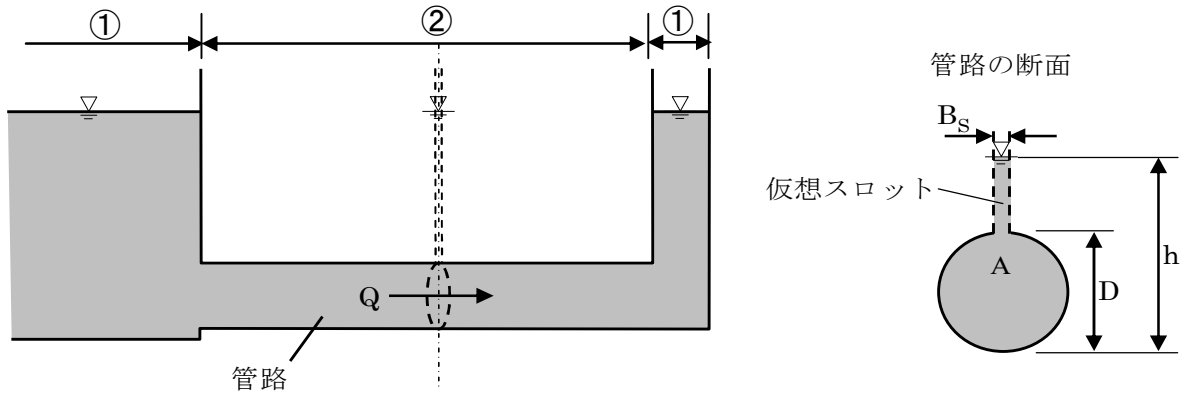
- 高浜発電所のカーテンウォールを通過する流量は、ゲートからの流出量算定式として、一般によく用いられる土木研究所(1996)の計算式により求めるものとする。
- なお、津波がカーテンウォールの天端を超える場合には、本間公式から求まる越流量を加算する。

	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 5~13 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号機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、3, 4号機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号機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。

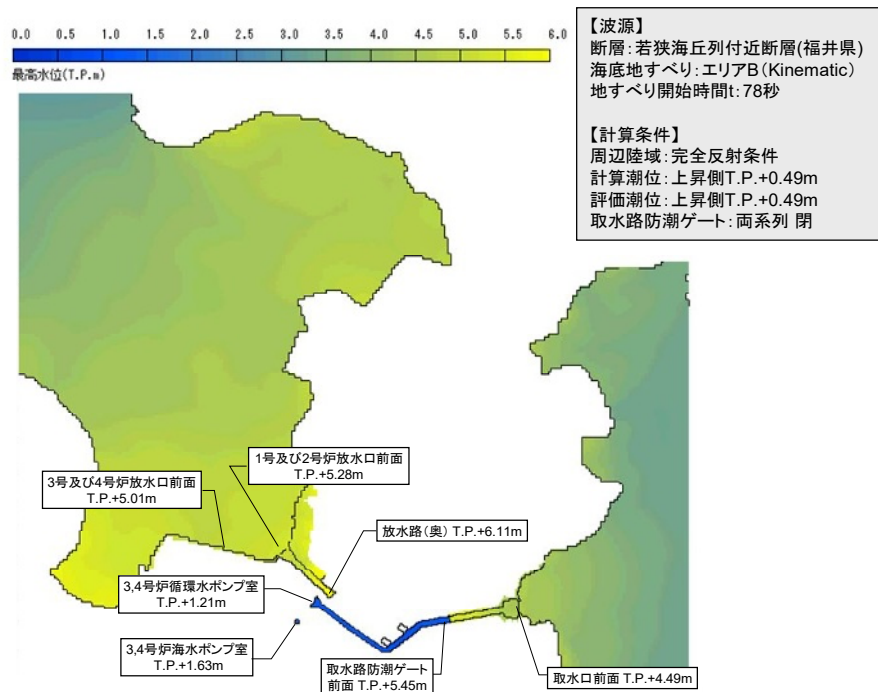


図1 最大水位上昇量分布図(基準津波1)

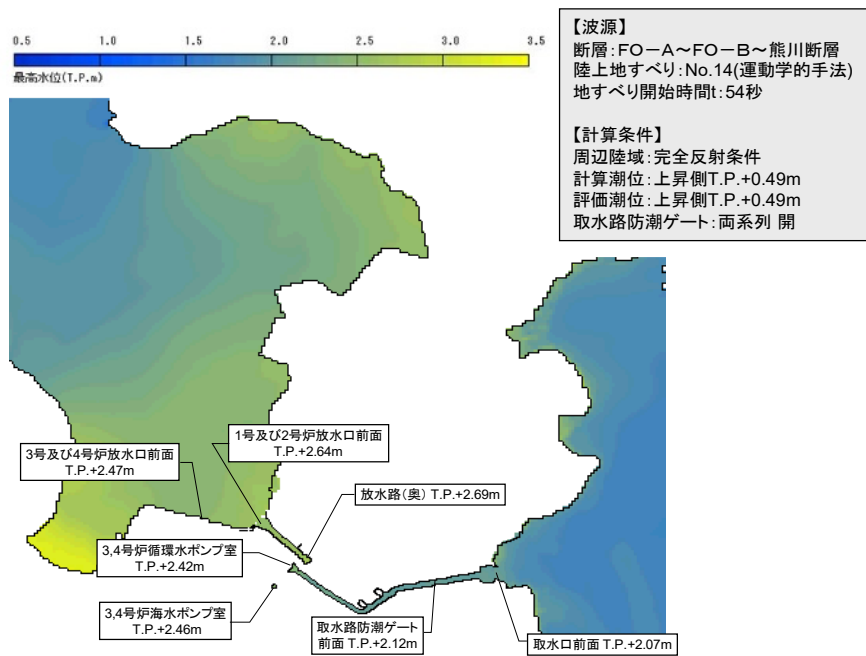


図2 最大水位上昇量分布図(基準津波2)

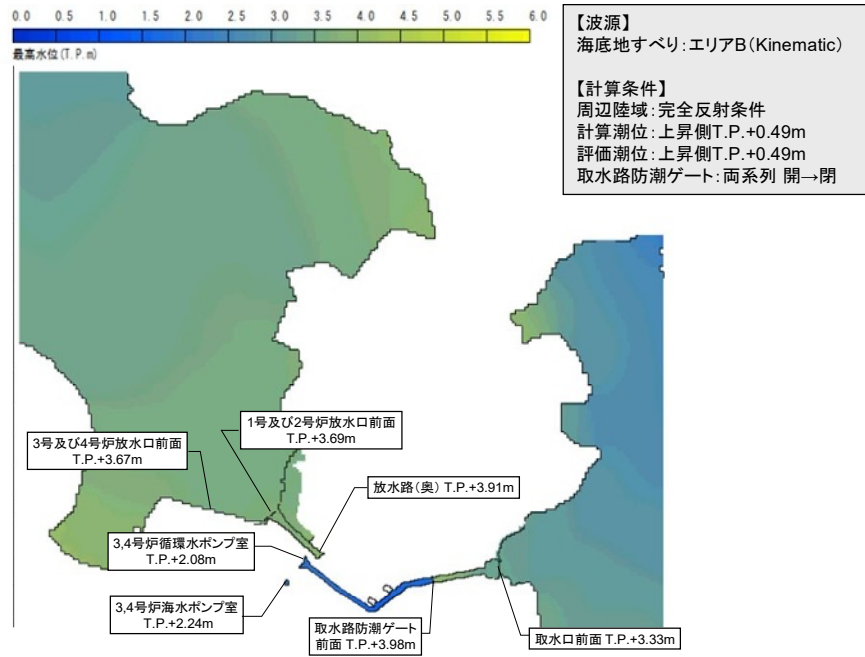


図3 最大水位上昇量分布図 (基準津波3)

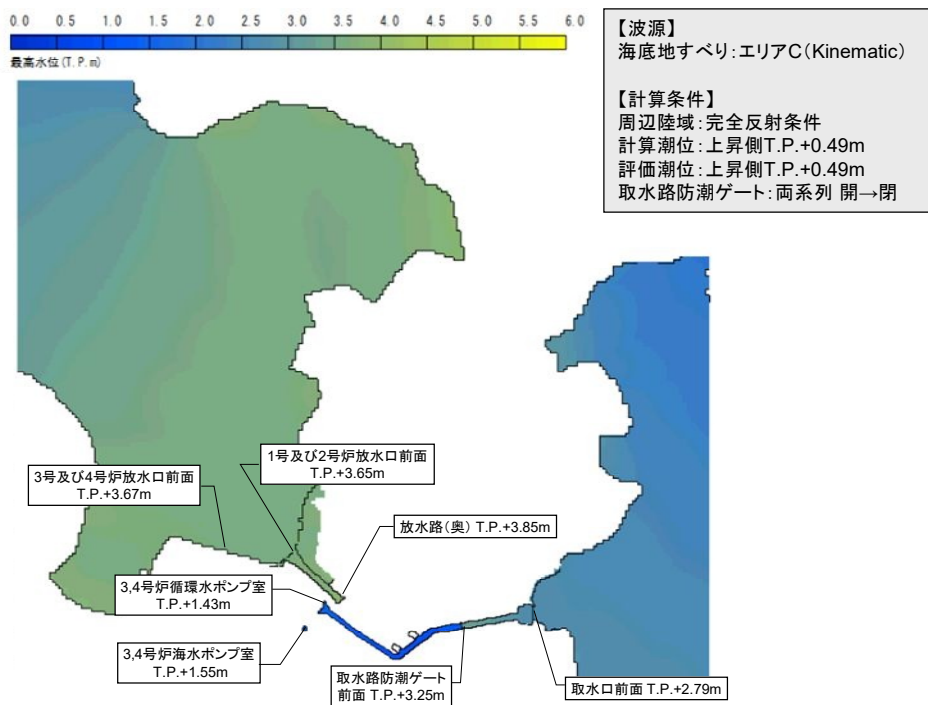


図4 最大水位上昇量分布図 (基準津波4)

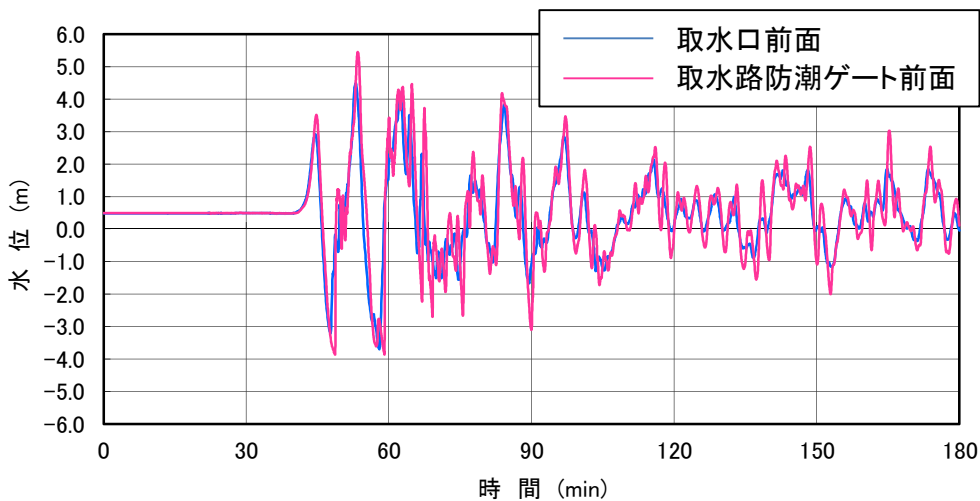


図5 基準津波1における取水口前面及び取水路防潮ゲート前面の時刻歴波形

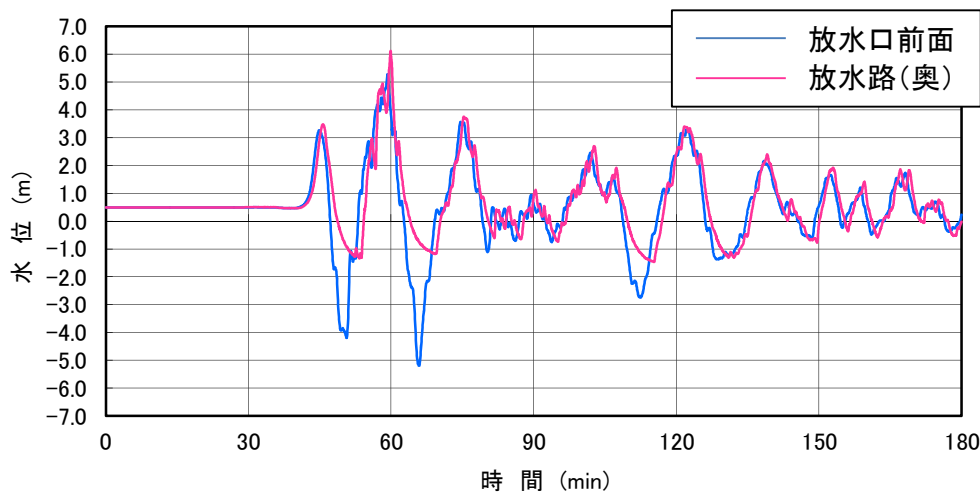


図6 基準津波1における放水口前面と放水路（奥）の時刻歴波形

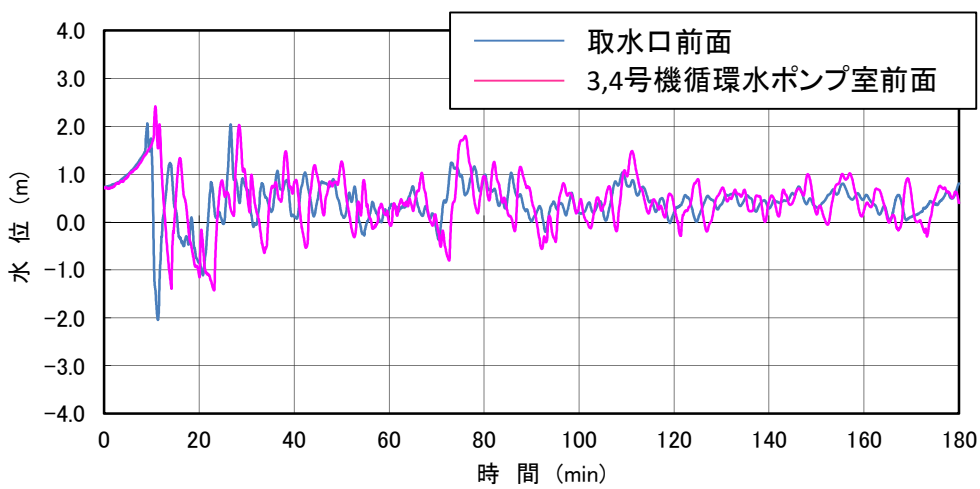


図7 基準津波2における取水口前面及び3,4号機循環水ポンプ室前面の時刻歴波形

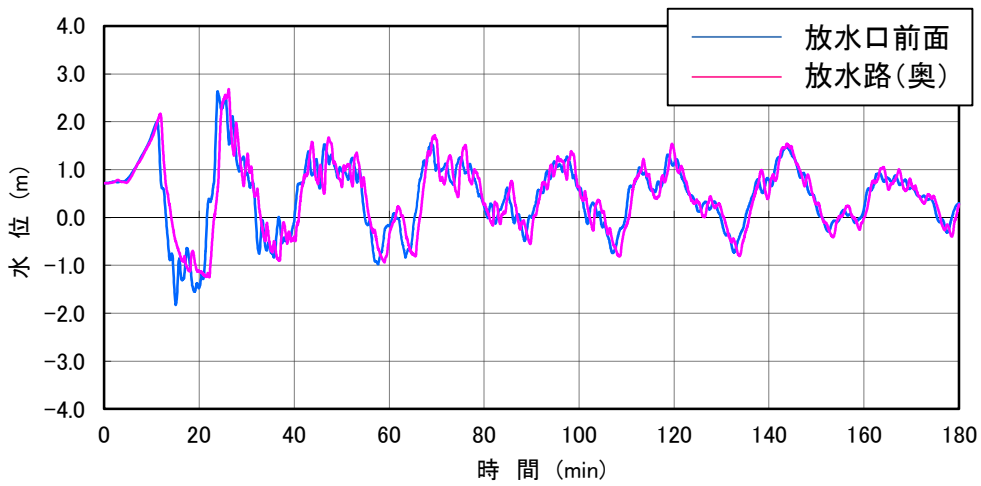


図8 基準津波2における放水口前面と放水路奥の時刻歴波形

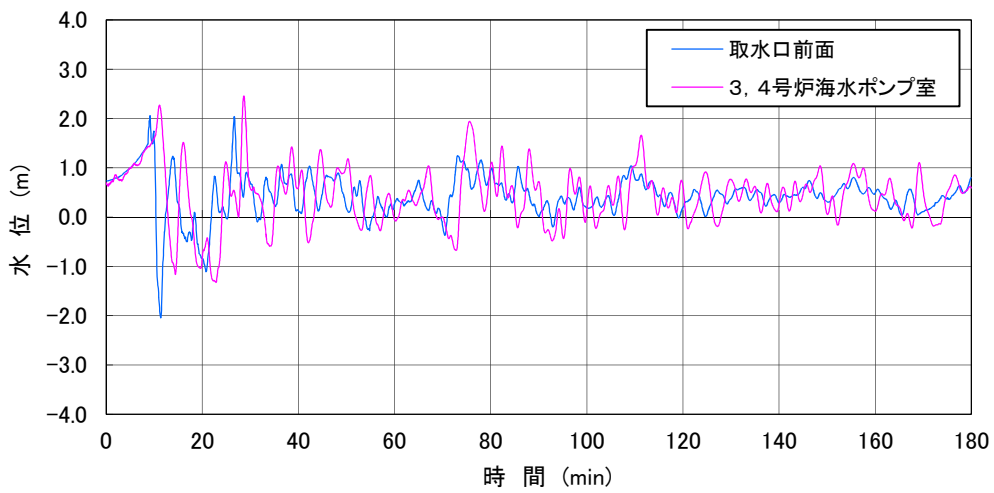


図9 基準津波2における取水口前面及び3, 4号機海水ポンプ室前の時刻歴波形

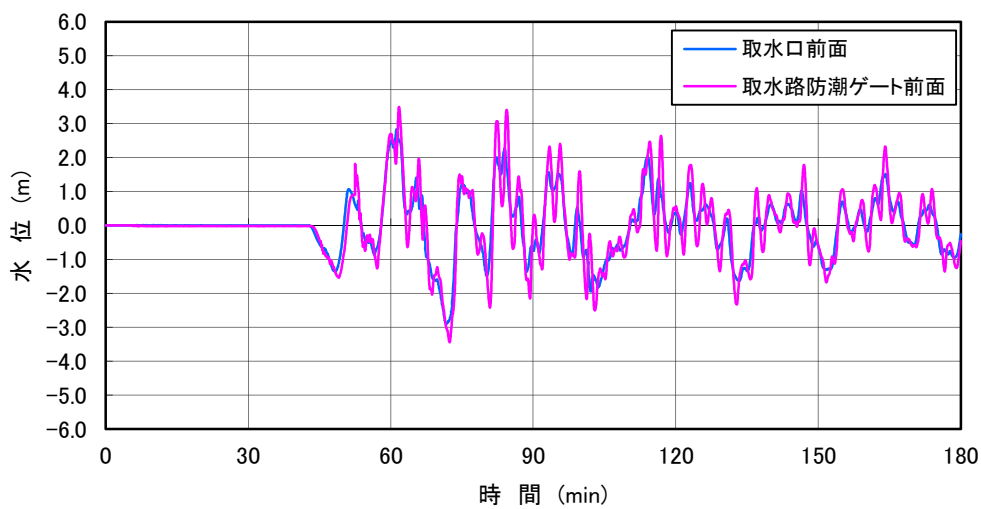


図10 基準津波3における取水口前面及び取水路防潮ゲート前面の時刻歴波形

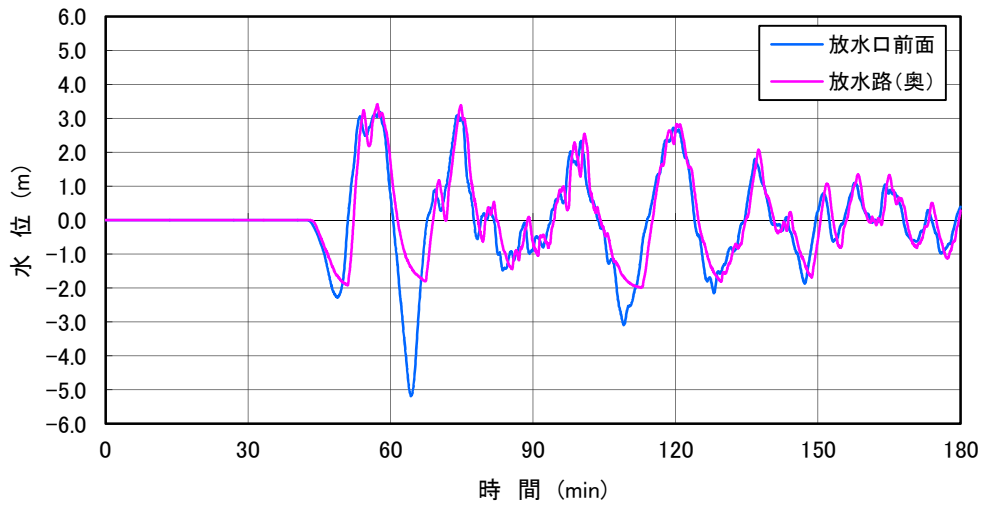


図 11 基準津波 3 における放水口前面と放水路（奥）の時刻歴波形

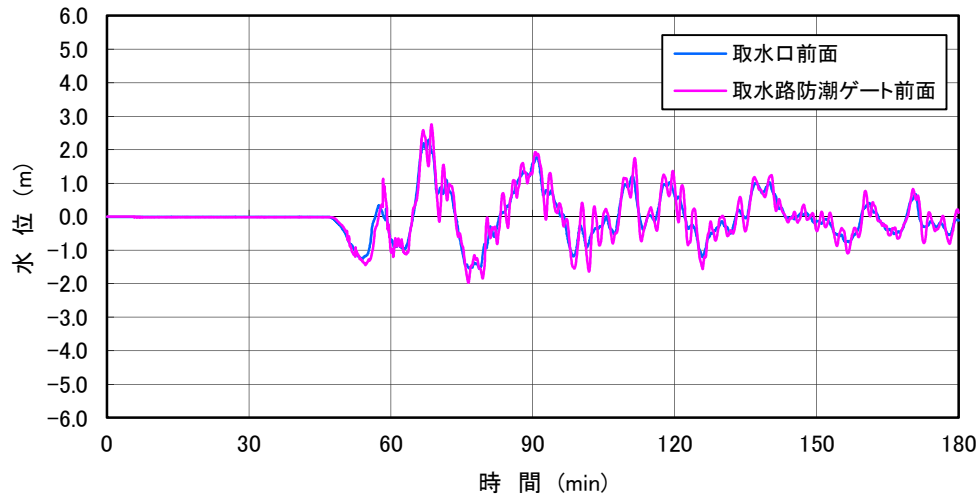


図 12 基準津波 4 における取水口前面及び取水路防潮ゲート前面の時刻歴波形

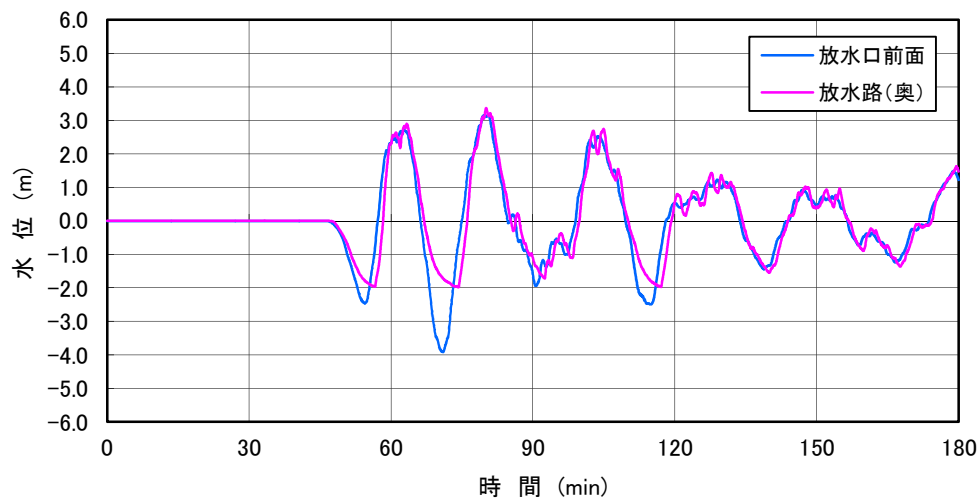


図 13 基準津波 4 における放水口前面と放水路（奥）の時刻歴波形

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

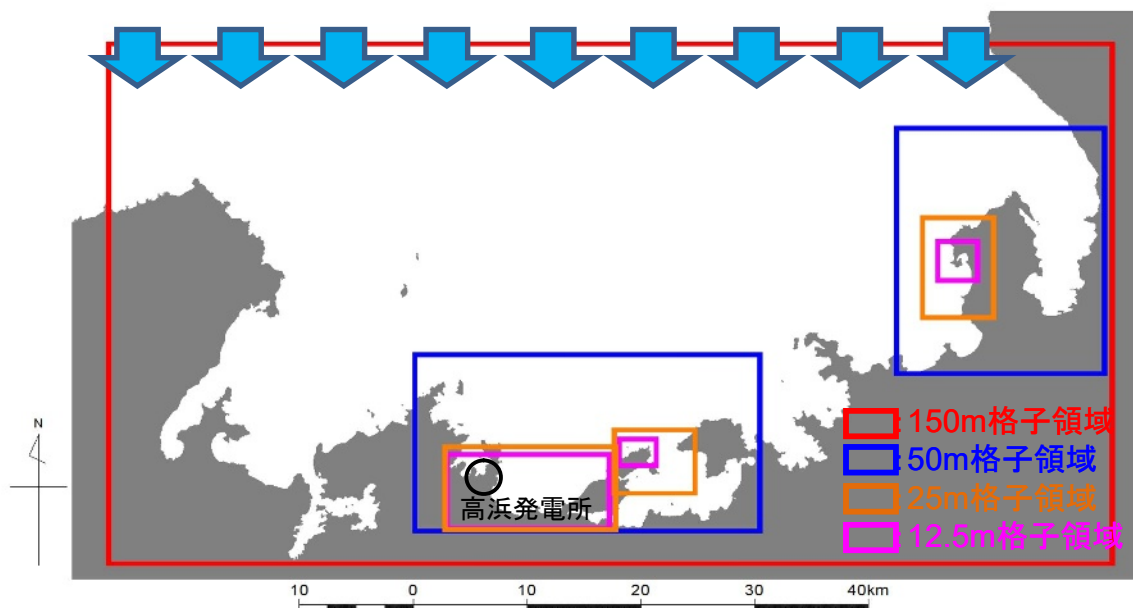
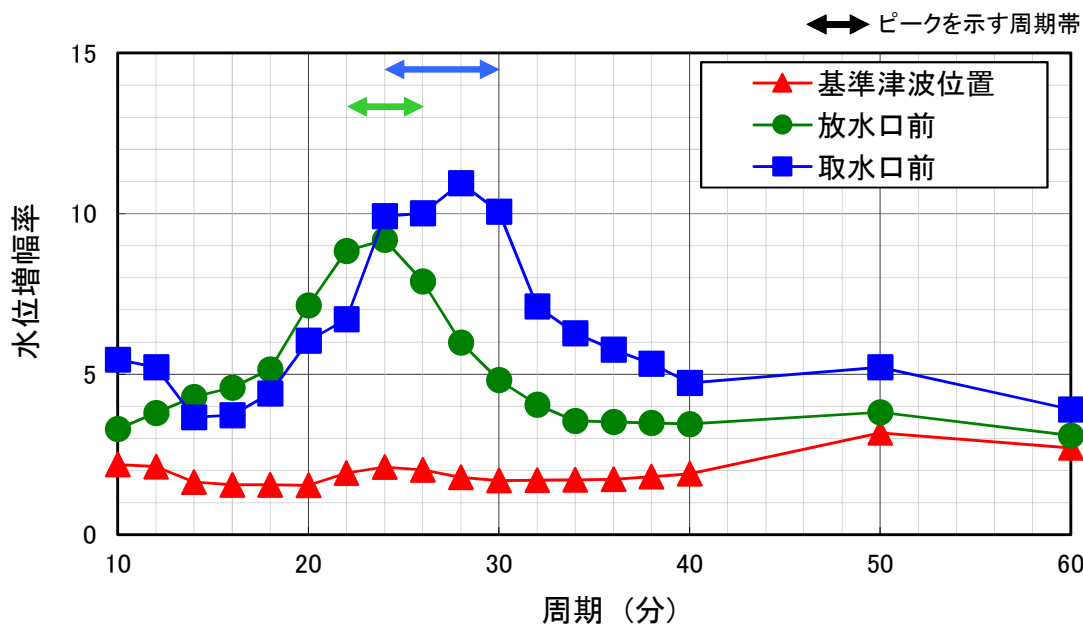


図 14 正弦波入力による検討概要（計算領域及び空間格子間隔）

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 15 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、増幅率が高い周期 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。

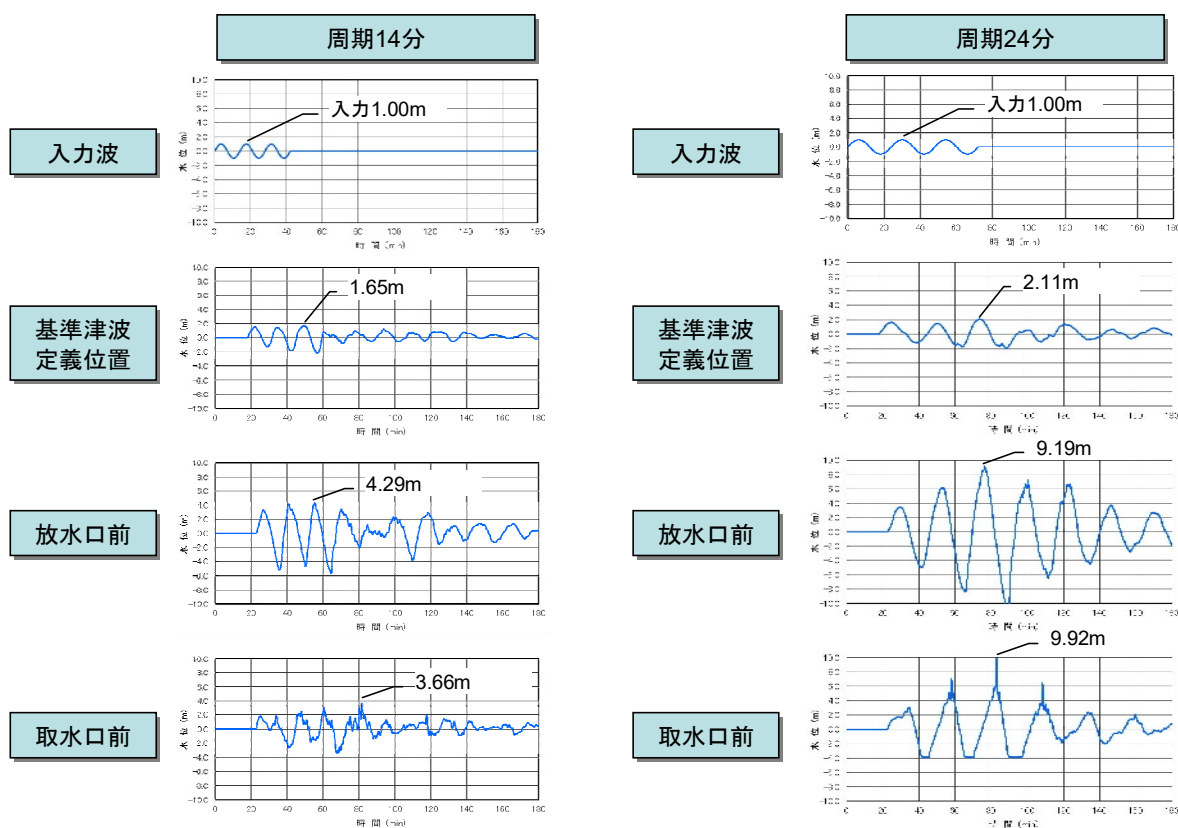


図 16 正弦波入力による水位増幅率の確認

津波防護施設・津波監視設備の運用方針について

津波警報が発令されない津波への対応として、高浜 1・2 号炉共用設備の潮位計及び高浜 3・4 号炉共用設備の潮位計を 1～4 号炉共用設備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。

1. 津波防護施設・津波監視設備の運用変更の有無の整理

		1～4号炉申請時	今回申請時	運用方針
＜津波防護施設＞				
取水路防潮ゲート		1～4号炉共用	1～4号炉共用	○
放水口側防潮堤				×
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				×
＜津波監視設備＞				
津波監視カメラ		1～4号炉共用	1～4号炉共用	×
潮位計	1・2号炉	1・2号炉共用	1～4号炉共用	○
	3・4号炉	3・4号炉共用	1～4号炉共用	○

○：変更・追加あり
×：変更なし

2. 運用方針の変更について（下線部が変更点）

	1～4号炉申請時	今回申請時
取水路防潮ゲート	<p>平常時は、1・2号炉当直課長が電気系統等に異常が無いことを確認し、3・4号炉当直課長に報告</p> <p>大津波警報発信時に、</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 1・2号炉及び3・4号炉当直課長が情報収集 ◆ 1・2号炉当直課長が防潮ゲートの閉止を判断 ◆ 1・2号炉当直課長が3・4号炉当直課長に防潮ゲート閉止する旨連絡 ◆ 1・2号炉及び3・4号炉当直課長が循環水ポンプ・原子炉を停止 ◆ 3・4号炉当直課長が1・2号炉当直課長に循環水ポンプ及び原子炉の停止を連絡 ◆ 1・2号炉当直課長が防潮ゲートを閉止操作 	<p>平常時は、1・2号炉当直課長が電気系統等に異常が無いことを確認し、3・4号炉当直課長に報告</p> <p>大津波警報発信時に、</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 1・2号炉及び3・4号炉当直課長が情報収集 ◆ 1・2号炉当直課長が防潮ゲートの閉止を判断 ◆ 1・2号炉当直課長が3・4号炉当直課長に防潮ゲート閉止する旨連絡 ◆ 1・2号炉及び3・4号炉当直課長が循環水ポンプ・原子炉を停止 ◆ 3・4号炉当直課長が1・2号炉当直課長に循環水ポンプ及び原子炉の停止を連絡 ◆ 1・2号炉当直課長が防潮ゲートを閉止操作 <p><u>津波警報が発令されない津波来襲の兆候を検知した場合に、</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ <u>1・2号炉及び3・4号炉当直課長が情報収集</u> ◆ <u>1・2号炉当直課長が通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握した場合、防潮ゲート</u>

		<p><u>の閉止を判断</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ <u>1・2号炉当直課長が3・4号炉当直課長に防潮ゲート閉止する旨連絡</u> ◆ <u>1・2号炉及び3・4号炉当直課長が循環水ポンプ・原子炉を停止</u> ◆ <u>3・4号炉当直課長が1・2号炉当直課長に循環水ポンプ及び原子炉の停止を連絡</u> ◆ <u>1・2号炉当直課長が防潮ゲートを閉止操作</u>
防潮扉	<p>平常時に、扉開閉表示装置の警報が発信した場合は、3・4号炉当直課長が扉開閉状態の確認及び閉止操作</p> <p>津波警報等発信時に、</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 3・4号炉当直課長が防潮扉の閉止状態を確認する。（実質的な変更は無いが、1・2号炉運転に伴い責任箇所を明確にする。） 	<p>平常時に、扉開閉表示装置の警報が発信した場合は、3・4号炉当直課長が扉開閉状態の確認及び閉止操作</p> <p>津波警報等発信時 <u>又は通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握した場合に</u>、</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 3・4号炉当直課長が防潮扉の閉止状態を確認する。（実質的な変更は無いが、1・2号炉運転に伴い責任箇所を明確にする。）

	1～4号炉申請時	今回申請時
津波監視カメラ	◆ 1・2号炉中央制御室及び3・4号炉中央制御室にて監視する。	◆ 1・2号炉中央制御室及び3・4号炉中央制御室にて監視する。
潮位計 (1・2号炉)	◆ 1・2号炉中央制御室において、潮位計による監視を実施する。	<p><u>津波が発生した場合</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ <u>1・2号炉中央制御室及び3・4号炉中央制御室</u>において、潮位計による監視を実施する。 <p><u>通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握するため</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ <u>1・2号炉中央制御室及び3・4号炉中央制御室</u>において、潮位計による監視を実施する。
潮位計 (3・4号炉)	◆ 3号炉および4号炉中央制御室において、潮位計による監視を実施する。	<p><u>津波が発生した場合</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ <u>1・2号炉中央制御室及び3・4号炉中央制御室</u>において、潮位計による監視を実施する。 <p><u>通常の潮汐とは異なる潮位変動を把握するため</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ <u>1・2号炉中央制御室及び3・4号炉中央制御室</u>において、潮位計による監視を実施する。

通常の潮汐と異なる潮位変動が観測された場合の 取水路防潮ゲート閉止について

1号炉～4号炉の4プラント運転時において、取水路防潮ゲートは両系列(4門)を常時開としており、津波警報が発表されない可能性のある海底地すべりによる津波(以下「警報なし津波」という。)に対しては、潮位計において通常の潮汐と異なる潮位変動^{※1}が観測された場合(判断基準に到達)、循環水ポンプ停止及びユニットトリップ操作が完了した後、中央制御室からの遠隔操作により、1分間で全門を閉止する運用としている。通常の潮汐と異なる潮位変動が観測された場合の取水路防潮ゲート閉止の流れを図1に示す。

本資料は潮位計による通常の潮汐と異なる潮位変動の観測及び取水路防潮ゲートを1分間で閉止する運用について示すものである。なお、循環水ポンプ停止とユニットトリップ操作については、既許可の運用と同様である。

なお、取水路防潮ゲートに係る保守点検時においては、一時的に上記運用と異なる場合が生じる可能性があるが、いずれの場合においても、安全性への影響はないことを確認している。

※1 潮位計(1号炉海水ポンプ室:1台、2号炉海水ポンプ室:1台、3,4号炉海水ポンプ室:2台)のうち、2台の観測潮位が10分以内に0.7m以上下降し、その後、最低潮位から10分以内に0.7m以上上昇すること、若しくは10分以内に0.7m以上上昇し、その後、最高潮位から10分以内に0.7m以上下降すること。

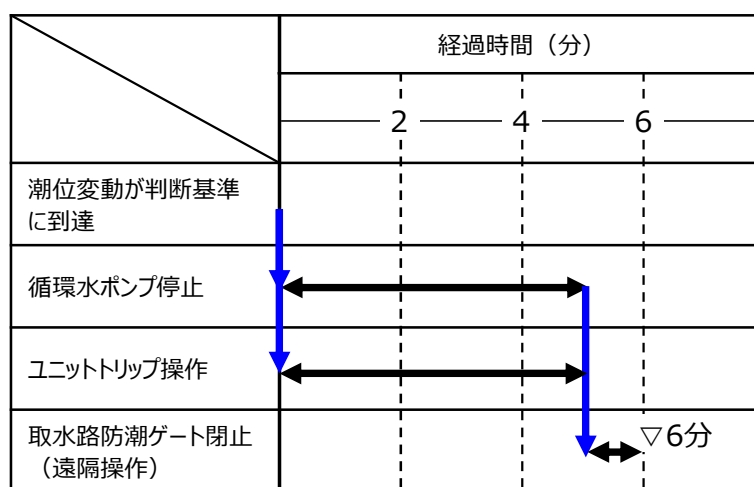


図1(1/3) 通常の潮汐と異なる潮位変動が観測された場合の
取水路防潮ゲート閉止の流れ

(津波襲来判断の例)

1号炉海水ポンプ室

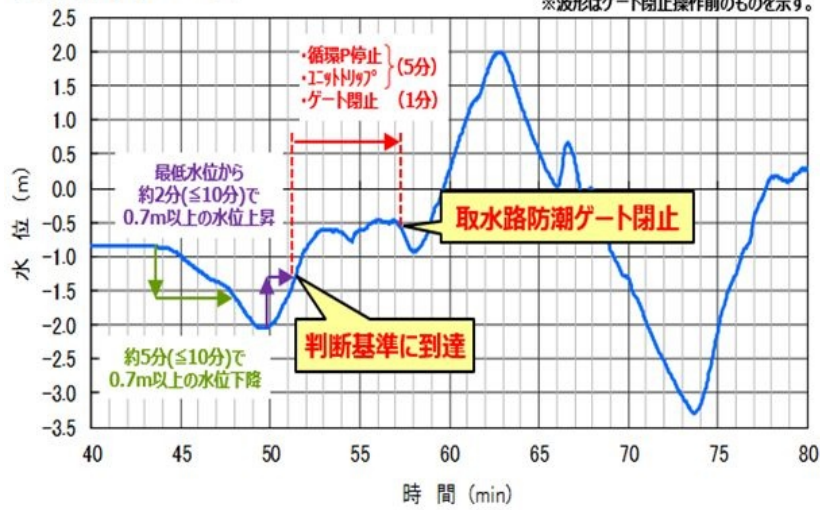


図 1 (2/3) 通常の潮汐と異なる潮位変動が観測された場合の取水路防潮ゲート閉止の流れ

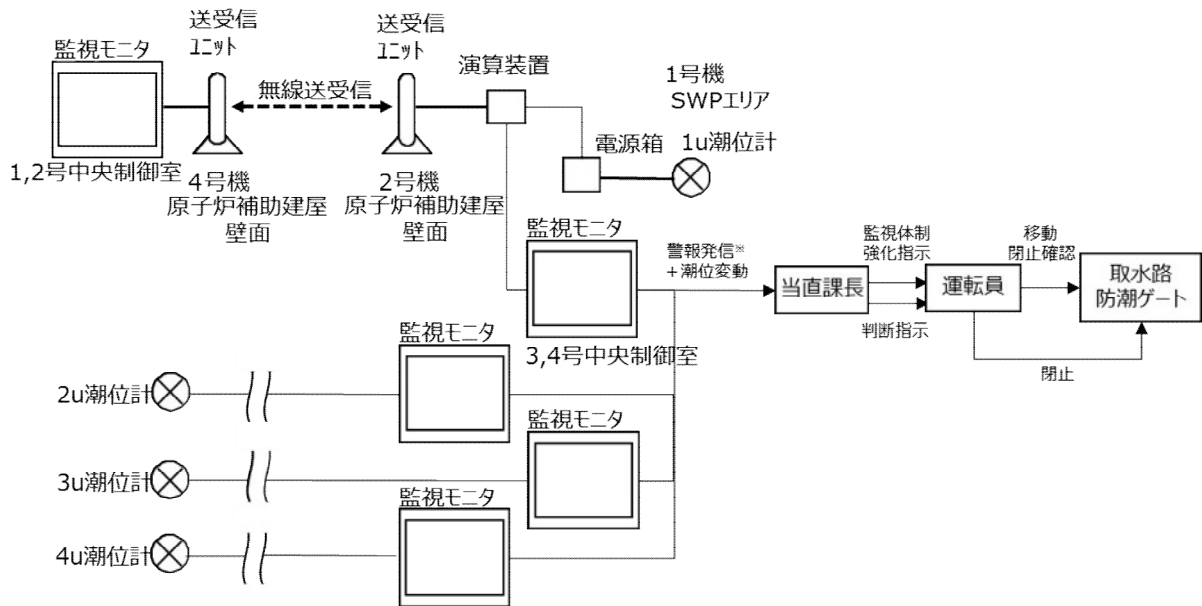


図 1 (3/3) 通常の潮汐と異なる潮位変動が観測された場合の取水路防潮ゲート閉止の流れ

(1) 潮位計による通常の潮汐と異なる潮位変動の観測について

津波警報が発表されない可能性のある海底地すべり津波に対しては、潮位計において通常の潮汐と異なる潮位変動が観測された場合、中央制御室からの遠隔操作により、潮位変動観測後6分で取水路防潮ゲートを閉止する。

ここでは、通常の潮汐と異なる潮位変動が観測され、判断基準に到達するまでの対応について説明する。

(a) 判断基準となる津波の選定

通常の潮汐と異なる潮位変動として、観測潮位が10分以内に0.7m以上上下降し、その後、最低潮位から10分以内に0.7m以上上昇した場合、若しくは10分以内に0.7m以上上昇し、その後、最高潮位から10分以内に0.7m以上上下降することを判断基準としている。

ここでは、保守的に判断基準が厳しいT34海水ポンプ室前の津波を選定する。選定した津波は下表のとおり。

表1 各エリアにおける潮位変動開始から判断基準に到達するまでの所要時間

		敷地内		
		1号炉海水ポンプ室前	2号炉海水ポンプ室前	3, 4号炉海水ポンプ室前
下げ側	最初の0.5m※	2.45分 (43.45分~45.90分)	2.50分 (43.55分~46.05分)	1.95分 (44.25分~46.20分)
	最初の0.7m	3.25分 (43.45分~46.60分)	3.10分 (43.55分~46.65分)	2.35分 (44.25分~46.60分)
	全体	5.35分 (44.10分~49.45分)	6.15分 (43.55分~49.70分)	6.15分 (44.25分~50.40分)
上げ側	最初の0.7m	1.05分 (49.45分~50.50分)	1.30分 (49.35分~50.65分)	1.00分 (50.40分~51.45分)

(b) 判断基準に到達するまでの対応

(a)で選定した、判断基準が厳しいT34海水ポンプ室前の津波の観測を代表とした場合の判断基準に到達するまでの対応について説明する。まず、観測潮位が0.5m低下した時点で中央制御室に警報が発信する。この時点で、運転員は潮位の継続的な重点監視を行うとともに、観測潮位が10分以内に0.7m以上上下降し、最低潮位から0.7m上昇した時点でゲート閉止等の操作を行うことを当直課長が運転員へ指示する。その後、最低潮位に到達してから0.7m上昇するまでに最短でも約5分の判断猶予時間を有している。したがって、潮位変動の観測および判断基準の確認について、運転員は余裕をもって対応できることを確認している。

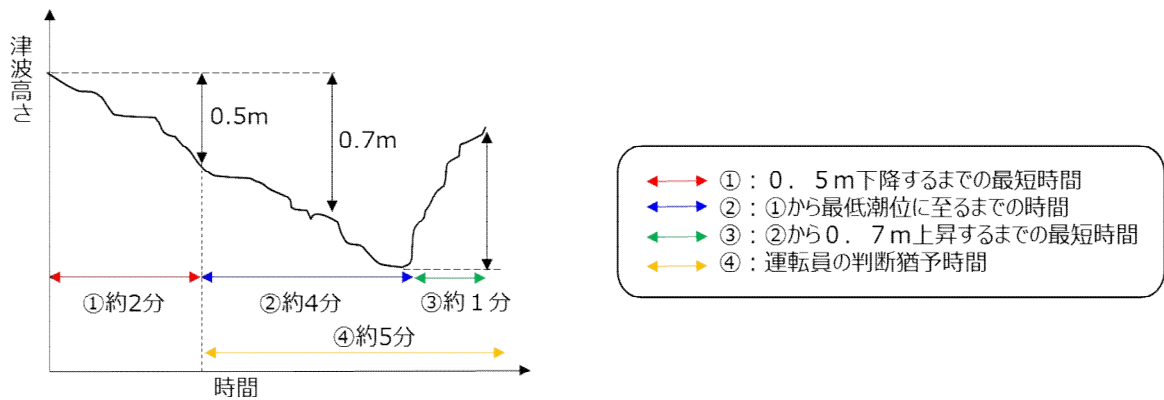


図2 潮位変動開始から判断基準に到達するまでの対応イメージ
 (T34海水ポンプ室前)

(c) 計測誤差の影響

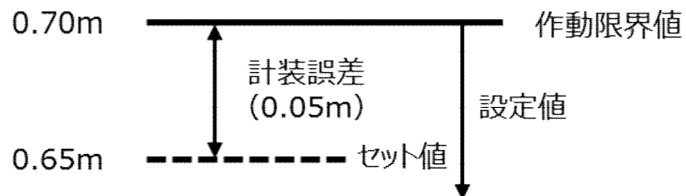
潮位計のループ誤差は最大で±約5cmであり、ループ誤差による検知の遅れ時間は最大約30秒であるが、図2のとおり、津波襲来の判断基準に到達するまでに、最短でも約5分の対応時間を有しており、これに比べ時間遅れは十分に小さいことから計測誤差による影響はない。

(d) 潮位の判断基準の考え方

取水路防潮ゲート閉止判断基準となる潮位の値(0.70m)を作動限界値として定め、セット値^{※1}は、作動限界値から計装誤差(0.05m)を差し引いて設定(0.65m)し、設定値^{※2}は、セット値に計装誤差を加算しても確実に作動する0.70m以下とする。

※1 : 実機の計装設備にセットする作動値

※2 : 取水路防潮ゲート閉止判断のために必要な潮位変動値の許容範囲



潮位計の判断基準値の概念図

表 潮位計の各値に対する許認可資料記載案について

	設置変更許可申請書	工事計画（変更）認可申請書
作動限界値	添付八（0.70m）	添付資料（0.70m）
セット値	まとめ資料（0.65m）	添付資料（0.65m）
設定値	まとめ資料（0.70m以下）	要目表、添付資料（0.70m以下）

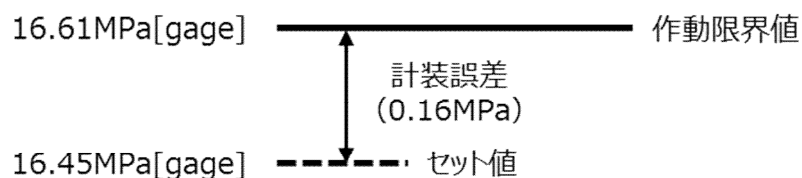
（参考）加圧器圧力高原子炉トリップの設定値の考え方

作動限界値^{※3}は、設置許可申請書添十の解析で使用している作動値（16.61MPa）を使用している。セット値^{※4}は、作動限界値から計装誤差（0.16MPa）を差し引いて設定（16.45MPa）する。設定値^{※5}は、セット値に計装誤差を加算しても確実に作動する16.61MPa以下とする。

※3：解析で使用している原子炉トリップ信号の作動値

※4：実機の計装設備にセットする作動値

※5：原子炉トリップ信号の作動値の許容範囲



加圧器圧力高原子炉トリップ設定値の概念図

表 加圧器圧力高原子炉トリップの各値に対する許認可資料記載について

	設置変更許可申請書	工事計画（変更）認可申請書
作動限界値	添付十（16.61MPa）	添付資料（16.61MPa）
セット値	まとめ資料（16.45MPa）	添付資料（16.45MPa）
設定値	まとめ資料（16.61MPa以下）	要目表、添付資料（16.61MPa以下）

(2) 取水路防潮ゲートを1分で閉止する運用について

図1に示すとおり、潮位変動が判断基準に到達し、循環水ポンプ停止及びユニットトリップ操作完了後、取水路防潮ゲートを1分で閉止する運用としている。1号炉～4号炉の4プラント運転時における取水路防潮ゲートの状況を図3及び図4に示す。取水路防潮ゲートは防潮壁、ゲート扉体、ゲート落下機構等で構成されており、ゲート扉体はラック棒によりゲート落下機構に固定されている。

ゲート扉体の落下距離は6mであるが、短尺ラック棒の場合、ゲート落下機構を通過する区間（以下「区間①」という。）は1mである。区間①においては、ゲート扉体はゲート落下機構に落下速度を制限された状態で落下し、その後の5m区間（以下「区間②」という。）については自由落下となる。区間①及び区間②の落下時間を以下に示す。

(a) 区間①の落下時間

区間①は、ラック棒がゲート落下機構を通過する区間であり、ゲート扉体は落下速度を制限された状態で落下する。ラック棒がゲート落下機構を通過する速度については、大津波警報が発令された場合の検討において、閉止速度3m/分であることを検査等により確認していることから、前半1m区間の落下時間は、1mのラック棒がゲート落下機構を通過する時間である20秒（3mを1分で落下するため、1mの落下時間は20秒）と算定できる。

なお、閉止速度3m/分は、静水中のゲート閉止を前提としているものであり、前半1m区間の落下時にはすでに津波が到達していることから、津波による流水抵抗を受ける可能性がある。ただし、ゲート落下機構による落下速度制限に落下時間は支配されることから、津波による流水抵抗によって、閉止時間3m/分には変わりはないものとする。

(b) 区間②の落下時間

区間②の落下時においても、すでに津波が到達していることから、津波による流水抵抗等を考慮した条件で落下時間を算定した結果、区間②の落下時間は2秒程度と算定できる。区間②の落下時間算定の詳細を図5に示す。

(a)及び(b)より、取水路防潮ゲートを閉止（ゲート扉体が6m落下）するまでに要する時間は20秒程度と算定できるものの、余裕を考慮して1分と評価している。

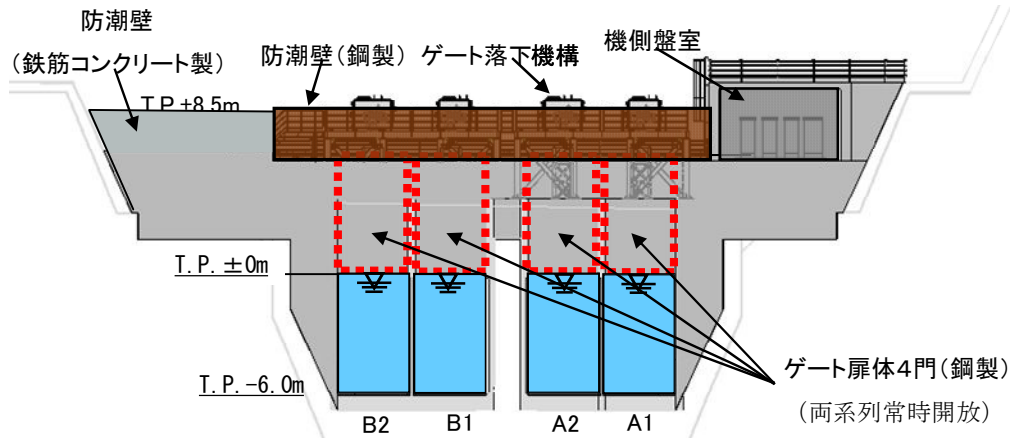


図 3 4 プラント運転時における取水路防潮ゲートの状況（正面図）

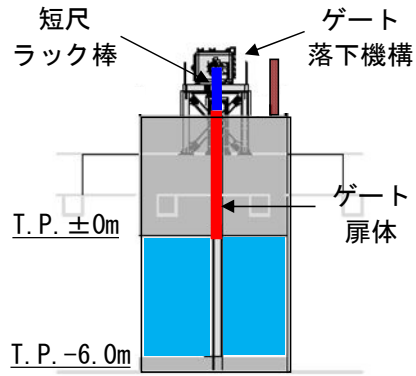
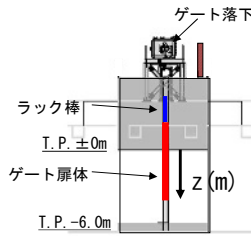


図 4 4 プラント運転時における取水路防潮ゲートの状況（断面図）

- ゲート扉体に作用する荷重を考慮した運動方程式により落下加速度を求め、落下時間を算定する。



$$m \frac{d^2z}{dt^2} = F(\downarrow) - F(\uparrow)$$

ここで、 m : ゲート扉体質量 (t)
 z : ゲート扉体の落下距離 (m)
 $F(\downarrow)$: 下向きに作用する力 (kN)
 $F(\uparrow)$: 上向きに作用する力 (kN)

- ダム堰基準では、水門扉の扉体の開閉時の検討に考慮する荷重として下記1～6が示されている (ダム堰基準 P.156)。
- 1～6のうち、「4.越流水による上・下向力」については越流が発生しないこと、また、「5.下端放流水による上・下向力」については、下向きのダウンブルフオースが作用することから、ゲート閉止時の検討においては考慮しない。一方、「6.その他の荷重」については、ゲート底面に作用する鉛直方向の水の抗力を考慮する。各荷重の詳細を次ページ以降に示す。

- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| 1. 扉体の自重 | ⇒①自重 (↓) |
| 2. 支承、水密ゴムおよび堆泥による摩擦力 | ⇒②流速による抵抗力 (↑)、③水位差による抵抗力 (↑) |
| 3. 浮力 | ⇒④浮力 (↑) |
| 4. 越流水による上・下向力 | ⇒発生しない |
| 5. 下端放流水による上・下向力 | ⇒考慮しない |
| 6. その他の荷重 (加味する必要がある場合) | ⇒⑤鉛直方向の水の抗力 (↑) |

- 荷重の整理結果を踏まえた運動方程式は以下のとおりとなる。

$$m \frac{d^2z}{dt^2} = \underbrace{mg}_{①} - \underbrace{\mu Fa}_{②} - \underbrace{\mu Fb}_{③} - \underbrace{Fc}_{④} - \underbrace{Fd}_{⑤}$$

ここで、 m : ゲート扉体質量 (t)
 z : ゲート扉体の落下距離 (m)
 Fa : 流速による抵抗力 (kN)
 Fb : 水位差による抵抗力 (kN)
 Fc : 浮力 (kN)
 Fd : 鉛直方向の水の抗力 (kN)
 μ : 摩擦抵抗
 (=0.4 ※ダム堰基準 P.158)

① 扉体の自重

ゲート扉体質量7.133tによる自重を考慮する。

② 流速による抵抗力

以下の式により流速による抵抗力を算定する。(ダム堰基準 P.582)

下図のとおり、ゲート閉止時の流速は0.8m/s程度であるが、抵抗力を保守的に評価するため、流速3.0m/sを考慮する。

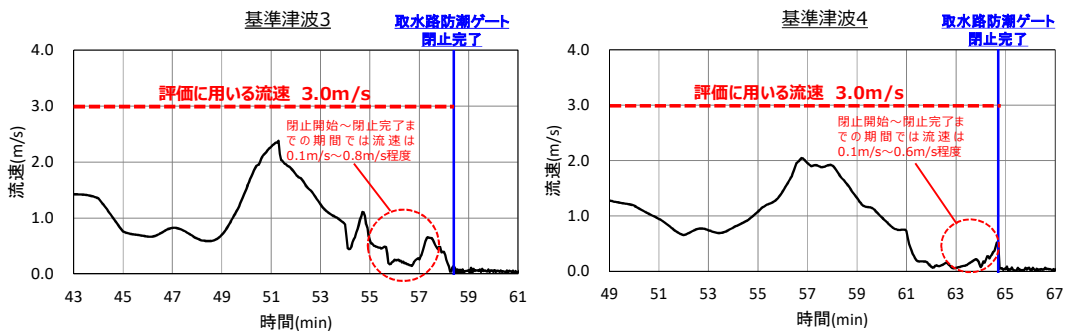
$$Fa = 1/2 \times \rho_g \times v_a^2 \times C \times B \times z$$

$$= 1/2 \times 1.03 \times 3^2 \times 1.0 \times 3.9 \times z$$

$$= 18.077 \times z \text{ (kN)}$$

※ $z=6m$ では $Fa=108.5$ (kN)

ここで、 v_a : 流速 (3.0m/s)
 C : 水に対する抵抗係数 (=1.0)
 ※ダム堰基準 P.582
 B : 作用幅 (3.9m)
 z : 落下距離 (m)



※ 津波シミュレーションでは、閉止完了時刻まではゲート開、閉止完了時刻以降はゲート全開となる条件としている。
 ※ 全方向流速 (絶対値) を示している。

図5 区間②の落下時間の算定 (1/2)

③ 水位差による抵抗力

以下の式により水位差による抵抗力を算定する。(ダム堰基準 P.156)

$$\begin{aligned} F_b &= P \times B \times z \\ &= 1.03 \times 9.80665 \times 0.459 \times 3.9 \times z \\ &= \underline{18.082 \times z \text{ (kN)}} \\ &\quad \text{※}z=6\text{mでは}F_b=108.5 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

ここで、P：水位差による水圧（評価に用いる流速3.0m/sが作用した場合の、ゲート前面の水位上昇による水位差を考慮する。 $h=v_a^2/2g=0.459\text{m}$ より、 $P=\rho_0gh$ (kN/m²) を扉体に作用させる。）
B：作用幅 (3.9m)
z：落下距離 (m)

④ 浮力

以下の式により浮力を算定する。(ダム堰基準 P.156)

$$\begin{aligned} F_c &= \rho_0 \times g \times V \times z / 6 \\ &= 1.03 \times 9.80665 \times 0.847 \times z / 6 \\ &= \underline{1.426 \times z \text{ (kN)}} \\ &\quad \text{※}z=6\text{mでは}F_c=8.56 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

ここで、V：扉体の体積 (0.847m³)
z：落下距離 (m)

※扉体はスキムプレート（片面）をH鋼等で補強している構造であり、落下時に鋼材間の空気は水と入れ替わることから、扉体に作用する浮力は鋼材体積から算定した浮力とする。（図6に取水路防潮ゲート扉体写真を示す。）

⑤ 鉛直方向の水の抗力

以下の式により鉛直方向の水の抗力を算定する。(ダム堰基準 P.582)

$$\begin{aligned} F_d &= 1/2 \times \rho_0 \times v_b^2 \times C \times A \\ &= 1/2 \times 1.03 \times v_b^2 \times 1.0 \times 2.125 \\ &= \underline{1.0944 \times v_b(z)^2 \text{ (kN)}} \end{aligned}$$

ここで、 $v_b(z)$ ：z(m)地点の落下速度 (m/s) ※落下距離に応じた速度を考慮する
C：水に対する抵抗係数 (=1.0) ※ダム堰基準 P.582
A：ゲート底面積 (2.125m²)
z：落下距離 (m)

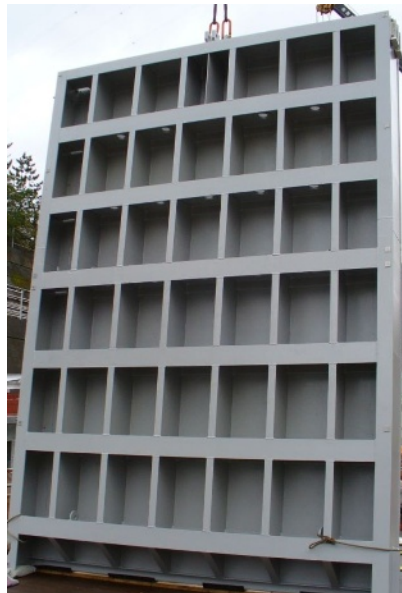
①～⑤より、運動方程式は以下のとおりとなる。

$$m \frac{d^2 z}{dt^2} = mg - \mu F_a - \mu F_b - F_c - F_d$$

$$7.133 \times \frac{d^2 z}{dt^2} = 7.133 \times 9.80665 - 0.4 \times 18.077 \times z - 0.4 \times 18.082 \times z - 1.426 \times z - 1.0944 \times \left(\frac{dz}{dt}\right)^2$$

保守的な評価として、区間②における自由落下開始時の速度を0m/sとすると、**区間② (5m) の落下時間は約1.79秒**となる。

図5 区間②の落下時間の算定 (2/2)



取水路下流側（海水ポンプ室側）

図6 取水路防潮ゲート扉体

漂流物影響評価における津波の流速・流向について

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。

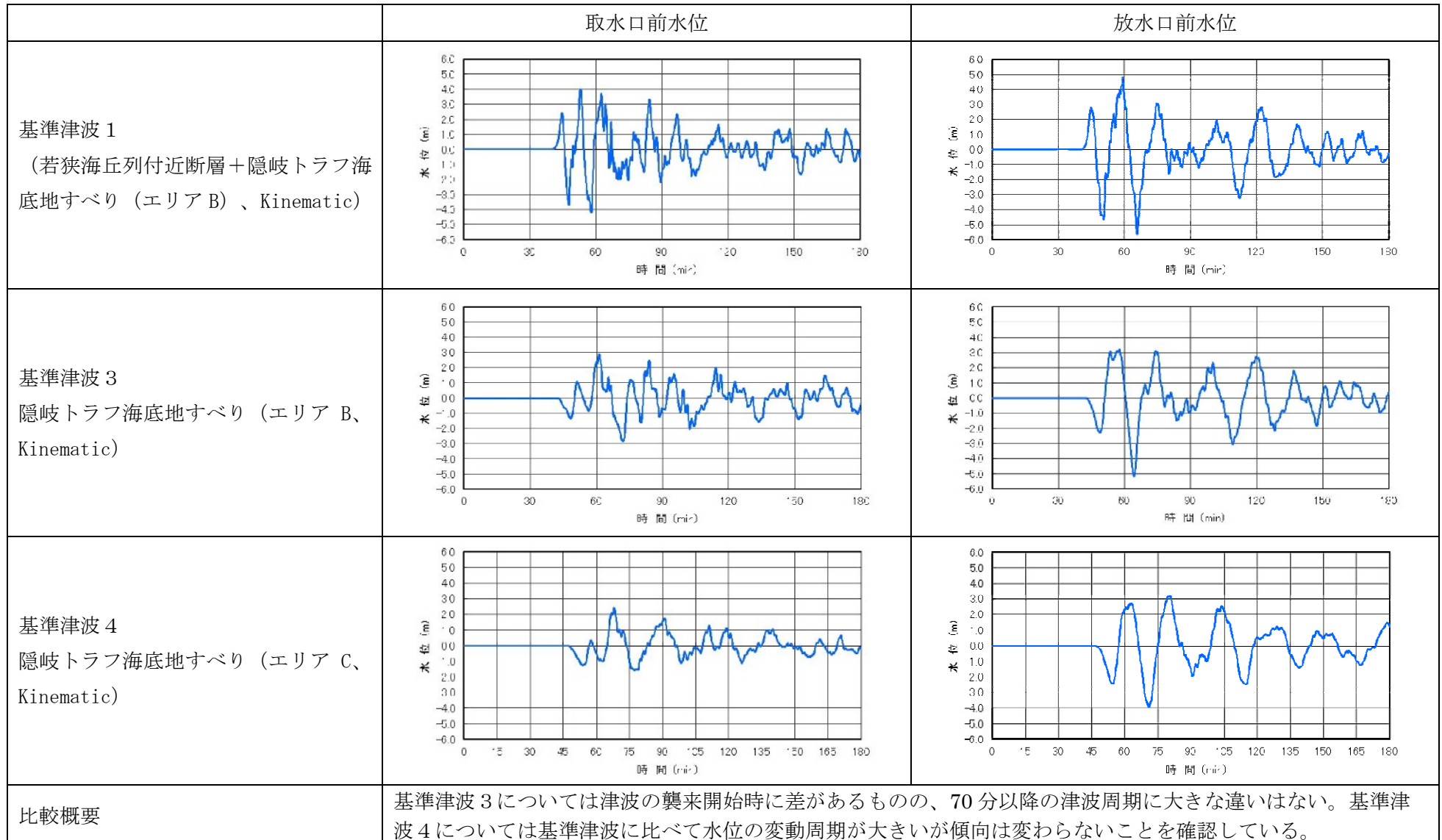


図 1 基準津波の波形の比較

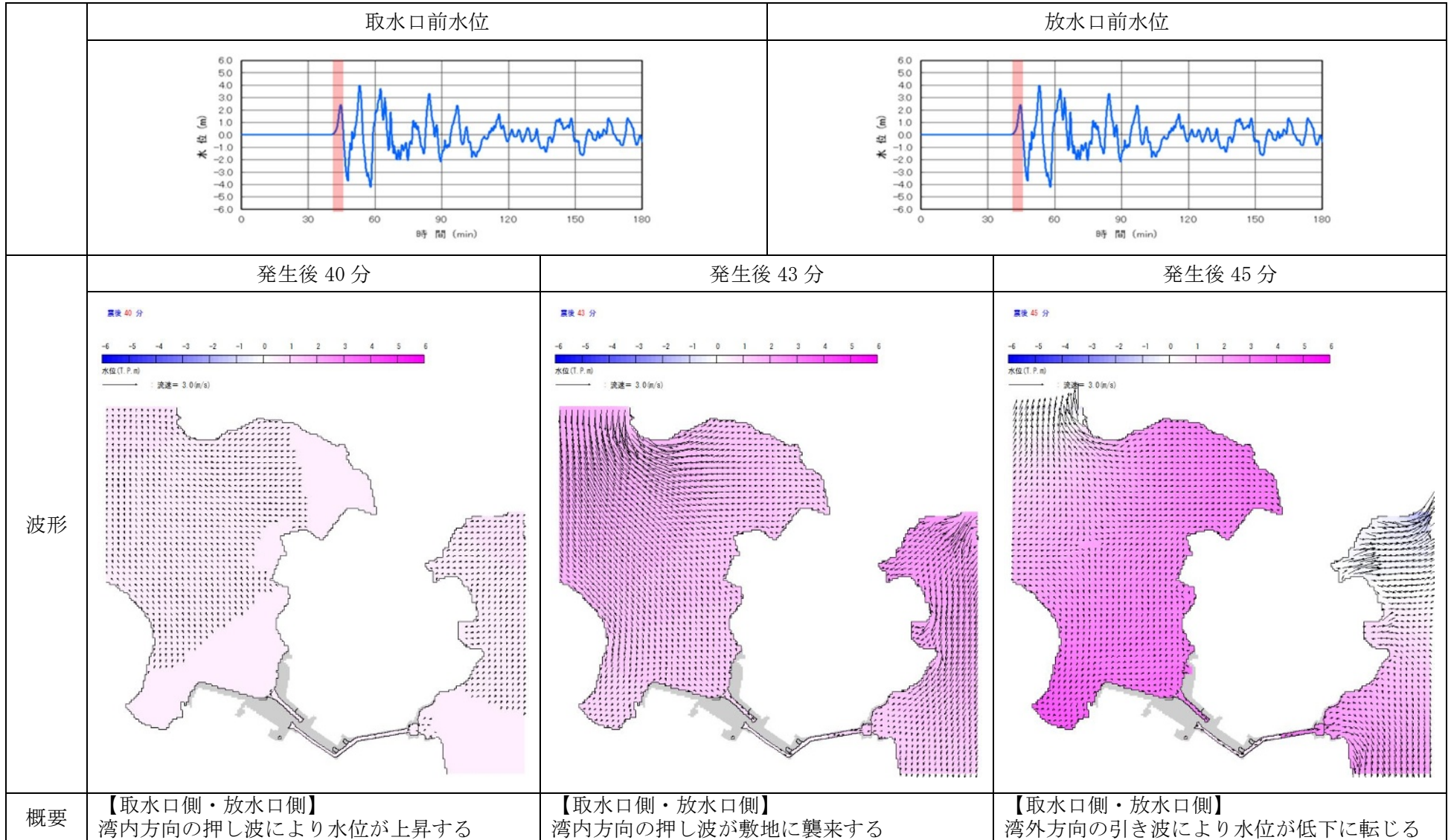


図 2 (1/3) 基準津波 1 の流向・流速の概要

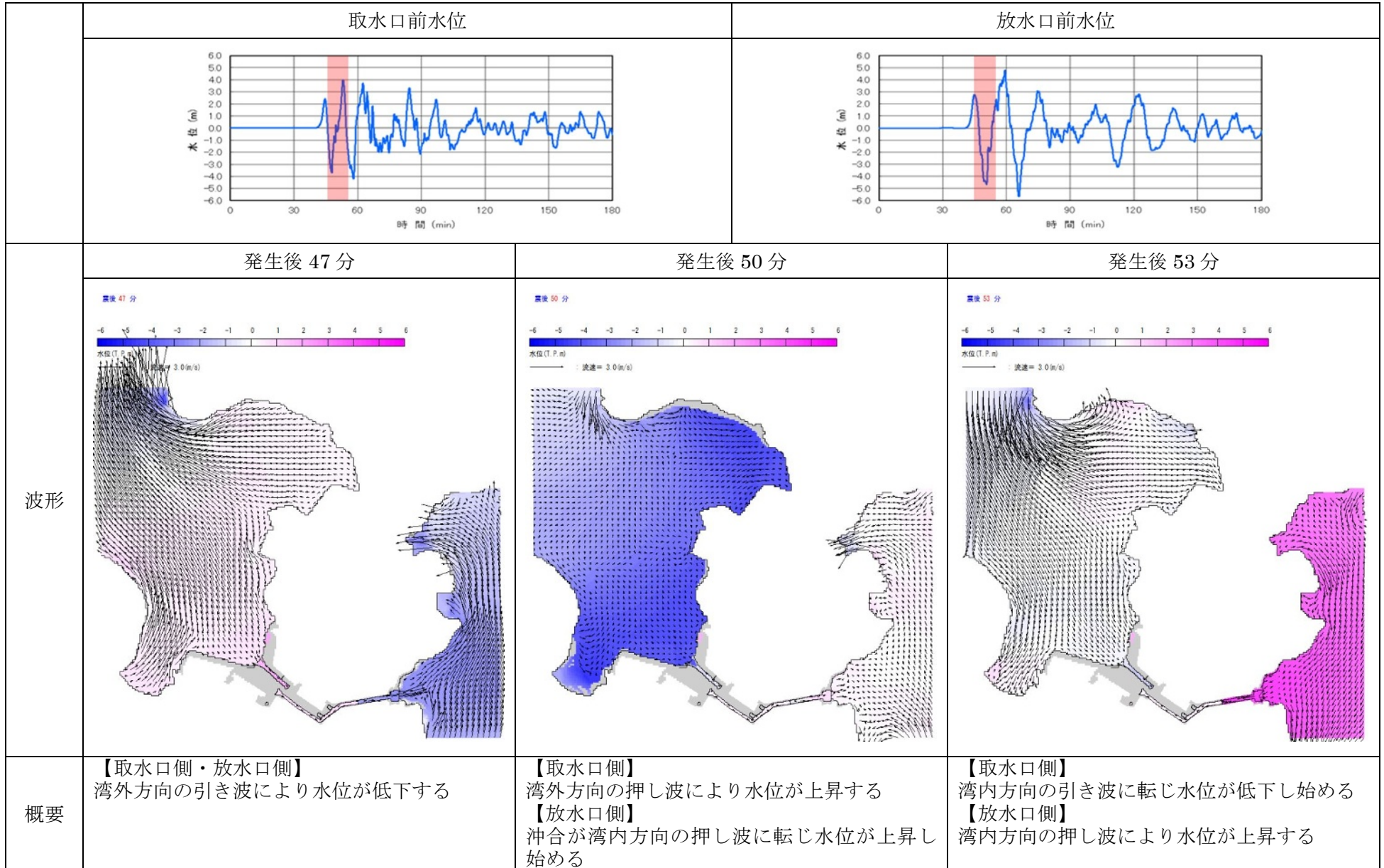


図 2 (2/3) 基準津波 1 の流向・流速の概要

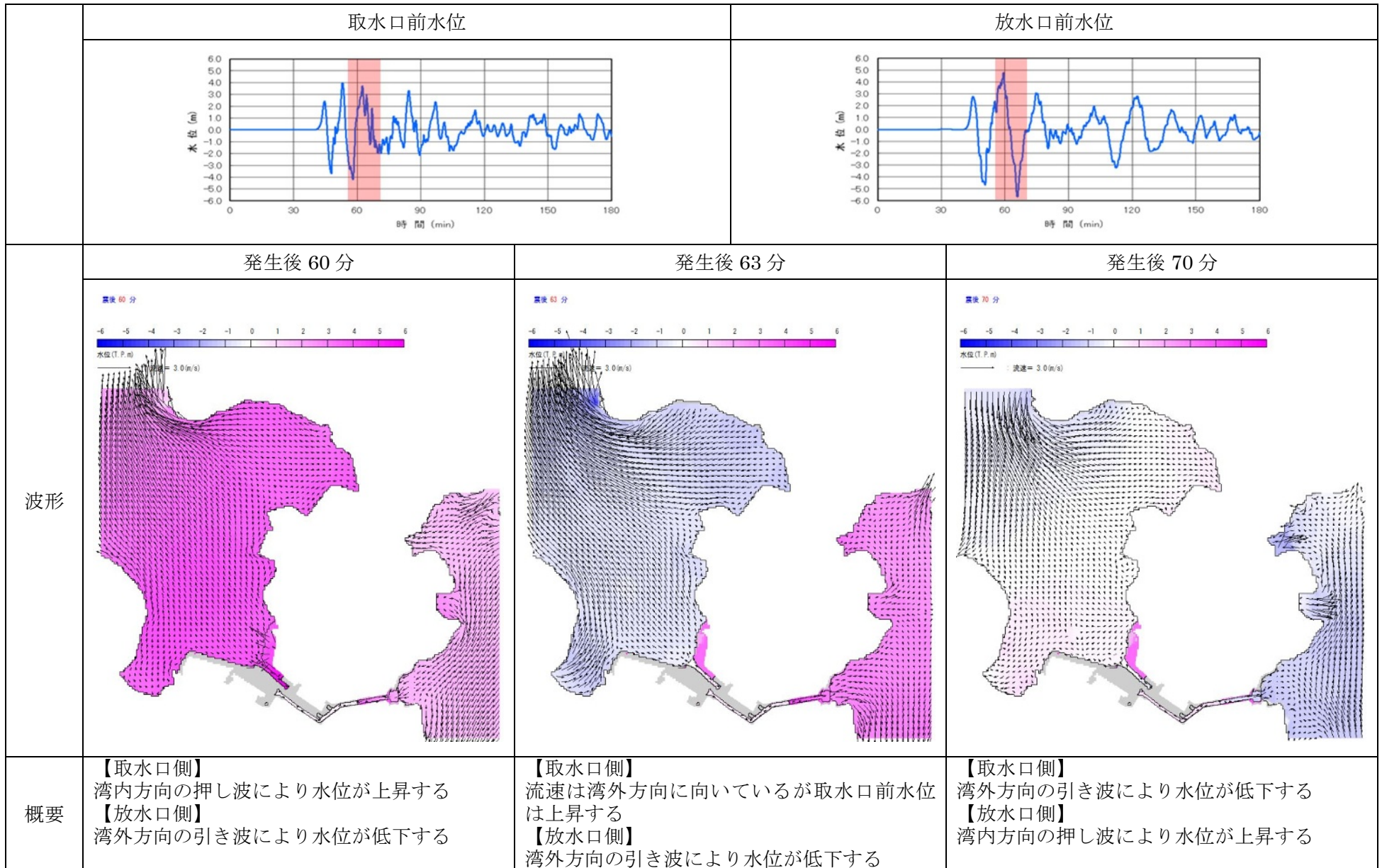


図 2 (3/3) 基準津波 1 の流向・流速の概要

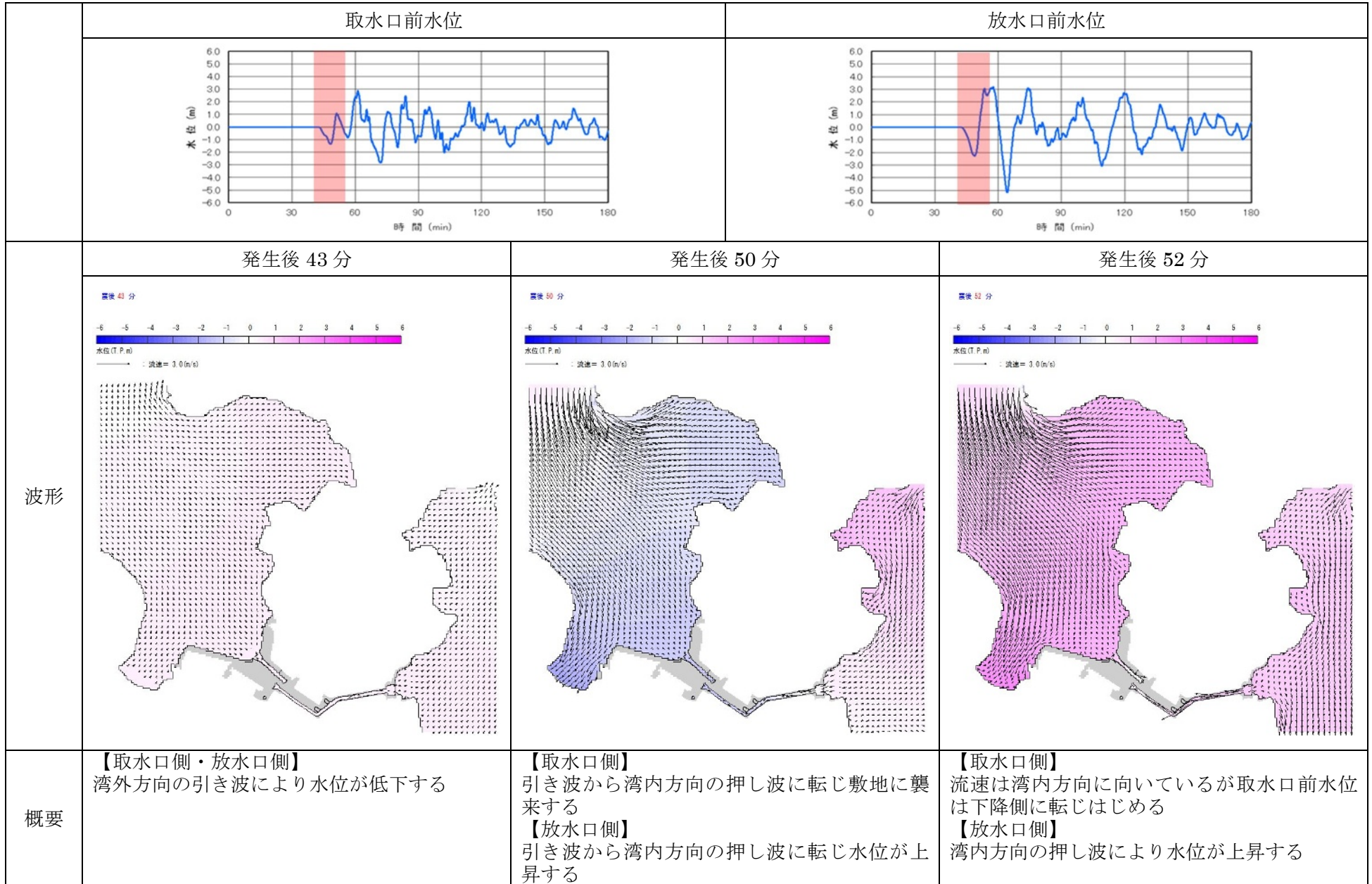


図3 (1/4) 基準津波3の流向・流速の概要

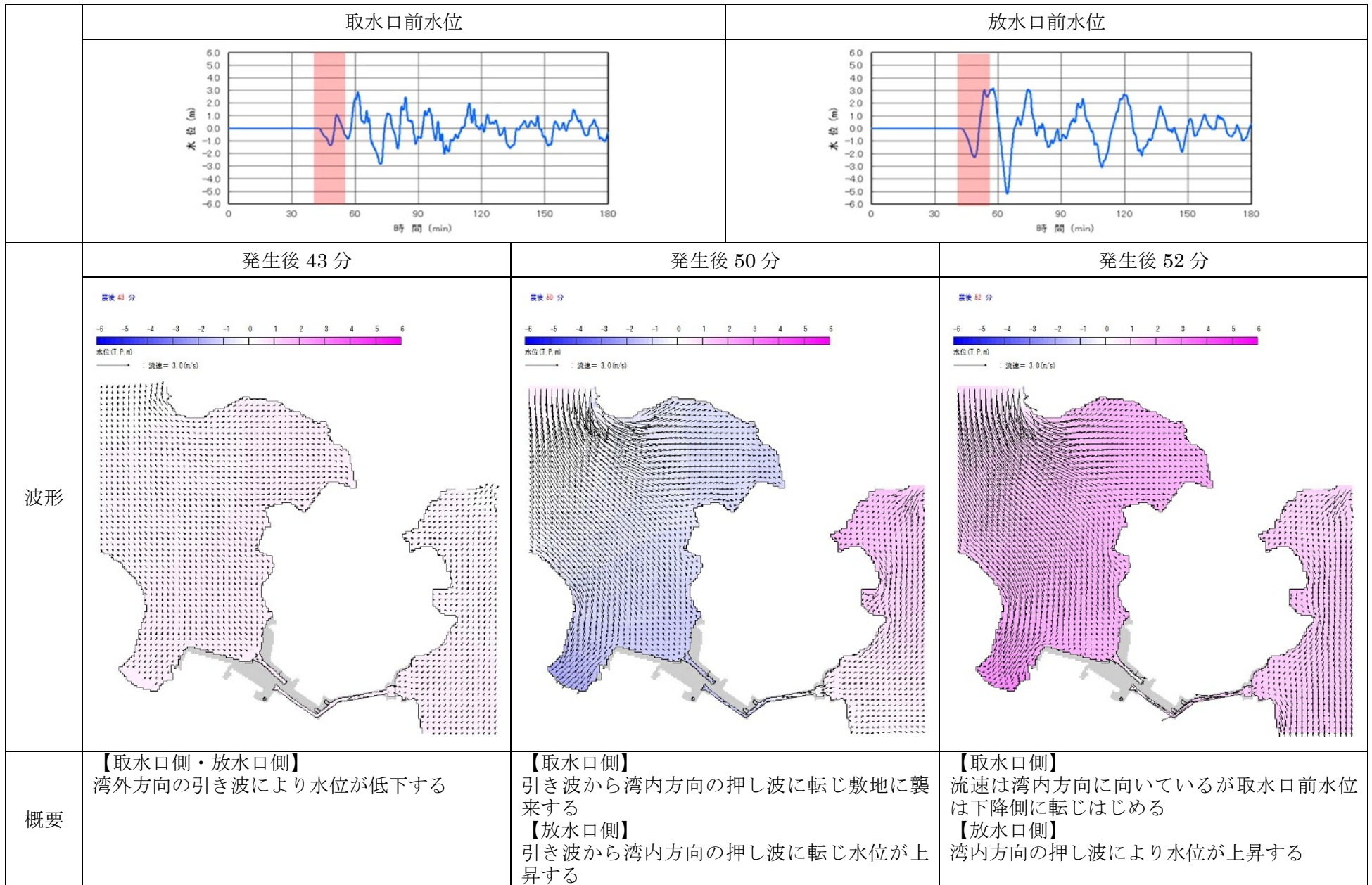


図3 (2/4) 基準津波3の流向・流速の概要

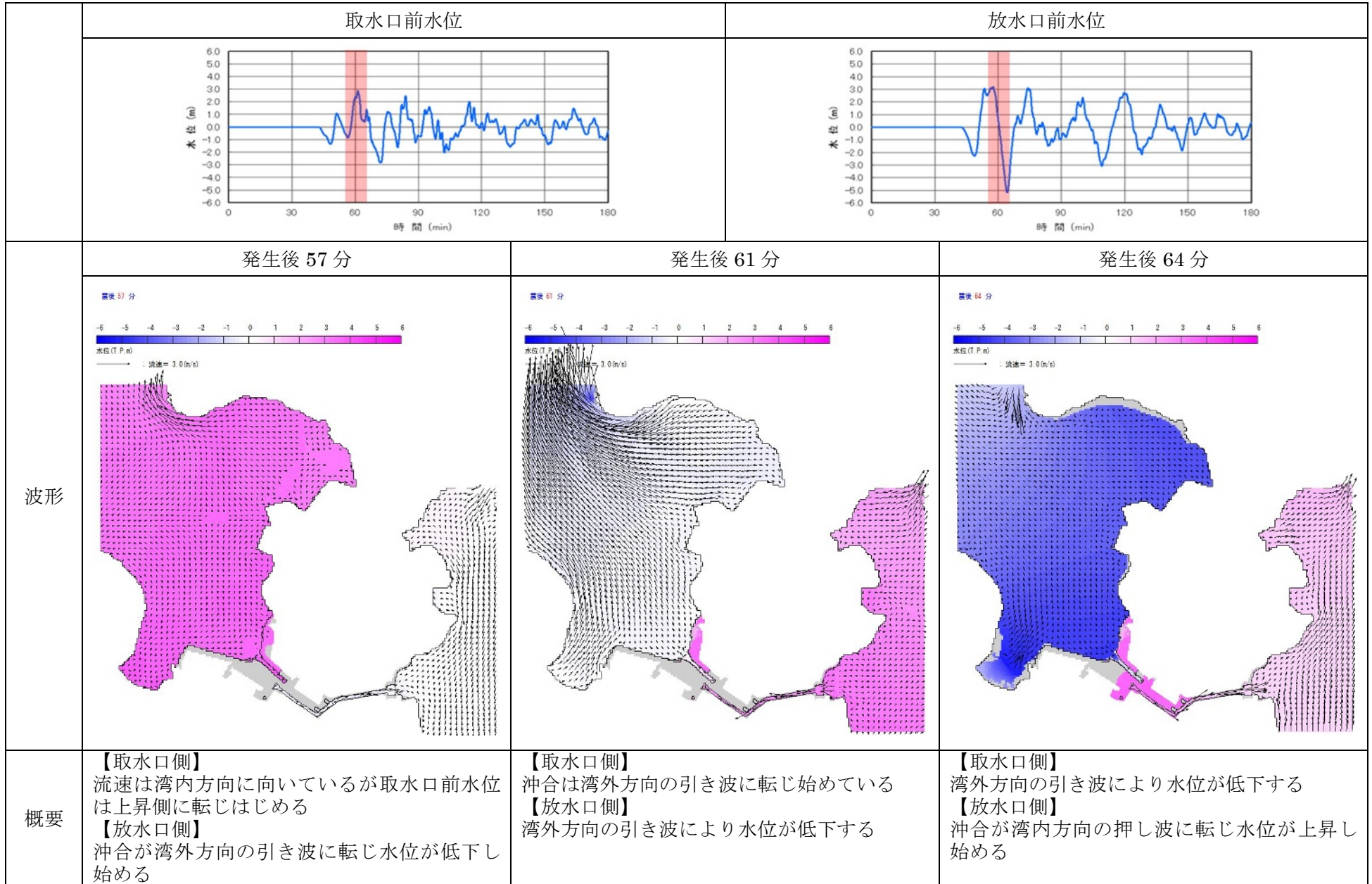


図3 (3/4) 基準津波3の流向・流速の概要

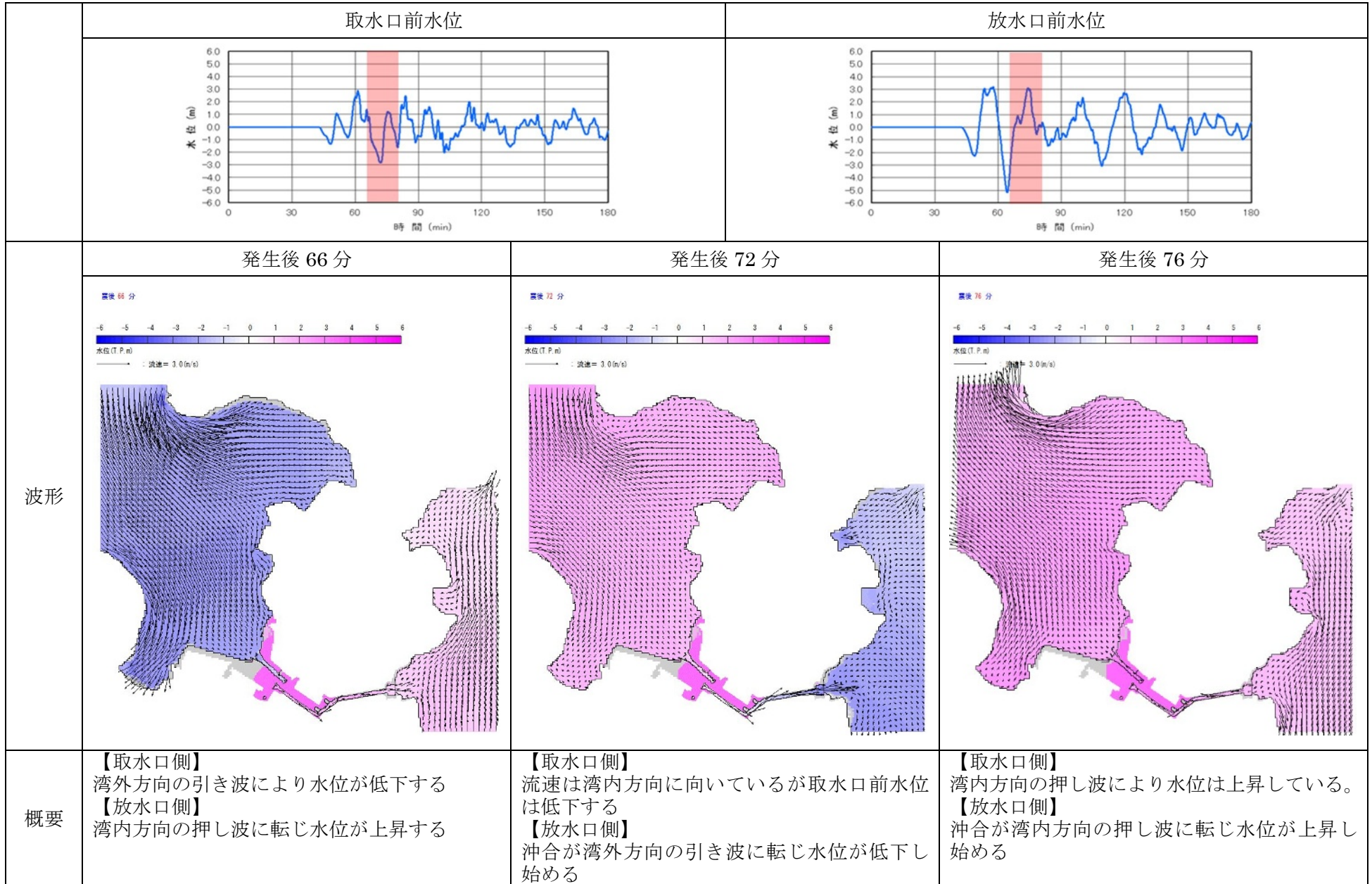


図3 (4/4) 基準津波3の流向・流速の概要

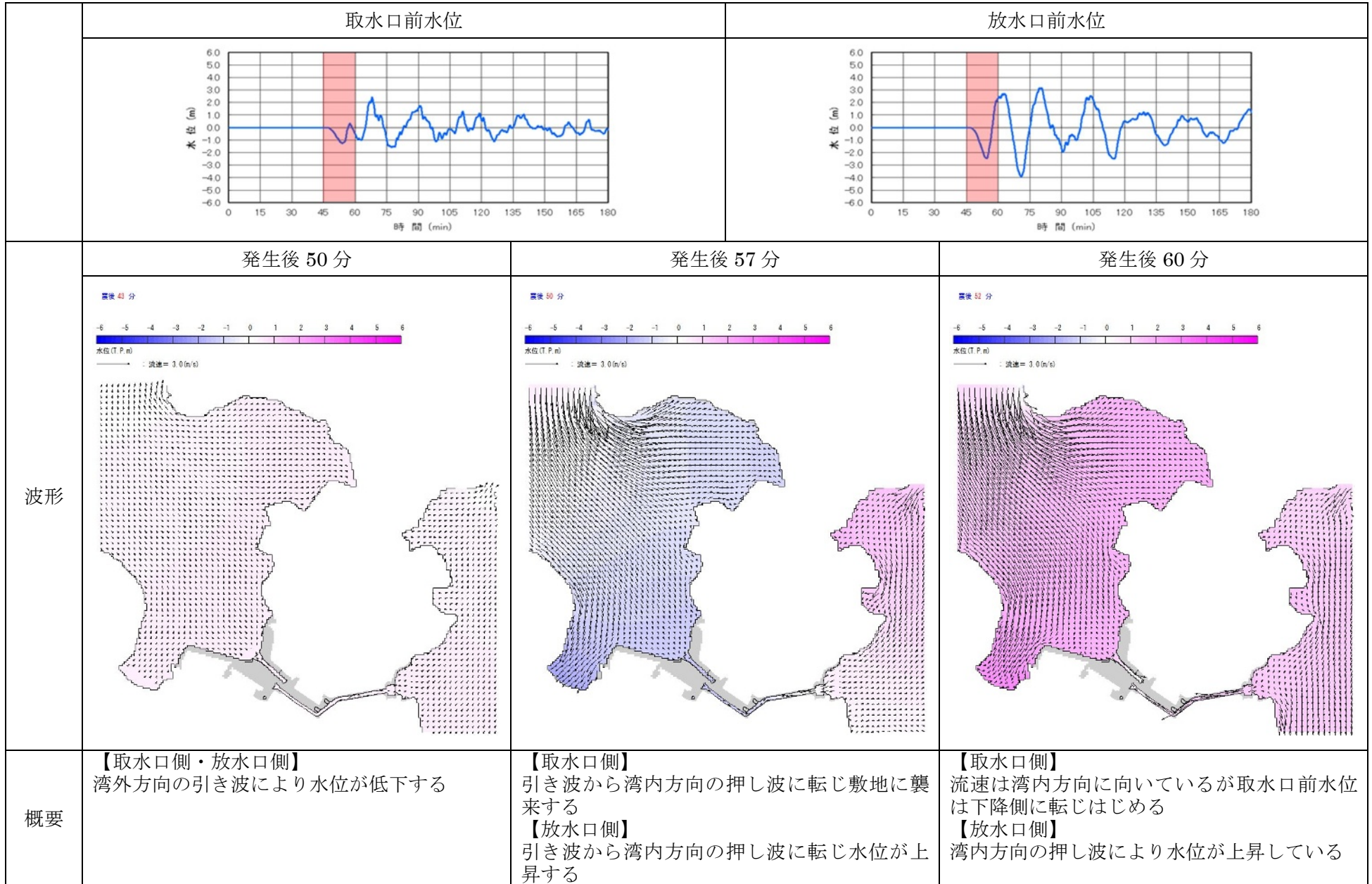


図 4 (1/2) 基準津波 4 の流向・流速の概要

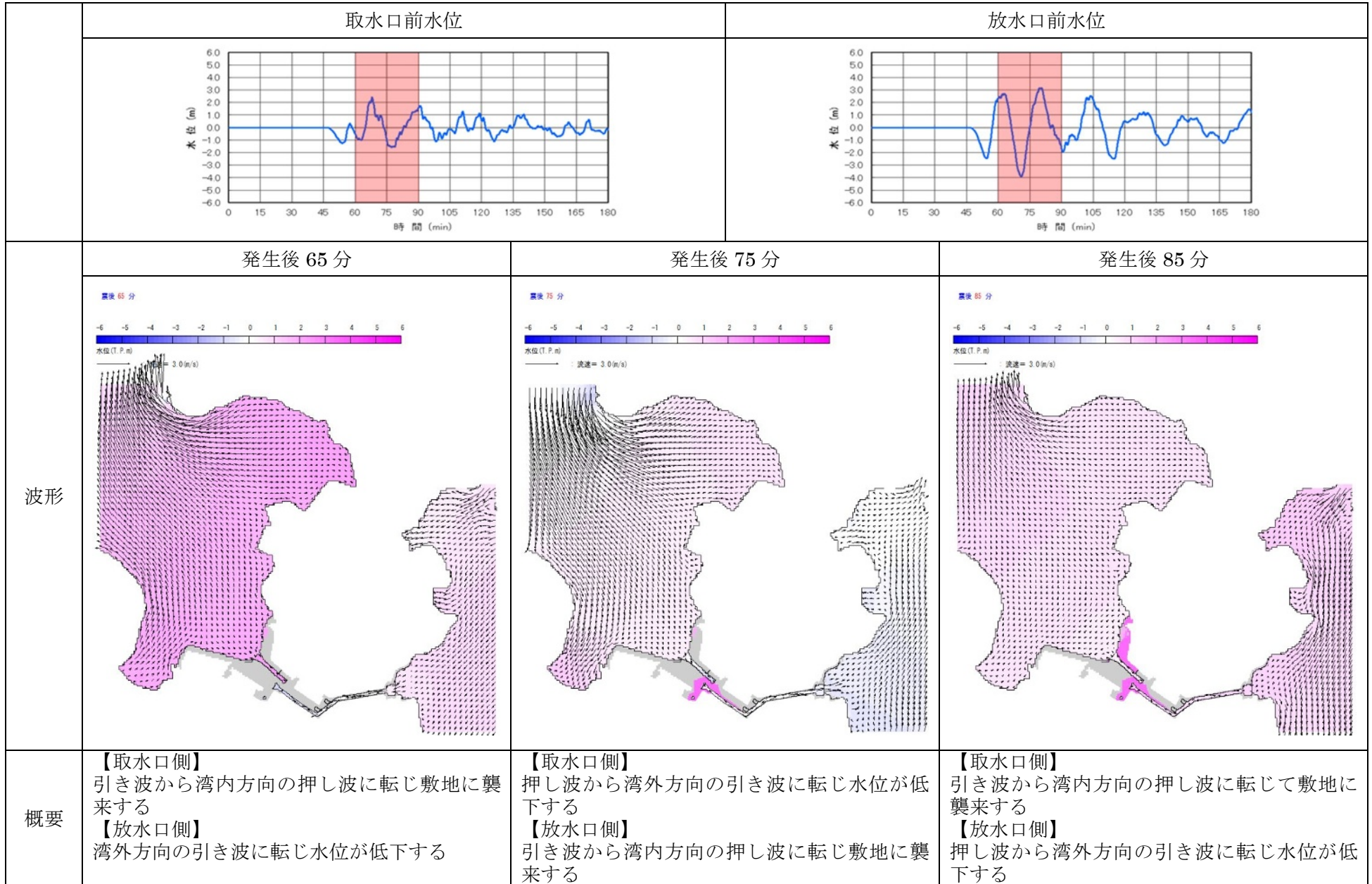
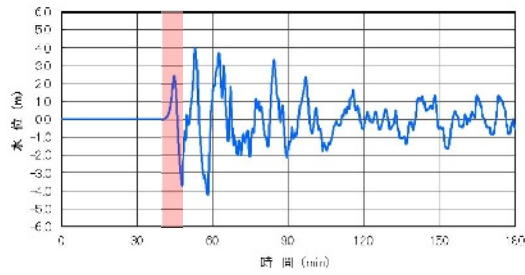


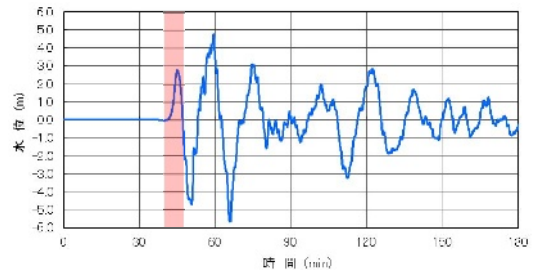
図 4 (2/2) 基準津波 4 の流向・流速の概要

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)

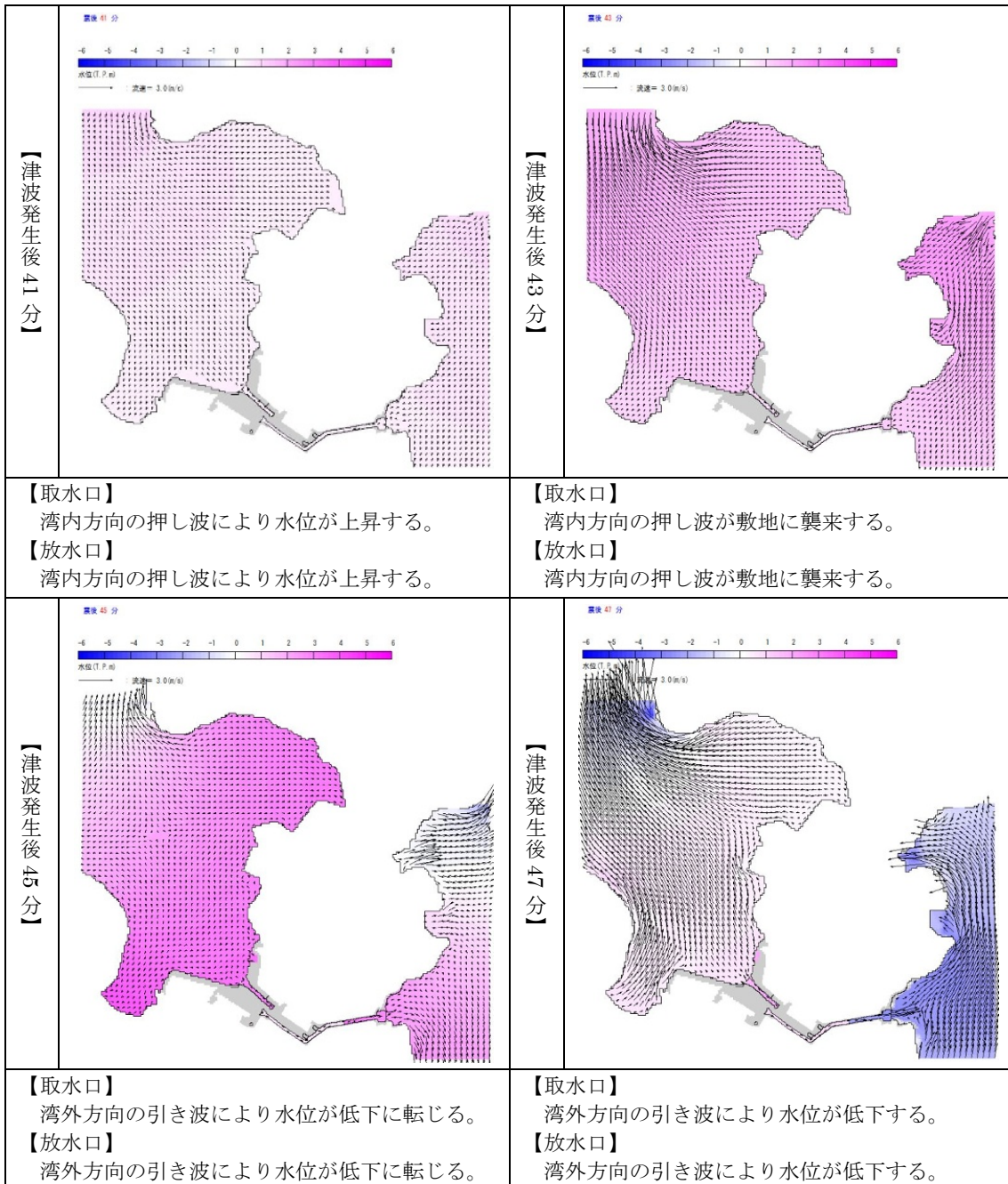
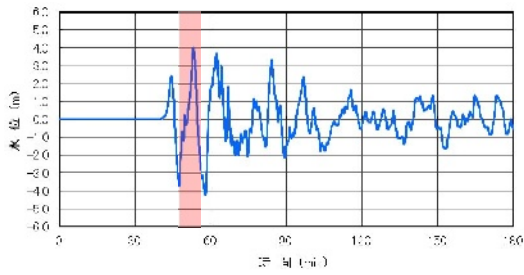
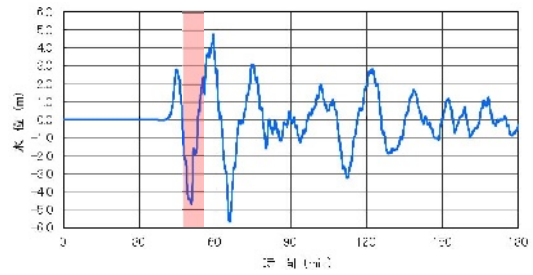


図 5 (1/6) 基準津波 1 の流速及び流向



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)

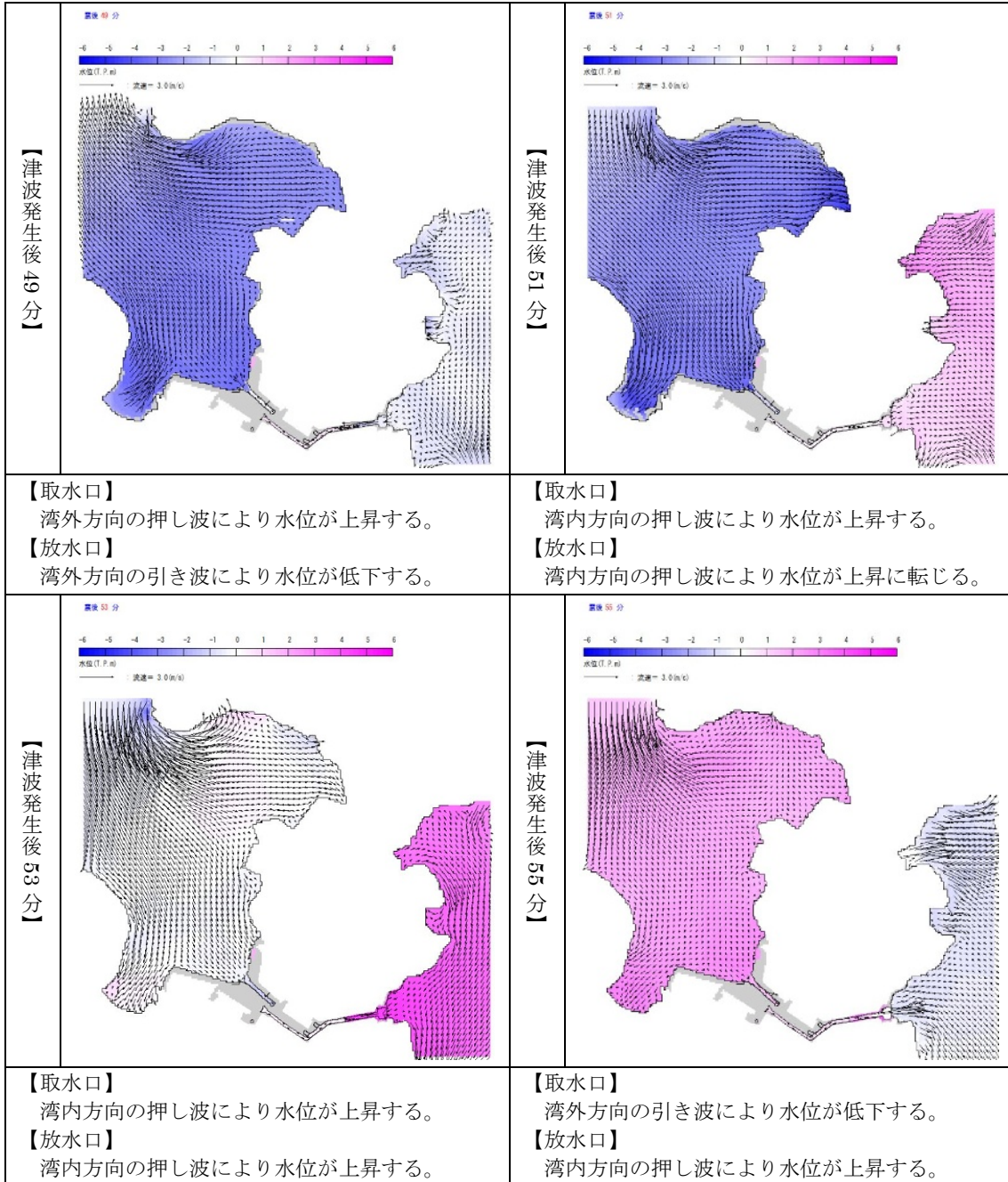
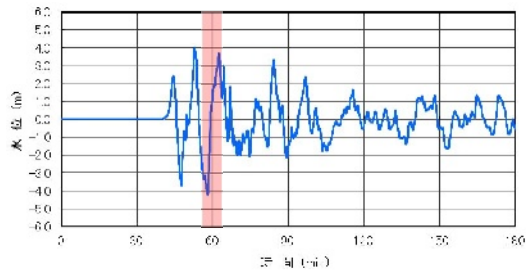
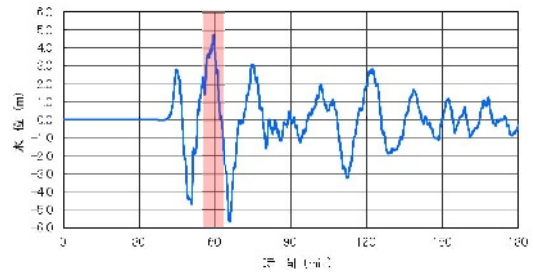


図 5 (2/6) 基準津波 1 の流速及び流向



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)

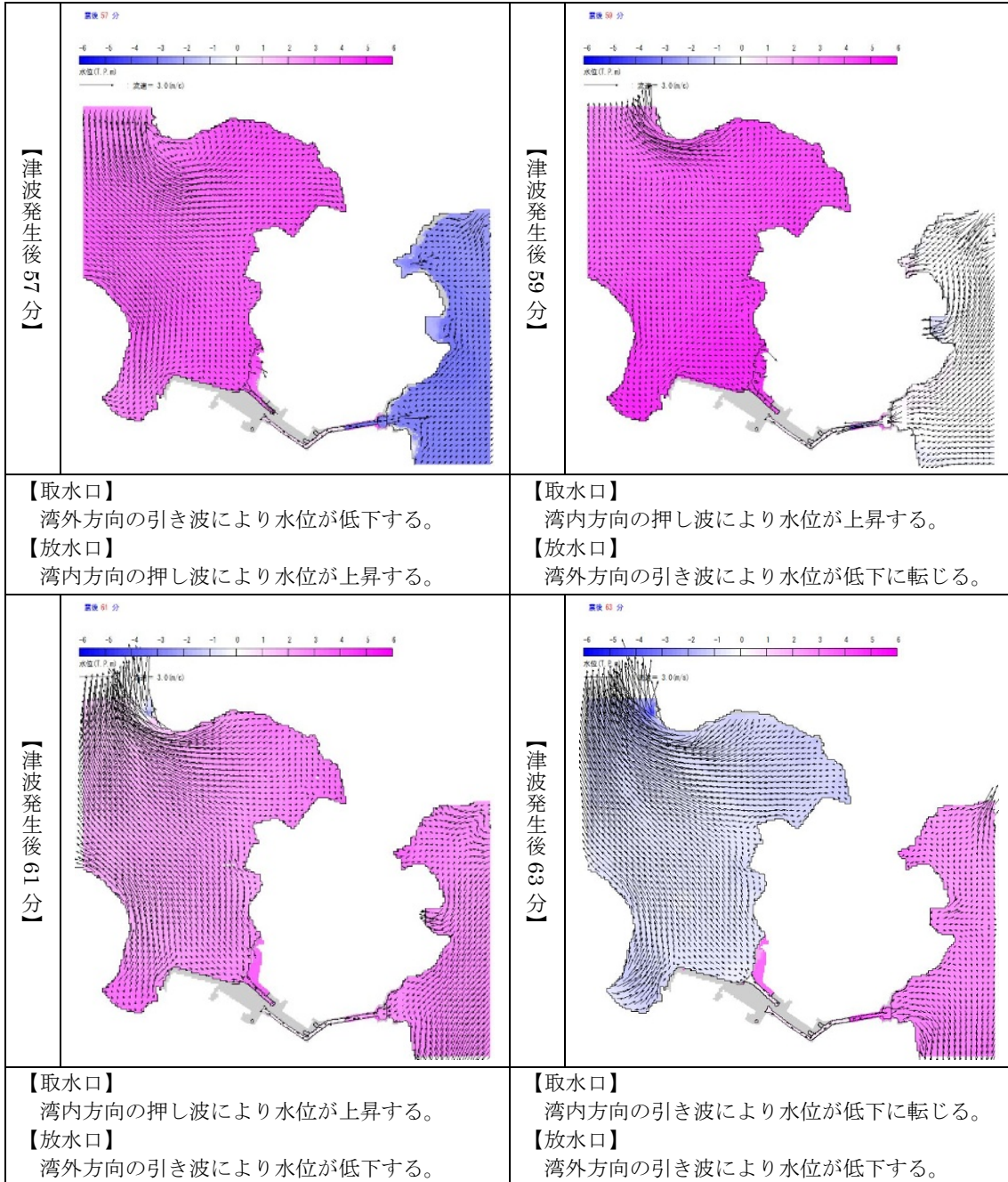
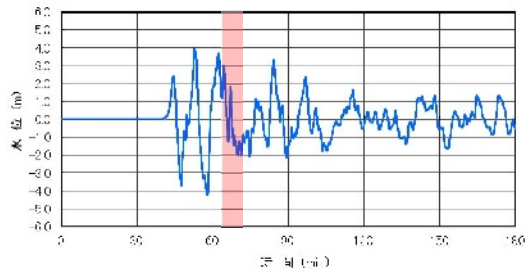
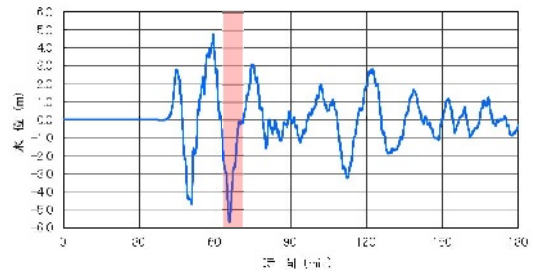


図 5 (3/6) 基準津波 1 の流速及び流向



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)

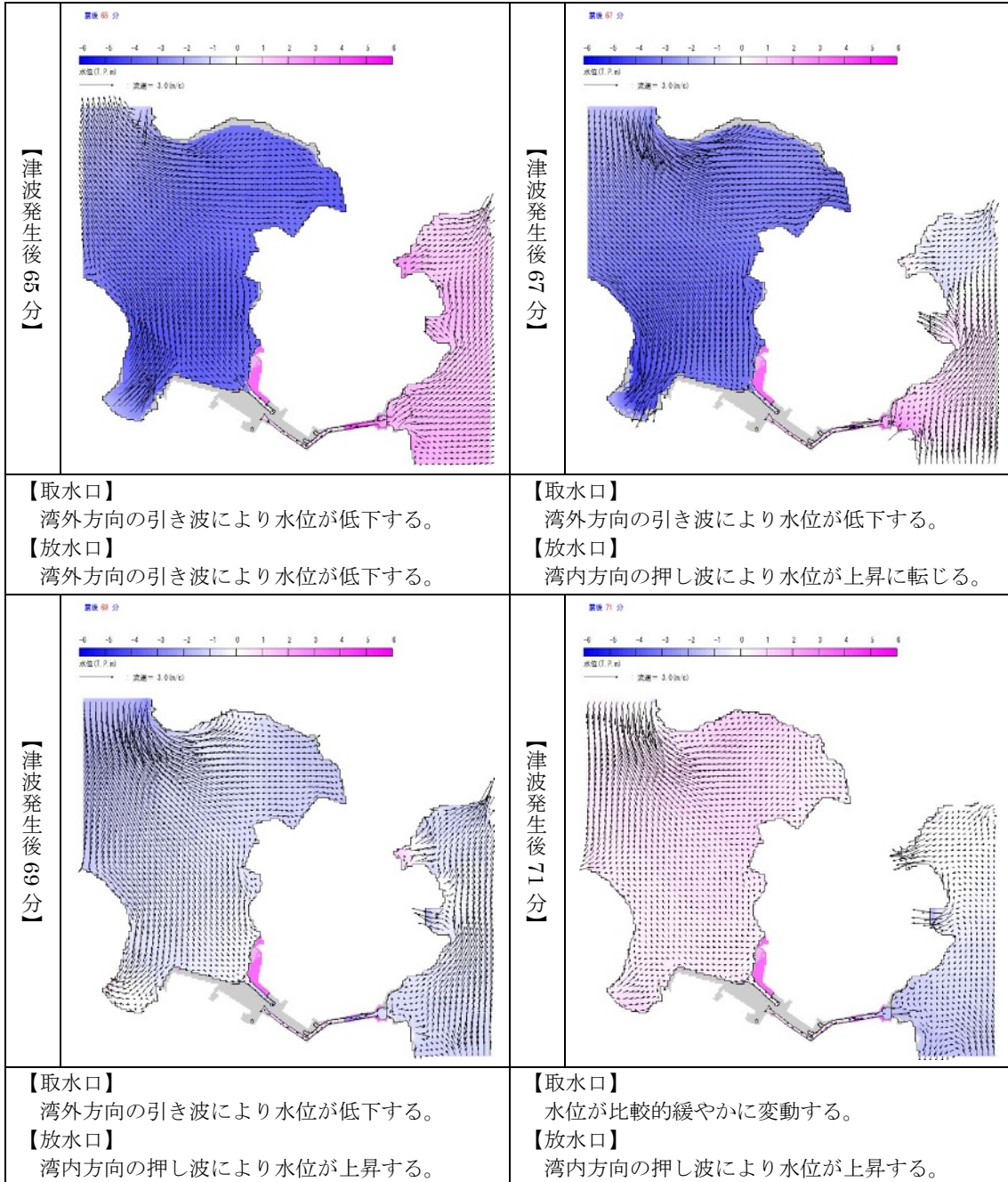
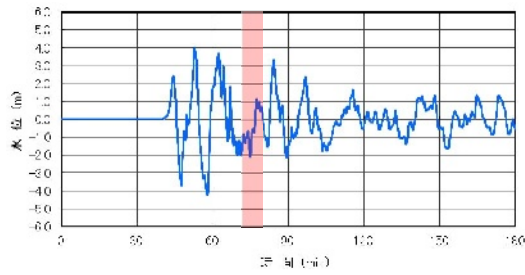
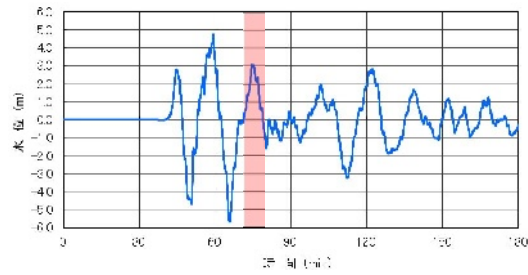


図 5 (4/6) 基準津波 1 の流速及び流向



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)

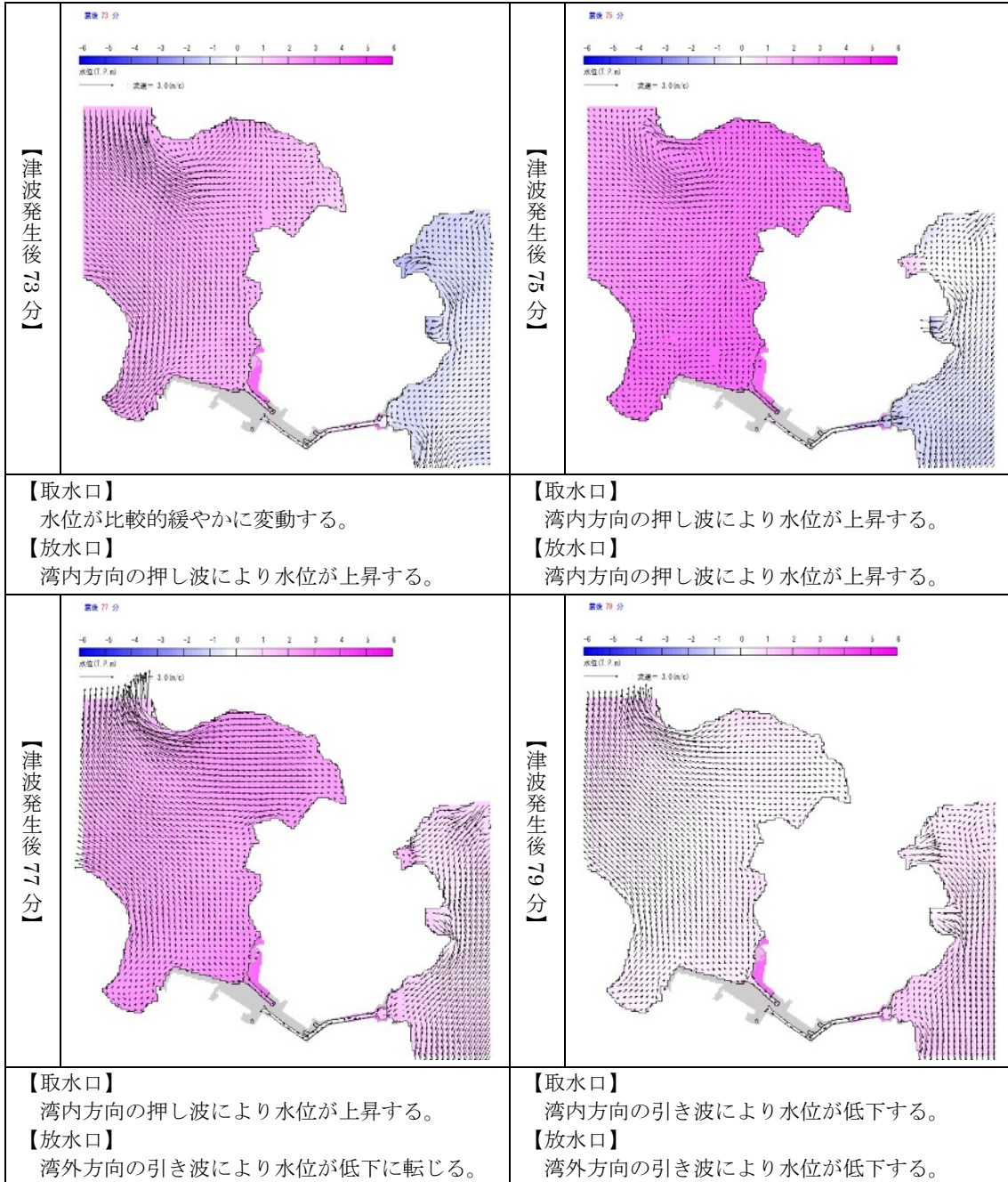
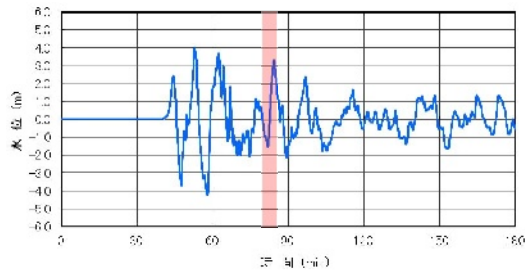
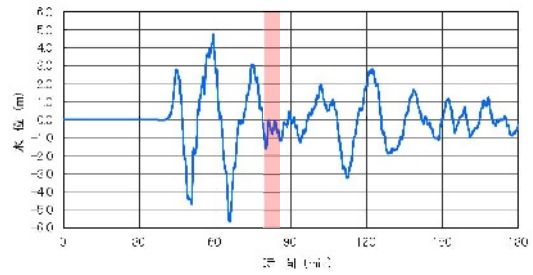


図 5 (5/6) 基準津波 1 の流速及び流向



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)

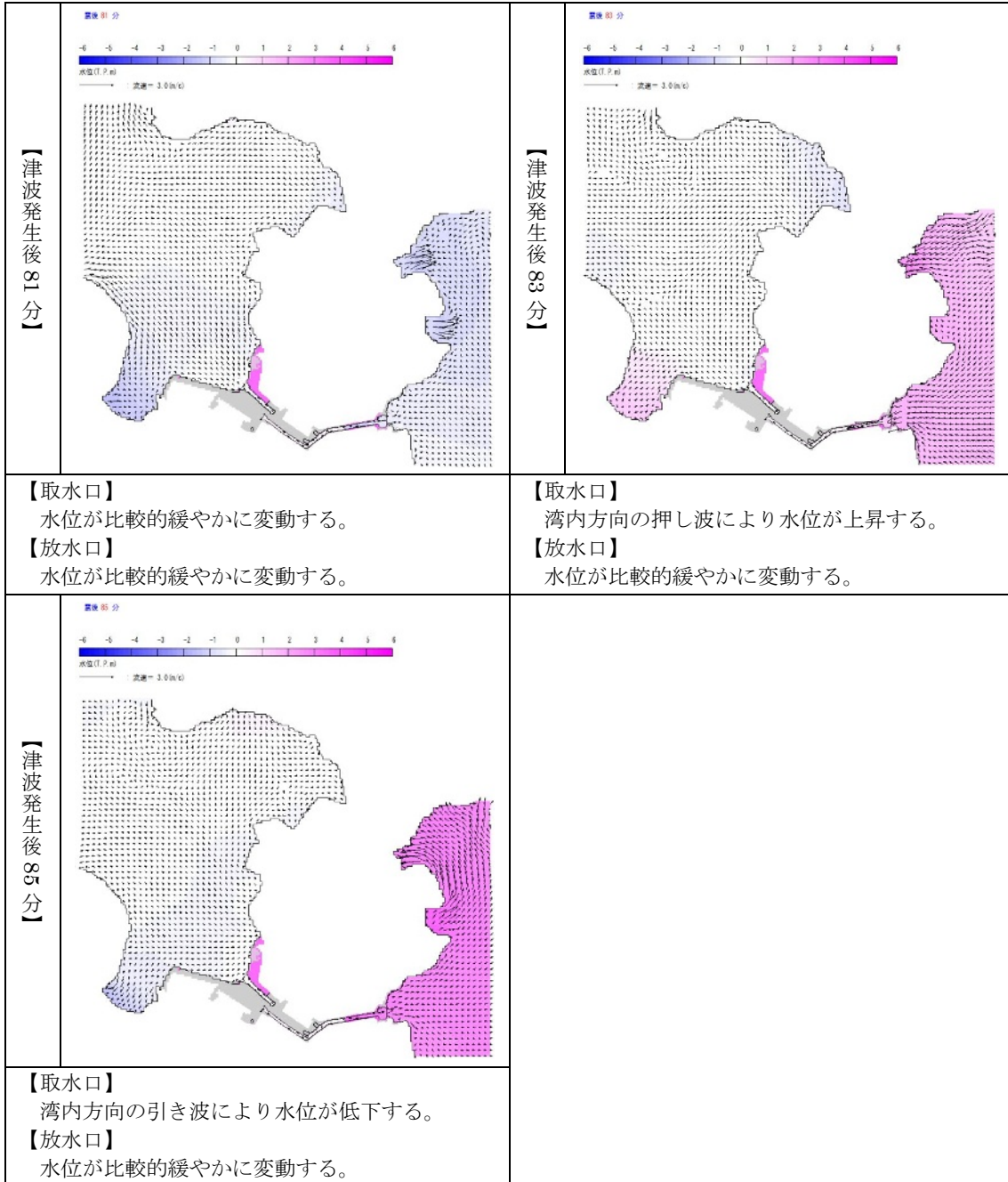


図 5 (6/6) 基準津波 1 の流速及び流向

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。

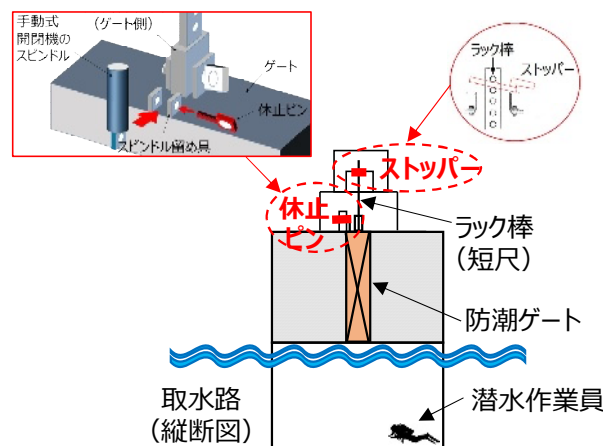


図-1 防潮ゲート直下清掃時の概要図

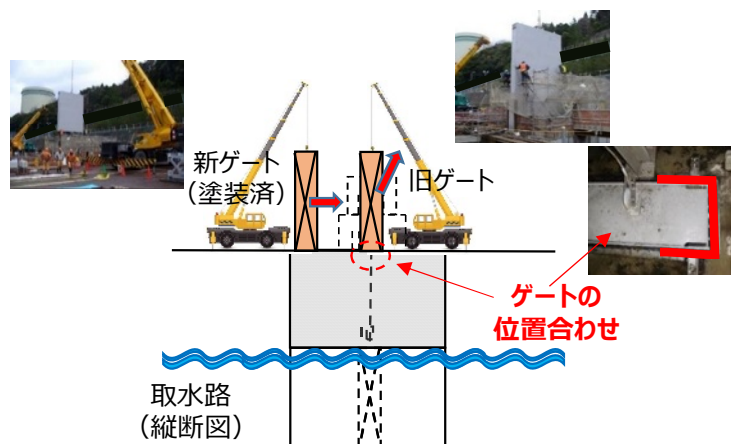


図-2 防潮ゲート取替え時の概要図

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おり、敷地外の潮位計が欠測していないことを確認した上で実施する。
- (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。

		「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）		青旗作業中の対応	
				時間	説明
中央制御室	高浜発電所における潮位変動が判断基準に到達	▽潮位変動が判断基準に到達			-
	連絡体制に基づき作業関係者への連絡	▽敷地外の観測地点に津波到達31分		2分	-
	循環水ポンプ停止			5分	-
	ユニットリップ操作	高浜発電所に津波到達43分▽			-
	防潮ゲート閉止（遠隔閉止）	判断連絡時間含む		1分	高浜発電所における潮位変動が判断基準に到達して、6分後に防潮ゲート閉止
	敷地外の潮位計にて情報発信				-
現地	防直下清掃時			1分	-
	潜水作業員退避 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に係る津波襲来時の対応手順及び所要時間
(津波警報が発表されない津波襲来時)

		「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）		青旗作業中の対応	
				時間	説明
中央制御室	高浜発電所における潮位変動が判断基準に到達	▽潮位変動が判断基準に到達			-
	連絡体制に基づき作業関係者への連絡	▽敷地外の観測地点に津波到達31分		2分	-
	循環水ポンプ停止			5分	-
	ユニットリップ操作	高浜発電所に津波到達43分▽			-
	防潮ゲート閉止（遠隔閉止）	判断連絡時間含む		1分	高浜発電所での潮位変動が判断基準に到達し、6分後にゲート閉止
	敷地外の潮位計にて情報発信				-
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
(津波警報が発表されない津波襲来時)

4. 大津波警報発表時の対応について

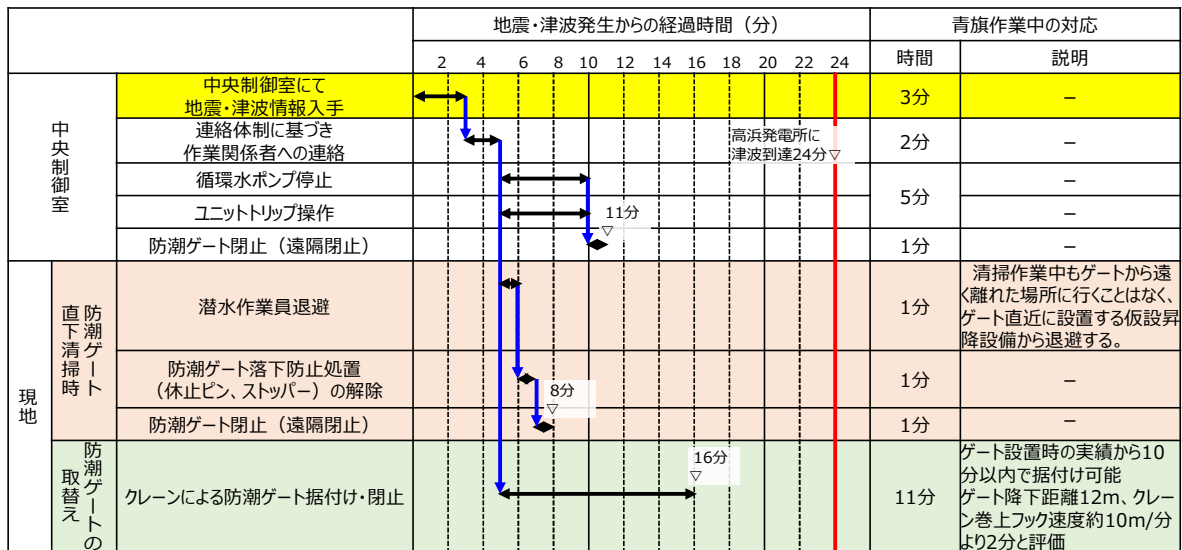
4.1 対応方針について

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-5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-5 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)

補足資料11.

関連条文の整理

関係性欄の凡例

今回申請での関係条文	○
今回申請での無関係の条文	×

既許可変更有無欄の凡例

既許可変更有り	○
既許可変更無し	×

条文 (設置許可基準)		関係性	既許可 変更有無	備考
第1条	適用範囲	×	×	適用する基準（法令）についての説明であり、要求事項ではないため、関係条文ではない。
第2条	定義	×	×	言葉の定義であり、要求事項ではないため、関係条文ではない。
第3条	設計基準対象施設 の地盤	×	×	本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、設計基準対象施設の地盤に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第4条	地震による損傷 の防止	×	×	本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、地震による損傷の防止に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第5条	津波による損傷 の防止	○	○	本条文は設計基準対象施設に關しての津波に係る条文であり、本申請に伴い、設置許可申請書の記載を変更する。
第6条	外部からの衝撃 による損傷の防止	×	×	本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、外部からの衝撃による損傷の防止に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第7条	発電用原子炉施設 への人の不法な侵入等の防止	○	×	本条文は発電用原子炉全般に關するが、本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第8条	火災による損傷 の防止	×	×	本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、火災による損傷の防止に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第9条	溢水による損傷 の防止等	×	×	本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、溢水による損傷の防止等に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第10条	誤操作の防止	×	×	本申請においては、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、誤操作の防止に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。

条文 (設置許可基準)		関係性	既許可 変更有無	備考
第 11 条	安全避難通路等	○	×	本条文は発電用原子炉全般に関係するが、本申請においては、本条文に係る設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、安全避難通路等に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 12 条	安全施設	○	○	本申請において、潮位計の安全機能について明記することから、設置許可申請書の記載を変更する。
第 13 条	運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止	×	×	本申請においては、本条文に係る設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 14 条	全交流動力電源喪失対策設備	×	×	本申請においては、本条文に係る設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、全交流動力電源喪失対策設備に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 15 条	炉心等	×	×	本申請においては、本条文に係る設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、炉心等に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 16 条	燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設	×	×	本申請においては、本条文に係る設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 17 条	原子炉冷却材圧力バウンダリ	×	×	本申請においては、本条文に係る設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、原子炉冷却材圧力バウンダリに係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 18 条	蒸気タービン	×	×	本申請においては、本条文に係る設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、蒸気タービンに係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 19 条	非常用炉心冷却設備	×	×	本申請においては、本条文に係る設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、非常用炉心冷却設備に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 20 条	一次冷却材の減少分を補給する設備	×	×	本申請においては、本条文に係る設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、一次冷却材の減少分を補給する設備に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。

条文 (設置許可基準)		関係性	既許可 変更有無	備考
第 21 条	残留熱を除去することができる設備	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、残留熱を除去することができる設備に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 22 条	最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備	○	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 23 条	計測制御系統施設	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、計測制御系統施設に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 24 条	安全保護回路	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、安全保護回路に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 25 条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、反応度制御系統及び原子炉停止系統に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 26 条	原子炉制御室等	○	○	本申請に伴い、外部状況を把握する設備としての潮位計に関する記載を変更することから、設置許可申請書の記載を変更する。
第 27 条	放射性廃棄物の処理施設	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、放射性廃棄物の処理施設に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 28 条	放射性廃棄物の貯蔵施設	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、放射性廃棄物の貯蔵施設に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 29 条	工場等周辺における直接ガンマ線等からの防護	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、工場等周辺における直接ガンマ線等からの防護に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 30 条	放射線からの放射線業務従事者の防護	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、放射線からの放射線業務従事者の防護に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。

条文 (設置許可基準)		関係性	既許可 変更有無	備考
第 31 条	監視設備	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、監視設備に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 32 条	原子炉格納施設	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、原子炉格納施設に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 33 条	保安電源設備	○	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、保安電源設備に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 34 条	緊急時対策所	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、緊急時対策所に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 35 条	通信連絡設備	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、通信連絡設備に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 36 条	補助ボイラー	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、補助ボイラーに係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 37 条	重大事故等の拡大の防止等	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、有効性評価に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 38 条	重大事故等対処施設の地盤	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、重大事故等対処施設に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 39 条	地震による損傷の防止	×	×	同上
第 40 条	津波による損傷の防止	○	○	本条文は重大事故等対処施設及び特定重大事故等対処施設に関しての津波に係る条文であり、本申請に伴い、設置許可申請書の記載を変更する。
第 41 条	火災による損傷の防止	×	×	本申請においては、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、重大事故等対処施設に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。

条文 (設置許可基準)		関係性	既許可 変更有無	備考
第 42 条	特定重大事故等 対処施設	○	×	本申請においては、本条文に係る設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、重大事故等対処施設に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 43 条	重大事故等対処 設備	○	×	同上
第 44 条	緊急停止失敗時 に発電用原子炉 を未臨界にする ための設備	○	×	同上
第 45 条	原子炉冷却材圧 力バウンダリ高 圧時に発電用原 子炉を冷却する ための設備	○	×	同上
第 46 条	原子炉冷却材圧 力バウンダリを 減圧するための 設備	○	×	同上
第 47 条	原子炉冷却材圧 力バウンダリ低 圧時に発電用原 子炉を冷却する ための設備	○	×	同上
第 48 条	最終ヒートシン クへ熱を輸送す るための設備	○	×	同上
第 49 条	原子炉格納容器 内の冷却等のた めの設備	○	×	同上
第 50 条	原子炉格納容器 の過圧破損を防 止するための設 備	○	×	同上
第 51 条	原子炉格納容器 下部の熔融炉心 を冷却するた めの設備	○	×	同上
第 52 条	水素爆発による 原子炉格納容器 の破損を防止す るための設備	○	×	同上
第 53 条	水素爆発による 原子炉建屋等の 損傷を防止す るための設備	○	×	同上
第 54 条	使用済燃料貯蔵 槽の冷却等のた めの設備	○	×	同上
第 55 条	工場等外への放 射性物質の拡散 を抑制するた めの設備	×	×	同上

条文 (設置許可基準)		関係性	既許可 変更有無	備考
第 56 条	重大事故等の収束に必要となる水の供給設備	○	×	本申請においては、本条文に係る設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、重大事故等対処施設に係る既設置許可の基準適合性確認結果に影響を与えるものではない。
第 57 条	電源設備	○	×	同上
第 58 条	計装設備	○	×	同上
第 59 条	運転員が原子炉制御室にとどまるための設備	○	×	同上
第 60 条	監視測定設備	○	×	同上
第 61 条	緊急時対策所	○	×	同上
第 62 条	通信連絡を行うために必要な設備	○	×	同上