

東海第二発電所 審査資料	
資料番号	PD-2-10 改 28
提出年月日	平成 29 年 11 月 20 日

東海第二発電所

津波による損傷の防止

平成 29 年 11 月
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、 は商業機密又は核物質防護上の観点から公開できません。

目 次

第 1 部

- 1. 基本方針
 - 1.1 要求事項の整理
 - 1.2 追加要求事項に対する適合性
 - (1) 位置，構造及び設備
 - (2) 安全設計方針
 - (3) 適合性説明
 - 1.3 気象等
 - 1.4 設備等
 - 1.5 手順等

第 2 部

- ．はじめに
- ．耐津波設計方針
- 1. 基本事項
 - 1.1 設計基準対象施設の津波防護対象の選定
 - 1.2 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等
 - 1.3 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域
 - 1.4 入力津波の設定
 - 1.5 水位変動・地殻変動の評価
 - 1.6 設計または評価に用いる入力津波
- 2. 設計基準対象施設の津波防護方針
 - 2.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針
 - 2.2 敷地への浸水防止（外郭防護 1）
 - (1) 遡上波の地上部からの到達，流入防止
 - (2) 取水路，放水路等の経路からの津波の流入防止
 - 2.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護 2）
 - 2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）
 - (1) 浸水防護重点化範囲の設定
 - (2) 浸水防護重点化範囲における浸水対策
 - 2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止
 - (1) 非常用海水冷却系の取水性
 - (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
 - 2.6 津波監視設備

3. 施設・設備の設計方針

3.1 津波防護施設の設計

3.2 浸水防止設備の設計

3.3 津波監視設備

3.4 施設・設備の設計・評価に係る検討事項

添 付 資 料

- 1 設計基準対象施設の津波防護対象設備とその配置について
- 2 耐津波設計における現場確認プロセスについて
- 3 津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについて
- 4 敷地内の遡上経路の沈下量算定評価について
- 5 管路解析のモデルについて
- 6 管路解析のパラメータスタディについて
- 7 港湾内の局所的な海面の励起について
- 8 入力津波に用いる潮位条件について
- 9 津波防護対策の設備の位置付けについて
- 10 常用海水ポンプ停止の運用手順について
- 11 残留熱除去系海水ポンプの水理実験結果について
- 12 貯留堰設置位置及び天端高さの決定の考え方について
- 13 基準津波に伴う砂移動評価
- 14 非常用海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について
- 15 漂流物の移動量算出の考え方
- 16 津波漂流物の調査要領について
- 17 津波の流況を踏まえた漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性評価について
- 18 地震後の防波堤の津波による影響評価について
- 19 燃料等輸送船の係留索の耐力について
- 20 燃料等輸送船の喫水と津波高さの関係について
- 21 鋼製防護壁の設計方針について
- 22 鉄筋コンクリート防潮壁の設計方針について
- 23 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の設計方針について
- 24 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の設計方針について
- 25 防潮扉の設計と運用について
- 26 耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて
- 27 防潮堤及び貯留堰における津波荷重の設定方針について
- 28 耐津波設計における余震荷重と津波荷重の組合せについて
- 29 各種基準類における衝突荷重の算定式及び衝突荷重について
- 30 放水路ゲートの設計と運用について
- 31 貯留堰継ぎ手部の漏水量評価について
- 32 貯留堰の構造及び仕様について
- 33 貫通部止水対策箇所について

- 3 4 隣接する日立港及び常陸那珂港区の防波堤の延長計画の有無について
- 3 5 防波堤の有無による敷地南側の津波高さについて
- 3 6 防潮堤設置に伴う隣接する周辺の原子炉施設への影響について
- 3 7 設計基準対象施設の安全重要度分類クラス3の設備の津波防護について
- 3 8 敷地北側防潮堤設置ルート変更に伴う入力津波の設定について
- 3 9 津波対策設備毎の条文要求，施設・設備区分及び防護区分について
- 4 0 東北地方太平洋沖地震時の被害状況を踏まえた東海第二発電所の地震・津波による被害想定について
- 4 1 審査ガイドとの整合性（耐津波設計方針）

< 概 要 >

第 1 部において，設計基準対象施設の設置許可基準規則，技術基準規則の追加要求事項を明確化するとともに，それら要求に対する東海第二発電所における適合性を示す。

第 2 部において，設計基準対象施設について，追加要求事項に適合するために必要となる機能を達成するための設備，運用等について説明する。

第 1 部

(抜粋版)

10.6 津波及び内部溢水に対する浸水防護設備

10.6.1 津波に対する防護設備

10.6.1.1 設計基準対象施設

10.6.1.1.3 主要設備

(4) 貯留堰

基準津波による水位低下時に、取水ピット内の水位が非常用海水ポンプの取水可能水位を下回ることがなく、非常用海水ポンプの継続運転が十分可能な設計とするため、取水口前面に海水を貯留する対策として貯留堰を設置する。貯留堰の設計においては、十分な支持性能を有する地盤に設置するとともに、基準地震動 S_s による地震力に対して津波防護機能が十分に保持できる設計とする。また、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、越流時の耐性や構造境界部の止水に配慮した上で、入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できる設計とする。設計に当たっては、漂流物による荷重及び地震（余震）との組合せを適切に考慮する。漂流物による衝突荷重は、取水口に到達する可能性があるもののうち、最も重量が大きい漁船（総トン数 5t）の衝突を想定し、設定する。なお、主要な構造体の境界部には、想定される荷重の作用を考慮し、試験等にて止水性を確認した継手等で止水処置を講じる設計とする。

10.6.1.1.6 手順等

津波に対する防護については、津波による影響評価を行い、設計基準対象施設の津波防護対象設備が基準津波によりその安全機能を損なわないよう手順を定める。

- (1) 防潮扉については、原則閉運用とするが、開放後の確実な閉操作、中央制御室における閉止状態の確認、閉止されていない状態が確認された場合の閉止操作の手順等を定める。
- (2) 放水路ゲートについては、発電所を含む地域に大津波警報が発表された場合、循環水ポンプ及び補機冷却系海水ポンプの停止（プラント停止）並びに放水路ゲート閉止の操作手順を定める。
- (3) 引き波時の非常用海水ポンプの取水性確保を目的として、循環水ポンプ及び補機冷却系海水ポンプについては、発電所を含む地域に大津波警報が発表された場合、停止する操作手順を定める。
- (4) 燃料等輸送船、浚渫船、貨物船等の港湾内に入港する船舶に関し、津波警報等が発表された場合において、荷役作業を中断し、陸側作業員及び輸送物を退避させるとともに、緊急離岸する船側と退避状況に関する情報連絡を行う手順を定める。
- (5) 津波・構内監視カメラ、取水ピット水位計及び潮位計による津波襲来の監視及び漂流物影響を考慮した運用手順を定める。
- (6) 隣接事業所における仮設備、資機材等の設置状況の変化を把握するため、隣接事業所との合意文書に基づき、情報を入手して設置状況を確認する手順を定める。さらに、従前の評価結果に包絡されない場合は、漂流物となる可能性、非常用海水ポンプの取水性並びに津波防護施設及び浸水防止設備への影響を評価する。
- (7) 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備については、各施設及び設備に要求される機能を維持するため、適切な保守管理を行

うとともに，故障時においては補修を行う。

- (8) 津波防護に係る手順に関する教育並びに津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備の保守管理に関する教育を定期的に実施する。

(2) 敷地における施設の位置，形状等

東海第二発電所は，東海発電所（廃止措置中）の北側に位置しており，敷地の東側は太平洋に面している。復水器冷却水及び非常用海水系の取水口は敷地東側の北防波堤及び南防波堤の内側，放水口は北防波堤の外側にある。また，敷地の西側には高さ25m程度のなだらかな地山がある。

東海第二発電所の主要な施設を設置している敷地高さは，主に海側よりT.P. + 3m，T.P. + 8m，T.P. + 11mに分かれている。このうち，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は，T.P. + 8mの敷地に原子炉建屋，タービン建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋を設置している。設計基準対象施設の津波防護対象設備のうち屋外設備としては，T.P. + 3mの敷地に海水ポンプ室，T.P. + 8mの敷地に排気筒を設置しており，T.P. + 11mの敷地に軽油貯蔵タンク（地下式）を設置する。また，T.P. + 3mの敷地の海水ポンプ室からT.P. + 8mの敷地の原子炉建屋にかけて非常用海水系配管を設置している。非常用取水設備として，取水構造物を設置する。

津波防護施設として，敷地全体を取り囲む形で天端高さT.P. + 20m～T.P. + 18mの防潮堤及び防潮扉，T.P. + 3.5mの敷地（放水路上版高さ）の放水路に対して放水路ゲート，T.P. + 3m，T.P. + 4.5m，T.P. + 6.5m及びT.P. + 8mの敷地の構内排水路に対して逆流防止設備を設置する。また，非常用海水ポンプの取水性を確保するため，取水口前面の海中に貯留堰を設置する。

浸水防止設備として，T.P. + 3mの敷地に設置している取水路の点検用開口部，T.P. + 3.5mの位置（放水路上版高さ）に設置する放水路ゲートの点検用開口部，T.P. + 8mの敷地に設置するS A用海水ピット上部の開口部及び緊急用海水ポンプピットの点検用開口部に対して浸水防止蓋，海水ポンプグランド dren 排出口，緊急用海水ポンプグランド dren 排出口，緊急用海水ポンプ室床 dren 排出口及び取水ピット空気抜き配管に対して逆止

弁を設置する。さらに、海水ポンプ室の貫通部、タービン建屋又は非常用海水系配管カルバートと隣接する原子炉建屋地下階及び防潮堤又は防潮扉の地下部の貫通部に対して止水処置を実施する。

津波監視設備として、原子炉建屋屋上T.P. 約 + 64m及び防潮堤天端T.P. 約 + 18m , T.P. 約 + 20mに津波監視カメラ , T.P. + 3mの敷地の取水ピット上版に取水ピット水位計、取水路内の高さT.P. - 5mの位置に潮位計を設置する。

敷地内（防潮堤の外側）の遡上域の建物・構築物等としては、T.P. + 3mの敷地に海水電解装置建屋、メンテナンスセンター、燃料輸送本部建屋等がある。また、海岸側（東側）を除く防潮堤の外側には防砂林等がある。

第1.2-1表に津波防護対策設備と設置位置、第1.2-3図に東海第二発電所敷地図、第1.2-4図に設計基準対象施設の津波防護対象設備の配置図を示す。

なお、重大事故等対処施設についても、基準津波に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものでなければならぬことから、津波による損傷を防止するため耐津波設計方針を策定している。基準津波に対する重大事故等対処施設の津波防護対象設備については、「東海第二発電所 重大事故等対処設備について（39条、40条） 添付資料 2.1.3.1（2）敷地の特性に応じた津波防護の概要」に示す。また、東海第二発電所における事故シーケンス選定では、基準津波を超え敷地に遡上する津波（以下「敷地に遡上する津波」という。）を起因とした事故シーケンスグループ「津波浸水による注水機能喪失」を抽出していることから、敷地に遡上する津波に対して、津波対策を実施している。敷地に遡上する津波に対する重大事故等対処設備の津波防護対象設備については、「東海第二発電所 重大事故等対処設備について 別添資料 - 1 .1. 1.1 敷地に遡上する津波に対する防護対象設備の選定」に示す。

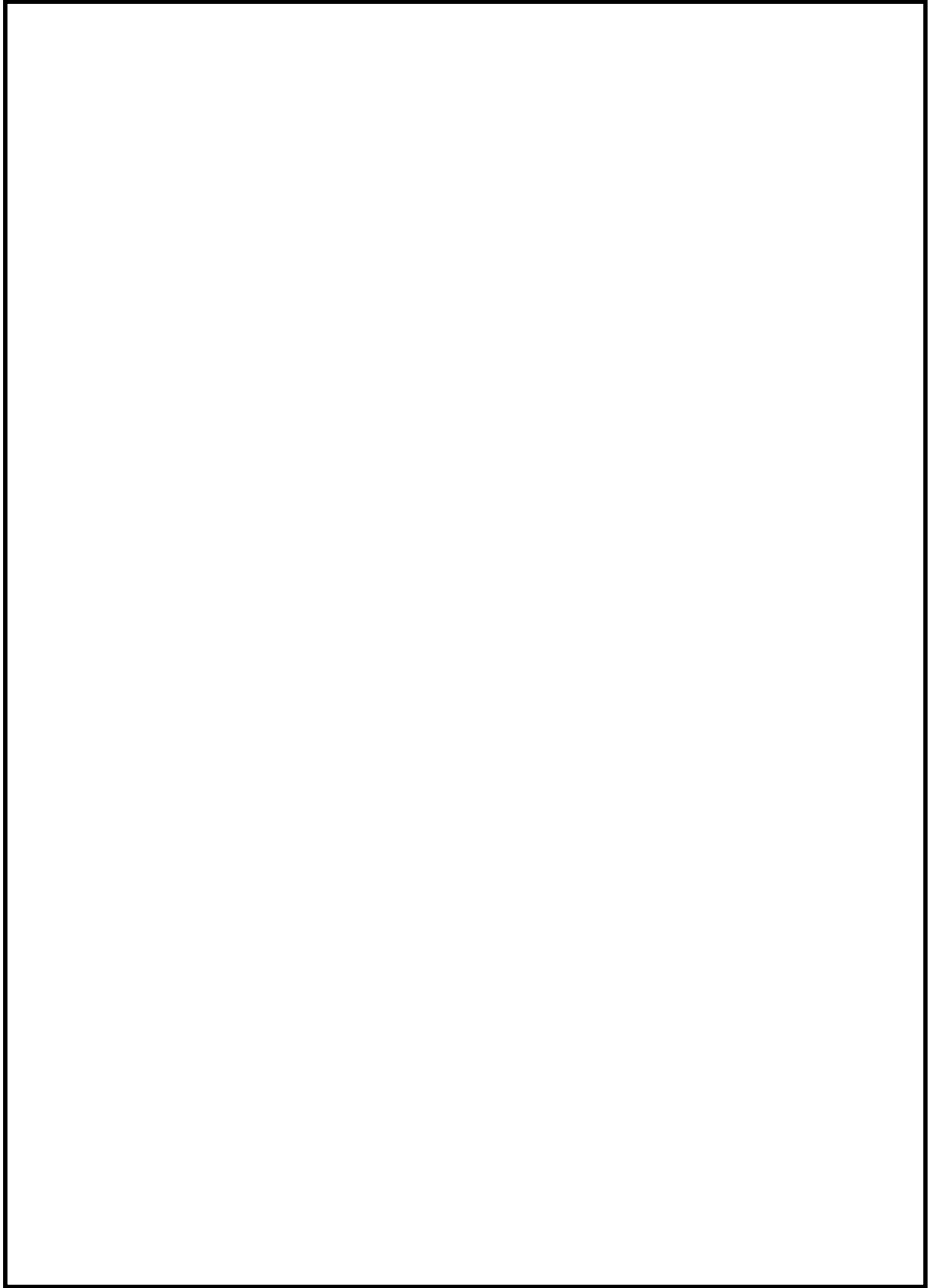
第 1.2-1 表 津波防護対策設備と設置位置 (1 / 2)

津波防護対策設備		設置位置		備考
津波防護 施設	防潮堤	敷地全体	T.P. + 3m ~ T.P. + 16m	
	防潮扉	防潮堤	T.P. + 3m T.P. + 8m	
	放水路 ゲート	放水路	T.P. + 3.5m	放水路の上版高さを 示す。
	逆流防止 設備	構内排水路	T.P. + 3m T.P. + 4.5m T.P. + 6.5m T.P. + 8m	
	貯留堰	取水口前面	T.P. - 4.9m	貯留堰の天端高さを 示す。
浸水防止 設備	浸水防止蓋	取水路の点検用開口部	T.P. + 3m	取水路の上版高さを 示す。
		放水路ゲートの点検用 開口部	T.P. + 3.5m	放水路の上版高さを 示す。
		S A 用海水ピットの上 部開口部	T.P. + 7.3m	S A 用海水ピット内 の開口部の高さを示 す。
		緊急用海水ポンプピッ トの点検用開口部	T.P. + 0.8m	緊急用海水ポンプ室 床面の高さを示す。
	逆止弁	海水ポンプグランドド レン排出口	T.P. + 0.8m	海水ポンプ室の床面 の高さを示す。
		緊急用海水ポンプグラ ンド dren 排出口	T.P. + 0.8m	緊急用海水ポンプ室 床面の高さを示す。
		緊急用海水ポンプ室床 dren 排出口	T.P. + 0.8m	緊急用海水ポンプ室 床面の高さを示す。
		取水ピット空気抜き配 管	T.P. + 0.8m	循環水ポンプ室の床 面の高さを示す。
	止水処置	海水ポンプ室の貫通部	-	
		タービン建屋と隣接す る原子炉建屋地下階の 貫通部	-	
		非常用海水系配管カル バートと隣接する原子 炉建屋地下階の貫通部	-	
		防潮堤又は防潮扉の地 下部の貫通部	-	

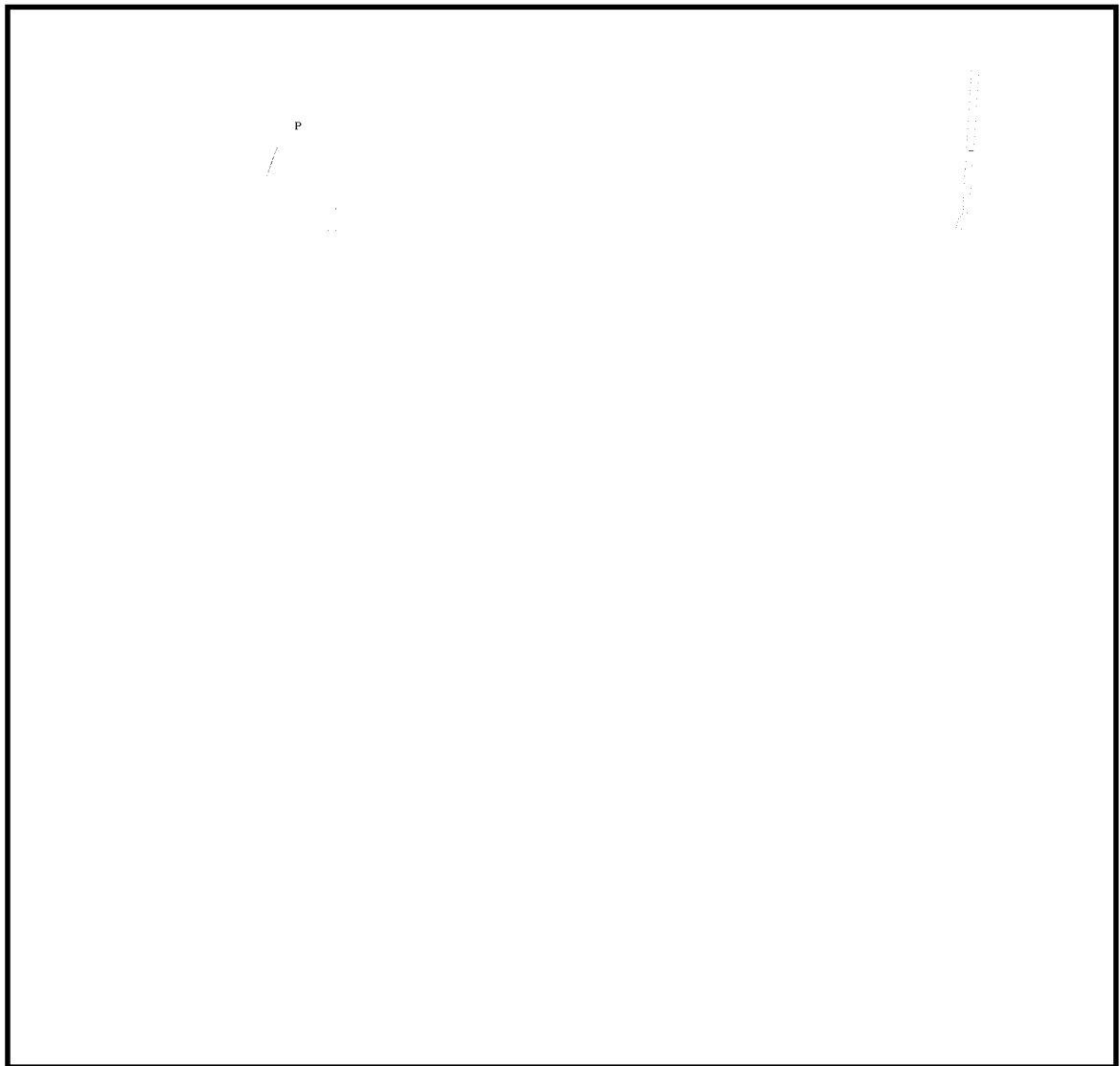
第 1.2-1 表 津波防護対策設備と設置位置 (2 / 2)

津波防護対策設備		設置位置		備考
津波監視 設備	津波監視 カメラ	原子炉建屋屋上	T.P. 約 + 64m	原子炉建屋屋上の床 面の高さを示す。
		防潮堤	T.P. 約 + 18m T.P. 約 + 20m	防潮堤天端高さを示 す。
	取水ピット 水位計	取水ピット	T.P. + 2.75m	取水ピット本体の取 付座の高さを示す。
	潮位計	取水路	T.P. - 5m	

主な設置位置の概要は，第 1.2-3 図参照



第 1.2-3 図 東海第二発電所敷地図



【凡例】

■ T.P. + 3.0m ~ T.P. + 8.0m

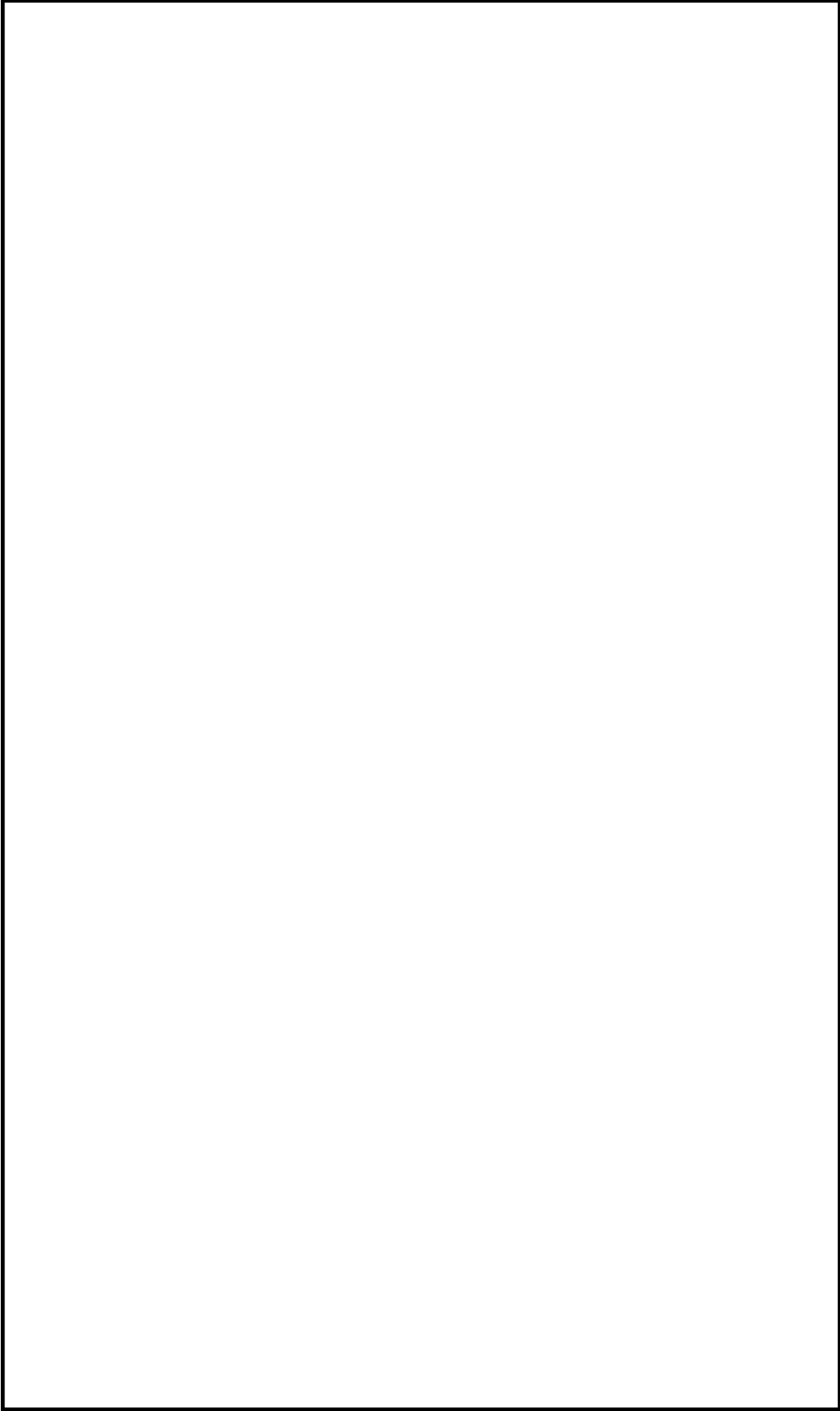
■ T.P. + 8.0m ~ T.P. + 11.0m

■ T.P. + 11.0m 以上

▨ 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

設備名称	区分	敷地標高
原子炉建屋	建屋又は区画	T.P. + 8m
タービン建屋		T.P. + 8m
使用済燃料乾式貯蔵建屋		T.P. + 8m
海水ポンプ室	屋外設備	T.P. + 3m
排気筒		T.P. + 8m
軽油貯蔵タンク（地下式）		T.P. + 11m
非常用海水系配管		T.P. + 3m ~ T.P. + 8m

第 1.2-4 図 設計基準対象施設の津波防護対象設備の配置図（ 1 / 2 ）



第 1.2-4 図 設計基準対象施設の津波防護対象設備の配置図 (2 / 2)

1.3 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域

(1) 敷地周辺の遡上・浸水域の評価

【規制基準における要求事項等】

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

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

【検討方針】

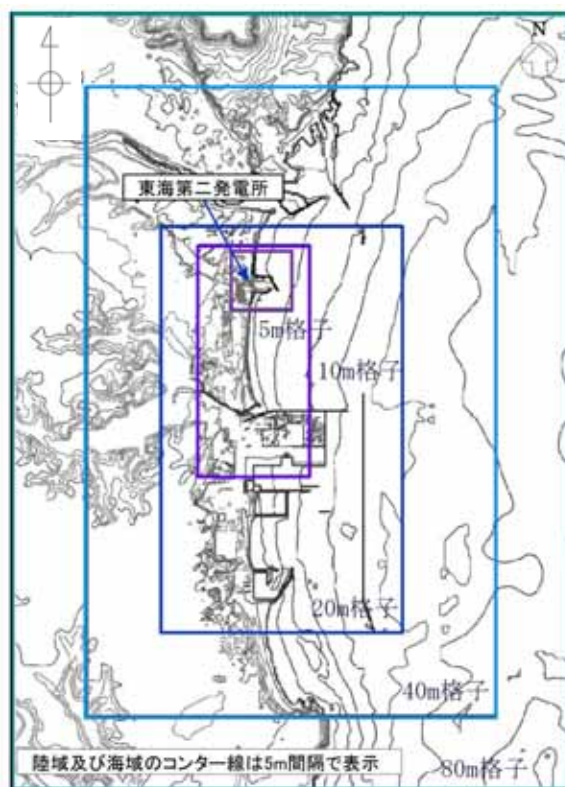
基準津波による次に示す事項を考慮した遡上解析を実施して、遡上波の回り込みを含め敷地への遡上の可能性を検討する（【検討結果】参照）。また、基準地震動による被害が津波の遡上に及ぼす影響について検討する（【検討結果】参照）。

- ・ 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（久慈川）の存在
- ・ 陸上の遡上・伝播の効果
- ・ 伝播経路上の人工構造物

【検討結果】

上記の検討方針に基づき，遡上解析の手法，データ及び条件については，以下のとおり確認している。

- ・ 遡上・伝播経路の状態に応じた解析モデル及び解析条件が適切に設定された遡上域のモデルを作成している。
- ・ 基準津波による敷地及び敷地周辺の遡上解析に当たっては，現場調査等にて確認した遡上解析上影響を及ぼす斜面や道路等の地形とその標高及び伝播経路上の人工構造物の設置状況を考慮し，敷地の遡上域のメッシュサイズ(5m～10m)及び敷地周辺における遡上域のメッシュサイズ(5m～40m)に合わせた形状にモデル化している。第1.3-1図に敷地及び敷地周辺のメッシュ構成図を示す。また，添付資料2に耐津波設計における現場確認プロセス，添付資料3に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示す。



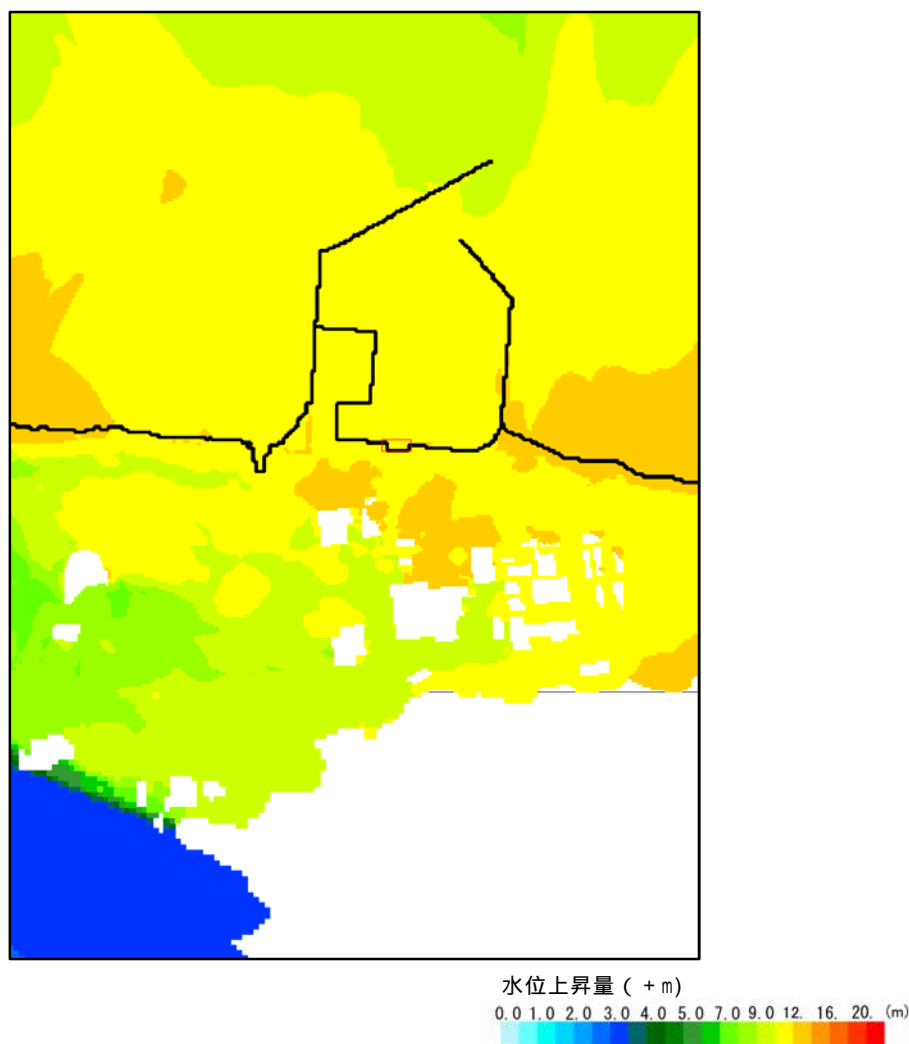
第1.3-1図 敷地及び敷地周辺のメッシュ構成図

- ・ 津波の遡上経路を適切に反映するため、護岸などの恒設の人工構造物及び耐震性や耐津波性を有する建物などの恒設の人工構造物についてモデル化を行った。モデルの作成に際しては、これら伝播経路上の人工構造物について、図面をもとに適切に反映している。
- ・ 陸上地形は、茨城県による津波解析用地形データ（平成19年3月）及び敷地の観測データをもとにして編集したものである。敷地沿岸域の海底地形は、(財)日本水路協会 海岸情報研究センター発行の海底地形デジタルデータ等をもとにして編集したものである。また、発電所近傍海域の水深データは、マルチビーム測深で得られた高精度・高密度のデータ（2007）を使用している。なお、2011年東北地方太平洋沖地震・津波が海底地形に与えた影響の程度については、津波水位の増幅率が海溝軸付近から陸地に近づくほど減少傾向にあることから、発電所付近では水位の増幅率が減少することが予想されたため、2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量分については潮位に考慮することとした。添付資料3(津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについて)において、地形データ及び2011年東北地方太平洋沖地震・津波が海底地形に与える影響についての考察を詳細に示す。
- ・ 敷地及び敷地周辺における遡上域のメッシュサイズは、 $C \cdot F \cdot L$ 条件（波動数値計算における安定条件）が満足でき、かつ、防潮堤、港湾施設、敷地周辺の河川（久慈川）などを適切にモデル化できるようなメッシュサイズに設定している。

敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たっては、敷地前面東側、敷地側面北側及び南側並びに敷地周辺の津波の侵入角度、速度及びそれらの経時変化を把握している。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し、敷地の地形、標高の局所的な変化

等による遡上波の敷地への回り込みを考慮している。

上記を踏まえ、津波侵入方向に正対した面における敷地の標高の分布と敷地前面の津波の遡上高さの分布を比較する。津波防護施設がない場合は、第1.3-2図に示すように遡上波は敷地に地上部から到達・流入し、敷地の大部分が遡上域となる。このため、遡上波の敷地への流入防止対策として、防潮堤、防潮扉（防潮堤道路横断部に設置）等の津波防護施設を設置するとともに、取水路、放水路等の経路からの津波の流入を防止するために浸水防止設備を設置する設計とする。



第 1.3-2 図 基準津波による敷地への遡上の確認結果

5 条 1.3-4

(2) 地震・津波による地形等の変化に係る評価

【規制基準における要求事項等】

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

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

【検討方針】

次に示す可能性があるかについて検討し，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（【検討結果】参照）。

- ・ 基準地震動 S_s に起因する変状による地形，河川（久慈川）流路の変化
- ・ 繰り返し襲来する津波に伴う洗掘・堆積による地形，河川（久慈川）流路の変化

【検討結果】

基準地震動 S_s に起因する変状による地形，河川流路の変化として，斜面崩壊や地盤の沈下，河川流路の変化の影響の検討を行った。

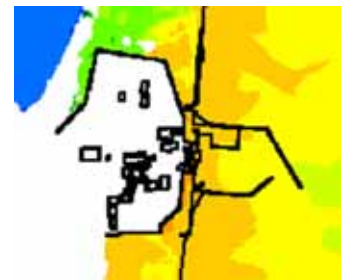
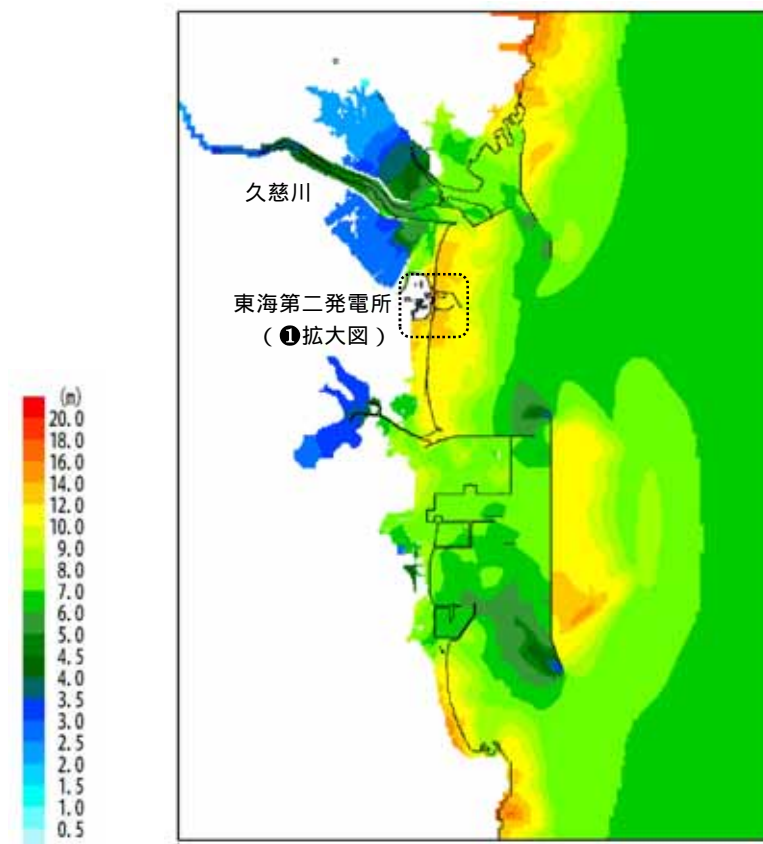
敷地の北方約2kmの位置に河川（久慈川）が存在するが，敷地からの距離が十分に離れていること，また，敷地西側の高さ25m程度の地山から斜面になり，T.P.+3mの低い平坦な地形が一面に広がっている。その平坦な地形のところに久慈川から遡上するため，基準津波による遡上波の久慈川からの回り込みの影響はない，第1.3-3図に久慈川からの遡上域が確認できる。第1.3-3図に発電所周辺における基準津波による遡上波の最大水位上昇量分布を示す。

なお，敷地周辺には，遡上波の敷地への到達に対して障壁となるような斜面はない。

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、有効応力解析による液状化判定の結果、基準地震動に伴う地形変化、標高変化が生じる可能性は僅かである場合においても、津波遡上解析への影響を確認するため、解析条件として沈下なしの条件に加えて、地盤面を大きく沈下させた条件を設定し、基準津波による遡上波の回り込みがないことを確認している。添付資料4に敷地内の遡上経路の沈下量算定条件、第1.3-4図に地盤変状（沈降）を考慮した基準津波による遡上波の最大水位上昇量分布を示す。

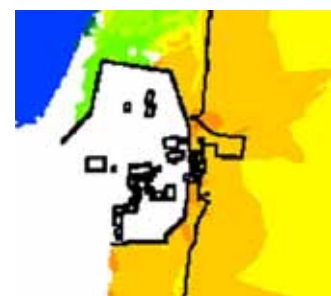
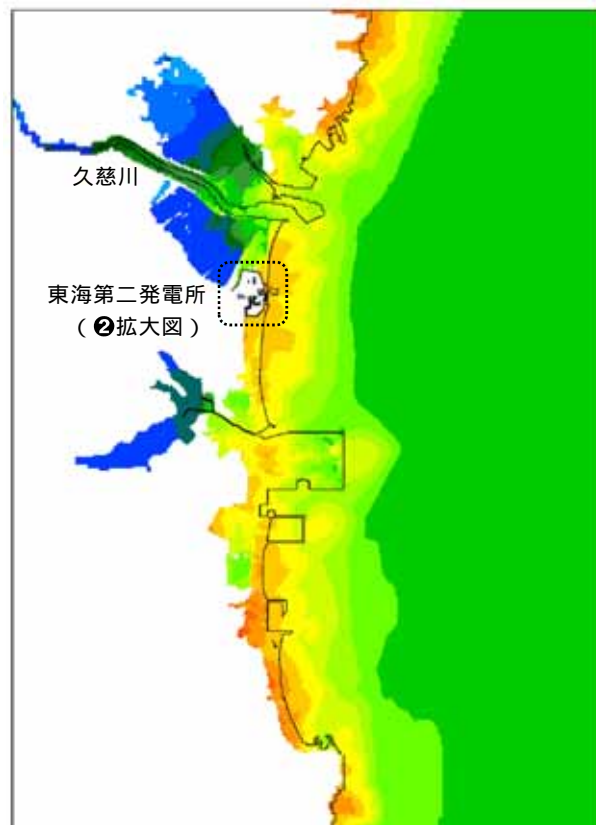
防潮堤は、波力による浸食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐性や構造境界部の止水に配慮した上で、入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できる設計とする。

発電所の防波堤並びに茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区の沿岸の防波堤については、基準地震動 S_s により設置状態が変化したとしても、敷地への遡上経路に影響を及ぼさないことを確認する。そのため、防波堤がない状態や沈下した場合の地形についても考慮する。



①拡大図 発電所周辺図

防波堤あり



②拡大図 発電所周辺図

5条 1.3-7

防波堤なし

第 1.3-3 図 基準津波による発電所周辺の広域の最大水位上昇量分布図

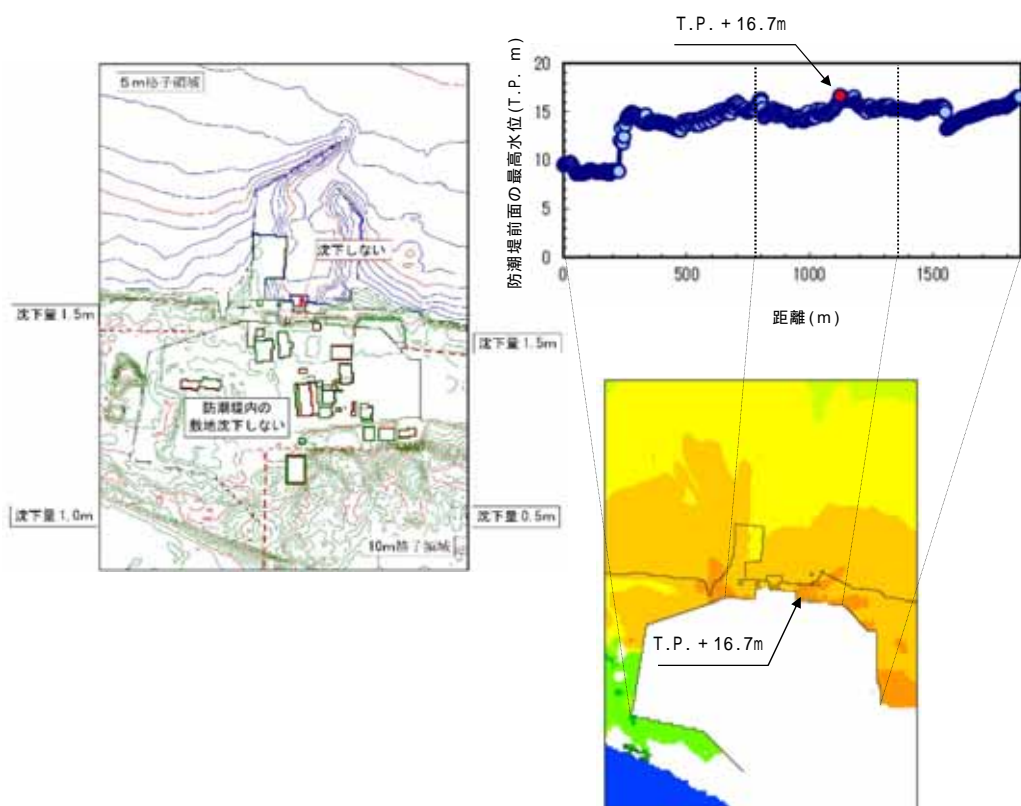


図1.3-4 地盤変状（沈降）を考慮した基準津波による
遡上波の最大水位上昇量

1.4 入力津波の設定

【規制基準における要求事項等】

基準津波は、波源域から沿岸域までの海底地形等を考慮した、津波伝播及び遡上解析により時刻歴波形として設定していること。

入力津波は、基準津波の波源から各施設・設備等の設置位置において算定される時刻歴波形として設定していること。

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

【検討方針】

基準津波については、「東海第二発電所 津波評価について」（以下「津波評価」という。）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される時刻歴波形として設定する。

なお、具体的な入力津波の設定に当たっては、以下のとおりとする。

- ・ 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することとし、潮位変動量等については、入力津波を設計又は評価に用いる場合に考慮する（【検討結果】及び1.5 水位変動・地殻変動の評価【検討結果】参照）。
- ・ 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を安全側に評価する（2.2 敷地への浸水防止（外郭防止1）以降の【検討結果】参照）。
- ・ 施設が海岸線の方角において広がりを持っている場合は、複数の位置において荷重因子の値の大小関係を比較し、最も大きな影響を与える波

形を入力津波とする（【検討結果】参照）。

また，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（【検討結果】参照）。

【検討結果】

（１）入力津波の設計因子の設定について

入力津波は各施設・設備の設計に用いるものであることから「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」に基づき，各要求事項に対する設計・評価の方針を定め，必要な因子について設定した。防潮堤の設計・評価に用いる入力津波については，設計上考慮すべき設計因子として，水位，水深，流向，流速，漂流物重量，遡上域（回り込み範囲）を抽出した。

また，津波防護施設，浸水防止設備の設計に関連する影響因子についても整理した。

設計因子については，第 1.4-1 表 防潮堤等の入力津波の設計因子についてまとめて記載する。なお，1.4 項では水位に係る設計因子について示す。

第 1.4-1 表 防潮堤等の入力津波の設計因子について（１／２）

設計・評価項目 (耐津波設計方針に係る審査ガイド)		設計・評価方針	設定すべき主たる入力津波	
			因子(評価荷重)	設定位置
4.2 敷地への浸水防止(外郭防護1)				
遡上波の敷地への地上部からの到達,流入の防止	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な高い場所に設置し,基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には,防潮堤等の津波防護施設,浸水防止設備を設置する。	水位 (津波高さ) 遡上域	防潮堤前面	
取水路・放水路等の経路からの津波の流入の防止	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)を特定し,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。	水位(津波高さ)	取水ビット	
			放水路ゲート設置箇所	
			SA用海水ビット	
			緊急用海水ポンプビット	
			構内排水路逆流防止設備設置箇所廻り	
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)				
安全機能への影響評価	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,防水区画化し,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。	水位(津波高さ)	取水ビット	
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				
基準津波による水位の低下に対する海水ポンプの機能保持,海水確保	引き波による水位低下・継続時間に対して,海水ポンプの継続運転が可能となる十分な貯水量を確保できるよう設計する。	水位・継続時間(津波高さ・継続時間)	取水 路	取水口前面
				取水ビット
混入した浮遊砂に対する海水ポンプの機能保持	浮遊砂に対して海水ポンプが軸受固着,摩耗等により機能喪失しないことを確認する。	砂濃度	取水ビット	
砂の移動・堆積に対する通水性確保	堆積した砂が取水口及び取水路を閉塞させないことを確認する。	流向・流速 (砂堆積高さ)	取水口前面	
漂流物に対する通水性確保	漂流物の可能性を検討し,漂流物化した場合に取水口が閉塞しないことを確認する。	流向・流速 (漂流物堆積量)	海域・陸域(遡上域)	
		水位(浮力)		
5.1 施設・設備の設計の方針及び条件(津波防護施設)				
津波防護施設の設計	防潮堤及び防潮扉	流向・流速(漂流物衝突力,洗掘) 漂流物重量(漂流物衝突力)	防潮堤前面	
		浸水深(波力)		
	放水路ゲート	浸水深 水位(津波高さ)	放水路ゲート設置箇所	
	構内排水路 逆流防止設備	浸水深(波力)	構内排水路逆流 防止設備設置箇所廻り	
	貯留堰	流速(漂流物衝突力,洗掘)	貯留堰設置箇所廻り	
		浸水深(波力)	取水口前面	

水位・浸水深の因子

水位・浸水深以外の因子

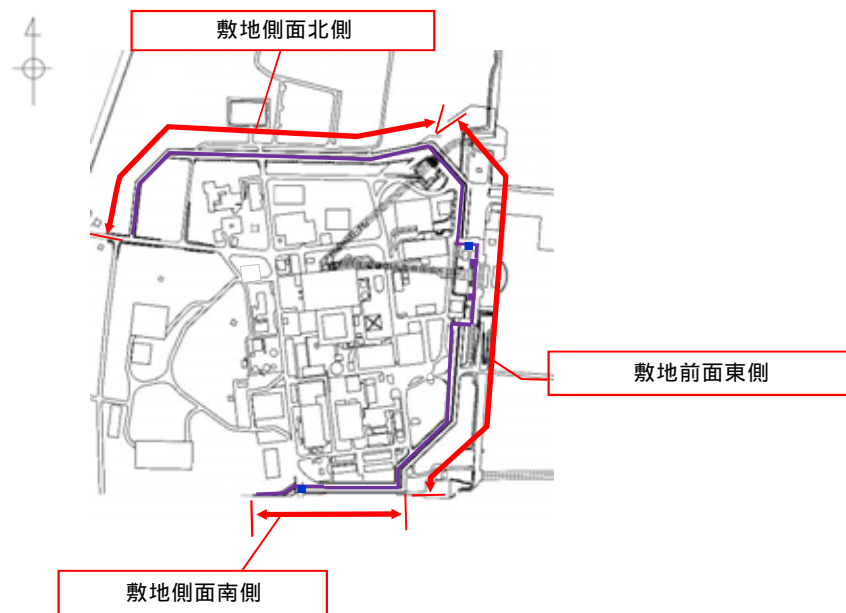
第 1.4-1 表 防潮堤等の入力津波の設計因子について（ 2 / 2 ）

設計・評価項目 (耐津波設計方針に係る審査ガイド)		設計・評価方針	設定すべき主たる入力津波	
			因子(評価荷重)	設定位置
5.2 施設・設備の設計の方針及び条件(浸水防止設備)				
浸水防止設備の設計	取水路点検用開口部浸水防止蓋	浸水想定範囲における浸水時及び冠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,入力津波に対する浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。	水位(津波高さ)	取水ビット
	海水ポンプグラントドレン排出口逆止弁			
	取水ビット空気抜き配管逆止弁			
	放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋			放水路ゲート設置箇所
	S A用海水ビット点検用開口部浸水防止蓋			S A用海水ビット
	緊急用海水ポンプビット点検用開口部浸水防止蓋			緊急用海水ポンプビット
	緊急用海水ポンプグラントドレン排出口逆止弁			
	緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁				取水ビット
	貫通部止水処置			浸水力(波力)	防潮堤前面

水位・浸水深の因子
水位・浸水深以外の因子

(2) 防潮堤前面における入力津波の設定

基準津波による遡上波が地上部から敷地に流入・到達することを防止するため、防潮堤位置に着目し、上昇側の入力津波を設定する。具体的には、防潮堤位置に仮想的に鉛直無限壁を設定し津波の遡上解析を行い、防潮堤の設計又は評価に用いる入力津波を設定する。この際、敷地全体を取り囲む形で防潮堤を設置することから、海岸線に正対する敷地前面東側とそれ以外の敷地側面北側及び敷地側面南側の3区分に分類した上で、それぞれの区分毎に、防潮堤沿いの複数の位置における水位を比較し、最も水位が高くなる位置の水位に基づき、区分毎に入力津波を設定した。第1.4-1図に防潮堤設置計画と敷地区分図を示す。



第1.4-1図 防潮堤設置計画と敷地区分図

a . 解析条件

津波の遡上解析において考慮する条件を以下に示す。

- (a) 朔望平均潮位、地震による地殻変動（2011年東北地方太平洋沖地震を含む。）を適切に考慮する。
- (b) 防波堤がある場合とない場合について評価を行い、防波堤の有無に

よる水位変動への影響を確認する。

b . 評価結果

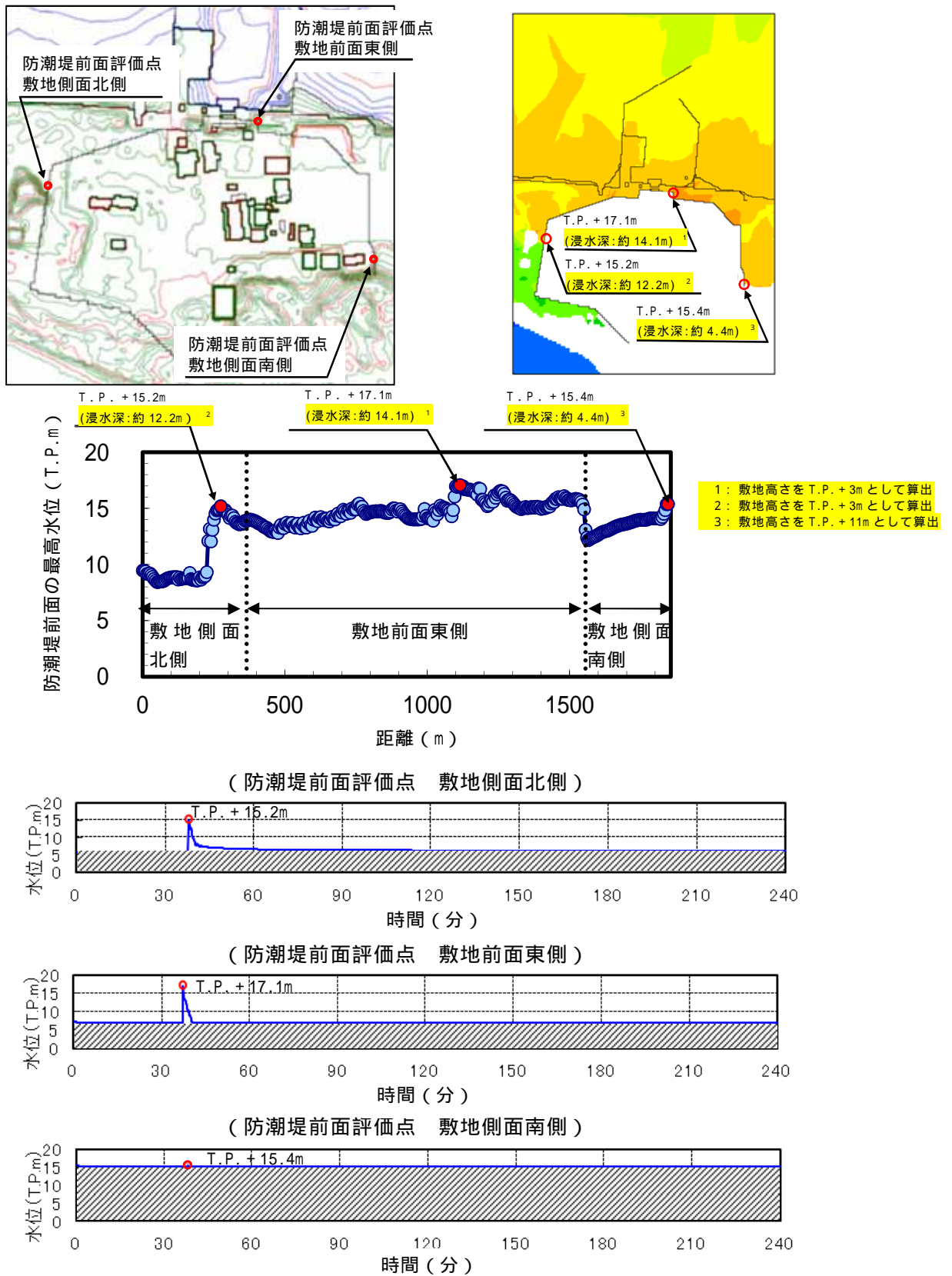
3区分毎に確認した防潮堤前面における上昇側水位の評価結果を以下に示す。

(a) 防波堤の有無による影響

防波堤がある場合については、敷地前面東側防潮堤前面にてT.P. + 17.1m、敷地側面北側防潮堤前面にてT.P. + 15.2m、敷地側面南側防潮堤前面にてT.P. + 15.4mがそれぞれ最も高い水位となった。また、防波堤がない場合は、敷地前面東側防潮堤前面にてT.P. + 17.7m、敷地側面北側防潮堤前面にてT.P. + 15.2m、敷地側面南側防潮堤前面にてT.P. + 15.4mがそれぞれ最も高い水位となった。

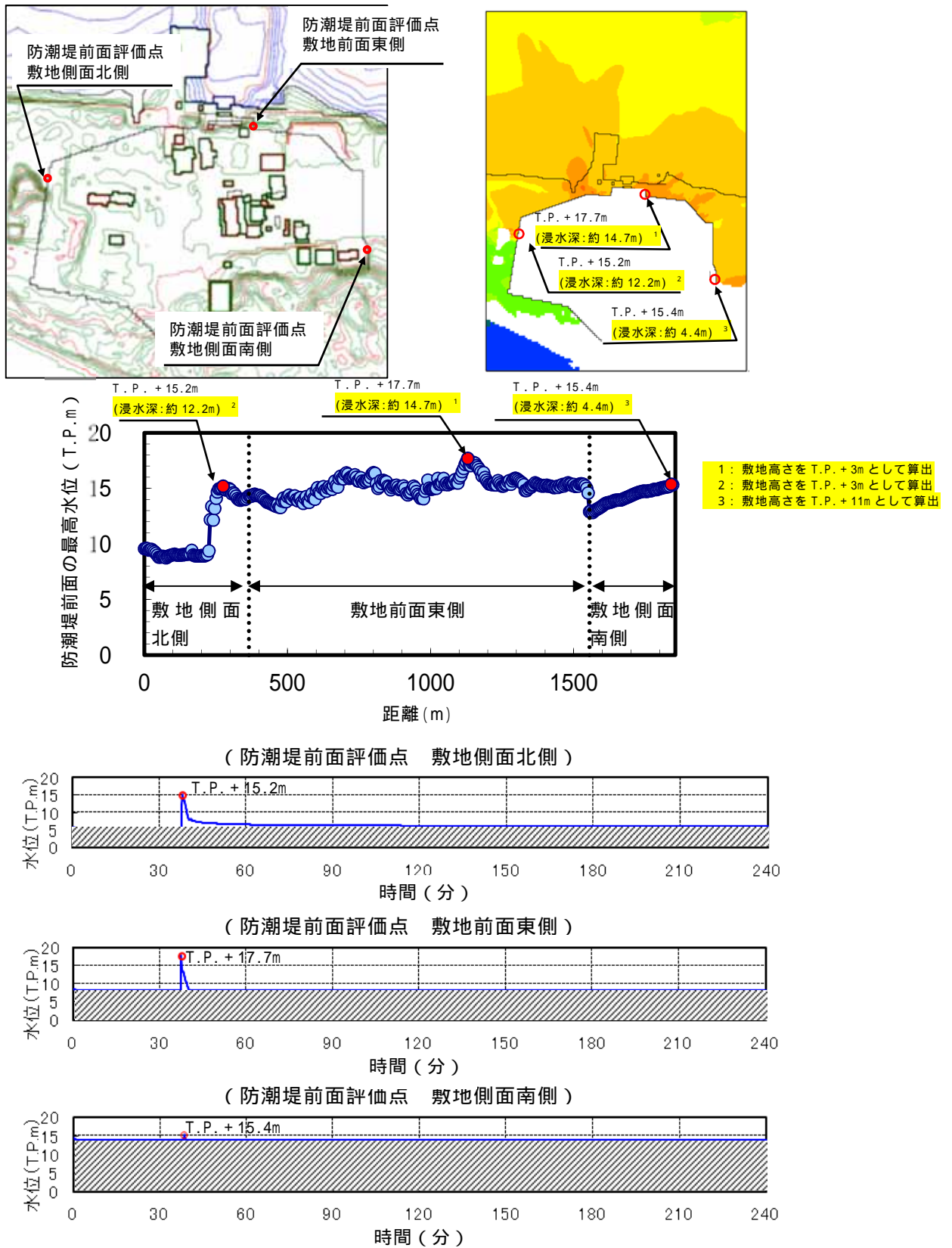
第1.4-2図に基準津波による防潮堤前面における津波水位の評価結果（防波堤の有無による影響）を示す。

< 防波堤あり >



第1.4-2図 基準津波による防潮堤前面における上昇側水位の評価結果
(防波堤の有無による影響) (1/2)

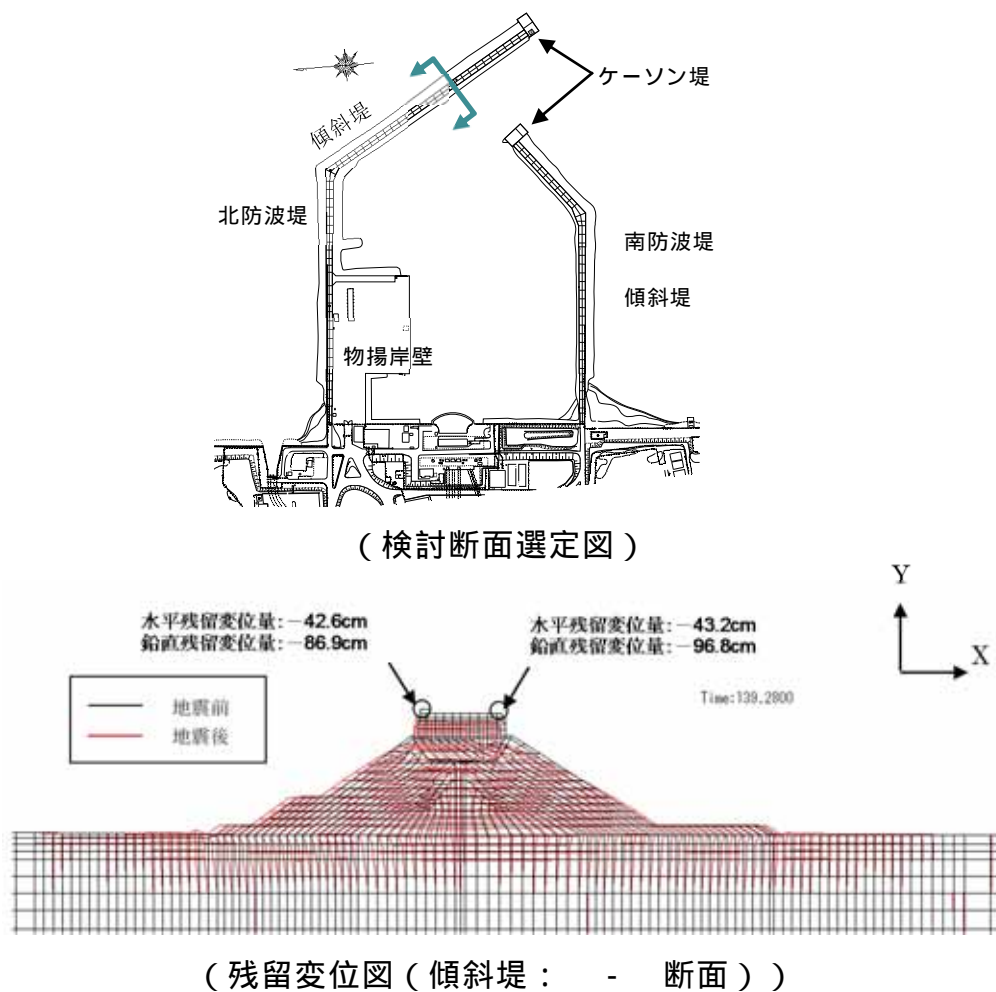
< 防波堤なし >



第1.4-2図 基準津波による防潮堤前面における上昇側水位の評価結果
(防波堤の有無による影響) (2 / 2)

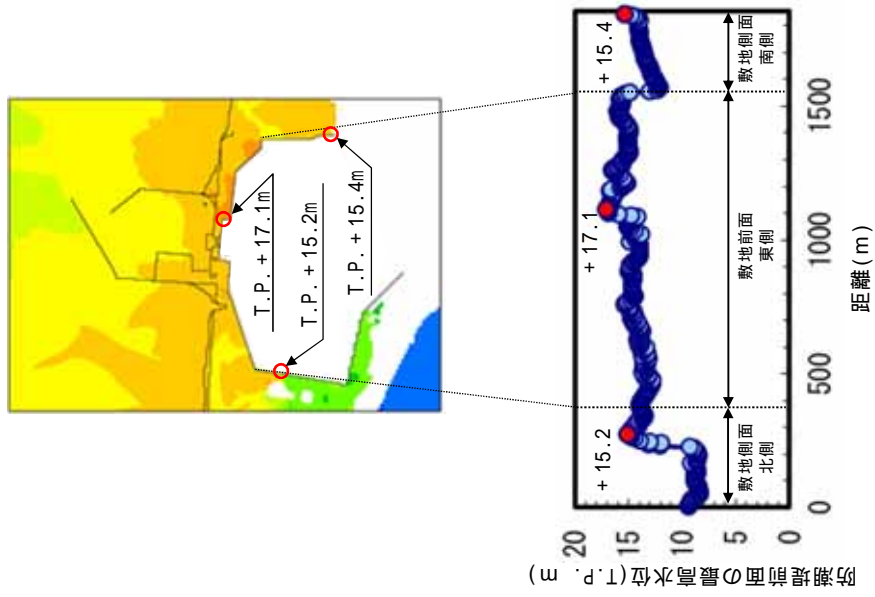
< 参考 >

防潮堤前面における入力津波の設定にあたり、防波堤の有無による影響に加えて、その中間状態として防波堤が地震により状態変化した場合の影響評価を実施した。地震による状態変化を想定するため、有効応力解析による防波堤の地震時沈下量評価を実施した。沈下量評価結果を第1.4-1参考図に示す。沈下量評価結果を踏まえ、防波堤の高さを1m沈下させた場合を想定して遡上解析を実施した。地震による防波堤の状態変化を考慮した防潮堤前面における上昇側水位への影響評価結果を第1.4-2参考図に示す。防潮堤前面における水位を評価した結果、防波堤がない場合における評価値を上回らないことを確認した。

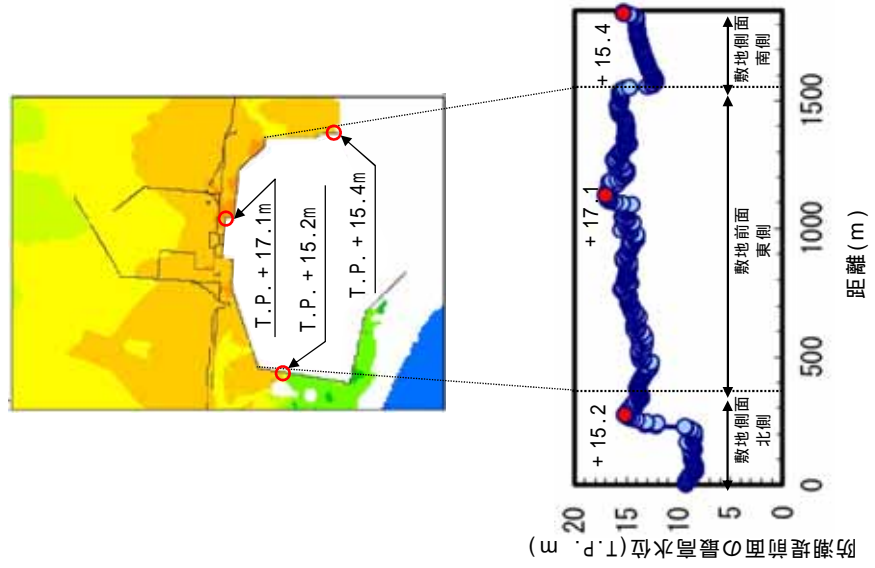


第1.4-1参考図 有効応力解析による防波堤の地震時沈下量評価結果

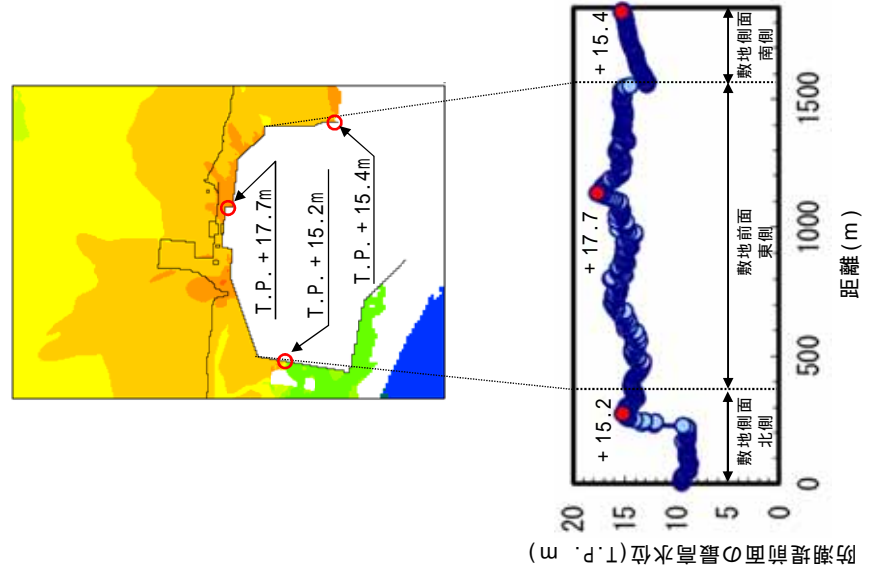
< 防波堤あり >



< 防波堤 1m 沈下 >



< 防波堤なし >



第1.4-2参考図 地震による防波堤の状態変化を考慮した防潮堤前面における上昇側水位への影響評価

(b) 地盤の変状の影響

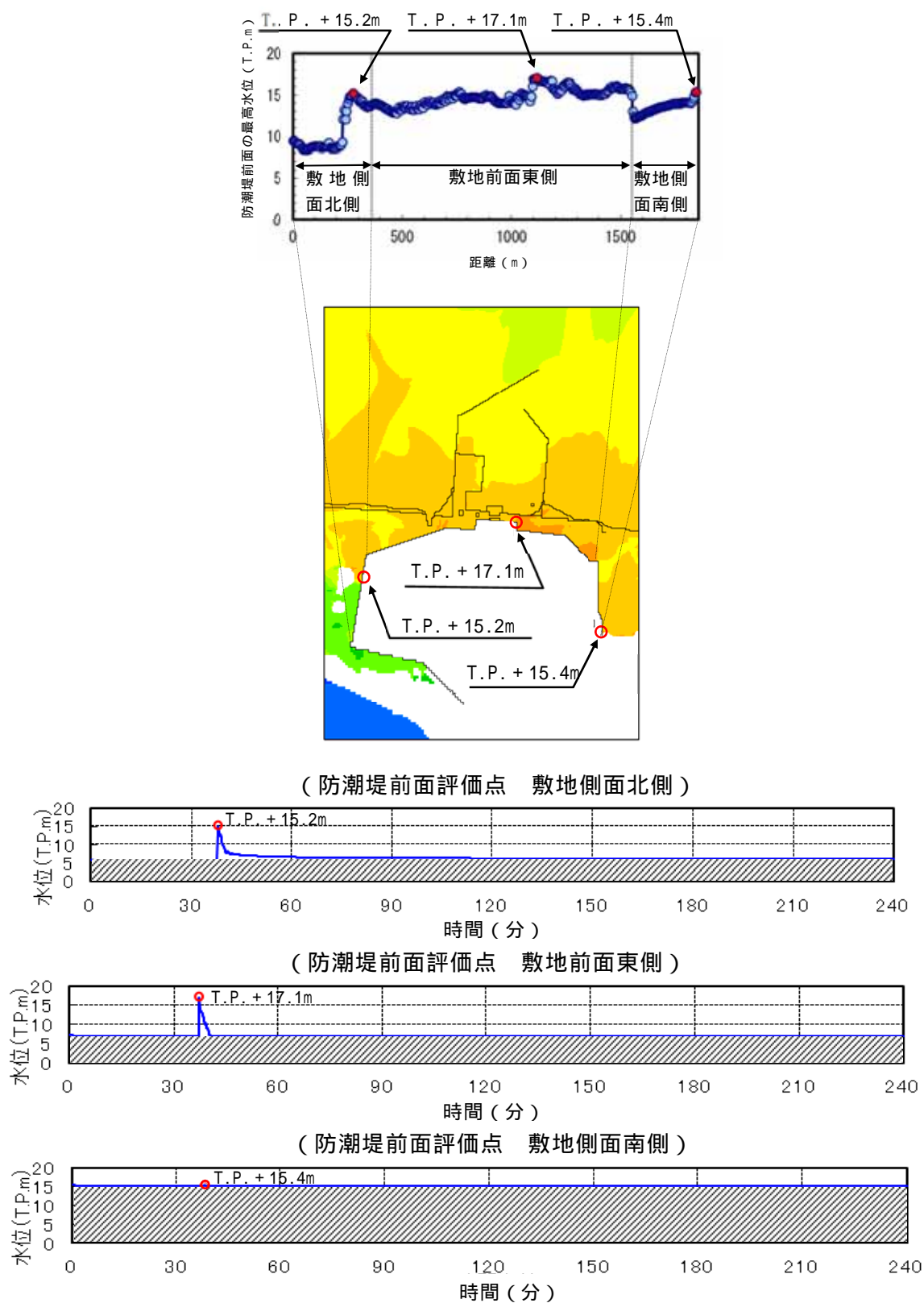
地盤の変状により想定される沈下については、添付資料4のとおり、有効応力解析による液状化判定の結果、基準地震動に伴う地形変化、標高変化が生じる可能性は僅かである場合においても、津波遡上解析への影響を確認するため、解析条件として沈下なしの条件に加えて、地盤面を大きく沈下させた条件を設定した。防波堤がある場合及びない場合について評価の結果、第1.4-2表及び第1.4-3図に基準津波による防潮堤前における津波水位の評価結果(地盤の変状の影響)を示す。

第 1.4-2 表 基準津波による防潮堤前面における津波水位の評価結果

(地盤の変状の影響)

	防潮堤あり	防潮堤なし
地盤変状 なし	<ul style="list-style-type: none">・敷地前面東側防潮堤前面 T.P. + 17.1m・敷地側面北側防潮堤前面 T.P. + 15.2m・敷地側面南側防潮堤前面 T.P. + 15.4m	<ul style="list-style-type: none">・敷地前面東側防潮堤前面 T.P. + 17.7m・敷地側面北側防潮堤前面 T.P. + 15.2m・敷地側面南側防潮堤前面 T.P. + 15.4m
地盤変状 あり	<ul style="list-style-type: none">・敷地前面東側防潮堤前面 T.P. + 16.9m・敷地側面北側防潮堤前面 T.P. + 14.8m・敷地側面南側防潮堤前面 T.P. + 16.2m	<ul style="list-style-type: none">・敷地前面東側防潮堤前面 T.P. + 16.7m・敷地側面北側防潮堤前面 T.P. + 15.1m・敷地側面南側防潮堤前面 T.P. + 16.6m

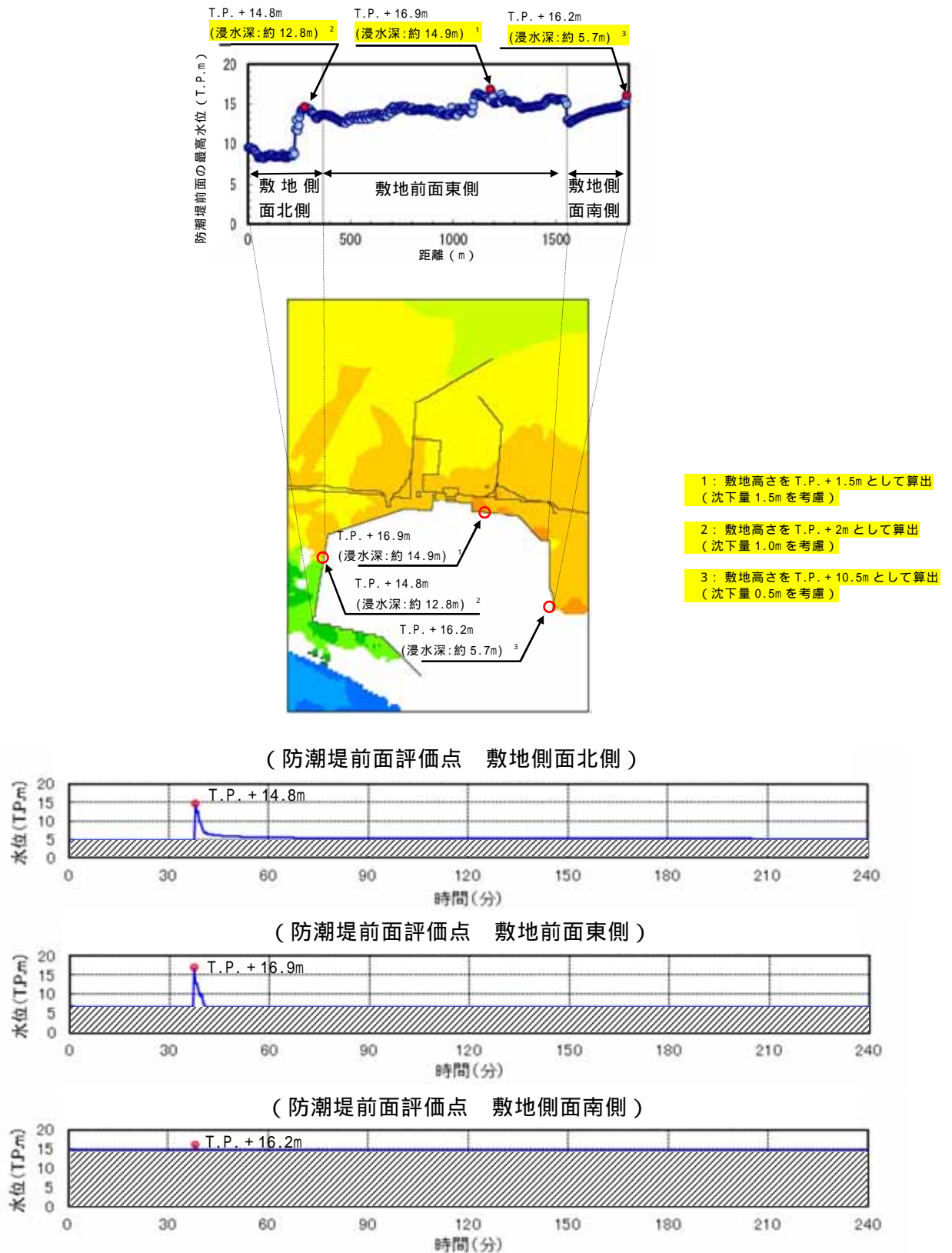
< 地盤変状なし，防波堤あり >



第 1.4-3 図 基準津波による防潮堤前面における津波水位の評価結果

(地盤の変状の影響) (1 / 4)

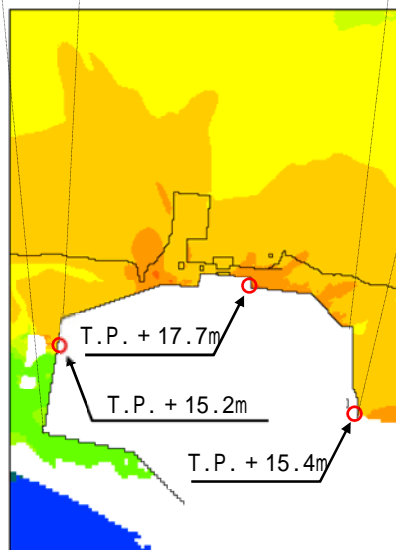
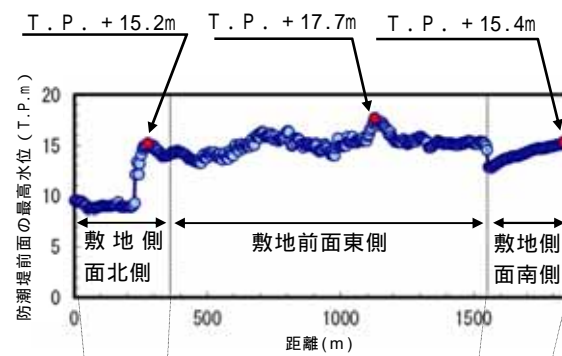
< 地盤変状あり，防波堤あり >



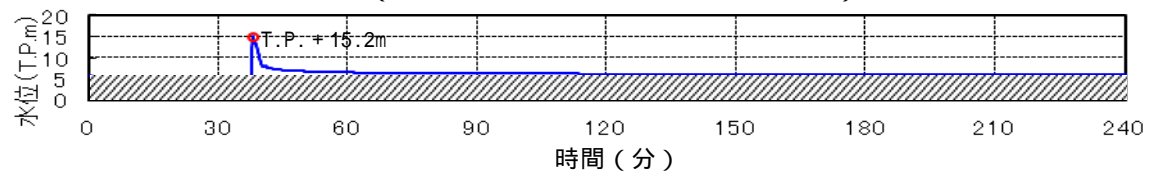
第 1.4-3 図 基準津波による防潮堤前面における津波水位の評価結果

(地盤の変状の影響) (2 / 4)

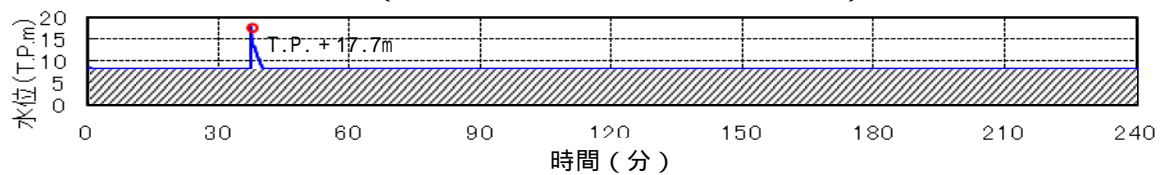
< 地盤変状なし，防波堤なし >



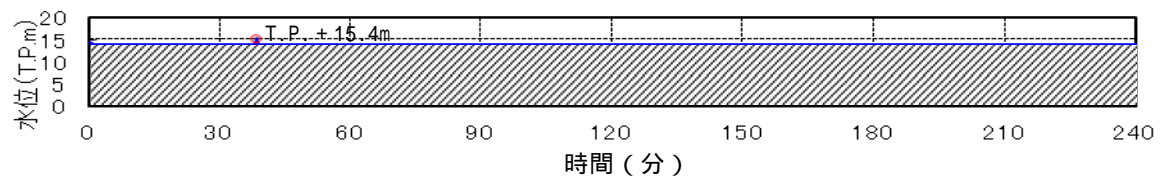
(防潮堤前面評価点 敷地側面北側)



(防潮堤前面評価点 敷地前面東側)



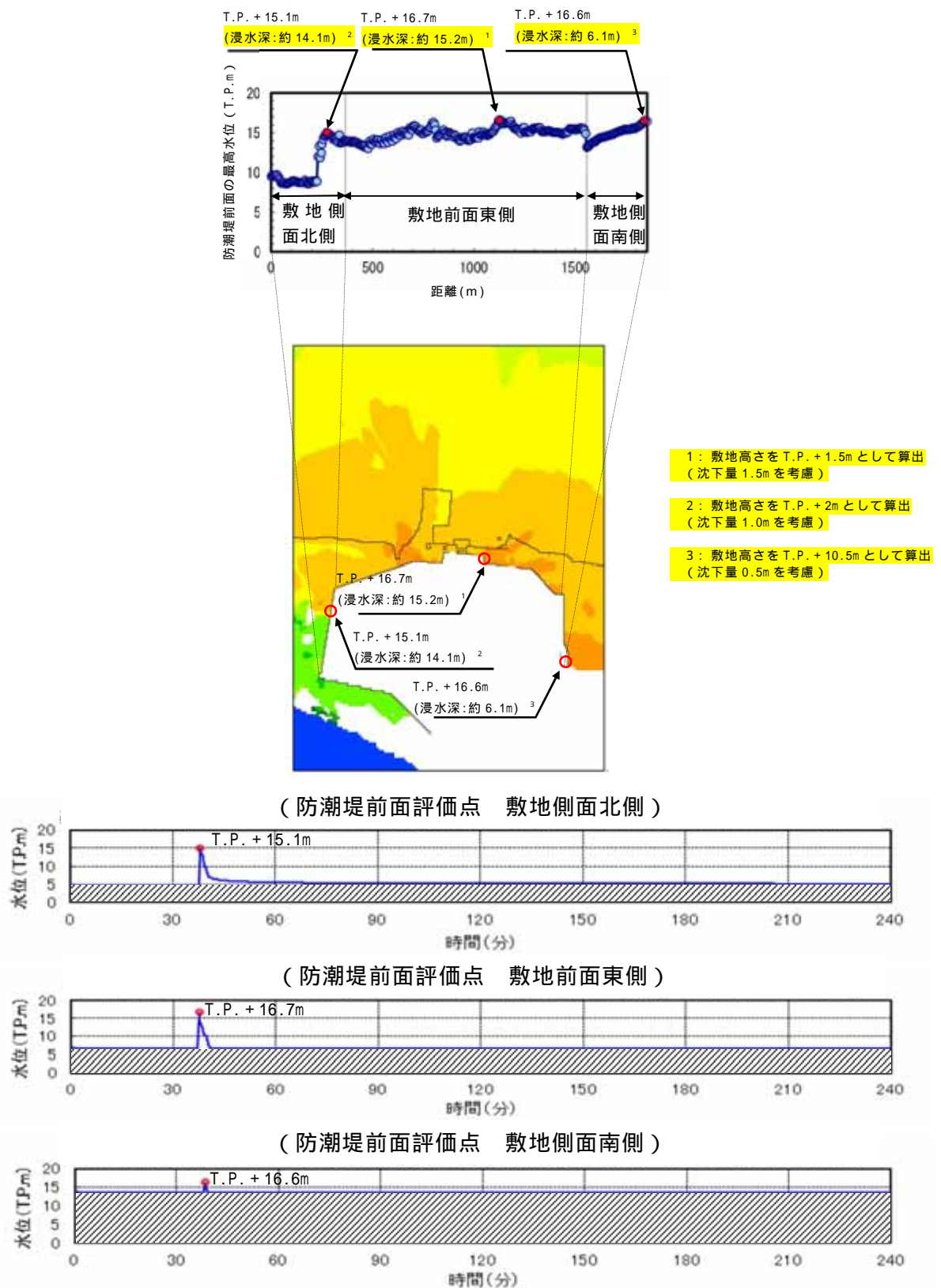
(防潮堤前面評価点 敷地側面南側)



第 1.4-3 図 基準津波による防潮堤前面における津波水位の評価結果

(地盤の変状の影響) (3 / 4)

< 地盤変状あり，防波堤なし >



第 1.4-3 図 基準津波による防潮堤前面における津波水位の評価結果

(地盤の変状の影響) (4 / 4)

(c) まとめ

防波堤がある場合及び防波堤がない場合の地盤変状の評価結果を第1.4-3表にまとめる。

敷地前面東側については、防波堤なし、地盤変状なしの場合において、T.P. + 17.7mとなり最も水位が高くなることから、この組合せの評価結果をもとに入力津波高さを設定する。

敷地側面北側については、防波堤有無による影響はなく、地盤変状なしの場合において水位が高くなることから、防波堤なし、地盤変状なしの条件におけるT.P. + 15.2mをもとに入力津波高さを設定する。

敷地側面南側については、防波堤なし、地盤変状ありの場合において、水位が高くなることが確認された。液状化検討対象層については有効応力解析にて液状化しないことを確認しているが、ここでは保守的に防波堤なし、地盤変状ありの場合におけるT.P. + 16.6mをもとに入力津波高さを設定する。

第1.4-3表 基準津波による防潮堤前における

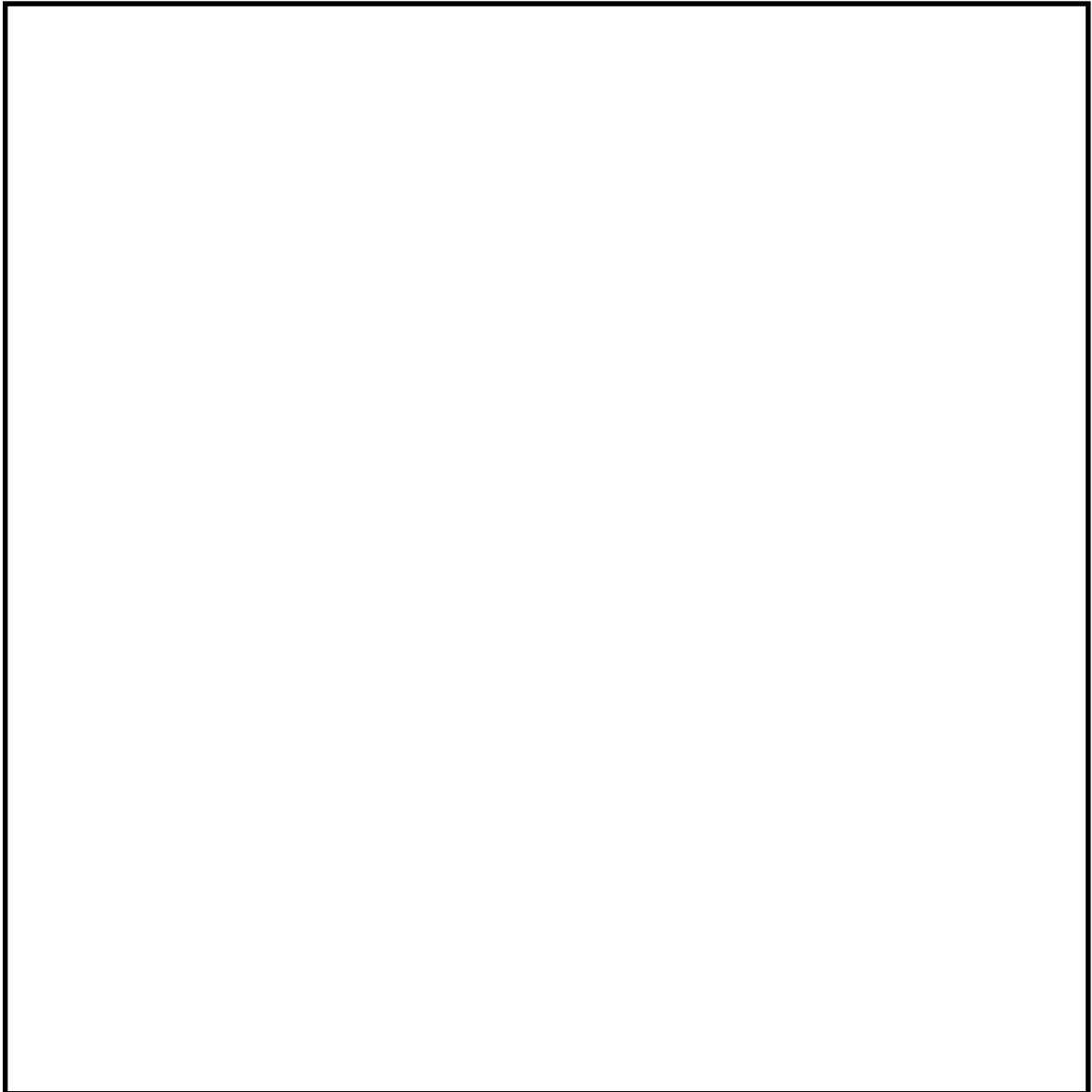
津波水位の評価結果まとめ

	防波堤あり (T.P. +)		防波堤なし (T.P. +)	
評価位置	地盤変状 なし	地盤変状 あり	地盤変状 なし	地盤変状 あり
敷地側面 北側	15.2m (浸水深:約12.2m)	14.8m (浸水深:約12.8m)	15.2m (浸水深:約12.2m)	15.1m (浸水深:約14.1m)
敷地前面 東側	17.1m (浸水深:約14.1m)	16.9m (浸水深:約14.9m)	17.7m (浸水深:約14.1m)	16.7m (浸水深:約15.2m)
敷地側面 南側	15.4m (浸水深:約4.4m)	16.2m (浸水深:約5.7m)	15.4m (浸水深:約4.4m)	16.6m (浸水深:約6.1m)

■内は各評価位置での最高水位

(3) 取水ピットにおける入力津波の設定

取水路からの津波の敷地への流入防止及び非常用海水ポンプの取水性を評価するため、取水ピットに着目し、上昇側及び下降側の入力津波を設定する。具体的には、基準津波が海洋から取水路を経て取水ピットに至る系について、水理特性を考慮した管路解析を行い、浸水防止設備等の設計及び評価に用いる入力津波を設定する。第1.4-4図に取水路及び取水ピットの構造を示す。また、添付資料5に管路解析のモデルの詳細について示す。



第1.4-4図 取水路及び取水ピットの構造

a . 評価条件

取水路から取水ピットに至る系の管路解析において考慮する条件を以下に示す。第1.4-4表に取水路の管路解析条件，第1.4-5表に取水路の管路解析において考慮した解析条件の整理を示す。

- (a) 朔望平均潮位，地震による地殻変動（2011年東北地方太平洋沖地震を含む。）を適切に考慮する。
- (b) 防波堤がある場合とない場合について評価を行い，防波堤の有無による水位変動への影響を確認する。

- (c) スクリーンによる損失の有無による水位変動への影響について確認する。
- (d) 管路には貝付着の抑制効果のある次亜塩素酸を注入していることから、常時貝付着がない状態であるが、貝付着の有無が入力津波高さに与える影響を確認するため、貝付着なしの場合も評価する。
- (e) 取水ピット上部の海水ポンプ室床版に評価点（開口）を設け、当該部に作用する水頭を評価する。
- (f) 残留熱除去系海水ポンプ、非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ、以下「非常用海水ポンプ」という。）の取水性を確保することを目的として取水口前面の海中に貯留堰を設置することから、貯留堰を設置したモデルとして評価する。
- (g) 非常用海水ポンプの取水性を確保するため、取水口前面の海中に貯留堰を設置し、大津波警報発表時には、循環水ポンプを含む常用海水ポンプ停止（プラント停止）を行う運用を定めることから、常用海水ポンプを停止した場合について評価する。
- (h) 非常用海水ポンプの運転状態（取水量）として、取水がない（ポンプ停止）場合と取水がある（ポンプ運転）場合について評価を行い、水位変動への影響を確認する。
- (i) 基準地震動 S_s による地盤の変状の考慮については、「(2) 防潮堤前面における入力津波の設定」に示した遡上解析の結果により、取水口前面（敷地前面東側）は地盤の変状がない場合において、最も水位が高くなることから、取水路の管路解析においては地盤変状のない場合について評価する。

第1.4-4表 取水路の管路解析条件

項目	解析条件
計算領域	取水口～取水路～取水ビット(非常用海水ポンプ, 常用海水ポンプ)
計算時間間隔 t	0.01 秒
基礎方程式	非定常開水路流及び管路流の連続式・運動方程式 1
境界条件	流量あり：計 2549.4(m ³ /hr) 循環水ポンプ：74220(m ³ /hr/台)×0 台 残留熱除去系海水ポンプ：885.7(m ³ /hr/台)×2 台 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ：272.6(m ³ /hr/台)×2 台 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ：232.8(m ³ /hr/台)×1 台 補機冷却系海水ポンプ：2838(m ³ /hr/台)×0 台 海水電解海水取水ポンプ：220(m ³ /hr/台)×0 台 除塵装置洗浄水ポンプ：186(m ³ /hr/台)×0 台 (津波襲来時の状態として、常用海水ポンプ全台停止かつ非常用海水ポンプの運転状態を想定) 流量なし：計 0(m ³ /hr)
摩擦損失係数	マンニング粗度係数 n=0.020(貝代あり)m ^{-1/3} ・s n=0.015(貝代なし)m ^{-1/3} ・s
貝の付着代	貝代なし, 貝代あり 10cm を考慮
局所損失係数	電力土木技術協会(1995): 火力・原子力発電所土木構造物の設計 - 補強改訂版 -, 千秋信一(1967): 発電水力演習, 土木学会(1999): 水理公式集[平成 11 年版]による
入射条件	防波堤ありケース 上昇側、下降側 / 防波堤なしケース 上昇側、下降側
地盤変動条件	上昇側：3.11 地震の地殻変動量(0.2m 沈下を考慮) Mw8.7 の地殻変動量 潮位のばらつき(= +0.18m) 下降側：3.11 地震の地殻変動量(0.2m 沈下を考慮) 潮位のばらつき(= -0.16m)
潮位条件	上昇側：朔望平均満潮位(T.P. +0.61m) 下降側：朔望平均干潮位(T.P. -0.81m)
計算時間	4 時間(津波計算と同時間)

1 基礎方程式

< 開水路 >

$$a) \text{運動方程式} \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

$$b) \text{連続式} \quad \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

< 管路 >

$$a) \text{運動方程式} \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

$$b) \text{連続式} \quad \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

ここに、 t : 時間 Q : 流量 v : 流速 x : 管底に沿った座標
 A : 流水断面積 H : 圧力水頭 + 位置水頭(管路の場合)
 位置水頭(開水路の場合)
 z : 管底高 g : 重力加速度
 n : マニングの粗度係数 R : 径深
 x : 管路の流れ方向の長さ f : 局所損失係数

< 水槽および立坑部 >

$$A_p \frac{dH_p}{dt} = Q_s$$

ここに、 A_p: 水槽の平面積(水位の関数となる) H_p: 水槽水位
 Q_s: 水槽へ流入する流量の総和 t : 時間

第 1.4-5 表 取水路の管路解析において考慮した解析条件の整理

計算条件	防波堤	スクリーンによる損失	貝付着	海水ポンプ運転状態	
	あり / なし	あり / なし	あり / なし	常用海水ポンプ	非常用海水ポンプ
設定条件	防波堤がある場合とない場合について評価を行い、防波堤の有無による水位変動への影響を確認する。	スクリーンによる損失の有無による水位変動への影響を確認する。	貝付着の有無による水位変動の影響を確認する。	非常用海水ポンプの取水源を確保するため、取水口前面の海中に貯留堰を設置し、大津波警報発表時には、循環水ポンプを含む常用海水ポンプ停止（プラント停止）を行う運用を定めることから、評価の前提として常用海水ポンプ停止とし、非常用海水ポンプによる取水がない（ポンプ停止）条件及び非常用海水ポンプによる取水がある（ポンプ運転）条件について解析した。	
	あり	あり	あり	0 台	0 台
	あり	あり	あり	0 台	5 台
	あり	なし	あり	0 台	0 台
	あり	なし	あり	0 台	5 台
	あり	あり	なし	0 台	0 台
	あり	あり	なし	0 台	5 台
	あり	なし	なし	0 台	0 台
	あり	なし	なし	0 台	5 台
	なし	あり	あり	0 台	0 台
	なし	あり	あり	0 台	5 台
	なし	なし	あり	0 台	0 台
	なし	なし	あり	0 台	5 台
	なし	あり	なし	0 台	0 台
	なし	あり	なし	0 台	5 台
	なし	なし	なし	0 台	0 台
	なし	なし	なし	0 台	5 台

b．評価結果（上昇側）

以下に、取水ピットにおける上昇側水位の評価結果を以下に示す。

第1.4-6表に取水路の管路解析結果(上昇側最高水位)一覧を示す。また、添付資料 6 に管路解析のパラメータスタディについて示す。

(a) 防波堤の有無による影響

防波堤の有無による影響としては、スクリーンの損失の有無、貝付着の有無及び非常用海水ポンプの運転状態の条件の違いに関わらず、防波堤がない場合において水位が高くなった。

また，最高水位は防波堤なし，スクリーン損失なし，貝付着あり，海水ポンプの取水なしの条件にてT.P. + 19.19mとなった。

(b) スクリーンの損失の有無による影響

スクリーンの損失の有無による影響としては，防波堤の有無，貝付着の有無及び非常用海水ポンプの運転状態の条件の違いに関わらず，スクリーンの損失がない場合において最高水位が高くなった。

(c) 貝付着の有無による影響

貝付着の有無による影響としては，防波堤の有無，スクリーンの損失の有無及び非常用海水ポンプの運転状態の条件の違いに関わらず，貝付着がある場合とない場合において，その差は非常に小さくほとんどのケースにおいて有意な差はなかった。

(d) 非常用海水ポンプの運転状態による影響

非常用海水ポンプの運転状態による影響については，防波堤の有無，スクリーンの損失の有無及び貝付着の有無の条件の違いに関わらず，その差は非常に小さく，有意な差とはならなかった。

(e) まとめ

以上の評価結果より，防波堤なし，スクリーンの損失なしの場合において，水位が低くなる傾向にあることが確認された。また，貝付着の有無及び非常用海水ポンプの運転状態による影響としては，有意な影響は確認されなかった。このため，防波堤なし，スクリーンの損失なしの場合において，最も水位の高くなった解析ケース（最高水位T.P. + 19.19m）をもとに入力津波高さを設定する。

第1.4-6表 取水路の管路解析結果（上昇側最高水位）一覧（1/2）

解析ケース	パラメータ				取水ピット水位(T.P.m)					解析ケース毎の最高水位(T.P.m)
	防波堤	スクリーン損失	貝付着	非常用海水ポンプの取水	非常用海水ポンプ（南側）	非常用海水ポンプ（北側）	循環水ポンプ（南側）	循環水ポンプ（中央）	循環水ポンプ（北側）	
	あり	あり	あり	なし	+ 15.79	+ 15.79	+ 15.95	+ 16.04	+ 15.95	+ 16.04
	あり	あり	あり	あり	+ 15.79	+ 15.79	+ 15.95	+ 16.04	+ 15.95	+ 16.04
	あり	なし	あり	なし	+ 16.91	+ 16.91	+ 16.74	+ 16.56	+ 16.74	+ 16.91
	あり	なし	あり	あり	+ 16.91	+ 16.91	+ 16.74	+ 16.57	+ 16.74	+ 16.91
	あり	あり	なし	なし	+ 15.68	+ 15.68	+ 15.97	+ 16.09	+ 15.97	+ 16.09
	あり	あり	なし	あり	+ 15.68	+ 15.68	+ 15.97	+ 16.09	+ 15.97	+ 16.09
	あり	なし	なし	なし	+ 17.10	+ 17.10	+ 16.56	+ 16.46	+ 16.56	+ 17.10
	あり	なし	なし	あり	+ 17.09	+ 17.09	+ 16.56	+ 16.46	+ 16.56	+ 17.09

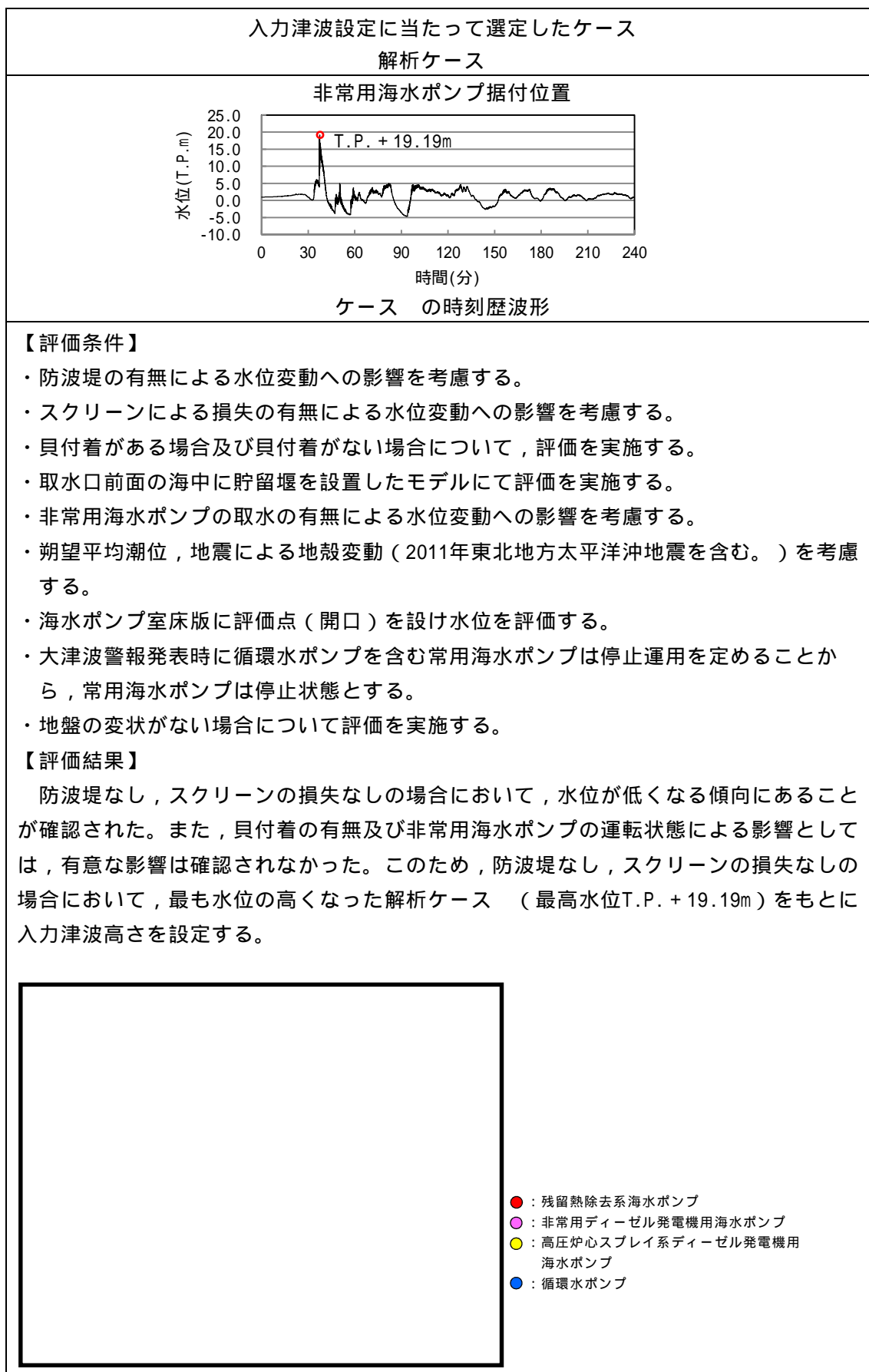
■：解析ケース毎の最高水位

第1.4-6表 取水路の管路解析結果（上昇側最高水位）一覧（2/2）

解析ケース	パラメータ				取水ピット水位(T.P.m)					解析ケース毎の最高水位(T.P.m)
	防波堤	スクリーン損失	貝付着	非常用海水ポンプの取水	非常用海水ポンプ(南側)	非常用海水ポンプ(北側)	循環水ポンプ(南側)	循環水ポンプ(中央)	循環水ポンプ(北側)	
	なし	あり	あり	なし	+16.61	+16.61	+16.39	+16.56	+16.39	+16.61
	なし	あり	あり	あり	+16.61	+16.61	+16.39	+16.56	+16.39	+16.61
	なし	なし	あり	なし	+19.19	+19.19	+18.35	+17.87	+18.35	+19.19
	なし	なし	あり	あり	+19.18	+19.18	+18.35	+17.87	+18.35	+19.18
	なし	あり	なし	なし	+16.67	+16.67	+16.40	+16.49	+16.40	+16.67
	なし	あり	なし	あり	+16.66	+16.66	+16.39	+16.49	+16.39	+16.66
	なし	なし	なし	なし	+19.17	+19.17	+18.38	+17.88	+18.38	+19.17
	なし	なし	なし	あり	+19.17	+19.17	+18.38	+17.88	+18.38	+19.17

■：解析ケース毎の最高水位

■：上昇側最高水位



第1.4-5図 基準津波による取水ピットにおける上昇側水位の評価結果

c．評価結果（下降側）

取水ピットにおける下降側水位の評価結果を以下に示す。第1.4-7表に取水路の管路解析結果（下降側最低水位）一覧を示す。また，添付資料6に管路解析のパラメータスタディについてを示す。

(a) 防波堤の有無による影響

防波堤の有無による影響としては，スクリーンの損失の有無，貝付着の有無及び非常用海水ポンプの運転状態の条件の違いに関わらず，防波堤がない場合において水位が低くなる傾向にあるが，その差は非常に小さく，有意な差とはならなかった。

(b) スクリーンの損失の有無による影響

スクリーンの損失の有無による影響としては，防波堤の有無，貝付着の有無及び非常用海水ポンプの運転状態の条件の違いに関わらず，スクリーンの損失がない場合において水位が低くなる傾向にあるが，その差は非常に小さく，有意な差とはならなかった。

(c) 貝付着の有無による影響

貝付着の有無による影響としては，防波堤の有無，スクリーンの損失の有無及び非常用海水ポンプの運転状態の条件に関わらず，貝付着がある場合とない場合において，その差は非常に小さく有意な差とはならなかった。

(d) 非常用海水ポンプの運転状態による影響

非常用海水ポンプの運転状態による影響については，防波堤の有無，貝付着の有無及びスクリーンの損失の有無の条件の違いに関わらず，非常用海水ポンプの取水がある（ポンプ運転）場合とない（ポンプ停止）場合において，その差は非常に小さく有意な差とはならなかった。

(e) まとめ

以上の評価結果より，防波堤なし，スクリーンの損失なしの場合において，水位が低くなる傾向にあることが確認された。また，貝付着の有無及び非常用海水ポンプの運転状態による影響としては，有意な影響は確認されなかった。このため，防波堤なし，スクリーンの損失なしの場合において，最も水位の低くなった解析ケース ， ， （最低水位T.P. - 5.03m）をもとに入力津波高さを設定する。第1.4-6図に基準津波による取水ピットにおける下降側水位の評価結果を示す。

第1.4-7表 取水路の管路解析結果（下降側最低水位）一覧（1/2）

解析ケース	パラメータ				取水ピット水位(T.P.m)					解析ケース毎の最低水位 (T.P.m)
	防波堤	スクリーニング損失	貝付着	非常用海水ポンプの取水	非常用海水ポンプ（南側）	非常用海水ポンプ（北側）	循環水ポンプ（南側）	循環水ポンプ（中央）	循環水ポンプ（北側）	
	あり	あり	あり	なし	- 4.94	- 4.94	- 4.94	- 4.94	- 4.94	- 4.94
	あり	あり	あり	あり	- 4.95	- 4.95	- 4.94	- 4.94	- 4.94	- 4.95
	あり	なし	あり	なし	- 4.97	- 4.97	- 4.98	- 4.98	- 4.98	- 4.97
	あり	なし	あり	あり	- 4.97	- 4.97	- 4.98	- 4.98	- 4.98	- 4.97
	あり	あり	なし	なし	- 4.94	- 4.94	- 4.94	- 4.94	- 4.94	- 4.94
	あり	あり	なし	あり	- 4.95	- 4.95	- 4.95	- 4.95	- 4.95	- 4.95
	あり	なし	なし	なし	- 4.95	- 4.95	- 4.95	- 4.96	- 4.95	- 4.95
	あり	なし	なし	あり	- 4.95	- 4.95	- 4.95	- 4.96	- 4.95	- 4.95

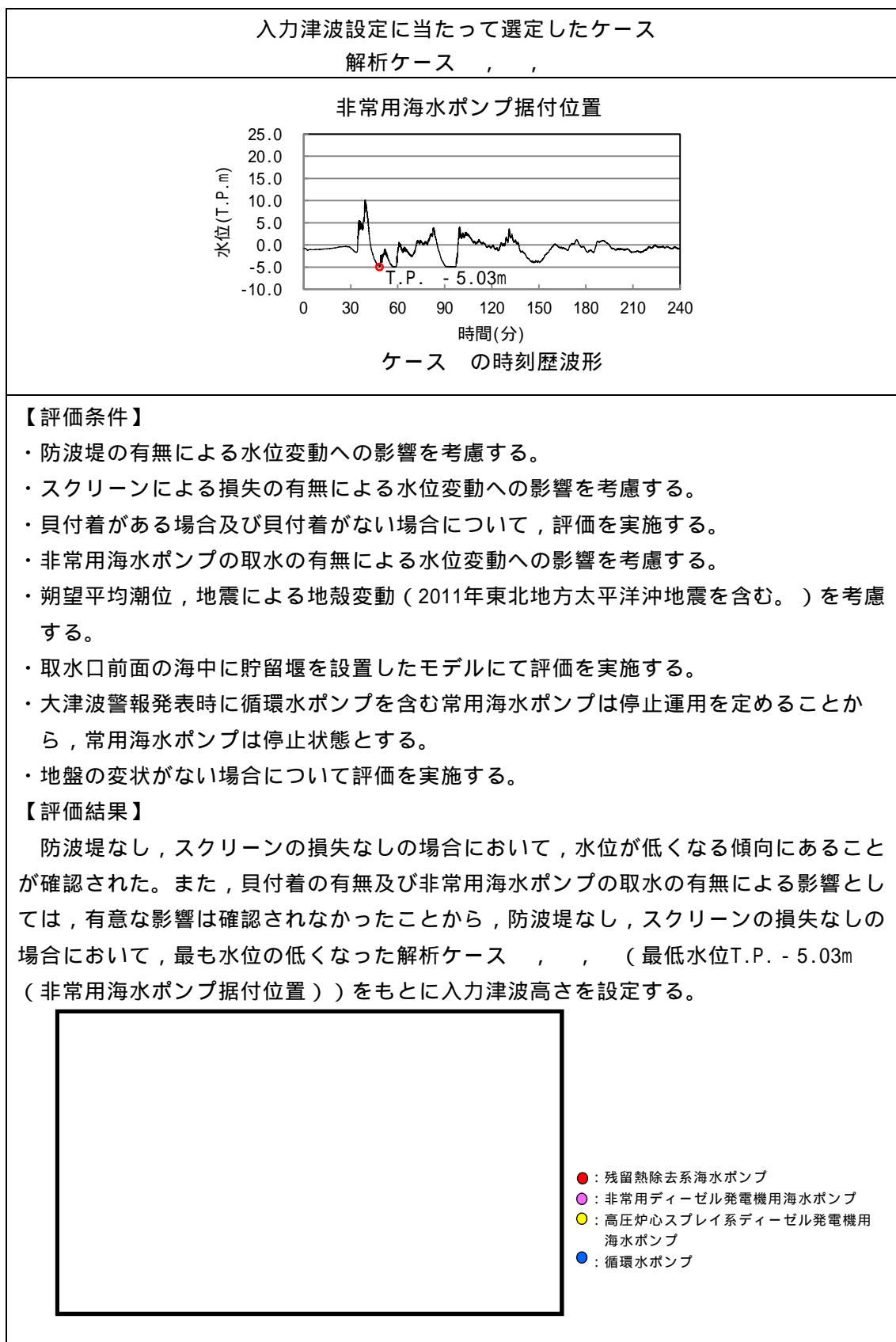
：下降側水位については非常用海水ポンプ位置における水位を対象に評価を実施した。

第1.4-7表 取水路の管路解析結果（下降側最低水位）一覧（2/2）

解析 ケース	パラメータ				取水ピット水位(T.P.m)					解析ケース毎 の最低水位 (T.P.m)
	防波堤	スクリーニン 損失	貝付着	非常用海水 ポンプの取水	非常用海水 ポンプ (南側)	非常用海水 ポンプ (北側)	循環水 ポンプ (南側)	循環水 ポンプ (中央)	循環水 ポンプ (北側)	
	なし	あり	あり	なし	- 4.95	- 4.95	- 4.95	- 4.95	- 4.95	- 4.95
	なし	あり	あり	あり	- 4.95	- 4.95	- 4.95	- 4.96	- 4.95	- 4.95
	なし	なし	あり	なし	- 5.02	- 5.02	- 5.02	- 5.05	- 5.02	- 5.02
	なし	なし	あり	あり	- 5.03	- 5.03	- 5.03	- 5.05	- 5.03	- 5.03
	なし	あり	なし	なし	- 4.95	- 4.95	- 4.95	- 4.95	- 4.95	- 4.95
	なし	あり	なし	あり	- 4.96	- 4.95	- 4.95	- 4.95	- 4.95	- 4.96
	なし	なし	なし	なし	- 5.03	- 5.03	- 5.02	- 5.05	- 5.02	- 5.03
	なし	なし	なし	あり	- 5.03	- 5.03	- 5.02	- 5.06	- 5.02	- 5.03

：下降側水位については非常用海水ポンプ位置における水位を対象に評価を実施した。

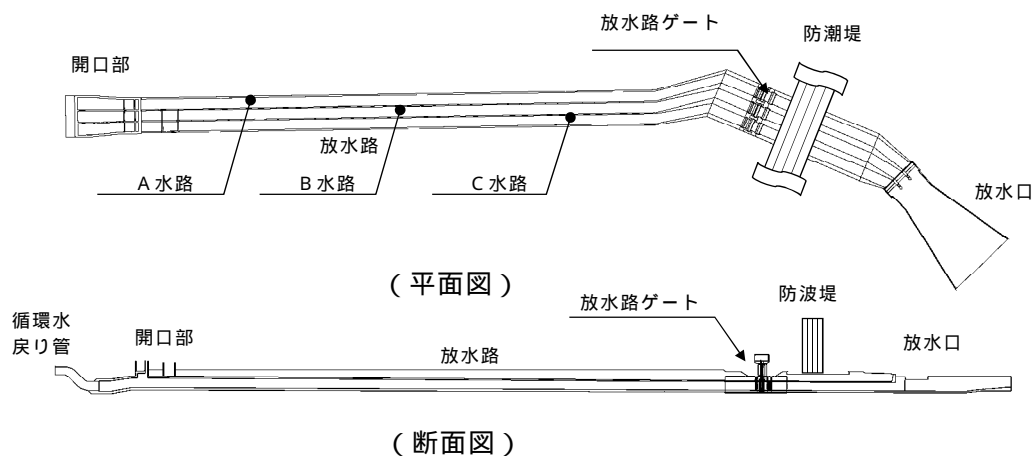
■：下降側最低水位



第1.4-6図 基準津波による取水ピットにおける下降側水位の評価結果

(3) 放水路ゲート設置箇所における入力津波の設定

放水路からの津波の敷地への流入を防止するため、放水路ゲート設置箇所に着目し、上昇側の入力津波を設定する。具体的には、基準津波が海洋から放水路を経て放水路ゲートに至る系について、水理特性を考慮した管路解析を行い、津波防護施設、浸水防止設備等の設計及び評価に用いる入力津波を設定する。第1.4-7図に放水路ゲートの設置位置を示す。また、添付資料5に管路解析のモデルの詳細について示す。



第1.4-7図 放水路ゲートの設置位置

a. 評価条件

放水路から放水路ゲートに至る系の管路解析において考慮する条件を以下に示す。第1.4-8表に放水路の管路解析条件、第1.4-9表に放水路の管路解析において考慮した解析条件の整理を示す。

- (a) 朔望平均潮位、地震による地殻変動（2011年東北地方太平洋沖地震を含む。）を適切に考慮する。
- (b) 防波堤がある場合とない場合について評価を行い、防波堤の有無による水位変動への影響を確認する。

- (c) 定期的に除貝清掃を実施していないため、貝付着がある場合について評価する。
- (d) 放水路ゲート設置箇所の放水路上版に評価点（開口）を設け、当該部に作用する水頭を評価する。
- (e) 放水路ゲートを閉止する前に循環水ポンプ、補機冷却海水系ポンプ（以下「常用海水ポンプ」）を停止する運用とすることから、常用海水ポンプを停止した場合について評価する。
- (f) 放水路ゲートを閉止した状態においても、非常用海水ポンプの運転が可能となるように扉体に小扉を設けて非常用海水ポンプの運転に伴う放水ができる設計とすることから、非常用海水ポンプの取水がある場合（ポンプ運転）と取水がない場合（ポンプ停止）について評価する。
- (g) 基準地震動 S_s による地盤の変状の考慮については、「(2) 防潮堤前面における入力津波の設定」に示した遡上解析の結果により、取水口前面（敷地前面東側）は地盤の変状がない場合において、最も水位が高くなることから、取水路の管路解析においては地盤変状のない場合について評価する。

第1.4-8表 放水路の管路解析条件

項目	解析条件
計算領域	ゲート部～放水路～放水口(非常用海水ポンプ)
計算時間間隔 t	0.001 秒
基礎方程式	非定常開水路流及び管路流の連続式・運動方程式 1
境界条件	<p>流量あり ケース 1 B 水路, C 水路: 計 4320.8(m³/hr)</p> <p>循環水ポンプ: 74220(m³/hr/台)×0 台</p> <p>残留熱除去系海水ポンプ: 885.7(m³/hr/台)×4 台</p> <p>非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ: 272.6(m³/hr/台)×2 台</p> <p>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ: 232.8(m³/hr/台)×1 台</p> <p>補機冷却系海水ポンプ: 2838(m³/hr/台)×0 台</p> <p>(津波襲来時の状態として, 常用海水ポンプ全台停止かつ非常用海水ポンプの運転状態を想定。(原子炉トリップ+(所内電源喪失又は原子炉水位低下)の状態))</p> <p>流量あり ケース 2 B 水路, C 水路: 計 9996.8(m³/hr)</p> <p>循環水ポンプ: 74220(m³/hr/台)×0 台</p> <p>残留熱除去系海水ポンプ: 885.7(m³/hr/台)×4 台</p> <p>非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ: 272.6(m³/hr/台)×2 台</p> <p>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ: 232.8(m³/hr/台)×1 台</p> <p>補機冷却系海水ポンプ: 2838(m³/hr/台)×2 台</p> <p>(ケース 1 の状態から, 燃料プール冷却等のため ASW ポンプを追加起動した状態を想定)</p> <p>流量あり ケース 3 B 水路, C 水路: 計 2549.4(m³/hr)</p> <p>循環水ポンプ: 74220(m³/hr/台)×0 台</p> <p>残留熱除去系海水ポンプ: 885.7(m³/hr/台)×2 台</p> <p>非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ: 272.6(m³/hr/台)×2 台</p> <p>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ: 232.8(m³/hr/台)×1 台</p> <p>補機冷却系海水ポンプ: 2838(m³/hr/台)×0 台</p> <p>(津波襲来時の状態として, 常用海水ポンプ全台停止かつ非常用海水ポンプの運転状態を想定)</p> <p>流量なし: 計 0(m³/hr)</p>
摩擦損失係数	マニング粗度係数 n=0.020(貝代あり)m ^{-1/3} ・s
貝の付着代	貝代 10cm を考慮
局所損失係数	電力土木技術協会(1995): 火力・原子力発電所土木構造物の設計 - 補強改訂版 -, 千秋信一(1967): 発電水力演習, 土木学会(1999): 水理公式集[平成 11 年版]による
入射条件	防波堤ありケース 上昇側 / 防波堤なしケース 上昇側
地盤変動条件	3.11 地震の地殻変動量(0.2m 沈下を考慮) Mw8.7 の地殻変動量 潮位のばらつき(= +0.18m)
潮位条件	朔望平均満潮位(T.P. +0.61m)
計算時間	4 時間(津波計算と同時時間)

1 基礎方程式

< 開水路 >

a) 運動方程式
$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

b) 連続式
$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

< 管路 >

a) 運動方程式
$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

b) 連続式
$$\frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

ここに, t : 時間 Q : 流量 v : 流速 x : 管底に沿った座標
A : 流水断面積 H : 圧力水頭 + 位置水頭(管路の場合)
位置水頭(開水路の場合)

z : 管底高 g : 重力加速度
n : マニングの粗度係数 R : 径深
x : 管路の流れ方向の長さ f : 局所損失係数

< 水槽および立坑部 >

$$A_p \frac{dH_p}{dt} = Q_s$$

ここに、 A_p ：水槽の平面積（水位の関数となる） H_p ：水槽水位
 Q_s ：水槽へ流入する流量の総和 t ：時間

第 1.4-9 表 放水路の管路解析において考慮した
解析条件の整理（１／２）

計算条件		防波堤	貝付着	海水ポンプ運転状態	
		あり／なし	あり	常用海水ポンプ	非常用海水ポンプ
設定条件		防波堤がある場合とない場合について評価を行い、防波堤の有無による水位変動への影響を確認する。	放水路は、定期的に除貝清掃しないため、貝が付着している場合の影響を確認する。	大津波警報が発表した場合に、循環水ポンプを停止させる運用のため、放水しない条件とした。 また、プラント停止時に非常用海水ポンプの運転されることを考慮した運転条件及び常用海水ポンプのうち補機冷却海水系ポンプによる運転も考慮し、放水がある（ポンプ運転）条件とした。	
	A 水路	あり	あり	0 台	0 台
	B 水路			0 台	0 台
	C 水路			0 台	0 台
	A 水路	なし	あり	0 台	0 台
	B 水路			0 台	0 台
	C 水路			0 台	0 台
	A 水路	あり	あり	0 台	0 台
	B 水路			0 台	7 台
	C 水路			0 台	0 台
	A 水路	なし	あり	0 台	0 台
	B 水路			0 台	7 台
	C 水路			0 台	0 台
	A 水路	あり	あり	0 台	0 台
	B 水路			0 台	0 台
	C 水路			0 台	7 台
	A 水路	なし	あり	0 台	0 台
	B 水路			0 台	0 台
	C 水路			0 台	7 台
	A 水路	あり	あり	0 台	0 台
	B 水路			2 台	7 台
	C 水路			0 台	0 台
	A 水路	なし	あり	0 台	0 台
	B 水路			2 台	7 台
	C 水路			0 台	0 台
	A 水路	あり	あり	0 台	0 台
	B 水路			0 台	0 台
	C 水路			2 台	7 台
	A 水路	なし	あり	0 台	0 台
	B 水路			0 台	0 台
	C 水路			2 台	7 台

第 1.4-9 表 放水路の管路解析において考慮した
解析条件の整理 (2 / 2)

計算条件		防波堤	貝付着	海水ポンプ運転状態	
		あり / なし	あり	常用海水ポンプ	非常用海水ポンプ
設定条件		防波堤がある場合とない場合について評価を行い,防波堤の有無による水位変動への影響を確認する。	放水路は,定期的に除貝清掃しないため,貝が付着している場合の影響を確認する。	大津波警報が発表した場合に,循環水ポンプを停止させる運用のため,放水しない条件とした。 また,プラント停止時に非常用海水ポンプの運転されることを考慮した運転条件及び常用海水ポンプのうち補機冷却海水系ポンプによる運転も考慮し,放水がある(ポンプ運転)条件とした。	
	A 水路	あり	あり	0 台	0 台
	B 水路			0 台	5 台
	C 水路			0 台	0 台
	A 水路	なし	あり	0 台	0 台
	B 水路			0 台	5 台
	C 水路			0 台	0 台
	A 水路	あり	あり	0 台	0 台
	B 水路			0 台	0 台
	C 水路			0 台	5 台
	A 水路	なし	あり	0 台	0 台
	B 水路			0 台	0 台
	C 水路			0 台	5 台

b．評価結果

放水路ゲート設置箇所における上昇側水位の評価結果を以下に示す。

第1.4-10表に放水路の管路解析結果（上昇側最高水位）一覧を示す。また，添付資料6に管路解析のパラメータスタディについて示す。

(a) 防波堤の有無による影響

防波堤の有無による影響としては，A水路（北側）では防波堤がない場合において水位が高くなり，B水路（中央）及びC水路（南側）では防波堤がある場合において水位が高くなった。特に，防波堤がある場合におけるB水路（中央）での水位が高くなる傾向にあることが確認された。

(b) 非常用海水ポンプの運転状態による影響





非常用海水ポンプの運転状態による影響として，非常用海水ポンプの運転がある場合とない場合，運転状態（ポンプの運転台数）及び放水する水路（B又はC水路）の違いによる影響を確認した。

防波堤がある場合は，非常用海水ポンプの運転の有無及び放水する水路の違いによる優位な差はなかった。

防波堤がない場合は，B水路へ放水する場合については非常用海水ポンプの運転による海水流量が多いほどB水路の水位が高くなる傾向にあり，C水路へ放水する場合については非常用海水ポンプの運転による海水流量が少ないほどC水路の水位が高くなる傾向にあることが確認されたが，非常用海水ポンプの運転状態による影響は防波堤の有無による影響に比べ，程度が小さいことを確認した。

(c) まとめ

以上の評価結果より，防波堤ありの場合にB水路の水位が高くなる傾向にあることが確認された。非常用海水ポンプの運転状態によ

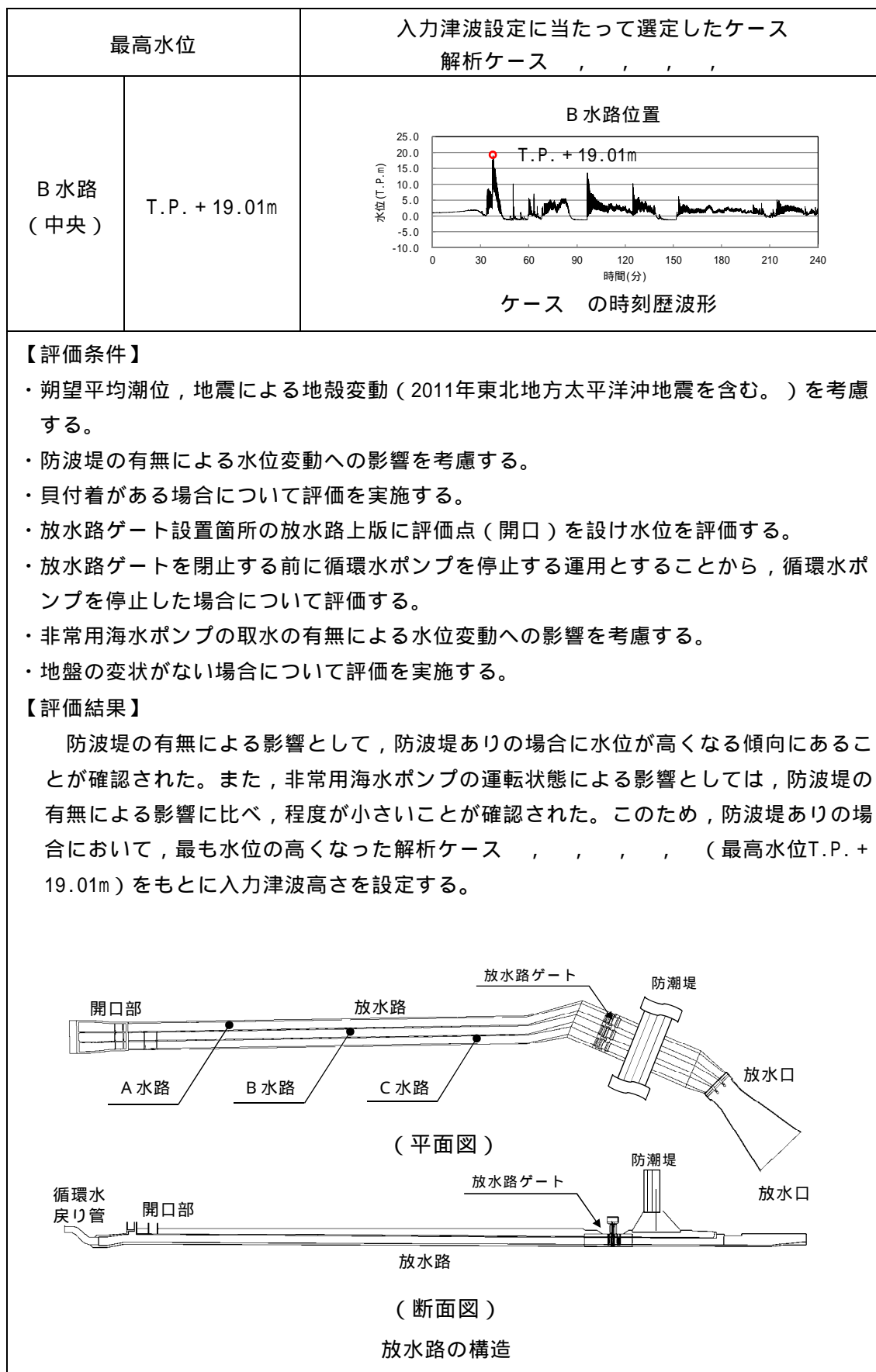
る影響は防波堤の有無による影響に比べ、程度が小さいことが確認された。このため、防波堤ありの場合において、最も水位の高くなった解析ケース、, , , （最高水位T.P. + 19.01m）をもとに入力津波高さを設定する。第1.4-8図に基準津波による放水路ゲート設置箇所の上昇側最高水位の評価結果を示す。

第1.4-10表 放水路の管路解析結果（上昇側最高水位）一覧

解析 ケース	パラメータ				放水路ゲート設置箇所水位 (T.P.m)			解析ケース毎の最 高水位 (T.P.m)
	防波堤 の有無	貝付着の 有無	非常用海水ポンプの運転状態		A 水路 (北側)	B 水路 (東側)	C 水路 (南側)	
			詳細運転状態	放水する水路				
	あり	あり	-	-	+ 17.36	+ 19.01	+ 18.25	+ 19.01
	なし	あり	-	-	+ 18.26	+ 16.53	+ 18.19	+ 18.26
	あり	あり	常用：0 台 非常用：7 台	B 水路	+ 17.36	+ 19.00	+ 18.25	+ 19.00
	なし	あり	常用：0 台 非常用：7 台	B 水路	+ 18.26	+ 17.20	+ 18.19	+ 18.26
	あり	あり	常用：0 台 非常用：7 台	C 水路	+ 17.36	+ 19.01	+ 18.39	+ 19.01
	なし	あり	常用：0 台 非常用：7 台	C 水路	+ 18.26	+ 16.53	+ 18.12	+ 18.26
	あり	あり	常用：2 台 非常用：7 台	B 水路	+ 17.36	+ 18.90	+ 18.25	+ 18.90
	なし	あり	常用：2 台 非常用：7 台	B 水路	+ 18.26	+ 17.65	+ 18.19	+ 18.26
	あり	あり	常用：2 台 非常用：7 台	C 水路	+ 17.36	+ 19.01	+ 18.32	+ 19.01
	なし	あり	常用：2 台 非常用：7 台	C 水路	+ 18.26	+ 16.53	+ 17.80	+ 18.26
	あり	あり	常用：0 台 非常用：5 台	B 水路	+ 17.36	+ 19.01	+ 18.25	+ 19.01
	なし	あり	常用：0 台 非常用：5 台	B 水路	+ 18.26	+ 16.92	+ 18.19	+ 18.26
	あり	あり	常用：0 台 非常用：5 台	C 水路	+ 17.36	+ 19.01	+ 18.34	+ 19.01
	なし	あり	常用：0 台 非常用：5 台	C 水路	+ 18.26	+ 16.53	+ 18.16	+ 18.26

■：解析ケース毎の最高水位

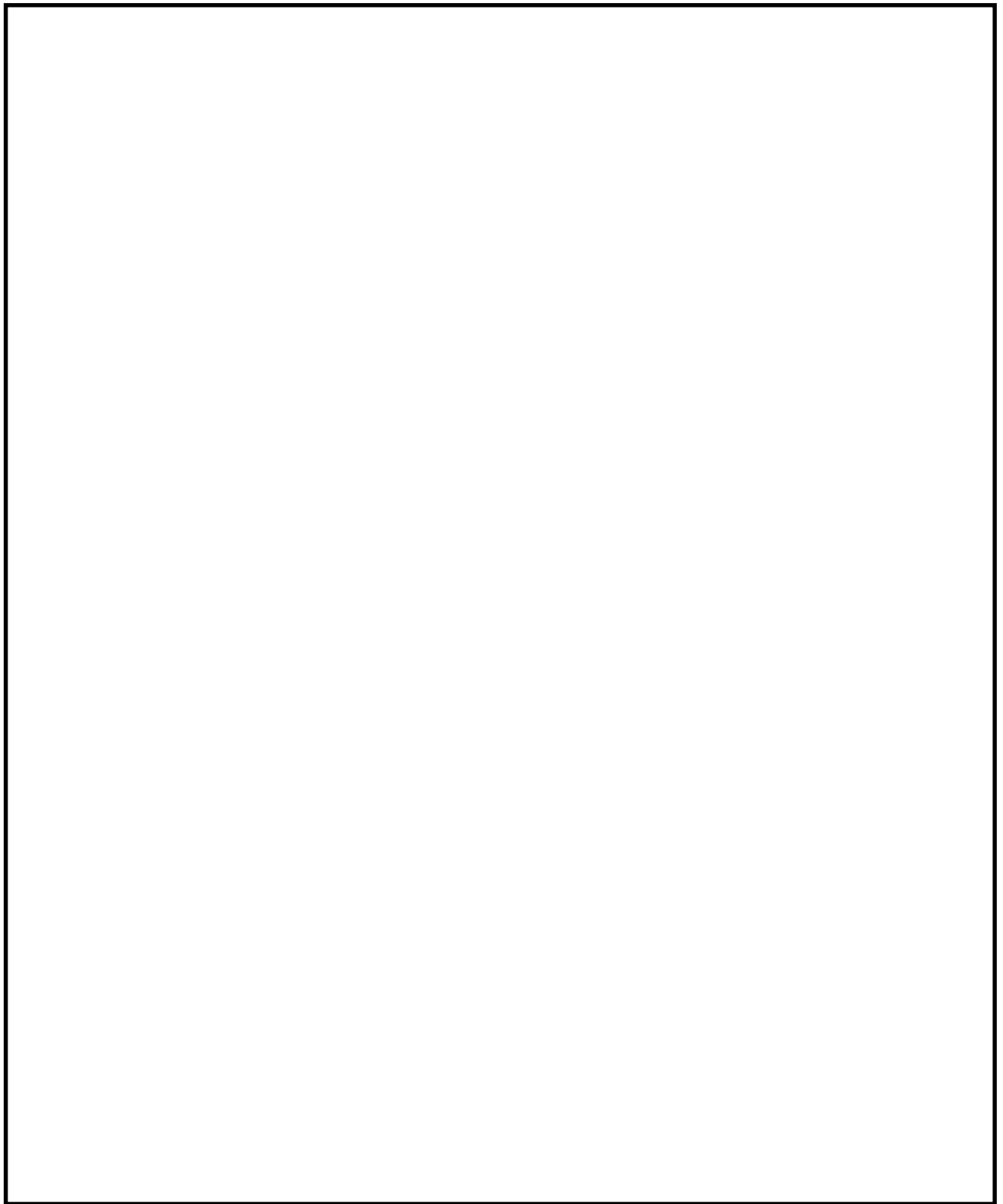
■：上昇側最高水位



第1.4-8図 基準津波による放水路ゲートの上昇側最高水位の評価結果

(4) S A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットにおける入力津波の設定

S A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットからの津波の敷地への流入を防止するため，S A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットに着目し，上昇側の入力津波を設定する。具体的には，基準津波が海洋からS A用海水ピット取水塔から緊急用海水ポンプピットに至る系について，水理特性を考慮した管路解析を行い，浸水防止設備等の設計及び評価に用いる入力津波を設定する。第1.4-9図にS A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの構造を示す。また，添付資料5に管路解析のモデルの詳細について示す。



第1.4-9図 S A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの構造

a . 解析条件

S A用海水ピット取水塔から緊急用海水ポンプピットに至る系の管路解析において考慮する条件を以下に示す。第1.4-11表にS A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析条件，第1.4-12表にS A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピット管路解析において考慮した解析条件の整理を示す。

- (a) 朔望平均潮位，地震による地殻変動（2011年東北地方太平洋沖地震を含む。）を適切に考慮する。
- (b) 防波堤がある場合とない場合について評価を行い，防波堤の有無による水位変動への影響を確認する。
- (c) 管路は定期清掃の実施前後を考慮して，貝付着がある場合及び貝付着がないの場合について評価する。
- (d) S A用海水ピットの上版及び緊急用海水ポンプ室床版に評価点（開口）を設け，当該部に作用する水頭を評価する。
- (e) S A用海水ピットから取水する可搬型代替注水大型ポンプ及び緊急用海水ポンプピットから取水する緊急用海水ポンプは，重大事故等対処施設であり，津波の襲来時には使用せず，津波が収まった後に使用することから，これらのポンプは停止した状態を条件とする。
- (f) 基準地震動 S_s による地盤の変状の考慮については，「(2) 防潮堤前面における入力津波の設定」に示した遡上解析の結果により，取水口前面（敷地前面東側）は地盤の変状がない場合において，最も水位が高くなることから，取水路の管路解析においては地盤変状のない場合について評価する。

第1.4-11表 S A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析条件

項目	解析条件
計算領域	S A用海水ピット取水塔～S A用海水ピット～緊急用海水ポンプピット
計算時間間隔 t	0.01 秒
基礎方程式	非定常開水路流及び管路流の連続式・運動方程式 1
境界条件	流量なし：計 0(m ³ / hr)
摩擦損失係数	マンニング粗度係数 n=0.020(貝代あり)m ^{-1/3} ・s n=0.015(貝代なし)m ^{-1/3} ・s
貝の付着代	貝代なし， 貝代あり 10cm を考慮
局所損失係数	電力土木技術協会(1995)：火力・原子力発電所土木構造物の設計 - 補強改訂版 - ， 千秋信一(1967)：発電水力演習， 土木学会(1999)：水理公式集〔平成 11 年版〕による
入射条件	防波堤ありケース 上昇側、防波堤なしケース 上昇側
地盤変動条件	上昇側：3.11 地震の地殻変動量(0.2m 沈下を考慮) Mw8.7 の地殻変動量 潮位のばらつき(= + 0.18m)
潮位条件	上昇側：朔望平均満潮位(T.P. + 0.61m)
計算時間	4 時間(津波計算と同時間)

1 基礎方程式

< 開水路 >

$$a) \text{運動方程式} \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

$$b) \text{連続式} \quad \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

< 管路 >

$$a) \text{運動方程式} \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

$$b) \text{連続式} \quad \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

ここに、 t : 時間 Q : 流量 v : 流速 x : 管底に沿った座標
A : 流水断面積 H : 圧力水頭 + 位置水頭 (管路の場合)
位置水頭 (開水路の場合)
z : 管底高 g : 重力加速度
n : マンニングの粗度係数 R : 径深
x : 管路の流れ方向の長さ f : 局所損失係数

< 水槽および立坑部 >

$$A_p \frac{dH_p}{dt} = Q_s$$

ここに、 A_p: 水槽の平面積 (水位の関数となる) H_p: 水槽水位
Q_s: 水槽へ流入する流量の総和 t : 時間

第1.4-12表 S A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの
管路解析において考慮した解析条件

計算条件	防波堤	貝付着
	あり / なし	あり / なし
設定条件	防波堤がある場合とない場合について評価を行い，防波堤の有無による水位変動への影響を確認する。	貝付着の有無による水位変動の影響を確認する。
	あり	あり
	なし	あり
	あり	なし
	なし	なし

b . 評価結果

S A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットにおける上昇側水位の評価結果を以下に示す。第1.4-13表にS A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析（上昇側最高水位）一覧を示す。また，添付資料6に管路解析のパラメータスタディについて示す。

(a) 防波堤の有無による影響

防波堤の有無による影響としては，貝付着の有無に関わらず，防波堤がない場合において水位が高くなった。

(b) 貝付着の有無による影響

貝付着の有無による影響としては，防波堤の有無に関わらず，貝付着がない場合において水位が高くなった。

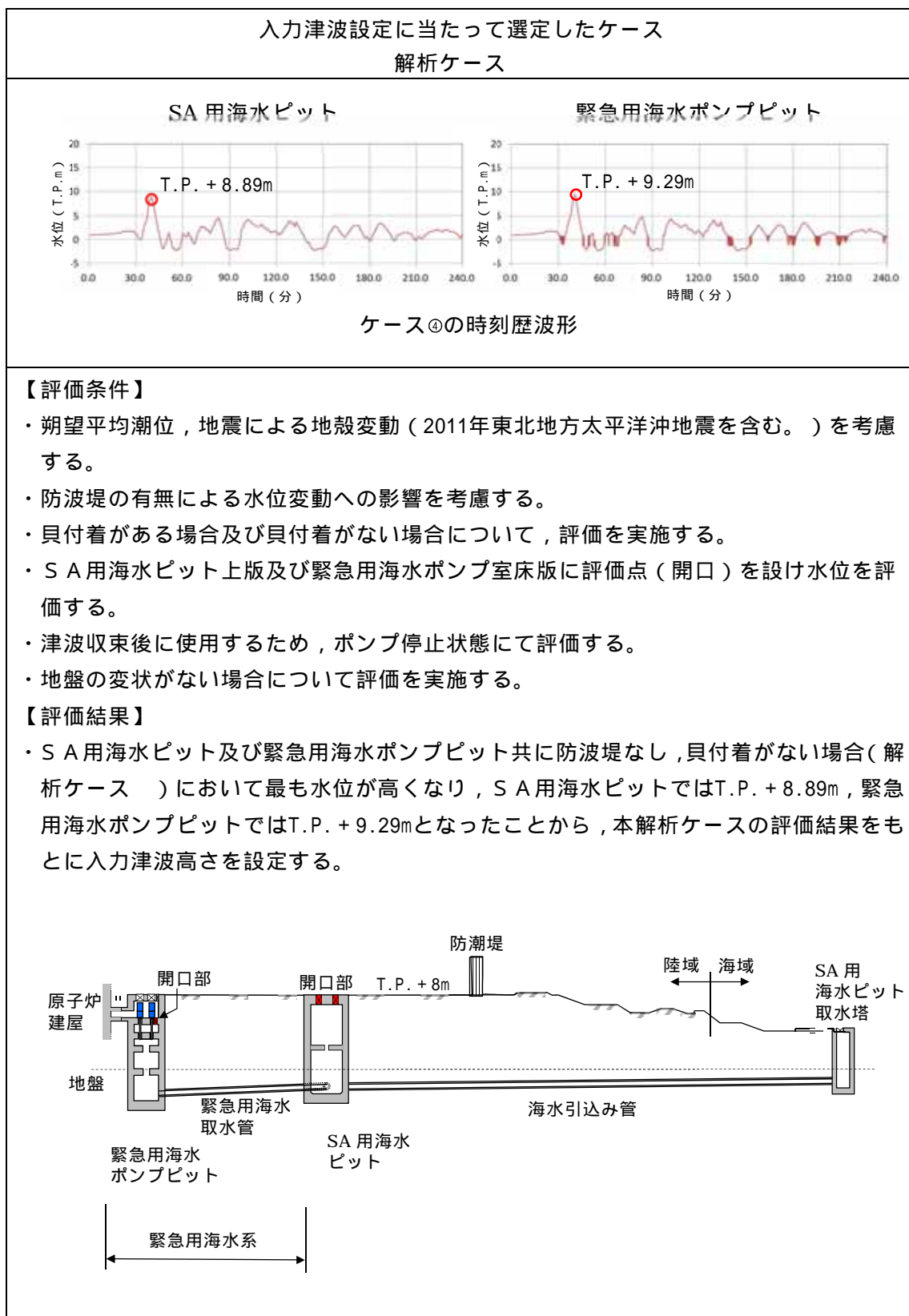
(c) まとめ

以上の評価結果より，防波堤なし，貝付着がない場合（解析ケース）において各評価点での水位はS A用海水ピットではT.P. + 8.89m，緊急用海水ポンプピットではT.P. + 9.29mとなり最も高くなったことから，本解析ケースの評価結果をもとに入力津波高さを設定する。第1.4-10図に基準津波によるS A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの上昇側最高水位の評価結果を示す。

第1.4-13表 S A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析結果（上昇側最高水位）一覧

解析 ケース	パラメータ		各ピットの水位(T.P.m)		解析ケース毎の最高水位 (T.P.m)
	防波堤	貝付着	S A用海水ピット	緊急用海水 ポンプピット	
	あり	あり	+ 6.01	+ 6.15	S A用海水ピット：+ 8.89 緊急用海水ポンプピット：+ 9.29
	なし	あり	+ 6.41	+ 6.47	
	あり	なし	+ 8.39	+ 8.78	
	なし	なし	+ 8.89	+ 9.29	

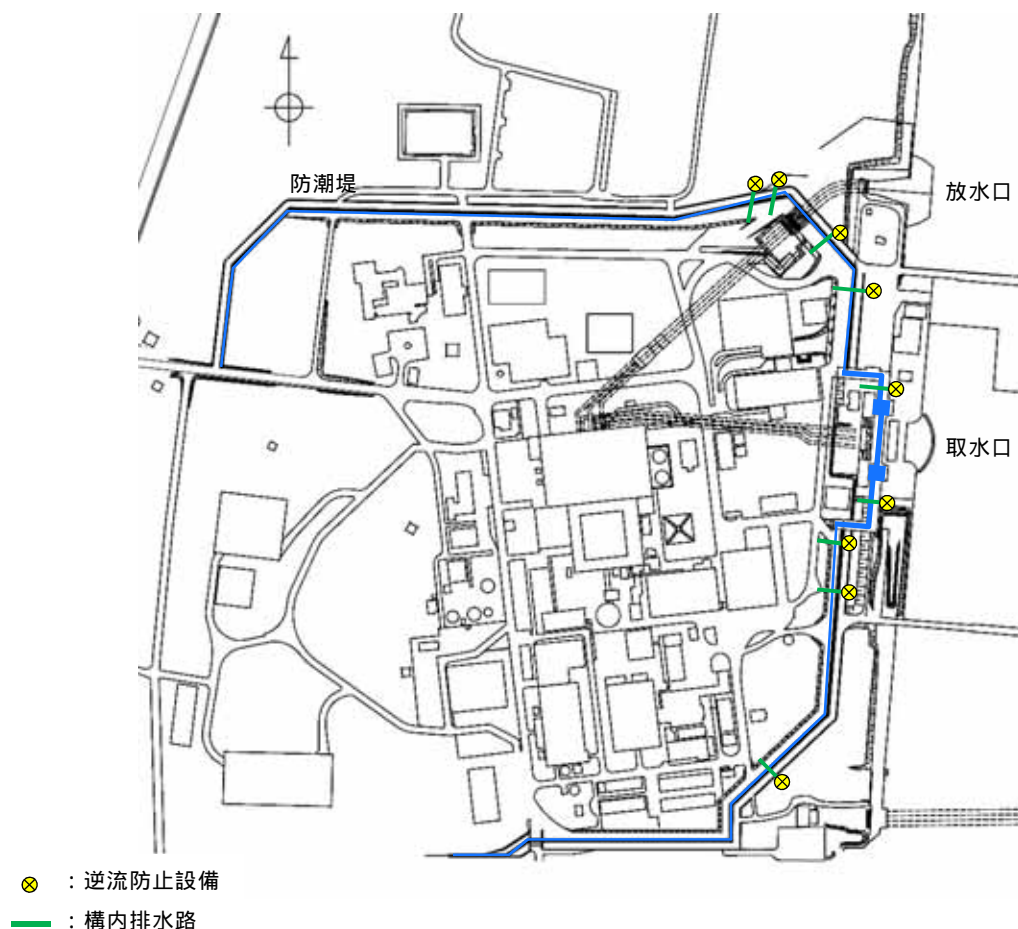
：上昇側最高水位



第1.4-10図 基準津波による S A 用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの上昇側最高水位の評価結果

(5) 構内排水路逆流防止設備の入力津波の設定

海域と接続する構内排水路からの津波の敷地への流入を防止するため、敷地前面東側の放水口北側から東海発電所放水口北側の範囲の海岸沿いの9箇所に逆流防止設備を設置する。また、敷地側面北側の防潮堤の基礎部を横断する構内排水路からの津波の敷地への流入を防止するため2箇所に逆流防止設備を設置する。各々の逆流防止設備は、防潮堤の地下又は基礎の近傍に設置されていることから、敷地前面東側及び敷地側面北側の防潮堤前面の入力津波高さを使用する。第1.4-11図に構内排水路逆流防止設備の配置を示す。



第1.4-11図 構内排水路逆流防止設備の配置

5条 1.4-45

(6) 入力津波の評価結果まとめ

入力津波の評価結果を踏まえ，各施設・設備位置における津波高さを耐津波設計に用いる入力津波として設定した。第1.4-14表に入力津波の時刻歴波形の最高水位及び最低水位を示す。

第1.4-14表 入力津波の時刻歴波形の最高水位及び最低水位

区分	設定位置	水位
上昇側水位	防潮堤前面（敷地側面北側）	T.P. + 15.2m ¹
	防潮堤前面（敷地前面東側）	T.P. + 17.7m ¹
	防潮堤前面（敷地側面南側）	T.P. + 16.6m ¹
	取水ピット	T.P. + 19.2m ^{1 5}
	放水路ゲート設置箇所	T.P. + 19.1m ^{1 5}
	S A用海水ピット	T.P. + 8.9m ^{1 5}
	緊急用海水ポンプピット	T.P. + 9.3m ^{1 5}
	構内排水路逆流防止設備	T.P. + 17.7m ²
		T.P. + 15.2m ³
下降側水位	取水ピット	T.P. - 5.03m ^{4 5}

1 上昇側水位については，朔望平均満潮位T.P. + 0.61m，2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m及び津波波源モデルの活動による地殻変動量（沈降）0.31mを考慮している。

2 防潮堤前面（敷地前面東側）の上昇側水位を使用する。

3 防潮堤前面（敷地側面北側）の上昇側水位を使用する。

4 下降側水位については，朔望平均干潮位T.P. - 0.81m，2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2mを考慮しているが，津波波源モデルの活動による地殻変動量（沈降）0.31m は，安全側の評価となるよう考慮していない。

5 管路解析の初期条件として潮位のばらつき（上昇側水位：+0.18m，下降側水位：-0.16m）を考慮している。

上述した入力津波の設定に当たっては，津波の高さ，速度，衝撃力に着目し，各施設・設備における設定に際しては，より保守的な条件となるように配慮するとともに，算定された数値を安全側に切り上げ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なるよう評価している。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うこととしている。

また，津波防護施設である防潮堤及び防潮扉（防潮堤道路横断部に設置）は，施設が海岸線の方角において広がりを持っていることから，荷重因子である入力津波の高さや速度が，設計上考慮している津波高さ，速度を超過していないことを，遡上解析結果から確認している。

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は，東海第二発電所の港湾内外の最大水位上昇量・傾向，時刻歴波形について確認すると，有意な差異がないことから，津波による港湾内の局所的な海面の固有振動の励起は見られないことを確認した。詳細は添付資料 7 に港湾内の局所的な海面の励起について示す。

なお，本項目にて評価した各設定位置における入力津波については，設置変更許可の解析結果として適用することとし，北側防潮堤設置ルート変更に伴う入力津波の解析結果については，今後詳細設計にて適切に反映していく。詳細設計における入力津波の設定について添付資料 3 8 に示す。

また，人工構造物¹の位置，形状等に変更が生じた場合，設定した入力津波に対して影響を及ぼす可能性がある。このため，「2.5(2)[4] 基準津波に伴う津波防護施設等の健全性確保及び取水口付近の漂流物に対する取水性確保」に示す漂流物に対する継続的な調査・評価方針と同様に，入力津波に対する影響評価として人工構造物の設置状況を定期的(1[回/年]以上)に確認し，必要に応じ影響評価を実施する。評価方針については，保安規定において規定化し管理する。

1：港湾施設，河川堤防，海岸線の防波堤，防潮堤等，海上設置物，津波遡上域の建物・構築物，敷地前面海域における通過船舶等

1.5 水位変動・地殻変動の評価

【規制基準における要求事項等】

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

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

【検討方針】

入力津波による水位変動に対して，朔望平均潮位及び2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地盤変動を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を行う。また，地震により陸域の隆起又は沈降が想定される場合は，地殻変動による敷地の隆起又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。

なお，具体的には以下のとおり実施する。

- ・ 朔望平均潮位については，敷地周辺の茨城港日立港区における潮位観測記録に基づき，観測設備の仕様に留意の上，評価を実施する（【検討結果】（1）潮位 【検討結果】（2）潮位観測記録の評価参照）。
- ・ 上昇側の水位変動に対しては，朔望平均満潮位を考慮し，上昇側評価水位を設定し，下降側の水位変動に対しては，朔望平均干潮位を考慮し，下降側評価水位を設定する（【検討結果】（1）潮位 【検討結果】（2）

潮位観測記録の評価参照)。

- ・ 潮汐以外の要因による潮位変動について、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。また、高潮の発生履歴を考慮して、高潮の可能性とその程度(ハザード)について検討し、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、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(【検討結果】 (3) 高潮の評価 【検討結果】 (4) 潮位のばらつき及び高潮の考慮について参照)。
- ・ 地震により陸域の隆起または沈降が想定される場合の安全評価においては、次のとおり留意する。地殻変動が隆起の場合に、下降側の水位変動に対する安全評価の際には、下降側評価水位から隆起量を差引いた水位と対象物の高さを比較する。また、上昇側の水位変動に対して安全評価する際には、隆起を考慮しないものと仮定して、対象物の高さとは上昇側評価水位を直接比較する。一方、地殻変動が沈降の場合に、上昇側の水位変動に対する安全評価の際には、上昇側水位に沈降量を加算して、対象物の高さと比較する。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、対象物の高さとは下降側評価水位を直接比較する(【検討結果】 (5) 地殻変動参照)。
- ・ 2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動については、GPS測量結果により、敷地全体が約0.2m沈降していること、地殻変動量が回復傾向にあることを踏まえ、上昇側の水位変動に対する安全評価の際には、上昇側水位に沈降量を加算して、対象物の高さと比較する。また、下降側の水位変動に対して安全評価する際には、沈降していないものと仮定して、対象物の高さとは下降側評価水位を直接比較する(【検討結果】 (5)

地殻変動参照)。

【検討結果】

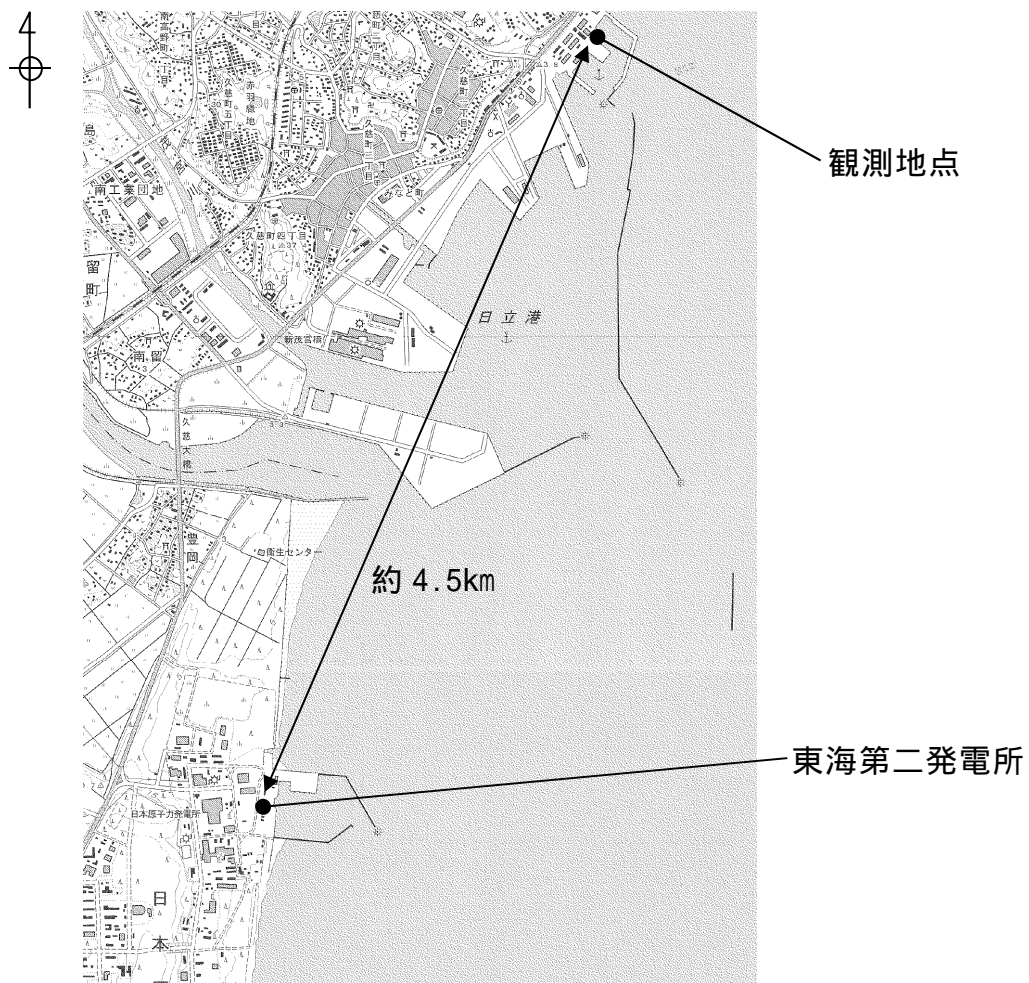
(1) 潮位

津波による施設への影響を確認するため、上昇側の水位変動に対しては、朔望平均満潮位を考慮し上昇側水位を設定し、下降側の水位変動に対しては、朔望平均干潮位を考慮し下降側水位を設定する。第1.5-1表に津波計算で使用した水位変動を示す。

第1.5-1表 津波計算で使用した水位変動

	津波計算で使用した水位変動
朔望平均満潮位	T.P. + 0.61m
朔望平均干潮位	T.P. - 0.81m

なお、津波計算で使用した潮位は、(財)日本気象協会が発行した「茨城港日立港区」の潮位表(平成16年～平成21年)に基づいている。第1.5-1図に観測地点の位置を示す。また、第1.5-2図に「東海第二発電所発電用原子炉設置変更許可申請書(平成26年5月20日申請)」添付書類六 6.2.1.1 潮位の記載事項を示す。



第 1.5-1 図 観測地点の位置

6.2 水 理

6.2.1 海 象

6.2.1.1 潮 位

発電所周辺の潮位については，隣接する茨城港日立港区において観測されている潮位を用いる。

既往最高潮位（昭和33年9月27日） H.P. +2.35m

朔望平均満潮位 H.P. +1.50m

平均潮位 H.P. +0.91m

朔望平均干潮位 H.P. +0.08m

既往最低潮位（平成2年12月2日，平成3年12月22日）

H.P. -0.31m

H.P. ±0.00m は茨城港日立港区の工事用基準面で東京湾中等潮位下 0.89m である。

6-6-2-1

第1.5-2図 東海第二発電所発電用原子炉設置変更許可申請書 添付書類六（平成26年5月）

(2) 潮位観測記録の評価

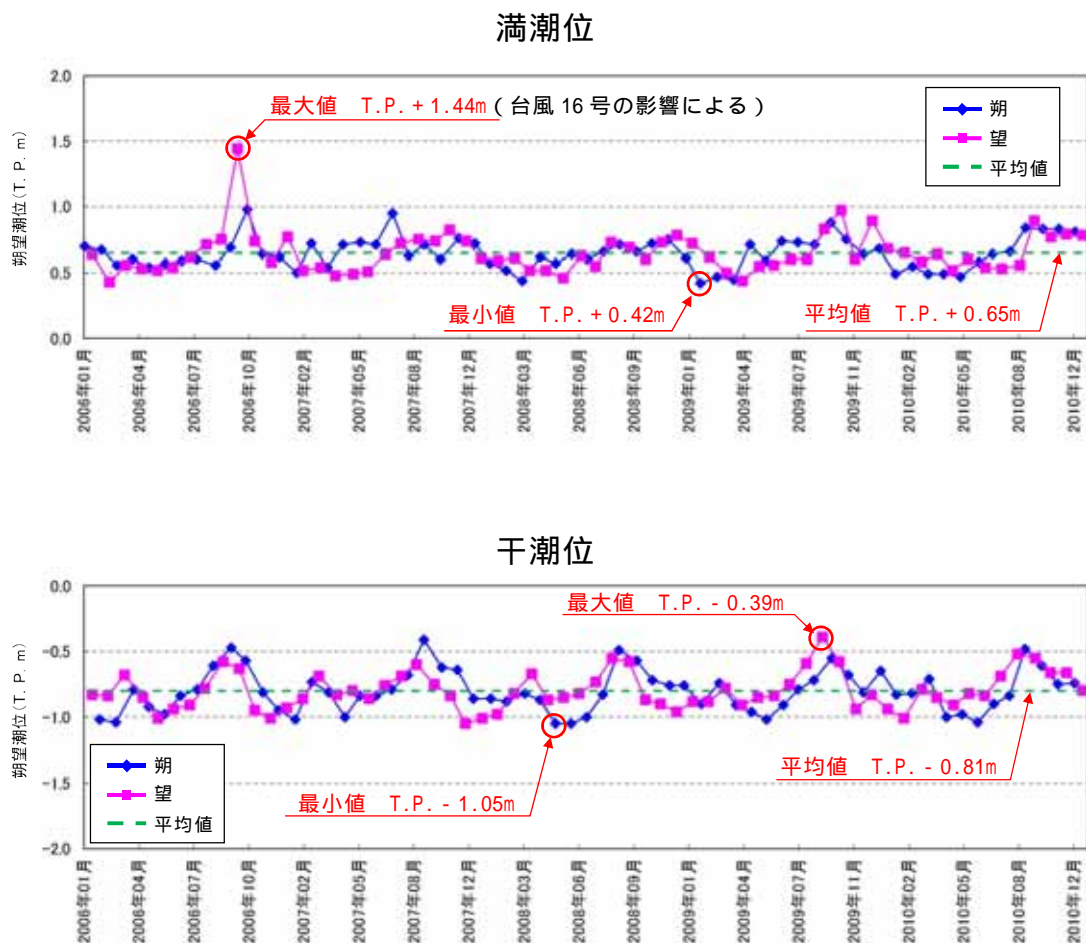
「(1) 潮位」において津波計算に使用した朔望平均潮位のもとになっている潮位観測記録（国土交通省関東地方整備局鹿島港湾・空港整備局より受領）を用いて，潮位のばらつきなどについて評価した。

評価の結果，潮位観測期間（平成18年1月～平成22年12月）における朔望平均潮位の標準偏差は，満潮位において0.14m，干潮位において0.16mであったため，「1.4 入力津波の設定」において設定した入力津波に対して，潮位のばらつきとして考慮した。第1.5-3図に各月の朔望平均潮位の推移，第1.5-2表に潮位観測記録に基づく朔望平均潮位に関するデータ分析結果を示す。

また，朔望平均潮位について，津波計算に使用した潮位と潮位観測記録

を比較したところ、津波計算に使用した朔望平均潮位に比べ、潮位観測記録の方が満潮位で0.04m高く、干潮位では差がないことが分かった。この潮位差自体は有意なものではないが、1.4項において設定した入力津波に対して、保守的な設定になるよう潮位の差分を津波計算で使用した朔望平均満潮位及び朔望平均干潮位に考慮することとした。第1.5-3表に津波計算と潮位観測記録の朔望平均潮位の比較を示す。

以上より、入力津波の設定に当たっては、朔望平均潮位の標準偏差及び津波計算と潮位観測記録との差分について考慮して、安全側に設定する。



第1.5-3図 各月の朔望平均潮位の推移

第1.5-2表 潮位観測記録に基づく朔望平均潮位に関するデータ分析

	満潮位	干潮位
最大値	T.P. + 1.44m	T.P. - 0.39m
平均値	T.P. + 0.65m	T.P. - 0.81m
最小値	T.P. + 0.42m	T.P. - 1.05m
標準偏差	0.14m	0.16m

潮位観測期間は平成18年1月～平成22年12月

第1.5-3表 津波計算と潮位観測記録の朔望平均潮位の比較

朔望平均潮位	津波計算で使用 した潮位	潮位観測記録 に基づく潮位	差 (-)
満潮位	T.P. + 0.61m	T.P. + 0.65m	+ 0.04m
干潮位	T.P. - 0.81m	T.P. - 0.81m	0.00m

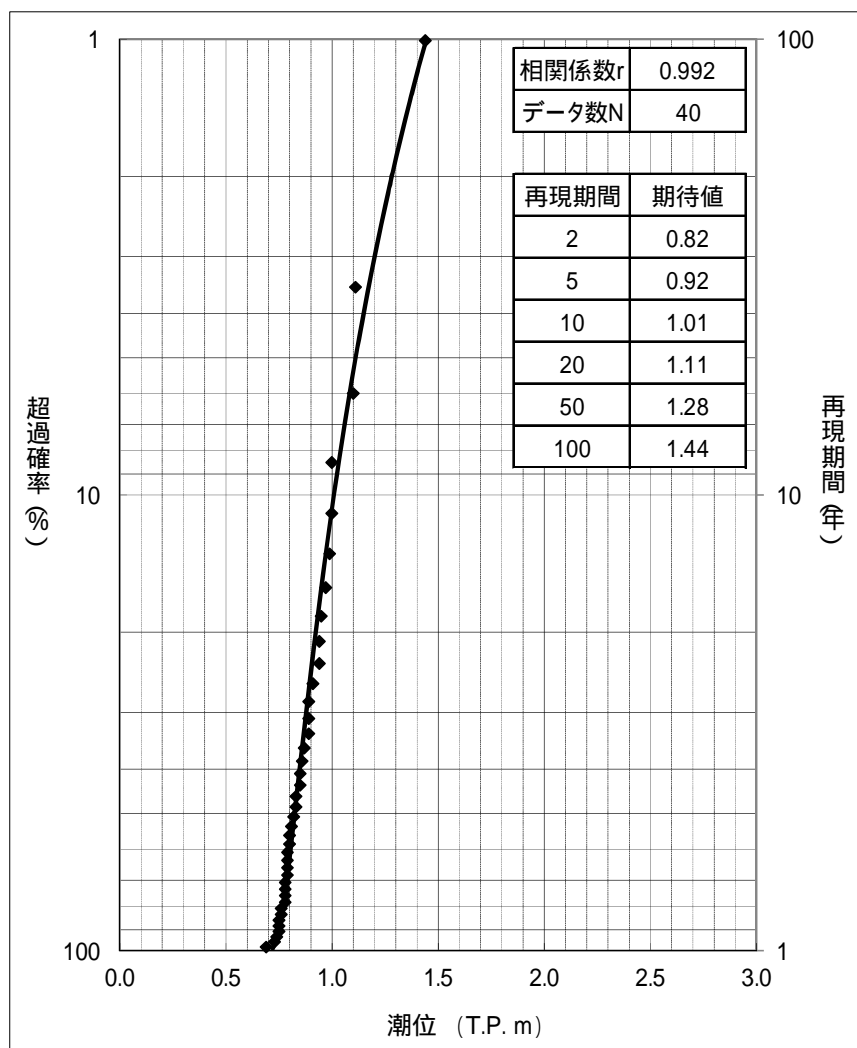
潮位観測期間は平成18年1月～平成22年12月

(3) 高潮の評価

第1.5-4表に「茨城港日立港区」における至近約40年（1971年～2010年）の年最高潮位を示す。第1.5-4図に第1.5-4表から算定した観測地点「茨城港日立港区」における最高潮位の超過発生確率を示す。再現期間と期待値は、2年：T.P. + 0.82m、5年：T.P. + 0.92m、10年：T.P. + 1.01m、20年：T.P. + 1.11m、50年：T.P. + 1.28m、100年：T.P. + 1.44mとなる。

第1.5-4表 「茨城港日立港区」における年最高潮位

年	年最高潮位			順位	発生要因
	月	日	潮位(m)		
1971	9	1	0.89		
1972	11	21	0.80		
1973	10	28	0.73		
1974	1	10	0.85		
1975	9	8	0.76		
1976	9	28	0.83		
1977	9	19	0.86		
1978	9	17	0.79		
1979	10	7	1.00	4	台風18号から温帯低気圧へ 二つ玉低気圧通過
1980	12	24	1.11	2	
1981	10	2	0.78		
1982	10	20	0.80		
1983	9	9	0.75		
1984	10	27	0.79		
1985	8	31	0.87		
	11	14	0.87		
1986	10	8	0.94	9	台風第18号通過
1987	9	17	0.74		
	2	4	0.74		
1988	9	16	0.94	9	台風第18号通過
1989	8	6	0.99	6	台風第13号通過
1990	10	8	0.89		
1991	10	13	1.00	4	台風第21号通過
1992	9	11	0.85		
1993	11	14	0.69		
1994	10	22	0.78		
1995	11	24	0.75		
1996	9	22	0.79		
1997	9	19	0.91		
1998	11	17	0.75		
1999	10	27	0.83		
2000	9	4	0.76		
	12	11	0.76		
2001	8	22	0.79		
2002	10	1	1.10	3	台風第21号通過
2003	10	26	0.81		
2004	9	30	0.78		
2005	12	5	0.82		
2006	10	7	1.44	1	台風16号から温帯低気圧へ
2007	7	16	0.95	8	台風4号から温帯低気圧へ
2008	12	14	0.78		
2009	10	8	0.97	7	台風第18号通過
2010	9	25	0.89		



第1.5-4図 「茨城港日立港区」における最高潮位の超過発生確率
(再現期間100年に対する期待値)

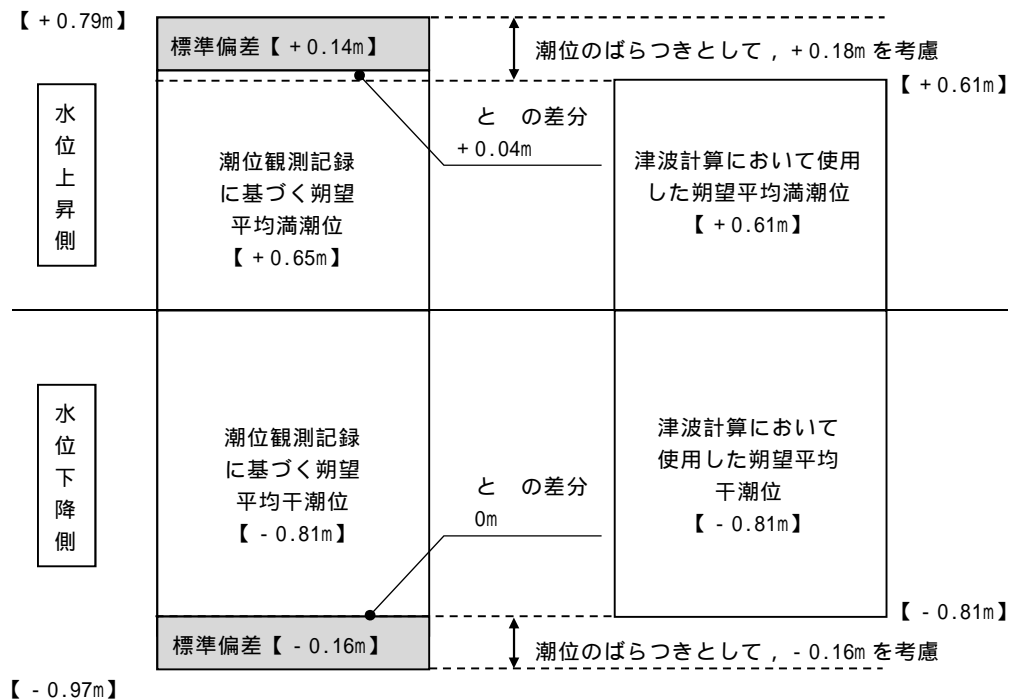
(4) 潮位のばらつき及び高潮の考慮について

a. 潮位のばらつきの考慮について

水位上昇側については、「(2) 潮位観測記録の評価」に示したとおり，津波計算で使用した朔望平均満潮位T.P. + 0.61mに対して，潮位観測記録との差分 + 0.04m及び満潮位の標準偏差0.14mの合計である + 0.18mを水位変動の評価における上昇側潮位のばらつきとして考慮する。

水位下降側については、「(2) 潮位観測記録の評価」に示したとおり，津波計算で使用した朔望平均干潮位T.P. - 0.81mに対して，観測記録との差分はないため - 0.16mを水位変動の評価における下降側潮位のばらつきとして考慮する。

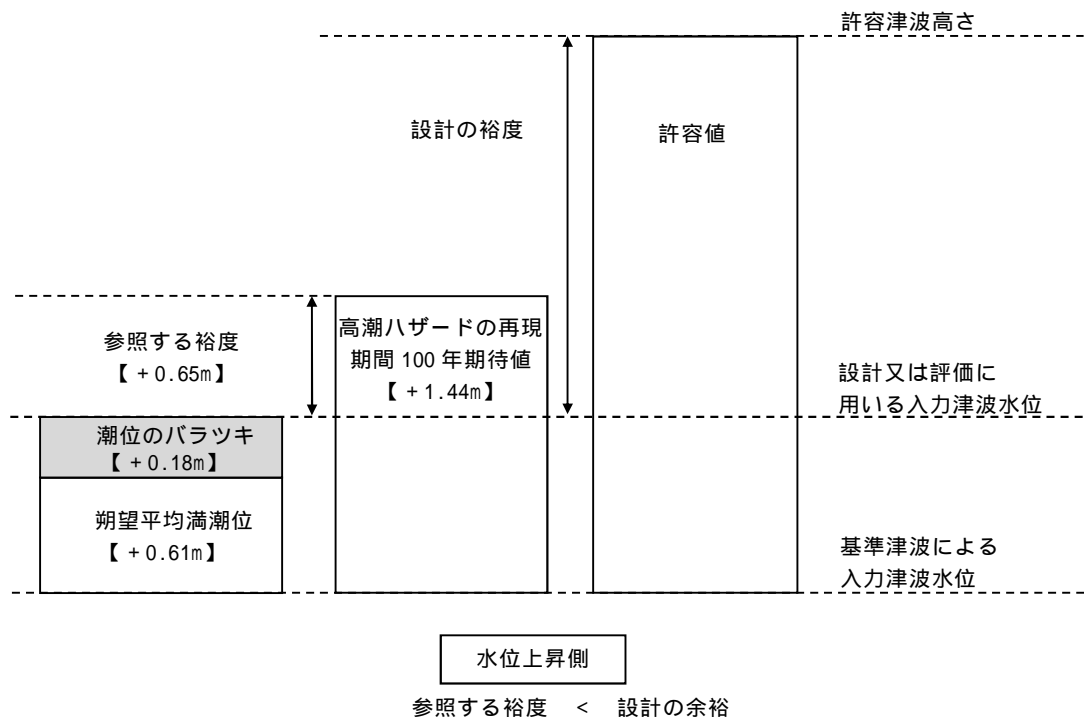
第1.5-5図に潮位のばらつきに対する考慮方法を示す。



第1.5-5図 潮位のばらつきに対する考慮方法

b . 高潮の考慮について

基準津波による水位の年超過確率は 10^{-4} 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. + 1.44mと，入力津波で考慮する朔望平均満潮位T.P. + 0.61m及び朔望平均のばらつきとして考慮した + 0.18mの合計であるT.P. + 0.79mとの差である + 0.65mを外郭防護の裕度評価において参照する（以下「参照する裕度」という）。第1.5-6図に高潮に対する考慮方法を示す。



第1.5-6図 高潮に対する考慮方法

(5) 地殻変動

地震による地殻変動については、入力津波の波源モデル（日本海溝におけるプレート間地震）に想定される地震において生じる地殻変動量と、2011年東北地方太平洋沖地震により生じた地殻変動量を考慮した。具体的には、日本海溝におけるプレート間地震では0.31mの陸域の沈降が想定される。また、2011年東北地方太平洋沖地震では、発電所敷地内にある基準点を対象にGPS測量した結果、敷地全体が約0.2m沈降していた。さらに、国土地理院（2017）による2011年東北地方太平洋沖地震（2011年3月）から6年後（2017年6月）までの地殻変動を参照すると、2011年東北地方太平洋沖地震前後では約0.3m程度沈降している。2011年東北地方太平洋沖地震に伴い生じた地殻の沈降は回復傾向にあるが、地震前と比較すると現時点において発電所周辺（日立）で約0.2m程度沈降しており、これは津波計算で使用している2011年東北地方太平洋沖地震による沈降量0.2mと整合している。第1.5-5表に東海第二発電所周辺の電子基準点の高さ変動量、第1.5-7図に2011年東北地方太平洋沖地震前から6年後までの地殻変動量分布、第1.5-8図に2010年1月～2017年6月における電子基準点（日立）の高さ変動を示す。

以上のことから、上昇側の水位変動に対しては、日本海溝におけるプレート間地震による沈降量0.31mと2011年東北地方太平洋沖地震による沈降量0.2mを加算した0.51mを変動量として考慮した。下降側の水位変動に対しては、2011年東北地方太平洋沖地震の地殻変動量が回復傾向にあることを踏まえ、安全側の評価となるよう日本海溝におけるプレート間地震による沈降量0.31mと2011年東北地方太平洋沖地震による沈降量0.2mは考慮していない。考慮すべき地殻変動量を第1.5-6表に示す。

第1.5-5表 東海第二発電所周辺の電子基準点の高さ変動量

観測局名	所在地	高さの変動量 [cm]								
		本震前後 (※1)	本震翌日から 1年後までの 累積 (※2)	本震1年後から 2年後までの 累積 (※2)	本震2年後から 3年後までの 累積 (※2)	本震3年後から 4年後までの 累積 (※2)	本震4年後から 5年後までの 累積 (※2)	本震5年後から 6年後までの 累積 (※2)	本震翌日から 6年間の累積 (※3)	本震前から 6年間の累積 (※4)
日立	茨城県日立市金沢町	-31	4	2	2	1	1	2	12	-19

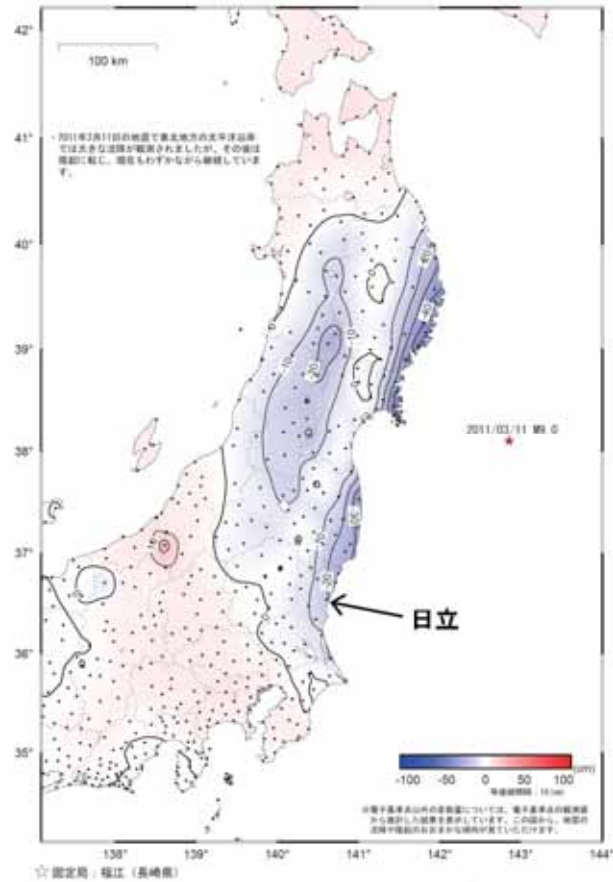
国土地理院 (2017)

- (1) 2011年3月10日と2011年3月12日の比較
- (2) 「本震翌日、1、2、3、4年後から1、2、3、4、5年後までの累積」は、2011年、2012年、2013年、2014年、2015年3月と2012年、2013年、2014年、2015年、2016年3月をそれぞれ比較したもの、「本震5年後から6年後までの累積」は2016年2月と2017年2月を比較したもの
- (3) 2011年3月12日と2017年2月の比較
- (4) 2011年2月と2017年2月の比較

第1.5-6表 考慮すべき地殻変動量

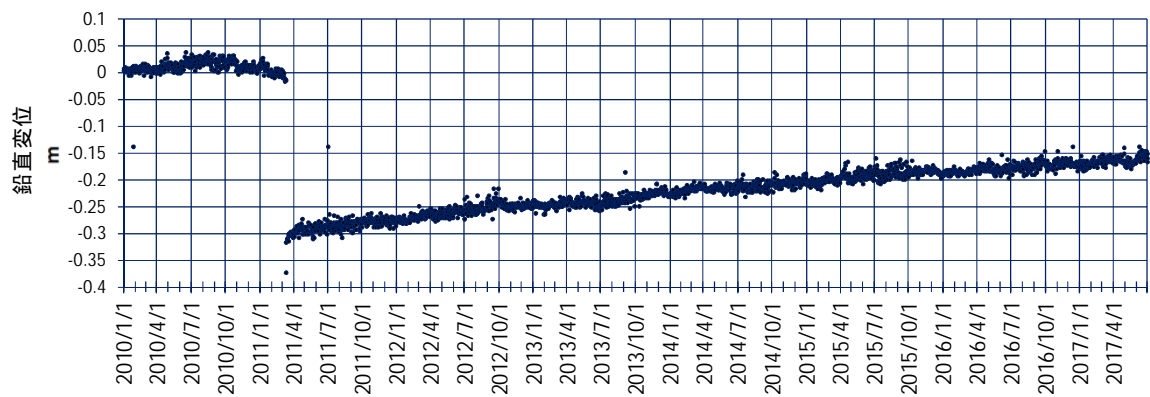
	地殻変動量	2011年東北地方太平洋沖地震の地殻変動量	評価に考慮する変動量
上昇側評価時	0.31m沈降	0.2m沈降	0.51mの沈降を考慮
下降側評価時	-	-	沈降を考慮しない

東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 前後の地殻変動 (上下) 一本震前から6年間の累積
 基準期間 : 2011/02/01 - 2011/02/15 [F3 : 最終解]
 比較期間 : 2017/02/01 - 2017/02/11 [F3 : 最終解]



国土地理院 (2017) に加筆

第1.5-7図 2011年東北地方太平洋沖地震前から6年後までの地殻変動量分布



2011年2月の平均値をゼロとしている。

国土地理院 (2017)

第1.5-8図 2010年1月～2017年6月における電子基準点(日立)の鉛直変動

1.6 設計又は評価に用いる入力津波

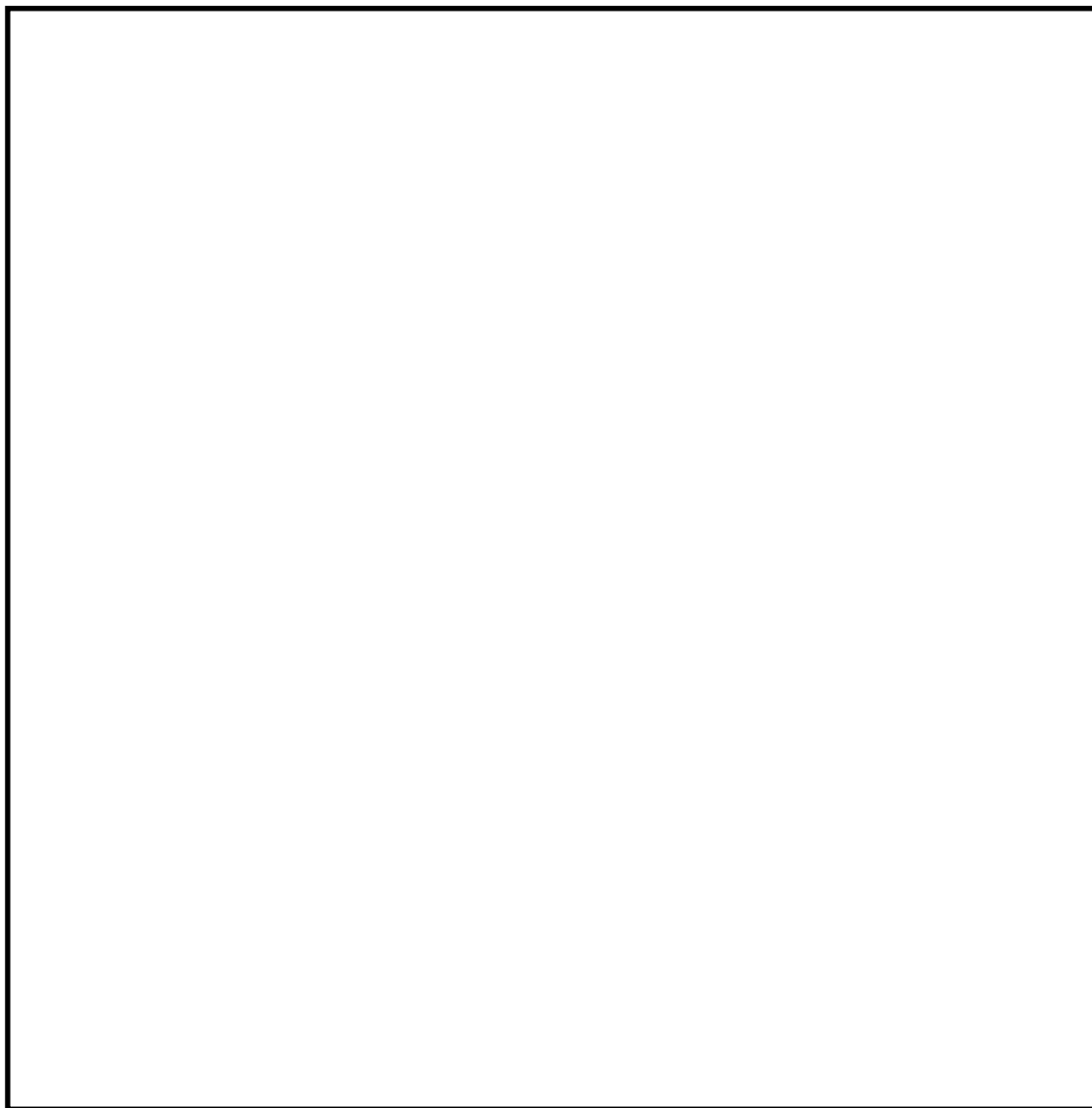
「1.2 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等」から「1.5 水位変動・地殻変動の評価」に記載した事項を考慮して、第1.6-1表に示すとおり設計又は評価に用いる入力津波を設定した。また、第1.6-1図に入力津波の設定位置、第1.6-2図に入力津波の時刻歴波形を示す。

遡上波を施設・設備の設計又は評価に使用する入力津波として設定する場合は、最大浸水深分布図を参考に、各施設・設備設置位置での最大浸水深を安全側に評価した値を入力津波高さとする。

第1.6-1表 入力津波高さ一覧表

区分	設定位置	設定水位
上昇側水位	防潮堤前面（敷地側面北側）	T.P. + 15.2m ¹ (T.P. + 15.4m) ²
	防潮堤前面（敷地前面東側）	T.P. + 17.7m ¹ (T.P. + 17.9m) ²
	防潮堤前面（敷地側面南側）	T.P. + 16.6m ¹ (T.P. + 16.8m) ²
	取水ピット	(T.P. + 19.2m) ³
	放水路ゲート設置箇所	(T.P. + 19.1m) ³
	S A用海水ピット	(T.P. + 8.9m) ³
	緊急用海水ポンプピット	(T.P. + 9.3m) ³
	構内排水路逆流防止設備	T.P. + 17.7m ^{1, 5} (T.P. + 17.9m) ^{2, 5}
T.P. + 15.2m ^{1, 6} (T.P. + 15.4m) ^{2, 6}		
下降側水位	取水ピット	T.P. - 5.1m ⁴ (T.P. - 5.3m) ⁷

- 1 朔望平均満潮位T.P. + 0.61m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m及び津波波源モデルの活動による地殻変動量（沈降）0.31mを考慮している。
- 2 （ ）内は、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であり、潮位のばらつき + 0.18mを考慮している。
- 3 （ ）内は、朔望平均満潮位T.P. + 0.61m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m, 津波波源モデルの活動による地殻変動量（沈降）0.31m及び潮位のばらつき + 0.18mを考慮して算定された数値を安全側に評価した値である。
- 4 朔望平均干潮位T.P. - 0.81m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m及び潮位のばらつき - 0.16mを考慮している。
- 5 防潮堤前面（敷地前面東側）の入力津波高さを使用している。
- 6 防潮堤前面（敷地側面北側）の入力津波高さを使用している。
- 7 （ ）内は、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であり、2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2mを考慮しない値である。

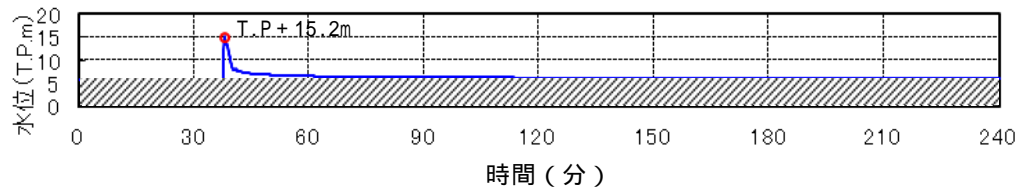


- ◀ 入力津波設定位置
 - : 敷地側面北側
 - : 敷地前面東側
 - : 敷地側面南側
 - : 取水ピット
 - : 放水路ゲート設置箇所
 - : S A用海水ピット
 - : 緊急用海水ポンプピット
- 設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画

第1.6-1図 入力津波の設定位置

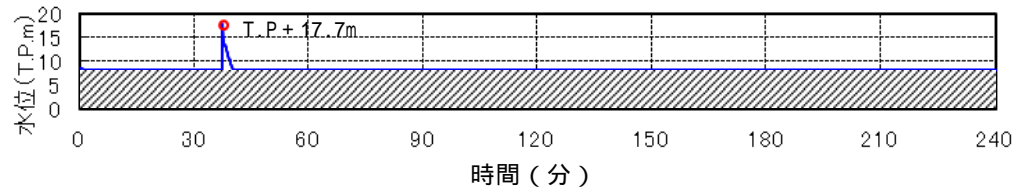
(防潮堤前面評価点 敷地側面北側)

$$[T.P. + 15.2m (38分00秒)] + [0.18m] = [T.P. + 15.38m] < [T.P. + 15.4m]$$



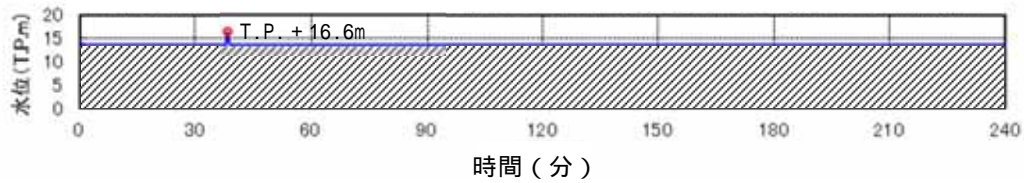
(防潮堤前面評価点 敷地前面東側)

$$[T.P. + 17.7m (37分30秒)] + [0.18m] = [T.P. + 17.88m] < [T.P. + 17.9m]$$



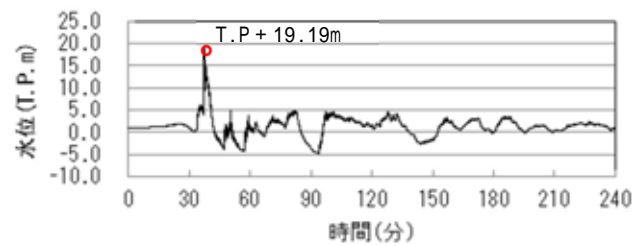
(防潮堤前面評価点 敷地側面南側)

$$[T.P. + 16.6m (38分20秒)] + [0.18m] = [T.P. + 16.78m] < [T.P. + 16.8m]$$



(取水ピット 上昇側)

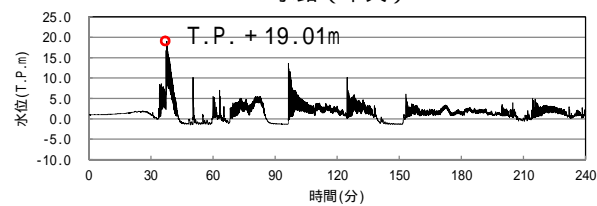
$$[T.P. + 19.19m (37分25秒)] < [T.P. + 19.2m]$$



(放水路ゲート設置箇所 上昇側)

$$[T.P. + 19.01m (37分42秒)] < [T.P. + 19.1m]$$

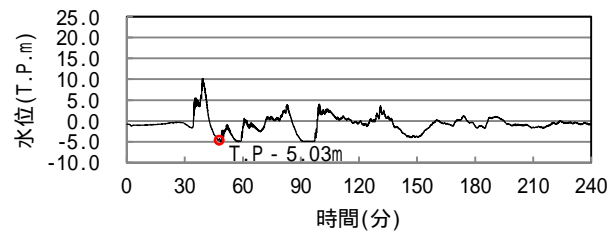
B水路(中央)



第1.6-2図 入力津波の時刻歴波形(1/2)

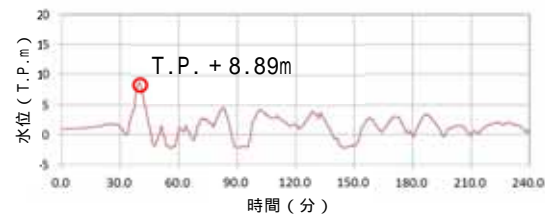
(取水ピット 下降側)

[T.P. - 5.03m (48 分 21 秒)] < [T.P. - 5.1m]



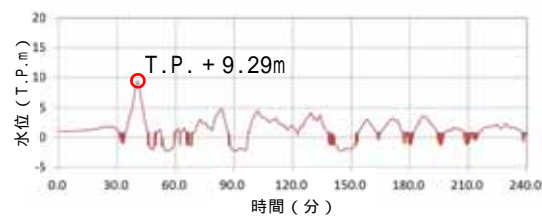
(S A用海水ピット 上昇側)

[T.P. + 8.89m (40 分 2 秒)] < [T.P. + 8.9m]



(緊急用海水ポンプピット 上昇側)

[T.P. + 9.29m (40 分 29 秒)] < [T.P. + 9.3m]



第1.6-2図 入力津波の時刻歴波形 (2 / 2)

2.2 敷地への浸水防止（外郭防護 1）

2.2.1 遡上波の地上部からの到達，流入の防止

【規制基準における要求事項等】

重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び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。

【検討方針】

「1.3 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域」に示したとおり，基準津波の遡上波が敷地に地上部から到達・流入する可能性があるため，津波防護施設，浸水防止設備の設置により遡上波が到達しないようにする。

具体的には，敷地高さ T.P. + 3m，T.P. + 8m，T.P. + 11m，T.P. + 23m，T.P. + 25m に設置され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・流入しないことを確認する（【検討結果】（1） 遡上波の地上部からの到達，流入の防止及び【検討結果】（2） 津波防護施設である防潮堤及び防潮扉の位置，仕様参照）。

【検討結果】

（1） 遡上波の地上部からの到達，流入の防止

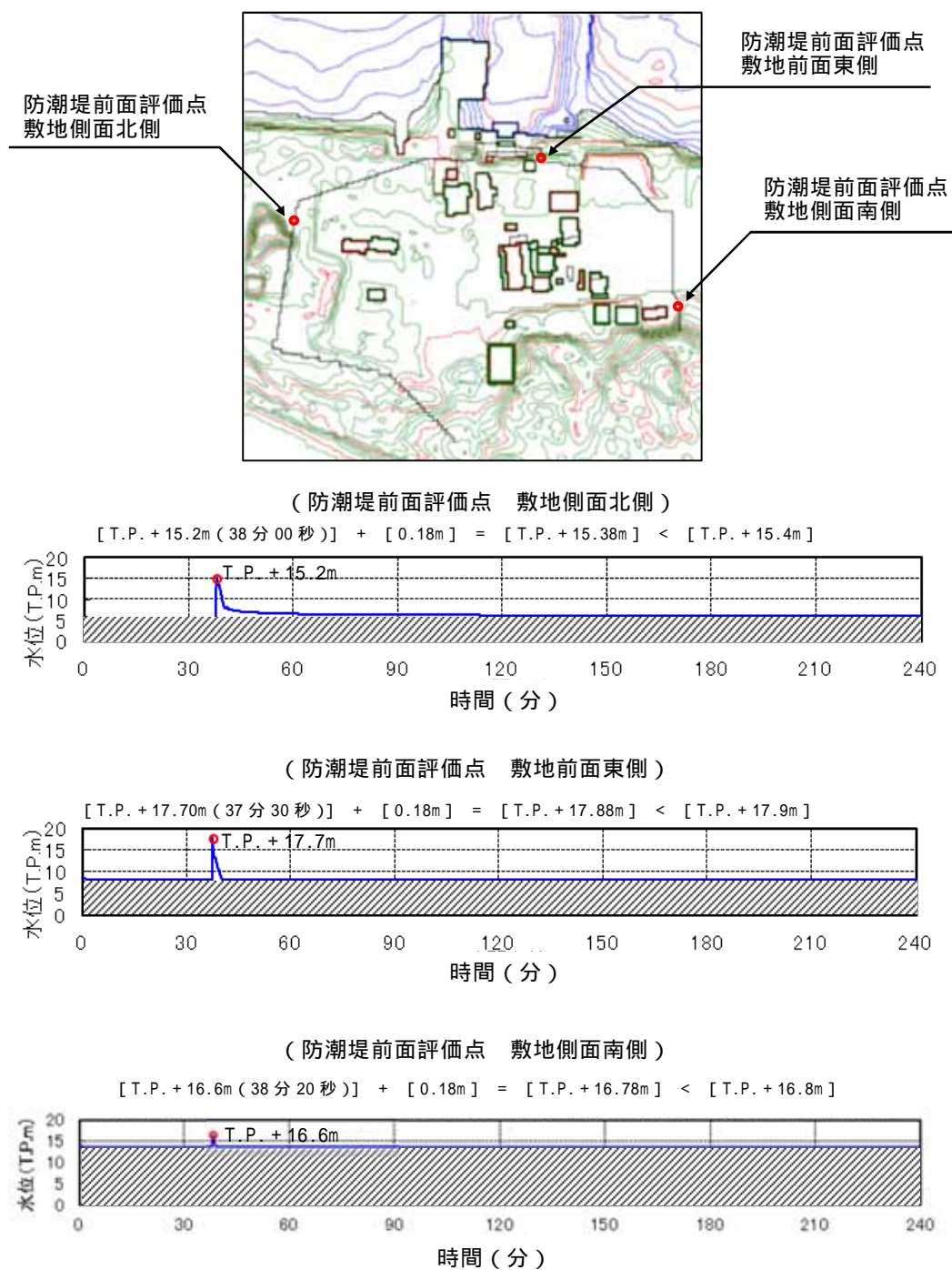
敷地への浸水の可能性のある経路（遡上経路）の特定における敷地周辺の遡上の状況，浸水の分布等を踏まえ，以下を確認している。

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，海水ポンプ室は T.P. + 3m の敷地，原子炉建屋，タービン建屋，使用済燃料乾式貯蔵建屋及び排気筒は T.P. + 8m の敷地，非常用海水系配管は T.P. + 3m の敷地の海水ポンプ室から T.P. + 8m の原子炉建屋にかけて敷設されている。また，軽油貯蔵タンク（地下式）を T.P. + 11m，緊急時対策所を T.P. + 23m の敷地に設置することとしている。

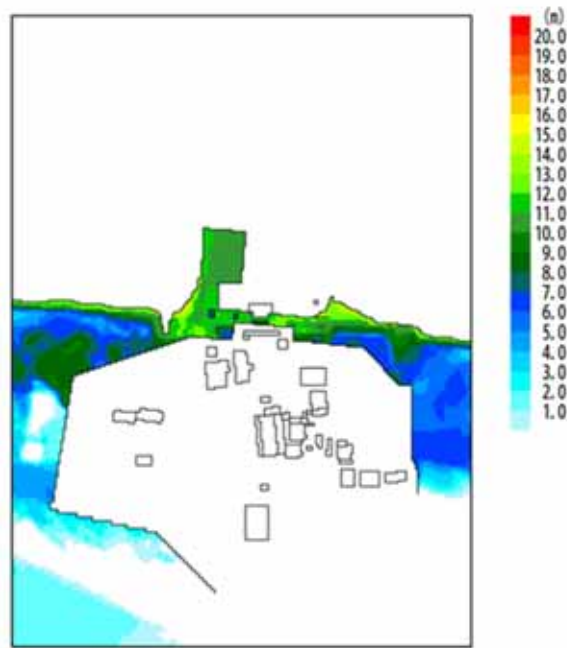
これに対し，防潮堤位置における入力津波高さは，「1.6 設計又は評価に用いる入力津波」において示したとおり，潮位のばらつき及び入力津波の数値計算上のばらつきを考慮した値として，敷地区分毎に敷地側面北側で T.P. + 15.4m，敷地前面東側で T.P. + 17.9m，敷地側面南側で T.P. + 16.8m であるため，基準津波による遡上波が地上部から到達，流入する。

このため，外郭防護として，敷地全体を取り囲む形で津波防護施設である防潮堤を設置する。また，防潮堤の道路横断部 2 箇所に防潮扉を設置する。設置する防潮堤の天端高さは，敷地前面東側で T.P. + 20m，敷地側面北側及び敷地側面南側で T.P. + 18m であり，参照する裕度 + 0.65m を考慮しても，基準津波による遡上波は地上部から到達，流入しない。

第 2.2-1 図に防潮堤前面における上昇側水位の時刻歴波形，第 2.2-2 図に基準津波による最大浸水深分布，第 2.2-1 表に地上部からの到達，流入評価結果を示す。



第 2.2-1 図 防潮堤前面における上昇側水位（入力津波）の時刻歴波形



第 2.2-2 図 基準津波による最大浸水深分布

第 2.2-1 表 地上部からの到達，流入評価結果

	敷地 区分	入力津波 高さ ¹ (T.P. + m)	状 況	評価
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 ・原子炉建屋 ・タービン建屋 ・使用済燃料乾式貯 蔵建屋 ・緊急時対策所 ・軽油貯蔵タンク (地下式) ・排気筒 ・海水ポンプ室 ・非常用海水系配管	敷地側面 北側	15.4	入力津波高さに対し て，参照する裕度 ² を 考慮した T.P. + 18m の 防潮堤を設置する	防潮堤の設置 により，基準 津波による遡 上波が地上部 から到達・流 入しない
	敷地前面 東側	17.9	入力津波高さに対し て，参照する裕度 ² を 考慮した T.P. + 20m の 防潮堤を設置する	
	敷地側面 南側	16.8	入力津波高さに対し て，参照する裕度 ² を 考慮した T.P. + 18m の 防潮堤を設置する	

1 潮位のばらつき (+0.18m) 及び入力津波の計算上のばらつきを考慮した入力津波高さ

2 高潮ハザードの再現期間 100 年の期待値 T.P.+1.44m と，入力津波で考慮する朔望平均満潮位 T.P. + 0.61m 及び朔望平均満潮位のばらつきとして考慮した +0.18m の合計である T.P. + 0.79m との差である +0.65m

(2) 津波防護施設である防潮堤及び防潮扉の位置，仕様（構造形式）

津波防護施設である防潮堤及び防潮扉の位置，仕様（構造形式）は以下のとおりである（詳細は「3.1 津波防護施設の設計」参照）。

a．防潮堤及び防潮扉の位置及び区分

防潮堤及び防潮扉の位置及び区分は以下のとおりである。

(a) 防潮堤は，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。）の設置される敷地を含め，敷地全体を取り囲む形で設置する。また，防潮堤の道路横断部には，防潮扉を設置する。

(b) 防潮堤の総延長は約 1.7 kmであり，敷地区分としては，上述のとおり，敷地側面北側，敷地前面東側，敷地側面南側に区分される。また，エリア区分としては，「海水ポンプエリア」，「敷地周辺エリア」に区分される。

b．防潮堤及び防潮扉の仕様（構造形式）

防潮堤及び防潮扉の仕様（構造形式）について，エリア区分毎に整理すると以下のとおりである。

(a) 海水ポンプエリアの防潮壁は，鉄筋コンクリート造の地中連続壁を基礎構造とした鋼製防護壁及び鉄筋コンクリート防潮壁（以下「RC 防潮壁」という。）の上部工に大別される。

(b) 敷地周辺エリアの防潮堤は，鋼管杭を基礎構造とし，上部工は鋼管杭鉄筋コンクリート壁の構造である。

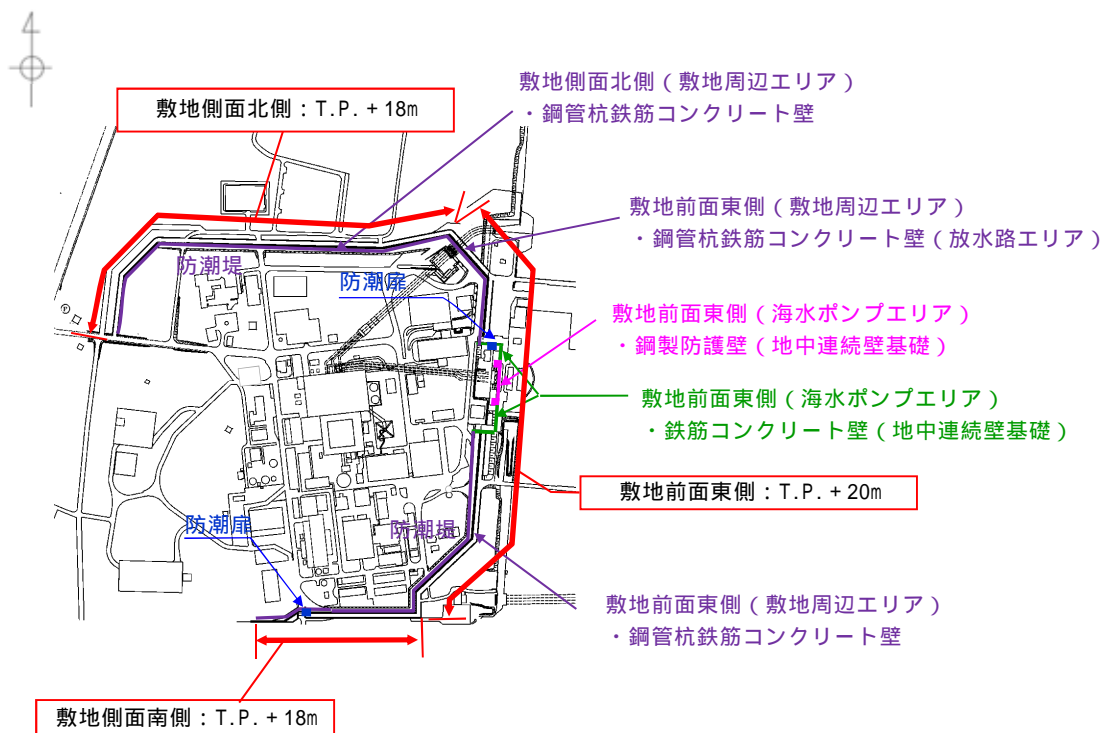
(c) 防潮堤の道路横断部に設置する防潮扉は，上下スライド式の鋼製扉である。また，防潮扉は，通常時は閉止運用を行う。

第 2.2-2 表に敷地区分・エリア区分毎の防潮堤構造形式，第 2.2-3 図に敷地区分・エリア区分毎の防潮堤配置図を示す。

第 2.2-2 表 敷地区分・エリア区分毎の防潮堤の構造形式

敷地区分	エリア区分	構造形式		天端高さ (T.P. + m)	防潮扉	
		上部工	下部工			
敷地前面 東側	海水ポンプ エリア	鋼製防護壁	地中連続壁基礎	20.0 (17.9)	-	
		鉄筋 コンクリート壁			1 門	
	敷地周辺 エリア	鉄筋コンクリート 壁 (放水路エリア)			-	
		敷地側面 北側			鋼管杭鉄筋 コンクリート壁	鋼管杭
			敷地側面 南側				1 門

() 内は、潮位のばらつき (+0.18m) 及び入力津波の計算上のばらつきを考慮した入力津波高さ



第 2.2-3 図 敷地区分・エリア区分毎の防潮堤配置図

2.2.2 取水路，放水路等の経路からの津波の流入防止

【規制基準における要求事項等】

取水路，放水路等の経路から，津波が流入する可能性について検討した上で，流入の可能性のある経路（扉，開口部，貫通部等）を特定すること。

特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止すること。

【検討方針】

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。

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（【検討結果】（1）敷地への津波の流入の可能性のある経路（流入経路）の特定及び【検討結果】（2）各経路に対する確認結果参照）。

【検討結果】

（1）敷地への津波の流入の可能性のある経路（流入経路）の特定

取水路・放水路等の構造に基づき，海域に接続する水路から敷地への津波の流入する可能性のある経路として，取水路，海水引込み管，緊急用海水取水管，放水路，構内排水路，防潮堤及び防潮扉の地下部を貫通する配管等の貫通部）を特定した。

第 2.2-3 表に津波の流入経路の特定結果，第 2.2-4 図に取水路構造図（取水口～海水ポンプ室），第 2.2-5 図に海水引込み管及び緊急用海水取水管の構造図（SA 用海水ピット取水塔～SA 用海水ピット～緊急用海水ポンプピット），第 2.2-6 図に放水路の構造図，第 2.2-7 図に放水路ゲートの構造図，第 2.2-8 図に構内排水路の位置図，第 2.2-9 図に防潮堤及び防潮扉

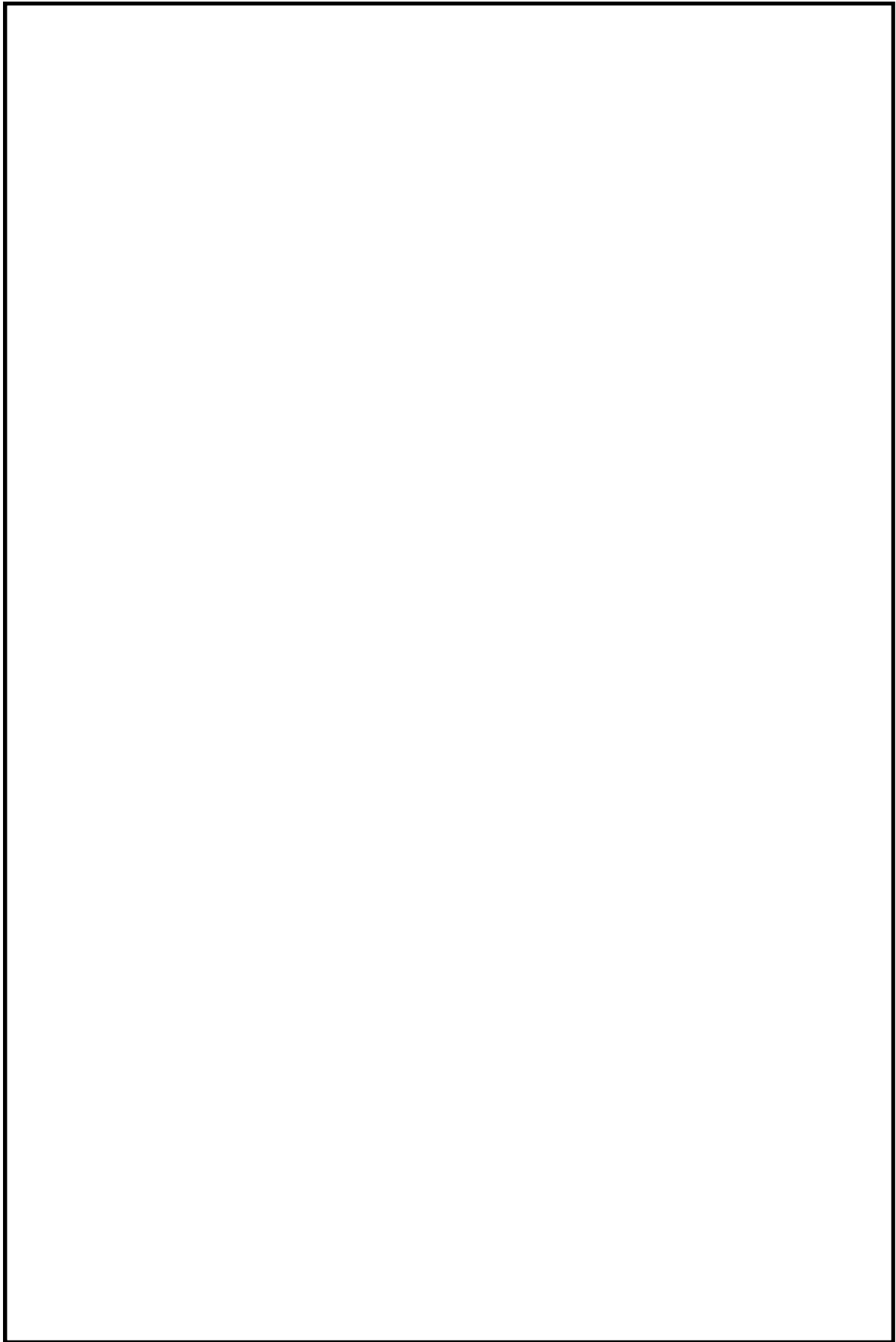
の地下部を貫通する配管等の貫通部等の位置図，第 2.2-10 図に各経路の浸水評価に用いる入力津波の設定位置，第 2.2-11 図に各経路の浸水評価に用いる入力津波の時刻歴波形を示す。また，以降に特定した各経路に対する確認結果を示す。

第 2.2-3 表 津波の流入経路特定結果

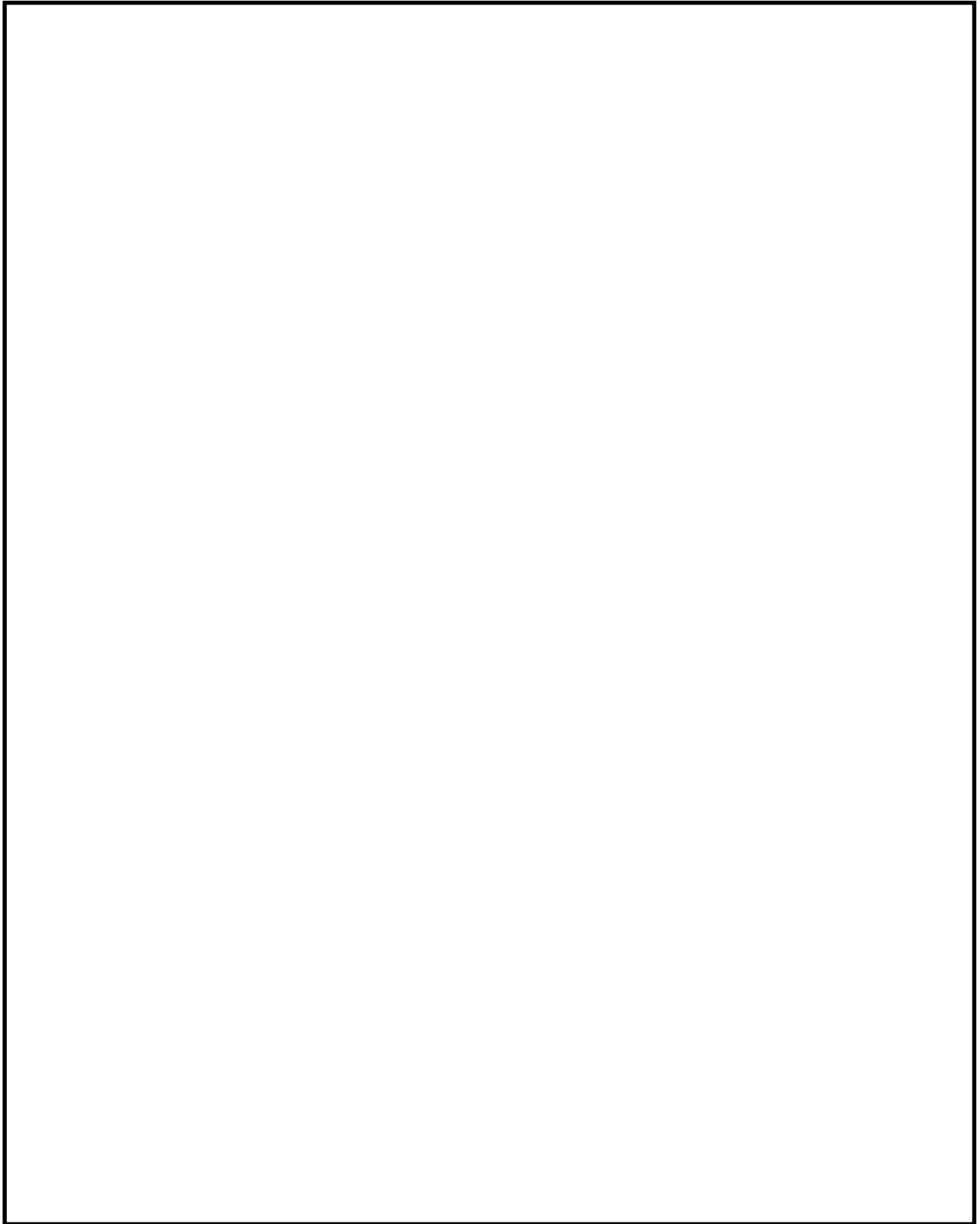
流入経路		流入箇所
a . 取水路	(a)海水系	取水路点検用開口部 海水ポンプグランドドレン排出口 非常用海水ポンプグランド減圧配管基礎フランジ貫通部 常用海水ポンプグランド減圧配管基礎フランジ貫通部 非常用海水ポンプ及び常用海水ポンプ据付面(スクリーン 洗浄水ポンプ及び海水電解装置用海水ポンプ含む)
	(b)循環水系	取水ピット空気抜き配管 循環水ポンプ据付面
b . 海水引込み 管 ¹	(a)海水系	S A 用海水ピット開口部
c . 緊急用海水 取水管 ²	(a)海水系	緊急用海水ポンプピット点検用開口部 緊急用海水ポンプグランドドレン排出口 緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口 緊急用海水ポンプ減圧配管基礎フランジ貫通部 緊急用海水ポンプ据付面
c . 放水路	(a)海水系	放水ピット上部開口部 放水路ゲート点検用開口部 海水配管 (放水ピット接続部)
	(b)循環水系	放水ピット上部開口部 (c . (a) と同じ) 放水路ゲート点検用開口部 (c . (a) と同じ) 循環水管 (放水ピット接続部)
	(c)その他の 排水管	液体廃棄物処理系放出管 排ガス洗浄廃液処理設備放出管 構内排水路排水管
d . 構内排水路		集水枡等
e . その他		防潮堤及び防潮崖の地下部を貫通する配管等の貫通部 (予備貫通部含む) 東海発電所 (廃止措置中) 取水路及び放水路

1 : 重大事故等対処施設として設置する S A 用海水ピット及び緊急海水用海水系の取水路

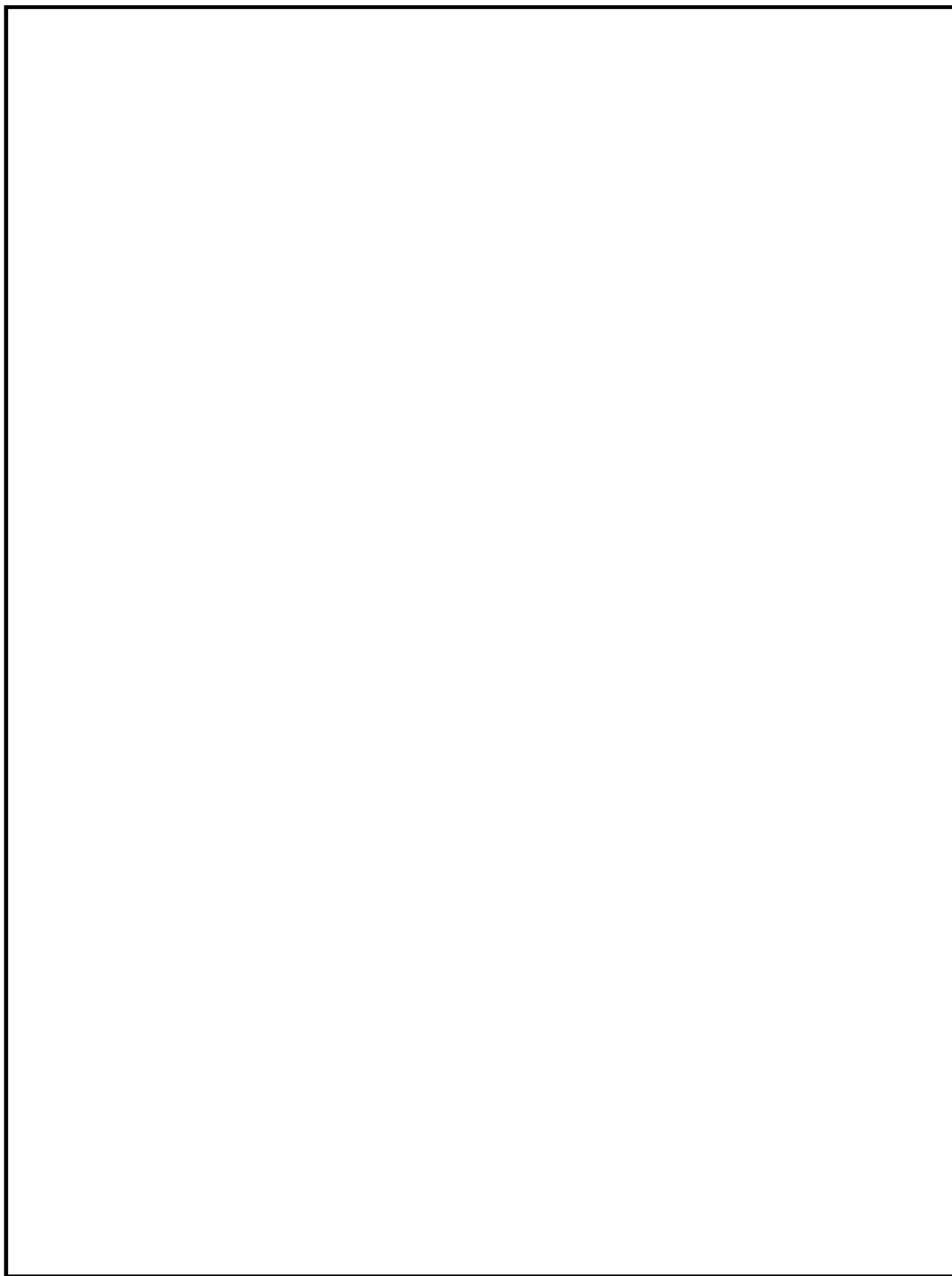
2 : 重大事故対処設備として設置する緊急用海水系の取水路



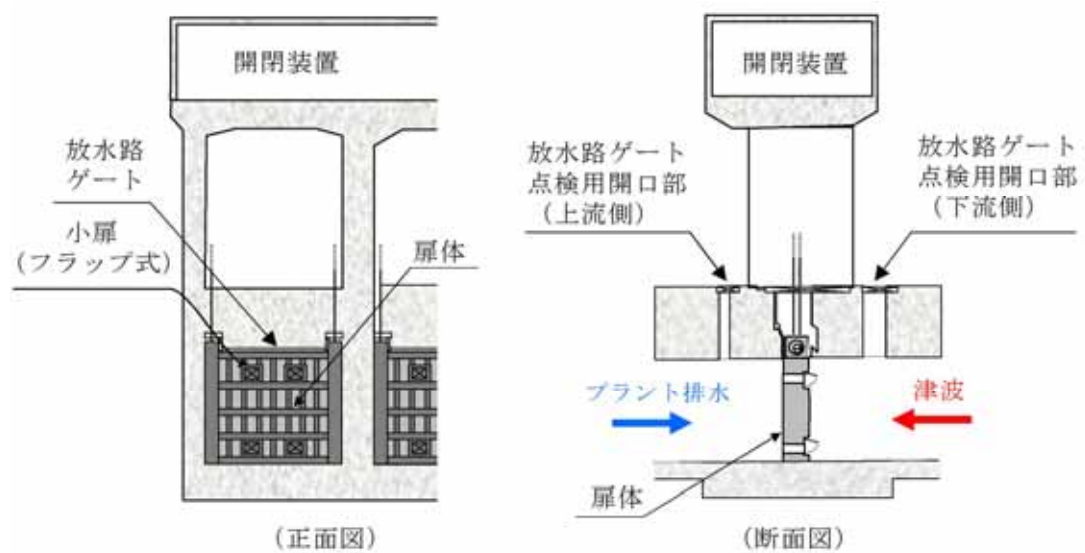
第 2.2-4 図 取水路構造図（取水口～海水ポンプ室）



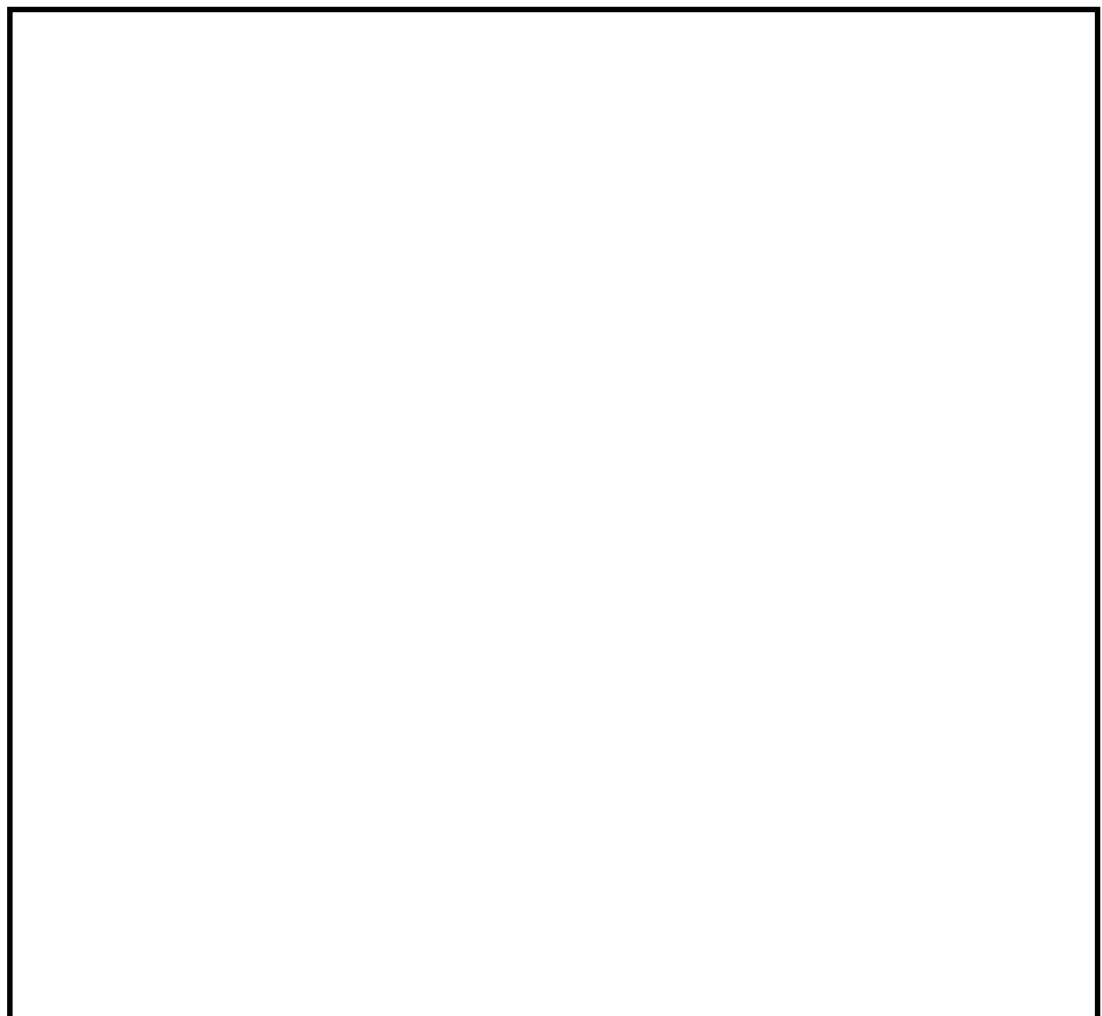
第 2.2-5 図 海水引込み管及び緊急用海水取水管の構造図
(S A 用海水ピット取水塔 ~ S A 用海水ピット ~ 緊急用海水ポンプピット)



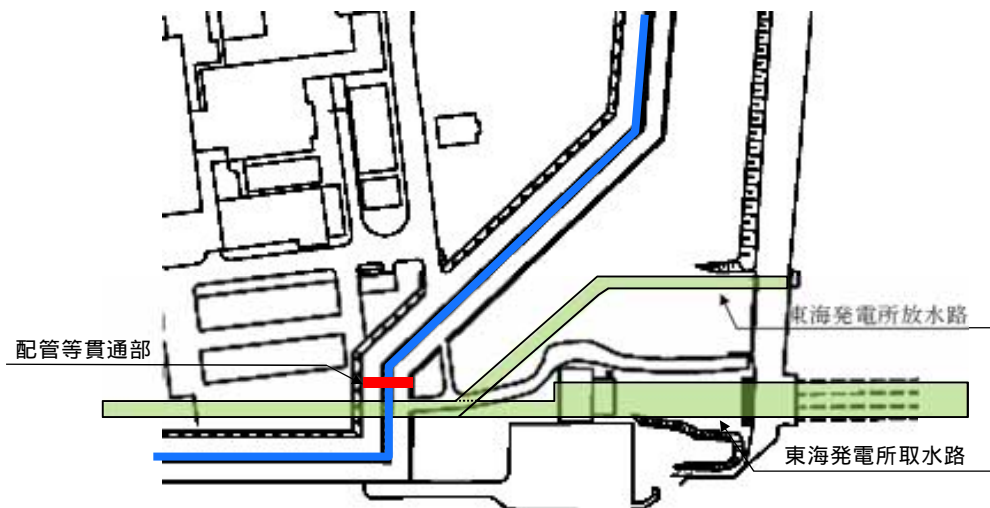
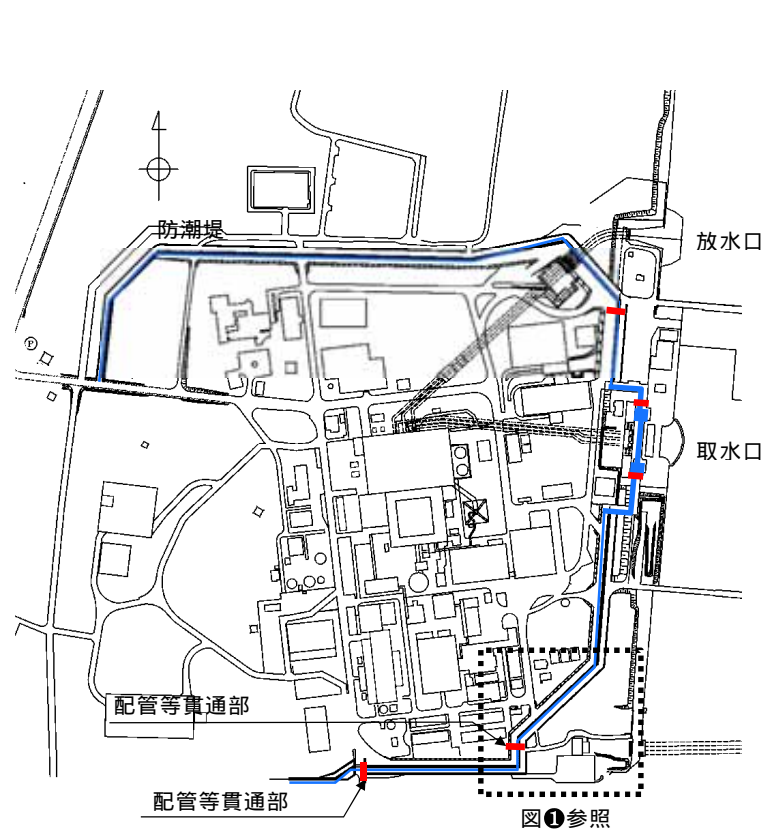
第 2.2-6 図 放水路構造図



第 2.2-7 図 放水路ゲート構造図



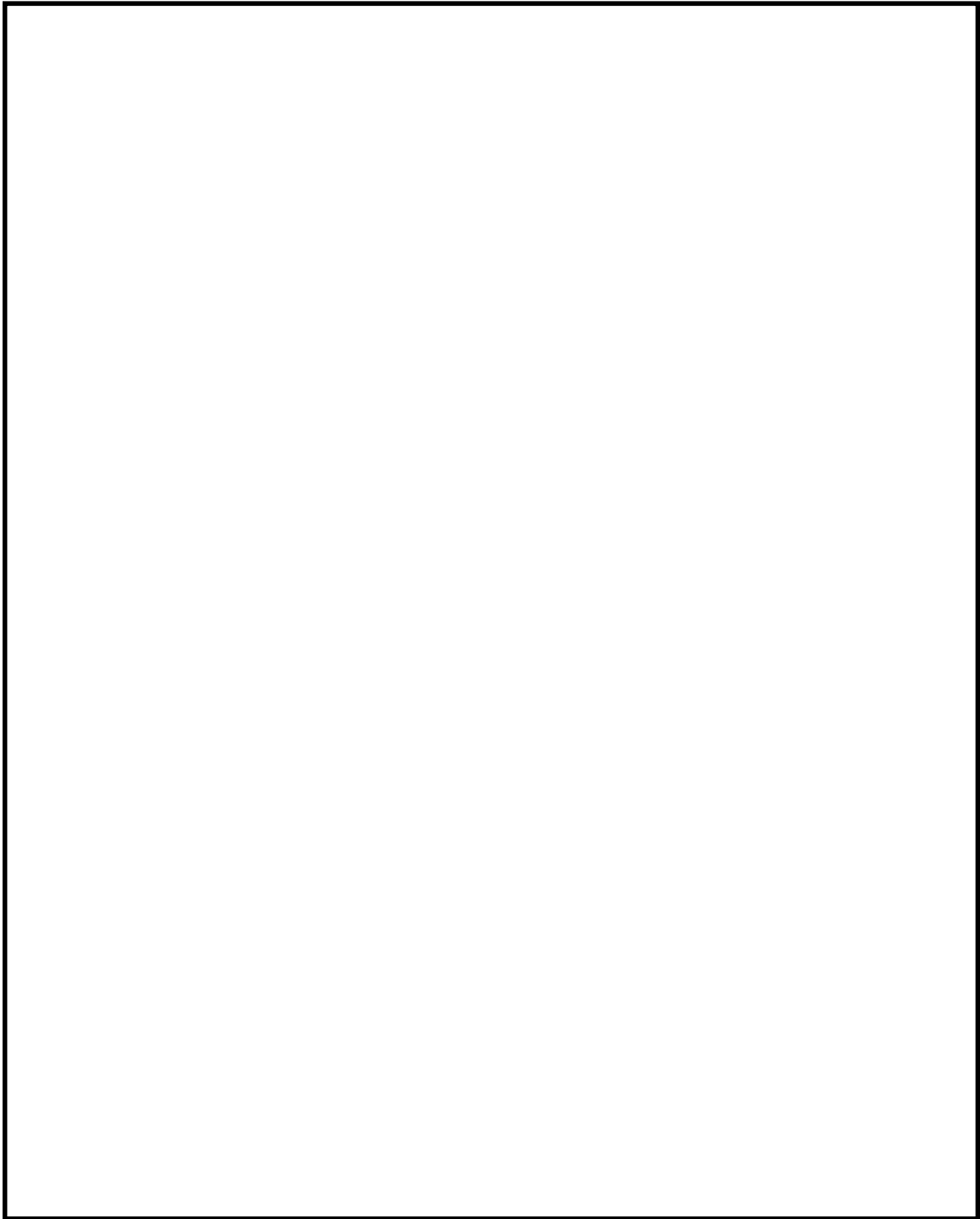
第 2.2-8 図 構内排水路位置図



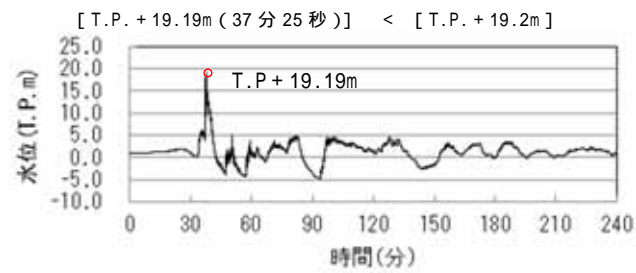
(図① 東海発電所取水路・放水路配置図)

第 2.2-9 図 防潮堤及び防潮扉の地下部を貫通する配管等の貫通部等位置図

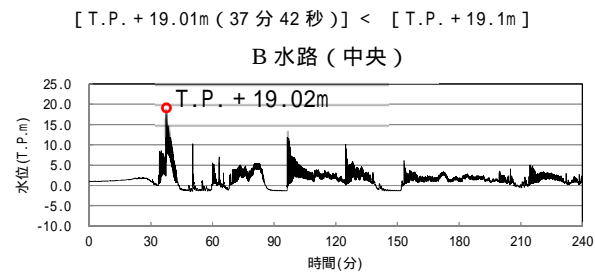
(案)



第 2.2-10 図 各経路の浸水評価に用いる入力津波の設定位置



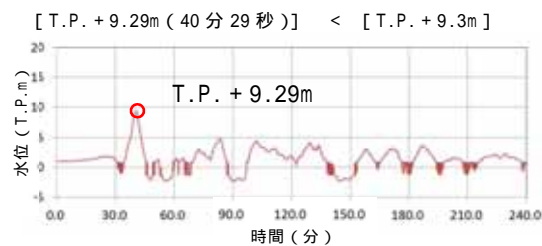
取水ピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形



放水路ゲート設置箇所における上昇側の入力津波の時刻歴波形



S A 用海水ピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形



緊急用海水ポンプピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形

第2.2-11図 各経路の浸水評価に用いる入力津波の時刻歴波形

(2) 各経路に対する確認結果

a . 取水路からの流入経路について

(a) 海水系

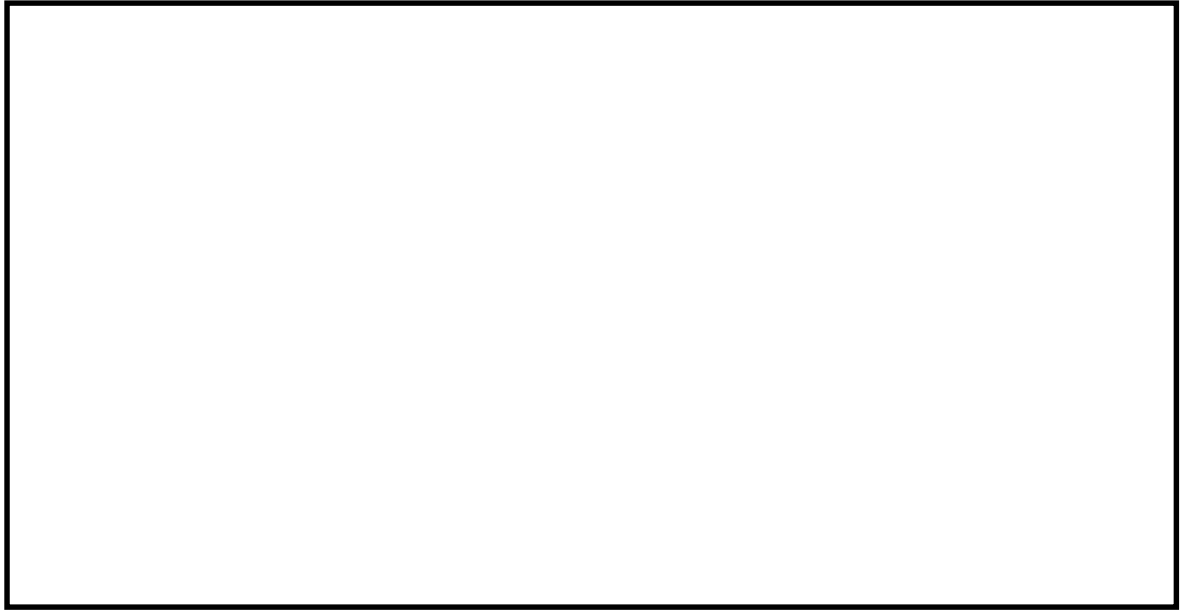
) 取水路点検用開口部

取水路点検用開口部は、取水口から取水ピットに至る取水路の経路のうち、防潮堤と海水ポンプ室の間に位置する点検用の角落とし用開口部であり、取水路の 10 区画に対してそれぞれ設置され、開口部の上端高さは T.P. + 3.31m である。これに対し、取水ピットの上昇側の入力津波高さは T.P. + 19.2m であるため、取水路を経由した津波が取水路点検用開口部から非常用海水系配管設置エリアに流入する可能性がある。

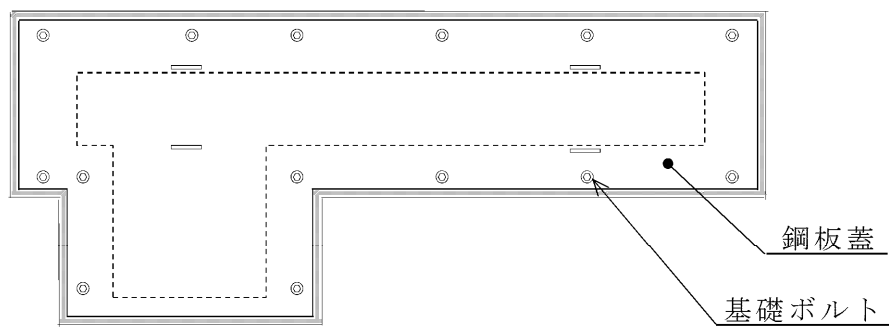
このため、取水路点検用開口部に対して浸水防止蓋を設置する。これにより、非常用海水系配管設置エリアに津波が流入することはない。

なお、取水路点検用開口部浸水防止蓋の設置により津波の流入は防止可能であるが、仮に取水路点検用開口部浸水防止蓋から津波が流入すると想定した場合においても、隣接する海水ポンプ室と取水路点検用開口部の間には、高さ T.P. + 6.61m の壁があるため、津波が海水ポンプ室に直接流入することはない。

第 2.2-12 図に取水路点検用開口部の配置図、第 2.2-13 図に取水路点検用開口部浸水防止蓋の構造図を示す。



第 3.2-2 図 取水路点検用開口部浸水防止蓋配置図



< 平面図 >

L 型 （ 浸水防止蓋 ）



< 平面図 >

I 型 （ 浸水防止蓋 ）

第 2.2-13 図 取水路点検用開口部浸水防止蓋構造図

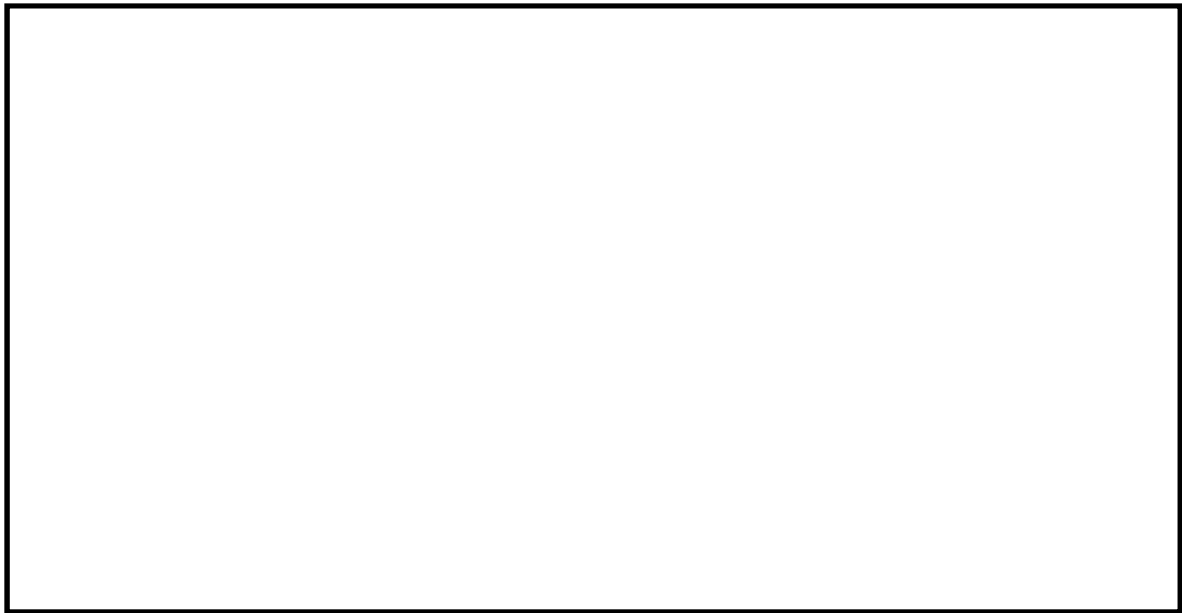
) 海水ポンプグランド dren 排出口

海水ポンプ室には、非常用海水ポンプ及び常用海水ポンプの運転に伴い発生するグランド dren の排水を目的として、海水ポンプ室から取水ピットへと接続する開口部を設ける。開口部の上端高さは T.P. + 0.8m である。これに対し、取水ピットの上昇側の入力津波高さは T.P. + 19.2m であるため、取水路を経由した津波が海水ポンプ室に流入する可能性がある。

このため、海水ポンプグランド dren 排出口の開口部に対して逆止弁を設置し、海水ポンプ室への津波の流入を防止する。設置する逆止弁は dren 排出口がある床の上面にある取付座に逆止弁のフランジ部を基礎ボルトで取り付けて密着させる構造であるため、十分な水密性を有する。これにより、海水ポンプ室に津波が流入することはない。

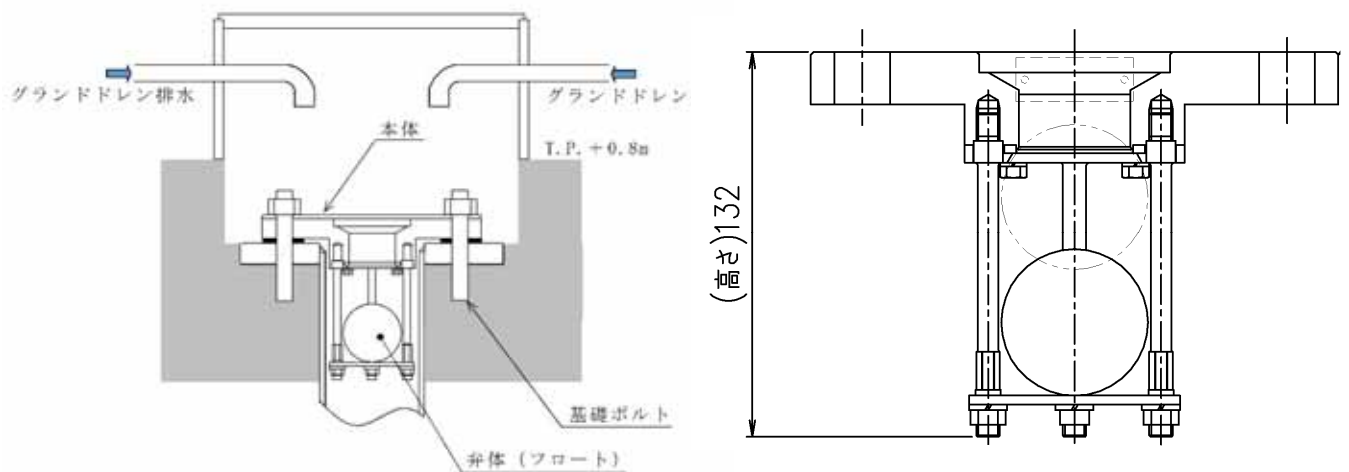
なお、グランド減圧配管を経由した津波がグランド部を経由し、海水ポンプ室に流入することが考えられる。しかし、グランド部にはグランドパッキンが挿入されており、グランド押さえで蓋をした上で、締付ボルトにより圧縮力を与えてシールする構造であるとともに、適宜、パトロールにおいて状態を確認している。このため、グランド部からの津波の流入が抑制されることから、海水ポンプ室に有意な津波の流入は生じない。

第 2.2-14 図に海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁並びに非常用海水ポンプ及び常用海水ポンプの配置図、第 2.2-15 図に海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁の構造図、第 2.2-16 図に非常用海水ポンプ及び常用海水ポンプのグランド部の構造図を示す。

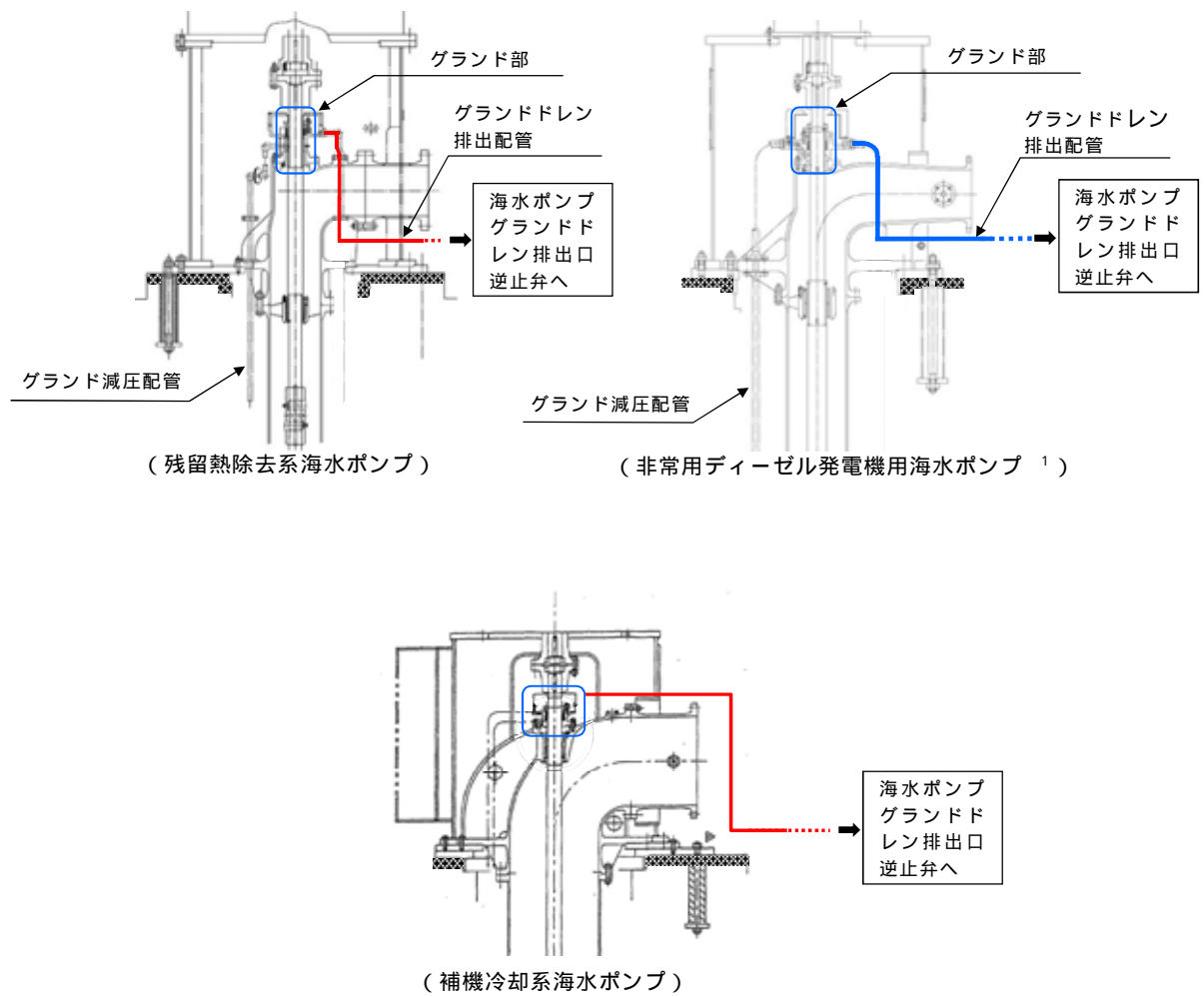


第 3.2-4 図 海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁及び

非常用海水ポンプ（常用海水ポンプ含む）配置図



第 2.2-15 図 海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁構造図

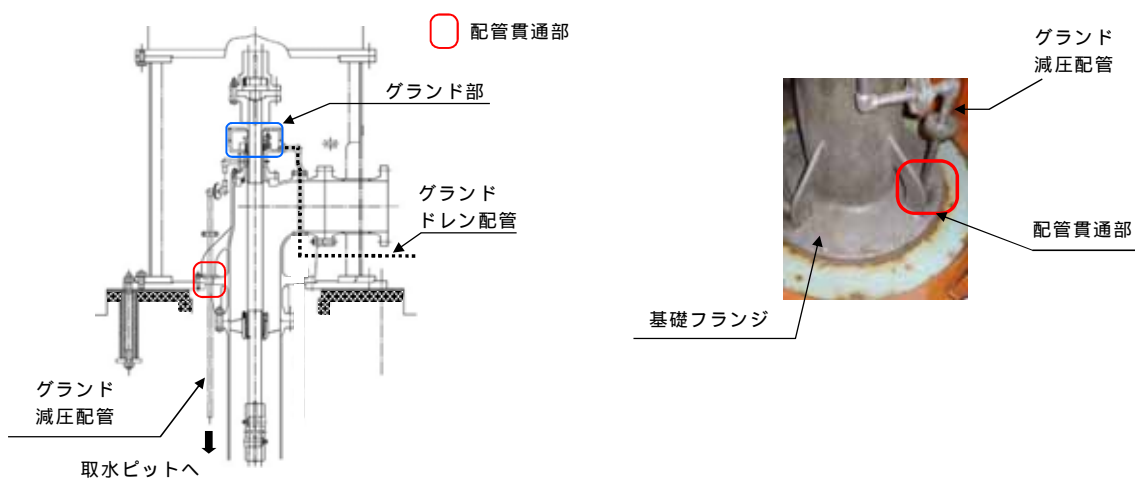


1：高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプも同構造
 注：常用海水ポンプには、取水ビットに接続するグランド dren 排出配管はない

第 2.2-16 図 非常用海水ポンプ（常用海水ポンプ含む）グランド部構造図

) 非常用海水ポンプグランド減圧配管基礎フランジ貫通部

非常用海水ポンプのグランド減圧配管は、非常用海水ポンプの基礎フランジを貫通して取水ピットに接続されており、基礎フランジ貫通部の高さは T.P. + 0.95m である。これに対し、取水ピットの上昇側の入力津波高さは T.P. + 19.2m であるため、取水路を経由した津波が当該貫通部から海水ポンプ室に流入する可能性がある。グランド減圧配管の基礎フランジ貫通部は、ポンプ基礎フランジとフランジ取り合いであり、取付ボルトで密着させる構造となっている。このため、十分な水密性を有することから、貫通部からの津波の流入はない。第 2.2-17 図に非常用海水ポンプグランド減圧配管の基礎フランジ貫通部構造図を示す。(非常用海水ポンプの配置は第 2.2-14 図参照)



第 2.2-17 図 グランド減圧配管基礎フランジ貫通部

(残留熱除去系海水ポンプの例) 構造図

) 常用海水ポンプグランド減圧配管基礎フランジ貫通部

常用海水ポンプである補機冷却用海水ポンプのグランド減圧配管についても，ポンプの基礎フランジを貫通して取水ピットに接続されており，基礎フランジ貫通部の高さは $T.P. + 0.95m$ である。これに対し，取水ピットの上昇側の入力津波高さは $T.P. + 19.2m$ であるため，取水路を経由した津波が当該貫通部から海水ポンプ室に流入する可能性がある。

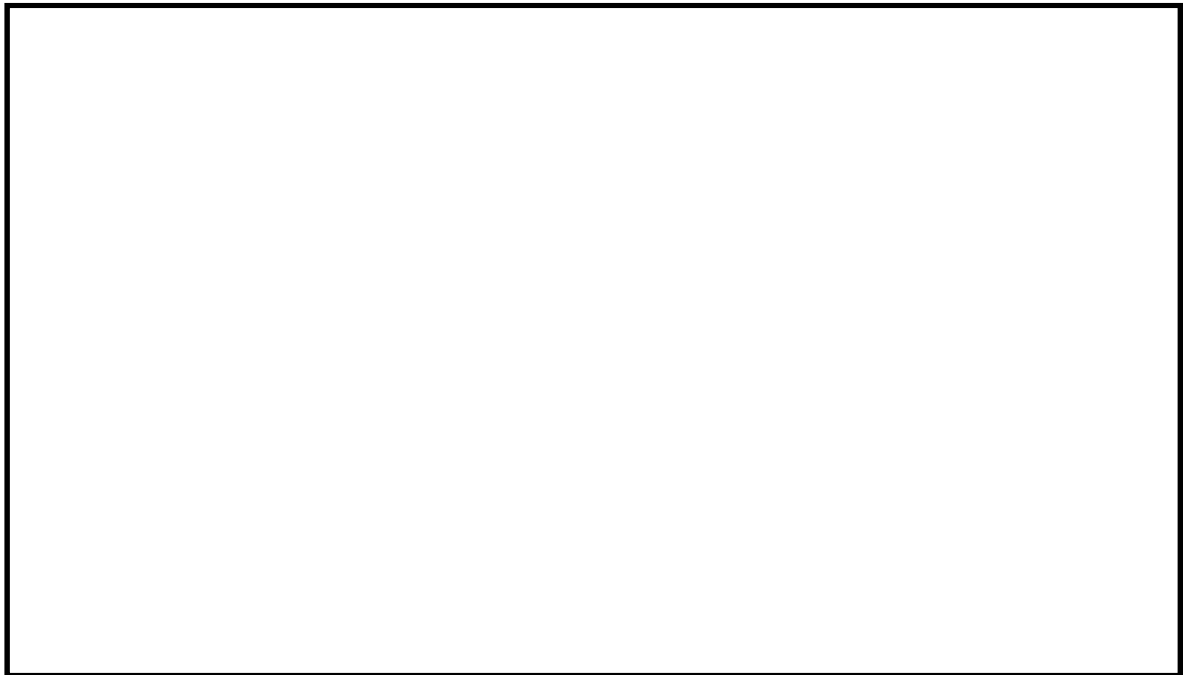
しかし，非常用海水ポンプのグランド減圧配管と同様に，基礎フランジ貫通部は，ポンプ基礎フランジとフランジ取り合いであり，取付ボルトで密着させる構造となっている。このため，十分な水密性を有することから，貫通部からの津波の流入はない。（常用海水ポンプの配置は第 2.2-14 図参照）

) 非常用海水ポンプ，常用海水ポンプ据付面（スクリーン洗浄水ポンプ及び海水電解装置用海水ポンプ含む）

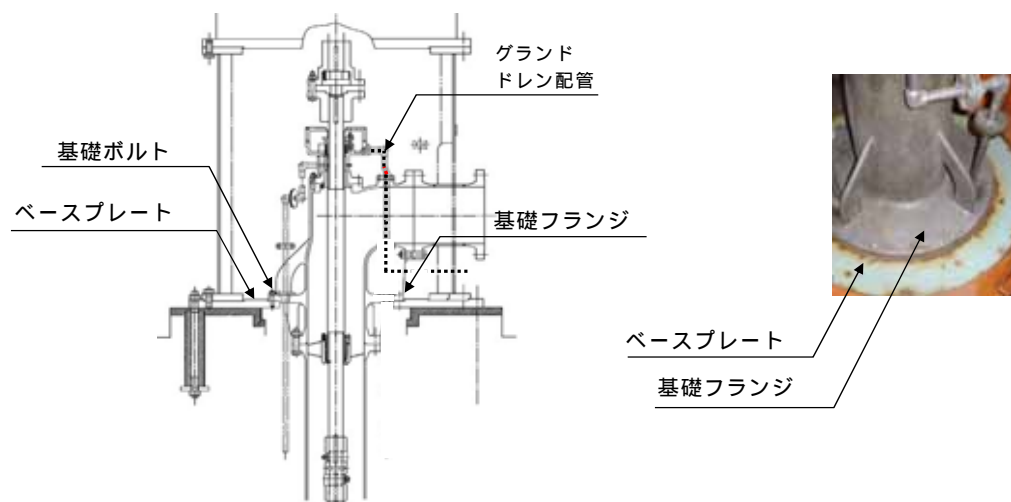
海水ポンプ室内の非常用海水ポンプ及び常用海水ポンプである補機冷却用海水ポンプの据付面高さは $T.P. + 0.8m$ ，スクリーン洗浄水ポンプ及び海水電解装置用海水ポンプの据付面高さは $T.P. + 3.31m$ である。これに対し，取水ピットの上昇側の入力津波高さは $T.P. + 19.2m$ であるため，取水路を経由した津波がそれぞれ設置場所に流入する可能性がある。

しかし，海水ポンプの基礎フランジ部は，金属製のベースプレート上に設置され，基礎ボルトで密着させる構造となっている。このため，十分な水密性を有することから，据付面からの津波の流入はない。第 2.2-18 図に非常用海水ポンプ及び常用海水ポンプの配置図，第 2.2-19 図に非常用海水ポンプ及び常用海水ポンプ据付面の

構造を示す。



第 2.2-18 図 非常用海水ポンプ及び常用海水ポンプ（スクリーン洗浄水ポンプ及び海水電解装置用海水ポンプ含む）配置図



第 2.2-19 図 非常用海水ポンプ及び常用海水ポンプ据付面（残留熱除去系海水ポンプの例）構造図

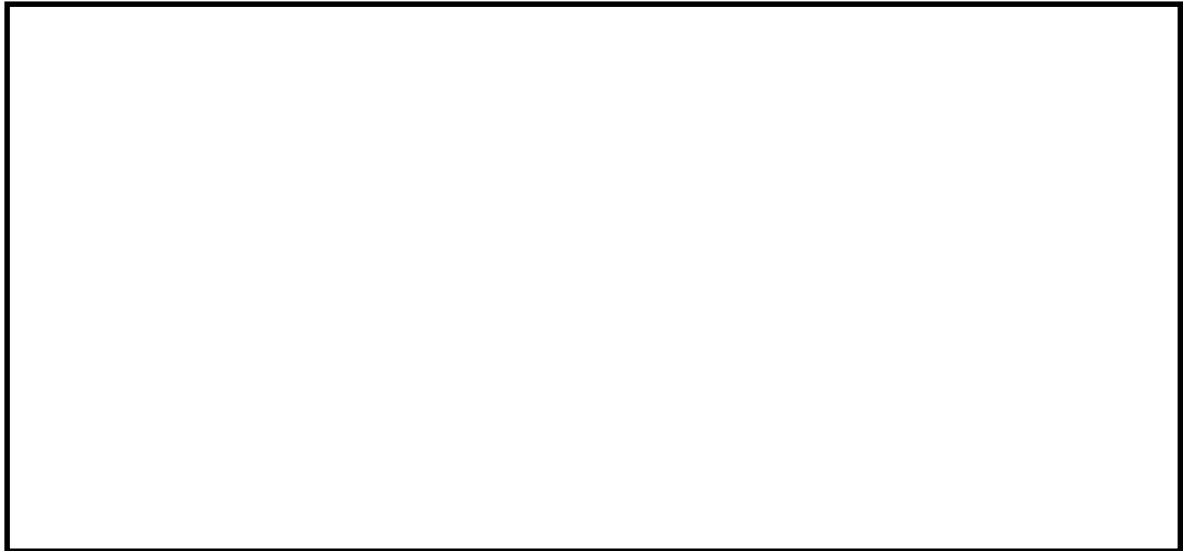
) 取水ピット水位計据付面

取水ピット水位計は、主に引き波時の取水ピットの下降側水位を監視するものであり、取水ピット上版に設置され、据付面の高さは T.P. 約 + 2.75m (水位計取付座下面) である。これに対し、取水ピットの上昇側の入力津波高さは T.P. + 19.2m であるため、取水路を経由した津波が取水ピット水位計据付面から非常用海水系配管エリアに流入する可能性がある。

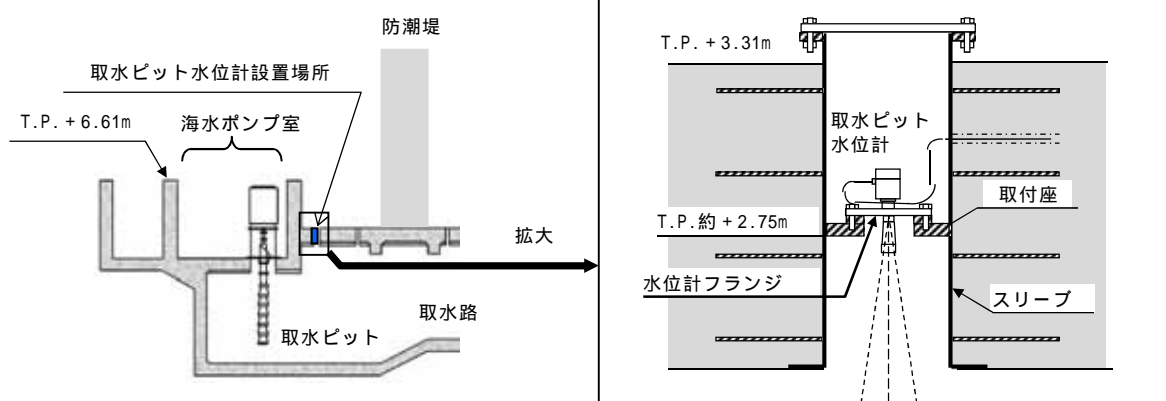
しかし、取水ピット水位計は、取水ピット上版コンクリート躯体に設定する鋼製スリーブに取り付けた取付座とフランジ取り合いであり、取付ボルトで密着させる構造となっている。このため、十分な水密性を有することから、据付面から非常用海水系配管エリアに津波が流入することはない。

なお、取水ピット水位計据付面の構造から津波の流入は防止可能であるが、仮に取水ピット水位計据付面から津波が流入すると想定した場合においても、隣接する海水ポンプ室と取水ピット水位計設置位置の間には、高さ T.P. + 6.61m の壁があるため、津波が海水ポンプ室に直接流入することはない。

第 2.2-20 図に取水ピット水位計の配置図、第 2.2-21 図に取水ピット水位計据付面の構造を示す。



第 2.2-20 図 取水ピット水位計配置図



第 2.2-21 図 取水ピット水位計据付面構造図

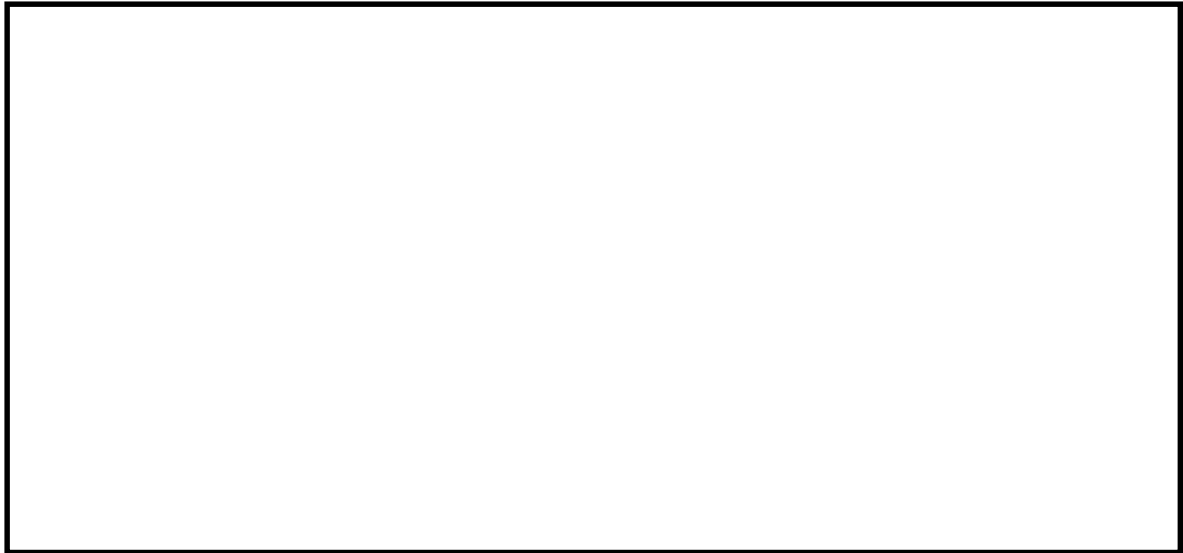
(b) 循環水系

) 取水ピット空気抜き配管

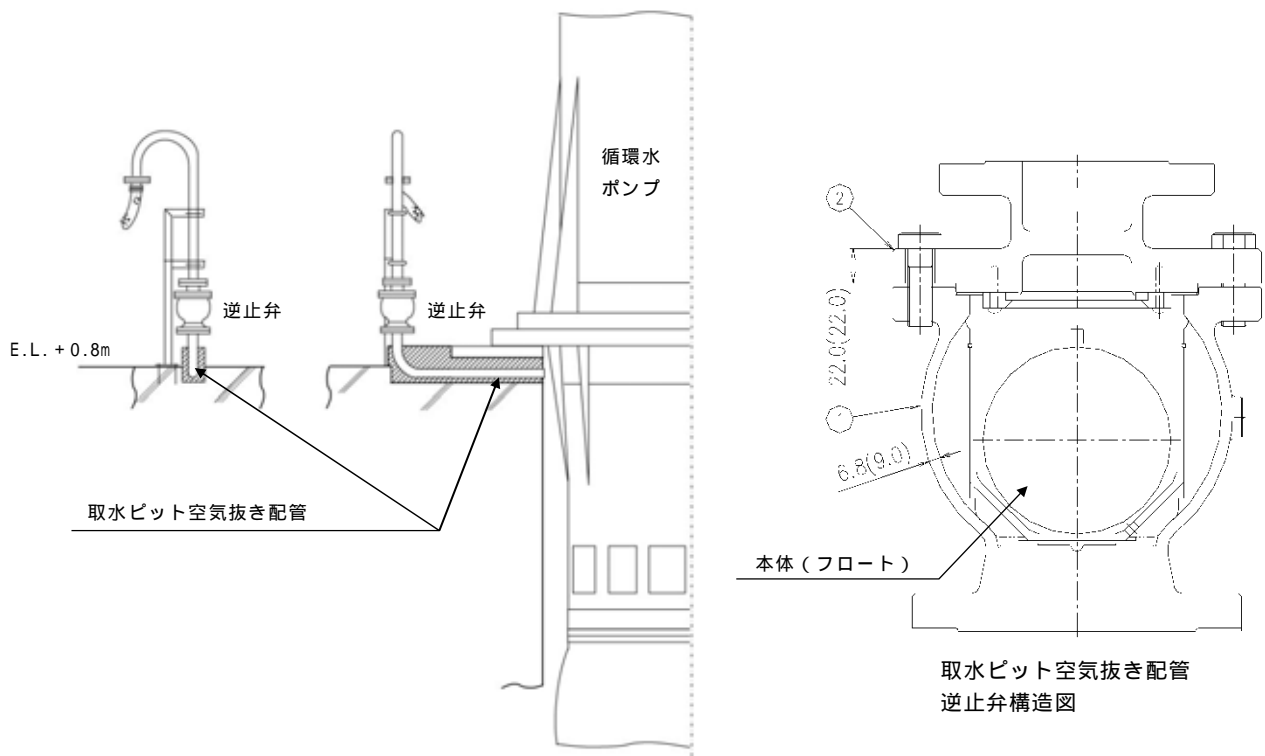
取水ピット空気抜き配管は、取水ピット水位の変動時に取水ピット上部空気層の息継ぎ用として設置されたものであり、取水路の 10 区画のうち、循環水ポンプ室が位置する 3 区画に対して設置され、取水ピット上版貫通部の上端レベルは T.P. + 0.8m である。これに対し、取水ピットの上昇側の入力津波高さは T.P. + 19.2m であるため、取水路を経由した津波が取水ピット空気抜き配管から循環水ポンプ室に流入する可能性がある。

循環水ポンプ室と海水ポンプ室の間には、高さ T.P. + 5m の壁があるため、取水ピット空気抜き配管から流入した津波が海水ポンプ室に直接流入することはないが、取水ピット空気抜き配管に対して逆止弁を設置し、循環水ポンプ室への津波の流入を防止する。これにより、隣接する海水ポンプ室に津波が流入することはない。

第 2.2-22 図に取水ピット空気抜き配管の配置図、第 2.2-23 図に取水ピット空気抜き配管逆止弁の構造図を示す。



第 3.2-6 図 取水ピット空気抜き配管逆止弁配置図

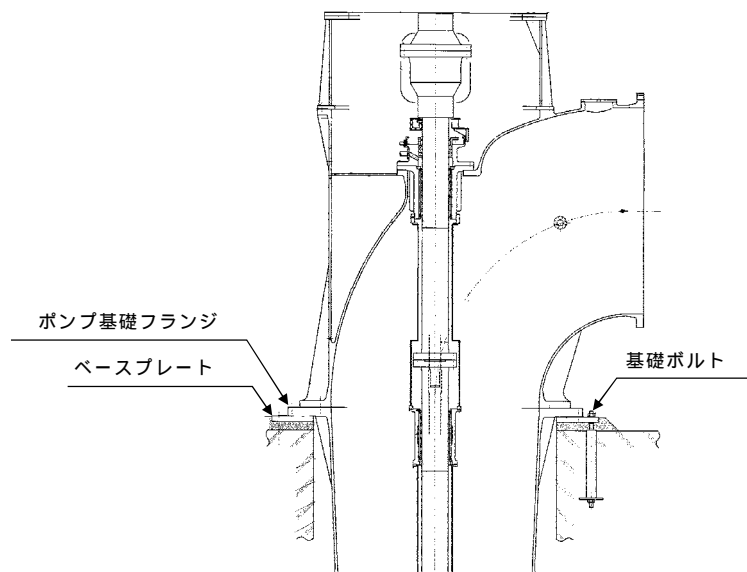


第 2.2-23 図 取水ピット空気抜き配管逆止弁構造図

) 循環水ポンプ据付面

循環水ポンプの据付面高さは T.P. + 0.8m である。これに対し, 取水ピットの上昇側の入力津波高さは T.P. + 19.2m であるため, 取水路を経由した津波が据付面から循環水ポンプ室に流入する可能性がある。

しかし, 循環水ポンプ基礎フランジは, 金属製のベースプレート上に設置され, 基礎ボルトで密着させる構造となっている。このため, 十分な水密性を有することから, 据付面からの津波の流入はない。第 2.2-24 図に循環水ポンプ据付面構造図を示す(循環水ポンプの配置は第 2.2-21 図参照)。



第 2.2-24 図 循環水ポンプ据付面構造図

(c) まとめ

「(a) 海水系」及び「(b) 循環水系」に示したとおり, 浸水対策の実施により, 特定した流入経路である取水路からの津波の流入防止が可能であることを確認した。第 2.2-4 表に取水路からの津波の流入評価結果を示す。

なお、海水ポンプグランド dren 排出口に対して、逆止弁を設置することにより津波の流入を防止することとしているが、海水ポンプ室への津波の直接の流入経路となることから、海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁からの漏水を考慮し、その評価結果について「2.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護 2）」で述べる。

第 2.2-4 表 取水路からの流入評価結果

系統	流入経路	入力津波高さ (T.P. + m)	状 況	評価
(a) 海水系) 取水路点検用開口部	19.2	当該経路から津波が流入する可能性があるため、開口部に対し、浸水防止蓋を設置する。	取水路から津波は流入しない。
	) 海水ポンプグランド dren 排出口		当該経路から津波が流入する可能性があるため、逆止弁を設置する。
	) 非常用海水ポンプグランド減圧配管基礎フランジ貫通部		当該貫通部は、ポンプ基礎フランジとフランジ取り合いで、取付ボルトにより密着させる構造であるため、十分な水密性がある。
	) 常用海水ポンプグランド減圧配管基礎フランジ貫通部		
	) 海水ポンプ据付面		据付面のポンプ基礎フランジは、ベースプレートとフランジ取り合いで、基礎ボルトにより密着させる構造であるため、十分な水密性がある。
	) 取水ピット水位計据付面		水位計フランジは、鋼製スリーブの取付座とフランジ取り合いで、取付ボルトで密着させる構造であるため、十分な水密性がある。
(b) 循環水系) 取水ピット空気抜き配管		取水ピット空気抜き配管から津波が流入する可能性があるため、当該配管に逆止弁を設置する。	
	) 循環水ポンプ据付面		据付面のポンプ基礎フランジは、ベースプレートとフランジ取り合いで、基礎ボルトにより密着させる構造であるため、十分な水密性がある。

b．海水引込み管からの流入経路について

(a) 海水系

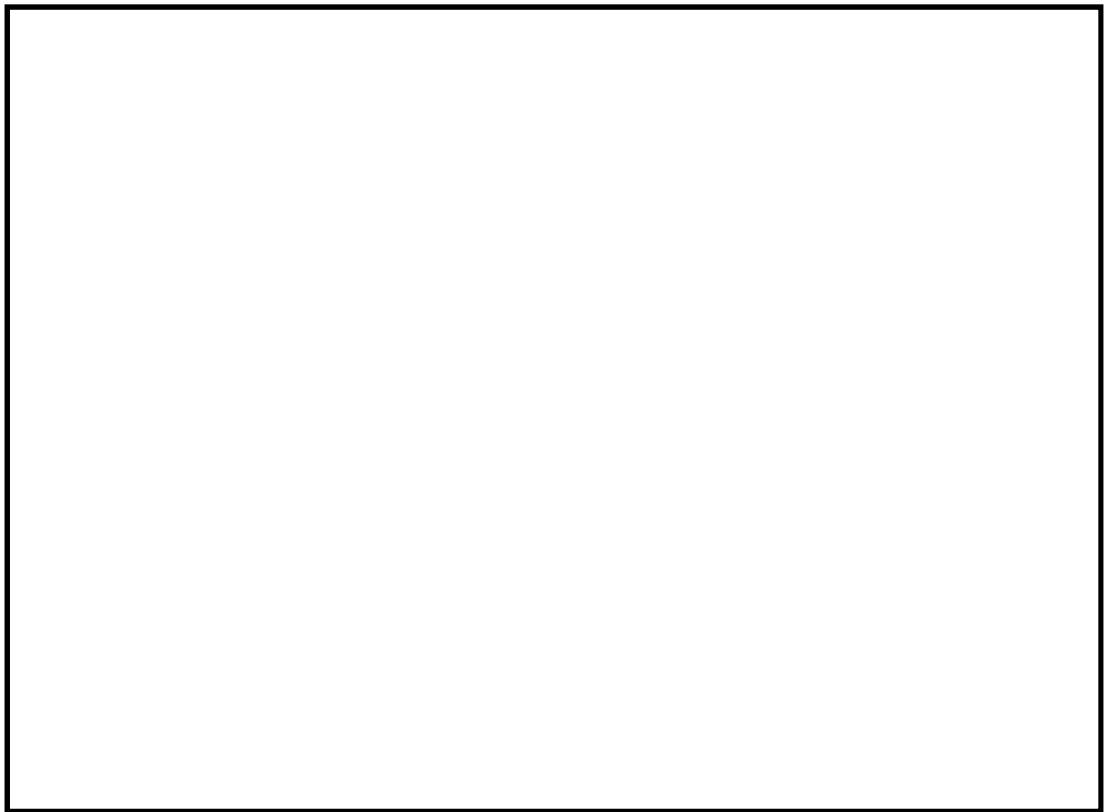
) S A用海水ピット開口部

S A用海水ピットは、重大事故等対処施設である可搬型重大事故等対処設備の海水取水源として設置する。S A用海水ピットの上部には開口部があり、その据付レベルはT.P. + 7.3m である。

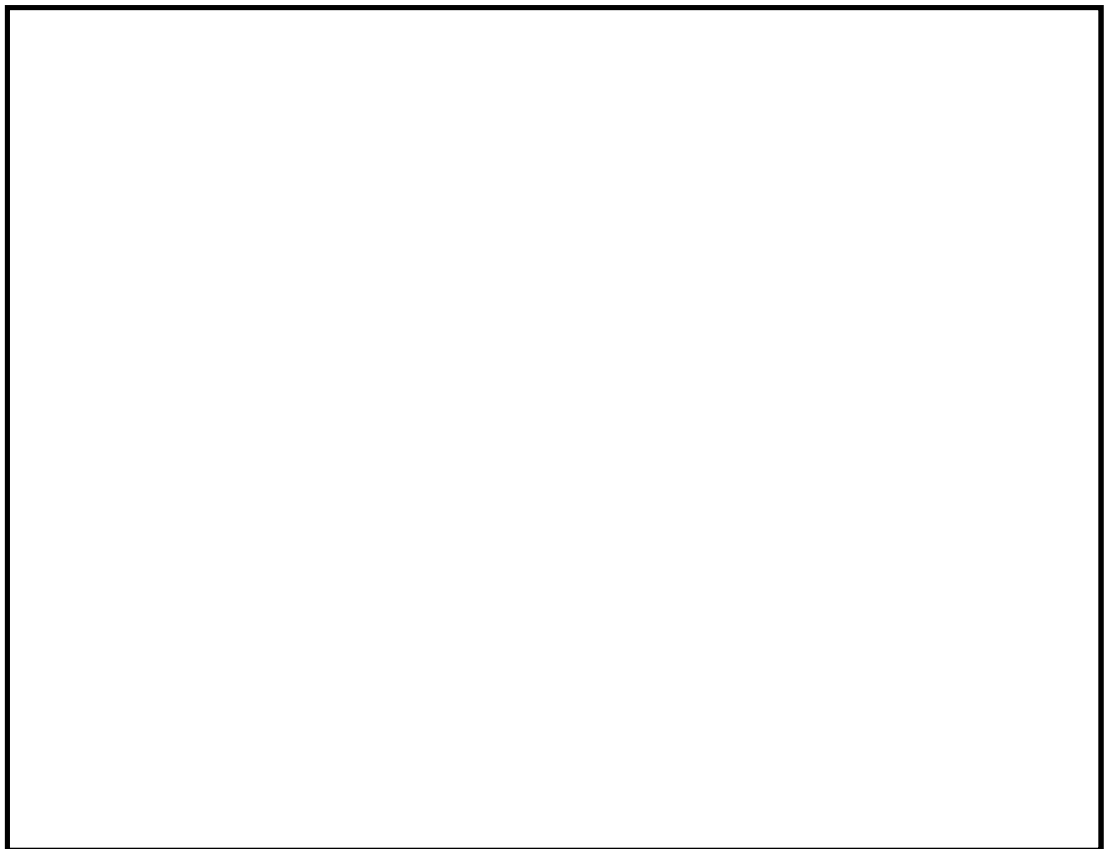
S A用海水ピット用の海水は、取水口前面の南側防波堤の内側のS A用海水ピット取水塔から、海水引込み管を經由して当該ピットまで導かれるが、S A用海水ピット開口部高さT.P. + 7.3m に対し、S A用海水ピットの上昇側の入力津波高さはT.P. + 8.9m であるため、海水引込み管を經由した津波がS A用海水ピット開口部から敷地に流入する可能性がある。

このため、S A用海水ピットの開口部に対して浸水防止蓋を設置することにより、敷地への津波の流入を防止する。なお、S A用海水ピット開口部浸水防止蓋は、通常時は閉止運用を行う。第 2.2-25 図にS A用海水ピットの配置図、第 2.2-26 図にS A用海水ピット開口部浸水防止蓋の構造図を示す。

以上の浸水防止対策の実施により、特定した流入経路である海水引込み管からの津波の流入防止が可能であることを確認した。



第 2.2-25 図 S A用海水ピット配置図



第 2.2-26 図 S A用海水ピット開口部浸水防止蓋構造図

(b) まとめ

「(a) 海水系」に示したとおり、浸水対策の実施により、特定した流入経路である海水引込み管からの津波の流入防止が可能であることを確認した。第 2.2-5 表に津波の流入評価結果を示す。

第 2.2-5 表 海水引込み管からの流入評価結果

系統	流入経路	入力津波 高さ (T.P. + m)	状 況	評価
(a) 海水系	) S A 用海水ピット 開口部	8.9	当該経路から津波が流入する可能性があるため、開口部に対し、浸水防止蓋を設置する。	海水引込み管から津波は流入しない。

c . 緊急用海水取水管からの流入経路について

(a) 海水系

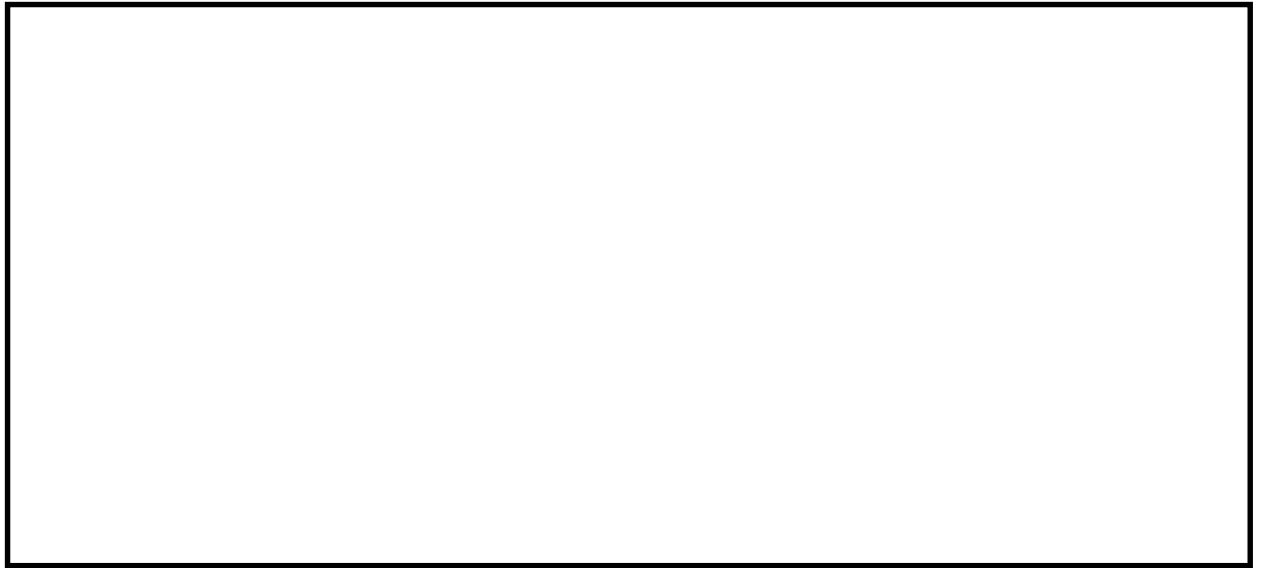
) 緊急用海水ポンプピット点検用開口部

緊急用海水ポンプピット点検用開口部は、重大事故等対処施設となる緊急用海水系の海水取水源として設置する緊急用海水ポンプピット内の点検用の開口部であり、ピットの上部に位置し、開口部の上端レベルは T.P. + 0.8m である。

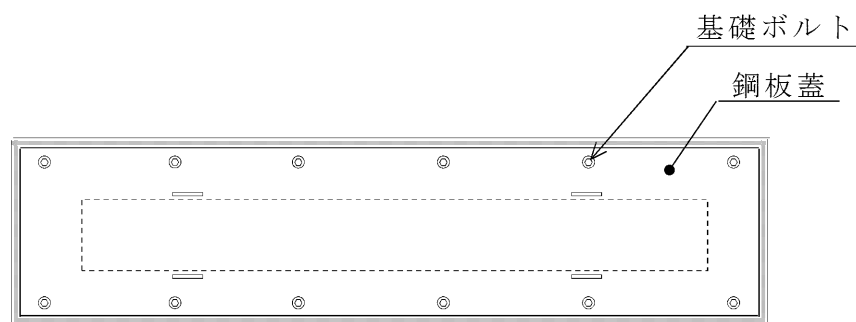
緊急用海水ポンプピットの海水は、S A 用海水ピット取水塔より取水し、海水引込み管、S A 用海水ピット及び緊急用海水取水管を經由して緊急用海水ポンプピットまで導かれる。緊急用海水ポンプピット点検用開口部高さ T.P. + 0.8m に対し、緊急用海水ポンプピットの上昇側の入力津波高さは、T.P. + 9.3m であるため、海水引込み管及び緊急用海水取水管を經由した津波が緊急用海水ポンプピット点検用開口部から緊急用海水ポンプ室へ流入し、さらに緊急用海水ポンプ室から設計基準対象施設の津波防護対象設備の設置された敷地に流入する可能性がある。

このため，緊急用海水ポンプピット点検用開口部に対して浸水防止蓋を設置する。これにより，敷地に津波が流入することはない。

なお，緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋は，通常時は閉止運用を行う。第 2.2-27 図に緊急用海水ポンプピット点検用開口部の配置図，第 2.2-28 図に緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋の概略構造図を示す。



第 2.2-27 図 緊急用海水ポンプピット点検用開口部配置図



< 平面図 >

第 2.2-28 図 緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋概略構造図(例)

(第 2.2-13 図 取水路点検用開口部浸水防止蓋の例)

) 緊急用海水ポンプグランド dren 排出口

緊急用海水ポンプ室には、緊急用海水ポンプの運転に伴い発生するグランド dren の排水を目的として、緊急用海水ポンプ室から緊急用海水ポンプピットへと接続する排出口部を設ける。排出口の上端の高さは T.P. + 0.8m である。これに対し、緊急用海水ポンプピットの上昇側の入力津波高さは T.P. + 9.3m であるため、海水引込み管及び緊急用海水取水管を經由した津波が緊急用海水ポンプグランド dren 排出口から緊急用海水ポンプ室に流入し、さらに緊急用海水ポンプ室から設計基準対象施設の津波防護対象設備の設置された敷地に流入する可能性がある。

このため、緊急用海水ポンプグランド dren 排出口に対して逆止弁を設置し、緊急用海水ポンプ室への津波の流入を防止する。設置する逆止弁は、グランド dren 排出口がある床の上面にある取付座に逆止弁のフランジ部を基礎ボルトで取付け密着させる構造になっており、十分な水密性を有する。これにより、緊急用海水ポンプ室に津波が流入することはない。

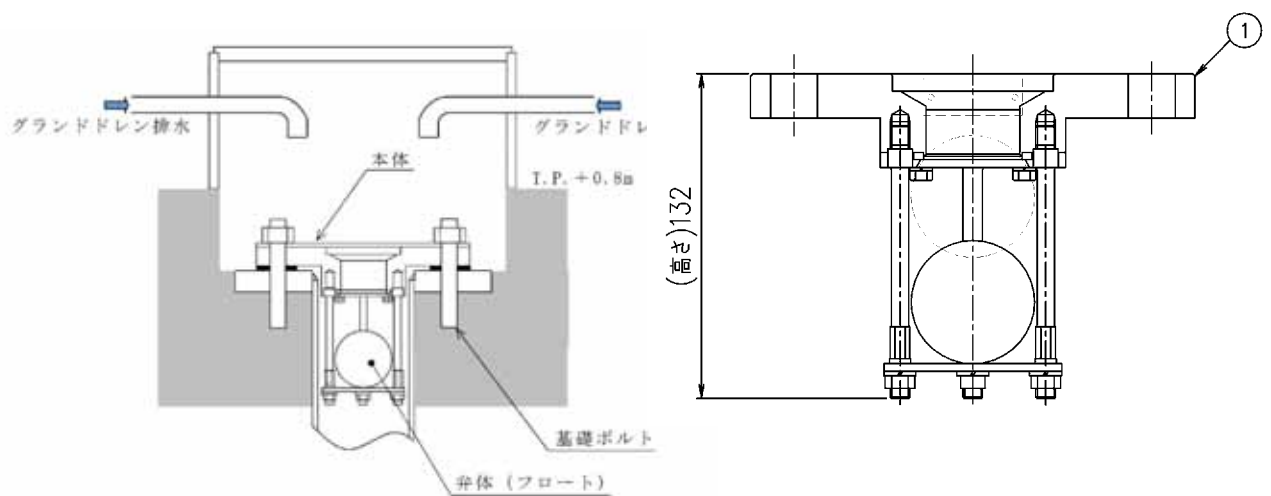
なお、グランド減圧配管を經由した津波がグランド部を經由し、緊急用海水ポンプ室に流入することが考えられる。しかし、グランド部にはグランドパッキンが挿入されており、グランド押さえで蓋をした上で、締付ボルトにより圧縮力を与えてシールする構造であるとともに、適宜、パトロールにおいて状態を確認する。このため、グランド部からの津波の流入が抑制されることから、緊急用海水ポンプ室に有意な津波の流入は生じない。

第 2.2-29 図に緊急用海水ポンプグランド dren 排水口及び緊急用海水ポンプの配置図、第 2.2-30 図に緊急用海水ポンプグランド

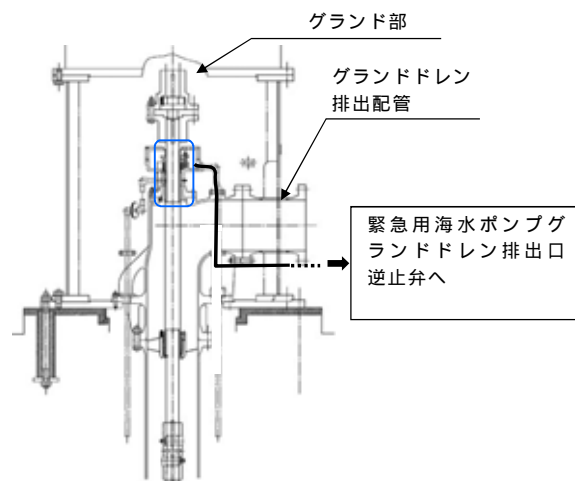
ドレン排出口逆止弁の構造図，第 2.2-31 図に緊急用海水ポンプの
 グランド部の構造図を示す。



第 2.2-29 図 緊急用海水ポンプグランドドレン排出口及び
 緊急用海水ポンプ配置図



第 2.2-30 図 緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁構造図



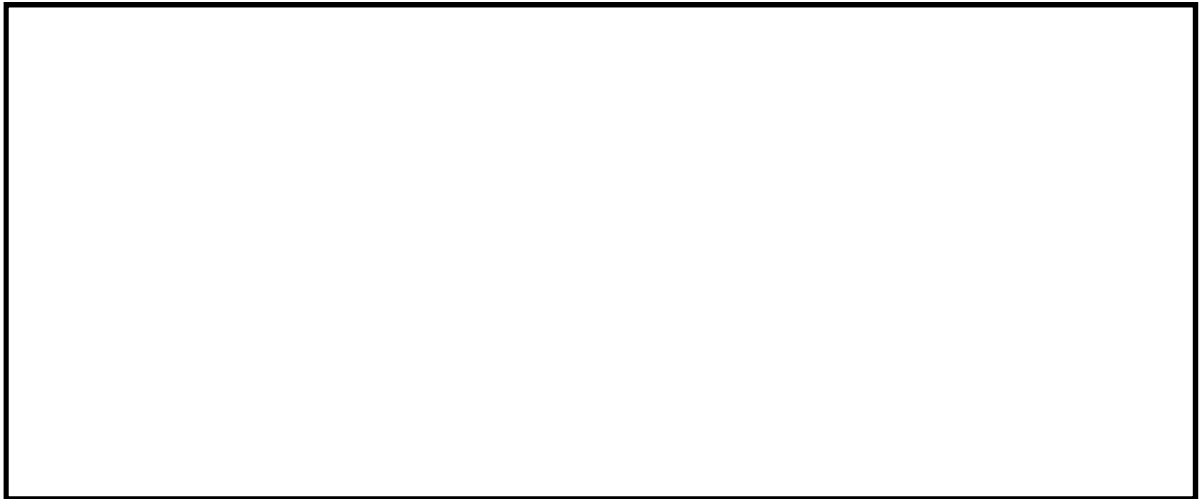
第 2.2-31 図 緊急用海水ポンプグランド部構造図
(残留熱除去系海水ポンプの例)

) 緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口

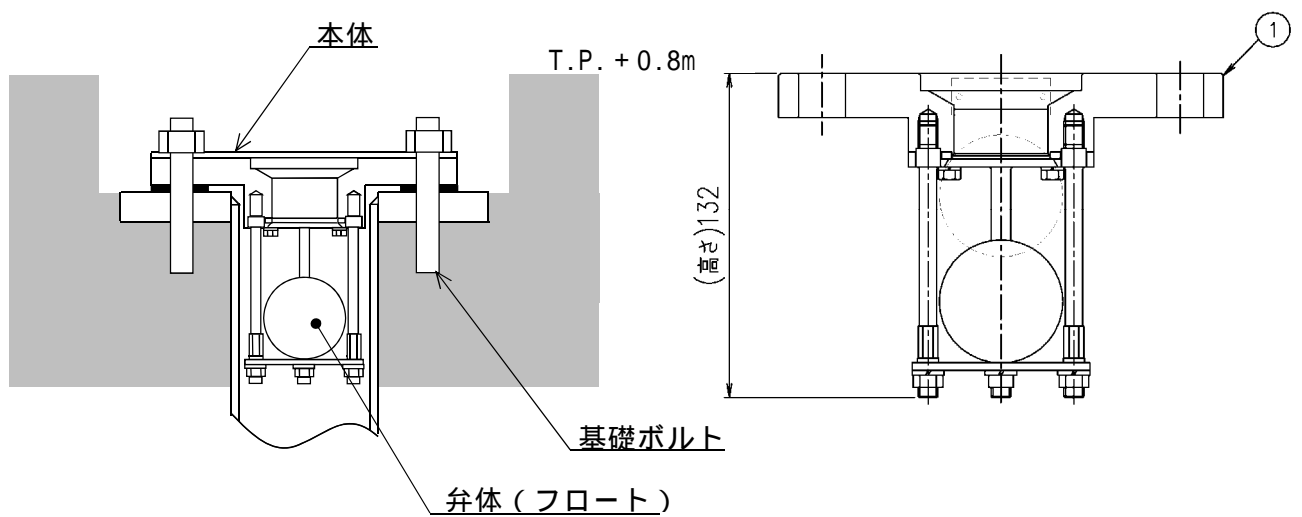
緊急用海水ポンプ室には、緊急用海水ポンプ出口ストレーナの点検等に伴い発生する床ドレンの排水を目的として、緊急用海水ポンプ室から緊急用海水ポンプピットへと接続する排出口を設ける。開口部の上端の高さは T.P. + 0.8m である。これに対し、緊急用海水ポンプピットの上昇側の入力津波高さは T.P. + 9.3m であるため、海水引込み管及び緊急用海水取水管を経由した津波が緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口から緊急用海水ポンプ室へ流入し、さらに緊急用海水ポンプ室から設計基準対象施設の津波防護対象設備の設置された敷地へ津波が流入する可能性がある。

このため、緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口の開口部に対して逆止弁を設置し、緊急用海水ポンプ室への津波の流入を防止する。設置する逆止弁は、床ドレン排出口がある床の上面にある取付座に逆止弁のフランジ部を基礎ボルトで取り付け密着させる構造になっており、十分な水密性を有する。これにより、緊急用海水ポンプ室に津波が流入することはない。

第 2.2-32 図に緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口の配置図、第 2.2-33 図に緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の構造図を示す。



第 2.2-32 図 緊急用海水ポンプ室床 dren 排出口配置図



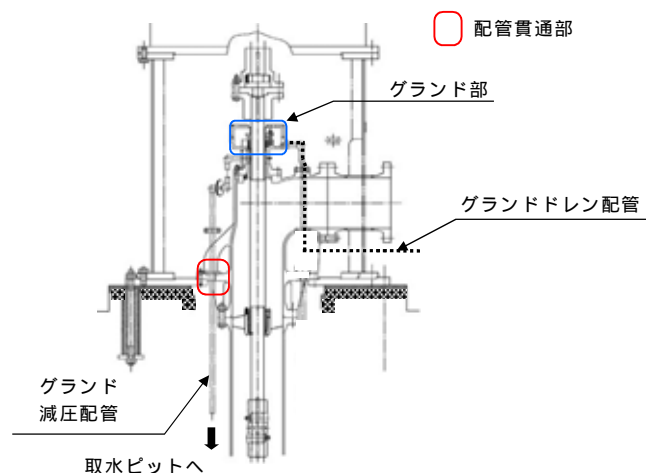
第 2.2-33 図 緊急用海水ポンプ室床 dren 排出口逆止弁構造図

) 緊急用海水ポンプグランド減圧配管基礎フランジ貫通部

緊急用海水ポンプのグランド減圧配管は、緊急用海水ポンプの基礎フランジを貫通して緊急用海水ポンプピットに接続されており、基礎フランジ貫通部の高さは T.P. + 0.8m である。これに対し、緊急用海水ポンプピットの上昇側の入力津波高さは T.P. + 9.3m であるため、海水引込み管及び緊急用海水取水管を經由した津波が当該貫通部から緊急用海水ポンプ室に流入し、さらに緊急用海水ポンプ室から設計基準対象施設の津波防護対象設備の設置された敷地へ津波が流入する可能性がある。

グランド減圧配管の基礎フランジ貫通部は、ポンプ基礎フランジとフランジ取り合いであり、取付ボルトで密着させる構造となっている。このため、十分な水密性を有することから、貫通部からの津波の流入はない。

第 2.2-34 図に緊急用海水ポンプグランド減圧配管の基礎フランジ貫通部構造図を示す。(緊急用海水ポンプの配置は第 2.2-29 図参照)



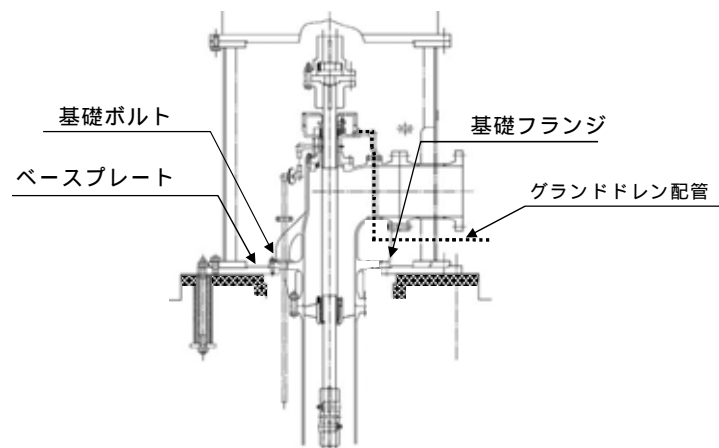
第 2.2-34 図 緊急用海水ポンプグランド減圧配管貫通部構造図
(残留熱除去系海水ポンプの例)

) 緊急用海水ポンプ据付面

緊急用海水ポンプの据付面高さは T.P. + 0.8m である。これに対し、緊急用海水ポンプピットの上昇側の入力津波高さは T.P. + 9.3m であるため、海水引込み管及び緊急用海水取水管を経由した津波が当該据付面から緊急用海水ポンプ室に流入し、さらに緊急用海水ポンプ室から設計基準対象施設の津波防護対象設備の設置された敷地へ津波が流入する可能性がある。

しかし、緊急用海水ポンプの基礎フランジ部は、金属製のベースプレート上に設置され、基礎ボルトで密着させる構造となっている。このため、十分な水密性を有することから、据付面からの津波の流入はない。第 2.2-35 図に緊急用海水ポンプ据付面の構造を示す。

(緊急用海水ポンプの配置は第 2.2-29 図参照)



第 2.2-35 図 緊急用海水ポンプ据付面構造図

(残留熱除去系海水ポンプの例)

(b) まとめ

「(a) 海水系」に示したとおり，浸水対策の実施により，特定した流入経路である緊急用海水取水管からの津波の流入防止が可能であることを確認した。第 2.2-6 表に津波の流入評価結果を示す。

第 2.2-6 表 緊急用海水取水管からの流入評価結果

系統	流入経路	入力津波 高さ (T.P. + m)	状 況	評価
(a)海水系)緊急用海水ポンプ ビット点検用開口部	9.3	当該経路から津波が流入する可能性があるため，開口部に対し，浸水防止蓋を設置する。	緊急用海水取水管から津波は流入しない。
	)緊急用海水ポンプグ ランドドレン排出口		当該経路から津波が流入する可能性があるため，逆止弁を設置する。
	)緊急用海水ポンプ室 床ドレン排出口		当該経路から津波が流入する可能性があるため，逆止弁を設置する。
	)緊急用海水ポンプ グランド減圧配管 基礎フランジ貫通部		当該貫通部は，ポンプ基礎フランジとフランジ取り合いで，取付ボルトにより密着させる構造であるため，十分な水密性がある。
	)緊急用海水ポンプ 据付面		据付面のポンプ基礎フランジは，ベースプレートとフランジ取り合いで，基礎ボルトにより密着させる構造であるため，十分な水密性がある。

c . 放水路からの流入経路について

(a) 海水系

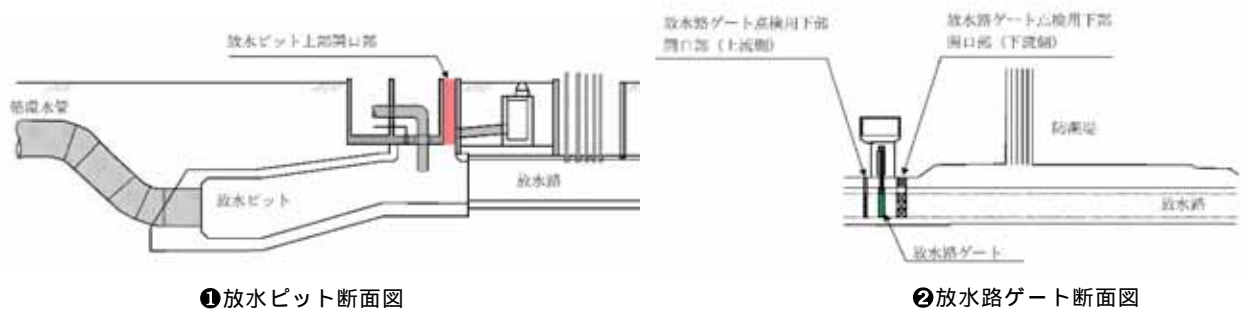
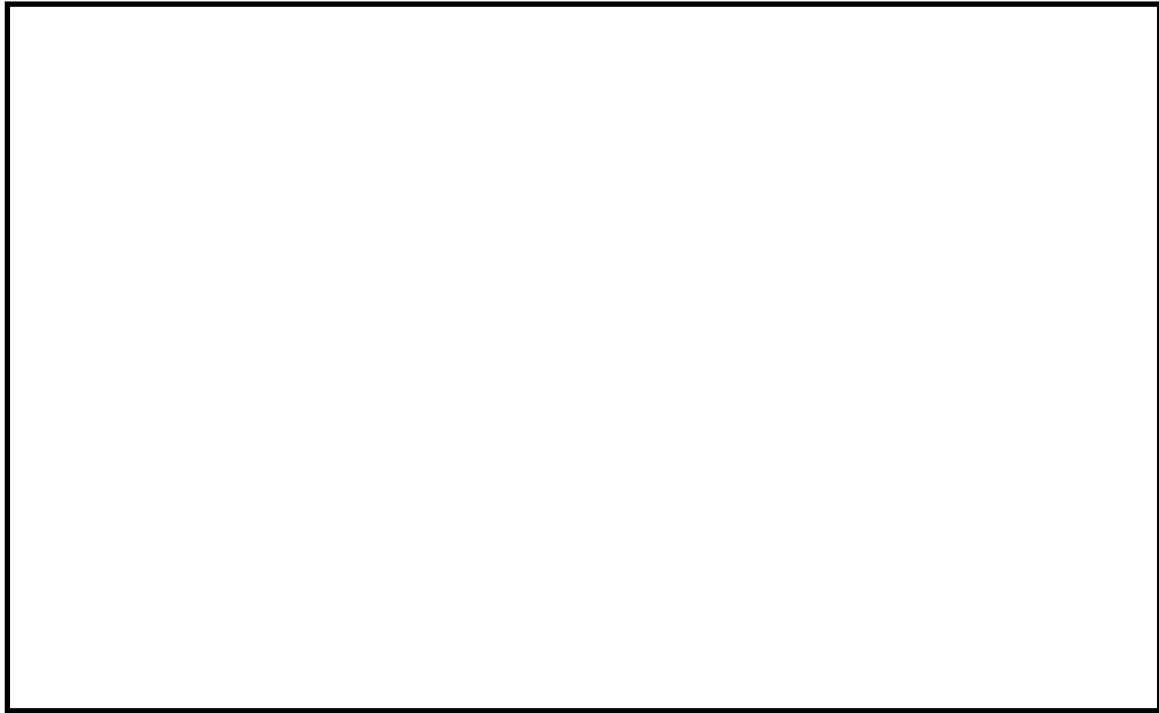
) 放水ピット上部開口部

放水ピット上部には、放水ピット水位の変動時に放水ピット上部空気層の息継ぎ用として、放水ピットの3区画に対して開口部が設置され、開口部の上端高さはT.P. + 8mである。これに対し、放水路ゲート設置箇所の上昇側の入力津波高さはT.P. + 19.1mであるため、放水路を経由した津波が放水ピット上部開口部から敷地に流入する可能性がある。

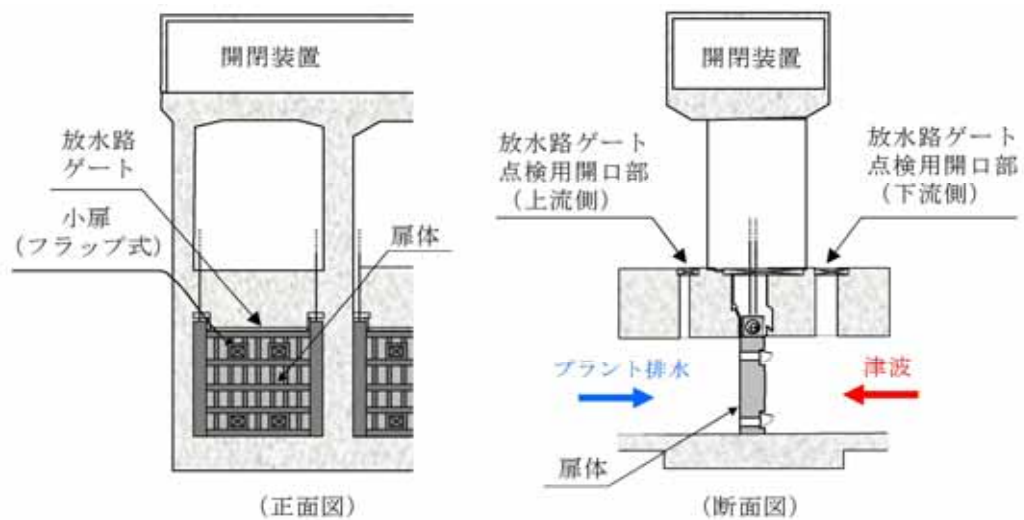
このため、放水ピット下流側の放水路にゲートを設置し、津波発生時にはゲートを閉止して放水ピットへの津波の流入を防止することにより、放水ピット上部開口部から敷地への津波の流入を防止する。これにより、津波が敷地に流入することはない。

なお、放水路ゲートには、放水流の流れ方向のみ開にできるフラップ式の小扉を設けることにより、放水路ゲートが閉止した状態においても非常用海水ポンプの運転が可能な設計とする。

第2.2-36図に放水路ゲート及び放水ピット上部開口部の配置図、第2.2-37図に放水路ゲートの構造図を示す。



第 2.2-36 図 放水路ゲート及び放水ピット上部開口部配置図



第 2.2-37 図 放水路ゲート構造図

) 放水路ゲート点検用開口部（上流側）

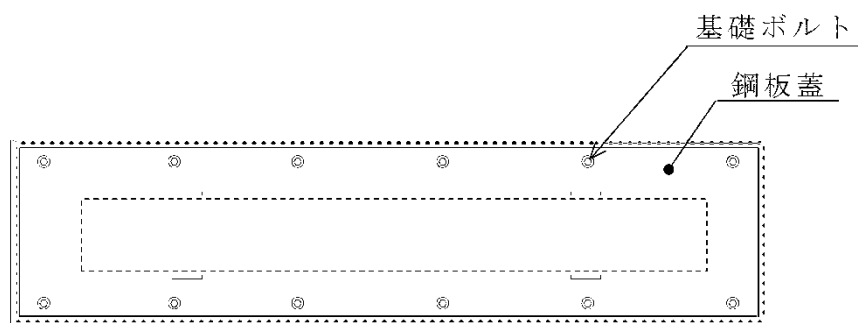
放水路ゲート点検用開口部（上流側）は、放水路ゲートの上流側に位置する角落し用の開口部であり、放水路の3水路それぞれに設置される。開口部の上端高さはT.P.約+3.5mである。これに対し、放水路ゲートの設置箇所の上昇側の入力津波高さはT.P.+19.1mであるため、放水路を経由した津波が放水路ゲート点検用開口部（上流側）から敷地に流入する可能性がある。

このため、「 ）放水ピット上部開口部」に示した放水路ゲートにより放水路ゲート点検用開口部（上流側）に津波が流入することを防止する。これにより、放水路ゲート点検用開口部（上流側）を経由して敷地に津波が流入することはない。（放水路ゲート点検用開口部（上流側）の配置は第2.2-36図、構造は第2.2-37図参照）

) 放水路ゲート点検用開口部（下流側）

放水路ゲート点検用開口部（下流側）は、放水路ゲートの下流側に位置する角落し用の開口部であり、放水路の3水路それぞれに設置される。開口部の上端高さは約T.P.+3.5mである。これに対し、放水路ゲートの設置箇所の上昇側の入力津波高さはT.P.+19.1mであるため、放水路を経由した津波が放水路ゲート点検用開口部（下流側）から敷地に流入する可能性がある。

このため、放水路ゲート点検用開口部（下流側）に対して浸水防止蓋を設置する。これにより、放水路を経由して敷地に津波が流入することはない。第2.2-38図に放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の構造図を示す。（放水路ゲート点検用開口部（下流側）の配置は第2.2-36図参照）



< 平面図 >

第 2.2-38 図 放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋構造図例

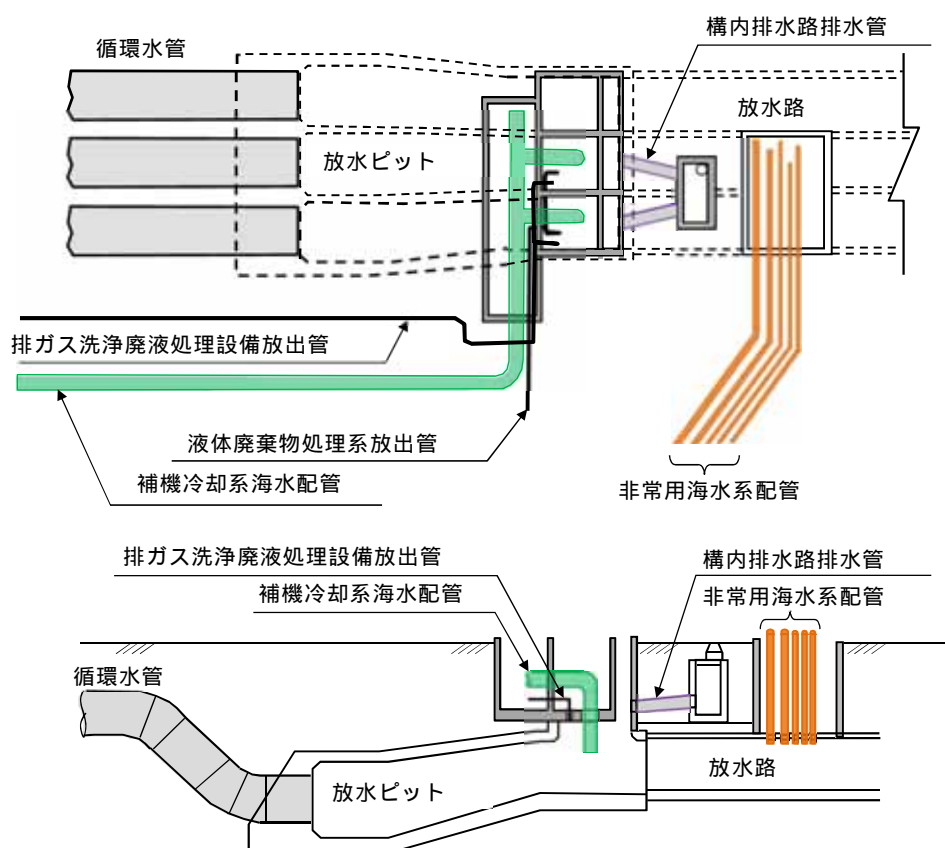
(第 2.2-13 図 取水路点検用開口部浸水防止蓋の例)

) 海水配管（放水ピット接続部）

放水ピットには，タービン建屋からの常用海水系である補機冷却系海水配管が接続されている。放水口から放水路を経由した津波が放水ピットに接続する海水配管の貫通部から敷地に流入する可能性がある。

このため，放水路を経由した津波が流入しないよう放水路に放水路ゲートを設置する。これにより，放水路接続配管に津波は到達することはない。

第 2.2-39 図に海水系配管の配置図を示す。（放水路ゲートの配置は第 2.2-36 図，構造は第 2.2-37 図参照）



第 2.2-39 図 海水系配管配置図

) 海水配管（放水路接続部）

放水路には，原子炉建屋からの非常用海水系である残留熱除去系海水配管，非常用ディーゼル発電機用海水配管及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水配管が接続されている。放水口から放水路を経由した津波が放水路に接続する海水配管の貫通部から敷地に流入する可能性がある。

このため，放水路を経由した津波が流入しないよう放水路に放水路ゲートを設置する。これにより，放水路接続配管から津波は流入することはない。

（海水系配管の配置は第 2.2-38 図，放水路ゲートの配置は第 2.2-36 図，構造は第 2.2-37 図参照）

(b) 循環水系（放水ピット接続部）

（ ）放水ピット上部開口部

「(a) 海水系) 放水ピット上部開口部」と同じ。

（ ）放水路ゲート点検用側開口部（下流側）

「(a) 海水系) 放水路ゲート点検用開口部（上流側）」と同じ。

（ ）放水路ゲート点検用開口部（下流側）

「(a) 海水系) 放水路ゲート点検用開口部（下流側）」と同じ。

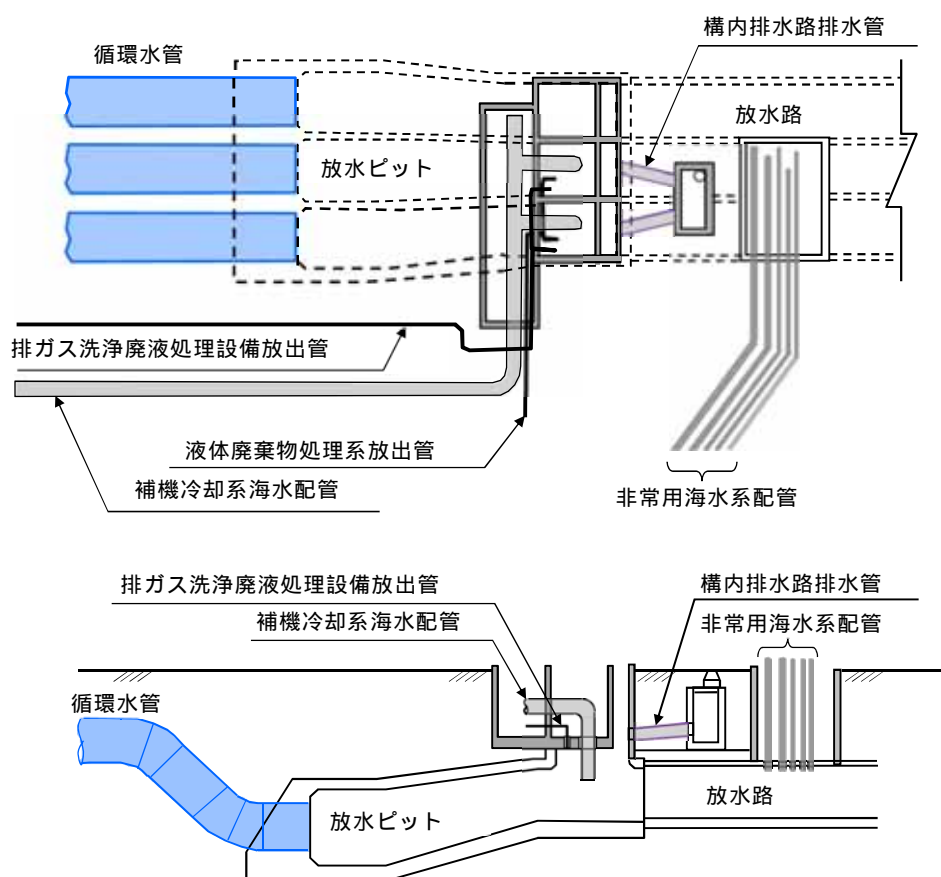
（ ）循環水管（放水ピット接続部）

放水ピットには，タービン建屋からの循環水管が接続されており，放水口から放水路を経由した津波がタービン建屋放水路に接続する海水配管の貫通部から敷地に流入する可能性がある。

このため，放水路を経由した津波が流入しないよう放水路に放水

路ゲートを設置する。これにより、放水ピットに接続する循環水配管から津波は流入することはない。

第 2.2-40 図に循環水管の配置図を示す。(放水路ゲートの配置は第 2.2-36 図、構造は第 2.2-37 図参照)



第 2.2-40 図 循環水系管配置図

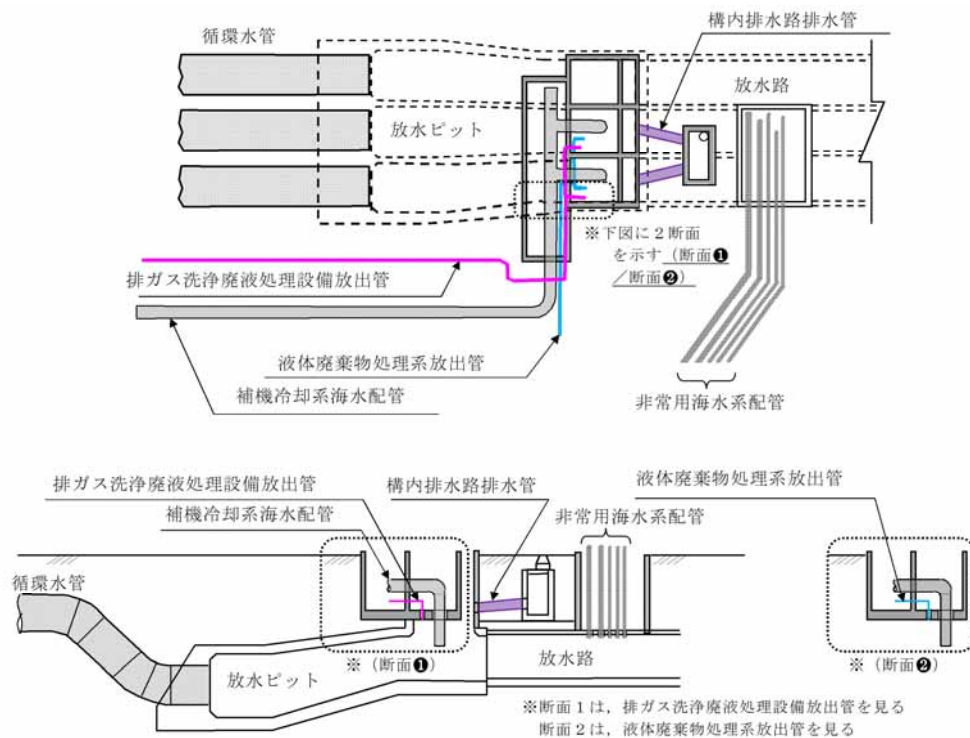
(c) その他の接続配管

-) その他の配管（液体廃棄物処理系放出管，排ガス洗浄廃液処理設備放出管，構内排水路排水管）

放水ピットには，原子炉建屋からの液体廃棄物処理系放出管，廃棄物処理建屋からの排ガス洗浄廃液処理設備放出管，構内排水路により集水された雨水を排水する放出管が接続されており，放水口から放水路を経由した津波が配管を通して貫通部から敷地に流入する可能性がある。

このため，放水路を経由した津波が流入しないよう放水路に放水路ゲートを設置する。これにより，放水ピットに接続するその他の配管から津波は流入することはない。

第 2.2-41 図にその他の接続配管の配置図を示す。（放水路ゲートの配置は第 2.2-36 図，構造は第 2.2-37 図参照）



第 2.2-41 図 その他の接続管配置図

(d) まとめ

「(a) 海水系」から「(c) その他接続配管」に示したとおり，浸水対策等の実施により，特定した流入経路である放水路からの津波の流入防止が可能であることを確認した。第 2.2-7 表に放水路からの津波の流入評価結果を示す。

第 2.2-7 表 放水路からの流入評価結果

系統	流入経路	入力津波 高さ (T.P. + m)	状 況	評価
(a) 海水系) 放水ピット上部開口部	19.1	当該経路から津波が流入する可能性があるため，放水路ゲートにより放水路を閉止し，津波が流入することを防止する。	放水路から津波は流入しない。
	) 放水路ゲート点検用開口部（上流側）		当該経路から津波が流入する可能性があるため，開口部に対し，浸水防止蓋を設置する。
	) 放水路ゲート点検用開口部（下流側）		当該経路から津波が流入する可能性があるため，放水路ゲートにより放水路を閉止し，津波が流入することを防止する。
	) 海水配管（放水ピット接続部）		当該経路から津波が流入する可能性があるため，放水路ゲートにより放水路を閉止し，津波が流入することを防止する。
	) 海水配管（放水路接続部）		当該経路から津波が流入する可能性があるため，放水路ゲートにより放水路を閉止し，津波が流入することを防止する。
(b) 循環水系	) 放水ピット上部開口部（(a) ）と同じ。）		当該経路から津波が流入する可能性があるため，開口部に対し，浸水防止蓋を設置する。
	) 放水路ゲート点検用開口部（上流側）（(a) ）と同じ。）		当該経路から津波が流入する可能性があるため，開口部に対し，浸水防止蓋を設置する。
	) 放水路ゲート点検用開口部（下流側）（(a) ）と同じ。）		当該経路から津波が流入する可能性があるため，放水路ゲートにより放水路を閉止し，津波が流入することを防止する。
	) 循環水管（放水ピット接続部）		当該経路から津波が流入する可能性があるため，放水路ゲートにより放水路を閉止し，津波が流入することを防止する。
(c) その他の排水配管) その他の配管（液体廃棄物処理系放出管，排ガス洗浄廃液処理設備放出管，構内排水路排出管）		当該経路から津波が流入する可能性があるため，放水路ゲートにより放水路を閉止し，津波が流入することを防止する。	

d . 構内排水路からの流入について

設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護対象施設，浸水防止設備，津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に繋がる構内排水路は，以下に示す 7 経路がある。

構内排水路は，合計 10 箇所存在する。放水ピットから放水路を經由し放水口に排水する排水路が 1 箇所，また，防潮堤の地下部を通り海域に排水する排水路は，敷地側面北側に 2 箇所，敷地前面東側に 7 箇所存在する。

なお，経路 1 については，「c . 放水路からの上部開口部（c）その他の接続配管（その他の配管（構内排水路排水管）」において示した経路である。

- ・経路 1：原子炉建屋周辺及び T.P. + 8m の敷地からの雨水排水について，放水ピットから放水路を経て放水口より海域に至る経路
- ・経路 2：防潮堤内の雨水排水について，敷地側面北側防潮堤の地下部を通り防潮堤外陸域に至る経路
- ・経路 3：敷地の西側 T.P. + 23m 及び T.P. + 25m の敷地からの雨水排水について，敷地前面東側防潮堤の地下部を通り海域（放水路南側）に至る経路
- ・経路 4：敷地東側 T.P. + 4.5m 敷地からの雨水排水について，敷地前面東側防潮堤の地下部を通り海域（取水口北側）に至る経路
- ・経路 5：海水ポンプ室周辺 T.P. + 3m の敷地からの雨水排水について，敷地前面東側防潮堤の地下部を通り海域（取水口脇）に至る経路

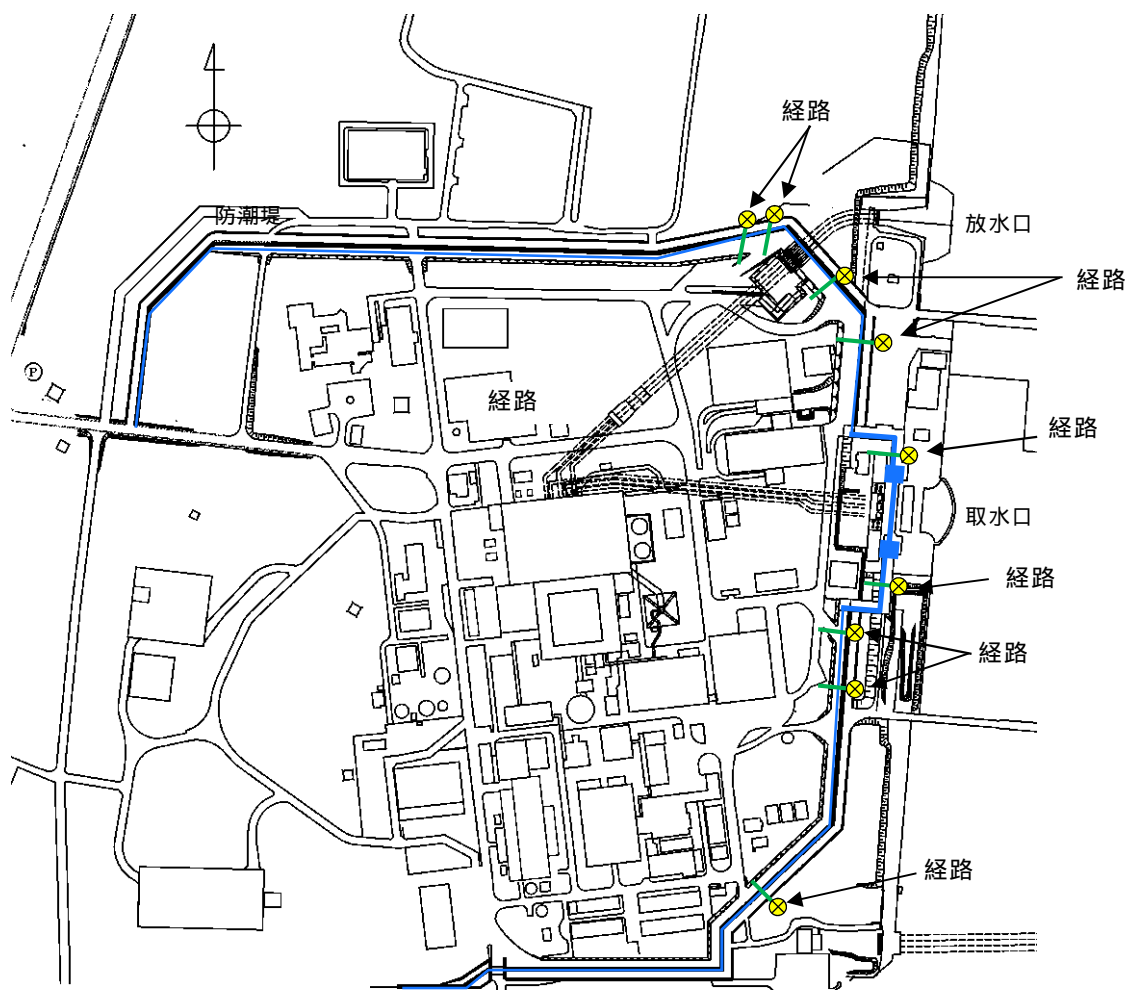
- ・経路 6：敷地東側の T.P. + 8m の敷地からの雨水排水について，敷地前面東側防潮堤の地下部を通り海域（取水口南側）に至る経路
- ・経路 7：東海発電所（廃止措置中）T.P. + 8m の敷地からの雨水排水について，敷地前面東側防潮堤の地下部を通り海域（東海発電所放水口北側）に至る経路

以上の経路から津波が流入する可能性がある。

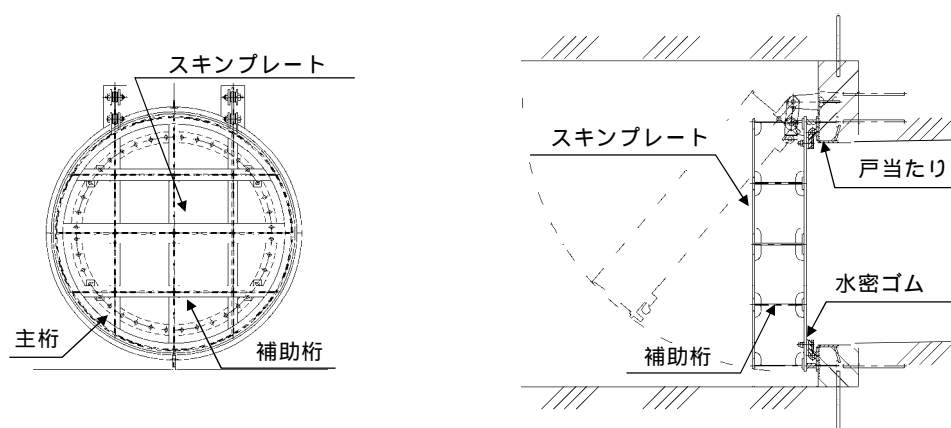
経路 1 は放水ピットから放水路を経由し放水口に排水する排水路が該当する。放水口からの流入津波が放水ピットを経由し，敷地に流入する可能性があることから，放水路に対して放水路ゲートを設置する。

経路 2 から経路 7 は，防潮堤の地下部を通り海域に排水する排水路が該当する。これに対して，防潮堤前面における入力津波高さは，敷地前面東側では T.P. + 17.9m，敷地側面北側では T.P. + 15.4m であるため，構内排水路からの流入津波が集水枡を経由し，敷地に流入する可能性があることから，構内排水路に対して逆流防止設備を設置する。

以上の対策により，敷地に津波が流入することはない。また，上記の浸水防止対策の実施により，特定した流入経路である構内排水路からの津波の流入防止が可能であることを確認した。第 2.2-8 表に構内排水路からの津波の流入評価結果を示す。



第 2.2-41 図 構内排水路（防潮堤横断部）配置図



第 2.2-42 図 構内排水路逆流防止設備構造図

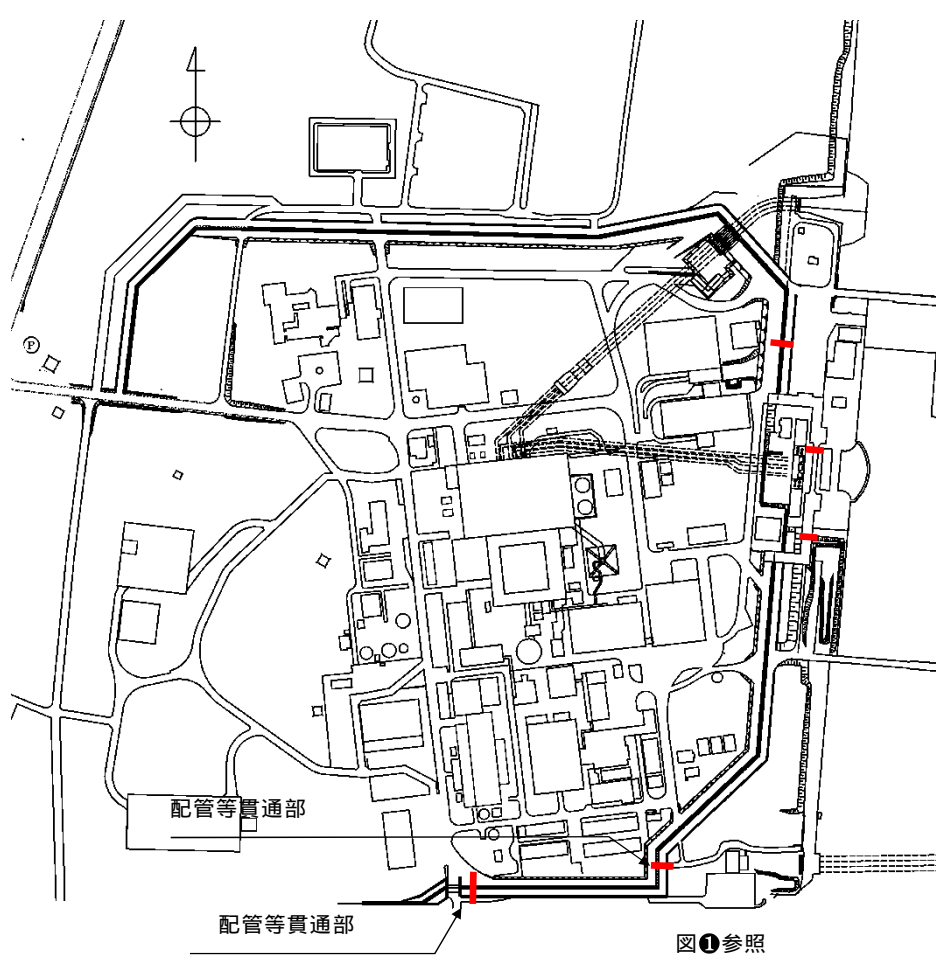
第 2.2-8 表 構内排水路からの流入評価結果

系統	流入経路	入力津波 高さ (T.P. + m)	状 況	評価
構内排水路	構内排水路 (放水ピット) 経路		「c.放水路からの流入経路 について」にて述べたとお り、放水路に対し、放水路ゲ ートを設置する。	構内排水路 から津波は 流入しな い。
構内排水路	構内排水路(北側) 経路	15.4	当該経路から津波が流入す る可能性があるため、構内排 水路に対し、逆流防止設備を 設置する。	構内排水路 から津波は 流入しな い。
構内排水路	構内排水路(東側) 経路 ~	17.9	当該経路から津波が流入す る可能性があるため、構内排 水路に対し、逆流防止設備を 設置する。	構内排水路 から津波は 流入しな い。

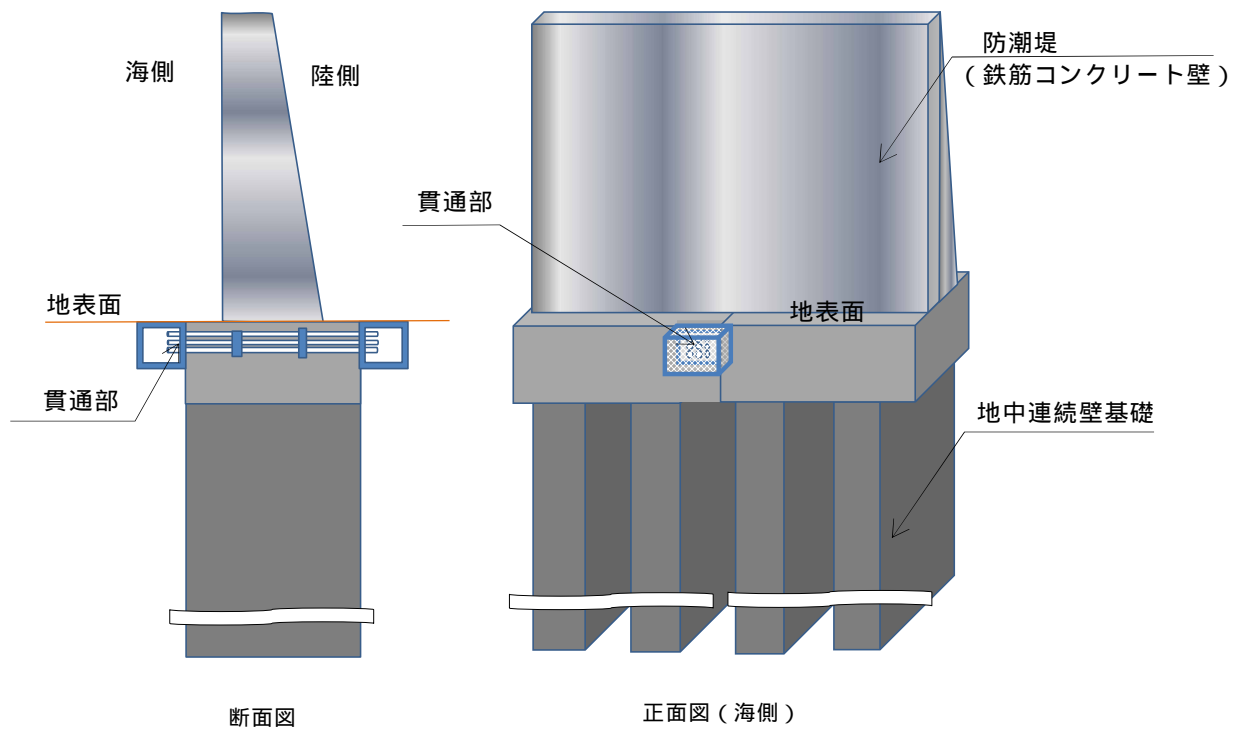
e . その他

(a) 防潮堤又は防潮扉の地下部を貫通する電線管・配管等

防潮堤外側の施設・設備に接続する電線管・配管等は，防潮堤又は防潮扉の地下部を貫通する配管等の貫通部を介して使用現場まで地中敷設されるが，配管等の貫通部を経由して津波が敷地に流入する可能性がある。このため，開口部等に対しては，穴仕舞を実施する。第 2.2-43 図に防潮堤貫通部配置図（案）及び第 2.2-44 図に防潮堤貫通部概念図を示す。



第 2.2-43 図 防潮堤貫通部配置図（案）



第 2.2-44 図 防潮堤貫通部概念図
(鉄筋コンクリート壁の例)

(b) 東海発電所取水路及び放水路

東海発電所 取水路・放水路は、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の南東部で交差する。第 2.2-45 図に東海発電所 取水路・放水路と防潮壁の交差位置図を示す。

当該取水路・放水路は今後その機能に期待しないことから、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁と干渉する範囲は、コンクリート等により埋戻しを行う。防潮壁横断部の取水路・放水路の埋戻しイメージ図を第 2.2-46 図に示す。



第 2.2-45 図 東海発電所 取水路・放水路交差部位置図

【STEP①】 コンクリート等による埋め戻し



【STEP②】 ケーシング削孔～取水路・放水路撤去～鋼管杭設置



第 2.2-46 図 防潮壁横断部の取水路・放水路埋戻しイメージ図

2.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護 2）

(1) 漏水対策

【規制基準における要求事項等】

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

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

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

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

【検討方針】

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

漏水が継続する場合は，浸水想定範囲を明確にし，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。また，浸水想定範囲がある場合は，浸水の可能性のある経路，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（【検討結果】参照）。

【検討結果】

「2.2 敷地への浸水防止（外郭防護 1）」で示したとおり，入力津波高さに基づき，取水路，放水路等からの津波の流入の可能性のある経路について特定し，それぞれの流入経路の構造等を考慮して浸水対策を実施することとしている。第2.3-1表に「2.2 敷地への浸水防止（外郭防護 1）」において

特定した流入経路に対して実施する浸水対策について整理して示す。

第2.3-1表 特定した流入経路に対して実施する浸水対策（１／２）

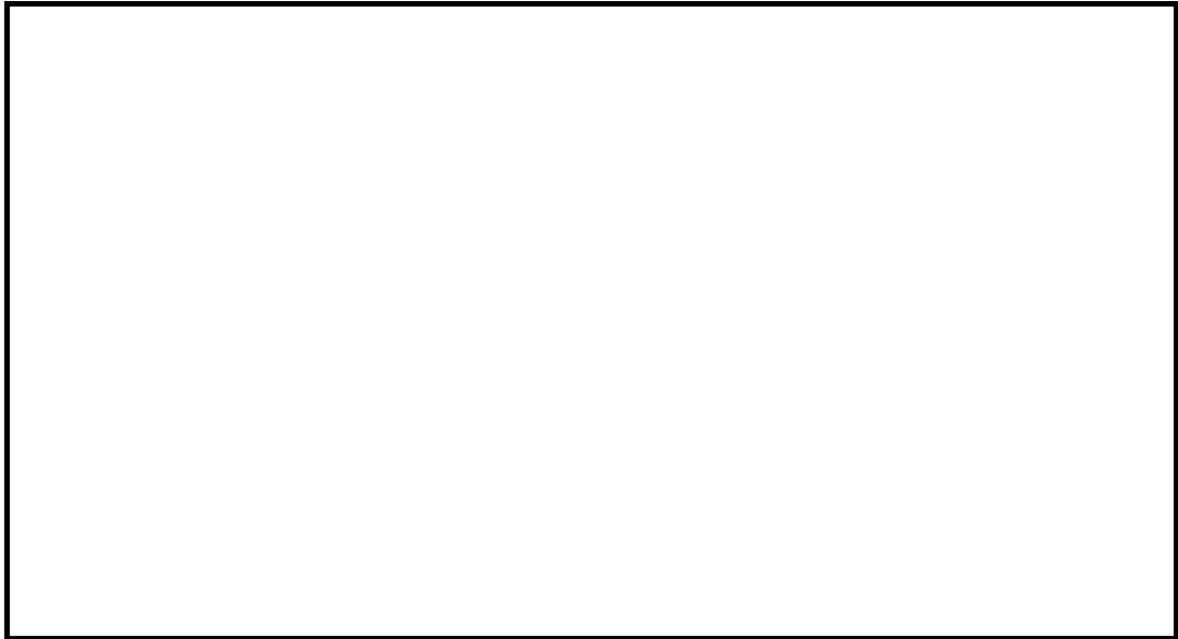
区分・系統		流入経路	設置場所	浸水対策
a．取水路	(a)海水系	取水路点検用開口部	取水ピット上版	浸水防止蓋
		海水ポンプグランド dren 排出口	海水ポンプ室	逆止弁
	(b)循環水系	取水ピット空気抜き配管	循環水ポンプ室	逆止弁
b．海水引込み管	(a)海水系	S A用海水ピット開口部	S A用海水ピット	浸水防止蓋
c．緊急用海水取水管	(a)海水系	緊急用海水ポンプ室床 dren 排出口	緊急用海水ポンプピット上版	逆止弁
		緊急用海水ポンプグランド dren 排出口	緊急用海水ポンプピット上版	逆止弁
		緊急用海水ポンプピット点検用開口部	緊急用海水ポンプピット上版	浸水防止蓋
d．放水路	(a)海水系	放水ピット上部開口部	放水ピット	放水路ゲート
		海水配管（放水ピット接続部）	放水ピット	放水路ゲート
		海水配管（放水路接続部）	放水路	放水路ゲート
		放水路ゲート点検用開口部（上流側）	放水路	放水路ゲート
		放水路ゲート点検用開口部（下流側）	放水路	浸水防止蓋
	(b)循環水系	放水ピット上部開口部	放水ピット	放水路ゲート
		放水路ゲート点検用開口部（上流側）	放水路	放水路ゲート
		放水路ゲート点検用開口部（下流側）	放水路	浸水防止蓋
	(c)その他の配管	液体廃棄物処理系放出管（放水ピット接続部）	放水ピット	放水路ゲート
		排ガス洗浄廃液処理設備放出管（放水ピット接続部）	放水ピット	放水路ゲート
		構内排水路排水管（放水ピット接続部）	放水ピット	放水路ゲート

第2.3-1表 特定した流入経路に対して実施する浸水対策（2 / 2）

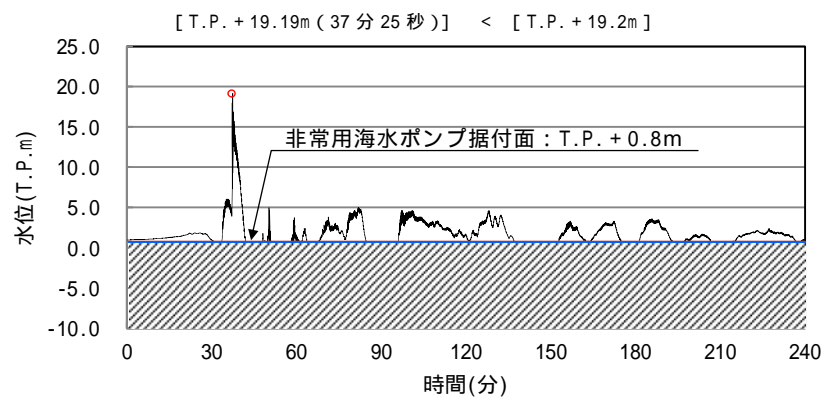
区分・系統	流入経路	設置場所	浸水対策
e . 構内排水路	集水枡等	放水ピット 防潮堤境界	閉止ゲート 逆流防止設備
f . その他	< 循環水ポンプ室 > 循環水ポンプ室内の 循環水系等配管 < 防潮堤・防潮扉 > 防潮堤又は防潮扉の 地下部を貫通する配 管等の貫通部（予備貫 通部含む） < 原子炉建屋境界 > タービン建屋内及び 非常用海水系配管カ ルバート等の循環水 系等機器・配管	< 循環水ポンプ室 > 循環水ポンプ室 < 防潮堤・防潮扉 > 防潮堤，防潮扉 < 原子炉建屋境界 > 原子炉建屋境界	貫通部 止水処置

上記の浸水対策の実施により，津波の流入防止が可能と考えるが，ここでは，重要な安全機能を有する設備である非常用海水ポンプの設置されている海水ポンプ室に，津波の直接の流入経路となる海水ポンプグランド dren 排出口が存在することから，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」という。）として想定する。なお，海水ポンプ室における津波の流入が想定される箇所である海水ポンプグランド dren 排出口に対しては，浸水防止設備として逆止弁を設置する。

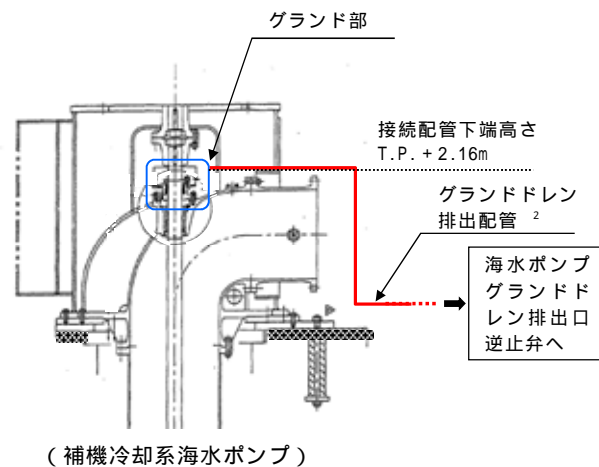
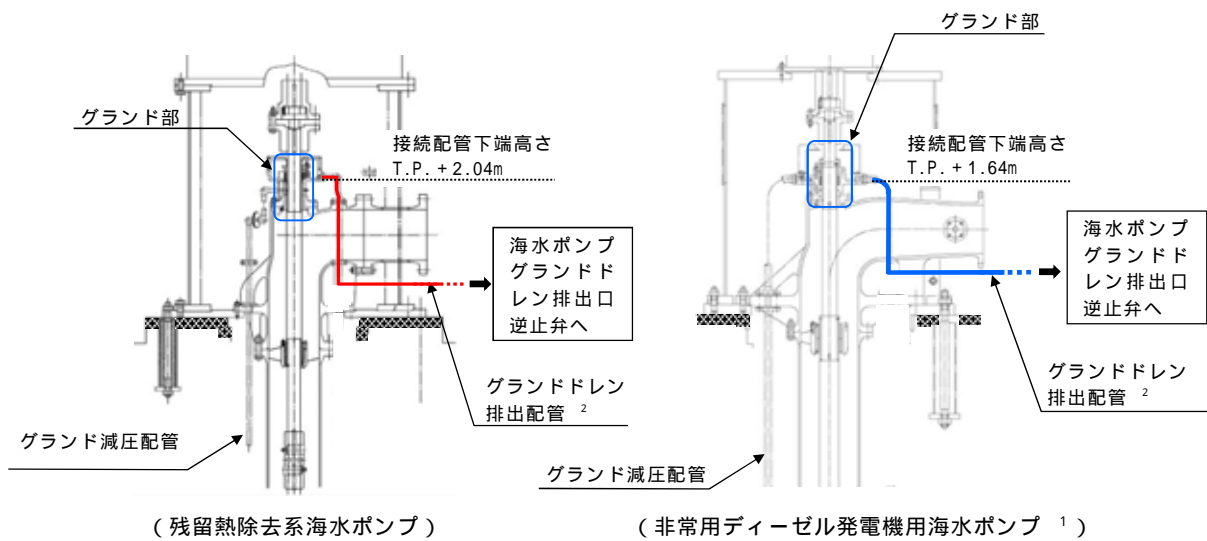
第2.3-1図に非常用海水ポンプの配置図，図2.3-2図に取水ピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形，第2.3-3図に海水ポンプグランド dren 排出配管ルートを示す。



第2.3-1図 非常用海水ポンプ配置図



第 2.3-2 図 取水ピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形



- 1：高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプも同構造
- 2：グランド dren 排出配管は基準地震動 S_s に対して耐性を有する設計とする
- 注：常用海水ポンプには、取水ビットに接続するグランド dren 排出配管はない

第2.3-3図 海水ポンプグランド dren 排出配管ルート

(2) 安全機能への影響評価

【規制基準における要求事項等】

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

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

【検討方針】

浸水想定範囲が存在する場合、その周辺に重要な安全機能を有する設備等がある場合は、防水区画化する。必要に応じて防水区画内への浸水量評価を実施し、安全機能への影響がないことを確認する（【検討結果】参照）。

【検討結果】

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非常用海水ポンプが設置されていることから、海水ポンプ室を防水区画化する。「(1) 漏水対策」で述べたとおり、非常用海水ポンプの設置されている海水ポンプ室は海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁からの漏水が想定されることから、海水ポンプ室への浸水量の評価結果を踏まえて、安全機能への影響を評価した。

a . 機能喪失高さ

非常用海水ポンプの安全機能に対しては、モータ本体、電源ケーブル及び電源への影響が考えられる。

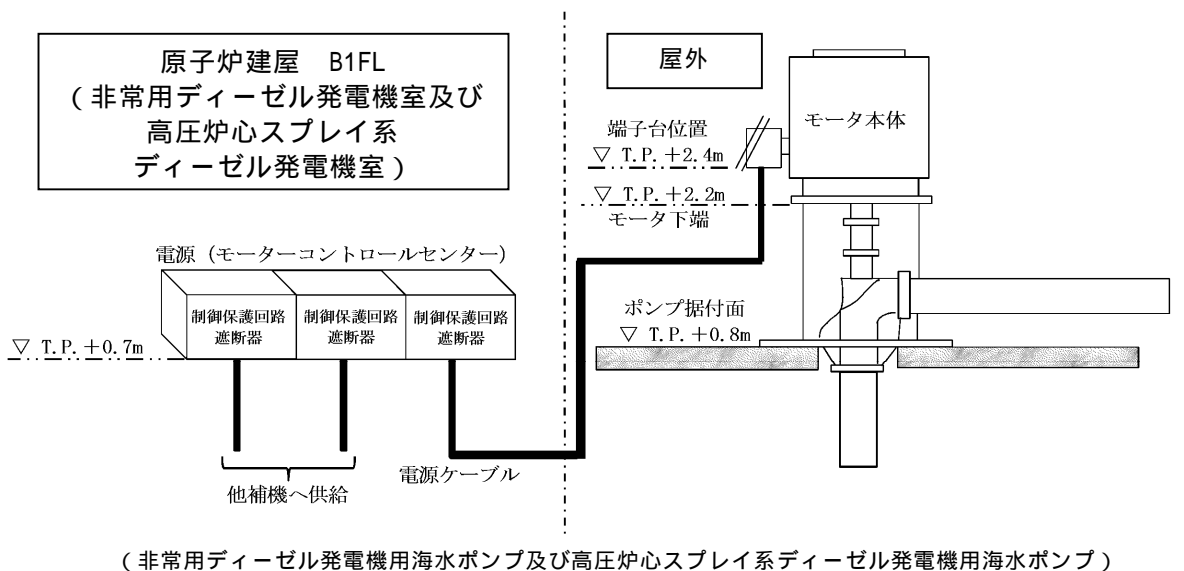
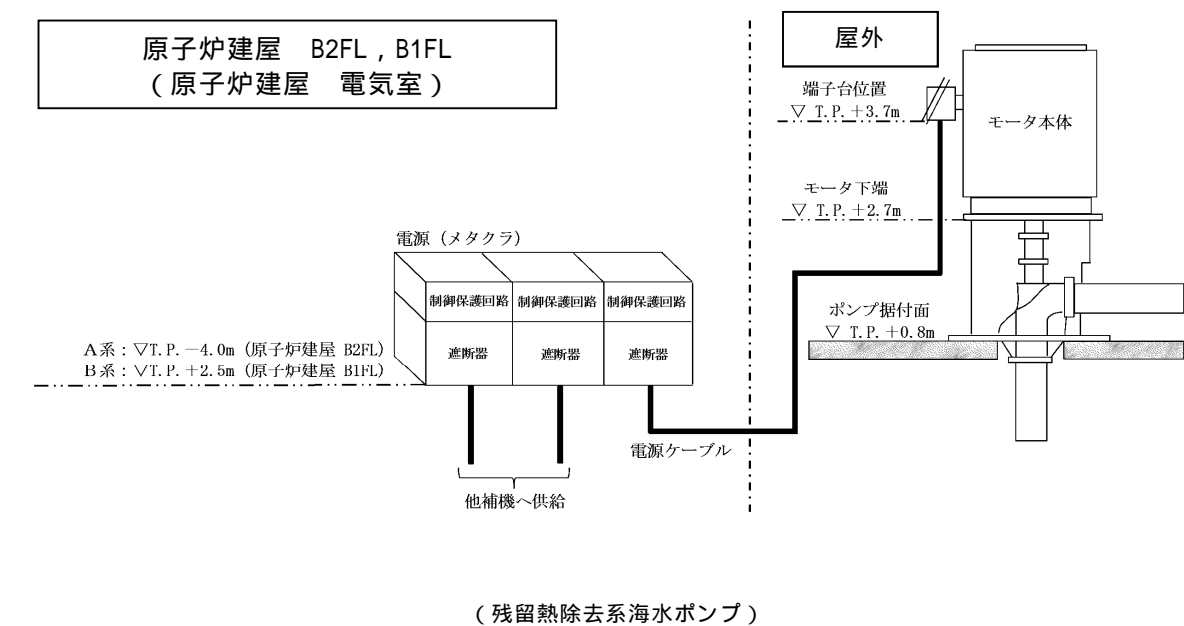
非常用海水ポンプのうち、残留熱除去系海水ポンプの電源ケーブルは、端子台高さがT.P. + 3.7mであり、電源ケーブルは中間接続なしで原子炉建屋電気室（T.P. - 4.0m及びT.P. + 2.5m）まで敷設されている。これに対して、モータ下端高さはT.P. + 2.7mである。このため、機能を維持できる水位は、モータ下端高さのT.P. + 2.7mとなる。

非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプの電源ケーブルは、端子台高さがT.P. + 2.4mであり、電源ケーブルは中間接続なしで原子炉建屋の非常用ディーゼル発電機室及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室（T.P. + 0.7m）まで敷設されている。これに対して、モータ下端高さはT.P. + 2.2mである。このため、機能を維持できる水位は、モータ下端高さのT.P. + 2.2mとなる。

また、非常用海水ポンプ用の電源は、常用電源回路と分離されているため、常用電源回路に地絡が発生した場合においても影響は受けない。

なお、非常用海水ポンプモータについては、各々のポンプに対して1台ずつ合計7台の予備品を確保し、津波の影響を受けない場所に保管している。

第2.3-4図に非常用海水ポンプの位置関係図を示す。

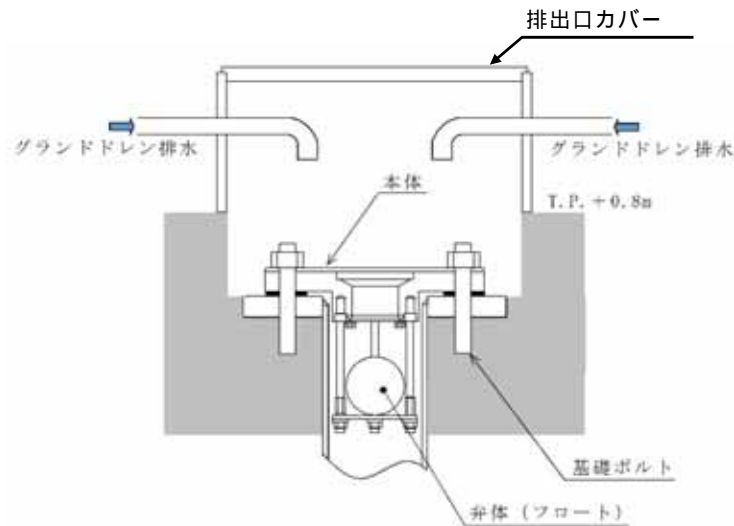


第 2.3-4 図 非常用海水ポンプの位置関係図

b. 逆止弁性能

海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁の水密性については、水圧試験等によって評価している。試験にて許容漏えい量を0.13L / 分と設定しているが、水圧試験等において漏えいは確認されていないことから漏水の影響はない。しかしながら、ここでは保守的に0.13L / 分の漏れ量を考慮した場合の海水ポンプ室への漏水量を評価するとともに、さらに、海水ポ

ンブグラントドレン排出口逆止弁のフロート開固着による動作不良を想定した場合の漏水量を評価した。第2.3-5図に海水ポンブグラントドレン排出口逆止弁の構造図を示す。



排出口カバー及び排出口カバーのグラントドレン排出配管貫通部は基準地震動 S_s に対して耐性及び水密性を有する設計とする。

第 2.3-5 図 海水ポンブグラントドレン排出口逆止弁構造図

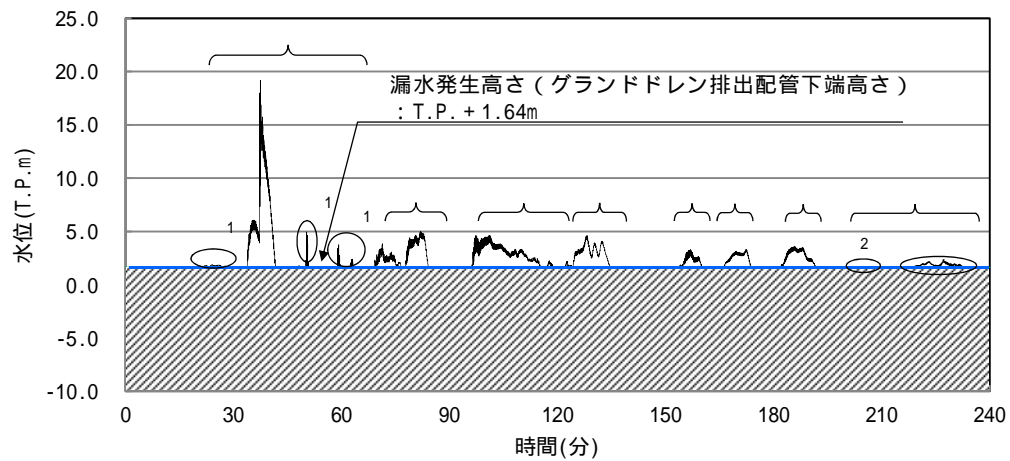
c . 漏えい量評価の前提条件

海水ポンブグラントドレン排出口からの漏水量評価に当たっては，保守的に以下の条件を想定した。

- ・ 試験の許容漏えい量である0.13L / 分に基づく漏水量評価に当たっては，各海水ポンプ室のグラントドレン排出口逆止弁から漏水が発生するものとする。
- ・ 海水ポンブグラントドレン排出口逆止弁の動作不良を想定した漏水量評価に当たっては，各海水ポンプ室（北側及び南側）の逆止弁の動作不良を想定する。この際，配管圧損及び逆止弁の圧損は考慮しない保守的な条件とする。
- ・ 第2.3-3図及び第2.3-5図にて示すとおり，海水ポンプのグラント

ドレン排出配管，排出口カバー及び排出口カバーのグラントドレン配管貫通部は基準地震動 S_s に対して耐性を有すると共に水密性を有する設計とするため，海水ポンプグラントドレン排出口逆止弁の動作不良による漏水は海水ポンプグラントドレン排出口逆止弁の設置高さである T.P. + 0.8m では発生せず，非常用海水ポンプとグラントドレン排出配管との接続部で発生すると考えられる。漏水の発生高さは，非常用海水ポンプのうち，ポンプに接続するグラントドレン排出配管の高さの低い非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプの接続部高さ T.P. + 1.64m とし，入力津波の時刻歴波形から，T.P. + 1.64m を超える継続時間において漏水が発生するものとする（非常用ディーゼル発電機用海水ポンプグラントドレン排出配管接続部位置は第2.3-3図参照）。

- ・ T.P. + 1.64m を超える継続時間については，入力津波の時刻歴波形から，6パターンに類型化した上で，漏水量の算出に当たっては，各パターンの津波高さ及び継続時間を保守的に設定した上で，正弦波として評価する。第2.3-6図に取水ピットにおける入力津波の時刻歴波形及び類型化，第2.3-7図に時刻歴波形の正弦波モデル例を示す。

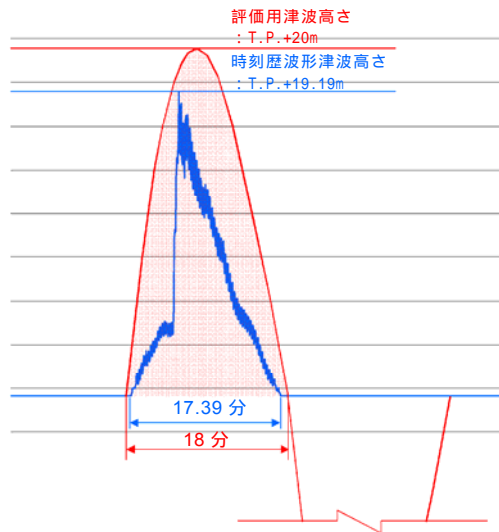


注：漏水発生高さ T.P. + 1.64m を超える津波水位について、時刻歴波形中の番号（～）により整理した。

1, 2: T.P. + 1.64m を僅かに超える津波水位であり、当該部の津波継続時間については、1 は下表に示す津波の「時刻歴波形に基づく津波高さ及び継続時間」の継続時間 11.0 分に、2 は津波の「時刻歴波形に基づく津波高さ及び継続時間」の継続時間 11.0 分にそれぞれ含めている。

津波	時刻歴波形に基づく津波 高さ及び継続時間		保守的に設定した評価用 津波高さ及び継続時間		類型化 パターン
	解析津波高さ (T.P.m)	継続時間 (分)	評価津波高さ (T.P.m)	継続時間 (分)	
	+ 19.2	17.39	+ 20.0	18.0	a
	+ 5.1	15.04	+ 6.0	16.0	b
	+ 4.7	23.92	+ 5.5	25.0	c
	+ 4.7	12.59	+ 5.5	13.0	d
	+ 3.4	6.54	+ 4.5	10.0	e
	+ 3.4	8.02	+ 4.5	10.0	
	+ 3.6	9.80	+ 4.5	10.0	
	+ 2.4	17.07	+ 3.5	18.0	f
合計	-	110.37	-	120.0	-

第 2.3-6 図 取水ピットにおける入力津波の時刻歴波形及び類型化



第2.3-7図 時刻歴波形の正弦波モデル例
(津波 (類型化 a) の場合)

d . 漏えい量評価結果

許容漏えい量である0.13L / 分に基づく漏水量評価結果

第 2.3-6 図に示したとおり，漏水発生高さ（グラント dren 排出配管ポンプ接続部下端高さ）J.T.P. + 1.64m を超える継続時間は合計で 120 分であるため，逆止弁 1 台当たりのグラント dren 排出配管からの漏水量は 15.6L となる。各海水ポンプ室にはそれぞれ 1 台の海水ポンプグラント dren 排出口逆止弁が設置されていることから，北側海水ポンプ室及び南側海水ポンプ室の漏水量は 15.6L となり，漏水量はごく僅かで，海水ポンプ室床面への浸水は 1mm 以下である。

以上より，非常用海水ポンプグラント dren 排出口逆止弁から 0.13L / 分の漏れ量を想定した漏水によっても，非常用海水ポンプの安全機能を阻害することはない。

海水ポンプグラント dren 排出口逆止弁の動作不良を考慮した場合の漏水量評価

第 2.3-6 図において 6 パターンに類型化した保守的な津波高さ及び

継続時間に基づき，各海水ポンプ室（北側及び南側）それぞれの非常用海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁の動作不良を想定した場合の漏水量を評価した。

評価の結果，漏水量は，海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁 1 台当たり 12.9m^3 となり，浸水高さは，海水ポンプ室（北側）で T.P. + 1.16m 及び海水ポンプ室（南側）で T.P. + 0.94m であり，機能喪失高さの低い非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプのモータ下端高さ T.P. + 2.2m に対して，1m 以上の裕度があることが分かった。

以上より，海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁の動作不良を想定した漏水の発生によっても，非常用海水ポンプの安全機能を阻害することはない。

第 2.3-2 表に海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁作動不良時の漏水量評価結果を示す。

非常用海水ポンプからのグランド dren 量は以下のとおり。仮に，漏えい量評価に含めた場合においても影響のある dren 量ではない。

第2.3-2表 海水ポンプグランド dren 排出口
逆止弁作動不良時の漏水量評価結果

項 目		海水ポンプ室 （ 北側 ）	海水ポンプ室 （ 南側 ）	
評価津波高さ及び 継続時間	右記 参照	類型化パターン毎の評価用 津波高さ及び継続時間		
		類型化 パターン	評価用津波高さ （ T.P.m ）	継続時間 （ 分 ）
		a	+ 20.0	18
		b	+ 6.0	16
		c	+ 5.5	25
		d	+ 5.5	13
		e	+ 4.5	30
		f	+ 3.5	18
		合計	-	120
漏水量	m ³	12.9	12.9	
有効区画面積 ¹	m ²	36.5	94.6	
浸水深さ（ / ）	M	0.36	0.14	
浸水高さ （ + T.P. + 0.8m ² ）	T.P. + m	1.16	0.94	
機能喪失高さ ³	T.P. + m	2.2		
裕度（ - ）	M	1.04	1.26	
評価結果	-			

【漏水量算定式】

$$Q = (A \times \sqrt{2g(H_a - H_b)}) dt$$

ここで, Q : 漏水量 (m³)

A : 漏水部面積 (5.81 × 10⁻⁴ m²)

[/ 4 × (0.0272m (グランド dren 排出配管内径))²]

g : 重力加速度 (9.80665m / s²)

H_a : 評価用津波高さ (T.P. + m)

H_b : 漏水発生高さ (T.P. + 1.64m)

【評価結果判定】

: 非常用海水ポンプの安全機能は喪失しない

× : 非常用海水ポンプの安全機能が喪失する

【注釈】

1 : 有効区画面積 = 海水ポンプ室区画面積 - 控除面積 (ポンプ・配管基礎面積, 配管ルート投影面積)

2 : 非常用海水ポンプ室床版標高

3 : 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプのモータ下端高さ

非常用海水ポンプ室床版標高(T.P. + 0.8m)からの許容浸水深さは1.4m

【参 考】

(1) 非常用海水ポンプ減圧管の構造について

非常用海水ポンプの減圧管は，グランドパッキンの下部に設置されており，グランドパッキンのシール圧力を軽減させる機能がある。グランドパッキンの最高使用圧力は 1.2MPa であることから，仮に津波による圧力（静水圧 0.2MPa）がグランドパッキンに負荷されたとしても影響はなく，津波の襲来を受けてもグランド部のシール機能は保持される。図 2.3-8 に非常用海水ポンプグランド減圧配管の概要を示す。

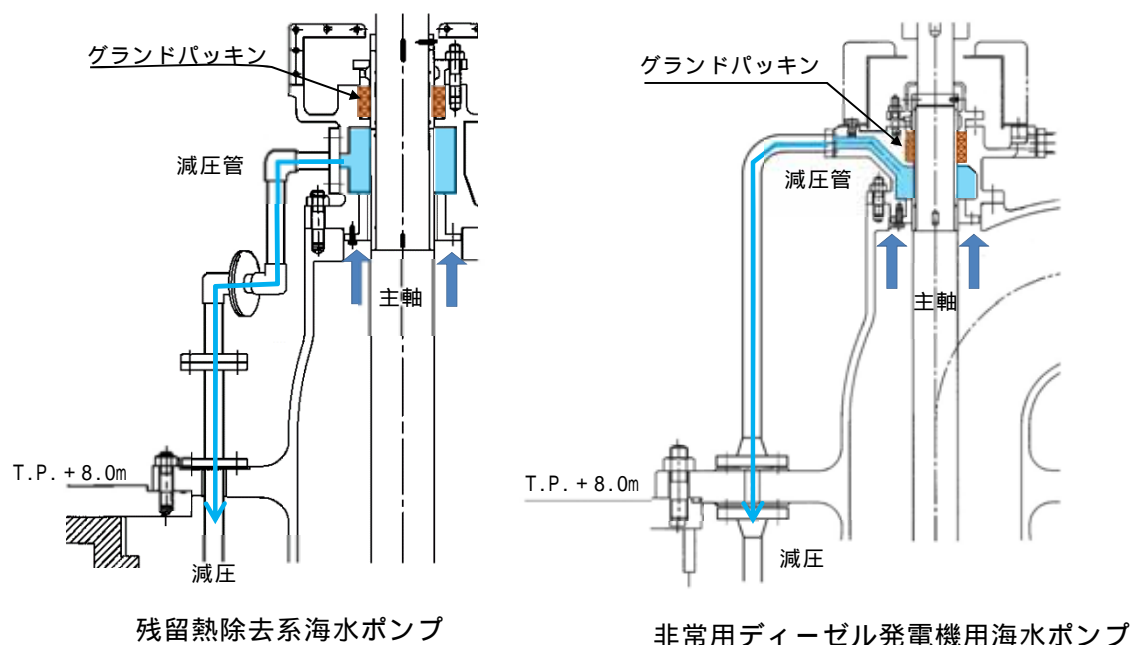


図 2.3-8 非常用海水ポンプグランド減圧配管の概要

(2) 非常用海水ポンプグランドドレン量について

非常用海水ポンプグランドドレン量は，残留熱除去系海水ポンプで 1 台当たり ℓ/分，非常用ディーゼル発電機用海水ポンプで 1 台当たり ℓ/分になる。漏えい量評価(120 分)に換算すると，北側ポンプ室は ℓ，南側ポンプ室は ℓとなる。

【規制基準における要求事項等】

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

【検討方針】

浸水想定範囲における長期間の冠水が想定される場合は、排水設備を設置する（【検討結果】参照）。

【検討結果】

浸水想定範囲である海水ポンプ室において、非常用海水ポンプグランドドレン排出配管逆止弁からの漏水を想定しても、2.3(2)に示したとおり、非常用海水ポンプの安全機能は阻害されないため、排水設備は不要である。

なお、設備の設置等により、漏水量評価への影響があり、長期間冠水することが想定される場合は、排水設備を設置する。

2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）

2.4.1 浸水防護重点化範囲の設定

【規制基準における要求事項等】

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

【検討方針】

設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）

を内包する建屋及び区画については，浸水防護重点化範囲として明確化する。

【検討結果】

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は，原子炉建屋，タービン建屋，使用済燃料乾式貯蔵建屋，海水ポンプ室，排気筒，軽油貯蔵タンク，緊急時対策所及び非常用海水系配管がある。このうち，耐震Sクラスの設備を内包する建屋及び区画は，原子炉建屋，使用済燃料乾式貯蔵建屋，海水ポンプ室，軽油貯蔵タンク及び非常用海水系配管であるため，これらを浸水防護重点化範囲として設定する。

第2.4-1図に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並びに浸水防護重点化範囲の配置を示す。

【凡例】

- T.P. + 3.0m ~ T.P. + 8.0m
- T.P. + 8.0m ~ T.P. + 11.0m
- T.P. + 11.0m 以上

- 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
- 浸水防護重点化範囲（内郭防護）



第 2.4-1 図 設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する
建屋及び区画の配置並びに浸水防護重点化範囲

2.4.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

【規制基準における要求事項等】

津波による溢水を考慮した浸水範囲，浸水量を安全側に想定すること。

浸水範囲，浸水量の安全側の想定に基づき，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路，浸水口（扉，開口部，貫通口等）を設定し，それらに対して浸水対策を施すこと。

【検討方針】

津波による溢水を考慮した浸水範囲，浸水量を想定する。

浸水範囲，浸水量の想定に基づき，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実施する。

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，以下の方針により安全側の想定を実施する。

- (1) 地震・津波による建屋内の循環水系等の機器・配管の損傷による建屋内への津波及び系統設備保有水の溢水，下位クラス建屋における地震時のドレン系ポンプの停止による地下水の流入等の事象を考慮する。
- (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保有水の溢水等の事象を考慮する。
- (3) 循環水系機器・配管等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，津波の繰り返し襲来を考慮する。
- (4) 配管・機器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出する。
- (5) 地下水の流入量は，対象建屋周辺のドレン系による排水量の実績値に基づき，安全側の仮定条件で算定する。

- (6) 施設・設備施工上生じうる隙間部等がある場合には、当該部からの溢水も考慮する。

【検討結果】

設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画については、「2.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）」のとおり，基準津波に対して外郭防護が達成されており，津波単独事象に対して浸水防護重点化範囲の境界に浸水が達することはない。しかし，地震後の津波による影響としては，以下に示す事象が考えられるため，各事象による浸水防護重点化範囲への影響を評価する。第2.4-2図に浸水防護重点化範囲と想定する溢水及び津波の流入箇所を示す。

- (1) 地震後の津波による浸水防護重点化範囲へ影響することが考えられる事象について

a．屋内の溢水

- (a) タービン建屋における循環水系配管からの溢水及び津波の流入

地震に起因するタービン建屋内の循環水系配管の伸縮継手の破損並びに耐震Bクラス及びCクラスの機器の損傷により保有水が溢水するとともに，津波が循環水系配管に流れ込み，循環水系配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，タービン建屋での溢水及びタービン建屋への津波の流入により，タービン建屋に隣接する浸水防護重点化範囲である原子炉建屋への影響を評価する。

b．屋外の溢水

(a) 循環水ポンプ室における循環水系配管からの溢水及び津波の流入

地震に起因する循環水ポンプ室内の循環水系配管の伸縮継手の破損により保有水が溢水するとともに、津波が循環水系配管に流れ込み、循環水系配管の損傷箇所を介して循環水ポンプ室内に流入することが考えられる。

このため、循環水ポンプ室への溢水及び津波の流入により隣接する海水ポンプ室へ流入する可能性があることから、浸水防護重点化範囲である海水ポンプ室への影響を評価する。

(b) 屋外における非常用海水系配管（戻り管）からの溢水及び津波の流入

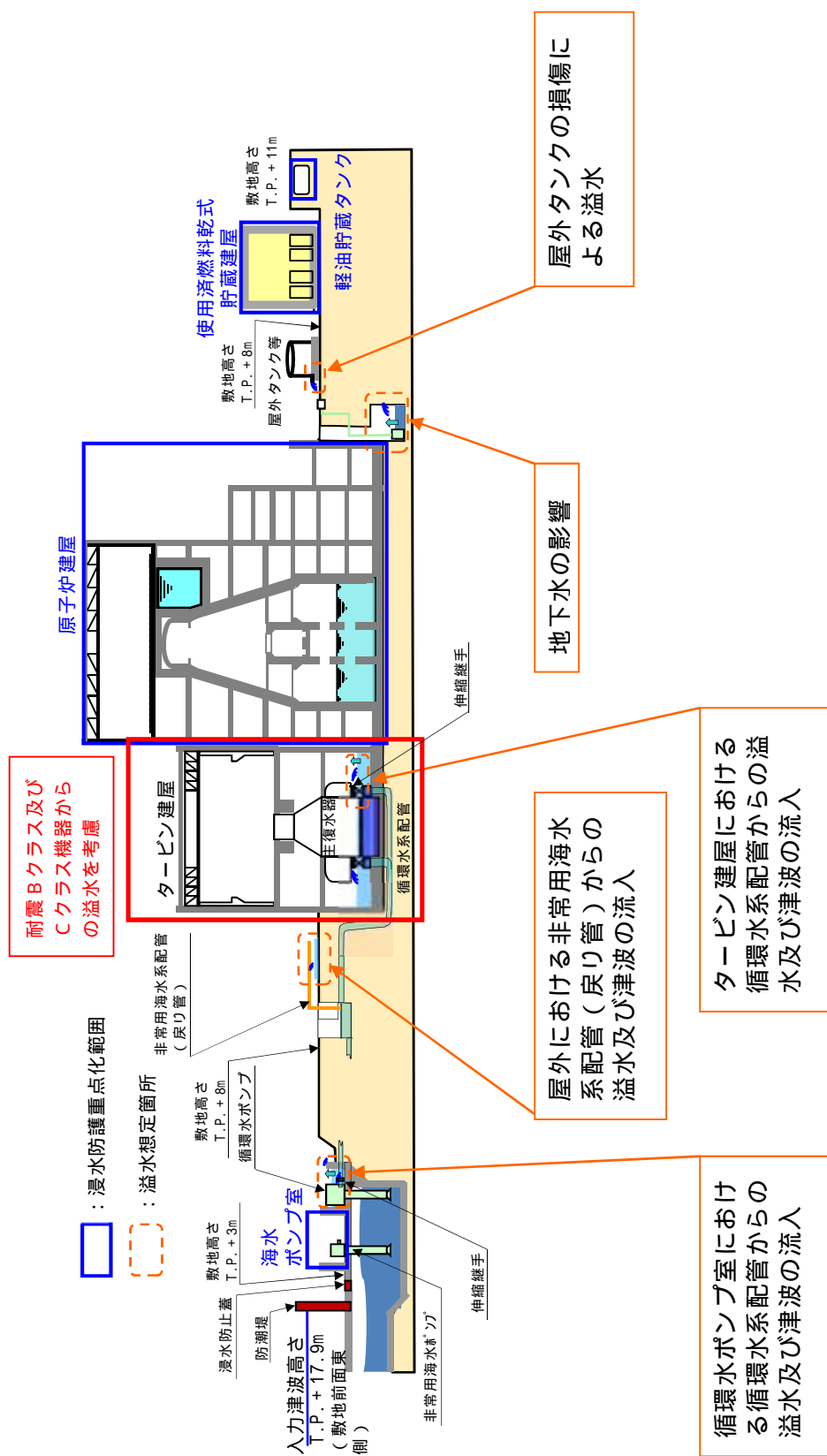
残留熱除去系の海水配管、非常用ディーゼル発電機用の海水配管及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用の海水配管（以下「非常用海水系配管」という。）の原子炉建屋から放水路までの放水ラインの部分（屋外）は、耐震Cクラスであることから、地震に起因して損傷した場合には、非常用海水ポンプの運転にともない損傷箇所から溢水するとともに、放水路に流入した津波が非常用海水系配管に流れ込み、非常用海水系配管の損傷箇所を介して設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視装置及び非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入する可能性があることから、浸水防護重点化範囲への影響を評価する。

(c) 屋外タンクからの溢水

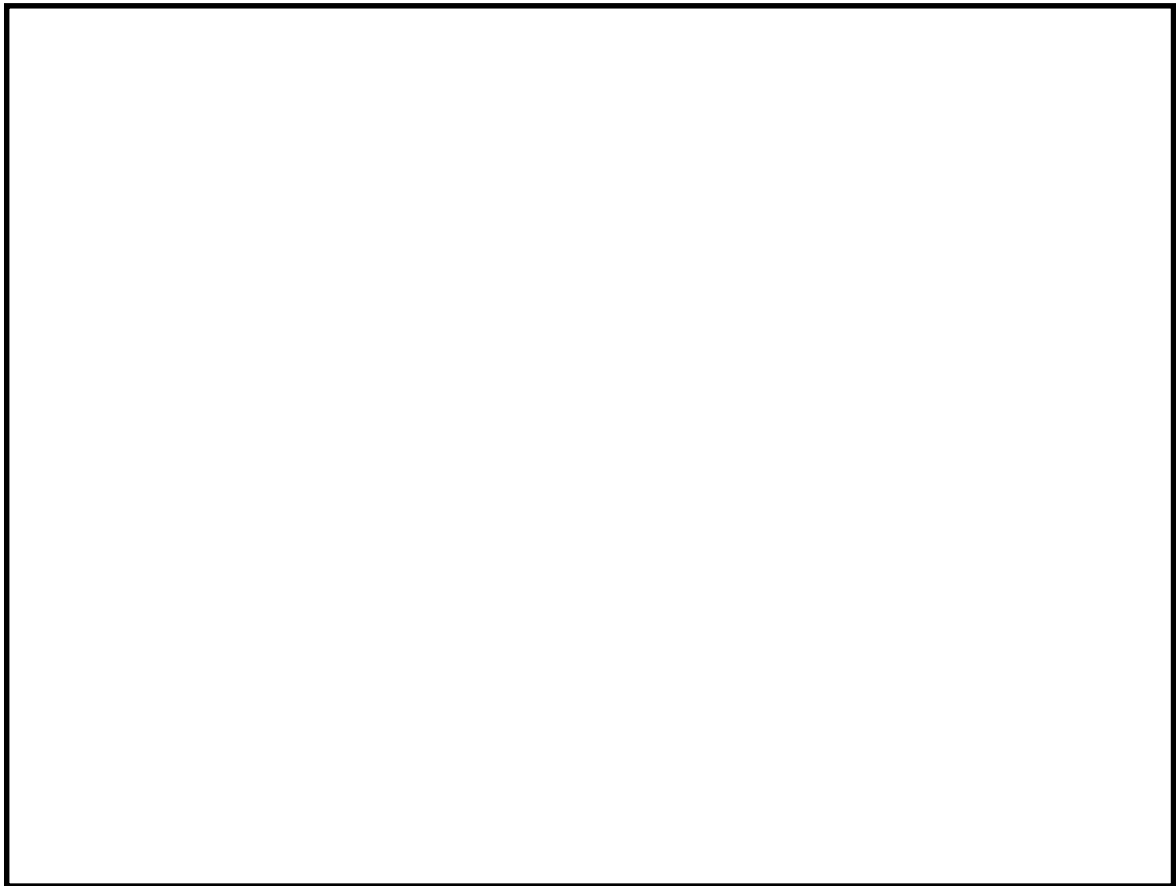
地震に起因して、防潮堤内側に設置された屋外タンクが損傷し、敷地内に溢水が生じた場合には、浸水防護重点化範囲及び隣接するタービン建屋へ流入する可能性があることから影響を評価する。

c．地下水による影響

東海第二発電所では、溢水防護対象設備を内包する原子炉建屋、タービン建屋等の周辺地下部に第 2.4-3 図に示すように地下水の排水設備（サブドレン）を設置しており、同設備により各建屋周辺に流入する地下水の排出を行っている。地震によりすべての排水ポンプが同時に機能喪失することを想定し、その際の排水不能となった地下水が浸水防護重点化範囲に与える影響について評価する。



第 2.4-2 図 浸水防護重点化範囲と想定する溢水及び津波の流入箇所図



第 2.4-3 図 地下水排水設備（サブドレン）概要図

(2) 影響評価方針

a . 屋内の溢水

(a) タービン建屋における循環水系配管からの溢水及び津波の流入

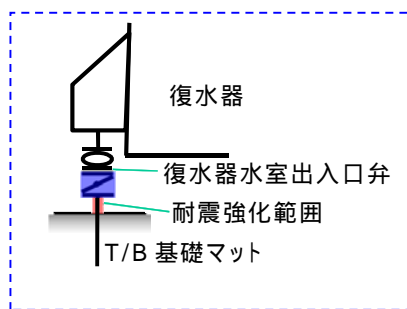
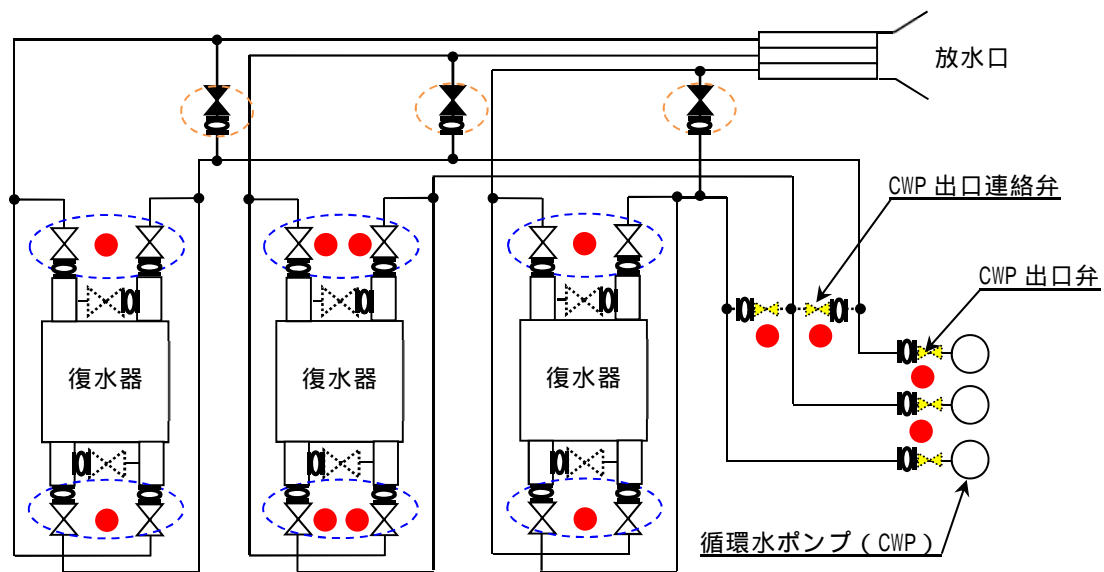
タービン建屋における循環水系配管からの溢水及び津波の流入においては、循環水系配管の伸縮継手の破損個所からの溢水及び津波の流入、耐震 B クラス及び C クラス機器の損傷による溢水を合算した水量がタービン建屋空間部に滞留するものとして、浸水防護重点化範囲への影響を評価する。

評価の方針を以下に示す。第2.4-4図に評価方針の概要を示す。

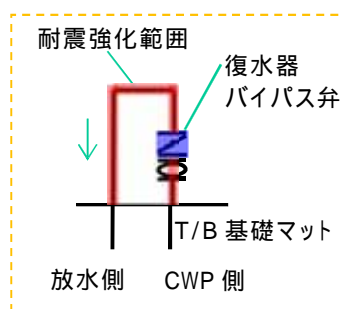
-) 地震により循環水系配管の伸縮継手の全円周状の破損(リング状破損)及び耐震 B クラス及び C クラスの機器の損傷により溢水が発生す

る。

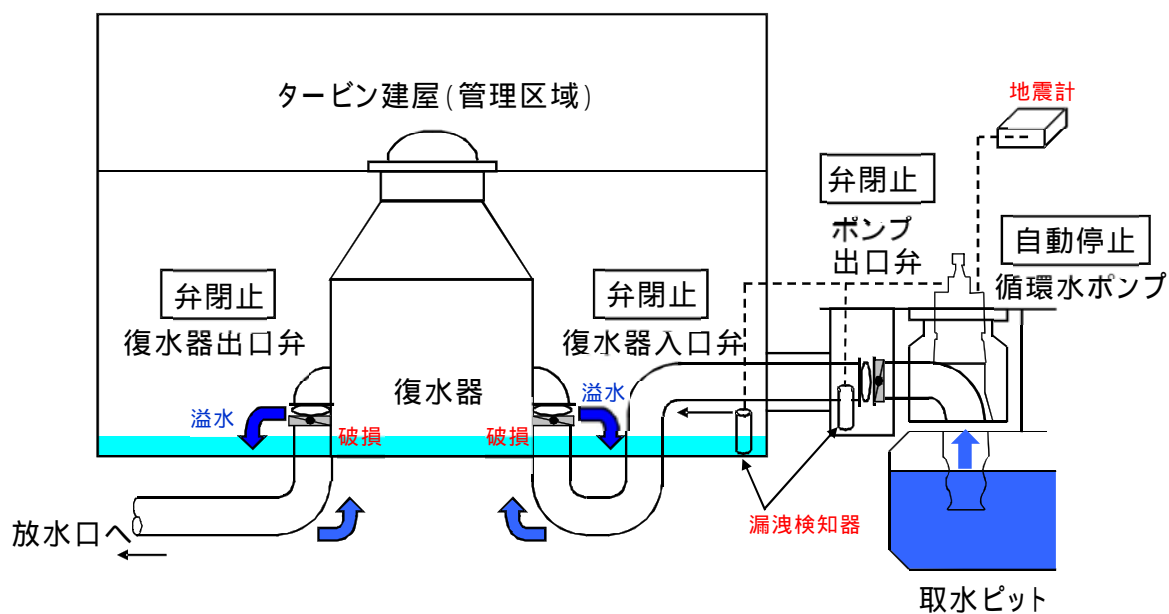
- ） 地震加速度大による原子炉スクラム信号及びタービン建屋の復水器エリアの漏えい検知信号により、循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁閉止のインターロック（S s 機能維持）を設けることから、循環水系配管の伸縮継手からの溢水は、破損から循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止までの時間を考慮する。なお、インターロックの詳細については、「内部溢水の評価について」に示す。
- ） 循環水ポンプ1台目及び2台目の停止は伸縮継手の損傷から3分後、3台目は5分後となるが、保守的に3台とも5分後に停止するものとする。
- ） 循環水系配管の伸縮継手損傷箇所での溢水の流出圧力は、保守的に循環水ポンプの吐出圧力とする。また、保守的に配管の圧力損失は考慮しない。
- ） 耐震Bクラス及びCクラス機器の損傷による溢水は、瞬時にタービン建屋に滞留することとする。
- ） インターロック（S s 機能維持）により復水器水室出入口弁を閉止することから、津波及びサイフォンによる流入は考慮しない。



復水器廻りの隔離



復水器バイパス弁廻りの隔離



第 2.4-4 図 タービンにおける建屋循環水系配管からの

溢水及び津波の流入の評価方針の概要

5 条 2.4-10

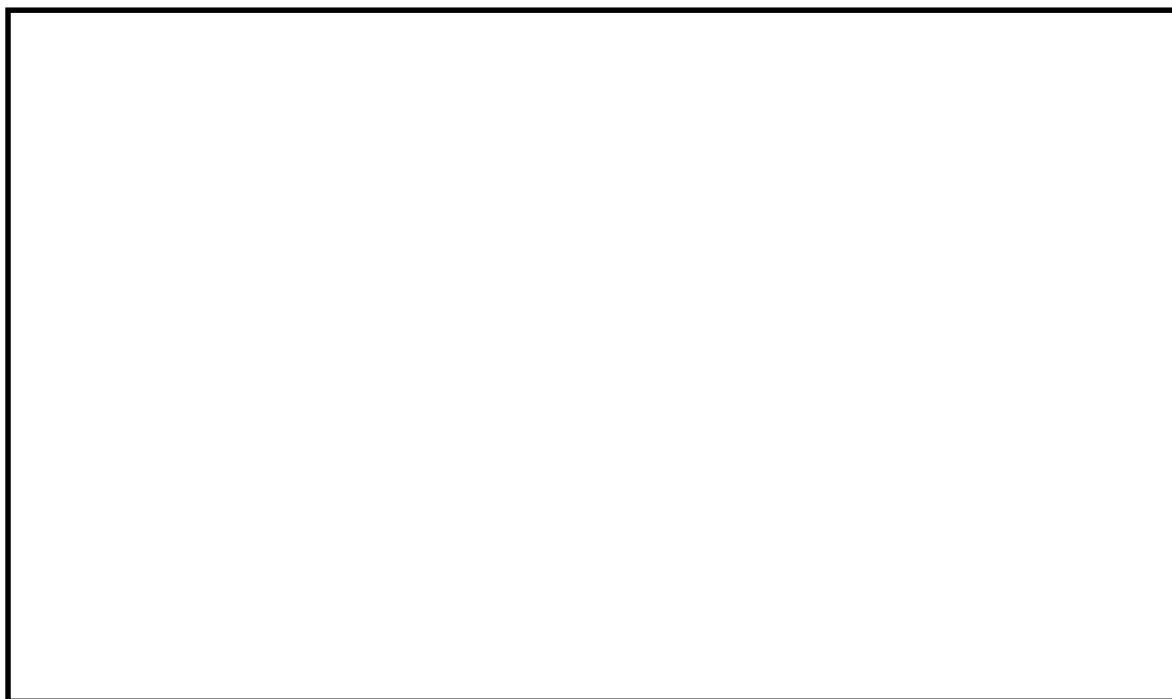
b．屋外の溢水

(a) 循環水ポンプ室における循環水系配管からの溢水及び津波の流入

循環水ポンプ室における循環水系配管からの溢水及び津波の流入においては、循環水系配管の伸縮継手の破損箇所からの溢水及び津波の流入を合算した水量が循環水ポンプ室空間部に滞留するものとして、浸水防護重点化範囲への影響を評価する。

評価の方針を以下に示す。第2.4-5図に評価方針の概要を示す。

-) 地震により循環水系配管の伸縮継手の全円周状の破損(リング状破損)により溢水が発生する。
-) 地震加速度大による原子炉スクラム信号及び循環水ポンプエリアの漏えい検知信号により、循環水ポンプを停止するとともにポンプ出口弁を閉止するインターロック(S s 機能維持)を設けることから、循環水系配管の伸縮継手からの溢水は、破損から循環水ポンプ停止、循環水ポンプ出口弁の閉止及び復水器水室出入口弁の閉止までの時間を考慮する。なお、インターロックの詳細については「内部溢水の評価について」に、常用海水ポンプ停止の運用手順については添付資料10に示す。
-) 循環水ポンプ1台目及び2台目の停止は伸縮継手の損傷から3分後、3台目は5分後となるが、保守的に3台とも5分後に停止するものとする。
-) 循環水系配管の伸縮継手破損箇所での溢水の流出圧力は、循環水ポンプの吐出圧力とする。また、保守的に配管の圧力損失は考慮しない。
-) インターロックにより、循環水ポンプを停止するとともにポンプ出口弁及び復水器水室出入口弁を閉止するインターロック(S s 機能維持)を設けることから、津波及びサイフォンによる流入は考慮しない。



- : 循環水ポンプ
- : 非常用海水ポンプ
- : 浸水防護重点化範囲（海水ポンプ室）

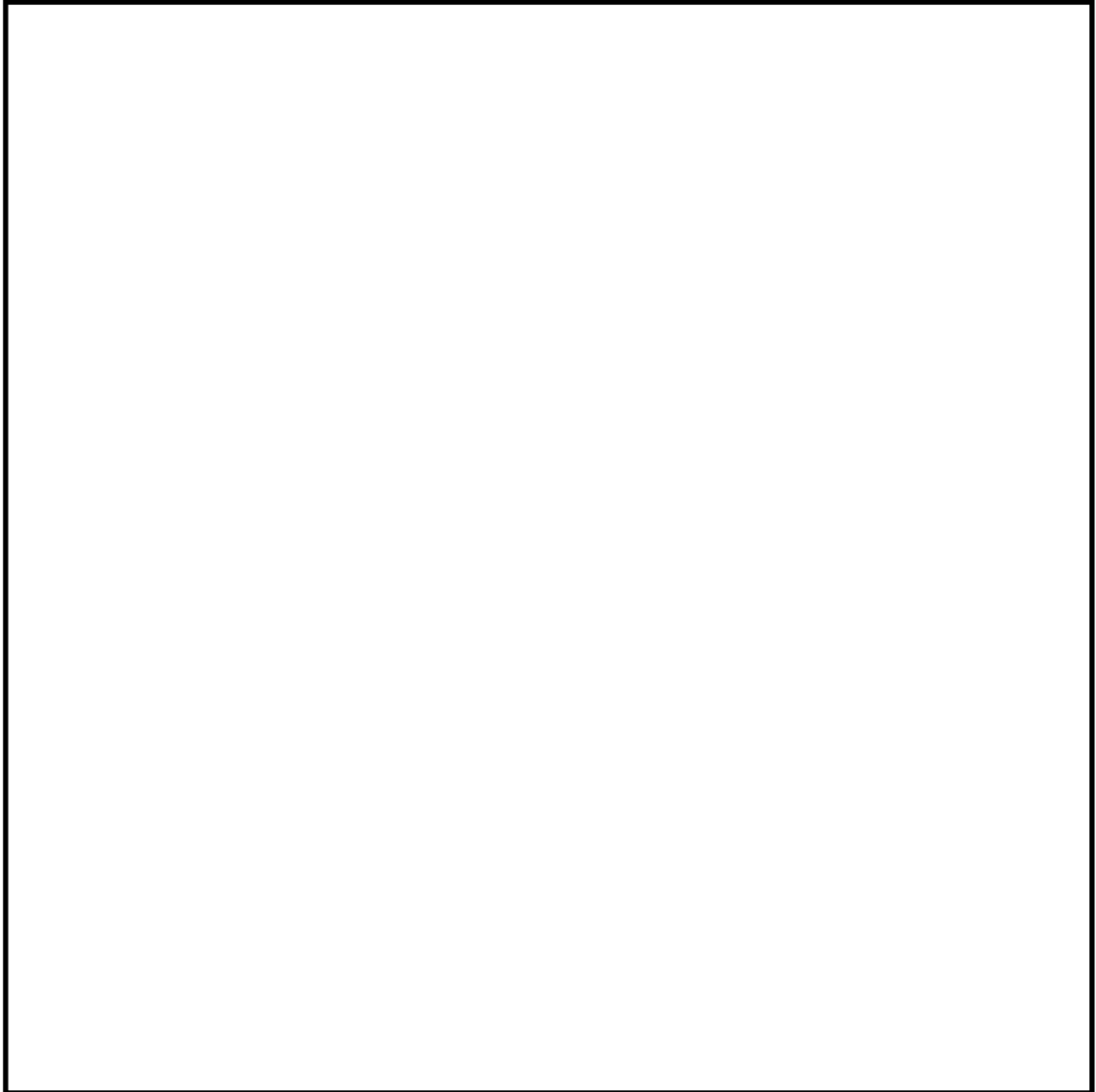


第 2.4-5 図 循環水ポンプ室における循環水系配管からの
溢水及び津波の流入の評価方針の概要

- (b) 屋外における非常用海水系配管(戻り管)からの溢水及び津波の流入
- 屋外における非常用海水系配管(戻り管)からの溢水及び津波の流入においては、非常用海水ポンプの運転にともなう溢水及び津波の流入を合算した流量が設計基準対象施設の津波防護対象設備(津波防護施設、浸水防護設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。)の設置された敷地に流れ込んだときの浸水防護重点化範囲への影響を評価する。第2.4-6図に非常用海水系配管の放水ラインのルートを示す。

評価の方針を以下に示す。

-) 非常用海水ポンプは全台運転とし、その定格流量が溢水する。
-) 敷地内に広がった溢水及び流入した津波は、途中での地中への浸透及び構内排水路からの排出を考慮しない。
-) 溢水及び流入した津波は、敷地全体に均一に広がるものとする。
-) 津波が襲来する前に放水路ゲートを閉止し敷地への流入を防止するため、非常用海水系配管の放水ラインの放水路側からの津波の流入は考慮しない。
-) 非常用海水系配管の放水ラインは、T.P. + 8mの敷地に設置されていることから海水面より十分高い位置にあり、津波が襲来する前に放水路ゲートを閉止することから、放水路側からのサイフォンによる流入は考慮しない。



第 2.4-6 図 非常用海水系配管放出ラインのルート図

(c) 屋外タンクからの溢水

屋外タンク等の損傷による溢水については、基準地震動 S_s による地震力によって破損が生じるおそれのある屋外タンク等が破損し、保有水が流出し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。）の設置された敷地に広がった時に、浸水防護終点化範囲である原子炉建屋、使用済燃料乾式貯蔵建屋、海水ポンプ室、軽油貯蔵タンク及び非常用海水系配管並びに浸水防護重点化範囲である原子炉建屋に隣接するタービン建屋への流入の可能性について評価する。

評価の方針を以下に示す。

- ） 基準地震動 S_s によって破損するおそれのある屋外タンクを考慮し、損傷によりタンクの保有水の全量が流出する（基準地震動 S_s によって破損するおそれのないタンクからの溢水は考慮しない）。
- ） タンクから漏えいした溢水は、構内排水路からの排水及び地中への浸透は考慮しない。
- ） タンクからの溢水は敷地全体に均一に広がるものとする。
- ） 淡水貯水池については、基準地震動 S_s による地震力によって生じるスロッシングにより溢水しない設計とするため、溢水は生じないものとする。

c . 地下水による影響

地震によりすべての排水ポンプが同時に機能喪失することを想定する。

(3) 評価結果

a . 屋内の溢水

(a) タービン建屋における循環水系配管からの溢水及び津波の流入

) 溢水量評価

循環水系配管の伸縮継手からの溢水量は、溢水流量及び溢水時間から算出した。溢水量は、復水器水室出入口弁12箇所、復水器水室連絡弁6箇所及び復水器バイパス弁3箇所の合計21箇所の伸縮継手の損傷を想定して算出した結果、約142,730m³/hとなった。溢水時間は、地震による伸縮継手損傷からインターロックによる循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止までの5分間となることから、循環水系配管の伸縮継手からの溢水量は、約11,900m³となる。なお、評価の詳細は「内部溢水の評価について」に示す。

耐震Bクラス及びCクラス機器の損傷による溢水量は、約9,010 m³となる。なお、評価の詳細は「内部溢水の評価について」に示す。

) サイフォン効果による流入量

インターロックにより復水器水室出入口弁を閉止することから、サイフォンによる流入は考慮しないため、0m³である。

) 津波の流入量

インターロックにより復水器水室出入口弁を閉止し、循環水系配管の伸縮継手の損傷から閉止までの時間は5分であり、津波の流入は防止できることから、津波の流入量は0m³である。

) 浸水防護重点化範囲への影響評価

タービン建屋のT.P. + 8.2mの箇所には、原子炉建屋との通路があり、この通路から原子炉建屋へ流入する可能性がある。このため、浸水防護重点化範囲である原子炉建屋への影響がない高さとして、T.P. +

8.2mまでがタービン建屋に貯留できる空間となり、その容量は約26,699m³となる。なお、タービン建屋の貯留できる容量の詳細は「内部溢水の評価について」に示す。

循環水系配管の伸縮継手の破損個所からの溢水及び津波の流入、耐震Bクラス及びCクラス機器の損傷による溢水を合算した水量約20,910m³は、タービン建屋の貯留できる容量約26,699m³以下であり、タービン建屋から原子炉建屋への流入はないため、浸水防護重点化範囲への影響はない。なお、タービン建屋と浸水防護重点化範囲である原子炉建屋との境界については、貫通部の止水処置を行い、原子炉建屋への浸水対策を実施しているため、タービン建屋内に溢水が生じた場合においても、隣接する浸水防護重点化範囲へ影響を及ぼすことはない。

b．屋外の溢水

(a) 循環水ポンプ室における循環水系配管からの溢水及び津波の流入

) 溢水流量評価

循環水系配管の伸縮継手からの溢水量は、溢水流量及び溢水時間から算出した。溢水量は、循環水ポンプ出口弁3箇所の伸縮継手の損傷を想定して算出した結果、約6,180m³/hとなった。溢水時間は、地震による伸縮継手損傷からインターロックによる循環水ポンプ停止、循環水ポンプ出口弁及び復水器水室出入口弁の閉止までの5分間となることから、循環水系配管の伸縮継手からの溢水量は、約515 m³となる。

) サイフォン効果による流入流量

インターロックにより循環水ポンプを停止するとともに循環水ポンプ出口弁及び復水器水室出入口弁を閉止することから、サイフォンに

よる流入は考慮しないため、 $0\text{m}^3/\text{h}$ である。

) 津波の流入流量

インターロックにより循環水ポンプを停止するとともに循環水ポンプ出口弁及び復水器水室出入口弁を閉止し、循環水系配管の伸縮継手の損傷から閉止までの時間は5分であり、津波の流入は防止できることから、津波の流入流量は $0\text{m}^3/\text{h}$ である。

) 浸水防護重点化範囲への影響評価

循環水系配管の伸縮継手の破損箇所からの溢水及び津波の流入を合算した水量約 515m^3 に対して、循環水ポンプ室の貯留できる容量は約 645m^3 であり、循環水ポンプ室内に貯留することが可能なため、隣接する海水ポンプ室への流入はなく、浸水防護重点化範囲への影響はない。なお、海水ポンプ室の貫通部には止水処置を行い、海水ポンプ室への浸水対策を実施しているため、循環水ポンプ室内に溢水が生じた場合においても、隣接する浸水防護重点化範囲へ影響を及ぼすことはない。

(b) 屋外における非常用海水系配管からの溢水及び津波の流入

) 溢水流量評価

溢水流量は、非常用海水ポンプ全台の定格流量として $4320.8\text{m}^3/\text{h}$ とする。なお、溢水流量の詳細については「内部溢水の評価について」に示す。

) サイフォン効果による流入流量

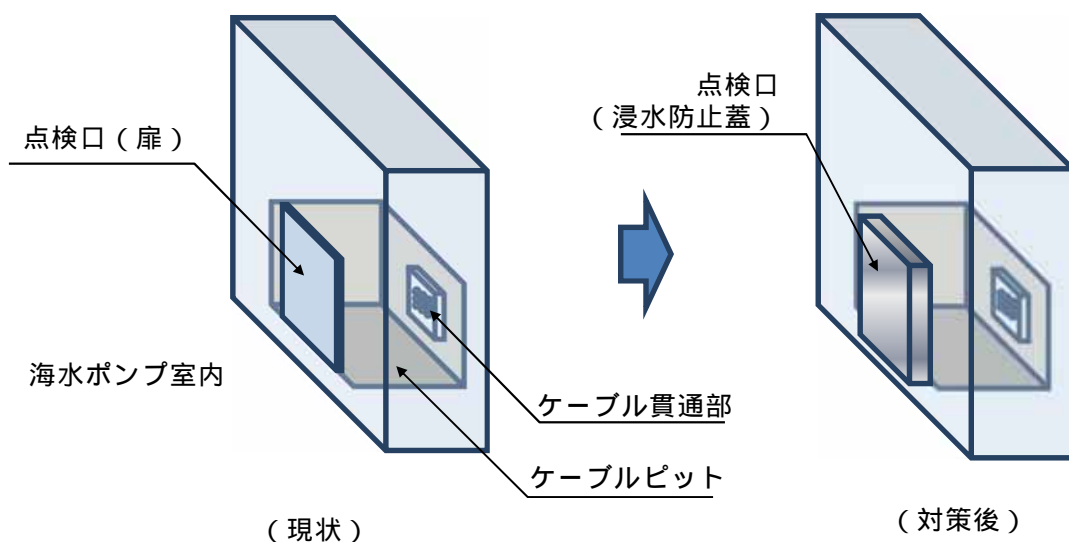
サイフォンによる流入は考慮しないため、 $0\text{m}^3/\text{h}$ である。

) 津波の流入流量

津波の流入は考慮しないため、 $0\text{m}^3/\text{h}$ である。

) 浸水防護重点化範囲への影響評価

敷地内への広がりは約20mm/hであり、T.P. + 8m及びT.P. + 11mに設置される浸水防護重点化範囲である原子炉建屋、使用済燃料乾式貯蔵建屋、軽油貯蔵タンク及び非常用海水系配管（T.P. + 8m側）並びに浸水防護重点化範囲に隣接するタービン建屋の外壁に設置した扉等の開口部下端の高さ0.2mに対しても影響がない。また、構内排水路は敷地内（防潮堤内側）の降雨量127.5mm/h以上を排水できる設計とすることから、T.P. + 3mの敷地に設置された浸水防護重点化範囲である海水ポンプ室及び非常用海水系配管（T.P. + 3m側）への影響はない。なお、海水ポンプ室のケーブル点検用の開口部には浸水防止蓋を設置し、貫通部には止水処置を行うことから、海水ポンプ室廻りに溢水が流入した場合においても浸水防護重点化範囲への影響はない。また、第2.4-7図に海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の概念図を示す。



第2.4-7 海水ポンプ室ケーブル点検口浸水蓋防止蓋概念図

(c) 屋外タンクからの溢水

屋外タンク等の損傷による溢水については、基準地震動 S_s による地震力によって破損が生じるおそれのある屋外タンク等が破損し、その全量が流出することを想定して評価した結果、T.P. + 8mの敷地での最大水位は約0.1mであることから、T.P. + 8m及びT.P. + 11mに設置される浸水防護重点化範囲である原子炉建屋、使用済燃料乾式貯蔵建屋、軽油貯蔵タンク及び非常用海水系配管(T.P. + 8m側)並びに浸水防護重点化範囲に隣接するタービン建屋の扉等の開口部は敷地から0.2m以上高い位置であるため浸水を防止できる設計である。

また、溢水がT.P. + 3mの敷地に流れ込む可能性があるが、構内排水路で排水可能であるため、海水ポンプ室及び非常用海水系配管(T.P. + 3m側)へは流入しない。

このため、屋外タンク等の損傷による溢水は、浸水防護重点化範囲である原子炉建屋、使用済燃料乾式貯蔵建屋、海水ポンプ室及び軽油貯蔵タンク並びに浸水防護重点化範囲である原子炉建屋に隣接するタービン建屋への影響はない。なお、海水ポンプ室のケーブル点検用の開口部には浸水防止蓋を設置し、貫通部には止水処置を行うことから、海水ポンプ室廻りに溢水が流入した場合においても浸水防護重点化範囲への影響はない。

c. 地下水による影響

サブドレンは、ピット及び排水ポンプより構成され、ピット間は配管で相互に接続されているため、一箇所の排水ポンプが故障した場合でも、他のピット及び排水ポンプにより排水することができる。地震によりすべての排水ポンプが同時に機能喪失することを想定したとしても、一時的な水位上昇の恐れがあるが、仮設分電盤及び仮設ポンプを常備していることから排水は可能となっている。地下水の水位上昇に対する評価については

「東海第二発電所 溢水による損傷の防止等 別添資料1 12.5 地下水による影響評価」にて示す。

地下水の溢水防護区画への浸水経路としては、地下部における配管等の貫通部の隙間及び建屋間の接合部が考えられるが、これらについては、配管貫通部の隙間には止水措置を行っており、また建屋間の接合部にはエキスパンションジョイント止水板を設置しているため、地下水が防護区画内に浸水することはない。原子炉建屋地下部外壁の止水対策については「東海第二発電所 溢水による損傷の防止等 別添資料1 補足説明資料37 原子炉建屋地下部外壁の止水対策について」にて示す。

以上より、地震によりサブドレンが機能喪失した際に生じる建屋周辺に流入する地下水は、浸水防護重点化範囲に影響を与えることがない。

2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止

(1) 非常用海水冷却系の取水性

【規制基準における要求事項等】

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。

- ・ 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。

【検討方針】

基準津波による水位の低下に対して、非常用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。また、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を確認する。

具体的には、以下のとおり実施する。

- ・ 非常用海水ポンプ位置の評価水位の算定を適切に行うため、取水路の特性に応じた手法を用いる。また、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を設定する（1.4 項【検討結果】及び本項【検討結果】参照）。
- ・ 非常用海水ポンプの取水可能水位が下降側評価水位を下回る等、水位低下に対して非常用海水ポンプが機能保持できる設計となっていることを確認する（【検討結果】参照）。
- ・ 引き波時に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、非常用海水ポンプの継続運転が可能な貯留量を十分確保できる設計となっていることを確認する。なお、取水路又は取水ピットが循環水系を含む常用系と非常用系で併用されているため、循環水系

を含む常用系ポンプ運転継続等による貯留量の喪失を防止できる措置が
施される方針であることを確認する（【検討結果】参照）。

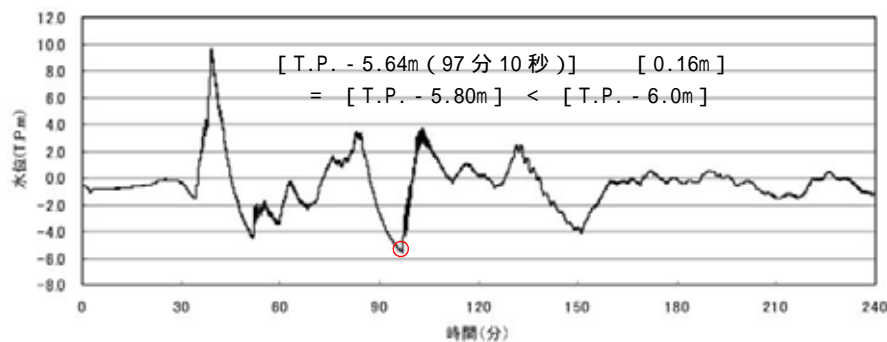
【検討結果】

a．取水路の特性を考慮した非常用海水ポンプ取水性の評価水位

基準津波による水位の低下に伴う取水路の特性を考慮した非常用海水ポンプ位置における取水ピットの評価水位を適切に算定するため、非定常開水路の連続式及び運動方程式を用いて管路解析を実施する。また、その際、貯留堰がない状態で、取水口から取水ピットに至る系をモデル化し、管路の形状、材質及び表面の状況に応じた摩擦係数を考慮するとともに、貝付着やスクリーン損失及び防波堤の有無を考慮し、解析結果に対して、安全側の評価となるよう、潮位のばらつきの加算や数値計算上のばらつきを考慮している。

以上の解析により算出した取水ピット内の基準津波による下降側水位は、水位変動に対して厳しい条件となるスクリーンによる損失がない条件で T.P. - 5.64m となった。これに下降側の潮位のばらつき 0.16m、数値計算上のばらつきを考慮し、安全側に評価して設定した T.P. - 6.0m を評価水位とする。

第 2.5-1 図に取水ピットにおける下降側の入力津波の時刻歴波形を示す。



第 2.5-1 図 取水ピットにおける下降側の入力津波の時刻歴波

b．非常用海水ポンプ取水性

非常用海水ポンプ取水性の評価水位である T.P. - 6.0m に対して，非常用海水ポンプである非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプの取水可能水位は T.P. - 6.08m であるため，取水機能は維持できる。しかし，残留熱除去系海水ポンプの取水可能水位は T.P. - 5.42m であり，また，水理実験により確認した取水可能水位は T.P. - 5.66m であるため，評価水位 T.P. - 6.0m より高い位置となった。

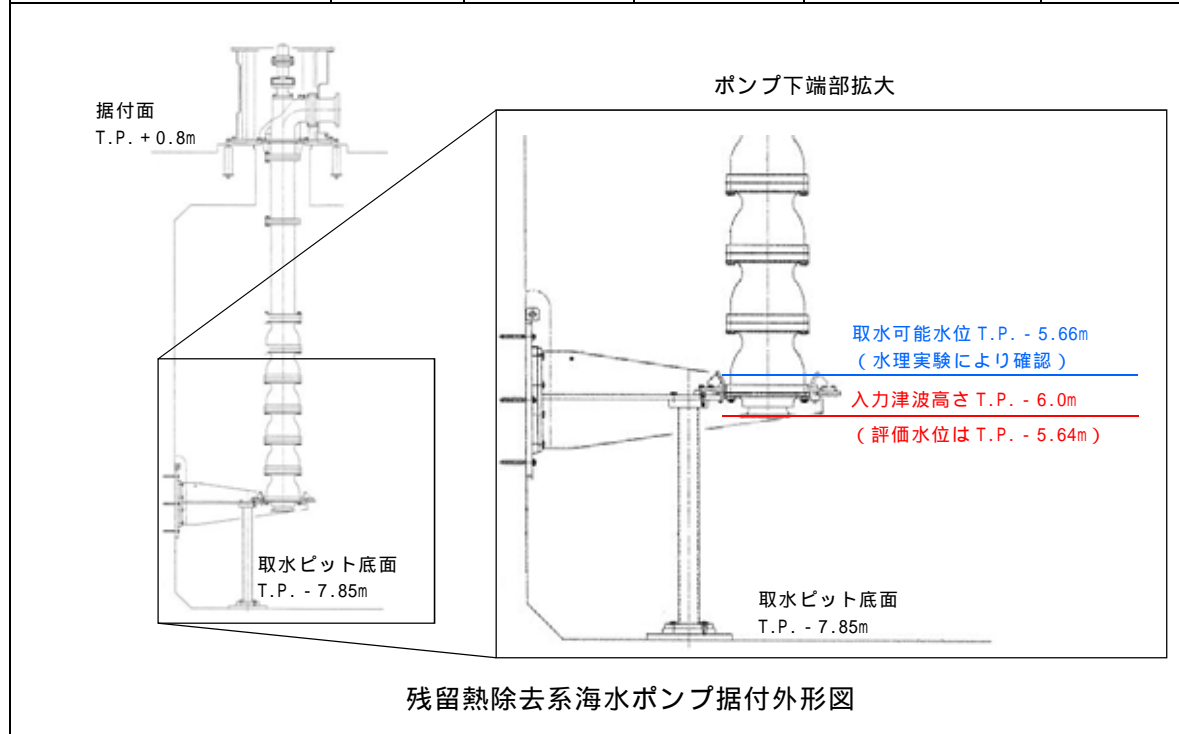
このため，取水口前面の海中に海水を貯留する貯留堰を設置し，引き波時においても，残留熱除去系海水ポンプを含む非常用海水ポンプの取水性を確保する設計とする。

第 2.5-1 表に非常用海水ポンプの取水可能水位評価結果，添付資料 1 1 に残留熱除去系海水ポンプの水理実験結果を示す。

また，取水ピットは，循環水ポンプを含む常用海水ポンプと併用しているため，発電所を含む地域に大津波警報が発表された場合には，循環水ポンプを含む常用海水ポンプは停止（プラント停止）する運用とする。

第 2.5-1 表 海水ポンプの取水可能水位評価結果

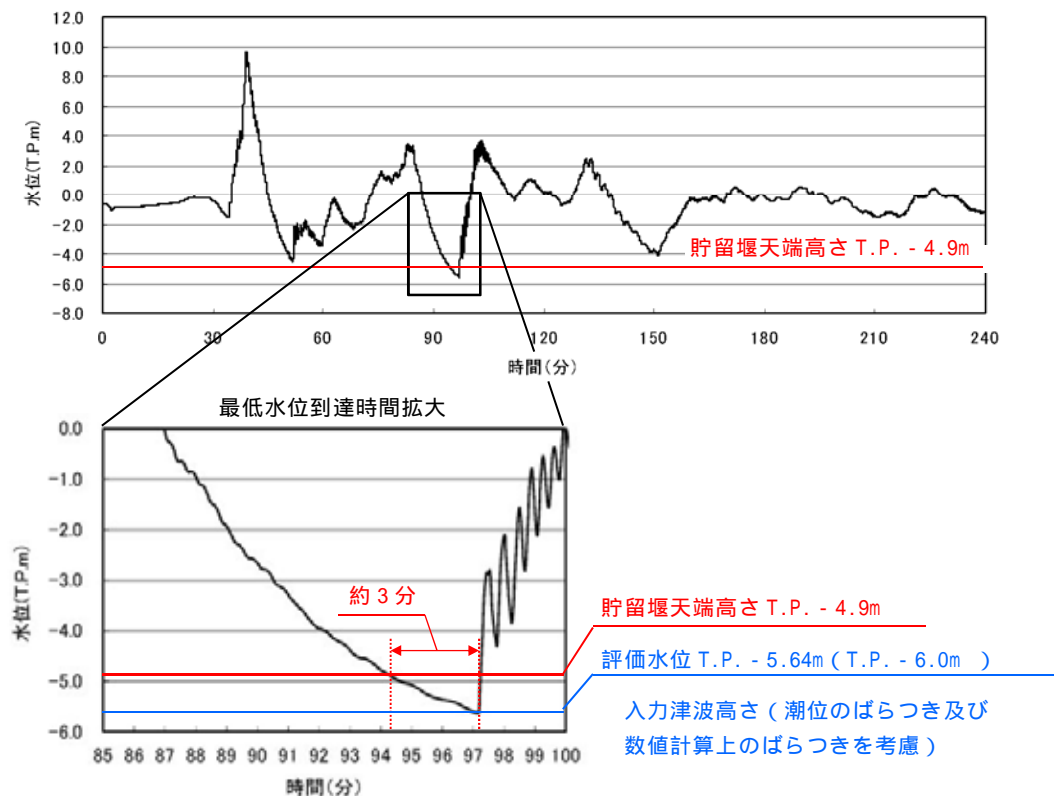
海水ポンプ	区分	取水ピット 下降側水位 (T.P.m)	評価水位 (T.P.m)	取水可能水位 (T.P.m)	機能 保持
残留熱除去系 海水ポンプ	非常用	- 5.64 ¹	- 6.0 ²	- 5.42 (- 5.66) ³	不可 ⁴
非常用ディーゼル 発電機用海水ポンプ				- 6.08	可能
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機用 海水ポンプ				- 6.08	可能
循環水ポンプ	常用			- 1.59	- ⁵
補機冷却海水ポンプ				- 5.08	- ⁵



- 1 : 朔望平均干潮位 T.P. - 0.81m 及び 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量 (沈降) 0.2m は考慮しているが、津波波源モデルの活動による地殻変動量 (沈降) 0.31m は、安全側の評価となるよう考慮していない。
- 2 : 取水ピットにおいて算定された数値を安全側に評価した値であり、下降側の潮位のばらつき 0.16m を考慮した水位である。
- 3 : 水理実験により確認した取水可能水位である。
- 4 : 引き波時にポンプの機能保持が不可のため、取水口前面の海中に貯留堰を設置する。
- 5 : 大津波警報発表時に停止する運用を定めるため対象外 (-) としている。

取水口前面の海中に設置する貯留堰は、通常運転時の海水ポンプの安定取水（流況，損失水頭等）に影響がないことを確認した上で，天端高さを T.P. - 4.9m とし，非常用海水ポンプの取水可能水位を下回る時間においても，非常用海水ポンプ全台が 30 分以上運転継続するための必要容量 $2,162\text{m}^3$ 以上の容量である約 $2,370\text{m}^3$ の容量を確保できる設計とする。一方，引き波が貯留堰の天端高さ T.P. - 4.9m を下回る時間は，取水ピットにおける下降側水位の時刻歴波形から約 3 分であるため，非常用海水ポンプの継続運転に問題ない。

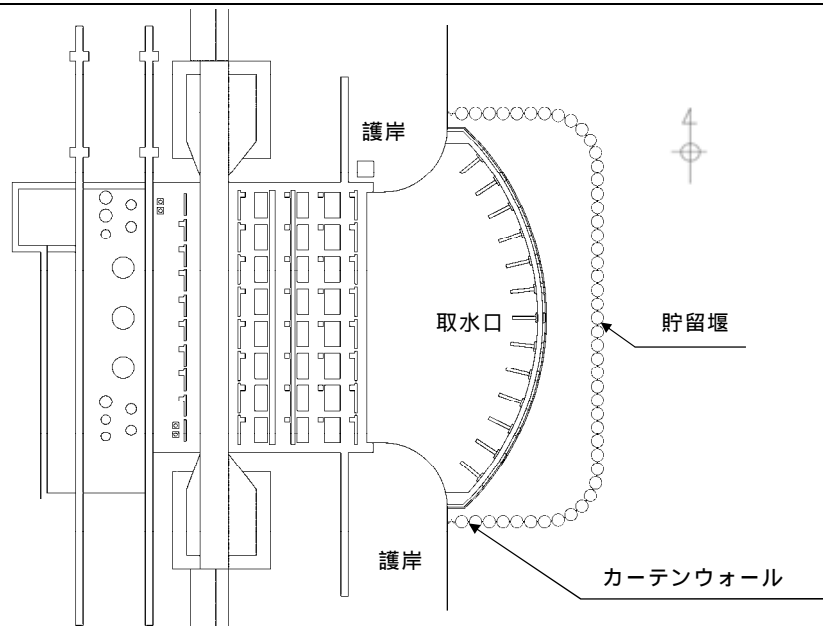
第 2.5-2 図に引き波の継続時間，第 2.5-2 表に非常用海水ポンプの運転継続時間の評価結果，第 2.5-3 図に貯留堰の平面図を示す。また，貯留堰の天端高さ決定の考え方を添付資料 1 2 に示す。



第 2.5-2 図 引き波の継続時間

第 2.5-2 表 非常用海水ポンプの運転継続時間

海水ポンプ	定格流量 ($\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{台}$)	台数 (台)	取水流量 (m^3/h)	貯留堰 有効容量 (m^3)	運転継続可 能時間 (分)
残留熱除去系海水ポンプ	885.7	4	4,323	約 2,370	約 33
非常用ディーゼル発電機用 海水ポンプ	272.8	2			
高圧炉心スプレイ系ディー ゼル発電機用海水ポンプ	232.8	1			
【非常用海水ポンプの運転継続可能時間の算出】 運転継続可能時間 = 貯留堰有効容量 (m^3) \div 取水流量 (m^3/h) = 2,370 $\text{m}^3 \div 4,323 \text{ m}^3/\text{h}$ = 0.55 時間 約 33 分					



第 2.5-3 図 貯留堰平面図

c．まとめ

以上より，基準津波による水位の低下に対して，非常用海水ポンプは機能保持でき，冷却に必要な海水が確保できることを確認した。

(2) 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認

【規制基準における要求事項等】

基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積が適切に評価されていること。

基準津波に伴う取水口付近の漂流物が適切に評価されていること。

非常用海水冷却系については、次に示す方針を満足すること。

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

【検討方針】

基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積や漂流物を適切に評価し，取水口及び取水路の通水性が確保されることを確認する。

また，非常用海水ポンプについては，基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積，陸上斜面崩壊による土砂移動・堆積及び漂流物に対して，取水口及び取水路の通水性は確保できることを確認し，浮遊砂等の混入に対して非常用海水ポンプは機能維持できる設計であることを確認する。

具体的には，以下のとおり確認する。

- ・ 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（【検討結果】[1]参照）。
- ・ 混入した浮遊砂は，スクリーン等で除去することが困難であるため，非常用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。また、軸受への浮遊砂の混入に対し、耐摩耗性を有する軸受であることを確認する（【検討結果】[2]，[3]参照）。

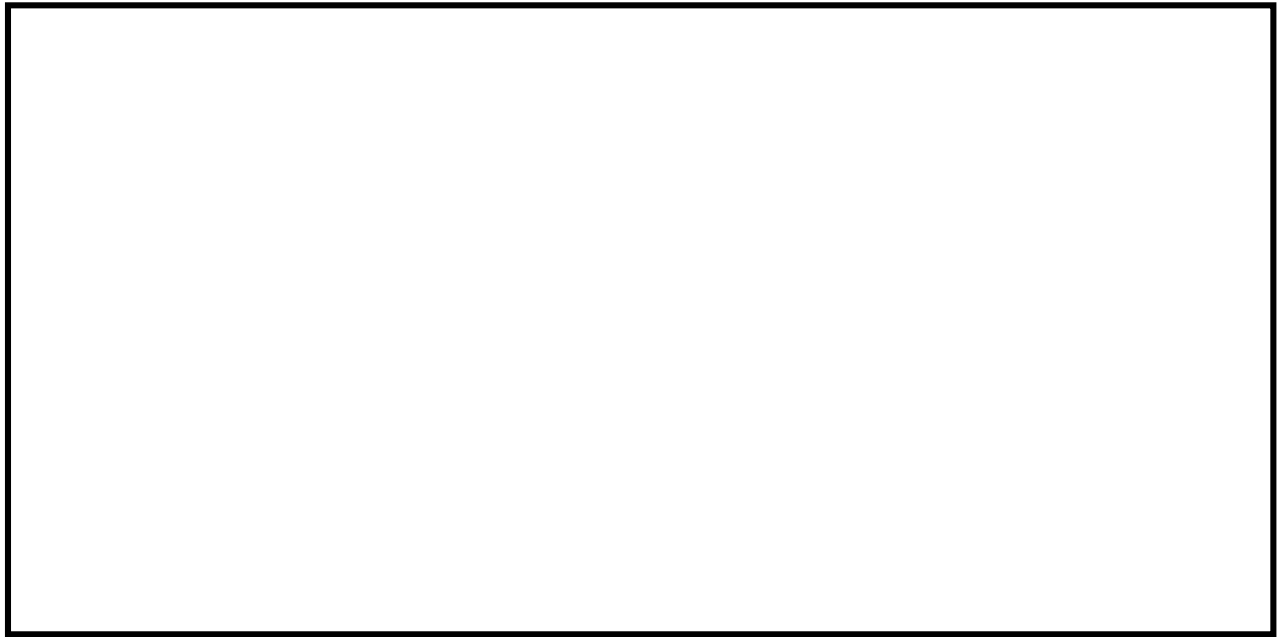
- ・ 基準津波に伴う取水口付近の漂流物については、遡上解析結果における取水口付近を含む敷地前面及び遡上域の寄せ波及び引き波の方向、速度の変化を分析した上で、漂流物の可能性を検討し、漂流物により取水口が閉塞しないことを確認する。また、スクリーン自体が漂流物となる可能性がないか確認する（【検討結果】[4]，[5]参照）。

【検討結果】

[1] 基準津波に伴う砂の移動・堆積に対する取水口及び取水路の通性能確保

a . 取水口の構造

取水口の呑口は 8 口からなり、1 口当たりの寸法は幅 m，高さ m で、呑口下端高さは T.P. - 6.04m である。これに対して、呑口前面の海底面高さは T.P. 約 - 6.9m であり、呑口下端高さは海底面高さより約 0.86m 高い位置にある。また、「(1) 非常用海水冷却系の取水性」に示したとおり、非常用海水ポンプの取水性を確保するため、取水口前面（カーテンウォール外側）に天端高さ T.P. - 4.9m の貯留堰を設置することから、砂は取水口下端に到達しにくい構造になっている。第 2.5-4 図に取水口～取水ピット構造図（断面図）を示す。

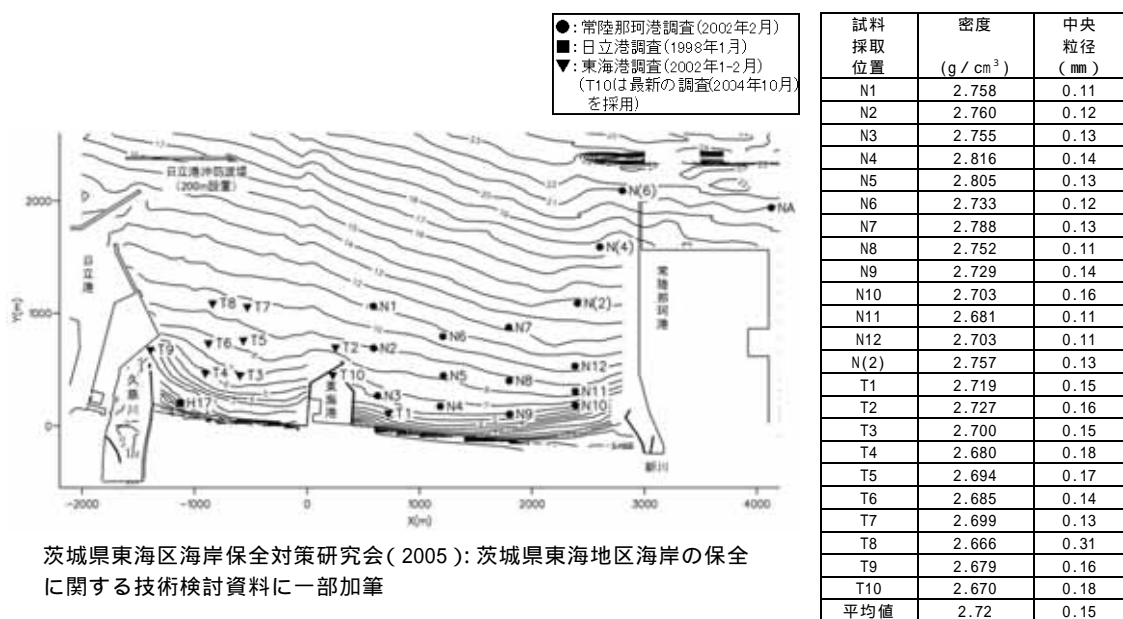


第 2.5-4 図 取水口～取水ピット構造図（断面図）

b．砂の移動・堆積評価

基準津波による水位変動以外の事象に対する評価として，基準津波に伴う砂の移動について数値シミュレーションを実施し，取水口及び取水路の通水性が非常用海水ポンプの取水性に影響を及ぼさないことを確認した。数値シミュレーションは，藤井他（1998）¹及び高橋他（1999）²の手法に基づき，津波の挙動とそれに伴う砂移動を同時に計算した。数値シミュレーションにおいて用いた砂の密度及び中央粒径は，茨城県が実施した底質調査結果を参考に，それぞれ 2.72g/cm^3 及び 0.15mm に設定した。第 2.5-5 図に茨城県による周辺海域の底質調査結果を示す。

- 1：「津波による海底地形変化に関する研究」，藤井直樹・大森政則・高尾誠・金山進・大谷英夫，海岸工学論文集，45，376-380，1998
- 2：「掃流砂層・浮遊砂層間の交換砂量を考慮した津波移動床モデルの開発」，高橋智幸・首藤伸夫・今村文彦・浅井大輔，海岸工学論文集，46，606-610，1999



第 2.5-5 図 茨城県による周辺海域の底質調査結果

津波評価における基準津波による砂移動に関する数値シミュレーションの結果,取水口前面における砂の堆積高さは最大で 0.33m(高橋他(1999),浮遊砂上限濃度 1%)であった。

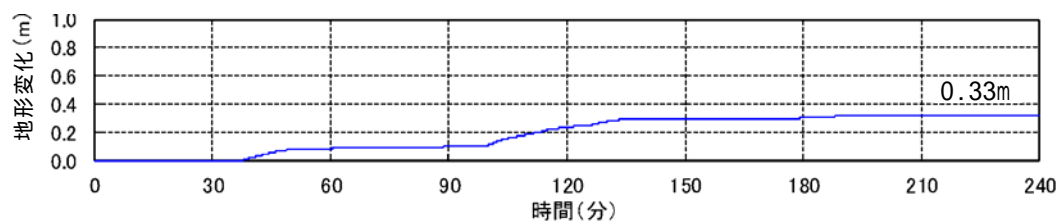
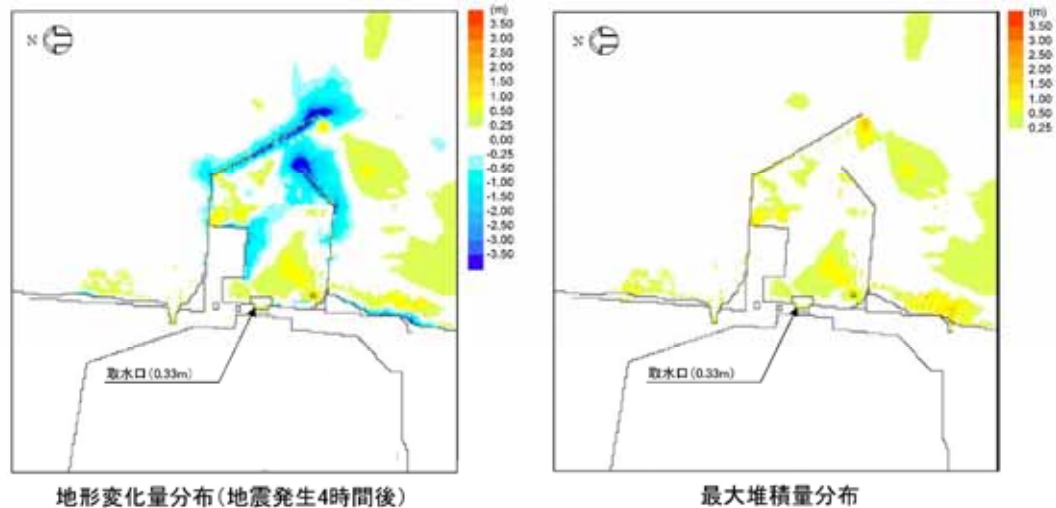
これに対し,取水口の呑口の寸法は,上記 a. に示したとおり幅 m, 高さ m であるため,砂の移動・堆積によっても取水口及び取水路の通水性は確保できることを確認した。第 2.5-3 表に取水口前面の砂の堆積厚さを示す。

上記に加え,防波堤なしの堆積量についても評価した。その結果,取水口前面における砂の堆積高さは防波堤なしで最大 0.36m(高橋他(1999),浮遊砂上限濃度 1%)となった。第 2.5-4 表に防波堤の有無による取水口前面での砂堆積高さに示す。また,防波堤の有無による基準津波に伴う砂移動評価を添付資料 13 に示す。

このため,取水ピットにおける砂堆積厚さの評価については,防波堤のありとなしを含めて評価を行う。

第 2.5-3 表 取水口前面の砂の堆積厚さ

		浮遊砂 上限濃度 (%)	最大堆積量 (m)	備考
水位 上昇側	藤井他 (1998)	1	0.01	
		5	0.01	
	高橋他 (1999)	1	0.33	検討ケース 下図参照
水位 下降側	藤井他 (1998)	1	0.01	
		5	0.01	
	高橋他 (1999)	1	0.19	検討ケース



【砂移動解析結果(水位上昇側, 高橋他(1999), 浮遊砂上限濃度 1%)】

第 2.5-4 表 防潮堤の有無による取水口前面での砂堆積高さ

(高橋他(1999), 浮遊砂上限濃度 1%)

	防波堤あり	防波堤なし
取水口前面	0.33m	0.36m

c . 取水ピットの構造と砂の堆積厚さ

海水は，取水口から取水路を經由し取水ピットに導かれる。取水口～取水路までの底面は T.P. - 6.04m，取水ピットからは T.P. - 7.85m と取水口からの底面よりさらに - 1.8m 程度下がる構造になっている。

また，海水ポンプの吸込み下端レベルは，残留熱除去系海水ポンプは T.P. - 6.01m，非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプは T.P. - 6.52m であることから取水ピット底面から 1.33m～1.84m 高い位置に海水ポンプの吸込み下端レベルが設置されている。

取水ピットへの砂堆積による非常用海水ポンプの取水性の影響について，防波堤の有無，スクリーン損失の有無，貝付着の有無，非常用海水ポンプの取水の有無を考慮して影響を評価した。評価した結果，取水ピットにおける砂の堆積厚さは，防波堤なしで最大でも 0.028m であることからポンプの取水性に影響を与える結果ではなかった。第 2.5-5 表に取水ピットの砂の堆積厚さ及び第 2.5-6 表に取水ピット砂堆積解析結果を示す。

第 2.5-5 表 取水ピットの砂の堆積厚さ
(高橋他(1999), 浮遊砂上限濃度 1%)

水位上昇側 (m)	水位下降側 (m)
0.028	0.011

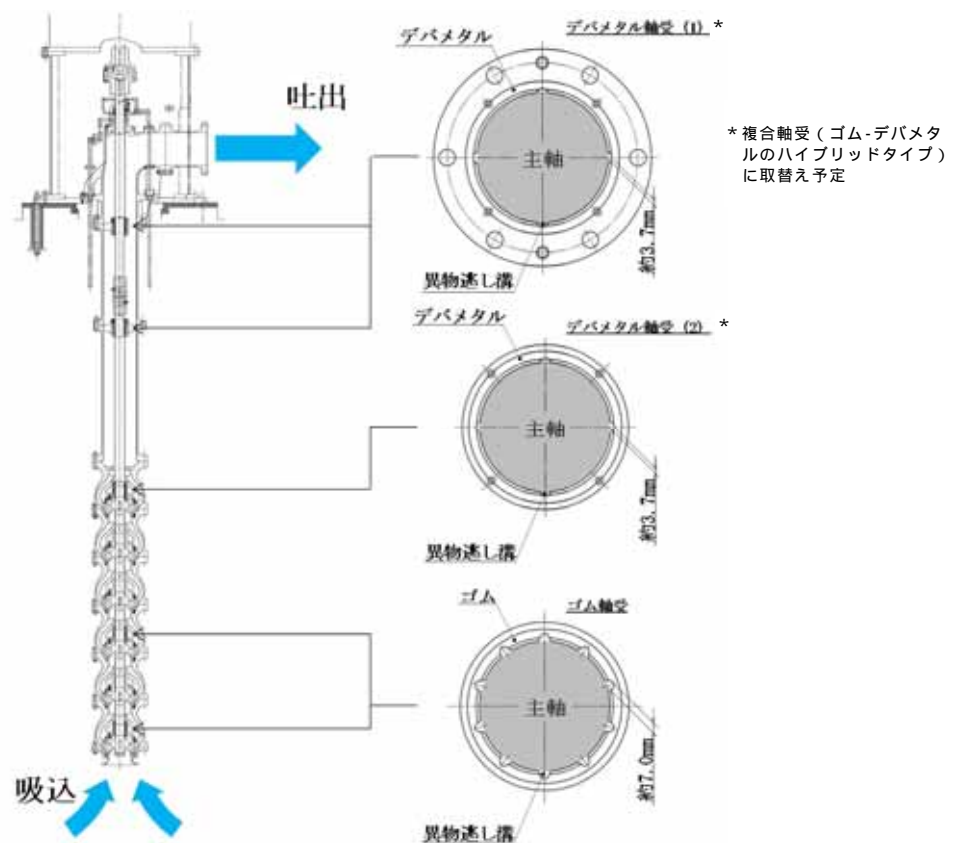
第 2.5-6 表 取水ピット砂堆積解析結果（高橋他（1999），浮遊砂上限濃度 1 %）

解析 ケース	パラメータ				水位上昇側	水位下降側
	防波堤	スクリーン損失	貝付着	非常用海水 ポンプの取水	堆積厚さ（m）	堆積厚さ（m）
	あり	なし	あり	あり	0.016	0.007
	あり	あり	あり	あり	0.003	0.001
	あり	なし	なし	あり	0.013	0.008
	あり	あり	なし	あり	0.003	0.001
	なし	なし	あり	あり	0.028	0.010
	なし	あり	あり	あり	0.020	0.004
	なし	なし	なし	あり	0.027	0.011
	なし	あり	なし	あり	0.019	0.004
	あり	なし	あり	なし	0.013	0.005
	あり	あり	あり	なし	0.002	0.001
	あり	なし	なし	なし	0.011	0.006
	あり	あり	なし	なし	0.002	0.001
	なし	なし	あり	なし	0.025	0.008
	なし	あり	あり	なし	0.018	0.003
	なし	なし	なし	なし	0.025	0.009
	なし	あり	なし	なし	0.017	0.003

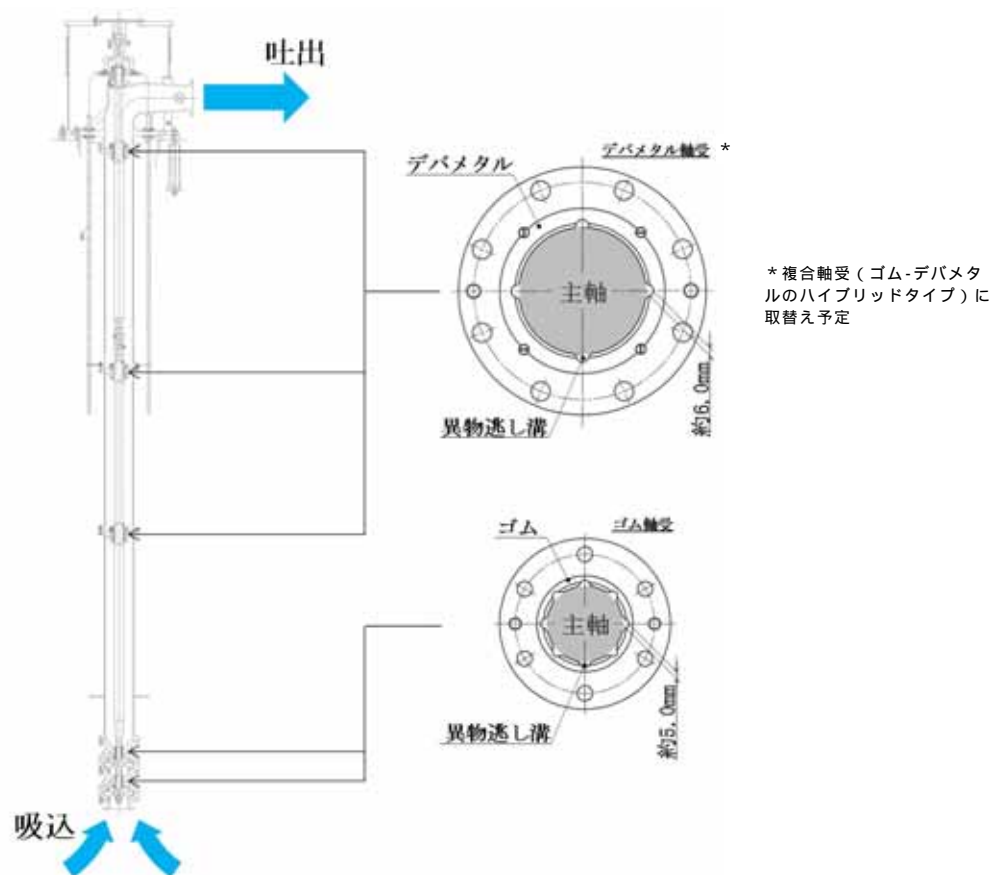
[2] 砂混入時の非常用海水ポンプ取水機能の確認

基準津波による浮遊砂については、除塵装置で除去することが困難であることから、非常用海水ポンプそのものが運転時の砂の混入に対して、軸固着することなく機能保持できる設計であることを以下のとおり確認した。

非常用海水ポンプの軸受には、異物混入による軸受の損傷を防止するため、異物逃し溝（最小約 3.7mm）が設けられている。このため、非常用海水ポンプの取水時に浮遊砂の一部がポンプ軸受に混入したとしても、異物の逃し溝から排出される構造となっている。第 2.5-6 図に残留熱除去系海水ポンプの軸受配置図、第 2.5-7 図に非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプの軸受配置図を示す。



第2.5-6図 残留熱除去系海水系ポンプ軸受配置図



第 2.5-7 図 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心

スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ軸受配置図

これに対して、「[1] 基準津波に伴う砂の移動・堆積に対する取水口及び取水路の通性能確保」に示したとおり，発電所前面の海域を含む周辺の砂の平均粒径は約 0.15mm で，数ミリ以上の粒子はごくわずかであり，そもそも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，大きな粒径の砂はほとんど混入しないと考えられる。このため，非常用海水ポンプは，砂の混入に対して軸固着することはなく取水機能は維持できる。

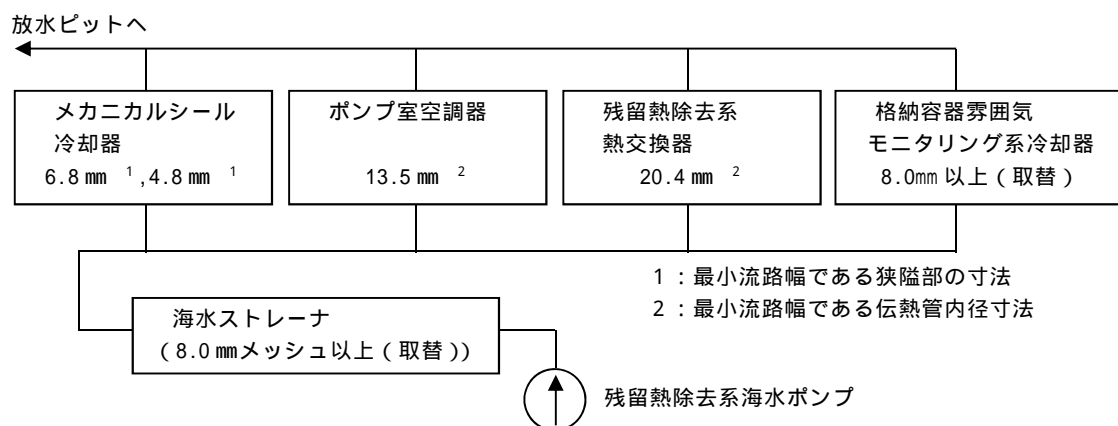
また，砂の混入による軸受摩耗の評価として，非常用海水ポンプの軸受を模擬した供試材を用いた軸受摩耗試験を実施し，ゴム軸受及び複合軸受に十分な浮遊砂耐性があることを確認した。添付資料 1 3 に基準津波に伴う砂移動評価，添付資料 1 4 に非常用海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性の評価結果を示す。

[3] 混入した浮遊砂に対する取水性確保

非常用海水ポンプによる取水とともに海水系に混入する微小な浮遊砂は、ポンプ出口の海水ストレーナを通過した後、海水系の各機器に供給され、最終的に放水ピットから放水される。

海水系の各機器の最小流路幅は、残留熱除去系海水ポンプから供給される低圧炉心スプレイ系ポンプメカニカルシール冷却器及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプから供給される高圧炉心スプレイ系海水ポンプメカニカルシール冷却器の約 4.8 mmであり、「[1] 基準津波に伴う砂の移動・堆積に対する取水口及び取水路の通性能確保」に示した発電所前面の海域を含む周辺の砂の平均粒径である約 0.15mm に対して十分大きい。このため、海水系の各機器の閉塞の可能性はないものと考えられ、海水ポンプの取水機能は維持できる。

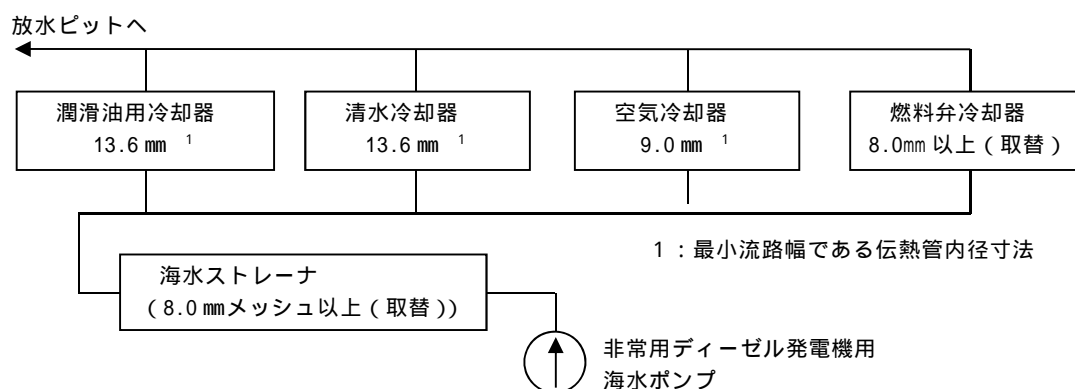
第 2.5-8 図～第 2.5-10 図に非常用海水ポンプの概略系統図、第 2.5-7 表～第 2.5-9 表に非常用海水系の各機器の最小流路幅を示す。



第 2.5-8 図 非常用海水ポンプの概略系統図
(残留熱除去系のうち海水ライン)

第 2.5-7 表 非常用海水系の各機器の最小流路幅
(残留熱除去系のうち海水ライン)

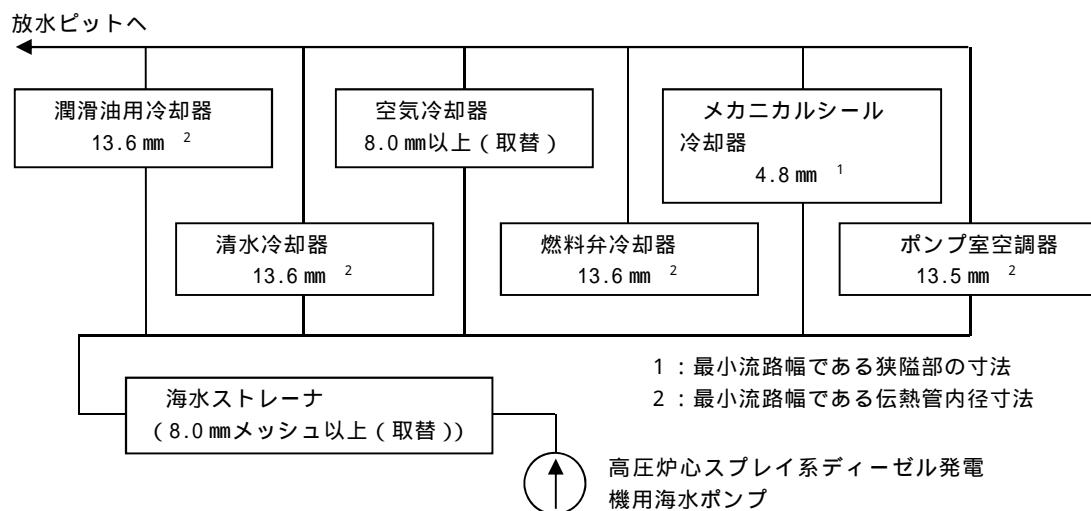
海水供給機器		最小流路幅 (mm)	砂粒径 (mm)
メカニカル シール冷却器	残留熱除去系ポンプ メカニカルシール冷却器	6.8	約 0.15
	低圧炉心スプレイ系ポンプ メカニカルシール冷却器	4.8	
ポンプ室空調器	残留熱除去系ポンプ室空調器	13.5	
	低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調器	13.5	
	原子炉隔離時冷却系ポンプ室空調器	13.5	
残留熱除去系 熱交換器	残留熱除去系熱交換器	20.4	
格納容器雰囲気 モニタリング系 冷却器	格納容器雰囲気 モニタリング系冷却器	8.0mm 以上 (取替)	
海水ストレーナ	残留熱除去系海水系ストレーナ	8.0mm メッシュ 以上 (取替)	



第 2.5-9 図 非常用海水ポンプの概略系統図
(非常用ディーゼル発電機のうち海水ライン)

第 2.5-8 表 非常用海水系の各機器の最小流路幅
(非常用ディーゼル発電機のうち海水ライン)

海水供給機器	最小流路幅 (mm)	砂粒径 (mm)
非常用ディーゼル発電機用潤滑油用冷却器	13.6	約 0.15
非常用ディーゼル発電機用清水冷却器	13.6	
非常用ディーゼル発電機用空気冷却器	8.0mm 以上 (取替)	
非常用ディーゼル発電機燃料弁冷却器	13.6	
非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ	8.0mm メッシュ 以上 (取替)	



第 2.5-10 図 非常用海水ポンプの概略系統図
(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機のうち海水ライン)

第 2.5-9 表 非常用海水系の各機器の最小流路幅
(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機のうち海水ライン)

海水供給機器	最小流路幅 (mm)	砂粒径 (mm)
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機潤滑油用冷却器	13.6	約 0.15
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用清水冷却器	13.6	
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用空気冷却器	8.0mm 以上 (取替)	
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用燃料弁冷却器	13.6	
高圧炉心スプレイ系ポンプメカニカルシール冷却器	4.8	
高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調器	13.5	
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ストレーナ	8.0mm メッシュ 以上 (取替)	

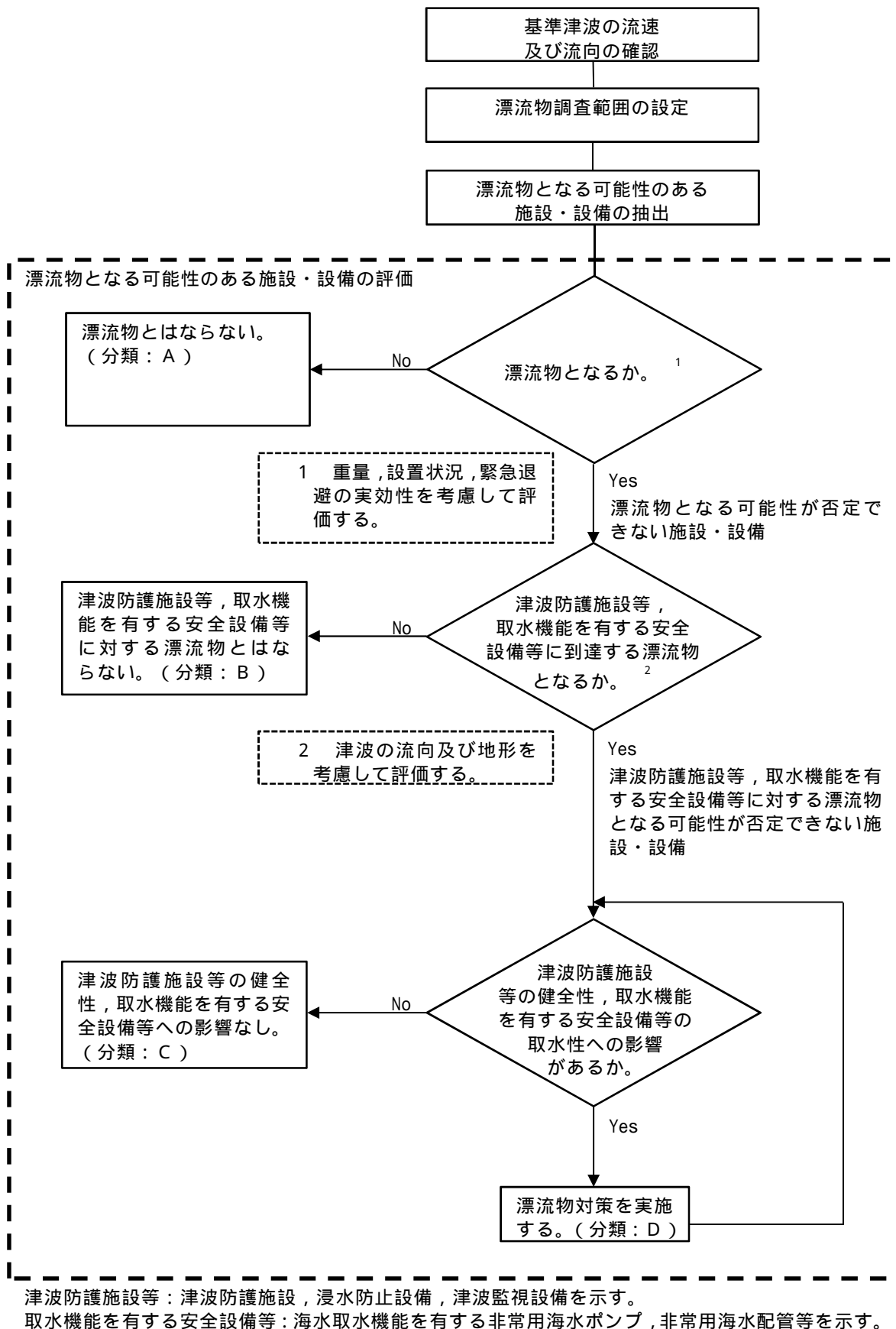
[4] 基準津波に伴う津波防護施設等の健全性確保及び取水口付近の漂流物に対する取水性確保

基準津波の遡上解析結果によると、津波は取水口付近の敷地を含め、T.P. + 3m の敷地に遡上する。基準地震動 S_s による地盤面の沈下や潮位のばらつき (+ 0.18m) を考慮した場合、取水口が設置されている T.P. + 3m の敷地前面東側の防潮堤外側の敷地における浸水深は約 15m と想定される。この結果に基づき、基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備が、津波防護施設等の健全性確保及び非常用海水ポンプの取水性確保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。第 2.5-11 図に漂流物評価フローを示す。

なお、人工構造物¹の位置、形状等に変更が生じた場合又は隣接事業所において工事・作業等により設置されうる仮設物等について従来からの設置状況に変更が生じた場合は、津波防護施設等の健全性又は取水機能を有する安全設備等の取水性に影響を及ぼす可能性がある。このため、施設・設備等の人工構造物については設置状況を定期的(1[回/年]以上)に確認するとともに、隣接事業所における工事・作業等において設置されうる仮設物については設置状況に変更が生じる可能性がある場合に適時情報入手することにより設置状況を確認する。設置状況の確認結果により必要に応じて第 2.5-11 図の漂流物評価フローに基づき、漂流物調査及び評価を実施する方針とする。また、発電所の施設・設備の改造や追加設置²を行う場合においても、その都度、津波防護施設等の健全性又は取水機能を有する安全設備等の取水性への影響評価を行う。これら調査・評価方針については、保安規定において規定化し管理する。

1：港湾施設、河川堤防、海岸線の防波堤、防潮堤等、海上設置物、津波遡上域の建物・構築物、敷地前面海域における通過船舶等

2：「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第 43 条の 3 の 9（工事の計画の認可）及び第 43 条の 3 の 10（工事の計画の届出）に基づき申請する工事のうち、「改造の工事」又は「修理であって性能又は強度に影響を及ぼす工事」を含む。

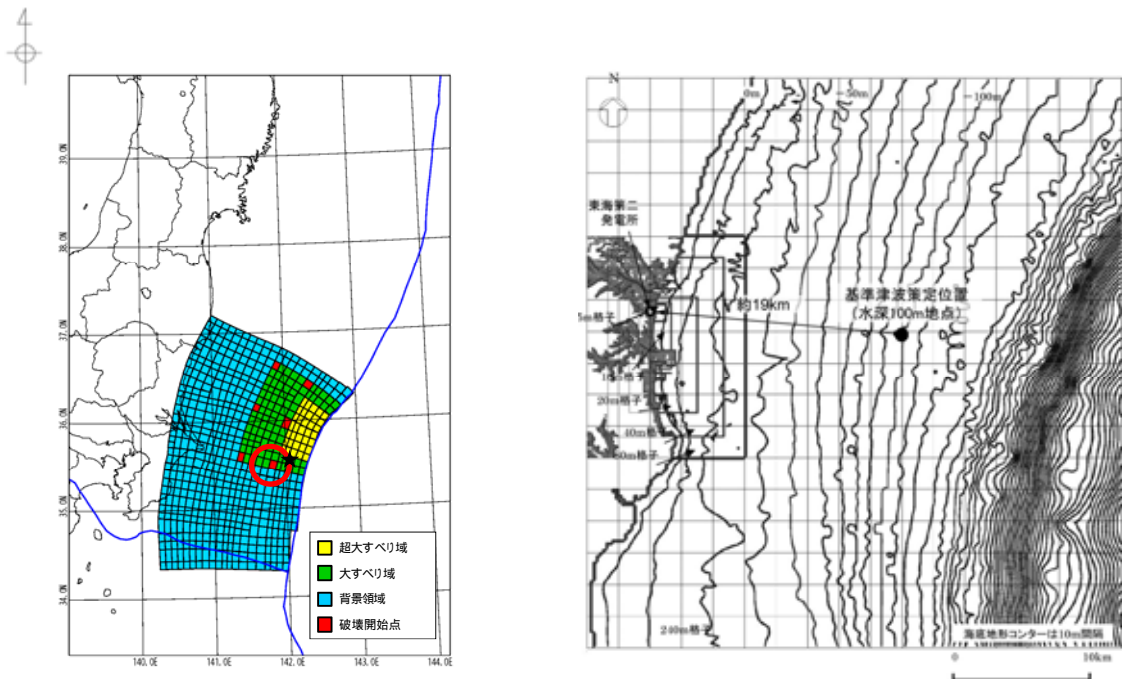


第 2.5-11 図 漂流物評価フロー

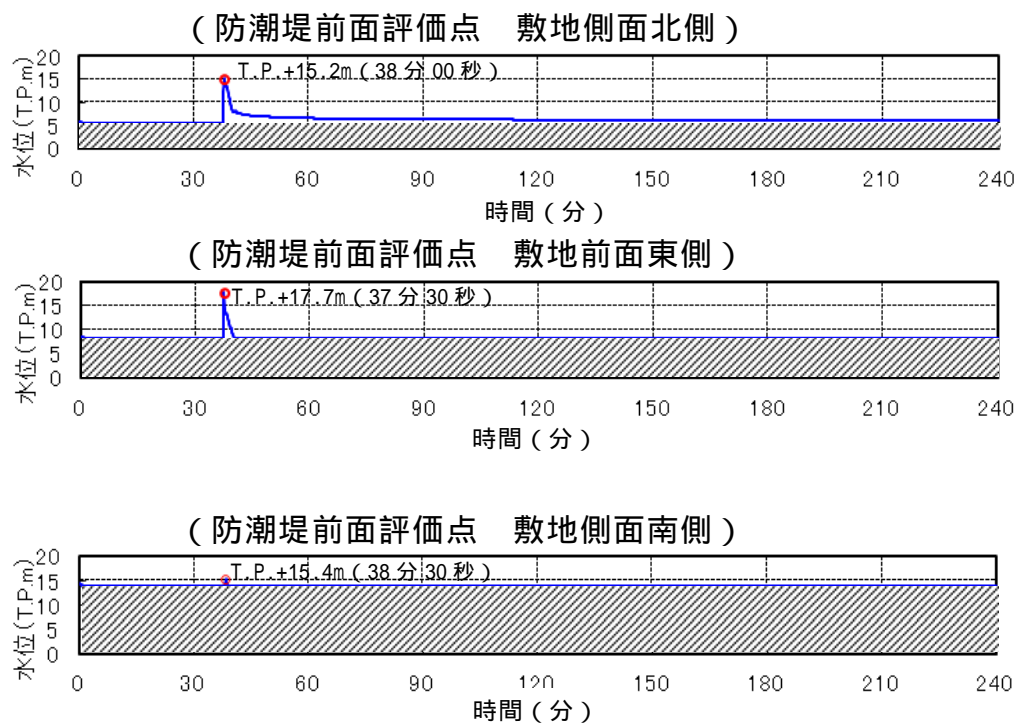
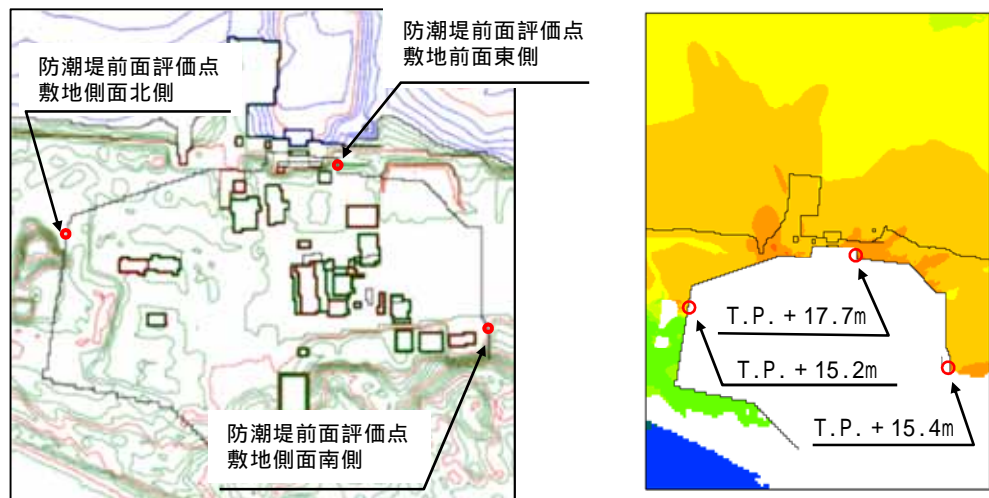
a . 基準津波の流向及び流速

日本海溝沿いのプレート間地震による基準津波は、東海第二発電所の東方より襲来し、地震発生約 35 分後に敷地前面に到達する。地震発生約 37 分後には敷地へ遡上し、地震発生約 40 分後に引き波となる。

第 2.5-12 図に基準津波の波源モデルと基準津波の策定位置、第 2.5-13 図に基準津波による防潮堤前面における上昇側水位の評価結果（防波堤なしの場合）、第 2.5-14 図に発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトルを示す。

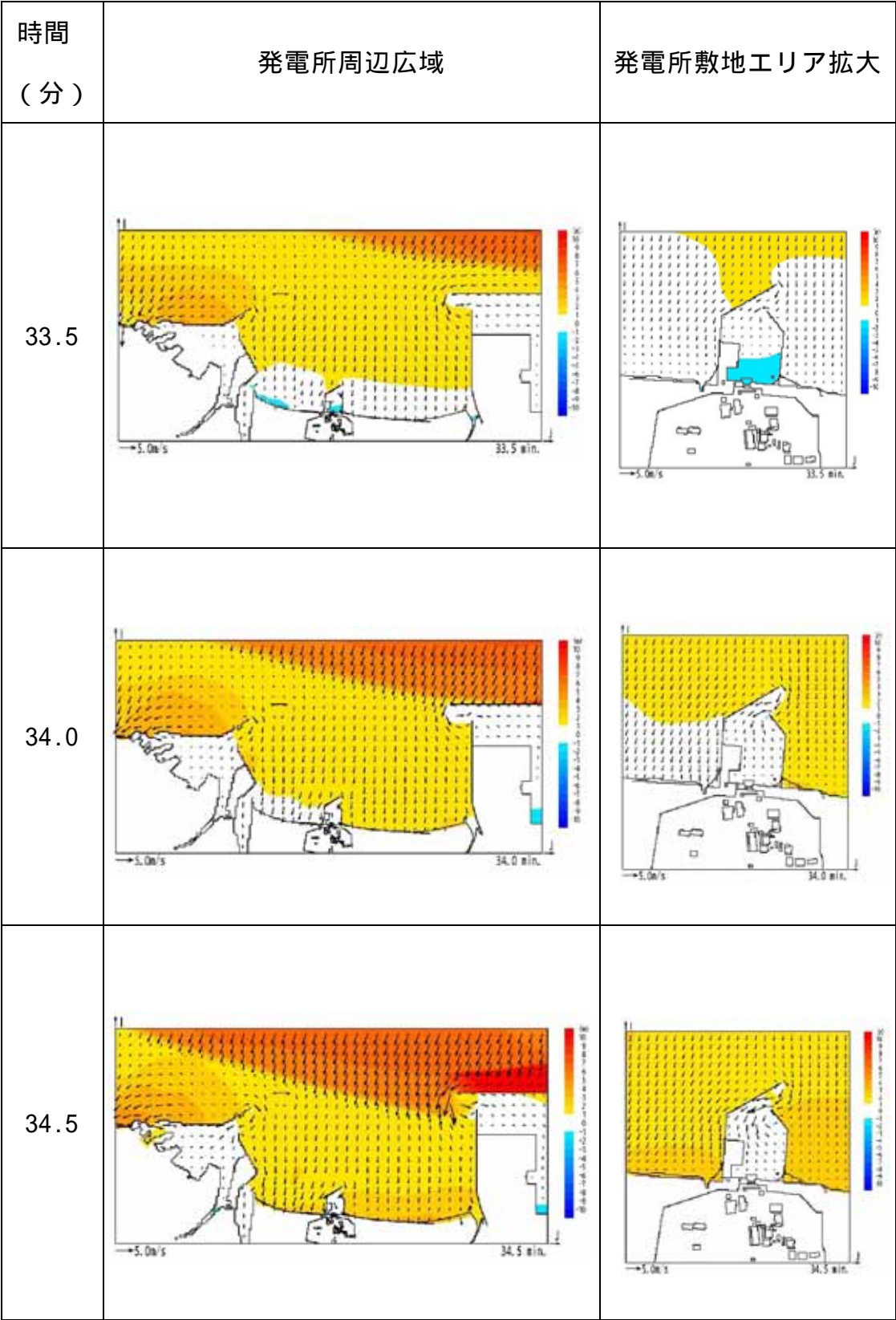


第 2.5-12 図 基準津波の波源モデルと基準津波の策定位置



第2.5-13図 基準津波による防潮堤前面における上昇側水位の評価結果
(防波堤なしの場合)

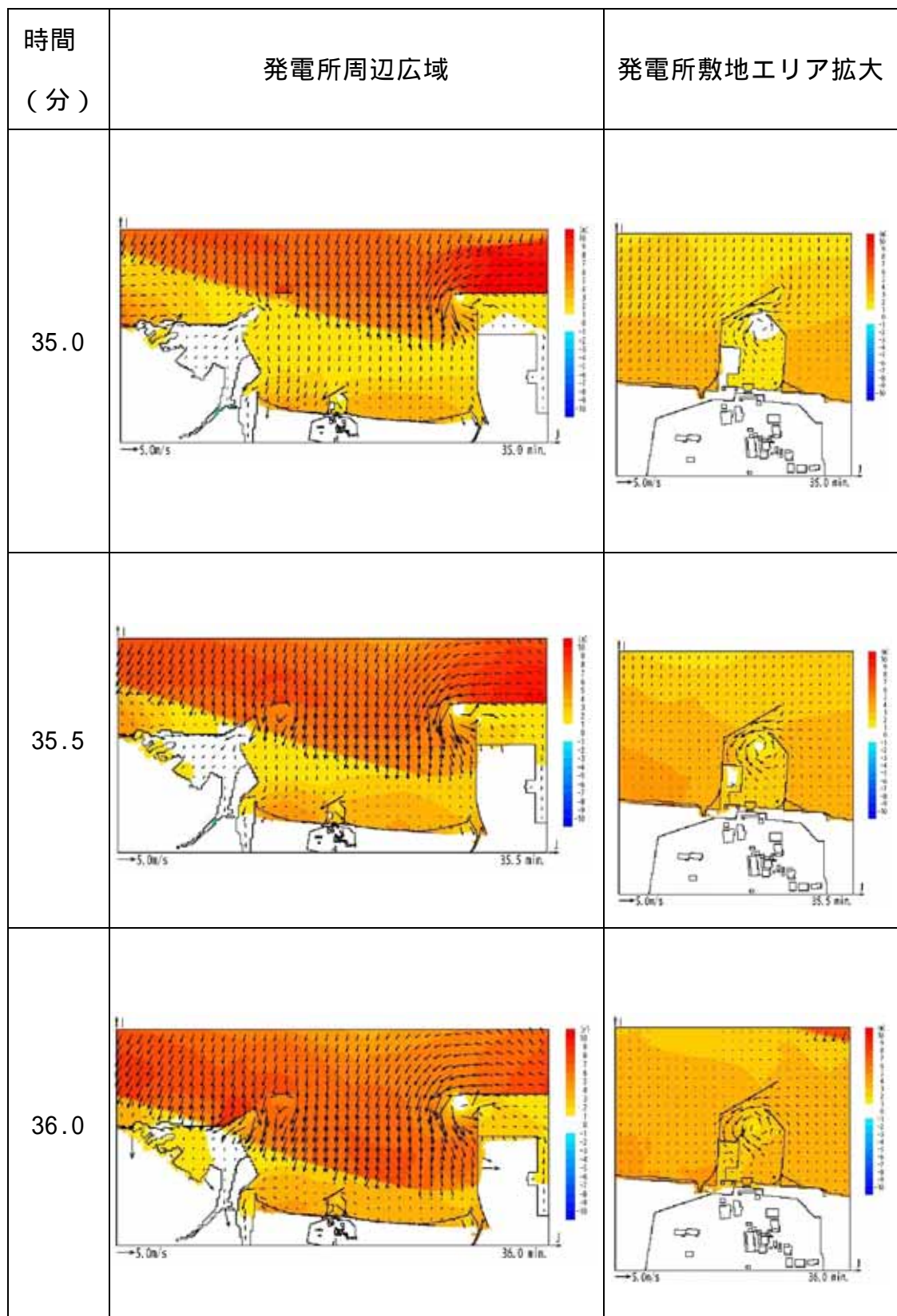
< 防波堤あり >



: 津波の原因となる地震発生後の経過時間

第2.5-14図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル (1 / 12)

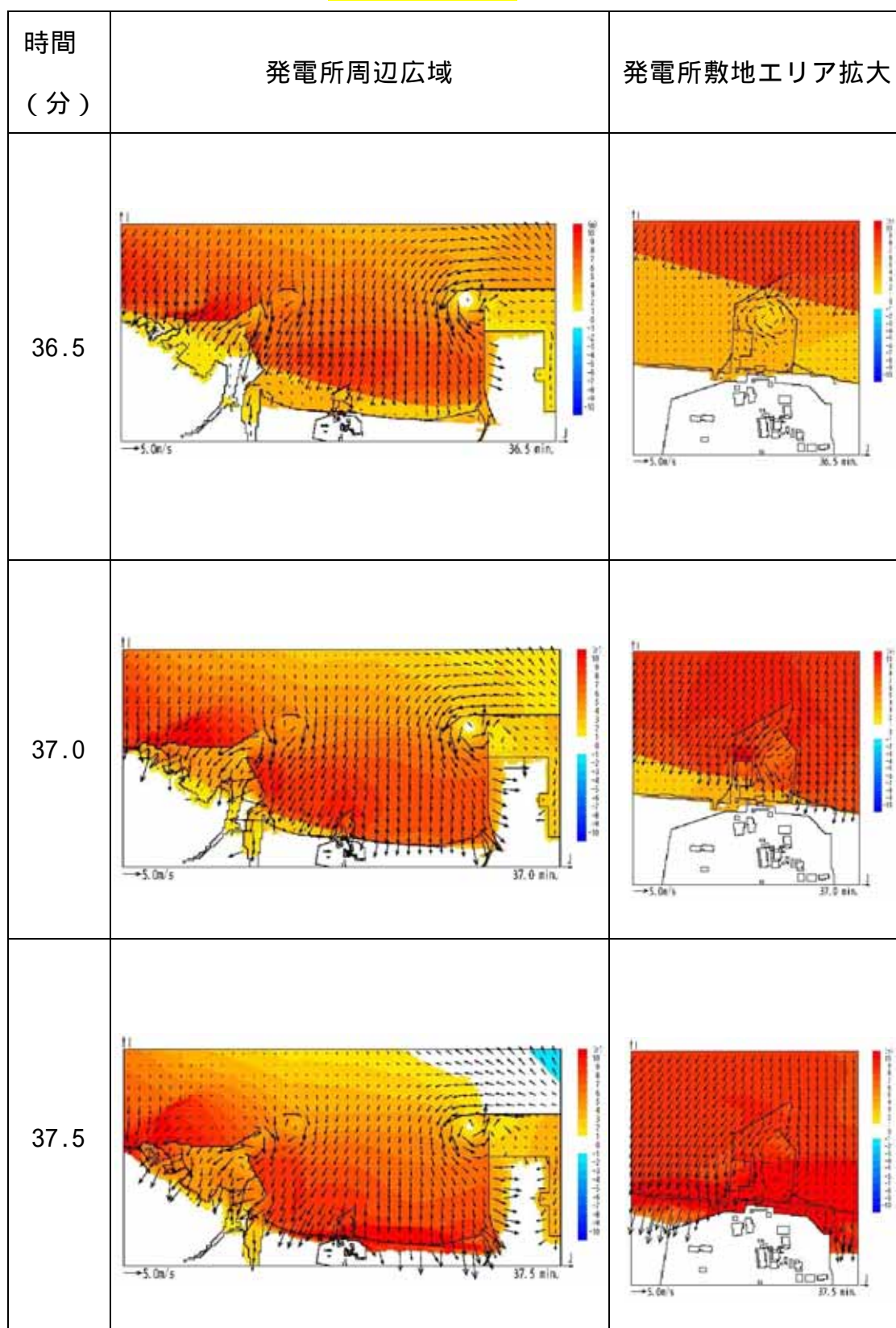
< 防波堤あり >



: 津波の原因となる地震発生後の経過時間

第2.5-14図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル (2 / 12)

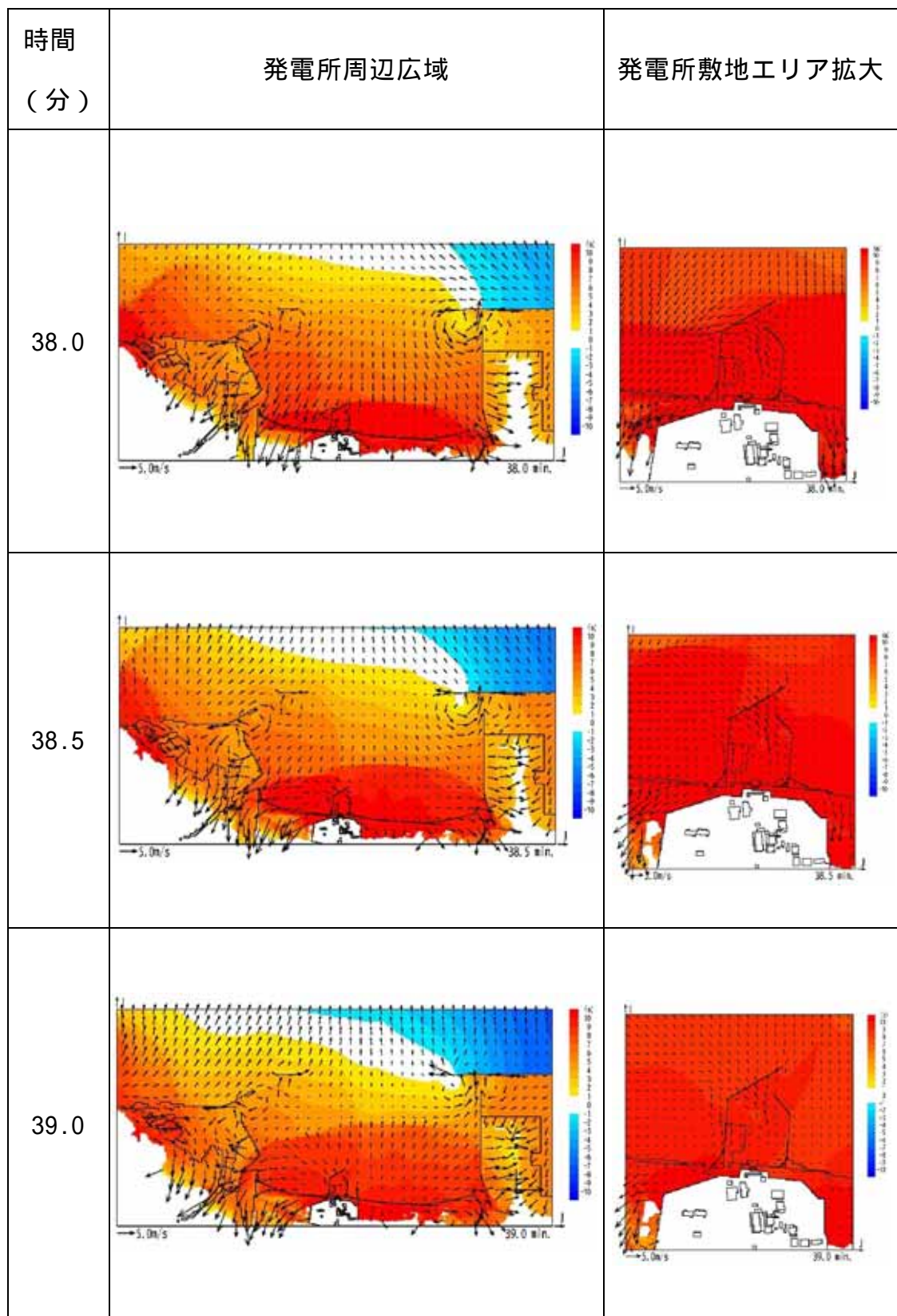
< 防波堤あり >



: 津波の原因となる地震発生後の経過時間

第2.5-14図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル (3 / 12)

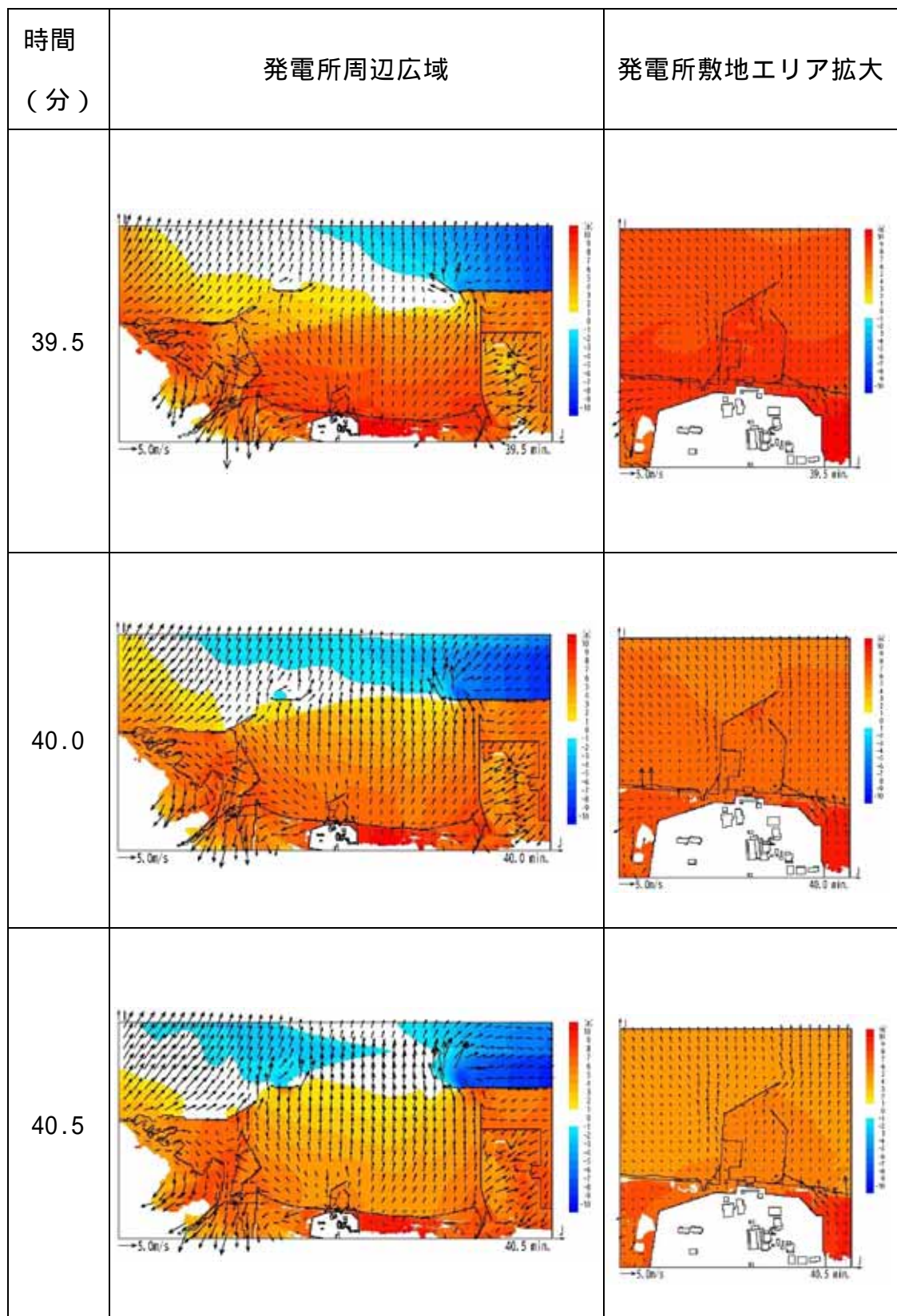
< 防波堤あり >



: 津波の原因となる地震発生後の経過時間

第2.5-14図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル (4 / 12)

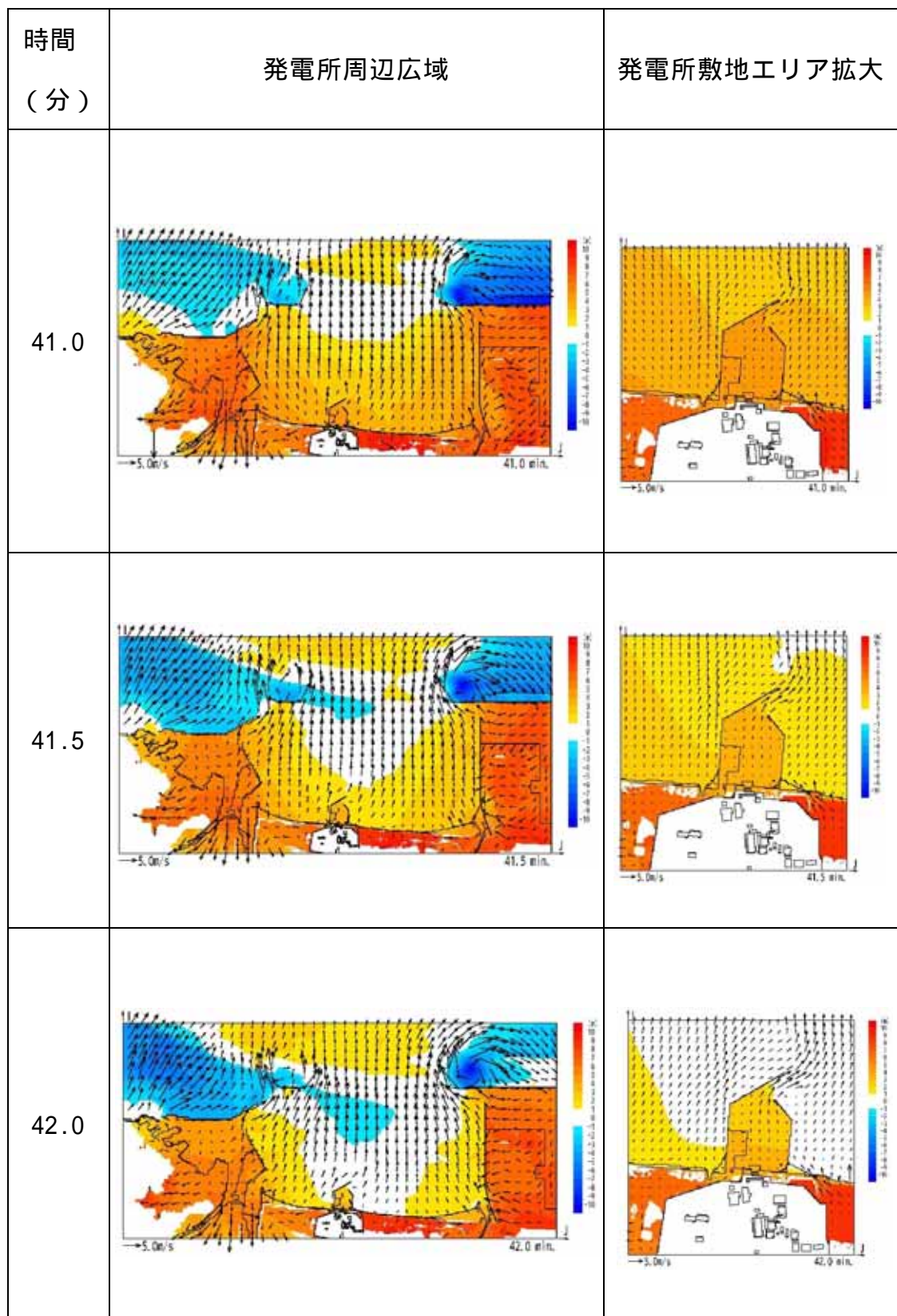
< 防波堤あり >



: 津波の原因となる地震発生後の経過時間

第2.5-14図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル (5 / 12)

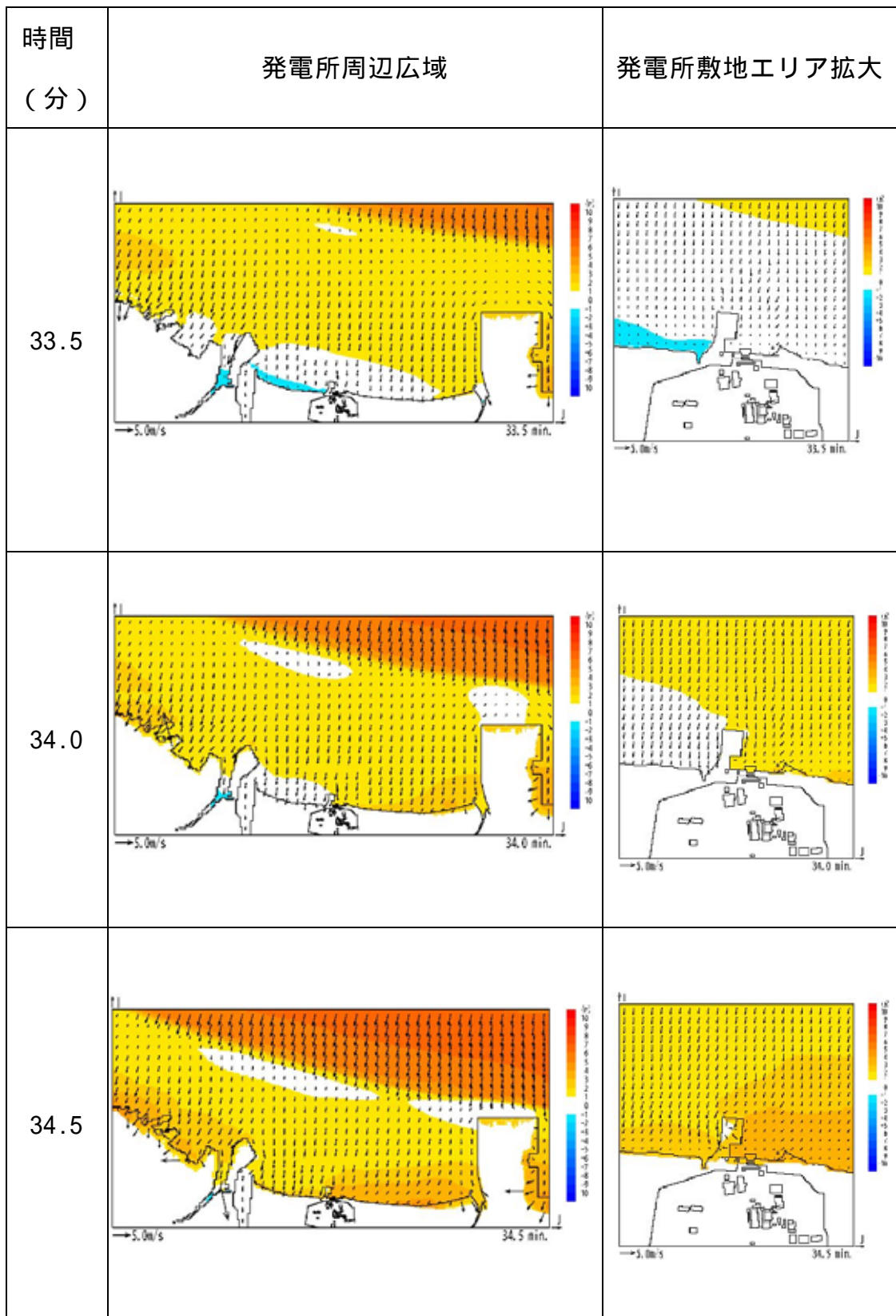
< 防波堤あり >



: 津波の原因となる地震発生後の経過時間

第2.5-14図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル (6 / 12)

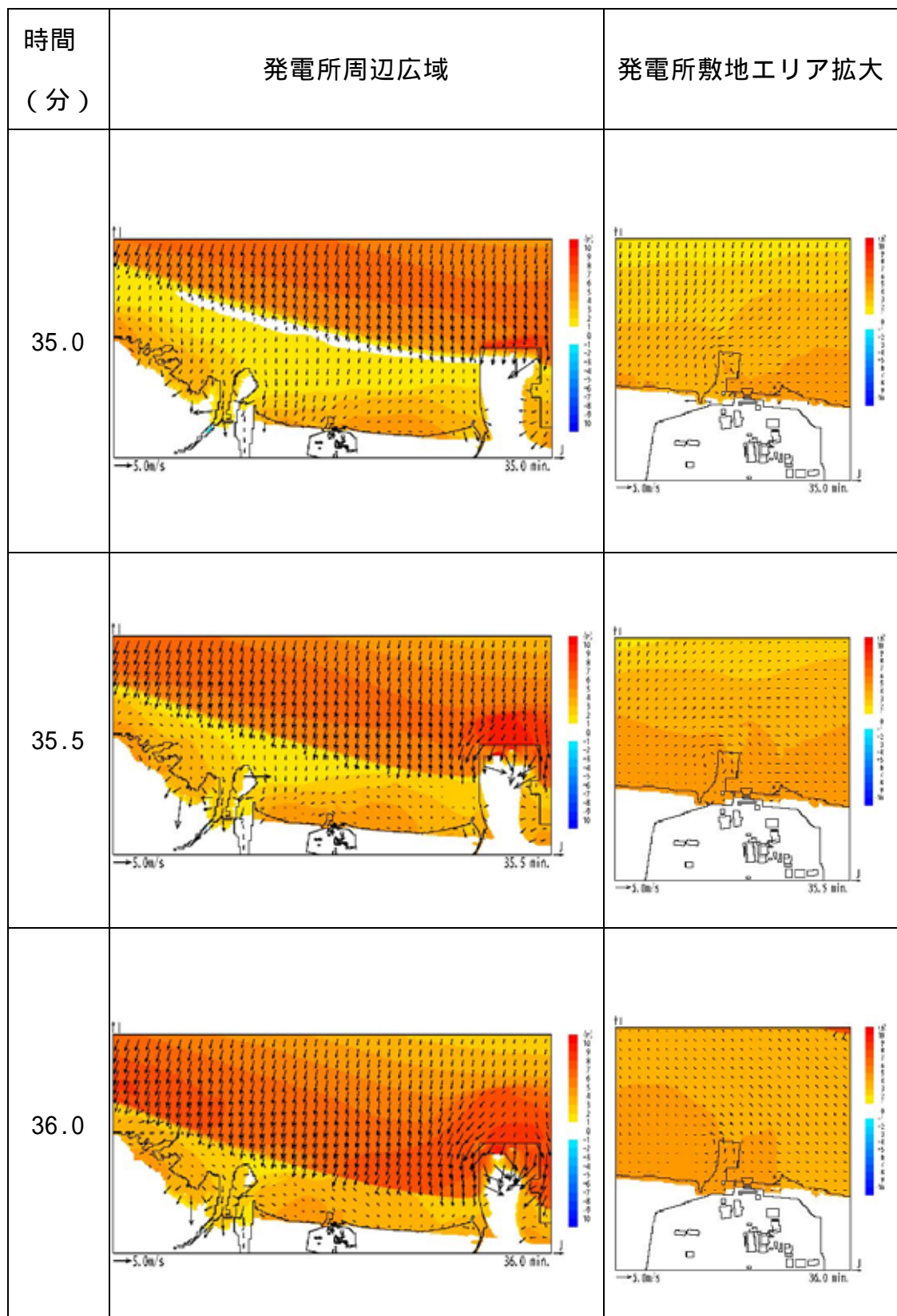
< 防波堤なし >



: 津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 2.5-14 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル (7 / 12)

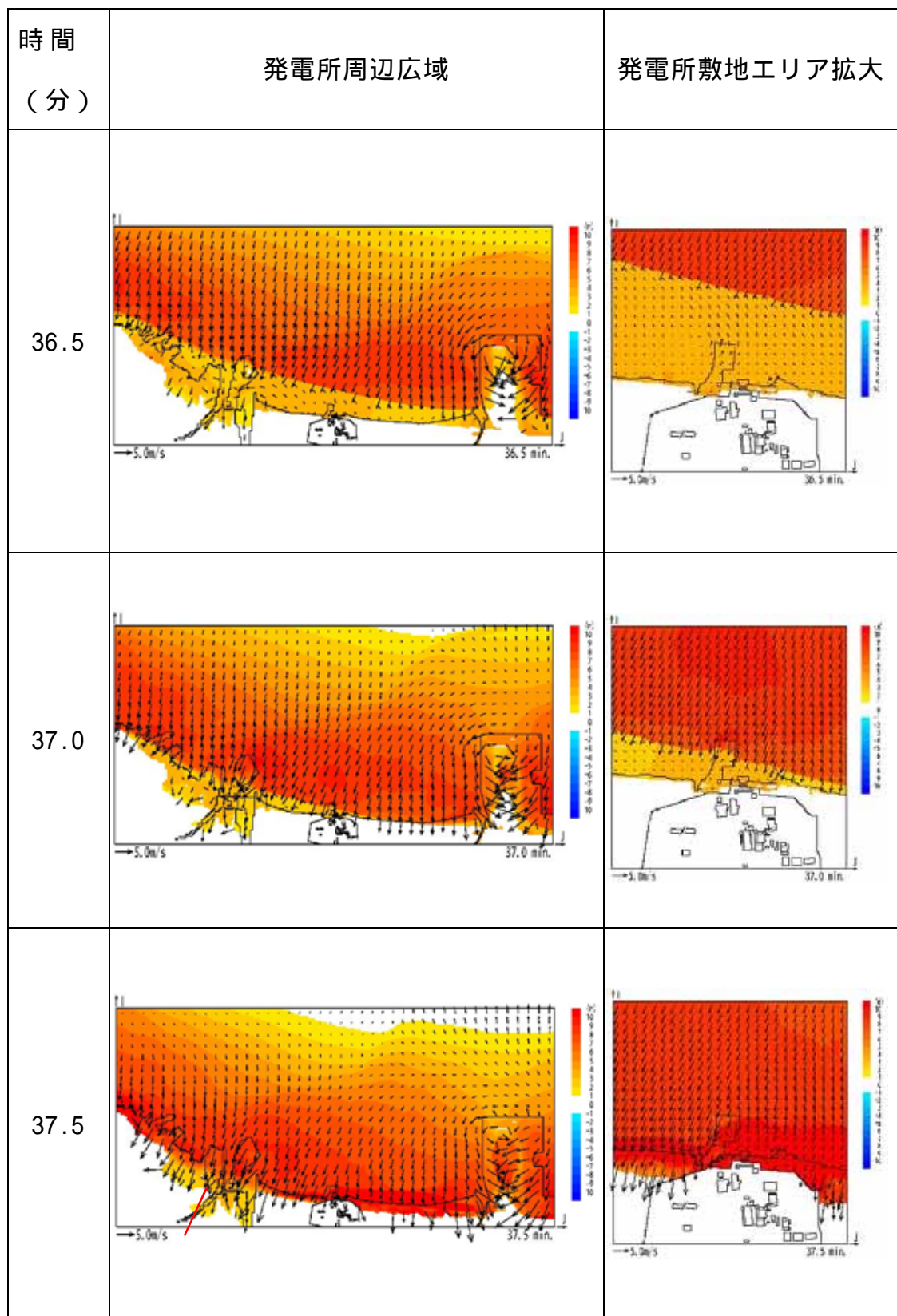
< 防波堤なし >



: 津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 2.5-14 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル (8 / 12)

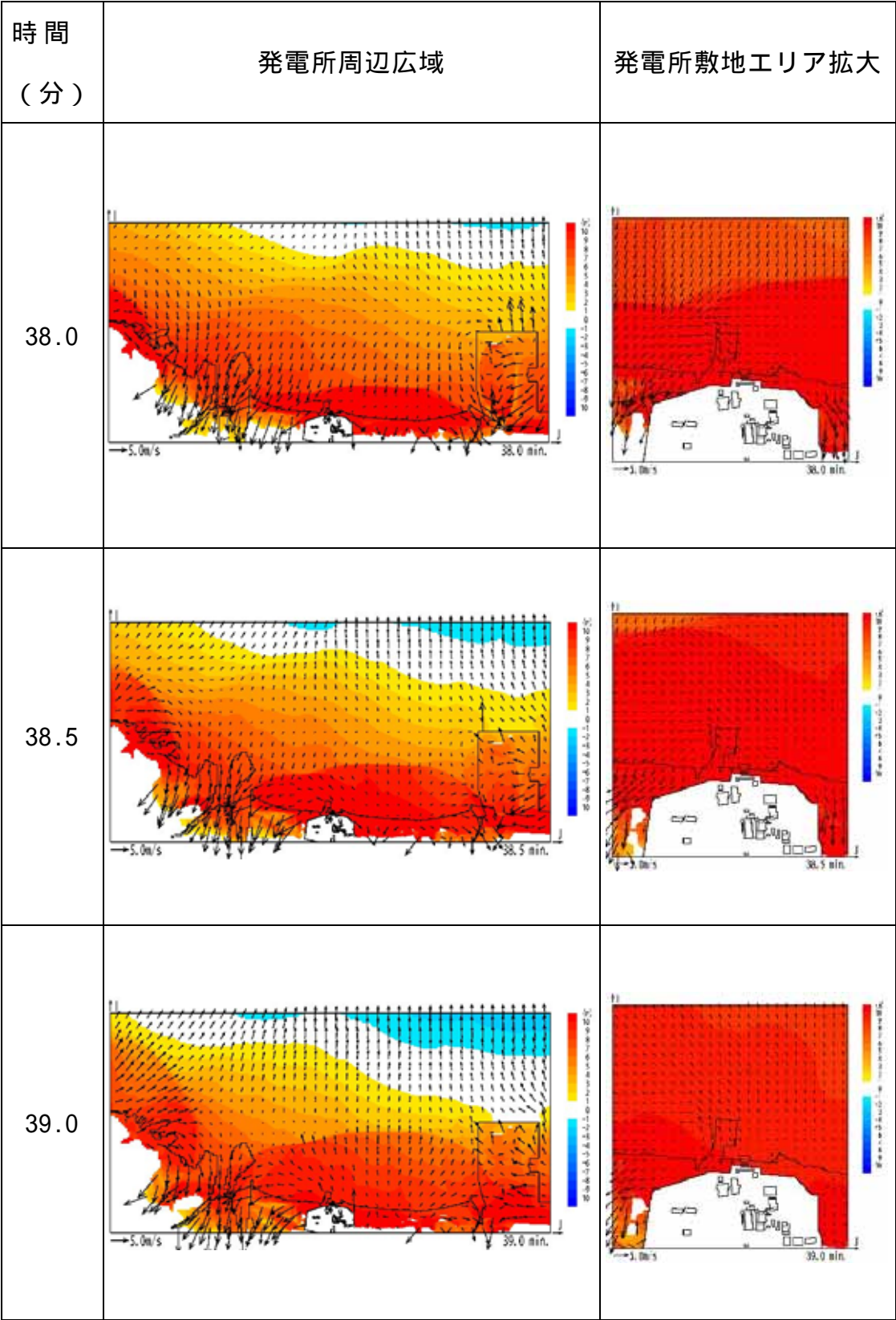
< 防波堤なし >



: 津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 2.5-14 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル (9 / 12)

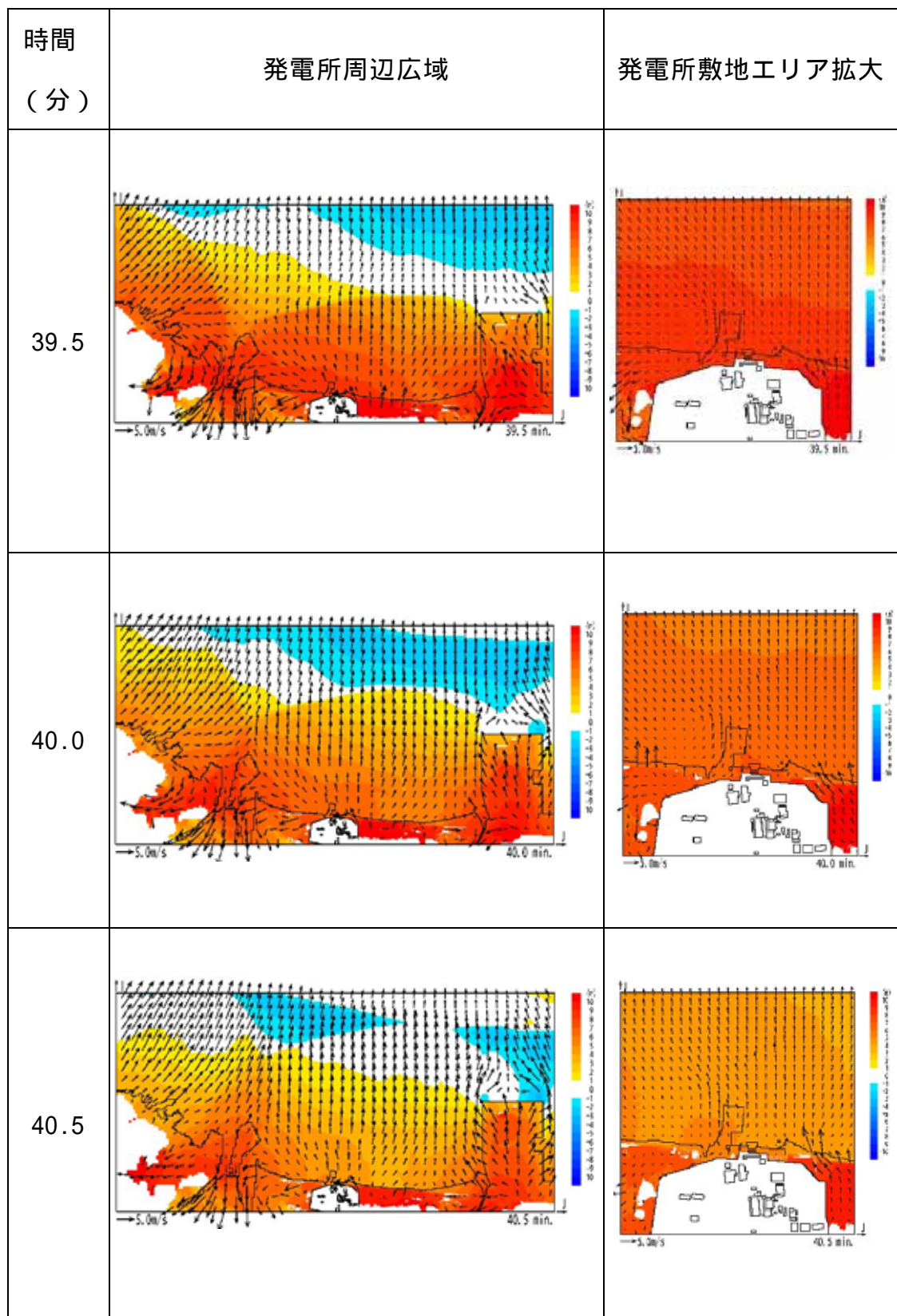
< 防波堤なし >



: 津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 2.5-14 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル (10 / 12)

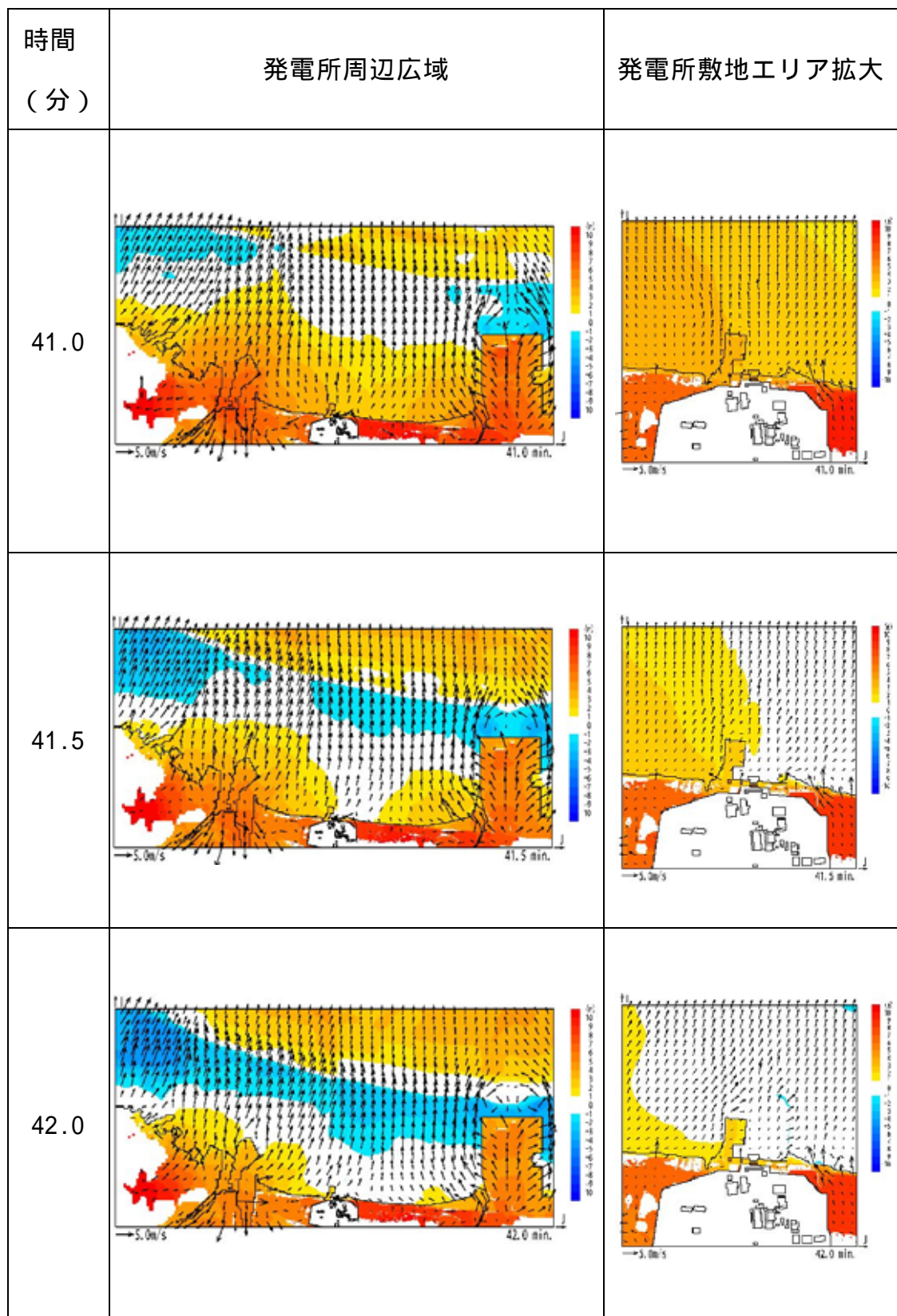
< 防波堤なし >



: 津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 2.5-14 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル (11 / 12)

< 防波堤なし >

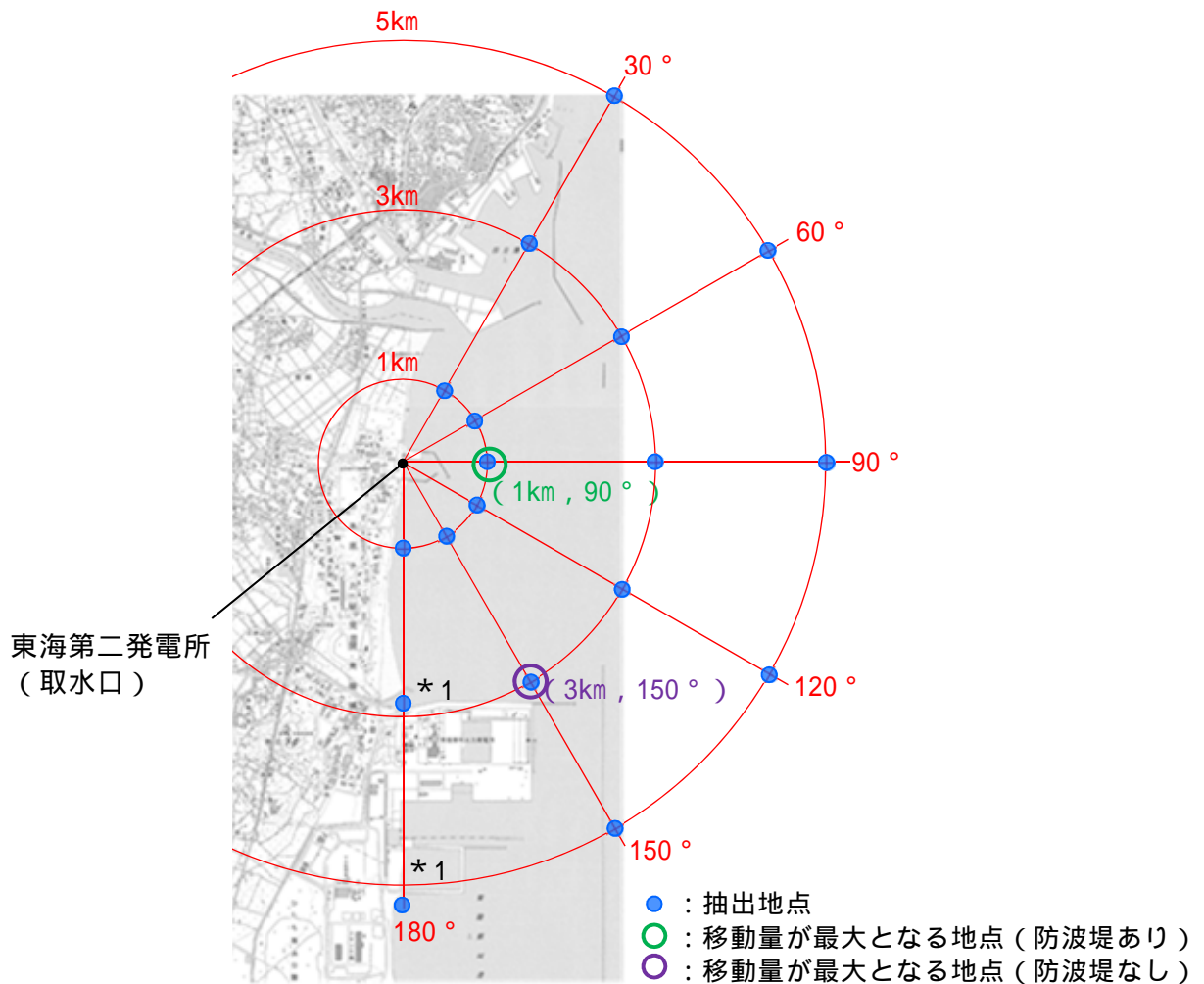


: 津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 2.5-14 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル (12 / 12)

b. 漂流物調査範囲の設定

漂流物調査範囲選定のため，基準津波における沿岸域の水位，流向及び流速の時系列データを抽出した。データの抽出地点を第 2.5-15 図に示す。



*1 (3km, 180°) 及び (5km, 180°) の地点については，陸域となるため，海域となるように調整した。

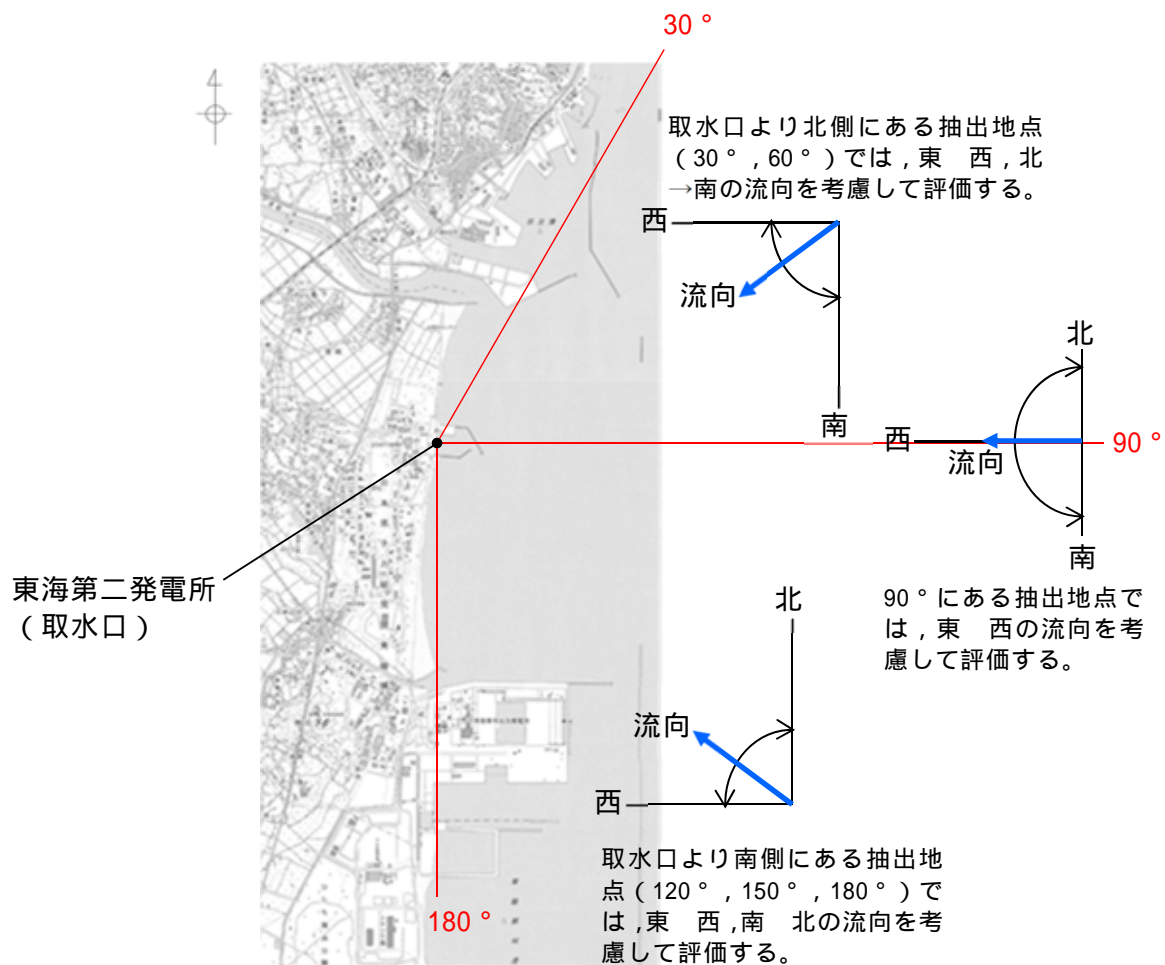
第 2.5-15 図 水位，流向，流速の抽出地点

漂流物調査の範囲は，漂流物が東海第二発電所へ到達する可能性のある距離とする。このため，津波の流向及び流速を考慮し，基準津波による漂流物の移動量を算出し，調査範囲を設定する。

漂流物調査範囲の設定にあたり，第 2.5-15 図に示すデータの抽出地点において考慮する流向の範囲を第 2.5-16 図に示す。津波の流向が発電所

へ向かっている方向の時に，漂流物が発電所に接近すると考え，流向が発電所へ向かっているときの最大流速と継続時間より，漂流物の移動量を算出する。具体的には，取水口より北側の抽出地点では，東から西へ方向かつ北から南へ方向の流向を抽出し，取水口より南側の抽出地点では，東から西へ方向かつ南から北へ方向の流向を抽出し評価する。なお，第 2.5-16 図に示すとおり， 90° 方向については，東から西へ向かう方向の流向を抽出する。

また，人工構造物の影響として，防波堤の有無を考慮して漂流物の移動量を評価する。



第 2.5-16 図 時系列データの抽出地点において考慮する流向の範囲

漂流物の移動量の算出に当たっては、発電所へ向かう流向が継続している間にも流速は刻々と変化しているが、保守的に最大流速が継続しているものとして、最大流速と継続時間の積によって移動量を算出する。

$$\text{移動量} = \text{継続時間} \times \text{最大流速}$$

以上の条件において、各抽出地点の漂流物の移動量を評価した結果を添付資料 15 に示す。評価の結果、防波堤がある場合では、抽出地点（1km，90°）における移動量は 3572m（3.6km）が最大となり、防波堤がない場合では、抽出地点（3km，150°）における移動量が 3089m（3.1km）が最大となった。漂流物の移動量が最大となった抽出地点を第 2.5-15 図に示す。各抽出地点における漂流物の移動量を評価した結果を第 2.5-9 表及び第 2.5-10 表に示す。

第 2.5-9 表 各抽出地点における漂流物の移動量（防波堤ありの場合）

抽出地点	30°	60°	90°	120°	150°	180°
1km	206m	510m	3572m	1275m	2099m	2278m
3km	170m	1131m	1772m	22m	1014m	1512m
5km	429m	572m	1575m	644m	610m	1422m

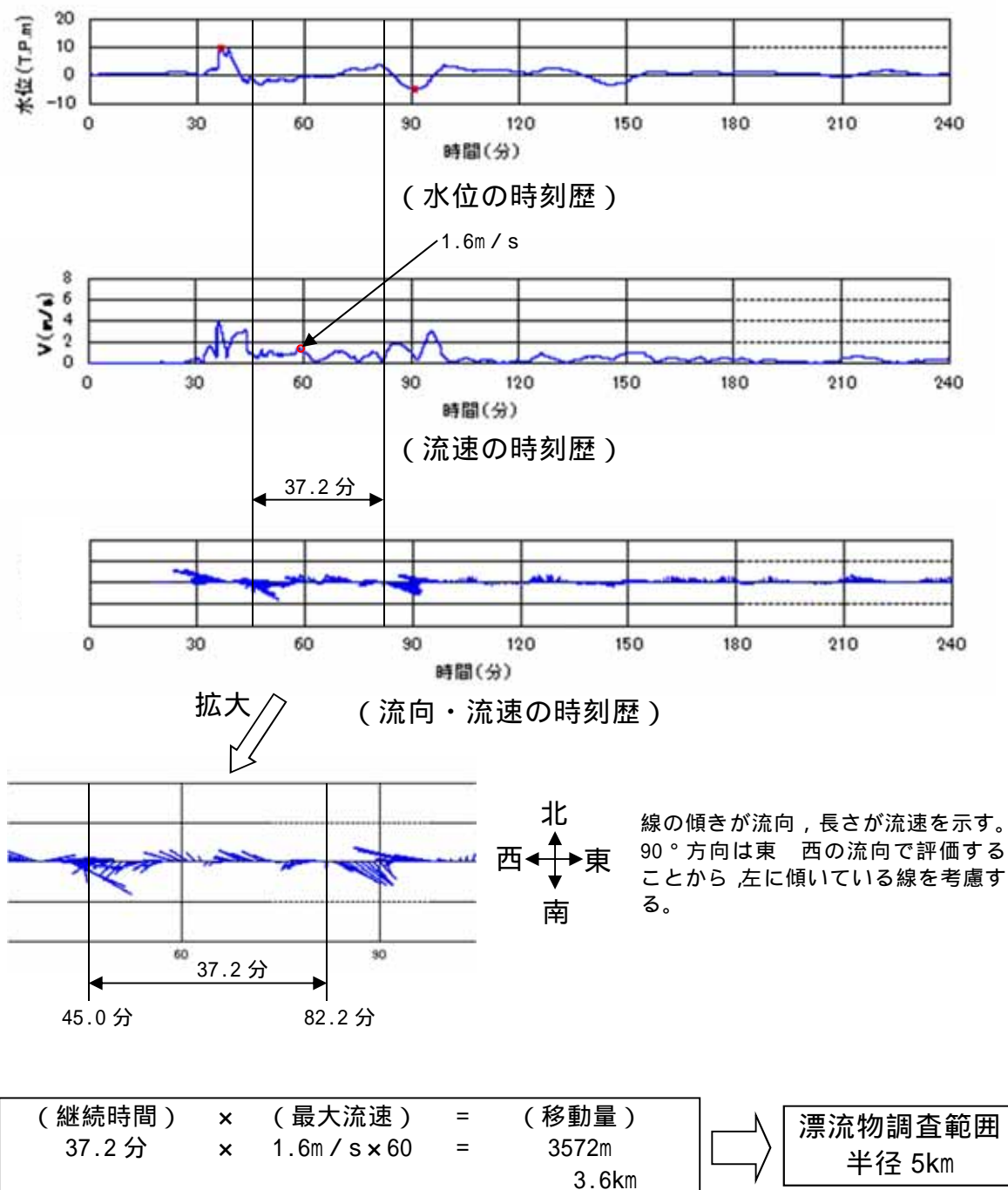
第 2.5-10 表 各抽出地点における漂流物の移動量（防波堤なしの場合）

抽出地点	30°	60°	90°	120°	150°	180°
1km	461m	792m	1449m	1268m	1155m	1710m
3km	445m	857m	1772m	1556m	3089m	10m
5km	1232m	1063m	1575m	1575m	1470m	1617m

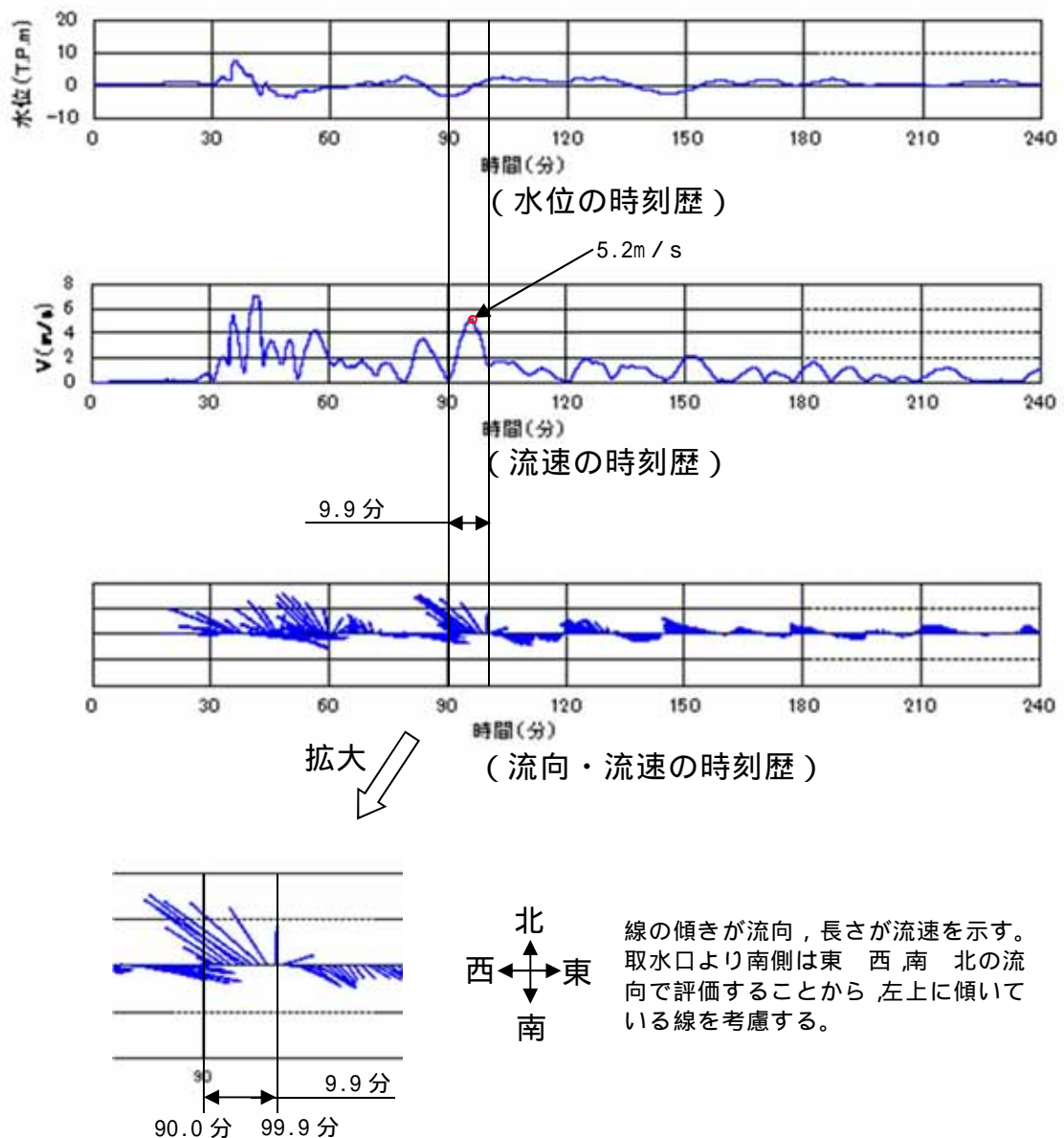
以上より，漂流物の移動量が 3.6km となることから，保守的に取水口から半径 5km の範囲を漂流物調査の範囲として設定する。

また，漂流物が発生する箇所は津波が遡上する範囲となることから，陸域については，遡上域を包絡する範囲で調査を実施した。

第 2.5-17 図に抽出地点（1km，90°）（防波堤あり）における水位，流向，流速と漂流物の移動量の算出の考え方，第 2.5-18 図に抽出地点（3km，150°）（防波堤なし）における水位，流向，流速と漂流物の移動量の算出の考え方，第 2.5-19 図に基準津波による発電所周辺の遡上範囲及び漂流物の調査範囲を示す。

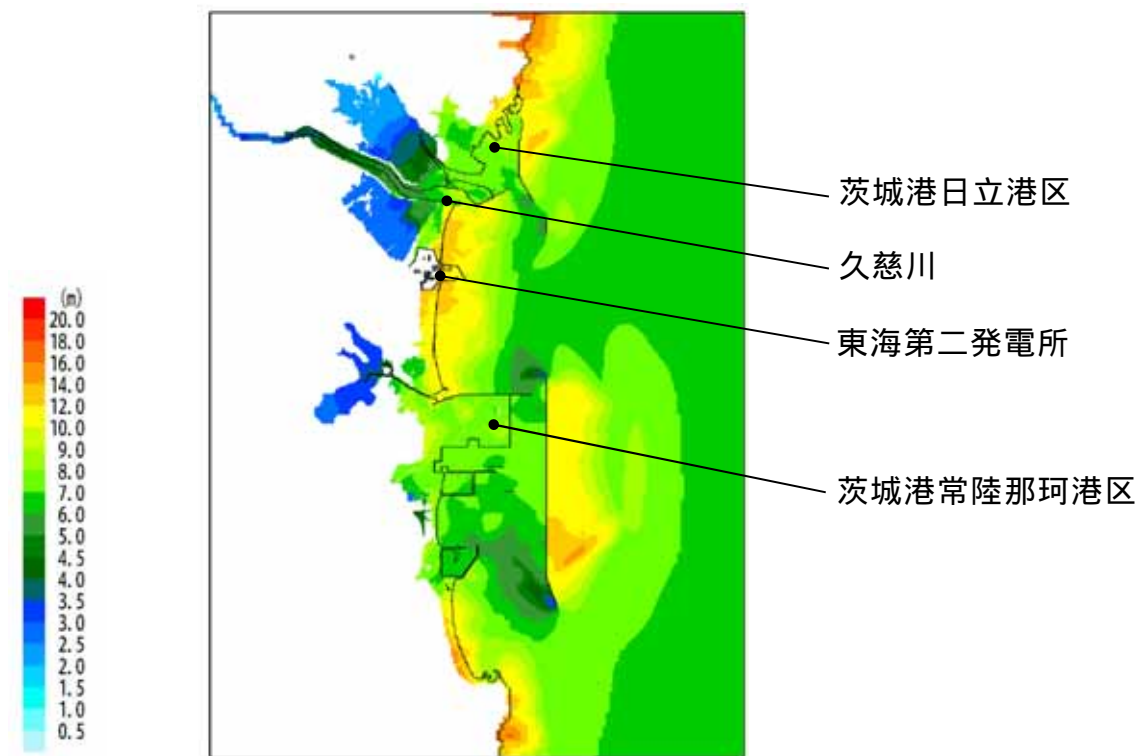


第 2.5-17 図 抽出地点 (1km, 90°) (防波堤あり) における
水位，流向，流速と漂流物の移動量の算出の考え方

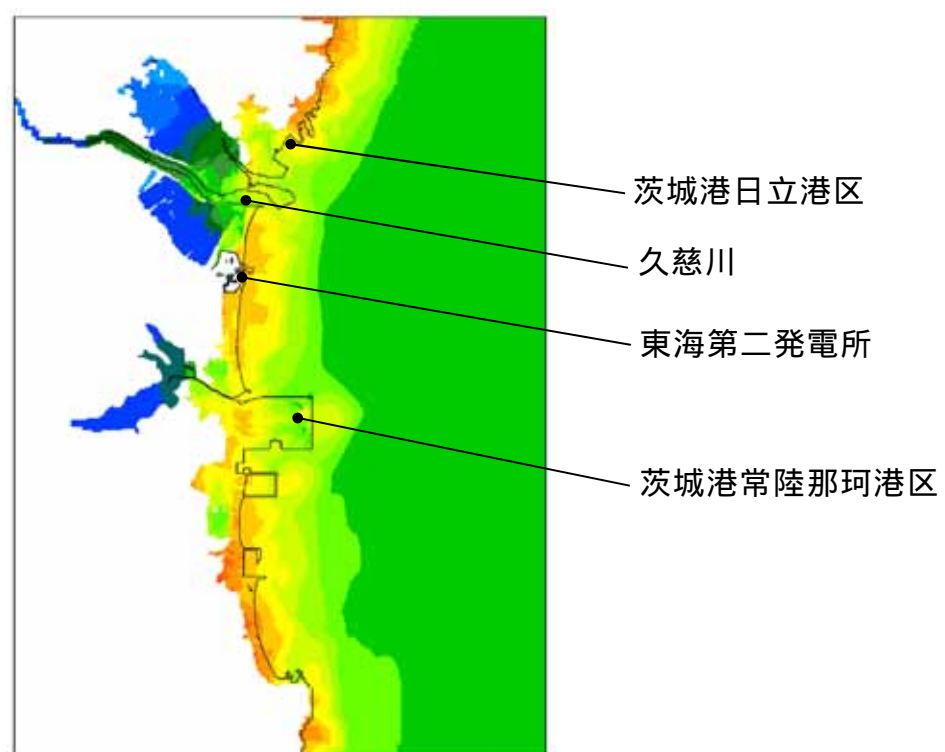


(継続時間)	×	(最大流速)	=	(移動量)
9.9 分	×	5.2 m / s × 60	=	3089m
				3.1km

第 2.5-18 図 抽出地点 (3km , 150 °) (防波堤なし) における
水位 , 流向 , 流速と漂流物の移動量の算出の考え方



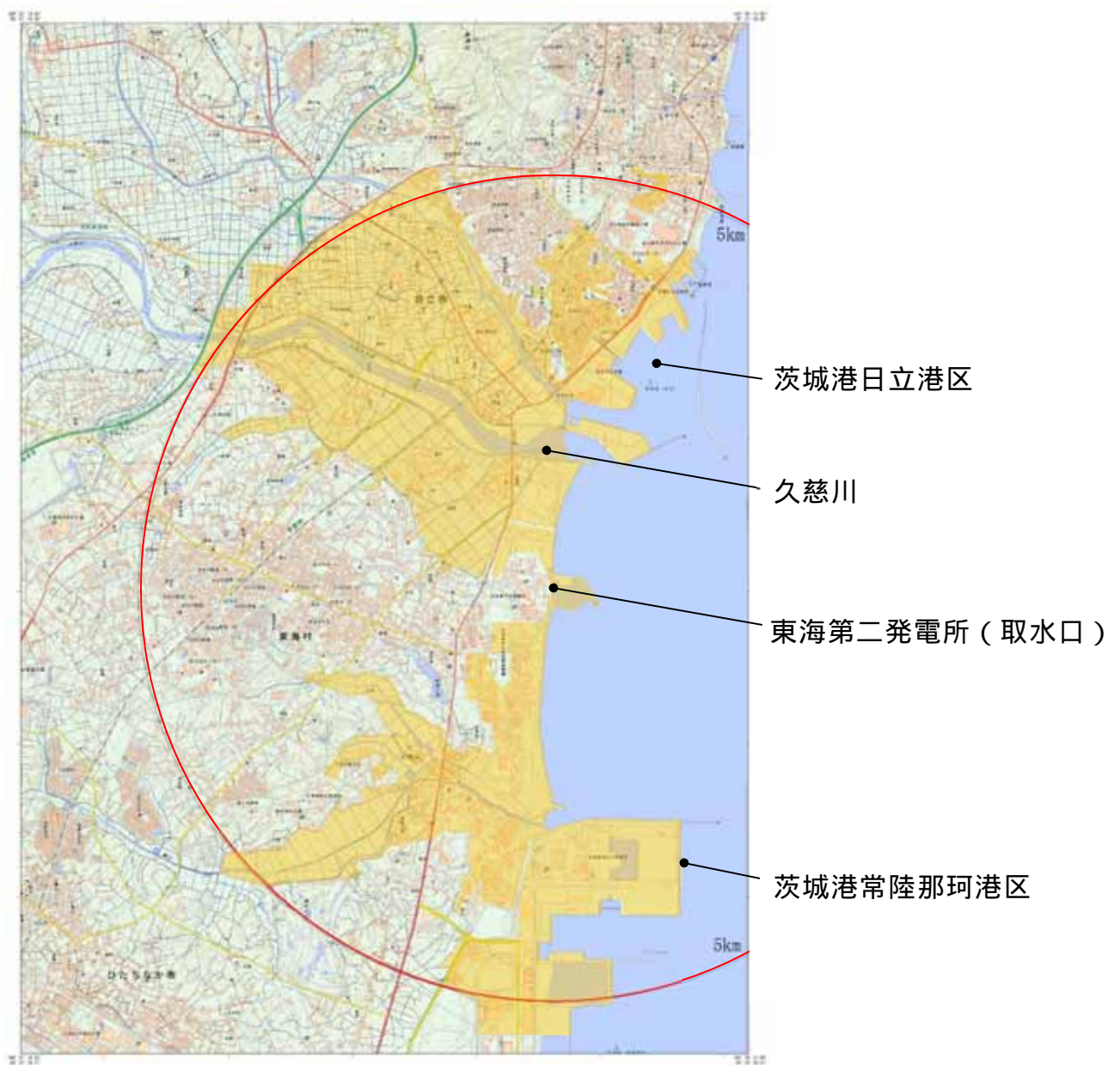
(防波堤あり)



(防波堤なし)

[発電所周辺の遡上範囲]

第 2.5-19 図 基準津波による発電所周辺の
遡上範囲及び漂流物の調査範囲 (1 / 2)



■ : 調査範囲（遡上解析結果を参考に，実際の調査にあたって広めに設定した範囲）

[漂流物の調査範囲]

第 2.5-19 図 基準津波による発電所周辺の
広域の最大水位上昇量分布及び漂流物の調査範囲（2 / 2）

c．漂流物となる可能性のある施設・設備の抽出

上記 b．で設定した調査範囲に基づき，発電所敷地内及び発電所敷地外に存在する施設・設備について，設計図書，ウォークダウン及び関係者への聞き取りにより調査した。以下に発電所敷地内（防潮堤外側）と発電所敷地外で区分けして整理した調査結果を示す。調査方法の詳細を添付資料 16 に示す。

(a) 発電所敷地内における漂流物調査結果

発電所敷地内については，防潮堤の外側を対象に調査を実施した。漂流物となる可能性のある施設・設備として抽出されたものを以下に示す。

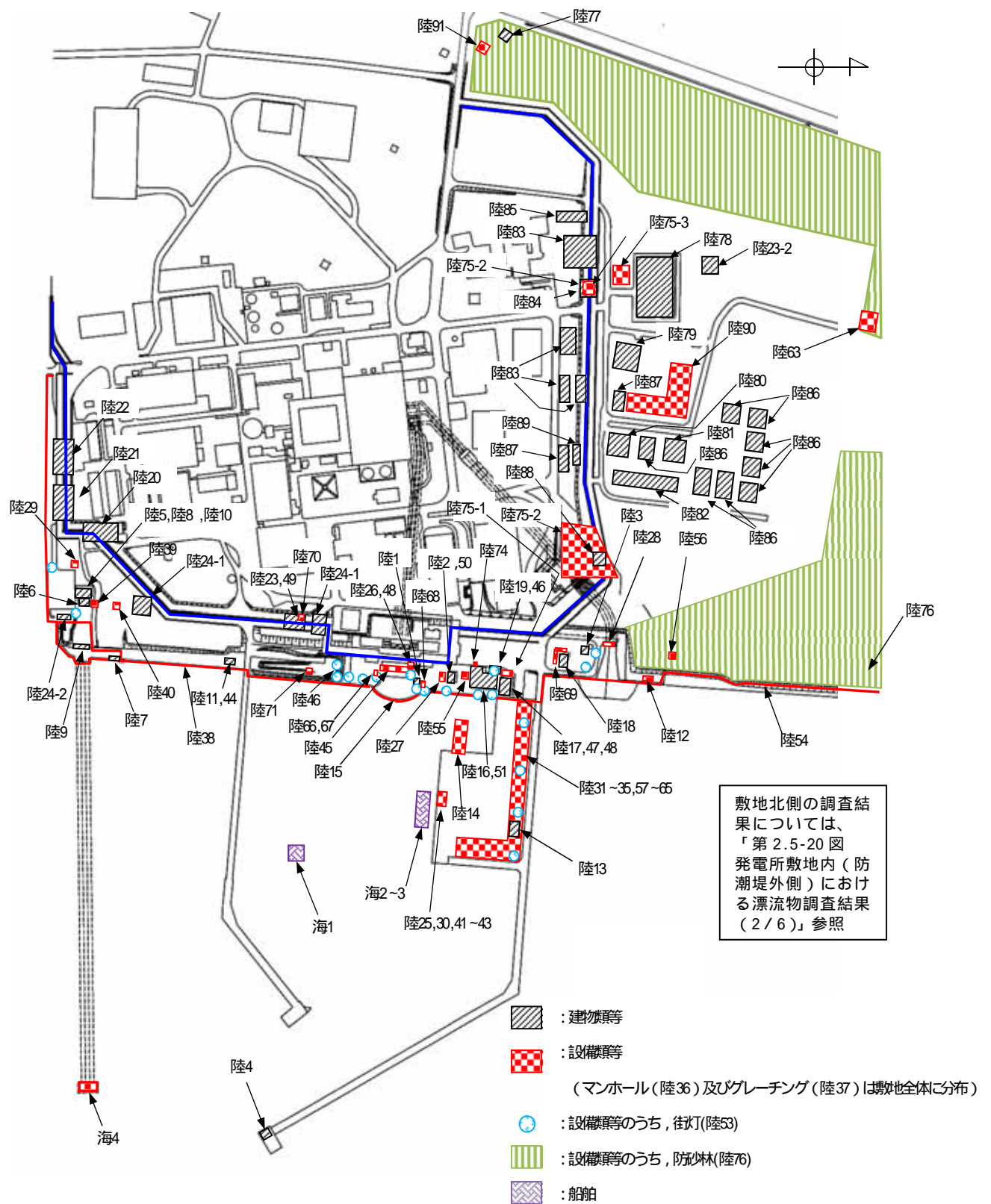
海域の船舶としては，東海港の物揚岸壁に接岸する使用済燃料輸送船及び低レベル放射性廃棄物運搬船（以下「燃料等輸送船」という。），港湾内における浚渫作業を実施する浚渫船，その他貨物船等が抽出された。

海域の設備類等としては，東海発電所の取水口の箇所にある東海発電所取水鋼管標識ブイ（以下「標識ブイ」という。）が抽出された。

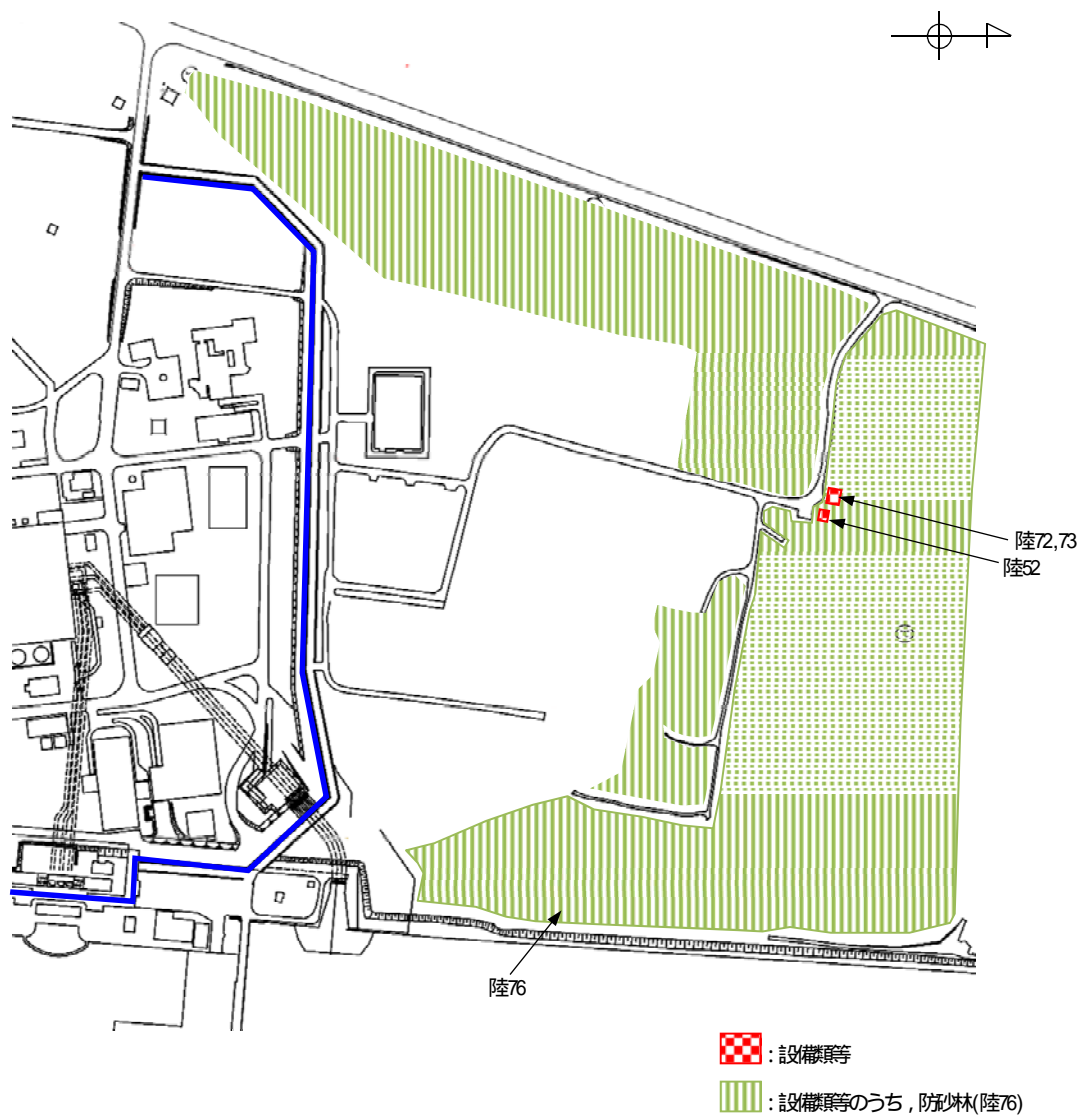
陸域の建物類等としては，基礎に据え付けられているものとして，鉄筋コンクリート造建物の検潮室，海水電解装置建屋，物揚場倉庫等，鉄骨造建物のメンテナンスセンター，輸送本部建屋，輸送本部倉庫等が抽出された。その他の建物として，仮設ハウス，再利用物品置き場テントが抽出された。

陸域の設備類等としては，ジブクレーン，除塵装置，海水電解装置等の機器，クレーン荷重試験用ウェイト，角落し，工事用資材等の資機材の他，フェンス，空調室外機，車両，防砂林等が抽出された。

第 2.5-20 図及び第 2.5-11 表に発電所敷地内における漂流物調査結果を示す。



第2.5-20図 発電所敷地内（防潮堤外側）における漂流物調査結果（1/6）



第 2.5-20 図 発電所敷地内（防潮堤外側）における漂流物調査結果（2 / 6）

			
海 4 標識ブイ			
			
陸 1 検潮小屋	陸 2 海水電解装置建屋	陸 3 放水口モニター小屋	陸 4 北防波堤灯台
			
陸 5 復水冷却用水路スクリーン室	陸 6 塩素処理室	陸 7 放水口放射能測定機器上屋	陸 8 ロータリースクリーン室
			
陸 9 主ゲート	陸 10 次亜塩素酸ソーダ注入室	陸 11 合併処理浄化槽設備	陸 12 海上レーダー
			
陸 13 物揚場倉庫	陸 14 栈橋	陸 15 カーテンウォール	陸 16 メンテナンスセンター
			
陸 17 輸送本部建屋	陸 18 輸送本部倉庫	陸 19 出入管理所	陸 20 工作建屋

第 2.5-20 図 発電所敷地内（防潮堤外側）における漂流物調査結果（3 / 6）

			
陸 21 資材 3 号倉庫	陸 22 資材 1 号倉庫	陸 23 仮設ハウス	陸 24 再利用物品置場テント
			
陸 25 ジブクレーン	陸 26 除塵装置制御盤	陸 27 海水電解装置	陸 28 放水口サンプルポンプ
			
陸 29 放射性液体廃棄物希釈水ポンプ	陸 30 ジブクレーン受電箱	陸 31 クレーン荷重試験用ウェイト	陸 32 クレーン荷重試験用吊具
			
陸 33 使用済燃料輸送容器用専用吊具	陸 34 角落とし	陸 35 トレンチ蓋	陸 36 マンホール
	撮影不可		
陸 37 グレーチング	陸 38 フェンス	陸 39 水路変圧器函	陸 40 放水口モニター
			
陸 41 ジブクレーンケーブル収納箱	陸 42 ホース収納箱	陸 43 ページング・電話ボックス	陸 44 合併処理浄化槽電源盤

第 2.5-20 図 発電所敷地内（防潮堤外側）における漂流物調査結果（4 / 6）

			
陸 45 除塵装置	陸 46 出入管理所空調室外機	陸 47 輸送本部建屋空調室外機	陸 48 輸送本部建屋空調室外機
			
陸 49 仮設ハウス空調室外機	陸 50 海水電解装置建屋空調室外機	陸 51 メンテナンスセンター空調室外機	陸 52 ミラー
			
陸 53 街灯	陸 54 鉄製防護柵	陸 55 自動販売機	陸 56 標識
			
陸 57 潜水用防護柵	陸 58 オイルフェンス巻取機	陸 59 使用済燃料輸送用区画器具保管箱	陸 60 オイルフェンス
			
陸 61 工事用資材	陸 62 工事用資材	陸 63 工事用資材	陸 64 工事用資材
			
陸 65 資材	陸 66 塵芥廃棄用コンテナ	陸 67 塵芥入れかご	陸 68 次亜塩素酸ソーダ注入装置（仮設）

第 2.5-20 図 発電所敷地内（防潮堤外側）における漂流物調査結果（5 / 6）

			
陸 69 使用済燃料輸送関連機材	陸 70 工事用資材	陸 71 敷鉄板	陸 72 コンテナ
		撮影不可	
陸 73 パレット	陸 74 手洗いシンク	陸 75 普通車・大型車	陸 76 防砂林
		撮影不可	撮影不可
陸 77 モニタ小屋	陸 78 固体廃棄物保管庫	陸 79 JAEA 使用済燃料貯蔵施設	陸 80 JAEA 廃棄物保管棟
撮影不可	撮影不可		
陸 81 JAEA 廃棄物保管棟	陸 82 JAEA 廃棄物保管棟 NL	陸 83 事務所	陸 84 車庫
写真なし			
陸 85 校正室	陸 86 大型テント	陸 87 倉庫	陸 88 一般焼却炉
写真なし			
陸 89 作業場	陸 90 足場・工具類	陸 91 鉄塔	

第 2.5-20 図 発電所敷地内（防潮堤外側）における漂流物調査結果（6 / 6）

第 2.5-11 表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分 (1 / 14)

< 海域 >

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造 (形状) / 材質	重量 (最も大きなものを記載)	評価	分類
海1	船舶	浚渫船	敷地内 港湾エリア	1	航行 / 停泊	-	約500t	・あらかじめ,緊急回避の実効性について確認した後,入港する運用とすることから,漂流物とはならない。	A
海2	船舶	燃料等輸送船	敷地内 港湾エリア	9	航行 / 停泊	-	約5,000t (総トン数)	・緊急回避行動の実効性が確認されていることから,漂流物とはならない。	
海3	船舶	貨物船	敷地内 港湾エリア	91	航行 / 停泊	-	約3,000t (総トン数)	・あらかじめ,緊急回避の実効性について確認した後,入港する運用とすることから,漂流物とはならない。	

発電所敷地内分調査実施日 : 2016 年 9 月 8 日
2016 年 9 月 9 日
2017 年 8 月 4 日

第 2.5-11 表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分 (2 / 14)

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造 (形状) / 材質	重量 (最も大きなものを記載)	評価	分類
海4	設備類等	標識ブイ	敷地内 港湾エリア	一式	固定あり	-	-	・波力によりチェーンが破損し、漂流する可能性があるが、漂流物の衝突を考慮する津波防護施設等は漁船の衝突に対して機能が十分確保できるよう設計することから、津波防護施設等の健全性に影響はない。また、取水口を完全に閉塞することはないため、非常用海水ポンプの取水性に影響はない。	C

第 2.5-11 表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分 (3 / 14)

< 陸域 >

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造 (形状) / 材質	寸法	重量	評価	分類
陸1	建物類等	検潮小屋	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	2.9m × 2.9m × 2.3m	-	< 本体 > ・地震又は津波の波力により部分的に損壊するおそれがあるが、建物の形状を維持したまま漂流物となることはないと考えられる。	< 本体 > A
陸2	建物類等	海水電解装置建屋	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	8m × 11m × 3.7m	-		
陸3	建物類等	放水口モニター小屋	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	4m × 5m × 3m	-		
陸4	建物類等	北防波堤灯台	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	3m × 9m	-		
陸5	建物類等	復水冷却用水路 スクリーン室	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	-	-	< がれき類 > ・コンクリート片等のがれきが津波防護施設等及び取水口へ到達するおそれがあるが、漂流物の衝突を考慮する津波防護施設等は漁船の衝突に対して機能が十分確保できるよう設計することから、津波防護施設等の健全性に影響はない。また、取水口を完全に閉塞させることはないため、非常用海水ポンプの取水性に影響はない。	< がれき類 > C
陸6	建物類等	塩素処理室	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	10m × 13m × 10m	-		
陸7	建物類等	放水口放射能 測定機器上屋	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	3m × 5m × 3m	-		
陸8	建物類等	ロータリースクリーン室	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	13m × 21m × 11m	-		
陸9	建物類等	主ゲート	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	4m × 18m × 10m	-		
陸10	建物類等	次亜塩素酸ソーダ注入室	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	-	-		
陸11	建物類等	合併処理浄化槽設備	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	10m × 15m × 10m	-		
陸12	建物類等	海上レーダー	敷地内 発電所構内	1	設置	鋼製支柱	-	-		
陸13	建物類等	物揚場倉庫	敷地内	1	設置	コンクリート製ブロック	7m × 12m × 3m	-		
陸14	建物類等	棧橋	敷地内 港湾エリア	1	設置	鋼製コンクリート造	1.2m × 40m × 4m	-		

第2.5-11 表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分(4/14)

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造(形状)/材質	寸法	重量	評価	分類
陸15	建物類等	カーテンウォール	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造 (鋼材支柱)	-	-	・津波により倒壊した場合には,取水口前面にコンクリート部材等が堆積するが,漂流物の衝突を考慮する津波防護施設等は漁船の衝突に対して機能が十分確保できるよう設計することから,津波防護施設等の健全性に影響はない。また,取水口を完全に閉塞させることはないため,非常用海水ポンプの取水性に影響はない。	C
陸16	建物類等	メンテナンスセンター	敷地内	1	設置	鉄骨造	34m×19m×11m	-	<本体> ・地震又は津波の波力により部分的に損壊するおそれがあるが,建物の形状を維持したまま漂流物となることはないと考えられる。	<本体> A
陸17	建物類等	輸送本部建屋	敷地内	1	設置	鉄骨造	22m×13m×7m	-	<外装板等> ・外装板等が津波防護施設等及び取水口へ到達するおそれがあるが,漂流物の衝突を考慮する津波防護施設等は漁船の衝突に対して機能が十分確保できるよう設計することから,津波防護施設等の健全性に影響はない。また,取水口を完全に閉塞させることはないため,非常用海水ポンプの取水性に影響はない。	<外装板等> C
陸18	建物類等	輸送本部倉庫	敷地内	1	設置	鉄骨造	12m×8m×4m	-		

第2.5-11表 漂流物物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分(5/14)

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造(形状)/材質	寸法	重量	評価	分類
陸19	建物類等	出入管理所	敷地内	1	設置	-	10m×5m×4m	-	・防潮堤の設置前に、撤去又は津波の流況を考慮して津波防護施設等及び取水口へ到達しないと考えられるエリアへ移設するため、津波防護施設等の健全性、非常用海水ポンプの取水性に影響を与える漂流物とはならない。	B
陸20	建物類等	工作建屋	敷地内	1	設置	鉄骨造	-	-		
陸21	建物類等	資材3号倉庫	敷地内	1	設置	鉄骨造	-	-		
陸22	建物類等	資材1号倉庫	敷地内	1	設置	鉄骨造	-	-		
陸23-1	建物類等	仮設ハウス	敷地内	1	固定なし	-	-	-		
陸23-2	建物類等	仮設ハウス	敷地内	1	固定あり	-	-	-	<p><本体> ・地震又は津波の波力により部分的に損壊するおそれがあるが、建物の形状を維持したまま漂流物となることはないと考えられる。</p> <p><構成部材等> ・地震又は津波の波力による損壊により生じた構成部材等が漂流する可能性があるが、設置位置及び流況を考慮すると津波防護施設等の健全性、非常用海水ポンプの取水性に影響を与えない。</p>	<p><本体> A</p> <p><構成部材等> B</p>

第2.5-11表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分（6 / 14）

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	評価	分類
陸24 -1	建物類等	再利用物品置場テント	発電所構内	2	固定あり	-	-	-	・防潮堤の設置前に、撤去又は津波の流況を考慮して津波防護施設等及び取水口へ到達しないと考えられるエリアへ移設するため、津波防護施設等の健全性、非常用海水ポンプの取水性に影響を与える漂流物とはならない。	B
陸24 -2	建物類等	再利用物品置場テント	発電所構内	1	固定あり	-	-	-	<p>< 本体 ></p> <ul style="list-style-type: none"> 地震又は津波の波力により部分的に損壊するおそれがあるが、建物の形状を維持したまま漂流物となることはないと考えられる。 <p>< 構成部材等 ></p> <ul style="list-style-type: none"> 構成部材等が津波防護施設等及び取水口へ到達するおそれがあるが、漂流物の衝突を考慮する津波防護施設等は漁船の衝突に対して機能が十分確保できるよう設計することから、津波防護施設等の健全性に影響はない。また、取水口を完全に閉塞させることはないため、非常用海水ポンプの取水性に影響はない。 	<p>< 本体 ></p> <p>A</p> <p>< 構成部材等 ></p> <p>C</p>

第2.5-11表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分(7/14)

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造(形状)/材質	寸法	重量	評価	分類
陸25	設備類等	ジブクレーン	敷地内 港湾エリア	1	設置	鋼製	-	-	・地震又は津波の波力により損壊するおそれがあるが、重量物であり、気密性もなく沈降することから漂流物とはならない。	A
陸26	設備類等	除塵装置制御盤	敷地内 発電所構内	1	設置	直方体	0.6m×0.8m×1.5m	-		
陸27	設備類等	海水電解装置	敷地内	一式	設置	鋼製	11m×9.5m×2m	-		
陸28	設備類等	放水口サンプリングポンプ	敷地内	3	設置	-	-	-		
陸29	設備類等	放射性液体廃棄物 希釈水ポンプ	敷地内	2	設置	円柱/鋼製	1m×2.5m	-		
陸30	設備類等	ジブクレーン受電箱	敷地内 港湾エリア	1	設置	直方体/鋼製	0.4m×1.2m×2.2m	-		
陸31	設備類等	クレーン荷重試験用 ウエイト	敷地内 港湾エリア	130	固定なし	直方体/コンクリート	1.5m×0.8m×3.5m	-	・重量物であり、気密性もなく沈降することから漂流物とはならない。	A
陸32	設備類等	クレーン荷重試験用 吊具	敷地内 港湾エリア	1	固定なし	直方体/鋼製	6m×6m×1.5m	-		
陸33	設備類等	使用済燃料輸送容器用 専用吊具	敷地内 港湾エリア	1	固定なし	-	3m×5m×4m	-		
陸34	設備類等	角落とし	敷地内 港湾エリア	30	固定なし	直方体/コンクリート	1m×7m×0.3m	-		
陸35	設備類等	トレンチ蓋	敷地内 港湾エリア	17	固定なし	直方体/コンクリート	1m×7m×0.3m	-		
陸36	設備類等	マンホール	敷地内	一式	固定なし	-	-	-		
陸37	設備類等	グレーチング	敷地内	一式	固定なし	-	-	-		

第 2.5-11 表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分 (8 / 14)

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造 (形状) / 材質	寸法	重量	評価	分類
陸38	設備類等	フェンス	敷地内	一式	設置	-	-	-	・地震又は津波の波力により損壊若しくは滑動し、漂流して津波防護施設等及び取水口へ到達するおそれがあるが、漂流物の衝突を考慮する津波防護施設等は漁船の衝突に對して機能が十分確保できることう設計することから、津波防護施設等の健全性に影響はない。また、取水口を完全に閉塞させることはないため、非常用海水ポンプの取水性に影響はない。	C
陸39	設備類等	水路変圧器函	敷地内	1	設置	直方	2m × 1.5m × 2m	-		
陸40	設備類等	放水口モニター	敷地内	1	設置	円柱 / 鋼製	0.5m × 1.5m	-		
陸41	設備類等	ジブクレーンケーブル収納箱	敷地内 港湾エリア	1	設置	直方体	0.6m × 0.6m × 0.6m	-		
陸42	設備類等	ホース収納箱	敷地内 港湾エリア	1	設置	直方体	0.2m × 0.8m × 1.4m	-		
陸43	設備類等	ページング・電話ボックス	敷地内 港湾エリア	1	設置	直方体	0.2m × 0.5m × 0.5m	-		
陸44	設備類等	合併処理浄化槽電源盤	敷地内	1	設置	直方体	1m × 1m × 2.5m	-		
陸45	設備類等	除塵装置	敷地内	一式	設置	鋼製	2m × 4.1m × 3.8m	-	・「[5]取水スクリーンの破損による通水性への影響」にて評価を実施。	

第 2.5-11 表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分（9 / 14）

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	評価	分類
陸46	設備類等	出入管理所空調室外機	敷地内	1	固定あり	直方体	0.8m×0.3m×0.6m	-	・地震又は津波の波力により損壊若しくは滑動し、漂流して津波防護施設等及び取水口へ到達するおそれがあるが、漂流物の衝突を考慮する津波防護施設等は漁船の衝突に対して機能十分確保できると設計することから、津波防護施設等の健全性に影響はない。また、取水口を完全に閉塞させることはないため、非常用海水ポンプの取水性に影響はない。	C
陸47	設備類等	輸送本部建屋空調室外機	敷地内	2	固定あり	直方体	0.5m×0.8m×2m	-		
陸48	設備類等	輸送本部建屋空調室外機	敷地内	1	固定あり	直方体	0.3m×0.8m×1.5m	-		
陸49	設備類等	仮設ハウス空調室外機	敷地内	3	固定あり	直方体	0.8m×0.3m×0.6m	-		
陸50	設備類等	海水電解装置建屋空調室外機	敷地内	1	固定あり	直方体	1.2m×1m×2m	-		
陸51	設備類等	メンテナンスセンター空調室外機	敷地内	1	固定あり	直方体	0.8m×0.3m×0.6m	-		
陸52	設備類等	ミラー	敷地内	1	固定あり	-	高さ2m	-		
陸53	設備類等	街灯	敷地内 港湾エリア	一式	固定あり	-	-	-		
陸54	設備類等	鉄製防護柵	敷地内	1	固定あり	-	-	-		
陸55	設備類等	自動販売機	敷地内	2	固定あり	直方体	2m×0.8m×2m	-		
陸56	設備類等	標識	敷地内	1	固定あり	-	-	-		
陸57	設備類等	潜水用防護柵	敷地内	1	固定なし	鋼製	2.5m×3.5m×1m	-		

第 2.5-11 表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分（10 / 14）

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	評価	分類
陸58	設備類等	オイルフェンス巻取機	敷地内 港湾エリア	1	固定なし	-	6m × 7m × 6m	-	<p>・地震又は津波の波力により損壊若しくは滑動し、漂流して津波防護施設等及び取水口へ到達するおそれがあるが、漂流物の衝突を考慮する津波防護施設等は漁船の衝突に対して機能が十分確保できるよう設計することから、津波防護施設等の健全性に影響はない。また、取水口を完全に閉塞させることはないため、非常用海水ポンプの取水性に影響はない。</p>	C
陸59	設備類等	使用済燃料輸送用区画器具保管箱	敷地内 港湾エリア	1	固定なし	直方体	1.2m × 2.5m × 1.6m	-		
陸60	設備類等	オイルフェンス	敷地内	一式	固定なし	-	5m × 5m × 0.3m	-		
陸61	設備類等	工事用資材	敷地内 港湾エリア	一式	固定なし	鋼製架台	3m × 5m × 0.5m	-		
陸62	設備類等	工事用資材	敷地内 港湾エリア	3	固定なし	鋼材等	0.8m × 8m	-		
陸63	設備類等	工事用資材	敷地内 港湾エリア	一式	固定なし	鋼材等	6m × 6m × 1.5m	-		
陸64	設備類等	工事用資材	敷地内 港湾エリア	5	固定なし	鋼製	5m × 7m × 6m	-		
陸65	設備類等	資材	敷地内 港湾エリア	1	固定なし	直方体	1m × 3m × 3m	-		
陸66	設備類等	塵芥廃棄用コンテナ	敷地内	2	固定なし	直方体	3m × 1.5m × 1.5m	-		
陸67	設備類等	塵芥入れかご	敷地内	1	固定なし	直方体	1m × 1m × 1m	-		
陸68	設備類等	次亜塩素酸ソーダ注入装置（仮設）	敷地内	一式	固定なし	-	3m × 3m × 2m	-		
陸69	設備類等	使用済燃料輸送関連機材	敷地内	1	固定なし	直方体	1.5m × 6m × 1m	-		
陸70	設備類等	工事用資材	敷地内	一式	固定なし	-	-	-		
陸71	設備類等	敷鉄板	敷地内	35	固定なし	直方体	1m × 8m × 0.1m	-		

第2.5-11表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分（11 / 14）

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	評価	分類
陸72	設備類等	コンテナ	敷地内	1	固定なし	直方体	2m × 4m × 1m	-	・地震又は津波の波力により損壊若しくは滑動し、漂流して津波防護施設等及び取水口へ到達するおそれがあるが、漂流物の衝突を考慮する津波防護施設の衝突は漁船の衝突に対して機能が十分確保できるよう設計することから、津波防護施設等の健全性に影響はない。また、取水口を完全に閉塞させることはないため、非常用海水ポンプの取水性に影響はない。	C
陸73	設備類等	パレット	敷地内	6	固定なし	直方体	1.2m × 1.2m × 0.2m	-		
陸74	設備類等	手洗いシンク	敷地内	1	固定なし	-	0.6m × 2m × 1m	-		
陸75-1	設備類等	普通車・大型車	敷地内	2	駐車	-	-	-	・津波の波力により滑動し、漂流して津波防護施設等及び取水口へ到達するおそれがあるが、漂流物の衝突を考慮する津波防護施設等は漁船の衝突に対して機能が十分確保できるよう設計することから、津波防護施設等の健全性に影響はない。また、取水口を完全に閉塞させることはないため、非常用海水ポンプの取水性に影響はない。	C
陸75-2	設備類等	普通車・大型車	敷地内	約310	駐車	-	-	-	・当該エリアについては、防潮堤の設置前に駐車不可となるため、漂流物とはならない。	A
陸75-3	設備類等	普通車	敷地内	約50	駐車	-	-	-	・津波の波力により滑動し漂流する可能性があるが、設置位置及び流況を考慮すると津波防護施設等の健全性、非常用海水ポンプの取水性に影響を与えない。	B

第2.5-11表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分（12 / 14）

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）/ 材質	寸法	重量	評価	分類
陸76	設備類等	防砂林	敷地内	-	-	-	-	-	・津波の波力により倒木し、漂流するおそれがあるが、防砂林の分布及び流況を考慮すると津波防護施設等の健全性、非常用海水ポンプの取水性に影響を与える漂流物とはならない。	B
陸77	建物類等	モニタ小屋	敷地内	1	設置	鉄筋コンクリート造	-	-	＜本体＞ ・地震又は津波の波力により部分的に損壊するおそれがあるが、建物の形状を維持したまま漂流物となることはないと考えられる。	＜本体＞ A
陸78	建物類等	固体廃棄物保管庫	敷地内	1	設置	鉄骨造	-	-		
陸79	建物類等	JAEA使用済燃料貯蔵施設	敷地内	1	設置	鉄筋コンクリート造	-	-	＜がれき類＞ ・地震又は津波の波力による損壊により生じたコンクリート片等があるが、外装板等が漂流する可能性があるが、設置位置及び流況を考慮すると津波防護施設等の健全性、非常用海水ポンプの取水性に影響を与える漂流物とはならない。	＜がれき類＞ B
陸80	建物類等	JAEA廃棄物保管棟	敷地内	1	設置	鉄筋コンクリート造	-	-		
陸81	建物類等	JAEA廃棄物保管棟	敷地内	1	設置	鉄筋コンクリート造	-	-		
陸82	建物類等	JAEA廃棄物保管棟NL	敷地内	1	設置	鉄筋コンクリート造	-	-		
陸83	建物類等	事務所	敷地内	1	設置	鉄骨造	-	-	・防潮堤の設置前に、撤去又は津波の流況を考慮して津波防護施設等及び取水口へ到達しないと考えられるエリアへ移設するため、津波防護施設等の健全性、非常用海水ポンプの取水性に影響を与える漂流物とはならない。	B
陸84	建物類等	車庫	敷地内	1	設置	鉄骨造	-	-		
陸85	建物類等	校正室	敷地内	1	設置	鉄骨造	-	-		

第2.5-11表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分（13／14）

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）／材質	寸法	重量	評価	分類
陸86	建物類等	大型テント	敷地内	1	固定あり	-			<p><本体></p> <ul style="list-style-type: none"> 地震又は津波の波力により部分的に損壊するおそれがあるが、建物の形状を維持したまま漂流物となることはないと考えられる。 	<本体> A
									<p><構成部材等類></p> <ul style="list-style-type: none"> 地震又は津波の波力による損壊により生じた構成部材等が漂流する可能性があるが、設置位置及び流況を考慮すると津波防護施設等の健全性、非常用海水ポンプの取水性に影響を与える漂流物とはならない。 	<構成部材等類> B
陸87	建物類等	倉庫	敷地内	1	固定あり	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 防潮堤の設置前に、撤去又は津波の流況を考慮して津波防護施設等及び取水口へ到達しないと考えられるエリアへ移設するため、津波防護施設等の健全性、非常用海水ポンプの取水性に影響を与える漂流物とはならない。 	B
陸88	建物類等	一般焼却炉	敷地内	1	設置	-	-	-		
陸89	建物類等	作業場	敷地内	1	固定あり	-	-	-		

第 2.5-11 表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分 (14 / 14)

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造 (形状) / 材質	寸法	重量	評価	分類
陸90	設備類等	足場・工具類	敷地内	一式	固定なし	-	-	-	< 本体 > ・地震又は津波の波力により部分的に損壊するおそれがあるが、建物の形状を維持したまま漂流物となることはないと考えられる。	< 本体 > A
									< 構成部材等類 > ・地震又は津波の波力による損壊により生じた構成部材等が漂流する可能性があるが、設置位置及び流況を考慮すると津波防護施設等の健全性、非常用海水ポンプの取水性に影響を与えない。	< 構成部材等類 > B
陸91	設備類等	鉄塔	敷地内	1	設置	-	-	-		

第 2.5-11 図に示す分類
分類 A：漂流物とはならない。
分類 B：津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。
分類 C：津波防護施設等の健全性，取水機能を有する安全設備等への影響なし。
分類 D：漂流物対策を実施する。

(b) 発電所敷地外における漂流物調査結果

発電所敷地外には，民家，商業施設，倉庫等の他，国立研究開発法人日本原子力研究開発機構，日立LNG基地，モータプール，常陸那珂火力発電所，工場等の施設があり，これらを含めて調査した結果を以下に示す。

また，発電所から北方約4kmの位置に久慈漁港があるため，漁船が発電所付近で操業することを考慮して調査を実施した結果を以下に示す。

発電所敷地外の調査範囲には，民家の家屋，商業施設，学校，工場等の建物類等が点在しており，これらを抽出した。また，鉄塔，電柱，車両等を抽出した。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構では，建物類等として，
，車庫，等が抽出された。設備類等については，
等の設備，資機材等の他，車両，防砂林等が抽出された。

茨城港日立港区の日立LNG基地では
等の建物類等が抽出された。設備類等として，タンク等の設備，資機材等の他，車両が抽出された。

茨城港日立港区のモータプールでは，建物類等として ，設備類等として，，自動販売機等が抽出された。

茨城港日立港区の工場では，等の建物類等が抽出された。設備類等としては，等の他，車両が抽出された。

茨城港日立港区の船舶として，，車両，等のが抽出された。

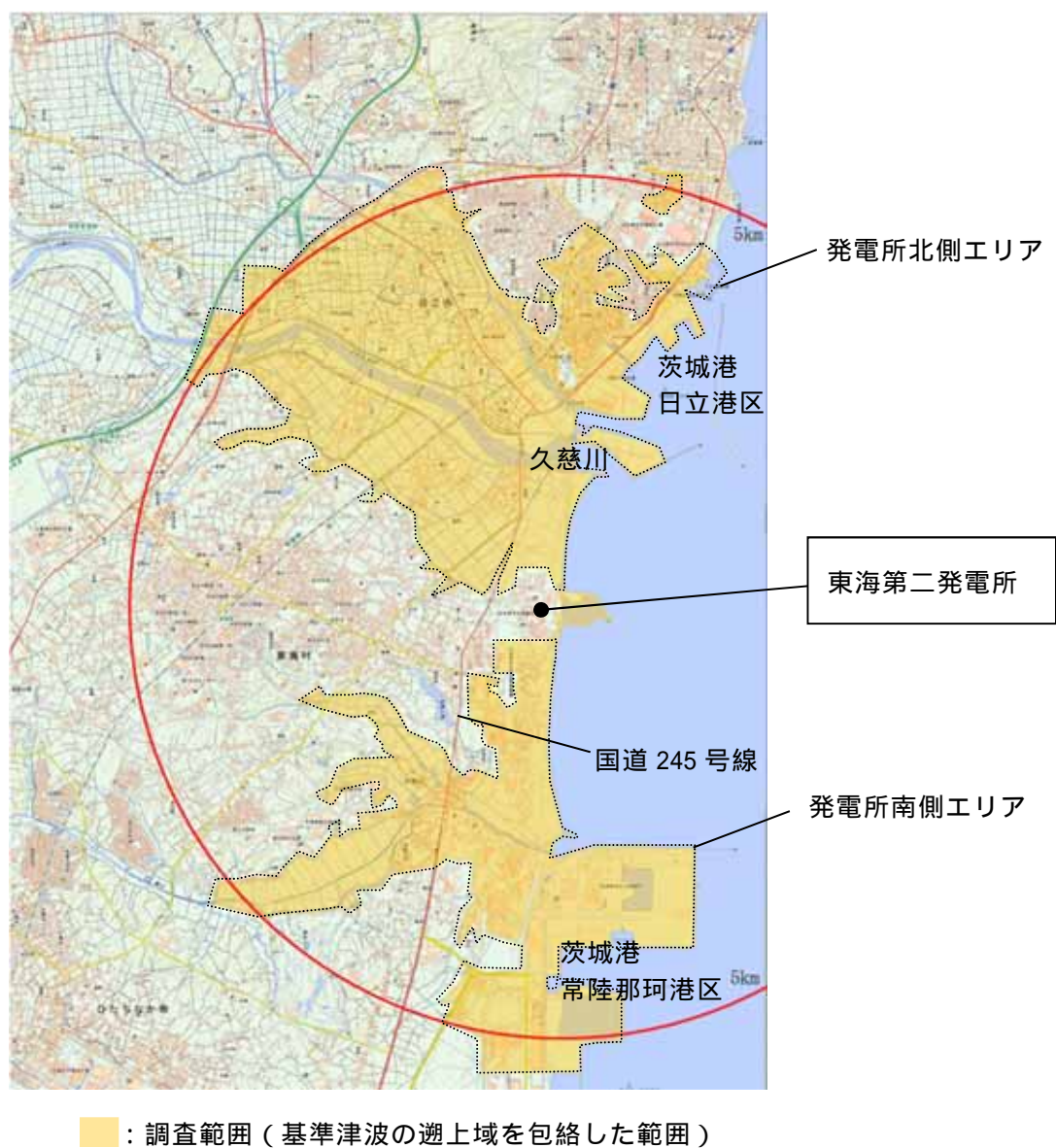
茨城港常陸那珂港区の常陸那珂火力発電所では，
等の建物類等が抽出された。設備類等としては，

[]等の機器，資機材類の他，[]
[]，車両等が抽出された。

茨城港常陸那珂港区の常陸那珂火力発電所以外の箇所については，建屋，倉庫等の建物類等，クレーン，コンテナ，車両等の設備類等が抽出された。

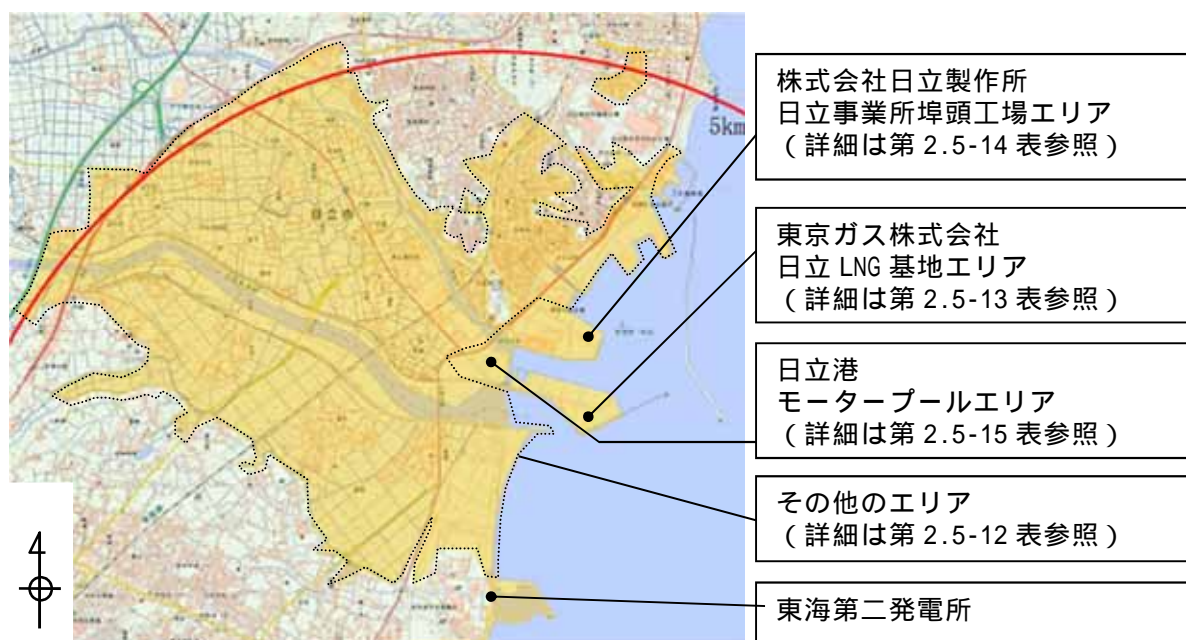
茨城港常陸那珂港区の船舶として，[]が抽出された。

第 2.5-21 図に発電所敷地外における漂流物調査のエリアを示す。また，第 2.5-12 表～第 2.5-19 表に発電所敷地外における漂流物調査結果を示す。

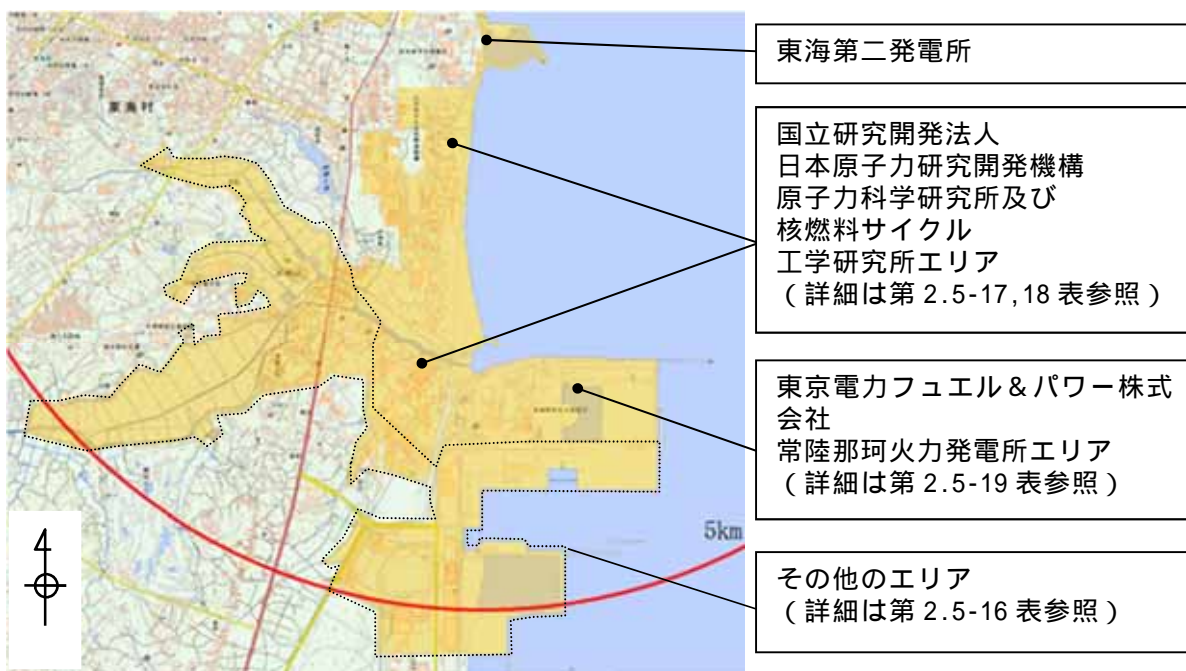


第 2.5-21 図 発電所敷地外における漂流物調査のエリア図（1 / 2）

< 発電所北側エリア >



< 発電所南側エリア >



第2.5-21図 発電所敷地外における漂流物調査のエリア図 (2 / 2)

第2.5-12表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地外分（発電所北側エリア）（その他）（1/2）

< 海域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）／材質	重量 （最も大きなものを記載）	評価	分類
船舶	漁船	敷地外	35	航行／停泊	-	5t未満	・漁船が発電所付近で操業することを考慮すると津波襲来時に漂流する可能性があるが、漂流物の衝突を考慮する津波防護施設等は漁船の衝突に対して機能が十分確保できるよう設計することから、津波防護施設等の健全性に影響はない。また、取水口を完全に閉塞することはないため、非常用海水ポンプの取水性に影響はない。	C
船舶	漁船	敷地外	7	航行／停泊	-	5～20t	・津波により漂流する可能性があるが、設置位置及び流況を考慮すると津波防護施設等の健全性、非常用海水ポンプの取水性に影響を与える漂流物とはならない。	B

< 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）／材質	寸法	重量	評価	分類
建物類等	衛生センター	敷地外	一式	設置	-	-	-	＜本体＞ ・地震又は津波の波力により部分的に損壊するおそれがあるが、建物の形状を維持したまま漂流物となることはないと考えられる。	＜本体＞ A
建物類等	大型商業施設	敷地外	一式	設置	-	-	-	＜がれき類＞ ・地震又は津波の波力による損壊により生じたコンクリート片等のがれき、木片、外装板等が漂流する可能性があると、設置位置及び流況を考慮すると津波防護施設等の健全性、非常用海水ポンプの取水性に影響を与える漂流物とはならない。	＜がれき類＞ B
建物類等	公共施設	敷地外	一式	設置	-	-	-		
建物類等	事務所建屋	敷地外	一式	設置	-	-	-		
建物類等	倉庫	敷地外	一式	設置	-	-	-		

発電所敷地外分（発電所北側エリア）（その他）調査実施日：2016年11月10日

2016年11月11日

2017年3月13日

第 2.5-12 表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地外分（発電所北側エリア）（その他）（2 / 2）

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	評価	分類
建物類等	工場	敷地外	一式	設置	-	-	-	<div>< 本体 ></div> <div>・地震又は津波の波力により部分的に損壊するおそれがあるが、建物の形状を維持したまま漂流物となることはないと考えられる。</div>	< 本体 > A
建物類等	学校	敷地外	一式	設置	-	-	-	<div>< がれき類 ></div> <div>・地震又は津波の波力による損壊により生じたコンクリート片等のがれき、木片、外装板等が漂流する可能性があるが、設置位置及び流況を考慮すると津波防護施設等の健全性、非常用海水ポンプの取水性に影響を与える漂流物とはならない。</div>	< がれき類 > B
建物類等	欽塔	敷地外	一式	設置	-	-	-		
建物類等	家屋	敷地外	一式	設置	-	-	-		
設備類等	柵	敷地外	一式	固定あり	-	-	-	・地震又は津波の波力により損壊し漂流する可能性があるが、設置位置及び流況を考慮すると津波防護施設等の健全性、非常用海水ポンプの取水性に影響を与える漂流物とはならない。	B
設備類等	石油タンク	敷地外	一式	設置	-	-	-		
設備類等	電柱，街灯	敷地外	一式	固定あり	-	-	-	・地震又は津波の波力により損壊するおそれがあるが、重量物であり、気密性もなく沈降すると考えられることから漂流物とはならない。	A
設備類等	墓石，記念碑	敷地外	一式	固定あり	-	-	-	・津波の波力により滑動し漂流する可能性があるが、設置位置及び流況を考慮すると津波防護施設等の健全性、非常用海水ポンプの取水性に影響を与える漂流物とはならない。	B
設備類等	普通車，大型車	敷地外	約 3500	駐車	-	-	-	・津波の波力により倒木し、漂流するおそれがあるが、防砂林の分布及び流況を考慮すると津波防護施設等の健全性、非常用海水ポンプの取水性に影響を与える漂流物とはならない。	B
設備類等	防砂林	敷地内	-	-	-	-	-		

第 2.5-11 図に示す分類

分類 A：漂流物とはならない。

分類 B：津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。

分類 C：津波防護施設等の健全性，取水機能を有する安全設備等への影響なし。

分類 D：漂流物対策を実施する。

第 2.5-13 表 漂流物検討対象選定結果一覧表

発電所敷地外分（発電所北側エリア）（東京ガス株式会社日立 LNG 基地）（1 / 2）

< 海域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	重量 （最も大きなもの を記載）	評価	分類
船舶								
設備類等								

< 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	評価	分類
建物類等									
建物類等									
建物類等									
建物類等									

発電所敷地外分（発電所北側エリア）

（東京ガス株式会社日立 LNG 基地）調査実施日：2017 年 3 月 14 日

第 2.5-13 表 漂流物検討対象選定結果一覧表

発電所敷地外分（発電所北側エリア）（東京ガス株式会社日立 LNG 基地）（2 / 2）

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	評価	分類
建物類等									
建物類等									
建物類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等	資機材								

第 2.5-11 図に示す分類
分類 A：漂流物とはならない。
分類 B：津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。
分類 C：津波防護施設等の健全性，取水機能を有する安全設備等への影響なし。
分類 D：漂流物対策を実施する。

第 2.5-14 表 漂流物検討対象選定結果一覧表

発電所敷地外分（発電所北側エリア）（日立GEニュークリア・エナジー株式会社日立事業所埠頭工場）（1/2）

< 海域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）／材質	重量 （最も大きな ものを記載）	評価	分類
船舶								

5 条 2.5-74

< 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）／材質	寸法	重量	評価	分類
建物類等									

発電所敷地外分（発電所北側エリア）
（日立GEニュークリア・エナジー株式会社日立事業所埠頭工場）調査実施日：2017 年 1 月 13 日

第 2.5-14 表 漂流物検討対象選定結果一覧表

発電所敷地外分（発電所北側エリア）（日立GEニュークリア・エナジー株式会社日立事業所埠頭工場）（2/2）

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）／材質	寸法	重量	評価	分類
建物類等									
建物類等									
建物類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等	自動販売機								
設備類等	電柱								
設備類等	大型車・普通車								

第 2.5-11 図に示す分類
分類 A：漂流物とはならない。
分類 B：津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。
分類 C：津波防護施設等の健全性，取水機能を有する安全設備等への影響なし。
分類 D：漂流物対策を実施する。

第 2.5-15 表 漂流物検討対象選定結果一覧表

発電所敷地外分（発電所北側エリア）（茨城港日立港区モータープール）

< 海域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）／材質	重量 （最も大きなものを記載）	評価	分類
船舶								

5 条 2.5-76

< 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）／材質	寸法	重量	評価	分類
建物類等									
設備類等	自動販売機								
設備類等	街灯								
設備類等									
設備類等									

第 2.5-11 図に示す分類

分類 A：漂流物とはならない。
分類 B：津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。
分類 C：津波防護施設等の健全性，取水機能を有する安全設備等への影響なし。
分類 D：漂流物対策を実施する。

発電所敷地外分（発電所北側エリア）
（茨城港日立港区モータープール）調査実施日：2017 年 2 月 28 日

第 2.5-16 表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地外分（発電所南側エリア）（その他）（1/2）

< 海域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	重量 （最も大きなものを記載）	評価	分類
船舶								
船舶								

< 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	評価	分類
設備類等	欽塔	敷地外	一式	設置	-	-	-	<p>< 本体 ></p> <ul style="list-style-type: none"> 地震又は津波の波力により部分的に損壊するおそれがあるが、建物の形状を維持したまま漂流物となることはないと考えられる。 	< 本体 > A
建物類等	倉庫	敷地外	一式	設置	-	-	-		
建物類等	工場	敷地外	一式	設置	-	-	-	<p>< がれき類 ></p> <ul style="list-style-type: none"> 地震又は津波の波力による損壊により生じたコンクリート片等のがれき、木片、外装板等が漂流し津波防護施設等及び取水口へ到達するおそれがあるが、漂流物の衝突を考慮する津波防護施設等は漁船の衝突に対して機能が十分確保できるよう設計することから、津波防護施設等の健全性に影響はない。また、取水口を完全に閉塞させることはないため、非常用海水ポンプの取水性に影響はない。 	< がれき類 > C
建物類等	下水処理場	敷地外	一式	設置	-	-	-		
建物類等	家屋	敷地外	一式	設置	-	-	-		
建物類等	大型商業施設	敷地外	一式	設置	-	-	-		
建物類等	事務所建屋	敷地外	一式	設置	-	-	-		
設備類等	ジブクレーン	敷地外	2	設置	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 地震又は津波の波力により損壊するおそれがあるが、重量物であり、気密性もなく沈降すると考えられることから漂流物とはならない。 	A
設備類等	門型クレーン	敷地外	4	設置	-	-	-		

発電所敷地外分（発電所南側エリア）（その他）調査実施日：2016年11月10日
 ：2016年11月11日
 ：2017年4月26日

第 2.5-16 表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地外分（発電所南側エリア）（その他）（2/2）

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）／材質	寸法	重量	評価	分類
設備類等	コンテナ	敷地外	約350	固定なし	-	-	-	・地震又は津波の波力により損壊若しくは滑動し、漂流して津波防護施設等及び取水口へ到達するおそれがあるが、漂流物の衝突を考慮する津波防護施設等は漁船の衝突に対して機能が十分確保できるよう設計することから、津波防護施設等の健全性に影響はない。また、取水口を完全に閉塞させることはないため、非常用海水ポンプの取水性に影響はない。	C
設備類等	電柱，街灯	敷地外	一式	固定あり	-	-	-		
設備類等	倉庫	敷地外	一式	固定あり	-	-	-		
設備類等	普通車，大型車	敷地外	約3500	駐車	-	-	-	・津波の波力により滑動し、漂流するおそれがあるが、漂流過程で沈降すると考えられることから、津波防護施設等の健全性，非常用海水ポンプの取水性に影響を与える漂流物とはならない。	B
設備類等	建設重機	敷地外	一式	駐車	-	-	-		
設備類等	トラクター	敷地外	約200	固定なし	-	-	-		

第 2.5-11 図に示す分類

分類 A：漂流物とはならない。

分類 B：津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。

分類 C：津波防護施設等の健全性，取水機能を有する安全設備等への影響なし。

分類 D：漂流物対策を実施する。

第 2.5-17 表 漂流物検討対象選定結果一覧表
発電所敷地外分（発電所南側エリア）（国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（原子力科学研究所））（1 / 4）

< 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	評価	分類
建物類等									
建物類等	自転車置場								
建物類等									
建物類等									
建物類等									
建物類等									
設備類等									

発電所敷地外分（発電所南側エリア）
（国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（原子力科学研究所））調査実施日：2017 年 3 月 1 日

第 2.5-17 表 漂流物検討対象選定結果一覧表

発電所敷地外分（発電所南側エリア）（国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（原子力科学研究所））（3 / 4）

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	評価	分類
設備類等	街灯								
設備類等									
設備類等	自動販売機								
設備類等									
設備類等									
設備類等	資機材								
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等	消火器入り保管箱								
設備類等									
設備類等	自転車								

第 2.5-17 表 漂流物検討対象選定結果一覧表

発電所敷地外分（発電所南側エリア）（国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（原子力科学研究所））（4 / 4）

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	評価	分類
設備類等	植生								
設備類等	防砂林								
設備類等	マンホール								
設備類等	普通車・大型車								

第 2.5-11 図に示す分類
分類 A：漂流物とはならない。
分類 B：津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。
分類 C：津波防護施設等の健全性，取水機能を有する安全設備等への影響なし。
分類 D：漂流物対策を実施する。

第 2.5-18 表 漂流物検討対象選定結果一覧表

発電所敷地外分（発電所南側エリア）（国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（核燃料サイクル工学研究所））（1 / 2）

< 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	評価	分類
建物類等									
建物類等									
建物類等									
建物類等									
建物類等									
建物類等									
建物類等	車庫								
建物類等									
建物類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									

発電所敷地外分（発電所南側エリア）

（国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（核燃料サイクル工学研究所））調査実施日：2017 年 3 月 1 日

第 2.5-18 表 漂流物検討対象選定結果一覧表

発電所敷地外分（発電所南側エリア）（国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（核燃料サイクル工学研究所））（2/2）

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）／材質	寸法	重量	評価	分類
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等	防砂林								
設備類等	普通車								
設備類等									

第 2.5-11 図に示す分類

- 分類 A：漂流物とはならない。
- 分類 B：津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。
- 分類 C：津波防護施設等の健全性，取水機能を有する安全設備等への影響なし。
- 分類 D：漂流物対策を実施する。

第 2.5-19 表 漂流物検討対象選定結果一覧表
発電所敷地外分（発電所南側エリア）（東京電力フュエル＆パワー株式会社常陸那珂火力発電所）（1 / 5）

< 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）／材質	寸法	重量	評価	分類
建物類等									
建物類等									
建物類等									
建物類等									
建物類等									
建物類等									
建物類等									
建物類等									
建物類等	車庫								
建物類等									
建物類等									
建物類等									
建物類等									

発電所敷地外分（発電所南側エリア）
（東京電力フュエル＆パワー株式会社常陸那珂火力発電所）調査実施日：2017 年 4 月 26 日

第 2.5-19 表 漂流物検討対象選定結果一覧表

発電所敷地外分（発電所南側エリア）（東京電力フュエル & パワー株式会社常陸那珂火力発電所）（2 / 5）

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	評価	分類
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									

第 2.5-19 表 漂流物検討対象選定結果一覧表

発電所敷地外分（発電所南側エリア）（東京電力フュエル & パワー株式会社常陸那珂火力発電所）（3 / 5）

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	評価	分類
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									

第 2.5-19 表 漂流物検討対象選定結果一覧表

発電所敷地外分（発電所南側エリア）（東京電力フュエル & パワー株式会社常陸那珂火力発電所）（4 / 5）

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	評価	分類
設備類等									

第 2.5-19 表 漂流物検討対象選定結果一覧表

発電所敷地外分（発電所南側エリア）（東京電力フュエル＆パワー株式会社常陸那珂火力発電所）（5/5）

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）／材質	寸法	重量	評価	分類
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等									
設備類等	普通車・大型車								
設備類等									

第 2.5-11 図に示す分類

- 分類 A：漂流物とはならない。
分類 B：津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。
分類 C：津波防護施設等の健全性，取水機能を有する安全設備等への影響なし。
分類 D：漂流物対策を実施する。

d．漂流物検討対象の選定

c．の漂流物となる可能性のある施設・設備の抽出結果に基づき，津波防護施設等の健全性への影響及び非常用海水ポンプの取水性への影響について評価を実施した。なお，漂流物となる可能性のある施設・設備の評価のうち「漂流物となるか」の評価において，漂流物とはならないと評価するもの（分類：A）及び「津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に到達する漂流物となるか」の評価において津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならないと評価するもの（分類：B）については第2.5-22図に示す通り判断基準を整理した。

漂流物とはならないと評価するもの（分類：A）

- ・撤去するため漂流物とはならない。
- ・重量物であり，気密性がなく沈降するため漂流物とはならない。
- ・施設・設備が本来の形状を維持したまま滑動し漂流を続ける事例は確認されていないため，本来の形状を維持したまま漂流物とはならない。¹（損壊により生じたがれき等については別途評価）
- ・退避可能であるため漂流物とはならない。²

津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならないと評価するもの（分類：B）

- ・設置位置及び津波の流況から到達しない。³
- ・津波の流況を考慮の上到達しないと考えられるエリアへ移設するため到達しない。
- ・漂流過程で沈降するため到達しない。⁴

- 1 過去の被災事例をもとに評価
- 2 退避の実効性を確認することにより評価
- 3 施設・設備の設置位置及び津波の流況により評価
- 4 参考文献等をもとに評価

第2.5-22図 漂流物評価における分類：A及び分類：Bの判断基準

(a) 発電所敷地内

発電所敷地内の評価結果について、以下に示す。また、第 2.5-11 表に評価結果の一覧を示す。

建物類等

検潮室，海水電解装置建屋，物揚場倉庫，メンテナンスセンター，輸送本部建屋，輸送本部倉庫等の鉄筋コンクリート造及び鉄骨造の建屋については，基礎に固定された建物である。過去の被災事例を考慮すると，これらの建物が地震又は波力により部分的に損壊するおそれがあるが，本来の形状を維持したまま漂流物となることはないと考えられる。東北地方太平洋沖地震時の被害状況を踏まえた東海第二発電所の地震・津波による被害想定を添付資料 4 0 に示す。鉄筋コンクリート造建物のコンクリート壁は地震又は波力により損壊するおそれがあり，損壊により生じたコンクリート片等のがれきが漂流物となる可能性がある。鉄骨造建物の外装板は波力により破損する可能性があり，破損した外装板及び建屋内の軽量な物品等が漂流物となる可能性がある。評価の結果，がれき，外装板及び軽量な物品等が漂流した場合，津波防護施設等及び取水口へ向かう可能性を否定できないため，津波防護施設等の健全性及び非常用海水ポンプの取水性に与える影響について評価した。津波防護施設等の健全性及び非常用海水ポンプの取水性への評価結果については(c)に示す。

なお，調査にて抽出された仮設ハウス，再利用物品置場テント等については，防潮堤の設置前に移設又は撤去することから，漂流物とはならない。

設備類等

ジブクレーン，海水電解装置等の機器については，支持構造物により基礎に固定されている。これらの設備が地震又は波力により，損壊

するおそれがあるが、重量物であり、気密性もなく沈降すると考えられることから漂流物とはならない。

クレーン荷重試験用ウェイト、角落し等については重量物であることから漂流物とはならない。

フェンス、空調室外機、車両等の比較的軽量なものは、漂流物となる可能性がある。評価の結果、フェンス、空調室外機、車両等の比較的軽量なものが漂流した場合、津波防護施設等及び取水口へ向かう可能性を否定できないため、津波防護施設等の健全性及び非常用海水ポンプの取水性に与える影響について評価した。津波防護施設等の健全性及び非常用海水ポンプの取水性への評価結果については(c)に示す。

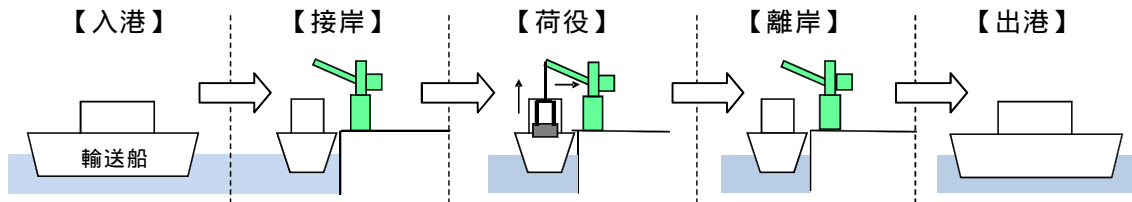
防砂林については、津波により倒木して漂流物となる可能性があるが、設置位置及び津波の流況から取水口へは向かわないと考えられることから、津波防護施設等及び取水機能を有する安全設備に対する漂流物とはならない。津波の流況を踏まえた漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性評価結果を添付資料 17 に示す。

なお、除塵装置については、「[5] 取水スクリーンの破損による通水性への影響」において、評価する。

発電所敷地前面の沖合にある標識ブイは、津波の波力によりチェーンが破損し、漂流する可能性があるため、漂流するものとして評価した。評価の結果、標識ブイが漂流した場合、津波防護施設等及び取水口に向かう可能性は否定できないため、津波防護施設等の健全性及び非常用海水ポンプの取水性に与える影響について評価した。津波防護施設等の健全性及び非常用海水ポンプの取水性への評価結果については(c)に示す。また、地震後の防波堤の津波による影響評価については添付資料 18 に示す。

船舶（燃料等輸送船）

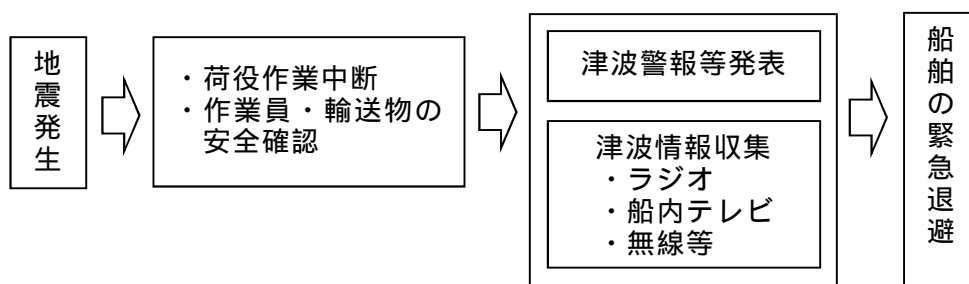
発電所敷地内には港湾施設として物揚岸壁があり，燃料等輸送船が停泊する。第 2.5-23 図に燃料等輸送船の入港から出港までの主な輸送行程を示す。



第 2.5-23 図 燃料等輸送船の主な輸送行程

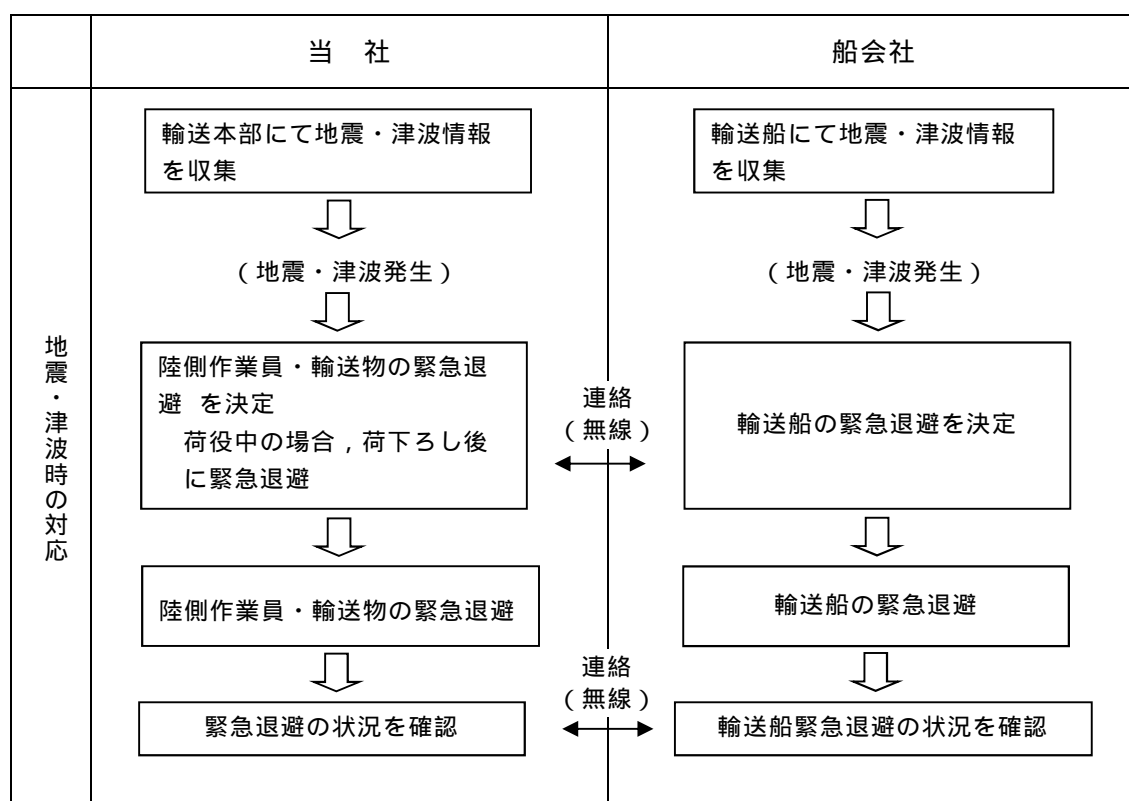
燃料等輸送船は，港湾施設に停泊中に大津波警報，津波警報又は津波注意報（以下「津波警報等」という。）発表時には，緊急退避を行うこととしており，2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえ，輸送に先立ち，第 2.5-24 図に示す緊急退避フローを取り込んだマニュアルを整備している。

また，燃料等輸送船の緊急退避についての当社と船会社の対応分担は第 2.5-25 図に示すとおりであり，これら一連の対応を行うため，当社は，当社と船会社間の連絡体制を整備するとともに，地震・津波発生時の緊急対応マニュアルを整備し，緊急退避訓練を実施している。燃料等輸送船の緊急退避は船会社が実施するため，当社は，緊急対応の措置の状況を，監査や訓練報告書等により確認している。



津波到達時間等を考慮し船長が判断・指示

第 2.5-24 図 燃料等輸送船の緊急退避フロー



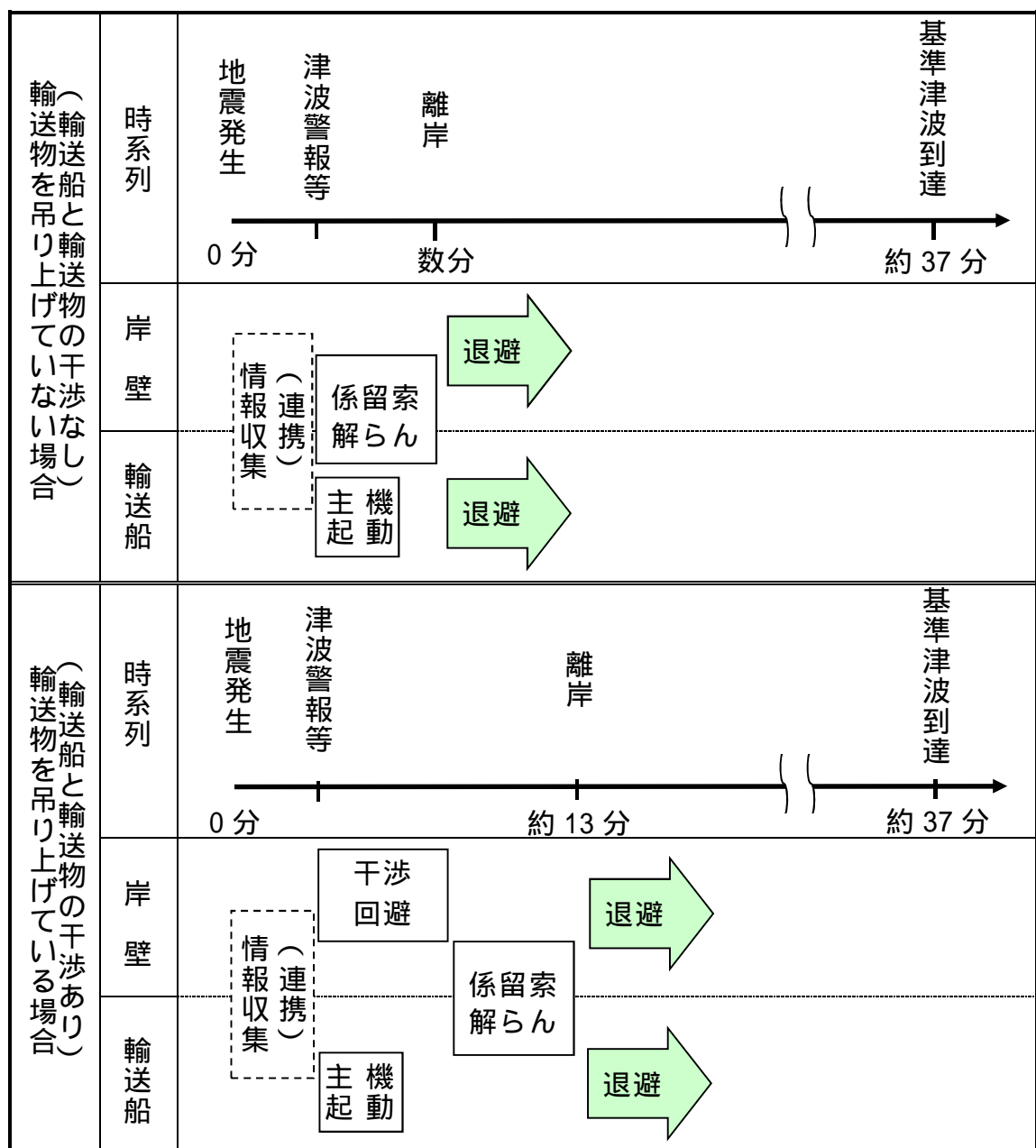
第 2.5-25 図 燃料等輸送船の緊急退避時の当社と船会社の運用の対応分担

燃料等輸送船と輸送物の干渉がない「荷役」以外の行程は、輸送行程の大部分を占めており、津波警報等発令から数分で緊急退避が可能である。燃料等輸送船と輸送物が干渉しうる「荷役」行程は、これよりも退避までに時間を要するが、輸送行程の中で極めて短時間であること、また、電源喪失時にも物揚岸壁クレーンを使用可能とし、緊急退避ができるように、物揚岸壁クレーンには非常用電源を用意していること、さらに緊急離岸が可能となるまでの時間(係留索解らん完了)は、地震発生後約 13 分であり、基準津波の到達時間である約 37 分までに緊急退避が可能であることから、燃料等輸送船は漂流物とはならない。第 2.5-26 図に津波襲来時の緊急退避可能時間を示す。

なお、数分で津波が襲来する場合を想定すると、「荷役」行程では、離岸のための荷下ろし作業中となることもあり得るが、以下の理由から燃料等輸送船は航行不能になるとは考えられず、燃料等輸送船は漂流物とはならない。

- ・物揚岸壁に係留されており、津波高さと喫水高さの関係から物揚岸壁を越えず留まる。
- ・物揚岸壁に接触しても防げん材を有しており、かつ、法令(危険物船舶運送及び貯蔵規則)に基づく二重船殻構造等十分な船体強度を有している。

添付資料 19 に燃料等輸送船の係留索の耐力の評価結果、添付資料 20 に燃料等輸送船の喫水と津波高さとの関係を示す。



第 2.5-26 図 津波襲来時の緊急退避可能時間

船舶（浚渫船，貨物船等）

発電所港湾内には、燃料等輸送船のほか、浚渫作業のための浚渫船、設備・資機材の搬出入のための貨物船等が不定期に入港する。これらの浚渫船、貨物船等については入港する前に、地震・津波発生時の緊急対応の体制及び手順が整備されていることを当社が確認する。また、

当社と船会社との連絡体制を確立することにより，緊急退避の実効性があることを確認する。

(b) 発電所敷地外

発電所敷地外の評価結果について，以下に示す。なお，発電所敷地外については発電所北側エリア及び発電所南側エリアに分けて評価を実施する。発電所北側エリアにおける評価結果の一覧を第2.5-12表～第2.5-15表に，発電所南側エリアにおける評価結果の一覧を第2.5-16表～第2.5-19表にそれぞれ示す。

i) 発電所北側エリア

建物類等

鉄筋コンクリート造及び鉄骨造の建屋及び構築物については，基礎に固定された建物である。過去の被災事例を考慮すると，これらの建物が地震又は波力により部分的に損壊するおそれがあるが，本来の形状を維持したまま漂流物となることはないと考えられる。**東北地方太平洋沖地震時の被害状況を踏まえた東海第二発電所の地震・津波による被害想定を添付資料40に示す。**鉄筋コンクリート造建物のコンクリート壁は地震又は波力により損壊するおそれがあり，損壊により生じたコンクリート片等のがれきが漂流物となる可能性がある。鉄骨造建物の外装板は波力により破損する可能性があり，破損した外装板及び建屋内の軽量な物品等が漂流物となる可能性がある。家屋，倉庫等は，波力により破損する可能性があり，破損した部材及び建屋内の軽量な物品等が漂流物となる可能性がある。上記の施設・設備が漂流物となった場合においても，設置位置及び津波の流況から津波防護施設等及び取水口へは向かわないと考えられることから，津波防護施設等及び取水機能を有する安全設備に対する漂流物とはならないと評価した。津波の流況を踏まえた漂流物の津波防

護施設等及び取水口への到達可能性評価結果を添付資料 17 に示す。

設備類等

株式会社日立製作所日立事業所埠頭工場の[]等の機器については支持構造物により基礎に固定されている。これらの設備が地震又は波力により、損壊するおそれがあるが、重量物であり、気密性もなく沈降すると考えられることから漂流物とはならない。

日立港区モータープールの[]等については重量物であることから漂流物とはならない。

東京ガス株式会社日立 LNG 基地，株式会社日立製作所日立事業所埠頭工場の[]等の機器は，支持構造物により基礎に固定されているが，地震又は波力により，損壊若しくは滑動して漂流物となる可能性がある。その他の設備類等についても，多くのものが漂流物となり海域に流出する可能性があると考えられる。上記の施設・設備が漂流物となった場合においても，設置位置及び津波の流況から津波防護施設等及び取水口へは向かわないと考えられることから，津波防護施設等及び取水機能を有する安全設備に対する漂流物とはならないと評価した。津波の流況を踏まえた漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性評価結果を添付資料 17 に示す。

船舶（漁船，定期船）

発電所敷地の北方約 4 km に漁港があり，5t 未満（総トン数）の漁船については，発電所近郊の海上で操業することを考慮し，保守的に津波襲来時に漂流する可能性があるものとして評価した。評価の結果，漁船が津波により航行不能になり漂流するとした場合，津波防護施設等及び取水口に向かう可能性は否定できないため，津波防護施設等の健全性及び非常用海水ポンプの取水性に与える影響について評価した。津波防護施設等の健全性及び非常用海水ポンプの取水性

への評価結果については(c)に示す。

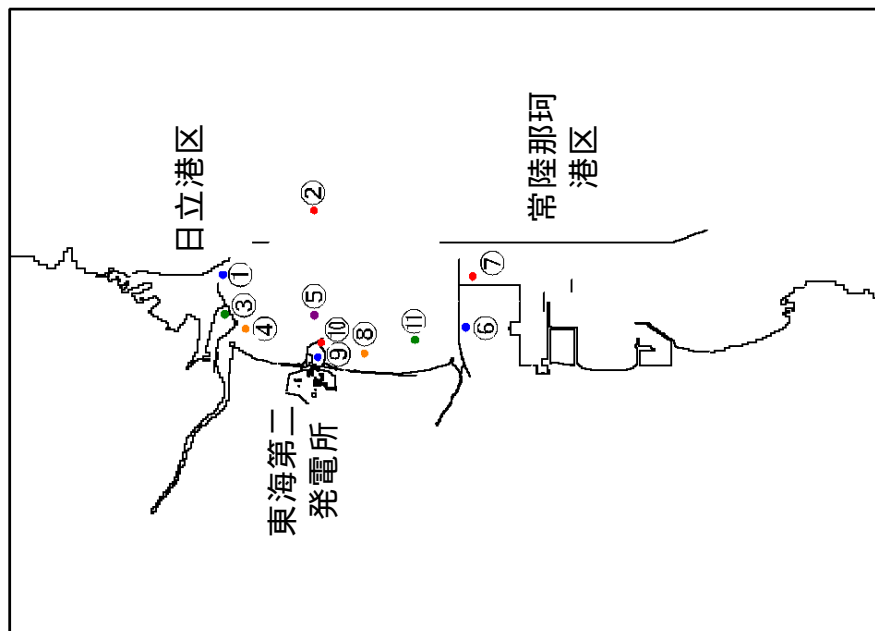
また、発電所周辺を定期的に航行する定期船としては、発電所敷地北方約 2.5 kmに位置する茨城港日立港区に寄港する[] [] []等がある。これらの船舶が停泊しているときに津波警報等が発表された場合には、荷役及び作業を中止した上で、緊急退避又は係留避泊する運用としていることから、漂流物とはならない。

津波の流向について

第 2.5-27 図に発電所敷地周辺に漂流物を想定した軌跡解析を実施した結果を示す。発電所北側エリアのうち日立港区周辺の評価点(初期配置 [], [])及び久慈川河口周辺の評価点(初期配置 [])については、防波堤ありケースと防波堤なしケースにおいて大きな挙動の違いは確認されなかった。日立港区周辺の評価点(初期配置 [], [])は初期地点の近辺にて漂流を続ける挙動を示しており、久慈川河口周辺の評価点(初期配置 [])は久慈川へ遡上する挙動が確認された。発電所前面海域の評価点(初期配置 [])及び遠洋海域の評価点(初期配置 [])については防波堤なしケースに比べて防波堤ありケースの解析において漂流範囲が広がる傾向が確認された。漂流範囲が広がる傾向にあった防波堤ありケースでは、発電所前面海域の評価点(初期配置 [])については南方向へ移動する挙動が確認され、遠洋海域の評価点(初期配置 [])については外海方向へ移動する挙動が確認された。以上より、軌跡解析の結果からも発電所北側エリアで発生する漂流物は発電所へ接近してこないと考えられる。

なお、解析は水粒子の軌跡のシミュレーションであり、漂流物の挙動と水粒子の軌跡が完全に一致するものではないが、水粒子の軌跡は漂流物の挙動と比較して敏感であり、漂流物の発電所への影響を評価するうえで重要な流向(漂流物の移動方向)については、十分に

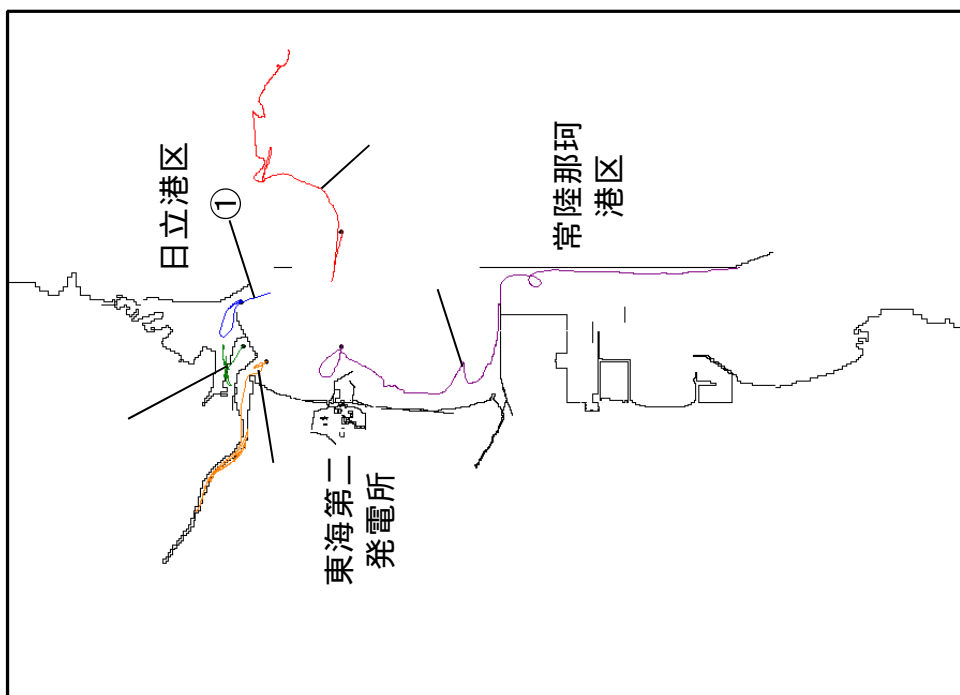
把握できると考えられる。また、水粒子の軌跡は押し波、引き波を交互に受けてある一定の範囲内を移動する挙動又は発電所へ接近してこない傾向を示していることから、漂流物に作用する慣性力を考慮したとしても、漂流物が発電所に影響を及ぼすような挙動を示すおそれはない。



漂流物軌跡解析の初期配置図

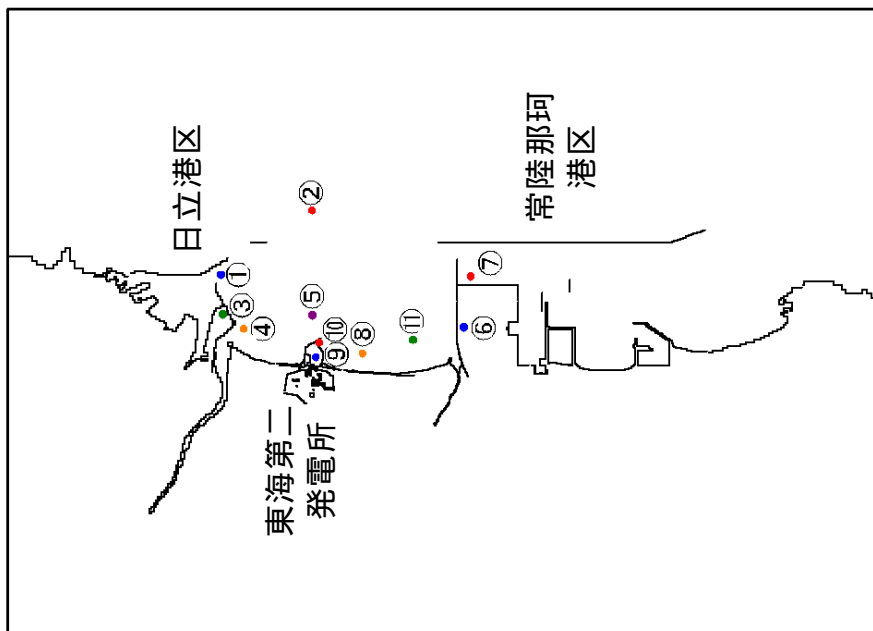
解析条件

- ・漂流物移動開始：浸水深 10cm
- ・解析時間：地震発生から 240 分



～ の軌跡
(防波堤あり)

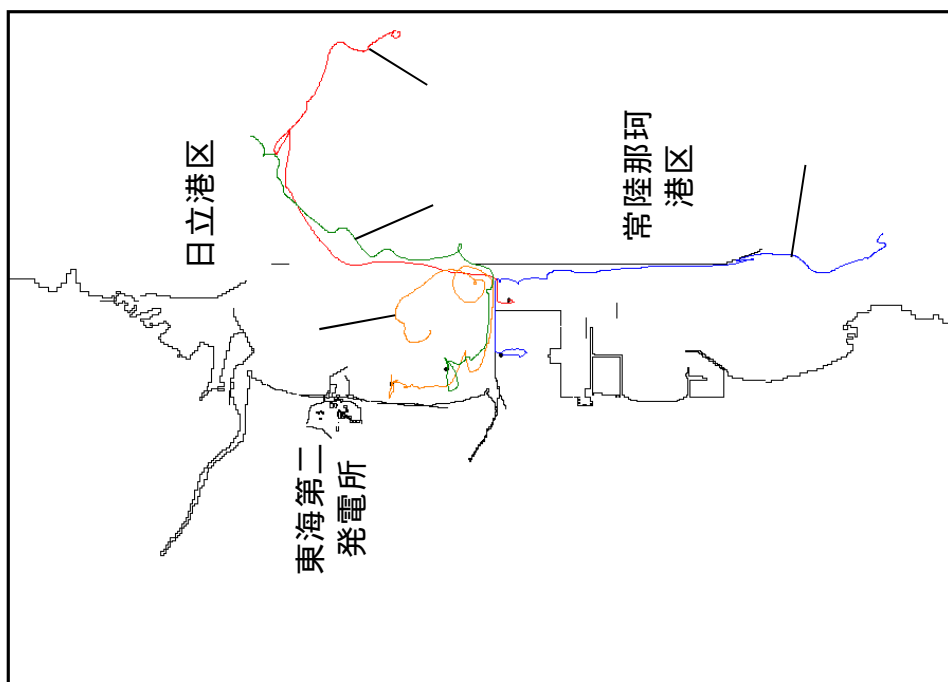
第 2.5-27 図 漂流物の軌跡解析結果 (1 / 4)



漂流物軌跡解析の初期配置図

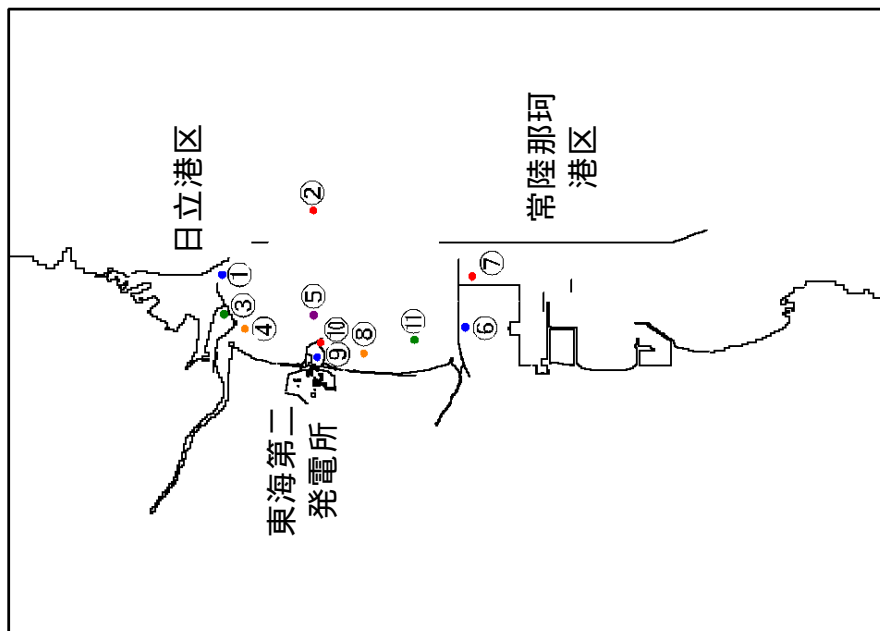
解析条件

- ・漂流物移動開始：浸水深 10cm
- ・解析時間：地震発生から 240 分



の軌跡
(防波堤あり)

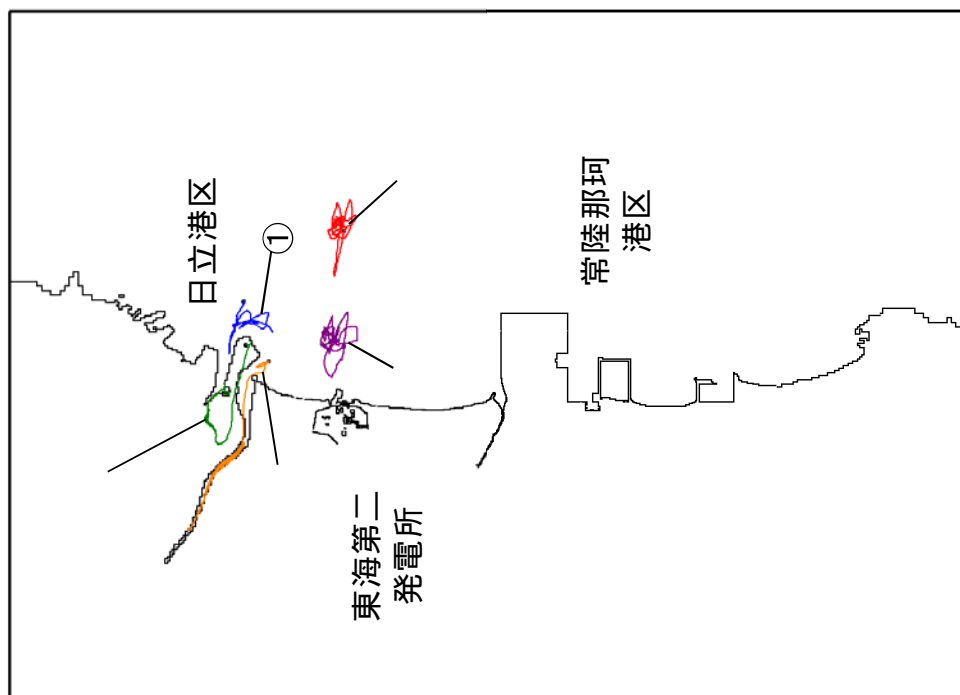
第 2.5-27 図 漂流物の軌跡解析結果 (2/4)



漂流物軌跡解析の初期配置図

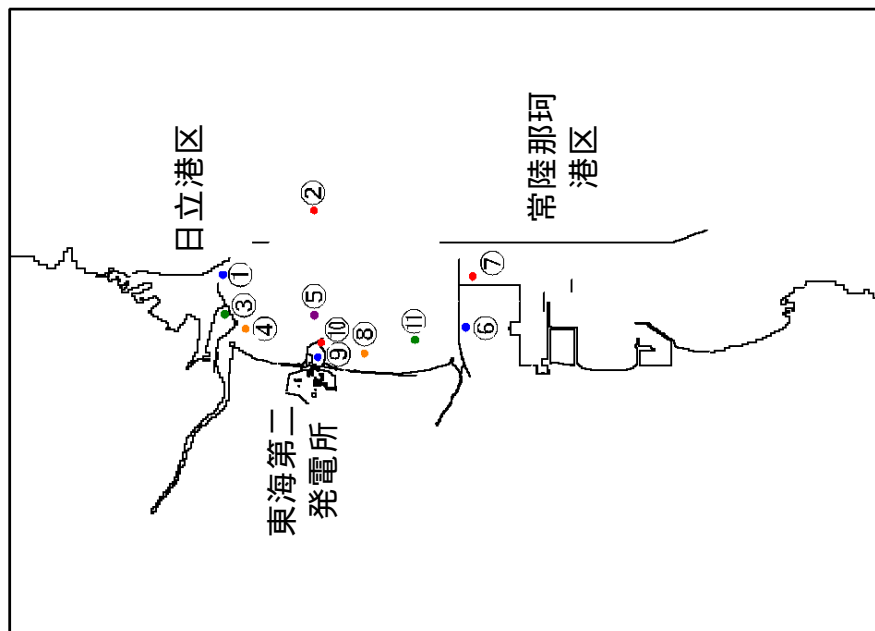
解析条件

- ・漂流物移動開始：浸水深 10cm
- ・解析時間：地震発生から 240 分



の軌跡
(防波堤なし)

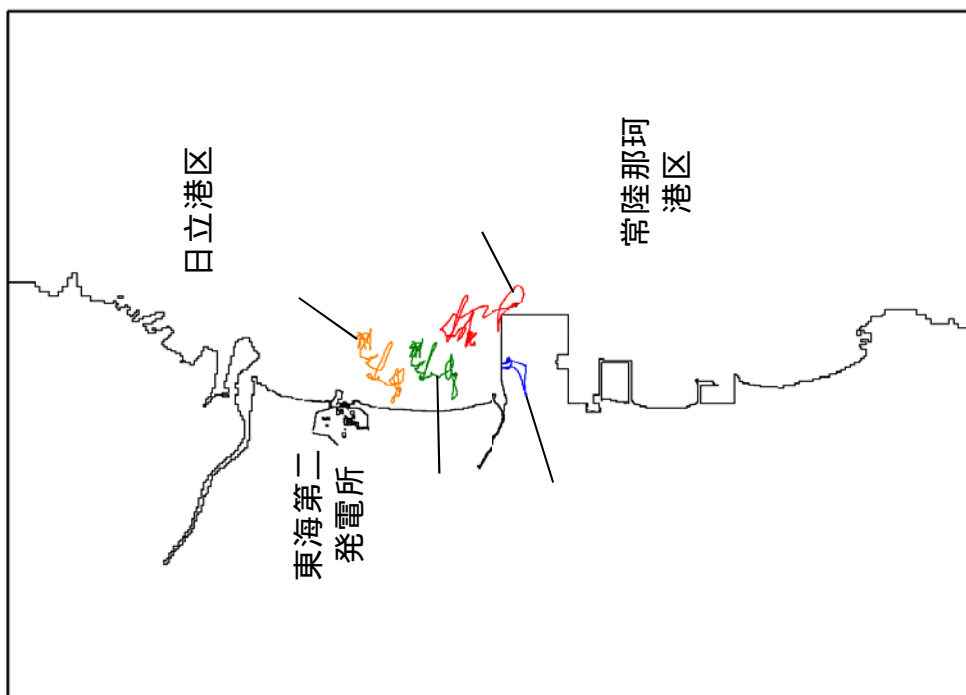
第 2.5-27 図 漂流物の軌跡解析結果 (3 / 4)



漂流物軌跡解析の初期配置図

解析条件

- ・漂流物移動開始：浸水深 10cm
- ・解析時間：地震発生から 240 分



～ の軌跡
(防波堤なし)

第 2.5-27 図 漂流物の軌跡解析結果 (4 / 4)

ii) 発電所南側エリア

建物類等

鉄筋コンクリート造及び鉄骨造の建屋及び構築物については、基礎に固定された建物である。過去の被災事例を考慮すると、これらの建物が地震又は波力により部分的に損壊するおそれがあるが、本来の形状を維持したまま漂流物となることはないと考えられる。東北地方太平洋沖地震時の被害状況を踏まえた東海第二発電所の地震・津波による被害想定を添付資料 40 に示す。また、鉄筋コンクリート造建物のコンクリート壁は地震又は波力により損壊するおそれがあり、損壊により生じたコンクリート片等のがれきが漂流物となる可能性がある。また、鉄骨造建物の外装板は波力により破損する可能性があり、破損した外装板及び建屋内の軽量な物品等が漂流物となる可能性がある。家屋、倉庫等は、波力により破損する可能性があり、破損した部材及び建屋内の軽量な物品等が漂流物となる可能性がある。評価の結果、がれき、外装版及び軽量な物品等が漂流した場合、津波防護施設等及び取水口へ向かう可能性を否定できないため、津波防護施設等の健全性及び非常用海水ポンプの取水性に与える影響について評価した。津波防護施設等の健全性及び非常用海水ポンプの取水性への評価結果については(c)に示す。

設備類等

東京電力フュエル＆パワー株式会社常陸那珂火力発電所の[]等の機器については支持構造物により基礎に固定されている。これらの設備が地震又は波力により、損壊するおそれがあるが、重量物であり、気密性もなく沈降すると考えられることから漂流物とはならない。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構の[]

□等については重量物であることから漂流物とはならない。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構，東京電力フュエル＆パワー株式会社常陸那珂火力発電所の□及び□等の機器は支持構造物により基礎に固定されているが，地震又は波力により，損壊若しくは滑動して漂流物となる可能性がある。また，各調査エリアに存在する□，街灯等の比較的軽量なものは，漂流物となる可能性がある。評価の結果，□，□及び□，街灯等の比較的軽量なものが漂流した場合，津波防護施設等及び取水口へ向かう可能性を否定できないため，津波防護施設等の健全性及び非常用海水ポンプの取水性に与える影響について評価した。津波防護施設等の健全性及び非常用海水ポンプの取水性への評価結果については(c)に示す。

車両については漂流物となる可能性があるが，漂流の過程で沈降すると考えられることから，津波防護施設等及び取水機能を有する安全設備に対する漂流物とはならない。

防砂林については，津波により倒木して漂流物となる可能性がある。評価の結果，防砂林が漂流した場合，津波防護施設等及び取水口へ向かう可能性を否定できないため，津波防護施設等の健全性及び非常用海水ポンプの取水性に与える影響について評価した。津波防護施設等の健全性及び非常用海水ポンプの取水性への評価結果については(c)に示す。

船舶（定期船）

発電所周辺を定期的に航行する定期船としては，発電所敷地南方約 3 kmに位置する常陸那珂火力発電所に寄港する□等がある。これらの船舶が停泊しているときに津波警報等が発表された場合には，荷役及び作業を中止した上で，緊急退避又は係留避泊する運用と

していることから、漂流物とはならない。

津波の流向について

軌跡解析の結果からも発電所北側エリアで発生する漂流物は発電所へ接近してこないと考えられる。

第 2.5-27 図に発電所敷地周辺に漂流物を想定した軌跡解析を実施した結果を示す。発電所南側エリアの評価点については、防波堤なしケースに比べて防波堤ありケースの解析において漂流範囲が広くなる傾向が確認された。漂流範囲が広くなる傾向にあった防波堤ありケースでは、発電所南側エリアの北部の評価点（初期配置）については発電所南側エリアの北部の前面海域を漂流する挙動が確認された。発電所南側エリアの北部の他の評価点（初期配置）及び常陸那珂火力発電所敷地前面海域の評価点（初期配置）については北上しながら外海方向へ移動する挙動が確認された。常陸那珂火力発電所敷地の評価点（初期配置）については外海方向へ移動した後南方向へ移動する挙動が確認された。

以上より、軌跡解析の結果では発電所南側エリアで発生する漂流物が発電所へ接近してくる挙動は確認されなかった。

なお、解析は水粒子の軌跡のシミュレーションであり、漂流物の挙動と水粒子の軌跡が完全に一致するものではないが、水粒子の軌跡は漂流物の挙動と比較して敏感であり、漂流物の発電所への影響を評価するうえで重要な流向（漂流物の移動方向）については、十分に把握できると考えられる。また、水粒子の軌跡は押し波、引き波を交互に受けてある一定の範囲内を移動する挙動又は発電所へ接近してこない傾向を示していることから、漂流物に作用する慣性力を考慮したとしても、漂流物が発電所に影響を及ぼすような挙動を示すおそれはない。

(c) 津波防護施設等の健全性及び非常用海水ポンプの取水性への評価結果

i) 評価結果の整理

(a)及び(b)において，津波襲来時に津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性が否定できない施設・設備として，発電所敷地内においては標識ブイ，建物の部分的な損壊によって生じるおそれのあるがれきや外装板及び構成部材等，車両，資機材等の軽量な物品が抽出され，発電所敷地外においては発電所北側の漁船，発電所南側の仮設ハウス等，建物や設備の部分的な損壊によって生じるおそれのあるがれきや外装板及び構成部材等，タンクやサイロ，ポンベ類，資機材等の軽量な物品，防砂林が抽出された。発電所敷地内評価結果のうち津波防護施設等及び取水口へ向かう可能性が否定できない施設・設備と評価した対象物一覧を第 2.5-20 表に，発電所敷地外評価結果のうち津波防護施設等及び取水口へ向かう可能性が否定できない施設・設備と評価した対象物一覧を第 2.5-21 表にそれぞれ示す。

なお，発電所敷地外のうち発電所南側エリアの施設・設備が漂流物となった場合，軌跡解析の結果から津波防護施設等及び取水口へ向かうことは考え難いが，保守的に取水口へ向かうことが否定できない施設・設備として評価した。

第 2.5-20 表 津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性が

否定できない施設・設備（発電所敷地内）(1/5)

< 海域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）／材質	重量 （最も大きなものを記載）	備考
設備類等	標識ブイ	敷地内 港湾エリア	一式	固定あり	-	-	

< 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）／材質	寸法	重量	備考
建物類等	検潮小屋	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	2.9m × 2.9m × 2.3m	-	がれき類のみ
建物類等	海水電解装置建屋	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	8m × 11m × 3.7m	-	
建物類等	放水口モニター小屋	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	4m × 5m × 3m	-	
建物類等	北防波堤灯台	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	3m × 9m	-	
建物類等	復水冷却用水路 スクリーン室	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	-	-	
建物類等	塩素処理室	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	10m × 13m × 10m	-	
建物類等	放水口放射能 測定機器上屋	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	3m × 5m × 3m	-	
建物類等	ロータリースクリーン室	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	13m × 21m × 11m	-	
建物類等	主ゲート	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	4m × 18m × 10m	-	
建物類等	次亜塩素酸ソーダ注入室	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	-	-	

第 2.5-20 表 津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性が

否定できない施設・設備（発電所敷地内）(2/5)

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）／材質	寸法	重量	備考
建物類等	合併処理浄化槽設備	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	10m×15m×10m	-	がれき類のみ
建物類等	海上レーダー	敷地内 発電所構内	1	設置	鋼製支柱	-	-	
建物類等	物揚場倉庫	敷地内	1	設置	コンクリート製ブロック	7m×12m×3m	-	
建物類等	栈橋	敷地内 港湾エリア	1	設置	鋼製コンクリート造	1.2m×40m×4m	-	
建物類等	カーテンウォール	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造 （鋼材支柱）	-	-	外装板等のみ
建物類等	メンテナンスセンター	敷地内	1	設置	鉄骨造	34m×19m×11m	-	
建物類等	輸送本部建屋	敷地内	1	設置	鉄骨造	22m×13m×7m	-	
建物類等	輸送本部倉庫	敷地内	1	設置	鉄骨造	12m×8m×4m	-	
建物類等	再利用物品置場テント	発電所構内	1	固定あり	-	-	-	構成部材等のみ
設備類等	フェンス	敷地内	一式	設置	-	-	-	
設備類等	水路変圧器函	敷地内	1	設置	直方	2m×1.5m×2m	-	
設備類等	放水口モニター	敷地内	1	設置	円柱／鋼製	0.5m×1.5m	-	
設備類等	ジブクレーン ケーブル収納箱	敷地内 港湾エリア	1	設置	直方体	0.6m×0.6m×0.6m	-	
設備類等	ホース収納箱	敷地内 港湾エリア	1	設置	直方体	0.2m×0.8m×1.4m	-	
設備類等	ベージング・ 電話ボックス	敷地内 港湾エリア	1	設置	直方体	0.2m×0.5m×0.5m	-	

第 2.5-20 表 津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性が

否定できない施設・設備（発電所敷地内）(3/5)

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）／材質	寸法	重量	備考
設備類等	合併処理浄化槽電源盤	敷地内	1	設置	直方体	1m×1m×2.5m	-	
設備類等	出入管理所空調室外機	敷地内	1	固定あり	直方体	0.8m×0.3m×0.6m	-	
設備類等	輸送本部建屋空調室外機	敷地内	2	固定あり	直方体	0.5m×0.8m×2m	-	
設備類等	輸送本部建屋空調室外機	敷地内	1	固定あり	直方体	0.3m×0.8m×1.5m	-	
設備類等	仮設ハウス空調室外機	敷地内	3	固定あり	直方体	0.8m×0.3m×0.6m	-	
設備類等	海水電解装置建屋 空調室外機	敷地内	1	固定あり	直方体	1.2m×1m×2m	-	
設備類等	メンテナンスセンター 空調室外機	敷地内	1	固定あり	直方体	0.8m×0.3m×0.6m	-	
設備類等	ミラー	敷地内	1	固定あり	-	高さ2m	-	
設備類等	街灯	敷地内 港湾エリア	一式	固定あり	-	-	-	
設備類等	鉄製防護柵	敷地内	1	固定あり	-	-	-	
設備類等	自動販売機	敷地内	2	固定あり	直方体	2m×0.8m×2m	-	
設備類等	標識	敷地内	1	固定あり	-	-	-	
設備類等	潜水用防護柵	敷地内	1	固定なし	銅製	2.5m×3.5m×1m	-	
設備類等	オイルフェンス巻取機	敷地内 港湾エリア	1	固定なし	-	6m×7m×6m	-	
設備類等	使用済燃料輸送用 区画器具保管箱	敷地内 港湾エリア	1	固定なし	直方体	1.2m×2.5m×1.6m	-	

第 2.5-20 表 津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性が

否定できない施設・設備（発電所敷地内）(4/5)

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）/ 材質	寸法	重量	備考
設備類等	オイルフェンス	敷地内	一式	固定なし	-	5m × 5m × 0.3m	-	
設備類等	工事用資材	敷地内 港湾エリア	一式	固定なし	鋼製架台	3m × 5m × 0.5m	-	
設備類等	工事用資材	敷地内 港湾エリア	3	固定なし	鋼材等	0.8m × 8m	-	
設備類等	工事用資材	敷地内 港湾エリア	一式	固定なし	鋼材等	6m × 6m × 1.5m	-	
設備類等	工事用資材	敷地内 港湾エリア	5	固定なし	鋼製	5m × 7m × 6m	-	
設備類等	資材	敷地内 港湾エリア	1	固定なし	直方体	1m × 3m × 3m	-	
設備類等	塵芥廃棄用コンテナ	敷地内	2	固定なし	直方体	3m × 1.5m × 1.5m	-	
設備類等	塵芥入れかご	敷地内	1	固定なし	直方体	1m × 1m × 1m	-	
設備類等	次亜塩素酸ソーダ 注入装置（仮設）	敷地内	一式	固定なし	-	3m × 3m × 2m	-	
設備類等	使用済燃料輸送関連機材	敷地内	1	固定なし	直方体	1.5m × 6m × 1m	-	
設備類等	工事用資材	敷地内	一式	固定なし	-	-	-	
設備類等	敷鉄板	敷地内	35	固定なし	直方体	1m × 8m × 0.1m	-	
設備類等	コンテナ	敷地内	1	固定なし	直方体	2m × 4m × 1m	-	
設備類等	パレット	敷地内	6	固定なし	直方体	1.2m × 1.2m × 0.2m	-	
設備類等	手洗いシンク	敷地内	1	固定なし	-	0.6m × 2m × 1m	-	

第 2.5-20 表 津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性が

否定できない施設・設備（発電所敷地内）(5/5)

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	備考
設備類等	普通車	敷地内	2	駐車	-	-	-	

第 2.5-21 表 津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性が
否定できない施設・設備（発電所敷地外）(1/8)

< 発電所北側エリア（その他） 海域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）／材質	重量 （最も大きなものを記載）	備考
船舶	漁船	敷地外	35	航行／停泊	-	5t （総トン数） 15t （排水トン数）	総トン数5tを3倍した15tを排水トン数として設定する。

第 2.5-21 表 津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性が

否定できない施設・設備（発電所敷地外）(2/8)

< 発電所南側エリア（その他） 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）／材質	寸法	重量	備考
設備類等	鉄塔	敷地外	一式	設置	-	-	-	がれき類のみ
建物類等	倉庫	敷地外	一式	設置	-	-	-	
建物類等	工場	敷地外	一式	設置	-	-	-	
建物類等	下水処理場	敷地外	一式	設置	-	-	-	
建物類等	家屋	敷地外	一式	設置	-	-	-	
建物類等	大型商業施設	敷地外	一式	設置	-	-	-	
建物類等	事務所建屋	敷地外	一式	設置	-	-	-	
設備類等	コンテナ	敷地外	約350	固定なし	-	-	-	
設備類等	電柱，街灯	敷地外	一式	固定あり	-	-	-	
設備類等	倉庫	敷地外	一式	固定あり	-	-	-	

第 2.5-21 表 津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性が
否定できない施設・設備（発電所敷地外）(3/8)

< 発電所南側エリア（国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（原子力科学研究所）） 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	備考
建物類等								
建物類等								
建物類等								
建物類等								
建物類等								
建物類等								
設備類等								
設備類等								
設備類等	街灯							
設備類等								
設備類等	自動販売機							
設備類等								
設備類等								
設備類等								

第 2.5-21 表 津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性が

否定できない施設・設備（発電所敷地外）(4 / 8)

< 発電所南側エリア（国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（原子力科学研究所）） 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	備考
設備類等								
設備類等								
設備類等								
設備類等								
設備類等								
設備類等								
設備類等	消火器入り保管箱							
設備類等								
設備類等	自転車							
設備類等	植生							
設備類等	防砂林							

第 2.5-21 表 津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性が
否定できない施設・設備（発電所敷地外）(5/8)

< 発電所南側エリア（国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（核燃料サイクル工学研究所）） 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）／材質	寸法	重量	備考
建物類等								
建物類等								
建物類等								
建物類等								
建物類等								
建物類等								
建物類等	車庫							
建物類等								
建物類等								
設備類等								
設備類等								
設備類等								
設備類等								
設備類等								

第 2.5-21 表 津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性が

否定できない施設・設備（発電所敷地外）(6/8)

< 発電所南側エリア（国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（核燃料サイクル工学研究所）） 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）/ 材質	寸法	重量	備考
設備類等	防砂林							

第 2.5-21 表 津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性が

否定できない施設・設備（発電所敷地外）(7/8)

< 発電所南側エリア（東京電力フュエル＆パワー株式会社常陸那珂火力発電所） 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）／材質	寸法	重量	備考
建物類等								
建物類等								
建物類等								
建物類等								
建物類等								
建物類等								
建物類等								
建物類等								
建物類等	車庫							
建物類等								
建物類等								
建物類等								
建物類等								
設備類等								

第 2.5-21 表 津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性が
否定できない施設・設備（発電所敷地外）(8/8)

＜発電所南側エリア（東京電力フュエル＆パワー株式会社常陸那珂火力発電所） 陸域＞

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）／材質	寸法	重量	備考
設備類等								
設備類等								
設備類等								
設備類等								
設備類等								
設備類等								
設備類等								
設備類等								
設備類等								
設備類等								

ii) 漂流物による影響を考慮した津波防護施設等の健全性評価

第2.5-20表及び第2.5-21表に示す施設・設備が津波防護施設等へ到達した場合に、津波防護施設等の健全性に及ぼす影響について評価した。第2.5-20表及び第2.5-21表に示す施設・設備が発電所敷地付近にて漂流した場合、津波防護施設等のうち敷地を取り囲む形で設置する防潮堤又は防潮扉が影響を受ける可能性が最も高いと考えられることから、防潮堤又は防潮扉を代表として衝突を考慮する対象漂流物を設定する。

「c. 漂流物となる可能性のある施設・設備の抽出」における調査結果から、防潮堤又は防潮扉の設置に伴い撤去又は移設する施設・設備を除き、建物類等の倒壊範囲に防潮堤又は防潮扉は設置されないため、遡上した津波により万が一敷地の建物類等が転倒した場合においても建物類等の転倒により防潮堤又は防潮扉に衝突するおそれはない。また、添付資料17の漂流物の到達可能性評価結果に示すとおり、漂流物の衝突力が大きいと考えられる津波襲来時は敷地前面東側においては防潮堤又は防潮扉の概ね軸直交方向に津波が襲来し、敷地側面北側及び敷地側面南側においては防潮堤又は防潮扉に沿うように概ね軸方向に津波が襲来することから、津波の流向を考慮すると漂流物の衝突による影響が大きくなるのは敷地前面東側であると考えられ、敷地側面北側及び敷地側面南側において仮に漂流物が衝突した場合を想定しても、衝突による影響は比較的小さいと考えられる。以上より、衝突による影響が大きいと考えられる発電所敷地内における敷地前面東側の陸域及び敷地前面海域に存在する施設・設備のうち最も重量の大きい15tの漁船を対象漂流物とし、漂流物衝突荷重において考慮し評価する。漂流物の衝突を考慮する必要がある津波防護施設等は「3. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件」

にて示すとおり漁船の衝突荷重に対して機能が十分保持できるよう設計することから、漂流物による津波防護施設等の健全性への影響はない。

iii) 漂流物による影響を考慮した取水性評価

第 2.5-20 表及び第 2.5-21 表に示す施設・設備に対して、非常用海水ポンプの取水性に及ぼす影響について評価した。具体的には 漂流物による取水口の閉塞を想定した取水性及び 漂流物の貯留堰内での堆積を想定した非常用海水ポンプの取水性について評価を実施した。以下に評価結果を示す。

漂流物による取水口の閉塞を想定した取水性評価

漂流物が取水口へ到達した場合に取水口を閉塞させ、取水性に影響を及ぼすおそれがあることから、漂流物による取水口の閉塞を想定した取水性評価を実施した。取水口上部の標高は T.P. + 3.31m であるのに対し、基準津波による取水口前面における水位は T.P. 約 + 14m であることから、漂流した場合、取水口へ向かう可能性が否定できない第 2.5-20 表及び第 2.5-21 表に示す施設・設備のうち発電所敷地内の海域における施設・設備及び発電所敷地外における施設・設備については、津波襲来時においては取水口の上部を通過し、取水口の上部を通過後は発電所敷地内の施設・設備も同様に、敷地前面東側から敷地側面北側又は敷地側面南側へ防潮堤に沿うように移動するものと考えられる。また、引き波時には外海方向へ移動するものと考えられることから取水口前面へは向かわないと考えられるが、ここでは保守的に第 2.5-20 表及び第 2.5-21 表に示す施設・設備が取水口前面に到達するものとして扱い、通水性に与える影響について評価した。

津波は流向を有していることから、漂流物が全て取水口前面に到

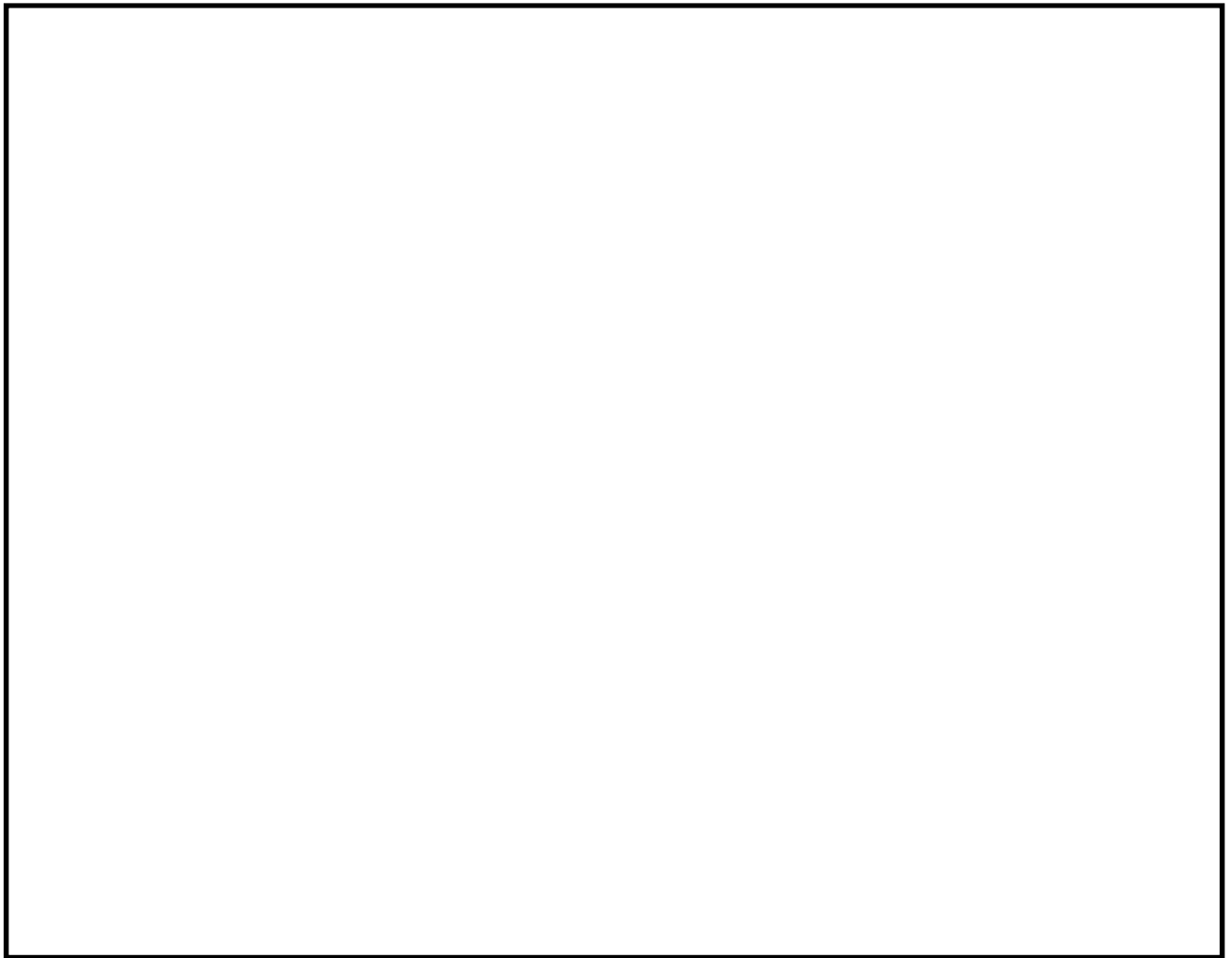
達する可能性は低いと考えられる。万が一、漂流物の全てが取水口前面へ集約された場合を想定しても、漂流物が隙間なく整列することは考えにくい。また、漂流物の形状から取水口に密着することは考えにくいため、取水口を完全に閉塞させることはなく、非常用海水ポンプの取水は可能であると考えられる。

実際に漂流物が取水口前面に堆積した場合における通水性に与える影響は、取水口を閉塞させるおそれのある面積に依存して大きくなることから、通水性に対する主要な影響因子は第 2.5-20 表及び第 2.5-21 表から発電所敷地内のメンテナンスセンターの外装板であると考えられる。第 2.5-22 表にメンテナンスセンターの主要諸元を示す。

第 2.5-22 表 メンテナンスセンターの主要諸元


対象	主要構造	寸法	棟数
メンテナンスセンター	鉄骨造	長さ約 34m × 幅約 19m × 高さ約 11m	1

(a)にて示したとおり、メンテナンスセンターについては外装板が波力により破損する可能性がある。破損した外装板が漂流した場合に、壁一面分の面積を有したまま取水口へ到達することは考え難いが、保守的に壁一面分の面積を有したまま取水口へ到達した場合を想定して取水性評価を実施した。第 2.5-28 図に取水口構造及び外装板による閉塞想定図、第 2.5-23 表に外装板の取水口前面への到達を想定した取水性評価結果を示す。第 2.5-23 表に示すとおり想定閉塞面積に対して、取水口呑口面積が大きいいため取水口を完全に閉塞させることはなく、非常用海水ポンプの取水は可能である。





第 2.5-28 図 取水口構造及び外装板による閉塞想定図

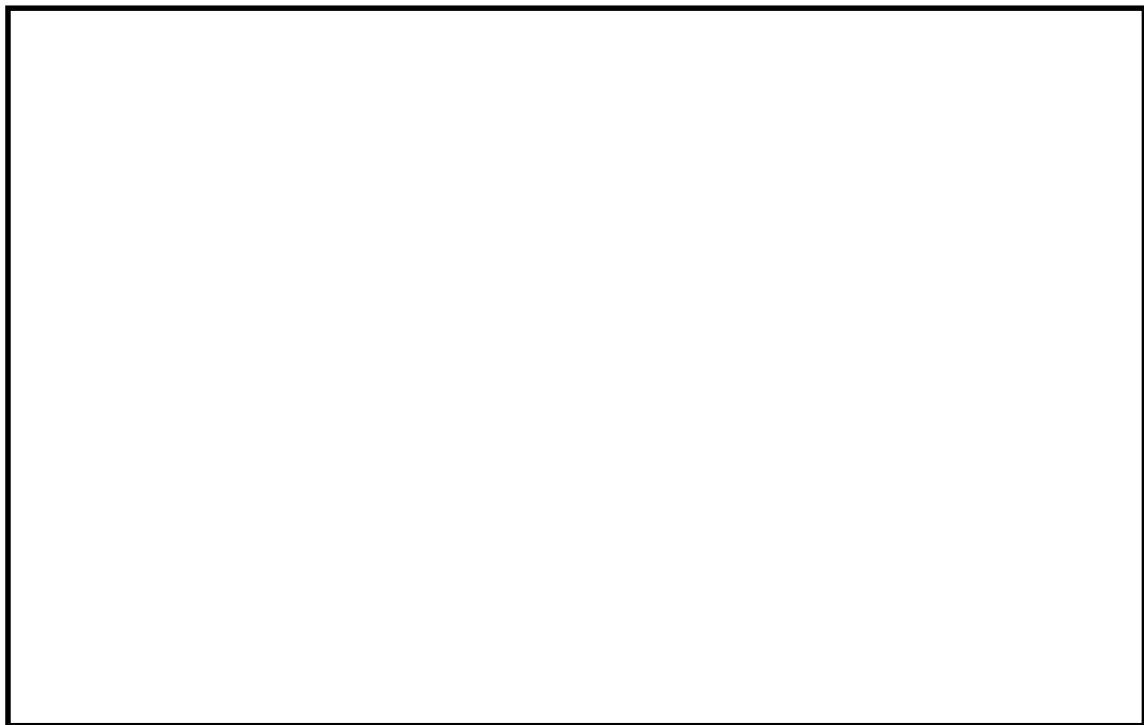
第 2.5-23 表 外装板の取水口前面への到達を想定した取水性評価

対象	想定閉塞面積 (m^2)	取水口呑口面積 (m^2)	取水の可否
メンテナンスセンター 外装板	234 ¹	 ²	可

1 : 第 2.5-22 表に示す寸法をもとに , 外装板を長さ 34m , 高さ 11m の長方形として扱い , 外装板に閉塞されうる取水口呑口面積を算出

2 : 第 2.5-27 図に示す内部寸法から , 1 口当たりの有効面積を幅  m , 高さ  m の長方形の面積とし , 8 口分の面積として算出


次に地震又は津波の波力によりカーテンウォールが倒壊した場合の取水性評価結果について示す。カーテンウォールが地震又は津波により倒壊した場合は、取水口前面に堆積し、取水性に影響を及ぼす可能性があることから取水性評価を実施した。カーテンウォールの構造を第 2.5-29 図に示す。カーテンウォールについては、基準地震動 S_s による耐震性を確認していないことから、漂流物に対する捕捉効果は期待しない。第 2.5-24 表にカーテンウォールが倒壊し、取水口前面に堆積した場合における取水性評価結果を示す。第 2.5-24 表に示すとおり想定閉塞面積に対して、取水口呑口面積が大きいいため取水口を完全に閉塞させることはなく、非常用海水ポンプの取水は可能である。





A A 断面図

第 2.5-29 図 カーテンウォール構造図

第 2.5-24 表 カーテンウォールの倒壊を想定した取水性評価

対象	想定閉塞面積 (m ²)	取水口呑口面積 (m ²)	取水の可否
カーテンウォール	164 ¹	 ²	可

1：想定閉塞高さについては保守的にカーテンウォールの高さ 5m，想定閉塞幅については，取水口前面に到達しうる最大の幅として取水口呑口の幅である 42.8m とし，長方形の面積として算出

2：第 2.5-27 図に示す内部寸法から，1 口当たりの有効面積を幅 m，高さ m の長方形の面積とし，8 口分の面積として算出

漂流物の貯留堰内での堆積を想定した非常用海水ポンプの取水性評価

漂流物の取水口前面又は固定バースクリーンへの到達可能性について再整理すると，(b)にて示した軌跡解析結果及び津波の流況から漂流物はそもそも東海第二発電所へ到達し難く，仮に取水口周辺に到達した場合においても貯留堰やカーテンウォールの鋼管杭等の存在，海底 (T.P. 約 -6.9m) と取水口呑口下端 (T.P. -6.04m) との高低差等の障害を考慮すると，漂流物が取水口前面又は固定バースクリーンへ到達し難いことは明らかである。しかしながら，万が一漂流物が取水口周辺まで漂流し，かつ上記の障害をくぐり抜けて貯留堰内に堆積した場合に，貯留堰の有効貯留容量が低減し，引き波時における非常用海水ポンプの継続運転に影響を及ぼす可能性があることから，漂流物の貯留堰内での堆積を想定した引き波時における非常用海水ポンプの取水性評価を実施した。貯留堰の有効貯留容量及び堆積物により想定する低減範囲を第 2.5-30 図に示す。仮に取水口前面に漂流物が堆積した場合においても，堆積物による低減を想定した場合の有効貯留容量は第 2.5-25 表に示すとおり約 517m³であり，非常用海水ポンプの運転継続可能時間は約 7 分である。引き波継続時間は 2.5-31 図に示すとおり約 3 分であることから，取水口前面への漂流物の堆積を想定した場合においても非常用海水ポンプ

の取水性への影響はない。

第 2.5-25 表 貯留堰内への漂流物の堆積を想定した

非常用海水ポンプの取水性評価

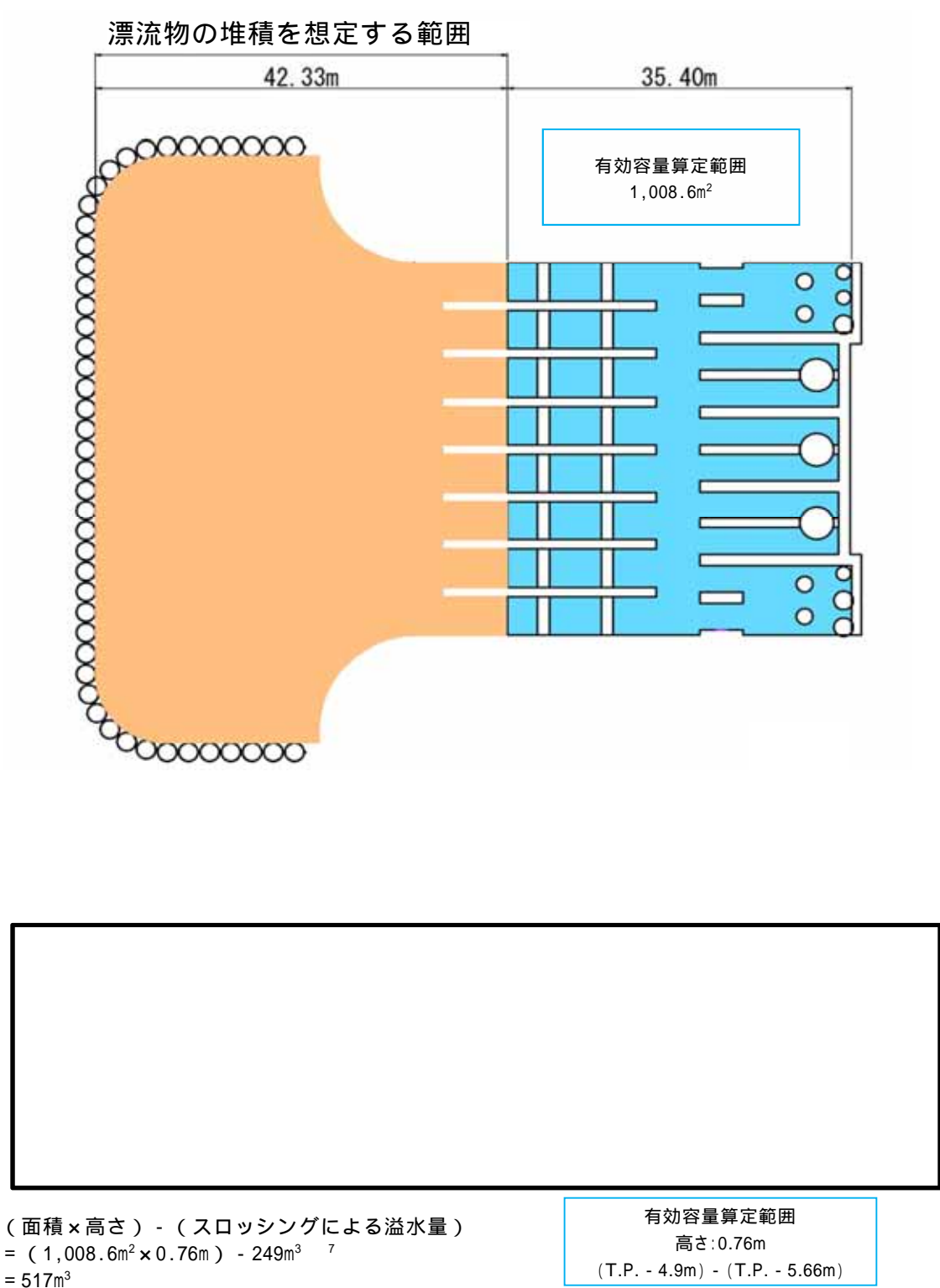
項目	評価結果
有効貯留面積	1008.6m ² ¹
有効水深	0.76m ²
スロッシングによる溢水量	249m ³ ³
有効貯留容量 (× -)	約 517m ³
低減容量を差し引いた有効貯留容量における非常用海水ポンプの運転継続可能時間	約 7 分 ⁴

1：取水ピット内構造物及び海水ポンプの面積を控除した第 2.5-30 図に示す面積とした。

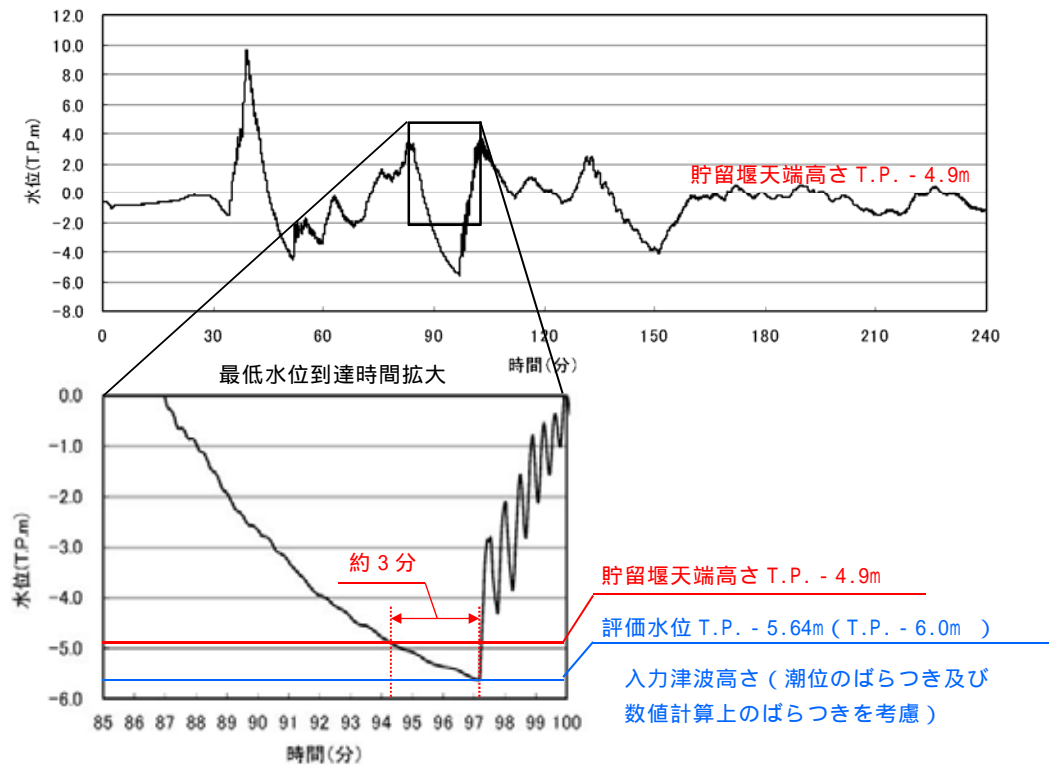
2：貯留堰天端高さと残留熱除去系海水ポンプの取水可能水位の差から算出（有効水深の算出については添付資料 1 2 参照）

3：スロッシングによる溢水量算定については添付資料 1 2 参照

4：非常用海水ポンプ取水量を 4,323m³/h として算出



第 2.5-30 図 貯留堰の有効貯留容量及び堆積物により想定する低減範囲



第 2.5-31 図 引き波の継続時間

及び の評価結果から，漂流物による取水性への影響はないものと考えられる。また，地震発生後長期間においてがれきや流木等が取水口付近に到達する可能性があるが，大津波警報発表時は循環水ポンプが停止しており，比較的取水量が少ない非常用海水ポンプのみの運転状態であることから，万が一がれきや流木等が取水口付近に到達した場合においても，漂流物が引き寄せられ取水口を完全に閉塞させることはないと考えられる。しかしながら，漂流物による取水性への影響がないことを確認するため，津波・構内監視カメラにより取水口前面における漂流物の堆積状況を監視し，取水ピット水位計により取水ピット内の水位が取水可能な水位であることを監視することとし，必要な場合には取水口前面の堆積物の除去を行う運用を定めることとする。

[5] 取水スクリーンの破損による通水性への影響

海水中の塵芥を除去するために設置されている除塵装置（固定バースクリーン、回転レイキ付バースクリーン及びトラベリングスクリーン）については、異物の混入を防止する効果が期待できるが、津波時に破損して、それ自体が漂流物となる可能性がある。この場合には、破損・分離し漂流物となった構成部材等が取水路を閉塞させることより、取水路の通水性に影響を与えることが考えられるため、その可能性について確認した。

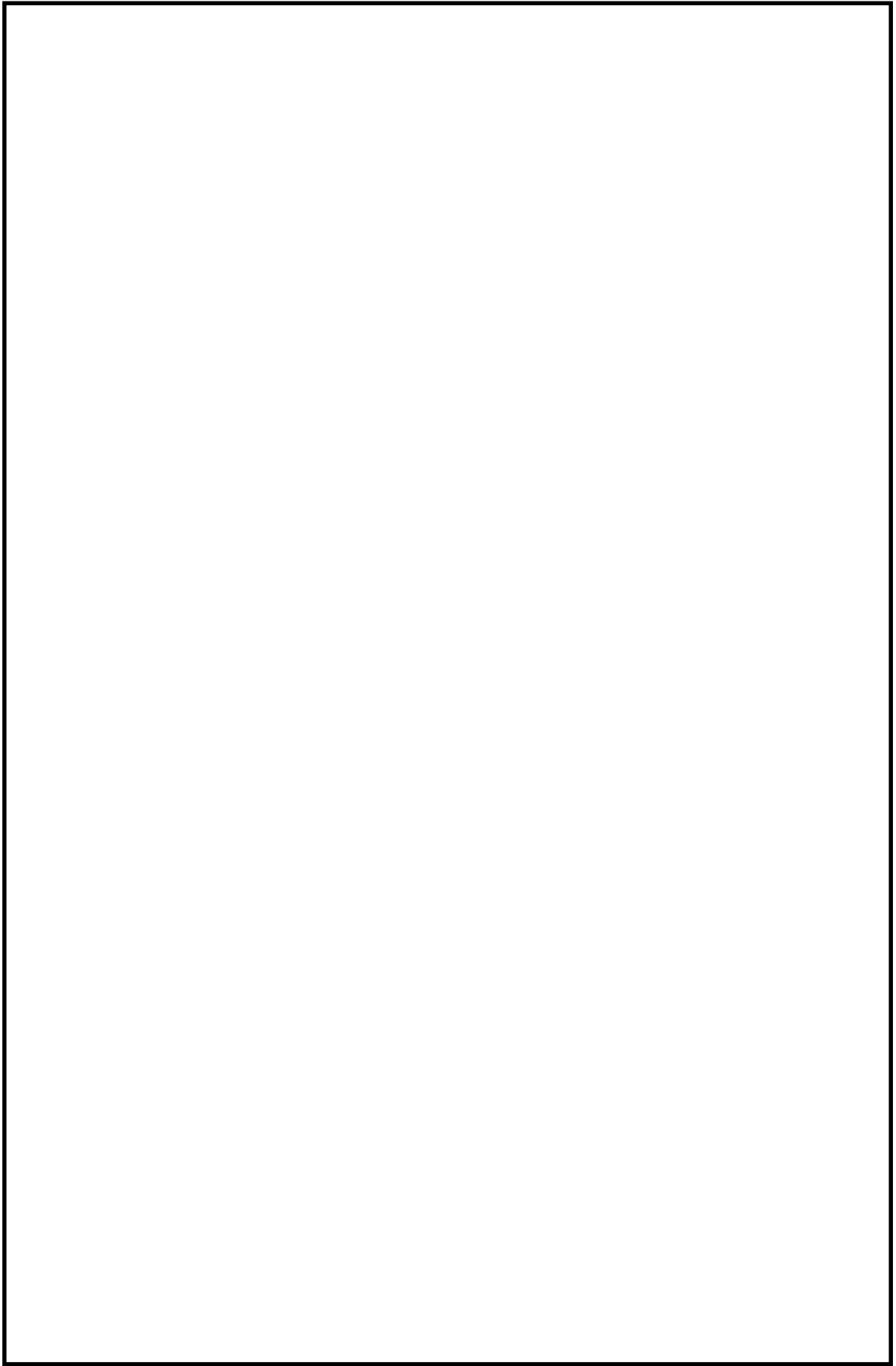
その結果、除塵装置は、基準津波により破損して漂流物になることはなく、非常用海水ポンプの取水性に影響を及ぼすものではないことを確認した。以下に除塵装置に構造を示すとともに、確認内容、確認結果を示す。

a．構造

除塵装置は、取水する海水中の塵芥を除去するために、取水口から取水ピットに至る取水路の経路 8 区画に対して設置されており、取水口から固定バースクリーン、回転レイキ付バースクリーン、トラベリングスクリーンの順に設置されている。第 2.5-32 図に除塵装置の配置図、第 2.5-33 図に除塵装置の概略構造図を示す。

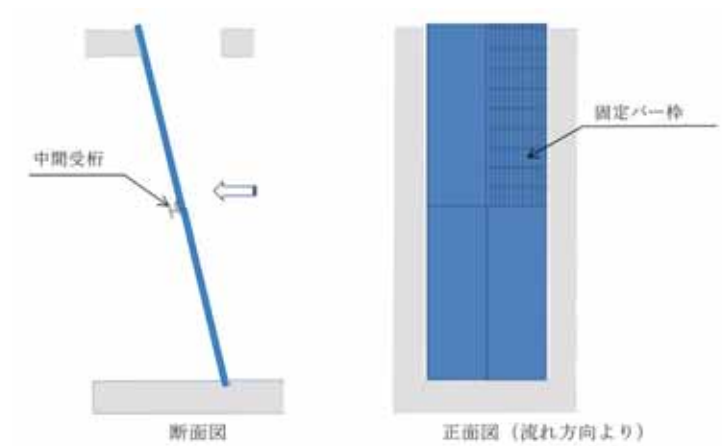
固定バースクリーンは、鋼材を溶接により格子状に接合した固定バー枠構造であり、取水路 1 区画当たり 4 分割された固定バー枠からなる。固定バー枠の上端及び下端は取水路に支持され、中間部分は中間受桁により支持される。

回転レイキ付バースクリーン及びトラベリングスクリーンは、それぞれ多数のバスケット（バー枠又は網枠）がキャリングチェーンにより接合された構造であり、キャリングチェーンは上部の駆動機構により回転する。下部スプロケットは取水路、上部スプロケットは駆動装置に支持される。

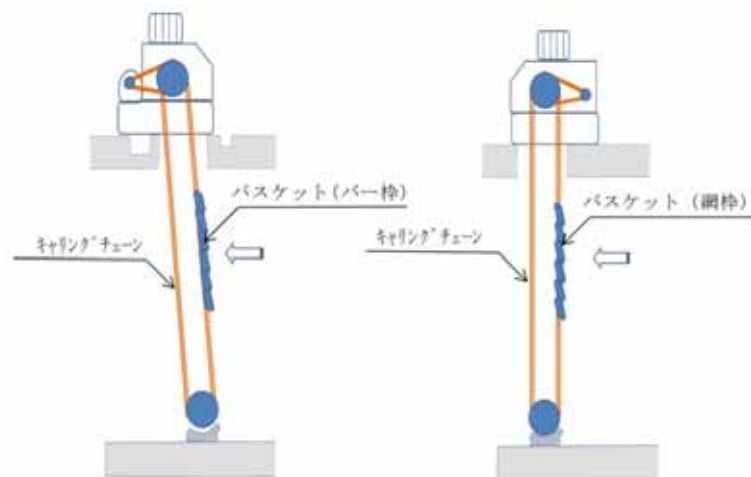


第 2.5-32 図 除塵装置配置図

5 条 2.5-132



(固定バースクリーン)



(回転レイキ付バースクリーン)

(トラベリングスクリーン)

図 2.5-33 図 除塵装置概略構造

b . 評価内容

評価条件

- ・ 取水路内の津波流速は，取水路の管路解析により得られた取水口前面の流速である 1.5m/s を適用する。
- ・ 取水路内流速 1.5m/s において，除塵装置に生じる水位差（損失水頭）が設計水位差内に収まっていることを確認する。
- ・ 除塵装置に生じる水位差が設計水位差を超える場合には，構造部材の強度評価を実施する。

c . 評価結果

固定バースクリーンについては、設計水位差内であったが、回転レイキ付バースクリーン及びトラベリングスクリーンについては、設計水位差以上であった。

このため、回転レイキ付バースクリーン及びトラベリングスクリーンに対して、基準津波により生じる水位差によって発生する荷重又は応力を評価した。その結果、各スクリーンの許容値以下であることを確認した。

以上の確認結果より、いずれの除塵装置においても基準津波によって破損することはないと漂流物にならないため、取水性に影響を及ぼすものではないことを確認した。第 2.5-26 表に除塵装置の取水性影響評価結果を示す。

第 2.5-26 表 流速 1.5m / s 時の除塵装置の取水性影響確認結果

設備	部材	設計水位差	流速 1.5m/s 時の水位差	基準津波による水位差 の際の発生値 / 許容値	判 定
固定バースクリーン	バー スクリーン	0.5m	0.2m	-	
	中間受桁	0.5m	0.2m	-	
回転レイキ付バー スクリーン	キャリング チェーン	1.5m	1.5m	124kN / 156kN (張力 / 許容張力)	○
	バスケット (バー枠)	1.5m	1.5m	84N/mm ² / 156N/mm ² (発生応力 / 許容応力)	○
トラベリング スクリーン	キャリング チェーン	1.5m	2.0m	138kN / 156kN (張力 / 許容張力)	○
	バスケット (網枠)	1.5m	2.0m	149N/mm ² / 156N/mm ² (発生応力 / 許容応力)	○

3. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件

3.1 津波防護施設の設計

【規制基準における要求事項等】

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

【検討方針】

津波防護施設（防潮堤・防潮扉，放水路ゲート，構内排水路逆流防止設備及び貯留堰）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全性を評価し，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（【検討結果】参照）。

【検討結果】

「2.2 敷地への浸水防止（外郭防護 1）」に示したとおり，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。）に対して，津波による影響を防止するため，津波防護施設として，防潮堤・防潮扉，放水路ゲート，構内排水路逆流防止設備及び貯留堰を設置する。これら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，入力津波による津波荷重や地震荷重等に対して，津波防護機能が十分保持できるように設計する。第 3.1-1 図に津波防護施設の配置図を示す。また，津波防護施設毎の条文要求，施設・

設備区分及び防護区分を添付資料 3 9 に示す。なお，敷地に遡上する津波に対する評価については「東海第二発電所 重大事故等対処設備について 3. 敷地に遡上する津波に対する防護対象設備等の設計・評価の方針及び条件」にて実施する。

【凡例】

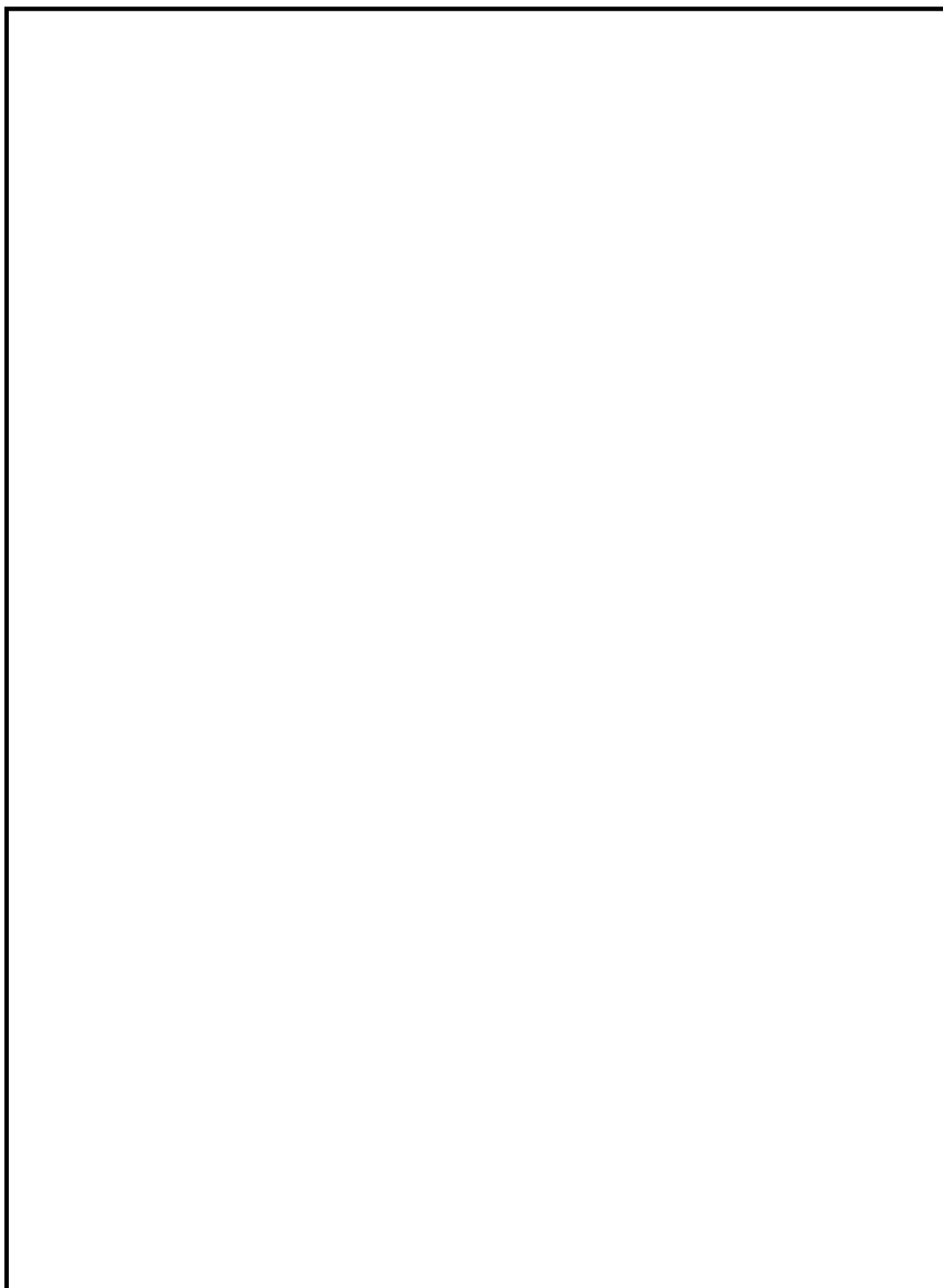
■ T.P. + 3.0m ~ T.P. + 8.0m

■ T.P. + 8.0m ~ T.P. + 11.0m

■ T.P. + 11.0m 以上

□ 津波防護施設

■ 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



第 3.1-1 図 津波防護施設配置図

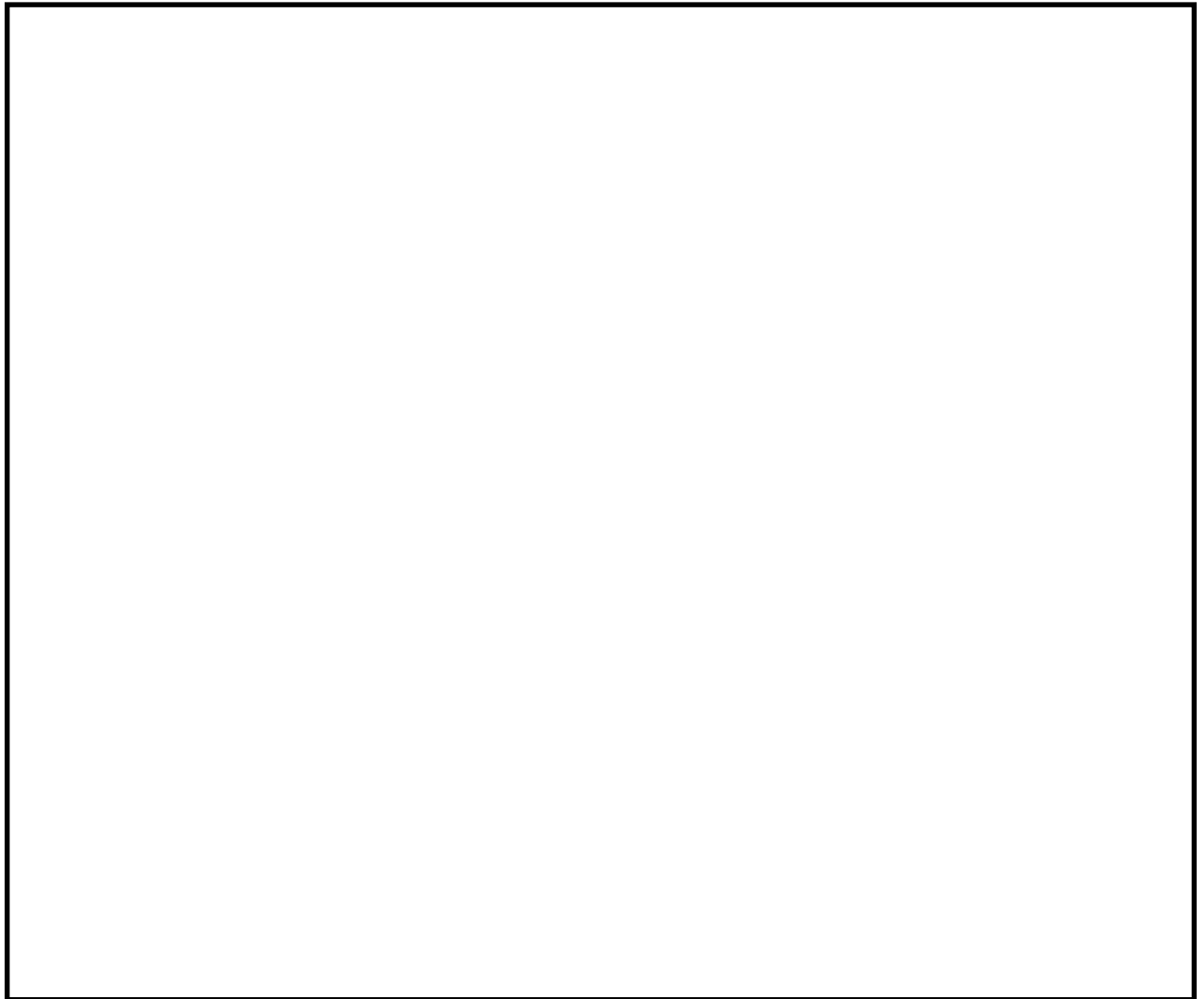
(1) 防潮堤

設計基準対象施設の津波防護対象の設置された敷地に、基準津波の遡上波が地上部から到達、流入するため、敷地を取り囲む形で防潮堤を設置するとともに、防潮堤の敷地南側境界部及び海水ポンプエリアに防潮扉を設置する。第 3.1-1 表に敷地区分・エリア区分毎の防潮堤の構造形式及び防潮堤の設計・評価に用いる入力津波高さ、第 3.1-2 図に敷地区分・エリア区分毎の防潮堤配置図を示す。

防潮堤・防潮扉は、津波荷重や地震荷重等に対して、津波防護機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

第 3.1-1 表 敷地区分・エリア区分毎の防潮堤の構造形式
及び設計・評価に用いる入力津波高さ

敷地区分	エリア区分	構造形式		防潮堤高さ (T.P. + m)	防潮扉
		上部工	下部工		
敷地前面 東側	海水ポンプ エリア	鋼製防護壁	地中連続壁基礎 (岩着)	20.0	-
		鉄筋コンクリート防潮壁			1 門
	敷地周辺 エリア	鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア)			-
		鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁			-
敷地側面 北側	敷地周辺 エリア	鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁	鋼管杭(岩着)	18.0	-
敷地側面 南側					1 門



第 3.1-2 図 敷地区分・エリア区分毎の防潮堤配置図

a . 構造

防潮堤・防潮扉の構造について，構造形式毎に以下に示す。また，第 3.1-3 図に構造形式毎の防潮堤の構造図，第 3.1-4 図に防潮扉の構造図を示す。

(a) 鋼製防護壁（海水ポンプエリア）

海水ポンプエリアのうち，海水ポンプ室前面の取水路上部を横断する箇所に設置する鋼製の防潮堤であり，取水路の北側及び南側に設置する地中連続壁基礎により支持される。

鋼製防護壁は，長さ約 80m，奥行（厚さ）約 4.5m であり，外部鋼板，

内部隔壁及び桁を組み合わせた鋼殻ブロックをボルトで連結させて一体化した構造である。地中連続壁基礎は、約 15.5m × 15.5m の角型形状の鉄筋コンクリート造の基礎で、基礎下端標高は地中 T.P. 約 - 50m ~ T.P. 約 - 60m であり岩盤に支持される。鋼製防護壁と地中連続壁基礎は、アンカーボルトにて連結する構造である。なお、添付資料 2 1 に鋼製防護壁の設計方針について示す。

(b) 鉄筋コンクリート防潮壁（海水ポンプエリア）

海水ポンプエリアのうち、海水ポンプ室の北側及び南側に設置する鉄筋コンクリート造の防潮壁であり、地中連続壁基礎により支持される。

上部工の形状は、逆 T 型であり、上部厚さは約 2m、下部厚さは約 6m である。地中連続壁基礎は、約 2.4m × 約 10m の角型形状の鉄筋コンクリート造の基礎で、基礎下端標高は地中 T.P. 約 - 33m ~ T.P. 約 - 57m であり岩盤に支持される。なお、添付資料 2 2 に鉄筋コンクリート防潮壁の設計方針について示す。

(c) 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）

放水路エリアに設置する鉄筋コンクリート造の防潮壁であり、地中連続壁基礎により支持される。鉄筋コンクリート防潮壁の下面には放水路があることから防潮壁と一体化した放水路を設置し、さらに放水路からの敷地内への津波の流入を防止する津波防護施設である放水路ゲートも設置していることから共通の構造である。

防護壁の上部工の形状は、上部厚さは約 2m、下部厚さは約 6.5m である。上部工下部の放水路及び放水路ゲートの躯体部分全体は放水路の横断方向約 20m × 縦断方向に約 23m あり、その下に地中連続壁基礎は約 2.4m × 約 2.4m の角型形状の鉄筋コンクリート造の基礎を放水路

の横断方向に 3 列，縦断方向に 3 列配置である。基礎下端標高は地中 T.P. 約 - 60m であり岩盤に支持される。なお，添付資料 2 3 に鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の設計方針について示す。

(d) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁（敷地周辺エリア）

敷地周辺エリアに設置する防潮壁である。上部工は，鋼管杭の表面に鉄筋コンクリートを施工した構造であり，鋼管杭下端標高は地中 T.P. 約 - 20m ～ T.P. 約 - 60m であり岩盤に支持される。

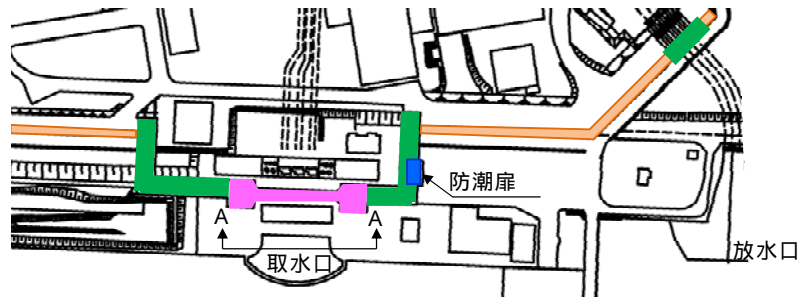
鋼管杭の寸法は，外径約 2.0m ～ 約 2.5m，上部工の鉄筋コンクリートの厚さは堤外で約 0.7m，堤内で約 0.3m であり鋼管杭を含めた鉄筋コンクリート部の厚さは約 3.0m ～ 約 3.5m である。

なお，添付資料 2 4 に鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の設計方針及び液状化の検討について示す。

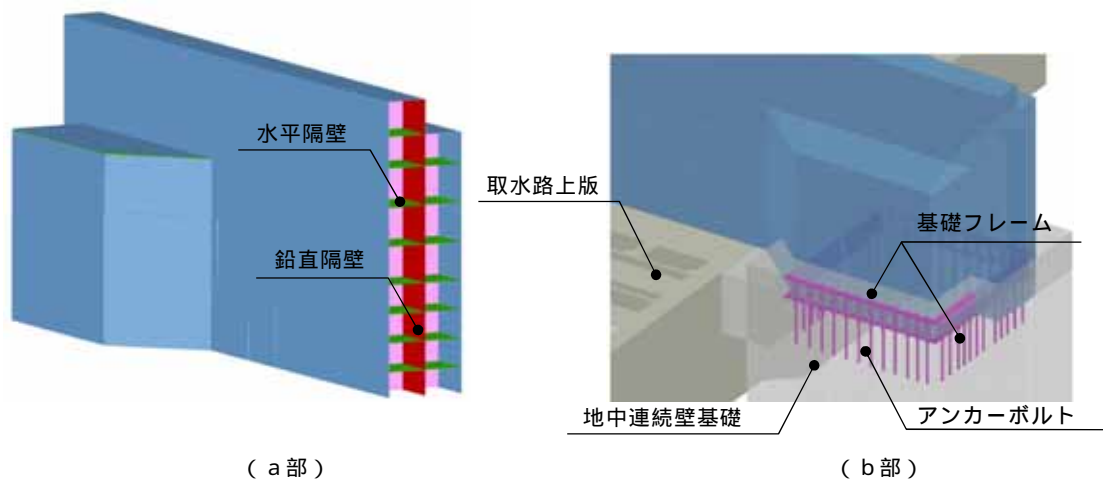
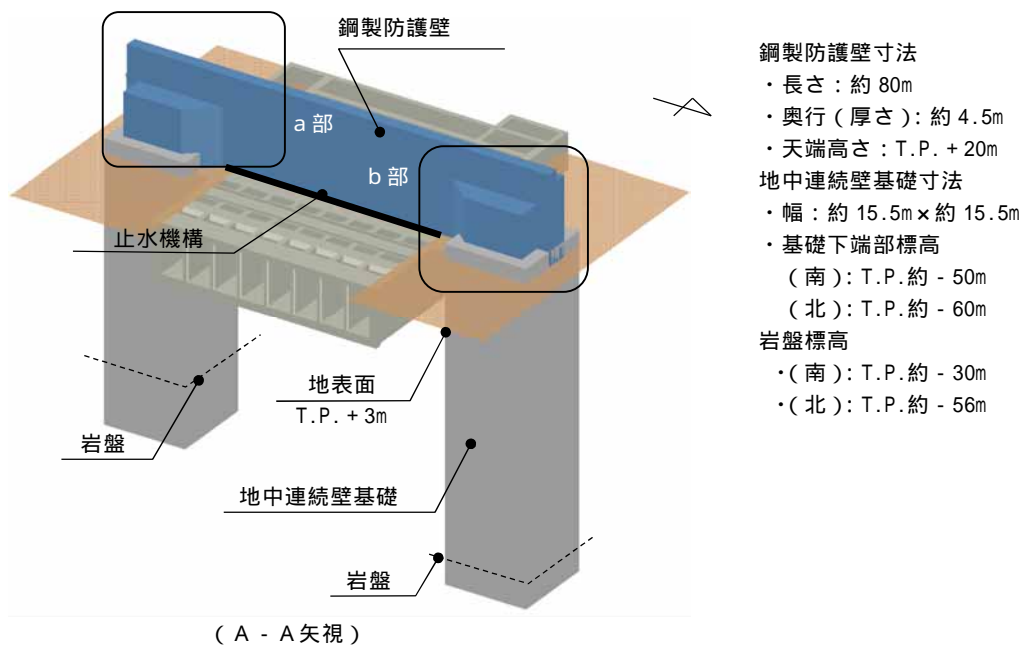
鋼管杭周りの表層付近の地盤においては，地震時における変形や津波による洗掘などに対して，浸水防護をより確実なものとするために地盤改良を実施する。

(d) 防潮扉

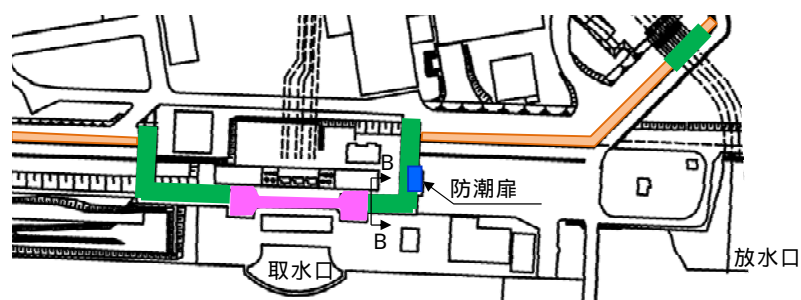
防潮扉は，敷地南側境界部及び海水ポンプエリアに防潮扉を設置する鋼製の上下スライド式の鋼製扉である。防潮扉本体はスキンプレート，主桁，補助桁等から構成され，また，戸当りには合成ゴムを設置することにより，波力を受けた扉体は，戸当りの合成ゴムと密着することにより止水する構造である。なお，防潮扉は，通常時は閉止運用とする。なお，添付資料 2 5 に防潮扉の設計と運用について示す。



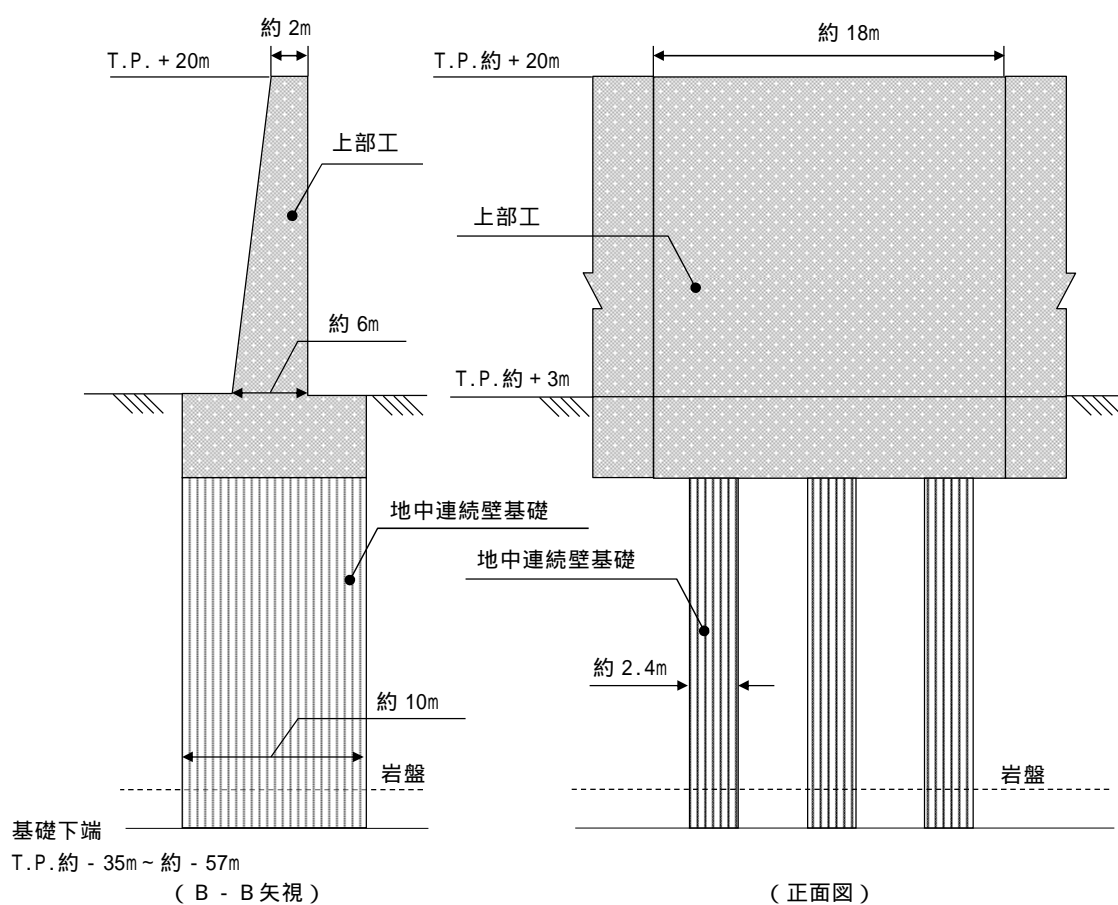
- : 鋼製防護壁
 : 鉄筋コンクリート防潮壁 (海水ポンプエリア, 放水路エリア)
 : 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁



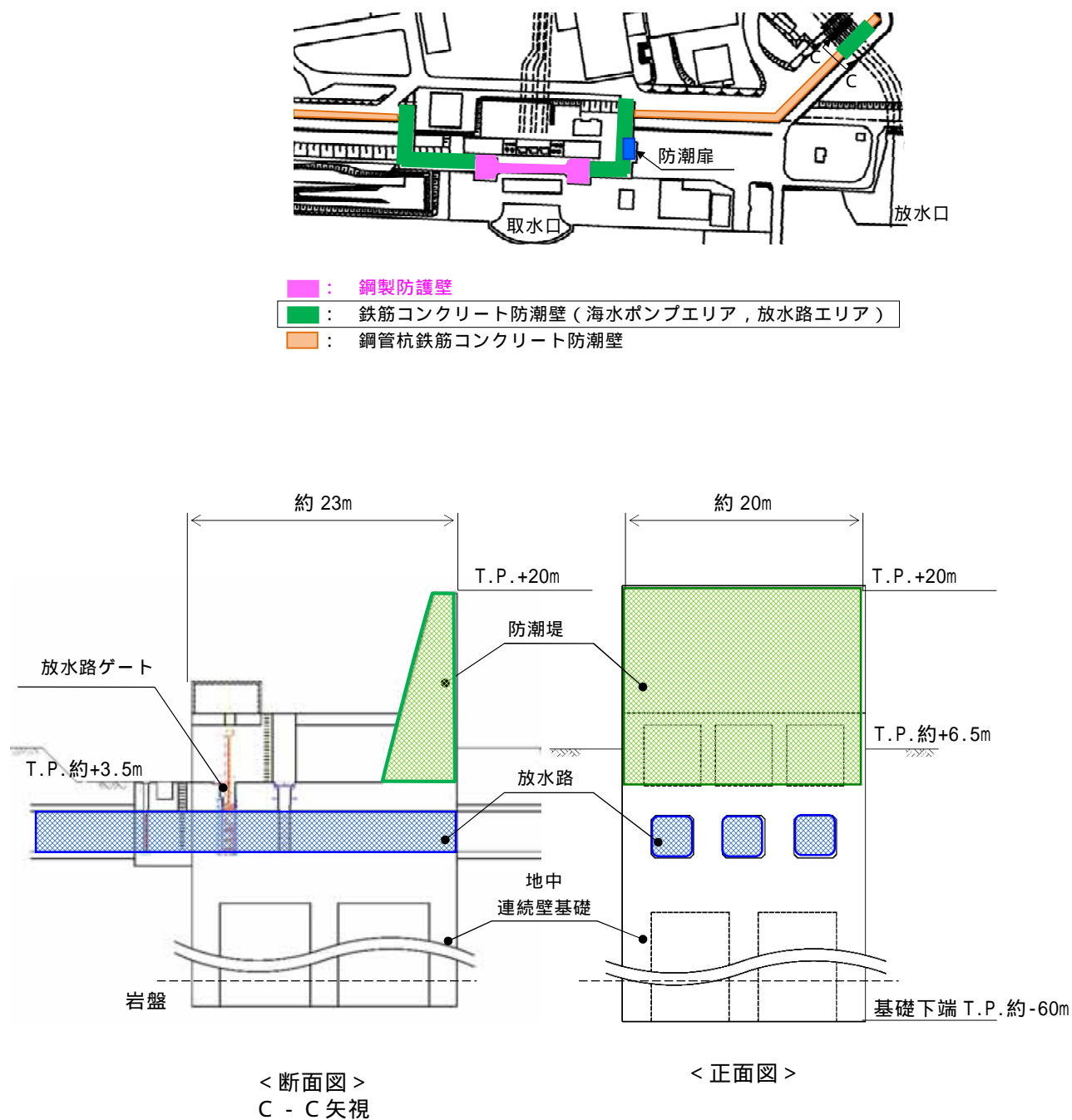
第 3.1-3 図 構造形式毎の防潮壁構造図 (1 / 4)
 [(a) 鋼製防護壁]



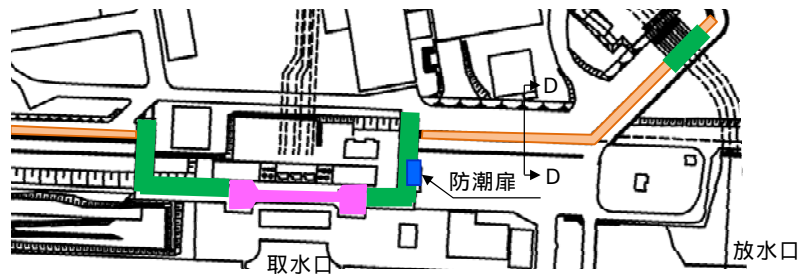
- : 鋼製防護壁
- : 鉄筋コンクリート防潮壁（海水ポンプエリア，放水路エリア）
- : 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁



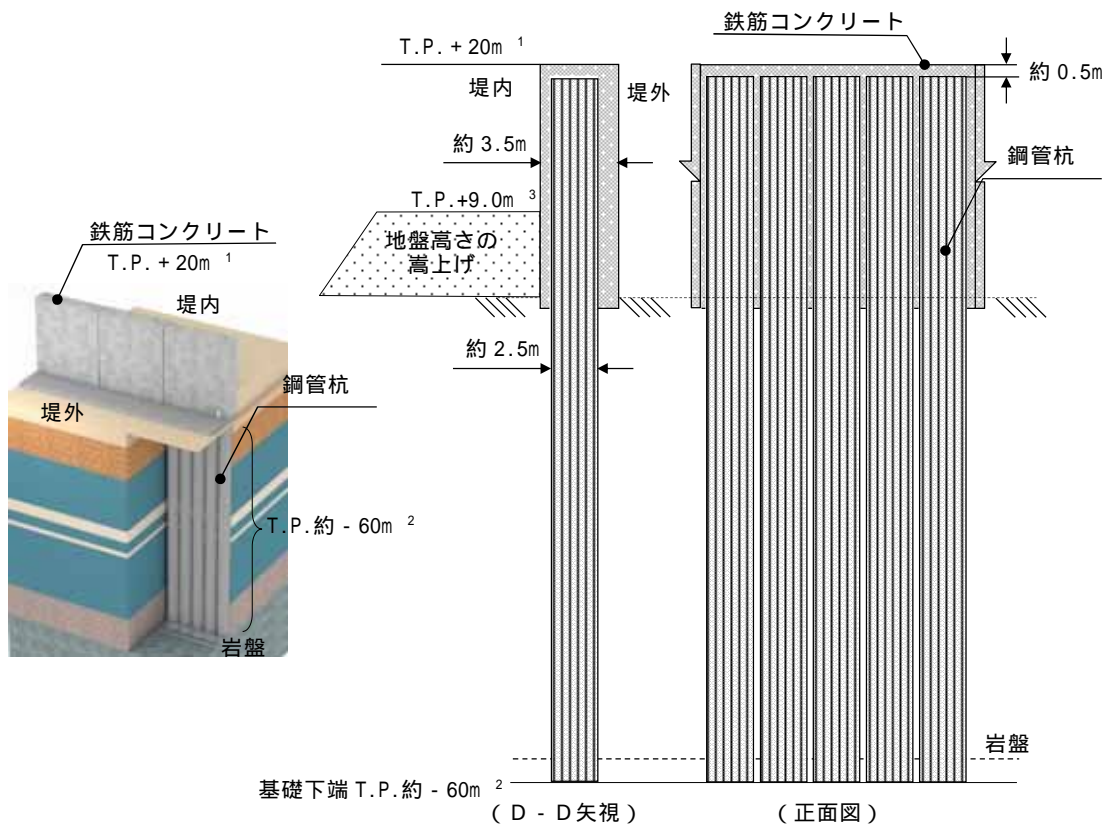
第 3.1-3 図 構造形式毎の防潮壁構造図 (2 / 4)
[(b) 鉄筋コンクリート造 (海水ポンプエリア)]



第 3.1-3 図 構造形式毎の防潮壁構造図 (3 / 4)
[(c)鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア)]

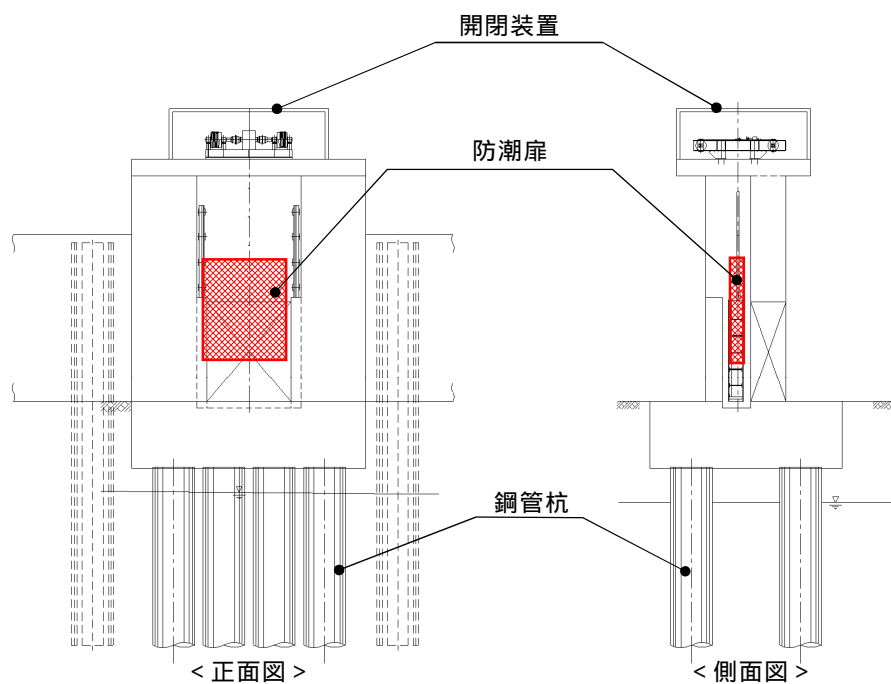


- : 鋼製防護壁
- : 鉄筋コンクリート防潮壁 (海水ポンプエリア)
- : 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁

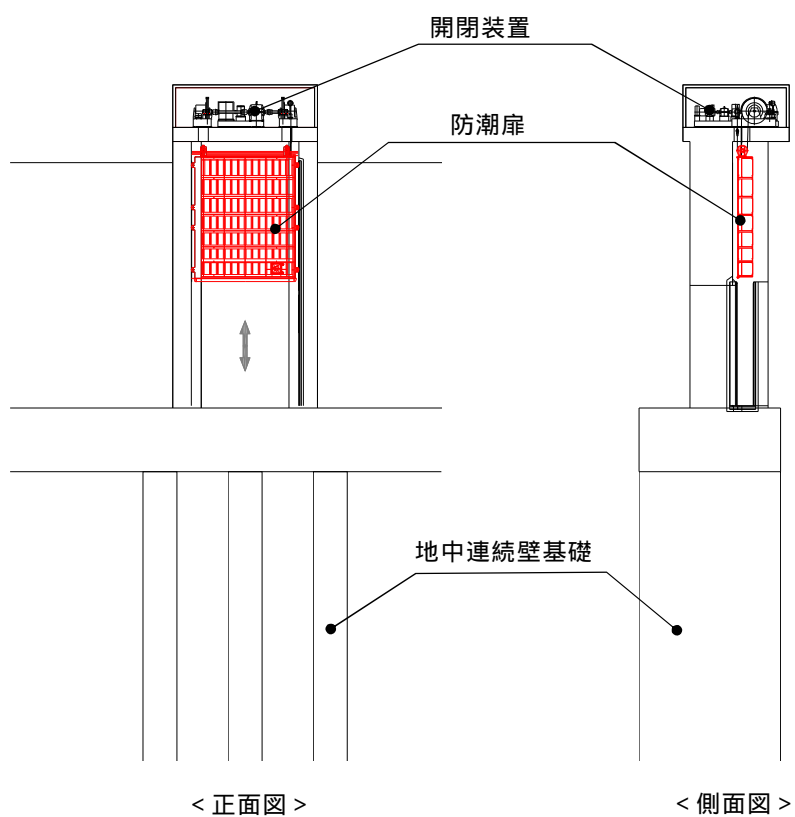


- 1 : 敷地前面東側防潮堤天端高さ T.P. + 20m, 敷地側面北側及び南側防潮堤天端高さ T.P. + 18m
- 2 : 基礎下端の標高は, 敷地前面東側 ~ 北側 ~ 西側へ T.P. 約 - 60m ~ T.P. 約 - 20m, 敷地前面東側 ~ 南側へ T.P. 約 - 35m ~ T.P. 約 0m
- 3 : 地盤高さの嵩上げは, 敷地前面東側 ~ 北側 ~ 西側は T.P. 約 + 9.0m, 敷地前面東側 ~ 南側へ T.P. 約 + 10m ~ T.P. 約 + 11m

第 3-1-3 図 構造形式毎の防潮壁構造図 (4 / 4)
[(d) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁]



敷地南側境界部防潮扉



海水ポンプエリア防潮扉

第 3.1-4 図 防潮扉構造図

b．荷重の組合せ

防潮堤・防潮扉の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせた条件で評価を行う。

- ・ 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 + 漂流物衝突荷重

また、設計に当たっては、風荷重及びその他自然現象に伴う荷重について、設備の設置状況、構造（形状）等の条件を含めて適切に組合せを考慮する。なお、添付資料 2 6 に耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて示す。

c．荷重の設定

防潮堤等の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

(a) 常時荷重

自重等を考慮する。

(b) 地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

(c) 津波荷重

潮位のばらつきを考慮したそれぞれの防潮堤位置における入力津波高さに、参照する裕度である +0.65m を含めても、十分に保守的な値である津波高さ（津波荷重水位）を考慮する。第 3.1-2 表に防潮堤・防潮扉の津波荷重の考え方を示す。また、津波波力は、添付資料 2 7 に防潮堤及び貯留堰における津波荷重の設定方針について示す。

第 3.1-2 表 防潮堤・防潮扉に適用する津波荷重の考え方

	入力津波高さ (T.P.m)	参照する裕度 (m)	合 計 (T.P.m)	津波荷重水位 (T.P.m)
敷地側面北側 防潮堤	+ 15.4	+ 0.65	+ 16.05	+ 18.0
敷地前面東側 防潮堤	+ 17.9	+ 0.65	+ 18.55	+ 20.0
敷地側面南側 防潮堤	+ 16.8	+ 0.65	+ 17.45	+ 18.0

(d) 余震荷重

余震による地震動を検討し，余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 $S_d - D1$ を考慮し，これによる荷重を余震荷重として設定する。添付資料 28 に耐津波設計における余震荷重と津波荷重の組合せについて考え方を示す。

(e) 漂流物荷重

対象とする漂流物を定義し，漂流物の衝突力を漂流物荷重として設定する。具体的には，「2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止 (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」より，15t の漂流物が衝突することを考慮する。以下に「道路橋示方書 (共通編・ 下部構造編)・同解説 (平成 24 年)」を参考とした衝突荷重を示すがその他の算定式の適用性についても検討する。

< 算定式 >

$$\text{衝突荷重 } P = 0.1 \times W \times v$$

ここで， P ：衝突力 (kN)

W ：漂流物の重量 (kN)

v ：表面流速 (m/s)

なお，表面流速 v は，基準津波の速度ベクトルの分析結果より 10m/s とする。

$$P = 0.1 \times 15 \times 9.8 \times 10 = 147 \text{ (kN)}$$

添付資料 2 9 に各種基準類における衝突荷重の算定式及び衝突荷重について示す。

d．許容限界

津波防護機能に対する機能保持限界として，地震後，津波後の再使用性及び津波の繰返し作用を想定し，短期許容応力度以下にすることを基本とし，津波防護機能を保持していることを確認する。添付資料 2 4 に鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の設計方針にて考え方を示す。

(2) 放水路ゲート

放水路を経由した津波が放水ピット上部開口部から敷地に流入する可能性があることから，開口部及び配管貫通部より下流側の放水路にゲートを設置する。大津波警報発表時にはゲートを閉止して，ゲートより上流側の放水路及び放水ピットを経由した津波が，津波防護対象施設が設置される敷地への津波の流入を防止する。放水路は3水路に分かれているため，それぞれの水路に放水路ゲートを設置する。

放水路ゲートは，津波荷重や地震荷重等に対して，津波防護機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

a．構造

放水路ゲートは，スライド式の扉体により水路を止水する鋼製ゲートであり，3水路に分かれている放水路のそれぞれに設置する。放水路ゲートは，スキンプレート，主桁，補助桁等から構成される扉体，戸当たり，駆動装置等で構成される。扉体には戸当たりとの密着部に合成ゴムを設置することにより，津波の流入に対して十分な水密性を確保できる設計としている。

なお，放水路ゲートが閉止の状態においても非常用海水ポンプの運転に伴い発生する系統からの排水を放水できるように，扉体に放水方向の流れのみ開となるフラップ式の小扉を設置する。

第3.1-3図構造形式毎の防潮壁構造図(3/4)に放水路ゲートの配置図及び第3.1-3表に主要仕様を示す。

なお，添付資料30に放水路ゲートの設計と運用について示す。

第 3.1-3 表 放水路ゲートの主要仕様

項 目	仕 様
種 類	逆流防止設備 (ゲート, フラップゲート)
材 質	炭素鋼
個 数	3

b . 荷重の組合せ

放水路ゲートの設計においては,以下のとおり,常時荷重,地震荷重,津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせた条件で評価を行う。

- ・ 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

また,設計に当たっては,風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については,設備の設置状況,構造(形状)等の条件を含めて適切に組合せを考慮する。なお,放水路ゲートは,暗渠で奥行が閉塞された場所に設置されるため,漂流物は想定されないことから,漂流物衝突荷重は考慮しない。

c . 荷重の設定

放水路ゲートの設計において考慮する荷重は,以下のように設定する。

(a) 常時荷重

自重等を考慮する。

(b) 地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

(c) 津波荷重

潮位のばらつきを考慮した放水路における入力津波高さ T.P. + 19.3m に、参照する裕度である + 0.65m を含めても、十分に保守的な値である T.P. + 22.0m の水頭（津波荷重水位）を考慮する。第 3.1-4 表に放水路ゲートの津波荷重の考え方を示す。

第 3.1-4 表 放水路ゲートに適用する津波荷重の考え方

入力津波高さ (T.P.m)	参照する裕度 (m)	合計 (T.P.m)	津波荷重水位 (T.P.m)
+ 19.1	+ 0.65	+ 19.75	+ 22.0

(d) 余震荷重

余震による地震動を検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 $S_d - D1$ を考慮し、これによる荷重を余震荷重として設定する。添付資料 2 8 に耐津波設計における余震荷重と津波荷重の組合せについて考え方を示す。

d . 許容限界

津波防護機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性及び津波の繰返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性設計域内に収まることを基本として、津波防護機能を保持することを確認する。

(3) 構内排水路逆流防止設備

構内排水路は、「2.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）」に示すとおり、以下の5経路がある。

- ・経路1：T.P. + 6.5m の敷地に設置する敷地前面東側防潮壁（鋼管杭鉄筋コンクリート）の下部を経て海域（放水路北側）に至る経路（2箇所）
- ・経路2：T.P. + 4.5m の敷地に設置する敷地前面東側防潮壁（鋼管杭鉄筋コンクリート）の下部を経て海域（取水口北側）に至る経路（2箇所）
- ・経路3：T.P. + 3m の敷地に設置する敷地前面東側防潮壁（RC壁）の下部を経て海域（海水ポンプ室北側，南側）に至る経路（2箇所）
- ・経路4：T.P. + 8m の敷地に設置する敷地前面東側防潮壁（鋼管杭鉄筋コンクリート）の下部を経て海域（取水口南側）に至る経路（2箇所）
- ・経路5：T.P. + 8m の敷地に設置する敷地前面東側防潮壁（鋼管杭鉄筋コンクリート）の下部を経て海域（東海発電所放水口近傍）に至る経路（1箇所）

設計基準対象施設の津波防護対象設備の設置された敷地への津波の流入を防止するため、構内排水路全5経路に対して、逆流防止設備全9箇所を設置する。

構内排水路逆流防止設備は、津波荷重や地震荷重等に対して、津波防護機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

a . 構造

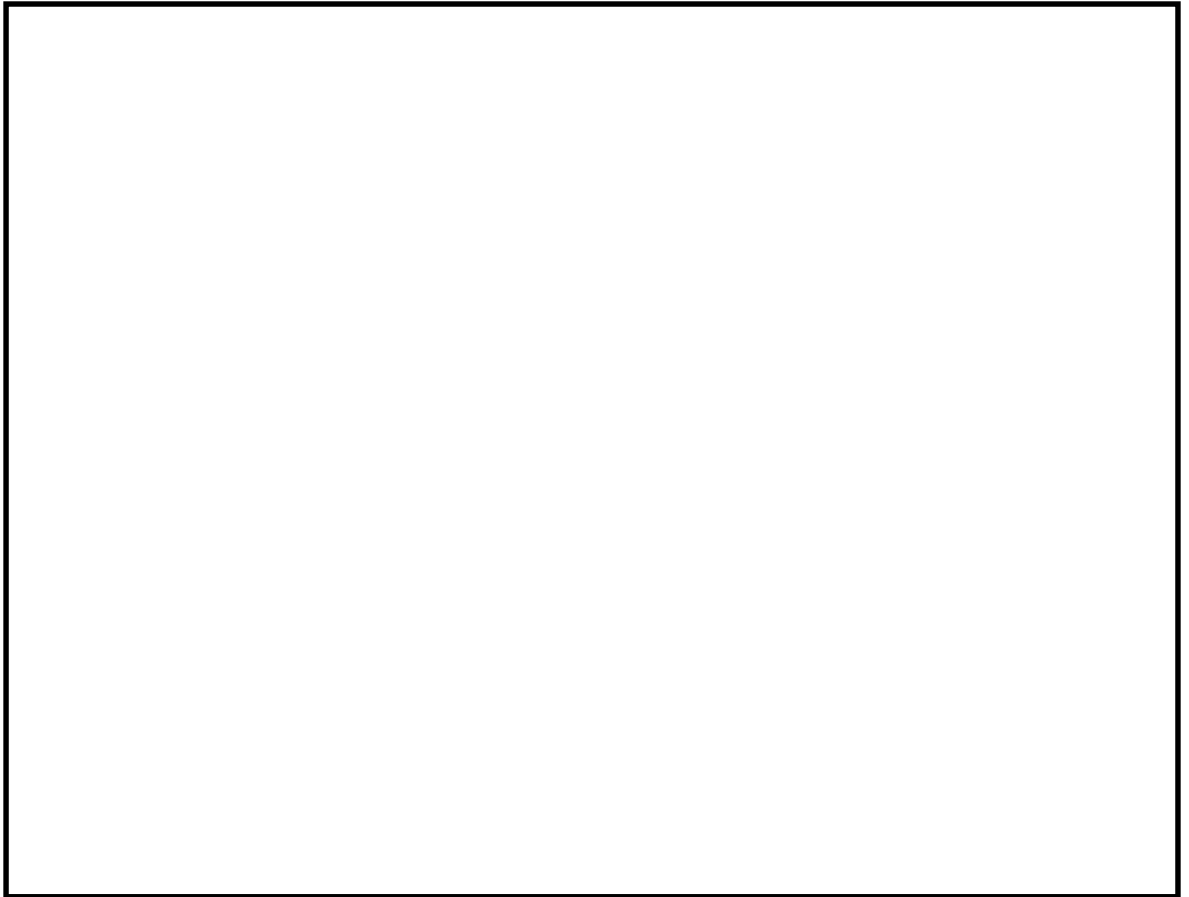
構内排水路逆流防止設備は，鋼製のフラップゲートであり防潮堤外側に設置する。フラップゲートは，スキンプレート，戸当たり等から構成され，スキンプレートは戸当たりのヒンジにより接合される。


戸当たりには，合成ゴムが設置されており，津波による波力を受けたスキンプレートが戸当たりの合成ゴムに密着することにより水密性を確保する。

第 3.1-7 図に構内排水路逆流防止設備の配置図，第 3.1-8 図に構内排水路逆流防止設備の構造図，第 3.1-5 表に構内排水路逆流防止設備の主要仕様を示す。

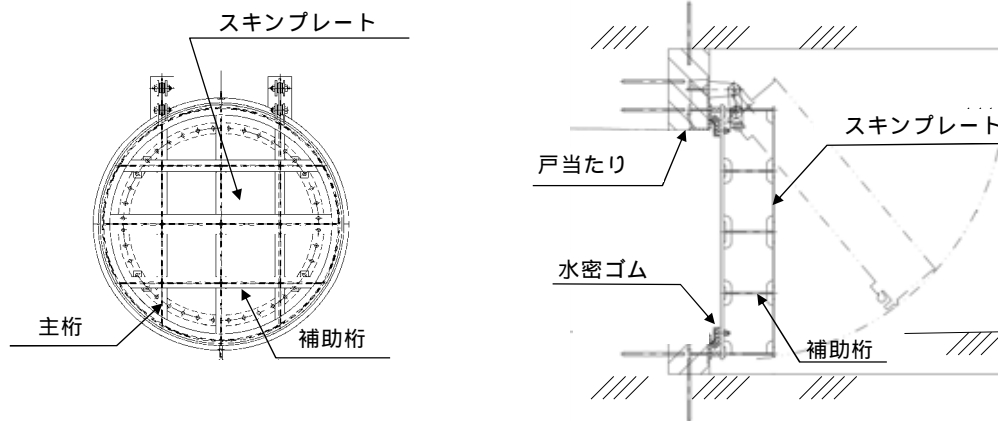
第 3.1-5 表 構内排水路逆流防止設備の主要仕様

項 目	仕 様
種 類	逆流防止設備 (フラップゲート)
材 質	炭素鋼
個 数	9



 : 逆流防止設備（合計 5 経路（経路 1～5）, 全 9 箇所）

第 3.1-7 図 構内排水路逆流防止設備配置図



第 3.1-8 図 構内排水路逆流防止設備概略構造図（標準的な構造）

構内排水路逆流防止設備の設計方針に係る構成部位の役割は，第 3.1-6 表のとおり。

第 3.1-6 表 構成部位と役割

構造部位	構成部位と役割
スキンプレート 主桁，補助桁	外部からの地震荷重，津波荷重等をスキンプレート，主桁，補助桁に確実に伝達するとともに，各荷重に対して十分な耐性を有することにより止水性を確保し，構内排水路逆流防止設備としての機能を維持する。
戸当り （基礎ボルト）	スキンプレートから伝達される荷重を戸当りから基礎ボルトに確実に伝達するとともに，各荷重に対して十分な耐性を有することにより止水性を確保し，構内排水路逆流防止設備としての機能を維持する。
水密ゴム	スキンプレートに設置された水密ゴムによる津波からの浸水を防止することにより止水性を確保し，構内排水路逆流防止設備としての機能を維持する。

b . 荷重の組合せ

構内排水路逆流防止設備の設計においては，常時荷重，地震荷重，津波荷重及び余震荷重を組み合わせた条件で評価を行う。

- ・ 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

また，設計に当たっては，風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については，設備の設置状況，構造（形状）等の条件を含めて適切に組合せを考慮する。なお，構内排水路逆流防止設備は防潮堤外側の集水枡内に設置するため，漂流物の到達は想定されないことから，漂流物衝突荷重は考慮しない。

c . 荷重の設定

構内排水路逆流防止設備の設計において考慮する荷重は，以下のよう
に設定する。

(a) 常時荷重

自重等を考慮する。

(b) 地震荷重

基準地震動 S_g を考慮する。

(c) 津波荷重

構内排水路逆流防止設備は，最も入力津波が高い防潮堤前面（敷地
前面東側）の T.P. + 17.9m を用い，これに参照する裕度である + 0.65m
を含めても，十分に保守的な値である T.P. + 20.0m の水頭（津波評価
水位）を考慮する。第 3.1-7 表に構内排水路逆流防止設備の津波荷重
の考え方を示す。また，津波波力は，添付資料 2 7 に防潮堤及び貯留
堰における津波荷重の設定方針の防潮堤に準じて設定する。

第 3.1-7 表 構内排水路逆流防止設備に適用する津波荷重の考え方

入力津波高さ (T.P.m)	参照する裕度 (m)	合 計 (T.P.m)	津波荷重水位 (T.P.m)
+ 17.9	+ 0.65	+ 18.55	+ 20.0
+ 15.4		+ 16.05	

(d) 余震荷重

余震による地震動を検討し，余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 $S_d - D1$ を考慮し，これによる荷重を余震荷重として設定する。添付資料 28 に耐津波設計における余震荷重と津波荷重の組合せについて考え方を示す。

d . 許容限界

津波防護機能に対する機能保持限界として，地震後，津波後の再使用性及び津波の繰返し作用を想定し，当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう，構成する部材が弾性設計域内に収まることを基本として，津波防護機能を保持することを確認する。

(4) 貯留堰

引き波時における取水ピットの下降側の評価水位は、T.P. - 6.0m であり、水理実験により確認した非常用海水ポンプである残留熱除去系海水ポンプの取水可能水位 T.P. - 5.66m を下回る。このため、引き波による取水ピットの水位低下に対して、非常用海水ポンプの取水性が確保できるよう、取水可能水位を下回る時間においても、非常用海水ポンプが 30 分以上運転継続可能な海水を貯留できる貯留堰を取水口前面の海中に設置する。

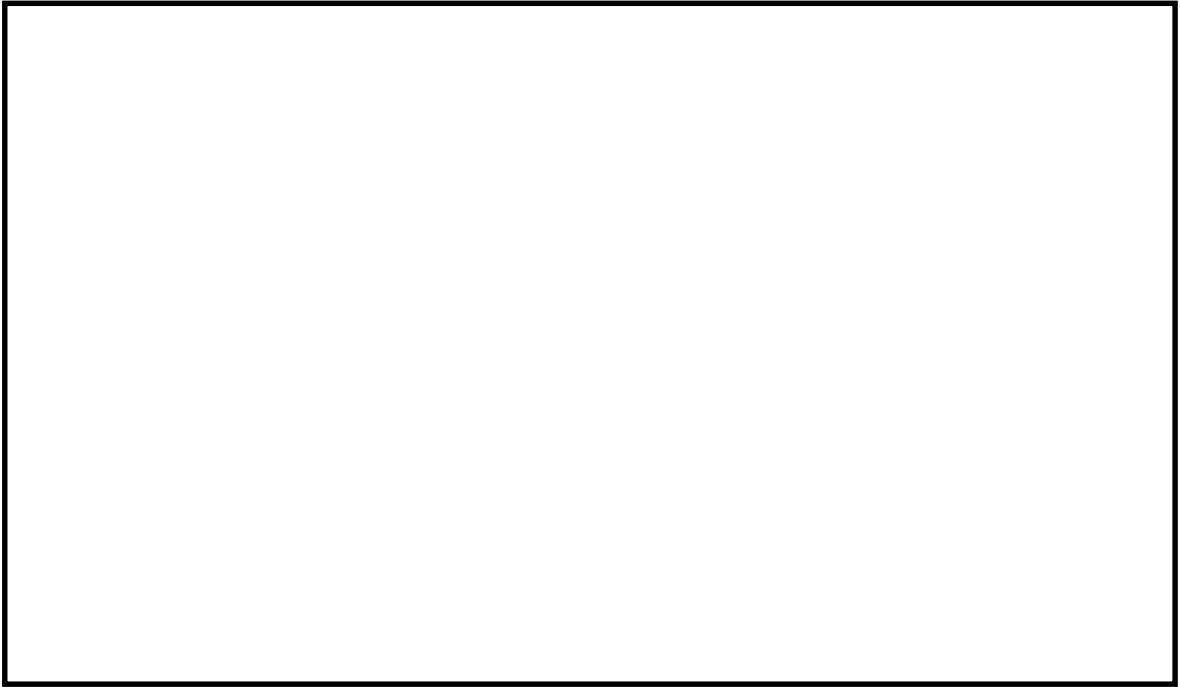
貯留堰は、津波荷重や地震荷重等に対して、津波防護機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。なお、添付資料 3 1 に貯留堰の構造及び仕様について示す。

a . 構造

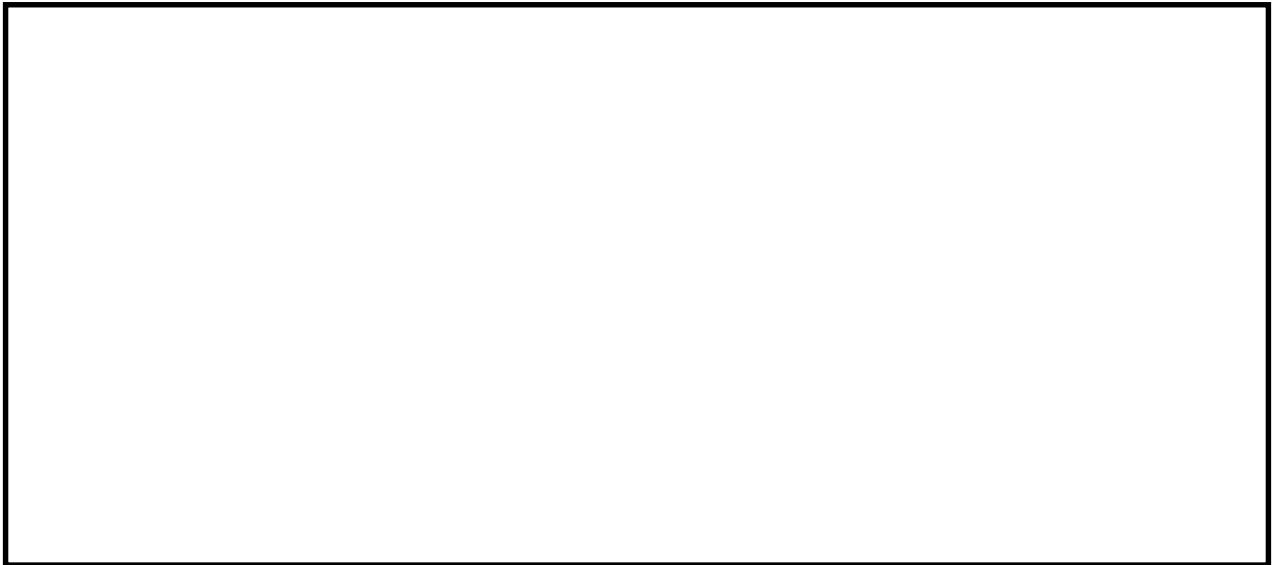
貯留堰は、外径約 2m、厚さ 25mm の鋼管矢板式堰であり、取水口前面の海中に設置する。

貯留堰を設置する海底地盤高さ T.P. 約 - 6.9m に対し、貯留堰天端高さは T.P. - 4.90m であり、約 2m の堰高さを有し、鋼管矢板下端標高は、地中 T.P. 約 - 30m ~ T.P. 約 - 55m であり岩盤に支持される。また、貯留堰は護岸に接続される。

第 3.1-9 図に貯留堰の構造図、第 3.1-10 図に貯留堰の設置断面図を示す（貯留堰の構造及び仕様の詳細は添付資料 3 2 参照）。



第 3.1-9 図 貯留堰配置図



第 3.1-10 図 貯留堰の設置断面図

b．荷重の組合せ

貯留堰の設計においては，以下のとおり，常時荷重，地震荷重，津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせた条件で設計を行う。

- ・ 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

また，設計に当たっては海中の設置であるため，風荷重及びその他の自然現象に伴う荷重は考慮しない。また，貯留堰天端高さより上方の水頭を積載荷重として考慮する。

c．荷重の設定

貯留堰の設計において考慮する荷重は，以下のように設定する。

(a) 常時荷重

自重等を考慮する。

(b) 地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

(c) 津波荷重

貯留堰の最も入力津波が高い防潮堤前面（敷地前面東側）の T.P. + 17.9m を用い，これに参照する裕度である + 0.65m を含めても，十分に保守的な値である T.P. + 21.0m の水頭（津波評価水位）を考慮する。また，津波波力は，「港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成 24 年）」により適切に設定する。第 3.1-8 表に貯留堰の津波荷重の考え方（静水圧）を示す。また，津波波力は，添付資料 2 7 に防潮堤及び貯留堰における津波荷重の設定方針について示す。

第 3.1-8 表 貯留堰に適用する津波荷重の考え方

入力津波高さ (T.P.m)	参照する裕度 (m)	合 計 (T.P.m)	津波荷重水位 (T.P.m)
+ 17.9	+ 0.65	+ 18.55	+ 21.0

(d) 余震荷重

余震による地震動を検討し，余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 $S_d - D1$ を考慮し，これによる荷重を余震荷重として設定する。添付資料 28 に耐津波設計における余震荷重と津波荷重の組合せについて考え方を示す。

(e) 漂流物荷重

対象とする漂流物を定義し，漂流物の衝突力を漂流物荷重として設定する。具体的には，「2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止 (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」より，15t の漂流物が衝突することを考慮する。以下に「道路橋示方書 (共通編・ 下部構造編)・同解説 (平成 24 年)」を参考とした衝突荷重を示すがその他の算定式の適用性についても検討する。

< 算定式 >

$$\text{衝突荷重 } P = 0.1 \times W \times v$$

ここで， P ：衝突力 (kN) W ：漂流物の重量 (kN)

v ：表面流速 (m/s)

なお，表面流速 v は，基準津波の速度ベクトルの分析結果より 10m/s とする。

$$P = 0.1 \times 15 \times 9.8 \times 10 = 147 \text{ (kN)}$$

d．許容限界

津波防護機能に対する機能保持限界として，地震後，津波後の再使用性及び津波の繰返し作用を想定し，当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう，構成する部材が短期許容応力度以下に収まることを基本として，津波防護機能を保持することを確認する。

3.3 津波監視設備

【規制基準における要求事項等】

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

【検討方針】

津波監視設備については、津波の影響（波力、漂流物の衝突等）に対して、影響を受けにくい位置への設置、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に設計する（【検討結果】参照）。

【検討結果】

津波監視設備として、津波・構内監視カメラ、取水ピット水位計及び潮位計を設置する。以下に津波監視設備の津波による影響評価結果及び津波監視設備の仕様を示す。また、第3.3-1図に津波監視設備の配置図を示す。また、津波監視設備毎の条文要求、施設・設備区分及び防護区分を添付資料39に示す。なお、敷地に遡上する津波に対する評価については「東海第二発電所 重大事故等対処設備について 3.敷地に遡上する津波に対する防護対象設備等の設計・評価の方針及び条件」にて実施する。

(1) 津波監視設備の津波による影響評価

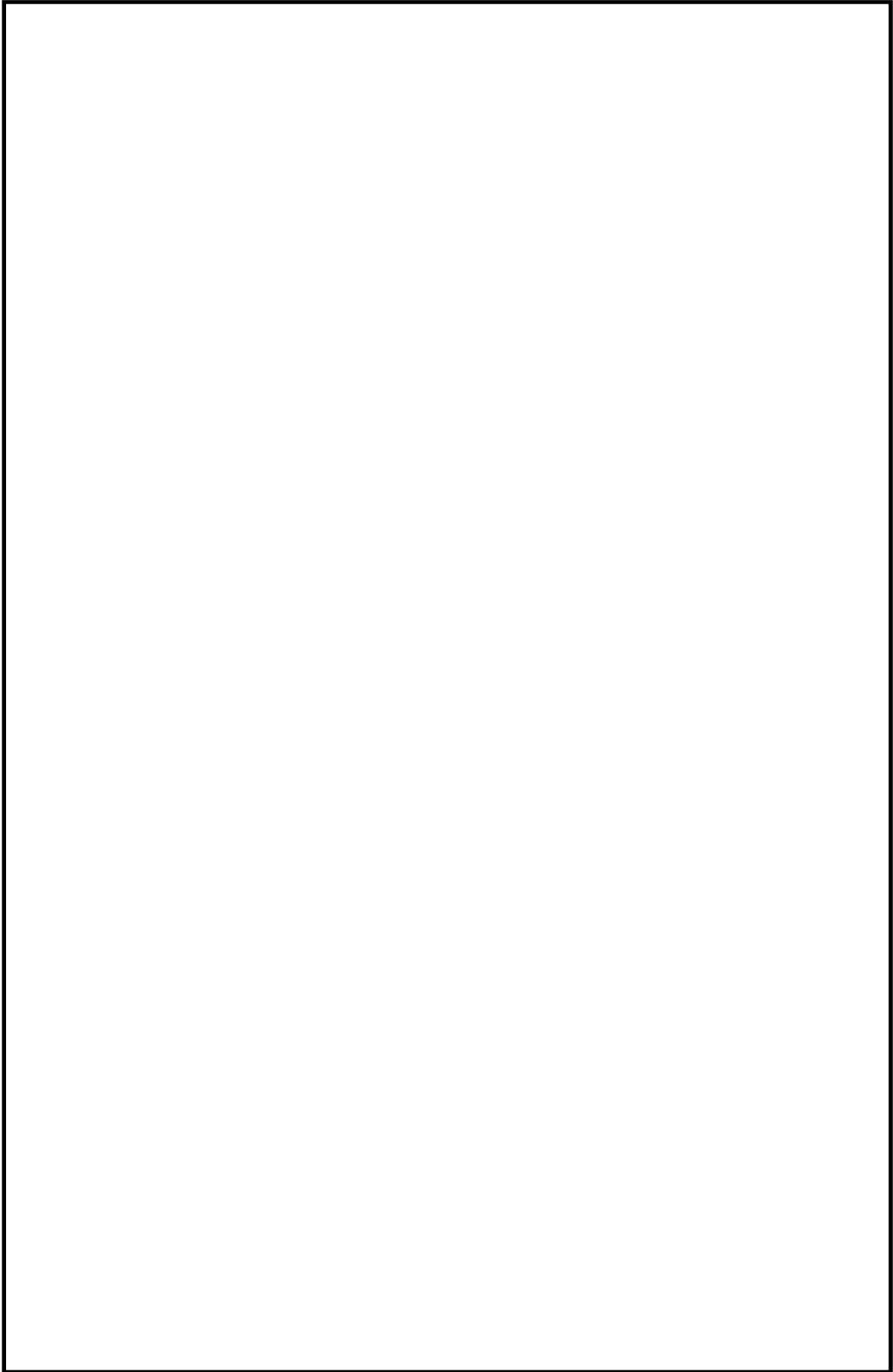
a．津波による影響の有無

- (a) 津波・構内監視カメラは、津波の襲来状況、津波防護施設及び浸水防止設備の機能、取水口及び放水口を含む敷地東側

の沿岸域，並びに敷地内外の状況を監視するものであり，原子炉建屋の屋上T.P.約+64m,及び防潮堤上部T.P.約+18～約+20mの位置に設置する。このため，津波の遡上域になく基準津波の影響は受けない。

- (b) 取水ピット水位計は，主として基準津波による引き波時の取水ピットの下降側水位を監視するものである。取水ピット水位計の設置位置は，防潮堤と海水ポンプ室間の取水ピット上版コンクリート躯体内に設置するため，津波の遡上域にないが，取水口から流入する津波の影響を考慮する必要がある。このため，後述b項において津波による影響に対する防止策・緩和策等を示す。

- (c) 潮位計は，主として基準津波による寄せ波時の取水口前面の上昇側水位を監視するものであり，取水路内の側壁に設置するため，取水ピット水位計と同様に，取水口から流入する津波の影響を考慮する必要がある。このため，後述b項において津波による影響に対する防止策・緩和策等を示す。



第3.3-1図 津波監視設備の配置図

b . 津波による影響に対する防止策・緩和策等

前述 a 項に示したとおり，取水ピット水位計及び潮位計は，取水口から流入する津波の影響が考えられるため，津波の波力及び漂流物の衝突に対する防止策・緩和策を検討した。

(a) 津波の波力に対する防止策・緩和策等

津波による波力に対して，取水ピット水位計は，「1.6 設計又は評価に用いる入力津波」において示した取水ピットにおける潮位のばらつき及び入力津波の数値計算上のばらつきを考慮した津波高さT.P. + 19.4mに，参照する裕度 + 0.65mを含めたT.P. + 22.0mの水頭を考慮した設計とするため，津波の波力による影響は受けない。また，潮位計は，「1.6 設計又は評価に用いる入力津波」において示した敷地前面における潮位のばらつき及び入力津波の数値計算上のばらつきを考慮した津波高さT.P. + 17.9mに，参照する裕度 + 0.65mを含めたT.P. + 20.0mの水頭を考慮した設計とするため，津波の波力による影響は受けない。

(b) 津波による漂流物の衝突に対する防止策・緩和策等

津波による漂流物の衝突に対しては，「2.5項 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」において示したとおり，取水口の上部高さT.P. + 3.31mに対し，基準津波による敷地前面における水位はT.P. + 17.9mであることから，漂流物の選定において，取水口に向かう可能性が否定できないと評価した作業台船及び漁船は，取水口の上部を通過するものと考えられる。仮に取水口に漂流物が向かったとしても，漂流物の寸法及び取水口呑口の寸法の関係から，取水

路内を大きな漂流物が逆流することは考え難いため，漂流物の影響は受けない。第3.3-1表に作業台船及び漁船の主要諸元，第3.3-2図に取水口呑口部の構造を示す。

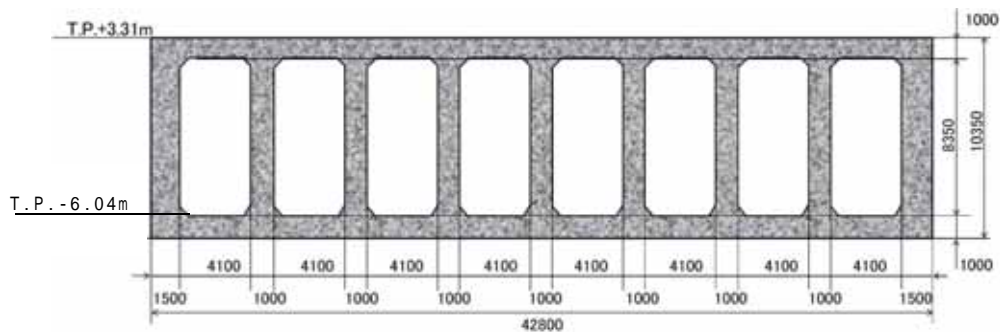
第 3.3-1 表 作業台船及び漁船の主要諸元

対象	重量	寸法	台数
作業台船	約 44t	長さ約 17m×幅約 8m	1
5t 級漁船 ¹ (総トン数)	約 15t ² (総トン数)	長さ 14m×幅約 3m	1 ³

1：漁港からの聞き取り調査結果に基づき設定

2：道路橋示方書（共通編・下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会 平成14年3月）より，総トン数 3t を 3 倍し排水トン数を 15t と設定

3：発電所沖合で操業することを考慮し，1 隻が漂流するものと仮定



第 3.3-2 図 取水口呑口部構造

上記のとおり，取水ピット水位計及び潮位計は，基準津波による漂流物の影響は受けないと考えられるが，ここでは漂流の可能性が否定できないと評価した漂流物以外の比較的寸法の小さい漂流物を想定した場合の影響について評価するとともに，防止策・緩和策等について検討した。

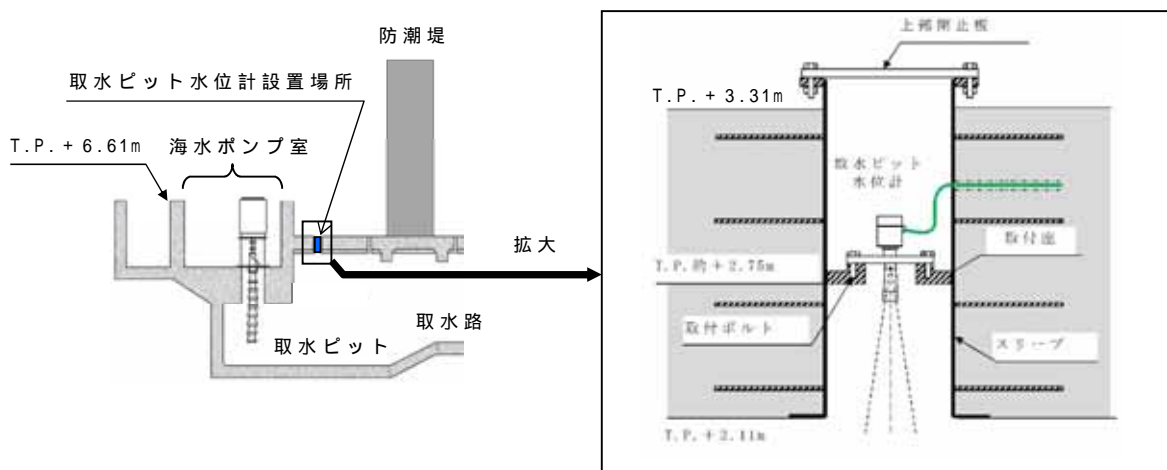
） 取水ピット水位計

取水ピット水位計は，取水路奥の取水ピット上版のコンクリート躯体に設ける 400mm の貫通孔内に設置するため，取水路内に流入した漂流物が取水ピット水位計に衝突する可能性は極めて低いと考えられる。

このため，比較的寸法の小さい漂流物を想定しても，漂流物の衝突による影響はないと考えるが，より安全側の対策として，海水ポンプ室の北側及び南側にそれぞれ1個ずつ計2個の取水ピット水位計を設置し，多重化を図ることとする。第3.3-3図に取水ピット水位計の配置図，第3.3-4図に取水ピット水位計の据付部の概略構造を示す。



第 3.3-3 図 取水ピット水位計配置図

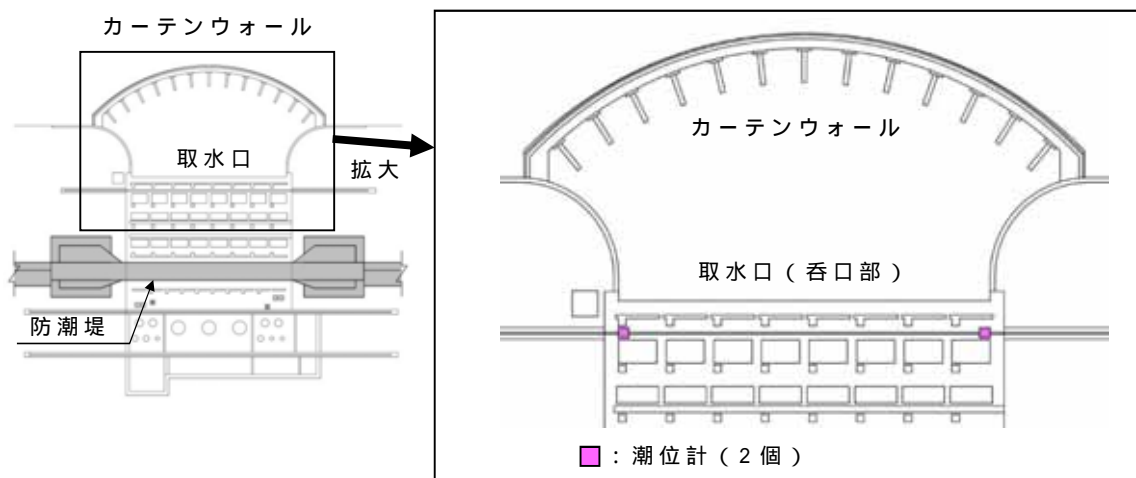


第 3.3-4 図 取水ピット水位計据付面概略構造

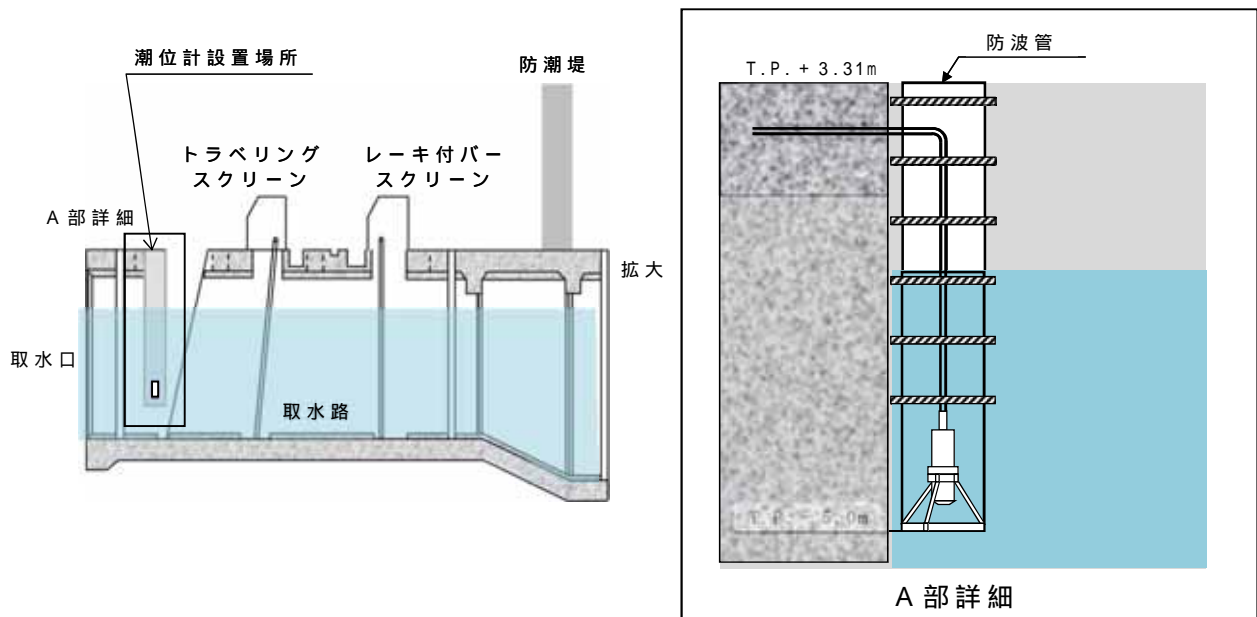
) 潮位計

潮位計は，取水口入口近傍の側壁に設置するが，検出器及びケーブル・電線管は 400mm，厚さ10mmのステンレス製の防波管内に収納することにより，取水路内に流入した漂流物から保護できる設計としている。

このため，比較的寸法の小さい漂流物を想定しても，漂流物の衝突による影響はないと考えるが，より安全側の対策として，取水口の北側及び南側にそれぞれ1個ずつ計2個の潮位計を設置し，多重化を図ることとする。第3.3-5図に潮位計の配置図，第3.3-6図に潮位計の据付部の概略構造を示す。



第 3.3-5 図 潮位計配置図



第3.3-6図 潮位計据付部概略構造

以上の津波による影響に対する防止策・緩和策により，取水ピット水位計及び潮位計は，津波に対して機能保持が可能である。

(2) 津波監視設備の仕様等

a . 津波・構内監視カメラ

(a) 仕様

津波・構内監視カメラ（直径178mm×高さ285mm，水平方向可動域360°）は，原子炉建屋屋上T.P.約+64mに3台，防潮堤上部T.P.約+18～約+20mに4台を設置する。各々の監視目的，範囲を第3.3-2表の津波・構内監視カメラの監視目的と範囲に示す。津波・構内監視カメラは赤外線撮像機能を有し，昼夜問わず監視可能な仕様とし，画像は中央制御室及び緊急時対策所建屋に設置した監視設備に表示し，継続的に監視できる設計とする。

津波・構内監視カメラ本体及び監視設備の電源は所内常設直流電源設備受電することで交流電源喪失時においても監視が継続可能な設計とする。

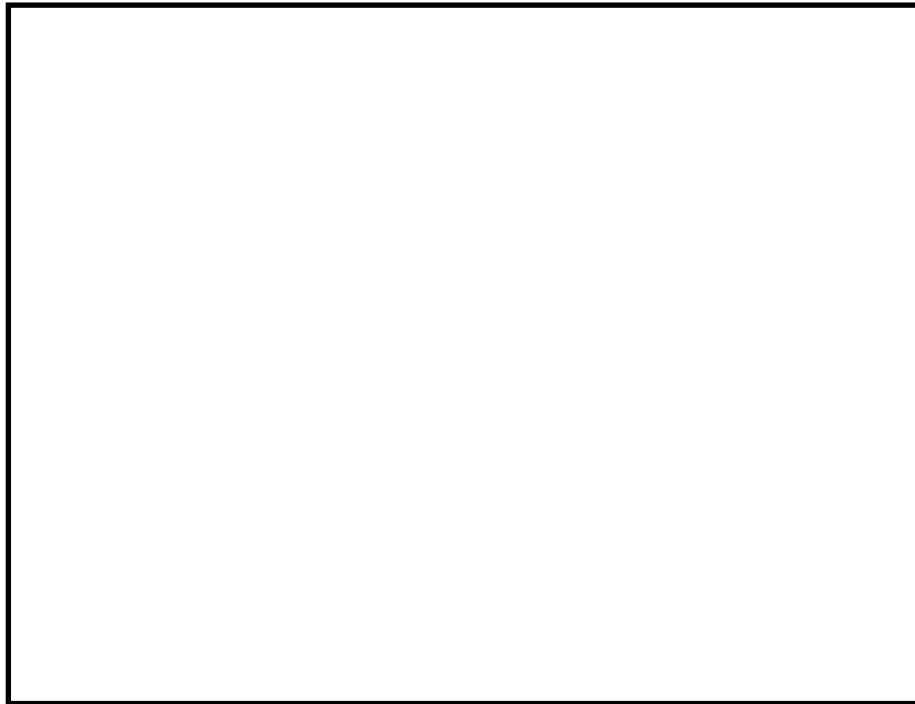
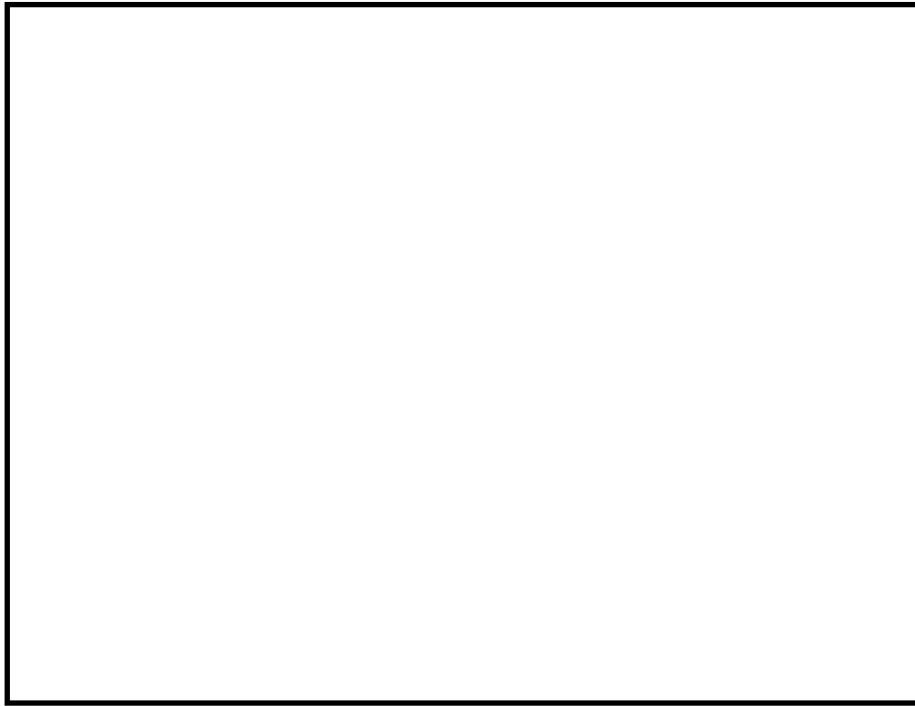
第3.3-3表に津波・構内監視カメラの基本仕様，第3.3-7図に津波・構内監視カメラの設置位置と可視可能範囲，第3.3-8図に津波・構内監視カメラの映像イメージを示す。

第3.3-2表 津波・構内監視カメラの監視目的と範囲

設置場所		監視目的と範囲
原子炉 建屋 屋上	北東側	主に敷地前面東側海域及び敷地東側の津波襲来状況，防潮堤東側，防潮扉（取水口東側），取水口，放水口，放水路ゲートの周辺状況を高所から俯瞰的に監視
	北西側	主に敷地北側の津波襲来状況，防潮堤北側の周辺状況を高所から俯瞰的に監視
	南東側	主に敷地南側の津波襲来状況，防潮堤南西側の周辺状況を高所から俯瞰的に監視
防潮堤 上部	北西側	主に敷地北側の津波襲来状況，防潮堤北側，敷地北西側の状況を監視
	北東側	主に敷地前面東側海域及び敷地北東側の津波襲来状況，防潮堤東側，防潮扉（海水ポンプ室），取水口，放水口，放水路ゲートの状況を監視
	南東側	主に敷地前面東側海域及び敷地南側の津波襲来状況，防潮堤東側，取水口，S A用海水ピット開口部浸水防止蓋及びS A海水ピット取水塔周辺の状況を監視
	南西側	主に敷地南側の津波襲来状況，防潮堤南側，防潮扉（南側），敷地南側の状況を監視

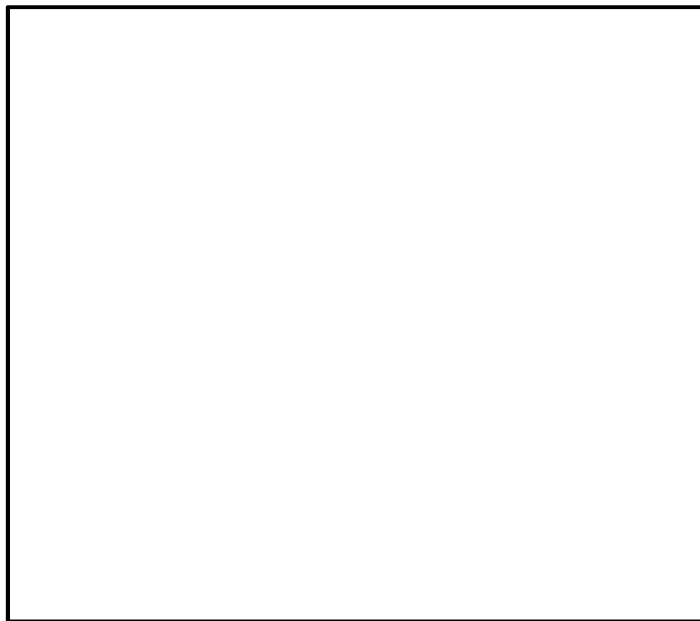
第3.3-3表 津波・構内監視カメラの基本仕様

項 目	基 本 仕 様
名 称	津波・構内監視カメラ
耐 震 ク ラ ス	S クラス
設 置 場 所	原子炉建屋屋上 防潮堤上部
監 視 場 所	中央制御室，緊急時対策所建屋
個 数	原子炉建屋屋上：3 防潮堤上部：4
夜間監視手段	赤外線
遠 隔 操 作	可能（上下左右）
電 源	所内常設直流電源設備



一部死角となるエリアがあるが、死角となるのは、構内のタービン建屋付近（主変圧器，起動変圧器）等のごく限られた場所であり，その他の監視可能な領域の監視により，原子炉施設に影響を及ぼす可能性のある自然現象等を十分に把握可能である。

第3.3-7図 津波・構内監視カメラの設置位置と可視可能範囲



津波・構内監視カメラ映像イメージ範囲



津波・構内監視カメラ映像イメージ範囲

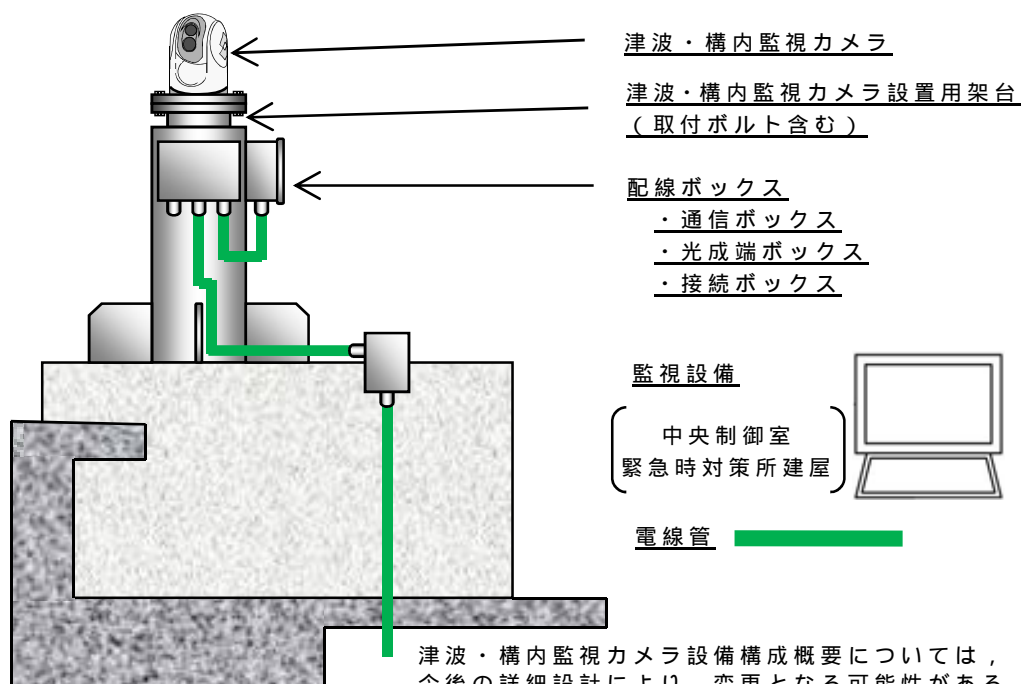


津波・構内監視カメラ映像イメージ範囲

第3.3-8図 津波・構内監視カメラの映像イメージ

(b) 設備構成

津波・構内監視カメラは、カメラ本体、津波・構内監視カメラ用設置架台、配線ボックス、監視設備、電線管から構成される。第3.3-9図に津波・構内監視カメラの設備構成概要を示す。



第 3.3-9 図 津波・構内監視カメラ設備構成概要

(c) 構造・強度評価及び機能維持評価

津波・構内監視カメラが使用条件及び想定される自然条件下において要求される機能を喪失しないことを確認する。

津波・構内監視カメラは，原子炉建屋屋上T.P.約＋64m及び防潮堤上部T.P.約＋18～約＋20mに設置することから津波の影響は考慮しない。また，避雷設備を近傍に設置し，避雷設備の遮へい範囲内に津波・構内カメラを設置することから，落雷の影響は考慮しない。このため，想定される自然条件として考慮すべきものは，地震，積雪，降下火砕物，降雨及び風である。ここでは使用条件及び上記の自然条件に対する評価方針を示す。

なお，自然条件のうち，津波については前述のとおり影響を受けることはないため，荷重の組合せ等での考慮は要しない。

) 評価対象

第3.3-4表に津波・構内監視カメラの構造・強度評価及び機能維持評価対象を示す。

第3.3-4表 津波・構内監視カメラの構造・評価
及び機能維持評価対象

評価項目	評価対象
構造・強度	津波・構内監視カメラ設置用架台 津波・構内監視カメラ取付ボルト 電線管
機能維持	津波・構内監視カメラ 配線ボックス 監視設備（監視用P C等）

) 評価方針

構造・強度評価

津波・構内監視カメラは、基準地震動 S_s に対して地震時に要求される機能を喪失しないことを確認する。

具体的には、津波・構内監視カメラ設置用架台、取付ボルトについて、地震時に想定される評価荷重に基づき応力評価を行い、裕度(=許容応力/発生応力)が1.0以上であることを確認する。また、電線管については、電線管布設において、もっとも厳しい条件にあるモデルにて評価し、最大許容支持間隔を求め、それに包絡される条件で施工することで、耐震性を確保する。

機能維持評価

機能維持の評価対象については、振動試験において、津波・構内監視カメラ、配線ボックス、監視設備の電氣的機能の健全性を確認した加振波の最大加速度(以下「確認済加速度」という。)に対し、取付箇所の最大応答加速度(以下「評価加速度」という。)が下回っていることを確認する。

) 荷重の組合せ

津波・構内監視カメラは、津波の影響を受けない場所に設置するため、津波荷重の考慮は不要であり、常時荷重+余震荷重の組合せは、以下の組合せに包絡されるため、これらを適切に組合せて設計を行う。

・ 常時荷重 + 地震荷重

また，設計に当たっては，自然現象との組合せを適切に考慮する。

) 評価荷重

固定荷重

自重等を考慮する。

地震荷重

(第四条 基準地震動 S_s)

基準地震動 S_s を考慮する。

積雪荷重

(第六条 設計基準積雪量 30cm)

屋外に設置される津波・構内監視カメラ設置用架台及び電線管に対しては，堆積量30cmを考慮する。

降下火砕物

(第六条 設計基準堆積量 50cm)

屋外に設置される津波・構内監視カメラ設置用架台及び電線管に対しては，堆積量(50cm)を考慮する。

降雨荷重

(第六条 設計基準降水量 127.5 mm / h)

降雨に対しては，津波・構内監視カメラは防水性能 IP66 (あらゆる方向からのノズルによる強力なジェット噴流水によっても有害な影響を及ぼしてはならない) に適合する設計とする。

風荷重（竜巻及び竜巻以外）

（第六条 竜巻：設計竜巻風速100m/s，竜巻以外：建築基準法 に準拠した東海村の基準風速である30m/s）

設計竜巻風速100m/s及び「建築基準法（建設省告示第1454号）」に基づく発電所立地地域（東海村）の基準風速30m/s相当の風荷重を受けた場合においても，津波・構内監視カメラ設置用架台及び電線管は継続監視可能であることを確認する。

b．取水ピット水位計

(a) 仕様

取水ピット水位計は，主として基準津波による引き波時の取水ピットの下降側水位を監視するため設置するものである。

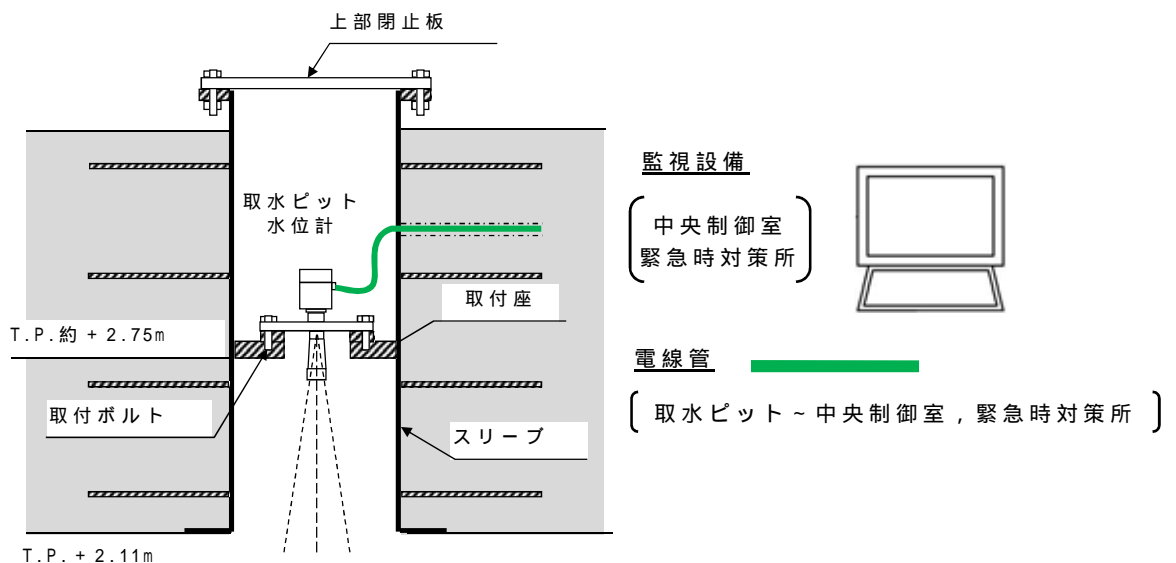
取水ピットにおける潮位のばらつき及び入力津波の数値計算上のばらつきを考慮した入力津波高さは，上昇側でT.P. + 19.4m，下降側でT.P. - 5.2mである。このため，取水ピット水位計の計測範囲については，下降側は取水ピット底部付近のT.P. - 7.8mとし，上昇側は取水ピット上版下端高さ付近のT.P. + 2.3mまで計測できる設計とする。また，取水ピット水位計の検出器は，取水ピットからの津波による圧力に十分に耐えられる設計とする。取水ピット水位計本体及び監視設備の電源は，所内常設直流電源設備から受電することで，交流電源喪失時においても監視が継続可能な設計とする。第3.3-5表に取水ピット水位計の基本仕様を示す（取水ピット水位計の配置図は第3.3-3図，据付面概略構造は第3.3-4図参照）。

第3.3-5表 取水ピット水位計の基本仕様

項 目	基 本 仕 様
名 称	取水ピット水位計
耐 震 ク ラ ス	S クラス
設 置 場 所	取水ピット
監 視 場 所	中央制御室，緊急時対策所
個 数	2
計 測 範 囲	T.P. - 7.8m ~ T.P. + 2.3m
検出器の種類	電波式
電 源	所内常設直流電源設備

(b) 設備構成

取水ピット水位計は，水位計本体，水位計取付座，監視設備，電線管から構成されている。第3.3-10図に取水ピット水位計の設備構成概要を示す。



第 3.3-10 図 取水ピット水位計設備構成概要

(c) 構造・強度評価及び機能維持評価

取水ピット水位計が使用条件及び想定される自然条件下において要求される機能を喪失しないことを確認する。

取水ピット水位計は、取水ピット上版のコンクリート躯体内に設置され、取水ピット水位計据付面の上部には閉止板を設置する構造であるため、想定される自然条件として考慮すべきものは地震及び津波である。このため、ここでは使用条件及び上記の自然条件に対する評価方針を示す。

) 評価対象

第3.3-6表に取水ピット水位計の構造・強度評価及び機能維持評価対象を示す。

第3.3-6表 取水ピット水位計の構造・評価
及び機能維持評価対象

評価項目	評価対象
構造・強度	取水ピット水位計据付座 取水ピット水位計取付ボルト 電線管
機能維持	取水ピット水位計 監視設備（監視用PC等）

) 評価方針

構造・強度評価

取水ピット水位計は、基準地震動 S_s に対して地震時に要求される機能を喪失しないことを確認する。

具体的には、取水ピット水位計の据付座、取付ボルトについて、地震時に想定される評価荷重に基づき応力評

価を行い、裕度（＝許容応力／発生応力）が1.0以上であることを確認する。また、電線管については、電線管布設において、もっとも厳しい条件にあるモデルにて評価し、最大許容支持間隔を求め、それに包絡される条件で施工することで、耐震性を確保する。

なお、建屋間相対変位が生じる箇所については、可とう電線管を適用する。

機能維持評価

機能維持の評価対象については、振動試験において、取水ピット水位計、監視設備の確認済加速度に対し、評価加速度が下回っていることを確認する。

） 荷重の組合せ

取水ピット水位計の設計においては以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重、余震荷重を適切に組合せて設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重
- ・ 常時荷重＋余震荷重＋津波荷重

なお、取水ピット水位計は、前述「(1) b 項 津波による影響に対する防止策・緩和策等」に示したとおり、必要な防止策・緩和策を講じることから、漂流物による荷重は考慮しない。

) 評価荷重

固定荷重

自重等を考慮する。

地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

津波荷重

潮位のばらつき及び入力津波の計算上のばらつきを考慮した取水ピットにおける入力津波高さ T.P. + 19.4m に、参照する裕度である + 0.65m を含めても、十分に保守的な値である津波荷重水位 T.P. + 22.0m (許容津波高さ) を考慮する。第 3.3-7 表に取水ピット水位計の津波荷重の考え方を示す。

第 3.3-7 表 取水ピット水位計に適用する
津波荷重の考え方

入力津波高さ (T.P.m)		参照する 裕度 (m)	合 計 (T.P.m)	津波荷重 水位 (T.P.m)
設定水位 ¹	ばらつきを考慮 した水位 ²			
+ 19.19	+ 19.4	0.65	+ 20.05	+ 22.0

1：取水ピットにおいて算定された水位

2：設定水位を安全側に評価した値であり、潮位のばらつき + 0.18m、入力津波の数値計算上のばらつきを考慮した水位

余震荷重

余震による地震動を検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 $S_d - D1$ を考慮し、これによる荷重を余震荷重として設定する。

c . 潮位計

(a) 仕様

潮位計は ,主として基準津波による寄せ波時の取水口前面の上昇側水位を監視するため設置するものである。

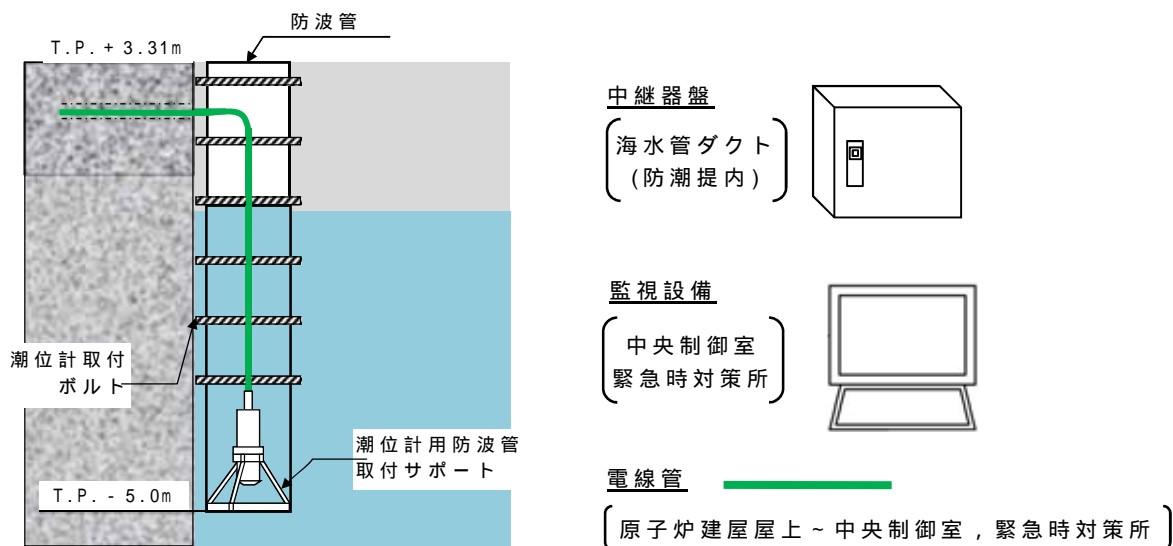
潮位計の計測範囲は ,引き波時の非常用海水ポンプの取水性を確保するために設置する貯留堰の天端高さT.P. - 4.9mから ,敷地前面東側の防潮堤における潮位のばらつき及び入力津波の数値計算上のばらつきを考慮した入力津波高さT.P. + 17.9mを包含するT.P. - 5.0m ~ T.P. + 20.0mまで計測できる設計とする。また ,潮位計の検出器は ,取水路からの津波による圧力に十分に耐えられる設計とする。潮位計本体及び監視設備の電源は ,所内常設直流電源設備から受電することで ,交流電源喪失時においても監視が継続可能な設計とする。第3.3-8表に潮位計の基本仕様を示す (潮位計の配置図は第3.3-5図 , 据付部概略構造は第3.3-6図参照)。

第3.3-8表 潮位計の基本仕様

項 目	基 本 仕 様
名 称	潮位計
耐 震 ク ラ ス	S クラス
設 置 場 所	取水路
監 視 場 所	中央制御室 , 緊急時対策所
個 数	2
計 測 範 囲	T.P. - 5.0m ~ T.P. + 20.0m
検出器の種類	圧力式
電 源	所内常設直流電源設備

(b) 設備構成

潮位計は，潮位計本体，潮位計取付サポート，監視設備，電線管から構成される。第3.3-11図に潮位計の設備構成概要を示す。



第 3.3-11 図 潮位計設備構成概要

(c) 構造・強度評価及び機能維持評価

潮位計が使用条件及び想定される自然条件下において要求される機能を喪失しないことを確認する。

潮位計は，取水路内の側壁に設置されることから，想定される自然条件として考慮すべきものは，地震及び津波である。このため，ここでは使用条件及び上記の自然条件に対する評価方針を示す。

評価対象

第3.3-9表に潮位計の構造・強度評価及び機能維持評価対象を示す。

第3.3-9表 潮位計の構造・評価及び機能維持評価対象

評価項目	評価対象
構造・強度	潮位計用防波管取付サポート 潮位計取付ボルト 中継器盤取付ボルト 電線管
機能維持	潮位計 中継器 監視設備（監視用PC等）

） 評価方針

構造・強度評価

潮位計は、基準地震動 S_s に対して地震時に要求される機能を喪失しないことを確認する。

具体的には、潮位計の取付サポート、潮位計取付ボルトについて、地震時に想定される評価荷重に基づき応力評価を行い、裕度（＝許容応力／発生応力）が1.0以上であることを確認する。また、電線管については、電線管布設において、もっとも厳しい条件にあるモデルにて評価し、最大許容支持間隔を求め、それに包絡される条件で施工することで、耐震性を確保する。

なお、建屋間相対変位が生じる箇所については、可とう電線管を適用する。

機能維持評価

機能維持の評価対象については、確認済加速度に対し、取付箇所の評価加速度が下回っていることを確認する。

) 荷重の組合せ

潮位計の設計においては以下のとおり，常時荷重，地震荷重，津波荷重，余震荷重を適切に組合せて設計を行う。

- ・ 常時荷重 + 地震荷重
- ・ 常時荷重 + 津波荷重
- ・ 常時荷重 + 余震荷重 + 津波荷重

なお，潮位計は，上述「(1) 津波による影響に対する防止策・緩和策等」に示したとおり，必要な防止策・緩和策を講じることから，漂流物による荷重は考慮しない。

) 評価荷重

固定荷重

自重等を考慮する。

地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

津波荷重

潮位のばらつき及び入力津波の計算上のばらつきを考慮した敷地前面海域における入力津波高さ $T.P. + 17.9m$ に，参照する裕度である $+0.65m$ を含めても，十分に保守的な値である津波荷重水位 $T.P. + 20.0m$ (許容津波高さ) を考慮する。第3.3-10表に潮位計の津波荷重の考え方を示す。

第 3.3-10 表 潮位計に適用する津波荷重の考え方

入力津波高さ (T.P.m)		参照する 裕度 (m)	合 計 (T.P.m)	津波荷重 水位 (T.P.m)
設定水位 ¹	ばらつきを考 慮した水位 ²			
+ 17.7	+ 17.9	+ 0.65	+ 18.55	+ 20.0

1 : 敷地前面海域において算定された水位

2 : 設定水位を安全側に評価した値であり , 潮位のばらつき + 0.18m ,
入力津波の数値計算上のばらつきを考慮した水位

余震荷重

余震による地震動を検討し , 余震荷重を設定する。具
体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d
- D 1 を考慮し , これによる荷重を余震荷重として設定
する。

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

1. 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スタッガード格子、リーブ・フロッグ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採用している。

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、基準津波で利用した数値計算モデルを用いており、敷地周辺（計算格子間隔80m～5m）の領域は陸上遡上境界条件、それ以外の領域は完全反射条件としている。

津波シミュレーションの概略及び詳細の計算条件及び計算格子を第1表と第1図、第2図に示す。地形のモデル化にあたっては、陸上地形は、茨城県による津波解析用地形データ（平成19年3月）及び敷地の観測データを用い、海底地形は、（財）日本水路協会 海岸情報研究センター発行の海底地形デジタルデータ、最新のマルチビーム測深で得られた高精度・高密度のデータ等を用いた（第2表）。また、重要な安全機能を有する施設の設置された敷地（T.P. + 8m）に基準津波による遡上波を到達、流入させないため、津波防護施設として設置する防潮堤をモデルに反映するとともに、防潮堤前面を津波水位（上昇側）の出力位置とした。取水路内の水位変動に伴う非常用海水ポンプの取水性を評価することから、取水口前面を津波水位（下降側）の出力位置とした。津波シミュレーションによる津波水位評価点の位置を第3図に示す。

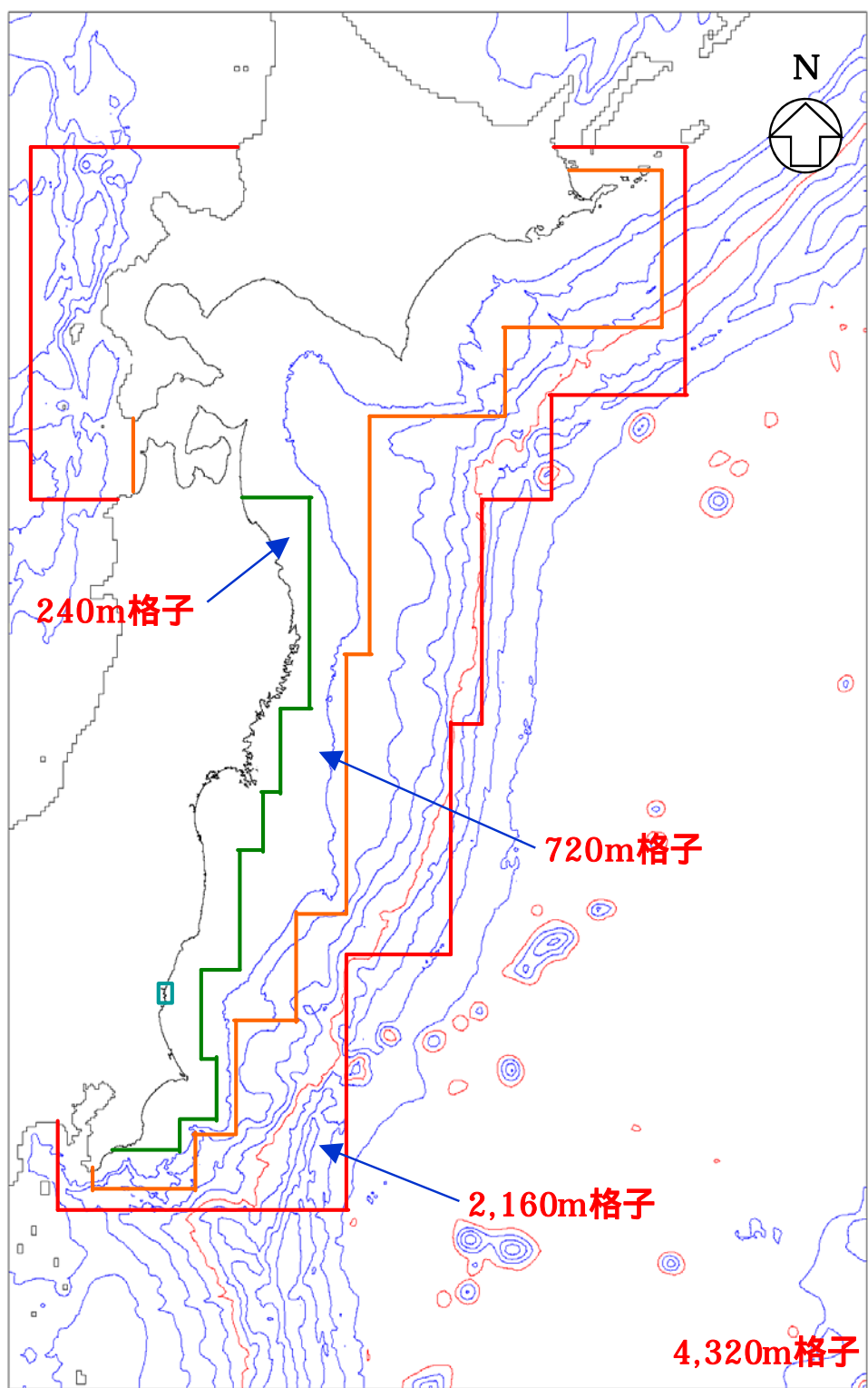
第1表 津波シミュレーションの概略及び詳細計算手法

項 目	条 件		備 考
解析領域	北海道から千葉房総付近までの太平洋		
メッシュ構成	沖合4,320m 2,160m 720m 沿岸域240m 発電所周辺80m 40m 20m 10m 5m		長谷川他（1987）
基礎方程式	非線形長波理論		後藤・小川（1982）の方法
計算スキーム	スタaggered格子，リーブ・フロッグ法		後藤・小川（1982）の方法
初期変動量	Mansinha and Smylie（1971）の方法		
境界条件	沖合：後藤・小川（1982）の自由透過の条件 陸域：敷地周辺（計算格子間隔80m～5m）の領域は小谷他（1998）の陸上遡上境界条件 それ以外は完全反射条件		
越流条件	防波堤：本間公式（1940） 護 岸：相田公式（1977）		
海底摩擦係数	マニングの粗度係数（ $n = 0.03m^{-1/3}s$ ）		
水平渦動粘性係数	考慮していない（ $K_h = 0$ ）		
計算時間間隔	$t = 0.05$ 秒		C.F.L.条件を満たすように設定
計算時間	津波発生後240分間		十分な計算時間となるように設定
潮位条件	概略パラメータスタディ	T.P. + 0.22m	茨城港常陸那珂港区（茨城県日立港区）の潮位表（平成16年～平成21年）を用いて設定
	詳細パラメータスタディ	T.P. + 0.81m（上昇側）	
		T.P. - 0.61m（下降側）	

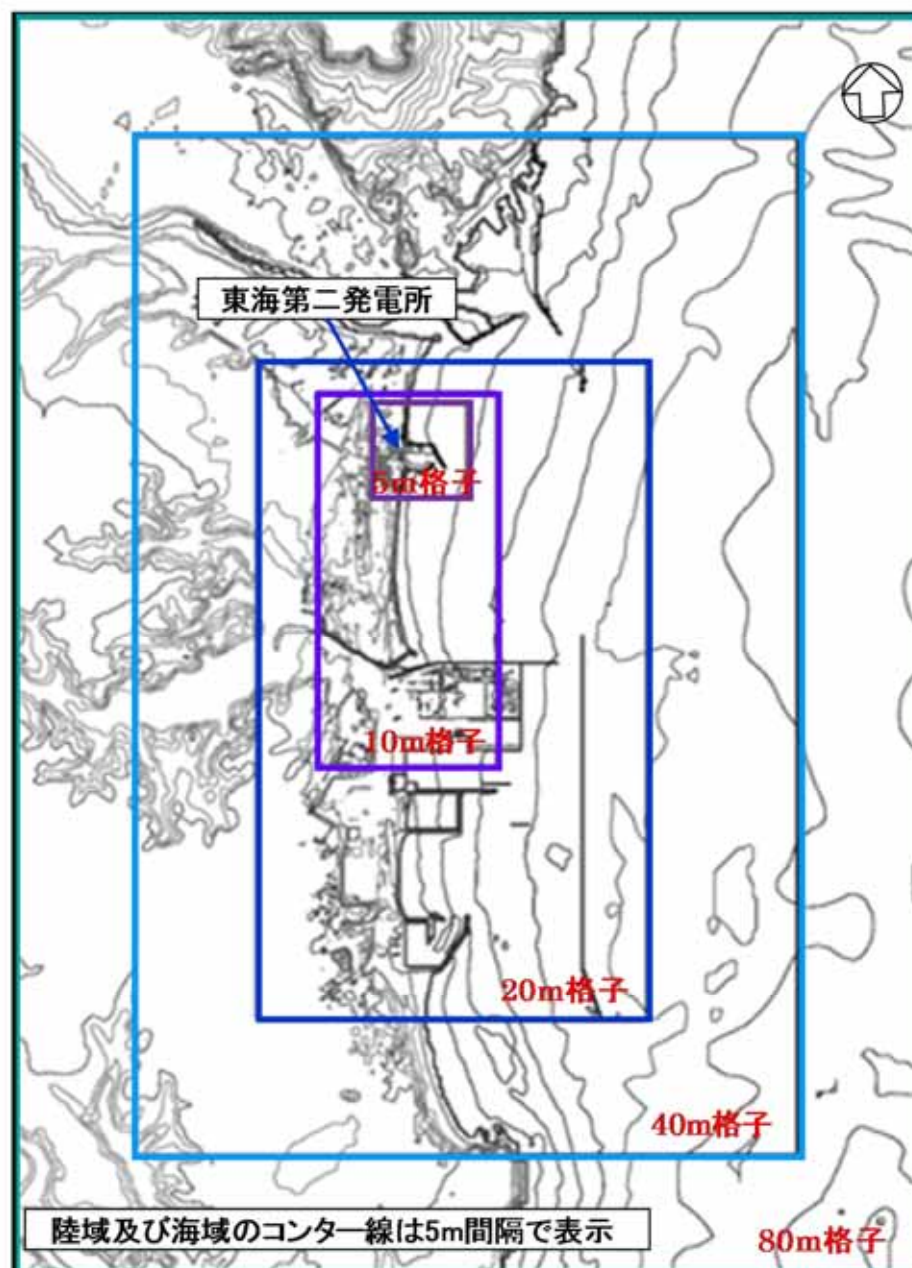
2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量を考慮

第2表 地形データ

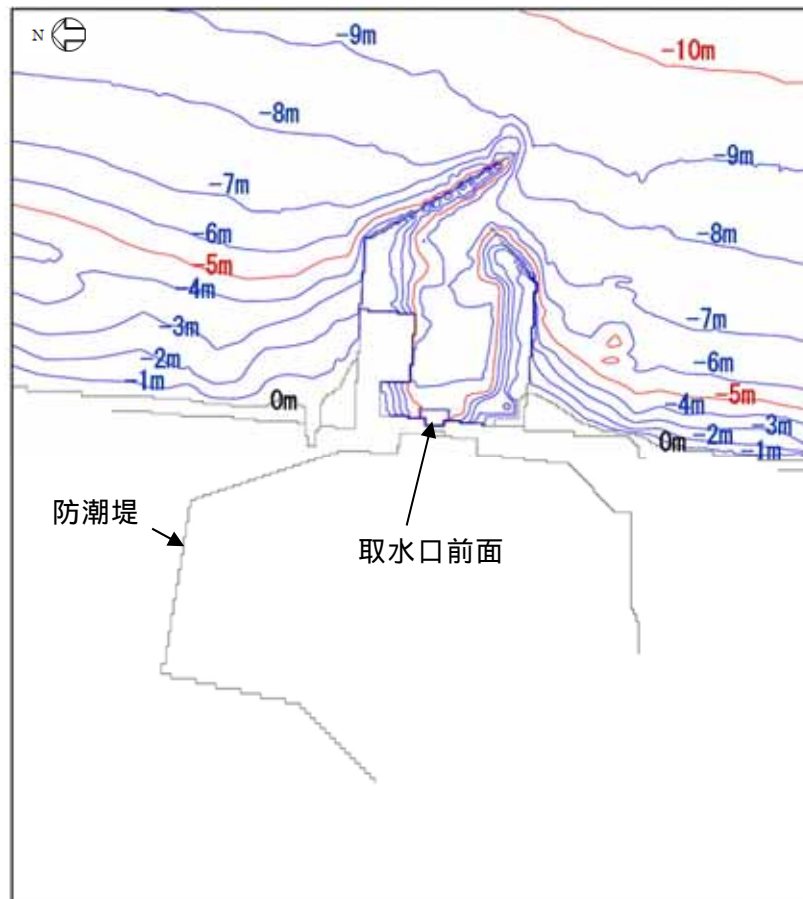
項目	データ
陸上地形	<ul style="list-style-type: none"> 津波解析用地形データ：茨城県（2007） 敷地平面図：日本原子力発電（株）（2007）
海底地形	<ul style="list-style-type: none"> JTOP030：（財）日本水路協会（2006） 沿岸の海の基本図デジタルデータ：（財）日本水路協会（2002） 津波解析用地形データ：茨城県（2007） 東海水深図：日本原子力発電（株）（2007）



第1図 計算格子（沖合～沿岸域）



第2図 計算格子（発電所周辺）



第3図 出力位置

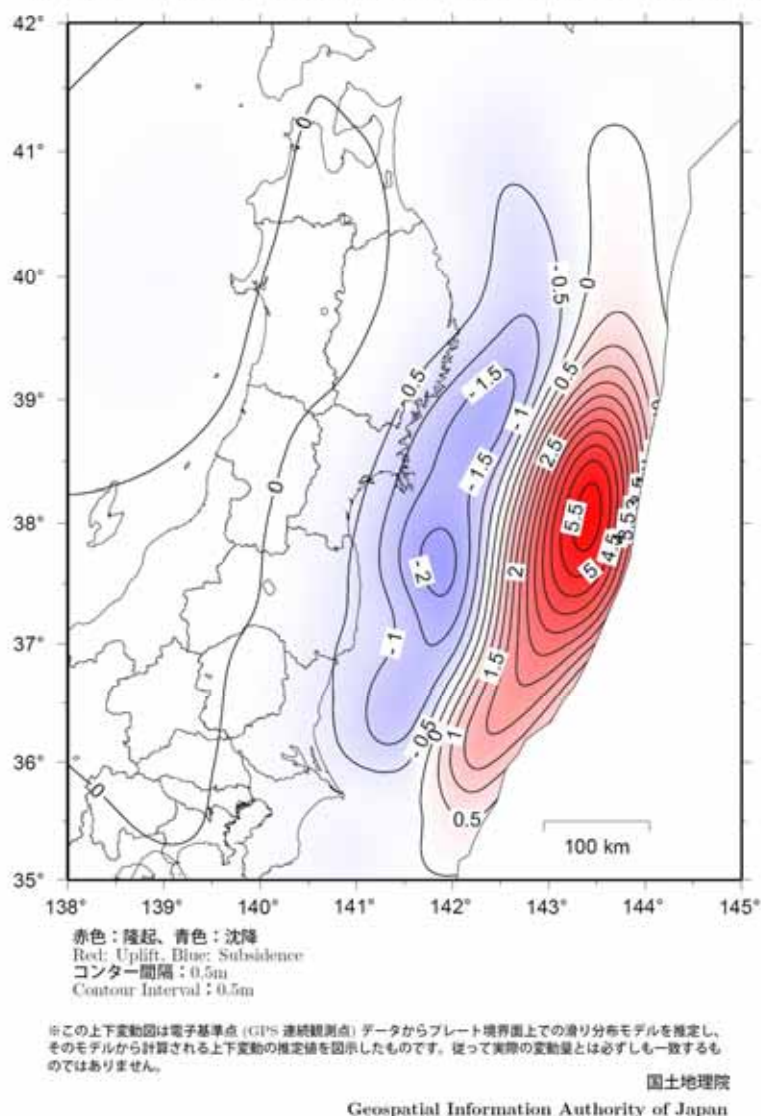
2．2011年東北地方太平洋沖地震・津波が海底地形に与える影響について

2011年東北地方太平洋沖地震・津波が海底地形に与えた影響について考察した。2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動量について、国土地理院が推定した2011年東北地方太平洋沖地震に伴う鉛直地殻変動量分布によれば、宮城県沖の海溝軸付近で最大5m程度の隆起が生じている。また、茨城県沖から発電所に至る基準津波の伝播経路では、海溝軸付近～水深3000m付近で最大2mの隆起、水深2000m以下の領域で1mの沈降となっている。国土地理院による2011年東北地方太平洋沖地震に伴う鉛直地殻変動量の推定値分布図を第4図に示す。

次に2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量が津波水位に及ぼす影響の程度について評価する。津波水位が水深の4乗根に反比例するというグリーンの法則に基づき、解析に適用した水深の増加量と実際の水深変化量の差による津波水位の増幅率を確認した結果を第3表に示す。また、解析上の水深コンター図を第5図に示す。津波水位の増幅率は海溝軸付近から陸地に近づくほど減少傾向にあることから、発電所付近では水位の増幅率が減少することが予想される。

以上のことから、2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量分を潮位に考慮して、津波解析を実施することは問題ないと判断した。

平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震の
 The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake
 滑り分布モデルから計算される上下変動
 Vertical deformation calculated from slip distribution model



第4図 国土地理院による2011年東北地方太平洋沖地震に伴う

鉛直地殻変動量の推定値分布図

第3表 解析に適用した水深の増加量と実際の水深変化量の差による津波

水位の増加率の確認結果

(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
地震前の 水深 (m)	解析に用いた 地盤沈降 による 水深の 増加量 (m)	実際の 地盤沈降 による 水深の 増加量 (m)	解析上の 水深 (m)	実際の水 深 (m)	水深の 増加率	グリーンの法則 に基づく水位 の増幅率
8000	0.2	-2	8000.2	7998	-0.027%	0.01%
3000	0.2	-2	3000.2	2998	-0.073%	0.02%
2000	0.2	1	2000.2	2001	0.040%	-0.01%
200	0.2	1	200.2	201	0.400%	-0.10%
50	0.2	1	50.2	51	1.594%	-0.39%

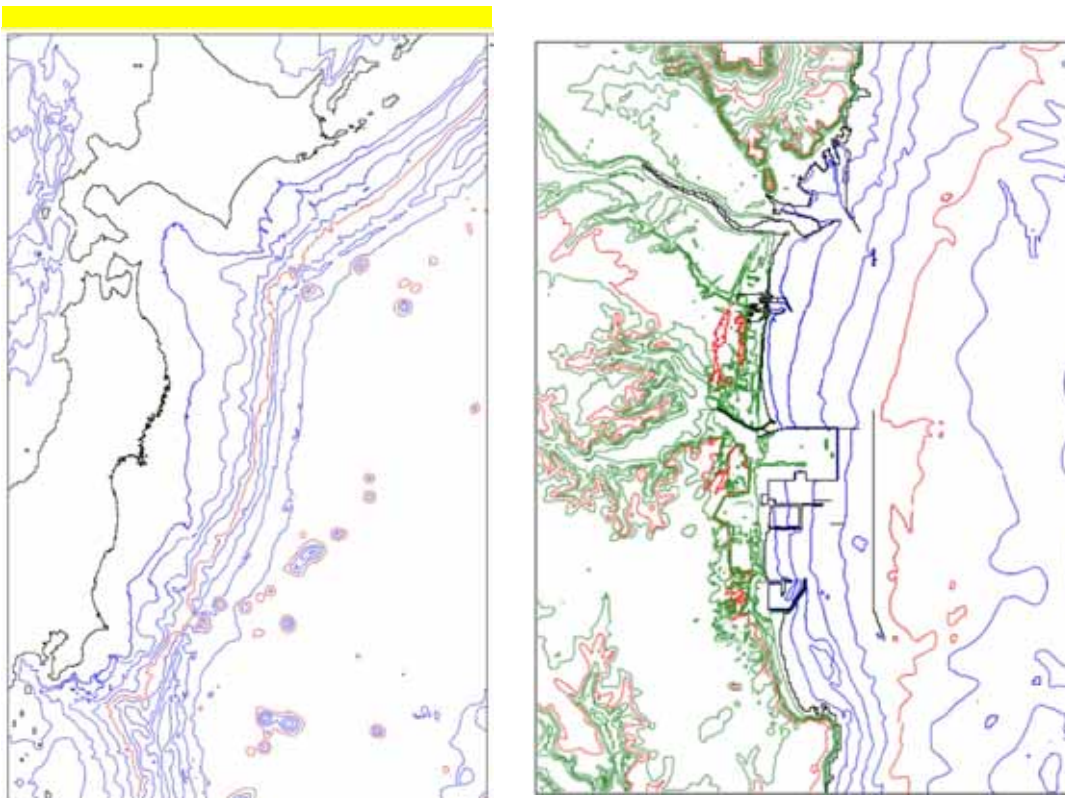
・(D) = (A) + (B)

・(E) = (A) + (C)

・(F) = (E) / (D) - 1

・(G) = ((F) + 1)^{-1/4} - 1

グリーンの法則：津波水位は水深の4乗根に反比例する



第5図 解析上の水深コンター図

敷地内の遡上経路の沈下量算定評価について

1. 検討方針

津波防護施設については、防潮堤にて耐津波設計上重要な施設を内包する建屋及び屋外に設置する耐津波設計上重要な施設を防護する方針としていることから、ここでは、防潮堤前面の津波遡上経路の地盤の変状による沈下量について検討する。

沈下量の検討は、排水沈下量、揺すり込み沈下量及び有効応力解析により行う。検討範囲を第1図に示す。

本検討においては、有効応力解析による液状化判定結果、基準地震動 S_s に伴い地形変化及び標高変化が生じる可能性を踏まえ、基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域の評価（以下「数値シミュレーション」という。）への影響を確認するため、地盤面を大きく沈下させた条件を考慮し評価する。

また、道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編（公益社団法人日本道路協会：平成14年3月）によると、側方流動の影響を受ける範囲は水際線から概ね100m程度の範囲であるとされていることから、海岸より約100m以内の範囲を敷地東側とし、敷地東側については側方流動の影響を想定し、より保守的に沈下量を評価する。



第1図 沈下量検討範囲

2 . 検討内容

(1) 排水沈下量及び揺すり込み沈下量

防潮堤前面の排水沈下量及び揺すり込み沈下量の検討を行った。

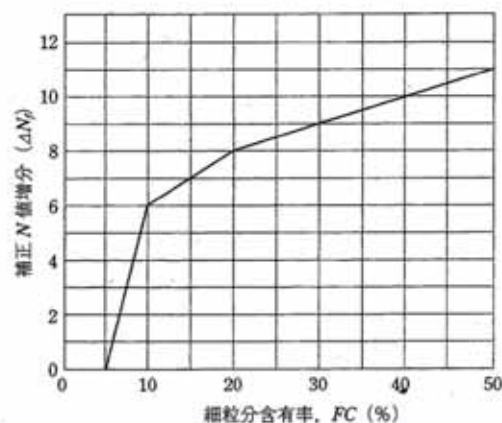
排水沈下量の対象層は，第四紀層の地質分布から砂及び礫層であるdu層，Ag2層，As層，Ag1層，D2s-1層及びD2g-3層を選定した。対象層の相対密度は，ボーリング孔で実施された標準貫入試験から求められたN値から設定した。標準貫入試験の実施位置を図2に示す。

相対密度の設定は，tokimatsu et al.(1983)で提案されたN値及び細粒分の影響を考慮した定数（ N_f ）から以下の関係式により行う。また，細粒分の影響を考慮した定数（ N_f ）は，建築基礎構造設計指針（一般社団法人日本建築学会：2001改定）に示される関係式を用いる。

$$Dr = 16 \sqrt{N_1 + \Delta N_f} \quad , \quad N_1 = \frac{1.7}{\sigma'_v + 0.7} N$$

ここに，Drは相対密度， N_1 は有効上載圧 1kgf/cm^2 （98kPa）相当に換算したN値，NはN値， σ'_v は有効有効上載圧 1kgf/cm^2 ，

N_f は細粒分の影響を考慮した定数である。



細粒分含有率とN値の補正係数

各層の排水沈下率は、Ishiharaほか（1992）の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみ（沈下率）の関係から設定した。沈下率の設定においては、相対密度のばらつきを考慮するとともに、最大せん断ひずみによらず体積ひずみ（沈下率）の最大値を採用した。排水沈下量の算定フローを第3図に、各層の相対密度の分布を第4図に、各層の相対密度より設定した沈下率を第5図に示す。第5図に示すとおり沈下率は、du層では1.75%、Ag2層では1.64%、As層では2.22%、Ag1層では1.56%、D2s-1層では1.84%及びD2g-3層では1.29%となった。

揺すり込み沈下率は、構内アクセスルートの検討において、鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計（公益財団法人鉄道総合技術研究所：平成11年10月）に基づき、基準地震動 S_s による一次元等価線形解析にて評価した標準評価地点の揺すり込み沈下率算定結果が0.003%～0.018%であったことを踏まえ、新潟県中越沖地震における東京電力柏崎刈羽原子力発電所の沈下実績も考慮し、保守的に1%と設定している。当該検討を踏まえ、本検討においても揺すり込み沈下率は同様に1%とする。

排水沈下量及び揺すり込み沈下量は、防潮堤沿いの地質断面図に基づき算出した。平面図及び地質断面図を第6図に、算出された排水沈下量及び揺すり込み沈下量の分布を第7図に示す。

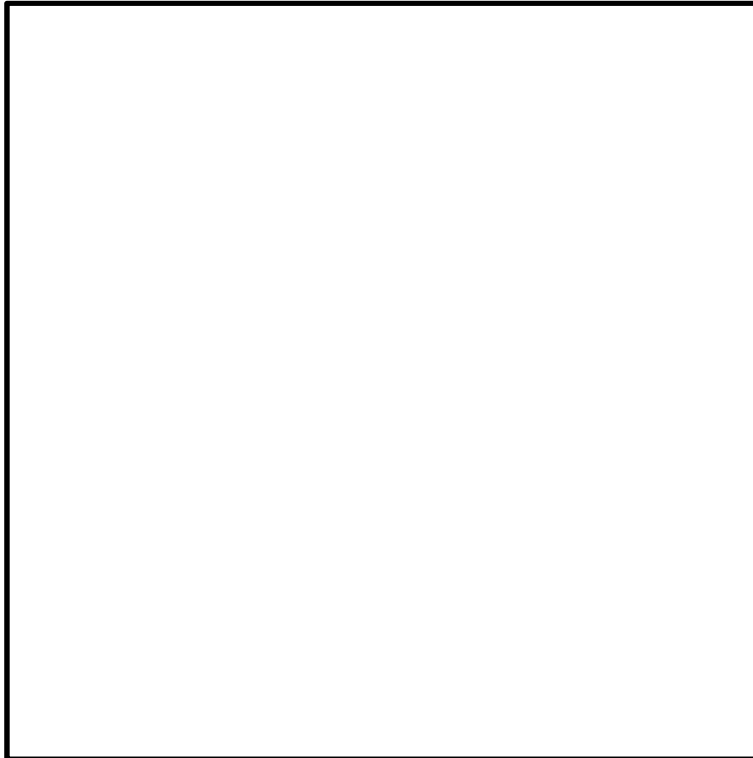
排水沈下量及び揺すり込み沈下量の検討結果を第1表に示す。

敷地南側の排水沈下量は最大0.228m、平均0.193m、揺すり込み沈下量は最大0.074m、平均0.064m、敷地北側の排水沈下量は最大0.609m、平均0.359m、揺すり込み沈下量は最大0.084m、平均

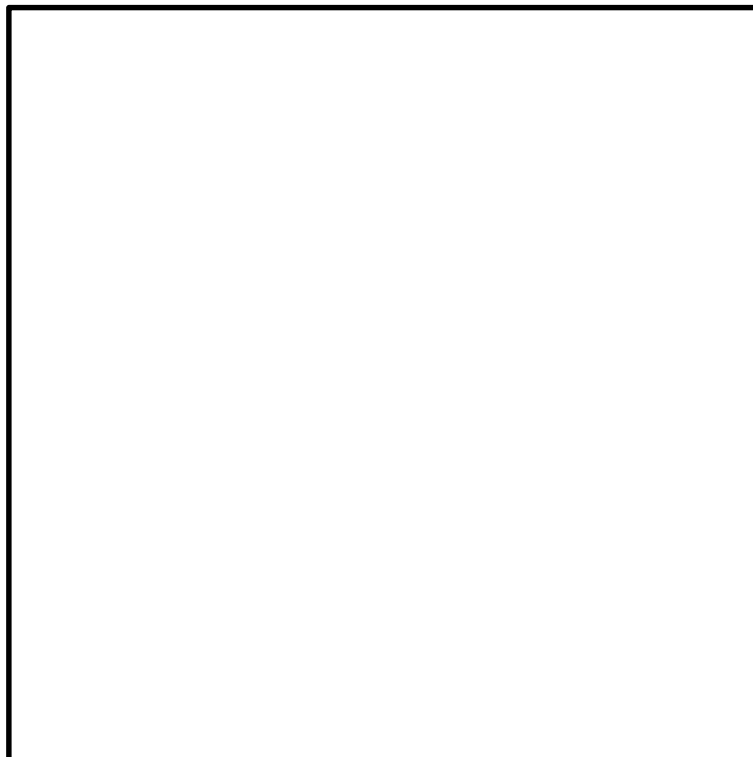
0.055m , と算出された。海岸に面する敷地東側の排水沈下量は最大0.594m , 平均0.382m , 揺すり込み沈下量は最大0.069m , 平均0.046mと算出された。

第1表 排水沈下量及び揺すり込み沈下量

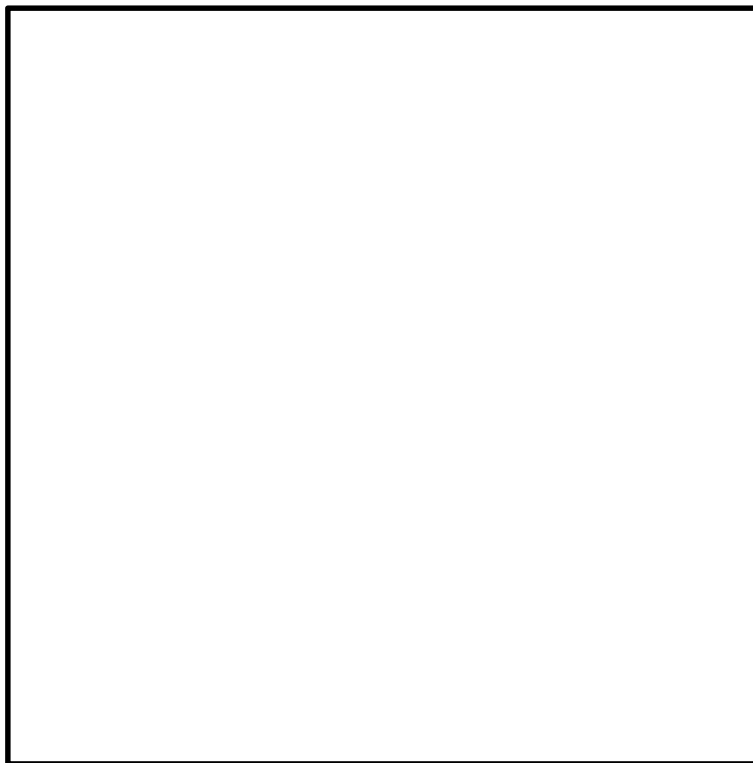
	敷地南側		敷地北側		敷地東側	
	最大	平均	最大	平均	最大	平均
排水沈下量 (m)	0.228	0.193	0.609	0.359	0.594	0.382
揺すり込み 沈下量 (m)	0.074	0.064	0.084	0.055	0.069	0.046
合計 (m)	0.302	0.257	0.693	0.414	0.663	0.428



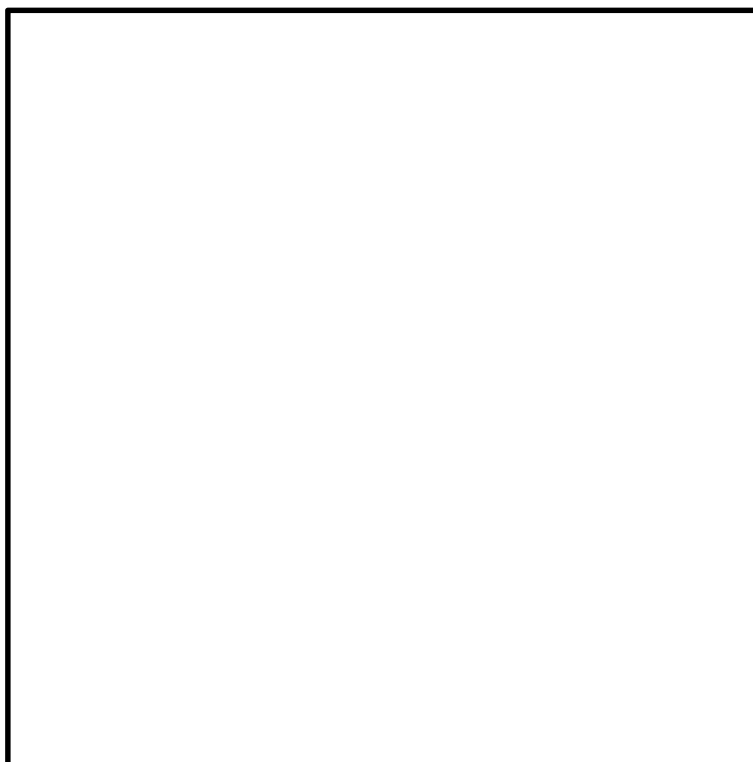
第2図(1) 標準貫入試験実施位置 (Du層)



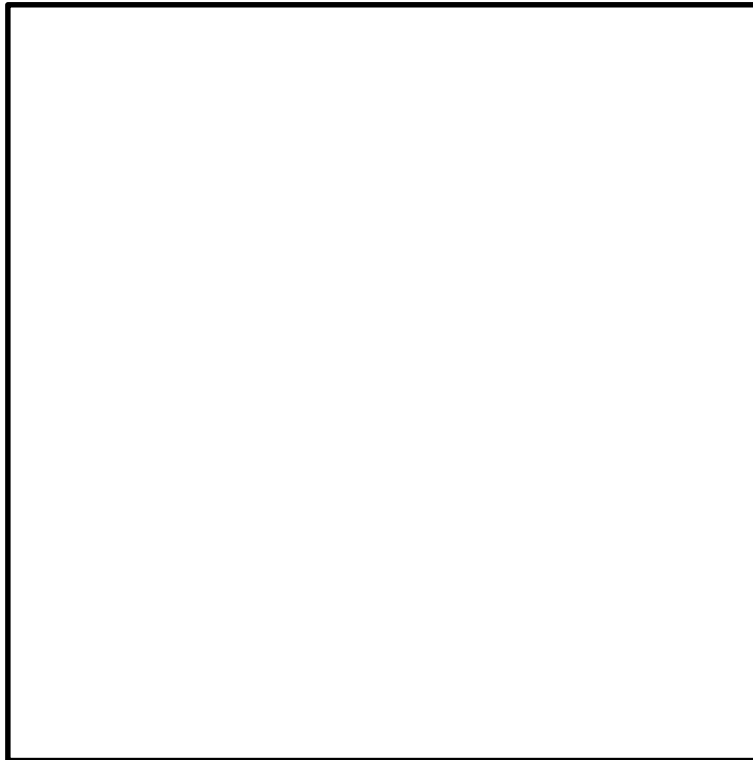
第2図(2) 標準貫入試験実施位置 (Ag2層)



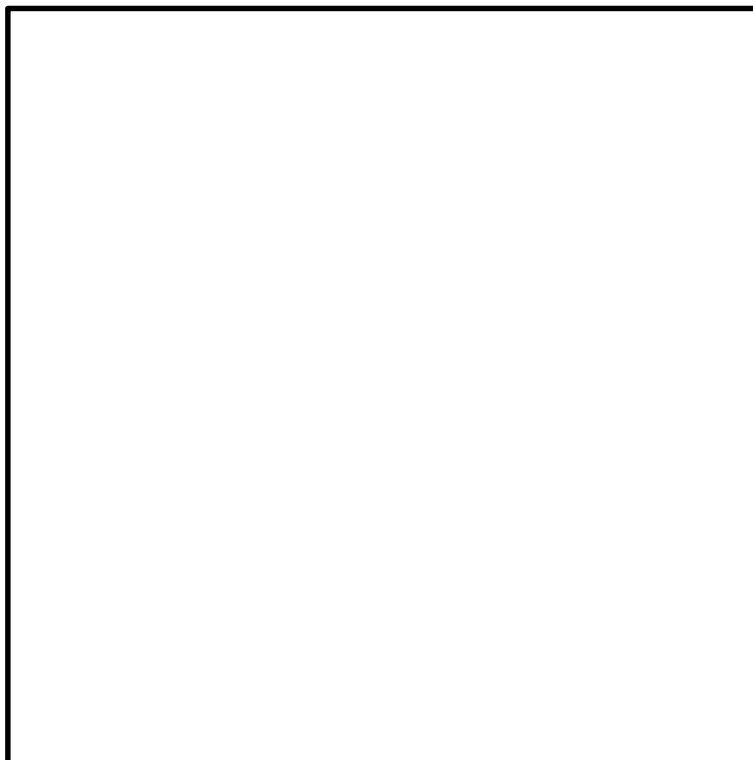
第2図(3) 標準貫入試験実施位置 (As層)



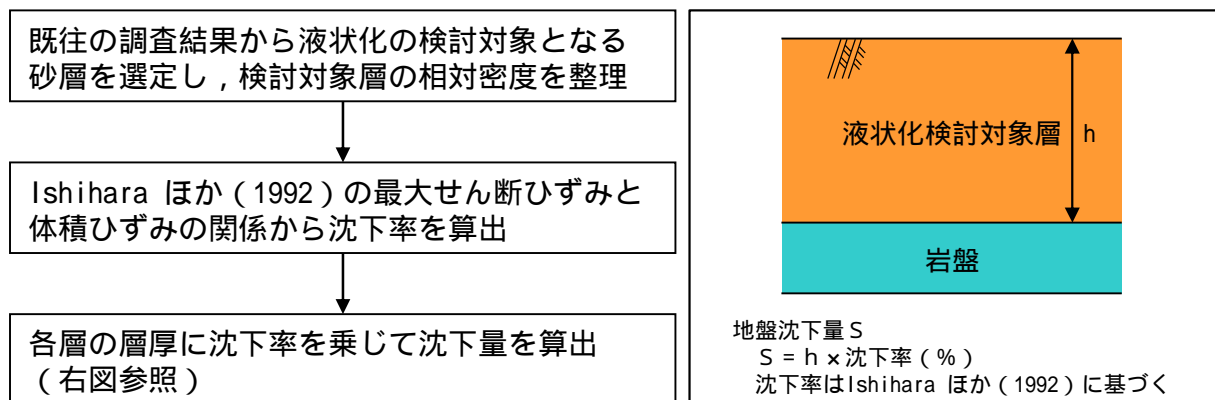
第2図(4) 標準貫入試験実施位置 (Ag1層)



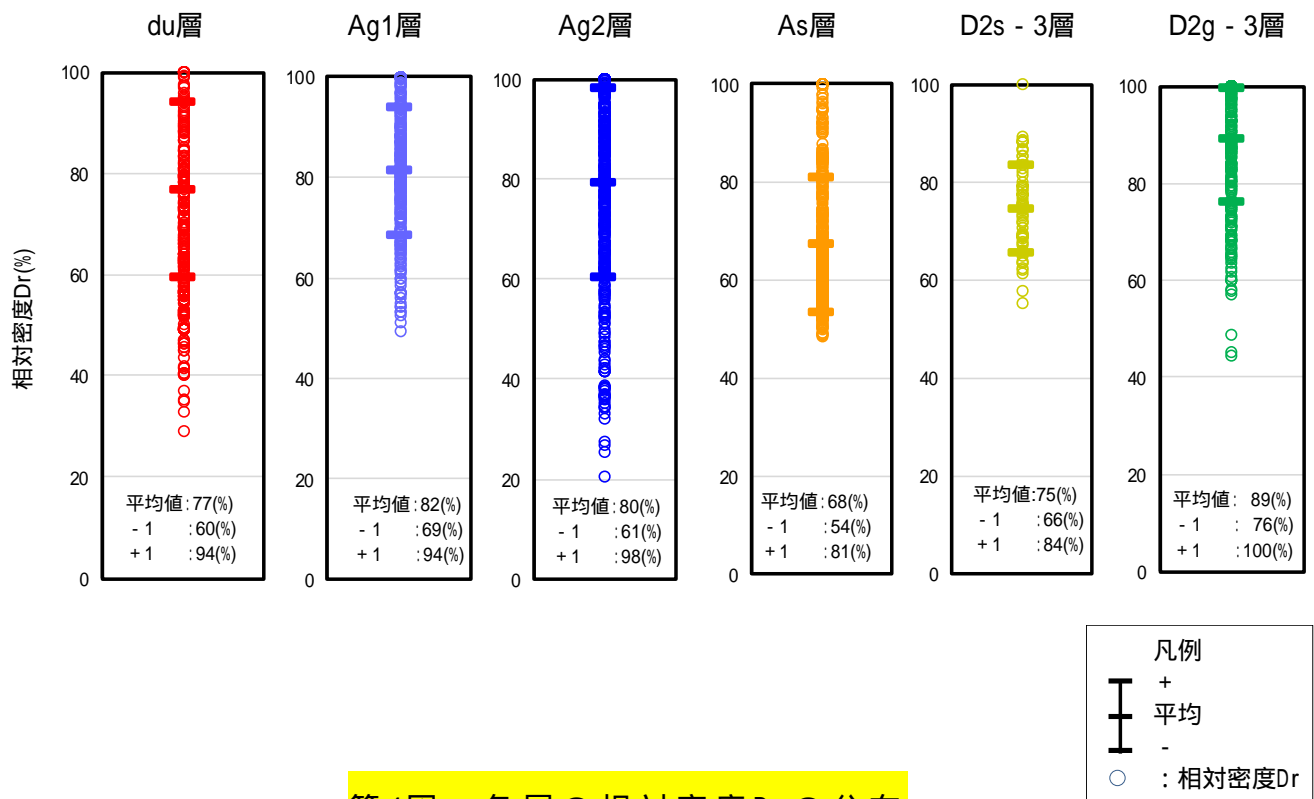
第2図(5) 標準貫入試験実施位置 (D2s-3層)



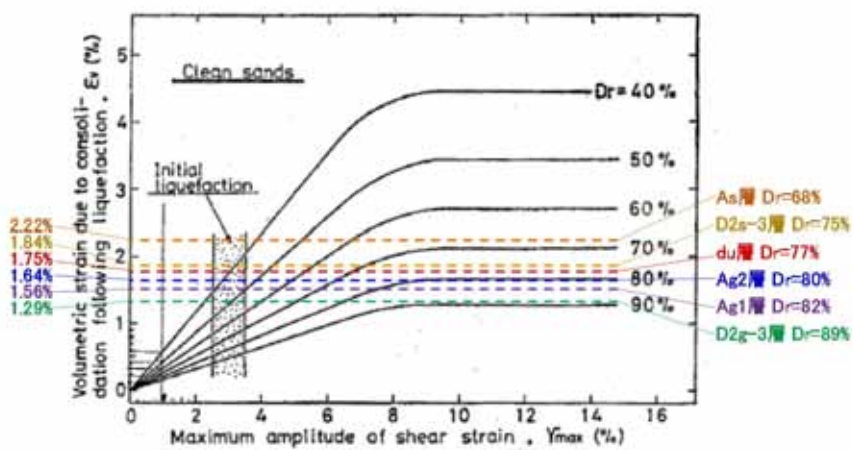
第2図(6) 標準貫入試験実施位置 (D2g-3層)



第3図 排水沈下量の算定フロー



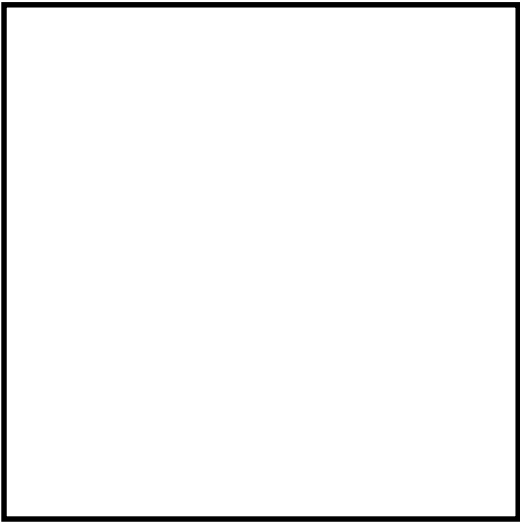
第4図 各層の相対密度 D_r の分布



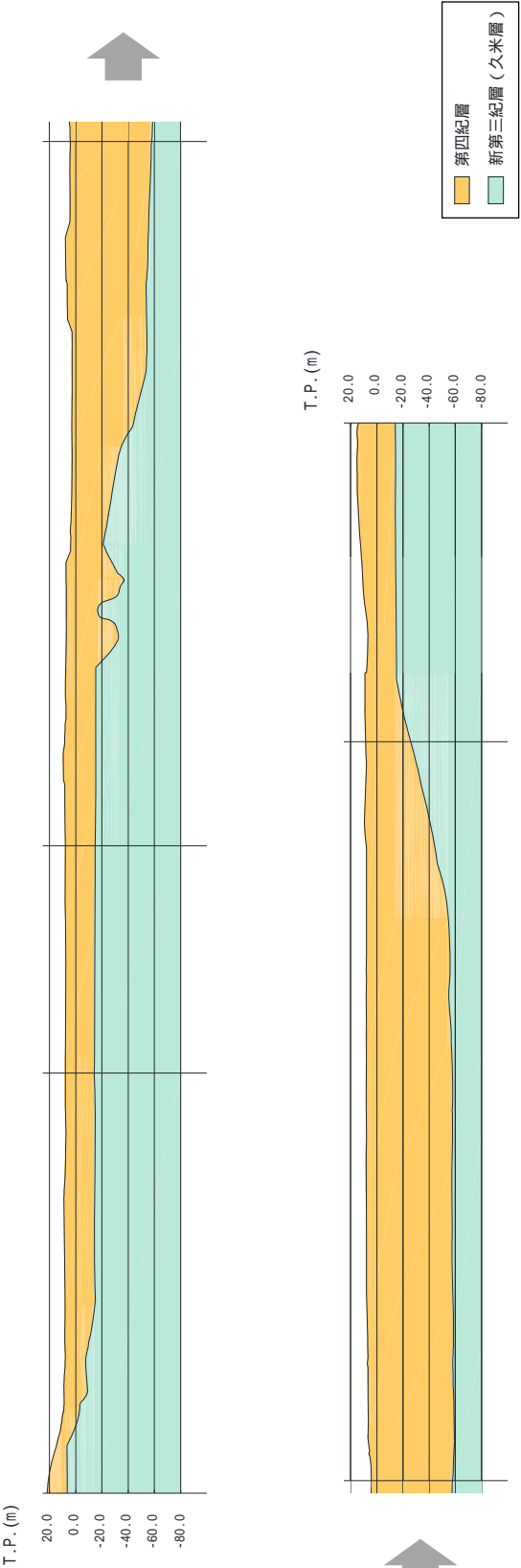
地質構成表

地質時代	地層名	岩層
第四紀	完新世	du層 砂
		Ag2層 砂礫
		Ac層 粘土
		As層 砂
	更新世	Ag1層 砂礫
		D2c-3層 シルト
		D2s-3層 砂
		D2g-3層 砂礫
新第三紀	鮮新世	D2c-2層 シルト
		久米層 砂質泥岩

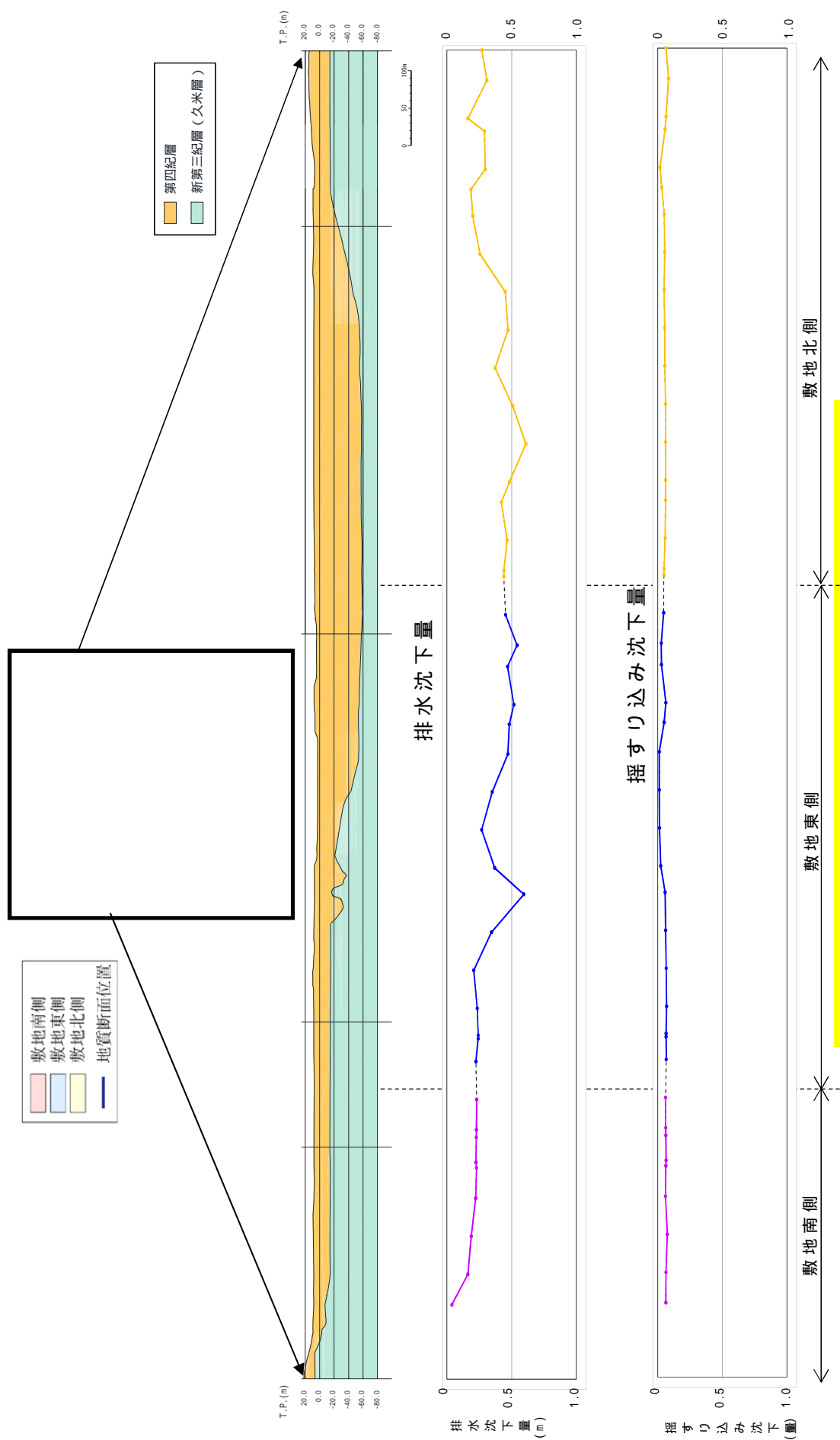
第5図 Ishiharaほか(1992)の地盤の最大せん断ひずみと
体積ひずみの関係から設定した各層の沈下率



5条 添付4-11



第6図 平面図及び地質断面図



第 7 図 排水沈下量及び揺すり込み沈下量の分布

(2) 有効応力解析による沈下量

防潮堤前面の地盤の沈下量を二次元有効応力解析により検討を行った。解析モデルは構造物を線形梁要素，地盤をマルチスプリング要素でモデル化し，地下水位以深については間隙水圧要素を配置した。

検討断面は，敷地南側にA断面，敷地北側にC断面，敷地東側にB断面及びD断面を設定した。検討断面位置を第8図に示す。

A断面は第四紀層の浅い範囲の代表地点として，B断面は第四紀層が厚く堆積している地点及びC断面は第四紀層が厚く堆積し過圧密粘土層（Ac層）が最も薄い地点として選定した。

また，海岸より約100m以内の範囲のD断面は側方流動の影響が想定される範囲の代表地点として選定し，地盤の沈下量とともに地盤の海側への水平変位の検討を行った。A～D断面の解析モデルを第9図に示す。

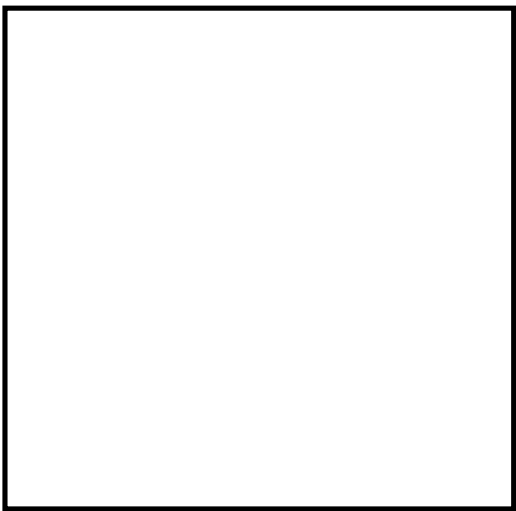
二次元有効応力解析による沈下量の検討結果を第2表に示す。

二次元有効応力解析による地表面の残留沈下量の最大は，敷地南側で0.069m，敷地東側で0.213m，敷地北側で0.019mと算出された。

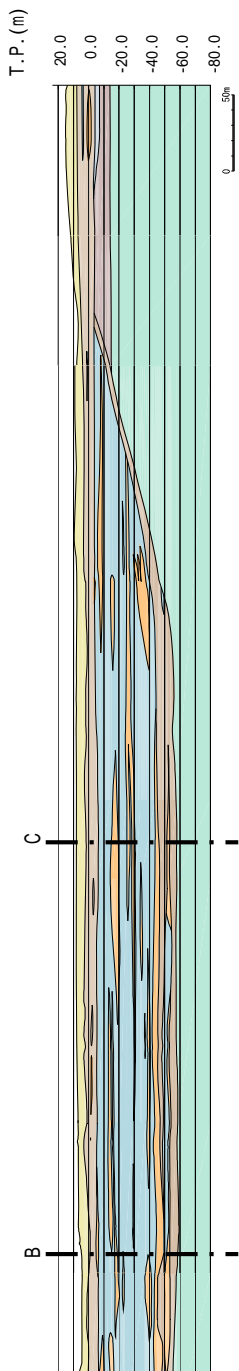
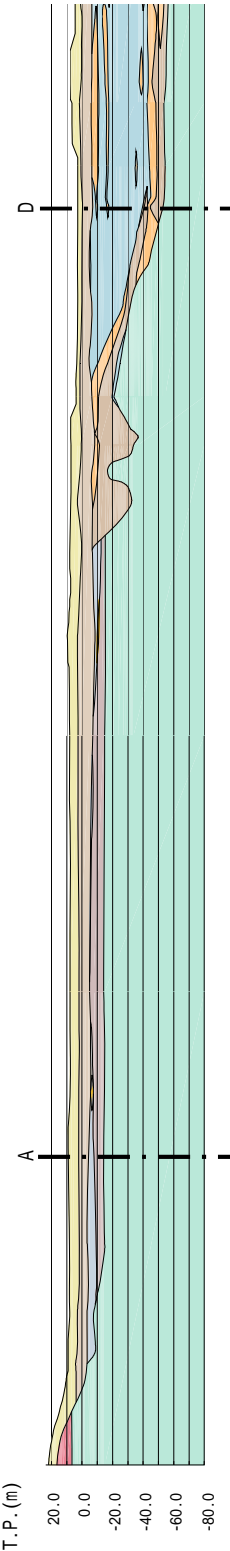
なお，敷地東側の側方流動による地表面の海側への水平変位は0.390mと算出された。

第2表 二次元有効応力解析による地表面の沈下量

	敷地南側（A）	敷地北側（C）	敷地東側（B，C）
最大沈下量（m）	0.069	0.019	0.213
海側への 最大水平変位（m）	-	-	0.390



敷地南側
敷地東側
敷地北側
地質断面位置



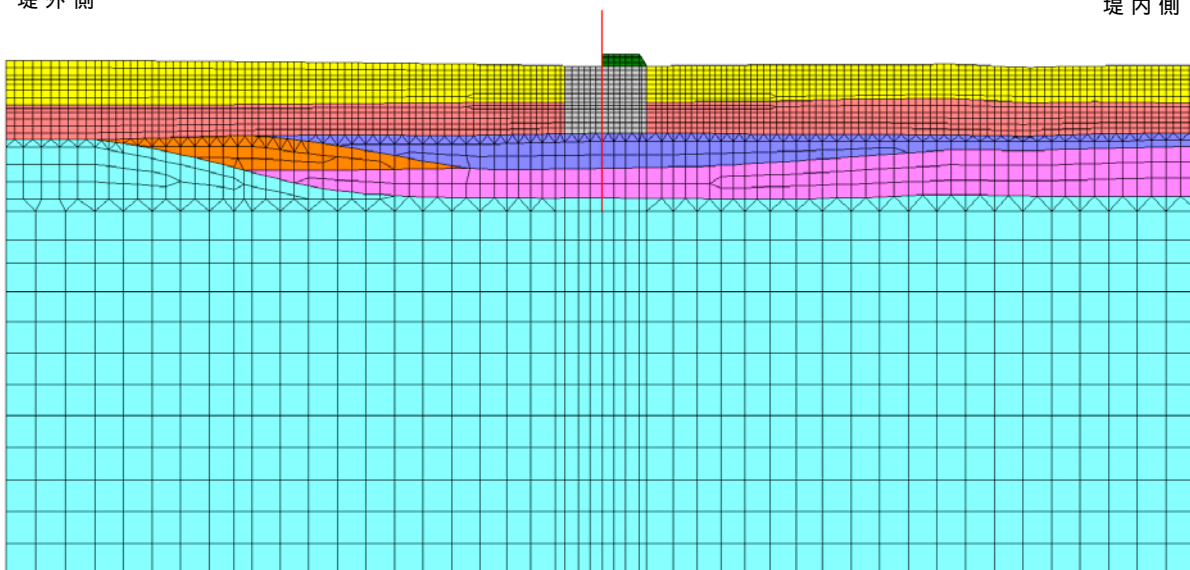
第8図 検討断面位置

地質構成表

地質時代	地質記号	地質名	地質記号	地質名
新第三紀	Qa	第四紀	Qa	第四紀
	Qb	第四紀	Qb	第四紀
	Qc	第四紀	Qc	第四紀
中新世	Ne	中新世	Ne	中新世
	Ne	中新世	Ne	中新世
	Ne	中新世	Ne	中新世
上新世	Ne	上新世	Ne	上新世
	Ne	上新世	Ne	上新世
	Ne	上新世	Ne	上新世
更新世	Ne	更新世	Ne	更新世
	Ne	更新世	Ne	更新世
	Ne	更新世	Ne	更新世

堤外側

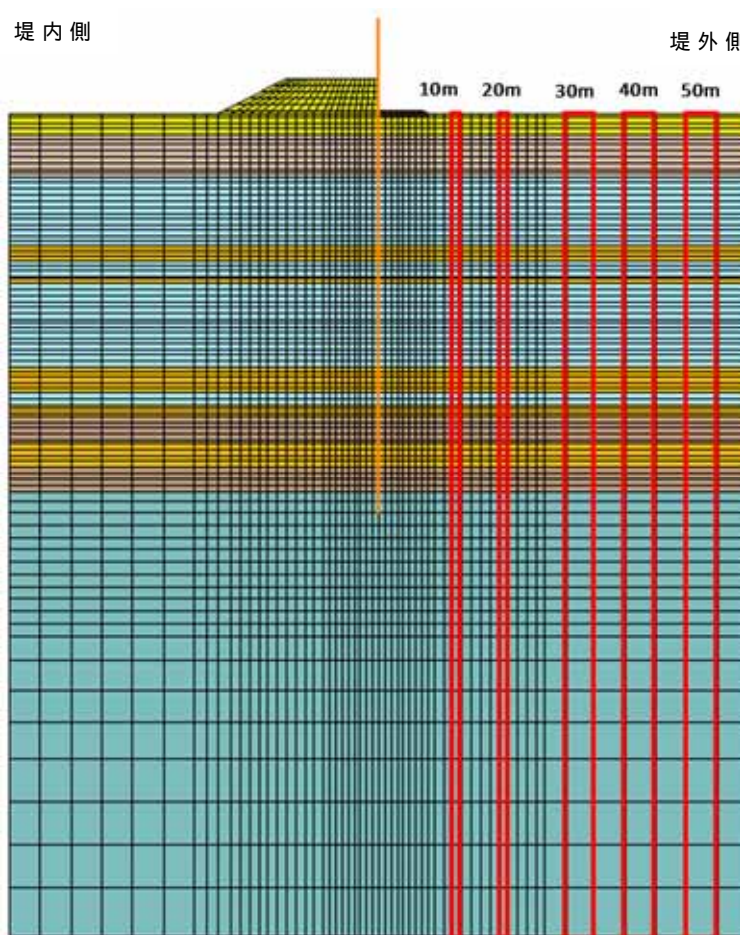
堤内側



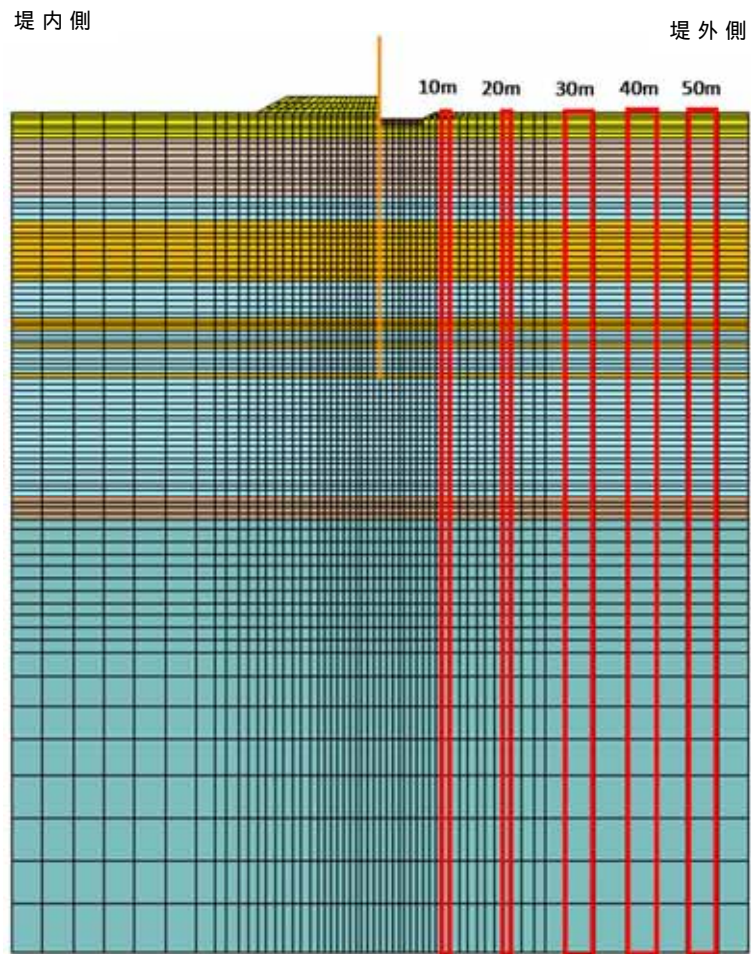
第9図(1) 解析モデル図 (A断面)

堤内側

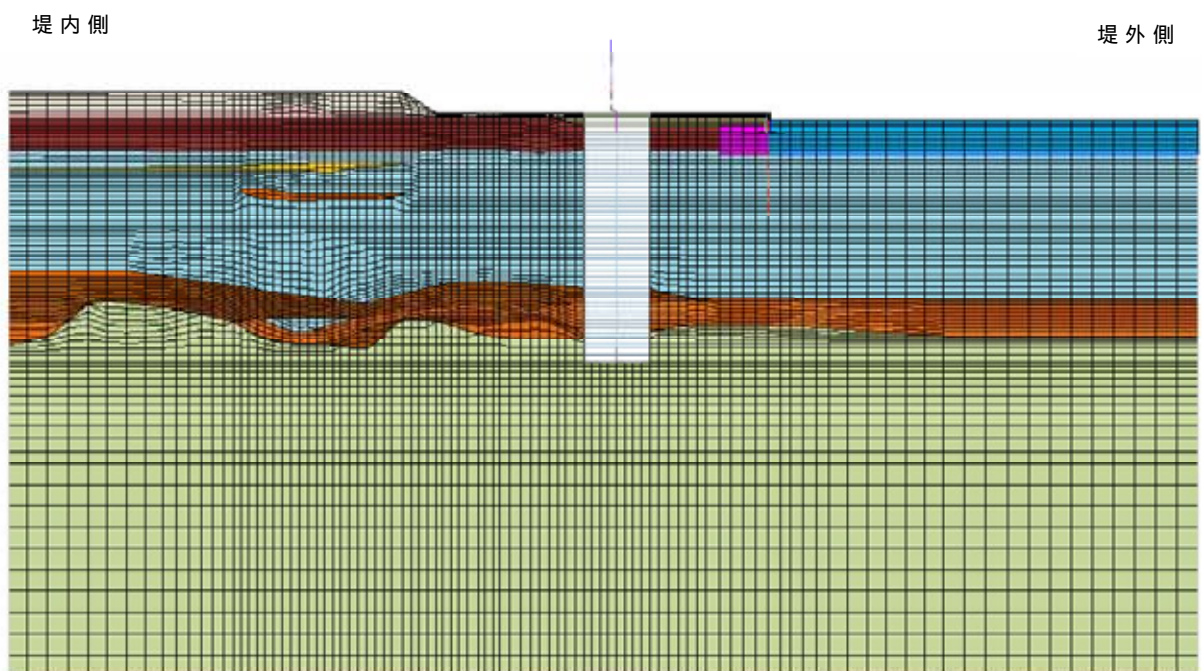
堤外側



第9図(2) 解析モデル図 (B断面)



第9図(3) 解析モデル図 (C断面)



第9図(4) 解析モデル図 (D断面)

3 . 検討結果

排水沈下量，揺すり込み沈下量及び二次元有効応力解析により算出された合計沈下量を第3表に示す。

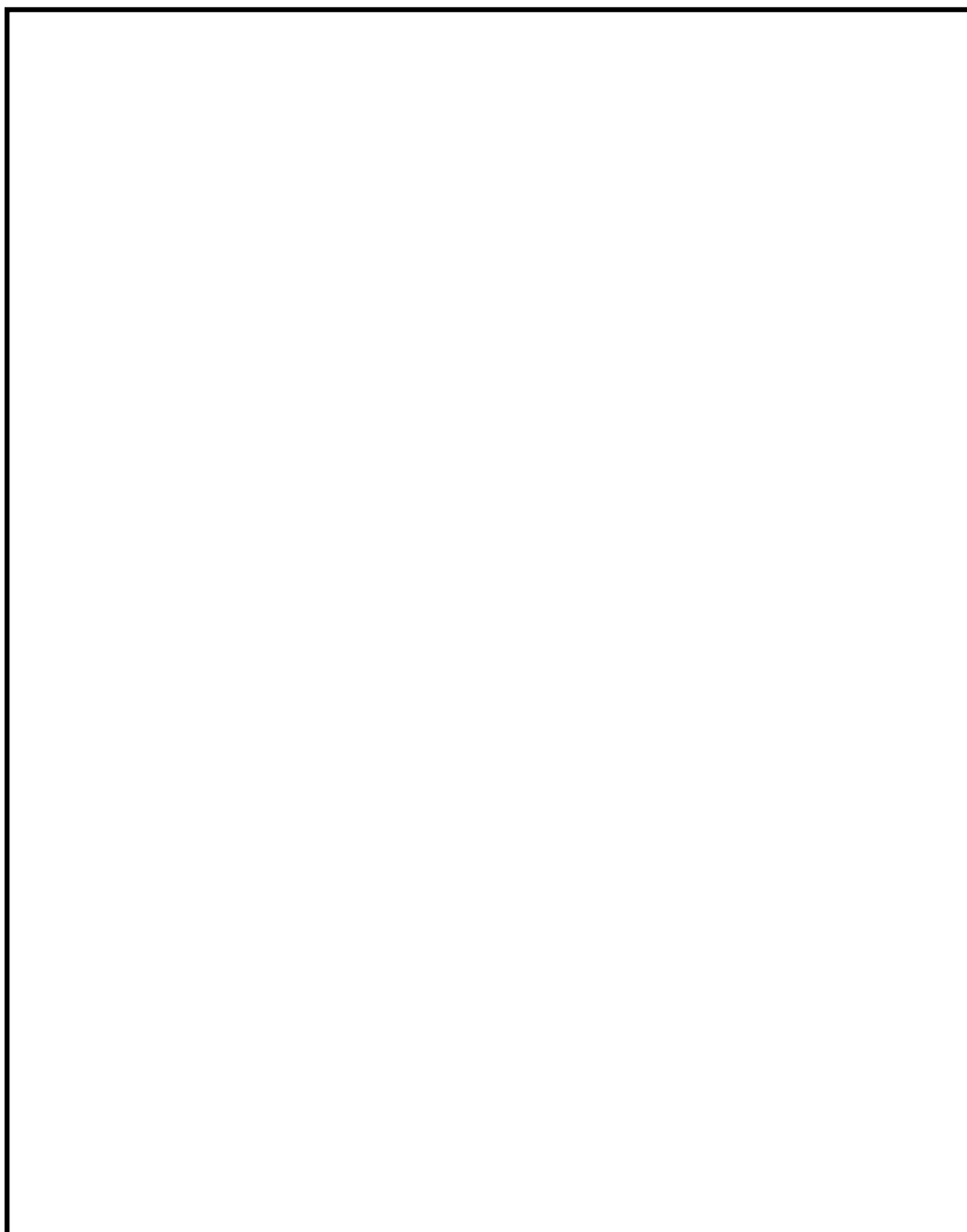
敷地南側の検討結果の合計沈下量が0.371mとなったことから，津波遡上経路の地盤の変状により想定される沈下量（以下「想定沈下量」という。）は保守的に0.5mとする。敷地北側の検討結果の合計沈下量が0.712mとなったことから，想定沈下量は保守的に1.0mとする。

また，側方流動の影響を受ける海岸より約100m以内の敷地東側は，検討結果の合計沈下量0.876mに更なる保守性を加味し，想定沈下量を1.5mとする。

以上の検討結果に基づき，数値シミュレーションでは，想定沈下量を第10図に示すとおり考慮する。

第3表 排水沈下量，揺すり込み沈下量及び二次元有効応力解析により算出された合計沈下量

	敷地南側	敷地北側	敷地東側	
	最大沈下量 (m)	最大沈下量 (m)	最大沈下量 (m)	最大水平変位 (m)
排水沈下量	0.228	0.609	0.594	-
揺すり込み沈下量	0.074	0.084	0.069	-
二次元有効応力の 解析結果	0.069	0.019	0.213	0.390
合計	0.371	0.712	0.876	0.390



第 10 図 想定沈下量評価結果

入力津波に用いる潮位条件について

1. はじめに

入力津波による水位変動に用いる潮位条件には、茨城港日立港区における平成 18 年 1 月から平成 22 年 12 月まで（2006 年 1 月～2010 年 12 月）の 5 カ年の朔望潮位データを使用しているが、観測期間の妥当性を確認するため、10 カ年の朔望潮位データについて分析を行い、影響の有無を確認した。

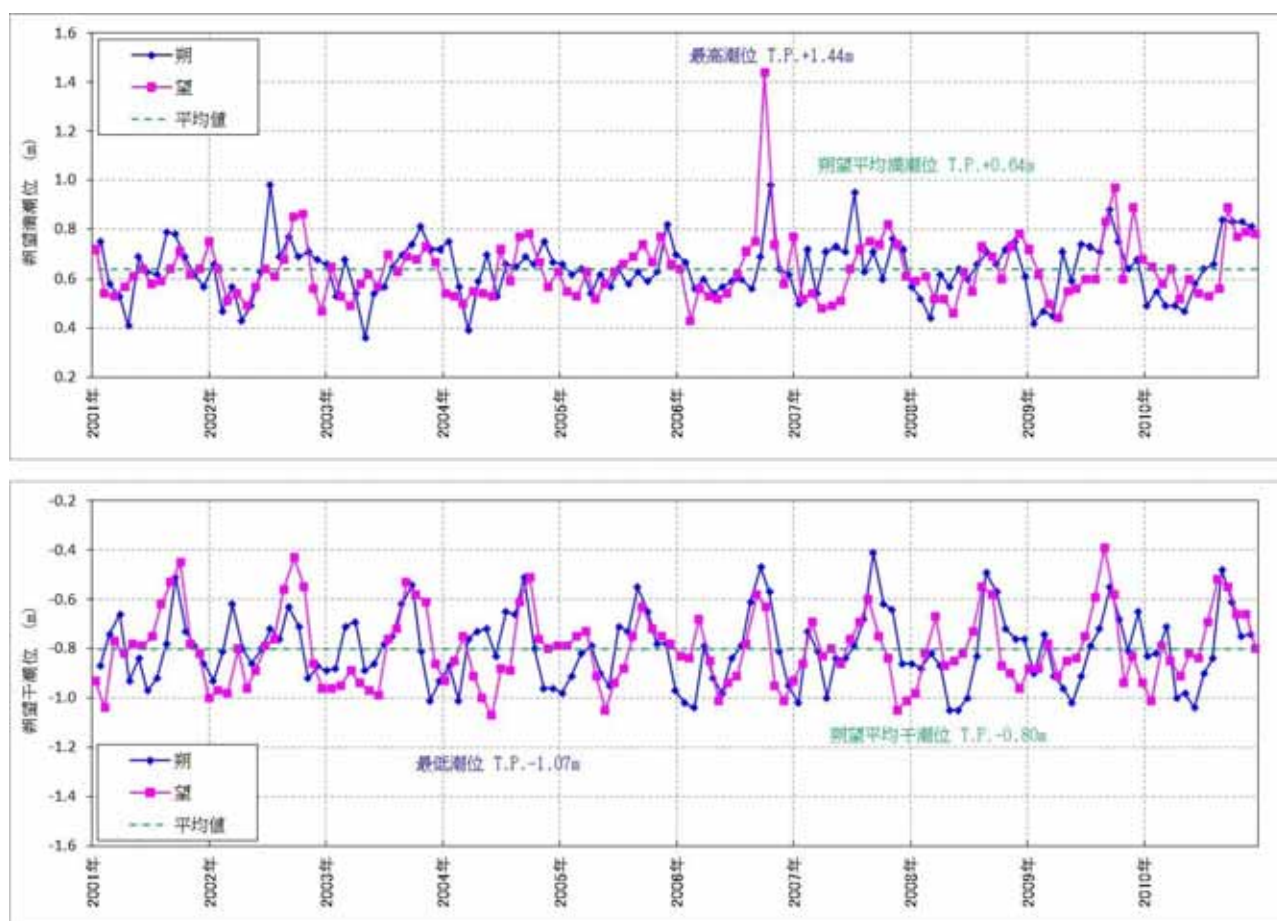
2. 観測期間の影響について

入力津波による水位変動に用いる平成 18 年 1 月から平成 22 年 12 月まで（2006 年 1 月～2010 年 12 月）の 5 カ年の朔望潮位データに対して、平成 13 年 1 月からの 10 カ年（2001 年 1 月～2010 年 12 月）の朔望潮位データの分析を行った。朔望潮位に関する分析結果を第 1 表に示す。

第 1 表から 5 カ年及び 10 カ年の朔望満潮位、朔望干潮位及びそれらの標準偏差について、いずれも同程度であることを確認した。また、第 1 図に 10 カ年（2001 年 1 月～2010 年 12 月）の潮位変化を示す。

第1表 朔望潮位に関する分析結果

	朔望満潮位 (m)		朔望干潮位 (m)	
	5 カ年	10 カ年	5 カ年	10 カ年
平均値	T.P. + 0.65	T.P. + 0.64	T.P. - 0.81	T.P. - 0.80
標準偏差	0.14	0.13	0.16	0.15



第1図 10 カ年 (2001 年 1 月 ~ 2010 年 12 月) の潮位変化

(上：朔望満潮位，下：朔望干潮位)

3. 茨城港日立港区の潮位データの扱いについて

津波評価で使用している潮位データには、1970年から2010年までの茨城港日立港区の験潮所の観測データを用いている。2011年以降の潮位データについては公表されていない。

そのため、発電所の近接観測点であり、観測が継続している銚子漁港と小名浜の各観測点の朔望平均満干潮位、年平均潮位及び高潮を含む年最高潮位の推移を用いて、2011年以降の日立港区の潮位の傾向を推定した。験潮所位置図を第2図に、各観測点の朔望平均満干潮位を第3表に、各観測点の年平均潮位の推移を第4図に、各観測点の年最高潮位の推移を第5図に示す。銚子漁港と小名浜の朔望平均満干潮位について、2006～2010年と2012～2016年の値を比較したところ、2006～2010年に対し2012～2016年の方が、朔望平均満干潮位の差が小さくなる傾向を示している。また、2006～2010年における日立港区、銚子漁港及び小名浜の年平均潮位及び年最高潮位を比較したところ、日立港区は銚子漁港及び小名浜と概ね同様の変動パターンを示している。

したがって、2011年以降の日立港区の潮位は2010年以前の潮位と同様の傾向で推移し、また顕著な高潮は生じていないことが推測される。

次に、日立港区と東海第二発電所の月平均潮位を比較した。日立港区と東海第二発電所の潮位変動量の比較を第6図に示す。なお、東海第二発電所潮位データについては、基準高さを正確に計測できていないため、日立港区（2007年1月）の潮位値を基準値としている。日立港区と東海第二発電所の潮位データがともに得られている2007年から2009年の月平均潮位を比較したところ、日立港区と東海第二発電所は概ね同様の傾向を示している。したがって、日立港区の潮位には東海第二発電所における潮位変動の情報が反映

されていることが推察される。

以上のことから、2010年以前の茨城港日立港区の潮位データを津波評価で
使用することは妥当と判断した。



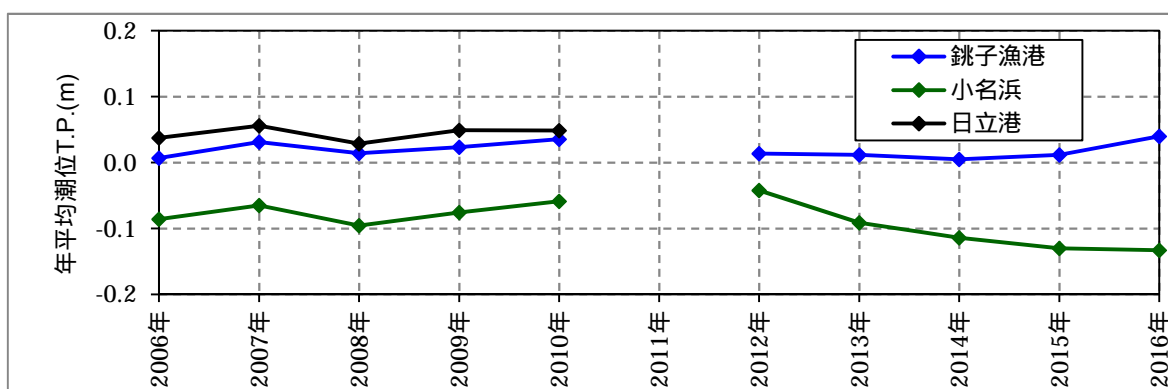
気象庁（2017）に加筆

第 2 図 験潮所位置図

第 3 表 各地点の朔望平均満干潮位

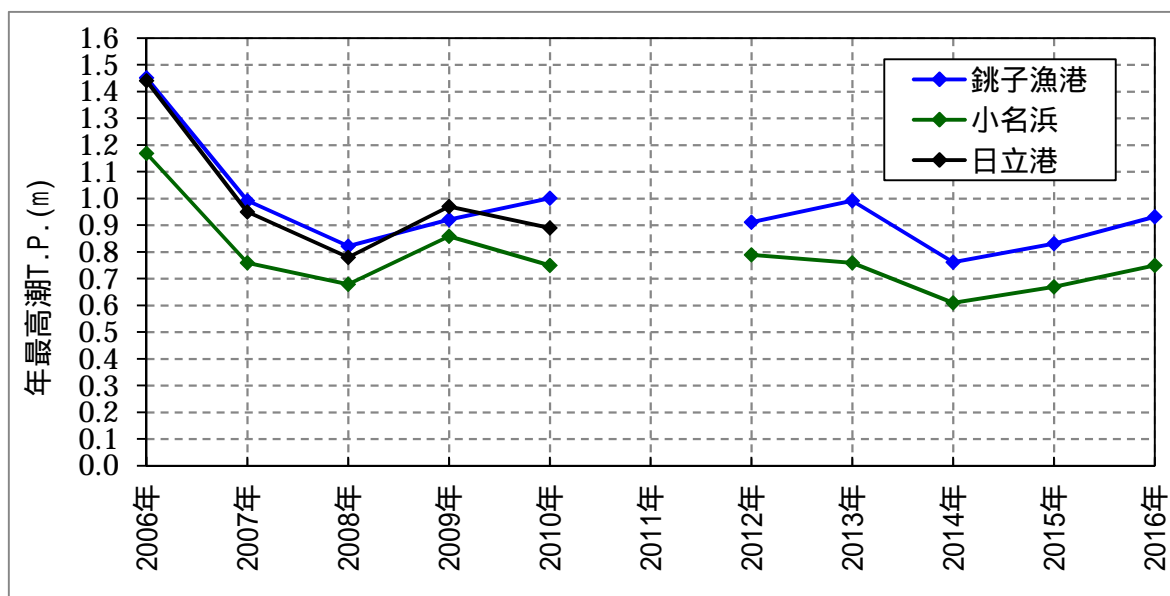
		銚子漁港		小名浜		日立港区
		2006～2010年	2012～2016年	2006～2010年	2012～2016年	2006～2010年
朔望満潮位	平均	0.65	0.62	0.54	0.49	0.65
	標準偏差	0.13	0.11	0.13	0.11	0.14
朔望干潮位	平均	-0.88	-0.82	-0.92	-0.88	-0.80
	標準偏差	0.14	0.13	0.15	0.13	0.15

単位：T.P. m

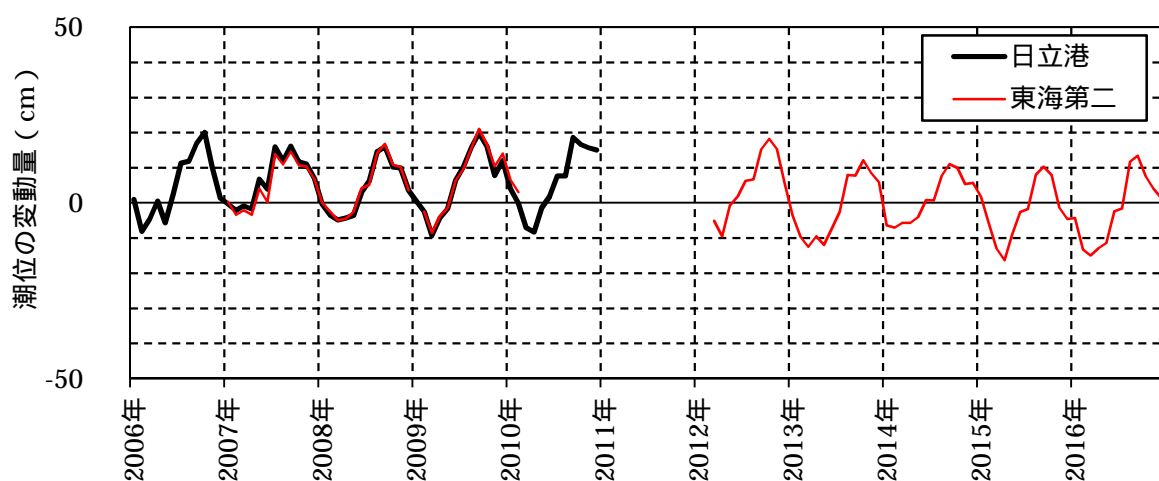


第 4 図 各地点の年平均潮位の推移

5 条 添付 8 -5



第 5 図 各地点の年最高潮位の推移



東海第二発電所の潮位データは、基準高さが正確に計測されていないため、日立港区（2007 年 1 月）の潮位値を基準値としている。

第 6 図 日立港区と東海第二発電所における月平均潮位の変動量の比較

基準津波に伴う砂移動評価について

1. はじめに

基準津波による水位変動に伴う海底の砂の移動が取水口への通水性に影響がないことを砂移動評価にて確認する。

ここでは、砂移動解析における粒径の違いによる堆積厚さへの影響及び防波堤をモデル化しない状態での堆積厚さへの影響を検討した。

2. 粒径のパラメータスタディ

砂移動評価における粒径の違いによる堆積厚さへの影響を確認するため、粒径のパラメータスタディを実施した。

検討は、平均粒径 (D_{50}) に加えて、10%粒径 (D_{10}) 及び 90%粒径 (D_{90}) を粒径としたケースを追加した。検討ケースを第 1 表に示す。各試料採取地点の粒径加積曲線から D_{10} 相当及び D_{90} 相当の粒径を求め、平均した結果、 D_{10} 相当は 0.10mm、 D_{90} 相当は 1.8mm に設定した。試料採取位置を第 1 図に、各試料採取地点の粒径加積曲線を第 2 図に示す。

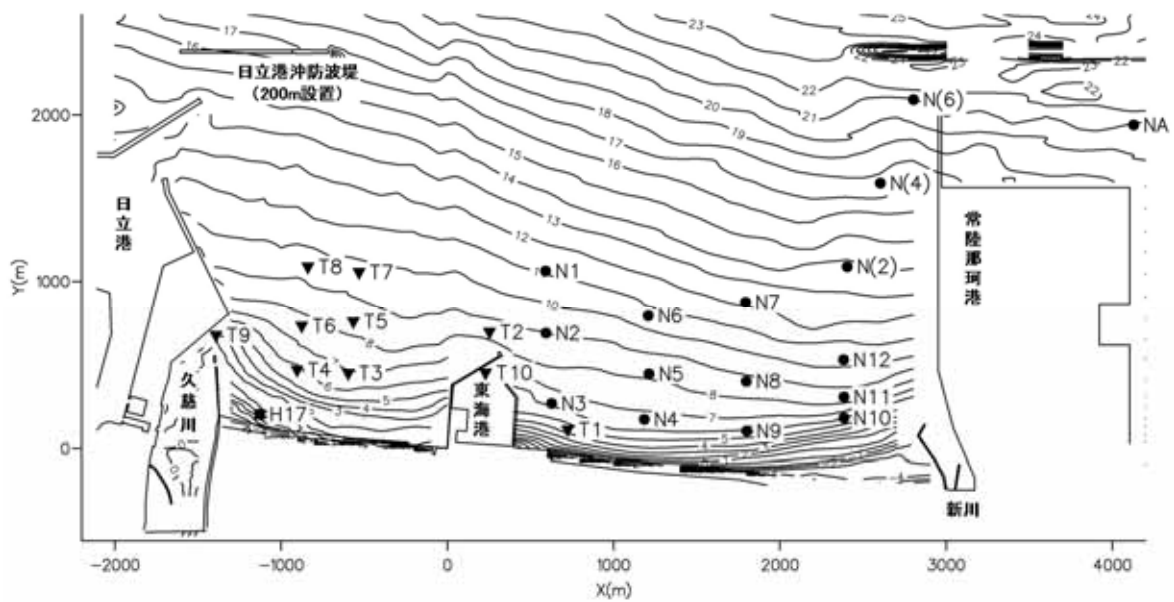
砂移動評価は、基本ケースにおいて、堆積厚さが厚く評価された高橋他 (1999) の方法を用いた。評価結果を第 2 表に、堆積侵食分布図を第 3 図に示す。

評価結果から、粒径を変えることにより評価地点によって堆積厚さに変動はあるものの、いずれも取水口前面においては、基本ケースより最大堆積厚さが薄くなっており、粒径の違いによる取水口前面における堆積厚さへの影響は小さい。

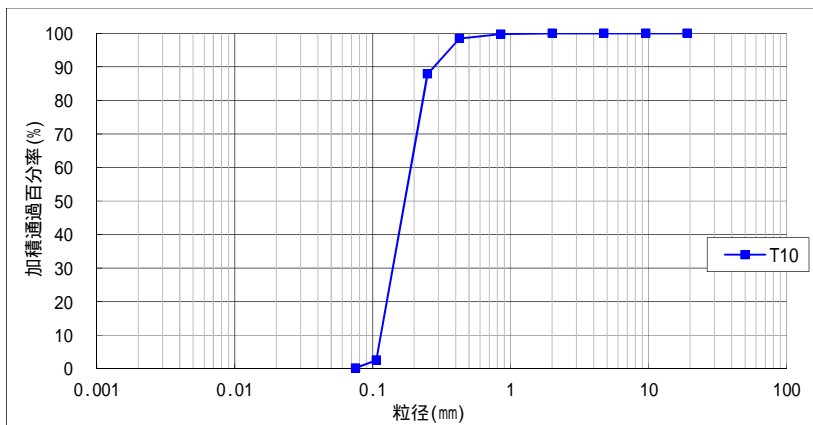
第 1 表 検討ケース

粒径	備考
0.15mm	D_{50} , 基本ケース
0.10mm	D_{10} 相当
1.8mm	D_{90} 相当

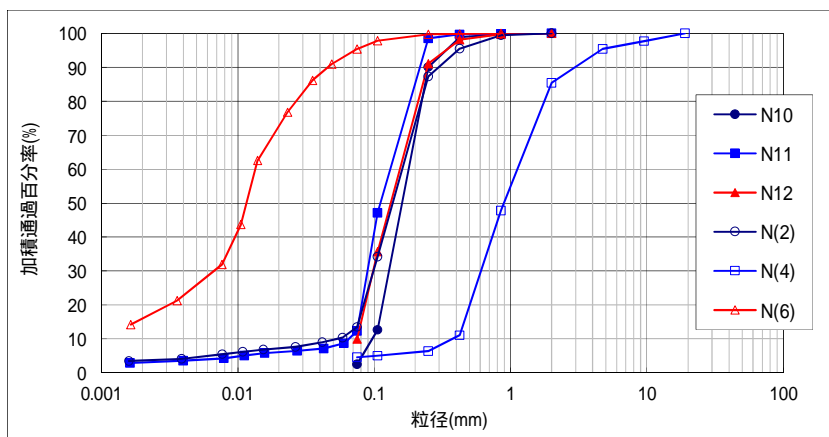
: 常陸那珂港調査 (2002年2月)
 : 日立港調査 (1998年1月)
 : 東海港調査 (2002年1-2月)
 (T10は最新の調査(2004年10月)
 を採用)



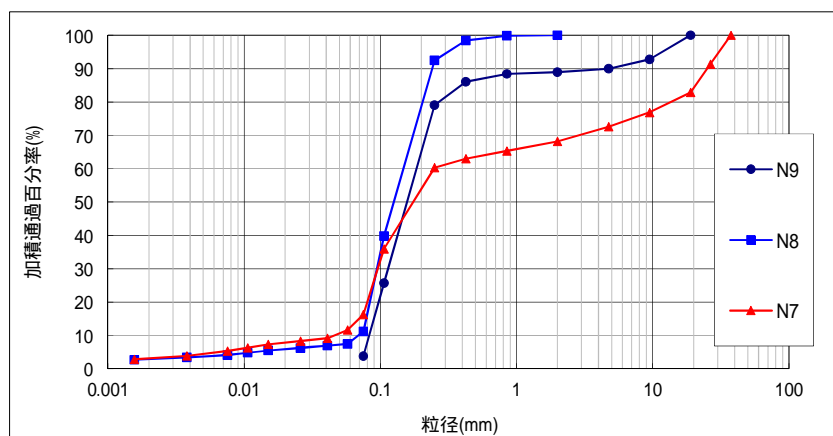
第 1 図 試料採取地点



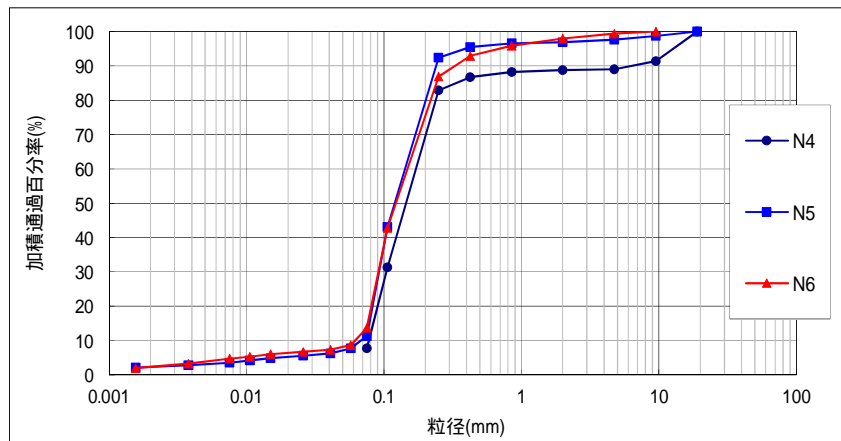
第 2 図(1) 粒径加積曲線 (2004 年 10 月調査,T10)



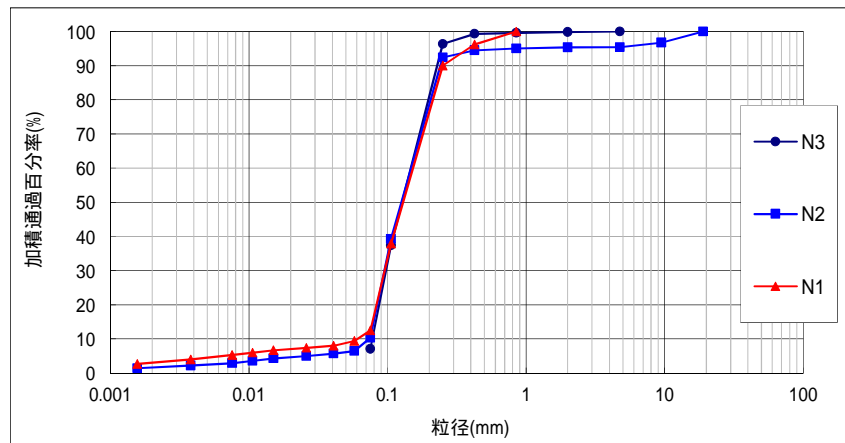
第 2 図(2) 粒径加積曲線 (2002 年 2 月調査,N10/N11/N12/N(2)/N(4)/N(6))



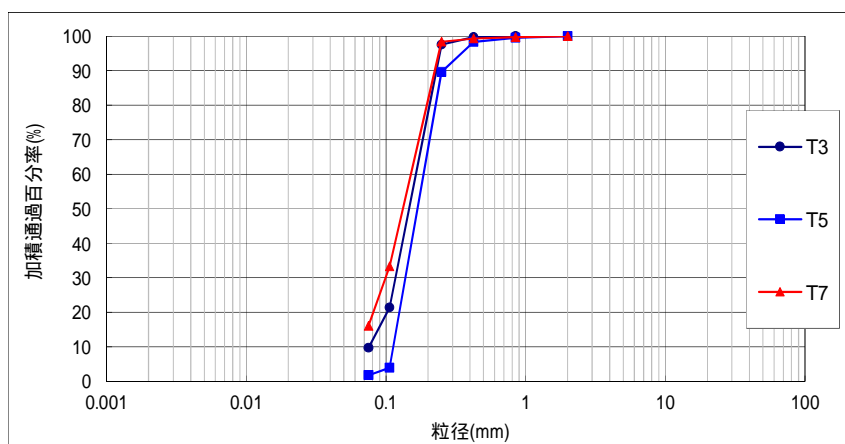
第 2 図(3) 粒径加積曲線 (2002 年 2 月調査,N7/N8/N9)



第 2 図(4) 粒径加積曲線 (2002 年 2 月調査,N4/N5/N6)

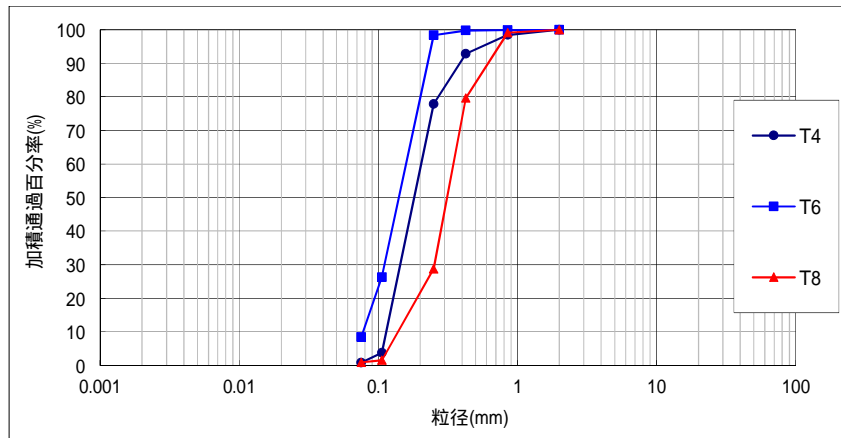


第 2 図(5) 粒径加積曲線 (2002 年 2 月調査,N1/N2/N3)

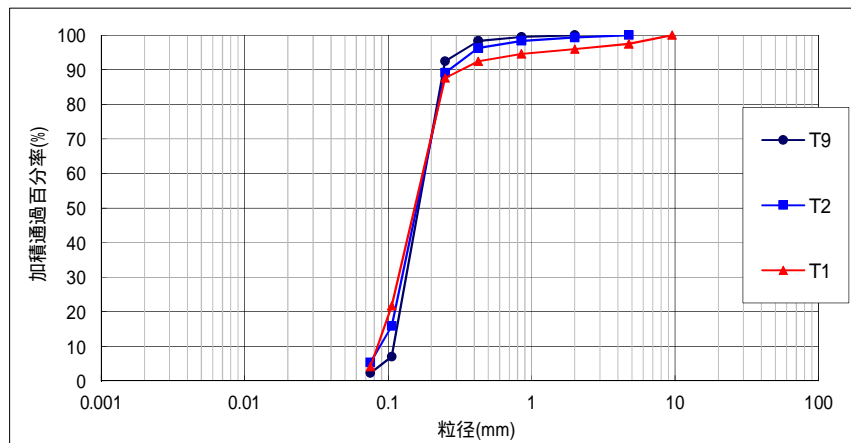


第 2 図(6) 粒径加積曲線 (2002 年 1-2 月調査,T3/T5/T7)

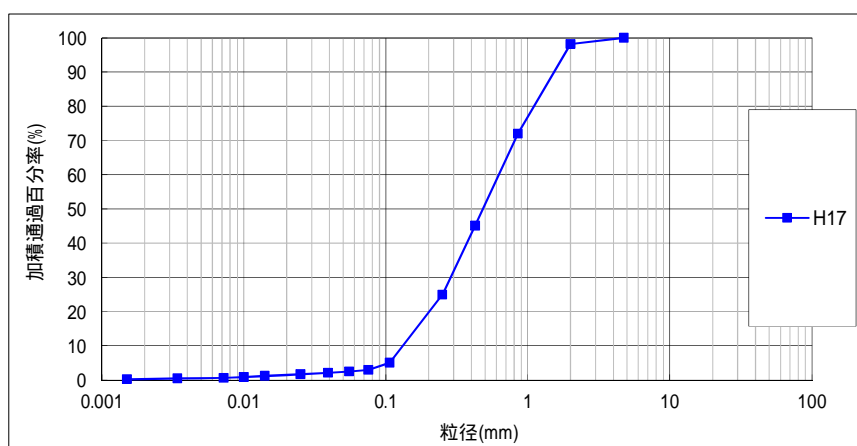
5 条 添付 1 3 -4



第 2 図(7) 粒径加積曲線 (2002 年 1-2 月調査, T4/T6/T8)



第 2 図(8) 粒径加積曲線 (2002 年 1-2 月調査, T1/T2/T9)



第 2 図(9) 粒径加積曲線 (1998 年 1 月調査, H17)

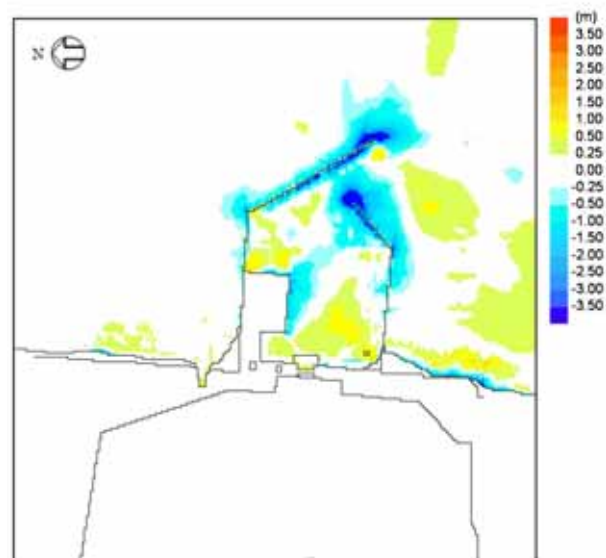
5 条 添付 1 3 -5

第 2 表 取水口前面の堆積厚さ

基準津波	粒径	取水口前面
上昇側	D ₅₀ 相当 (0.15mm)	0.33m
	D ₁₀ 相当 (0.10mm)	0.31m
	D ₉₀ 相当 (1.8mm)	0.13m
下降側	D ₅₀ 相当 (0.15mm)	0.19m
	D ₁₀ 相当 (0.10mm)	0.18m
	D ₉₀ 相当 (1.8mm)	0.02m

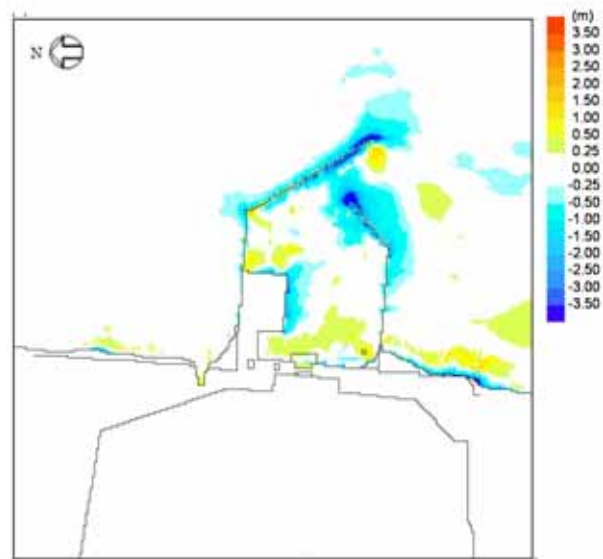
高橋他 (1999) , 浮遊砂上限濃度 1 %

水位上昇側

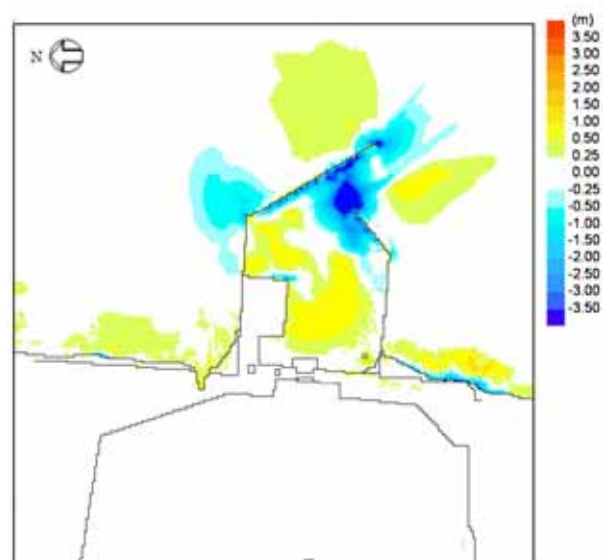


第 3 図 (1) 堆積侵食分布図 D₅₀ 相当 (0.15mm)

5 条 添付 1 3 -6



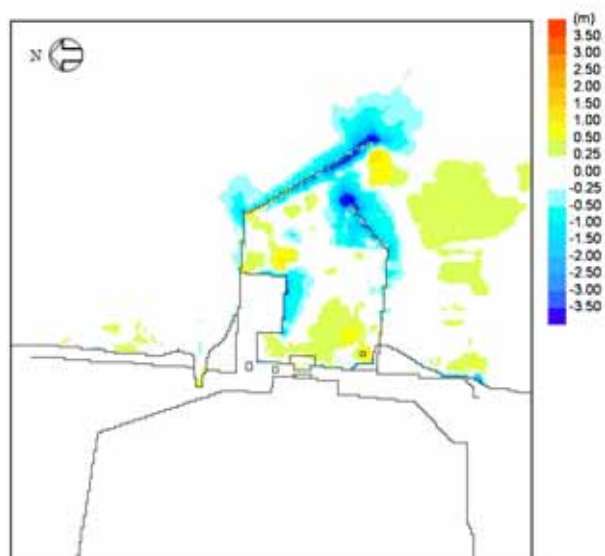
第 3 図 (2) 堆積侵食分布図 D_{10} 相当 (0.10mm)



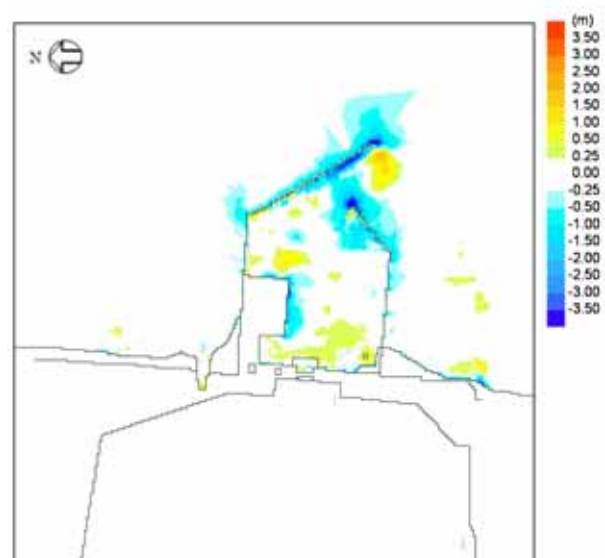
第 3 図 (3) 堆積侵食分布図 D_{90} 相当 (1.8mm)

5 条 添付 1 3 -7

水位下降側

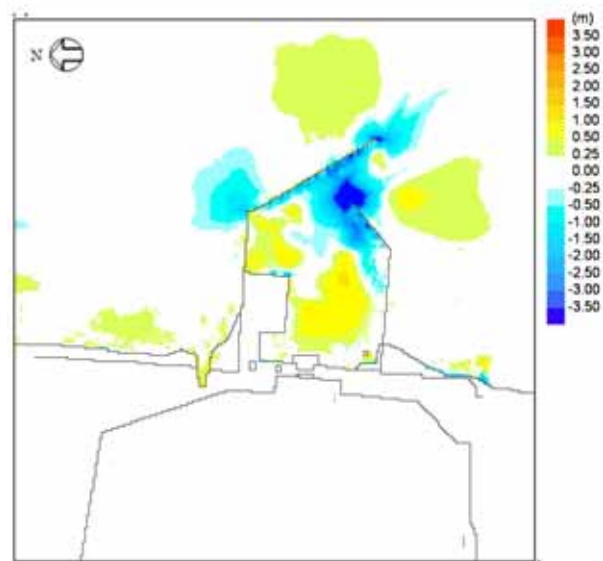


第 3 図 (4) 堆積侵食分布図 D_{50} 相当 (0.15mm)



第 3 図 (5) 堆積侵食分布図 D_{10} 相当 (0.10mm)

5 条 添付 1 3 -8



第 3 図 (6) 堆積侵食分布図 D_{90} 相当 (1.8mm)

3. 防波堤をモデル化しない状態での影響評価

砂移動評価においては，防波堤は健全な状態と仮定して解析を実施している。ここでは，影響評価として，地震時における防波堤の損傷を考慮して，保守的に防波堤をモデル化しない状態とした砂移動解析を実施し，堆積厚さへの影響を検討した。なお，解析条件は「2. 粒径のパラメータスタディ」と同様に，高橋他（1999）を参考に，平均粒径を用いて実施した。

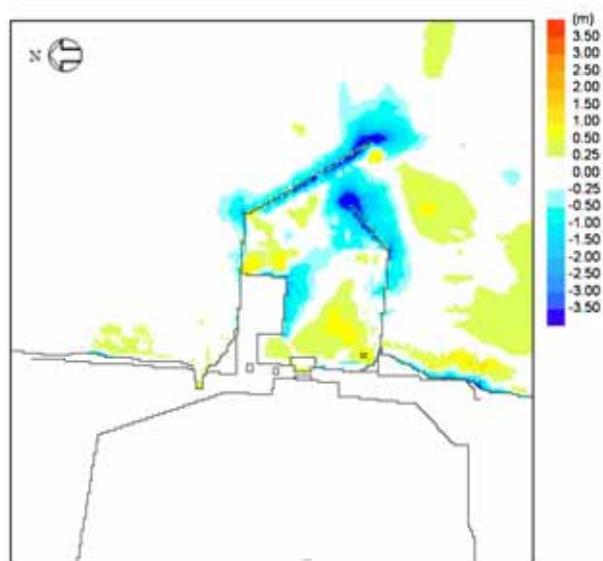
評価結果を第3表に示し，堆積侵食分布図を第4図に示す。防波堤の有無による堆積厚さの変化は評価地点による違いが多少あるものの，最大堆積厚さについては大差なく，防波堤の有無による影響は小さい。

第3表 取水口前面の堆積厚さ

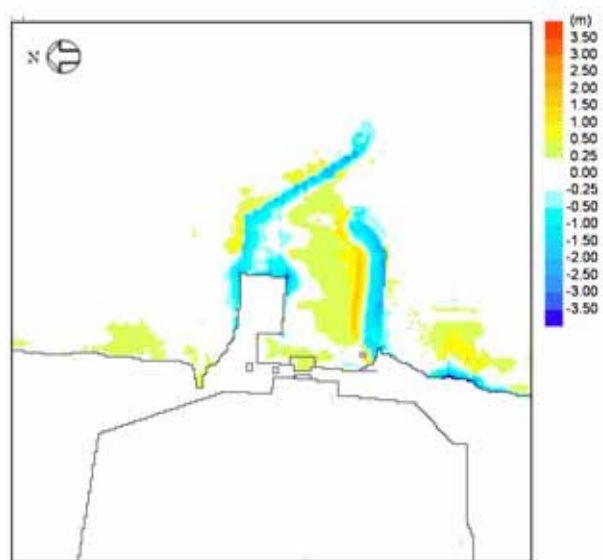
基準津波	防波堤	取水口前面
上昇側	あり	0.33m
	なし	0.36m
下降側	あり	0.19m
	なし	0.23m

高橋他（1999），浮遊砂上限濃度 1%

水位上昇側



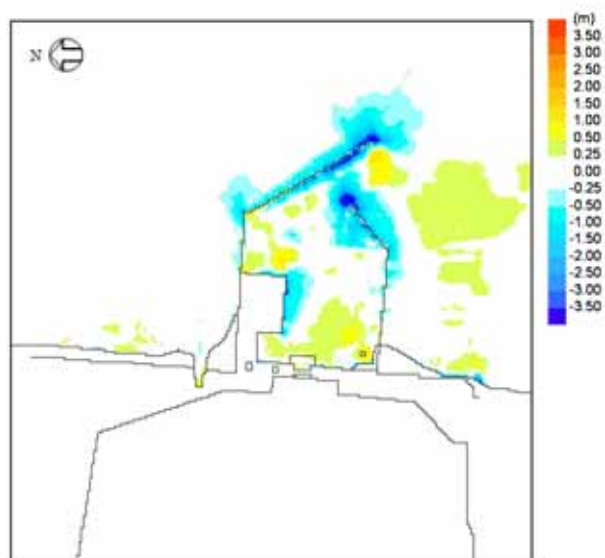
第 4 図 (1) 堆積侵食分布図 防波堤あり



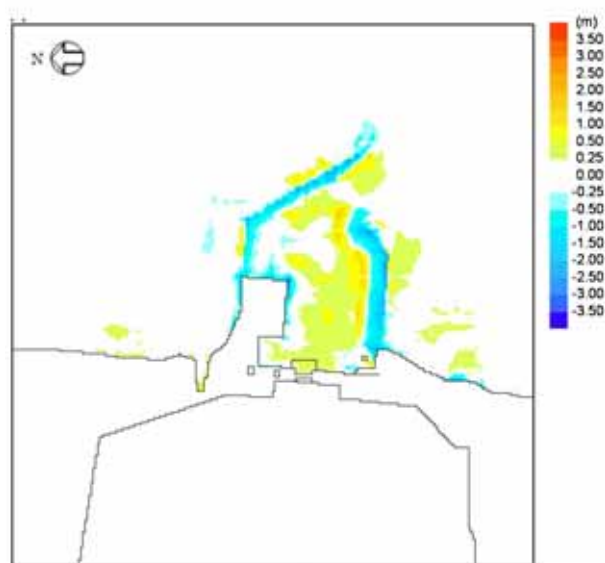
第 4 図 (2) 堆積侵食分布図 防波堤なし

5 条 添付 1 3 -11

水位下降側



第 4 図 (3) 堆積侵食分布図 防波堤あり



第 4 図 (4) 堆積侵食分布図 防波堤なし

5 条 添付 1 3 -12

4. 平均粒径よりも大きな粒径を有する砂の浮遊可能性評価

非常用海水ポンプによる取水とともに海水系に混入する微小な浮遊砂は、ポンプ出口の海水ストレーナを通過した後、海水系の各機器に供給され、最終的に放水ピットから放水される。大きな粒径を有する砂が供給される場合は、非常用海水ポンプの軸固着または海水系機器の閉塞が懸念されることから、ここでは平均粒径よりも大きな粒径を有する砂の浮遊可能性について、一般的な技術知見を用いて評価を実施した。

砂移動に関する技術知見としては、沈降速度、移動形態、底面摩擦速度の関係がある。

沈降速度（Rubey 式（河川・海岸の砂移動で一般的に使用））

$$\frac{w_f}{\sqrt{sgd}} = \sqrt{\frac{2}{3} + \frac{36v^2}{sgd^3}} - \sqrt{\frac{36v^2}{sgd^3}}$$

w_f ：土砂の沈降速度， s ：土砂の水中比重， g ：重力加速度(=9.8)， d ：土砂の粒径

：水の動粘性係数($1.0 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$)

移動形態（荒井・清水「現場のための水理学3」）

$$\text{掃流卓越領域} \cdots \cdots \cdots \frac{u^*}{w_f} < 1.08$$

$$\text{掃流・浮遊の混在領域} \cdots \cdots 1.08 < \frac{u^*}{w_f} < 1.67$$

$$\text{浮遊卓越領域} \cdots \cdots \cdots 1.67 < \frac{u^*}{w_f}$$

u^* ：摩擦速度

土砂粒子の浮遊速度と沈降速度の関係から導出した理論式。

底面摩擦速度（岩垣式（河川・海岸の砂移動で一般的に使用））

$$d \geq 0.303 \text{ cm} ; u_{*c}^2 = 80.9d$$

$$0.118 \leq d \leq 0.303 \text{ cm} ; \quad = 134.6d^{31/32}$$

$$0.0565 \leq d \leq 0.118 \text{ cm} ; \quad = 55.0d$$

$$0.0065 \leq d \leq 0.0565 \text{ cm} ; \quad = 8.41d^{11/32}$$

$$d \leq 0.0065 \text{ cm} ; \quad = 226d$$

u_{*c} ：底面摩擦速度

～ を整理すると第 5 図となり，平均粒径よりも大きな粒径を有する砂は浮遊しにくい。

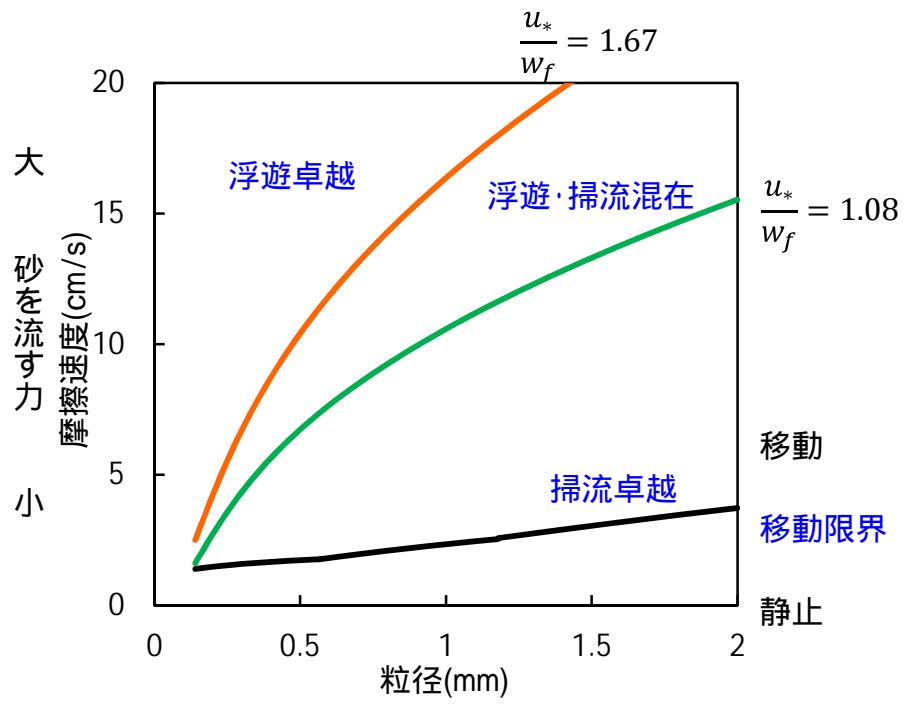
東海第二発電所のサイト条件を踏まえた上で，平均粒径よりも大きな粒径を有する砂の浮遊可能性について考察した。対象地点については，海水ポンプ室の閉塞性への影響を踏まえ，取水口前面とした。

まずは浮遊可能性の検討に必要な摩擦速度を算出した。摩擦速度の算出にあたっては，基準津波における取水口前面の最高水位時刻における流速(0.89m/s)と全水深(21.59m)を用いてマニング則より算出した。その結果，取水口前面の摩擦速度は 5.0 cm/s となった。

$$u_* = \sqrt{gn^2 U |U| / D^{1/3}} = 5.0 \text{ cm/s (マニング則)}$$

摩擦速度は u で表される。ここで， n はマニングの粗度係数， U は流速， D は全水深である。マニングの粗度係数 $n: 0.03\text{m}^{-1/3} \cdot \text{s}$ (土木学会 2016) を用いた。

摩擦速度と粒径の関係から，平均粒径 (D_{50}) 0.15mm の場合，浮遊卓越が確認できる。一方，平均粒径よりも粒径が大きくなるにつれて，浮遊・掃流混在，掃流卓越となる。よって，粒径が大きい砂ほど浮遊しにくいと考えられる。



第 5 図 摩擦速度と粒径の関係

津波の流況を踏まえた

漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性評価について

1. はじめに

「2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止」における評価のひとつとして、基準津波に伴う漂流物が津波防護施設等の健全性及び非常用海水ポンプの取水性に及ぼす影響を確認するために、漂流物となる可能性のある施設・設備を「第 2.5-11 図 漂流物評価フロー」に基づき評価している。

漂流物評価フローにおいて示される「津波防護施設等、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性」の具体的な考え方について、以下に示す。

2. 「津波防護施設等、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性」について

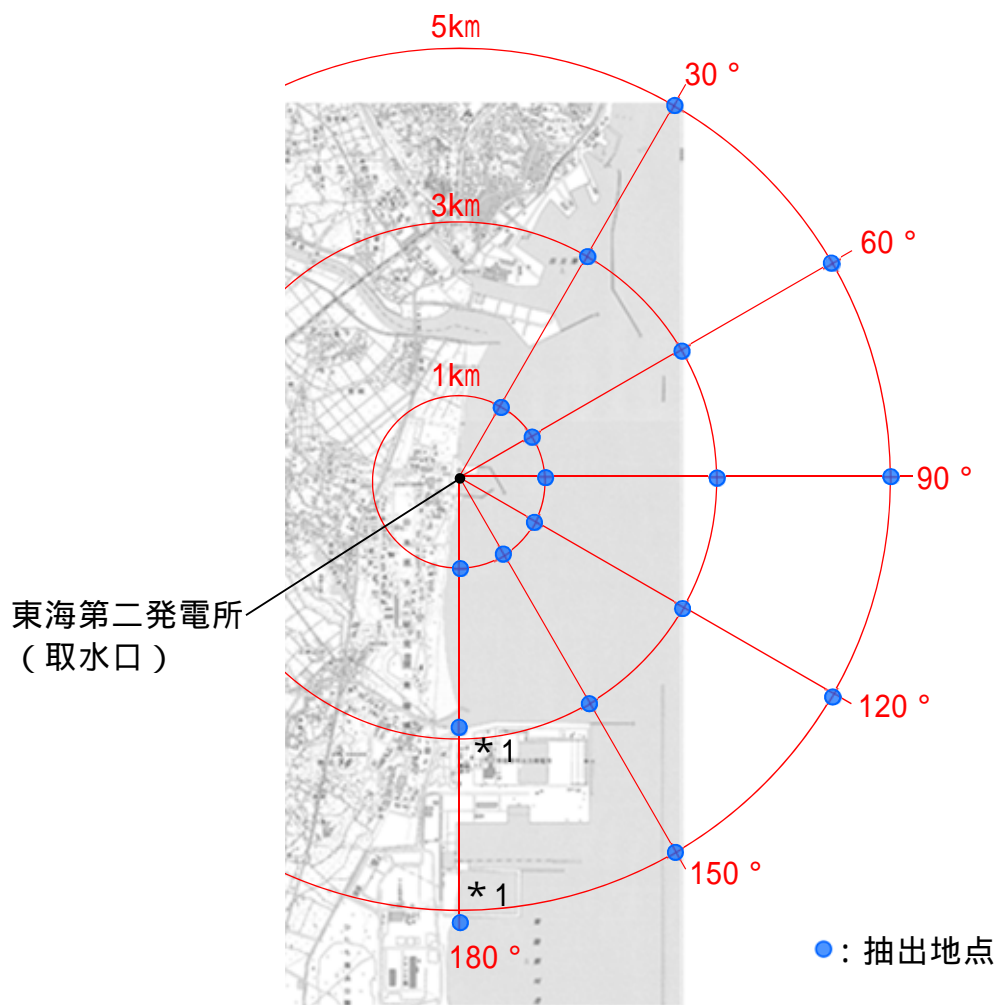
津波防護施設等、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性について、津波の流況を踏まえて、東海第二発電所の津波防護施設等及び取水口に対する漂流物の動向を確認することにより評価する。

2.1 津波流況の考察

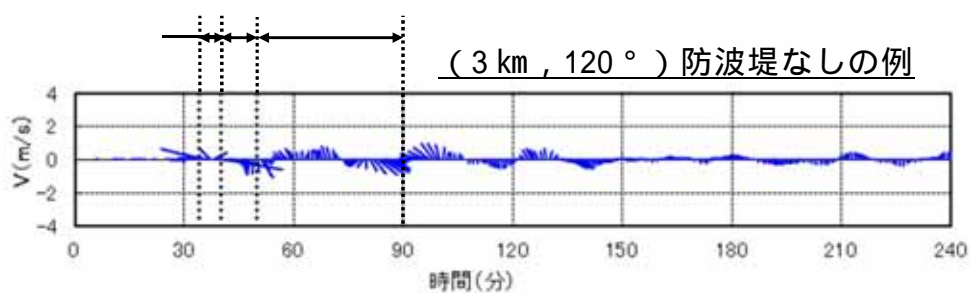
(1) 流況考察時間の分類

東海第二発電所敷地内及び敷地外における津波襲来時の流況について整理した。津波流向の時刻歴を確認した結果、津波襲来時（地震発生後 約 34 分～約 40 分）及び引き波時（地震発生後 約 40 分～約 50 分）に大きな速度を有する一定方向の流向が継続しており、引き波後は継続的でない

流向を示す傾向にあった。漂流物の動向に影響を与える流況としては、大きな速度を有する継続的な一定方向の流向が支配的であると考えられるが、ここでは保守的に引き津波後の流況についても把握することを目的とし、収束時（地震発生後 約 50 分～約 90 分）についても整理した。第 1 図に流況考察時間の分類を示す。



*1 (3km, 180°) 及び (5km, 180°) の地点については，
陸域となるため，海域となるように調整した。



流況考察時間の分類

津波襲来時 (地震発生後 約 34 分～約 40 分)
引き波時 (地震発生後 約 40 分～約 50 分)
収束時 (地震発生後 約 50 分～約 90 分)

第 1 図 流況考察時間の分類

(2) 津波流況の考察

第 2 図に発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル（防波堤ありの場合）を示す。また，防波堤ありの場合における流況の考察の詳細を以下に示す。

a．防波堤あり

(a) 津波襲来時（地震発生後 約 34 分～約 40 分）

i) 発電所敷地エリア

東方より北西向きの流向を主流として襲来し，地震発生から約 35 分後に敷地前面に到達する。地震発生から約 37 分後には敷地への遡上が始まり，第 2 図（4 / 11）の地震発生から 38 分後における発電所敷地エリア拡大図のように，取水口以北では防潮堤の敷地前面東側から敷地側面北側に沿うように遡上し，取水口以南では防潮堤の敷地前面東側から敷地側面南側に沿うように遡上する。地震発生から約 40 分後には引き波となる。

ii) 発電所北側エリア

東方より北西向きの流向を主流として襲来し，地震発生から約 35 分後に発電所北側エリア前面の海域に到達する。地震発生から約 37 分後には北西向きの流向を主流として発電所北側エリアの陸域及び久慈川へ遡上し，第 2 図（5 / 11）の地震発生から 40 分後における発電所周辺広域図のように，発電所敷地エリアでは引き波へと転じる。地震発生から約 40 分後においても，発電所北側エリアの陸域及び久慈川では津波の遡上が続く（地震発生から約 43 分後まで遡上が続く）。

iii) 発電所南側エリア

東方より北西向きの流向を主流として襲来し，地震発生から約 34

分後に発電所南側エリア前面の海域に到達する。前面海域に到達した津波は常陸那珂港区沖防波堤の影響により、常陸那珂火力発電所敷地へは直接遡上せず、沖防波堤の北側に回り込む。地震発生から約36分後には常陸那珂港区沖防波堤の北側に回り込んだ津波が常陸那珂火力発電所敷地の北側から遡上を始める。第2図(3/11)の地震発生から37.5分後における発電所周辺広域図のように、常陸那珂火力発電所敷地の北側からは南向きの流向を主流とした津波が陸域へ遡上し、常陸那珂火力発電所敷地の南側からは北向きの流向を主流とした津波が陸域へ遡上するが、地震発生から約40分後には引き波となる。国立研究開発法人日本原子力研究開発機構敷地では地震発生から約37分後に西向きの流向を主流とした津波が陸域へ遡上するが、地震発生から約39分後には引き波となる。

(b) 引き波時(地震発生後 約40分～約50分)

i) 発電所敷地エリア

地震発生から約40分後に引き波へと転じ、敷地前面東側から外海へ向かう流況となる。引き波時は津波襲来時のように防潮堤に沿うような流況は示さず、第2図(5/11)の地震発生から40分後における発電所敷地エリア拡大図のように、敷地前面東側の一部を除き、直接外海へ向かう流況となっている。また、第2図(7/11)の地震発生から43分後における発電所敷地エリア拡大図のように、防波堤の間隔が狭いため、引き波方向に大きな流速が出ていることが確認される。引き波の流況は地震発生から約50分後まで継続する。

ii) 発電所北側エリア

地震発生から約40分後以降においても久慈川及び久慈川周辺陸域については遡上を続けるが、地震発生から約43分後には引き波へ転

じ始め、陸域から外海へ向かう流向を主流とした流況となる。この流況は地震発生から約 50 分後以降も継続する。なお、防波堤より敷地側の海域では比較的穏やかな流況となる（防波堤より敷地側の海域では穏やかな流況が地震発生から 90 分後まで続く）。また、第 2 図（6 / 11）の地震発生から 41.5 分後における発電所周辺広域図のように、日立港区沖防波堤の北側又は南側に回り込みながら波が引いていく流況となる。さらに、第 2 図（8 / 11）の地震発生から 45 分後における発電所周辺広域図のように、日立港区東防波堤及び南防波堤の間隔が狭いため、引き波方向に大きな流速が出ていることが確認される。発電所北側エリアの前面海域については地震発生から約 40 分後には引き波へと転じ、外海へ向かう流況となる。この流況は地震発生から約 43 分後まで継続する。

iii) 発電所南側エリア

発電所南側エリアの常陸那珂火力発電所敷地では、地震発生の約 40 分後から約 45 分後にかけて引き波となる。第 2 図（6 / 11）の地震発生から 42 分後における発電所周辺広域図のように、常陸那珂港区沖防波堤の北側に回り込みながら波が引いていく流況を示し、第 2 図（7 / 11）の地震発生から 43 分後における発電所周辺広域図のように、旋回する流況が確認される。旋回する流況は地震発生後約 55 分まで継続する。国立研究開発法人日本原子力研究開発機構敷地前面海域では地震発生の約 40 分後から約 50 分後にかけて引き波となり、外海へ向う流向を主流とした流況となる。

(c) 収束時（地震発生後 約 50 分～約 90 分）

i) 発電所敷地エリア

敷地前面海域において、第 2 図（9 / 11）の地震発生から 55 分後に

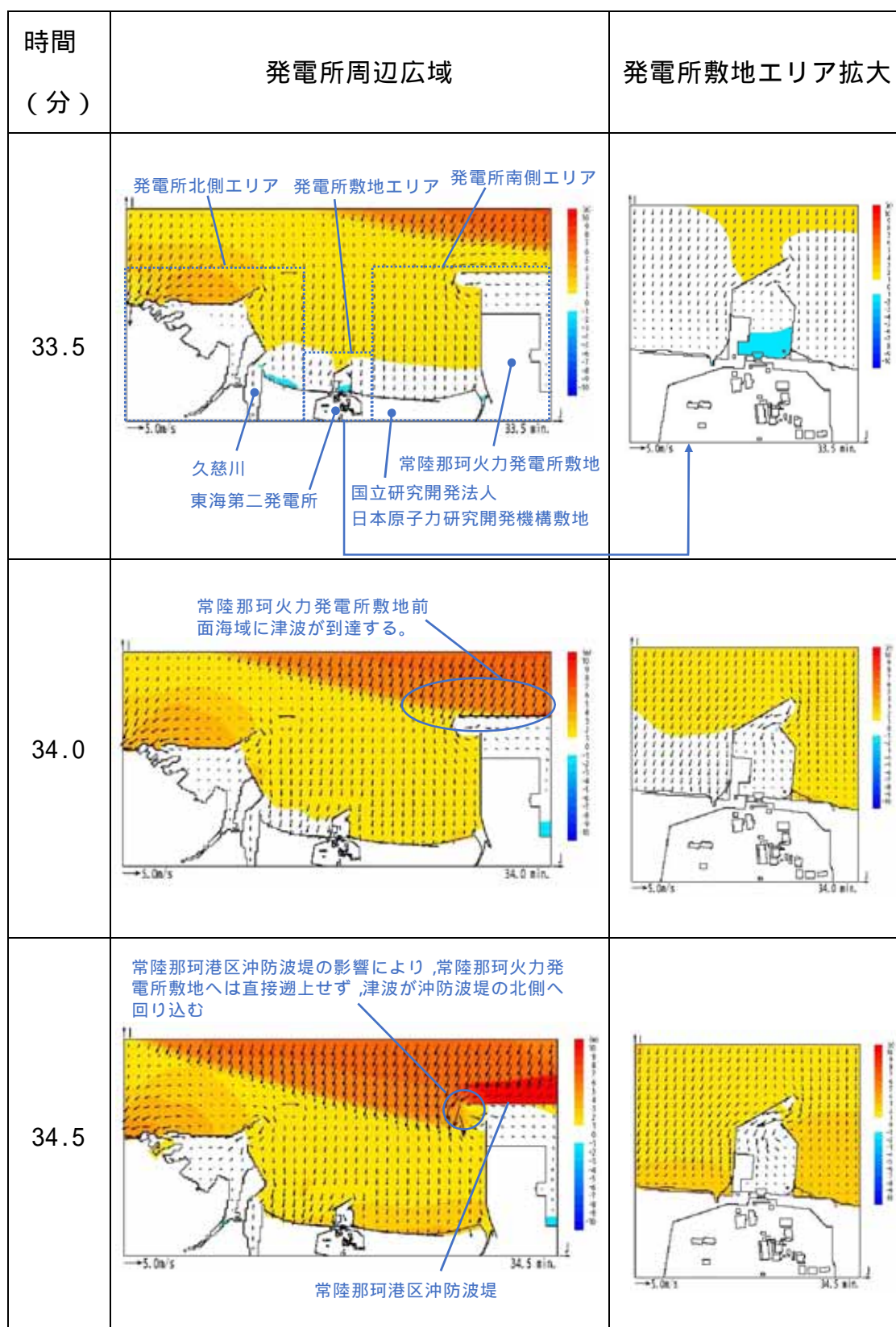
おける発電所周辺広域図のように、旋回する流況が確認される（旋回する流況は地震発生後約 75 分まで継続する）。また、第 2 図（9 / 11）の地震発生から 60 分後における発電所敷地エリア拡大図のように、東海港の防波堤付近にて旋回する流況となるが、継続的な流況とはならない。地震発生の約 65 分後から約 75 分後にかけては一部旋回する流況となるものの、穏やかな流況が継続する。第 2 図（11 / 11）の地震発生から 80 分後における発電所敷地エリア拡大図のように、地震発生から約 80 分後に西向きの流向で津波が襲来し、物揚岸壁及び敷地前面東側の一部に津波が遡上するが、この流況が継続することではなく、地震発生から約 85 分後には引き波へと転じ、地震発生から約 90 分後には一部で引き波及び旋回する流況が確認されるものの比較的穏やかな流況となる。

ii) 発電所北側エリア

地震発生から約 55 分後までは陸域から外海へ向かう流向を主流とした流況が継続する。地震発生の約 65 分後から約 80 分後にかけては穏やかな流況が継続する。地震発生の約 85 分後から約 90 分後では引き波となり、外海へ向う流向を主流とした流況となる。

iii) 発電所南側エリア

地震発生の約 60 分後から約 80 分後にかけては穏やかな流況が継続する。地震発生から約 85 分後に引き波へと転じ、地震発生から約 90 分後には再び穏やかな流況となる。

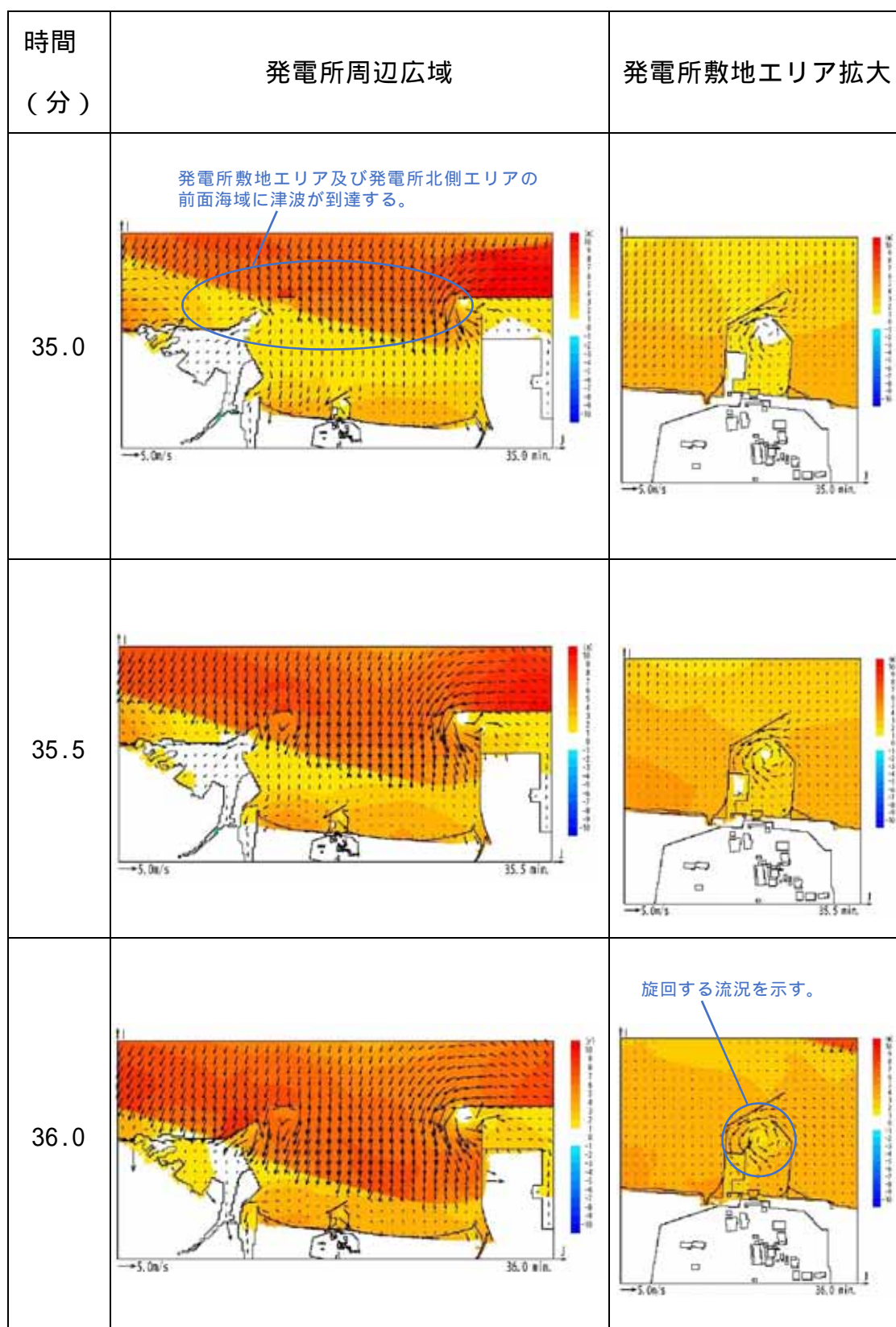


：津波の原因となる地震発生後の経過時間

第2図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル

(防波堤ありの場合)(1/11)

5条 添付17-8

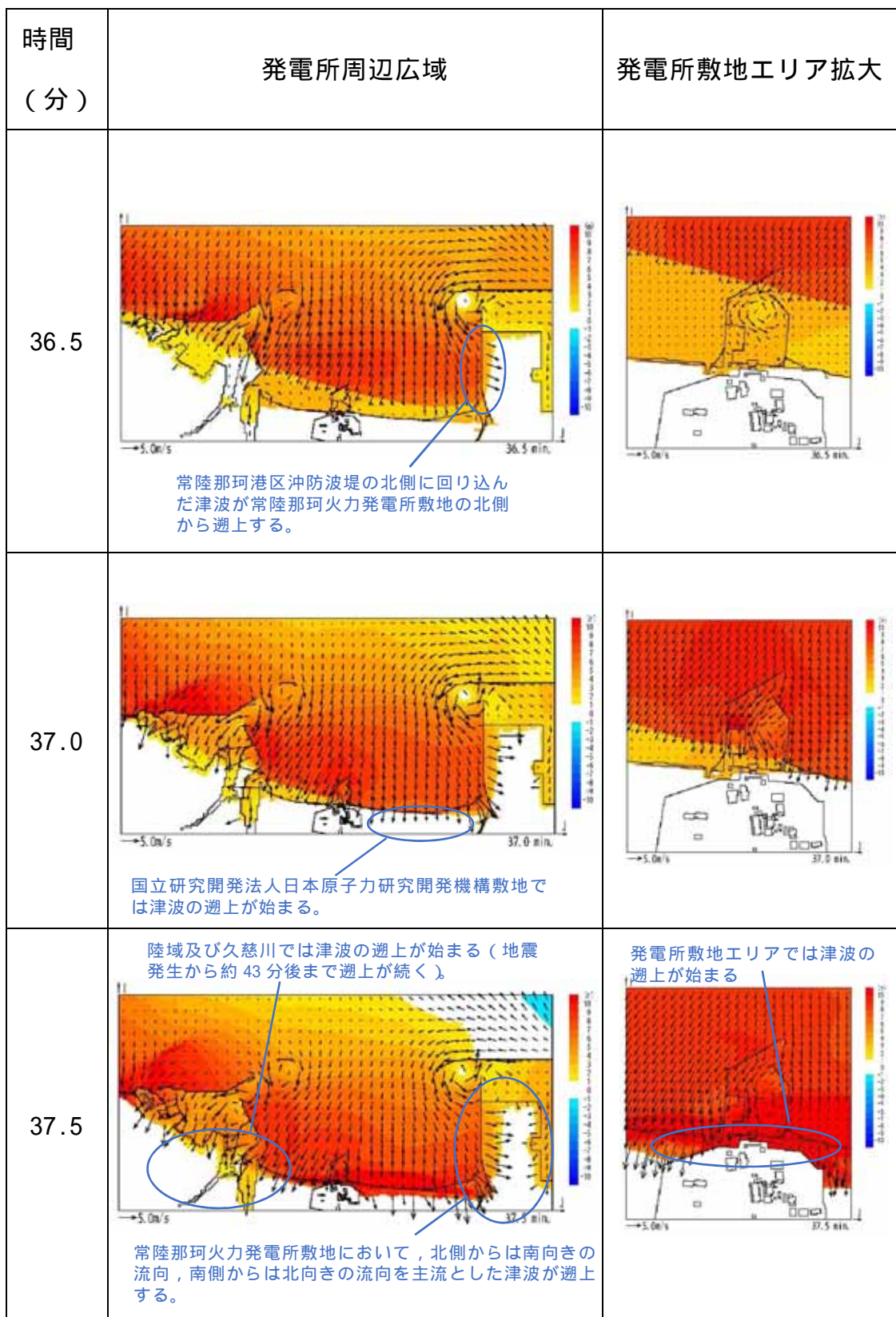


：津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 2 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル

(防波堤ありの場合)(2/11)

5 条 添付 1 7 -9

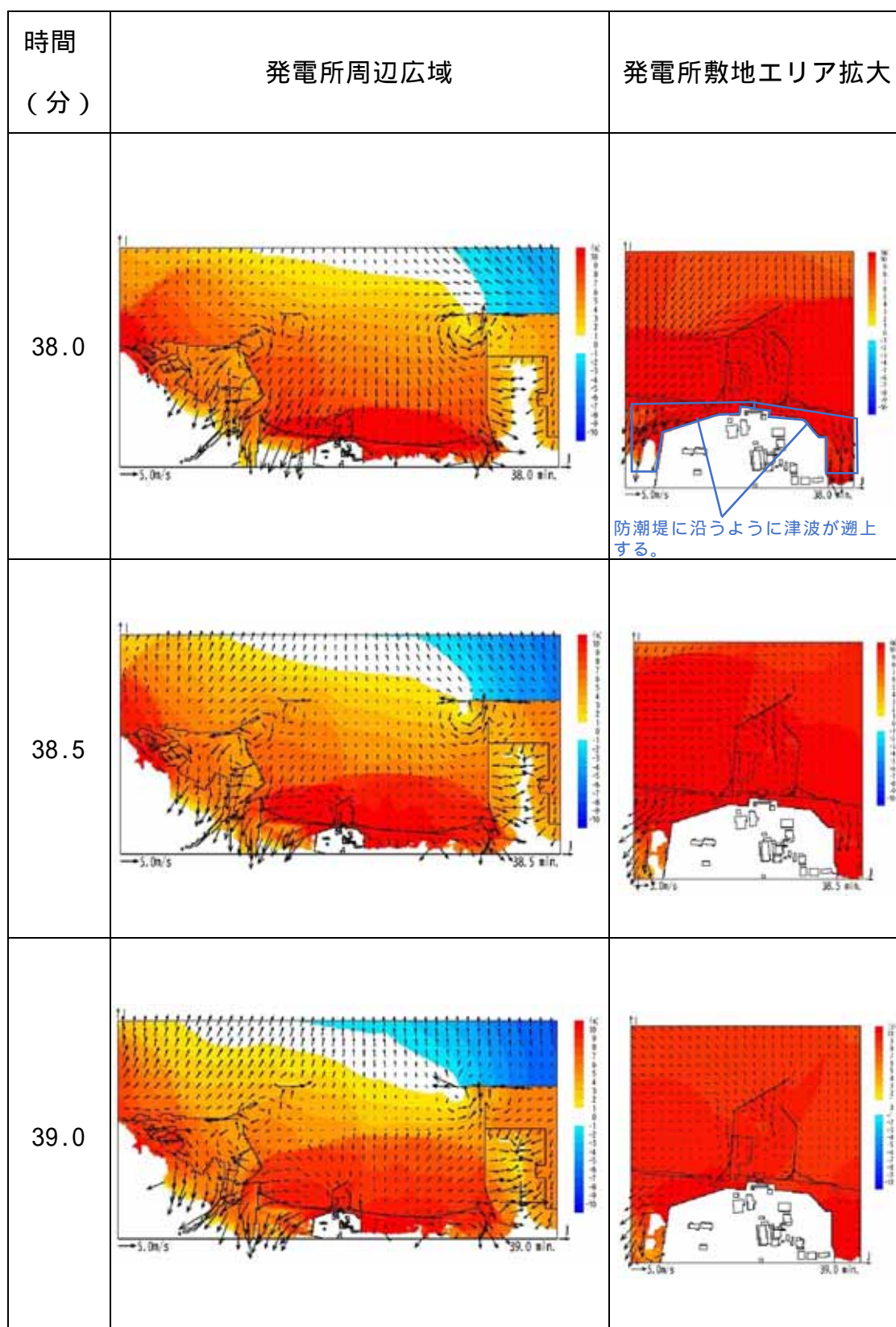


：津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 2 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル

(防波堤ありの場合)(3 / 11)

5 条 添付 1 7 -10

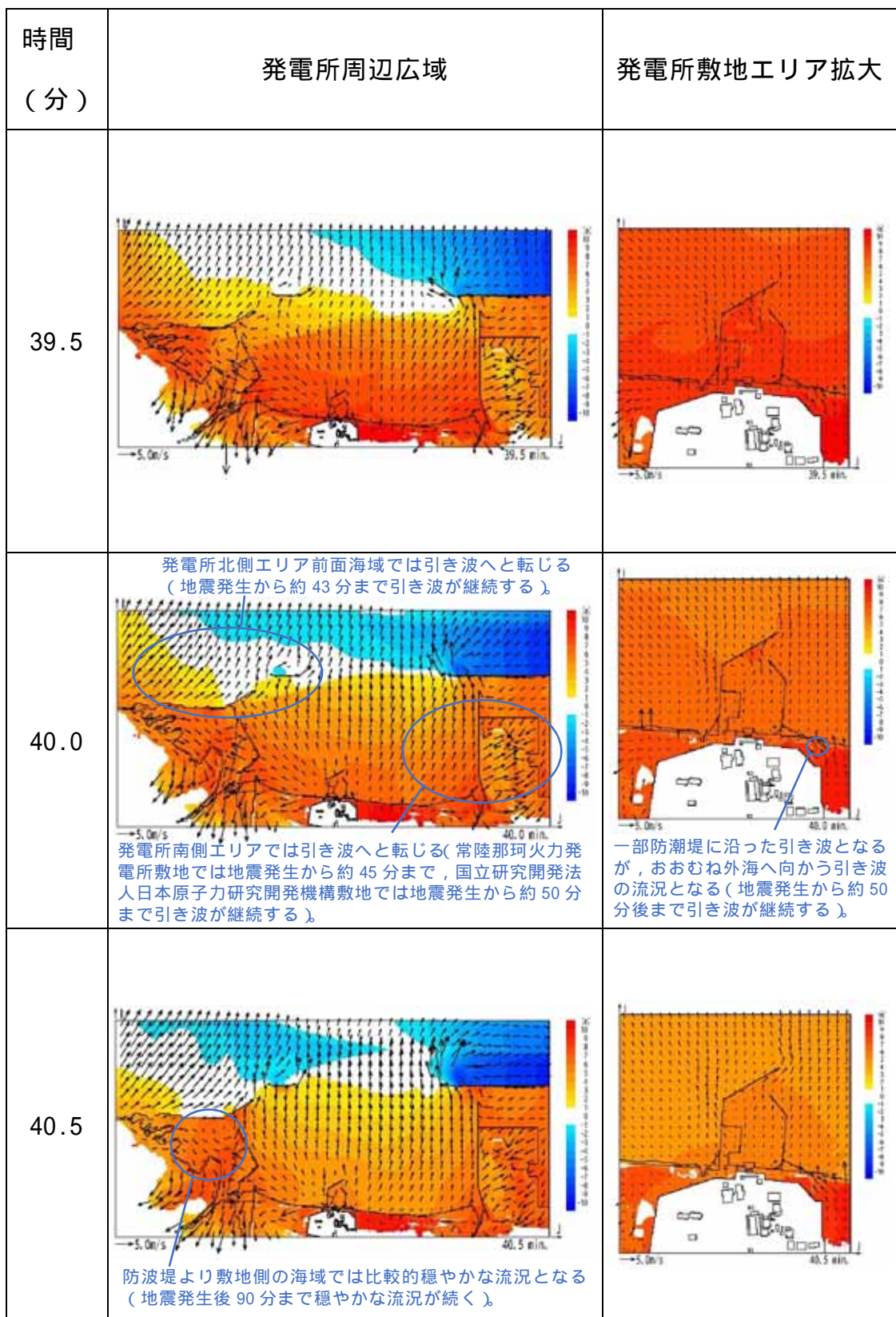


：津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 2 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル

(防波堤ありの場合)(4 / 11)

5 条 添付 1 7 -11

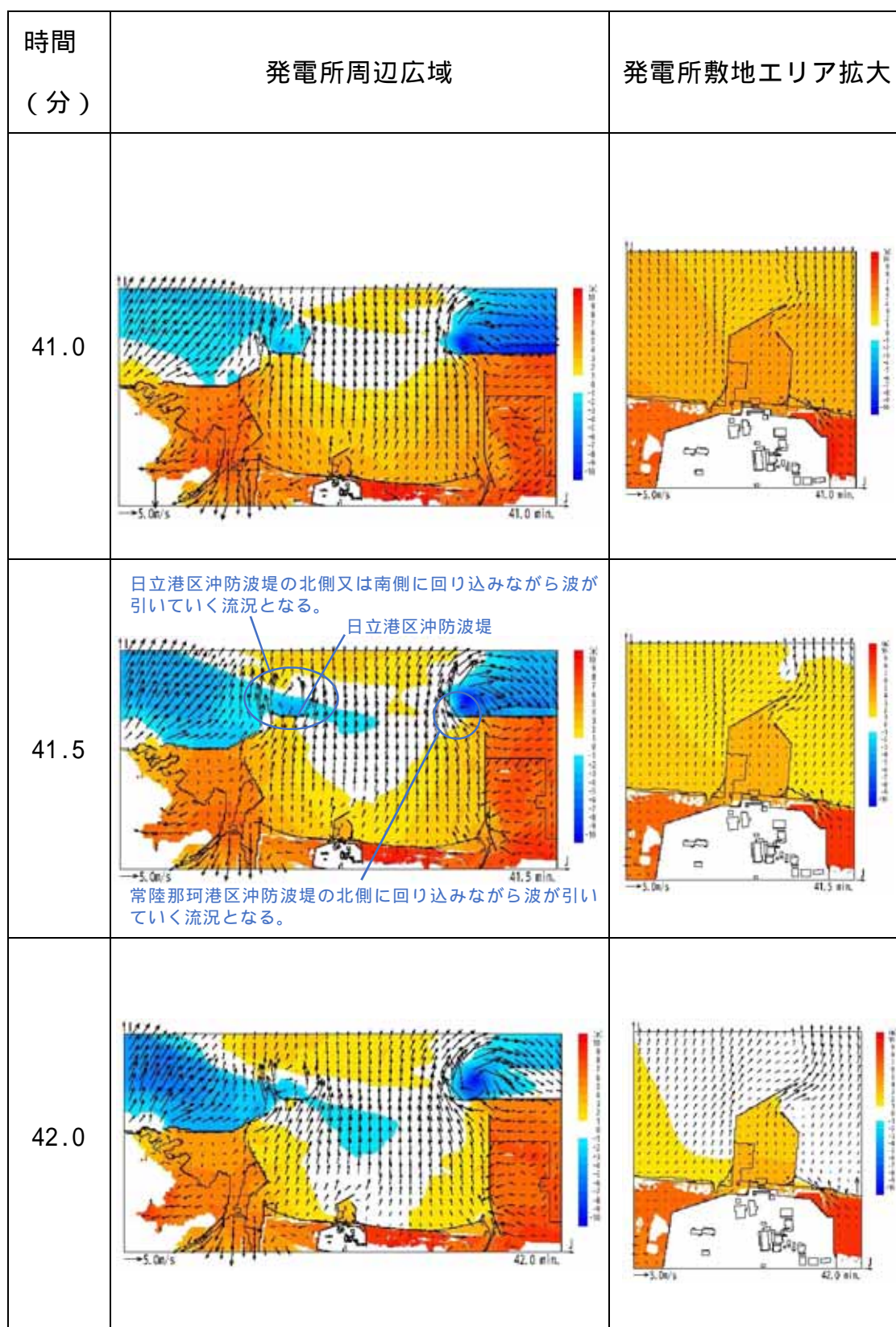


: 津波の原因となる地震発生後の経過時間

第2図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル

(防波堤ありの場合)(5/11)

5条 添付17-12

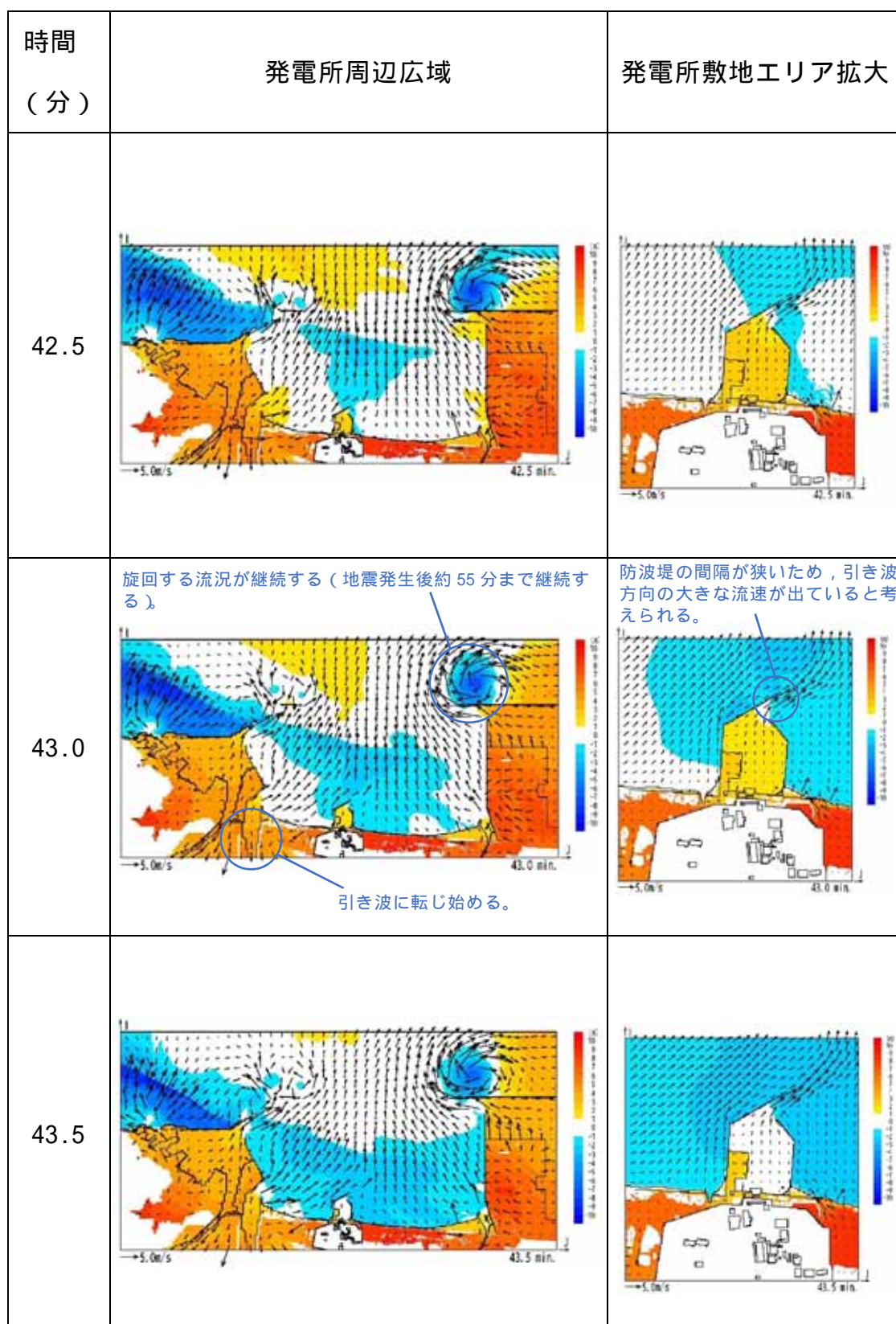


: 津波の原因となる地震発生後の経過時間

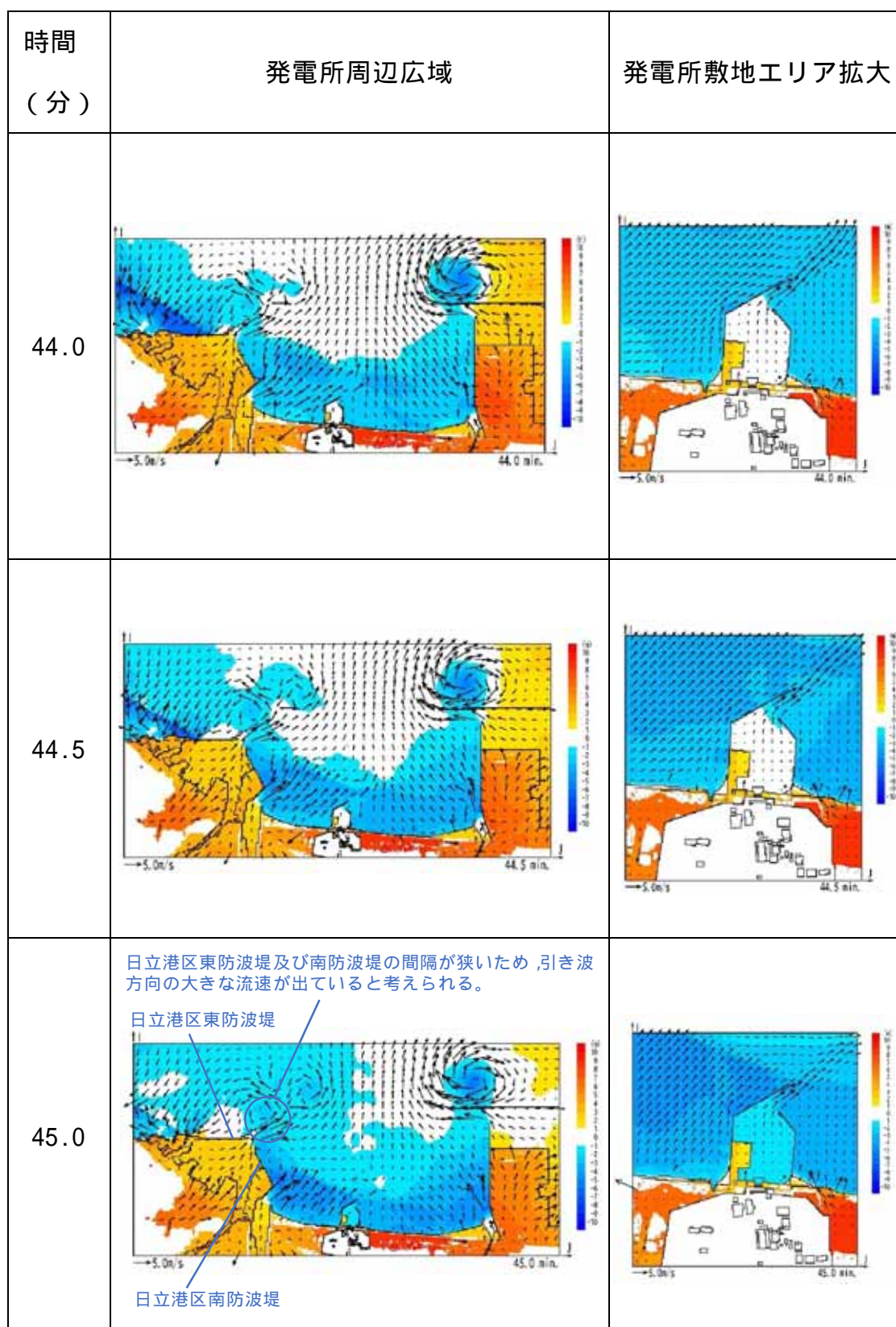
第2図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル

(防波堤ありの場合)(6/11)

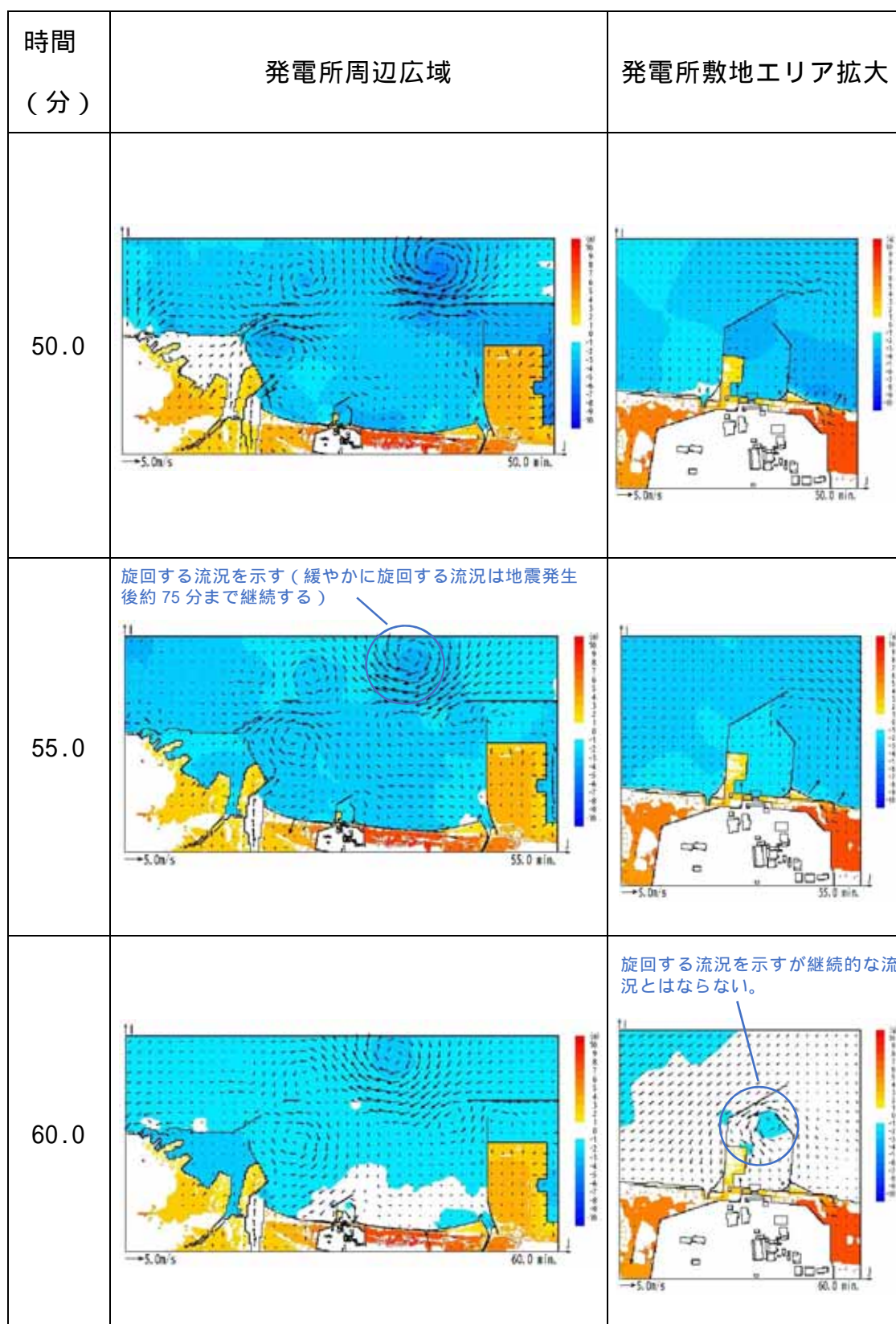
5条 添付17-13



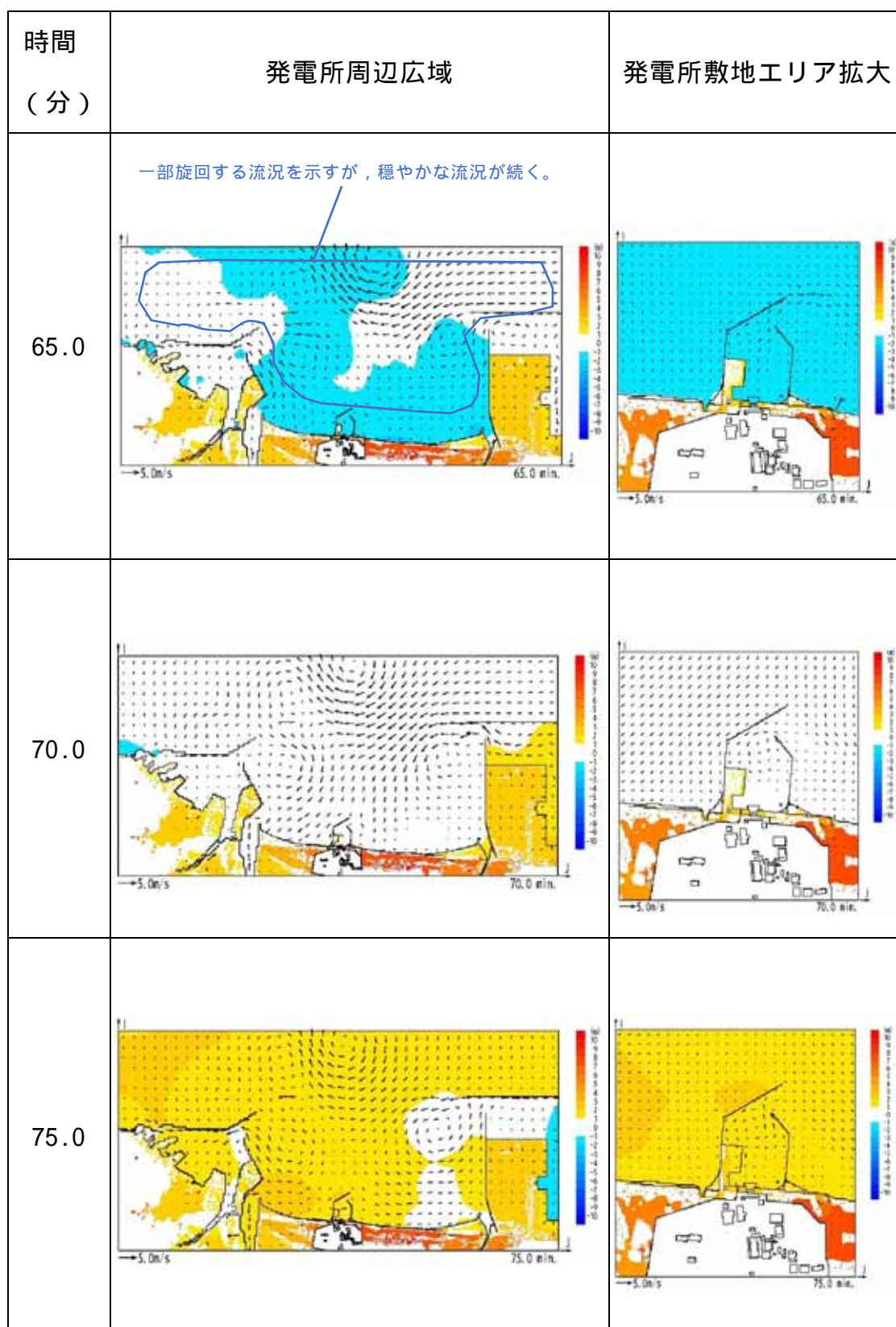
第 2 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル
(防波堤ありの場合)(7/11)



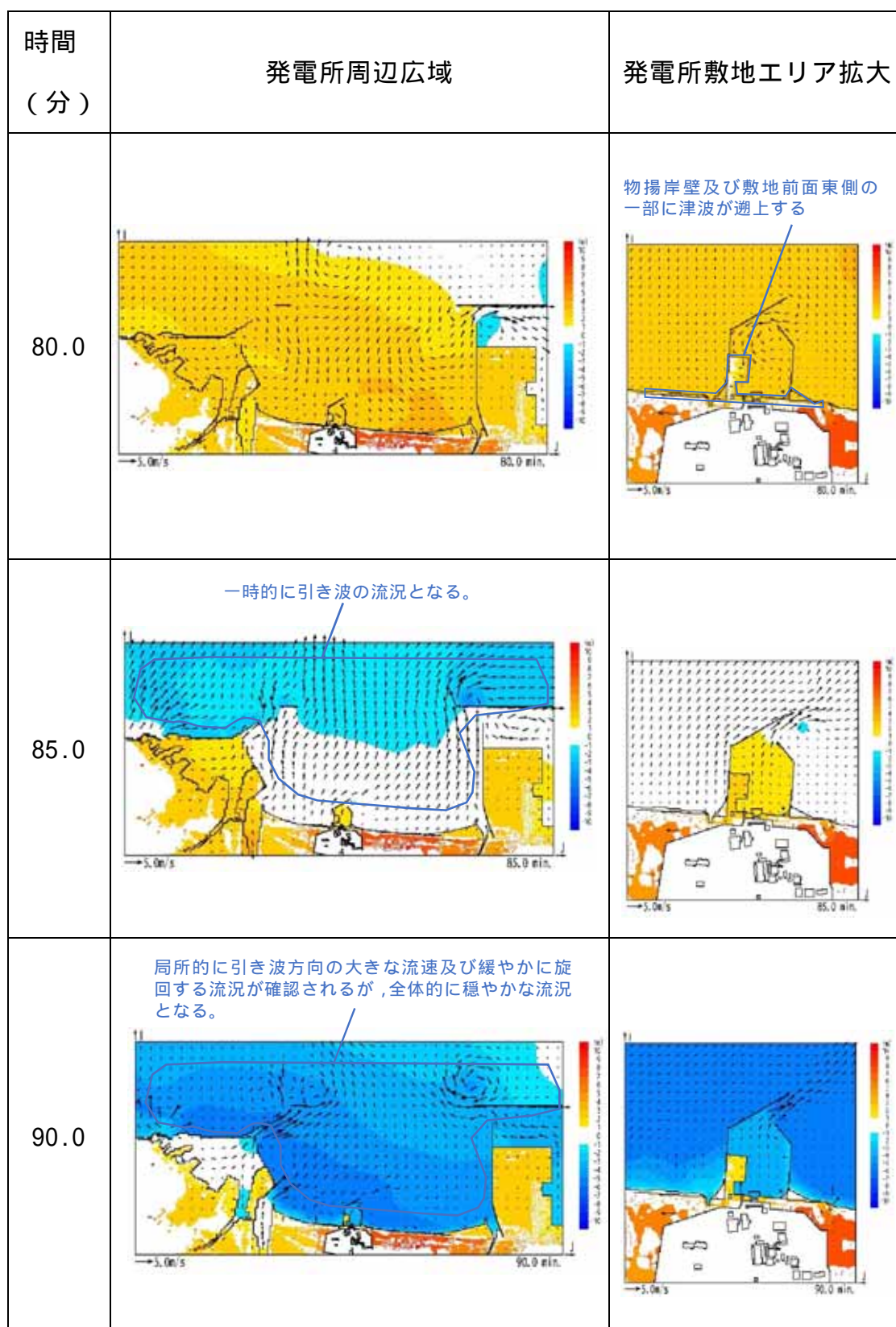
第 2 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル
(防波堤ありの場合)(8/11)



第 2 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル
(防波堤ありの場合)(9/11)



第 2 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル
(防波堤ありの場合)(10/11)



第 2 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル
(防波堤ありの場合)(11/11)

第 3 図に発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル（防波堤なしの場合）を示す。また，防波堤なしの場合における流況の考察の詳細を以下に示す。

b．防波堤なし

(a) 津波襲来時（地震発生後 約 34 分～約 40 分）

i) 発電所敷地エリア

東方より北西向きの流向を主流として襲来し，地震発生から約 35 分後に敷地前面に到達する。地震発生から約 37 分後には敷地への遡上が始まり，第 3 図（4 / 11）の地震発生から 38 分後における発電所敷地エリア拡大図のように，取水口以北では防潮堤の敷地前面東側から敷地側面北側に沿うように遡上し，取水口以南では防潮堤の敷地前面東側から敷地側面南側に沿うように遡上する。地震発生から約 40 分後には引き波となる。

ii) 発電所敷地エリア

東方より北西向きの流向を主流として襲来し，地震発生から約 35 分後に発電所北側エリア前面の海域に到達する。地震発生から約 37 分後には北西向きの流向を主流として発電所北側エリアの陸域及び久慈川へ遡上し，第 3 図（5 / 11）の地震発生から 40 分後における発電所周辺広域図のように，発電所敷地エリアでは引き波へと転じる。地震発生から約 40 分後においても，発電所北側エリアの陸域及び久慈川では津波の遡上が続く（地震発生から約 43 分後まで遡上が継続する）。

iii) 発電所南側エリア

東方より北西向きの流向を主流として襲来し，地震発生から約 34 分後に発電所南側エリア前面の海域に到達する。地震発生から約 35

分後には北西向きの流向を主流として常陸那珂火力発電所敷地へ遡上し始め、第 3 図(3 / 11)の地震発生から 37.5 分後における発電所周辺広域図のように、常陸那珂火力発電所敷地の北側からは南西向きの流向を主流とした津波が陸域へ遡上し、常陸那珂火力発電所敷地の南側からは北西向きの流向を主流とした津波が陸域へ遡上するが、地震発生から約 40 分後には引き波となる。国立研究開発法人日本原子力研究開発機構敷地では地震発生から約 37 分後に西向きの流向を主流とした津波が陸域へ遡上するが、地震発生から約 39 分後には引き波となる。

(b) 引き波時（地震発生後 約 40 分～約 50 分）

i) 発電所敷地エリア

地震発生から約 40 分後に引き波へと転じ、敷地前面東側から外海へ向かう流況となる。引き波時は津波襲来時のように防潮堤に沿うような流況は示さず、第 3 図(5 / 11)の地震発生から 40 分後における発電所敷地エリア拡大図のように、敷地前面東側の一部を除き、直接外海へ向かう流況となっている。この流況は地震発生から約 50 分後まで継続する。

ii) 発電所敷地エリア

地震発生から約 40 分後以降においても久慈川及び久慈川周辺陸域については遡上を続けるが、地震発生から約 43 分後には引き波へ転じ始め、陸域から外海へ向かう流向を主流とした流況となる。この流況は地震発生から約 50 分後以降も継続する。発電所北側エリアの前面海域については地震発生から約 40 分後には引き波へと転じ、外海へ向かう流況となる。この流況は地震発生から約 50 分後以降も継続する（地震発生から約 55 分後まで引き波が継続する）。

iii) 発電所南側エリア

発電所南側エリアの常陸那珂火力発電所敷地では、地震発生約 40 分後から約 45 分後にかけて引き波となり、第 3 図(7/11)及び(8/11)の発電所周辺広域図のように、地震発生から約 42 分後から約 45 分後にかけて常陸那珂火力発電所敷地前面海域にて旋回する流況となるものの、おおむね遡上時とは逆の流向を主流とした流況となる。地震発生から約 50 分後には常陸那珂火力発電所敷地前面海域にて南向きの流向を主流とした流況となる。国立研究開発法人日本原子力研究開発機構敷地前面海域では地震発生約 40 分後から約 50 分後にかけて引き波となり、外海へ向う流向を主流とした流況となる。

(c) 収束時(地震発生後 約 50 分～約 90 分)

i) 発電所敷地エリア

敷地前面海域において、地震発生から約 55 分後には南向きの流況となり、地震発生から約 65 分後には北向きの流況となるが、いずれも継続的な流況とはならず、地震発生約 65 分後から約 75 分後にかけては穏やかな流況が継続する。第 3 図(11/11)の地震発生から 80 分後における発電所敷地エリア拡大図のように、地震発生から約 80 分後に西向きの流向で津波が襲来し、物揚岸壁及び敷地前面東側の一部に津波が遡上するが、この流況が継続することなく、地震発生から約 85 分後には引き波へと転じ、地震発生から約 90 分後には一部で引き津波が継続するものの比較的穏やかな流況となる。

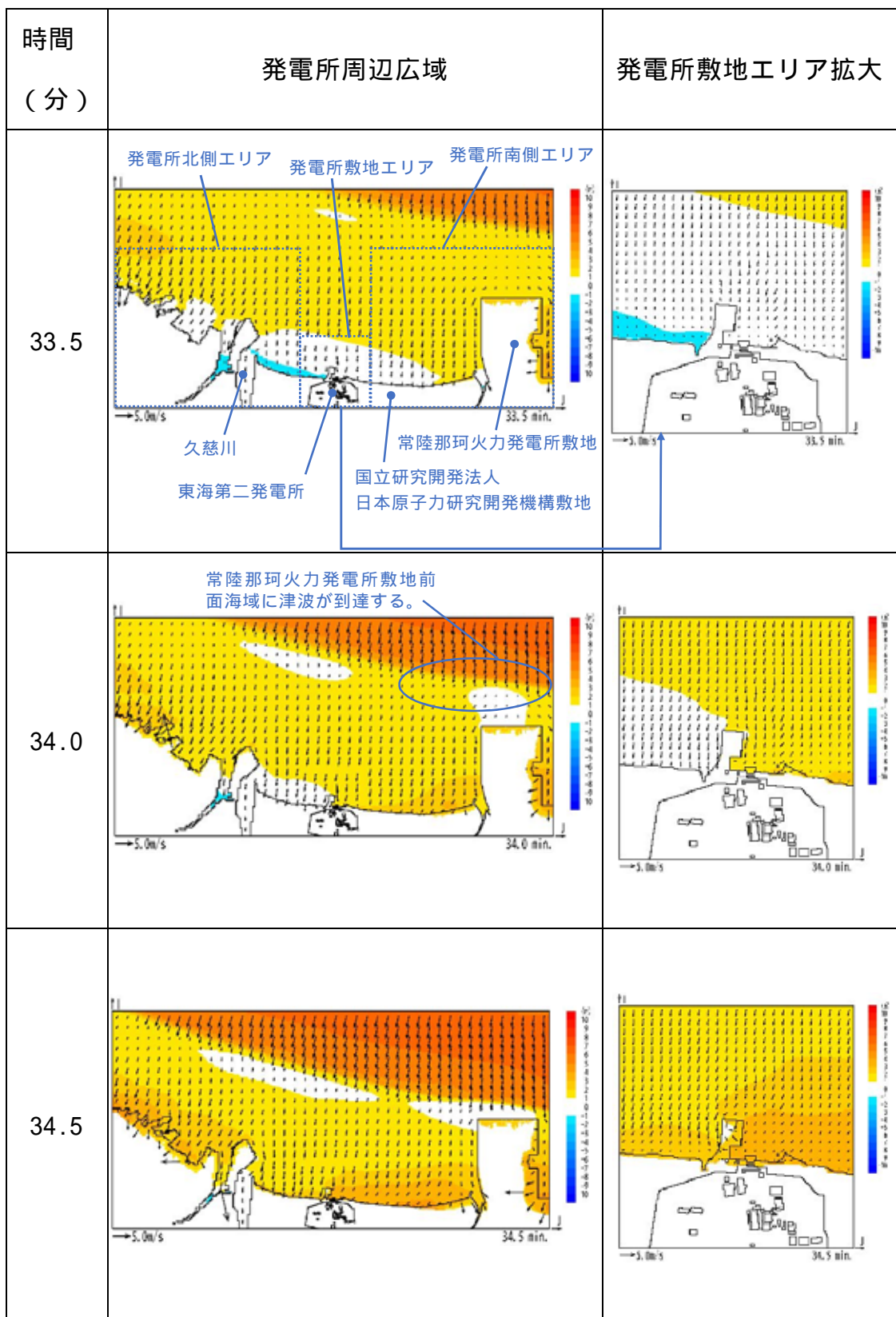
ii) 発電所敷地エリア

地震発生から約 55 分後までは陸域から外海へ向かう流向を主流とした流況が継続する。地震発生から約 60 分後には北西へ向かう流向

を主流とした流況となるが、継続的な流況とはならず、地震発生約 65 分後から約 80 分後にかけては穏やかな流況が継続する。地震発生約 85 分後から約 90 分後では引き波となり、外海へ向う流向を主流とした流況となる。

iii) 発電所南側エリア

地震発生から約 55 分後にて西向きの流向を主流とした流況となるが、継続的な流況とはならず、地震発生約 60 分後から約 80 分後にかけては穏やかな流況が継続する。地震発生から約 85 分後に引き波へと転じ、地震発生から約 90 分後には再び穏やかな流況となる。

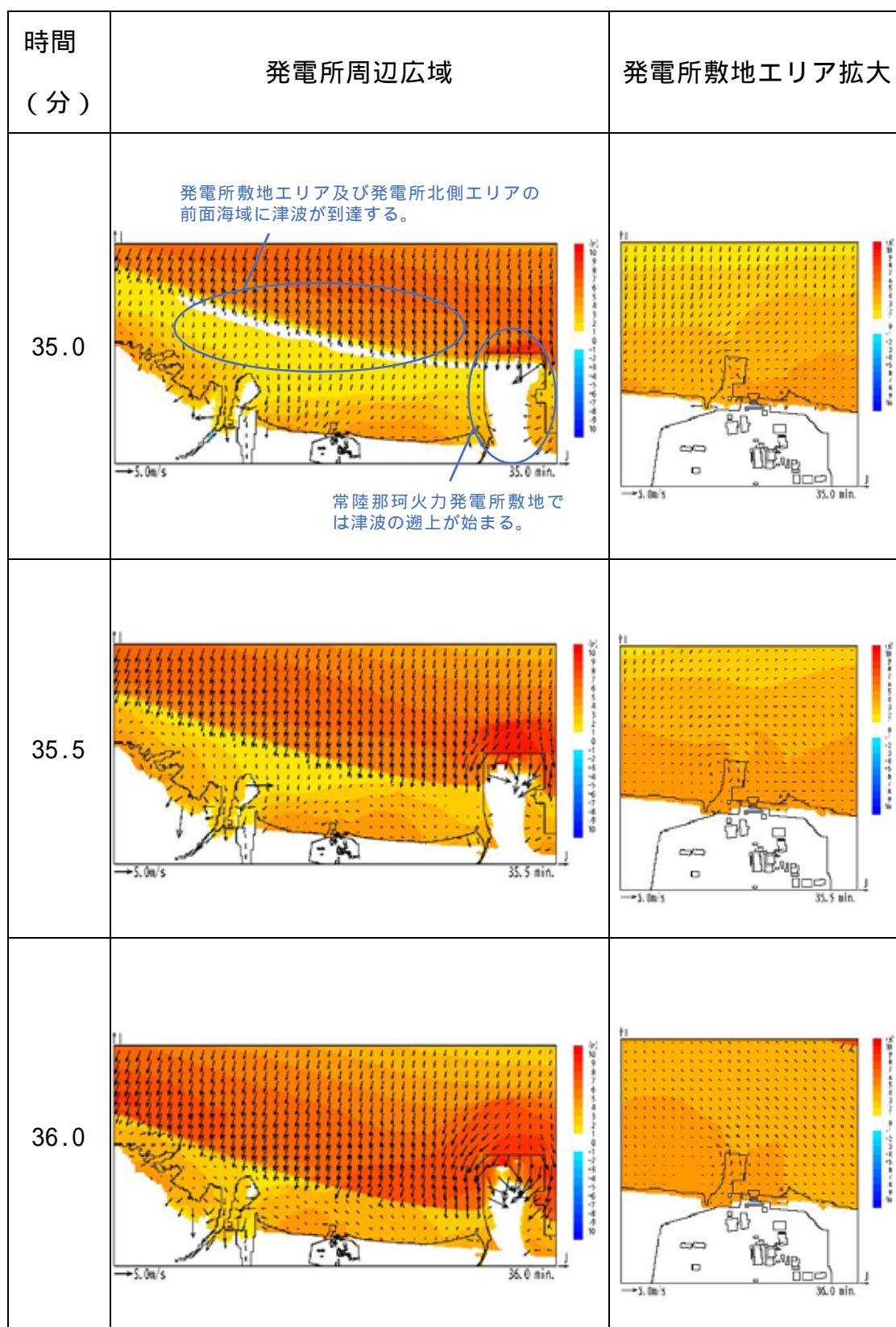


: 津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 3 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル

(防波堤なしの場合)(1/11)

5 条 添付 17-23

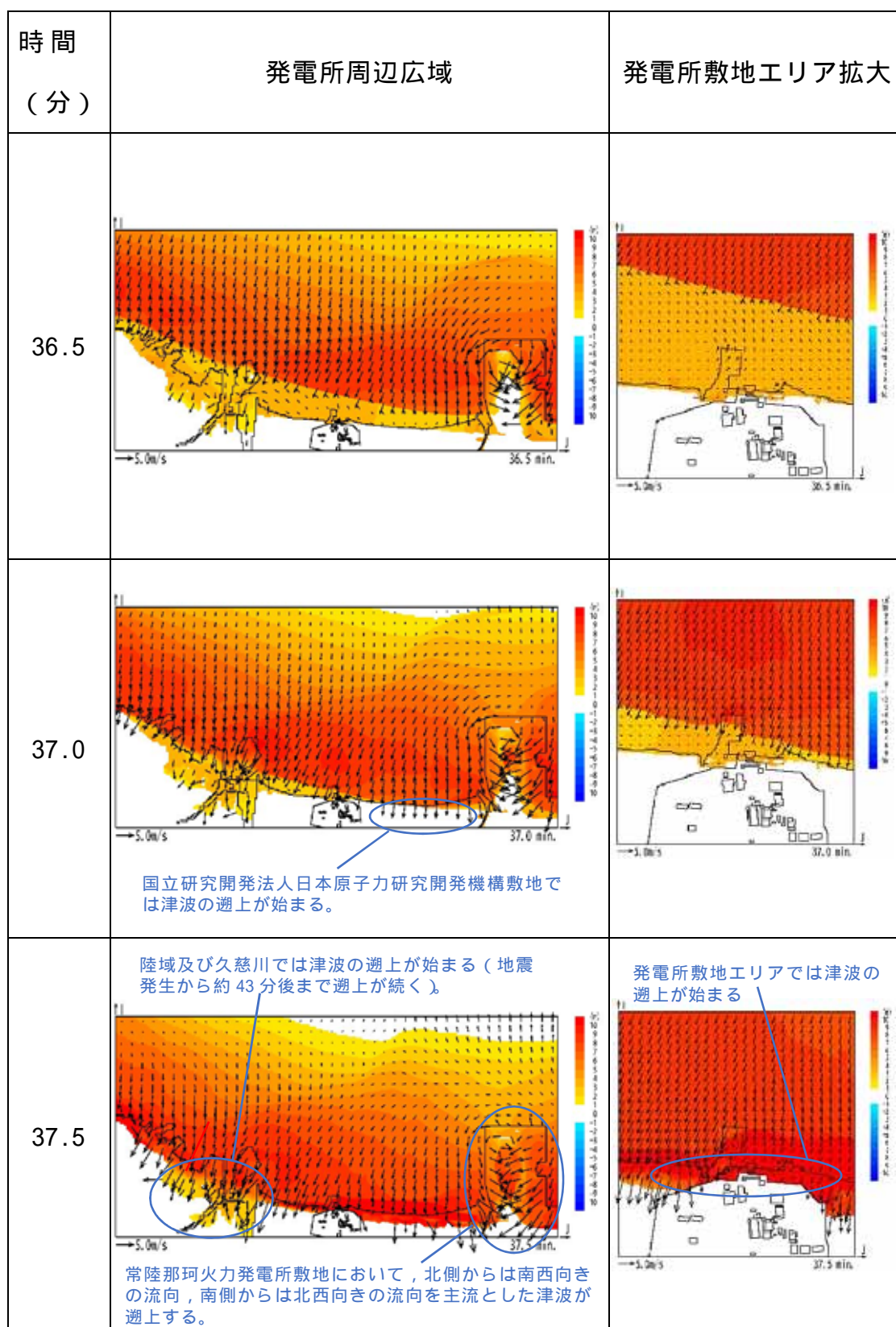


：津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 3 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル

(防波堤なしの場合)(2/11)

5 条 添付 17-24

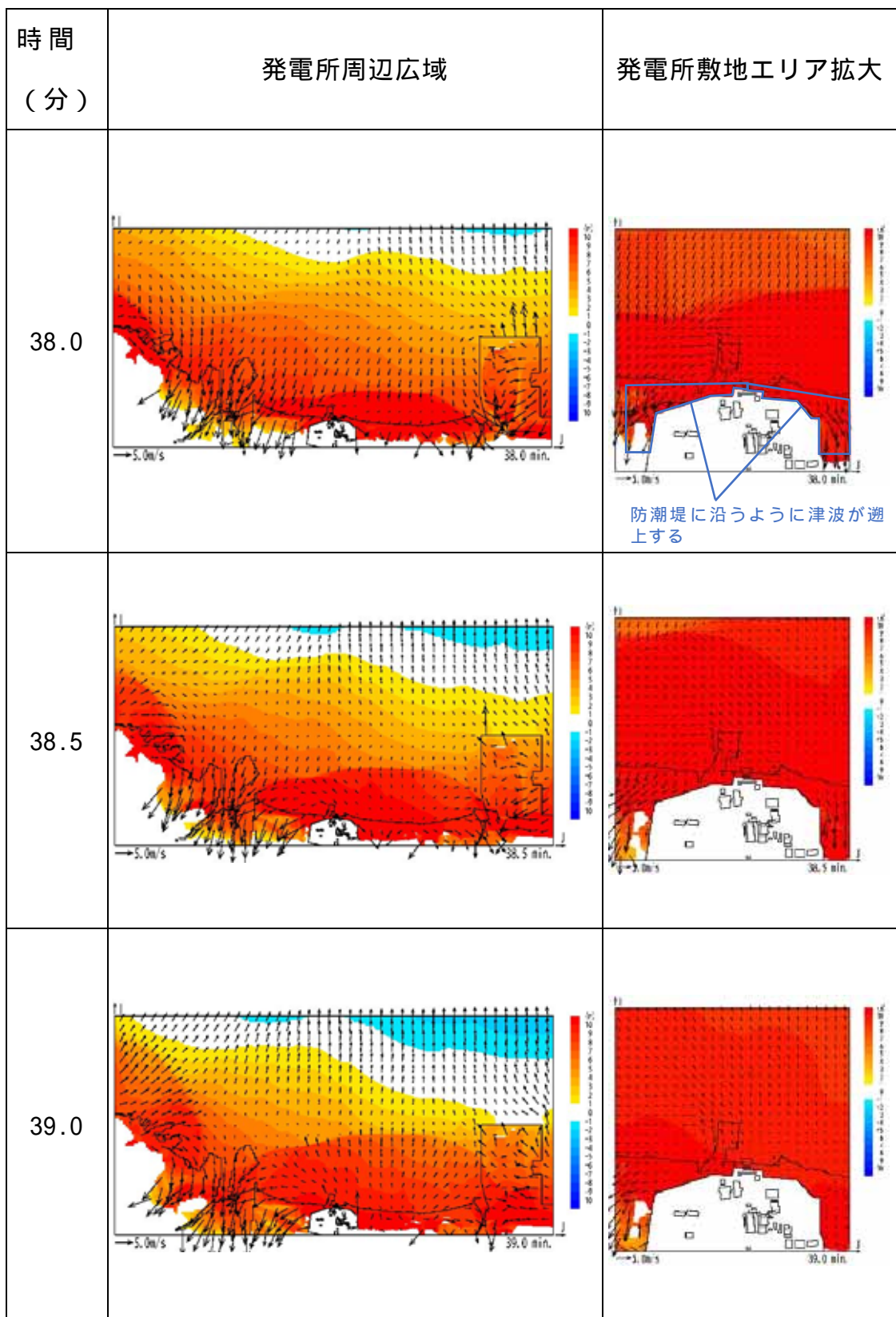


：津波の原因となる地震発生後の経過時間

第3図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル

(防波堤なしの場合)(3/11)

5条 添付17-25

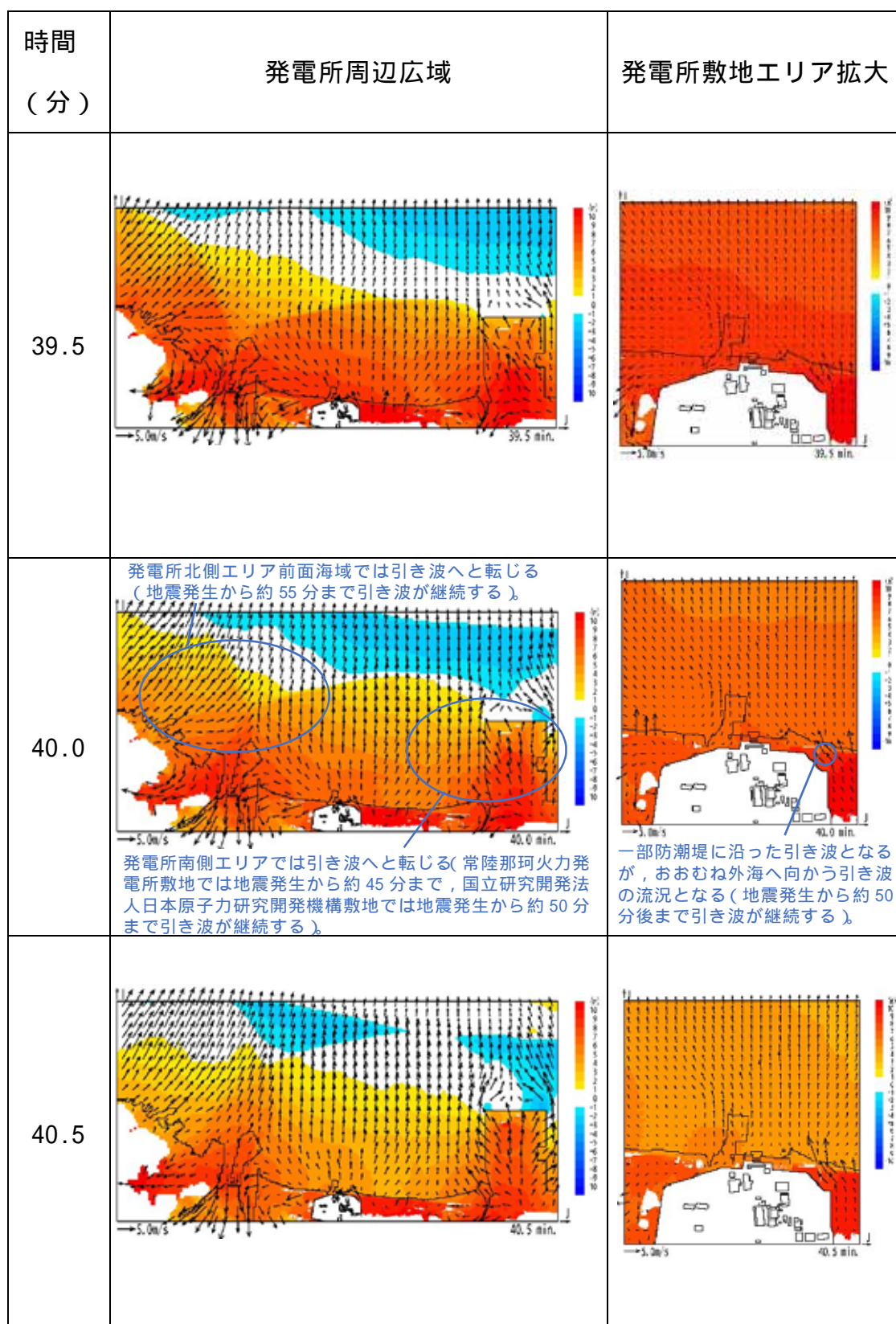


：津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 3 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル

(防波堤なしの場合)(4/11)

5 条 添付 1 7 -26

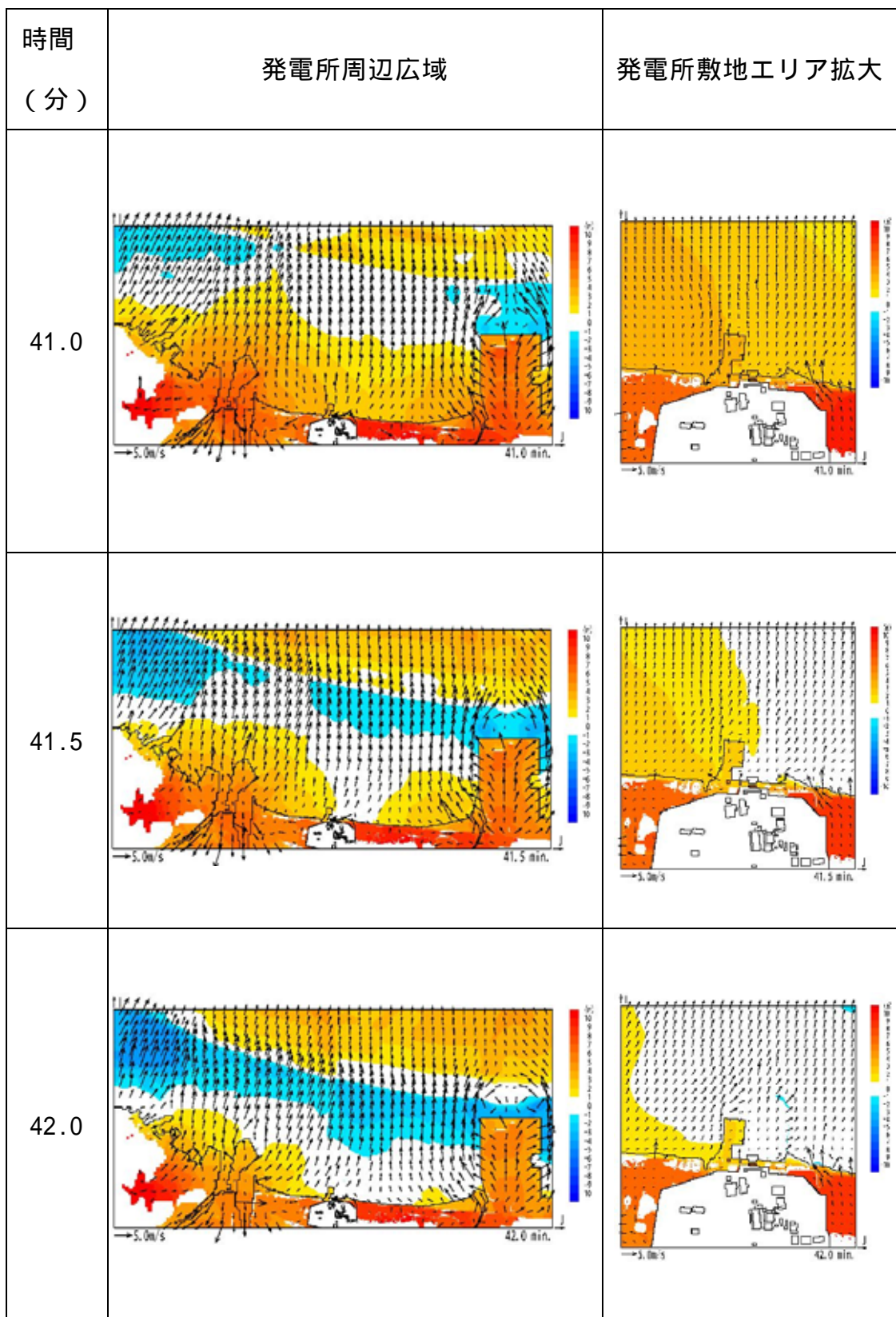


：津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 3 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル

(防波堤なしの場合)(5/11)

5 条 添付 1 7-27

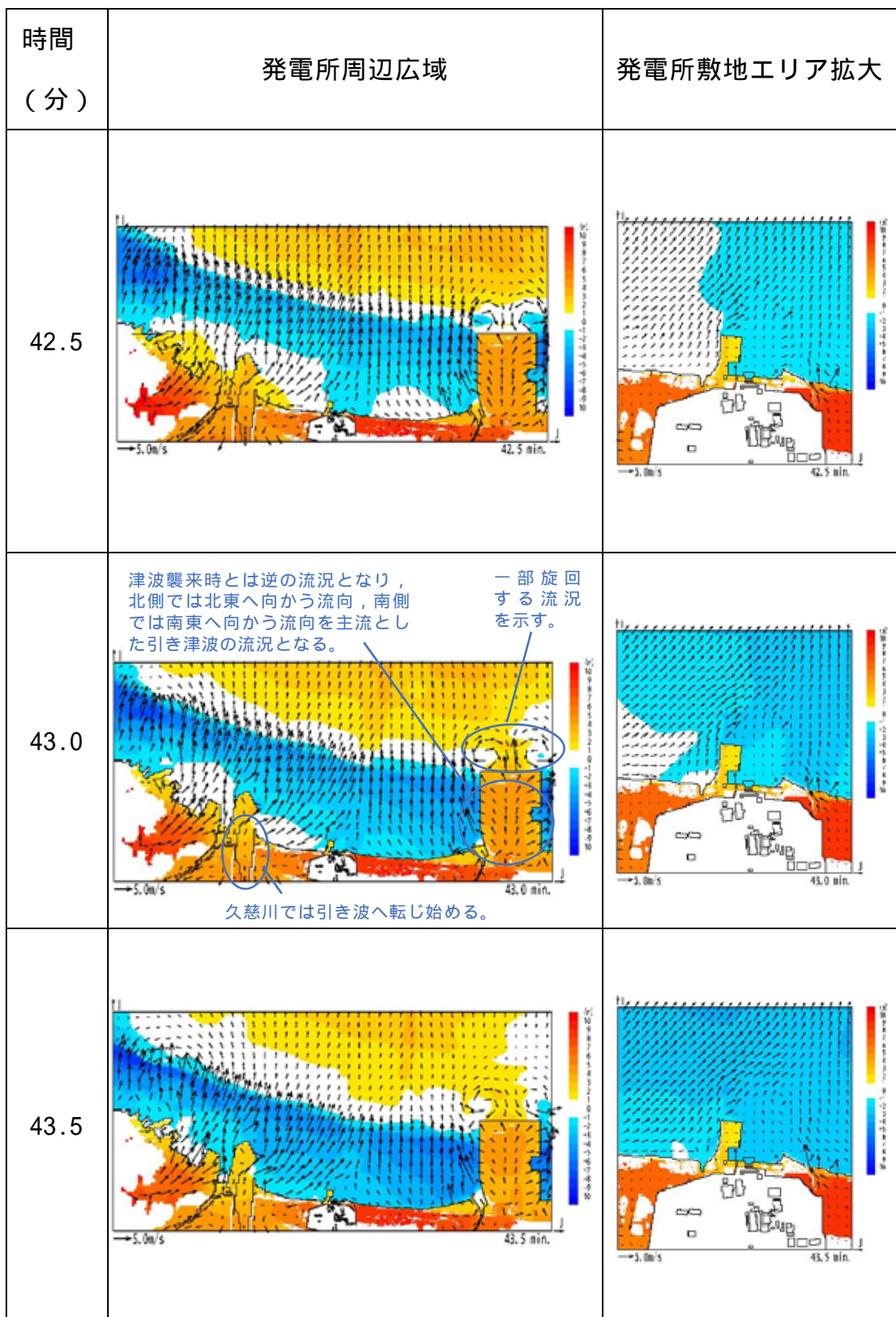


: 津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 3 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル

(防波堤なしの場合)(6/11)

5 条 添付 1 7 -28

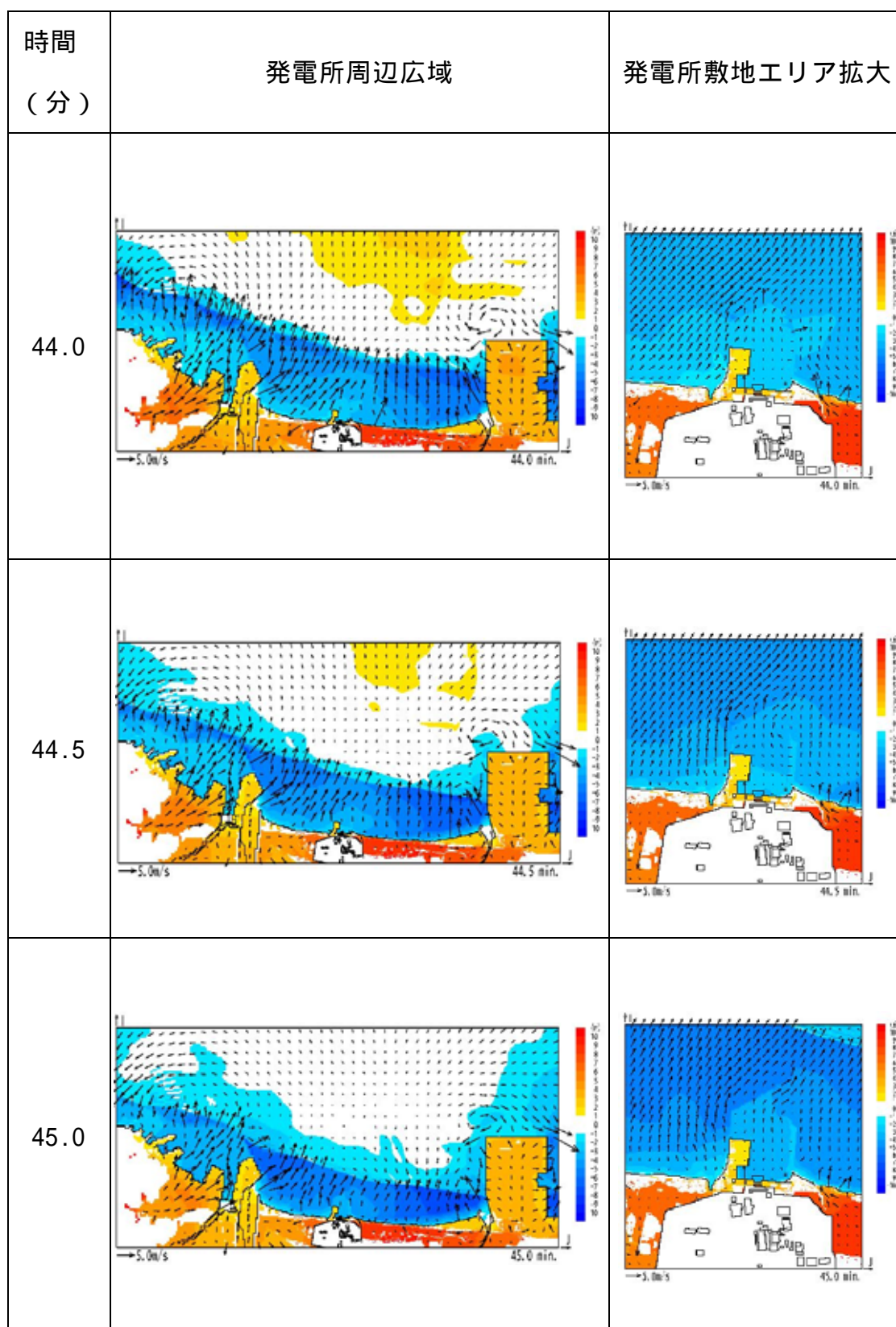


：津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 3 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル

(防波堤なしの場合)(7/11)

5 条 添付 1 7-29

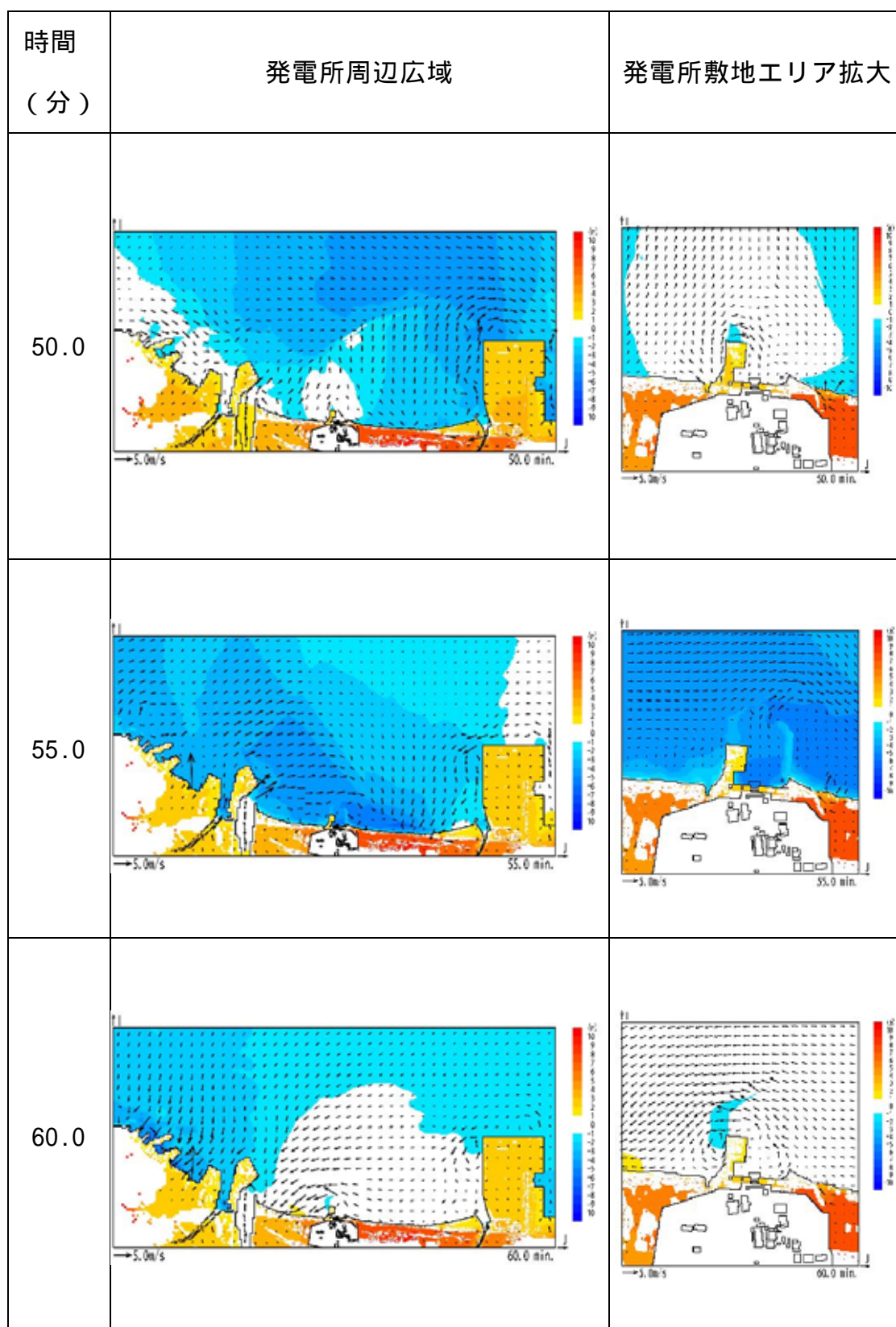


：津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 3 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル

(防波堤なしの場合)(8/11)

5 条 添付 1 7 -30

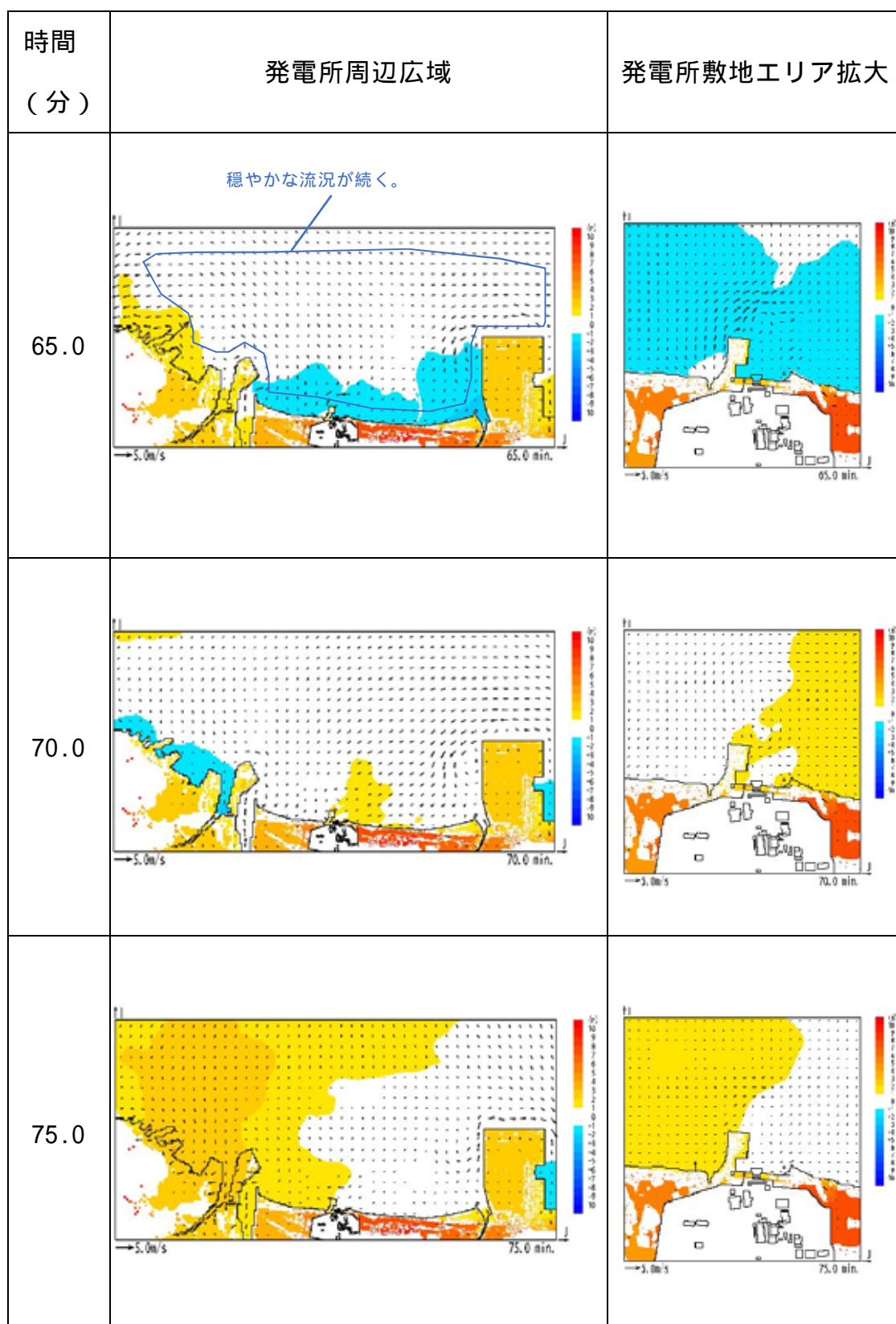


: 津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 3 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル

(防波堤なしの場合)(9/11)

5 条 添付 1 7 -31

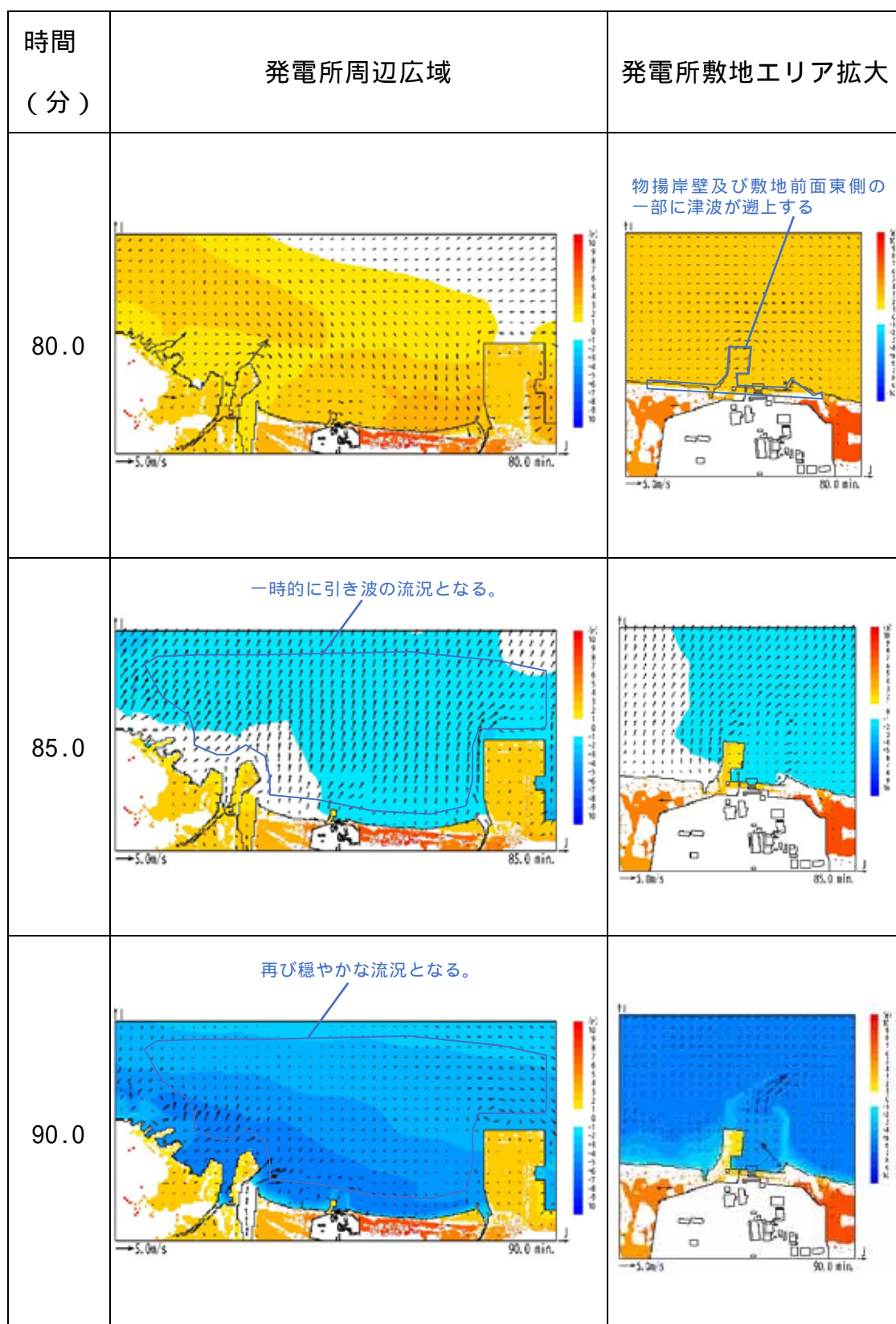


: 津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 3 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル

(防波堤なしの場合)(10/11)

5 条 添付 1 7 -32



: 津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 3 図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル

(防波堤なしの場合)(11 / 11)

5 条 添付 1 7 -33

2.2 漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性評価

津波流況の考察より，以下のとおり時間分類毎に漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性について評価を実施した。

(1) 津波襲来時（地震発生後 約 34 分～約 40 分）

発電所敷地エリアについては，津波襲来時の流況から，取水口以北の漂流物は敷地前面東側から敷地側面北側へ防潮堤に沿うように移動し，取水口以南の漂流物は敷地前面東側から敷地側面南側へ防潮堤に沿うように移動すると考えられる。

発電所北側エリアについては，津波襲来時の流況から，当該エリアの漂流物は北西方向へ移動すると考えられ，発電所敷地エリアでは引き波へと転じる時間においても当該エリアの漂流物は津波の遡上方向である北西へ移動すると考えられる。

発電所南側エリアのうち常陸那珂火力発電所敷地については，津波襲来時の流況から，常陸那珂火力発電所の敷地における漂流物のうち北側に存在するものは南方向へ移動し，南側にあるものは北方向へ移動すると考えられる。国立研究開発法人日本原子力研究開発機構敷地については，津波襲来時の流況から，国立研究開発法人日本原子力研究開発機構敷地に存在する施設・設備は津波の遡上方向である西へ移動すると考えられる。しかしながら，発電所南側エリアの一部については東海第二発電所の敷地に隣接していることから，漂流物が津波防護施設である防潮堤の敷地前面東側及び敷地側面南側，取水口へ向かうことを否定できない。

以上より，漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性について以下のとおり整理した。

a．津波防護施設等への到達可能性評価

発電所敷地エリアについては漂流物が津波防護施設である防潮堤の敷地前面東側，敷地側面北側及び敷地側面南側へ向かう可能性があるため，津波防護施設等へ向かう可能性があるものと評価した。なお，漂流物の衝突力が大きいと考えられる津波襲来時の流況として，敷地前面東側においては防潮堤の軸直交方向に津波が襲来し，敷地側面北側及び敷地側面南側においては防潮堤に沿うように軸方向に津波が襲来することから，漂流物の衝突による影響が大きくなるのは敷地前面東側であると考えられる。

発電所南側エリアについては漂流物が津波防護施設である防潮堤の敷地前面東側及び敷地側面南側へ向かう可能性があるため，津波防護施設等へ向かう可能性があるものと評価した。

発電所北側エリアについては漂流物が津波の遡上方向である北西へ移動すると考えられることから津波防護施設等へ向かわないと評価した。

b．取水口への到達可能性評価

発電所南側エリアについては漂流物が取水口へ向かう可能性があるものと評価した。

その他のエリアにおける漂流物は陸域側または久慈川上流へ移動すると考えられることから，取水口へ向かわないと評価した。

(2) 引き波時（地震発生後 約 40 分～約 50 分）

発電所敷地エリアについては，引き波時の流況から，漂流物が津波襲来時に敷地側面北側及び敷地側面南側へ移動した後に外海方向へ移動すると考えられるが，津波襲来時に敷地前面東側に漂流物が留まった場合，引き波時において漂流物が貯留堰 取水口へ向かうことを否定できない。

発電所北側エリアについては、引き波時の流況から、漂流物が外海方向へ移動すると考えられる。

発電所南側エリアのうち常陸那珂火力発電所敷地については、引き波時の流況から、漂流物が外海へ移動すると考えられる。国立研究開発法人日本原子力研究開発機構敷地については、引き波時の流況から、漂流物が外海へ移動すると考えられる。

以上より、漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性について以下のとおり整理した。

a．津波防護施設等への到達可能性評価

発電所敷地エリアについては、津波襲来時に防潮堤の敷地側面北側及び敷地側面南側へ到達した漂流物が、引き波時に津波防護施設である貯留堰へ向かう可能性があるため、津波防護施設等へ向かう可能性があるものと評価した。

その他のエリアにおける漂流物は継続的に外海方向へ移動すると考えられることから津波防護施設等へ向かわないと評価した。

b．取水口への到達可能性評価

発電所敷地エリアについては漂流物が取水口へ向かう可能性がある。

その他のエリアにおける漂流物は継続的に外海方向へ移動すると考えられることから、取水口へ向かわないと評価した。

(3) 収束時（地震発生後 約 50 分～約 90 分）

発電所敷地エリアについては、収束時の流況から、発電所敷地前面の漂流物は一時的に外海へ移動すると考えられるが、比較的穏やかな流況が継続することから、漂流物は大きな移動を伴わないと考えられる。

発電所北側エリアについては、収束時の流況から、当該エリアの漂流

物は一時的に外海へ移動すると考えられるが、比較的穏やかな流況が継続することから、漂流物は大きな移動を伴わないと考えられる。

発電所南側エリアについては、収束時の流況から、当該エリアの漂流物は一時的に外海へ移動すると考えられるが、比較的穏やかな流況が継続することから、漂流物は大きな移動を伴わないと考えられる。

以上より、漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性について以下のとおり整理した。

a．津波防護施設等への到達可能性評価

各エリアにおける漂流物は大きな移動を伴わないと考えられることから、津波防護施設等へは向かわないと評価した。

b．取水口への到達可能性評価

各エリアにおける漂流物は大きな移動を伴わないと考えられることから、取水口へ向かわないと評価した。

地震後の防波堤の津波による影響評価について

目 次

- 1 . 防波堤の施設概要
- 2 . 防波堤の漂流物化に係る検討方針
- 3 . 地震時評価
 - (1) 解析方法
 - (2) 荷重及び荷重の組合せ
 - (3) 入力地震動
 - (4) 解析モデル
 - (5) 使用材料及び材料の物性値
 - (6) 評価結果
 - (7) 基準地震動 S_s による防波堤への影響評価のまとめ
- 4 . 津波時評価
 - (1) 評価方法
 - (2) 傾斜堤の津波時安定性
 - (3) ケーソン堤の津波時安定性
 - (4) 防波堤漂流物の重要施設への到達の可能性評価
 - (5) 取水施設における取水機能の成立性
 - (6) 津波による防波堤損壊の影響評価のまとめ

3) S A用海水ピット取水塔

S A用海水ピット取水塔の平面図を第 38 図，断面図を第 39 図に示す。S A用海水ピット取水塔は，海底面から R C 構造の立坑が 1 m 程度突出した構造であり，立坑内には鋼製の通水管を設置している。

当該取水塔は，50t の漂流物の衝突荷重を考慮した設計としている。仮に最大重量の漂流物である 2t 被覆ブロックが衝突したとしても，損壊しない。

取水塔上面には，漂流物の流入防止として取水塔の側壁上部に沿って円周上に約 60cm 間隔で設置する幅約 30cm，高さ約 30cm の支柱の上部に約 30cm 角の格子状の鋼材により開口を設けた蓋を設置するため，漂流物化した防波堤のマウンド被覆材のうち，100kg / 個（形状：立方体 1 辺 約 32cm ~ 35cm）のものに対しても，進入を防止出来る。

また，立坑内に設置する通水管の取水部は，ピット底部から約 12m 上方に，複数個設置し，その開口は下向きとすることでピット上部の格子蓋を通過した漂流物の直接的な侵入及び堆積物の進入を抑止している。

更に，漂流物化するマウンド被覆材が，S A用海水ピット取水塔周辺を覆いつくしたとして，S A用海水ピットの取水機能を検討する。

漂流物化したマウンドの被覆材が，S A用海水ピット取水塔を中心に円形に堆積したと仮定し，マウンドの被覆材（100kg / 個の捨石程度）の透水係数を $10^2 \text{ cm} / \text{s}^5$ として算出される通水量は約 $1.5 \text{ m}^3 / \text{s}^9$ となる。ここで，マウンドの被覆材の石材は砂利よ

り間隙が大きく，透水性は高いと考えられるが，保守側に砂利相当の透水係数を用いた。また，S A用海水ピット取水塔の必要取水量は $0.75\text{m}^3/\text{s}$ であり，マウンドの被覆材の堆積を仮定した場合の通水量が上回ることから，取水機能が失われることはない。S A用海水ピット取水塔部の漂流物堆積イメージ図を第40図に示す。

9 捨石の堆積箇所における通水量：

「水理公式集（土木学会） P378 表 1.3」より

・通常井戸の取水量公式

$$Q = \frac{\pi k (H^2 - h_0^2)}{2.3 \log_{10}(R/r_0)}$$

平衡式(揚水試験)

$$Q = \frac{\pi k (h_2^2 - h_1^2)}{2.3 \log_{10}(r_2/r_1)}$$

あるいは

$$k = \frac{0.733 Q \log_{10}(r_2/r_1)}{(h_1 + h_2)(s_1 - s_2)}$$

【解説】本表A欄の解説を参照のこと。井底だけから流入する観測井を $r \geq 0.6H$ の範囲に設ける場合には，観測井底を不透水層から $H/2$ の高さの位置に設け，その水位を用いてもよい⁵⁾。



- ・漂流物の透水係数 $k = 1 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 捨石の透水係数
- ・原地下水位 = T.P. - 0.81m

水位が L.W.L，漂流物が L.W.L の高さまで堆積した状態を想定

- ・水路床高 = T.P. - 2.20m SA用海水ピット取水塔の天端高さ
- ・ $H = (\text{T.P.} - 0.81\text{m}) - (\text{T.P.} - 2.20\text{m}) = 1.39\text{m}$
- ・ $h_0 = (\text{T.P.} - 2.20\text{m}) - (\text{T.P.} - 2.20\text{m}) = 0.00\text{m}$
- ・堆積範囲の半径 $R = 129\text{m}$

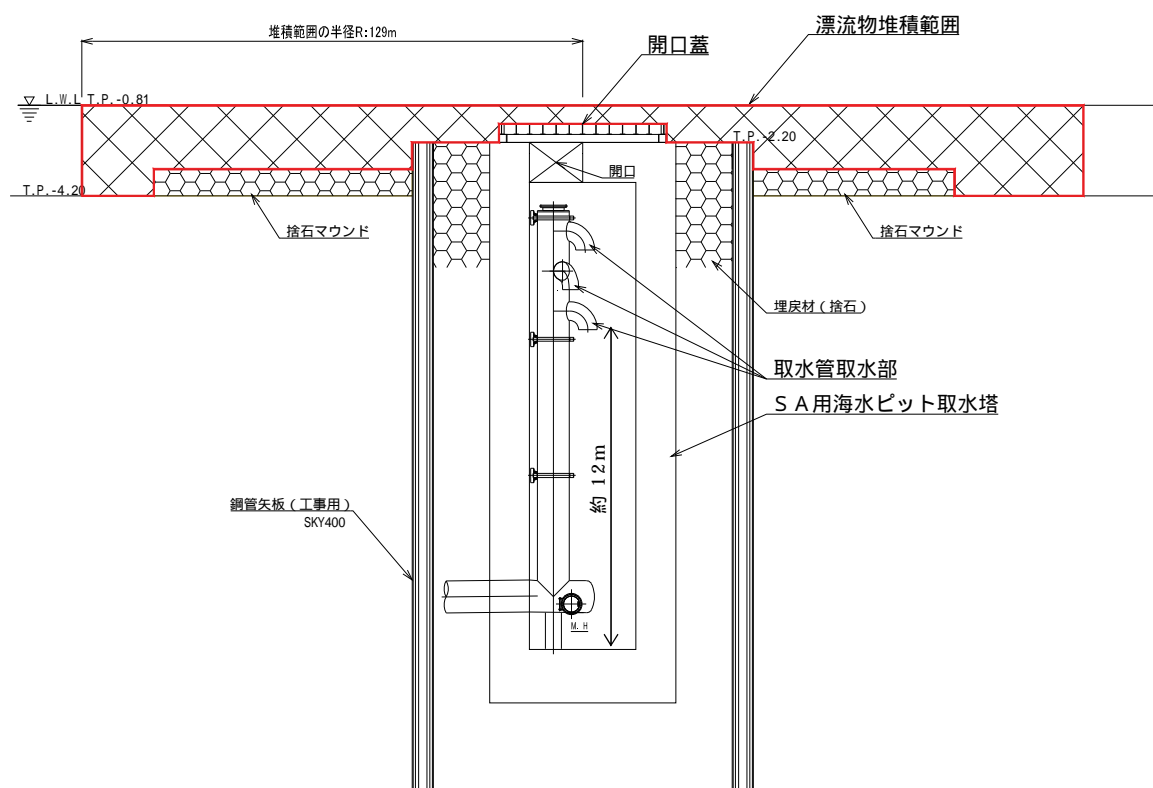
マウンドの被覆材が SA用海水ピット取水塔を中心に円形に堆積した状態を想定

- ・取水口の半径 $r_0 = 2.85\text{m}$ (防護蓋の支柱の内側の半径)

$$Q = \frac{\pi \times k \times (H^2 - h_0^2)}{2.3 \times \log_{10}(R/r_0)} = \frac{\pi \times 1 \times 10^{-2} \times 10^{-2} \times (1.39^2 - 0^2)}{2.3 \times \log_{10}(129/2.85)} = 1.593\text{m}^3/\text{s}$$

10 S A用海水ピット取水塔の必要取水量：

$$2,680\text{m}^3/\text{h} = 0.75\text{m}^3/\text{s}$$



第 40 図 S A 用海水ピット取水塔部漂流物堆積イメージ図

(6) 津波による防波堤損壊の影響評価のまとめ

基準津波が防波堤に及ぼす影響としては、防波堤のマウンドの被覆材の漂流物化が考えられるが、取水施設周辺の流速が小さいことから取水施設へ到達する可能性は低いものと考えられる。

防波堤損壊により漂流物化したマウンドの被覆材が取水施設に到達したとしても、各取水施設は漂流物の衝突に対して十分な耐力を確保している。また、仮にマウンドの被覆材が取水施設の周辺に堆積したとしても、マウンドの被覆材の透水性能が高いことから、取水施設は取水機能を満足する。したがって、防波堤損壊により取水施設が取水機能を失うことはないものと判断する。

漂流物による各取水施設への影響評価結果を以下に示す。

- ・ 取水口において、堆積したマウンド被覆材の通水量約 $14\text{m}^3/\text{s}$ が、非常用ポンプ 7 台の必要取水量 $1.2\text{m}^3/\text{s}$ を上回るため、取水口の取水機能を満足する。
- ・ 貯留堰において、貯留堰からスクリーンまでの範囲をマウンド被覆材が埋めつくしたとしても、スクリーン内部の貯留量約 517m^3 により、引き波時間約 3 分間の非常用ポンプ必要取水量約 220m^3 を確保しており、引き波時の取水機能を満足する。
- ・ S A 用海水ピット取水塔において、堆積したマウンド被覆材の通水量約 $1.5\text{m}^3/\text{s}$ が、S A 用海水ピット取水塔の必要取水量 $0.75\text{m}^3/\text{s}$ を上回るため、S A 用海水ピット取水塔の取水機能を満足する。なお、S A 用海水ピット取水塔内に堆積する砂については、定期的な点検を実施し、必要に応じて排砂することとする。

鋼製防護壁の設計方針について

目 次

- 1 . 鋼製防護壁の要求機能と設計方針について
 - (1) 鋼製防護壁に要求される機能
 - (2) 鋼製防護壁高さの設定方針
 - (3) 設計方針
 - 1) 構造概要
 - 2) 鋼製防護壁と地中連続壁基礎の構造概要
 - 3) 設計手順
 - 4) 設計荷重
 - 5) 地中連続壁基礎の設計方針
 - 6) 鋼製防護壁（上部工）の設計方針
 - 7) 接合部の設計
 - 8) 止水ジョイント部の設計方針
 - 9) 止水ジョイント部（底部止水機構）の設計方針
- 2 . 施工実績
 - 2 . 1 鋼製門型ラーメン構造
 - (1) 施工事例 1：鋼殻ブロックの施工事例（橋梁箱桁）
 - (2) 施工事例 2：国道工事（国土交通省）
 - (3) 施工事例 3：高速道路工事（高速道路株式会社）
 - 2 . 2 直接定着式アンカーボルトの実績
 - (1) 施工事例 1：国道工事（国土交通省）
 - (2) 施工事例 2：臨港道工事（国土交通省）
- 3 . 地中連続壁基礎に関する設計基準類
 - (1) 道路橋示方書・同解説 下部構造編(公社法人日本道路協会)
 - (2) 地中連続壁基礎工法施工指針(案)(地中連続壁基礎協会)
- 4 . 参考資料

9) 止水ジョイント部（底面止水機構）

止水機構は，上部工の鋼製防護壁の底面と既設取水路の応答変位の違いにより相対変位が生じるため，止水性維持のために止水機構を設置する。

止水機構は1次止水機構と2次止水機構に大別される。

1次止水機構は止水板に水密ゴムを設置することで浸水を防ぐ構造であり，水密ゴムはダム，水門等において実績のあるものを採用している。2次止水機構は止水膜又はシートジョイントにより浸水を防ぐ構造としており，止水膜は港湾施設，空港，工場施設などの津波，洪水設備，また，シートジョイントは東海第二発電所の防潮堤に採用予定であるとともに，他プラントにおいても採用実績があるものである。

止水機構の選定に当たっては，鋼製防護壁と取水路の相対変位による変形量等を考慮するとともに，共通要因故障による同時機能喪失を考慮して多様性を図る設計としている。

(a) 設計条件

設計条件は以下のとおり。

- ・ 津波荷重：基準津波
- ・ 地震荷重：基準地震動 S_s
- ・ 止水機構の許容可動範囲：海側700mm，陸側500mm，上下 ± 60 mm
- ・ 適用規格：

道路橋示方書・同解説 鉄鋼編（日本道路協会）（平成24年）

水門鉄管技術基準（電力土木技術協会）（平成28年）

ダム・堰施設技術基準（案）（国土交通省）（平成28年）

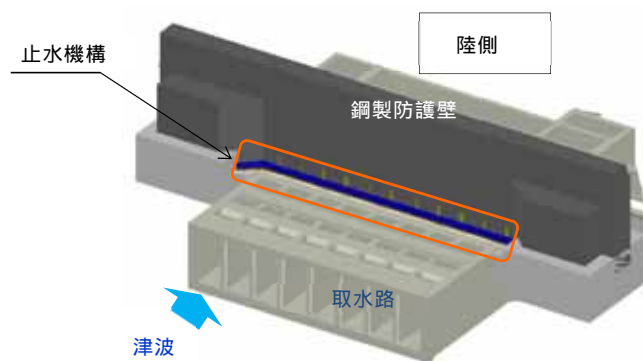
(b) 構 造

鋼製防護壁と既設取水路間の止水構造は，津波による荷重，鋼製防護壁と取水路の相対変位に対する追従性を確保する必要があることから，止水板が可動できるよう止水板を押えて支持する構造とし，止水板の底面と側面に設置した水密ゴムにて水密性を確保する構造とする。水密ゴムは，摩擦抵抗を低減し追従性を向上させるため，表面ライニング（樹脂）を施工する方針とする。

また，止水板には漂流物による影響も考慮し，止水板押え及び保護プレートを設置する設計とする。

なお，止水板からの微少な漏えいも考慮し，敷地内に浸水させないよう陸側に止水膜又はシートジョイントからなる2次止水機構を設置する構造とする（【2次止水機構】参照）。

第1-38図に止水機構の設置位置，第1-39図に止水機構の構造図，第1-7表に止水機構に係る各部位の役割・機能を示す。



第 1-38 図 止水機構の設置位置

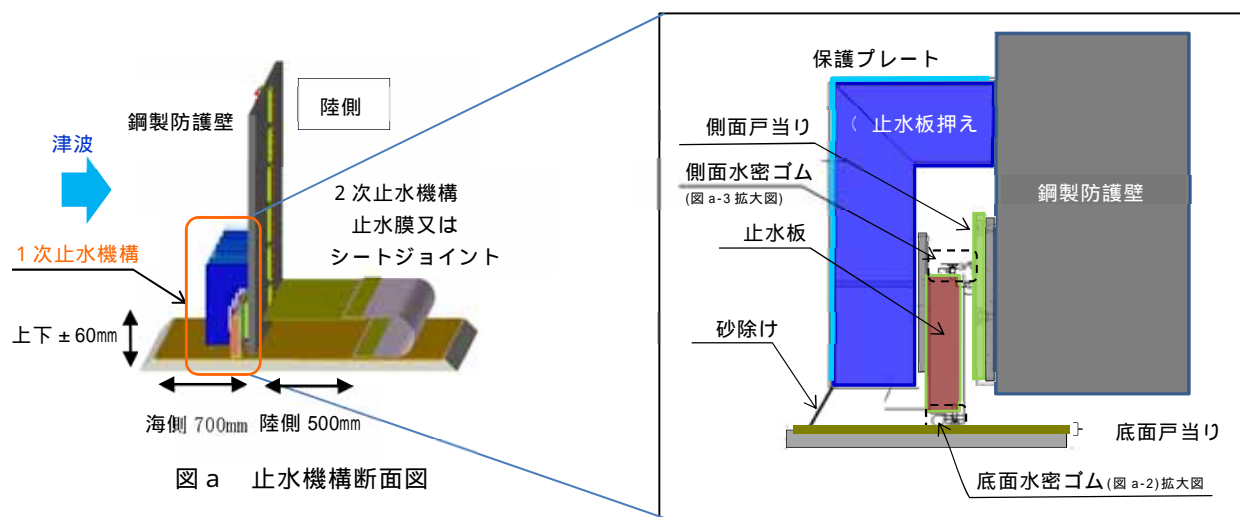


図 a-1 1次止水機構拡大図

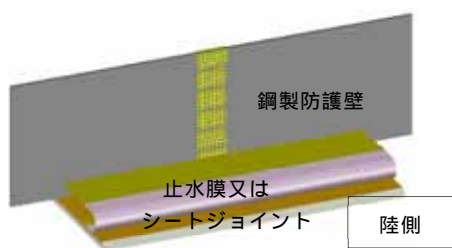


図 b 2次止水機構の構造

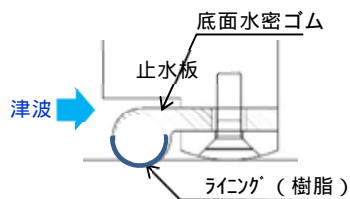


図 a-2 底面水密ゴム拡大図

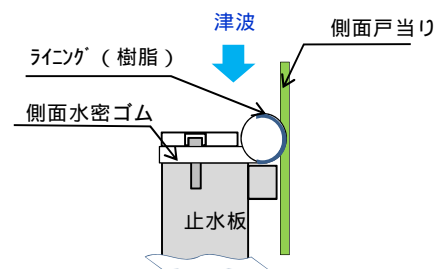


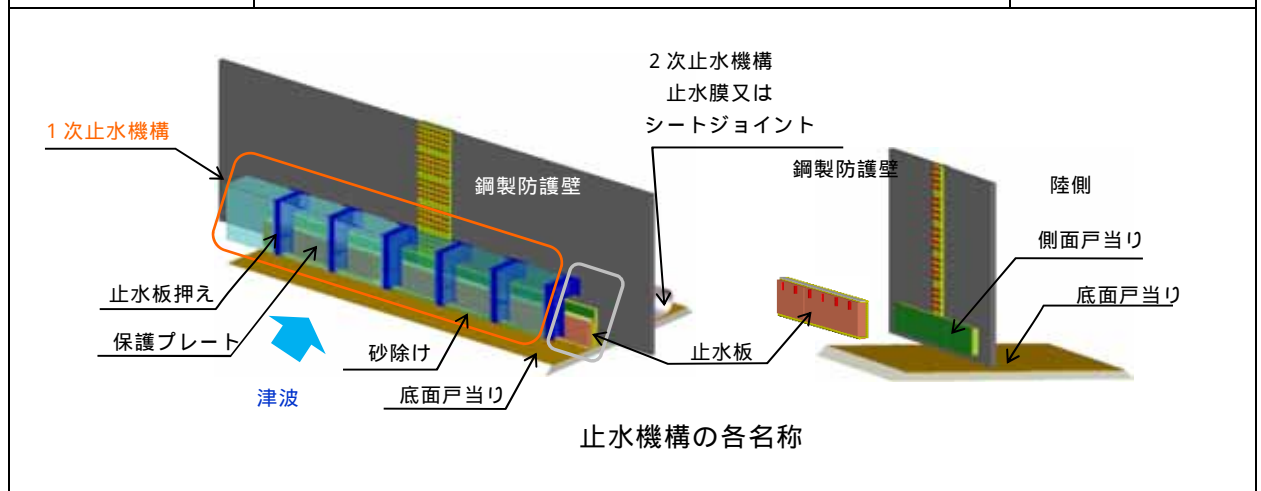
図 a-3 側面水密ゴム拡大図

第1-39図 止水機構の構造図

第1-7表 1次止水機構に係る各部位の役割・機能

各部位の役割・機能については以下のとおり。名称は下図に示す。

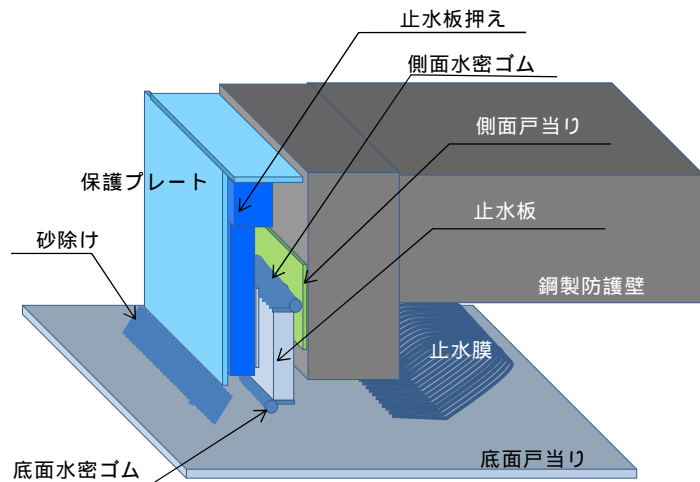
名称	役割・機能	材 料
止水板押え	<ul style="list-style-type: none"> 止水板を支持する。 漂流物等から止水板を防護する。 	鋼製
保護プレート	<ul style="list-style-type: none"> 漂流物等から止水板を防護する。 止水板への異物混入を防止する。 	鋼製
砂除け	<ul style="list-style-type: none"> 底面戸当り面への砂等の異物混入を防止する。 	ナイロン
止水板	<ul style="list-style-type: none"> 止水機構の扉体の機能。 底面及び側面の戸当りに面する部位に水密ゴムを設置し浸水を防止する。 1枚あたりの主要仕様 寸法：横2000mm×幅100mm×高さ400mm 重量：約620kg 	ステンレス (表面仕上げNo.1) + 水密ゴム (P形ゴム)
底面戸当り	<ul style="list-style-type: none"> 止水板の底面水密ゴムとのシール性を確保する。(真直度, 平面度の管理) 床部より100mm嵩上げし異物混入を防止する。 	ステンレス (表面仕上げNo.1)
側面戸当り	<ul style="list-style-type: none"> 止水板の側面水密ゴムとのシール性を確保する。(真直度, 平面度の管理) 	ステンレス (表面仕上げNo.1)
止水膜, シートジョイント (2次止水機構)	<ul style="list-style-type: none"> 水密ゴムからの微少な漏えいを保持する。 陸側からの異物混入を防止する。 	膜材又は シートジョイント



: JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯 表面仕上げ より

(c) 1 次止水機構の動作について

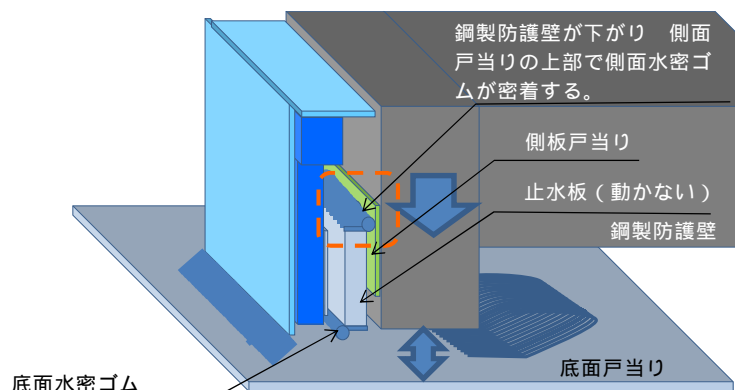
1 次止水機構の鉛直方向の動作を第1-40図に示す。



< 通常状態 >

< 通常状態 >

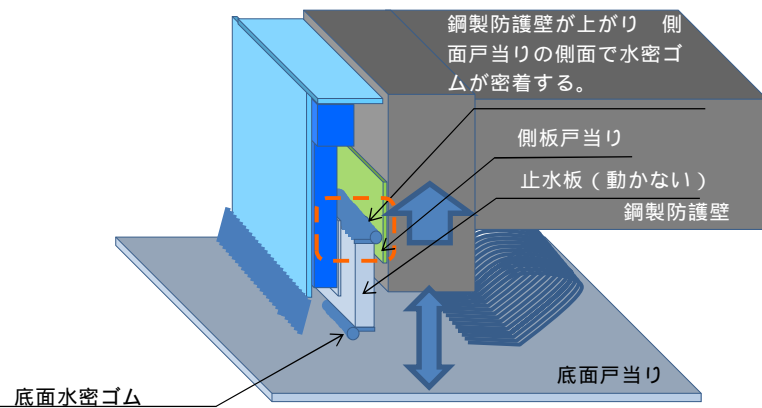
- ・ 止水板は， 止水板押えと鋼製防護壁の間に設置しており，変位に追従するため，固定はしていない。
- ・ 側面水密ゴムは，鋼製防護壁の 側面戸当りに接触し水密ゴムへの面圧を得ている。
- ・ 底面水密ゴムは，基準津波に対して 底面戸当りと接触し水密ゴムへの面圧を得ている。



< 地震時（鋼製防護壁が下がる状態） >

< 地震時（鋼製防護壁が下がる状態） >

- ・ 鋼製防護壁が下がる場合は， 止水板は，鋼製防護壁に固定されていないため，現状位置を保持する。
- ・ 側面水密ゴムは， 側面戸当りの上部で密着する。
- ・ 底面水密ゴムは，現状位置と変わらない。



< 地震時（鋼製防護壁が上がる状態） >

< 地震時（鋼製防護壁が上がる状態） >

- ・ 鋼製防護壁が上がる場合は， 止水板は，鋼製防護壁に固定されていないため，現状位置を保持する。
- ・ 側面水密ゴムは， 側面戸当りの下部で密着する。
- ・ 底面水密ゴムは，現状位置と変わらない。

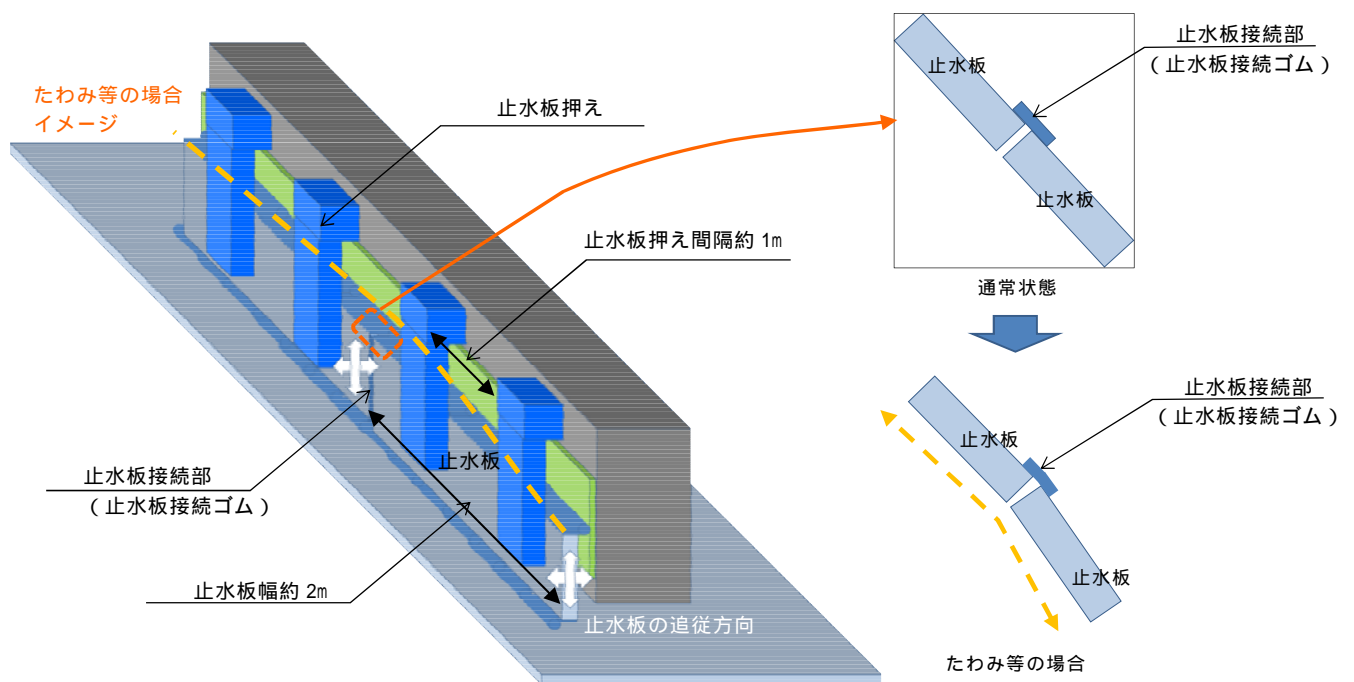
第 1-40 図 1 次止水機構の鉛直方向の動作について

(d) 止水板の追従性について

止水板は、鋼製防護壁の振動モードにより追従する必要があるため以下の構造になっている。

止水板は、幅が約 2m の鋼材を接続して鋼製防護壁の下部に設置される。止水板は、止水板押えにより約 1m 間隔で 2 箇所支持される。また、止水板同士を接続する接続ゴムは、水密ゴム（平形）を採用し側面、底面の水密ゴム（P 形）と同じ材質のものを採用し水密性を確保している。なお、接続ゴムと底面・側面水密ゴムとの接続方法は、加硫等により接続し水密性を確保する構造である。

止水板接続ゴムは伸縮性に優れているため、鋼製防護壁の振動モードに対し水平、鉛直方向に追従することができる。鋼製防護壁全長にすると水平方向に \pm 約 2m、鉛直方向に約 0.6m の変位に追従することができる。第 1-41 図に鋼製防護壁の止水板の追従イメージを示す。

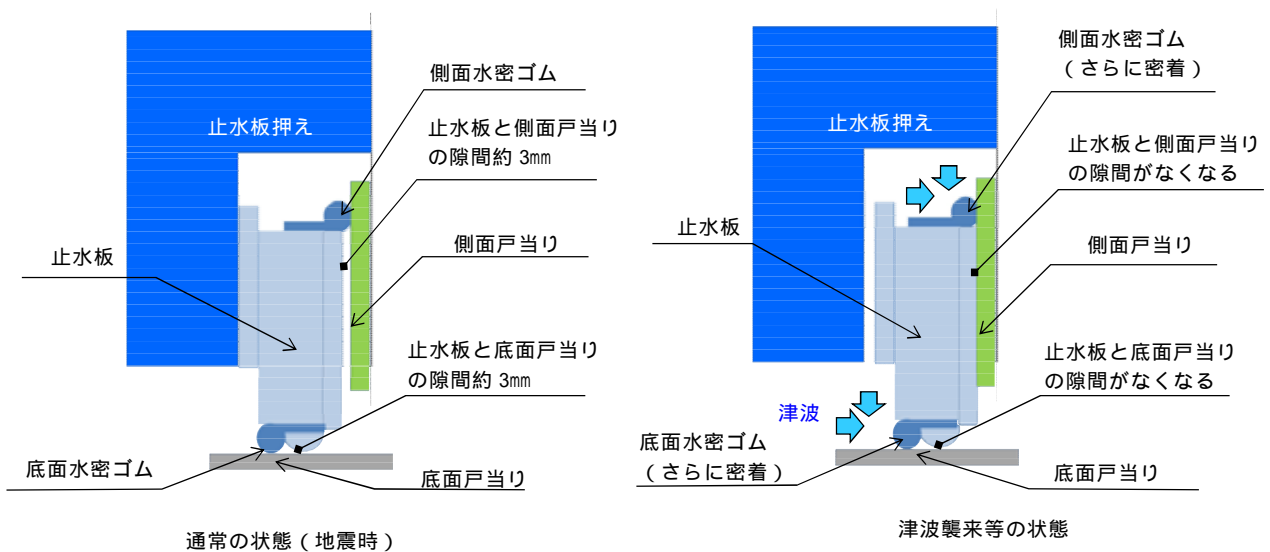


第 1-41 図 鋼製防護壁の止水板の追従イメージ

(e) 止水板の支持方法について

止水板は通常の状態において、側面戸当り及び底面戸当りとの隙間が約3mmで調整され、水密ゴムのみで密着するよう止水板の位置は調整されている。このため、通常の状態（地震時含む）には、止水板は水圧により拘束されていないため、水密ゴムの摩擦抵抗だけで追従しやすい状態にある。

津波の襲来等の場合は、止水板に水圧がかかると、通常の状態に調整されている約3mmの隙間がなくなり、止水板は側面戸当り側に押し付けられ、水密ゴムの密着性がさらに高まる構造である。第1-42図に止水板の支持方法を示す。



第1-42図 止水板の支持方法

(f) 止水板の挙動解析について

止水板の構造は，一般的に実績のあるものを採用しており，設計上の追従性を確認している。しかしながら，止水機構の止水板のように地震時の挙動を考慮した同等の採用実績がないことから，止水機構の止水板の挙動について二次元動的解析を実施し，データを拡充させ信頼性を更に高める。第1-43図に解析モデル図を示す。本件の解析結果は，詳細設計段階で説明する。

< 評価条件 >

- ・ 解析コード：MARC（大規模解析対応非線形解析）
- ・ 地震動：基準地震動 S_s
- ・ 解析ケース：3ケース 地震時，津波時，津波時 + 余震
- ・ 水密ゴム摩擦係数：

常時 ： 0.2（ダム・堰施設技術基準（案））（国土交通省）

劣化時の挙動把握 ： 0.2～1.2

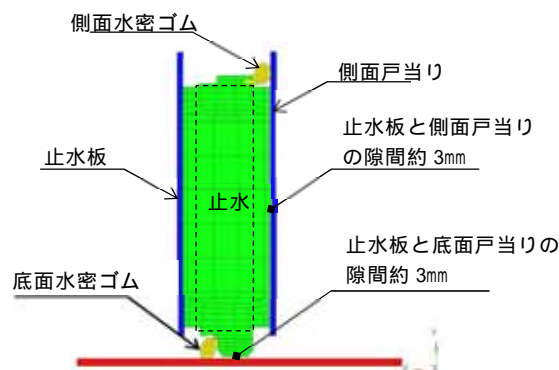
- ・ 金属間摩擦係数

止水板（接触面アルミニウム）と戸当り（ステンレス）： 0.4

- ・ 評価対象部位：底面水密ゴム，側面水密ゴム，止水板，止水板押え，側面戸当り

- ・ 許容応力：引張り強度，変形量（伸び）[水密ゴム]

弾性設計範囲内[止水板，その他の部材]



第1-43図 解析モデル図

5 条 添付 2 1 - 63

< 二次元動的解析における摩擦係数の設定の考え方について >

以下に二次元動的解析に用いる摩擦係数の考え方について示す。

a. 摩擦係数の整理

水密ゴムの物性値

- ・ 静摩擦係数は最大0.2（乾式）、動摩擦係数は最大0.22（乾式）

摩耗試験の結果

（n）項の結果より水密ゴムに約20年間の移動量を与えても、水密ゴムのライニングの摩耗量は初期厚さ0.5mmに対して0.36mmであり、ライニングは0.14mm残存している結果であった。このため、供用後においても摩擦係数は物性値上の0.2を維持できると判断できる。

ダム・堰施設技術基準（案）

水密ゴム（ライニングあり）とステンレスの摩擦係数は、0.2（乾式）、0.1（湿式）と記載がある。なお、水密ゴム（ライニングなし）の場合は、1.2（乾式）、0.7（湿式）である。

金属間の摩擦係数

止水板（接触面：アルミニウム）と底面戸当り（ステンレス）は金属間の摩擦であるため摩擦係数は0.4としている。

止水板の摩擦係数は、金属間の摩擦係数が0.4、水密ゴムが0.2（未使用品）であることから、重量物（約620kg）である止水板の摩擦係数が地震時の挙動において支配的になる。

b．二次元動的解析における摩擦係数の設定

通常状態

二次元動的解析時における摩擦係数は，約20年相当の移動量に対してもライニングが維持できること，また，ライニングの維持管理を十分に実施することから0.2を採用する。

劣化時の挙動の把握

水密ゴムのライニングについては，通常の維持管理及び摩耗試験の結果から急激に損傷等がないことを確認しているが，不測の事態を考慮しライニングの一部が喪失した状態を想定した解析を行う。

そのため，解析に用いる摩擦係数は，通常の0.2から1.2（ライニングなし）までの間とし，水密ゴムが損傷する摩擦係数のしきい値の把握と劣化状態のしきい値を超えた場合の挙動の把握を行い止水機構の挙動を把握する。

c．水密ゴムの維持管理方針

止水機構の水密ゴムの維持管理として，外観点検（摩耗の有無等）及び定期的な硬度測定を実施し，水密ゴムの摩耗や劣化の兆候について傾向を管理する。

(g)水密ゴムの選定について

止水機構に使用している水密ゴム（P形）は，一般的にダム・水門等に採用実績があるものを採用している。水密ゴムは，低水圧～高水圧の領域に対して適しており，鋼製防護壁の止水機構に適応している。水密ゴムは第1-8表に示すダム・堰施設技術基準（案）（国土交通省）を適用する。

第1-8表 ダム・堰施設技術基準（案）（国土交通省）抜粋

表3.3.4-1 水密ゴムの硬さ等

項 目	諸 数 値
引 張 り 強 さ	14.7N/mm ² 以上
硬 (ショア) さ	40°～80°
吸水率(重量比)	5 %以下
破断時の伸び	300%以上
比 重	1.1～1.6

表3.3.4-3 水密ゴムの形状と特性

ゴ ム 形 状	P 形	L, Y 形	ケーソン形	平 形
使 用 箇 所	側部および上部	側 部	四 方	底 部
適 用 水 深	低圧～高圧	低 圧	高 圧	低圧～高圧
硬 (ショア) さ	50°～70°	50°～60°	50°～70°	50°～60°

止水板に取り付ける水密ゴムについては，「(b) 構造」に示すとおり，ライニング（超高分子量ポリエチレン）を施すことにより摩擦係数の低減を図っている。1-9表に水密ゴムの物性値，第1-10表に超高分子量ポリエチレンの物性値を示す。

第1-9表 水密ゴム（クロロプレン系合成ゴム）の物性値

	試験項目	物性値	規格値	試験条件 試験方法	備考
通常	硬さ（DURO-A型）	55	55 ± 5	JIS K6253	
	引張り強さ（MPa）	16.3	14.7以上	JIS K6251	
	伸び（％）	500	300以上		
劣化加速	硬さ（DURO-A型）	+ 1	+ 10以内	JIS K6257	70 × 70hr
	引張り強さ変化率（％）	+ 2	- 15以内		
	伸び変化率（％）	- 4	- 25以内	JIS K6258	70 × 70hr

第1-10表 超高分子量ポリエチレンの物性値

項目	物性値
引張り強さ（MPa）	44
伸び（％）	450
高度（Rスケール）	40
摩擦係数 （相手：ステンレス）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 静摩擦係数：0.10～0.20（乾式） ・ 動摩擦係数：0.07～0.22（乾式） 0.05～0.10（湿式）

：動摩擦係数＞静摩擦係数の状況について

一般的に摩擦係数は、動摩擦係数＜静摩擦係数の関係であるが、高分子材料のように、静摩擦係数と動摩擦係数の値に大きな差が生じやすい場合に「スティック・スリップ（付着すべり）」と言われる現象が生じやすいことから、動摩擦係数が静摩擦係数より僅かに上回ったものと推定される。

(h) 漏水試験

設計圧力における漏水試験のため，止水機構の水密ゴム（P形）について，試験装置を製作し，漏水試験により設計圧力に耐えることを確認した。試験装置は，実機仕様（構造，寸法及び重量）と同じ止水板を使用できるように製作し，底面水密ゴムも実機と同仕様のを止水板の底部に取り付けて製作を実施した。試験装置への止水板の据付は，実機の据付状態を模擬するために，止水板の自重により設置する構造とした。また，水密ゴムは，未使用のものに加え，劣化状況を想定して，摩耗や砂の噛み込による状態での試験を実施した。なお，底面水密ゴムの止水性能の確認が目的であるため，試験装置側面からの漏水の影響を受けないために，漏えい検出範囲を中央部の1mの範囲とした。

漏水試験による許容漏水量は「ダム・堰施設技術基準（案）（国土交通省）」より求めた。

第1-11表に試験条件の一覧，第1-12表に試験装置の主要仕様，第1-44図に試験装置概要を示す。

第1-11表 試験条件一覧表

項目	条件	備考
水密ゴム	試験体 1	未使用品（新品：水密ゴム単体の水密性能の確認）
	試験体 2	未使用品（新品：水密ゴム単体の水密性能の確認）
	試験体 3	劣化状態を仮定（劣化モードとして、 S_s 相当の加振による摩耗及び底面戸当りと水密間に砂をかみこませた状態での水密性能の確認）
試験圧力	0.20MPa以上	保守的に，防潮堤天端高さ（T.P. + 20m）から設置地盤標高（T.P. + 3m）を差し引かない値（試験体 1 及び試験体 2 に対して実施）
	0.17MPa以上	防潮堤天端高さ（T.P. + 20m）から設置地盤標高（T.P. + 3m）を差し引いた値（試験体 3 に対して実施）
	0.66MPa以上	第43条の敷地に遡上する津波高さ（T.P. + 24m）時の設計条件（約0.3MPa）の2倍の値（試験体 3 に対して実施）
試験時間	10分保持	「ダム・堰施設技術基準（案）」より
許容漏えい量*	2.0ℓ / 10分	試験圧力0.20MPaに対する許容漏えい量
	1.7ℓ / 10分	試験圧力0.17MPaに対する許容漏えい量
	6.7ℓ / 10分	試験圧力0.66MPaに対する許容漏えい量

* 「ダム・堰施設技術基準（案）」で規定する保持時間及び許容漏えい量算定式に基づく1m当りの許容漏水量

・許容漏水量： $W = 10.2 L \times P$

W：漏水量（mℓ/min）

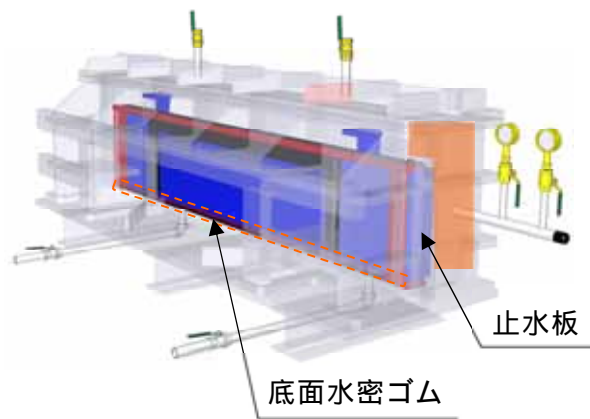
P：設計圧力

L：長辺の長さ（cm）

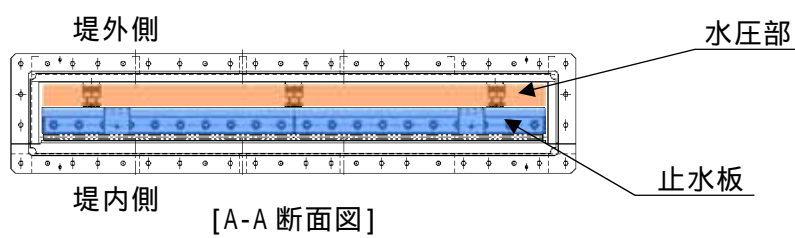
（試験装置の漏えい検出範囲長さ100cm）

第 1-12 表 試験装置主要仕様

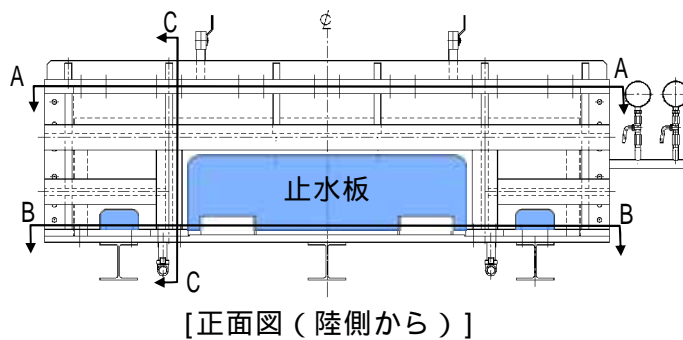
項目		仕様
試験装置	寸法	長さ約 2.3m × 高さ約 0.7m × 幅約 0.5m
	材質	鋼製
	設計圧力	0.7MPa
止水板	寸法	長さ約 2m × 幅 0.1m × 高さ 0.4m（実機スケール 1 / 1）
	材質	ステンレス鋼
	重量	約 620kg（実機と同じ）



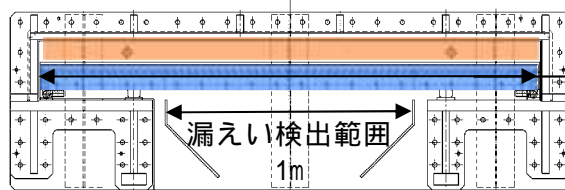
[試験装置の全体図]



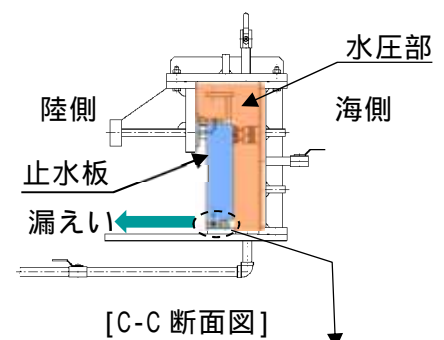
[A-A 断面図]



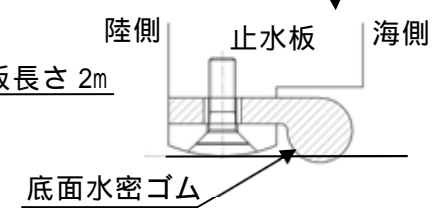
[正面図（陸側から）]



[B-B 断面図]



[C-C 断面図]



[底面水密ゴム取付部拡大図]



[試験装置全景]

[止水板概要]

第 1-44 図 試験装置概要図
5 条 添付 2 1 - 70

< 試験結果 >

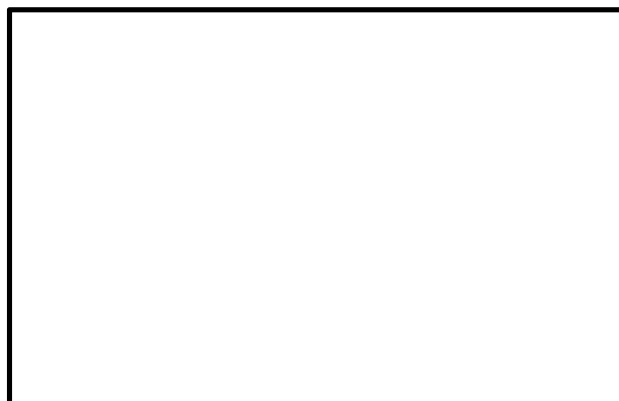
止水板の底面に設置した水密ゴムからの漏えい量を測定した。第1-13表に示した漏水試験結果のとおり，いずれの試験結果においても，ダム・堰施設技術基準（案）で規定する許容漏えい量算定式から求まる許容漏えい量を下回っており，水密ゴムの止水性能に影響のないことを確認した。

また，劣化状態を仮定した漏水試験の結果について，許容漏えい量の関係を高圧時と低圧時を比べて整理した。

高圧時の漏えい量は，低圧の時の漏えい量と同様に，少ない領域（1ℓ/10分以下）であることから，低圧，高圧に係らず水密ゴムの性能が維持できていることが確認された。

低圧時の漏えい量は，未使用品（新品）の場合には，許容漏えい量に対し，十分に低い値であったが，劣化状態を仮定した漏えい量には，わずかに漏えい量に幅があるが，許容漏えい量（未使用品の場合）に対しては，十分に少ない値であり，水密ゴムの性能に影響のない範囲であった。

第1-45図に試験時の状況，第1-46図に試験圧力と漏えい量（高圧），第1-47図に試験圧力と漏えい量（低圧）を示す。



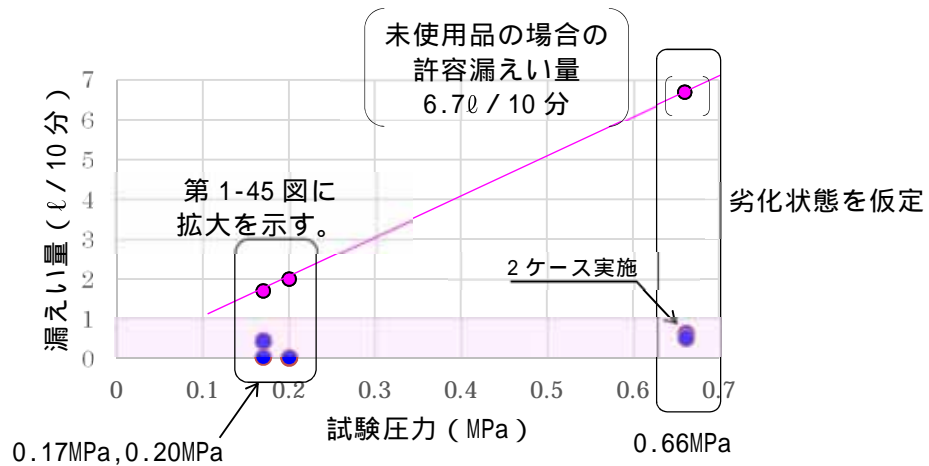
第1-45図 試験時の状況（10分保持後）

第1-13表 漏水試験結果

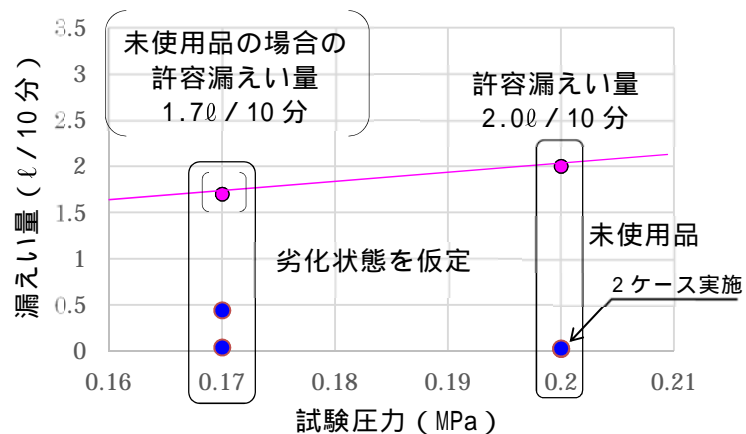
	区分	試験圧力 (MPa)	時間 (分)	漏えい量 ¹ (ℓ/10分)	許容 漏えい量 (ℓ/10分)	判定
試験体 1	未使用品	0.20	10	0.020	2.0	
試験体 2		0.20	10	0.029	2.0	
試験体 3	劣化状態 を仮定	0.17	10	0.039	1.7 ²	
		0.66	10	0.625	6.7 ²	
		0.17	10	0.440	1.7 ²	
		0.66	10	0.525	6.7 ²	

1：漏えい量は1 mあたり10分間漏えい量。

2：未使用品（新品）の場合の許容漏えい量



第 1-46 図 試験圧力と漏えい量（高圧）



第 1-47 図 試験圧力と漏えい量（低圧）

【参考：想定外の損傷ケース】

ケース：止水板の水密ゴム全体(100m)が破損した場合

止水構造として、保護プレートや砂除けにて異物の混入を防ぐ設計をしている。ここでは、砂除けの損傷を考慮し、砂、礫、小型植生等が到達し、底面水密ゴムが損傷した場合を想定した評価を行う。止水板1枚あたり(2m幅)の漏水量及び止水板全体(底面・側面水密ゴム(各50m)合計100m)の水密ゴムが損傷した場合の漏水量及び浸水量評価を行う。第1-48図に底面水密ゴムの損傷想定位置と時刻歴波形(取水口前面)を示す。

< 計算式 >

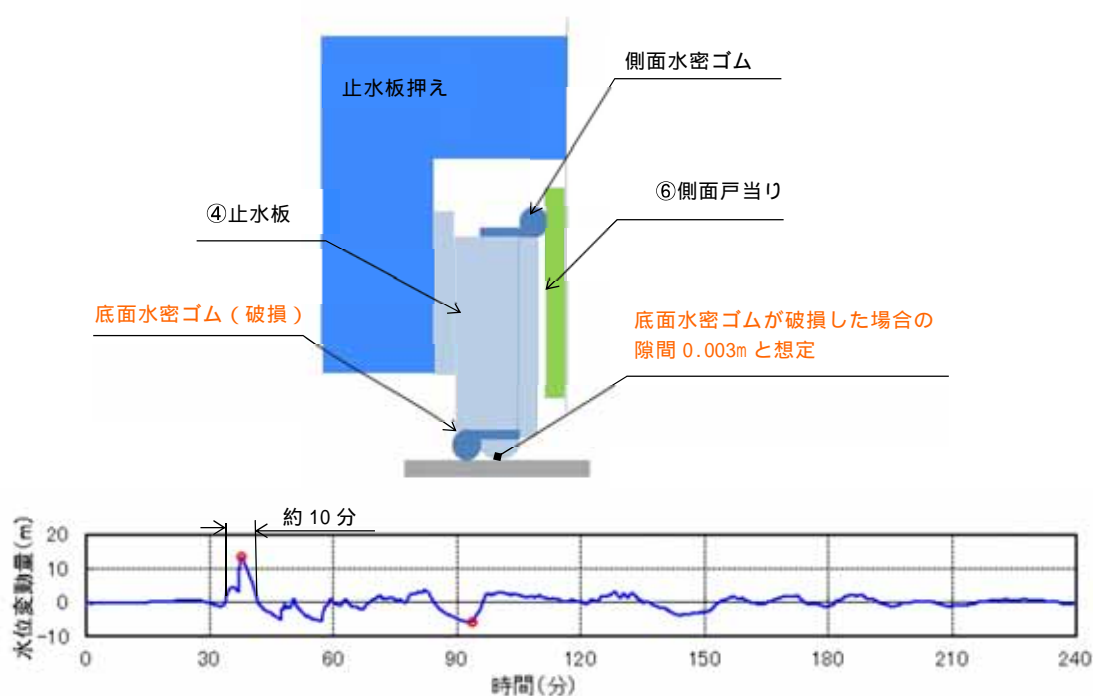
$$Q = C A \sqrt{2 g h}$$

C：流入係数 (1.0) g：重力加速度 (9.8m/s²)

A：通過面積m² (0.003 × 2 = 0.006m²)

h：水頭 m (防潮堤天端高さ20m-3m設置レベル = 17m)

$$Q = 1.0 \times 0.006 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times 17} = 0.11 \text{ m}^3/\text{s}$$



第 1-48 図 底面水密ゴムの損傷想定位置と時刻歴波形 (取水口前面)

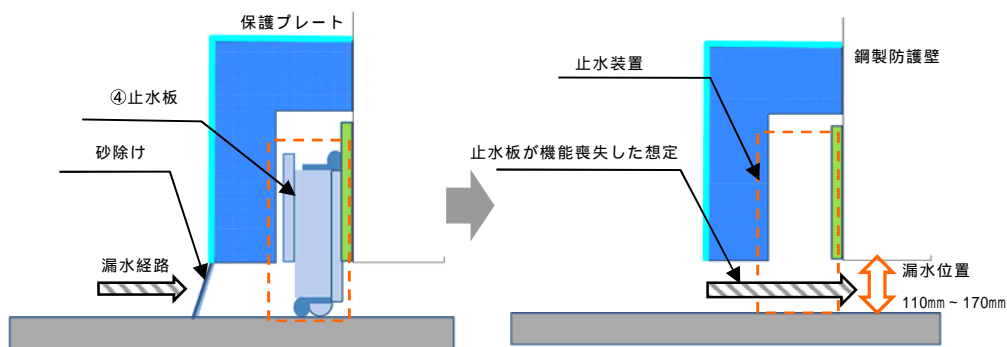
計算の結果，1 秒あたり約 0.11m^3 の漏水量であった。基準津波による時刻歴波形から T.P. + 3m を超える時間は約 10 分であるため，漏水量は約 66m^3 程度になり T.P. + 3m 盤の敷地に浸水した場合は約 3cm の浸水深となった。また，止水板全体（100m）に換算すると漏水量は $3300\text{m}^3/10$ 分となり T.P. + 3m 盤の敷地の浸水深は，約 1.2m になった。

以上より，隣接する非常用海水ポンプの安全機能影響を与える浸水量ではなかった。

ケース ： 止水板 1 枚(2m)の機能が喪失した場合

止水板 1 枚（2m）の機能が喪失した場合を想定し漏水量を評価した。

開口部は止水板がない場合の鋼製防護壁と底面の隙間部(最大 170mm)から想定した。第 1-49 図に止水板が機能喪失した場合の漏水位置を示す。



第 1-49 図 止水板が機能喪失した場合の漏水位置

< 計算式 >

$$Q = C A \sqrt{2 g h}$$

C : 流入係数 (1.0) g : 重力加速度 (9.8m/s²)

A : 通過面積m² (0.17 × 2 = 0.34m²)

h : 水頭 m (防潮堤天端高さT.P. + 20m - T.P. + 3m設置レベル = 17m)

$$\begin{aligned} Q &= 1.0 \times 0.34 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times 17} \\ &= 6.17\text{m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

計算の結果，1秒あたり約6.17m³の漏水量であった。基準津波による時刻歴波形から T.P. + 3m を超える時間は約10分であるため，漏水量は約3726m³程度になり T.P. + 3m 盤の敷地に浸水した場合は約1.6mの浸水深になった。

以上より，隣接する非常用海水ポンプの安全機能影響を与える浸水量ではなかった。

(i) 水密ゴムの維持管理について

止水機構の水密ゴムは、取替ができるよう構造設計を行う。このため、通常の維持管理として外観点検及び定期的な硬度測定によるトレンド管理を実施し、補修や取替等が必要な場合には取替等を実施する。

(j) 採用実績の例

止水機構の構造は、水門鉄管技術基準（水門鉄管協会）の角落し、ゲート構造として整理できる。

止水機構と同様に扉体同士が水密ゴムにて繋がり止水している構造としては起伏ゲートや多段式ゲート、可動防潮堤で採用されている。起伏ゲートは、全長約30mのところに2箇所の継手で接続されており、継手は水密ゴムで接続されている。また、多段式ゲートの扉体の場合も長さ約10mの扉体が4ブロックに分かれ各々が水密ゴムで接続されている。扉体の規模や条件により接続部に違いはあるが、一般的に水密ゴムにて接続する構造は採用されている。

また、可動防潮堤については、継手部は水密ゴムの接続であり、更に電動駆動等の駆動源を必要としない構造である。止水板は、津波の浮力により立ち上り津波からシールする構造であることから、駆動源を持たない止水装置としての採用実績がある。

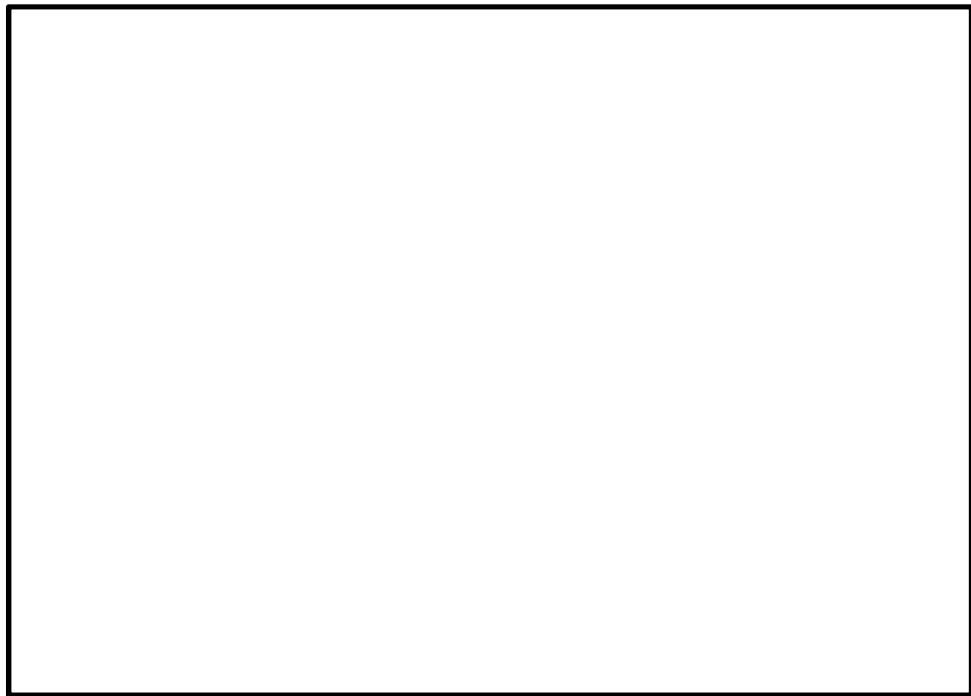
止水板の構造については、規模や設計条件により違いはあるが、多くの採用実績があり十分な実績があるといえる。第1-50図にゲート等の採用実績の例を示す。



ゲート等の採用実績
(A社製 2017年8月)



起伏ゲートの例



多段式ゲートの例

第 1-50 図 採用実績の例 (1/2)

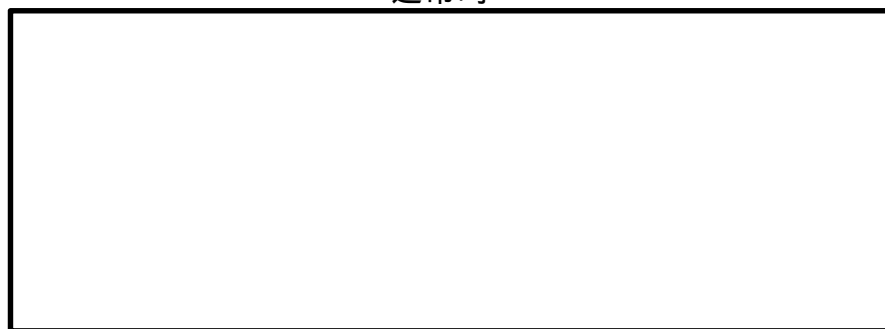
5 条 添付 2 1 - 77



- 【可動防潮堤】
- ・ 寸法：幅 4.9m×高さ 1m
 - ・ 材質：ステンレス鋼

- 【可動防潮堤】
- ・ 寸法：幅 15.0m×高さ 3.0m
 - ・ 材質：ステンレス鋼

通常時



津波襲来時



- 【可動防潮堤（陸上設置型長径間防潮堤）】
- ・ 寸法：港湾などの長い距離に対応
 - ・ 材質：ステンレス鋼

可動防潮堤とは、無動力かつ人為操作なしに開口部閉塞を可能とすることが特長の津波・高潮防災設備。

第 1-50 図 採用実績の例（2/2）

(k) 止水機構の損傷モードにおける設計方針について

鋼製防護壁の止水機構の鋼製部材における損傷モードについて整理するとともに、損傷モードに対する設計方針を整理した結果を第1-14表、鋼製防護壁の概要及び各構成部品の概要を第1-51図に示す。

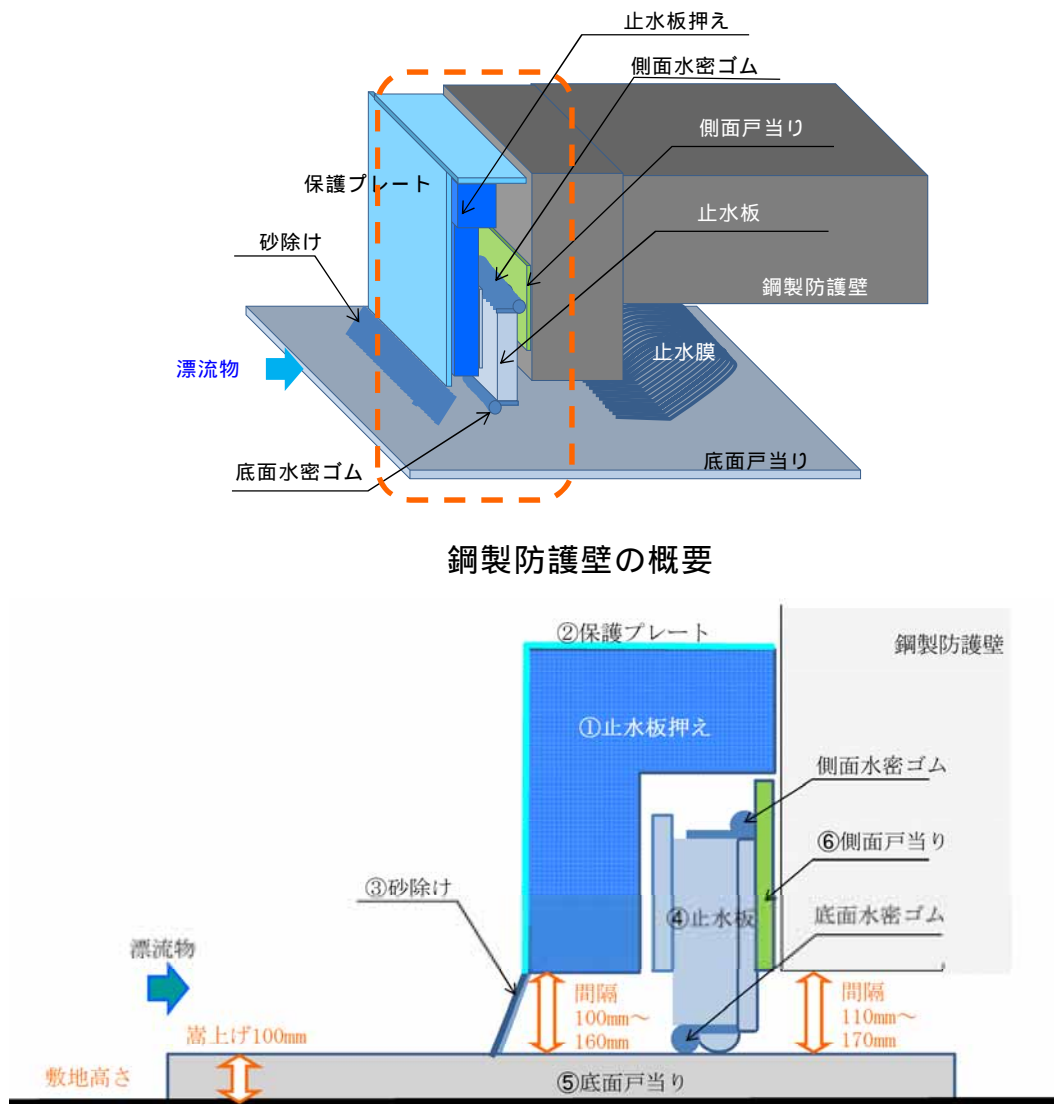


図1-51 鋼製防護壁の概要と各構成部品の概要

第 1-14 表 止水機構の鋼製部材の損傷モードに対する設計方針 (1/3)

鋼製部材の設計			損傷要因		設計方針	信頼性向上 のための設計 (詳細設計)
鋼製部材	応力等 の状態	損傷 モード	上段 (印) : 地震時 下段 (印) : 津波時	上段 (印) : 地震時 下段 (印) : 津波時		
止水板 押え	曲げ， せん断	弾 部材 が 弾 性 域 に と ど ま ら ず 塑 性 域 に 入 る 状 態	鋼製防護壁との取合い部に応力が 発生し，損傷する。 止水板との接触により損傷する。	構造部材設計 鋼製防護壁との取付ボルトについて， 短期許容応力度以下になるよう設計する。 二次元的解析 動的解析を実施し 止水板の挙動について 確認する。		三次元的解 析を実施する。
			津波波力，漂流物の衝突により損傷 する。	構造部材設計 津波荷重，漂流物の衝突荷重を考慮し，短 期許容応力度以下になるよう設計する。		
保護ブ レート	曲げ， せん断	弾 部材 が 弾 性 域 に と ど ま ら ず 塑 性 域 に 入 る 状 態	止水板押えとの取合い部に応力 が発生し，損傷する。	構造部材設計 構造上1～1.5m間隔で 止水板押えにボルト により固定している。取付ボルトについ て，短期許容応力度以下になるよう設計す る。		
			漂流物荷重の衝突により変形する。	構造部材設計 構造上1～1.5m間隔で 止水板押えにボルト により固定している。		

第 1-14 表 止水機構の鋼製部材の損傷モードにおける設計方針（2 / 3）

鋼製部材の設計			損傷要因		設計方針	信頼性向上 のための設計 （詳細設計）
鋼製部材	応力等 の状態	損傷 モード	上段（ 印）：地震時 下段（ 印）：津波時	上段（ 印）：地震時 下段（ 印）：津波時		
④止水板 ⑤底面戸当 り ⑥側面戸当 り	曲げ， せん断	部材が弾 性域にと どまらず 塑性域に 入る状態	止水板押えとの接触により，止水板 が接触し，損傷する。 地震時に 止水板が浮上り等により 固着し，水密性を損なう。 止水板の挙動により，戸当りが損傷 し，水密性を損なう。	構造部材設計 止水板押えから受ける荷重と⑥側面戸 当りへの荷重について考慮し，短期許容 応力度以下になるよう設計する。 二次元的解析 動的解析を実施し 止水板の挙動につい て確認する。	止水板押えの間隙部（100mm～160mm）か らの大型の漂流物が入らないように設計 している。また，砂除けを設置してお り，砂の混入も防いでいる。 止水板は， 構造上，小型の漂流物にも耐えるよう設 計する。	三次元的解 析を実施す る。 止水機構の多 重化等を検討 する。

第 1-14 表 止水機構の鋼製部材の損傷モードにおける設計方針（3 / 3）

鋼製部材の設計			損傷要因		設計方針	信頼性向上 のための設計 （詳細設計）
鋼製部材	応力等 の状態	損傷 モード	上段（ 印）：地震時	下段（ 印）：津波時	上段（ 印）：地震時	
			下段（ 印）：津波時	構造部設計	下段（ 印）：津波時	三次元的解 析を実施する。
底面水密 ゴム	応力，接触 面圧，変形 量	有意な漏 えいに至 る変形，引 張り	止水板の挙動により水密ゴムが 損傷し，水密性を喪失するおそれ がある。 水密ゴムの著しい摩耗	構造部設計 水密ゴムにライニングを施し，摩擦抵抗を 低減させ，追従性を高める。 摩耗試験 実機に近い環境条件にて，約20年相当の摩 耗試験を実施し，ライニングの耐久性を確 認する。 二次元的解析 動的解析を実施し，水密ゴム（側面・底面） の挙動について確認する。	構造部設計 水密ゴムにライニングを施し，摩擦抵抗を 低減させ，追従性を高める。 摩耗試験 実機に近い環境条件にて，約20年相当の摩 耗試験を実施し，ライニングの耐久性を確 認する。 二次元的解析 動的解析を実施し，水密ゴム（側面・底面） の挙動について確認する。	三次元的解 析を実施する。
側面水密 ゴム			止水板押えの間隙部（100mm～ 160mm）より漂流物が侵入し，水密 ゴムに衝突する。 劣化，摩耗，損傷，異物噛み込み などによる止水性能の喪失	構造部設計 ・ 止水板押えの間隙部（100mm～160mm）から， 大型の漂流物が入らないよう設計している。 ・ 漏水評価 水密ゴムが想定外の事象により，損傷した 場合の敷地内への漏水量評価を実施し，影 響のないことを確認する。 ・ 維持管理として，外観点検（摩耗の有無等） 及び定期的な硬度測定によるトレンド管理 を実施し，水密ゴムの摩耗や劣化の兆候につ いて傾向を管理する。	構造部設計 ・ 止水板押えの間隙部（100mm～160mm）から， 大型の漂流物が入らないよう設計している。 ・ 漏水評価 水密ゴムが想定外の事象により，損傷した 場合の敷地内への漏水量評価を実施し，影 響のないことを確認する。 ・ 維持管理として，外観点検（摩耗の有無等） 及び定期的な硬度測定によるトレンド管理 を実施し，水密ゴムの摩耗や劣化の兆候につ いて傾向を管理する。	止水機構の多 重化等を検討 する。

(1) 止水機構に対する漂流物による影響評価について

2.5 項において抽出した取水口へ向かう可能性が高い漂流物が鋼製防護壁の止水機構へ与える影響を評価した。

止水機構には漂流物等から止水板を保護するために「 止水板押え」「保護プレート」が設置されているため、大型の漂流物はここで除外される。なお、「 止水板押え」は 50t の漂流物を想定した衝突荷重を考慮した設計としているため、強度上の問題はない。

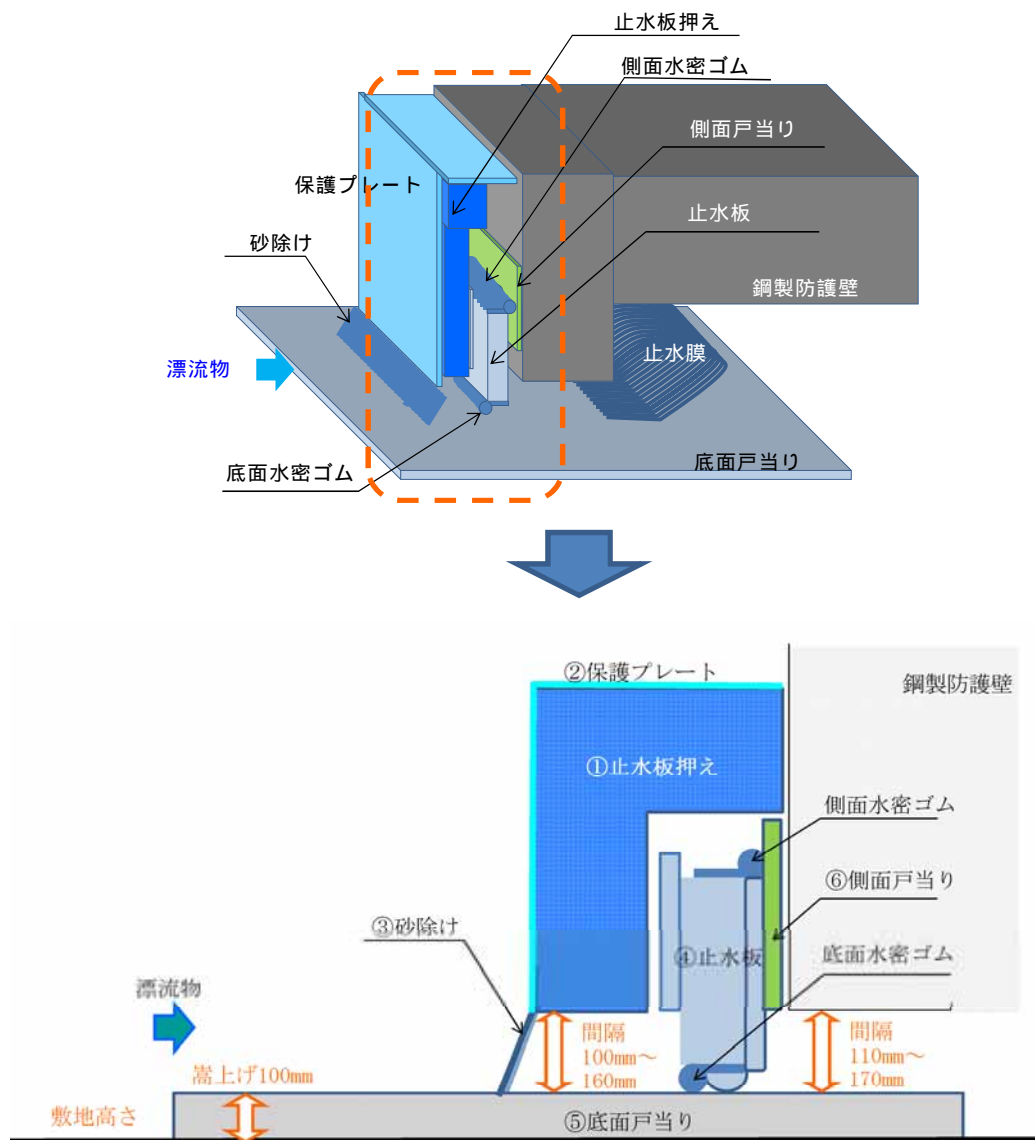
「 止水板押え」「 保護プレート」と「 底面戸当り」の間を通過した止水板に、到達できる漂流物の寸法は、約 100mm～160mm のもので砂、礫、小型植生（枝葉、樹皮）、その他小物の異物であるが、地盤から「 底部戸当り」を約 100mm 嵩上げするとともに、止水板前面に「 砂除け」を設置することにより、軽量・小型の異物混入を防止する設計であるため、基本的には通過しない構造である。第 1-15 表に止水機構の漂流物等からの防護機能の分類及び第 1-52 図に止水機構の構成部品の寸法を示す。

しかしながら、漂流物による「 砂除け」の損傷を考慮して止水板設置位置に砂、礫、小型植生等が到達し、底面水密ゴムの機能を喪失させることを想定し、(h) 項の【参考:想定外の損傷ケース】において評価する。

なお、止水機構の状況については、日常点検及び悪天候後の点検等を実施し止水機構の品質管理に努める。

第 1-15 表 止水機構の漂流物等からの防護機能の分類

構造部材	機能・用途	防護されるもの	通過の可能性が高いもの
止水板押え及び 保護プレート ～ 底面戸当りの隙間 (100mm～160mm)	重量物・大型の漂流物からの止水板の防護及び止水板への漂流物等の到達防止	船舶、タンク、サイロ、ボンベ類、資機材類、建物外装板、カーテウォール、大型植生(幹・枝)など	砂、礫、小型植生(枝葉、樹皮)、その他小物の異物
砂除けの設置 底面戸当りの嵩上げ (100mm)	軽量・小型の漂流物及び異物の止水板への到達防止	砂、礫、小型植生(枝葉、樹皮)、その他小物の異物	基本的に通過しない



第 1-52 図 止水機構の構成部材の寸法

(m) 止水板に対する小型漂流物の衝突荷重の評価

< 目的 >

止水機構には，鋼製防護壁の底面と既設取水路の応答変位の違いにより相対変位が生じるため，止水板押えと底部戸当りの間に 100～160mm の隙間を考慮している。

小型の漂流物を想定すると上記の隙間に入り込む可能性があることから，小型の漂流物による止水板への影響について評価する。

第 1-53 図に小型漂流物の流入経路を示す。

< 小型漂流物の衝突荷重の評価 >

a . 止水板まで通過の可能性が高いもの

砂，礫，小型植生(枝葉，樹皮)，その他小物の異物のうち，小型の植生及び石を選定した。

b . 小型植生の衝突荷重の想定

東海発電所北側の植生調査（H28 年度）より地震後の漂流物を想定し間隔は 100mm 以下の植生とした。

- ・ 平均直径：0.12m ・ 平均樹高：12m
- ・ 重量の算定式（建築空間の緑化手法 1988 より）

$$W = k \cdot \pi \cdot (d/2)^2 \cdot H \cdot w(1+p)$$

$$= 89.5\text{kg} \sim 90\text{kg}$$

d=目通直径 0.12m（平均直径）

H=樹高 12m（8m+成長分 4m）

k =樹幹形状係数(概算の場合 0.5)

w=樹幹の単位体積重量（1100kg/m³）

p=枝葉の多少による割合(1.2)

・ 小型植生の衝突荷重の算定（道路橋示方書）

$$P = 0.1 \cdot W \cdot V$$

$$= 0.1 \times 90 \times 9.8 \times 10 = 0.89 \text{ kN}$$

P : 衝突荷重 (kN)

W : 漂流物の重量 (kg)

V : 流速 (m/s)

c . 石の衝突荷重の想定

止水板押えと 底面戸当りの隙間が 0.16m であるため、石の大きさを 0.16m × 0.16m × 0.16m（仮定）とした。

・ 石の衝突荷重の算定

衝突荷重の算定に当たっては、飛来物の衝突評価の式を参考に用いた。

$$F = m v^2 / L = 7.7 \text{ kN}$$

m : 評価対象物の質量 (kg/m³)

（単位体積当たりの密度 (kg/m³) として

建築物荷重指針 花崗岩（みかげ石） $3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ より）

v : 流速 (m/s) 10（取水口前面）

L : 各辺の長さ (m) 0.16

（参考）道路橋示方書の場合 : 0.12kN

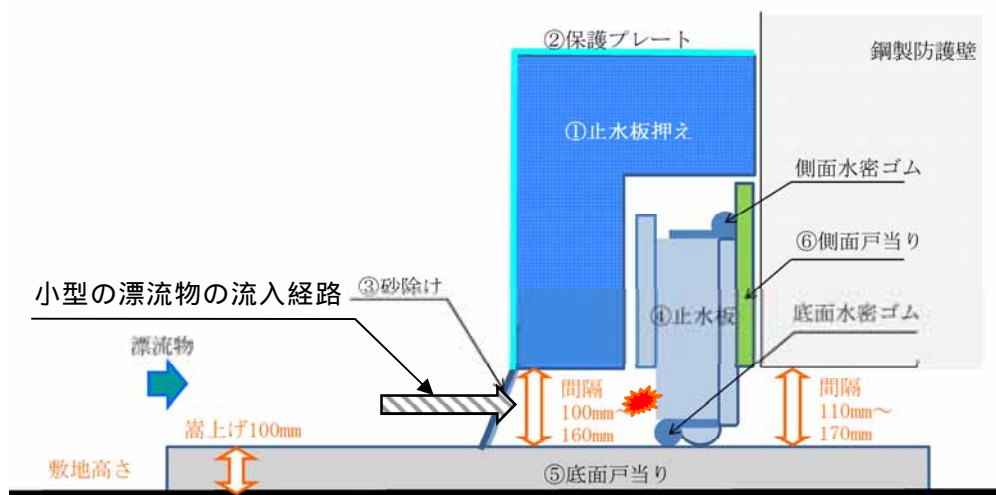
d．止水板の衝突荷重の評価

止水板の許容限界は 240kN

- ・ 許容限界 : 短期許容応力度 $\times 1.5$ 倍
- ・ 許容応力 : 240kN

植生 (0.89kN) 及び石 (7.7kN) の衝突荷重に対し, 許容
応力は 240kN であり十分な裕度を確認した。

なお, 止水板は厚さ 100mm のステンレス鋼で重量が約 620kg であること
から, 想定した石の寸法が増加しても, 許容応力に十分な余裕がある
ため問題ない。



第 1-53 図 小型漂流物の流入経路

< 参考 > 石の衝突荷重に用いた飛来物の衝突評価式の妥当性について

石の衝突荷重算定に用いた $F = m v^2 / L$ の式について変換すると

$$F = m v / (L / v) \text{ になる。}$$

分母は時間の次元を有することから、衝突荷重算定における物理的な考え方としては、運動量を接触時間で割ることにより荷重を求める式になる。

そのため、評価に用いた接触時間 t_{c1} は、

$$\begin{aligned} t_{c1} &= L / v \\ &= 0.16 / 10 \\ &= 0.016 \text{ s} \end{aligned}$$

となる。

一方、止水板は鋼製防護壁及び止水板押さえのいずれにも固定されていない構造であることを考えると、その固有周期は概ね柔構造物（耐震設計上）の域にあるものと考えられる。そのため、止水板が一般に剛構造の目安として用いられる 20Hz の固有振動数を有し、固有周期 T の 1/4 の間石と接触したものと仮定すると、この時の接触時間 t_{c2} は、

$$\begin{aligned} t_{c2} &= T / 4 \\ &= (1 / \quad) / 4 \\ &= (1 / 20) / 4 \\ &= 0.0125 \text{ s} \end{aligned}$$

となり、 t_{c1} と同程度となる。

上述のとおり、止水板は柔構造物（耐震設計上）にあり石の接触時間は t_{c2} (0.0125s) より長くなると考えられることから、今回の評価式で用いた時間の推定式 (L / v) により得られた接触時間 t_{c1} (0.016s) は、健全性の評価としては十分に保守側と考えられる。

(n) 水密ゴムの摩耗試験について

< 目的 >

表面にライニングされた水密ゴムに対し，摩耗試験装置により供用後約20年相当の移動量を与え，ライニングの摩耗量を計測することにより，ライニング残存状況を確認し，摩擦係数が維持できるか確認する。

< 試験条件 >

以下の条件にて水密ゴムの摩耗試験の条件を示す。

a . 加振条件

加振試験装置により，以下に示す水密ゴムの供用後約20年相当の移動量を想定し，加振試験装置により加振する。

温度変化による移動（道路橋示方書に準拠）

・ 温度変化 ： $1\text{サイクル/日} \times 365\text{日} \times 20\text{年} = 7300\text{回}$

地震加振による移動

・ 震度3以上震度4まで ： $41\text{回 / 年} \times (20\text{年}/5\text{年})$

$= 164\text{回} + 30\text{ (裕度)} = 194\text{回}$

： 気象庁HPより 東海村実績2010.1～2015/1まで41回）

・ 地震の継続時間 $50\text{秒} \times 194\text{回} = 9700\text{秒}$

大規模地震加振による移動（S s 相当，余震＋津波荷重）

・ 最大加速度 $\times 1.5\text{倍}$ で加振

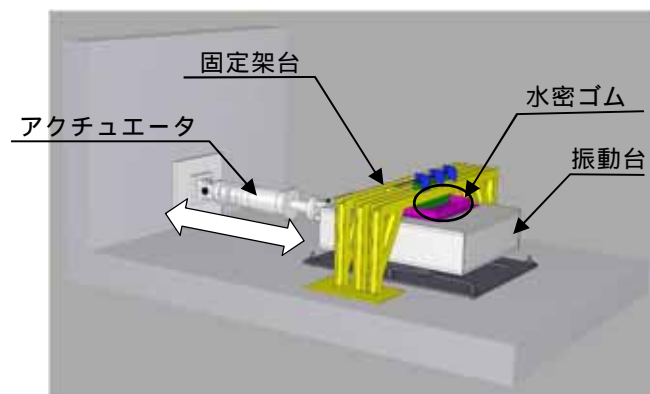
b. 環境条件

水密ゴム設置箇所の環境条件を考慮して、砂をかみこませた状態で加振する。また、津波と余震の重畳を考慮して、水圧に相当する荷重を固定冶具により加えた状態で加振する。第1-54図に水密ゴム摩耗試験装置の概要、第1-55図に水密ゴム摩耗試験の概要を示す

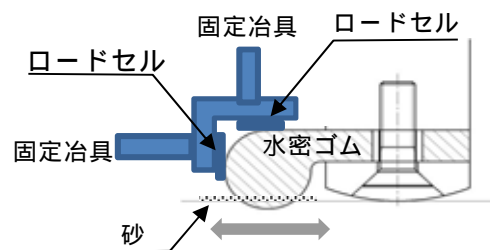
砂噛込み：現地砂を使用

水圧を考慮：0.17MPa

：防潮堤天端高さ（T.P. + 20m）～設置地盤標高（T.P. + 3m）
を差引いた値



第 1-54 図 摩耗試験装置の概要

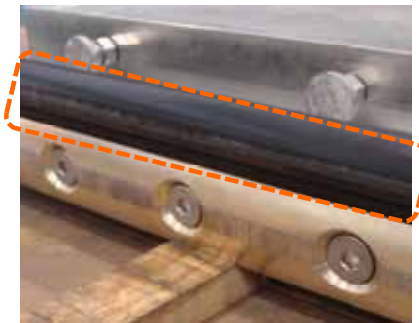


第 1-55 図 水密ゴム摩耗試験概要
（余震時 + 津波荷重時）

< 試験結果 >

2つの供試体（水密ゴム）で摩耗試験を実施し，2回の試験とも水密ゴムの摩耗量は，最大で0.36mmであった。

このため，ライニングの初期厚さ0.5mmに対して，摩耗試験後においても0.14mmライニングが残存しており，水密性の確保及び摩擦係数は維持できる結果となった。 第1-56図に摩耗試験後の水密ゴムを示す。



第 1-56 図 摩耗試験後の水密ゴム

【 2 次止水機構】

(a) 設計条件

設計条件は以下のとおり。

- ・ 津波荷重：基準津波
- ・ 地震荷重：基準地震動 S_s
- ・ 止水機構の許容可動範囲：海側700mm，陸側500mm，上下 ± 60 mm
- ・ 適用規格：

道路橋示方書・同解説 鉄鋼編（日本道路協会）(平成24年)

水門鉄管技術基準（電力土木技術協会）(平成28年)

ダム・堰施設技術基準（案）(国土交通省）(平成28年)

(b) 止水機構の設置目的

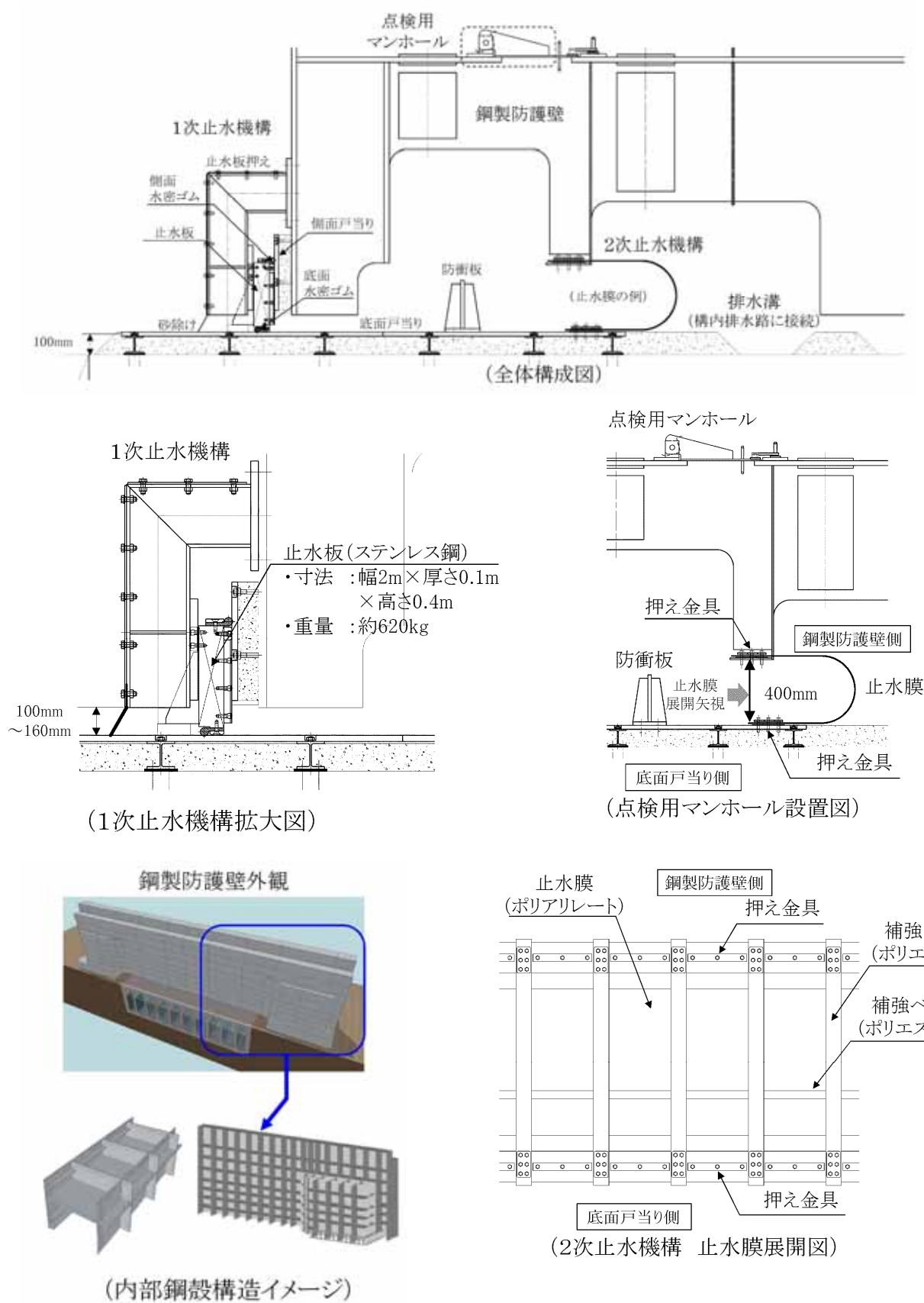
止水機構の損傷又は保守に伴う一時的な機能喪失時においても，津波に対する防護機能が維持できるよう，前述の止水機構（以下「1次止水機構」という。）に加えて，2次止水機構を設置する。

2次止水機構については，1次止水機構との共通要因故障による機能喪失を回避するため，多様化を図ることとし，止水膜又はシートジョイントによる止水構造を採用する。また，1次止水機構の保守時の取り外しに伴い，漂流物が2次止水機構まで到達する可能性を考慮し，2次止水機構の損傷を防止するために2次止水機構前面に防衝板を設置する。

詳細設計においては，止水膜又はシートジョイントの受圧面から取付部（固定部）への荷重伝達等を考慮した構造仕様の検討，漂流物衝突を想定した影響評価，対策等について検討する。

(c) 2 次止水機構の設計方針 (第 1-57 図参照)

- a . 2 次止水機構の追加設置に当たっては , 共通要因故障 (止水板の追従性不良等) による同時機能喪が生じないように多様性を図ることとし , 1 次止水機構の構造と異なる止水膜又はシートジョイントによる構造を採用する (第 1-16 表 , 第 1-17 表) 。
- b . 止水膜及びシートジョイントについては , 想定する津波荷重に対して十分な耐性を有するものを採用するが , 1 次止水機構の取り外し時に津波の襲来を想定すると , 漂流物が 2 次止水機構に到達する可能性があることから , 2 次止水機構前面に防衝板を設置し , 漂流物による損傷を防止する設計とする。
- c . さらに , 2 次止水機構の後段には , 2 次止水機構からの漏水の可能性を考慮し , 漏水を収集・排水可能な排水溝を設置する設計とする。排水は , 構内排水路の防潮堤内側の集水枡に収集し , 構内排水路逆流防止設備を通して排水する。
- d . また , 2 次止水機構及び防衝板の点検・保守を考慮して , 鋼殻内に点検用マンホールを設置し , アクセス可能な設計とする。
- f . これら対策により , 基準津波の遡上波の重要な安全機能を有する海水ポンプが設置されたエリアへの到達 , 流入防止を確実なものとする。



第 1-57 図 止水機構の全体構造概要

(d) 止水機構の主な損傷・機能喪失モードの整理

止水板による 1 次止水機構に想定される主な損傷・機能喪失モードを抽出するとともに，抽出結果に基づき，2 次止水機構の構造（多重性又は多様性）について検討した。検討の結果，共通要因故障を考慮すると，2 次止水機構は止水膜又はシートジョイントにより多様性を図る方が，止水機構全体としての信頼性に優れると判断した。

第 1-16 表に 1 次止水機構に想定される主な損傷・機能喪失モードの抽出結果及び 2 次止水機構の構造選定検討結果を示す。

また，合せて，第 1-17 表に 2 次止水機構の多重性・多様性のメリット・デメリットについて整理した。

(e) 止水機構の防護区分の整理

1 次止水機構，2 次止水機構及び防衝板並びに点検用マンホールの津波に対する防護区分について，それぞれの目的，機能要求に基づきに設定した。

上記対策の津波防護区分としては，1 次止水機構は基準津波の遡上波の地上部からの到達，流入防止対策として外郭防護 1，2 次止水機構は 1 次止水機構からの漏水対策として外郭防護 2，防衝板は 1 次止水機構の機能喪失時に想定される漂流物の影響を防止するもので 1 次止水機構の機能を一部担うことから外郭防護 1 に位置付ける。

第 1-18 表 止水機能等の津波に対する防護区分の検討結果に示す。

(f) 2 次止水機構の部材について

2 次止水機構の止水部材は，止水膜とシートジョイントを使用する。以下に止水膜及びシートジョイントについての仕様を示す。

a . 止水膜について

< 止水膜の物性値 >

止水膜の物性値は以下の通り（第 1-20 表）。

主部材：ポリアリレート繊維 [密度（本 / inch） : 22 本]



第 1-20 表 止水膜の物性値


項 目	物性値
引張り強さ（N/3cm）	6200
伸 び（％）	8.3

< 水圧試験の確認結果 >

試験結果は，以下の通り。（第 1-21 表，第 1-60 図）

- ・ 試験規格：JIS L 1092 繊維製品の防水試験方法に基づく耐水試験
- ・ 使用水圧：170KPa 以上（防潮堤天端高さ（T.P. + 20m）から設置地盤
標高（T.P. + 3m）を差し引いた値）
- ・ 試験圧力：500KPa 以上 （使用圧力の約 3 倍の試験圧力）

第 1-21 表 止水膜の水圧試験

止水膜材料	使用圧力	試験圧力	判定	備考
	170KPa	500K P a 以上		5 回実施



止水膜サンプル

- ・左：
- ・右：



水圧試験状況

今後，止水膜取付部（固定部）の強度についても確認する

第 1-60 図 耐圧試験にて使用する止水膜と試験装置

< 使用実績 >

膜材料の主部材



の採

用実績は港湾施設，空港，工場施設などに採用されている。第 1-61 図

参照



第 1-61 図 メーカー試験状況

b．シートジョイントについて

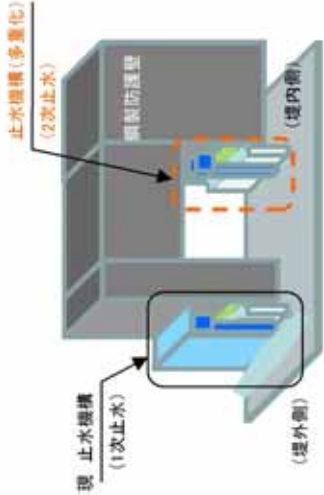
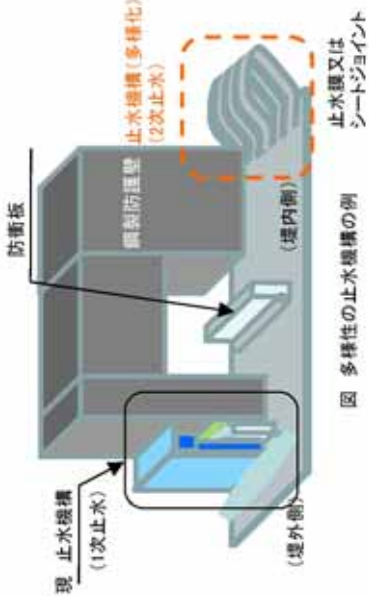
シートジョイントについては，東海第二発電所の防潮堤に設置するものと同等の仕様で，他プラントにおいても使用実績がある。

第 1-16 表 1 次止水機構に想定される主な損傷・機能喪失モードの抽出結果及び 2 次止水機構の構造選定検討結果

1 次止水機構		2 次止水機構	
構造	主な損傷・機能喪失モード	止水板による止水機構 (多重性)	止水膜又はシートジョイント による止水機構 (多様性)
止水板による 止水機構	地震時の止水板の浮き上がりにより 追従性が喪失する。	<p>現在，止水板の地震時の追従性 が未確認であるため，同一構造 であることを考慮すると，共通要 因故障により，同時に機能喪失 に至る可能性がある。</p>	<p>構造が異なるため，同時に 機能喪失しない。</p>
	地震時に止水板が水密ゴムを噛み 込み，止水性が喪失する。		
	水密ゴムの摺動により亀裂，破 損，摩耗が発生し，止水性が損失 する。		
	地震時の止水板等の変形，損傷に より，止水性が喪失する。		
	漂流物が止水板に衝突し，止水性 が喪失する。	1 次止水機構がある場合は、漂流物は 1 次止水機構で留まり，2 次 止水機構までは到達せず，2 次止水機構の機能は保持される。	1 次止水機構の保守に伴う取り外し 時においても、防衝板があるため， 漂流物は 2 次止水機構まで到達せ ず，2 次止水機構の機能は維持され る。
		<p>×</p> <p>1 次止水機構の保守に伴う取り外し 時には，漂流物が 2 次止水機構まで 到達するため，2 次止水機構の機能 喪失に至る可能性がある。</p>	
評価			

実証試験による確認が未完のため抽出

第 1-17 表 2 次止水機構の多重性・多様性のメリット・デメリット

区 分	設計事項	設計概要	評 価
多重性	メリット	止水板を二重に設置するため、1 次止水機構の機能が喪失しても 2 次止水機構で機能は維持できる。	
	デメリット	現在、止水板の地震時の追従性が未確認につき、同一の構造の場合、共通要因故障により同時に止水機構の機能が喪失する。	
多様性	メリット	構造が異なるため、共通要因故障による機能喪失がなく、一つの止水機構が喪失しても残りの止水機構の機能は維持できる。	
	デメリット	構造が異なるため、それぞれの機能に差があり、同一の防護レベルにならない。	

第 1-18 表 止水機能等の津波に対する防護区分の検討結果

対策設備	施設・設備区分	防護区分	目的 / 機能要求	備考
1 次止水機構	浸水防止設備	外郭防護 1	基準津波の遡上波の鋼製防護壁下部と取水路間の隙間から重要な安全機能を有する海水ポンプの設置されたエリアへの流入，到達を防止する。	防衝板は，1 次止水機構の機能喪失時に想定される漂流物の影響を防止するもの（影響防止装置）であるが，1 次止水機構の漂流物防止機能の一部を担うことから，防護区分は外郭防護 1 として整理する（【補足】参照）。
防衝板	影響防止装置		防衝板は，1 次止水機構の損傷又は保守に伴う取り外し時に，漂流物が 2 次止水機構に到達することを防止する。	
2 次止水機構	浸水防止設備	外郭防護 2	2 次止水機構は，1 次止水機構からの漏えいを考慮して，重要な安全機能を有する海水ポンプの設置されたエリアへの漏水を防止する。 また，安全機能への影響確認として，海水ポンプ設置エリア（防護壁外側）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。	
点検用マンホール	浸水防止設備	外郭防護 2	1 次止水機構からの漏えいを考慮して，鋼製防護壁鋼殻内への漏水を防止する。	

【補足】

設置許可基準規則 別記 3

3 五

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・構築物及び設置物等が破損，倒壊及び漂流する可能性がある場合には，防潮堤等の津波防護施設及び浸水防止設備に係る審査ガイド 5.4.2 漂流物による波及的影響の検討

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

【確認内容】(2) 漂流防止装置は，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。

耐津波設計方針に係る工認審査ガイド 3.7.1 漂流物による波及的影響の検討

【規制基準】(1) a) タンク，船舶等の重量物が漂流物として特定されている場合，当該重量物が漂流しないよう固定する等，漂流防止装置を設置，または，津波防護施設，浸水防止設備に対して，漂流物が衝突しないよう防護柵，防護壁等の影響防止装置を設置。

(f) 2 次止水機構の部材について

2 次止水機構の止水部材は，止水膜とシートジョイントを使用する。以下に止水膜及びシートジョイントについての仕様を示す。

a．止水膜について

< 止水膜の物性値 >

止水膜の物性値は以下の通り（第 1-19 表）。

主部材：ポリアリレート繊維 [密度（本 / inch） : 22 本]



第 1-19 表 止水膜の物性値


項 目	物性値
引張り強さ（N/3cm）	6200
伸 び（％）	8.3

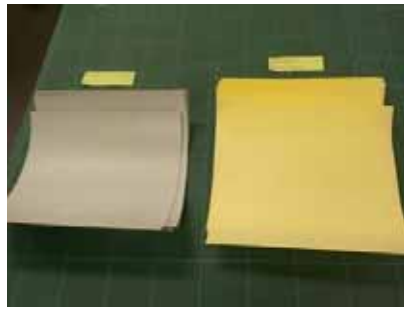
< 水圧試験の確認結果 >

試験結果は，以下の通り。（第 1-20 表，第 1-58 図）

- ・ 試験規格：JIS L 1092 繊維製品の防水試験方法に基づく耐水試験
- ・ 使用水圧：170KPa 以上（防潮堤天端高さ（T.P. + 20m）から設置地盤
標高（T.P. + 3m）を差し引いた値）
- ・ 試験圧力：500KPa 以上（使用圧力の約 3 倍の試験圧力）

第 1-20 表 止水膜の水圧試験

止水膜材料	使用圧力	試験圧力	判定	備考
	170KPa	500K P a 以上		5 回実施



止水膜サンプル

- ・左：
- ・右：




水圧試験状況

今後，止水膜取付部（固定部）の強度についても確認する

第 1-58 図 耐圧試験にて使用する止水膜と試験装置

< 使用実績 >

膜材料の主部材  の採用実績は港湾施設，空港，工場施設などに採用されている。第 1-59 図

参照



第 1-59 図 メーカー試験状況

b．シートジョイントについて

シートジョイントについては，東海第二発電所の防潮堤に設置するもの
と同等の仕様で，他プラントにおいても使用実績がある。

【止水機構の実規模大実証試験】

a．止水機構の実証試験の目的

止水機構が基準地震動 S_s による地震動を受けた時の止水板の挙動を確認することにより，変位追従性，水密ゴムの健全性を確認することを目的に実規模大の試験装置を用いた試験を実施する。

b．実証試験装置の概要

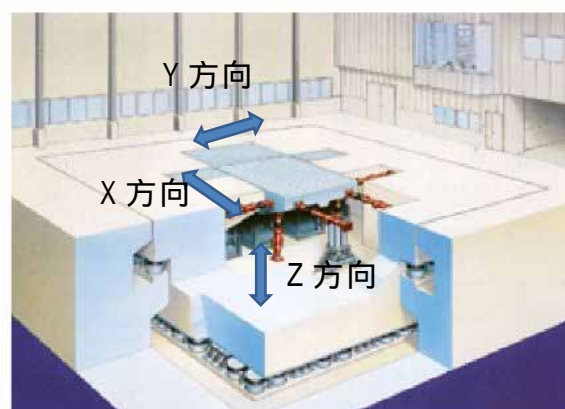
< 加振装置 >

大型 3 軸加振台（場所：茨城県つくば市 第 1-60 図参照）

装置仕様：第 1-21 表のとおり。

第 1-21 表 大型 3 軸加振台基本仕様

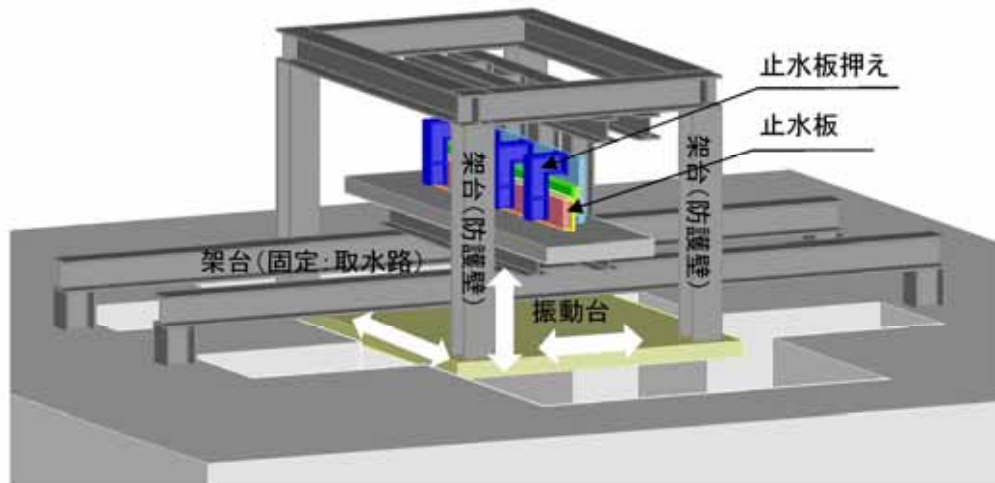
項目		基本仕様		
加速度自由度		3 軸 6 自由度		
最大積載質量		80t f		
テーブル寸法		6m × 4m		
定格値	方向	X 方向 (水平)	Y 方向 (水平)	Z 方向 (鉛直)
	最大変位	± 300mm	± 150mm	± 100mm
	最大加速度	1 G	3 G	1 G



第 1-60 図 大型 3 軸加振台鳥瞰図

< 試験装置 > (第 1-61 図参照)

- ・ 供試体：実機と同仕様の実規模サイズの供試体を製作
- ・ 模擬範囲：止水板 2 枚（各 2m）を連結



第 1-61 図 試験装置（参考）
試験計画の検討により変更の可能性あり

< 試験条件 >

- ・ 地震動：基準地震動 S_s による鋼製防護壁の応答による加速度（水平・鉛直加速度を同時入力），相対変位を考慮。

< 実証試験項目 >

- ・ 止水板の地震時及び水压を模擬した追従性 ：
止水板の動作に異常（浮上りなど）がないことを確認する。
- ・ 水密ゴムの健全性 ： 止水板による水密ゴムの噛み込み，摺動による亀裂・破損・摩耗等がないことを確認する。また，水密ゴムのライニングがない状態についても挙動を確認する。
- ・ 止水機構構成部材の健全性 ： 試験を通じて構成部材に異常（変形，損傷など）がないことを確認する。

< 実施時期及び説明時期 >

試験計画の策定，試験装置の設計・製作完了後，速やかに実施（平成 30 年 4 月頃からの開始を想定）し，試験結果については平成 30 年 5 月頃に説明する。

c．実規模試験後の確認試験

実規模試験後の水密ゴムについて，外観点検を行い明らかな亀裂，破損，損傷等が認められない場合には，漏水試験を実施し評価を行う。

【止水機構の漏水量評価】

止水機構からの漏水量評価を以下の 3 ケースについて評価を実施した。
評価の結果、隣接する非常用海水ポンプの安全機能に影響を与える浸水深ではなかった。評価結果を第 1-22 表に示す。

< ケース 1 >

1 次止水機構のみに期待するケース

< ケース 2 >

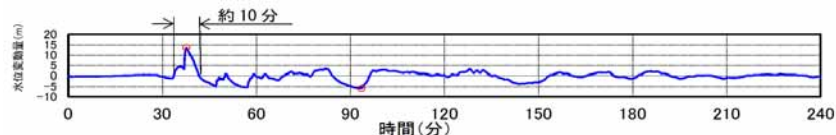
1 次止水機構に加え、2 次止水機構を設置した場合

< ケース 3 >

1 次止水機構の止水板 1 枚の機能喪失 + 2 次止水機構の止水膜が喪失した場合（想定を超えた損傷ケースによる評価）

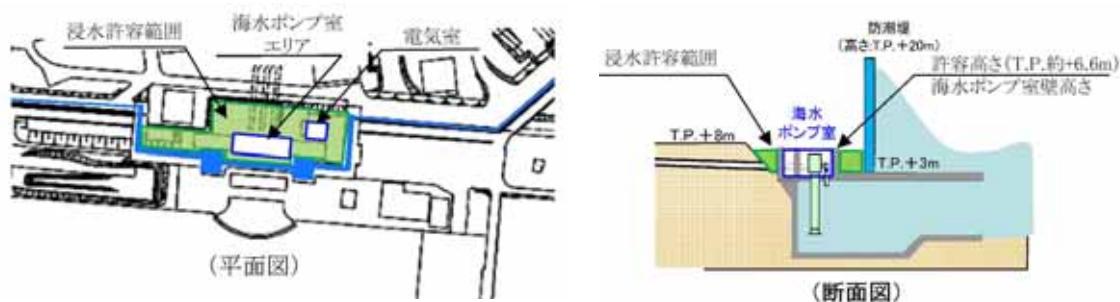
< 評価条件 >

継続時間 : 約 10 分（取水口前面）



許容高さ : T.P. 約 + 6.6m（海水ポンプ室壁高さ）

浸水エリア : 海水ポンプ室浸水エリアを第 1-62 図に示す。



第 1-62 図 海水ポンプ室浸水深エリア

第 1-22 表 1 次止水機構及び 2 次止水機構の漏水量評価結果

	【ケース 1】 1 次止水機構のみに期待するケース (第 520 回審査会台時の説明内容)	【ケース 2】 1 次止水機構に加え、2 次止水機構を設置し た場合	【ケース 3】 1 次止水機構の止水板 1 枚の機能喪失 + 2 次止水機構の止水膜が喪失した場合
概要	1 次止水機構の止水板 1 枚 (2m) の機能が喪失した場合の浸水深を評価する。(開口部は止水板がない場合の鋼製防護壁と底面戸当りの隙間部 (最大 170mm) から評価した。)	ケース 1 にて止水板から漏水した水が 2 次止水機構で確保可能か評価する。	1 次止水機構の止水板 1 枚 (2m) の機能喪失 + 2 次止水機構の止水膜の喪失を想定した場合の敷地の浸水深を評価する。(開口部は止水板がない場合の鋼製防護壁と底面戸当りの隙間部 (最大 170mm) から評価した。)
説明図	<p>保護プレート 止水板 砂除け 漏水経路</p> <p>止水装置 鋼製防護壁 止水板が機能 漏水位置 110mm ~ 170mm</p>	<p>1 次止水機構 止水板 (2m) メンテナンス 2 次止水機構 漏水経路</p> <p>止水膜の水圧試験の結果、防潮堤天端高さ (T.P. + 20m) から設置地盤標高 (T.P. + 3m) を差し引いた値の静水圧 (170kPa) に対して、試験圧力 500 kPa 以上で確認しているため、止水膜から漏えいすることはなく 1 次止水機構からの漏水を保持できる。 なお、止水膜に対する漂流物衝突影響、対策等は詳細設計段階で検討するが、【ケース 3】に示したとおり、止水膜の機能が喪失しても非常用海水ポンプの安全機能に影響ないことを確認している。</p>	<p>鋼製防護壁 止水膜 底面戸当り側</p> <p>2 次止水機構の止水膜が喪失した場合、1 次止水機構からの漏水が、そのまま敷地内に浸水するため、漏水量及び浸水深はケース 1 に同じとなる。</p>
漏水量 / 浸水深	止水板 1 枚喪失時の漏水量 3726m ³ /10 分、 浸水深 約 1.6m (T.P. + 3m 盤より)	-	-

【側部水密ゴムの設置概要について】

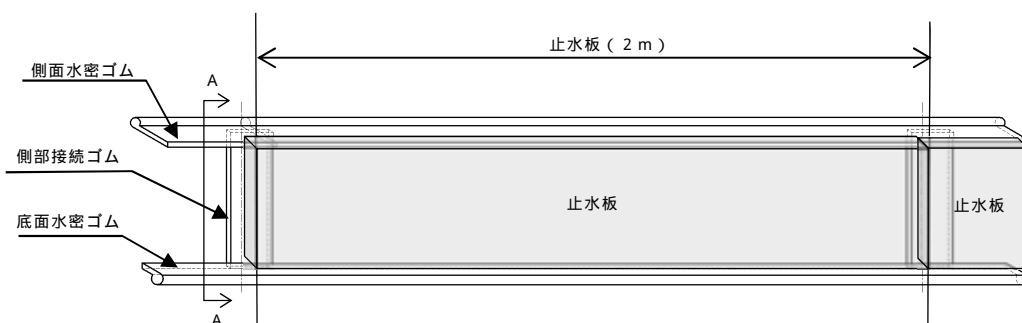
止水板と止水板の間を水密化するための、側部水密ゴムの接続方法及び、止水板への固定方法等について概要を説明する。

< 概 要 >

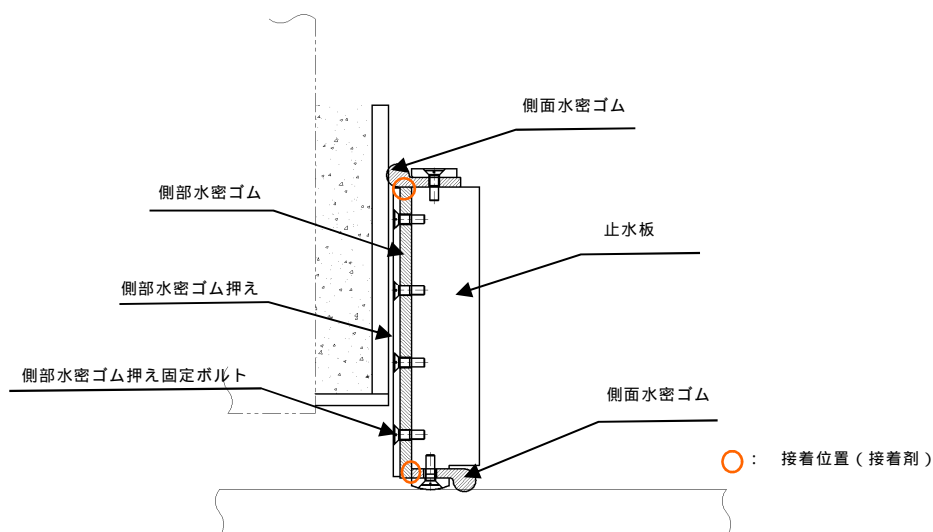
止水板と止水板の間(10mm)の水密性を確保する側部水密ゴム（平形）は、側面・底面水密ゴムと同じ材質のものを使用し、側面・底面水密ゴムに接合した構造としている。

止水板とはボルトにより固定し、底面水密ゴムと側面水密ゴムの接続は接着剤により接着させ、止水板全体の水密性を水密ゴムで確保する。

接続位置については、止水板と側面・底面の構造上から側面戸当り側に接続する。第 1-63 図に水密ゴムの全体概要図、第 1-64 図に側部水密ゴムと止水板の固定概要について示す。



第 1-63 図 水密ゴムの全体概要図



第 1-64 図 側部水密ゴムと止水板の固定概要図 (A-A 矢視)

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の設計方針及び
構造成立性評価結果について

目次

1．防潮堤の要求機能と性能目標について

- (1) 防潮堤に要求される機能
- (2) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮堤高さの設定方針
- (3) 設計方針
 - 1) 構造概要
 - 2) 上部工の構造概要
 - 3) 設計手順
 - 4) 設計荷重
 - 5) 鋼管杭及び鋼管杭基礎の設計方針
 - 6) 上部工の設計方針
 - 7) 止水ジョイント部の設計方針
 - 8) 防潮壁間の相互の支圧力に関する設計方針
 - 9) 地盤高さの嵩上げ（改良体）の設計方針
 - 10) 表層地盤改良及びシートパイルの設定方針
 - 11) 防潮壁の地山寄り付き部における設定方針
 - 12) 防潮壁底部の地盤根入れ長の設定方針
 - 13) 構内排水路と防潮壁の交差部の設計方針
 - 14) 海水引込み管と防潮壁の交差部の設定方針
 - 15) 東海発電所の取水路・放水路と防潮壁の交差部の設定方針
 - 16) 構造物評価における地下水位の設定方針

2．施工実績（本設杭構造）

3．構造成立性評価

- (1) 代表断面の選定
- (2) 代表地震波の選定
- (3) 地震時における鋼管杭基礎の成立性検討結果（二次元有効応力解析）
- (4) 地震時における鋼管杭基礎の成立性検討結果（二次元有効応力解析（断面：地点　，横断・縦断方向））
- (5) 地震時における鋼管杭基礎の成立性検討結果（二次元有効応力解析（岩盤傾斜部））
- (6) 地震時における鋼管杭基礎の成立性検討結果（二次元有効応力解析（岩盤傾斜部，豊浦標準砂を仮定））
- (7) 岩盤傾斜部における地震動の増幅特性及び振動特性による挙動
- (8) 津波時及び重畳時における鋼管杭基礎の成立性検討結果（二次元フレーム解析）
- (9) 上部工の成立性検討結果（二次元梁バネモデル解析）
- (10) 上部工の成立性検討結果（静的三次元 FEM 解析）
- (11) 地盤高さの嵩上げ部及び表層改良体の成立性検討結果
- (12) 止水ジョイント部の成立性検討結果
- (13) まとめ
- (14) 部材の安全余裕について
- (参考資料 1) 敷地内の地下水位の上昇を仮定した場合における防潮堤への影響評価について
- (参考資料 2) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の各設計対象の照査に用いる解析手法について

1 5) 東海発電所の取水路・放水路と防潮壁の交差部の設定方針

東海発電所 取水路・放水路は，鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の南東部で交差する。第 1-41 図に東海発電所 取水路・放水路と防潮壁の交差位置図を示す。

当該取水路・放水路は今後その機能に期待しないことから，鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁と干渉する範囲は，コンクリート等により埋戻しを行う。防潮壁横断部の取水路・放水路の埋戻しイメージ図を第 1-42 図に示す。



第 1-41 図 東海発電所 取水路・放水路交差部位置図

【STEP①】コンクリート等による埋め戻し



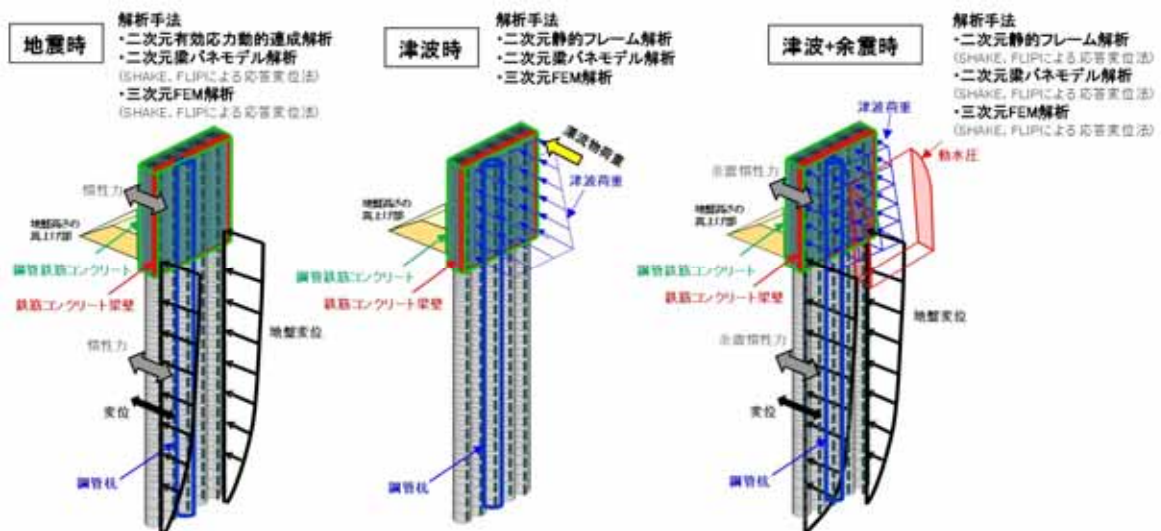
【STEP②】ケーシング削孔～取水路・放水路撤去～鋼管杭設置



第 1-42 図 防潮壁横断部の取水路・放水路埋戻しイメージ図

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の各設計対象の照査に用いる 解析手法について

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の主要部位である鋼管杭，鉄筋コンクリート梁壁及び鋼管鉄筋コンクリートの照査に用いる解析手法について，作用荷重毎に取りまとめた。



評価手法

検討ケース 設計対象	地震時	津波時	津波+余震時	最も厳しい照査 値により評価
鋼管杭	二次元有効応力動的連成解析	津波荷重と漂流物荷重を用いた二次元静的フレーム解析	津波荷重，及び一次元地震応答解析，二次元有効応力動的連成解析による余震時の加速度，動水圧，変位を用いた二次元静的フレーム解析	
鉄筋コンクリート梁壁	一次元地震応答解析，二次元有効応力動的連成解析の地震時の加速度，変位を用いた二次元梁パネモデル解析	津波荷重と漂流物荷重を用いた二次元梁パネモデル解析	津波荷重，及び一次元地震応答解析，二次元有効応力動的連成解析による余震時の加速度，動水圧，変位を用いた二次元梁パネモデル解析	
鋼管鉄筋コンクリート	一次元地震応答解析，二次元有効応力動的連成解析の地震時の加速度，変位を用いた三次元FEM解析	津波荷重と漂流物荷重を用いた三次元FEM解析	津波荷重，及び一次元地震応答解析，二次元有効応力動的連成解析による余震時の加速度，動水圧，変位を用いた三次元FEM解析	

防潮扉の設計と運用等について

1．はじめに

防潮扉は津波防護施設として設置し，防潮堤と同様に基準津波による敷地への流入を防止する。防潮扉の設置箇所は敷地の南側にある国立研究開発法人日本原子力開発機構境界及び海水ポンプエリアであり，それぞれ各 1 箇所ずつ合計 2 箇所設置し，アクセスのために設置する。第1図に防潮扉の設置位置，第2図に防潮堤の構造を示す。

防潮扉の運用は常時閉運用とするが災害発生時に必要時に開閉操作を実施する場合を考慮して，防潮扉の設計と運用に関する方針について説明する。

2．防潮扉の設計について

(1)基本設計方針

防潮扉は津波防護施設として，敷地の南側にある国立研究開発法人日本原子力開発機構境界及び海水ポンプエリアに設置することで計画している。

防潮扉は原則閉運用であるため，開閉操作を行う場合は中央制御室から遠隔操作できるようにし，操作は中央制御室と現地を選択できるよう設計する。また，開閉の際には現場管理員を配置し現場の安全を十分に確保するとともに，万が一の場合には，現地管理員が現地にて閉操作が可能な設計にする。

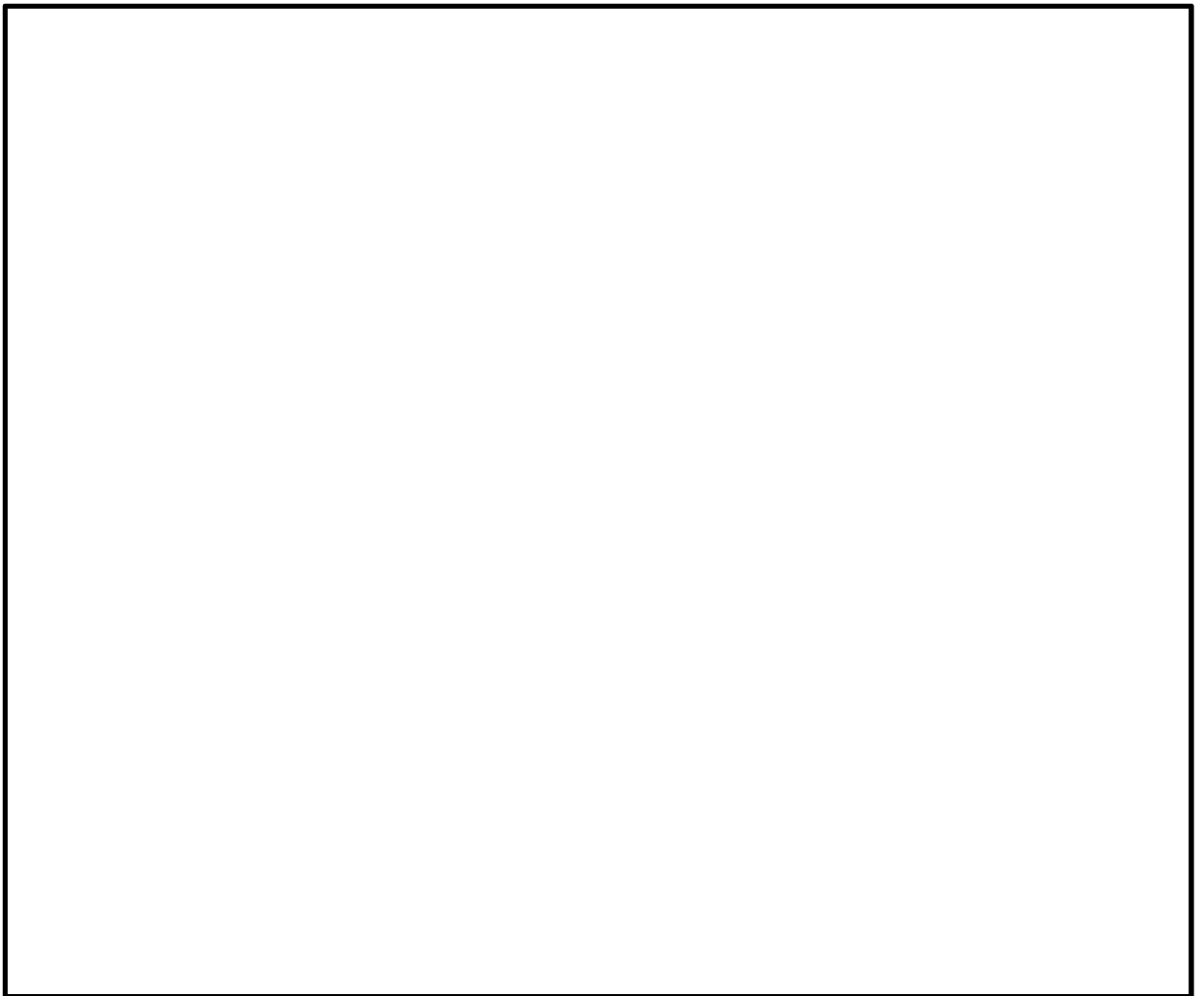
そのため，駆動方式は多重性を持たせ「電動駆動式」と「機械式」とし，電動駆動式に用いる電源は常用電源より供給し，電源がない場合には，電源を必要とせずに現地より閉操作できるよう機械式を採用してい


る。防潮扉に係る適用規格を以下に示す。

< 適用規格 >

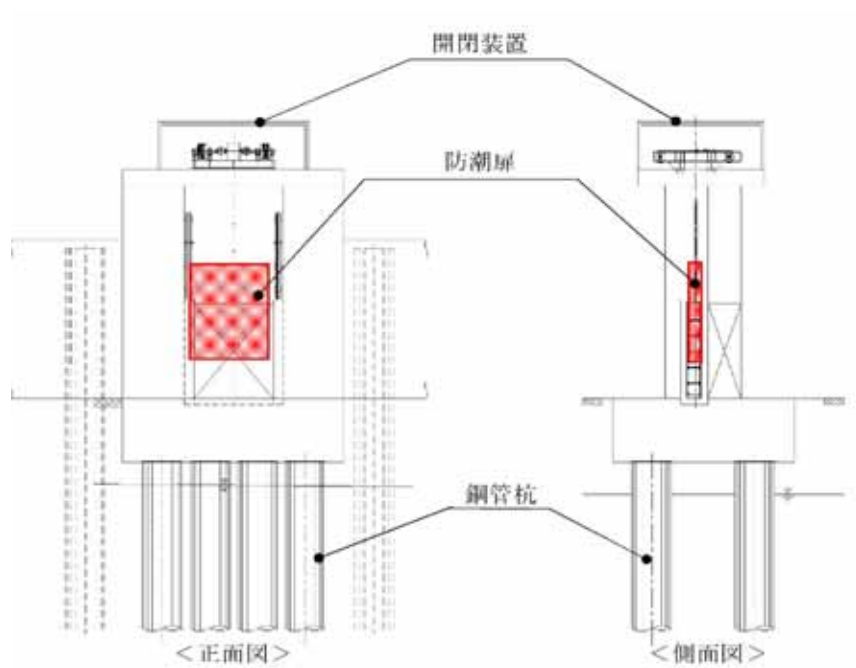
水門鉄管技術基準

ダム・堰施設技術基準（案）

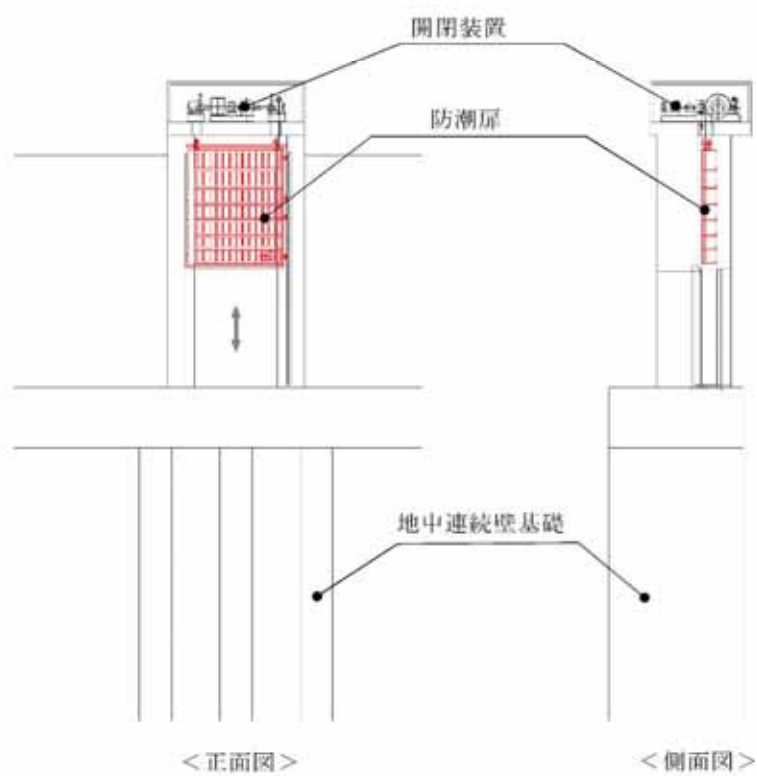


 : 防潮扉設置位置

第 1 図 防潮扉の設置位置（ 2 箇所）



敷地南側境界部防潮扉



海水ポンプエリア防潮扉

第2図 防潮扉の構造

(2)耐震設計方針

防潮扉本体（扉体），開閉装置については津波防護施設としての耐震Sクラスの要求から，基準地震動 S_s による地震動を考慮して設計する。

構造物と地盤との動的相互作用を考慮した2次元動的有効応力解析コード（FLIP）を用いて水平地震動と鉛直地震動による地震応答解析を行う。

防潮扉の閉止操作に支障を来すことがないように，各部材が弾性範囲内に収まるよう設計する。

なお，開閉装置の主要な部分については，構造設計として弾性範囲内にて設計を実施するが，地震における動的機能維持を確認する観点より，閉動作が確実に動作することを確認するため，振動試験を実施し健全性を担保する。

(3)耐津波設計

防潮扉の遮水機能として扉体の4辺に水密ゴムを設置しシール機能を確保し，敷地への浸水を防止する構造とし，防潮堤のルート上の陸域に設置することから基準津波の遡上波による波力に耐える構造設計を行う。採用実績を第1表に示す。

防潮扉の水密性は，ダム・堰施設技術基準（案）（国土交通省）の漏水試験の算出式に準じて求める。漏えい試験装置を用いた漏えい試験を実施し水密ゴムの機能を確認するとともに，ダム・堰施設技術基準（案）の検査内容に準じた検査を実施し水密性を確保していく。漏水試験の算出式及び第2表水密面に係る検査内容を示す。また，漏水試験の結果は，添付資料2-1

8）止水ジョイント部（底部止水機構）に記載している。

< 採用実績 >

防潮扉に設置するスライドゲート型式の扉体の採用実績は多く信頼性は高い。第1表にスライドゲート採用実績，第2表に水密面に係る検査内容を示す。



第 1 表 スライドゲートの採用実績
(A 社製 2017 年 8 月)

	検査内容	測定または確認方法
寸法	水密面の鉛直度，水平度	基準線からの変位を鋼製直尺で測定する。
	水密面の平面度	直定規，すきまゲージで測定する
外観	水密ゴムと水密面の当たり状態	すきまゲージを用いて確認する。
	部材相互の取合いと密着具合	目視により部材の取付け位置を確認する。

第2表 水密面に係る検査内容（抜粋）

< 防潮扉の漏水量評価 >

防潮扉からの許容漏えい量に対する漏水量評価を実施し、敷地内へ浸水した場合の影響について評価する。漏水量の評価対象は、津波の水圧を大きく受ける防潮堤の海水ポンプ室に設置する防潮扉とする。

漏水量の算出式（ダム・堰施設技術基準（案））

$$W = 10.2 L \times P = 10.2 \times 855 \times 0.153 = 1.34 \text{ } \ell/\text{min}$$

W：漏水量（mℓ/min）

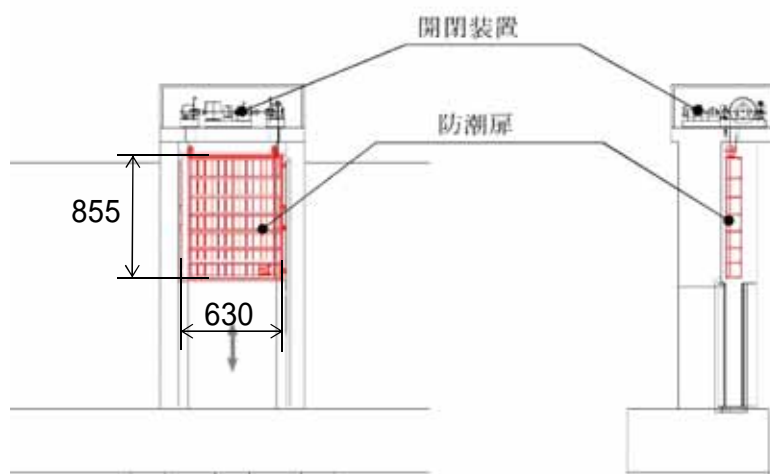
P：設計圧力（MPa） 津波高さT.P.+17.9m - 設置位置T.P.+2.8m
= 15.1m 0.153MPa

L：長辺の長さ（cm） 長辺855cm （第3図）

基準津波の継続時間約10分とした場合、約13.4 ℓの漏えい量であった。

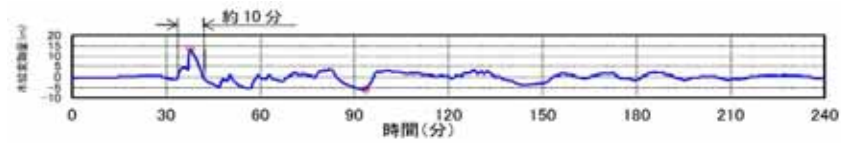
評価の結果、海水ポンプ室の浸水エリア内に 13.4 ℓ浸水したとしても、ごく僅かであり安全機能に影響を与える漏水量ではない。

防潮扉（海水ポンプ室）の長辺の長さ



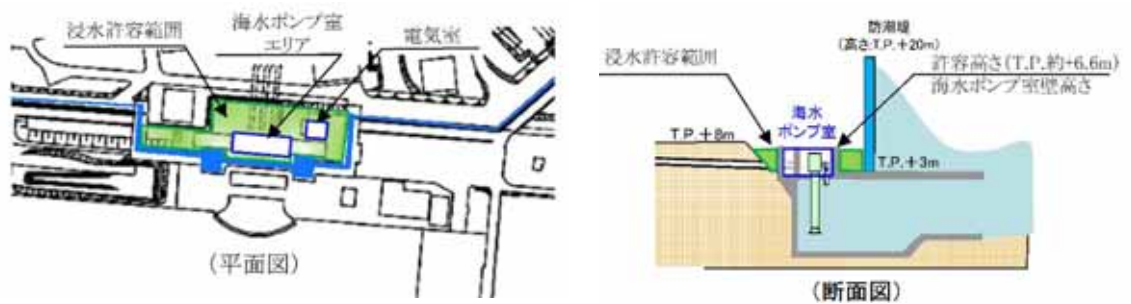
第 3 図 防潮扉の寸法図

継続時間 : 約 10 分 (取水口前面)



許容高さ : T.P.約 + 6.6m (海水ポンプ室壁高さ)

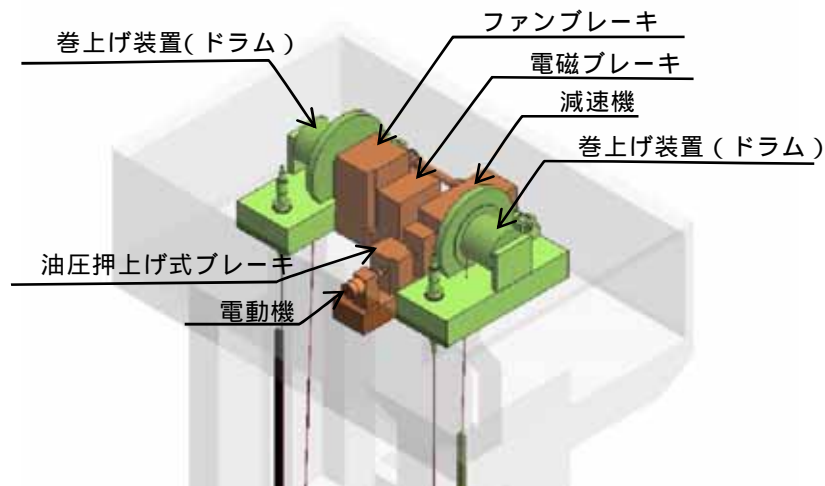
浸水エリア : 海水ポンプ室浸水エリアを第 4 図に示す。



第 4 図 海水ポンプ浸水エリア

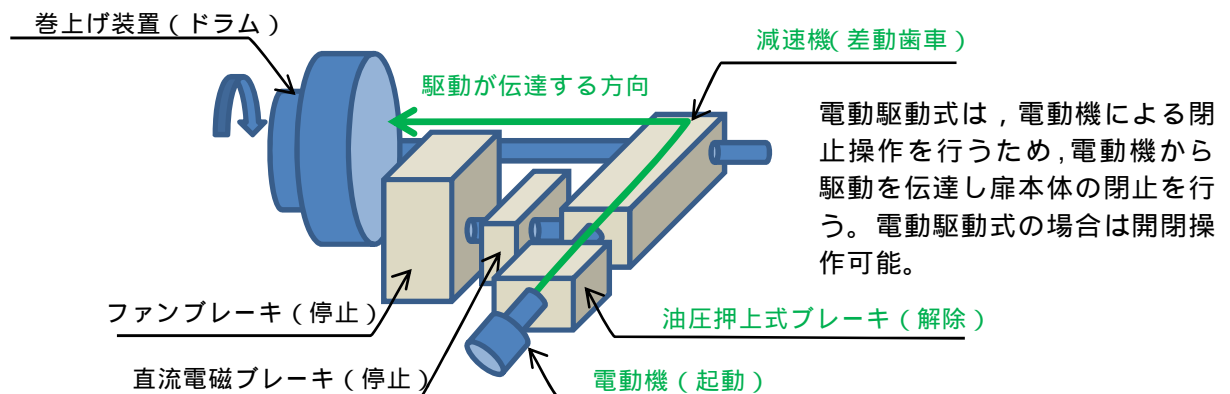
(4)開閉装置の構造設計について

開閉装置の駆動方法は電動機による「電動駆動式」とファンブレーキによる「機械式」の2つの構造がある。第3図～第5図に開閉装置の構造及び動作原理について示す。第5図に開閉装置の構成を示す。



第5図 開閉装置の構成

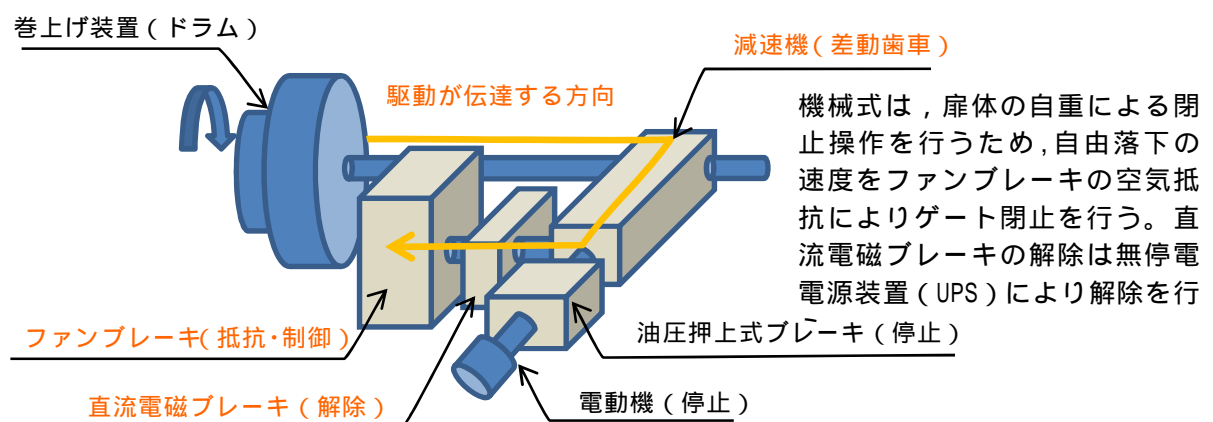
電動駆動式は 電動機を駆動，油圧押し上げ式ブレーキを解除，減速機，巻き上げ装置を経由し防潮扉を閉止させる構造である。電動駆動式は開閉操作が可能である。（第6図参照）



第6図 電動駆動式の構造及び動作原理（開閉操作可能）

機械式は、直流電磁ブレーキを解除、巻き上げ装置に引き上げられている放水路ゲートの自重による落下、ファンブレーキによる落下速度の制御により防潮扉を閉止させる機械的な構造である。機械式は電動駆動用の電源を必要とせず、直流電磁ブレーキを解除できるよう無停電電源装置（UPS）を設置している。機械式は閉操作のみ可能である。

（第7図参照）



第 7 図 機械式の構造及び動作原理（閉操作のみ）

(6)開閉装置の振動試験について

a．試験目的

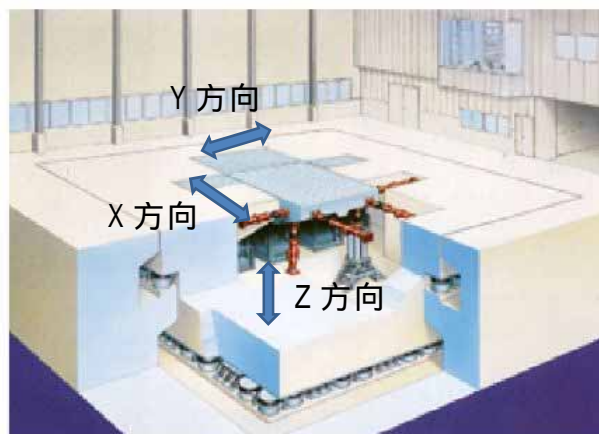
開閉装置の成立性確認のため，基準地震動 S_s の選定波を係数倍した加振波を用いて，実機大の防潮扉の開閉装置を用いた振動試験を行い地震後の動的機能維持を確認する。なお，開閉装置設置位置における加速度応答が算出された段階で，当該試験に用いた加振条件に包絡していることの確認をJEAC4601（2015）「4.6.3.2試験による評価の方法」に準じて行う。

b．試験方法

振動台上に架台を設置しその上に防潮扉に設置する開閉装置を基礎ボルトで固定し，水平方向と鉛直方向とを同時加振する。第8図に大型3軸振動台の概要を示す。

振動台の規格

加振自由度	3軸6自由度		
最大積載重量	80 t f		
テーブル寸法	X : 6m x Y : 4m		
定格	X 方向	Y 方向	Z 方向
最大変位	± 300mm	± 150mm	± 100mm
最大加速度 (35 t 積載時)	1 G (水平)	3 G (水平)	1 G (鉛直)



第8図 大型3軸振動台の概要

c. 試験条件

加振試験に使用する入力条件は以下のとおり。

< 入力地震動の作成 >

加振試験に用いる基準地震動 S_s は、解放基盤面からの地盤の特性に応じた地震動の応答スペクトル基準地震動 $S_s - D1$ (耐専波) を選定した。また、一次元地盤応答解析 (SHAKE) による地盤応答結果から地表面における最大応答加速度が最も大きくなる $S_s - 22$ (鉛直方向最大) 及び $S_s - 31$ (水平方向最大) についても選定した。

< 加振条件 >

第5表に加振試験に用いた加振条件を示す。加振試験に用いる加振波は、前項で選定した $S_s - D1$, $S_s - 22$ 及び $S_s - 31$ を加速度方向に係数倍した地震波を用いる。 $S_s - D1$ に対しては、JEAC4601(2015)の評価を実施するため、地表面応答加速度を4.49倍し全周期帯を包絡させた地震動を作成した。また、 $S_s - 22$ については鉛直方向最大、 $S_s - 31$ については水平方向最大の応答加速度に対し約2倍増幅させ機器の健全性を確認する加振条件とした。

更に、地表面のSHAKEの応答加速度に対し開閉装置位置の応答加速度まで考慮する必要があり、開閉装置 (防潮扉) の位置 (T.P.+22.5m) の応答加速度を想定するため、FLIP/SHAKEの比率 (1.73倍) を算定した。地表面応答加速度 (開閉装置位置における包絡波4.49倍) と FLIP/SHAKEの比率 (開閉装置位置における応答加速度1.73倍) との応答スペクトルの振幅倍率は 入力地震動 (2.59倍) となる。

また、 $S_s - 22$ (鉛直最大)、 $S_s - 31$ (水平最大) の場合も同様に、鉛直及び水平加速度の地表面加速度の約2倍を設定し、FLIP/SHAKE比率を掛合せた 入力地震動を設定した。第3表に各地震

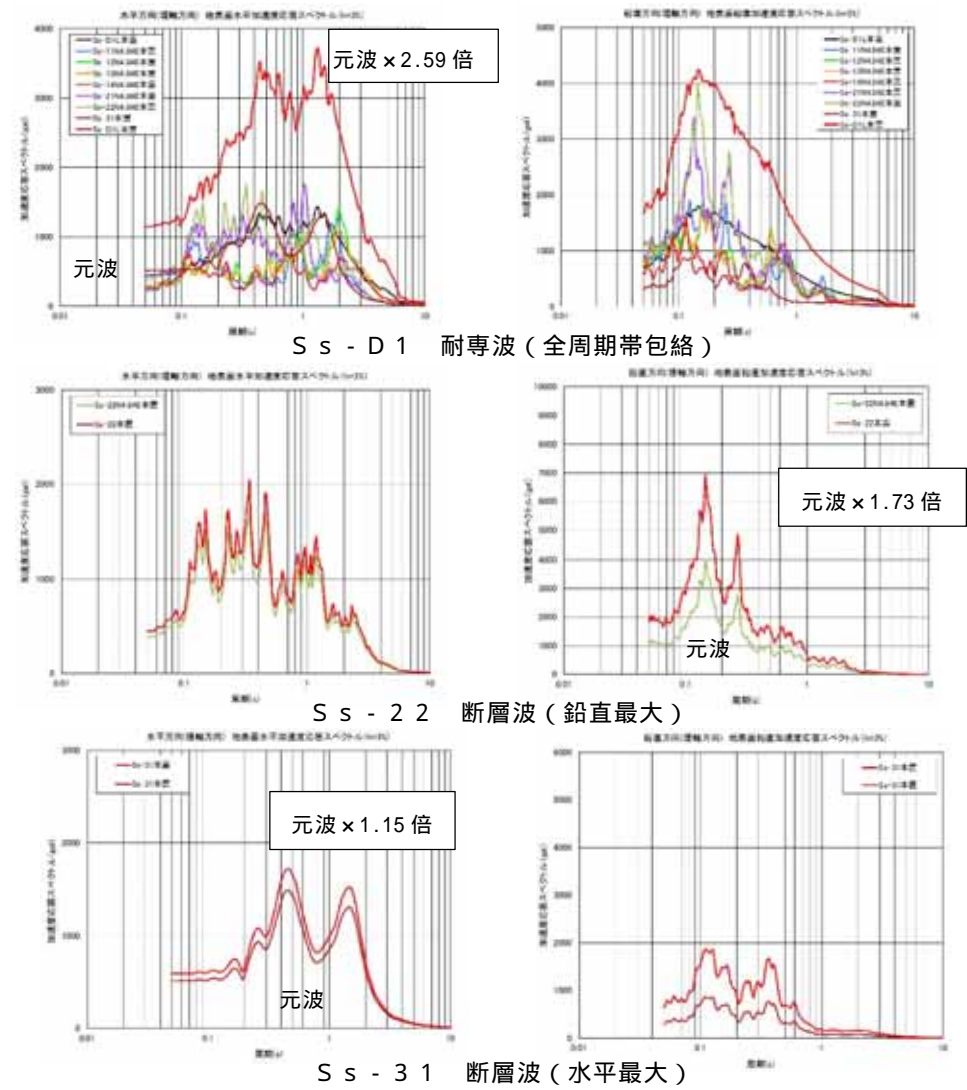
波における加振条件を示す。第9図模擬地震波の加速度応答スペクトル参照。なお，振動台の性能から高倍率の加振条件においては，各構成部品の固有周期が有しない範囲についてはフィルター処理を実施した。

第3表

各地震波における加振条件

地震波	地表面応答加速度 (SHAKE × 係数倍)	開閉装置位置の応答加速度 (FLIP/SHAKE)	入力地震動 (/)
S _s - D 1	4.49	1.73	2.59
S _s - 2 2	1.61	0.93	1.73
S _s - 3 1	2	1.73	1.15

振動試験装置の性能上 1.61 倍とした。



第9図

模擬地震波の加速度応答スペクトル

5 条

添付 2 5-12

d．試験装置

防潮扉の開閉装置の中でも最大な設備を選定し，開閉装置のワイヤーの巻き上げ装置については，駆動軸の長いワイヤーの巻き上げ装置側を製作した。

また，ワイヤー巻き上げ装置には扉の荷重を模擬するため巻き上げ装置の下部にトルク装置を設置し扉の荷重を模擬し試験を実施した。

試験に用いた開閉装置の概要は以下の通り。第10図に開閉装置の試験装置（全景）を示す。

< 試験装置の構成 >

開閉装置（減速機，直流電磁ブレーキ，ファンブレーキ，他） 1 式
制御盤 1 式



第10図 開閉装置の試験装置（全景）

e．試験結果

試験前及び加振試験後に外観点検を実施し異常のないことを確認した。

また，試験後の動作確認においても試験装置上に設置している操作盤より操作を実施し異常なく開閉装置が動作する事を確認した。

3 . 防潮扉の運用について

(1)防潮扉を開閉する場合の手順

駆動方式による開閉手順は以下の通り。

a . 電動駆動式による開閉操作の手順

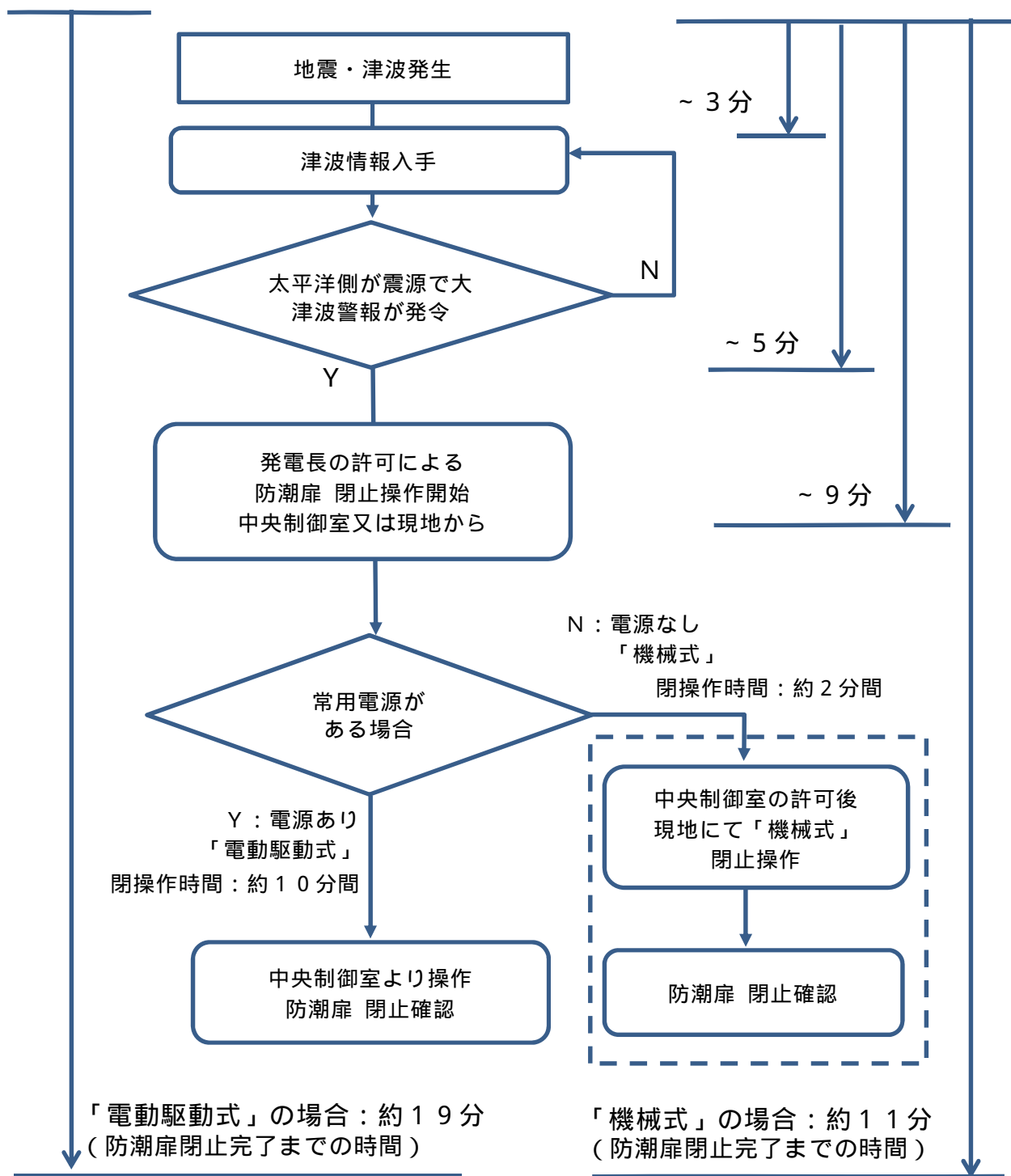
開閉操作する場合は、該当する作業件名の作業管理体制に基づき現場の安全を十分に確保（現場管理員が確認）したのち、発電長の許可を得て中央制御室より行う。閉止時間は操作開始後約10分後である。

b . 機械式による開閉操作の手順

万一、開閉操作中に地震等により通常電源が使用できない場合、大津波警報等が発表された場合には、現場管理員により「機械式」による閉止操作を行う。

操作は、該当する作業管理体制に基づき現場の安全を十分に確保したのち、発電長の許可を得てから、現地にて「機械式」の操作を実施する。「機械式」による閉止時間は操作開始後約3分である。第11図に防潮扉閉止操作フローを示す。

防潮扉の閉止操作時間は、地震・津波発生から電動駆動式の場合で約19分、機械式の場合で約11分かかる。基準津波による津波の到達時間は約37分であるため、到達までに防潮扉を閉止することができる。



第11図 防潮扉閉止操作フロー

耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて

東海第二発電所において設置する津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備においては，設置許可基準規則及び関連審査ガイドに記載される下記事項を考慮した上で荷重の組合せを設定する。

	記載箇所	記載内容	考慮する荷重
1	耐震審査ガイド ¹ 6.3.1及び6.3.2	常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組合せること。	・常時荷重 ・地震荷重
2	耐震審査ガイド ¹ 6.3.3	地震と津波が同時に作用する可能性について検討し，必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・津波荷重
3	耐津波審査ガイド ² 5.1	耐津波設計における荷重の組合せを適切に考慮して，津波と余震荷重が考慮されていること。	・常時荷重 ・津波荷重 ・余震荷重
4	耐津波審査ガイド ² 5.4.2	津波による波圧及び漂流物の衝突による荷重の組合せを考慮して設計すること。	・津波荷重 ・漂流物衝突荷重
5	耐津波審査ガイド ² 5.3	津波監視設備については，地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。	・地震荷重 ・風荷重
6	設置許可基準規則 第6条	重要安全施設は，当該重要安全施設に大きな影響を及ぼす恐れがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。	・その他自然現象による荷重

1：「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」

2：「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」

1. 考慮する荷重について

(1) 常時荷重

常時作用している荷重として、自重、積載荷重及び海中施設に対する静水圧等を考慮する。

なお、当該施設・設備に運転時の荷重が作用する場合は、運転時荷重を考慮する。

(2) 地震荷重 (S_s)

基準地震動 S_s に伴う地震力を考慮する。

(3) 余震荷重

余震荷重として、弾性設計用地震動 S_d に伴う地震力を考慮する。

なお、施設が浸水した状態で余震が発生した場合の動水圧荷重（スロッシング荷重）も合わせて考慮する。

(4) 津波荷重（静）

津波による浸水に伴う静水圧（水頭）を考慮する。

(5) 津波荷重（動・突き上げ）

津波の波圧が水路等の経路を経由して作用する場合は、経路の応答圧力（水頭）として動水圧及び静水圧によって鉛直上向きに作用する荷重を考慮する。

(6) 津波荷重（動・波圧）

津波の波力が直接作用する場合は、津波高さ又は津波の浸水深による静水圧並びに動水圧として作用する津波の波圧による荷重を考慮する。

(7) 漂流物衝突荷重

漂流物の衝突荷重を考慮する。

(8) 風荷重

「第6条 外部からの衝撃による損傷の防止」において規定する設計基準風速に伴う荷重を考慮する。

風荷重としては、竜巻による風荷重又は竜巻以外の風荷重として「建築基準法(建設告示第1454号)」に基づく立地地域(東海村)の基準風速による風荷重を考慮する。ただし、竜巻による風荷重については、「第6条 外部からの衝撃による損傷の防止」において竜巻防護施設に該当する施設・設備について考慮する。

(9) その他自然現象に伴う荷重(積雪荷重, 降下火砕物荷重)

「第6条 外部からの衝撃による損傷の防止」に従い、積雪荷重及び降下火砕物荷重を考慮する。各荷重は「第6条 外部からの衝突による損傷の防止」に規定する設計積雪荷重, 設計降下火砕物荷重を考慮する。

ただし、降下火砕物荷重については、「第6条 外部からの衝撃による損傷の防止」において火山防護施設に該当する施設・設備について考慮する。

2. 荷重の組合せ

(1) 荷重の組合せの考え方

荷重の組合せの設定に当たっては、施設・設備の設置状況を考慮し、以下の考え方により組合せを設定する。

a. 設置場所

屋内又は海中に設置する施設・設備については、風及びその他自然現象の影響を受けないため「風荷重」、「積雪荷重」及び「降下火砕物荷重」は考慮不要とする。

b . 津波荷重の種別

津波の波力の影響を受けない施設・設備については、津波荷重として、「津波荷重（静）」を考慮する。

津波の波力の影響を受ける施設・設備については、津波荷重として動水圧を考慮する。直接波力が作用する施設・設備については、「津波荷重（動・波圧）」を考慮する。経路を経由して波圧が作用する施設・設備については、「津波荷重（動・突き上げ）」を考慮する。

c . 漂流物衝突の有無

漂流物の衝突が想定される施設・設備については「漂流物衝突荷重」を考慮する。

3. 各施設・設備の設計において考慮する荷重の組合せ

各施設・設備に展開し、津波防護施設及び浸水防止設備の設計に当たって考慮する荷重の組合せを以下のとおり整理する。第1表に各施設・設備の荷重の組合せを示す。

(1) 防潮堤及び防潮扉

防潮堤及び防潮扉は、その設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所

屋外の設置であるため、風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況、構造(形状)等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。

b. 津波荷重の種別

津波の波力を直接受けることから、津波荷重(動・波力)を考慮する。

c. 漂流物衝突の有無

漂流物の衝突が想定されるため、漂流物の衝突荷重を考慮する。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重 + 地震荷重 (S_s)
- ・ 常時荷重 + 津波荷重 (動・波圧)
- ・ 常時荷重 + 津波荷重 (動・波圧) + 余震荷重
- ・ 常時荷重 + 津波荷重 (動・波圧) + 漂流物衝突荷重

なお、防潮堤及び防潮扉は竜巻防護施設及び火山防護施設には該当しないが、津波防護に対する重要性を鑑み、自主的に竜巻による風荷重及び降下火砕物荷重を考慮する。

(2) 放水路ゲート

放水路ゲートは，その設置状況より以下のとおり整理される。

a．設置場所

屋外の設置であるため，風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については，設備の設置状況，構造(形状)等の条件を含めて，適切に組合せを考慮する。

b．津波荷重の種別

荷重を受ける方向は鉛直上向き以外の方向もあるが，津波の波力が放水路を経由して受けるため，経路の応答圧力による荷重が支配的であり，津波荷重（動・突き上げ）を考慮する。

c．漂流物衝突の有無

放水口の開口からの漂流物は想定されないため，漂流物衝突荷重は考慮しない。

上記を考慮し，以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重 + 地震荷重（ S_s ）
- ・ 常時荷重 + 津波荷重（動・突き上げ）
- ・ 常時荷重 + 津波荷重（動・突き上げ） + 余震荷重

(3) 構内排水路逆流防止設備

構内排水路逆流防止設備は，その設置状況より以下のとおり整理される。

a．設置場所

屋外の設置であるため，風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については，設備の設置状況，構造(形状)等の条件を含めて，適切に組合せを考慮する。

b . 津波荷重の種別

構内排水路逆流防止設備は、防潮堤の前面に設置されているため、津波の波力を直接受けると考え、津波荷重（動・波力）を考慮する。

c . 漂流物衝突の有無

集水枡内に設置するため、漂流物の到達は想定されないため、漂流物衝突荷重は考慮しない。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重 + 地震荷重（ S_s ）
- ・ 常時荷重 + 津波荷重（動・波力）
- ・ 常時荷重 + 津波荷重（動・波力） + 余震荷重

(4) 貯留堰

貯留堰は、その設置状況より以下のとおり整理される

a . 設置場所

海中の設置であるため、風荷重及びその他自然現象に伴う荷重は考慮しない。

海中の設置であるため、貯留堰天端高さより上方の水頭を積載荷重として考慮する。

b . 津波荷重の種別

津波の波力を直接受けることから、津波荷重（動・波力）を考慮する。

c . 漂流物衝突の有無

漂流物の衝突が想定されるため , 漂流物の衝突荷重 (押し波時及び引き波時) を考慮する。

上記を考慮し , 以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重 + 地震荷重 (S_s)
- ・ 常時荷重 + 津波荷重 (動・波圧)
- ・ 常時荷重 + 津波荷重 (動・波圧) + 余震荷重
- ・ 常時荷重 + 津波荷重 (動・波圧) + 漂流物衝突荷重

(5) 取水路点検用開口部浸水防止蓋

取水路点検用開口部浸水防止蓋は , その設置状況より以下のとおり整理される。

a . 設置場所

屋外の設置のため , 風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については , 設備の設置状況 , 構造 (形状) 等の条件を含めて , 適切に組合せを考慮する。

b . 津波荷重の種別

津波の波力が取水路を経由して受け , 鉛直上向きに作用するため , 津波荷重 (動・突き上げ) を考慮する。

c . 漂流物衝突の有無

取水路の上版への設置であり , 漂流物の到達が想定されないため , 漂流物の衝突荷重は考慮しない。

上記を考慮し , 以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重 + 地震荷重 (S_s)
- ・ 常時荷重 + 津波荷重 (動・突き上げ)
- ・ 常時荷重 + 津波荷重 (動・突き上げ) + 余震荷重

(6) 海水ポンプグラントレン排出口逆止弁，取水ピット空気抜き配管逆止弁

海水ポンプグラントレン排出口逆止弁及び取水ピット空気抜き配管逆止弁は，その設置状況より以下のとおり整理される。

a．設置場所

屋外の設置であるため，風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については，設備の設置状況，構造（形状）等の条件を含めて，適切に組合せを考慮する。

b．津波荷重の種別

津波の波力が取水路を經由して受け，鉛直上向きに作用するため，津波荷重（動・突き上げ）を考慮する。

c．漂流物衝突の有無

取水ピット上版への設置であり，漂流物の到達が想定されないため，漂流物の衝突荷重は考慮しない。

上記を考慮し，以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・常時荷重＋地震荷重（ S_s ）
- ・常時荷重＋津波荷重（動・突き上げ）
- ・常時荷重＋津波荷重（動・突き上げ）＋余震荷重

(7) 放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋

放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋は，その設置状況より以下のとおり整理される。

a．設置場所

屋外の設置のため，風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については，設備の設置状況，構造（形状）等の条件を含めて，適切に組合せを考慮する。

b . 津波荷重の種別

津波の波力が放水路を經由して受け , 鉛直上向きに作用するため , 津波荷重 (動・突き上げ) を考慮する。

c . 漂流物衝突の有無

放水路の上版への設置であり , 漂流物の到達が想定されないため , 漂流物の衝突荷重は考慮しない。

上記を考慮し , 以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重 + 地震荷重 (S_s)
- ・ 常時荷重 + 津波荷重 (動・突き上げ)
- ・ 常時荷重 + 津波荷重 (動・突き上げ) + 余震荷重

(8) S A 用海水ピット開口部浸水防止蓋

S A 用海水ピット開口部浸水防止蓋は , その設置状況より以下のとおり整理される。

a . 設置場所

屋外の設置であるため , 風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については , 設備の設置状況 , 構造 (形状) 等の条件を含めて , 適切に組合せを考慮する。

b . 津波荷重の種別

津波の波力が S A 用海水ピット用取水塔及び海水引込み管を經由して受け , 鉛直上向きに作用するため , 津波荷重 (動・突き上げ) を考慮する。

c . 漂流物衝突の有無

S A 用海水ピット上部開口部への設置であり，漂流物の到達が想定されないため，漂流物の衝突荷重は考慮しない。

上記を考慮し，以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重 + 地震荷重 (S_s)
- ・ 常時荷重 + 津波荷重 (動・突き上げ)
- ・ 常時荷重 + 津波荷重 (動・突き上げ) + 余震荷重

(9) 緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋，緊急用海水ポンプグランド dren 排水口逆止弁，緊急用海水ポンプ室床 dren 排水口逆止弁

緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋，緊急用海水ポンプグランド dren 排水口逆止弁及び緊急用海水ポンプ室床 dren 排水口逆止弁は，その設置状況より以下のとおり整理される。

a . 設置場所

屋内の設置のため，風荷重及びその他自然現象に伴う荷重は考慮しない。

なお，緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋，緊急用海水ポンプグランド dren 排水口逆止弁及び緊急用海水ポンプ室床 dren 排水口逆止弁は屋内の設置であり，火山防護施設ではないため，降下火砕物荷重は考慮しない。

b . 津波荷重の種別

津波の波力が S A 用海水ピット用取水塔，海水引込み管，S A 用海水ピット及び緊急用海水取水管を經由して受け，鉛直上向きに作用するため，津波荷重 (動・突き上げ) を考慮する。

c . 漂流物衝突の有無

緊急用海水ポンプピットの上版への設置であり，漂流物の到達が想定されないため，漂流物の衝突荷重は考慮しない。

上記を考慮し，以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重 + 地震荷重 (S_s)
- ・ 常時荷重 + 津波荷重 (動・突き上げ)
- ・ 常時荷重 + 津波荷重 (動・突き上げ) + 余震荷重

(10) 海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋

海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋は，その設置状況より以下のとおり整理される。

a . 設置場所

屋外の設置であるため，風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については，設備の設置状況，構造(形状)等の条件を含めて，適切に組合せを考慮する。

b . 津波荷重の種別

津波が遡上又は流入しない箇所への設置であり，非常用海水系配管(戻り管)，屋外タンク等の損傷に起因する溢水による浸水のため，津波荷重(静)を考慮する。

c . 漂流物衝突の有無

津波が遡上又は流入しない箇所への設置であるため，漂流物衝突荷重は考慮しない。

上記を考慮し，以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重 + 地震荷重 (S_s)
- ・ 常時荷重 + 津波荷重 (静)
- ・ 常時荷重 + 津波荷重 (静) + 余震荷重

- (11) 海水ポンプ室貫通部止水処置，原子炉建屋境界貫通部止水処置
海水ポンプ室貫通部止水処置及び原子炉建屋境界貫通部止水処置は，その設置状況より以下のとおり整理される。

a．設置場所

屋外又は屋外との境界の設置であるため，風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については，設備の設置状況，構造（形状）等の条件を含めて，適切に組合せを考慮する。

b．津波荷重の種別

津波が遡上又は流入しない箇所への設置であり，循環水系配管，非常用海水系配管（戻り管），屋外タンク等の損傷に起因する溢水による浸水のため，津波荷重（静）を考慮する。

c．漂流物衝突の有無

津波が遡上又は流入しない箇所への設置であるため，漂流物衝突荷重は考慮しない。

上記を考慮し，以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・常時荷重＋地震荷重（ S_s ）
- ・常時荷重＋津波荷重（静）
- ・常時荷重＋津波荷重（静）＋余震荷重

- (12) 防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置

防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置は，その設置状況より以下のとおり整理される。

a．設置場所

屋外の設置であるため，風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については，設備の設置状況，構造（形状）等の条件を含めて，適切に組合せを考慮する。

b . 津波荷重の種別

防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置は，防潮堤の前面に設置されているため，津波の波力を直接受けると考え，津波荷重（動・波力）を考慮する。

c . 漂流物衝突の有無

防潮堤及び防潮扉の下部への設置となり防潮堤前面に位置するが，構造（形状）より漂流物が直接貫通部止水処置に衝突するとは考え難いことから，漂流物衝突荷重は考慮しない。

上記を考慮し，以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重 + 地震荷重（ S_s ）
- ・ 常時荷重 + 津波荷重（動・波力）
- ・ 常時荷重 + 津波荷重（動・波力） + 余震荷重

(13) 津波・構内監視カメラ

津波・構内監視カメラは，その設置状況より以下のとおり整理される。

a . 設置場所

屋外の設置ため，風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については，設備の設置状況，構造（形状）等の条件を含めて，適切に組合せを考慮する。

b . 津波荷重の種別

津波が遡上又は流入しない防潮堤内側に設置するため，津波荷重は考慮しない。

c . 漂流物衝突の有無

津波が遡上又は流入しない防潮堤内側に設置するため，漂流物衝突荷重は考慮しない。

上記を考慮し，以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重 + 地震荷重 (S_s)

(14) 取水ピット水位計

取水ピット水位計は，その設置状況より以下のとおり整理される。

a . 設置場所

屋外の設置であるため，風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については，設備の設置状況，構造(形状)等の条件を含めて，適切に組合せを考慮する。

b . 津波荷重の種別

津波の波力が取水路を經由して受け，鉛直上向きに作用するため，津波荷重(動・突き上げ)を考慮する。

c . 漂流物衝突の有無

取水ピットへの設置であり，漂流物の到達は想定されないため，漂流物衝突荷重を考慮しない。

上記を考慮し，以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重 + 地震荷重 (S_s)
- ・ 常時荷重 + 津波荷重 (動・突き上げ)
- ・ 常時荷重 + 津波荷重 (動・突き上げ) + 余震荷重

(15) 潮位計

潮位計は、その設置状況より以下のとおり整理される。

a . 設置場所

屋外の設置であるため、風荷重及びその他自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況、構造(形状)等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。

b . 津波荷重の種別

潮位計は、取水路の取水口側に設置されているため、津波の波力を直接受けると考え、津波荷重(動・波力)を考慮する。

c . 漂流物衝突の有無

取水路内への設置であり、漂流物の到達は想定されないため、漂流物衝突荷重を考慮しない。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重 + 地震荷重 (S_s)
- ・ 常時荷重 + 津波荷重 (動・波圧)
- ・ 常時荷重 + 津波荷重 (動・波圧) + 余震荷重

第1表 各施設・設備の荷重の組合せ（1/3）

施設・設備	常時荷重	地震荷重	余震荷重	津波荷重			漂流物衝突荷重	備考
				静	動き上げ	動波圧		
防潮堤及び防波堤								風重及びその他自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況（形状）等組合せを考慮する。
放水路ゲート								風重及びその他自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況（形状）等組合せを考慮する。
構内排水路逆流防止設備								風重及びその他自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況（形状）等組合せを考慮する。
貯留堰								
取水路点検用開口部浸水防止蓋								風重及びその他自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況（形状）等組合せを考慮する。
海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁								風重及びその他自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況（形状）等組合せを考慮する。
取水ピット空気抜き配管逆止弁								風重及びその他自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況（形状）等組合せを考慮する。

第1表 各施設・設備の荷重の組合せ（2/3）

施設・設備	常時荷重	地震荷重	余震荷重	津波荷重			漂流物衝突荷重	備考
				静	動き 突き上げ	動き 波圧		
放水路ゲート点検 用開口部浸水防止 蓋								風荷重及びその他の自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況、構造（形状）等を考慮する。
S A 用ピット開口 部浸水防止蓋								風荷重及びその他の自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況、構造（形状）等を考慮する。
緊急用海水ポンプ ピット点検用開口 部浸水防止蓋								
緊急用海水ポンプ グラウンドレン排 出口逆止弁								
緊急用海水ポンプ 室床ドレン排出口 逆止弁								
海水ポンプ室ケー ブル点検口浸水防 止蓋								風荷重及びその他の自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況、構造（形状）等を考慮する。

第1表 各施設・設備の荷重の組合せ（3/3）

施設・設備	常時荷重	地震荷重	余震荷重	津波荷重			漂流物衝突荷重	備考
				静	動き上げ	動 波圧		
海水ポンプ室貫通 部止水処置								風重及びその他自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況、構造（形状）等を考慮する。
原子炉建屋境界貫 通部止水処置								風重及びその他自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況、構造（形状）等を考慮する。
防潮堤及び防潮扉 下部貫通部止水処 置								風重及びその他自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況、構造（形状）等を考慮する。
津波・構内監視 カメラ								風重及びその他自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況、構造（形状）等を考慮する。
取水ピット水位計								風重及びその他自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況、構造（形状）等を考慮する。
潮位計								風重及びその他自然現象に伴う荷重については、設備の設置状況、構造（形状）等を考慮する。

防潮堤及び貯留堰における津波荷重の設定方針について

目次

1．津波荷重の算定式

（１）津波波圧算定式に関する文献の記載

2．東海第二発電所のサイト特性を反映した防潮堤に作用する津波波 圧の把握について

（１）分裂波発生に関する検討

（２）水理模型実験

（３）水理模型実験結果の検証（再現性検討）

（４）まとめ

3．津波波圧算定式適用に対する考え方

（１）防潮堤及び防潮扉

（２）貯留堰

2．東海第二発電所のサイト特性を反映した防潮堤に作用する津波波圧の把握について

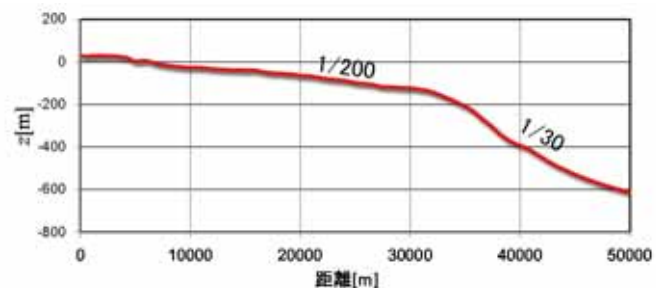
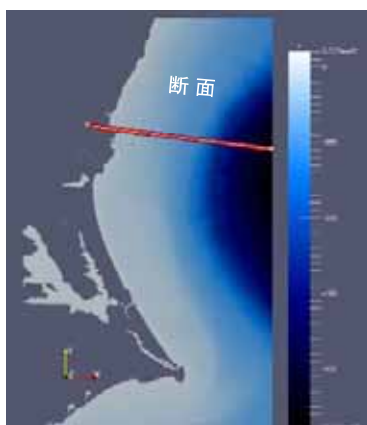
(1) 分裂波発生に関する検討

沖合から伝播してくる津波が，サイト前面においてソリトン分裂波を伴うか否かの判定に当たっては，「防波堤の耐津波設計ガイドライン」において以下の2つの条件に合致する場合，ソリトン分裂波が発生するとされている。

おおむね入射津波高さが水深の30%以上（津波数値解析等による津波高さが水深の60%以上）

海底勾配が1/100以下程度の遠浅

東海第二発電所前面の海底地形は約1/200勾配で遠浅であり，入射波津波高さと水深の関係も入射津波高さが水深の30%以上であることから，両方の条件に合致する（第6図及び表1）。そこで，沖合におけるソリトン分裂波及び砕波の発生の有無や陸上へ遡上する過程での減衰の状況と防潮堤が受ける津波波圧への有意な影響の有無を定量的に確認するため，東海第二発電所のサイト特性を考慮した水理模型実験を行い，防潮堤が受ける波圧分布等を測定した。



第 6 図 海底地形断面位置図及び海底地形断面図

第 1 表 津波高さと水深の関係

地点	(1)水深	(2)入射津波高さ	(2)/(1)
東海第二発電所前面	7.5m	4.7m	62%

津波数値解析による津波高さの 1/2 を入射津波高さとして定義（防潮堤の耐津波ガイドライン）

(2) 水理模型実験

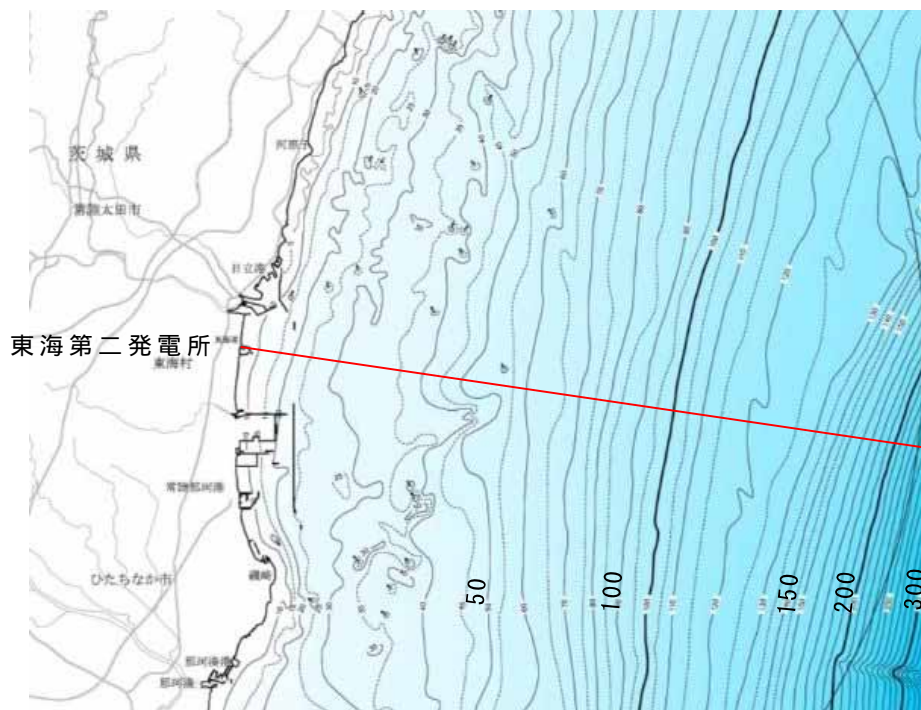
1) 目的

基準津波の策定に用いた波源については，2011 年東北地方太平洋沖地震で得られた知見を踏まえて設定した波源のすべり領域を拡大したり，すべり量の割増しを行うなどの保守的な設定を複数加えた波源である。

水理模型実験は，ソリトン分裂波が生じない沖合 5.0km における津波波形を入力し，ソリトン分裂波や砕波の発生の有無及び陸上へ遡上する過程での減衰状況と防潮堤が受ける津波波圧への有意な影響の有無ならびにフルード数の把握を目的に実施した。

2) 検討断面

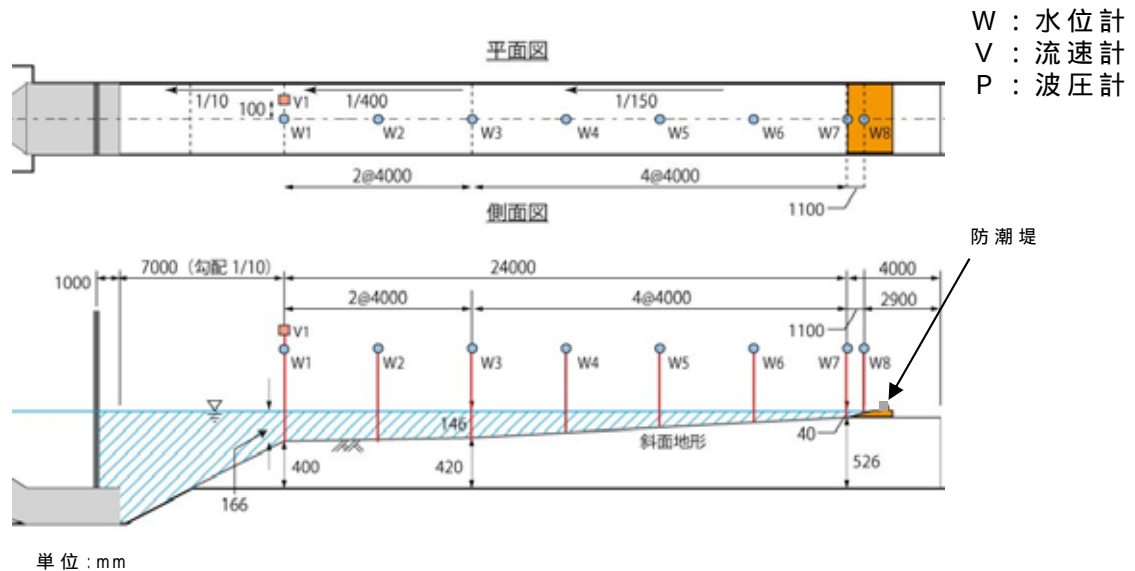
東海第二発電所前面の海底地形は概ね一様の地形となっていることから，本実験では，津波水位が最大となる地点を基に，津波の伝播特性を踏まえ，等深線図に直交する断面を選定した（第 7 図）。



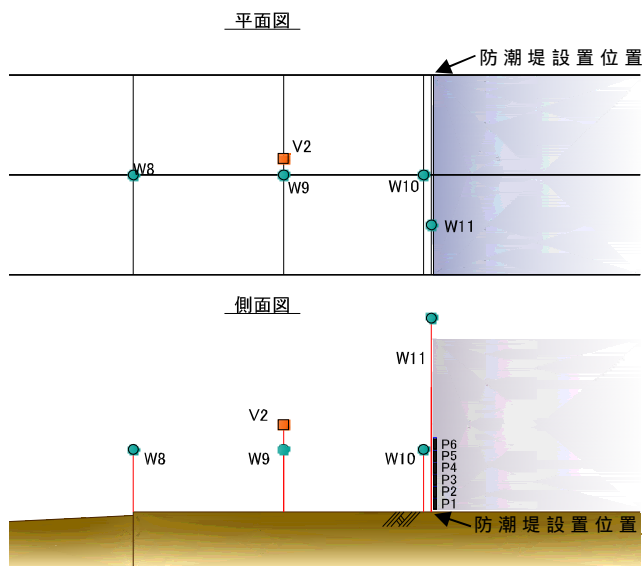
第 7 図 検討断面位置図

3) 実験条件

断面二次元実験施設の水路は，長さ 60m × 幅 1.2m（貯水部は 1.8m）× 高さ 1.5m とし，沖合 5km から陸側の範囲を再現するために，実験縮尺（幾何縮尺）は $=1/200$ とした（第 8 図）。



第 8 図(1) 計測位置図



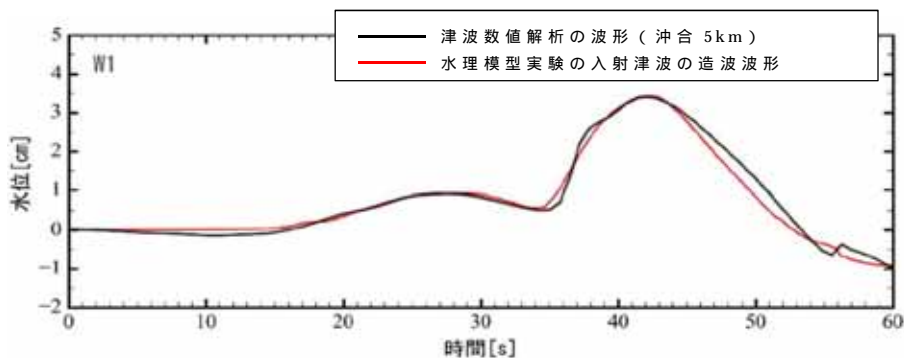
第 8 図(2) 防潮堤位置拡大図



第 8 図(3) 実験施設写真

4) 入射津波の造波

水理模型実験における再現範囲の最沖地点はソリトン分裂波が発生しない沖合 5.0km の位置とし、基準津波の波源モデルを用いた数値解析から求めた同地点における津波波形を入力した。また、この津波波形を防潮堤位置で平面二次元津波シミュレーション解析結果と同様の高さになるよう振幅を調整した（第 9 図）。

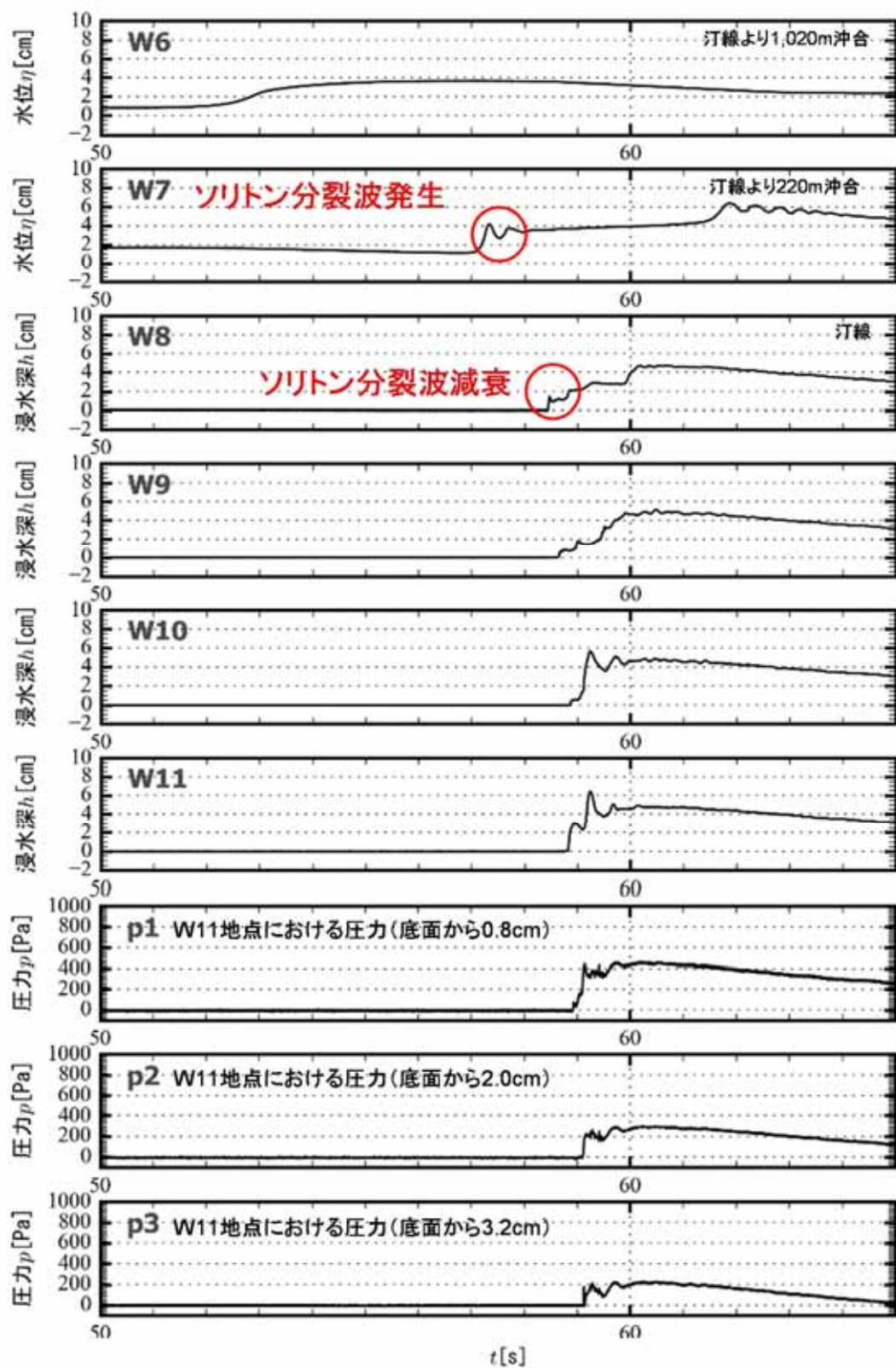


第 9 図 入射津波の造波波形図（沖合 5km 地点）

5) 水理模型実験の結果

a. 水理模型実験におけるソリトン分裂波の確認

平面二次元津波シミュレーション解析に即した津波波形を造波し、水理模型実験を行った。水理模型実験における時刻歴図を第 10 図に示す。その結果、目視観察と波高計による計測により、沖合約 220m 地点（W7）においてソリトン分裂波が生じることを確認した。ただし、陸上に遡上する過程で分裂波は減衰しており、防潮堤位置での有意な波圧分布への影響は認められない。また、防潮堤前面位置（W10）で砕波は生じず、防潮堤位置での有意な波圧分布への影響は認められない。



第 10 図 水理模型実験における時刻歴図

各種基準類における衝突荷重の算定式及び衝突荷重について

1. はじめに

東海第二発電所において考慮する漂流物の衝突荷重の算定に当たり，既往の算定式について調査し，適用する算定式について検討すると共に，基準津波による津波シミュレーションから算定した津波流速に基づき，漂流物の衝突荷重を設定した。

2. 基準類における衝突荷重算定式について

「耐津波設計に係る工認審査ガイド」において，記載されている参考規格・基準類のうち，漂流物の衝突荷重又は衝突エネルギーについて記載されているものは，「道路橋示方書・同解説 共通編（（社）日本道路協会，平成14年3月）」及び「津波漂流物対策設計ガイドライン（案）（財）沿岸技術研究センター，（社）寒地港湾技術研究センター（平成21年）」であり，それぞれ以下のように適用範囲・考え方，算定式を示している。

2.1 道路橋示方書・同解説 共通編

(1) 適用範囲・考え方

流木その他の流送物の衝突のおそれがある場合の衝突荷重を算定する式を示している。

(2) 算定式

$$\text{衝突力 } P = 0.1 \times W \times v$$

ここで， P ：衝突力（kN）

W ：流送物の重量（kN）

v : 表面流速 (m / s)

これは、衝突荷重として、基準に示される唯一の算定式である。

2.2 津波漂流物対策設計ガイドライン (案)

(1) 適用範囲・考え方

「漁港・漁場の施設の設計の手引き (全国漁港漁場協会2003年版) 」の接岸エネルギーの算定方法に準じて設定されたもので、漁船のほか、車両、流木、コンテナにも適用される。支柱及び漂流物捕捉スクリーンの変形でエネルギーを吸収させることにより、漂流物の侵入を防ぐための津波漂流物対策施設の設計に適用される式を示している。

(2) 算定式

船舶の衝突エネルギー $E = E_0 = W \times v^2 / 2g$

船の回転により衝突エネルギーが消費される (1 / 4点衝突) の場合 :

$$E = E_0 = W \times v^2 / 4g$$

ここで、 $W = W_0 + W_w = W_0 + (\quad / 4) \times D^2 L \quad w$

W : 仮想重量 (kN)

W_0 : 排水トン数 (kN)

W_w : 付加重量 (kN)

D : 喫水 (m)

L : 横付けの場合は船の長さ、縦付けの場合は船の幅 (m)

w : 海水の単位体積重量 (kN / m³)

これは、鋼管杭等の支柱の変形及びワイヤーロープの伸びにより衝突エネルギーを吸収する考え方であり、弾性設計には適さないものである。

3. 漂流物の衝突荷重算定式の適用事例

安藤ら（2006）¹によれば，南海地震津波による被害を想定して，高知港を対象に平面二次元津波シミュレーション結果に基づいた被害予測手法の検討を行い，特に漂流物の衝突による構造物の被害，道路交通網等アクセス手段の途絶について検討を行い，港湾全体における脆弱性評価手法を検討している。この中で，荷役設備・海岸施設の漂流物による被害を検討するに当たって，漂流物の衝突力を算定しており，船舶については道路橋示方書による式を選定している（下表参照）。

1：地震津波に関する脆弱性評価手法の検討，沿岸技術研究センター論文集 No.6

（2006）

表-1 各施設の許容漂流速度

		選 定 式	対象施設		
			クレーン	水門	倉庫
車両		陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	4.8 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s
コンテナ	20ft	陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	4.9 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s
	40ft	陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	4.7 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s
船舶	小型	衝突荷重（道路橋示方書）	5.0m/s超	5.0m/s超	5.0m/s超
	大型	衝突荷重（道路橋示方書）	5.0m/s超	1.8 m/s	1.8 m/s
木材		陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	5.0m/s超	1.7 m/s	1.7 m/s

また，船舶による衝突荷重の算出においては，（財）沿岸技術研究センター及び国土交通省国土技術政策総合研究所による研究においても，道路橋示方書に示される算定式が採用されており，船舶による漂流荷重に対する適用性が示されている。

4. 漂流物による衝突力算定式に関する既往の研究論文

平成23年度 建築基準整備促進事業「40．津波危険地域における建築基準等の整備に資する検討」中間報告 その2（平成23年10月 東京大学生産技

術研究所)」では、「漂流物が建築物に及ぼす影響の評価について研究途上の段階であり、断片的な知見が得られているのみである。また、建築物に被害をもたらした漂流物の詳細情報は被害調査から得られず、既往の知見は検証できなかった」としている。また、漂流物が建築物に衝突する際に瞬間的に作用する衝突力に関する既往の研究を示しているが、「対象としている漂流物は(a)，(b)，(d)，(e)が流木，(c)，(d)，(e)がコンテナである（(e)は任意の漂流物を対象としているものの実質流木とコンテナしか算定できない）。」としている。一方、東海第二発電所において漂流物として選定されたものは、作業台船であり、対象が異なることから、これら評価式は適用できない。以下にそれぞれの評価式（(a)～(e)）及び東海第二発電所における漂流物の衝突評価への適用性を示す。

漂流物による衝突力評価式に関する既往の研究論文（１／２）

既往の評価式	内 容
<p>(a) 松富の評価式</p> <p>[1] 松富英夫：流木衝突力の実用的な評価式と変化特性，土木学会論文集，No. 621，pp. 111-127，1999.5</p>	<p>松富[1]は，津波による流木の衝突力を次式の通り提案している。本式は，円柱形状の流木が縦向きに衝突する場合の衝突力評価式である。</p> $\frac{F_m}{\gamma D^2 L} = 1.6 C_{MA} \left\{ \frac{v_{A0}}{(gD)^{0.5}} \right\}^{1.2} \left(\frac{\sigma_f}{\gamma L} \right)^{0.4}$ <p>ここで，F_m：衝突力 C_{MA}：見かけの質量係数（段波，サージでは1.7，定常流では1.9） v_{A0}：流木の衝突速度 D：流木の直径 L：流木の長さ σ_f：流木の降伏応力 γ：流木の単位体積重量 g：重力加速度</p> <p><u>東海第二発電所における漂流物の衝突力評価への適用性</u> 被衝突体を縦スリット型の受圧壁とし，津波の遡上を許容しつつ流木の浸入を防ぐことを想定しており，東海第二発電所防潮堤等の津波防護の考え方と異なる。</p>
<p>(b) 池野らの評価式</p> <p>[2] 池野正明・田中寛好：陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究，海岸工学論文集，第50巻，pp. 721-725，2003</p>	<p>池野ら[2]は，円柱以外にも角柱，球の形状をした木材による衝突力を次式の通り提案している。</p> $\frac{F_H}{gM} = S \cdot C_{MA} \left\{ \frac{V_H}{(g^{0.5} D^{0.25} L^{0.25})} \right\}^{2.5}$ <p>ここで，F_H：漂流物の衝突力 S：係数（5.0） C_{MA}：付加質量係数（円柱横向き：2.0（2次元），1.5（3次元），角柱横向き：2.0～4.0（2次元），1.5（3次元），円柱縦向き：2.0程度，球：0.8程度） V_H：段波波速 D：漂流物の代表高さ L：漂流物の代表長さ M：漂流物の質量 g：重力加速度</p> <p><u>東海第二発電所における漂流物の衝突力評価への適用性</u> 各種形状の漂流物（横向きと縦向き配置の円柱と角柱及び球）の衝突について、付加質量係数を変化させて検証しているが，台船の形状までは検証されていない。</p>
<p>(c) 水谷らの評価式</p> <p>[3] 水谷法美ら：エブロン上のコンテナに作用する津波力と漂流衝突力に関する研究，海岸工学論文集，第52巻，pp. 741-745，2005</p>	<p>水谷ら[3]は，津波により漂流するコンテナの衝突力を次式の通り提案している。</p> $F_m = 2\rho_w \eta_m B_c V_x^2 + \frac{WV_x}{gdt}$ <p>ここで，F_m：漂流衝突力 dt：衝突時間 m：最大遡上水位 w：水の密度 B_c：コンテナ幅 V_x：コンテナの漂流速度 W：コンテナ重量 g：重力加速度</p> <p><u>東海第二発電所における漂流物の衝突力評価への適用性</u> 陸上に設置されたコンテナにより堰き止められる水塊の重量（付加質量）に基づき衝突力を評価しており，東海第二発電所で想定する津波によって漂流する台船による衝突力とは異なる。</p>

漂流物による衝突力評価式に関する既往の研究論文（２／２）

既往の評価式	内 容															
(d) 有川らの評価式	<p>有川ら[4]は，コンクリート構造物に鋼製構造物（コンテナ等）が漂流衝突する際の衝突力を次式の通り提案している。</p> $F = \gamma_p \chi^{2/5} \left(\frac{5}{4} \tilde{m} \right)^{3/5} v^{6/5}$ $\chi = \frac{4\sqrt{a}}{3\pi} \frac{1}{k_1 + k_2}, \quad k = \frac{1 - \nu^2}{\pi E}, \quad \tilde{m} = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$ <p>ここで，F：衝突力 a：衝突面半径の1/2（コンテナ衝突面の縦横長さの平均の1/4） E：ヤング率（コンクリート版） ：ポアソン比 m：質量 v：衝突速度 p：塑性によるエネルギー減衰効果（0.25） m やk の添え字は，衝突体と被衝突体を示す。 また，有川ら[5]は，松富[1]にならい，上式においてm =C_{MAM}（C_{MA}：サージタイプの1.7）とすることで，流木のコンクリート版に対する衝突力を評価できるとしている。</p> <p><u>東海第二発電所における漂流物の衝突力評価への適用性</u> 塑性によるエネルギー減衰効果を考慮した考え方であり，弾性設計には適さないものである。</p>															
(e) FEMA の評価式	<p>FEMA P646[6]では，漂流物による衝突力を正確に評価するのは困難としながら，以下の式を一例として示している。</p> $F_i = C_m u_{\max} \sqrt{km}$ <p>ここで，F_i：衝突力 C_m：付加質量係数（2.0 を推奨） u_{max}：最大流速 m：漂流物の質量 k：漂流物の有効剛性 漂流物の質量・有効剛性は主要な漂流物について表3.1の通り概略値が与えられているが，それ以外の漂流物については設計において評価することとなっている。</p> <p style="text-align: center;">表 3.1 漂流物の質量と有効剛性</p> <table><tr><th>漂流物</th><th>質量 m [kg]</th><th>有効剛性 k [N/m]</th></tr><tr><td>材木・丸太</td><td>450</td><td>2.4×10⁶</td></tr><tr><td>40ft コンテナ</td><td>3,800（空載）</td><td>6.5×10⁸</td></tr><tr><td>20ft コンテナ</td><td>2,200（空載）</td><td>1.5×10⁹</td></tr><tr><td>20ft 重量コンテナ</td><td>2,400（空載）</td><td>1.7×10⁹</td></tr></table> <p><u>東海第二発電所における漂流物の衝突力評価への適用性</u> 流木とコンテナに対して提案されたものであり，東海第二発電所で想定する津波によって漂流した台船の衝突力評価への適用は困難である。</p>	漂流物	質量 m [kg]	有効剛性 k [N/m]	材木・丸太	450	2.4×10 ⁶	40ft コンテナ	3,800（空載）	6.5×10 ⁸	20ft コンテナ	2,200（空載）	1.5×10 ⁹	20ft 重量コンテナ	2,400（空載）	1.7×10 ⁹
漂流物	質量 m [kg]	有効剛性 k [N/m]														
材木・丸太	450	2.4×10 ⁶														
40ft コンテナ	3,800（空載）	6.5×10 ⁸														
20ft コンテナ	2,200（空載）	1.5×10 ⁹														
20ft 重量コンテナ	2,400（空載）	1.7×10 ⁹														

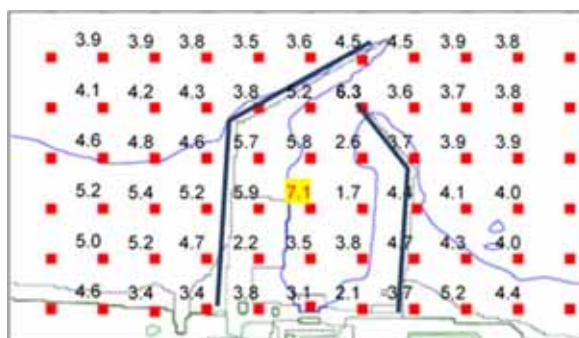
5. 漂流物の衝突荷重算定式の選定

既往の知見によると，さまざまな漂流物の衝突力算定式が提案されているが，いずれも東海第二発電所で想定する作業台船の衝突とは状況が異なり適用できない。これに対して，（財）沿岸技術研究センター及び国土交通省による検討においても，船舶の衝突荷重の算定については，「耐津波設計に係る工認審査ガイド」に記載されている道路橋示方書に示される算定式を採用していることから，東海第二発電所で想定する漂流物の衝突荷重は，道路橋示方書による方法で算定することとする。

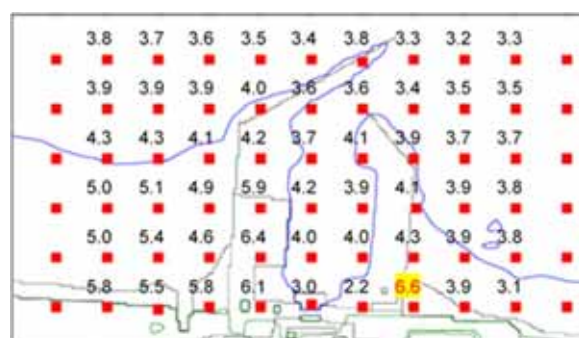
6. 漂流物の評価に考慮する津波の流速

津波による漂流物の漂流速度は，津波の流速に支配されることから，漂流速度として津波の流速を用いることとし，流速は津波シミュレーションにより算定する。

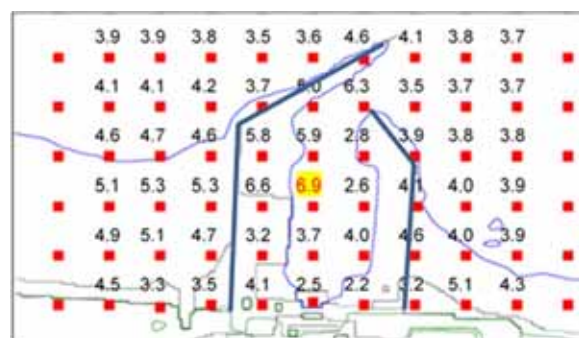
基準津波に対して，防波堤があるモデル，防波堤がないモデル及び防波堤の耐震評価結果から防波堤を1 m沈下させたモデルを用いて津波シミュレーションを実施し，敷地前面海域における表面流速を評価した。それぞれのケースにおける前面海域の最大流速分布を第1図に示す。



(防波堤ありモデル)



(防波堤なしモデル)



(防波堤 1 m 沈下モデル)

第 1 図 前面海域の最大流速分布図

7. 東海第二発電所の防潮堤に想定する漂流物の衝突荷重

津波シミュレーションの結果より，前面海域の最大流速は防波堤ありモデルにおいて7.1m/s，防波堤なしモデルにおいて6.6m/s，防波堤1m沈下モデルにおいて6.9m/sであった。

上記の最大流速は7.1m/sであるが，漂流物の評価に考慮する津波の流速は，安全側の設定とし，10m/sとする。

また，東海第二発電所で想定する漂流物の最大重量は，44tの浚渫船（台船）より，50tとする。

漂流物の衝突荷重については，道路橋示方書による方法に基づき以下の通り設定する。

$$\text{漂流物の衝突荷重 } P = 0.1 \times 50 \times 9.8 \times 10 = 490 \text{ (kN)}$$

放水路ゲートの設計と運用等について

1 . はじめに

放水路ゲートは津波防護施設として設置し，入力津波による放水路からの逆流防止を目的のため設置する。設置箇所は防潮堤と放水路の横断部近傍に設置し 3 水路に分かれている放水路に各 1 台ずつ合計 3 台のゲートを設置する。放水路ゲートの運用は，発電所の運転中には開状態で設置し，原則閉操作は実施しない。

但し，大津波警報が発表になった場合に，発電長の判断により中央制御室から閉操作を実施する運用とする。閉操作するためには，常用海水ポンプのうち循環水ポンプを停止させてから操作を行うことで敷地内への溢水を防止する。ここでは，放水路ゲートの設計と運用に関する方針について説明する。

2 . 放水路ゲートの設計について

(1) 基本設計方針

放水路ゲートは津波防護施設として，防潮堤と放水路が交差する近傍に設置し，放水路ゲートとして設計するが，防潮堤の近傍に設置するため防潮堤と放水路が一体の躯体構造で計画している。（第 1 図～第 2 図）

放水路ゲートは上下のスライド式ゲートで原則開として運用するが，大津波警報が発表された場合に閉止操作を実施する。その場合，循環水ポンプを停止させてから閉操作を行う。放水路ゲートの閉操作は中央制御室から遠隔操作できるよう設計する。閉止後は，非常用海水ポンプが継続して排水する必要があるため，放水路ゲートに小扉を設け排水できるよう設計する。

また，放水路ゲートの閉止機能においてMS - 1として設計するため，設置許可基準規則第十二条に基づく要求があることから，ゲートの閉止に必要な系統（駆動方式，電気系等）は，多重性又は多様性，及び独立性を確保し，遠隔操作が可能な系統とする。放水路ゲートに係る適用規格を以下に示す。また，第1表に防潮扉と放水路ゲートの基本設計方針の相違点を示す。

< 適用規格 >

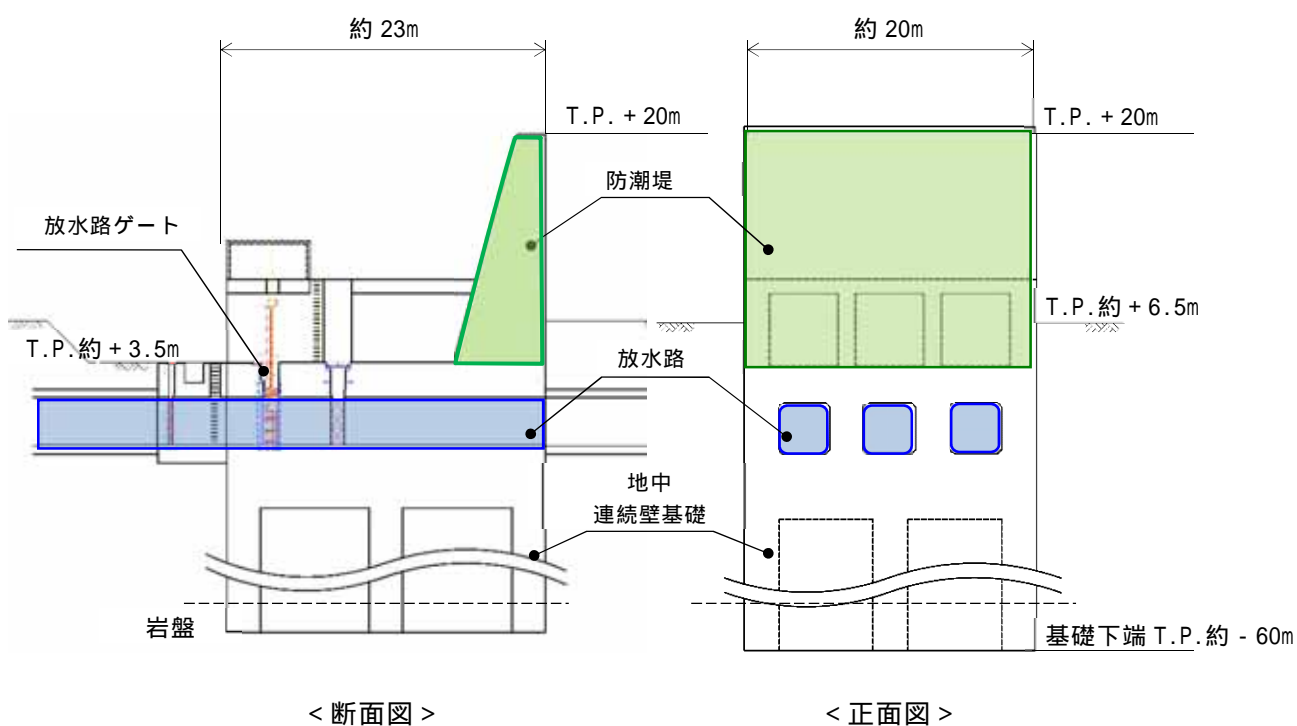
- ・ 水門鉄管技術基準
- ・ ダム・堰施設技術基準（案）

第1表 防潮扉と放水路ゲートの基本設計方針の相違点

	通常状態	操作条件	供給電源	操 作	操作時の インターロック
防潮扉	閉状態	閉状態のため操作なし	常用電源	中央制御室 又は現地	なし
放水路 ゲート	開状態	大津波警報 発表時に 閉止操作	非常用電源 MS - 1 設計	中央制御室	循環水ポン プ停止信号



第1図 放水路ゲート設置位置



第2図 放水路ゲート正面図と断面図

(2) 耐震設計方針

放水路ゲートの躯体，ゲート本体（扉体），開閉装置については浸水防護施設としての耐震 S クラス要求から基準地震動 S_s による地震力を考慮して設計する。

構造物と地盤との動的相互作用を考慮した二次元動的有効応力解析コード（FLIP）を用いて水平地震動と鉛直地震動による地震応答解析を行う。

放水路ゲートの閉止操作に支障を来すことがないように，各部材が弾性範囲内に収まるよう設計する。

なお，開閉装置の主要な部分については，構造設計として弾性範囲内にて設計を実施するが，地震における動的機能維持を確認する観点より，閉動作が確実に動作することを確認するため，振動試験を実施し健全性を担保する。

(3) 耐津波設計

放水路ゲートは放水口の上流に設置することから，入力津波による波力に耐える構造設計を行う。

放水路ゲートの遮水機能として扉体の4辺に水密ゴムを設置しシール機能を確保し，敷地への浸水を防止する構造としている。放水路ゲートの水密機能は防潮扉と同様でり，採用実績を第1表に示す。

放水路ゲートの水密性は，ダム・堰施設技術基準（案）（国土交通省）の漏水試験の算出式に準じて求める。漏えい試験装置を用いた漏えい試験を実施し水密ゴムの機能を確認するとともに，ダム・堰施設技術基準（案）の検査内容に準じた検査を実施し水密性を確保していく。漏水試験の算出式及び第2表に水密面に係る検査内容を示す。また，漏水試験の結果は，添付資料 2 1 8) 止水ジョイント部（底部止水機構）に記載している。

5 条 添付 3 0 -4

なお，水中部は海生生物によるゲート動作の障害にならないよう，貝の付着を防ぐ防汚塗装等により動作を確保する。

前述の耐震設計及び耐津波設計に係る構成部位の役割は第2表とおり。

第 2 表 構成部位と役割

構造部位	構成部位と役割
扉体	外部からの地震荷重，津波荷重，漂流物荷重等を地中連続壁基礎に確実に伝達するとともに，各荷重に対して十分な耐性を有することにより止水性を確保し，放水路ゲートとしての機能を維持する。
水密ゴム	扉体の4辺に設置され，水密ゴムによる津波からの，浸水を防止することにより止水性を確保し，放水路ゲートとしての機能を維持する。
地中連続壁基礎 (間接支持構造物)	扉体から伝達される荷重を支持地盤に確実に伝達するとともに，荷重に対して十分な耐性を有することにより止水性を確保し，放水路ゲートとしての機能を維持する。

< 採用実績 >

防潮扉に設置するスライドゲート型式扉体の採用実績は多く信頼性は高い。第3表にスライドゲート採用実績を示す。



第3表 スライドゲートの採用実績
(A社製 2017年8月)

< 漏水量の算出式 >

$$W = 10.2 L \times P$$

W : 漏水量 (ml/min)

P : 設計圧力 (MPa)

L : 長辺の長さ (cm)

漏水量に係る水密面の検査項目を第4表に示す。

	検査内容	測定または確認方法
寸法	水密面の鉛直度，水平度	基準線からの変位を鋼製直尺で測定する。
	水密面の平面度	直定規，すきまゲージで測定する
外観	水密ゴムと水密面の当たり状態	すきまゲージを用いて確認する。
	部材相互の取合いと密着具合	目視により部材の取付け位置を確認する。

第4表 水密面に係る検査内容（抜粋）

(4) 津波襲来時（放水路ゲート閉止時）の排水について

排水設計の考え方について

非常用海水ポンプの排水については既設放水路3本のうちいずれか2本より1本を用いて排水をする設計である。

大津波警報が発表された場合には、原子炉スクラム停止操作、循環水ポンプ停止及び出口弁を閉操作する。循環水ポンプが停止した後、放水路ゲートを閉操作する。

放水路ゲートにて放水口を閉止した場合でも、非常用海水ポンプの排水は継続的に排出する必要があることから、ゲート本体に設置している小扉により排水を可能にしている。

放水路からの排水について

既設放水路からの排水は、朔望平均満潮位の時には排水できる設計とする。放水路ゲートの小扉からの排水条件はプラントの排水による放水ピット水位T.P. + 5.5m（ ）以下の場合に排水する設計としている。小扉の設置位置はT.P. + 0.25m（ ）であることから水位差5.25m以下（ - ）の条件であれば水位差で小扉が開く設計であることから、朔望平均満潮位T.P. + 0.61m以上であっても排水することが十分可能である。第3図に放水路ゲートの小扉の排水設計を示す。

津波襲来時の排水について

通常は小扉から排水する設計であるが，津波の襲来時には，放水口側の水位差が上回り排水ができなくなる。放水口前面での津波高さは，放水ピット上部開口部高さT.P. + 5.5mを上回る津波高さの時間は，最大で約4分であり，排水量に換算すると最大約670m³になる。津波襲来時には敷地内に一時的に排水するよう設計する。第4図に放水路ゲート閉止状態での排水イメージを示す。

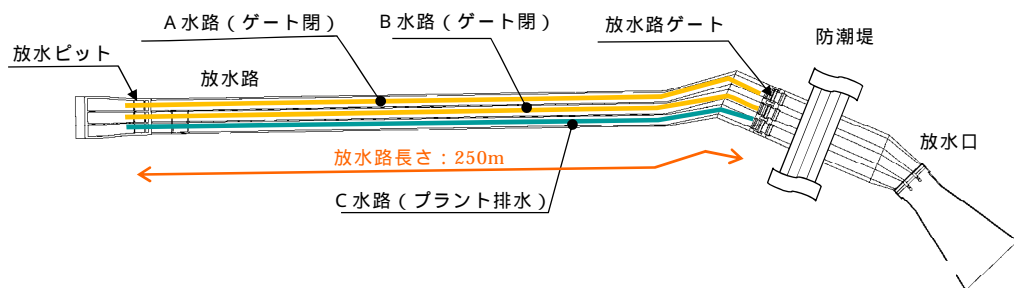


図 非常用海水ポンプの排水ルート（C水路の例）

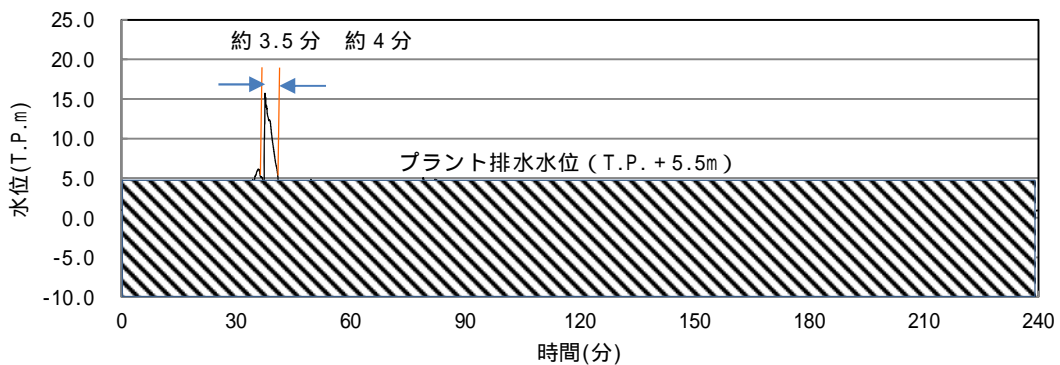
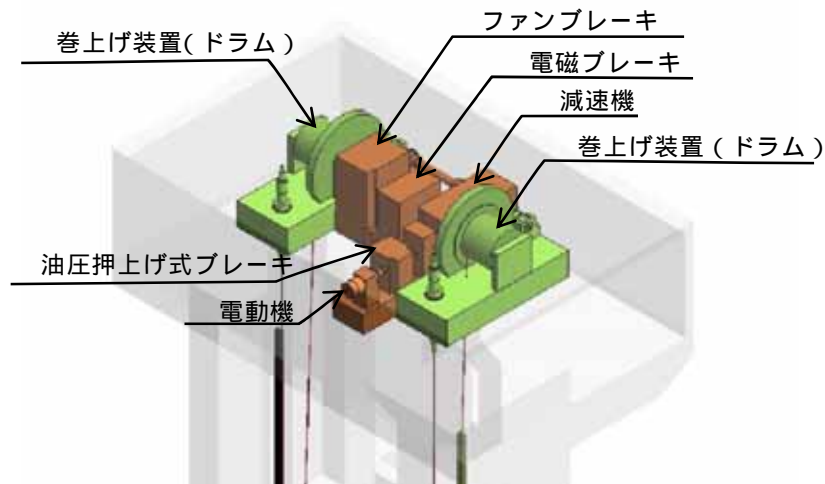


図 放水路ゲート閉止した場合の時刻歴波形

第4図 放水路ゲート閉止時の排水

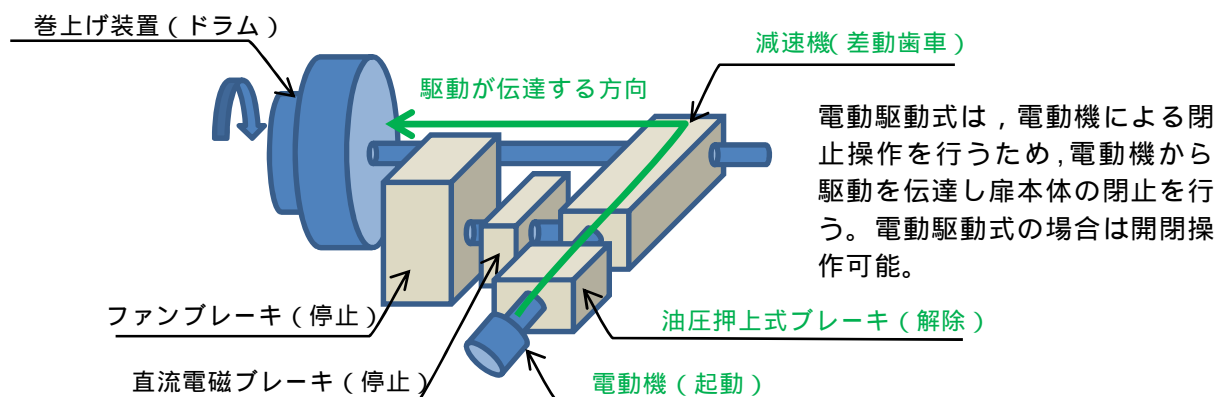
(5)開閉装置の構造及び動作原理について

開閉装置の駆動方法は電動機による「電動駆動式」とファンブレーキによる「機械式」の2つの構造がある。第5図 a ～ b に開閉装置の構造及び動作原理について示す。図 a に開閉装置の構成を示す。なお，動作原理は防潮扉と同じである。



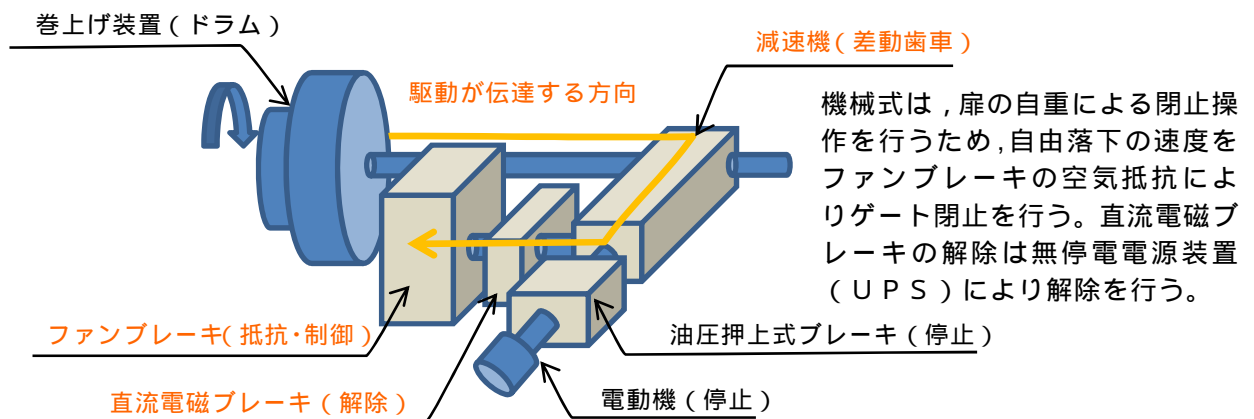
【図 a 開閉装置 鳥瞰図】

電動駆動式は 電動機を駆動，油圧押上げ式ブレーキを解除，減速機，巻き上げ装置を経由し放水路ゲートを閉止させる構造である。電動駆動式は開閉操作が可能である。（図 b 参照）



【図 b 電動駆動式（開閉操作可能）】

機械式は， 直流電磁ブレーキを解除， 巻き上げ装置に引き上げられている放水路ゲートの自重による落下， ファンブレーキによる落下速度の制御により放水路ゲートを閉止させる機械的な構造である。機械式は電動駆動用の電源を必要とせず，直流電磁ブレーキを解除できるよう無停電電源装置（UPS）を設置している。機械式は閉操作のみ可能である。



【図 c 機械式（閉操作のみ）】

第5図 開閉装置の構造及び動作原理（図 a ～ 図 c ）

(6)開閉装置の振動試験について

a．試験目的

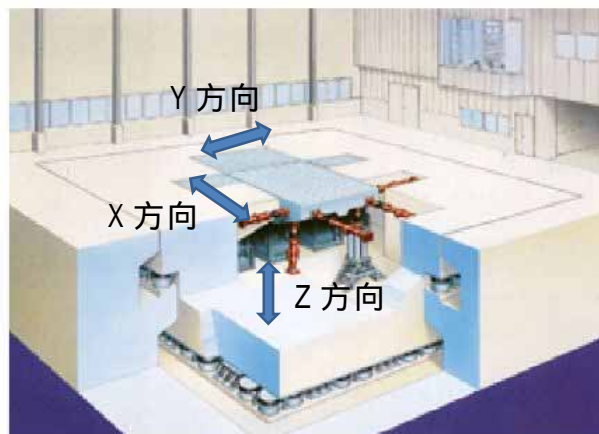
許可段階での成立性確認のため，基準地震動 S_s の選定波を係数倍した加振波を用いて，実機大の放水路ゲートの開閉装置を用いた振動試験を行い地震後の動的機能維持を確認する。なお，開閉装置設置位置における加速度応答が算出された段階で，当該試験に用いた加振条件に包絡していることの確認を **JEAC4601(2015)**「4.6.3.2試験による評価の方法」に準じて行う。放水路ゲートの振動試験内容は防潮扉と同じである。

b．試験方法

振動台上に架台を設置しその上に防潮扉（放水路ゲートと同じ開閉装置を使用）に設置する開閉装置を基礎ボルトで固定し，水平方向と鉛直方向とを同時加振する。第6図に大型3軸振動台の概要を示す。

振動台の規格

加振自由度	3軸6自由度		
最大積載重量	80 t f		
テーブル寸法	X : 6m x Y : 4m		
定格	X 方向	Y 方向	Z 方向
最大変位	± 300mm	± 150mm	± 100mm
最大加速度 (35 t 積載時)	1 G	3 G	1 G



第6図 大型3軸振動台の概要

5 条 添付 3 0-12

c. 試験条件

加振試験に使用する入力条件は以下のとおり。

<入力地震動の作成>

加振試験に用いる基準地震動 S_s は、解放基盤面からの地盤の特性に応じた地震動の応答スペクトル基準地震動 $S_s - D1$ (耐専波) を選定した。また、一次元地盤応答解析 (SHAKE) による地盤応答結果から地表面における最大応答加速度が最も大きくなる $S_s - 22$ (鉛直方向最大) 及び $S_s - 31$ (水平方向最大) についても選定した。

<加振条件>

第5表に加振試験に用いた加振条件を示す。加振試験に用いる加振波は、前項で選定した $S_s - D1$, $S_s - 22$ 及び $S_s - 31$ を加速度方向に係数倍した地震波を用いる。 $S_s - D1$ に対しては、JEAC 4601 (2015) の評価を実施するため、地表面応答加速度を4.49倍し全周期帯を包絡させた地震動を作成した。また、 $S_s - 22$ については鉛直方向最大、 $S_s - 31$ については水平方向最大の応答加速度に対し約2倍増幅させ機器の健全性を確認する加振条件とした。

更に、地表面のSHAKEの応答加速度に対し開閉装置位置の応答加速度まで考慮する必要があり、開閉装置 (防潮扉) の位置 (T.P.+22.5m) の応答加速度を想定するため、FLIP/SHAKEの比率 (1.73倍) を算定した。地表面応答加速度 (開閉装置位置における包絡波4.49倍) と FLIP/SHAKEの比率 (開閉装置位置における応答加速度1.73倍) との応答スペクトルの振幅倍率は 入力地震動 (2.59倍) となる。

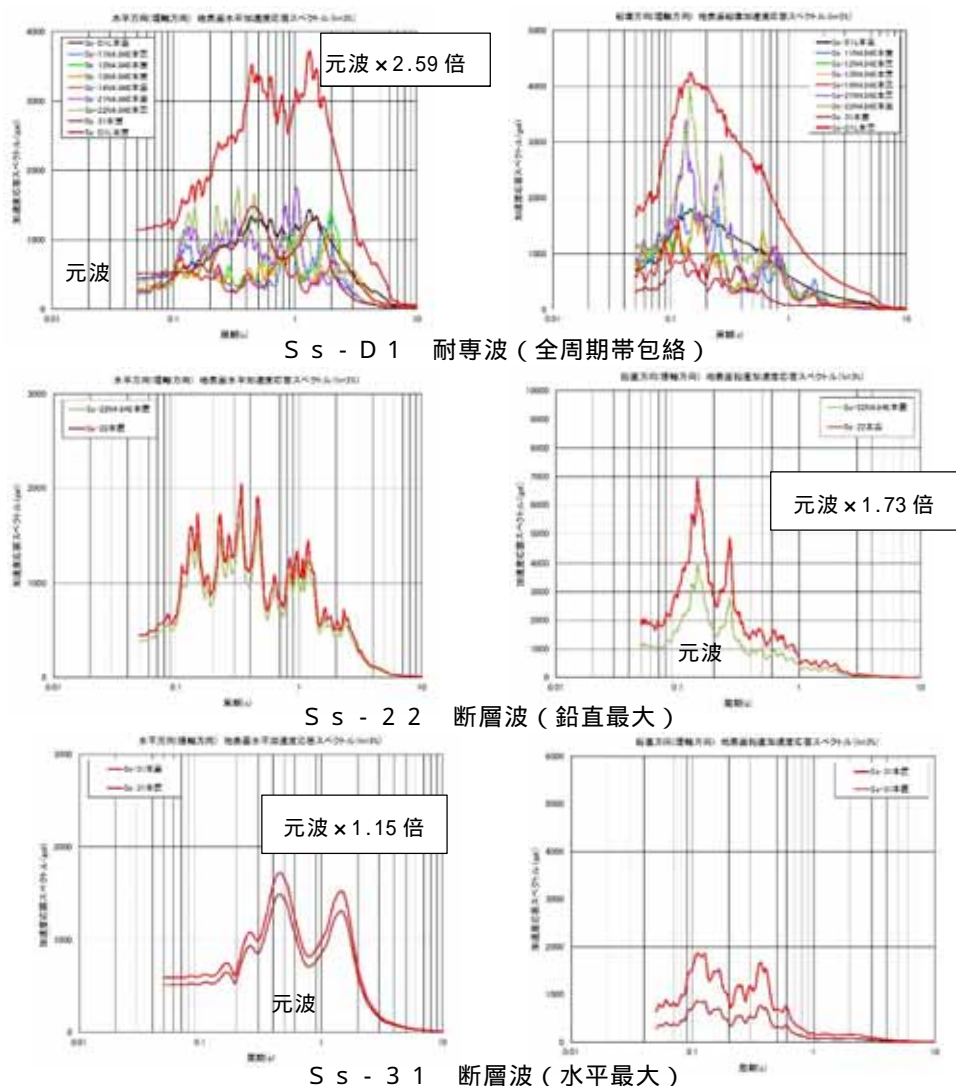
また、 $S_s - 22$ (鉛直最大)、 $S_s - 31$ (水平最大) の場合も同様に、鉛直及び水平加速度の 地表面加速度の約2倍を設定し、

FLIP/SHAKE比率を掛合せた 入力地震動を設定した。第5表に各地震波における加振条件を示す。第7図模擬地震波の加速度応答スペクトル参照。なお、振動台の性能から高倍率の加振条件においては、各構成部品の固有周期が有しない範囲についてはフィルター処理を実施した。

第5表 各地震波における加振条件

地震波	地表面応答加速度 (SHAKE × 係数倍)	開閉装置位置の応答加速度 (FLIP/SHAKE)	入力地震動 (/)
S _s - D 1	4.49	1.73	2.59
S _s - 2 2	1.61	0.93	1.73
S _s - 3 1	2	1.73	1.15

振動試験装置の性能上 1.61 倍とした。



5 条 添付 3 0-14

第7図 模擬地震波の加速度応答スペクトル

d．試験装置

放水路ゲートの開閉装置は防潮扉の開閉装置と同じ構造であるため，放水路ゲートと防潮扉の開閉装置の中でも最大な設備を選定し，開閉装置のワイヤーの巻き上げ装置については，駆動軸の長いワイヤーの巻き上げ装置側を製作した。

また，ワイヤー巻き上げ装置には扉の荷重を模擬するため巻き上げ装置の下部にトルク装置を設置し扉の荷重を模擬し試験を実施した。

試験に用いた開閉装置の概要は以下の通り。第8図に開閉装置の試験装置（全景）を示す。

< 試験装置の構成 >

開閉装置（減速機，直流電磁ブレーキ，ファンブレーキ，他） 1 式
制御盤 1 式



第8図 開閉装置の試験装置（全景）

e．試験結果

試験前及び加振試験後に外観点検を実施し異常のないことを確認した。また，試験後の動作確認においても試験装置上に設置している操作盤より操作を実施し異常なく開閉装置が動作する事を確認した。

(7)安全機能 (M S - 1) 要求に伴う設計について

放水路ゲートは設置許可基準規則 第十二条の要求に基づき以下の安全機能について設計を行う。

- a . 外部電源喪失時にも閉止できるように放水路ゲートの閉止装置に必要な電源は「独立性」「多重性」を確保し非常用ディーゼル発電機 2 C , 2 D 母線から供給する様に設計する。
- b . 駆動方式は , 多重性を確保し「電動駆動式」及び「機械式」で設計する。「機械式」はファンブレーキ方式を採用する。また , 外部からの動力の供給をがない場合においても操作が可能なよう無停電電源装置 (U P S) を設置する。
- c . 運転員による誤操作及び誤信号による誤動作を防止するため , 循環水ポンプ運転中は閉止しないインターロックを持つ設計にする。
- d . 放水路ゲートが閉止している状態においても , 安全系ポンプが運転中のため , 完全に閉止してしまうと敷地内へ浸水することから , 閉止ゲートの扉体に小扉を設け安全系ポンプの排水は放水口より排水できる設計にする。
- e . 放水路ゲートの状態を監視し , 異常の発生を検知できるような設計にする。

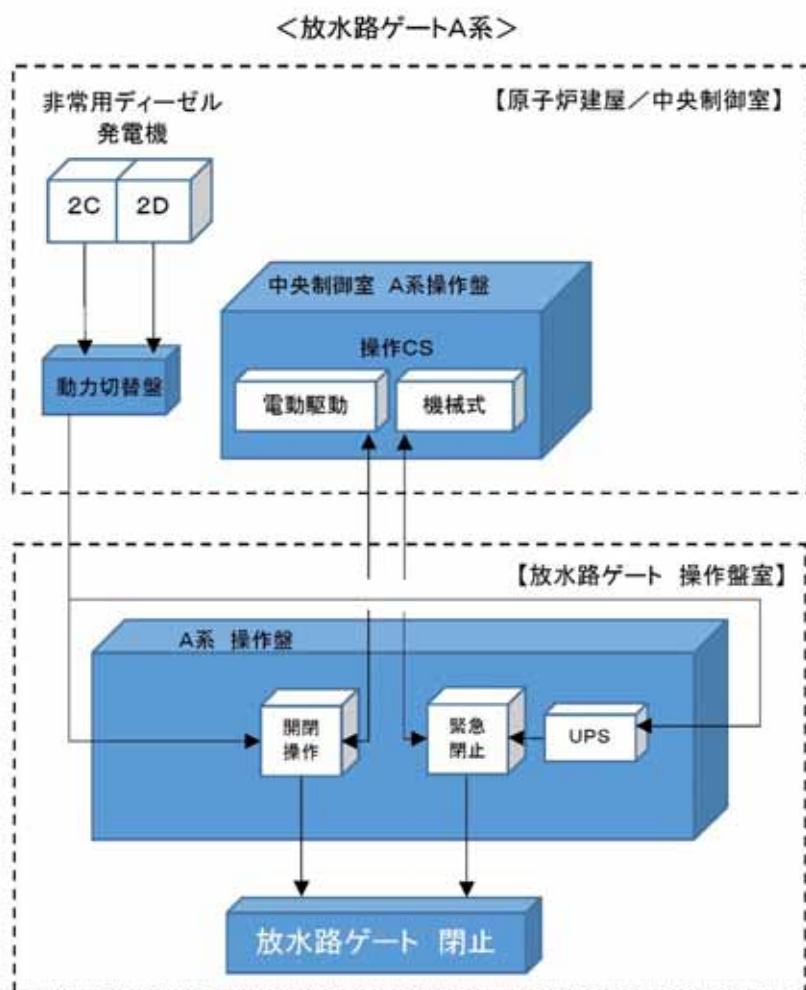
(8)放水路ゲート操作用電源系等の設計について

津波の襲来に対して確実な緊急閉止操作を達成するため，基本設計方針に基づき，放水路ゲートの閉止機能は重要安全施設（MS - 1）設計とする。動的機器である閉止機構及び閉止機構に関する電源系，制御系は多重化し，ゲート自体は静的機器であることから多重性の必要はなく，シングルであっても確実に閉止する設計となっている。

- ・ゲートの閉止に必要な系統（駆動方式，電気系等）は，多重性又は多様性，及び独立性を確保し，遠隔操作が可能な系統とする。
- ・想定される全ての環境条件において，その機能を発揮できるよう，耐震性を含めた耐環境性を確保する。
- ・放水路ゲートの状態を監視し，異常等の発生を検知できるよう設計する。

この基本設計方針の概念図を第9図に放水路ゲート電源概念図を示す。

開閉機構には，「電動駆動式」「機械式」を多重に設けており，通常時は電動駆動式により閉止を行い，緊急を要す場合に「機械式」を選択する。放水路ゲートの操作は中央制御室から遠隔操作を可能とし，開閉状態についても監視できる設計にする。また，それぞれの制御系，電源系は多重化し，かつ独立性を確保し，耐震性はSクラス設計する。



第9図 放水路ゲート電源概念図（A系の例）

3. 放水路ゲート閉止方法について

発電所への影響を及ぼすような津波が襲来する恐れがある場合の放水路ゲート閉止操作に関する手順並びに操作系設備の設計の考え方を以下に示す。

(1) 電動駆動式による閉止操作の手順

津波情報については、気象庁からの大津波警報や構内設置の潮位計及び津波監視カメラにより情報を収集しているが、気象庁からの発信される津波情報のうち、太平洋側沿岸部に到達する津波（遠方沖含む）の予報区で大津波警報が発表された場合に、放水路ゲートの閉止判断を行い、閉止操作に移行する。放水路ゲートの閉止判断を行った場合の対応手順及び対応時間については以下のとおり。

放水路ゲートを閉止するためには、循環水ポンプを先に停止させる必要がある。誤操作・誤動作による閉止した場合に敷地内へ循環水が溢水することを防止するため、循環水ポンプの停止信号を放水路ゲートの閉操作のインターロックに設定している。

循環水ポンプ停止後、電動駆動式による放水路ゲートの閉止操作を中央制御室から遠隔にて操作し閉止する。地震・津波発生後から放水路ゲート閉止までの時間は約22分である。

第10図に放水路ゲートの操作フローを示す。

(2) 機械式による閉止操作の手順

放水路ゲートの閉止操作は，中央制御室からの遠隔操作により実施する。原則として通常は「電動駆動式」の操作としているが，「機械式」による自重落下式も採用し多重性を確保している。

機械式は，外部電源喪失時にも直流電磁ブレーキを開放するだけで放水路ゲートを閉止できる。

操作は中央制御室の選択スイッチにより「電動駆動式」か「機械式」を選択し遠隔にて操作し閉止する。地震・津波発生後から放水路ゲート閉止までの時間は約14分である。

第10図に放水路ゲートの操作フローを示す。

放水路ゲートの閉止操作時間は，地震・津波発生から電動駆動式の場合で約22分，機械式の場合で約14分かかる。基準津波による津波の到達時間は約37分であるため，到達までに放水路ゲートを閉止することができる。

また，大津波警報が発表された場合の循環水ポンプ等の常用系海水ポンプの運用手順を添付資料10に示す。

< 参考 >

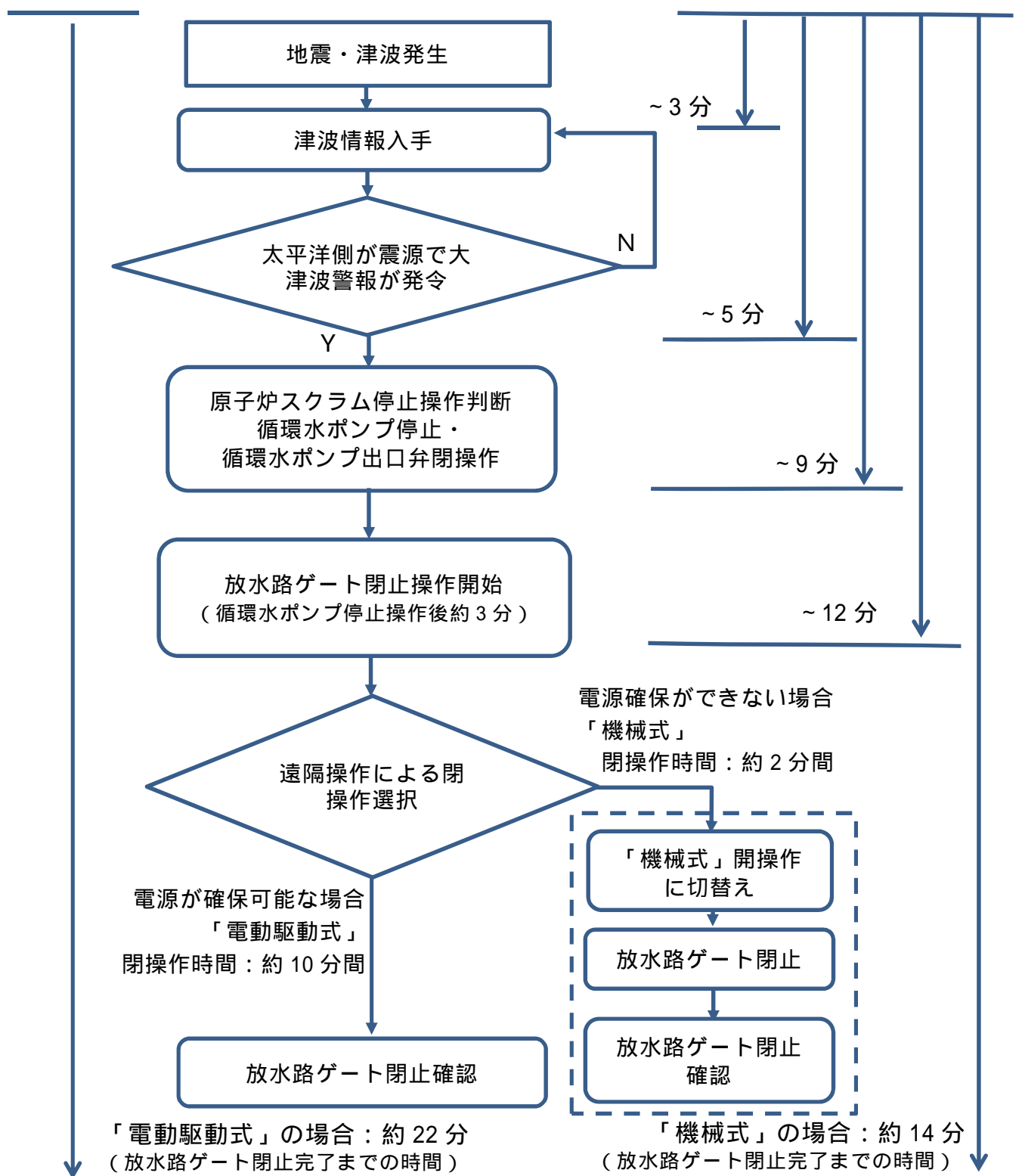
ここでは海域活断層を波源とした津波時の場合について評価する。

海域活断層F8の到達時間約24分に対し，電動駆動式約22分，機械式約14分であることから敷地へ到達する前に閉止することができる。第4表に各海域活断層の津波高さと到達時間について（取水口前面）示す。

仮に閉止できなかったとしても，海域活断層の津波高さは，最大でもF16のT.P. + 2.0mであることから，放水路ゲートを閉止しなくても敷地へ遡上することはない。第5表に各海域活断層の津波高さと到達時間について（取水口前面）示す。

第5表 各海域活断層の津波高さと到達時間について（取水口前面）

海域活断層名	最高水位（T.P. m）	到達時刻（分）
F1～塩ノ平	+ 1.7	32
F3～F4	+ 1.2	43
F8	+ 1.9	24
F16	+ 2.0	25



第10図 放水路ゲート操作フロー

設置許可基準規則 第十二条との適合性

設置許可基準規則	適合性
(安全施設)	
第一二条 安全施設は、その安全機能の重要度に応じて、安全機能が確保されたものでなければならない	取水路ゲートは、入力津波による遡上波が、設計基準対象施設の津波防護対象設備に到達、流入を防ぐ重要な施設であることを踏まえ、MS - 1 設計とする。以下にその適合性を述べる。
2 安全機能を有する系統のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものは、当該系統を構成する機能又は器具の単一故障（単一の原因によって一つの機械又は器具が所定の安全機能を失うこと（従属要因による多重故障を含む。）をいう。以下同じ。）が発生した場合であって、外部電源が利用できない場合においても機能できるよう、当該系統を構成する機械又は器具の機能、構造及び動作原理を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保するものでなければならない。	津波防護機能を達成するため、放水路ゲートを閉止するための閉止機構は多重化し、各々異なる動作原理により駆動する系統とする。 また、当該閉止機構の駆動に必要な電源系及び制御系もそれぞれに独立した系統により、多重化した設計とする。また、電源系には、無停電電源装置を用いることで外部電源喪失時にもゲート閉止が可能とすることにより、単一故障に対して津波防護機能を失わない設計とする。
3 安全施設は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるものでなければならない。	電源系等を独立させ、内部火災等の影響を受けない設計とする。 開閉装置は、外部火災等、自然現象による影響を受けない設計とする。 基準地震動 S_s に対して、ゲートの閉止機能を喪失しない設計とする。
4 安全施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、発電用原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査ができるものでなければならない。	原子炉の運転中又は停止中に放水路ゲートの作動試験又は、検査が可能な設計とする。
5 安全施設は、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損傷に伴う飛散物により、安全性を損なわないものでなければならない。	放水路ゲートと蒸気タービン、ポンプ等とは距離による離隔が十分にされていることから飛来物による影響は及ぶことはない設計としている。
6 重要安全施設は、二以上の発電用原子炉施設において共用し、又は相互に接続するものであってはならない。ただし、二以上の発電用原子炉施設の安全性が向上する場合は、この限りでない。	-
7. 安全施設（重要安全施設を除く。）は、二以上の発電用原子炉施設と共用し、又は相互に接続する場合には、発電用原子炉施設の安全性を損なわないものでなければならない。	-

貯留堰の構造及び仕様について

貯留堰は、地震後の繰返しの襲来を想定した、経路からの津波に対し、余震及び漂流物の衝突を考慮した場合においても、引き波による取水ピットの水位低下に対して、非常用海水ポンプの機能保持に必要な高さの海水を確保し、主要な構造体の境界部への止水処置により止水性を保持することを機能設計上の性能目標として、取水口前面の海中に設置する。

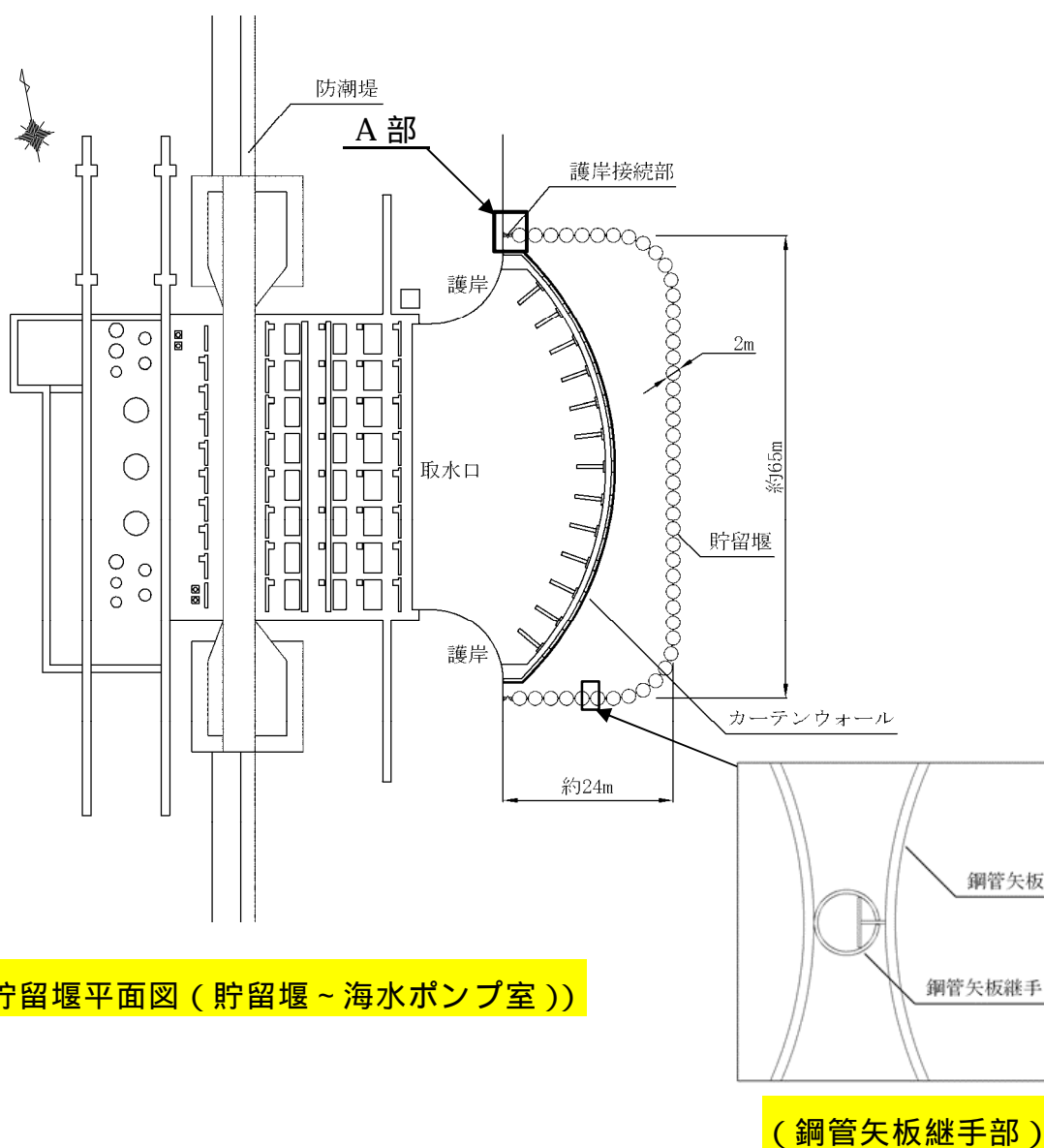
また、地震後の繰返しの襲来を想定した、津波荷重、余震及び漂流物の衝突を考慮した荷重に対し、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を保持する設計とし、有意な沈下が生じないよう堅固な地盤に支持する設計とするとともに、鋼管矢板間には鋼管矢板継手、構造物の境界には止水ゴムを設置し、部材の変形や破断等で有意な漏えいを生じさせない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

本資料では、貯留堰の構造及び仕様について示すとともに、貯留堰に求められる海水の貯留機能及び止水機能を確保するための設計方針及び施工において確認すべき事項、維持管理方針等について示す。

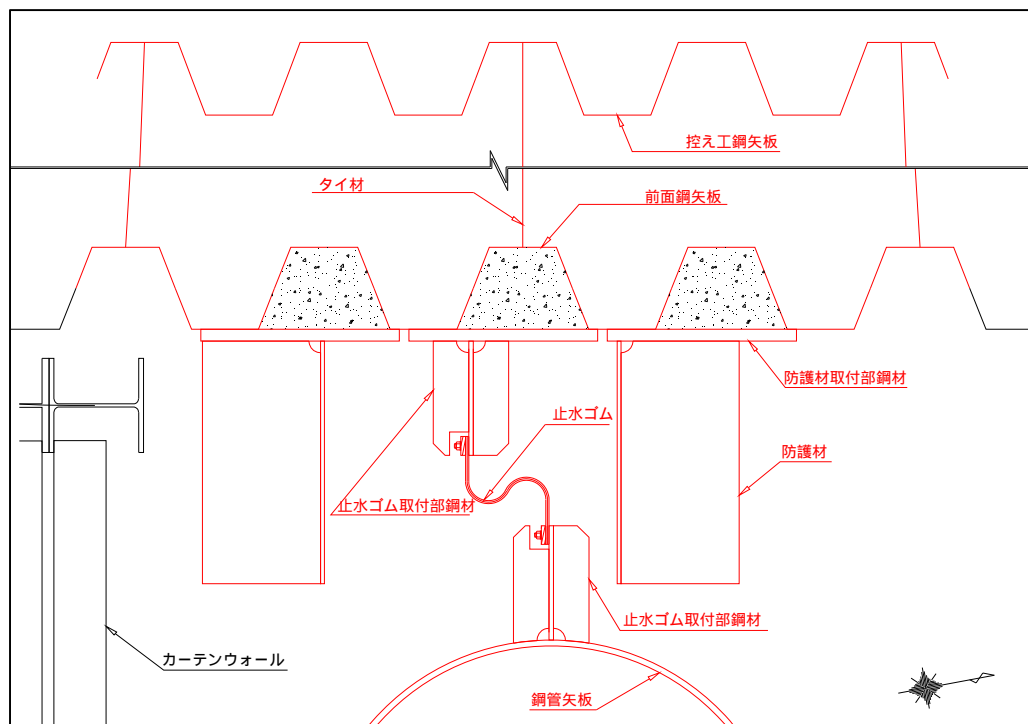
1. 貯留堰の構造及び仕様

貯留堰は、その機能・目的から貯留堰本体、護岸接続部及び貯留堰取付護岸に区分され、このうち貯留堰本体は鋼管矢板と鋼管矢板同士を接続する鋼管矢板継手、護岸接続部は止水ゴムと止水ゴムへの津波漂流物の衝突を防ぐ防護材及びこれらを取り付けるための鋼材、貯留堰取付護岸は既設構造物である前面鋼矢板とタイ材及び控え工鋼矢板より構成される。

鋼管矢板は、2,000mmの炭素鋼鋼管であり、全47本の鋼管矢板を連続的に打設することにより堰形状を構成する。鋼管矢板は、下端を岩盤に十分根入れすることにより支持性能を確保するとともに、天端は、非常用海水ポンプの取水に必要な水量を確保するため、海底地盤レベルT.P. - 6.89mに対して天端高さをT.P. - 4.9mとしており、約2mの堰高さを有する。貯留堰の寸法は、約65m×約24mである。第1-1図に貯留堰の全体構造、第1-1表に貯留堰の主要仕様を示す。



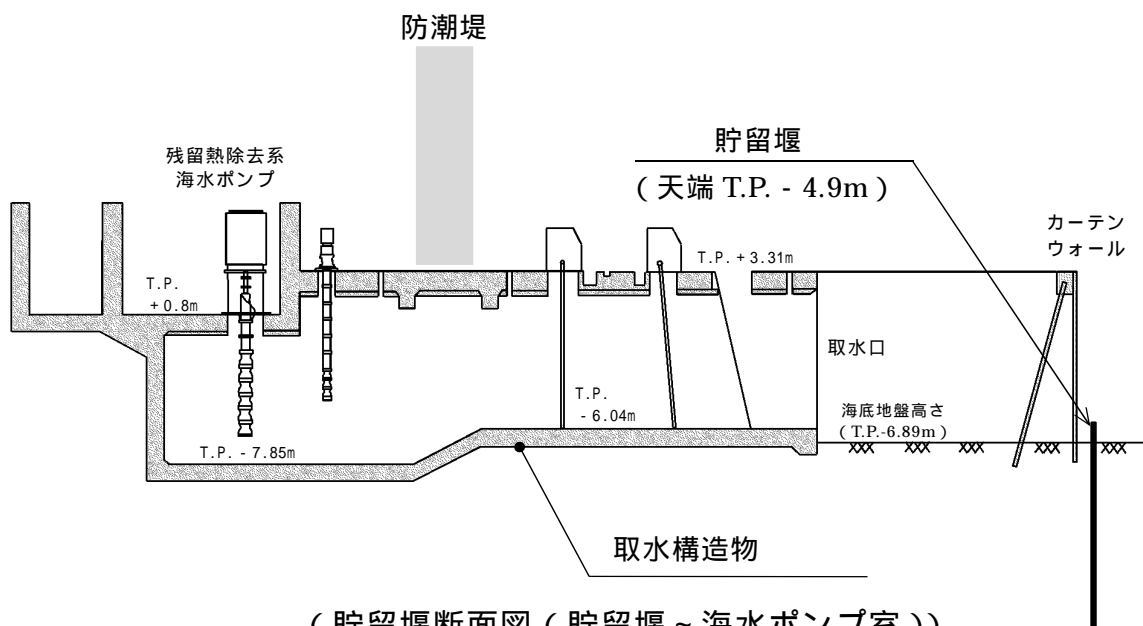
第 1-1 図 貯留堰全体構造 (1 / 5)



施設区分上の貯留堰を赤色表示部分にて示す。

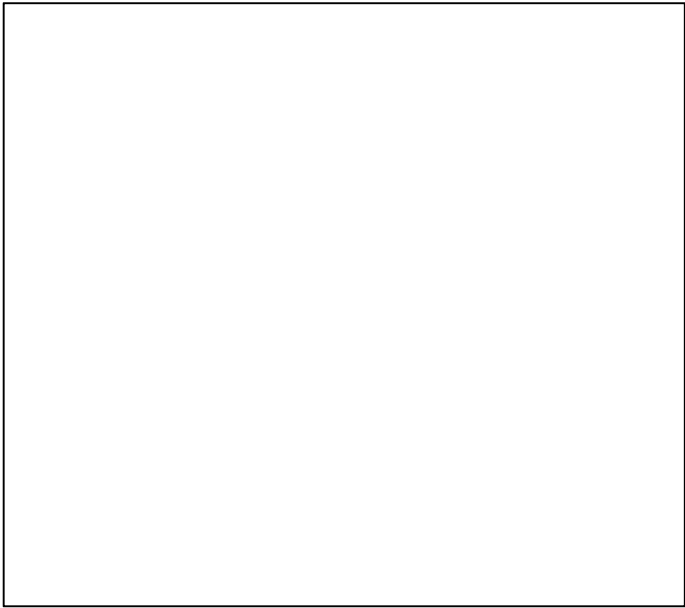
(A 部拡大 (貯留堰取付護岸接続部))

第 1-1 図 貯留堰全体構造 (2 / 5)



(貯留堰断面図 (貯留堰 ~ 海水ポンプ室))

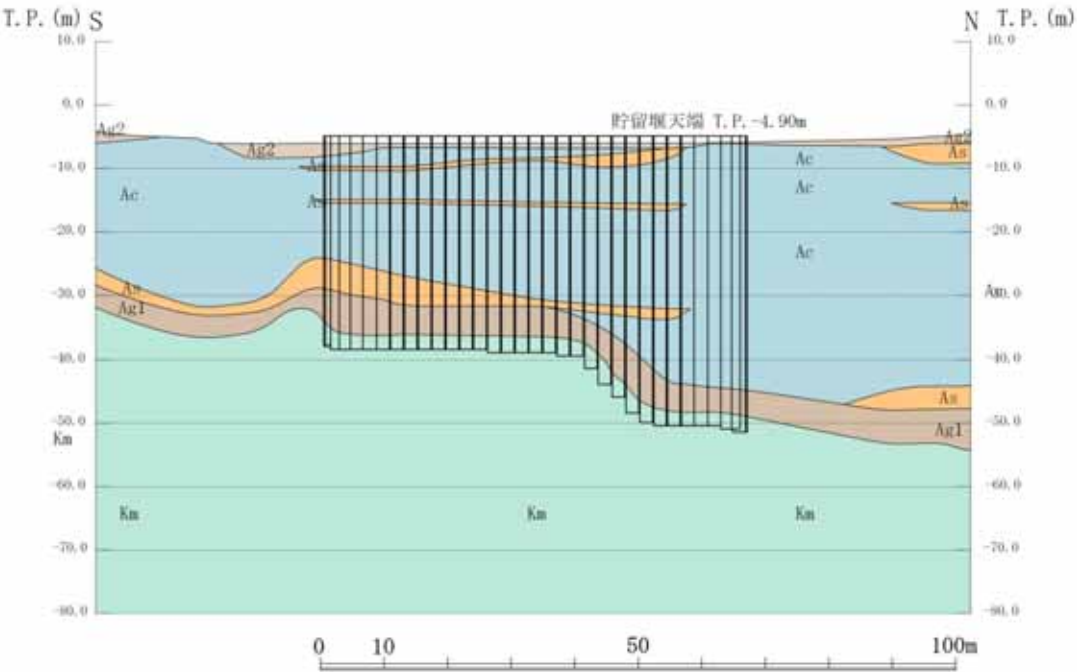
第 1-1 図 貯留堰全体構造 (3 / 5)



地 質 構 成 表

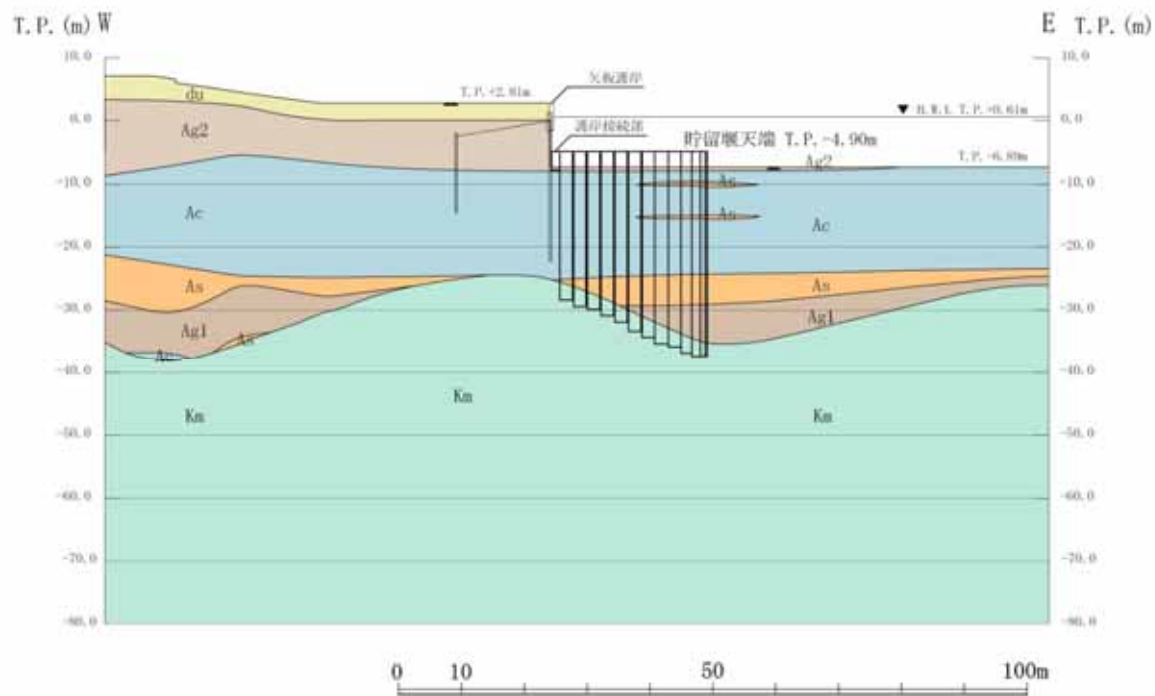
地質時代		地質区分		記号	岩相	備考
第 四 紀	完 新 世	砂丘層		du	砂	敷地全体に広く分布する。
		沖積低地 堆積層	久慈川 堆積層	Ag2	砂礫	敷地全体に広く分布する。
				Ac	粘土	久慈川が侵食した凹状の 谷を埋めて分布する。
				As	砂	
				Ag1	砂礫	
	更 新 世	低位段丘 堆積層	段丘堆積層2	D2c-3	シルト	敷地南部に埋没段丘として 分布する。
				D2s-3	砂	
				D2g-3	砂礫	
				D2c-2	シルト	
				D2g-2	砂礫	
		中位段丘 堆積層	段丘堆積層1	lm	ローム	敷地の南西部に分布し、 いわゆる静田段丘面を 構成する。
				D1c-1	シルト	
				D1g-1	砂礫	
第三紀	鮮新世	久米層		Km	砂質泥岩	敷地の基盤岩である。

断面位置図及び地質構成表

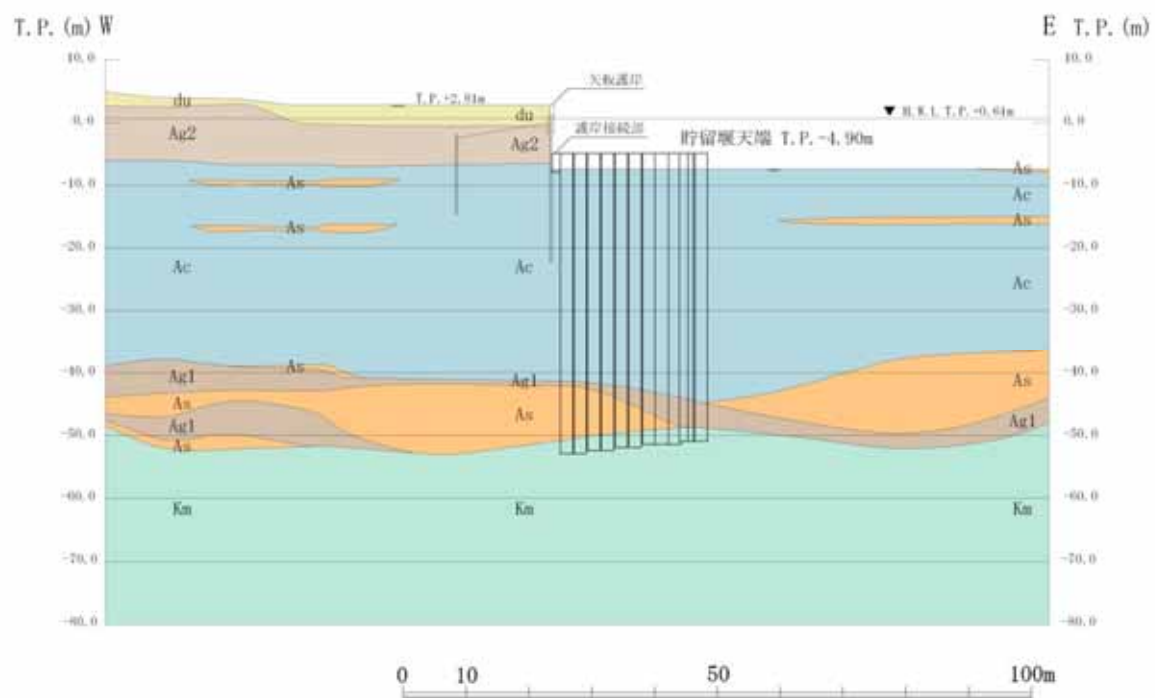


護岸平行方向断面（A - A断面）

第 1-1 図 貯留堰全体構造（4 / 5）



護岸直角方向断面（B - B 断面）



護岸直角方向断面（C - C 断面）

第 1-1 図 貯留堰全体構造 (5 / 5)

第 1-1 表 貯留堰の主要仕様

施設区分	構成部位		項 目		仕様
貯留堰	貯留堰本体	鋼管矢板	材 質		SM570
			寸 法 (mm)	外 径	2000
			許容応力度 (N/mm ²)	引 張	255
				圧 縮	255
				せん断	145
		鋼管矢板継手	材 質		SM400
			型 式		P-T型
			寸 法 (mm)	継手間隔	180
			許容応力度 (N/mm ²)	引 張	140
				圧 縮	140
				せん断	80
	護岸接続部	止水ゴムジョイント	材 質		C R ・ 補強布
			型 式		F R 特殊型
			許容引張力 (N/mm)	引 張	118.7
		止水ゴム取付部鋼材	材 質		SM400
			許容応力度 (N/mm ²)	引 張	140
				圧 縮	140
				せん断	80
		防護材	材 質		SM400
			許容応力度 (N/mm ²)	引 張	140
				圧 縮	140
				せん断	80
		防護材取付部鋼材	材 質		SM570
			許容応力度 (N/mm ²)	引 張	255
				圧 縮	255
				せん断	145
	貯留堰取付護岸	前面鋼矢板 (既設)	材 質		SY295
			型 式		型
			終局強度 (N/mm ²)	引 張	450
		控え工鋼矢板 (既設)	材 質		SY295
			型 式		型
			終局強度 (N/mm ²)	引 張	450
		タイ材 (既設)	材 質		タイプル
			型 式		F130T
			間 隔 (mm)		1600
			終局強度 (kN/本)	引 張	1281

2. 設計方針

貯留堰は津波防護施設であるため、「3.1 津波防護施設の設計」に記載のとおり、審査ガイドに基づき、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組合せた条件で設計を行うとともに、漂流物の衝突及び自然現象による荷重との組合せを適切に考慮することにより、耐震・耐津波設計上の十分な裕度をもって海水貯留機能を確保する。

(1) 評価方針

貯留堰は、前述の機能設計上及び構造強度設計上の性能目標を達成するために、構造強度を有すること及び止水性を損なわないことが必要となる。

このため構造部材の健全性及び基礎地盤の支持性能の観点から評価を行う。

第2-1表に貯留堰の構成部位とその役割を示す。

また、第2-2表に、貯留堰の評価の項目と、その評価方法及び許容限界を示す。

(2) 検討フロー

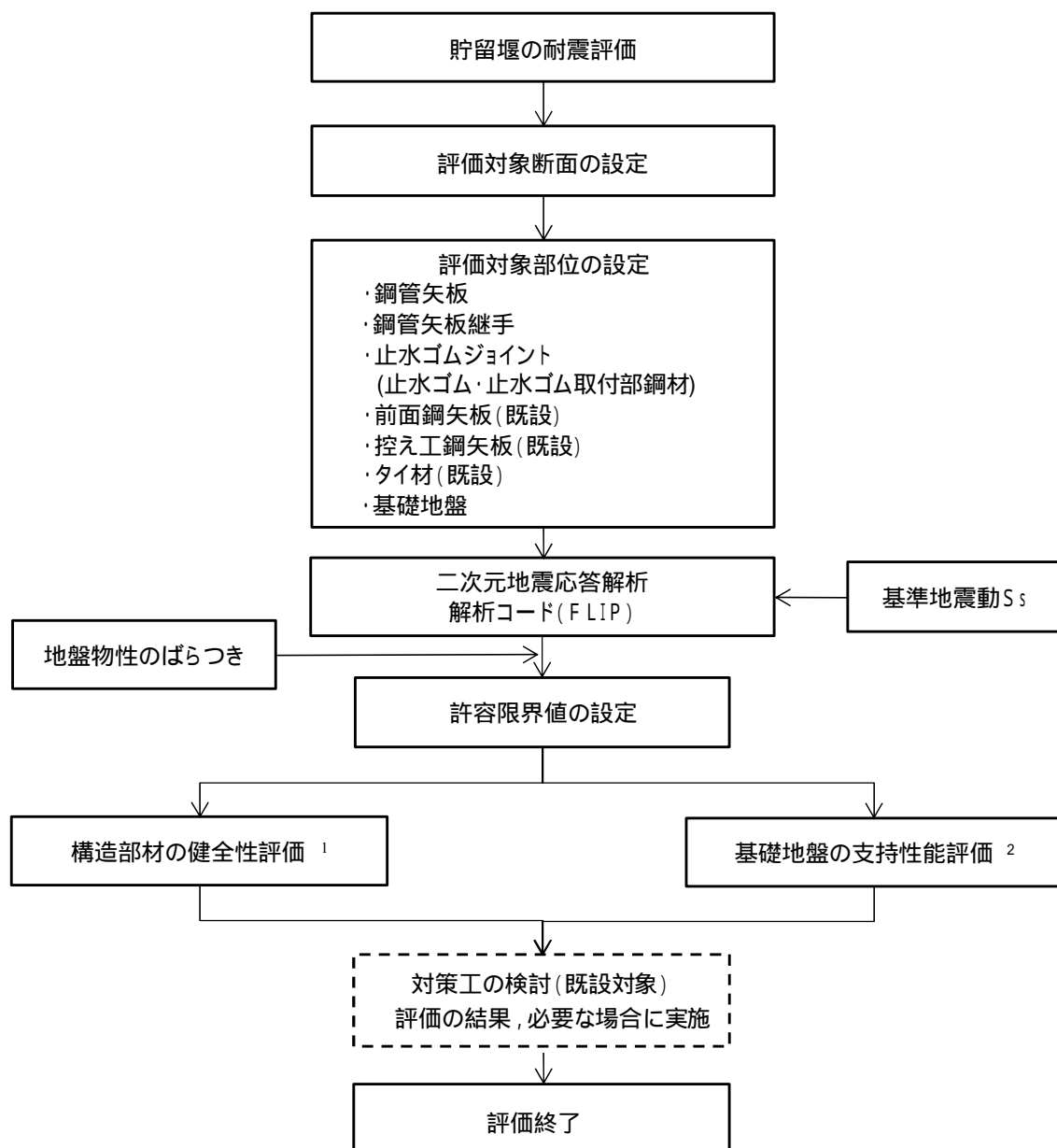
貯留堰の耐震評価の検討フローを第2-1.1図に、強度評価の検討フローを第2-1.2図に示す。

第 2-1 表 貯留堰の構成部位とその役割

施設区分	構成部位		構成部位の役割
貯留堰	貯留堰本体	鋼管矢板	地震荷重，津波荷重及び漂流物衝突荷重等を支持地盤に確実に伝達するとともに，各荷重に対して十分な耐性を有することにより止水性を確保し，貯留堰としての機能を維持する。
		鋼管矢板継手	地震荷重，津波荷重及び漂流物衝突荷重等を連続する鋼管矢板に確実に伝達するとともに，各荷重に対して十分な耐性を有することにより鋼管矢板間の止水性を確保し，貯留堰としての機能を維持する。
	護岸接続部	止水ゴムジョイント	津波荷重及び土圧に対して十分な耐性を有し，貯留堰本体と貯留堰取付護岸との間に生じる変位に追従することにより貯留堰本体と貯留堰取付護岸との間の止水性を確保し，貯留堰としての機能を維持する。
		止水ゴム取付部鋼材	
		防護材	漂流物衝突荷重に対して十分な耐性を有し，止水ゴムの損傷を防止することにより貯留堰本体と貯留堰取付護岸との間の止水性を確保し，貯留堰としての機能を維持する。
		防護材取付部鋼材	
	貯留堰取付護岸	前面鋼矢板（既設）	地震荷重に対して十分な耐性を有し，地震荷重，津波荷重及び漂流物衝突荷重等を受ける，止水ゴムジョイント及び防護材を確実に支持することにより止水性を確保し，貯留堰としての機能を維持する。
		控え工鋼矢板（既設）	
		タイ材（既設）	

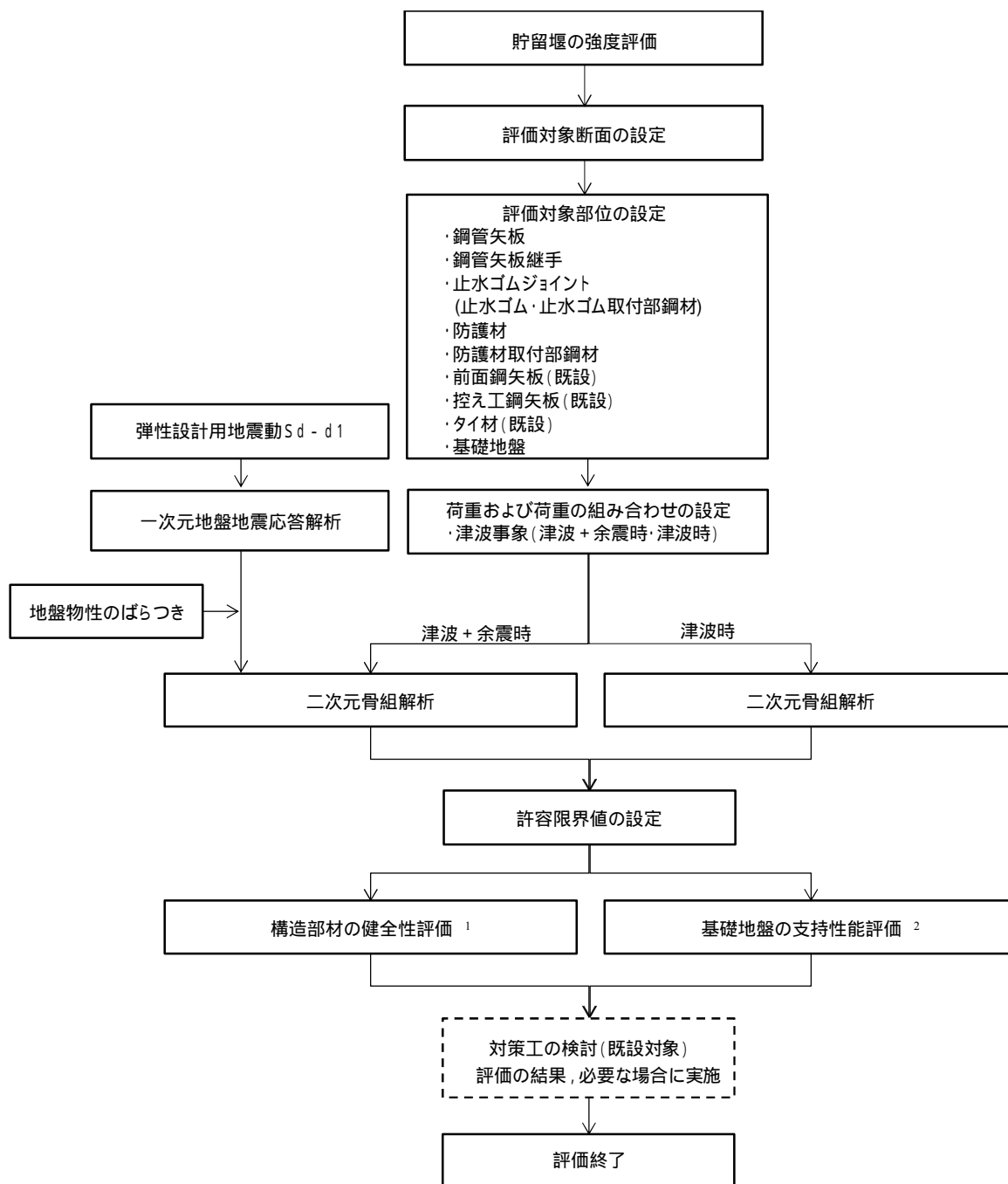
第 2-2 表 貯留堰の評価項目と許容限界値

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界
構造強度を有すること	構造部材の健全性	鋼管矢板	発生応力が許容限界を超えないことを確認	短期許容応力度
		鋼管矢板継手	発生応力が許容限界を超えないことを確認	短期許容応力度
		止水ゴム	発生する引張力が許容限界を超えないことを確認	許容引張力
		止水ゴム取付部鋼材	発生応力が許容限界を超えないことを確認	短期許容応力度
		防護材	発生応力が許容限界を超えないことを確認	短期許容応力度
		防護材取付部鋼材	発生応力が許容限界を超えないことを確認	短期許容応力度
		前面鋼矢板（既設）	発生応力が許容限界を超えないことを確認	終局強度
		控え工鋼矢板（既設）	発生応力が許容限界を超えないことを確認	終局強度
		タイ材（既設）	発生応力が許容限界を超えないことを確認	終局強度
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	支持力が許容限界を超えないことを確認	極限支持力以下
止水性を損なわないこと	構造部材の健全性	鋼管矢板	発生応力が許容限界を超えないことを確認	短期許容応力度
		鋼管矢板継手	発生応力が許容限界を超えないことを確認	短期許容応力度
		止水ゴム	発生する引張力が許容限界を超えないことを確認	許容引張力
		止水ゴム取付部鋼材	発生応力が許容限界を超えないことを確認	短期許容応力度
		防護材	発生応力が許容限界を超えないことを確認	短期許容応力度
		防護材取付部鋼材	発生応力が許容限界を超えないことを確認	短期許容応力度
		前面鋼矢板（既設）	発生応力が許容限界を超えないことを確認	終局強度
		控え工鋼矢板（既設）	発生応力が許容限界を超えないことを確認	終局強度
		タイ材（既設）	発生応力が許容限界を超えないことを確認	終局強度
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	支持力が許容限界を超えないことを確認	極限支持力以下



- 1：構造部材の健全性評価を実施することで，第 2-2 表に示す「構造強度を有すること」及び「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。
- 2：基礎地盤の支持性能評価を実施することで，第 2-2 表に示す「構造強度を有すること」及び「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。

第 2-1.1 図 貯留堰検討フロー（耐震評価）



- 1：構造部材の健全性評価を実施することで，第 2-2 表に示す「構造強度を有すること」及び「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。
- 2：基礎地盤の支持性能評価を実施することで，第 2-2 表に示す「構造強度を有すること」及び「止水性を損なわないこと」を満足することを確認する。

第2-1.2図 貯留堰検討フロー（強度評価）

(3) 貯留堰からの漏水防止

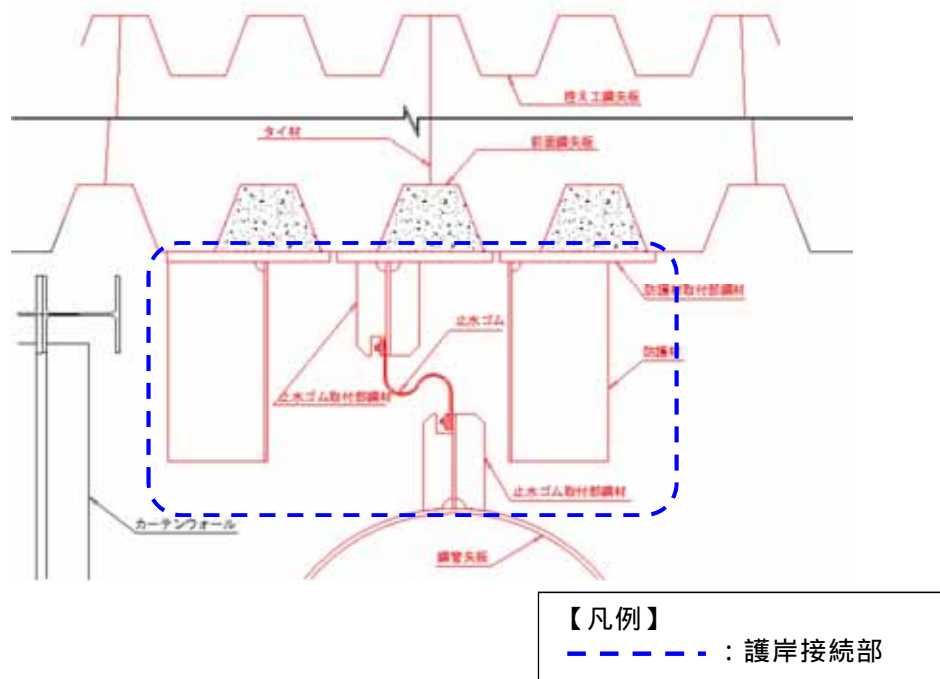
貯留堰の海水貯留機能を確保するため、護岸接続部及び鋼管矢板継手部における漏水防止に関する設計方針を以下に示す。

なお、記載の各種数値については、設計の進捗により変更となる可能性があることから暫定値とする。

護岸接続部

1) 漏水防止の考え方

護岸接続部においては、貯留堰本体と貯留堰取付護岸との取り合い部からの漏水が想定される。このため、貯留堰本体と貯留堰取付護岸の間には鋼板を介した止水ゴムジョイントを設置することで、漏水を防止する設計とする。この構造により、貯留堰本体と貯留堰取付護岸に相対変位が生じた場合においても、たわませて設置した止水ゴムの変形により、漏水を防止する。第2-2図に護岸接続部の概略構造を示す。



第 2-2 図 護岸接続部の概略構造

護岸接続部の耐震・耐津波設計においては、部材の健全性及び止水性能の観点から、地震時及び津波＋余震時に、止水ゴムに生じる引張力と、貯留堰**本体**と貯留堰取付護岸の相対変位により生じる止水ゴムの変形量について照査を行う。

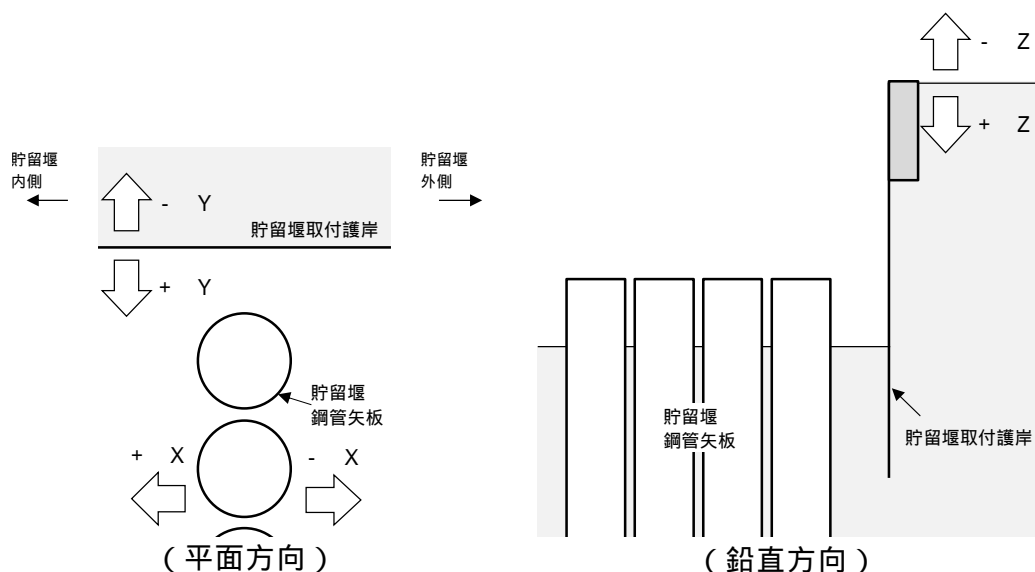
止水ゴムに生じる引張力については、津波波圧と動水圧のほか、鋼管矢板に変位が生じた際に土中の埋込部において土圧が作用することから、この土圧に対しても耐力を確保する仕様とする。

相対変位については、貯留堰取付護岸法線平行方向、法線直角方向及び鉛直方向（第2-3図に示す $\pm X$ 、 $\pm Y$ 及び $\pm Z$ ）の相対変位から求められる合成方向変位に対して、以下の2ケースを設定し、照査する。

- ・地震時：地震時の貯留堰取付護岸と貯留壁本体の最大相対変位を考慮
- ・重畳時：地震時残留相対変位と（津波＋余震時）による最大相対変位の合計を考慮

また漂流物の衝突による止水ゴムジョイントの損傷を防ぐため、止水ゴムジョイントの内側・外側に鋼製の防護材を設置する。

第2-3図に**貯留堰本体**と貯留堰取付護岸との相対変位の考え方を示す。

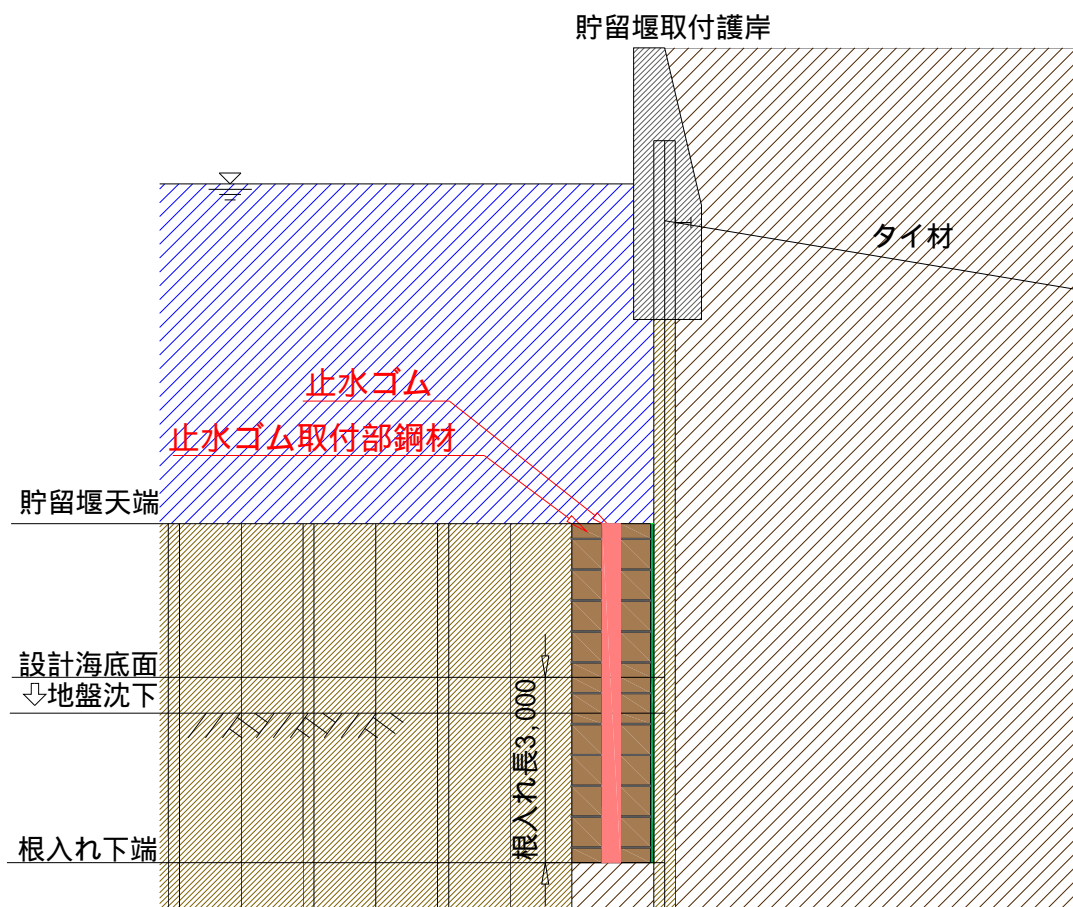


第2-3図 **貯留堰本体**と貯留堰取付護岸との相対変位の考え方

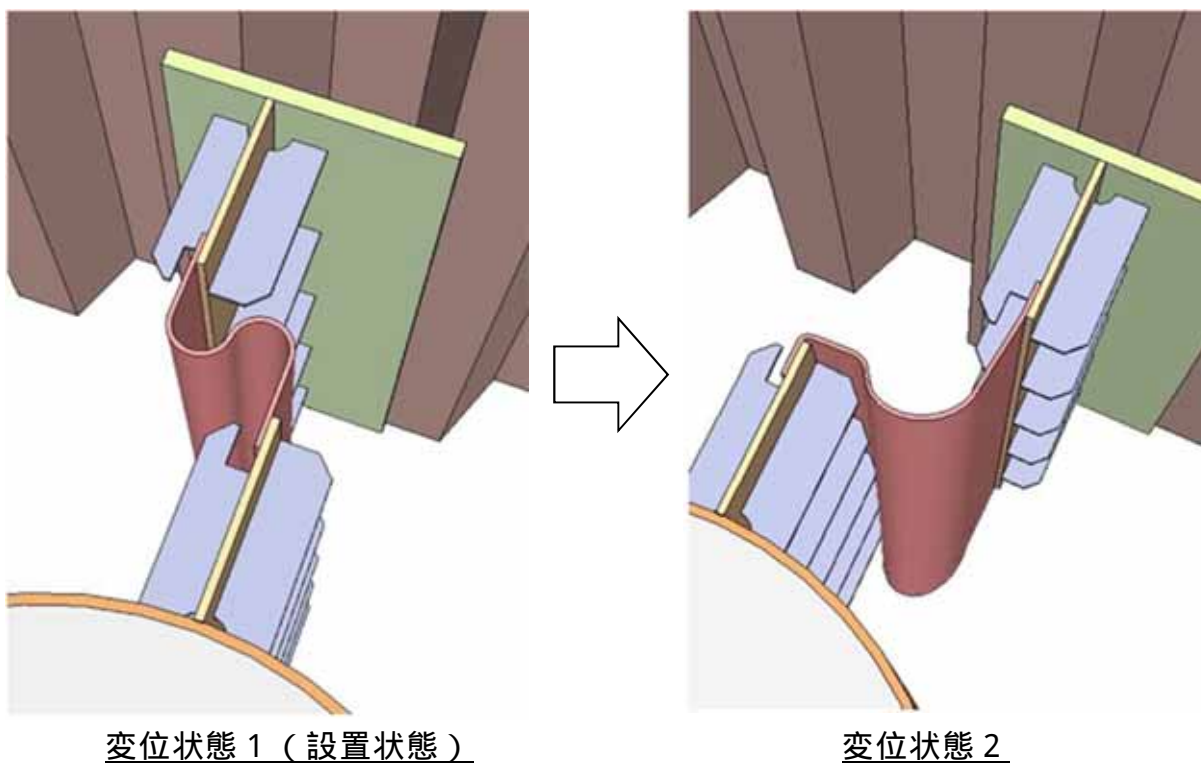
2) 根入れ長の考え方

止水ゴムジョイントの根入れ長は、透水係数より算出される必要遮水層厚及び地震により生じる地盤の沈下の影響を考慮し、設定する。止水ゴムジョイントは、止水ゴム取付部鋼材に対し、ボルト・ナットで接合する計画であるため、変位が発生してもゴムが引抜かれることはない。しかし、貯留堰**本体**の変位に伴いゴムジョイントが地中でわずかに変形する可能性があるため、余裕を考慮して根入れ長を設定する。

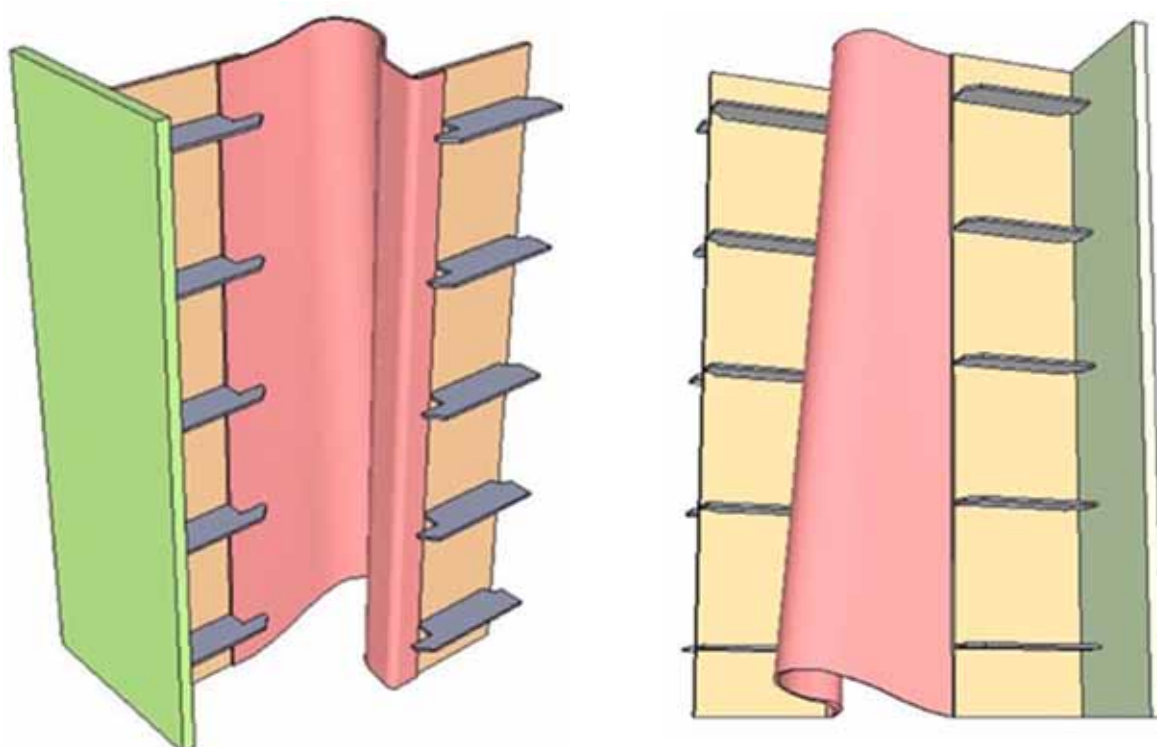
止水ゴムジョイントの断面図を第2-4.1図に示す。また、第2-4.2図に止水ゴムジョイントの変位のイメージ、第2-4.3図に変形のイメージを示す。



第 2-4.1 図 止水ゴムジョイント断面図



第 2-4.2 図 止水ゴムジョイントの変位のイメージ



第 2-4.3 図 止水ゴムジョイントの変形のイメージ

止水ゴムジョイントの根入れ長 L は、下式により算出する。

$$L = L_1 + L_2 + \quad = 1.60 + 0.26 + 1.14 = 3.0\text{m}$$

ここで、

L : 決定根入れ長

L_1 : 遮水のために必要な根入れ長

L_2 : 地震により生じる地盤の沈下量

: 余裕 (=1.14m)

以下に、 L_1 及び L_2 の設定根拠を示す。

a . 遮水のために必要な根入れ長 : L_1

止水ゴムジョイントの根入れ長については、管理型廃棄物埋立護岸設計・施工・管理マニュアル(改訂版)⁽¹⁾を参考に設定する。本マニュアルは管理型廃棄物処分場の護岸設計を対象としており、漏水量を厳しく規定していることから、本マニュアルを参考とすることで貯留堰の止水性に対する機能要求を満足できる。

護岸接続部の周辺地盤は圧密試験結果¹より、透水係数 10^{-6} cm/s程度のAc層(粘性土層)の地盤であり、本マニュアルによれば、鋼管矢板の鉛直遮水工の根入れ長として、透水係数 10^{-6} cm/sの粘性土層の場合、透水長1.6m以上を確保することとなっている。

ここで、保守側に考慮し、水平変位状態においてゴムは片面のみ地盤と接すると考え、必要遮水距離は、遮水のために必要な根入れ長の片面のみ考慮するものとし、 $L_1=1.6\text{m}$ とする。

1 : 「d . G - 8 孔における Ac 層の透水係数について」参照

b . 地震により生じる地盤の沈下量 : L_2

地震により生じる地盤の沈下量 L_2 は下式により算出する。

$$L_2 = S_1 + S_2 = 0.05 + 0.21 = 0.26\text{m}$$

ここで ,

L_2 : 地震により生じる地盤の沈下量

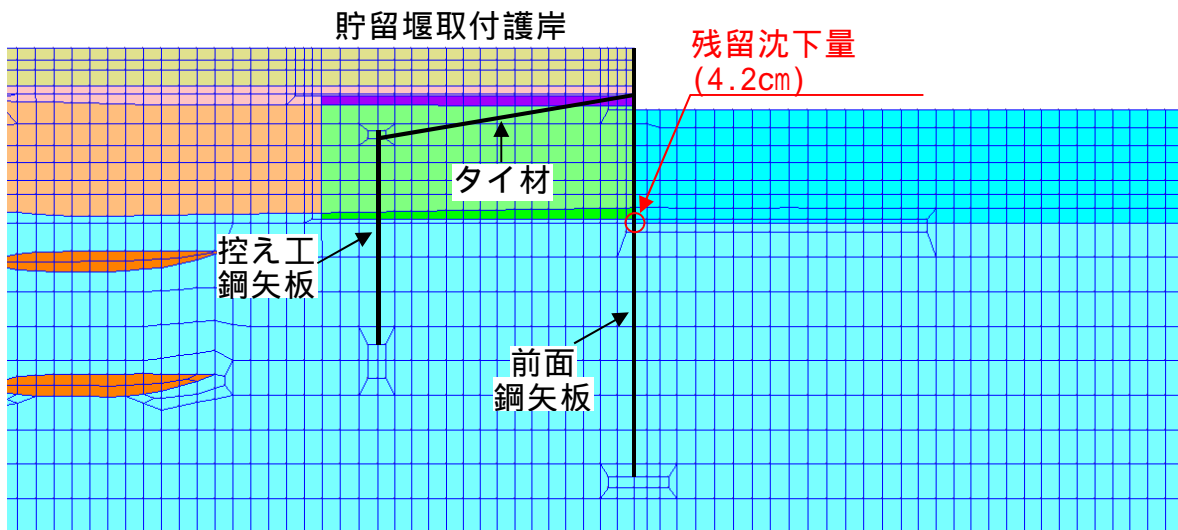
S_1 : 地盤の変形による残留沈下量 (約5cm) (二次元動的解析結果)

S_2 : 地盤の過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量 (約21cm) (石原らによる体積ひずみと最大せん断ひずみの関係図⁽²⁾より算出)

以下に , S_1 及び S_2 の設定根拠を示す。

a) 地盤の変形による残留沈下量 S_1 の設定

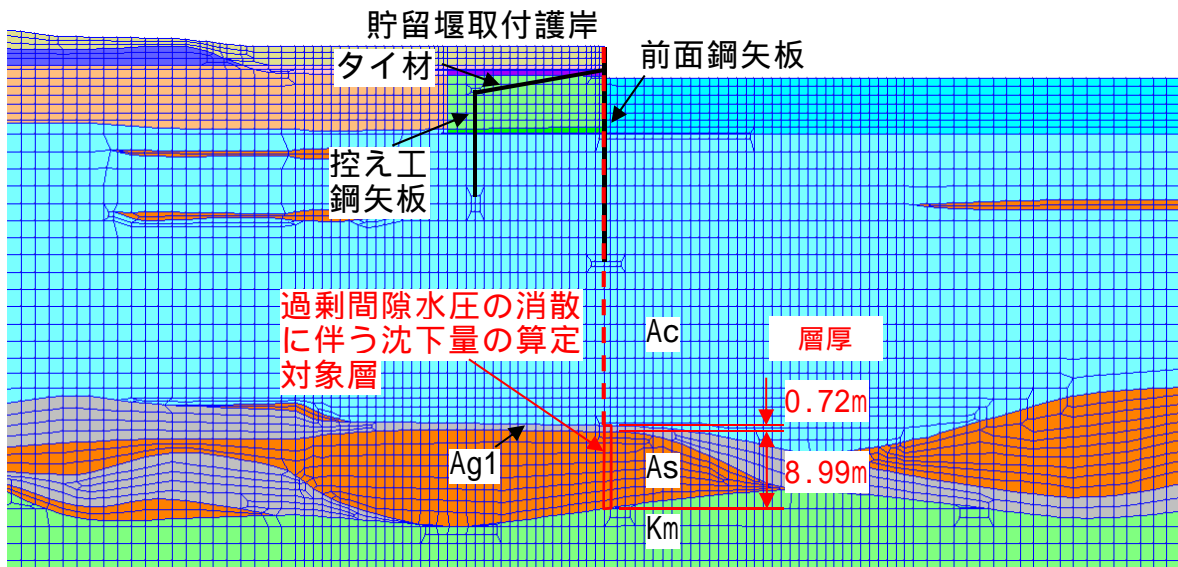
EW-1断面の二次元動的解析結果($S_5 - D 1++$)を用いて , 地盤の変形による残留沈下量 S_1 を設定する。これにより , 第2-5図に示す貯留堰取付護岸の前面鋼矢板海側の海底地盤節点における残留沈下量約5cmを S_1 とする。



第 2-5 図 地盤の変形による残留沈下量 S_1 の設定位置

b) 地盤の過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量 S_2 の設定

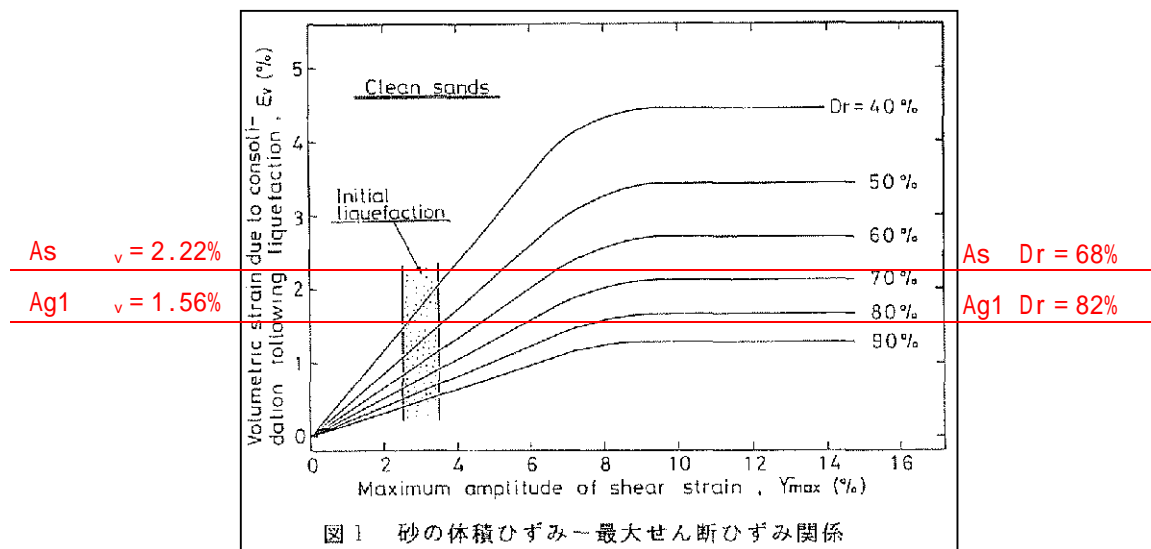
EW-1断面の土層構成から貯留堰取付護岸の前面鋼矢板海側の地盤における過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量 S_2 を算定する。過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量の算定位置を第2-6図に示す。



第 2-6 図 地盤の過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量 S_2 の算定位置

地盤における過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量の算定は，石原らによる体積ひずみと最大せん断ひずみの関係図を用いる。沈下量を保守的に算定するために，最大ひずみ γ_{max} の値に係わらず体積ひずみ γ_v の上限値を用いる。なお，相対密度 D_r については平均値を用いる。第2-7図に沈下量の算定に用いる相対密度 D_r 及び体積ひずみ γ_v を示す。

地盤における過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量 S_2 は，第2-2表に示す結果より約21cmとする。



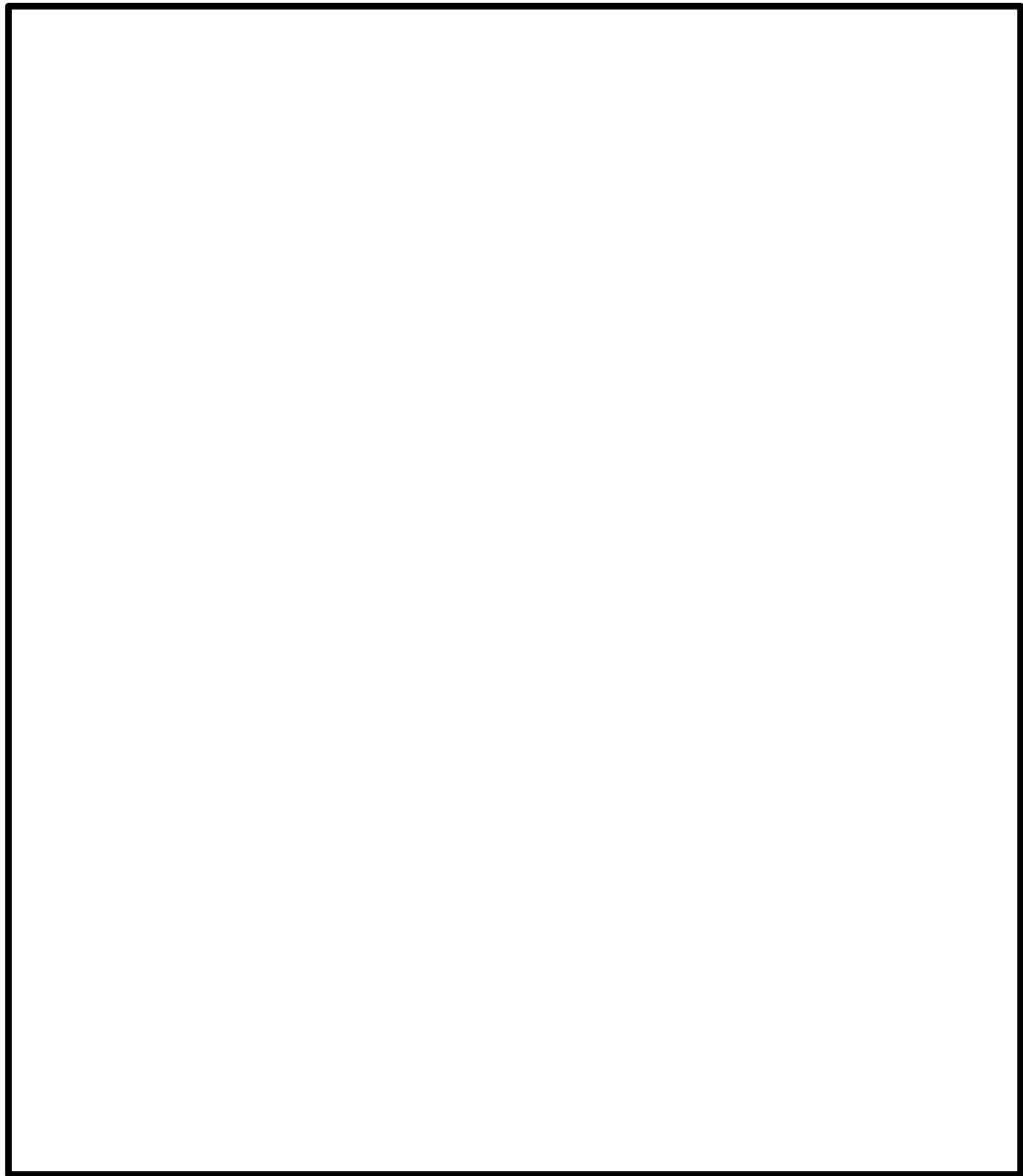
第 2-7 図 石原らによる体積ひずみと最大せん断ひずみの関係図

第 2-3 表 過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量の算定

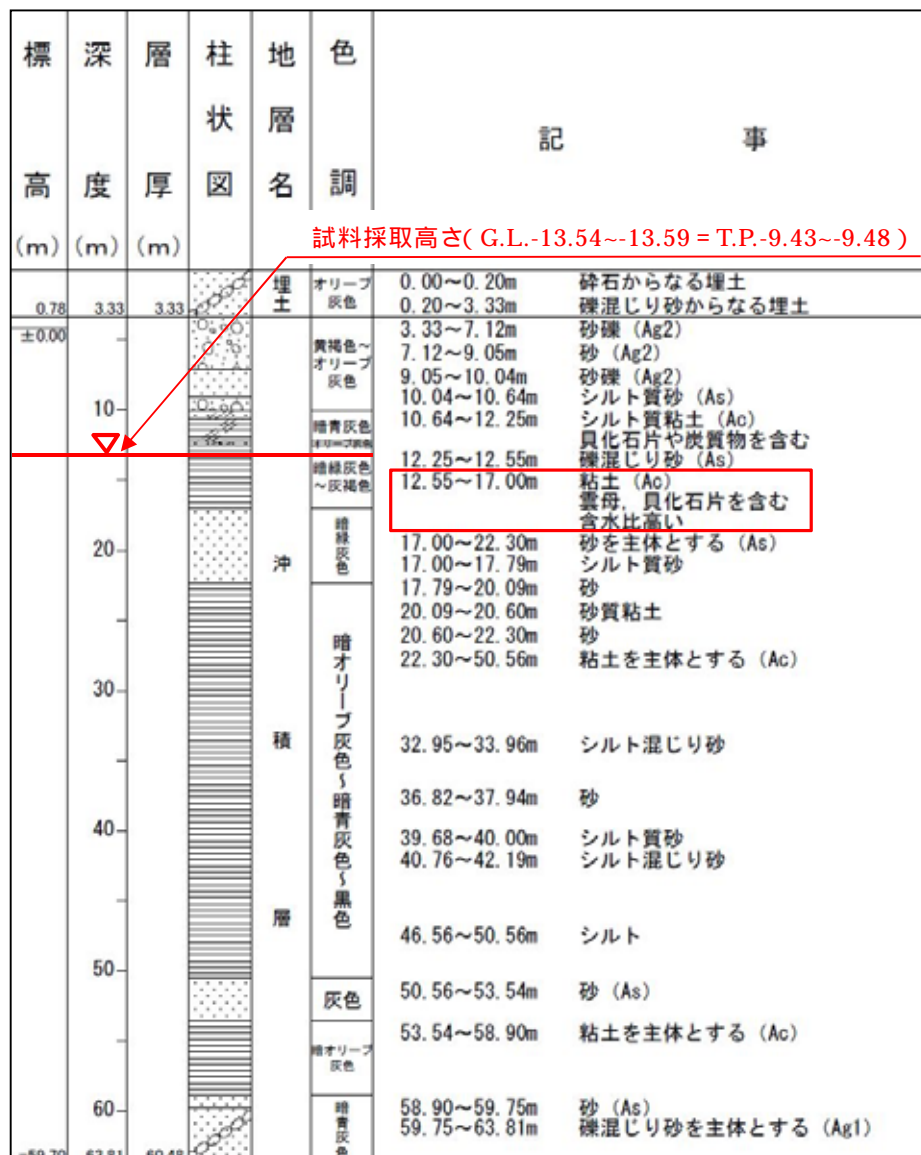
土層名	層厚 h (m)	相対密度 D_r (%)	体積ひずみ ϵ_v (%)	過剰間隙水圧 の消散に伴う 沈下量 S_2 (m)
Ag1	0.72	82	1.56	0.01
As	8.99	68	2.22	0.20
合計				0.21

d . G - 8 孔におけるAc層の透水係数について

第2-8図に示す G - 8 孔にて採取した試料を用いて実施した , Ac層の
圧密試験結果を以下に示す。



第 2-8 図 土質調査位置図 (G-8 孔)



第 2-9 図 G-8 孔柱状図抜粋 (孔口標高 : T.P.+4.11)

第 2-4 表 圧密試験結果（抜粋）

（試料採取深さ；G.L. -13.54 ~ -13.59 = T.P. -9.43 ~ -9.48）

荷重 段階	平均圧密圧力 p kgf/cm ²	t_{90} min	透水係数 k cm/s
0	0.10	0.31	1.03E-06
1	0.28	0.33	8.08E-07
2	0.57	0.35	5.19E-07
3	1.13	0.38	3.79E-07
4			

（補足説明）

Ac層の水中単位体積重量 = $\gamma_{sat} - \gamma_w = 16.2 - 9.8$
 $= 6.4 \text{ kN/m}^3$ を考慮すると，0～1の荷重段階での平均圧密圧力 p
 の0.1kgf/cm²（ $= 9.8\text{kN/m}^2$ ）は， $9.8/6.4 = 1.53$ より深度1.5m相当
 となり，止水ジョイント根入れ深さとほぼ同深度である。

鋼管矢板継手部

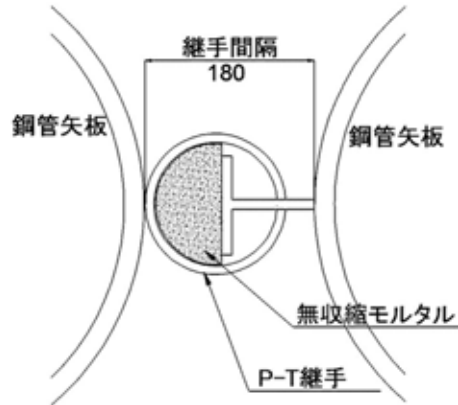
1) 漏水防止の考え方

鋼管矢板間の止水性を確保するため、鋼管矢板同士は、鋼管矢板継手により連結する構造とする。鋼管矢板継手は、連結する片方の鋼管矢板に取り付けたP型の継手と、もう片方の鋼管矢板に取り付けたT型の継手を重ねることにより、鋼管矢板を連結する。

重ね合せ部には、袋体（モルタルジャケット、材料：ポリエステル及びナイロン）を挿入し、袋体の中に無収縮モルタルを充填することにより、重ね合せ部の止水性を確保する設計とする。本構造は、「廃棄物海面処分場施工要領（改訂版）」（（社）日本埋立浚渫協会（平成21年3月））に基づくものであり、管理型廃棄物埋立護岸等における汚染水の流出防止を目的として多くの適用実績がある。なお、上記施工要領は、斎藤等による鋼管矢板継手の遮水性能評価試験結果⁽³⁾に基づくものである。第2-10図に鋼管矢板継手の概略構造を示す。

斎藤等による遮水性能評価試験結果から、本構造の換算透水係数（ cm/s ）は、 1×10^{-6} オーダーであり、この換算透水係数を保守的に $1 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ とした上で、貯留堰において想定される漏水量を評価した結果においても、非常用海水ポンプの取水可能時間に相当する30分間の漏水量は約 0.1 m^3 であることから、止水性が損なわれないことを確認した。

2：「添付資料 3 1 貯留堰継ぎ手部の漏水量評価について」参照



第 2-10 図 鋼管矢板継手の概略構造

2) 根入れ長の考え方

鋼管矢板継手の根入れ長は，下式より算出する。

$$L = L_1 + L_2 + \quad = 1.60 + 0.26 + 0.64 = 2.5\text{m}$$

ここで，

L ：決定根入れ長

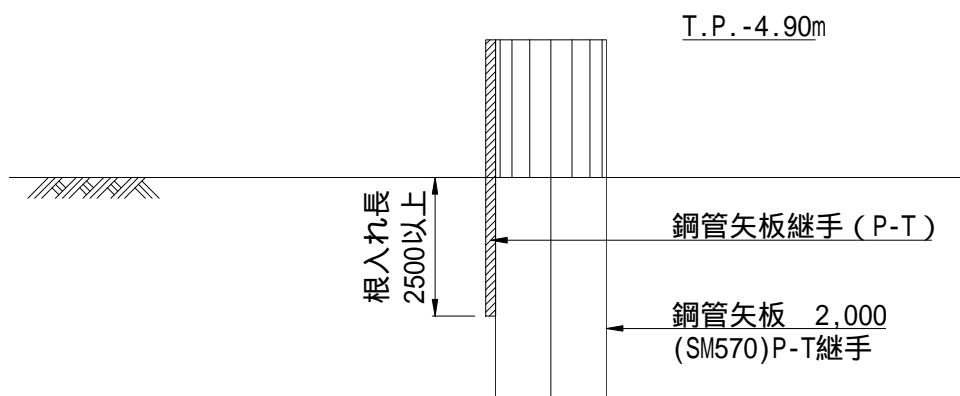
L_1 ：遮水のために必要な根入れ長

L_2 ：地震により生じる地盤の沈下量

：余裕（= 0.64m）

鋼管矢板継手部の周辺地盤は基本的に透水係数 10^{-6}cm/s 程度のAc層（粘性土層）の地盤であるため，護岸接続部と同様に管理型廃棄物埋立護岸設計・施工・管理マニュアル（改訂版）⁽¹⁾を参考に，遮水のために必要な根入れ長として $L_1=1.6\text{m}$ ，地震により生じる地盤の沈下量として $L_2=26\text{cm}$ ³を考慮し，これに余裕を見込んだ2.5mを設計海底面からの鋼管矢板継手の根入れ長として確保する。（第2-11図参照）

3：「2．設計方針（3）貯留堰からの漏水防止 護岸接続部 2）根入れ長の考え方 b．地震により生じる地盤の沈下量： L_2 」参照



第 2-11 図 鋼管矢板継手の根入れ長

なお，鋼管矢板継手部の周辺地盤は基本的にAc層の地盤であるが，部分的にAg2層（砂礫層）やAs層（砂層）も混在することから，止水性を損なわないことを確認するため，保守的に鋼管矢板継手部周辺の地盤がすべて砂層であると仮定した場合の漏水量評価を以下にて実施した。

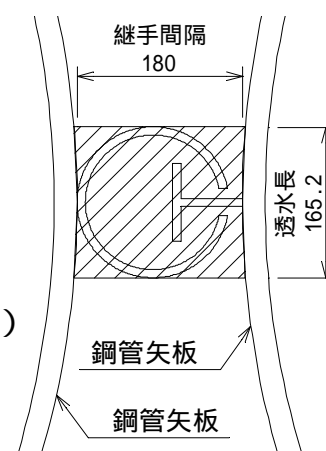
【地盤が砂層と想定した場合の漏水量の評価】

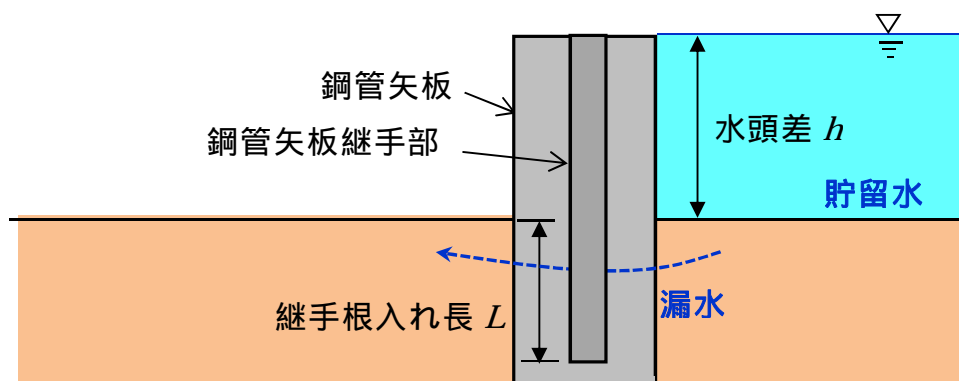
全漏水流量 Q は以下のように算出される。

$$\begin{aligned}
 Q &= A \times k \times i \\
 &= B \times L \times k \times h / T \\
 &= 18 \text{ cm} \times 224 \text{ cm} \times 1 \times 10^{-2} \text{ cm/s} \times 275 \text{ cm} / 16.52 \text{ cm} \\
 &= 671 \text{ cm}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

ここに，

- Q : 全漏水流量(cm^3/s)
- A : 断面積(cm^2) ($= B \times L$)
- k : 透水係数 ($= 1 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$)
- i : 動水勾配 ($= h / T$)
- B : 継手部の幅 ($= 18 \text{ cm}$)
- L : 継手部の根入れ長 ($= 250 \text{ cm} - 26 \text{ cm} = 224 \text{ cm}$)
- h : 水頭差 ($= 249 \text{ cm} + 26 \text{ cm} = 275 \text{ cm}$)
- T : 透水長 ($= 16.52 \text{ cm}$)





継手箇所数46箇所全域において砂層地盤と想定した場合の，引き波時間3分間における漏水量 V は以下のように算出される。

$$\begin{aligned}
 V &= Q \times 3 \text{ 分} \times 60 \text{ s} \times 46 \text{ 箇所} \\
 &= 671 \text{ cm}^3/\text{s} \times 3 \text{ 分} \times 60 \text{ s} \times 46 \text{ 箇所} \\
 &= 5,555,880 \text{ cm}^3 \\
 &= 5.6 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

以上の結果より，鋼管矢板継手部周辺の地盤が砂層であると仮定した場合においても，引き波時間における漏水量は 5.6m^3 であることから，周辺地盤の地質構成のばらつきを考慮しても，止水性が損なわれないことを確認した。

3. 施工において確認すべき事項

前章に記載した設計方針に関連して、施工において確認すべき事項を以下に示す。

(1) 鋼管矢板からの漏水防止

鋼管矢板に予め設置された鋼管矢板継手内にモルタルを確実に充填するためには、鋼管矢板を精度良く打設する必要がある。このため、鋼管矢板は、位置決めされた導材に沿わせて打設する。また、鋼管矢板の打設位置、傾斜及び高さ並びに鋼管矢板継手の状態について、打設中及び打設後に測量機器等により確認する。

鋼管矢板継手へのモルタルの充填に当たっては、継手内の土砂の排土が必要であるため、所定の深度までの排土が完了していることを確認する管理を行う。

その後、継手からのモルタルの漏出防止のため、モルタルを充填する全深度に対して、袋体（モルタルジャケット）を挿入し、継手内にモルタルを打設し打ち上げる。袋体の挿入状況及びモルタルの充填状況については、潜水土にて確認するとともに、規定数量のモルタルが充填されたことを流量計等により確認する。

(2) 貯留堰取付護岸と止水ゴムジョイントの接続部の施工管理

貯留堰取付護岸と止水ゴムジョイントの接続のため、貯留堰取付護岸に止水ゴム取付部鋼材（鋼板）を溶接にて接続する。溶接は水中溶接にて施工する計画であり、溶接部については、母材の表面状態の確認等を行い溶接の品質管理を実施すると共に貯留堰取付護岸の板厚検査等を実施し、所要の構造強度があることを確認する。

4. 貯留堰の維持管理方針

貯留堰の維持管理方針を以下に記載する。具体的な点検計画は、本方針に従い、施設の供用開始前までに適切に策定する。

(1) 維持管理方針

貯留堰の維持管理は、部材の劣化、変状の発生・進行を把握することを目的に、初回点検のほか、定期的な点検と異常時を対象とした臨時点検を実施し、必要に応じて性能が要求レベルを下回らないようにするための補修対策を実施する。貯留堰の維持管理方法は、以下のマニュアル等を参考に設定する。

- ・「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」(平成19年10月 財団法人 沿岸技術研究センター)
- ・「港湾の施設の維持管理計画書作成の手引き(増補改定版)」(平成20年12月 財団法人 港湾空港建設技術サービスセンター)
- ・「港湾鋼構造物 防食・補修マニュアル(2009年度版)」(平成21年11月 財団法人 沿岸技術研究センター)
- ・「港湾の施設の点検診断ガイドライン」(平成26年7月 国土交通省 港湾局)

なお、止水ゴムジョイント部のゴムは、メーカー試験値により耐用年数は100年を超え、供用期間中の交換は不要と考えられるが⁴、規模の大きい地震の直後等、大きな変形が発生した場合には、臨時点検を実施し、止水ゴムジョイント交換の要否を判断する。

4：「(4)参考資料(ゴムの耐久性について)」参照

(2) 点検の種類及び方法

点検の種類は，下記に示す初回点検，定期点検及び臨時点検に分類される。また，定期点検は，簡易点検と詳細点検に区分される。

点検方法の概要を下記に示す。その詳細並びに点検項目，判定基準等の詳細については，施設の供用に先立って別途点検計画を策定し，これに準じて実施する。

初回点検

維持管理計画等の策定にあたって，施設の初期状態を把握するために実施する。点検項目は，詳細点検と同様とする。

定期点検

変状の発生及び進行を効率的かつ早期に発見することを目的として実施するもので，あらかじめ定めた点検計画に基づいて，計画的かつ継続的に行う。

1) 簡易点検

構造物の部材ごとに行うものであり，大きな変状や異常が発生していないことを潜水土による目視等で確認する。

2) 詳細点検

簡易点検の項目である潜水土による構造部材の目視点検に加え，水中カメラにより止水ゴムジョイント等の狭隘部の確認を行うとともに，止水ゴムジョイント，取付部鋼材及び貯留堰端部鋼管矢板の変位計測，貯留堰取付護岸との相対変位計測等を行うことで，護岸接続部に大きな変状が発生していないか確認する。

臨時点検

1) 一般臨時点検

地震や台風の直後に，変状の発生・進行の有無を確認し，必要な対策

を取るために実施する。点検項目は簡易点検と同様とする。

2) 詳細臨時点検

簡易点検及び一般臨時点検において特段の変状が発見された場合に，必要に応じてその原因究明や施設の性能への影響把握を目的として実施する。点検項目は詳細点検と同様とする。

(3) 点検の頻度

供用期間中の変状の発生及び進行を適切に把握するため，当該施設の重要度を踏まえ，点検の時期を定め，定期点検を実施する。

「技術基準対象施設の維持に関し必要な事項を定める告示」(平成19年国土交通省告示第364号)では，定期点検は5年以内ごとに行うこととされており，少なくとも5年以内に1回は定期点検が実施する必要があるが，重点点検設備の場合については，3年以内に1回は定期点検を実施する必要があると定められている。

貯留堰は津波防護施設であることを踏まえ，簡易点検を3年以内に1回程度の頻度で実施できるよう策定する。

定期点検のうち詳細点検の頻度は，9年から15年以内に1回程度として策定し，供用中の点検結果を踏まえて，必要に応じて見直しを行う。

設定した点検時期及び頻度の考え方について整理した表を第4-1表に示す。

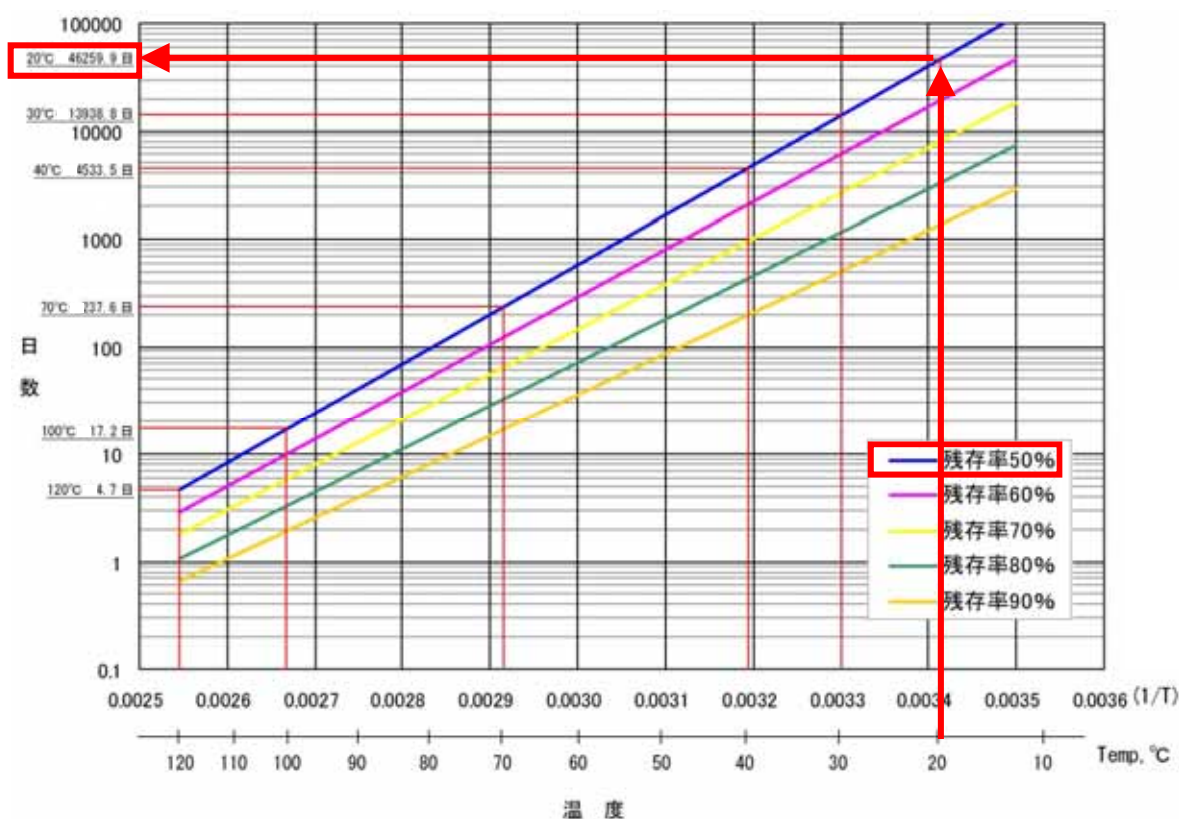
第4-1表 点検時期及び頻度の考え方

	分類	点検の時期・頻度	点検の方法
維持管理開始時	初回点検	竣工直後	詳細点検に準じる
通常時	簡易点検	3年に1回程度	潜水土による目視等
	詳細点検	9～15年に1回程度	潜水土による目視，水中カメラによる確認，及び変位計測等
異常時	一般臨時点検	地震時，荒天時の直後	簡易点検に準じる
	詳細臨時点検	簡易点検や一般臨時点検により特段の変状が確認された場合	詳細点検に準じる

(4) 参考資料 (ゴムの耐久性について)

ゴムの耐久性 (= 寿命) を規定する上で求められるゴムの残存率 は50% (メーカー推奨値) であり, 20℃ の暴露条件における熱老化試験によると残存率50%の経過年数は126.7年となる。(第4-1図参照)

ゴムの残存率: ゴム部材が経年劣化し破断伸びが低下した後の伸び率が, 初期伸び率に対し, どの程度残存していたか表す値 (残存率 (%) = 劣化後の伸び率 / 初期伸び率 × 100)。



$$46,259(\text{日}) / 365(\text{日/年}) = 126.7 \text{ 年}$$

第 4-1 図 熱老化試験結果による劣化推定グラフ

ゴムの劣化要因として以下の4項目が挙げられる。

酸素

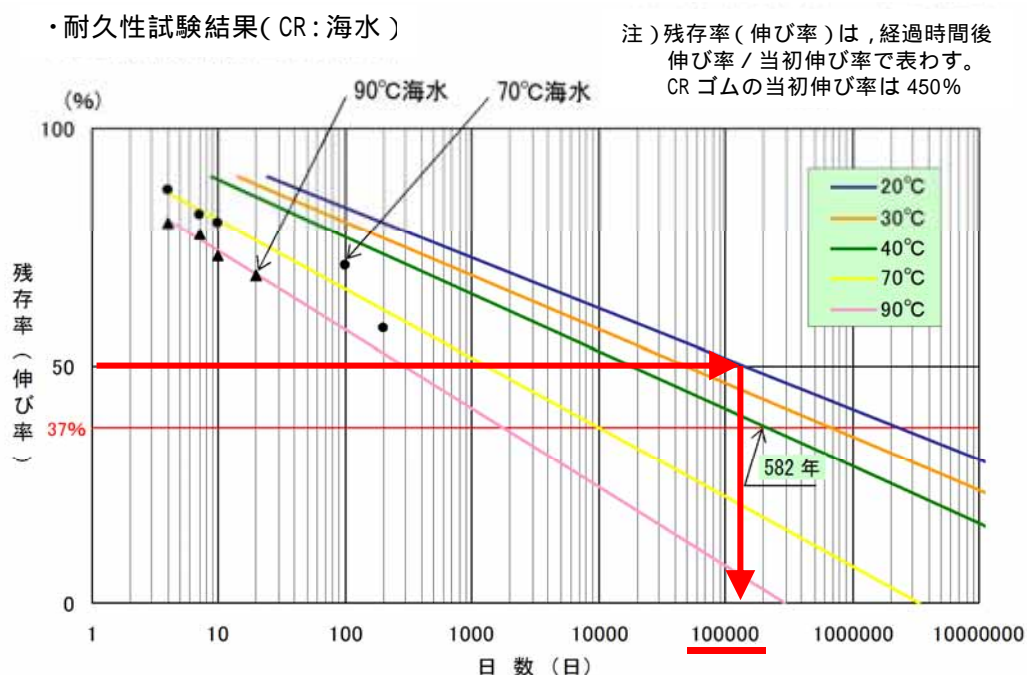
熱

日光

機械的变化 (伸び縮みの繰返し作用)

上記要因の中でも酸素と熱により大きな影響を受ける。今回の設置位置は海中のため、酸素の供給もなく、残存率を推定した20℃より温度が低い。そのため、推定した126.7年より耐用年数は増えることが期待される。(第4-2図参照)

また、海水の劣化に与える影響としては、海水暴露に対する促進試験の結果より、熱老化試験結果に比べ、海水暴露のゴムの劣化に与える影響は小さいことが確認されている。



ゴム残存率 50%となる日数：10,000(日)以上
 $10,000(\text{日}) / 365(\text{日/年}) = 273 \text{ 年以上} > 126.7 \text{ 年}(20^\circ\text{C の熱老化試験結果})$

第 4-2 図 耐久化試験結果による残存率推定グラフ

5. 参考文献

- (1) 財団法人 港湾空間高度化環境研究センター：管理型廃棄物埋立護岸設計・施工・管理マニュアル（改訂版），2008

5.6 底面の遮水

海面処分場の底面の遮水は、基準省令に適合する遮水力を有する必要がある。

<解説>

(1) 粘性土層について

わが国の港湾は沖積地に位置することが多いため、海面処分場は、粘性土を主たる成分とした沖積層上に整備される場合が多い。この場合には、海面処分場の底面において不透水性地層に相当する粘性土層の存在を確認するものとする。

上記の粘性土層と同等の遮水能力を有する地層とは、一般的に同等の浸透時間となる地層と考えられる。

浸透時間は、一般に次式で示される。

$$t = \frac{L^2}{k \cdot h}$$

ここに

t ：浸透時間
 L ：浸透距離（層厚）
 k ：透水係数
 h ：層の水位差（図-2.18 参照）

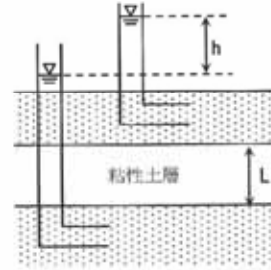


図-2.18 浸透距離と水位差

上記の式を用いて、不透水性地層（厚さ 5m 以上、透水係数 $k=1 \times 10^{-5}$ cm/s 以下）と同等の浸透時間を要する層厚を算出すると、透水係数が $k=1 \times 10^{-6}$ cm/s の粘性土層の場合には、計算上は層厚が 1.6m 以上となる。不透水性地層の層厚、地層の連続性はボーリング調査等で確認するものとする（第2編第1章調査参照）。

層厚の決定に際しては、土層の不均一性を考慮して、余裕を見込むことが望ましい。

第 5-1 図 地盤の透水係数と遮水のために必要な層厚の関係

（管理型廃棄物埋立護岸設計・施工・管理マニュアル（改訂版）抜粋 p.43）

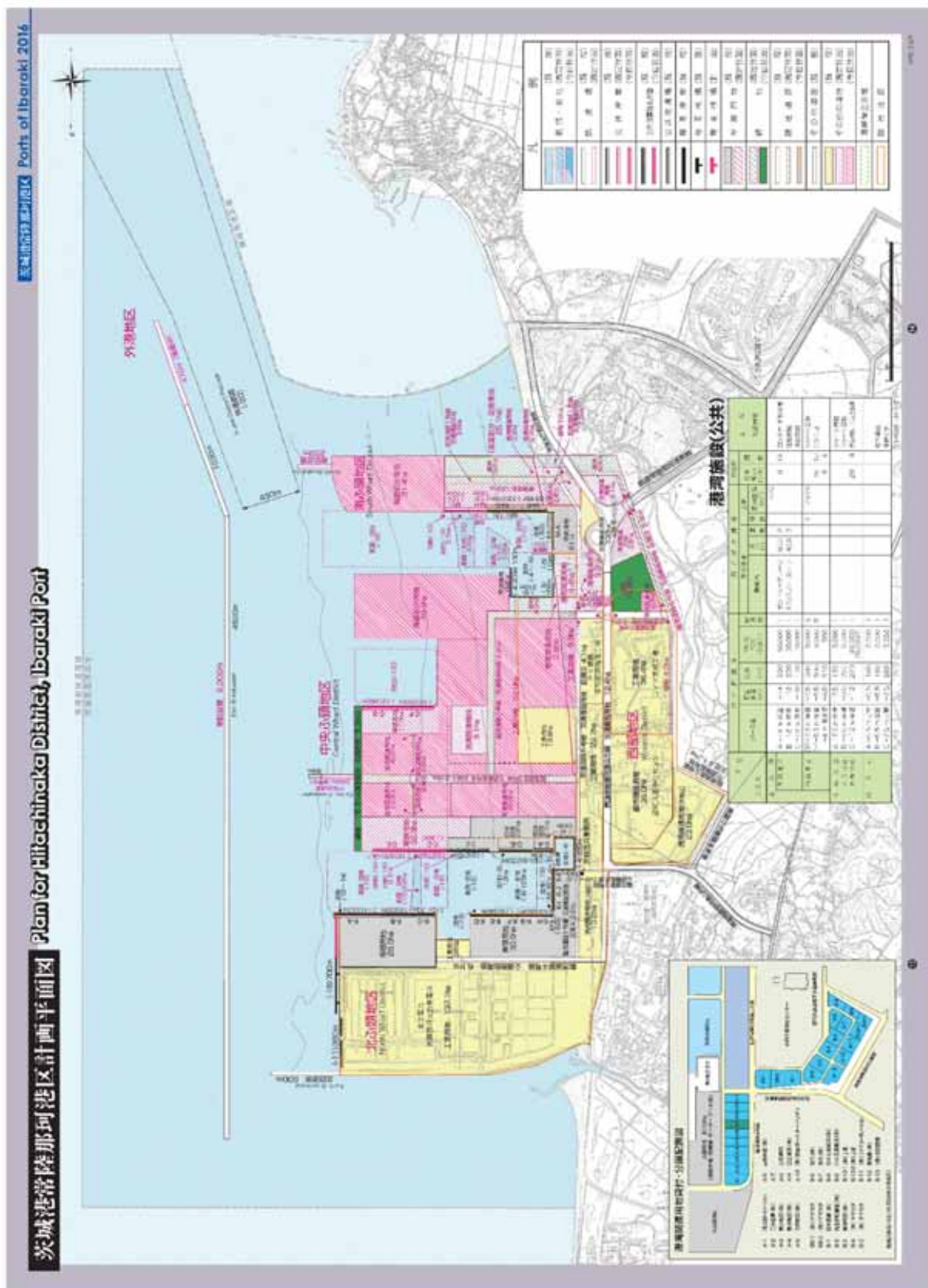
- (2) 石原等：地震時の液状化に伴う砂地盤の沈下量予測，第26回土質工学研究発表会，1991
- (3) 斎藤等：鋼管矢板継手の遮水性能評価試験，土木学会第56回年次学術講演会，2001

隣接する日立港及び常陸那珂港区の 防波堤の延長計画の有無について

1 . 日立港区及び常陸那珂港区の防波堤の延長計画の有無

日立港区及び常陸那珂港区の防波堤の整備計画については、茨城県土木部港湾課、茨城県立地推進東京本部、茨城県港湾協会の企画・編集した「2016 PORTS OF IBARAKI」(平成 28 年 3 月)中に計画平面図として示されている。

これによると、日立港区については沖防波堤を北側に 200m、常陸那珂港区については東防波堤を南側に 470m 延長する計画があり、現在整備事業が行われている。第 1 図に日立港区における防波堤の整備計画、第 2 図に常陸那珂港区における防波堤の整備計画をそれぞれ示す。



第2図 常陸那珂港区における防波堤の整備計画

2 . 東海第二発電所の基準津波策定時点における日立港区及び常陸那珂港区の防波堤の扱い

(1) 基準津波策定におけるモデルと延長計画を含む整備計画との差異

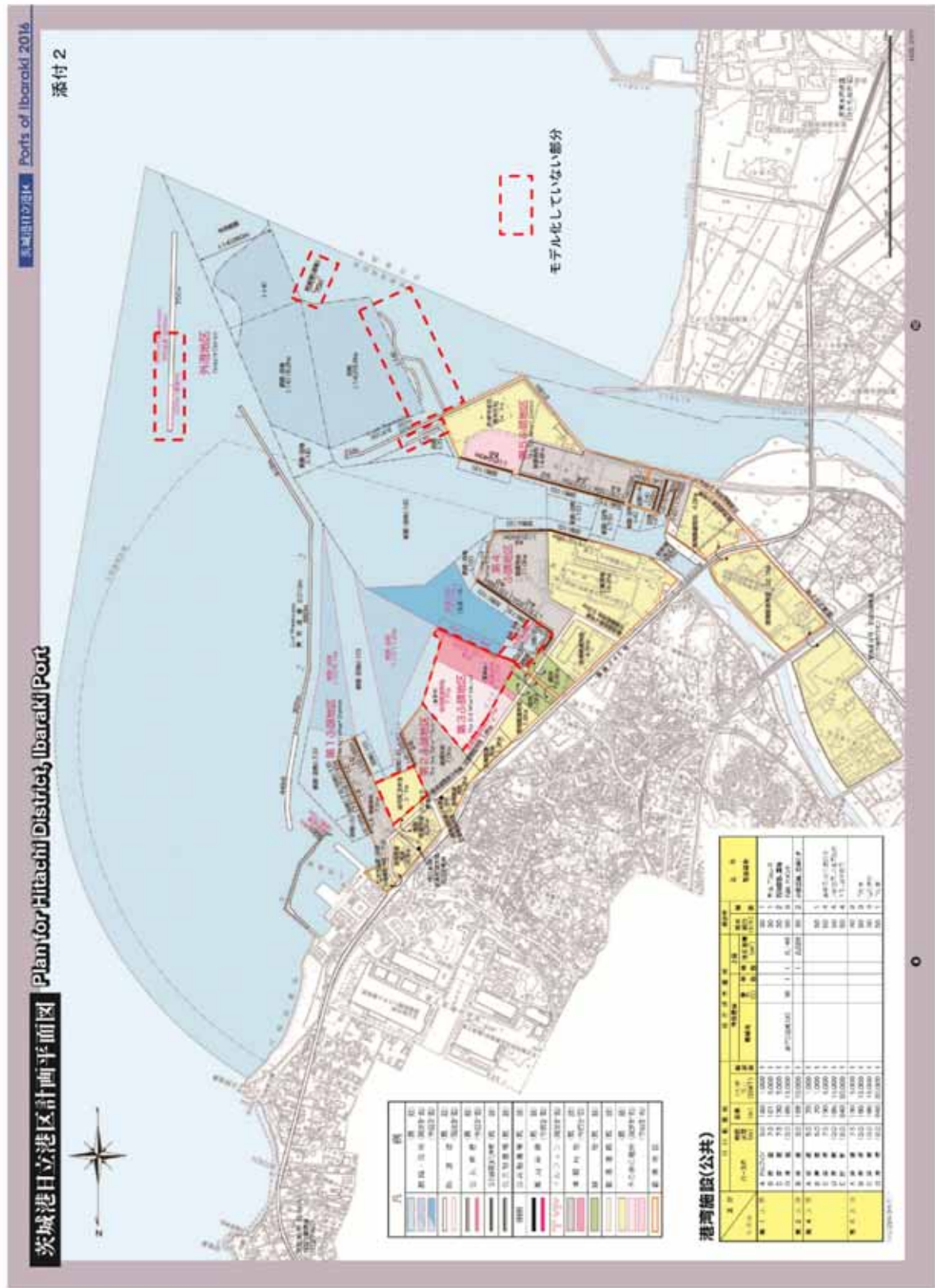
第3図に東海第二発電所の基準津波策定における防波堤モデル(平成26年3月時点)と防波堤の延長計画の差異について示す。

日立港区

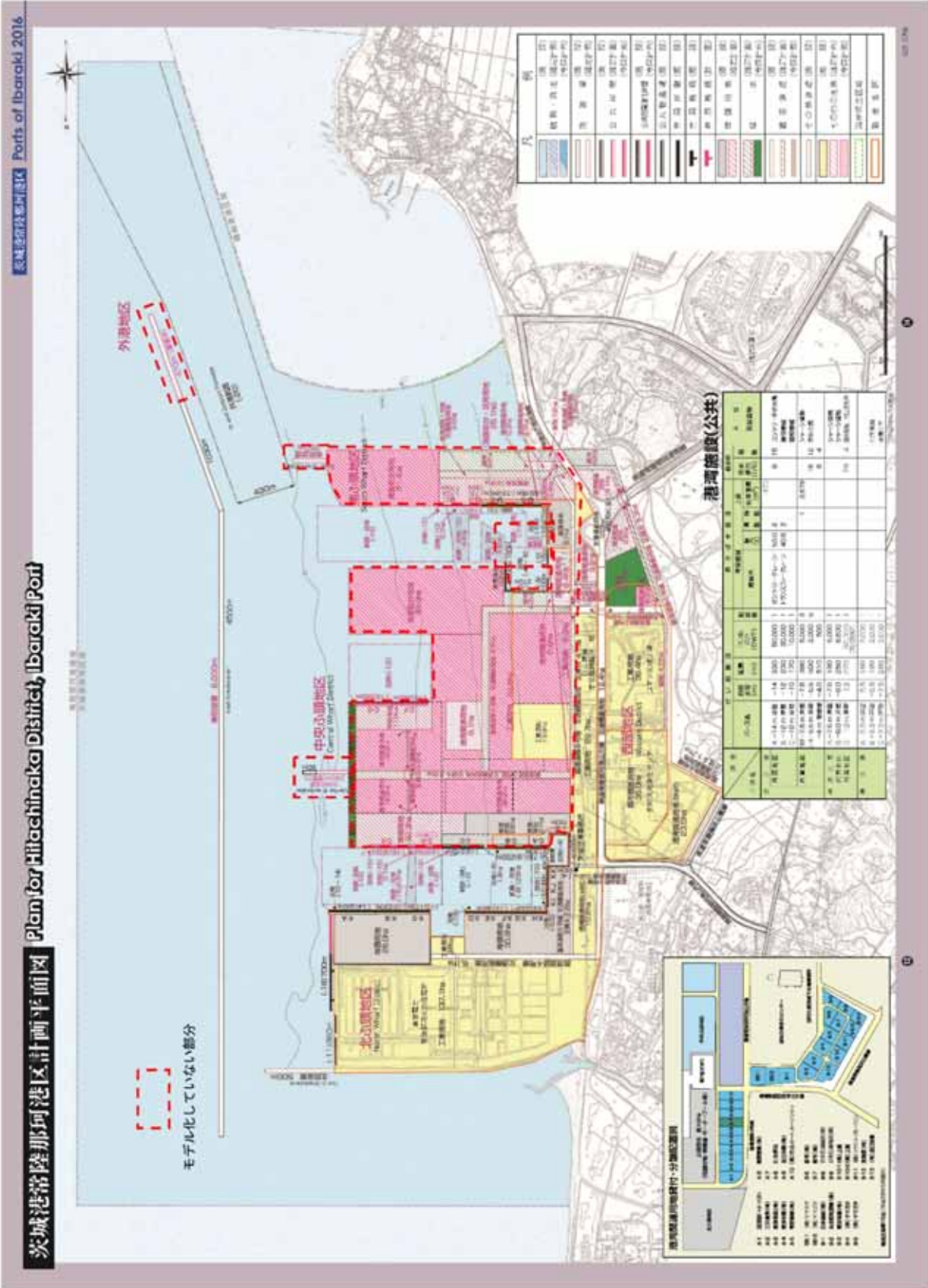
- a . 沖防波堤の北側延長部分(200m)がモデルに未反映
- b . 沖防波堤の西側に位置する防波堤(70m)がモデルに未反映

常陸那珂港区

- a . 東防波堤の南側延長部分(470m)がモデルに未反映



第 3 図 基準津波策定におけるモデルと延長計画を含む整備計画との差異（1/2）



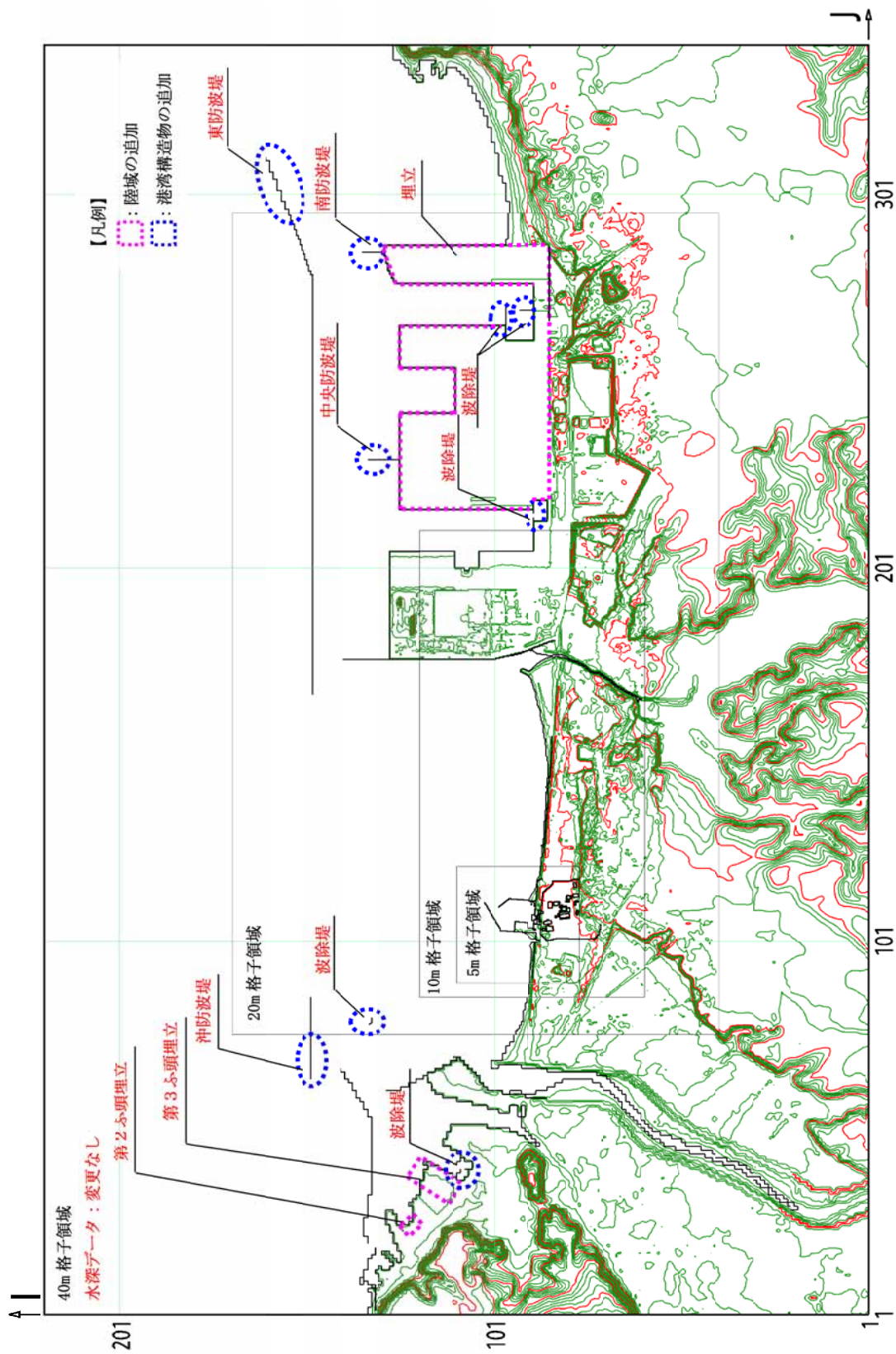
第 3 図 基準津波策定におけるモデルと延長計画を含む整備計画との差異 (2/2)

(2) 防波堤のモデル化範囲の差異に対する考察

防波堤の延長が計画されている日立港区の沖防波堤及び常陸那珂港区の防波堤の整備距離については、モデルに対して軽微な変更であることから、基準津波に対して大きな影響を及ぼすものではないと考えられる。

3．整備計画に対する影響確認

基準津波策定時の防波堤のモデル化範囲と茨城港日立港区及び常陸那珂港区の延長計画を含む整備計画を反映したモデルとの差異が基準津波高さ及び入力津波高さに影響を及ぼすことがないことを確認するため、整備計画を反映したモデルにより津波解析を行い、影響評価を実施した。第4図に整備計画に基づく防波堤等のモデル化範囲を示す。



第4図 整備計画に基づく防波堤等のモデル化範囲

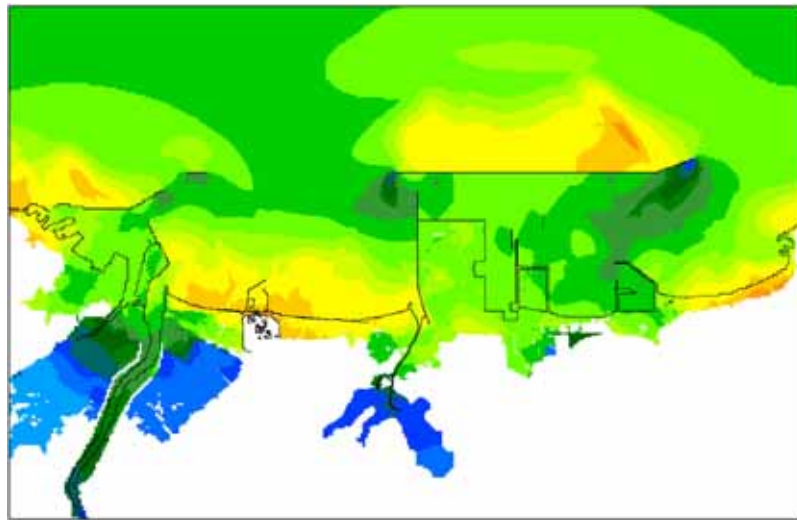
4 . 既往モデル(基準津波策定時モデル) に対する整備計画反映モデル

による最大水位上昇量分布及び最大水位下降量分布の傾向確認

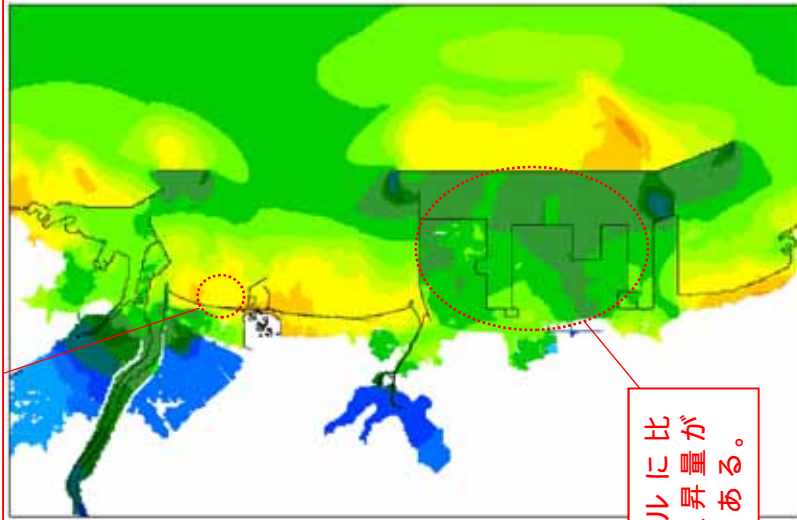
日立港区及び常陸那珂港区における防波堤等の整備計画を反映したモデルにより遡上解析を実施し , 既往モデル(基準津波策定時モデル) に対する当該モデルでの最大水位上昇量分布及び最大水位下降量分布の傾向を確認した。第 5 図に基準津波による発電所周辺の最大水位上昇量分布の比較 , 第 6 図に基準津波による敷地エリアの最大水位上昇量分布の比較 , 第 7 図に基準津波による敷地エリアの最大水位下降量分布の比較をそれぞれ示す。第 5 図の整備計画反映モデルによる最大水位上昇量分布から敷地前面海域の北側において最大水位上昇量分布が減少する傾向が確認され , 第 6 図にて詳細を確認したところ敷地前面海域の北側及び敷地側面北側において最大水位上昇量分布が減少する傾向が確認された。これらは日立港区における沖防波堤の延長により津波の水位上昇量が抑えられたものであると考えられる。その他の傾向として第 5 図の常陸那珂港区の海域及び陸域において最大水位上昇量分布が減少する傾向が確認されたが , 第 5 図の発電所敷地前面東側及び敷地側面南側において , 最大水位上昇量分布の大きな増減は確認されなかった。また , 整備計画反映モデルによる遡上解析においても遡上波による敷地への回り込みがないことを確認した。第 7 図の基準津波による敷地エリアの最大水位下降量分布については , 既往モデル(基準津波策定時モデル) 及び整備計画を反映したモデル間において大きな増減は確認されなかった。

(防波堤あり，地盤変状なし)

(防波堤あり，地盤変状なし)



(既往モデル(基準津波策定時モデル))



(整備計画反映モデル)

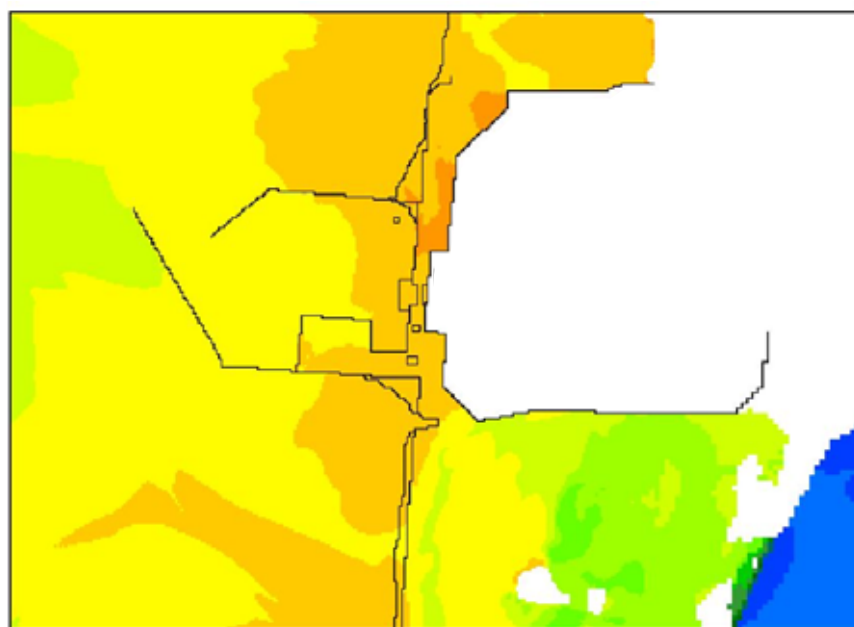
既往モデルに比べ，水位上昇量が減少傾向にある。日立港区の沖防波堤の延長により減少していると考えられる。

既往モデルに比べ，水位上昇量が減少傾向にある。

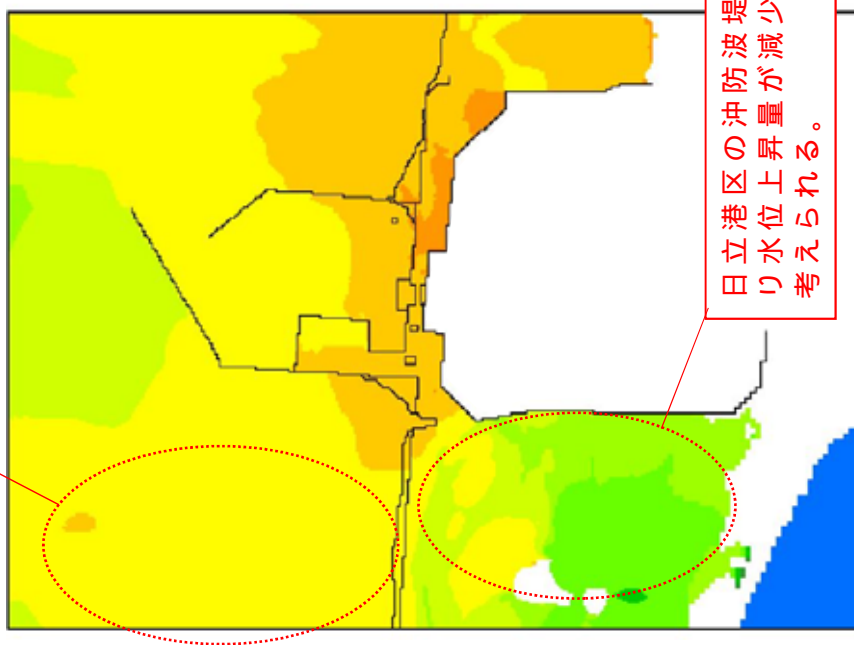
第5図 基準津波による発電所周辺の最大水位上昇量分布の比較

(防波堤あり，地盤変状なし)

(防波堤あり，地盤変状なし)



(既往モデル(基準津波策定時モデル))



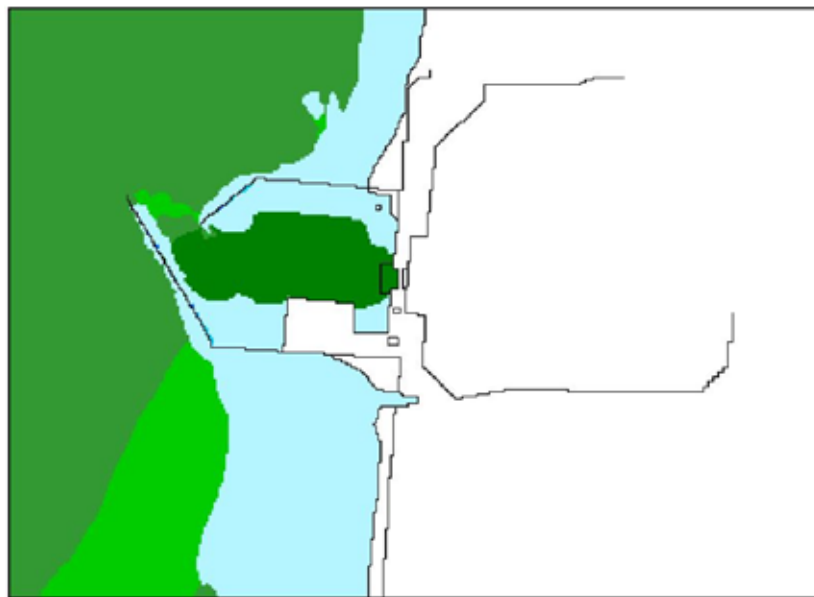
日立港区の沖防波堤の延長により水位上昇量が減少していると考えられる。

(整備計画反映モデル)

第6図 基準津波による敷地エリアの最大水位上昇量分布の比較

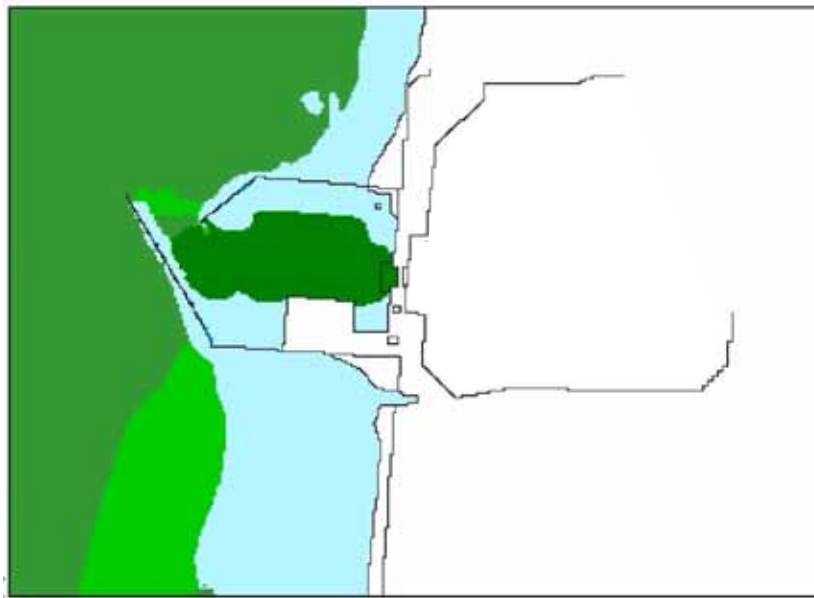


(防波堤あり，地盤変状なし)



(既往モデル (基準津波策定時モデル))

(防波堤あり，地盤変状なし)



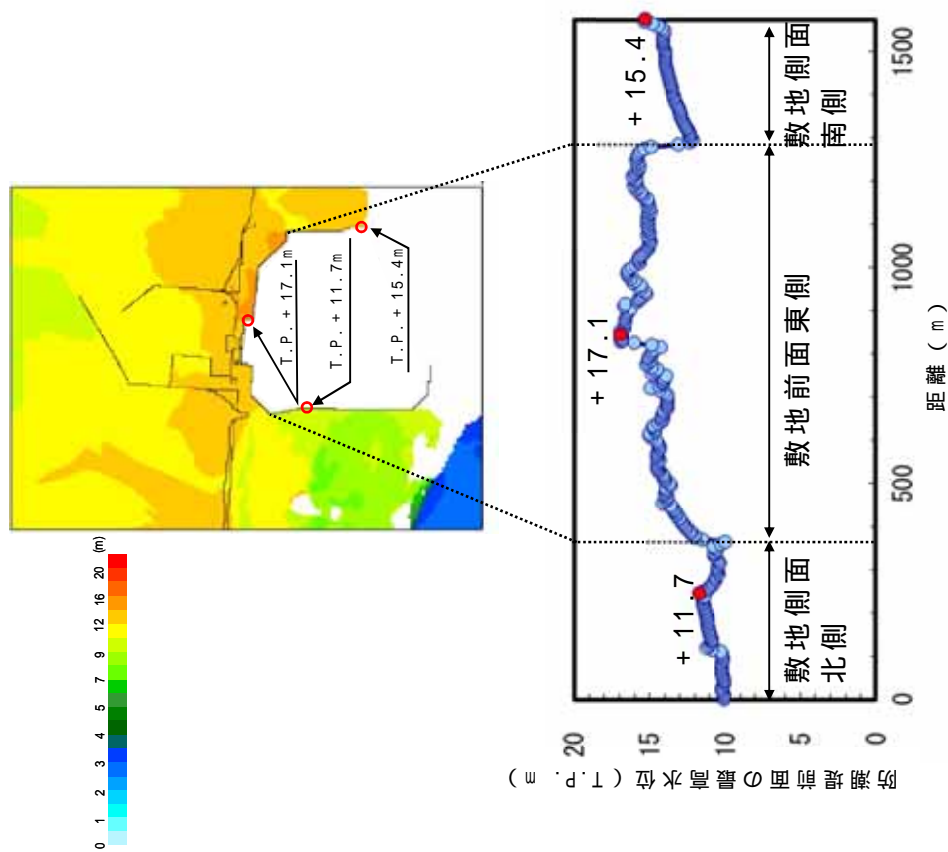
(整備計画反映モデル)

第 7 図 基準津波による敷地エリアの最大水位下降水量分布の比較

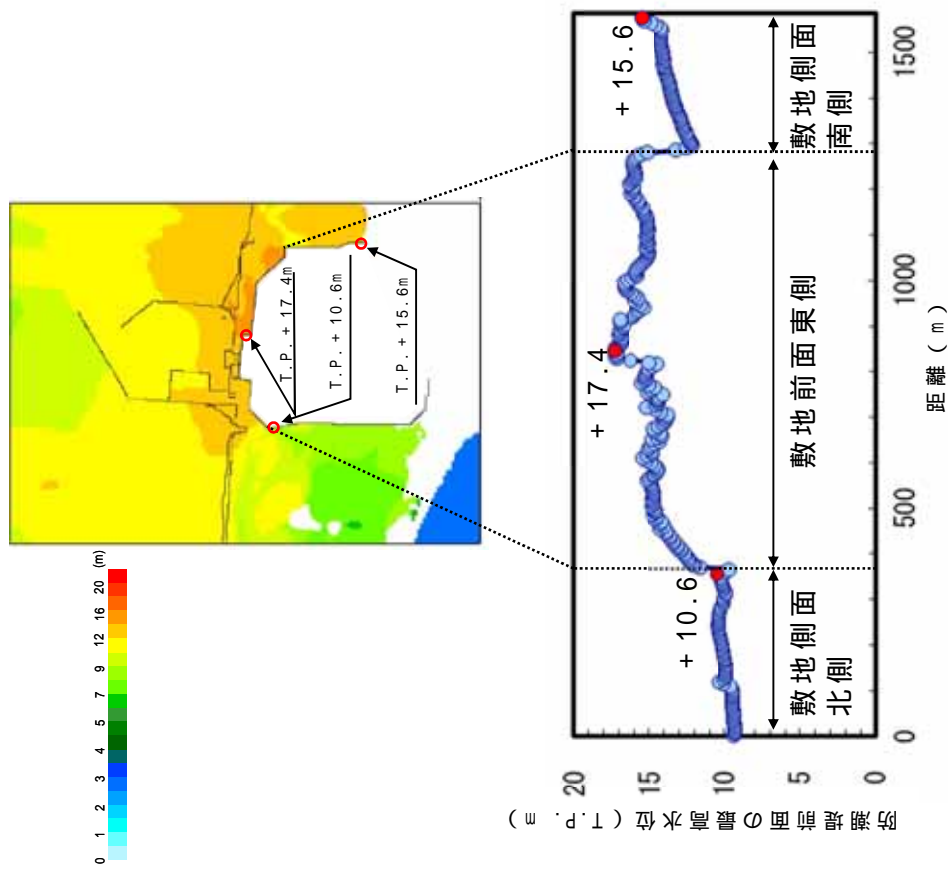
5 . 整備計画反映モデルによる遡上解析結果に基づく基準津波高さへの影響評価

整備計画反映モデルによる遡上解析結果に基づき，整備計画の反映による評価点の最高水位に対する影響を評価した。第 8 図に既往モデル（基準津波策定時モデル）による各評価点の最高水位と整備計画反映モデルによる各評価点における最高水位との比較を示す。既往のモデル（基準津波策定時モデル）に比べ，整備計画を反映したモデルによる遡上解析結果において，防潮堤前面（敷地前面東側）では 0.3m，防潮堤前面（敷地側面南側）では 0.2m 最高水位が増加することが確認されたが，これらは既往モデルによる遡上解析結果に対して極めて微小な増加であり，ほぼ同等の水位であることから基準津波に影響を及ぼすものではないと考えられる。なお，防潮堤前面（敷地側面北側）では 1.1m 最高水位が低下することが確認された。第 1 表に既往モデル（基準津波策定時モデル）及び整備計画反映モデルにおける最高水位一覧を示す。

< 既往モデル（基準津波策定時モデル）>
 （防波堤あり，地盤変状なし）



< 整備計画反映モデル>
 （防波堤あり，地盤変状なし）



第 8 図 既往モデル（基準津波策定時モデル）と整備計画反映モデルにおける最高水位の比較

第 1 表 既往モデル（基準津波策定時モデル）及び

整備計画反映モデルにおける最高水位一覧

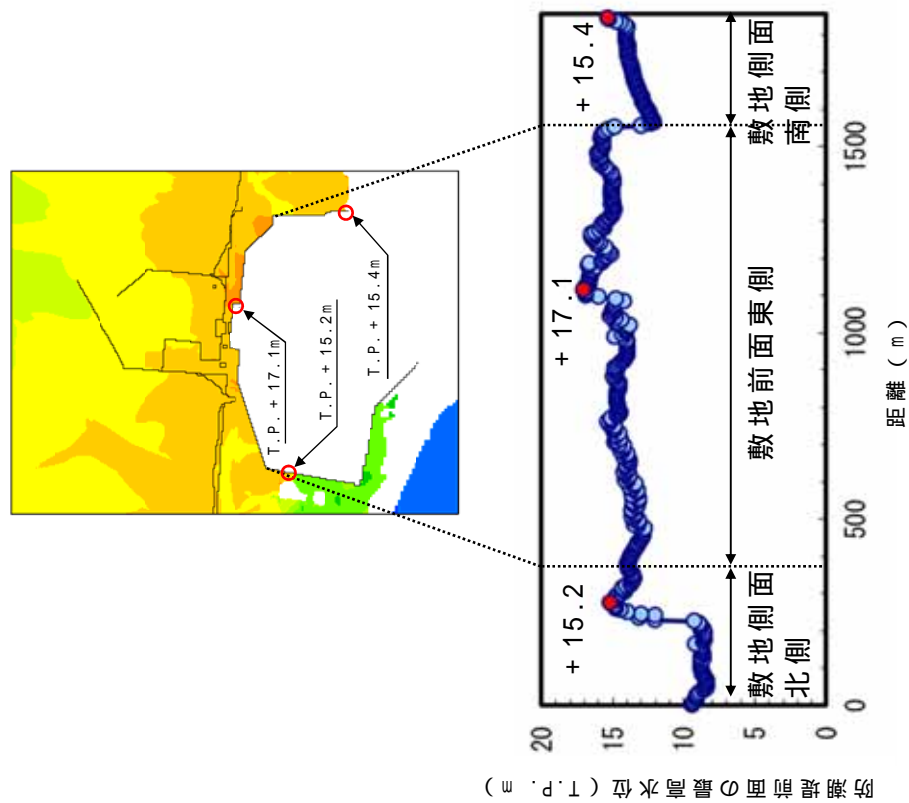
	評価点	既往モデル （基準津波策 定時モデル） （防波堤あ り，地盤変状 なし）	整備計画 反映モデル （防波堤あ り，地盤変状 なし）	最 高 水 位 の 差 （ 既 往 モ デル基準）
最 高 水 位 （ T.P. m ）	防潮堤前面 （敷地側面北側）	+ 11.7	+ 10.6	- 1.1
	防潮堤前面 （敷地前面東側）	+ 17.1	+ 17.4	+ 0.3
	防潮堤前面 （敷地側面南側）	+ 15.4	+ 15.6	+ 0.2

6 . 整備計画反映モデルによる遡上解析結果に基づく入力津波高さへの影響評価

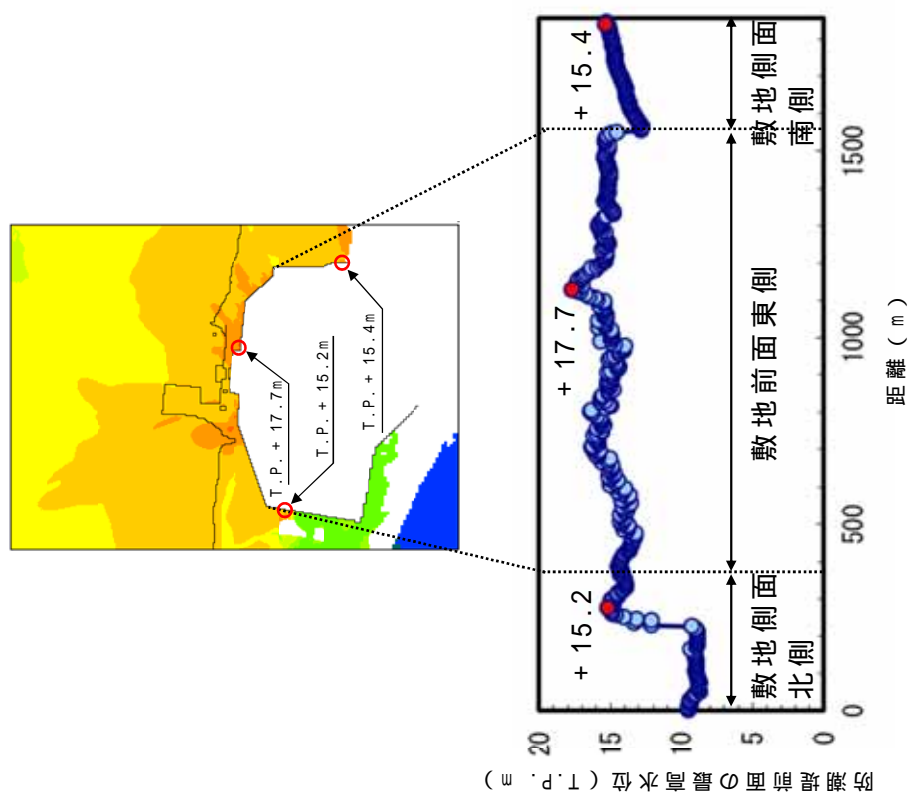
施設の設計又は評価に用いる入力津波は、第 9 図及び第 10 図に示すとおり防波堤の有無による影響、地盤変状による影響等水位変動に影響を与えうる因子についてパラメータスタディを実施し、防潮堤前面において最も水位が高くなる遡上解析結果をもとに設定している。パラメータスタディの結果、敷地側面北側では T.P. + 15.2m、敷地前面東側では T.P. + 17.7m、敷地側面南側では T.P. + 16.6m がそれぞれ最も水位が高くなったことからこれらの水位をもとに防潮堤前面の入力津波を設定した。第 2 表に基準津波による防潮堤前面における水位と整備計画反映モデルによる防潮堤前面における水位一覧を示す。

一方整備計画反映モデルによる遡上解析結果における防潮堤前面での最高水位は第 2 表に示したとおり敷地側面北側では T.P. + 10.6m、敷地前面東側では T.P. + 17.4m、敷地側面南側では T.P. + 15.6m であり、整備計画を反映したモデルによる遡上解析結果は防潮堤前面のいずれの評価点においても現状の入力津波に包絡されることから入力津波に影響を及ぼすものではない。

＜防波堤あり、地盤変状なし＞



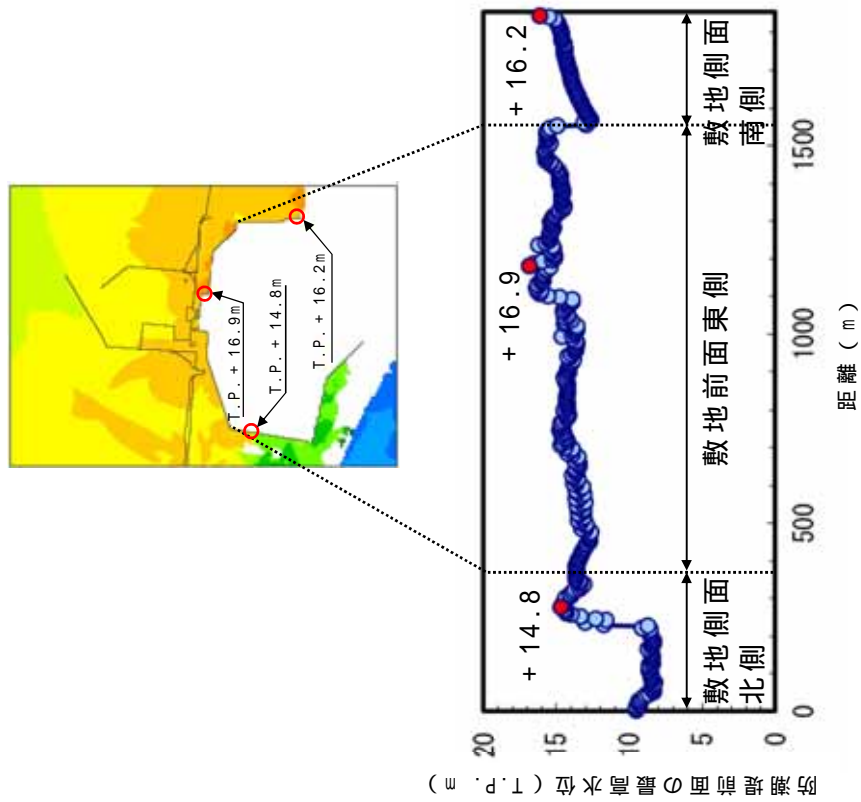
＜防波堤なし，地盤変状なし＞



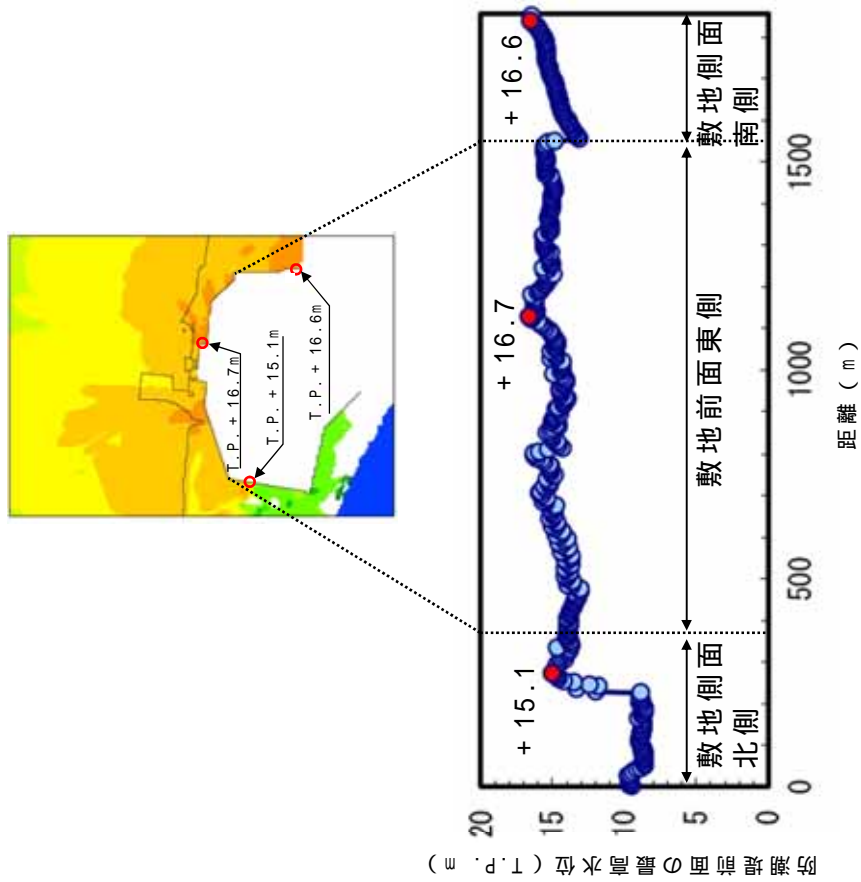
防潮堤ル一ト変更前の解析結果を用いて防潮堤前面における
人力津波高 h_0 （津波高 h ）を設定

第9図 基礎津波による防潮堤前面における上昇側水位の評価結果（防波堤の有無による影響）

< 防波堤あり，地盤変状あり >



< 防波堤なし，地盤変状あり >



防波堤ルート変更前の解析結果を用いて防潮堤前面における
入力津波高さ(津波高さ)を設定

第 10 図 基準津波による防潮堤前面における上昇側水位の評価結果 (地盤変状による影響)

第 2 表 基準津波による防潮堤前面における水位と整備計画反映モ

デルによる防潮堤前面における水位一覧

	基準津波による防潮堤前面における 最高水位（ T.P. + ） ^{1 2}				整備計画反 映モデルに よる防潮堤 前面におけ る最高水位 （ T.P. + ）
	防波堤あり		防波堤なし		
評価位置	地盤変状 なし	地盤変状 あり	地盤変状 なし	地盤変状 あり	
防潮堤前面 （敷地側面北側）	15.2m	14.8m	15.2m	15.1m	10.6m
防潮堤前面 （敷地前面東側）	17.1m	16.9m	17.7m	16.7m	17.4m
防潮堤前面 （敷地側面南側）	15.4m	16.2m	15.4m	16.6m	15.6m

内は各評価位置での最高水位

- 1 防波堤の有無による水位への影響，地盤変状による水位への影響を考慮して最大となる水位を選択した。
- 2 防潮堤ルート変更後においても防潮堤ルート変更前の解析データを上回らなかったが，保守的に防潮堤ルート変更前の解析データを使用した。

設計基準対象施設の安全重要度分類クラス 3 の設備の津波防護について

設計基準対象施設において、津波に対し防護する設備は、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を含む耐震 S クラスに属する設備並びに安全重要度分類のクラス 1 及び 2 に属する設備としている。

設計基準対象施設の安全重要度分類クラス 3 の設備（以下「クラス 3 設備」という。）については、損傷した場合を考慮して、代替設備により必要な機能を確保する等の対応を行う設計としており、津波防護の対象外としている。

クラス 3 設備のうち津波の影響を受ける設備を抽出し、代替設備により必要な機能を確保する等の対応を以下に示す。

1. 津波の影響を受けるクラス 3 設備の抽出について

津波の影響を受けるクラス 3 設備として、基準津波の遡上域に設置されているクラス 3 の設備を抽出する。

検討の結果、クラス 3 設備のうち、敷地北側の防潮堤の外側に設置されているモニタリング・ポストが津波の影響を受ける設備として抽出された。主なクラス 3 設備の津波の影響の有無について第 1 表、設置箇所を第 1 図に示す。また、基準津波の遡上範囲を第 2 図に示す。

2. 津波の影響を受けるクラス 3 の設備の代替設備により必要な機能を確保する等の対応について

津波の影響を受けるクラス 3 の設備として抽出されたモニタリング・ポストについて、代替設備により必要な機能を確保する等の対応を以下に示す。

モニタリング・ポストは、発電所周辺の放射線量の監視を行う機能があり、緊

急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能を有しているため、安全重要度分類クラス3（MS-3）に該当する。

モニタリング・ポストが津波により損傷し機能を失う事象が発生した場合については、津波の影響を受けない場所に配置している放射能観測車により、モニタリング・ポスト近傍又は現場の状況により原子炉建屋からの方位が変わらない場所で観測することで、当該機能を代替できる設計としている。

クラス3設備が津波により損傷した場合の対応を第1表に示す。

3. クラス3設備の津波防護について

以上より、クラス3設備については、津波の影響を受けた場合においても、代替設備により対応が可能であり、津波防護の対象外としても問題ない。

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の対応	図示番号	備考
		有無	理由			
2．核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設						
(3) 使用済燃料貯蔵設備						
制御棒貯蔵ラック	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
(4) 燃料プール冷却浄化系						
燃料プール冷却浄化系熱交換器	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
燃料プール冷却浄化系フィルタ脱塩器	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
燃料プール冷却浄化系ポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
燃料プール冷却浄化系 主配管	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	燃料プール冷却浄化系（MS-1を除く。）
3．原子炉冷却系統施設						
(2) 原子炉冷却材の循環設備						
第1 給水加熱器	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
第2 給水加熱器	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
第3 給水加熱器	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
第4 給水加熱器	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の 対応	図示 番号	備考
		有無	理由			
第5 給水加熱器	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
第6 給水加熱器	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
高圧復水ポンプ	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
タービン駆動原子炉給水ポンプ	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
電動機駆動原子炉給水ポンプ	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
復水脱塩系脱塩器	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
樹脂ストレーナ	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
原子炉冷却材の循環設備 主配管	原子炉建屋 タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	復水給水系（MS-1を除く。） 抽気系 給水加熱器ドレン系 給水加熱器ベント系 復水脱塩系
(3) 残留熱除去設備						
残留熱除去設備 主配管	屋外	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	3-1	残留熱除去系（海水配管，MS-1を除く。）

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の 対応	図示 番号	備考
		有無	理由			
(6) 原子炉補機冷却設備						
原子炉補機冷却系熱交換器	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
原子炉補機冷却系ポンプ	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
原子炉補機冷却設備 主配管	原子炉建屋 タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	原子炉補機冷却系（MS-1を除く。）
(7) 原子炉冷却材浄化設備						
プリコートタンク	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
プリコートポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
4．計測制御系統施設						
(2) 制御材駆動装置						
駆動水ポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
駆動水フィルタ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
スクラム排出水容器	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
(3) ほう酸水注入設備						
テストタンク	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の 対応	図示 番号	備考
		有無	理由			
(4) 計測装置						
事故時サンプリング系設備	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	MS-1を除く。
タービン監視計器	タービン建屋 原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
タービン制御系	タービン建屋 原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
原子炉冷却材浄化系計測制御装置	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
計測制御装置	原子炉建屋 タービン建屋 廃棄物処理建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置 津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	原子炉冷却材浄化系，給水系，機器ドレン処理系，床ドレン処理系，濃縮廃液減容固化系，雑固体廃棄物焼却設備，雑固体減容処理設備等（いずれもMS-1,2を除く。）
(4) 制御用空気設備						
空気圧縮機	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
空気貯槽	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
空気除湿塔	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
除湿装置プレフィルタ	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
除湿装置アフタフィルタ	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の対応	図示番号	備考
		有無	理由			
気水分離器	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
後部冷却器	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
制御用空気設備 主配管	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	制御用空気系（MS-1を除く。）
5．放射性廃棄物の廃棄施設						
(1) 気体、液体又は固体廃棄物貯蔵設備						
固体廃棄物貯蔵庫 A 棟	屋外	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	5-1	
固体廃棄物貯蔵庫 B 棟	屋外	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	5-2	
サイトバンカブール	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
使用済樹脂貯蔵タンク	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
クラッドスラリタンク	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
減容固化体貯蔵室	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の 対応	図示 番号	備考
		有無	理由			
固体廃棄物移送容器	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
固体廃棄物作業建屋	屋外	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	5-3	
(2) 気体、液体又は固体廃棄物処理設備						
廃液フィルタ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
廃液脱塩器	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
凝集沈殿装置	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
廃棄物処理棟機器ドレンサンプポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
廃液収集ポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
サージポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
廃液サンプルポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
凝集装置供給ポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
凝縮水収集ポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の対応	図示番号	備考
		有無	理由			
凝縮水サンプルポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
廃液収集タンク	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
サージタンク	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
廃液サンプルタンク	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
凝集装置供給タンク	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
凝縮水収集タンク	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
凝縮水サンプルタンク	サンプルタンク室	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
原子炉乾燥機器ドレンサンプポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
タービン建屋危機ドレンサンプポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
廃棄物処理建屋機器ドレンサンプタンク	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
電磁ろ過器供給タンク	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の 対応	図示 番号	備考
		有無	理由			
超ろ過器供給タンク	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
機器ドレン処理水タンク	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
クラッドスラリ上澄水受タンク	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
電磁ろ過器	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
超ろ過機	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
クラッドスラリ濃縮器	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
廃棄物処理建屋機器ドレンサンプポンプ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
電磁ろ過器供給ポンプ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
超ろ過機供給ポンプ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の 対応	図示 番号	備考
		有無	理由			
機器ドレン処理水ポンプ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
電磁ろ過器循環供給ポンプ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
クラッドスラリ上澄水ポンプ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
クラッドスラリ濃縮器循環ポンプ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
床ドレン収集タンク	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
床ドレンサンブルタンク	サンブルタンク室	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
床ドレンフィルタ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
廃棄物処理棟床ドレンサンブポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
床ドレン収集ポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
原子炉棟床ドレンサンブポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の対応	図示番号	備考
		有無	理由			
タービン建屋床ドレンサンプポンプ	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
廃棄物処理建屋床ドレンサンプタンク	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
廃棄物処理建屋床ドレンサンプポンプ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
廃液中和タンク	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
廃棄物処理棟高電導度ドレンサンプポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
廃液中和ポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
廃液濃縮器供給ポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
廃液濃縮器	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
廃液濃縮器加熱器	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
タービン建屋高電導度ドレンサンプポンプ	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
廃液濃縮器循環ポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の対応	図示番号	備考
		有無	理由			
廃棄物処理建屋高電導度ドレンサンプタンク	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
廃棄物処理建屋高電導度ドレンサンプポンプ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
洗濯廃液ドレンタンク	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
洗濯廃液ドレンフィルタ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
洗濯廃液ドレンポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
洗濯廃液ドレンサンプポンプ	サービス建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
洗濯廃液受タンク	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
洗濯廃液ろ過器	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
洗濯廃液供給ポンプ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
プール水浄化フィルタ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の対応	図示番号	備考
		有無	理由			
ブール水脱塩器	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
ブール水浄化ポンプ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
廃液スラッジ貯蔵タンク	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
床ドレンスラッジ貯蔵タンク	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
廃液中和スラッジ受タンク	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
濃縮廃液貯蔵タンク	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
使用済樹脂貯蔵タンク	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
使用済樹脂貯蔵タンク	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
使用済粉未樹脂貯蔵タンク	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
ミキサー洗浄タンク（Ａ）	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
ミキサー洗浄タンク（Ｂ）	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
ミキサー洗浄ポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の対応	図示番号	備考
		有無	理由			
タンクベントフィルタ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
遠心分離器	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
廃液スラッジポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
床ドレンスラッジ受ポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
使用済樹脂ポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
使用済粉末樹脂ポンプ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
減容機	ペイラ建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
濃縮廃液受タンク	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
減容固化系供給タンク	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
減容固化系溶解タンク	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の対応	図示番号	備考
		有無	理由			
減容固化系移送ポンプ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
減容固化系供給ポンプ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
減容固化系溶解ポンプ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
減容固化系粒子フィルタ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
減容固化系高性能粒子フィルタ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
減容固化系造粒機	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
排ガスプロア	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
焼却炉	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
1次セラミックフィルタ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の対応	図示番号	備考
		有無	理由			
2次セラミックフィルタ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
排ガスフィルタ雑固体投入機	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
雑固体投入機	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
排ガス洗浄廃液サンプルタンク	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
排ガス洗浄廃液排水ポンプ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
溶融炉排ガス洗浄水受入タンク	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
溶融炉排ガス洗浄塔循環ポンプ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
溶融炉排ガス洗浄水フィルタ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
溶融炉排ガス洗浄水吸着塔	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の 対応	図示 番号	備考
		有無	理由			
高周波溶融炉	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
溶融炉2次燃焼器燃焼室	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
溶融炉2次燃焼器	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
溶融炉セラミックフィルタ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
溶融炉排ガスフィルタ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
溶融炉ガスブロウ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
排ガス再結合器	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
排ガス気水分離器	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
排ガス前置フィルタ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
排ガス前置除湿塔	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の 対応	図示 番号	備考
		有無	理由			
排ガス後置フィルタ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する 建屋又は区画内に設置	-	-	
排ガス空気抽出器	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する 建屋又は区画内に設置	-	-	
排ガスブロフ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する 建屋又は区画内に設置	-	-	
排ガスフィルタ	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する 建屋又は区画内に設置	-	-	
気体，液体又は個体廃棄物処理設備 主配管	原子炉建屋 タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する 建屋又は区画内に設置	-	-	機器ドレン処理系 床ドレン処理系 再生廃液処理系 洗濯廃液処理系 サイトバンカプール水浄化系 固体廃棄物処理系 使用済樹脂移送系 濃縮廃液減容固化系 雑固体廃棄物焼却設備 排ガス洗浄廃液処理系 雑固体減容処理設備 (いずれもMS-1を除く。)
	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
6．放射線管理施設						
(1) 放射線管理用計測装置						
主排気筒放射線モニタ	屋外	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	6-1	
非常用ガス処理系排気筒放射線モニタ	屋外	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	6-2	

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の対応	図示番号	備考
		有無	理由			
モニタリング・ポスト	屋外	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置または、基準津波による遡上波が到達しない十分高い位置に設置	-	6-3	
		有	基準津波が遡上する位置に設置されているため、津波の影響あり	津波の影響により使用できなくなった場合には、放射能観測車で機能を代替	6-4	
	屋外	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	6-5	
(2) 換気設備						
原子炉棟換気系送風機	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
原子炉棟換気系排風機	タービン建屋 原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
原子炉換気系フィルタ	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
タービン建屋換気系送風機	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
タービン建屋換気系排風機	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
タービン建屋換気系フィルタ	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の対応	図示番号	備考
		有無	理由			
廃棄物処理棟換気系送風機	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
廃棄物処理棟換気系排風機	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
廃棄物処理棟換気系フィルタ	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
廃棄物処理建屋換気設備送風機	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
廃棄物処理建屋換気設備排風機	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
廃棄物処理建屋換気設備フィルタ	廃棄物処理建屋	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
(3) 生体遮蔽装置						
補助遮蔽	原子炉建屋，廃棄物処理建屋，使用済燃料乾式貯蔵建屋等	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置または，津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

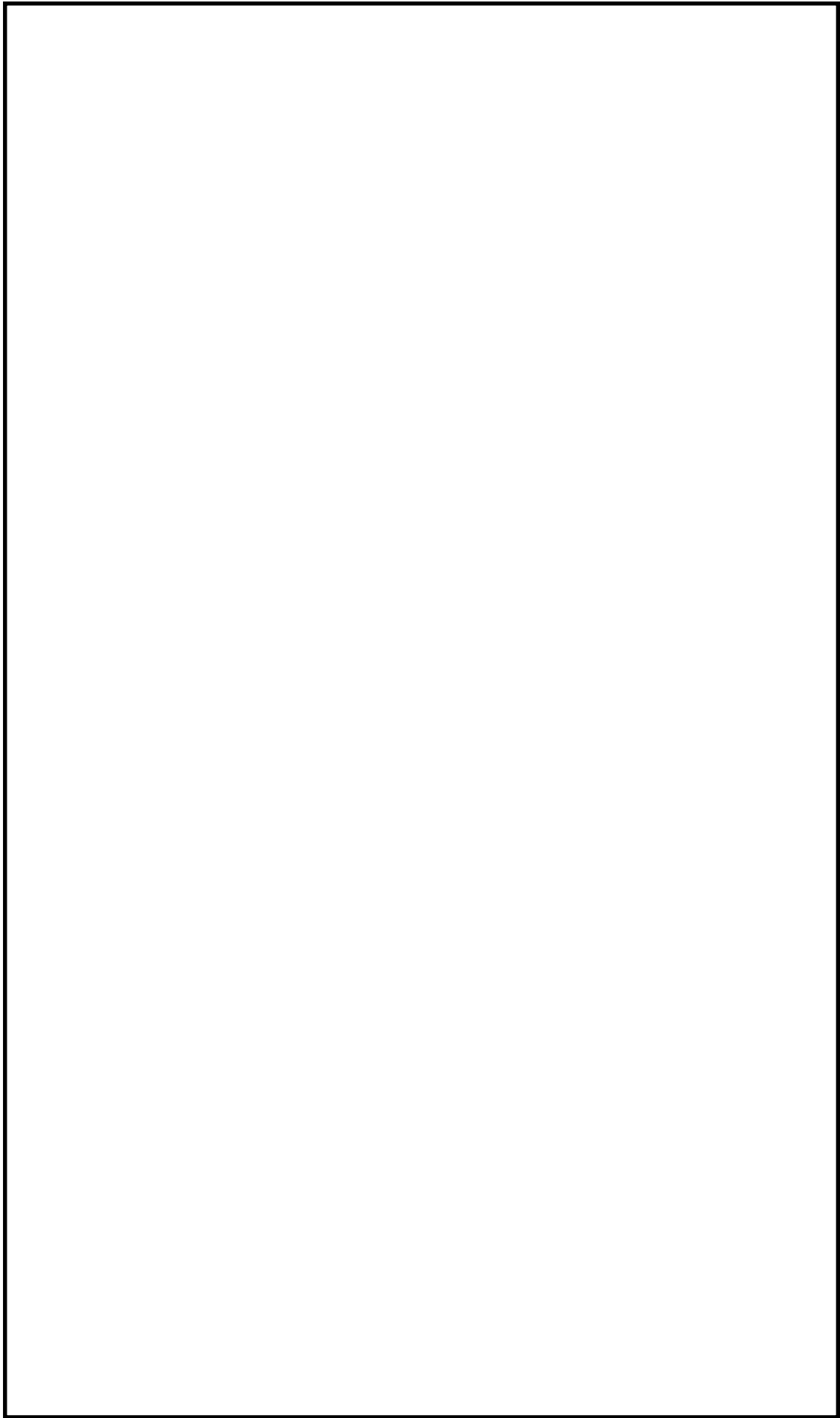
機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の対応	図示番号	備考
		有無	理由			
7．原子炉格納施設						
(3) 圧力低減設備その他の安全設備						
窒素ガス供給設備液体窒素貯蔵タンク	屋外	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	7-1	
8．その他発電用原子炉の附属施設						
(1) 非常用電源設備						
空気圧縮機	原子炉建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	非常用ディーゼル発電装置 内燃機関に附属する空気圧縮設備 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 内燃機関に附属する空気圧縮設備
非常用電源設備 主配管	屋外	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	8-1	非常用ディーゼル発電機用海水系（MS-1を除く。） 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水系（MS-1を除く。）
(2) 常用電源設備						
発電機本体	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
励磁装置	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
主要変圧器	屋外	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	8-2	

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

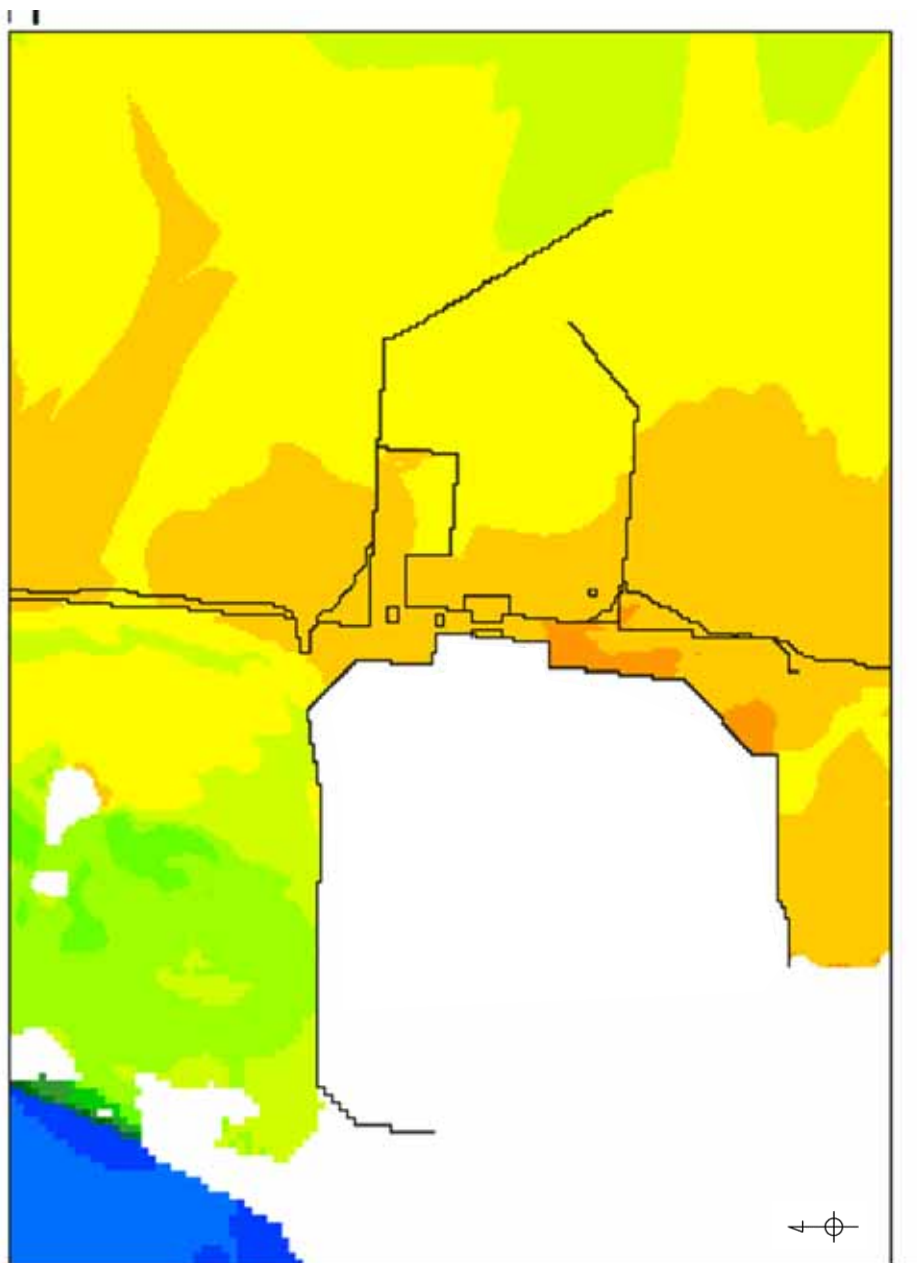
機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の 対応	図示 番号	備考
		有無	理由			
起動変圧器	屋外	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	8-3	
所内変圧器	屋外	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	8-4	
予備変圧器	屋外	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	8-5	
線路用275kVしゃ断器	屋内開閉所	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
発電機並列用275kVしゃ断器	屋内開閉所	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
起動変圧器受電用275kVしゃ断器	屋内開閉所	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
予備変圧器受電用275kVしゃ断器	屋内開閉所	無	津波防護施設及び浸水防止設備により，基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	-	
(3) 補助バイラー						
ボイラ本体	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
給水ポンプ	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	

第1表 主なクラス3設備（設計基準対象施設）の津波の影響と津波により損傷した場合の対応

機器名称	設置場所	津波の影響		津波により損傷した場合の対応	図示番号	備考
		有無	理由			
給水タンク	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
蒸気だめ	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
重油貯蔵タンク	屋外	無	津波防護施設及び浸水防止設備により、基準津波が遡上・流入しない箇所に設置	-	8-6	
重油サービスタンク	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
(4) 火災防護設備						
電動駆動消火ポンプ	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
ディーゼル駆動消火ポンプ	タービン建屋	無	津波防護対象設備を内包する建屋又は区画内に設置	-	-	
(5) 緊急時対策所						
緊急時対策所	屋外	無	基準津波による遡上波が到達しない十分高い位置に設置	-	-	



第1図 主なクラス3設備の配置図



第2図 基準津波の遡上範囲

敷地北側防潮堤設置ルート変更に伴う入力津波の設定について

1. はじめに

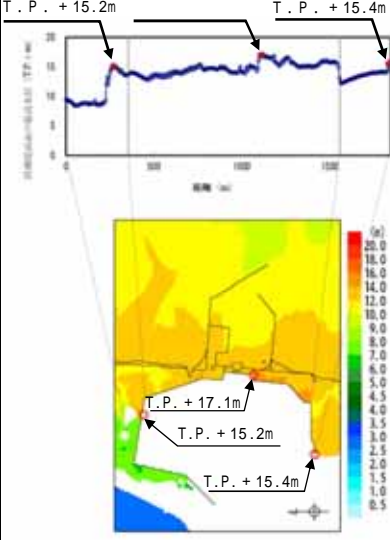
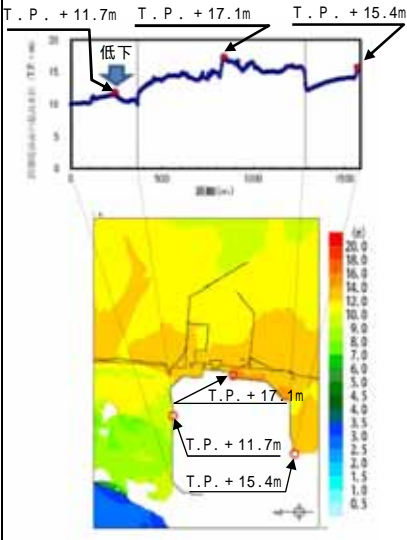
敷地北側の防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）については，設置ルートの変更を行うこととした（第486回審査会合（平成29年7月13日）にてご説明）。防潮堤の設置ルート変更に伴い，これまで実施してきた津波解析の結果に影響を及ぼす可能性があることから，防潮堤の設置ルート変更を反映したモデルによる津波遡上解析を実施し，遡上解析結果への影響を確認した。影響確認の結果，防潮堤前面の敷地前面東側及び敷地側面南側における最高水位に変化はなく，防潮堤前面の敷地側面北側における最高水位は低下することを確認したため，第503回審査会合（平成29年9月1日）において確認結果を提示し，これまでの基準津波を変更する必要がないことが確認された。このため耐津波設計の評価において想定する基準津波及び施設・設備の設計・評価に用いる入力津波についても，設置変更許可においてはこれまでの評価結果を適用することとしている。

詳細設計においては，防潮堤の設置ルート変更前のモデル（以下「既往モデル」という）による津波解析を適用できると考えられる評価点を除き，施設・設備の設計・評価に用いる入力津波について防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによる解析結果を反映する。

2. 防潮堤の設置ルート変更に伴う遡上解析結果への影響確認

防潮堤の設置ルート変更を反映したモデルによる遡上解析を実施し、遡上解析結果への影響を確認したところ、防潮堤前面の敷地前面東側及び敷地側面南側における最高水位に変化はなく、防潮堤前面の敷地側面北側における最高水位は低下することを確認した。防潮堤設置ルート変更前後における防潮堤前面の津波水位比較を第1表に示す。

第1表 防潮堤設置ルート変更前後における防潮堤前面の津波水位比較

項目		既往モデル	防潮堤設置ルート変更を反映したモデル
遡上解析結果			
モデルの変更事項		-	敷地北側防潮堤設置ルートの変更
防潮堤 前面最 高水位	敷地側面北側	T.P. + 15.2m	T.P. + 11.7m
	敷地前面東側	T.P. + 17.1m	T.P. + 17.1m
	敷地側面南側	T.P. + 15.4m	T.P. + 15.4m

3. 詳細設計における入力津波の設定方針及び評価の見通し

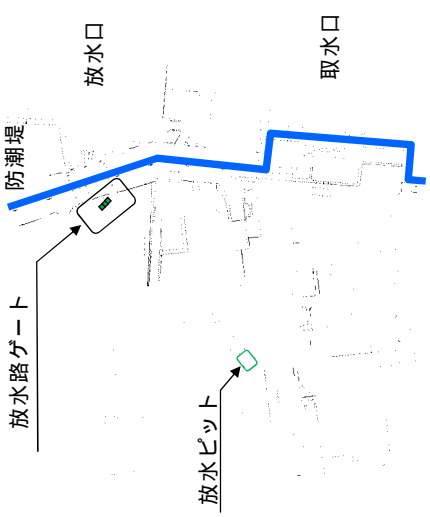
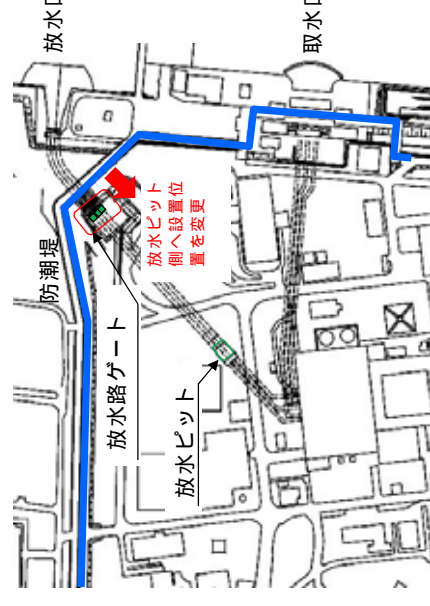
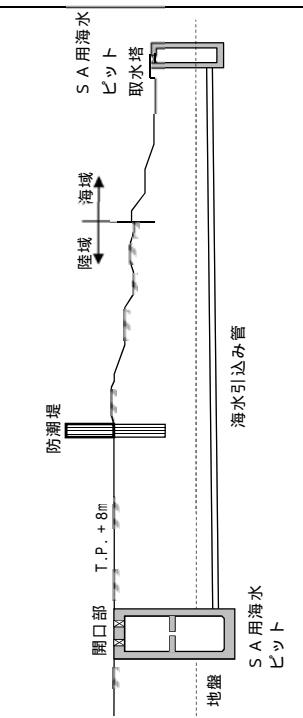
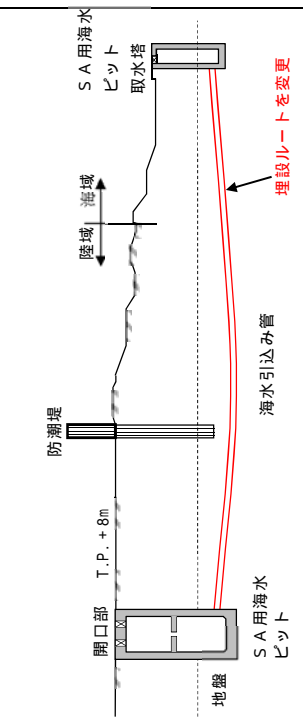
詳細設計においては、既往モデルによる津波解析を適用できると考えられる評価点を除き、施設・設備の設計・評価に用いる入力津波について防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによる解析結果を反映する。防潮堤の設置ルート変更を反映したモデルによる解析結果をもとに、防波堤の有無による影響、地盤変状による影響等解析結果に影響を与えうる因子についてパラメータスタディを実施し、施設・設備の設計・評価において最も保守的となる条件による解析結果を反映することから、適切な評価が可能である。

4. 防潮堤の設置ルート変更に伴い設置位置等に変更が生じる施設・設備

防潮堤の設置ルート変更に伴い放水路ゲート設置位置に変更が生じる。また、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の岩着支持杭との干渉回避のためS A用海水ピット取水塔からS A用海水ピットへ接続する海水引込み管の埋設ルートに変更が生じる。第2表に放水路ゲート及び海水引込み管の設置位置等の変更事項を示す。

放水路ゲート及び海水引込み管については防潮堤設置ルート変更前の設置位置等に対して変更が生じたことから、津波解析の結果に影響を及ぼす可能性がある。

第2表 防潮堤設置ルート変更に伴う放水路ゲート及び海水引込み管の設置位置等の変更事項

施設・設備	既往の設置位置等	防潮堤設置ルート変更に伴う設置位置等	設置位置等の変更事項
放水路ゲート			敷地北側防潮堤設置ルートの変更に伴う放水路ゲートの設置位置の変更
海水引込み管			コンクリート防着の岩の干渉を回避するための鋼管杭鉄筋コンクリート管の埋設ルートの変更

5. 耐津波設計の評価にかかる津波解析のスクリーニング

5.1 敷地への浸水を防止するための施設・設備の設計・評価に用いる解析

防潮堤の設置ルート変更に伴う遡上解析結果及び防潮堤の設置ルート変更に伴い設置位置等に変更が生じる施設・設備の津波解析への影響を考慮し、既往モデルによる結果を適用することが可能な解析と防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによる結果を用いて評価する必要がある解析とを整理した。

「2. 防潮堤の設置ルート変更に伴う遡上解析結果への影響確認」にて示したとおり、防潮堤の設置ルート変更を反映したモデルによる遡上解析結果により、これまでの基準津波を変更する必要があることが確認されたことから、防潮堤前面（敷地側面北側、敷地前面東側及び敷地側面南側）における遡上解析及び取水ピットにおける管路解析については防潮堤の設置ルート変更による大きな影響はないと考えられ、既往の評価結果を適用することが可能と考えられる。しかしながら、防潮堤前面（敷地側面北側、敷地前面東側及び敷地側面南側）における遡上解析結果については、実際の設備形状による解析結果に基づき評価を実施する必要があるため、防潮堤の設置ルート変更を反映したモデルにて解析を実施し評価する。

防潮堤の設置ルート変更に伴い放水路ゲート設置位置に変更が生じ、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の岩着支持杭との干渉回避のため S A 用海水ピット取水塔から S A 用海水ピットへ接続する海水引込み管の埋設ルートに変更が生じることから、入力津波の設定において放水路ゲート設置箇所、S A 用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析については防潮堤の設置ルート変更を反映したモデルにて解析を実施し評価をする必要があると考えられる。

敷地への浸水を防止するための施設・設備の設計・評価に用いる解析にお

ける既往モデルによる結果を適用可能な解析及び防潮堤設置ルート変更反映モデルによる結果を用いて評価する必要がある解析の整理結果を第3表に示す。

第3表 既往モデルによる結果を適用可能な解析及び防潮堤設置ルート変更反映モデルによる結果を用いて評価する必要がある解析（浸水防止）

既往モデルによる結果を適用可能な解析	防潮堤設置ルート変更反映モデルによる結果を用いて評価する必要がある解析
管路解析（水位） ・取水ピット	遡上解析（水位） ・防潮堤前面（敷地側面北側） ・防潮堤前面（敷地前面東側） ・防潮堤前面（敷地側面南側） 管路解析（水位） ・放水路ゲート設置箇所 ・S A用海水ピット ・緊急用海水ポンプピット

（ ）内は入力津波の因子を示す。

既往の評価結果を適用することが可能と考えられるが、実際の設備形状による解析結果に基づき評価を実施する必要があるため、防潮堤の設置ルート変更を反映したモデルにて解析を実施し評価する。

5.2 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評価に用いる解析

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評価項目は、「非常用海水冷却系の取水性評価」及び「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」である。「非常用海水冷却系の取水性評価」を実施するにあたり、取水口前面の砂移動・砂堆積評価、取水ピット内の砂堆積評価が必要であり、「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」を実施するにあたり、敷地前面海域及び広域の津波流向・流速の確認及び漂流物の軌跡解析が必要であるが、「2. 防潮堤の設置ルート変更に伴う遡上解析結果への影響確認」にて示したとおり、防

潮堤の設置ルート変更を反映したモデルによる遡上解析結果により，これまでの基準津波を変更する必要がないことが確認されたことから，敷地前面海域における砂移動及び取水口前面における砂堆積評価，取水ピット内における砂堆積評価結果についても防潮堤の設置ルート変更による大きな影響はないと考えられ，既往の評価結果を適用することが可能と考えられる。

敷地前面海域及び広域の津波流向・流速及び漂流物の軌跡解析については敷地北側防潮堤の設置ルート変更を反映したモデルにて解析を実施し評価をする必要があると考えられる。

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評価に用いる解析における既往モデルによる結果を適用可能な解析及び防潮堤設置ルート変更反映モデルによる結果を用いて評価する必要がある解析の整理結果を第4表に示す。

第4表 既往モデルによる結果を適用可能な解析及び防潮堤設置ルート変更反映モデルによる結果を用いて評価する必要がある解析（水位変動）

既往モデルによる結果を適用可能な解析	防潮堤設置ルート変更反映モデルによる結果を用いて評価する必要がある解析
砂移動／砂堆積評価（砂濃度／砂堆積） ・取水口前面	遡上解析（流向・流速） ・敷地前面海域及び広域
砂堆積評価（砂堆積） ・取水ピット	漂流物軌跡解析（流向・流速） ・敷地前面海域及び広域

（ ）内は入力津波の因子を示す。

6. 詳細設計における入力津波の設定について

詳細設計における入力津波については，「5. 耐津波設計の評価にかかる津波解析のスクリーニング」にて示したとおり津波解析を取扱い，評価点毎に設定する。

津波対策設備毎の条文要求，施設・設備区分及び防護区分について

1. はじめに

津波対策設備は，「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7月8日施行）」の第5条，第40条の他，津波PRAにおける評価の結果，津波特有の事象である事故シーケンスグループ「津波による注水機能喪失」による炉心損傷頻度が有意な値となり，必ず想定する事故シーケンスグループに追加する事故シーケンスグループとして抽出したことから，第43条に対して適合する必要がある。このため，津波対策設備毎の条文要求，施設・設備区分及び防護区分について整理した。

2. 津波対策設備毎の条文要求，施設・設備区分及び防護区分

津波対策設備毎の条文要求，施設・設備区分及び防護区分を第1表に示す。

第 1 表 津波対策設備毎の条文要求，施設・設備区分及び防護区分

：該当する ×：該当しない -：対象外

津波対策設備	基準津波に対する設計基準対象施設の防護 (第5条)						基準津波に対する重大事故等対処施設の防護 (第40条)						敷地に遡上する津波 (T.P. + 24m津波) に対する 重大事故等対処設備の防護 (第43条)					
	資料名：東海第二発電所 津波による損傷の防止						資料名：東海第二発電所 重大事故等対処設備について (39条,40条)						資料名：東海第二発電所 重大事故等対処設備について					
	施設・設備区分			防護区分			施設・設備区分			防護区分			施設・設備区分			防護区分		
	津波防 護施設	浸水防 止設備	津波監 視設備	外郭防 護 1	外郭防 護 2	内郭防 護	津波防 護施設	浸水防 止設備	津波監 視設備	外郭防 護 1	外郭防 護 2	内郭防 護	津波防 護施設	浸水防 止設備	津波監 視設備	外郭防 護 1	外郭防 護 2	内郭防 護
防潮堤及び防潮扉		×	×		×	×		×	×		×	×	×	×	×	×	×	×
放水路ゲート		×	×		×	×		×	×		×	×		×	×		×	×
構内排水路逆流防止設備		×	×		×	×		×	×		×	×		×	×		×	×
貯留堰		×	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
取水路点検用開口部浸水防止蓋	×		×		×	×	×		×		×	×	×		×		×	×
海水ポンプグラントドレン排出口逆止弁	×		×			×	×		×			×	×		×		×	×
取水ピット空気抜き配管逆止弁	×		×		×	×	×		×		×	×	×		×		×	×
海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋	×		×	×	×		×		×	×	×		×	×	×	×	×	×
海水ポンプ室貫通部止水処置	×		×	×	×		×		×	×	×		×	×	×	×	×	×
放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋	×		×		×	×	×		×		×	×	×		×		×	×
S A用海水ピット開口部浸水防止蓋	×		×		×	×	×		×		×	×	×		×		×	×
緊急用海水ポンピット点検用開口部浸水防止蓋	×		×		×	×	×		×		×	×	×		×		×	×
緊急用海水ポンプグラントドレン排出口逆止弁	×		×		×	×	×		×		×	×	×		×			×
緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁	×		×		×	×	×		×		×	×	×		×			×
防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置	×		×		×	×	×		×		×	×	×		×		×	×
原子炉建屋境界貫通部止水処置	×		×	×	×		×		×	×	×		×	×	×		×	
原子炉建屋機器搬出入口及び人員用水密扉	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×		×		×	
緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×		×		×	
緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×		×		×	
格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×		×		×	
②常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×		×		×	
②常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×		×		×	
③常設代替高圧電源装置置場水密扉	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×		×	×	×	
④常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×		×		×	
⑤軽油貯蔵タンク点検用開口部浸水防止蓋	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×		×	×	×	
⑥津波・構内監視カメラ	×	×		-	-	-	×	×		-	-	-	×	×	⁴	-	-	-
⑦取水ピット水位計	×	×		-	-	-	×	×		-	-	-	×	×	×	-	-	-
⑧潮位計	×	×		-	-	-	×	×		-	-	-	×	×		-	-	-

1：敷地に遡上する津波 (T.P. + 24m) の敷地内への流入防止は期待できないため，津波防護施設に該当しない。ただし，T.P. + 24m津波の荷重及び荷重の組合せを考慮しても概ね弾性状態となる設計とする (防潮堤を損傷させない：機能保持)。

2：敷地に遡上する津波に対して，海水ポンプは期待しないことから，浸水想定範囲外であるため該当しない

3：当外部から海水ポンプ室に繋がる経路であり，敷地に遡上する津波に対する防護対象設備への経路でないため該当しない。

4：原子炉建屋屋上の3台の津波・構内監視カメラにより可能な限り敷地に遡上する津波の襲来状況を把握する。防潮堤上端の4台の津波・構内監視カメラについては，敷地に遡上する津波の襲来による影響を免れた場合には使用する。

5：貯留堰は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を目的とし，非常用海水ポンプの運転継続に必要な海水容量を満足するための設備であることから外郭防護 1，2 及び内郭防護の防護区分には該当しない。

東北地方太平洋沖地震時の被害状況を踏まえた
東海第二発電所の地震・津波による被害想定について

基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する取水性評価の実施にあたり，2011 年東北地方太平洋沖地震時（以下 3.11 地震時という。）の地震・津波による被害状況を踏まえ，地震・津波による東海第二発電所の被害想定を整理した。以下に 3.11 地震時における東海第二発電所及び甚大な被害を受けた東北地方の被害状況を示す。

(1) 3.11 地震時の東海第二発電所における被害状況

3.11 地震時の地震・津波による建屋等の被害状況を第 1 図に示す。3.11 地震時の地震・津波により，津波遡上域の建屋本体の滑動などは確認されていないが，鉄骨造建屋である輸送本部建屋の外装材の破損やメンテナンスセンターのシャッターの変形，自動販売機の転倒が確認されている。



輸送本部建屋（Ｓ造）
津波による外装材破損



メンテナンスセンター（Ｓ造）
シャッター変形



メンテナンスセンター（Ｓ造）
自動販売機転倒



建屋等配置

第１図 ３.１１地震時の地震・津波による建屋等の被害状況

（２）３.１１地震時の東北地方における建築物の被害状況

３.１１地震時の地震・津波による被害の大きかった東北地方の被災状況について整理した。

３.１１地震時の東北地方における鉄筋コンクリート建築物の被害状況を第１表に示す。「２０１１年東日本大震災に対する国土技術政策総合研究所の取り組み－緊急対応及び復旧・復興への技術支援に関する活動記録－」（以下「復興への技術支援に関する活動記録」という。）によると、鉄筋コンクリート造の建築物については、所在地によっては浸水深が１５ｍを超えるような規模の津波の襲来を受けた建築物も存在し、壁面や窓等の損傷が確認されたが、このような大きな規模の津波の襲来時においても建築物全体が滑動し、漂流するような事例は確認されていない。

第 1 表 3.11 地震時の東北地方における建築物の被害状況
(鉄筋コンクリート造建築物の例)

		
<p>宮城県南三陸町 鉄筋コンクリート造 津波浸水深：15.4m</p> <p>【被害状況】 構造的な被害は発生していない。参考資料 1</p>	<p>宮城県仙台市 鉄筋コンクリート造 津波浸水深：5.0m (建築物内部)</p> <p>【被害状況】 建築物全体ではなく外壁のみ破壊していた。参考資料 1</p>	<p>公営集合住宅(所在地不明) 鉄筋コンクリート造 津波浸水深：7.5m</p> <p>【被害状況】 漂流物の衝突による2階壁面の損傷が確認されたものの、構造的な大きな損傷は確認されなかった。参考資料 1</p>

参考資料 1 「復興への技術支援に関する活動記録」による。

「復興への技術支援に関する活動記録」によると、鉄骨造建築物については浸水深によらず外装板が波力により破損し、漂流した事例が確認された。津波の襲来により早期に外装板が破損し大きな波力を受けなかったと推測される建築物については残存していたが、外装板が破損する前に大きな波力を受けたと推測されるものについては崩壊、転倒したものも確認されている。

「復興への技術支援に関する活動記録」によると、木造建築物については最大浸水深が 2m 程度以下の規模の地域ではほぼ残存していたが、最大浸水深が 4m を超える規模の地域では流失する可能性が高かった。

また、3.11 地震時において東北地方の中でも特に被害の大きかった例として南三陸町における建築物の被害事例について確認した。南三陸町における建築物の被害事例を第 2 表に示す。南三陸町の被害事例のように浸水深が十数メートルを超えるような大規模の津波が襲来した場合、「東北地方太平洋沖地震 宮城県南三陸町被災状況速報」によると、鉄筋コンクリート造の建築物については柱、梁の損壊が確認された。

「東日本大震災における鉄骨造建物の津波被害について」によると、鉄骨造の建築物については波力により外装板のほとんどが脱落流失していることが確認された。

第 2 表 3.11 地震時の南三陸町における建築物の被害事例

	
<p>構造：鉄筋コンクリート造 規模：3 階建て （詳細寸法記載なし）</p> <p>【被害状況】 柱，梁の損壊が確認された。参考資料 2</p>	<p>構造：鉄骨造 規模：3 階建て 縦 11.4m × 横 8.8m × 高さ 10.9m</p> <p>【被害状況】 外装板のほとんどが脱落流失していることが確認された。参考資料 3</p>

参考資料 2 「東北地方太平洋沖地震 宮城県南三陸町被災状況速報」による。



参考資料 3 「東日本大震災における鉄骨造建物の津波被害について」による。

（４）3.11 地震時の被害状況を踏まえた発電所敷地内及び発電所敷地外における施設・設備の被害想定

3.11 地震時の被害状況を踏まえ，地震・津波による発電所敷地内及び発電所敷地外の施設・設備の被害想定を実施した。発電所敷地内の建屋等については，3.11 地震時において地震・津波による被害が特に大きかった南三陸町の被害事例のうち東海第二発電所の建屋等と構造及び規模が類似する建築物の被害事例を参考として被害想定を実施した。建屋等に作用する波圧は浸水深に依存して大きくなることから，東海第二発電所の建屋等の被害想定の実施にあたり，漂流物調査により抽出された建物類のうち，防潮堤前面における津波水位が最も高くなる敷地前面東側に存在し，

かつ最も高さのある鉄筋コンクリート造及び鉄骨造の建屋等として第 3 表に示す建築物を代表とした。

第 3 表 東海第二発電所の建屋等の代表例

建築物名称	ロータリースクリーン室	メンテナンスセンター
外 観		
建屋等の諸元	構造：鉄筋コンクリート造 規模：縦 21m×横 13m×高さ 11m	構造：鉄骨造 規模：縦 34m×横 19m×高さ 11m

建屋等の津波による被害に影響する波圧は浸水深に依存して大きくなるため、高さの近い建築物の津波による被害は類似性があるものと考えられる。第 3 表に示す東海第二発電所の建屋等を対象として、第 2 表に示す南三陸町の建築物の被害状況を参考に被害想定を実施した。

鉄筋コンクリート造の建屋等については、南三陸町における建築物の被害状況を考慮すると、第 2 表の被害事例のように地震又は波力により部分的に損壊するおそれがあるが、建築物が本来の形状を維持したまま滑動若しくは転倒し漂流する被害には至っていないことから、東海第二発電所の建屋等が本来の形状を維持したまま滑動若しくは転倒し漂流することはないと考えられる。また、万が一滑動若しくは転倒が起こった場合においても建屋等は重量物であるため漂流しないと考えられる。地震又は津波の波力

により部分的な損壊が起こる可能性があり，損壊により生じたがれき等については漂流する可能性がある。

鉄骨造の建屋等については，南三陸町における建築物の被害状況を考慮すると，第 2 表の被害事例のように波力により外装板が破損するおそれがあるが，建築物が本来の形状を維持したまま滑動若しくは転倒し漂流する被害には至っていないことから，東海第二発電所の建屋等が本来の形状を維持したまま滑動若しくは転倒し漂流することはないと考えられる。また，万が一滑動若しくは転倒が起こった場合においても建屋等は重量物であるため漂流しないと考えられる。地震又は津波の波力により部分的な損壊が起こる可能性があり，損壊により生じた外装板等については漂流する可能性がある。

木造の家屋等については滑動が起こることは考え難く，万が一滑動が起こった場合においても滑動した家屋等は津波の波力により本来の形状を維持せず損壊すると考えられる。損壊により生じた木片，その他構成部材等については漂流する可能性がある。

また，自動販売機などの比較的軽量な物品については津波により漂流する可能性がある。

地震・津波により施設・設備が損壊し漂流した場合，津波防護施設等の健全性に影響を及ぼす可能性があることから，3.11 地震時の被害状況及び東海第二発電所の地震・津波による被害想定については工事計画認可段階にて詳細に確認及び検討を実施する。

参考資料

- 1 ISSN 1346-7301 国総研研究報告 第 52 号 平成 25 年 1 月国土技術政策総合研究所研究報告 2011 年東日本大震災に対する国土技術政策総合研究所の取り組み - 緊急対応及び復旧・復興への技術支援に関する活動記録 - , 188 - 190 頁
- 2 東北地方太平洋沖地震 宮城県南三陸町被災状況速報,(株)エイト日本技術開発, 20110405, 5 - 6 頁
- 3 広島工業大学紀要研究編第 46 巻(2012) 221-230 報告 東日本大震災における鉄骨造建物の津波被害について 玉井 宏章・小川 勝彦 ON DAMAGED STEEL BUILDINGS DUE TO TAUNAMI AFTER GREAT TOUHOKU EARTHQUAKE Hiroyuki TAMAI and Katsuhiko OGAWA, 226 - 227 頁