

東海第二発電所 審査資料	
資料番号	PD-2-10 改 31
提出年月日	平成 29 年 12 月 4 日

東海第二発電所
津波による損傷の防止

平成 29 年 12 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

- I. はじめに
- II. 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)

10.6.1.1.6 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。

第2部

I. はじめに

本資料は、東海第二発電所における耐津波設計方針について示すものである。

設置許可基準規則^{※1}第5条及び技術基準規則^{※2}第6条では、津波による損傷防止について、設計基準対象施設が基準津波により、その安全性が損なわれるおそれがないよう規定されている。さらに、設置許可基準解釈^{※3}の別記3（津波による損傷の防止）（以下「別記3」という。）に具体的な要求事項が規定されている。

また、設置許可段階の基準津波策定に係る審査において、設置許可基準規則及びその解釈の妥当性を厳格に確認するために「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」（以下「審査ガイド」という。）が策定されている。

本資料においては、東海第二発電所の設計基準対象施設が安全上重要な施設として、津波に対する防護対策が審査ガイドに沿った検討方針及び検討結果であることを確認することにより、津波防護が達成されていることを確認する。第1図に耐津波設計の基本フローを示す。

なお、設置許可基準規則第40条に重大事故等対処施設に関して、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ないと規定され、さらに、設置許可基準規則第43条には、可搬型重大事故等対処設備に関して、防護要求が規定されている。これらに対する耐津波設計方針については、当該条文における基準適合性説明資料に示す。

※1 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

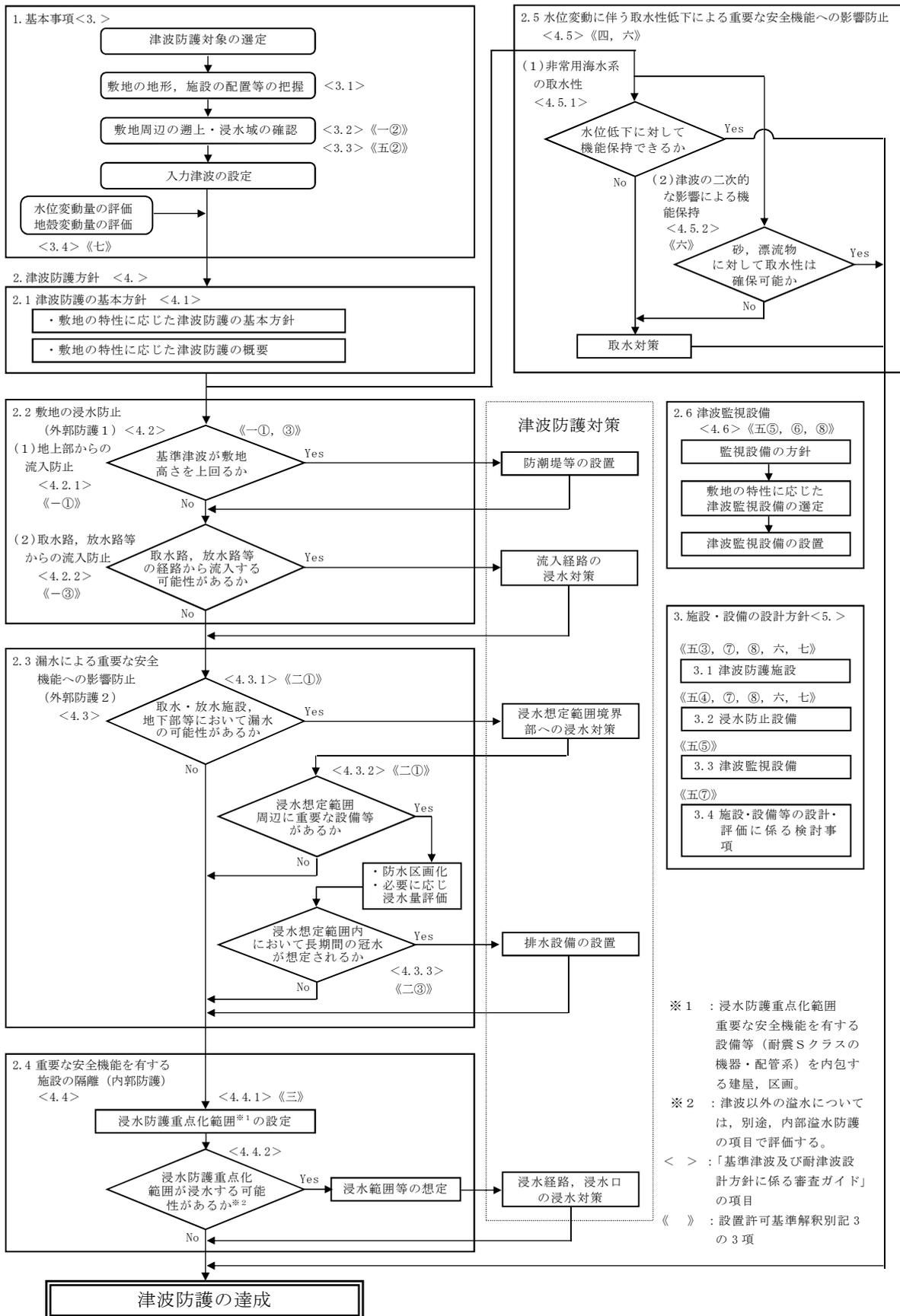
※2 実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈

※3 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈

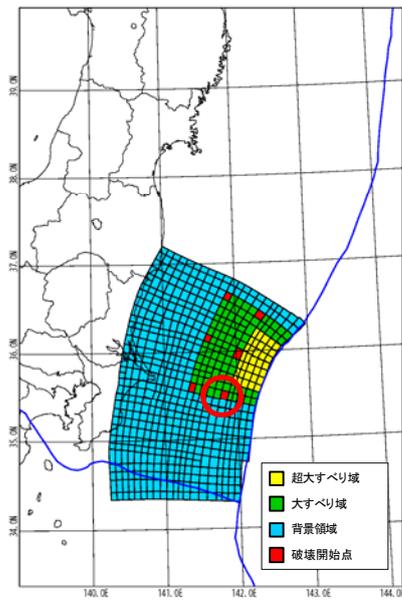
本資料の構成としては、審査ガイドに示される要求事項内容を【規制基準における要求事項等】に記載し、東海第二発電所における各要求事項に対する対応方針を【検討方針】に記載しており、その上で、同方針に基づき実施する具体的な検討結果又は評価内容を、図表やデータを用いて【検討結果】に記載する構成としている。

なお、本資料においては、入力津波の策定に当たり、上昇側水位及び下降側水位ともに「日本海溝におけるプレート間地震（Mw8.7）による津波波源」を基準津波として用いている。第2図に東海第二発電所の基準津波の波源、第3図に基準津波の策定位置、第1表に基準津波による敷地周辺での津波高さを示す。

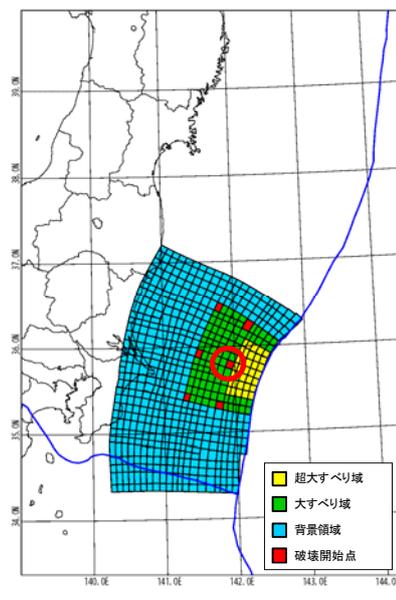
また、2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動により、現時点において発電所周辺の敷地標高が0.2m程度沈降しているが、余効変動が継続していることから敷地・施設等の標高については2011年東北地方太平洋沖地震前の値を表記している。ただし、評価に用いる入力津波の設定に当たっては、地殻変動量を安全側に考慮する。



第1図 耐津波設計の基本フロー



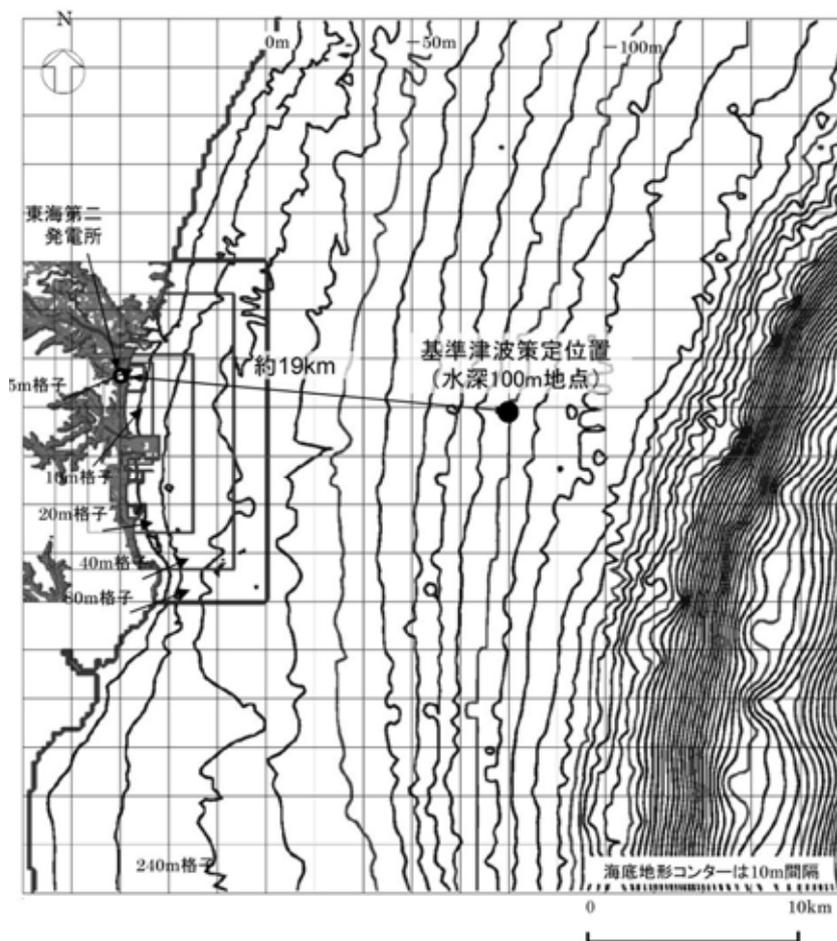
上昇水位



下降水位

パラメータ	設定値
平均すべり量	6.1m
超大すべり量	24.3m
大すべり量	12.1m
背景	3.8m

第2図 東海第二発電所の基準津波の波源



第3図 基準津波の策定位置

第1表 基準津波による敷地周辺での津波高さ

	評価位置	日本海溝におけるプレート間地震による津波 (Mw8.7)
上昇側水位 ^{※1}	防潮堤前面 (敷地側面北側)	T.P. +11.7m
	防潮堤前面 (敷地前面東側)	T.P. +17.1m
	防潮堤前面 (敷地側面南側)	T.P. +15.4m
下降側水位 ^{※2}	取水口前面	T.P. - 4.9m

防潮堤設置計画と評価位置

※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伴う地殻変動量(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 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伴う地殻変動量(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。

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の際には、隆起を考慮しないものと仮定して、対象物の高さと同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、対象物の高さと同側評価水位を直接比較する。また、下降側の水位変動に対して安全評価の際には、沈降しないものと仮定して、対象物の高さと同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、対象物の高さと同側評価水位を直接比較する。また、下降側の水位変動に対して安全評価の際には、沈降していないものと仮定して、対象物の高さと同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】

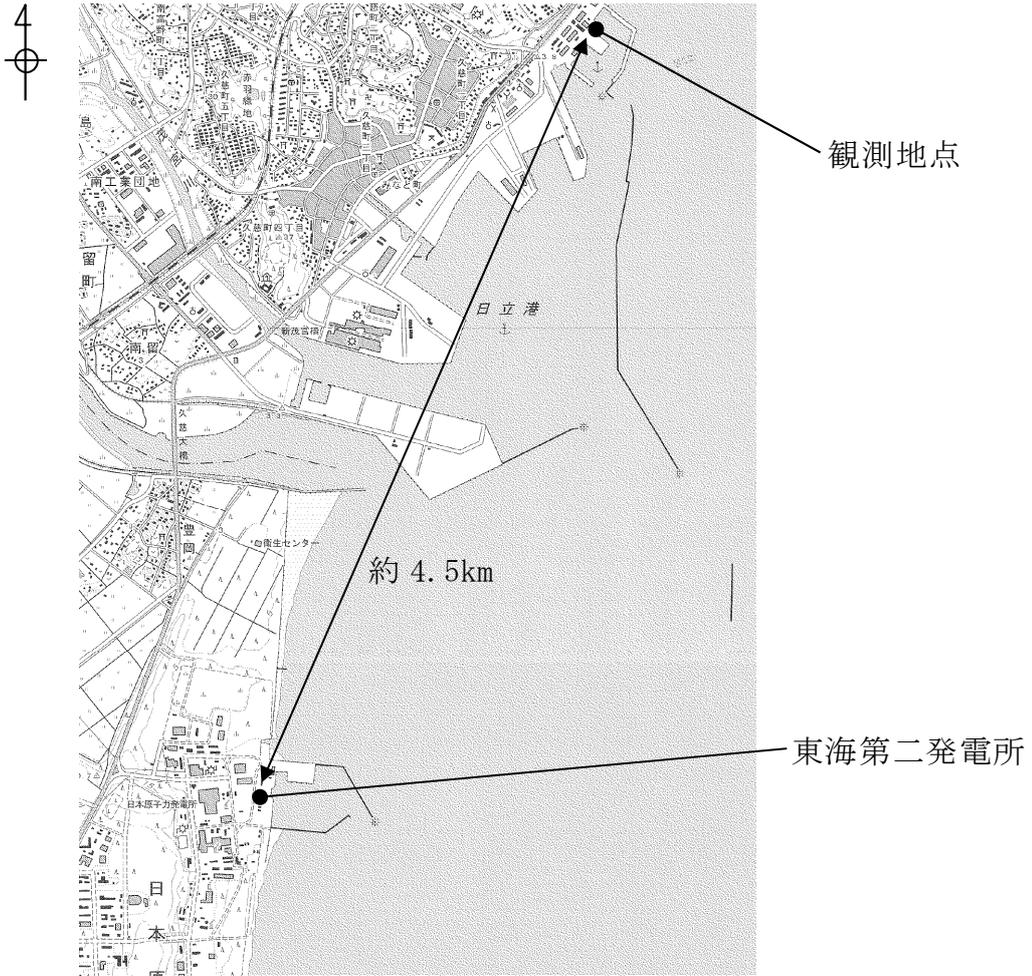
(1) 潮位

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

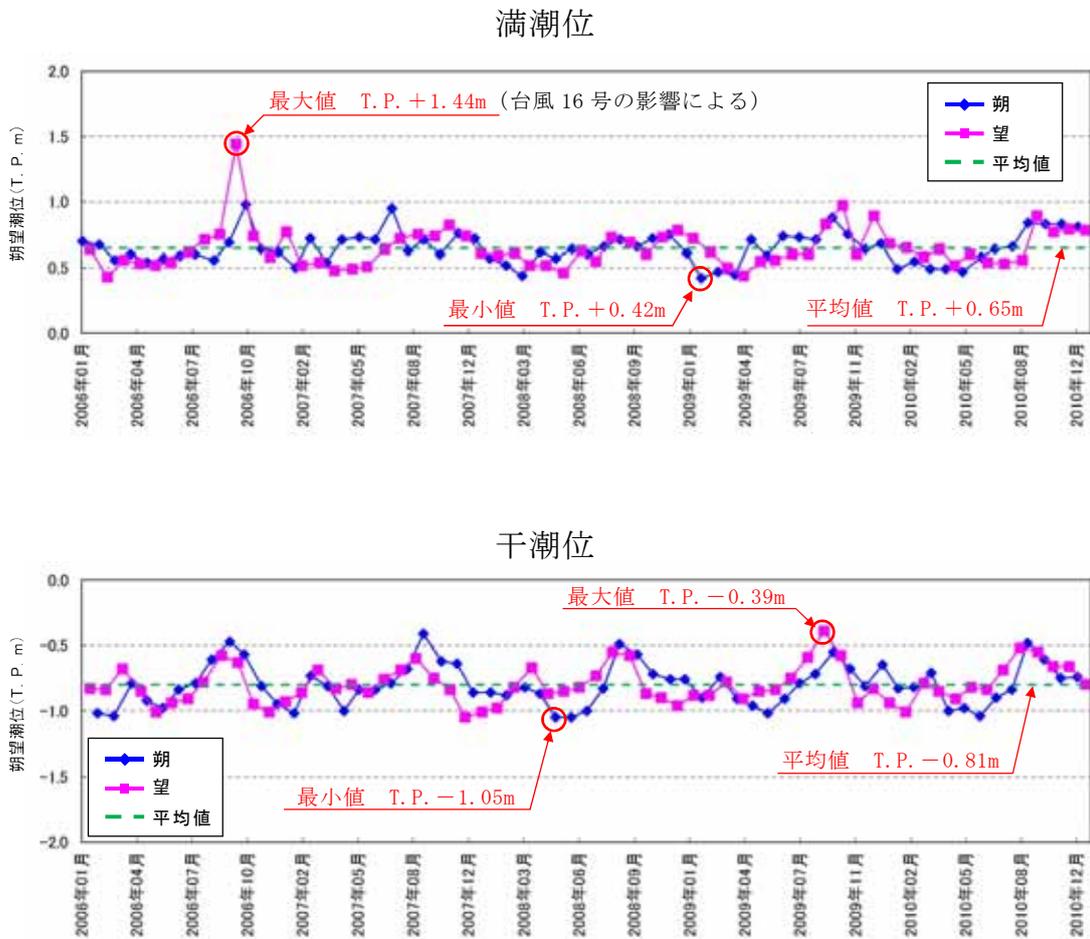
「(1) 潮位」において津波計算に使用した朔望平均潮位のもとになっている潮位観測記録（国土交通省関東地方整備局鹿島港湾・空港整備局より受領）を用いて、潮位のばらつきなどについて評価した。

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 ①	潮位観測記録 に基づく潮位※ ②	差 ③ (②-①)
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

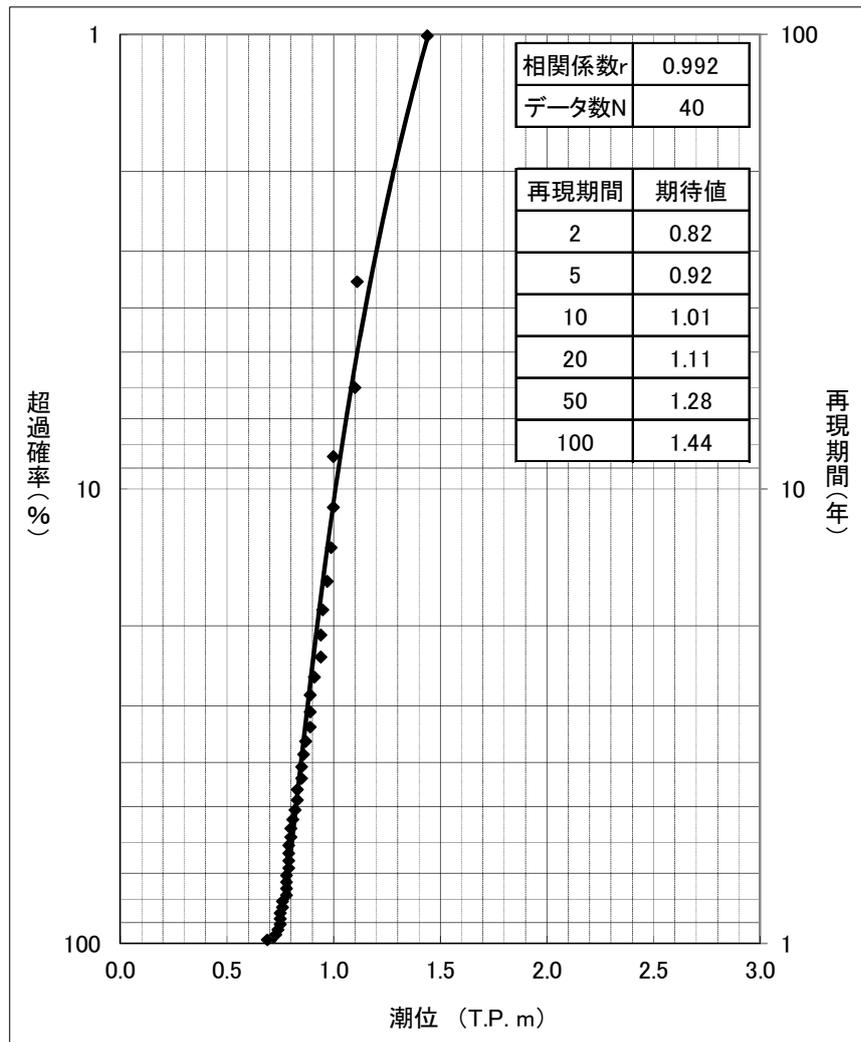
※ 潮位観測期間は平成18年1月～平成22年12月

(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
1980	12	24	1.11	2	二つ玉低気圧通過
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)

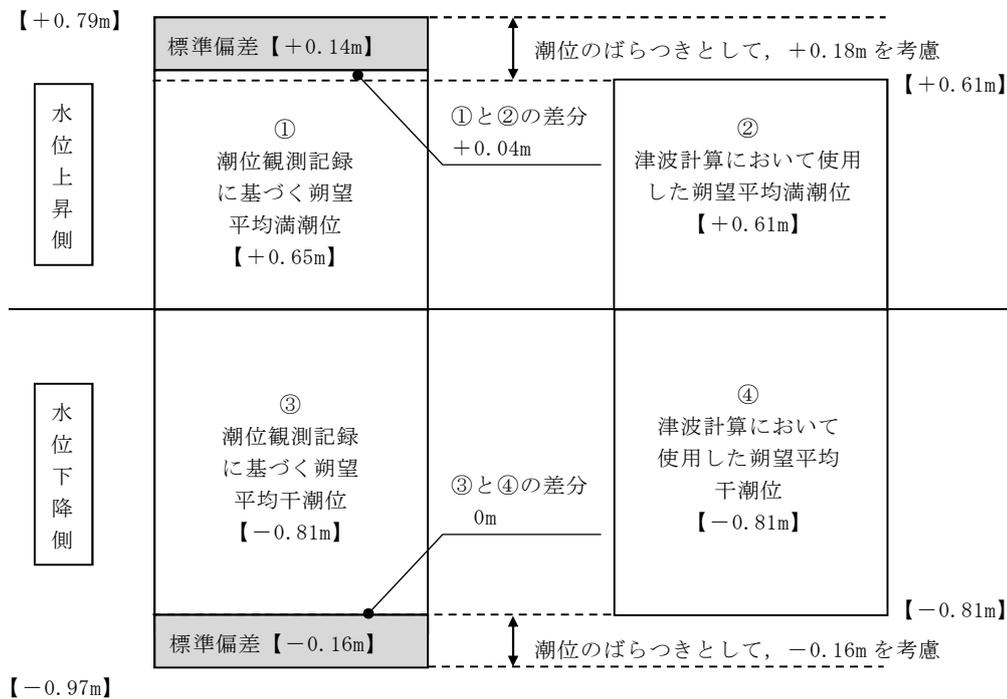
(4) 潮位のばらつき及び高潮の考慮について

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。

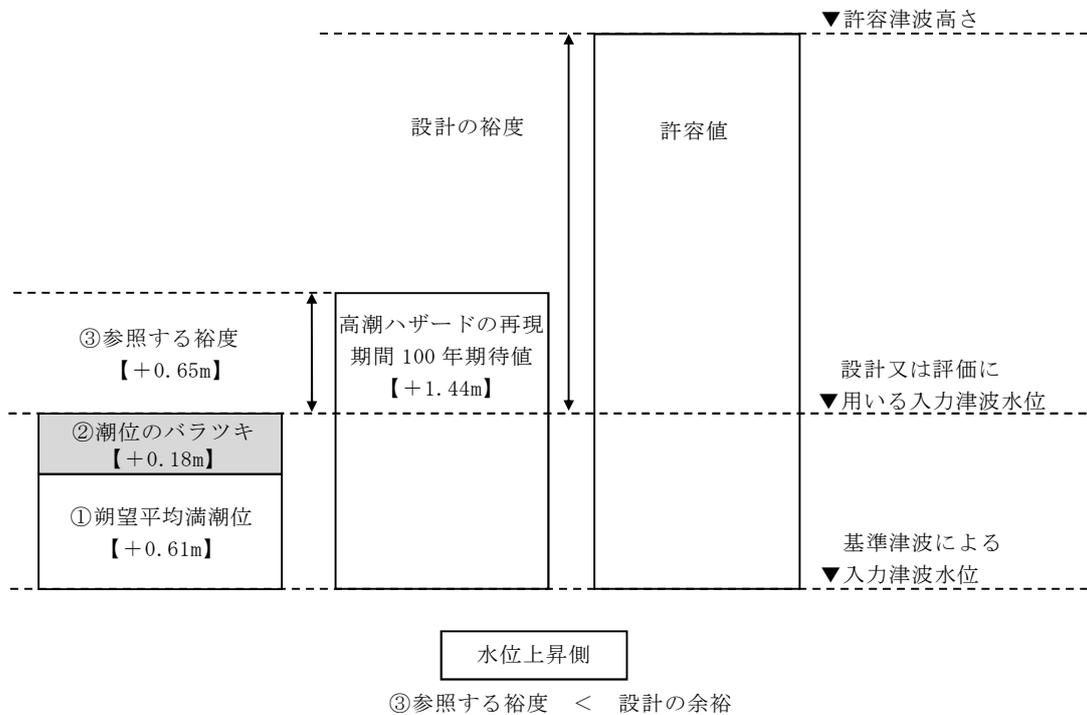
第1.5-5図に潮位のばらつきに対する考慮方法を示す。



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

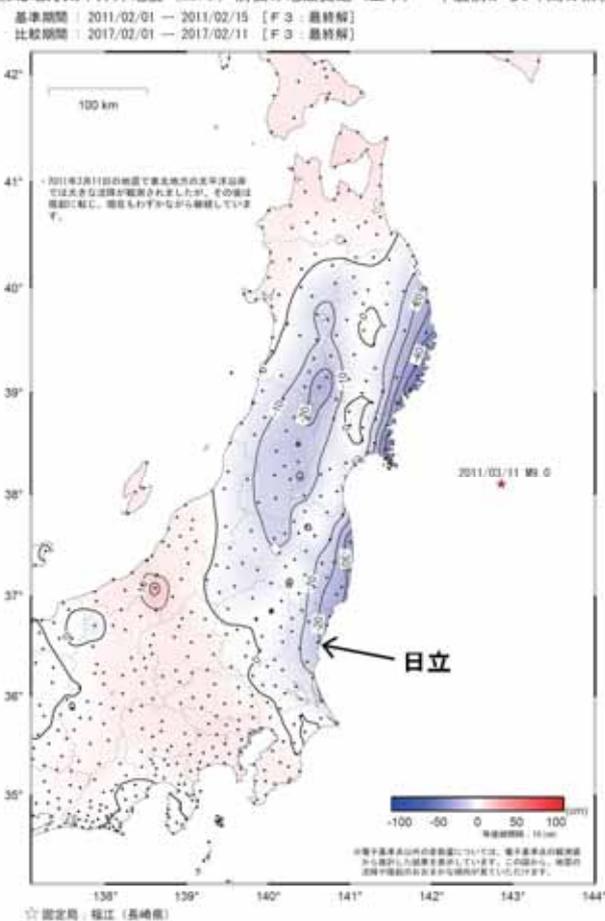
(※3) 2011年3月12日と2017年2月の比較

(※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

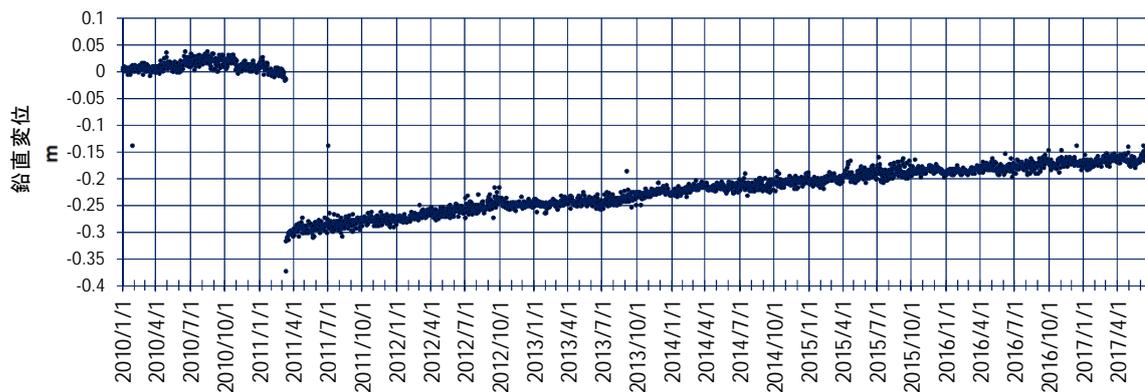
	地殻変動量	2011年東北地方太平洋沖地震の地殻変動量	評価に考慮する変動量
上昇側評価時	0.31m沈降	0.2m沈降	0.51mの沈降を考慮
下降側評価時	—	—	沈降を考慮しない

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



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 (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。)	T.P. +17.7m ^{※1} (T.P. +17.9m) ^{※2}
	構内排水路逆流防止設備 (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。)	T.P. +15.2m ^{※1} (T.P. +15.4m) ^{※2}
下降側水位	取水ピット	T.P. -5.1m ^{※4} (T.P. -5.3m) ^{※5}

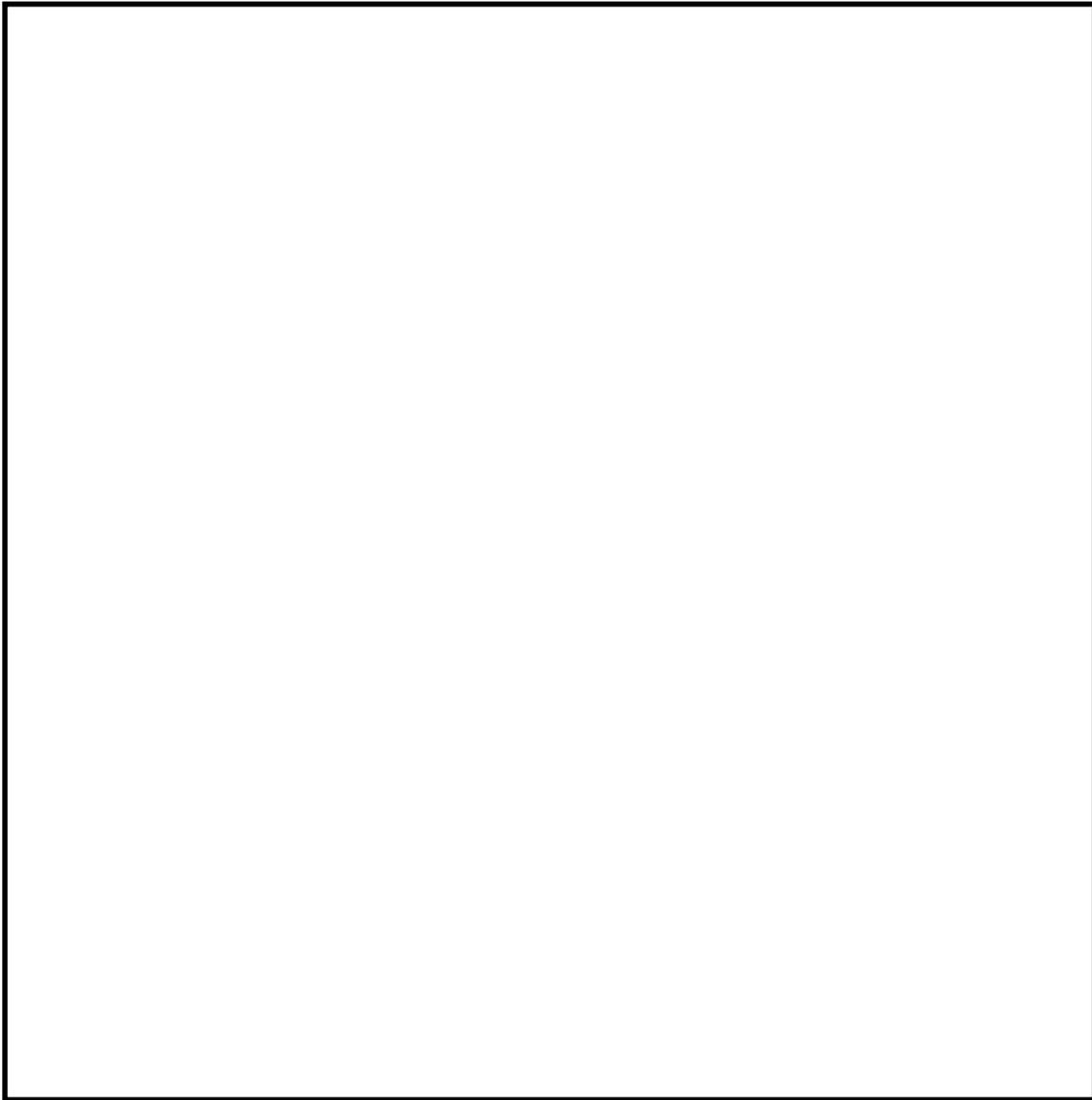
※1 朔望平均満潮位T.P. +0.61m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m及び津波波源モデルの活動による地殻変動量（沈降）0.31mを考慮している。

※2 ()内は, ※1に加えて潮位のばらつき+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を考慮している。

※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 ()内は, 下降側の評価に当たって安全側の考慮となるように, ※4から2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2mを差し引いたものである。

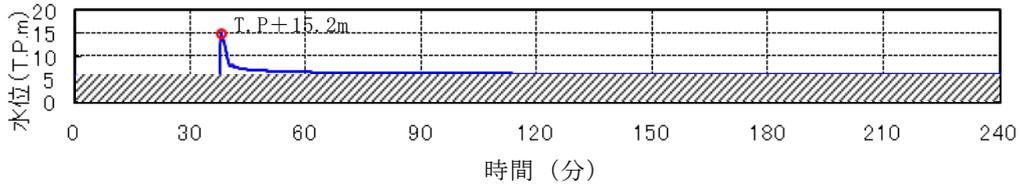


- ◀ 入力津波設定位置
 - ①：敷地側面北側
 - ②：敷地前面東側
 - ③：敷地側面南側
 - ④：取水ピット
 - ⑤：放水路ゲート設置箇所
 - ⑥：S A用海水ピット
 - ⑦：緊急用海水ポンプピット
- 設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画

第1.6-1図 入力津波の設定位置

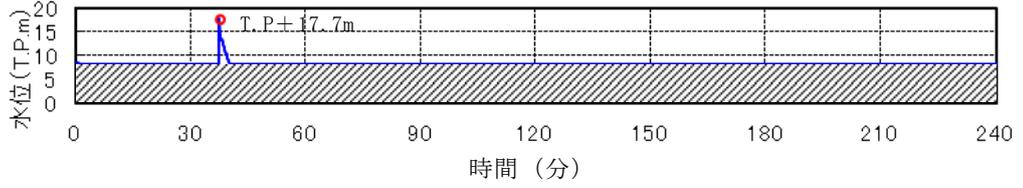
(防潮堤前面評価点 敷地側面北側)

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



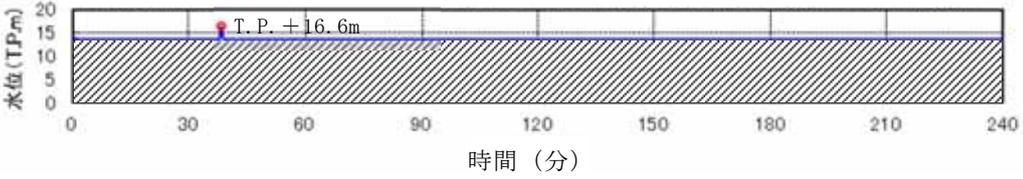
(防潮堤前面評価点 敷地前面東側)

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



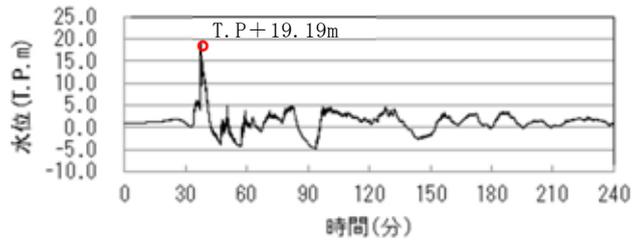
(防潮堤前面評価点 敷地側面南側)

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



(取水ピット 上昇側)

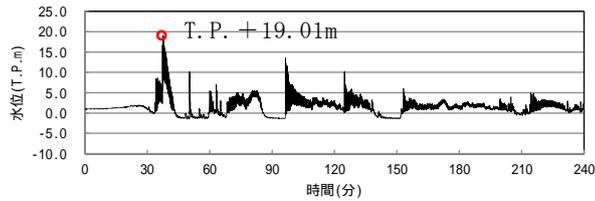
$$[T.P. + 19.19m (37分25秒)] < [T.P. + 19.2m]$$



(放水路ゲート設置箇所 上昇側)

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

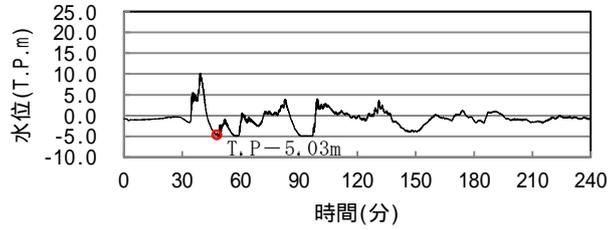
B水路 (中央)



第1.6-2図 入力津波の時刻歴波形 (1/2)

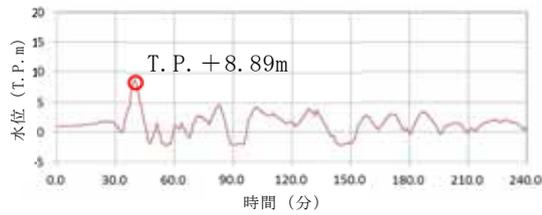
(取水ピット 下降側)

[T.P. -5.03m (48分21秒)] \leq [0.2m] $>$ [T.P. -5.3m]



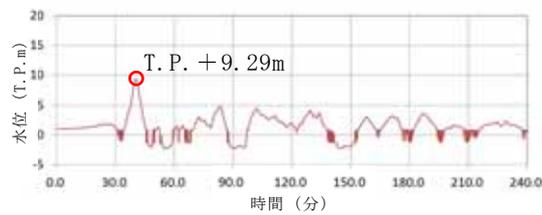
(SA用海水ピット 上昇側)

[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)

2.3 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)

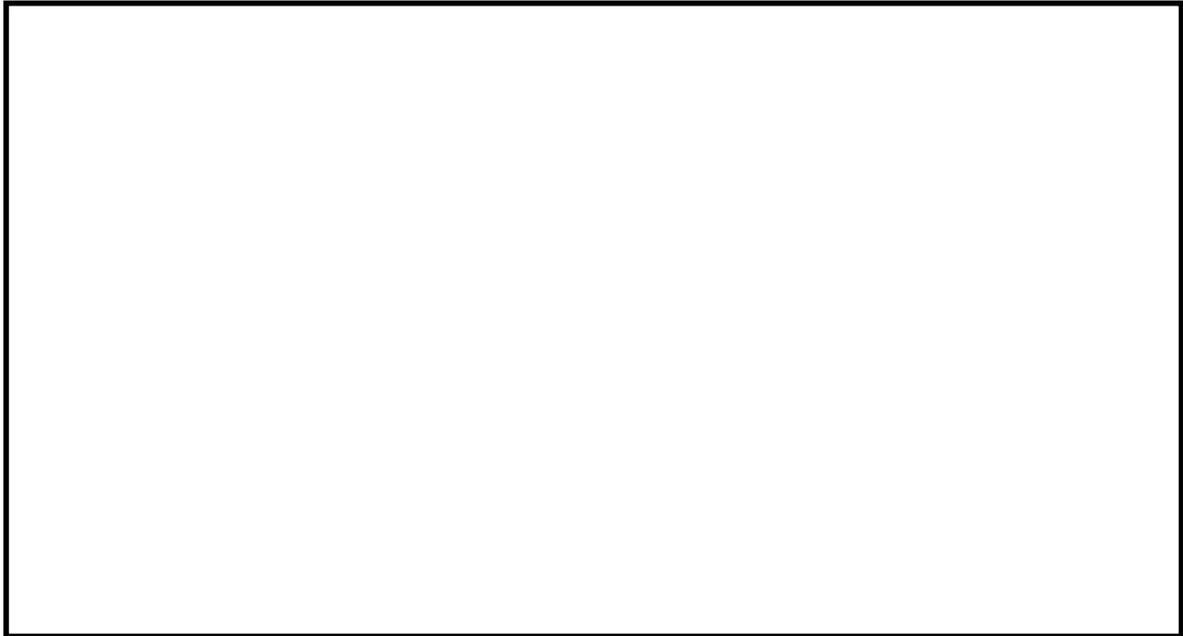
区分・系統		流入経路	設置場所	浸水対策
a. 取水路	(a) 海水系	①取水路点検用開口部	取水ピット上版	浸水防止蓋
		②海水ポンプグラウンドドレン排出口	海水ポンプ室	逆止弁
	(b) 循環水系	①取水ピット空気抜き配管	循環水ポンプ室	逆止弁
b. 海水引込み管	(a) 海水系	①SA用海水ピット開口部	SA用海水ピット	浸水防止蓋
c. 緊急用海水取水管	(a) 海水系	①緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口	緊急用海水ポンプピット上版	逆止弁
		②緊急用海水ポンプグラウンドドレン排出口	緊急用海水ポンプピット上版	逆止弁
		③緊急用海水ポンプピット点検用開口部	緊急用海水ポンプピット上版	浸水防止蓋
d. 放水路	(a) 海水系	①放水ピット上部開口部	放水ピット	放水路ゲート
		②海水配管 (放水ピット接続部)	放水ピット	放水路ゲート
		③海水配管 (放水路接続部)	放水路	放水路ゲート
		④放水路ゲート点検用開口部 (上流側)	放水路	放水路ゲート
		⑤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	①放水ピット上部開口部	放水ピット	放水路ゲート
		②放水路ゲート点検用開口部 (上流側)	放水路	放水路ゲート
		③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	①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
		②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
		③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)

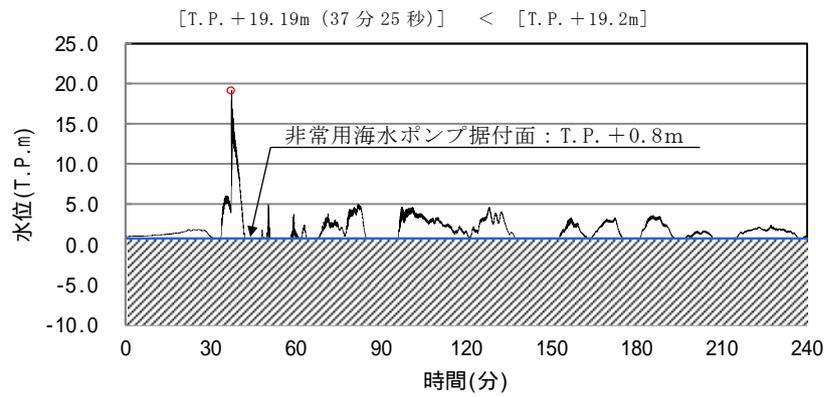
区分・系統	流入経路	設置場所	浸水対策
e. 構内排水路	①集水枡等	放水ピット	閉止ゲート
		防潮堤境界	逆流防止設備
f. その他	<循環水ポンプ室> ①循環水ポンプ室内の循環水系等配管 <防潮堤・防潮扉> ②防潮堤又は防潮扉の地下部を貫通する配管等の貫通部(予備貫通部含む) <原子炉建屋境界> ③タービン建屋内及び非常用海水系配管カルバート等の循環水系等機器・配管	<循環水ポンプ室> ①循環水ポンプ室 <防潮堤・防潮扉> ② 防潮堤, 防潮扉 <原子炉建屋境界> ③ 原子炉建屋境界	貫通部 止水処置

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ウンドドレン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ウンドドレン排出口に対しては、浸水防止設備として逆止弁を設置する。

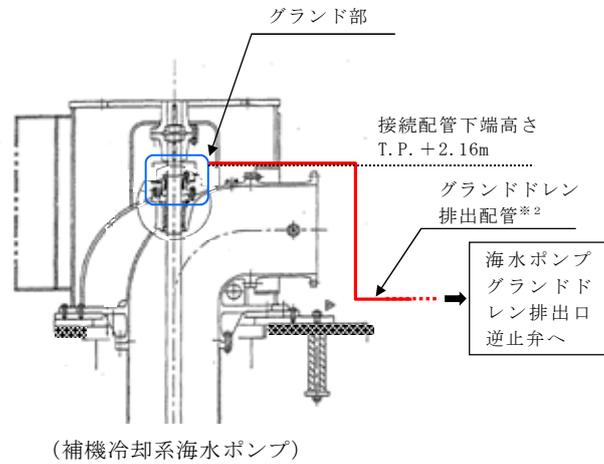
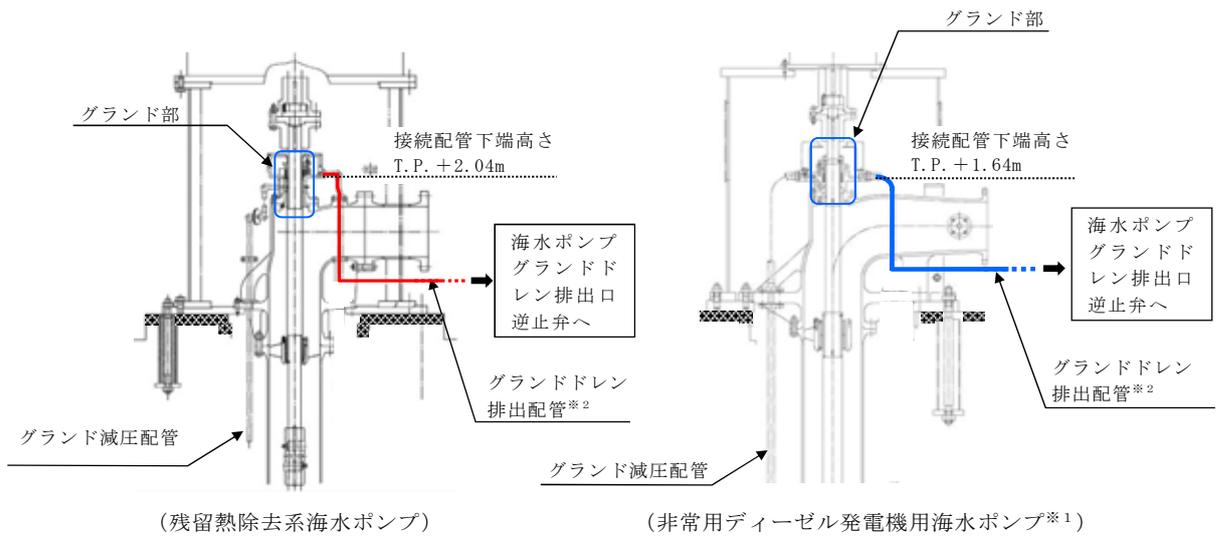
第2.3-1図に非常用海水ポンプの配置図、図2.3-2図に取水ピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形、第2.3-3図に海水ポンプグラウンドドレン排出配管ルートを示す。



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、取水ピ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、第2.3-1図に示したとおり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ドレン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。

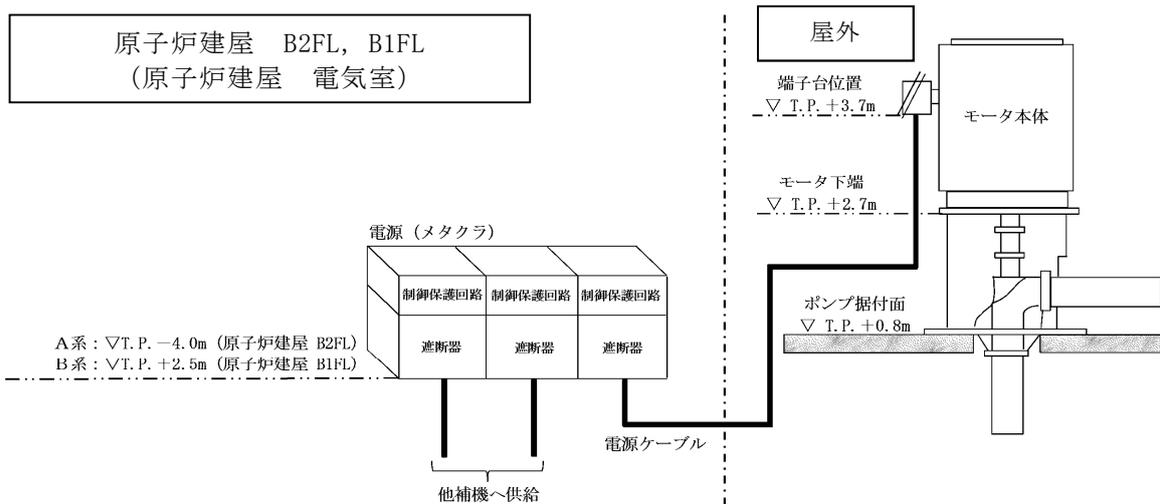
非常用海水ポンプのうち、残留熱除去系海水ポンプの電源ケーブルは、端子台高さがT.P. +3.7mであり、電源ケーブルは中間接続なしで原子炉建屋電気室（T.P. -4.0m及びT.P. +2.5m）まで敷設されている。これに対して、モータ下端高さはT.P. +2.7mである。このため、機能を維持できる水位は、モータ下端高さのT.P. +2.7mとなる。

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。

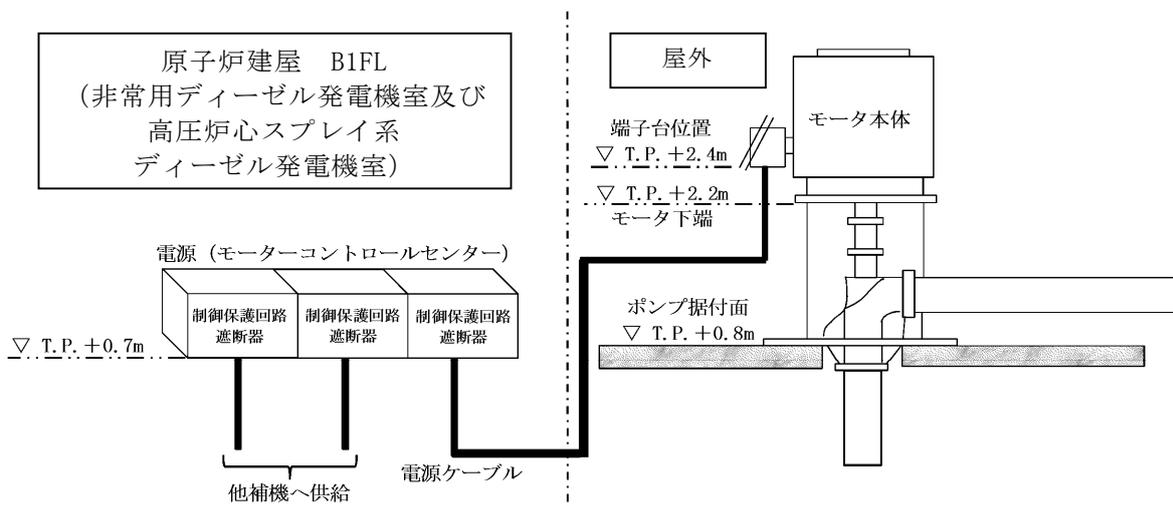
また、非常用海水ポンプ用の電源は、常用電源回路と分離されているため、常用電源回路に地絡が発生した場合においても影響は受けない。

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。



(残留熱除去系海水ポンプ)



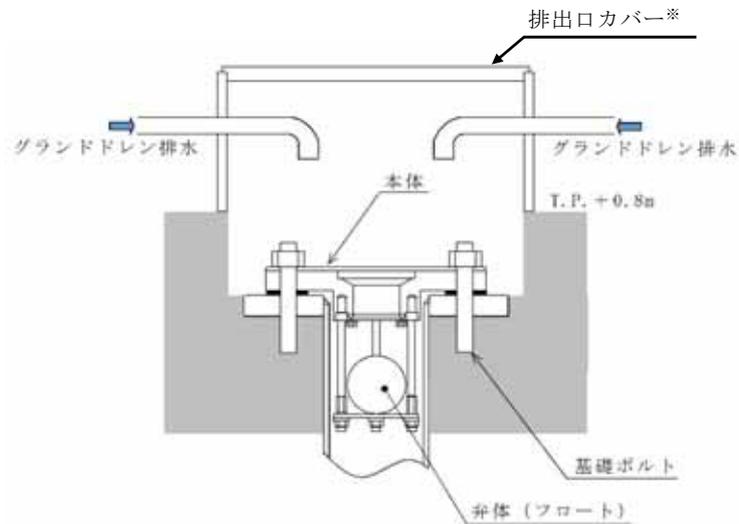
(非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ)

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ドレン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

ンプグランド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図に海水ポンプグランド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ド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 海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁構造図

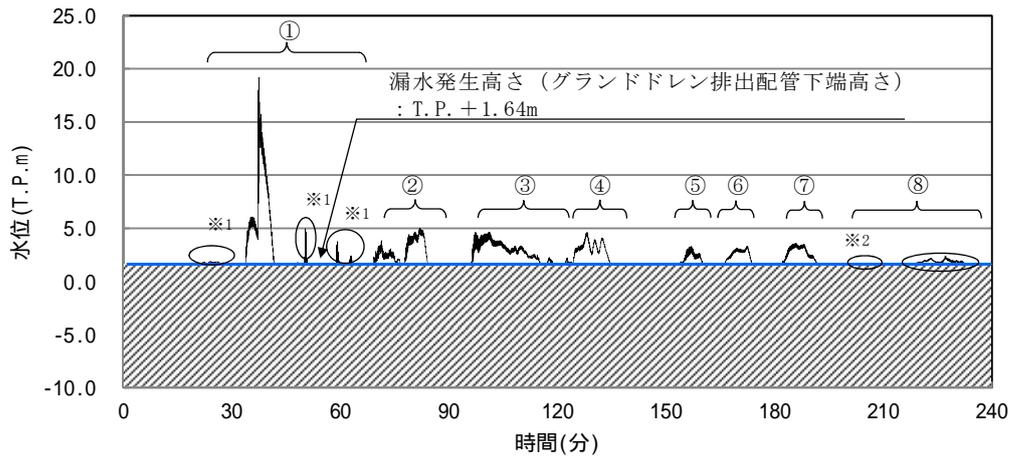
c. 漏えい量評価の前提条件

海水ポンプグランド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ドドレン排出口逆止弁から漏水が発生するものとする。
- ・ 海水ポンプグランド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ド

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。

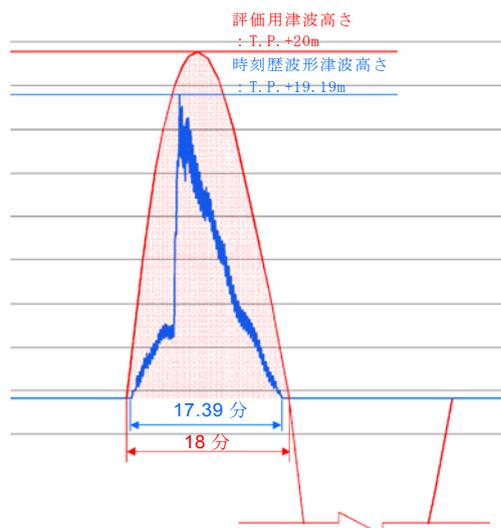


注：漏水発生高さ T.P. +1.64m を超える津波水位について、時刻歴波形中の番号 (①～⑧) により整理した。

※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①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⑧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)	
①	+19.2	17.39	+20.0	18.0	a
②	+5.1	15.04	+6.0	16.0	b
③	+4.7	23.92	+5.5	25.0	c
④	+4.7	12.59	+5.5	13.0	d
⑤	+3.4	6.54	+4.5	10.0	e
⑥	+3.4	8.02	+4.5	10.0	
⑦	+3.6	9.80	+4.5	10.0	
⑧	+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①(類型化a)の場合)

d. 漏えい量評価結果

① 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(グラウンドドレン排出配管ポンプ接続部下端高さ)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台当たりのグラウンドドレン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ウンドドレン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ウンドドレン排出口逆止弁から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。

② 海水ポンプグラウンドドレン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ドレン排出口
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)	
① 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	
②漏水量	m ³	12.9	12.9	
④ 有効区画面積* ¹	m ²	36.5	94.6	
⑤ 浸水深さ (②/③)	M	0.36	0.14	
⑥ 浸水高さ (④+T.P.+0.8m* ²)	T.P.+m	1.16	0.94	
⑥機能喪失高さ* ³	T.P.+m	2.2		
⑦ 裕度 (⑥-⑤)	M	1.04	1.26	
⑧ 評価結果	—	○	○	

【漏水量算定式】

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

ここで、Q : 漏水量 (m³)

A : 漏水部面積 (5.81×10⁻⁴m²)

[$\pi/4 \times (0.0272\text{m (グランドドレン排出配管内径)})^2$]

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，グラントパッキンの下部に設置されており，グラントパッキンのシール圧力を軽減させる機能がある。グラント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）がグラント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ト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ト減圧配管の概要を示す。

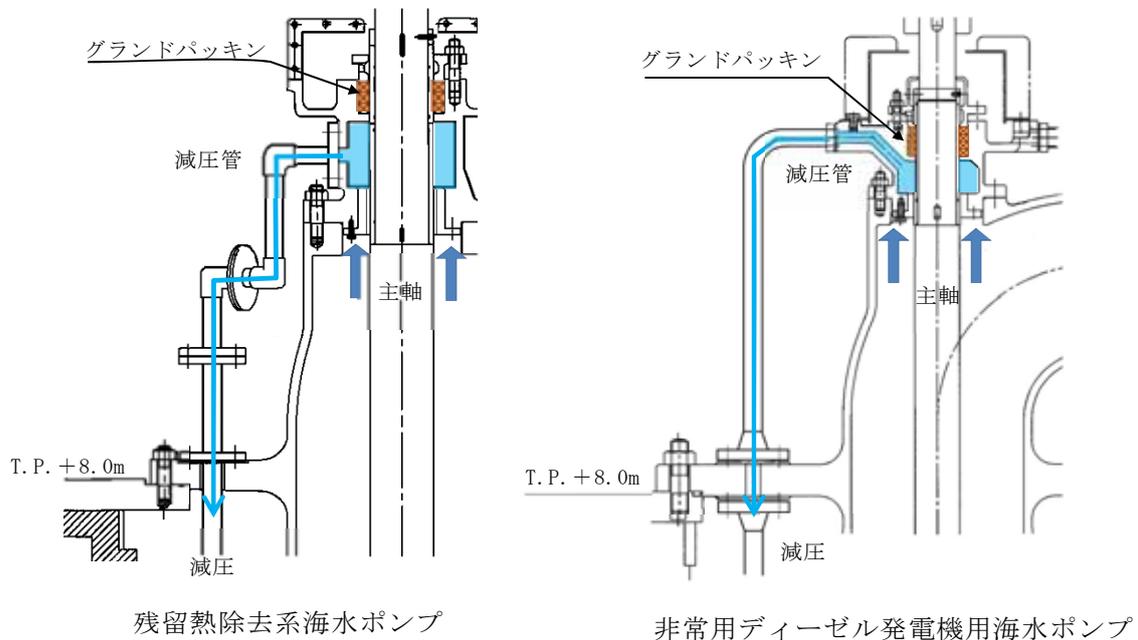


図 2.3-8 非常用海水ポンプグラント減圧配管の概要

(2) 非常用海水ポンプグラントドレン量について

非常用海水ポンプグラントドレン量は，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。

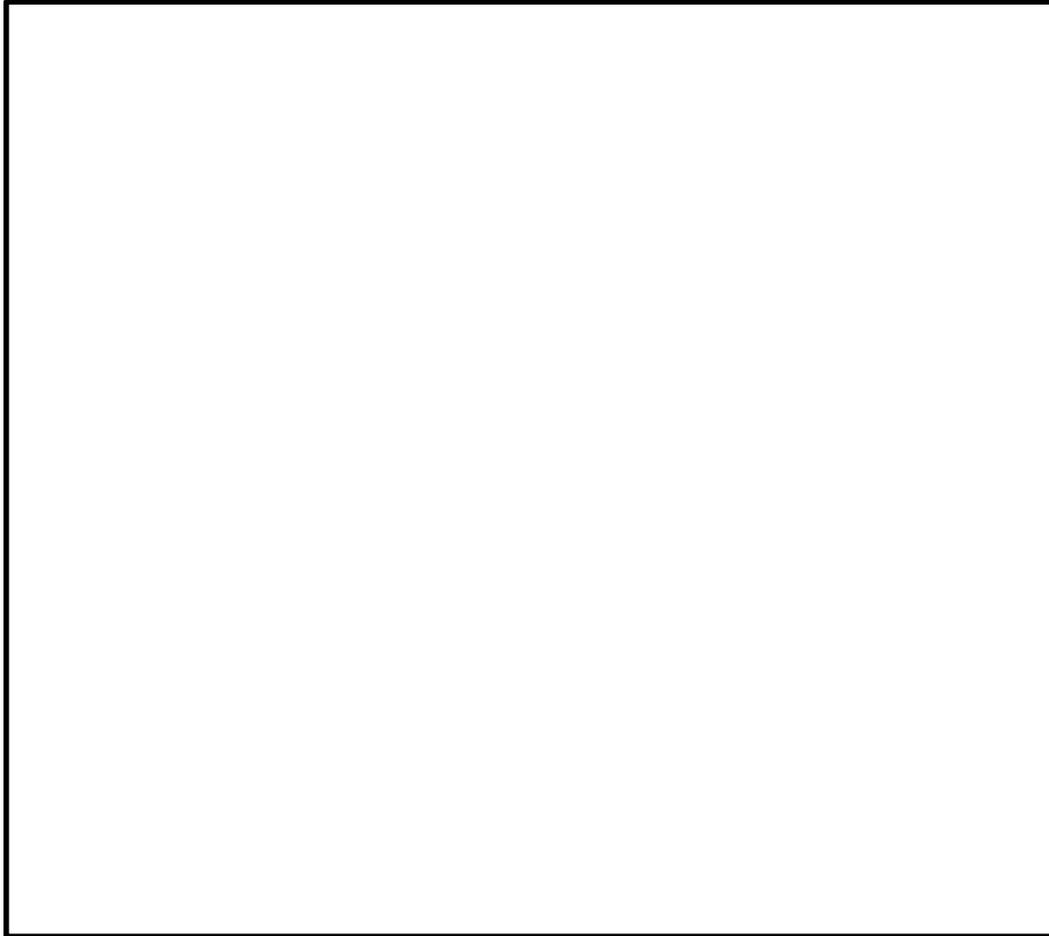
第2.4-1図に設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画並びに浸水防護重点化範囲の配置を示す。

【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溢水量については，内部溢水における溢水事象想定を考慮して算出する。
- (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

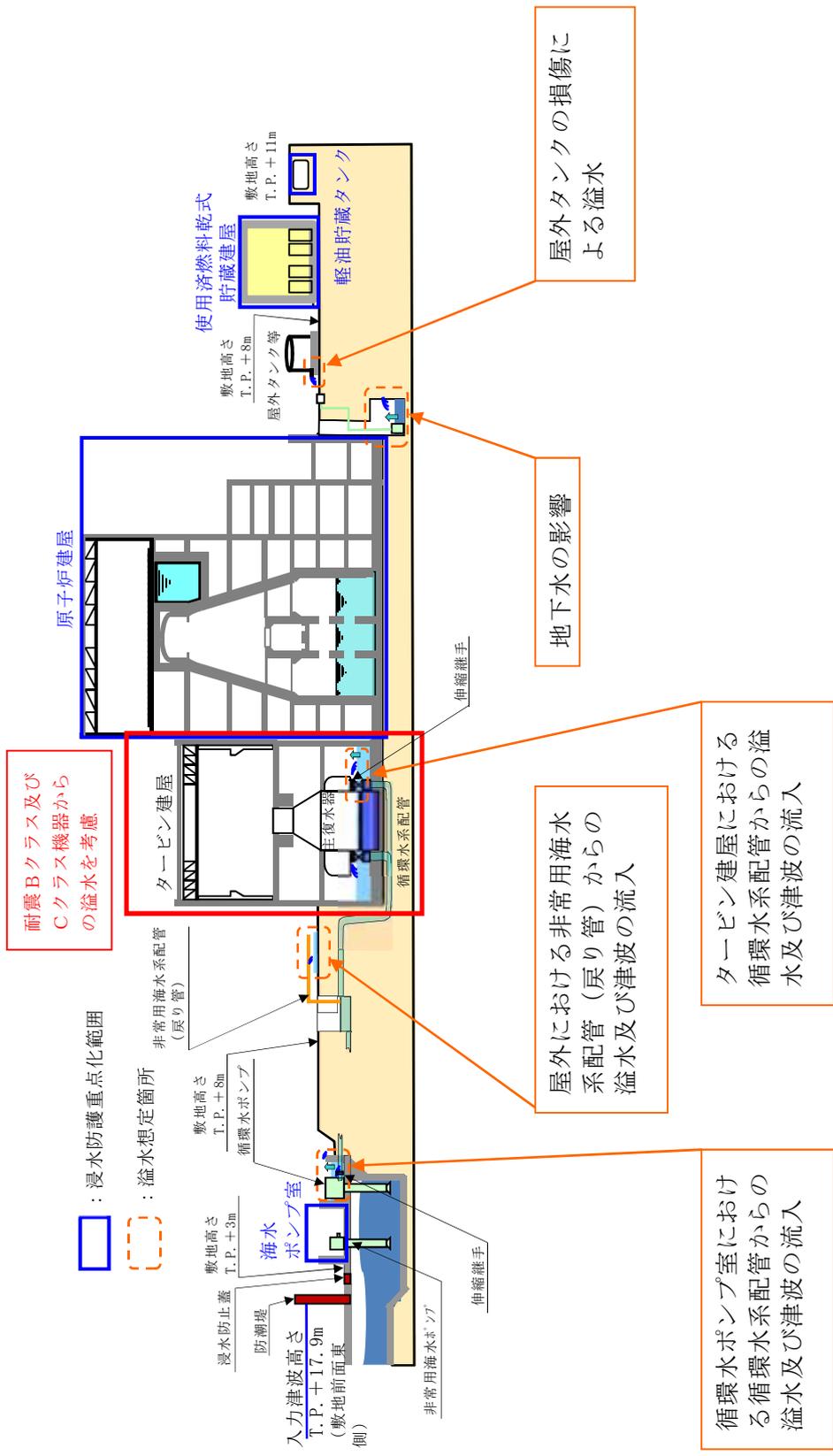
残留熱除去系の海水配管，非常用ディーゼル発電機用の海水配管及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用の海水配管（以下「非常用海水系配管」という。）の原子炉建屋から放水路までの放水ラインの部分（屋外）は、耐震Cクラスであることから、地震に起因して損傷した場合には、非常用海水ポンプの運転にともない損傷箇所から溢水するとともに、放水路に流入した津波が非常用海水系配管に流れ込み、非常用海水系配管の損傷箇所を介して設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設，浸水防止設備，津波監視装置及び非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入する可能性があることから、浸水防護重点化範囲への影響を評価する。

(c) 屋外タンクからの溢水

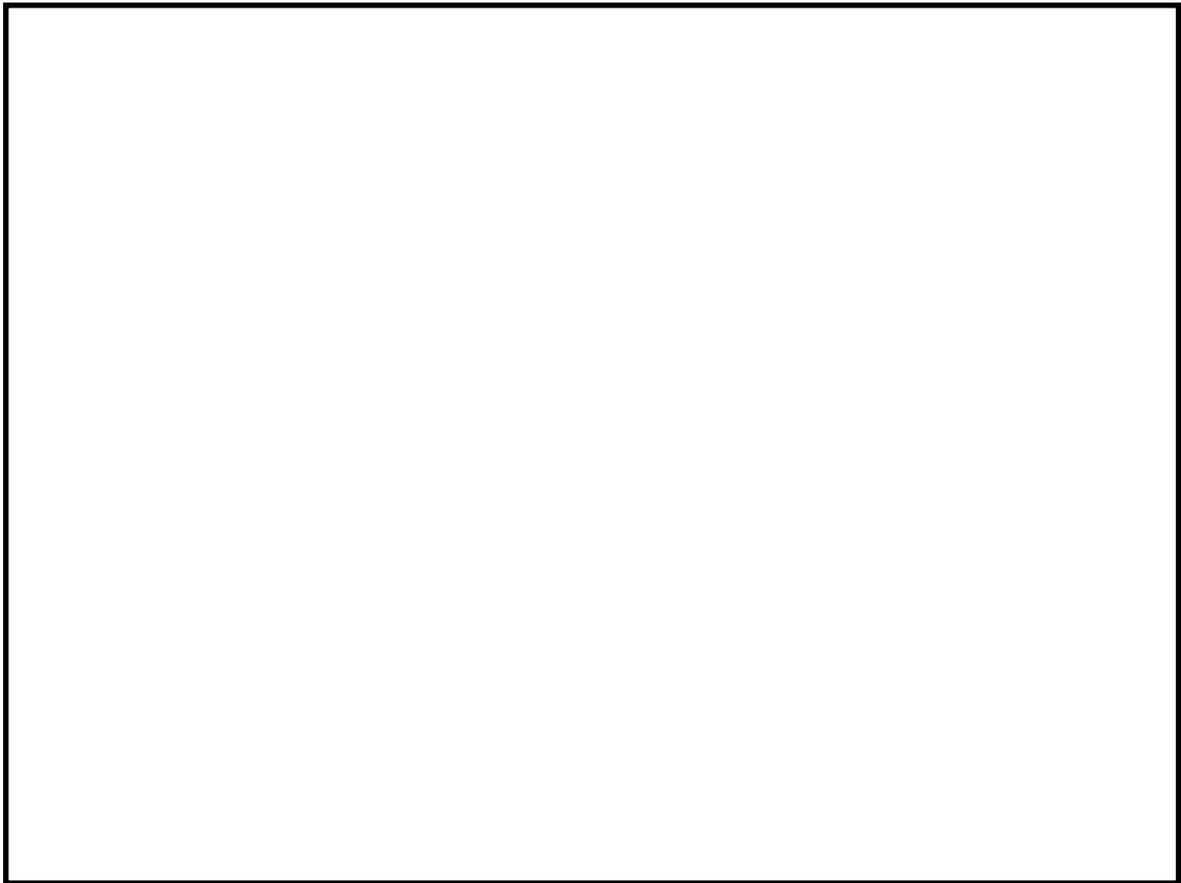
地震に起因して、防潮堤内側に設置された屋外タンクが損傷し、敷地内に溢水が生じた場合には、浸水防護重点化範囲及び隣接するタービン建屋へ流入する可能性があることから影響を評価する。

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

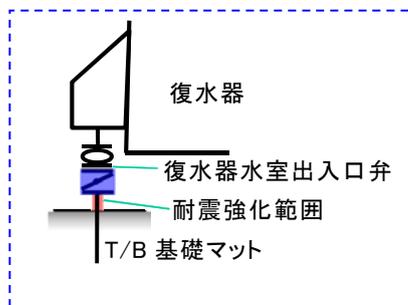
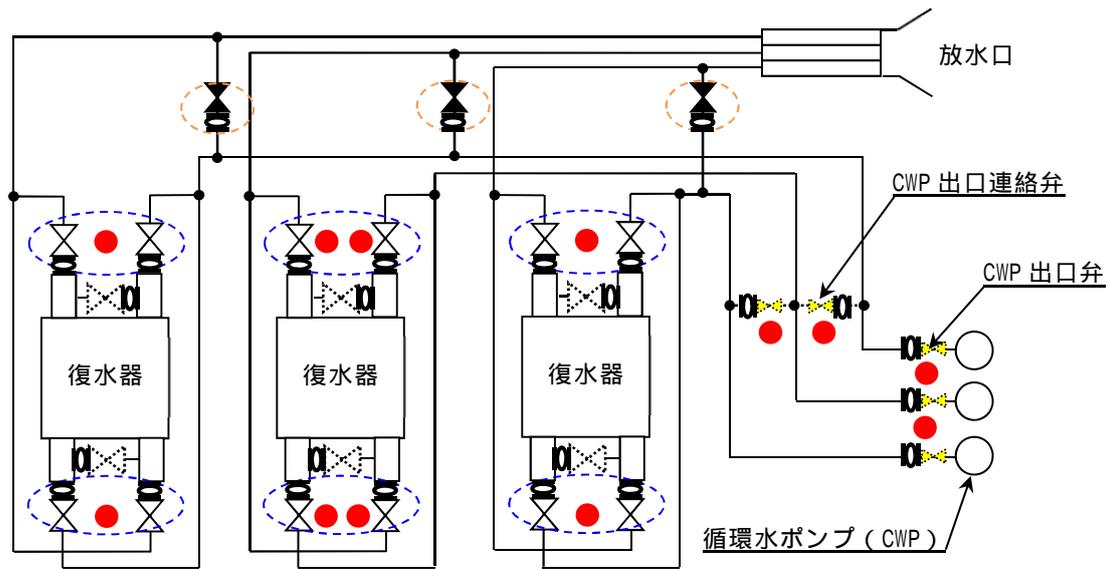
タービン建屋における循環水系配管からの溢水及び津波の流入においては、循環水系配管の伸縮継手の破損個所からの溢水及び津波の流入、耐震 B クラス及び C クラス機器の損傷による溢水を合算した水量がタービン建屋空間部に滞留するものとして、浸水防護重点化範囲への影響を評価する。

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。

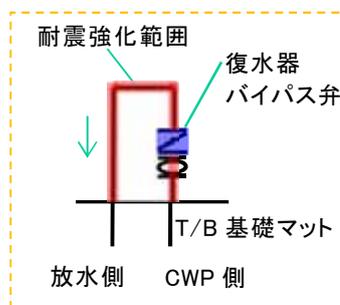
- i) 地震により循環水系配管の伸縮継手の全円周状の破損（リング状破損）及び耐震 B クラス及び C クラスの機器の損傷により溢水が発生す

る。

- ii) 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。
- iii) 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。
- iv) 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。
- v) 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。
- vi) 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。

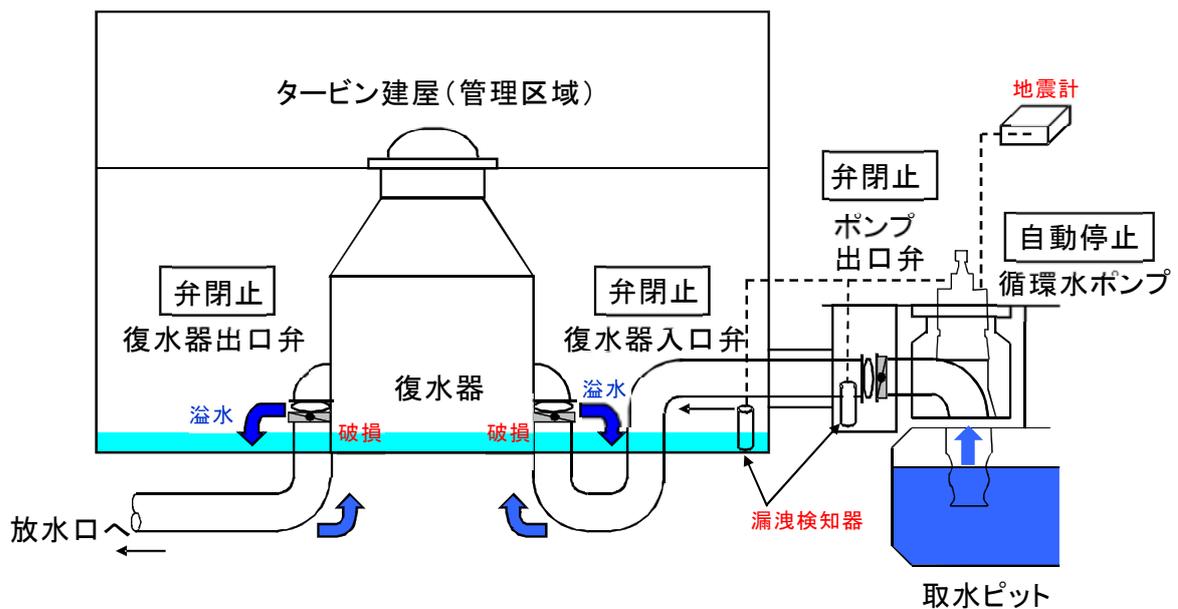


復水器廻りの隔離



復水器バイパス弁廻りの隔離

- 【凡例】
- ⊗ : 復水器水室出入口弁
 - ⊗ : 復水器水室連絡弁
 - ⊗ : 復水器バイパス弁
 - ⊗ : 伸縮継手
 - : 漏えい検知器



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

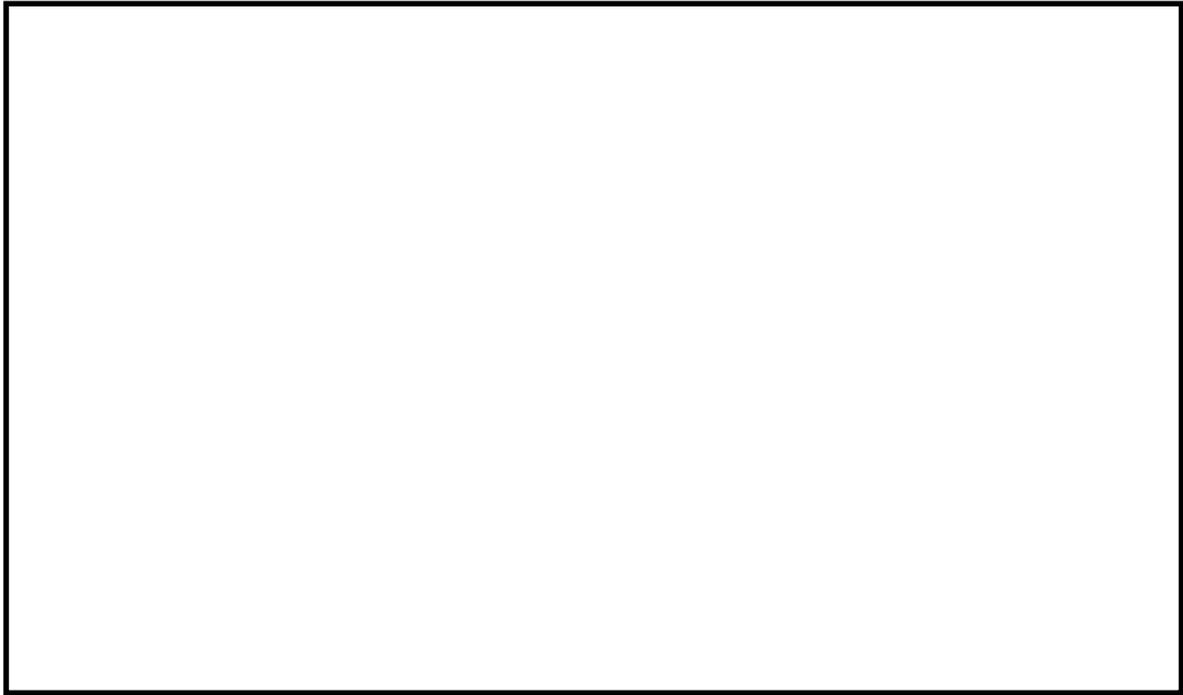
b. 屋外の溢水

(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

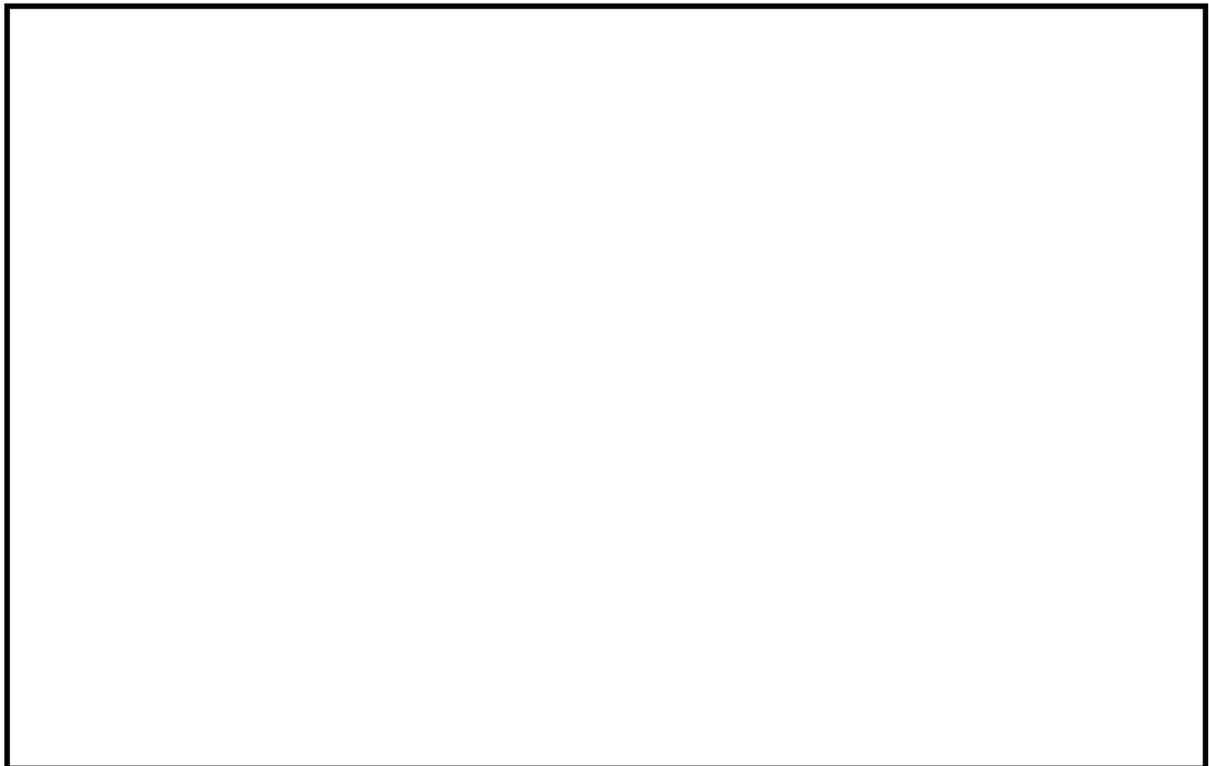
循環水ポンプ室における循環水系配管からの溢水及び津波の流入においては、循環水系配管の伸縮継手の破損箇所からの溢水及び津波の流入を合算した水量が循環水ポンプ室空間部に滞留するものとして、浸水防護重点化範囲への影響を評価する。

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。

- i) 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。
- ii) 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。
- iii) 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。
- iv) 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。
- v) 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)

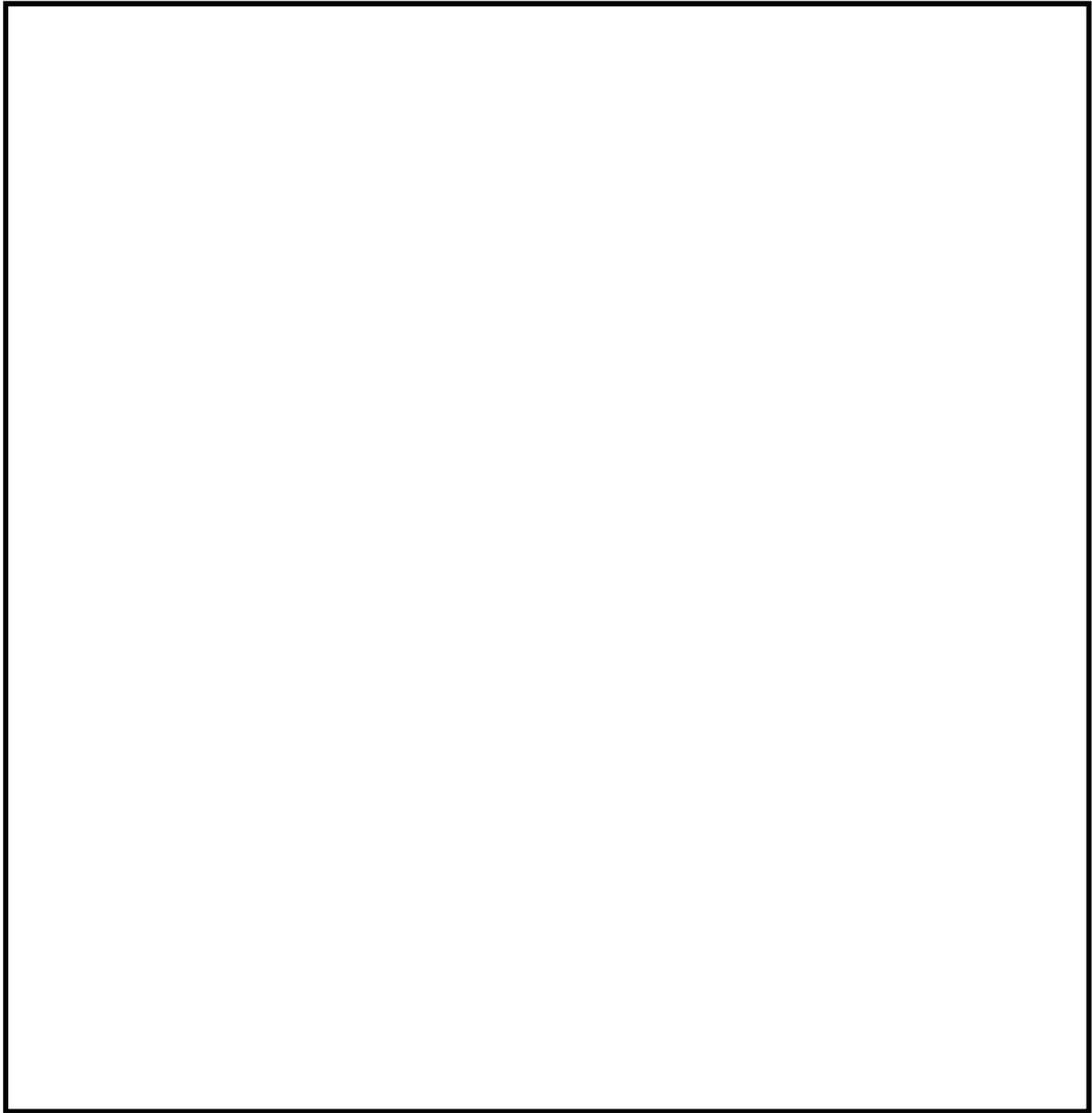


第 2.4-5 図 循環水ポンプ室における循環水系配管からの
溢水及び津波の流入の評価方針の概要

(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出ラインのルートを示す。

評価の方針を以下に示す。

- i) 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。
- ii) 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。
- iii) 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。
- iv) 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。
- v) 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。

- i) 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）。
- ii) 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。
- iii) 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。
- iv) 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

i) 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。

ii) 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。

iii) 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。

iv) 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

i) 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515m³となる。

ii) 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、0m³/hである。

iii) 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。

iv) 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

i) 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。

ii) サイフォン効果による流入流量

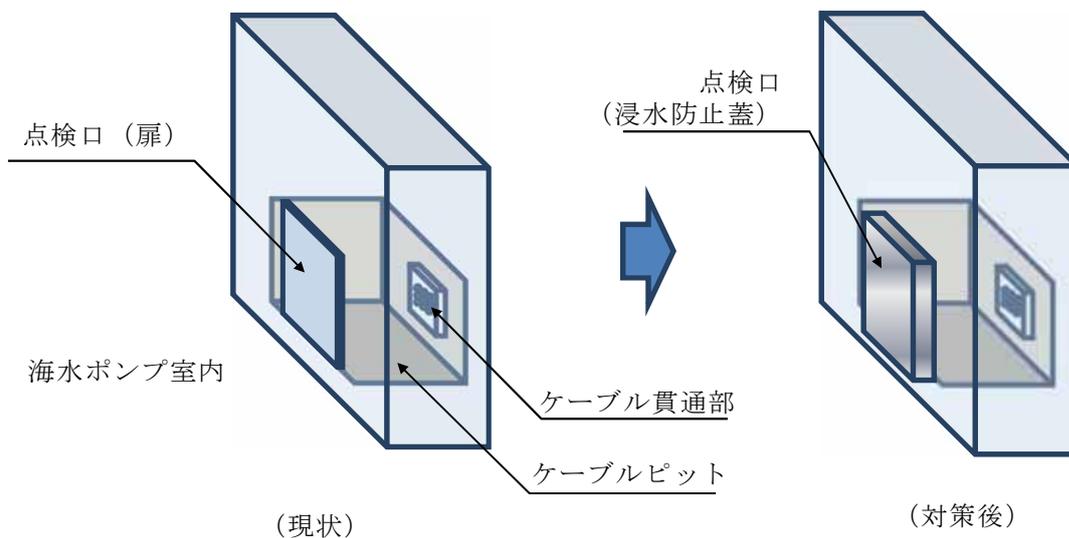
サイフォンによる流入は考慮しないため、 $0\text{m}^3/\text{h}$ である。

iii) 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。

iv) 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図 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」にて示すとおり、止水壁及びサブドレン設備の損傷を想定した場合においても周辺の地下水位と平衡した水位(原子炉建屋設置位置及びタービン建屋設置位置)でT.P. +1.5m～+2.0m)で上昇が止まるものと考えられるが、保守的に地表面(T.P. +8.0m)まで地下水位が上昇することを想定しても、系外放出防止の対策として、原子炉建屋及びタービン建屋の外壁貫通部については止水処置を行うこととしており、系外放出防止対策は地下水の流入防止対策としても有効に機能することから、建屋内への地下水の流入を考慮する必要はない。「添付資料 2 4 (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 第1図」に観測最高地下水位コンター図を示す。

また、タービン建屋地下部床面の標高はT.P. -4mであるのに対し、タービン建屋周辺(止水壁外側)の地下水位はT.P. +1.5m～+2.0mであるため、地震によるタービン建屋壁面のひび割れ、止水壁及びサブドレン設備の損傷を想定した地下水のタービン建屋内への流入を評価する必要がある。

このため、9条内部溢水の評価においては、基準地震動S_s時のタービン建屋地下部壁面のひび割れの可能性について評価を行い、タービン建屋地下部の壁面に対して防水塗料等による処置及び保守管理を行うことにより、貫通部を含む外壁の水密性を維持できると評価している。タービン建屋地下部壁面の水密性評価結果については「東海第二発電所 溢水による損傷の防止等 別添資料 1 添付資料 10」に示す。

以上より、タービン建屋から浸水防護重点化範囲である原子炉建屋への流入防止対策の検討においては、タービン建屋地下部外壁からタービン建屋内への地下水の流入を考慮する必要はない。

なお、浸水防護重点化範囲である原子炉建屋への流入防止対策としては、上記の評価に限らず、原子炉建屋地下部の貫通部に対しては止水処置を実施するため、タービン建屋地下部空間がすべて浸水したとしても影響はない。

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）。

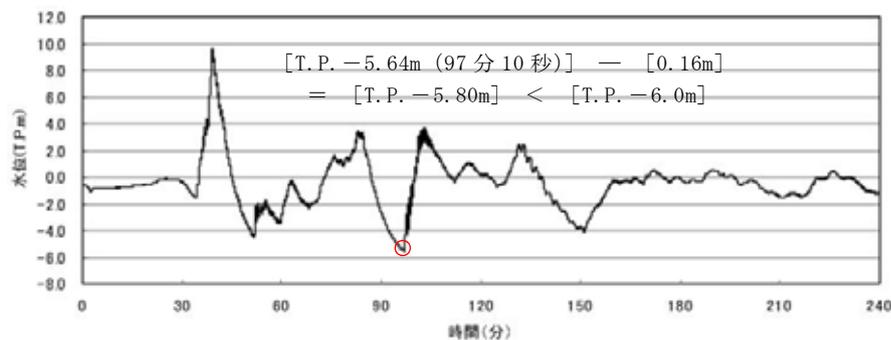
【検討結果】

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。

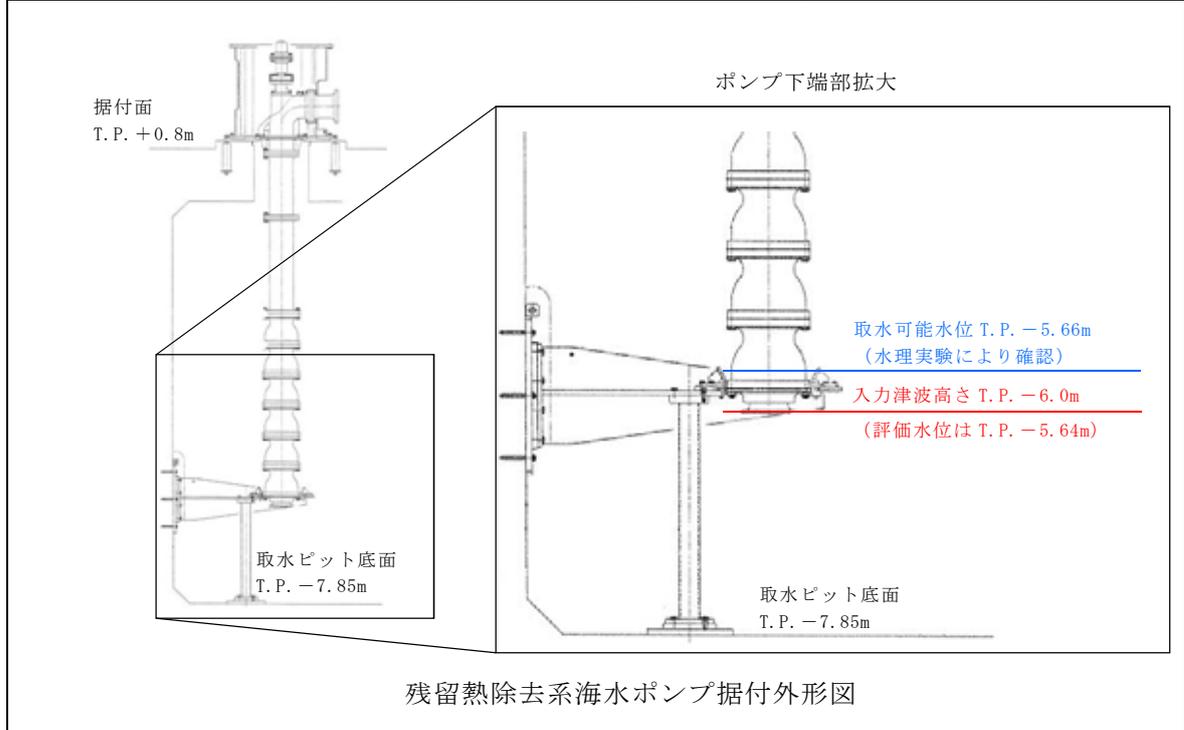
このため、取水口前面の海中に海水を貯留する貯留堰を設置し、引き波時においても、残留熱除去系海水ポンプを含む非常用海水ポンプの取水性を確保する設計とする。

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

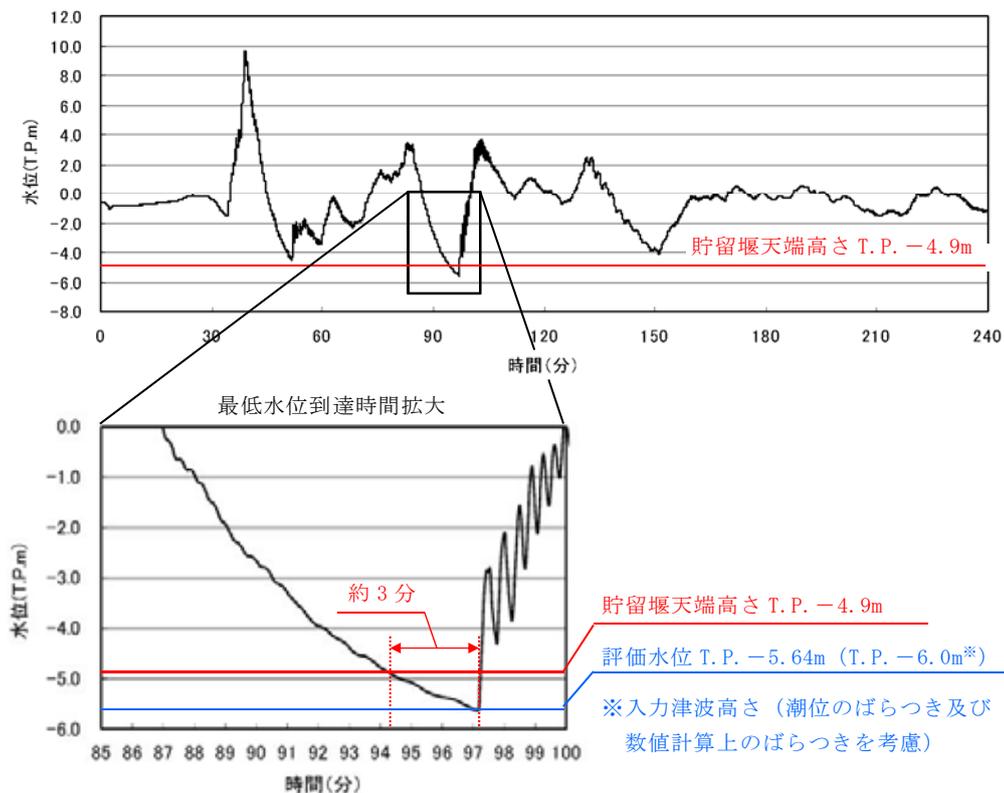
海水ポンプ	区分	取水ピット 下降側水位 (T.P.m)	評価水位 (T.P.m)	取水可能水位 (T.P.m)	機能 保持
残留熱除去系 海水ポンプ	非常用	-5.64 ^{※1}	-6.0 ^{※2}	-5.42 (-5.66) ^{※3}	不可 ^{※4}
非常用ディーゼル 発電機用海水ポンプ				-6.08	可能
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機用 海水ポンプ				-6.08	可能
循環水ポンプ	常用			-1.59	- ^{※5}
補機冷却海水ポンプ				-5.08	- ^{※5}



- ※ 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。

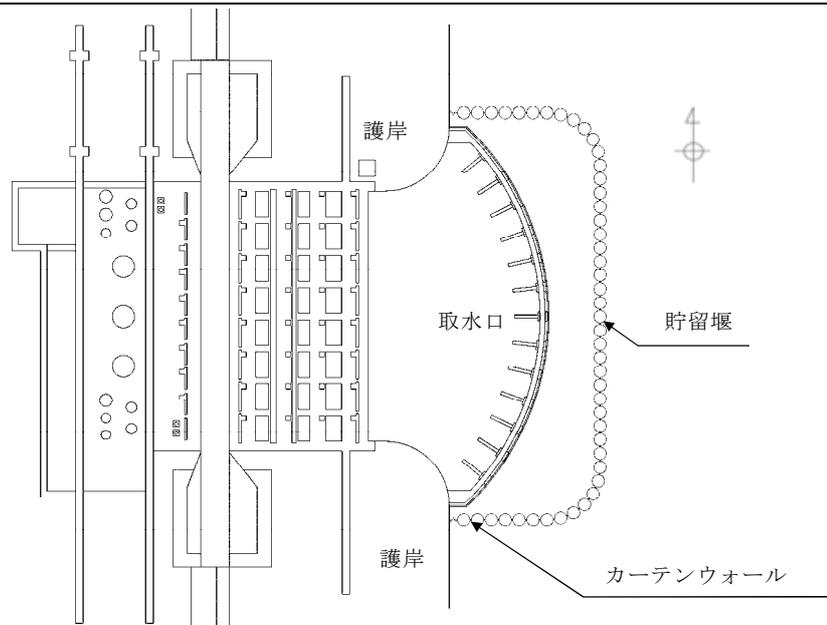


第 2.5-2 図 引き波の継続時間

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 ($\text{m}^3/\text{h} \cdot$ 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 \approx 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）。

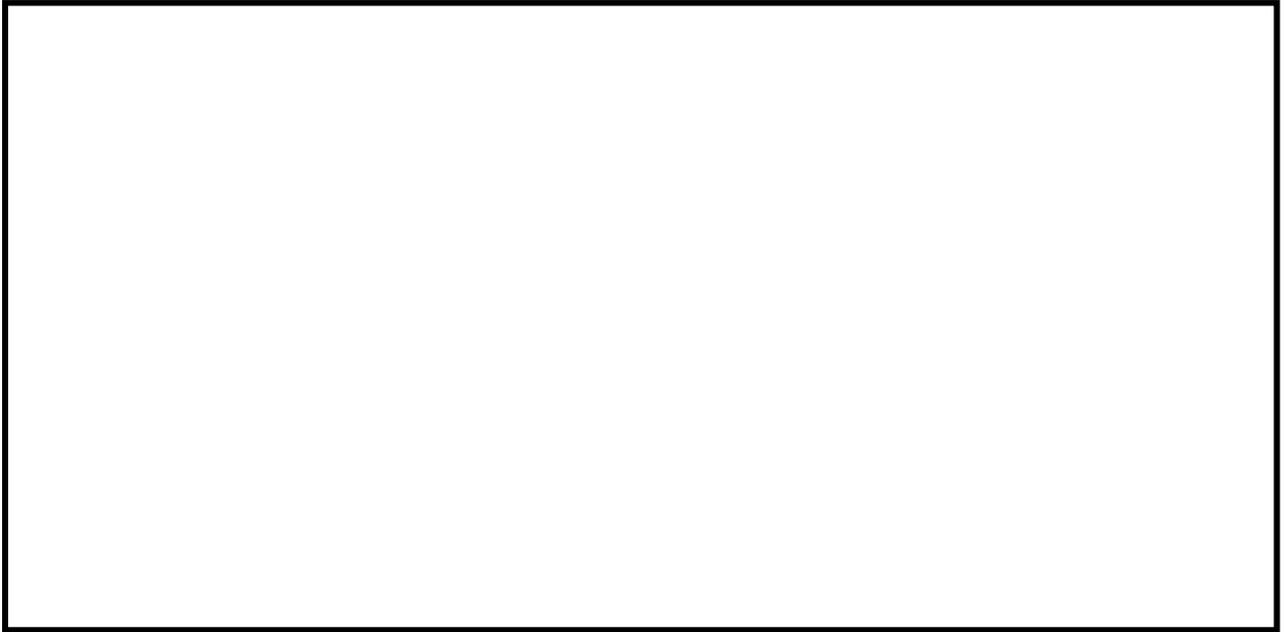
- ・ 基準津波に伴う取水口付近の漂流物については、遡上解析結果における取水口付近を含む敷地前面及び遡上域の寄せ波及び引き波の方向、速度の変化を分析した上で、漂流物の可能性を検討し、漂流物により取水口が閉塞しないことを確認する。また、スクリーン自体が漂流物となる可能性がないか確認する（【検討結果】 [4], [5]参照）。

【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。



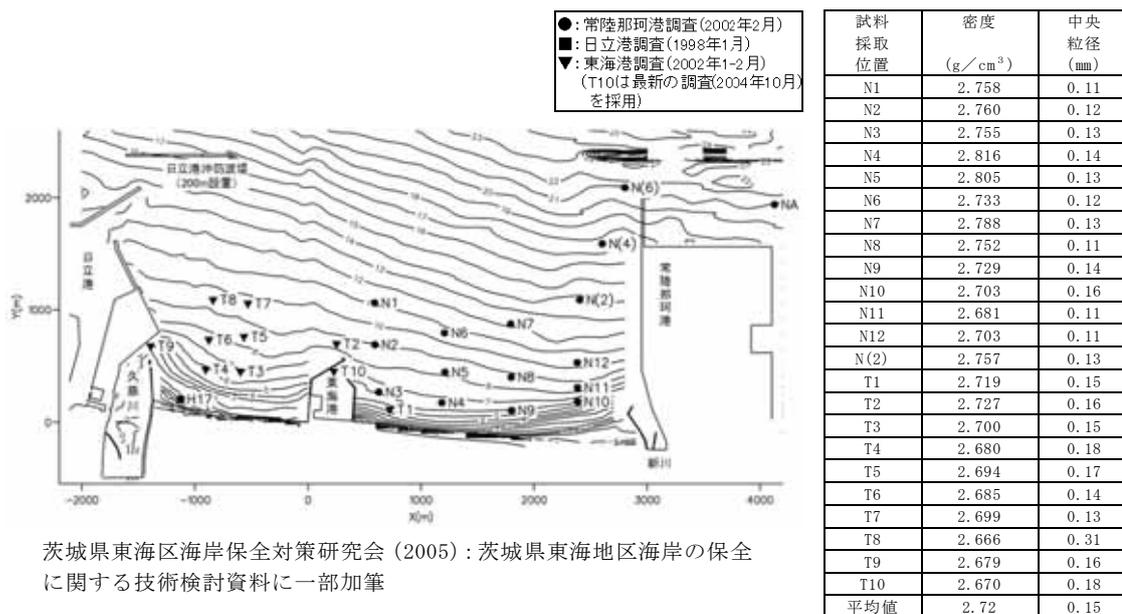
第 2.5-4 図 取水口～取水ピット構造図（断面図）

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 $2.72\text{g}/\text{cm}^3$ 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



茨城県東海区海岸保全対策研究会 (2005) : 茨城県東海地区海岸の保全に関する技術検討資料に一部加筆

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。

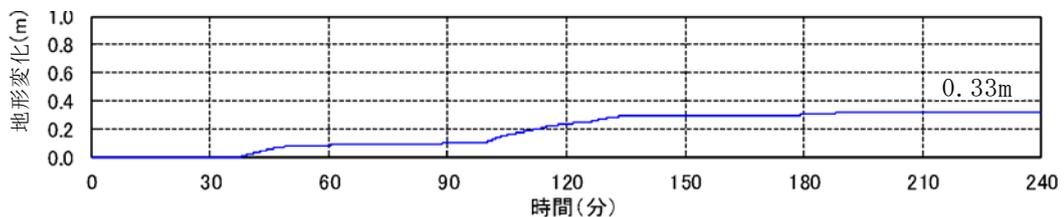
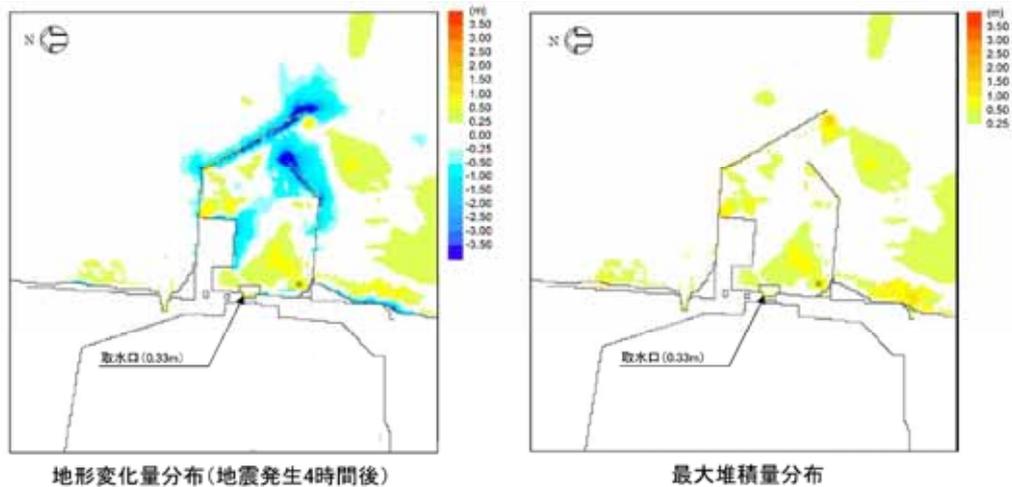
上記に加え, 防波堤なしの堆積量についても評価した。その結果, 取水口前面における砂の堆積高さは防波堤なしで最大 0.36m (高橋他 (1999), 浮遊砂上限濃度 1%) となった。第 2.5-4 表に防波堤の有無による取水口前面での砂堆積高さに示す。また, 防波堤の有無による基準津波に伴う砂移動評価を添付資料 1 3 に示す。

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。

なお、取水口前面の砂の堆積に伴う標高変化は、貯留堰の有効容量に影響を及ぼしにくいと考えられるが、信頼性確保の観点から取水口前面の標高については、貯留堰設置時に確認するとともに、定期的に管理していく。

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

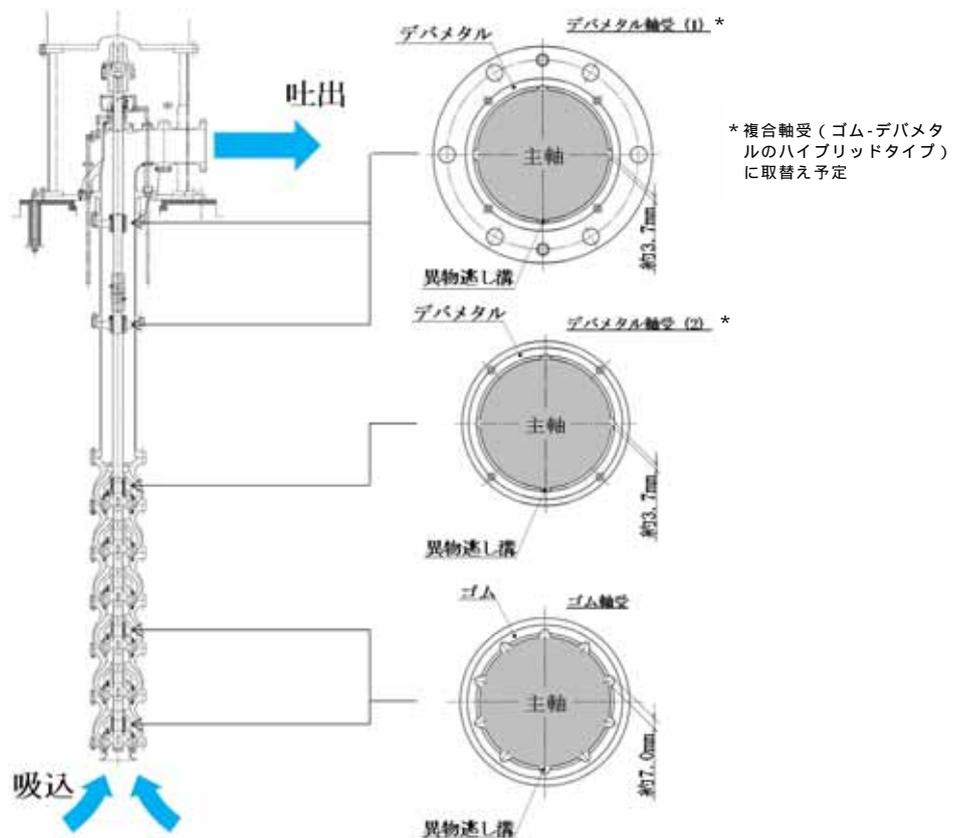
第2.5-6表 取水ピット砂堆積解析結果（高橋他（1999），浮遊砂上限濃度1%）

解析ケース	パラメータ				水位上昇側 堆積厚さ (m)	水位下降側 堆積厚さ (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		
①	あり	なし	あり	あり	0.016	0.007
②	あり	あり	あり	あり	0.003	0.001
③	あり	なし	なし	あり	0.013	0.008
④	あり	あり	なし	あり	0.003	0.001
⑤	なし	なし	あり	あり	0.028	0.010
⑥	なし	あり	あり	あり	0.020	0.004
⑦	なし	なし	なし	あり	0.027	0.011
⑧	なし	あり	なし	あり	0.019	0.004
⑨	あり	なし	あり	なし	0.013	0.005
⑩	あり	あり	あり	なし	0.002	0.001
⑪	あり	なし	なし	なし	0.011	0.006
⑫	あり	あり	なし	なし	0.002	0.001
⑬	なし	なし	あり	なし	0.025	0.008
⑭	なし	あり	あり	なし	0.018	0.003
⑮	なし	なし	なし	なし	0.025	0.009
⑯	なし	あり	なし	なし	0.017	0.003

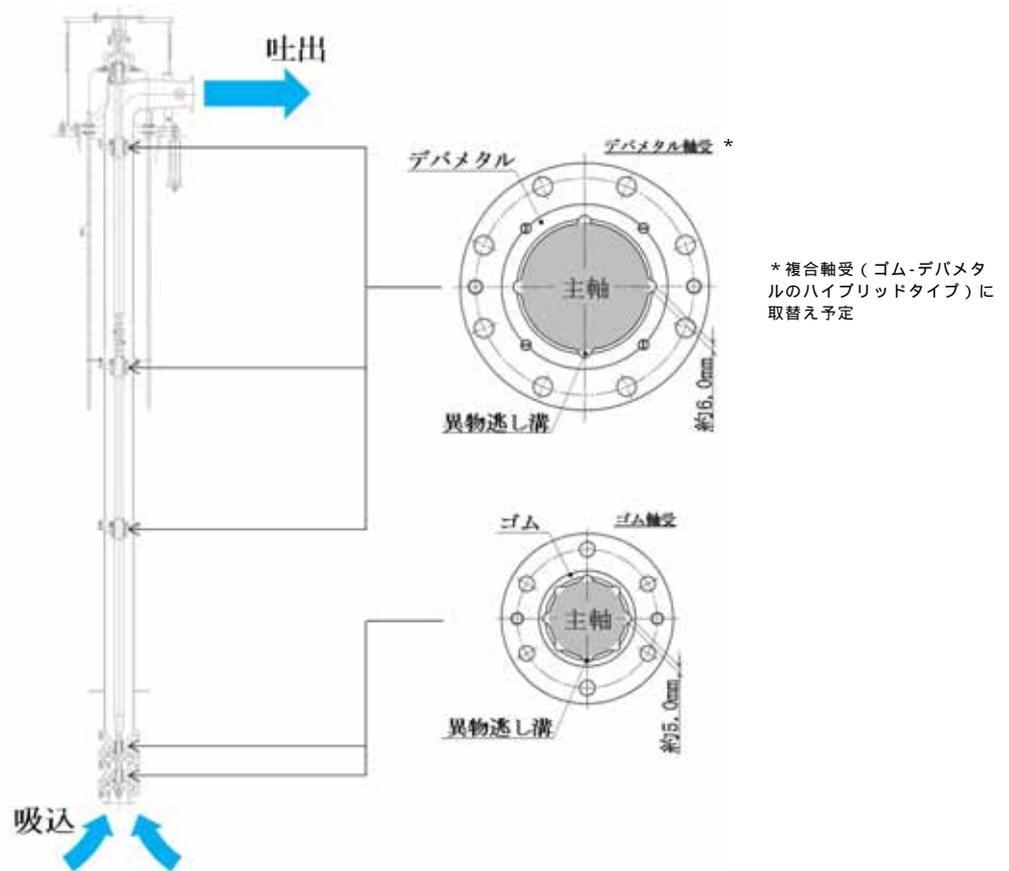
[2] 砂混入時の非常用海水ポンプ取水機能の確認

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ー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。

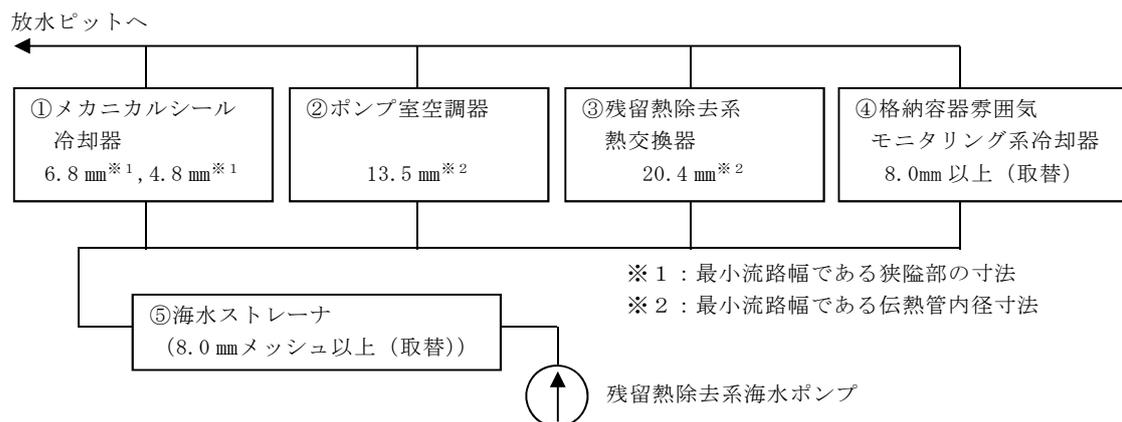
また、砂の混入による軸受摩耗の評価として、非常用海水ポンプの軸受を模擬した供試材を用いた軸受摩耗試験を実施し、ゴム軸受及び複合軸受に十分な浮遊砂耐性があることを確認した。添付資料 1 3 に基準津波に伴う砂移動評価、添付資料 1 4 に非常用海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性の評価結果を示す。

[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。

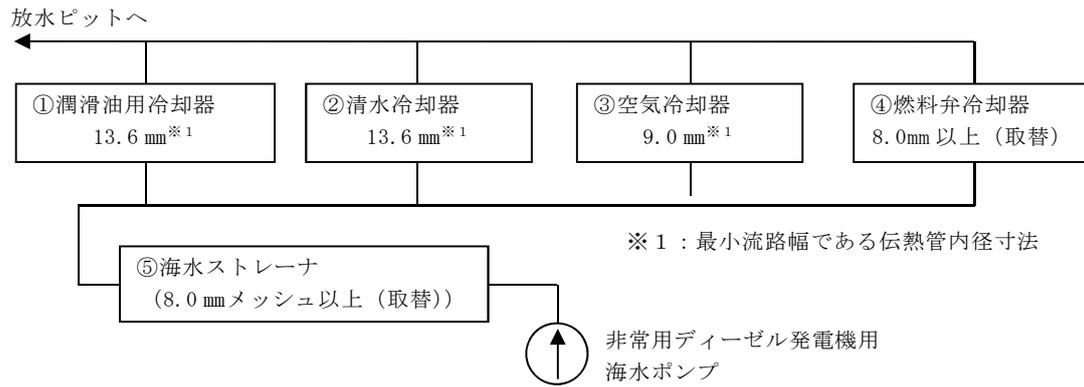
第 2.5-8 図～第 2.5-10 図に非常用海水ポンプの概略系統図、第 2.5-7 表～第 2.5-9 表に非常用海水系の各機器の最小流路幅を示す。



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)

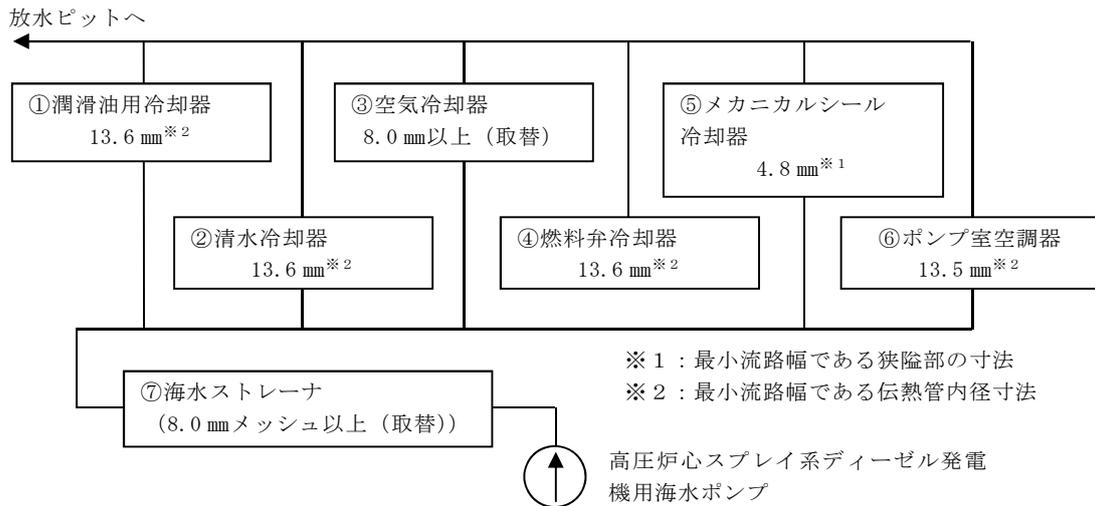
海水供給機器		最小流路幅 (mm)	砂粒径 (mm)
①メカニカル シール冷却器	残留熱除去系ポンプ メカニカルシール冷却器	6.8	約 0.15
	低圧炉心スプレイ系ポンプ メカニカルシール冷却器	4.8	
②ポンプ室空調器	残留熱除去系ポンプ室空調器	13.5	
	低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調器	13.5	
	原子炉隔離時冷却系ポンプ室空調器	13.5	
③残留熱除去系 熱交換器	残留熱除去系熱交換器	20.4	
④格納容器雰囲気 モニタリング系 冷却器	格納容器雰囲気 モニタリング系冷却器	8.0mm 以上 (取替)	
⑤海水ストレーナ	残留熱除去系海水系ストレーナ	8.0mm メッシュ 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)
①非常用ディーゼル発電機用潤滑油用冷却器	13.6	約 0.15
②非常用ディーゼル発電機用清水冷却器	13.6	
③非常用ディーゼル発電機用空気冷却器	8.0mm 以上 (取替)	
④非常用ディーゼル発電機燃料弁冷却器	13.6	
⑤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)
①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
②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	
③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)	
④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	
⑤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	
⑥高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調器	13.5	
⑦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)	

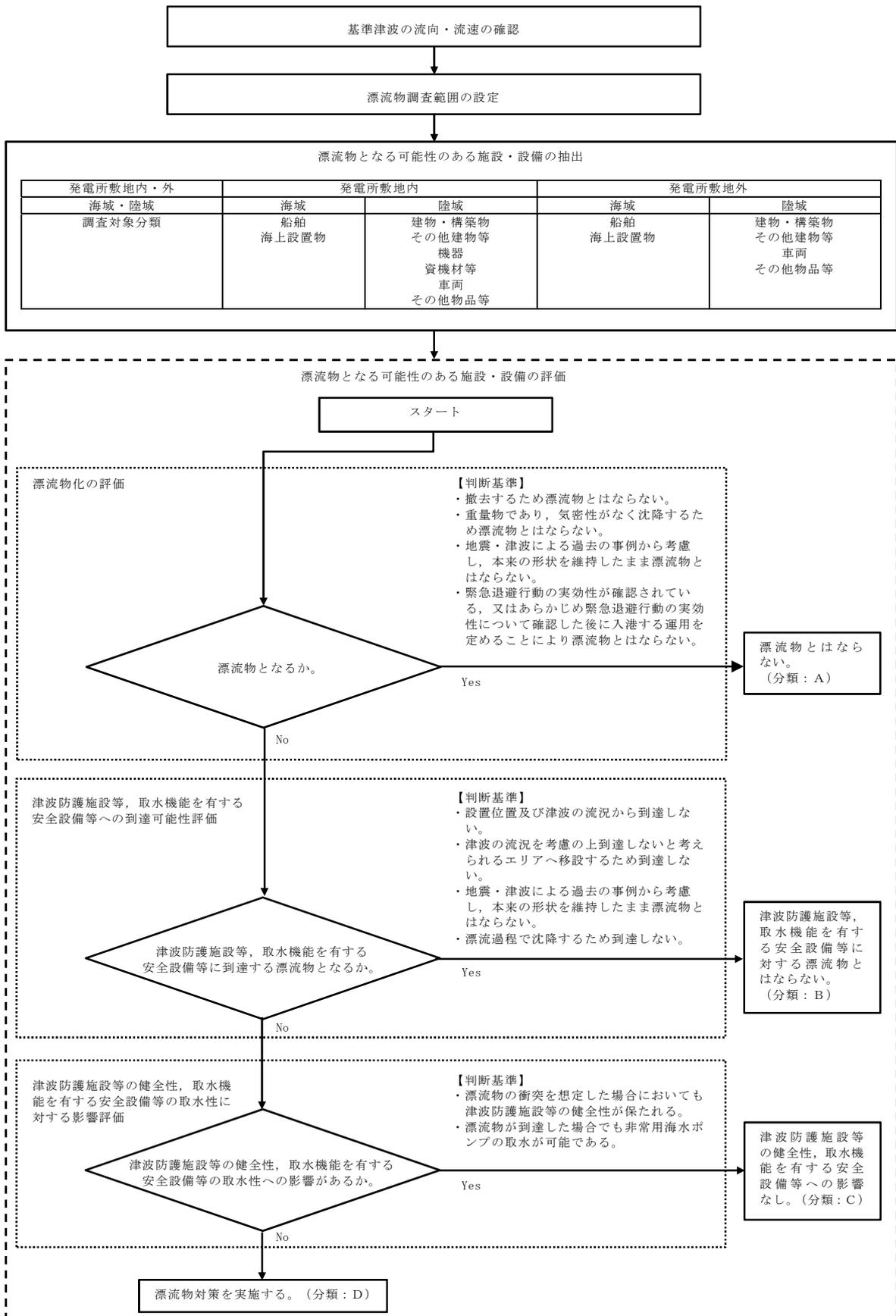
[4] 基準津波に伴う津波防護施設等の健全性確保及び取水口付近の漂流物に対する取水性確保

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。



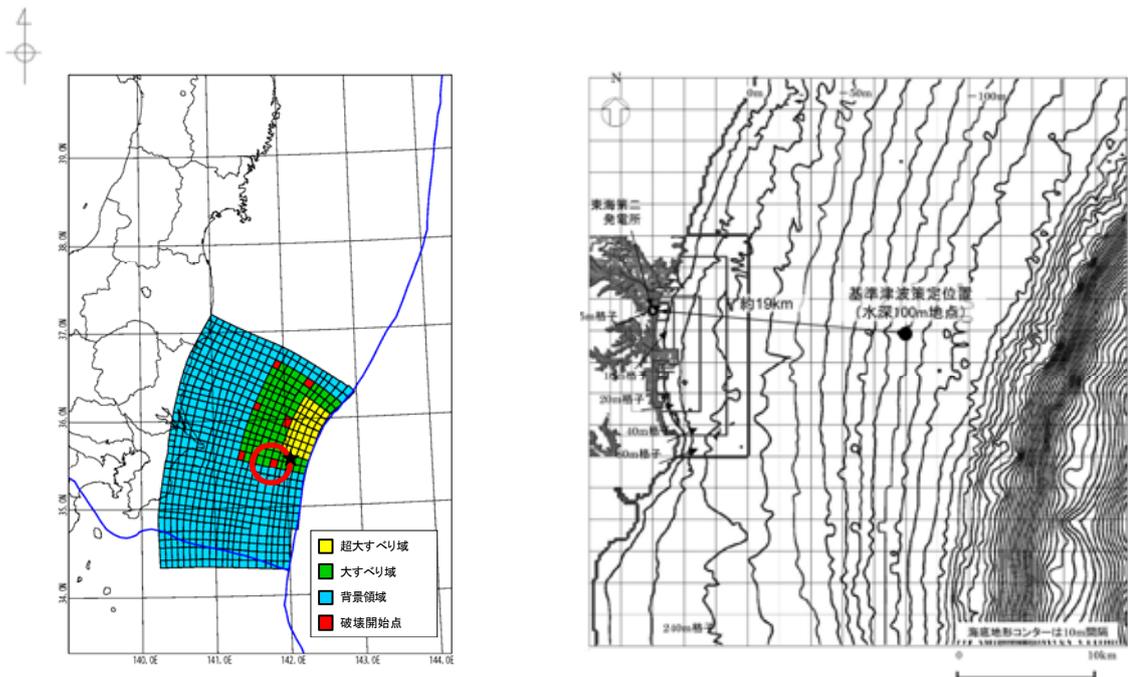
津波防護施設等：津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備を示す。
 取水機能を有する安全設備等：海水取水機能を有する非常用海水ポンプ，非常用海水配管等を示す。

第 2.5-11 図 漂流物評価フロー

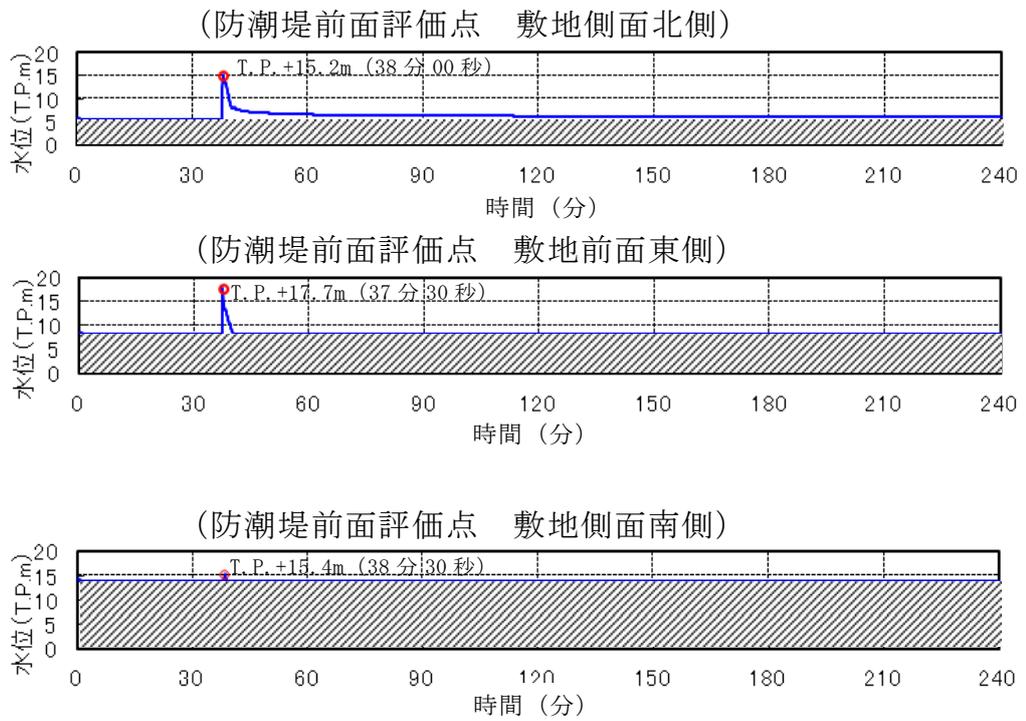
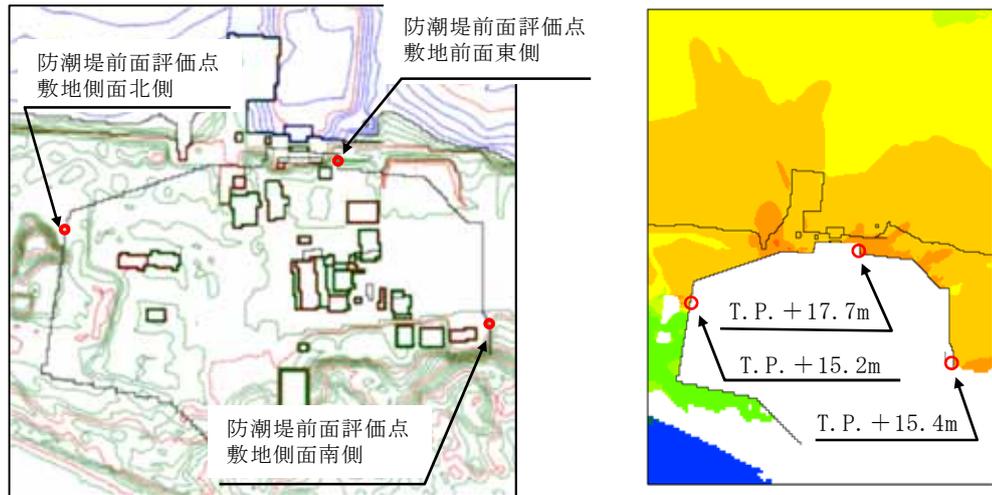
a. 基準津波の流向及び流速

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。

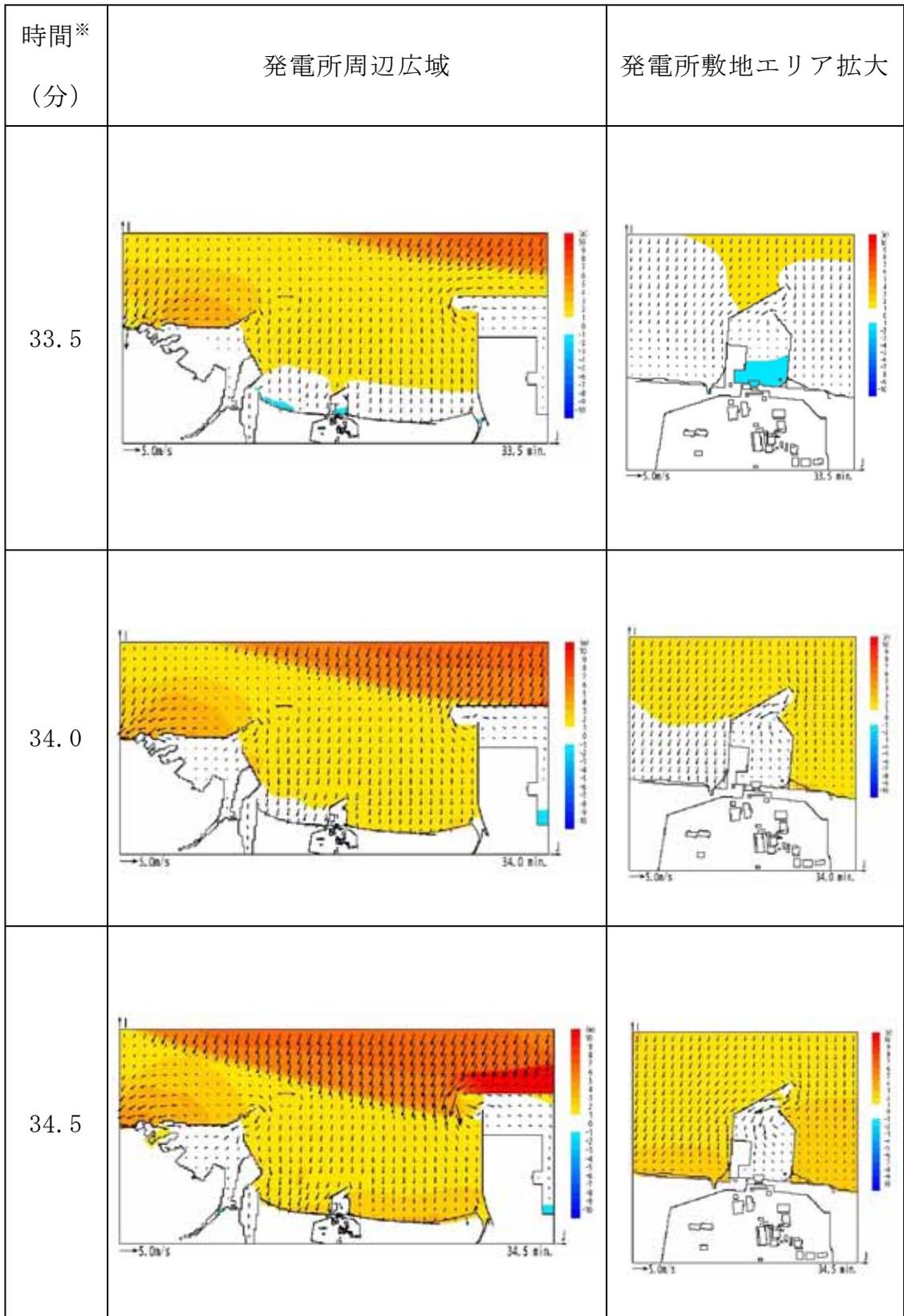


第 2.5-12 図 基準津波の波源モデルと基準津波の策定位置



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)

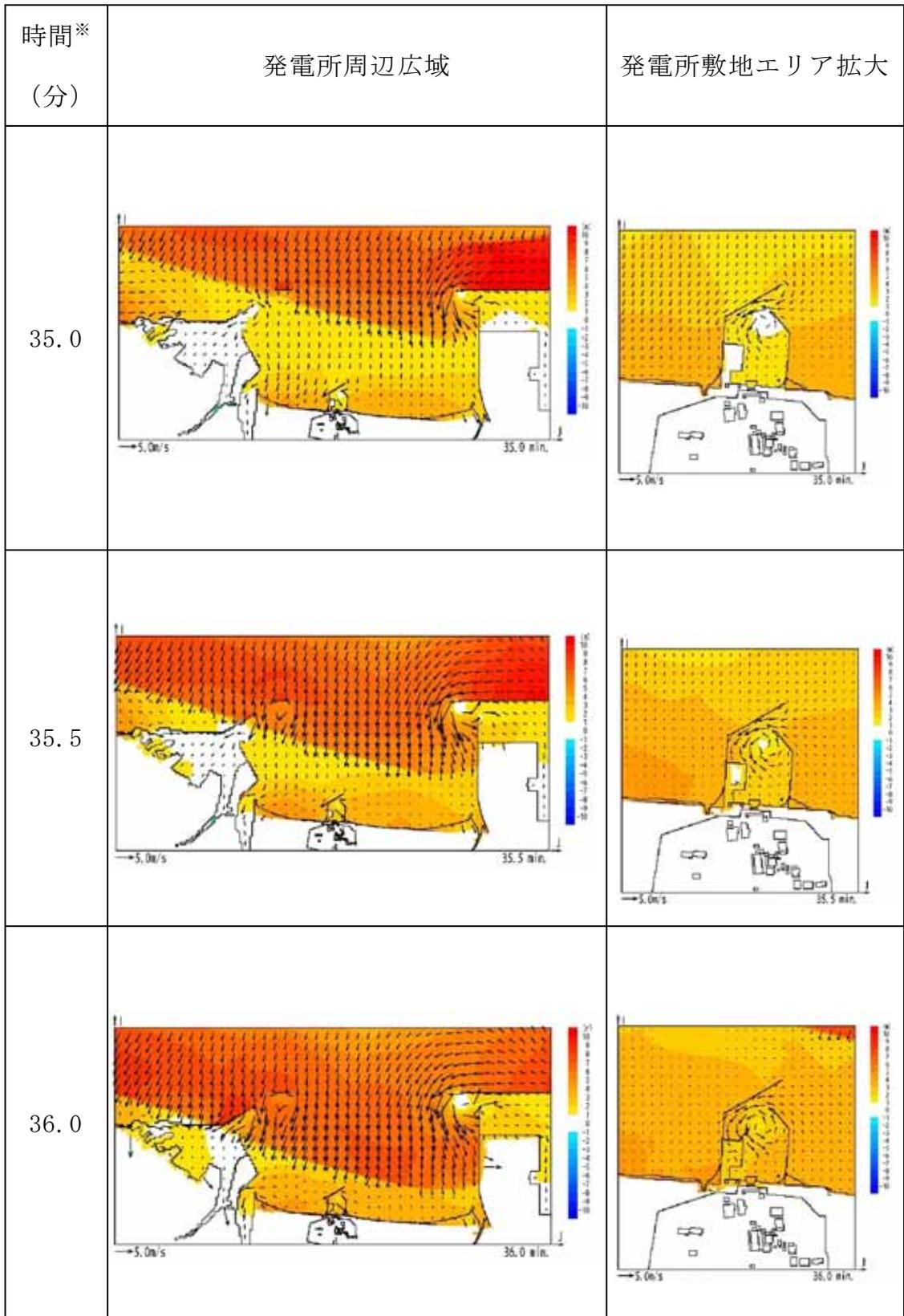
<防波堤あり>



※：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)

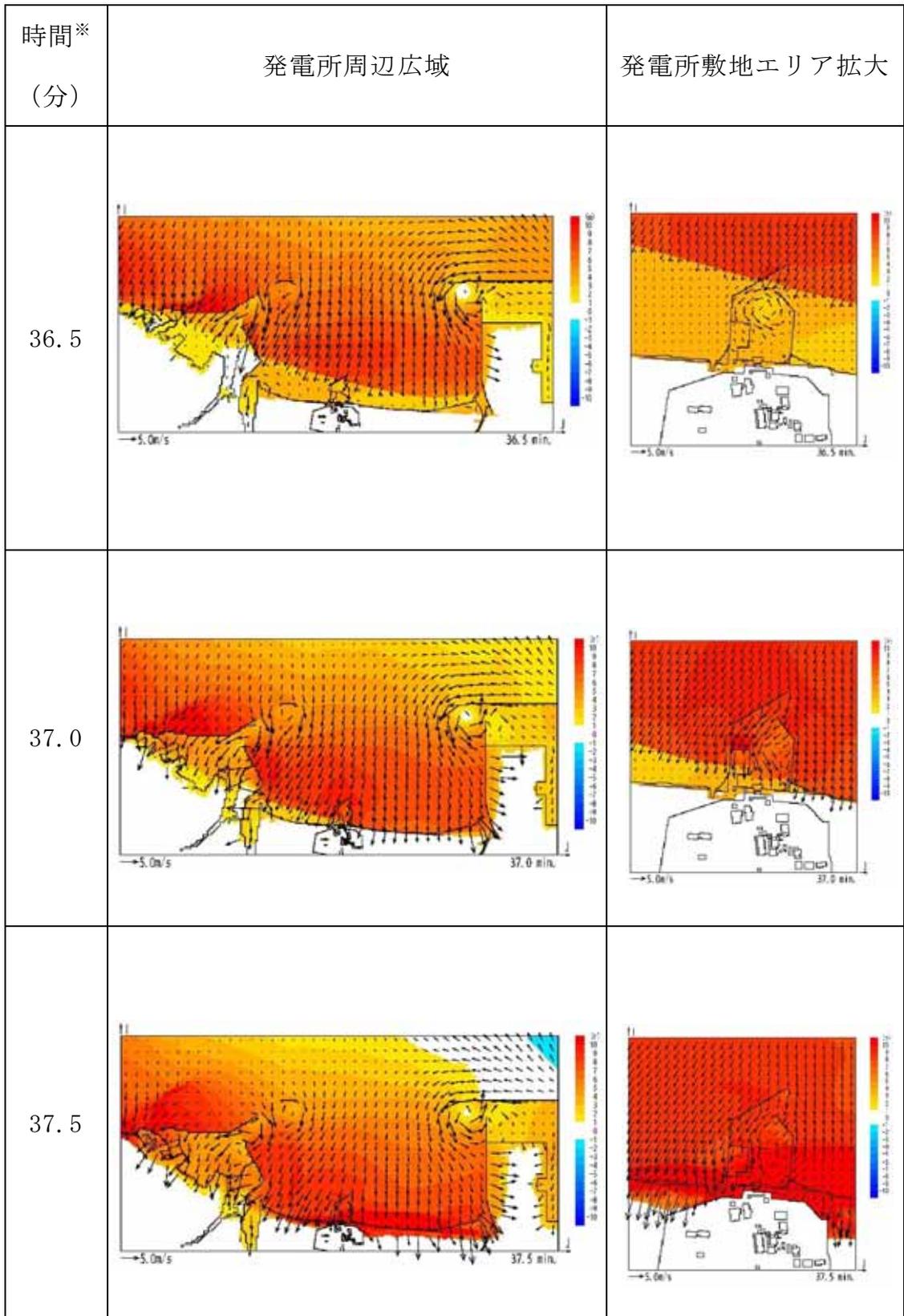
<防波堤あり>



※：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)

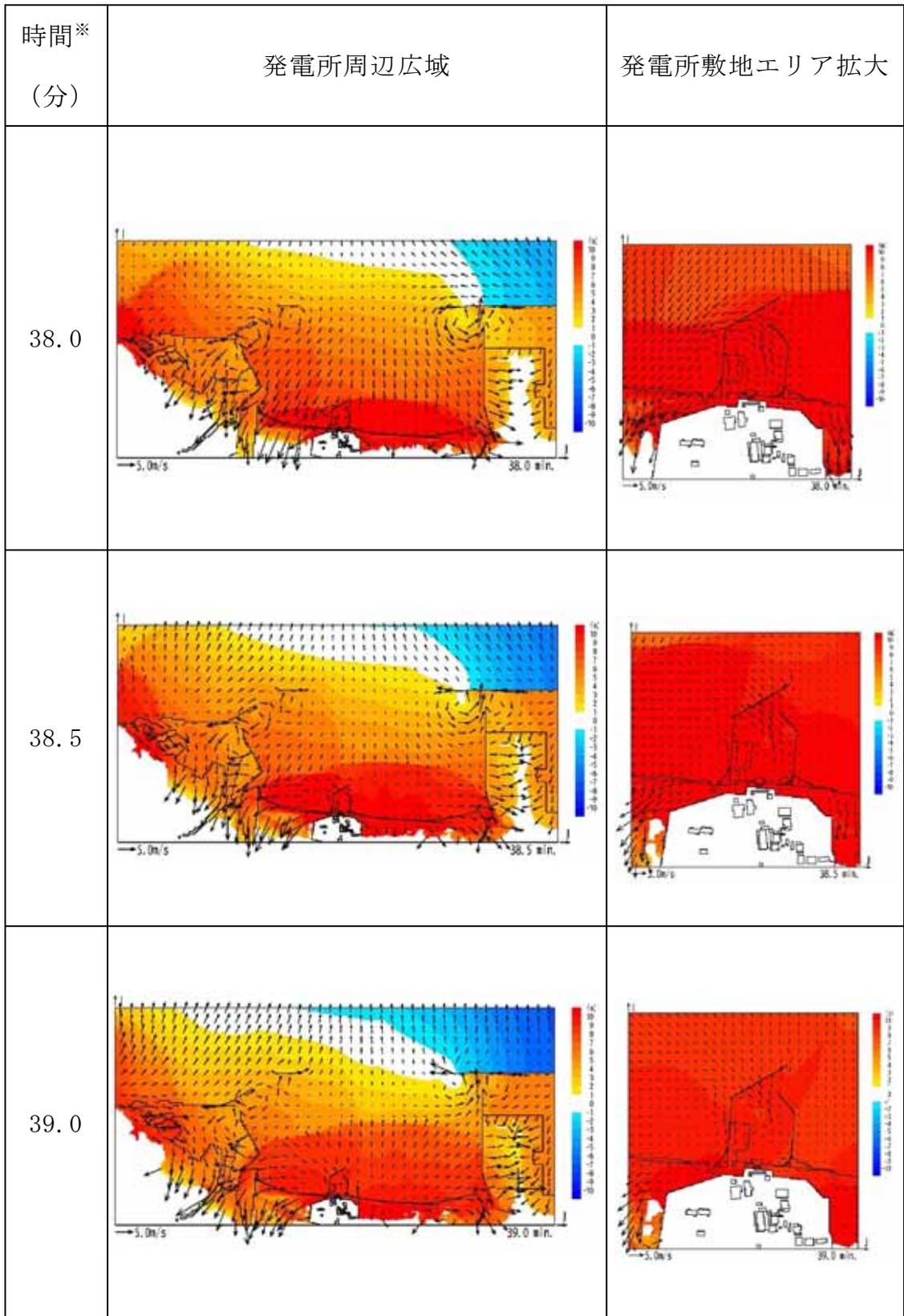
<防波堤あり>



※：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)

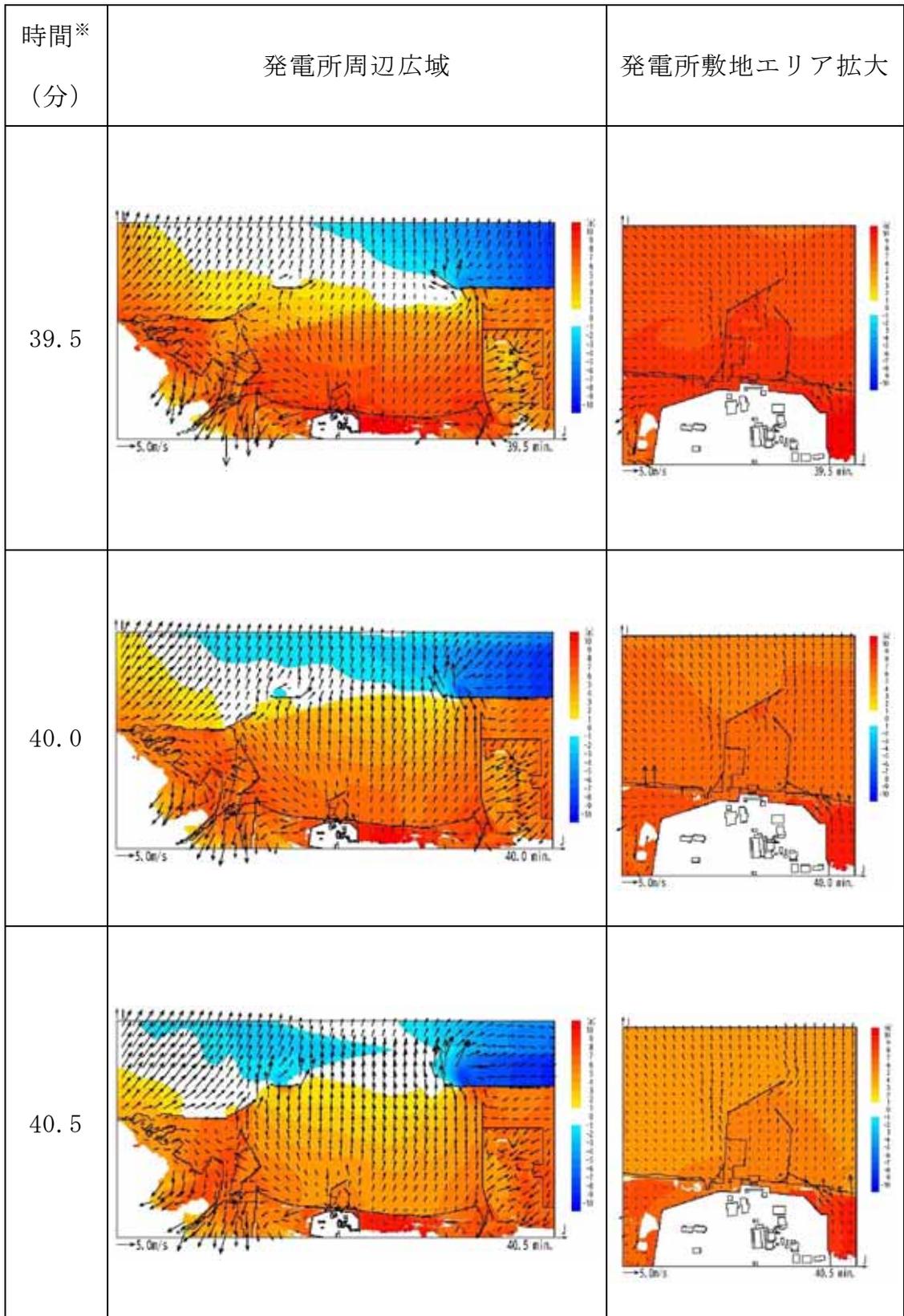
<防波堤あり>



※：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)

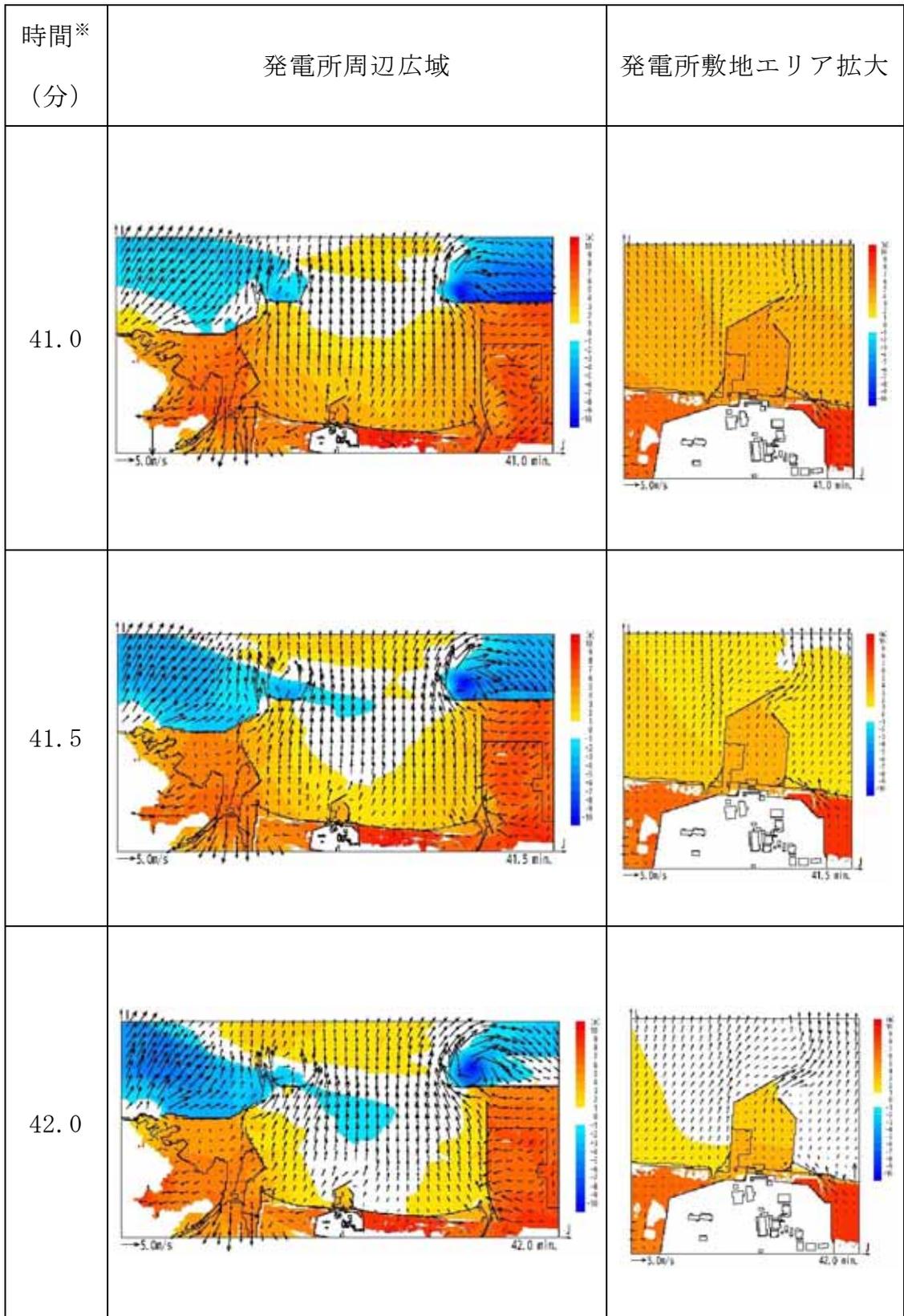
<防波堤あり>



※：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)

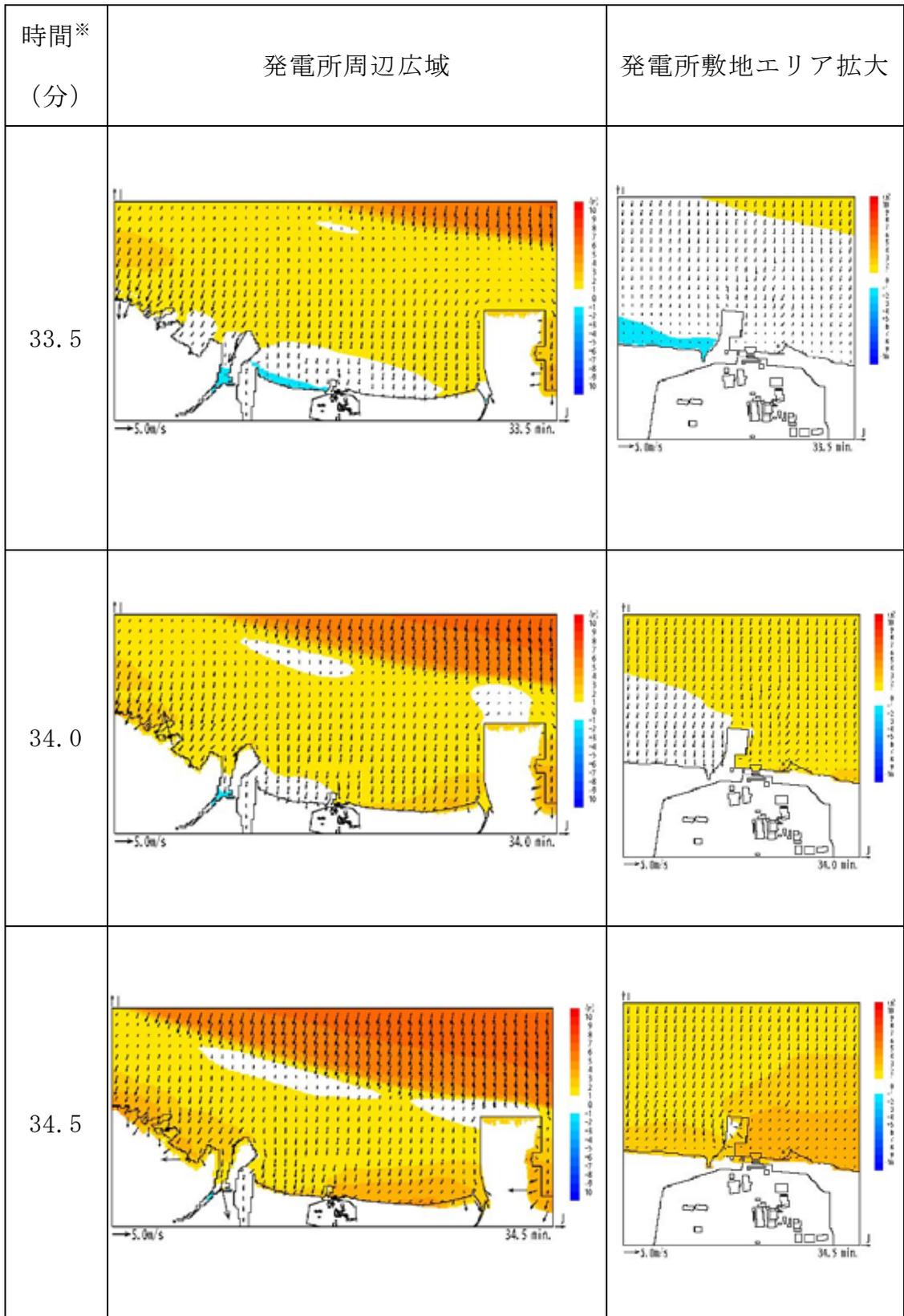
<防波堤あり>



※：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)

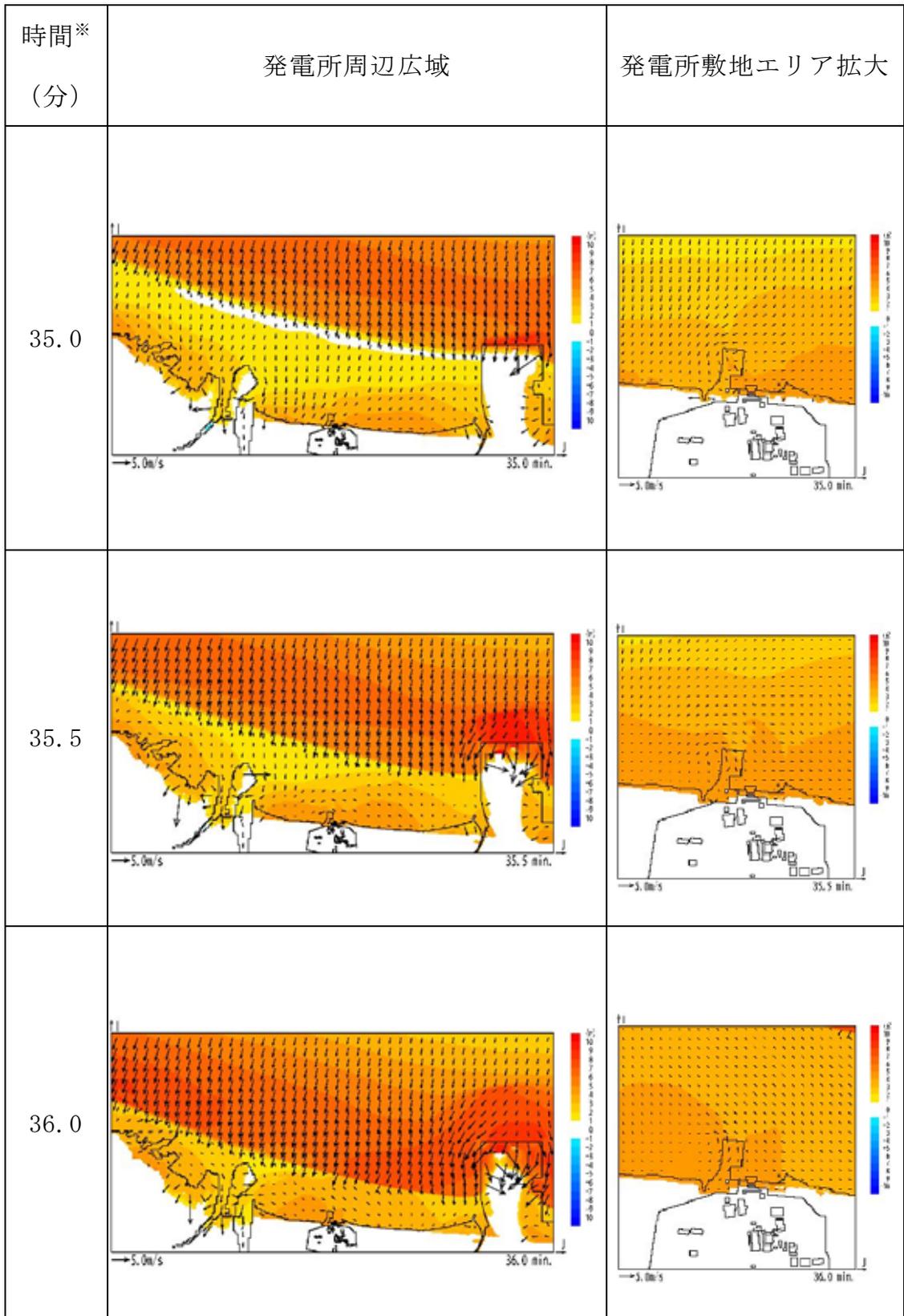
<防波堤なし>



※：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)

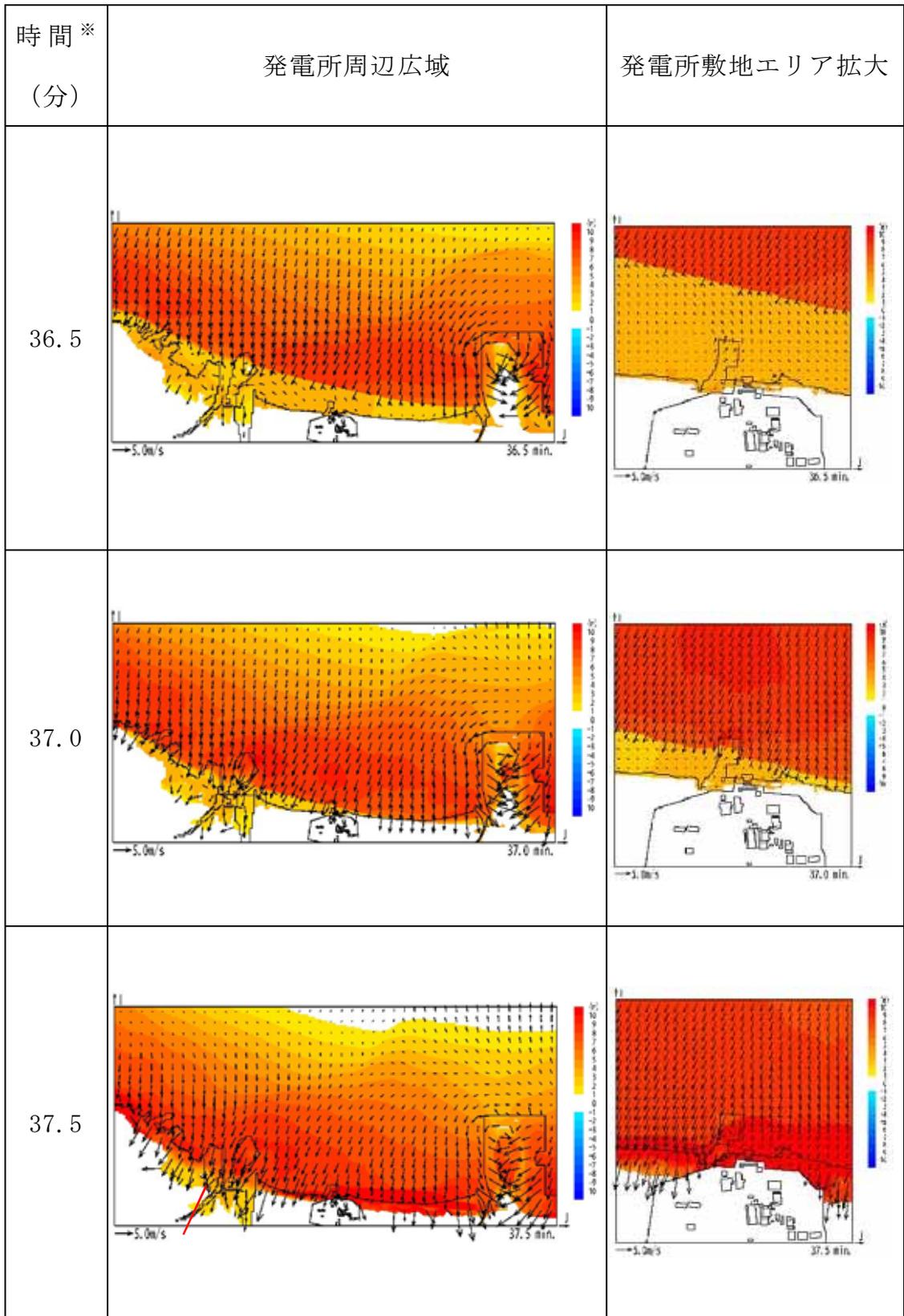
<防波堤なし>



※：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)

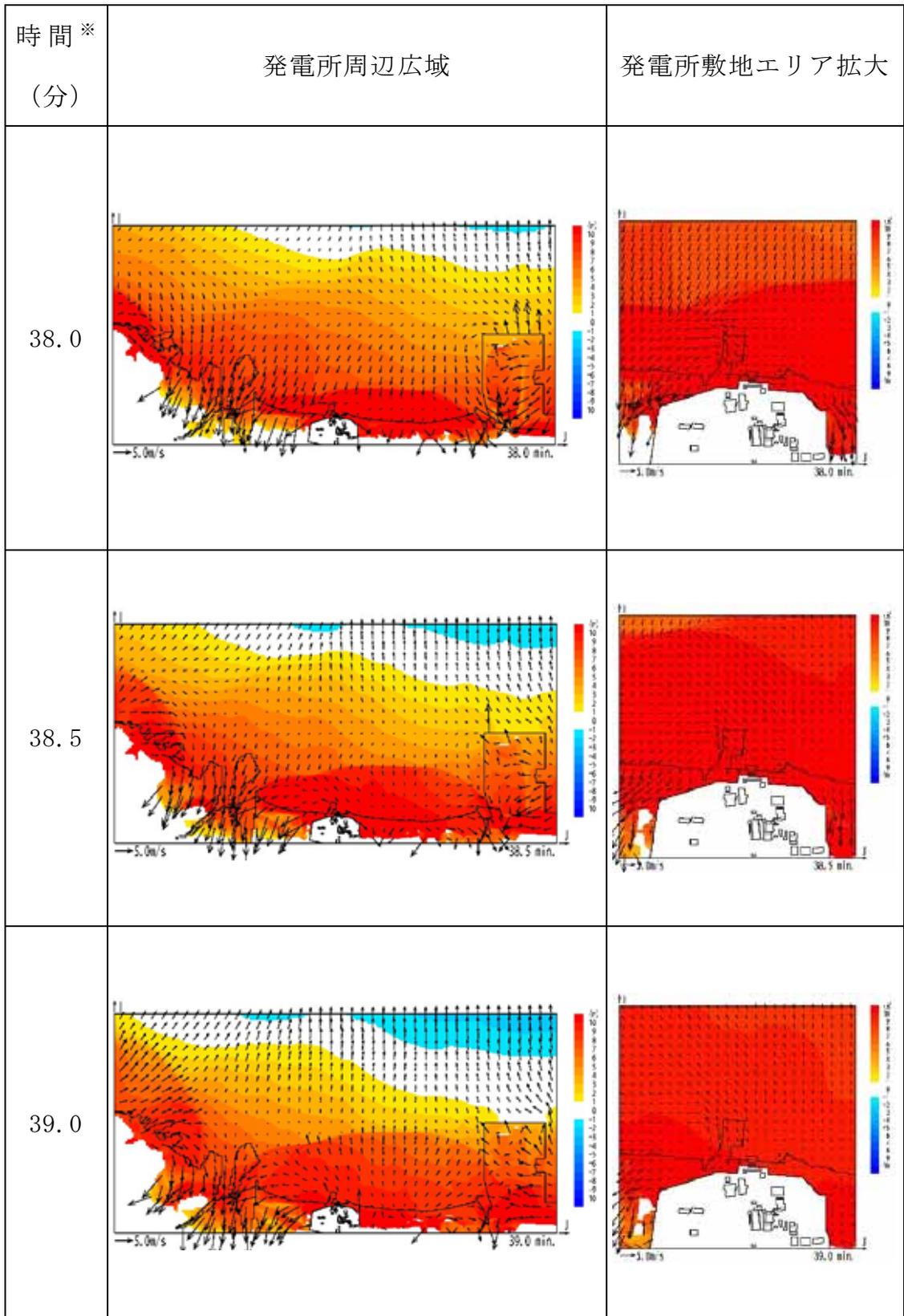
<防波堤なし>



※：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)

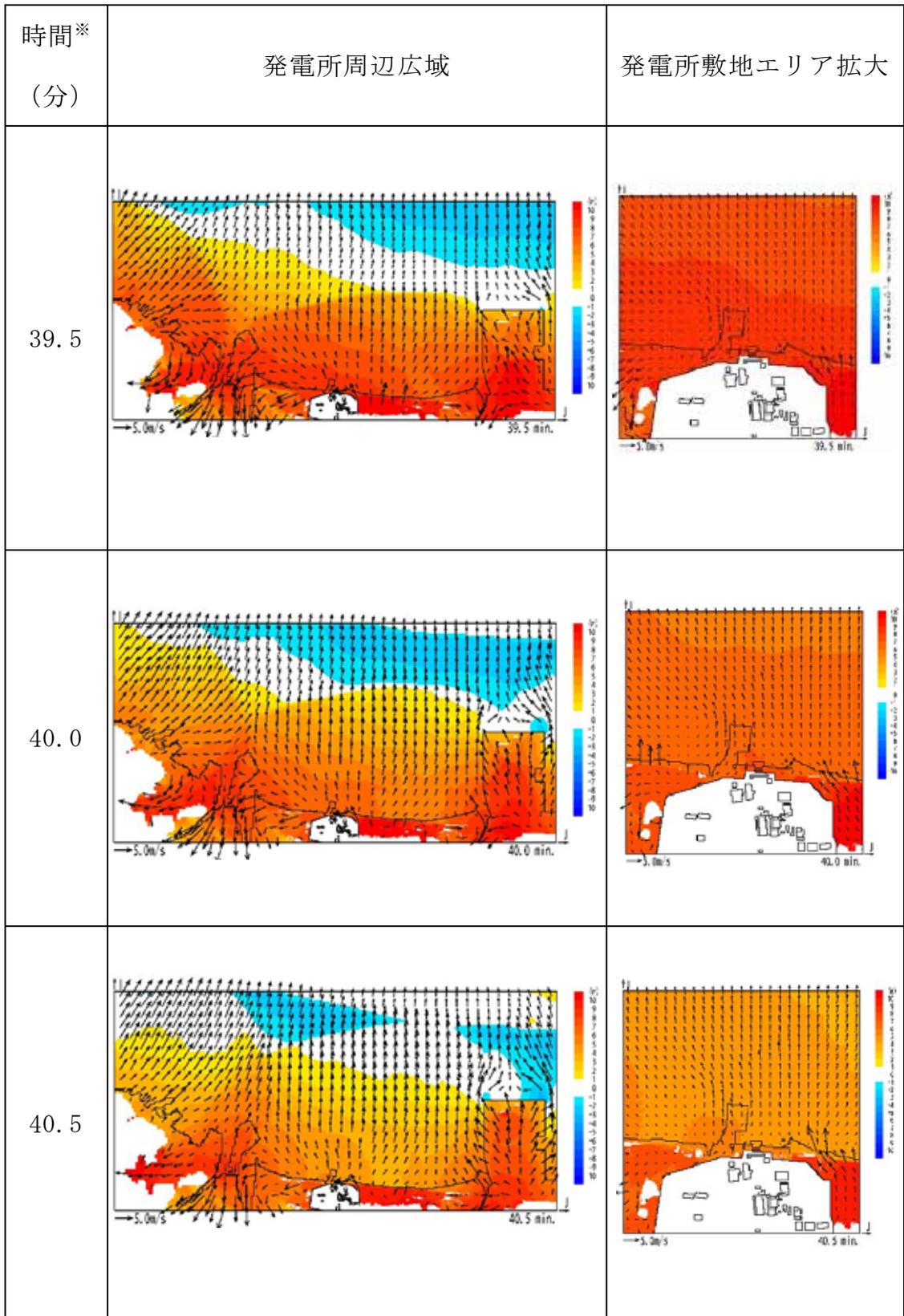
<防波堤なし>



※：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)

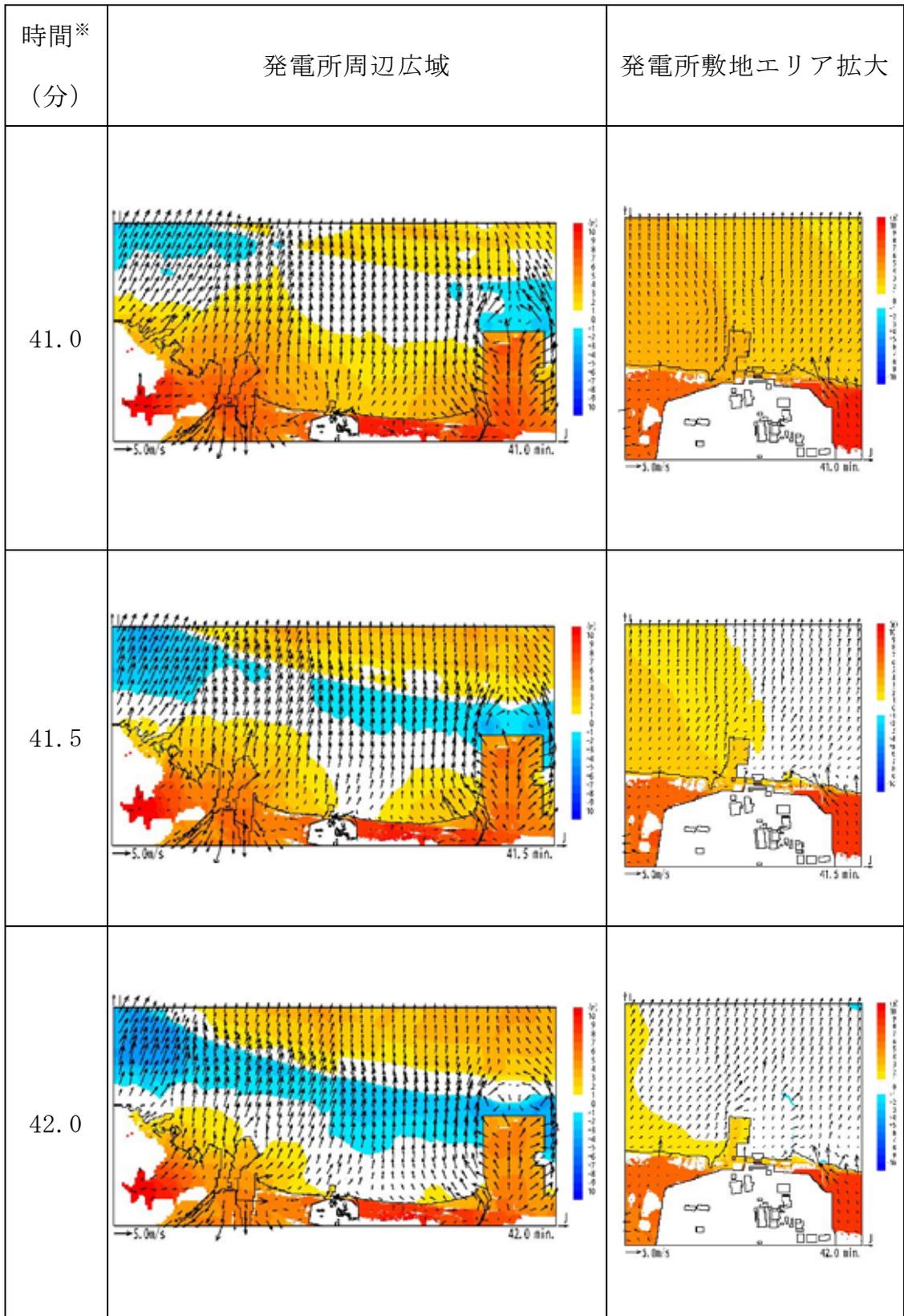
<防波堤なし>



※：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>

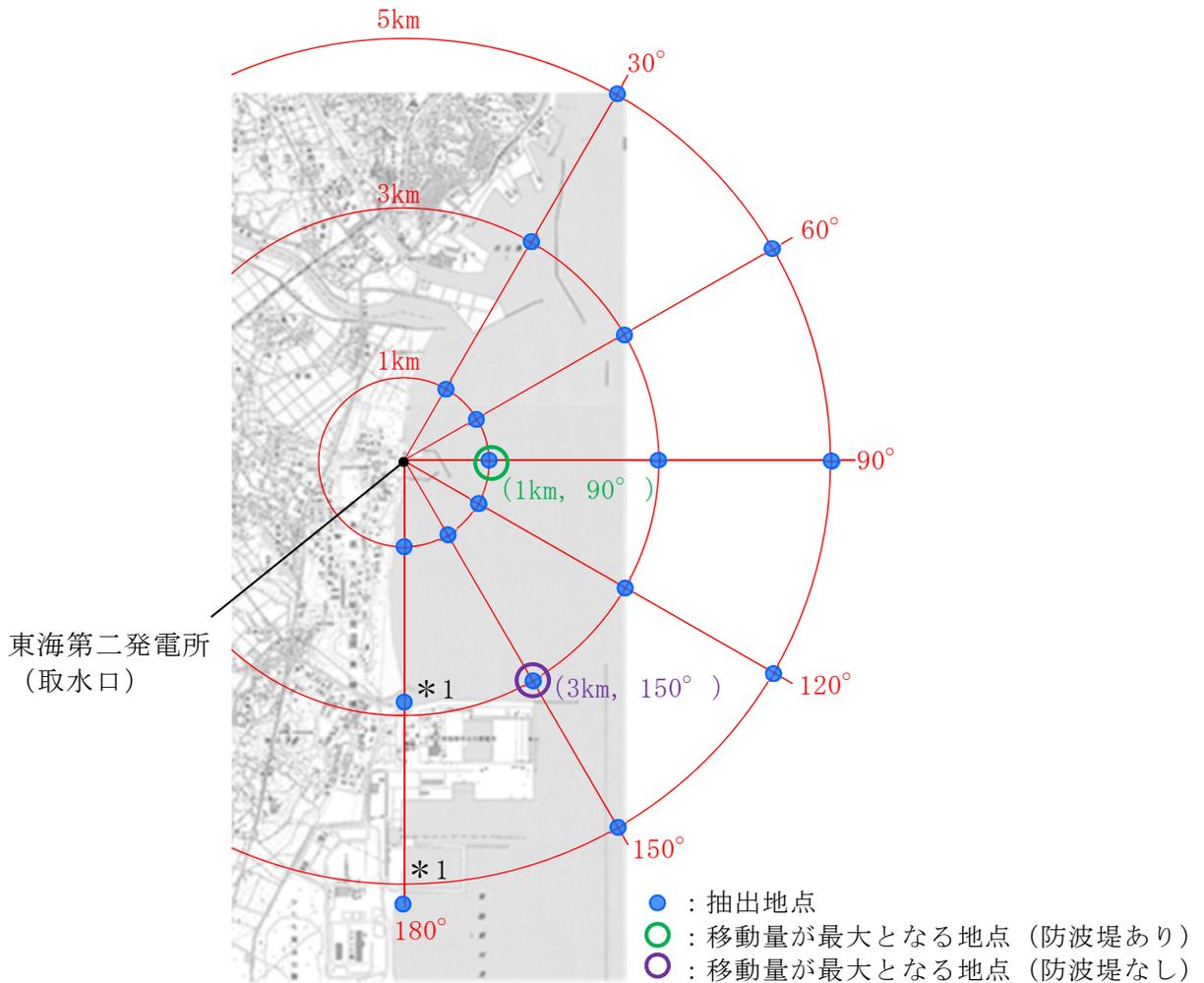


※：津波の原因となる地震発生後の経過時間

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。

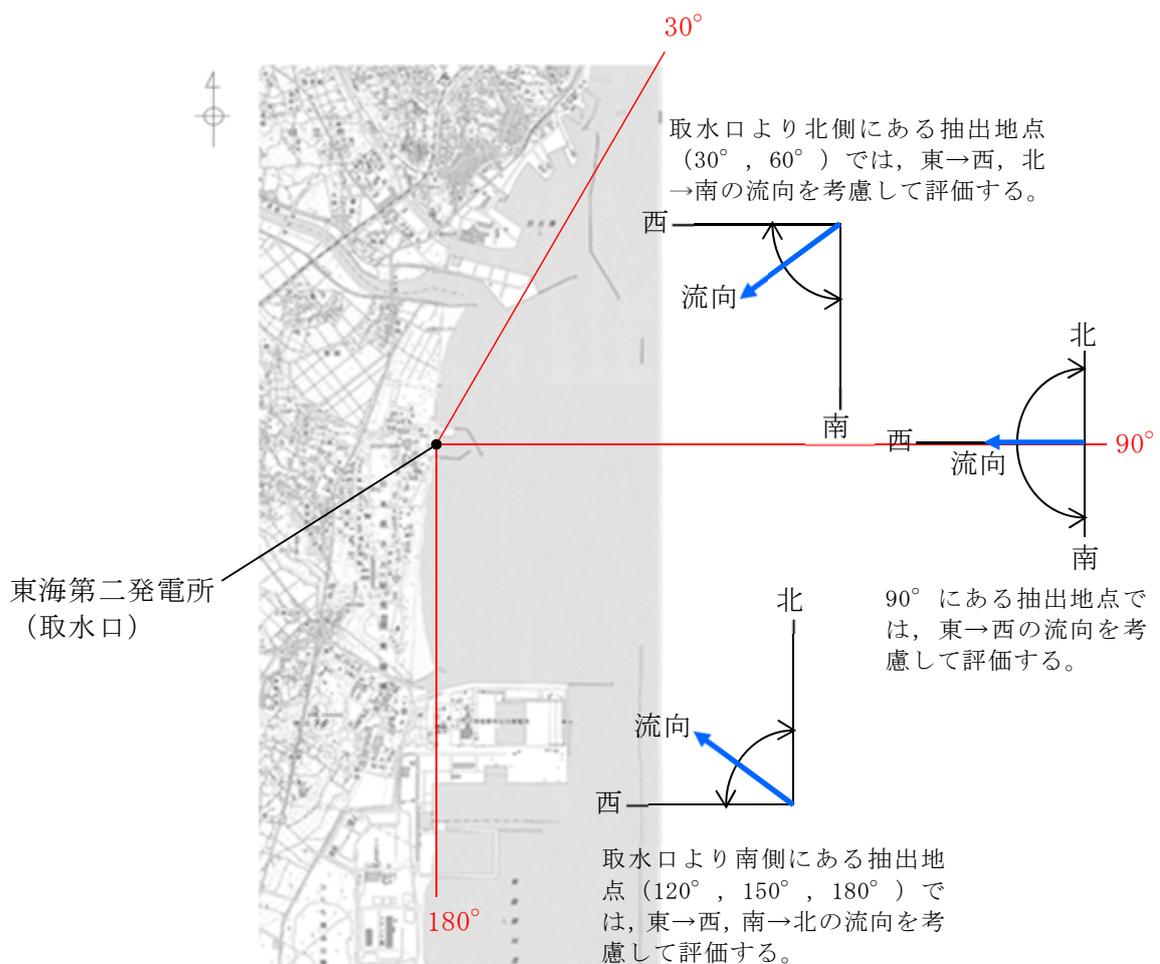
第 2.5-15 図 水位、流向、流速の抽出地点

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）

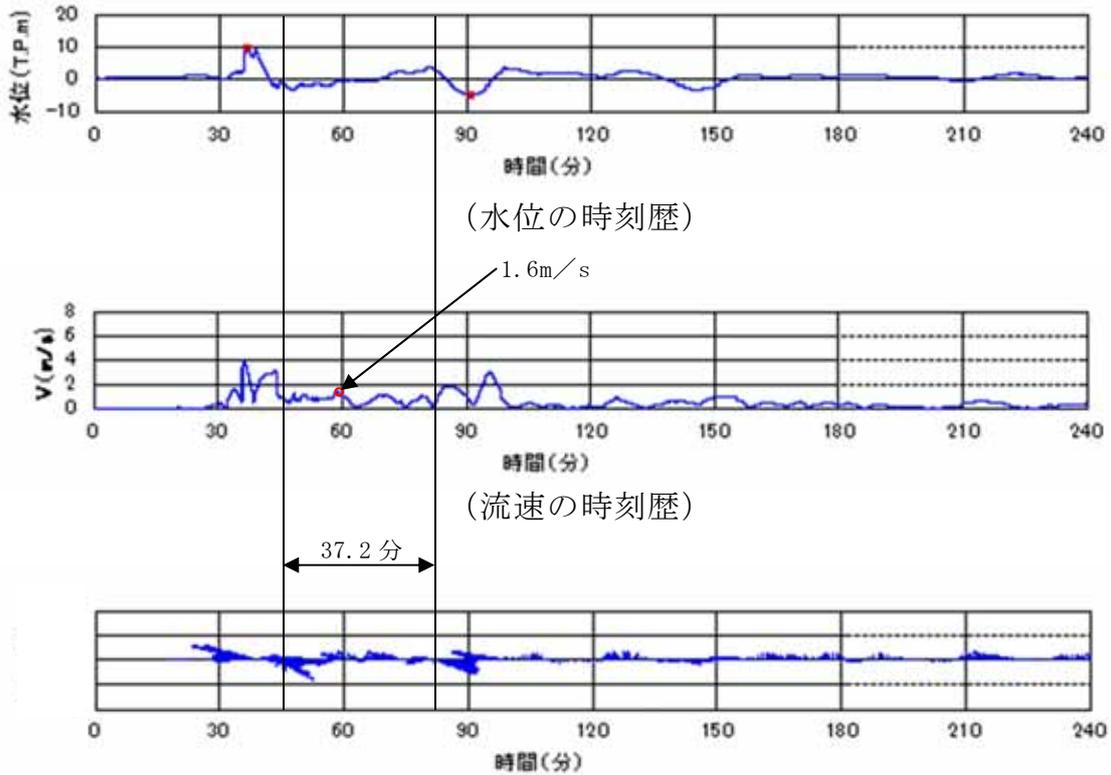
抽出地点	30°	60°	90°	120°	150°	180°
1km	461m	792m	1449m	1268m	1155m	1710m
3km	445m	857m	1772m	1556m	3089m	10m
5km	1232m	1063m	1575m	1575m	1470m	1617m

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。

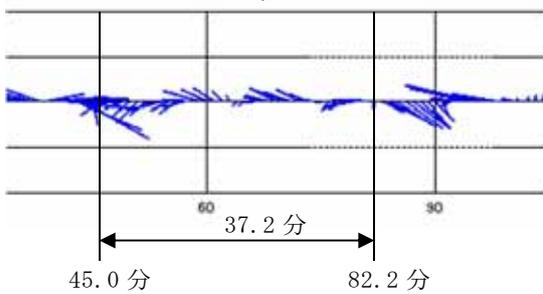
また、漂流物が発生する箇所は津波が遡上する範囲となることから、陸域については、遡上域を包絡する範囲で調査を実施した。

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。



拡大

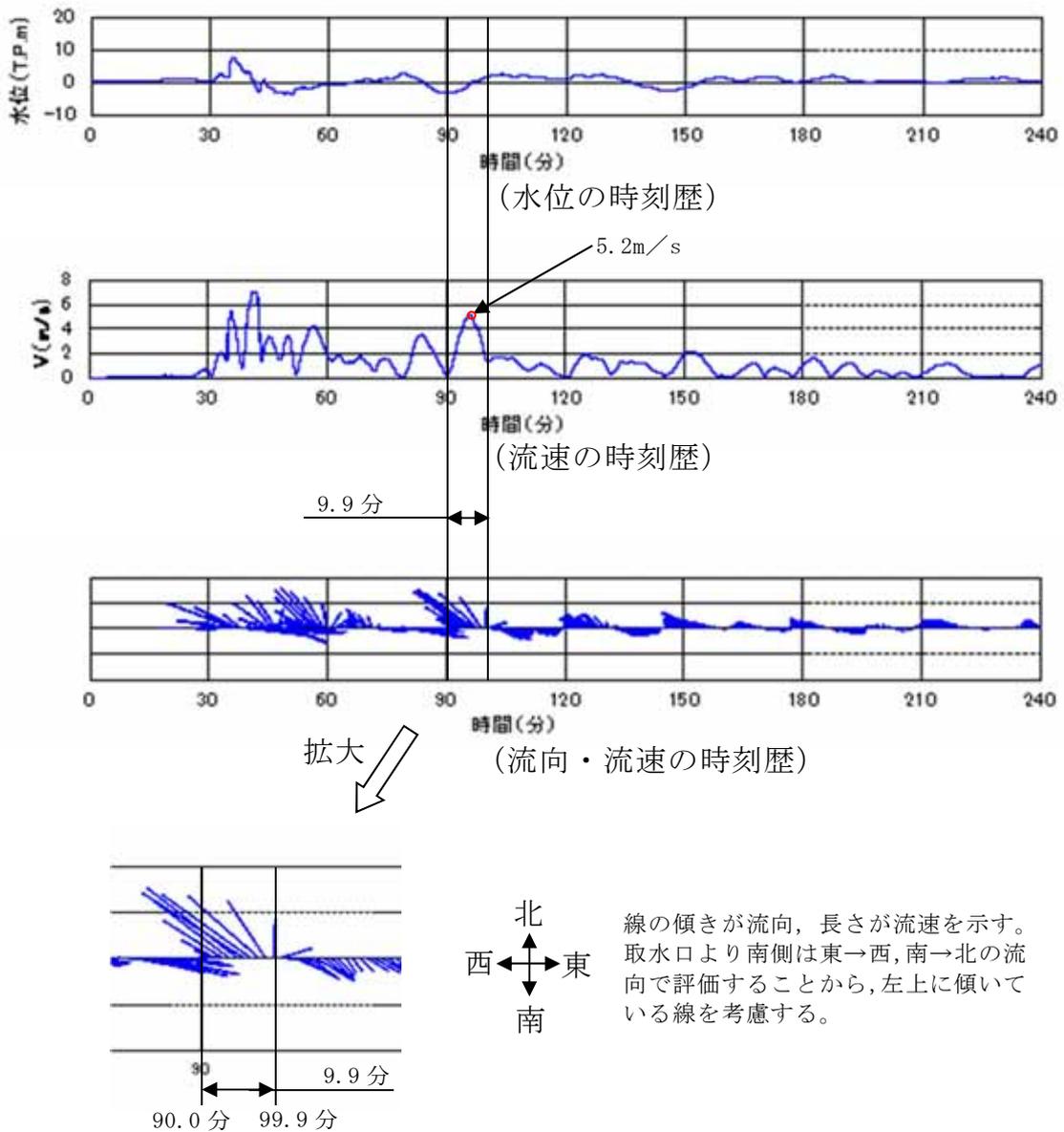


線の傾きが流向，長さが流速を示す。
90°方向は東→西の流向で評価することから，左に傾いている線を考慮する。

(継続時間)	×	(最大流速)	=	(移動量)
37.2分	×	1.6m/s × 60	=	3572m
				→3.6km

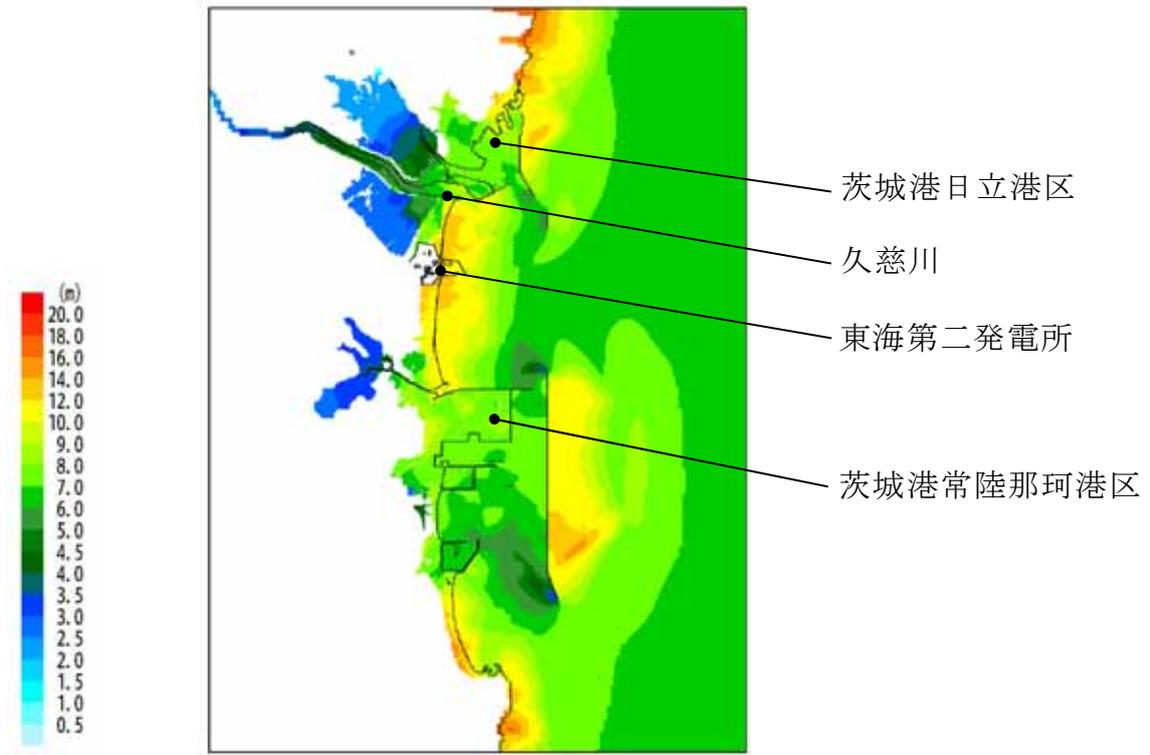
⇒ 漂流物調査範囲 半径 5km

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

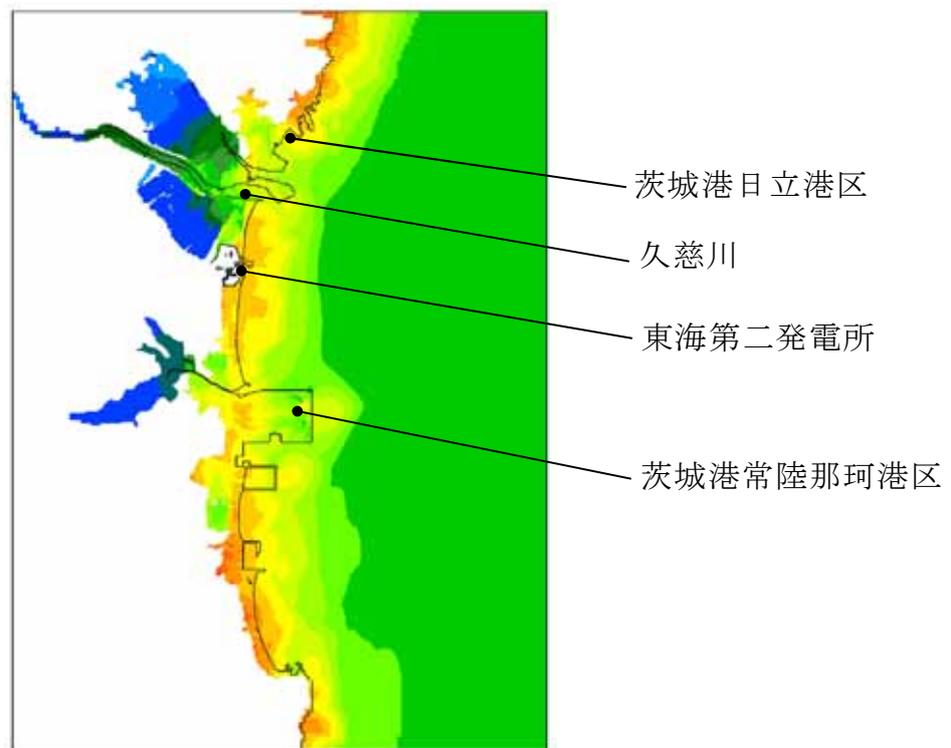


(継続時間)	×	(最大流速)	=	(移動量)
9.9分	×	5.2m/s × 60	=	3089m
				→ 3.1km

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



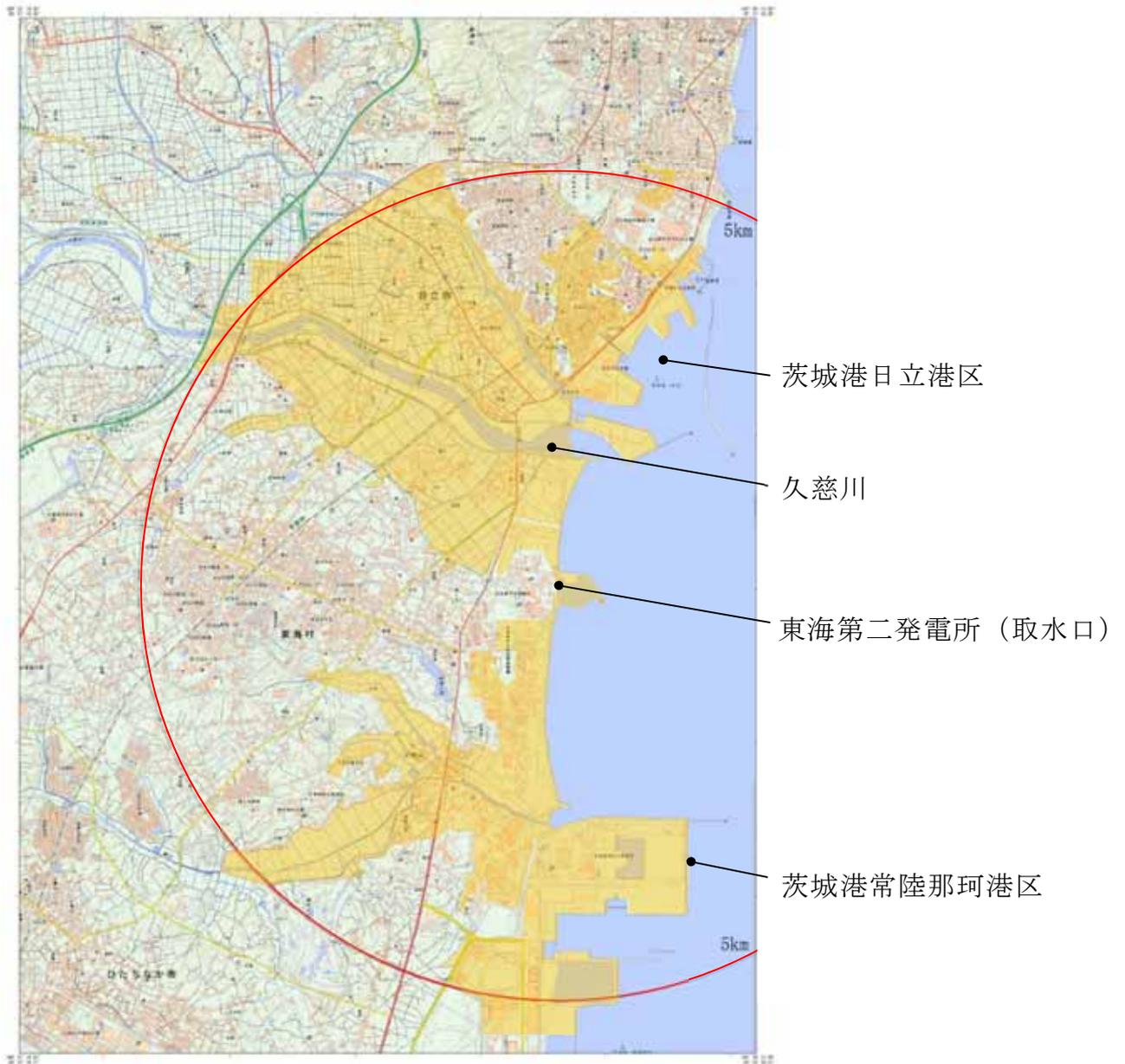
(防波堤あり)



(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。

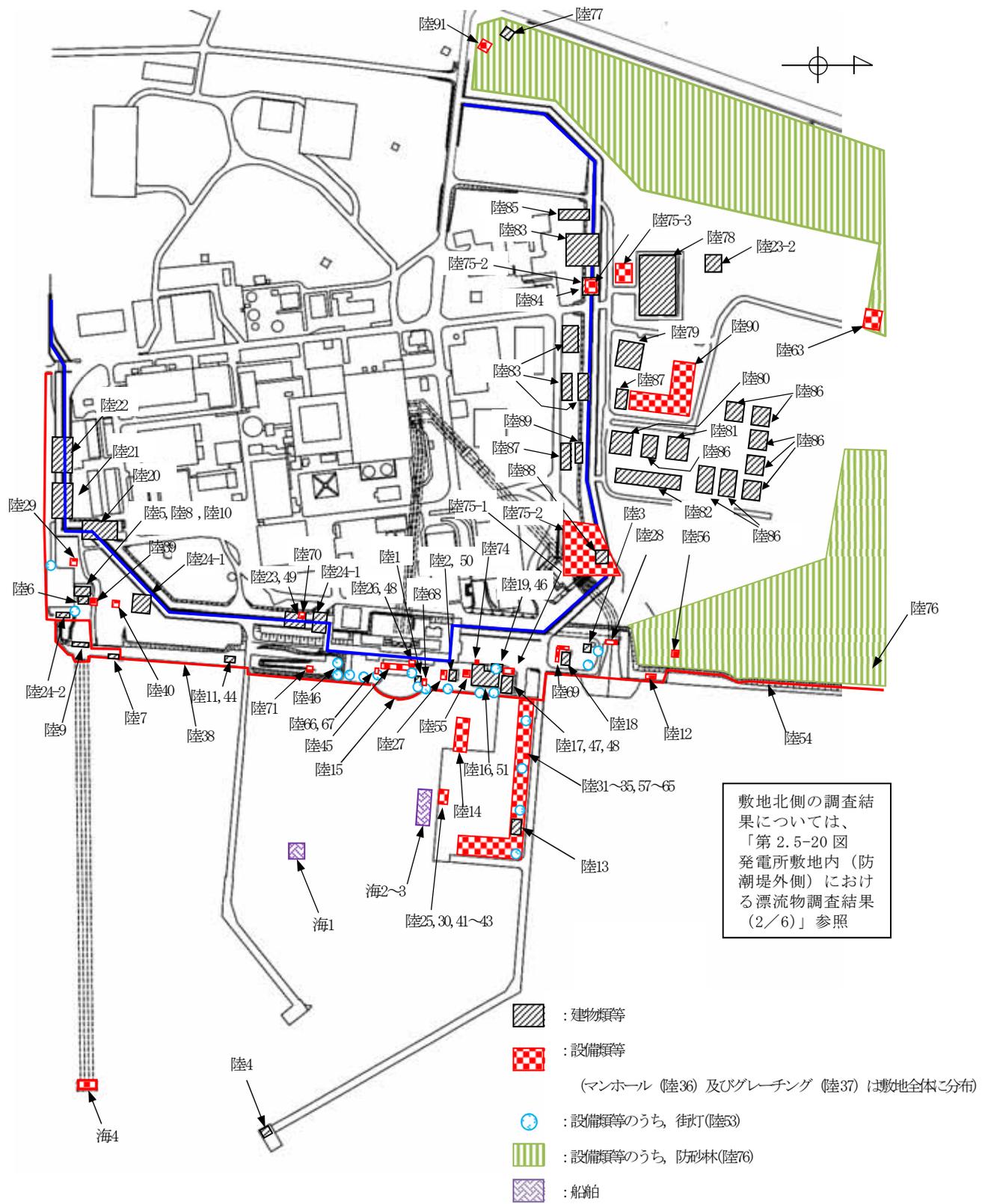
海域の船舶としては、東海港の物揚岸壁に接岸する使用済燃料輸送船及び低レベル放射性廃棄物運搬船（以下「燃料等輸送船」という。）、港湾内における浚渫作業を実施する浚渫船、その他貨物船等が抽出された。

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。

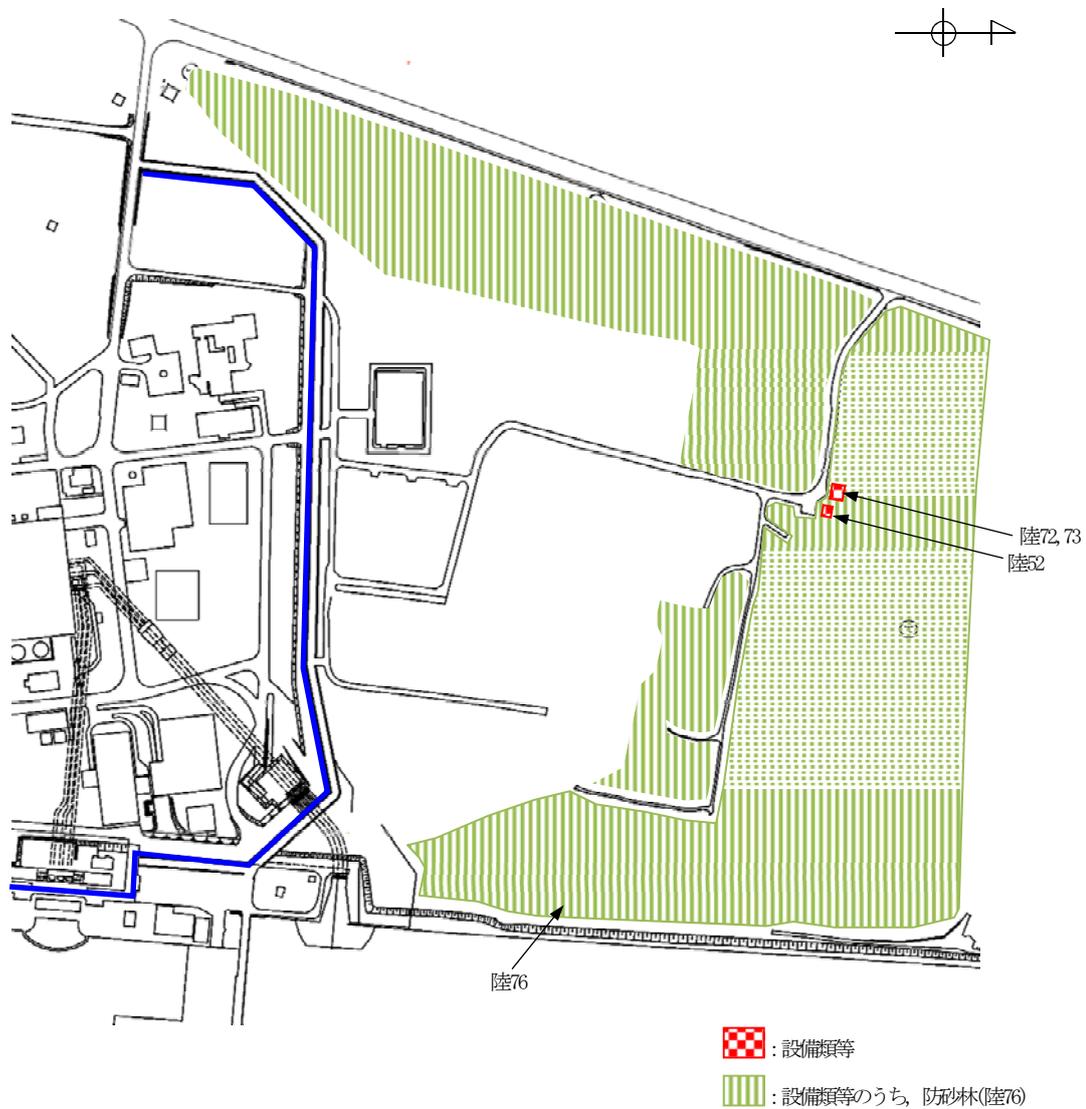
陸域の建物類等としては、基礎に据え付けられているものとして、鉄筋コンクリート造建物の検潮室、海水電解装置建屋、物揚場倉庫等、鉄骨造建物のメンテナンスセンター、輸送本部建屋、輸送本部倉庫等が抽出された。その他の建物として、仮設ハウス、再利用物品置き場テントが抽出された。

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 II
撮影不可	撮影不可		
陸 81 JAEA 廃棄物保管棟 I	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	波漂船	敷地内 港湾エリア	1	航行/停泊	—	約500t	<ul style="list-style-type: none"> 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)	<ul style="list-style-type: none"> 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)	<ul style="list-style-type: none"> 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、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。 < 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。	< 本体 > A < がれき類 > C
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	Φ3m×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	-	-		
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	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	-		

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	—	—	—	<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。 <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る漂流物とはならない。	<本体> A <構成部材等> 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 (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	-	-	-	<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	-	-	-	<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
									<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。 	<構成部材等> 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 (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	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 地震又は津波の波力により損傷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	放水口サンブルポンプ	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	Φ1m×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	—		
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	—	<ul style="list-style-type: none"> 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	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 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に確保できることより設計することから、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	Φ0.5m×1.5m	—		
陸41	設備類等	ジブクレーンケープブル収納箱	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	ペーキング・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	—	<ul style="list-style-type: none"> 「[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。 	
陸45	設備類等	除塵装置	敷地内	一式	設置	鋼製	2m×4.1m×3.8m	—		

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	-	<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	—	<ul style="list-style-type: none"> 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
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	Φ0.8m×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	—	<ul style="list-style-type: none"> 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
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	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 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	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 当該エリアについては、防潮堤の設置前に駐車不可となつたため、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	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 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

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のがれき、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Ⅱ	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Ⅰ	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	—	—	—	<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。 <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の取水性に影響を与えない。	<本体> A <構成部材類> B
陸87	建物類等	倉庫	敷地内	1	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
陸91	設備類等	鉄塔	敷地内	1	設置	—	—	—	<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、設置位置及び状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

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。

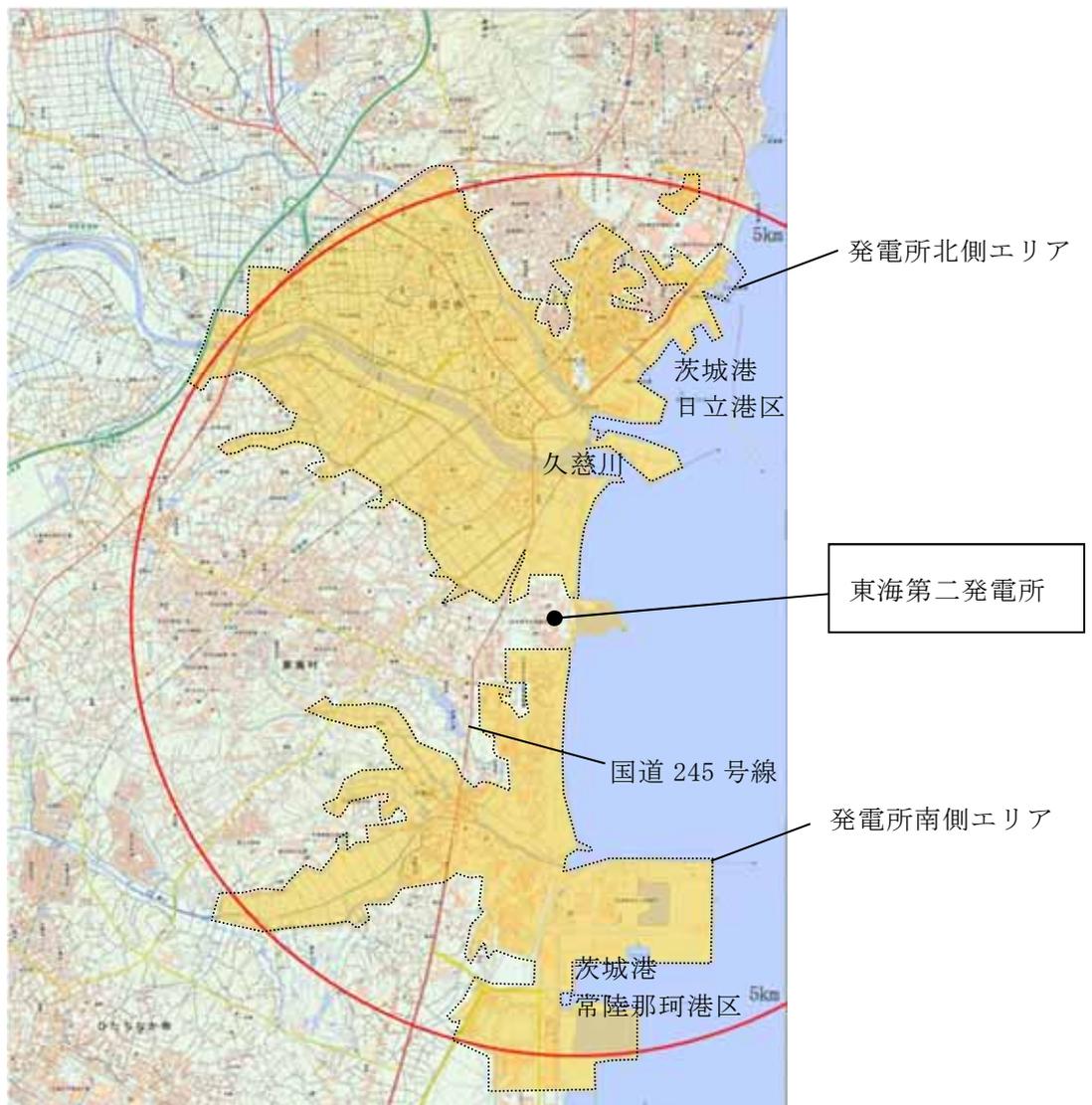
茨城港常陸那珂港区の常陸那珂火力発電所では、等の建物類等が抽出された。設備類等としては、

[redacted]等の機器，資機材類の他， [redacted]
[redacted]，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， [redacted]が抽出された。

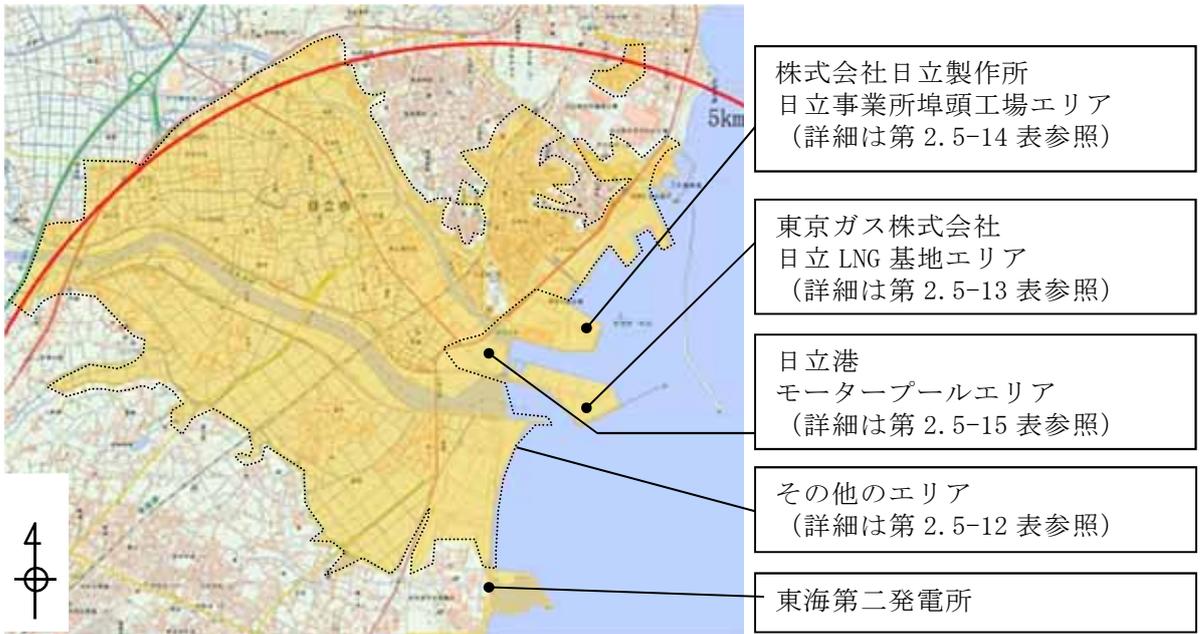
第 2.5-21 図に発電所敷地外における漂流物調査のエリアを示す。また，第 2.5-12 表～第 2.5-19 表に発電所敷地外における漂流物調査結果を示す。



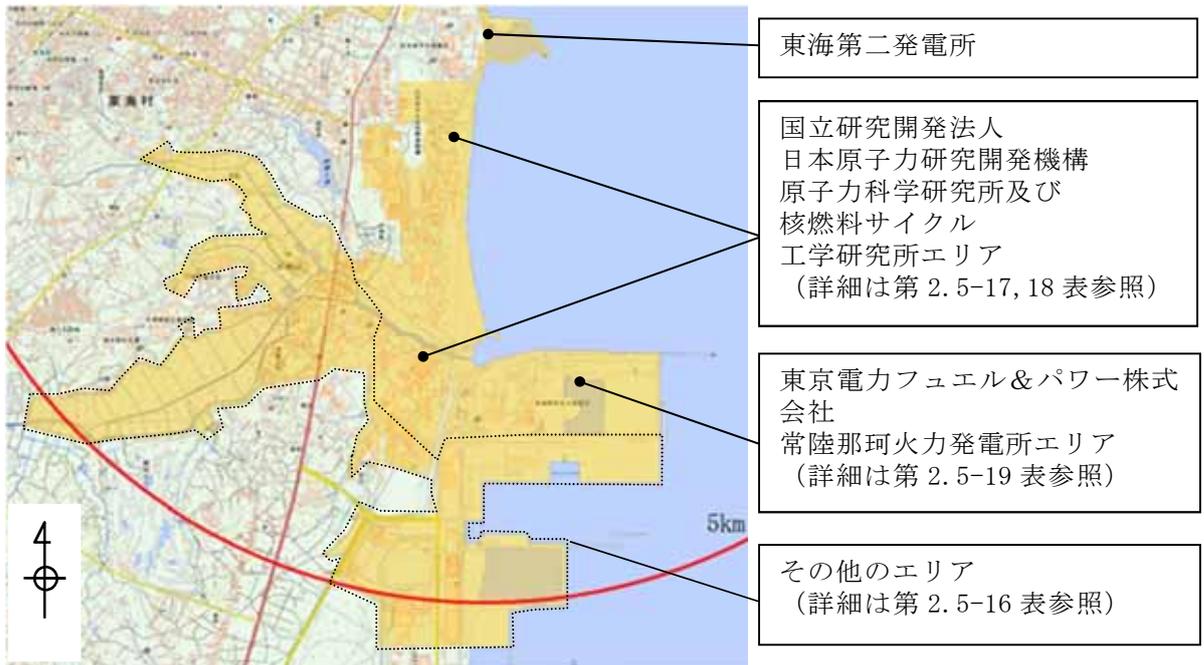
■ : 調査範囲（基準津波の遡上域を包絡した範囲）

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	<ul style="list-style-type: none"> 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。 津波により漂流する可能性があるが、設置位置及び流速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。 	C
船舶	漁船	敷地外	7	航行／停泊	—	5～20t	<ul style="list-style-type: none"> 津波により漂流する可能性があるが、設置位置及び流速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

<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	—	—	—	<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	大型商業施設	敷地外	一式	設置	—	—	—	<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、外装板等が漂流する可能性があるが、設置位置及び流速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	—	—	—	<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、外装板等が漂流する可能性があるが、設置位置及び流速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	事務所建屋	敷地外	一式	設置	—	—	—	<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、外装板等が漂流する可能性があるが、設置位置及び流速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	倉庫	敷地外	一式	設置	—	—	—	<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、外装板等が漂流する可能性があるが、設置位置及び流速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

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	—	—	—	<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。 <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。	<本体> A
建物類等	学校	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
建物類等	鉄塔	敷地外	一式	設置	—	—	—	・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
建物類等	家屋	敷地外	一式	設置	—	—	—	・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	柵	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	石油タンク	敷地外	一式	設置	—	—	—	・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	電柱、街灯	敷地外	一式	固定あり	—	—	—	・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	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	—	—	—	—	—	・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

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	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	鉄塔	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	倉庫	敷地外	一式	設置	-	-	-	< がれき類 >	< がれき類 > C
建物類等	工場	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 > A
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	-	-	-	・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	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 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	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 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	トレーラー	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									
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））（2/4）

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									
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 2.5-17 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	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）（東京電力フェエル&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）
（東京電力フェエル&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）（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									
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）（東京電力フェユエル&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。

① 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 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。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。

② 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。

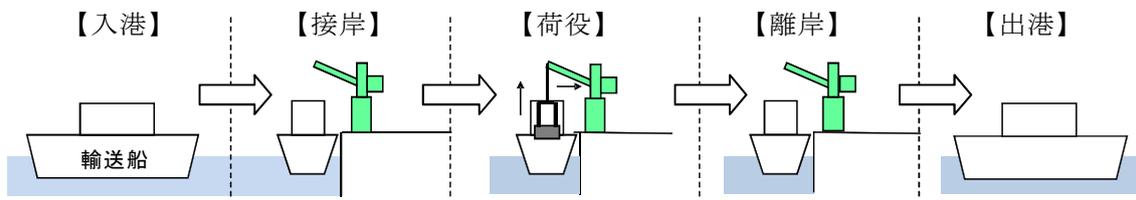
防砂林については、津波により倒木して漂流物となる可能性があるが、設置位置及び津波の流況から取水口へは向かわないと考えられることから、津波防護施設等及び取水機能を有する安全設備に対する漂流物とはならない。津波の流況を踏まえた漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性評価結果を添付資料 1 7 に示す。

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 1 8 に示す。

③ 船舶（燃料等輸送船）

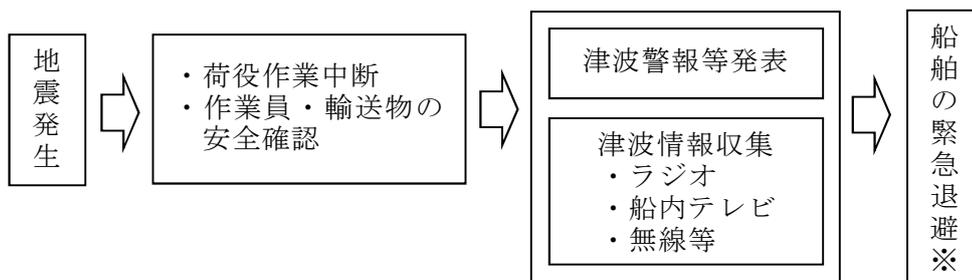
発電所敷地内には港湾施設として物揚岸壁があり、燃料等輸送船が停泊する。第 2.5-23 図に燃料等輸送船の入港から出港までの主な輸送行程を示す。



第 2.5-23 図 燃料等輸送船の主な輸送行程

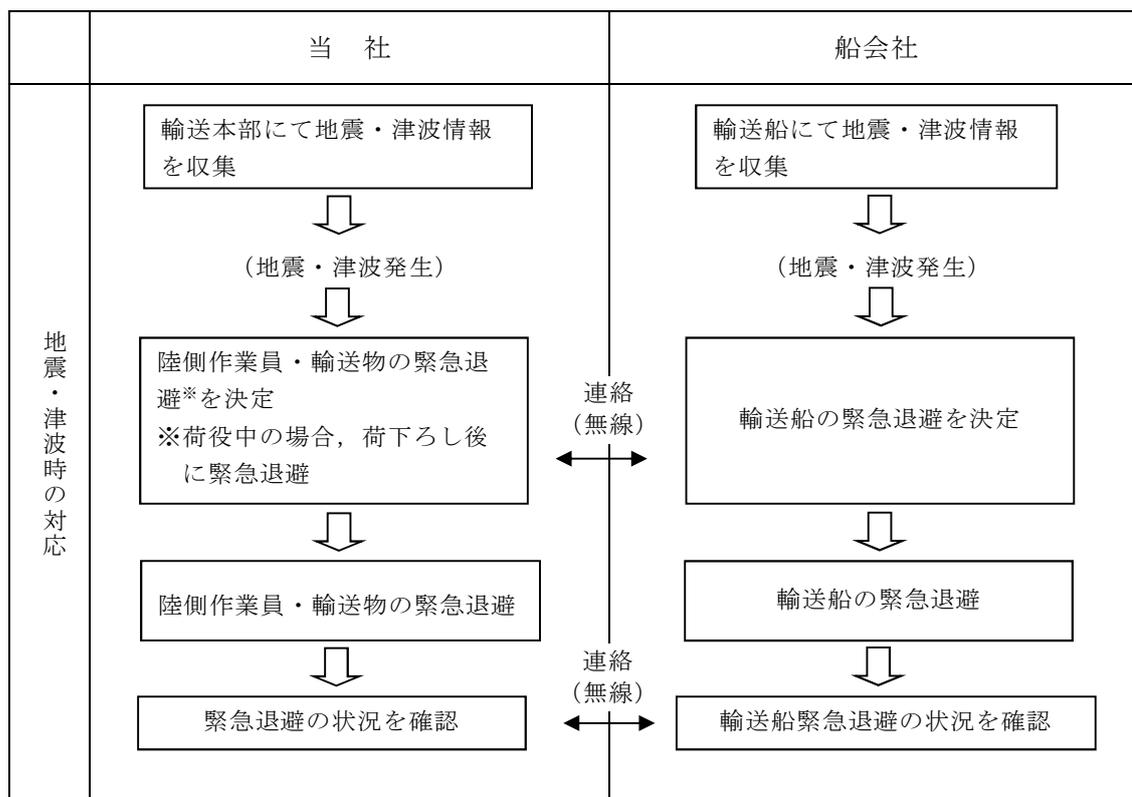
燃料等輸送船は、港湾施設に停泊中に大津波警報、津波警報又は津波注意報（以下「津波警報等」という。）発表時には、緊急退避を行うこととしており、2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえ、輸送に先立ち、第 2.5-24 図に示す緊急退避フローを取り込んだマニュアルを整備している。

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



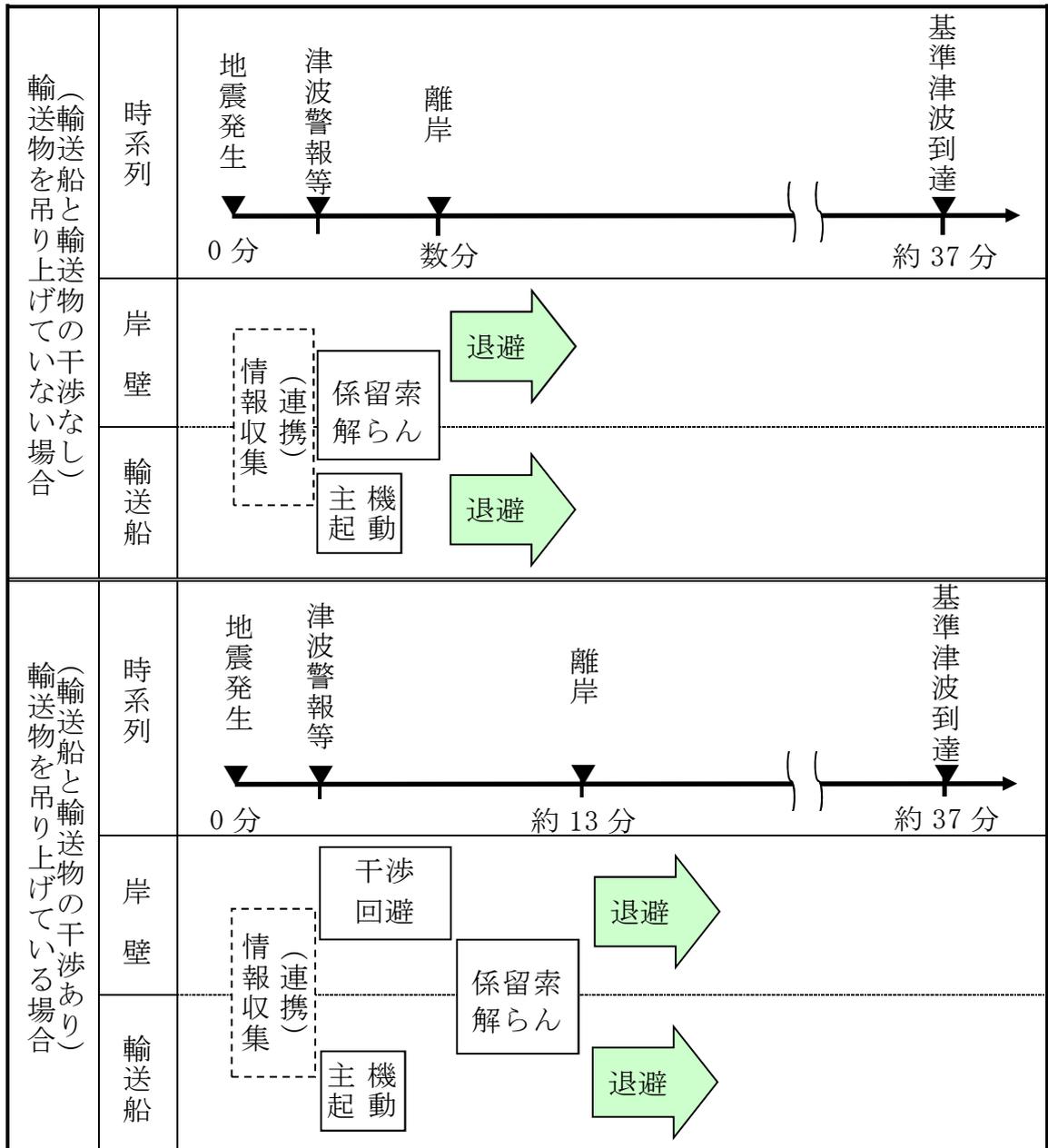
第 2.5-25 図 燃料等輸送船の緊急退避時の当社と船会社の運用の対応分担

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、緊急退避訓練の実績から津波警報等発表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、緊急退避訓練の実績から地震発生後約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。また、夜間は東海港に停泊せず沖合に停泊する運用としてある。このため、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

④ 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

① 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る。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る。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 1 7 に示す。

② 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 1 7 に示す。

③ 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。

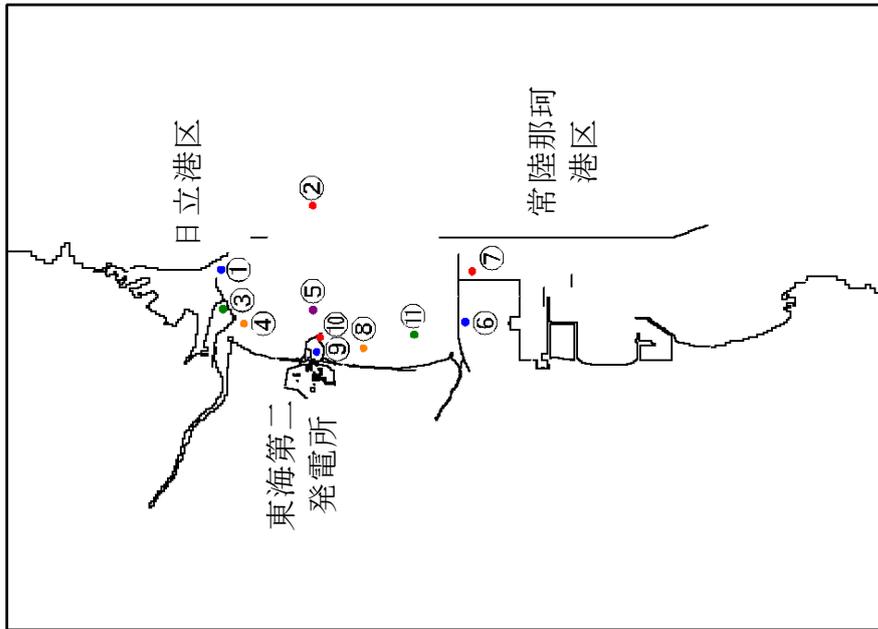
また、発電所周辺を定期的に航行する定期船としては、発電所敷地北方約 2.5 kmに位置する茨城港日立港区に寄港する[]、[] []等がある。これらの船舶が停泊しているときに津波警報等が発表された場合には、荷役及び作業を中止した上で、緊急退避又は係留避泊する運用としていることから、漂流物とはならない。

④ 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①，③）及び久慈川河口周辺の評価点（初期配置④）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①，③）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④）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⑤）及び遠洋海域の評価点（初期配置②）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⑤）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②）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

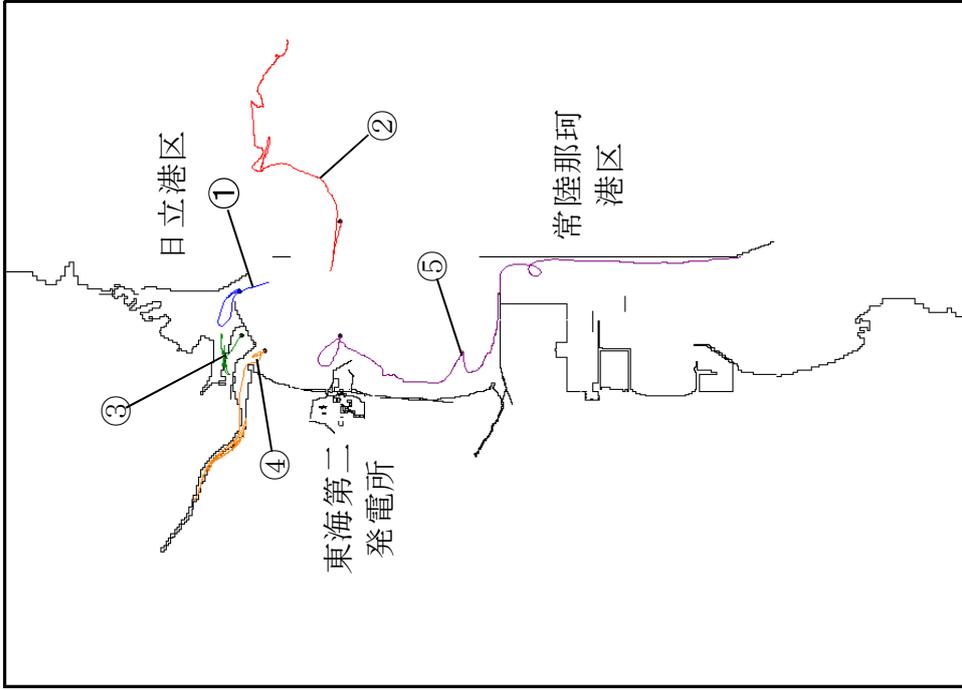
把握できると考えられる。また、水粒子の軌跡は押し波，引き波を交互に受けてある一定の範囲内を移動する挙動又は発電所へ接近してこない傾向を示していることから，漂流物に作用する慣性力を考慮したとしても，漂流物が発電所に影響を及ぼすような挙動を示すおそれはない。



漂流物軌跡解析の初期配置図

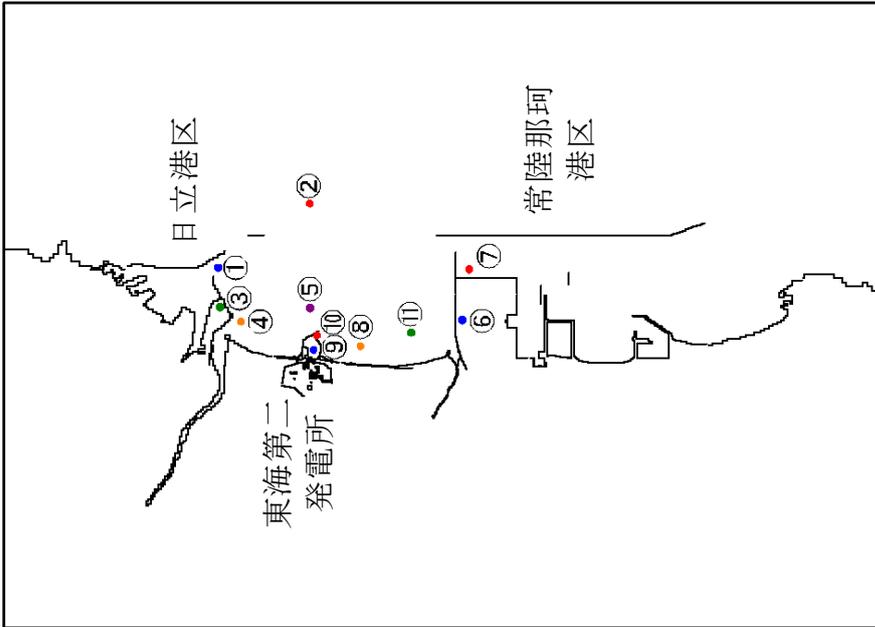
解析条件

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



①～⑤の軌跡
(防波堤あり)

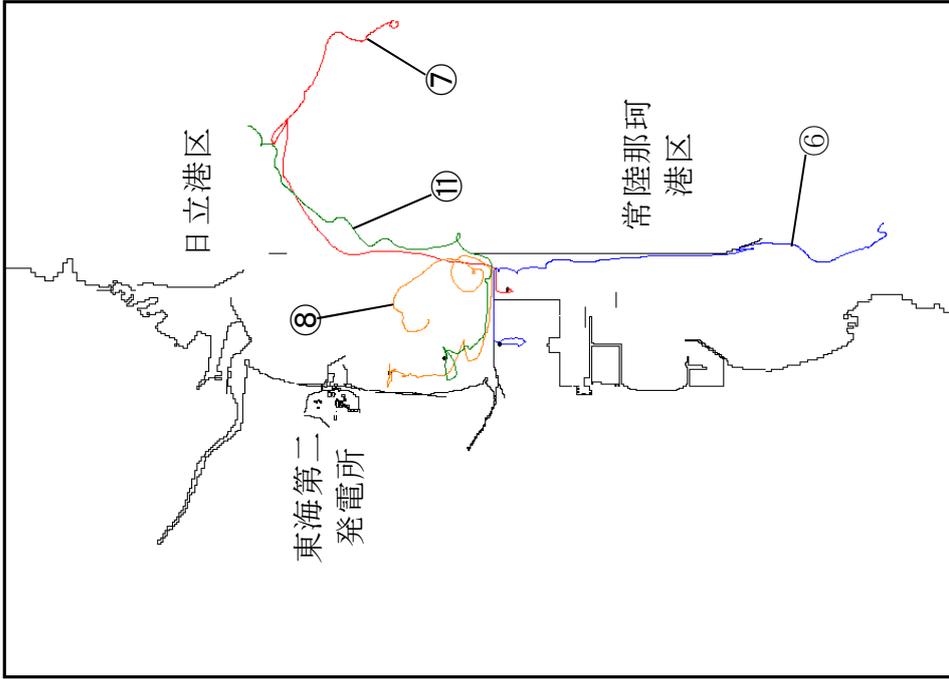
第 2.5-27 図 漂流物の軌跡解析結果 (1/4)



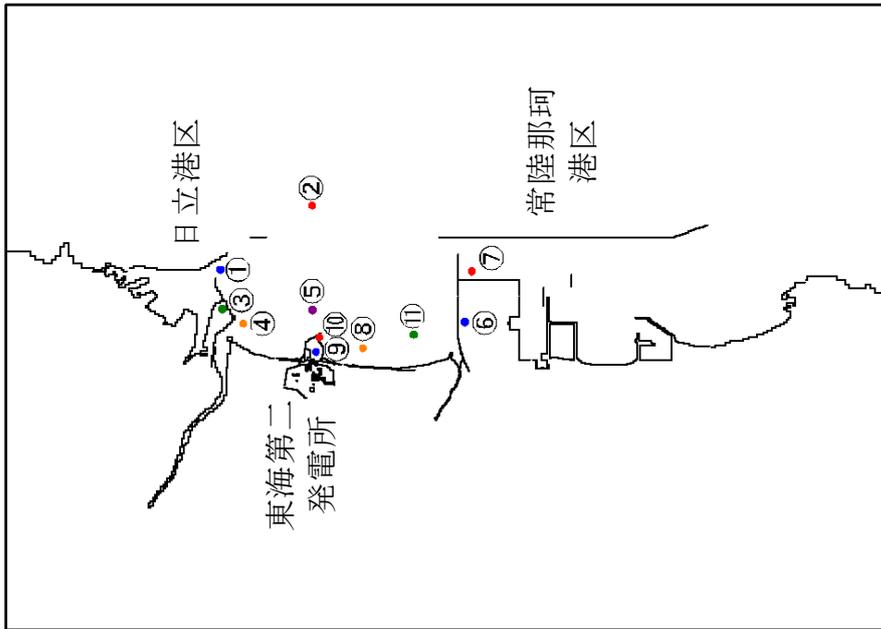
漂流物軌跡解析の初期配置図

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



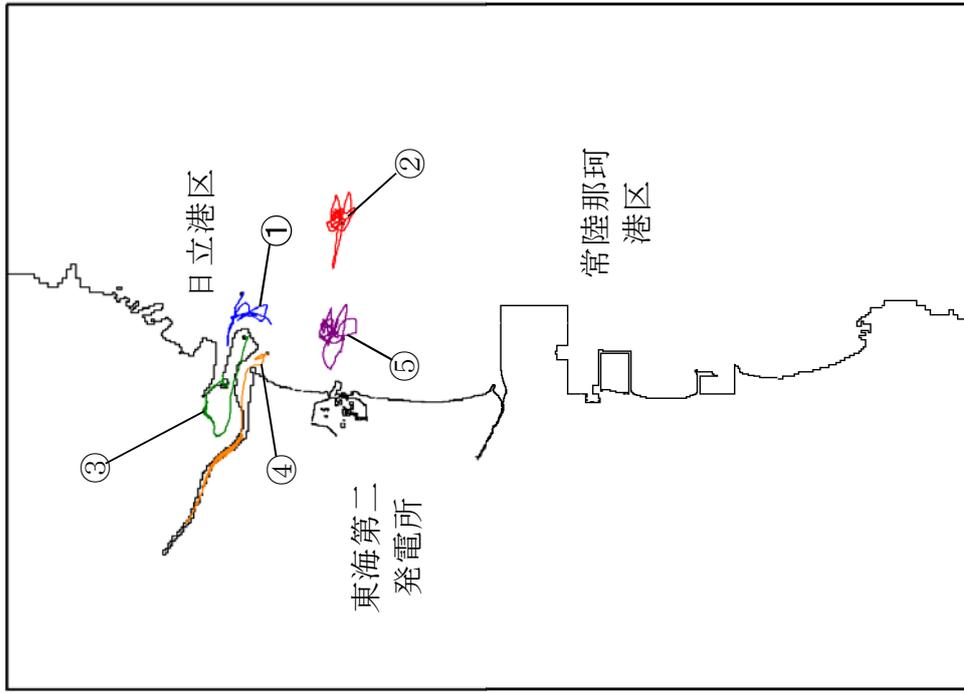
第 2.5-27 図 漂流物の軌跡解析結果 (2/4)



漂流物軌跡解析の初期配置図

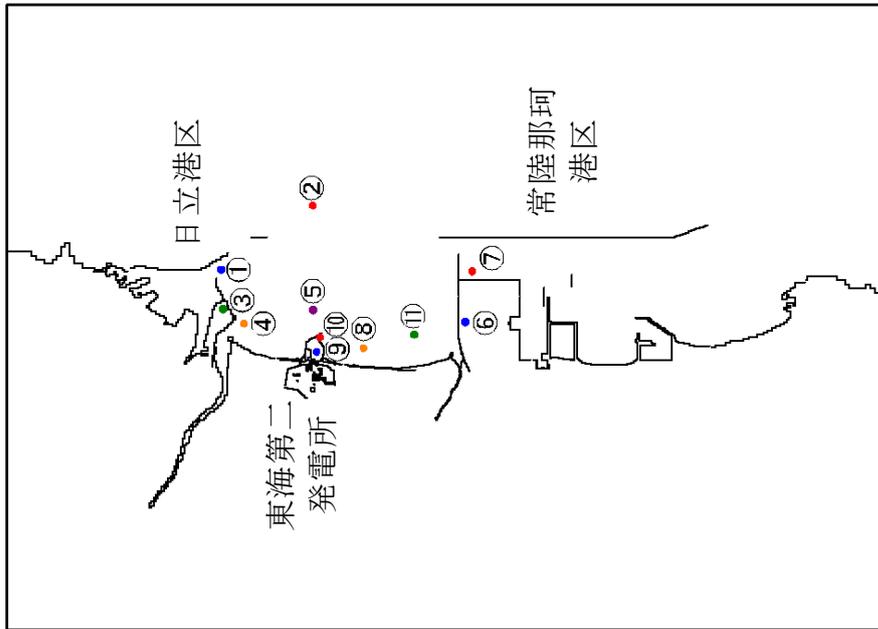
解析条件

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



①～⑤の軌跡
(防波堤なし)

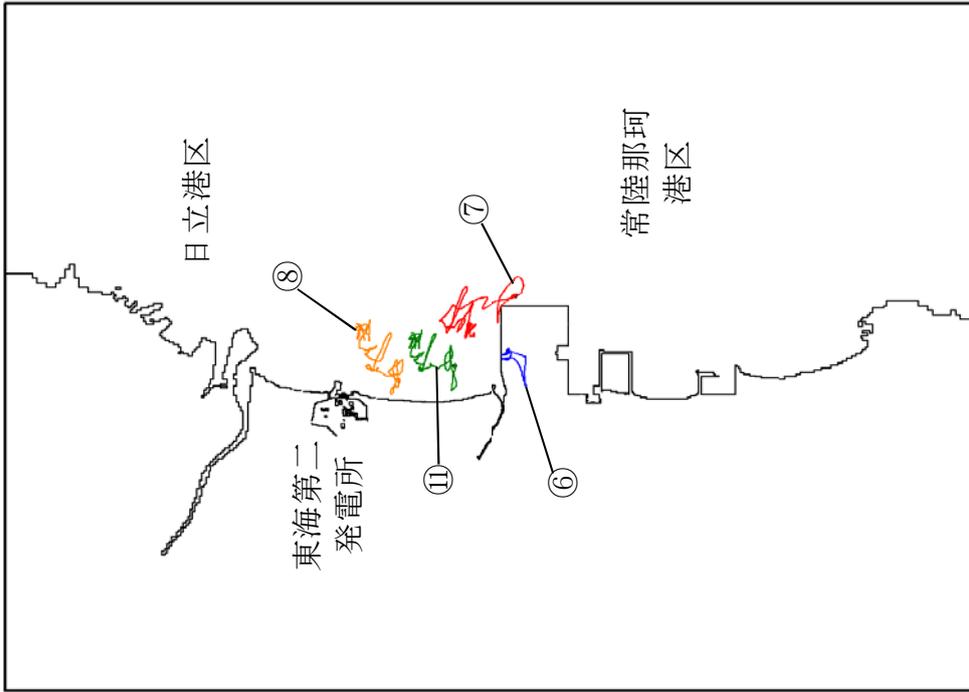
第 2.5-27 図 漂流物の軌跡解析結果 (3/4)



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



⑥～⑧、⑪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

① 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。

② 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。

③ 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。

④ 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、発電所南側エリアの北部の評価点（初期配置⑧）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⑩）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⑦）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⑥）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、ボンベ類、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	Φ 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に対する可能性が

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)	—	—	
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	—	外装板等のみ
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	Φ0.5m×1.5m	—	
設備類等	ジブクレーン ケープル収納箱	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	パーキング・ 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に対する可能性が
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	鋼製	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	Φ0.8m×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	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（東京電力フェニックス&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（東京電力フェニックス&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に設計することから、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①漂流物による取水口の閉塞を想定した取水性及び②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。

①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

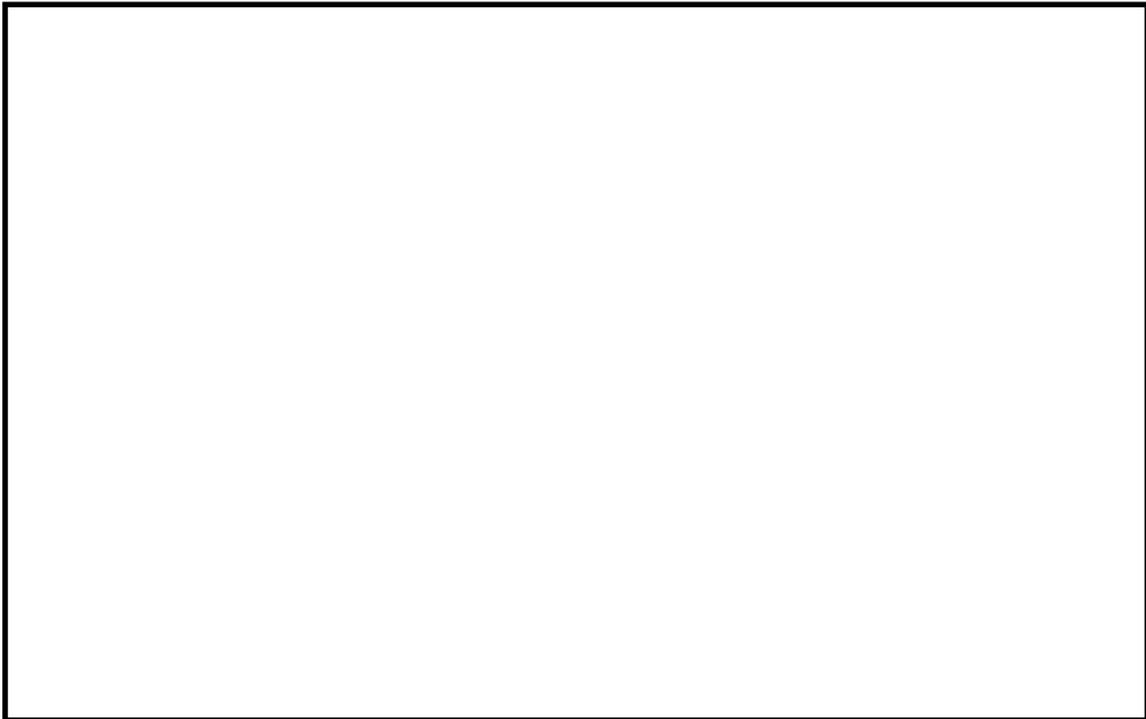
第 2.5-23 表 外装板の取水口前面への到達を想定した取水性評価

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、取水口前面に到達す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

②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
①有効貯留面積	1008.6m ² ※1
②有効水深	0.76m ※2
③スロッシングによる溢水量	249m ³ ※3
④有効貯留容量 (①×②-③)	約 517m ³
⑤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

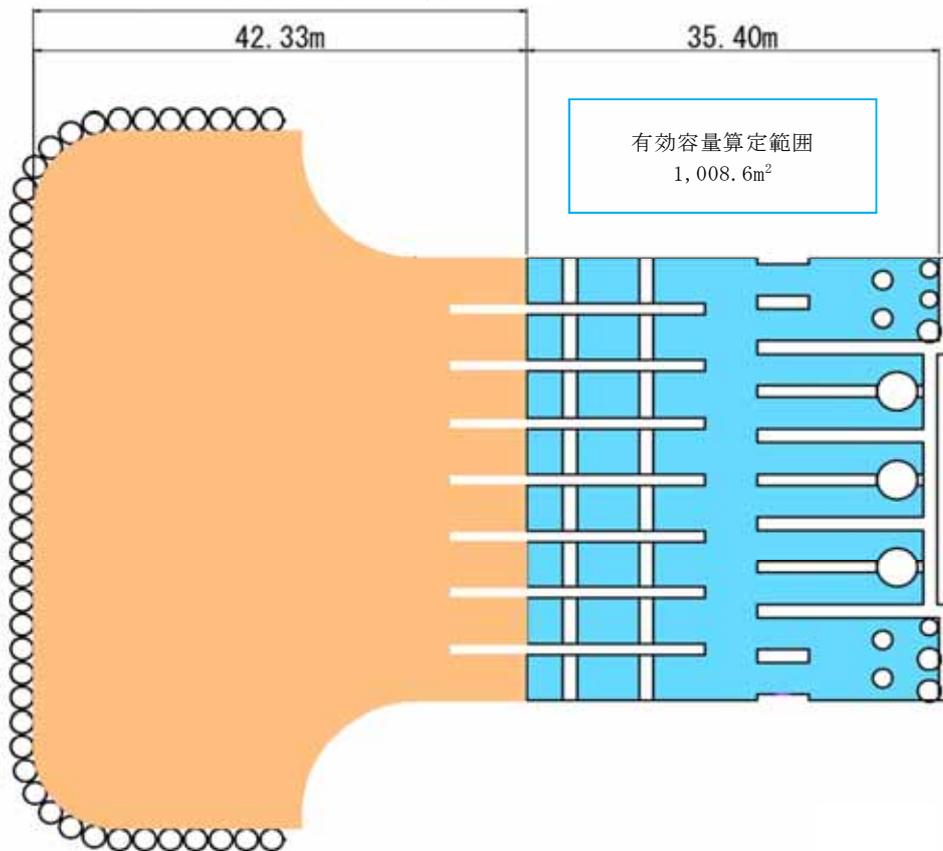
※1：取水ピット内構造物及び海水ポンプの面積を控除した第 2.5-30 図に示す面積とした。

※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

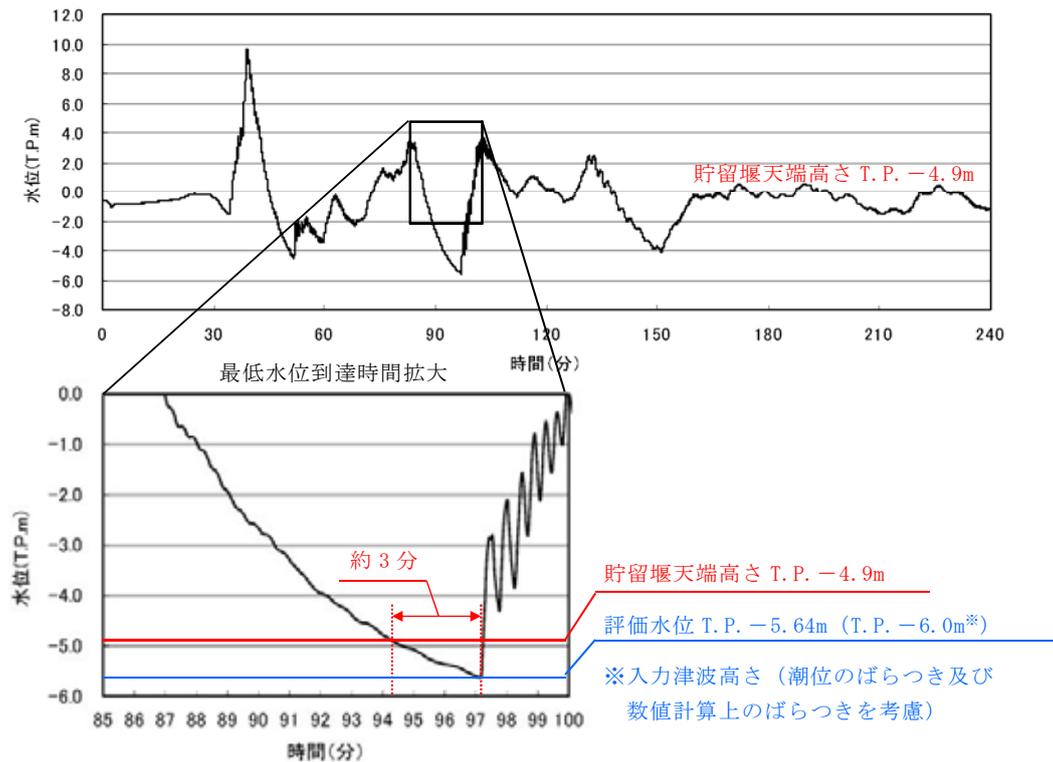
漂流物の堆積を想定する範囲



$$\begin{aligned}
 & (\text{面積} \times \text{高さ}) - (\text{スロッシングによる溢水量}) \\
 & = (1,008.6\text{m}^2 \times 0.76\text{m}) - 249\text{m}^3 \text{ ※7} \\
 & = 517\text{m}^3
 \end{aligned}$$

有効容量算定範囲
 高さ:0.76m
 (T.P. - 4.9m) - (T.P. - 5.66m)

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

①及び②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する。さらに、必要な場合には取水口前面の堆積物の除去を行うこととする。上記に示す津波に対する長期的な対応については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。

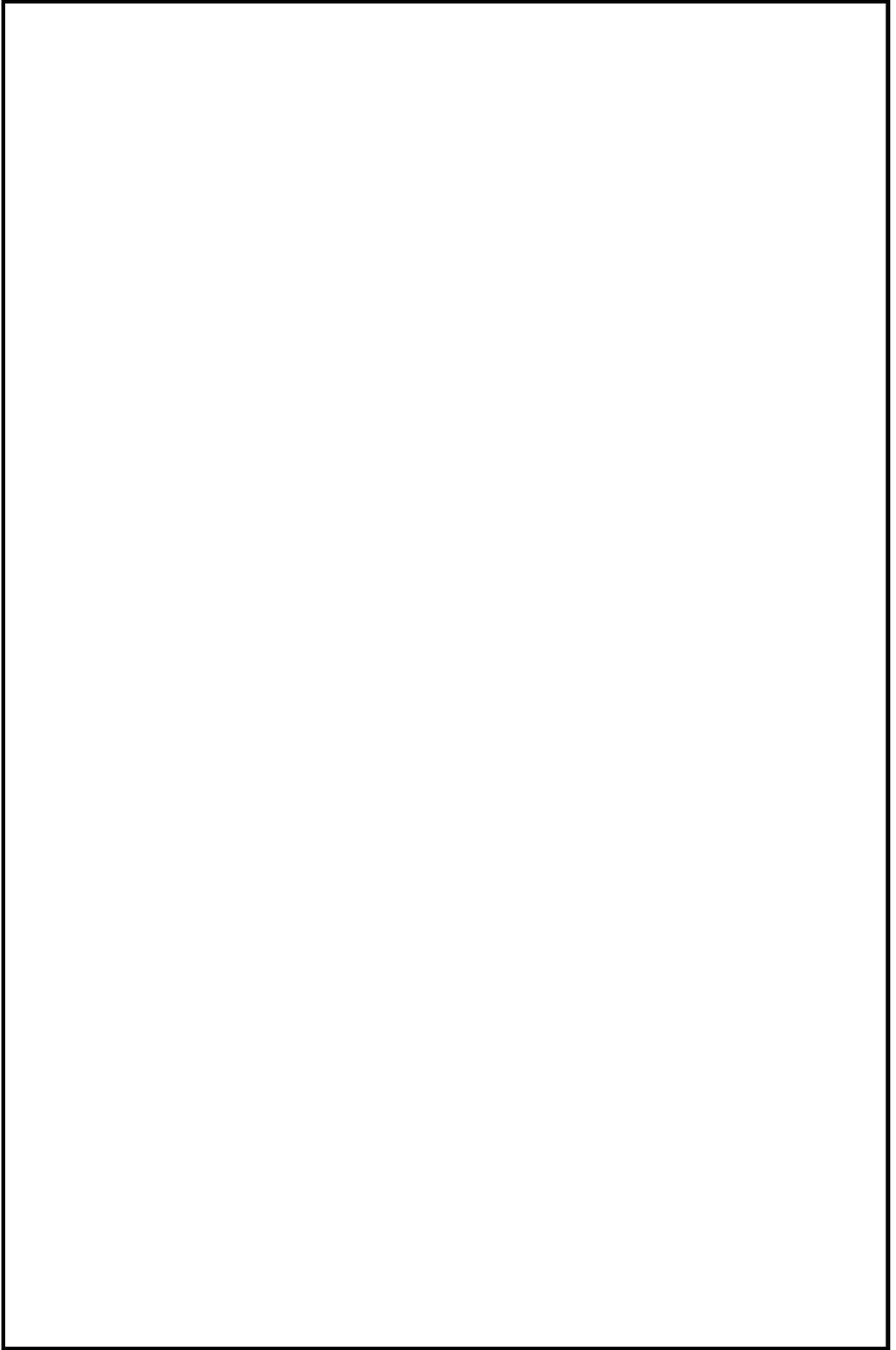
その結果、除塵装置は、基準津波により破損して漂流物になることはなく、非常用海水ポンプの取水性に影響を及ぼすものではないことを確認した。以下に除塵装置に構造を示すとともに、確認内容、確認結果を示す。

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。

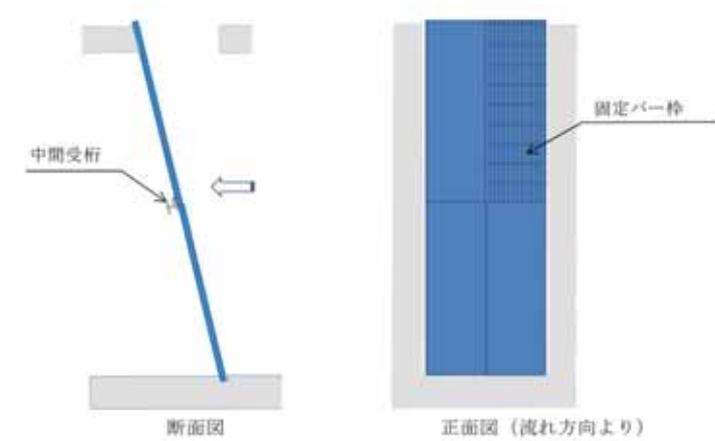
固定バースクリーンは、鋼材を溶接により格子状に接合した固定バー枠構造であり、取水路 1 区画当たり 4 分割された固定バー枠からなる。固定バー枠の上端及び下端は取水路に支持され、中間部分は中間受桁により支持される。

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。

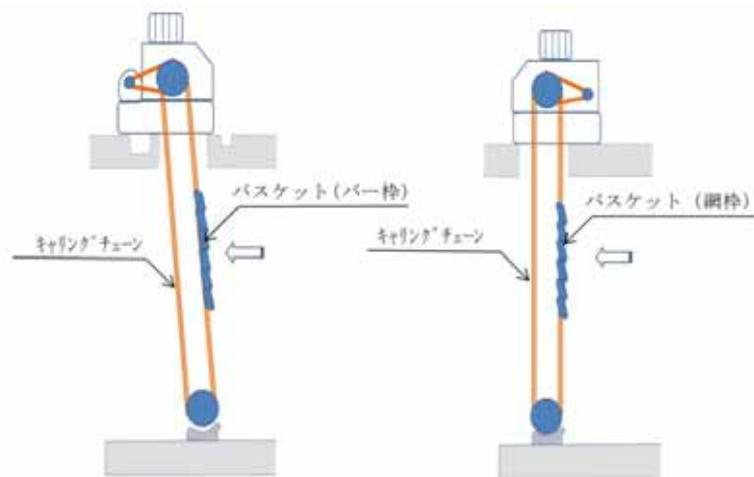


第 2.5-32 図 除塵装置配置図

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

① 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
①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	—	○
②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)	○
③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に設計する（【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】

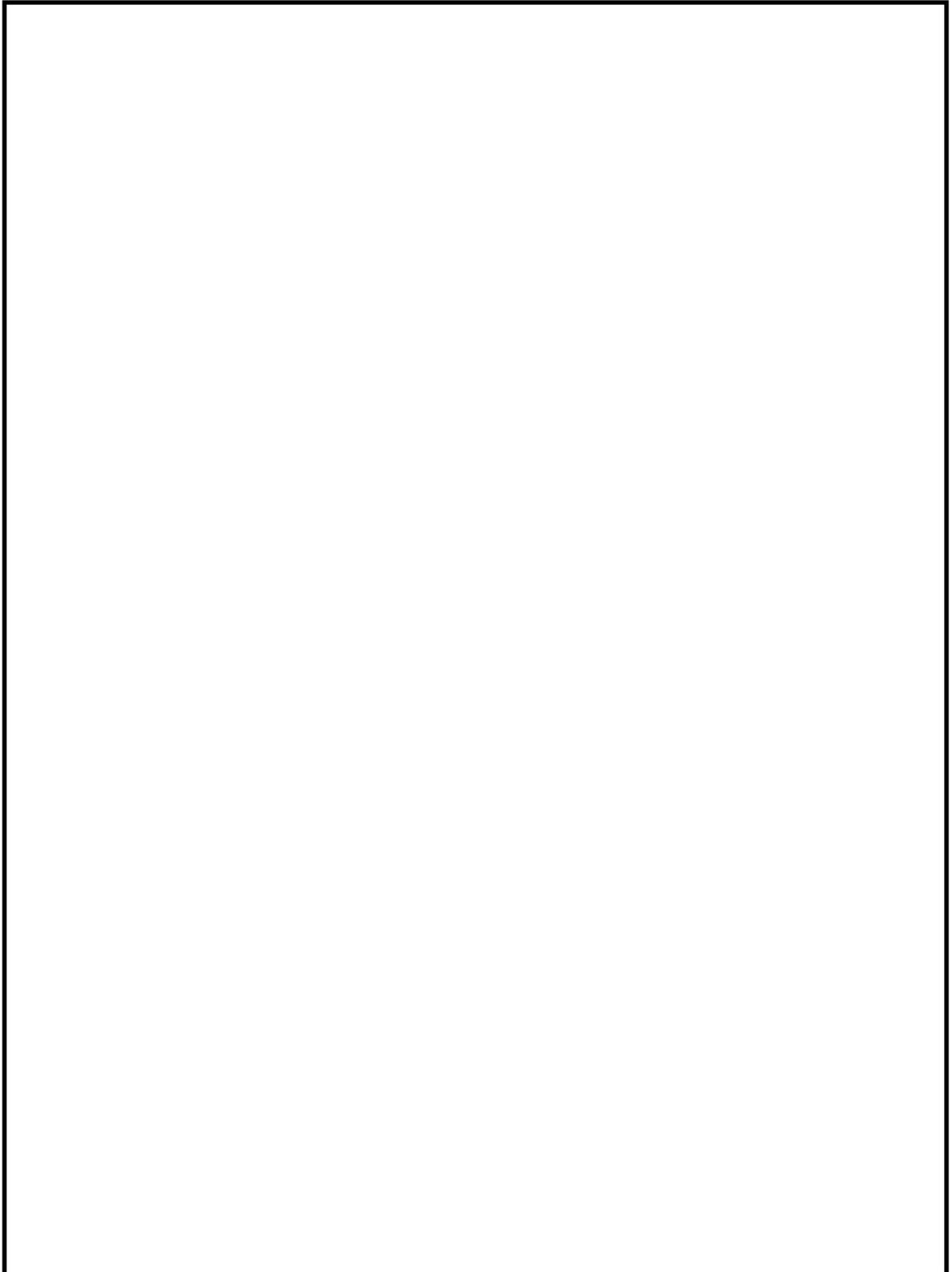
■ T. P. +3.0m～T. P. +8.0m

■ 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

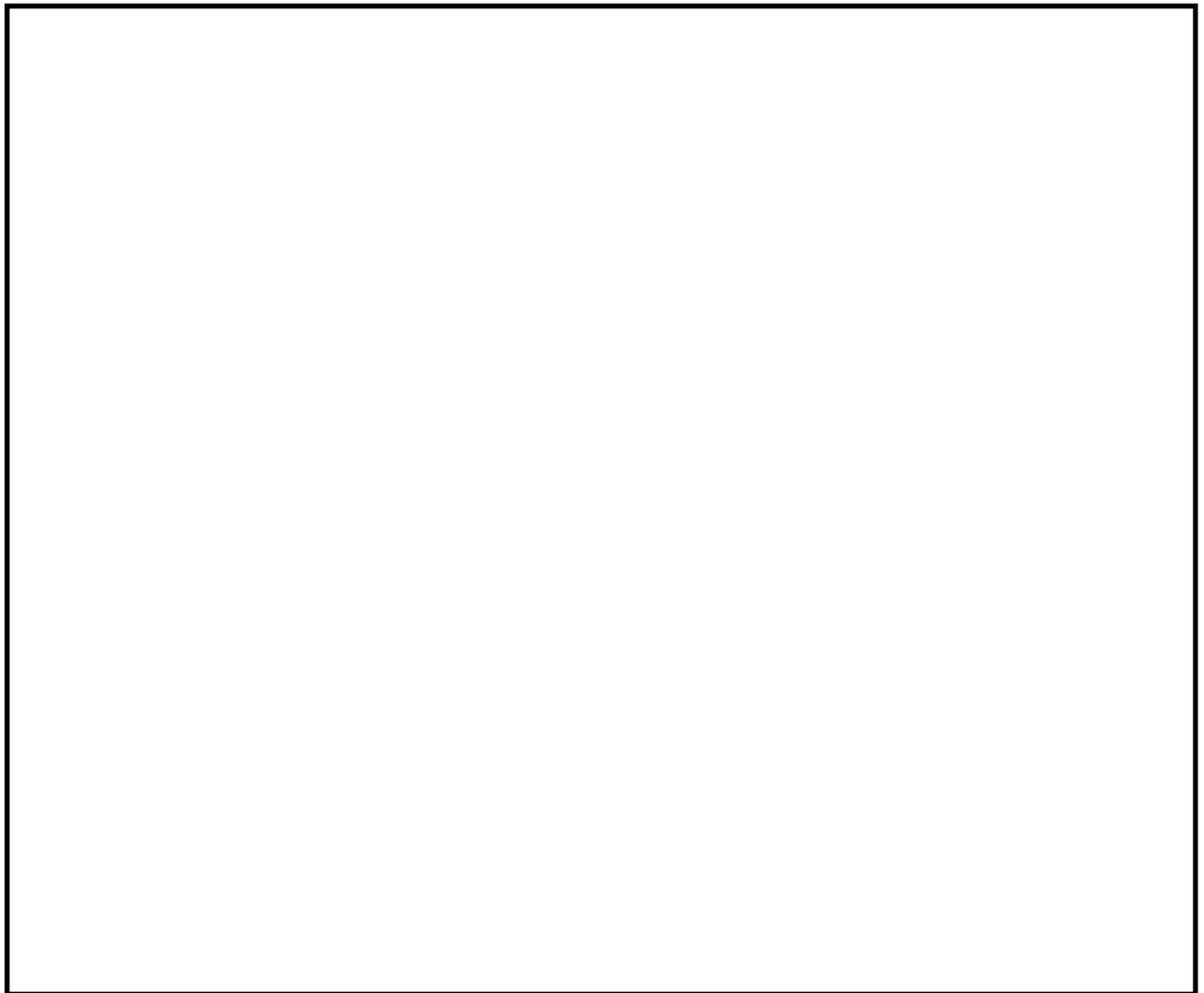
(1) 防潮堤・防潮扉

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	①鋼製防護壁	地中連続壁基礎 (岩着)	20.0	—
		②鉄筋コンクリート防潮壁			1 門
	敷地周辺 エリア	③鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア)			—
		④鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁			—
敷地側面 北側	敷地側面 南側	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23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。

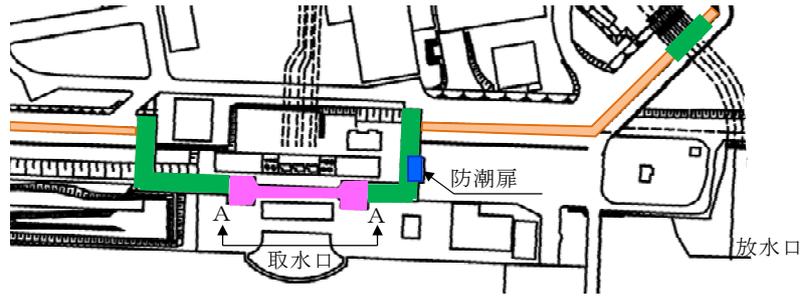
鋼管杭の寸法は，外径約2.0m～約2.5m，上部工の鉄筋コンクリートの厚さは堤外で約0.7m，堤内で約0.3m であり鋼管杭を含めた鉄筋コンクリート部の厚さは約3.0m～約3.5m である。

なお，添付資料24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。

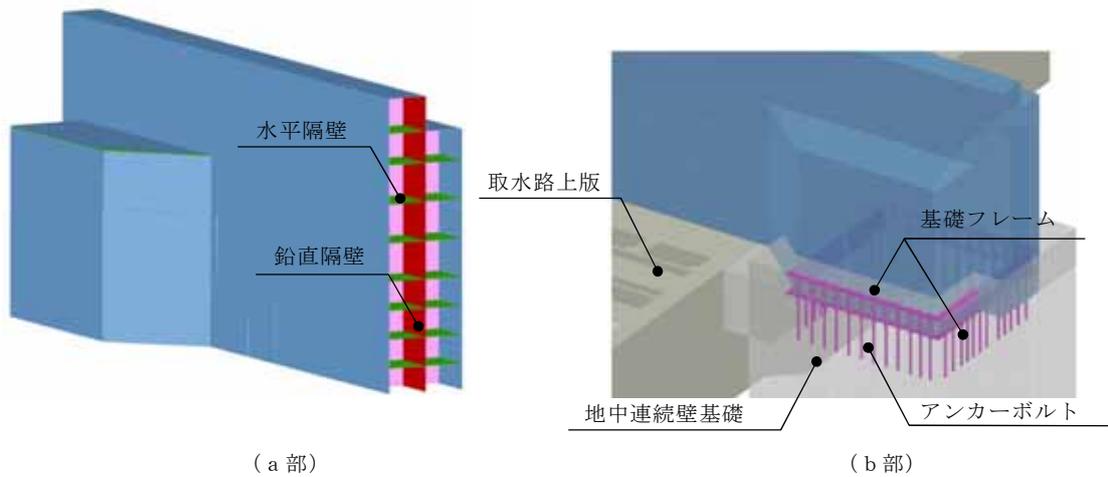
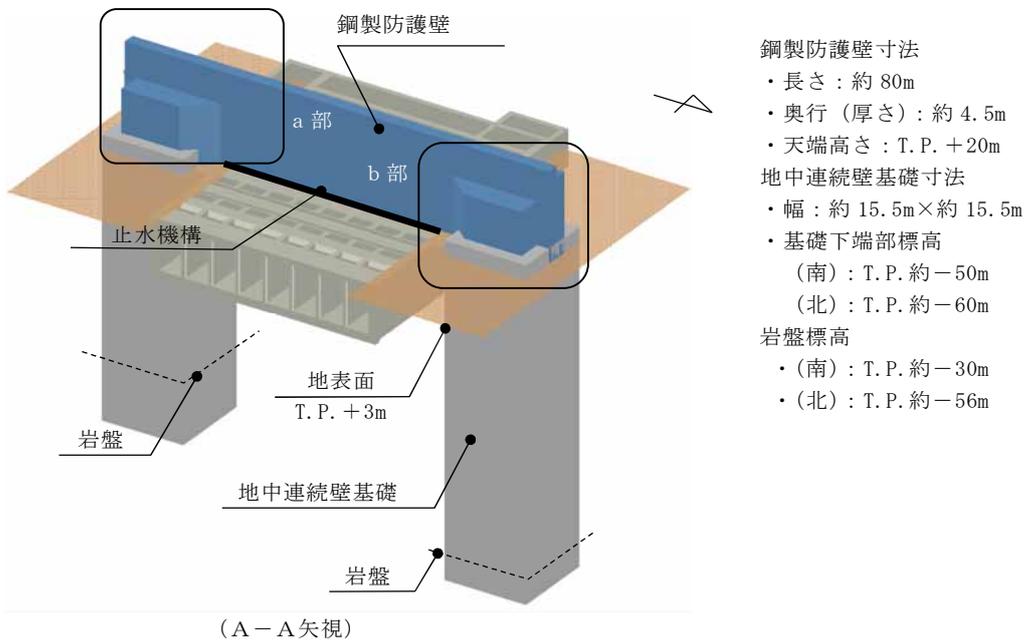
鋼管杭周りの表層付近の地盤においては，地震時における変形や津波による洗掘などに対して，浸水防護をより確実なものとするために地盤改良を実施する。

(d) 防潮扉

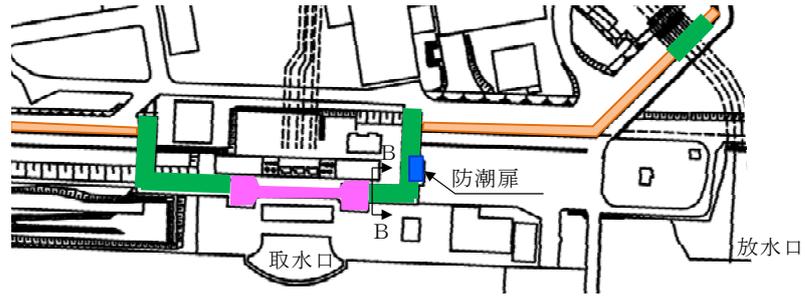
防潮扉は，敷地南側境界部及び海水ポンプエリアに防潮扉を設置する鋼製の上下スライド式の鋼製扉である。防潮扉本体はスキンプレート，主桁，補助桁等から構成され，また，戸当りには合成ゴムを設置することにより，波力を受けた扉体は，戸当りの合成ゴムと密着することにより止水する構造である。なお，防潮扉は，通常時は閉止運用とする。なお，添付資料25に防潮扉の設計と運用について示す。



- : ①鋼製防護壁
- : ②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)
- : ③鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁



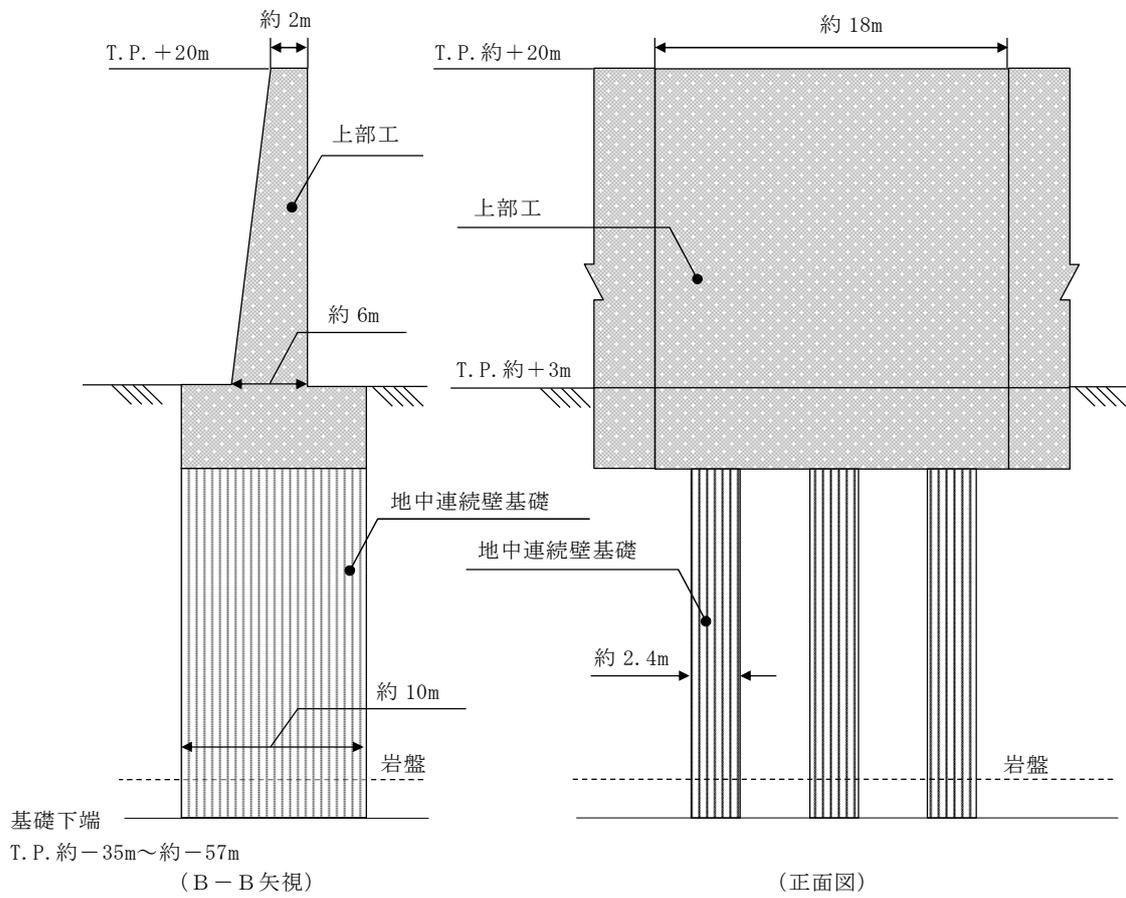
第 3.1-3 図 構造形式毎の防潮壁構造図 (1/4)
 [(a) 鋼製防護壁]



① 鋼製防護壁

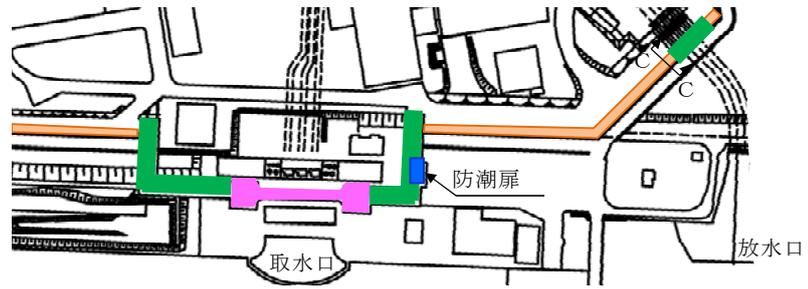
② 鉄筋コンクリート防潮壁 (海水ポンプエリア, 放水路エリア)

③ 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁

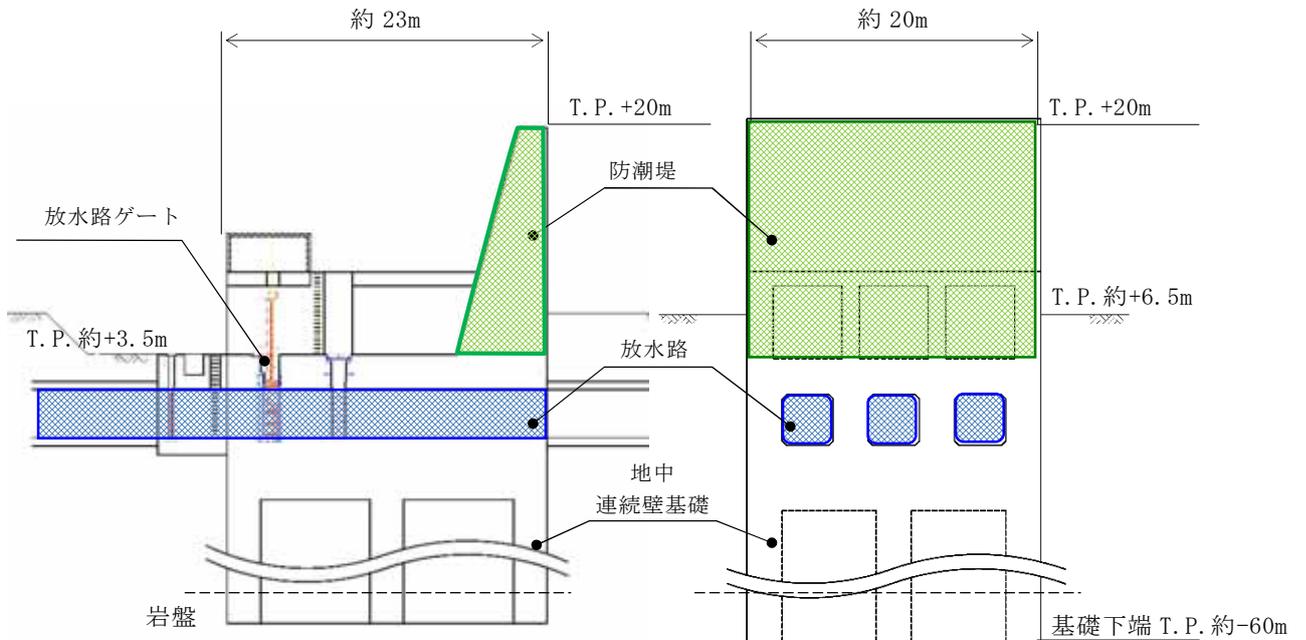


第 3.1-3 図 構造形式毎の防潮壁構造図 (2/4)

[(b) 鉄筋コンクリート造 (海水ポンプエリア)]



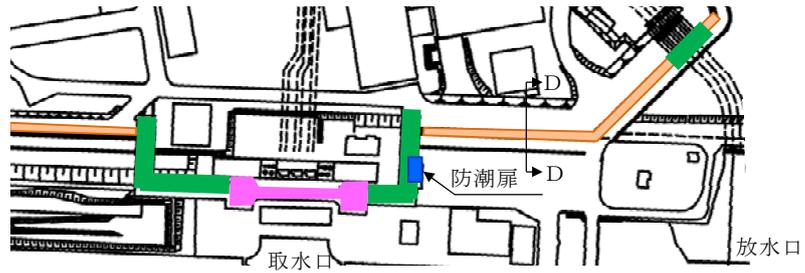
- : ①鋼製防護壁
- : ②鉄筋コンクリート防潮壁 (海水ポンプエリア, 放水路エリア)
- : ③鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁



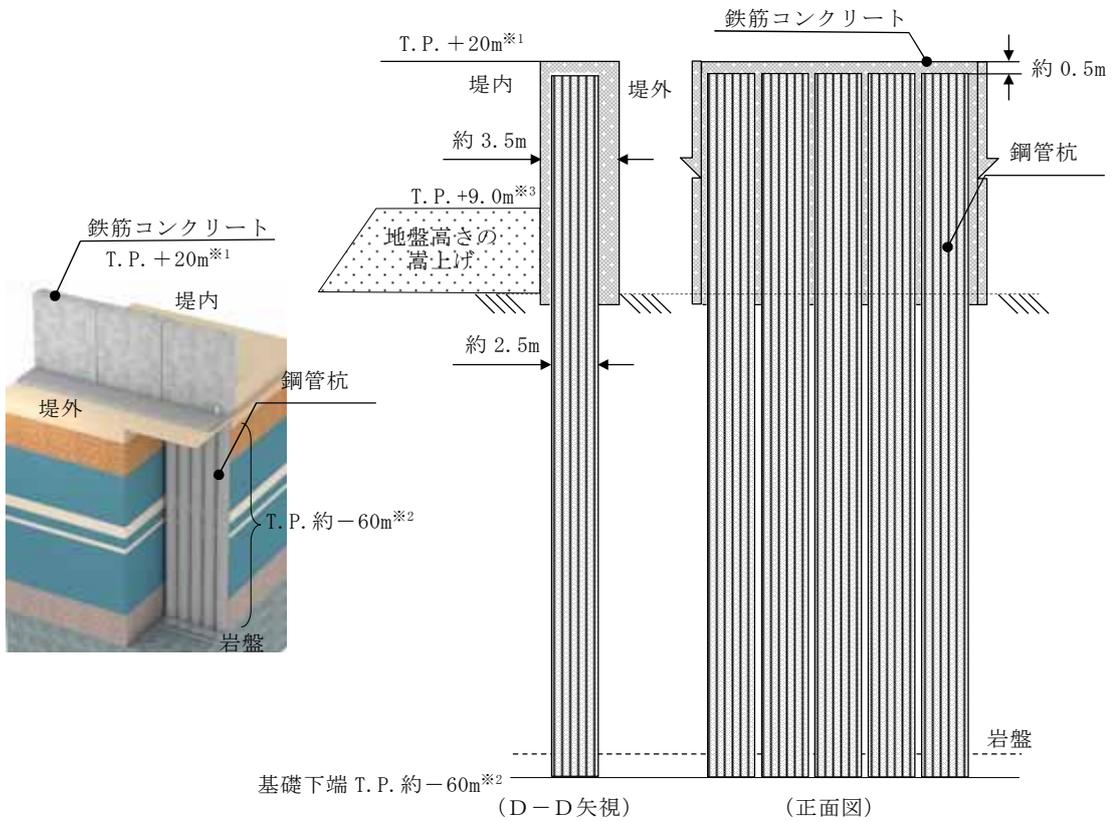
<断面図>
C-C 矢視

<正面図>

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)]

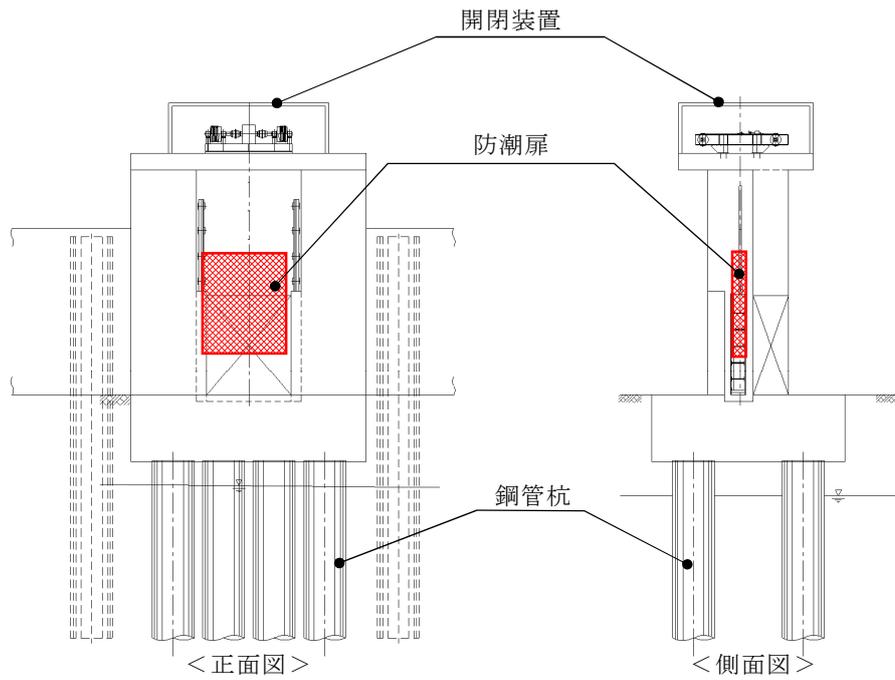


- : ①鋼製防護壁
- : ②鉄筋コンクリート防潮壁 (海水ポンプエリア)
- : ③鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁

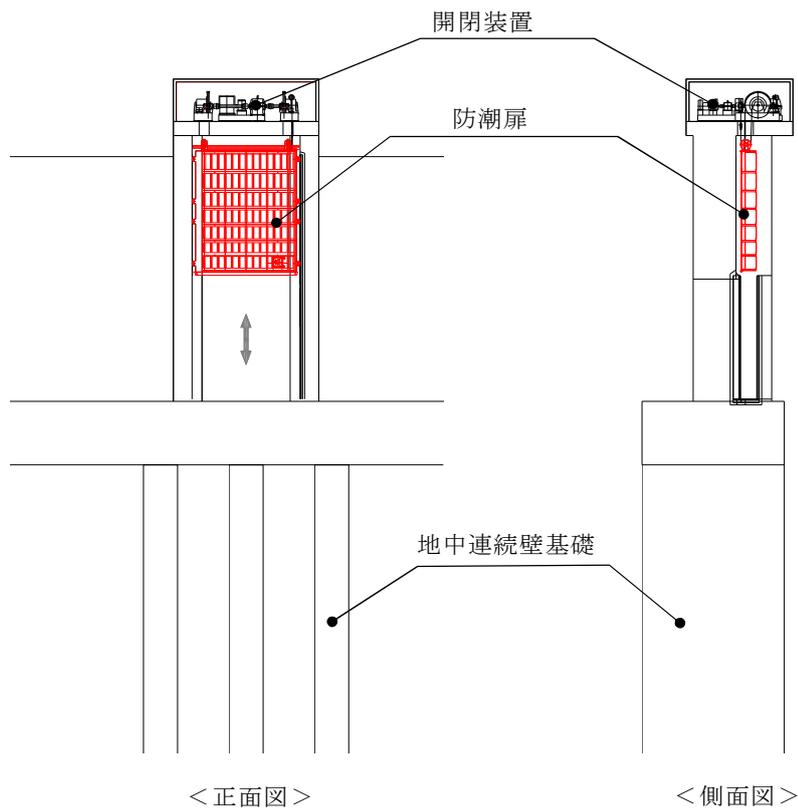


- ※ 1 : 敷地前面東側防潮堤天端高さ T.P. +20m, 敷地側面北側及び南側防潮堤天端高さ T.P. +18m
- ※ 2 : 基礎下端の標高は, 敷地前面東側～北側～西側へ T.P. 約-60m～T.P. 約-20m,
敷地前面東側～南側へ T.P. 約-35m～T.P. 約 0m
- ※ 3 : 地盤高さの嵩上げは, 敷地前面東側～北側～西側は T.P. 約+9.0m,
敷地前面東側～南側へ T.P. 約+10m～T.P. 約+11m

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 $+0.65\text{m}$ 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 (I 共通編・IV 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。

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

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

放水路を經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經由した津波が、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 $S_d - D 1$ を考慮し、これによる荷重を余震荷重として設定する。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

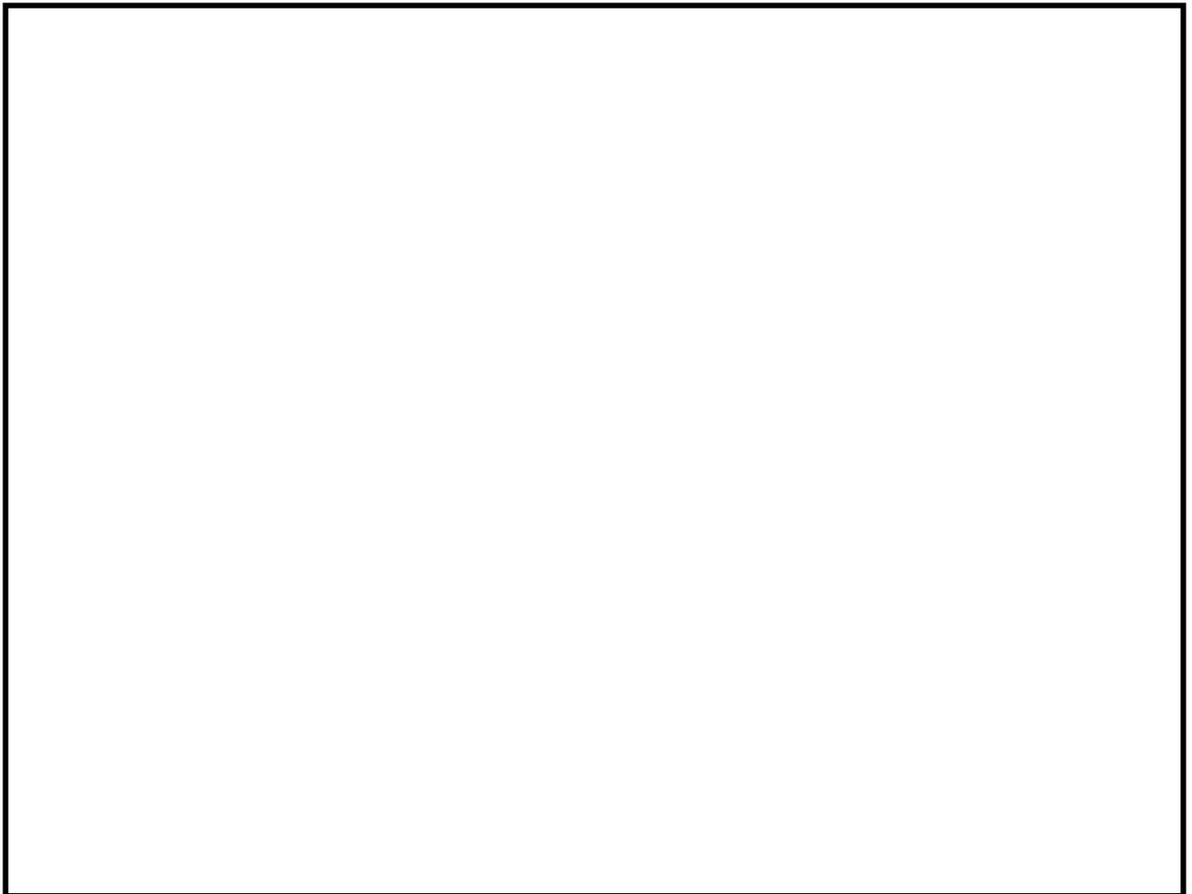
構内排水路逆流防止設備は、鋼製のフラップゲートであり防潮堤外側に設置する。フラップゲートは、スキンプレート、戸当たり等から構成され、スキンプレートは戸当たりのヒンジにより接合される。

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。

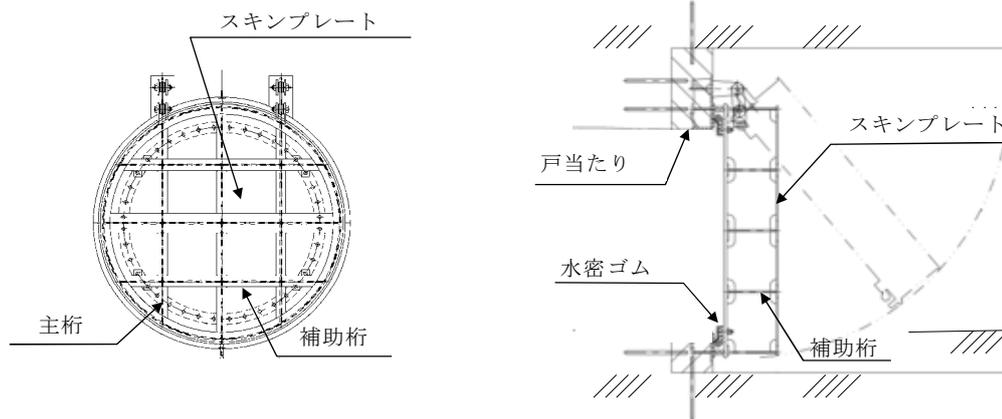
第 3.1-5 表 構内排水路逆流防止設備の主要仕様

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。
集水桁 (杭基礎又は 地中連続壁基礎)	フラップゲートを設置する杭基礎又は地中連続壁基礎の鉄筋コンクリート構造物であり，地震荷重やフラップゲートから伝達される津波荷重に対して十分な耐性を有することで，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_s 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 27 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 $S_d - D 1$ を考慮し，これによる荷重を余震荷重として設定する。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。

(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。

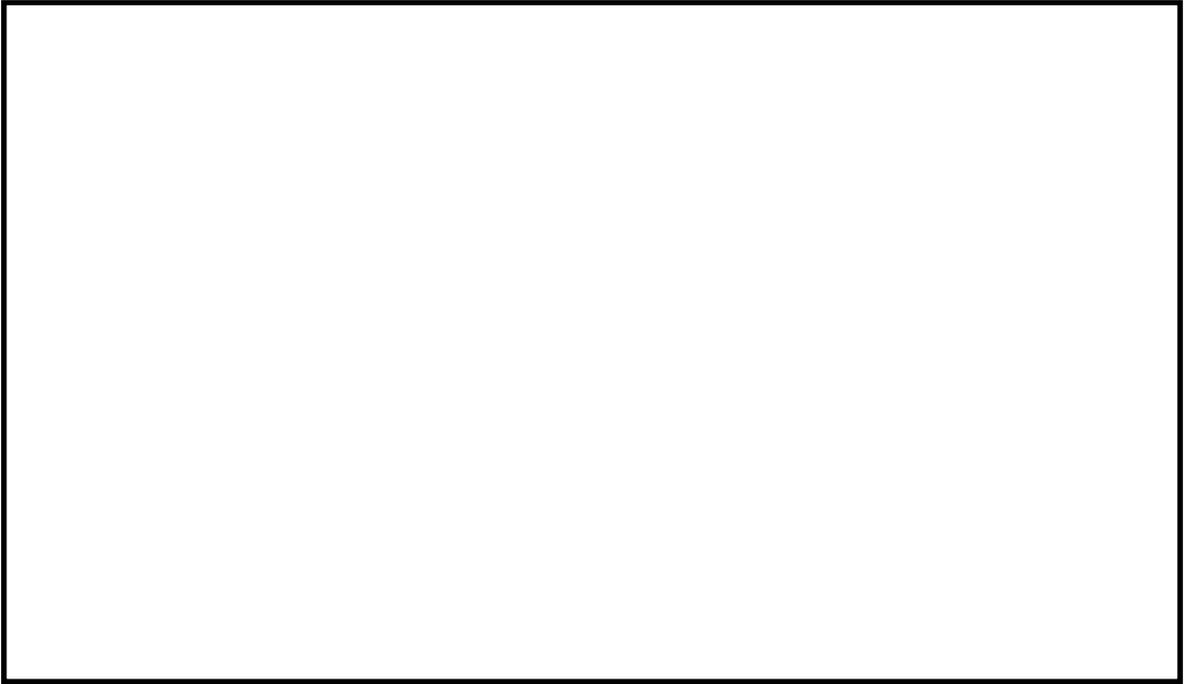
貯留堰は、津波荷重や地震荷重等に対して、津波防護機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。なお、添付資料 3 1 に貯留堰の構造及び仕様について示す。

a. 構造

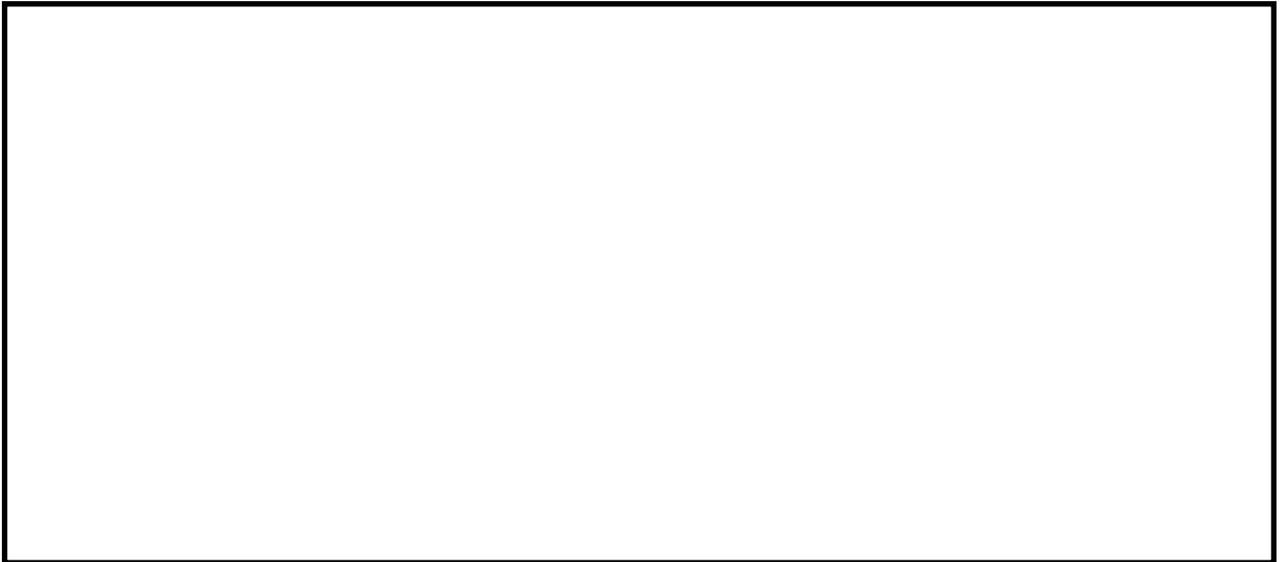
貯留堰は、外径約 2m、厚さ 25mm の鋼管矢板式堰であり、取水口前面の海中に設置する。

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に示す（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 $S_d - D 1$ を考慮し、これによる荷重を余震荷重として設定する。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。

(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 (I 共通編・IV 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。

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

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。

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、基準津波で使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。

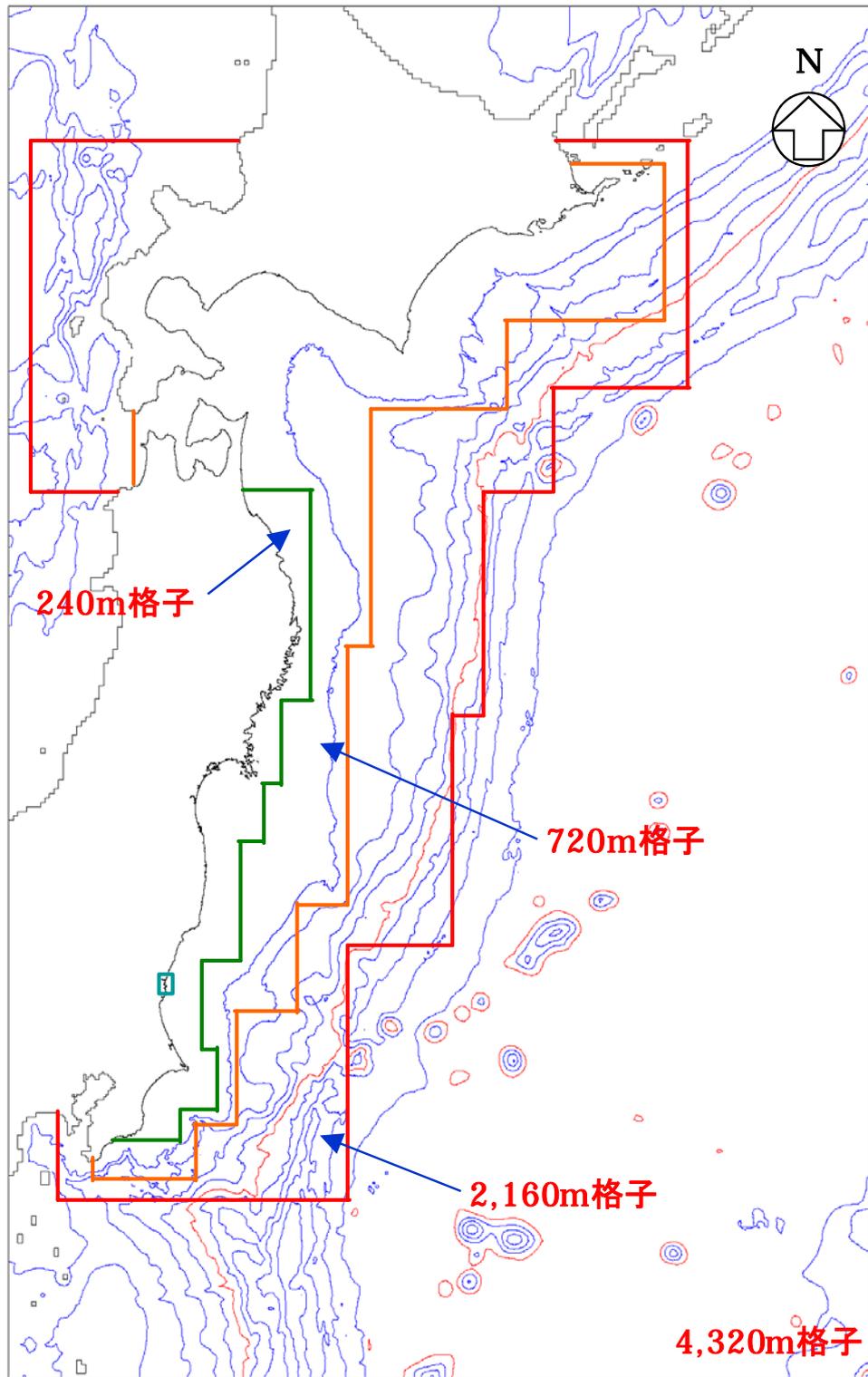
第1表 津波シミュレーションの概略及び詳細計算手法

項目	条件		備考
解析領域	北海道から千葉県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aggerド格子, リープ・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	$\Delta t=0.05$ 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)	

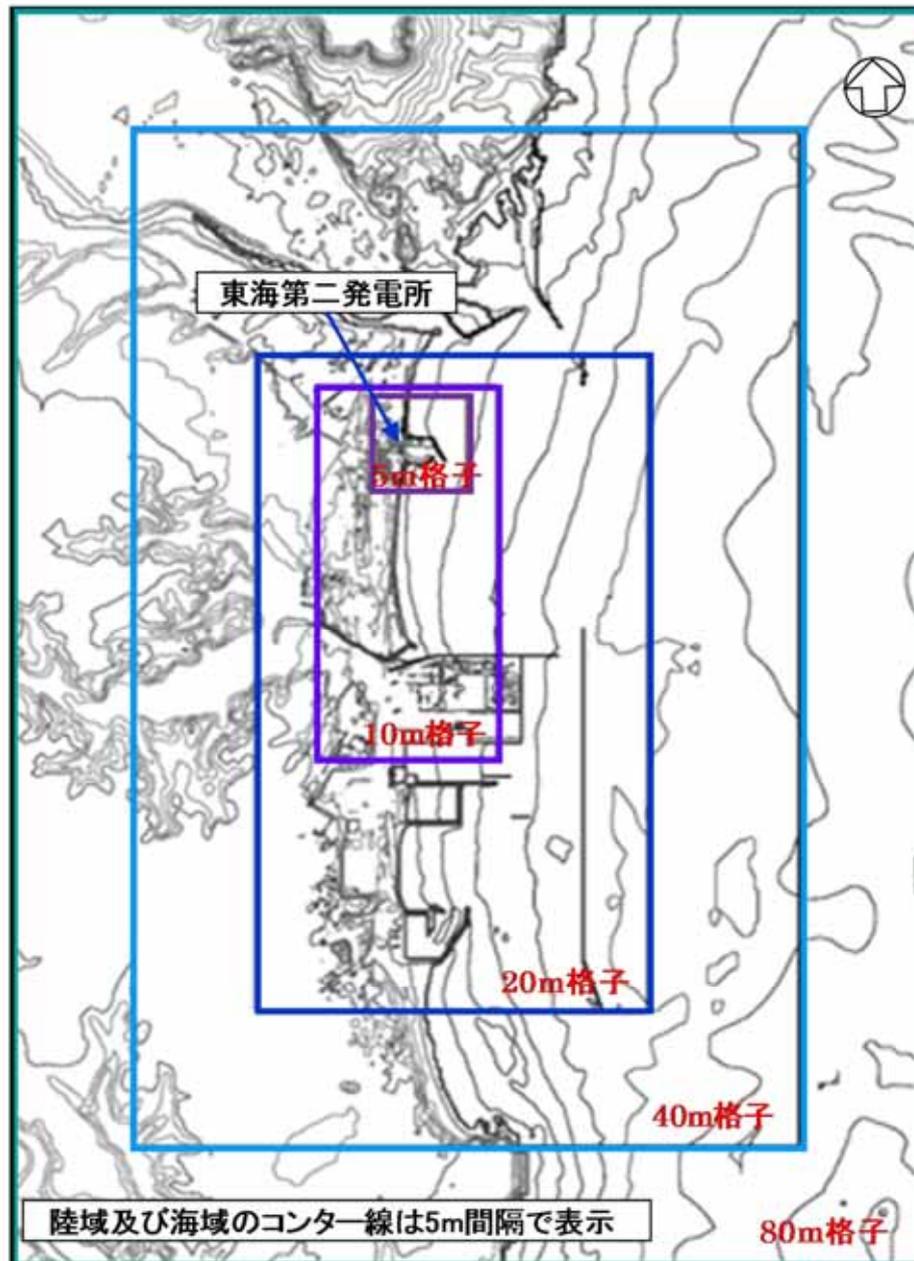
※2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量を考慮

第2表 地形データ

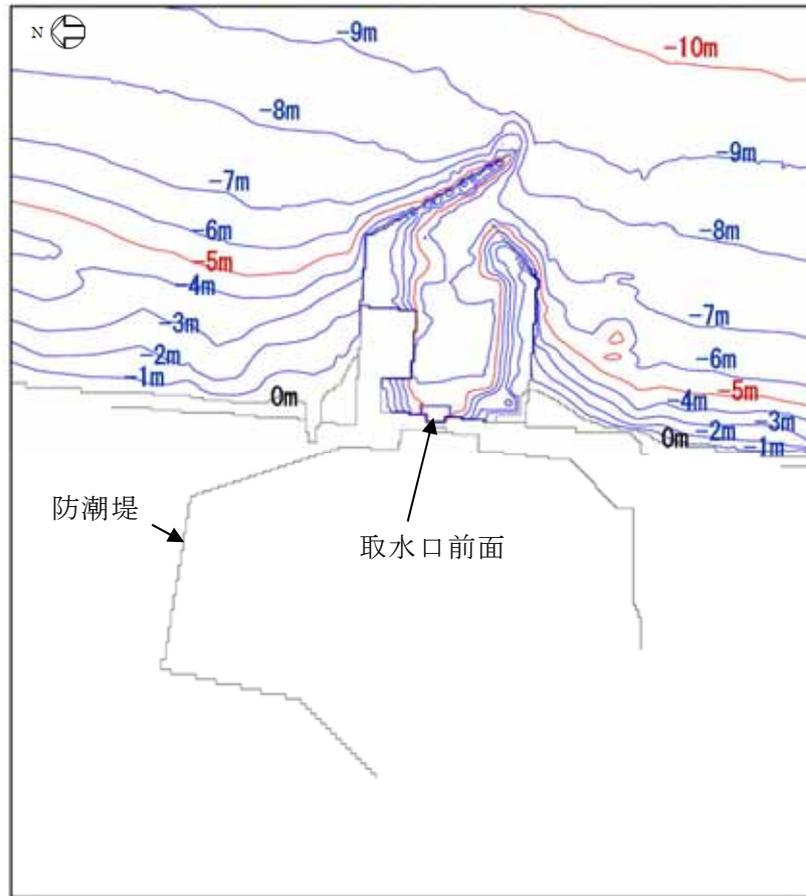
項目	データ
陸上地形	<ul style="list-style-type: none"> 津波解析用地形データ：茨城県 (2007) 敷地平面図：日本原子力発電 (株) (2007)
海底地形	<ul style="list-style-type: none"> JTOP030：(財) 日本水路協会 (2006) 沿岸の海の基本図デジタルデータ：(財) 日本水路協会 (2002) 津波解析用地形データ：茨城県 (2007) 東海水深図：日本原子力発電 (株) (2007)



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。

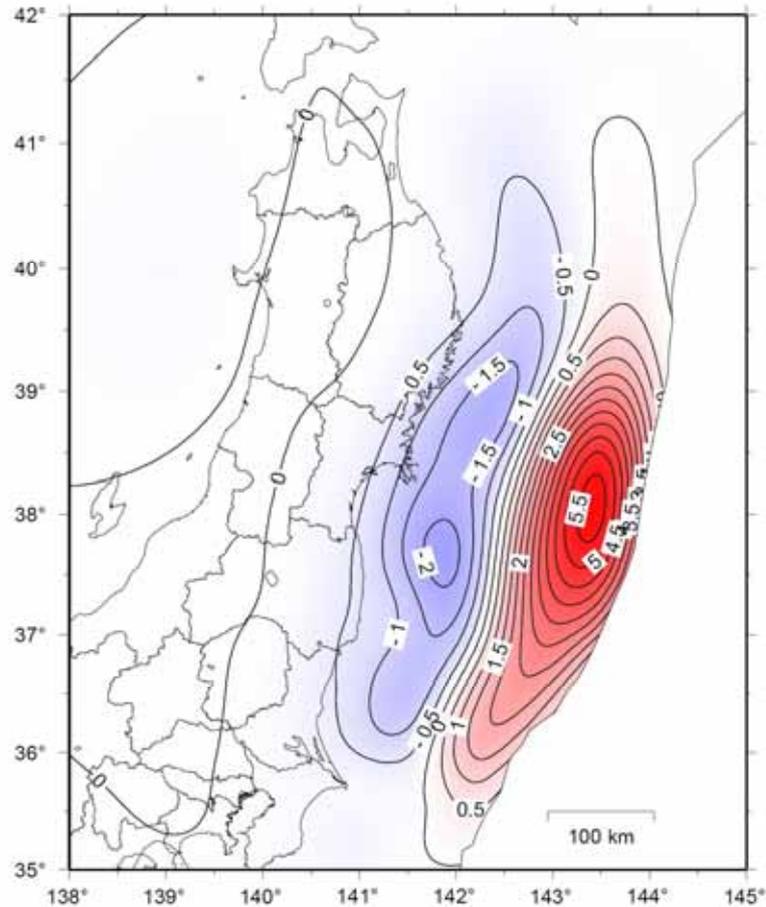
次に2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量が津波水位に及ぼす影響の程度について評価する。津波水位が水深の4乗根に反比例するというグリーンの法則に基づき、解析に適用した水深の増加量と実際的水深変化量の差による津波水位の増幅率を確認した結果を第3表に示す。また、解析上の水深コンター図を第5図に示す。津波水位の増幅率は海溝軸付近から陸地に近づくほど減少傾向にあることから、発電所付近では水位の増幅率が減少することが予想される。水深50m以浅の沿岸部においては、波の前傾化等の非線形効果が作用するため、線形理論に基づくグリーンの法則より水深に対する水位変化は一般に鈍くなる。水深50m付近に入射する津波水位は解析上大きめに評価されていると考えられる。また、津波による砂移動が津波水位に与える影響についても、基準津波による海底面の洗掘、堆積が局所的であり、水深の変化は数十cmであることから、敷地前面において基準津波より水位が小さい2011年東北地方太平洋沖地震津波による砂移動が津波水位に与える影響はわずかであると考えられる。

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。

なお、津波シミュレーションに用いている発電所周辺の地形データより新し

いデータが公表された場合、地形の比較などの津波評価への影響について検討し、必要に応じて津波解析を実施する。

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



赤色：隆起、青色：沈降
 Red: Uplift, Blue: Subsidence
 コンター間隔：0.5m
 Contour Interval: 0.5m

※この上下変動図は電子基準点 (GPS 連続観測点) データからプレート境界面上での滑り分布モデルを推定し、そのモデルから計算される上下変動の推定値を図示したものです。従って実際の変動量とは必ずしも一致するものではありません。

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

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的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)	実際的水深 (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%

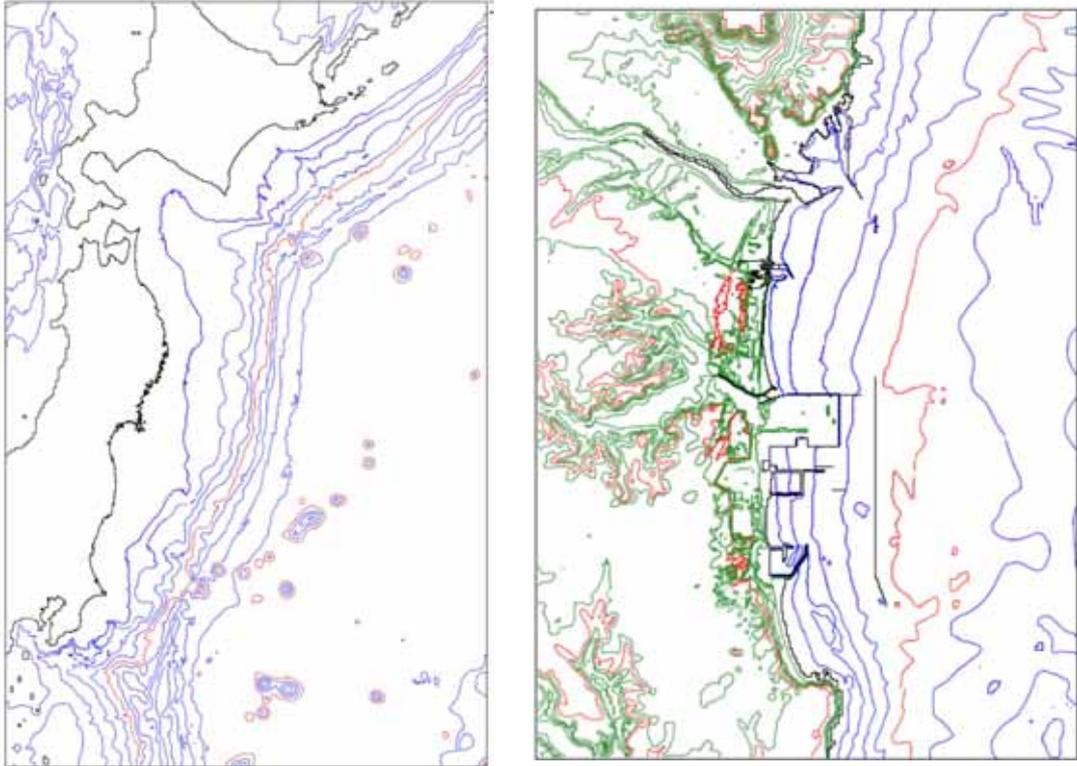
・(D) = (A) + (B)

・(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

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 ヶ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 ヶ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。

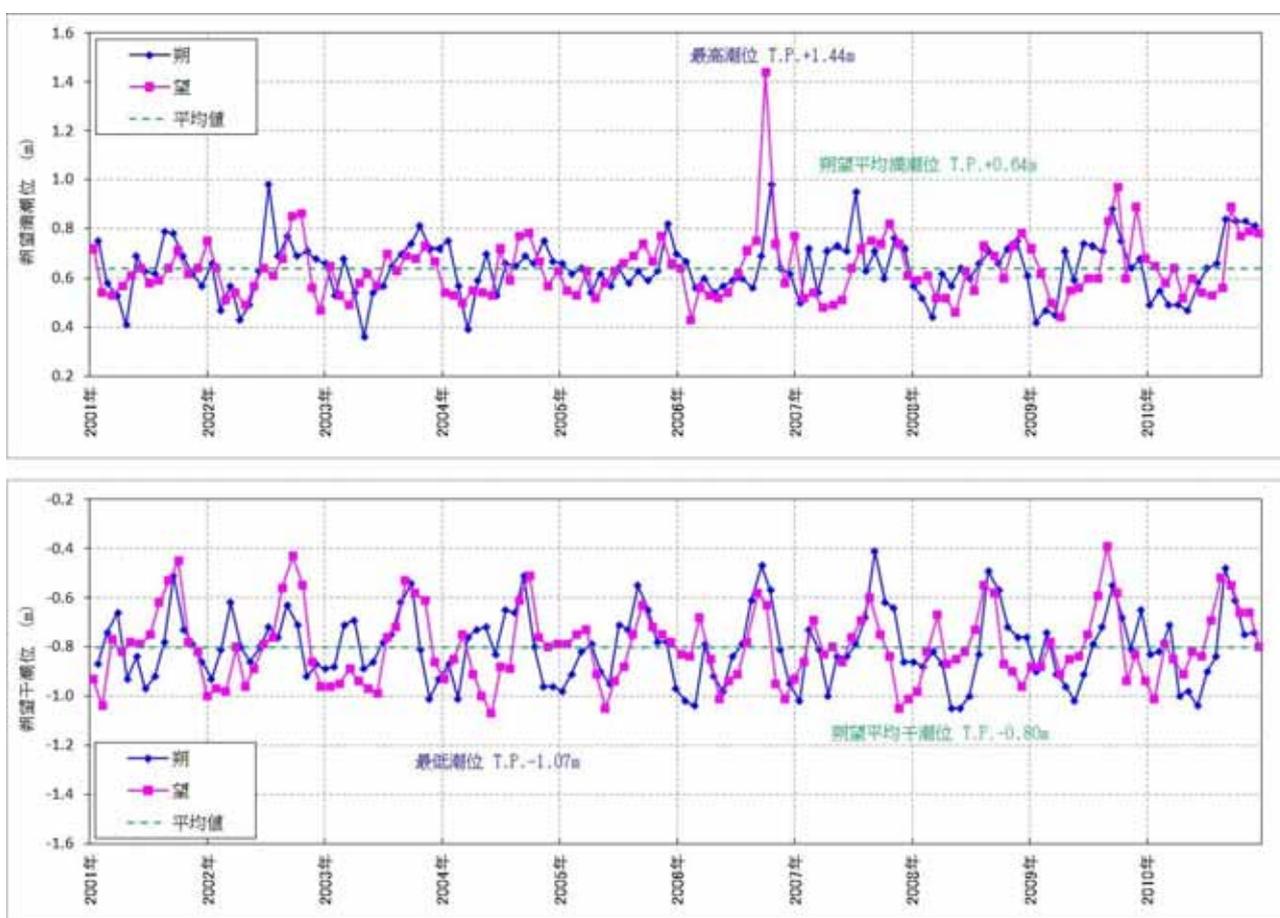
2. 観測期間の影響について

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 ヶ年の朔望潮位データに対して、平成 13 年 1 月からの 10 ヶ年（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 ヶ年及び 10 ヶ年の朔望満潮位、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 ヶ年（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地点の2006年1月～2010年12月、2012年1月～2016年12月における朔望平均満干潮位、年平均潮位、高潮を含む年最高潮位の推移及び最高潮位の超過発生確率を用いて、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、各地点の朔望平均満干潮位を第3表に、各地点の年平均潮位の推移を第4図に、各地点の年最高潮位の推移を第5図、各地点の最高潮位の超過発生確率の推移を第6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年～2010年と2012年～2016年の値を比較したところ、2006年～2010年に対し2012年～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年～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傾向を示している。

さらに、至近約40年（1971年～2010年）における日立港区と至近約10年（2006年～2010年、2012年～2016年）における銚子漁港及び小名浜の最高潮位の超過発生確率を比較しても、曲線は同様の傾向を示している。

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7図に示す。なお、東海第二発電所潮位データについては、検潮小屋のフロア高さを基準高さに用いているため、

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。



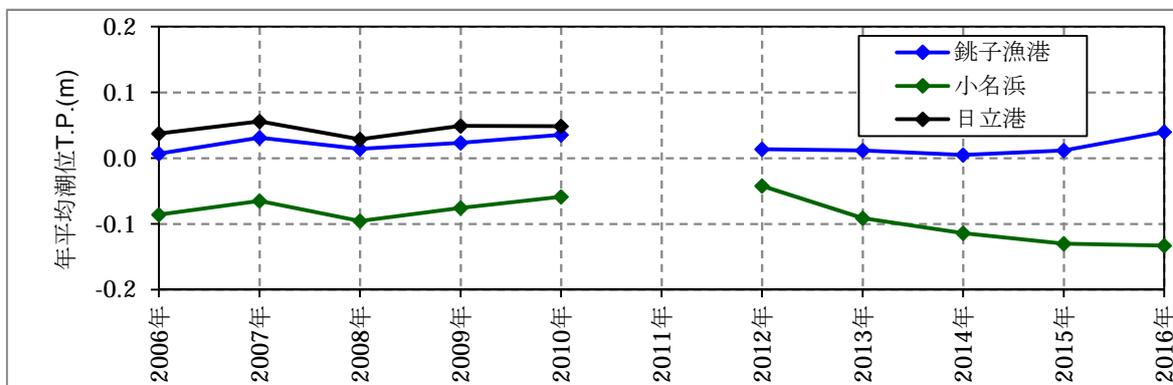
気象庁（2017）に加筆

第2図 験潮所位置図

第3表 各地点の朔望平均満干潮位

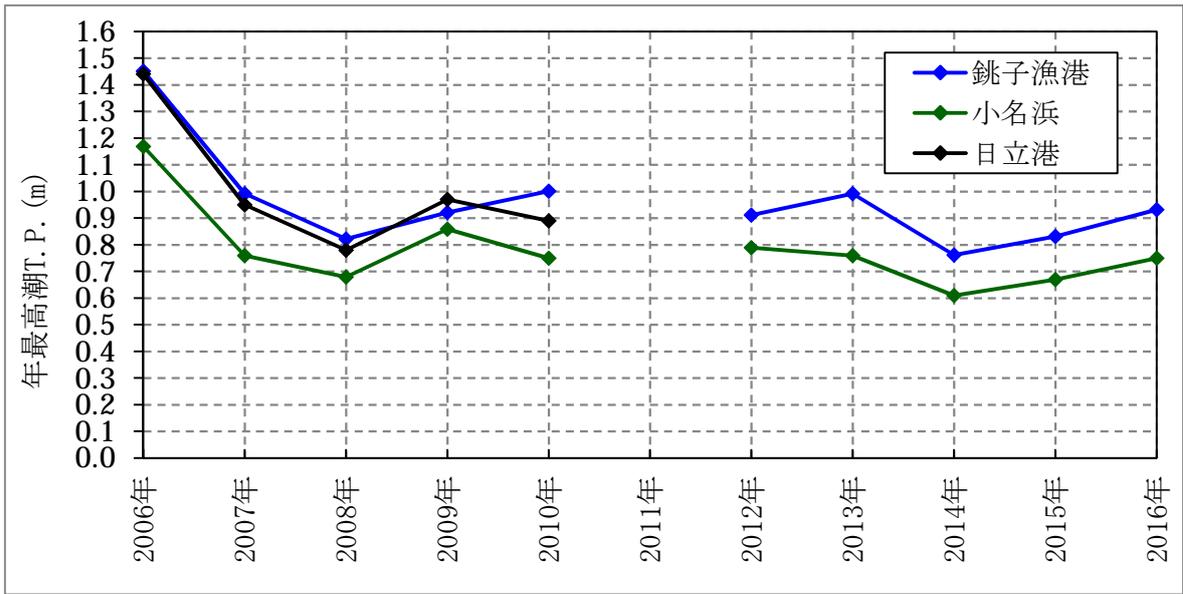
		銚子漁港		小名浜		日立港区
		2006~2010年	2012~2016年	2006~2010年	2012~2016年	2006~2010年
朔望満潮位	平均	0.65	0.62	0.54	0.49	0.65
	標準偏差	0.13	0.11	0.13	0.11	0.14
朔望干潮位	平均	-0.88	-0.82	-0.92	-0.88	-0.80
	標準偏差	0.14	0.13	0.15	0.13	0.15

単位：T.P. m

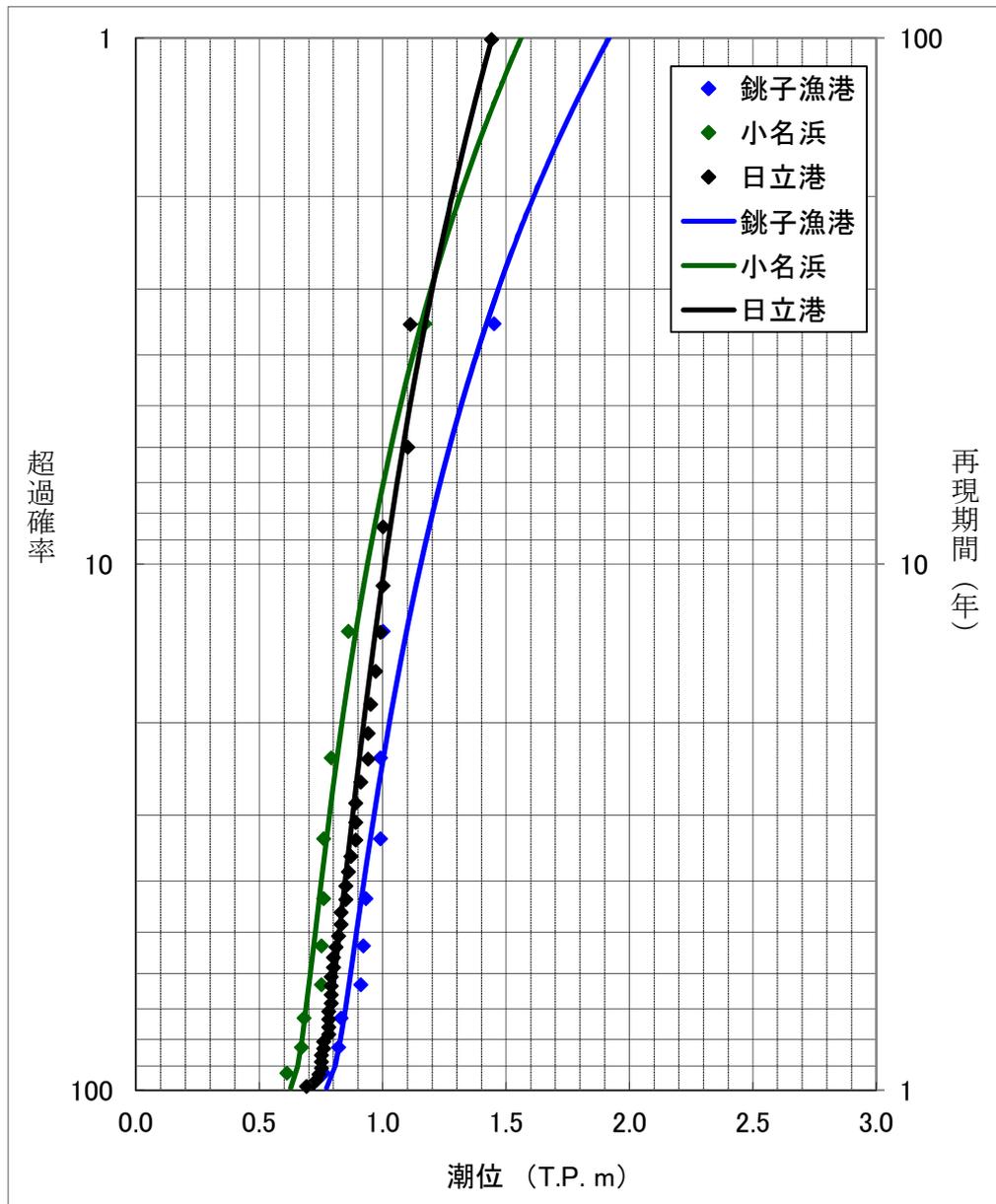


第4図 各地点の年平均潮位の推移

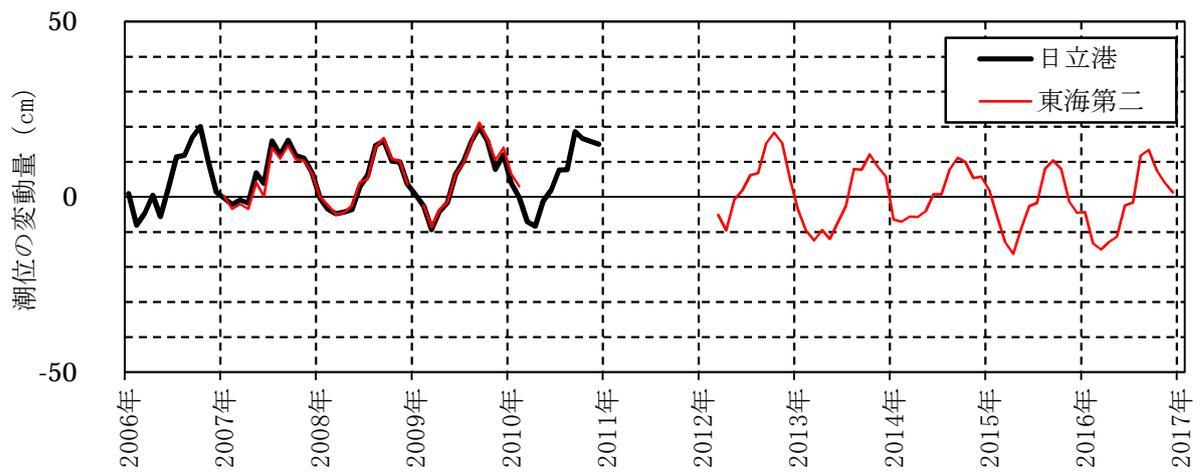
5条 添付8-5



第5図 各地点の年最高潮位の推移



第 6 図 各地点の超過発生確率



※東海第二発電所の潮位データは、検潮小屋のフロア高さを基準高さに用いているため、日立港区（2007年1月）の潮位値を基準値としている。
また、2009年1月、2010年3月から2012年2月の潮位データは欠測。

第7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

漂流物の調査要領について

1. はじめに

東海第二発電所において基準津波による水位変動に伴う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が要求されている。

このため、同要求に対して適合性を確認する「基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備等」の調査要領を示す。

2. 調査要領

(1) 調査範囲

調査範囲は、基準津波の流向、流速及び継続時間より、東海第二発電所の取水口から半径5km内の海域及び陸域とする。なお、陸域については、標高、地形を考慮し、基準津波の遡上域を包絡した範囲とする。調査範囲を第1図に示す。

(2) 調査方法

調査は上記の調査範囲を発電所敷地内・敷地外又は陸域・海域に区別し、4つに分類して実施する。分類ごとの調査対象及び調査方法を第1表に示す。



■ : 調査範囲 (基準津波の遡上域を包絡した範囲)

第1図 漂流物調査範囲概要

5条 添付16-2

第1表 「漂流物の可能性がある施設・設備等」の調査方法の概要

調査範囲		調査対象		調査方法	
発電所敷地内・敷地外	海域・陸域	分類	方法		概要
			方法	概要	
発電所敷地内	海域	・船舶	資料調査	資料を調査し、船舶を抽出する。	
			資料調査	設備図書等を調査し、海上設置物を抽出する。	
		現場調査	現場を調査し、海上設置物を抽出する。		
	陸域	・建物・構築物 ・その他建物等 ・機器 ・車両	資料調査	設備図書等を調査し、建物・構築物、その他建物等、機器、車両を抽出する。	
			現場調査	現場を調査し、建物・構築物、その他建物等、機器、車両を抽出する。	
		・資機材等 ・その他物品等	現場調査	現場を調査し、資機材等、その他物品等を抽出する。	
発電所敷地外	海域	・船舶	資料調査	資料を調査し、船舶を抽出する。	
			聞き取り調査	関係者からの聞き取り調査を実施し、船舶を抽出する。	
		・海上設置物	資料調査	地図等の資料により、集落、工業地域、対象の有無等を確認する。	
			現場調査	現場を調査し、海上設置物を抽出する。	
	陸域	・建物・構築物 ・その他建物等 ・車両 ・その他物品等	聞き取り調査	関係者からの聞き取り調査を実施し、海上設置物を抽出する。	
			資料調査	地図等の資料により、集落、工業地域、対象の有無等を確認する。	
			現場調査	現場を調査し、建物・構築物、その他建物等、車両、その他物品等を抽出する。	
		・その他物品等	聞き取り調査	関係者からの聞き取り調査を実施し、建物・構築物、その他建物等、車両、その他物品等を抽出する。	
			聞き取り調査	関係者からの聞き取り調査を実施し、建物・構築物、その他建物等、車両、その他物品等を抽出する。	

(3) 調査の実施

調査の実施方法については、「(2) 調査方法」で示した調査対象及び調査方法について、第2表に示すように考え方、手順、記録項目等を具体化し、調査を実施する。

第2表 調査の実施方法 (1/2)

調査範囲		調査対象			調査方法		
		分類	具体的な考え方	例	調査内容	記録項目	
発電所敷地内	海域	船舶	—	東海港の港湾内に業務により来航する船舶 ・燃料等輸送船 ・貨物	「東海港・港湾施設使用願/許可書」により、船舶を抽出し、記録する。	名称、仕様(寸法, 総トン数, 喫水)	
		設備類等	海上設置物	海上に設置された機器, 施設等 ・標識ブイ ・浮棧橋	設備図書等により, 機器, 施設等を抽出し, 記録する。 現場のウォークダウンにより, 機器・施設等を抽出し, 記録する。	名称, 仕様(寸法, 質量, 材質), 数量, 設置場所	
	建物類等	建物・構築物	土地に定着している建築物等	・建屋 ・棧橋	設備図書等により, 建物・構築物等を抽出し, 記録する。 現場のウォークダウンにより, 建物・構築物等を抽出し, 記録する。	名称, 仕様(寸法, 構造), 設置場所	
		その他建物等	土地に定着していない建物等	・倉庫(物置タイプ) ・仮設ハウス			
	陸域	設備類等	機器	基礎等に据付けられた機器(発電用設備に関わるもの)	・タンク ・ポンプ ・配管, 弁 ・分電盤, 制御盤等	設備図書等により, 機器を抽出し, 記録する。 現場のウォークダウンにより, 機器を抽出し, 記録する。	名称, 仕様(寸法, 質量, 材質, 構造(形状), 数量, 設置場所
			資機材等	発電用設備に関わる機器等の工事, 点検等に使用する常設又は仮置きされた資機材, 物品等 仮設の機器	・点検用機材 ・仮設タンク ・足場材 ・コンクリートハッチ等 ・予備品, 貯蔵品	現場のウォークダウンにより, 資機材等を抽出し, 記録する。	名称, 仕様(寸法, 質量, 材質, 構造(形状), 数量, 設置場所
		車両	発電所敷地内に定常的に駐車される車両	・車庫, 駐車場等の車両	設備図書等により, 調査範囲内にある車庫, 駐車場等を確認する。 現場のウォークダウンにより, 車両を抽出し, 記録する。	車両の種類, 数量, 駐車場所	
		その他物品等	発電用設備に関わる機器, 物品, 資機材以外の常設又は仮置きされた物品, 機器等, その他の人工構造物, 植生	・自動販売機 ・街灯 ・柵 ・防砂林	現場のウォークダウンにより, その他物品等を抽出し, 記録する。	名称, 仕様(寸法, 構造(形状), 設置状況, 数量, 設置場所	

第2表 調査の実施方法 (2/2)

調査範囲	調査対象			調査方法			
	分類	具体的な考え方	例	調査内容	記録項目		
発電所敷地外	海域	船舶	—	調査範囲内を航行する船舶等	<ul style="list-style-type: none"> ・貨物船 ・漁船 	資料により、船舶を抽出し、記録する。 関係者からの聞き取りにより、船舶を抽出し、記録する。(関係者から開示された資料の確認を含む。)	名称、仕様(寸法、総トン数、喫水)
		設備類等	海上設置物	海上に設置された機器、施設等	<ul style="list-style-type: none"> ・標識ブイ ・浮棧橋 ・定置網 	地図等*の資料により、集落、工業地帯、対象の有無等を確認する。 現場のウォークダウンにより、海上設置物を抽出し、記録する。	名称、数量、設置場所
	陸域	建物類等	建物・構築物	土地に定着している建築物等	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋 ・公共施設、大型商業施設等 ・棧橋 	地図等*の資料により、集落、工業地帯、対象の有無等を確認する。 現場のウォークダウンにより、建物・構築物等を抽出し、記録する。	名称、数量、設置場所
			その他建物等	土地に定着していない建物等	<ul style="list-style-type: none"> ・倉庫(物置タイプ) ・仮設ハウス 		
	陸域	設備類等	車両	施設に定常的に駐車される多数の車両	<ul style="list-style-type: none"> ・乗用車、大型車等車両 	地図等*の資料より調査範囲内に多数の車両が駐車する可能性のある施設を確認する。 現場のウォークダウンにより、車両を抽出し、記録する。	車両の種類、数量、駐車場所
			その他物品等	車両以外の人工構造物植生	<ul style="list-style-type: none"> ・設備、機器類 ・出荷待ち製品 ・自動販売機 ・街灯 ・柵 ・防砂林 	地図等*の資料により、集落、工業地帯、対象の有無等を確認する。 現場のウォークダウンにより、その他物品等を抽出し、記録する。	名称、数量、設置状況、設置場所

* 国土地理院発行の地図、インターネット地図・空中写真等

3. 人工構造物等の状況を考慮した継続的な調査方針

人工構造物^{※1}の位置、形状等に変化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には、漂流物調査結果に影響を及ぼす可能性がある。

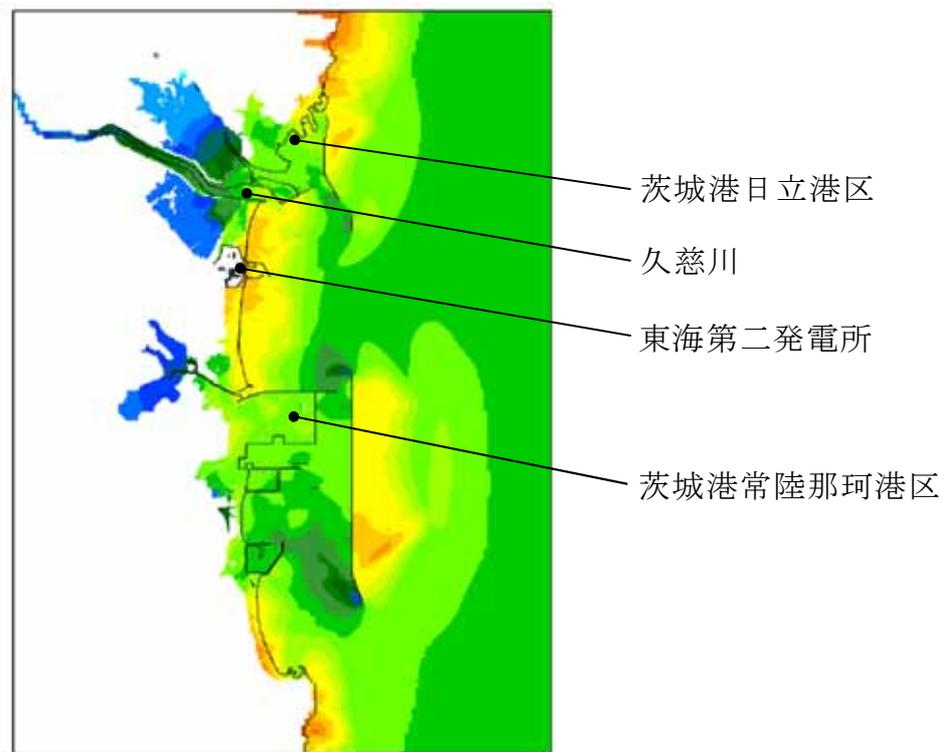
このため、人工構造物については自治体、地域の連絡会・協定等の情報を活用し、定期的（1[回/年]以上）に、港湾施設、河川堤防、海岸線の防波堤、海上設置物、津波遡上域の建物・構築物、敷地前面における通過船舶等の状況^{※2}を確認するとともに、隣接事業所において工事・作業等により設置されうる仮設物等については設置状況に変更が生じる可能性がある場合に適時情報入手できるよう文書の取り交わしにより情報共有手段を構築し、仮設物の設置状況を確認する。設置状況の確認結果により必要に応じて「2. 調査要領」に示した要領にて漂流物調査を実施する方針とする。また、発電所の施設・設備の改造や追加設置^{※3}を行う場合においても、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。なお、隣接事業所における仮設物等の設置状況の確認に関する詳細な運用手順として、津波防護施設等の健全性、取水機能を有する安全設備等の取水性に対する既往の漂流物評価に影響を及ぼす可能性のある仮設物の設置状況の変更が確認される場合には、必要な情報を入手できるよう運用手順を定める方針である。

※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

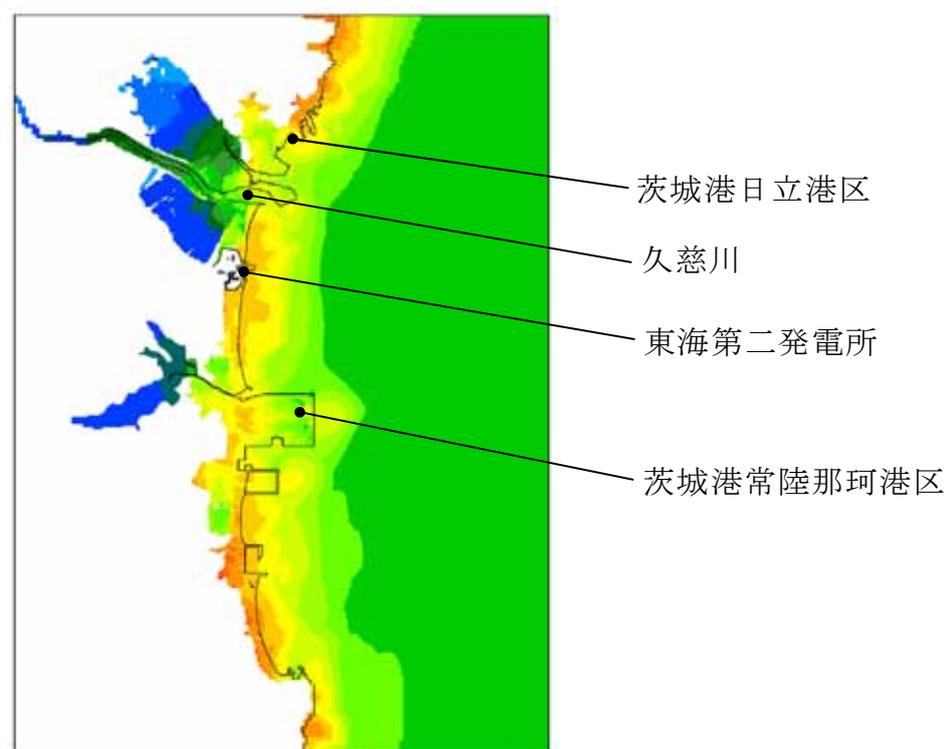
※2：既往の調査結果に含まれる民家、電柱、マンホールの増加等評価に影響しないものは除く。

※3：「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。

(参考)



(防波堤あり)



(防波堤なし)

参考図 東海第二発電所周辺の遡上範囲図

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

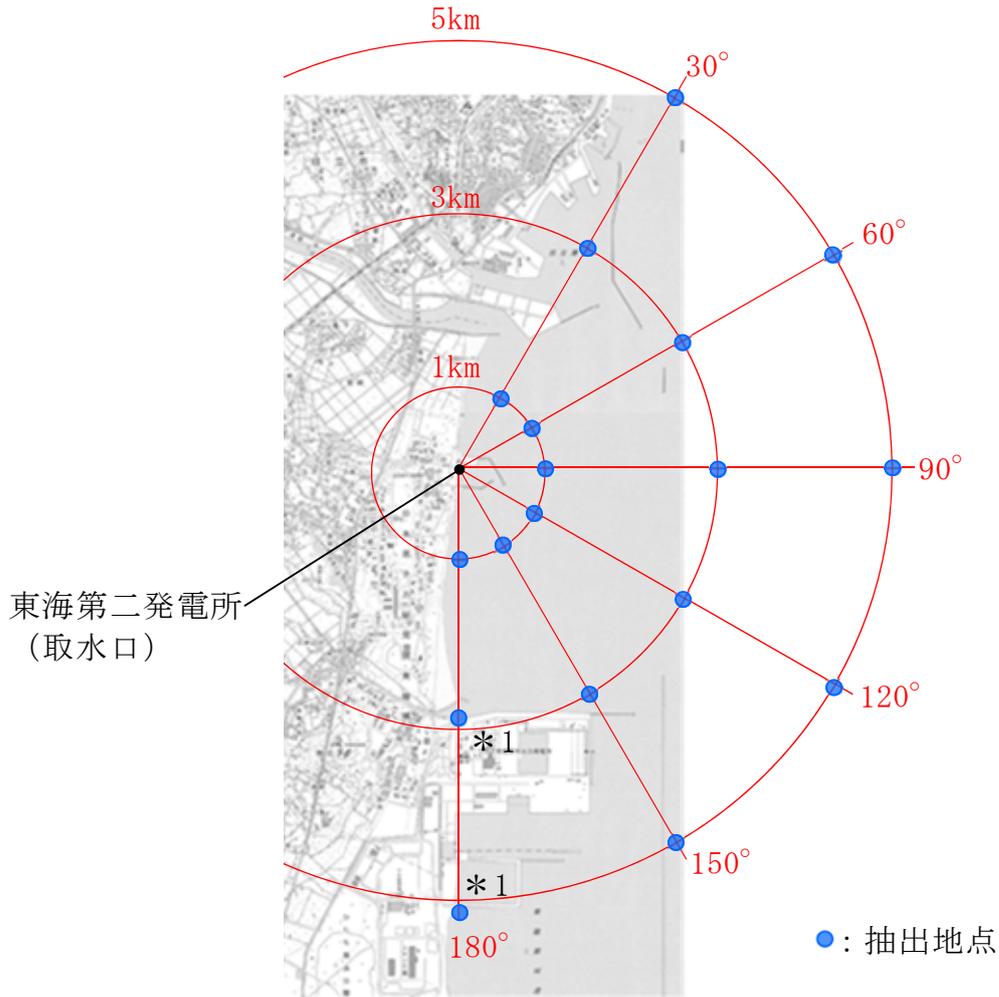
津波防護施設等、取水機能を有する安全設備等に対する漂流物となる可能性について、津波の流況を踏まえて、東海第二発電所の津波防護施設等及び取水口に対する漂流物の動向を確認することにより評価する。

2.1 津波流況の考察

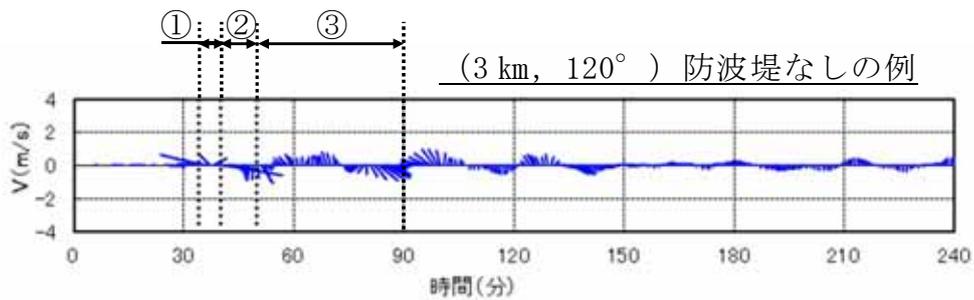
(1) 流況考察時間の分類

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、津波が襲来する時間帯（以下流況の評価においては「津波襲来時」という）である地震発生後約 34 分～約 40 分及び引き波の時間帯（以下流況の評価においては「引き波時」とい

う)である地震発生後約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波後の流況についても把握することを目的とし、津波による流況が収束しつつある時間帯（以下流況の評価においては「収束時」という）である地震発生後約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

- ①津波襲来時 (地震発生後 約 34 分～約 40 分)
- ②引き波時 (地震発生後 約 40 分～約 50 分)
- ③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。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

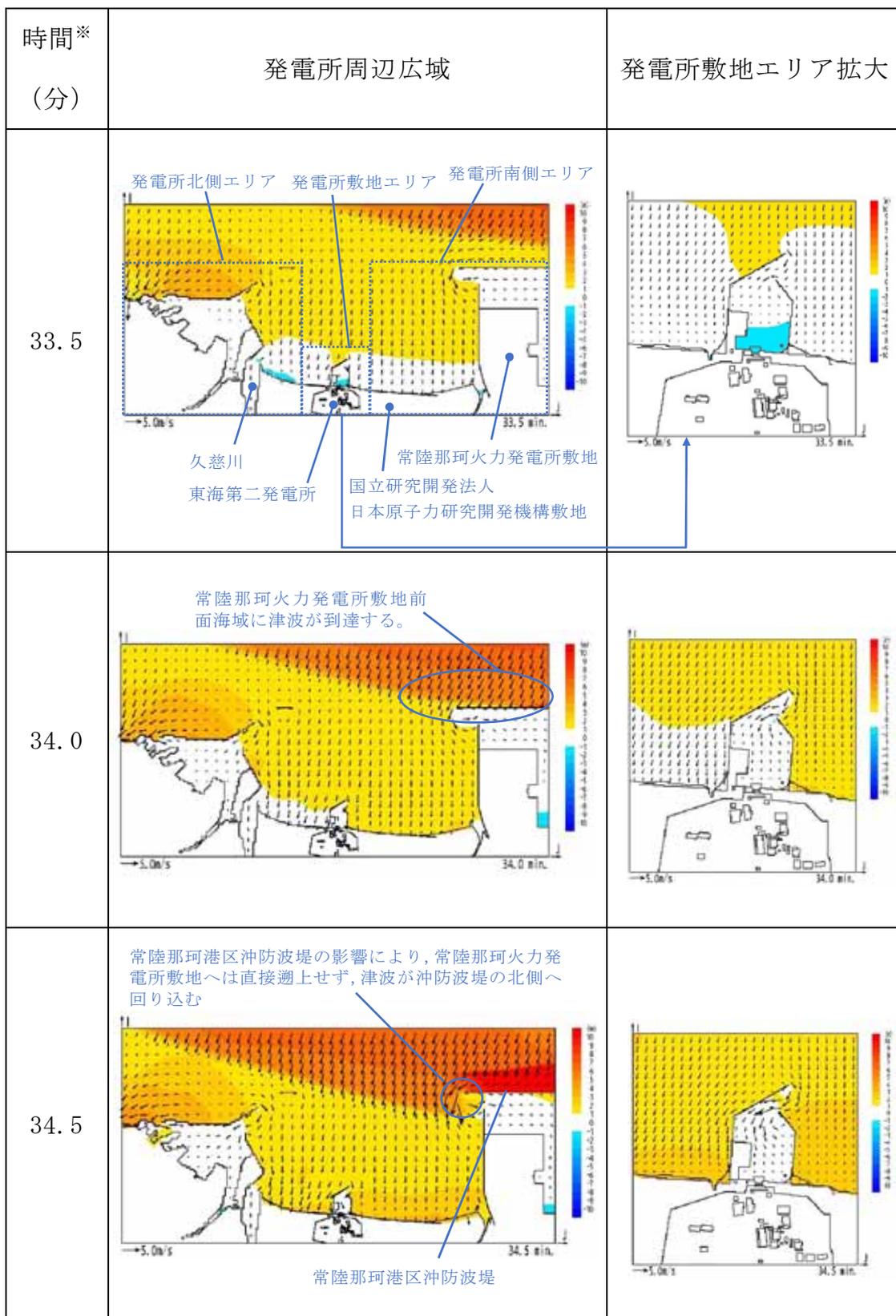
おける発電所周辺広域図のように、旋回する流況が確認される（旋回する流況は地震発生後約 75 分まで継続する）。また、第 2 図（9/11）の地震発生から 60 分後における発電所敷地エリア拡大図のように、東海港の防波堤付近にて旋回する流況となるが、継続的な流況とはならない。地震発生約 65 分後から約 75 分後にかけては一部旋回する流況となるものの、穏やかな流況が継続する。第 2 図（11/11）の地震発生から 80 分後における発電所敷地エリア拡大図のように、地震発生から約 80 分後に西向きの流向で津波が襲来し、物揚岸壁及び敷地前面東側の一部に津波が遡上するが、この流況が継続することではなく、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。

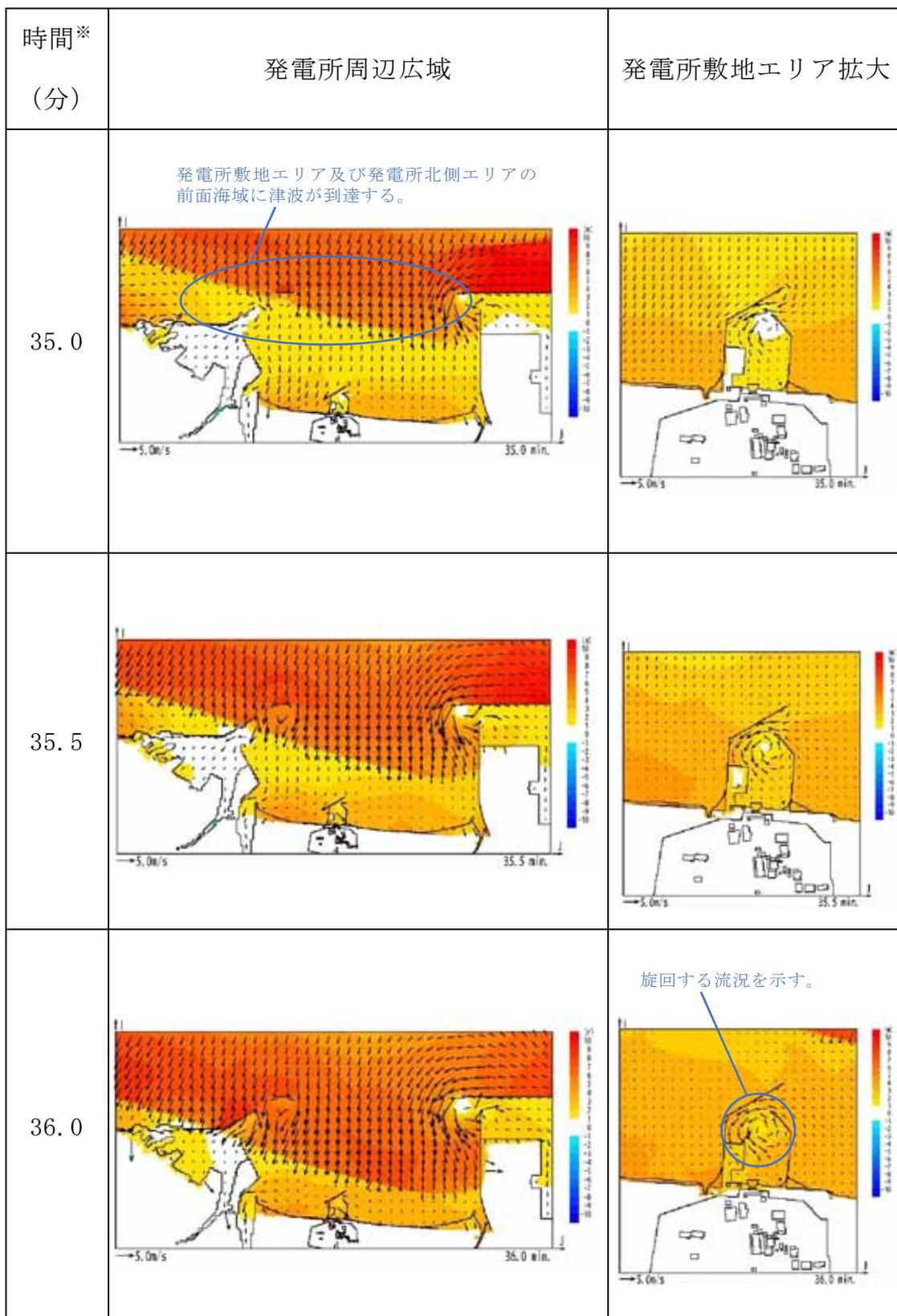


※：津波の原因となる地震発生後の経過時間

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

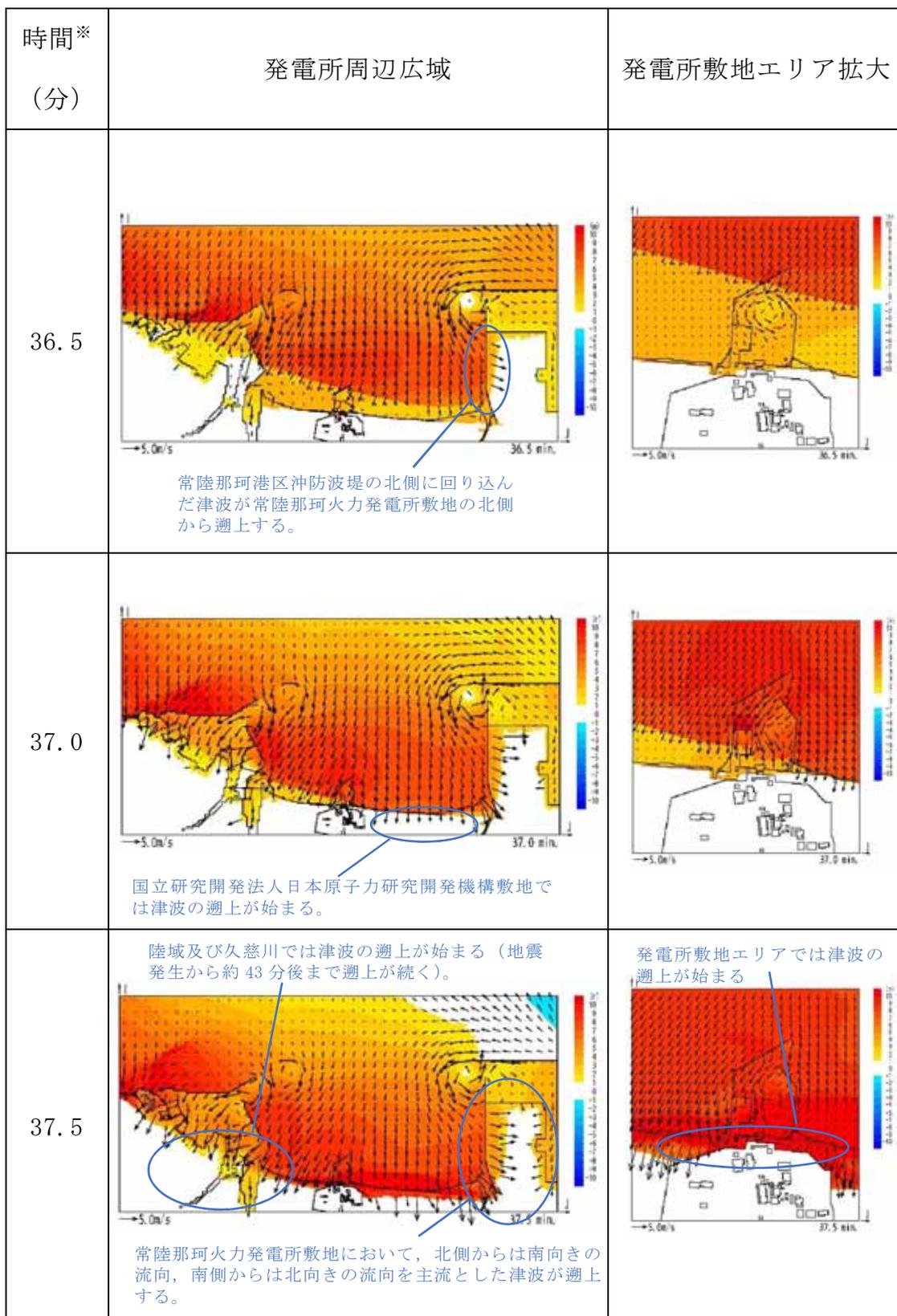


※：津波の原因となる地震発生後の経過時間

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17-9

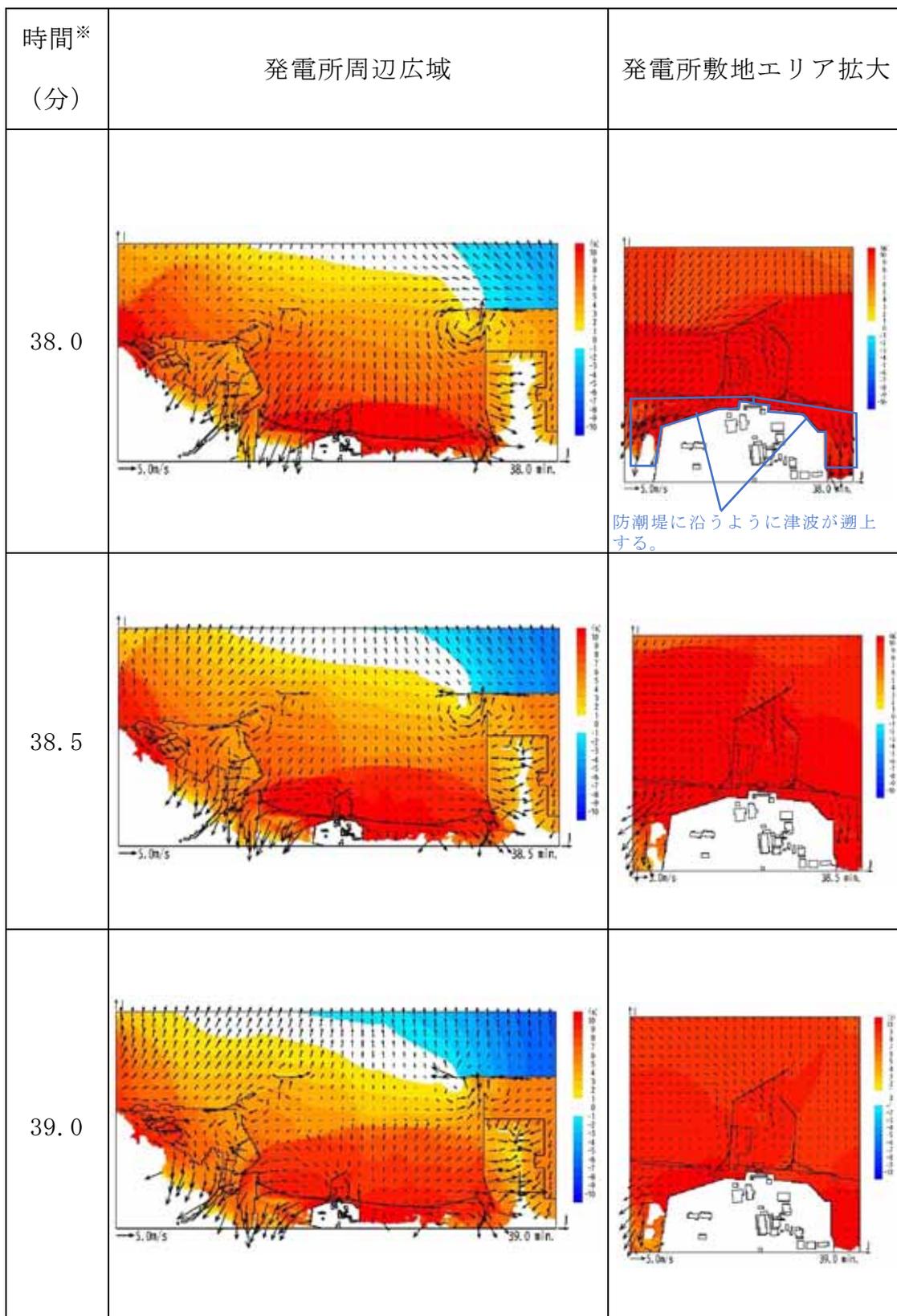


※：津波の原因となる地震発生後の経過時間

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17-10

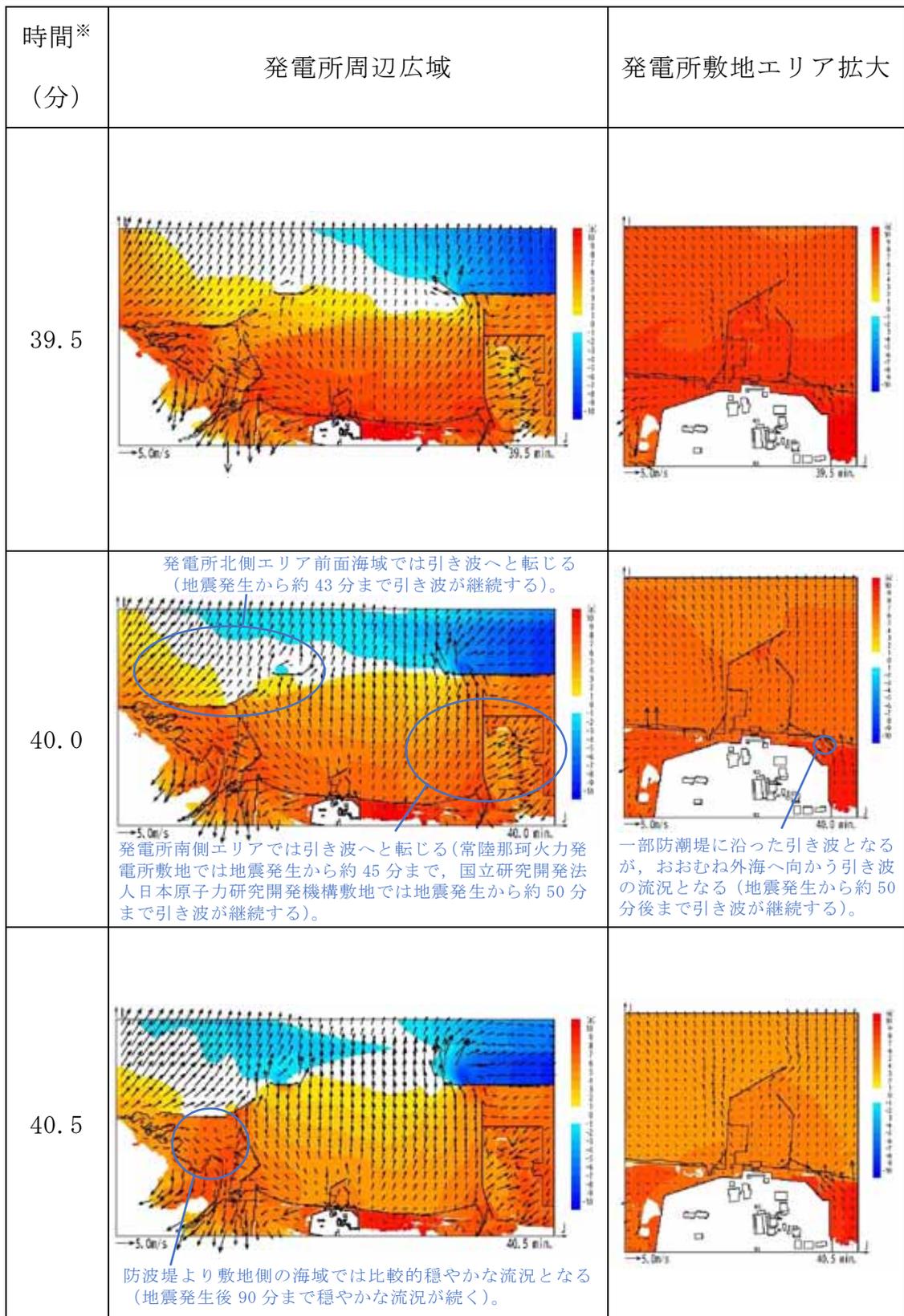


※：津波の原因となる地震発生後の経過時間

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17-11

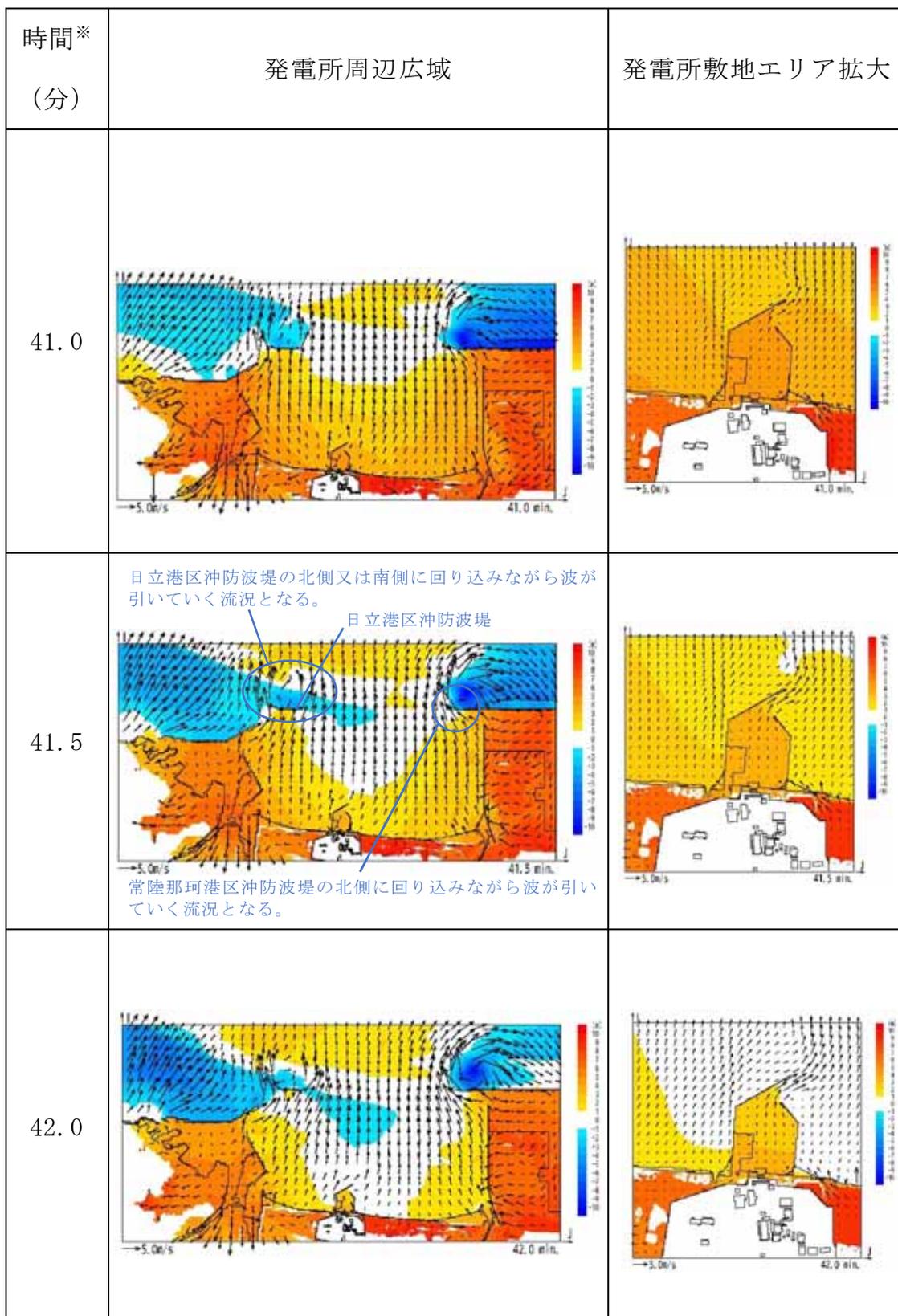


※：津波の原因となる地震発生後の経過時間

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 1 7-12

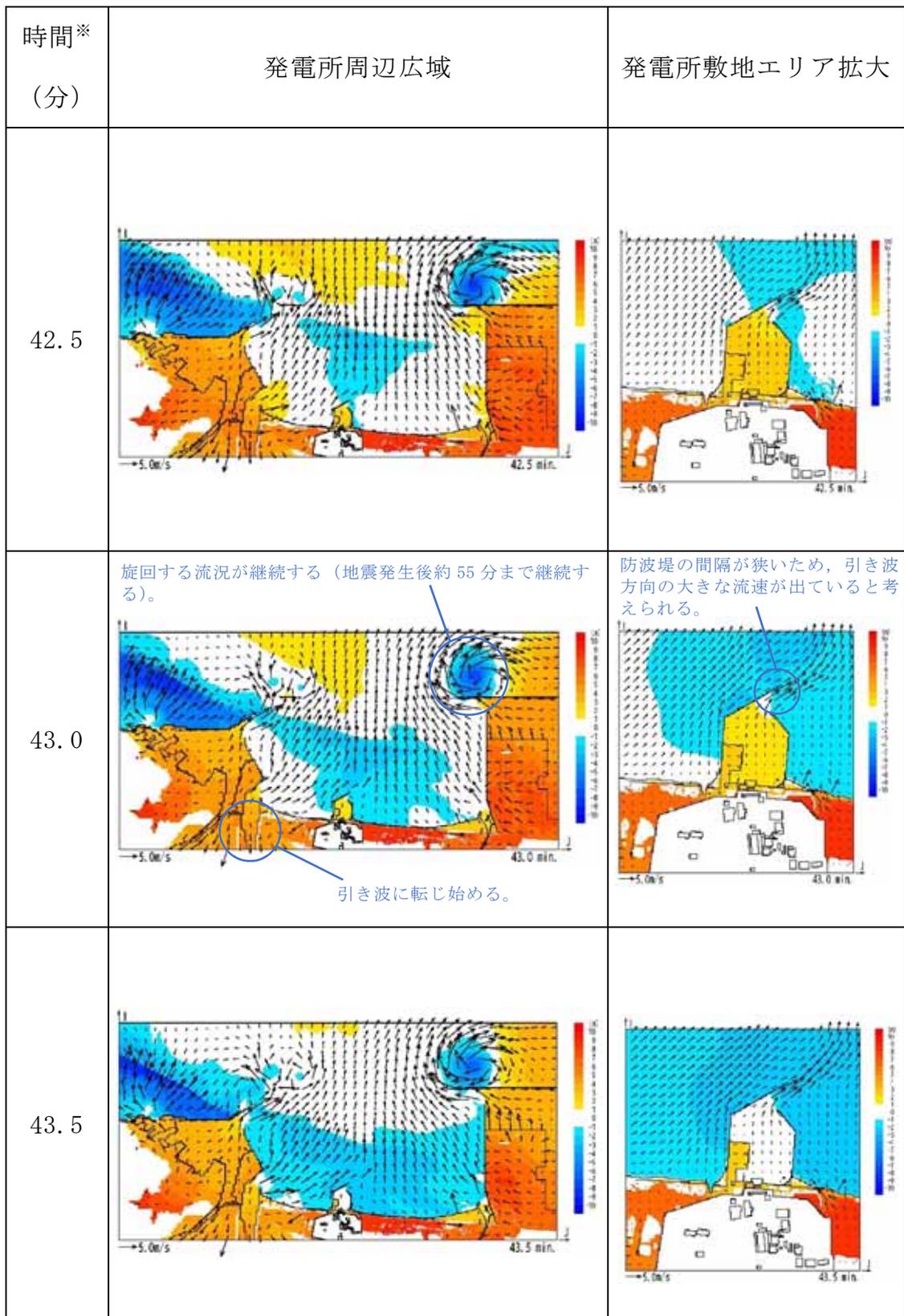


※：津波の原因となる地震発生後の経過時間

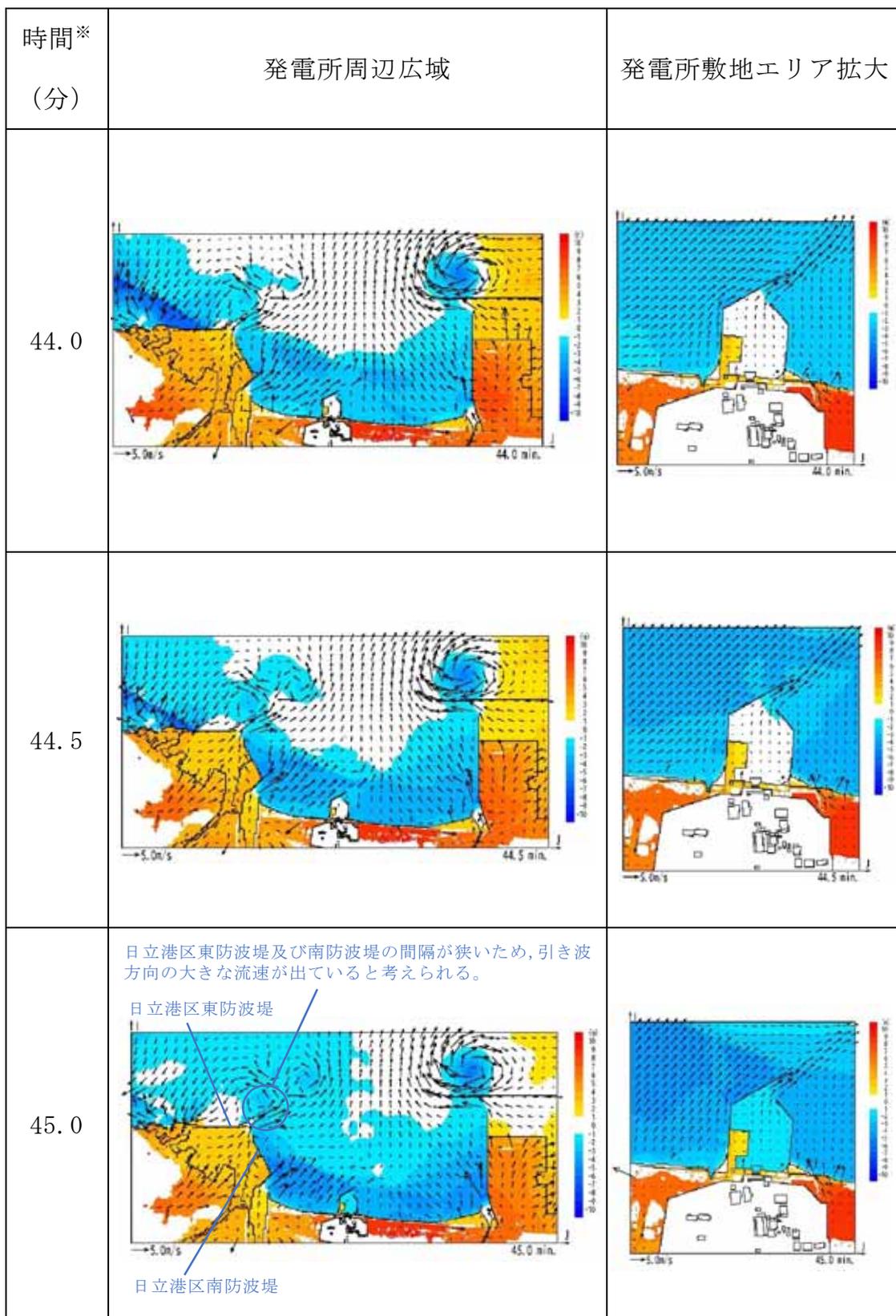
第2図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル

(防波堤ありの場合) (6/11)

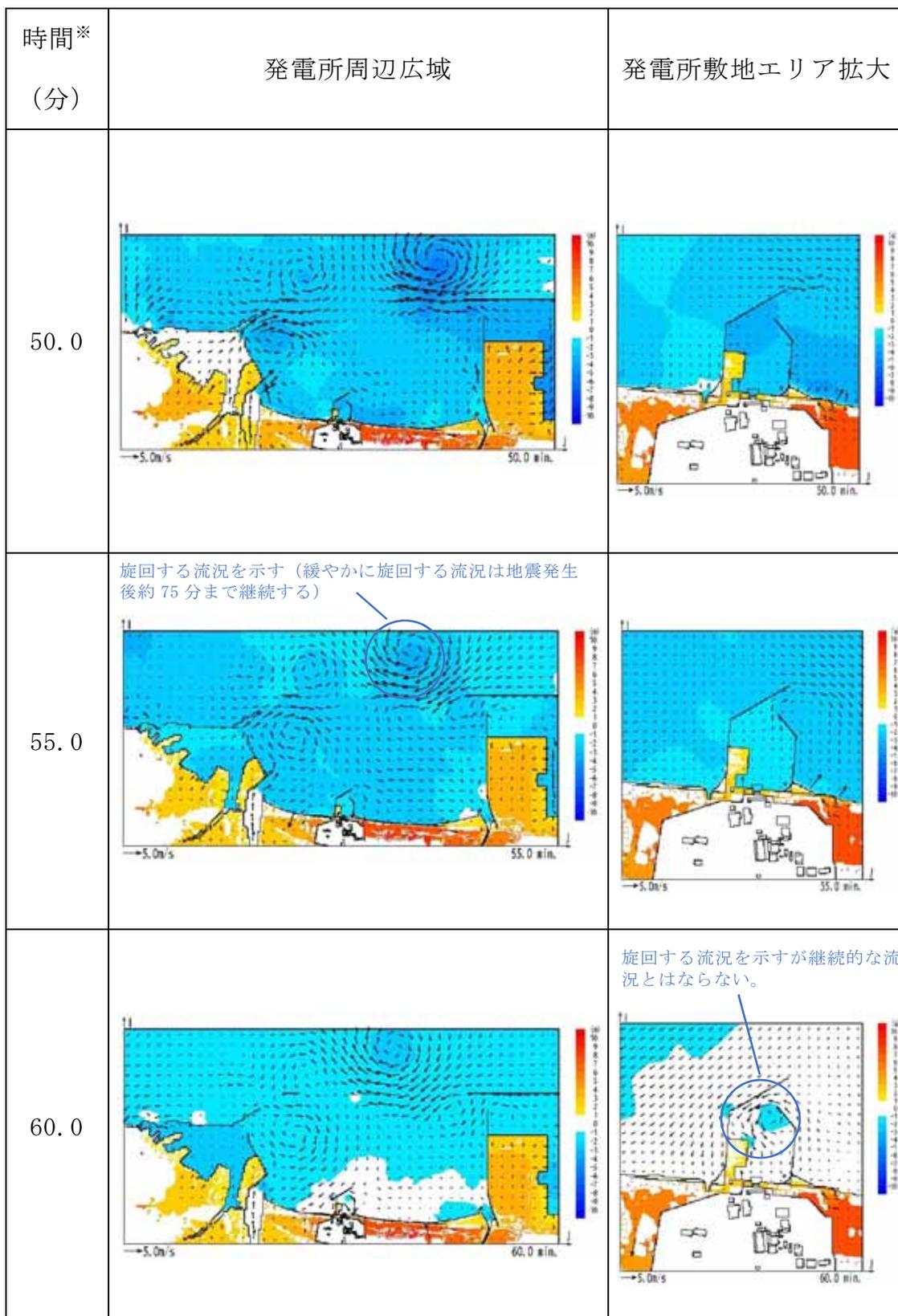
5条 添付17-13



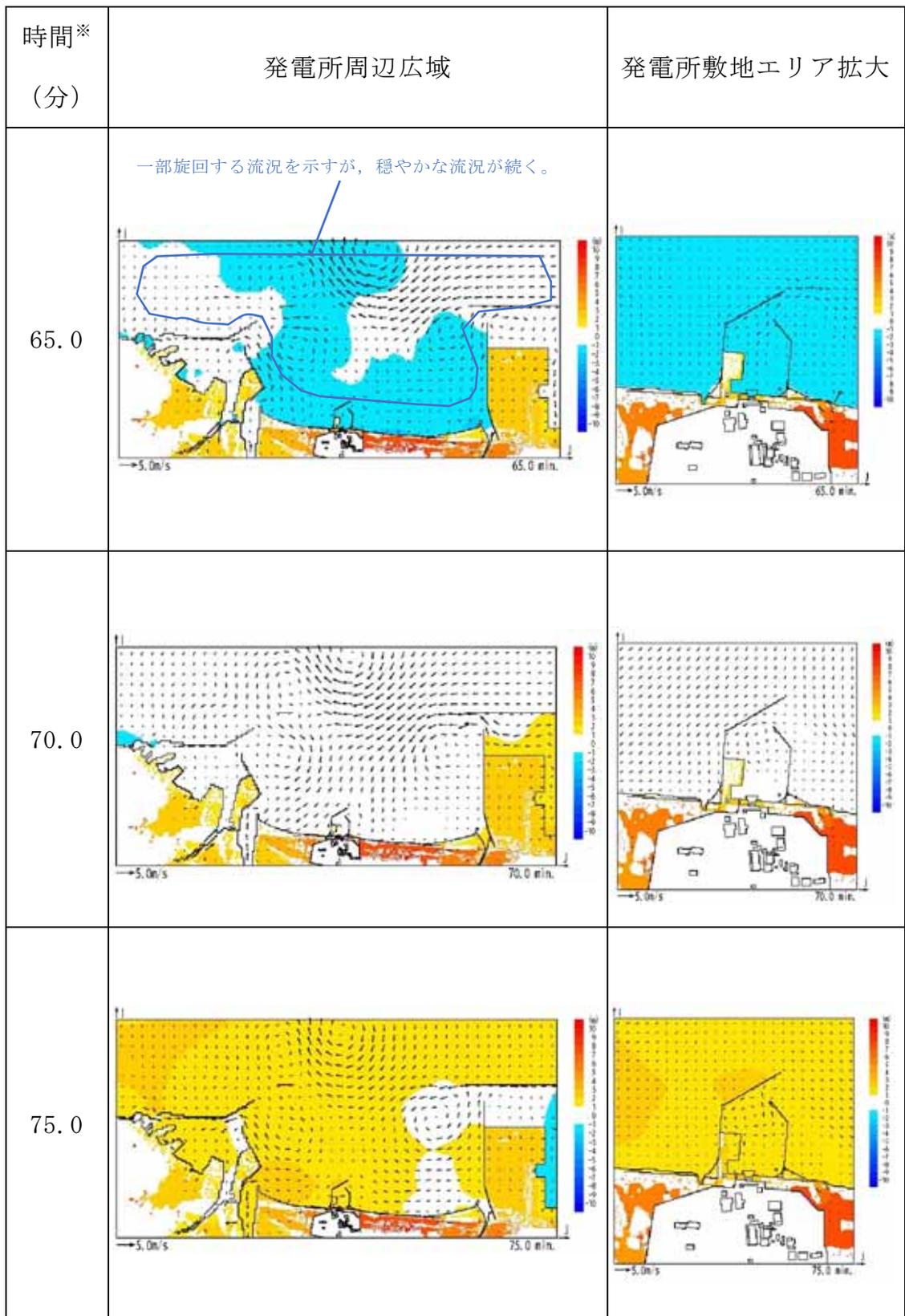
第2図 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向ベクトル
(防波堤ありの場合) (7/11)



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)

時間※ (分)	発電所周辺広域	発電所敷地エリア拡大
80.0		<p>物揚岸壁及び敷地前面東側の一部に津波が遡上する</p>
85.0	<p>一時的に引き波の流況となる。</p>	
90.0	<p>局所的に引き波方向の大きな流速及び緩やかに旋回する流況が確認されるが、全体的に穏やかな流況となる。</p>	

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。

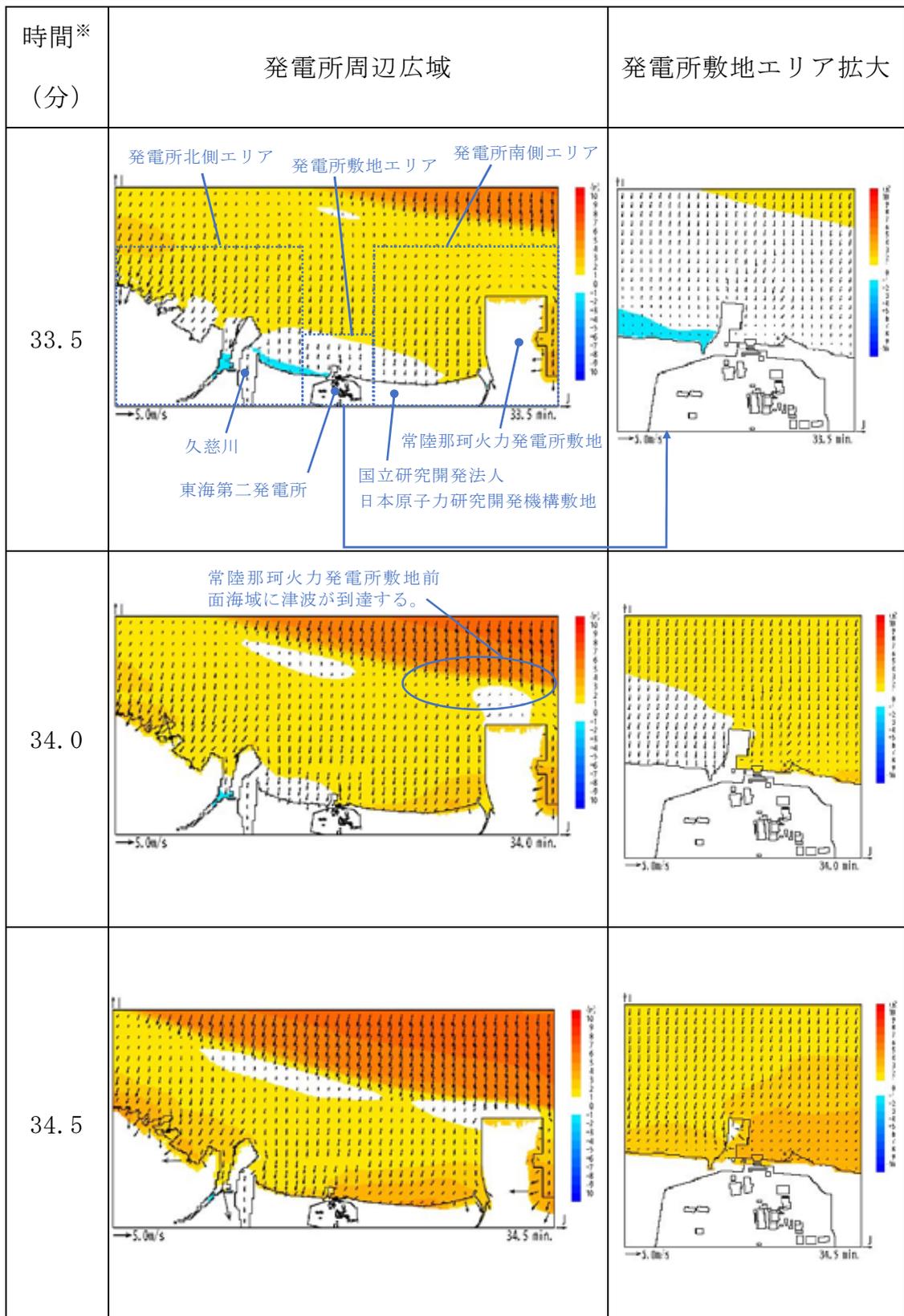
ii) 発電所敷地エリア

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。

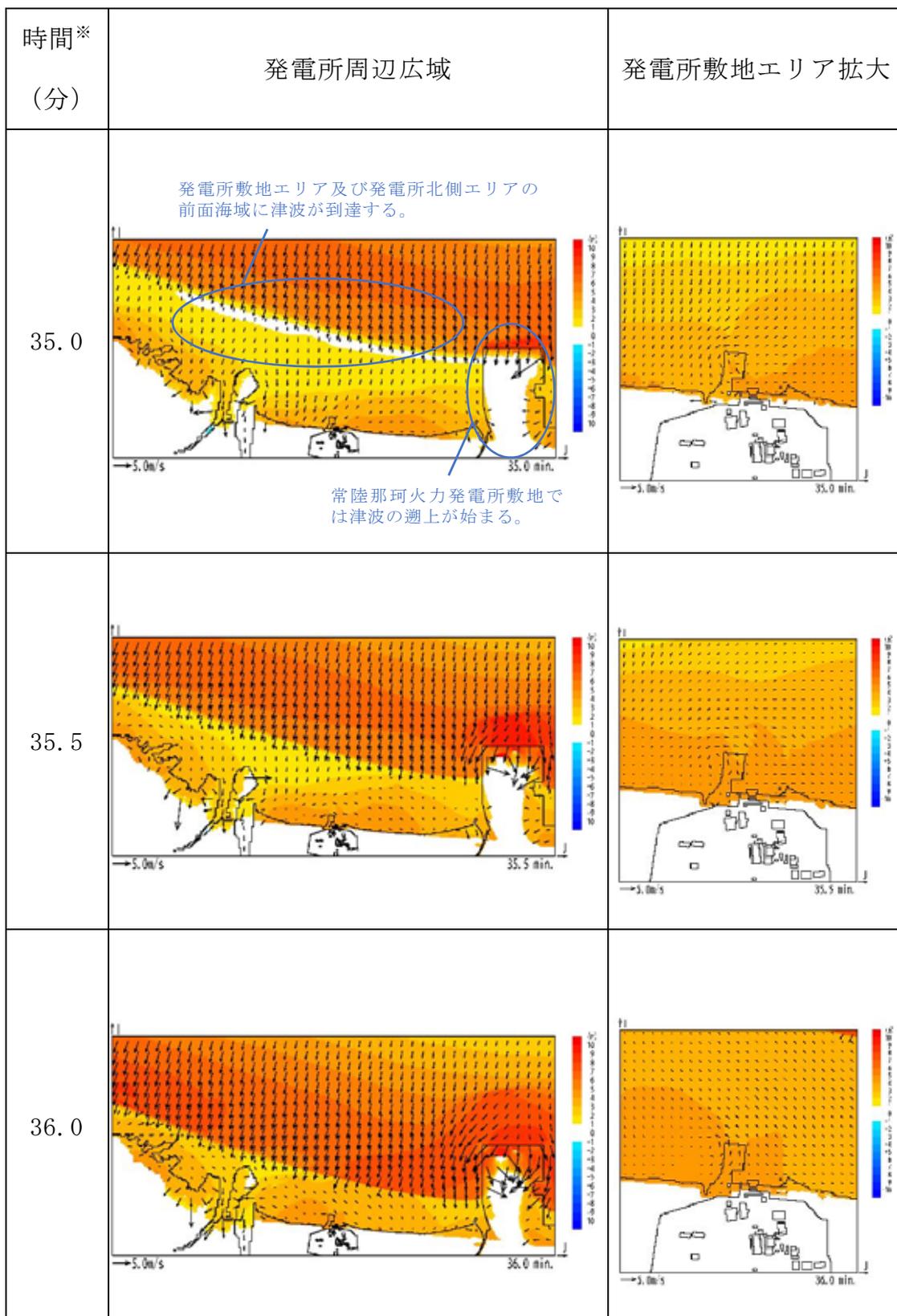


※：津波の原因となる地震発生後の経過時間

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

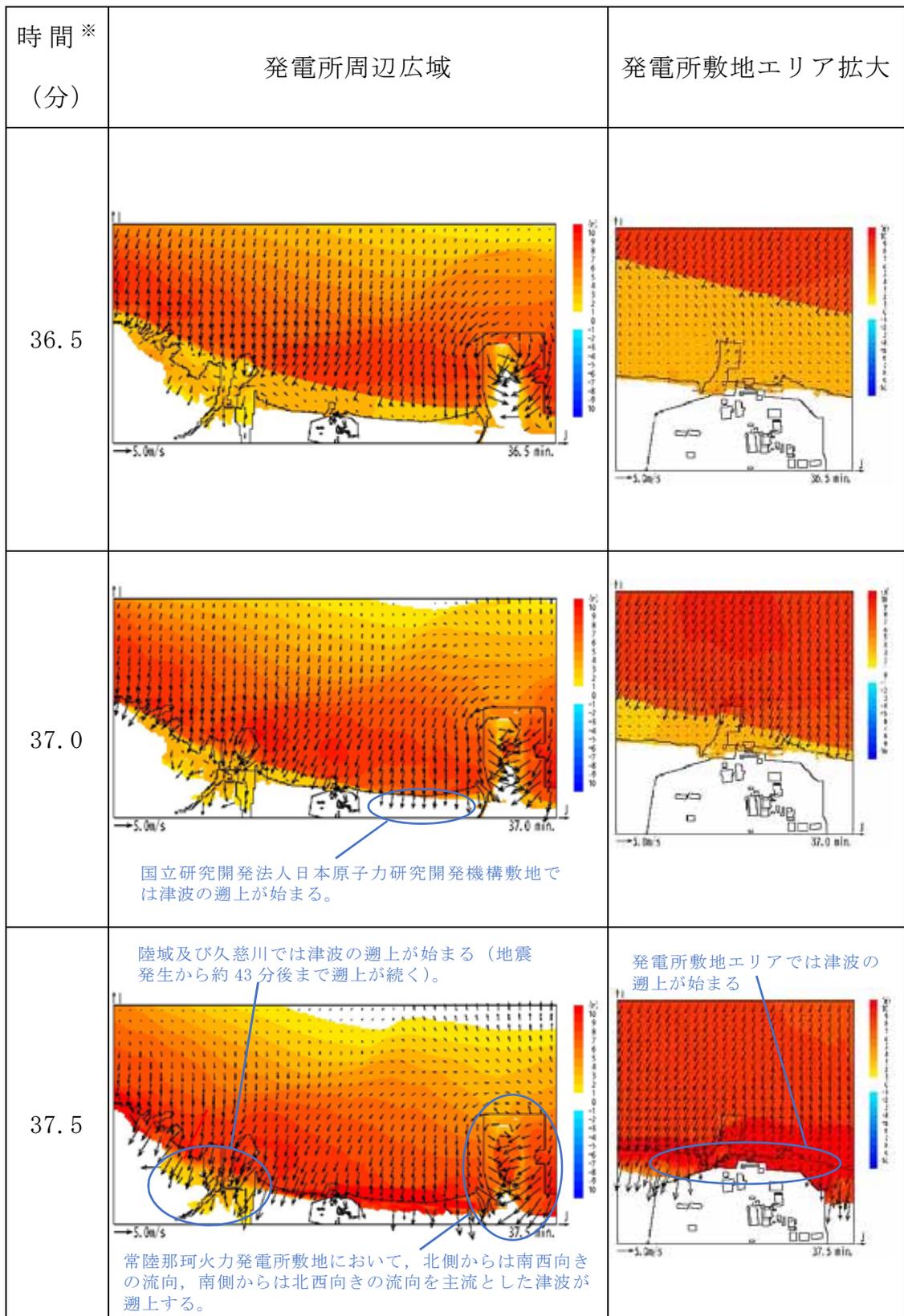


※：津波の原因となる地震発生後の経過時間

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

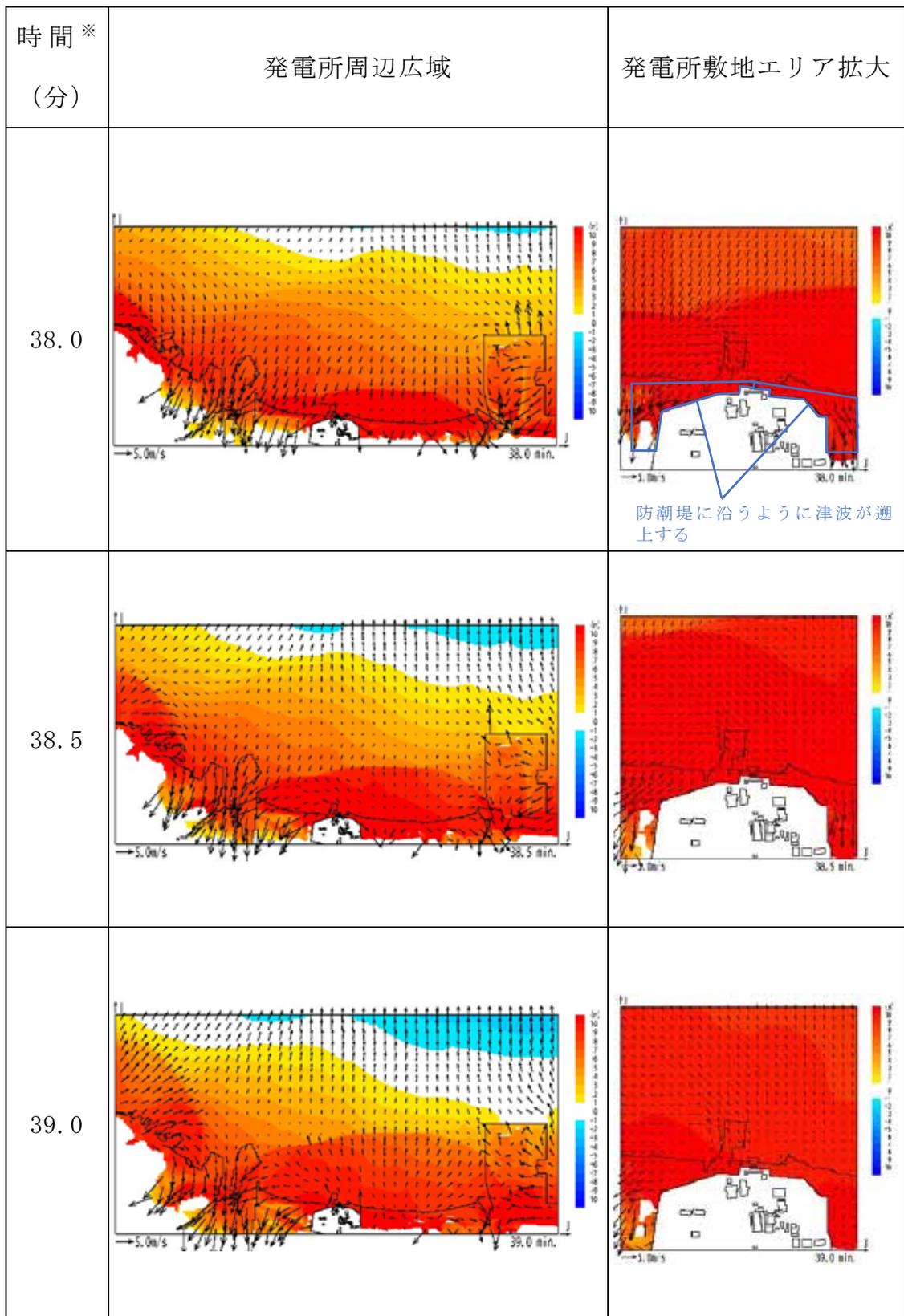


※：津波の原因となる地震発生後の経過時間

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

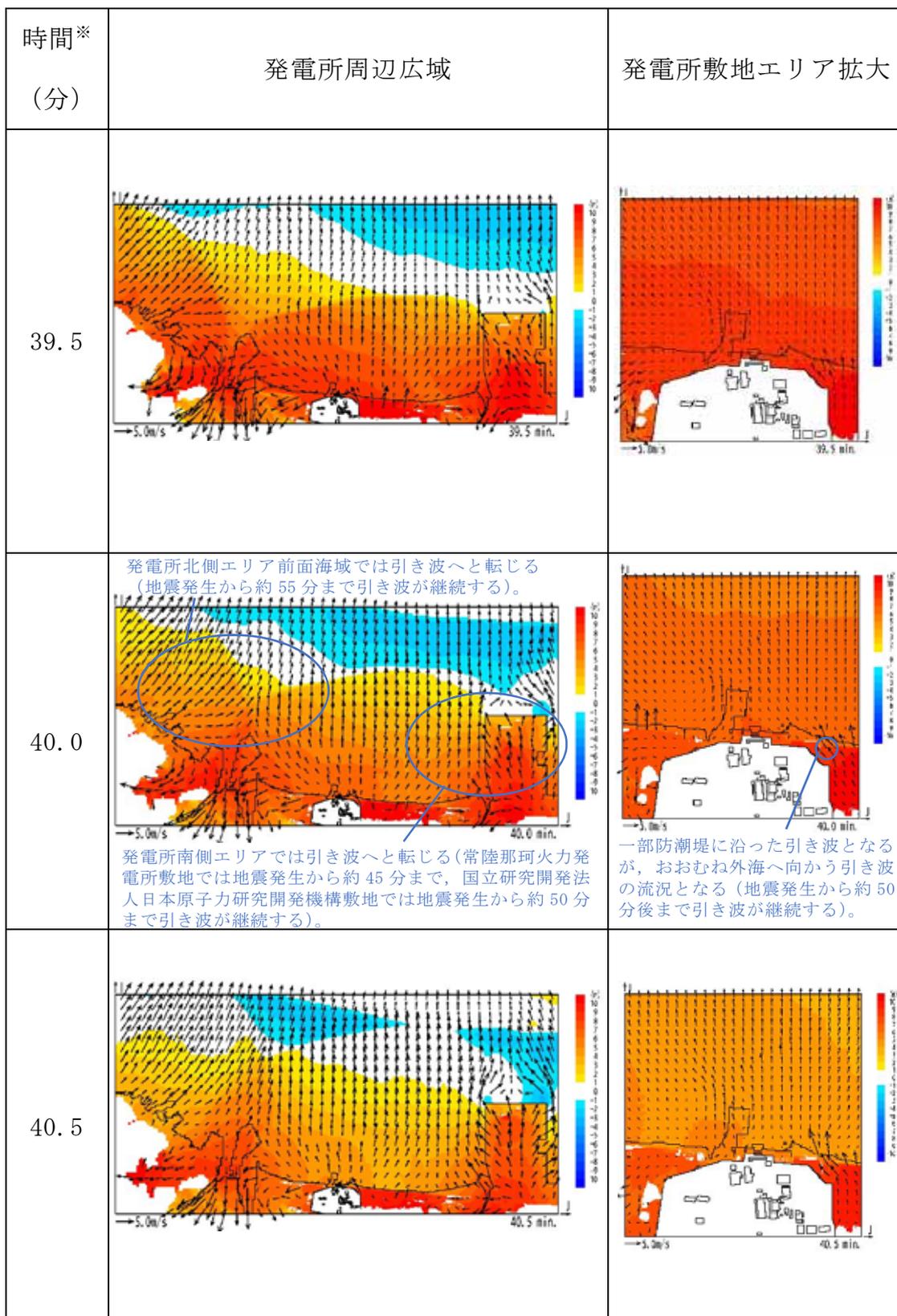


※：津波の原因となる地震発生後の経過時間

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17-26

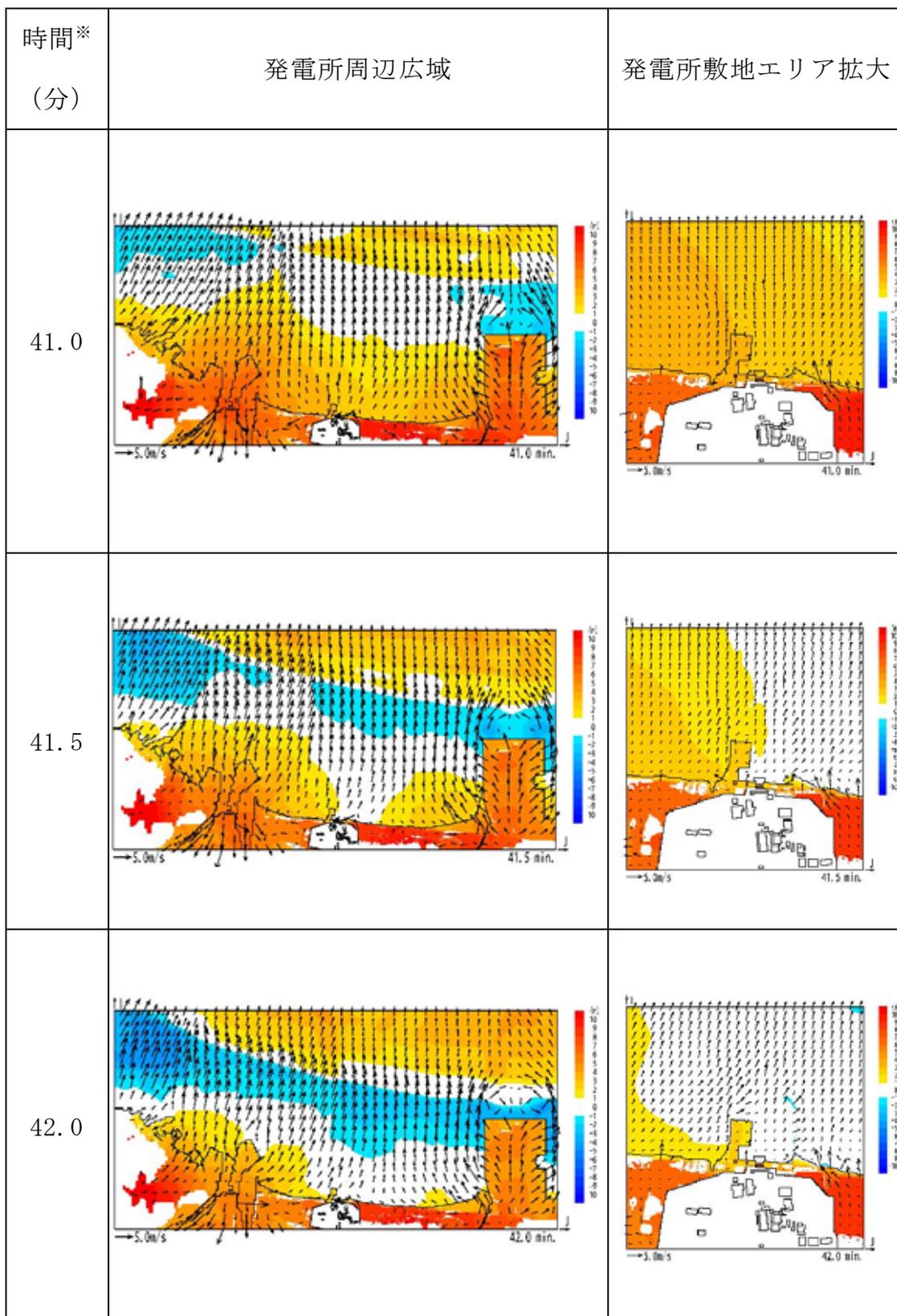


※：津波の原因となる地震発生後の経過時間

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

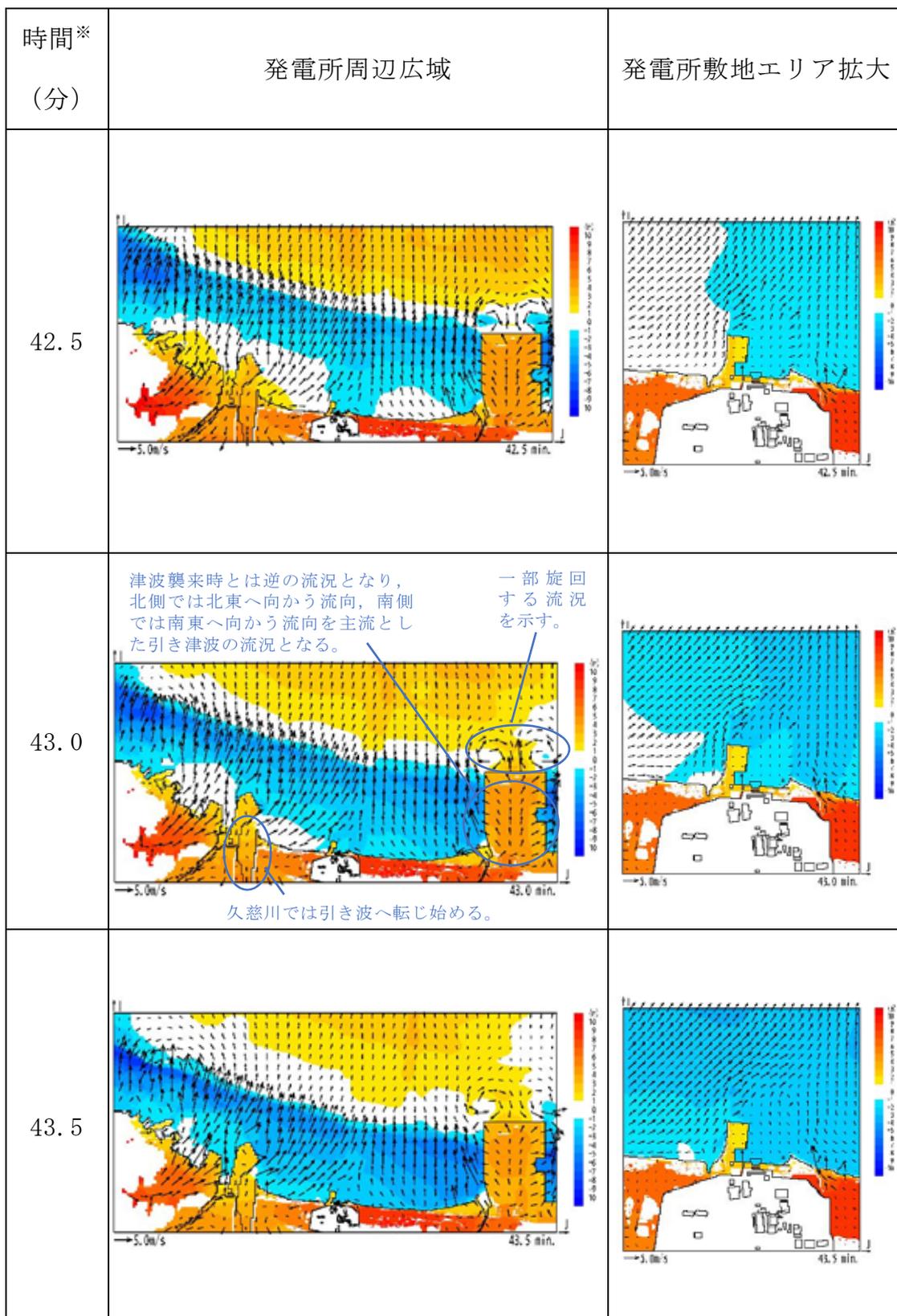


※：津波の原因となる地震発生後の経過時間

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17-28

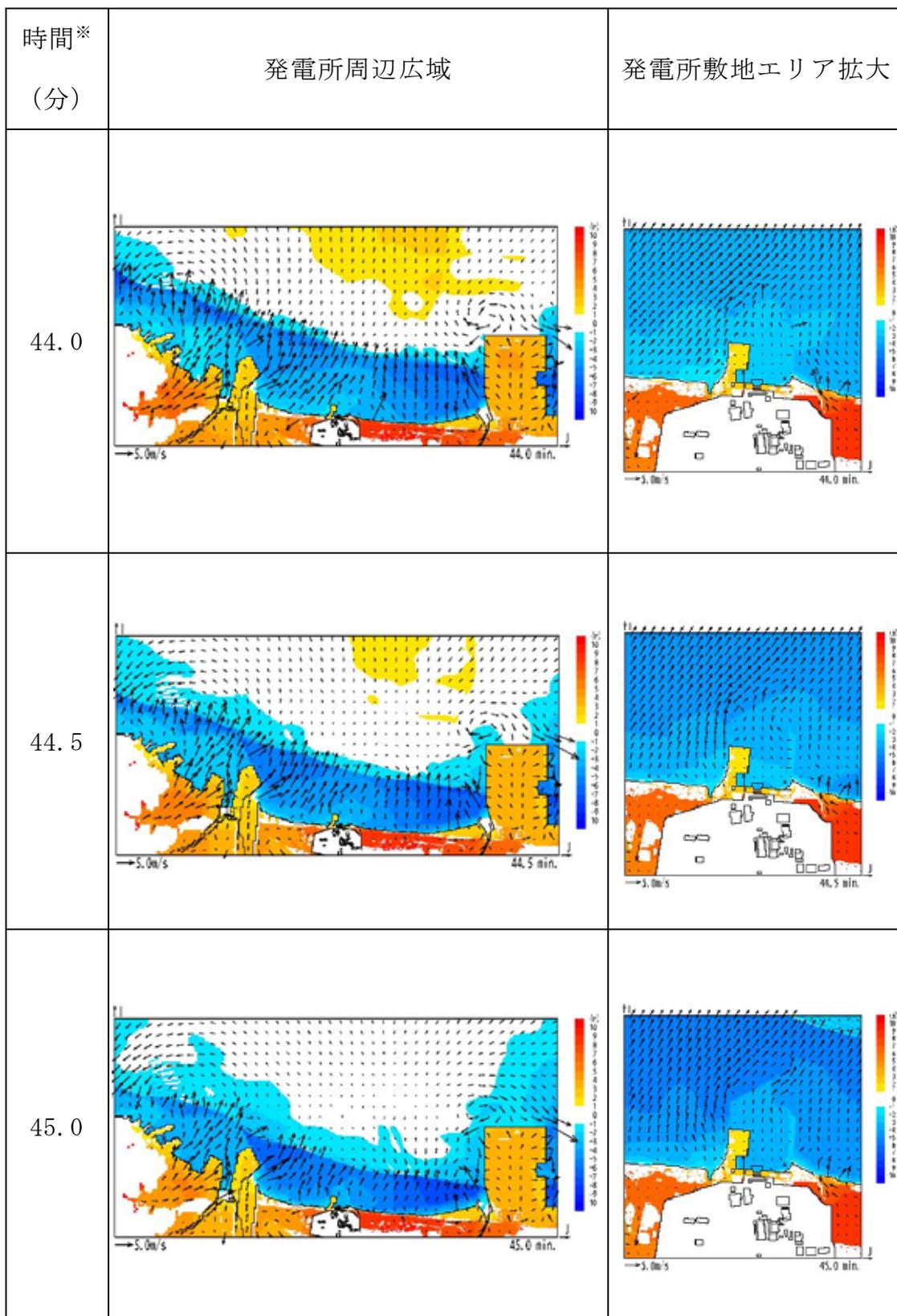


※：津波の原因となる地震発生後の経過時間

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17-29

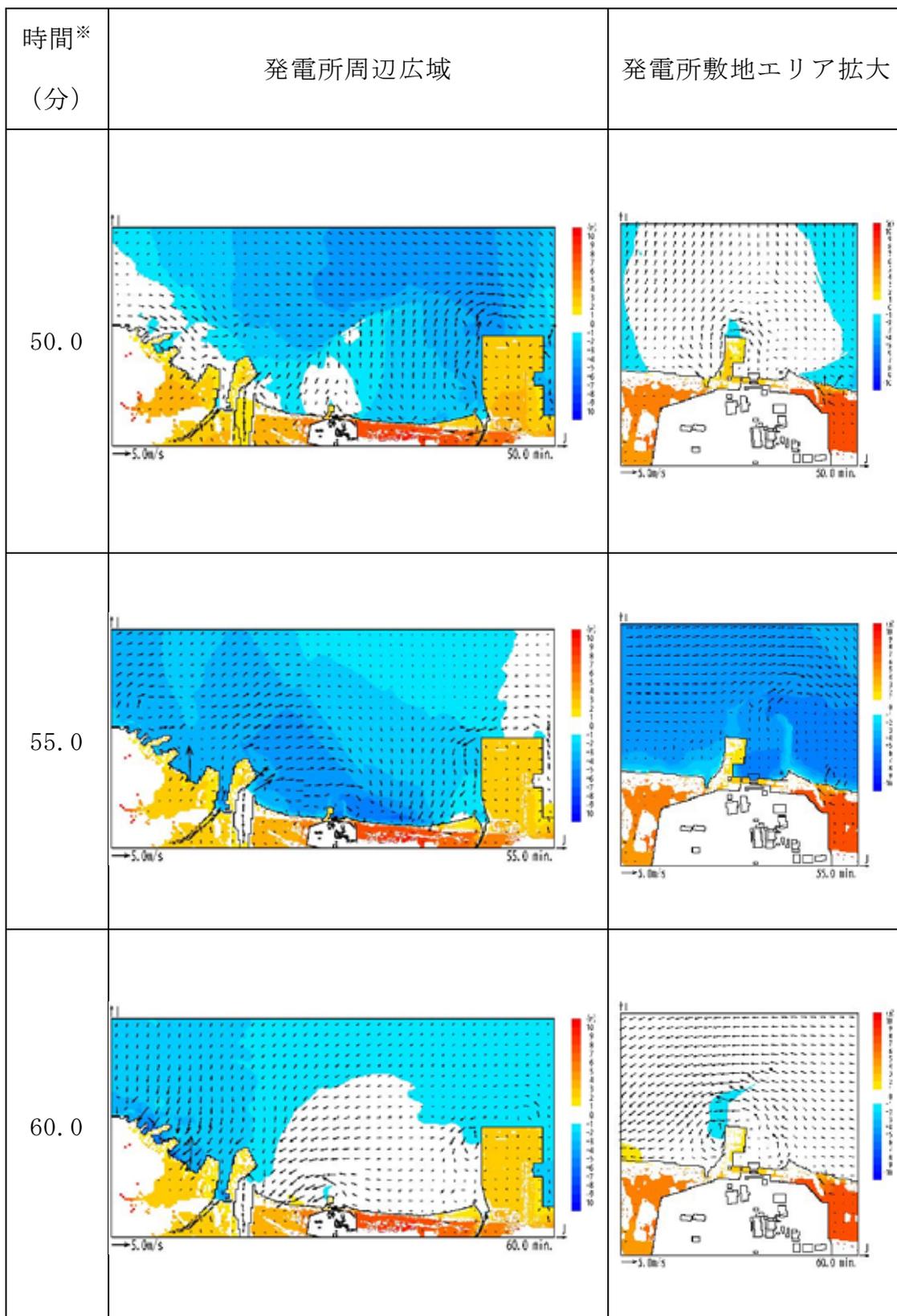


※：津波の原因となる地震発生後の経過時間

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17-30

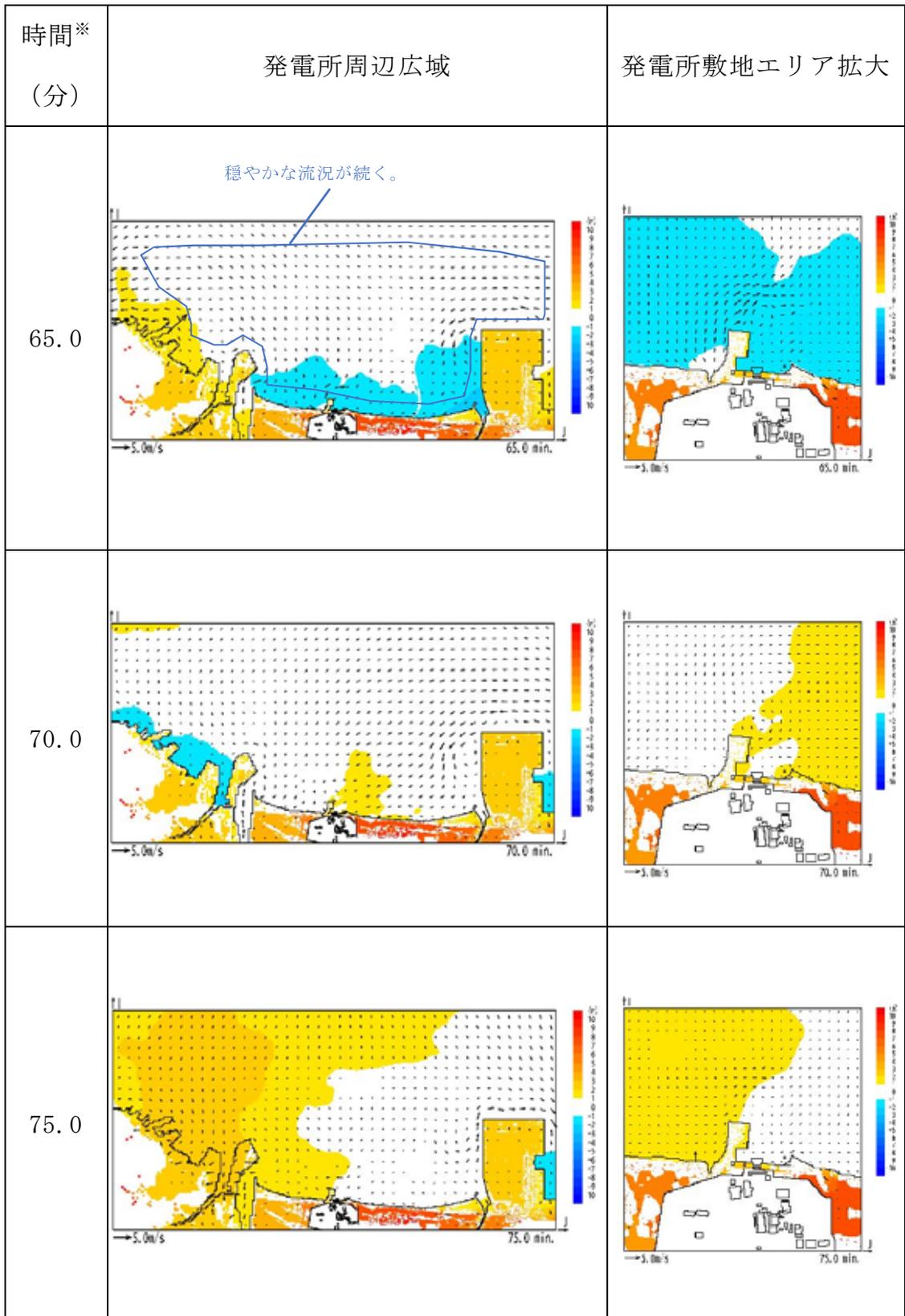


※：津波の原因となる地震発生後の経過時間

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17-31

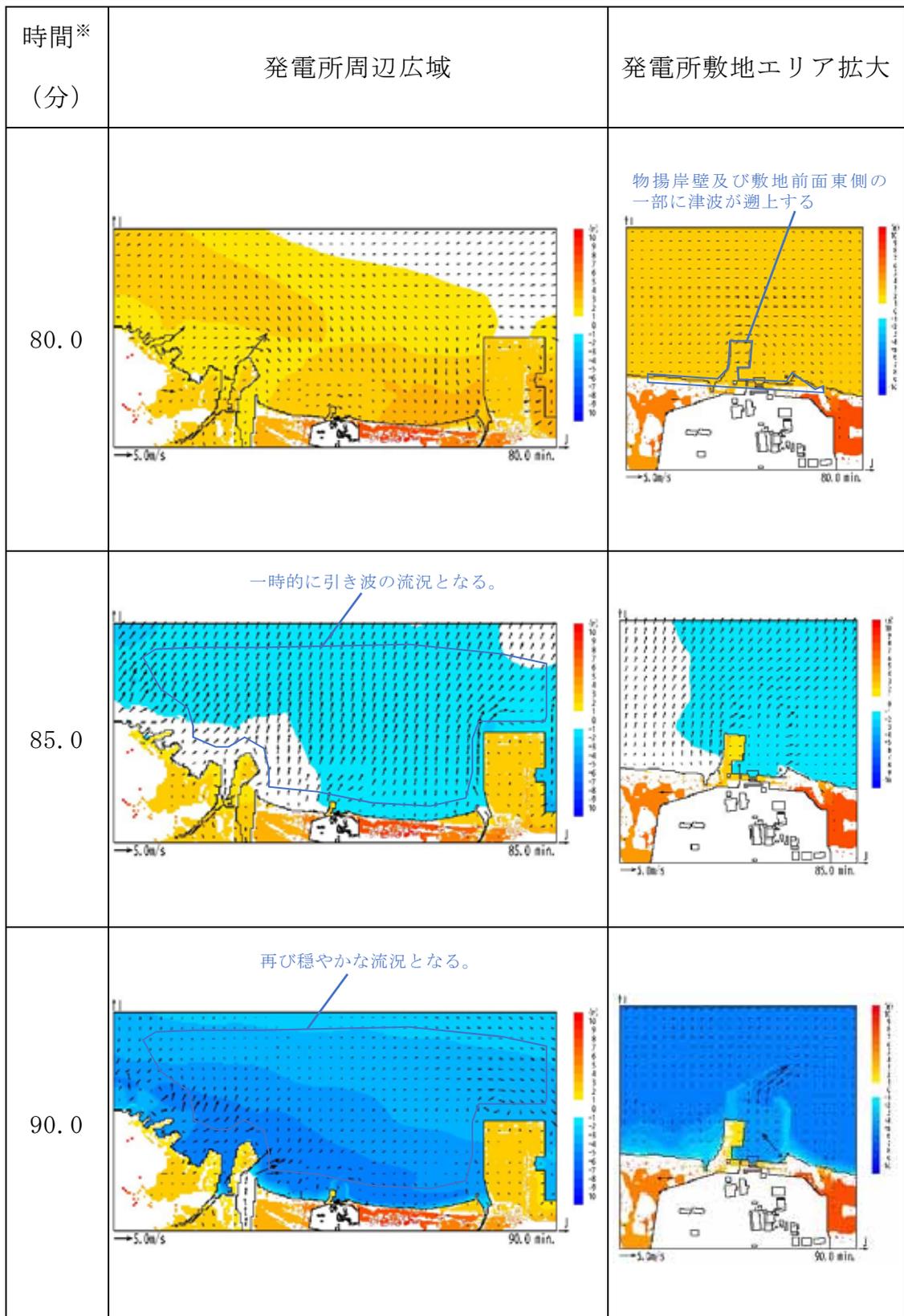


※：津波の原因となる地震発生後の経過時間

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17-32



※：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17-33

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。

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IV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±60mm
- ・ 適用規格：

道路橋示方書・同解説Ⅱ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）

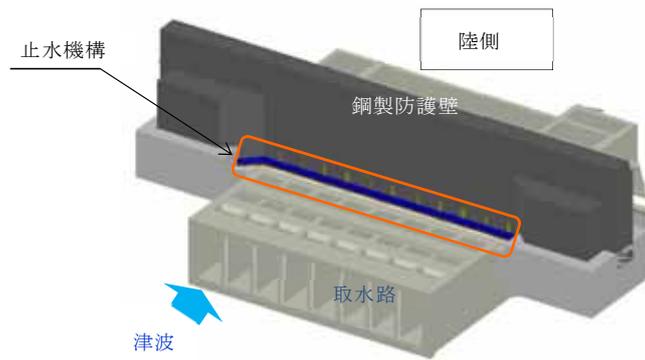
(b) 構造

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ことから、止水板が可動できるように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

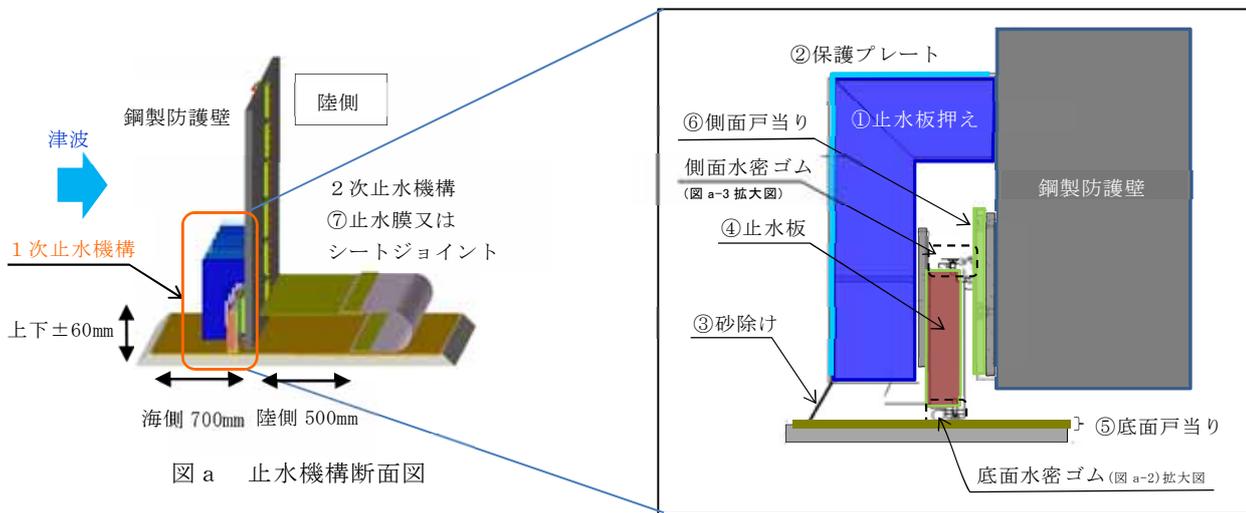


図 a 止水機構断面図

図 a-1 1次止水機構拡大図

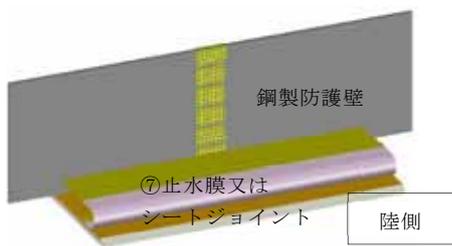


図 b 2次止水機構の構造

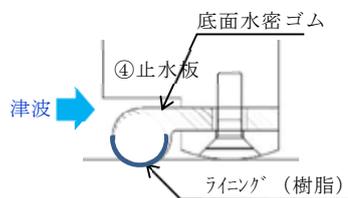


図 a-2 底面水密ゴム拡大図

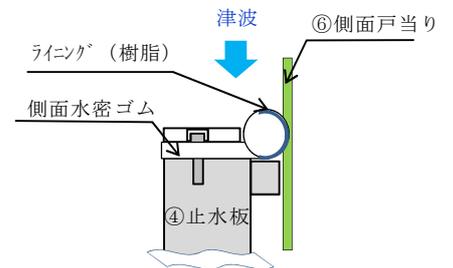


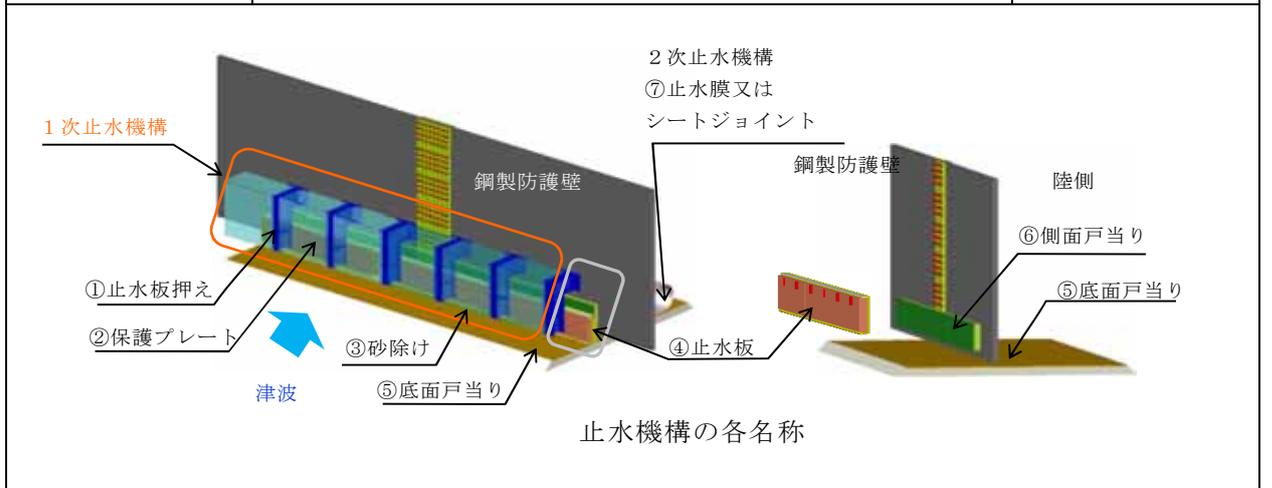
図 a-3 側面水密ゴム拡大図

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。

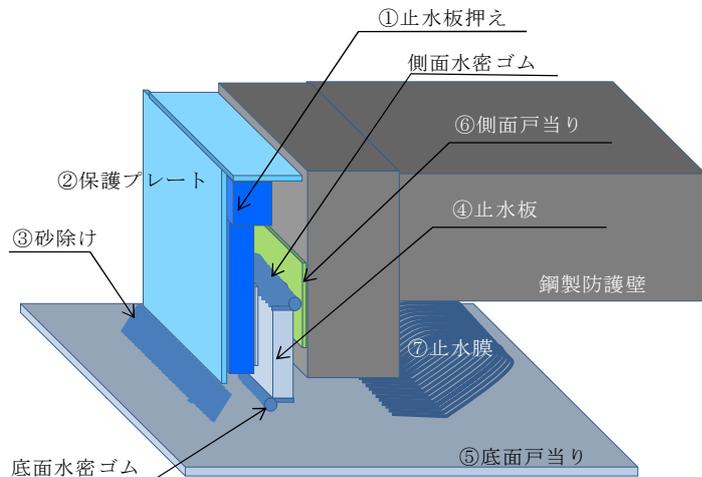
名称	役割・機能	材料
① 止水板押え	<ul style="list-style-type: none"> 止水板を支持する。 漂流物等から止水板を防護する。 	鋼製
② 保護プレート	<ul style="list-style-type: none"> 漂流物等から止水板を防護する。 止水板への異物混入を防止する。 	鋼製
③ 砂除け	<ul style="list-style-type: none"> 底面戸当り面への砂等の異物混入を防止する。 	ナイロン
④ 止水板	<ul style="list-style-type: none"> 止水機構の扉体の機能。 底面及び側面の戸当りに面す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)
⑤ 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) [*]
⑥ 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) [*]
⑦ 止水膜, シートジョイント (2次止水機構)	<ul style="list-style-type: none"> 水密ゴムからの微小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

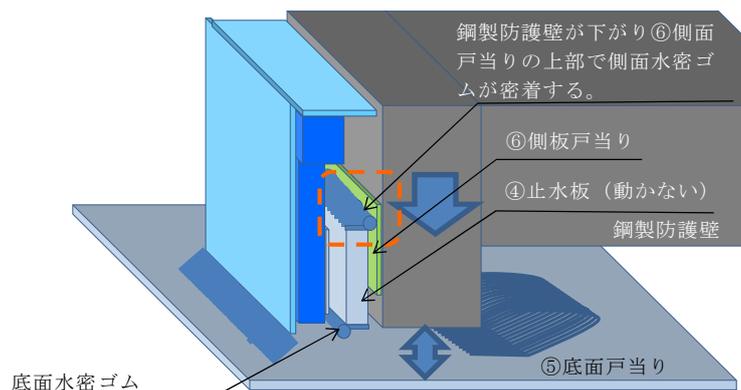
1次止水機構の鉛直方向の動作を第1-40図に示す。



<通常状態>

<通常状態>

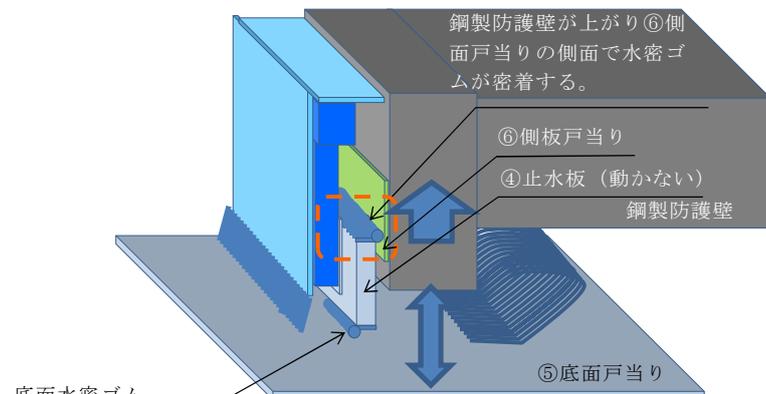
- ・④止水板は、①止水板押えと鋼製防護壁の間に設置しており、変位に追従するため、固定はしていない。
- ・側面水密ゴムは、鋼製防護壁の⑥側面戸当りに接触し水密ゴムへの面圧を得ている。
- ・底面水密ゴムは、基準津波に対して⑤底面戸当りと接触し水密ゴムへの面圧を得ている。



<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、④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、⑥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、④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、⑥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。

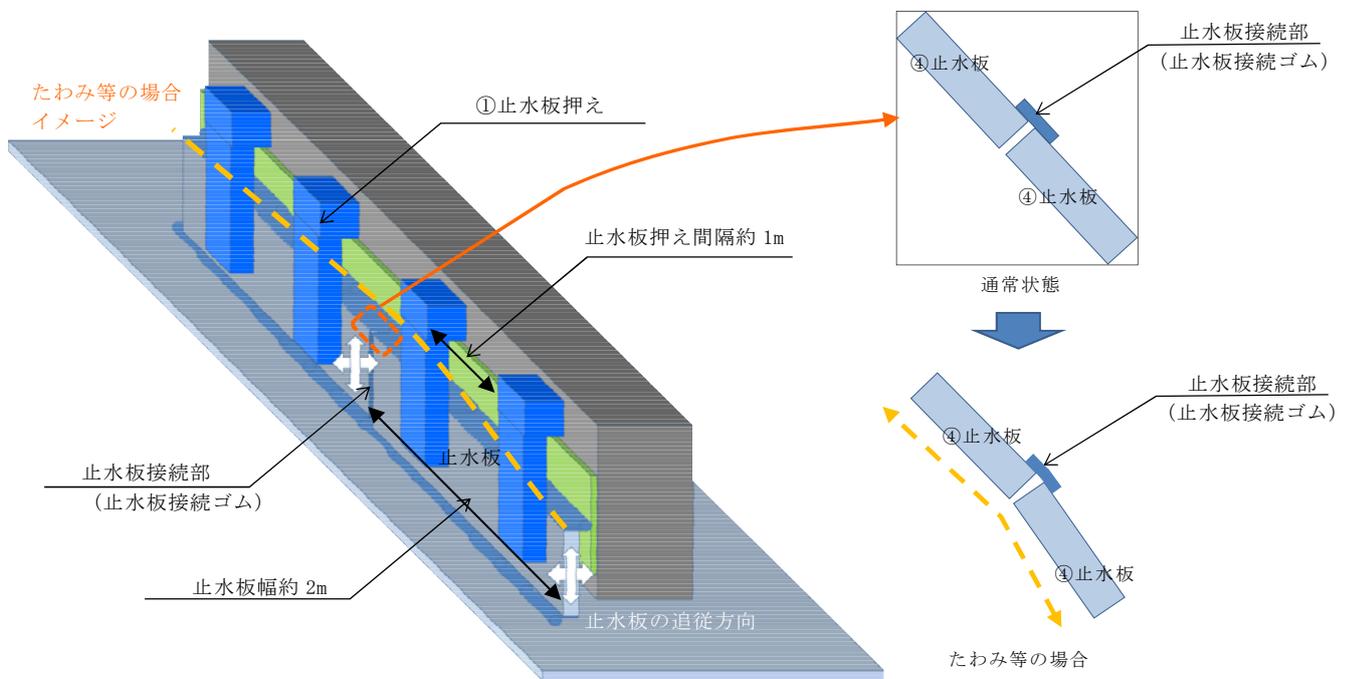
第 1-40 図 1次止水機構の鉛直方向の動作について

(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±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。

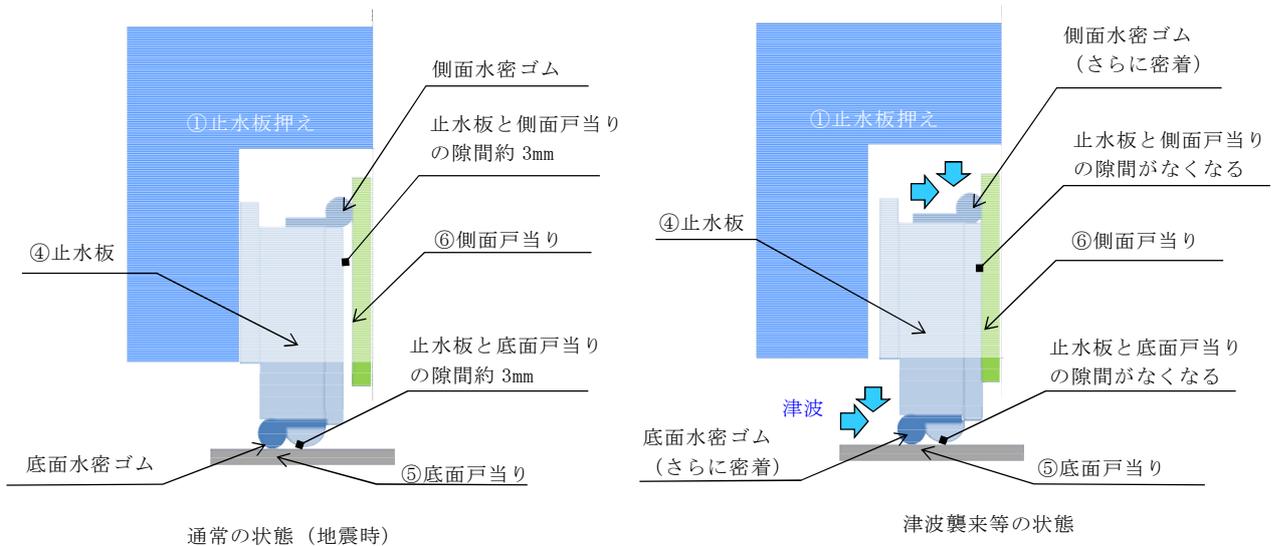


第 1-41 図 鋼製防護壁の止水板の追従イメージ

(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

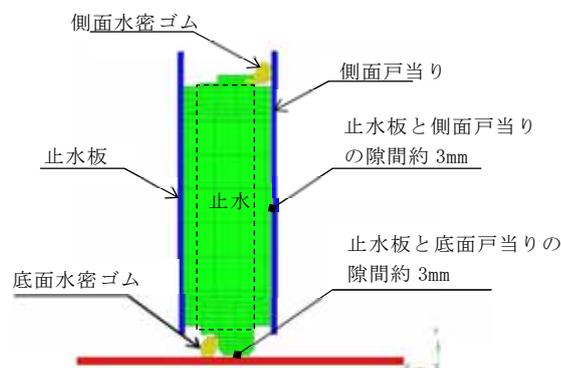
- ・ 金属間摩擦係数

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

<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

①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）

②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。

③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。

④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

①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。

②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 of 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 of 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 of 挙動 of 把握を行い止水機構 of 挙動を把握する。

c. 水密ゴムの維持管理方針

止水機構 of 水密ゴム of 維持管理として、外観点検（摩耗 of 有無等）及び定期的な硬度測定を実施し、水密ゴム of 摩耗や劣化 of 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（シヨア）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（シヨア）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）

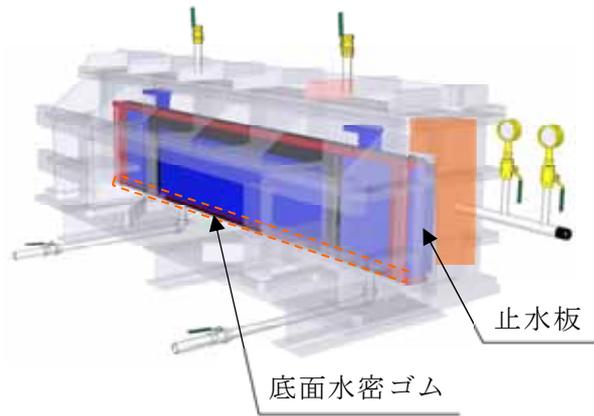
P：設計圧力

L：長辺の長さ（cm）

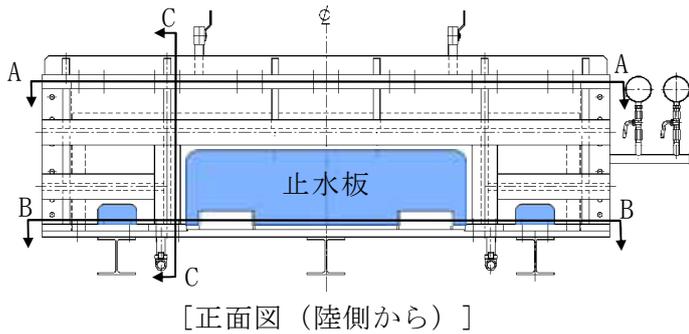
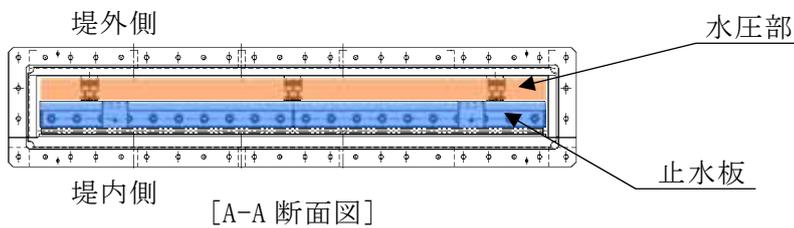
（試験装置の漏えい検出範囲長さ100cm）

第 1-12 表 試験装置主要仕様

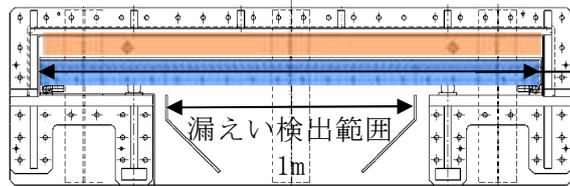
項目		仕様
試験装置	寸法	長さ約 2.3m×高さ約 0.7m×幅約 0.5m
	材質	鋼製
	設計圧力	0.7MPa
止水板	寸法	長さ約 2m×幅 0.1m×高さ 0.4m（実機スケール 1/1）
	材質	ステンレス鋼
	重量	約 620kg（実機と同じ）



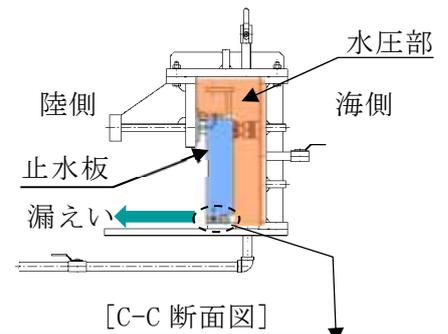
[試験装置の全体図]



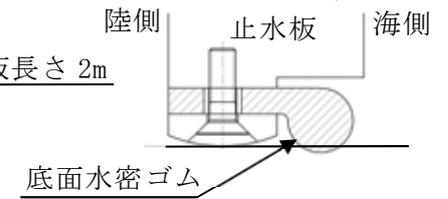
[B-B 断面図]



[正面図 (陸側から)]



[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>

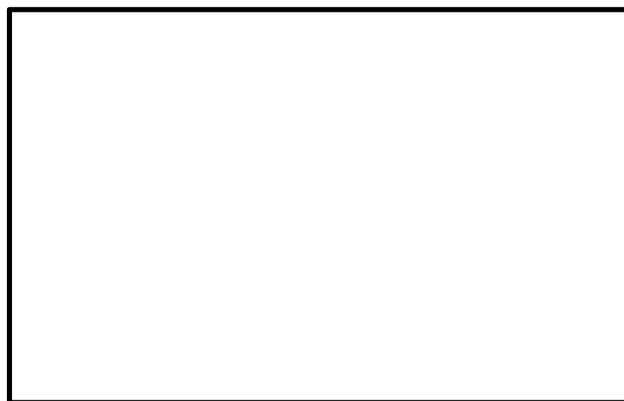
止水板の底面に設置した水密ゴムからの漏えい量を測定した。第1-13表に示した漏水試験結果のとおり、いずれの試験結果においても、ダム・堰施設技術基準（案）で規定する許容漏えい量算定式から求まる許容漏えい量を下回っており、水密ゴムの止水性能に影響のないことを確認した。

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。



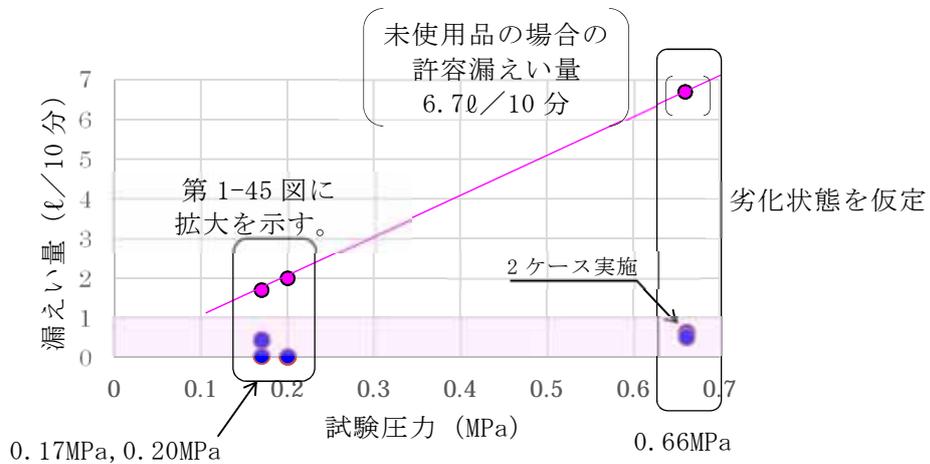
第1-45図 試験時の状況（10分保持後）

第1-13表 漏水試験結果

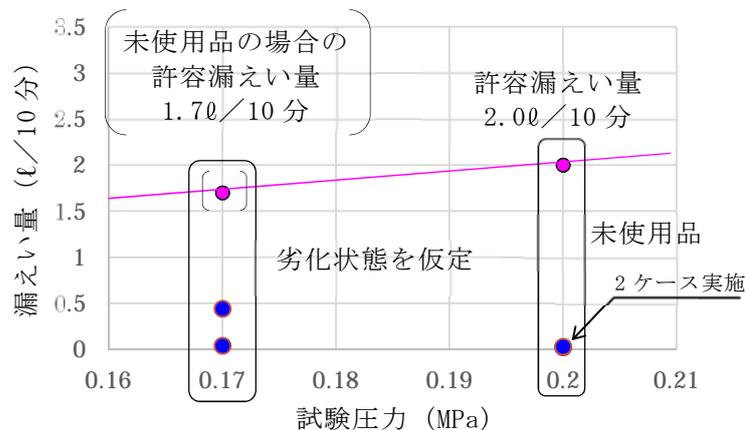
	区分	試験圧力 (MPa)	時間 (分)	漏えい量 ^{※1} (ℓ/10分)	許容漏えい量 (ℓ/10分)	判定
試験体 1	未使用品	0.20	10	0.020	2.0	○
試験体 2		0.20	10	0.029	2.0	○
試験体 3	劣化状態を仮定	0.17	10	0.039	1.7 ^{※2}	○
		0.66	10	0.625	6.7 ^{※2}	○
		0.17	10	0.440	1.7 ^{※2}	○
		0.66	10	0.525	6.7 ^{※2}	○

※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 (高压)



第 1-47 図 試験圧力と漏えい量 (低压)

【参考 : 想定外の損傷ケース】

◆ケース①：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、③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>

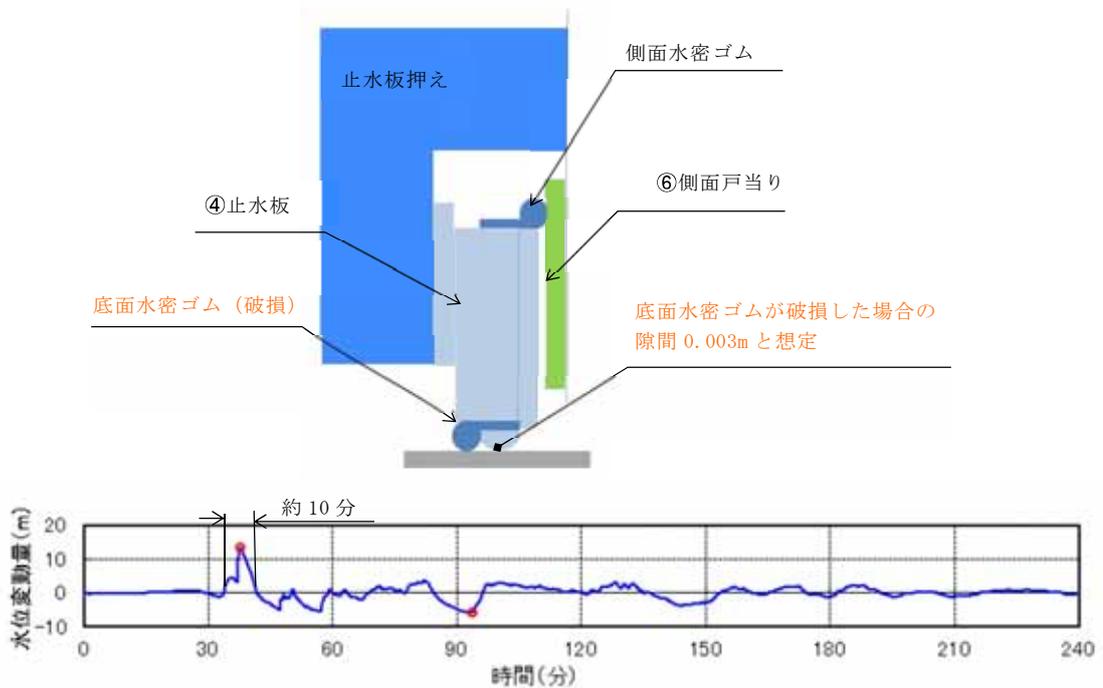
$$Q = C A \sqrt{2 g h}$$

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)

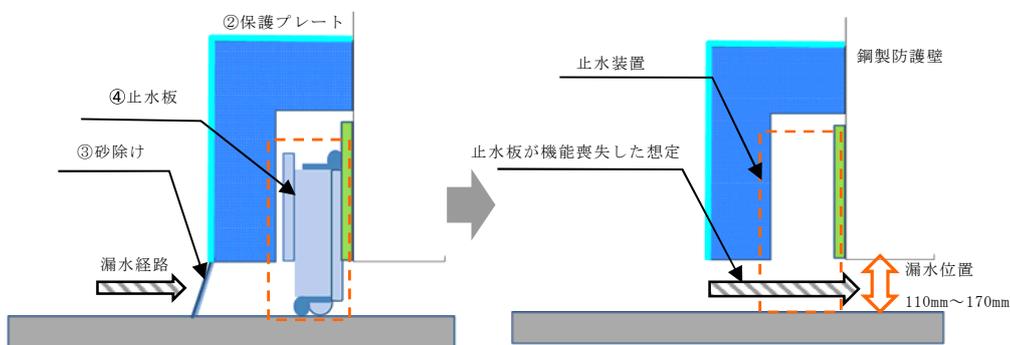
計算の結果、1秒あたり約 0.11m^3 の漏水量であった。基準津波による時刻歴波形から T.P. +3m を超える時間は約 10 分であるため、漏水量は約 66m^3 程度になり T.P. +3m 盤の敷地に浸水した場合は約 3cm の浸水深となった。また、止水板全体（100m）に換算すると漏水量は $3300\text{m}^3/10$ 分となり T.P. +3m 盤の敷地の浸水深は、約 1.2m になった。

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②：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のところを2箇所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。

	起伏ゲート	多段式ゲート	可動防潮堤
一般産業	16	14	16
電力	3	2	2
合計	19	16	18

ゲート等の採用実績

(A社製 2017年8月)



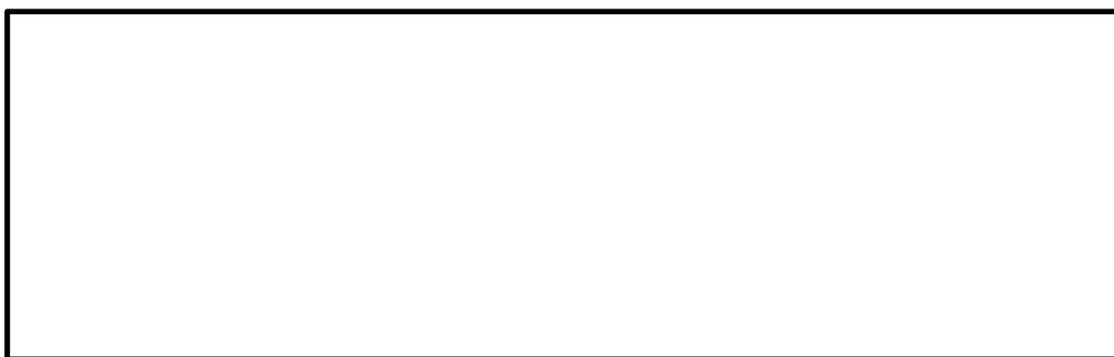
起伏ゲートの例



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①】
- ・ 寸法：幅 4.9m×高さ 1m
 - ・ 材質：ステンレス鋼

- 【可動防潮堤②】
- ・ 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③（陸上設置型長径間防潮堤）】

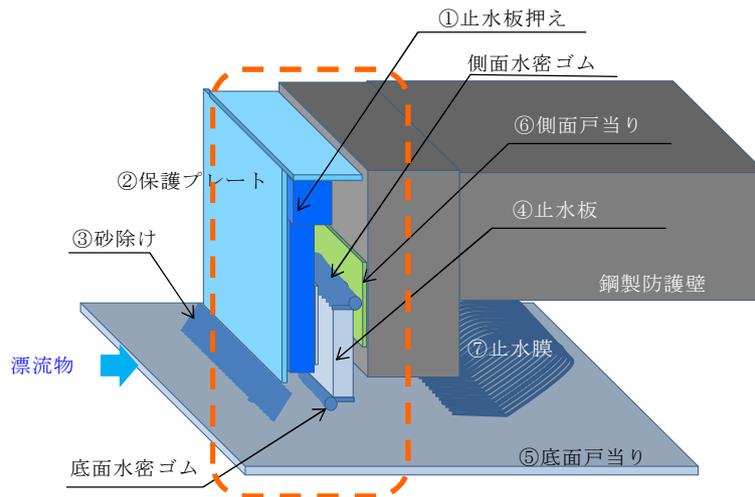
- ・ 寸法：港湾などの長い距離に対応
- ・ 材質：ステンレス鋼

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。



鋼製防護壁の概要

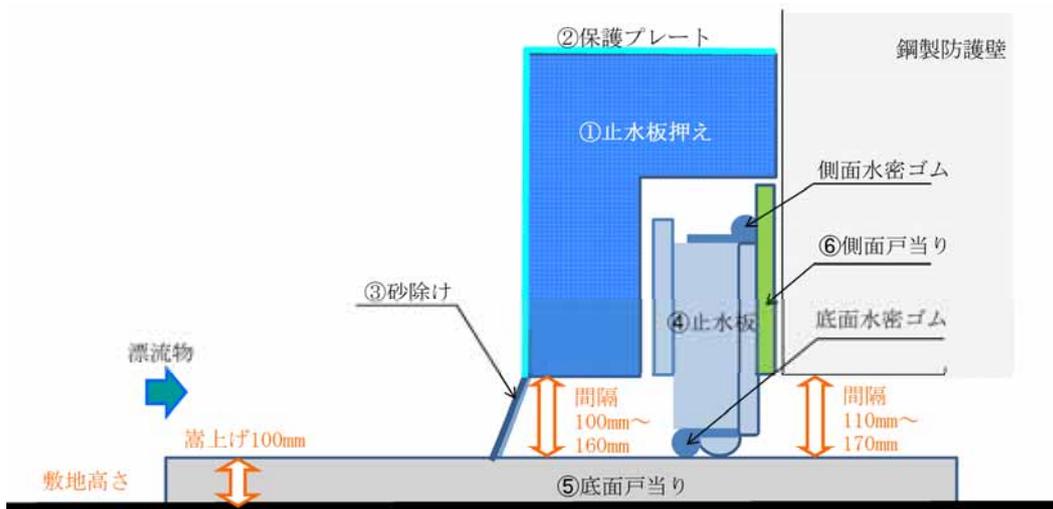


図1-51 鋼製防護壁の概要と各構成部品の概要

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		
① 止水板 押え	曲げ, せん断	弾 部材が 塑性域にと 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。 ◆ ④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④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。	
			◆ ①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①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。	
② 保護プレート	曲げ, せん断	弾 部材が 塑性域にと まらず 塑性域に 入る状態	● 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①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	信頼性向上のための設計 (詳細設計)	
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	<p>◆ ① 止水板押えとの接触により, 止水板が接触し, 損傷する。</p> <p>◆ 地震時に④ 止水板が浮上り等により固着し, 水密性を損なう。</p> <p>◆ ④ 止水板の挙動により, 戸当りが損傷し, 水密性を損なう。</p>	<p>◇ 構造部材設計</p> <p>① 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。</p> <p>◇ 二次元的動的解析</p> <p>動的解析を実施し④ 止水板の挙動について確認する。</p>	<p>○ 構造部材設計</p> <p>① 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, ③ 砂除けを設置しており, 砂の混入も防いでいる。④ 止水板は, 構造上, 小型の漂流物にも耐えるよう設計する。</p>	<p>三次元的解析を実施する。</p> <p>止水機構の多重化等を検討する。</p>

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	信頼性向上のための設計 (詳細設計)	
底面水密ゴム 側面水密ゴム	応力、接触面圧、変形量	有意な漏えいに至る変形、引張り	◆④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。 ◇二次元的動的解析 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 ・①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「①止水板押え」「②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、「①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。

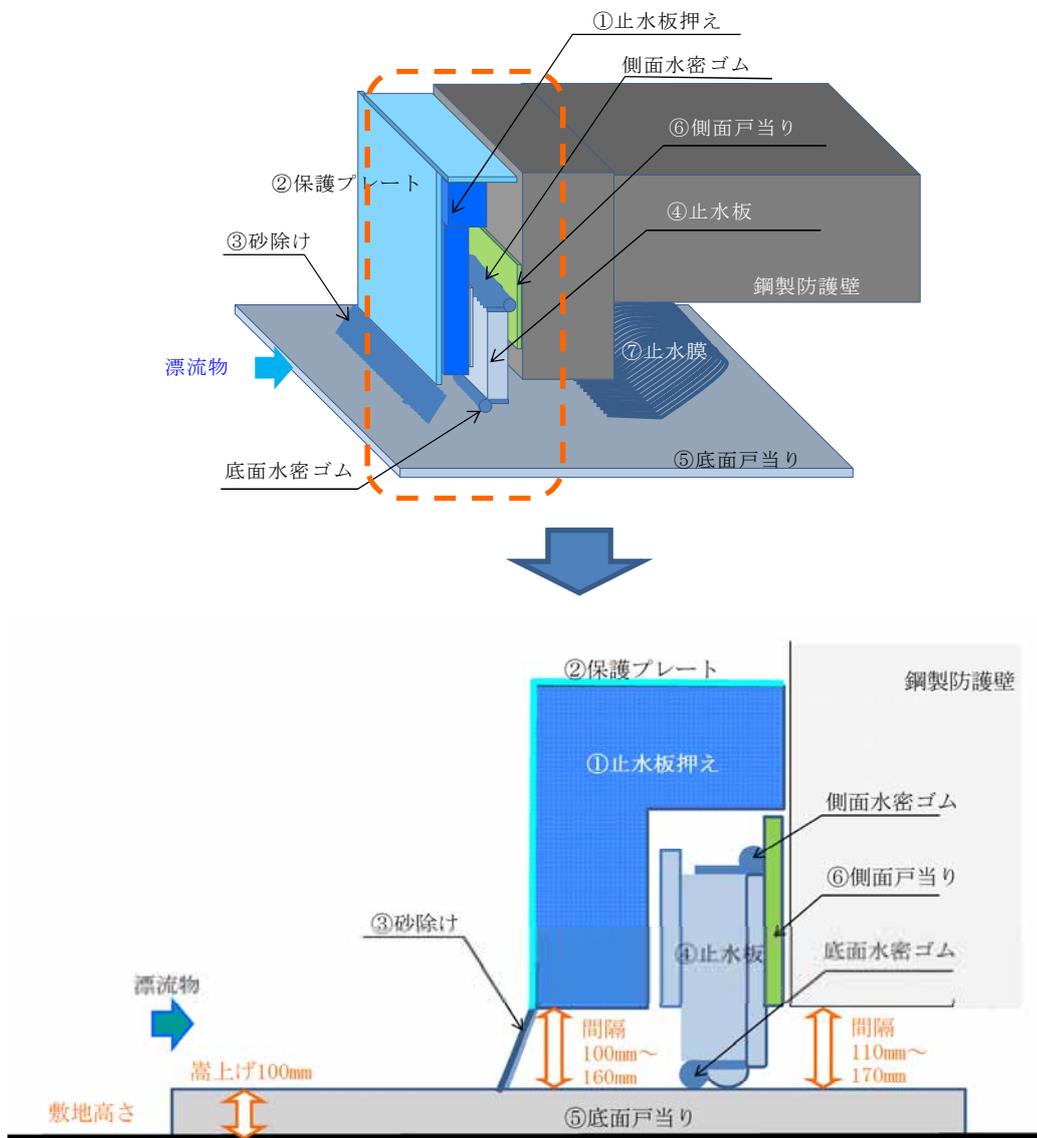
「①止水板押え」「②保護プレート」と「⑤底面戸当り」の間を通過した止水板に、到達できる漂流物の寸法は、約 100mm～160mm のもので砂、礫、小型植生（枝葉、樹皮）、その他小物の異物であるが、地盤から「⑤底部戸当り」を約 100mm 嵩上げするとともに、止水板前面に「③砂除け」を設置することにより、軽量・小型の異物混入を防止する設計であるため、基本的には通過しない構造である。第 1-15 表に止水機構の漂流物等からの防護機能の分類及び第 1-52 図に止水機構の構成部品の寸法を示す。

しかしながら、漂流物による「③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
①止水板押え及び ②保護プレート ～ ⑤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
③砂除けの設置 ⑤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、①止水板押えと⑤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④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)

$$W = k \cdot \pi \cdot (d/2)^2 \cdot H \cdot w(1+p)$$

$$= 89.5\text{kg} \div 90\text{kg}$$

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

①止水板押えと⑤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) 3×10³ kg/m³ 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

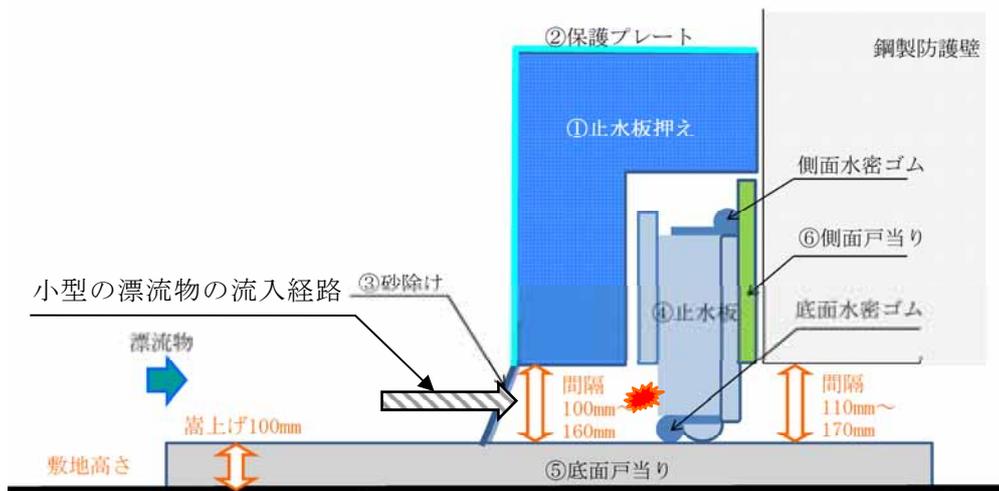
○止水板の許容限界は 240kN

・許容限界 : 短期許容応力度×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 λ 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、

$$\begin{aligned} t_{c2} &= T / 4 \\ &= (1 / \lambda) / 4 \\ &= (1 / 20) / 4 \\ &= 0.0125 \text{ s} \end{aligned}$$

となり、 t_{c1} と同程度となる。

上述のとおり、止水板は柔構造域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。

① 温度変化による移動（道路橋示方書に準拠）

・温度変化：1サイクル/日×365日×20年＝7300回

② 地震加振による移動

・震度3以上震度4まで：41回[※]/年×（20年/5年）

＝164回＋30（裕度）＝194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秒 × 194回 ＝9700秒

③ 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× 1.5倍で加振

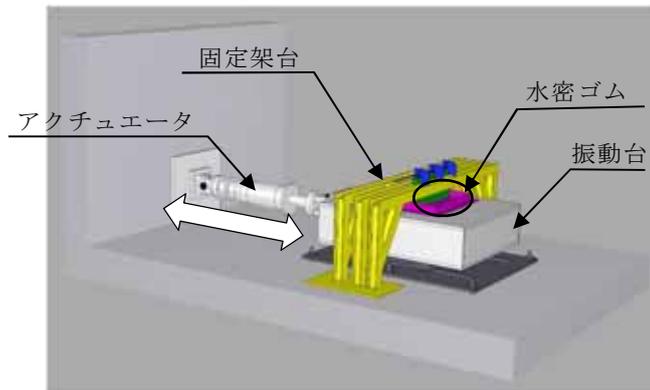
b. 環境条件

水密ゴム設置箇所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治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

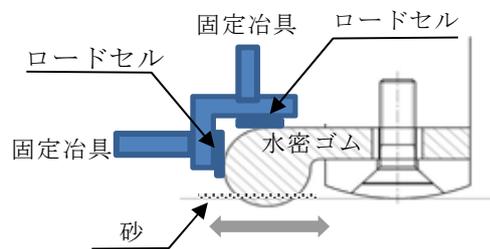
① 砂噛込み : 現地砂を使用

② 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

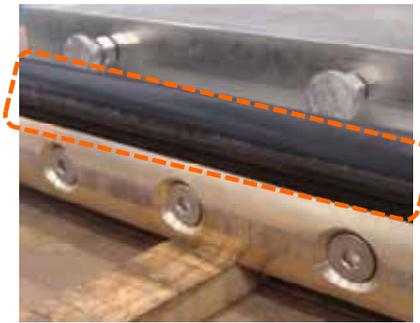


第 1-55 図 水密ゴム摩耗試験概要
(余震時+津波荷重時)

<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±60mm
- ・適用規格：

道路橋示方書・同解説Ⅱ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

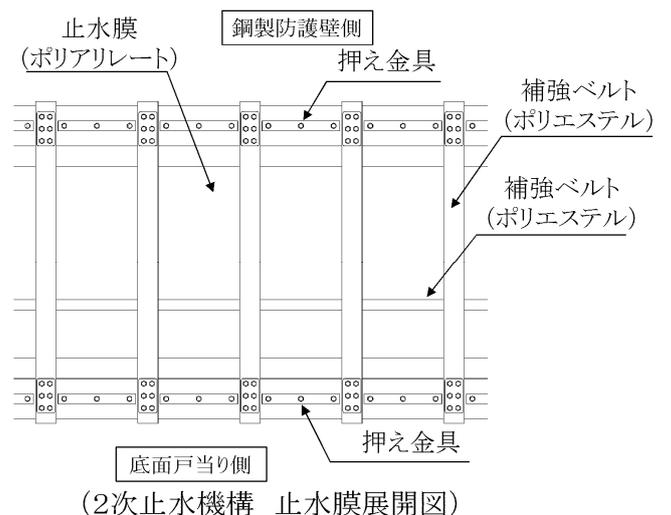
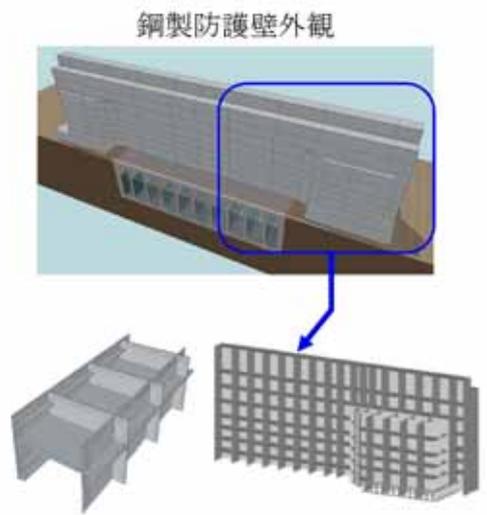
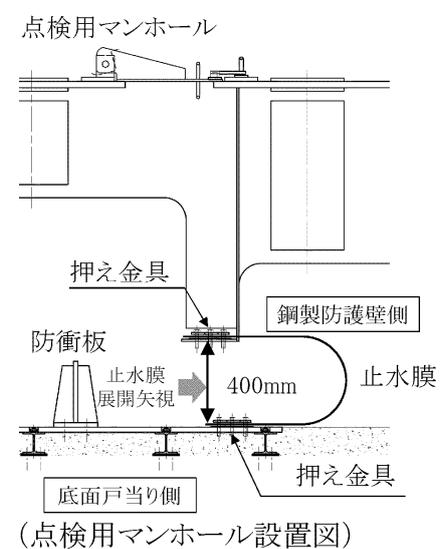
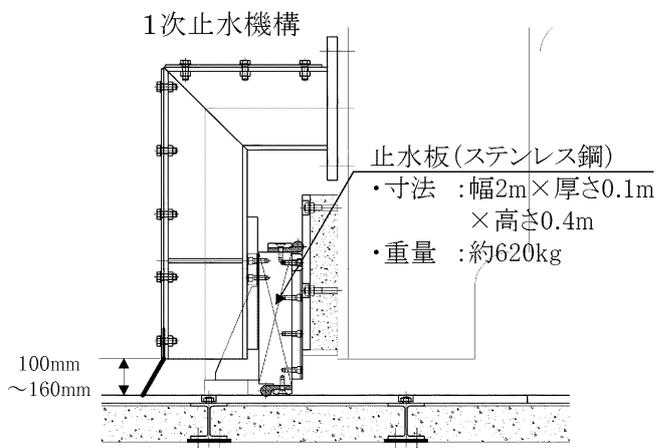
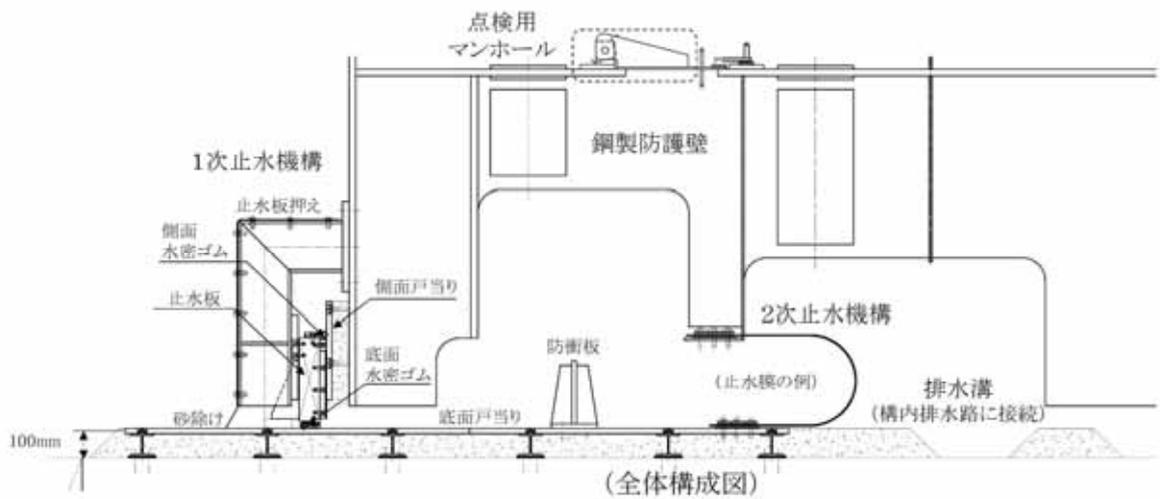
止水機構の損傷又は保守に伴う一時的な機能喪失時においても，津波に対する防護機能が維持できるよう，前述の止水機構（以下「1次止水機構」という。）に加えて，2次止水機構を設置する。

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桁に収集し、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を示す。

(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

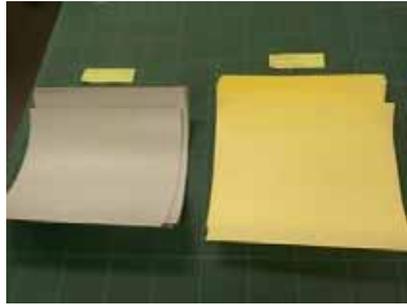
<水圧試験の確認結果>

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	500KPa以上	○	5回実施



止水膜サンプル

- ・左 :
- ・右 :



水圧試験状況

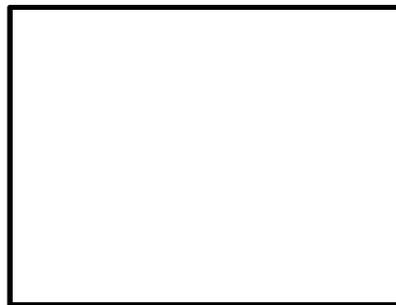
※今後、止水膜取付部（固定部）の強度についても確認する

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

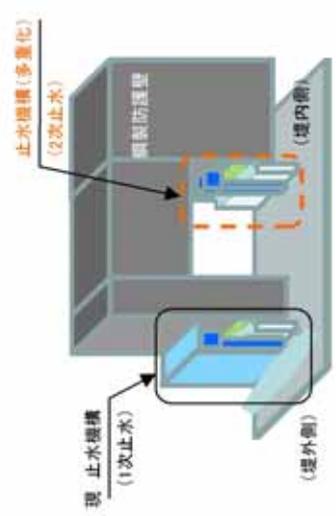
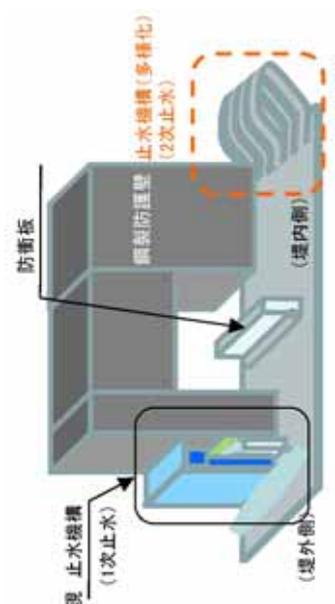
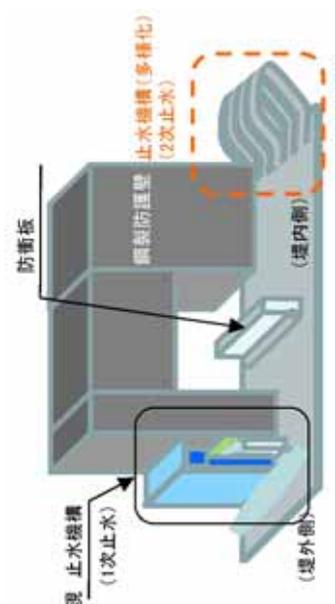
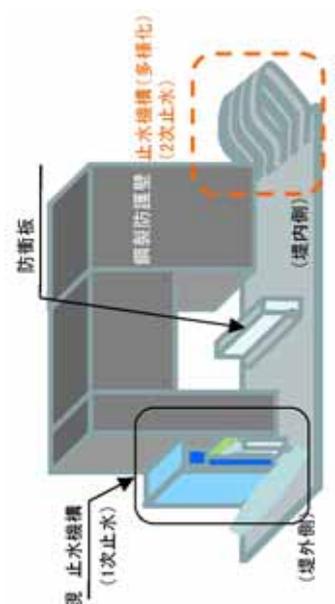
シートジョイントについては，東海第二発電所の防潮堤に設置するもの
と同等の仕様で，他プラントにおいても使用実績がある。

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)
	地震時の止水板の浮き上がりにより追従性が喪失する。 ※ 地震時に止水板が水密ゴムの噛み込み、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。 ※	<p>△</p> <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>○</p> <p>構造が異なるため、同時に機能喪失しない。</p>
止水板による止水機構	漂流物が止水板に衝突し、止水性が喪失する。	<p>○</p> <p>1 次止水機構がある場合は、漂流物までは到達せず、2 次止水機構までは保持される。</p>	<p>○</p> <p>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> <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>	<p>△</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	<p>メリット</p> <p>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。</p>	 <p>図 多重性の止水機構の例</p>	<p>△</p> <p>共通要因故障により、同時機能喪失のリスクがある</p>
	<p>デメリット</p> <p>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。</p>	 <p>図 多様性の止水機構の例</p>	<p>○</p> <p>漂流物に対する防護が必要になるが、防衝板により対応可能</p>
多様性	<p>メリット</p> <p>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。</p>	 <p>図 多様性の止水機構の例</p>	<p>○</p> <p>漂流物に対する防護が必要になるが、防衝板により対応可能</p>
	<p>デメリット</p> <p>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。</p>	 <p>図 多様性の止水機構の例</p>	<p>○</p> <p>漂流物に対する防護が必要になるが、防衝板により対応可能</p>

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。	防護壁は，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）。
	影響防止装置		防護壁は，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】可基 準規則 別記 3

○設置 3 五 ⑥ 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 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，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，漂流する可能性があるよう，漂流防止装置または津波防護施設における要求事項等】

○基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド 3.7.1 津波及び漂流物の衝突による波力，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。【確認内容】(2) ② 漂流防止装置，影響防止装置は，津波による波力，漂流物の衝突による荷重との組合せを適切に考慮して設計すること。

○耐津波設計方針に係る工設審査ガイド 3.7.1 津波及び漂流物の衝突による波力，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こと。

【設置】(1) ② b) タンク，船舶等の重量物が漂流物として特定される場合，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。

【確認内容】(1) ② b) タンク，船舶等の重量物が漂流物として特定される場合，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。

【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

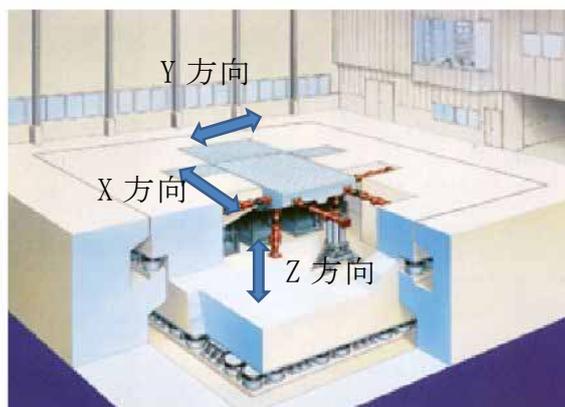
<加振装置>

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

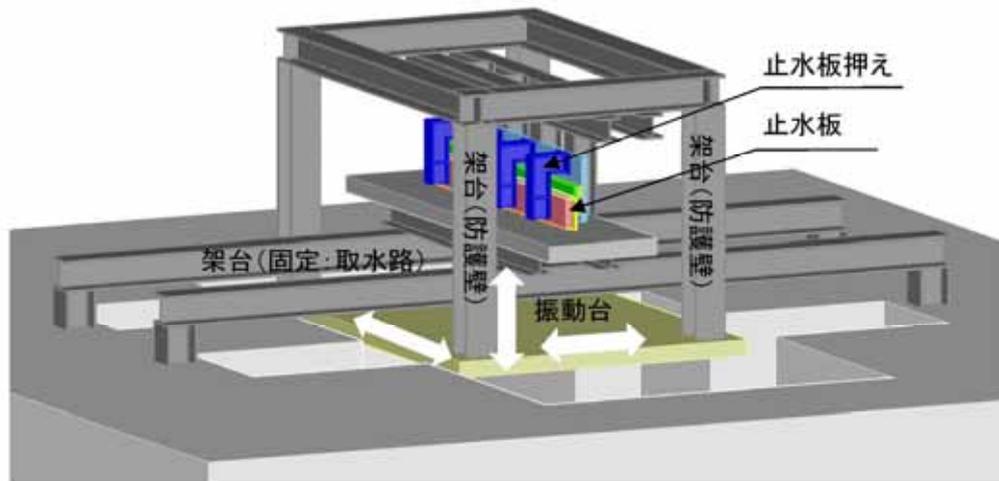
項目		基本仕様		
加速度自由度		3 軸 6 自由度		
最大積載質量		80tf		
テーブル寸法		6m×4m		
定格値	方向	X 方向 (水平)	Y 方向 (水平)	Z 方向 (鉛直)
	最大変位	±300mm	±150mm	±100mm
	最大加速度	1G	3G	1G



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圧を模擬した追従性：
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>

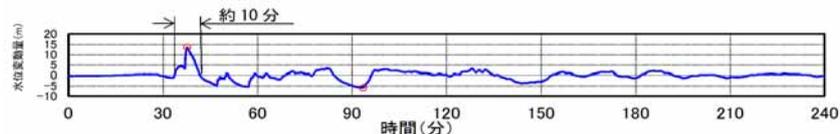
1次止水機構に加え、2次止水機構を設置した場合

<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）

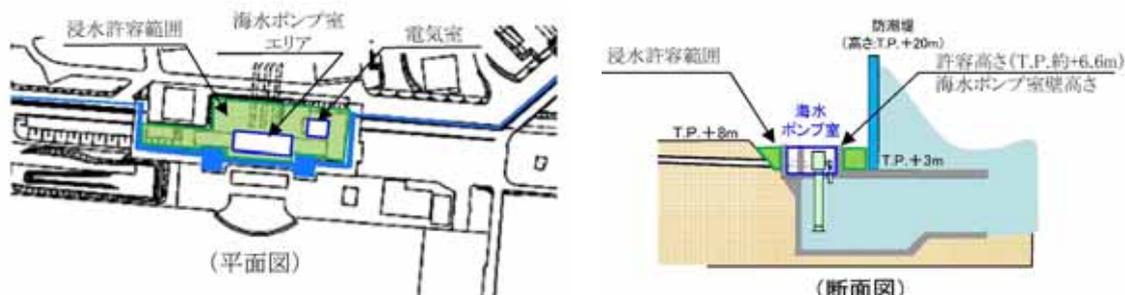
<評価条件>

○継続時間：約10分（取水口前面）



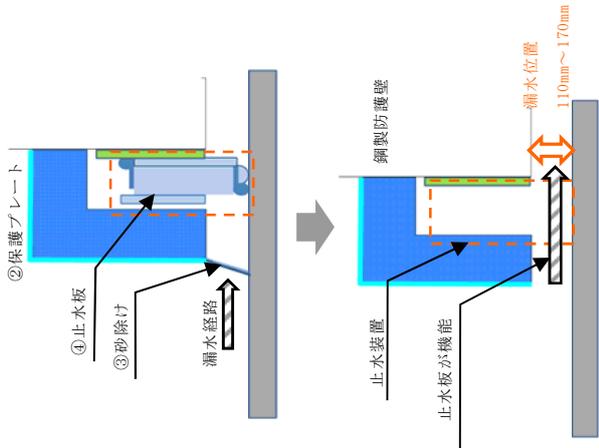
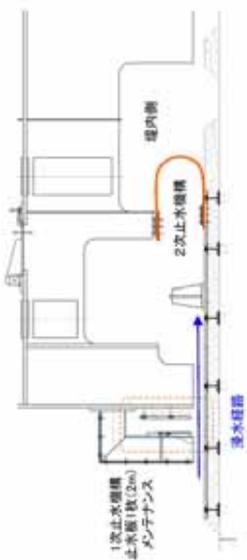
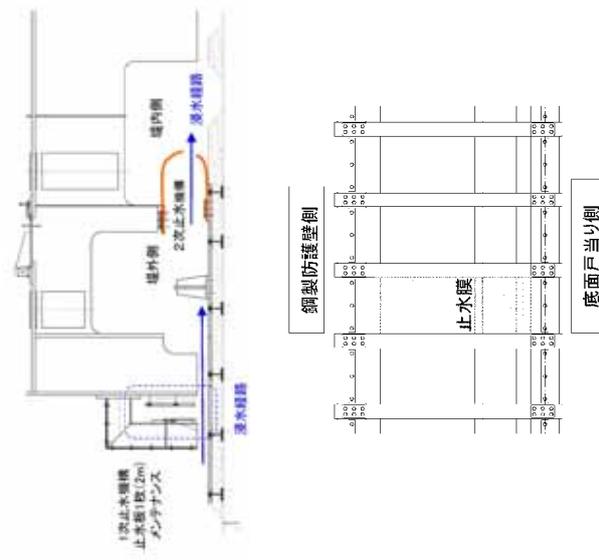
○許容高さ：T.P. 約+6.6m（海水ポンプ室壁高さ）

○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回審査会合時の説明内容)	【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当りの隙間部(最大170mm)から評価した。)
説明図		 <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500kPa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>	
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)	—	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と同じとなる。

【側部水密ゴムの設置概要について】

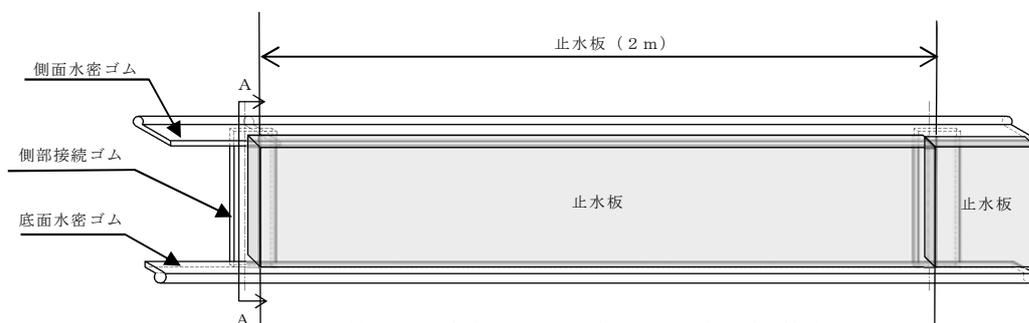
止水板と止水板の間を水密化するための、側部水密ゴムの接続方法及び、止水板への固定方法等について概要を説明する。

<概 要>

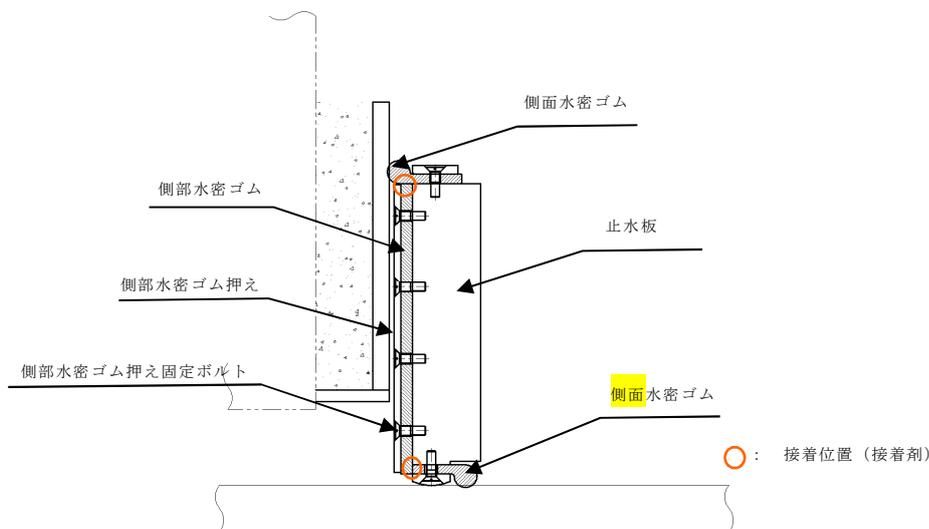
止水板と止水板の間(10mm)の水密性を確保する側部水密ゴム(平形)は、側面・底面水密ゴムと同じ材質のものを使用し、側面・底面水密ゴムに接合した構造としている。

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)

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に設計する。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。

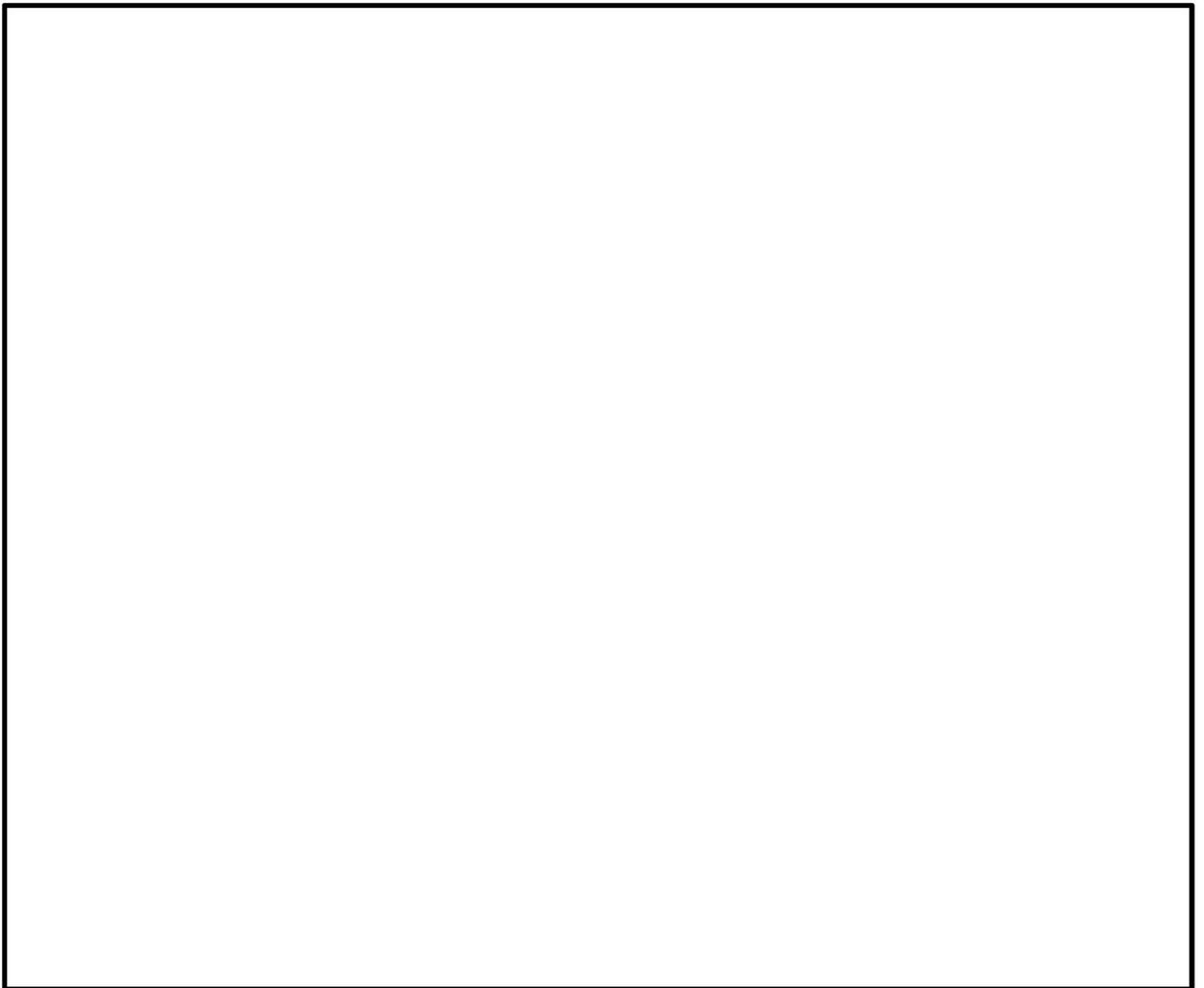
そのため、駆動方式は多重性を持たせ「電動駆動式」と「機械式」とし、電動駆動式に用いる電源は常用電源より供給し、電源がない場合には、電源を必要とせず現地より閉操作できるように機械式を採用してい

る。防潮扉に係る適用規格を以下に示す。

<適用規格>

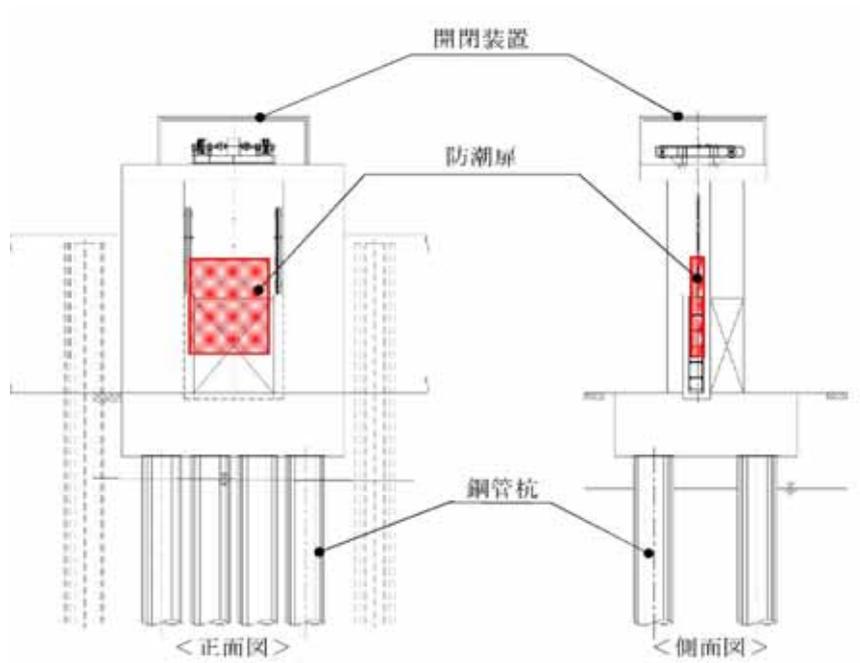
水門鉄管技術基準

ダム・堰施設技術基準（案）

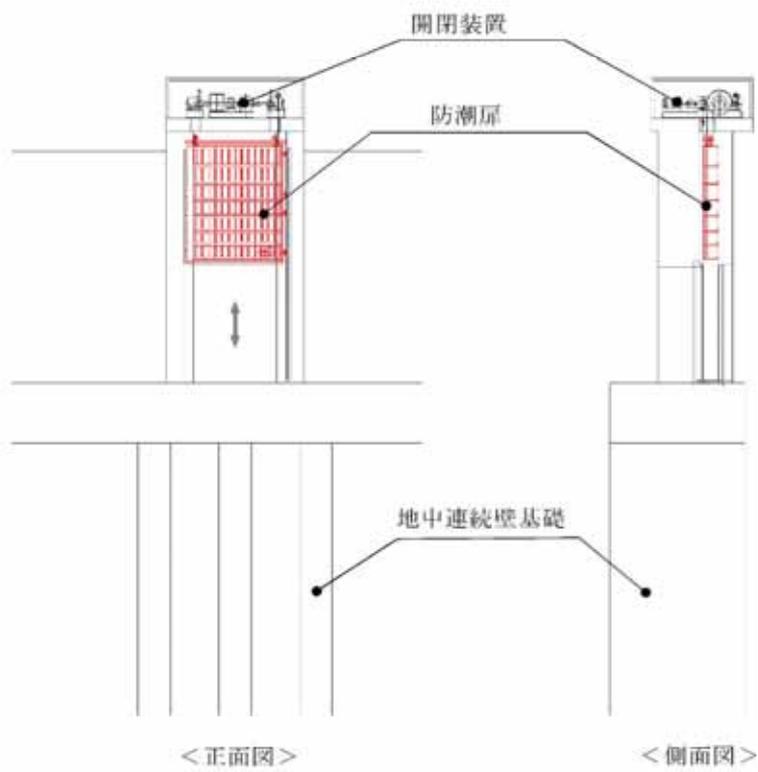


 : 防潮扉設置位置

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。

	スライドゲート
一般産業	20
電力	13
合計	33

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））

$$W = 10.2 L \times P = 10.2 \times 855 \times 0.153 = 1.34 \text{ l/min}$$

W：漏水量（ml/min）

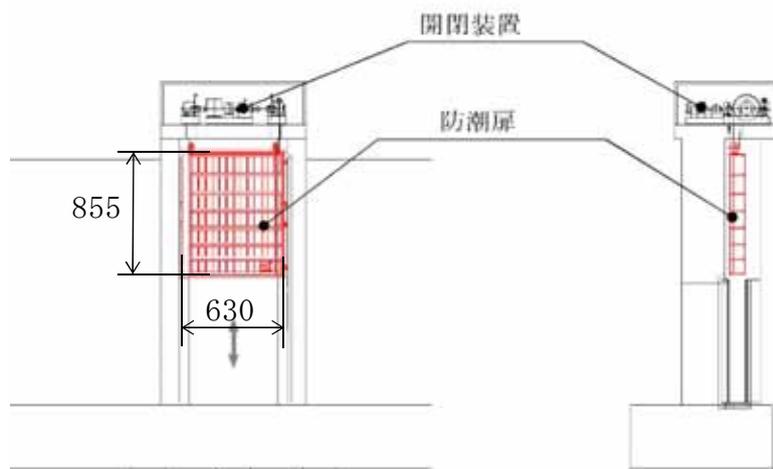
P：設計圧力（MPa） ⇒ 津波高さT.P.+17.9m－設置位置T.P.+2.8m
=15.1m ⇒ 0.153MPa

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。

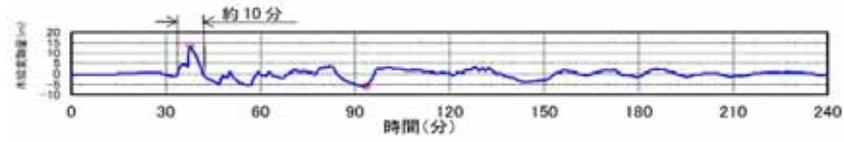
評価の結果、海水ポンプ室の浸水エリア内に13.4 l浸水したとしても、ごく僅かであり安全機能に影響を与える漏水量ではない。

○防潮扉（海水ポンプ室）の長辺の長さ



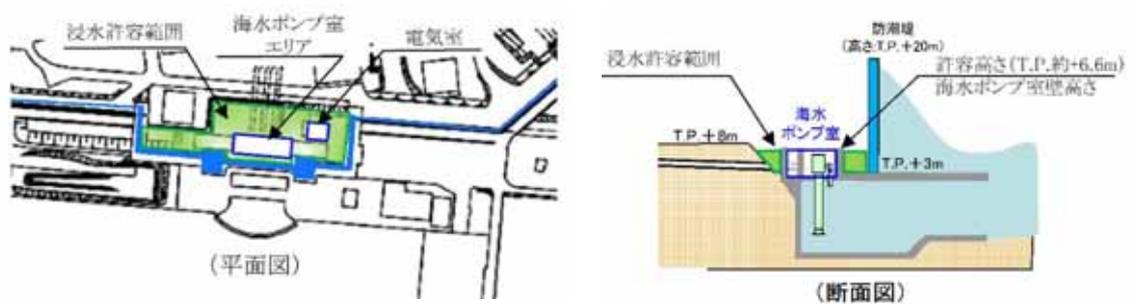
第3図 防潮扉の寸法図

○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)

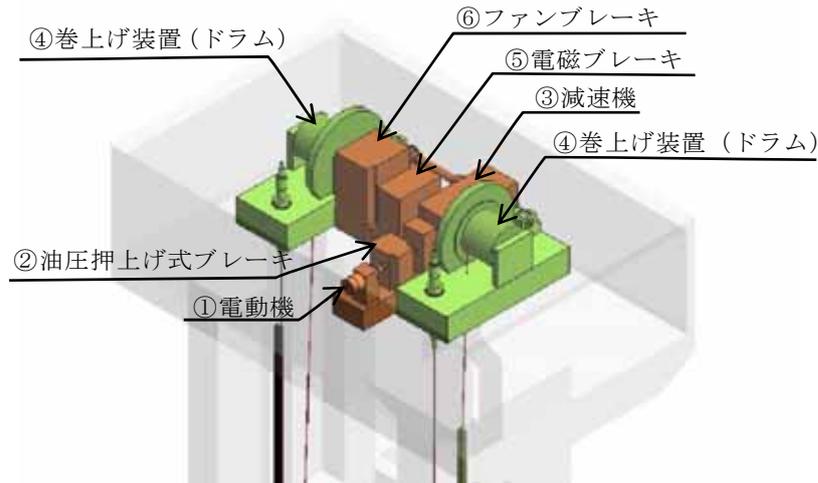
○浸水エリア : 海水ポンプ室浸水エリアを第 4 図に示す。



第 4 図 海水ポンプ浸水エリア

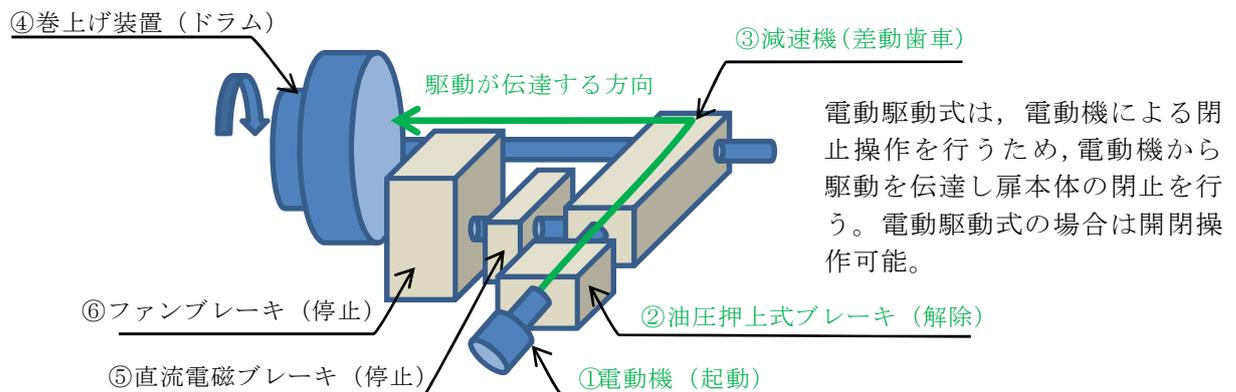
(4) 開閉装置の構造設計について

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

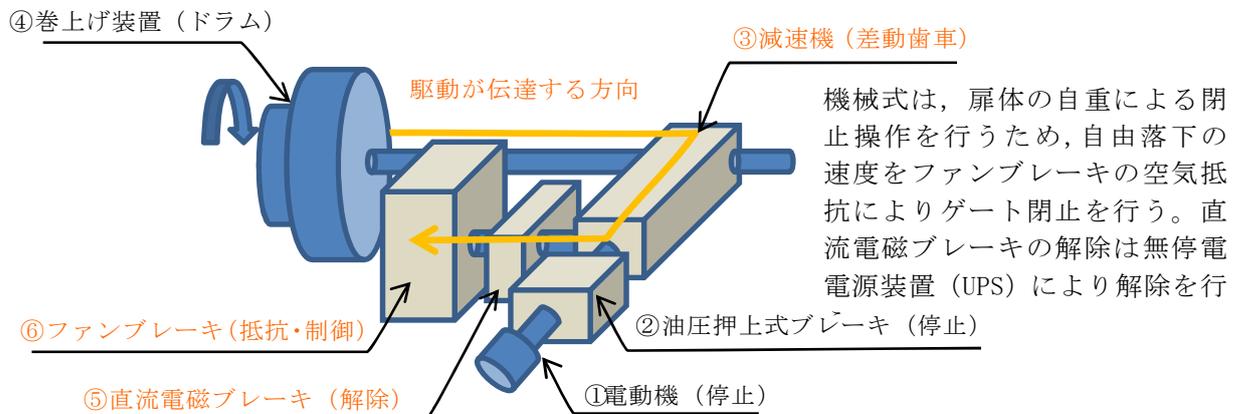
電動駆動式は①電動機を駆動，②油圧押し上げ式ブレーキを解除，③減速機，④巻き上げ装置を經由し防潮扉を閉止させる構造である。電動駆動式は開閉操作が可能である。（第6図参照）



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、⑤直流電磁ブレーキを解除、④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、⑥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に無停電電源装置（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

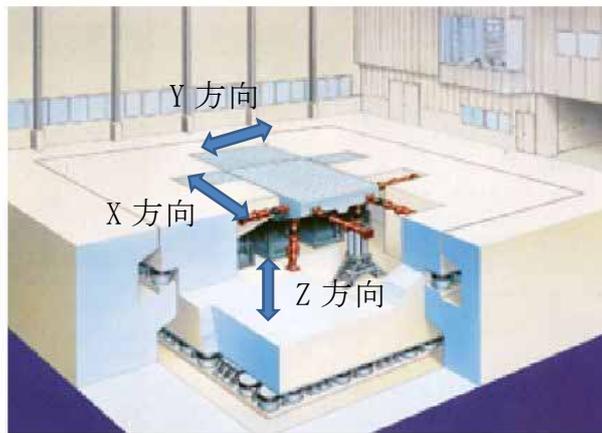
開閉装置の成立性確認のため、基準地震動 S_s の選定波を加振波として用い、実機大の防潮扉の開閉装置を用いた振動試験を行い地震後の動的機能維持を確認する。なお、詳細設計段階において開閉装置設置位置における応答スペクトルが算出された段階で、当該試験に用いた加振条件に包絡していることの確認を J E A C 4601 (2015)「4.6.3.2試験による評価の方法」に準じて行う。

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 × 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)	1G (水平)	3G (水平)	1G (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、解放基盤表面からの地盤の特性に応じた地震動の応答スペクトルとして基準地震動 $S_s - D 1$ を評価用を選定した。また、確認用に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 $S_s - 2 2$ (鉛直方向最大) 及び $S_s - 3 1$ (水平方向最大) についても選定した。

<加振条件>

加振試験に用いる $S_s - D 1$ の加振波は、J E A C 4601 (2015) の評価を実施するため包絡波を作成する必要があることから、元波に対して①地表面応答加速度 (SHAKE) を2.59倍し、全周期帯を包絡させた地震動を作成した。

更に、開閉装置位置 (T. P. +22.5m) の応答加速度を想定するため、SHAKE (地表面位置) での応答加速度の結果と開閉装置位置でのFLIPの応答解析結果との倍率 (②FLIP/SHAKEの倍率 (1.73倍)) を算定した。

先に包絡させた地震動①地表面応答加速度の倍率 (2.59倍) と②FLIP/SHAKEの倍率 (開閉装置位置での応答加速度の倍率1.73倍) と掛け合わせ、加振試験に用いる加速度応答スペクトルは元波に対して③入力地震動 (4.49倍) の包絡波を設定した。

また、確認用で実施する $S_s - 2 2$ (鉛直方向最大) , $S_s - 3 1$ (水平方向最大) の場合は、鉛直及び水平加速度について、開閉装置位置 (T. P. +22.5m) での倍率 (①FLIP/SHAKEの倍率) を求め、その倍率以上の2倍を目標に②入力地震動を設定した。

地震波における加振条件について、評価用を第3表に確認用を第4表に示す。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。

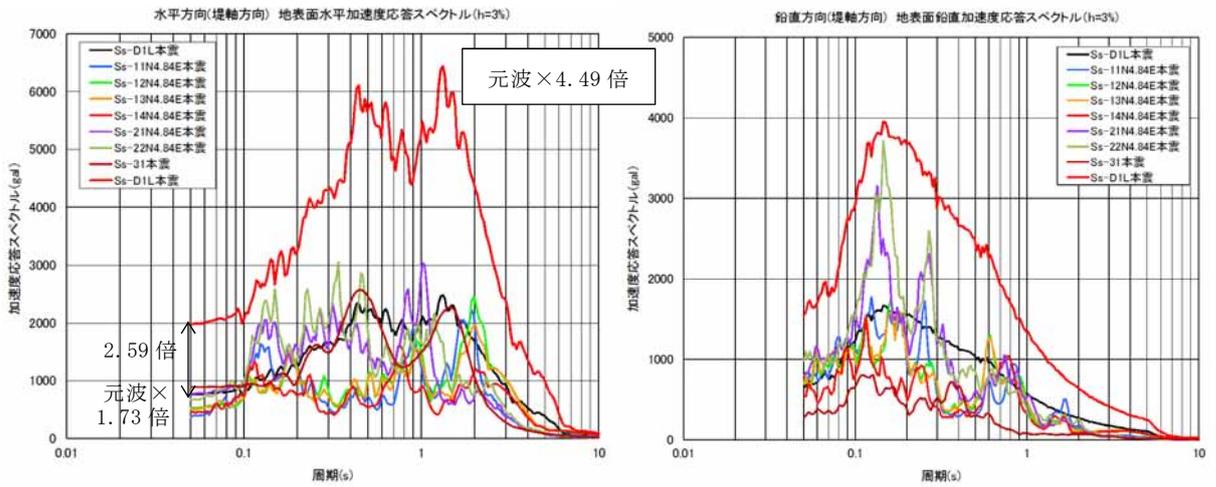
第3表 地震波における加振条件 (評価用)

地震波	①地表面応答加速度 (SHAKE) の全周期帯を包絡するための倍率	②地表面位置に対する開閉装置位置での応答加速度の倍率 (FLIP/SHAKE)	③振動台への入力地震動の倍率 (①×②)
S _s -D 1	2.59	元波×1.73	元波×4.49

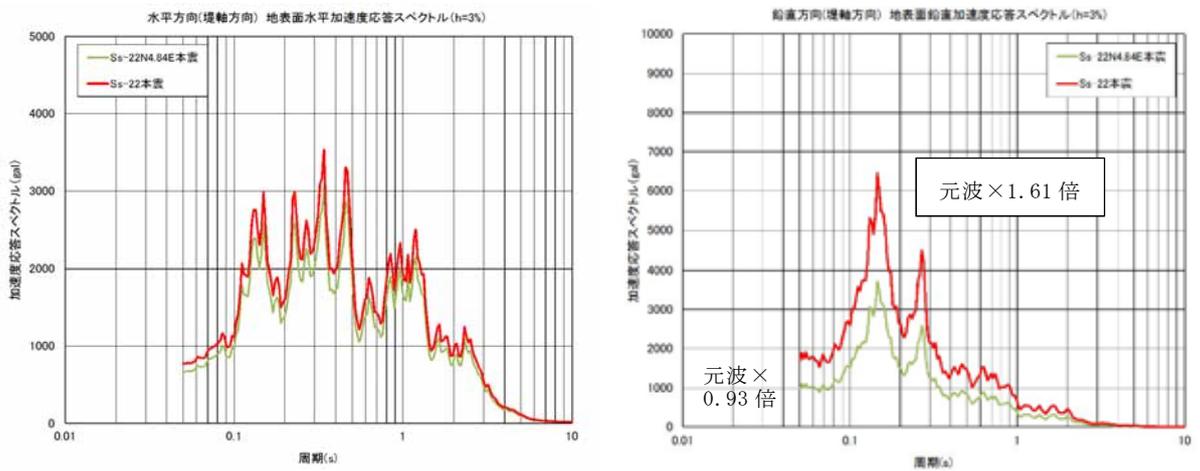
第3表 地震波における加振条件 (確認用)

地震波	①地表面位置に対する開閉装置位置での応答加速度の倍率 (FLIP/SHAKE)	②振動台への入力地震動の倍率 <2倍目標> (①<②)
S _s -2 2	元波×0.93	元波×1.61 [*]
S _s -3 1	元波×1.73	元波×2

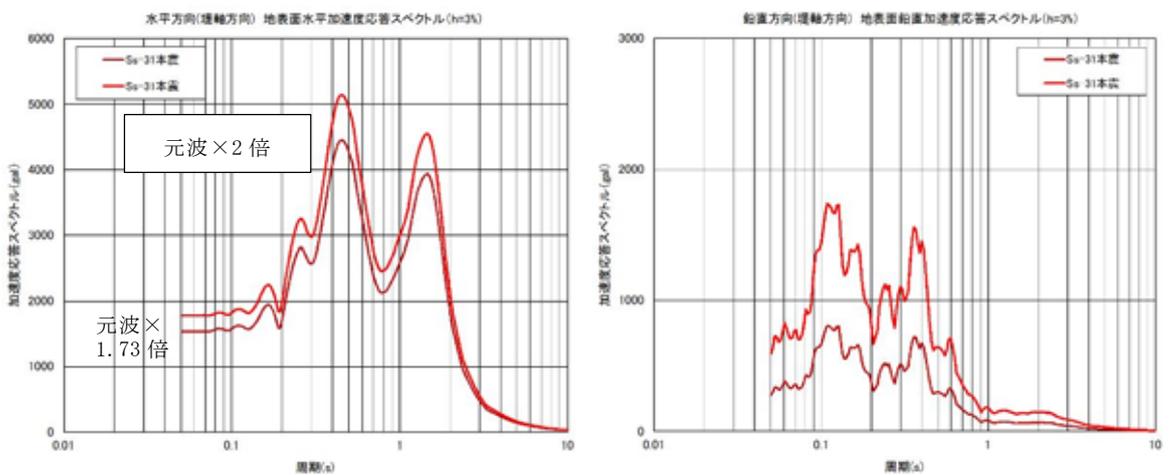
※振動試験装置の性能上 1.61 倍とした。



S s - D 1 (評価用：入力地震動)



S s - 2 2 (確認用：鉛直方向最大)



S s - 3 1 (確認用：水平方向最大)

第9図 模擬地震波の加速度応答スペクトル

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

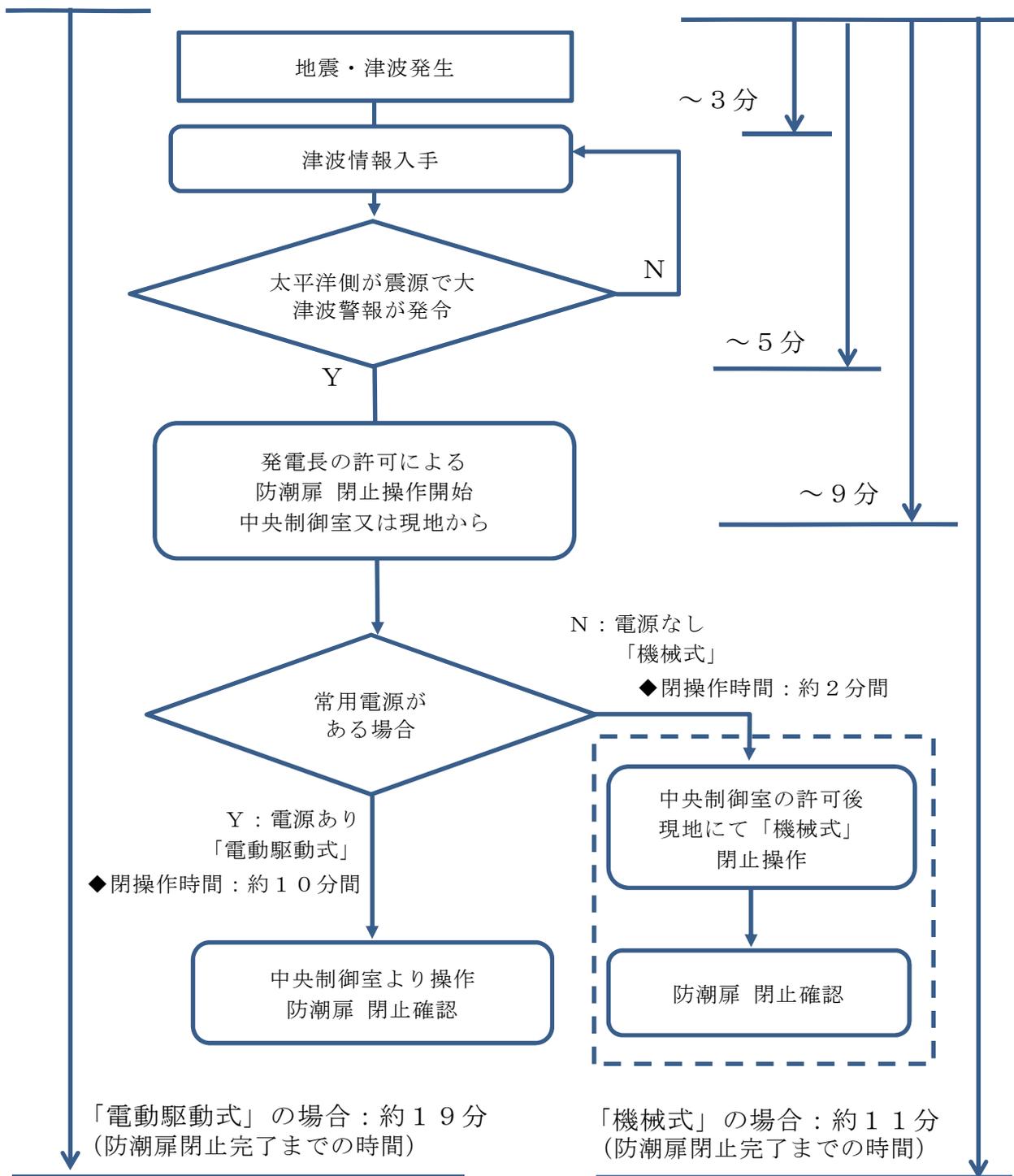
開閉操作する場合は、該当する作業件名の作業管理体制に基づき現場の安全を十分に確保（現場管理員が確認）したのち、発電長の許可を得て中央制御室より行う。閉止時間は操作開始後約10分後である。

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2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) 自然荷重（積雪荷重，風荷重，降下火砕物荷重）

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，設計風荷重，設計降下火砕物荷重を考慮する。

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。

降下火砕物荷重については、火山防護施設に該当する施設・設備について考慮する。

(3) 地震荷重（ S_s ）

基準地震動 S_s に伴う地震力を考慮する。

(4) 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。

(5) 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。

(6) 津波荷重（動・突き上げ）

津波の波圧が水路等の経路を經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。

(7) 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。

(8) 漂流物衝突荷重

漂流物の衝突荷重を考慮する。

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、自然荷重の「積雪荷重」、「風荷重」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。経路を經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，自然荷重の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，自然荷重の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，自然荷重の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、自然荷重の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、自然荷重の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) 海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁，取水ピット空気抜き配管逆止弁

海水ポンプグラウンド dren 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，自然荷重の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，自然荷重の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) SA用海水ピット開口部浸水防止蓋

SA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、**自然荷重**の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SA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，自然荷重の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、**自然荷重**の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，自然荷重の風荷重
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，自然荷重の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、自然荷重の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、自然荷重の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、自然荷重の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	自然荷重※	地震荷重	余震荷重	津波荷重			漂流物衝突荷重	備考
					静	動き突上げ	動波圧		
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	○	○	○						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評価しない。
	○	○							
	○	○		○					
	○	○					○		
取水路点検用開口部浸水防止蓋	○	○	○						
	○	○							
	○	○		○					
海水ポンプグラウンドドレン排出口逆止弁	○	○	○						
	○	○							
	○	○		○					
取水ピット空気抜き配管逆止弁	○	○	○						
	○	○							
	○	○		○					

※自然荷重（積雪荷重，風荷重，降下火砕物荷重）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。

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	自然荷重※	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 波圧		
放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋	○	○	○						
	○	○			○				
	○	○		○	○				
SA用ピット開口部浸水防止蓋	○	○	○						
	○	○			○				
	○	○		○	○				
緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋	○		○						屋内の設置のため、風荷重及びその他の自然現象に伴う荷重は考慮しない。
	○				○				
	○			○	○				
緊急用海水ポンプグラウンドドレン排水口逆止弁	○		○						屋内の設置のため、風荷重及びその他の自然現象に伴う荷重は考慮しない。
	○				○				
	○			○	○				
緊急用海水ポンプ室床ドレン排水口逆止弁	○		○						屋内の設置のため、風荷重及びその他の自然現象に伴う荷重は考慮しない。
	○				○				
	○			○	○				
海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋	○	○	○						
	○	○			○				
	○	○		○	○				

※自然荷重（積雪荷重、風荷重、降下火砕物荷重）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。

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	自然荷重※	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	○	○	○						
	○	○							
	○	○		○					
原子炉建屋境界貫通部止水処置	○	○	○						
	○	○							
	○	○		○					
防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置	○	○	○						
	○	○							
	○	○		○					
津波・構内監視カメラ	○	○	○						
取水ピット水位計	○	○	○						
	○	○							
	○	○		○					
潮位計	○	○	○						
	○	○							
	○	○		○					

※自然荷重（積雪荷重、風荷重、降下火砕物荷重）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。

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 I 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 I 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 :

$E = E' = W \times v^2 / 4g$

ここで、 $W = W_0 + W' = W_0 + (\pi/4) \times D^2 L \gamma_w$

W : 仮想重量 (kN)

W_0 : 排水トン数 (kN)

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)

γ_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つた」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、**漁船**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>○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 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>○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 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，漁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：エプ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>○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 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漁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															
<p>(d) 有川らの評価式</p> <p>[4] 有川太郎ら：遡上津波によるコンテナ漂流力に関する大規模実験，海岸工学論文集，第54巻，pp. 846-850，2007</p> <p>[5] 有川太郎ら：津波による漂流木のコンクリート壁面破壊に関する大規模実験，土木学会論文集B2，Vol. 66，No. 1，pp. 781-785，2010</p>	<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） ν：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_{MA}m（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>															
<p>(e) FEMA の評価式</p> <p>[6] FEMA, Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis, FEMA P646,</p>	<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</p> <p>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 border="1" data-bbox="571 1603 1377 1787"> <thead> <tr> <th>漂流物</th> <th>質量 m [kg]</th> <th>有効剛性 k [N/m]</th> </tr> </thead> <tbody> <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> </tbody> </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漁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														

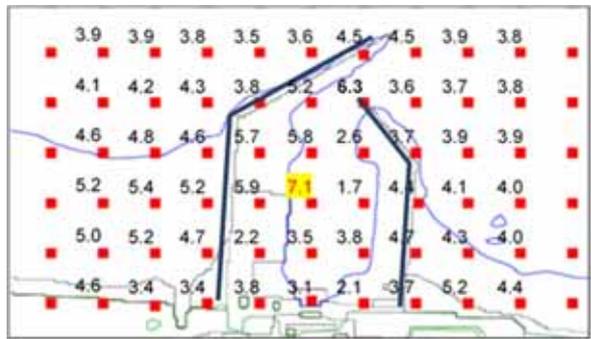
5. 漂流物の衝突荷重算定式の選定

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漁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、漁船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。このため、ここでは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した例を示すが、今後その他の衝突荷重の算定式の適用性についても検討し、詳細設計に反映する。

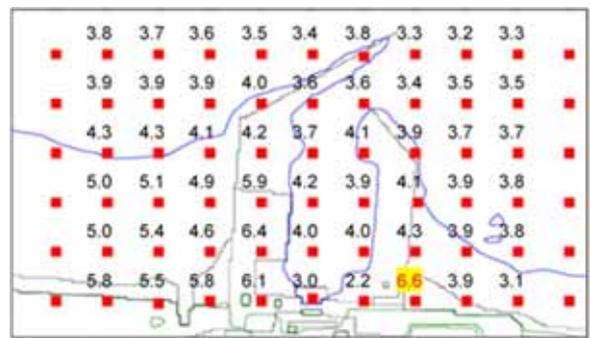
6. 漂流物の評価に考慮する津波の流速

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。

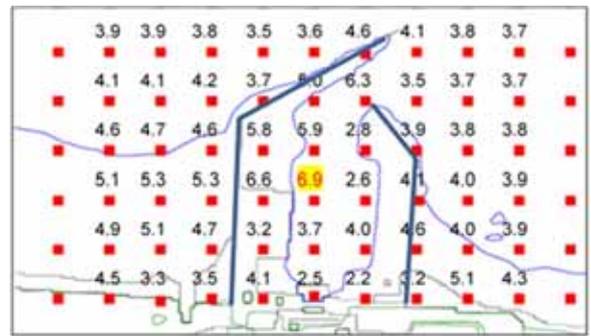
基準津波に対して、防波堤があるモデル、防波堤がないモデル及び防波堤の耐震評価結果から防波堤を1 m沈下させたモデルを用いて津波シミュレーションを実施し、敷地前面海域における表面流速を評価した。それぞれのケースにおける前面海域の最大流速分布を第1図に示す。



(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. 防潮堤に想定する漂流物の衝突荷重（道路橋示方書の例）

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，15tの漁船とする。

漂流物の衝突荷重については，道路橋示方書による方法の場合は以下の通りとなる。

$$\text{漂流物の衝突荷重 } P = 0.1 \times 15 \times 9.8 \times 10 = 147 \text{ (kN)}$$

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3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。

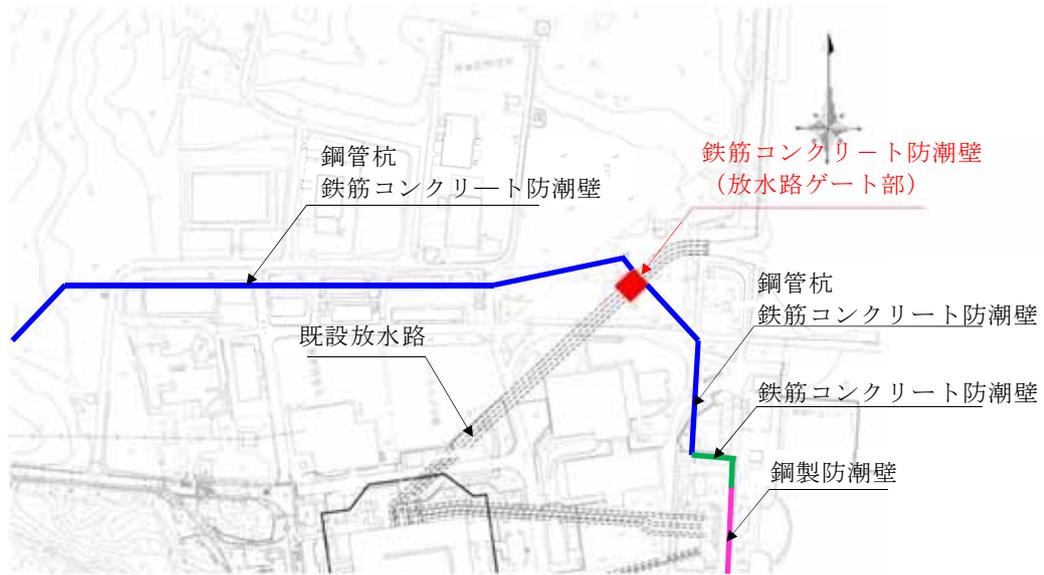
また、放水路ゲートの閉止機能においてMS-1として設計するため、設置許可基準規則第十二条に基づく要求があることから、ゲートの閉止に必要な系統（駆動方式、電気系等）は、多重性又は多様性、及び独立性を確保し、遠隔操作が可能な系統とする。放水路ゲートに係る適用規格を以下に示す。また、第1表に防潮扉と放水路ゲートの基本設計方針の相違点を示す。

<適用規格>

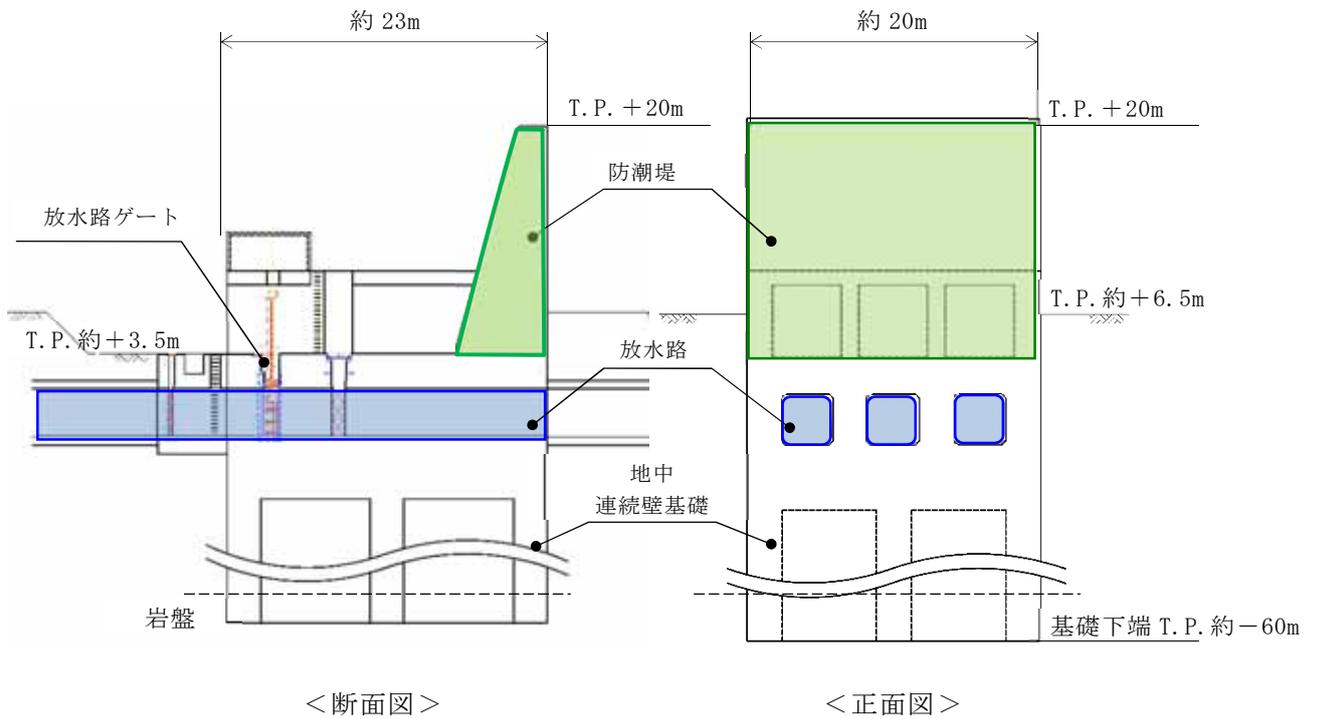
- ・水門鉄管技術基準
- ・ダム・堰施設技術基準（案）

第1表 防潮扉と放水路ゲートの基本設計方針の相違点

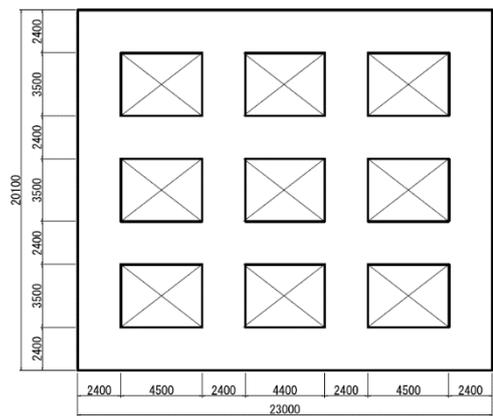
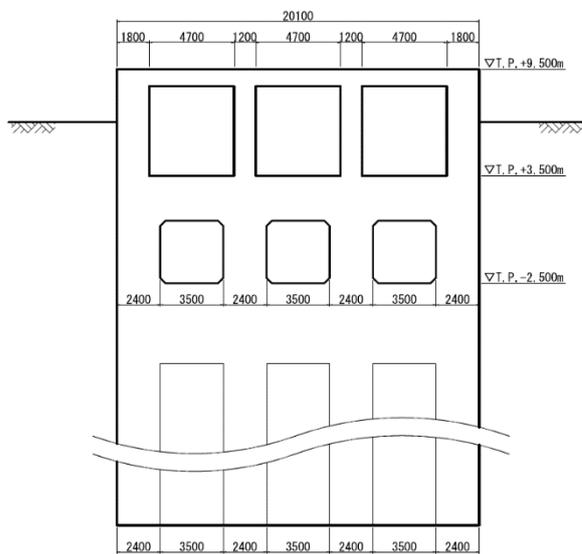
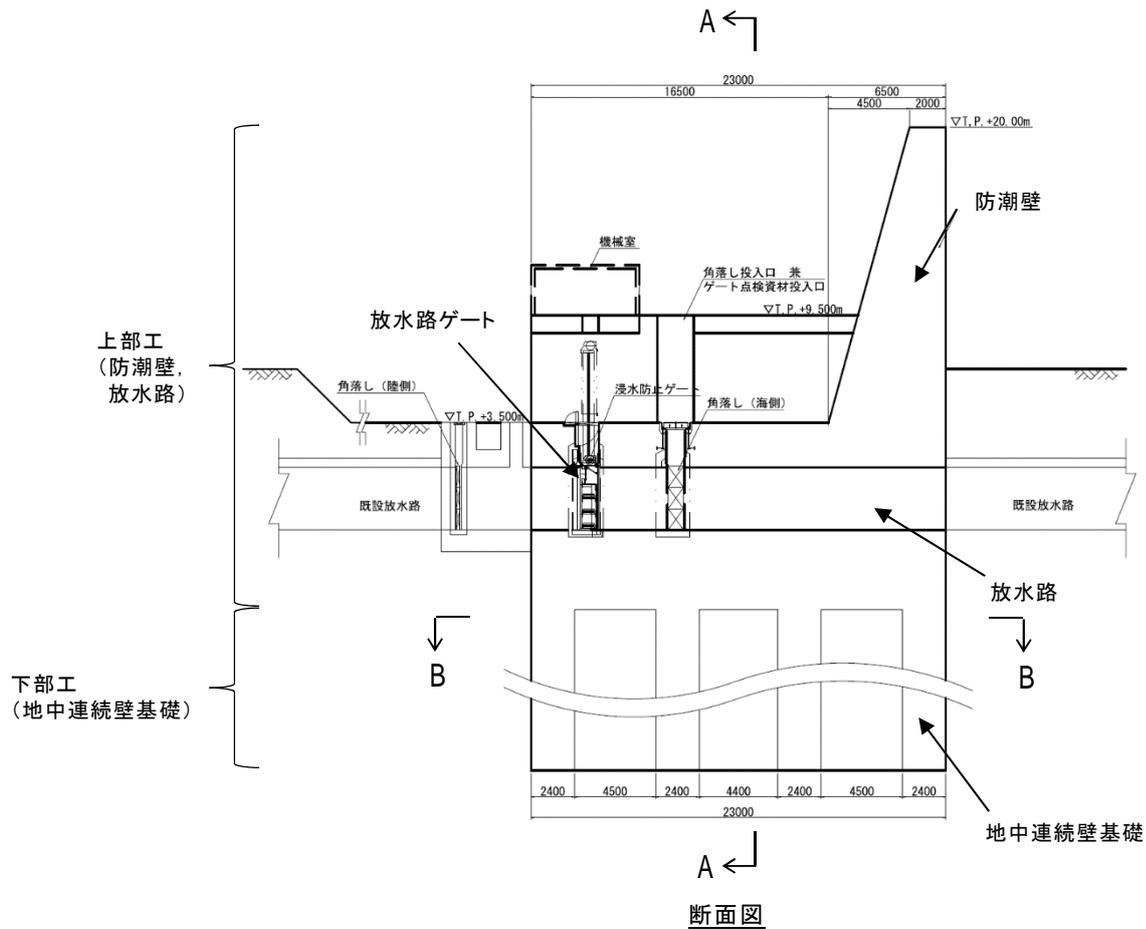
	通常状態	操作条件	供給電源	操 作	操作時の インターロック
防潮扉	閉状態	閉状態のため操作なし	常用電源	中央制御室 又は現地	なし
放水路 ゲート	開状態	大津波警報 発表時に 閉止操作	非常用電源 MS-1設計	中央制御室	循環水ポン プ停止信号



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



注) 仕様については今後の検討により変更の可能性がある。

第3図 鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア) 構造図

(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あり，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30-5

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。

	スライドゲート
一般産業	20
電力	13
合計	33

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

①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。

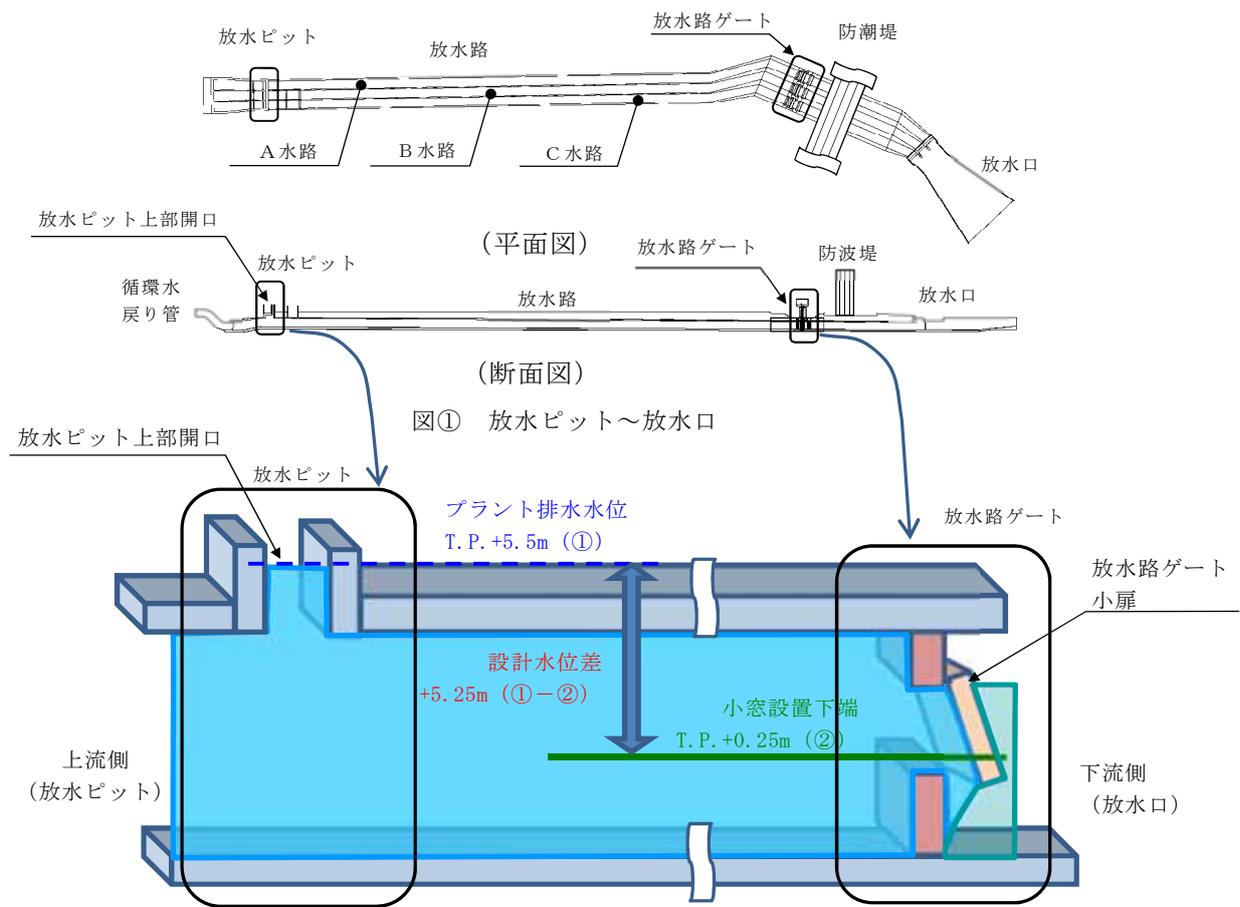
大津波警報が発表された場合には、原子炉スクラム停止操作、循環水ポンプ停止及び出口弁を閉操作する。循環水ポンプが停止した後、放水路ゲートを閉操作する。

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。

②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 (①) 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 (②) であることから水位差5.25m以下

(①-②) 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4図に放水路ゲートの小扉の排水設計を示す。



図② 放水路ゲート小扉の設計

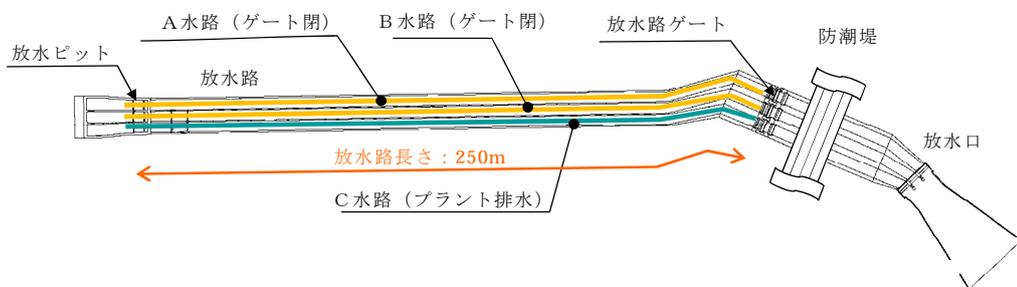
【放水路ゲートの小扉の排水条件について】(図②参照)
 <小扉の開条件>

- ◆必要面積 (小扉の面積) : 0.197m² 以上
- ◆設計水位差 : 5.25m (①-②)
 - ・プラント排水水位 (放水ピット) : T.P. +5.5m (①)
 - ・小窓設置下端 : T.P. +0.25m (②)
- ◆設計潮位 T.P. +0.61m 以下 (朔望平均満潮位)
- ◆必要放出流量 : 4320.8m³/hr
 - ・残留熱除去系海水ポンプ885.7m³/hr×4台
 - ・非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ : 272.6m³/hr×2台
 - ・高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機用海水ポンプ : 232.8m³/hr×1台

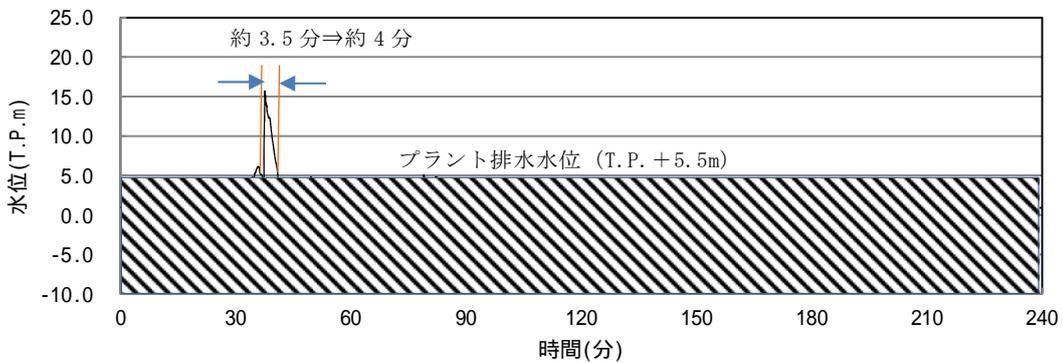
第4図 放水路ゲートの小扉からの排水設計

③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5図に放水路ゲート閉止状態での排水イメージを示す。



図① 非常用海水ポンプの排水ルート (C水路の例)

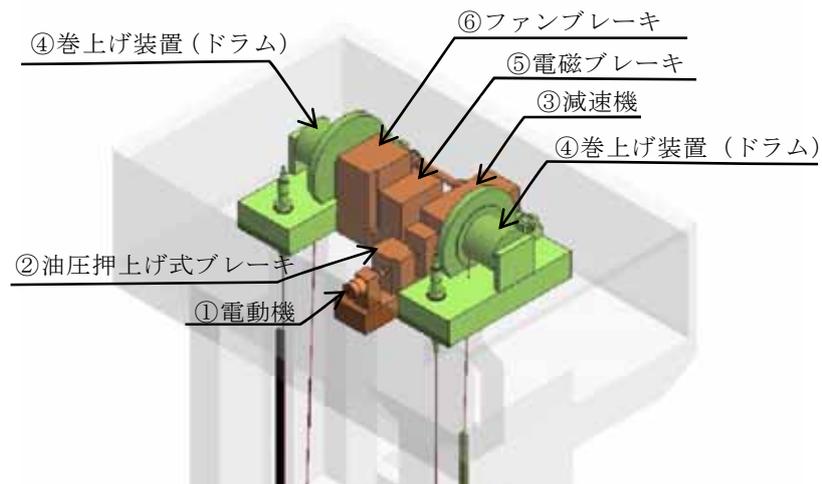


図② 放水路ゲート閉止した場合の時刻歴波形

第5図 放水路ゲート閉止時の排水

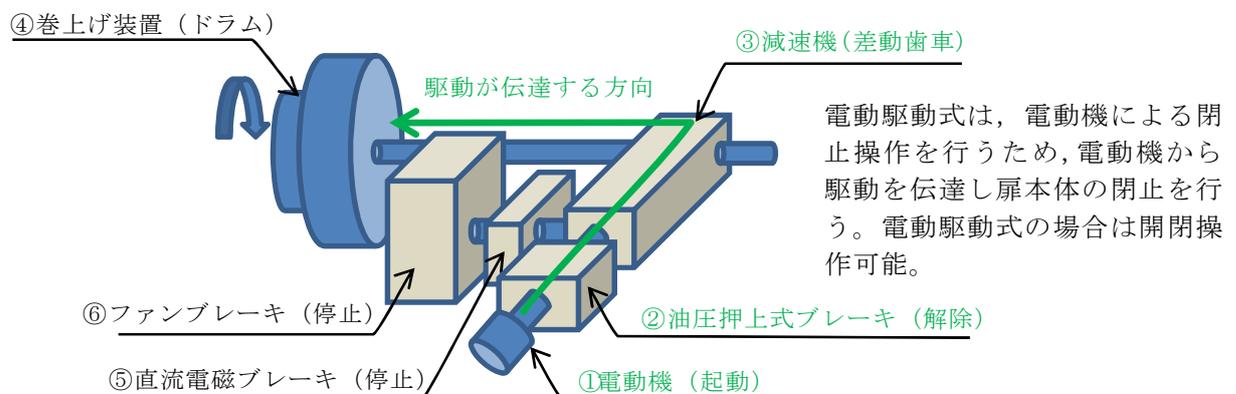
(5) 開閉装置の構造及び動作原理について

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6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。



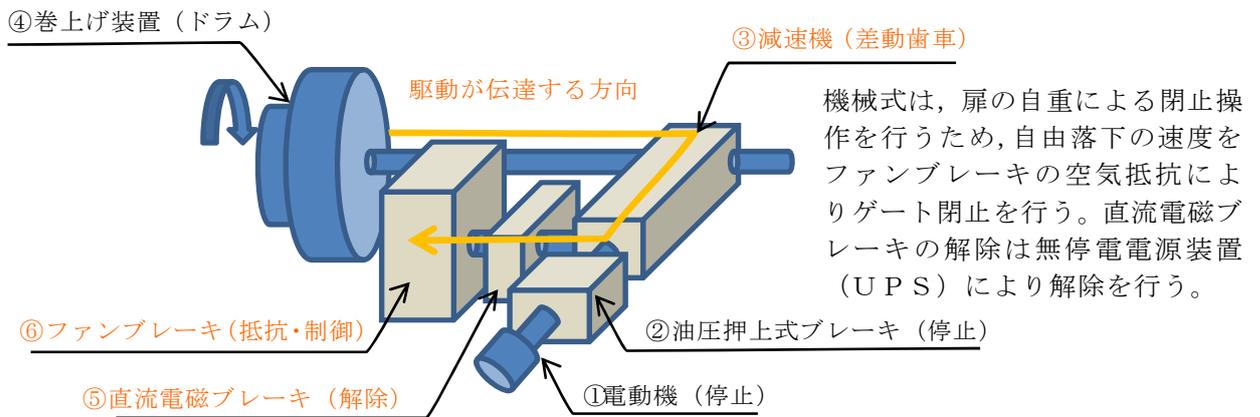
【図 a 開閉装置 鳥瞰図】

電動駆動式は①電動機を駆動，②油圧押し上げ式ブレーキを解除，③減速機，④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、⑤直流電磁ブレーキを解除，④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，⑥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6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

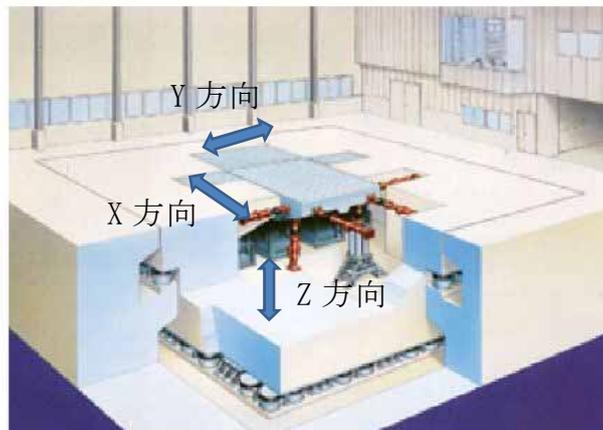
開閉装置の成立性確認のため、基準地震動 S_s の選定波を加振波として用い、実機大の防潮扉の開閉装置を用いた振動試験を行い地震後の動的機能維持を確認する。なお、詳細設計段階において開閉装置設置位置における応答スペクトルが算出された段階で、当該試験に用いた加振条件に包絡していることの確認を J E A C 4601 (2015)「4.6.3.2試験による評価の方法」に準じて行う。

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7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 × 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)	1G (水平)	3G (水平)	1G (鉛直)



第7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、解放基盤表面からの地盤の特性に応じた地震動の応答スペクトルとして基準地震動 $S_s - D1$ を評価用を選定した。また、確認用に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>

加振試験に用いる $S_s - D1$ の加振波は、J E A C 4601 (2015) の評価を実施するため包絡波を作成する必要があることから、元波に対して①地表面応答加速度 (SHAKE) を2.59倍し、全周期帯を包絡させた地震動を作成した。

更に、開閉装置位置 (防潮扉の設置位置 : T. P. +22.5m) の応答加速度を想定するため、SHAKE (地表面位置) での応答加速度の結果と開閉装置位置でのFLIPの応答解析結果との倍率 (②FLIP/SHAKEの倍率 (1.73倍)) を算定した。

先に包絡させた地震動①地表面応答加速度の倍率 (2.59倍) と②FLIP/SHAKEの倍率 (開閉装置位置での応答加速度の倍率1.73倍) と掛け合わせ、加振試験に用いる加速度応答スペクトルは元波に対して③入力地震動 (4.49倍) の包絡波を設定した。

また、確認用で実施する $S_s - 22$ (鉛直方向最大) , $S_s - 31$ (水平方向最大) の場合は、鉛直及び水平加速度について、開閉装置位置 (防潮扉の設置位置 : T. P. +22.5m) での倍率 (①FLIP/SHAKEの倍

率) を求め、その倍率以上の2倍を目標に②入力地震動を設定した。

地震波における加振条件について、評価用を第5表に確認用を第6表に示す。第8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。

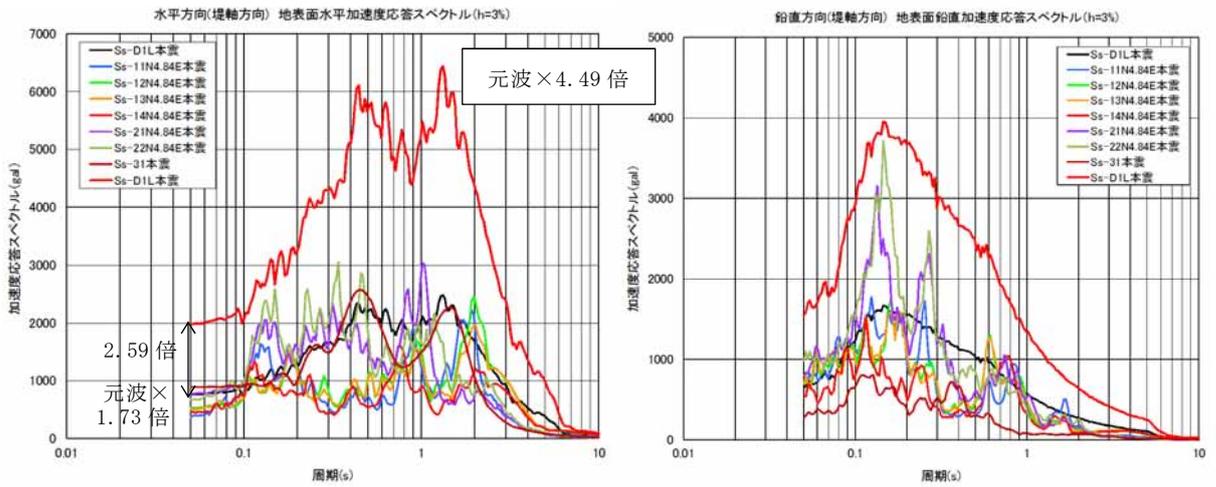
第5表 地震波における加振条件 (評価用)

地震波	①地表面応答加速度 (SHAKE) の全周期帯を包絡するための倍率	②地表面位置に対する開閉装置位置 (防潮扉の設置位置) での応答加速度の倍率 (FLIP/SHAKE)	③振動台への入力地震動の倍率 (①×②)
S _s -D 1	2.59	元波×1.73	元波×4.49

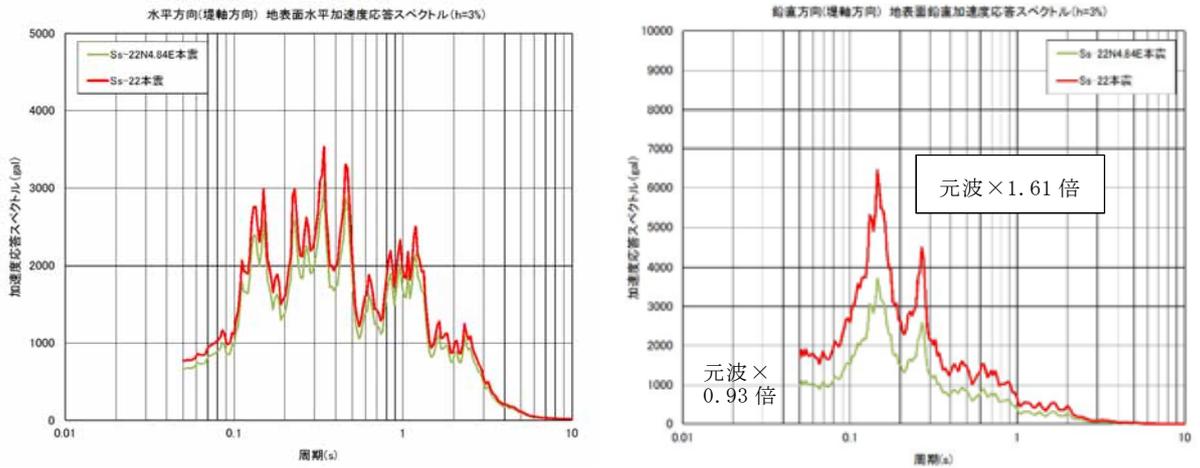
第6表 地震波における加振条件 (確認用)

地震波	①地表面位置に対する開閉装置位置 (防潮扉の設置位置) での応答加速度の倍率 (FLIP/SHAKE)	②振動台への入力地震動の倍率 <2倍目標> (①<②)
S _s -2 2	元波×0.93	元波×1.61 [※]
S _s -3 1	元波×1.73	元波×2

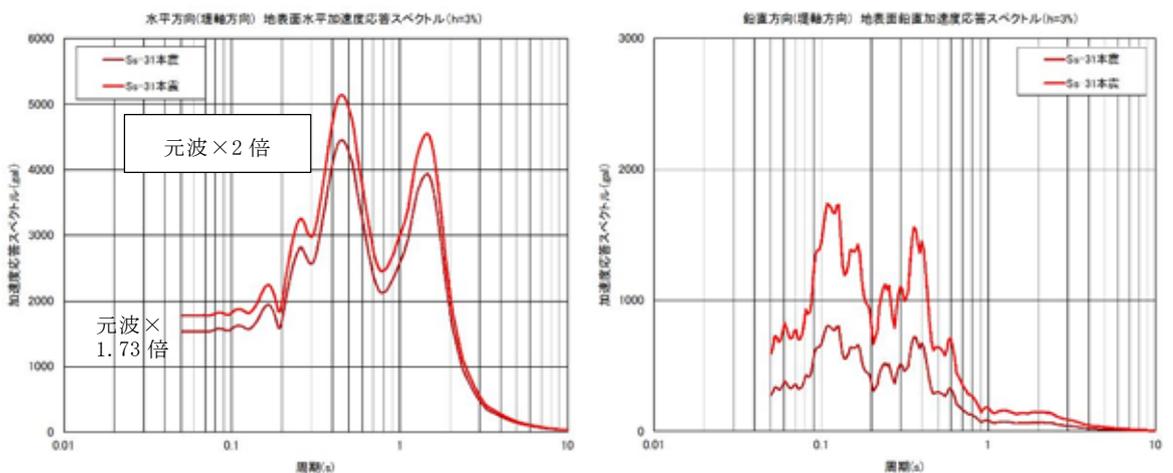
※振動試験装置の性能上 1.61 倍とした。



S s - D 1 (評価用：入力地震動)



S s - 2 2 (確認用：鉛直方向最大)



S s - 3 1 (確認用：水平方向最大)

第8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9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9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（MS－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（UPS）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。

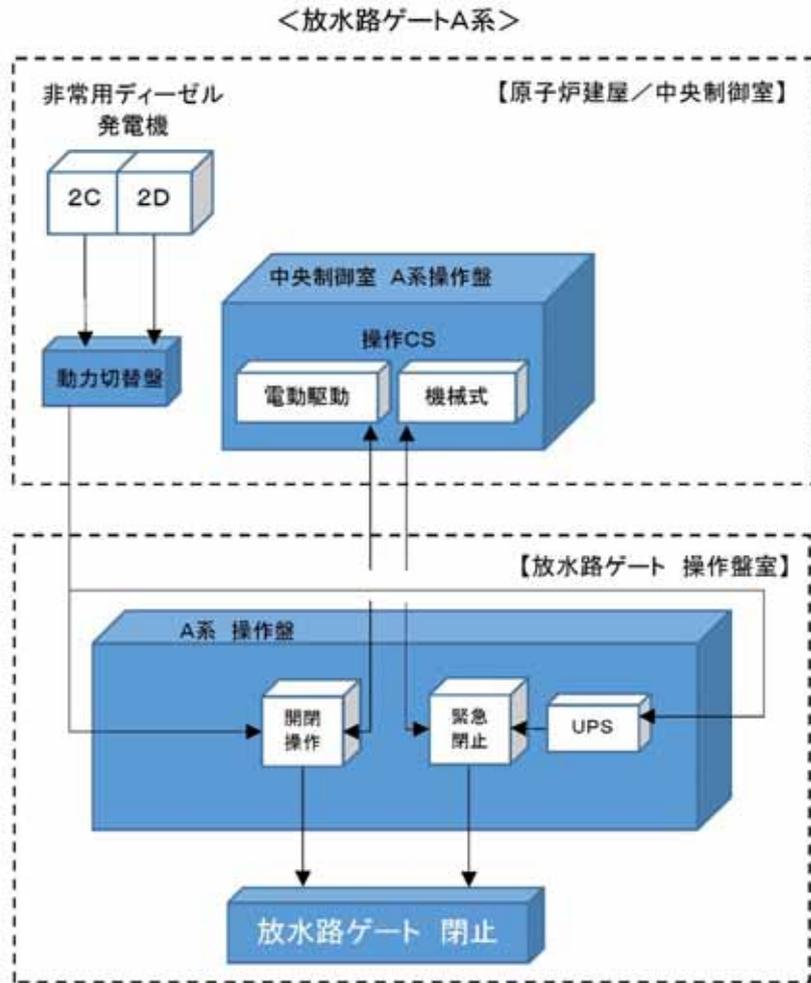
(8) 放水路ゲート操作用電源系等の設計について

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10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10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11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11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>

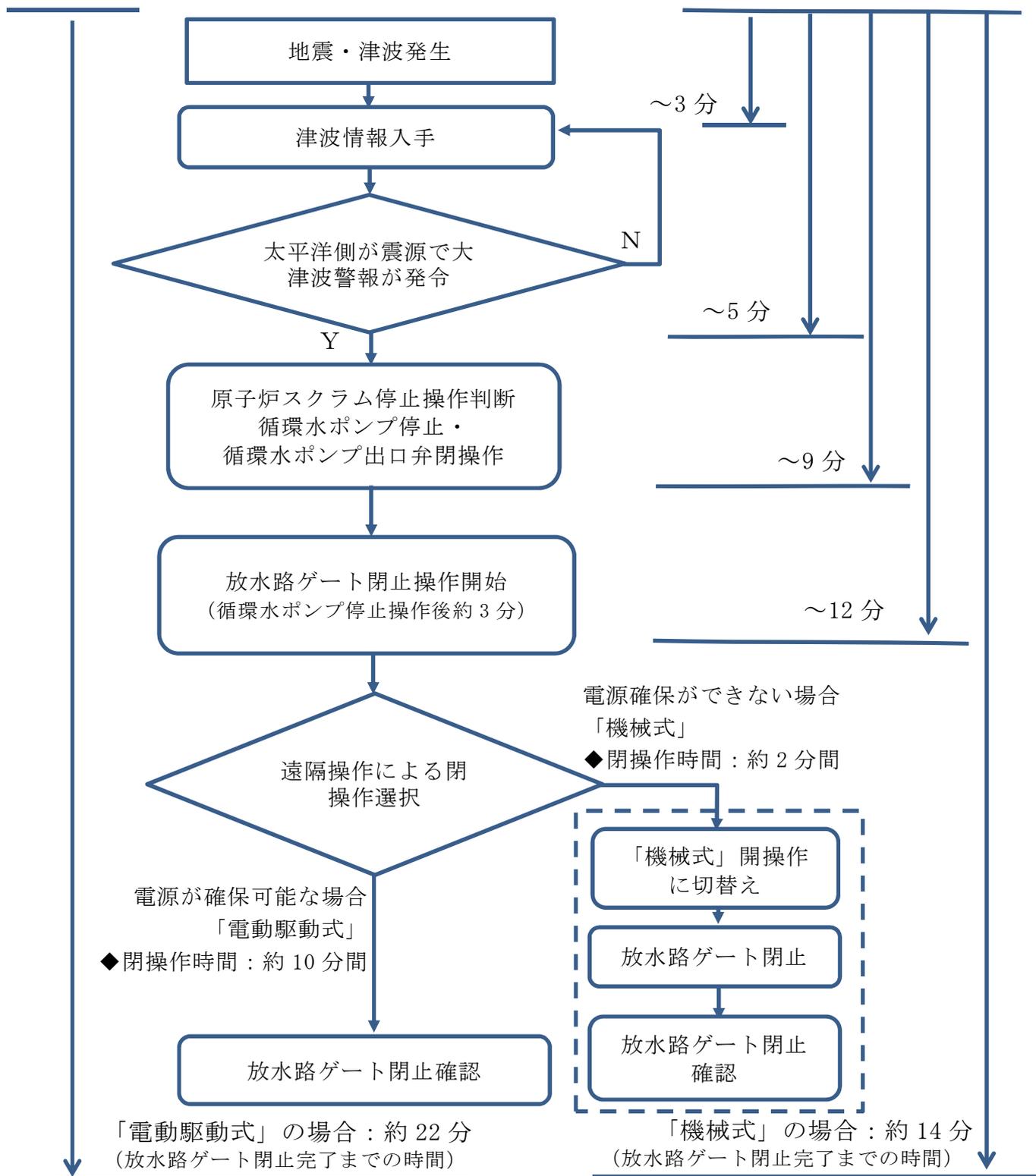
ここでは海域活断層を波源とした津波時の場合について評価する。

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到達時間について（取水口前面）示す。

仮に閉止できなかつたとしても，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7表に各海域活断層の津波高さ到達時間について（取水口前面）示す。

第7表 各海域活断層の津波高さ到達時間について（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11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に、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

貯留堰は津波防護施設及び非常用取水設備であり、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十分な支持性能を有する岩盤に設置するとともに、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。

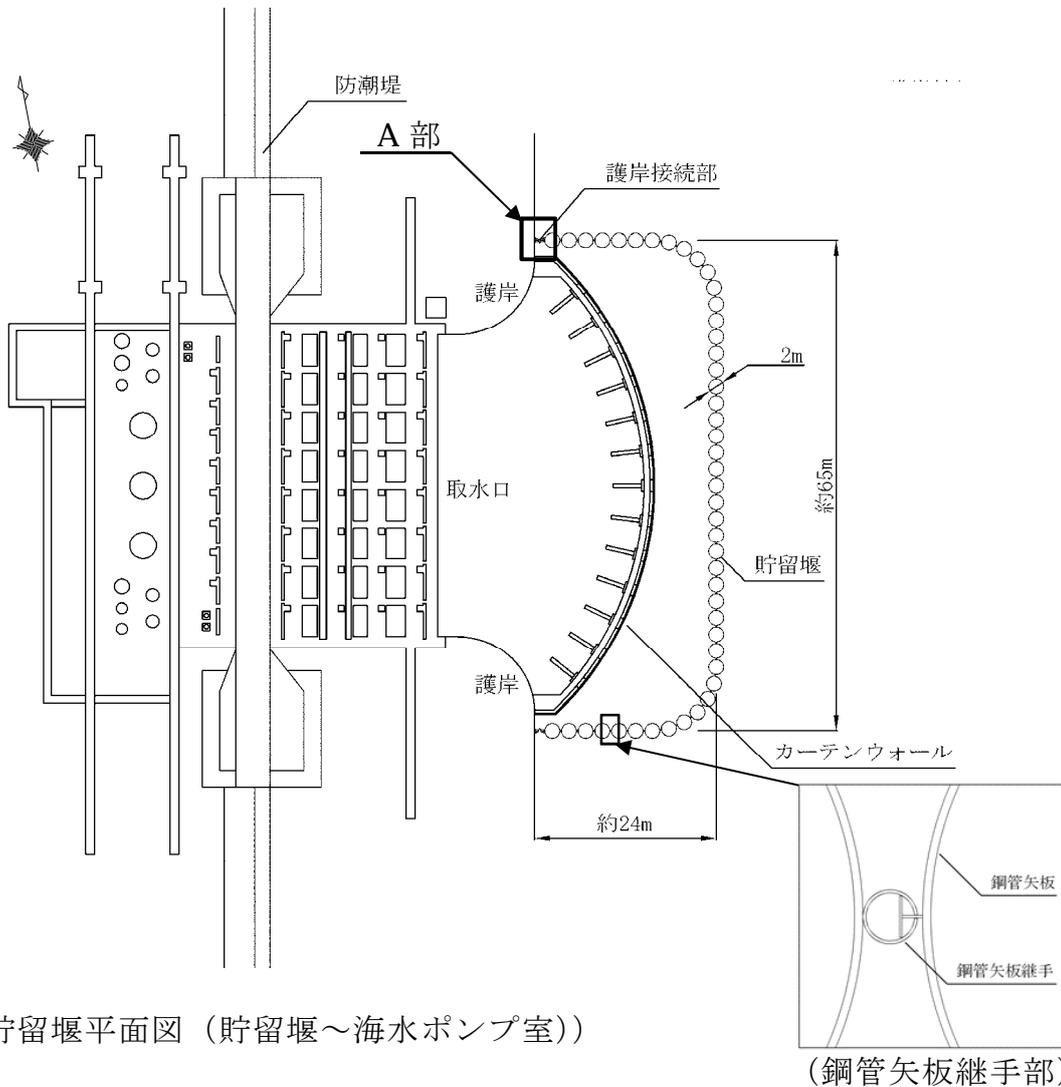
本資料では、貯留堰の構造及び仕様について示すとともに、貯留堰に求められる海水の貯留機能及び止水機能を確保するための設計方針及び施工において確認すべき事項、維持管理方針等について示す。

1. 貯留堰の構造及び仕様

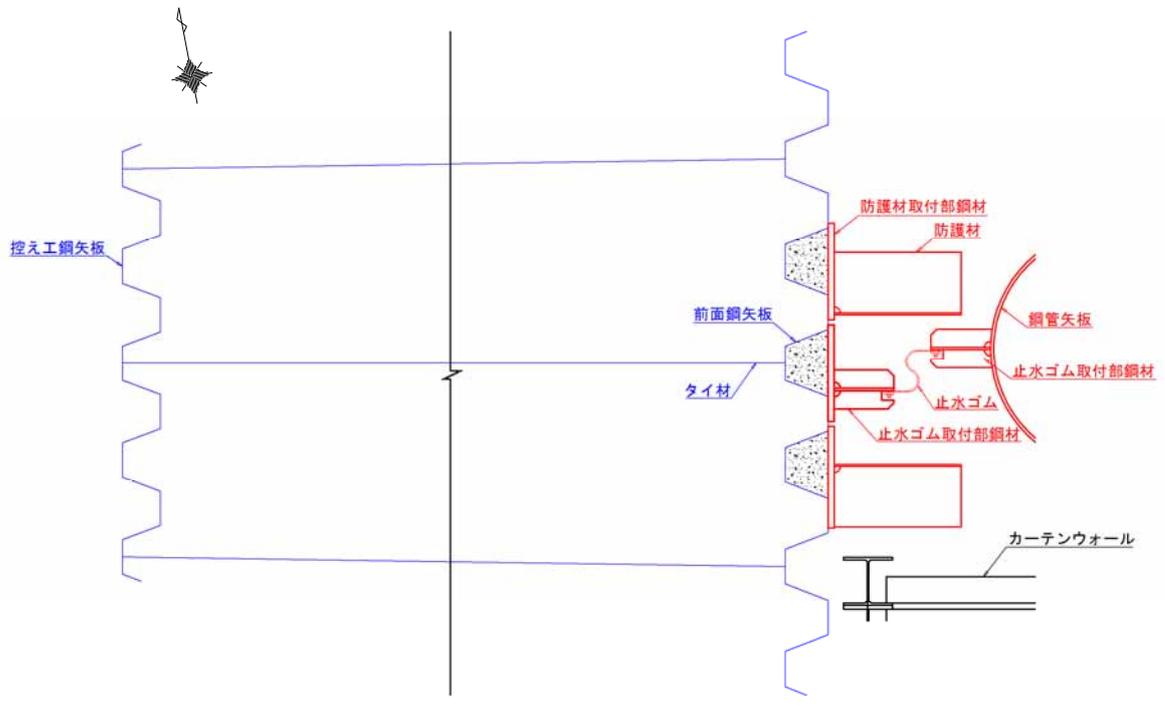
貯留堰は、その機能・目的から貯留堰本体及び護岸接続部に区分され、このうち貯留堰本体は鋼管矢板と鋼管矢板同士を接続する鋼管矢板継手、護岸接続部は止水ゴムと止水ゴムへの津波漂流物の衝突を防ぐ防護材及びこれらを取り付けるための鋼材より構成される。既設構造物である貯留堰取付護岸

は、貯留堰の間接支持構造物であり、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、 $\phi 2,000\text{mm}$ 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 \times 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。



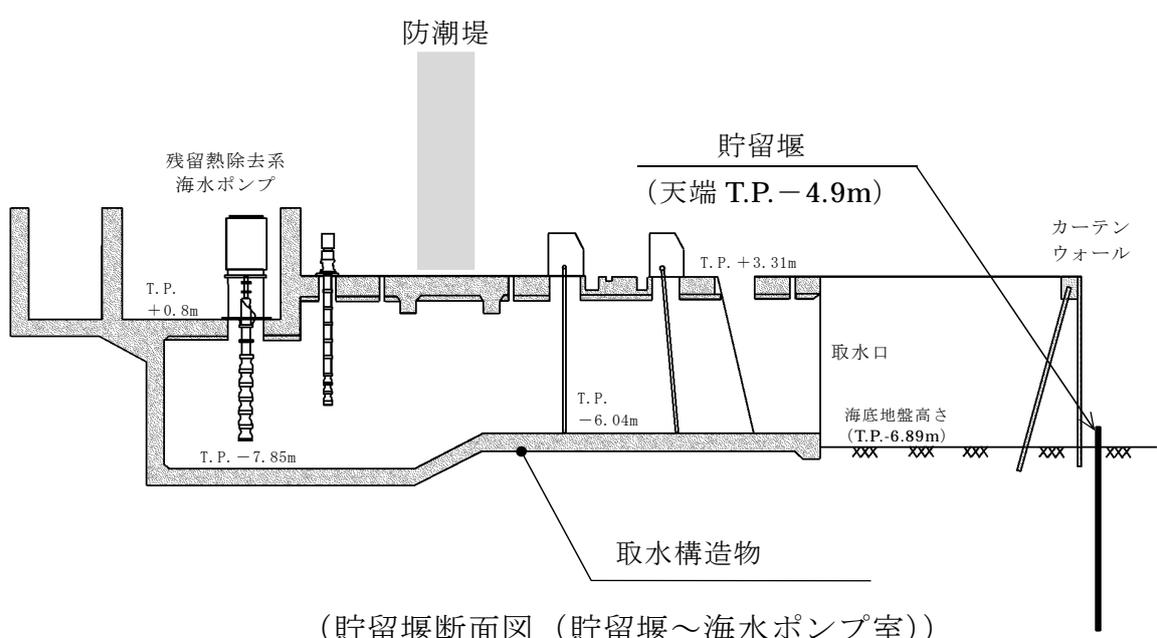
第 1-1 図 貯留堰全体構造 (1/5)



赤：貯留堰
青：貯留堰取付護岸

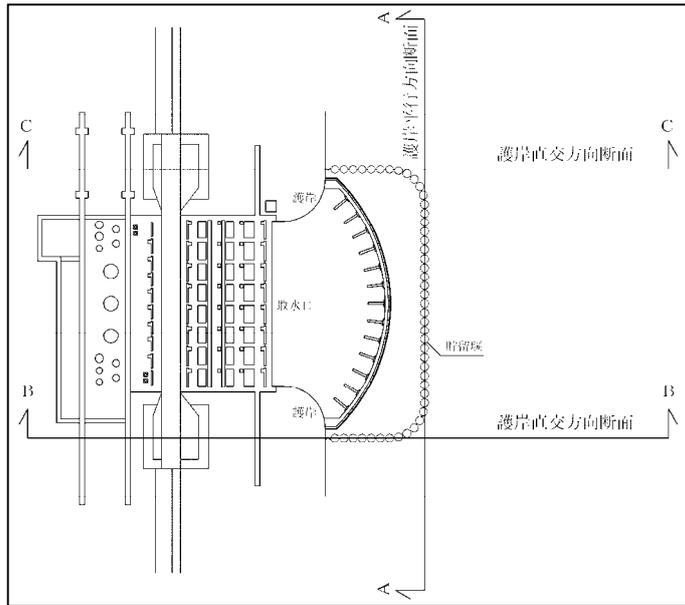
(A部拡大)

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))

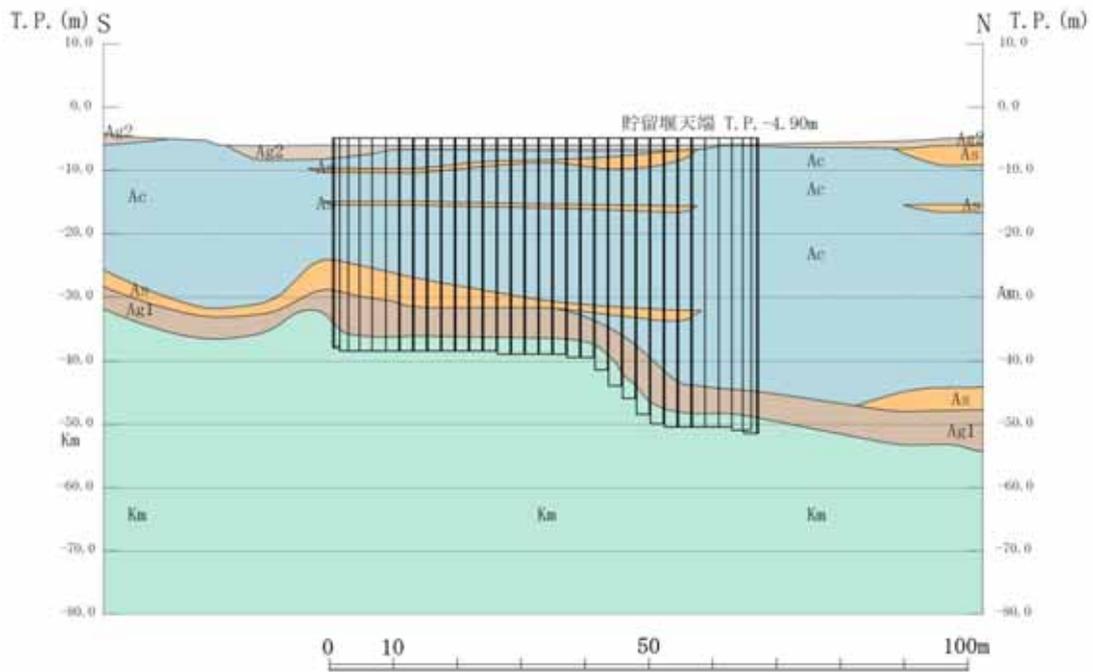
第 1-1 図 貯留堰全体構造 (3/5)



地質構成表

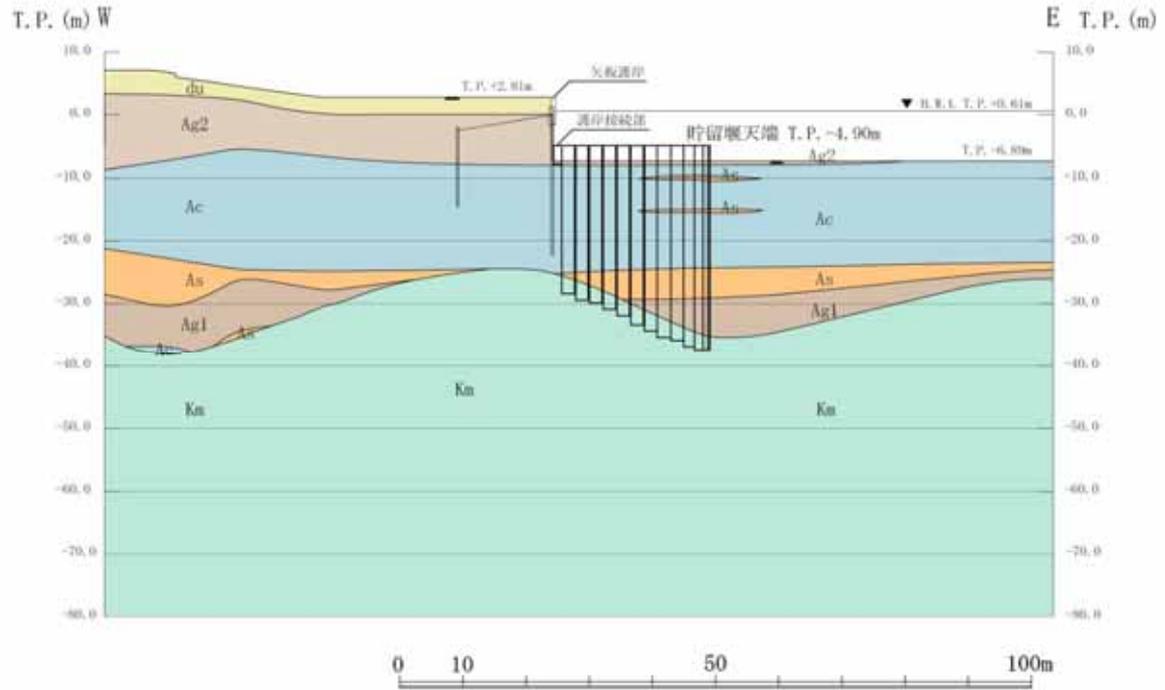
地質時代	地質区分	記号	岩相	備考		
第四紀	全新世	砂丘層		du	砂	敷地全体に広く分布する。
		沖積低地堆積層	久慈川堆積層	Ag2	砂礫	敷地全体に広く分布する。
				Ac	粘土	久慈川が侵食した凹状の谷を埋めて分布する。
				As	砂	
	更新世	低位段丘堆積層	段丘堆積層2	D2c-3	シルト	敷地南部に埋没段丘として分布する。
				D2s-3	砂	
				D2g-3	砂礫	
				D2c-2	シルト	
				D2g-2	砂礫	
				中位段丘堆積層	段丘堆積層1	
D1c-1	シルト					
D1g-1	砂礫					
第三紀 鮮新世	久米層	Km	砂質泥岩	敷地の基盤岩である。		

断面位置図及び地質構成表

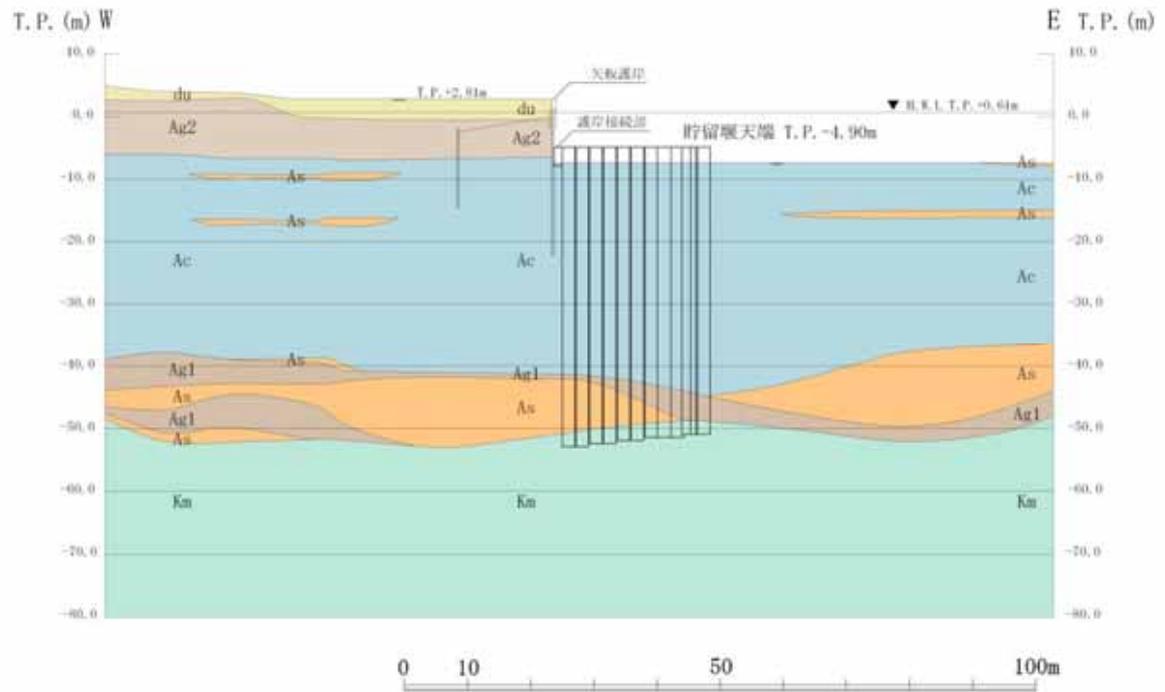


護岸平行方向断面 (A-A断面)

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 貯留堰および貯留堰取付護岸の主要仕様

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	止水ゴム		材 質		CR・補強布
					型 式		FR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		V型		
			終局強度 (N/mm ²)	引 張	450		
	控え工鋼矢板 (既設)		材 質		SY295		
			型 式		IV型		
			終局強度 (N/mm ²)	引 張	450		
	タイ材 (既設)		材 質		ダブル		
			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 貯留堰および貯留堰取付護岸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	止水ゴム	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）			

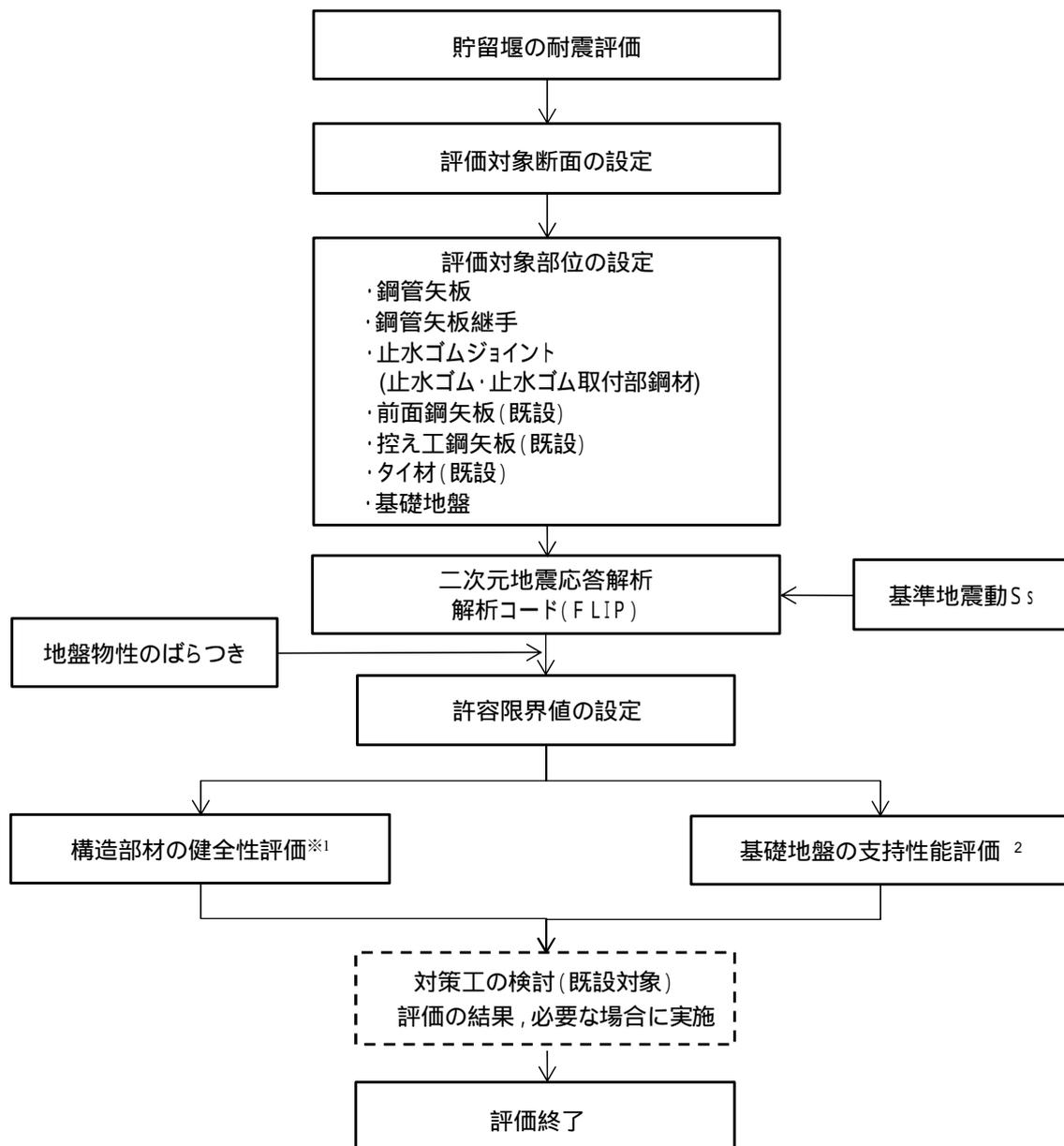
第 2-2 表 貯留堰の評価項目と許容限界値

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
	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
	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

第 2-3 表 貯留堰取付護岸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	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 [※]
Sクラスの設備を支持する機能を損なわないこと	構造部材の健全性	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 [※] (機能保持限界)
		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 [※] (機能保持限界)
		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 [※] (機能保持限界)

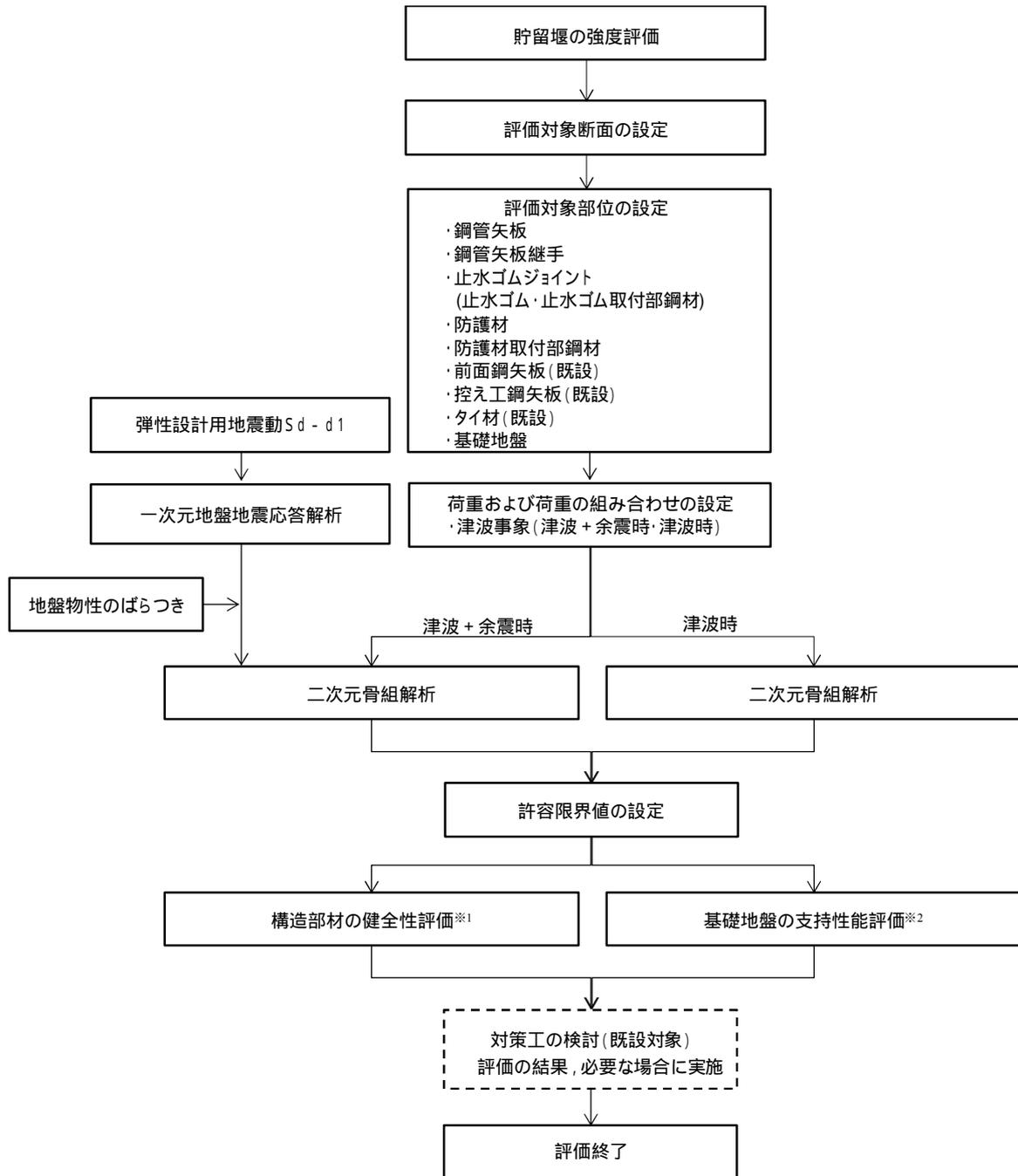
※各種安全係数により妥当な安全余裕を考慮する



※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」、第 2-3 表に示す「構造強度を有すること」及び「S クラスの設備を支持する機能を損なわないこと」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」、第 2-3 表に示す「構造強度を有すること」及び「S クラスの設備を支持する機能を損なわないこと」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

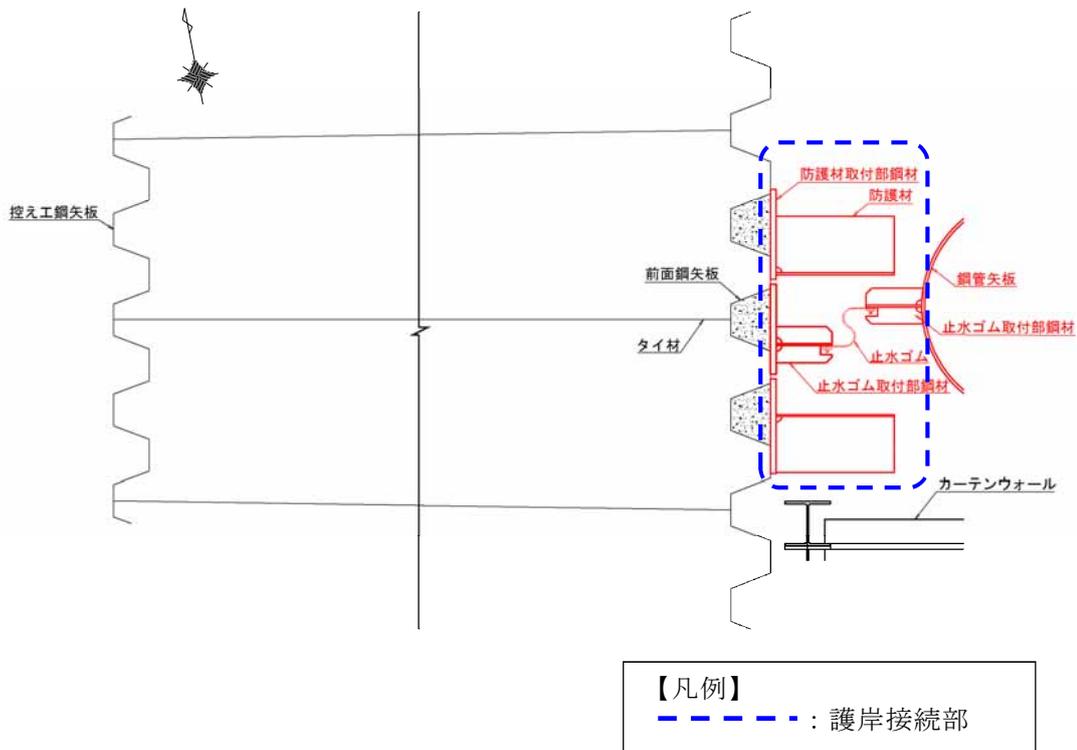
貯留堰の海水貯留機能を確保するため、護岸接続部及び鋼管矢板継手部における漏水防止に関する設計方針を以下に示す。

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。

① 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

5 条 添付 3 2-13

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。

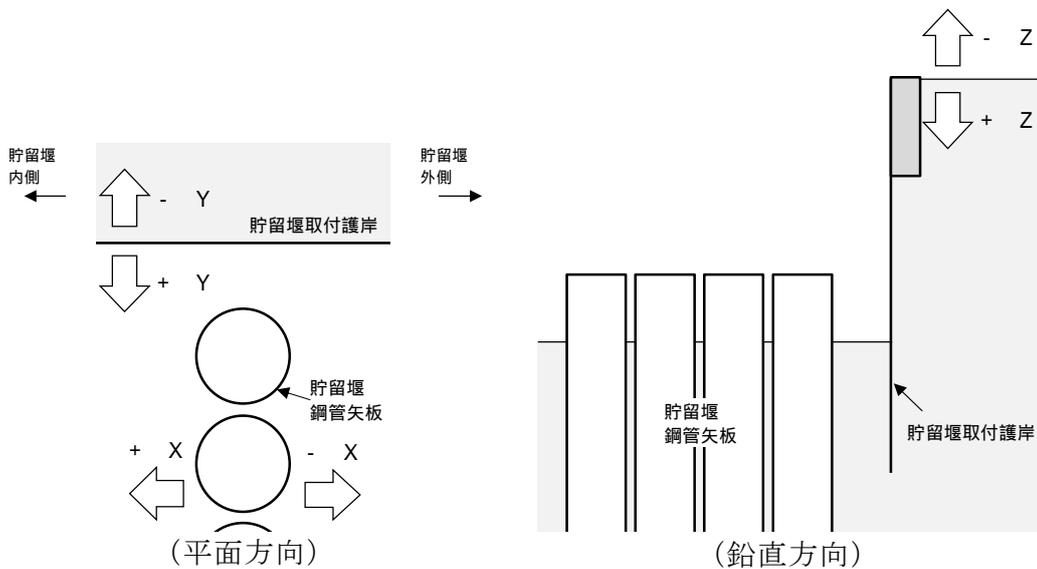
止水ゴムに生じる引張力については、津波波圧と動水圧のほか、鋼管矢板に変位が生じた際に土中の埋込部において土圧が作用することから、この土圧に対しても耐力を確保する仕様とする。

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 $\pm \Delta X$ 、 $\pm \Delta Y$ 及び $\pm \Delta Z$ ）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

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。



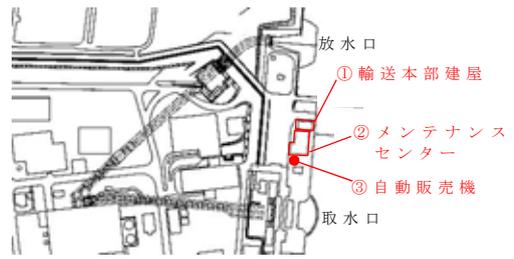
① 輸送本部建屋（S造）
津波による外装材破損



② メンテナンスセンター（S造）
シャッター変形



③ 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。 <small>参考資料※2</small></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。 <small>参考資料※3</small></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は，東海第二発電所の遡上域を含めた流況について詳細に考察した上で，工事計画認可段階において確認及び検討結果を拡充する。

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