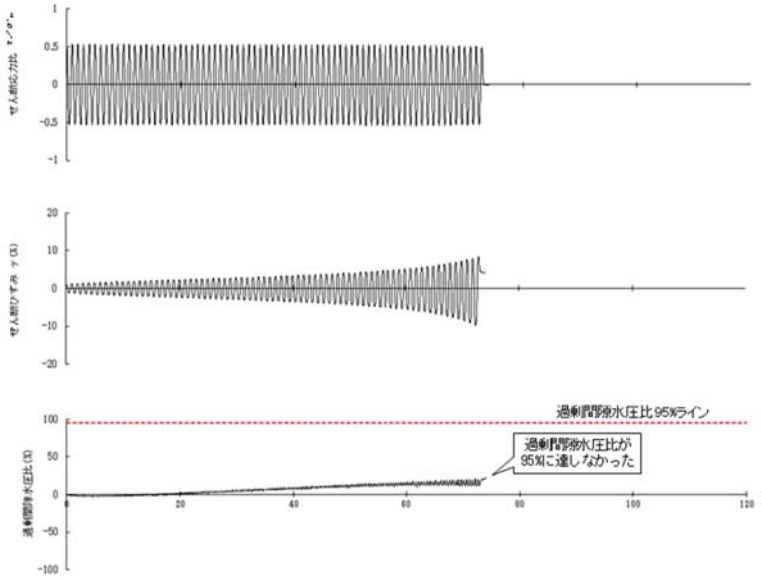
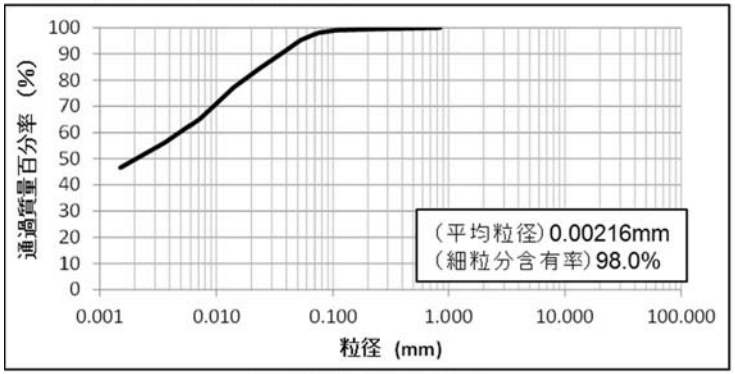
液状化強度試験実施位置図

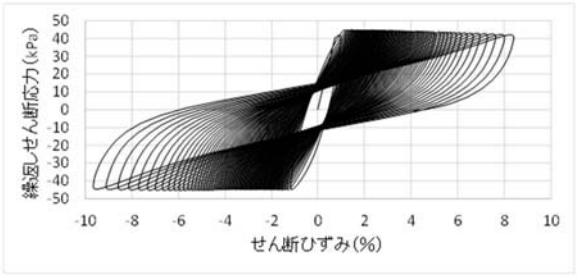
試料の写真



液状化強度試験における各計測値



試料の粒径加積曲線

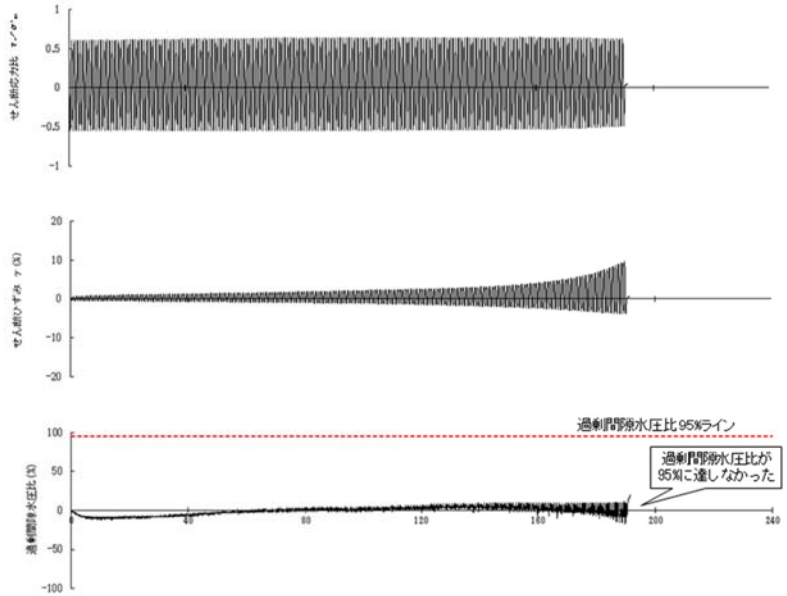


繰返しせん断応力～せん断ひずみ関係

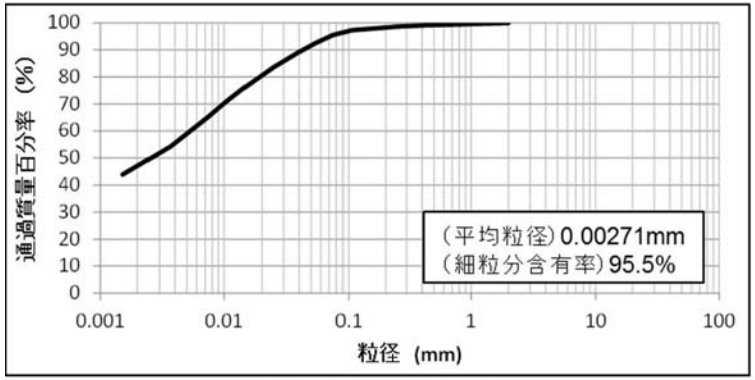
第 3.2.6 図　中空繰返しねじりせん断試験結果（Ac 層，SC－7－23～24(1)）

液状化強度試験実施位置図

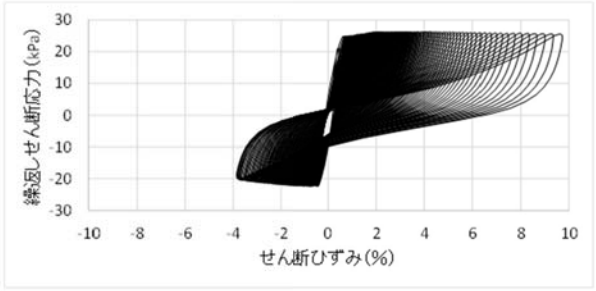
試料の写真



液状化強度試験における各計測値

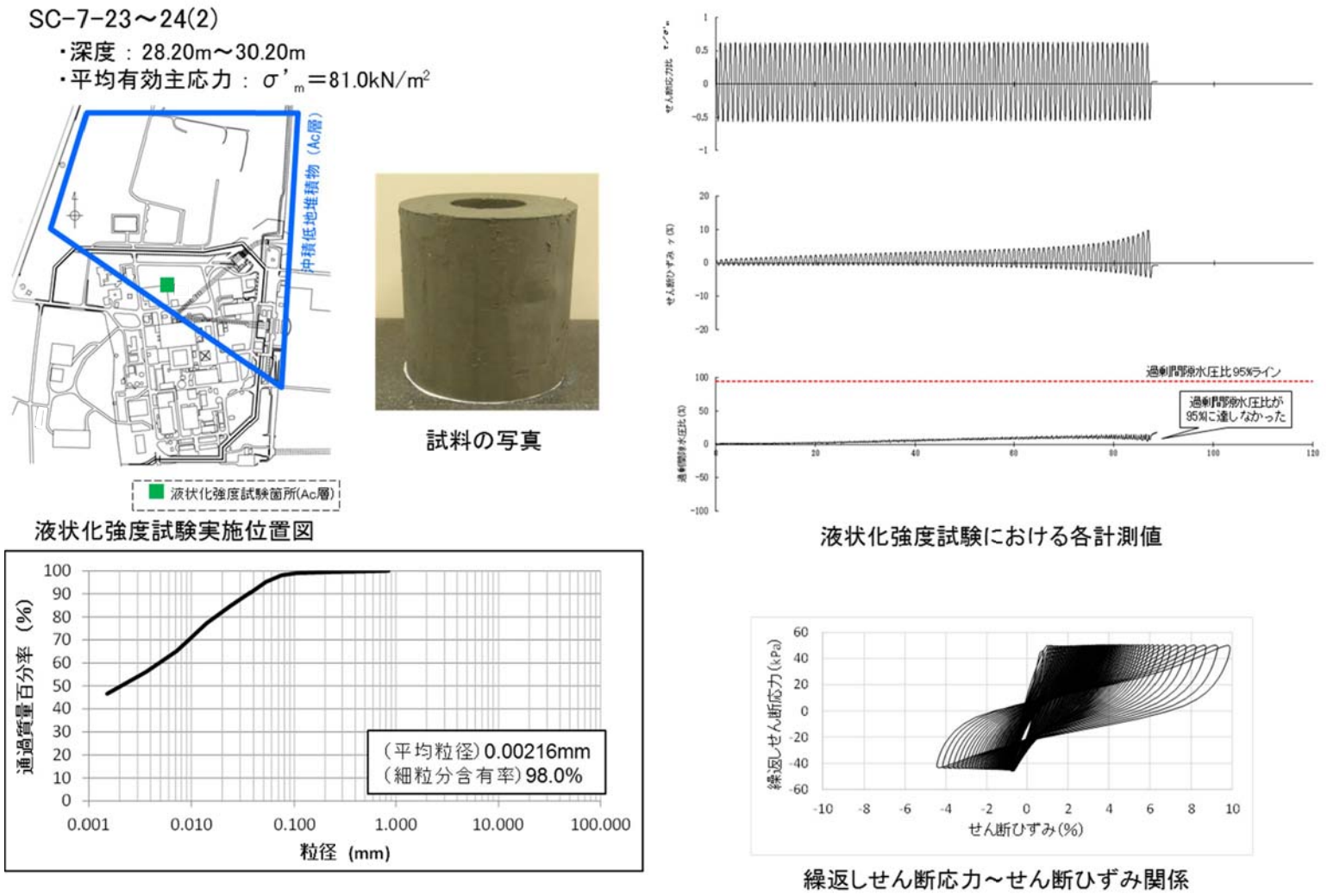


試料の粒径加積曲線



繰返しせん断応力～せん断ひずみ関係

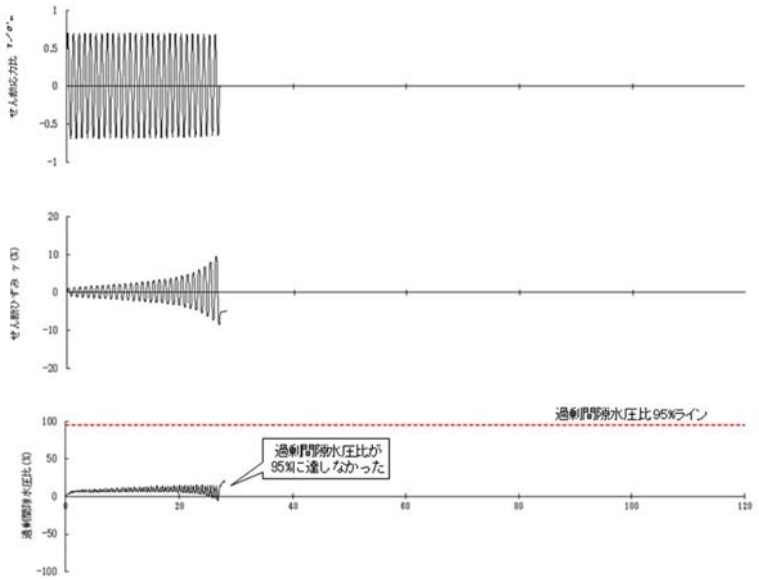
第 3.2.7 図　中空繰返しねじりせん断試験結果（Ac 層，SC－11－8～10(3)）



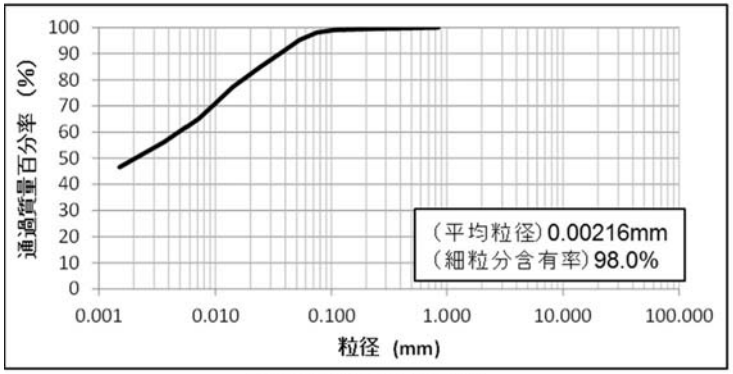
第 3.2.8 図　中空繰返しねじりせん断試験結果（Ac 層，SC－7－23～24(2)）

液状化強度試験実施位置図

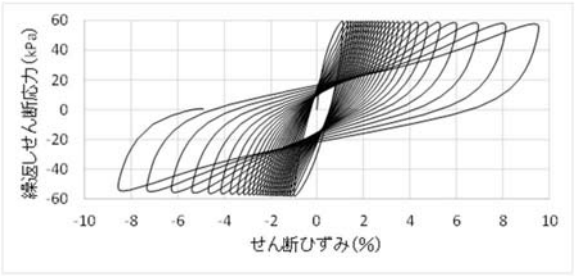
試料の写真



液状化強度試験における各計測値

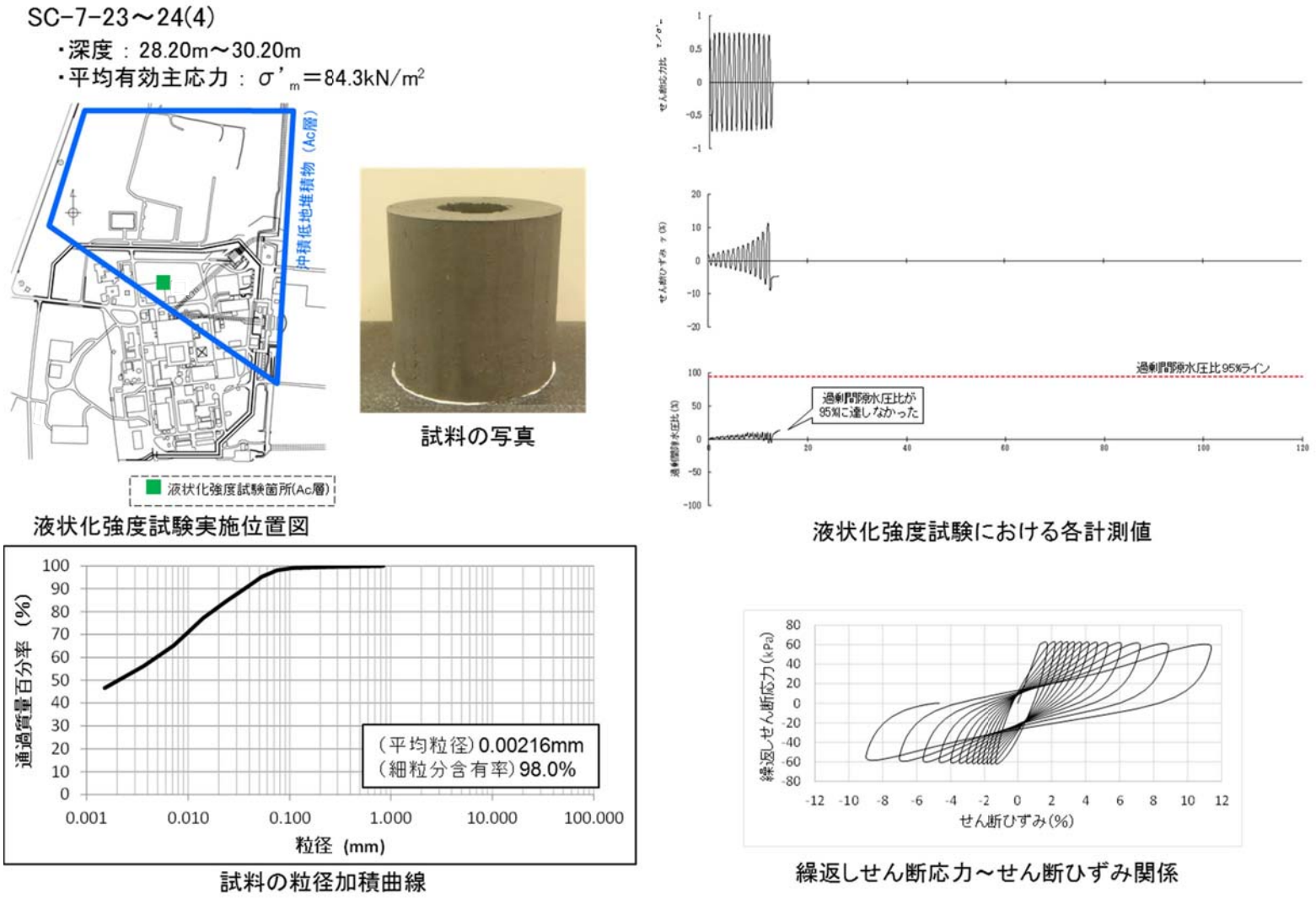


試料の粒径加積曲線

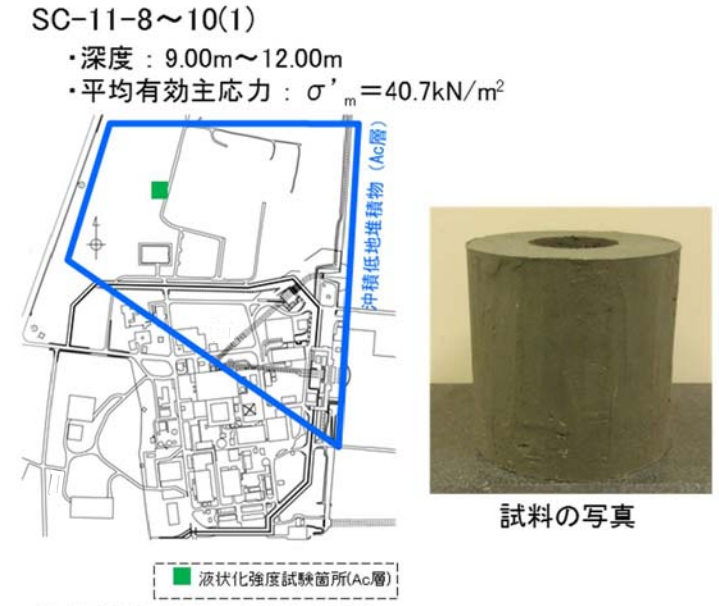


繰返しせん断応力～せん断ひずみ関係

第 3.2.9 図　中空繰返しねじりせん断試験結果（Ac 層，SC－7－23～24(3)）

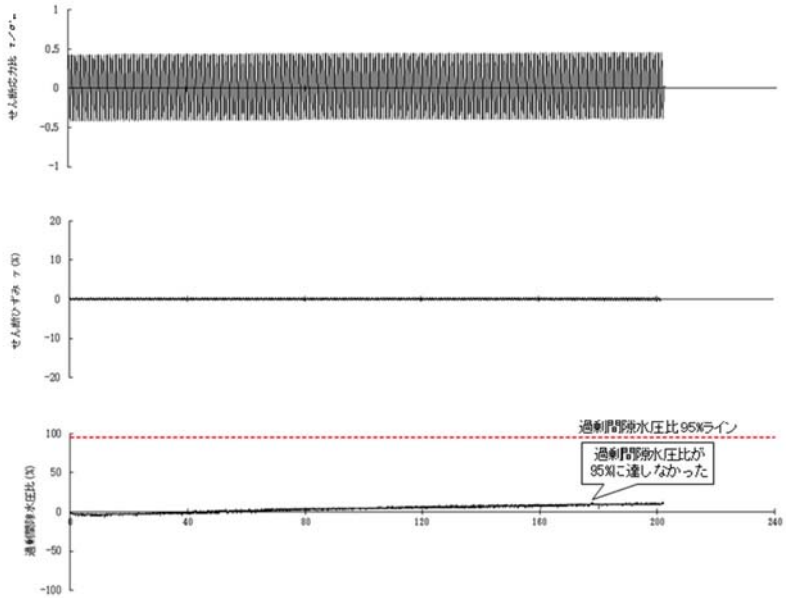


第 3.2.10 図　中空繰返しねじりせん断試験結果（Ac 層，SC－7－23～24(4)）

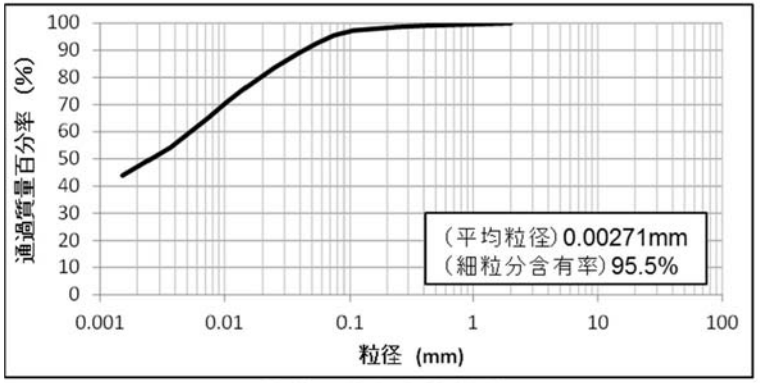


液状化強度試験実施位置図

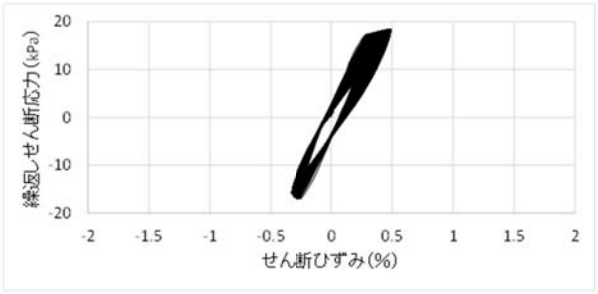
試料の写真



液状化強度試験における各計測値



試料の粒径加積曲線



繰返しせん断応力～せん断ひずみ関係

第 3.2.11 図　中空繰返しねじりせん断試験結果（Ac 層，SC－11－8～10(1)）

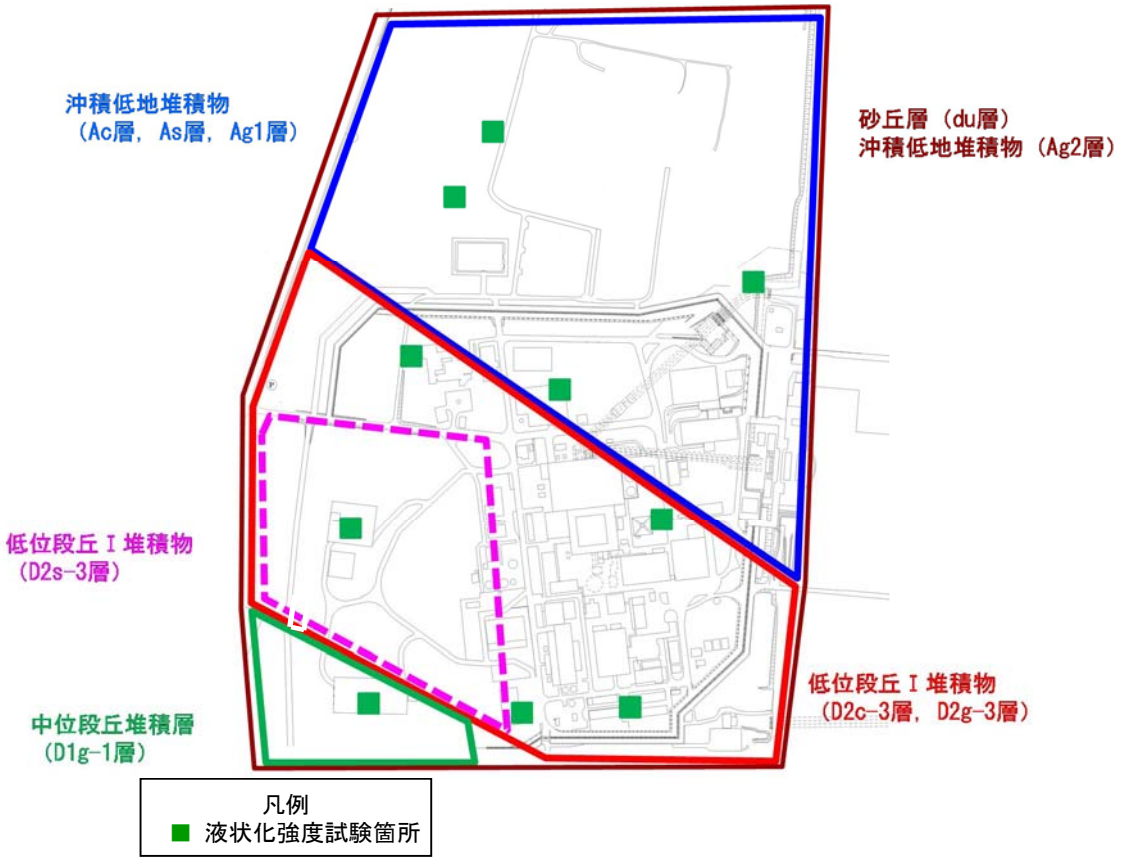
4.　液状化強度試験箇所とその代表性

4.1　液状化強度試験箇所の選定

敷地の地層分布と液状化検討対象層の抽出結果を踏まえて，室内液状化強度試験用試料採取箇所の選定を行った。

液状化強度試験の試料採取箇所の選定には，液状化強度試験試料採取箇所のＮ値及び細粒分含有率 Fc から算定される道路橋示方書の液状化強度比 R_L と，敷地全体における同層の道路橋示方書に基づく平均液状化強度比 R_L と比較して保守的な値であること及び試料採取が可能な層厚を有していることを考慮した。

第 4.1.1 図に液状化強度試験試料を採取した平面位置を，第 4.1.2 図～第 4.1.8 図に各土層の液状化強度試験試料を採取した縦断位置を示す。



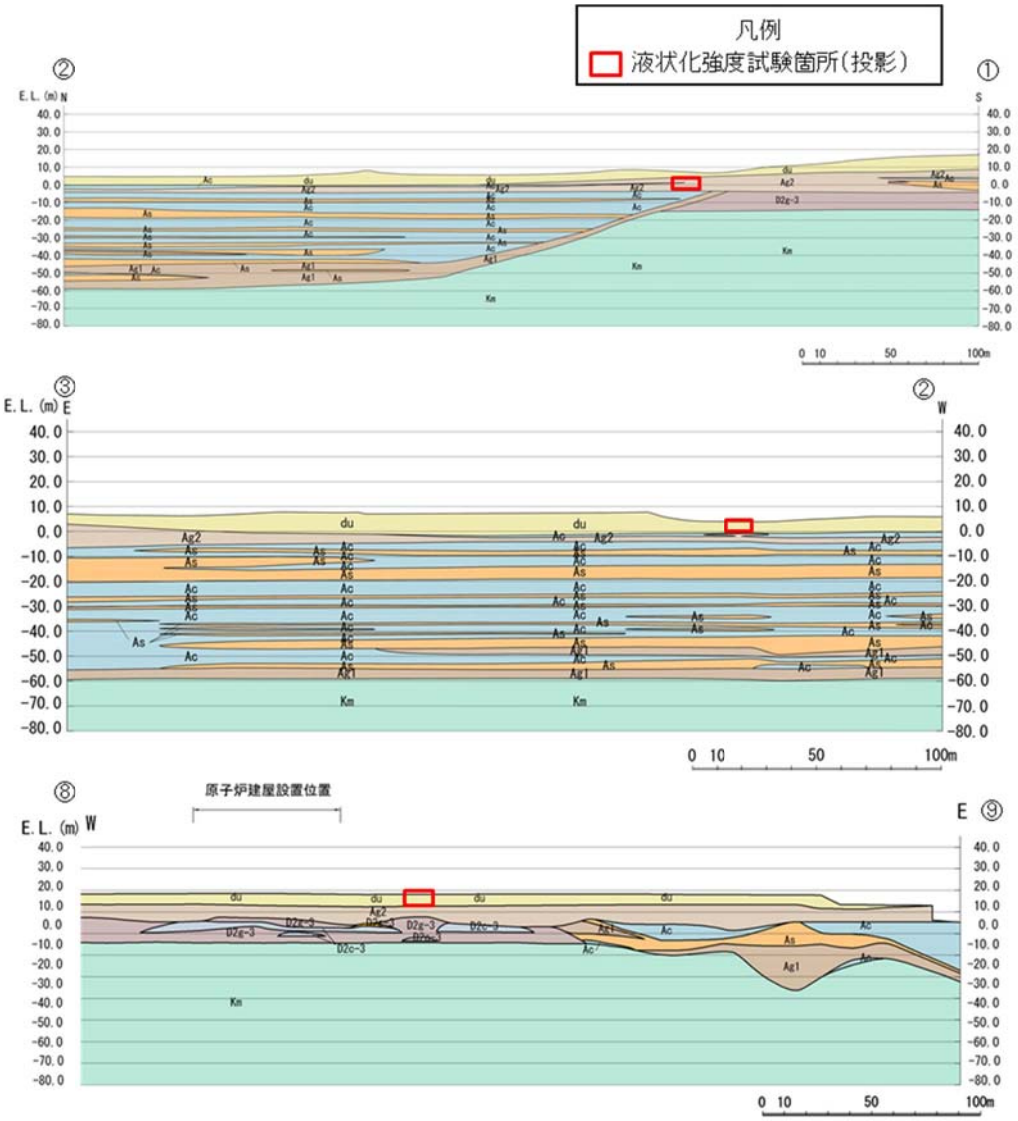
第 4.1.1 図　液状化強度試料採取位置

液状化強度試験実施位置図

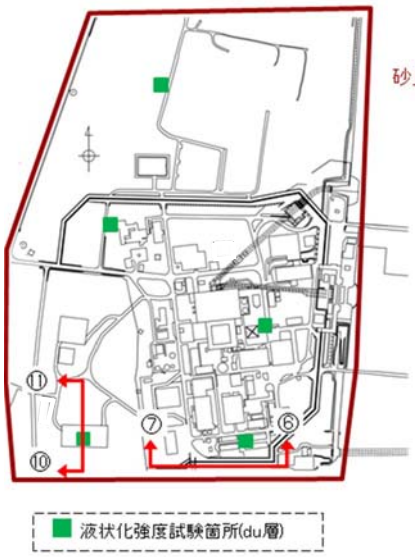
地 質 構 成 表

地質時代		地質区分		記号	岩相	備考
第四紀	完新世	砂丘砂層		du	砂	敷地全体に広く分布する。
				Ag2	砂礫	敷地全体に広く分布する。
		沖積層	a1	Ac	粘土	久慈川が侵食した凹状の谷を埋めて分布する。
				As	砂	
				Ag1	砂礫	
	更新世	段丘堆積物	D2	D2c-3	シルト	敷地南部に分布する。
				D2s-3	砂	
				D2g-3	砂礫	
				D2c-2	シルト	
				D2g-2	砂礫	
			D1	lm	ローム	敷地南西部に分布する。
				D1c-1	シルト	
				D1g-1	砂礫	
新第三紀	鮮新世	久米層		Km	砂質泥岩	敷地の基盤岩である。

不整合



第 4.1.2 図　du 層の液状化強度試験試料採取位置①



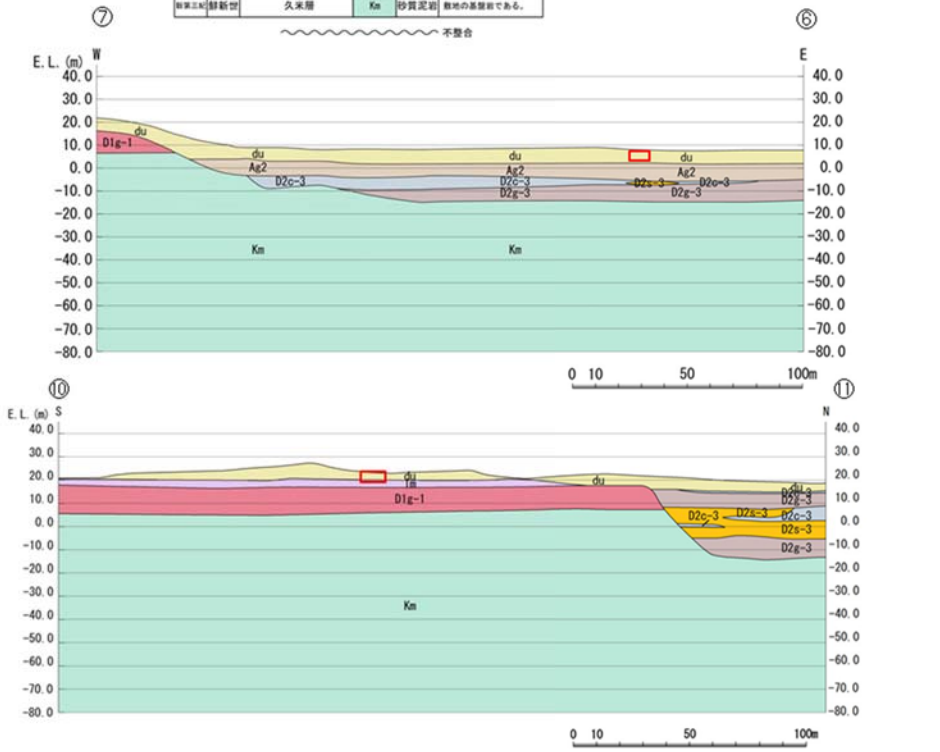
液状化強度試験実施位置図

地 質 構 成 表

地質時代		地質区分		記号	岩相	備考
第四紀	完新世	砂丘砂層		du	砂	敷地全体に広く分布する。
		沖積層	a1	Ag2	砂礫	敷地全体に広く分布する。
				Ac	粘土	久慈川が侵食した凹状の谷を埋めて分布する。
				As	砂	
				Ag1	砂礫	
	更新世	段丘堆積物	D2	D2c-3	シルト	敷地南部に分布する。
				D2s-3	砂	
				D2g-3	砂礫	
				D2c-2	シルト	
				D2g-2	砂礫	
			D1	lm	ローム	敷地南西部に分布する。
				D1c-1	シルト	
				D1g-1	砂礫	
新第三紀	鮮新世	久米層		Km	砂質泥岩	敷地の基盤岩である。

不整合

凡例
液状化強度試験箇所(投影)



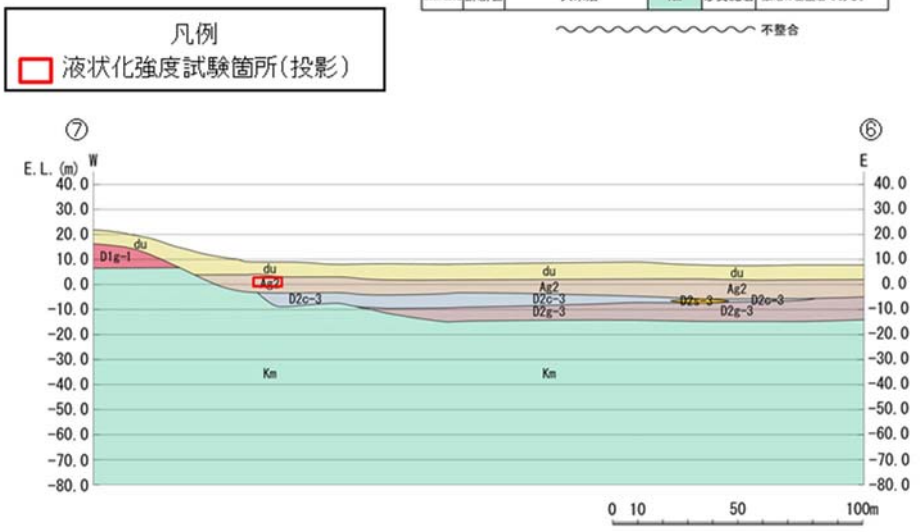
第 4.1.3 図　du 層の液状化強度試験試料採取位置②

液状化強度試験実施位置図

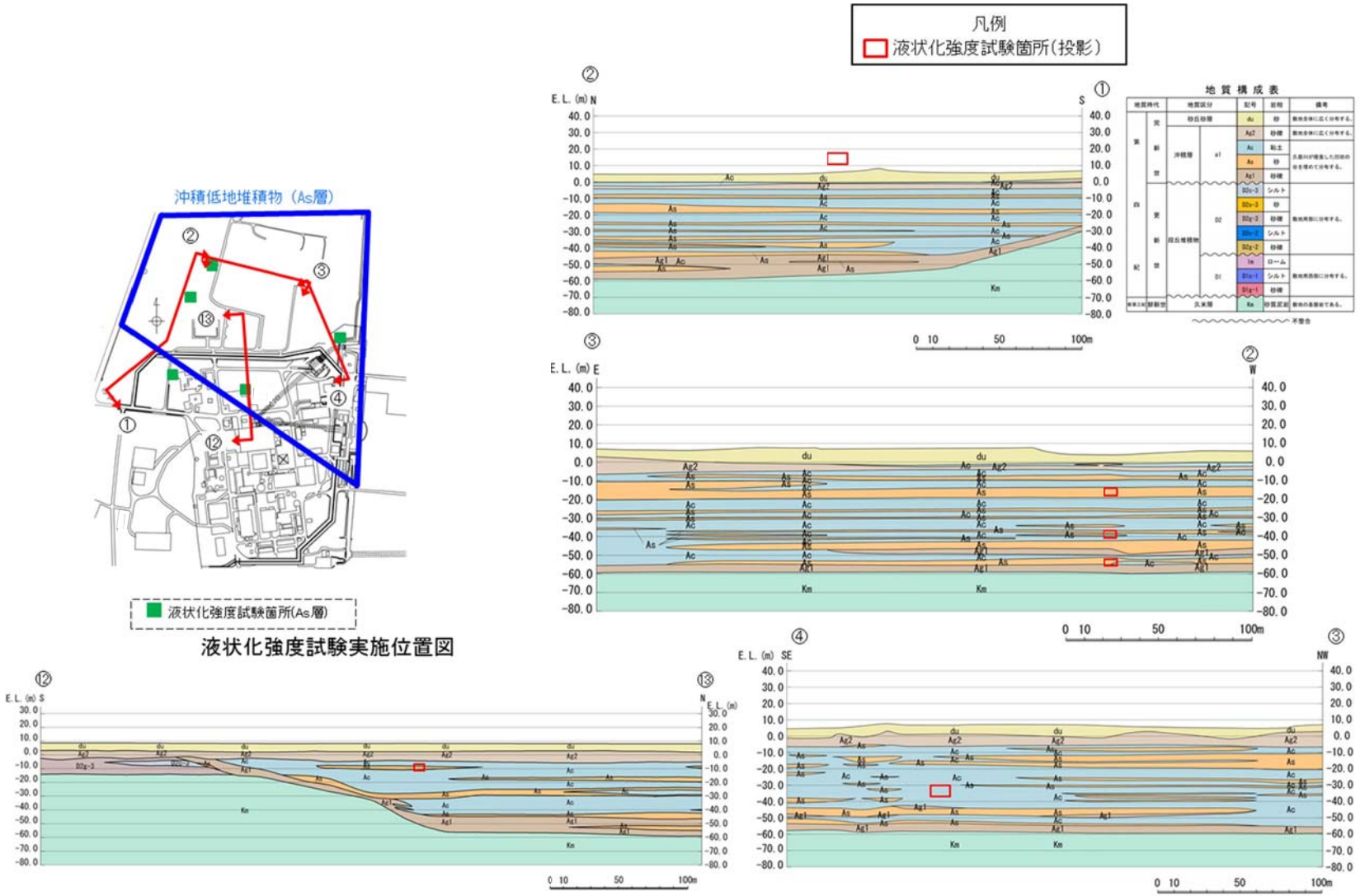
地質構成表

地質時代		地質区分		記号	岩相	備考
第四紀	完新世	砂丘砂層		du	砂	敷地全体に広く分布する。
		沖積層	al	Ag2	砂礫	敷地全体に広く分布する。
				Ac	粘土	久慈川が侵食した凹状の谷を埋めて分布する。
				As	砂	
				Ag1	砂礫	
	更新世	段丘堆積物	D2	D2c-3	シルト	敷地南部に分布する。
				D2s-3	砂	
				D2g-3	砂礫	
				D2c-2	シルト	
				D2g-2	砂礫	
			D1	lm	ローム	敷地南西部に分布する。
				D1c-1	シルト	
				D1g-1	砂礫	
新第三紀	鮮新世	久米層		Km	砂質泥岩	敷地の基盤岩である。

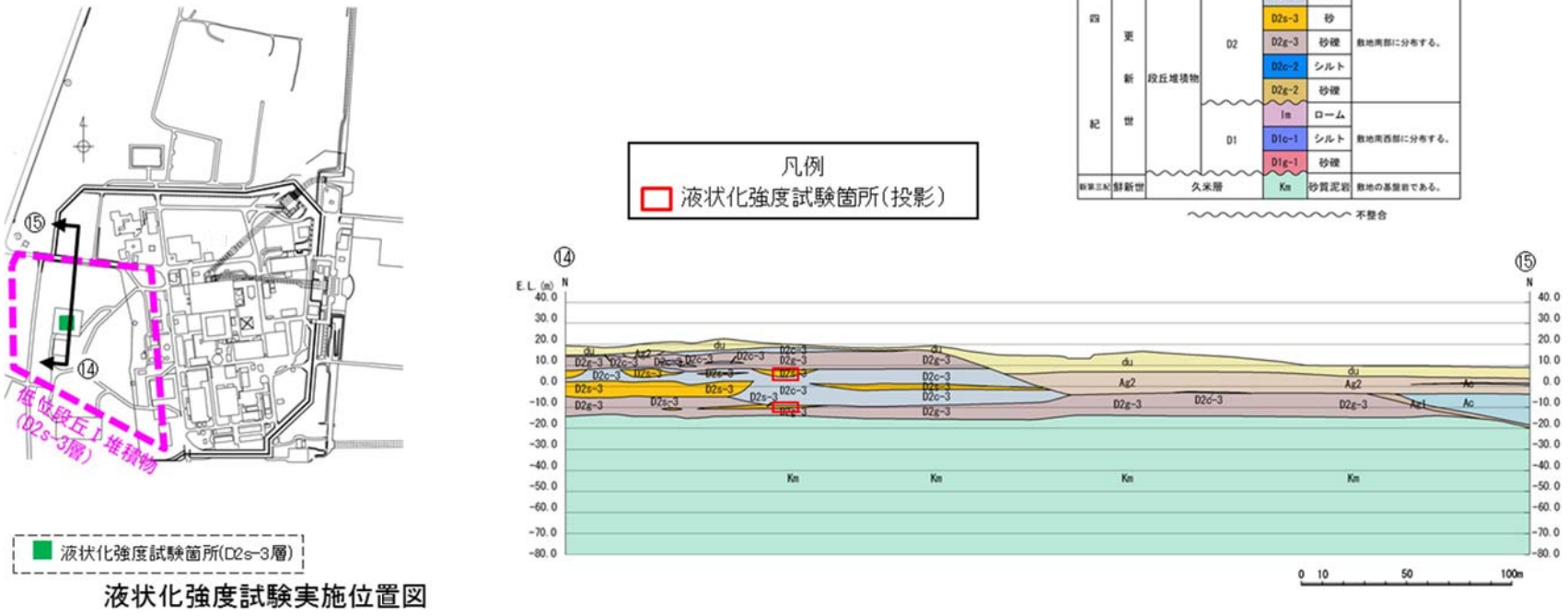
不整合



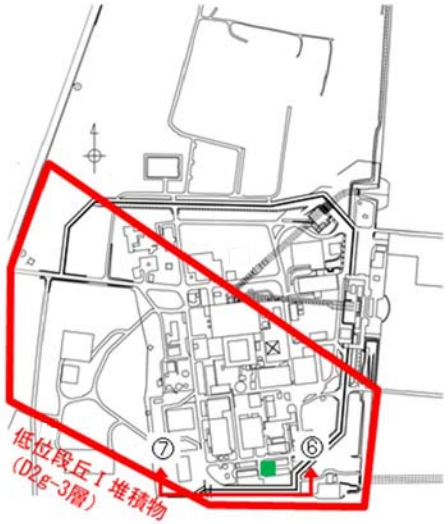
第 4.1.4 図　Ag2 層の液状化強度試験試料採取位置



第 4.1.5 図　As 層の液状化強度試験試料採取位置



第 4.1.6 図　D2s-3 層の液状化強度試験試料採取位置

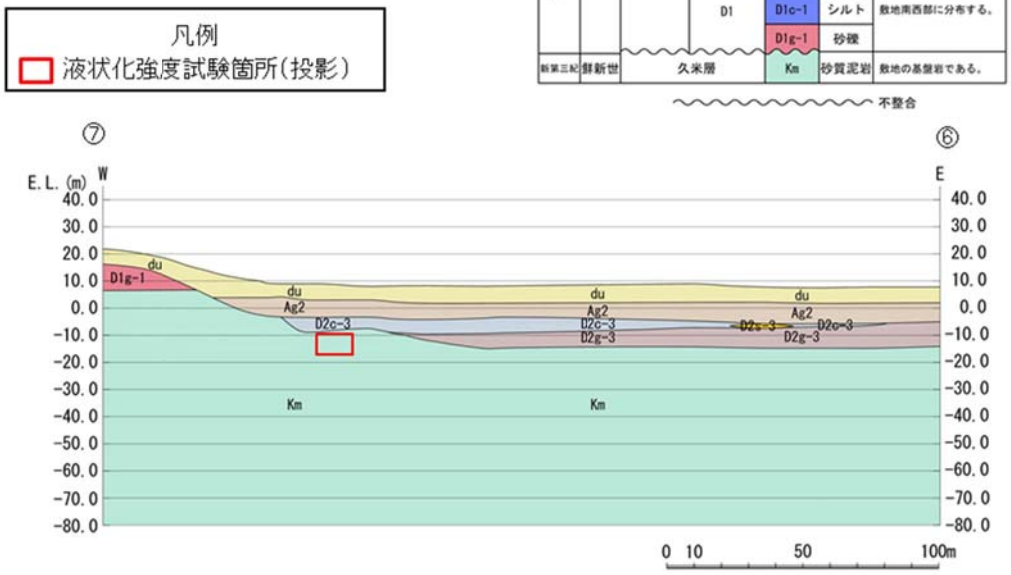


液状化強度試験実施位置図

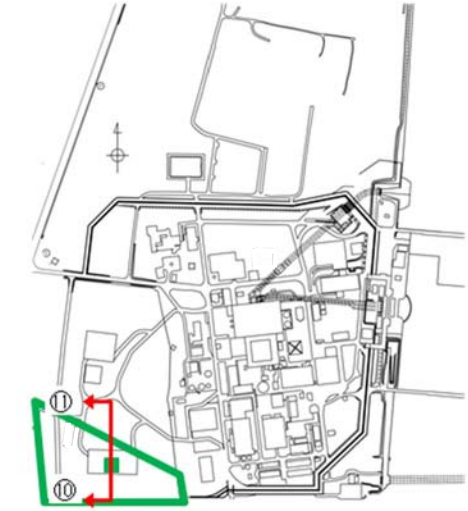
地質構成表

地質時代		地質区分		記号	岩相	備考
第四紀	完新世	砂丘砂層		du	砂	敷地全体に広く分布する。
		沖積層	al	Ag2	砂礫	敷地全体に広く分布する。
				Ac	粘土	久慈川が侵食した凹状の谷を埋めて分布する。
				As	砂	
				Ag1	砂礫	
	更新世	段丘堆積物	D2	D2c-3	シルト	敷地南部に分布する。
				D2s-3	砂	
				D2g-3	砂礫	
				D2c-2	シルト	
				D2g-2	砂礫	
			D1	lm	ローム	敷地南西部に分布する。
				D1c-1	シルト	
				D1g-1	砂礫	
新第三紀	鮮新世	久米層		Km	砂質泥岩	敷地の基盤岩である。

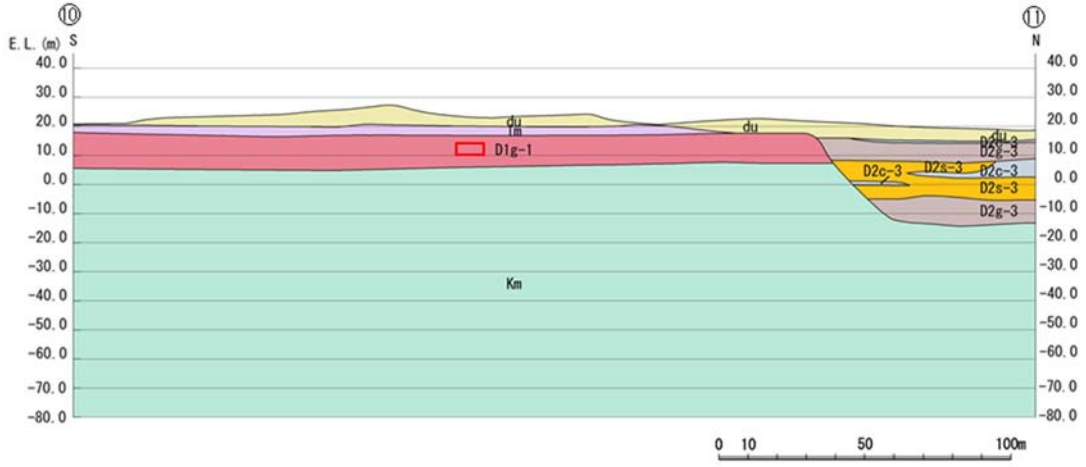
不整合



第 4.1.7 図　D2g-3 層の液状化強度試験試料採取位置



液状化強度試験実施位置図



地 質 構 成 表

地質時代		地質区分		記号	岩相	備考
第四紀	完新世	砂丘砂層		du	砂	敷地全体に広く分布する。
		沖積層	a1	Ag2	砂礫	敷地全体に広く分布する。
				Ac	粘土	久慈川が侵食した凹状の谷を埋めて分布する。
				As	砂	
				Ag1	砂礫	
	更新世	段丘堆積物	D2	D2c-3	シルト	敷地南部に分布する。
				D2s-3	砂	
				D2g-3	砂礫	
				D2c-2	シルト	
				D2g-2	砂礫	
			D1	Im	ローム	敷地南西部に分布する。
				D1c-1	シルト	
				D1g-1	砂礫	
新第三紀	鮮新世	久米層		Km	砂質泥岩	敷地の基盤岩である。

不整合

凡例
液状化強度試験箇所（投影）

第 4.1.8 図　D1g-1 層の液状化強度試験試料採取位置

4.2　液状化強度試験選定箇所の代表性

指針類の液状化抵抗率 F_L の簡易算定式は，地表面から深さ 20m までに分布する完新統を対象に，次式で示される。

$$F_L = \frac{R}{L}$$

ここに，F_L は液状化抵抗率，R は液状化強度比，L は地震時最大せん断応力比である。第 4.2.1 表は指針類での液状化強度比Ｒの算定時に用いられる物性値を示しているが，基本は完新統のＮ値と細粒分含有率Ｆｃを用いた算定式であり，平均粒径$Ｄ_{50}$を用いて補正している。

以上のように液状化強度比Ｒは完新統のＮ値，細粒分含有率Ｆｃ，平均粒径$Ｄ_{50}$と相関があり，室内液状化強度試験試料採取箇所と敷地内全調査孔の簡易式によるそれぞれのＲの算定値を比較することに基づいて代表性を示す。

本検討においては，道路橋示方書の液状化強度比$Ｒ_{L}$の算定式を用いるとともに，原地盤の試料を用いた室内液状化強度試験で求められた繰返し回数 20 回に相当するせん断応力比を$Ｒ_{L20}$と表記するものとする。

また，液状化強度比の比較においては，指針類の物性値のバラツキに対する考え方を参考とし，液状化強度試験データの最小二乗法による回帰曲線と，その回帰係数の自由度を考慮した不偏分散に基づく標準偏差を用いた「平均－1σ」（以下「－1σ値」と称す）について整理した。

第 4.2.1 表　指針類における液状化強度比 R と基本物性の関係

指針類名	液状化強度比Ｒの算定に用いる主な物性	液状化強度比Ｒの補正に用いる物性
道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編，日本道路協会，平成 24 年 (下水道施設の耐震対策指針と解説，日本下水道協会，2014) (河川砂防技術基準(案)同解説，日本河川協会編，1997) (高圧ガス設備等耐震設計指針，高圧ガス保安協会，平成 24 年)	Ｎ値	細粒分含有率Ｆｃ 平均粒径D_{50}
港湾の施設の耐震設計に係る当面の借置(その 2)，日本港湾協会，平成 19 年(部分改正平成 24 年)		細粒分含有率Ｆｃ
建築基礎構造設計指針，日本建築学会，2001 (水道施設耐震工法指針・解説，日本水道協会，2009)		細粒分含有率Ｆｃ
鉄道構造物等設計標準・同解説　耐震設計，(財)鉄道総合技術研究所，平成 24 年		細粒分含有率Ｆｃ 平均粒径D_{50}

4.3　室内液状化強度試験結果のR_{L20}と道路橋示方書式によるR_Lとの比較検討

(1)　概要

各土質について，敷地全体の調査孔のN値及び細粒分含有率Fcから道路橋示方書式で算定される液状化強度比（以下，R_Lとする）と，室内液状化強度試験試料採取箇所の近傍調査孔のR_Lとを比較し，室内液状化強度試験試料採取箇所の代表性を確認する。

各土質について代表性を確認した液状化強度試験試料採取箇所の不攪乱試料を用いた室内液状化強度試験を実施し，試験結果に基づき－１σを考慮した液状化強度特性を設定する（原地盤に基づく液状化強度特性の設定）。

原地盤に基づく液状化強度試験結果から，繰り返し載荷回数20回に該当する液状化強度比（以下，R_{L20}とする）を算定する。

各土質について，敷地の全調査孔のR_L，液状化強度試験試料採取箇所の近傍調査孔のR_L及び原地盤に基づく液状化強度特性のR_{L20}とを比較し，有効応力解析に用いる原地盤の液状化強度特性の保守性を確認する。

さらに，地盤を強制的に液状化させる解析条件を仮定した影響評価検討のため，敷地の原地盤には存在しない均質さで極めて液状化しやすい豊浦標準砂の液状化強度試験データに基づき－１σを考慮した液状化強度特性も設定する（豊浦標準砂を仮定した液状化強度特性の設定）。

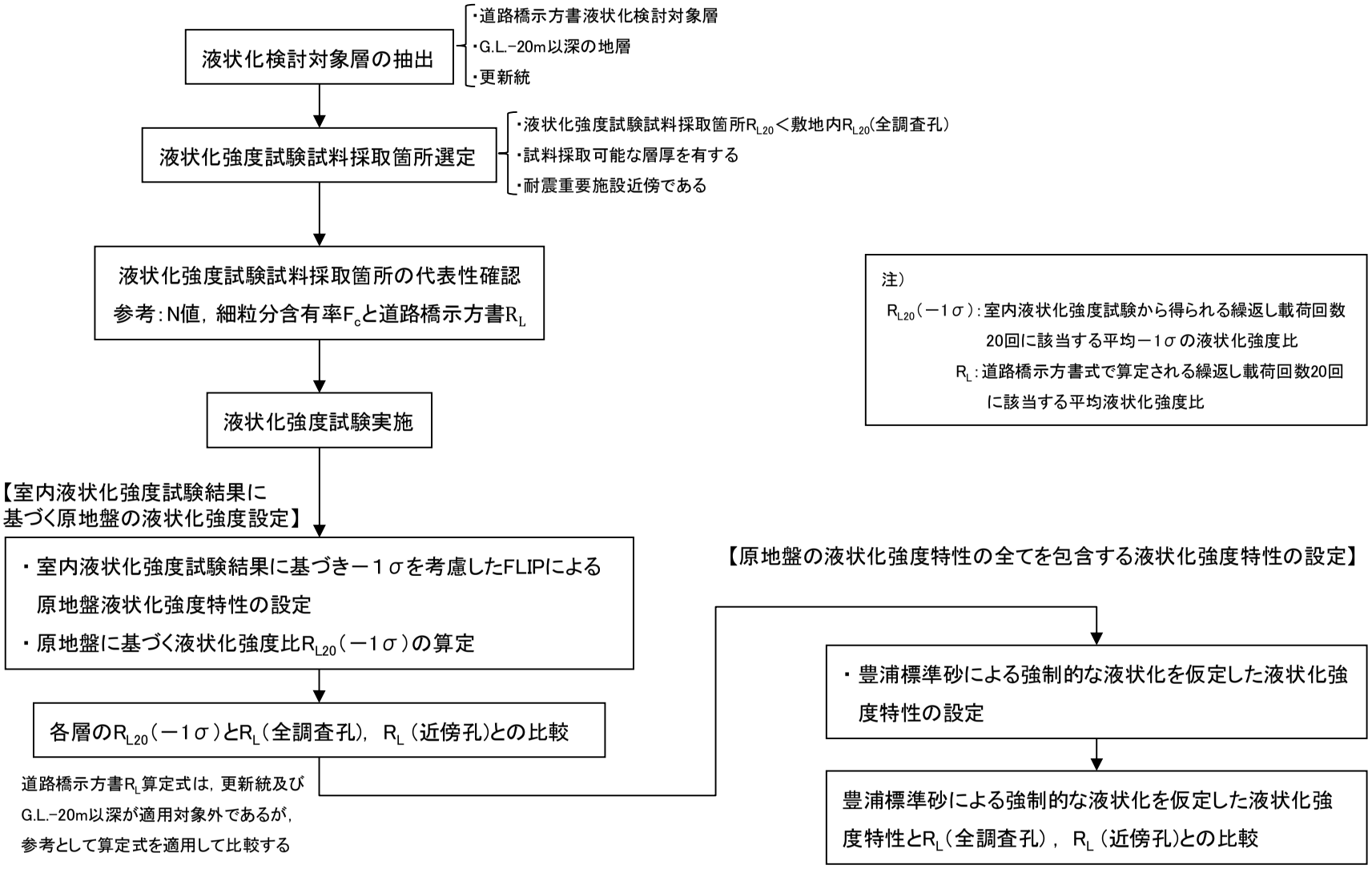
豊浦標準砂を仮定した液状化強度特性は，原地盤の液状化強度特性，R_L，（全調査孔）及びR_L（近傍調査孔）を全て包含していることを確認する。

道路橋示方書のR_Lの算定式は，更新統及びG.L.－20m以深が適用対象外であるものの，本資料では更新統及びG.L.－20m以深についても道路橋示方書のR_Lの算定式を用い，原地盤に基づく液状化強度特性及び豊浦標準砂を仮定した液状化強度特性の設定とを比較することで，保守的な液状化の影響検討が可能なＦＬＩＰの液状化強度特性の設定となっていることを確認する。

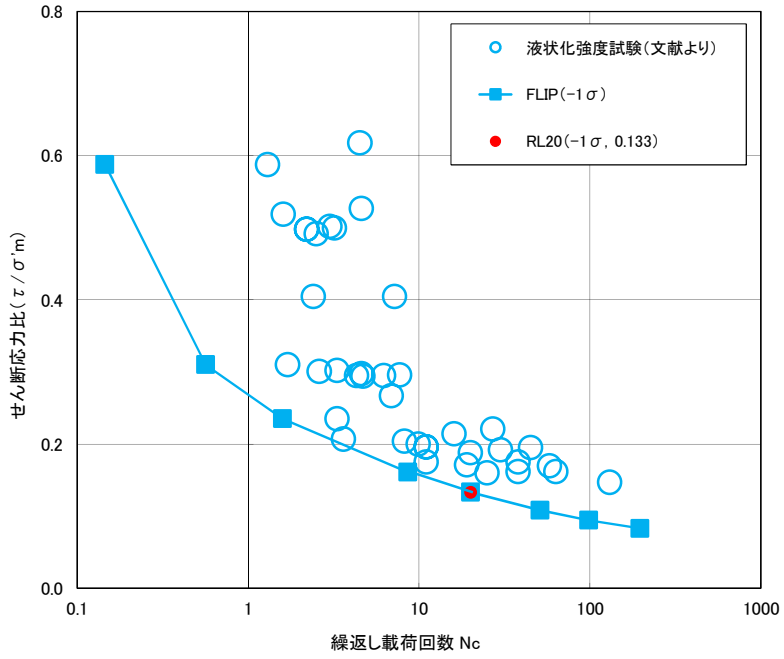
第4.3.1表に液状化強度特性の設定について示す。第4.3.1図に液状化強度比較検討フローを示す。また，第4.3.2図にＦＬＩＰによる豊浦標準砂の液状化強度特性（－1σ）を示す。さらに，第4.3.3図に原地盤に基づく液状化強度特性と豊浦標準砂を仮定した液状化強度特性の設定との比較を示す。

第 4.3.1 表　液状化強度特性の設定

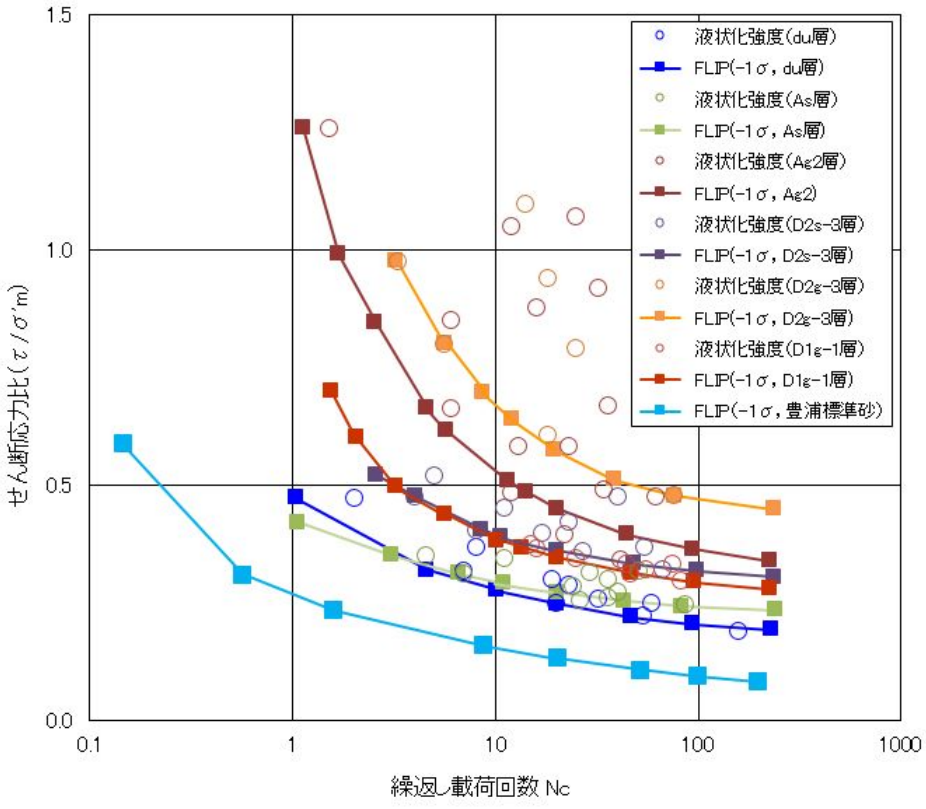
<table>
<tr><td colspan="3">液状化強度特性の比較対象土層</td><td rowspan="2">道路橋示方書における液状化検討対象か否かの区分</td><td colspan="2">有効応力解析に適用する-1σの液状化強度特性及びそれら全てを包含する液状化強度特性の仮定</td></tr>
<tr><td>堆積年代</td><td>土層名</td><td>層相</td><td>原地盤の液状化強度特性の設定</td><td>原地盤の液状化強度特性の全てを包含する液状化強度特性の仮定</td></tr>
<tr><td rowspan="3">完新統</td><td>du</td><td>砂</td><td>対象</td><td rowspan="5">原地盤試料の液状化強度試験結果に基づき-1σの液状化強度特性を設定</td><td rowspan="5">敷地には存在しない均質で液状化しやすい豊浦標準砂の液状化強度試験データを包含する液状化強度特性を仮定</td></tr>
<tr><td>Ag2</td><td>砂礫</td><td>対象</td></tr>
<tr><td>As</td><td>砂</td><td>G.L.-20mまで対象</td></tr>
<tr><td rowspan="2">更新統</td><td>D2g-3</td><td>砂礫</td><td>対象外</td></tr>
<tr><td>D2s-3</td><td>砂</td><td>対象外</td></tr>
</table>



第 4.3.1 図　液状化強度比較検討フロー



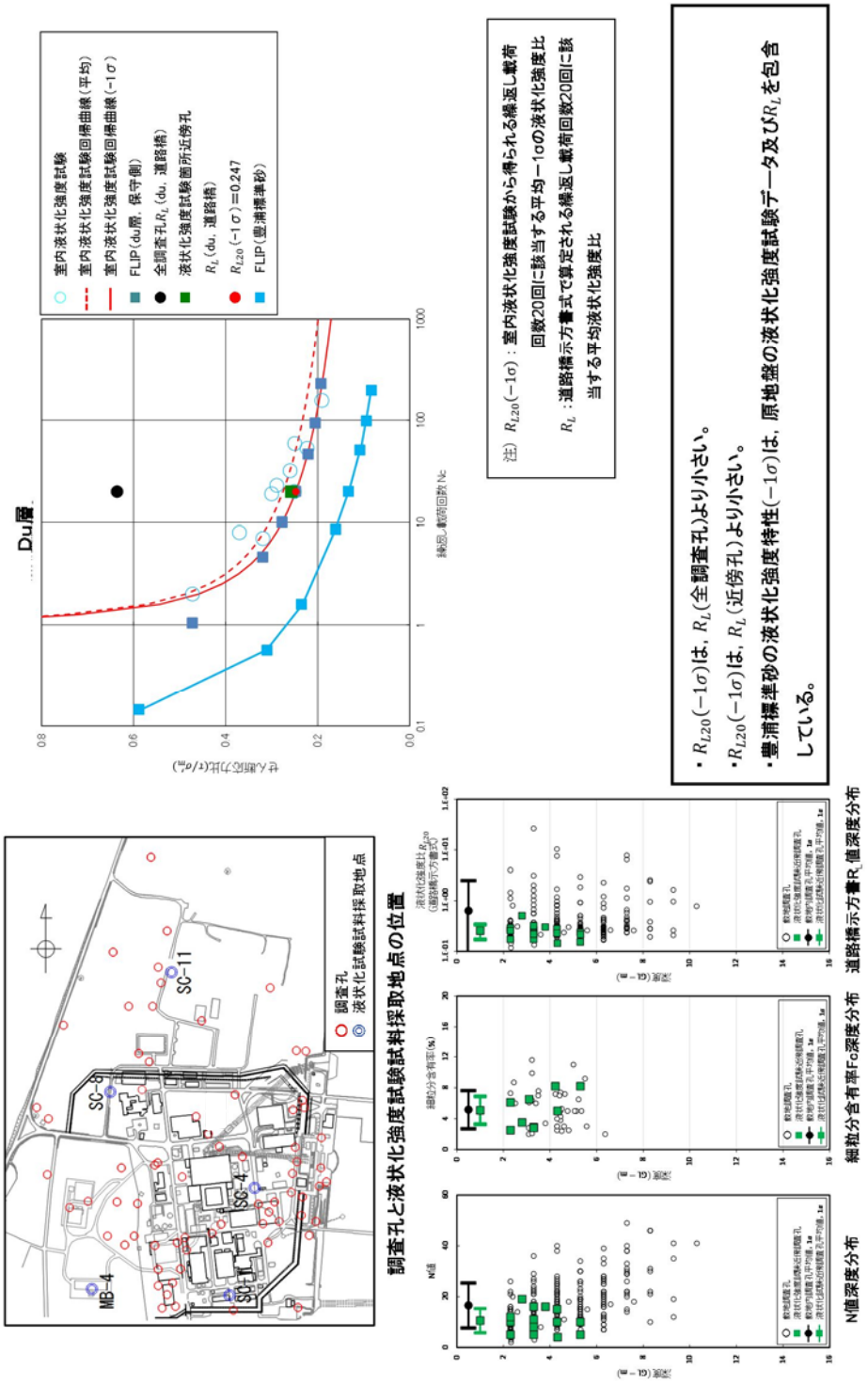
第 4.3.2 図　ＦＬＩＰによる豊浦標準砂の液状化強度特性（－1σ）



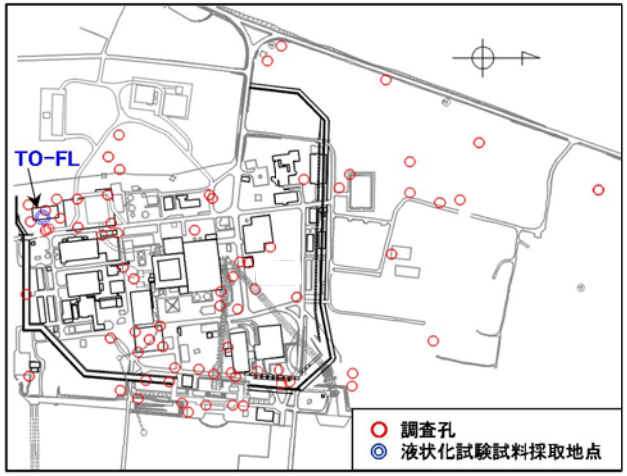
第 4.3.3 図　東海第二発電所の原地盤に基づく液状化強度試験データとその全てを包含するＦＬＩＰの液状化強度特性（－1σ，豊浦標準砂）

(2)　室内液状化強度試験結果と道路橋示方書式による R_L との比較

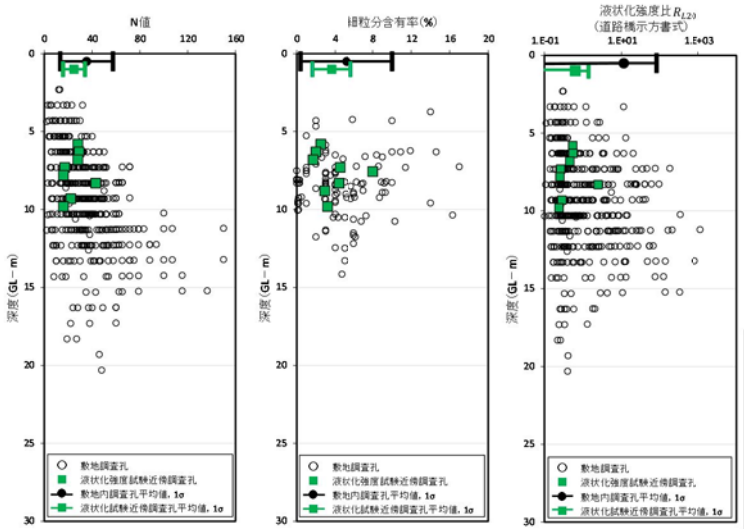
第 4.3.4 図～第 4.3.8 図に液状化検討対象層の室内液状化強度試験結果と敷地内調査孔の道路橋示方書式による R_{L20} との比較結果を示す。



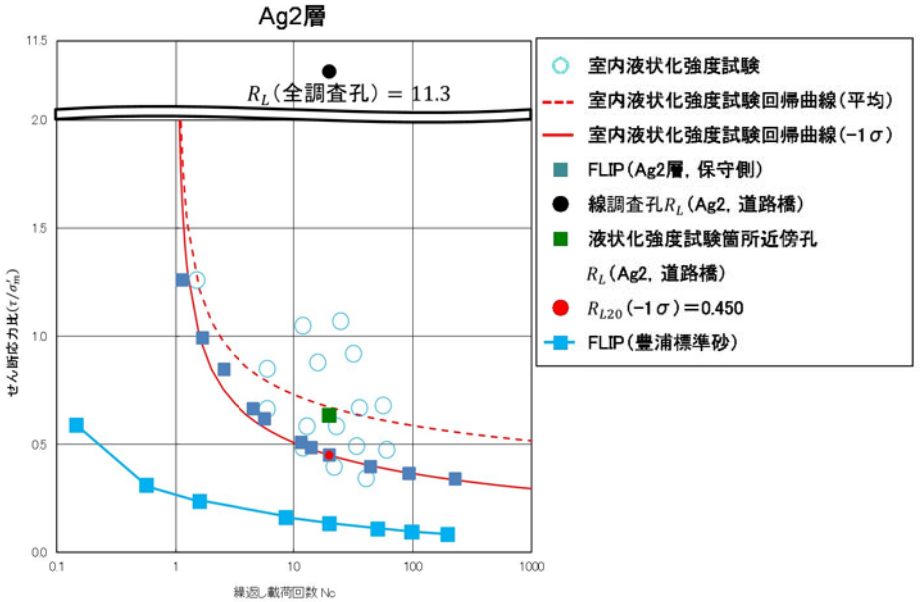
第 4.3.4 図　室内液状化強度試験結果と道路橋示方書式による R_{L20} と比較検討（du 層）



調査孔と液状化強度試験試料採取地点の位置



N値深度分布　細粒分含有率Fc深度分布　道路橋示方書R_L値深度分布

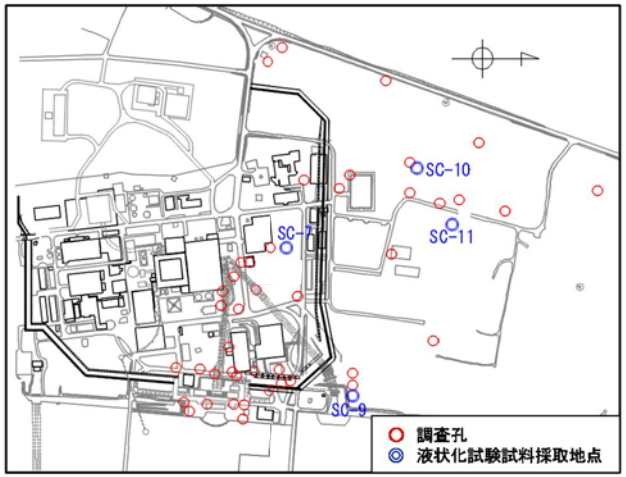


注）$R_{L20}(-1\sigma)$：室内液状化強度試験から得られる繰返し載荷回数20回に該当する平均－1σの液状化強度比

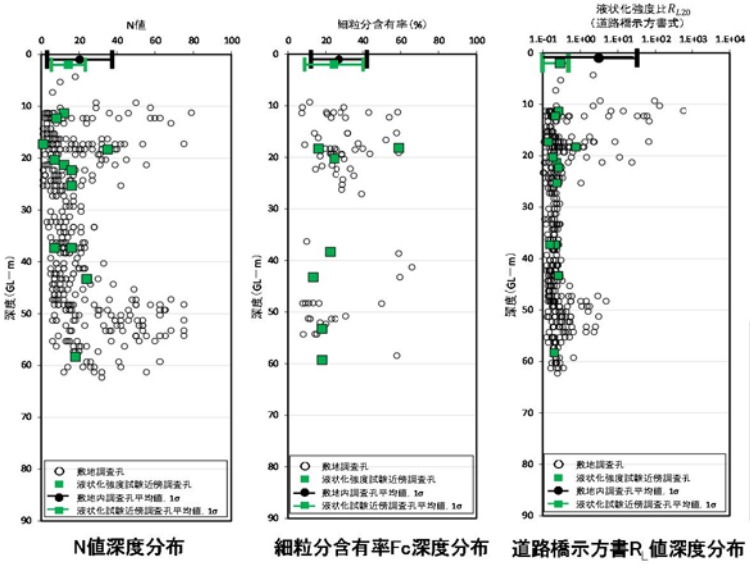
R_L：道路橋示方書式で算定される繰返し載荷回数20回に該当する平均液状化強度比

- $R_{L20}(-1\sigma)$は，R_L(全調査孔)より小さい。
- $R_{L20}(-1\sigma)$は，R_L(近傍孔)より小さい。
- 豊浦標準砂の液状化強度特性(-1σ)は，原地盤の液状化強度試験データ及びR_L(全調査孔)，R_L(近傍孔)を包含している。

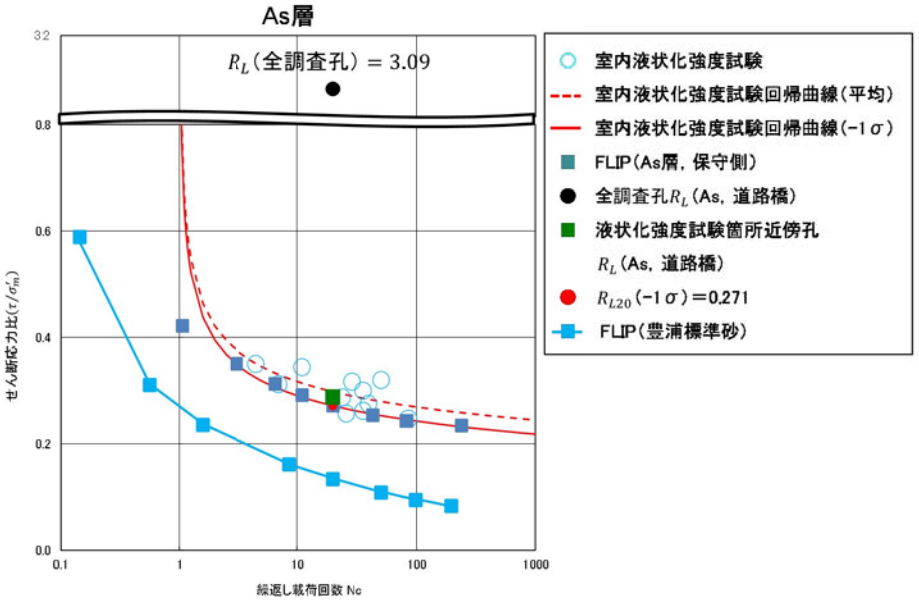
第 4.3.5 図　室内液状化強度試験結果と道路橋示方書式による R_{L20} との比較検討（Ag2 層）



調査孔と液状化強度試験試料採取地点の位置



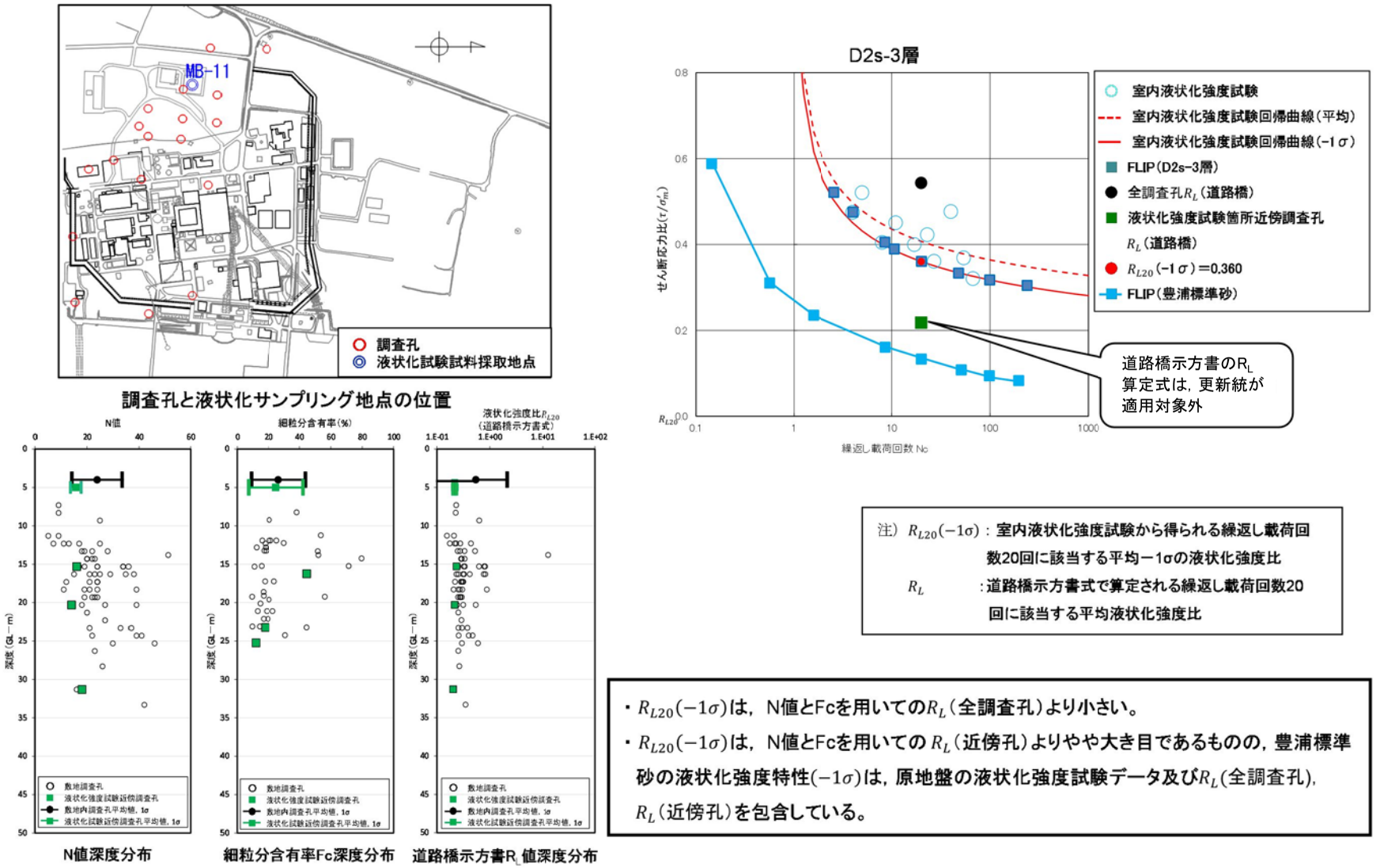
N値深度分布　細粒分含有率Fc深度分布　道路橋示方書R_L値深度分布



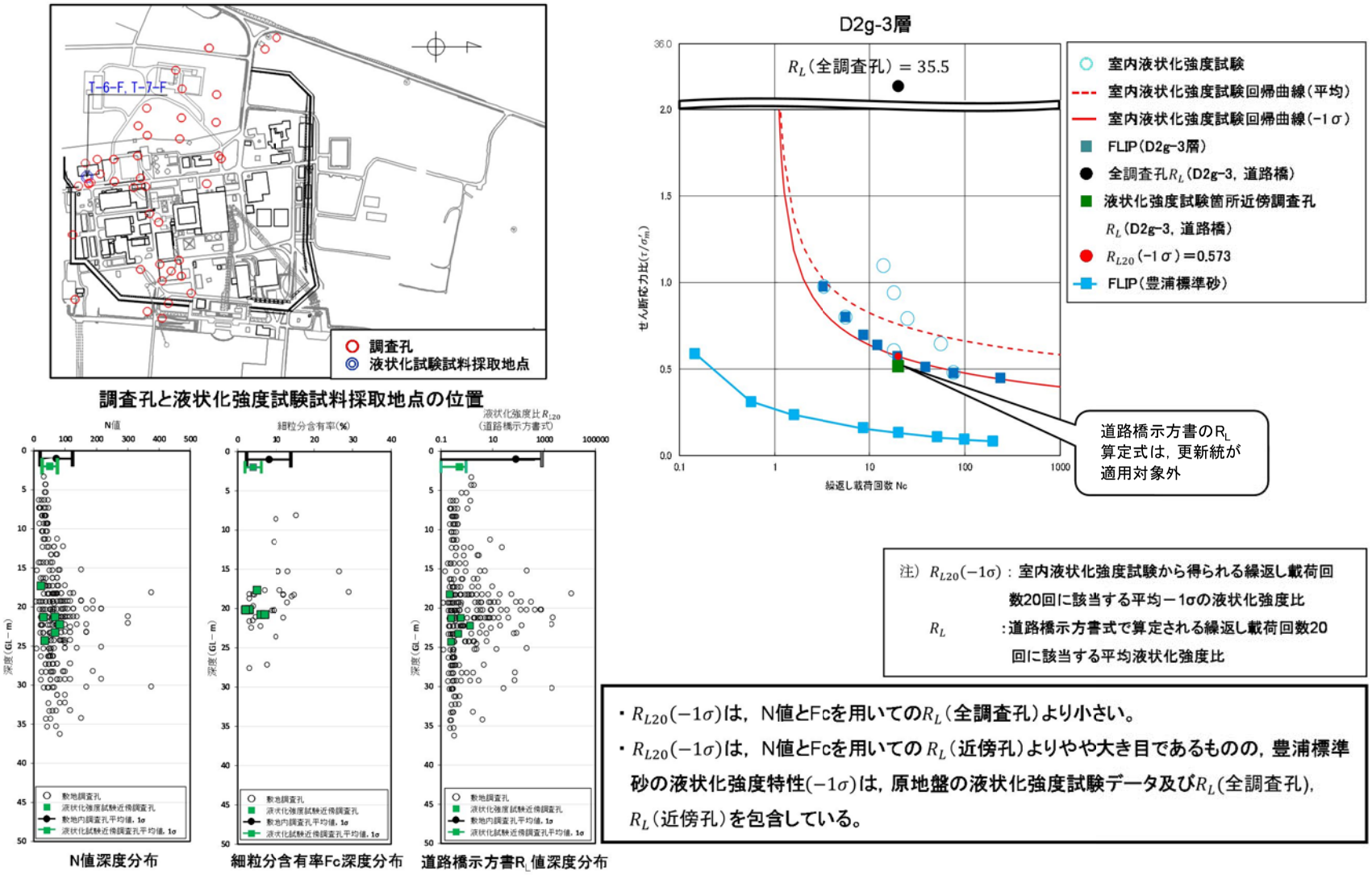
注）$R_{L20}(-1\sigma)$：室内液状化強度試験から得られる繰返し載荷回数20回に該当する平均－1σの液状化強度比
R_L：道路橋示方書式で算定される繰返し載荷回数20回に該当する平均液状化強度比

・$R_{L20}(-1\sigma)$は，R_L(全調査孔) より小さい。
・$R_{L20}(-1\sigma)$は，R_L(近傍孔)より小さい。
・豊浦標準砂の液状化強度特性(-1σ)は，原地盤の液状化強度試験データ及びR_L(全調査孔)，平均R_L(近傍孔)を包含している。

第 4.3.6 図　液状化強度設定（As 層）室内液状化強度試験結果と道路橋示方書式のよる R_{L20} との比較検討（As 層）



第 4.3.7 図　液状化強度設定（D2s-3 層）室内液状化強度試験結果と道路橋示方書式による R_{L20} との比較検討（D2s-3 層）



第 4.3.8 図　室内液状化強度試験結果と道路橋示方書式による R_{L20} との比較検討（D2g-3 層）

(3)　まとめ

敷地内の液状化検討対象層に対して，原地盤に基づく液状化強度特性，原地盤に基づく液状化強度特性のR_{L20}（全調査孔），R_L（近傍孔）及び豊浦標準砂を仮定した液状化強度特性との比較検討を行った。

・ 各土層の原地盤に基づく室内液状化強度特性のR_{L20}は，何れの土層においてもR_L（全調査孔）より小さい。

・ 完新統（du層，As層，Ag2層）の液状化強度試験のR_{L20}は，それに対応するR_L（近傍孔）より小さい。

・ 更新統（D2g-3層，D2s-3層）の液状化強度試験のR_{L20}は，それに対応するR_L（近傍孔）よりやや大きめの値を示している。しかし，道路橋示方書のR_L算定式は，完新統のＮ値及び細粒分含有率Ｆｃと完新統の液状化強度比との関係から定められた式であり，更新統の液状化強度が一般的に高めの傾向となる要因である年代効果の続成作用等の影響を考慮できる評価式になっておらず，更新統は本来適用対象外である。よって，完新統のＮ値及び細粒分含有率Ｆｃに基づく道路橋示方書のR_L算定式をあえて更新統に適用した場合には，当該層の液状化強度試験結果よりやや小さ目にR_Lを評価する結果となっている。

・ 豊浦標準砂を仮定した液状化強度特性は，原地盤の液状化強度特性及び全ての土層の平均R_L（近傍孔）を包含している。

・ 現在実施中の追加調査を踏まえ，各液状化検討対象層の液状化強度特性について，今後も引き続き検討を進める。当該施設設置位置近傍の調査孔で得られるＮ値と室内液状化強度試

験結果との関係を踏まえ，解析に用いる液状化強度特性が適切であるか再確認していく。

4.4　基準地震動S_sに対する液状化強度試験の有効性

敷地で採取された試料を用いて実施した液状化強度試験が基準地震動S_s相当の地盤の状態（繰返し応力及び繰返し回数）を模擬していることを確認するため，累積損傷度理論を適用し，評価検討を行った。

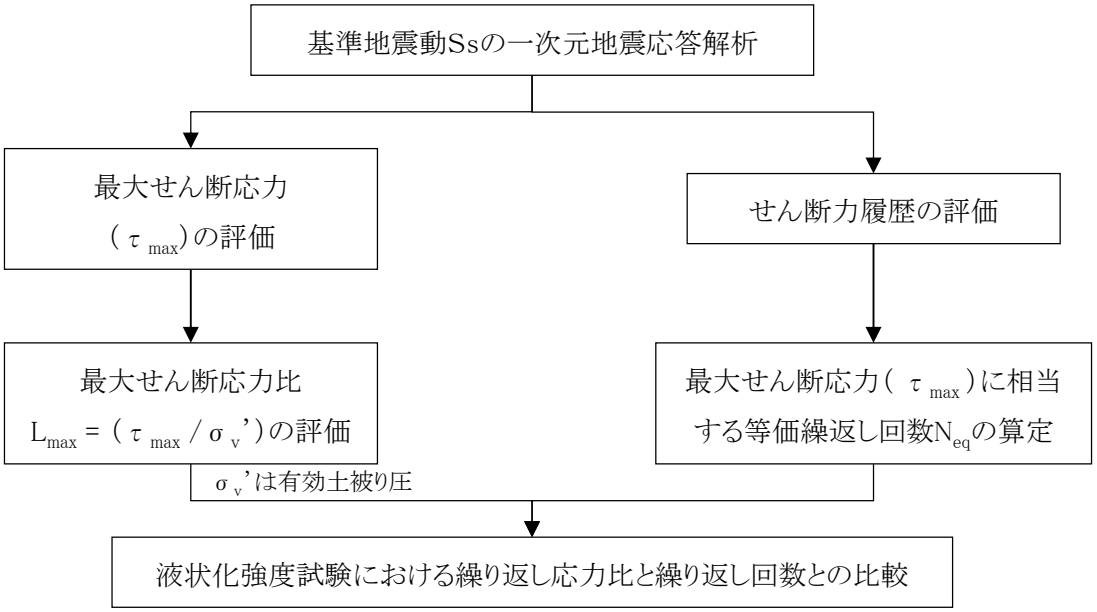
第4.4.1図に累積損傷度理論に基づく等価繰返し回数の評価フローを，第4.4.2図に累積損傷度理論による等価繰返し回数の評価方法を示す。

液状化強度試験結果から各せん断応力比（Ｌ）に対して所定のせん断ひずみとなる繰返し回数を整理し，取水口南側・北側，海水ポンプ室南側・北側の地盤モデルを用いて実施した一次元有効応力解析結果を累積損傷度理論に基づいて整理した最大せん断応力比（L_{max}）及び等価繰返し回数（N_{eq}）と比較検討を行った。

第4.4.3図～第4.4.6図には各土層の累積損傷度理論に基づく評価結果を示す。

du層，Ag2層及びAg1層の評価結果より，解析結果による最大せん断応力比（L_{max}）と等価繰返し回数（N_{eq}）は，試験で実施したせん断応力比と繰返し回数と同程度であり，概ね基準地震動S_s-Ｄ１相当の試験が実施出来ている。

As層の評価結果より，液状化強度試験はせん断応力比が小さい（繰返し回数100回以上）のデータを包含していないことから，すべてのデータを十分に包含する豊浦標準砂のＦＬＩＰの液状化強度特性を用いた有効応力解析を実施し，耐震評価を行うこととする。



第 4.4.1 図　累積損傷度理論に基づく等価繰返し回数の評価フロー

◆累積損傷度理論に基づく等価繰返し回数の評価

・累積損傷度理論は，金属の疲労破壊の分野で提案されたものである。

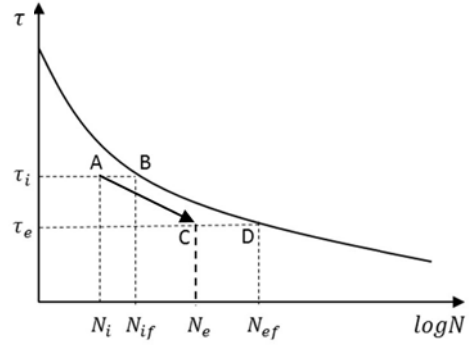
1回の荷重τ_iにより，損傷度$\{1/N_f(\tau_i)\}$が生じ，N_i回の繰返し荷重により損傷度が累積して

$$D = \frac{N_i}{N_{if}(\tau_i)} \geqq 1.0$$

で疲労破壊に達する。

・繰返し荷重τ_iがN_i回作用したことによるのと同等の効果を，別の応力レベルτ_eによって得るために必要な繰返し回数（**等価繰返し回数**）N_eは以下のように定義される。

$$N_e = \frac{N_i}{N_{if}} N_{ef}$$



ここに，

N_i ：せん断応力τ_iの繰返し回数

N_{if}：せん断強度τ_iでの繰返し回数

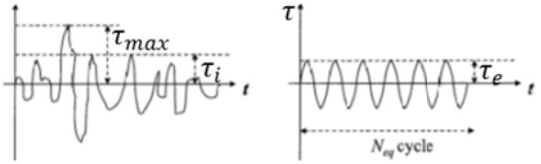
N_e ：せん断応力τ_eの繰返し回数

N_{ef}：τ_eなる等価振幅応力を加えた場合の破壊までの繰返し回数

・複数のτ_iを有する不規則波全体を等価一定せん断応力τ_eなる単一応力レベルでの当振幅繰返しせん断波で置き換えるための等価繰返し回数N_{eq}

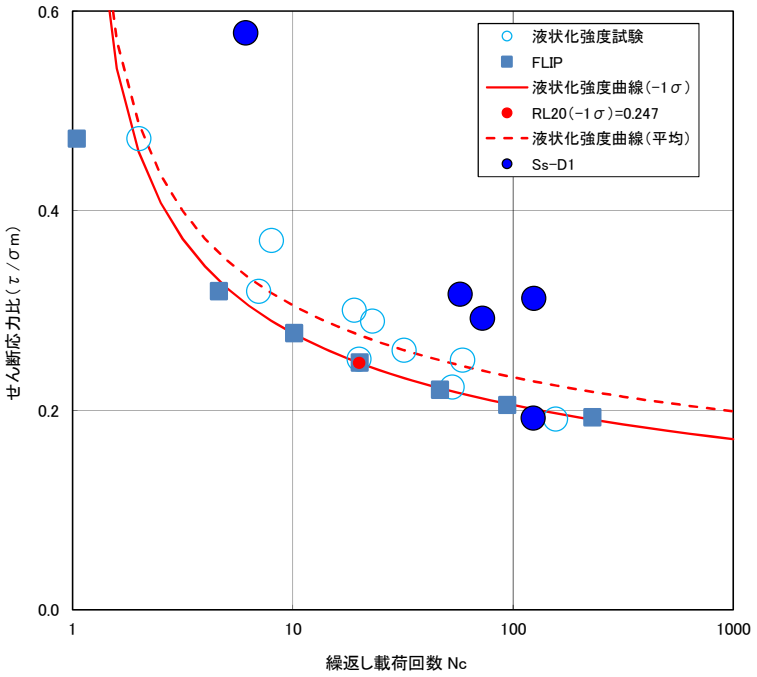
$$\tau_e = 0.65 \times \tau_{max}$$

$$N_{eq} = \sum N_e = N_{ef} \sum \left(\frac{N_i}{N_{if}}\right)$$



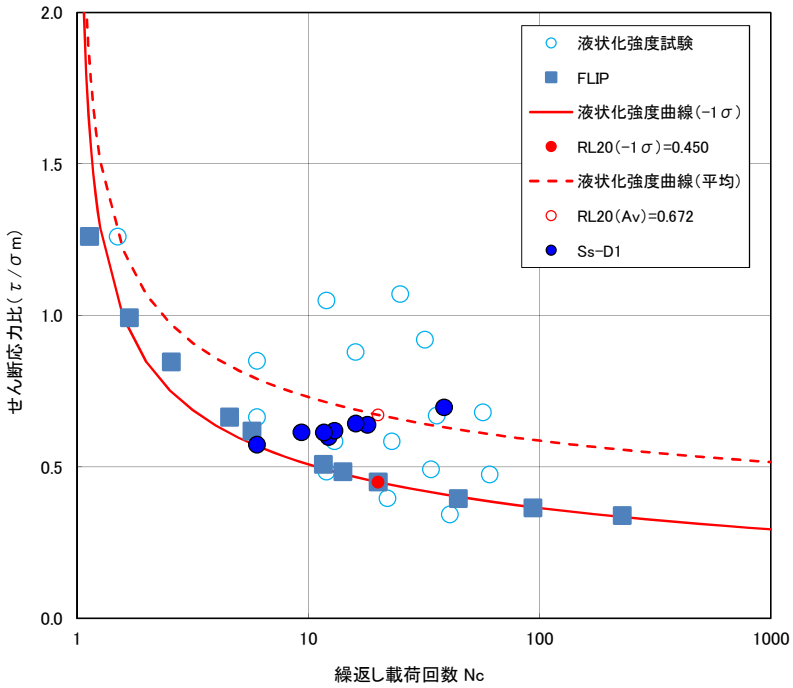
・あるレベル未満のせん断応力は，N_{if}が大きいため$(N_i/N_{if}) \fallingdotseq 0$となり，ほとんど破壊に寄与しない。今回の検討では，液状化強度試験の最大繰返し回数200回に相当するせん断応力を設定し，そのせん断力以下は対象外とした。

第 4.4.2 図 累積損傷度理論に基づく等価繰返し回数の評価方法



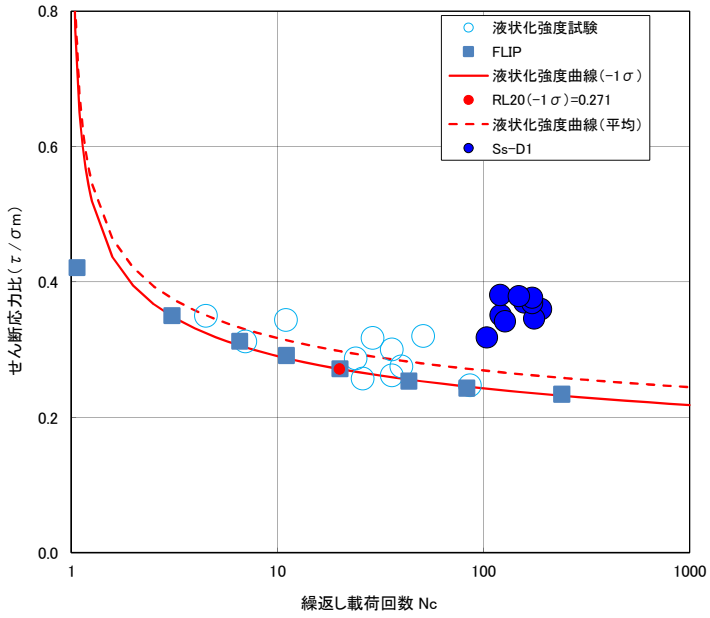
第 4.4.3 図　累積損傷度理論に基づく評価結果

（取水口・海水ポンプ室，du 層）



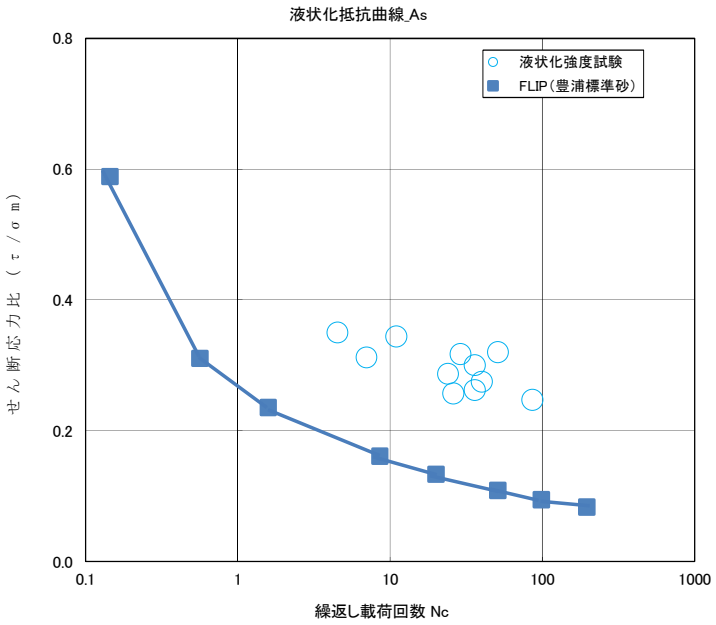
第 4.4.4 図　累積損傷度理論に基づく評価結果

（取水口・海水ポンプ室，Ag2 層）



(a)試験データの－1σ保守側の回帰曲線を再現対象とした

ＦＬＩＰの液状化強度特性

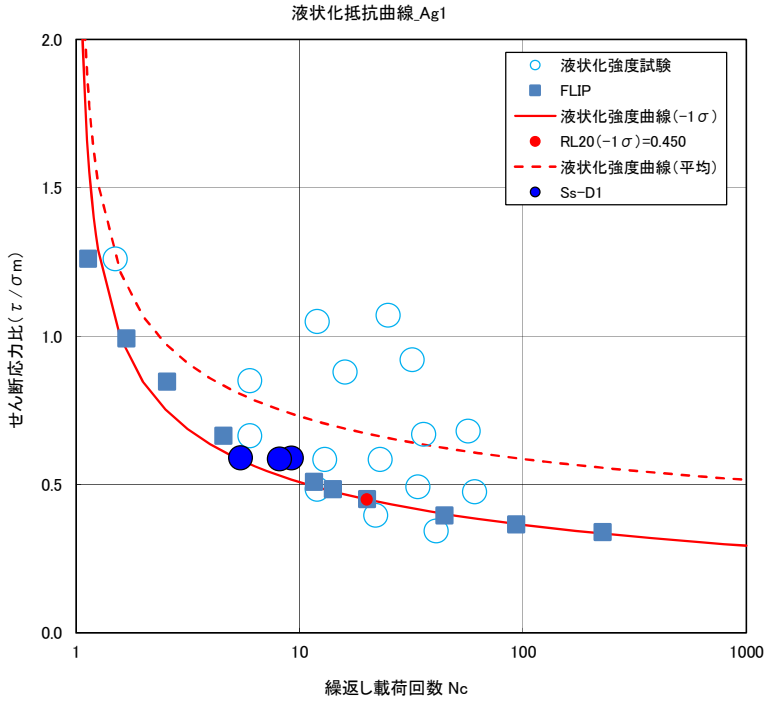


(b)全ての試験データを包含する

豊浦標準砂のＦＬＩＰの液状化強度特性

第 4.4.5 図　累積損傷度理論に基づく評価結果

（取水口・海水ポンプ室，As 層）



第 4.4.6 図　累積損傷度理論に基づく評価結果

（取水口・海水ポンプ室，Ag1 層）

5.　施設毎の液状化影響検討の組合せ

(1)　液状化影響検討の組合せの設定方針

液状化影響検討の組合せの設定フローを第 5.1.1 図に示す。

施設の詳細設計において，その周辺地盤に液状化検討対象層が存在しない場合は，液状化の影響検討は不要とする。

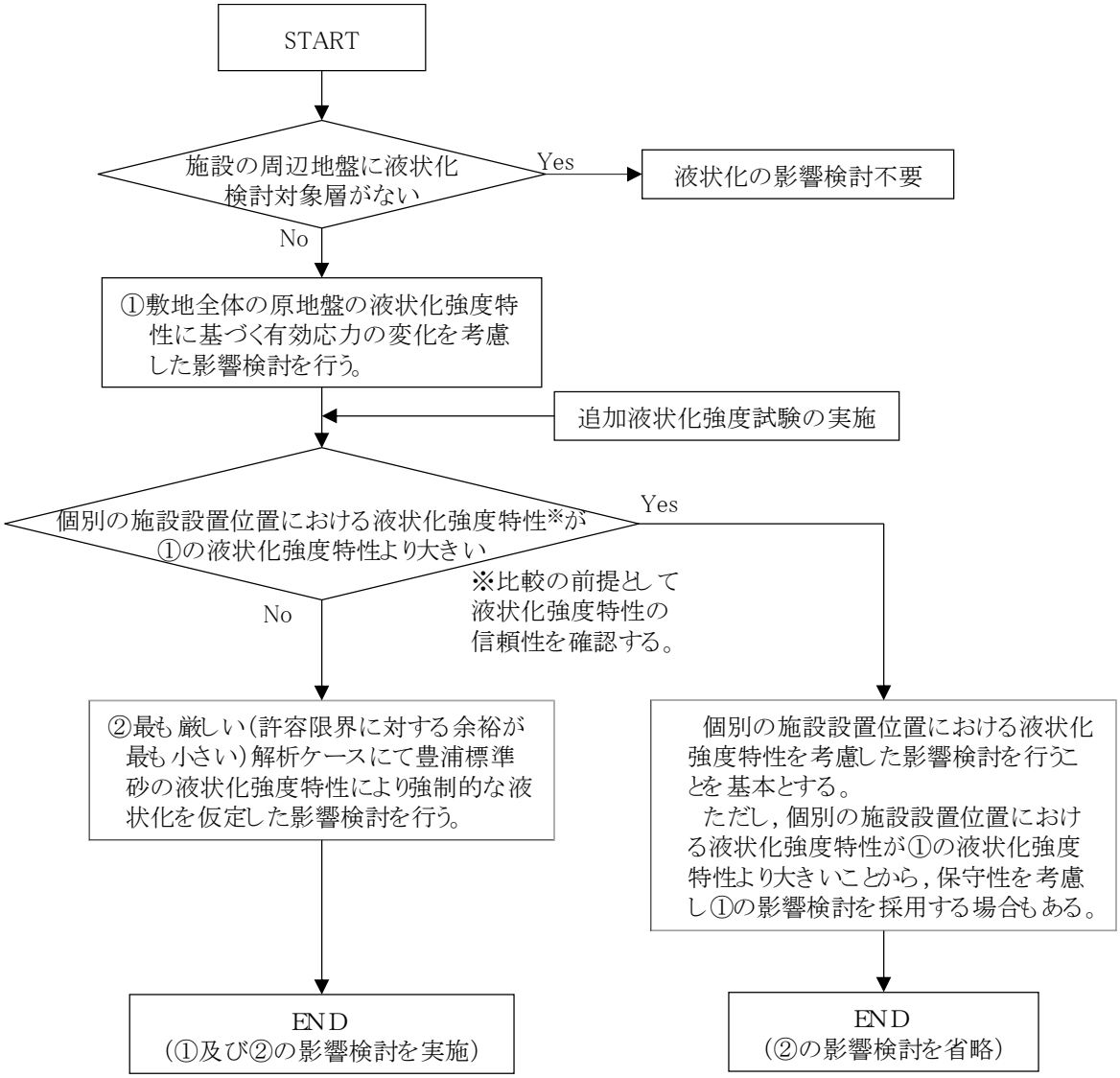
上記に該当しない施設について，基準地震動Ｓ$_s$に対して，敷地全体の原地盤に基づく液状化強度特性を用いた有効応力解析による影響検討を行う（①）

個別の施設設置位置の液状化強度特性について，信頼性を確認した上で，①の液状化強度特性より大きいかの確認を行う。

個別の施設設置位置の液状化強度特性が①の液状化強度特性より大きいことの確認ができない場合は，①の検討において最も厳しい(許容限界に対する余裕が最も小さい)解析ケースに対して，豊浦標準砂に基づく液状化強度特性により強制的な液状化を仮定した影響検討を追加で行う（②)。

個別の施設設置位置の液状化強度が①の液状化強度特性より大きいことの確認ができた場合は，個別の施設設置位置における液状化強度特性を考慮した影響検討を行うことを基本とする。

ただし，個別の施設設置位置の液状化強度が①の液状化強度特性より大きいことから，保守性を考慮し①の影響検討を採用する場合もある。

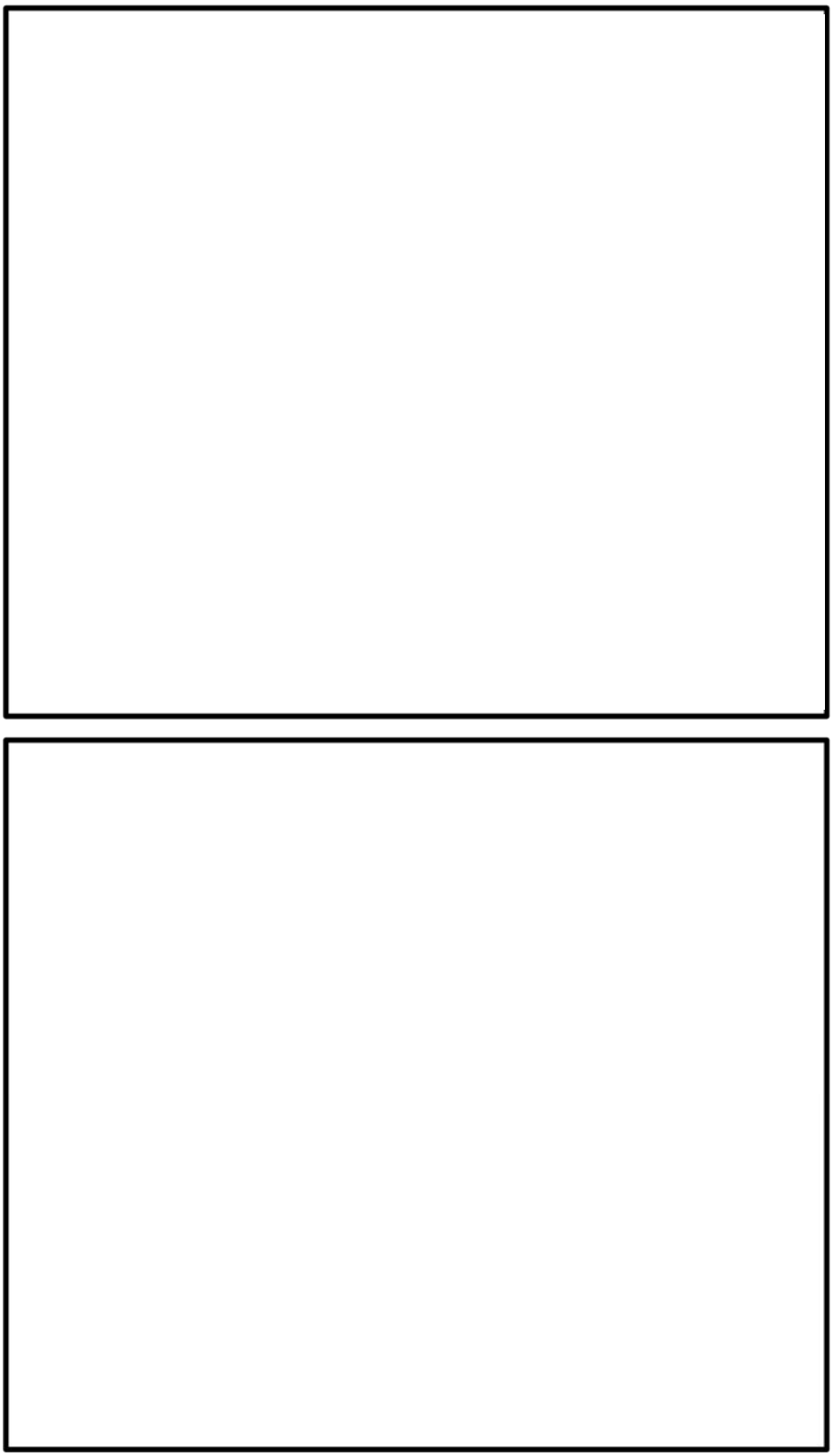


第 5.1.1 図　液状化影響検討の組合せの設定フロー

(2)　施設毎の液状化影響検討の組合せ

対象施設の設置位置，液状化強度試験用試料採取箇所及び対象層を第 5.1.2 図に示す。また，検討フローに基づいた施設毎の液状化影響検討の組合せは第 5.1.1 表を基本とする。ただし，液状化影響検討の組合せについては，今後の液状化強度試験及び詳細設計により，その妥当性を示した上で変更する場合がある。また，波及的影響の設計対象とする下位クラス施設においても，その周辺地盤に液状化検討対象層が存在する場合は，液状化影響検討を行うことを基本とする。

第 5.1.3 図に追加液状化強度試験計画を示す。今後，当該試験結果を踏まえ，詳細設計にて用いられる液状化強度特性を精査していく。



第 5.1.2 図　対象施設の設置位置，液状化強度試験用試料採取箇所及び対象層

第 5.1.1 表　施設毎の液状化影響検討の組合せ

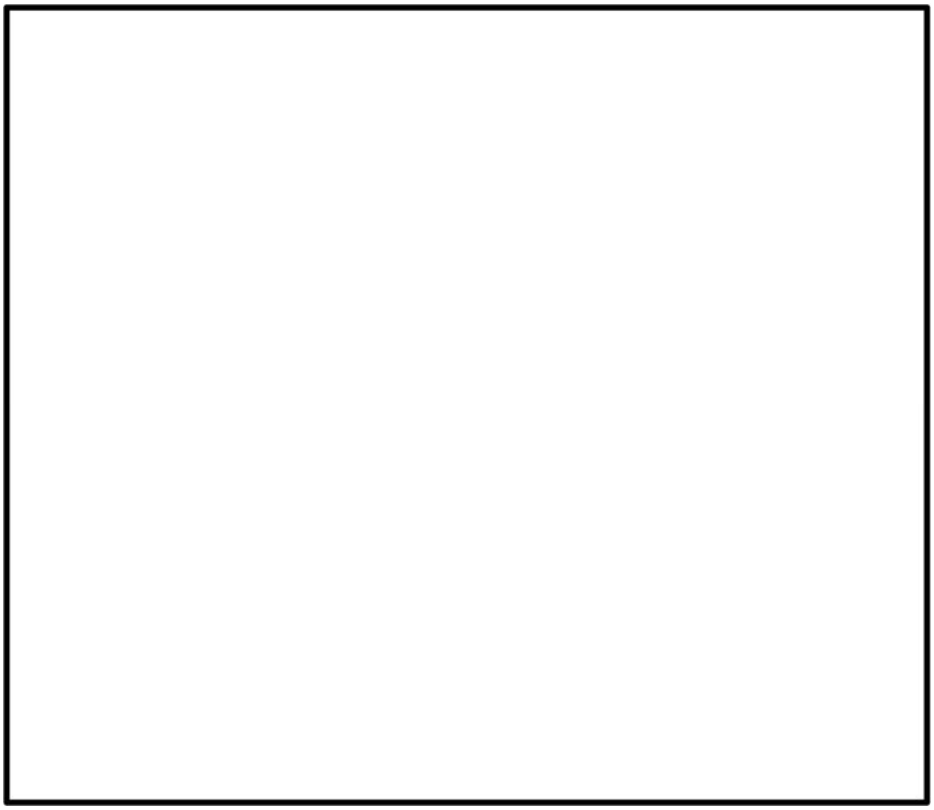
設備分類	設備名称 【間接支持している設備名称】	下部工の構造※1	支持層	周辺地盤の地層のうち， 液状化検討対象層	液状化の 影響検討 不要	敷地全体の原地盤の液状化強度特性に基づく 影響検討を実施(①)	豊浦標準砂の液状化強度特性により強制的な液状化を仮定した 影響検討を実施(②)
設計基準対処施設	使用済燃料乾式貯蔵建屋	杭支持構造	久米層	du層，Ag2層，D2g-3層	—	—※3	●※4
	防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）	杭支持構造	久米層	du層，Ag2層，As層，Ag1層， D2s-3層，D2g-3層，D1-g1層	—	●	●
	防潮堤（鋼製防護壁）	地中連続壁	久米層	du層，Ag2層，As層，Ag1層	—	●	●
	防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）	地中連続壁	久米層	du層，Ag2層，As層，Ag1層	—	●	●
	防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））	地中連続壁	久米層	du層，Ag2層，As層，Ag1層	—	●	●
設計基準対処施設及び重大事故等対処施設	原子炉建屋	MMRを介して 岩盤に直接支持	久米層	無し※2	●	—	—
	取水構造物	杭支持構造	久米層	du層，Ag2層，As層，Ag1層	—	●	●
	主排気筒 【非常用ガス処理系排気筒】	杭支持構造 （第四系全てを地盤改良）	久米層	無し（第四系全てを地盤改良）	—	—※3	●
	非常用ガス処理系配管支持架構 【非常用ガス処理系配管】	杭支持構造 （第四系全てを地盤改良）	久米層	無し（第四系全てを地盤改良）	—	—※3	●
	屋外二重管 【残留熱除去系海水系配管等】	杭支持構造	久米層	du層，Ag2層，As層，Ag1層	—	●	●
	貯留堰	岩盤に直接支持	久米層	du層，Ag2層，As層，Ag1層	—	●	●
	常設代替高圧電源装置置場及び西側淡水貯水設備 【常設代替高圧電源装置，軽油貯蔵タンク等】	岩盤に直接支持	久米層	du層，Ag2層，D2g-3層	—	●	●
	常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部） 【非常用ディーゼル発電装置燃料油系配管等】	岩盤内に設置（トンネル）	久米層	du層，Ag2層，D2g-3層，D2s-3層	—	●	●
	常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部） 【非常用ディーゼル発電装置燃料油系配管等】	岩盤に直接支持	久米層	du層，Ag2層，As層，Ag1層，D2g-3層，D2s-3層	—	●	●
	常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部） 【非常用ディーゼル発電装置燃料油系配管等】	杭支持構造	久米層	du層，Ag2層，As層，Ag1層，D2g-3層	—	●	●
重大事故等対処施設	緊急時対策所建屋	杭支持構造	久米層	du層，D2s-3層，D2g-3層	—	—※3	●
	緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎 【緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク】	杭支持構造	久米層	du層，D2s-3層，D2g-3層	—	●	●
	緊急用海水ポンプピット	岩盤に直接支持	久米層	du層，Ag2層，Ag1層，D2g-3層	—	●	●
	緊急用海水取水管	岩盤内に設置（埋設管）	久米層	du層，Ag2層，As層，Ag1層，D2g-3層，D2s-3層	—	●	●
	SA用海水ピット	岩盤に直接支持	久米層	du層，Ag2層，D2g-3層		●	●
	海水引込み管	岩盤内に設置（埋設管）	久米層	du層，Ag2層，Ag1層，D2g-3層，D2s-3層	—	●	●
	SA用海水ピット取水塔	岩盤に直接支持	久米層	du層，Ag2層，D2g-3層		●	●
	格納容器圧力逃がし装置格納槽 【格納容器圧力逃がし装置等】	岩盤に直接支持	久米層	du層，Ag2層，D2g-3層	—	—※3	●
	格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート 【格納容器圧力逃がし装置用配管】	MMRを介して 岩盤に直接支持	久米層	du層，D2g-3層	—	●	●
	代替淡水貯槽	岩盤に直接支持	久米層	du層，du層，Ag2層，D2g-3層	—	●	●
	常設低圧代替注水系ポンプ室 【常設低圧代替注水系ポンプ】	岩盤に直接支持	久米層	du層，Ag2層，D2g-3層	—	●	●
	常設低圧代替注水系配管カルバート 【常設低圧代替注水系配管】	MMRを介して 岩盤に直接支持	久米層	du層，Ag2層，D2g-3層	—	●	●
	可搬型設備用軽油タンク基礎（西側） 【可搬型設備用軽油タンク】	杭支持構造	久米層	du層，D2s-3層，D2g-3層	—	●	●
	可搬型設備用軽油タンク基礎（南側） 【可搬型設備用軽油タンク】	杭支持構造	久米層	du層，D1g-1層	—	●	●

※1：影響検討の結果により地盤改良を実施する可能性がある。

※2：排水設備により，地下水位を久米層分布深度以深としていることから，地下水位以深に液状化検討対象層はない。

※3：建物・構築物については，全応力解析により耐震評価を実施する。

※4：du層については，豊浦標準砂の液状化強度特性により強制的な液状化を仮定し，Ag2層及びD2g-3層については，対象施設近傍の液状化強度試験結果を用いて影響検討をするため，豊浦標準砂の液状化強度特性により強制的な液状化を仮定しない。



第 5.1.3 図　追加液状化強度試験計画

6.　有効応力解析の検討方針

(1)　有効応力解析コード「ＦＬＩＰ」について

有効応力解析コード「ＦＬＩＰ（Finite element analysis of Liquefaction Program)」は,1988 年に運輸省港湾技術研究所(現,（独）港湾空港技術研究所）において開発された平面ひずみ状態を対象とする有効応力解析法に基づく，２次元地震応答解析プログラムである。ＦＬＩＰの主な特徴として，以下の 5 点が挙げられる。

① 有限要素法に基づくプログラムである。

② 平面ひずみ状態を解析対象とする。

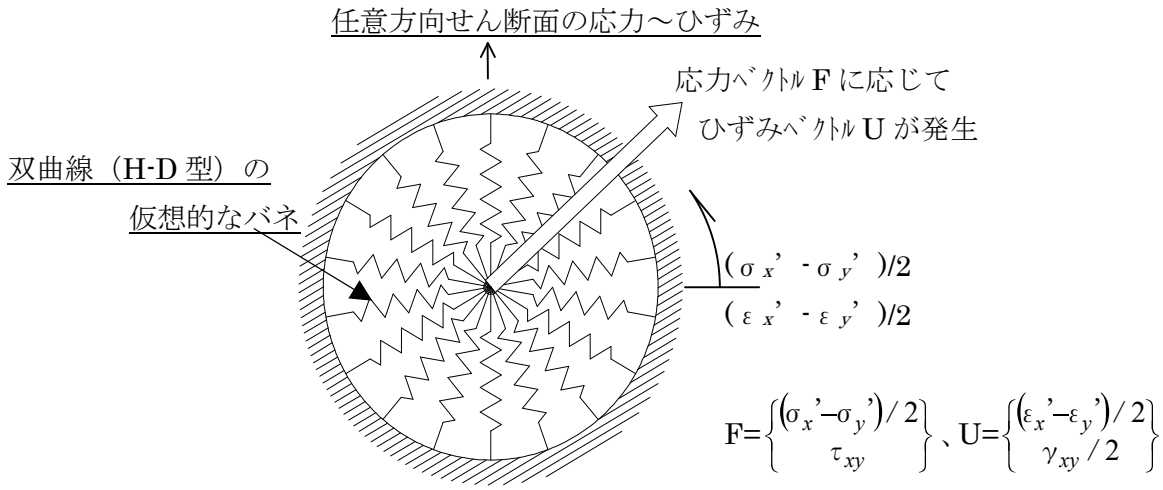
③ 地盤の液状化を考慮した地震応答解析を行い,部材断面力や残留変形等を計算する。

④ 土の応力－ひずみモデルとしてマルチスプリングモデルを採用している。

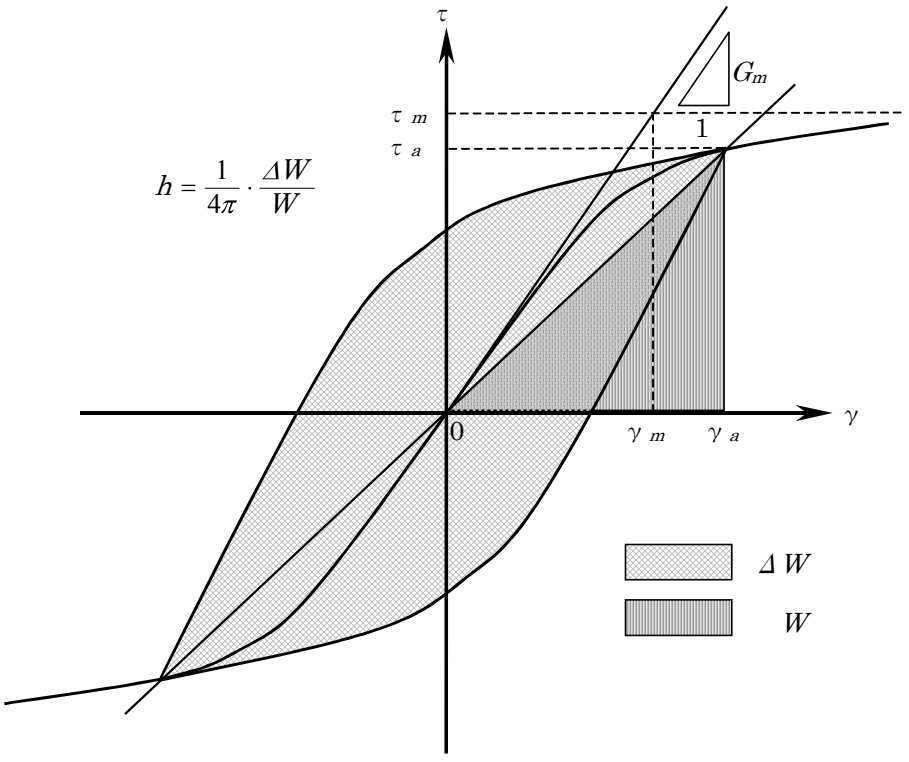
⑤ 液状化現象は有効応力法により考慮する。そのため，必要な過剰間隙水圧発生モデルとして井合モデルを用いている。

砂の変形特性を規定するマルチスプリングモデルは，任意方向のせん断面において仮想的な単純せん断バネの作用があるものとし，これらのせん断バネの作用により，土全体のせん断抵抗が発揮されるものである。土の応力－ひずみ関係は，このせん断バネの特性によって種々の表現が可能であるが,「ＦＬＩＰ」では双曲線（Hardin-Drnevich）型モデルを適用している。また，履歴ループについては，その大きさを任意に調整可能なように拡張した Masing 則を用いている。第 6.1.1 図にマルチスプリングモデルの概念図を，第 6.1.2 図に非排水条件での土の応力－ひずみ関係の

概念図を示す。



第 6.1.1 図　マルチスプリングモデルの概念図



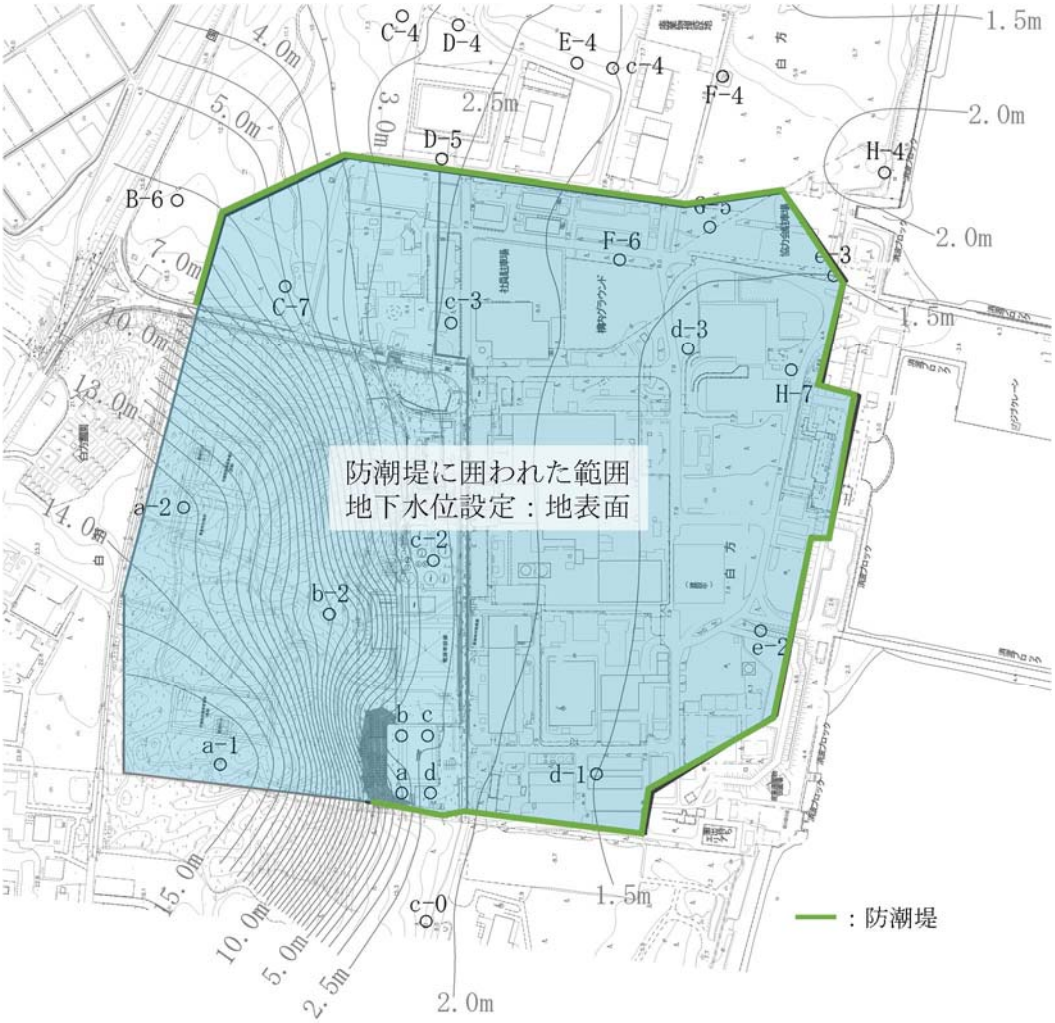
第 6.1.2 図　非排水条件での土の応力－ひずみ関係の概念図

(2)　有効応力解析における地下水位分布について

敷地においては水位観測に基づき，水位コンターを設定している。地下水位については，平成 29 年 6 月時点でのデータを用いて取り纏めを行い，地下水位コンター図を作成した。

第 6.1.3 図に観測最高地下水位コンター図，第 6.1.1 表に観測最高地下水位一覧表を示す。

今後，防潮堤の設置に伴い地下水位の上昇の可能性を踏まえ，施設設計の保守性を考慮し，防潮堤に囲われた第 6.1.3 図に示す範囲については，地下水位を地表面に設定することを基本とする。



第 6.1.3 図　観測最高地下水位コンター及び地下水位設定

第 6.1.1 表　観測最高地下水位一覧表

観測孔名	計測期間	観測最高地下水位 (T.P.＋m)	観測最高地下水位 計測時期
a	1995～1999	3.49	1998 年 10 月 8 日
b	1995～1999	2.52	1998 年 9 月 25 日
c	1995～1999	2.53	1998 年 9 月 22 日
d	1995～1999	2.28	1998 年 9 月 22 日
a-1	1995～1999, 2004～2009	15.42	2006 年 8 月 7 日
a-2	2004～2009	13.60	2006 年 7 月 28 日
b-2	2004～2009	9.06	2006 年 7 月 30 日
c-0	1995～1999, 2004～2009	2.05	1998 年 9 月 19 日
c-2	1995～1999, 2004～2017	2.58	2012 年 7 月 7 日
c-3	2004～2017	2.49	2012 年 7 月 7 日
c-4	2004～2017	2.00	2012 年 6 月 25 日
d-1	1995～1999, 2004～2009	1.50	1998 年 9 月 18 日
d-3	2004～2017	1.44	2013 年 10 月 27 日
d-6	2004～2017	1.58	2013 年 10 月 28 日
e-2	2004～2017	1.38	2006 年 10 月 8 日
e-3	2004～2017	1.50	2013 年 10 月 16 日
e-5	2004～2017	1.30	2013 年 10 月 21 日
e-6	2004～2017	1.26	2013 年 10 月 21 日
B-1	2005～2017	2.90	2006 年 7 月 30 日
B-2	2005～2017	3.09	2006 年 7 月 30 日
B-4	2005～2017	3.56	2006 年 7 月 31 日
B-6	2005～2017	5.51	2006 年 8 月 17 日
C-4	2005～2017	3.17	2012 年 6 月 27 日
C-7	2005～2017	4.99	2006 年 8 月 18 日
D-0	2006～2017	2.37	2012 年 6 月 22 日
D-3	2005～2017	2.88	2006 年 10 月 7 日
D-4	2006～2017	2.76	2012 年 6 月 25 日
D-5	2006～2017	2.54	2012 年 7 月 16 日
E-4	2006～2017	2.26	2012 年 6 月 25 日
F-2	2005～2015	1.74	2013 年 10 月 30 日
F-4	2005～2017	1.55	2013 年 10 月 27 日
F-6	2005～2017	1.77	2012 年 6 月 24 日
G-5	2005～2017	1.53	2013 年 10 月 27 日
H-4	2006～2017	2.13	2013 年 10 月 16 日
H-7	2005～2017	1.33	2013 年 10 月 27 日

(3)　液状化判定に係る評価基準値について

有効応力解析コード「ＦＬＩＰ」での地震応答解析結果により算出される各地盤要素の間隙水圧に対し，液状化の定義を明確にした上で，評価基準値を以下のように設定し，液状化判定を行う。

レベル２地震動による液状化研究小委員会活動成果報告（土木学会，2003）では，地盤の液状化の事象の定義として，以下のように記載されている。

・地震の繰り返しせん断力などによって，飽和した砂や砂礫などの緩い非粘性土からなる地盤内での間隙水圧が上昇・蓄積し，有効応力がゼロまで低下し液体状となり，その後地盤の流動を伴う現象。

液状化判定の評価基準値を設定するにあたり，規格・基準における液状化と過剰間隙水圧に関する記載事例を調査した。地盤材料試験の方法と解説（公益社団法人地盤工学会，2009）では，液状化と関連する過剰間隙水圧について，以下のように記載されている。

・各繰り返しサイクルにおける過剰間隙水圧Δｕの最大値が有効拘束圧σ_0’の95%になった時の繰り返し載荷回数Nu_{95}を求める。（土の液状化強度特性を求めるための繰返し非排水三軸試験（p.703～749））

これらの知見を踏まえて，過剰間隙水圧を指標とした液状化の評価基準値について，“液状化の定義”及び“規格・基準における記載事例”に基づき，以下のように設定する。

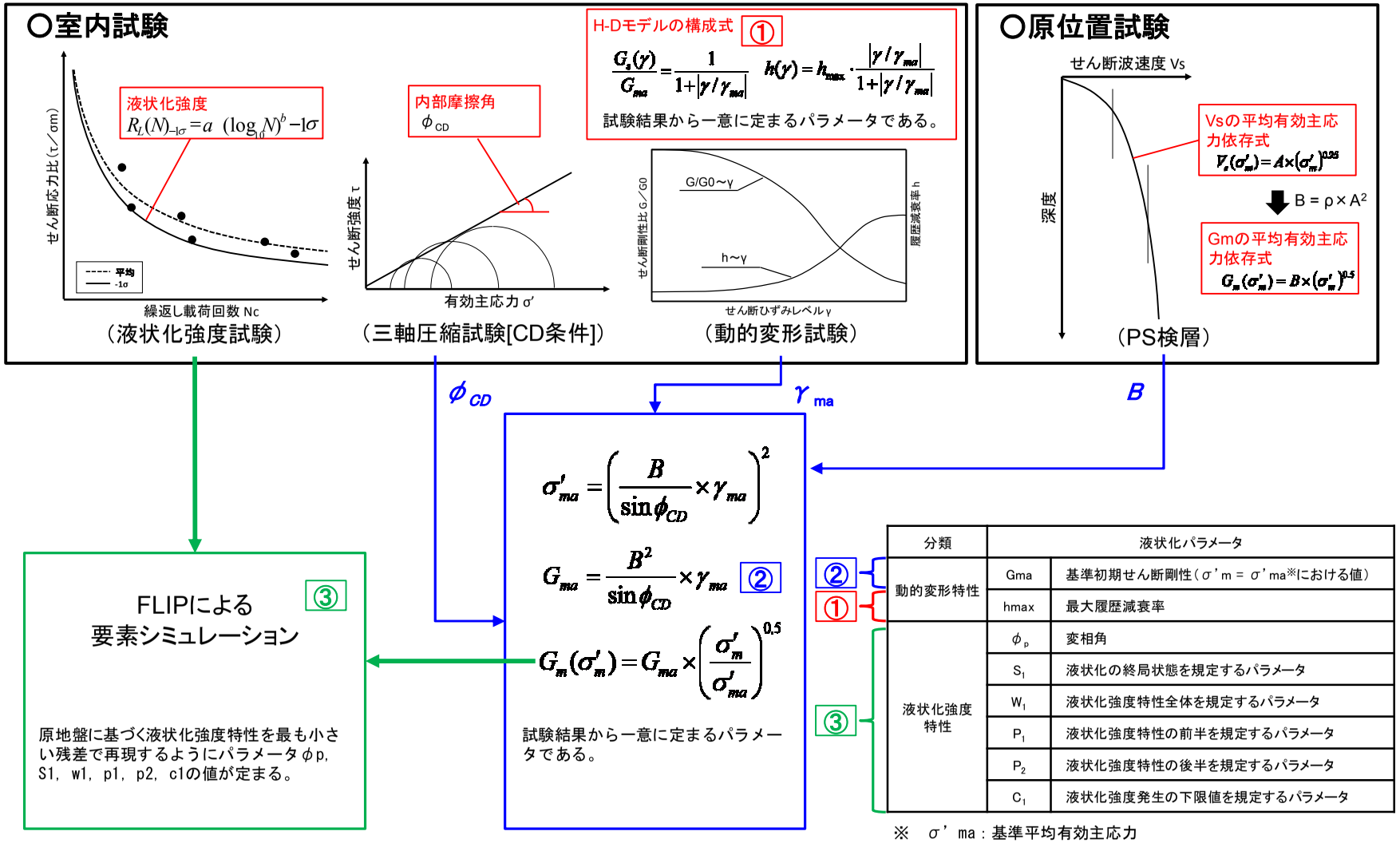
・過剰間隙水圧Δｕの最大値が有効拘束圧σ_0’の 95%に達した

状態を液状化と判定する。

第 6.1.4 図に液状化パラメータ設定の流れ，第 6.1.2 表に各層の液状化パラメータを示す。

液状化パラメータの設定は，室内試験（液状化強度試験，三軸圧縮試験（ＣＤ条件），動的変形試験）及び原位置試験（ＰＳ検層）により動的変形特性を求め，その後「ＦＬＩＰ」による要素シミュレーションにより液状化強度特性を求めている。

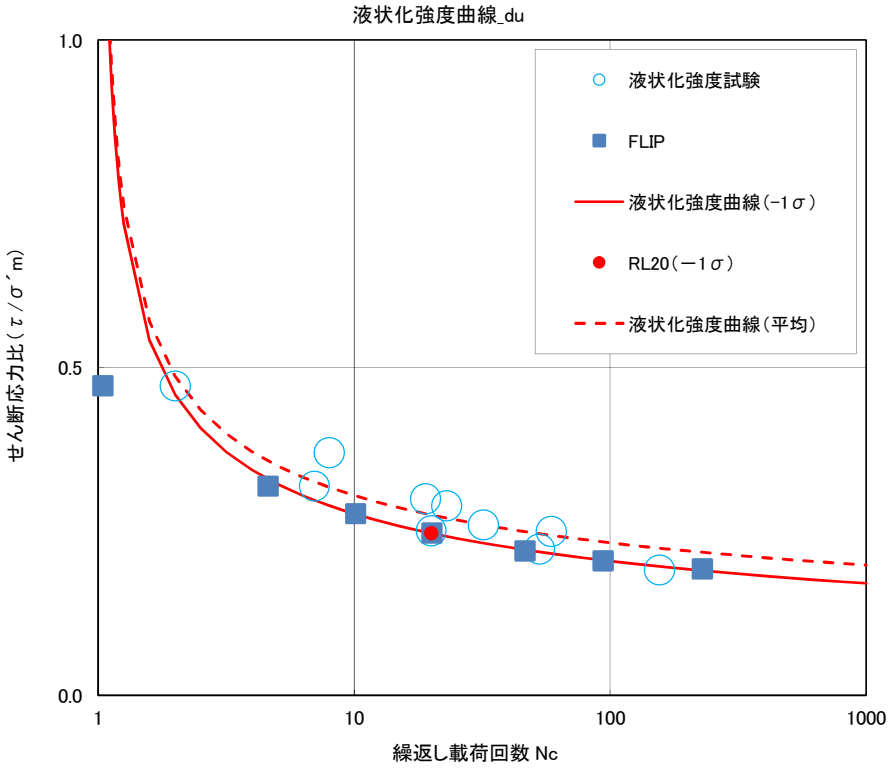
第 6.1.5 図～第 6.1.11 図に液状化強度試験結果に基づき，保守側に設定した各層の「ＦＬＩＰ」の液状化強度特性を示す。



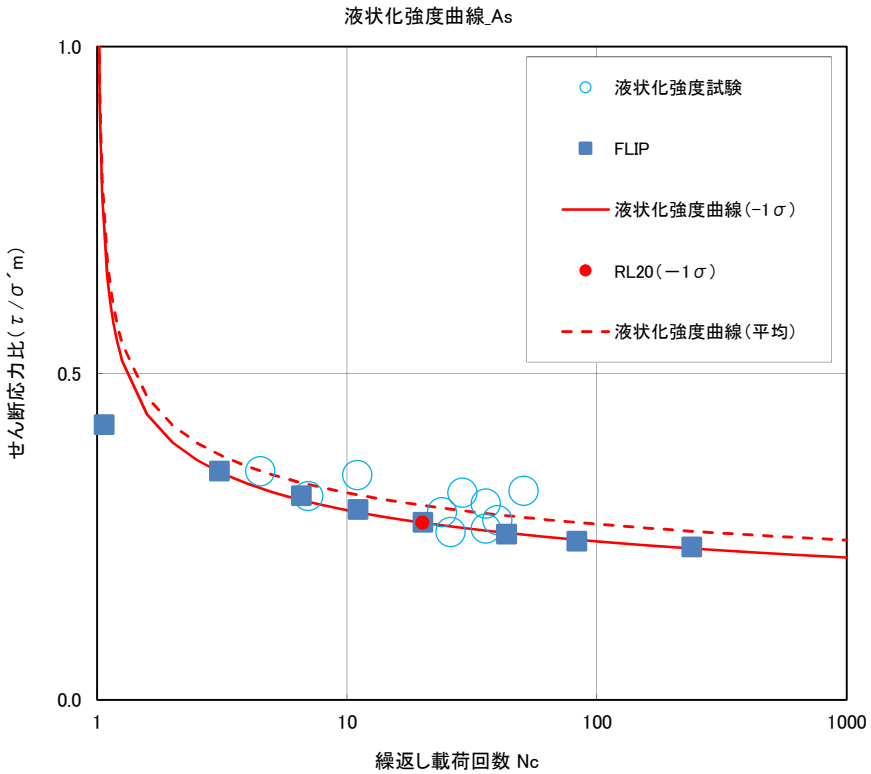
第 6.1.4 図　液状化パラメータ設定の流れ

第 6.1.2 表　各層の液状化パラメータ

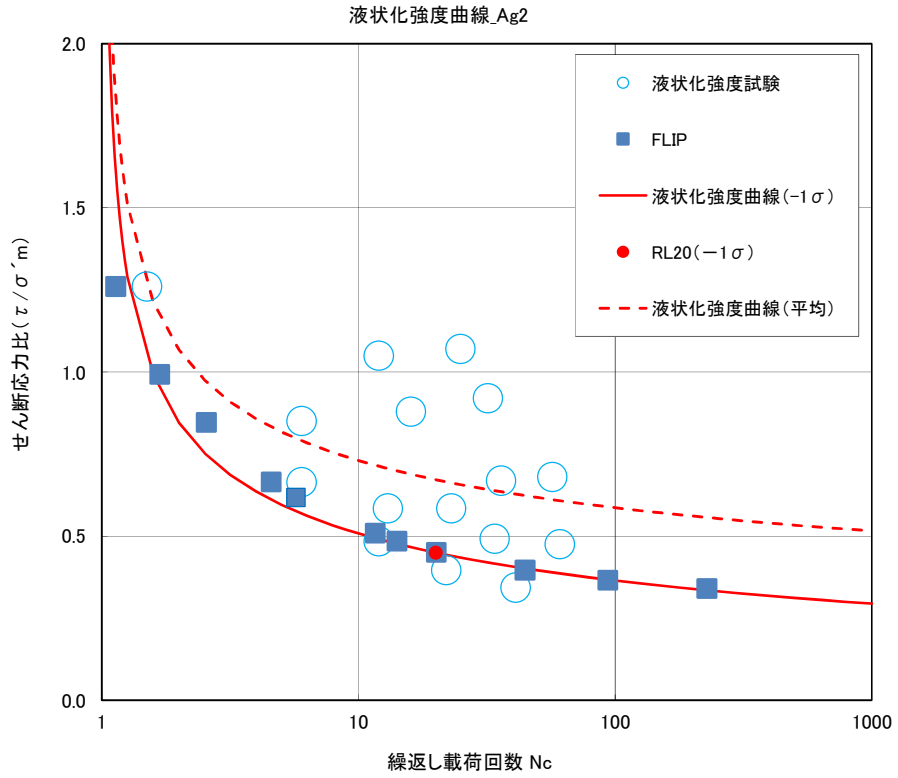
		液状化パラメータ									
		間隙比 e	基準平均有効 主応力σ'ma [kN/m^2]	基準初期 せん断剛性Gma [kN/m^2]	最大履歴減衰率 hmax	ϕ_p [度]	S_1	W_1	P_1	P_2	C_1
埋戻土		0.75	358 (312) ※( )は地下水位以浅	253,529 (220,739) ※( )は地下水位以浅	0.220	34.8	0.047	6.5	1.26	0.80	2.00
第四系	du	0.75	358 (312) ※( )は地下水位以浅	253,529 (220,739) ※( )は地下水位以浅	0.220	34.8	0.047	6.5	1.26	0.80	2.00
	Ag2	0.67	497 (299) ※( )は地下水位以浅	278,087 (167,137) ※( )は地下水位以浅	0.233	34.9	0.028	56.5	9.00	0.60	3.40
	Ac	1.59	480	121,829	0.200	非液状化層					
	As	1.20	378	143,284	0.216	38.3	0.046	6.9	1.00	0.75	2.27
	Ag1	0.67	814 (814) ※( )は地下水位以浅	392,073 (392,073) ※( )は地下水位以浅	0.221	34.9	0.029	51.6	12.00	0.60	3.35
	D2c-3	1.09	696	285,223	0.186	非液状化層					
	D2s-3	0.79	966	650,611	0.192	33.4	0.048	17.6	4.80	0.96	3.15
	D2g-3	0.43	1,167 (1,167) ※( )は地下水位以浅	1,362,035 (1,362,035) ※( )は地下水位以浅	0.130	41.4	0.030	45.2	8.00	0.60	3.82
	lm	2.80	249 (223) ※( )は地下水位以浅	38,926 (35,783) ※( )は地下水位以浅	0.151	非液状化層					
	D1c-1	1.09	696	285,223	0.186	非液状化層					
	D1g-1	0.67	1,695 (1,710) ※( )は地下水位以浅	947,946 (956,776) ※( )は地下水位以浅	0.233	34.9	0.020	10.5	7.00	0.50	2.83



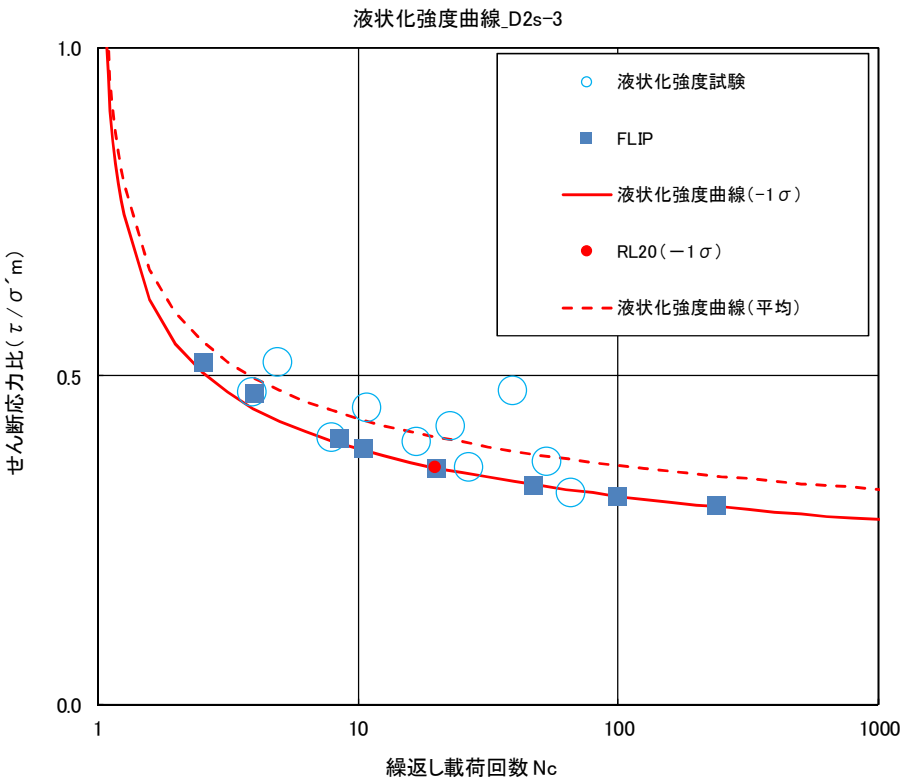
第 6.1.5 図　液状化強度特性（du 層）



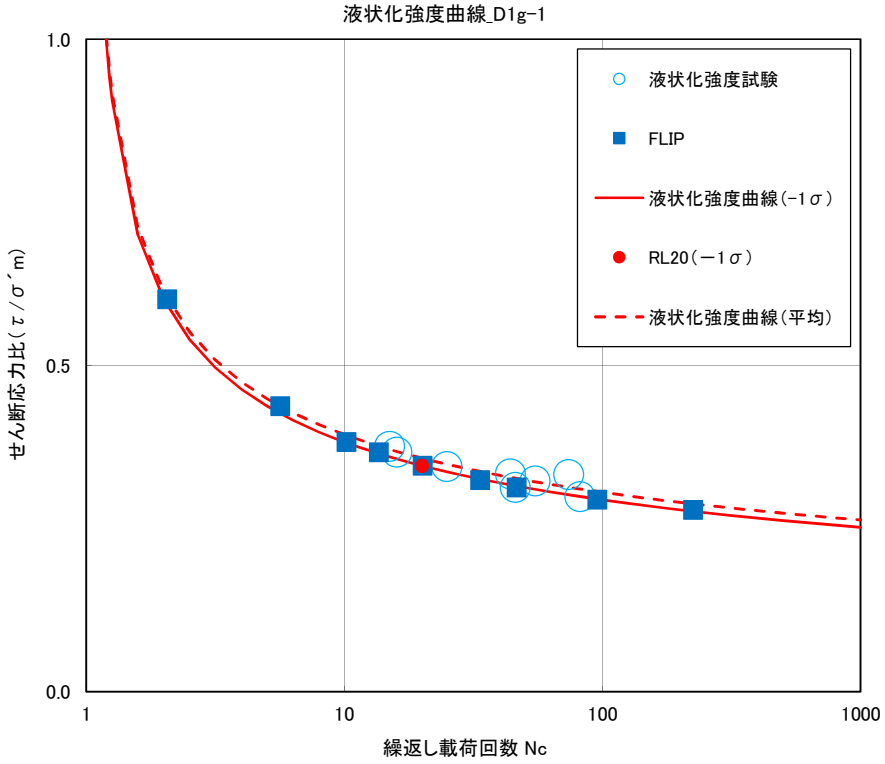
第 6.1.6 図　液状化強度特性（As 層）



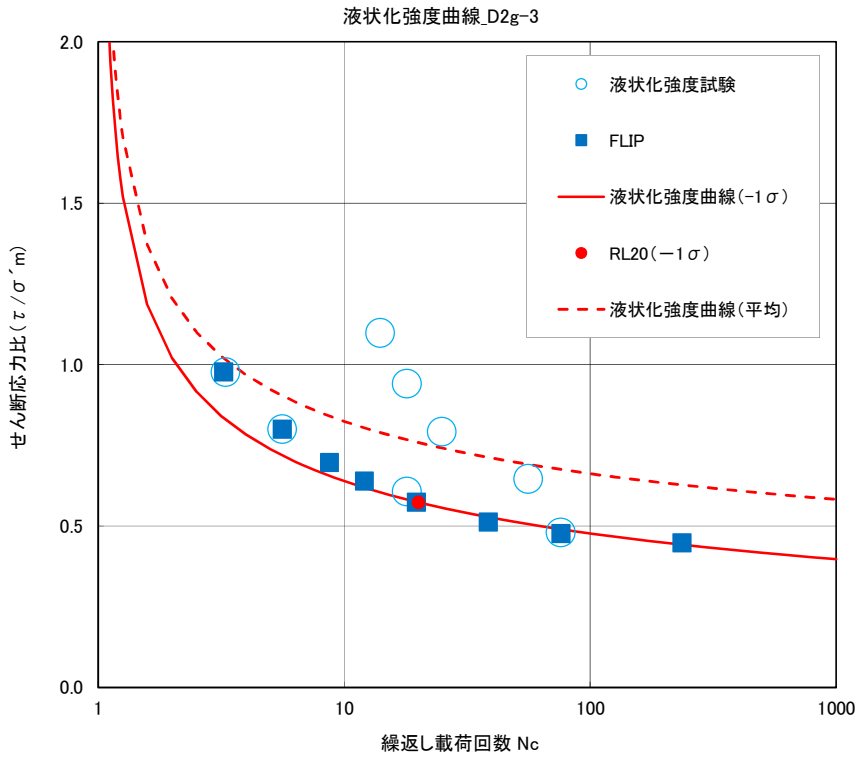
第 6.1.7 図　液状化強度特性（Ag2 層）



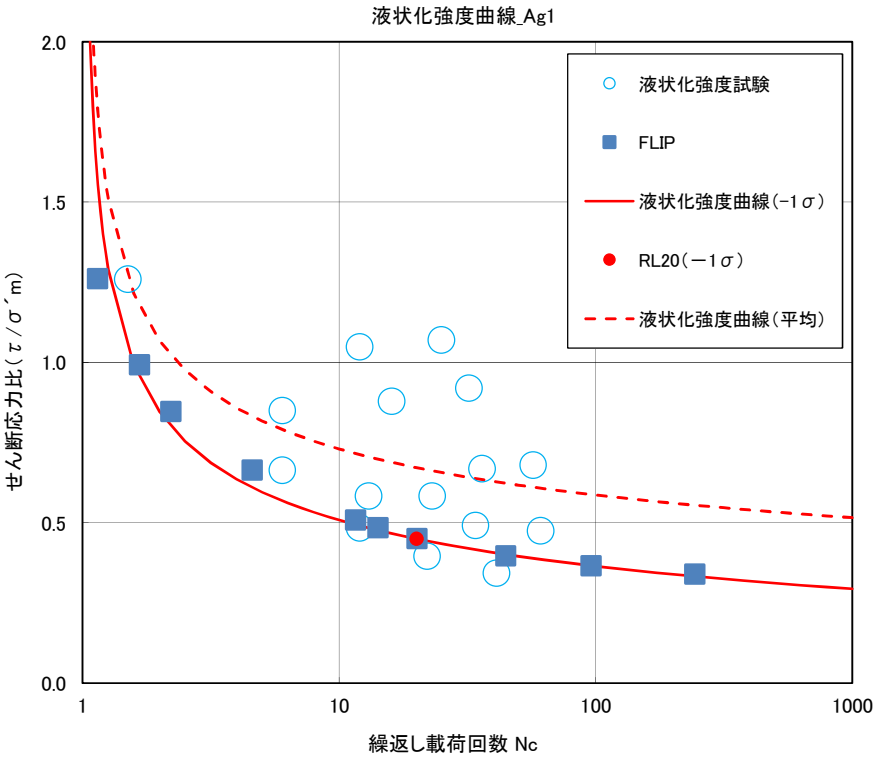
第 6.1.8 図　液状化強度特性（D2s-3 層）



第 6.1.9 図　液状化強度特性（D1g-1 層）



第 6.1.10 図　液状化強度特性（D2g-3 層）



第 6.1.11 図　液状化強度特性（Ag1 層）

7.　液状化強度特性（豊浦標準砂）の仮定

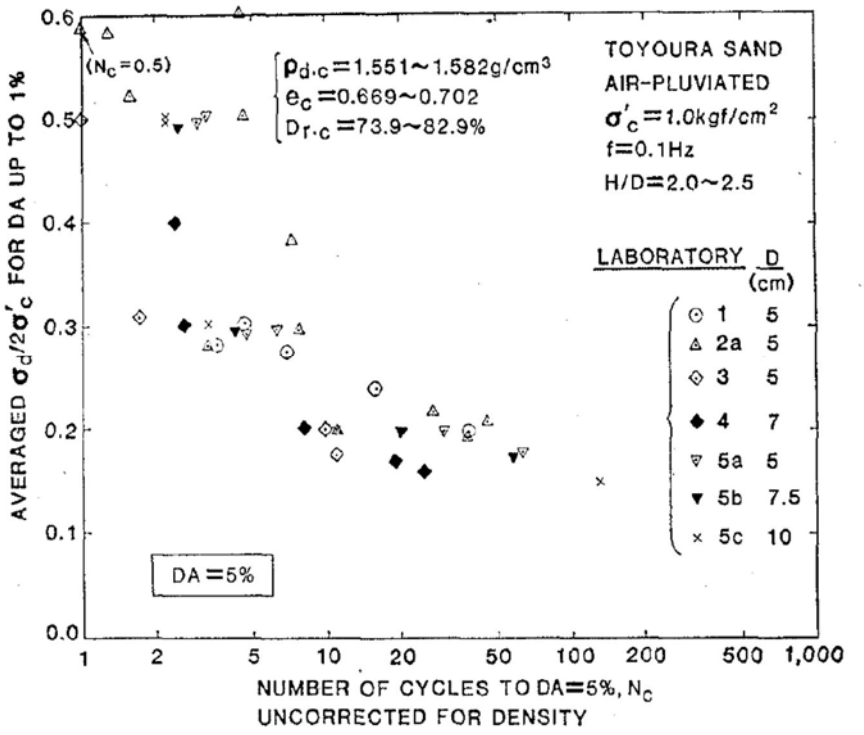
豊浦標準砂は，山口県豊浦で産出される天然の珪砂であり，敷地には存在しないものである。豊浦標準砂は，淡黄色の丸みのある粒から成り，粒度が揃い均質で非常に液状化しやすい特性を有していることから，液状化強度特性に関する研究等における実験などで多く用いられている。

液状化評価に用いる豊浦標準砂の強度特性は，文献（CYCLIC UNDRAINED TRIAXIAL STRENGTH OF SAND BY A COOPERATIVE TEST PROGRAM[Soils and Foundations,JSSMFE.26-3.(1986)]）から引用した相対密度 73.9～82.9%の豊浦標準砂の液状化強度試験データに対し，それらを全て包含する「ＦＬＩＰ」の液状化特性を設定する。

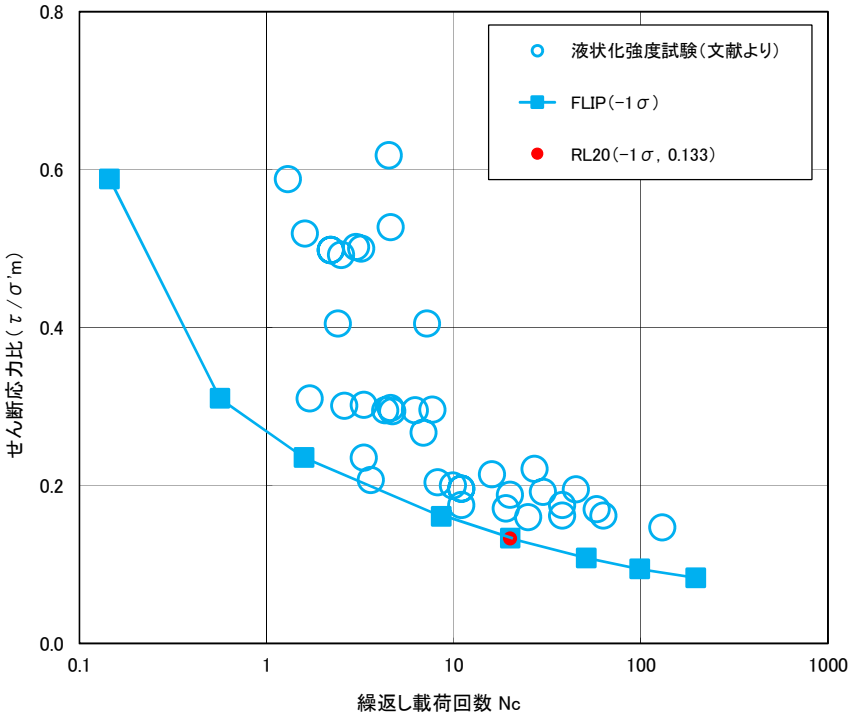
第 7.1.1 図に豊浦標準砂の液状化強度試験データ，第 7.1.2 図にＦＬＩＰによる豊浦標準砂の液状化強度特性を示す。

ＦＬＩＰを用いて，強制的に液状化を仮定した液状化影響評価を行うため，東海第二発電所の全地層の液状化強度試験データを包含する液状化強度特性（豊浦標準砂）をＦＬＩＰに仮定した有効応力解析を行い，耐震評価を実施する。第 7.1.3 図に豊浦標準砂の液状化強度特性と原地盤の液状化強度特性の比較を示す。

豊浦標準砂と液状化評価対象層である du 層及び As 層の比較を実施した。第 7.1.1 表に平均粒径と細粒分含有率の比較，第 7.1.4 図～第 7.1.5 図に粒径加積曲線による比較を示す。豊浦標準砂と du 層及び As 層の粒度分布について比較した結果，豊浦標準砂は細粒分含有率が低く，均質な粒径であることから，より液状化し易い砂であるといえる。

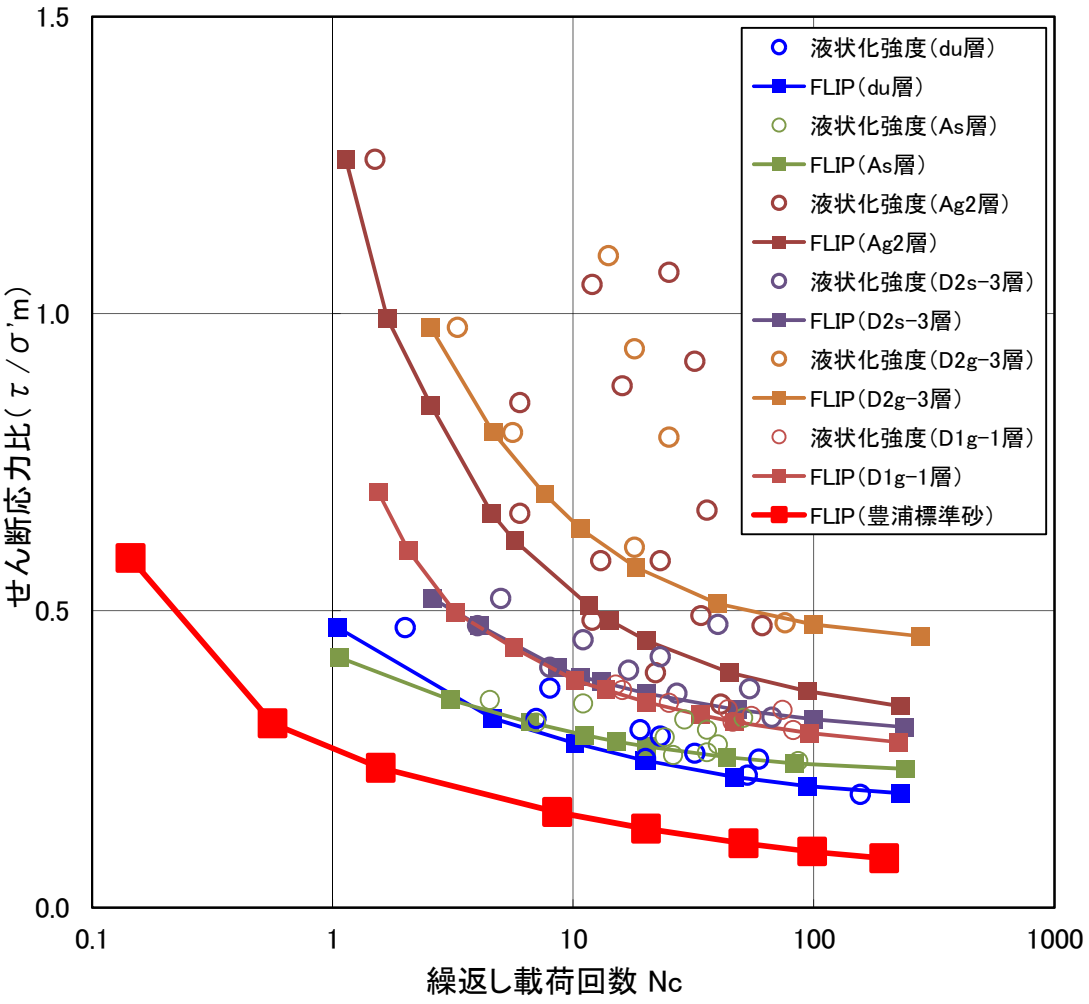


第 7.1.1 図　豊浦標準砂の液状化強度試験データ



第 7.1.2 図　ＦＬＩＰによる豊浦標準砂の

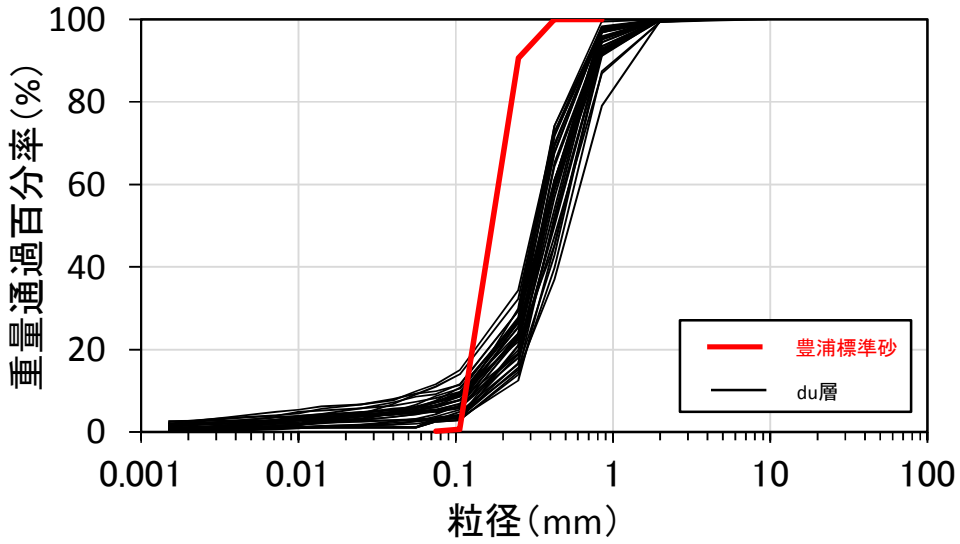
液状化強度特性（－１σ）



第 7.1.3 図　豊浦標準砂と原地盤の液状化強度特性の比較

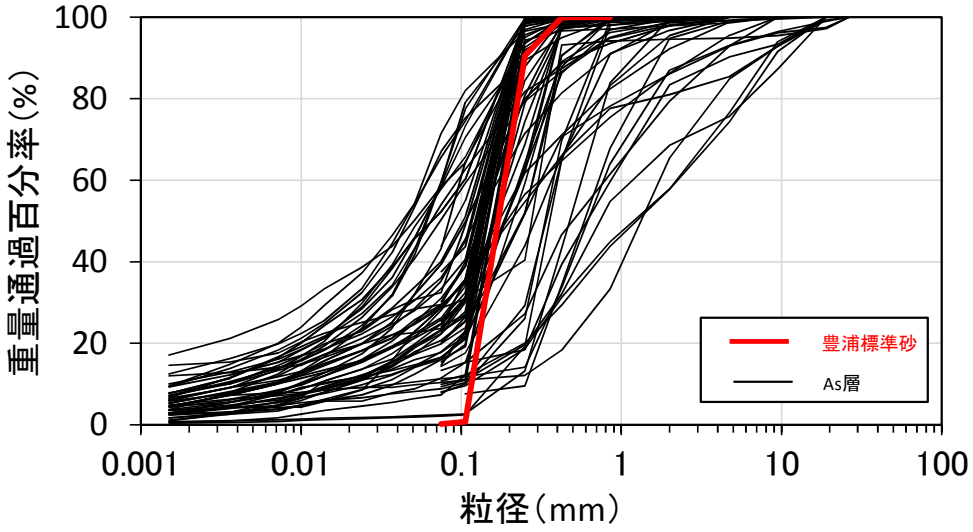
第 7.1.1 表　平均粒径と細粒分含有率の比較

	平均粒径（mm）	細粒分含有率（%）
豊浦標準砂	0.202	0.24
du 層	0.384	5.2
As 層	0.201	2.1～71.5



※豊浦標準砂の粒度については，文献（豊浦砂の粒度分布（土木学会第 64 回年次学術講演会，平成 21 年 9 月））より引用

第 7.1.4 図　粒径加積曲線による比較（du 層）



※豊浦標準砂の粒度については，文献（豊浦砂の粒度分布（土木学会第 64 回年次学術講演会，平成 21 年 9 月））より引用

第 7.1.5 図　粒径加積曲線による比較（As 層）

8. 設置許可基準規則第三条第1項，第2項に対する条文適合方針について

8.1 設置許可基準規則第三条第1項，第2項に対する条文適合方針

当社における耐震重要施設等は，直接または杭を介して十分な支持性能を有する岩盤（久米層）に支持される設計方針とする。（第1項適合）

杭基礎構造部は，豊浦標準砂の液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定した場合においても，支持機能及び構造成立性が確保される設計方針とする。また，液状化を仮定した際の地盤変状を考慮した場合においても，その安全機能が損なわれないよう，適切な対策を講ずる設計方針とする。（第1項及び第2項適合）

8.2 上記の設計方針を踏まえた基礎地盤安定性評価及び耐震設計方針

(1) 基礎地盤のすべり

耐震重要施設等の杭基礎については，豊浦標準砂の液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定した場合においても，杭本体の構造が成立するように設計することから，基礎地盤安定性評価においては，杭体を貫通横断するような仮想すべり面は想定しない。

したがって，杭基礎構造を有する耐震重要施設等については，杭基礎の先端以深の基礎岩盤を通る仮想すべり面を対象とした安定性評価を実施する。

(2) 基礎地盤の支持力

杭基礎構造を有する耐震重要施設等について，基礎地盤安定性

評価及び豊浦標準砂の液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定した杭基礎の耐震設計を行う際は，第四紀層の杭周面摩擦力を支持力として考慮せず，杭先端の支持岩盤への最大鉛直力度（接地圧）に対する支持力評価を行う。

(3)　杭基礎の設計

杭基礎構造を有する耐震重要施設等について，豊浦標準砂の液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定した杭基礎の耐震設計を行う際は，液状化を仮定した場合における杭と地盤の相互作用を考慮しても，杭体の構造が成立するよう設計する。

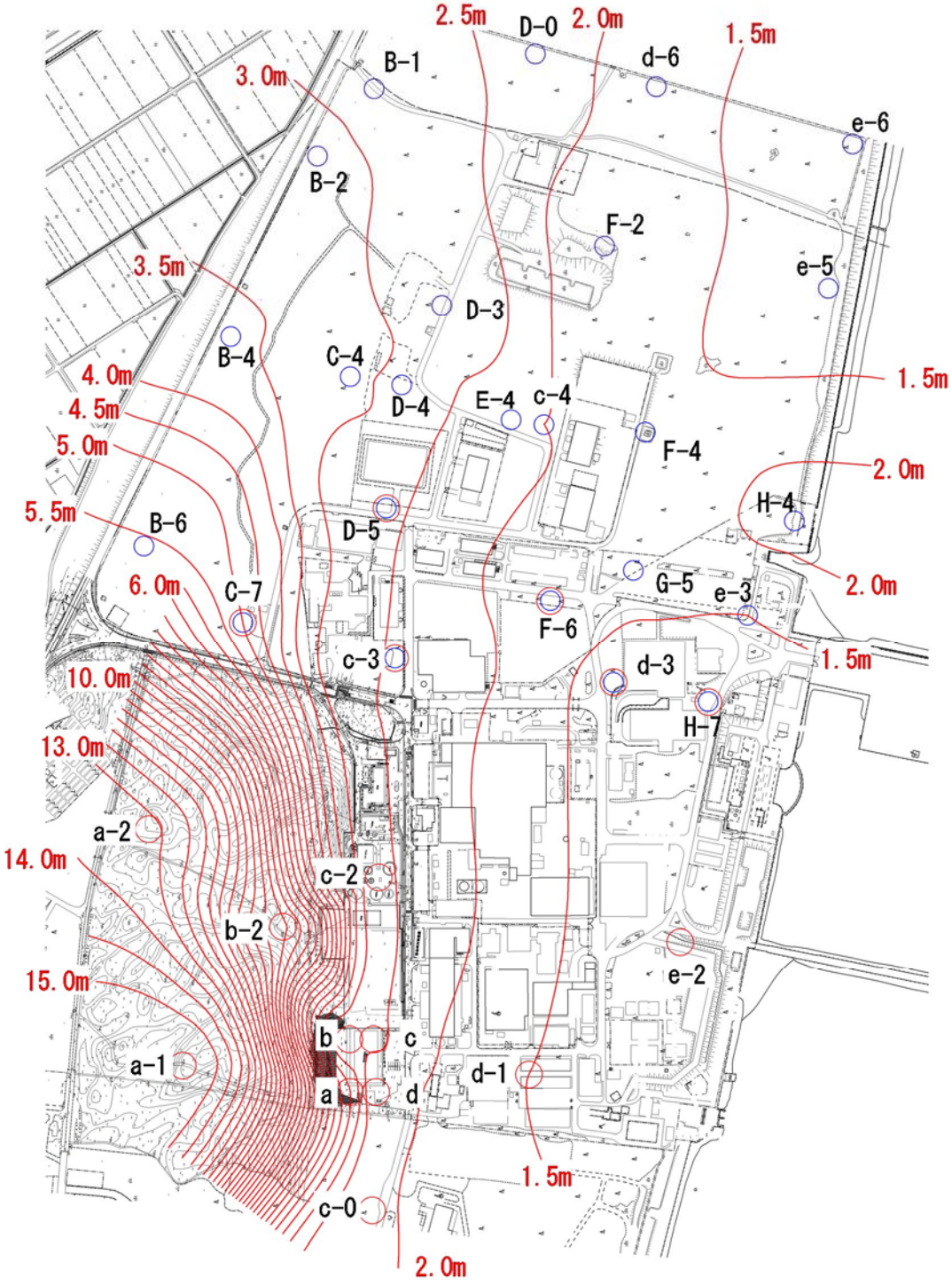
9. 参考資料

9.1 地下水位観測データについて

敷地内の観測最高水位に基づき地下水位を設定する。地下水位については，平成 29 年 6 月時点でのデータを用いて取り纏めを行い，地下水位コンター図を作成した。

第 9.1.1 図に観測最高地下水位コンター図，第 9.1.1 表に観測最高地下水位一覧表を示す。

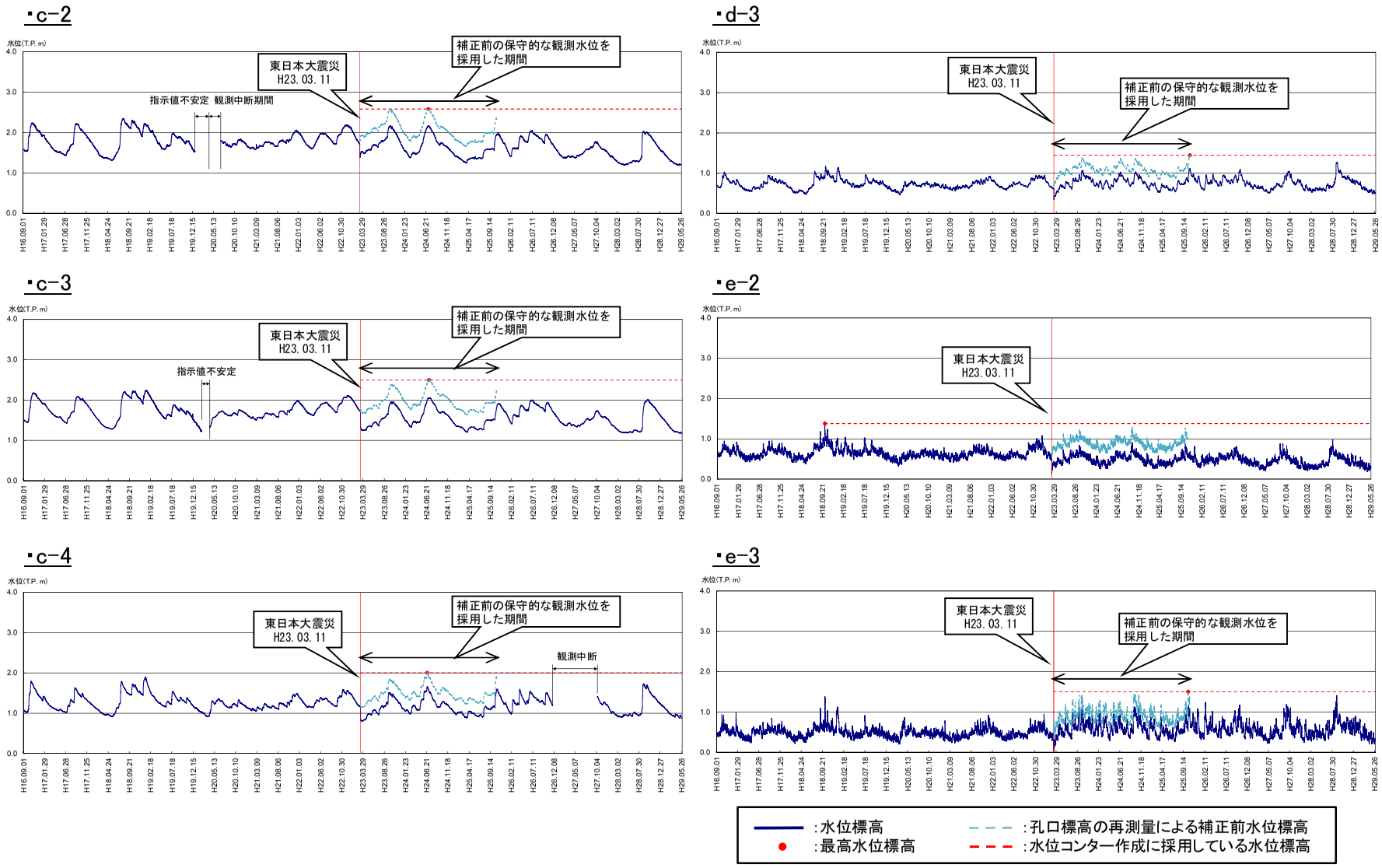
このうち，堆積層が厚く分布している敷地北側の地点の地下水位観測記録を第 9.1.2 図～第 9.1.4 図に示す。



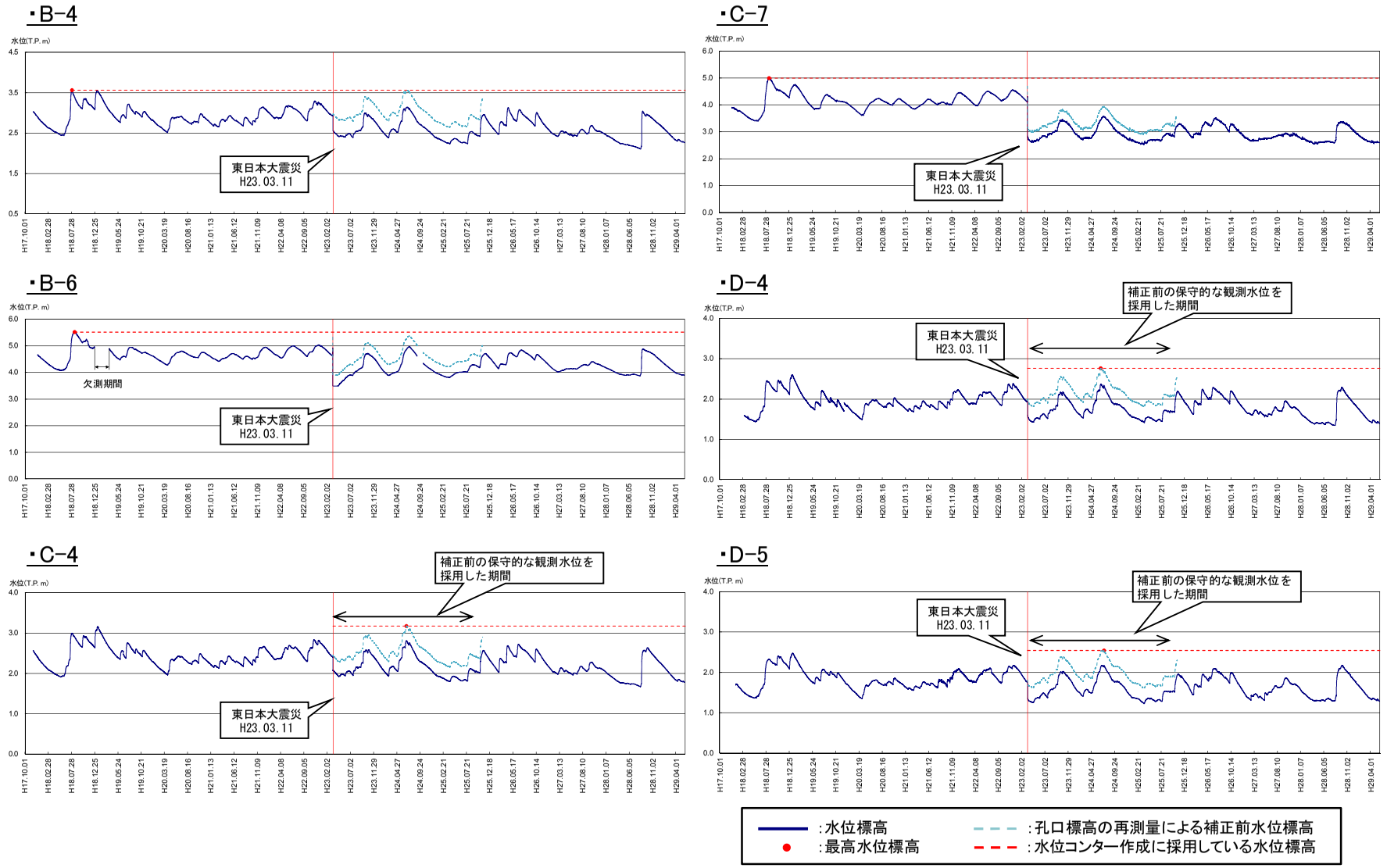
第 9.1.1 図　観測最高地下水位コンター図

第 9.1.1 表　観測最高地下水位一覧表

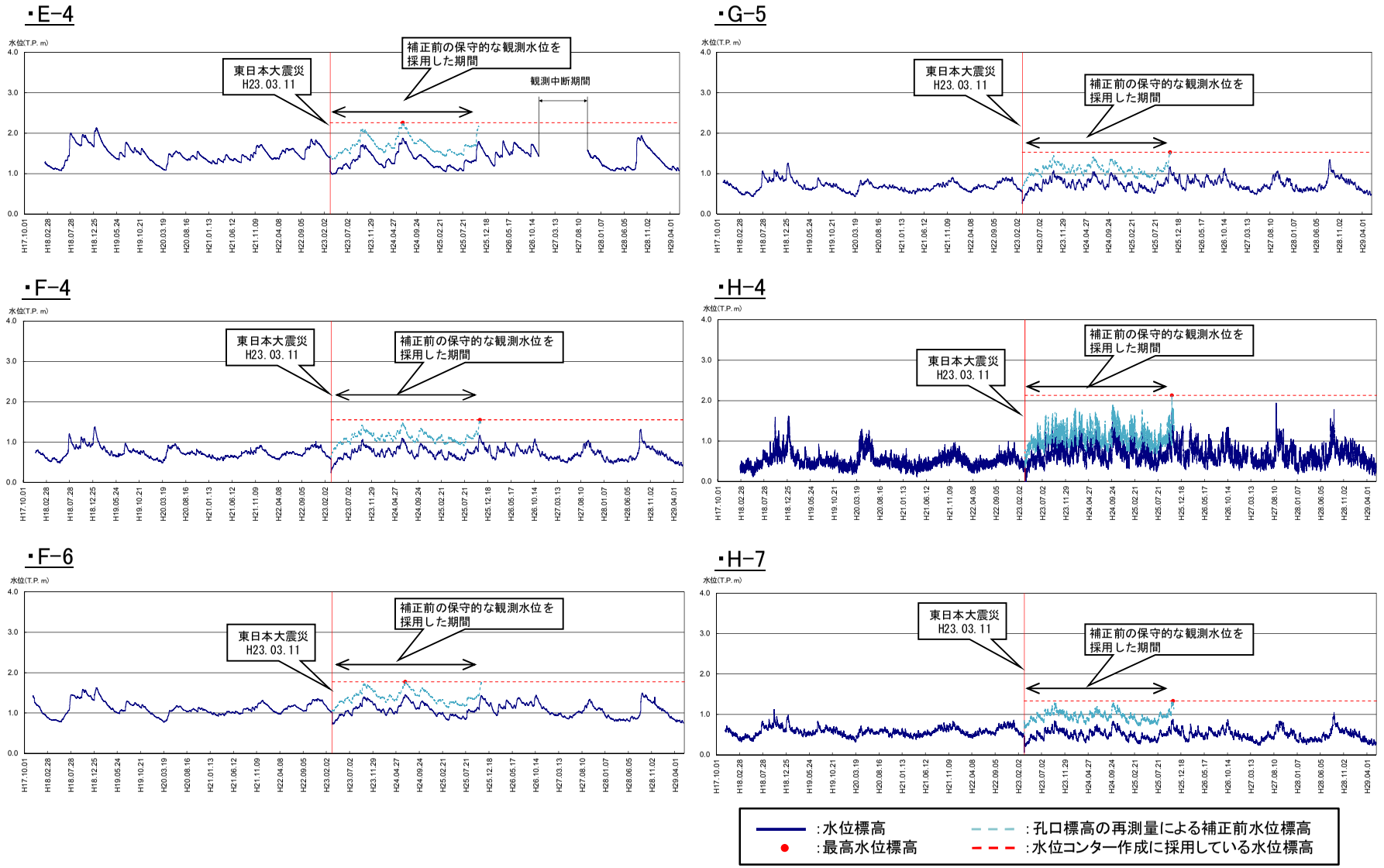
観測孔名	計測期間	観測最高地下水位 (T.P.＋m)	観測最高地下水位 計測時期
a	1995～1999	3.49	1998 年 10 月 8 日
b	1995～1999	2.52	1998 年 9 月 25 日
c	1995～1999	2.53	1998 年 9 月 22 日
d	1995～1999	2.28	1998 年 9 月 22 日
a-1	1995～1999, 2004～2009	15.42	2006 年 8 月 7 日
a-2	2004～2009	13.60	2006 年 7 月 28 日
b-2	2004～2009	9.06	2006 年 7 月 30 日
c-0	1995～1999, 2004～2009	2.05	1998 年 9 月 19 日
c-2	1995～1999, 2004～2017	2.58	2012 年 7 月 7 日
c-3	2004～2017	2.49	2012 年 7 月 7 日
c-4	2004～2017	2.00	2012 年 6 月 25 日
d-1	1995～1999, 2004～2009	1.50	1998 年 9 月 18 日
d-3	2004～2017	1.44	2013 年 10 月 27 日
d-6	2004～2017	1.58	2013 年 10 月 28 日
e-2	2004～2017	1.38	2006 年 10 月 8 日
e-3	2004～2017	1.50	2013 年 10 月 16 日
e-5	2004～2017	1.30	2013 年 10 月 21 日
e-6	2004～2017	1.26	2013 年 10 月 21 日
B-1	2005～2017	2.90	2006 年 7 月 30 日
B-2	2005～2017	3.09	2006 年 7 月 30 日
B-4	2005～2017	3.56	2006 年 7 月 31 日
B-6	2005～2017	5.51	2006 年 8 月 17 日
C-4	2005～2017	3.17	2012 年 6 月 27 日
C-7	2005～2017	4.99	2006 年 8 月 18 日
D-0	2006～2017	2.37	2012 年 6 月 22 日
D-3	2005～2017	2.88	2006 年 10 月 7 日
D-4	2006～2017	2.76	2012 年 6 月 25 日
D-5	2006～2017	2.54	2012 年 7 月 16 日
E-4	2006～2017	2.26	2012 年 6 月 25 日
F-2	2005～2015	1.74	2013 年 10 月 30 日
F-4	2005～2017	1.55	2013 年 10 月 27 日
F-6	2005～2017	1.77	2012 年 6 月 24 日
G-5	2005～2017	1.53	2013 年 10 月 27 日
H-4	2006～2017	2.13	2013 年 10 月 16 日
H-7	2005～2017	1.33	2013 年 10 月 27 日



第 9.1.2 図　地下水位観測記録



第 9.1.3 図　地下水位観測記録



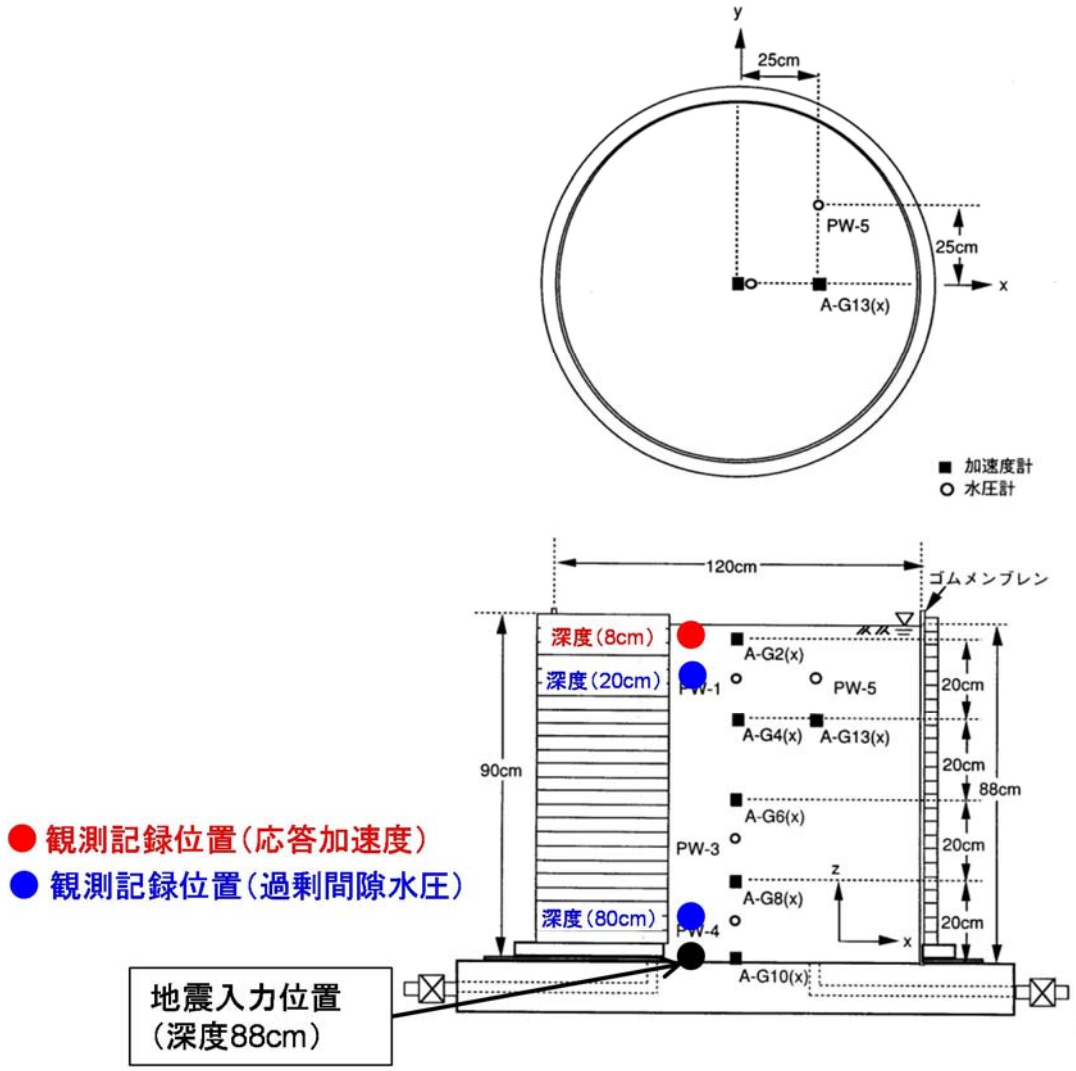
第 9.1.4 図　地下水位観測記録

9.2　土槽振動実験の再現シミュレーションについて

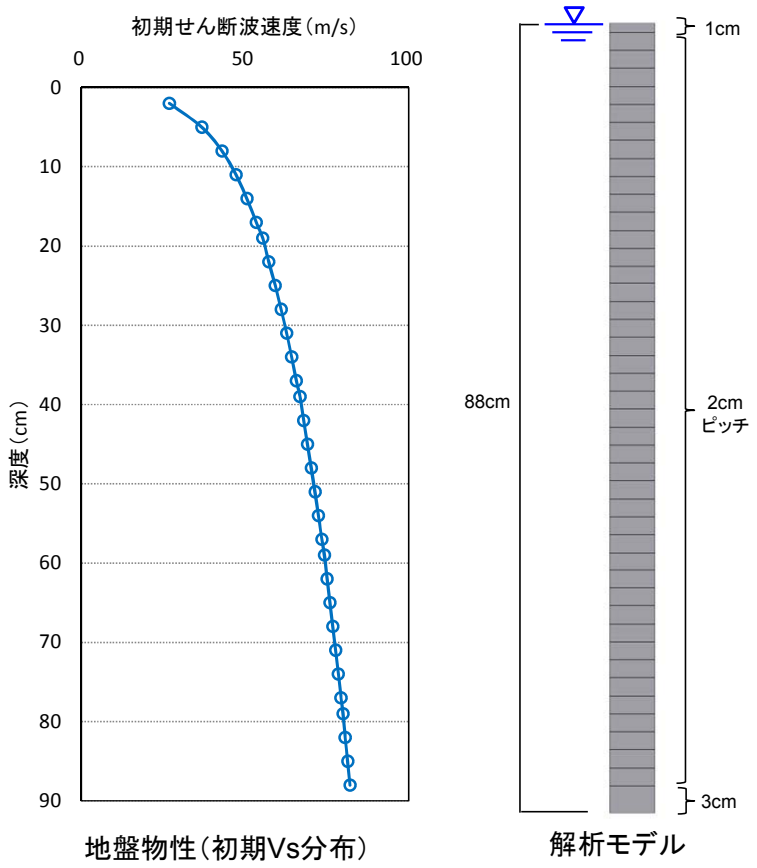
有効応力解析による豊浦標準砂の液状化判定結果の妥当性を確認するために，豊浦標準砂を用いた土槽振動実験（藤川等（1993 年））及びＦＬＩＰによる再現シミュレーションを実施した。土槽振動実験及びＦＬＩＰによる再現シミュレーションは，日本海中部地震（1983 年）の加速度時刻歴を用いて実施した。

実験に用いた土槽は，内のりで高さ 90cm，直径 120cm の円柱形のせん断土槽である。模型地盤は乾燥状態の豊浦標準砂を空中落下法で作成し，地盤中の空気を二酸化炭素に置換えた後に水を注入して地盤を飽和させている。深度 88 ㎝位置に日本海中部地震（1983 年）の加速度時刻歴を入力している。入力レベルの大きさにより複数の加振レベルを設定しているが，本実験では 78Gal 及び 153Gal の 2 レベルを再現対象とした。測定計器は，ひずみゲージ式加速度計及び間隙水圧計を，土槽底面より定ピッチにて設置している。第 9.2.1 図に土槽振動実験装置の概要を示す。

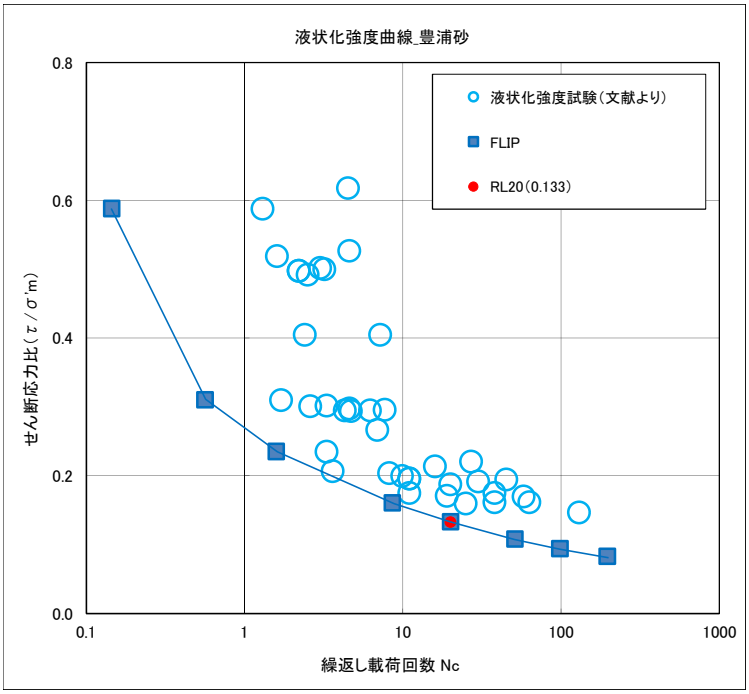
ＦＬＩＰによる 1 次元地盤モデルを用いて地震応答解析を実施した。解析においては，豊浦標準砂の液状化パラメータについては，文献（CYCLIC UNDRAINED TRIAXIAL STRENGTH OF SAND BY A COOPERATIVE TEST PROGRAM[Soils and Foundations,JSSMFE.26-3.(1986)]）の試験データを包含する設定とした。第 9.2.2 図に解析モデルを，第 9.2.3 図に豊浦標準砂の液状化パラメータを示す。



第 9.2.1 図　土槽振動実験装置の概要



第 9.2.2 図　解析モデル



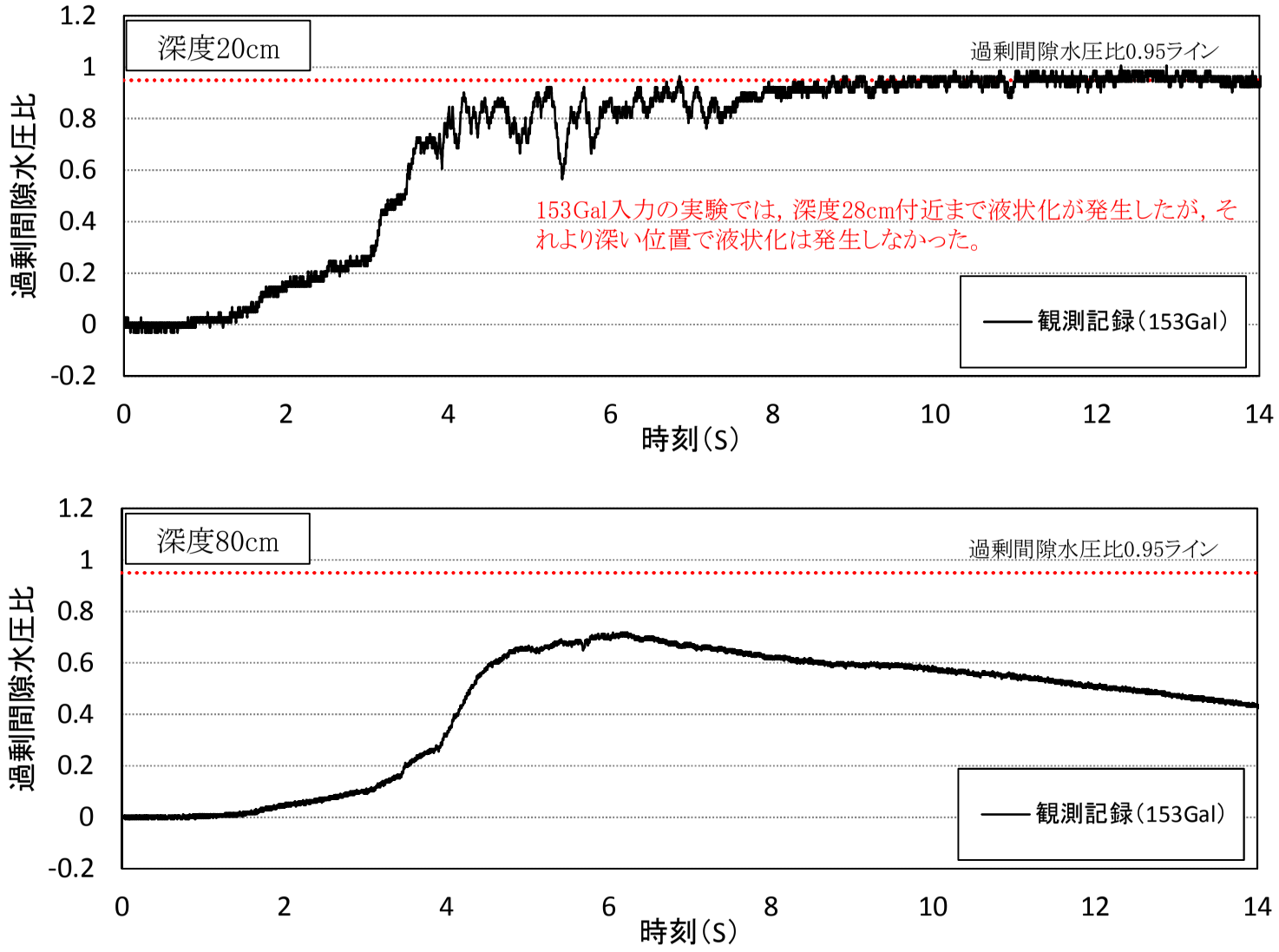
第 9.2.3 図　豊浦標準砂の液状化パラメータ

第 9.2.4 図に土槽振動実験結果を示す。入力レベル 78Gal においては,全深度において液状化は発生しなかったが,入力レベル 153Gal においては，深度 28 ㎝付近まで液状化が発生したが，それより深い位置で液状化は発生しなかった。

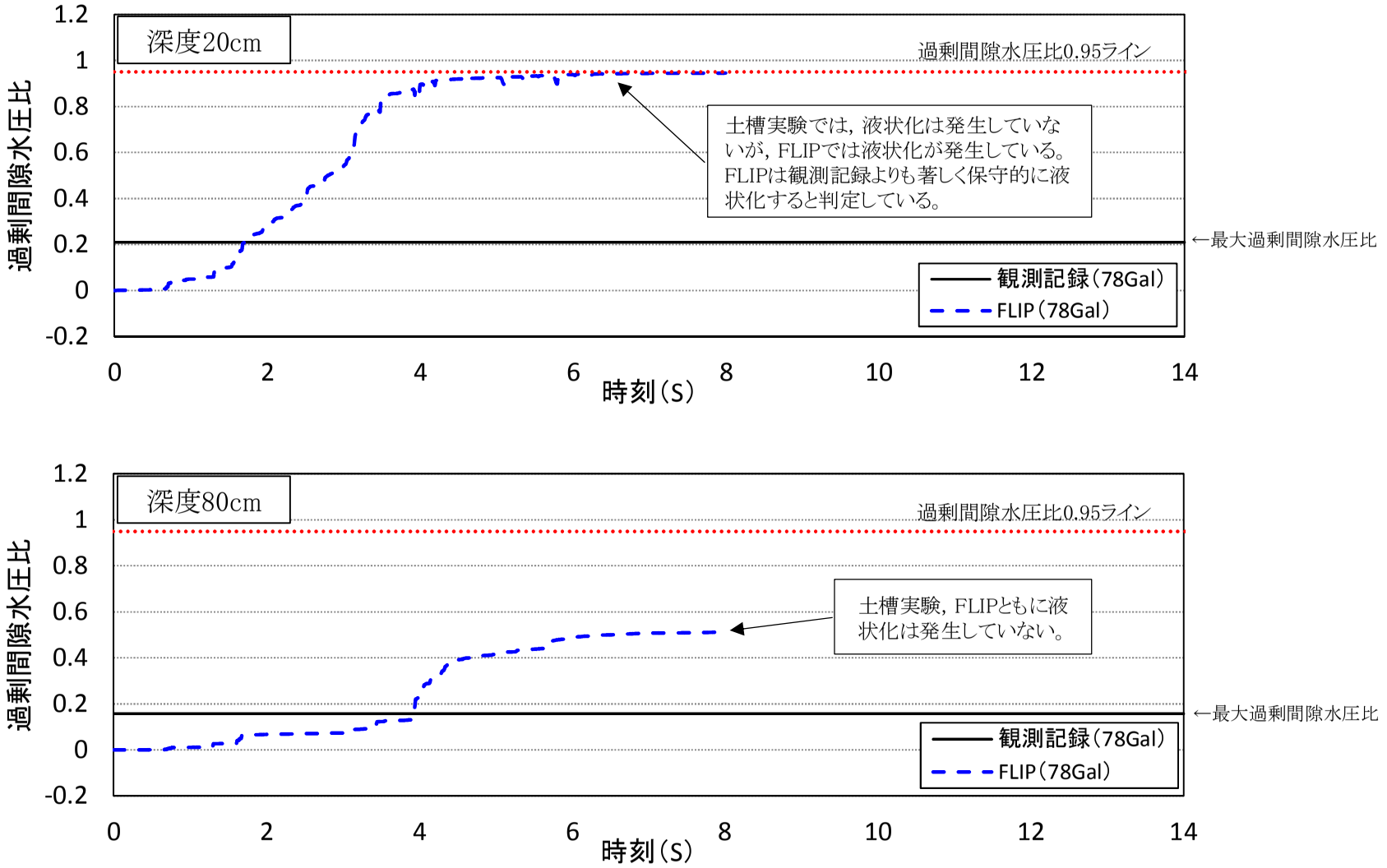
豊浦標準砂の全液状化強度試験データを十分に包含する液状化パラメータを用いて，ＦＬＩＰによる土槽振動実験記録の再現シミュレーションを実施した結果，実験事実として豊浦標準砂の液状化を確認した入力レベル 153Gal のみでなく，実験で液状化が発生しなった入力レベル 78Gal についても，ＦＬＩＰは液状化が発生するものと判定する結果となった。これにより，ＦＬＩＰによる液状化判定の保守性を確認した。第 9.2.5 図に土槽振動実験結果とシミュレーション結果との比較を示す。

第 9.2.6 図に土槽振動実験における入力地震動と観測記録波形の比較，第 9.2.7 図に入力レベルにおける加速度応答等の比較結果，第 9.2.8 図に入力レベルにおける最大値深度分布図を示す。

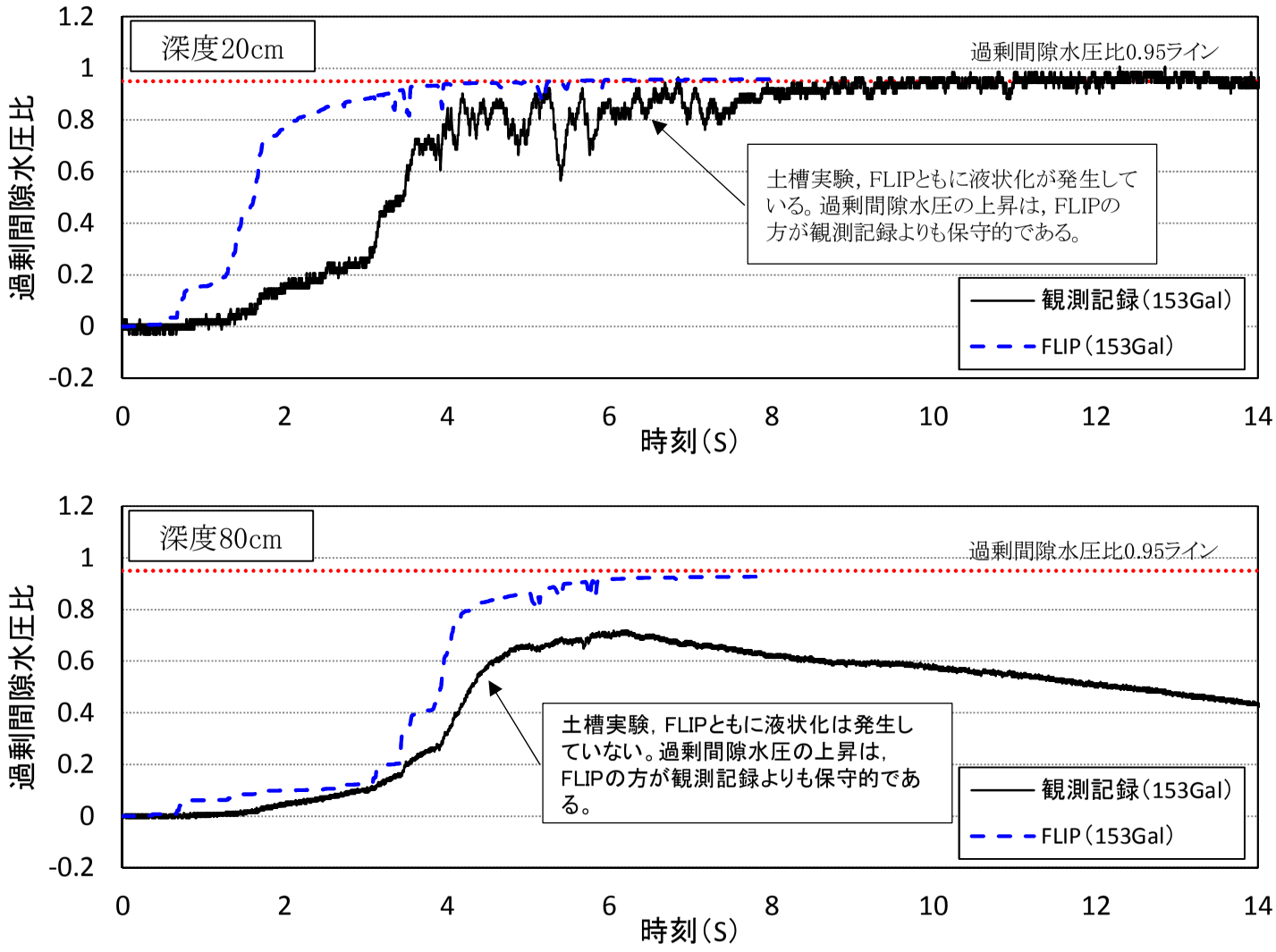
ＦＬＩＰにおいて，平均的な液状化強度特性よりもかなり保守側の液状化強度特性を用いた場合は，観測記録にみられるサイクリックモビリティ現象に起因するパルス的な応答加速度波形は再現されない結果となり，ＦＬＩＰは観測記録よりも液状化しやすい側の傾向を示し，これに伴って，地盤の変形やせん断ひずみは大きめに評価され，加速度応答は小さめに評価されることが確認された。



第 9.2.4 図　土槽振動実験結果

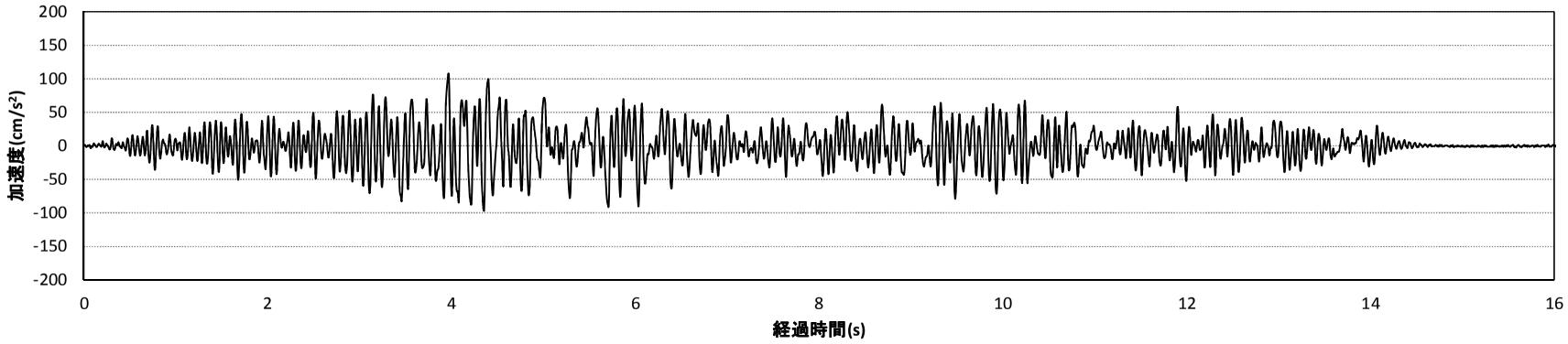


第 9.2.5.1 図　土槽振動実験結果とシミュレーション結果との比較

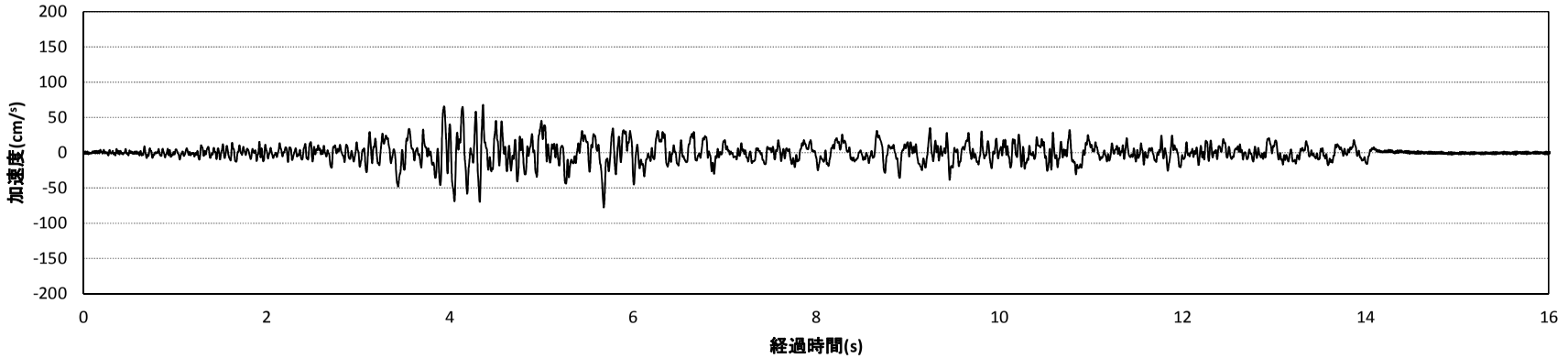


第 9.2.5.2 図　土槽振動実験結果とシミュレーション結果との比較

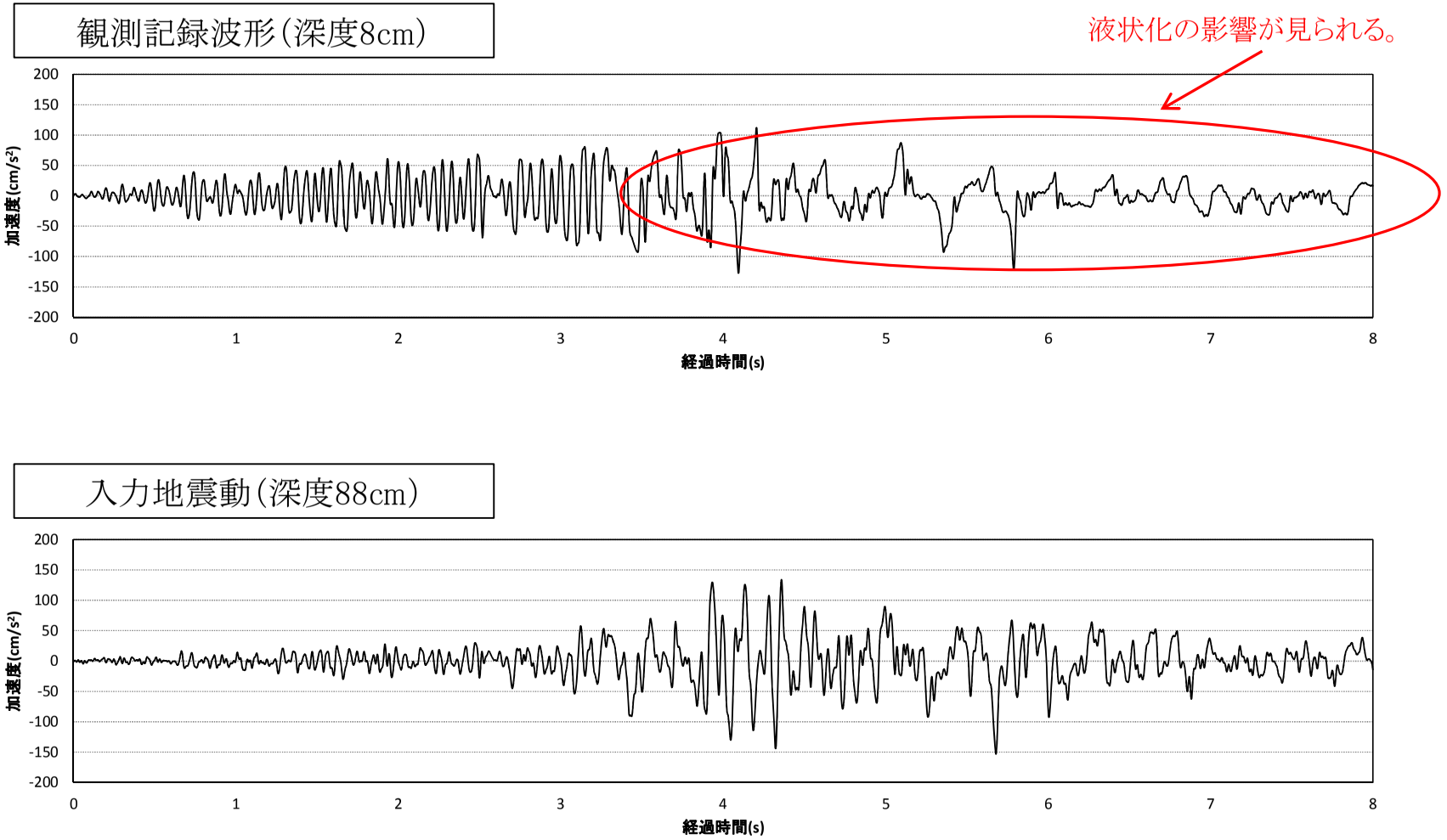
観測記録波形(深度8cm)



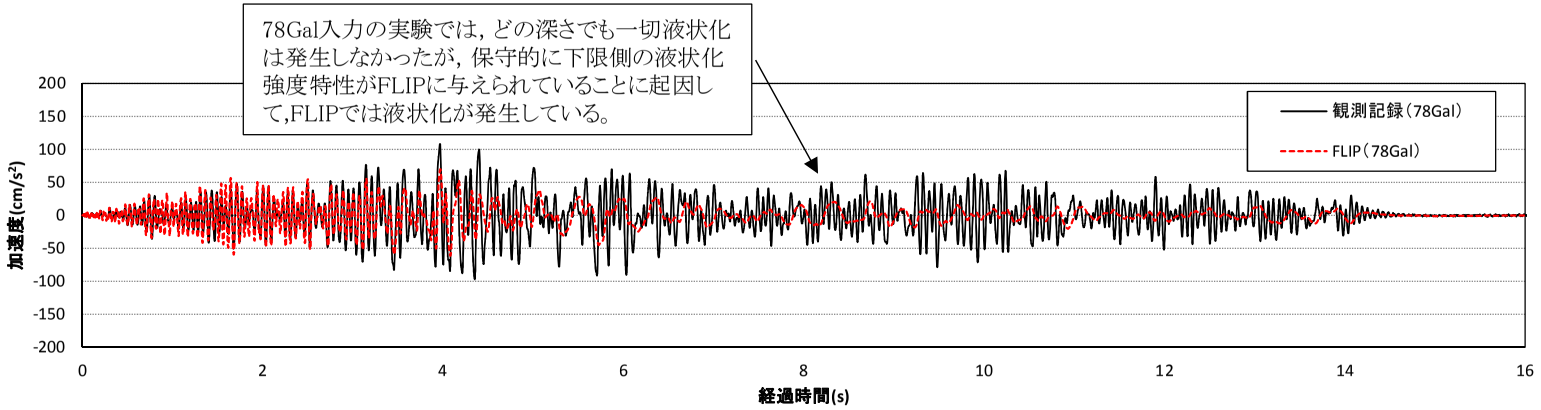
入力地震動(深度88cm)



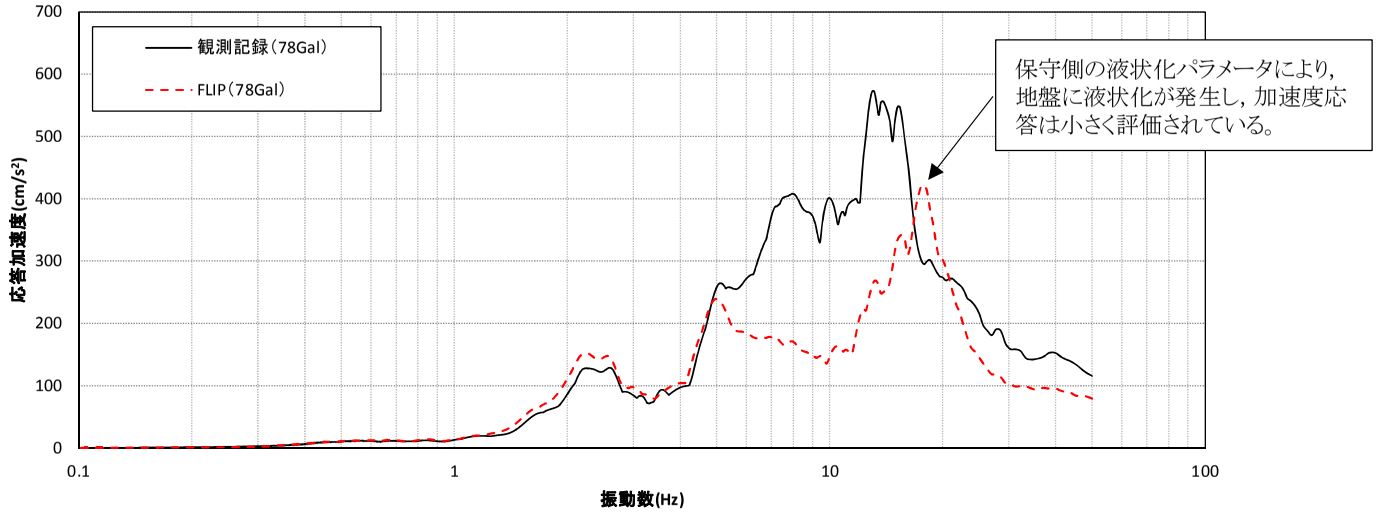
第 9.2.6.1 図　土槽振動実験における入力地震動と観測記録波形との比較



第 9.2.6.2 図　土槽振動実験における入力地震動と観測記録波形との比較

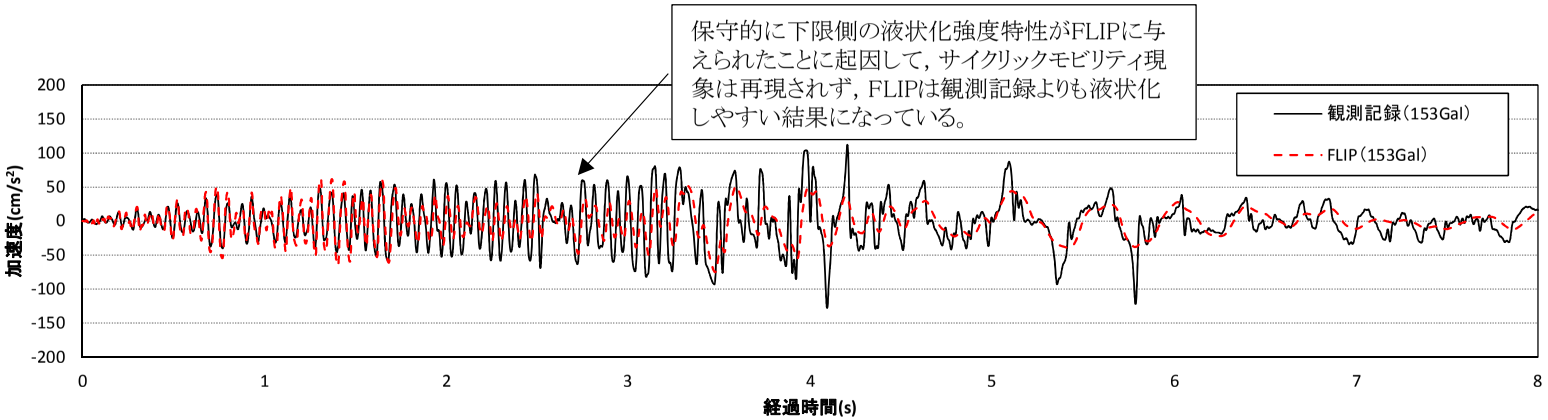


深度8cmの加速度応答の比較

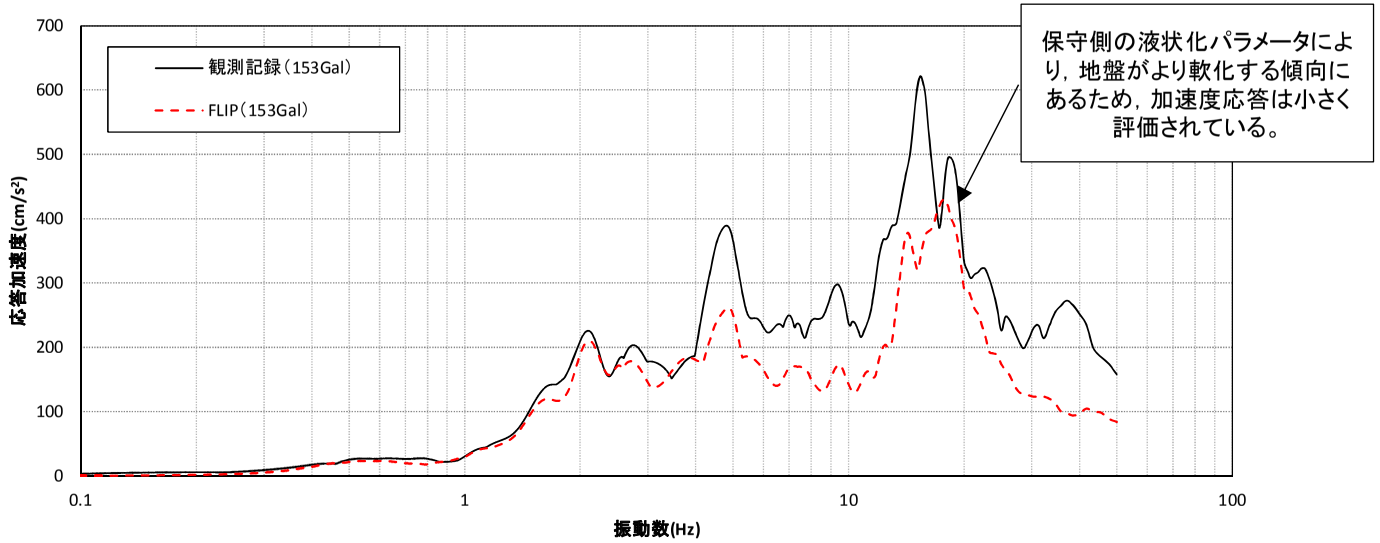


深度8cmの加速度応答スペクトルの比較（5%減衰）

第 9.2.7.1 図　入力レベルにおける加速度応答等の比較結果

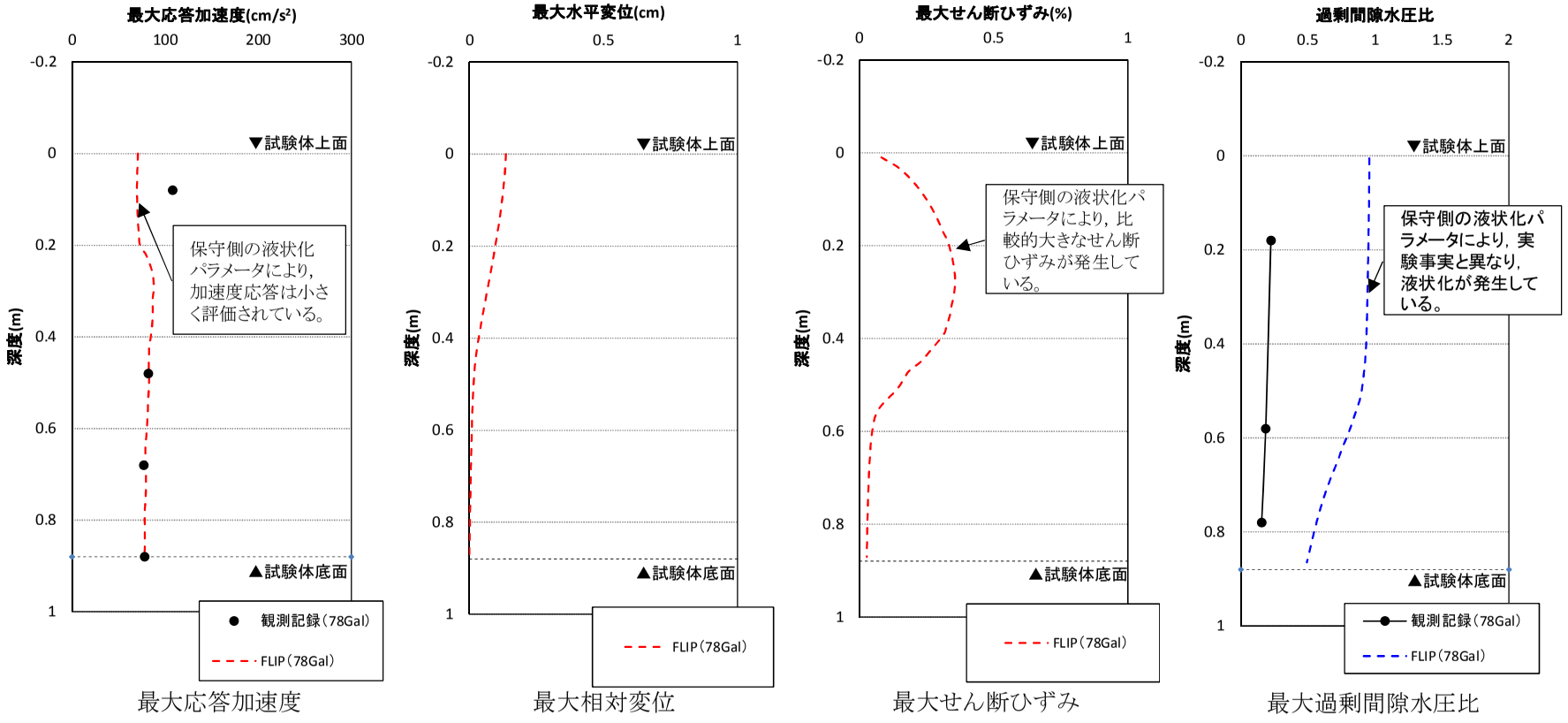


深度8cmの加速度応答の比較



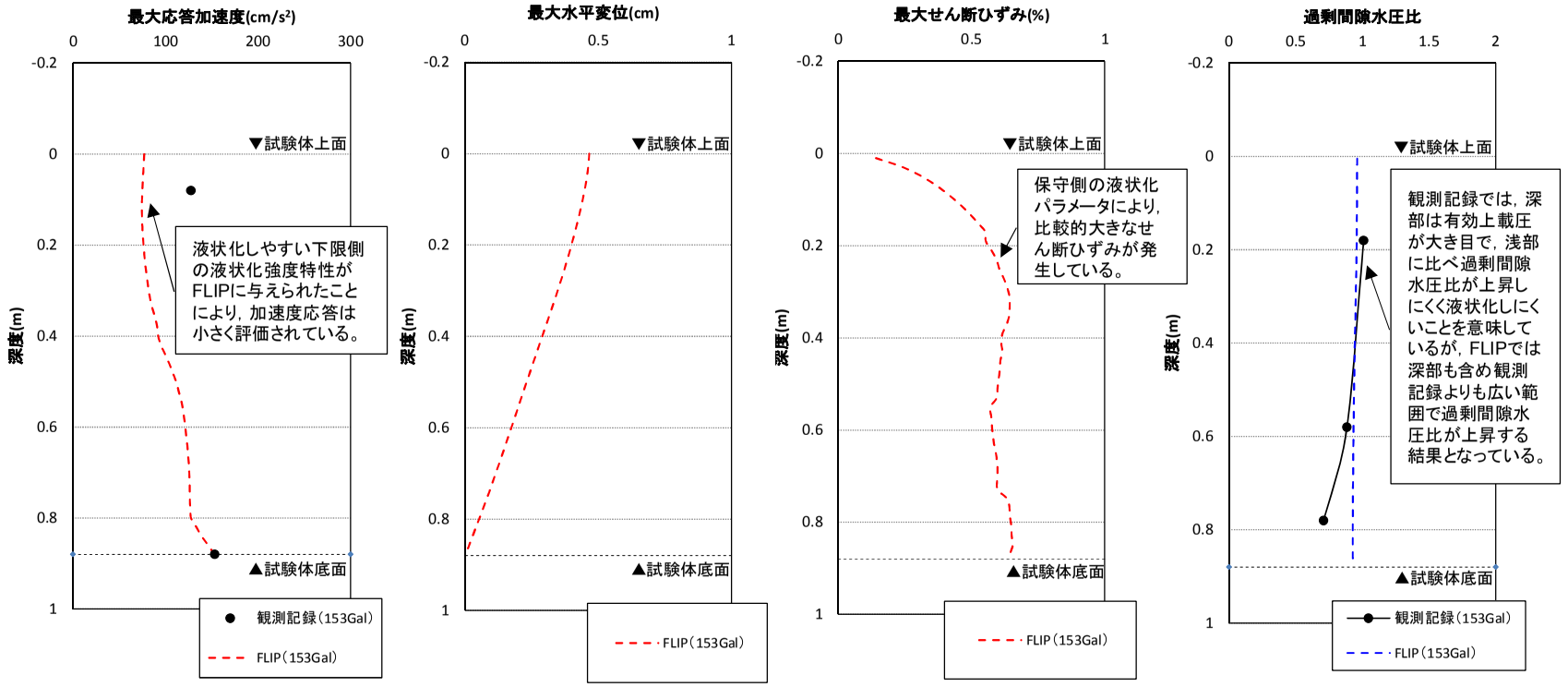
深度8cmの加速度応答スペクトルの比較（5%減衰）

第 9.2.7.2 図　入力レベルにおける加速度応答等の比較結果



最大応答加速度　最大相対変位　最大せん断ひずみ　最大過剰間隙水圧比

第 9.2.8.1 図　入力レベルにおける最大値深度分布図



最大応答加速度　　最大相対変位　　最大せん断ひずみ　　最大過剰間隙水圧比

第 9.2.8.2 図　入力レベルにおける最大値深度分布図

別紙－１１

東海第二発電所

屋外二重管の基礎構造の設計方針について
（耐震）

目　　次

1.　屋外二重管の概要

2.　基礎構造形式について

3.　基礎構造の設計方針

4.　鋼管杭の仕様設定

5.　鋼製梁の仕様設定

6.　鋼管杭と鋼製梁の接続部の仕様設定

7.　基礎構造の耐震設計方針（有効応力解析）

1. 屋外二重管の概要

残留熱除去海水系配管及びディーゼル発電機海水系配管をポンプ室から原子炉建屋まで配置するため，屋外海水配管二重管（以下「屋外二重管」という。）を設置している。

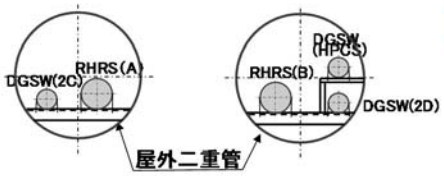
屋外二重管は，設置許可基準規則第 3 条及び第 4 条の対象となる「耐震重要施設を支持する建物・構築物」及び設置許可基準規則第 38 条及び第 39 条の対象となる「常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く)」に該当する。

屋外二重管は，第四系地盤に直接支持している施設であり，施設直下には液状化検討対象層である As 層，Ag1 層及び Ag2 層が分布している。なお，指針改訂に伴う耐震裕度向上工事として，平成 21 年に Ag2 層を対象とした地盤改良を実施している。

設置許可基準規則第 3 条第 1 項への適合性の観点から，当該施設については杭等を介して岩盤（久米層）で支持する構造とする。

第 1 図に屋外二重管の平面図及び断面図，第 2 図に既施工の地盤改良範囲の説明図，第 3 図に地質縦断図及び横断図を示す。

屋外二重管配置図



A－A断面

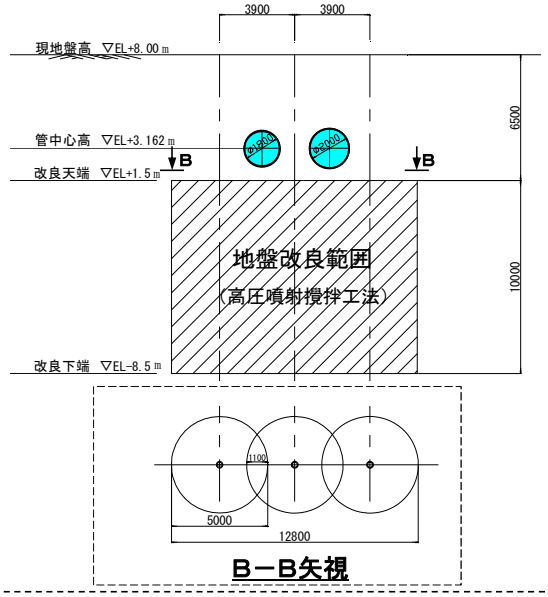
項 目	諸 元
材 質	SM41B
内 径(mm)	2000/1800
肉 厚(mm)	20

第 1 図　屋外二重管の平面位置図及び断面図

地盤改良範囲説明図

地震時に液状化の可能性がある地層を対象として，
高圧噴射撹拌工法により地盤改良を実施した。

・改良体数：120本（約18,800m3）
・改良体径：Φ4.5m～5.0m



B－B矢視

（単位：mm）

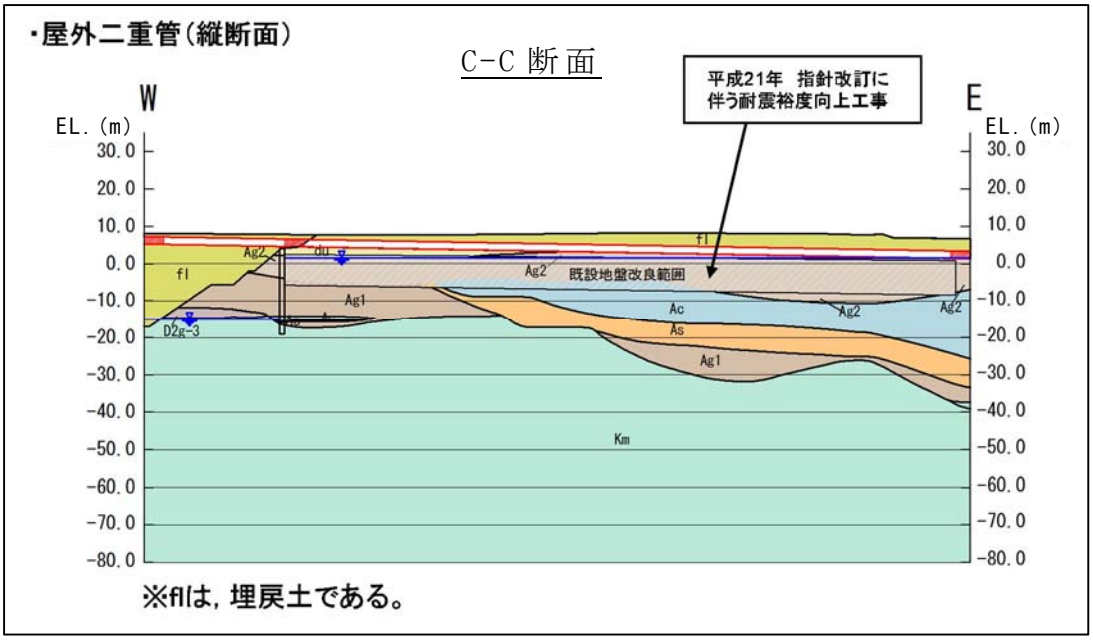
第 2 図　地盤改良範囲（既施工）説明図

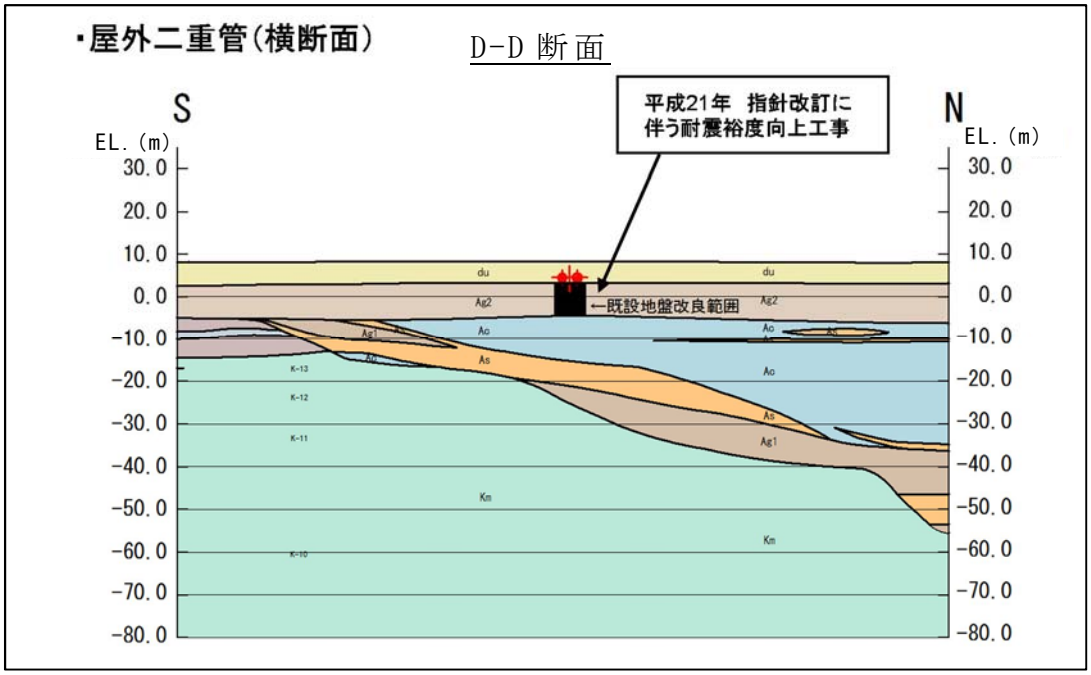
（断面位置図）

地 質 構 成 表

地質時代		地質区分		記号	岩相	備考
第四紀	完新世	砂丘層		du	砂	敷地全体に広く分布する。
				Ag2	砂礫	敷地全体に広く分布する。
		沖積低地堆積層	久慈川堆積層	Ac	粘土	久慈川が侵食した凹状の谷を埋めて分布する。
				As	砂	
				Ag1	砂礫	
	更新世	低位段丘Ⅰ堆積層	段丘堆積層2	D2c-3	シルト	敷地南部に埋没段丘として分布する。
				D2s-3	砂	
				D2g-3	砂礫	
				D2c-2	シルト	
				D2g-2	砂礫	
		中位段丘堆積層	段丘堆積層1	lm	ローム	敷地の南西部に分布し、いわゆる鵜田段丘面を構成する。
				D1c-1	シルト	
				D1g-1	砂礫	
第三紀	鮮新世	久米層		Km	砂質泥岩	敷地の基盤岩である。

～～～～～～～～～～ 不整合





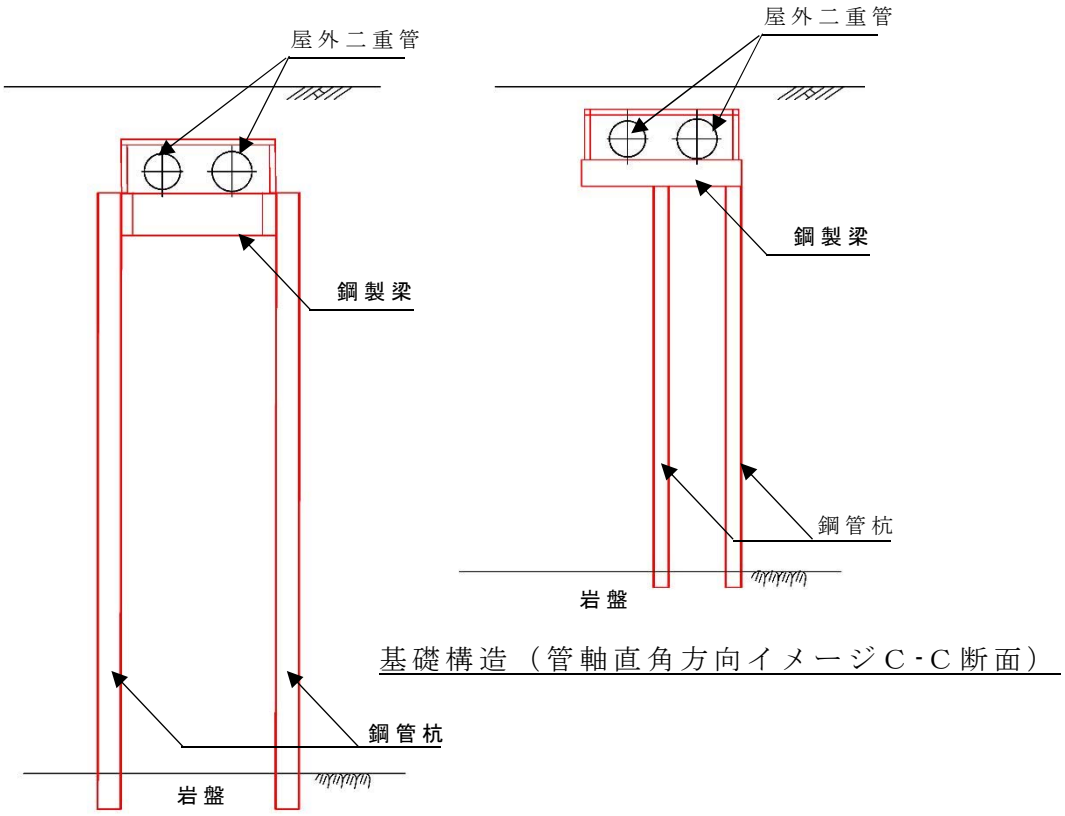
第 3 図　地質縦断図及び横断図

2.　基礎構造形式について

地震に伴う周辺地盤の沈下に伴って屋外二重管が沈下することを防止するため，屋外二重管の直下に沈下防止を目的とした鋼製梁を設置して，鋼管杭を介して岩盤で支持する構造とする。

原子炉建屋近傍で，移設不可能な既設構造物（排気筒基礎等）や埋設物との干渉によって鋼管杭の打設が困難な箇所については，屋外二重管直下を地盤改良（セメント固化工法等）することにより補強する地盤に支持させる検討を行う。

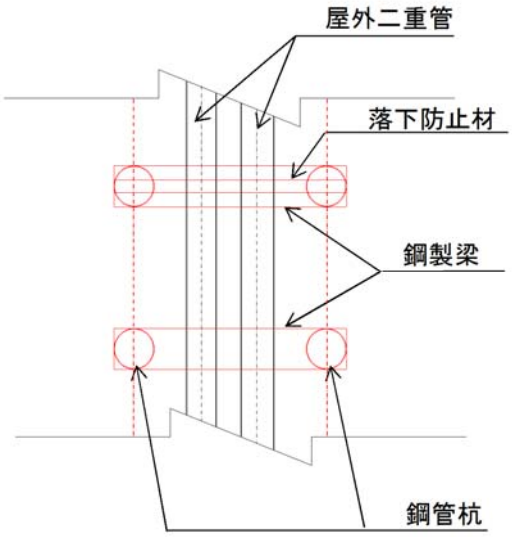
屋外二重管の基礎構造概要図を第 4 図に示す。また，基礎構造区分を第 5 図に示す。



基礎構造（管軸直角方向イメージＣ-Ｃ断面）

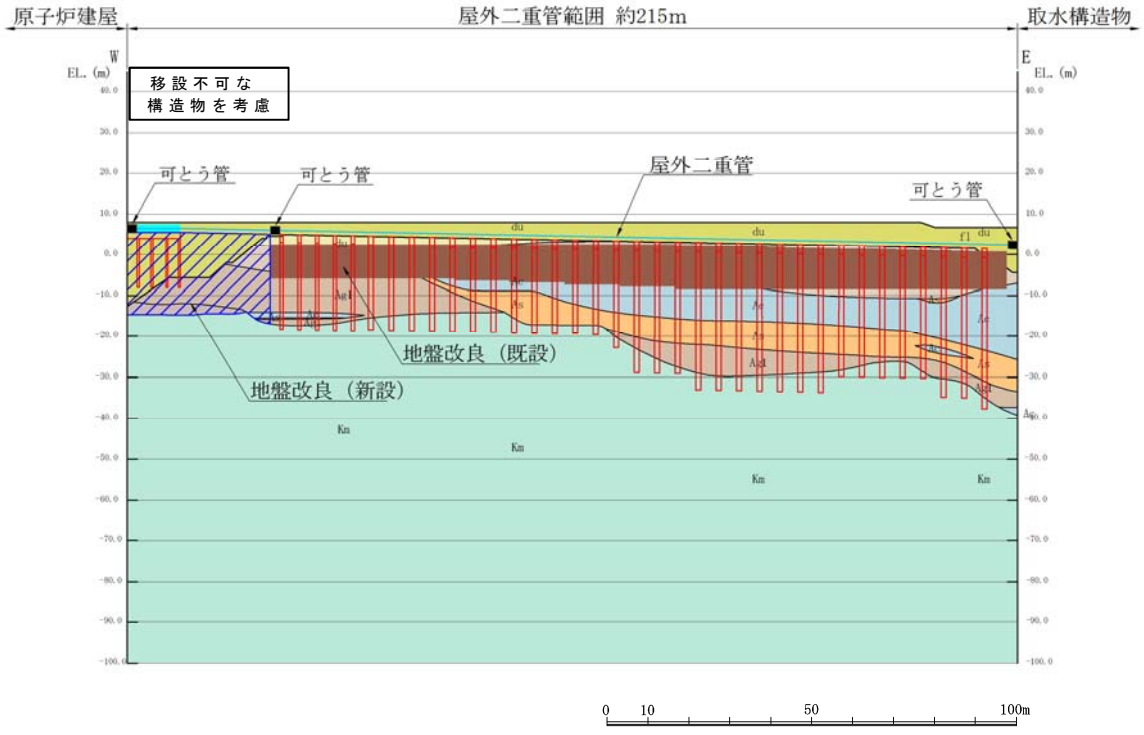
基礎構図（管軸直角方向イメージＢ－Ｂ断面）

第 4 図（1）　屋外二重管の基礎構造概要図（断面図）



第４図（2）　屋外二重管の基礎構造概要図（平面図）

平面図



縦断図

第５図　屋外二重管の基礎構造区分

3.　基礎構造の設計方針

屋外二重管の基礎構造の耐震評価は，第 1 表に示す屋外二重管の基礎構造の評価項目に基づき，各構造部材の構造健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を行う。

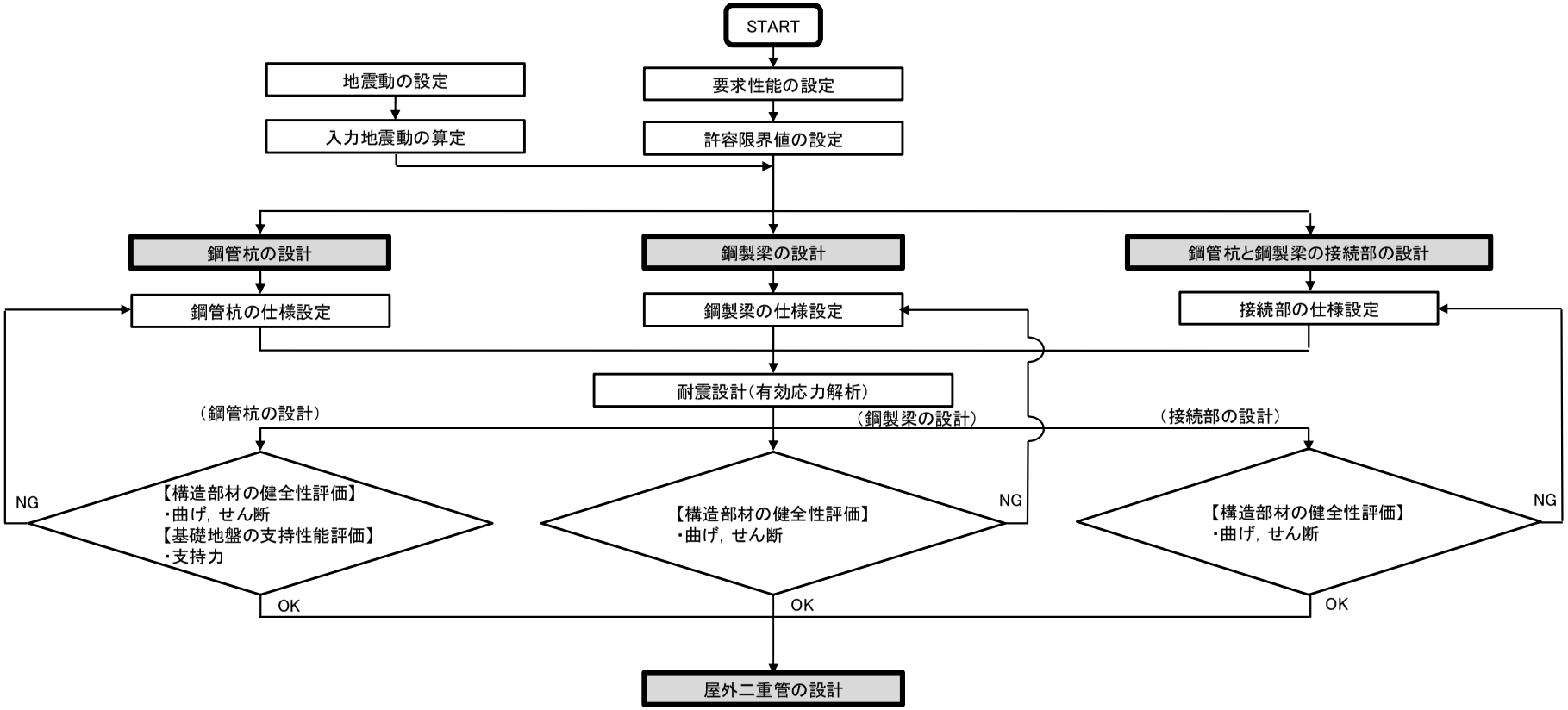
地震動は，S_s－Ｄ１（水平動及び上下動の位相反転考慮），S_s－１１，S_s－１２，S_s－１３，S_s－１４，S_s－２１，S_s－２２，S_s－３１（水平動の位相反転考慮）を対象とする。

また，地盤定数のばらつきを考慮して，上記の地震波のうち，屋外二重管に対して最も厳しい地震波を用いて，液状化検討対象層を強制的に液状化させるケースとして，豊浦標準砂の剛性及び液状化強度特性を仮定し，その影響を確認する。

屋外二重管の基礎構造の構造健全性及び支持性能評価の検討フローを第 6 図に示す。

第 1 表　屋外二重管の基礎構造の評価項目

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	鋼管杭	発生応力が許容限界に対して妥当な安全裕度を有することを確認	短期許容応力度
		鋼製梁	発生応力が許容限界に対して妥当な安全裕度を有することを確認	短期許容応力度
		鋼管杭と鋼製梁の接続部	発生応力が許容限界に対して妥当な安全裕度を有することを確認	短期許容応力度
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	支持力が許容限界に対して妥当な安全裕度を有することを確認	安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の極限支持力



（注記）鋼管杭の打設が不可能な箇所については，別途地盤改良等の検討を行う。

第6図　屋外二重管の基礎構造の構造健全性及び支持性能評価の検討フロー

4.　鋼管杭の仕様設定

屋外二重管の基礎構造の鋼管杭は，岩盤で支持する構造（支持杭）とし，その支持力を確保するために杭径程度以上を岩盤に根入れする。

杭の配列については，屋外二重管の形状や寸法，杭の寸法や本数，施工条件等を考慮し決定する。

屋外二重管の基礎構造の設計においては，基準地震動S_s等による荷重及びこれらに耐え得る大口径，高強度の鋼管杭の仕様を考慮した上で，適切な杭配置を検討する。

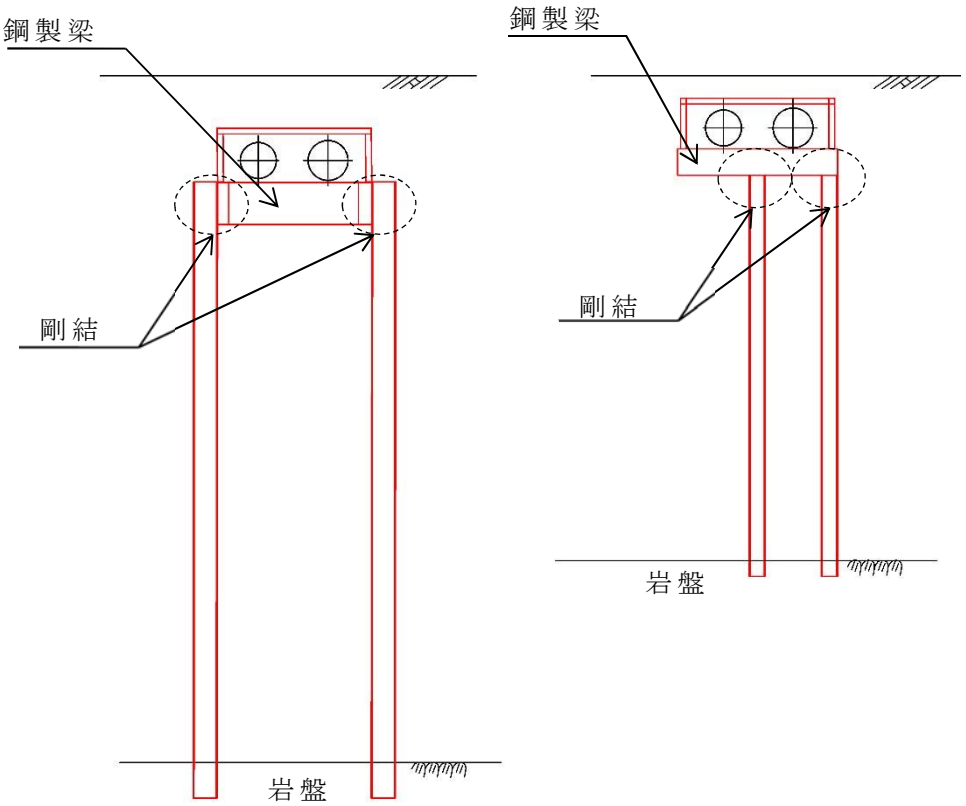
荷重ケースは地震時を想定し，長期荷重として死荷重を，短期荷重として基準地震動S_sによる地震荷重を考慮する。

5.　鋼製梁の仕様設定

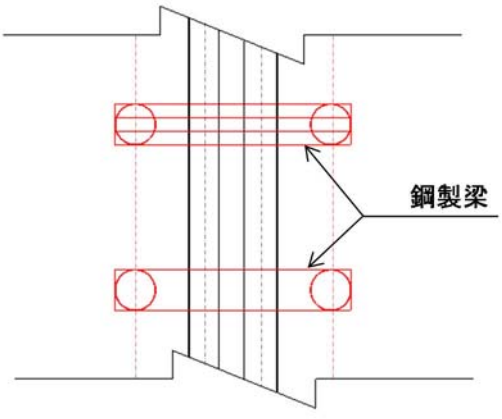
屋外二重管の基礎構造の鋼製梁は，屋外二重管を受け，その荷重を鋼管杭で支持する構造とする。

荷重ケースは地震時を想定し，長期荷重として死荷重を，短期荷重として基準地震動S_sによる地震荷重を考慮する。

また，鋼製梁は，発生応力度が短期許容応力度に収まる断面性能を持つ鋼材仕様とする。



（断面）



（平面）

第７図　鋼製梁イメージ図

6. 鋼管杭と鋼製梁の接続部の仕様設定

屋外二重管の基礎構造の鋼管杭と鋼製梁の接続部は，屋外二重管を受ける鋼製梁より生じる荷重を鋼管杭に伝達するように，剛結構造とする。

荷重ケースは，地震時を想定し，長期荷重として死荷重を，短期荷重として基準地震動S_sによる地震荷重を考慮する。

7. 基礎構造の耐震設計方針（有効応力解析）

屋外二重管の基礎構造（鋼管杭，鋼製梁，鋼管杭と鋼製梁の接続部，基礎地盤）の耐震設計は，二次元地震応答解析を行い，地震時の鋼管杭，鋼製梁及び鋼管杭と鋼製梁の接続部の構造部材の健全性及び基礎地盤の支持性能について検討する。

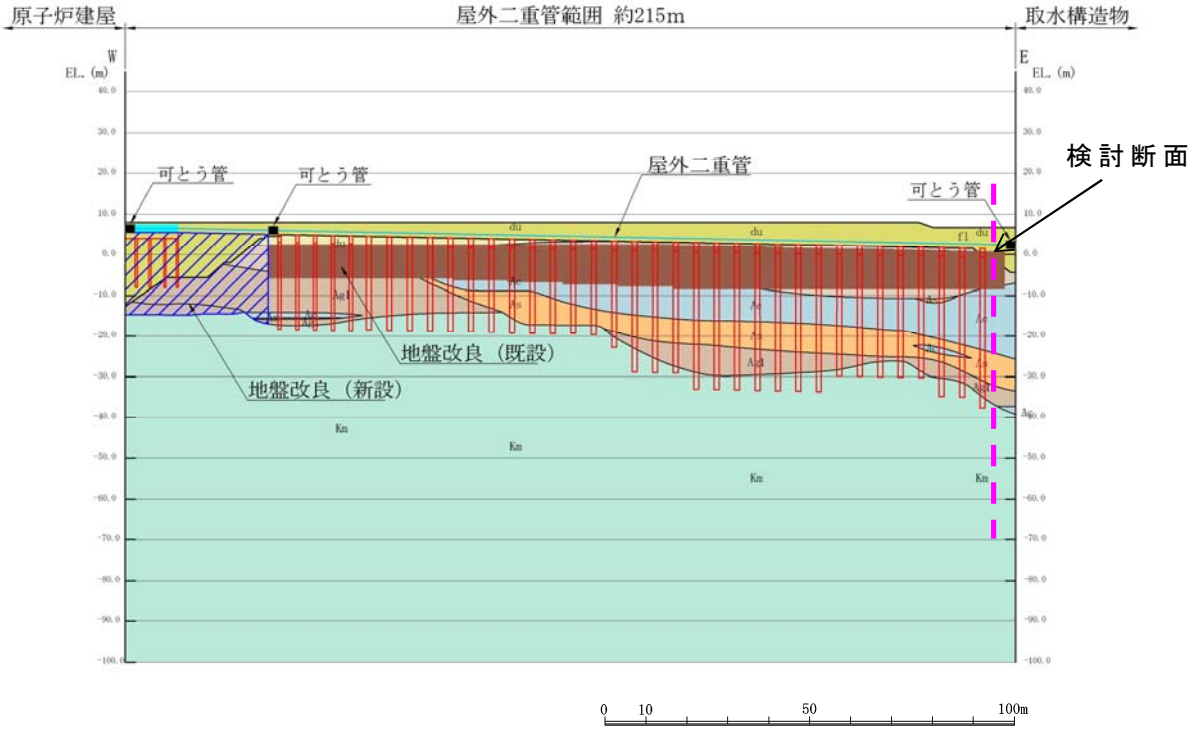
検討断面は，岩盤以浅の第四系地盤の変位が，基礎構造に与える影響を考慮するため，杭基礎範囲の中で岩盤の深いポンプ室側端部の１断面を選定する。

選定した検討断面位置を第８図に示す。

地震時応答解析は，有効応力の変化に伴う地盤の挙動の変化を考慮することができる有効応力解析を用いる。

鋼管杭，鋼製梁及び鋼管杭と鋼製梁の接続部については，地震応答解析により算定された断面力を用いて，曲げモーメント，軸力及びせん断力に対する照査を行い，許容限界以下であることを確認することで健全性評価とする。

基礎地盤については，地震応答解析より算定された支持力が許容限界以下であることを確認することで支持性能評価とする。


原子炉建屋
屋外二重管範囲 約215m
取水構造物
W
EL.（m）
E
EL.（m）
検討断面
可とう管
可とう管
屋外二重管
可とう管
地盤改良（既設）
地盤改良（新設）
Km
0
10
50
100m

第 8 図　検討断面位置図

別紙－１２

東海第二発電所

既設設備に対する耐震補強等について
（耐震）

1. はじめに

本資料では，今回工認の申請において耐震性を向上させる観点から今後実施する計画である既設設備に対する耐震補強等について整理する。

なお，今後の設計評価により補強対象の施設，設備の変更及び補強内容の変更の可能性がある。

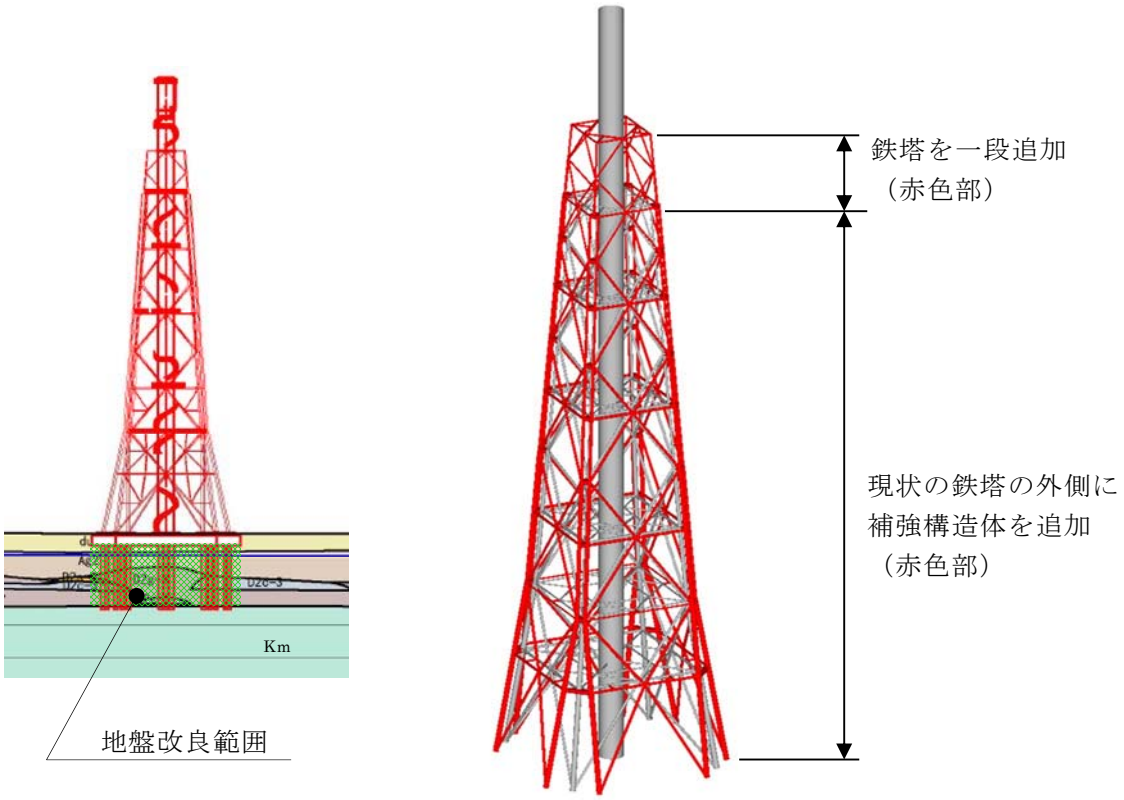
2. 既設設備に対する耐震補強等について

建物・構築物，機器・配管系，屋外重要土木構造物における耐震補強等の一覧を第1表に，耐震補強の概要を第1図～第11図に示す。

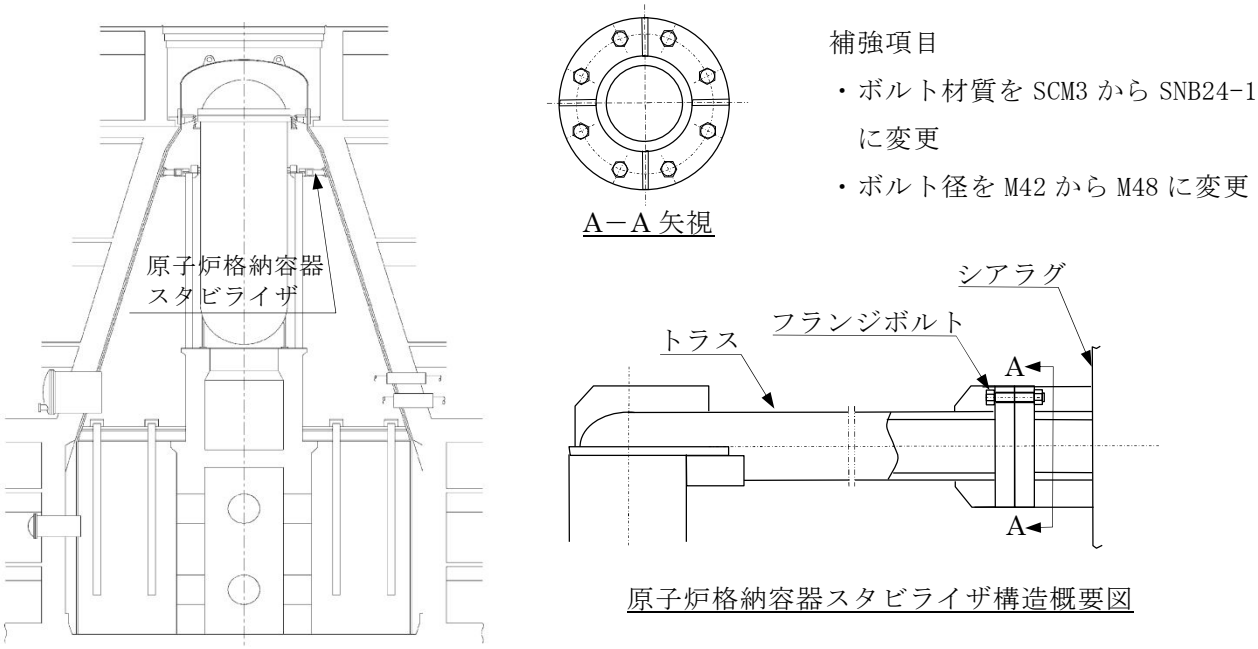
第1表　既設設備の耐震補強等一覧

	施設・設備名称	目　的	内　容	添付図番号
建物・構築物	排気筒	排気筒の支持機能強化	鉄塔部への支持部材の追加及び地盤改良	1
機器・配管系	原子炉格納容器スタビライザ	フランジボルトの応力低減対策及び許容限界値の向上	フランジボルトの口径変更及び高強度材料適用	2
	原子炉建屋クレーン	地震時落下防止による波及的影響防止	落下防止対策の追設*1	3
	燃料取替機	同上	ガーダ等の部材強化	4
	配管系	配管系の支持機能強化	サポートの追加及び補強	5
	残留熱除去系熱交換器	残留熱除去系熱交換器の支持機能強化	架台部への耐震補強サポート追設	6
	水圧制御ユニット	水圧制御ユニットの支持機能強化	架構部への補強梁追加	7
	格納容器シアラグ部	原子炉格納容器とシアラグ取付け部の応力低減対策	シアラグ部への補強材追加	8
屋外重要土木構造物	貯留堰取付護岸	地震時の護岸構造の健全性維持による貯留堰への波及的影響防止	地盤改良	9
	屋外二重管基礎構造	屋外二重管の支持機能強化	屋外二重管を支持する基礎構造の追設	10
	取水構造物	地震時の取水構造物の健全性維持	地盤改良	11

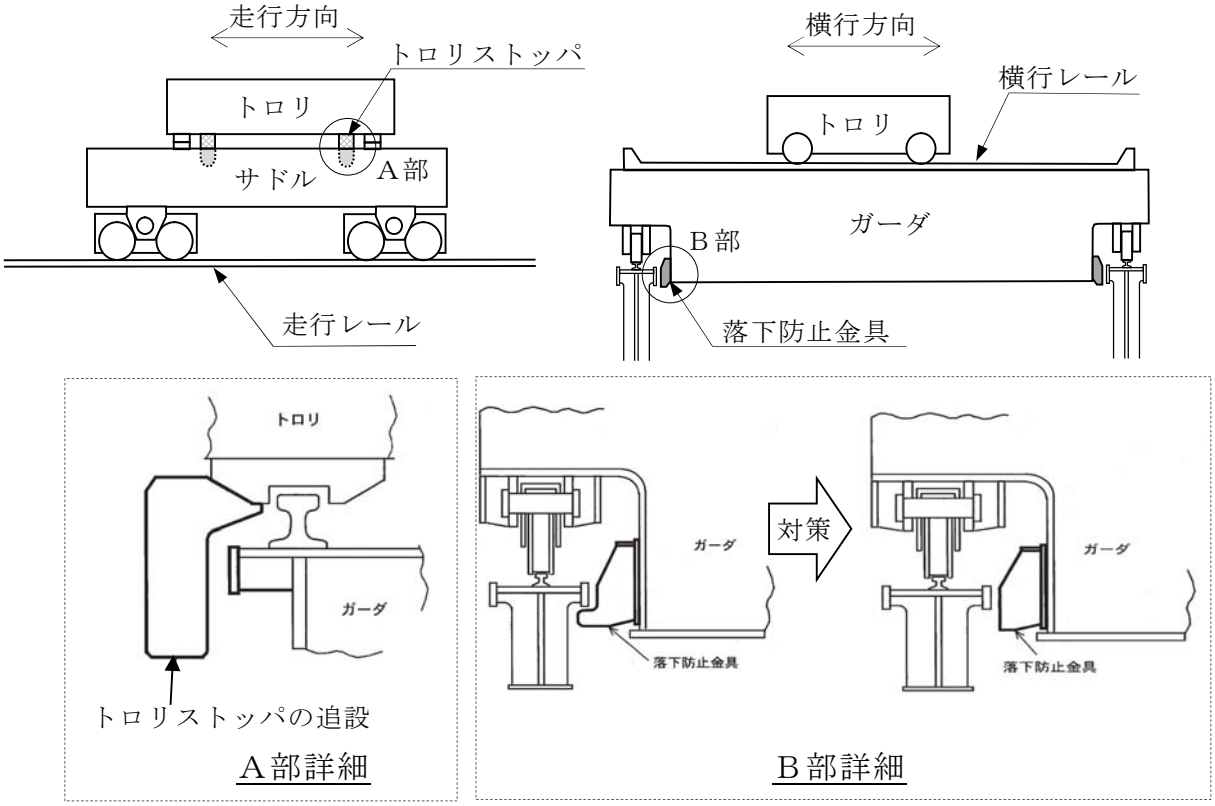
＊1　落下防止対策を添付1に示す。



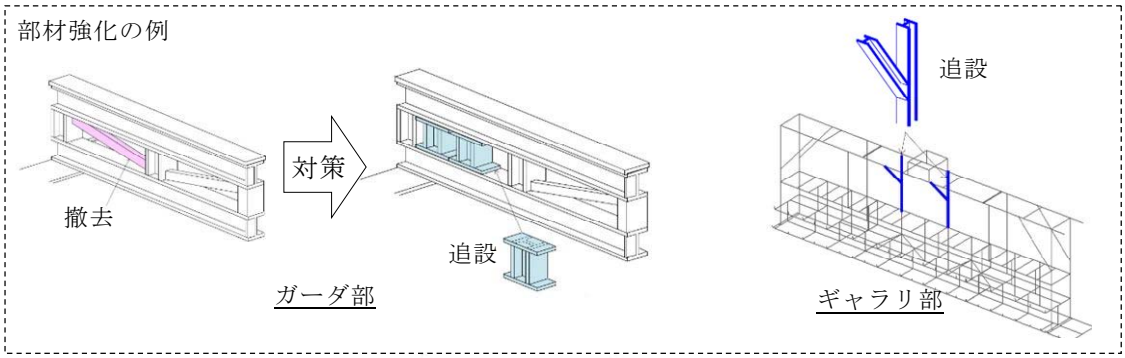
第１図　排気筒の耐震補強概要図

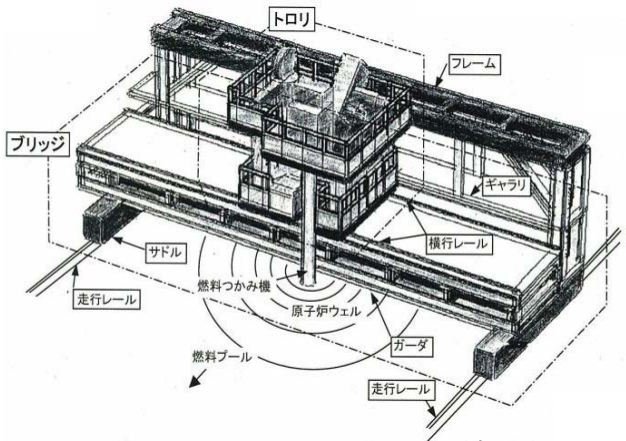


第２図　原子炉格納容器スタビライザの耐震補強概要図

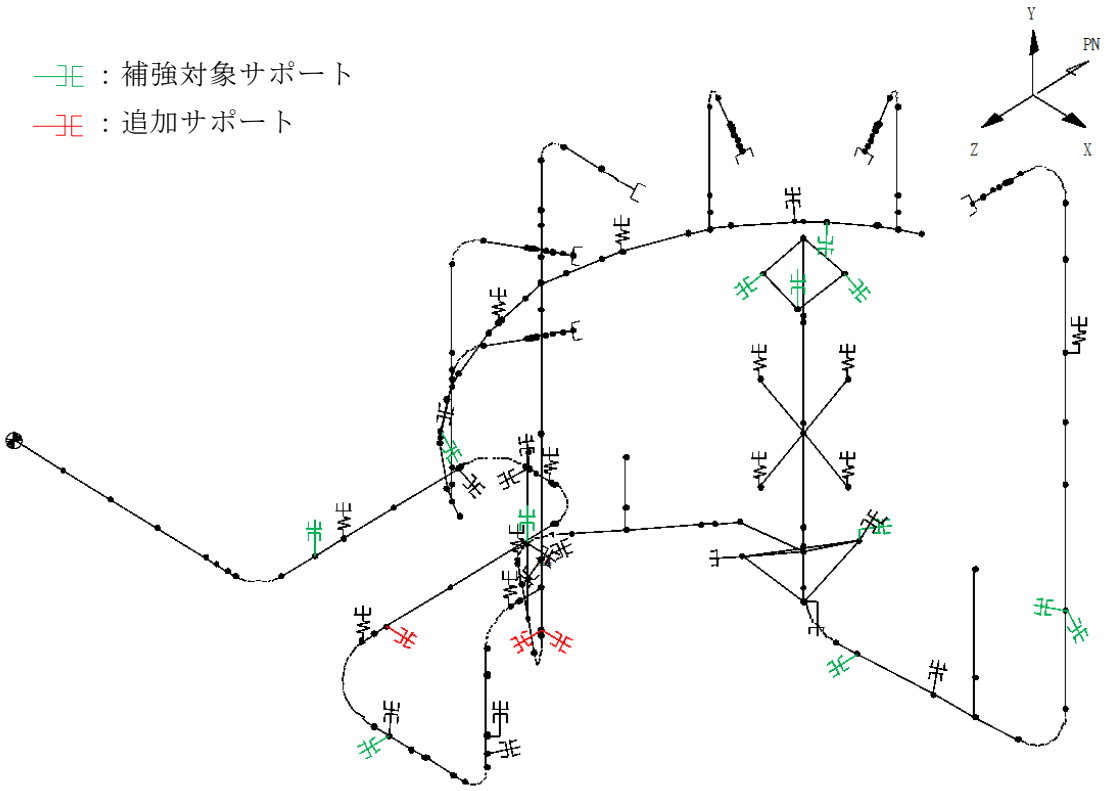


第３図　原子炉建屋クレーンの落下防止対策概要図



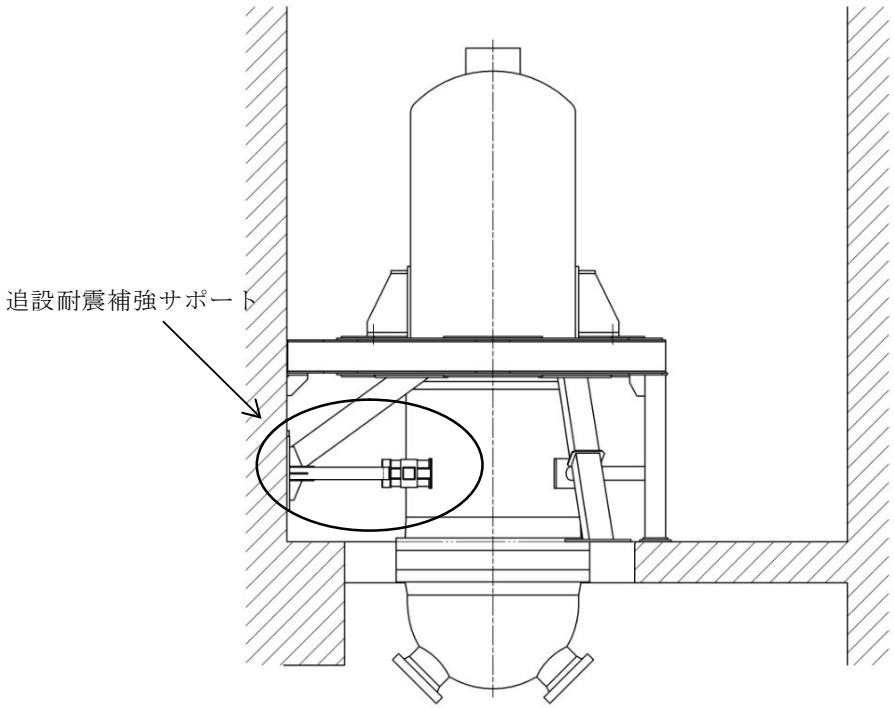


第４図　燃料取替機の耐震補強概要図

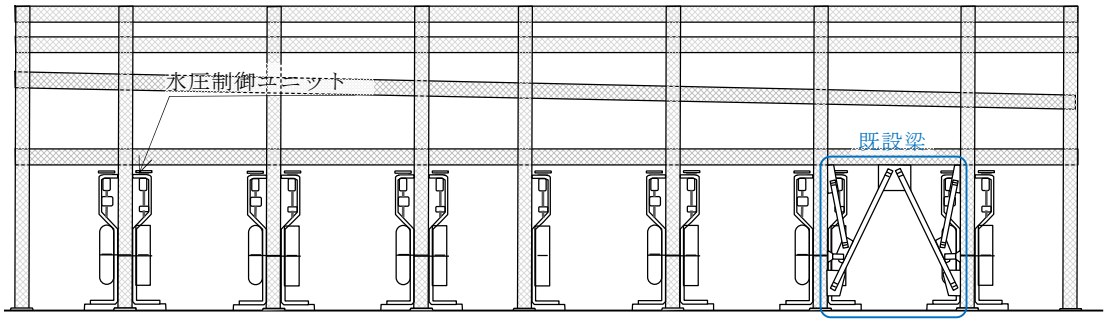


原子炉再循環系配管の耐震補強の例

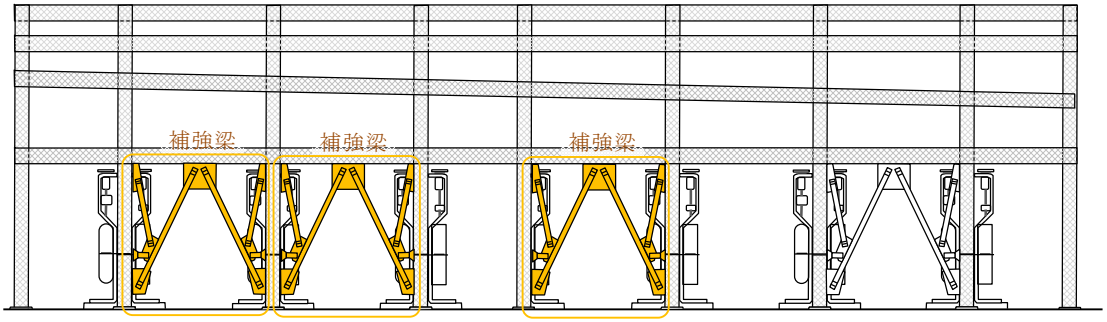
第５図　配管系の耐震補強概要図



第６図　残留熱除去系熱交換器の耐震補強概要図

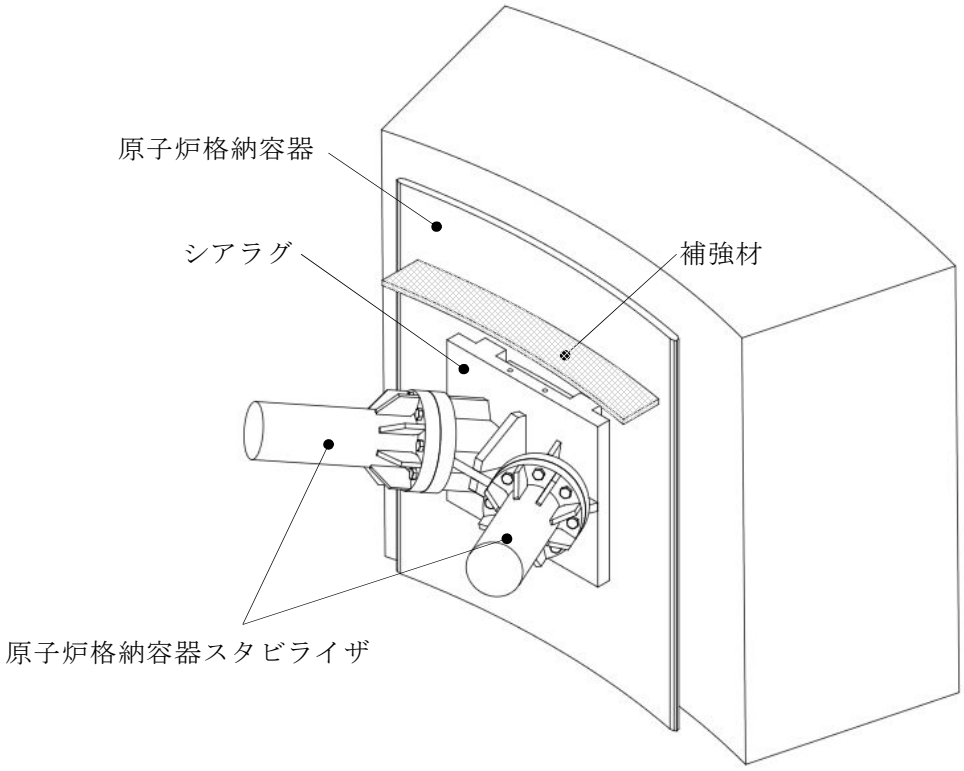


現 行 構 造

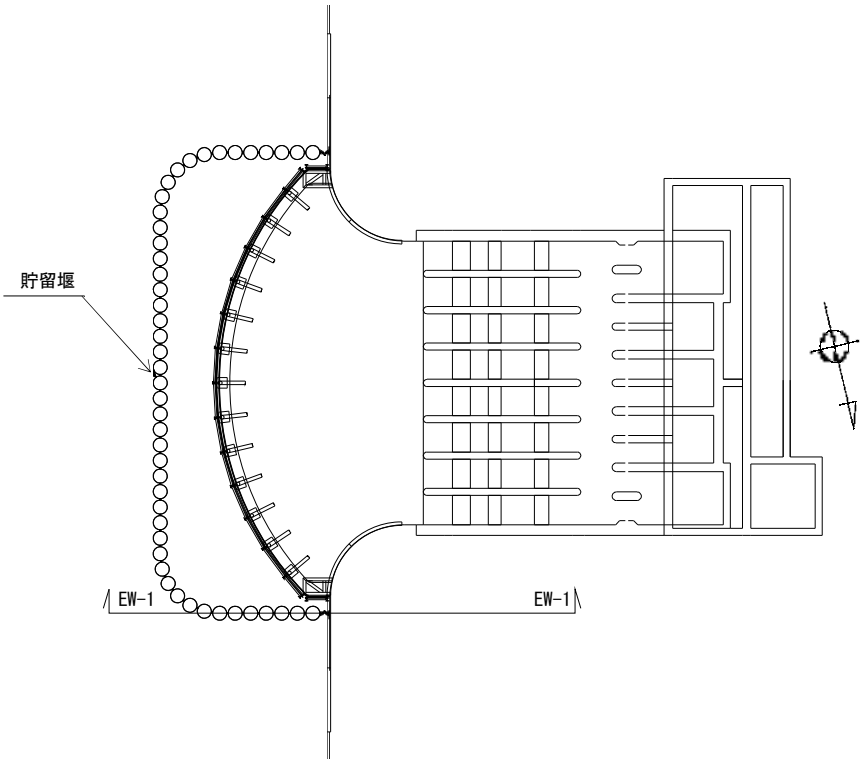


補 強 構 造

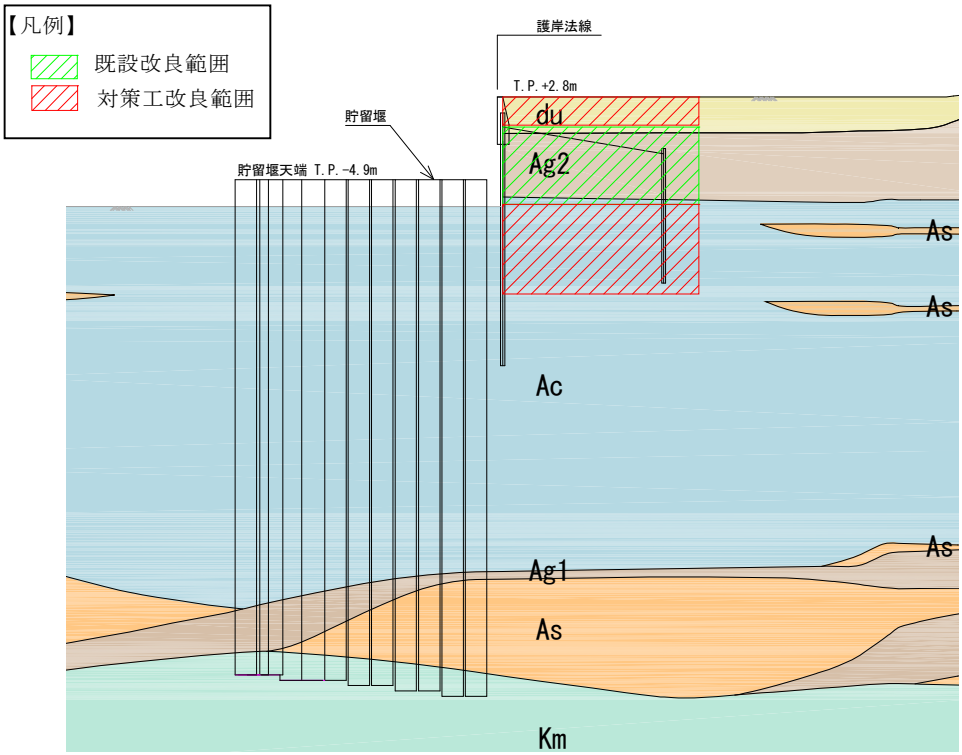
第７図　水圧制御ユニット架構の耐震補強概要図



第８図　格納容器シアラグ部の耐震補強概要図



平面図

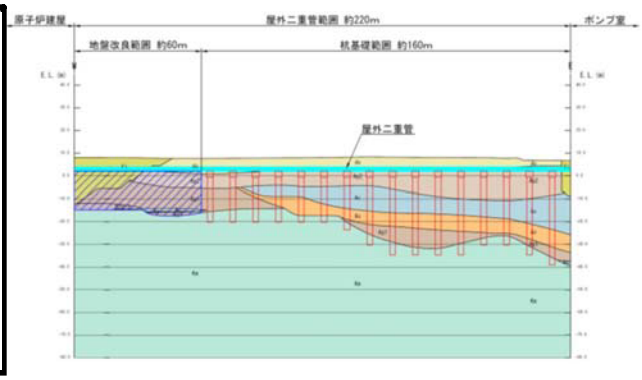


（注記）南側の貯留堰取付護岸についても同様に耐震補強を実施する予定

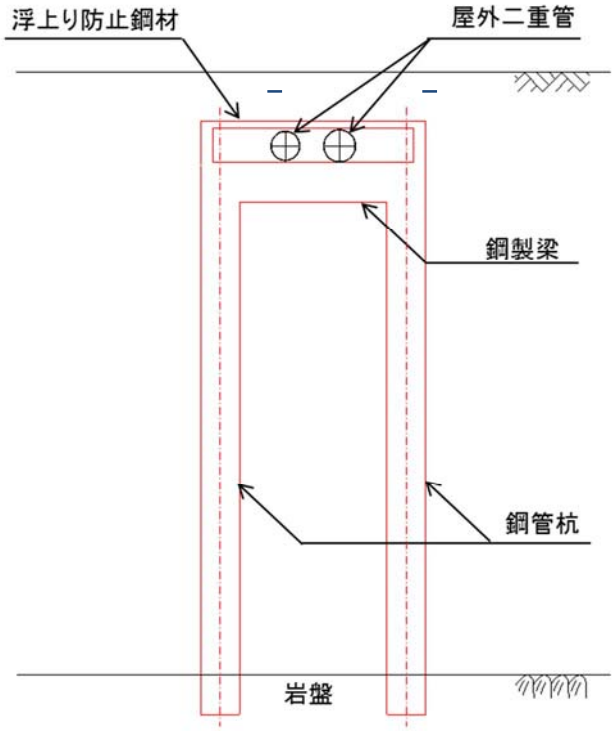
横断面図（EW1－EW1 断面）

第 9 図　貯留堰取付護岸の耐震補強概要図

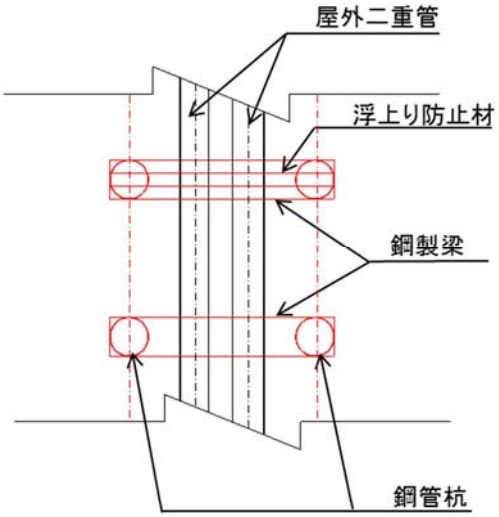
基礎平面配置図



基礎縦断配置図



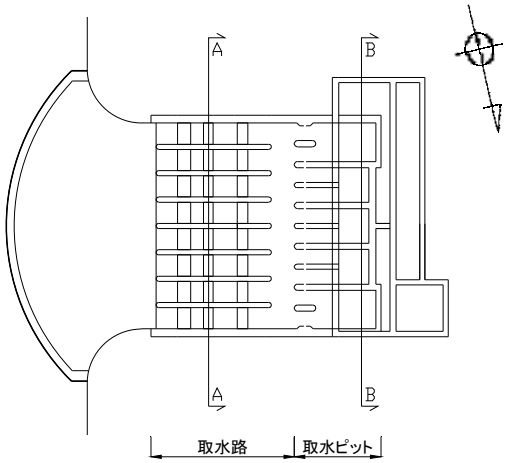
基礎構造図（管軸直交方向断面イメージ）



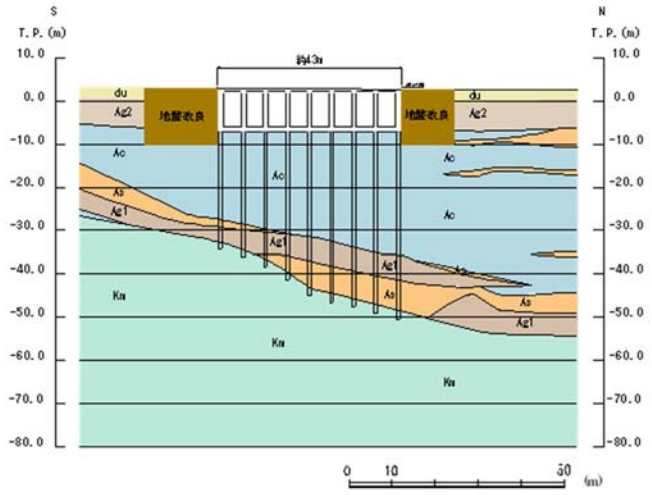
基礎構造図（平面イメージ）

（注記）赤色表示部は追設する基礎構造部を示す。

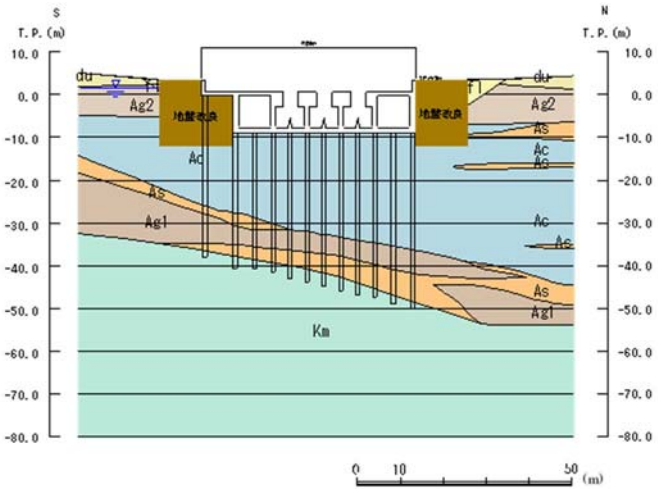
第 10 図　屋外二重管の耐震補強概要図



平面図



横断面図（Ａ－Ａ断面：取水路）



横断面図（Ｂ－Ｂ断面：取水ピット）

第 11 図　取水構造物の耐震補強概要図

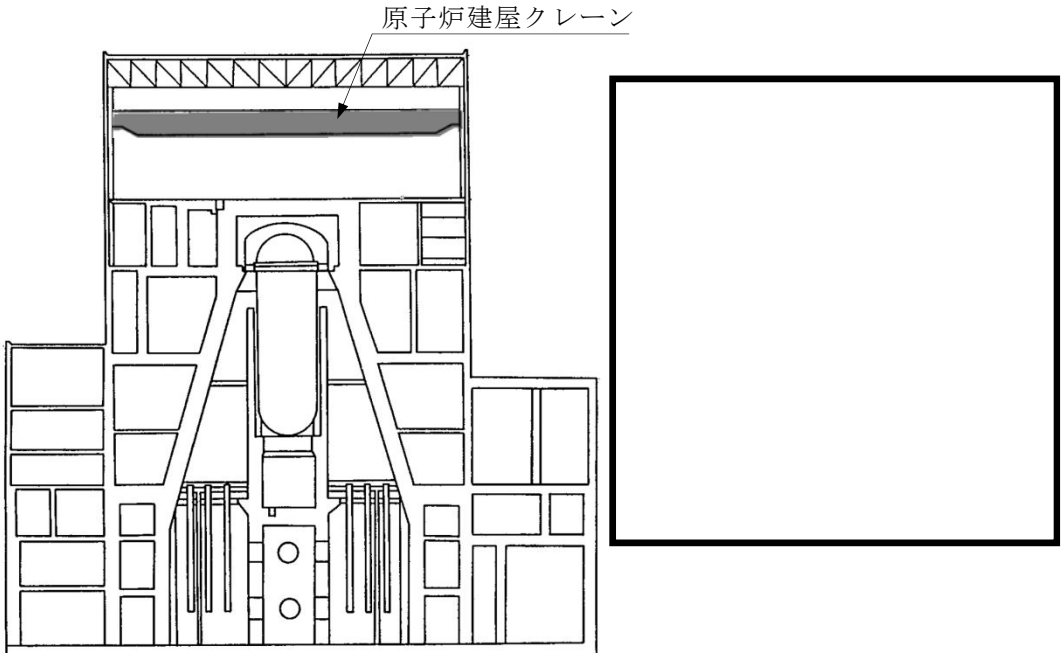
添付１

原子炉建屋クレーンの落下防止対策について

1.　原子炉建屋クレーンの地震時の要求事項

原子炉建屋クレーンは，耐震Ｂクラスであるが，第１図に示すとおり原子炉建屋６階面に位置し，地震時により損傷し落下することにより，使用済燃料プール等の耐震Ｓクラス設備に波及的影響を及ぼす恐れがある。

このため，耐震Ｓクラス設備への波及的影響防止の観点から基準地震動Ｓ$_S$に対して落下防止を図る必要がある。

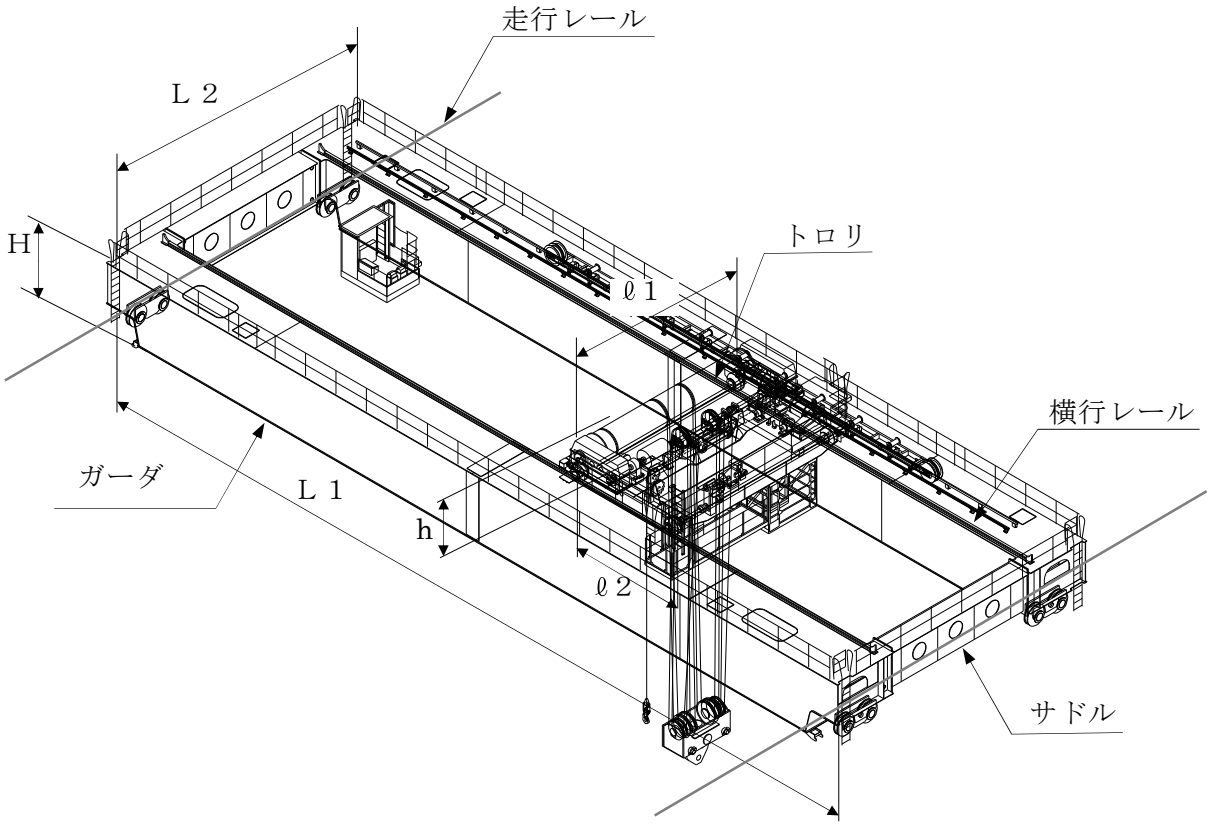


第１図　原子炉建屋クレーン配置図

2.　落下防止対策の計画概要

原子炉建屋クレーンの主要諸元及び構造概要図を第２図に示す。原子炉建屋クレーンは,原子炉建屋に設置された走行レール上をガーダ及びサドル(以下「クレーン本体」という。）が走行し，またクレーン本体上に設置された横行レールをトロリが横行する構造である。原子炉建屋クレーンの各構造として，クレーン本体及びトロリの落下防止対策について以下に述べる。

項　目		諸　元
トロリ	質量（ton）	48.0
	高さ　h（m）	2.280
	スパン　ℓ１（m）	5.6
	スパン　ℓ２（m）	4.1
クレーン本体	質量（ton）	118.0
	高さ　H（m）	1.915
	スパン　Ｌ１（m）	39.5
	スパン　Ｌ２（m）	6.2
定格荷重	主巻（ton）	125.0
	補巻（ton）	5.0



第２図　原子炉建屋クレーンの主要諸元及び構造概要図

(1)　クレーン本体の落下防止対策

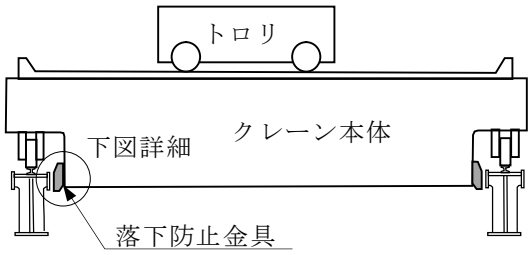
クレーン本体の落下防止対策については，ガーダに取り付けられた落下防止金具の構造を変更することにより行う。クレーン本体の落下防止対策概要を第3図に示す。

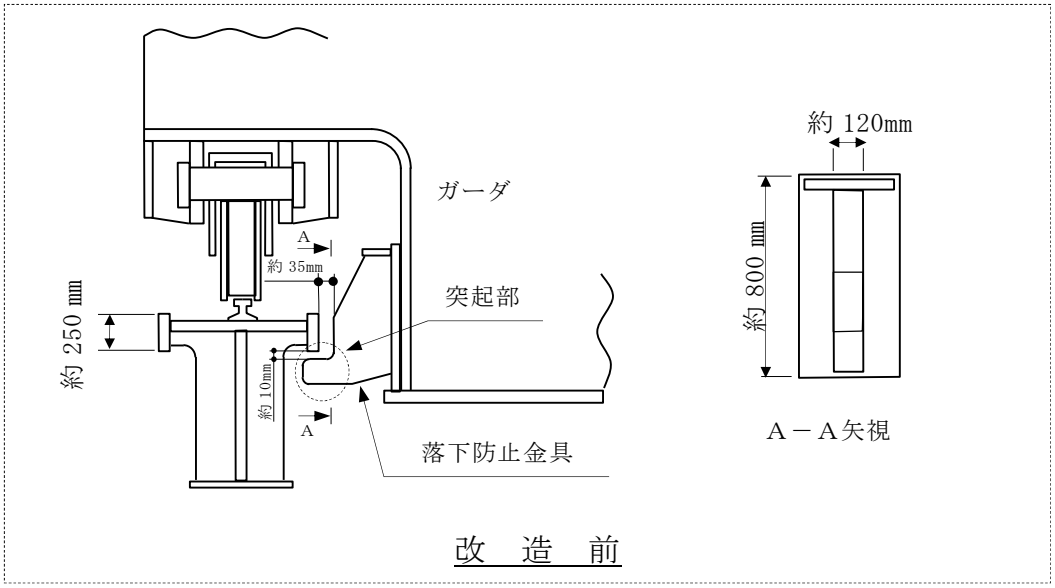
旧構造は，落下防止金具の突起部をランウェイガーダの下部まで突き出すことによりクレーン本体の浮き上がりを防止する設計としていた。本設計においては，クレーン本体の浮き上がり時に，落下防止金具の突起部とランウェイガーダとの衝突により，衝突箇所に過大な荷重が生じ，突起部が落下する可能性，原子炉建屋側への荷重伝達により波及的影響を及ぼす可能性が否定できない。参考として，設置変更許可申請時における基準地震動S_s（以下「申請時S_s」という。）を用いた場合の旧構造の落下防止金具の評価結果を第1表に，評価断面を第4図に示す。

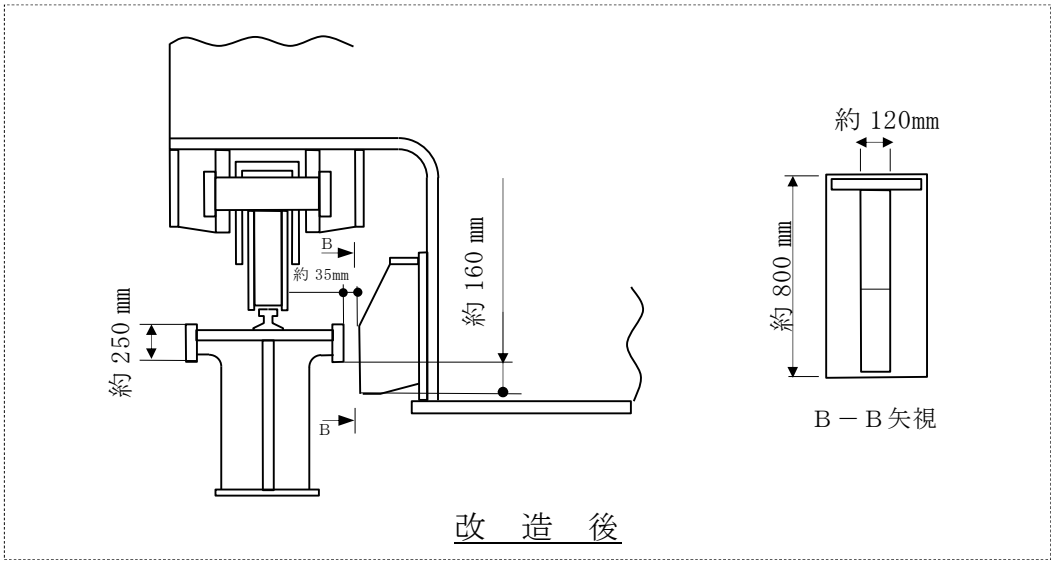
このため，落下防止金具とランウェイガーダとの関係から落下防止機能を有する長さが，クレーン本体の浮き上がり量に対して，余裕を有していることを確認することでクレーン本体の落下防止を図る設計とした。なお，審査を経て変更した基準地震動S_sにおけるクレーン本体の浮き上がり量は，約10mm*であり，落下防止金具がクレーン本体の落下防止機能を有する長さ約160mmよりも余裕を有することを現時点で確認している。

また，改造後寸法において落下防止金具とランウェイガーダとの通常使用時の間隙は,約35mmとしている。地震時においてクレーン本体が移動し，落下防止金具とランウェイガーダとが接触した場合のクレーン配置を第5図に示す。第5図に示すとおり，地震時においてもクレーン本体の車輪はレール上から落下しない設計としている。

＊：現状の評価結果であり，今後変更の可能性がある。





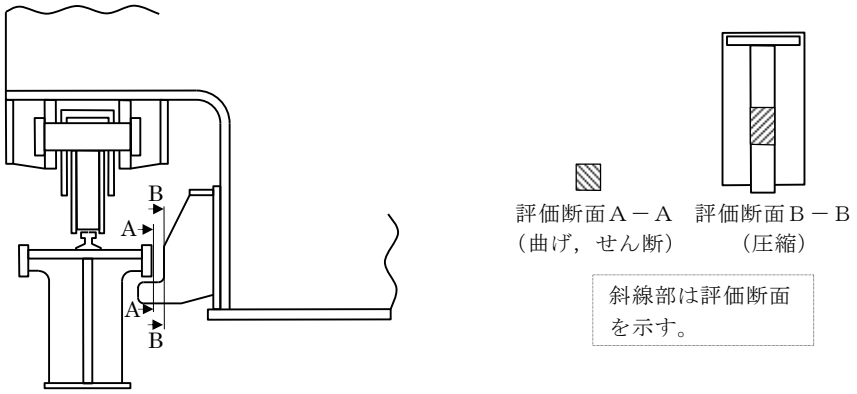


注記　本説明に用いる図は，落下防止対策の概要を模式的に示すものであり，構造物の寸法，間隙等の縮尺は実物と異なる（第 4 図～第 7 図も同様）。

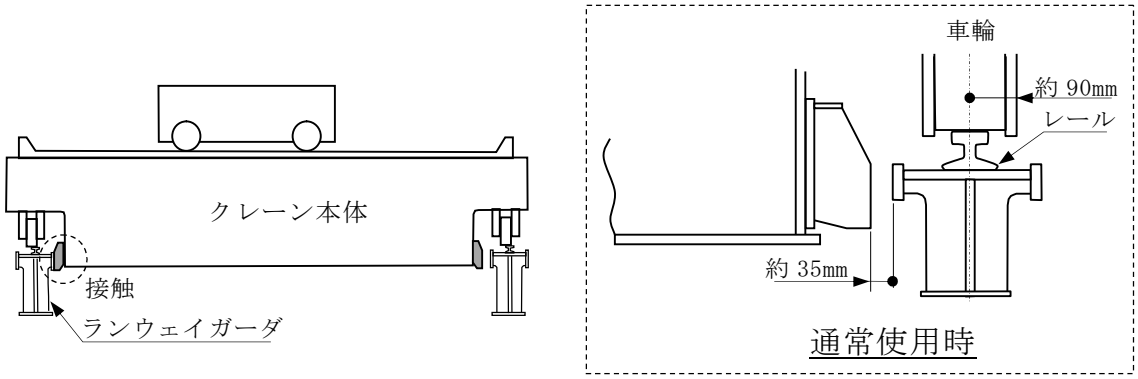
第 3 図　クレーン本体の落下防止対策概要図

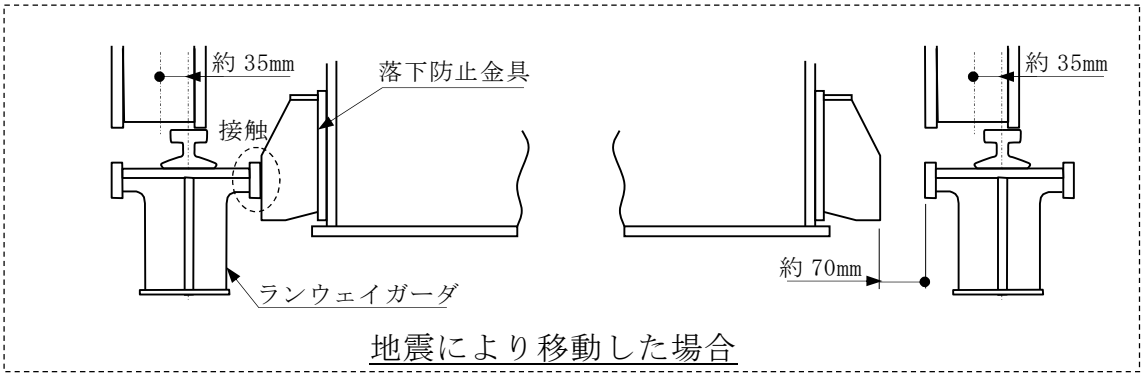
第１表　申請時Ｓ$_s$を用いた旧構造の落下防止金具の評価結果

応力分類	応力値(ＭＰａ)	許容値（ＭＰa）
圧縮	37	253
曲げ	368	253
せん断	115	146



第４図　旧構造の評価に用いた評価断面図





第５図　地震により移動した場合のクレーン配置の概略図

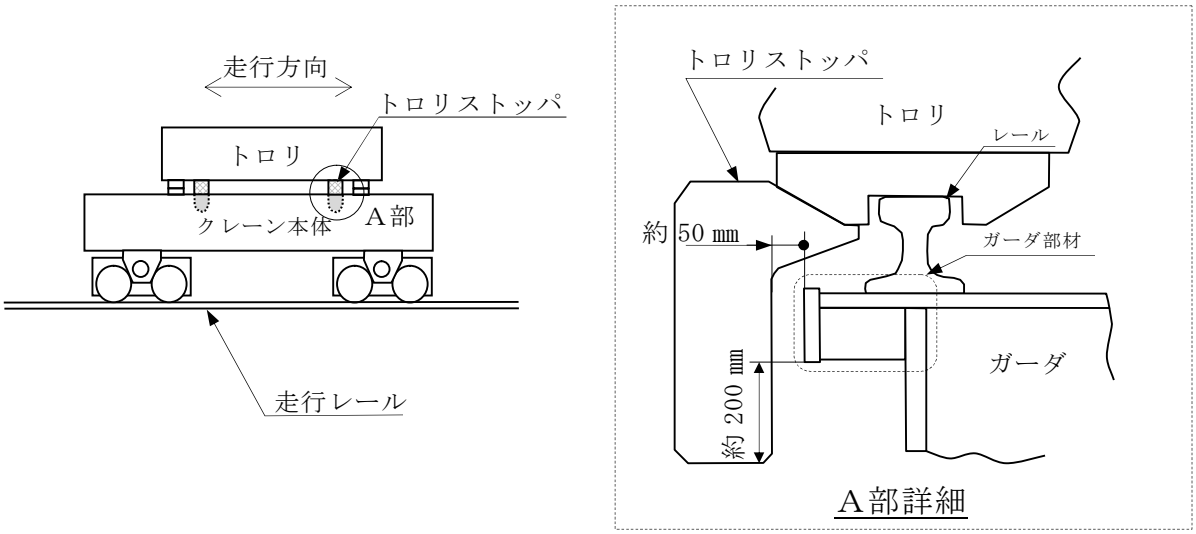
(2)　トロリの落下防止対策

トロリの落下防止対策概要を第6図に示す。旧構造は，落下防止のための構造物が設置されていないため，トロリに新たにトロリストッパを追設する。トロリストッパを追設に当たり，トロリストッパとガーダ部材との関係から落下防止機能を有する長さがトロリの浮き上がり量に対して，余裕を有していることを確認することでトロリの落下防止を図る設計とした。

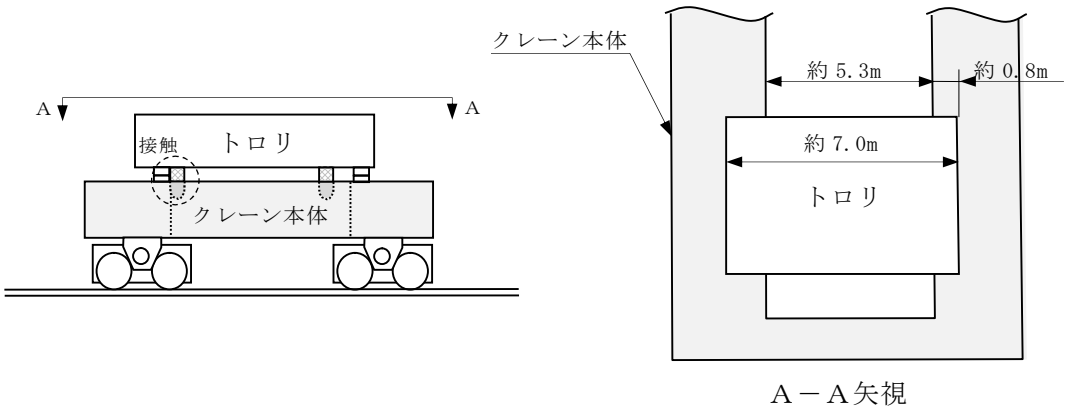
なお，審査を経て変更した基準地震動Ｓ$_s$におけるトロリの浮き上がり量は，約40㎜*であり，トロリストッパがトロリの落下防止機能を有する長さ約200㎜よりも余裕を有することを現時点で確認している。

また，改造後寸法においてトロリストッパとガーダ部材との通常使用時の間隙は，約50㎜である。地震時においてクレーン本体が移動し，トロリストッパとガーダ部材が接触した場合の配置を第7図に示す。第7図に示すとおり，クレーン本体の車輪はレール上から落下しない設計としている。

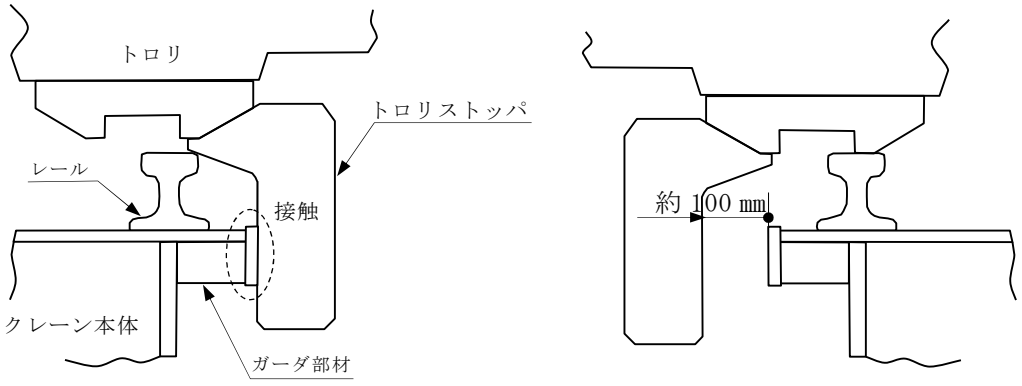
＊：現状の評価結果であり，今後変更の可能性がある。



第6図　トロリの落下防止対策概要図



Ａ－Ａ矢視



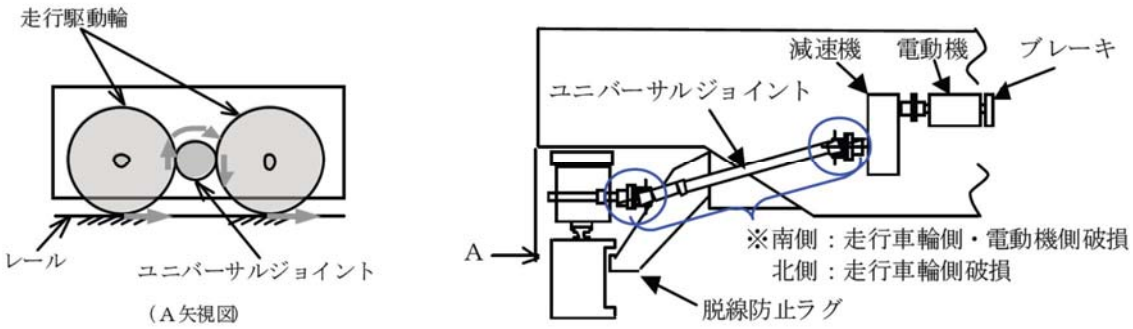
地震により移動した場合

第７図　地震により移動した場合のトロリ配置の概略図

3．原子炉建屋クレーンの他サイト不具合事例の確認

東海第二発電所の原子炉建屋クレーン落下防止対策に対する影響の観点から他サイトの原子炉建屋クレーンの不具合事例の確認を行った。

新潟県中越沖地震において，柏崎刈羽発電所６号機の原子炉建屋天井クレーンに不具合が発生している。当不具合事例は，原子炉建屋天井クレーンの走行電動用継手部（以下「ユニバーサルジョイント」という。）の車輪側のクロスピンが，地震により損傷していた事例である。第８図に示すとおりユニバーサルジョイントは，電動機からの動力を車輪部に伝達する装置であり，東海第二発電所の原子炉建屋クレーン落下防止対策とは関係しないものと考えられる。



第８図　ユニバーサルジョイント構造概要図

既設設備の耐震補強等に関して設計方針等への記載反映の要否について

既設設備の耐震補強等に関して設計方針等に記載を反映すべき事項の要否について整理する。検討に際しては，設計方針等への反映が必要となる項目として①～③の事項を踏まえて行い，その整理結果を第１表に示す。

① 解析手法

解析モデルの作成，地震応答解析等の地震応答解析手法として，既往設計方針の記載の範囲に加えて，新たな解析手法を採用する。

② 許容限界

評価に用いる許容限界として,構造変更により既往設計方針の記載の範囲に加えて，新たな許容限界を採用する。

③ 主要構造

原子炉建屋､原子炉格納容器等の主要施設に対する基本構造の記載に対して変更が生じる。

第１表に示すとおり，設計方針等に新たに記載すべき事項は抽出されなかった。

第１表　耐震補強等に対する設計方針等への反映要否

	施設・設備名称	内　容	設計方針等への反映の要否	
建物・構築物	排気筒	鉄塔部への支持部材の追加及び地盤改良	①解析手法	新たな解析手法を用いないため，反映は不要
			②許容限界	新たな許容限界を用いないため，反映は不要
			③主要構造	主要構造としての記載なし
機器・配管系	原子炉格納容器スタビライザ	フランジボルトの口径変更及び高強度材料適用	①解析手法	ボルト材の取替であり解析手法に影響しない
			②許容限界	新たな許容限界を用いないため，反映は不要
			③主要構造	基本構造に変更はないため，反映は不要
	原子炉建屋クレーン	落下防止対策の追設	①解析手法	新たな解析手法を用いないため，反映は不要
			②許容限界	新たな許容限界を用いないため，反映は不要
			③主要構造	主要構造としての記載なし
	燃料取替機	ガーダ等の部材強化	①解析手法	新たな解析手法を用いないため，反映は不要
			②許容限界	新たな許容限界を用いないため，反映は不要
			③主要構造	主要構造としての記載なし
	配管系	サポートの追加及び補強	①解析手法	新たな解析手法を用いないため，反映は不要
			②許容限界	新たな許容限界を用いないため，反映は不要
			③主要構造	基本構造に変更はないため，反映は不要
	残留熱除去系熱交換器	架台部への耐震補強サポート追設	①解析手法	新たな解析手法を用いないため，反映は不要
			②許容限界	新たな許容限界を用いないため，反映は不要
			③主要構造	主要構造としての記載なし

	施設・設備名称	内　容	設計方針等への反映の要否	
機器・配管系	水圧制御ユニット	架構部への補強梁追加	①解析手法	新たな解析手法を用いないため，反映は不要
			②許容限界	新たな許容限界を用いないため，反映は不要
			③主要構造	主要構造としての記載なし
	格納容器シアラグ部	シアラグ部への補強材追加	①解析手法	新たな解析手法を用いないため，反映は不要
			②許容限界	新たな許容限界を用いないため，反映は不要
			③主要構造	基本構造に変更はないため，反映は不要
屋外重要土木構造物	貯留堰取付護岸	地盤改良	①解析手法	新たな解析手法を用いないため，反映は不要
			②許容限界	新たな許容限界を用いないため，反映は不要
			③主要構造	主要構造としての記載なし
	屋外二重管基礎構造	屋外二重管を支持する基礎構造の追設	①解析手法	新たな解析手法を用いないため，反映は不要
			②許容限界	新たな許容限界を用いないため，反映は不要
			③主要構造	主要構造としての記載なし
	取水構造物	地盤改良	①解析手法	新たな解析手法を用いないため，反映は不要
			②許容限界	新たな許容限界を用いないため，反映は不要
			③主要構造	主要構造としての記載なし

別紙－１３

東海第二発電所

動的機能維持評価の検討方針について
（耐震）

1.　はじめに

本資料では，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等における動的機能保持に関する評価に係る一部改正（以下「技術基準規則解釈等の改正」という）を踏まえて，動的機能維持が必要な設備の検討方針を示す。

2.　動的機能維持のための新たな検討又は詳細検討が必要な設備の検討方針

ＪＥＡＧ4601 に定められた適用範囲から外れ新たな検討が必要な設備又は評価用加速度が機能維持確認済加速度を超えるため詳細検討が必要な設備を抽出するとともに，抽出された設備における動的機能維持のための検討方針を示す。

2.1　動的機能維持のための新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出

(1) 検討対象設備

検討対象設備は，耐震Ｓクラス並びに常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備とし，動的機能が必要な設備としてＪＥＡＧ4601 で適用範囲が定められている機種（立形ポンプ，横形ポンプ，電動機 等）とする。なお，加振試験により機能維持を確認する設備ＪＥＡＧ4601 にて評価用加速度が機能維持確認済み加速度を超えた場合の詳細検討の具体的手順が定められている設備については検討から除外する。

(2) 新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出

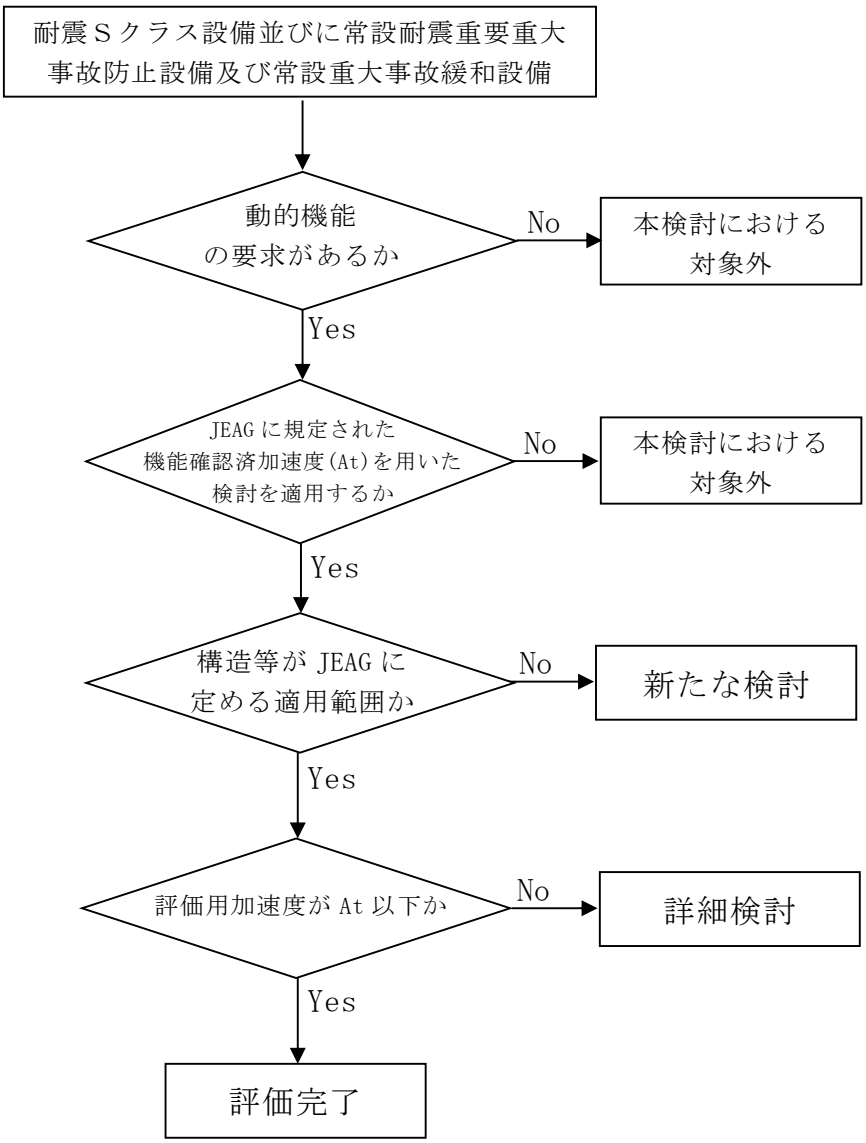
第１図に抽出フローを示す。検討対象設備について，ＪＥＡＧ4601 に定める適用機種に対して構造，作動原理等が同じであることを確認する。同じであることが確認できない場合は，新たな検討が必要な設備として抽出する。

さらに評価用加速度がＪＥＡＧ4601 及び既往の研究等※により妥当性が確認されている値に定める機能確認済加速度以内であることの確認を行い，

機能確認済加速度を超える設備については詳細検討が必要な設備として抽出する。

上記の整理結果として別表１に検討対象設備を示すとともに，新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出のための情報としてＪＥＡＧ4601 に該当する機種名等を整理した。

※　電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究（平成 10 年度～平成 13 年度)」



第１図　検討が必要な設備の抽出フロー

(3) 抽出結果

第1表に新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出結果を示す。

新たな検討が必要となる設備として，Vベルトの方式の遠心ファン（以下「Vベルト式ファン」という。）となる中央制御室換気系空気調和機ファン，中央制御室換気系フィルタ系ファン及び非常用ガス処理系排風機並びに横形スクリュー式ポンプ（以下「スクリュー式ポンプ」という。），横形ギヤ式ポンプ（以下「ギヤ式ポンプという。）として非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料移送ポンプ，常設代替高圧電源装置燃料移送ポンプ及び緊急時対策所用発電機給油ポンプが該当する。

新たな検討が必要となる設備のうち，Vベルト式ファンについては，遠心直結式ファン又は遠心直動式ファンへの構造変更を行うため，動的機能維持評価のための新たな検討は不要となる。

また，評価用加速度が機能確認済加速度を超える設備として残留熱除去系海水系ポンプ，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並びにこれらポンプ用の電動機が該当する。

第１表(1) 新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出結果

機種名	設備名称	ＪＥＡＧ4601 適用範囲 ○：可 ×：否（新たな検討が必要）	At 確認 ○：OK ×：NG（詳細検討が必要）
立形ポンプ	残留熱除去系ポンプ	○	○
	高圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○
	低圧炉心スプレイ系ポンプ	○	○
	残留熱除去系海水系ポンプ	○	×
	非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ	○	×
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ	○	×
	緊急用海水ポンプ	○	○注１
横形ポンプ	原子炉隔離時冷却系ポンプ	○	○
	非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ	×	－
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料移送ポンプ	×	－
	常設低圧代替注水系ポンプ	○	○注１
	代替燃料プール冷却系ポンプ	○	○
	格納容器圧力逃がし装置移送ポンプ	○	○注１
	代替循環冷却系ポンプ	○	○
	常設代替高圧電源装置燃料移送ポンプ	×	－
	緊急時対策所用発電機給油ポンプ	×	－
ポンプ駆動用タービン	原子炉隔離時冷却系ポンプ用駆動タービン	○	○
電動機	残留熱除去系ポンプ用電動機	○	○
	高圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○
	低圧炉心スプレイ系ポンプ用電動機	○	○
	残留熱除去系海水系ポンプ用電動機	○	×
	ほう酸水注入ポンプ用電動機	○	○
	中央制御室換気系空気調和機ファン用電動機	○	○

注１）今後の設計進捗によって，評価用加速度の変更により At 確認結果が変更する可能性が有る。

第１表(2) 新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出結果

機種名	設備名称	ＪＥＡＧ4601 適用範囲 ○：可 ×：否（新たな検討が必要）	At 確認 ○：OK ×：NG（詳細検討が必要）
電動機	中央制御室換気系フィルタ系ファン用電動機	○	○
	非常用ガス処理系排風機用電動機	○	○
	非常用ガス再循環系排風機用電動機	○	○
	可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ用電動機	○	○
	非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機	○	○注１
	非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ用電動機	○	×
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料移送ポンプ用電動機	○	○注１
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ用電動機	○	×
	常設低圧代替注水系ポンプ用電動機	○	○注１
	代替燃料プール冷却系ポンプ用電動機	○	○
	格納容器圧力逃がし装置移送ポンプ用電動機	○	○注１
	代替循環冷却系ポンプ用電動機	○	○
	緊急用海水ポンプ用電動機	○	○注１
	緊急時対策所非常用送風機用電動機	○	○注１
	常設代替高圧電源装置燃料移送ポンプ用電動機	○	○注１
	緊急時対策所用発電機給油ポンプ用電動機	○	○注１
ファン	中央制御室換気系空気調和機ファン	×	－
	中央制御室換気系フィルタ系ファン	×	－
	非常用ガス処理系排風機	×	－
	非常用ガス再循環系排風機	○	○
	可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ	○	○
	緊急時対策所非常用送風機	○	○注１

注１）今後の設計進捗によって，評価用加速度の変更により At 確認結果が変更する可能性が有る。

第１表(3) 新たな検討又は詳細検討が必要な設備の抽出結果

機種名	設備名称	ＪＥＡＧ4601 適用範囲 ○：可 ×：否（新たな検討が必要）	At 確認 ○：OK ×：NG（詳細検討が必要）
非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	○	○
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機	○	○
	非常用ディーゼル発電機調速装置及び非常用ディーゼル発電機非常調速装置	○	○
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機調速装置及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機非常調速装置	○	○
往復動式ポンプ	ほう酸水注入ポンプ	○	○
制御棒	制御棒挿入性	○	○注２

注２）地震応答解析結果から求めた燃料集合体変位が加振試験により確認された制御棒挿入機能に支障を与えない変位に対して下回ることを確認

2.2.　動的機能維持の検討

2.2.1　新たな検討が必要な設備の検討

(1) 新たな検討が必要な設備における動的機能維持の検討方針

新たな検討が必要な設備における動的機能維持の検討方針としては，技術基準規則解釈等の改正を踏まえて，公知化された検討として（社）日本電気協会　電気技術基準調査委員会の下に設置された原子力発電耐震設計特別調査委員会（以下「耐特委」という。）により取り纏められた類似機器における検討をもとに実施する。

具体的には，耐特委では動的機能の評価においては，対象機種ごとに現実的な地震応答レベルでの異常のみならず，破壊に至るような過剰な状態を念頭に地震時に考え得る異常状態を抽出し，その分析により動的機能上の評価点を検討し，機能維持を評価する際に確認すべき事項として，基本評価項目を選定している。

今回新たな検討が必要な設備については，基本的な構造は類似している機種／型式に対する耐特委での検討を参考に，型式による構造の違いを踏まえた上で地震時異常要因分析を実施し，基本評価項目を選定し機能維持評価を実施する。

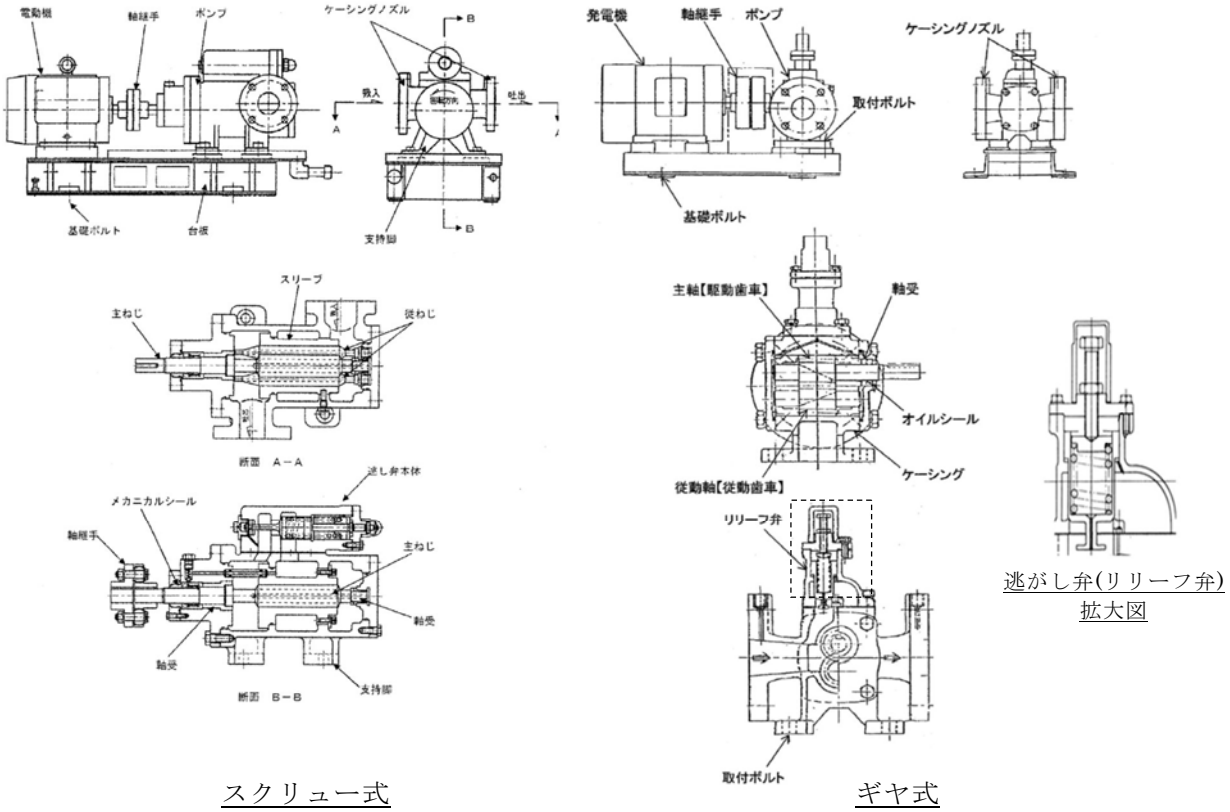
新たな検討が必要設備において，参考とする機種／型式を第 2 表に示すとともに，第 2 図及び第 3 図に今回工認にて新たな検討が必要な設備及び耐特委で検討され新たな検討において参考とする設備の構造概要図を示す。

スクリュー式及びギヤ式ポンプは，遠心式横形ポンプ（以下「遠心式ポンプ」という。）と内部流体の吐出構造が異なるが，電動機からの動力を軸継手を介してポンプ側に伝達する方式であること及びケーシング内にて軸系が回転し内部流体を吐出する機構を有しており基本構造が同じといえる。このため，スクリュー式及びギヤ式ポンプについては，遠心式横形ポンプを参考とし，地震時異常要因分析を実施する。なお，非常用ディーゼ

ル発電機燃料移送ポンプ，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料移送ポンプ，常設代替高圧電源装置燃料移送ポンプ及び緊急時対策所用発電機給油ポンプについては，新規制基準により新たに動的機能要求が必要となり，評価する設備となる。

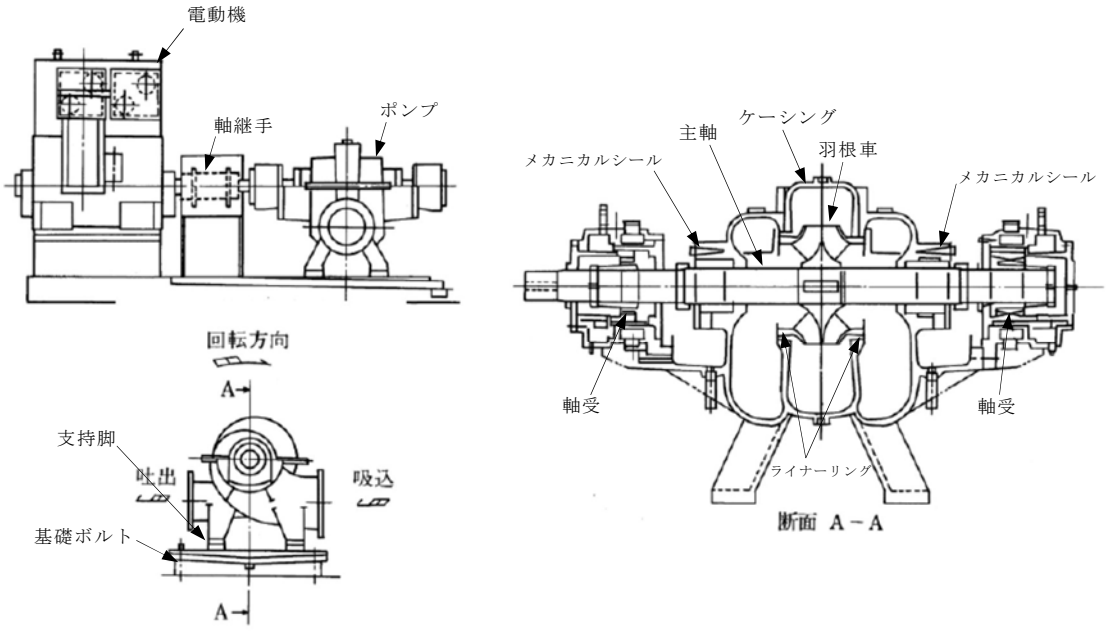
第２表　新たな検討が必要な設備において参考とする機種／型式

新たな検討が必要な設備	機種／型式	参考とする機種／型式
・非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料移送ポンプ ・常設代替高圧電源装置燃料移送ポンプ	横形ポンプ／スクリュー式	横形ポンプ／単段遠心式
・緊急時対策所用発電機給油ポンプ	横形ポンプ／ギヤ式	



スクリュー式　　ギヤ式

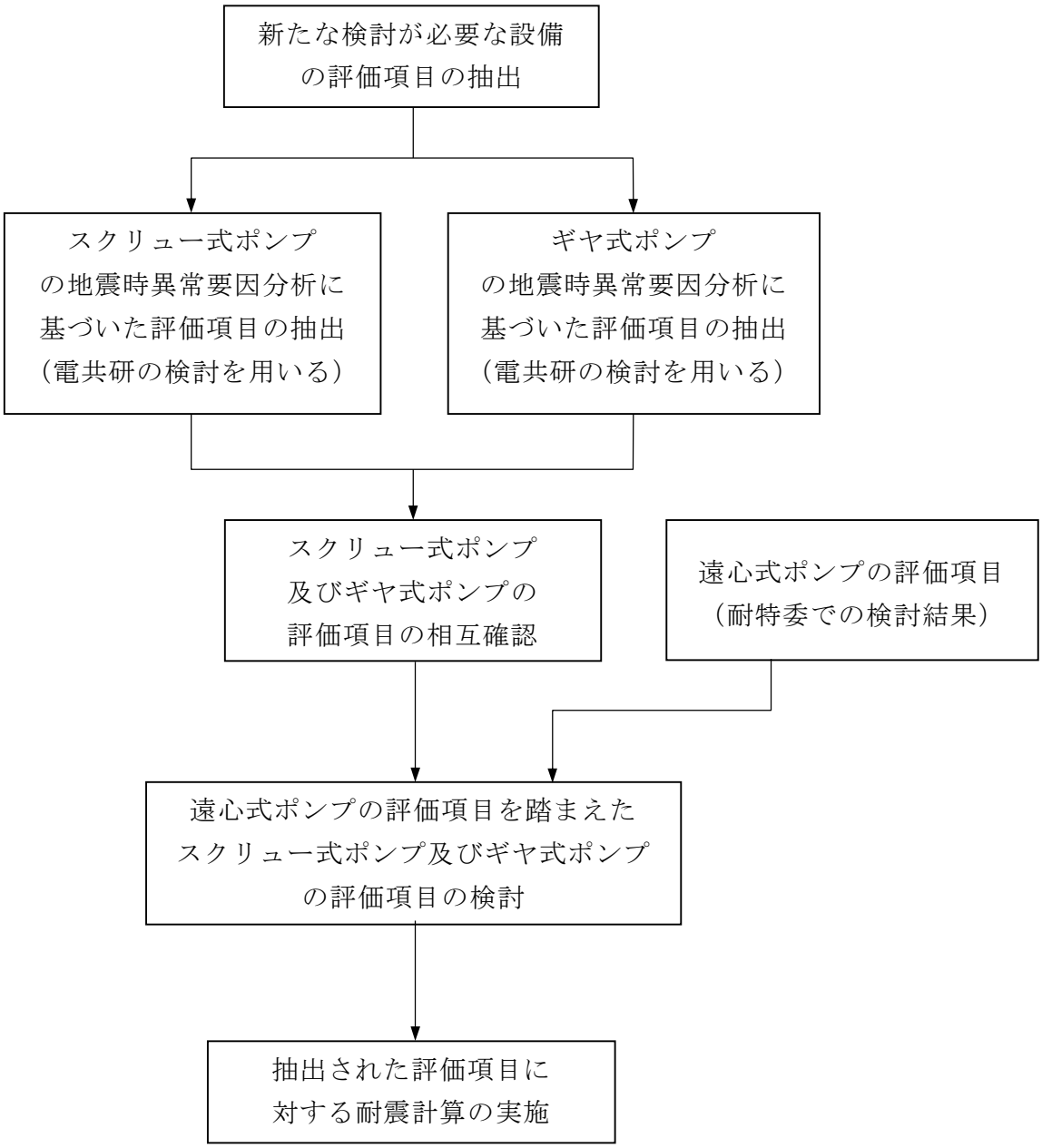
第２図　スクリュー式，ギヤ式ポンプ構造概要図



第３図　遠心式ポンプ構造概要図

(2)　新たな検討が必要な動的機能維持評価の評価項目の抽出

新たな検討が必要な設備として，スクリュー式ポンプ及びギヤ式ポンプに対する地震時異常要因分析を踏まえて評価項目を抽出する。また当該検討において参考とする耐特委での機種／型式に対する評価項目を踏まえた検討を行う。動的機能維持評価のための評価項目の抽出フローを第4図に示す。



第4図　　動的機能維持評価のための評価項目の抽出フロー

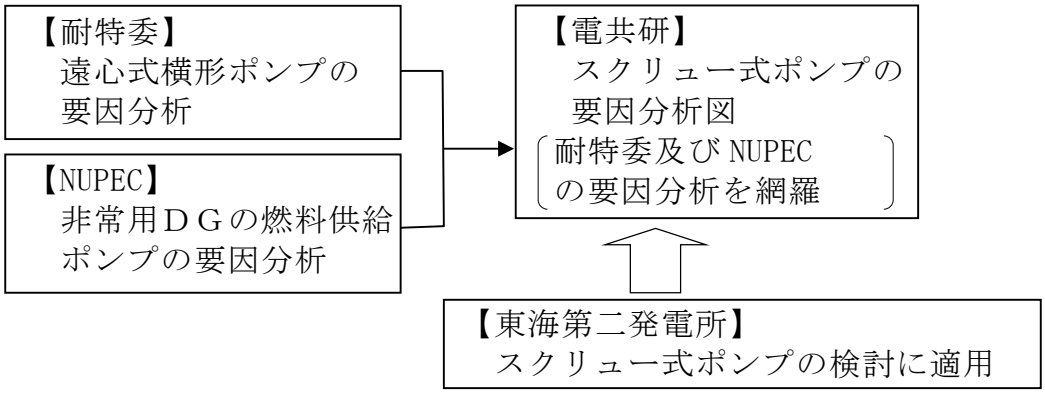
ａ．スクリュー式ポンプ及びギヤ式ポンプの地震時異常要因分析による評価項目の抽出

(a) スクリュー式ポンプの評価項目の抽出

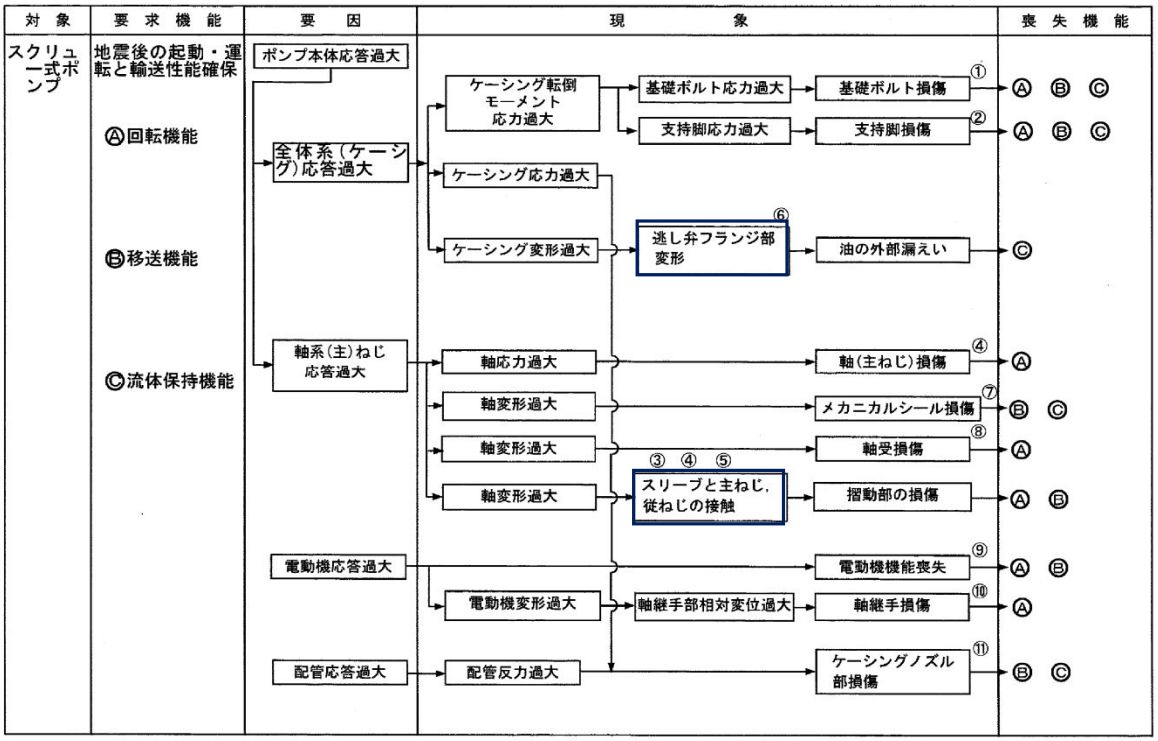
スクリュー式ポンプの地震時異常要因分析図（以下「要因分析図」という。）及び評価項目は，電共研※での検討内容を用いる。電共研では第5図に示すとおり，耐特委における遠心式横形ポンプ及びNUPECにおける非常用ＤＧの燃料供給ポンプに対する異常要因分析結果（非常用ディーゼル発電機システム耐震実証試験（1992年3月））を網羅するように，スクリュー式ポンプに対する地震時異常要因分析を行い,評価項目を抽出している。

スクリュー式ポンプの要因分析図を第6図に示す。要因分析図に基づき抽出される評価項目は第3表のとおりである。

※　動的機器の地震時機能維持の耐震余裕に関する研究（平成25年3月）



第5図　　地震時異常要因分析の適用（スクリュー式ポンプ）



第６図　スクリュー式ポンプの地震時異常要因分析図

第3表　スクリュー式ポンプ要因分析図から抽出した評価項目

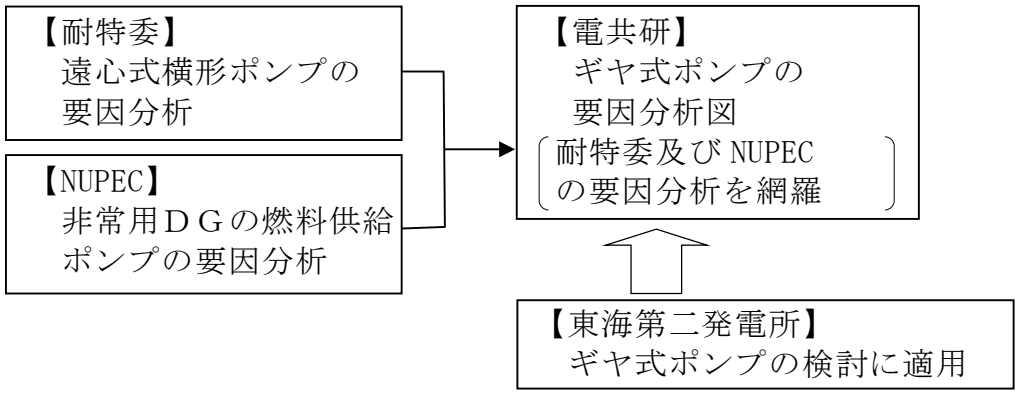
	評価項目	異常要因
①	基礎ボルト （取付ボルト含む）	ポンプ全体系の応答が過大となることで,転倒モーメントにより基礎ボルト（取付ボルトを含む）の応力が過大となり損傷に至り，全体系が転倒することで機能喪失する。
②	支持脚	ポンプ全体系の応答が過大となることで,転倒モーメントにより支持脚の応力が過大となり損傷に至り,全体系が転倒することで機能喪失する。
③ ④ ⑤	摺動部 （③スリーブ④主ねじ⑤従ねじのクリアランス）	ポンプ全体系の応答が過大となることで,軸変形が過大となることによりスリーブと主ねじ又は従ねじが接触し,摺動部が損傷に至り回転機能及び移送機能が喪失する。
④	軸系（主ねじ）	軸応力が過大となり,軸が損傷することにより回転機能及び移送機能が喪失する。
⑥	逃がし弁	ケーシングの応答が過大となり逃がし弁フランジ部変形し油の外部漏えいに至る。
⑦	メカニカルシール	軸系ねじの応答過大により軸変形に至りメカニカルシールが損傷することにより移送機能及び流体保持機能が喪失する。
⑧	軸受	軸変形が過大となり,軸受が損傷することで回転機能及び移送機能が喪失する。
⑨	電動機	電動機の応答が過大になり電動機の機能が喪失することで,回転機能及び輸送機能が喪失する。
⑩	軸継手	電動機の変形過大により軸受部の相対変位が過大となり,軸継手が損傷することで回転機能が喪失する。
⑪	ケーシングノズル	接続配管の応答が過大となり,ケーシングノズルが損傷することで移送機能及び流体保持機能が喪失する。

(b) ギヤ式ポンプの評価項目の抽出

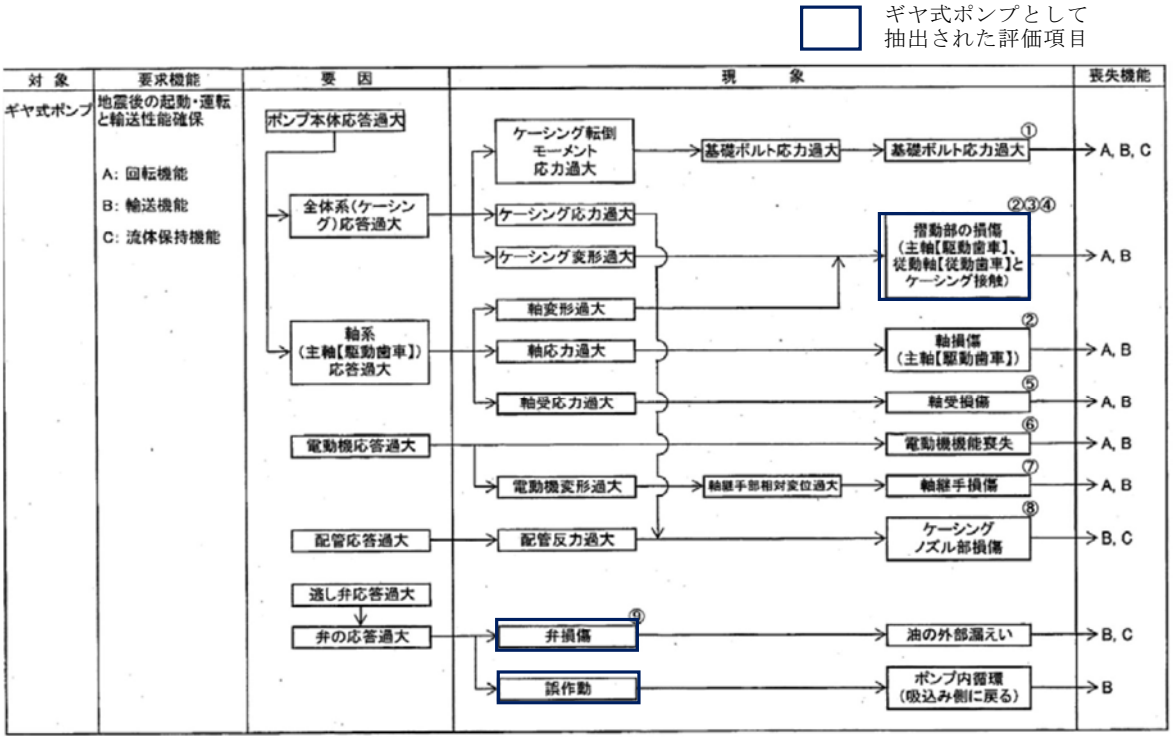
ギヤ式ポンプの要因分析図及び評価項目は，電共研※での検討内容を用いる。電共研では，第7図に示すとおり耐特委における遠心式横形ポンプ及びNUPECにおける非常用DGの燃料供給ポンプに対する異常要因分析結果（非常用ディーゼル発電機システム耐震実証試験（1992 年 3 月））を網羅するように，ギヤ式ポンプに対する異常要因分析を行い，評価項目を抽出している。

ギヤ式ポンプの要因分析図を第8図に示す。要因分析図に基づき抽出される評価項目は第4表のとおりである。

※　動的機器の地震時機能維持の耐震余裕に関する研究（平成 25 年 3 月）



第7図　　地震時異常要因分析の適用（ギヤ式ポンプ）



第８図　ギヤ式ポンプの地震時異常要因分析図

第4表　ギヤ式ポンプ要因分析図から抽出した評価項目

	評価項目	異常要因
①	基礎ボルト （取付ボルト含む）	ポンプ全体系の応答が過大となることで,転倒モーメントにより基礎ボルト（取付ボルトを含む）の応力が過大となり損傷に至り，全体系が転倒することにより機能喪失する。
② ③ ④	摺動部 （②主軸又は③従動軸と④ケーシングのクリアランス）	ポンプ全体系の応答が過大となることで，主軸（主動歯車）及び従動軸（従動歯車）の応答が過大となり軸部の変形により，ギヤがケーシングと接触することで損傷に至り，回転機能及び輸送機能が喪失する。
②	軸	軸応力が過大となり,軸が損傷することにより回転機能及び輸送機能が喪失する。
⑤	軸受	軸受荷重が過大となり,軸受が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。
⑥	電動機	電動機の応答が過大になり電動機の機能が喪失することで,回転機能及び輸送機能が喪失する。
⑦	軸継手	被駆動機軸と電動機軸の相対変位が過大となり,軸継手が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。
⑧	ケーシングノズル	接続配管の応答が過大となり,ケーシングノズルが損傷することで輸送機能及び流体保持機能が喪失する。
⑨	逃がし弁	弁の応答が過大となり,弁が損傷又は誤作動することで外部漏えい，ポンプ内循環が発生し，輸送機能及び流体保持機能が喪失する。

(c) スクリュー式ポンプ及びギヤ式ポンプの抽出した評価項目に対する相互確認

スクリュー式ポンプ及びギヤ式ポンプは,ポンプ構造が類似していることを踏まえて,各ポンプの評価項目の抽出結果を比較することにより,その検討結果について相互の確認を行う。

ⅰ） スクリュー式ポンプで抽出した評価項目に対してギヤ式ポンプで抽出されなかった評価項目

① 支持脚

ギヤ式ポンプはポンプケーシングに取付ボルト用のフランジが直接取り付けられており構造上存在しない。

② メカニカルシール

ギヤ式ポンプはメカニカルシールを有しない構造である。

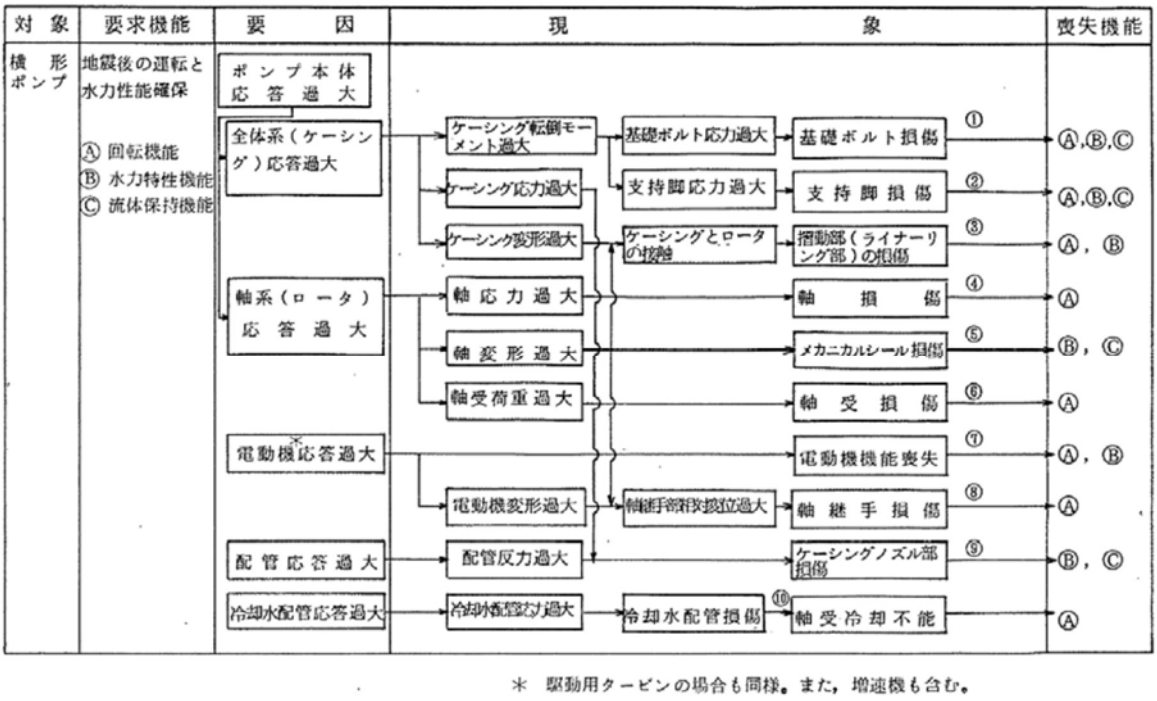
ⅱ） ギヤ式ポンプで抽出した評価項目に対してスクリュー式ポンプで抽出されなかった評価項目

③ 逃がし弁（移送機能）

スクリュー式ポンプについても逃がし弁が設置されており，誤作動すればギヤ式ポンプと同様に移送機能に影響を与えることからスクリュー式ポンプについても評価項目として選定する。

b．耐特委で検討された遠心式ポンプの地震時異常要因分析による評価項目

新たな検討が必要な設備としてスクリュー式ポンプ及びギヤ式ポンプの評価項目の検討において，公知化された検討として参考とする耐特委での遠心式ポンプの要因分析図を第 9 図に，要因分析図から抽出される評価項目を第 5 表に示す。



第９図　遠心式ポンプの地震時異常要因分析図

第5表　遠心式ポンプ要因分析図から抽出した評価項目

	評価項目	異常要因
① ②	基礎ボルト(取付ボルト含む)，支持脚	ポンプ全体系の応答が過大となることで,転倒モーメントにより基礎ボルト（取付ボルト含む）の応力が過大となり損傷に至り，全体系が転倒することにより機能喪失する。 またポンプ全体系の応答が過大となることで,支持脚の応力が過大となり損傷に至り,ポンプが転倒することにより機能喪失する。
③	摺動部 （インペラとライナーリングのクリアランス)	軸変形が過大となり,インペラがライナーリングと接触することで損傷に至り，回転機能及び輸送機能が喪失する。
④	軸	軸応力が過大となり,軸が損傷することにより回転機能及び輸送機能が喪失する。
⑤	メカニカルシール	軸変形が過大となり,メカニカルシールが損傷することにより流体保持機能が喪失する。
⑥	軸受	軸受荷重が過大となり,軸受が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。
⑦	電動機	電動機の応答が過大になり電動機の機能が喪失することで,回転機能及び輸送機能が喪失する。
⑧	軸継手	被駆動器軸と電動機軸の相対変位が過大となり,軸継手が損傷することで回転機能及び輸送機能が喪失する。
⑨	ケーシングノズル	接続配管の応答が過大となり,ケーシングノズルが損傷することで輸送機能及び流体保持機能が喪失する。
⑩	軸冷却水配管	冷却水配管の応答が過大となり,損傷することで軸冷却不能に至り，回転機能が喪失する。

c．遠心式ポンプの評価項目を踏まえたスクリュー式ポンプ及びギヤ式ポンプの評価項目の検討

(a) スクリュー式ポンプの評価項目の検討

スクリュー式ポンプの要因分析結果について，耐特委における遠心式ポンプの要因分析結果と同様に整理した結果，スクリュー式ポンプの評価項目は，遠心式ポンプとほぼ同様となった。スクリュー式ポンプの動的機能維持の評価項目の抽出にあたり，遠心式ポンプの耐特委における評価項目

に加え，構造の差異により抽出されたスクリュー式ポンプの評価項目を加えて検討を行う。なお，構造の差異として抽出された評価項目は下記の通りである。

・逃がし弁（遠心式ポンプの評価項目になくスクリュー式ポンプのみで抽出）
・摺動部（スクリュー式ポンプ及び遠心式ポンプの両方で抽出された評価項目であるが，構成部品が異なる。）
・軸冷却水配管（スクリュー式ポンプの評価項目になく遠心式ポンプのみで抽出）

耐特委で検討された遠心式ポンプは，大型のポンプであり軸受としてすべり軸受を採用していることから，軸受の冷却が必要となる。このため，地震により軸冷却水配管の損傷に至ればポンプの機能維持に影響を及ぼすため，軸冷却水配管を評価項目として抽出している。一方でスクリュー式ポンプの標準設計として，軸冷却水配管を有していない。軸冷却水配管は軸受の冷却のため設置されるが，スクリュー式ポンプの軸受は内部流体で冷却が可能であるため，軸冷却水配管は設置されていない。

① 基礎ボルト（取付ボルトを含む）の評価

スクリュー式ポンプは遠心式ポンプと同様に，基礎ボルトで固定された架台の上に，駆動機器及び被駆動機器が取付ボルトに設置されており，地震時に有意な荷重がかかることから動的機能維持の評価項目として選定する。

② 支持脚部の評価

支持脚部については，スクリュー式ポンプと遠心式ポンプとで構造に大きな違いはなく，高い剛性を有するためにケーシング定着部に荷重がかかる構造となっている。このため，取付ボルト及び基礎ボルトが評価上

厳しい部位であるため，取付ボルト及び基礎ボルトの評価で代表できる。

③ 摺動部の評価

摺動部の損傷の観点より，遠心式ポンプの検討におけるケーシングと接触して損傷するライナーリング部の評価を行うのと同様に，スクリュー式ポンプにおける評価項目を以下のとおり選定する。

スクリュー式ポンプのスクリュー部は，構造が非常に剛であり，地震応答増幅が小さく動的機能評価上重要な部分の地震荷重が通常運転荷重に比べて十分小さいと考えられる。また，スリーブ部については，ケーシング部に設置されている。

主ねじ又は従ねじについては，損傷によってスリーブ部と接触することで回転機能及び輸送機能が喪失に至ることが考えられるため，動的機能維持の評価項目として選定する。

④ 軸系の評価

スクリュー式ポンプは主ねじ及び従ねじを有する構造であり，一軸構造の遠心式ポンプとは軸の構造が異なるが，軸系の損傷によってポンプとしての機能を喪失することは同様である。このため，スクリュー式ポンプにおいても，遠心式ポンプと同様に，軸損傷が発生しないことを確認するため，軸系の評価を動的機能維持の評価項目として選定する。

⑥ 逃がし弁の評価

逃がし弁はばね式であり，フランジ部の構造評価に対する確認も含め，弁に作用する最大加速度が，安全弁の動的機能維持確認済加速度以下であることを確認する。

⑦ メカニカルシール

メカニカルシールは，高い剛性を有するケーシングに固定されており，地震時に有意な変位が生じない。また軸封部は軸受近傍に位置し，軸は地震時でも軸受で支持されており，有意な変位は生じることはなく，軸

封部との接触は生じないため，計算書の対象外とする。

⑧ 軸受の評価

ポンプにおいて，軸受の役割は回転機能の保持であり，その役割はスクリュー式ポンプも遠心式ポンプも同じである。当該軸受が損傷することにより，ポンプの機能喪失につながるため，動的機能維持の評価項目として選定する。また，評価においては発生する荷重としてスラスト方向及びラジアル方向の荷重を考慮して評価を行う。

⑨ 電動機の評価

スクリュー式ポンプの電動機は横向きに設置されるころがり軸受を使用する電動機であり，耐特委（ＪＥＡＧ4601）で検討されている横型ころがり軸受電動機の適用範囲内であることから，動的機能維持済加速度との比較により評価を行う。

⑩ 軸継手の評価

スクリュー式ポンプは，遠心式ポンプと同様に，軸受でスラスト荷重を受け持つこと及びフレキシブルカップリングを採用していることから，軸継手にはスラスト荷重による有意な応力が発生しないため，計算書の評価対象外とする。

⑪ ケーシングノズルの評価

スクリュー式ポンプのケーシングノズル部は，遠心式ポンプと同様に，ポンプケーシングと配管の接続部であるが，ノズル出入口配管のサポートについて適切に配管設計することで，ノズル部に過大な配管荷重が伝わらないため，計算書の評価対象外とする。

以上から，スクリュー式ポンプにおいて抽出される動的機能維持の評価項目のうち，計算書の評価対象とするものは以下の通りである。

・基礎ボルト及び取付ボルトの評価

・摺動部（軸系）の評価

・軸系としてねじの評価

・逃がし弁の評価

・軸受の評価

・電動機の評価

(b) ギヤ式ポンプの評価項目の検討

ギヤ式ポンプの要因分析結果について，耐特委における遠心式ポンプの要因分析結果と同様に整理した結果，ギヤ式ポンプの評価項目は，遠心式ポンプとほぼ同様となる。ギヤ式ポンプの動的機能維持の評価項目の抽出にあたり，遠心式ポンプの耐特委における評価項目に加え，構造の差異により抽出されたギヤ式ポンプの評価項目を加えて検討を行う。なお，構造の差異として抽出された評価項目は下記の通りである。

・逃がし弁(遠心式ポンプの評価項目になくギヤ式ポンプのみで抽出)

・摺動部（ギヤ式ポンプと遠心式ポンプの両方で抽出された評価項目であるが，構成部品が異なる。）

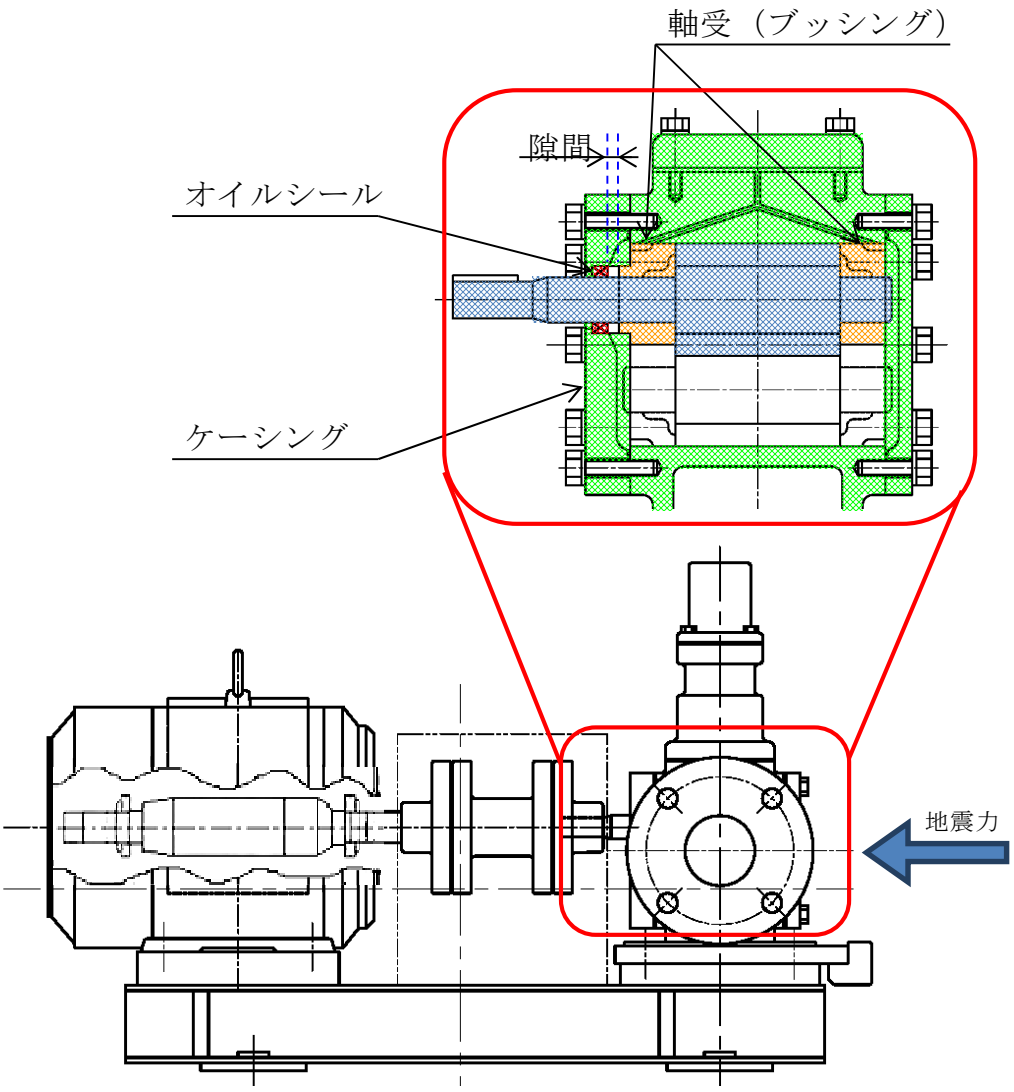
・メカニカルシール（ギヤ式ポンプの評価項目になく遠心式ポンプのみで抽出）

・軸冷却水配管（ギヤ式ポンプの評価項目になく遠心式ポンプのみで抽出）

耐特委で検討された遠心式ポンプは，大型のポンプであり軸受としてすべり軸受を採用していることから，軸受の冷却が必要となる。このため，地震により軸冷却水配管の損傷に至ればポンプの機能維持に影響を及ぼすため，軸冷却水配管を評価項目として抽出している。一方でスクリュー式ポンプの標準設計として，軸冷却水配管を有していない。軸冷却水配管は軸受の冷却のため設置されるが，スクリュー式ポンプの軸受は内部流体で

冷却が可能であるため，軸冷却水配管は設置されていない。

また，ギヤ式ポンプは軸封部の標準設計としてオイルシールを採用している（第 10 図参照）。オイルシールはケーシングと軸受（ブッシング）で形成される隙間部に挿入される形態で取り付けられており，オイルシールとブッシングの間には隙間がある構造であるため，地震荷重は軸受（ブッシング）を通してケーシングに伝達されることから，ケーシングと軸受（ブッシング）が健全であれば，オイルシールが損傷することはないことから，地震時異常要因分析による評価項目に選定されていない。



設計進捗により構造変更の可能性有り。

第 10 図　ギヤ式ポンプの標準的な構造概要図

① 基礎ボルト（取付ボルトを含む）の評価

ギヤ式ポンプは遠心式ポンプと同様に,基礎ボルトで固定された架台の上に，駆動機器及び被駆動機器が取付ボルトに設置されており，地震時に有意な荷重がかかることから動的機能維持の評価項目として選定する。

②③④ 摺動部の評価

摺動部の損傷の観点より,遠心式ポンプの検討におけるケーシングと接触して損傷するライナーリング部の評価を行うのと同様に，ギヤ式ポンプにおける評価項目を以下のとおり選定する。

ギヤ式ポンプのギヤ部は，構造が非常に剛であり，地震応答増幅が小さく動的機能評価上重要な部分の地震荷重が通常運転荷重に比べて十分小さいと考えられる。また，ケーシングについては，横形ポンプと同様に耐圧構造であり，使用圧力に耐えられる強度の肉厚を有している。

主軸又は従動軸については,損傷によってギヤがケーシングと接触することで回転機能及び輸送機能が喪失に至ることが考えられる。主軸の重量は，従動軸の重量に比べ大きく，軸を支持する距離は双方の軸で同じであるため，評価項目は，主軸（ギヤ部）を対象として行う。

② 主軸の評価

ギヤ式ポンプは二軸（主軸及び従動軸）構造であり，一軸構造の横形ポンプとは軸の構造が異なるが，主軸の重量は，従動軸に比べ大きく，軸を支持する距離は双方の軸で同じであるため,主軸の健全性確認を行うことによって，一軸構造の横形ポンプと同様の見解が適用できるものである。そのため，ギヤ式ポンプにおいても，遠心式ポンプと同様に，軸損傷が発生しないことを確認するため,主軸の評価を動的機能維持の評価項目として選定する。

⑤ 軸受の評価

ポンプにおいて，軸受の役割は「回転機能の保持」であり，その役割は

遠心ポンプもギヤ式ポンプも同じである。

当該軸受が損傷することにより，ポンプの機能喪失につながるため，動的機能維持の評価項目として選定する。また，評価においては発生する荷重としてスラスト方向及びラジアル方向の荷重を考慮して評価を行う。

なお，遠心式ポンプは「ころがり軸受」を用いており，「回転機能の保持」という役割を果たすために，ベアリング内外輪間に鋼球を装備した回転機構を有する構造となっている。

一方，ギヤ式ポンプは「ブッシング」を用いており，「ころがり軸受」と同様に「回転機能の保持」という役割を果たすために，軸とブッシング間に形成された油膜によるスベリ支持を有する構造となっている。

⑥ 電動機の評価

ギヤ式ポンプの電動機は横向きに設置されるころがり軸受を使用する電動機であり，耐特委（ＪＥＡＧ4601）で検討されている横型ころがり軸受電動機の適用範囲内であることから，動的機能維持済加速度との比較により評価を行う。

⑦ 軸継手の評価

ギヤ式ポンプは，遠心式ポンプと同様に，軸受でスラスト荷重を受け持つこと及びフレキシブルカップリングを採用していることから，軸継手にはスラスト荷重による有意な応力が発生しないため，計算書の評価対象外とする。

⑧ ケーシングノズルの評価

ギヤ式ポンプのケーシングノズル部は，遠心式ポンプと同様に，機器と配管の接続部であるが，ノズル出入口配管のサポートについて適切に配管設計することで，ノズル部に過大な配管荷重が伝わらないため，計算書の評価対象外とする。

⑨ 逃がし弁の評価

逃がし弁はばね式であるため，弁に作用する最大加速度が，安全弁の動的機能維持確認済加速度以下であることを確認する。

以上から，ギヤ式ポンプにおいて抽出される動的機能維持の評価項目のうち，計算書の評価対象とするものは以下の通りである。

・基礎ボルト（取付ボルトを含む）の評価
・主軸（ギヤ部）の評価
・主軸の評価
・軸受の評価
・電動機の評価
・逃がし弁の評価

(3) まとめ

新たな検討が必要な設備について，地震時要因分析を行い，基本的な機構造が類似している機種／型式に対する耐特委での検討を参考に，型式による構造の違いを踏まえた上で地震時異常要因分析を行い，評価項目の抽出を行った。

また，耐特委における遠心式ポンプの評価項目に対して，スクリュー式ポンプ及びギヤ式ポンプは，一部構造の異なる部位があるが，これら部位に対する評価方法については，耐特委で検討された遠心式ポンプにおける評価手法と同様であること，既往の評価方法を踏まえて実施が可能であることから，耐特委の検討をもとに参考とする遠心式ポンプをベースとした評価は可能であると考える。

(2) 詳細検討が必要な設備における動的機能維持の検討方針

評価用加速度が機能確認済加速度を超えた場合の検討については，ＪＥＡＧ4601－1991 追補版及び耐特委報告書にて，動的機能維持評価上必要な基本評価項目が地震時異常要因分析に基づき選定されている（第6表）。機能維持評価に当たっては，技術基準規則解釈等の改正を踏まえて，基本評価項目に対して，必要な評価項目を選定し，その妥当性を示した上で検討を実施する。

第6表　各設備における基本評価項目

詳細検討が必要な設備	機種／型式	基本評価項目
・残留熱除去系海水系ポンプ ・非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ	立形ポンプ／立形斜流ポンプ	基礎ボルト 取付ボルト ディスチャージケーシング コラム コラムサポート 軸受 軸 冷却水配管 メカニカルシール熱交換器 電動機
・残留熱除去系海水系ポンプ用電動機 ・非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ用電動機 ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ用電動機	電動機／立形ころがり軸受電動機	端子箱 フレーム 基礎ボルト 取付ボルト 固定子 軸（回転子） 軸受 固定子と回転子とのクリアランス 軸継手

3.　弁機能維持評価に用いる配管系の応答値について

技術基準規則解釈等の改正を踏まえて，東海第二発電所の配管系に設置される弁の機能維持評価に適用する加速度値の算定方針について，規格基準に基づく設計手順を整理し，比較することにより示す。規格基準に基づく手法としてＪＥＡＧ4601 の当該記載部の抜粋を第 11 図に示す。

(1)　規格基準に基づく設計手順の整理

ＪＥＡＧ4601 において，弁の動的機能維持評価に用いる弁駆動部の応答加速度の算定方針が示されている。

配管系の固有値が剛と判断される場合は最大加速度(ZPA)を用いること，また，柔の場合は設計用床応答スペクトルを入力とした配管系のスペクトルモーダル解析を行い算出された弁駆動部での応答加速度を用いることにより，弁の動的機能維持評価を実施することとされている。

(2)　今回工認における東海第二発電所の設計手順

今回工認における東海第二発電所の弁駆動での応答加速度値の設定は，上記のＪＥＡＧ4601 の規定に加えて一定の余裕を見込み評価を実施する方針とする。

ａ．剛の場合

配管系が剛な場合は，最大加速度に一定の余裕を考慮し 1.2 倍した値(1.2ZPA)を用いて弁駆動部の応答加速度を算出し，機能維持評価を実施する。

ｂ．柔の場合

配管系の固有値が柔の場合は，ＪＥＡＧ4601 の手順と同様にスペクトルモーダル解析を行い弁駆動部の応答加速度を算出した値に加えて，剛領域の振動モードの影響を考慮する観点から 1.2 倍した最大加速度（1.2ZPA）による弁駆動部の応答加速度を算定し，何れか大きい加速度を用いて機能維持評価を行う方針とする。

また，弁駆動部の応答加速度の算定に用いる配管系のスペクトルモーダル解析において，剛領域の振動モードの影響により応答加速度の増加が考えられる場合には，剛領域の振動モードの影響を考慮するため，高周波数域の振動モードまで考慮した地震応答解析を行う。スペクトルモーダル解析において考慮する高周波数域の範囲については，応答解析結果を用いた検討を踏まえて決定する。

弁の機能維持評価における規格基準に基づく耐震設計手順及び東海第二発電所の耐震設計手順の比較を第7表に示す。

第7表に示すとおり，東海第二発電所における弁の機能維持評価に用いる加速度値としては，規格基準に基づく設定方法に比べて一定の裕度を見込んだ値としている。

第7表　弁の機能維持評価の耐震設計手順の比較

配管系の固有値	ＪＥＡＧ4601	東海第二発電所
剛の場合	最大加速度(1.0ZPA)を適用する。	最大加速度の 1.2 倍した値(1.2ZPA)を適用する。
柔の場合	スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答を適用する。	スペクトルモーダル解析により算出した弁駆動部の応答*1又は最大加速度の 1.2 倍した値(1.2ZPA)の何れか大きい方を適用する。

＊1　高周波数域の振動モードまで考慮した地震応答解析を行う。

(5) 地震応答解析

弁の地震応答を算出するに当たり，(4)項で作成した弁モデルを配管系モデルに組み込み，地震応答解析を実施する。この場合の解析方法は，配管系の固有値に応じて静的応答解析法あるいはスペクトルモーダル応答解析法を用いる。

配管系の固有値が剛と判断される場合は，静的応答解析を行うが，この場合弁に加わる加速度は設計用床応答スペクトルのＺＰＡ（ゼロ周期加速度）であり，これを弁駆動部応答加速度と見なして評価を行う。また，剛の範囲にない場合には，原則として(3)項で定めた設計用床応答スペクトルを入力とする配管系のスペクトルモーダル解析を行い，算出された弁駆動部応答加速度を用いて弁の評価を実施する。更に，弁の詳細評価が必要となる場合には，弁各部の強度評価に必要な応答荷重を算出する。

なお，減衰定数については現在配管系の解析に使用されている0.5～2.5%の値を用いるものとする。

第11図　ＪＥＡＧ4601（1991）の抜粋

別表１　検討対象設備の抽出結果

施設区分／設備名称	動的機能維持要求の有無	動的機能維持の確認方法	At超え時の評価方法がJEAGに規定されている設備 ○：規定されている ×：規定されていない －：対象外	検討対象設備としての抽出結果 ○：検討対象とする設備 －：検討対象でない設備	ＪＥＡＧ4601 機種／型式		Ａｔ確認		
					機種	型式	方向	評価用＊1 加速度	機能確認済 加速度
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設									
使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備									
代替燃料プール注水系									
常設低圧代替注水系ポンプ	有	JEAG4601 による確認	×	○	横形ポンプ	遠心式	水平	0.61	3.2(軸直角方向) 1.4(軸方向)
							鉛直	0.53	1.0
					電動機	横形ころがり軸受	水平	0.61	4.7
							鉛直	0.53	1.0
可搬型代替注水大型ポンプ	有	加振試験 による確認	－	－	－	－	－	－	－
代替燃料プール冷却系									
代替燃料プール冷却系ポンプ	有	JEAG4601 による確認	×	○	横形ポンプ	遠心式	水平	0.86	3.2(軸直角方向) 1.4(軸方向)
							鉛直	0.65	1.0
					電動機	横形ころがり軸受	水平	0.86	4.7
							鉛直	0.65	1.0
原子炉冷却系統施設									
原子炉冷却材再循環設備									
原子炉冷却材再循環系									
原子炉冷却材再循環系ポンプ	無	－	－	－	－	－	－	－	－
原子炉冷却材の循環設備									
残留熱除去設備									
残留熱除去系									
残留熱除去系ポンプ	有	JEAG4601 による確認	×	○	立形ポンプ	ピットバレル形	水平	0.48	10.0
							鉛直	0.50	1.0
					電動機	立形ころがり軸受	水平	0.48	2.5
							鉛直	0.50	1.0
格納容器圧力逃がし装置									
格納容器圧力逃がし装置 移送ポンプ	有	JEAG4601 による確認	×	○	横形ポンプ	遠心式	水平	0.61	3.2(軸直角方向) 1.4(軸方向)
							鉛直	0.53	1.0
					電動機	横形ころがり軸受	水平	0.61	4.7
							鉛直	0.53	1.0
非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備									
高圧炉心スプレイ系									
高圧炉心スプレイ系ポンプ	有	JEAG4601 による確認	×	○	立形ポンプ	ピット バレル形	水平	0.48	10.0
							鉛直	0.50	1.0
					電動機	立形すべり軸受	水平	0.48	2.5
							鉛直	0.50	1.0
低圧炉心スプレイ系									
低圧炉心スプレイ系ポンプ	有	JEAG4601 による確認	×	○	立形ポンプ	ピット バレル形	水平	0.48	10.0
							鉛直	0.50	1.0
					電動機	立形ころがり軸受	水平	0.48	2.5
							鉛直	0.50	1.0
原子炉隔離時冷却系									
原子炉隔離時冷却系ポンプ	有	JEAG4601 による確認	×	○	横形ポンプ	遠心式	水平	0.48	3.2(軸直角方向) 1.4(軸方向)
							鉛直	0.50	1.0
					ポンプ駆動用タービン	ＲＣＩＣポンプ用	水平	0.48	2.4
							鉛直	0.50	1.0
高圧代替注水系									
常設高圧代替注水系ポンプ	有	加振試験 による確認	－	－	－	－	－	－	－

＊1　評価用加速度は，暫定値であり今後設計進捗により変更の可能性がある。

施設区分／設備名称	動的機能維持要求の有無	動的機能維持の確認方法	At超え時の評価方法がJEAGに規定されている設備 ○：規定されている ×：規定されていない －：対象外	検討対象設備としての抽出結果 ○：検討対象とする設備 －：検討対象でない設備	ＪＥＡＧ4601 機種／型式		Ａｔ確認		
					機種	型式	方向	評価用[*1]加速度	機能確認済加速度
低圧代替注水系									
常設低圧代替注水系ポンプ	－（前段で整理済）								
可搬型代替注水大型ポンプ	－（前段で整理済）								
代替循環冷却系									
代替循環冷却系ポンプ	有	JEAG4601による確認	×	○	横形ポンプ	遠心式	水平	0.48	3.2(軸直角方向) 1.4(軸方向)
							鉛直	0.50	1.0
					電動機	横形ころがり軸受	水平	0.48	4.7
							鉛直	0.50	1.0
原子炉冷却材補給設備									
原子炉隔離時冷却系									
原子炉隔離時冷却系ポンプ	－（前段で整理済）								
原子炉補機冷却設備									
残留熱除去系海水系									
残留熱除去系海水系ポンプ	有	JEAG4601による確認	×	○	立形ポンプ	立形斜流式	水平	0.38	10.0
							鉛直	1.48	1.0
					電動機	立形ころがり軸受	水平	0.38	2.5
							鉛直	1.48	1.0
代替残留熱除去系海水系									
可搬型代替注水大型ポンプ	－（前段で整理済）								
緊急用海水系									
緊急用海水ポンプ	有	JEAG4601による確認	×	○	立形ポンプ	立形斜流式	水平	0.61	10.0
							鉛直	0.53	1.0
					電動機	立形ころがり軸受	水平	0.61	2.5
							鉛直	0.53	1.0
計測制御系統施設									
制御材									
制御棒	有	加振試験による確認	－	－	制御棒	BWR標準型式	水平	11.2㎜	40㎜
							鉛直	詳細設計段階で鉛直方向地震による影響を整理する。	
ほう酸水注入設備									
ほう酸水注入系									
ほう酸水注入ポンプ	有	JEAG4601による確認	×	○	往復動式ポンプ	横形	水平	0.93	1.6
							鉛直	0.80	1.0
					電動機	横形ころがり軸受	水平	0.93	4.7
							鉛直	0.80	1.0
放射線管理施設									
放射線管理用計測装置									
換気設備									
中央制御室換気系									
中央制御室換気系空気調和機ファン	有	JEAG4601による確認	×	○	ファン	－	－	－	－
							－	－	－
					電動機	横形ころがり軸受	水平	0.86	4.7
							鉛直	0.65	1.0
中央制御室換気系フィルタ系ファン	有	JEAG4601による確認	×	○	ファン	－	－	－	－
							－	－	－
					電動機	横形ころがり軸受	水平	0.86	4.7
							鉛直	0.65	1.0

＊1　評価用加速度は，暫定値であり今後設計進捗により変更の可能性がある。

施設区分／設備名称	動的機能維持要求の有無	動的機能維持の確認方法	At超え時の評価方法がJEAGに規定されている設備 ○：規定されている ×：規定されていない －：対象外	検討対象設備としての抽出結果 ○：検討対象とする設備 －：検討対象でない設備	ＪＥＡＧ4601 機種／型式		Ａｔ確認		
					機種	型式	方向	評価用＊1 加速度	機能確認済 加速度
緊急時対策所換気系									
緊急時対策所非常用送風機	有	JEAG4601 による確認	×	○	ファン	遠心 直動式	水平	0.90	2.6
							鉛直	0.78	1.0
					電動機	横形ころがり軸受	水平	0.90	4.7
							鉛直	0.78	1.0
原子炉格納施設									
圧力低減設備その他の安全設備									
原子炉格納容器安全設備									
格納容器スプレイ冷却系									
残留熱除去系ポンプ	－（前段で整理済）								
代替格納容器スプレイ冷却系									
常設低圧代替注水系ポンプ	－（前段で整理済）								
可搬型代替注水大型ポンプ	－（前段で整理済）								
代替循環冷却系ポンプ	－（前段で整理済）								
緊急用海水ポンプ	－（前段で整理済）								
格納容器下部注水系									
常設低圧代替注水系ポンプ	－（前段で整理済）								
可搬型代替注水大型ポンプ	－（前段で整理済）								
原子炉建屋放水設備									
可搬型代替注水大型ポンプ	－（前段で整理済）								
放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備 並びに格納容器再循環設備									
非常用ガス処理系									
非常用ガス処理系排風機	有	JEAG4601 による確認	×	○	ファン	－	－	－	－
							－	－	－
					電動機	横形ころがり軸受	水平	1.4	4.7
							鉛直	1.0	1.0
非常用ガス再循環系									
非常用ガス再循環系排風機	有	JEAG4601 による確認	×	○	ファン	遠心 直動式	水平	1.4	2.6
							鉛直	1.0	1.0
					電動機	横形ころがり軸受	水平	1.4	4.7
							鉛直	1.0	1.0
可燃性ガス濃度制御系									
可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ	有	JEAG4601 による確認	×	○	ファン	遠心 直動式	水平	1.11	2.6
							鉛直	0.84	1.0
					電動機	横形ころがり軸受	水平	1.11	4.7
							鉛直	0.84	1.0
その他発電用原子炉の附属設備									
非常用電源設備									
非常用発電装置									
非常用ディーゼル発電機									
非常用ディーゼル発電機	有	JEAG4601 による確認	×	○	非常用ディーゼル発電機	機関本体	水平	0.72	1.1
							鉛直	0.75	1.0
					調速装置	ＵＧ型	水平	0.72	1.8
							鉛直	0.75	1.0
非常用ディーゼル発電機 燃料移送ポンプ	有	JEAG4601 による確認	×	○	横形ポンプ	－	－	－	－
							－	－	－
					電動機	横形ころがり軸受	水平	0.44	4.7
							鉛直	0.59	1.0

＊1　評価用加速度は，暫定値であり今後設計進捗により変更の可能性がある。

施設区分／設備名称	動的機能維持要求の有無	動的機能維持の確認方法	At超え時の評価方法がJEAGに規定されている設備 ○：規定されている ×：規定されていない －：対象外	検討対象設備としての抽出結果 ○：検討対象とする設備 －：検討対象でない設備	ＪＥＡＧ4601 機種／型式		Ａｔ確認		
					機種	型式	方向	評価用＊1 加速度	機能確認済 加速度
非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ	有	JEAG4601による確認	×	○	立形ポンプ	立形斜流式	水平	0.72	10.0
							鉛直	1.48	1.0
					電動機	立形ころがり軸受	水平	0.38	2.5
							鉛直	1.48	1.0
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機									
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機	有	JEAG4601による確認	×	○	非常用ディーゼル発電機	機関本体	水平	0.72	1.1
							鉛直	0.75	1.0
					調速装置	ＵＧ型	水平	0.72	1.8
							鉛直	0.75	1.0
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料移送ポンプ	有	JEAG4601による確認	×	○	横形ポンプ	－	－	－	－
							－	－	－
					電動機	横形ころがり軸受	水平	0.44	4.7
							鉛直	0.59	1.0
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ	有	JEAG4601による確認	×	○	立形ポンプ	立形斜流式	水平	0.72	10.0
							鉛直	1.48	1.0
					電動機	立形ころがり軸受	水平	0.38	2.5
							鉛直	1.48	1.0
常設代替高圧電源装置									
常設代替高圧電源装置	有	加振試験による確認	－	－	－	－	－	－	－
常設代替高圧電源装置燃料移送ポンプ	有	JEAG4601による確認	×	○	横形ポンプ	－	－	－	－
							－	－	－
					電動機	横形ころがり軸受	水平	0.44	4.7
							鉛直	0.59	1.0
緊急時対策所用発電機									
緊急時対策所用発電機	有	加振試験による確認	－	－	－	－	－	－	－
緊急時対策所用発電機給油ポンプ	有	JEAG4601による確認	×	○	横形ポンプ	－	－	－	－
							－	－	－
					電動機	横形ころがり軸受	水平	0.80	4.7
							鉛直	0.71	1.0
可搬型代替低圧電源車									
可搬型代替低圧電源車	有	加振試験による確認	－	－	－	－	－	－	－
タンクローリー	有	加振試験による確認	－	－	－	－	－	－	－
可搬型窒素供給装置用電源車									
可搬型窒素供給装置用電源車	有	加振試験による確認	－	－	－	－	－	－	－
タンクローリー	－（前段で整理済）								
補機駆動用燃料設備									
可搬型									
タンクローリー	－（前段で整理済）								
弁									
一般弁									
グローブ弁	有	JEAG4601による確認	○	－	－	－	－	－	－
ゲート弁	有	JEAG4601による確認	○	－	－	－	－	－	－
バタフライ弁	有	JEAG4601による確認	○	－	－	－	－	－	－
逆止弁	有	JEAG4601による確認	○	－	－	－	－	－	－
特殊弁									
主蒸気隔離弁	有	JEAG4601による確認	○	－	－	－	－	－	－
安全弁	有	JEAG4601による確認	○	－	－	－	－	－	－
制御棒駆動系スクラム弁	有	JEAG4601による確認	○	－	－	－	－	－	－

＊1　評価用加速度は，暫定値であり今後設計進捗により変更の可能性がある。

別紙－１４

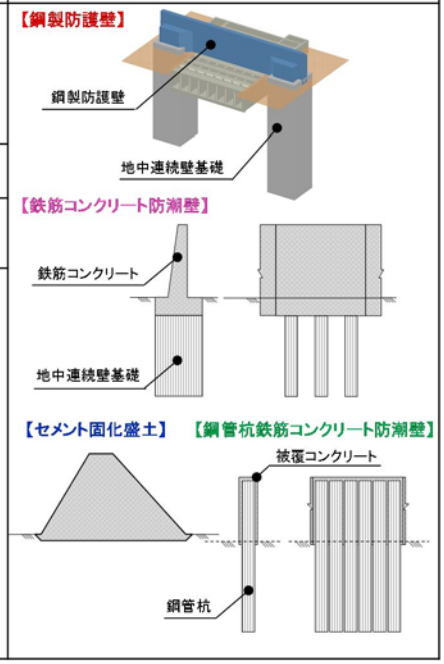
東海第二発電所

防潮堤の構造及び設置ルートの変遷について
（耐震）

1.　防潮堤の構造形式および設置ルートの変遷について

(1)　申請当時の構造について（平成 26 年 5 月）

東海第二発電所における津波に対する浸水防止（外郭防護）は，防潮堤を設置することにより対応する方針であり，申請当時（平成 26 年 5 月）において，防潮堤の構造形式は，第 1 図に示す通り鋼製防護壁構造，鉄筋コンクリート防潮壁構造，セメント固化盛土構造，鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁構造の 4 種類とし，それぞれの配置は以下のとおりであった。

<table>
<tr><th>敷地区分</th><th>エリア区分</th><th>構造形式</th><th>天端高さ
(T. P. +m)</th><th>構造形式概要</th></tr>
<tr><td rowspan="2">敷地前面
東側</td><td>a. 海水ポンプエリア</td><td>鋼製防護壁</td><td rowspan="2">20. 0</td><td rowspan="4"> 
</td></tr>
<tr><td>b. 敷地周辺エリア
（放水路横断部）</td><td>鉄筋コンクリート防潮壁</td></tr>
<tr><td>敷地側面
北側</td><td rowspan="2">c. 敷地周辺エリア
（放水路横断部以外）</td><td rowspan="2">セメント固化盛土</td><td>18. 0</td></tr>
<tr><td>敷地側面
南側</td><td>18. 0</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
</table>

第 1 図　申請当時の防潮堤の構造形式と配置図（平成 26 年 5 月）

(2)　セメント固化盛土構造から鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁構造への変更（平成 29 年 4 月）

申請当時は，上記の 4 種類の構造形式のうち，セメント固化盛土構造区間が最も長い延長となる計画であったが，セメント固化盛土構造区間については，防潮堤上部構造の重量が比較的軽量で常時の圧密荷重と地震時の慣性力

を低減でき，より一層強固な部材である鋼管杭や鉄筋コンクリートを用いることで耐震，耐津波の安全裕度向上が見込まれる鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁構造へ変更することとした。

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁構造への構造変更により，詳細設計で強度設定の変更が生じた場合でも，構造部材が工場製品の組合せであることから，迅速かつ柔軟に設計外力へ対応した設計が可能となる。また，鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁構造の場合は，杭支持により防潮堤の長期的な安定性を確保することが可能となる。これら設計上の利点も勘案した上で，構造変更を行ったものである。

なお，鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁構造は，申請当時から岩盤が比較的浅い敷地側面南側の日本原子力研究開発機構との敷地境界付近の区間を対象に設計検討を進め，平成 29 年 3 月までの地盤調査や各種解析の結果，液状化検討対象層を考慮しても構造成立性の見通しが得られていたことに基づき，これを最大延長にて計画されていたセメント固化盛土構造区間へも適用したものである。変更後の防潮堤の構造形式と配置図を第 2 図に示す。

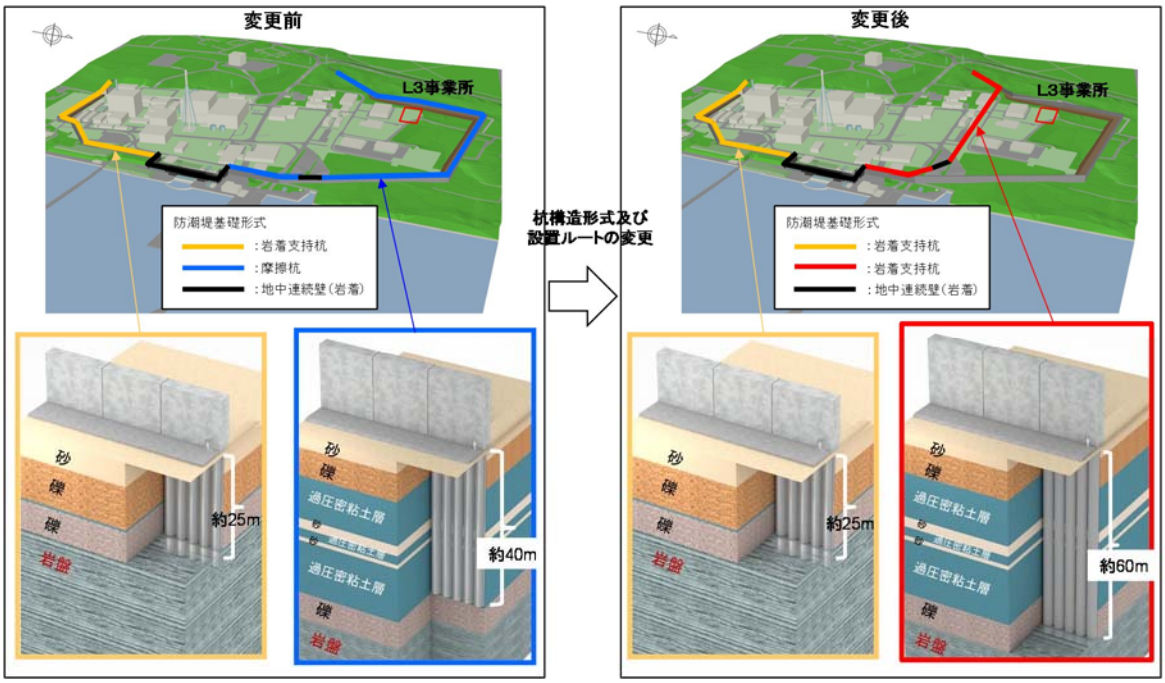
第 2 図　変更後の防潮堤の構造形式と配置図（平成 29 年 4 月）

(3)　摩擦杭形式から岩着支持杭形式への変更及びルート変更（平成 29 年 7 月）

平成 29 年 4 月時点においては，鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁構造の杭基礎の支持形式について，敷地地盤の特徴を踏まえ，敷地南側は岩盤に支持させる岩着支持杭形式とし，敷地北側は恒久的な非液状化層である過圧密粘土層だけでも必要な支持性能を確保できる摩擦杭形式とする計画であった。

しかし，設置許可基準規則第三条第 1 項及び第 2 項に照らして，より安全裕度の高い支持性能が得られるよう，敷地北側の鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁構造区間の全ての摩擦杭形式を敷地南側と同様の岩着支持杭形式へ変更することとした。

また，鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁周辺の表層地盤については，地震時における地盤の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表層地盤改良を行う計画としていたが，表層地盤改良等の実施に当たっては，敷地北側の「低レベル放射性廃棄物埋設事業所廃棄物埋設施設（Ｌ３事業所)」及び他事業所施設の地下水流況に影響を及ぼす可能性を考慮して，岩着支持杭形式への構造変更とあわせて，防潮堤のルートを一部変更した。第 3 図に構造変更及び一部ルート変更の結果を示す。



第 3 図　杭基礎の支持形式及び防潮堤設置ルートの変更（平成 29 年 7 月）

2.　鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造成立性について

(1)　鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の設計方針及び構造成立性の評価結果について（平成 29 年 10 月）

構造成立性の検討では，構造体の各部位の評価において荷重伝達を踏まえた荷重の受け渡しや検討条件の整合性又は包絡性について体系的に整理し，構造体に対して最も厳しい評価となる解析断面を選定した上で，その地盤モデルについても地層構成の不確かさや地盤物性値のバラツキなどを安全側に考慮（極端な地層厚の組合せや強制的な液状化を仮定するなど）することで，十分な保守性を持たせた条件による耐震及び耐津波評価を実施した。さらに，今後の詳細設計段階で検討条件の変化が生じた場合に応じて，材料仕様の変更等により柔軟に安全裕度向上策の実施が可能な構造となるよう配慮した。

評価結果によれば，鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の上部構造及び下部構造とも，各照査項目は許容値内に収まっていることを確認した。

以上のことから，鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の耐震及び耐津波設計の検討としては，安全側に包含する検討条件での評価により，十分な構造強度と止水性能を有する構造成立性を確認したのと共に，今後の詳細設計で検討条件の変化が生じた場合においても，材料仕様の変更等により柔軟な設計対応が可能である見通しを得た。

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の設計方針及び構造成立性の評価結果については，審査資料「津波による損傷の防止　添付資料２４　鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の設計方針及び構造成立性の評価結果について」に記載する。

（参考）防潮堤構造変更等に係る変遷一覧表

時期	項目	内容
平成26年5月	設置変更許可申請	－
平成29年4月	セメント固化盛土構造から鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁構造への変更	① 耐震・耐津波の安全裕度向上 セメント固化盛土構造は重量が大きいが，防潮堤上部構造の重量が比較的軽量で地震時の慣性力を低減でき，より一層強固な部材である鋼管杭や鉄筋コンクリートを用いることで耐震・耐津波の安全裕度向上が見込まれる鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁構造へ変更する方針とした。 ② 防潮堤の長期的な安定性確保 敷地北側には粘土層が堆積しているため，重量が大きいセメント固化盛土構造においては，長期的な圧密荷重を考慮した事前余盛設計が必要となるが，鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁構造では，杭支持により杭先端以深への圧密荷重を比較的小さくできることから，粘土層の過圧密領域内の支持性能を活かして，長期的な安定性を確保する方針とした。 ③ 迅速かつ柔軟な設計外力への対応 セメント固化盛土構造の設計強度については，今後実施していく解析評価の結果により，配合の設定や強度のばらつき等に対して多数の試験が必要となるが，工場製品の組合せが可能な鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁構造とすることで，迅速かつ柔軟な設計を可能とする方針とした。
平成29年7月	摩擦杭形式から岩着支持杭形式への変更及び設置ルートの変更	① 支持性能の向上 敷地北側で計画していた杭基礎の構造形式を摩擦杭形式から岩着支持杭形式に変更することで，より安全裕度の高い支持性能を確保する方針とした。 ② 地下水流況の変化の可能性への対応 防潮堤周辺において表層地盤改良を行うことによる防潮堤敷地内側の地下水流況の変化が低レベル放射性廃棄物埋設事業所廃棄物埋設施設（Ｌ３事業所）及び他事業所施設の地下水流況に影響を及ぼす可能性を考慮し，防潮堤ルートを変更する方針とした。

別紙－１５

東海第二発電所

弾性設計用地震動Ｓ$_d$の設定について
（耐震）

1.　はじめに

実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則の解釈（以下「設置許可基準解釈」という。）の別記 2 において，弾性設計用地震動Ｓ$_d$は，基準地震動Ｓ$_S$による応答スペクトルの比率の値として，0.5 を下回らないことを求めている。

【設置許可基準規則別記 2(抜粋)】

弾性設計用地震動は，基準地震動（第４条第３項の「その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震」による地震動をいう。以下同じ。）との応答スペクトルの比率の値が，目安として０．５を下回らないような値で，工学的判断に基づいて設定すること。

上記要求に対して，東海第二発電所の基準地震動Ｓ$_S$の最大加速度と弾性設計用地震動のＳ$_d$最大加速度との比率が 0.5 を下回っていないことを確認する。

2.　確認結果

東海第二発電所設置変更許可申請書に記載の基準地震動Ｓ$_S$及び弾性設計用地震動Ｓ$_d$の最大加速度一覧について，第 1 表及び第 2 表に整理した。設置変更許可申請書に記載基準地震動Ｓ$_S$及び弾性設計用地震動Ｓ$_d$の最大加速度は，小数点以下の値を四捨五入し整数値として表記している。このため，一部の弾性設計用地震動Ｓ$_d$の最大加速度については四捨五入の関係から，基準地震動Ｓ$_S$の最大加速度に対して 0.5 を下回る表記となる。

これより，地震応答解析に適用する最大加速度について，小数点以下の有効桁までを同表に括弧内に併記し，弾性設計用地震動Ｓ$_d$の最大加速度が基準地震動Ｓ$_S$の最大加速度に対して比率 0.5 以上となることを確認した。

以上のとおり，整数値とした場合，0.5 を下回る表記となるが，地震応答

解析に適用する有効桁として，小数点以下まで表記した最大加速度については，0.5 以上となることが確認できた。

第１表　基準地震動Ｓ$_S$の最大加速度一覧

基準地震動Ｓ$_S$		最大加速度（cm／s^2）		
		ＮＳ方向	ＥＷ方向	ＵＤ方向
Ｓ$_S$－Ｄ１	応答スペクトル手法による基準地震動	870 (870.0000)		560 (560.0000)
Ｓ$_S$－１１	Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層の連動による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点1）	717 (717.1966)	619 (618.8917)	579 (579.0220)
Ｓ$_S$－１２	Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層の連動による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点2）	871 (870.8425)	626 (625.7604)	602 (601.8749)
Ｓ$_S$－１３	Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層の連動による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点3）	903 (903.0706)	617 (617.1990)	599 (599.1143)
Ｓ$_S$－１４	Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層の連動による地震（断層傾斜角の不確かさ，破壊開始点2）	586 (586.4861)	482 (482.0898)	451 (451.4149)
Ｓ$_S$－２１	2011年東北地方太平洋沖型地震（短周期レベルの不確かさ）	901 (901.4675)	887 (886.7059)	620 (620.0844)
Ｓ$_S$－２２	2011年東北地方太平洋沖型地震（SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳）	1009 (1009.073)	874 (874.1646)	736 (736.2419)
Ｓ$_S$－３１	2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震	610 (610.0000)		280 (280.0000)

第２表　弾性設計用地震動Ｓ$_{d}$の最大加速度一覧

弾性設計用地震動Ｓ$_{d}$	最大加速度（cm／s^{2}）＊		
	ＮＳ方向	ＥＷ方向	ＵＤ方向
Ｓ$_{d}$－Ｄ１	435 (435.0000)		280 (280.0000)
Ｓ$_{d}$－１１	359 (358.5983)	309 (309.4459)	290 (289.5110)
Ｓ$_{d}$－１２	435 (435.4213)	313 (312.8802)	301 (300.9375)
Ｓ$_{d}$－１３	452 (451.5353)	309 (308.5995)	300 (299.5572)
Ｓ$_{d}$－１４	293 (293.2431)	241 (241.0449)	226 (225.7075)
Ｓ$_{d}$－２１	451 (450.7338)	443 (443.3530)	310 (310.0422)
Ｓ$_{d}$－２２	505 (504.5365)	437 (437.0823)	368 (368.1210)
Ｓ$_{d}$－３１	305 (305.0000)		140 (140.0000)

＊　有効数字を整数１桁としているため，四捨五入の関係で基準地震動Ｓ$_{s}$の最大加速度に対して0.5以上とならない記載になる場合も有る。このため，当該表及び第１表に有効数字を小数点以下とした最大加速度値を括弧内に記載した。

東海第二発電所

津波による損傷の防止

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　設計又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）
2.2.1 遡上波の地上部からの到達，流入の防止
2.2.2 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）
2.4.1 浸水防護重点化範囲の設定
2.4.2 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
2.5.1 非常用海水冷却系の取水性
2.5.2 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認
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との関係について
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

３４　隣接する日立港区及び常陸那珂港区の防波堤の延長計画の有無について
３５　防波堤の有無による敷地南側の津波高さについて
３６　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
３７　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
３８　敷地側面北側防潮堤設置ルート変更に伴う入力津波の設定について
３９　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
４０　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
４１　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

1.　基本方針

1.1　要求事項の整理

地震による損傷の防止について，設置許可基準規則第５条及び技術基準規則第６条において，追加要求事項を明確化する（表１）。

表１　設置許可基準規則第５条及び技術基準規則第６条　要求事項

設置許可基準規則 第５条（津波による損傷の防止）	技術基準規則 第６条（津波による損傷の防止）	備　考
設計基準対象施設は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	設計基準対象施設が基準津波（設置許可基準規則第五条に規定する基準津波をいう。以下同じ。）によりその安全性が損なわれるおそれがないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。	追加要求事項

1.2　追加要求事項に対する適合性

（１）　位置，構造及び設備

ロ　発電用原子炉施設の一般構造

(2)　耐津波構造

本発電用原子炉施設は,その供用中に当該施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）及び確率論的リスク評価において全炉心損傷頻度に対して津波のリスクが有意となる津波（以下「敷地に遡上する津波」という。）に対して,次の方針に基づき耐津波設計を行い,「設置許可基準規則」に適合する構造とする。

（ｉ）　設計基準対象施設に対する耐津波設計

設計基準対象施設は，基準津波に対して，以下の方針に基づき耐津波設計を行い,その安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。基準津波の策定位置を第 5－7 図に，基準津波の時刻歴波形を第 5－8 図に示す。

また,設計基準対象施設のうち,津波から防護する設備を「設計基準対象施設の津波防護対象設備」とする。

ａ．設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地において，基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。また，取水路，放水路等の経路から流入させない設計とする。具体的な設計内容を以下に示す。

(a)　設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画は，基準津波による遡上波が到達する可能性があるため，津波防護施設及び浸水

防止設備を設置し，津波の流入を防止する設計とする。

(b)　上記(a)の遡上波については，敷地及び敷地周辺の地形及びその標高，河川等の存在，設備等の配置状況並びに地震による広域的な隆起・沈降を考慮して，遡上波の回り込みを含め敷地への遡上の可能性を検討する。また，地震による変状又は繰返し襲来する津波による洗掘・堆積により地形又は河川流路の変化等が考えられる場合は，敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討する。

(c)　取水路，放水路等の経路から，津波が流入する可能性について検討した上で，流入の可能性のある経路（扉，開口部，貫通口等）を特定し，必要に応じ津波防護施設及び浸水防止設備の浸水対策を施すことにより，津波の流入を防止する設計とする。

b．取水・放水施設，地下部等において，漏水する可能性を考慮の上，漏水による浸水範囲を限定して，重要な安全機能への影響を防止する設計とする。具体的な設計内容を以下に示す。

(a)　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，地下部等における漏水の可能性を検討した上で，漏水が継続することによる浸水範囲を想定（以下「浸水想定範囲」という。）するとともに，同範囲の境界において浸水の可能性のある経路及び浸水口(扉，開口部，貫通口等)を特定し，浸水防止設備を設置することにより浸水範囲を限定する設計とする。

(b)　浸水想定範囲及びその周辺に設計基準対象施設の津波

防護対象設備（非常用取水設備を除く。）がある場合は，防水区画化するとともに，必要に応じて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。

(c) 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，必要に応じ排水設備を設置する。

c．上記a．及びb．に規定するもののほか，設計基準対象施設の津波防護対象設備（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，浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離する。そのため，浸水防護重点化範囲を明確化するとともに，津波による溢水を考慮した浸水範囲及び浸水量を保守的に想定した上で，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路及び浸水口（扉，開口部，貫通口等）を特定し，それらに対して必要に応じ浸水対策を施す設計とする。

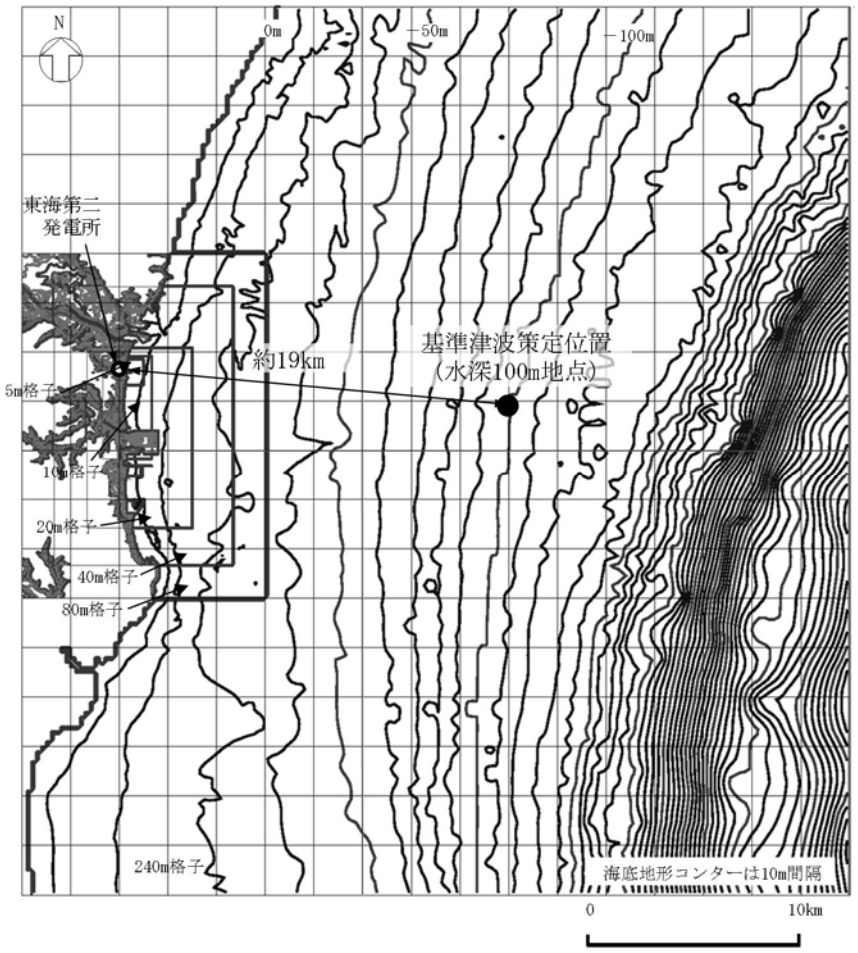
d．水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響を防止する。そのため，残留熱除去系海水系ポンプ，非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ（以下(2)において「非常用海水ポンプ」という。）については，基準津波による水位の低下に対して，非常用海水ポンプの取水可能水位を下回る可能性があるため，津波防護施設（貯留堰）を設置することにより，非常用海水ポンプが機能保持でき，かつ，冷却に必要な海水が確保できる設計とする。また，基準津波による水位変動に伴う砂の移動・堆積及び漂流物に対して取水口，取水路及び取水ピットの通水性が確保でき，かつ，取水口からの砂

の混入に対して非常用海水ポンプが機能保持できる設計とする。なお，漂流物については，隣接事業所との合意文書に基づき，隣接事業所における人工構造物の設置状況の変化を把握する。

e．津波防護施設及び浸水防止設備については，入力津波（施設の津波に対する設計を行うために，津波の伝播特性，浸水経路等を考慮して，それぞれの施設に対して設定するものをいう。以下同じ。）に対して津波防護機能及び浸水防止機能が保持できる設計とする。また，津波監視設備については，入力津波に対して津波監視機能が保持できる設計とする。

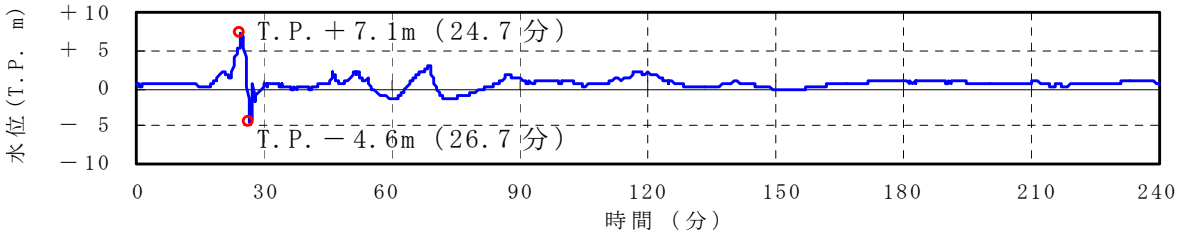
f．津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備の設計に当たっては，地震による敷地の隆起・沈降，地震（本震及び余震）による影響，津波の繰返しの襲来による影響，津波による二次的な影響（洗掘，砂移動，漂流物等）及びその他自然現象（風，積雪等）を考慮する。

g．津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備の設計並びに非常用海水ポンプの取水性の評価に当たっては，入力津波による水位変動に対して朔望平均潮位を考慮して安全側の評価を実施する。なお，その他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。また，地震により陸域の隆起又は沈降が想定される場合，想定される地震の震源モデルから算定される敷地の地殻変動量を考慮して安全側の評価を実施する。

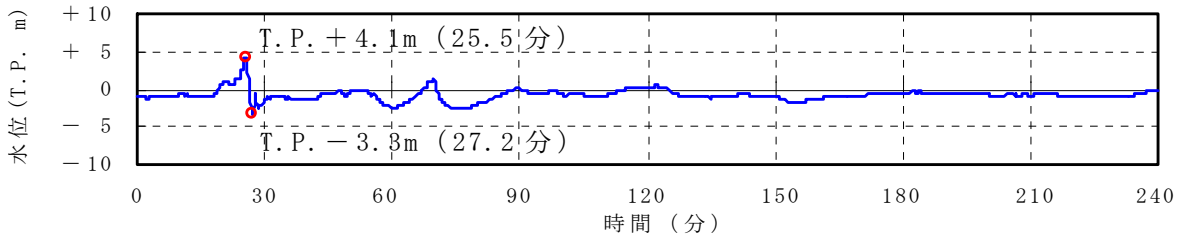


第５－７図　基準津波の策定位置

【取水口前面において最高水位をもたらす基準津波の時刻歴波形】

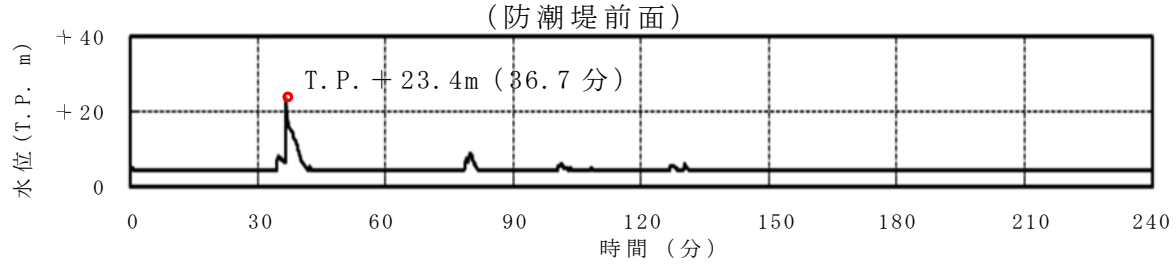


【取水口前面において最低水位をもたらす基準津波の時刻歴波形】



第 5－8 図　基準津波の時刻歴波形

【取水口前面において最高水位をもたらす敷地に遡上する津波の時刻歴波形】
（防潮堤前面）



第 5－9 図　敷地に遡上する津波の時刻歴波形

ヌ　その他発電用原子炉の附属施設の構造及び設備

(3)　その他の主要な事項

（ⅱ）　浸水防護設備

ａ．津波に対する防護設備

設計基準対象施設は，基準津波に対して，その安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならないこと，また，重大事故等対処施設は，基準津波及び敷地に遡上する津波に対して，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ことから，防潮堤，防潮扉，放水路ゲート，逆流防止設備，浸水防止蓋，水密ハッチ，水密扉，逆止弁等により，津波から防護する設計とする。

防潮堤のうち鋼製防護壁には，鋼製防護壁と取水構造物との境界部に止水機構を設置し，止水性能を保持する設計とする。

放水路ゲートは，扉体，戸当り，駆動装置等で構成され，敷地への遡上のおそれのある津波襲来前に遠隔閉止を確実に実施するため，重要安全施設（ＭＳ－１）として設計する。

防潮堤（鋼製防護壁，止水機構付）

個　　数　　1

防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）

個　　数　　1

防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）

個　　数　　1

防潮扉

個　　数　　2

放水路ゲート

個　　数　　3

構内排水路逆流防止設備

個　　数　　9

原子炉建屋外壁

個　　数　　一式

貯留堰（「ヌ(3)(ｖ)　非常用取水設備」と兼用）

個　　数　　1

取水路点検用開口部浸水防止蓋

個　　数　　10

海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁

個　　数　　2

取水ピット空気抜き配管逆止弁

個　　数　　3

放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋

個　　数　　3

ＳＡ用海水ピット開口部浸水防止蓋

個　　数　　6

緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋

個　　数　　1

緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁

個　　数　　1

緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁

個　　数　　1

海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋（「ヌ(3)(ⅱ)ｂ．内部溢水に対する防護設備」と兼用）

個　　数　　3

緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋（「ヌ(3)(ⅱ)ｂ．内部溢水に対する防護設備」と兼用）

個　　数　　1

緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋（「ヌ(3)(ⅱ)ｂ．内部溢水に対する防護設備」と兼用）

個　　数　　1

格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチ（ヌ(3)(ⅱ)ｂ．「内部溢水に対する防護設備」と兼用）

個　　数　　2

常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチ（「ヌ(3)(ⅱ)ｂ．内部溢水に対する防護設備」と兼用）

個　　数　　1

常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチ（「ヌ(3)(ⅱ)ｂ．内部溢水に対する防護設備」と兼用）

個　　数　　2

常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉（「ヌ(3)(ⅱ)ｂ．内部溢水に対する防護設備」と兼用）

個　　数　　1

原子炉建屋原子炉棟水密扉

個　　数　　1

原子炉建屋付属棟東側水密扉

個　　数　　1

原子炉建屋付属棟西側水密扉

個　　数　　1

原子炉建屋付属棟南側水密扉

個　　数　　1

原子炉建屋付属棟北側水密扉１

個　　数　　1

原子炉建屋付属棟北側水密扉２

個　　数　　1

防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置

（防潮堤及び防潮扉の地下部の貫通部の止水処置を示す。）

個　　数　　一式

海水ポンプ室貫通部止水処置（「ヌ(3)(ⅱ)ｂ．内部溢水に対する防護設備」と兼用）

個　　数　　一式

原子炉建屋境界貫通部止水処置（「ヌ(3)(ⅱ)ｂ．内部溢水に対する防護設備」と兼用）

個　　数　　一式

常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）貫通部止水処置(「ヌ(3)(ⅱ)ｂ．内部溢水に対する防護設備」と兼用)

個　　数　　一式

（ｖ） 非常用取水設備

設計基準事故に対処するために必要となる残留熱除去系，非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の冷却用の海水を確保するために，取水構造物を設置する。

また，基準津波による水位低下時において，冷却に必要な海水を確保するために，貯留堰を設置する。

非常用取水設備の取水構造物及び貯留堰は，想定される重大事故等時において，重大事故等対処設備として使用する。

重大事故等に対処するために必要となる可搬型代替注水大型ポンプ及び可搬型代替注水中型ポンプの取水箇所としてＳＡ用海水ピットを設置し，ＳＡ用海水ピットに海水を導水するため，ＳＡ用海水ピット取水塔及び海水引込み管を設置する。また，重大事故等に対処するために必要となる残留熱除去系及び代替燃料プール冷却系の冷却用の海水を確保するために緊急用海水取水管及び緊急用海水ポンプピット（ＳＡ用海水ピット取水塔，海水引込み管及びＳＡ用海水ピットを流路の一部として使用する。）を設置する。

取水構造物，ＳＡ用海水ピット取水塔，海水引込み管，ＳＡ用海水ピット，緊急用海水取水管及び緊急用海水ポンプピットは容量に制限がなく必要な取水容量を十分に有している。また，貯留堰は，基準津波による水位低下に対して，残留熱除去系海水系ポンプ，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の取水性を保持できる容量を十分に有している。

取水構造物

個　　数　　1

ＳＡ用海水ピット取水塔

個　　数　　1

海水引込み管

個　　数　　1

ＳＡ用海水ピット

個　　数　　1

緊急用海水取水管

個　　数　　1

緊急用海水ポンプピット

個　　数　　1

貯留堰（「ヌ(3)(ⅱ)　浸水防護設備」と兼用）

個　　数　　1

取水構造物及び貯留堰は，設計基準事故時及び重大事故等時ともに使用する。また，ＳＡ用海水ピット取水塔，海水引込み管，ＳＡ用海水ピット，緊急用海水取水管，緊急用海水ポンプピットは，重大事故等時に使用する。

（２）安全設計方針

1.4　耐津波設計

1.4.1　設計基準対象施設の耐津波設計

1.4.1.1　耐津波設計の基本方針

設計基準対象施設は，その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対してその安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。

(1)　津波防護対象の選定

「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（以下「設置許可基準規則」という。）第５条（津波による損傷の防止)」の「設計基準対象施設は，基準津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない」との要求は，設計基準対象施設のうち，安全機能を有する設備を津波から防護することを要求していることから，津波から防護を検討する対象となる設備は,設計基準対象施設のうち安全機能を有する設備（クラス１，クラス２及びクラス３設備）である。

また，設置許可基準規則の解釈別記３では，津波から防護する設備として，耐震Ｓクラスに属する設備（津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）が要求されている。

以上から,津波から防護を検討する対象となる設備は,クラス１，クラス２及びクラス３設備並びに耐震Ｓクラスに属する設備（津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）とする。このうち，クラス３設備については，安全評価上その機能を期待する設備は，津波に対してその機能を維持できる設計とし，その他の設備は損傷した場合を考慮して，代替設備により必要な機能を確保する等の対応を行う設計とする。

これより，津波から防護する設備は，クラス１及びクラス２設備並びに耐震Ｓクラスに属する設備（津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）（以下 1.4 において「設計基準対象施設の津波防護対象設備」という。）とする。

なお，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備は，設置許可基準規則の解釈別記３で入力津波に対して機能を十分に保持できることが要求されており，同要求を満足できる設計とする。

(2)　敷地及び敷地周辺における地形，施設の配置等

津波に対する防護の検討に当たって基本事項となる発電所の敷地及び敷地周辺における地形，施設の配置等を把握する。

ａ．敷地及び敷地周辺における地形，標高並びに河川の存在の把握

東海第二発電所の敷地は，東側は太平洋に面し，茨城県の海岸に沿って，弧状の砂丘海岸を形成する鹿島灘の北端となる水戸市の東北約 15km の東海村に位置し，久慈川を挟んで，日立山塊を望んでいる。敷地の西側となる東海村の内陸部は，関東平野の大きな地形区分の特徴である洪積低台地の北東端に位置している。

敷地周辺の地形は，北側及び南側は海岸沿いに T.P.＋10m 程度の平地があり，敷地の西側は T.P.＋20m 程度の平坦な台地となっている。

また，発電所周辺の河川としては，敷地から北方約 2km のところに久慈川，南方約 3km のところに新川がある。

敷地は，主に T.P.＋3m，T.P.＋8m，T.P.＋11m，T.P.＋23m 及び T.P.＋25m の高さに分かれている。

ｂ．敷地における施設の位置，形状等の把握

設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画として，T.P.＋8m の敷地に原子炉建屋，

タービン建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋，T.P.＋8m の敷地の地下部に常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部，立坑部及びカルバート部を含む。以下 1.4.1 において同じ。），T.P.＋11m の敷地に常設代替高圧電源装置置場（軽油貯蔵タンク，非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料移送ポンプ及び東側ＤＢ立坑を含む。以下 1.4.1 において同じ。）を設置する。設計基準対象施設の津波防護対象設備のうち屋外設備としては，T.P.＋3m の敷地に海水ポンプ室，T.P.＋8m の敷地に排気筒を設置する。また，T.P.＋3m の海水ポンプ室から T.P.＋8m の原子炉建屋にかけて非常用海水系配管を設置する。非常用取水設備として，取水路，取水ピット及び海水ポンプ室から構成される取水構造物並びに貯留堰（津波防護施設を兼ねる。）を設置する。

津波防護施設として，敷地を取り囲む形で天端高さ T.P.＋20m 及び T.P.＋18m の防潮堤及び防潮扉，T.P.＋3.5m の敷地（放水路上版高さ）に設置する放水路ゲート並びに T.P.＋3m，T.P.＋4.5m，T.P.＋6.5m 及び T.P.＋8m の敷地に設置する構内排水路に対して逆流防止設備を設置する。また，残留熱除去系海水系ポンプ，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（以下 1.4 において「非常用海水ポンプ」という。）の取水性を確保するため，取水口前面の海中に貯留堰を設置する。

浸水防止設備として，T.P.＋0.8m の海水ポンプ室に設置する海水ポンプ室ケーブル点検口，T.P.＋3m の敷地に設置する取水路の点検用開口部，T.P.＋3.5m の敷地（放水路上版高さ）に設置する放水路ゲートの点検用開口部，T.P.＋8m の敷地に設置するＳＡ用

海水ピット上部の開口部及び T.P.＋0.8m の緊急用海水ポンプ室に設置する緊急用海水ポンプピットの点検用開口部に対して浸水防止蓋を設置する。また，T.P.＋0.8m の海水ポンプ室に設置する海水ポンプグランドドレン排出口，循環水ポンプ室の取水ピット空気抜き配管に対して逆止弁並びに緊急用海水ポンプピットの緊急用海水ポンプグランドドレン排出口及び緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口に対して逆止弁を設置する。常設代替高圧電源装置用カルバートの立坑部の開口部に対して水密扉を設置する。さらに，防潮堤及び防潮扉の地下部の貫通部（以下 1.4 において「防潮堤及び防潮扉下部貫通部」という。），海水ポンプ室の貫通部，タービン建屋及び非常用海水系配管カルバートと隣接する原子炉建屋境界地下階の貫通部並びに常設代替高圧電源装置用カルバートの立坑部の貫通部に対して止水処置を実施する。

津波監視設備として，原子炉建屋屋上 T.P.＋64m，防潮堤上部 T.P.＋18m 及び防潮堤上部 T.P.＋20m に津波・構内監視カメラ，T.P.＋3m の敷地の取水ピット上版に取水ピット水位計並びに取水路内の高さ T.P.－5.0m の位置に潮位計を設置する。

敷地内の遡上域（防潮堤外側）の建物・構築物等としては，T.P.＋3m の敷地には海水電解装置建屋，メンテナンスセンター，燃料輸送本部等があり，T.P.＋8m の敷地には廃棄物埋設施設（第二種廃棄物埋設事業許可申請中），固体廃棄物保管庫等がある。また，海岸側（東側）を除く防潮堤の外側には防砂林がある。

ｃ．敷地周辺の人工構造物の位置，形状等の把握

港湾施設としては，発電所敷地内に物揚岸壁及び防波堤が設置されており，燃料等輸送船が不定期に停泊する。発電所の敷地周辺には，北方約 3km に茨城港日立港区，南方約 4km に茨城港常陸

那珂港区があり，それぞれの施設の沿岸には防波堤が設置されている。また，敷地周辺の漁港としては，北方約 4.5km に久慈漁港があり，約 40 隻の漁船が係留されている。

敷地周辺の状況としては，民家，商業施設，倉庫等があるほか，敷地南方には原子力及び核燃料サイクルの研究施設，茨城港日立港区には液化天然ガス基地，工場，モータプール，倉庫等の施設，茨城港常陸那珂港区には火力発電所，工場，倉庫等の施設がある。また，敷地前面海域における通過船舶としては，海上保安庁の巡視船がパトロールしており，久慈漁港の漁船が周辺海上で操業している。他には海上交通として，発電所沖合約 15km に常陸那珂－苫小牧及び大洗－苫小牧を結ぶ定期航路がある。また，茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区では，不定期に貨物船及びタンカー船の入港がある。

(3) 入力津波の設定

入力津波を基準津波の波源から各施設・設備の設置位置において算定される時刻歴波形として設定する。基準津波による各施設・設備の設置位置における入力津波の時刻歴波形を第 1.4-1 図に示す。また，入力津波高さを第 1.4-1 表に示す。

入力津波の設定に当たっては，津波の高さ，速度及び衝撃力に着目し，各施設・設備において算定された数値を安全側に評価した値を入力津波高さや速度として設定することで，各施設・設備の構造・機能の損傷に影響する浸水高及び波力・波圧について安全側に評価する。

ａ．水位変動

入力津波の設定に当たっては，潮位変動として，上昇側の水位変動に対しては朔望平均満潮位 T.P.＋0.61m 及び潮位のばらつき

0.18m を考慮し，下降側の水位変動に対しては朔望平均干潮位 T.P.－0.81m 及び潮位のばらつき 0.16m を考慮する。

朔望平均潮位及び潮位のばらつきは敷地周辺の観測地点「茨城港日立港区」（茨城県茨城港湾事務所日立港区事業所所管）における潮位観測記録に基づき評価する。

潮汐以外の要因による潮位変動については，観測地点「茨城港日立港区」における過去 40 年（1971 年～2010 年）の潮位観測記録に基づき，高潮発生状況（発生確率，台風等の高潮要因）を確認する。観測地点「茨城港日立港区」は，東海第二発電所から北方に約 4.5km 離れており，発電所との間に潮位に影響を及ぼす地形，人工構造物等はなく，発電所と同様に鹿島灘に面した海に設置されている。なお，観測地点「茨城港日立港区」と発電所港湾内に設置されている潮位計における潮位観測記録は概ね同様の傾向を示している。

高潮要因の発生履歴及びその状況を考慮して，高潮の発生可能性とその程度（ハザード）について検討する。基準津波による基準津波策定位置における水位の年超過確率は 10^{-4} 程度であり，独立事象として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 と入力津波で考慮した朔望平均満潮位 T.P.＋0.61m と潮位のばらつき 0.18m の合計との差である 0.65m を外郭防護の裕度評価において参照する。

b．地殻変動

地震による地殻変動について，安全側の評価を実施するために，基準津波の波源である茨城県沖から房総沖におけるプレート間に想定される地震による広域的な地殻変動及び 2011 年東北地方太

平洋沖地震による広域的な余効変動を考慮する。

茨城県沖から房総沖に想定するプレート間地震による広域的な地殻変動については,基準津波の波源モデルを踏まえて,Mansinha and Smylie(1971)の方法により算定しており，敷地地盤の地殻変動量は，0.31m の沈降である。また，2011 年東北地方太平洋沖地震による広域的な余効変動については，発電所敷地内にある基準点によるＧＰＳ測量及び国土地理院（2017）の観測記録を踏まえて設定しており，発電所周辺の地殻変動量は，0.2m 程度の沈降である。なお，2011 年東北地方太平洋沖地震に伴い地殻の沈降が生じたが，余効変動により回復傾向が続いている。発電所周辺の電子基準点（日立）において，地震前と比較すると 2017 年 6 月で約 0.2m の沈降であり，余効変動を含む 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量として設定した 0.2m の沈降と整合している。

以上のことから，上昇側の水位変動に対して安全機能への影響を評価する際には，茨城県沖から房総沖に想定するプレート間地震に想定される広域的な地殻変動量 0.31m の沈降と広域的な余効変動を含む 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量 0.2m の沈降を加算した 0.51m の沈降を考慮する。

また，下降側の水位変動に対して安全機能への影響を評価する際には，茨城県沖から房総沖に想定するプレート間地震に想定される広域的な地殻変動量の沈降と広域的な余効変動を含む 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量は考慮しない。

ｃ．敷地への遡上に伴う入力津波

基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域の評価（以下 1.4 において「数値シミュレーション」という。）に当たっては，数値シミュレーションに影響を及ぼす斜面や道路，取水口，放水口等の地

形とその標高及び伝播経路上の人工構造物の設置状況を考慮し，遡上域の格子サイズ（最小 5m）に合わせた形状にモデル化する。

敷地沿岸域及び海底地形は，海域では一般財団法人日本水路協会（2002，2006），深浅測量等による地形データ（2007）等を使用し，陸域では，茨城県による津波解析用地形データ（2007）等を使用する。また，取水口，放水口等の諸元，敷地標高等については，発電所の竣工図等を使用する。

伝播経路上の人工構造物については，図面を基に数値シミュレーション上影響を及ぼす構造物，津波防護施設を考慮し，遡上・伝播経路の状態に応じた解析モデル，解析条件が適切に設定された遡上域のモデルを作成する。

敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たっては，敷地前面・側面及び敷地周辺の津波の侵入角度及び速度並びにそれらの経時変化を把握する。敷地周辺の浸水域の寄せ波・引き波の津波の遡上・流下方向及びそれらの速度について留意し，敷地の地形，標高の局所的な変化等による遡上波の敷地への回り込みを考慮する。

数値シミュレーションに当たっては，遡上及び流下経路上の地盤並びにその周辺の地盤について，地震に伴う液状化，流動化又はすべりによる標高変化を考慮した数値シミュレーションを実施し，遡上波の敷地への到達（回り込みによるものを含む。）の可能性について確認する。

なお，敷地の周辺斜面が，遡上波の敷地への到達に対して障壁となっている箇所はない。

敷地の北方約 2km の位置に久慈川，南方約 3km の位置に新川が存在する。久慈川流域の標高が T.P.＋5m 以下であるのに対して敷地北方の標高は T.P.約＋10m である。また，新川流域（海岸沿い）

及び敷地南方の標高はともに T.P.約＋10m となっている。このため，久慈川及び新川からの回り込みの有無を適切に評価するため，敷地北側，西側及び南側並びに久慈川流域及び新川流域の標高を考慮してモデル化する。

遡上波の敷地への到達の可能性に係る検討に当たっては，基準地震動Ｓｓに伴い地形変化及び標高変化が生じる可能性を踏まえ，数値シミュレーションへの影響を確認するため，数値シミュレーションの条件として沈下なしの条件に加えて，全ての砂層及び礫層に対して強制的な液状化を仮定し，地盤面を大きく沈下させた条件についても考慮する。また，敷地内外の人工構造物として，発電所の港湾施設である防波堤並びに茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区の防波堤がある。これらの防波堤については，基準地震動Ｓｓによる形状変化が津波の遡上に影響を及ぼす可能性があるため，防波堤の形状変化の有無を数値シミュレーションの条件として考慮する。さらに，地盤の沈下の有無及び防波堤の有無について，これらの組合せを考慮した数値シミュレーションを実施し，遡上域や津波水位を保守的に設定する。

初期潮位は，朔望平均満潮位 T.P.＋0.61m に 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量として 0.2m の沈降を考慮し T.P.＋0.81m とする。数値シミュレーショによる津波水位の算出に当たっては，茨城県沖から房総沖に想定するプレート間地震に想定される広域的な地殻変動として 0.31m の沈降を考慮する。また，潮位のばらつき 0.18m については数値シミュレーションにより求めた津波水位に加えることで考慮する。

数値シミュレーション結果を第 1.4-2 図に示す。防潮堤等の津波防護施設がない場合は，敷地の大部分が遡上域となる。このた

め，津波防護施設である防潮堤を設置し，設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地に地上部から津波が到達，流入しない設計とする。防潮堤周辺における遡上高さは，敷地前面東側及び敷地側面北側においては，「防波堤なし，基準地震動Ｓｓによる地盤沈下なし」の組合せで最高水位となり，敷地前面東側で T.P.＋17.7m，敷地側面北側で T.P.＋15.2m となる。敷地側面南側においては，「防波堤なし，基準地震動Ｓｓによる地盤沈下あり」の組合せで最高水位となり，敷地側面南側で T.P.＋16.6m となる。

また，数値シミュレーション結果より，津波は久慈川流域及び新川流域に沿って遡上するが，設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地への流入はなく，河川からの回り込みによる敷地への遡上波に対する影響はない。

なお，局所的な海面の固有振動の励起の評価に当たっては，発電所の海岸線の地形は，太平洋に面して緩やかな弧状の地形となっており，基準津波策定位置と発電所の港口との間に湾，半島等の地形はないため，発電所の港口までの間では局所的な海面の固有振動の励起は生じるおそれはないことから，港湾内について評価する。基準津波による港湾内の局所的な海面の固有振動の励起については，数値シミュレーションによる発電所の港湾施設の港口，泊地中央，取水口前面等における基準津波の最高水位分布及び時刻歴波形を比較した結果，それぞれの場所の水位分布や水位変動の傾向に大きな差異がないため，局所的な海面の固有振動の励起は生じていない。

敷地前面又は津波侵入方向に正対した面における敷地及び津波

防護施設について，その標高の分布と施設前面の津波の遡上高さの分布を比較すると，遡上波が敷地に地上部から到達又は流入する可能性がある。津波防護の設計に使用する入力津波は，敷地及びその周辺の遡上域，伝播経路の不確かさ及び施設の広がりを考慮して設定するものとする。設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地への地上部からの到達又は流入の防止に係る設計又は評価に用いる入力津波高さは，敷地前面東側において T.P.＋17.9m，敷地側面北側において T.P.＋15.4m，敷地側面南側において T.P.＋16.8m とする。

なお，設計又は評価の対象となる施設等が設置される敷地に地震による沈下が想定される場合には，第 1.4-1 表に示す入力津波高さの設定において敷地地盤の沈下を安全側に考慮する。

ｄ．取水路・放水路等の経路からの流入に伴う入力津波

取水路，放水路等からの流入に伴う入力津波は，流入口となる港湾内外における津波高さについては，上記ａ．及びｂ．に示した事項を考慮し，上記ｃ．に示した数値シミュレーションにより安全側の値を設定する。また，取水ピット，放水路，ＳＡ用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットにおける津波高さについては，各水路の特性を考慮した水位を適切に評価するため，開水路及び管路において非定常管路流の連続式及び運動方程式を使用し，上記の港湾内及び放水口前面における津波高さの時刻歴波形を入力条件として管路解析を実施することにより算定する。その際，取水口から取水ピットに至る系，放水口から放水路ゲートに至る系及びＳＡ用海水ピット取水塔からＳＡ用海水ピットを経て緊急用海水ポンプ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損失を考慮するとともに，それぞれの系に応じて，貝付着の有無，スクリーンの有無及びポンプの稼働有無を不確かさとして考慮した計算条件とし，安全側の値を設定する。また，高潮ハザードの再現期間 100 年に対する期待値を考慮して設定した参照する裕度以上となるように津波荷重水位を設定する。入力津波高さと津波荷重水位の関係より，第 1.4-4 表に各経路からの流入評価結果を示す。

なお，非常用海水ポンプの取水性を確保するため，貯留堰を設置するとともに，取水ピットの水位低下時又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用海水ポンプを停止する運用を定める。このため，取水路の入力津波高さの設定に当たっては，水位の評価は貯留堰の存在を考慮に入れるとともに，循環水ポンプ及び補機冷却用海水ポンプの停止を前提として評価する。

また，敷地への流入を防ぐため放水路ゲートを設置するとともに，発電所を含む地域に大津波警報が発表された場合，原則，循環水ポンプ及び補機冷却用海水ポンプの停止後，放水路ゲートを閉止する手順等を整備する。このため，放水路の入力津波高さの設定に当たっては，水位の評価は放水路ゲートの閉止を考慮に入れるとともに，循環水ポンプ及び補機冷却用海水ポンプの停止を前提として評価する。

1.4.1.2　敷地の特性に応じた津波防護の基本方針

津波防護の基本方針は，以下の(1)～(5)のとおりである。

(1)　設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。下記(3)において同じ。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地

において，基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。また，取水路，放水路等の経路から流入させない設計とする。

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

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

(4)　水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響を防止できる設計とする。

(5)　津波監視設備については，入力津波に対して津波監視機能が保持できる設計とする。

敷地の特性に応じた津波防護としては，基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とするため，数値シミュレーションに基づき，外郭防護として防潮堤及び防潮扉を設置する。防潮堤のうち鋼製防護壁には，鋼製防護壁と取水構造物の境界部からの津波の流入を防止するために，１次止水機構及び２次止水機構を多様化して設置する。

また，取水路，放水路等の経路から流入させない設計とするため，外郭防護として，取水路に取水路点検用開口部浸水防止蓋，海水ポンプ室に海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁，循環水ポンプ室に取水ピット空気抜き配管逆止弁，放水路に放水路ゲート及び放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋，ＳＡ用海水ピットにＳＡ用海水ピット開口部浸水防止蓋，緊急用海水ポンプ室に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ドレン排水口逆止弁

及び緊急用海水ポンプ室床ドレン排水口逆止弁並びに構内排水路に構内排水路逆流防止設備を設置する。また，防潮堤及び防潮扉下部貫通部に対して止水処置を実施する。

設計基準対象施設の津波防護対象設備（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，津波による影響等から隔離可能な設計とするため，内郭防護として，海水ポンプ室に海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋，常設代替高圧電源装置用カルバートの立坑部に水密扉の設置並びにタービン建屋又は非常用海水系配管カルバートと隣接する原子炉建屋境界地下階の貫通部，常設代替高圧電源装置用カルバートの立坑部の貫通部に対して止水処置を実施する。さらに，屋外の循環水系配管の損傷箇所から非常用海水ポンプが設置されている海水ポンプ室への津波の流入を防止するため，海水ポンプ室の壁の貫通部に対して止水処置を実施する。

引き波時の水位の低下に対して，非常用海水ポンプの取水可能水位を下回らないよう，取水口前面の海中に貯留堰を設置する。

地震発生後，津波が発生した場合に，その影響を俯瞰的に把握するため，津波監視設備として，取水路に潮位計，取水ピットに取水ピット水位計並びに原子炉建屋屋上及び防潮堤上部に津波・構内監視カメラを設置する。

津波防護対策の設備分類と設置目的を第 1.4-2 表に示す。また，敷地の特性に応じた津波防護の概要を第 1.4-3 図に示す。

1.4.1.3　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，流入の防止

設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する原子炉建屋，タービン建屋，使用済燃料乾式貯蔵建屋及

び常設代替高圧電源装置用カルバート並びに設計基準対象施設の津波防護対象設備のうち屋外設備である排気筒が設置されている敷地の高さはT.P.＋8m，常設代替高圧電源装置置場が設置されている敷地の高さは T.P.＋11m，海水ポンプ室が設置されている敷地の高さはT.P.＋3m，非常用海水系配管が設置されている敷地高さはT.P.＋3m～T.P.＋8mであり，津波による遡上波が到達，流入する高さに設置している。このため，高潮ハザードの再現期間100年に対する期待値を踏まえた潮位を考慮した上で，敷地前面東側においては入力津波高さT.P.＋17.9mに対して天端高さT.P.＋20mの防潮堤及び防潮扉，敷地側面北側においては入力津波高さT.P.＋15.4mに対して天端高さT.P.＋18mの防潮堤，敷地側面南側においては入力津波高さT.P.＋16.8mに対してT.P.＋18mの防潮堤及び防潮扉を設置することにより，津波が到達，流入しない設計とする。また，防潮堤のうち鋼製防護壁には，１次止水機構を設置し，津波が到達，流入しない設計とする。

なお，遡上波の地上部からの到達及び流入の防止として，地山斜面，盛土斜面等は活用しない。

(2)　取水路，放水路等の経路からの津波の流入防止

敷地へ津波が流入する可能性のある経路としては，取水路，放水路，ＳＡ用海水ピット及び緊急用海水系の取水経路，構内排水路並びに防潮堤及び防潮扉下部貫通部が挙げられる。これらの経路を第1.4-3表に示す。

特定した流入経路から，津波が流入する可能性について検討を行い，取水路，放水路等の経路からの流入に伴う津波高さ及び高潮ハザードの再現期間100年に対する期待値を踏まえた潮位に対しても，十分に余裕のある設計とする。特定した流入経路から，津波が流入

することを防止するため，津波防護施設として放水路に放水路ゲート，敷地側面北側及び敷地前面東側の防潮堤下部を貫通する構内排水路に構内排水路逆流防止設備を設置する。また，浸水防止設備として，取水路に取水路点検用開口部浸水防止蓋，海水ポンプ室に海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁，循環水ポンプ室に取水ピット空気抜き配管逆止弁，放水路に放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋，ＳＡ用海水ピットにＳＡ用海水ピット開口部浸水防止蓋並びに緊急用海水ポンプピットに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ドレン排出口逆止弁及び緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁を設置する。また，敷地前面東側の防潮堤下部貫通部及び敷地側面南側の防潮扉下部貫通部に対して止水処置を実施する。これらの浸水対策の概要について，第1.4-3図に示す。また，浸水対策の実施により，特定した流入経路からの津波の流入防止が可能であることを確認した結果を第1.4-4表に示す。

上記のほか，東海発電所の取水路及び放水路については，今後，その機能に期待しないことから，コンクリート及び流動化処理土により埋め戻しを行うため，津波の流入経路とはならない。

1.4.1.4　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

取水・放水施設，地下部等における漏水の可能性を検討した結果，海水ポンプ室には海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁，循環水ポンプ室には取水ピット空気抜き配管逆止弁，緊急用海水ポンプ室には緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁及び緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁が設置されており，入力津波高さが

これらの逆止弁を設置している床面の高さを上回り，当該部で漏水が継続する可能性がある。

海水ポンプ室には重要な安全機能を有する非常用海水ポンプが設置されていることから，海水ポンプ室を漏水が継続することによる浸水の範囲（以下 1.4 において「浸水想定範囲」という。）として想定する。

また，循環水ポンプ室において漏水が継続した場合には，隣接する海水ポンプ室に浸水する可能性があり，重要な安全機能に影響を及ぼす可能性があることから，浸水想定範囲として想定する。

なお，緊急用海水ポンプ室には，重大事故等に対処するために必要な設備である緊急用海水ポンプが設置されていることから，「1.4.2.4　漏水による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（外郭防護２）」において，漏水による浸水量を評価し，重大事故等に対処するために必要な機能への影響を確認する。

取水構造物の構造上の特徴等を考慮して，海水ポンプ室床面及び循環水ポンプ室床面における漏水の可能性を検討した結果，床面における開口部等として挙げられる海水ポンプグランドドレン排出口及び取水ピット空気抜き配管については，逆止弁を設置する設計上の配慮を施しており，漏水による浸水経路とならない。海水ポンプ室及び循環水ポンプ室の浸水防護設備の概要を第 1.4-4 図に示す。

また，上記以外の取水構造物，放水路及びＳＡ用海水ピット取水塔から緊急用海水ポンプピットに至る系の特徴等を考慮して漏水の可能性を検討した結果，壁面，床面等における隙間部等として挙げられる浸水防止蓋，放水路ゲート及び構内排水路逆流設備の座面，ポンプのグランド部並びに貫通部については，いずれもガスケット，パッキン等のシール材やボルトによる密閉等の設計上の配慮を施し

ており，漏水による浸水経路とはならない。

以上より，設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画への漏水の可能性はない。

上記のほか，防潮堤のうち鋼製防護壁には，鋼製防護壁と取水構造物との境界部から津波の流入を防止するため，外郭防護１として１次止水機構を設置するが，１次止水機構からの漏水又は保守に伴う取外し時の津波の流入を防止するため，外郭防護２として２次止水機構を設置することにより，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が設置された敷地への漏水を防止する。

(2)　安全機能への影響評価

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ため，海水ポンプ室を防水区画化する。

上記(1)より，設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画への漏水による浸水の可能性はないが，保守的な想定として，海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁からの設計上の許容漏えい量及び逆止弁の弁体（フロート）の開固着による動作不良を考慮し，浸水想定範囲における浸水を仮定する。その上で重要な安全機能を有する非常用海水ポンプについて，漏水による海水ポンプ室における浸水量を評価し，安全機能への影響がないことを確認する。

また，循環水ポンプ室の取水ピット空気抜き配管逆止弁についても，逆止弁からの設計上の許容漏えい量及び逆止弁の弁体（フロート）の開固着による動作不良を考慮し，浸水想定範囲における浸水を仮定する。その上で循環水ポンプ室における漏水が，隣接する海水ポンプ室への浸水の影響を評価し，安全機能への影響がないこと

を確認する。

(3) 排水設備の検討

上記(2)において浸水想定範囲のうち重要な安全機能を有する非常用海水ポンプが設置されている海水ポンプ室で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。

1.4.1.5 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隔離（内郭防護）

(1) 浸水防護重点化範囲の設定

浸水防護重点化範囲として，原子炉建屋，使用済燃料乾式貯蔵建屋，海水ポンプ室，常設代替高圧電源装置置場，常設代替高圧電源装置用カルバート及び非常用海水系配管を設定する。

(2) 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

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確認を行い，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路及び浸水口を特定し，浸水対策を実施する。具体的には，溢水防護での影響評価に示されるように，タービン建屋内において発生する地震による循環水系配管等の損傷箇所からの津波の流入等が，浸水防護重点化範囲（原子炉建屋）へ影響することを防止するため，タービン建屋と隣接する原子炉建屋の地下階の貫通部に対して止水処置を実施する。屋外の循環水系配管の損傷箇所から海水ポンプ室への津波の流入を防止するため，海水ポンプ室貫通部止水処置を実施する。屋外の非常用海水系配管（戻り管）の破損箇所から津波の流入を防止するため，海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋及び常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉を設置するとともに，原子炉建屋境界貫通部，海水ポンプ室

貫通部及び常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）貫通部に止水処置を実施する。

また，溢水の拡大防止対策として設けるインターロック（復水器水室出入口弁の閉止，循環水ポンプ出口弁の閉止及び循環水ポンプの停止）についても，影響評価において考慮する。

実施に当たっては，以下ａ．～ｅ．の影響を考慮する。

ａ．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クラス機器の損傷により，保有水が溢水するとともに，津波が取水ピット及び放水ピットから循環水系配管に流れ込み，循環水系配管の伸縮継手の損傷箇所を介して，タービン建屋内に流入することが考えられる。このため，タービン建屋内に流入した海水による，タービン建屋に隣接する浸水防護重点化範囲（原子炉建屋）への影響を評価する。

ｂ．地震に起因する循環水ポンプ室の循環水系配管の伸縮継手の破損により，津波が取水ピットから循環水系配管に流れ込み，循環水系配管の伸縮継手の破損箇所を介して，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，循環水ポンプ室内に流入した海水による，隣接する浸水防護重点化範囲（海水ポンプ室）への影響を評価する。

ｃ．地震に起因する屋外に敷設する非常用海水系配管（戻り管）の損傷により，海水が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（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入することが考えられる。このため，敷地に流入した津波による浸水防護重点化範囲（原子炉建屋，使用済燃料乾式貯蔵建屋，海水ポンプ室，常設代替高圧電源装置置場，常設代替高圧電源装置用カルバート及び非常用海水系配管）への影響を評価する。

d．地下水については，地震時の地下水の流入が浸水防護重点化範囲へ与える影響について評価する。

e．地震に起因する屋外タンク等の損傷による溢水が，浸水防護重点化範囲へ与える影響について評価する。

(3) 上記(2)a．～e．の浸水範囲，浸水量の評価については，以下のとおり安全側の想定を実施する。

a．タービン建屋内の機器・配管の損傷による津波，溢水等の事象想定

タービン建屋内における溢水については，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）並びに地震に起因する耐震Ｂクラス及びＣクラス機器の破損を想定する。このため，インターロック（地震加速度大による原子炉スクラム及びタービン建屋復水器エリアの漏えい信号で作動）による循環水ポンプの停止及び復水器水室出入口弁の閉止までの間に生じる溢水量を考慮する。また，溢水源となり得る機器の保有水による溢水量を考慮する。以上の溢水量を合算した水量が，タービン建屋空間部に滞留するものとして溢水水位を算出する。なお，インターロックによって，津波の襲来前に復水器水室出入口弁を閉止することにより，津波の流入を防止できるため，津波の流入は考慮しない。

b．循環水ポンプ室内の機器・配管の損傷による津波，溢水等の事象想定

循環ポンプ室内における循環水系配管の溢水については，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）を想定する。このため，循環水ポンプの運転による溢水が循環水ポンプ室へ流入して滞留する水量を算出し，隣接する浸水防護重点化範囲に浸水しないことを確認する。なお，インターロック（地震加速

度大による原子炉スクラム及び循環水ポンプ室の漏えい信号で作動）によって，津波の襲来前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により，津波の流入を防止できるため，津波の流入は考慮しない。

c．非常用海水系配管（戻り管）の損傷による津波，溢水等の事象想定

屋外における非常用海水系配管（戻り管）からの溢水については，非常用海水ポンプの全台運転を想定する。このため，その定格流量が溢水し，設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入したときの浸水防護重点化範囲への影響を確認する。なお，津波の襲来前に放水路ゲートを閉止することから，非常用海水系配管（戻り管）の放水ラインの放水路側からの津波の流入は防止できるため，津波の流入は考慮しない。

d．機器・配管損傷による津波浸水量の考慮

上記ａ．及びｂ．における循環水系配管の損傷については，津波が襲来する前に循環水ポンプを停止し，復水器水室出入口弁及び循環水ポンプ出口弁を閉止するインターロックを設け，津波を流入させない設計とすることから，津波の浸水量は考慮しない。また，上記ｃ．における非常用海水系配管（戻り管）の損傷については，津波が襲来する前に放水路ゲートを閉止し，放水ラインの放水路側からの津波の流入を防止する設計とすることから，津波の浸水量は考慮しない。

e．機器・配管等の損傷による内部溢水の考慮

上記ａ．，ｂ．及びｃ．における機器・配管等の損傷による浸水範囲，浸水量については，損傷箇所を介したタービン建屋への津

波の流入，内部溢水等の事象想定も考慮して算定する。

ｆ．地下水の溢水影響の考慮

地下水の流入については，「1.6　溢水防護に関する基本方針」において示されるように，複数のサブドレンピット及び排水ポンプにより排水することができる。なお，地震により電源が喪失した場合は，一時的な水位上昇のおそれはあるが，仮設分電盤及び仮設ポンプにより排水することが可能となっている。

また，別途実施する「1.6　溢水防護に関する基本方針」の影響評価において，地震時の排水ポンプの停止により建屋周辺の地下水位が周辺の地下水位まで上昇することを想定する。これに対し，地表面まで地下水位が上昇することを想定し，建屋外周部における貫通部止水処置等を実施して建屋内への流入を防止する設計としている。このため，地下水による浸水防護重点化範囲への有意な影響はない。

地震による建屋の地下階外壁の貫通部等からの流入については，浸水防護重点化範囲の評価に当たって，地下水の影響を安全側に考慮する。

ｇ．屋外タンク等の損傷による溢水等の事象想定

屋外タンクの損傷による溢水については，地震時の屋外タンクの溢水により浸水防護重点化範囲に浸水することを想定し，海水ポンプ室ケーブル点検口に浸水防止蓋，常設代替高圧電源装置用カルバートの立坑部の開口部に水密扉を設置するとともに，原子炉建屋境界貫通部，海水ポンプ室貫通部及び常設代替高圧電源装置用カルバートの立坑部の貫通部に止水処置をするため，浸水防護重点化範囲の建屋又は区域に浸入することはない。

h．施設・設備施工上生じうる隙間部等についての考慮

津波及び溢水により浸水を想定するタービン建屋と原子炉建屋地下部の境界において，施工上生じうる建屋間の隙間部には，止水処置を行い，浸水防護重点化範囲への浸水を防止する設計とする。

1.4.1.6　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)　非常用海水ポンプの取水性

基準津波による水位の低下に対して，非常用海水ポンプ位置の評価水位を適切に算出するため，水路の特性を考慮して，開水路及び管路について非定常管路流の連続式及び運動方程式を用いて数値シミュレーションを実施する。その際，貯留堰がない状態で，取水口，取水路及び取水ピットに至る経路をモデル化し，粗度係数，貝の付着代及びスクリーン損失を考慮するとともに，防波堤の有無及び潮位のばらつきの加算による安全側に評価した値を用いる等，数値計算上の不確かさを考慮した評価を実施する。

この評価の結果，基準津波による下降側水位は T.P.－5.64m となった。この水位に下降側の潮位のばらつき 0.16m と数値計算上の不確かさを考慮して T.P.－6.0m を評価水位とする。評価水位は，非常用海水ポンプの取水可能水位 T.P.－5.66m を下回ることから，津波防護施設として取水口前面の海中に天端高さ T.P.－4.9m の貯留堰を設置することで，非常用海水ポンプ全台（7 台）が 30 分以上運転を継続し，取水性を保持するために必要な水量約 2,370m^3を確保できる設計とする。なお，津波高さが貯留堰天端高さ T.P.－4.9m を下回る時間は約 3 分間であり，30 分以上運転継続が可能であるため，

十分な容量を有している。

なお，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されているため，発電所を含む地域に大津波警報が発表された際には，引き波による非常用海水ポンプの取水量を確保するため，循環水ポンプを含む常用海水ポンプを停止する運用を整備する。

(2) 津波の二次的な影響による非常用海水ポンプの機能保持確認

基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積及び漂流物に対して，取水口，取水路及び取水ピットの通水性が確保できる設計とする。

また，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非常用海水ポンプは機能保持できる設計とする。

ａ．砂移動・堆積の影響

取水口の底面の高さはT.P.－6.04mであり，取水可能部は8mを超える高さを有する設計とする。また，取水ピットの底面の高さはT.P.－7.85mであり，非常用海水ポンプの吸込み下端から取水路底面までは約1.3mの距離がある。

これに対して，砂移動に関する数値シミュレーションを実施した結果，基準津波による砂移動に伴う取水口前面における砂堆積厚さは水位上昇側において0.36mであり，砂の堆積によって，取水口が閉塞することはない。また，取水ピットにおける砂堆積厚さは0.028mであり，非常用海水ポンプへの影響はなく機能は保持できる。

ｂ．非常用海水ポンプへの浮遊砂の影響

非常用海水ポンプは，取水時に浮遊砂の一部が軸受潤滑水としてポンプ軸受に混入したとしても，非常用海水ポンプの軸受に設けられた約3.7mmの異物逃し溝から排出される構造とする。

これに対して,発電所周辺の砂の平均粒径は0.15mm(底質調査)で，粒径数ミリメートル以上の砂はごくわずかであることに加えて，粒径数ミリメートル以上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，砂混入に対して非常用海水ポンプの取水機能は保持できる。

c．漂流物の取水性への影響

(a) 漂流物の抽出方法

漂流物となる可能性のある施設・設備を抽出するため，発電所敷地外については，基準津波の数値シミュレーション結果を踏まえ発電所周辺半径約 5km の範囲（陸域については，遡上域を包絡する箇所）を，敷地内については，遡上域となる防潮堤の外側を網羅的に調査する。設置物については，地震で倒壊する可能性のあるものは倒壊させた上で，浮力計算により漂流するか否かの検討を行う。（第 1.4-5 図）

(b) 抽出された漂流物となる可能性のある施設・設備の影響

基準津波の数値シミュレーションの結果によると，防潮堤の外側は遡上域となる。このため，基準地震動Ｓ$_s$による液状化等に伴う敷地の変状，潮位のばらつき（0.18m）も考慮し，基準津波により漂流物となる可能性のある施設・設備が，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する。

この結果，発電所敷地内で漂流し，取水口に到達する可能性があるものとして，鉄筋コンクリート造建物のコンクリート壁（コンクリート片），鉄骨造建物の外装板，フェンス，空調室外機，車両等が挙げられるが，取水口は十分な通水面積を有していることから，取水性への影響はない。また，貯留堰内に堆積することを想定した場合においても，貯留堰は十分な容量を有

していることから，引き波時の非常用海水ポンプの取水性への影響はない。

発電所の物揚岸壁又は港湾内に停泊する燃料等輸送船があり，この他に浚渫船，貨物船等の船舶がある。これらの発電所の物揚岸壁又は港湾内に停泊する船舶においては，津波警報等発表時には，緊急退避するため，漂流することはなく，取水性への影響はない。

発電所敷地外で漂流し，取水口に到達する可能性があるものとしては，鉄筋コンクリート造建物のコンクリート壁（コンクリート片），鉄骨造建物の外装板，家屋，倉庫，フェンス，防砂林等が挙げられるが，設置位置及び流向を考慮すると取水口へは向かわないため，取水性への影響はない。なお，これらの漂流する可能性のあるものが取水口に向かうことを想定した場合においても，取水口は十分な通水面積を有していることから，取水性への影響はない。また，貯留堰内に堆積することを想定した場合においても，貯留堰は十分な容量を有していることから，引き波時の非常用海水ポンプの取水性への影響はない。上記のほか，発電所近傍で操業する漁船が航行不能になった場合においても，取水口は十分な通水面積を有していることから，取水性への影響はない。

発電所近傍を通過する定期船に関しては，発電所沖合約 15km に定期航路があるが，半径 5km 以内の敷地前面海域にないことから発電所に対する漂流物とはならない。

発電所の防波堤については，地震及び津波により損傷する可能性があるが，ケーソン堤は 5,000t 級の重量構造物であり，取水口まで 350m～550m 程度の距離があることから取水口に到達

することはない。傾斜堤については，2t 以下のマウンド被覆材が津波により落下する可能性があるものの，海底地盤面の砂層に埋もれることから，取水口に到達する可能性は低い。仮に，取水口前面への到達を想定した場合においても，堆積マウンド被覆材の間隙は大きく透水性が高いため，取水性への影響はない。

なお，取水口に到達する可能性のあるもののうち，最も重量が大きい総トン数 5t（排水トン数 15t）の漁船を津波防護施設及び浸水防止設備に対する衝突荷重において考慮する。

除塵装置であ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については，基準津波の流速に対し，十分な強度を有しているため，損傷することはなく漂流物とはならないことから，取水性に影響を及ぼさないことを確認している。

上記(a)，(b)については，継続的に発電所敷地内及び敷地外の人工構造物の設置状況の変化を確認し，漂流物の取水性への影響を確認する。

1.4.1.7　津波監視

敷地への津波の繰返しの襲来を察知し，その影響を俯瞰的に把握するとともに，津波防護施設及び浸水防止設備の機能を確実にするために，津波監視設備を設置する。津波監視設備としては，津波・構内監視カメラ，取水ピット水位計及び潮位計を設置する。津波・構内監視カメラは地震発生後，津波が発生した場合に，その影響を俯瞰的に把握するため，津波及び漂流物の影響を受けない防潮堤内側の原子炉建屋の屋上及び防潮堤の上部に設置し，津波監視機能が十分に保持できる設計とする。取水ピット水位計は，非常用海水ポンプの取水性を確保

するために，基準津波の下降側の取水ピット水位の監視を目的に，津波及び漂流物の影響を受けにくい防潮堤内側の取水ピットに設置し，津波監視機能が十分に保持できる設計とする。潮位計は，津波の上昇側の水位監視を目的に，津波及び漂流物の影響を受けにくい取水口入口近傍の取水路側壁に設置し，津波監視機能が十分に保持できる設計とする。

また，津波監視設備は，基準地震動Ｓｓに対して，機能を喪失しない設計とする。設計に当たっては，その他自然現象（風，積雪等）による荷重との組合せを適切に考慮する。

(1)　津波・構内監視カメラ

津波・構内監視カメラは，原子炉建屋の屋上 T.P.＋64m，防潮堤の上部 T.P.＋18m 及び防潮堤の上部 T.P.＋20m に設置し，暗視機能を有したカメラを用い，中央制御室及び緊急時対策所から昼夜問わず監視可能な設計とする。

(2)　取水ピット水位計

取水ピット水位計は，T.P.＋3m の敷地の取水ピット上版に設置し，非常用海水ポンプが設置された取水ピットの下降側の津波高さを計測できるよう，T.P.－7.8m～T.P.＋2.3m を計測範囲とし，中央制御室及び緊急時対策所から監視可能な設計とする。

なお，取水ピット水位計は，漂流物の影響を受けにくい取水ピット上版に設置する。また，漂流物の衝突に対する防止策・緩和策として取水ピットの北側と南側にそれぞれ 1 個ずつ計 2 個の取水ピット水位計を多重化して設置する。

(3)　潮位計

潮位計は，取水口入口近傍の取水路内の高さ T.P.－5.0m の位置に設置し，取水口付近の上昇側の津波高さを計測できるよう，T.P.－

5.0m～T.P.＋20.0m を計測範囲とし，中央制御室及び緊急時対策所から監視可能な設計とする。

なお，潮位計は，漂流物の影響を受けにくい取水口入口近傍に設置する。また，漂流物の衝突に対する防止策・緩和策として取水口入口近傍の北側と南側にそれぞれ 1 個ずつ計 2 個の潮位計を多重化して設置する。

第1.4-1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
	ＳＡ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　（　）内は，朔望平均干潮位T.P.－0.81m，2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m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評価となるように，※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。

第 1.4-2 表　各津波防護対策の設備分類と設置目的（1／3）

津波防護対策		設備分類	設置目的
防潮堤及び防潮扉		津波防護施設	・基準津波による遡上波が設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の津波防護対象設備の設置された敷地に到達・流入することを防止する。 ・鋼製防護壁には，鋼製防護壁と取水構造物の境界部に浸水防止設備として１次止水機構を設置し，設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の設置された敷地に到達・流入することを防止する。さらに，浸水防止設備として２次止水機構を設置し，１次止水機構からの漏水及び１次止水機構の保守に伴う取外し時の津波の流入を防止し，設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の設置された敷地に到達・流入することを防止する。
放水路ゲート			・放水路からの流入津波が放水路ゲート及び放水ピットの点検用開口部（上流側），放水ピット並びに放水ピット及び放水路に接続される配管貫通部を経由し，設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の津波防護対象設備の設置された敷地に流入することを防止する。
構内排水路逆流防止設備			・構内排水路からの流入津波が集水枡等を経由し，設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の津波防護対象設備の設置された敷地に流入することを防止する。
貯留堰			・引き波時において，非常用海水ポンプによる補機冷却に必要な海水を確保し，非常用海水ポンプの機能を保持する。
取水路	取水路点検用開口部浸水防止蓋	浸水防止設備	・取水路からの流入津波が取水路の点検用開口部を経由し，設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の津波防護対象設備が設置された海水ポンプ室の側壁外側に流入することを防止することにより，隣接する海水ポンプ室への浸水を防止する。
海水ポンプ室	海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁		・取水路からの流入津波が海水ポンプグランドドレン排出口を経由し，設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の津波防護対象設備の設置された海水ポンプ室に流入することを防止する。
	海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋		・地震による非常用海水系配管（戻り管）の損傷及び屋外タンクからの溢水並びに津波がケーブル点検口を経由し，浸水防護重点化範囲である海水ポンプ室に流入することを防止する。
	貫通部止水処置		・地震による循環水ポンプ内の循環水系等配管の損傷に伴う溢水及び津波が，貫通部を経由して隣接して設置する浸水防護重点化範囲である海水ポンプ室に流入することを防止する。

第 1.4-2 表　各津波防護対策の設備分類と設置目的（2／3）

津波防護対策		設備分類	設置目的
循環水ポンプ室	取水ピット空気抜き配管逆止弁	浸水防止設備	・取水路からの流入津波が取水ピット空気抜き配管を経由し，循環水ポンプ室に流入することを防止することにより，隣接して設置する設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の津波防護対象設備の設置された海水ポンプ室への浸水を防止する。
放水路	放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋		・放水路からの流入津波が放水路ゲートの点検用開口部（下流側）を経由し，設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の津波防護対象設備の設置された敷地に流入することを防止する。
ＳＡ用海水ピット	ＳＡ用海水ピット開口部浸水防止蓋		・海水取水路からの流入津波がＳＡ用海水ピット開口部を経由し，設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の津波防護対象設備の設置された敷地に流入することを防止する。
緊急用海水ポンプ室	緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋		・緊急用海水取水管及び海水取水路からの流入津波が緊急用海水ポンプのグランドドレンの排出口，緊急用海水ポンプ室の床ドレン排出口，点検用開口部を経由し，緊急用海水ポンプ室に流入し，更に設計基準対象施設の津波防護対象設備の設置された敷地に流入することを防止する。また，重大事故等対処施設の津波防護対象設備が設置された緊急用海水ポンプ室に流入することを防止する。
	緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁		
	緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁		
	緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋		・地震による非常用海水系配管（戻り管）の損傷及び屋外タンクからの溢水並びに津波が緊急用海水ポンプ点検用開口部及び緊急用海水ポンプ室人員用開口部を経由し，浸水防護重点化範囲である緊急用海水ポンプ室に流入することを防止する。
	緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋		
格納容器圧力逃がし装置格納槽	格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチ		・地震による非常用海水系配管（戻り管）の損傷及び屋外タンクからの溢水並びに津波が格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用開口部を経由し，浸水防護重点化範囲である格納容器圧力逃がし装置格納槽に流入することを防止する。
常設低圧注水系格納槽	常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチ		・地震による非常用海水系配管（戻り管）の損傷及び屋外タンクからの溢水並びに津波が常設低圧代替注水系格納槽点検用開口部及び常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用開口部を経由し，浸水防護重点化範囲である常設低圧代替注水系格納槽に流入することを防止する。
	常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチ		

第 1.4-2 表　各津波防護対策の設備分類と設置目的（3／3）

津波防護対策		設備分類	設置目的
常設代替高圧電源装置用カルバート	常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉	浸水防止設備	・地震による非常用海水系配管（戻り管）の損傷及び屋外タンクからの溢水並びに津波が,浸水防護重点化範囲に流入することを防止する。
	貫通部止水処置		
防潮堤，防潮扉	貫通部止水処置		・防潮堤及び防潮扉を取り付けるコンクリート躯体下部の貫通部から設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の津波防護対象設備の設置された敷地に津波が流入することを防止する。
原子炉建屋境界	貫通部止水処置		・地震による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・配管の損傷に伴う溢水が,浸水防護重点化範囲に流入することを防止する。
津波・構内監視カメラ		津波監視設備	・地震発生後，津波が発生した場合に，その影響を俯瞰的に把握する。
取水ピット水位計			
潮位計			

第1.4-3表　流入経路特定結果

流入経路		流入箇所（設置高さ）
取水路	海水系	・取水路点検用開口部（T.P.＋3.3m） ・海水ポンプグランドドレン排出口（T.P.＋0.8m） ・非常用海水ポンプグランド減圧配管基礎フランジ貫通部（T.P.＋0.95m） ・常用海水ポンプグランド減圧配管基礎フランジ貫通部（T.P.＋0.95m） ・非常用海水ポンプ及び常用海水ポンプ据付面（スクリーン洗浄水ポンプ及び海水電解装置用海水ポンプ含む）（T.P.＋0.8m～＋3.3m）
	循環水系	・取水ピット空気抜き配管（T.P.＋0.8m） ・循環水ポンプ据付面（T.P.＋0.8m）
海水引込み管※1	海水系	・ＳＡ用海水ピット開口部（T.P.＋7.3m）
緊急用海水取水管※2	海水系	・緊急用海水ポンプピット点検用開口部（T.P.＋0.8m） ・緊急用海水ポンプグランドドレン排出口（T.P.＋0.8m） ・緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口（T.P.＋0.8m） ・緊急用海水ポンプ減圧配管基礎フランジ貫通部（T.P.＋0.8m） ・緊急用海水取水ポンプ据付面（T.P.＋0.8m）
放水路	海水系	・放水ピット上部開口部（T.P.＋8m） ・放水路ゲート点検用開口部（T.P.＋3.5m） ・海水配管（放水ピット接続部）（T.P.＋1.7m～＋3.5m）
	循環水系	・放水ピット上部開口部（「放水路　海水系」と同じ） ・放水路ゲート点検用開口部（「放水路　海水系」と同じ） ・循環水管（放水ピット接続部）（T.P.＋2.8m）
	その他の排水管	・液体廃棄物処理系放出管（T.P.＋3.5m） ・排ガス洗浄廃液処理設備放出管（T.P.＋3.5m） ・構内排水路排水管（T.P.＋3.6m）
構内排水路		・集水枡等（T.P.＋3m～＋8m）
その他		・防潮堤及び防潮扉下部貫通部（予備貫通部含む）（T.P.＋3m～＋8m） ・東海発電所（廃止措置中）取水路及び放水路（T.P.＋1m）

※１　重大事故等対処施設として設置するＳＡ用海水取水ピット及び緊急用海水系の取水路

※２　重大事故等対処設備として設置する緊急用海水系の取水路

第1.4-4表　各経路からの流入評価結果（１／２）

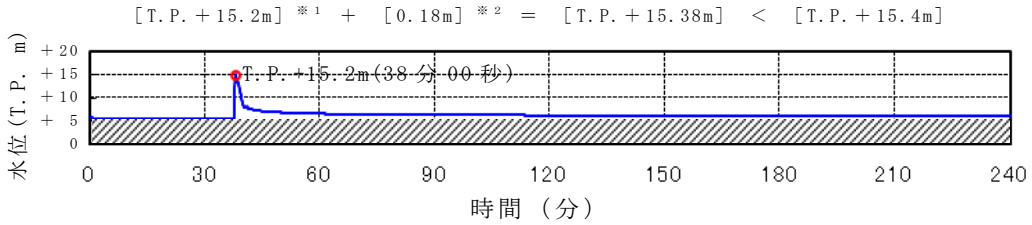
流入経路		流入箇所	入力津波高さ	津波荷重水位※1	裕度	評価
取水路	海水系	・取水路点検用開口部 ・海水ポンプグランドドレン排出口 ・非常用海水ポンプグランド減圧配管基礎フランジ貫通部 ・常用海水ポンプグランド減圧配管基礎フランジ貫通部 ・非常用海水ポンプ及び常用海水ポンプ据付面 （スクリーン洗浄水ポンプ及び海水電解装置用海水ポンプ含む）	T.P.＋19.2m	T.P.＋22.0m	2.8m	入力津波高さに対する津波荷重水位の裕度が参照する裕度※2以上であるため，津波の流入はない。
	循環水系	・取水ピット空気抜き配管 ・循環水ポンプ据付面				
放水路	海水系	・放水ピット上部開口部 ・放水路ゲート点検用開口部 ・海水配管（放水ピット接続部）	T.P.＋19.1m	T.P.＋22.0m	2.9m	入力津波高さに対する津波荷重水位の裕度が参照する裕度※2以上であるため，津波の流入はない。
	循環水系	・放水ピット上部開口部（「放水路　海水系」と同じ） ・放水路ゲート点検用開口部（「放水路　海水系」と同じ） ・循環水管（放水ピット接続部）				
	その他の排水管	・液体廃棄物処理系放出管 ・排ガス洗浄廃液処理設備放出管 ・構内排水路排水管				

※１　津波の到達及び流入の防止に当たり許容可能な津波高さ。
※２　高潮ハザードの再現期間100年に対する期待値T.P.＋1.44mと朔望平均満潮位T.P.＋0.61m及び潮位のばらつき0.18mの合計である0.79mとの差である0.65mを参照する裕度とする。

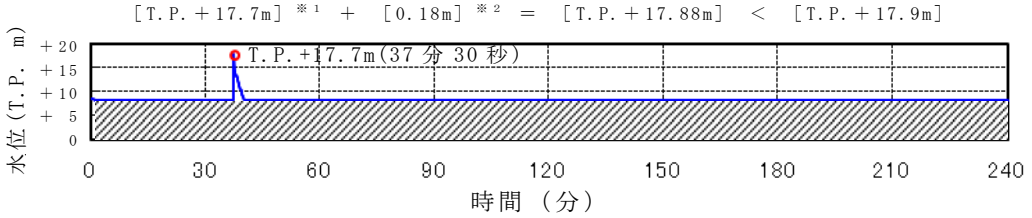
第1.4-4表　各経路からの流入評価結果（２／２）

流入経路		流入箇所	入力津波高さ	津波荷重水位※1	裕度	評価
海水引込み管	海水系	・ＳＡ用海水ピット開口部	T.P.＋8.9m	T.P.＋12.0m	3.1m	入力津波高さに対する津波荷重水位の裕度が参照する裕度※2以上であるため，津波の流入はない。
緊急用海水取水管	海水系	・緊急用海水ポンプピット点検用開口部 ・緊急用海水ポンプグランドドレン排出口 ・緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口 ・緊急用海水ポンプ減圧配管基礎フランジ貫通部 ・緊急用海水取水ポンプ据付面	T.P.＋9.3m	T.P.＋12.0m	2.7m	入力津波高さに対する津波荷重水位の裕度が参照する裕度※2以上であるため，津波の流入はない。
構内排水路(敷地側面北側)	・集水枡等		T.P.＋15.4m	T.P.＋18.0m	2.6m	入力津波高さに対する津波荷重水位の裕度が参照する裕度※2以上であるため，津波の流入はない。
構内排水路(敷地前面東側)	・集水枡等		T.P.＋17.9m	T.P.＋20.0m	2.1m	

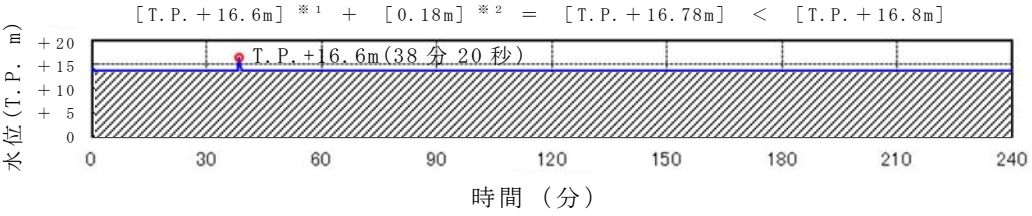
※１　津波の到達及び流入の防止に当たり許容可能な津波高さ。
※２　高潮ハザードの再現期間100年に対する期待値T.P.＋1.44mと朔望平均満潮位T.P.＋0.61m及び潮位のばらつき0.18mの合計である0.79mとの差である0.65mを参照する裕度とする。



（防潮堤前面評価点　敷地側面北側）



（防潮堤前面評価点　敷地前面東側）

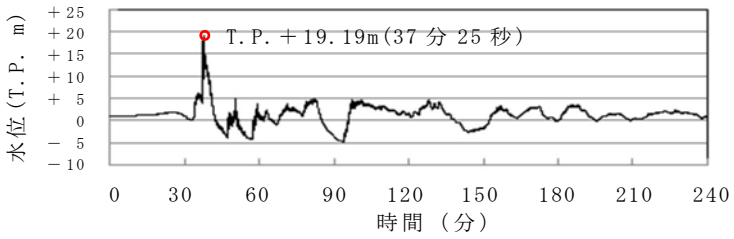


（防潮堤前面評価点　敷地側面南側）

※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　潮位のばらつきを示す。
※3　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　2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）を示す。

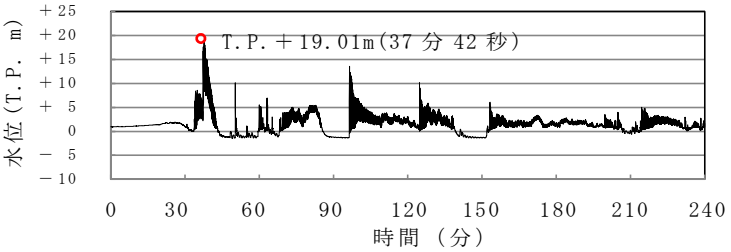
第 1.4-1 図　入力津波の時刻歴波形（1／3）

［T.P.＋19.19m］※3 ＜ ［T.P.＋19.2m］



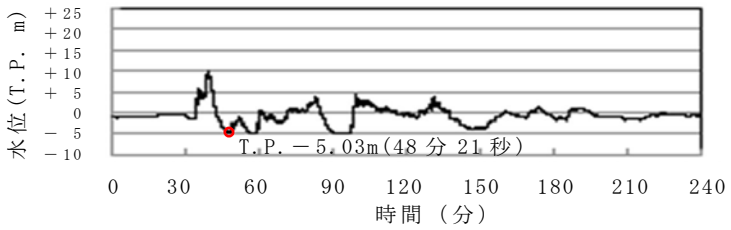
（取水ピット　上昇側）

［T.P.＋19.01m］※3 ＜ ［T.P.＋19.1m］



（放水路ゲート設置箇所　上昇側）

［T.P.－5.03m］※4 －［0.2m］※5 ＝［T.P.－5.23m］＞ ［T.P.－5.3m］

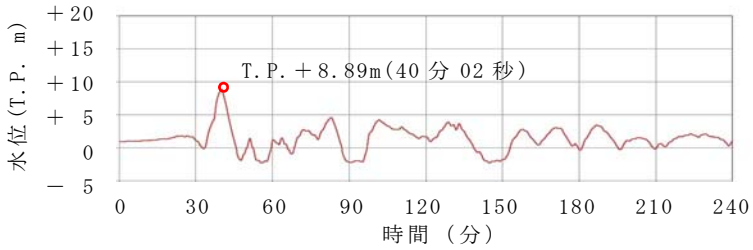


（取水ピット　下降側）

※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　潮位のばらつきを示す。
※3　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　2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）を示す。

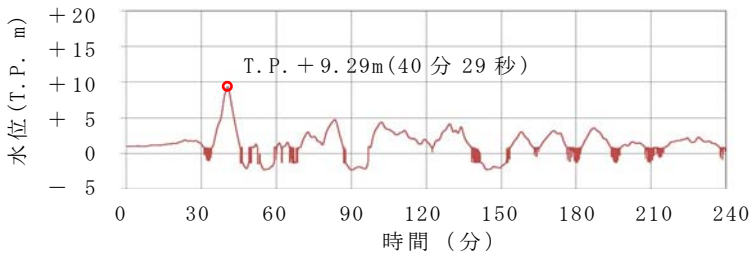
第 1.4-1 図　入力津波の時刻歴波形（2／3）

［T.P.＋8.89m］※3 ＜ ［T.P.＋8.9m］



（ＳＡ用海水ピット　上昇側）

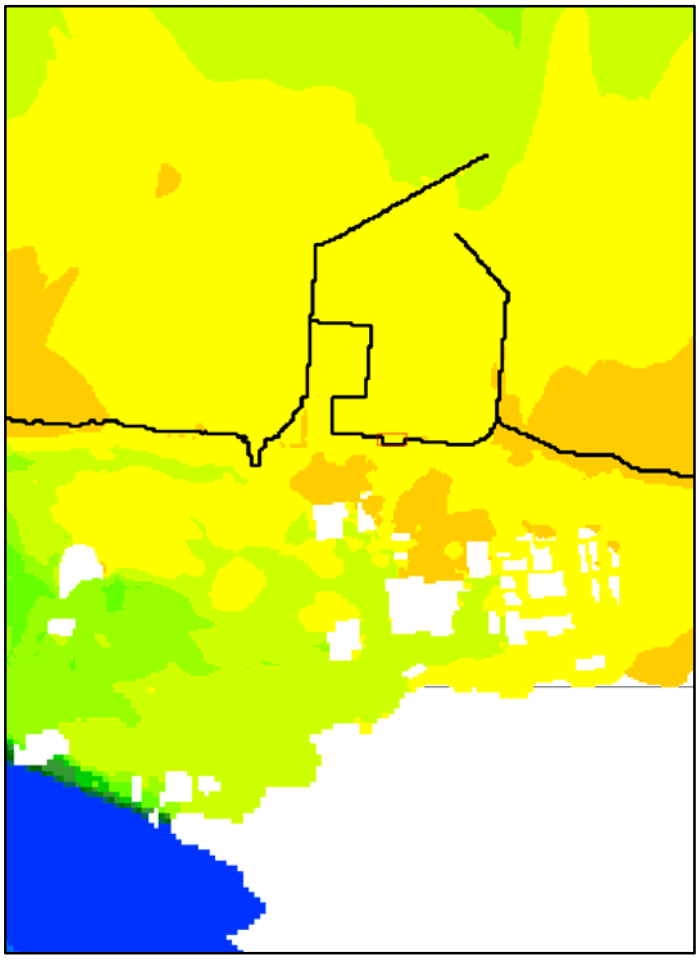
［T.P.＋9.29m］※3 ＜ ［T.P.＋9.3m］



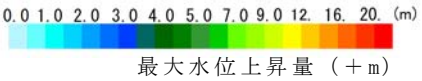
（緊急用海水ポンプピット　上昇側）

※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　潮位のばらつきを示す。
※３　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　2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）を示す。

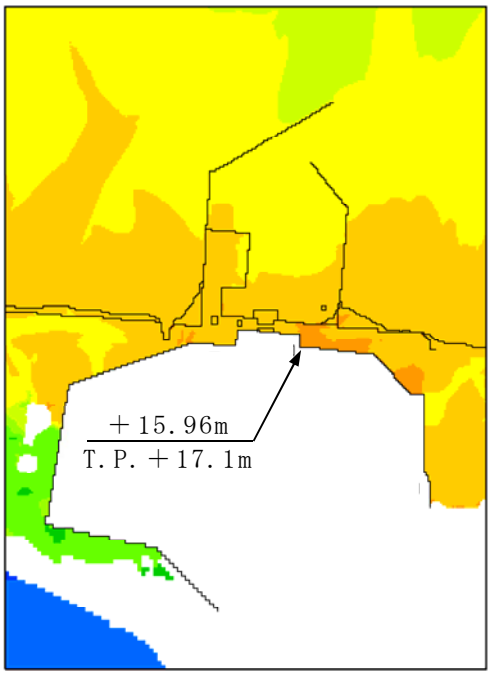
第 1.4-1 図　入力津波の時刻歴波形（3／3）



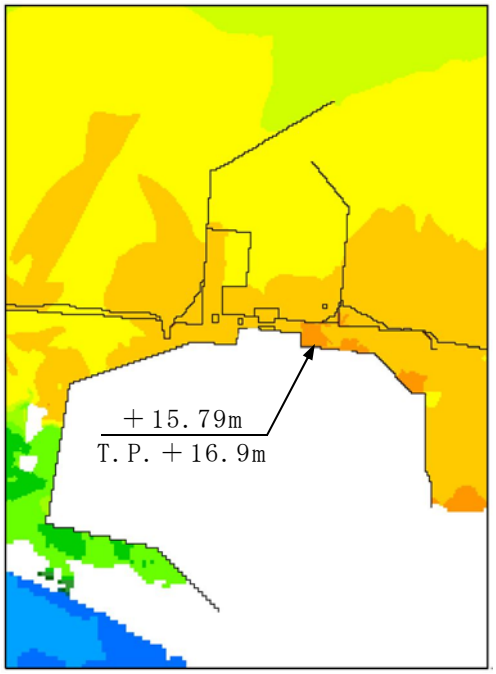
（防潮堤がない場合の
遡上域分布）



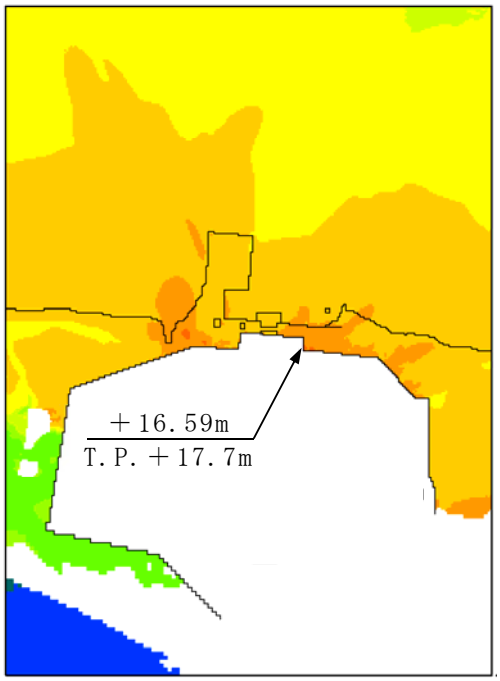
第 1.4-2 図　基準津波による水位分布（1／3）



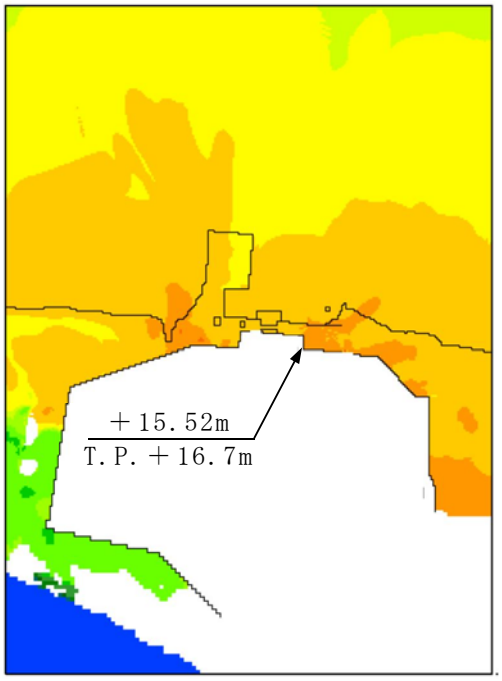
防波堤あり
地盤変状なし



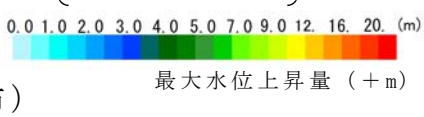
防波堤あり
地盤変状あり



防波堤なし
地盤変状なし

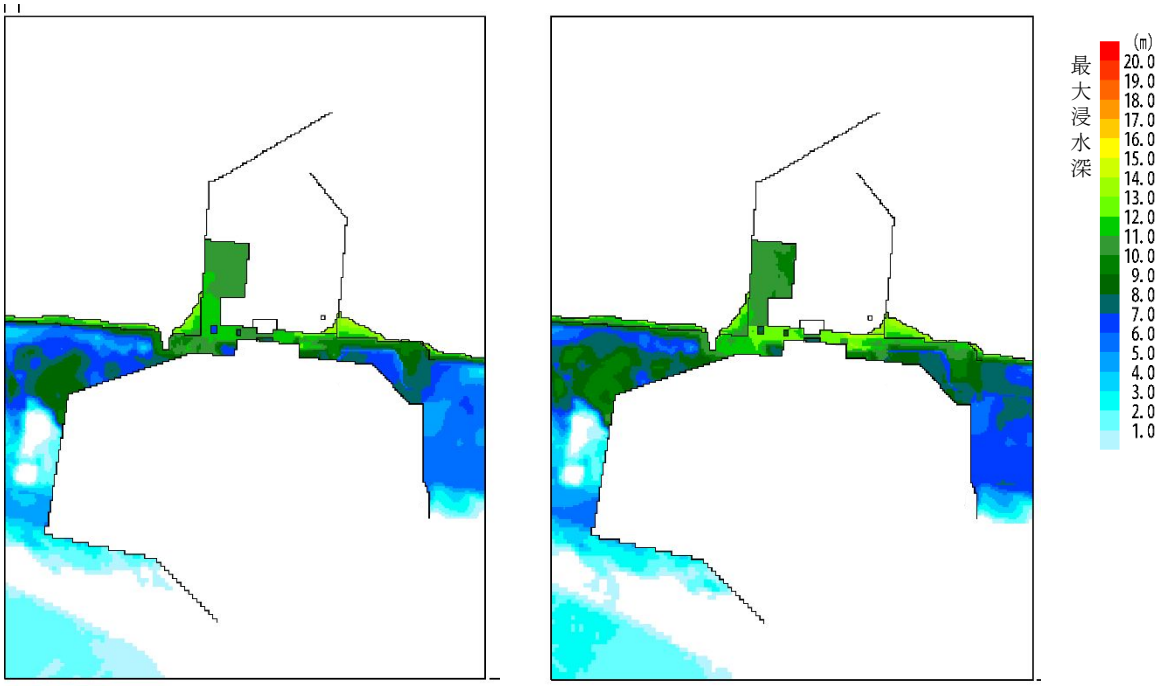


防波堤なし
地盤変状あり



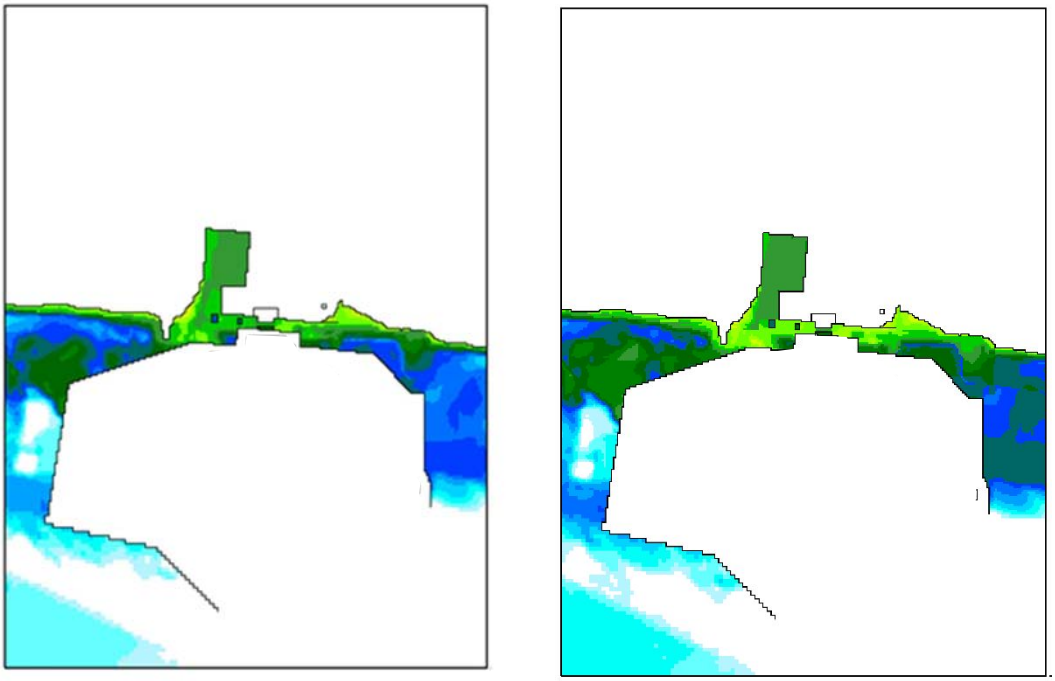
（最大水位上昇量分布）

第 1.4-2 図　基準津波による水位分布（2／3）



防波堤あり
地盤変状なし

防波堤あり
地盤変状あり



防波堤なし
地盤変状なし

防波堤なし
地盤変状あり

（最大浸水深分布）

第 1.4-2 図　基準津波による水位分布（3／3）

【凡例】

T.P.＋3.0m～T.P.＋8.0m

T.P.＋8.0m～T.P.＋11.0m

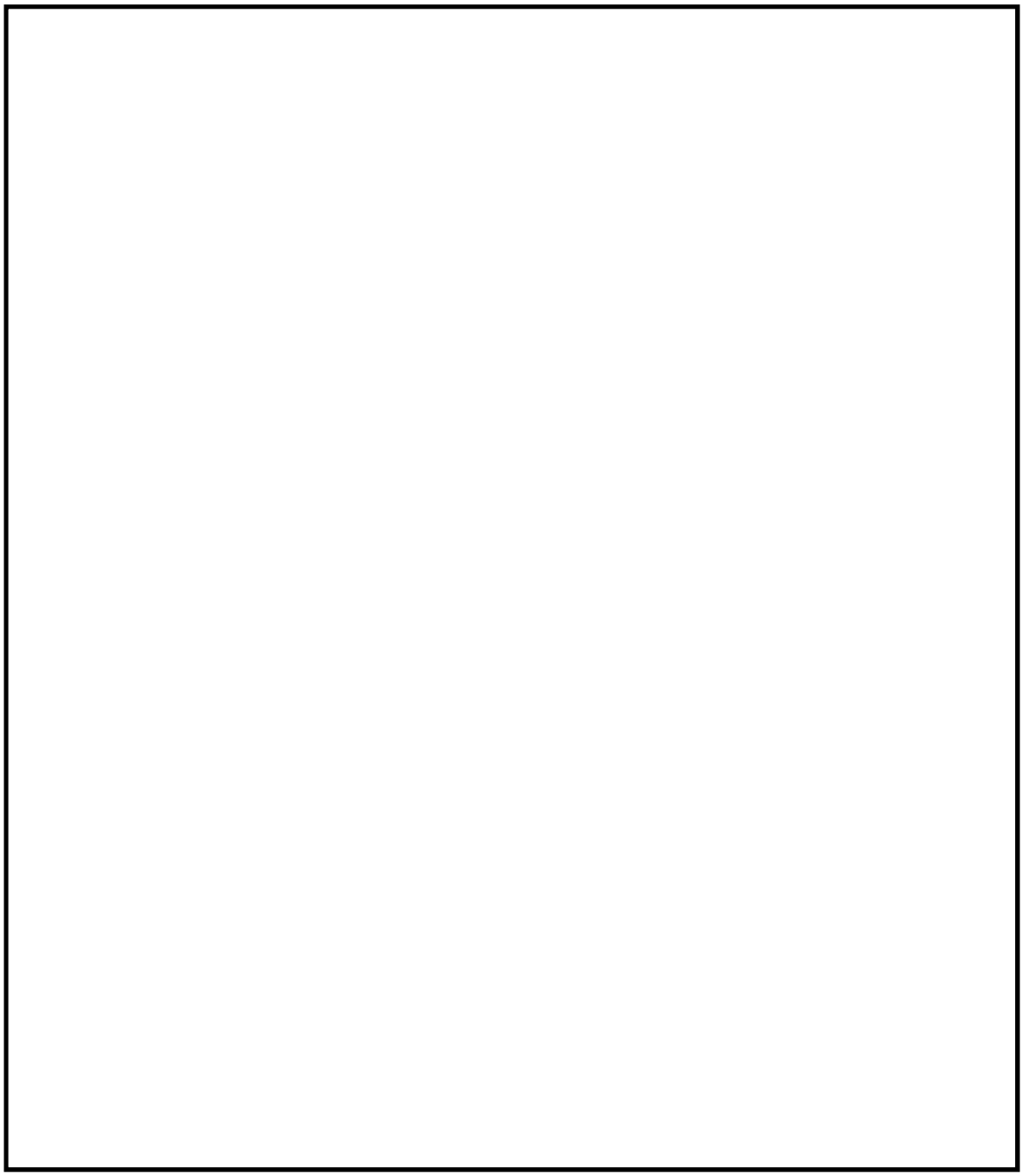
T.P.＋11.0m 以上

津波防護施設

浸水防止設備

津波監視設備

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 1.4-3 図　敷地の特性に応じた設計基準対象施設の津波防護の概要（1／3）

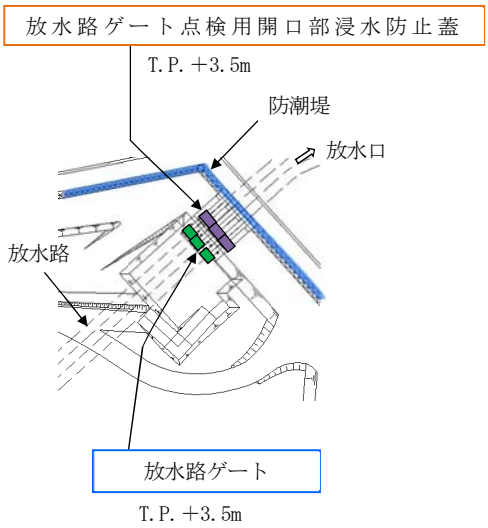
【凡例】

津波防護施設

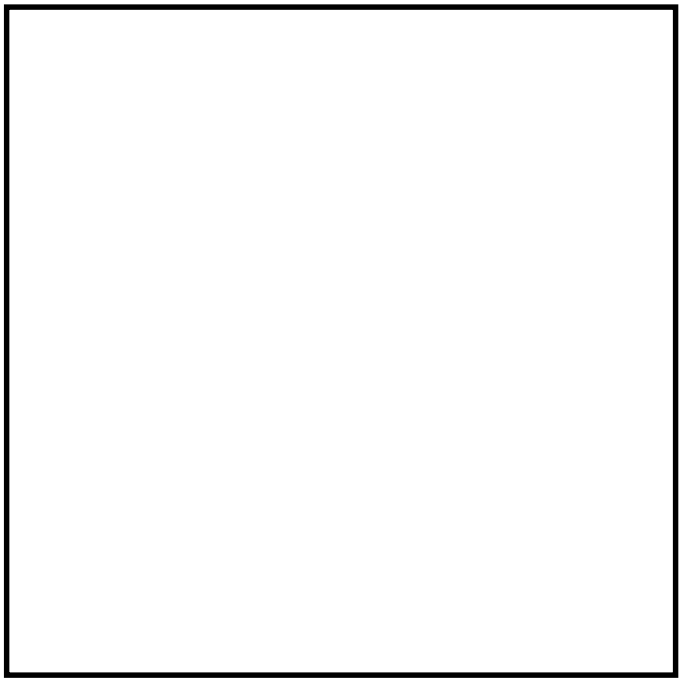
浸水防止設備

津波監視設備

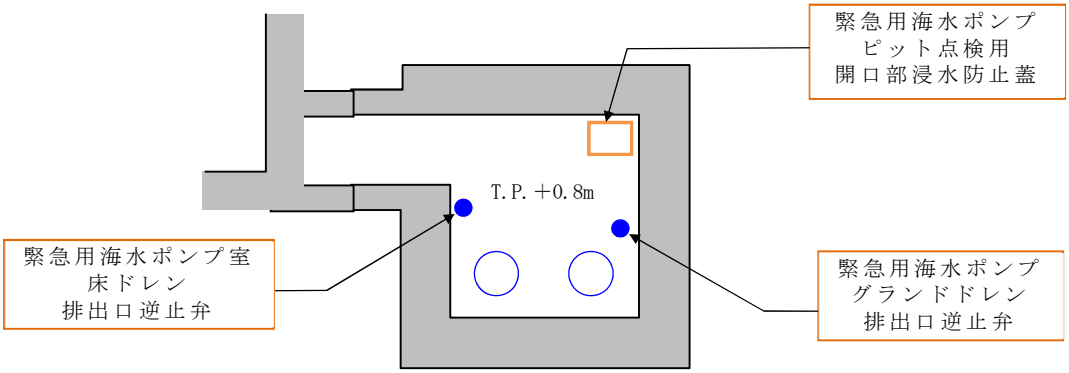
設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画



図❶（放水口周辺拡大図）



図❷（海水ポンプエリア周辺拡大図）



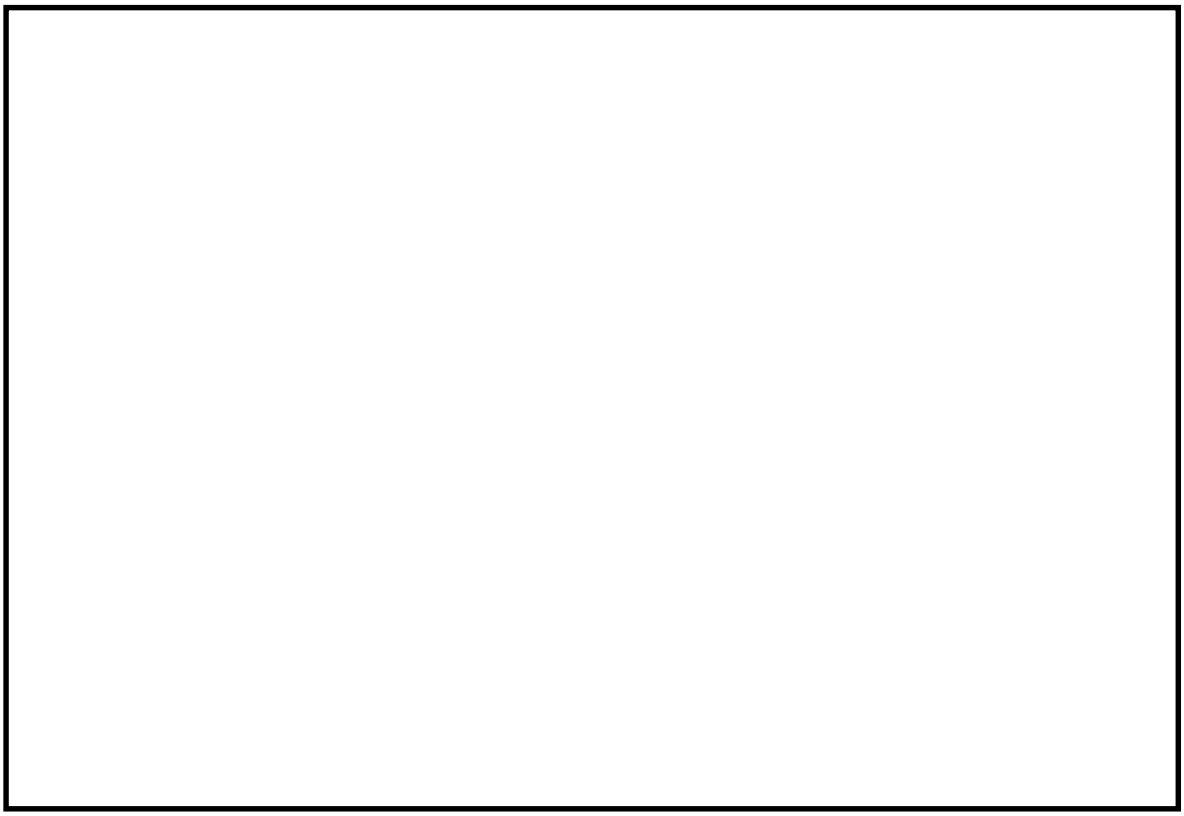
図❸（緊急用海水ポンプエリア周辺拡大図）

第 1.4-3 図　敷地の特性に応じた設計基準対象施設の津波防護の概要（2／3）

【凡例】

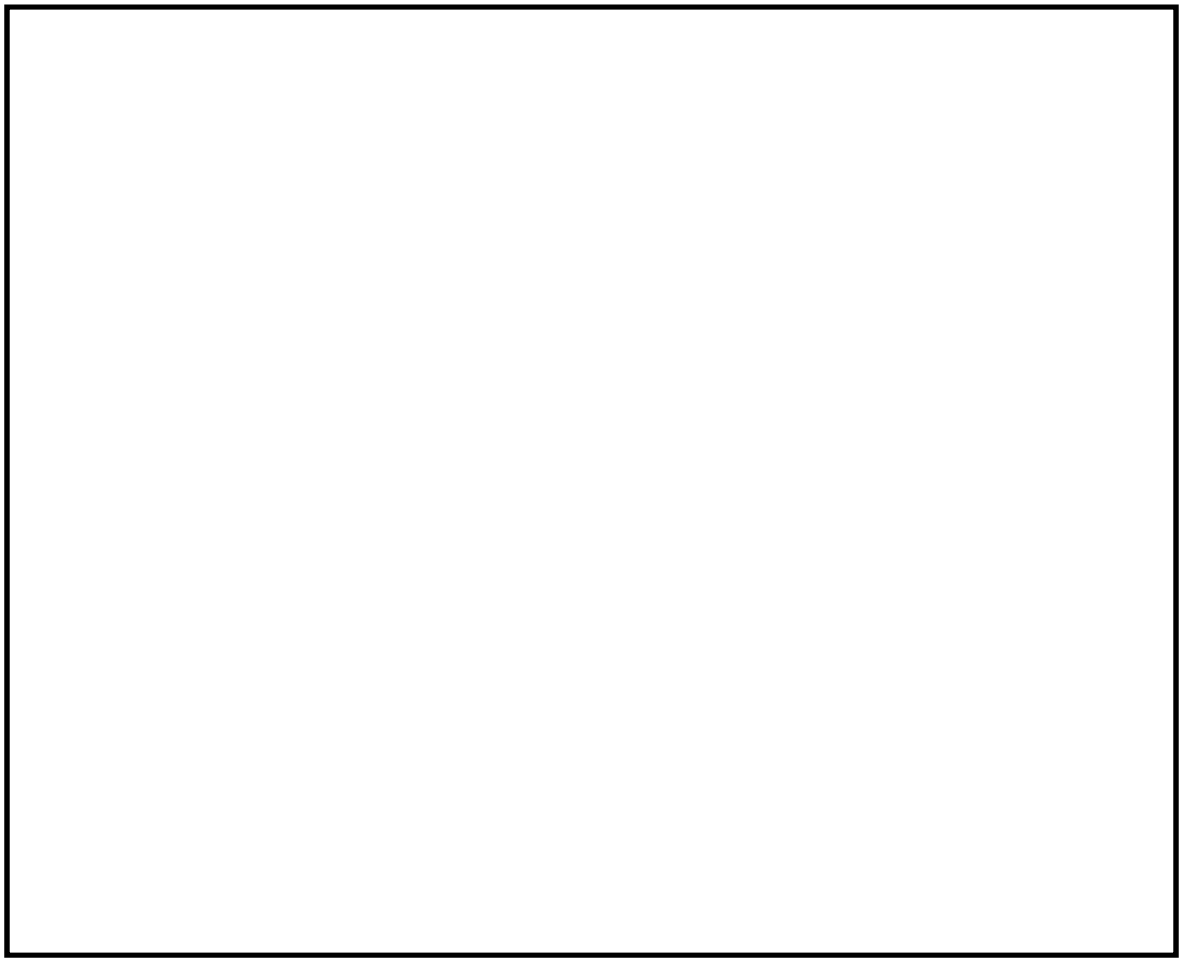
浸水防止設備

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

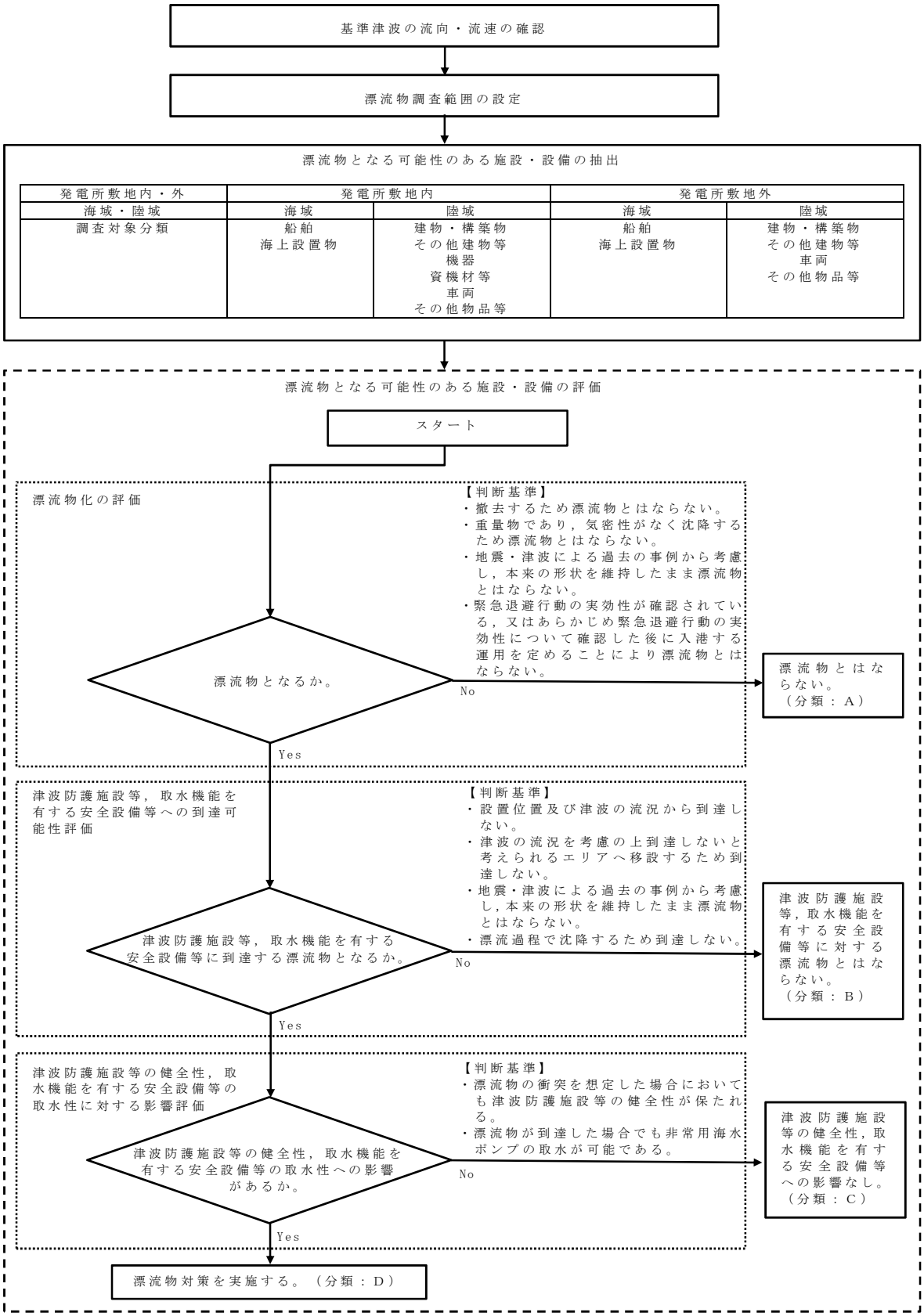


❹（常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部及びカルバート部）拡大図）

第 1.4-3 図　敷地の特性に応じた設計基準対象施設の津波防護の概要（3／3）



第 1.4-4 図　海水ポンプ室及び循環水ポンプ室
の浸水防止設備の概要



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 1.4-5 図　漂流物影響評価フロー

10.6　津波及び内部溢水に対する浸水防護設備

10.6.1　津波に対する防護設備

10.6.1.1　設計基準対象施設

10.6.1.1.1　概要

発電用原子炉施設の耐津波設計については，「設計基準対象施設は，基準津波に対して，その安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。」ことを目的として，津波の敷地への流入防止，漏水による安全機能への影響防止，津波防護の多重化及び水位低下による安全機能への影響防止を考慮した津波防護対策を講じる。

津波から防護する設備は，クラス１及びクラス２設備並びに耐震Ｓクラスに属する設備（津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）（以下 10.6 において「設計基準対象施設の津波防護対象設備」という。）とする。

津波の敷地への流入防止は，設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地において，基準津波による遡上波の地上部からの到達及び流入の防止対策並びに取水路，放水路等の経路からの流入の防止対策を講じる。

漏水による安全機能への影響防止は，取水・放水施設，地下部等において，漏水の可能性を考慮の上，漏水による浸水範囲を限定して，重要な安全機能への影響を防止する対策を講じる。

津波防護の多重化として，上記 2 つの対策のほか，設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画のうち，原子炉建屋，使用済燃料乾式貯蔵建屋，海水ポンプ室，常設代替高圧電源装置置場（軽油貯蔵タンク，非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプ，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料移送ポンプ及び東側ＤＢ立坑を含む。以下 10.6.1.1 において同じ。），常設代替

高圧電源装置用カルバート（トンネル部，立坑部及びカルバート部を含む。以下 10.6.1.1 において同じ。）及び非常用海水系配管において，浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離する対策を講じる。

水位低下による安全機能への影響防止は，水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響を防止する対策を講じる。

10.6.1.1.2　設計方針

設計基準対象施設は，基準津波に対して安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。

耐津波設計に当たっては，以下の方針とする。

(1)　設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地において，基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。また，取水路，放水路等の経路から流入させない設計とする。具体的な設計内容を以下に示す。

ａ．設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画は，基準津波による遡上波が到達する可能性があるため，津波防護施設及び浸水防止設備を設置し，基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。

ｂ．上記ａ．の遡上波については，敷地及び敷地周辺の地形及びその標高，河川等の存在並びに地震による広域的な隆起・沈降を考慮して，遡上波の回り込みを含め敷地への遡上の可能性を検討する。また，地震による変状又は繰返し襲来する津波による洗掘・堆積により地形又は河川流路の変化等が考えられる場合は，敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討する。

ｃ．取水路，放水路等の経路から，津波が流入する可能性について検討した上で，流入の可能性のある経路（扉，開口部，貫通口等）を特定し，必要に応じ浸水対策を施すことにより，津波の流入を防止する設計とする。

(2)　取水・放水施設，地下部等において，漏水する可能性を考慮の上，漏水による浸水範囲を限定して，重要な安全機能への影響を防止する設計とする。具体的な設計内容を以下に示す。

ａ．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，地下部等における漏水の可能性を検討した上で，漏水が継続することによる浸水範囲を想定（以下 10.6 において「浸水想定範囲」という。）するとともに，同範囲の境界において浸水の可能性のある経路及び浸水口（扉，開口部，貫通口等）を特定し，浸水防止設備を設置することにより浸水範囲を限定する設計とする。

ｂ．浸水想定範囲及びその周辺に設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）がある場合は，防水区画化するとともに，必要に応じて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。

ｃ．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，必要に応じ排水設備を設置する。

(3)　上記(1)及び(2)に規定するもののほか，設計基準対象施設の津波防護対象設備（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，浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離する。そのため，浸水防護重点化範囲を明確化するとともに，津波による溢水を考慮した浸水範囲及び浸水量を保守的に想定した上で，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路及び浸水口（扉，開口部，貫通口等）を特定し，それらに対して必要に応じ浸水対策

を施す設計とする。

(4)　水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響を防止する。そのため，残留熱除去系海水系ポンプ，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（以下 10.6 において「非常用海水ポンプ」という。）については，基準津波による水位の低下に対して，津波防護施設（貯留堰）を設置することにより，非常用海水ポンプが機能保持でき，かつ，冷却に必要な海水が確保できる設計とする。また，基準津波による水位変動に伴う砂の移動・堆積及び漂流物に対して取水口，取水路及び取水ピットの通水性が確保でき，かつ，取水口からの砂の混入に対して非常用海水ポンプが機能保持できる設計とする。

(5)　津波防護施設及び浸水防止設備については，入力津波（施設の津波に対する設計を行うために，津波の伝播特性，浸水経路等を考慮して，それぞれの施設に対して設定するものをいう。以下 10.6 において同じ。）に対して津波防護機能及び浸水防止機能が保持できる設計とする。また，津波監視設備については，入力津波に対して津波監視機能が保持できる設計とする。具体的な設計内容を以下に示す。

ａ.「津波防護施設」は，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並びに貯留堰とする。「浸水防止設備」は，取水路点検用開口部浸水防止蓋，海水ポンプグラ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，放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋，ＳＡ用海水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，緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁，緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁，海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋，常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉，防潮堤及び防潮扉の地下

部の貫通部（以下 10.6 において「防潮堤及び防潮扉下部貫通部」という。）止水処置，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並びに常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）貫通部止水処置とする。また，「津波監視設備」は，津波・構内監視カメラ，取水ピット水位計及び潮位計とする。

b．入力津波については，基準津波の波源からの数値計算により，各施設・設備の設置位置において算定される時刻歴波形とする。数値計算に当たっては，敷地形状，敷地沿岸域の海底地形，津波の敷地への侵入角度，河川の有無，陸上の遡上・伝播の効果，伝播経路上の人工構造物等を考慮する。また，津波による港湾内の局所的な海面の固有振動の励起を適切に評価し考慮する。

c．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設計とする。

d．浸水防止設備については，浸水想定範囲等における浸水時及び冠水後の波圧等に対する耐性等を評価し，越流時の耐性にも考慮した上で，入力津波に対して，浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。

e．津波監視設備については，津波の影響（波力及び漂流物の衝突）に対して，影響を受けにくい位置への設置及び影響の防止策・緩和等を検討し，入力津波に対して津波監視機能が十分に保持できる設計とする。

f．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，倒壊及び漂流する可能性がある場合には，津波防護施設及び浸水防止設備に波及的影響を及ぼさないよう，

漂流防止措置又は津波防護施設及び浸水防止設備への影響の防止措置を施す設計とする。

ｇ．上記ｃ．，ｄ．及びｆ．の設計等においては，耐津波設計上の十分な裕度を含めるため，各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高，波力・波圧，洗掘力，浮力等）について，入力津波による荷重から十分な余裕を考慮して設定する。また，余震の発生の可能性を検討した上で，必要に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮する。さらに，入力津波の時刻歴波形に基づき，津波の繰返しの襲来による作用が津波防護機能及び浸水防止機能へ及ぼす影響について検討する。

(6)　津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備の設計に当たっては，地震による敷地の隆起・沈降，地震（本震及び余震）による影響，津波の繰返しの襲来による影響，津波による二次的な影響（洗掘，砂移動，漂流物等）及びその他自然現象（風，積雪等）を考慮する。

(7)　津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備の設計における荷重の組合せを考慮する自然現象として，津波（漂流物を含む。），地震（余震）及びその他自然現象（風，積雪等）を考慮し，これらの自然現象による荷重を適切に組み合わせる。漂流物の衝突荷重については，各施設・設備の設置場所，構造等を考慮して，漂流物が衝突する可能性がある施設・設備に対する荷重として組み合わせる。その他自然現象による荷重（風荷重，積雪荷重等）については，各施設・設備の設置場所，構造等を考慮して，各荷重が作用する可能性のある施設・設備に対する荷重として組み合わせる。

(8)　津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備の設計並びに非常用海水ポンプの取水性の評価に当たっては，入力津波による水位変

動に対して朔望平均潮位を考慮して安全側の評価を実施する。なお，その他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。また，地震により陸域の隆起又は沈降が想定される場合，想定される地震の震源モデルから算定される敷地の地殻変動量を考慮して安全側の評価を実施する。

10.6.1.1.3　主要設備

(1)　防潮堤及び防潮扉

津波による遡上波が津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に到達，流入することを防止し，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため，敷地を取り囲む形で防潮堤を設置するとともに，防潮扉を設置する。

防潮堤の構造形式としては，地中連続壁基礎に鋼製の上部工を設置する鋼製防護壁，地中連続壁基礎に鉄筋コンクリート製の上部工を設置する鉄筋コンクリート防潮壁及び基礎となる鋼管杭の上部工部分に鉄筋コンクリートを被覆した鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の 3 種類からなる。なお，主要な構造体の境界部には，想定される荷重の作用及び相対変位を考慮し，試験等にて止水性を確認した止水ジョイントを設置し，止水処置を講じる設計とする。また，鋼製防護壁と取水構造物の境界部には，想定される荷重及び相対変位を考慮し，試験等により止水性が確認された止水機構（１次止水機構及び２次止水機構）を多様化して設置し，止水性能を保持する設計とする。防潮扉は，上下スライド式の鋼製扉である。防潮堤及び防潮扉の設計においては，十分な支持性能を有する岩盤に設置するとともに，基準地震動S_sによる地震力に対して津波防護機能が十分に

保持できる設計とする。また，波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し，越流時の耐性や構造境界部の止水に配慮した上で，入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できる設計とする。入力津波については，海岸線に正対する敷地前面東側とそれ以外の敷地側面北側及び敷地側面南側の 3 区分に分け，それぞれの区分毎に複数の位置で評価した水位から最も大きい水位を選定する。設計に当たっては，漂流物による荷重，その他自然現象による荷重（風荷重，積雪荷重等）及び地震（余震）との組合せを適切に考慮する。

(2)　放水路ゲート

津波が放水路から津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入することを防止し，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため，放水路ゲートを設置する。放水路ゲートは，扉体，戸当り，駆動装置等で構成され，発電所を含む地域に大津波警報が発表された場合に遠隔閉止することにより津波の遡上を防止する設計とする。なお，放水路ゲートを閉止する前に，循環水ポンプを停止する運用とする。また，放水路ゲートは，津波防護施設であり，敷地への遡上のおそれのある津波襲来前に遠隔閉止を確実に実施するため，重要安全施設（ＭＳ－１）として設計する。

放水路ゲートの設計においては，十分な支持性能を有する構造物に設置するとともに，基準地震動S_sによる地震力に対して津波防護機能が十分に保持できる設計とする。また，波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し，越流時の耐性にも配慮した上で，入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できる設計とする。設計に当たっては，その他自然現象

による荷重（風荷重，積雪荷重等）及び地震（余震）との組合せを適切に考慮する。

放水路ゲートは，中央制御室からの遠隔閉止信号により，電動駆動式又は自重降下式の駆動機構によって，確実に閉止できる設計とする。具体的には，動的機器である駆動機構は，電動駆動式と自重降下式の異なる仕組みの機構とすることにより多重性又は多様性及び独立性を有する設計とする。電動駆動式の駆動用電源は多重性及び独立性が確保されている非常用母線からの給電とし，自重降下式は駆動用電源を必要とせず，無停電電源装置（ＵＰＳ）により，直流電磁ブレーキを解除して扉体を自重降下させる機構とすることで，外部電源喪失にも閉止できる設計とする。また，制御系は多重化して，誤信号による誤動作を防止し，単一故障に対して機能喪失しない設計とする。さらに，循環水ポンプ運転中は閉止しないインターロックを設け，運転員の誤操作による誤動作を防止する設計とする。

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。

なお，扉体にフラップ式の小扉を設置することにより，放水路ゲート閉止後においても非常用海水ポンプの運転が可能な設計とする。

(3)　構内排水路逆流防止設備

津波が構内排水路から津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入することを防止し，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため，構内排水路逆流防止設備を設置する。構内排水路逆流防止設備の設計においては，十分な支持性能を有する構造物に設置するとともに，基準地震動S_sによる地震力に対して津波防護機能が十分に保持できる設計とする。また，波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並

びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し，越流時の耐性にも配慮した上で，入力津波に対して津波防護機能が十分に保持できる設計とする。設計に当たっては，その他自然現象による荷重（風荷重，積雪荷重等）及び地震（余震）との組合せを適切に考慮する。

(4)　貯留堰

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

(5)　取水路点検用開口部浸水防止蓋

津波が取水路の点検用開口部から津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入することを防止し，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため，取水路の点検用開口部に浸水防止蓋を設置する。取水路点検用開口部浸水防止蓋の設計においては，基準地震動S_sによる

地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できるように設計する。また，浸水時の波圧等に対する耐性を評価し，入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。設計に当たっては，その他自然現象による荷重（風荷重，積雪荷重等）及び地震（余震）との組合せを適切に考慮する。

(6)　海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁

津波が海水ポンプグランドドレン排出口から海水ポンプ室に流入することを防止し，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため，海水ポンプグランドドレン排出口に逆止弁を設置する。海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の設計においては，基準地震動S_sによる地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できるように設計する。また，浸水時の波圧等に対する耐性を評価し，入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。設計に当たっては，その他自然現象による荷重（風荷重，積雪荷重等）及び地震（余震）との組合せを適切に考慮する。

(7)　取水ピット空気抜き配管逆止弁

津波が取水ピット空気抜き配管から循環水ポンプ室に流入することを防止することにより，隣接する海水ポンプ室に浸水することを防止し，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため，取水ピット空気抜き配管に逆止弁を設置する。取水ピット空気抜き配管逆止弁の設計においては，基準地震動S_sによる地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できるように設計する。また，浸水時の波圧等に対する耐性を評価し，入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。設計に当たっては，その他自然現象による荷重（風荷重，積雪荷重等）及

び地震（余震）との組合せを適切に考慮する。

(8)　放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋

津波が放水路ゲートの点検用開口部から津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入することを防止し，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため，放水路ゲートの点検用開口部に浸水防止蓋を設置する。放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の設計においては，基準地震動S_sによる地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できるように設計する。また，浸水時の波圧等に対する耐性を評価し，入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。設計に当たっては，その他自然現象による荷重（風荷重，積雪荷重等）及び地震（余震）との組合せを適切に考慮する。

(9)　ＳＡ用海水ピット開口部浸水防止蓋

津波がＳＡ用海水ピットの開口部から津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入することを防止し，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため，ＳＡ用海水ピットの開口部に浸水防止蓋を設置する。ＳＡ用海水ピット開口部浸水防止蓋の設計においては，基準地震動S_sによる地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できるように設計する。また，浸水時の波圧等に対する耐性を評価し，入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。設計に当たっては，その他自然現象による荷重（風荷重，積雪荷重等）及び地震（余震）との組合せを適切に考慮する。

(10)　緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋

津波が緊急用海水ポンプピットの点検用開口部から緊急用海水ポンプ室に流入することを防止することにより，津波防護対象設備（非

常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入することを防止し，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため，緊急用海水ポンプピットの点検用開口部に浸水防止蓋を設置する。緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋の設計においては，基準地震動Ｓｓによる地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できるように設計する。また，浸水時の波圧等に対する耐性を評価し，入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。設計に当たっては，地震（余震）との組合せを適切に考慮する。

(11)　緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁

津波が緊急用海水ポンプグランドドレン排出口から緊急用海水ポンプ室に流入することを防止することにより，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入することを防止し，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため，緊急用海水ポンプグランドドレン排出口に逆止弁を設置する。緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の設計においては，基準地震動Ｓｓによる地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できるように設計する。また，浸水時の波圧等に対する耐性を評価し，入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。設計に当たっては，地震（余震）との組合せを適切に考慮する。

(12)　緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁

津波が緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口から緊急用海水ポンプ室に流入することを防止することにより，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入することを防止し，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのな

い設計とするため，緊急用海水ポンプ室の床ドレン排出口に逆止弁を設置する。緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁の設計においては，基準地震動Ｓｓによる地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できるように設計する。また，浸水時の波圧等に対する耐性を評価し，入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。設計に当たっては，地震（余震）との組合せを適切に考慮する。

(13)　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から浸水防護重点化範囲への溢水の流入を防止し，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため，海水ポンプ室のケーブル点検口に浸水防止蓋を設置する。海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の設計においては，基準地震動Ｓｓによる地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できるように設計する。また，溢水による静水圧として作用する荷重及び余震荷重を考慮した場合において，浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。

(14)　常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉

常設代替高圧電源装置用カルバートの立坑部の開口部から浸水防護重点化範囲への溢水の流入を防止し，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため，常設代替高圧電源装置用カルバートの立坑部の開口部に水密扉を設置する。常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉の設計においては，基準地震動Ｓｓによる地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できるように設計する。また，溢水による静水圧として作用する荷重及び余震荷重を考慮した場合において，浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。

(15)　防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置

津波が防潮堤及び防潮扉下部貫通部から津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入することを防止し，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため，防潮堤及び防潮扉下部貫通部に止水処置を実施する。防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置の設計においては，基準地震動S_sによる地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できるように設計する。また，浸水時の波圧等に対する耐性を評価し，入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。設計に当たっては，地震（余震）との組合せを適切に考慮する。

(16)　海水ポンプ室貫通部止水処置

地震による循環水ポンプ室内の循環水系配管の損傷に伴い溢水する保有水及び損傷箇所を介して流入する津波が，浸水防護重点化範囲である海水ポンプ室に流入することを防止し，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため，海水ポンプ室の浸水経路となりえる貫通口に貫通部止水処置を実施する。海水ポンプ室貫通部止水処置の設計においては，基準地震動S_sによる地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できるように設計する。また，溢水による静水圧として作用する荷重及び余震荷重を考慮した場合において，浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。

(17)　原子炉建屋境界貫通部止水処置

タービン建屋及び非常用海水系配管カルバートと隣接する原子炉建屋地下階の貫通部から浸水防護重点化範囲への溢水及び津波の流入を防止し，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪

失することのない設計とするため，原子炉建屋境界の貫通部に止水処置を実施する。原子炉建屋境界貫通部止水処置の設計においては，基準地震動Ｓｓによる地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できるように設計する。また，溢水による静水圧として作用する荷重及び余震荷重を考慮した場合において，浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。

(18)　常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）貫通部止水処置

常設代替高圧電源装置用カルバートの立坑部の貫通部から浸水防護重点化範囲への溢水及び津波の流入を防止し，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することない設計とするため，常設代替高圧電源装置用カルバートの立坑部の貫通部に止水処置を実施する。常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）貫通部止水処置の設計においては，基準地震動Ｓｓによる地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できるように設計する。また，溢水による静水圧として作用する荷重及び余震荷重を考慮した場合において，浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。

上記(1)～(14)の各施設・設備における許容限界は，地震後，津波後の再使用性や，津波の繰返し作用を想定し，止水性の面も踏まえることにより，当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう，各施設・設備を構成する材料が弾性域内に収まることを基本とする。

上記(15)～(18)の貫通部止水処置については，地震後，津波後の再使用性や，津波の繰返し作用を想定し，止水性の維持を考慮して，貫通部止水処置が健全性を維持することとする。

各施設・設備の設計及び評価に使用する津波荷重の設定については，

入力津波が有する数値計算上の不確かさ及び各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介在する不確かさを考慮する。

入力津波が有する数値計算上の不確かさの考慮に当たっては，各施設・設備の設置位置で算定された津波の高さを安全側に評価して入力津波を設定することで，不確かさを考慮する。

各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介在する不確かさの考慮に当たっては，入力津波の荷重因子である浸水高，速度，津波波力等を安全側に評価することで，不確かさを考慮し，荷重設定に考慮している余裕の程度を検討する。

津波波力の算定においては，津波波力算定式等，幅広く知見を踏まえて，十分な余裕を考慮する。

漂流物の衝突による荷重の評価に際しては，津波の流速による衝突速度の設定における不確実性を考慮し，流速について十分な余裕を考慮する。

津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備の設計において，基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性がある余震（地震）についてそのハザードを評価し，その活動に伴い発生する余震による荷重を設定する。余震荷重については，基準津波の継続時間のうち最大水位変化を生起する時間帯を踏まえ過去の地震データを抽出・整理することにより余震の規模を想定し，余震としてのハザードを考慮した安全側の評価として，この余震規模から求めた地震動に対してすべての周期で上回る地震動を弾性設計用地震動の中から設定する。

主要設備の概念図を第 10.6－1 図～第 10.6－14 図に示す。

10.6.1.1.4　主要仕様

主要設備の仕様を第 10.6-1 表に示す。

10.6.1.1.5　試験検査

津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備は，健全性及び性能を確認するため，発電用原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査を実施する。

10.6.1.1.6　手順等

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

(1)　防潮扉については，原則閉運用とするが，開放後の確実な閉操作，中央制御室における閉止状態の確認，閉止されていない状態が確認された場合の閉止操作の手順を定める。

(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用海水ポンプの停止（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)　水密扉については，開放後の確実な閉止操作，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を定める。

(4)　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，取水ピットの水位低下時又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。

(5)　燃料等輸送船に関し，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。また，その他の浚渫船，貨物船等の港湾内に停泊する船舶に対して

も，津波警報等が発表された場合において，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。

(6) 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。

(7) 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，仮設備，資機材等が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の健全性への影響評価を行い，影響がある場合は漂流物対策を実施する。

(8) 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。

(9) 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 10.6-1 表　浸水防護設備主要機器仕様

(1)　防潮堤

種　　類	防潮堤（鋼製防護壁，止水機構付）
材　　料	鉄筋コンクリート，炭素鋼
個　　数	1

(2)　防潮堤

種　　類	防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）
材　　料	鉄筋コンクリート
個　　数	1

(3)　防潮堤

種　　類	防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）
材　　料	鉄筋コンクリート，炭素鋼
個　　数	1

(4)　防潮扉

種　　類	スライドゲート
材　　料	炭素鋼
個　　数	2

(5) 放水路ゲート

種　　類	逆流防止設備（ゲート，フラップゲート）
材　　料	炭素鋼
個　　数	3（各放水路に1か所）

(6) 構内排水路逆流防止設備

種　　類	逆流防止設備（フラップゲート）
材　　料	ステンレス鋼
個　　数	9

(7) 原子炉建屋外壁

種　　類	津波防護壁
材　　料	鉄筋コンクリート
個　　数	一式

(8) 貯留堰（非常用取水設備と兼用）

種　　類	鋼管矢板式堰
材　　料	炭素鋼
個　　数	1

(9) 取水路点検用開口部浸水防止蓋

種　　類	浸水防止蓋
材　　料	ステンレス鋼
個　　数	10

(10)　海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁

種　　類	逆流防止設備（逆止弁）
材　　料	ステンレス鋼
個　　数	2

(11)　取水ピット空気抜き配管逆止弁

種　　類	逆流防止設備（逆止弁）
材　　料	ステンレス鋼
個　　数	3

(12)　放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋

種　　類	浸水防止蓋
材　　料	炭素鋼
個　　数	3

(13)　ＳＡ用海水ピット開口部浸水防止蓋

種　　類	浸水防止蓋
材　　料	炭素鋼
個　　数	6

(14)　緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋

種　　類	浸水防止蓋
材　　料	ステンレス鋼
個　　数	1

(15)　緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁

種　　類	逆流防止設備（逆止弁）
材　　料	ステンレス鋼
個　　数	1

(16)　緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁

種　　類	逆流防止設備（逆止弁）
材　　料	ステンレス鋼
個　　数	1

(17)　海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋

種　　類	浸水防止蓋
材　　料	ステンレス鋼
個　　数	3

(18)　緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋

種　　類	浸水防止蓋
材　　料	ステンレス鋼
個　　数	1

(19)　緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋

種　　類	逆流防止蓋
材　　料	ステンレス鋼
個　　数	1

(20)　格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチ

種　　類	水密ハッチ
材　　料	炭素鋼
個　　数	2

(21)　常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチ

種　　類	水密ハッチ
材　　料	炭素鋼
個　　数	1

(22)　常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチ

種　　類	水密ハッチ
材　　料	炭素鋼
個　　数	2

(23)　常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉

種　　類	水密扉
材　　料	炭素鋼
個　　数	1

(24)　原子炉建屋原子炉棟水密扉

種　　類	水密扉
材　　料	炭素鋼
個　　数	1

(25)　原子炉建屋付属棟東側水密扉

種　　類	水密扉
材　　料	炭素鋼
個　　数	1

(26)　原子炉建屋付属棟西側水密扉

種　　類	水密扉
材　　料	炭素鋼
個　　数	1

(27)　原子炉建屋付属棟南側水密扉

種　　類	水密扉
材　　料	炭素鋼
個　　数	1

(28)　原子炉建屋付属棟北側水密扉１

種　　類	水密扉
材　　料	炭素鋼
個　　数	1

(29)　原子炉建屋付属棟北側水密扉２

種　　類	水密扉
材　　料	炭素鋼
個　　数	1

(30)　防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置

種　　類	貫通部止水
材　　料	シール材
個　　数	一式

(31)　海水ポンプ室貫通部止水処置

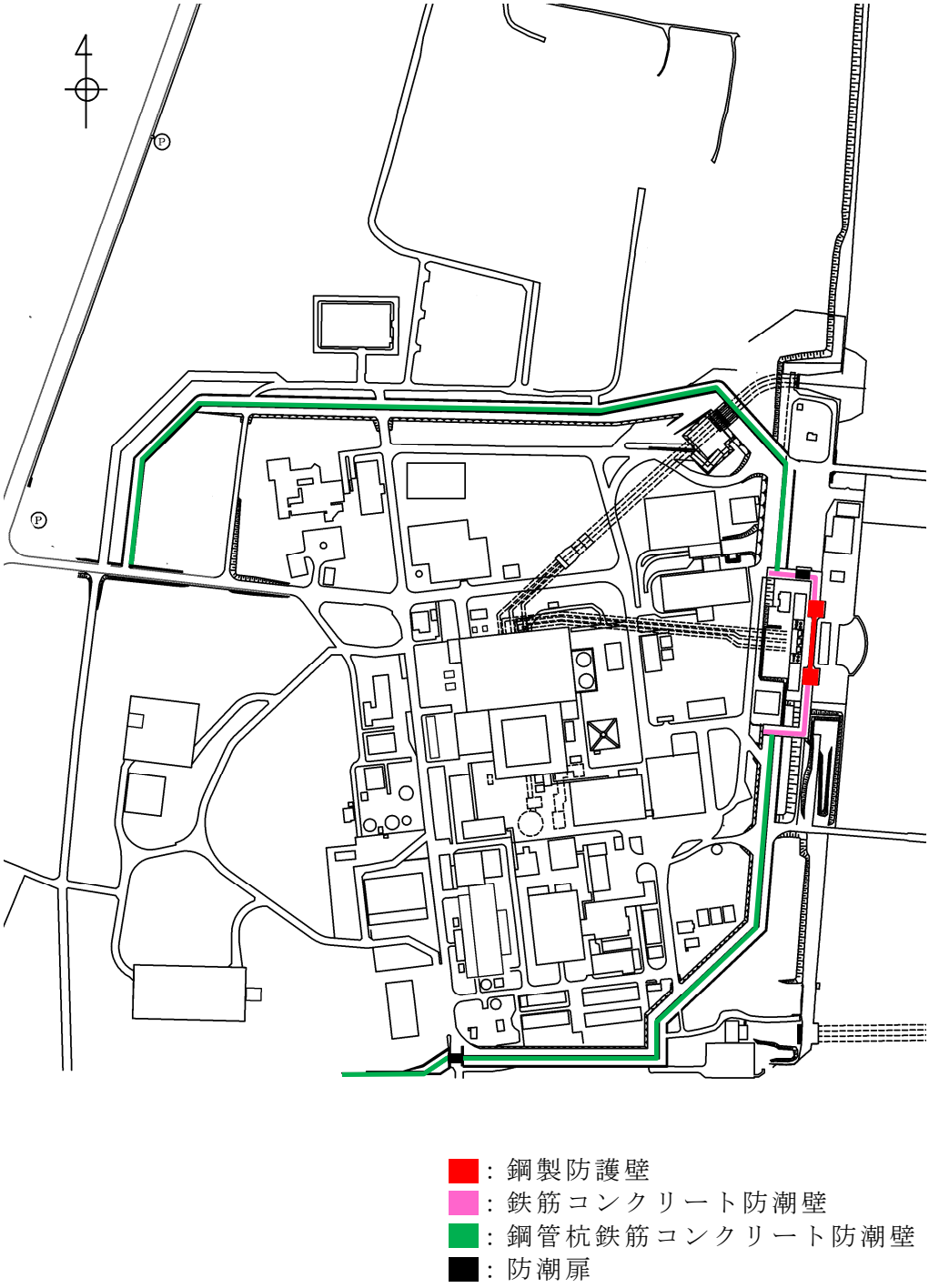
種　　類	貫通部止水
材　　料	シール材
個　　数	一式

(32)　原子炉建屋境界貫通部止水処置

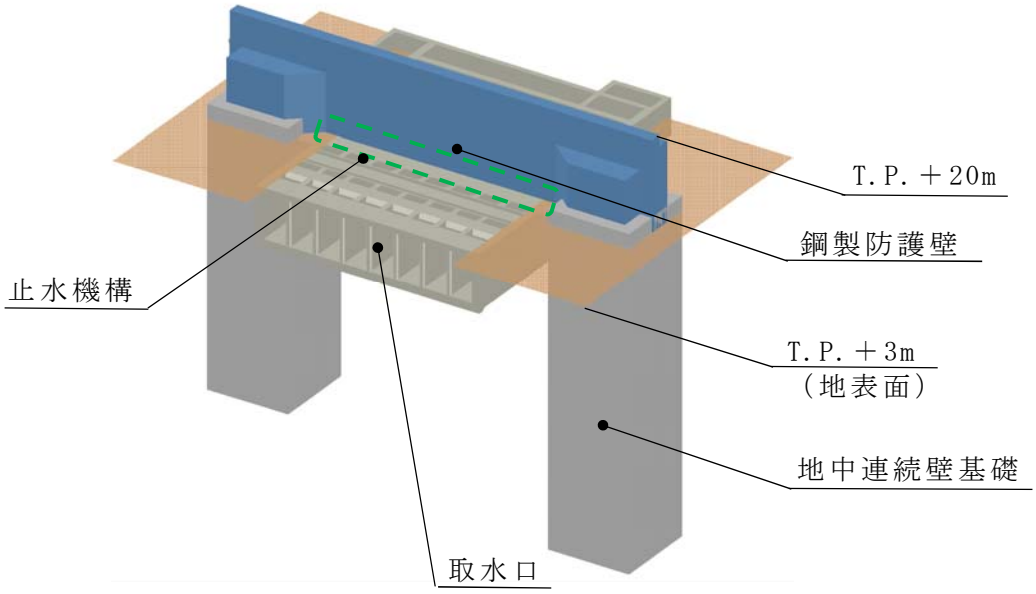
種　　類	貫通部止水
材　　料	シール材
個　　数	一式

(33)　常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）貫通部止水処置

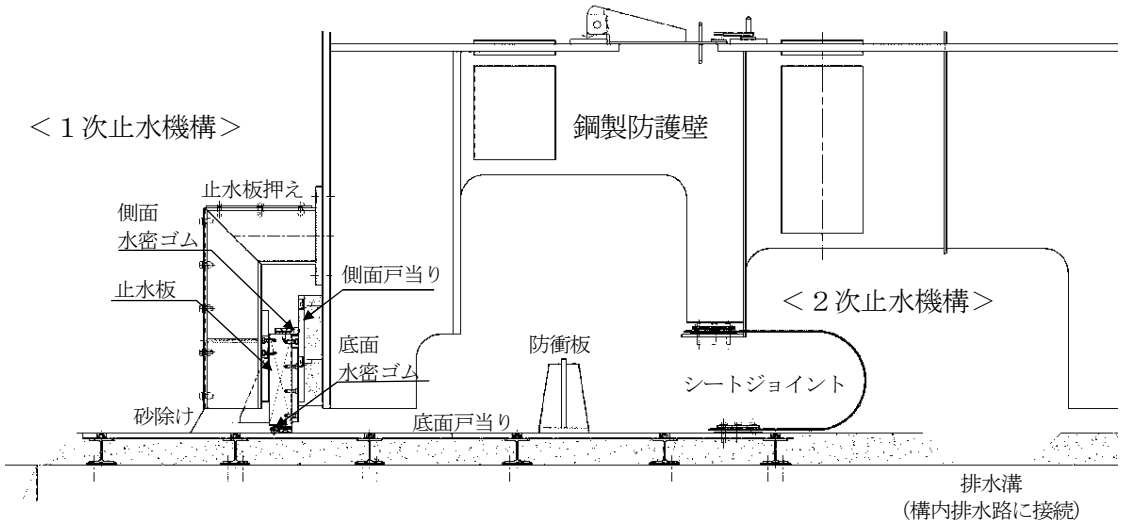
種　　類	貫通部止水
材　　料	シール材
個　　数	一式



第 10.6-1 図　防潮堤及び防潮扉配置図



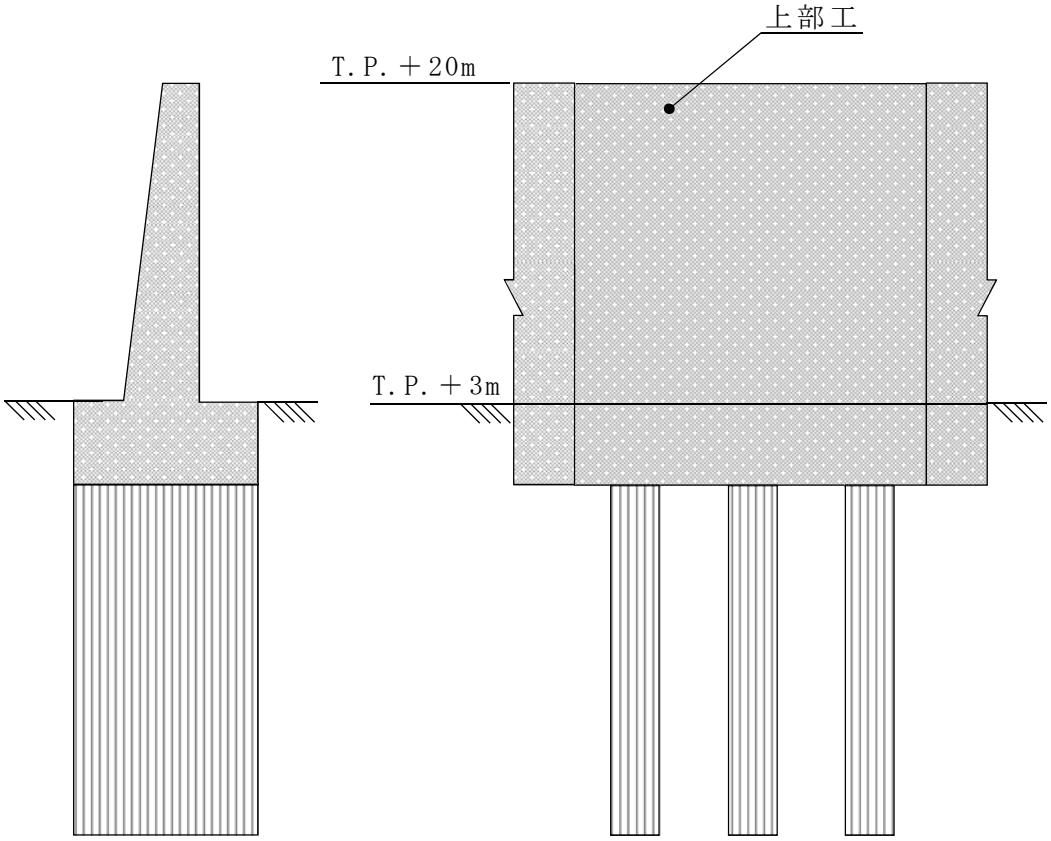
＜全体図＞



＜止水機構拡大図＞

（鋼製防護壁）

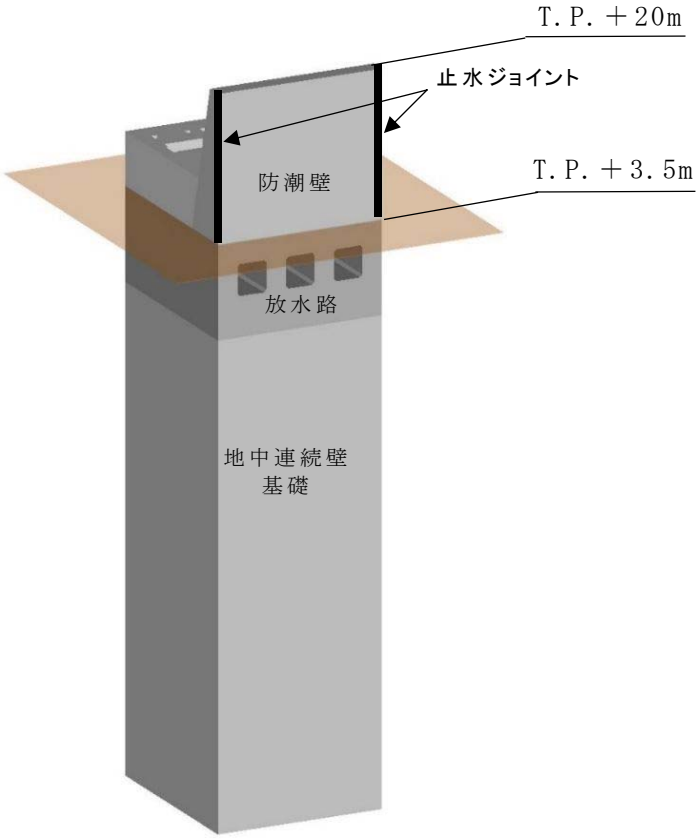
第 10.6-2 図　防潮堤及び防潮扉概念図（1／5）



＜断面図＞　　＜正面図＞

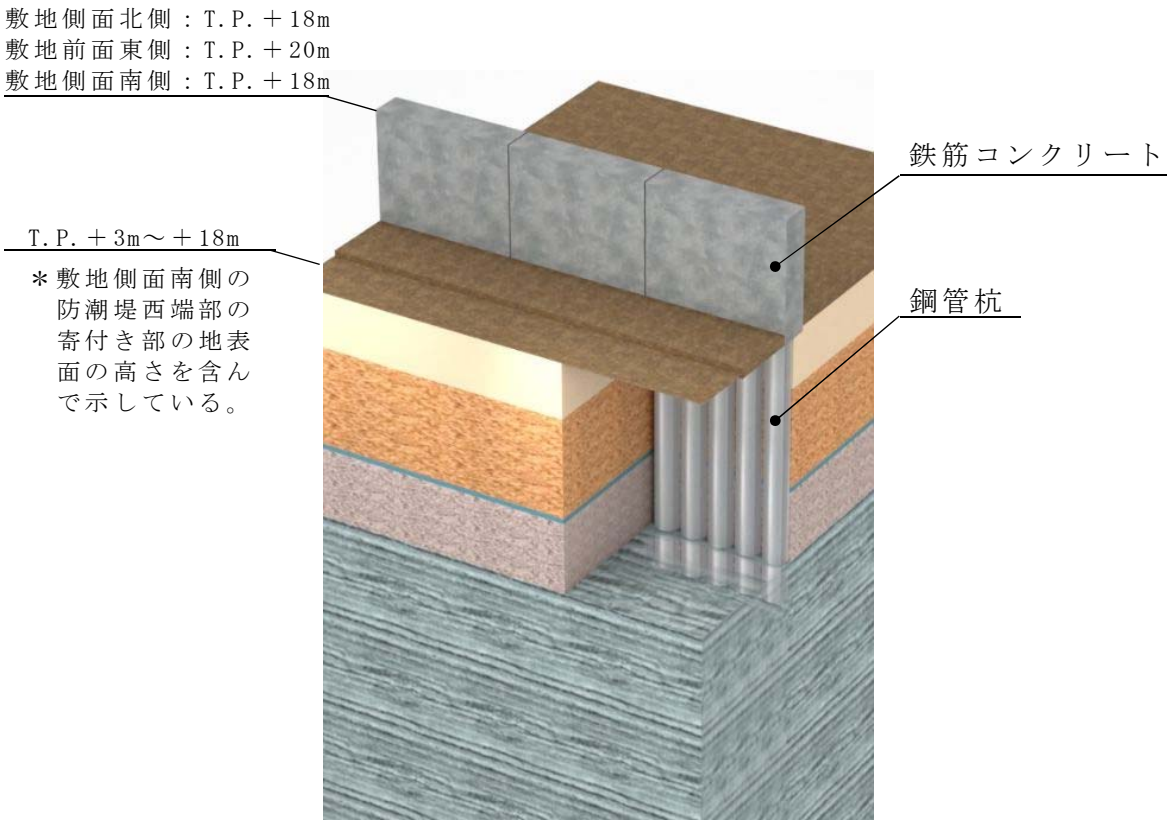
（鉄筋コンクリート防潮壁）

第 10.6-2 図　防潮堤及び防潮扉概念図（2／5）



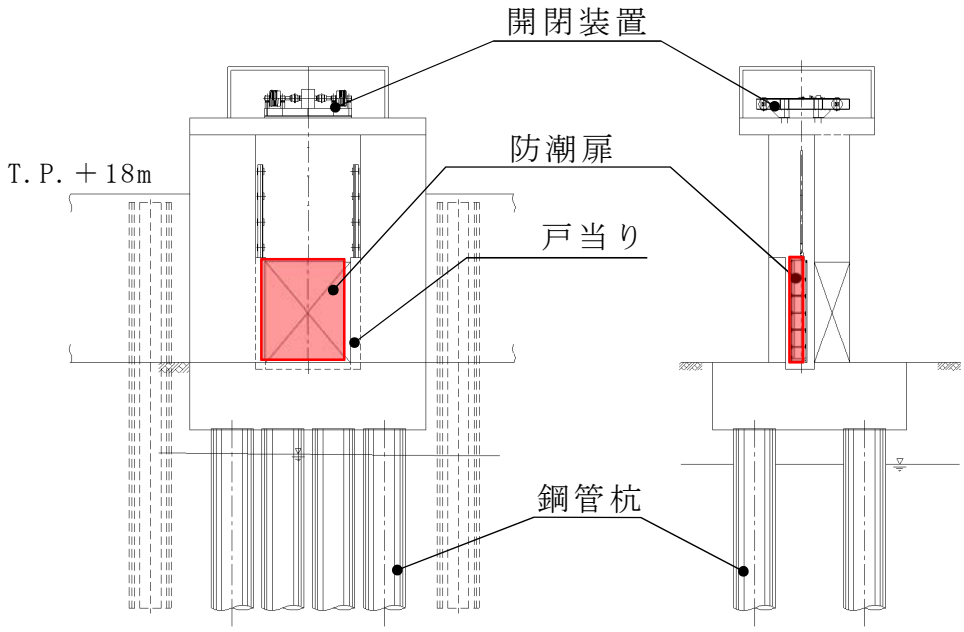
（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））

第 10.6-2 図　防潮堤及び防潮扉概念図（3／5）



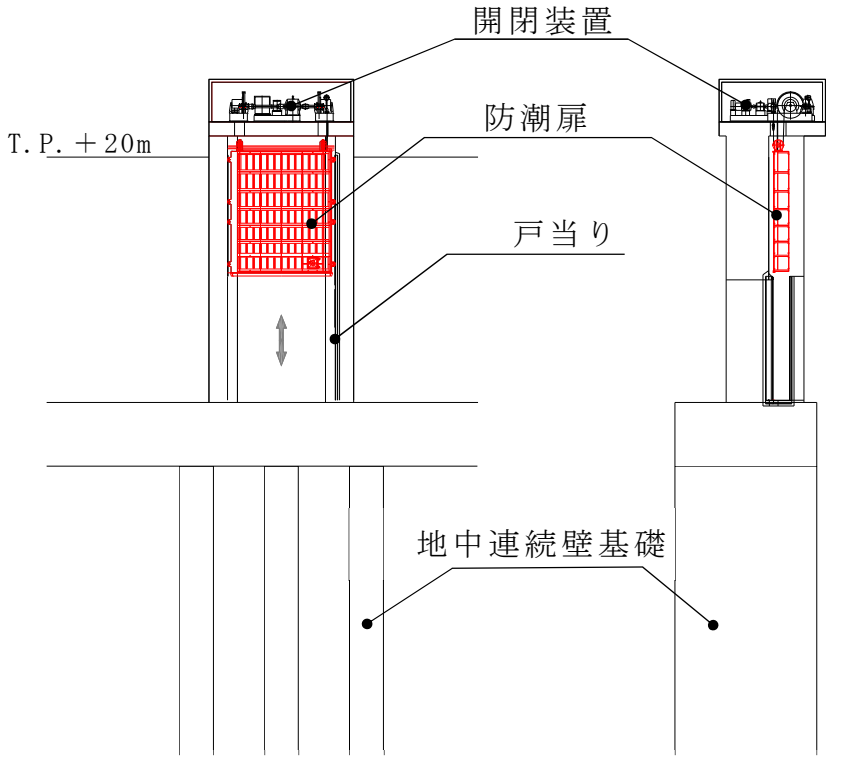
（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）

第 10.6-2 図　防潮堤及び防潮扉概念図（4／5）



＜正面図＞　　＜側面図＞

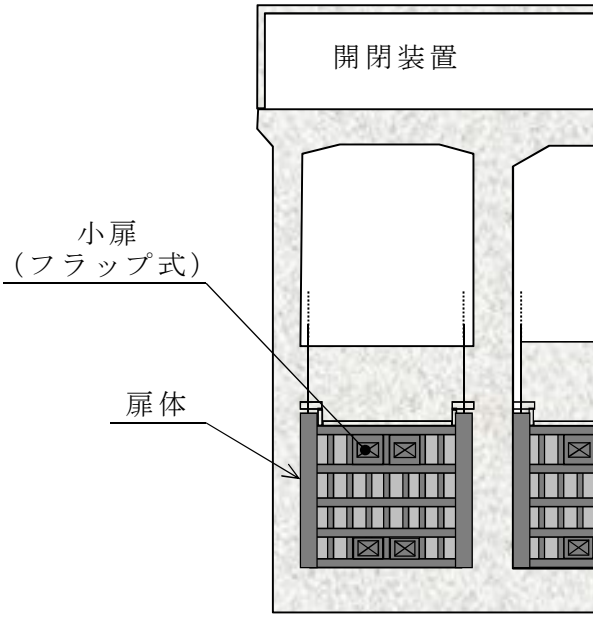
（防潮扉（敷地側面南側））



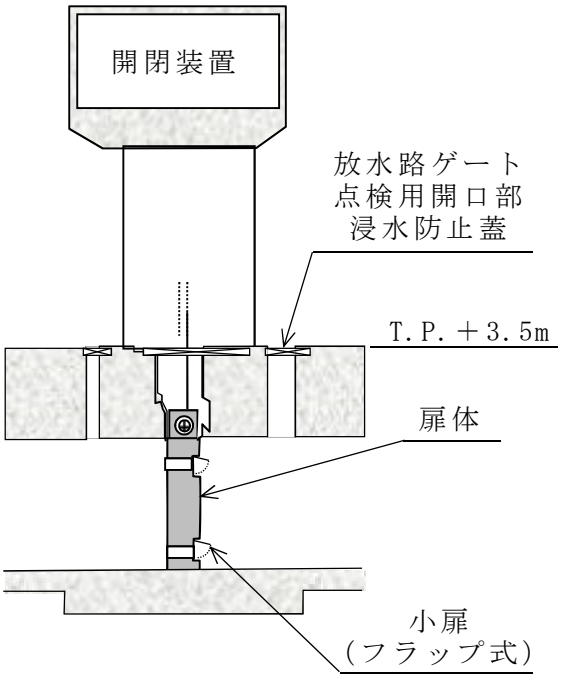
＜正面図＞　　＜側面図＞

（防潮扉（敷地前面東側））

第 10.6-2 図　防潮堤及び防潮扉概念図（5／5）

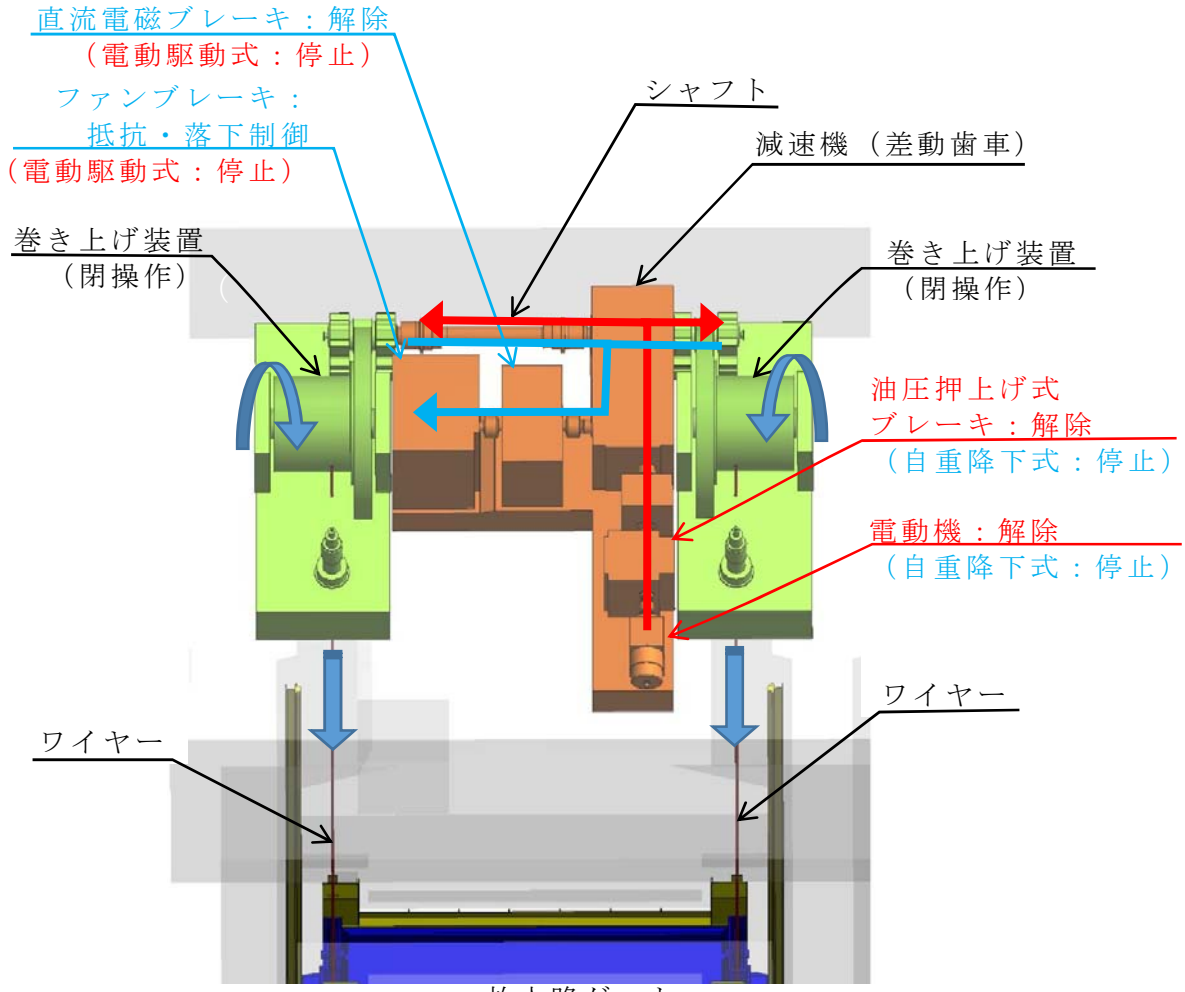


＜正面図＞



＜断面図＞

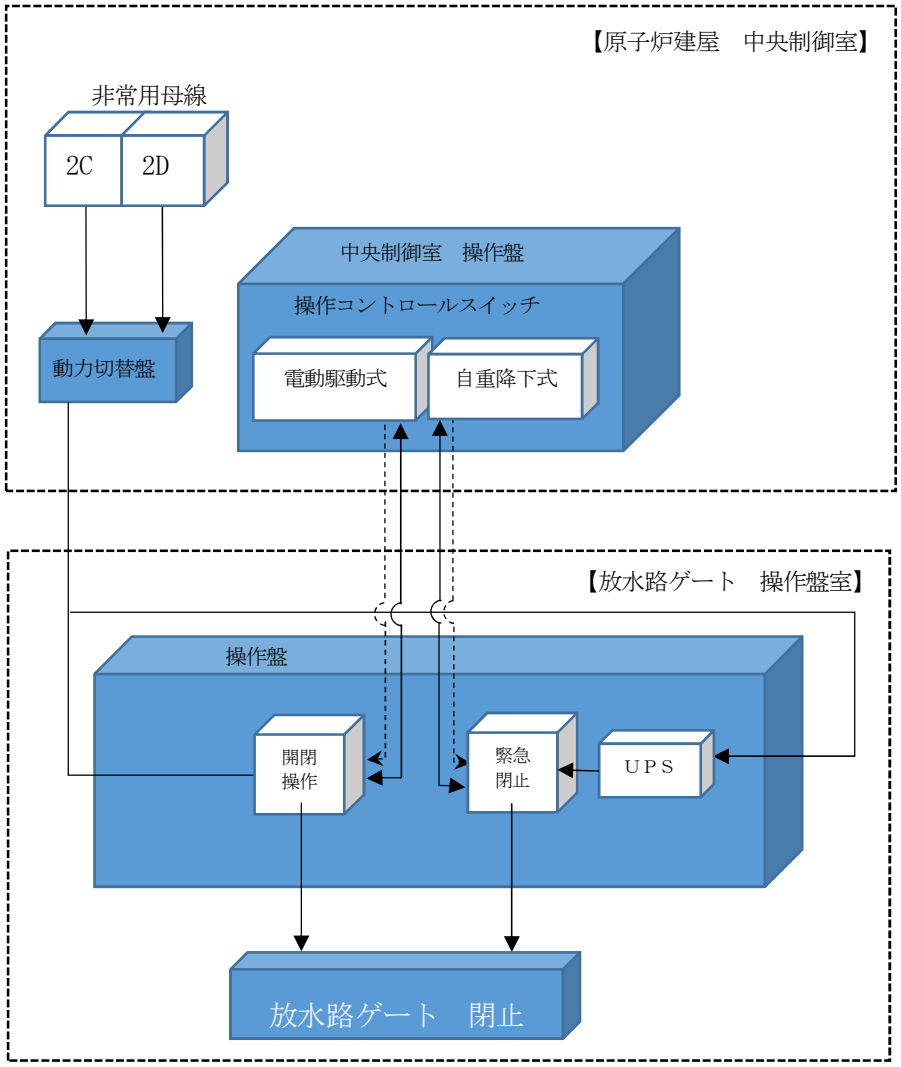
第 10.6-3 図　放水路ゲート概念図



＜記載凡例＞
・赤字：電動駆動時のみ使用
・青字：自重降下式時のみ使用
・黒字：電動駆動式＋自重降下式　共通

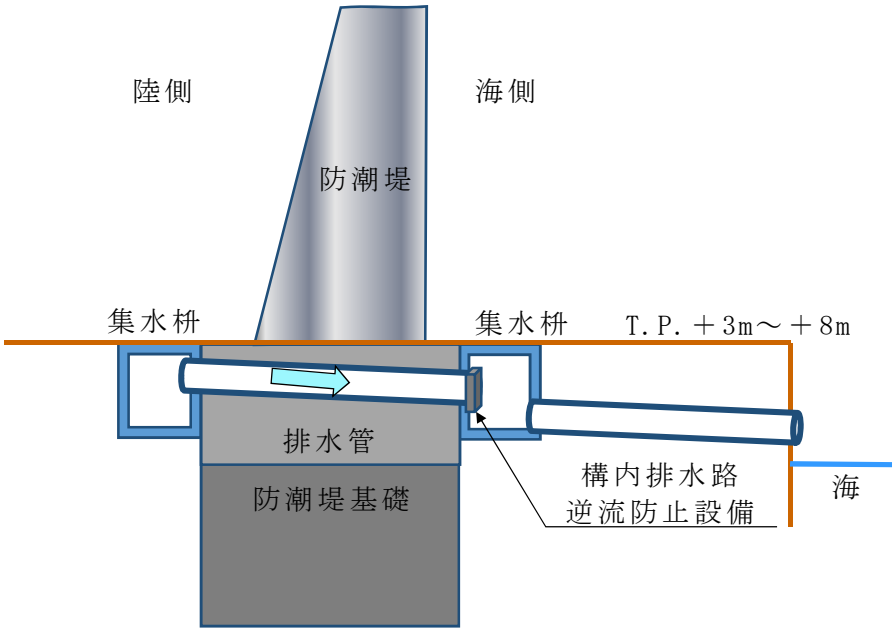
：電動駆動時（電動機駆動）の駆動が伝達する流れ
：自重降下式時（自重降下）の駆動が伝達する流れ

第 10.6-4 図　放水路ゲート開閉装置概念図



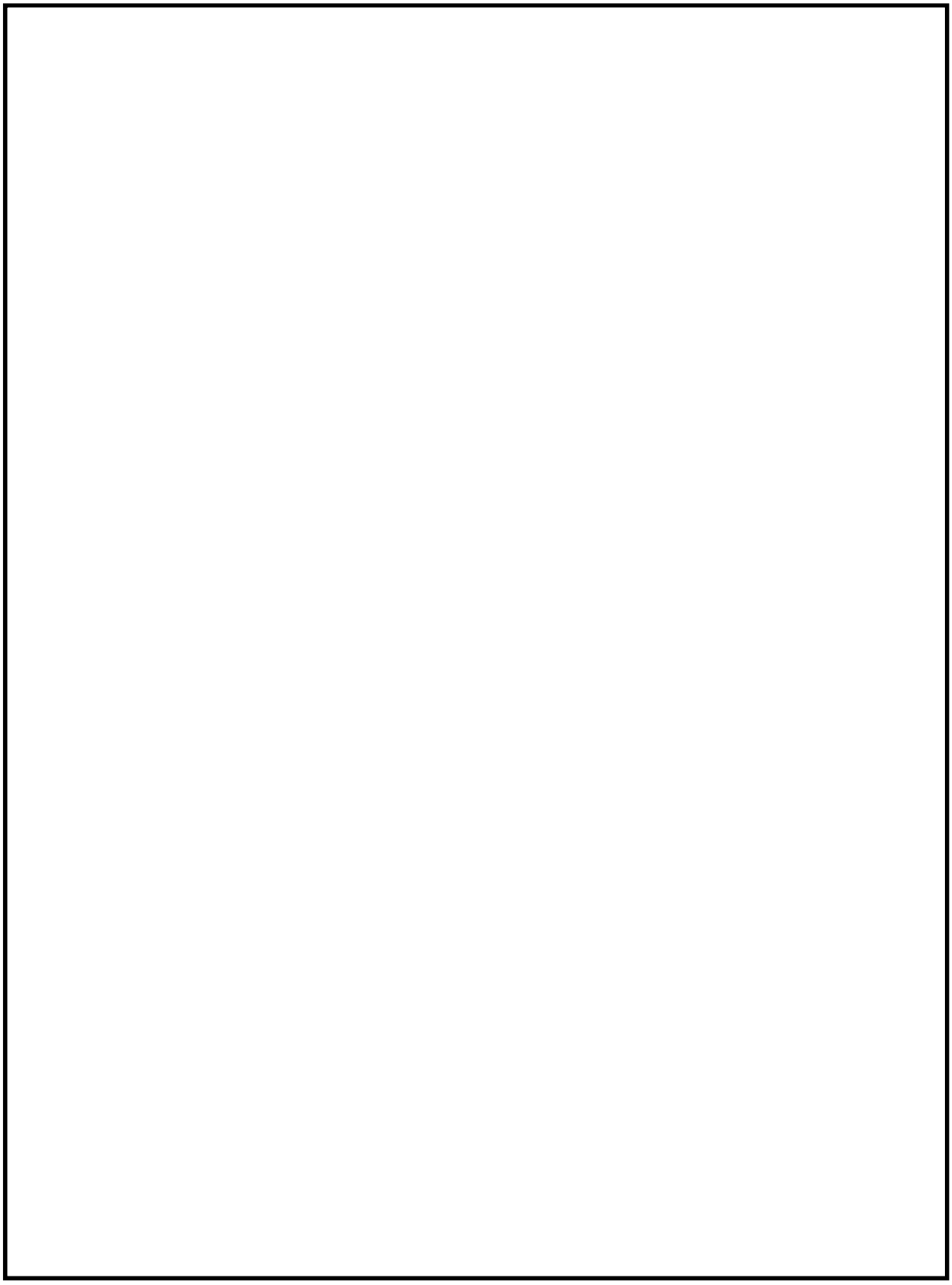
：　電源系
：　制御系

第 10.6-5 図　放水路ゲート電源系概念図

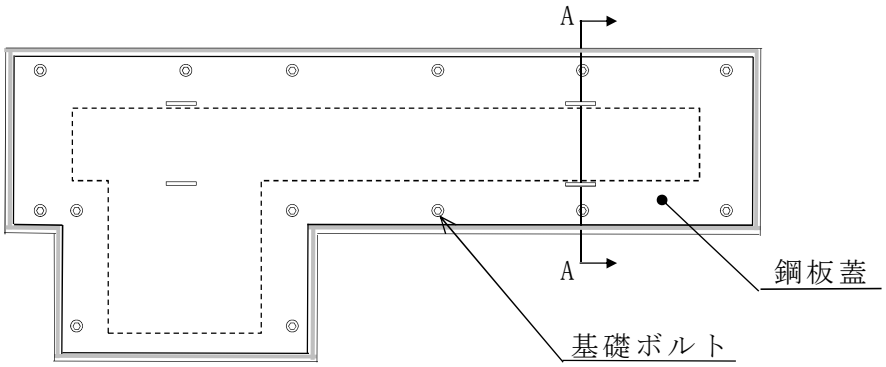


＜断面図＞

第 10.6-6 図　構内排水路逆流防止設備概念図

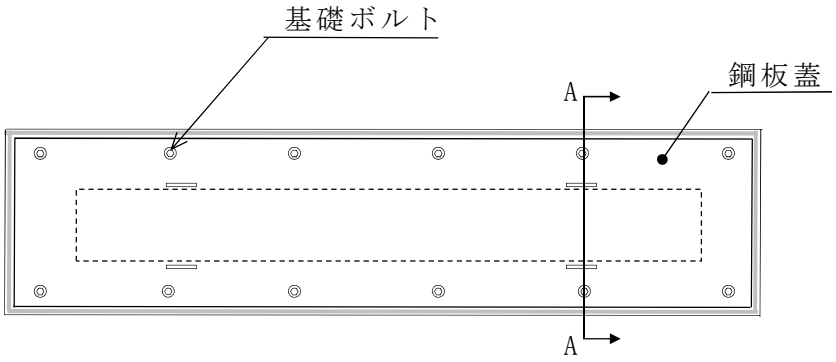


第 10.6-7 図　貯留堰概念図



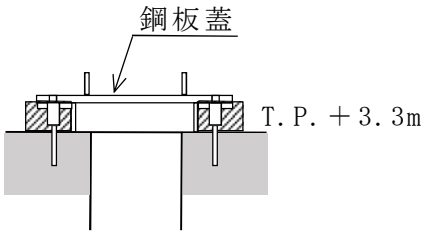
＜平面図＞

（Ｌ型）



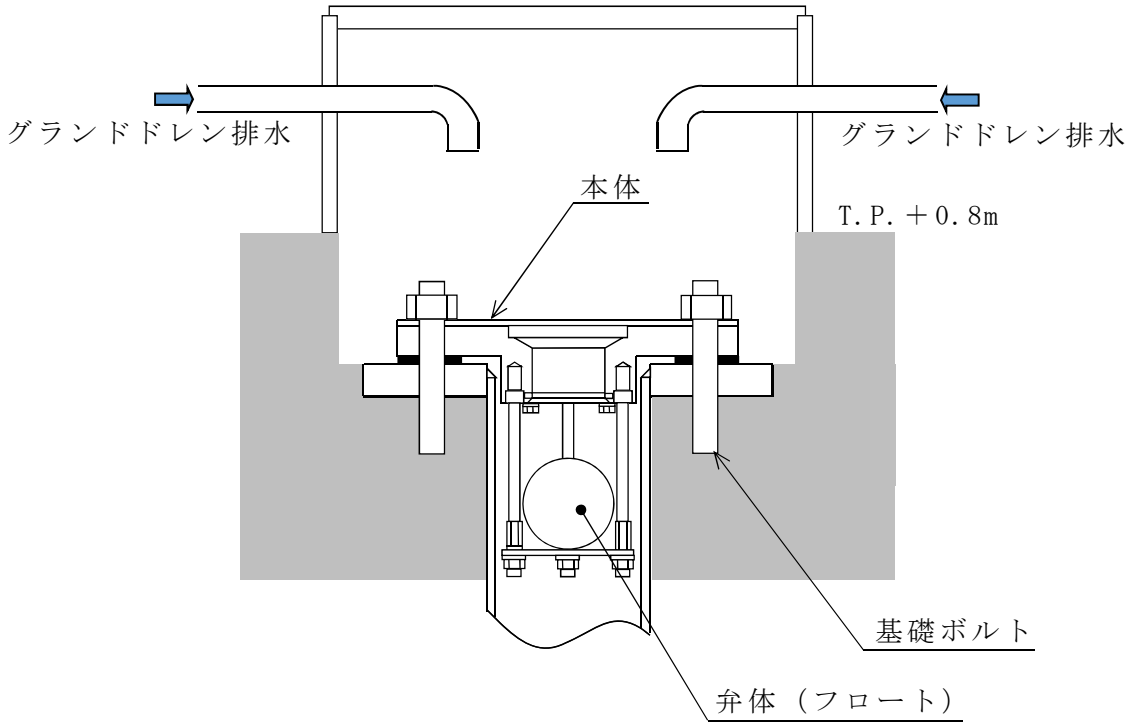
＜平面図＞

（Ｉ型）

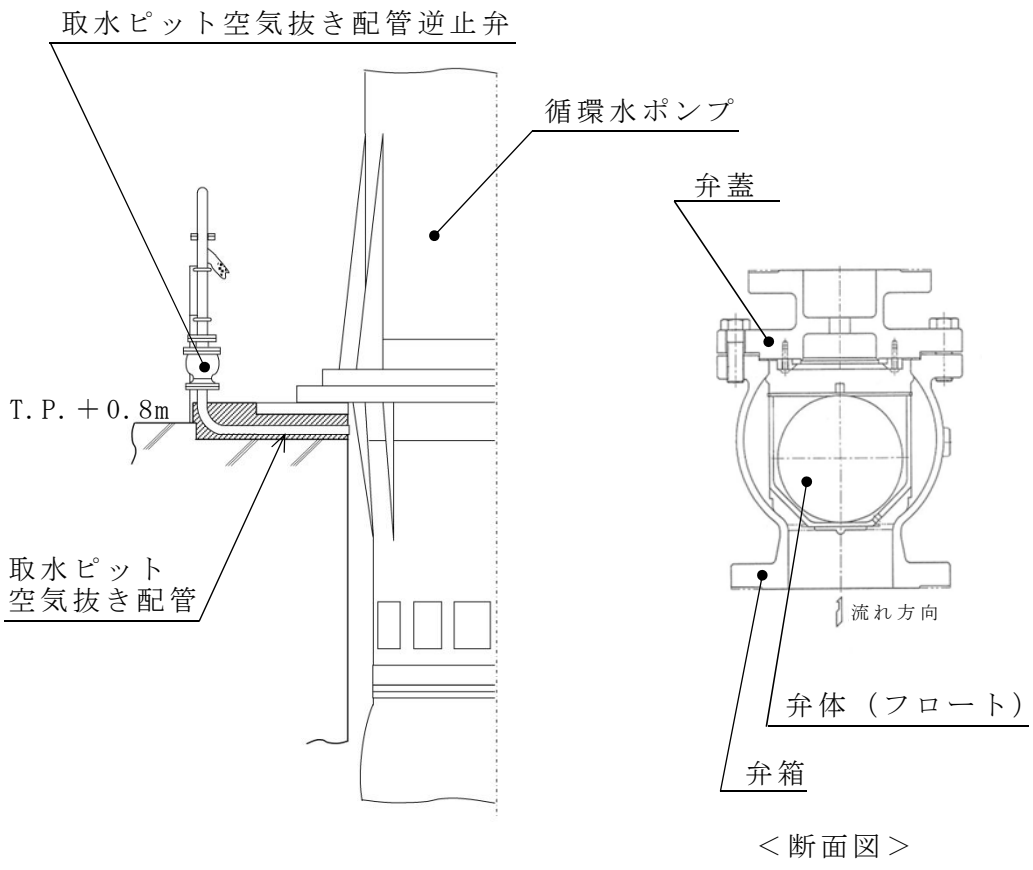


＜A-A 断面図＞

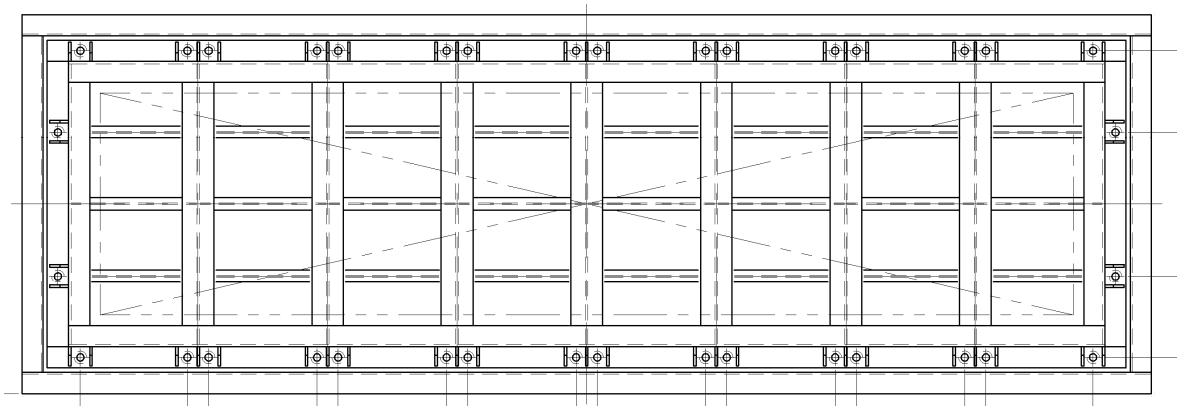
第 10.6-8 図　取水路点検用開口部浸水防止蓋概念図



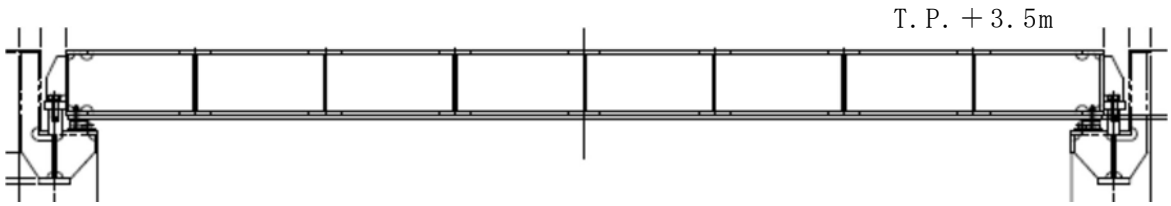
第 10.6-9 図　海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁概念図



第 10.6-10 図　取水ピット空気抜き配管逆止弁概念図

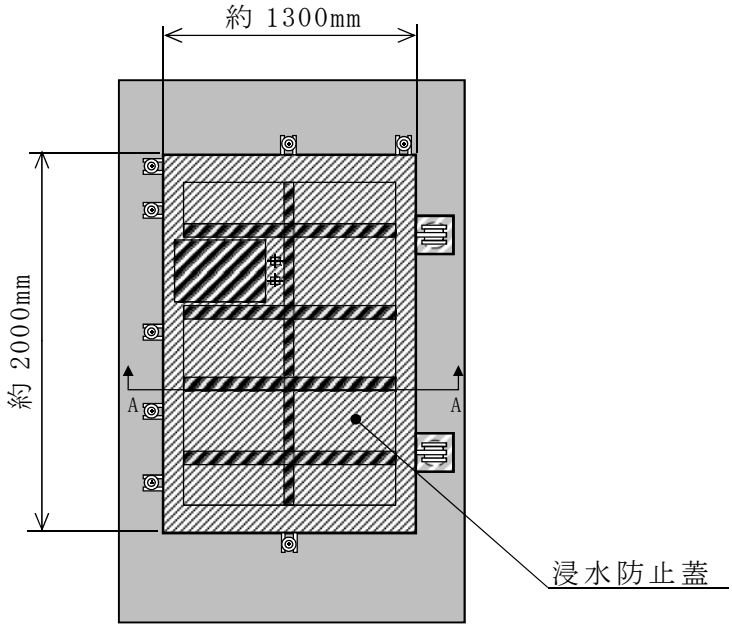


＜平面図＞

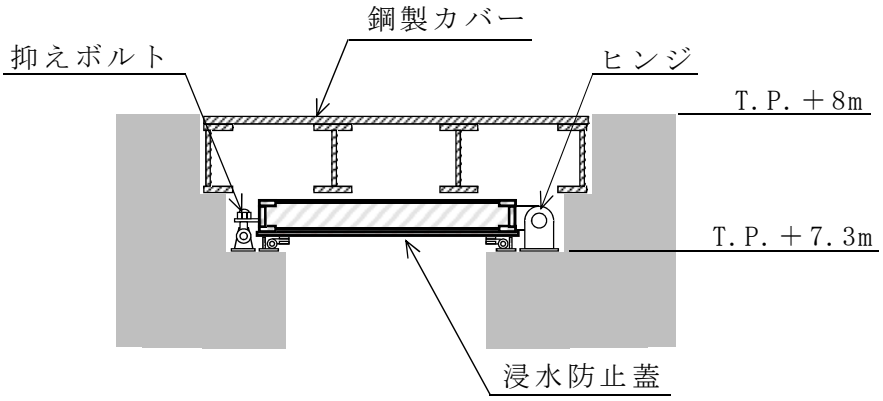


＜断面図＞

第 10.6-11 図　放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋概念図

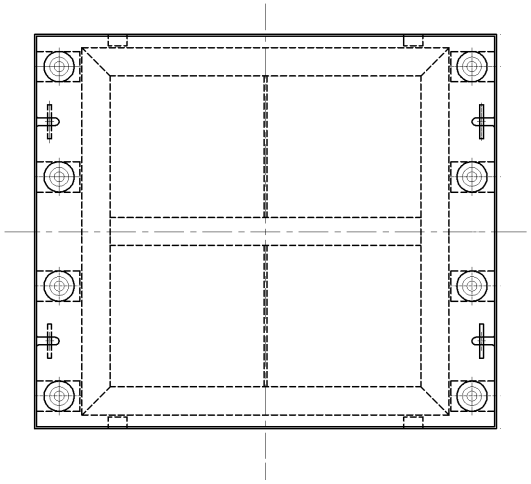


＜平面図＞

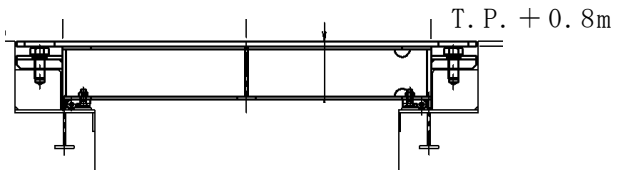


＜A-A 断面図＞

第 10.6-12 図　ＳＡ用海水ピット開口部浸水防止蓋概念図

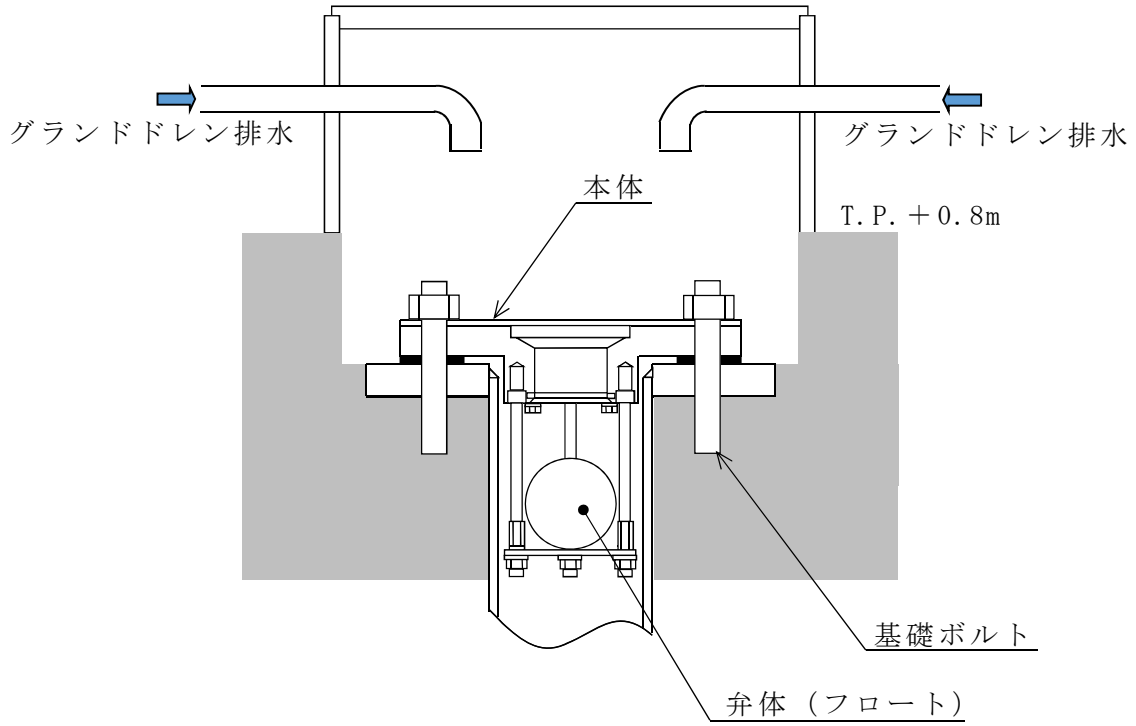


＜平面図＞

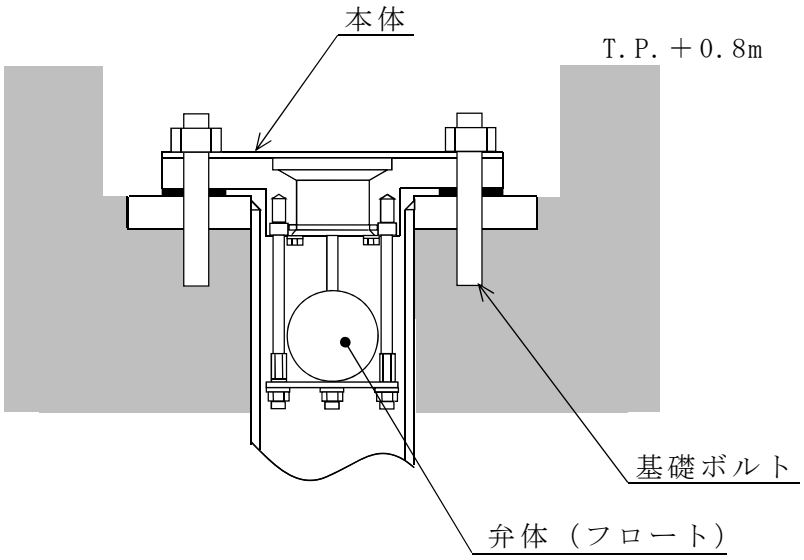


＜断面図＞

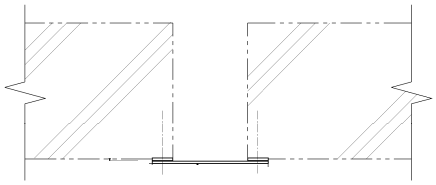
第 10.6-13 図　緊急用海水ポンプピット点検用開口部
浸水防止蓋概念図



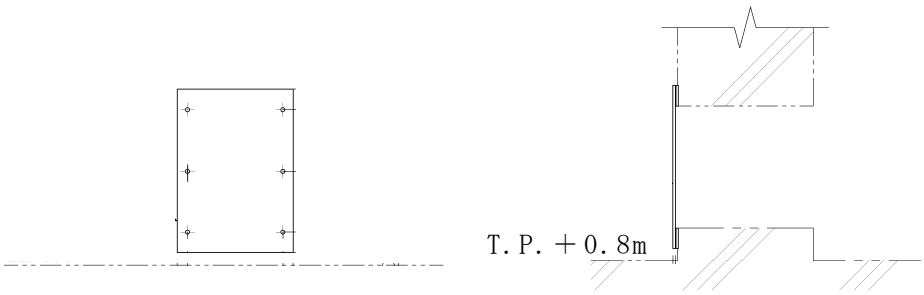
第 10.6-14 図　緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁概念図



第 10.6-15 図　緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁概念図

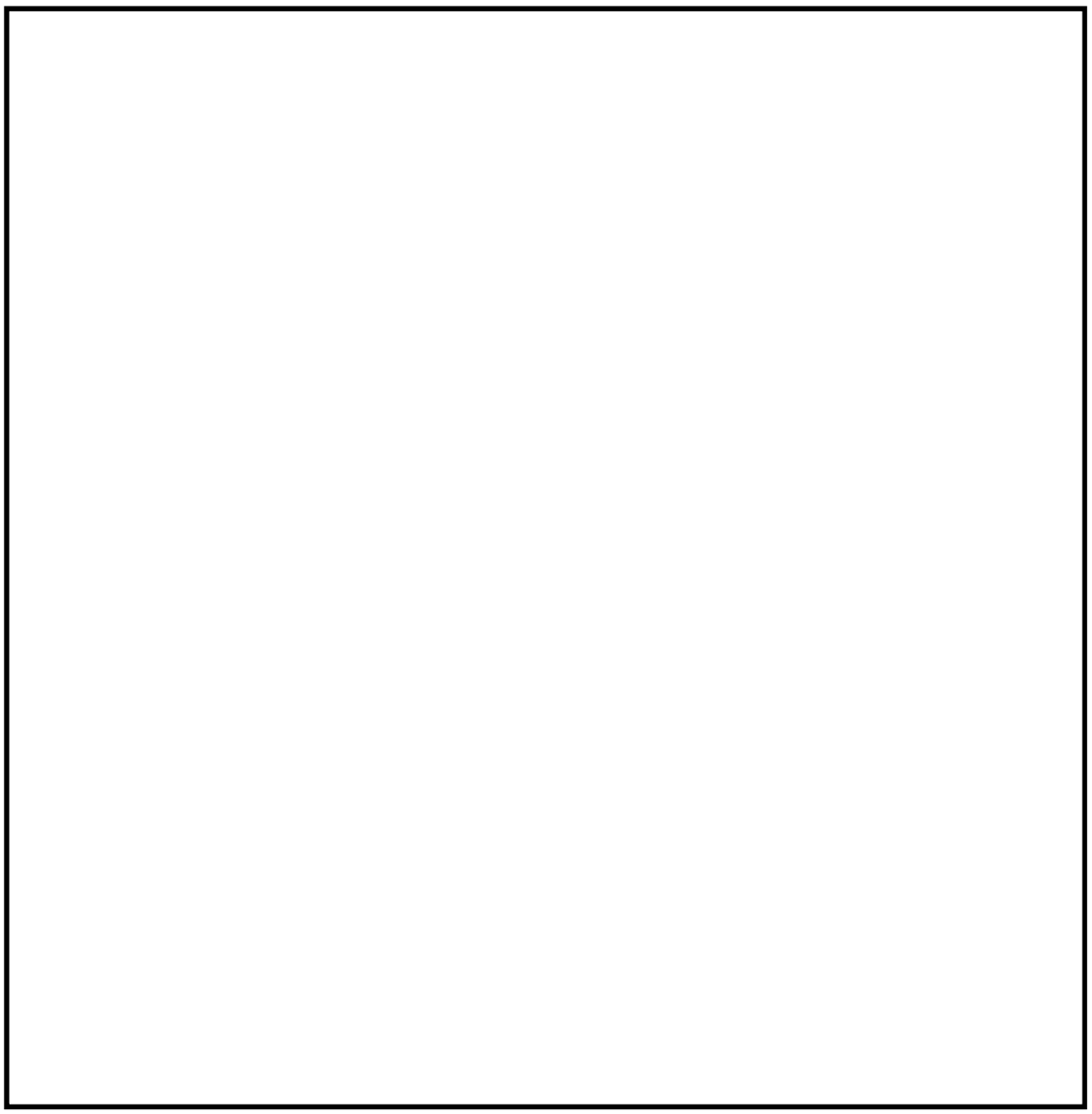


＜断面図＞



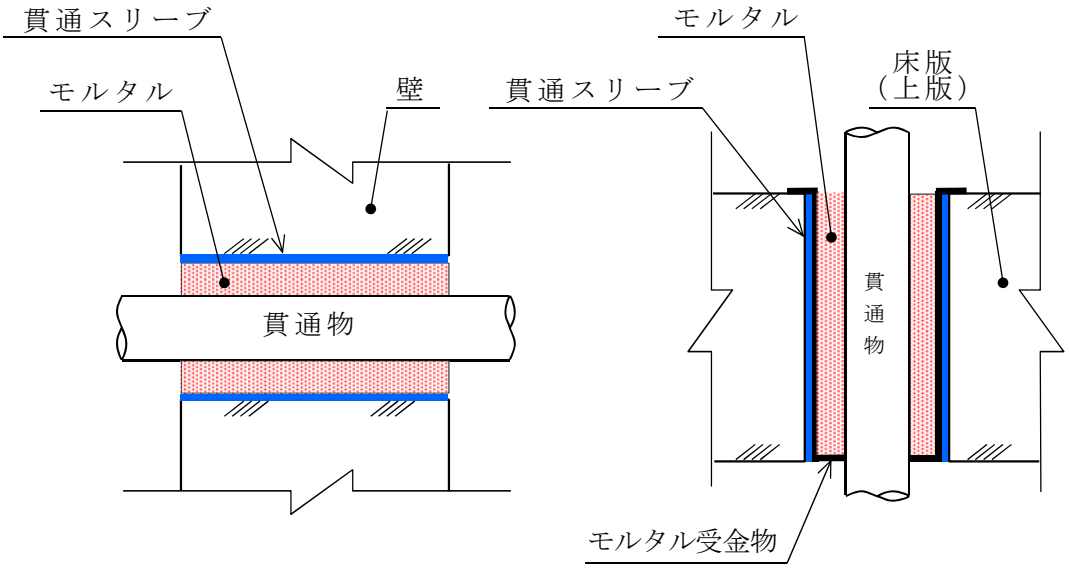
＜正面図＞　　＜断面図＞

第 10.6-16 図　海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋概念図



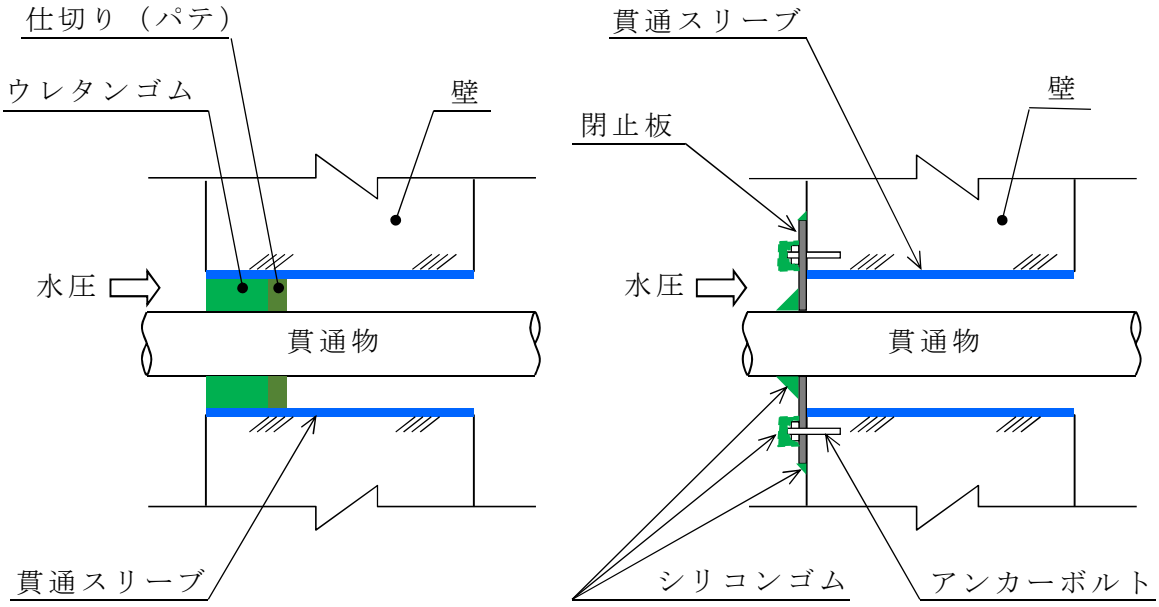
第 10.6-17 図　常設代替高圧電源装置用カルバート

原子炉建屋側水密扉概念図



＜壁貫通部の例＞　　＜床版（上版）貫通部の例＞

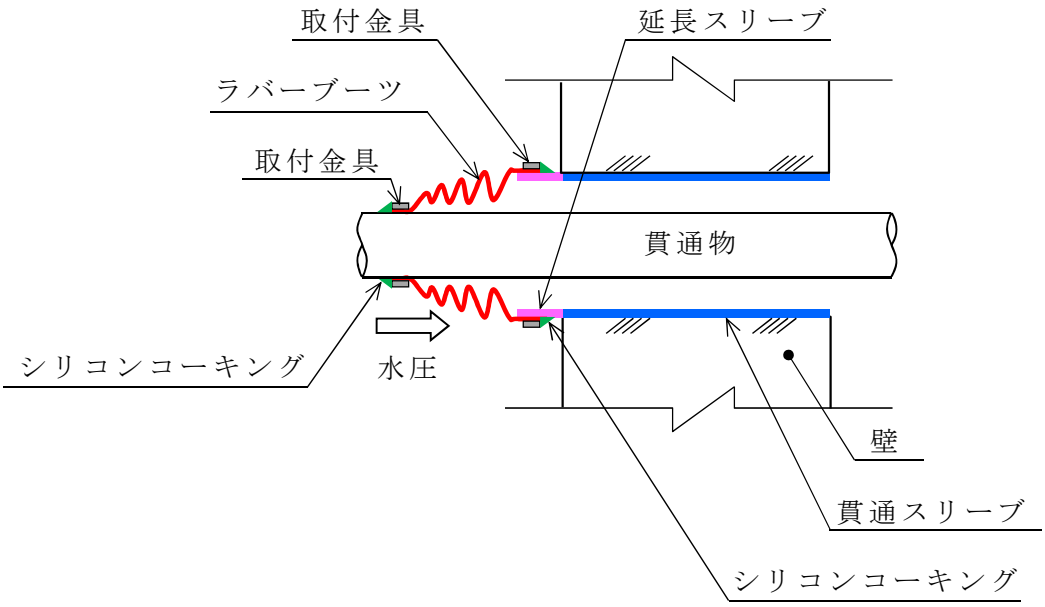
（充てん構造（モルタル））



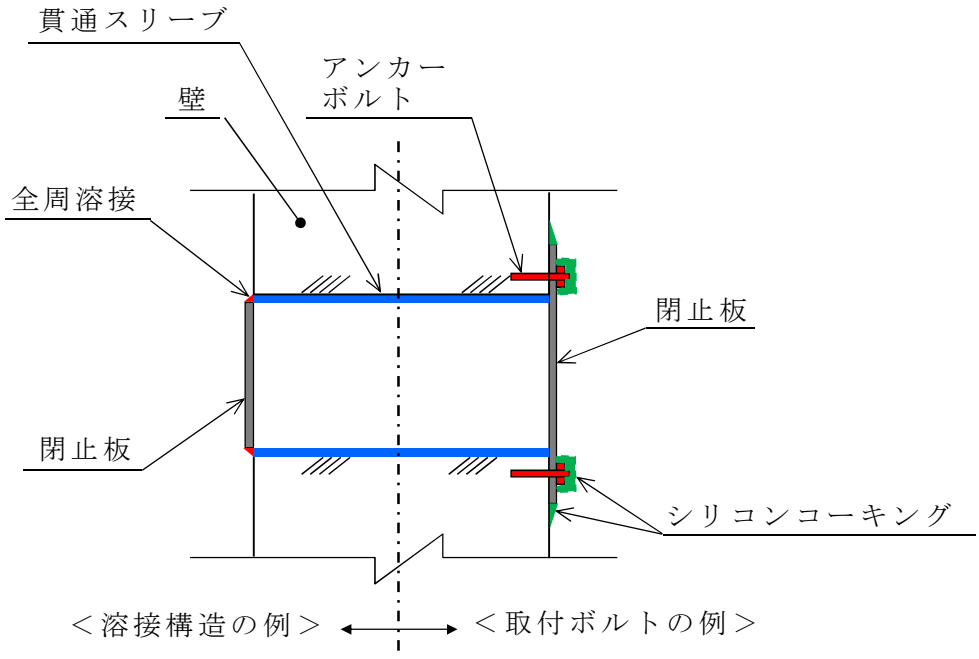
＜ウレタンゴムによる止水構造＞　　＜シリコンゴムによる止水構造＞

（充てん構造（ウレタンゴム又はシリコンゴム））

第 10.6-18 図　貫通部止水処置概念図（1／2）



（ブーツ構造）



（閉止構造）

第 10.6-18 図　貫通部止水処置概念図（2／2）

10.8　非常用取水設備

10.8.1　通常運転時等

10.8.1.1　概要

設計基準事故の収束に必要となる，残留熱除去系海水系ポンプ，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（以下 10.8 において「非常用海水ポンプ」という。）の取水に必要な海水を確保するため，取水路，取水ピット及び海水ポンプ室から構成される取水構造物を設置する。非常用取水設備の概要図を第 10.8－1 図に示す。

10.8.1.2　設計方針

設計基準事故時に必要な非常用海水ポンプに使用する海水を取水し，非常用海水ポンプへ導水するための流路を構築するために，取水構造物を設置することで，冷却に必要な海水を確保できる設計とする。

また，基準津波に対して，非常用海水ポンプが引き波時においても機能保持できるよう，貯留堰を設置することで，残留熱除去系等，非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の冷却に必要な海水が確保できる設計とする。

10.8.1.3　主要設備

(1)　取水構造物

冷却に必要な海水を取水し海水ポンプ室まで導水するための取水路，取込んだ海水を非常用海水ポンプまで導水するための取水ピット及び非常用海水ポンプ等を設置するための海水ポンプ室から構成される取水構造物を設置する。

(2)　貯留堰

非常用海水ポンプが引き波時においても機能保持できるよう，取水口前面に貯留堰を設置する。

10.8.1.4　主要仕様

非常用取水設備の主要機器仕様を第 10.8－1 表に示す。

10.8.1.5　試験検査

基本方針については「1.1.7.4　操作性及び試験・検査性」に示す。取水構造物は、外観の確認及び非破壊検査が可能な設計とする。貯留堰は，外観の確認が可能な設計とする。

第 10.8-1 表　非常用取水設備主要機器仕様

(1)　取水構造物

種　　類	鉄筋コンクリート函渠
材　　料	鉄筋コンクリート
個　　数	1

(2)　貯留堰（浸水防護設備と兼用）

種　　類	鋼管矢板式堰
材　　料	炭素鋼
容　　量	約 2,370m^3
個　　数	1

(3)　ＳＡ用海水ピット取水塔

種　　類	鉄筋コンクリート取水塔（取水管付）
材　　料	鉄筋コンクリート，炭素鋼
個　　数	1

(4)　海水引込み管

種　　類	鋼製取水管
材　　料	炭素鋼
個　　数	1

(5)　ＳＡ用海水ピット

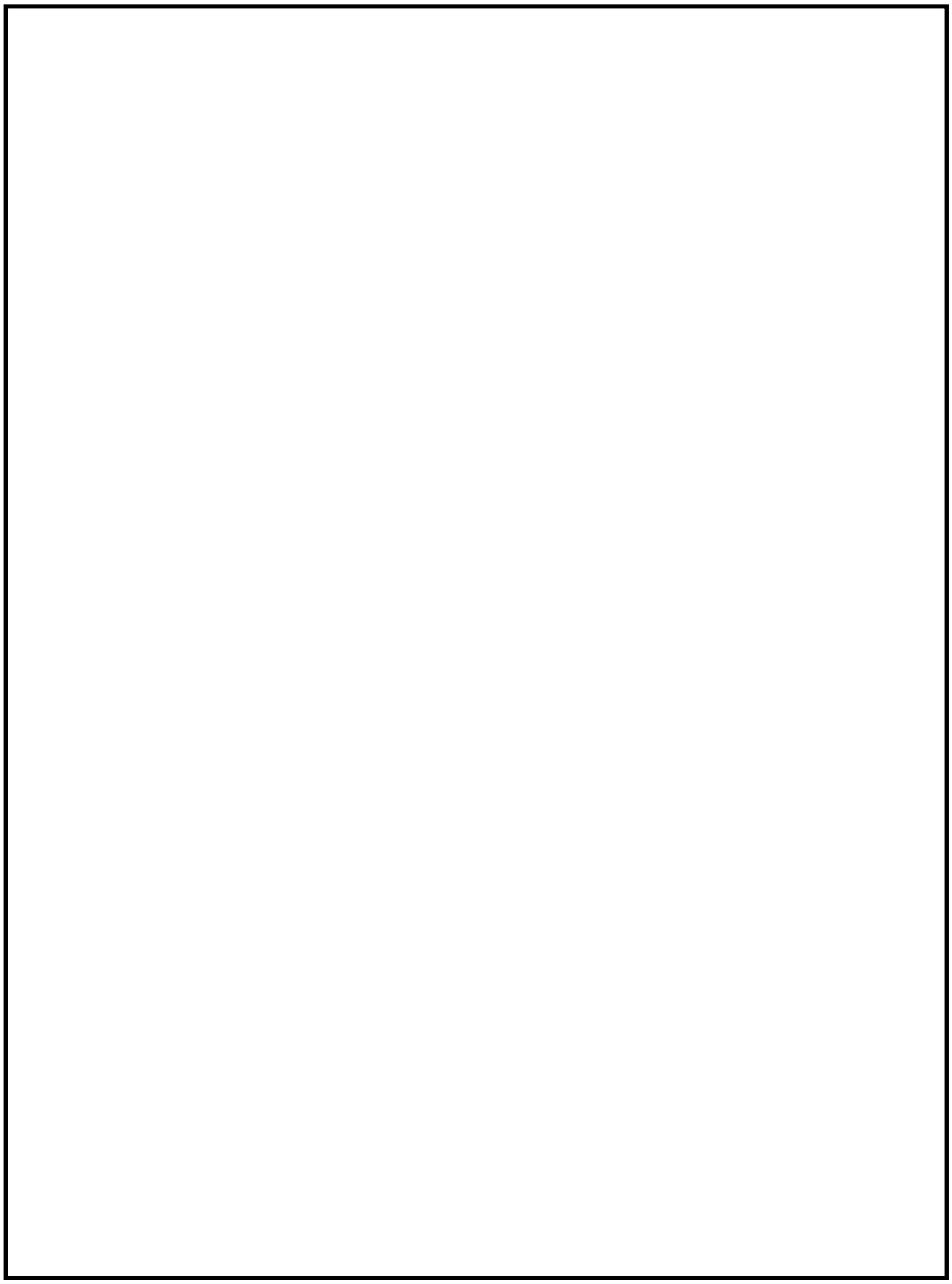
種　　類	鉄筋コンクリート取水槽
材　　料	鉄筋コンクリート
個　　数	1

(6)　緊急用海水取水管

種　　類	鉄管路
材　　料	炭素鋼
個　　数	1

(7)　緊急用海水ポンプピット

種　　類	鉄筋コンクリートピット
材　　料	鉄筋コンクリート
個　　数	1



第 10.8－1 図　非常用取水設備概要図

（３）適合性説明

第五条　津波による損傷の防止

設計基準対象施設は，その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

適合のための設計方針

設計基準対象施設のうち津波防護対象設備は，基準津波に対して，その安全機能が損なわれることがないように次のとおり設計する。

(1)　津波の敷地への流入防止

津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を設置する敷地において，基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。また，海と連接する取水口，放水路等の経路から，同敷地及び津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋に流入させない設計とする。

(2)　漏水による安全機能への影響防止

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

(3)　津波防護の多重化

上記(1)，(2)の方針のほか，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）は，浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離する。そのため，津波防護対象設備（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とともに，津波による溢水を考慮した浸水範囲及び浸

水量を保守的に想定した上で，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路及び浸水口（扉，開口部，貫通口等）を特定し，それらに対して浸水対策を施す設計とする。

(4)　水位低下による安全機能への影響防止

水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響を防止するため，非常用海水冷却系は，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，かつ，冷却に必要な海水が確保できる設計とする。また，基準津波による水位変動に伴う砂の移動・堆積及び漂流物に対して取水口の通水性が確保でき，かつ，取水口からの砂の混入に対して非常用海水ポンプが機能保持できる設計とする。

(5)　津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備の機能保持

津波防護施設及び浸水防止設備は，入力津波（施設の津波に対する設計を行うために，津波の伝播特性及び浸水経路等を考慮して，それぞれの施設に対して設定するものをいう。以下同じ。）に対して津波防護機能及び浸水防止機能が保持できるように設計する。また，津波監視設備は，入力津波に対して津波監視機能が保持できるように設計する。

(6)　地震による敷地の隆起・沈降，地震による影響等

地震による敷地の隆起・沈降，地震による影響，津波の繰返しの襲来による影響及び津波による二次的な影響（洗掘，砂移動及び漂流物等）及び自然条件（積雪，風荷重等）を考慮する。

(7)　津波防護施設及び浸水防止設備の設計並びに非常用海水冷却系の評価

津波防護施設及び浸水防止設備の設計並びに非常用海水冷却系の評価に当たっては，入力津波による水位変動に対して朔望平均

潮位を考慮して安全側の評価を実施する。なお，その他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。また，地震により陸域の隆起又は沈降が想定される場合，想定される地震の震源モデルから算定される敷地の地殻変動量を考慮して安全側の評価を実施する。

1.3　気象等

該当なし

1.4　設備等

該当なし

1.5　手順等

該当なし

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

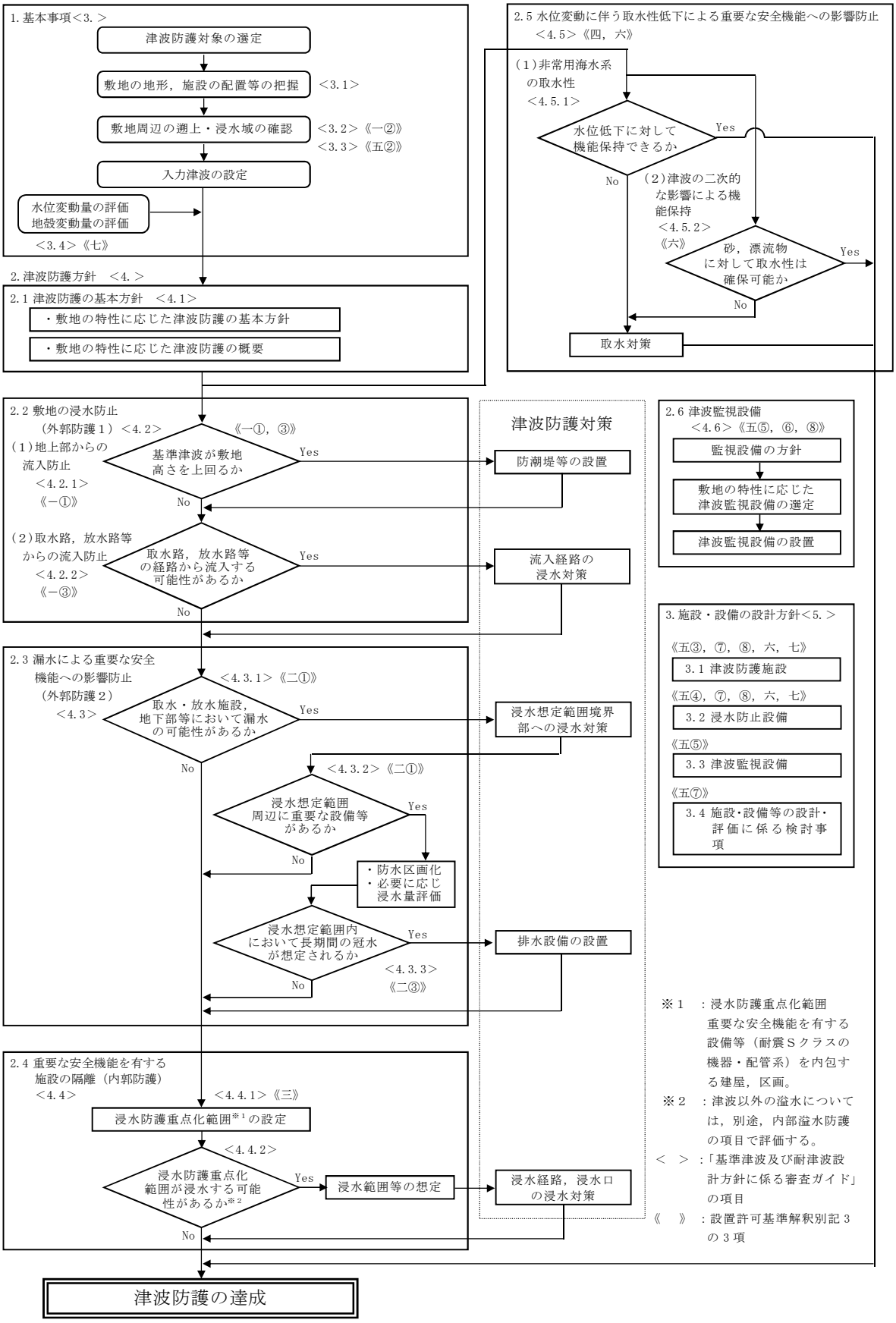
※2 実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈

※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

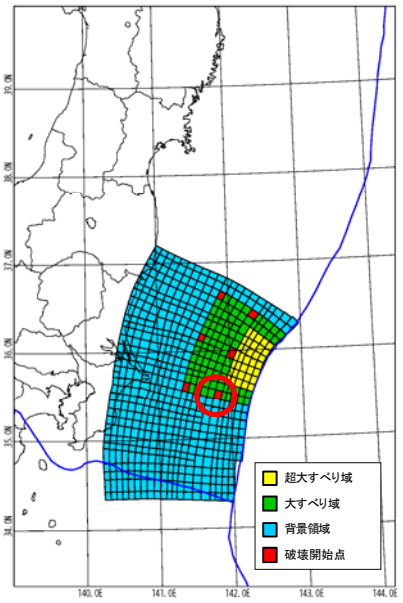
本資料の構成としては，審査ガイドに示される要求事項内容を【規制基準における要求事項等】に記載し，東海第二発電所における各要求事項に対する対応方針を【検討方針】に記載しており，その上で，同方針に基づき実施する具体的な検討結果又は評価内容を，図表やデータを用いて【検討結果】に記載する構成としている。

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。

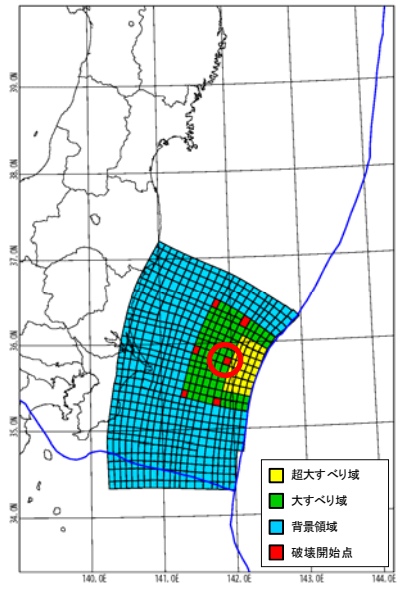
また，2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動により，現時点において発電所周辺の敷地標高が0.2m程度沈降しているが，余効変動が継続していることから敷地・施設等の標高については2011年東北地方太平洋沖地震前の値を表記している。ただし，津波評価においては数値シミュレーションの初期条件として一律に，2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動量（0.2m沈降）を潮位に加算することで考慮していることから，耐津波設計の評価に用いる入力津波の設定に当たっては，水位上昇側及び下降側それぞれに対して地殻変動量を安全側に考慮する。



第1図　耐津波設計の基本フロー



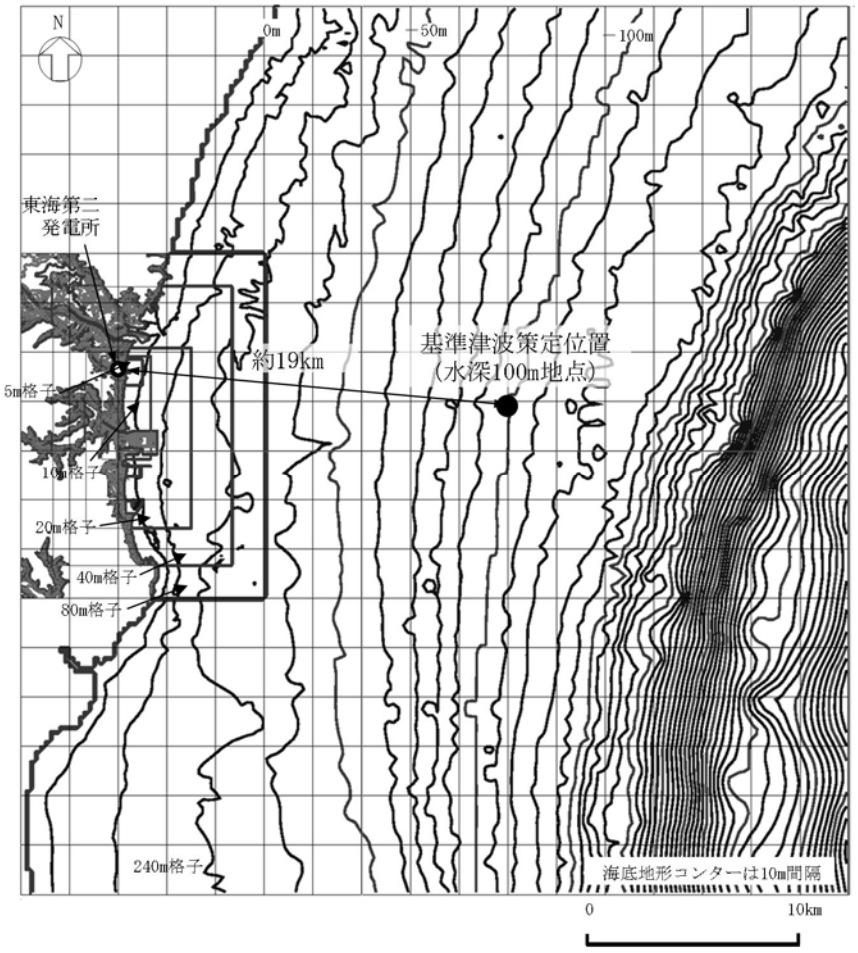
上昇水位



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

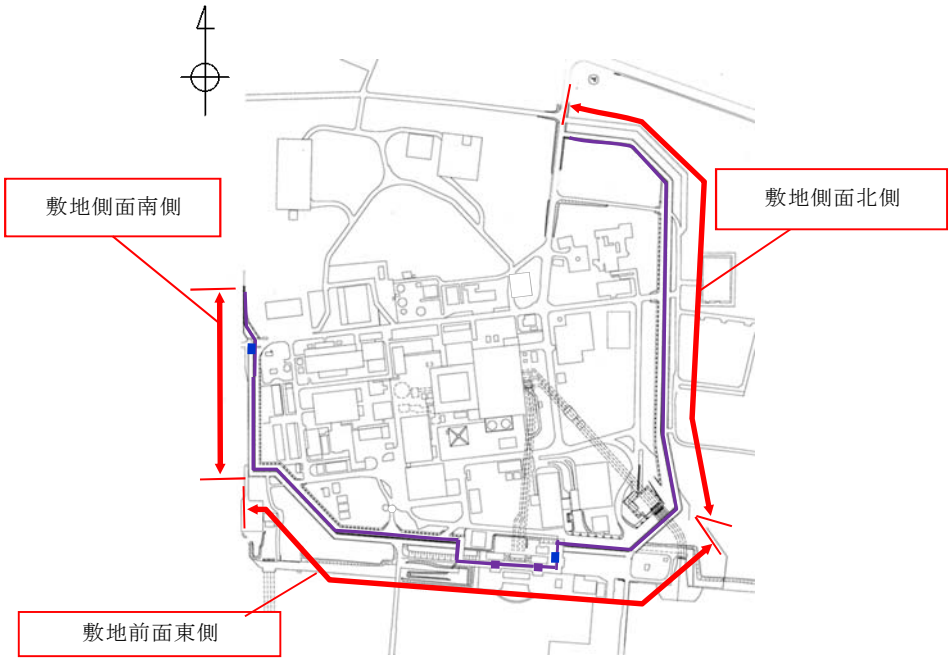
第２図　東海第二発電所の基準津波の波源



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。

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

【規制基準における要求事項等】

第５条　設計基準対象施設は，その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

【検討方針】

設置許可基準規則第５条においては，基準津波に対して設計基準対象施設が安全機能を損なわれるおそれがないことを要求していることから，津波から防護を検討する対象となる設備は，設計基準対象施設のうち安全機能を有する設備である。また，別記３においては，津波から防護する設備として，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を含む耐震Ｓクラスに属する設備が要求されている。

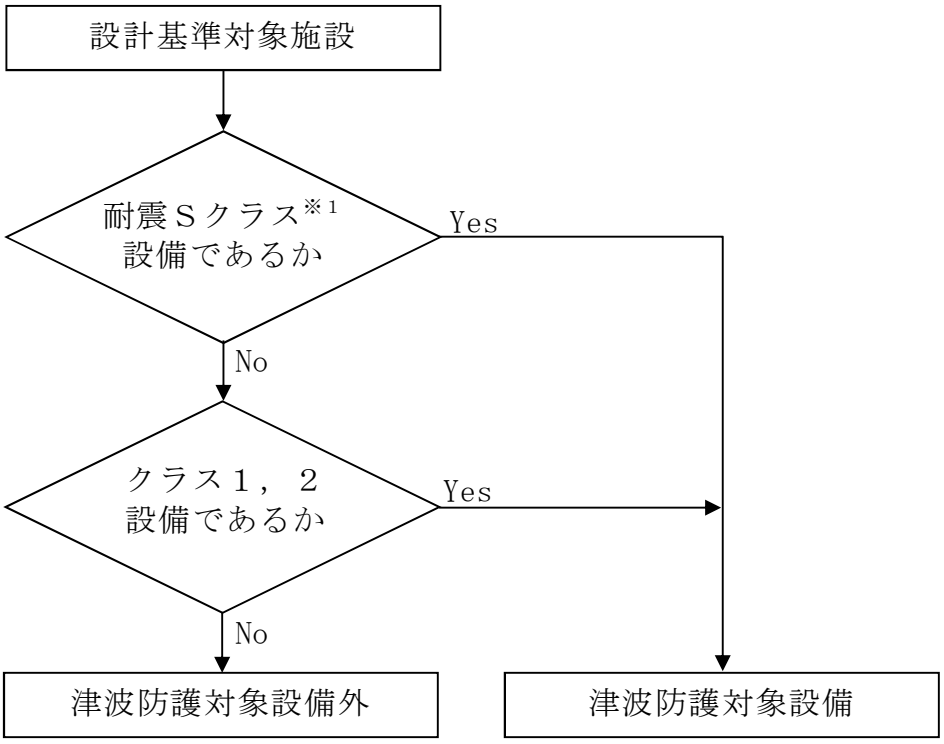
このため，上記の要求事項に従い，設計基準対象施設のうち津波から防護すべき設備を選定する（【検討結果】参照）。

【検討結果】

安全機能を有する設備としては，「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」に基づく安全機能の重要度分類のクラス１，２，３に属する設備が該当する。このうち，クラス３に属する設備については，原則，損傷した場合を考慮して代替設備により必要な機能を確保する等の対応を行う設計とする。

このため，設計基準対象施設のうち津波から防護すべき設備は，津波防護

施設，浸水防止設備及び津波監視設備を除く耐震Ｓクラスに属する設備並びに安全重要度分類のクラス１，２に属する設備とする。また，設計基準対象施設のうち津波から防護する設備を「設計基準対象施設の津波防護対象設備」とする。第1.1-1図に設計基準対象施設の津波防護対象設備の選定フロー，第1.1-1表に主な設計基準対象施設の津波防護対象設備リスト，添付資料１に設計基準対象施設の津波防護対象設備の配置図等を示す。



※１：津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を含む。

第 1.1-1 図　設計基準対象施設の津波防護対象設備の選定フロー

第1.1-1表　主な設計基準対象施設の津波防護対象設備リスト

１．原子炉本体
２．核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設
３．原子炉冷却系統施設
（１）原子炉再循環設備
（２）原子炉冷却材の循環設備
（３）残留熱除去設備
（４）非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備
（５）原子炉冷却材補給設備
（６）原子炉冷却材浄化設備
４．計測制御系統施設
（１）制御棒
（２）制御棒駆動装置
（３）ほう酸水注入設備
（４）計測装置
５．放射性廃棄物の廃棄施設
６．放射線管理施設
（１）放射線管理用計測装置
（２）換気装置
（３）生体遮蔽装置
７．原子炉格納施設
（１）原子炉格納容器
（２）原子炉建屋
（２）圧力低減設備その他安全設備
８．その他発電用原子炉の附属施設
（１）非常用電源設備
９．その他

1.2　敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等

【規制基準における要求事項等】

敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等については，敷地及び敷地周辺の図面等に基づき，以下を把握する。

ａ．敷地及び敷地周辺の地形，標高，河川等の存在

ｂ．敷地における施設（以下，例示）の位置，形状等

①　設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画

②　重要な安全機能を有する屋外設備

③　津波防護施設（防潮堤，防潮壁等）

④　浸水防止設備（水密扉等）※

⑤　津波監視設備（潮位計，取水ピット水位計等）※

⑥　敷地内（防潮堤の外側）の遡上域の建物・構築物等（一般建物，鉄塔，タンク等）

※基本設計段階で位置が特定されているもの

ｃ．敷地周辺の人工構造物（以下，例示）の位置，形状等

①　港湾施設（サイト内及びサイト外）

②　河川堤防，海岸線の防波堤，防潮堤等

③　海上設置物（係留された船舶等）

④　遡上域の建物・構築物等（一般建物，鉄塔，タンク等）

⑤　敷地前面海域における通過船舶

【検討方針】

東海第二発電所の敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等について，敷地及び敷地周辺の図面等に基づき，以下を把握する。

ａ．敷地及び敷地周辺の地形，標高，河川の存在（【検討結果】（1） 敷地及び敷地周辺の地形，標高，河川の存在参照）

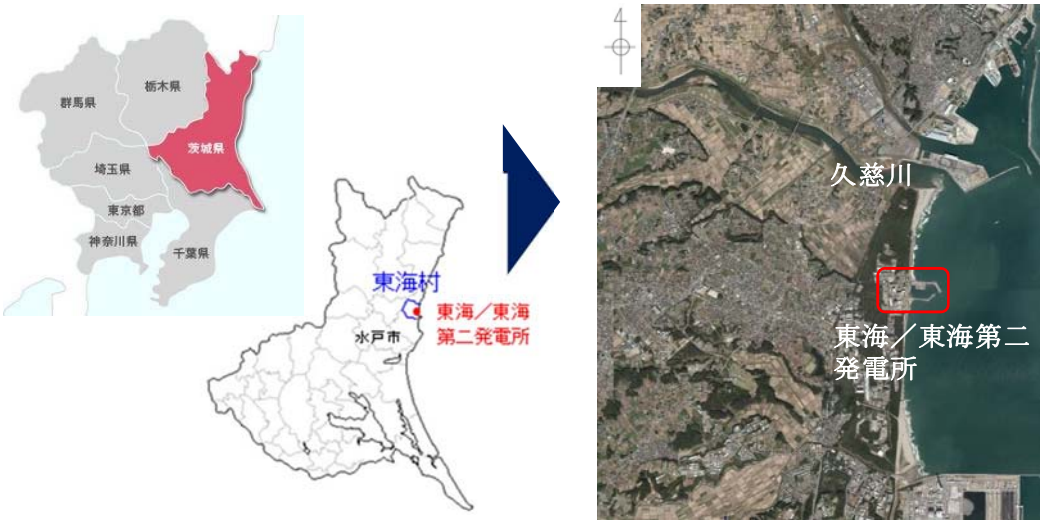
ｂ．敷地における施設の位置，形状等（【検討結果】（2） 敷地における施設の位置，形状等参照）

ｃ．敷地周辺の人工構造物の位置，形状等（【検討結果】（3） 敷地周辺の人工構造物の位置，形状等参照）

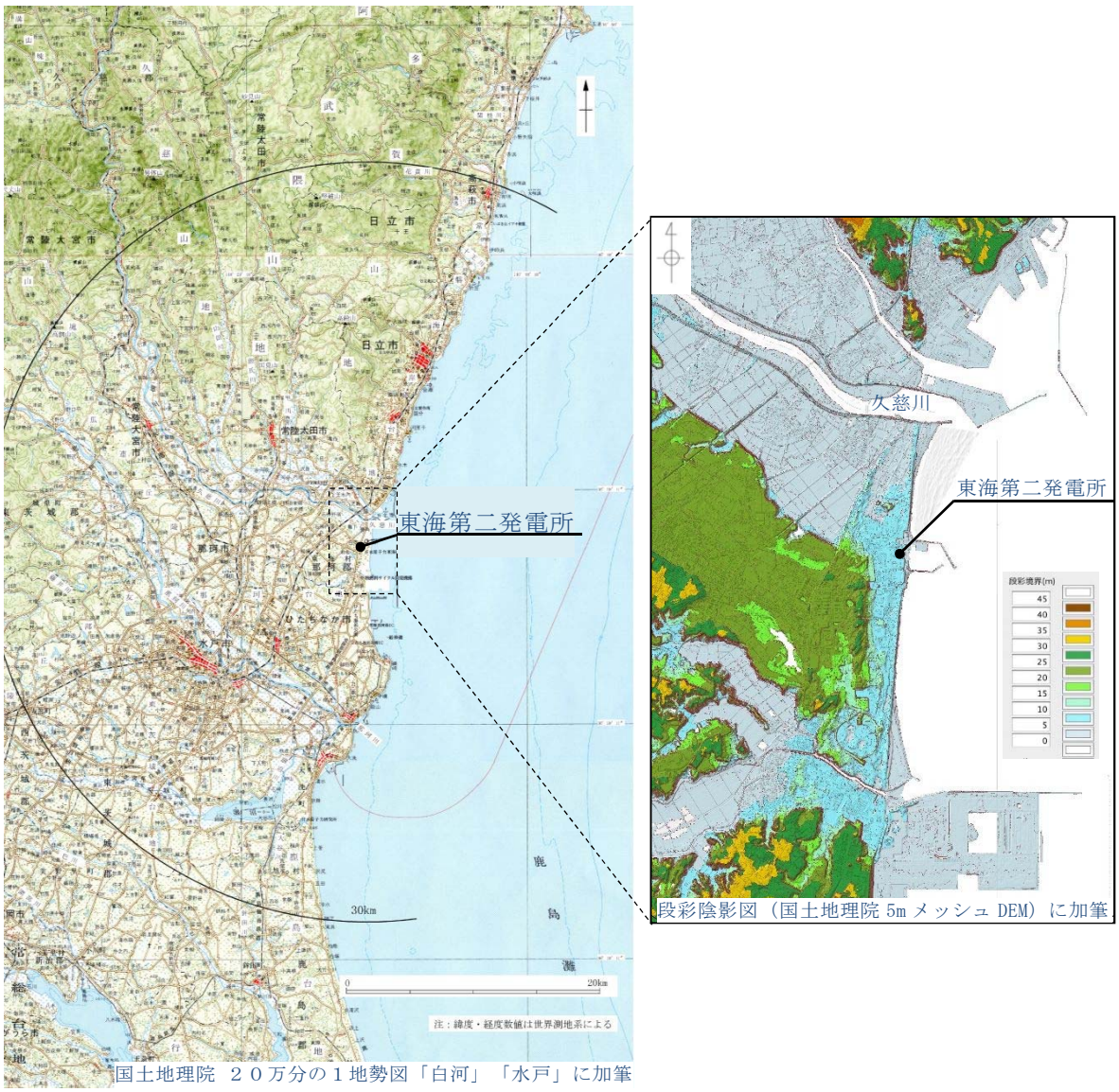
【検討結果】

(1) 敷地及び敷地周辺の地形，標高，河川の存在

東海第二発電所の敷地及び敷地周辺の状況として,第1.2-1図に東海第二発電所の位置及び敷地周辺の地形,第1.2-2図に東海第二発電所の全景写真を示す。東海第二発電所を設置する敷地は，東側は太平洋に面し，茨城県の海岸にそって，弧状の砂丘海岸を形成する鹿島灘の北端となる水戸市の東北約15kmの東海村に位置し，久慈川を挟んで，日立山塊を望んでいる。敷地の西側となる東海村の内陸部は，関東平野の大きな地形区分の特徴である洪積低台地の北東端に位置している。敷地周辺の地形は，北側及び南側は海岸沿いにT.P.＋10m程度の平地があり，敷地の西側はT.P.＋20m程度の平坦な台地となっている。また，敷地周辺の河川としては，敷地の北方約2kmのところに久慈川，南方約3kmのところに新川がある。なお，敷地を含む西方には標高約25mの台地があり,敷地北方の久慈川周辺の標高は約5mである。敷地は，主にT.P.＋3m，T.P.＋8m，T.P.＋11m，T.P.＋23m及びT.P.＋25mの高さに分かれている。

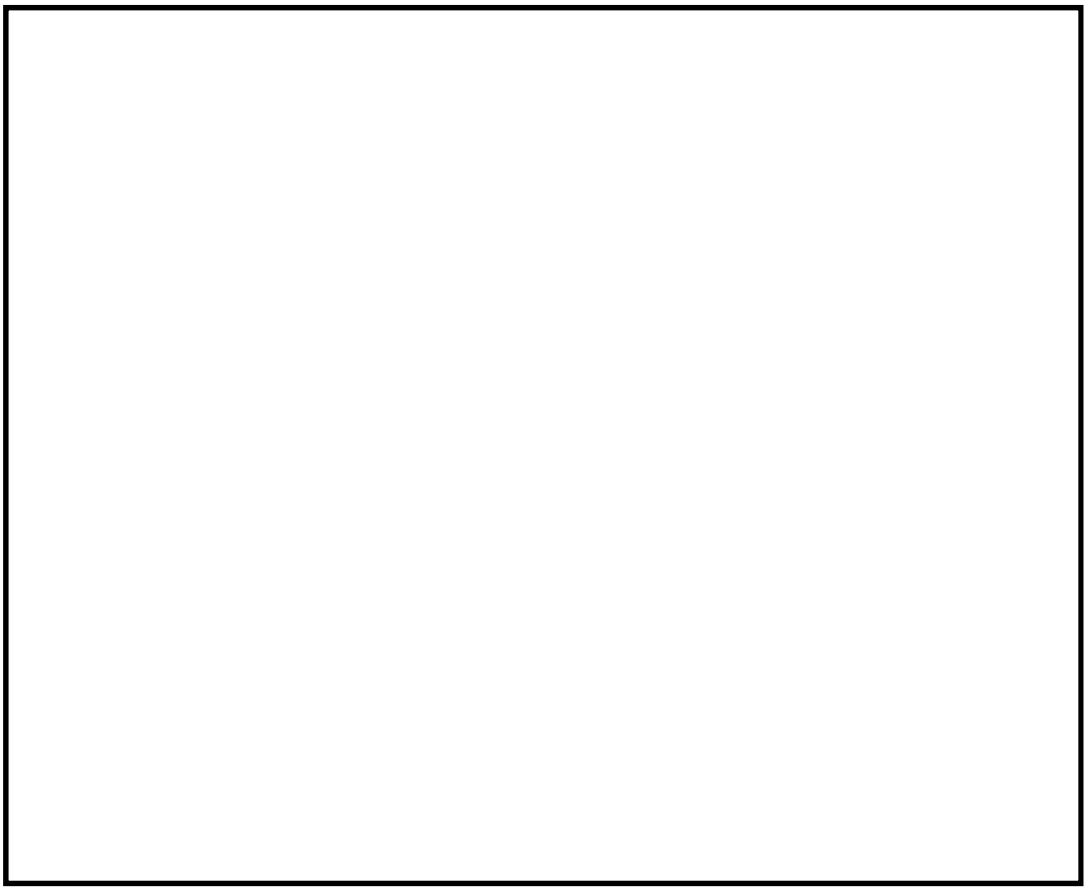


（東海第二発電所の位置）



（東海第二発電所の敷地及び敷地周辺の地形・標高）

第 1.2-1 図　東海第二発電所の位置及び敷地周辺の地形



第1.2-2図　東海第二発電所の全景写真

(2)　敷地における施設の位置，形状等

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

東海第二発電所の主要な施設を設置している敷地高さは，主に海側よりT.P.＋3m，T.P.＋8m，T.P.＋11mに分かれている。このうち，設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画としては，T.P.＋8mの敷地に原子炉建屋，タービン建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋を設置しており，T.P.＋8mの敷地の地下部に常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部，立坑部及びカルバート部を含む。以下同じ。），T.P.＋11mの敷地に常設代替高圧電源装置置場（軽油タンク（地下式）及び東側ＤＢ立坑を含む。以下同じ。）を設置する。設計基準対象施設の津波防護対象設備のうち屋外設備としては，T.P.＋3mの敷地に海水ポンプ室（残留熱除去系海水系，非常用ディーゼル発電機用海水系及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水系のポンプ，配管並びに電路を含む区画として設定する。以下同じ。），T.P.＋8mの敷地に排気筒を設置している。また，T.P.＋3mの敷地の海水ポンプ室からT.P.＋8mの敷地の原子炉建屋にかけて非常用海水系配管（残留熱除去系海水系，非常用ディーゼル発電機用海水系及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水系の配管並びに電路を含む区画として設定する。以下同じ。）を設置している。非常用取水設備として，取水路，取水ピット及び海水ポンプ室から構成される取水構造物を設置しており，貯留堰（津波防護施設を兼ねる。）を設置する。

津波防護施設として,敷地を取り囲む形で天端高さT.P.＋20m及びT.P.＋18mの防潮堤及び防潮扉，T.P.＋3.5mの敷地（放水路上版高さ）の放水路に

対して放水路ゲート，T.P.＋3m，T.P.＋4.5m，T.P.＋6.5m及びT.P.＋8mの敷地の構内排水路に対して逆流防止設備を設置する。また，残留熱除去系海水系ポンプ，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（以下「非常用海水ポンプ」という。）の取水性を確保するため，取水口前面の海中に貯留堰を設置する。

浸水防止設備として，T.P.＋0.8mの海水ポンプ室に設置する海水ポンプ室ケーブル点検口,T.P.＋3mの敷地に設置している取水路の点検用開口部，T.P.＋3.5mの位置（放水路上版高さ）に設置する放水路ゲートの点検用開口部，T.P.＋8mの敷地に設置するＳＡ用海水ピット上部の開口部及びT.P.＋0.8mの緊急用海水ポンプ室に設置する緊急用海水ポンプピットの点検用開口部に対して浸水防止蓋，海水ポンプグランドドレン排出口，緊急用海水ポンプグランドドレン排出口，緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口及び取水ピット空気抜き配管に対して逆止弁を設置する。常設代替高圧電源装置用カルバートの立坑部の開口部に対して水密扉を設置する。さらに，海水ポンプ室の貫通部，タービン建屋及び非常用海水系配管カルバートと隣接する原子炉建屋境界地下階の貫通部，防潮堤及び防潮扉の地下部の貫通部並びに常設代替高圧電源装置用カルバートの立坑部の貫通部に対して止水処置を実施する。

津波監視設備として，原子炉建屋屋上T.P.＋64m，防潮堤上部T.P.＋18m及びT.P.＋20mに津波・構内監視カメラ，T.P.＋3mの敷地の取水ピット上版に取水ピット水位計並びに取水路内の高さT.P.－5.0mの位置に潮位計を設置する。

敷地内（防潮堤の外側）の遡上域の建物・構築物等としては，T.P.＋3mの敷地に海水電解装置建屋，メンテナンスセンター，燃料輸送本部等があり，T.P.＋8mの敷地には廃棄物埋設施設（第二種廃棄物埋設事業許可申請

中），固体廃棄物保管庫等がある。また，海岸側（東側）を除く防潮堤の外側には防砂林がある。

第1.2-1表に津波防護対策設備と設置位置，第1.2-3図に東海第二発電所敷地図,第1.2-4図に設計基準対象施設の津波防護対象設備の配置図を示す。なお，重大事故等対処施設についても，基準津波に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものでなければならないことから，津波による損傷を防止するため耐津波設計方針を策定している。基準津波に対する重大事故等対処施設の津波防護対象設備については，「東海第二発電所 重大事故等対処設備について（40条） 2.1（2）敷地の特性に応じた津波防護の概要」に示す。また，東海第二発電所における事故シーケンス選定では，基準津波を超え敷地に遡上する津波（以下「敷地に遡上する津波」という。）を起因とした事故シーケンスグループ「津波浸水による最終ヒートシンク喪失」を抽出していることから，敷地に遡上する津波に対して，津波対策を実施している。敷地に遡上する津波に対する重大事故等対処設備の津波防護対象設備については，「東海第二発電所 重大事故等対処設備について 別添資料－１ 敷地に遡上する津波に対する防護対象設備の選定」に示す。

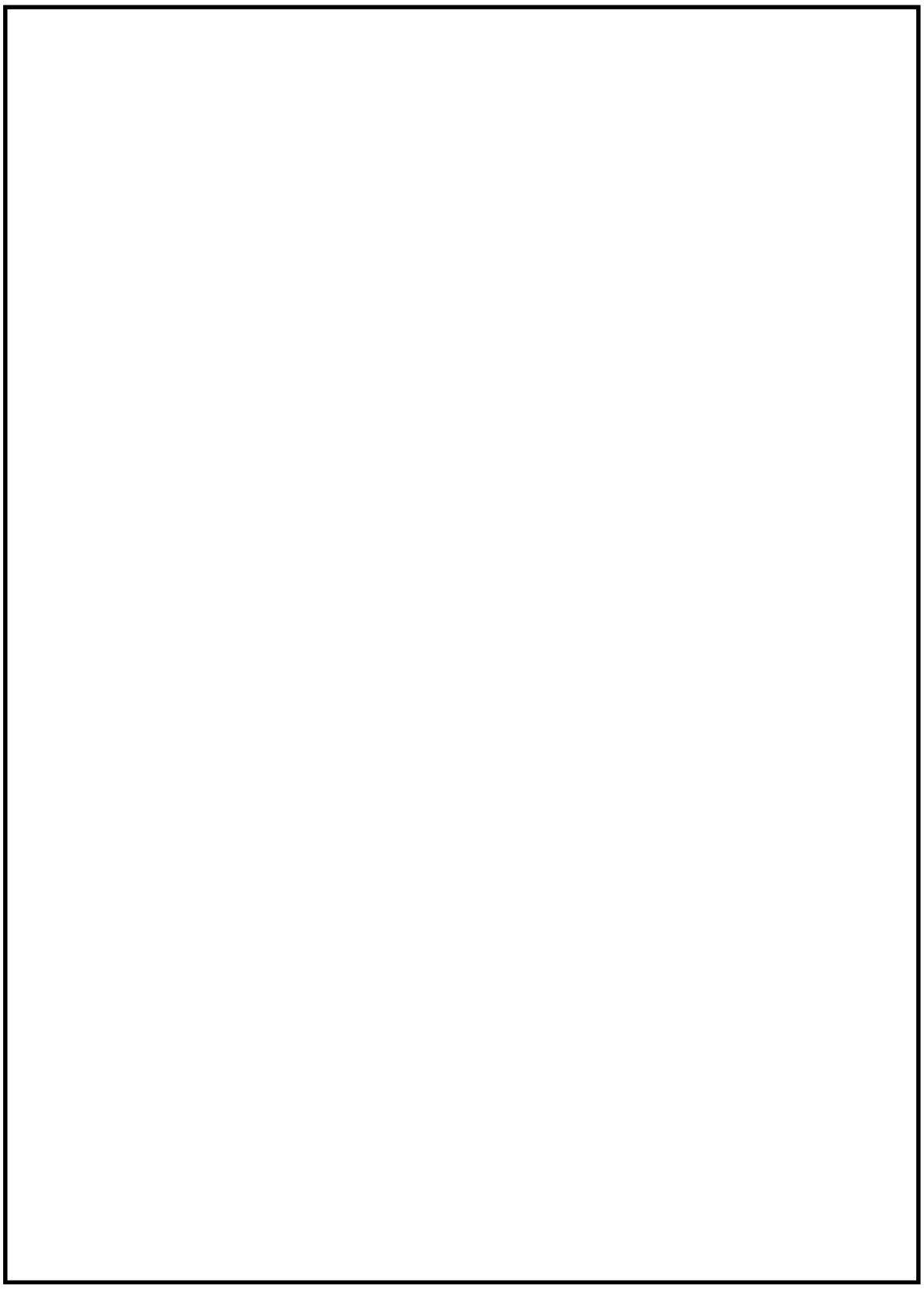
第 1.2-1 表　津波防護対策設備と設置位置（1／2）

津波防護対策設備		設置位置※		備考
津波防護施設	防潮堤	敷地全体	T.P.＋3m～ T.P.＋18m	
	防潮扉	防潮堤	T.P.＋3m T.P.＋8m	
	放水路ゲート	放水路	T.P.＋3.5m	放水路の上版高さを示す。
	逆流防止設備	構内排水路	T.P.＋3m T.P.＋4.5m T.P.＋6.5m T.P.＋8m	
	貯留堰	取水口前面	T.P.－4.9m	貯留堰の天端高さを示す。
浸水防止設備	浸水防止蓋	取水路の点検用開口部	T.P.＋3m	取水路の上版高さを示す。
		放水路ゲートの点検用開口部	T.P.＋3.5m	放水路の上版高さを示す。
		ＳＡ用海水ピットの上部開口部	T.P.＋7.3m	ＳＡ用海水ピット内の開口部の高さを示す。
		緊急用海水ポンプピットの点検用開口部	T.P.＋0.8m	緊急用海水ポンプ室床面の高さを示す。
		海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋	T.P.＋0.8m	海水ポンプ室の床面高さを示す。
	逆止弁	海水ポンプグランドドレン排出口	T.P.＋0.8m	海水ポンプ室の床面の高さを示す。
		緊急用海水ポンプグランドドレン排出口	T.P.＋0.8m	緊急用海水ポンプ室床面の高さを示す。
		緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口	T.P.＋0.8m	緊急用海水ポンプ室床面の高さを示す。
		取水ピット空気抜き配管	T.P.＋0.8m	循環水ポンプ室の床面の高さを示す。
	水密扉	常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉	T.P.＋8.0m	常設代替高圧電源装置用カルバートの立坑部頂版の高さを示す。
	止水処置	海水ポンプ室の貫通部	－	
		タービン建屋と隣接する原子炉建屋地下階の貫通部	－	
		非常用海水系配管カルバートと隣接する原子炉建屋地下階の貫通部	－	
		防潮堤又は防潮扉の地下部の貫通部	－	

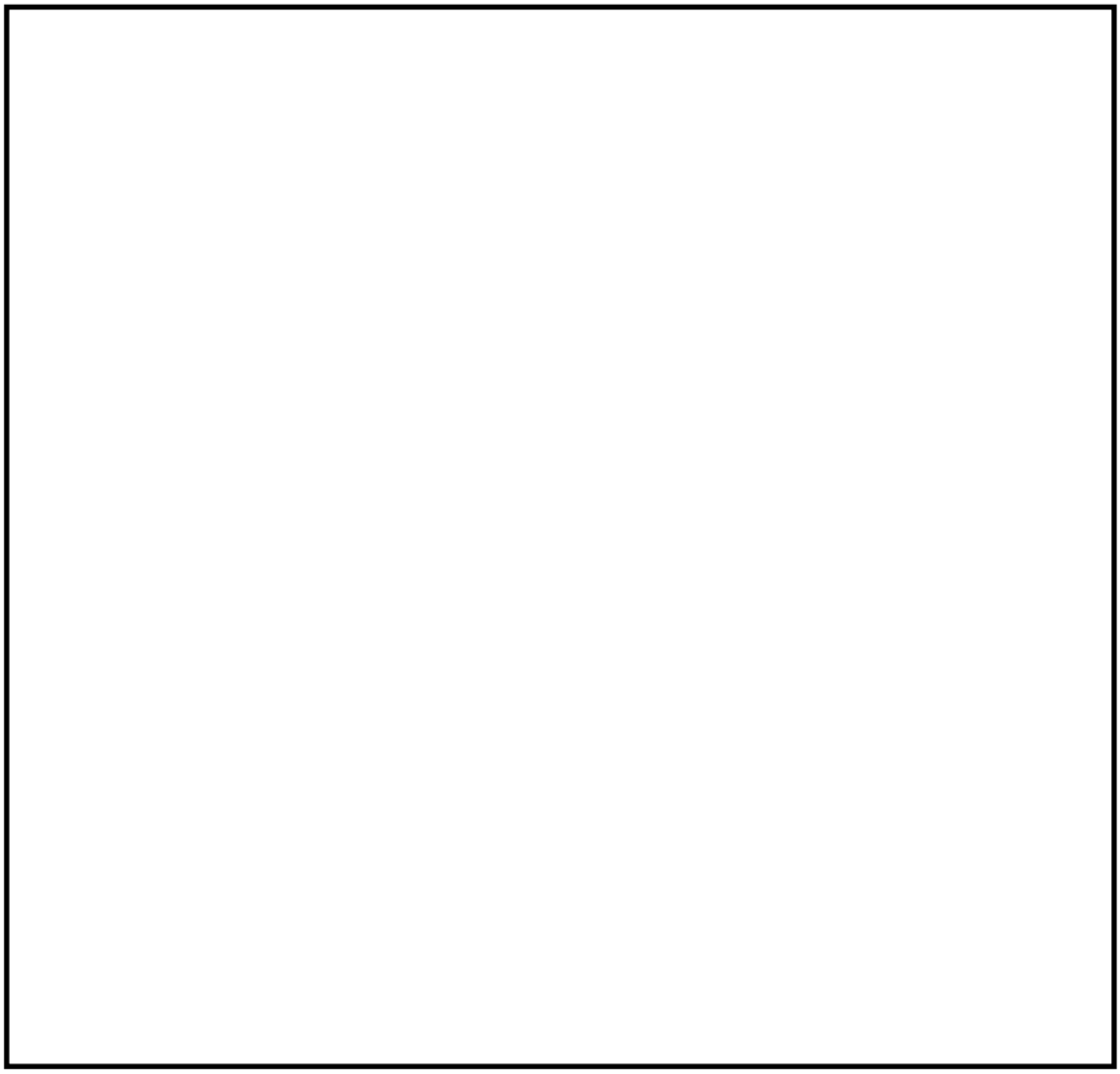
第 1.2-1 表　津波防護対策設備と設置位置（2／2）

津波防護対策設備		設置位置※		備考
浸水防止設備	止水処置	常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）床面の貫通部	－	
津波監視設備	津波・構内監視カメラ	原子炉建屋屋上	T.P.＋64m	原子炉建屋屋上の床面の高さを示す。
		防潮堤	T.P.＋18m T.P.＋20m	防潮堤天端高さを示す。
	取水ピット水位計	取水ピット	T.P.＋2.81m	取水ピット本体の取付座の高さを示す。
	潮位計	取水路	T.P.－5.0m	

※　主な設置位置の概要は，第 1.2-3 図参照



第 1.2-3 図　東海第二発電所敷地図



【凡例】

T.P.＋3.0m～ T.P.＋8.0m

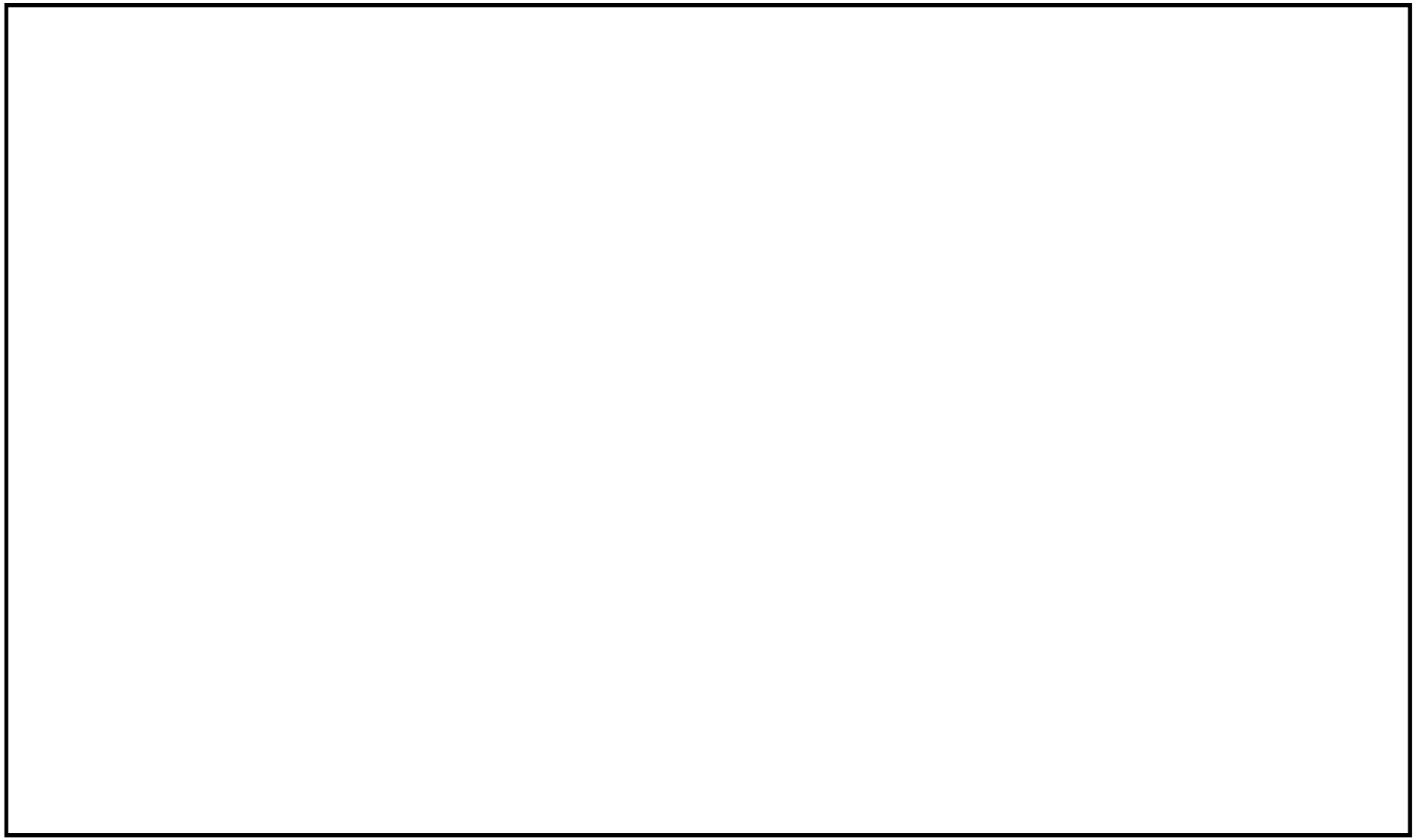
T.P.＋8.0m～ T.P.＋11.0m

T.P.＋11.0m 以上

設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画

設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	敷地標高
原子炉建屋	T.P.＋8m
タービン建屋	T.P.＋8m
使用済燃料乾式貯蔵建屋	T.P.＋8m
海水ポンプ室	T.P.＋3m
排気筒	T.P.＋8m
常設代替高圧電源装置置場	T.P.＋11m
常設代替高圧電源装置用カルバート	T.P.＋8m
非常用海水系配管	T.P.＋3m～T.P.＋8m

第 1.2-4 図　設計基準対象施設の津波防護対象設備の配置図（１／２）



第1.2-4図　設計基準対象施設の津波防護対象設備の配置図（2／2）

(3)　敷地周辺の人工構造物の位置，形状等

発電所敷地内の港湾施設としては，原子炉建屋の東側約380mに物揚岸壁があり，燃料等輸送船が不定期に停泊する。発電所の敷地周辺にある大型の港湾施設としては，発電所の敷地の北方約3kmに茨城港日立港区，南方約4kmに茨城港常陸那珂港区がある。また，発電所の港湾施設として天端高さT.P.＋4.3m～T.P.＋4.6mの防波堤，敷地北方の茨城港日立港区の沿岸部には天端高さT.P.約＋2.5m～T.P.約＋5.6mの防波堤，敷地南方の茨城港常陸那珂港区の沿岸部には天端高さT.P.約＋1.1m～T.P.約＋8.6mの防波堤が設置されている。第1.2-5図に茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区における防波堤整備状況を示す。

（茨城港日立港区）

（茨城港常陸那珂港区）　　東防波堤標準構造

第1.2-5図　茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区における防波堤整備状況（平成28年3月）

発電所周辺の漁港としては,発電所の敷地の北方約4.5kmに久慈漁港があり，42隻（平成29年3月）の漁船が係留されている。第1.2-2表に発電所周辺漁港（久慈漁港）の船舶の種類・数量を示す。

第1.2-2表 発電所周辺漁港（久慈漁港）の船舶の種類・数量
（平成29年3月現在）

トン数	隻数	操業範囲
5 トン未満	35	自港及び発電所周辺にて操業
5 トン～20 トン	7	自港周辺にて操業

発電所近傍の海上では，海上保安庁の巡視船がパトロールしている。また，久慈漁港の漁船が，周辺海上で操業しているが，浮き筏，定置網等の海上設置物は認められない。

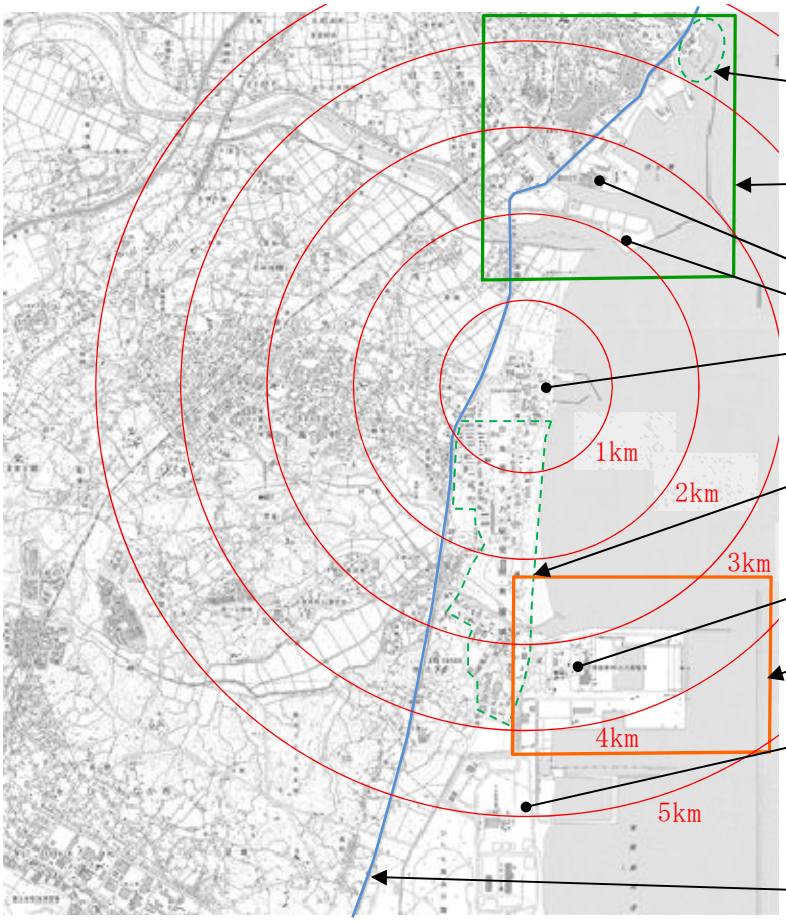
敷地前面海域における通過船舶としては，常陸那珂－苫小牧，大洗－苫小牧を結ぶ定期航路がある。また，茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区では，不定期に貨物船及びタンカー船の入港がある。

発電所周辺地域の主要道路としては,発電所敷地の西側に国道245号線がある。

発電所敷地周辺の人工構造物としては，民家，商業施設，倉庫等があるほか，敷地の南側には原子力及び核燃料サイクルの研究施設（国立研究開発法人日本原子力研究開発機構），茨城港日立港区には日立ＬＮＧ基地，モータープール，工場等があり，港湾には東防波堤，南防波堤，沖防波堤がある。茨城港常陸那珂港区には常陸那珂火力発電所があり，衛生センター，防護柵（木製），防砂林，墓石等があり，港湾には北防波堤，東防波堤がある。

なお，原子力及び核燃料サイクルの研究施設にはプラント（研究）設備，建物，倉庫等の施設，日立ＬＮＧ基地にはプラント設備，建物，倉庫等の施設，常陸那珂火力発電所にはプラント設備，建物等の施設，工場には建物等の施設が含まれている。

第1.2-6図に発電所敷地周辺の施設，第1.2-7図に敷地前面海域を通過する定期船の航行ルートを示す。



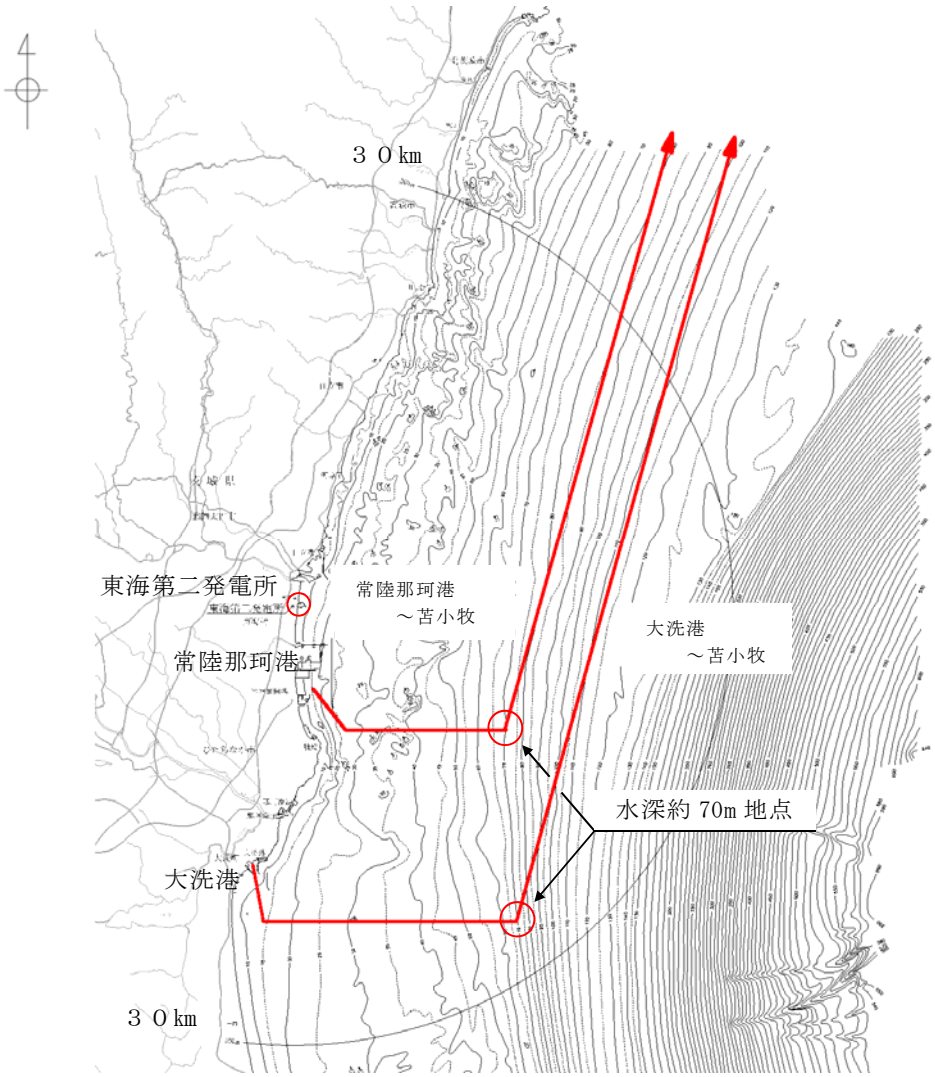
写真① 東海第二発電所全景

写真② 茨城港日立港区周辺状況

写真③ 久慈漁港状況

写真④ 茨城港常陸那珂港区周辺状況

第1.2-6図　敷地付近図（人工構造物及び漁港の位置図）



第1.2-7図　敷地前面海域を通過する定期船の航行ルート
（船会社への聞き取り結果に基づき作成）

1.3　基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域

(1)　敷地周辺の遡上・浸水域の評価

【規制基準における要求事項等】

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

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

【検討方針】

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

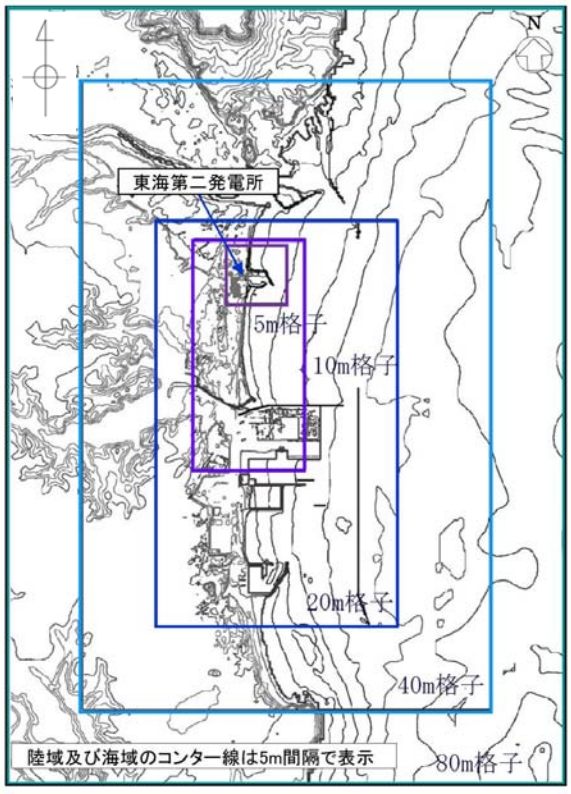
- 敷地及び敷地周辺の地形とその標高
- 敷地沿岸域の海底地形
- 津波の敷地への侵入角度
- 敷地及び敷地周辺の河川の存在
- 陸上の遡上・伝播の効果
- 伝播経路上の人工構造物

【検討結果】

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

・　遡上・伝播経路の状態に応じた解析モデル及び解析条件が適切に設定された遡上域のモデルを作成している。

・　基準津波による敷地及び敷地周辺の遡上解析に当たっては，現場調査等にて確認した遡上解析上影響を及ぼす斜面や道路等の地形とその標高及び伝播経路上の人工構造物の設置状況を考慮し，敷地の遡上域の格子サイズ（5m～10m）及び敷地周辺における遡上域の格子サイズ（5m～40m）に合わせた形状にモデル化している。第1.3-1図に敷地及び敷地周辺の格子の構成図を示す。また，添付資料２に耐津波設計における現場確認プロセス，添付資料３に津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについて示す。



第1.3-1図　敷地及び敷地周辺の格子の構成図

・　津波の遡上経路を適切に反映するため，護岸などの恒設の人工構造物及び耐震性や耐津波性を有する建物などの恒設の人工構造物についてモデル化を行った。モデルの作成に際しては，これら伝播経路上の人工構造物について，図面をもとに適切に反映している。

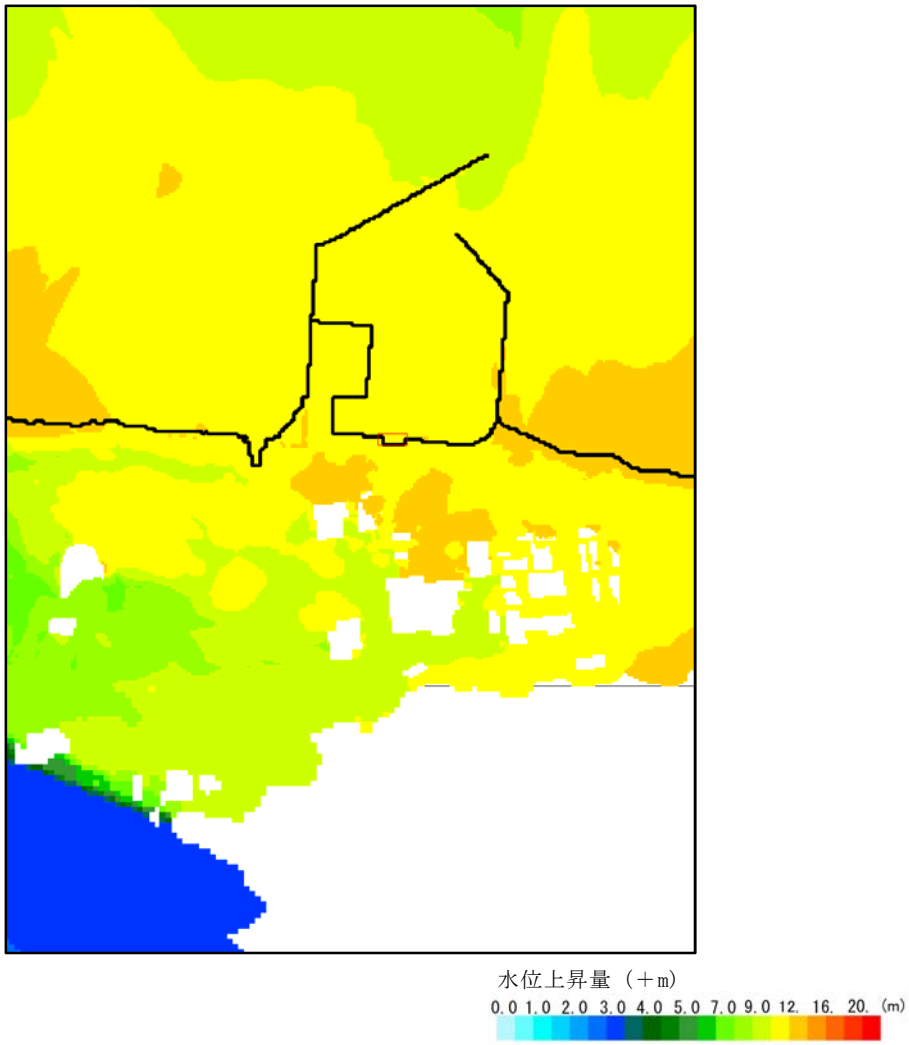
・　陸上地形は，茨城県による津波解析用地形データ（平成19年3月）及び敷地の観測データをもとにして編集したものである。敷地沿岸域の海底地形は，(財)日本水路協会　海岸情報研究センター発行の海底地形デジタルデータ等をもとにして編集したものである。また，発電所近傍海域の水深データは，マルチビーム測深で得られた高精度・高密度のデータ（2007）を使用している。なお，2011年東北地方太平洋沖地震・津波が海底地形に与えた影響の程度については，津波水位の増幅率が海溝軸付近から陸地に近づくほど減少傾向にあることから，発電所付近では水位の増幅率が減少することが予想されたため，2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量分については潮位に考慮することとした。添付資料３(津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについて)において，地形データ及び2011年東北地方太平洋沖地震・津波が海底地形に与える影響についての考察を詳細に示す。

・　敷地及び敷地周辺における遡上域の格子サイズは，Ｃ．Ｆ．Ｌ．条件（波動数値計算における安定条件）が満足でき，かつ，防潮堤，港湾施設，敷地周辺の河川などを適切にモデル化できるような格子サイズに設定している。

敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たっては，敷地前面東側，敷地側面北側及び南側並びに敷地周辺の津波の侵入角度，速度及びそれらの経時変化を把握している。また，敷地周辺の浸水域の寄せ波・引き波の津波の遡上・流下方向及びそれらの速度について留意し，敷地の地形，標高の局所的な変化

等による遡上波の敷地への回り込みを考慮している。

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



第 1.3-2 図　基準津波による敷地への遡上の確認結果

(2)　地震・津波による地形等の変化に係る評価

【規制基準における要求事項等】

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

・　地震に起因する変状による地形，河川流路の変化

・　繰返し襲来する津波に伴う洗掘・堆積による地形，河川流路の変化

【検討方針】

次に示す可能性があるかについて検討し，可能性がある場合は，敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討する（【検討結果】参照）。

・　基準地震動S_sに起因する変状による地形，河川流路の変化

・　繰返し襲来する津波に伴う洗掘・堆積による地形，河川流路の変化

【検討結果】

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

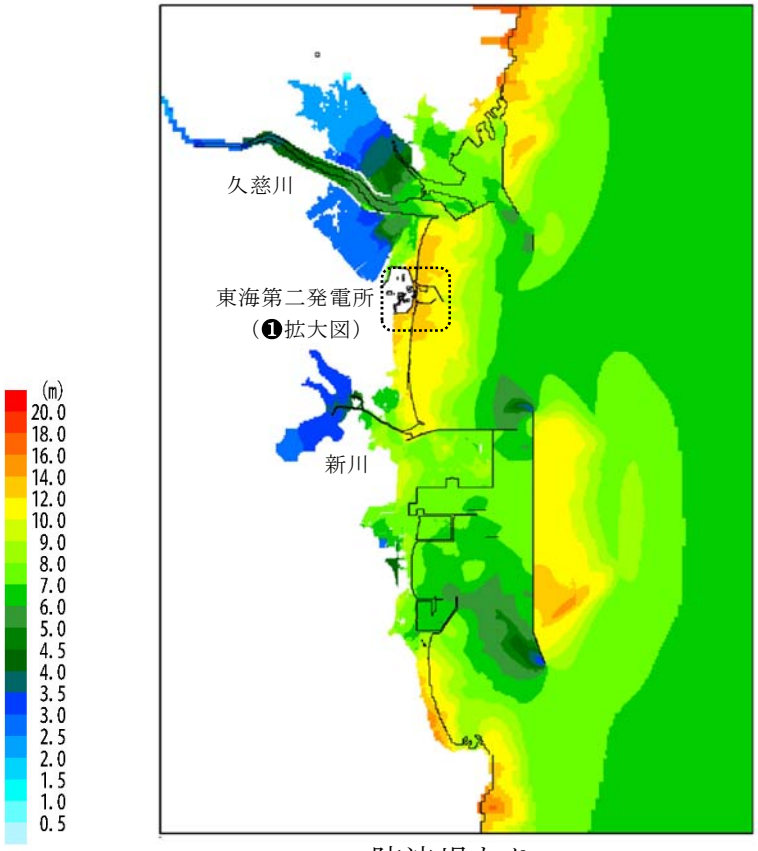
敷地の北方約2kmの位置に久慈川が存在するが，敷地からの距離が十分に離れていること，また，敷地西側の高さ25m程度の地山から斜面になり，T.P.+3mの低い平坦な地形が一面に広がっている。その平坦な地形のところに久慈川から遡上するため，基準津波による遡上波の久慈川からの回り込みの影響はない，また，同様に敷地の南方約3kmの位置に新川が存在するが，敷地西側の高さ25m程度の地山や南側の海岸沿いにT.P.＋10m程度平地があることから，基準津波による遡上波の新川からの回り込みの影響はない　第1.3-3図に久慈川からの遡上域が確認できる。第1.3-3図に発電所周辺における基準津波による遡上波の最大水位上昇量分布を示す。

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

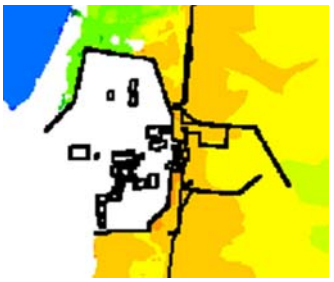
遡上波の敷地への到達の可能性に係る検討に当たっては，有効応力解析による液状化判定の結果，基準地震動に伴う地形変化，標高変化が生じる可能性は僅かである場合においても，津波遡上解析への影響を確認するため，解析条件として沈下なしの条件に加えて，地盤面を大きく沈下させた条件を設定し，基準津波による遡上波の回り込みがないことを確認している。添付資料４に敷地内の遡上経路の沈下量算定条件，第1.3-4図に地盤変状（沈降）を考慮した基準津波による遡上波の最大水位上昇量分布を示す。

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

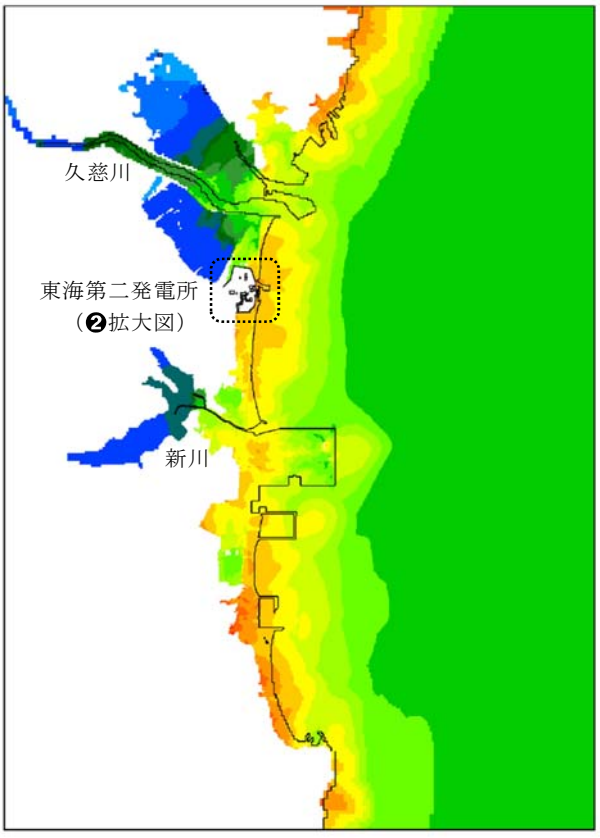
発電所の防波堤並びに茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区の沿岸の防波堤については，基準地震動S_sにより設置状態が変化したとしても，敷地への遡上経路に影響を及ぼさないことを確認する。そのため，防波堤がない状態や沈下した場合の地形についても考慮する。



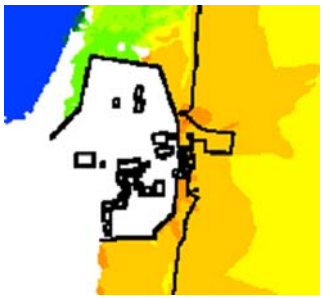
防波堤あり



❶拡大図　発電所周辺図

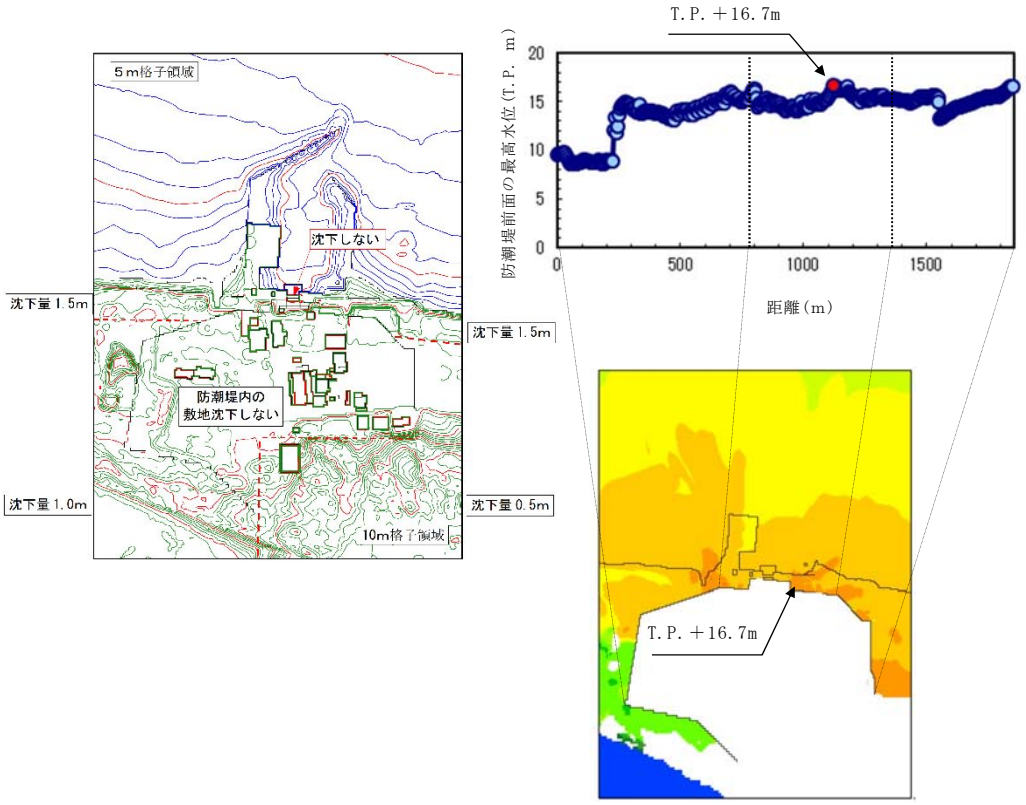


防波堤なし



❷拡大図　発電所周辺図

第 1.3-3 図　基準津波による発電所周辺の広域の最大水位上昇量分布図



第1.3-4図　地盤変状（沈降）を考慮した基準津波による

遡上波の最大水位上昇量

1.4　入力津波の設定

【規制基準における要求事項等】

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

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

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

【検討方針】

基準津波については，「東海第二発電所　津波評価について」（以下「津波評価」という。）にて説明する。

入力津波は，基準津波の波源から各施設・設備の設置位置において算定される時刻歴波形として設定する。

なお，具体的な入力津波の設定に当たっては，以下のとおりとする。

- 入力津波は，海水面の基準レベルからの水位変動量を表示することとし，潮位変動量等については，入力津波を設計又は評価に用いる場合に考慮する（【検討結果】及び1.5　水位変動・地殻変動の評価　【検討結果】参照）。
- 入力津波が各施設・設備の設計に用いるものであることを念頭に，津波の高さ，津波の速度，衝撃力等，着目する荷重因子を選定した上で，各施設・設備の構造・機能損傷モードに対応する効果を安全側に評価する（2.2　敷地への浸水防止（外郭防止１）以降の【検討結果】参照）。
- 施設が海岸線の方向において広がりを有している場合は，複数の位置において荷重因子の値の大小関係を比較し，最も大きな影響を与える波

形を入力津波とする（【検討結果】参照）。

また，基準津波及び入力津波の設定に当たっては，津波による港湾内の局所的な海面の固有振動の励起を適切に評価し考慮する（【検討結果】参照）。

耐津波設計の評価に用いる数値シミュレーションの時刻歴については，「1.6　設計又は評価に用いる入力津波」の第1.6-2図に示す各評価位置における時刻歴波形から，上昇側水位では最高水位，下降側水位では最低水位に至り，水位の変動が収束する傾向となる十分な時間として，地震発生から240分間を基本とする。ただし，流向ベクトルに関する数値シミュレーションについては，漂流物の移動量に与える影響の大きい時間帯に限定し，流況を確認する。

【検討結果】

(1)　入力津波の設計因子の設定について

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

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

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

第 1.4-1 表　防潮堤等の入力津波の設計因子について（１／２）

<table>
<tr><th rowspan="2">設計・評価項目
（耐津波設計方針に係る審査ガイド）</th><th rowspan="2">設計・評価方針</th><th colspan="3">設定すべき主たる入力津波</th></tr>
<tr><th>因子（評価荷重）</th><th colspan="2">設定位置</th></tr>
<tr><td colspan="5">4.2 敷地への浸水防止（外郭防護１）</td></tr>
<tr><td>遡上波の敷地への地上部からの到達，流入の防止</td><td>重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び重要な安全機能を有する屋外設備等は，基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置し，基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には，防潮堤等の津波防護施設，浸水防止設備を設置する。</td><td>①水位
（津波高さ）
②遡上域</td><td colspan="2">防潮堤前面</td></tr>
<tr><td rowspan="5">取水路・放水路等の経路からの津波の流入の防止</td><td rowspan="5">取水路，放水路等の経路から，津波が流入する可能性について検討した上で，流入の可能性のある経路（扉，開口部，貫通部等）を特定し，特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止する。</td><td rowspan="5">①水位（津波高さ）</td><td colspan="2">取水ピット</td></tr>
<tr><td colspan="2">放水路ゲート設置箇所</td></tr>
<tr><td colspan="2">ＳＡ用海水ピット</td></tr>
<tr><td colspan="2">緊急用海水ポンプピット</td></tr>
<tr><td colspan="2">構内排水路逆流防止設備
設置箇所廻り</td></tr>
<tr><td colspan="5">4.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護２）</td></tr>
<tr><td>安全機能への影響評価</td><td>浸水想定範囲の周辺に重要な安全機能を有する設備等がある場合は，防水区画化し，必要に応じて防水区画内への浸水量評価を実施し，安全機能への影響がないことを確認する。</td><td>①水位（津波高さ）</td><td colspan="2">取水ピット</td></tr>
<tr><td colspan="5">4.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止</td></tr>
<tr><td>基準津波による水位の低下に対する海水ポンプの機能保持，海水確保</td><td>引き波による水位低下・継続時間に対して，非常用海水ポンプの継続運転が可能となる十分な貯水量を確保できるよう設計する。</td><td>①水位・継続時間（津波高さ・継続時間）</td><td rowspan="2">取水路</td><td>取水口前面
取水ピット</td></tr>
<tr><td>混入した浮遊砂に対する海水ポンプの機能保持</td><td>浮遊砂に対して非常用海水ポンプが軸受固着，摩耗等により機能喪失しないことを確認する。</td><td>①砂濃度</td><td colspan="2">取水ピット</td></tr>
<tr><td>砂の移動・堆積に対する通水性確保</td><td>堆積した砂が取水口及び取水路を閉塞させないことを確認する。</td><td>①流向・流速
（砂堆積高さ）</td><td colspan="2">取水口前面</td></tr>
<tr><td>漂流物に対する通水性確保</td><td>漂流物の可能性を検討し，漂流物化した場合に取水口が閉塞しないことを確認する。</td><td>①流向・流速
（漂流物堆積量）
②水位（浮力）</td><td colspan="2">海域・陸域（遡上域）</td></tr>
<tr><td colspan="5">5.1 施設・設備の設計の方針及び条件（津波防護施設）</td></tr>
<tr><td rowspan="5">津波防護施設の設計</td><td>防潮堤及び防潮扉</td><td rowspan="5">波力による浸食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安全性を評価し，越流時の耐性にも配慮した上で，入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できるよう設計する。</td><td>①流向・流速（漂流物衝突力、洗掘）
②漂流物重量（漂流物衝突力）
③浸水深（波力）</td><td colspan="2">防潮堤前面</td></tr>
<tr><td>放水路ゲート</td><td>①浸水深
②水位（津波高さ）</td><td colspan="2">放水路ゲート設置箇所</td></tr>
<tr><td>構内排水路
逆流防止設備</td><td>①浸水深（波力）</td><td colspan="2">構内排水路逆流
防止設備設置箇所廻り</td></tr>
<tr><td rowspan="2">貯留堰</td><td>①流速（漂流物衝突力、洗掘）</td><td colspan="2">貯留堰設置箇所廻り</td></tr>
<tr><td>②浸水深（波力）</td><td colspan="2">取水口前面</td></tr>
</table>

水位・浸水深の因子
水位・浸水深以外の因子

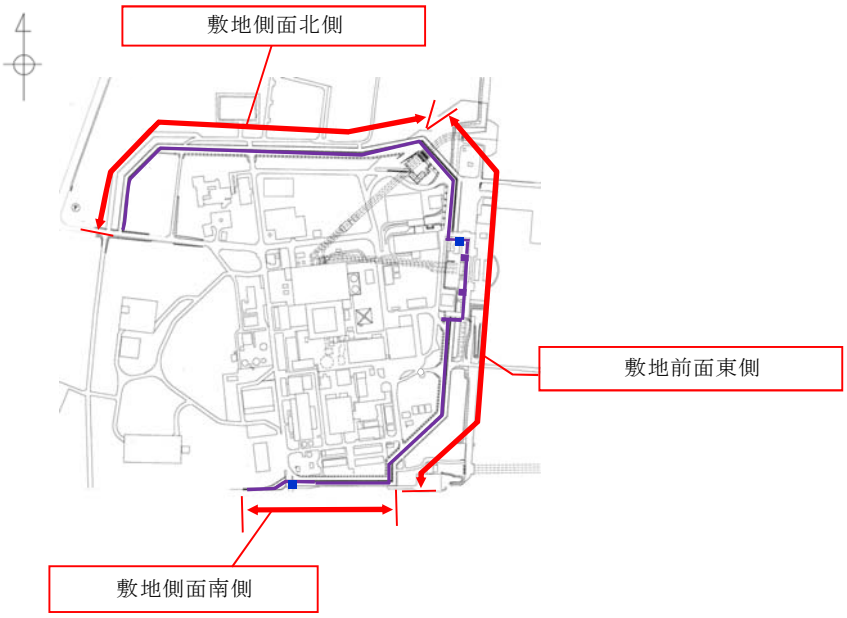
第 1.4-1 表　防潮堤等の入力津波の設計因子について（２／２）

設計・評価項目（耐津波設計方針に係る審査ガイド）		設計・評価方針	設定すべき主たる入力津波	
			因子（評価荷重）	設定位置
5.2 施設・設備の設計の方針及び条件（浸水防止設備）				
浸水防止設備の設計	取水路点検用開口部浸水防止蓋	津波による浸水時及び冠水時の波圧等に対する耐性等を評価し，越流時の耐性にも配慮した上で，入力津波に対する浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。	①水位（津波高さ）	取水ピット
	海水ポンプグラ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			
	放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋			放水路ゲート設置箇所
	ＳＡ用海水ピット点検用開口部浸水防止蓋			ＳＡ用海水ピット
	緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋			緊急用海水ポンプピット
	緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁			
	緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁			ト
	貫通部止水処置		①浸水力（波力）	防潮堤前面

水位・浸水深の因子
水位・浸水深以外の因子

(2)　防潮堤前面における入力津波の設定

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



第1.4-1図　防潮堤設置計画と敷地区分図

a．解析条件

津波のシミュレーションにおいて考慮する条件を以下に示す。

(a)　朔望平均潮位，地震による地殻変動（2011年東北地方太平洋沖地震を含む。）を適切に考慮する。

(b)　防波堤がある場合とない場合について評価を行い，防波堤の有無に

よる水位変動への影響を確認する。

b．評価結果

3区分毎に確認した防潮堤前面における上昇側水位の評価結果を以下に示す。

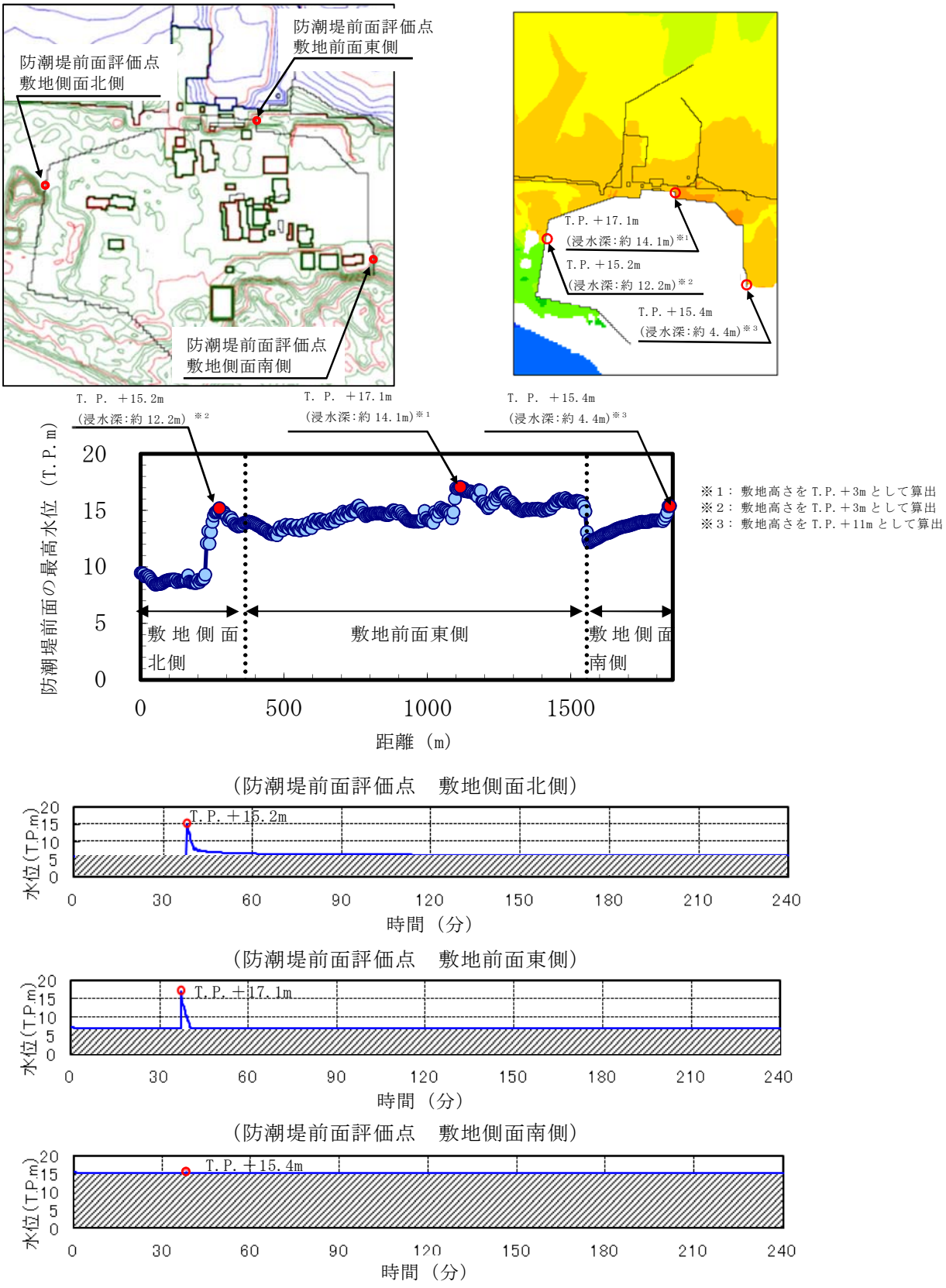
(a)　防波堤の有無による影響

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

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

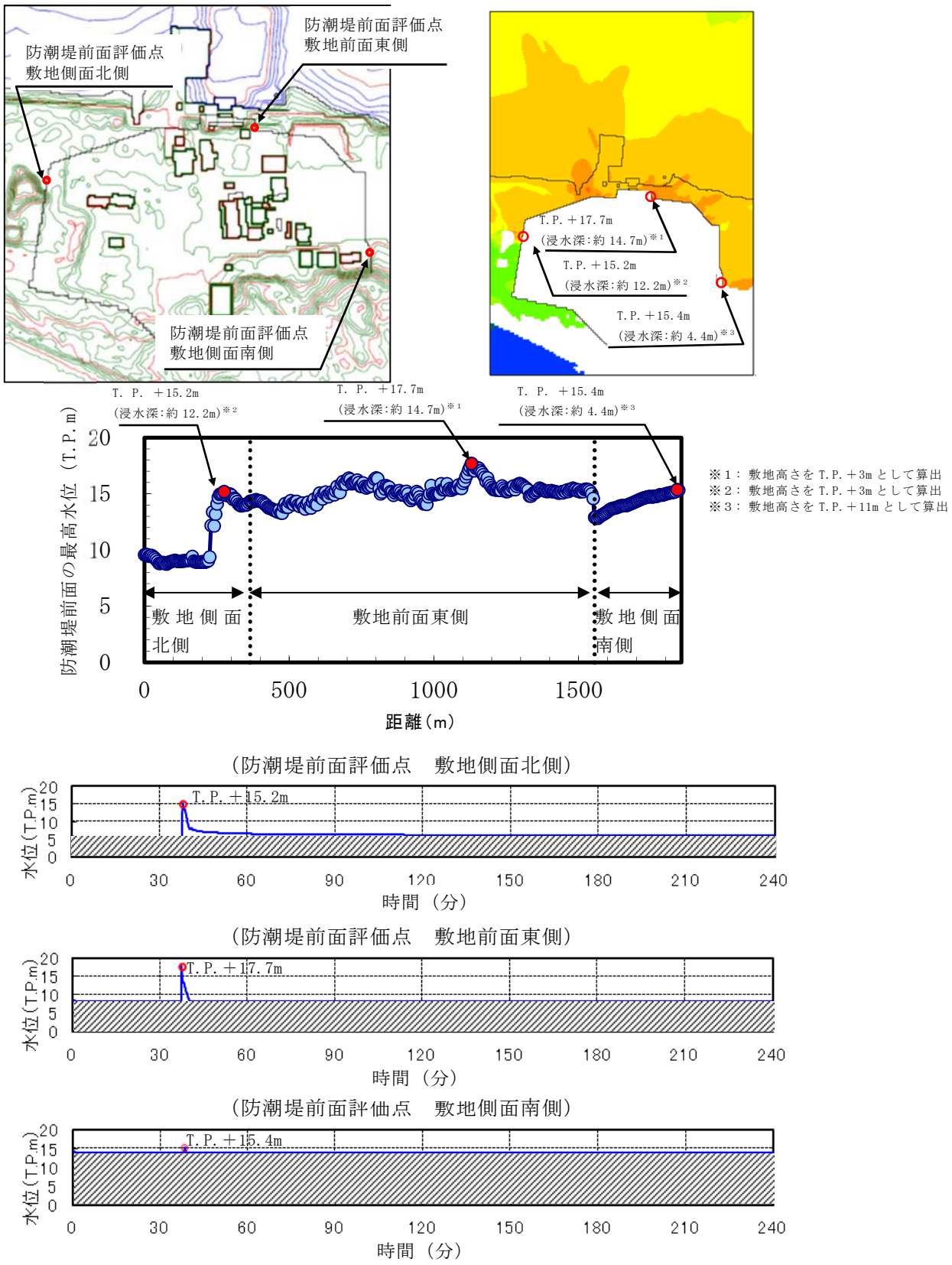
※敷地側面北側の防潮堤設置ルート変更前の水位値です。

＜防波堤あり＞



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

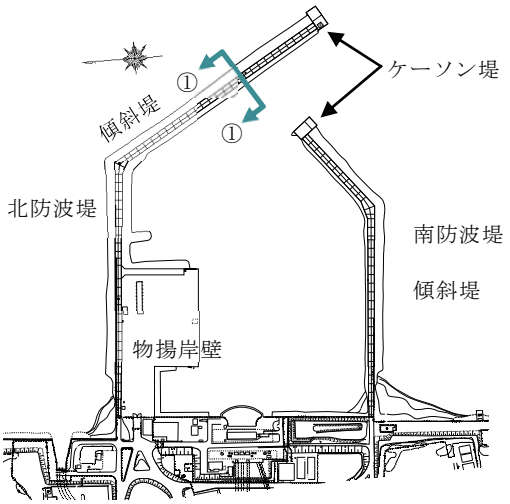
＜防波堤なし＞



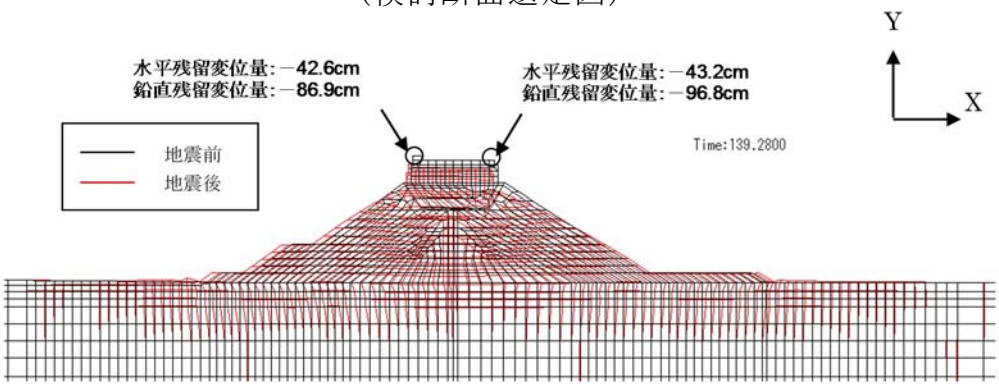
第1.4-2図　基準津波による防潮堤前面における上昇側水位の評価結果
（防波堤の有無による影響）（2／2）

＜参考＞

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



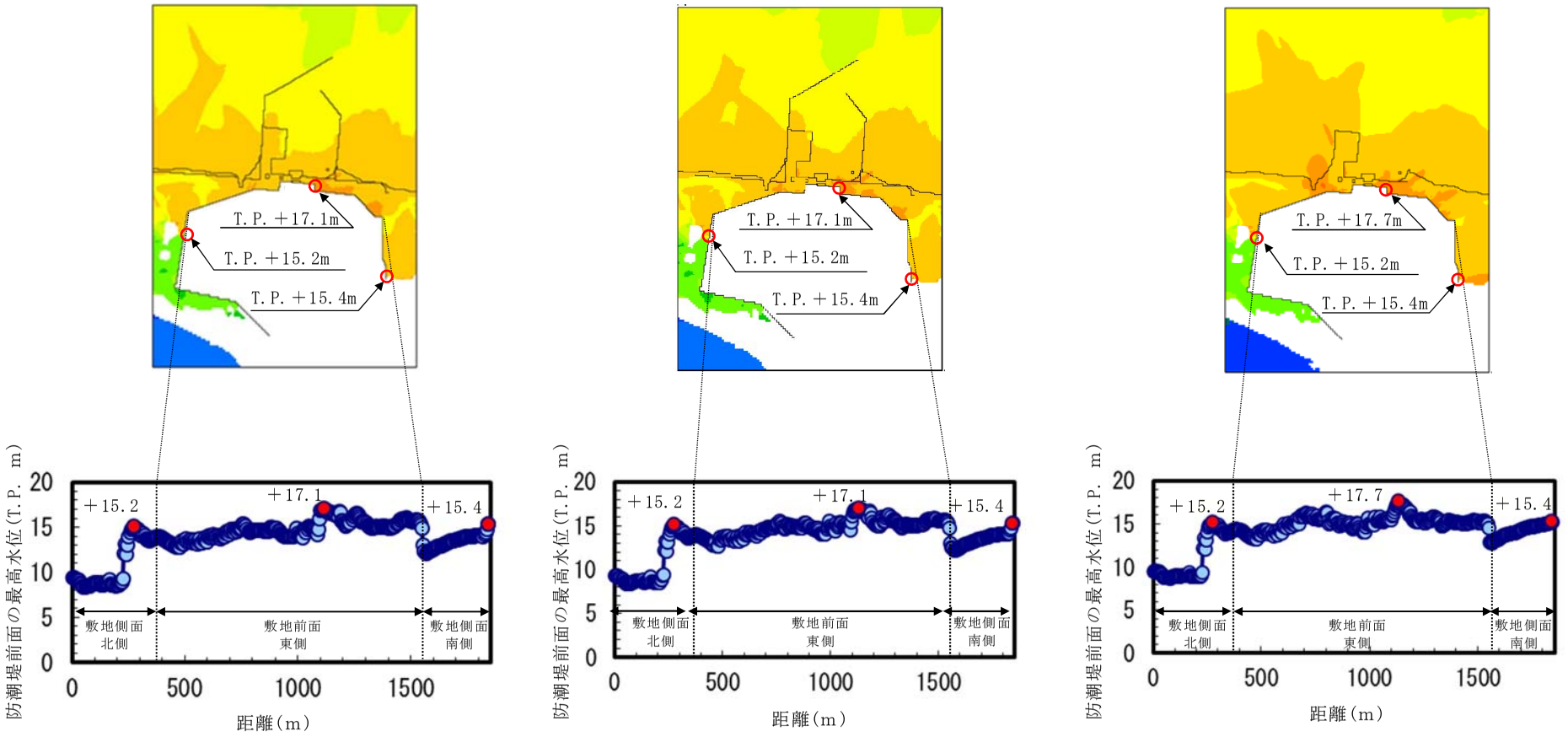
（検討断面選定図）



（残留変位図（傾斜堤：①－①断面））

第1.4-1参考図　有効応力解析による防波堤の地震時沈下量評価結果

＜防波堤あり＞　　＜防波堤 1m 沈下＞　　＜防波堤なし＞



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

(b)　地盤の変状の影響

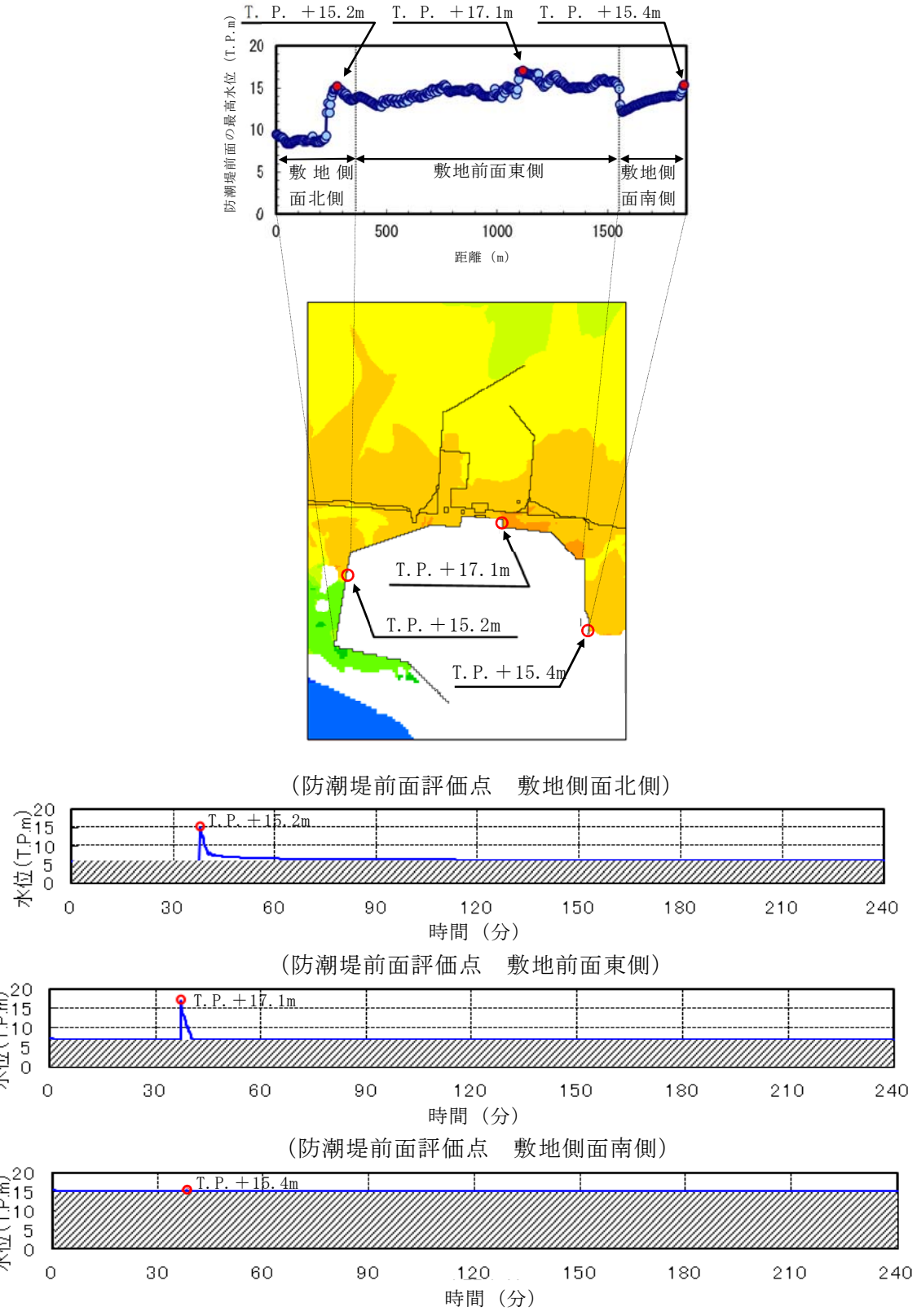
地盤の変状により想定される沈下については,添付資料４のとおり,有効応力解析による液状化判定の結果，基準地震動Ｓ$_s$に伴う地形変化，標高変化が生じる可能性はわずかである場合においても，津波シミュレーションへの影響を確認するため，解析条件として沈下なしの条件に加えて，地盤面を大きく沈下させた条件を設定した。第1.4-2表及び第1.4-3図に基準津波による防潮堤前における津波水位の評価結果（地盤の変状の影響）を示す。

第 1.4-2 表　基準津波による防潮堤前面における津波水位の評価結果

（地盤の変状の影響）

	防潮堤あり	防潮堤なし
地盤変状なし	・敷地前面東側防潮堤前面 T.P.＋17.1m ・敷地側面北側防潮堤前面 T.P.＋15.2m ・敷地側面南側防潮堤前面 T.P.＋15.4m	・敷地前面東側防潮堤前面 T.P.＋17.7m ・敷地側面北側防潮堤前面 T.P.＋15.2m ・敷地側面南側防潮堤前面 T.P.＋15.4m
地盤変状あり	・敷地前面東側防潮堤前面 T.P.＋16.9m ・敷地側面北側防潮堤前面 T.P.＋14.8m ・敷地側面南側防潮堤前面 T.P.＋16.2m	・敷地前面東側防潮堤前面 T.P.＋16.7m ・敷地側面北側防潮堤前面 T.P.＋15.1m ・敷地側面南側防潮堤前面 T.P.＋16.6m

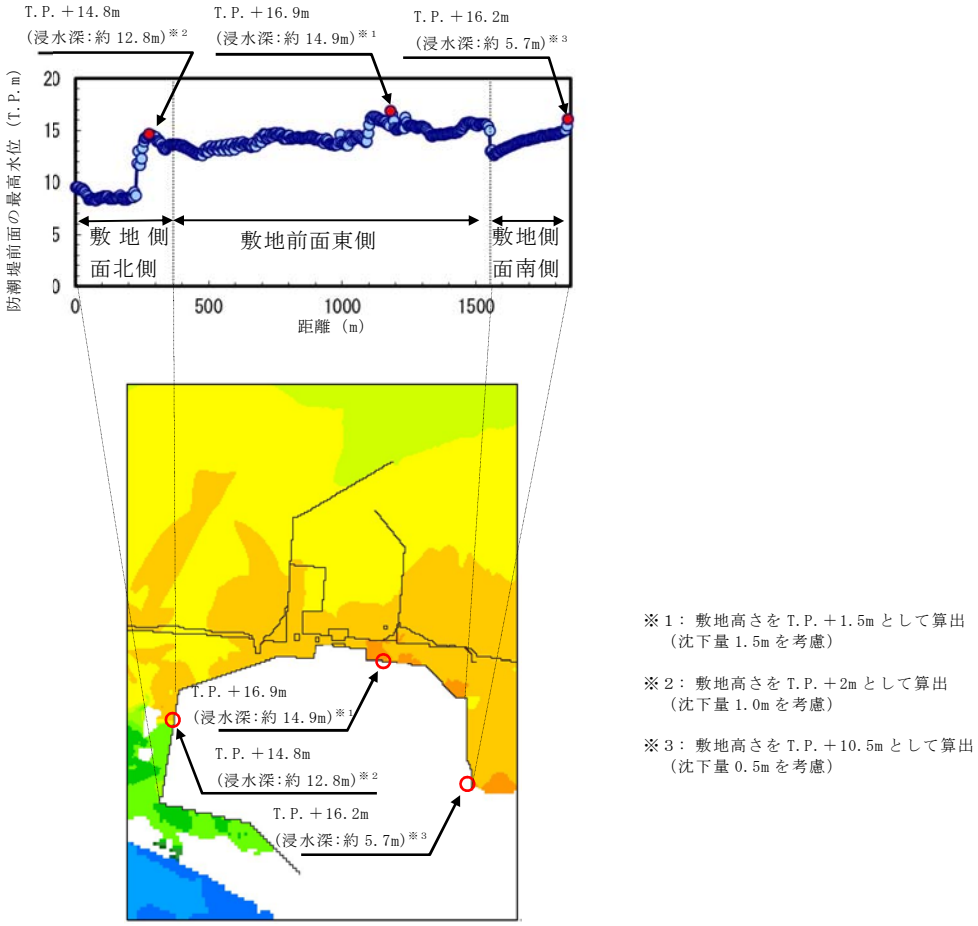
＜地盤変状なし，防波堤あり＞



第 1.4-3 図　基準津波による防潮堤前面における津波水位の評価結果

（地盤の変状の影響）（1／4）

＜地盤変状あり，防波堤あり＞

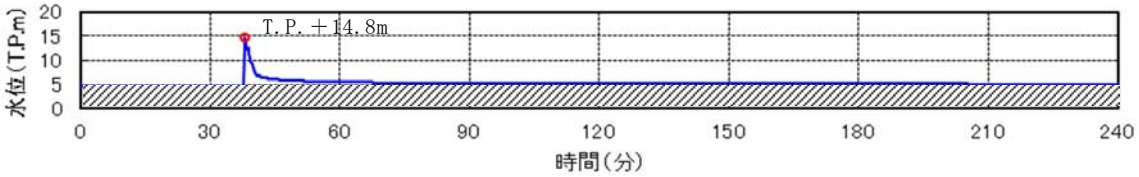


※1： 敷地高さを T.P.＋1.5m として算出
（沈下量 1.5m を考慮）

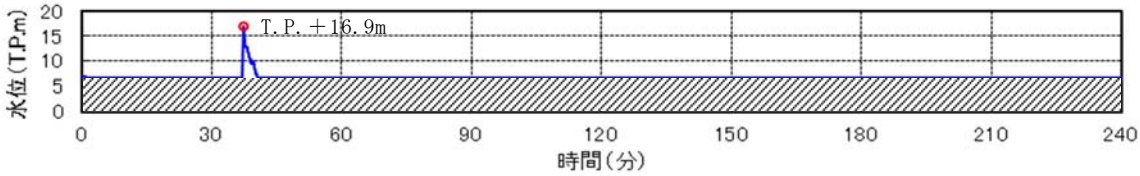
※2： 敷地高さを T.P.＋2m として算出
（沈下量 1.0m を考慮）

※3： 敷地高さを T.P.＋10.5m として算出
（沈下量 0.5m を考慮）

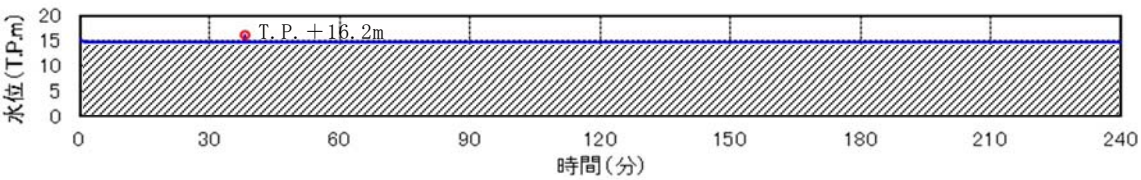
（防潮堤前面評価点　敷地側面北側）



（防潮堤前面評価点　敷地前面東側）



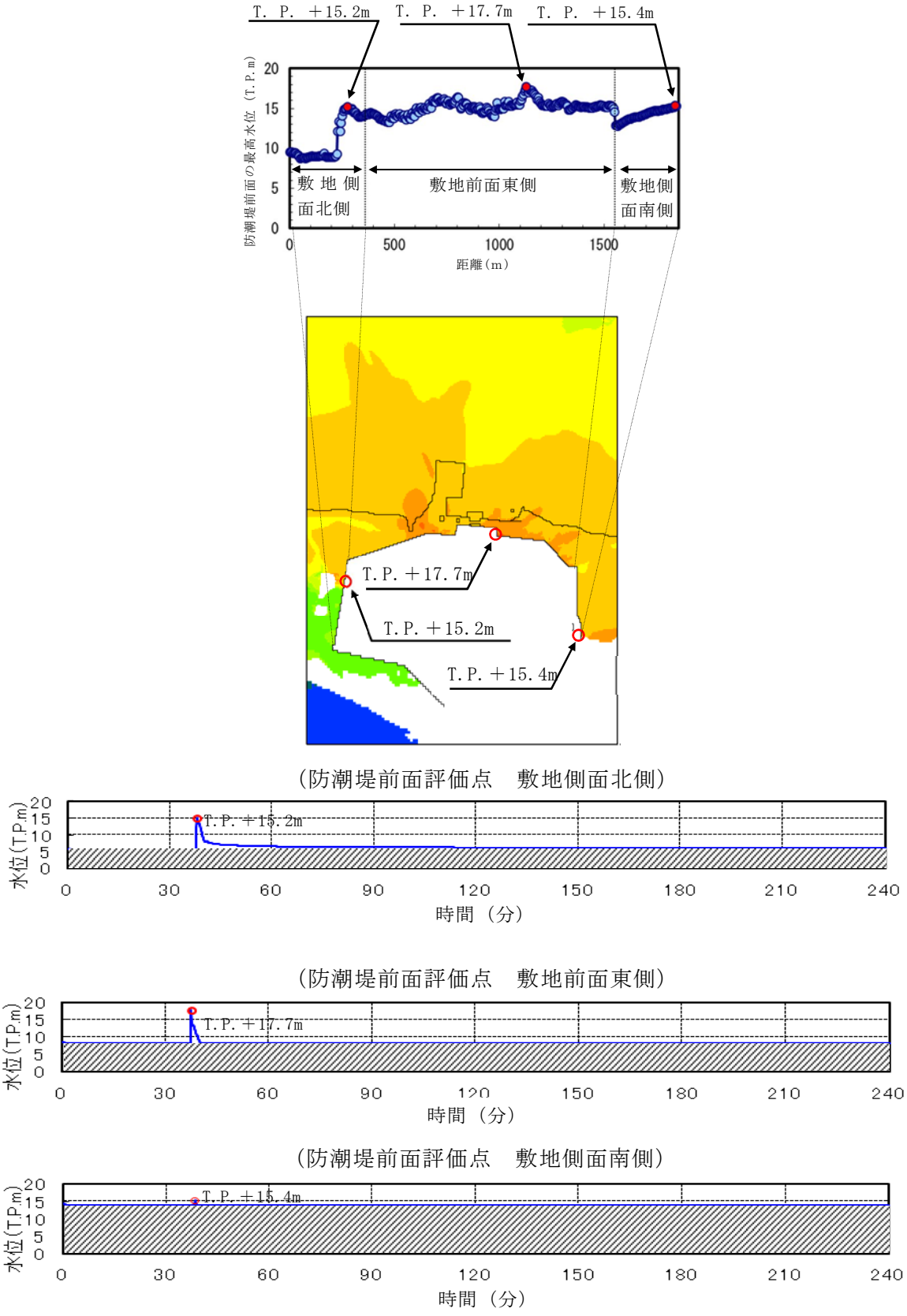
（防潮堤前面評価点　敷地側面南側）



第 1.4-3 図　基準津波による防潮堤前面における津波水位の評価結果

（地盤の変状の影響）（2／4）

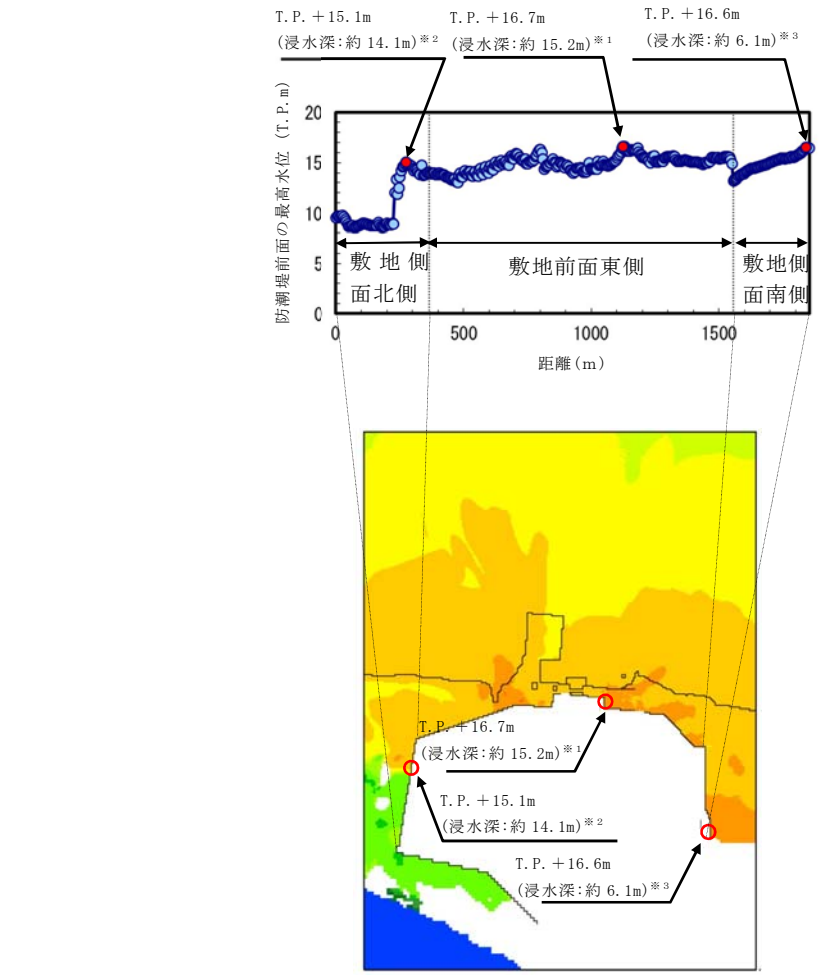
＜地盤変状なし，防波堤なし＞



第 1.4-3 図　基準津波による防潮堤前面における津波水位の評価結果

（地盤の変状の影響）（3／4）

＜地盤変状あり，防波堤なし＞

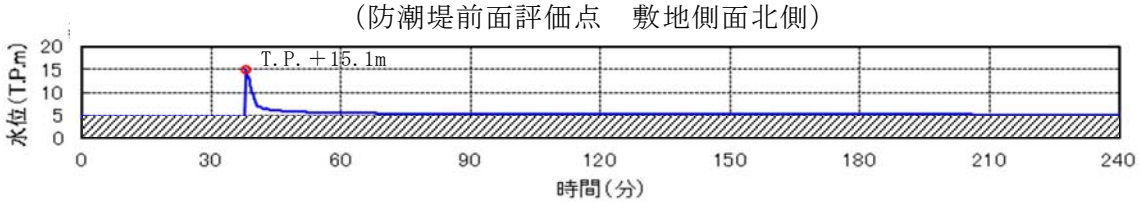


※1： 敷地高さを T.P.＋1.5m として算出
（沈下量 1.5m を考慮）

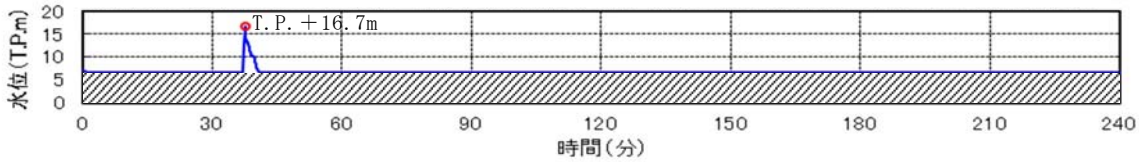
※2： 敷地高さを T.P.＋2m として算出
（沈下量 1.0m を考慮）

※3： 敷地高さを T.P.＋10.5m として算出
（沈下量 0.5m を考慮）

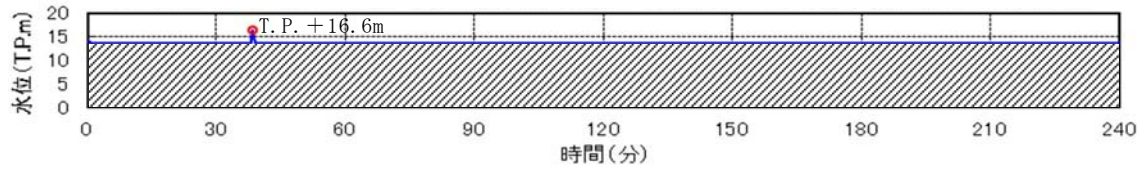
（防潮堤前面評価点　敷地側面北側）



（防潮堤前面評価点　敷地前面東側）



（防潮堤前面評価点　敷地側面南側）



第 1.4-3 図　基準津波による防潮堤前面における津波水位の評価結果

（地盤の変状の影響）（4／4）

(c) まとめ

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

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

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

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

第1.4-3表　基準津波による防潮堤前における

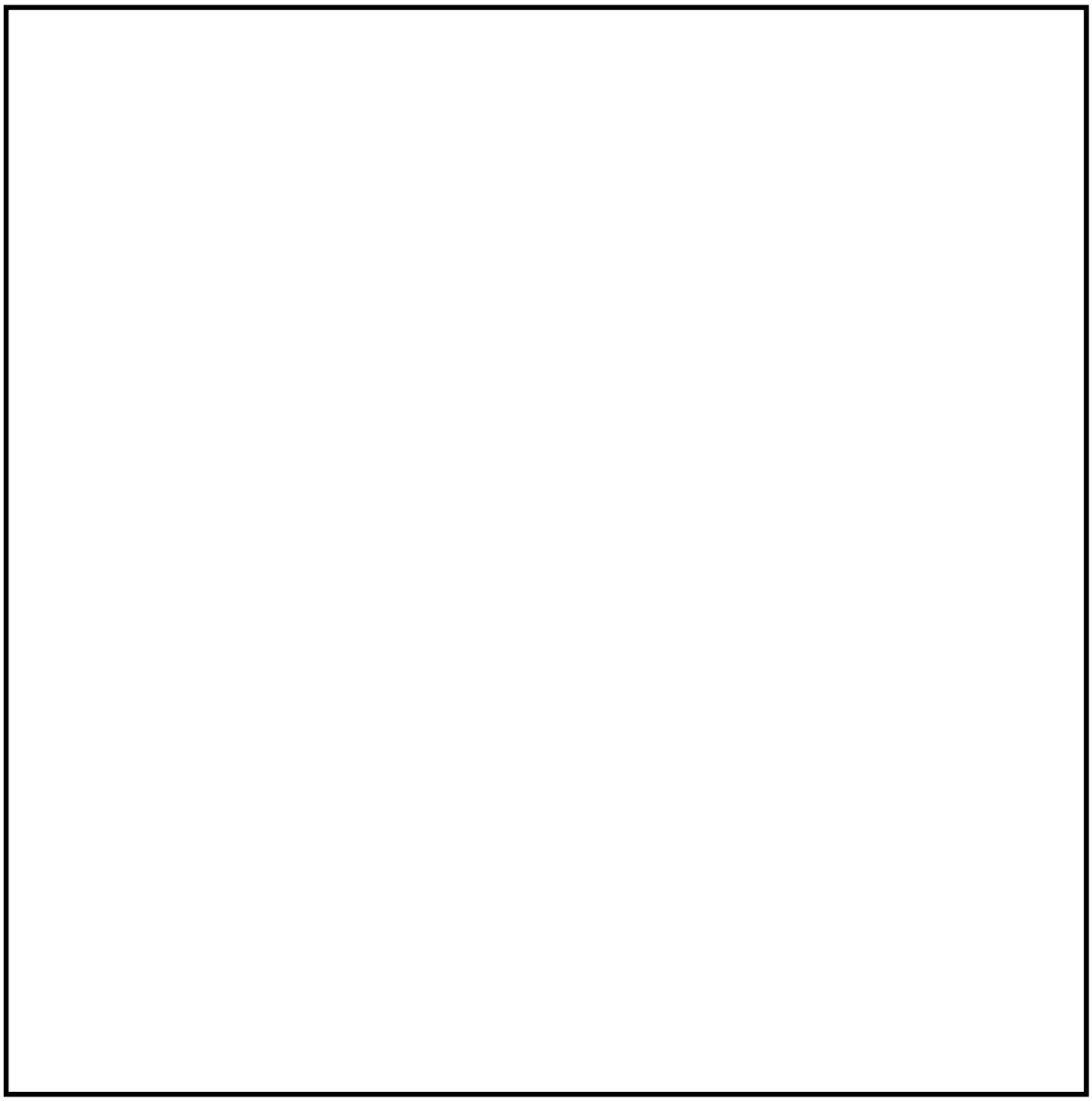
津波水位の評価結果まとめ

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

□内は各評価位置での最高水位

(3)　取水ピットにおける入力津波の設定

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



第1.4-4図　取水路及び取水ピットの構造

a．評価条件

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

(a)　朔望平均潮位，地震による地殻変動（2011年東北地方太平洋沖地震を含む。）を適切に考慮する。

(b)　防波堤がある場合とない場合について評価を行い，防波堤の有無による水位変動への影響を確認する。

(c)　スクリーンによる損失の有無による水位変動への影響について確認する。

(d)　管路には貝付着の抑制効果のある次亜塩素酸を注入していることから，常時貝付着がない状態であるが，貝付着の有無が入力津波高さに与える影響を確認するため，貝付着なしの場合も評価する。

(e)　取水ピット上部の海水ポンプ室床版に評価点（開口）を設け，当該部に作用する水頭を評価する。

(f)　残留熱除去系海水系ポンプ，非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ，（以下「非常用海水ポンプ」という。）の取水性を確保することを目的として取水口前面の海中に貯留堰を設置することから，貯留堰を設置したモデルとして評価する。

(g)　非常用海水ポンプの取水性を確保するため，取水口前面の海中に貯留堰を設置し，大津波警報発表時には，循環水ポンプを含む常用海水ポンプ停止（プラント停止）を行う運用を定めることから，常用海水ポンプを停止した場合について評価する。

(h)　非常用海水ポンプの運転状態（取水量）として，取水がない（ポンプ停止）場合と取水がある（ポンプ運転）場合について評価を行い，水位変動への影響を確認する。

(i)　基準地震動S_sによる地盤の変状の考慮については，「(2)　防潮堤前面における入力津波の設定」に示した津波シミュレーションの結果により，取水口前面（敷地前面東側）は地盤の変状がない場合において，最も水位が高くなることから，取水路の管路解析においては地盤変状のない場合について評価する。

第1.4-4表　取水路の管路解析条件

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

※1　基礎方程式

＜開水路＞

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

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

＜管路＞

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

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

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

＜水槽及び立坑部＞

$$A_P\frac{dH_P}{dt}=Q_S$$

ここに，　A_P：水槽の平面積（水位の関数となる）　　H_P：水槽水位
Q_S：水槽へ流入する流量の総和　　t：時間

第 1.4-5 表　取水路の管路解析において考慮した解析条件の整理

計算条件	防波堤	スクリーンによる損失	貝付着	海水ポンプ運転状態	
	あり／なし	あり／なし	あり／なし	常用海水ポンプ	非常用海水ポンプ
設定条件	防波堤がある場合とない場合について評価を行い，防波堤の有無による水位変動への影響を確認する。	スクリーンによる損失の有無による水位変動への影響を確認する。	貝付着の有無による水位変動の影響を確認する。	非常用海水ポンプの取水源を確保するため，取水口前面の海中に貯留堰を設置し，大津波警報発表時には，循環水ポンプを含む常用海水ポンプ停止（プラント停止）を行う運用を定めることから，評価の前提として常用海水ポンプ停止とし，非常用海水ポンプによる取水がない（ポンプ停止）条件及び非常用海水ポンプによる取水がある（ポンプ運転）条件について解析した。	
①	あり	あり	あり	0 台	0 台
②	あり	あり	あり	0 台	5 台
③	あり	なし	あり	0 台	0 台
④	あり	なし	あり	0 台	5 台
⑤	あり	あり	なし	0 台	0 台
⑥	あり	あり	なし	0 台	5 台
⑦	あり	なし	なし	0 台	0 台
⑧	あり	なし	なし	0 台	5 台
⑨	なし	あり	あり	0 台	0 台
⑩	なし	あり	あり	0 台	5 台
⑪	なし	なし	あり	0 台	0 台
⑫	なし	なし	あり	0 台	5 台
⑬	なし	あり	なし	0 台	0 台
⑭	なし	あり	なし	0 台	5 台
⑮	なし	なし	なし	0 台	0 台
⑯	なし	なし	なし	0 台	5 台

b．評価結果（上昇側）

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

(a)　防波堤の有無による影響

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

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

(b)　スクリーンの損失の有無による影響

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

(c)　貝付着の有無による影響

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

(d)　非常用海水ポンプの運転状態による影響

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

(e)　まとめ

以上の評価結果より，防波堤なし，スクリーンの損失なしの場合において，水位が高くなる傾向にあることが確認された。また，貝付着の有無及び非常用海水ポンプの運転状態による影響としては，有意な影響は確認されなかった。このため，防波堤なし，スクリーンの損失なしの場合において，最も水位の高くなった解析ケース⑪（最高水位T.P.＋19.19m）をもとに入力津波高さを設定する。

第1.4-5図に基準津波による取水ピットにおける上昇側水位の評価結果を示す。

第1.4-6表　取水路の管路解析結果（上昇側最高水位）一覧（1／2）

解析ケース	パラメータ				取水ピット水位(T.P.m)					解析ケース毎の最高水位(T.P.m)
	防波堤	スクリーン損失	貝付着	非常用海水ポンプの取水	非常用海水ポンプ（南側）	非常用海水ポンプ（北側）	循環水ポンプ（南側）	循環水ポンプ（中央）	循環水ポンプ（北側）	
①	あり	あり	あり	なし	＋15.79	＋15.79	＋15.95	＋16.04	＋15.95	＋16.04
②	あり	あり	あり	あり	＋15.79	＋15.79	＋15.95	＋16.04	＋15.95	＋16.04
③	あり	なし	あり	なし	＋16.91	＋16.91	＋16.74	＋16.56	＋16.74	＋16.91
④	あり	なし	あり	あり	＋16.91	＋16.91	＋16.74	＋16.57	＋16.74	＋16.91
⑤	あり	あり	なし	なし	＋15.68	＋15.68	＋15.97	＋16.09	＋15.97	＋16.09
⑥	あり	あり	なし	あり	＋15.68	＋15.68	＋15.97	＋16.09	＋15.97	＋16.09
⑦	あり	なし	なし	なし	＋17.10	＋17.10	＋16.56	＋16.46	＋16.56	＋17.10
⑧	あり	なし	なし	あり	＋17.09	＋17.09	＋16.56	＋16.46	＋16.56	＋17.09

：解析ケース毎の最高水位

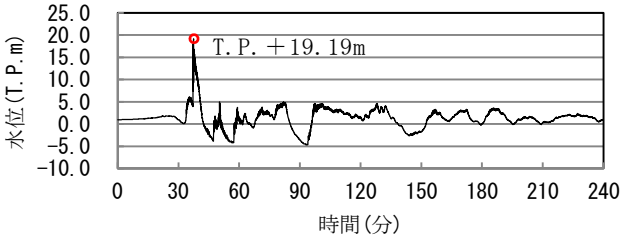
第1.4-6表　取水路の管路解析結果（上昇側最高水位）一覧（2／2）

解析ケース	パラメータ				取水ピット水位(T.P.m)					解析ケース毎の最高水位(T.P.m)
	防波堤	スクリーン損失	貝付着	非常用海水ポンプの取水	非常用海水ポンプ（南側）	非常用海水ポンプ（北側）	循環水ポンプ（南側）	循環水ポンプ（中央）	循環水ポンプ（北側）	
⑨	なし	あり	あり	なし	＋16.61	＋16.61	＋16.39	＋16.56	＋16.39	＋16.61
⑩	なし	あり	あり	あり	＋16.61	＋16.61	＋16.39	＋16.56	＋16.39	＋16.61
⑪	なし	なし	あり	なし	＋19.19	＋19.19	＋18.35	＋17.87	＋18.35	＋19.19
⑫	なし	なし	あり	あり	＋19.18	＋19.18	＋18.35	＋17.87	＋18.35	＋19.18
⑬	なし	あり	なし	なし	＋16.67	＋16.67	＋16.40	＋16.49	＋16.40	＋16.67
⑭	なし	あり	なし	あり	＋16.66	＋16.66	＋16.39	＋16.49	＋16.39	＋16.66
⑮	なし	なし	なし	なし	＋19.17	＋19.17	＋18.38	＋17.88	＋18.38	＋19.17
⑯	なし	なし	なし	あり	＋19.17	＋19.17	＋18.38	＋17.88	＋18.38	＋19.17

：解析ケース毎の最高水位　　：上昇側最高水位

入力津波設定に当たって選定したケース
解析ケース⑪

非常用海水ポンプ据付位置



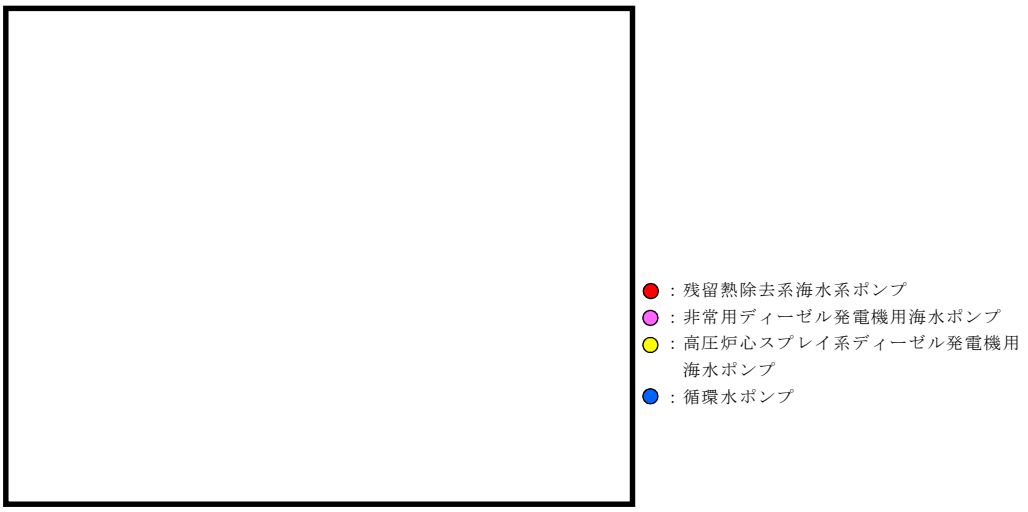
ケース⑪の時刻歴波形

【評価条件】

・防波堤の有無による水位変動への影響を考慮する。
・スクリーンによる損失の有無による水位変動への影響を考慮する。
・貝付着がある場合及び貝付着がない場合について，評価を実施する。
・取水口前面の海中に貯留堰を設置したモデルにて評価を実施する。
・非常用海水ポンプの取水の有無による水位変動への影響を考慮する。
・朔望平均潮位，地震による地殻変動（2011年東北地方太平洋沖地震を含む。）を考慮する。
・海水ポンプ室床版に評価点（開口）を設け水位を評価する。
・大津波警報発表時に循環水ポンプを含む常用海水ポンプは停止運用を定めることから，常用海水ポンプは停止状態とする。
・地盤の変状がない場合について評価を実施する。

【評価結果】

防波堤なし，スクリーンの損失なしの場合において，水位が高くなる傾向にあることが確認された。また，貝付着の有無及び非常用海水ポンプの運転状態による影響としては，有意な影響は確認されなかった。このため，防波堤なし，スクリーンの損失なしの場合において，最も水位の高くなった解析ケース⑪（最高水位T.P.＋19.19m）をもとに入力津波高さを設定する。



第1.4-5図　基準津波による取水ピットにおける上昇側水位の評価結果

c．評価結果（下降側）

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

(a)　防波堤の有無による影響

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

(b)　スクリーンの損失の有無による影響

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

(c)　貝付着の有無による影響

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

(d)　非常用海水ポンプの運転状態による影響

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

(e) まとめ

以上の評価結果より，防波堤なし，スクリーンの損失なしの場合において，水位が低くなる傾向にあることが確認された。また，貝付着の有無及び非常用海水ポンプの運転状態による影響としては，有意な影響は確認されなかった。このため，防波堤なし，スクリーンの損失なしの場合において，最も水位の低くなった解析ケース⑫，⑮，⑯（最低水位T.P.－5.03m）をもとに入力津波高さを設定する。第1.4-6図に基準津波による取水ピットにおける下降側水位の評価結果を示す。

第1.4-7表　取水路の管路解析結果（下降側最低水位）一覧（1／2）

解析ケース	パラメータ				取水ピット水位(T.P.m)					解析ケース毎の最低水位※(T.P.m)
	防波堤	スクリーン損失	貝付着	非常用海水ポンプの取水	非常用海水ポンプ（南側）	非常用海水ポンプ（北側）	循環水ポンプ（南側）	循環水ポンプ（中央）	循環水ポンプ（北側）	
①	あり	あり	あり	なし	－4.94	－4.94	－4.94	－4.94	－4.94	－4.94
②	あり	あり	あり	あり	－4.95	－4.95	－4.94	－4.94	－4.94	－4.95
③	あり	なし	あり	なし	－4.97	－4.97	－4.98	－4.98	－4.98	－4.97
④	あり	なし	あり	あり	－4.97	－4.97	－4.98	－4.98	－4.98	－4.97
⑤	あり	あり	なし	なし	－4.94	－4.94	－4.94	－4.94	－4.94	－4.94
⑥	あり	あり	なし	あり	－4.95	－4.95	－4.95	－4.95	－4.95	－4.95
⑦	あり	なし	なし	なし	－4.95	－4.95	－4.95	－4.96	－4.95	－4.95
⑧	あり	なし	なし	あり	－4.95	－4.95	－4.95	－4.96	－4.95	－4.95

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

：解析ケース毎の最高水位

第1.4-7表　取水路の管路解析結果（下降側最低水位）一覧（2／2）

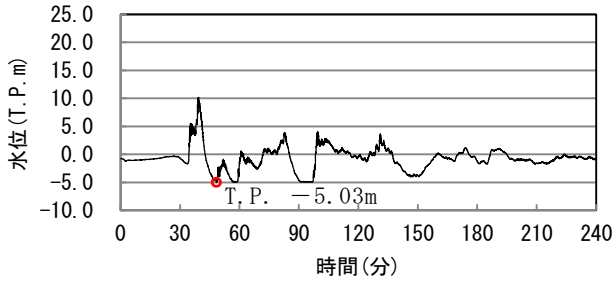
解析ケース	パラメータ				取水ピット水位(T.P.m)					解析ケース毎の最低水位※(T.P.m)
	防波堤	スクリーン損失	貝付着	非常用海水ポンプの取水	非常用海水ポンプ（南側）	非常用海水ポンプ（北側）	循環水ポンプ（南側）	循環水ポンプ（中央）	循環水ポンプ（北側）	
⑨	なし	あり	あり	なし	－4.95	－4.95	－4.95	－4.95	－4.95	－4.95
⑩	なし	あり	あり	あり	－4.95	－4.95	－4.95	－4.96	－4.95	－4.95
⑪	なし	なし	あり	なし	－5.02	－5.02	－5.02	－5.05	－5.02	－5.02
⑫	なし	なし	あり	あり	－5.03	－5.03	－5.03	－5.05	－5.03	－5.03
⑬	なし	あり	なし	なし	－4.95	－4.95	－4.95	－4.95	－4.95	－4.95
⑭	なし	あり	なし	あり	－4.96	－4.95	－4.95	－4.95	－4.95	－4.96
⑮	なし	なし	なし	なし	－5.03	－5.03	－5.02	－5.05	－5.02	－5.03
⑯	なし	なし	なし	あり	－5.03	－5.03	－5.02	－5.06	－5.02	－5.03

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

：解析ケース毎の最高水位　　：下降側最低水位

入力津波設定に当たって選定したケース
解析ケース⑫，⑮，⑯

非常用海水ポンプ据付位置



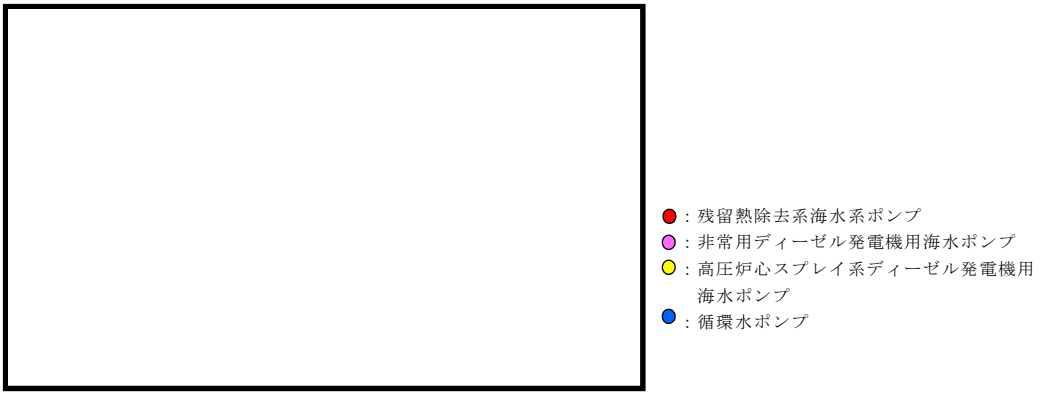
ケース⑫の時刻歴波形

【評価条件】

・防波堤の有無による水位変動への影響を考慮する。
・スクリーンによる損失の有無による水位変動への影響を考慮する。
・貝付着がある場合及び貝付着がない場合について，評価を実施する。
・非常用海水ポンプの取水の有無による水位変動への影響を考慮する。
・朔望平均潮位，地震による地殻変動（2011年東北地方太平洋沖地震を含む。）を考慮する。
・取水口前面の海中に貯留堰を設置したモデルにて評価を実施する。
・大津波警報発表時に循環水ポンプを含む常用海水ポンプは停止運用を定めることから，常用海水ポンプは停止状態とする。
・地盤の変状がない場合について評価を実施する。

【評価結果】

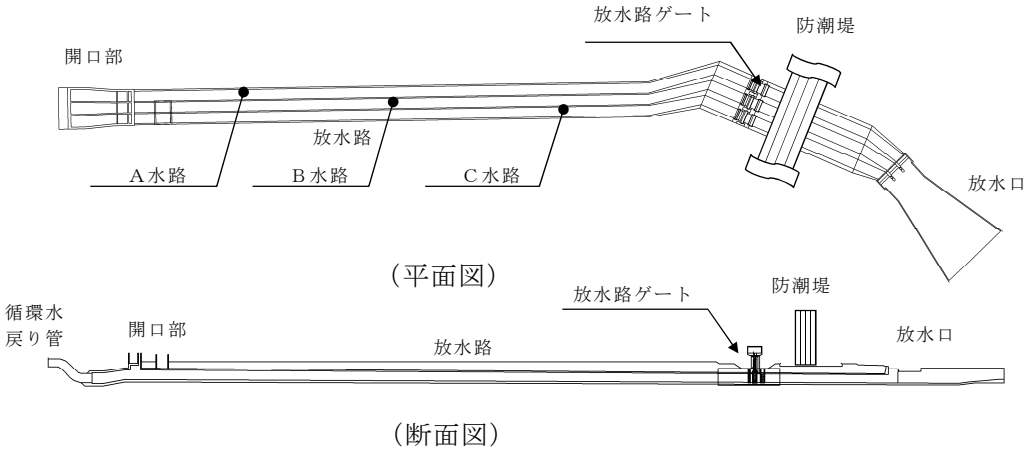
防波堤なし，スクリーンの損失なしの場合において，水位が低くなる傾向にあることが確認された。また，貝付着の有無及び非常用海水ポンプの取水の有無による影響としては，有意な影響は確認されなかったことから，防波堤なし，スクリーンの損失なしの場合において，最も水位の低くなった解析ケース⑫，⑮，⑯（最低水位T.P.－5.03m（非常用海水ポンプ据付位置））をもとに入力津波高さを設定する。



第1.4-6図　基準津波による取水ピットにおける下降側水位の評価結果

(4)　放水路ゲート設置箇所における入力津波の設定

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



第1.4-7図　放水路ゲートの設置位置

ａ．評価条件

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

(a)　朔望平均潮位，地震による地殻変動（2011年東北地方太平洋沖地震を含む。）を適切に考慮する。

(b)　防波堤がある場合とない場合について評価を行い，防波堤の有無による水位変動への影響を確認する。

(c)　定期的に除貝清掃を実施していないため，貝付着がある場合について評価する。

(d)　放水路ゲート設置箇所の放水路上版に評価点（開口）を設け，当該部に作用する水頭を評価する。

(e)　放水路ゲートを閉止する前に循環水ポンプ，補機冷却系海水系ポンプ（以下「常用海水ポンプ」という。）を停止する運用とすることから，常用海水ポンプを停止した場合について評価する。

(f)　放水路ゲートを閉止した状態においても，非常用海水ポンプの運転が可能となるように扉体に小扉を設けて非常用海水ポンプの運転に伴う放水ができる設計とすることから，非常用海水ポンプの取水がある場合（ポンプ運転）と取水がない場合（ポンプ停止）について評価する。

(g)　基準地震動S_sによる地盤の変状の考慮については，「(2)　防潮堤前面における入力津波の設定」に示した津波シミュレーションの結果により，取水口前面（敷地前面東側）は地盤の変状がない場合において，最も水位が高くなることから，取水路の管路解析においては地盤変状のない場合について評価する。

第1.4-8表　放水路の管路解析条件

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

※1　基礎方程式

＜開水路＞

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

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

＜管路＞

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

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

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

＜水槽及び立坑部＞

$$A_P \frac{dH_P}{dt} = Q_S$$

ここに，A_P：水槽の平面積（水位の関数となる）　　H_P：水槽水位

Q_S：水槽へ流入する流量の総和　　t：時間

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

計算条件		防波堤	貝付着	海水ポンプ運転状態	
		あり／なし	あり	常用海水ポンプ	非常用海水ポンプ
設定条件		防波堤がある場合とない場合について評価を行い，防波堤の有無による水位変動への影響を確認する。	放水路は，定期的に除貝清掃しないため，貝が付着している場合の影響を確認する。	大津波警報が発表した場合に，常用海水ポンプを停止させる運用のため，放水しない条件とした。 また，プラント停止時に非常用海水ポンプの運転されることを考慮した運転条件及び常用海水ポンプのうち補機冷却系海水系ポンプによる運転も考慮し，放水がある（ポンプ運転）条件とした。	
①	A水路	あり	あり	0台	0台
	B水路			0台	0台
	C水路			0台	0台
②	A水路	なし	あり	0台	0台
	B水路			0台	0台
	C水路			0台	0台
③	A水路	あり	あり	0台	0台
	B水路			0台	7台
	C水路			0台	0台
④	A水路	なし	あり	0台	0台
	B水路			0台	7台
	C水路			0台	0台
⑤	A水路	あり	あり	0台	0台
	B水路			0台	0台
	C水路			0台	7台
⑥	A水路	なし	あり	0台	0台
	B水路			0台	0台
	C水路			0台	7台
⑦	A水路	あり	あり	0台	0台
	B水路			2台	7台
	C水路			0台	0台
⑧	A水路	なし	あり	0台	0台
	B水路			2台	7台
	C水路			0台	0台
⑨	A水路	あり	あり	0台	0台
	B水路			0台	0台
	C水路			2台	7台
⑩	A水路	なし	あり	0台	0台
	B水路			0台	0台
	C水路			2台	7台

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

計算条件		防波堤	貝付着	海水ポンプ運転状態	
		あり／なし	あり	常用海水 ポンプ	非常用海水 ポンプ
設定条件		防波堤がある場合とない場合について評価を行い，防波堤の有無による水位変動への影響を確認する。	放水路は，定期的に除貝清掃しないため，貝が付着している場合の影響を確認する。	大津波警報が発表した場合に，常用海水ポンプを停止させる運用のため，放水しない条件とした。 また，プラント停止時に非常用海水ポンプの運転されることを考慮した運転条件及び常用海水ポンプのうち補機冷却用海水系ポンプによる運転も考慮し，放水がある（ポンプ運転）条件とした。	
⑪	Ａ水路	あり	あり	0 台	0 台
	Ｂ水路			0 台	5 台
	Ｃ水路			0 台	0 台
⑫	Ａ水路	なし	あり	0 台	0 台
	Ｂ水路			0 台	5 台
	Ｃ水路			0 台	0 台
⑬	Ａ水路	あり	あり	0 台	0 台
	Ｂ水路			0 台	0 台
	Ｃ水路			0 台	5 台
⑭	Ａ水路	なし	あり	0 台	0 台
	Ｂ水路			0 台	0 台
	Ｃ水路			0 台	5 台

b．評価結果

放水路ゲート設置箇所における上昇側水位の評価結果を以下に示す。第1.4-10表に放水路の管路解析結果（上昇側最高水位）一覧を示す。また，添付資料６に管路解析のパラメータスタディについて示す。

(a) 防波堤の有無による影響

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

(b) 非常用海水ポンプの運転状態による影響

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

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

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

(c) まとめ

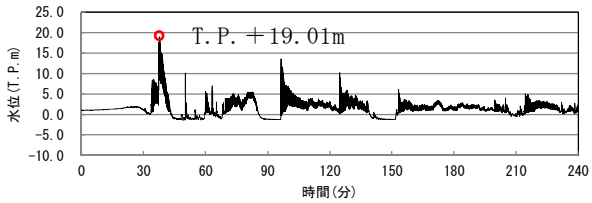
以上の評価結果より，防波堤ありの場合にＢ水路の水位が高くなる傾向にあることが確認された。非常用海水ポンプの運転状態によ

る影響は防波堤の有無による影響に比べ，程度が小さいことが確認された。このため，防波堤ありの場合において，最も水位の高くなった解析ケース①，⑤，⑨，⑪，⑬（最高水位T.P.＋19.01m）をもとに入力津波高さを設定する。第1.4-8図に基準津波による放水路ゲート設置箇所の上昇側最高水位の評価結果を示す。

第1.4-10表　放水路の管路解析結果（上昇側最高水位）一覧

解析ケース	パラメータ				放水路ゲート設置箇所水位(T.P.m)			解析ケース毎の最高水位 (T.P.m)
	防波堤の有無	貝付着の有無	非常用海水ポンプの運転状態		A水路（北側）	B水路（東側）	C水路（南側）	
			詳細運転状態	放水する水路				
①	あり	あり	－	－	＋17.36	＋19.01	＋18.25	＋19.01
②	なし	あり	－	－	＋18.26	＋16.53	＋18.19	＋18.26
③	あり	あり	常用：0台 非常用：7台	B水路	＋17.36	＋19.00	＋18.25	＋19.00
④	なし	あり	常用：0台 非常用：7台	B水路	＋18.26	＋17.20	＋18.19	＋18.26
⑤	あり	あり	常用：0台 非常用：7台	C水路	＋17.36	＋19.01	＋18.39	＋19.01
⑥	なし	あり	常用：0台 非常用：7台	C水路	＋18.26	＋16.53	＋18.12	＋18.26
⑦	あり	あり	常用：2台 非常用：7台	B水路	＋17.36	＋18.89	＋18.25	＋18.89
⑧	なし	あり	常用：2台 非常用：7台	B水路	＋18.26	＋17.65	＋18.19	＋18.26
⑨	あり	あり	常用：2台 非常用：7台	C水路	＋17.36	＋19.01	＋18.32	＋19.01
⑩	なし	あり	常用：2台 非常用：7台	C水路	＋18.26	＋16.53	＋17.80	＋18.26
⑪	あり	あり	常用：0台 非常用：5台	B水路	＋17.36	＋19.01	＋18.25	＋19.01
⑫	なし	あり	常用：0台 非常用：5台	B水路	＋18.26	＋16.92	＋18.19	＋18.26
⑬	あり	あり	常用：0台 非常用：5台	C水路	＋17.36	＋19.01	＋18.34	＋19.01
⑭	なし	あり	常用：0台 非常用：5台	C水路	＋18.26	＋16.53	＋18.16	＋18.26

：解析ケース毎の最高水位　　：上昇側最高水位

<table>
<tr><td colspan="2">最高水位</td><td>入力津波設定に当たって選定したケース
解析ケース①，⑤，⑨，⑪，⑬</td></tr>
<tr><td>B水路
（中央）</td><td>T.P.＋19.01m</td><td>B水路位置
 

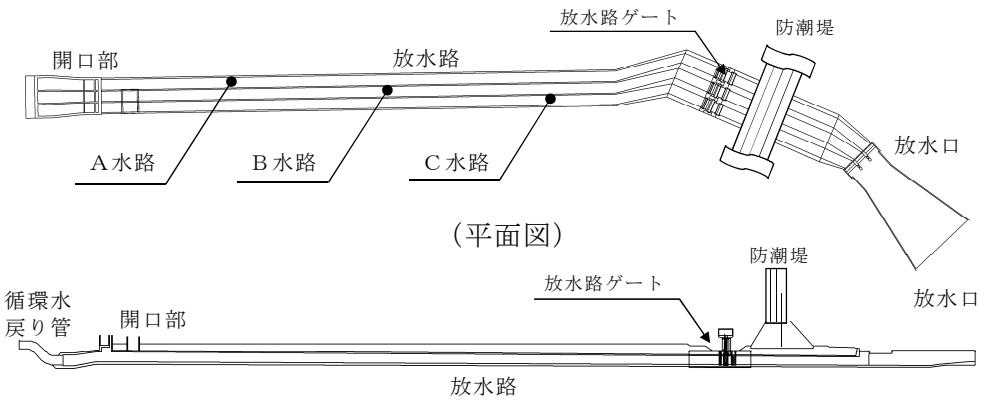
ケース①の時刻歴波形</td></tr>
</table>

【評価条件】

・朔望平均潮位，地震による地殻変動（2011年東北地方太平洋沖地震を含む。）を考慮する。
・防波堤の有無による水位変動への影響を考慮する。
・貝付着がある場合について評価を実施する。
・放水路ゲート設置箇所の放水路上版に評価点（開口）を設け水位を評価する。
・放水路ゲートを閉止する前に循環水ポンプを停止する運用とすることから，循環水ポンプを停止した場合について評価する。
・非常用海水ポンプの取水の有無による水位変動への影響を考慮する。
・地盤の変状がない場合について評価を実施する。

【評価結果】

防波堤の有無による影響として，防波堤ありの場合に水位が高くなる傾向にあることが確認された。また，非常用海水ポンプの運転状態による影響としては，防波堤の有無による影響に比べ，程度が小さいことが確認された。このため，防波堤ありの場合において，最も水位の高くなった解析ケース①，⑤，⑨，⑪，⑬（最高水位T.P.＋19.01m）をもとに入力津波高さを設定する。



（平面図）

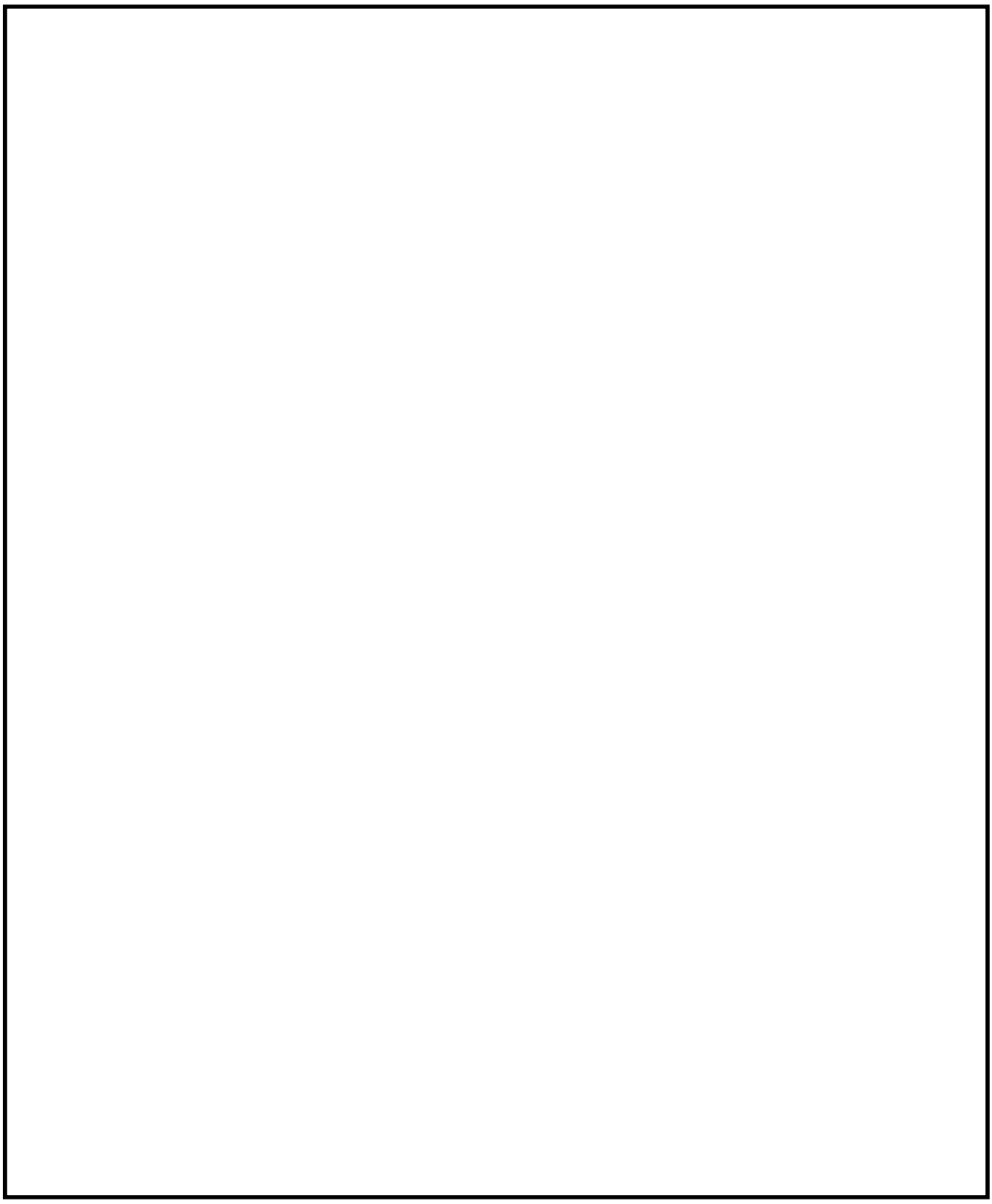
（断面図）

放水路の構造

第1.4-8図　基準津波による放水路ゲートの上昇側最高水位の評価結果

(5)　ＳＡ用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットにおける入力津波の設定

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



第1.4-9図　ＳＡ用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの構造

a．解析条件

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

(a)　朔望平均潮位，地震による地殻変動（2011年東北地方太平洋沖地震を含む。）を適切に考慮する。

(b)　防波堤がある場合とない場合について評価を行い，防波堤の有無による水位変動への影響を確認する。

(c)　管路は定期清掃の実施前後を考慮して，貝付着がある場合及び貝付着がないの場合について評価する。

(d)　ＳＡ用海水ピットの上版及び緊急用海水ポンプ室床版に評価点（開口）を設け，当該部に作用する水頭を評価する。

(e)　ＳＡ用海水ピットから取水する可搬型代替注水大型ポンプ及び緊急用海水ポンプピットから取水する緊急用海水ポンプは，重大事故等対処施設であり，津波の襲来時には使用せず，津波が収まった後に使用することから，これらのポンプは停止した状態を条件とする。

(f)　基準地震動S_sによる地盤の変状の考慮については，「(2)　防潮堤前面における入力津波の設定」に示した津波シミュレーションの結果により，取水口前面（敷地前面東側）は地盤の変状がない場合において，最も水位が高くなることから，取水路の管路解析においては地盤変状のない場合について評価する。

第1.4-11表　ＳＡ用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析条件

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

※1　基礎方程式

＜開水路＞

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

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

＜管路＞

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

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

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

＜水槽及び立坑部＞

$$A_P\frac{dH_P}{dt}=Q_S$$

ここに，A_P：水槽の平面積（水位の関数となる）　　H_P：水槽水位
Q_S：水槽へ流入する流量の総和　　ｔ：時間

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

計算条件	防波堤	貝付着
	あり／なし	あり／なし
設定条件	防波堤がある場合とない場合について評価を行い，防波堤の有無による水位変動への影響を確認する。	貝付着の有無による水位変動の影響を確認する。
①	あり	あり
②	なし	あり
③	あり	なし
④	なし	なし

ｂ．評価結果

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

(a)　防波堤の有無による影響

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

(b)　貝付着の有無による影響

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

(c)　まとめ

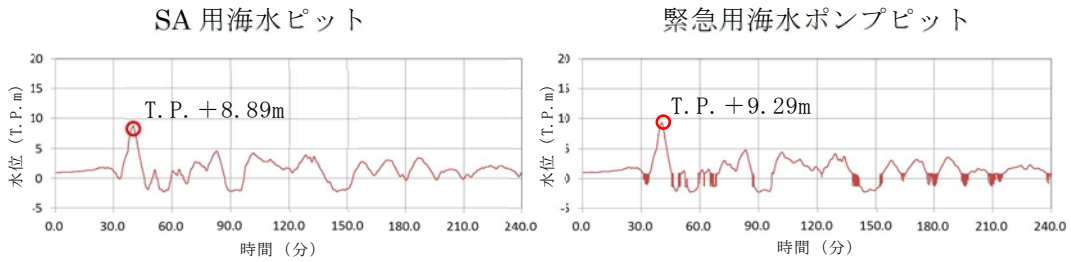
以上の評価結果より，防波堤なし，貝付着がない場合（解析ケース④）において各評価点での水位はＳＡ用海水ピットではT.P.＋8.89m，緊急用海水ポンプピットではT.P.＋9.29mとなり最も高くなったことから，本解析ケースの評価結果をもとに入力津波高さを設定する。第1.4-10図に基準津波によるＳＡ用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの上昇側最高水位の評価結果を示す。

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

解析ケース	パラメータ		各ピットの水位(T.P.m)		解析ケース毎の最高水位(T.P.m)
	防波堤	貝付着	ＳＡ用海水ピット	緊急用海水ポンプピット	
①	あり	あり	＋6.01	＋6.15	ＳＡ用海水ピット：＋8.89 緊急用海水ポンプピット：＋9.29
②	なし	あり	＋6.41	＋6.47	
③	あり	なし	＋8.39	＋8.78	
④	なし	なし	＋8.89	＋9.29	

：上昇側最高水位

入力津波設定に当たって選定したケース
解析ケース④



ケース④の時刻歴波形

【評価条件】

・朔望平均潮位，地震による地殻変動（2011年東北地方太平洋沖地震を含む。）を考慮する。
・防波堤の有無による水位変動への影響を考慮する。
・貝付着がある場合及び貝付着がない場合について，評価を実施する。
・ＳＡ用海水ピット上版及び緊急用海水ポンプ室床版に評価点（開口）を設け水位を評価する。
・津波収束後に使用するため，ポンプ停止状態にて評価する。
・地盤の変状がない場合について評価を実施する。

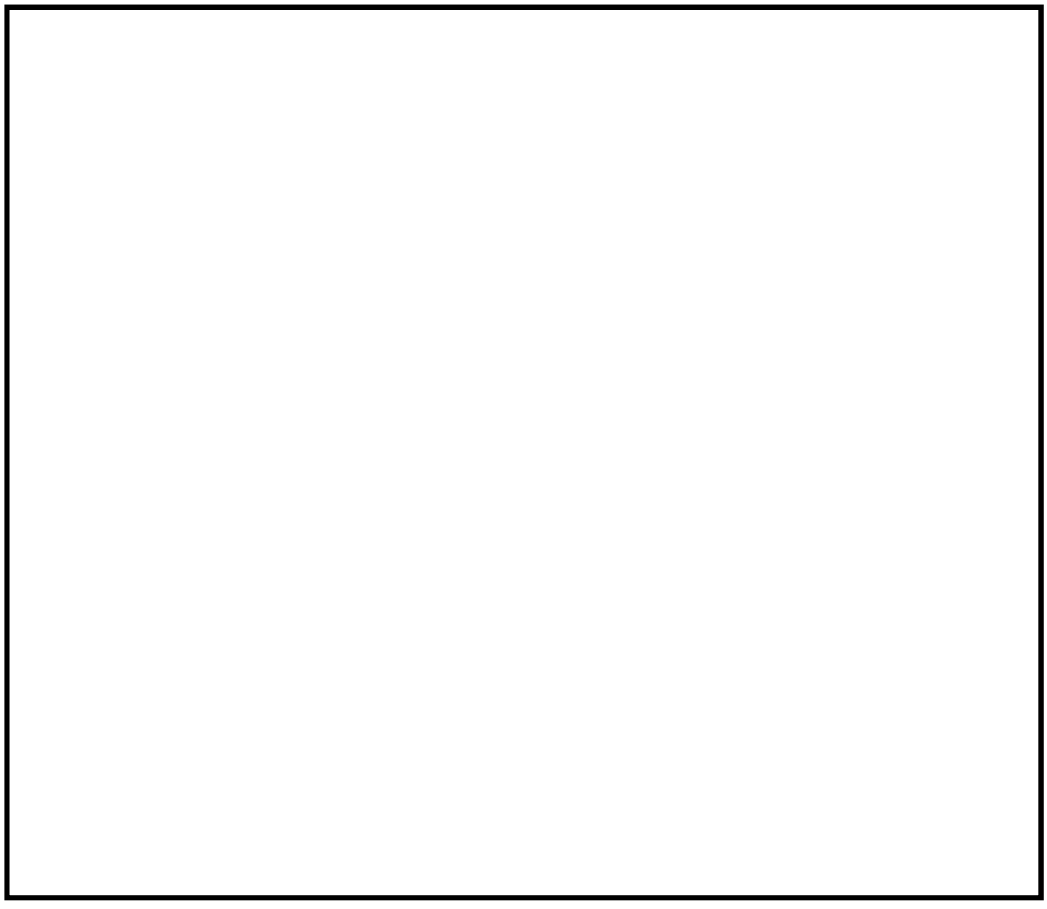
【評価結果】

・ＳＡ用海水ピット及び緊急用海水ポンプピット共に防波堤なし，貝付着がない場合（解析ケース④）において最も水位が高くなり，ＳＡ用海水ピットではT.P.＋8.89m，緊急用海水ポンプピットではT.P.＋9.29mとなったことから，本解析ケースの評価結果をもとに入力津波高さを設定する。

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

(6)　構内排水路逆流防止設備の入力津波の設定

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



⊗ ：逆流防止設備
― ：構内排水路

第1.4-11図　構内排水路逆流防止設備の配置

(7)　入力津波の評価結果まとめ

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

第1.4-14表　入力津波の時刻歴波形の最高水位及び最低水位

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

※１上昇側水位については，朔望平均満潮位T.P.＋0.61m，2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m及び津波波源モデルの活動による地殻変動量（沈降）0.31mを考慮している。
※２防潮堤前面（敷地前面東側）の上昇側水位を使用する。
※３防潮堤前面（敷地側面北側）の上昇側水位を使用する。
※４下降側水位については，朔望平均干潮位T.P.－0.81m，2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2mを考慮しているが，津波波源モデルの活動による地殻変動量（沈降）0.31m は，安全側の評価となるよう考慮していない。
※５管路解析の初期条件として潮位のばらつき（上昇側水位：＋0.18m，下降側水位：－0.16m）を考慮している。

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

や速度として設定することで，各施設・設備の構造・機能の損傷に影響する浸水高，波力・波圧について安全側になるよう評価している。また，津波防護施設等の新規の施設・設備の設計においては，入力津波高さ以上の高さの津波を設計荷重とし，より安全側の評価を行うこととしている。

また，津波防護施設である防潮堤及び防潮扉は，施設が海岸線の方向において広がりを有していることから，荷重因子である入力津波の高さや速度が，設計上考慮している津波高さ，速度を超過していないことを，津波シミュレーション結果から確認している。

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

なお，本項目にて評価した各設定位置における入力津波については，設置変更許可の解析結果として適用することとし，北側防潮堤設置ルート変更に伴う入力津波の解析結果については，今後詳細設計にて適切に反映していく。詳細設計における入力津波の設定について添付資料３８に示す。

また，「1.3　基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域」にて示した敷地及び敷地周辺の地形・標高，敷地沿岸域の海底地形，伝播経路上の人工構造物※1の位置，形状等に変更が生じた場合，設定した入力津波に対して影響を及ぼす可能性がある。このため，これら敷地周辺の状況に変化が生じた場合には，敷地周辺の遡上・浸水域への影響を検討する。

さらに，「2.5(2)[4] 基準津波に伴う津波防護施設等の健全性確保及び取水口付近の漂流物に対する取水性確保」に示す漂流物に対する継続的な調査・評価方針と同様に，入力津波に対する影響評価として人工構造物の設置

状況を定期的（1[回／年]以上）に確認し，必要に応じ影響評価を実施する。評価方針については，保安規定において規定化し管理する。

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

1.5　水位変動・地殻変動の評価

【規制基準における要求事項等】

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

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

潮汐以外の要因による潮位変動についても適切に評価し考慮すること。地震により陸域の隆起又は沈降が想定される場合，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又は沈降が想定される場合の安全評価においては，次のとおり留意する。地殻変動が隆起の場合に，下降側の水位変動に対する安全評価の際には，下降側評価水位から隆起量を差引いた水位と対象物の高さを比較する。また，上昇側の水位変動に対して安全評価する際には，隆起を考慮しないものと仮定して，対象物の高さと上昇側評価水位を直接比較する。一方，地殻変動が沈降の場合に，上昇側の水位変動に対する安全評価の際には，上昇側水位に沈降量を加算して，対象物の高さと比較する。また，下降側の水位変動に対して安全評価する際には，沈降しないものと仮定して，対象物の高さと下降側評価水位を直接比較する（【検討結果】　(5)　地殻変動参照）。

・　2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動については，ＧＰＳ測量結果により，敷地全体が約0.2m沈降していること，地殻変動量が回復傾向にあることを踏まえ，上昇側の水位変動に対する安全評価の際には，上昇側水位に沈降量を加算して，対象物の高さと比較する。また，下降側の水位変動に対して安全評価する際には，沈降していないものと仮定して，対象物の高さと下降側評価水位を直接比較する（【検討結果】　(5)

地殻変動参照）。

【検討結果】

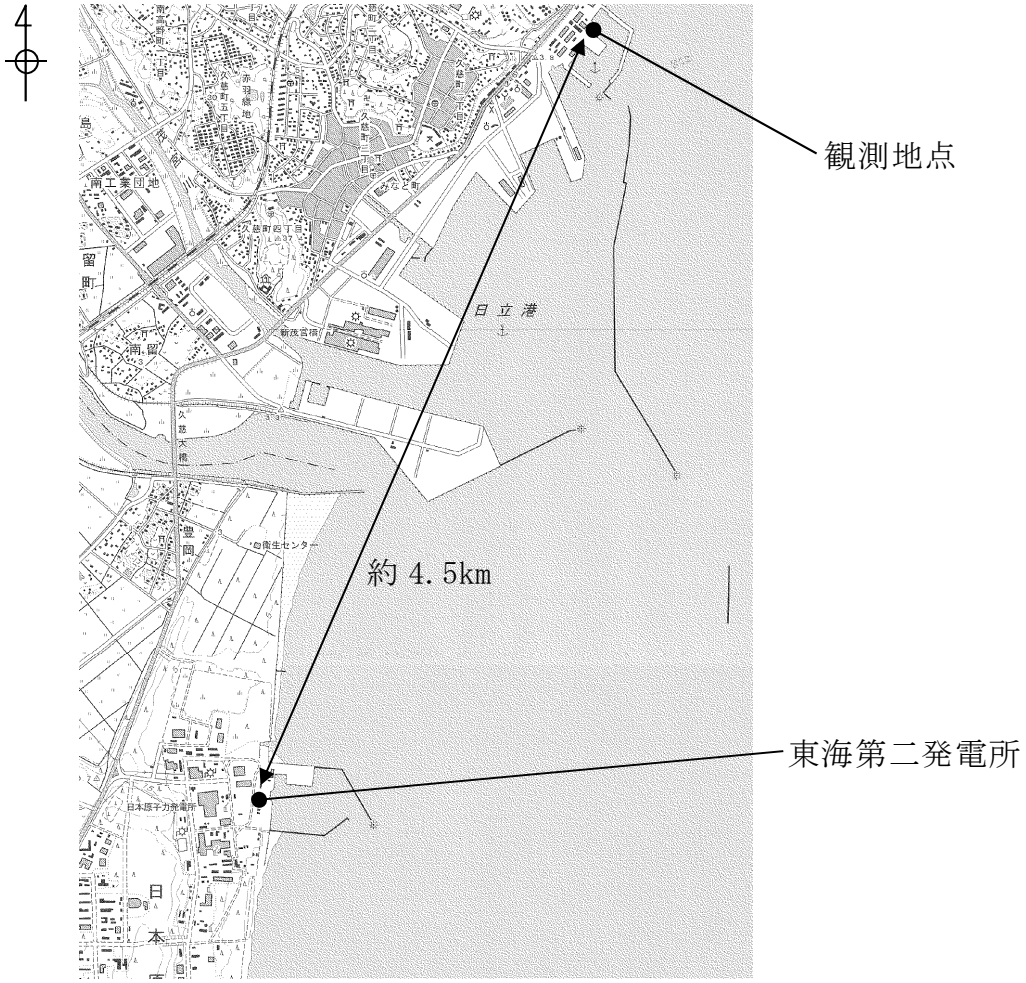
(1)　潮位

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

第1.5-1表　津波計算で使用した水位変動

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

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



第 1.5-1 図　観測地点の位置

6.2　水　　理

6.2.1　海　　象

6.2.1.1　潮　　位

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

既往最高潮位（昭和 33 年 9 月 27 日）	H.P. ＋2.35m
塑望平均満潮位	H.P. ＋1.50m
平均潮位	H.P. ＋0.91m
塑望平均干潮位	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。

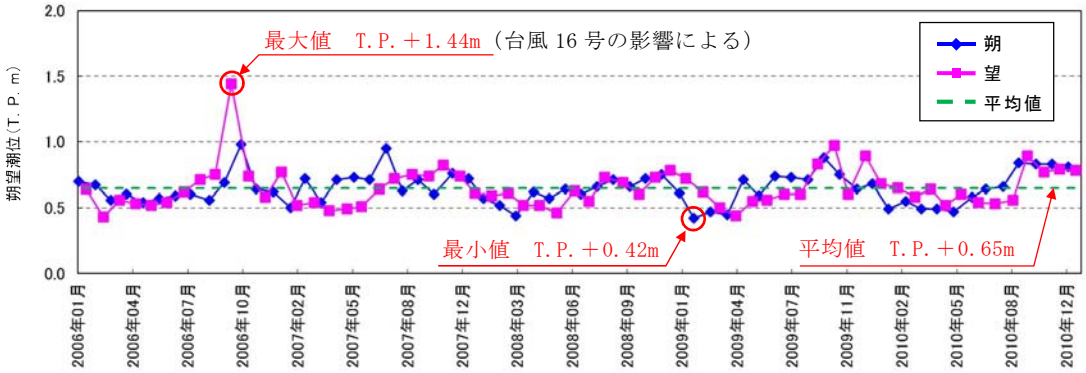
評価の結果，潮位観測期間（平成18年1月～平成22年12月）における朔望平均潮位の標準偏差は，満潮位において0.14m，干潮位において0.16mであったため，「1.4　入力津波の設定」において設定した入力津波に対して，潮位のばらつきとして考慮した。第1.5-3図に各月の朔望平均潮位の推移，第1.5-2表に潮位観測記録に基づく朔望平均潮位に関するデータ分析結果を示す。また，入力津波に用いる潮位条件を添付資料８に示す。

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

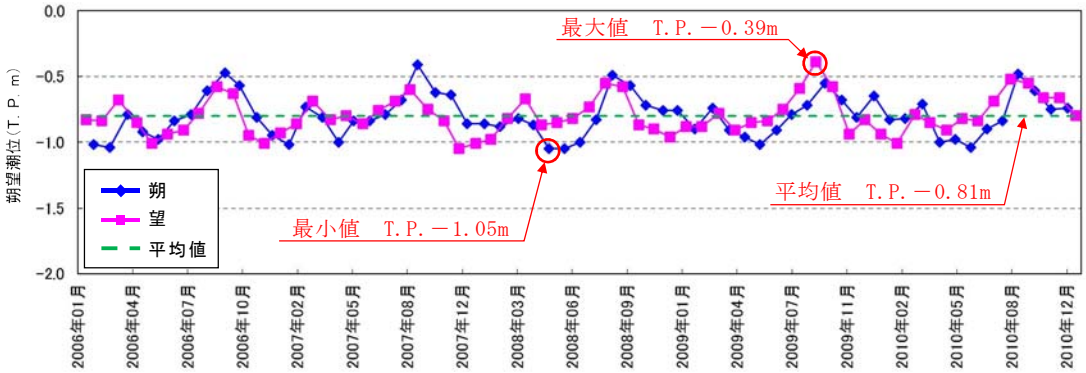
を比較したところ，津波計算に使用した朔望平均潮位に比べ，潮位観測記録の方が満潮位で0.04m高く，干潮位では差がないことが分かった。この潮位差自体は有意なものではないが,1.4項において設定した入力津波に対して，保守的な設定になるよう潮位の差分を津波計算で使用した朔望平均満潮位及び朔望平均干潮位に考慮することとした。第1.5-3表に津波計算と潮位観測記録の朔望平均潮位の比較を示す。

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。

満潮位



干潮位



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

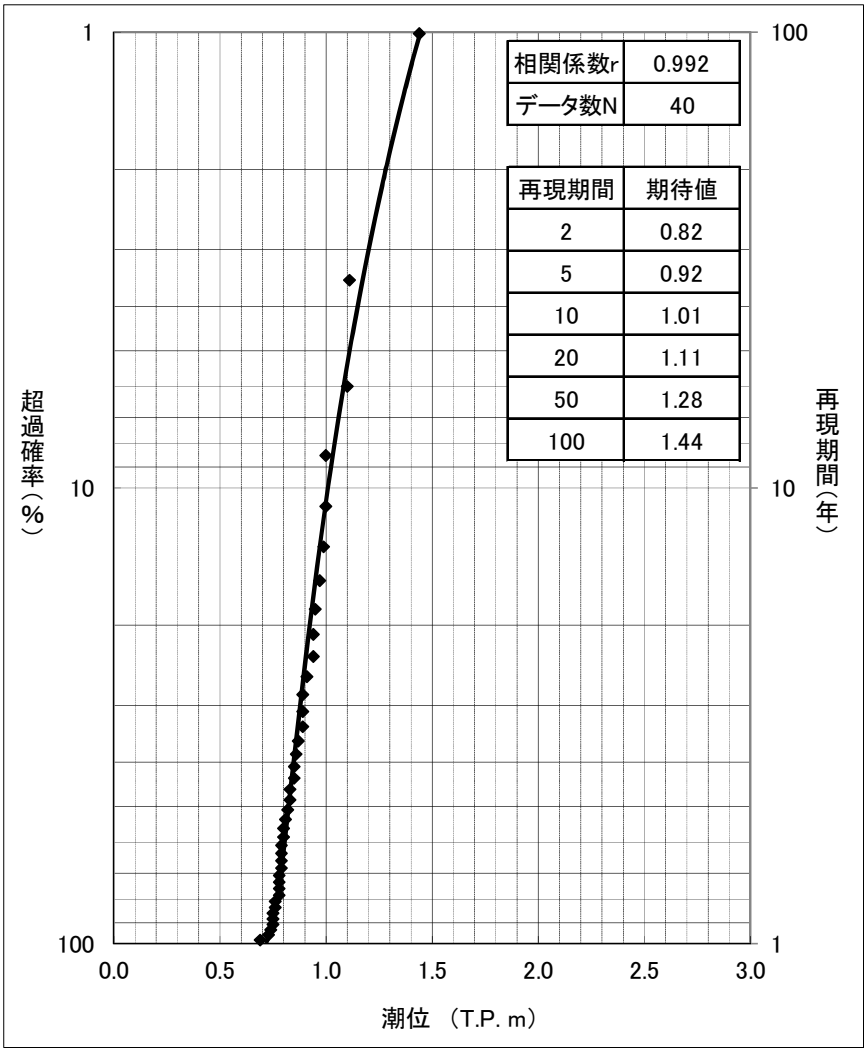
※　潮位観測期間は平成18年1月～平成22年12月

(3)　高潮の評価

第1.5-4表に「茨城港日立港区」における過去約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				発生要因
	月	日	潮位(m)	順位	
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）

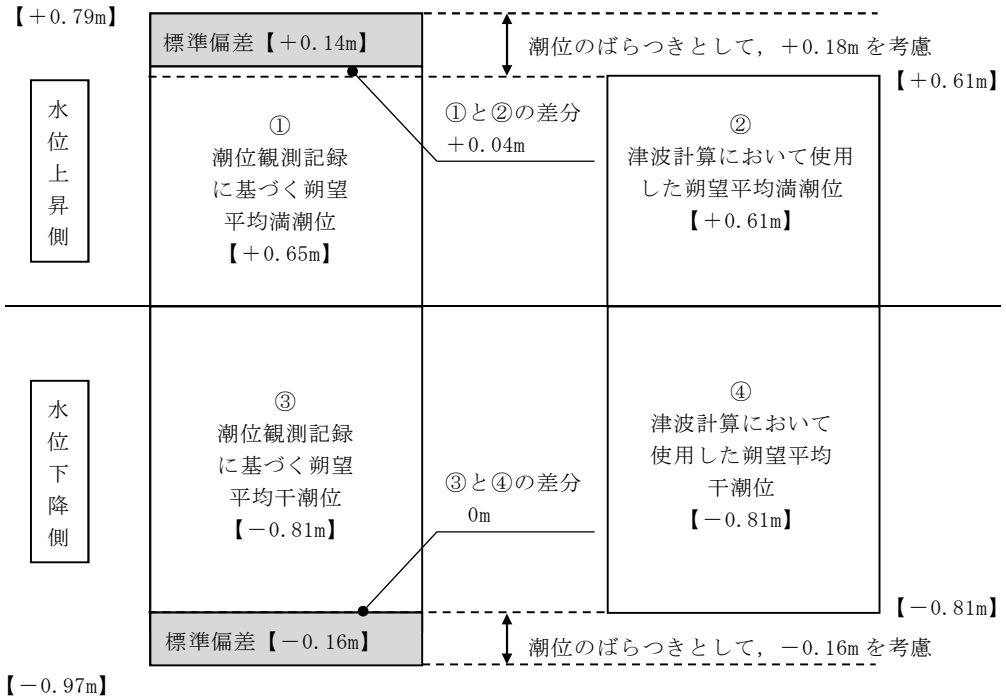
(4)　潮位のばらつき及び高潮の考慮について

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。

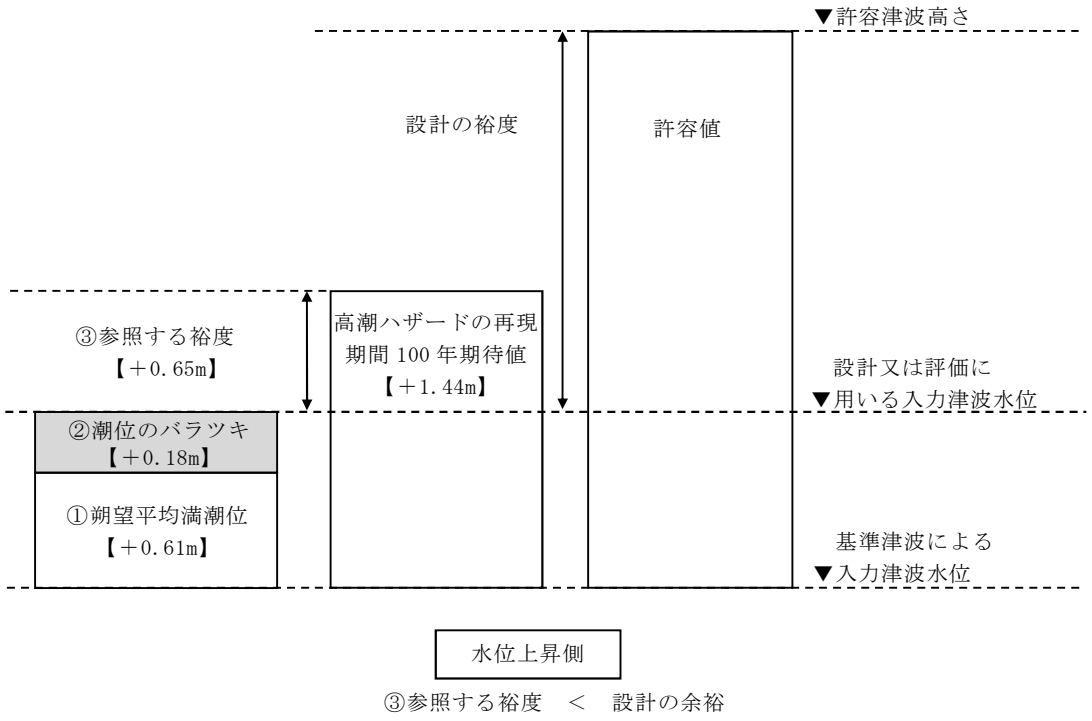
第1.5-5図に潮位のばらつきに対する考慮方法を示す。



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，広域的な余効変動により回復傾向にあるが，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。

津波評価においては数値シミュレーションの初期条件として一律に，2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動量（0.2m沈降）を潮位に加算することで考慮しているが，耐津波設計の評価に用いる入力津波の設定に当たっては，水位上昇側及び下降側それぞれに対して地殻変動量を安全側に考慮するため，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

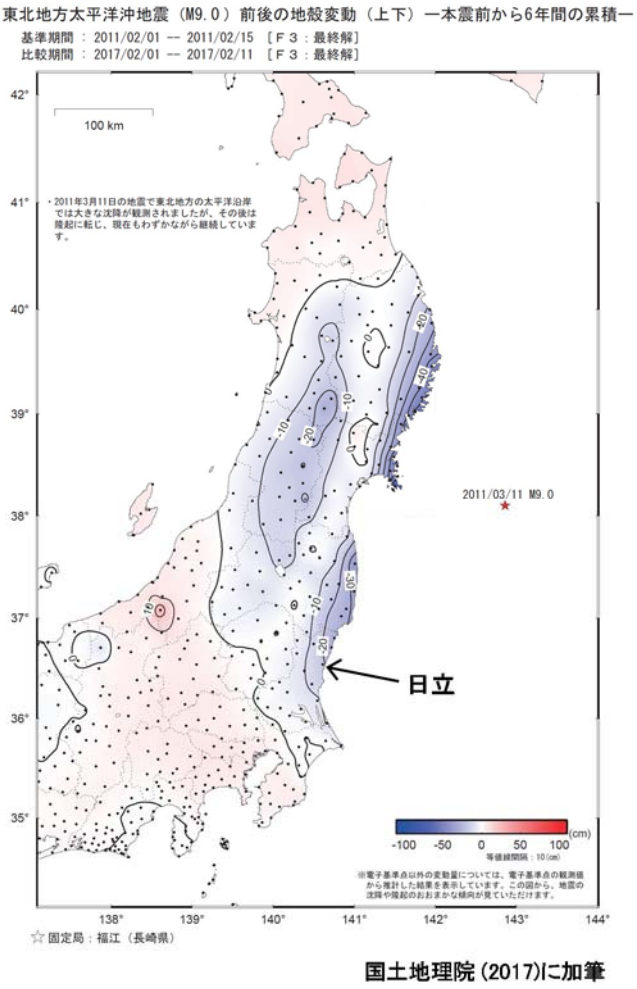
（※2）「本震翌日，1，2，3，4年後から1，2，3，4，5年後までの累積」は，2011年，2012年，2013年，2014年，2015年3月と2012年，2013年，2014年，2015年，2016年3月をそれぞれ比較したもの，「本震5年後から6年後までの累積」は2016年2月と2017年2月を比較したもの

（※3）2011年3月12日と2017年2月の比較

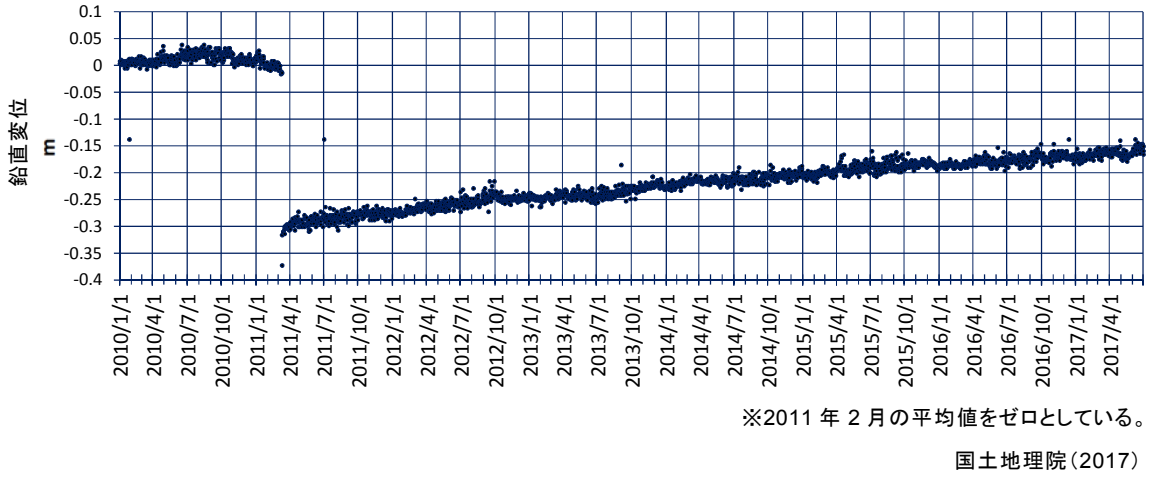
（※4）2011年2月と2017年2月の比較

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



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



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
	ＳＡ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

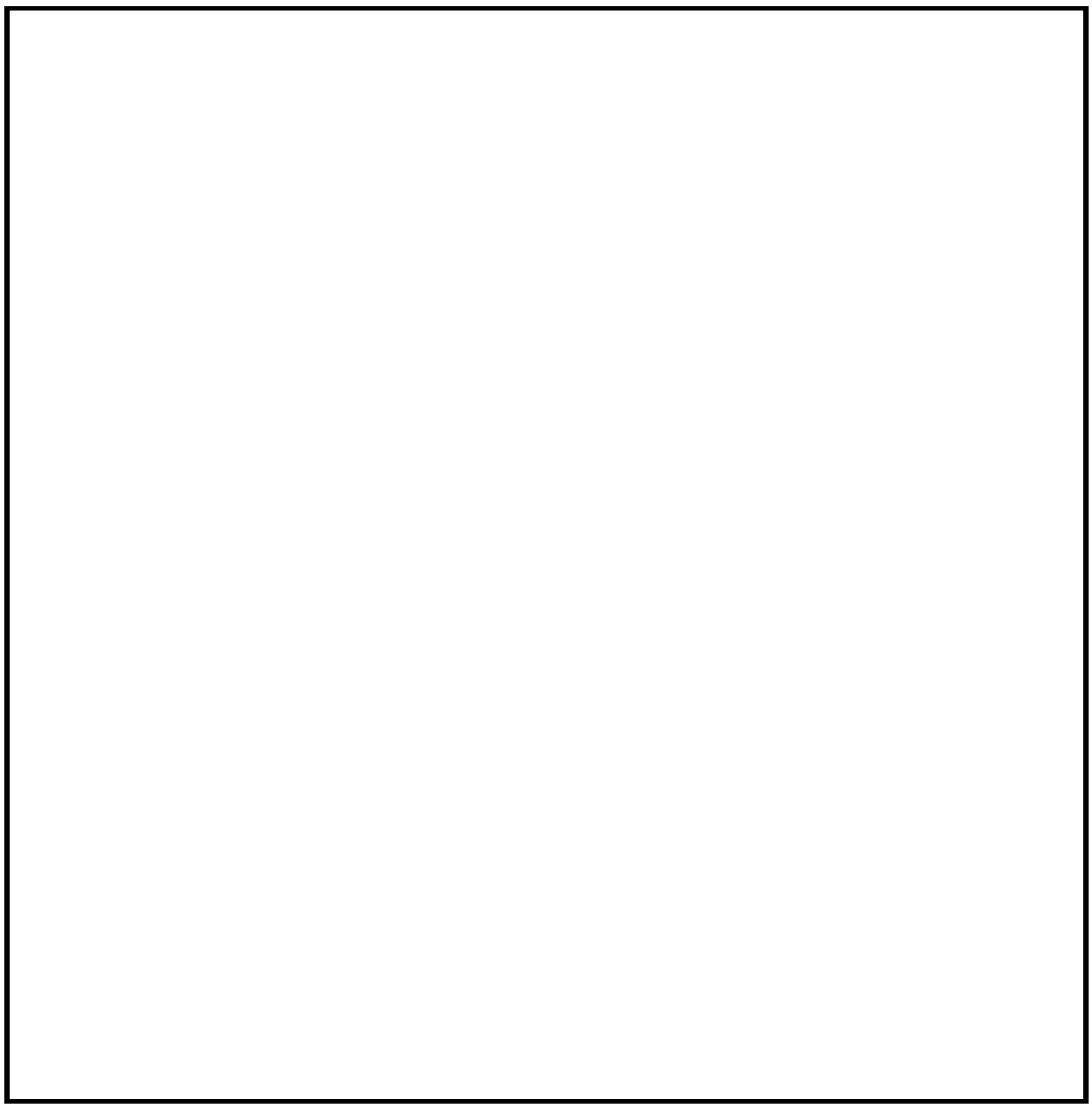
※１　朔望平均満潮位T.P.＋0.61m，2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m及び津波波源モデルの活動による地殻変動量（沈降）0.31mを考慮している。

※２　※１に加えて潮位のばらつき＋0.18mを考慮している。

※３　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　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。



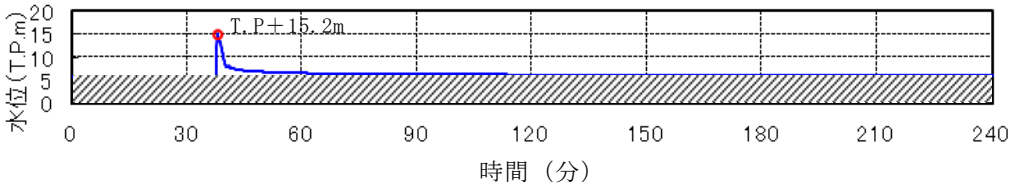
◀　入力津波設定位置
①：敷地側面北側
②：敷地前面東側
③：敷地側面南側
④：取水ピット
⑤：放水路ゲート設置箇所
⑥：ＳＡ用海水ピット
⑦：緊急用海水ポンプピット

□　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

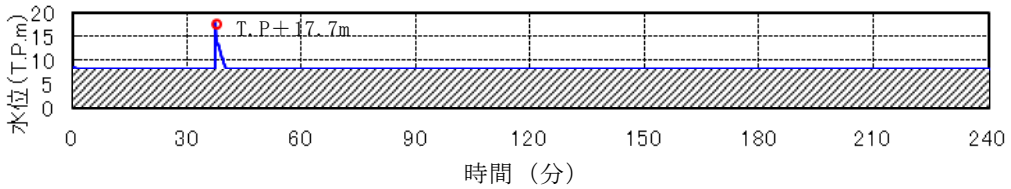
（防潮堤前面評価点　敷地側面北側）

［T.P.＋15.2m（38 分 00 秒）］※1 ＋ ［0.18m］※2 ＝ ［T.P.＋15.38m］ ＜ ［T.P.＋15.4m］



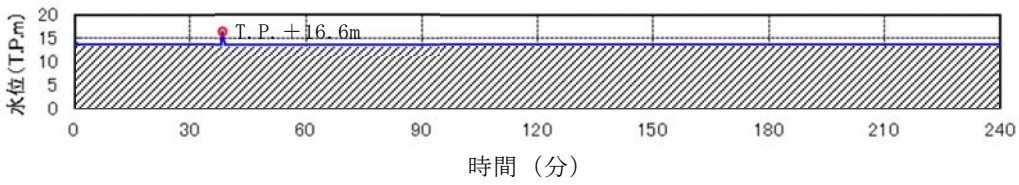
（防潮堤前面評価点　敷地前面東側）

［T.P.＋17.7m（37 分 30 秒）］※1 ＋ ［0.18m］※2 ＝ ［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）］※1 ＋ ［0.18m］※2 ＝ ［T.P.＋16.78m］ ＜ ［T.P.＋16.8m］

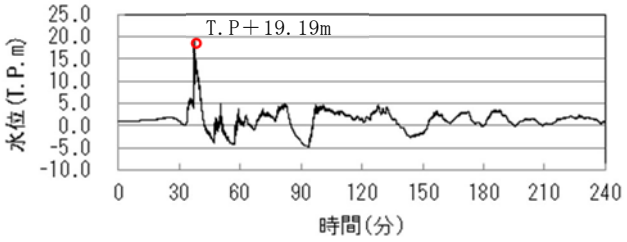


※1　朔望平均満潮位 T.P.＋0.61m，2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m 及び津波波源モデルの活動による地殻変動量（沈降）0.31m を考慮している。
※2　潮位のばらつきを示す。
※3　朔望平均満潮位 T.P.＋0.61m，2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m，津波波源モデルの活動による地殻変動量（沈降）0.31m 及び潮位のばらつき＋0.18m を考慮している。
※4　朔望平均干潮位－0.81m，2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m 及び潮位のばらつき－0.16m を考慮している。
※5　2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）を示す。

第 1.6-2 図　入力津波の時刻歴波形（1／3）

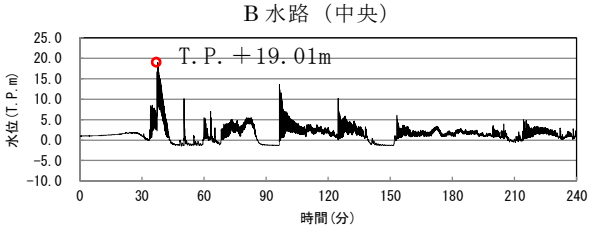
（取水ピット　上昇側）

［T.P.＋19.19m（37 分 25 秒）］※3　＜　［T.P.＋19.2m］



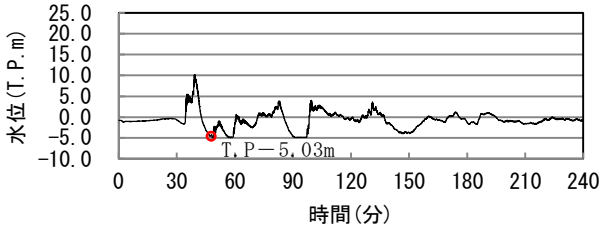
（放水路ゲート設置箇所　上昇側）

［T.P.＋19.01m（37 分 42 秒）］※3　＜　［T.P.＋19.1m］



（取水ピット　下降側）

［T.P.－5.03m（48 分 21 秒）］※4　－　［0.2m］※5　＞　［T.P.－5.3m］

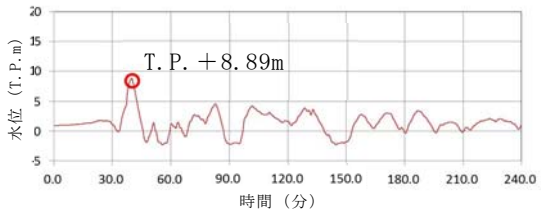


※1　朔望平均満潮位 T.P.＋0.61m，2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m 及び津波波源モデルの活動による地殻変動量（沈降）0.31m を考慮している。
※2　潮位のばらつきを示す。
※3　朔望平均満潮位 T.P.＋0.61m，2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m，津波波源モデルの活動による地殻変動量（沈降）0.31m 及び潮位のばらつき＋0.18m を考慮している。
※4　朔望平均干潮位－0.81m，2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m 及び潮位のばらつき－0.16m を考慮している。
※5　2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）を示す。

第 1.6-2 図　入力津波の時刻歴波形（2／3）

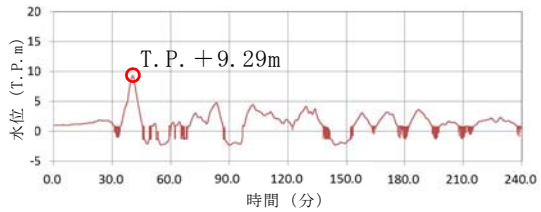
（ＳＡ用海水ピット　上昇側）

［T.P.＋8.89m（40 分 2 秒）］※3　＜　［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）］※3　＜　［T.P.＋9.3m］



※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　潮位のばらつきを示す。
※３　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－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　2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）を示す。

第 1.6-2 図　入力津波の時刻歴波形（3／3）

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

【規制基準における要求事項等】

敷地の特性に応じた津波防護の基本方針が敷地及び敷地周辺全体図，施設配置図等により明示されていること。

津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備等として設置されるものの概要が網羅かつ明示されていること。

【検討方針】

敷地の特性（敷地の地形，敷地周辺の津波の遡上，浸水状況等）に応じた津波防護の方針を敷地及び敷地周辺全体図，施設配置図等により明示する。また，敷地の特性に応じた津波防護（津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備等）の概要（外郭防護の位置及び浸水想定範囲の設定並びに内郭防護の位置及び浸水防護重点化範囲の設定等）について整理する（【検討結果】(1)　敷地の特性に応じた津波防護の基本方針及び【検討結果】(2)　敷地の特性に応じた津波防護の概要参照）。

【評価結果】

(1)　敷地の特性に応じた津波防護の基本方針

敷地の特性（敷地の地形，敷地周辺の津波の遡上，浸水状況等）に応じた津波防護の基本方針は以下のとおり。

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

入させない設計とする（2.2　敷地への浸水防止（外郭防護１）　【検討結果】参照)。

ｂ．取水・放水施設，地下部等において，漏水する可能性を考慮の上，漏水による浸水範囲を限定して，重要な安全機能への影響を防止できる設計とする（2.3　漏水による重要な安全機能への影響防止　【検討結果】参照)。

ｃ．以上のａ．及びｂ．に示す方針のほか，設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画については，浸水防護を行うことにより，津波による影響等から隔離可能な設計とする（2.4　重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）　【検討結果】参照)。

ｄ．水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響を防止できる設計とする(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　【検討結果】参照)。

ｅ．津波監視設備については，入力津波に対して津波監視機能が保持できる設計とする（2.6　津波監視設備　【検討結果】参照)。

(2)　敷地の特性に応じた津波防護の概要

設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画としては，原子炉建屋，タービン建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋を設置しており，T.P.＋8m の敷地の地下部に常設代替高圧電源装置用カルバート，T.P.＋11m の敷地に常設代替高圧電源装置置場を設置する。設計基準対象施設の津波防護対象設備のうち屋外設備としては，海水ポンプ室，非常用海水系配管及び排気筒が該当することから，津波防護として以下の施設・設備を設置する。

ａ．遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とするため，外郭防護

として，敷地を取り囲む形で天端高さT.P.＋20m及びT.P.＋18mの防潮堤及び防潮扉を設置する。

b．取水路，放水路等の経路から流入させない設計とするため，外郭防護として，以下に示す施設を設置する（2.2　敷地への浸水防止（外郭防護１）　【検討結果】参照）。

・　取水路の経路から流入させない設計とするため，取水路点検用開口部に対して浸水防止蓋，海水ポンプグランドドレン排出口及び循環水ポンプ室の取水ピット空気抜き配管に対して逆止弁を設置する。

・　放水路の経路から流入させない設計とするため，放水路に対して放水路ゲート，放水路の点検用開口部（下流側）に対して浸水防止蓋を設置する。

・　重大事故等対処施設として設置するＳＡ用海水ピット及び緊急用海水系の取水経路から流入させない設計とするため，ＳＡ用海水取水ピット開口部及び緊急用海水ポンプピット点検用開口部に対して浸水防止蓋，緊急用海水ポンプグランドドレン排出口及び緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口に対して逆止弁を設置する。

・　その他構内排水路の経路から流入させない設計とするため，構内排水路に対して逆流防止設備を設置する。

また，防潮堤及び防潮扉の地下部を貫通する配管等の貫通部に対して止水処置を実施する（2.2　敷地への浸水防止（外郭防護１）　【検討結果】参照）。

c．敷地への浸水防止（外郭防護１）の対策において取水路，放水路等からの津波の流入の可能性のある経路に対して，漏水による重要な安全機能への影響はないため，新たに外郭防護（外郭防護２）としての対策は要しない（2.3　漏水による重要な安全機能への影響防止　【検討結果】

参照)。

ｄ．地震に起因する非常用海水系配管（戻り管）の損傷等による溢水が，浸水防護重点化範囲へ流入することを防止する設計とするため，内郭防護として，海水ポンプ室のケーブル点検口に対して浸水防止蓋，常設代替高圧電源装置用カルバートの立坑部の開口部に対して水密扉を設置するとともに，タービン建屋及び非常用海水系配管カルバートと隣接する原子炉建屋地下階の貫通部，海水ポンプ室の貫通部及び常設代替高圧電源装置用カルバート(立坑部)の貫通部に対して止水処置を実施する(2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護） 【検討結果】参照)。

また，同様に地震に起因する屋外タンクからの溢水が浸水防護重点化範囲へ流入することを防止するため，内郭防護として，海水ポンプ室のケーブル点検口に対して浸水防止蓋，常設代替高圧電源装置用カルバートの立坑部の開口部に対して水密扉を設置する。

ｅ．地震発生後，津波が発生した場合に，その影響を俯瞰的に把握するため，津波監視設備として，原子炉建屋屋上及び防潮堤天端に津波・構内監視カメラ，取水ピットに取水ピット水位計，取水口に潮位計を設置する（2.6 津波監視設備 【検討結果】参照)。

ｆ．以上のほか，引き波時の取水ピット水位の低下に対して，非常用海水ポンプの取水性を確保するため，津波防護施設として，取水口前面の海中に貯留堰を設置する(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 【検討結果】参照)。

第 2.1-1 表に各津波防護対策の設備分類と設置目的，第 2.1-1 図に敷地の特性に応じた津波防護の概要（外郭防護の位置，内郭防護の位置，浸水防護重点化範囲の設定等）を示す。また，添付資料９に津波防護対策設備

の位置付け，添付資料１に設計基準対象施設の津波防護対象設備とその配置を示す。

第 2.1-1 表　各津波防護対策の設備分類と設置目的（1／2）

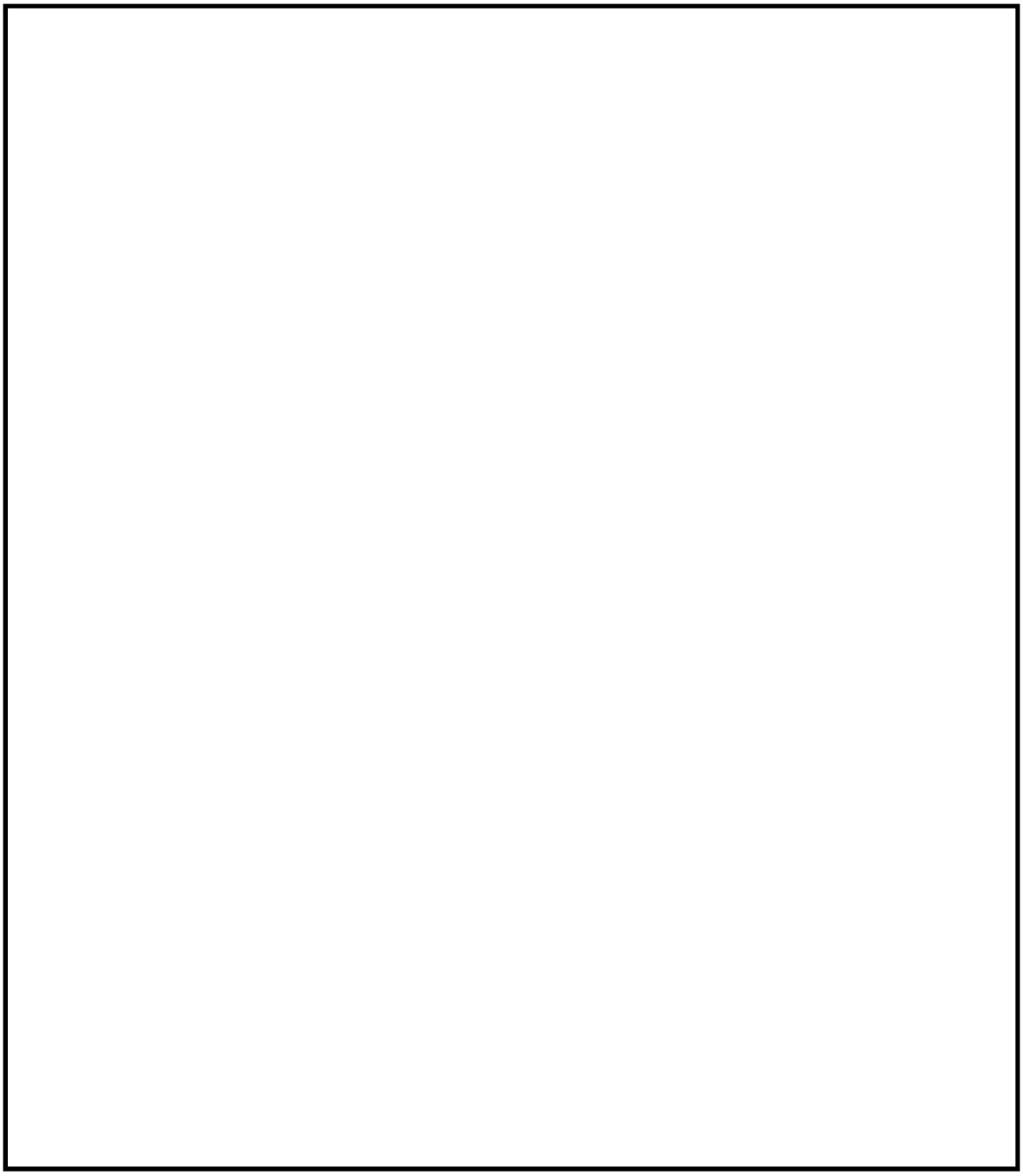
津波防護対策		設備分類	設置目的
防潮堤及び防潮扉		津波防護施設	・基準津波による遡上波が設計基準対象施設の津波防護対象設備の設置された敷地に到達・流入することを防止する。
放水路ゲート			・放水路からの流入津波が放水路ゲート及び放水ピットの点検用開口部（上流側），放水ピット並びに放水ピット及び放水路に接続される配管貫通部を経由し，設計基準対象施設の津波防護対象設備の設置された敷地に流入することを防止する。
構内排水路逆流防止設備			・構内排水路からの流入津波が集水枡及び排水管を経由し，設計基準対象施設の津波防護対象設備の設置された敷地に流入することを防止する。
貯留堰			・引き波時において，非常用海水ポンプによる補機冷却に必要な海水を確保し，非常用海水ポンプの機能を保持する。
取水路	取水路点検用開口部浸水防止蓋	浸水防止設備	・取水路からの流入津波が取水路の点検用開口部を経由し，海水ポンプ室側壁外側に流入することを防止することにより，隣接する海水ポンプ室への浸水を防止する。
海水ポンプ室	海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁		・取水路からの流入津波が海水ポンプグランドドレン排出口を経由し，海水ポンプ室に流入することを防止する。
	海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋		・地震による非常用海水系配管（戻り管）の損傷及び屋外タンクからの溢水がケーブル点検口を経由し，海水ポンプ室に流入することを防止する。
	貫通部止水処置		・地震による循環水ポンプ内の循環水系等配管の損傷に伴う溢水が，貫通部を経由して隣接する海水ポンプ室に流入することを防止する。
循環水ポンプ室	取水ピット空気抜き配管逆止弁		・取水路からの流入津波が取水ピット空気抜き配管を経由し，循環水ポンプ室に流入することを防止することにより，隣接する海水ポンプ室への浸水を防止する。
放水路	放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋		・放水路からの流入津波が放水路ゲートの点検用開口部（下流側）を経由し，設計基準対象施設の津波防護対象設備の設置された敷地に流入することを防止する。
ＳＡ用海水ピット	ＳＡ用海水ピット開口部浸水防止蓋		・海水取水路からの流入津波がＳＡ用海水ピット開口部を経由し，設計基準対象施設の津波防護対象設備の設置された敷地に流入することを防止する。
緊急用海水ポンプ室	緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋		・緊急用海水取水管及び海水取水路からの流入津波が緊急用海水ポンプのグランドドレン排出口，緊急用海水ポンプ室の床ドレン排出口，点検用開口部を経由し，設計基準対象施設の津波防護対象設備の設置された敷地に流入することを防止する。
	緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁		
	緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁		

第 2.1-1 表　各津波防護対策の設備分類と設置目的（2／2）

<table>
<tr><th colspan="2">津波防護対策</th><th>設備分類</th><th>設置目的</th></tr>
<tr><td>防潮堤，防潮扉</td><td>貫通部止水処置</td><td rowspan="5">浸水防止設備</td><td>・防潮堤及び防潮扉を取り付けるコンクリート躯体下部の貫通部から設計基準対象施設の津波防護対象設備の設置された敷地に津波が流入することを防止する。</td></tr>
<tr><td>原子炉建屋境界</td><td>貫通部止水処置</td><td>・地震による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・配管の損傷に伴う溢水が，浸水防護重点化範囲に流入することを防止する。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">常設代替高圧電源装置用カルバート</td><td>常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉</td><td rowspan="2">・地震による非常用海水系配管（戻り管）の損傷及び屋外タンクからの溢水並びに津波が，浸水防護重点化範囲に流入することを防止する。</td></tr>
<tr><td>貫通部止水処置</td></tr>
<tr><td colspan="2">津波・構内監視カメラ
取水ピット水位計
潮位計</td><td>津波監視設備</td><td>・地震発生後，津波が発生した場合に，その影響を俯瞰的に把握する。</td></tr>
</table>

【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
- 浸水防止設備
- 津波監視設備
- 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 2.1-1 図　敷地の特性に応じた津波防護の概要（1／4）

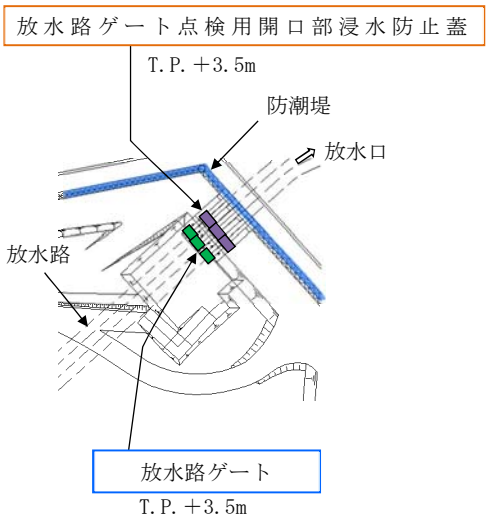
【凡例】

津波防護施設

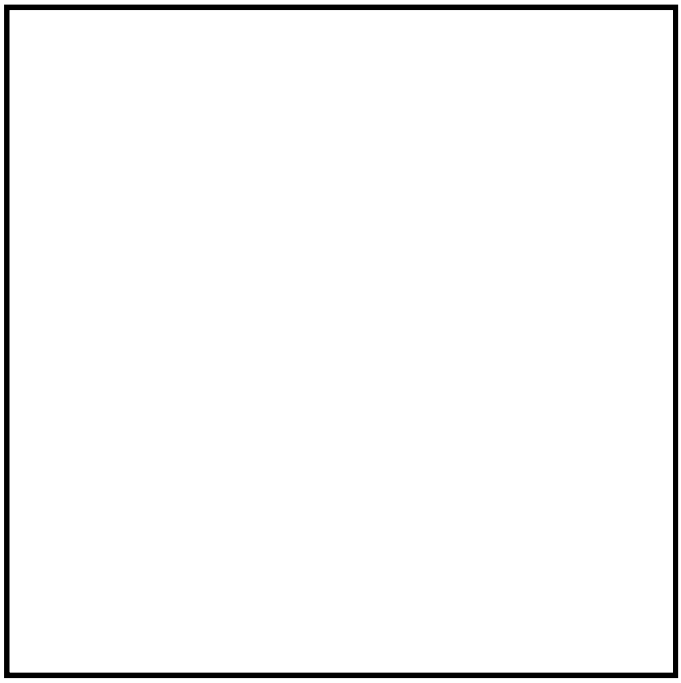
浸水防止設備

津波監視設備

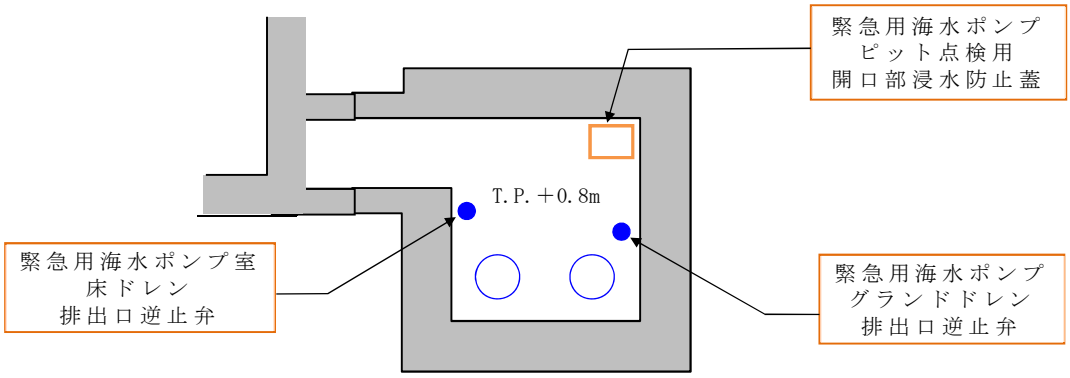
設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画



図❶（放水口周辺拡大図）



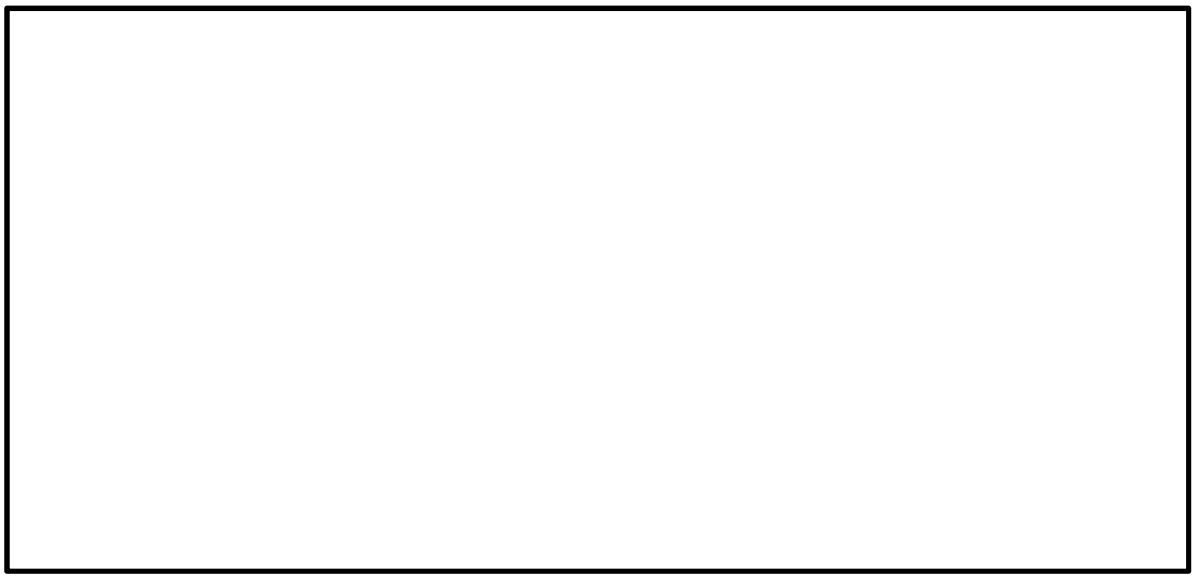
図❷（海水ポンプエリア周辺拡大図）



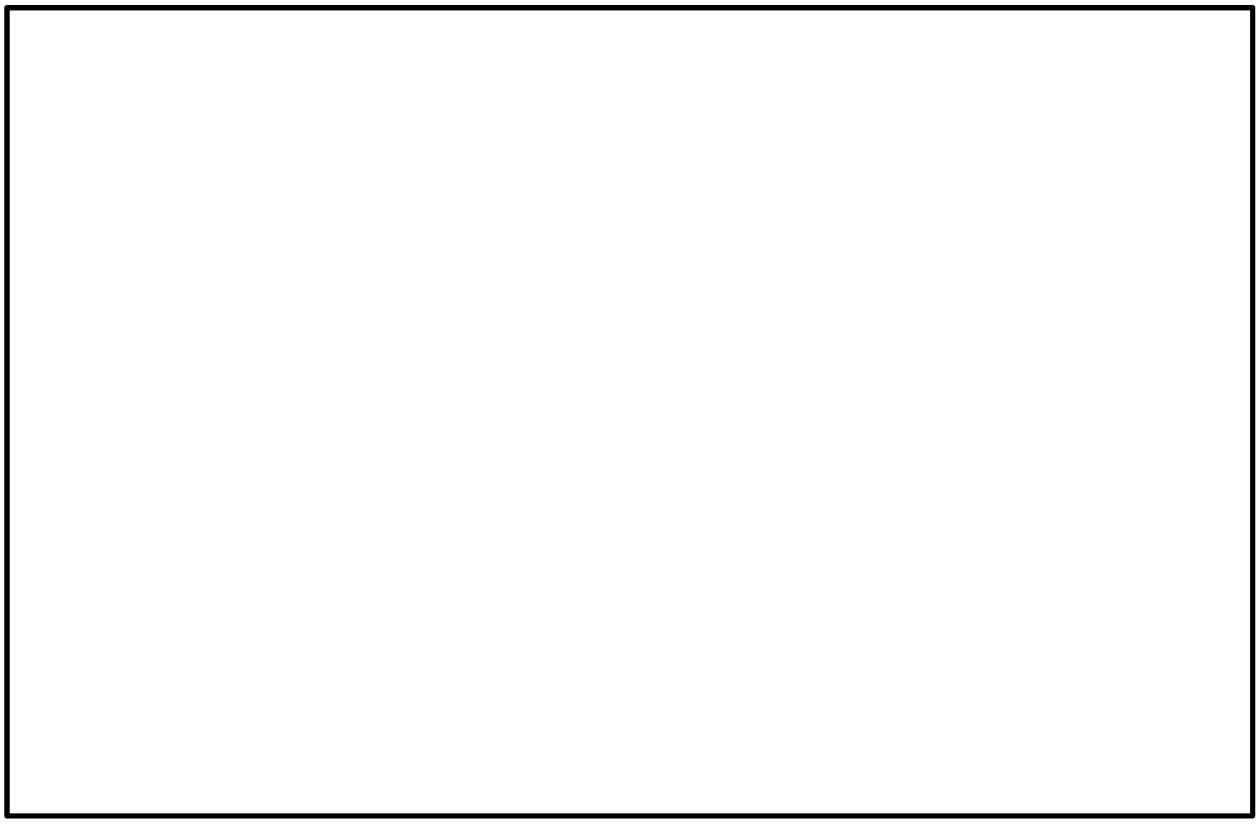
図❸（緊急用海水ポンプエリア周辺拡大図）

第 2.1-1 図　敷地の特性に応じた津波防護の概要（2／4）

【凡例】
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



（常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）拡大図）



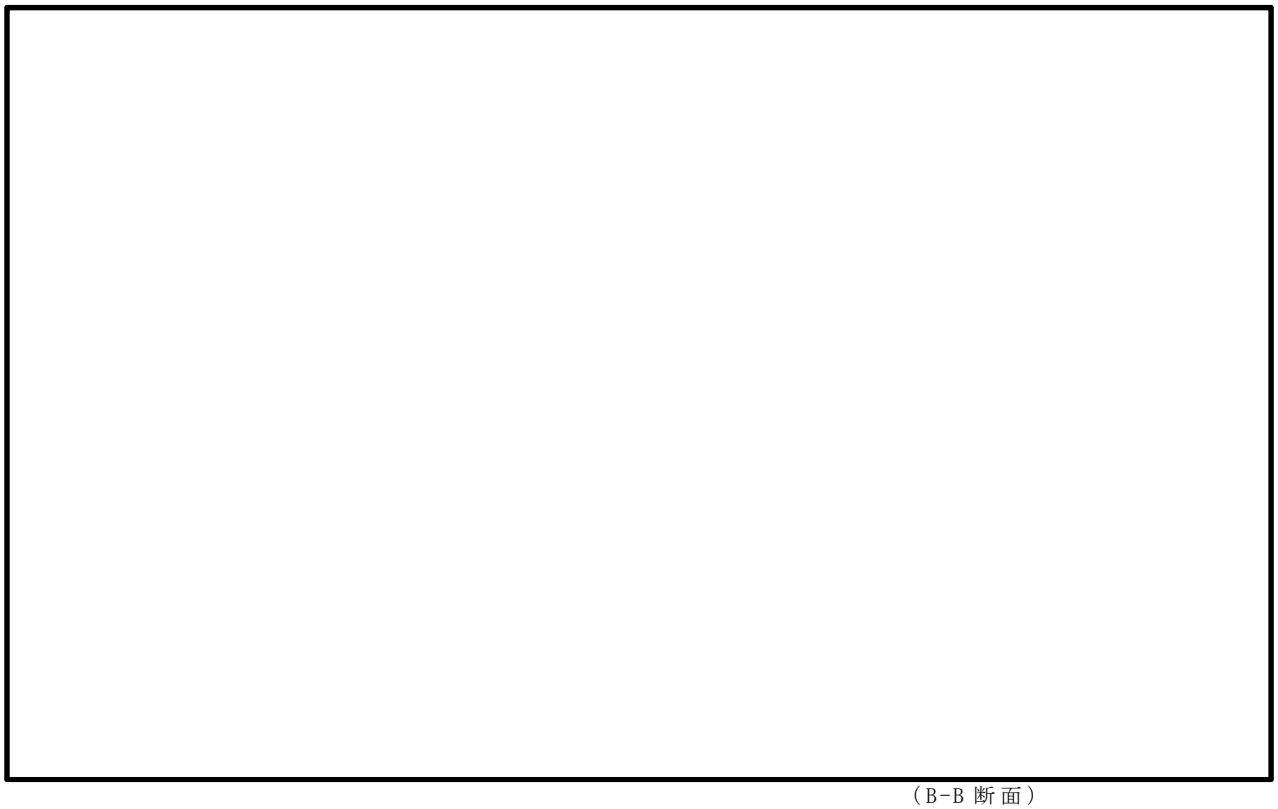
（常設代替高圧電源装置置場拡大図）
図❹（常設代替高圧電源装置置場及び常設代替高圧電源装置用カルバート拡大図）1/2

第 2.1-1 図　敷地の特性に応じた津波防護の概要（3／4）

【凡例】

浸水防止設備

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



（B-B 断面）

（常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部及びカルバート部）拡大図）

図❹（常設代替高圧電源装置置場及び常設代替高圧電源装置用カルバート拡大図）2/2

第 2.1-1 図　敷地の特性に応じた津波防護の概要（4／4）

2.2　敷地への浸水防止（外郭防護 1）

2.2.1　遡上波の地上部からの到達，流入の防止

【規制基準における要求事項等】

重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び重要な安全機能を有する屋外設備等は，基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置すること。

基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には，防潮堤等の津波防護施設，浸水防止設備を設置すること。

【検討方針】

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

具体的には，敷地高さ T.P.＋3m，T.P.＋8m（地下部を含む。），T.P.＋11m に設置されている設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画に対して，基準津波による遡上波が地上部から到達・流入しないことを確認する（【検討結果】 (1)　溯上波の地上部からの到達，流入の防止及び【検討結果】(2)　津波防護施設である防潮堤及び防潮扉の位置,仕様参照)。

【検討結果】

(1)　遡上波の地上部からの到達，流入の防止

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

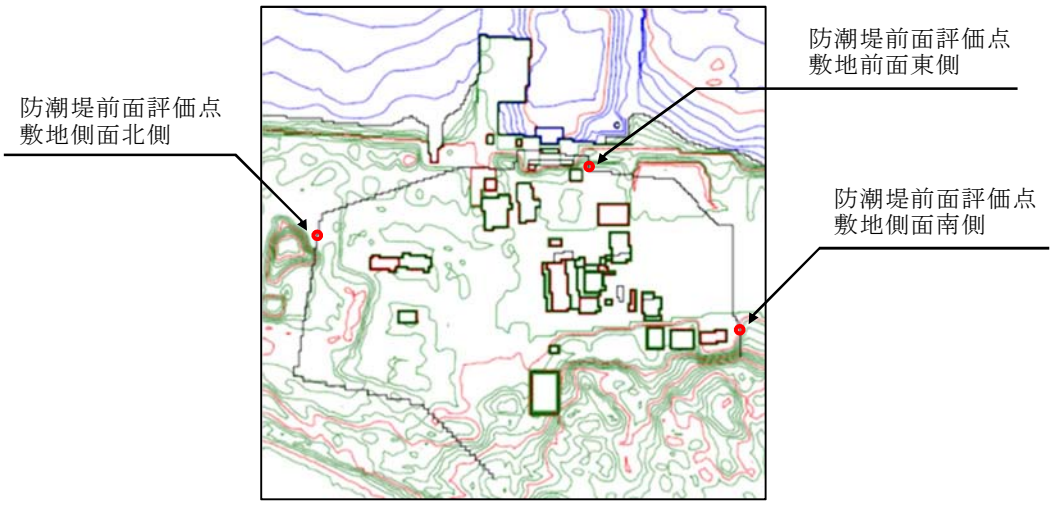
設計基準対象施設の津波防護対象設備（(津波防護施設，浸水防止設備及

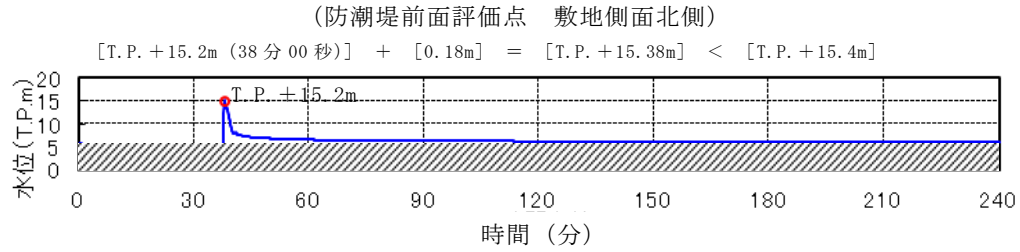
び津波監視設備を除く。）を内包する建屋及び区画として，海水ポンプ室はT.P.＋3mの敷地，原子炉建屋，タービン建屋，使用済燃料乾式貯蔵建屋及び排気筒はT.P.＋8mの敷地，非常用海水系配管はT.P.＋3mの敷地の海水ポンプ室からT.P.＋8mの原子炉建屋にかけて敷設されている。また，常設代替高圧電源装置用カルバートを T.P.＋8m の敷地の地下部，常設代替高圧電源装置置場をT.P.＋11mの敷地に設置することとしている。

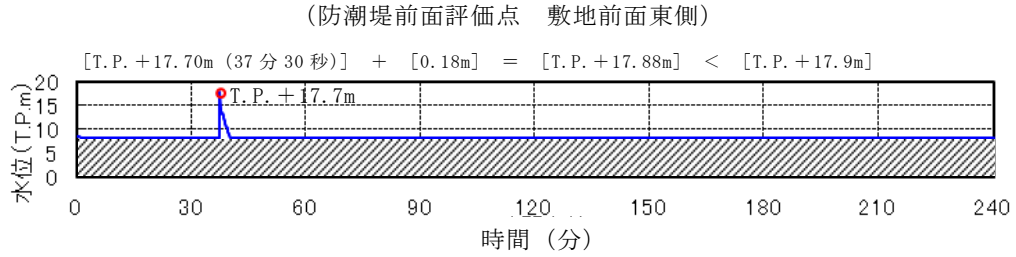
これに対し，防潮堤位置における入力津波高さは，「1.6　設計又は評価に用いる入力津波」において示したとおり，潮位のばらつき及び入力津波の数値計算上の不確かさを考慮した値として，敷地区分毎に敷地側面北側でT.P.＋15.4m,敷地前面東側でT.P.＋17.9m,敷地側面南側でT.P.＋16.8mであるため，基準津波による遡上波が地上部から到達，流入する。

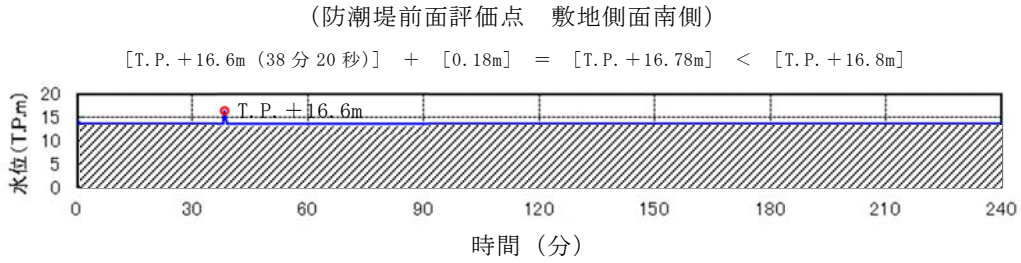
このため，外郭防護として，敷地を取り囲む形で津波防護施設である防潮堤を設置する。また，防潮堤の敷地側面南側の鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁及び敷地前面東側の鉄筋コンクリート防潮壁の2箇所に防潮扉を設置する。設置する防潮堤の天端高さは，敷地前面東側で T.P.＋20m，敷地側面北側及び敷地側面南側で T.P.＋18m であり，参照する裕度＋0.65m を考慮しても，基準津波による遡上波は地上部から到達，流入しない。

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

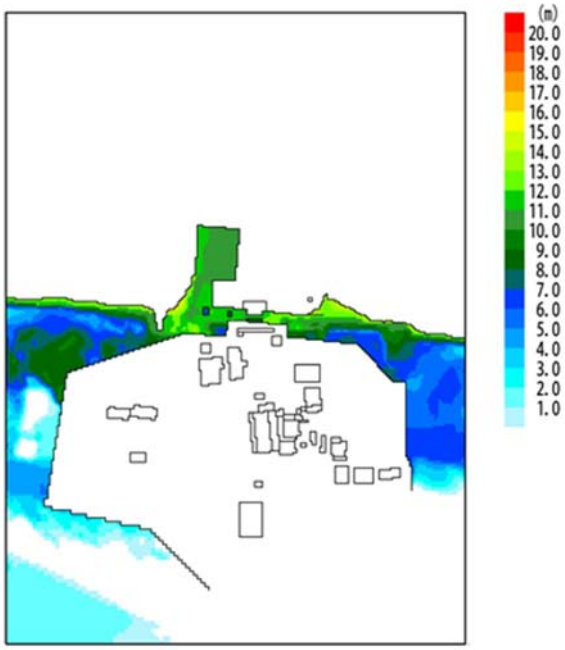








第 2.2-1 図　防潮堤前面における上昇側水位（入力津波）の時刻歴波形



第 2.2-2 図　基準津波による最大浸水深分布

第 2.2-1 表　地上部からの到達，流入評価結果

	敷地区分	入力津波高さ※1 (T.P.＋m)	状　況	評価
設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画 ・原子炉建屋 ・タービン建屋 ・使用済燃料乾式貯蔵建屋 ・常設代替高圧電源装置置場 ・常設代替高圧電源装置用カルバート ・排気筒 ・海水ポンプ室 ・非常用海水系配管	敷地側面北側	15.4	入力津波高さに対して，参照する裕度※2を考慮した T.P.＋18m の防潮堤を設置する	防潮堤の設置により，基準津波による遡上波が地上部から到達・流入しない
	敷地前面東側	17.9	入力津波高さに対して，参照する裕度※2を考慮した T.P.＋20m の防潮堤を設置する	
	敷地側面南側	16.8	入力津波高さに対して，参照する裕度※2を考慮した T.P.＋18m の防潮堤を設置する	

※1　潮位のばらつき（＋0.18m）を考慮した入力津波高さ

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

(2)　津波防護施設である防潮堤及び防潮扉の位置，仕様（構造形式）

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

ａ．防潮堤及び防潮扉の位置及び区分

防潮堤及び防潮扉の位置及び区分は以下のとおりである。

(a)　防潮堤は，設計基準対象施設の津波防護対象設備（(津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）の設置される敷地を含め，敷地を取り囲む形で設置する。また，防潮堤の敷地側面南側の鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁及び敷地前面東側の鉄筋コンクリート防潮壁の２箇所に防潮扉を設置する。

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

ｂ．防潮堤及び防潮扉の仕様（構造形式）

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

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

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

(c)　防潮堤の敷地側面南側の鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁及び敷地前面東側の鉄筋コンクリート防潮壁の２箇所に設置する防潮扉は，上下スライド式の鋼製扉である。また，防潮扉は，通常時は閉止運用を

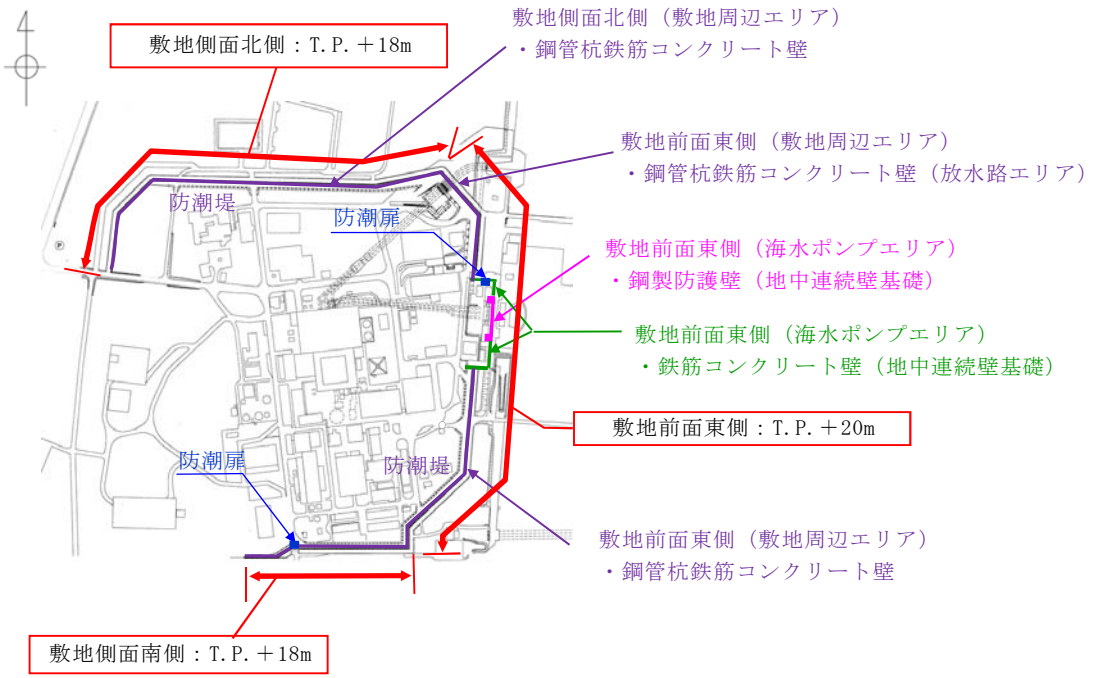
行う。

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

第 2.2-2 表　敷地区分・エリア区分毎の防潮堤の構造形式

敷地区分	エリア区分	構造形式		天端高さ（T.P.＋m）	防潮扉
		上部工	下部工		
敷地前面東側	海水ポンプエリア	鋼製防護壁（止水機構付）	地中連続壁基礎	20.0 （17.9）※	－
		鉄筋コンクリート壁			1 門
	敷地周辺エリア	鉄筋コンクリート壁（放水路エリア）			－
		鋼管杭鉄筋コンクリート壁	鋼管杭		－
敷地側面北側				18.0 （15.4）※	－
敷地側面南側				18.0 （16.8）※	1 門

※　（　）内は，潮位のばらつき（＋0.18m）を考慮した入力津波高さ



第 2.2-3 図　敷地区分・エリア区分毎の防潮堤配置図

2.2.2　取水路，放水路等の経路からの津波の流入防止

【規制基準における要求事項等】

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

特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止すること。

【検討方針】

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

特定した経路に対して，浸水対策を施すことにより津波の流入を防止する（【検討結果】(1)　敷地への津波の流入の可能性のある経路（流入経路）の特定及び【検討結果】(2)　各経路に対する確認結果参照）。

【検討結果】

(1)　敷地への津波の流入の可能性のある経路（流入経路）の特定

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

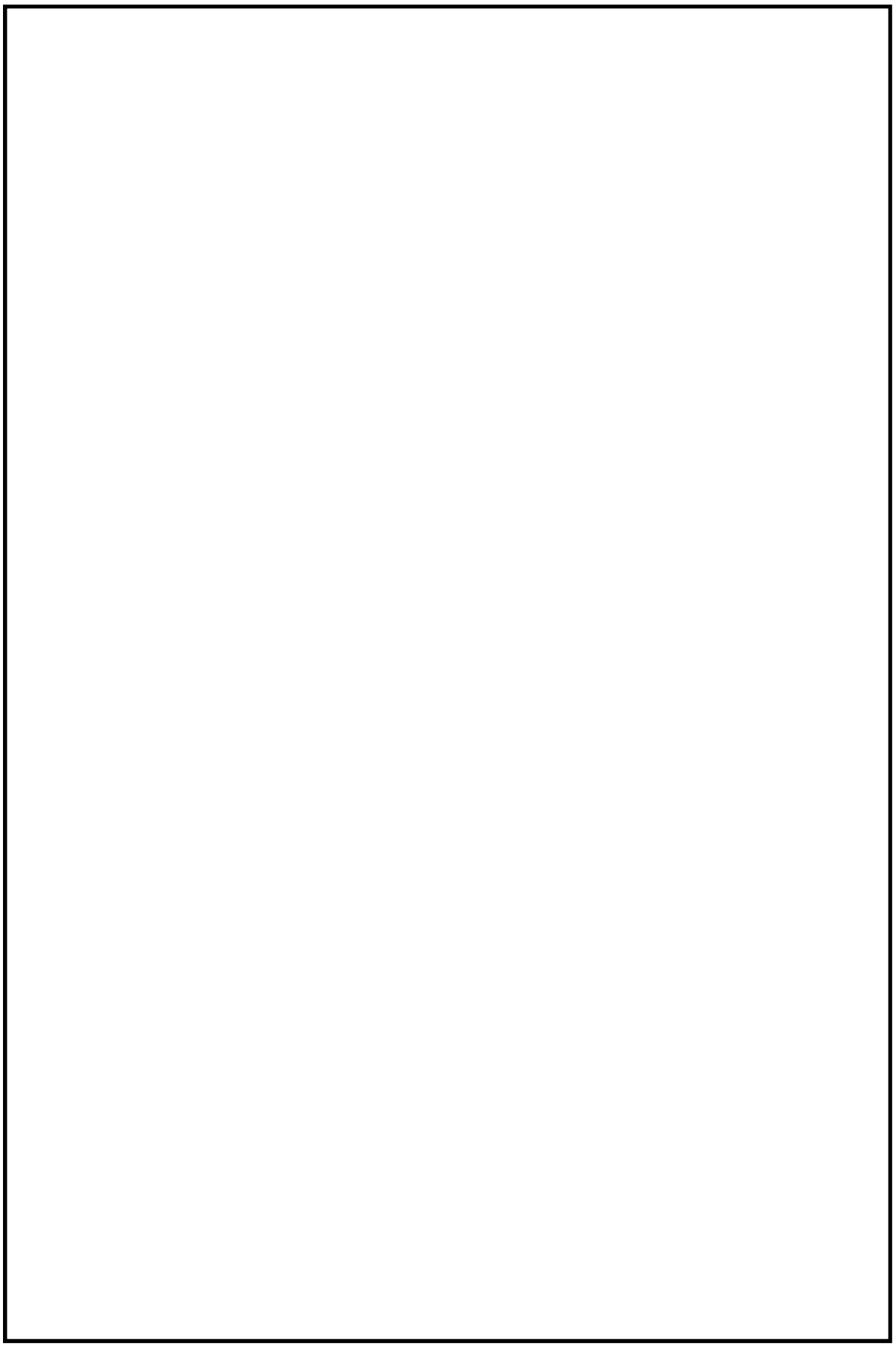
第 2.2-3 表に津波の流入経路の特定結果，第 2.2-4 図に取水路構造図（取水口～海水ポンプ室），第 2.2-5 図に海水引込み管及び緊急用海水取水管の構造図（ＳＡ用海水ピット取水塔～ＳＡ用海水ピット～緊急用海水ポンプピット），第 2.2-6 図に放水路の構造図，第 2.2-7 図に放水路ゲートの構造図，第 2.2-8 図に構内排水路の位置図，第 2.2-9 図に防潮堤及び防潮扉

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

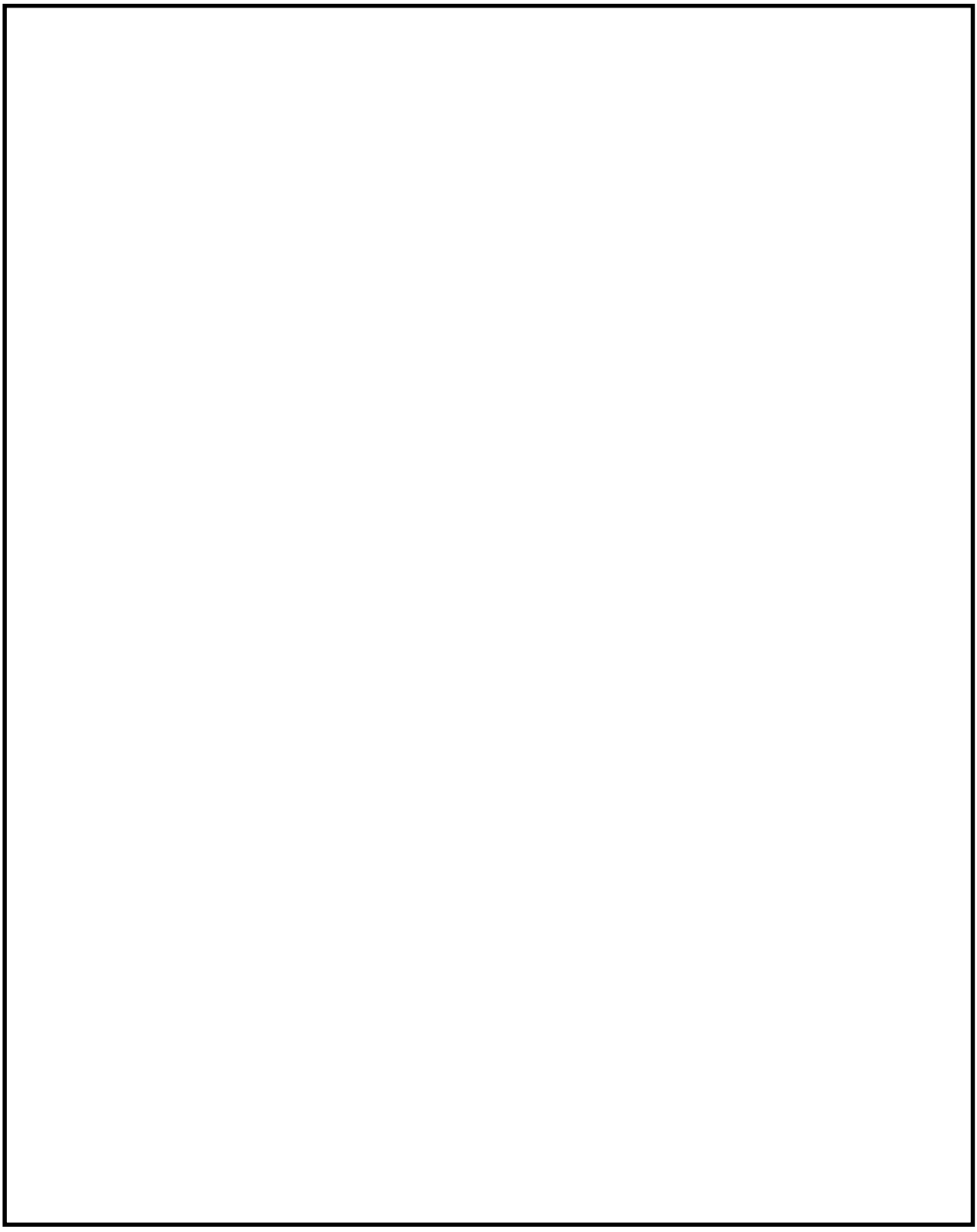
第 2.2-3 表　津波の流入経路特定結果

流入経路		流入箇所
a．取水路	(a)海水系	①取水路点検用開口部 ②海水ポンプグランドドレン排出口 ③非常用海水ポンプグランド減圧配管基礎フランジ貫通部 ④常用海水ポンプグランド減圧配管基礎フランジ貫通部 ⑤非常用海水ポンプ及び常用海水ポンプ据付面(スクリーン洗浄水ポンプ及び海水電解装置用海水ポンプ含む)
	(b)循環水系	①取水ピット空気抜き配管 ②循環水ポンプ据付面
b．海水引込み管※1	(a)海水系	①ＳＡ用海水ピット開口部
c．緊急用海水取水管※2	(a)海水系	①緊急用海水ポンプピット点検用開口部 ②緊急用海水ポンプグランドドレン排出口 ③緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口 ④緊急用海水ポンプ減圧配管基礎フランジ貫通部 ⑤緊急用海水ポンプ据付面
c．放水路	(a)海水系	①放水ピット上部開口部 ②放水路ゲート点検用開口部 ③海水配管（放水ピット接続部）
	(b)循環水系	①放水ピット上部開口部（c．(a)①と同じ） ②放水路ゲート点検用開口部（c．(a)②と同じ） ③循環水管（放水ピット接続部）
	(c)その他の排水管	①液体廃棄物処理系放出管 ②排ガス洗浄廃液処理設備放出管 ③構内排水路排水管
d．構内排水路		①集水枡及び排水管
e．その他		①防潮堤及び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） ②東海発電所（廃止措置中）取水路及び放水路

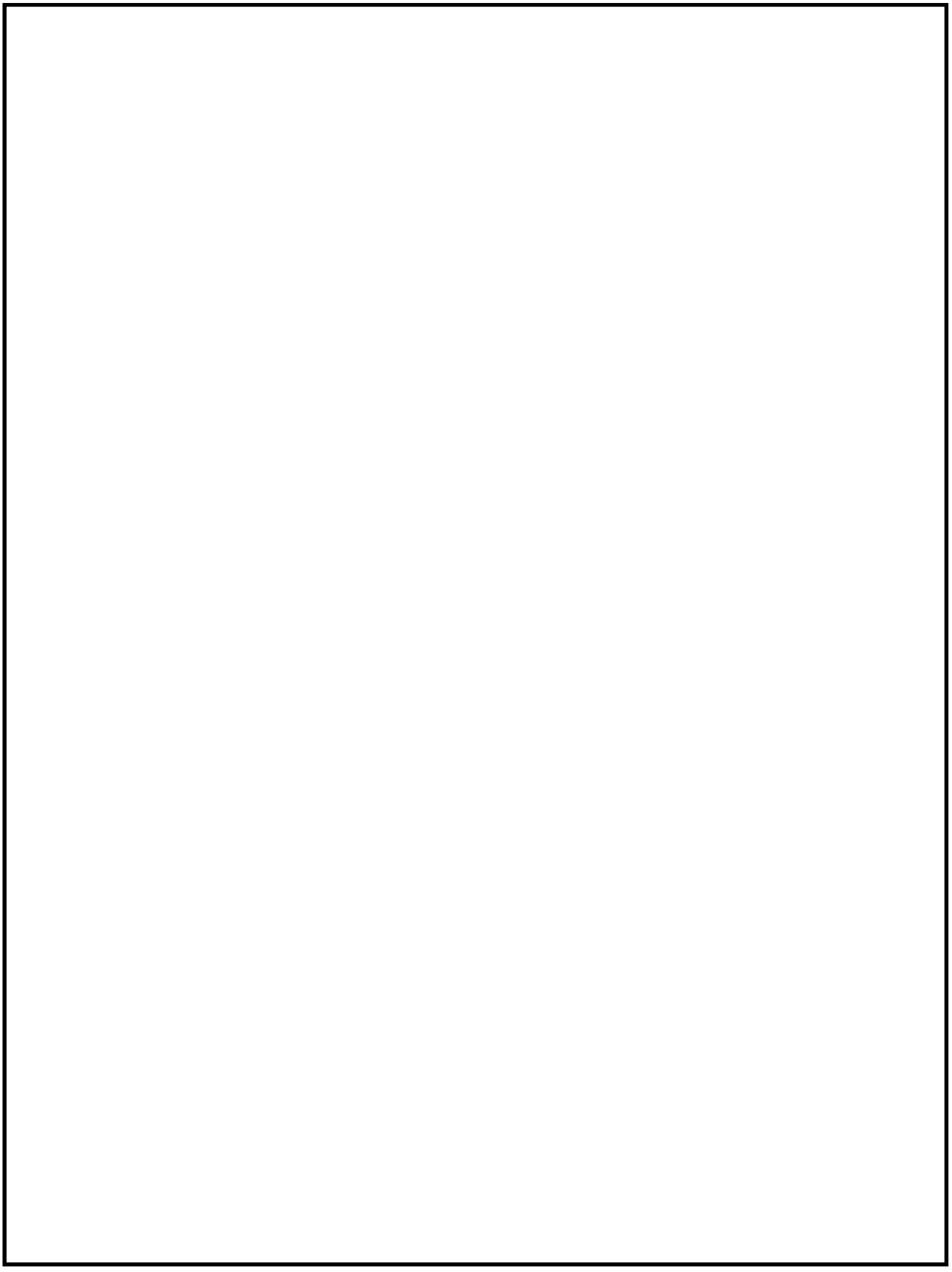
※１：重大事故等対処施設として設置するＳＡ用海水ピット及び緊急海水系の取水路
※２：重大事故対処設備として設置する緊急用海水系の取水路



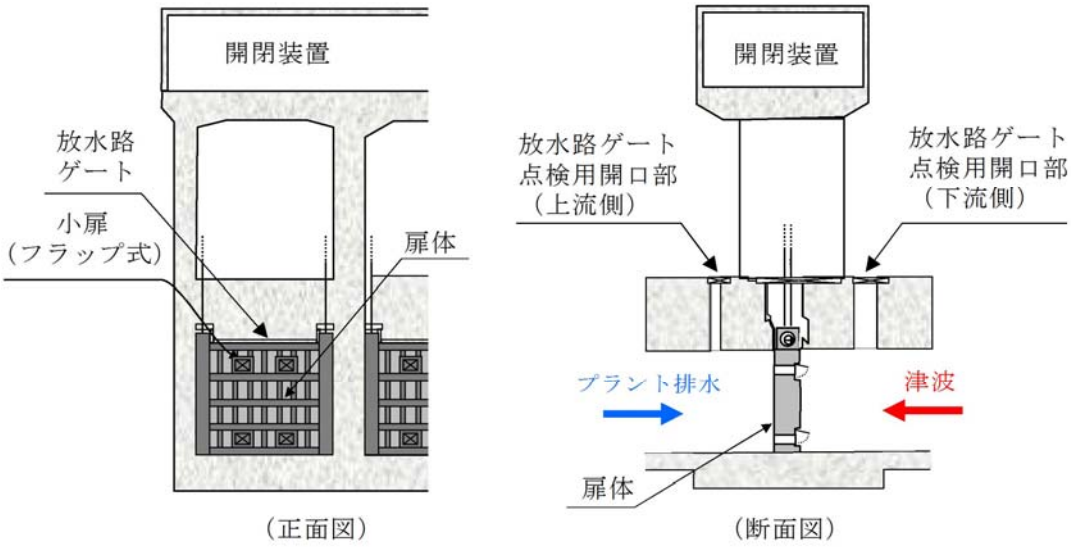
第 2.2-4 図　取水路構造図（取水口～海水ポンプ室）



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

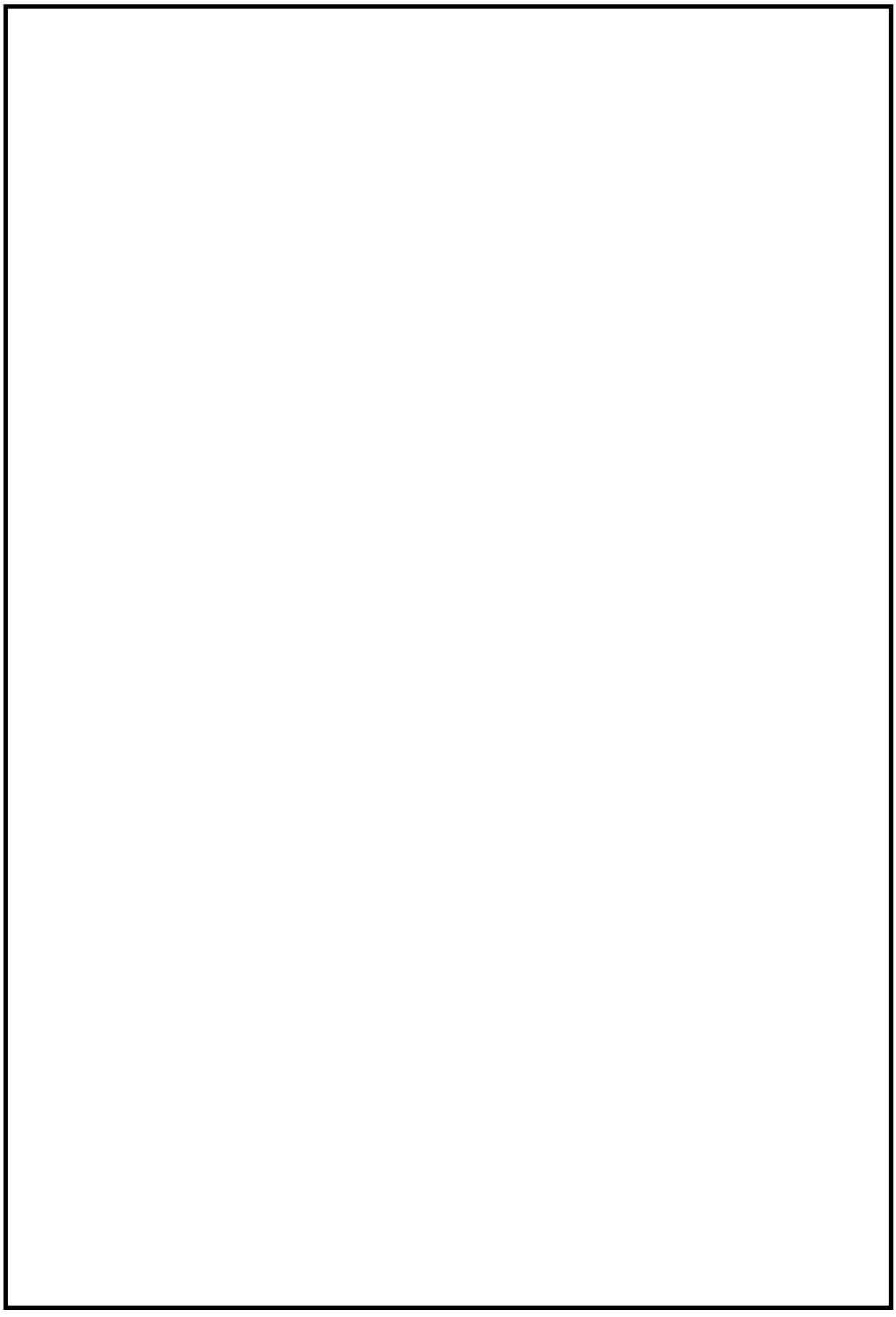


第 2.2-6 図　放水路構造図

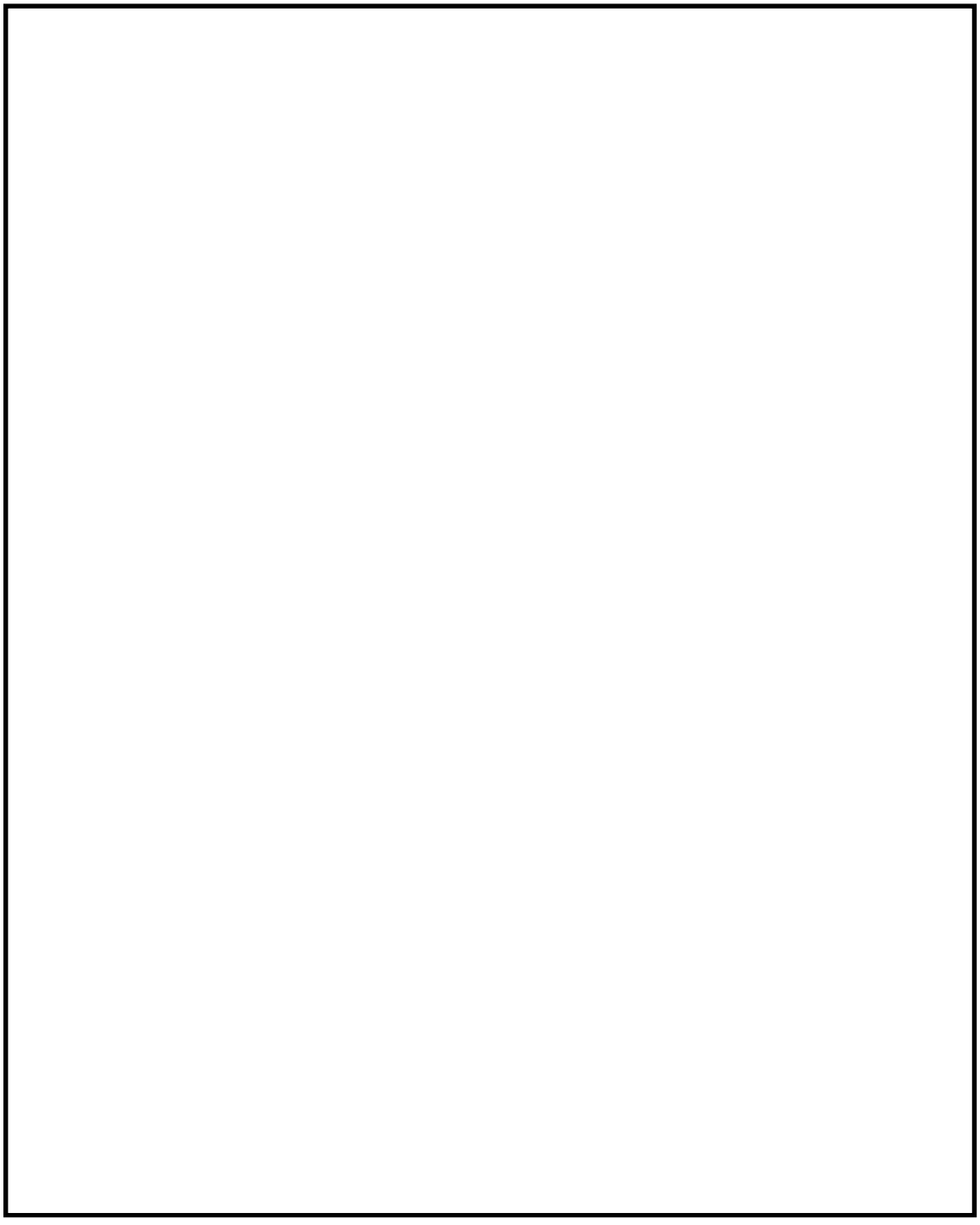


第 2.2-7 図　放水路ゲート構造図

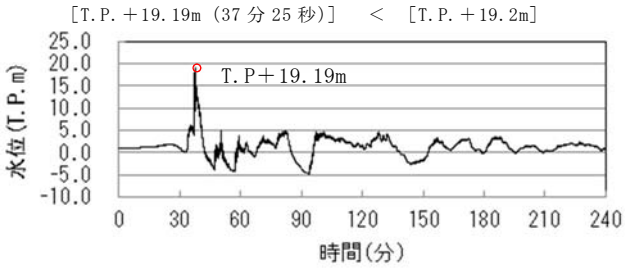
第 2.2-8 図　構内排水路位置図



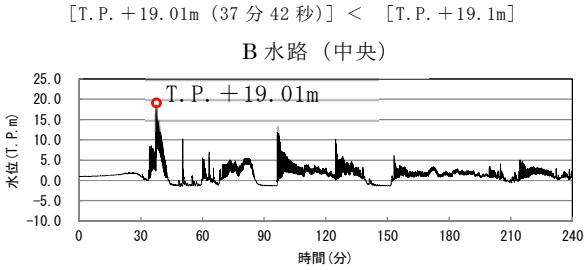
第 2.2-9 図　防潮堤及び防潮扉の地下部を貫通する配管等の貫通部等位置図



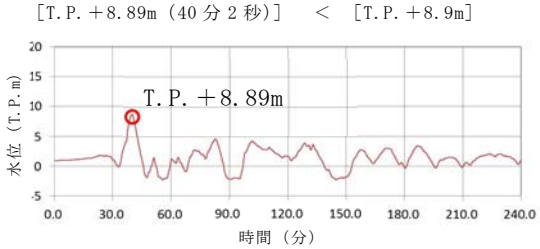
第 2.2-10 図　各経路の浸水評価に用いる入力津波の設定位置



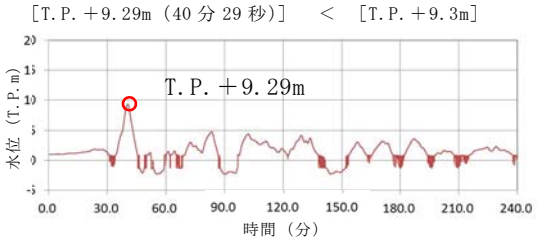
取水ピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形



放水路ゲート設置箇所における上昇側の入力津波の時刻歴波形



ＳＡ用海水ピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形



緊急用海水ポンプピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形

第2.2-11図　各経路の浸水評価に用いる入力津波の時刻歴波形

(2)　各経路に対する確認結果

a．取水路からの流入経路について

(a)　海水系

ⅰ)　取水路点検用開口部

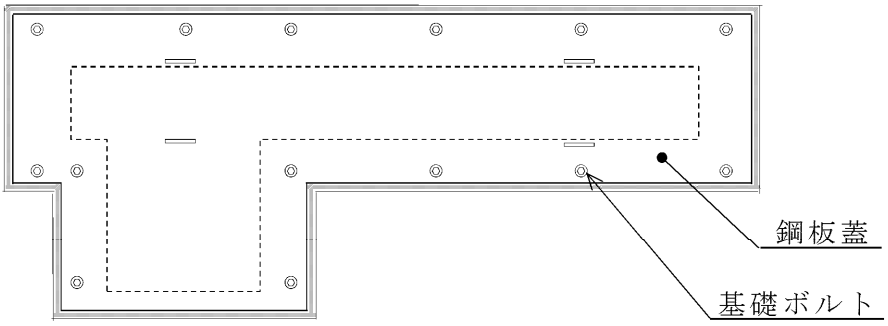
取水路点検用開口部は，取水口から取水ピットに至る取水路の経路のうち，防潮堤と海水ポンプ室の間に位置する点検用開口部であり，取水路の 10 区画に対してそれぞれ設置され，開口部の上端高さは T.P.＋3.31m である。これに対し，取水ピットの上昇側の入力津波高さは T.P.＋19.2m であるため，取水路を経由した津波が取水路点検用開口部から非常用海水系配管設置エリアに流入する可能性がある。

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

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

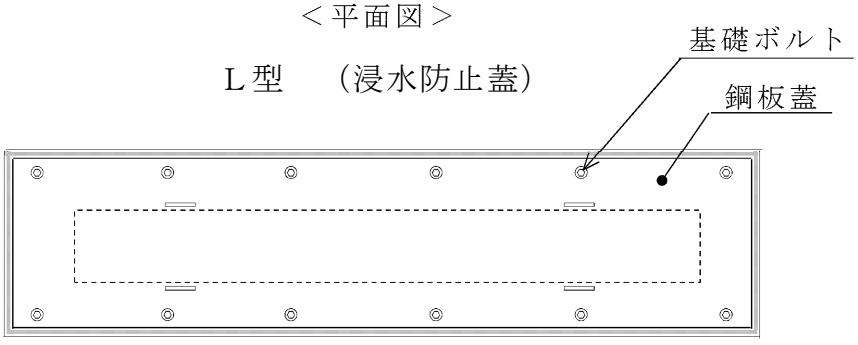
第 2.2-12 図に取水路点検用開口部の配置図，第 2.2-13 図に取水路点検用開口部浸水防止蓋の構造図を示す。

第 2.2-12 図　取水路点検用開口部浸水防止蓋配置図



＜平面図＞

L型　（浸水防止蓋）



＜平面図＞

I型　（浸水防止蓋）

第 2.2-13 図　取水路点検用開口部浸水防止蓋構造図

ⅱ） 海水ポンプグランドドレン排出口

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

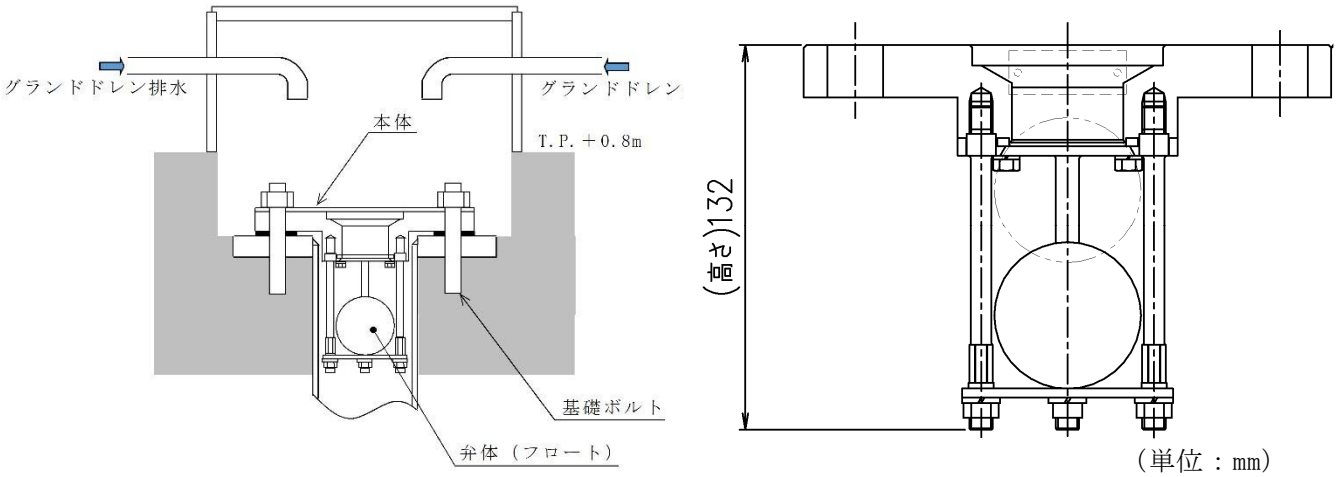
このため，海水ポンプグランドドレン排出口の開口部に対して逆止弁を設置し，海水ポンプ室への津波の流入を防止する。設置する逆止弁はドレン排出口がある床の上面にある取付座に逆止弁のフランジ部を基礎ボルトで取り付けて密着させる構造であるため，十分な水密性を有する。これにより，海水ポンプ室に津波が流入することはない。

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

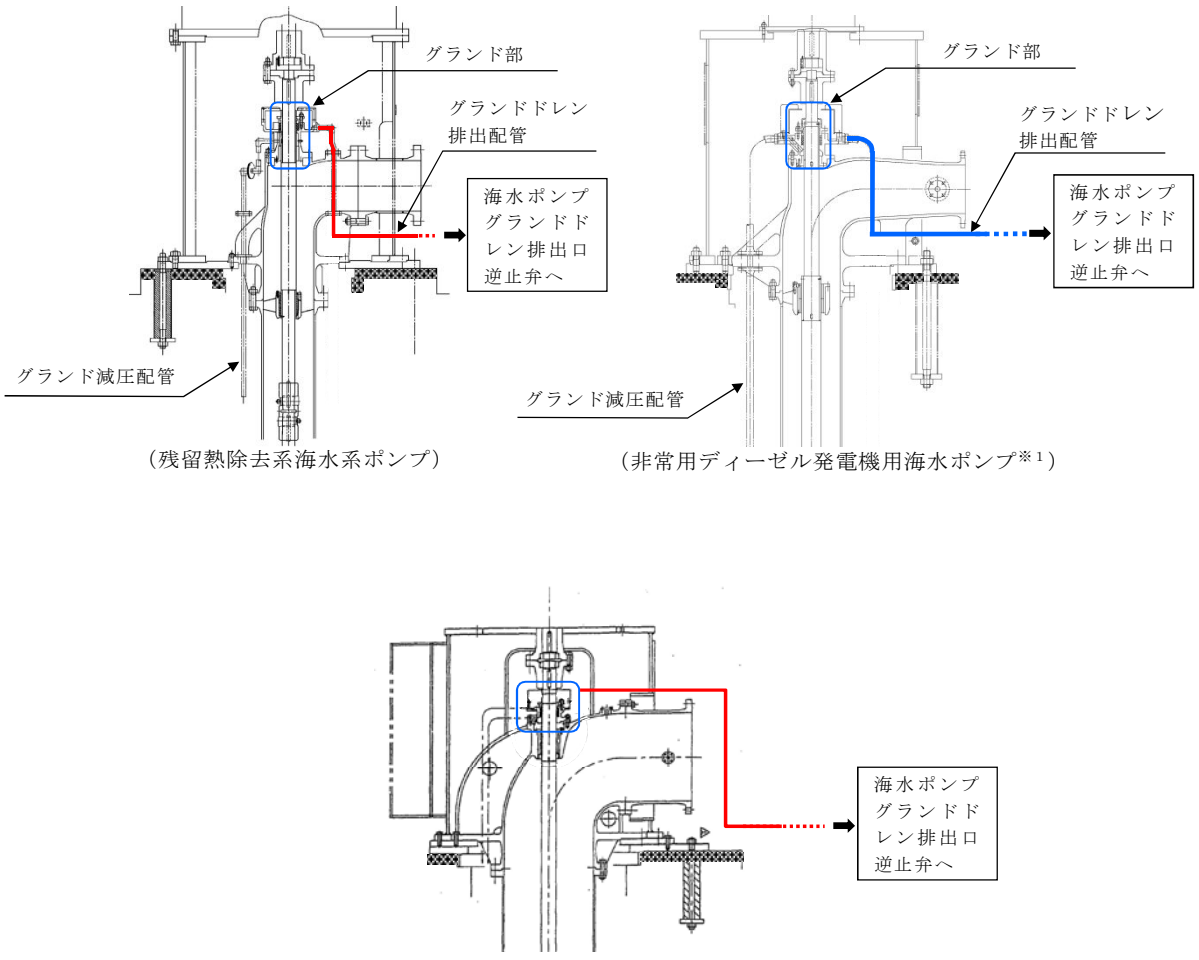
第 2.2-14 図に海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁並びに非常用海水ポンプ及び常用海水ポンプの配置図，第 2.2-15 図に海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の構造図，第 2.2-16 図に非常用海水ポンプ及び常用海水ポンプのグランド部の構造図を示す。

第 2.2-14 図　海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁及び

非常用海水ポンプ（常用海水ポンプ含む）配置図



第 2.2-15 図　海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁構造図

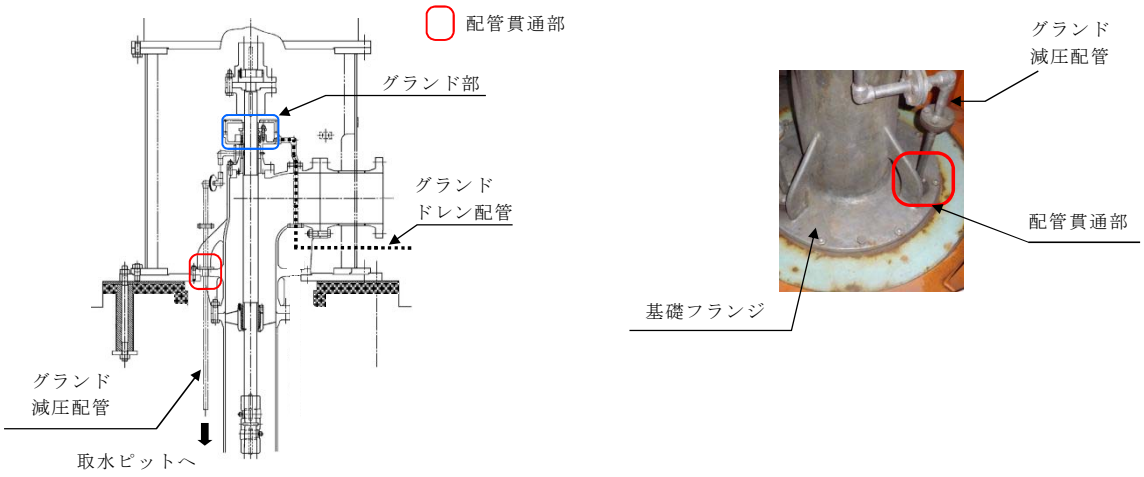


※1：高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプも同構造
注：常用海水ポンプには，取水ピットに接続するグランドドレン排出配管はない

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

iii） 非常用海水ポンプグランド減圧配管基礎フランジ貫通部

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



第 2.2-17 図　グランド減圧配管基礎フランジ貫通部

（残留熱除去系海水系ポンプの例）構造図

ⅳ） 常用海水ポンプグランド減圧配管基礎フランジ貫通部

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

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

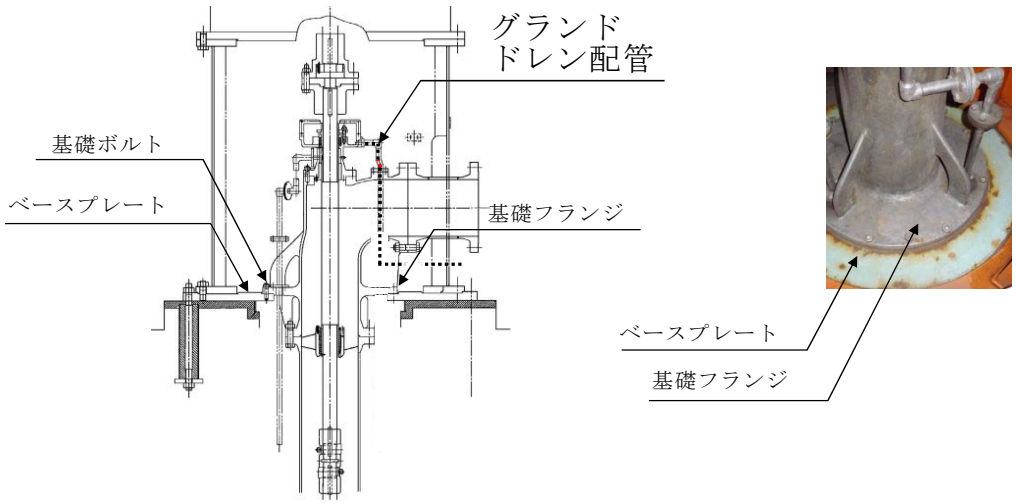
ⅴ） 非常用海水ポンプ，常用海水ポンプ据付面（スクリーン洗浄水ポンプ及び海水電解装置用海水ポンプ含む)

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

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

構造を示す。

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



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

vi） 取水ピット水位計据付面

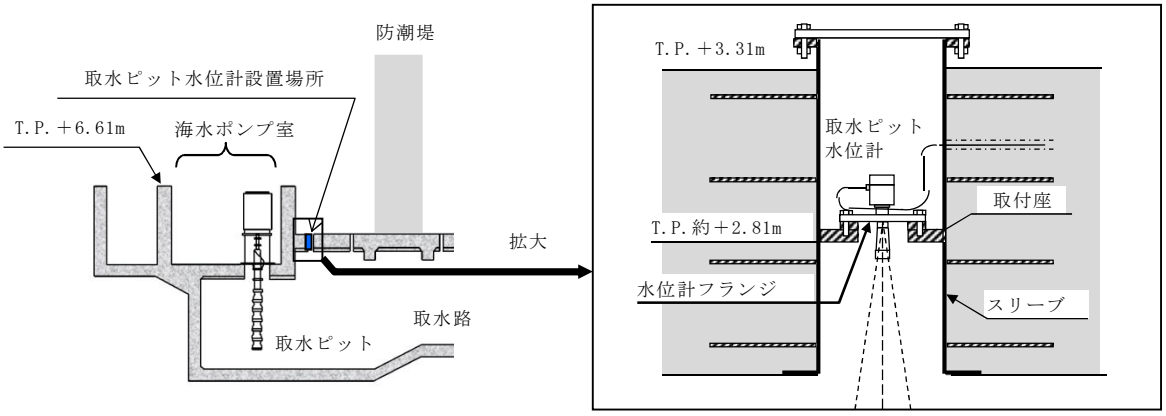
取水ピット水位計は，主に引き波時の取水ピットの下降側水位を監視するものであり，取水ピット上版に設置され，据付面の高さはT.P.約＋2.75m（水位計取付座下面）である。これに対し，取水ピットの上昇側の入力津波高さはT.P.＋19.2mであるため，取水路を経由した津波が取水ピット水位計据付面から非常用海水系配管エリアに流入する可能性がある。

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

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

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

第 2.2-20 図　取水ピット水位計配置図



第 2.2-21 図　取水ピット水位計据付面構造図

(b) 循環水系

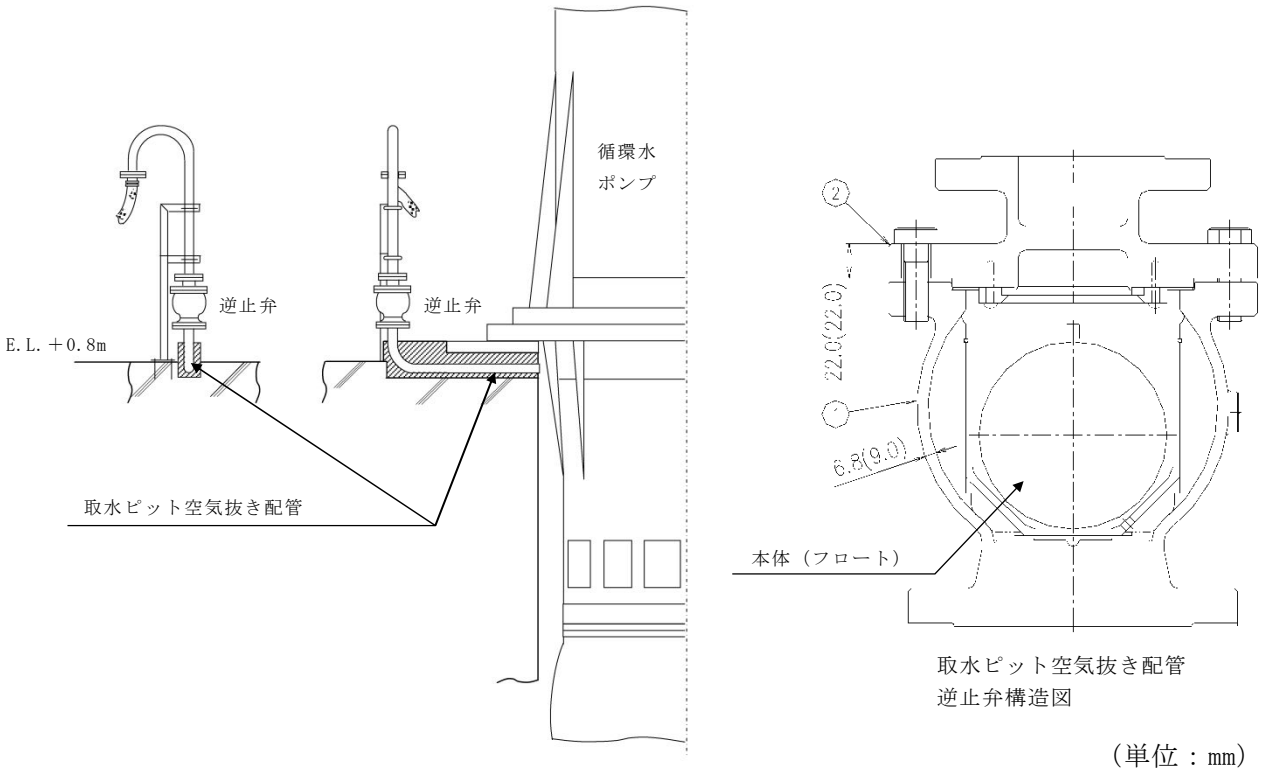
ⅰ) 取水ピット空気抜き配管

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

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

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

第 2.2-22 図　取水ピット空気抜き配管逆止弁配置図

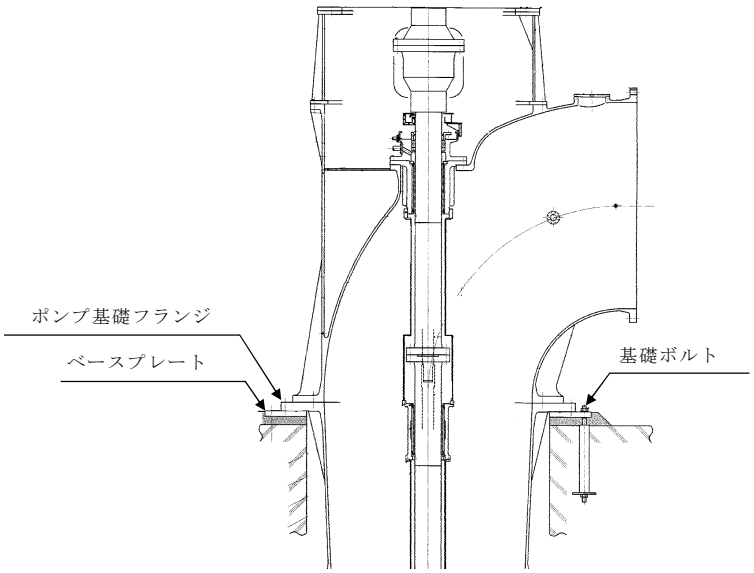


第 2.2-23 図　取水ピット空気抜き配管逆止弁構造図

ⅱ） 循環水ポンプ据付面

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

しかし，循環水ポンプ基礎フランジは，金属製のベースプレート上に設置され，基礎ボルトで密着させる構造となっている。このため，十分な水密性を有することから，据付面からの津波の流入はない。第2.2-24図に循環水ポンプ据付面構造図を示す（循環水ポンプの配置は第2.2-22図参照）。



第2.2-24図　循環水ポンプ据付面構造図

(c)　まとめ

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

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

第 2.2-4 表　取水路からの流入評価結果

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

b．海水引込み管からの流入経路について

(a) 海水系

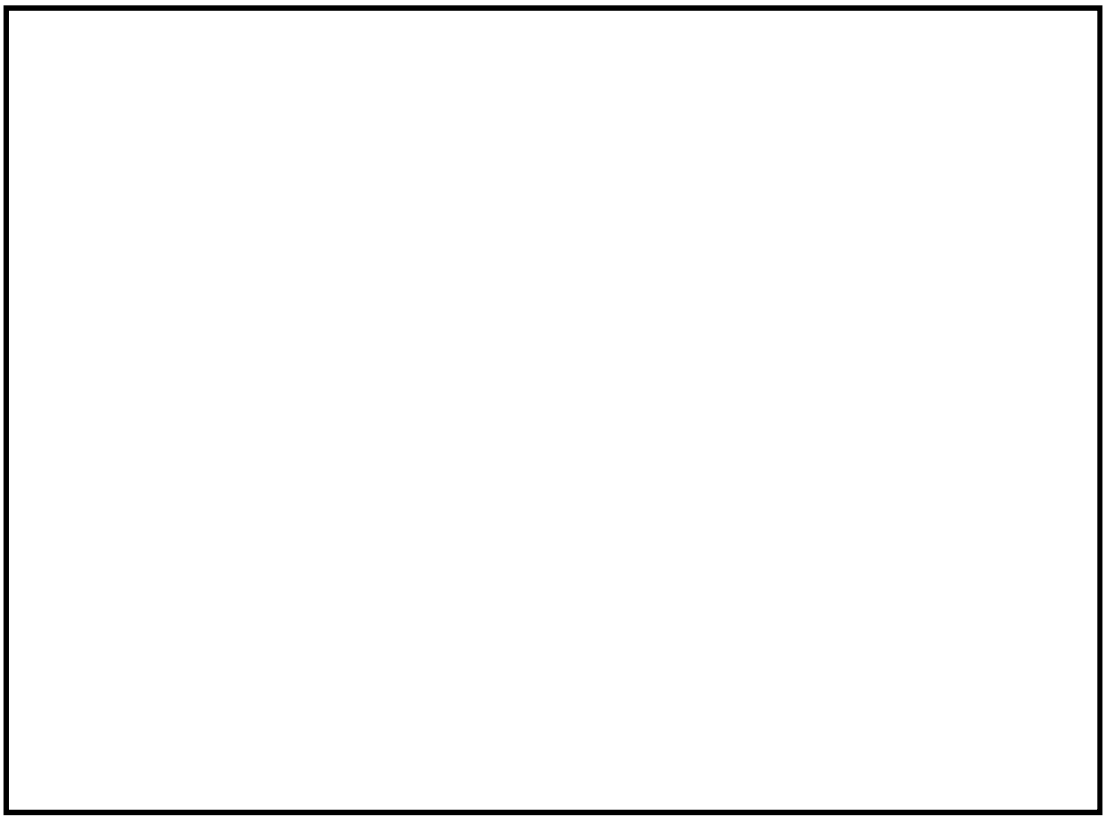
i） ＳＡ用海水ピット開口部

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

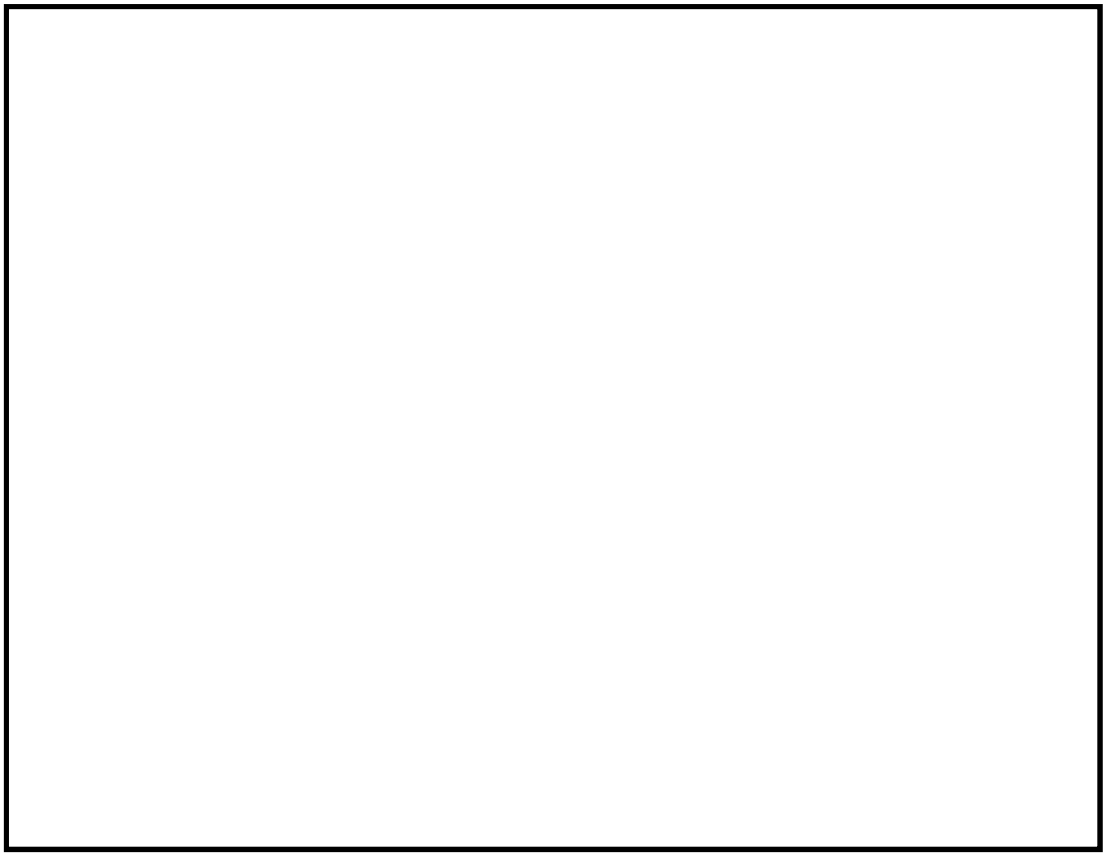
ＳＡ用海水ピット用の海水は，取水口前面の南側防波堤の内側のＳＡ用海水ピット取水塔から，海水引込み管を経由して当該ピットまで導かれるが，ＳＡ用海水ピット開口部高さT.P.＋7.3mに対し，ＳＡ用海水ピットの上昇側の入力津波高さはT.P.＋8.9mであるため，海水引込み管を経由した津波がＳＡ用海水ピット開口部から敷地に流入する可能性がある。

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

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



第 2.2-25 図　ＳＡ用海水ピット配置図



第 2.2-26 図　ＳＡ用海水ピット開口部浸水防止蓋構造図

(b)　まとめ

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

第 2.2-5 表　海水引込み管からの流入評価結果

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

ｃ．緊急用海水取水管からの流入経路について

(a)　海水系

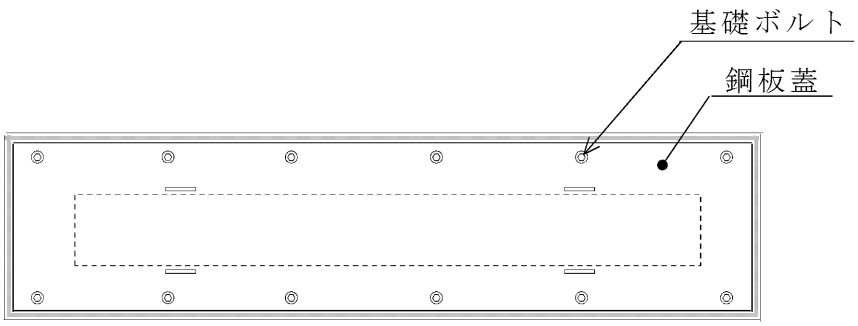
ｉ）　緊急用海水ポンプピット点検用開口部

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

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

このため，緊急用海水ポンプピット点検用開口部に対して浸水防止蓋を設置する。これにより，敷地に津波が流入することはない。なお，緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋は，通常時は閉止運用を行う。第 2.2-27 図に緊急用海水ポンプピット点検用開口部の配置図，第 2.2-28 図に緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋の概略構造図を示す。

第 2.2-27 図　緊急用海水ポンプピット点検用開口部配置図



＜平面図＞

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

(取水路点検用開口部浸水防止蓋の例)

ⅱ） 緊急用海水ポンプグランドドレン排出口

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

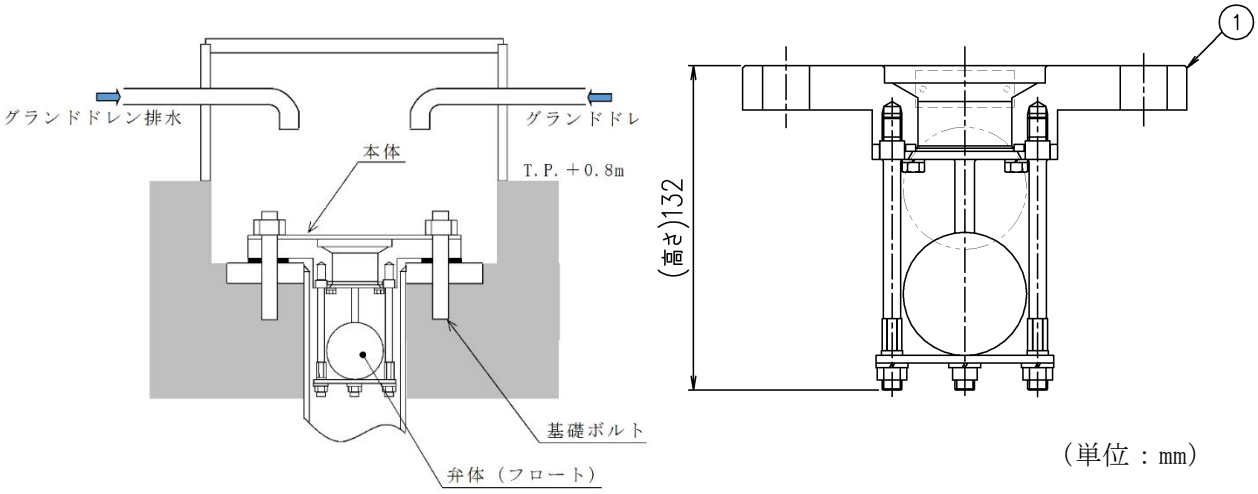
このため，緊急用海水ポンプグランドドレン排出口に対して逆止弁を設置し，緊急用海水ポンプ室への津波の流入を防止する。設置する逆止弁は，グランドドレン排出口がある床の上面にある取付座に逆止弁のフランジ部を基礎ボルトで取付け密着させる構造になっており，十分な水密性を有する。これにより，緊急用海水ポンプ室に津波が流入することはない。

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

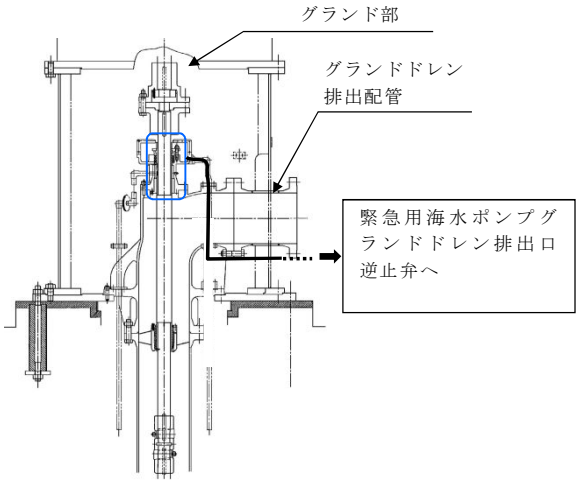
第 2.2-29 図に緊急用海水ポンプグランドドレン排水口及び緊急用海水ポンプの配置図，第 2.2-30 図に緊急用海水ポンプグランド

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

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



第 2.2-30 図　緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁構造図



第 2.2-31 図　緊急用海水ポンプグランド部構造図

（残留熱除去系海水系ポンプの例）

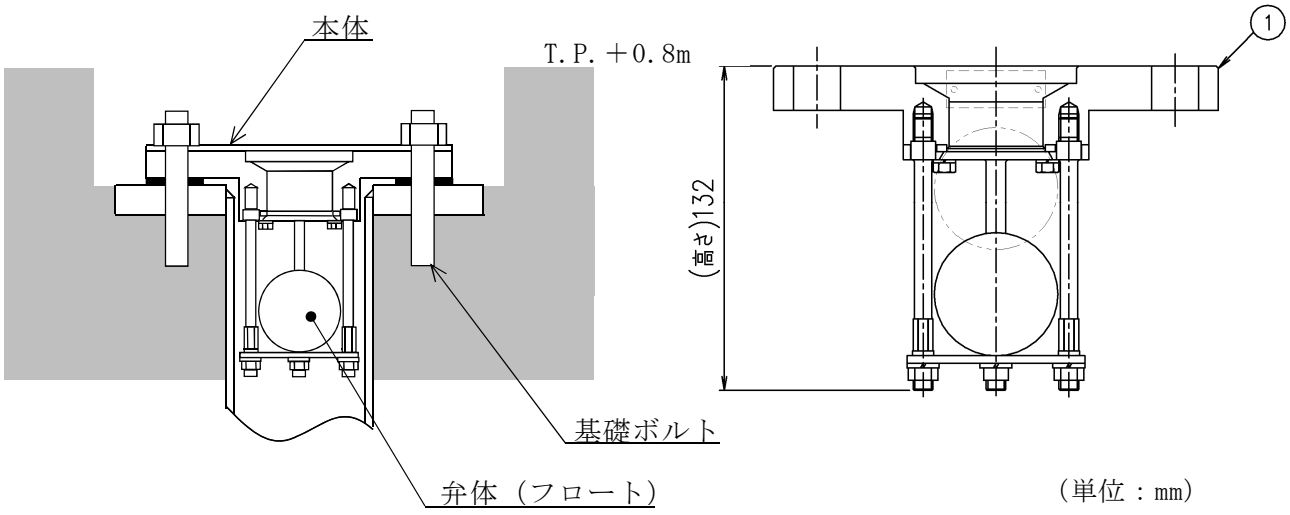
ⅲ） 緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口

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

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

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

第 2.2-32 図　緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口配置図



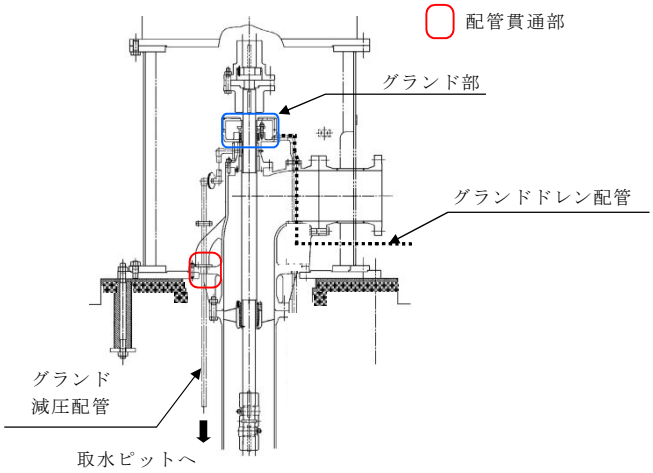
第 2.2-33 図　緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁構造図

ⅳ） 緊急用海水ポンプグランド減圧配管基礎フランジ貫通部

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

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

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



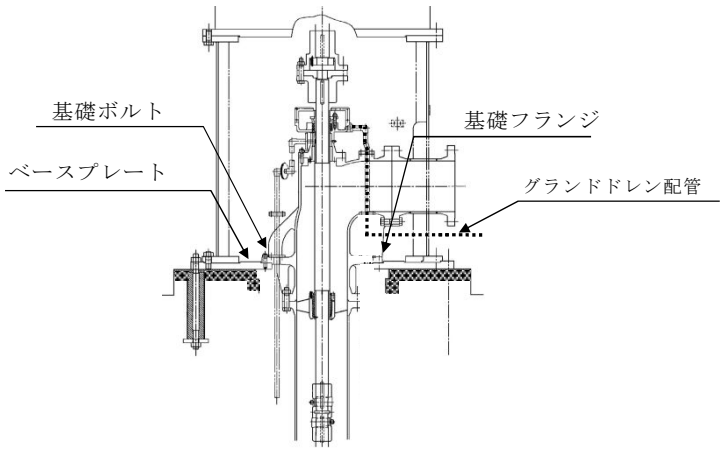
第 2.2-34 図　緊急用海水ポンプグランド減圧配管貫通部構造図

（残留熱除去系海水系ポンプの例）

ｖ） 緊急用海水ポンプ据付面

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

しかし，緊急用海水ポンプの基礎フランジ部は，金属製のベースプレート上に設置され,基礎ボルトで密着させる構造となっている。このため，十分な水密性を有することから，据付面からの津波の流入はない。第 2.2-35 図に緊急用海水ポンプ据付面の構造を示す。（緊急用海水ポンプの配置は第 2.2-29 図参照）



第 2.2-35 図　緊急用海水ポンプ据付面構造図

（残留熱除去系海水系ポンプの例）

(b)　まとめ

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

第 2.2-6 表　緊急用海水取水管からの流入評価結果

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

c．放水路からの流入経路について

(a) 海水系

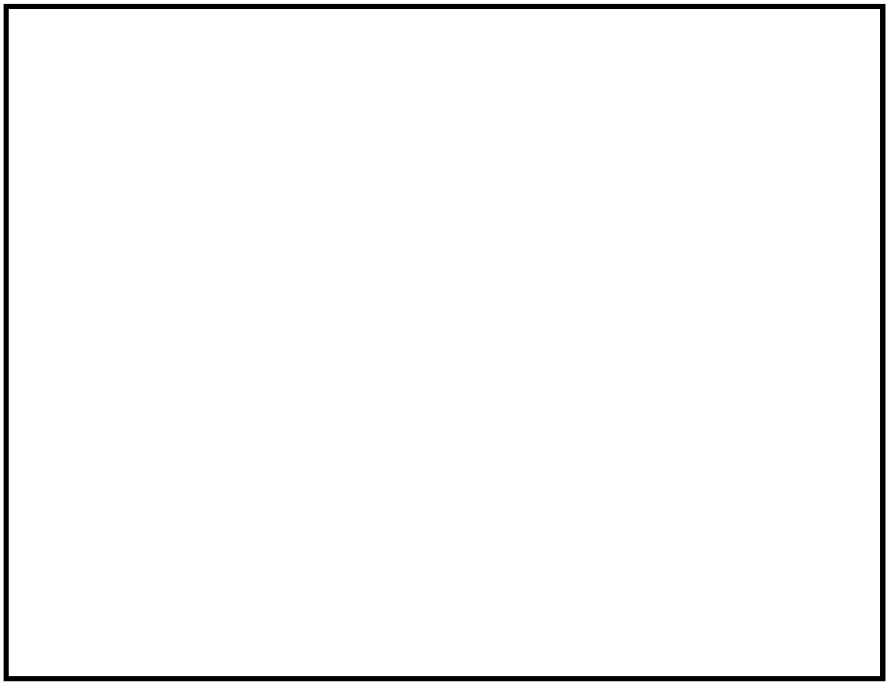
ⅰ） 放水ピット上部開口部

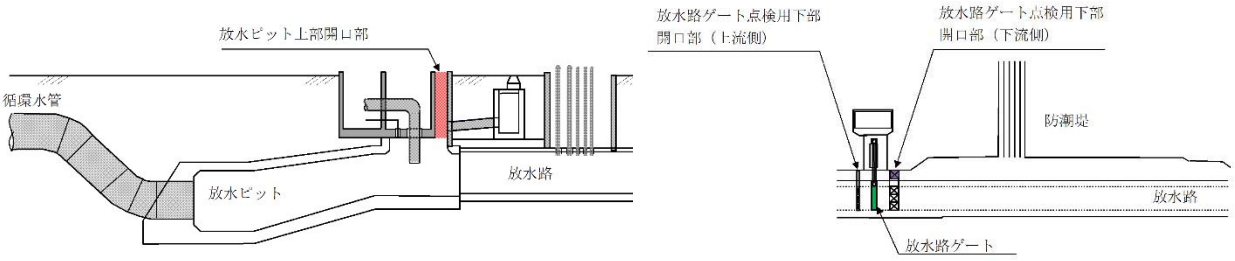
放水ピット上部には，放水ピット水位の変動時に放水ピット上部空気層の息継ぎ用として，放水ピットの3区画に対して開口部が設置され，開口部の上端高さはT.P.＋8mである。これに対し，放水路ゲート設置箇所の上昇側の入力津波高さはT.P.＋19.1mであるため，放水路を経由した津波が放水ピット上部開口部から敷地に流入する可能性がある。

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

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

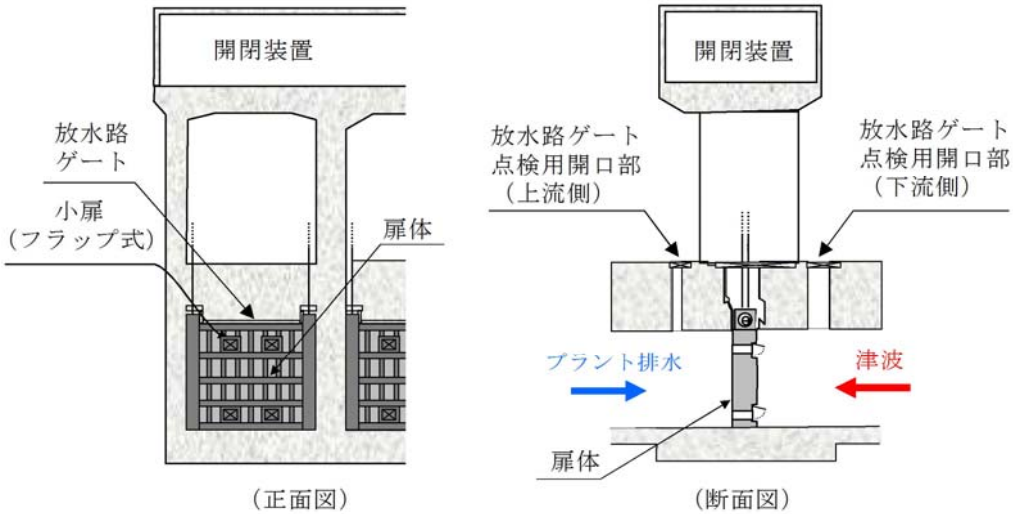
第2.2-36図に放水路ゲート及び放水ピット上部開口部の配置図，第2.2-37図に放水路ゲートの構造図を示す。





❶放水ピット断面図　　❷放水路ゲート断面図

第 2.2-36 図　放水路ゲート及び放水ピット上部開口部配置図



第 2.2-37 図　放水路ゲート構造図

ⅱ） 放水路ゲート点検用開口部（上流側）

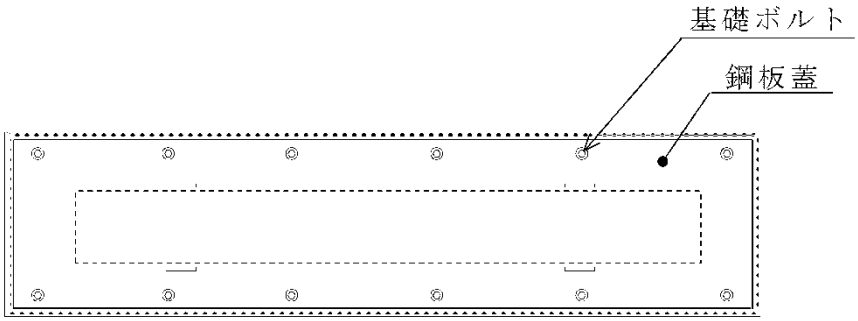
放水路ゲート点検用開口部（上流側）は，放水路ゲートの上流側に位置する角落し用の開口部であり，放水路の 3 水路それぞれに設置される。開口部の上端高さは T.P.約＋3.5m である。これに対し，放水路ゲートの設置箇所の上昇側の入力津波高さは T.P.＋19.1m であるため，放水路を経由した津波が放水路ゲート点検用開口部（上流側）から敷地に流入する可能性がある。

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

ⅲ） 放水路ゲート点検用開口部（下流側）

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

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



＜平面図＞

第 2.2-38 図　放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋構造図例

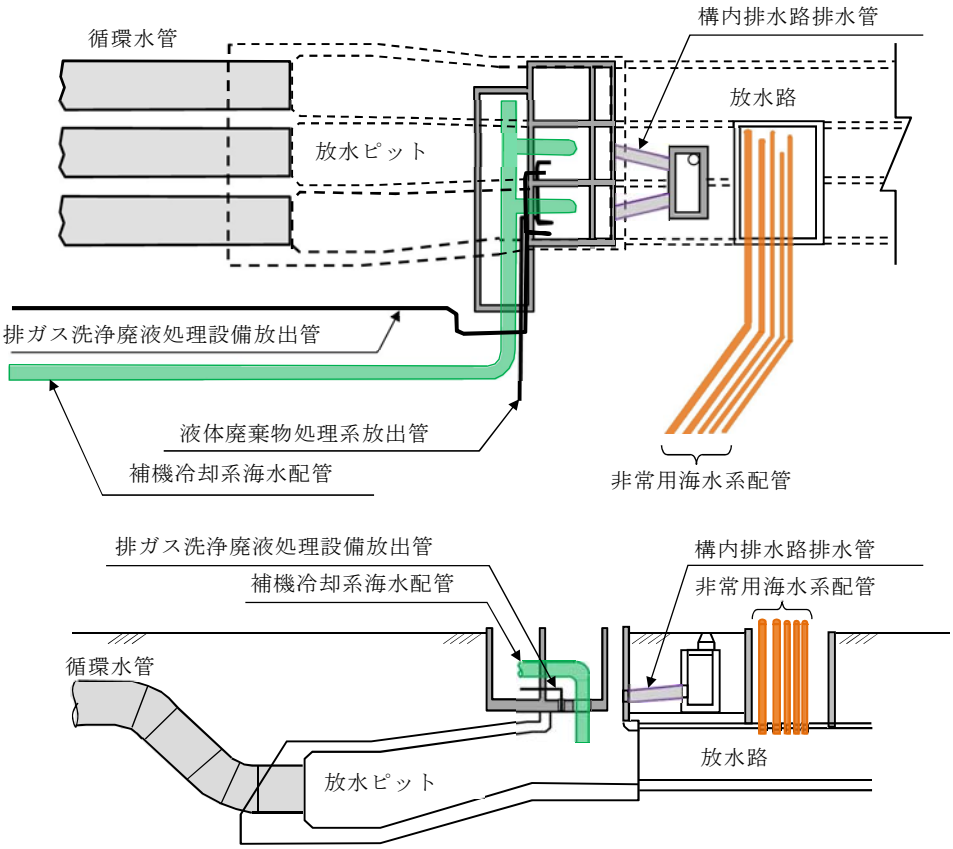
（第 2.2-13 図　取水路点検用開口部浸水防止蓋の例）

ⅳ） 海水配管（放水ピット接続部）

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

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

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



第 2.2-39 図　海水系配管配置図

ｖ） 海水配管（放水路接続部）

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

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

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

(b) 循環水系（放水ピット接続部）

（ｉ）放水ピット上部開口部

「(a) 海水系 ｉ） 放水ピット上部開口部」と同じ。

（ⅱ）放水路ゲート点検用側開口部（下流側）

「(a) 海水系 ⅱ） 放水路ゲート点検用開口部（上流側）」と同じ。

（ⅲ）放水路ゲート点検用開口部（下流側）

「(a) 海水系 ⅲ） 放水路ゲート点検用開口部（下流側）」と同じ。

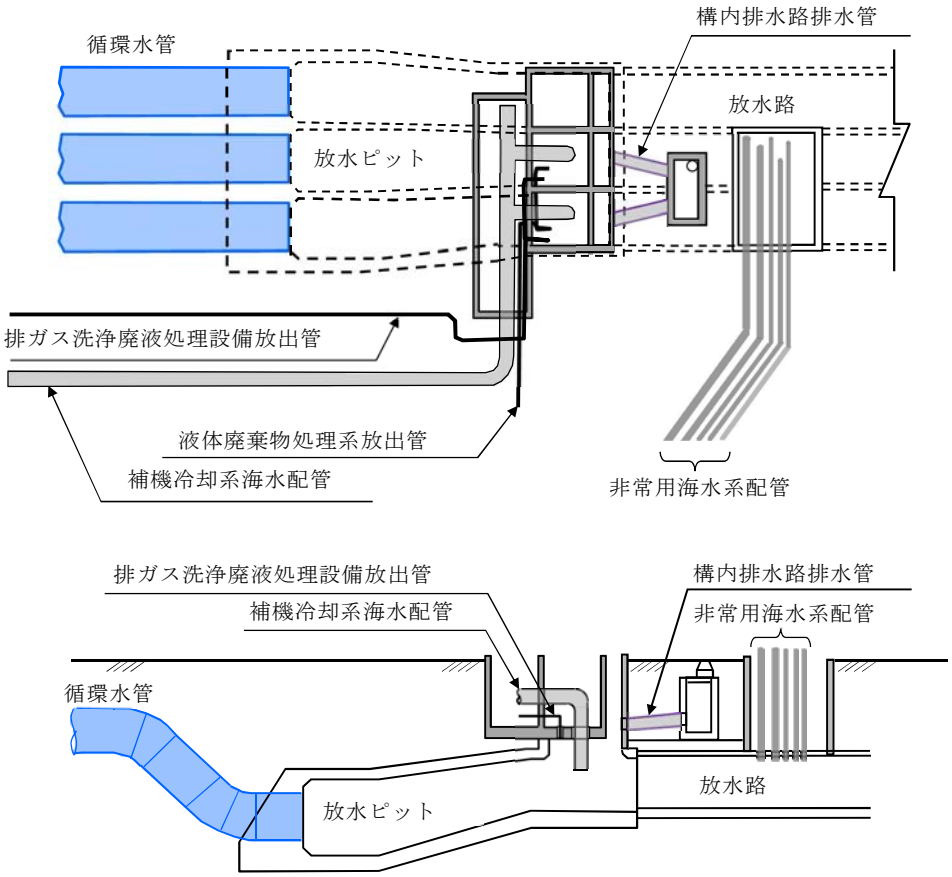
（ⅳ）循環水管（放水ピット接続部）

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

このため，放水路を経由した津波が流入しないよう放水路に放水

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

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



第 2.2-40 図　循環水系管配置図

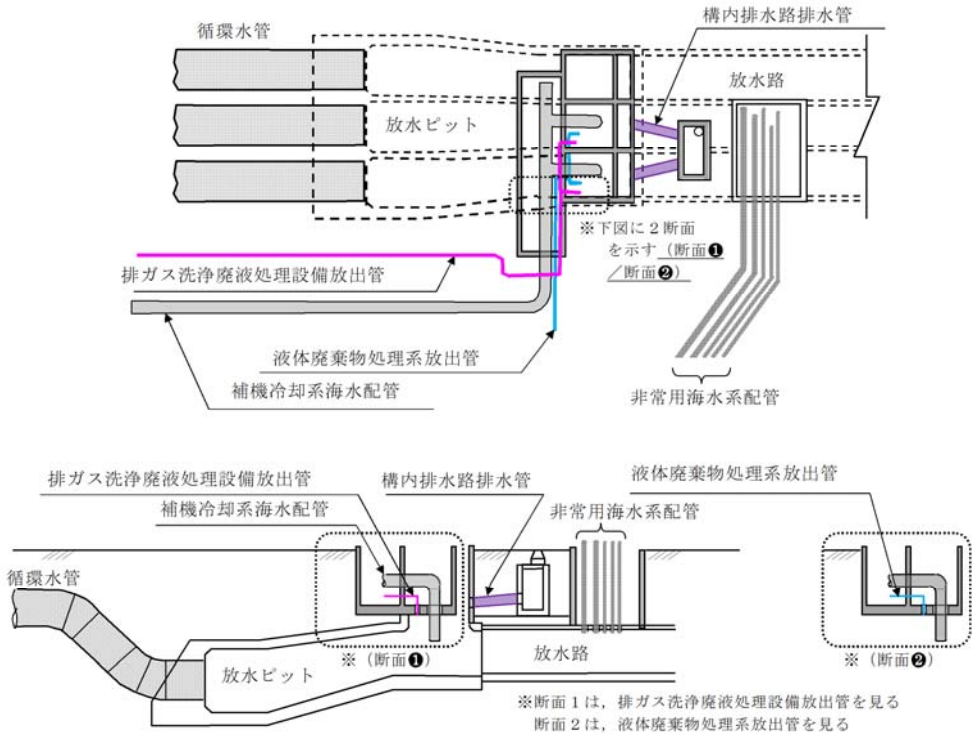
(c)　その他の接続配管

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

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

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

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



第 2.2-41 図　その他の接続管配置図

(d)　まとめ

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

第 2.2-7 表　放水路からの流入評価結果

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

ｄ．構内排水路からの流入について

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

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

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

・経路１：原子炉建屋周辺及び T.P.＋8m の敷地からの雨水排水について，放水ピットから放水路を経て放水口より海域に至る経路

・経路２：防潮堤内の雨水排水について，敷地側面北側防潮堤の地下部を通り防潮堤外陸域に至る経路

・経路３：敷地の西側 T.P.＋23m 及び T.P.＋25m の敷地からの雨水排水について，敷地前面東側防潮堤の地下部を通り海域（放水路南側）に至る経路

・経路４：敷地東側 T.P.＋4.5m 敷地からの雨水排水について，敷地前面東側防潮堤の地下部を通り海域（取水口北側）に至る経路

・経路５：海水ポンプ室周辺 T.P.＋3m の敷地からの雨水排水について，敷地前面東側防潮堤の地下部を通り海域（取水口脇）に至る経路

・経路６：敷地東側の T.P.＋8m の敷地からの雨水排水について，敷地前面東側防潮堤の地下部を通り海域（取水口南側）に至る経路

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

なお，東海発電所からの雨水排水及び廃止措置工事に伴う排水（解体撤去作業に伴う廃液，洗濯廃液）については，経路７を通過し東海発電所の放水路の既設接続箇所に接続し排水する。

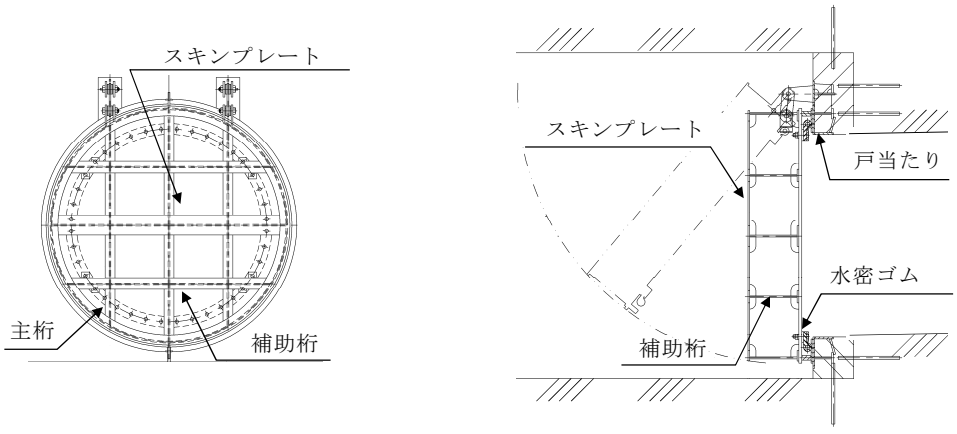
以上の経路から津波が流入する可能性がある。

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

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

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

第 2.2-41 図　構内排水路（防潮堤横断部）配置図



第 2.2-42 図　構内排水路逆流防止設備構造図

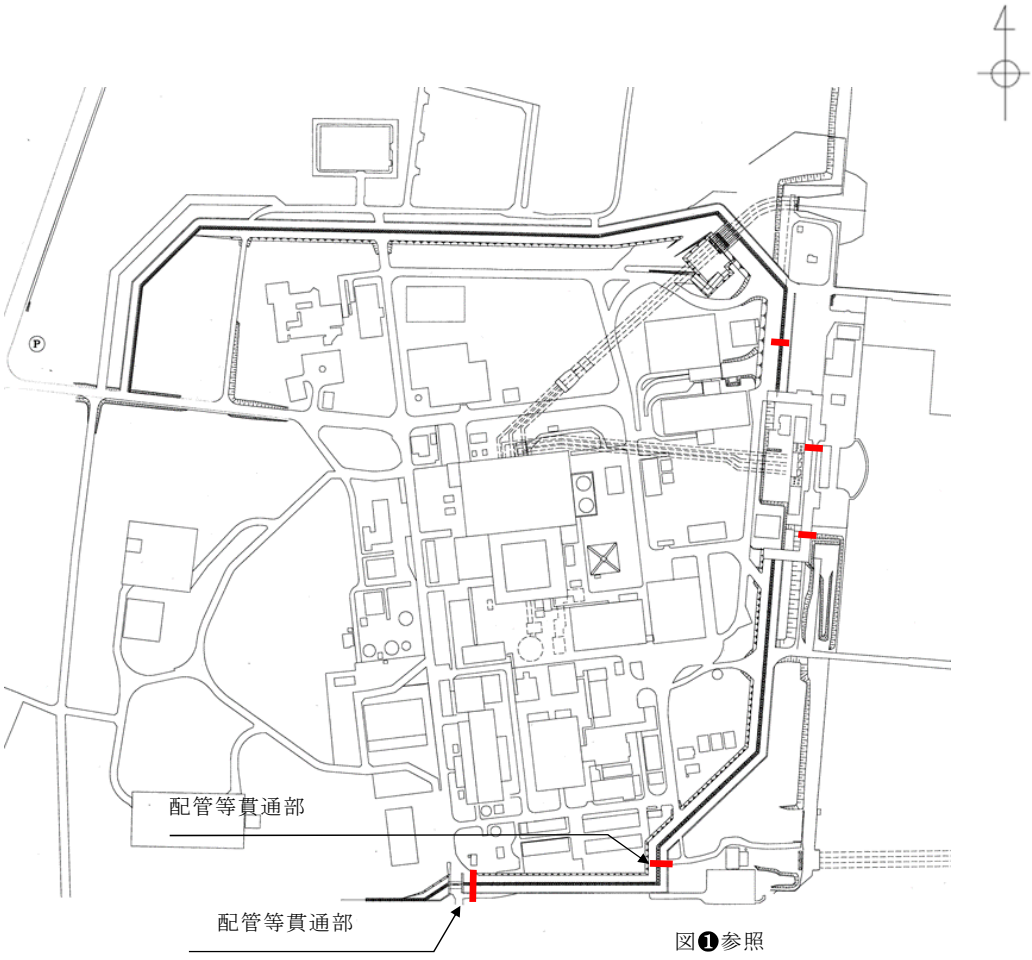
第 2.2-8 表　構内排水路からの流入評価結果

系統	流入経路	入力津波 高さ (T.P.＋m)	状　　況	評価
構内排水路	構内排水路 （放水ピット） 経路①	―	「ｃ．放水路からの流入経路について」にて述べたとおり，放水路に対し，放水路ゲートを設置する。	構内排水路から津波は流入しない。
構内排水路	構内排水路（北側） 経路②	15.4	当該経路から津波が流入する可能性があるため，構内排水路に対し，逆流防止設備を設置する。	構内排水路から津波は流入しない。
構内排水路	構内排水路（東側） 経路③～⑦	17.9	当該経路から津波が流入する可能性があるため，構内排水路に対し，逆流防止設備を設置する。	構内排水路から津波は流入しない。

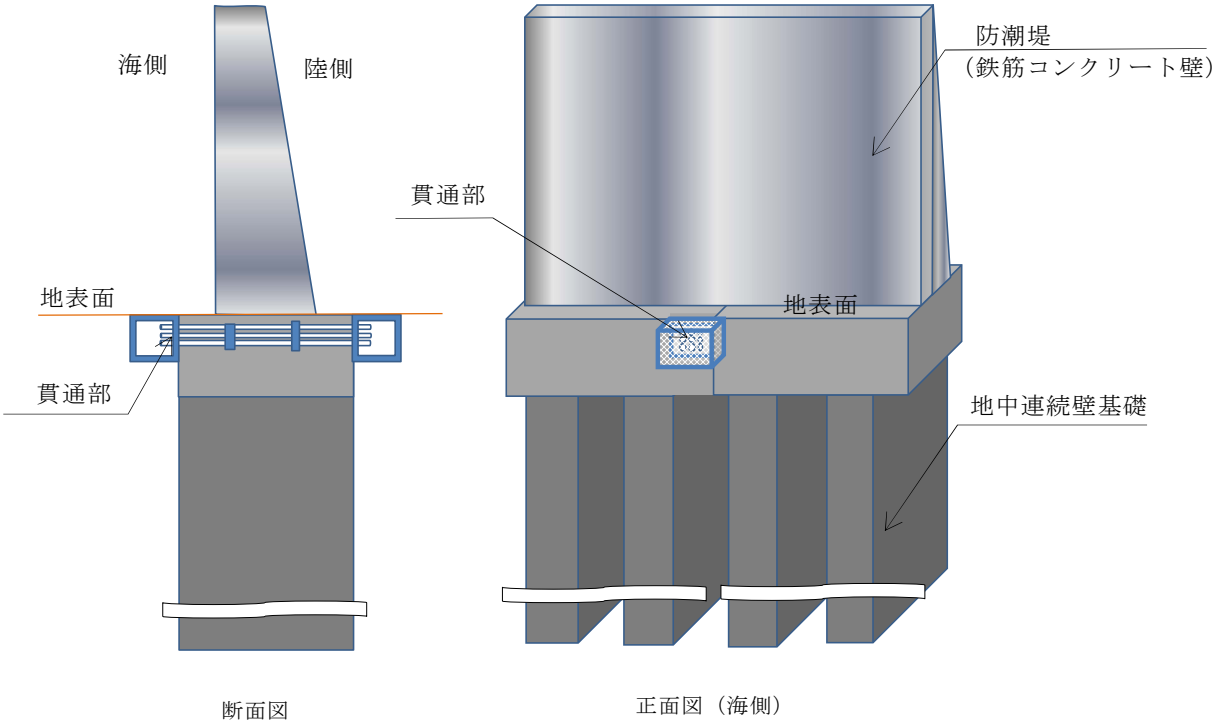
e．その他

(a)　防潮堤及び防潮扉の地下部を貫通する電線管・配管等

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



第 2.2-43 図　防潮堤貫通部配置図



第 2.2-44 図　防潮堤貫通部概念図

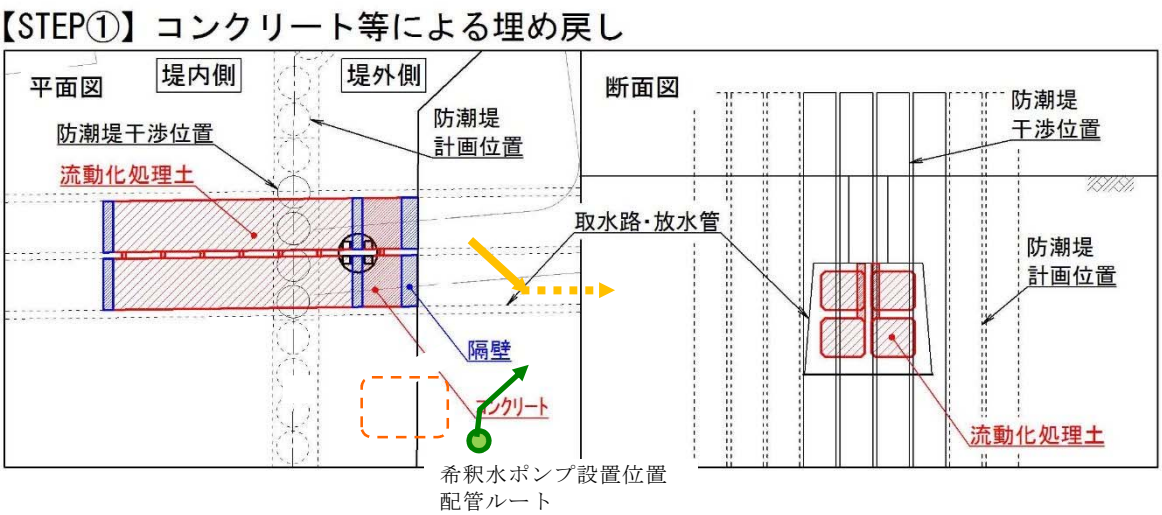
（鉄筋コンクリート壁の例）

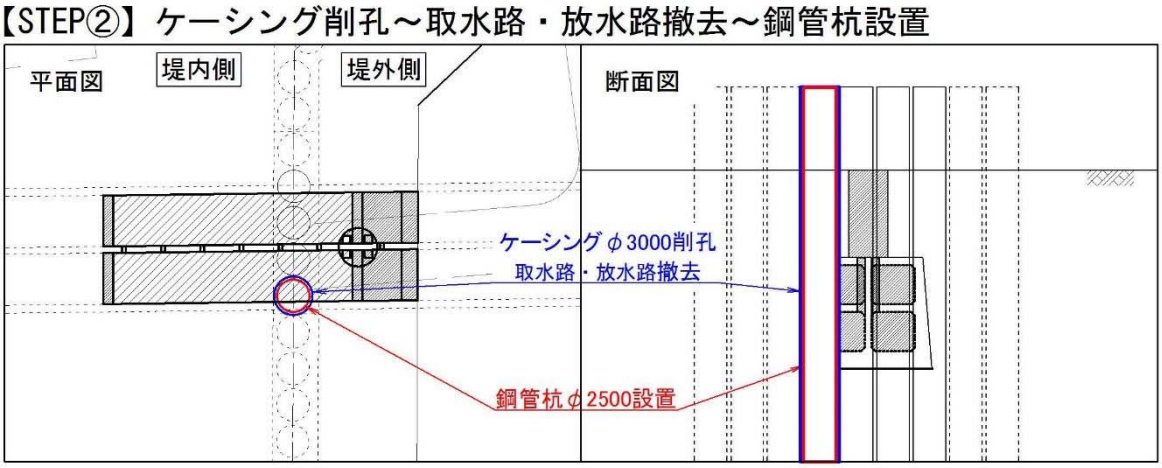
(b)　東海発電所取水路及び放水路

東海発電所 取水路・放水路は，鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の南東部を横断する。第 2.2-45 図に東海発電所 取水路・放水路と防潮壁の横断部位置図を示す。

東海発電所の取水路・放水路は，廃止措置工事に伴う排水（解体撤去作業に伴う廃液，洗濯廃液）に必要な希釈取水機能及び希釈放水機能に影響が生じないよう，希釈水の取水箇所及び排水の排出箇所の上流側の取水路と放水路をコンクリート等により埋戻しを行うことにより，東海発電所の廃止措置の運用に影響を及ぼさない設計とする。第 2.2-46 図に東海発電所防潮堤横断部の周辺設備，第 2.2-47 図に防潮壁横断部の取水路・放水路の埋戻しイメージ図を示す。

第 2.2-45 図　東海発電所 取水路・放水路横断部位置図





第 2.2-47 図　防潮壁横断部の取水路・放水路埋戻しイメージ図

2.3　漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護２）

(1) 漏水対策

【規制基準における要求事項等】

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

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

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

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

【検討方針】

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

漏水が継続する場合は，浸水想定範囲を明確にし，浸水想定範囲の境界において浸水の可能性のある経路，浸水口（扉，開口部，貫通口等）を特定する。また，浸水想定範囲がある場合は，浸水の可能性のある経路，浸水口に対して浸水対策を施すことにより浸水範囲を限定する（【検討結果】参照）。

【検討結果】

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

特定した流入経路に対して実施する浸水対策について整理して示す。

第2.3-1表　特定した流入経路に対して実施する浸水対策（1／2）

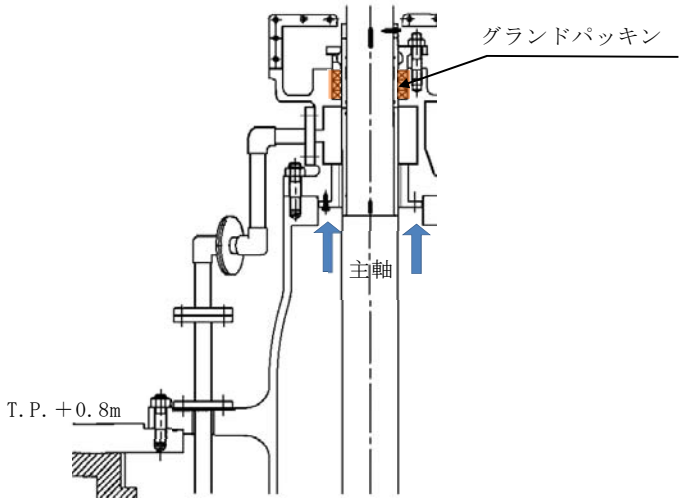
区分・系統		流入経路	設置場所	浸水対策
ａ．取水路	(a)海水系	①取水路点検用開口部	取水ピット上版	浸水防止蓋
		②海水ポンプグランドドレン排出口	海水ポンプ室	逆止弁
		③海水ポンプグランド部	海水ポンプ室	グランド部管理※
	(b)循環水系	①取水ピット空気抜き配管	循環水ポンプ室	逆止弁
		②循環水ポンプグランド部	循環水ポンプ室	グランド部管理※
ｂ．海水引込み管	(a)海水系	①ＳＡ用海水ピット開口部	ＳＡ用海水ピット	浸水防止蓋
c.緊急用海水取水管	(a)海水系	①緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口	緊急用海水ポンプピット上版	逆止弁
		②緊急用海水ポンプグランドドレン排出口	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
		④緊急用海水ポンプグランド部	緊急用海水ポンプピット上版	グランド部管理※
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）	＜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	貫通部 止水処置

※グランド部の管理について（海水ポンプ，循環水ポンプ，緊急用海水ポンプ）

津波の流入の可能性のある経路として，グランド部から浸水が想定されるが，構造上グランドパッキンが挿入されており，締め付けボルトにて圧縮力を与えシールする構造である。また，グランドパッキンの排水量は，日常のパトロールによる点検等により管理していることから，重要な安全機能を有する設備へ影響を与えることはない。第2.3-1図に残留熱除去系海水系ポンプの構造図（例）を示す。



第2.3-1図　残留熱除去系海水系ポンプの構造図（例）

第2.3-1表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。ここでは，各エリアからの浸水想定について評価し浸水想定範囲を設定する。

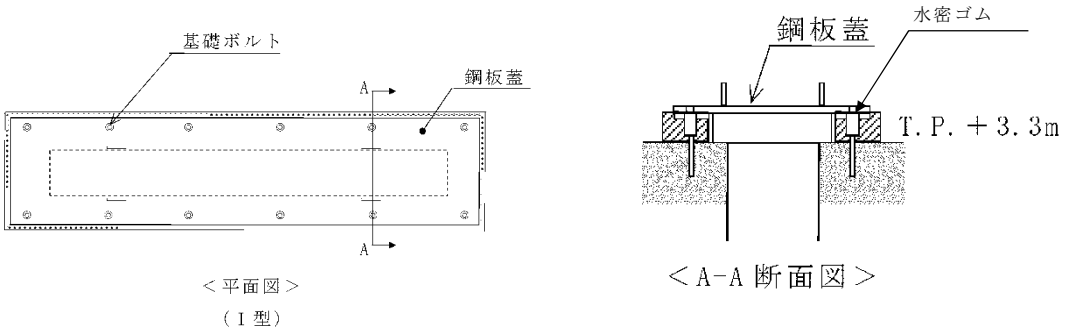
ａ．取水路

取水路の対策は，取水路点検用開口部に浸水防止蓋及び海水ポンプグランドドレン排出口と取水ピット空気抜き配管に逆止弁を設置する。

浸水防止蓋は，基礎ボルトにて固定し水密ゴムで水密性を確保する構造となっている。このため，十分な水密性を有することから浸水防止蓋からの津波の流入はない。仮に漏えいした場合であっても，水密ゴムがあることから浸水量はごく僅かであり，更に海水ポンプ室には約3mを超える壁に囲まれていることから海水ポンプ室には浸水しない。第2.3-2図に取水路点検用開口部浸水防止蓋の概念図，第2.3-3図に取水路点検用開口部と海水ポンプ室壁の配置図を示す。

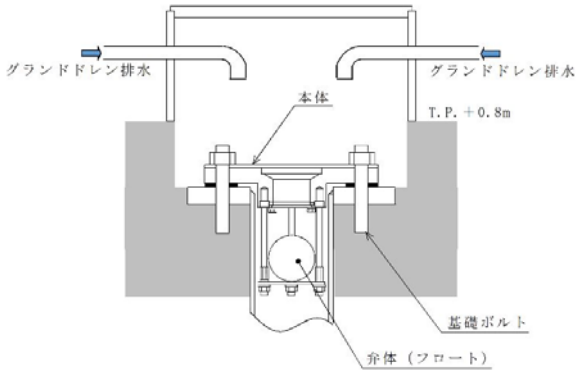
また，海水ポンプグランドドレン排出口及び取水ピット空気抜き配管にフロート式の逆止弁を設置するため，フロート開固着による動作不良を仮定した場合には，漏水が継続する可能性がある。

このため，海水ポンプグランドドレン排水口逆止弁が，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への津波の直接の流入経路となることから，海水ポンプ室を浸水の範囲として想定（以下「浸水想定範囲」という。）した。また，循環水ポンプ室が海水ポンプ室に隣接するため，取水ピット空気抜き配管逆止弁からの漏えいを想定し循環水ポンプ室を浸水想定範囲として評価する。第2.3-4図に海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の概念図，第2.3-5図に取水ピット空気抜き配管逆止弁の概念図を示す。

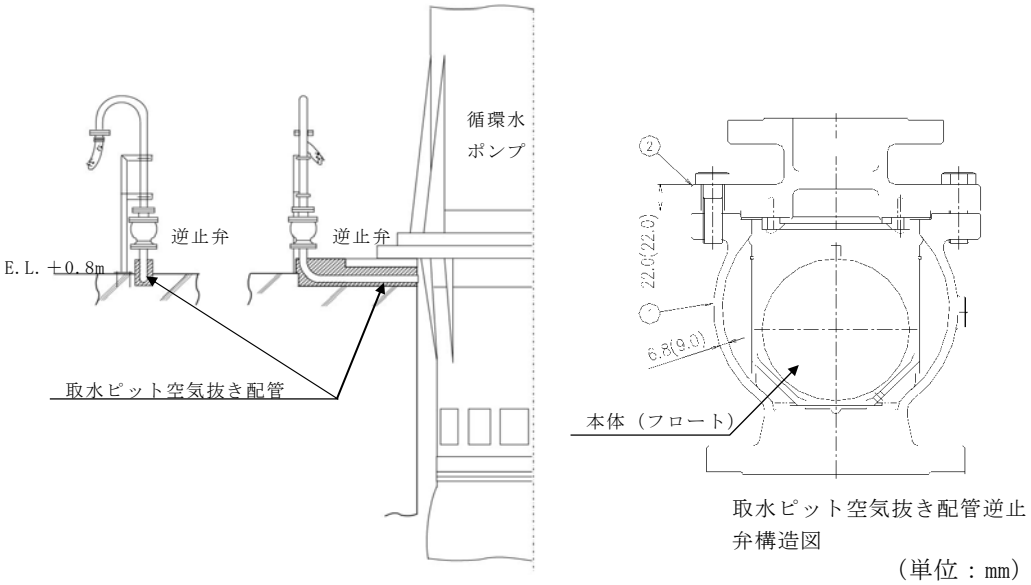


第2.3-2図　取水路点検用開口部浸水防止蓋概念図

第2.3-3図　取水路点検用開口部と海水ポンプ室壁の配置



第2.3-4図　海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁概念図



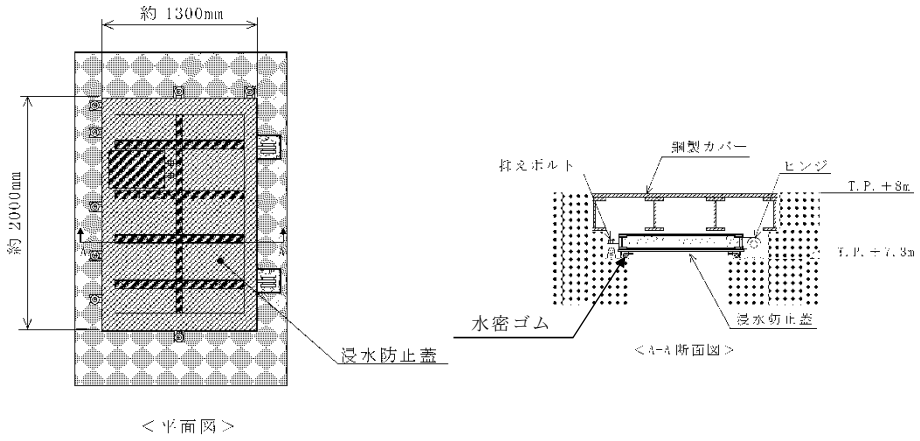
取水ピット空気抜き配管逆止弁構造図

（単位：mm）

第 2.3-5 図　取水ピット空気抜き配管逆止弁概念図

b．海水引込み管

海水引込み管の対策は，ＳＡ用海水ピット開口部に浸水防止蓋を設置する。浸水防止蓋は，基礎ボルトにて固定し水密ゴムで水密性を確保する構造となっている。このため，十分な水密性を有することから浸水防止蓋からの津波の流入はない。仮に漏えいした場合であっても，水密ゴムがあることから浸水量はごく僅かであり，敷地内へ浸水したとしても重要な安全機能を有する設備へ影響を与えることはない。第2.3-6図にＳＡ用海水ピット開口部浸水防止蓋の概念図を示す。



第 2.3-6 図　ＳＡ用海水ピット開口部浸水防止蓋概念図

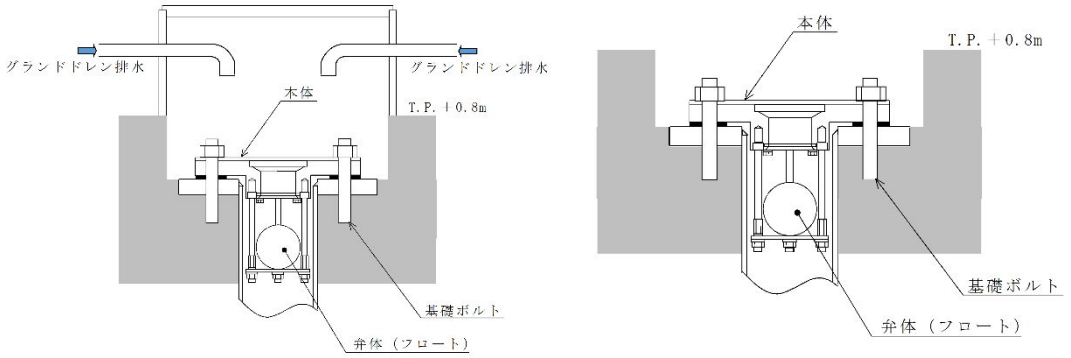
c．緊急用海水取水管

緊急用海水取水管の対策は，緊急用海水ポンプピット点検用開口部に浸水防止蓋並びに緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口及び緊急用海水ポンプグランドドレン排出口に逆止弁を設置する。

浸水防止蓋は，基礎ボルトにて固定し水密ゴムで水密性を確保する構造となっている。このため，十分な水密性を有することから浸水防止蓋からの津波の流入はない。仮に漏えいした場合であっても，水密ゴムがあることから浸水量はごく僅かであり，緊急用海水ポンプ室の上部より敷地に浸水しない。

また，緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口，緊急用海水ポンプグランドドレン排出口にフロート式の逆止弁を設置するため，フロート開固着による動作不良を仮定した場合には，漏水が継続する可能性がある。逆止弁からの許容漏えい量はごく僅かであることから，緊急用海水ポンプ室の上部より敷地に浸水しない。

なお，緊急用海水ポンプの評価は40条にて評価する。第2.3-7図に緊急用海水ポンプグランド排水口逆止弁及び緊急用海水ポンプ室床ドレン排水口逆止弁の概念図を示す。



第2.3-7図　緊急用海水ポンプグランド排水口逆止弁（左）及び
緊急用海水ポンプ室床ドレン排水口逆止弁（右）概念図

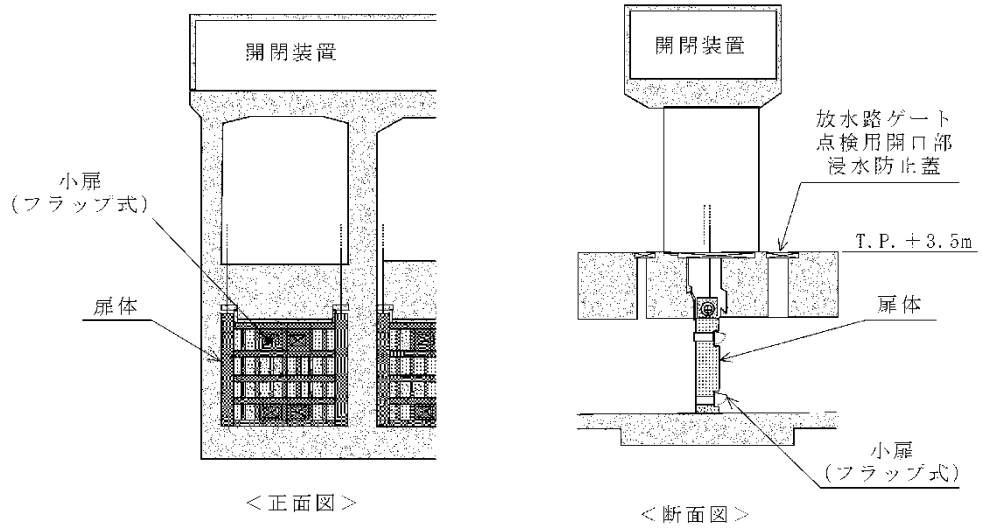
d．放水路

放水路の対策は，放水口から放水路を経由し敷地内の放水ピット上部の開口部等から浸水するため，放水口に近い部分に放水路ゲート，放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋を設置する。

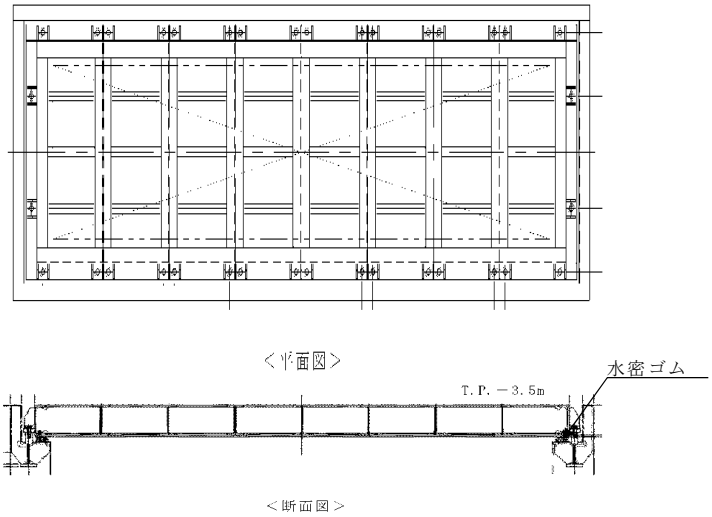
放水路ゲートは，スライド式の鋼製のゲートで水密ゴムにて十分な水密性を有する構造である。このため，放水路からの津波の流入はない。仮に漏えいした場合であっても，水密ゴムがあることから浸水量はごく僅かであり，放水ピット上部開口部から敷地内に浸水したとしても重要

な安全機能を有する設備へ影響を与えることはない。第2.3-8図に放水路ゲートの概念図を示す。

また，浸水防止蓋は，基礎ボルトにて固定し水密ゴムで水密性を確保する構造となっている。このため，十分な水密性を有することから浸水防止蓋からの津波の流入はない。仮に漏えいした場合であっても，水密ゴムがあることから浸水量はごく僅かであり，敷地内へ浸水したとしても重要な安全機能を有する設備へ影響を与えることはない。　第2.3-9図に放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の概念図を示す。



第 2.3-8 図　放水路ゲート概念図



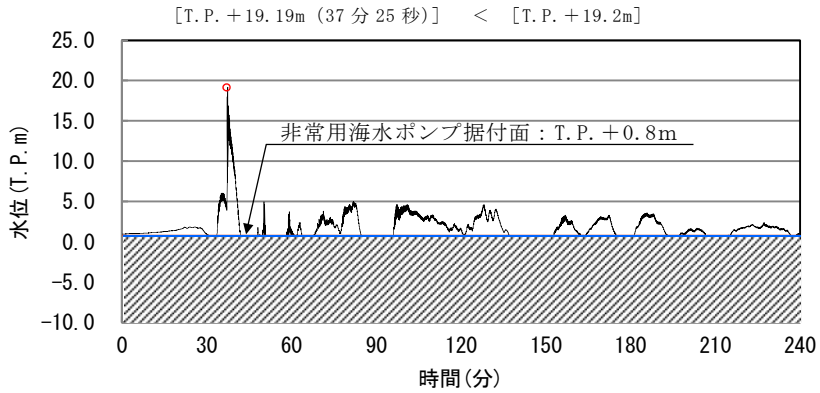
第 2.3-9 図　放水路ゲート開口部浸水防止蓋概念図

ｅ．浸水想定範囲の設定

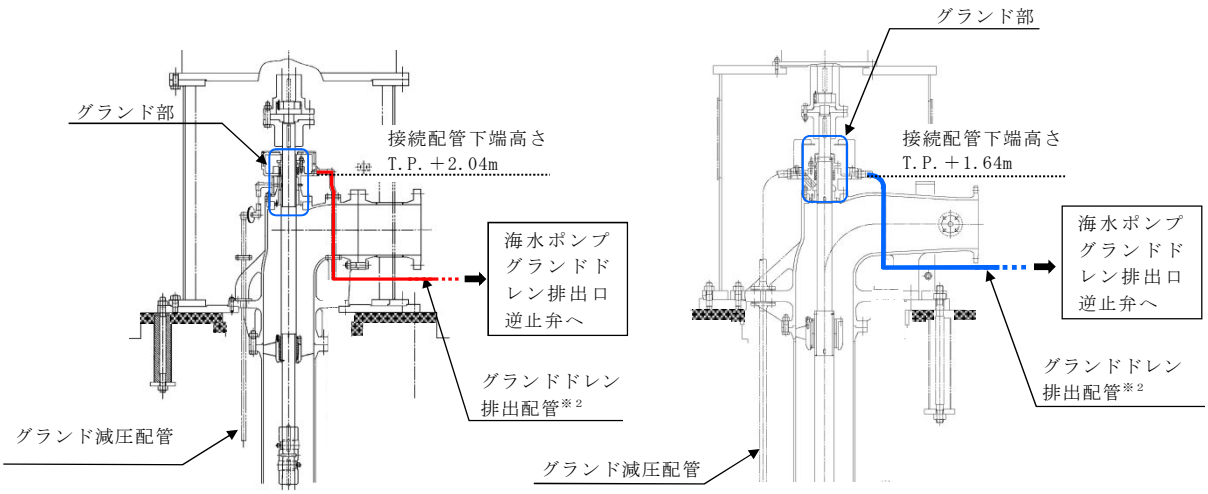
上記の浸水想定範囲の評価結果より，ここでは，重要な安全機能を有する設備である非常用海水ポンプの設置されている海水ポンプ室に津波の直接の流入経路となる海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁があること，循環水ポンプ室に取水ピット空気抜き配管逆止弁があり，海水ポンプ室に隣接していることから，漏水が継続することによる「浸水想定範囲」として海水ポンプ室と循環水ポンプ室を設定し評価を行う。

第 2.3-10 図に海水ポンプエリアの機器配置及び浸水想定範囲と防水区画，第 2.3-11 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 2.3-12 図に海水ポンプグランドドレン排出配管の概念図を示す。

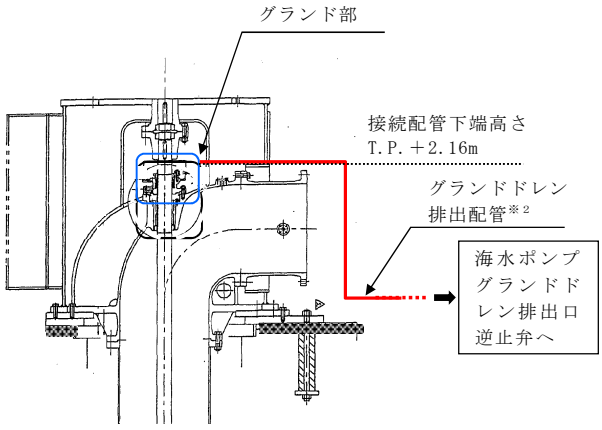
第2.3-10図　海水ポンプエリアの機器配置及び浸水想定範囲と防水区画



第 2.3-11 図　取水ピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形



（残留熱除去系海水系ポンプ）　　（非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ※1）



（補機冷却系海水系ポンプ）

※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：グランドドレン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ドレン排出配管はない

第2.3-12図　海水ポンプグランドドレン排出配管概念図

(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。

また，隣接する循環水ポンプ室の取水ピット空気抜き配管に設置する逆止弁から津波が流入する可能性の箇所として，循環水ポンプ室を浸水想定範囲とし，防護区画である海水ポンプ室への影響を評価する。

＜海水ポンプグランドドレン排出口の評価＞

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。

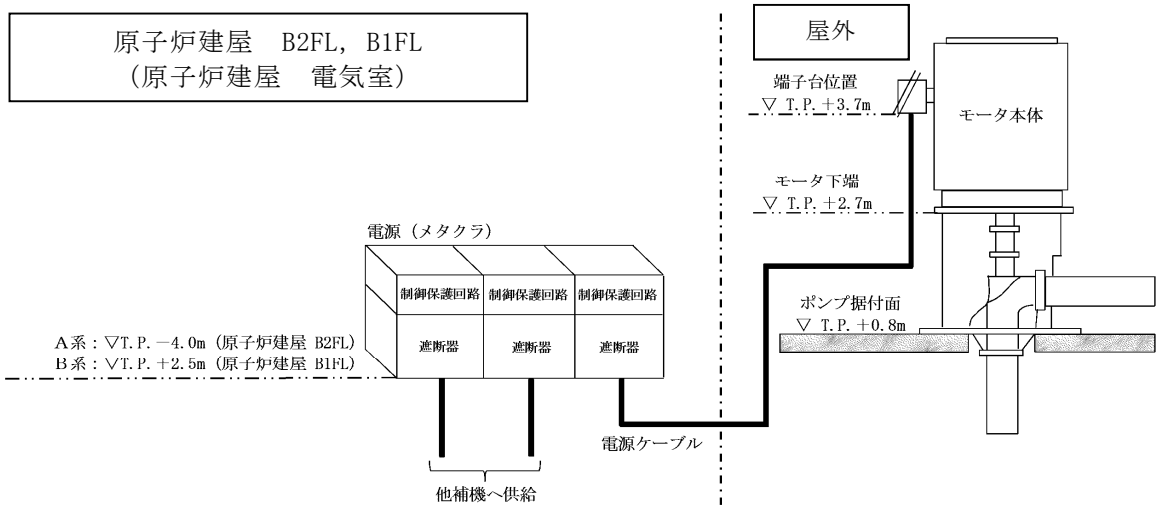
非常用海水ポンプのうち，残留熱除去系海水系ポンプの電源ケーブルは，端子台高さがT.P.＋3.7mであり，電源ケーブルは中間接続なしで原子炉建屋電気室（T.P.－4.0m及びT.P.＋2.5m）まで敷設されている。これに対して，モータ下端高さはT.P.＋2.7mである。このため，機能を維持できる水位は，モータ下端高さのT.P.＋2.7mとなる。

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。

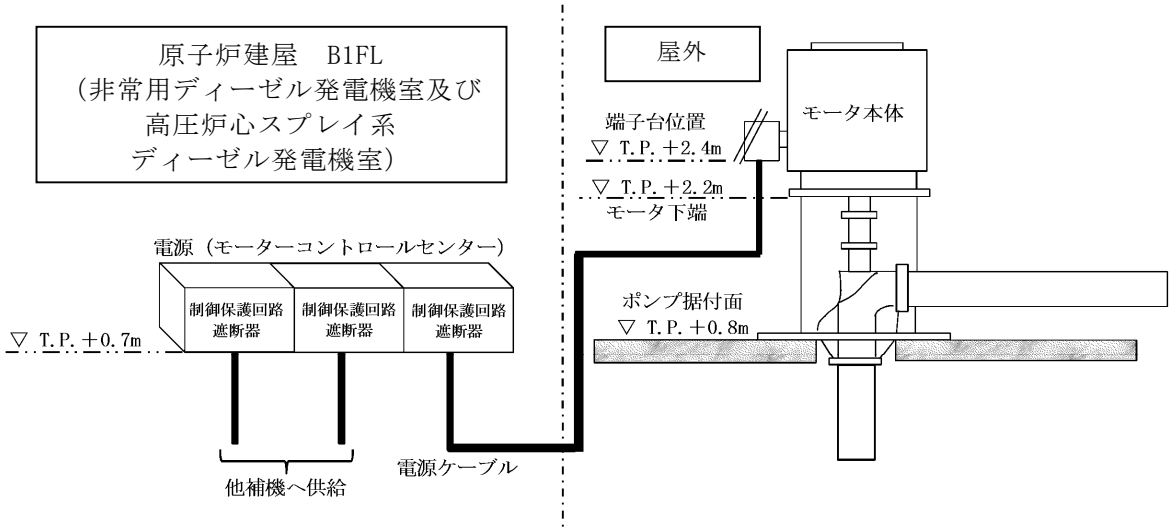
また，非常用海水ポンプ用の電源は，常用電源回路と分離されているため，常用電源回路に地絡が発生した場合においても影響は受けない。

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2.3-13図に非常用海水ポンプの位置関係図を示す。



（残留熱除去系海水系ポンプ）



（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）

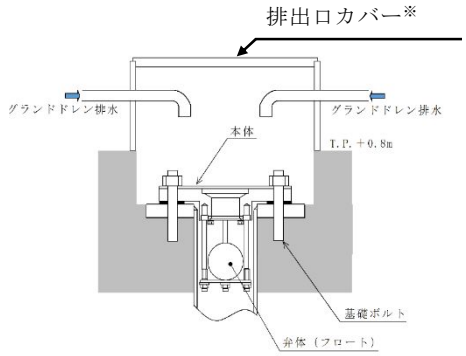
第 2.3-13 図 非常用海水ポンプの位置関係図

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仮

定した場合の漏水量を評価した。第2.3-14図に海水ポンプグランドドレン排出口の配置図，第2.3-15図に海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の概念図を示す。

第 2.3-14 図　海水ポンプグランドドレン排出口配置図



※　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2.3-15図　海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁概念図

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。

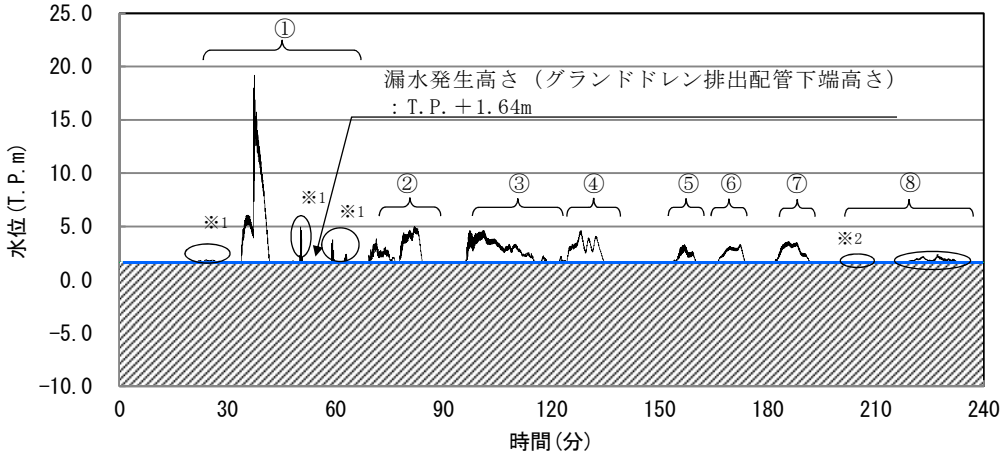
・ 試験の許容漏えい量である0.13L／分に基づく漏水量評価に当たっては，各海水ポンプ室のグランドドレン排出口逆止弁から漏水が発生するものとする。

・ 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2.3-4図及び第2.3-12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ド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，海水ポンプグランド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ド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ド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ド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ドドレン排出配管接続部位置は第2.3-12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2.3-16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2.3-17図に時刻歴波形の正弦波モデル例を示す。

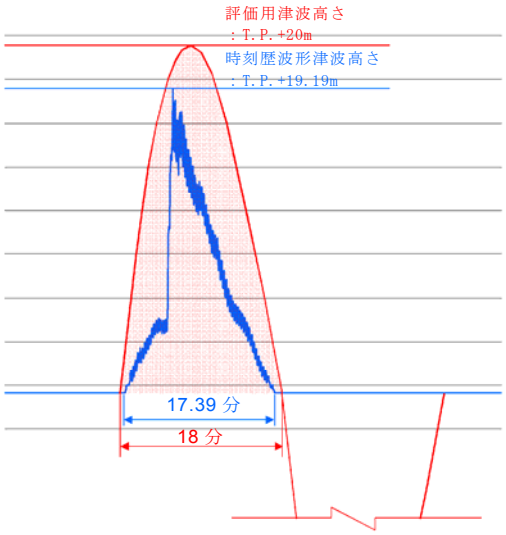


注：漏水発生高さ T.P.＋1.64m を超える津波水位について，時刻歴波形中の番号（①～⑧）により整理した。

※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 18.0 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 18.0 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 2.3-16 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2.3-17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 2.3-12 図に示したとおり，漏水発生高さ（グラ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 2.3-16 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ドレン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ドレン排出口逆止弁 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ドレン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ドレン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ドレン量は以下のとおり。仮に，漏えい量評価に含めた場合においても影響のあるドレン量ではない。

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

<table>
<tr><th colspan="2">項　　目</th><th>海水ポンプ室
（北側）</th><th>海水ポンプ室
（南側）</th></tr>
<tr><td>①評価津波高さ及び
継続時間</td><td>右記
参照</td><td colspan="2">類型化パターン毎の評価用
津波高さ及び継続時間
<table>
<tr><th>類型化
パターン</th><th>評価用津波高さ
（T.P.m）</th><th>継続時間
（分）</th></tr>
<tr><td>a</td><td>＋20.0</td><td>18</td></tr>
<tr><td>b</td><td>＋6.0</td><td>16</td></tr>
<tr><td>c</td><td>＋5.5</td><td>25</td></tr>
<tr><td>d</td><td>＋5.5</td><td>13</td></tr>
<tr><td>e</td><td>＋4.5</td><td>30</td></tr>
<tr><td>f</td><td>＋3.5</td><td>18</td></tr>
<tr><td>合計</td><td>－</td><td>120</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td colspan="2">②漏水量</td><td>m^3</td><td>12.9</td><td>12.9</td></tr>
<tr><td colspan="2">③有効区画面積※1</td><td>m^2</td><td>36.5</td><td>94.6</td></tr>
<tr><td colspan="2">④浸水深さ（②／③）</td><td>m</td><td>0.36</td><td>0.14</td></tr>
<tr><td colspan="2">⑤浸水高さ
（④＋T.P.＋0.8m※2）</td><td>T.P.＋m</td><td>1.16</td><td>0.94</td></tr>
<tr><td colspan="2">⑥機能喪失高さ※3</td><td>T.P.＋m</td><td colspan="2">2.2</td></tr>
<tr><td colspan="2">⑦裕度（⑥－⑤）</td><td>m</td><td>1.04</td><td>1.26</td></tr>
<tr><td colspan="2">⑧評価結果</td><td>－</td><td>○</td><td>○</td></tr>
</table>

【漏水量算定式】

$Q = \int (A \times \sqrt{(2g(Ha-Hb))})\, dt$

ここで，Q ：漏水量（m^3）

A ：漏水部面積（$5.81 \times 10^{-4} m^2$）

［π／4×（0.0272m（グランドドレン排出配管内径））^{2}］

g ：重力加速度（9.80665m／s^2）

Ha：評価用津波高さ（T.P.＋m）

Hb：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

＜取水ピット空気抜き配管＞

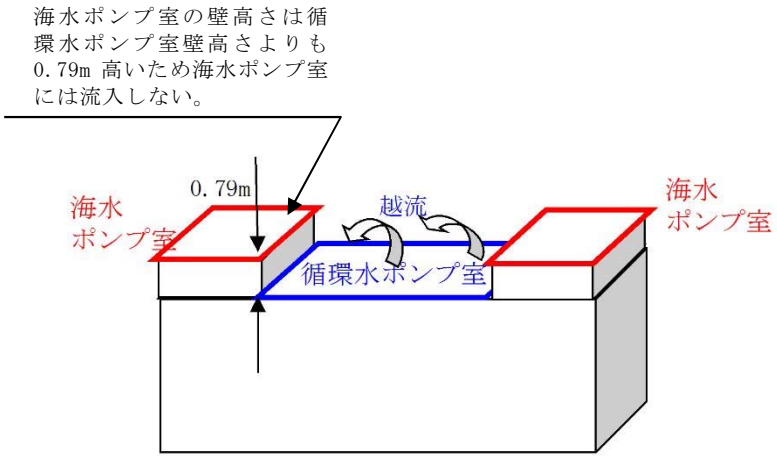
循環水ポンプ室内の取水ピット空気抜き配管に設置する逆止弁のフロート開固着による動作不良を仮定した場合，津波の直接の流入経路になった場合を想定し，循環水ポンプ室を浸水想定範囲とする。

この場合，循環水ポンプ室に隣接する海水ポンプ室（防水区画）とは，既設の分離壁が存在していることから，循環水ポンプ室に流入した津波が海水ポンプ室に流入することはなく，また，海水ポンプ室の壁高さが 0.79m 高いことから壁を越流し流入することはない。

分離壁の配管貫通部はコンクリートにより充填されているため浸水ルートにはならない。なお，分離壁を貫通している配管は，破断等により浸水経路にならないよう耐震性を確保する設計とする。第 2.3-18 図に取水ピット空気抜き配管配置図及び浸水想定範囲と防水区画。第 2.3-19 図に海水ポンプ室（防水区画）の壁高さの概要を示す。

第 2.3-18 図　取水ピット空気抜き配管配置図及び浸水想定範囲と防水区画

（平面図）



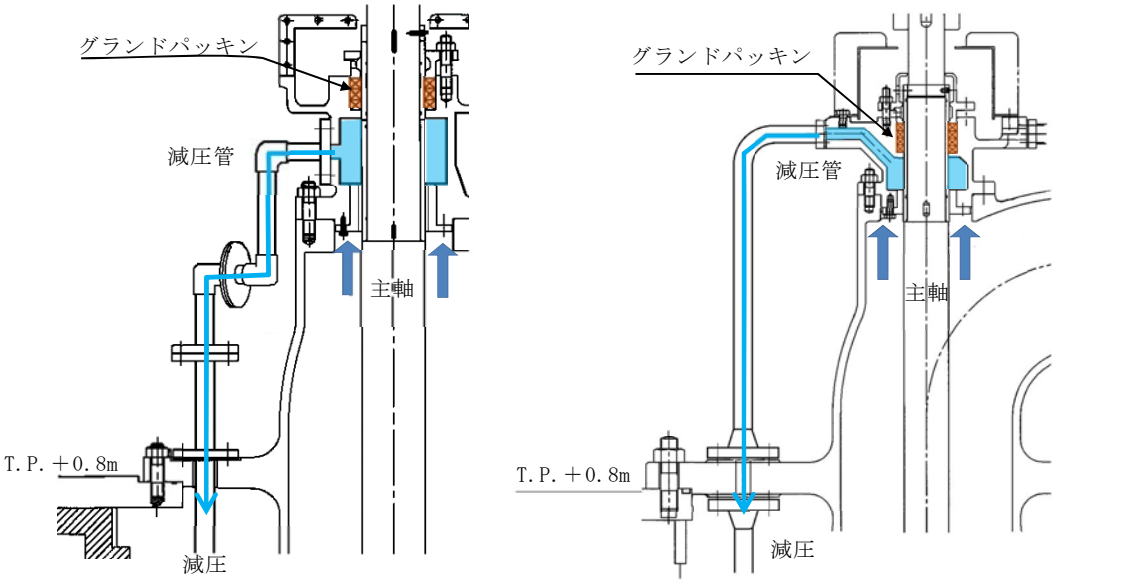
（概要図）

第 2.3-19 図　海水ポンプ室（防水区画）の壁高さの概要

＜参　考＞

（１）非常用海水ポンプ減圧管の構造について

非常用海水ポンプの減圧管は，グランドパッキンの下部に設置されており，グランドパッキンのシール圧力を軽減させる機能がある。グランドパッキンの最高使用圧力は 1.2MPa であることから，仮に津波による圧力（静水圧 0.2MPa）がグランドパッキンに負荷されたとしても影響はなく，津波の襲来を受けてもグランド部のシール機能は保持される。第 2.3-20 図に非常用海水ポンプグランド減圧配管の概要を示す。



残留熱除去系海水系ポンプ　　非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ

第 2.3-20 図　非常用海水ポンプグランド減圧配管の概要

（２）非常用海水ポンプグランドドレン量について

非常用海水ポンプグランドドレン量は，残留熱除去系海水系ポンプで 1 台当たり 0.12 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 0.08 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 38.4 ℓ ，南側ポンプ室は 48 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。

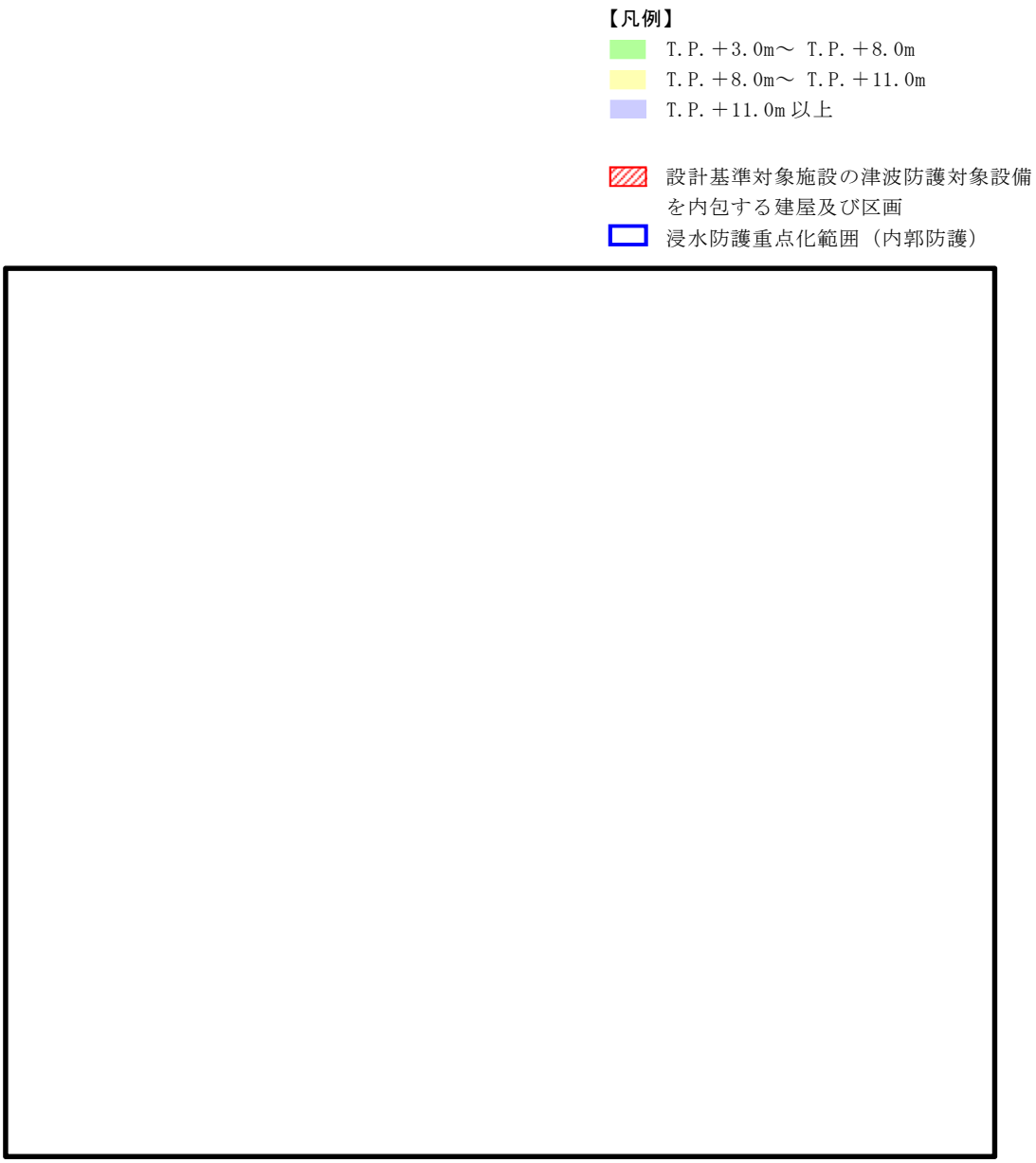
【検討方針】

設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）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，浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）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，常設代替高圧電源装置置場，常設代替高圧電源装置用カルバート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，常設代替高圧電源装置置場，常設代替高圧電源装置用カルバート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。



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，浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）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

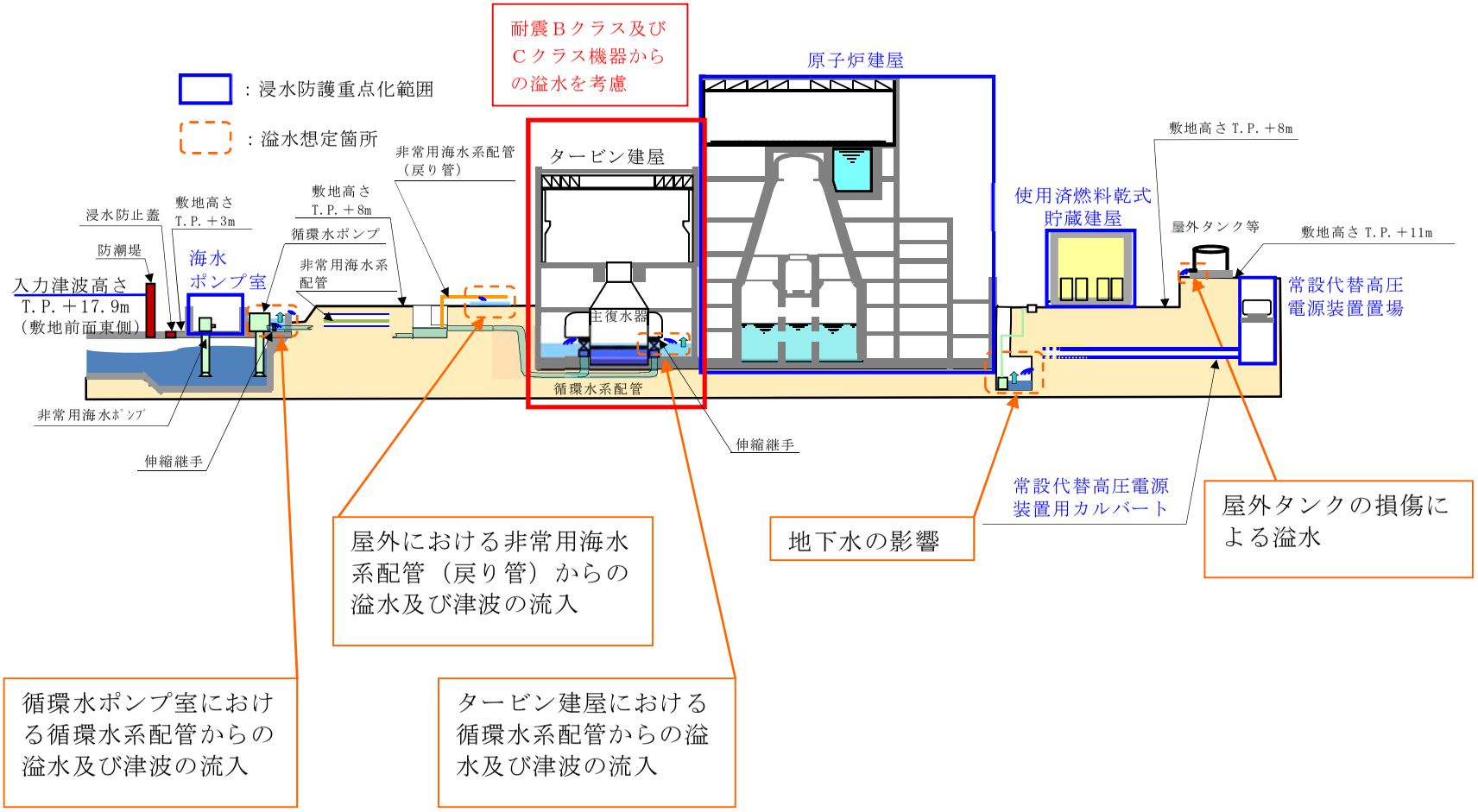
残留熱除去系の海水系配管，非常用ディーゼル発電機用の海水配管及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用の海水配管（以下「非常用海水系配管」という。）の原子炉建屋から放水路までの放水ラインの部分（屋外）は，耐震Ｃクラスであることから，地震に起因して損傷した場合には，非常用海水ポンプの運転にともない損傷箇所から溢水するとともに,放水路に流入した津波が非常用海水系配管に流れ込み，非常用海水系配管の損傷箇所を介して設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）の設置された敷地に流入する可能性があることから，浸水防護重点化範囲への影響を評価する。

(c)　屋外タンクからの溢水

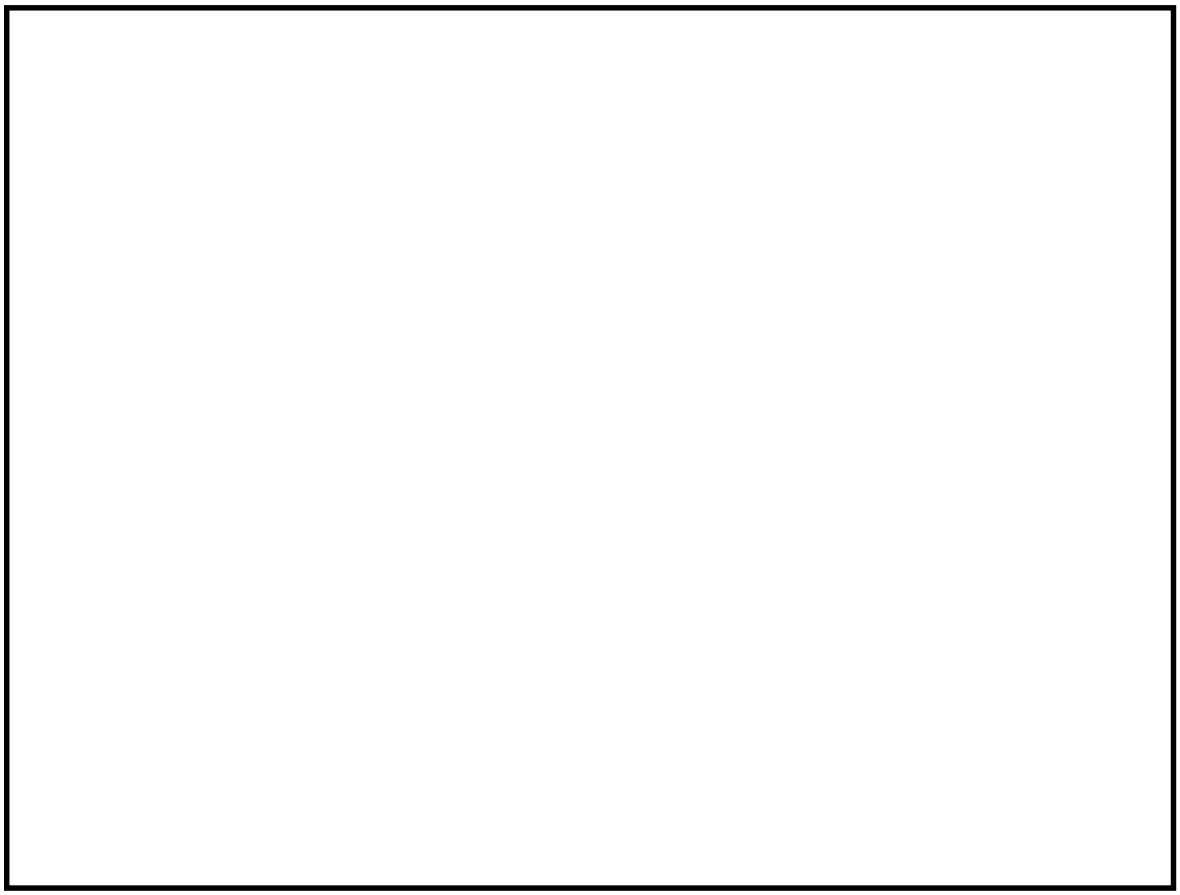
地震に起因して，防潮堤内側に設置された屋外タンクが損傷し，敷地内に溢水が生じた場合には，浸水防護重点化範囲及び隣接するタービン建屋へ流入する可能性があることから影響を評価する。

c．地下水による影響

東海第二発電所では，設計基準対象施設の津波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。

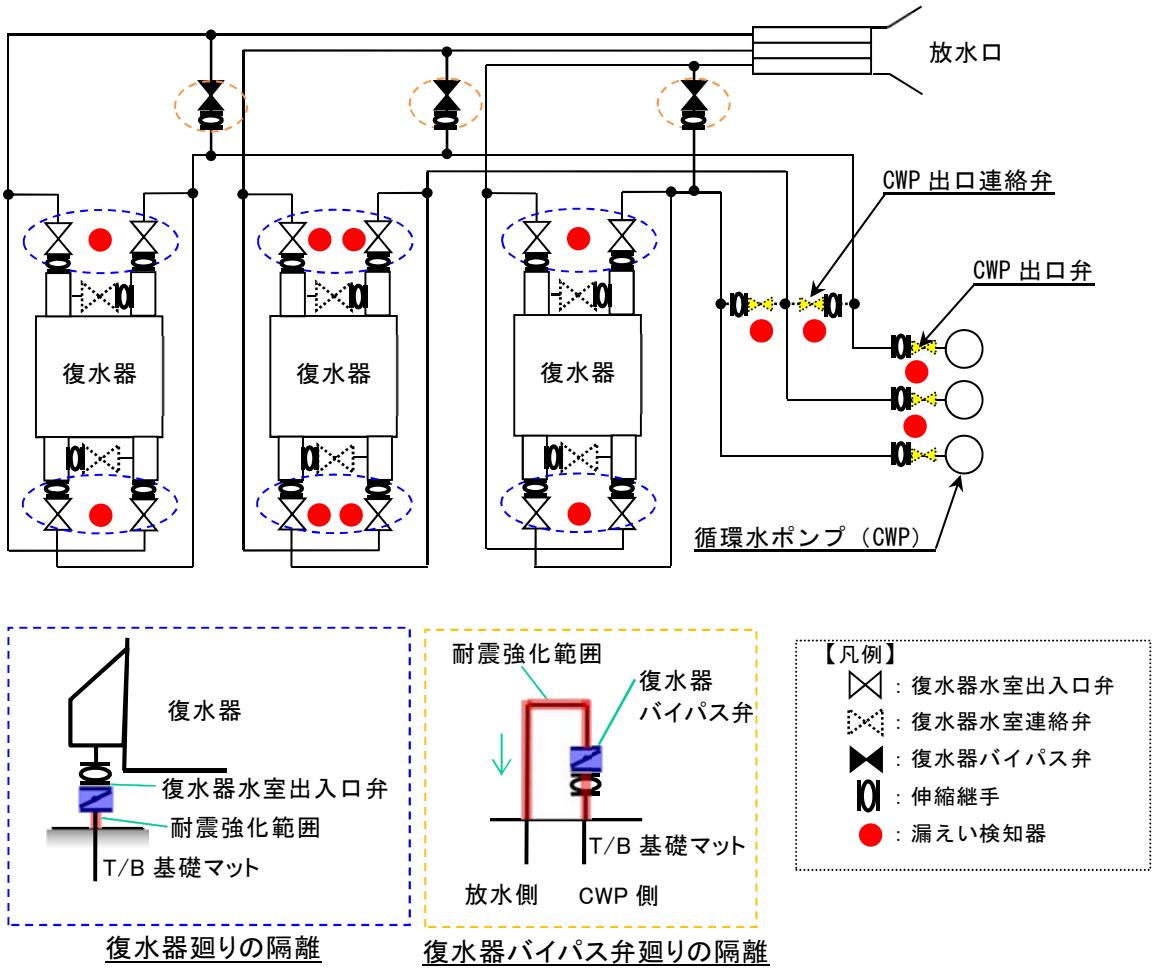
ⅱ） 地震加速度大による原子炉スクラム信号及びタービン建屋の復水器エリアの漏えい検知信号により，循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁閉止のインターロック（S_s機能維持）を設けることから，循環水系配管の伸縮継手からの溢水は，破損から循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止までの時間を考慮する。なお，インターロックの詳細については，「内部溢水の評価について」に示す。

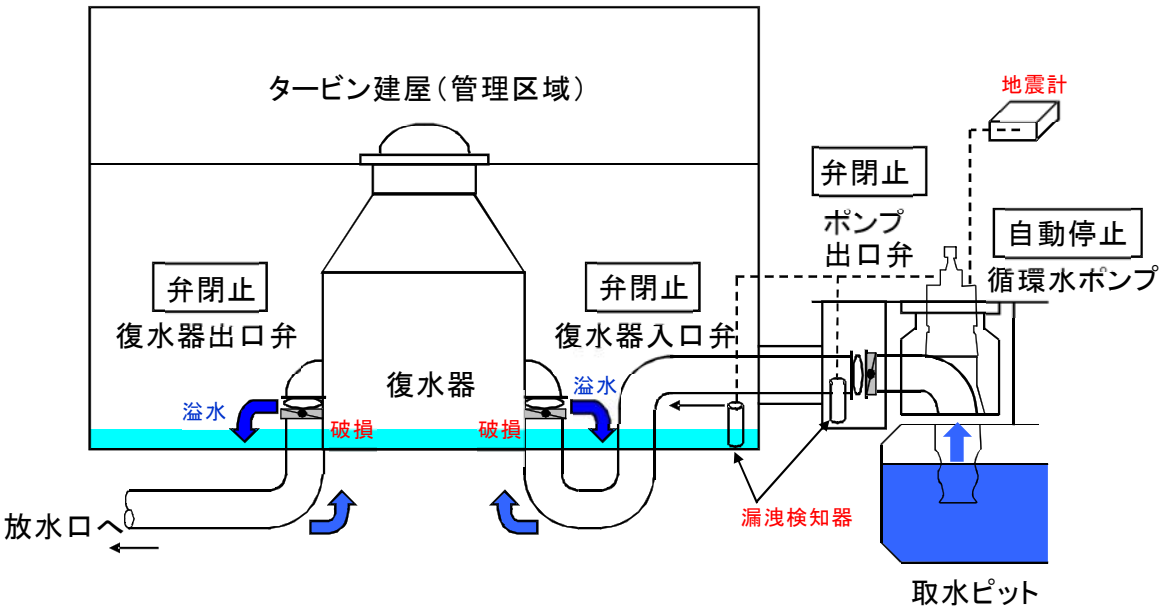
ⅲ） 循環水ポンプ1台目及び2台目の停止は伸縮継手の損傷から3分後，3台目は5分後となるが，保守的に3台とも5分後に停止するものとする。

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。





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

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。

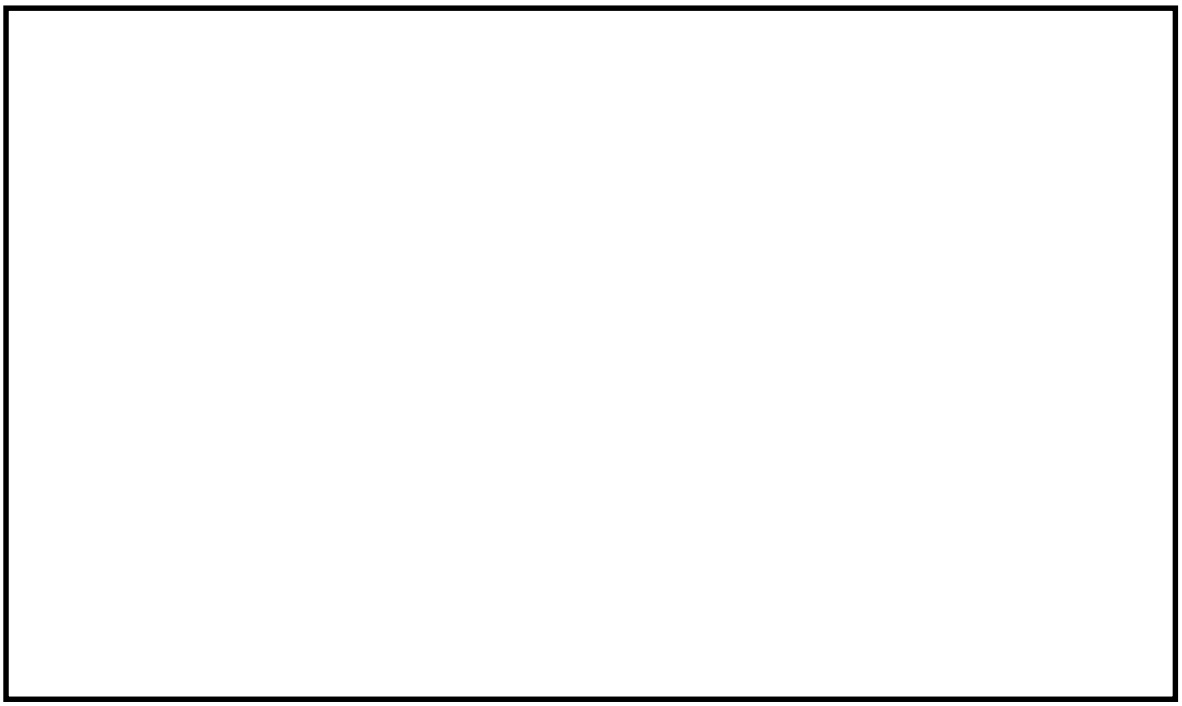
ⅰ） 地震により循環水系配管の伸縮継手の全円周状の破損(リング状破損）により溢水が発生する。

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。

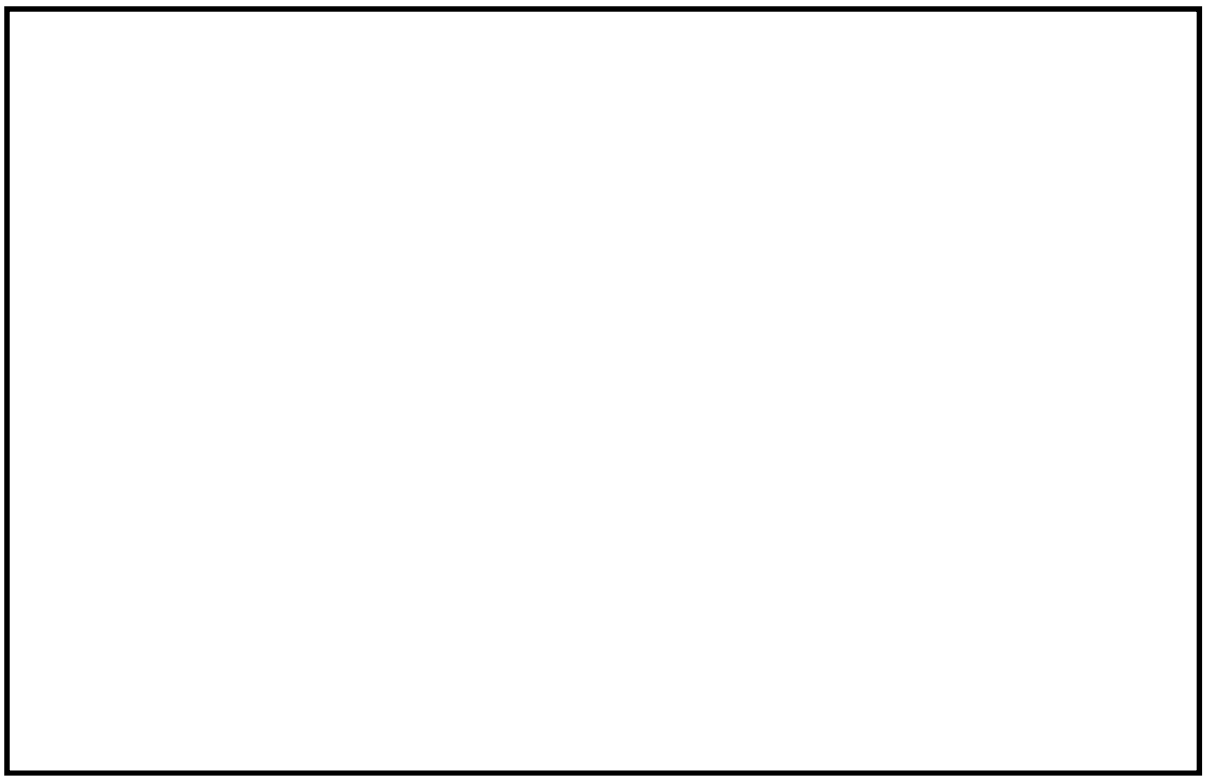
ⅲ） 循環水ポンプ1台目及び2台目の停止は伸縮継手の損傷から3分後，3台目は5分後となるが,保守的に3台とも5分後に停止するものとする。

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，非常用海水系配管エリア）



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,浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）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。

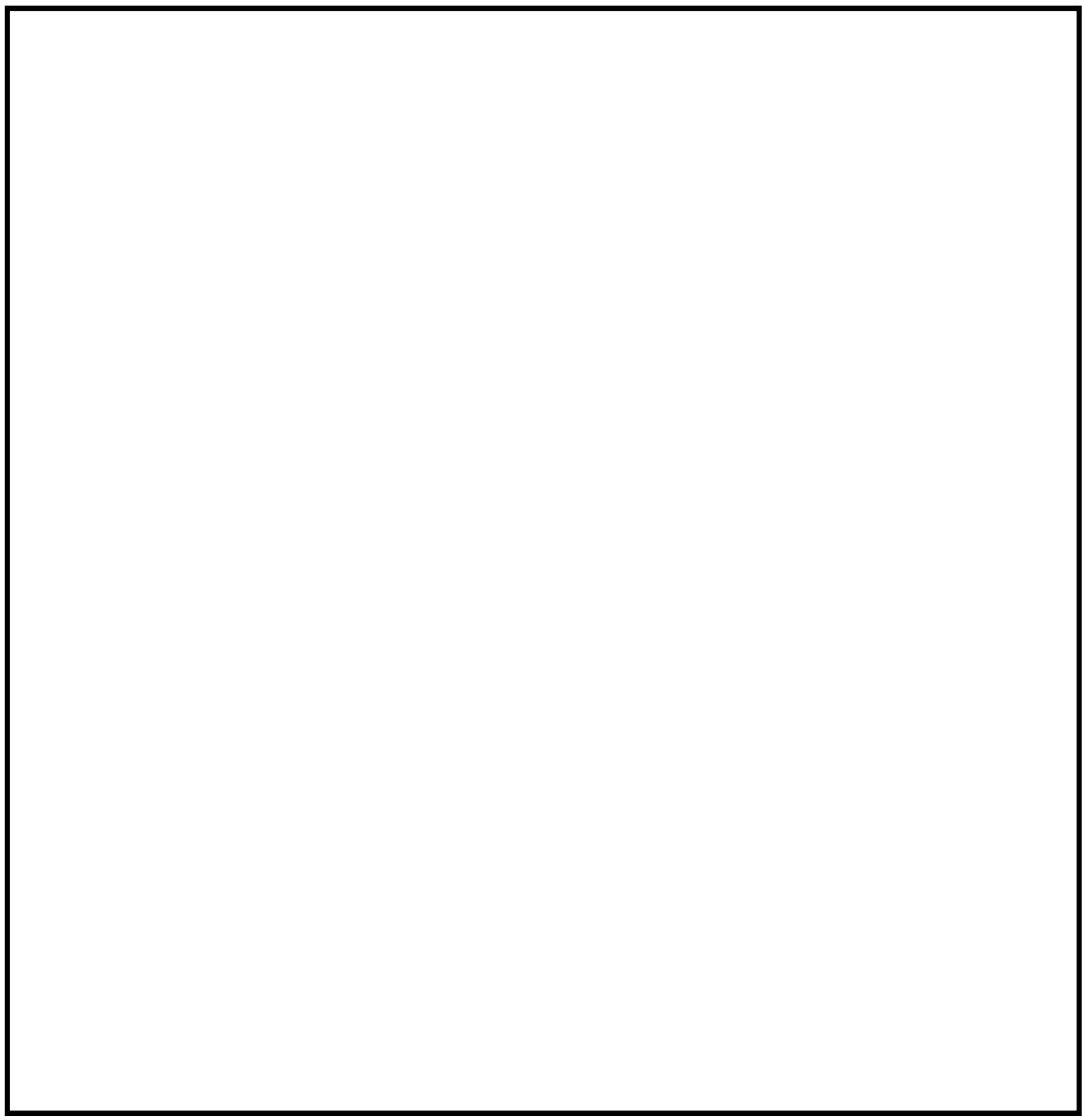
ⅰ）　非常用海水ポンプは全台運転とし，その定格流量が溢水する。

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，浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）の設置された敷地に広がった時に，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，常設代替高圧電源装置置場，常設代替高圧電源装置用カルバート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。

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142,730m^3／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11,900m^3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　m^3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，0m^3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0m^3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26,699m^{3}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20,910m^{3}は，タービン建屋の貯留できる容量約26,699m^{3}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6,180m^3／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515m^{3}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，0m^3／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0m^3／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4320.8m^3／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

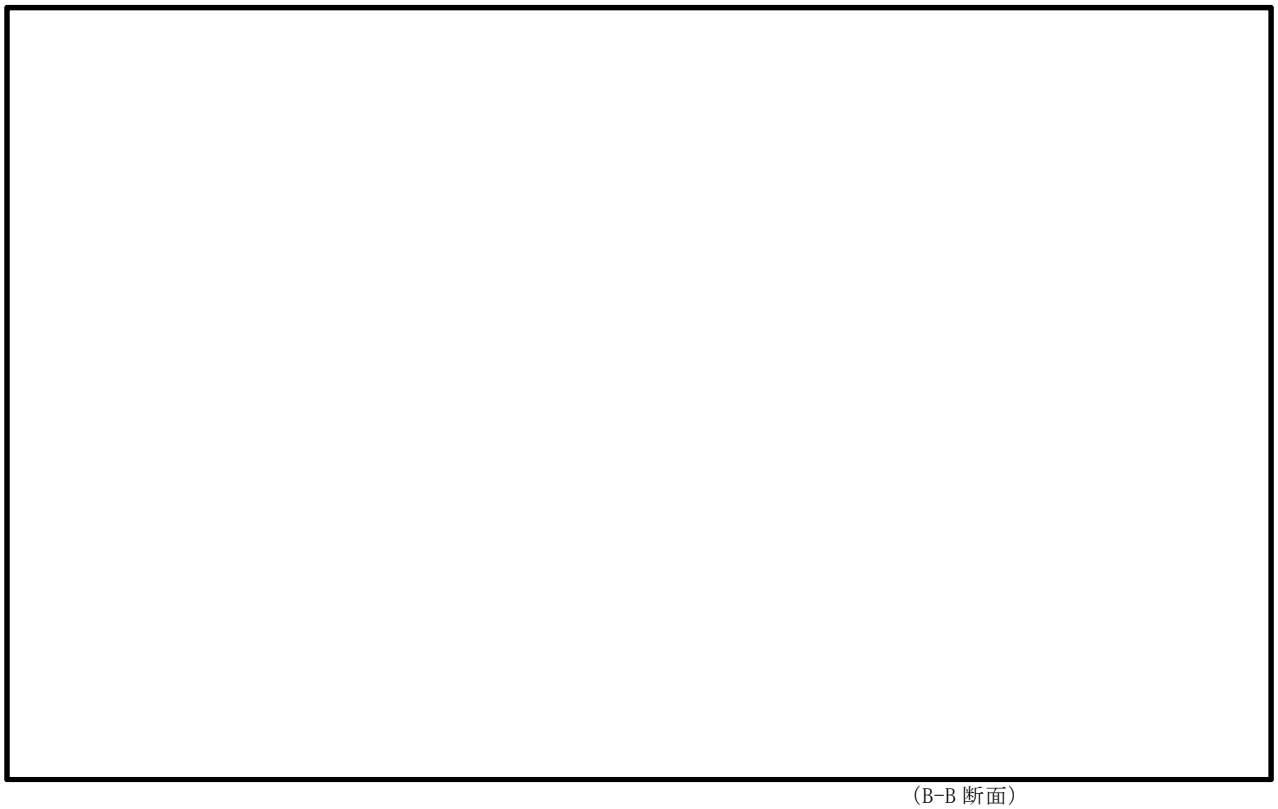
サイフォンによる流入は考慮しないため，0m^3／hである。

ⅲ） 津波の流入流量

津波の流入は考慮しないため，0m^3／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20㎜／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，常設代替高圧電源装置置場，常設代替高圧電源装置用カルバート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。なお，常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）の開口部には水密扉を設置し，貫通部には止水処置を行うことから，仮に常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）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。第2.4-7図に常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉の配置図を示す。

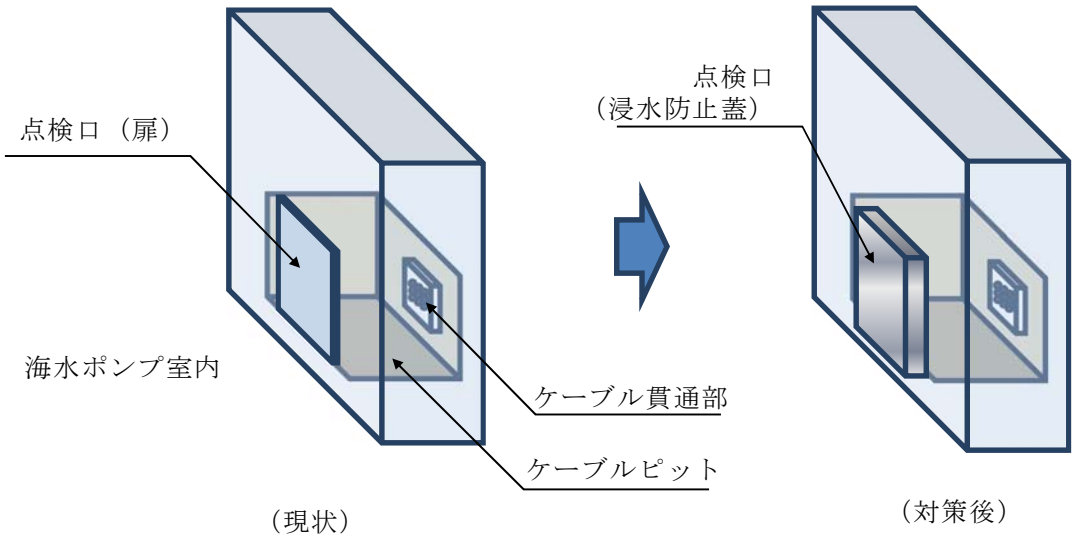


（B-B 断面）

浸水防護重点化範囲

第 2.4-7 図　常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉配置図

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。また，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。第2.4-8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。なお，非常用海水ポンプ用電路の電線管については，端部の止水処置を行うとともに，水密構造とし，津波及び溢水の影響を受けない設計とする。



第2.4-8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，常設代替

高圧電源装置置場，常設代替高圧電源装置用カルバート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，常設代替高圧電源装置置場，常設代替高圧電源装置用カルバート及び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，常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）の開口部には水密扉を設置し，貫通部には止水処置を行うことから，仮に常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）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，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。なお，非常用海水ポンプ用電路の電線管については，端部の止水処置を行うとともに，水密構造とし，津波及び溢水の影響を受けない設計とする。

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２４（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，基準地震動S_sに起因するタービン建屋の鉄筋コンクリート壁の残留ひび割れ幅は0.15㎜であることから，「原子力施設における建築物の維持管理指針・同解説（日本建築学会)」における水密性の観点から補修の検討が必要となるひび割れ幅の評価基準値（0.2㎜）を下回っているため，残留ひび割れは，ただちに影響を及ぼすものではないとしている。さらに，実機壁は十分な壁厚（最小100㎝）を有することを踏まえると，ひび割れ幅が評価基

準値（0.2㎜）未満であれば，十分水密性は確保できるが，信頼性の向上を目的に，タービン建屋地下部の壁面に対して適切な防水塗料（エポキシ樹脂系等）による処置及び水密性を考慮した保守管理を行うにより，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。エポキシ樹脂系等の防水塗料は，耐薬品性，耐候性等に優れ，コンクリートとの密着性が良好で可撓性を保持した材料であり，多くの使用実績を有するものであり，これまでの使用実績においても，特段の異常は認められていないが，塗装面の劣化に対しては，定期的な点検を行うとともに，劣化等が認められた場合には補修を行うなどの適切な保守管理を通して維持管理を行うこととしている。また，タービン建屋地下部壁面からの地下水の流入を想定したものであることから，適切な保守管理が可能なように，防水塗料はタービン建屋地下部壁面の内側に施工することとしている。なお，壁面の内側への施工によっても，上述のとおり，防水塗料はコンクリートとの密着性に優れたものであるため，水密性に問題ないと考える。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

2.5.1　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）。

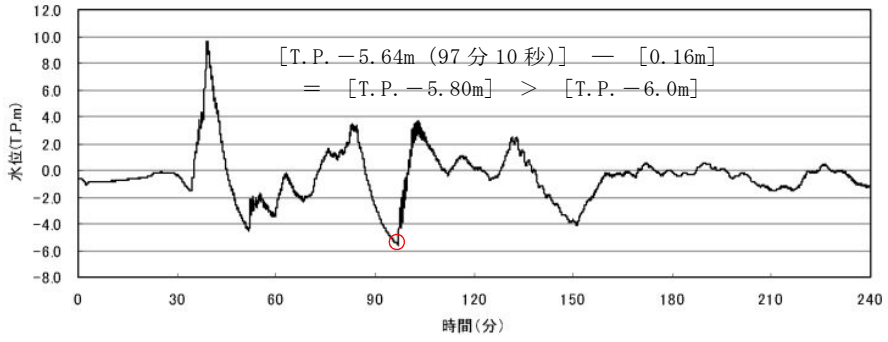
【検討結果】

(1)　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不確かさを考慮している。

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，数値計算上の不確かさを考慮し，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

(2)　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，残留熱除去系海水系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。

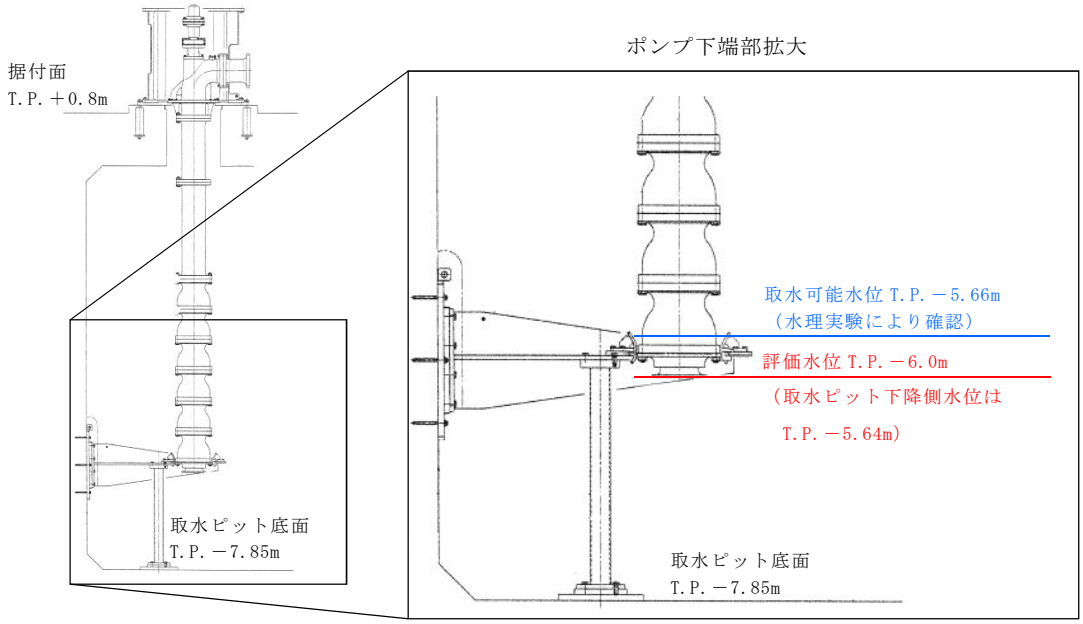
このため，取水口前面の海中に海水を貯留する貯留堰を設置し，引き波時においても，残留熱除去系海水系ポンプを含む非常用海水ポンプの取水性を確保する設計とする。

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１１に残留熱除去系海水系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
残留熱除去系海水系ポンプ	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
補機冷却系海水系ポンプ				－5.08	－※5



残留熱除去系海水系ポンプ据付外形図

※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。

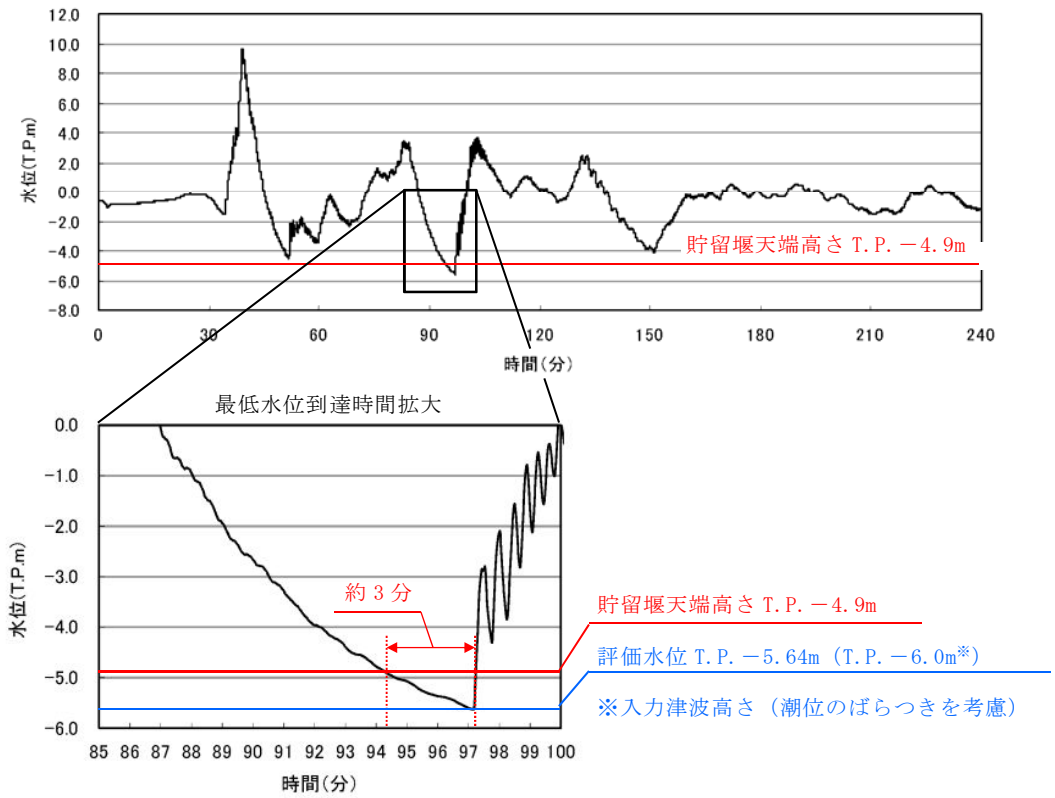
※3：水理実験により確認した取水可能水位である。

※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 2,162m^{3}以上の容量である約 2,370m^{3}の有効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１２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

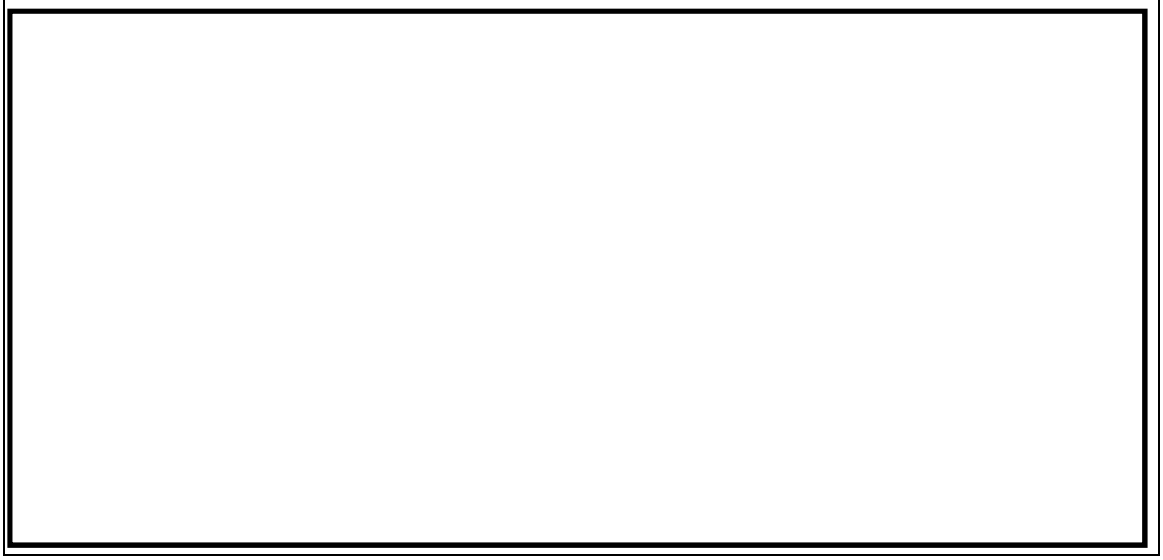
海水ポンプ	定格流量（m^3／h・台）	台数（台）	取水流量（m^3／h）	貯留堰の有効容量（m^3）	運転継続可能時間（分）
残留熱除去系海水系ポンプ	885.7	4	4,323	約 2,370	約 33
非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ	272.8	2			
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ	232.8	1			

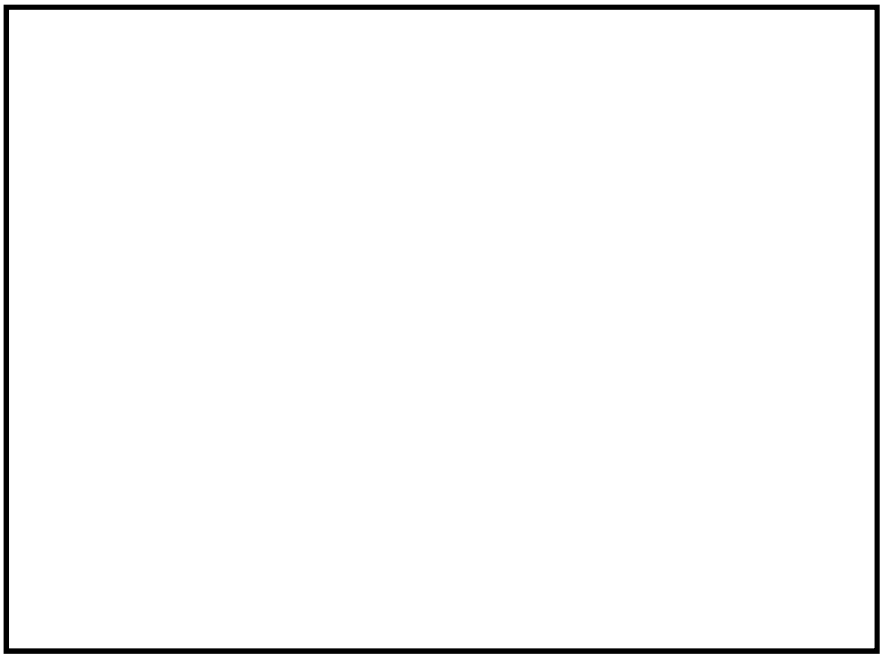
【非常用海水ポンプの運転継続可能時間の算出】

運転継続可能時間＝貯留堰の有効容量（m^3）÷取水流量（m^3／h）

＝2,370 m^3÷4,323 m^3／h

＝0.55 時間　≒ 約 33 分





第 2.5-3 図　貯留堰平面図

(3)　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。

2.5.2　津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認

【規制基準における要求事項等】

基準津波に伴う取水口付近の砂の移動･堆積が適切に評価されていること。

基準津波に伴う取水口付近の漂流物が適切に評価されていること。

非常用海水冷却系については，次に示す方針を満足すること。

・　基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積，陸上斜面崩壊による土砂移動・堆積及び漂流物に対して取水口及び取水路の通水性が確保できる設計であること。

・　基準津波による水位変動に伴う浮遊砂等の混入に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。

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

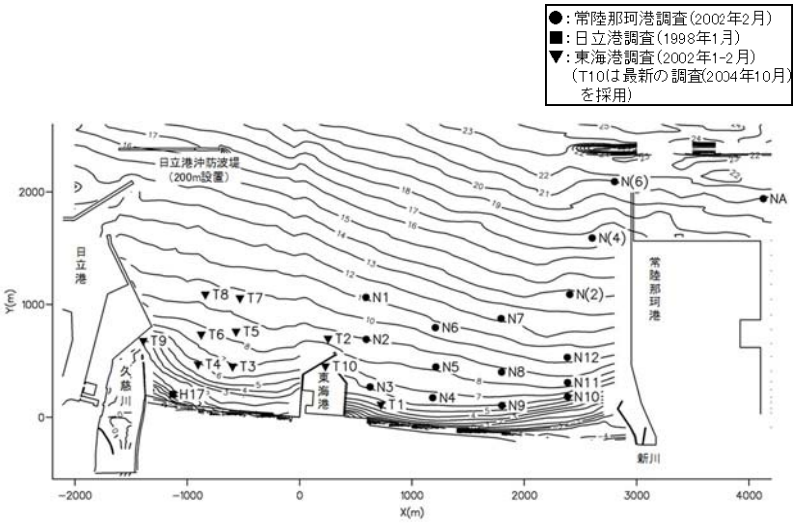
第 2.5-4 図　取水口～取水ピット構造図（断面図）

ｂ．砂の移動・堆積評価

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

※１：「津波による海底地形変化に関する研究」，藤井直樹・大森政則・高尾誠・金山進・大谷英夫，海岸工学論文集，45，376-380，1998

※２：「掃流砂層・浮遊砂層間の交換砂量を考慮した津波移動床モデルの開発」，高橋智幸・首藤伸夫・今村文彦・浅井大輔，海岸工学論文集，46，606-610，1999



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

試料採取位置	密度 (g／cm^3)	中央粒径 (mm)
N1	2.758	0.11
N2	2.760	0.12
N3	2.755	0.13
N4	2.816	0.14
N5	2.805	0.13
N6	2.733	0.12
N7	2.788	0.13
N8	2.752	0.11
N9	2.729	0.14
N10	2.703	0.16
N11	2.681	0.11
N12	2.703	0.11
N(2)	2.757	0.13
T1	2.719	0.15
T2	2.727	0.16
T3	2.700	0.15
T4	2.680	0.18
T5	2.694	0.17
T6	2.685	0.14
T7	2.699	0.13
T8	2.666	0.31
T9	2.679	0.16
T10	2.670	0.18
平均値	2.72	0.15

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[redacted]m，高さ[redacted]m であるため，砂の移動・堆積によっても取水口及び取水路の通水性は確保できることを確認した。第 2.5-3 表に取水口前面の砂の堆積厚さを示す。

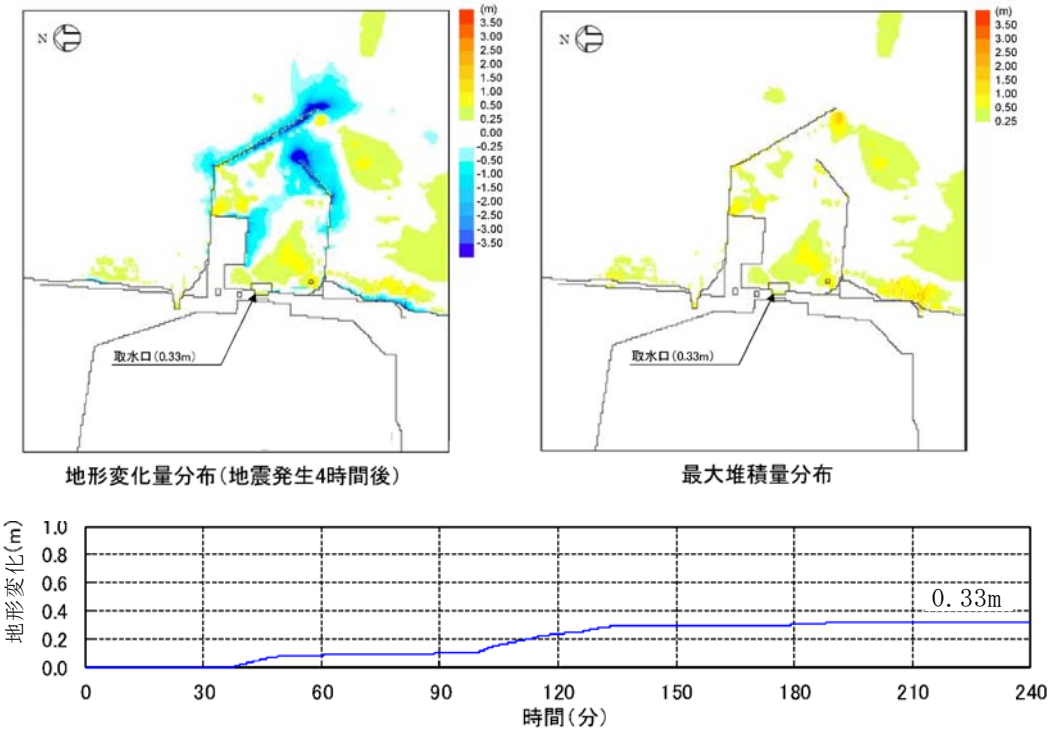
上記に加え，防波堤なしの堆積量についても評価した。その結果，取水口前面における砂の堆積高さは防波堤なしで最大 0.36m（高橋他（1999），浮遊砂上限濃度 1%）となった。第 2.5-4 表に防波堤の有無による取水口前面での砂堆積高さに示す。また，防波堤の有無による基準津波に伴う砂移動評価を添付資料１３に示す。

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

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

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

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

水位上昇側（m）	水位下降側（m）
0.028	0.011

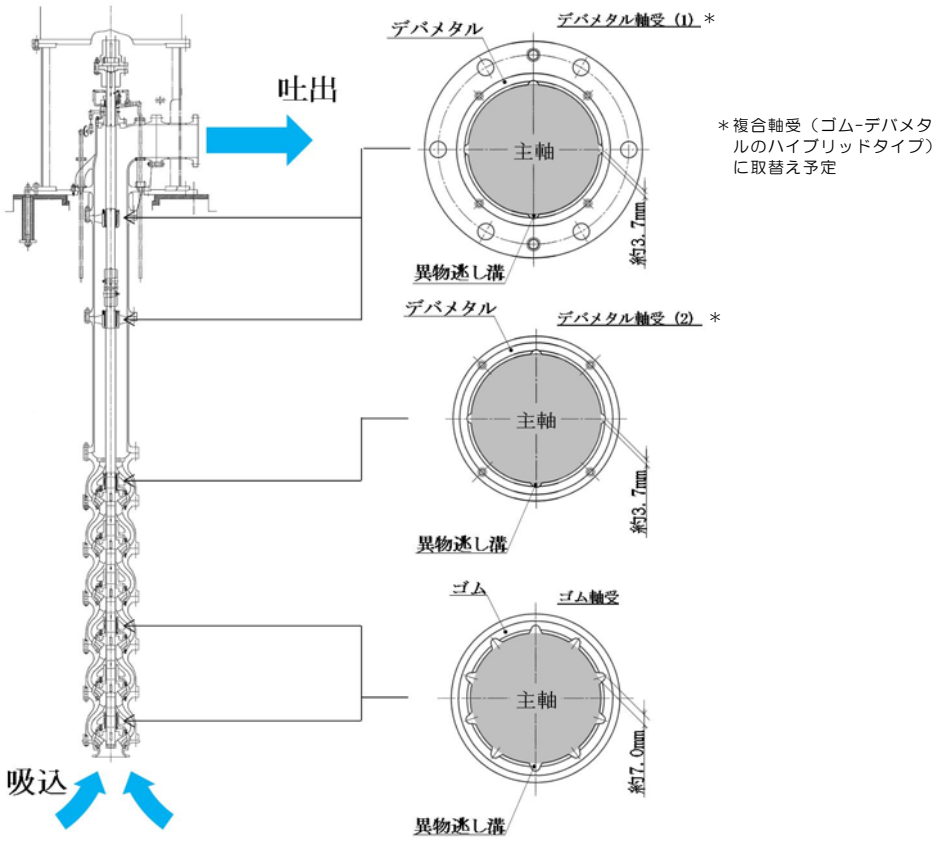
第 2.5-6 表　取水ピット砂堆積解析結果（高橋他（1999），浮遊砂上限濃度１％）

解析ケース	パラメータ				水位上昇側	水位下降側
	防波堤	スクリーン損失	貝付着	非常用海水ポンプの取水	堆積厚さ（m）	堆積厚さ（m）
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

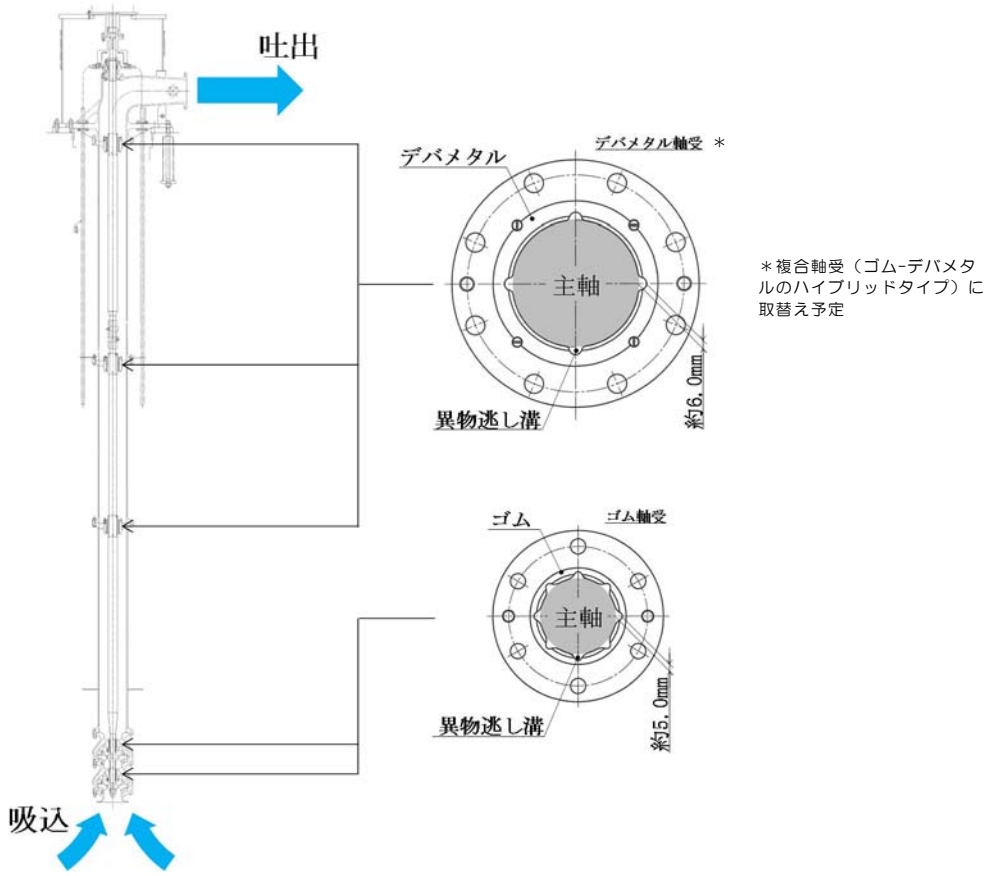
(2)　砂混入時の非常用海水ポンプ取水機能の確認

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系ポンプの軸受配置図，第 2.5-7 図に非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプの軸受配置図を示す。



第2.5-6図　残留熱除去系海水系ポンプ軸受配置図



第 2.5-7 図　非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ軸受配置図

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

また，砂の混入による軸受摩耗の評価として，非常用海水ポンプの軸受を模擬した供試材を用いた軸受摩耗試験を実施し，ゴム軸受及び複合軸受に十分な浮遊砂耐性があることを確認した。添付資料１３に基準津波に伴う砂移

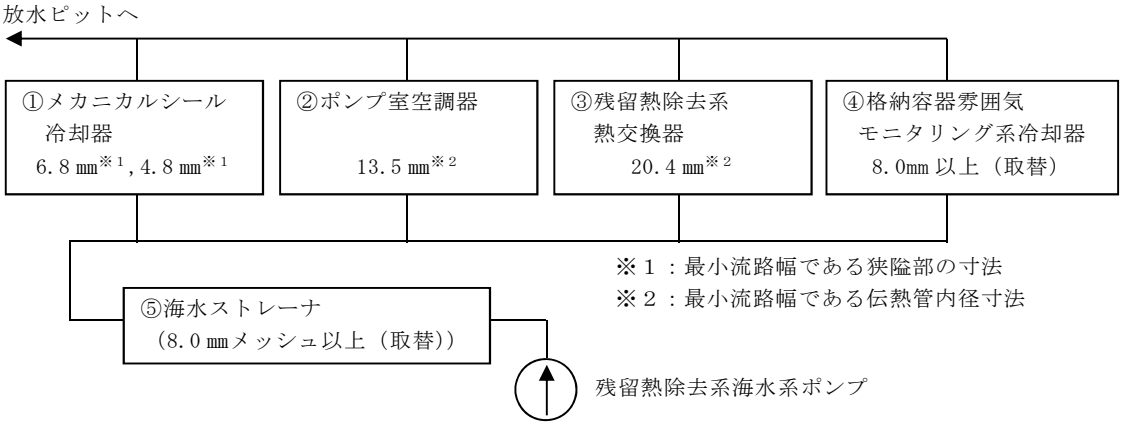
動評価，添付資料１４に非常用海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性の評価結果を示す。

(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，残留熱除去系海水系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 ㎜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 0.15㎜ 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。

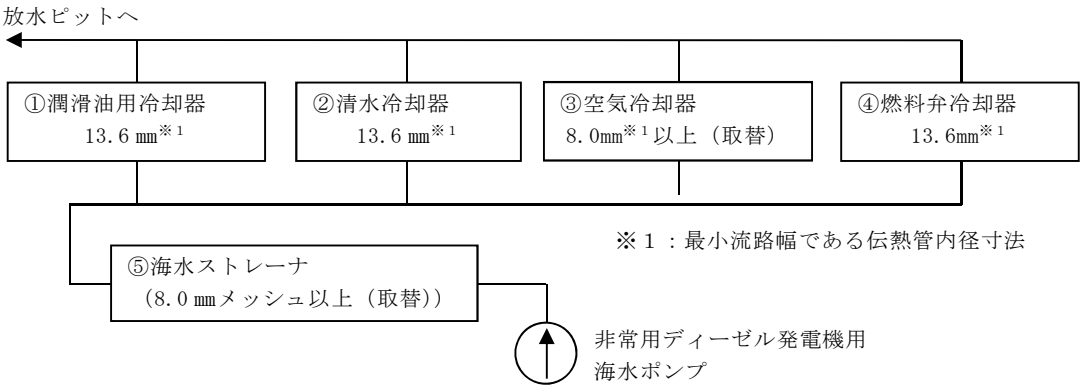
第 2.5-8 図～第 2.5-10 図に非常用海水ポンプの概略系統図，第 2.5-7 表～第 2.5-9 表に非常用海水系の各機器の最小流路幅を示す。



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）

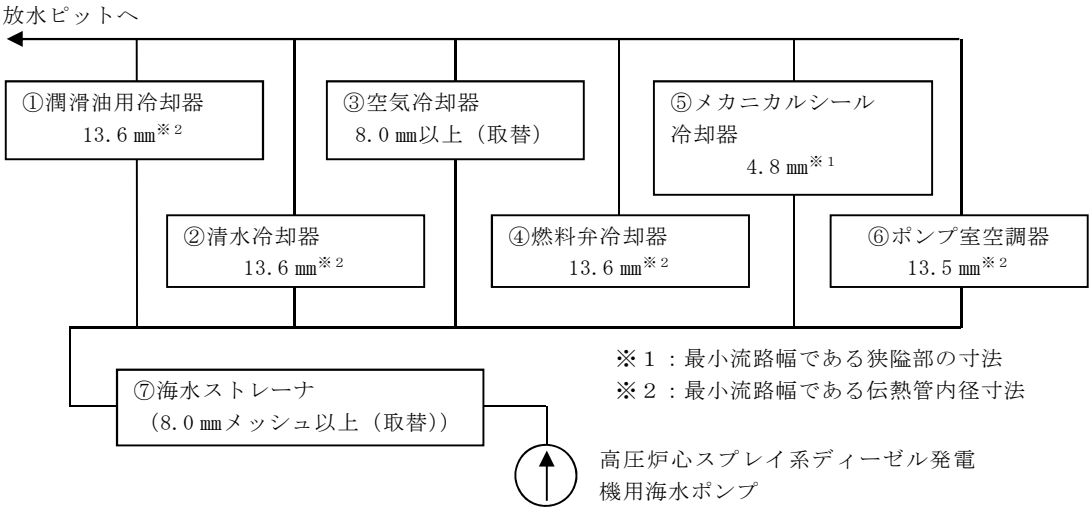
海水供給機器		最小流路幅（㎜）	砂粒径（㎜）
①メカニカルシール冷却器	残留熱除去系ポンプメカニカルシール冷却器	6.8	約 0.15
	低圧炉心スプレイ系ポンプメカニカルシール冷却器	4.8	
②ポンプ室空調器	残留熱除去系ポンプ室空調器	13.5	
	低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調器	13.5	
	原子炉隔離時冷却系ポンプ室空調器	13.5	
③残留熱除去系熱交換器	残留熱除去系熱交換器	20.4	
④格納容器雰囲気モニタリング系冷却器	格納容器雰囲気モニタリング系冷却器	8.0㎜以上（取替）	
⑤海水ストレーナ	残留熱除去系海水系ストレーナ	8.0㎜メッシュ以上（取替）	



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 （㎜）	砂粒径 （㎜）
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	8.0㎜ 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	8.0㎜ 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 （㎜）	砂粒径 （㎜）
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	8.0㎜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	8.0㎜メッシュ 以上（取替）	

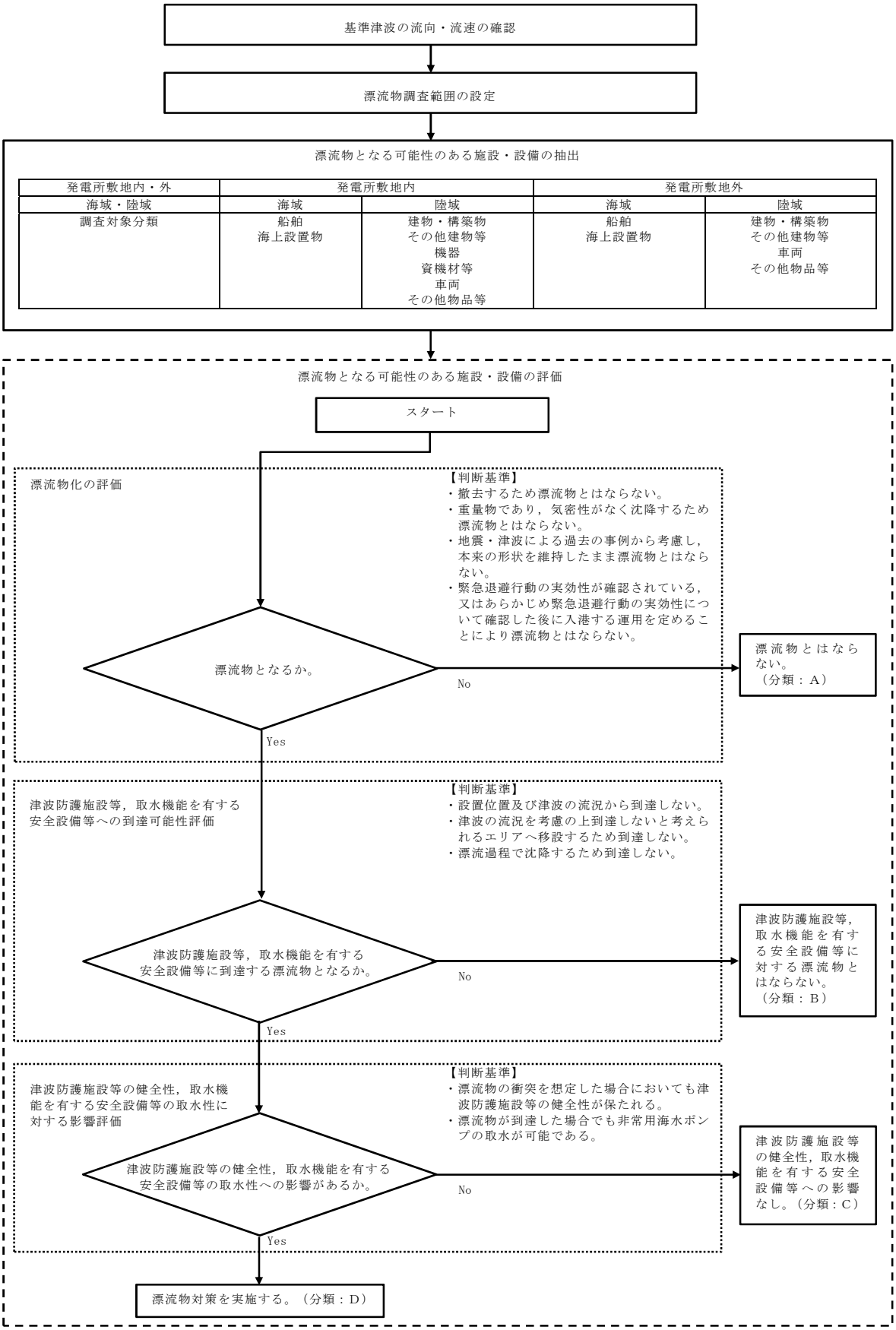
(4)　基準津波に伴う津波防護施設等の健全性確保及び取水口付近の漂流物に対する取水性確保

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。



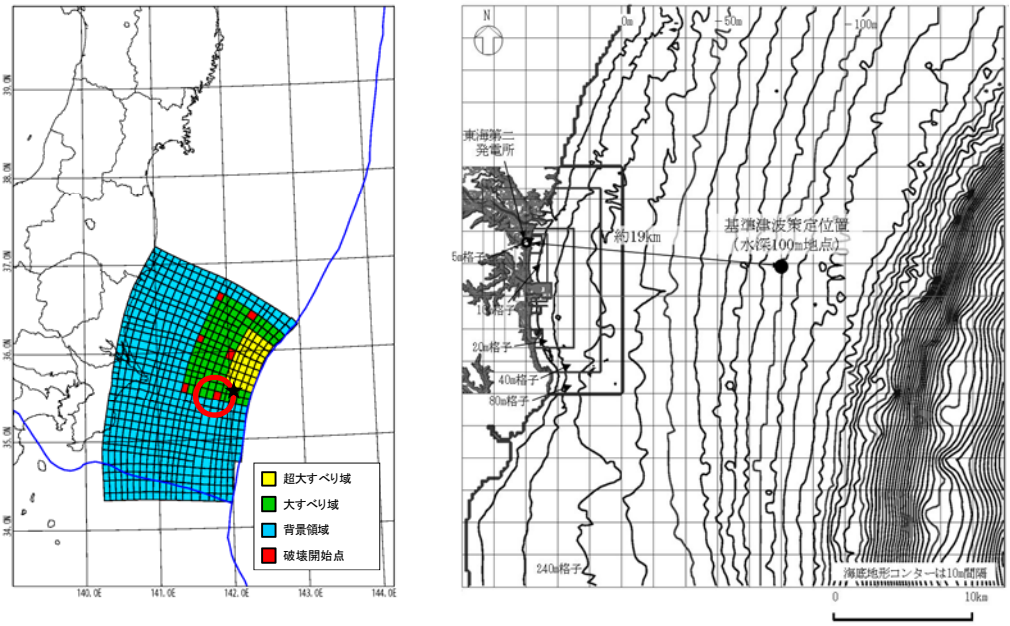
津波防護施設等：津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備を示す。
取水機能を有する安全設備等：海水取水機能を有する非常用海水ポンプ，非常用海水配管等を示す。

第 2.5-11 図　漂流物評価フロー

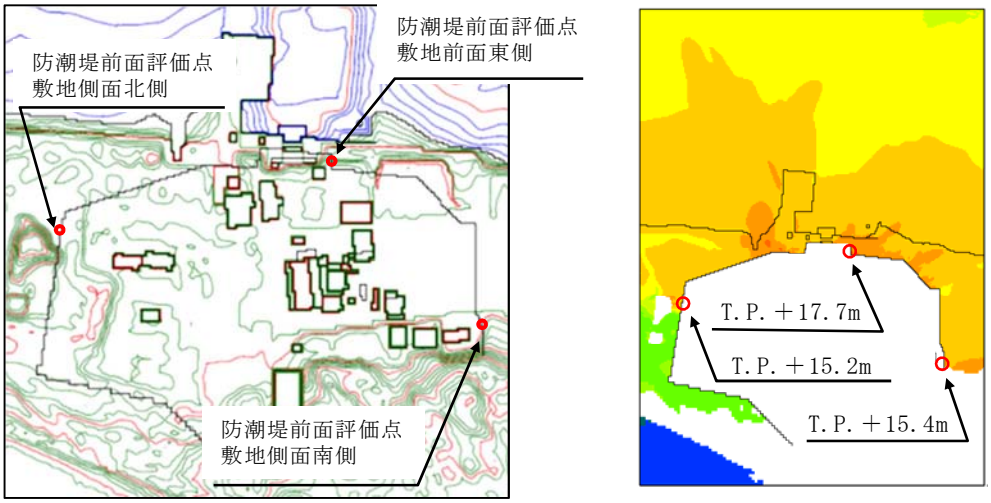
a．基準津波の流向及び流速

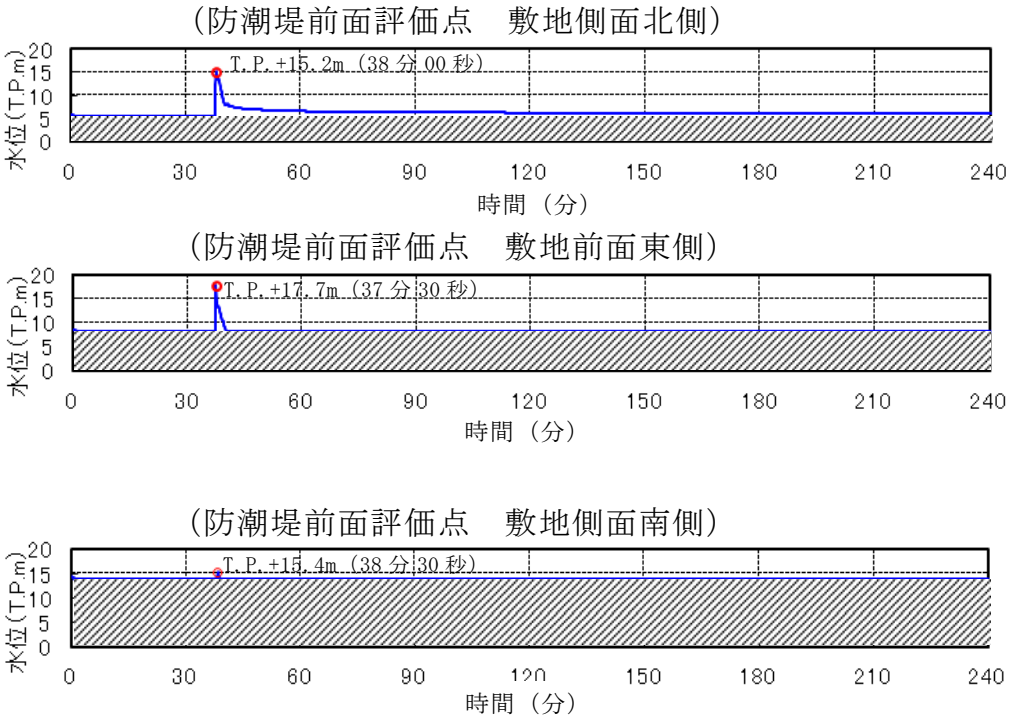
日本海溝沿いのプレート間地震による基準津波は，東海第二発電所の東方より襲来し，地震発生の約 35 分後に敷地前面に到達する。地震発生の約 37 分後には敷地へ遡上し，地震発生の約 40 分後に引き波となる。

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。



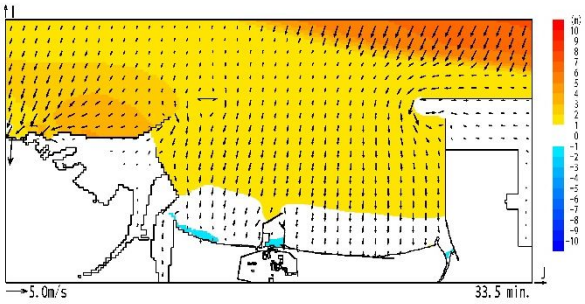
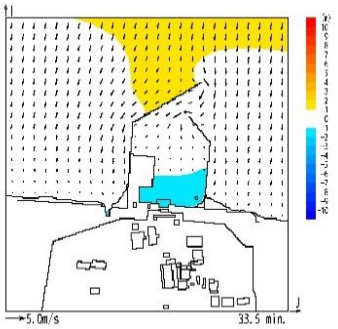
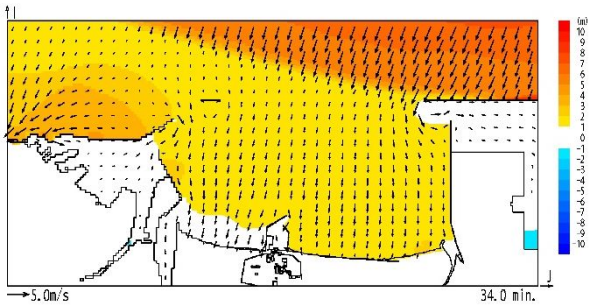
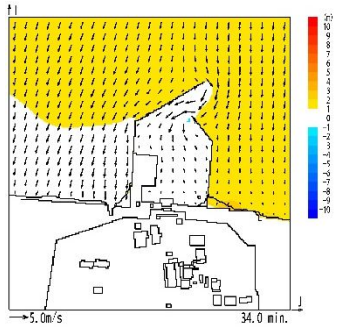
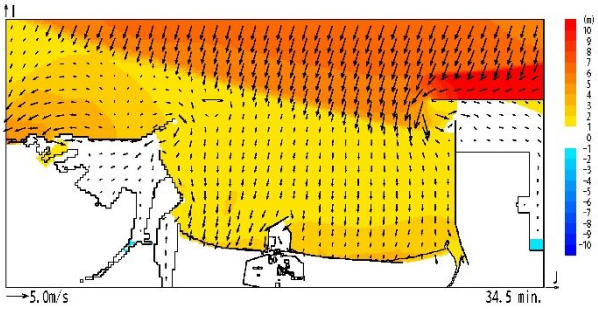
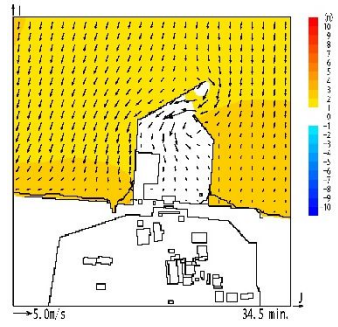
第 2.5-12 図　基準津波の波源モデルと基準津波の策定位置





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）

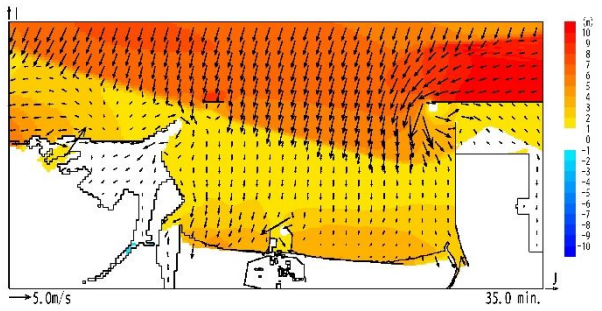
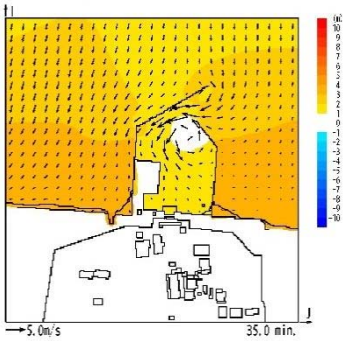
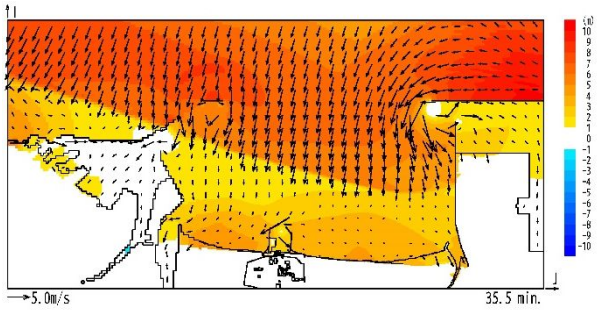
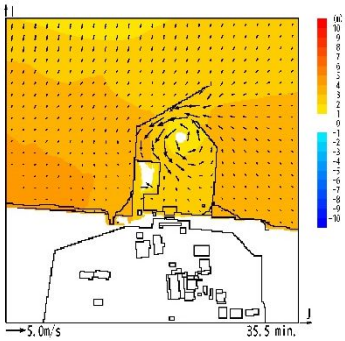
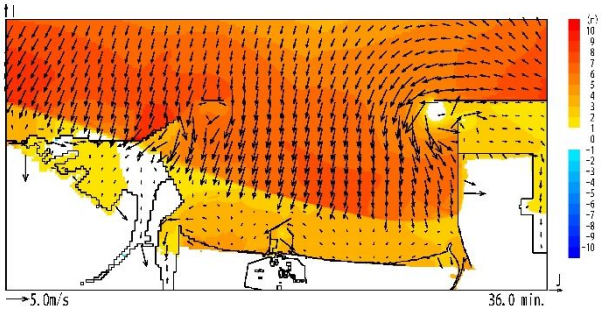
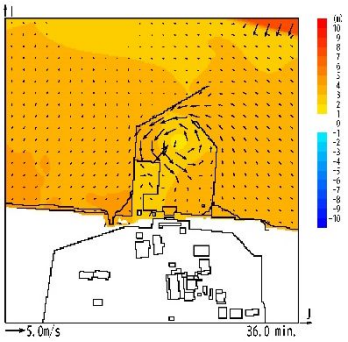
＜防波堤あり＞

時間※（分）	発電所周辺広域	発電所敷地エリア拡大
33.5		
34.0		
34.5		

※：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）

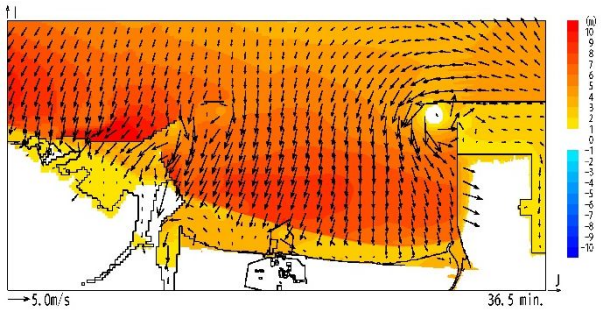
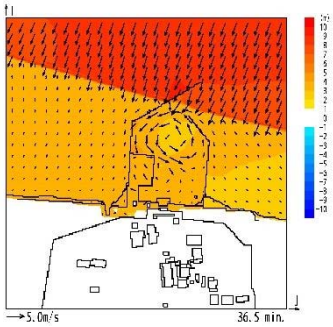
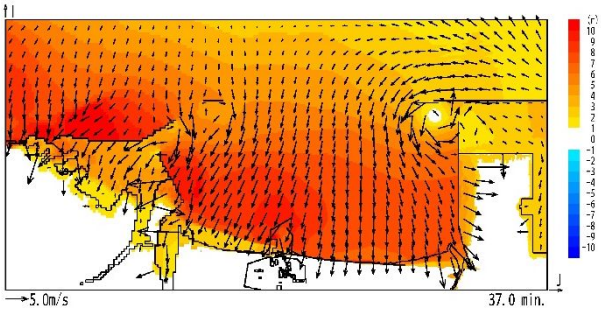
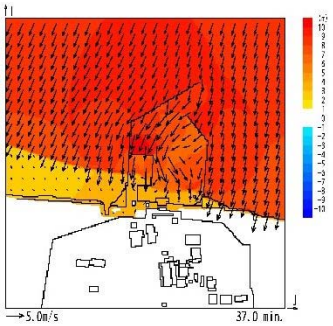
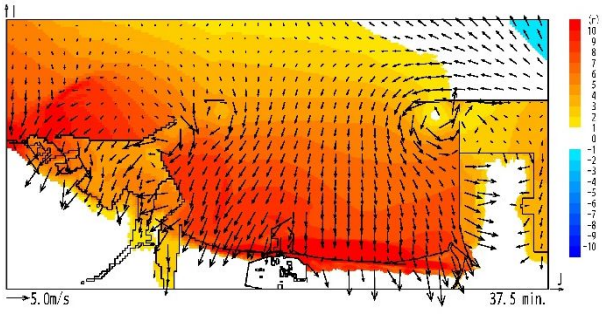
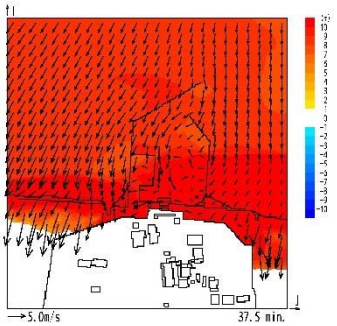
＜防波堤あり＞

時間※ （分）	発電所周辺広域	発電所敷地エリア拡大
35.0		
35.5		
36.0		

※：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）

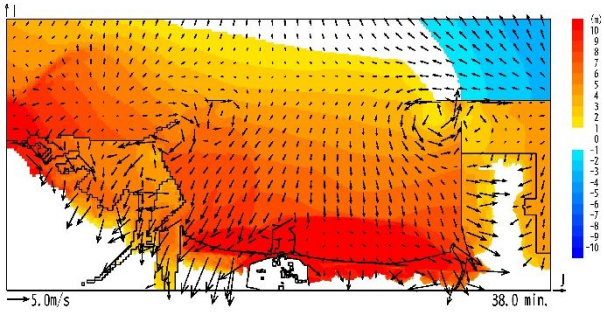
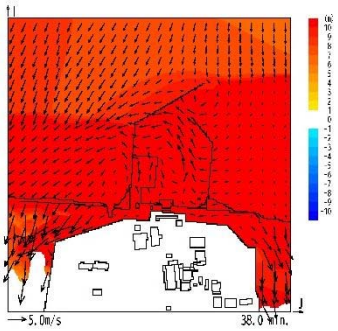
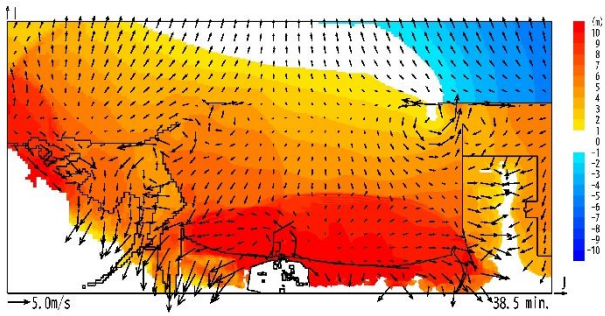
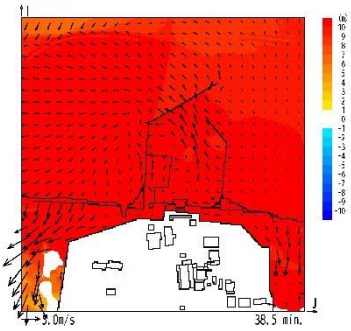
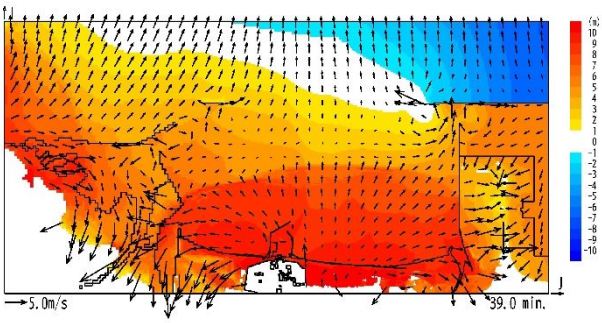
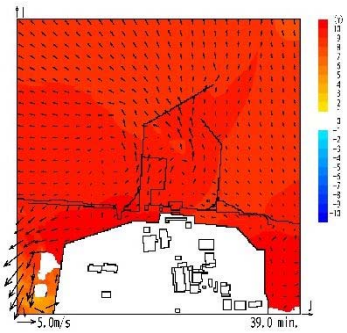
＜防波堤あり＞

時間※（分）	発電所周辺広域	発電所敷地エリア拡大
36.5		
37.0		
37.5		

※：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）

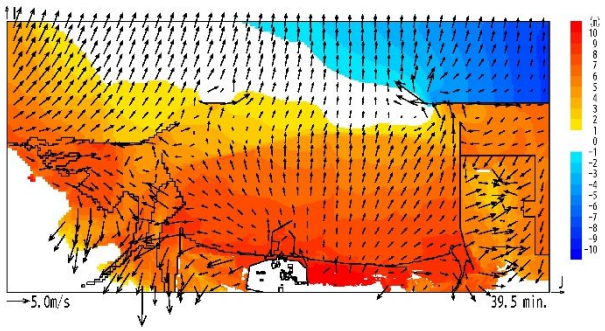
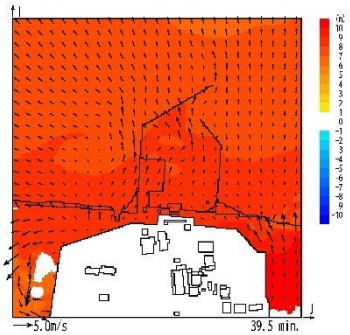
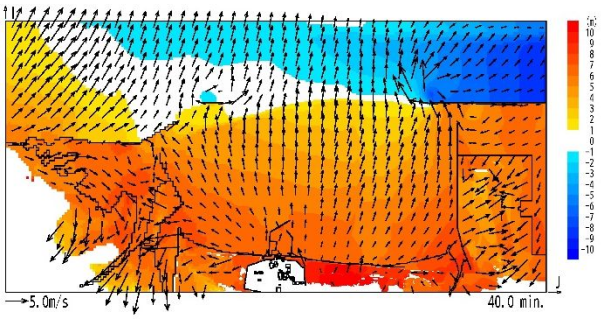
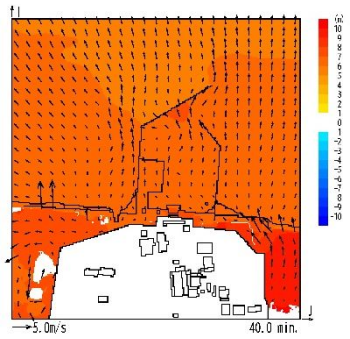
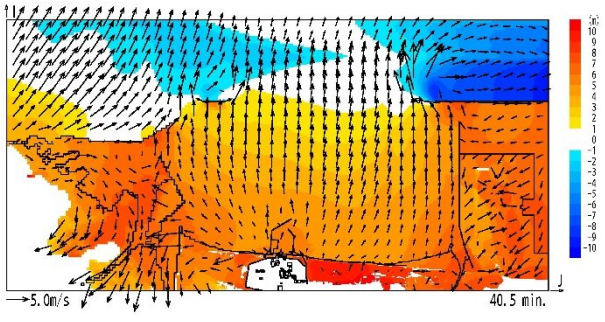
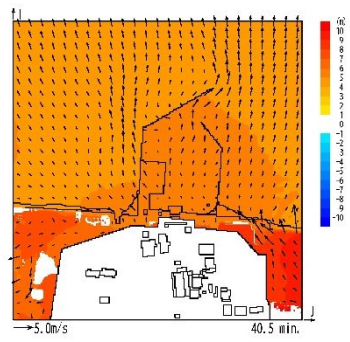
＜防波堤あり＞

時間※（分）	発電所周辺広域	発電所敷地エリア拡大
38.0		
38.5		
39.0		

※：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）

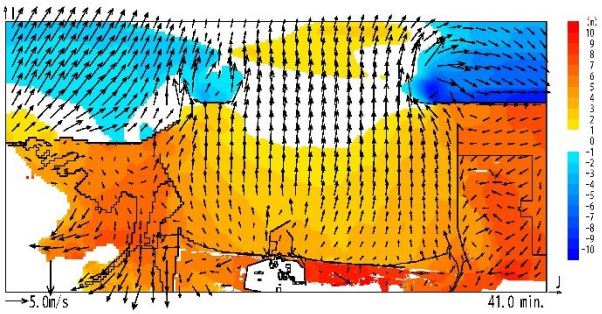
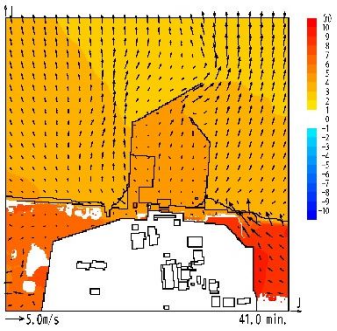
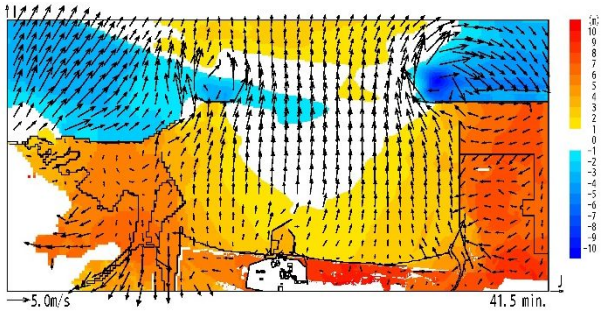
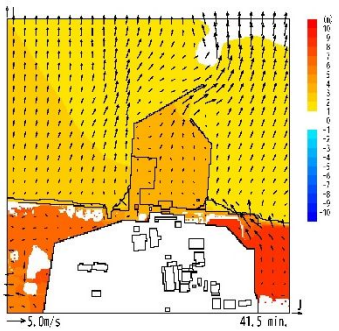
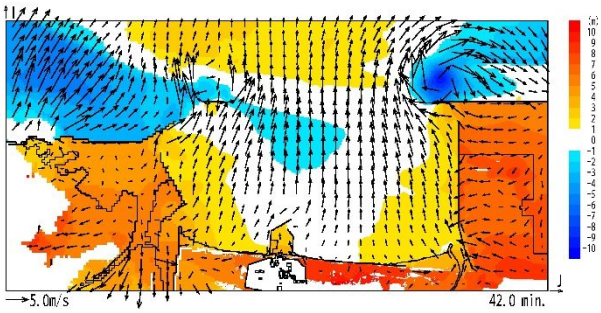
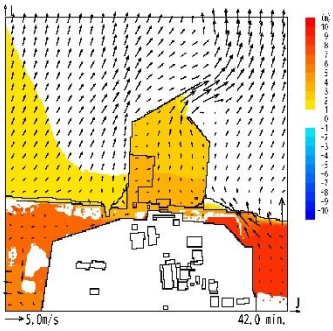
＜防波堤あり＞

時間※ （分）	発電所周辺広域	発電所敷地エリア拡大
39.5		
40.0		
40.5		

※：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）

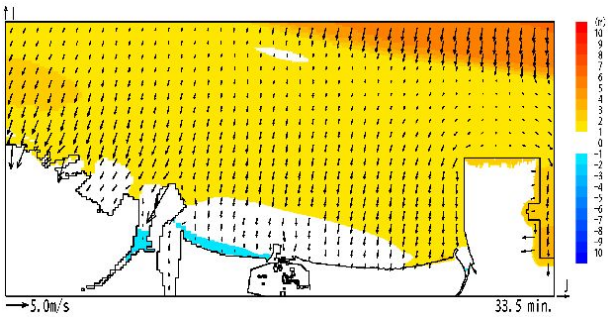
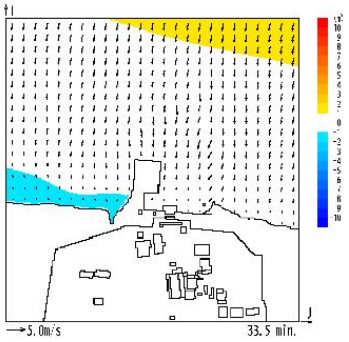
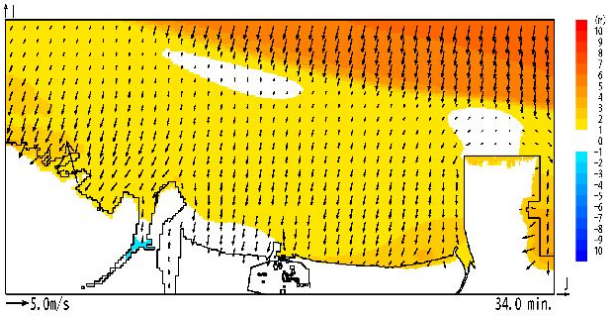
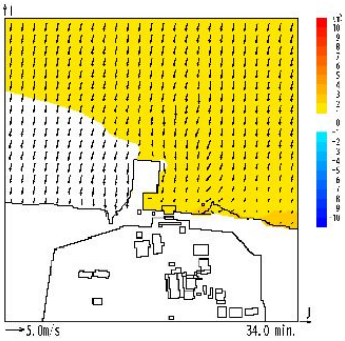
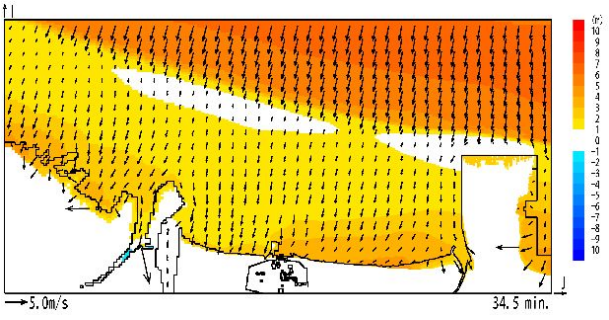
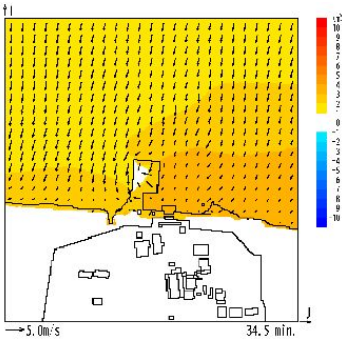
＜防波堤あり＞

時間※ （分）	発電所周辺広域	発電所敷地エリア拡大
41.0		
41.5		
42.0		

※：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）

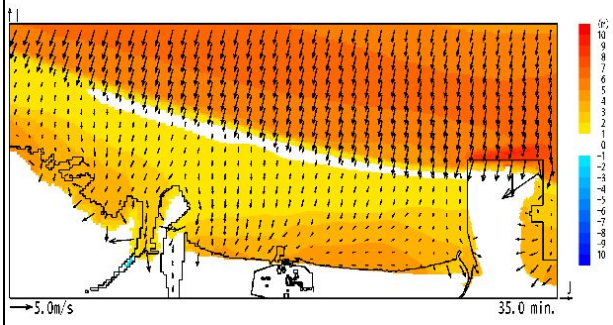
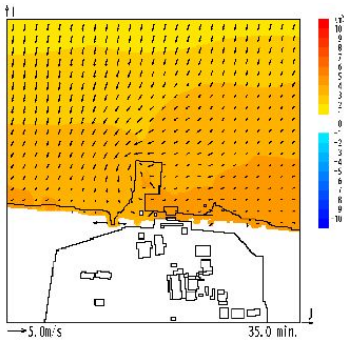
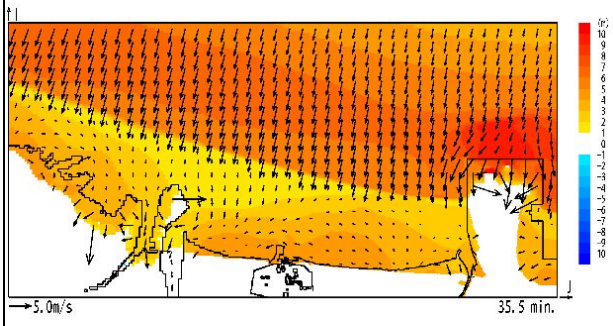
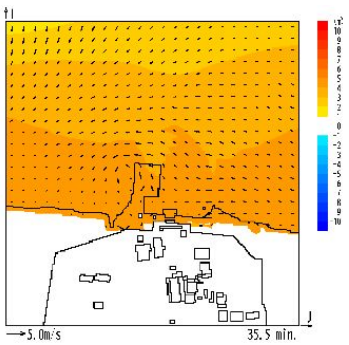
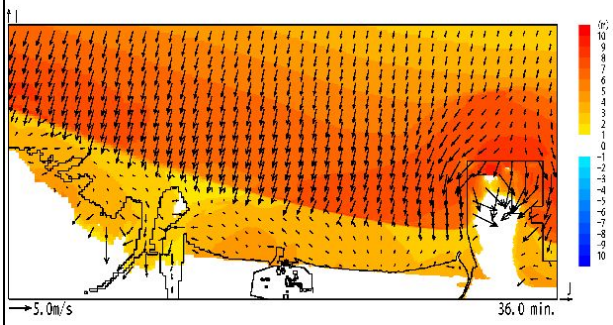
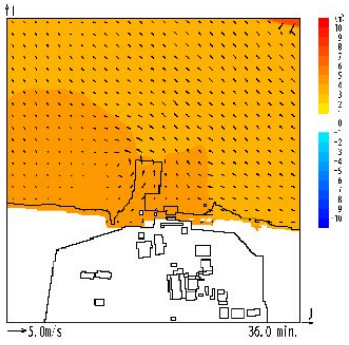
＜防波堤なし＞

時間※ （分）	発電所周辺広域	発電所敷地エリア拡大
33.5		
34.0		
34.5		

※：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）

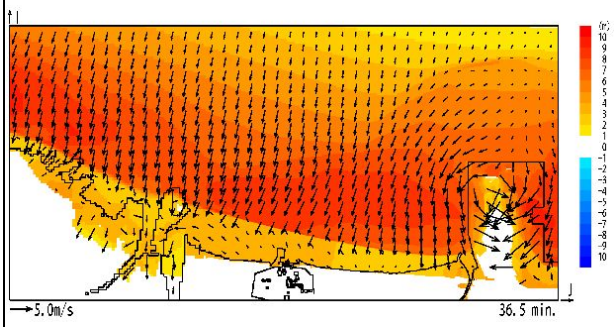
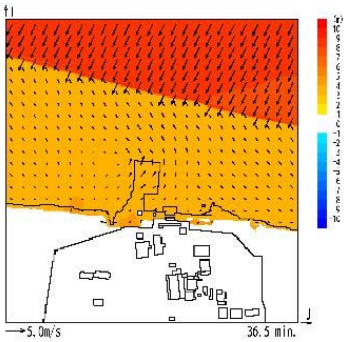
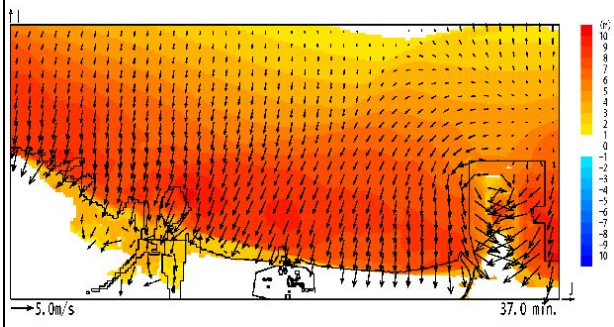
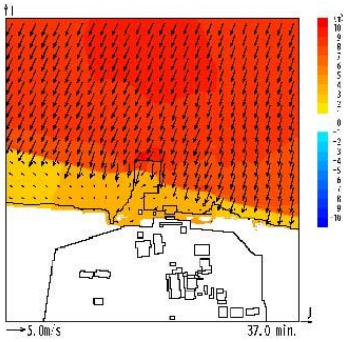
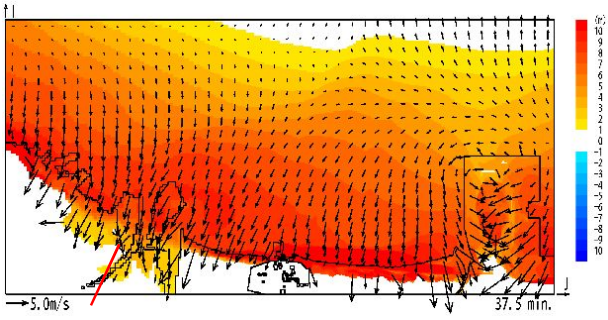
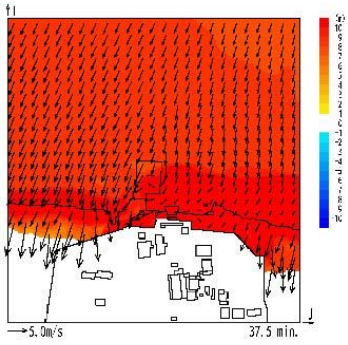
＜防波堤なし＞

時間※ （分）	発電所周辺広域	発電所敷地エリア拡大
35.0		
35.5		
36.0		

※：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＞

時間※（分）	発電所周辺広域	発電所敷地エリア拡大
36.5		
37.0		
37.5		

※：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）