

茨城県原子力安全対策委員会  
東海第二発電所  
安全性検討ワーキングチーム(第10回)  
ご説明資料

# 東海第二発電所

## 津波対策(耐津波設計)について

平成30年8月6日

日本原子力発電株式会社

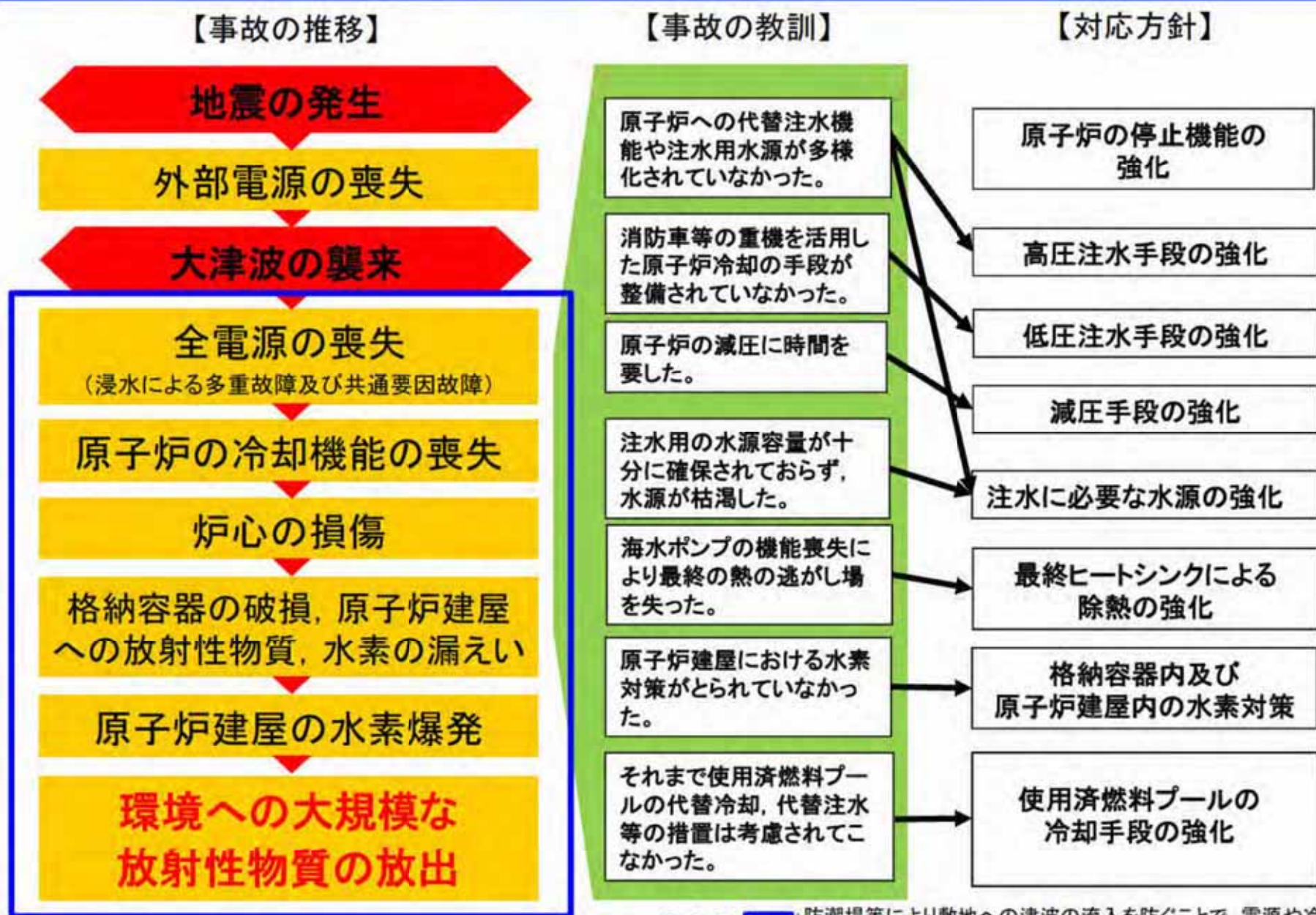
本資料のうち、 は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

## 目 次

1. 福島第一原子力発電所事故の教訓 .....	2-2-3
2. 防護対象とする津波の区分と発電所の防護方針 .....	2-2-4
3. 津波対策の従来からの主な変更点 .....	2-2-5
4. 津波評価の概要 .....	2-2-6
5. 防潮堤の設置ルート変更に伴う評価 .....	2-2-7
6. 基準津波に対する対策 .....	2-2-10
7. 敷地に遡上する津波に対する対策 .....	2-2-25
8. まとめ .....	2-2-33

補足説明資料 津波対策(耐津波設計)について

# 1. 福島第一原子力発電所事故の教訓



2-2-3    防潮堤等により敷地への津波の流入を防ぐことで、電源や冷却機能等を確保し、原子炉を安全停止して環境影響を防止可能

## 2. 防護対象とする津波の区分と発電所の防護方針



- ・太平洋に面する東海第二発電所における津波に対する安全対策の特徴として、防護対象とする津波高さを以下の二つのとおり設定し、それぞれの津波の特徴に応じた形で発電所の安全確保を図ることとしている。
- ・ここでは、それぞれについて防護対象設備、津波防護対策等を示す。

### ①基準津波(防潮堤前面最高水位T.P.+17.1m)

- ⇒決定論的手法に基づき、発電所の供用期間中に発電所の安全施設に大きな影響を及ぼす恐れがある津波を定義したもの。(第3回ワーキングチームでご説明)
- ⇒発電所に設置する防潮堤(高さT.P.+20m)等により、基準津波を敷地に流入させない対策を図ることで、発電所の安全施設の機能を維持する。

### ②敷地に遡上する津波(防潮堤前面最高水位T.P.+24m(無限鉛直壁))

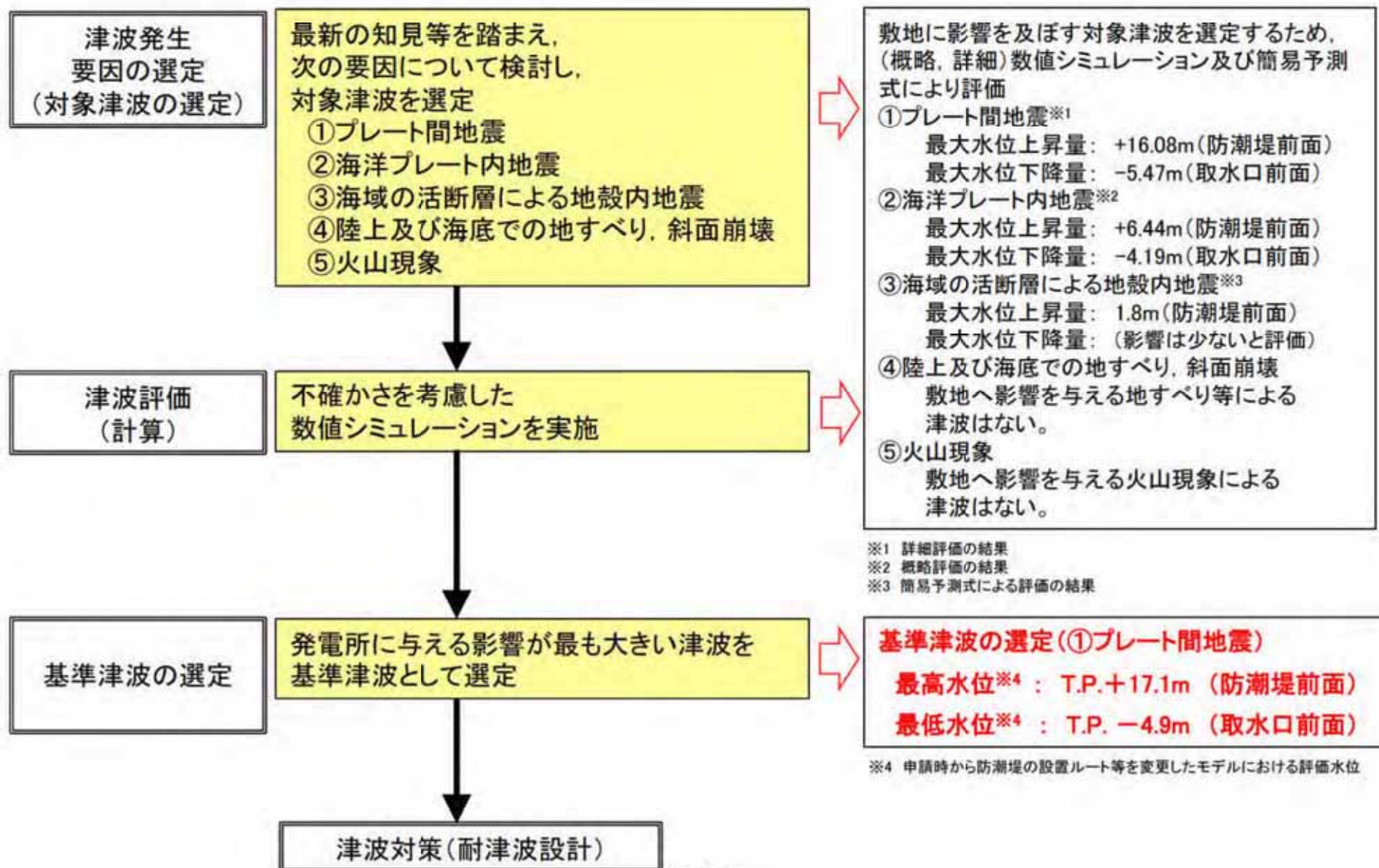
- ⇒確率論的評価を用いた津波PRA結果に基づき、基準津波の防潮堤前面高さ(T.P.+17.1m)を上回り、防潮堤高さ(T.P.+20m)を超える津波に対して発電所の防護を行う。
- ⇒防潮堤を超えて敷地に遡上する津波に対して、原子炉建屋の外壁や重大事故等対処設備等に水密対策を施すことで、重大事故対処設備を活用して原子炉等の冷却を可能とする。

### 3. 津波対策の従来からの主な変更点



対策の目的	対策の方向性	従来から備えていた対策	福島第一原子力発電所事故の教訓に基づく新たな安全対策	備考
津波の敷地への流入防止	Sクラスに属する施設の設置された敷地に基準津波による遡上波を地上部から到達、流入させない	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低地の重要安全施設（非常用海水ポンプ）を局部的に防護する方針</li> <li>・海水ポンプ室の防護壁の増強（T.P.約+6.1m）（当時対策実施中）</li> </ul> <p>〔茨城県による津波評価に基づく海水ポンプ室位置水位：T.P.約+5.7m〕</p>	<p>①基準津波への対策</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・発電所全体を取り囲むように防潮堤等を設置し、敷地に津波を流入させない対策を図ることで、発電所の安全施設の機能を維持する。</li> <li>・防潮堤の高さ：T.P.+20m（海岸側）及びT.P.+18m（陸側）</li> <li>・上記に対応した取水路や放水路、開口部への流入防止対策、貫通部止水処置等を実施する。</li> </ul> <p>〔基準津波の評価に基づく 防潮堤前面の最高水位T.P.+17.1m（入力津波高さT.P.+17.9m）〕</p> <p>②敷地に遡上する津波への対策</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・基準津波を上回り、防潮堤高さ（T.P.+20m）を超えて敷地に遡上する津波に対して発電所の防護を行う。</li> <li>・防潮堤を超えて敷地に遡上する津波に対して、原子炉建屋の外壁や重大事故等対処設備等に水密対策を施し、重大事故対処設備を活用して原子炉等の冷却を可能とする。</li> </ul> <p>〔敷地に遡上する津波の設定 防潮堤前面の最高水位T.P.+24m（無限鉛直壁を想定）〕</p>	新規
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非常用海水ポンプの吸い込み口の取水可能水位まで対応可能</li> </ul> <p>〔取水ピット水位 T.P. <input type="text"/> まで取水可能〕</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基準津波による引き波時も安全機能を維持する。</li> </ul> <p>〔引き波の入力津波高さはT.P.-6.0mで、 非常用海水ポンプ取水可能水位T.P. <input type="text"/> を下回る〕</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・貯留堰の設置により海水を貯留し、引き波が継続している間も非常用海水ポンプの運転継続を可能とする。</li> </ul>	新規
津波監視設備の設置	津波の襲来状況を監視するために津波監視設備を設置	潮位計による潮位の監視	<ul style="list-style-type: none"> <li>・津波の襲来状況を監視し、津波による水位の変化を監視・計測する。</li> <li>・耐震性を有する、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。</li> </ul>	新規

## 4. 津波評価の概要

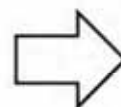


※1 詳細評価の結果  
※2 概略評価の結果  
※3 簡易予測式による評価の結果

※4 申請時から防潮堤の設置ルート等を変更したモデルにおける評価水位

## 5. 防潮堤の設置ルート変更に伴う評価(1/3)

防潮堤の設置ルートの見直しを実施した。変更前後を以下に示す。



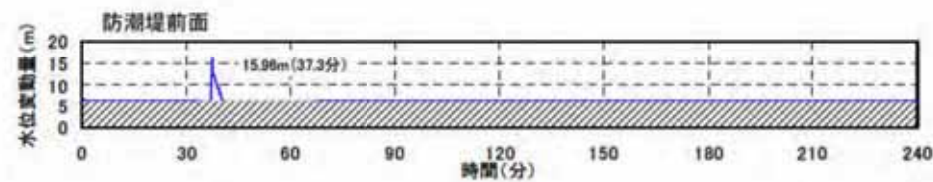
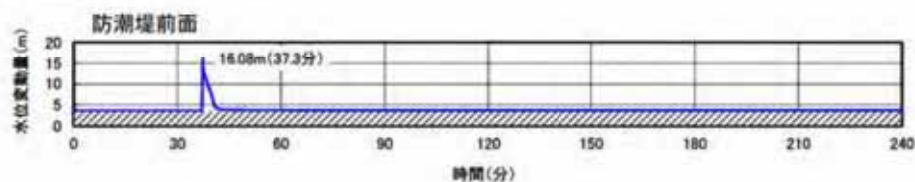
<防潮堤設置ルート変更前 全長 約2.2km>

<防潮堤設置ルート変更後 全長 約1.7km >

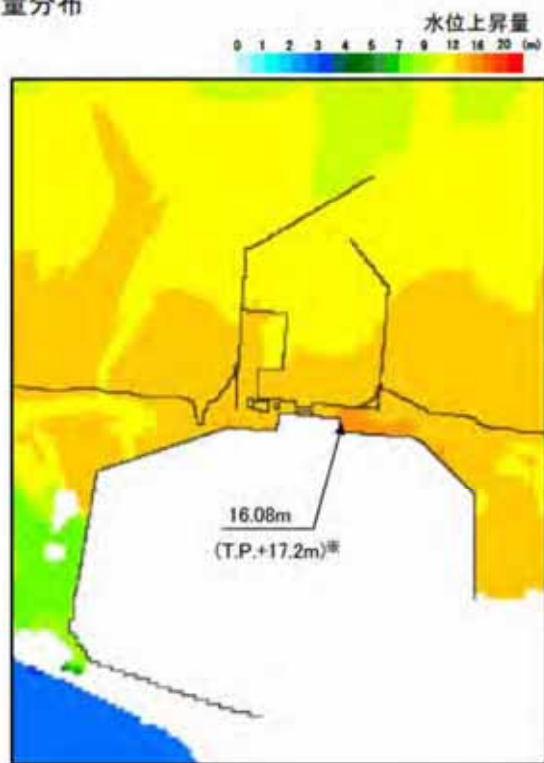
## 5. 防潮堤の設置ルート変更に伴う評価(2/3)

基準津波の水位への影響を評価した結果、最高水位位置が同じであり、上昇側の水位に有意な差がないことを確認した。

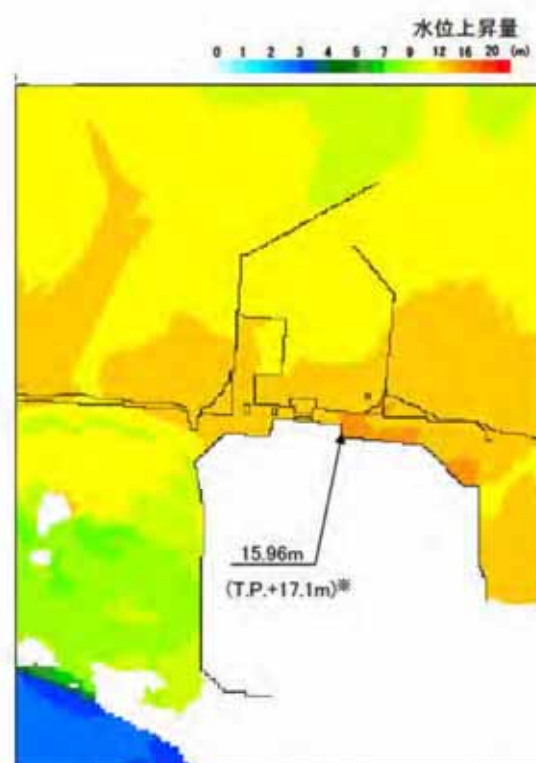
### ■ 時刻歴波形



### ■ 最大水位上昇量分布



防潮堤設置ルート変更前



防潮堤設置ルート変更後

※ 潮位及び地殻変動量(2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動量も含む)を考慮

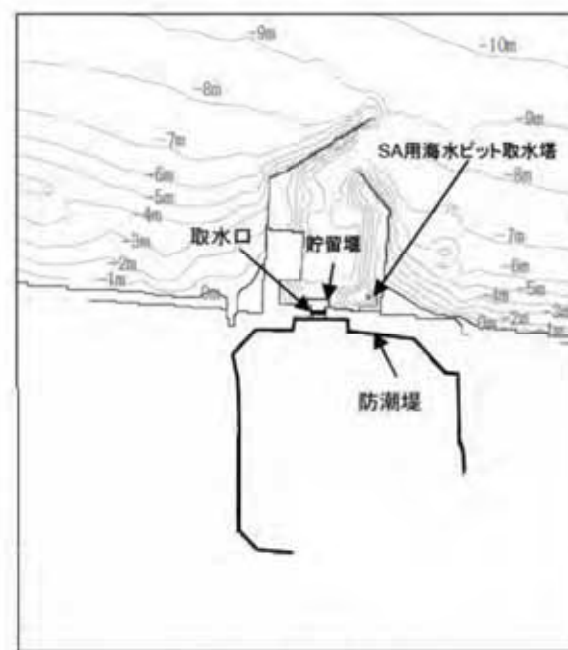


## 5. 防潮堤の設置ルート変更に伴う評価(3/3)

名称	防潮堤設置ルート変更前	防潮堤設置ルート変更後
最高水位(防潮堤前面)	T.P.+17.2m	T.P.+17.1m
最低水位(取水口前面)	T.P.-5.3m	T.P.-4.9m



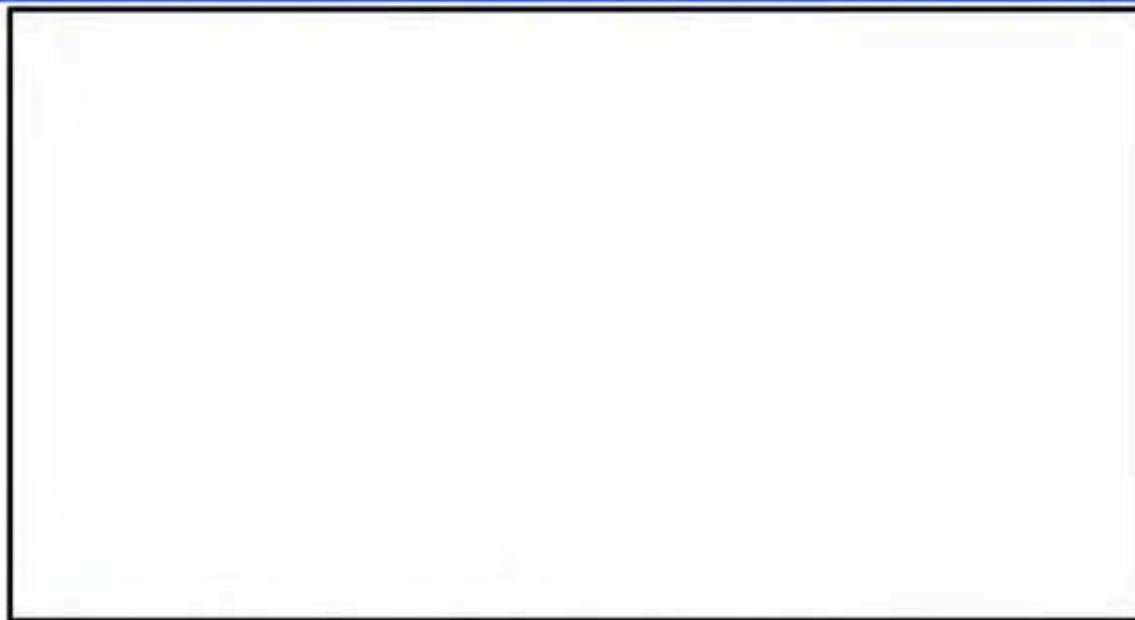
防潮堤設置ルート変更前



防潮堤設置ルート変更後

- 評価の結果、防潮堤設置ルート変更前後で、最大水位上昇量及び最大水位下降量が最大となる津波波源の位置及び最高水位位置が同じであり、水位にも有意な差は認められないことを確認した。
- 防潮堤前面の最高水位は、T.P.+17.2mからT.P.+17.1mとなった。

# 6. 基準津波に対する対策(1/15)

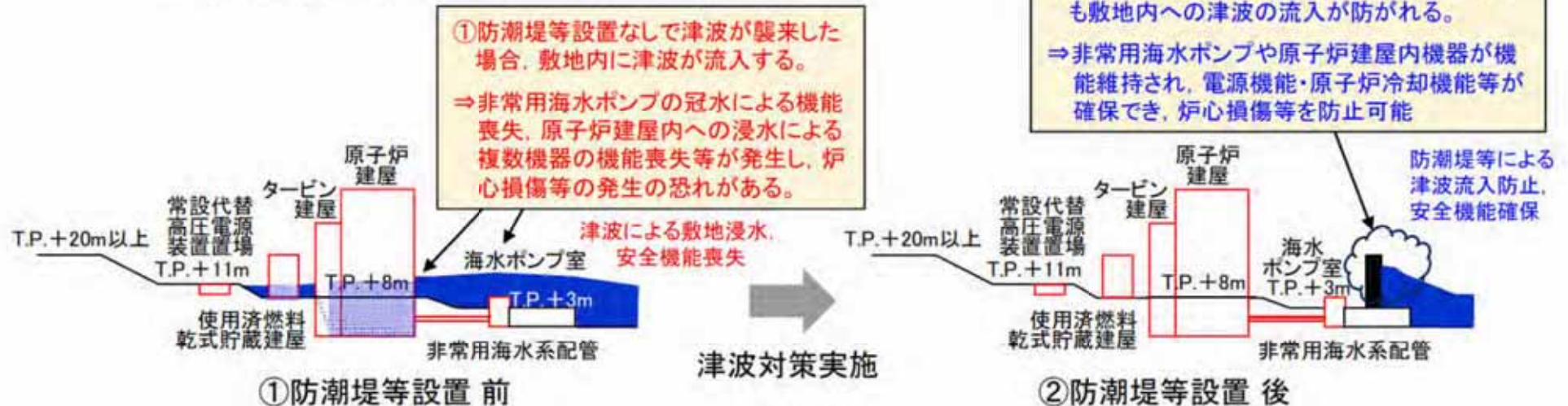


津波防護対象施設※1	設置標高
①原子炉建屋	T.P.+8m
②タービン建屋	
③排気筒	
④使用済燃料乾式貯蔵建屋	
⑤常設代替高圧電源装置用カルバート (トンネル部、立坑及びカルバート含)	T.P.+8m (地下部)
⑥常設代替高圧電源装置置場 (軽油貯蔵タンク、燃料移送ポンプ、 東側DB立坑含)	T.P.+11m
⑦海水ポンプ室	T.P.+3m
⑧非常用海水系配管	T.P.+3m~ T.P.+8m

※1: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及びそれらを内包する区画を含む。

□:設計基準対象施設の津波防護対象

東海第二発電所 設計基準対象施設の津波防護対象 配置図



## 6. 基準津波に対する対策(2/15)



### ・ 基準津波に対する発電所の安全施設の防護方針と適合方策

安全施設の防護方針		防護方針への適合方策※
①	敷地への流入防止 【外郭防護1】	Sクラスに属する施設の設置された敷地に <u>基準津波による遡上波を地上部から到達、流入させないこと。</u> また、取水路及び放水路等の経路から流入させないこと。
②	漏水による安全機能への影響 【外郭防護2】	取水・放水施設及び地下部等において、 <u>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こと。</u>
③	津波防護の多重化 【内郭防護】	上記のほか、Sクラスに属する設備は、 <u>浸水防護をすることにより津波による影響から隔離すること。</u>
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 <u>取水性低下による重要な安全機能への影響を防止すること。</u>
⑤	津波監視設備の設置	津波の襲来状況を監視するために <u>津波監視設備を設置すること。</u>
		基準津波による遡上波が敷地に到達、流入することを防止するため、敷地を取り囲む形で <u>防潮堤を設置する。</u> また、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、 <u>以下の対策を講じる。</u> ・放水路に放水路ゲートの設置 ・取水路や放水路ゲート回りの開口部、SA用海水ピットの開口部等への浸水防止蓋の設置 ・非常用海水ポンプのグラウンドレン排出口等への逆止弁の設置 ・構内排水路への逆流防止設備の設置 ・その他、貫通部止水処置等
		海水ポンプ室を浸水想定範囲に設定し、浸水の可能性のある経路に対して <u>浸水防止対策を講じることにより防水区画化する。</u> また、 <u>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。</u>
		津波から防護する設備を内包する建屋及び区画に対して、地震による溢水影響も考慮した上で、 <u>浸水対策(原子炉建屋地下部の貫通部止水処置等)を実施する。</u>
		引き波による取水ピットの水位低下に対して、非常用海水ポンプの取水性を保持するため、 <u>取水口前面に貯留堰を設置する。</u>
		津波の襲来状況を監視するため、原子炉建屋屋上T.P.+64m、防潮堤上部T.P.+18m及びT.P.+20mに <u>津波・構内監視カメラ</u> 、取水ピットに <u>取水ピット水位計</u> 、取水路に <u>潮位計</u> を設置する。

※: 重大事故等対処施設に対しても、設計基準対象施設に対する要求事項に準じて、同様の適合方策を実施する。

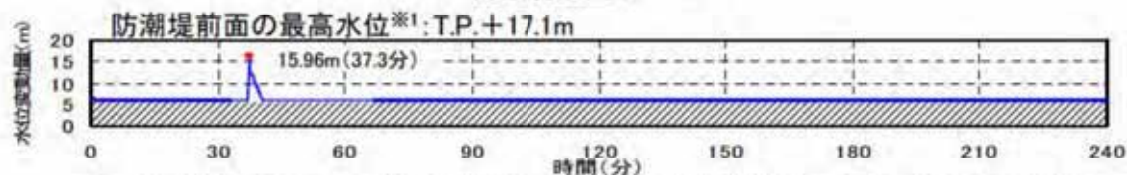
## 6. 基準津波に対する対策(3/15)

### ①外郭防護1:防潮堤の設置

●地上部から敷地への津波の流入を防止するため、敷地を取り囲む形で防潮堤を設置



防潮堤設置イメージ



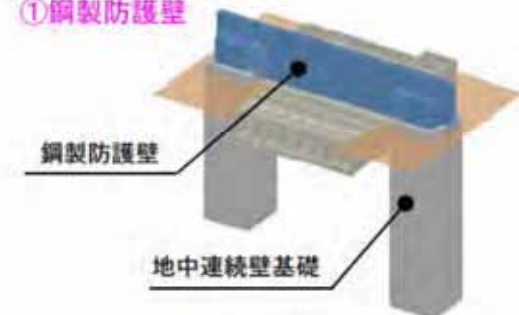
※1: 最大水位上昇量(15.96m)に期望平均満潮位(T.P.+0.61)及び地殻変動量(2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動量も含む)を考慮(0.31m, 0.2m) \* 15.96+0.61+0.31+0.2 ≈ 17.1 m

防潮堤前面の最高水位の時刻歴波形

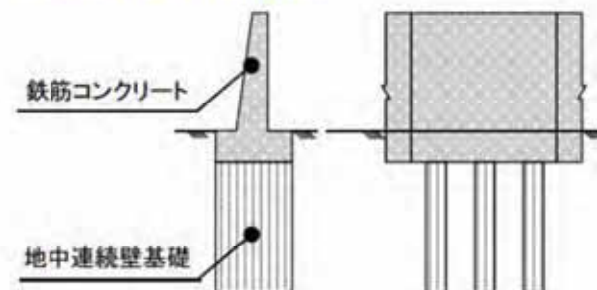
敷地区分毎の入力津波高さとの防潮堤高さ

敷地区分	基準津波による防潮堤前面最高水位等(参考)	①津波高さの数値シミュレーション(地盤沈下の有無, 防波堤の有無を考慮し, 最も高い値を選定)	②入力津波高さの策定(①に潮位のばらつき0.18m等を考慮)	防潮堤高さ(②に対し余裕があることを確認)
敷地側面北側	T.P.+11.7m	T.P.+15.2m	T.P.+15.4m	T.P.+18m
敷地前面東側	T.P.+17.1m	T.P.+17.7m	T.P.+17.9m	T.P.+20m
敷地側面南側	T.P.+15.4m	T.P.+16.6m	T.P.+16.8m	T.P.+18m

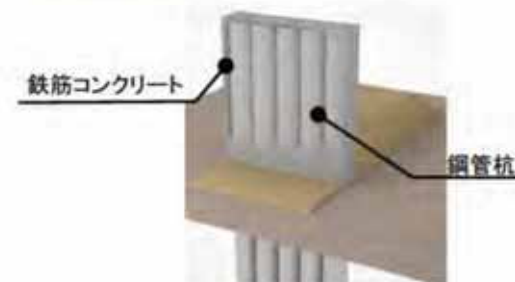
#### ①鋼製防護壁



#### ②鉄筋コンクリート防潮壁

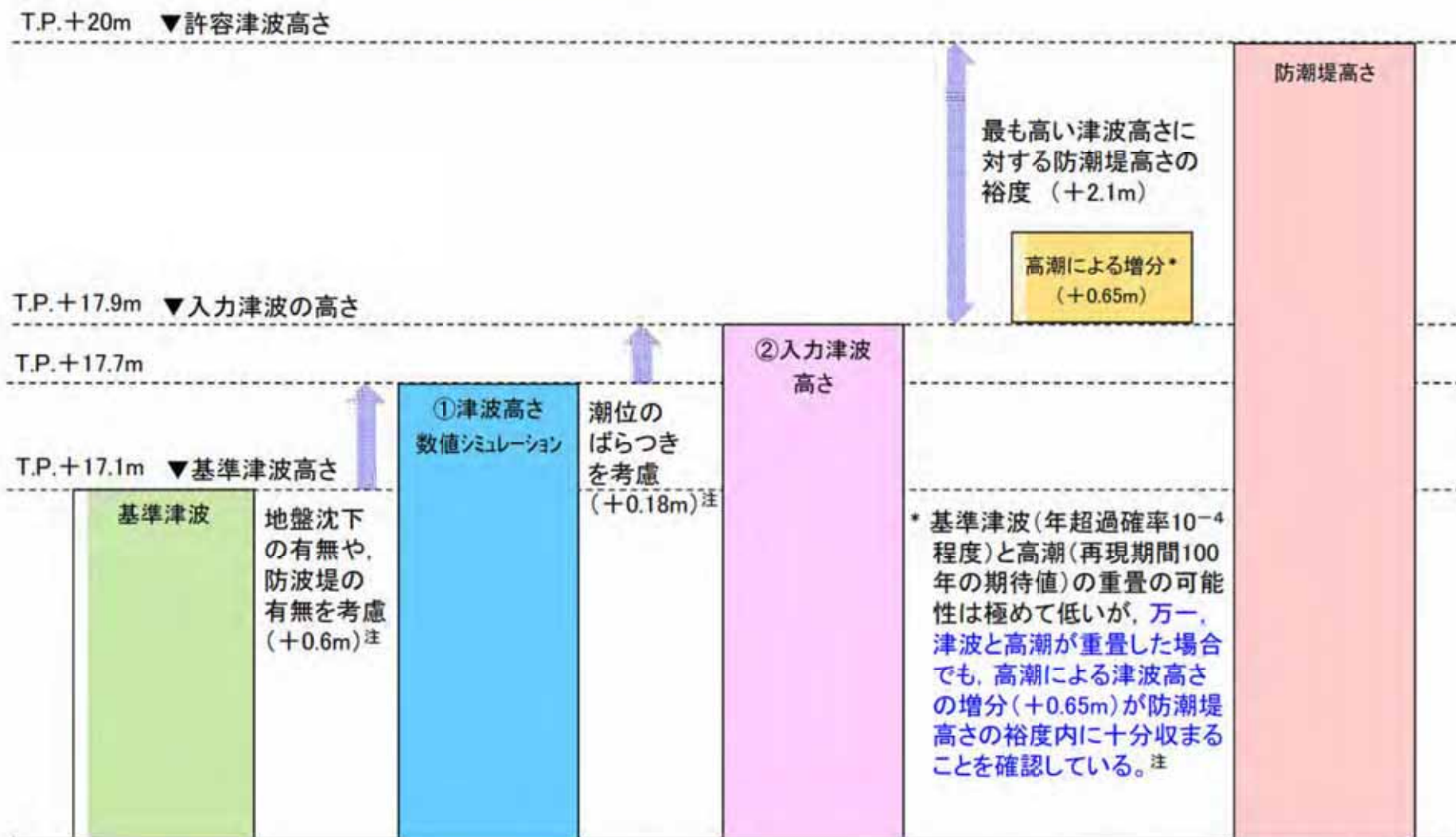


#### ③鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁



防潮堤の構造イメージ

## 6. 基準津波に対する対策(4/15)



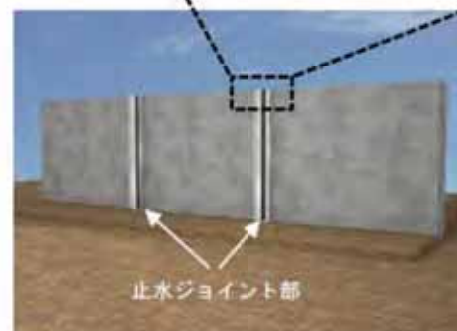
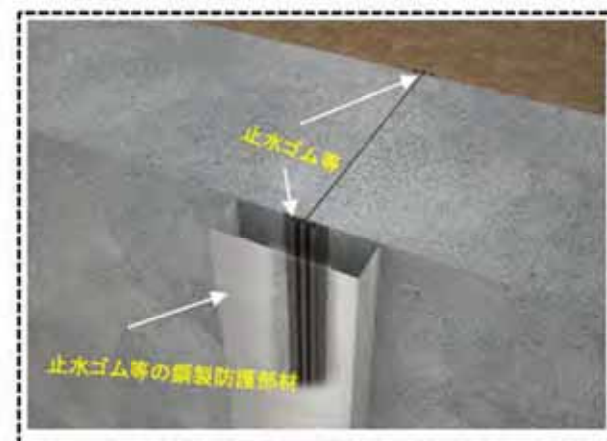
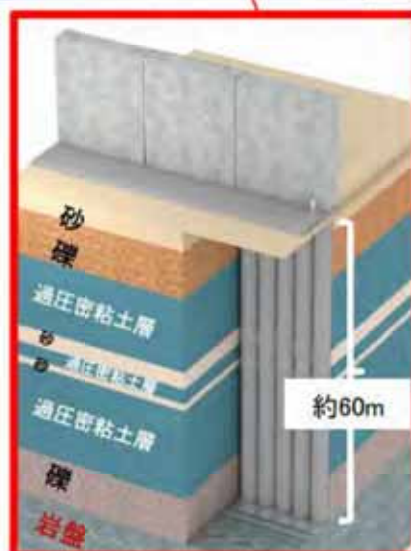
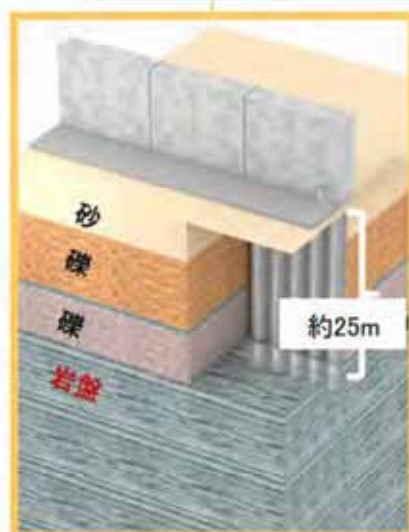
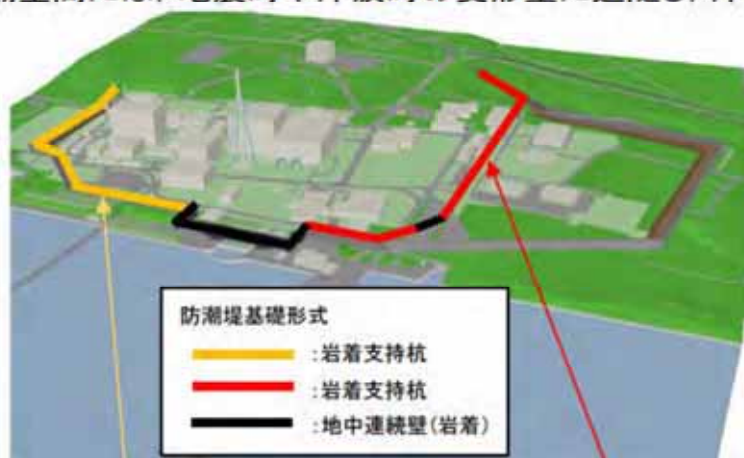
<sup>注</sup> 詳細については補足説明資料参照

防潮堤高さに対する津波高さの関係(敷地前面東側の場合)

## 6. 基準津波に対する対策(5/15)

### ①外郭防護1:鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造概要

- 鋼管杭を地震・津波荷重に耐える構造躯体とし、杭管から津波の浸水を防止する観点で鉄筋コンクリートを被覆する上部構造とした。
- 支持形式については、岩盤に支持させる岩着支持杭形式とする。
- 防潮壁間には、地震時や津波時の変形量に追随し、津波の浸水を防止する止水ジョイントを設置する。



止水ジョイント部イメージ

## 6. 基準津波に対する対策(6/15)



### ・防潮堤の設計条件について

#### ①敷地の液状化の発生を前提とした設計

⇒東海第二発電所の既往の地盤調査データに基づく評価結果からは、防潮堤等の設置場所の地盤は液状化しないことを確認している\*。

\*液状化検討対象層の過剰間隙水圧比が95%以下(⇒液状化しない判定)であることを確認

⇒しかし、防潮堤の基本設計に際しては、保守的に、対象地盤のうち全ての砂層・礫層に強制的に液状化する条件\*を与え、その条件下でも防潮堤の岩着支持杭が成立することを確認している。

\*敷地に存在しない非常に液状化し易い性状の「豊浦標準砂」の液状化強度特性を対象の砂層・礫層に仮定

#### ②津波による洗掘防止の対策

⇒防潮堤外の表層地盤をセメント改良することで、津波荷重よりも強度の高い地盤とし、洗掘防止対策とする。

#### ③防潮堤の津波に対する耐力

⇒基準津波(防潮堤前面T.P.+17.1m)の津波波力に加えて、敷地に遡上する津波(防潮堤前面T.P.+24m)の津波波力(浸水深の3倍相当)に対しても、概ね弾性範囲内に留まるよう設計する。

⇒津波と同時に防潮堤に作用する漂流物については、到達する可能性のあるもののうち最も重量が大きい漁船(総トン数5t)を衝突荷重において考慮する。

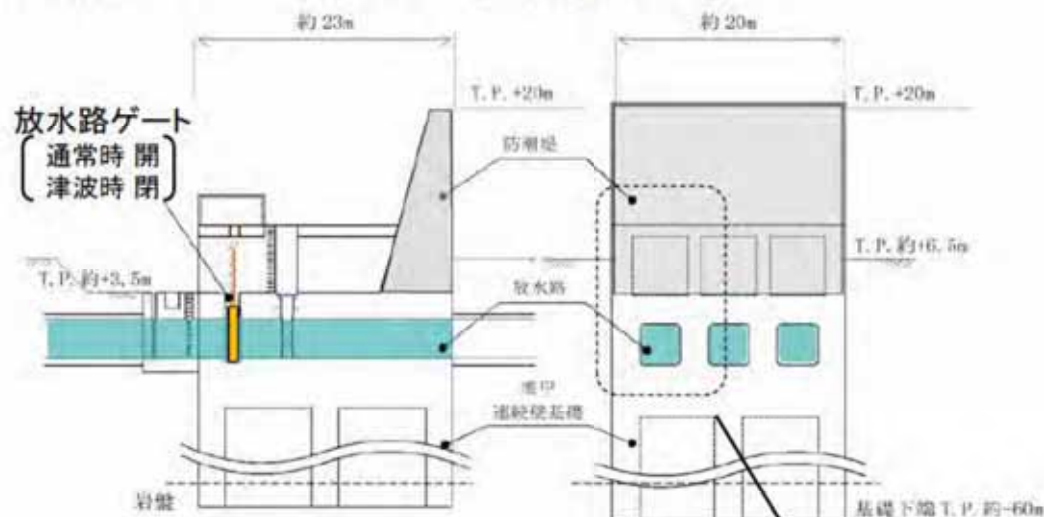
## 6. 基準津波に対する対策(7/15)

### ①外郭防護1:放水路ゲートの設置

●津波が放水路を経由し、放水ピットの開口部から敷地内に流入することを防止するため、放水路ゲートを設置



放水路ゲート設置エリア



放水路ゲート概略構造図(閉止状態)

拡大図

#### ●主要仕様

##### >主要材料

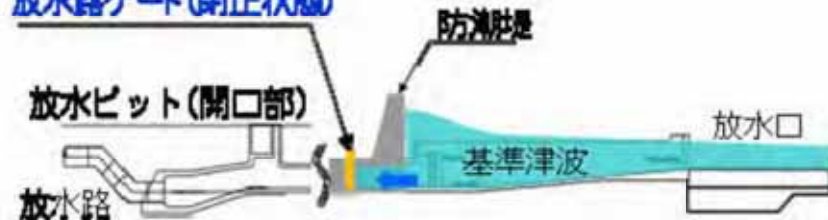
- ・基礎：鉄筋コンクリート製
- ・扉体：鋼製
- ・台数：3台(各放水路1台)

##### >駆動方式：電動駆動式、自重降下式

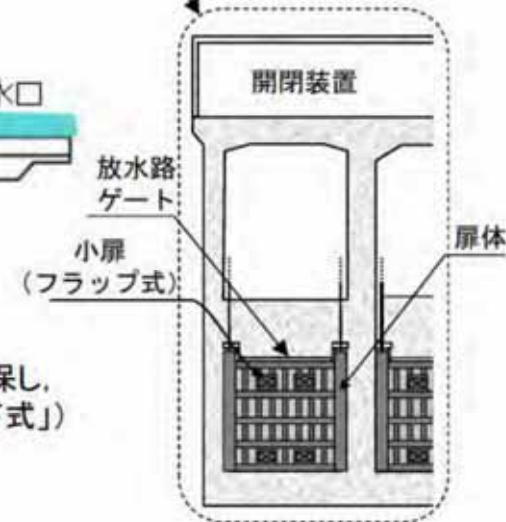
#### ●設計方針

- >放水路ゲートは、敷地への遡上のおそれのある津波の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。
- >重要安全施設として、設置許可基準規則第12条に基づき、多重性又は多様性及び独立性を確保し、外部電源が利用できない場合においても機能できる設計とする。(「電動駆動式」及び「自重降下式」)
- >放水路ゲートが閉止している状態においても、非常用海水ポンプの運転が可能な設計とする。
- >また、誤操作を防止し、確実な操作が可能な設計とする。

#### 放水路ゲート(閉止状態)



放水路ゲート閉止による津波流入防止イメージ





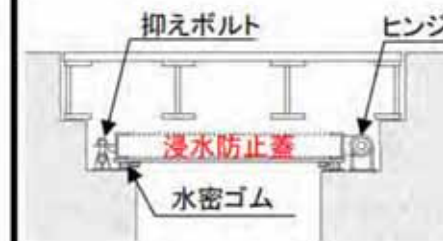
## 6. 基準津波に対する対策(8/15)

### ①外郭防護1: SA用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの開口部への浸水防止蓋の設置

- 地下部の海水引き込み経路より津波が敷地内に流入することを防止するため、SA用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの開口部に浸水防止蓋を設置



SA用海水ピット配置図

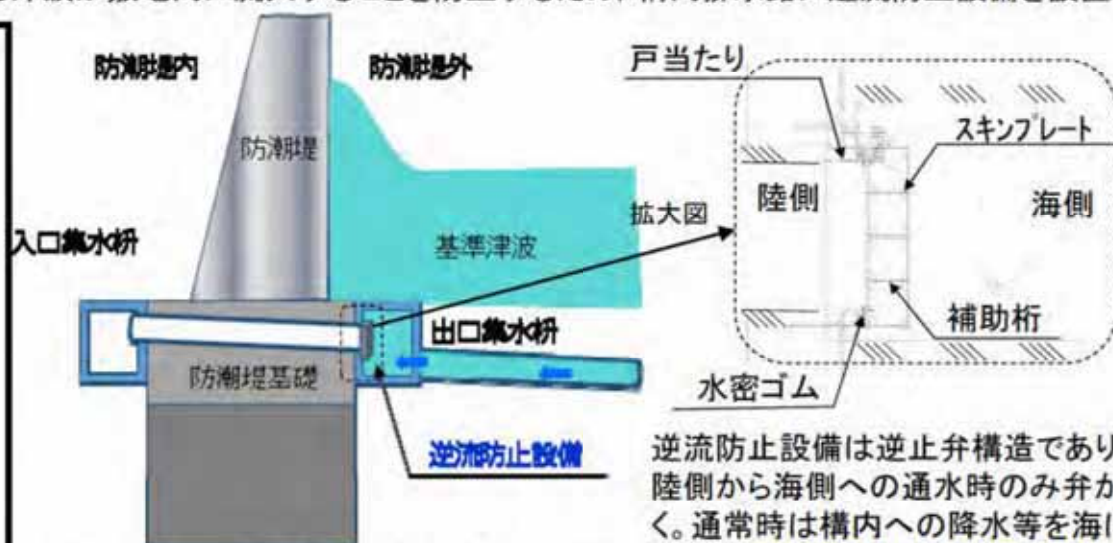
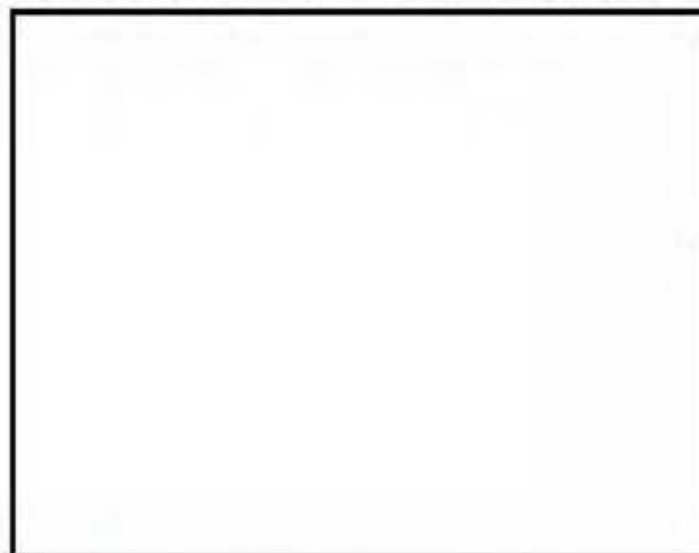


浸水防止蓋構造概要図

SA用海水ピット取水塔～緊急用海水ポンプピット断面図

### ①外郭防護1: 構内排水路逆流防止設備の設置

- 防潮堤下部を貫通し、海に繋がる構内排水路から津波が敷地内に流入することを防止するため、構内排水路に逆流防止設備を設置



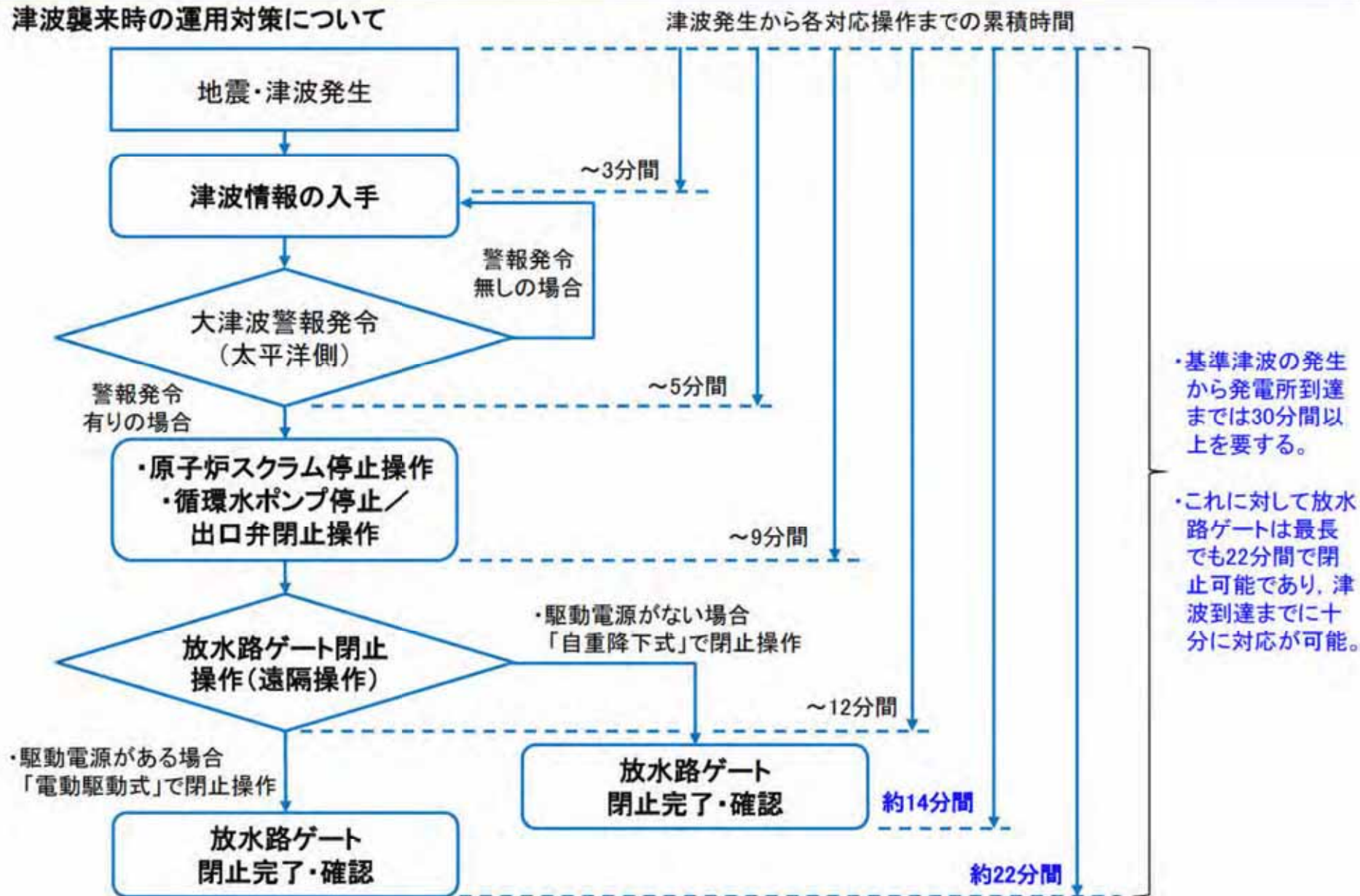
構内排水路からの流入防止対策イメージ  
2-2-17

逆流防止設備は逆止弁構造であり、陸側から海側への通水時のみ弁が開く。通常時は構内への降水等を海に排出する。津波時は自動的に閉止し、構内への流入を防止する。

⊙: 構内排水路及び逆流防止設備(合計9個)

## 6. 基準津波に対する対策(9/15)

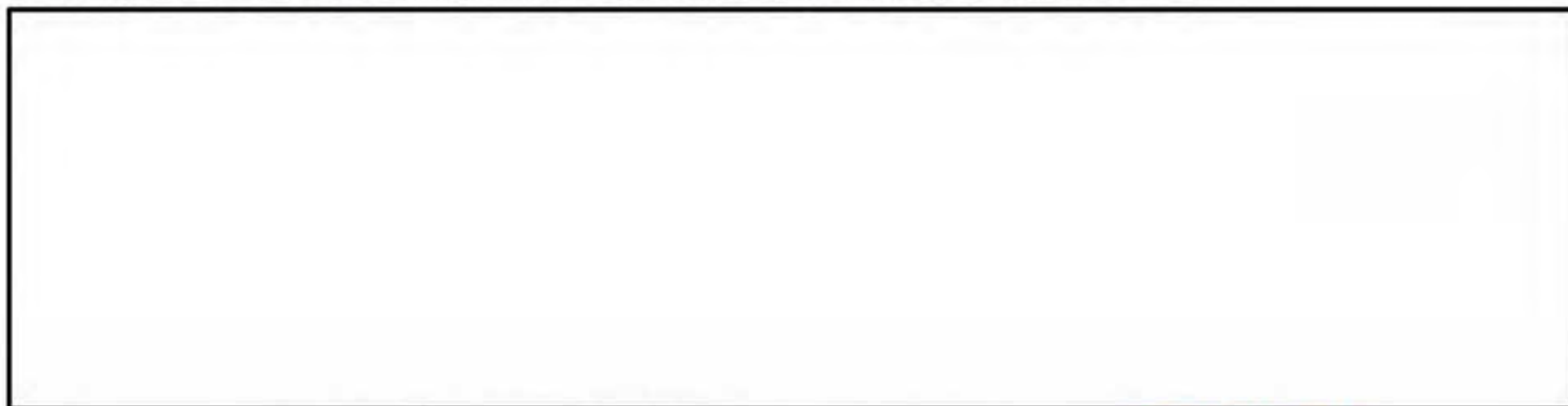
### 津波襲来時の運用対策について



## 6. 基準津波に対する対策(10/15)

### ②外郭防護2:漏水による浸水範囲を限定し重要な安全機能への影響を防止

- ◆ 外郭防護1で示したとおり、特定した取水路、放水路等の津波の流入の可能性のある経路に対し、浸水対策を講じることにより、津波の流入防止は可能と考える。
- ◆ しかし、重要な安全機能を有する非常用海水ポンプの設置されている海水ポンプ室は、津波の直接の流入経路となる海水ポンプグランド dren 排出口が存在するため、漏水が継続することによる浸水想定範囲を設定し、防水区画化する。



海水ポンプ室配置図(防水区画化範囲)

#### 【評価条件】

- ◆ 防水区画化に設定した海水ポンプ室の非常用海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁からの漏水を想定した浸水量評価の条件
  - ・流入高さ : グランド dren 配管下端 T.P.+1.64m  
(配管下端レベルの低い非常用ディーゼル発電機用海水ポンプを選定)
  - ・グランド dren 排出口逆止弁漏水条件 : 完全開固着を想定
  - ・海水ポンプ室有効区画面積 : 北側36.5m<sup>2</sup>, 南側94.6m<sup>2</sup>
  - ・機能喪失高さ: モーター下端高さ : T.P.+2.2m…①
  - ・海水ポンプ室床面高さ : T.P.+0.8m…②
  - ・許容浸水深さ : 1.4m…①-②



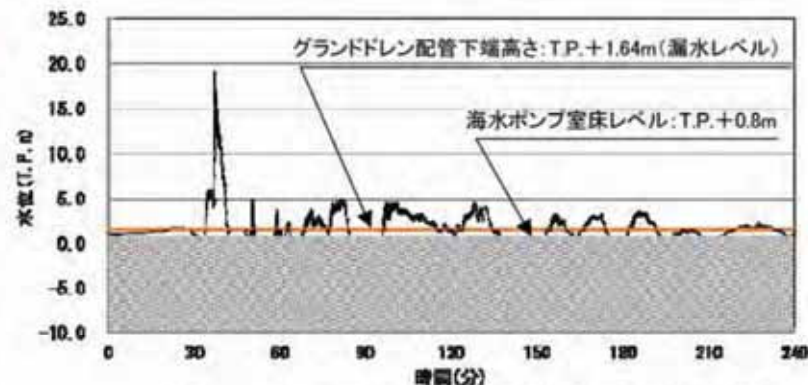
## 6. 基準津波に対する対策(11/15)

### ②外郭防護2:評価方法及び評価結果

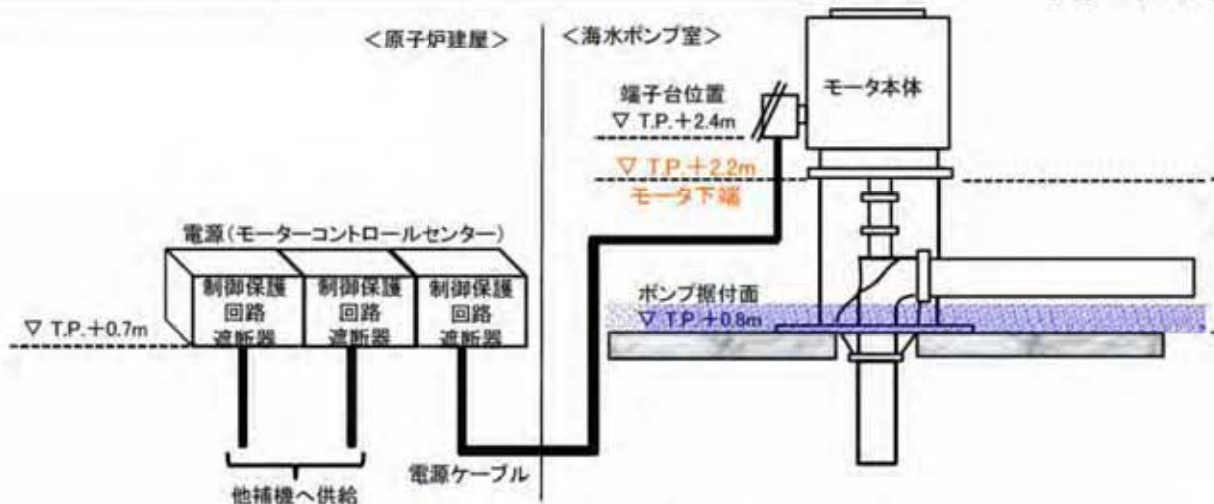
- ◆ 取水ピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形から、水位がグラウンド dren 配管下端レベルを上回る継続時間を保守的に設定した上で、海水ポンプ室への漏水量及び浸水高さを算出し、許容浸水高さと比較する。
- ◆ 海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁からの漏水量を評価した結果、海水ポンプ室内の浸水高さは40cm以下に留まり、海水ポンプの機能喪失高さに対して1m以上の十分な余裕があることを確認した。

漏水量評価結果概要

項目	海水ポンプ室(北側)	海水ポンプ室(南側)
①漏水量	12.9m <sup>3</sup>	12.9m <sup>3</sup>
②有効区画面積	36.5m <sup>2</sup>	94.6m <sup>2</sup>
③浸水深さ(①/②)	0.36m	0.14m
④浸水高さ	T.P.+1.16m	T.P.+0.94m
⑤機能喪失高さ	T.P.+2.2m(モータ下端高さ)	
⑥裕度(⑤-④)	1.04m	1.26m
評価結果	○(機能喪失高さ未満)	○(機能喪失高さ未満)



取水ピットにおける上昇側水位の時刻歴波形

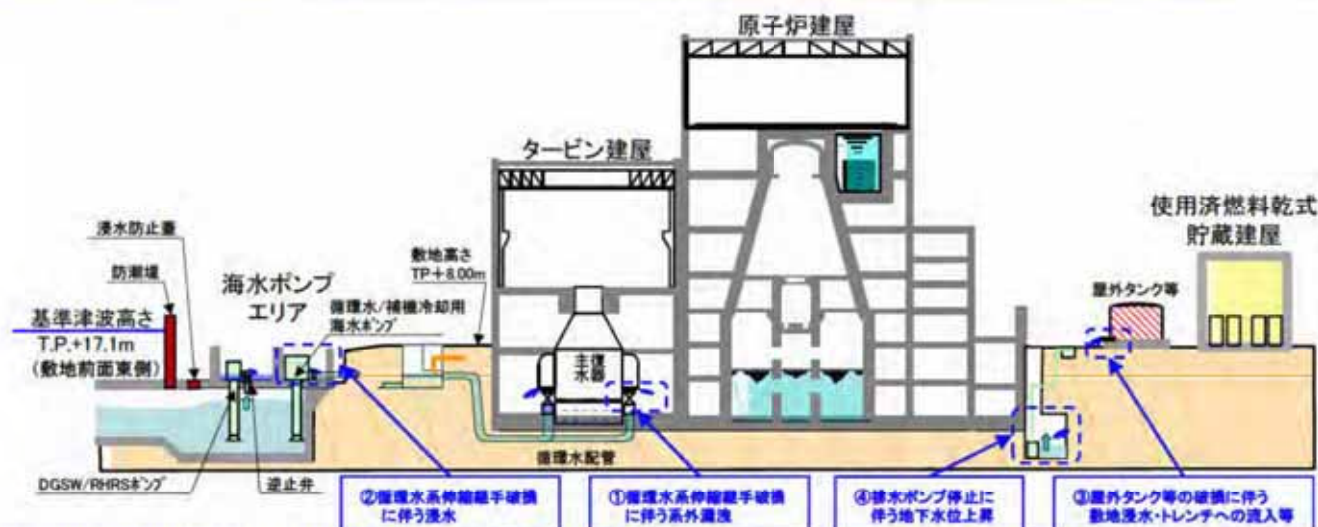


海水ポンプ室内の浸水深さは最高0.36mで、海水ポンプのモータ下端まで1m以上の余裕を確保

非常用海水ポンプの位置関係図(非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ)

## 6. 基準津波に対する対策(12/15)

### ③内郭防護: 屋内の溢水への対応



#### ①循環水系伸縮継手破損に伴う系外漏洩

##### ◆ 溢水量評価

・ 破損部からの流入(※)と耐震B, Cクラス機器の破損による溢水を考慮

※漏洩検知器による循環水ポンプ停止と隔離弁閉インターロックを設ける。ポンプ停止までの流入量を浸水量評価により算定。

地震起因による溢水量

項目		溢水量(m <sup>3</sup> )
循環水系配管の伸縮継手部	地震発生から漏洩検知インターロックによる循環水ポンプ停止および復水器水室出入口弁の閉止までの溢水量	約11,900
耐震B, Cクラス機器の保有水量		約9,010
合計		約20,910

タービン建屋の溢水を貯留できる空間容積

タービン建屋階層	空間容積(m <sup>3</sup> )
T.P.-4.00~T.P.-1.60m	約2,784
T.P.-1.60~T.P.+5.50m	約17,326
T.P.+5.50~T.P.+8.20m	約6,589
合計	約26,699

⇒タービン建屋の地下部に貯留可能であり、他区画への流出がないことを確認。

約20,910m<sup>3</sup>(地震起因による溢水量) < 約26,699m<sup>3</sup>(タービン建屋の溢水を貯留できる空間容積)

貫通部止水対策は、裕度を見込みT.P.+8.2mまで実施

## 6. 基準津波に対する対策(13/15)

### ③内郭防護:屋外の溢水への対応

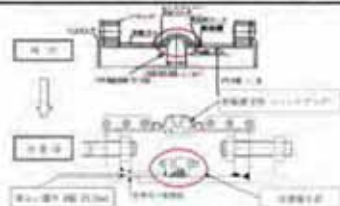
#### ②循環水系伸縮継手破損に伴う浸水

##### ◆溢水量評価

- ・破損部からの海水の流入(※)を考慮

※漏洩検知器による循環水ポンプ停止と隔離弁閉インターロックを設ける。ポンプ停止までの流入量を浸水量評価により算定。

循環水系伸縮継手をゴム製伸縮継手からメカニカル式クローザージョイントに取替実施  
⇒現状の伸縮継手からのリング破損による溢水量を大幅に低減



⇒循環水ポンプエリア内で貯留可能であり、他区画への流出がないことを確認。

循環水ポンプ出口弁と伸縮継手配置変更  
⇒流入を遮断し津波浸水を防ぐ



貫通部止水対策は、海水ポンプ室の浸水防護重点化範囲を全て実施

#### ③屋外タンク等の損傷に伴う保有水流出

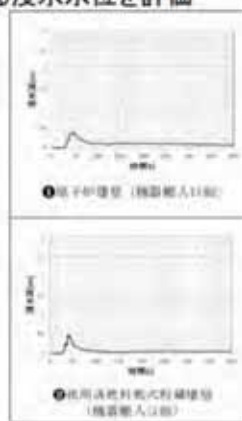
##### ◆溢水量評価

- ・溢水伝播挙動解析により、浸水防護重点化範囲の境界における浸水水位を評価



水位測定箇所

原子炉建屋、使用済燃料乾式貯蔵建屋等について、防護対象設備への溢水影響がないことを確認。



水位測定箇所における浸水深

#### ④排水ポンプ停止に伴う地下水水位上昇

##### ◆溢水量評価

- ・保守的に地下部がすべて浸水すると想定しても影響なし

浸水水位

浸水水位(T.P.+m)
8.0m(敷地地下部)

地下部には止水処置を実施しており、防護区画内に浸水することはない

## 6. 基準津波に対する対策(14/15)

### ④水位低下による安全機能への影響防止:貯留堰の設置

●引き波による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保持することを目的に取水口前面に貯留堰を設置

- ① 非常用海水ポンプの取水可能水位 : T.P.   (残留熱除去系海水ポンプ)
- ② 引き波による取水ピットの下降側水位 : T.P. -5.64m, これに潮位のばらつきを考慮してT.P. -6.0mを入力津波高さとする。
- ③ 現状設備では①の水位を②の水位が下回るため、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

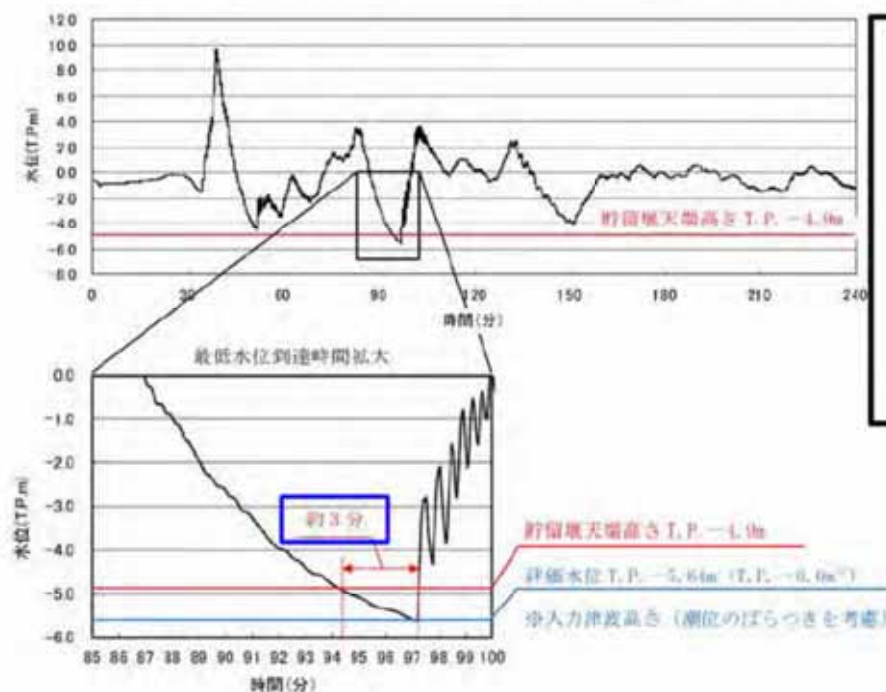


図1 引き波の時刻歴波形と継続時間

⇒基準津波による引き波が貯留堰の天端高さを下回る時間は約3分間であるのに対して(図1), 貯留堰により非常用海水ポンプ全7台が約30分間以上運転継続可能な容量を確保することから(図2), 津波による水位低下時も非常用海水ポンプの運転継続性に問題はない。



図2 取水口～取水ピット断面図と貯留堰の有効貯留容量

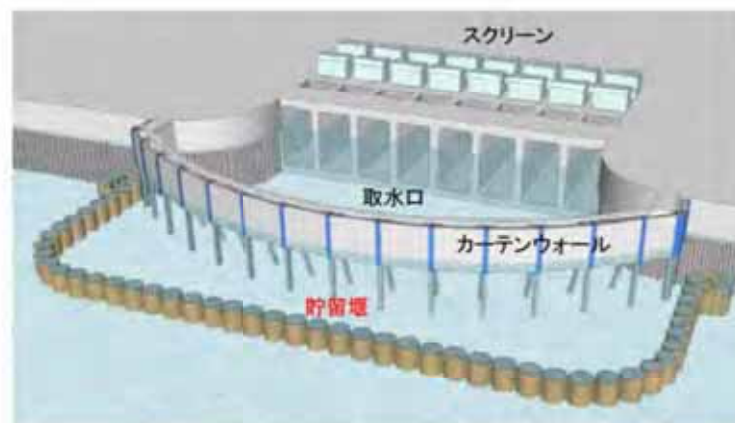


図3 貯留堰の設置イメージ

## 6. 基準津波に対する対策(15/15)

### ⑤津波監視:津波の襲来状況を監視するために津波監視設備を設置

- ・津波の襲来状況を監視するため、津波監視設備として、津波・構内監視カメラ、取水ピット水位計、潮位計を設置する。
- ・津波監視設備は、中央制御室及び緊急時対策所に設置し、昼夜にわたり監視可能な設計とする。

津波監視設備の基本仕様



項目	基本仕様
名称	津波・構内監視カメラ
耐震クラス	S
設置場所	原子炉建屋屋上 防潮堤上部
監視場所	中央制御室 緊急時対策所
個数	7
夜間監視手段	赤外線
遠隔操作	可能(上下左右)
電源	所内常設直流電源

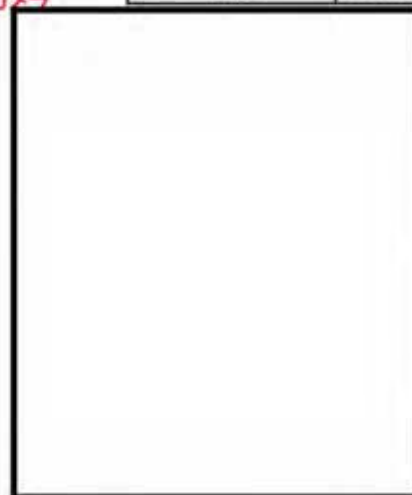
項目	基本仕様	
名称	取水ピット水位計	潮位計
耐震クラス	S	S
設置場所	取水ピット	取水路
監視場所	中央制御室 緊急時対策所	中央制御室 緊急時対策所
個数	2	2
計測範囲	T.P.-7.8m ~T.P.+2.3m	T.P.-5.0m ~T.P.+20.0m
検出器の種類	電波式	圧力式
電源	所内常設直流電源	所内常設直流電源

●:津波・構内監視カメラ

津波・構内監視カメラ配置図

#### <津波・構内監視カメラの設置台数>

- ・防潮堤外側の漂流物や堆積物、取水口・放水口、防潮堤等の施設、防潮堤内の敷地の状況が監視可能なよう、原子炉建屋屋上に3台、防潮堤上部に4台、合計7台設置
- ・これらのカメラにより発電所内及び周辺のほぼ全域を監視可能
- ・上記の手段に加えて、さらに自主対策として、ドローンによる構内の監視手段も導入する。



海水ポンプエリア周辺拡大図



# 7. 敷地に遡上する津波に対する対策(1/8)

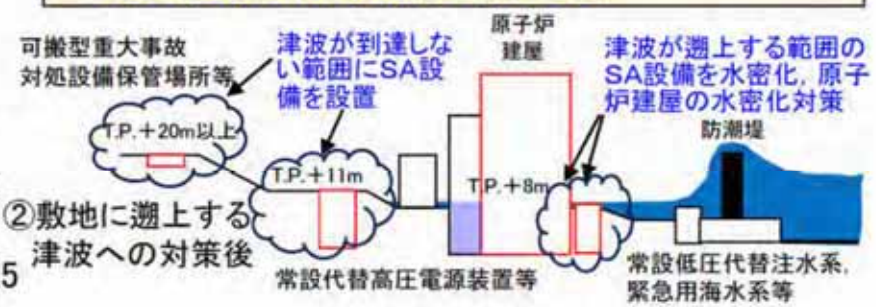
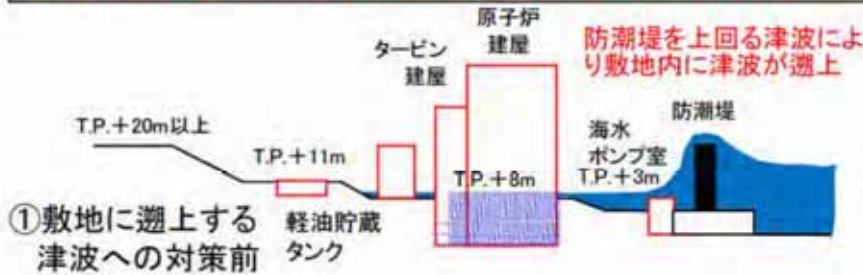


- : 敷地に遡上する津波に対する防護対象施設
- : 地下部からの津波の流入経路

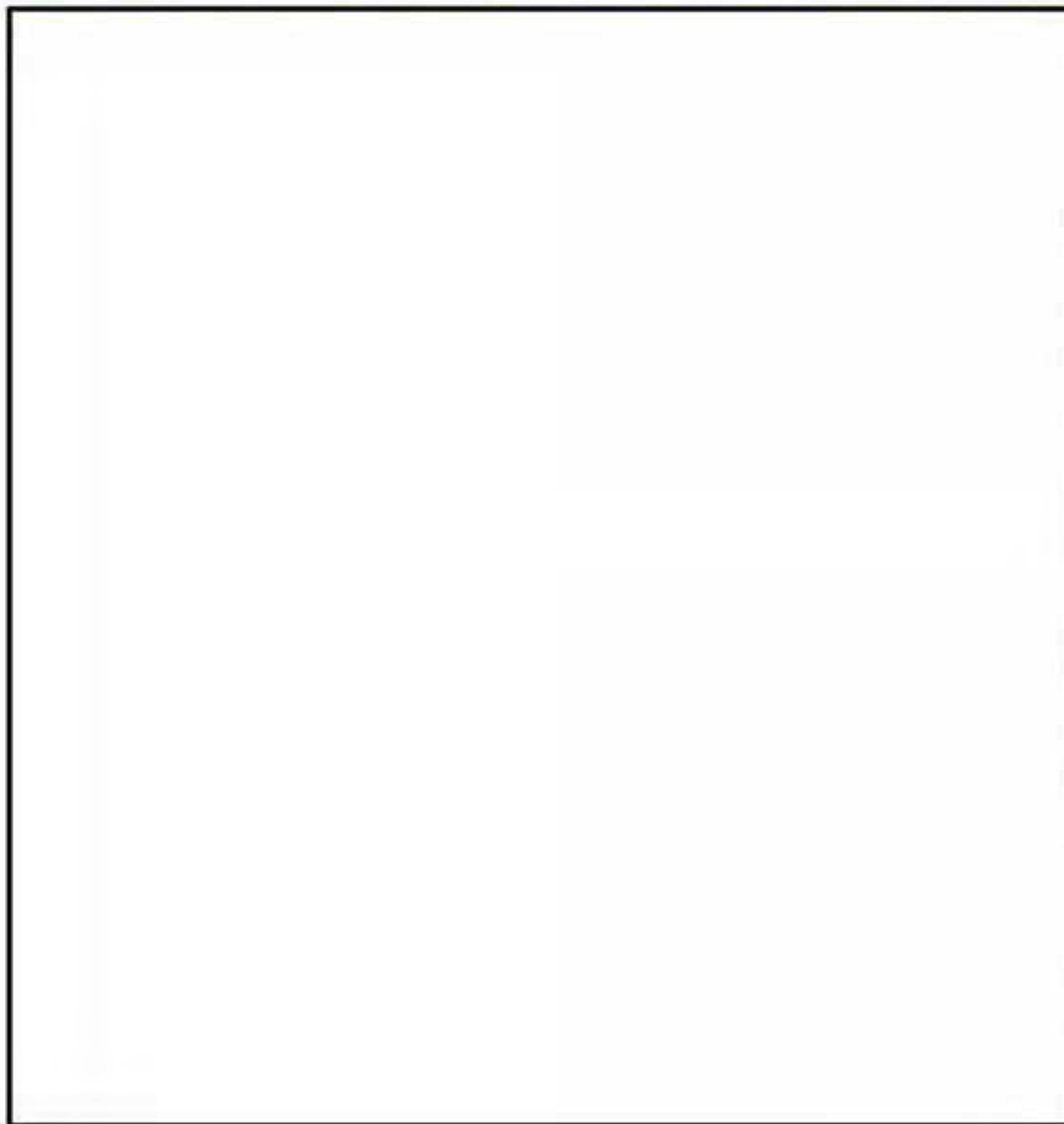
東海第二発電所 敷地に遡上する津波に対する防護対象施設と津波流入箇所

① 防潮堤を超え敷地に遡上する津波が襲来した場合  
(対策実施前)  
⇒非常用海水ポンプの冠水による機能喪失、原子炉建屋内への浸水による複数機器の機能喪失等が発生し、炉心損傷等の発生の恐れがある。

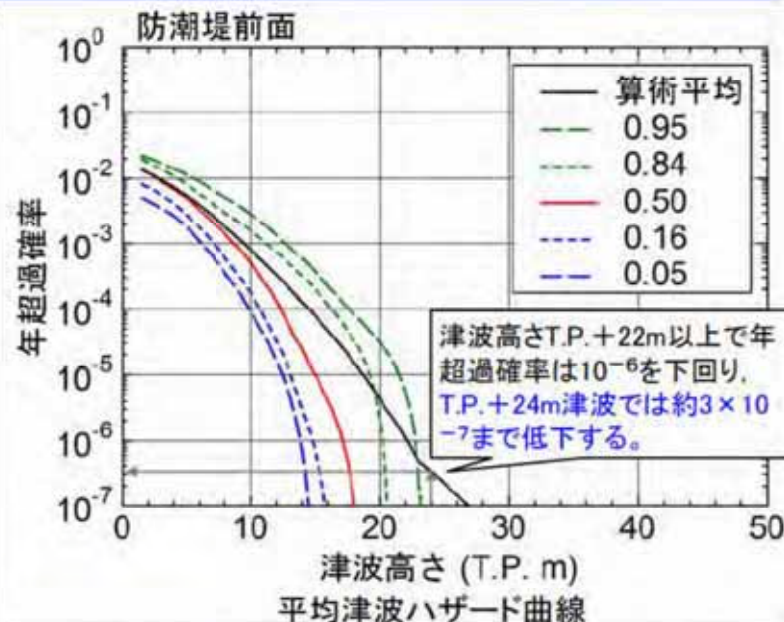
② 防潮堤を超え敷地に遡上する津波が襲来した場合  
(重大事故対策及びそれらへの津波対策(水密化対策等)実施後)  
⇒代替の電源、注水ポンプ、海水系、電源車、ポンプ車等が活用可能となり、原子炉の冷却等の機能が確保できる。



# 7. 敷地に遡上する津波に対する対策(2/8)

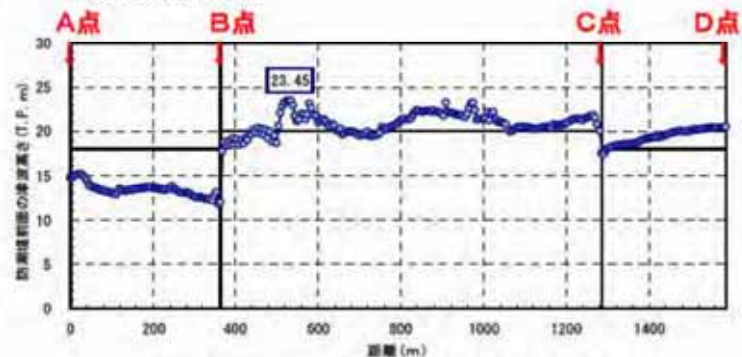


敷地に遡上する津波による敷地の最大浸水深分布



基準津波を超え敷地に遡上する津波の高さとしては、年超過確率が十分小さくなるT.P.+24m(防潮堤前面)までの津波高さを想定し、津波遡上解析を実施した。

※想定する津波高さをT.P.+24mまでとした設定根拠については、補足説明資料参照

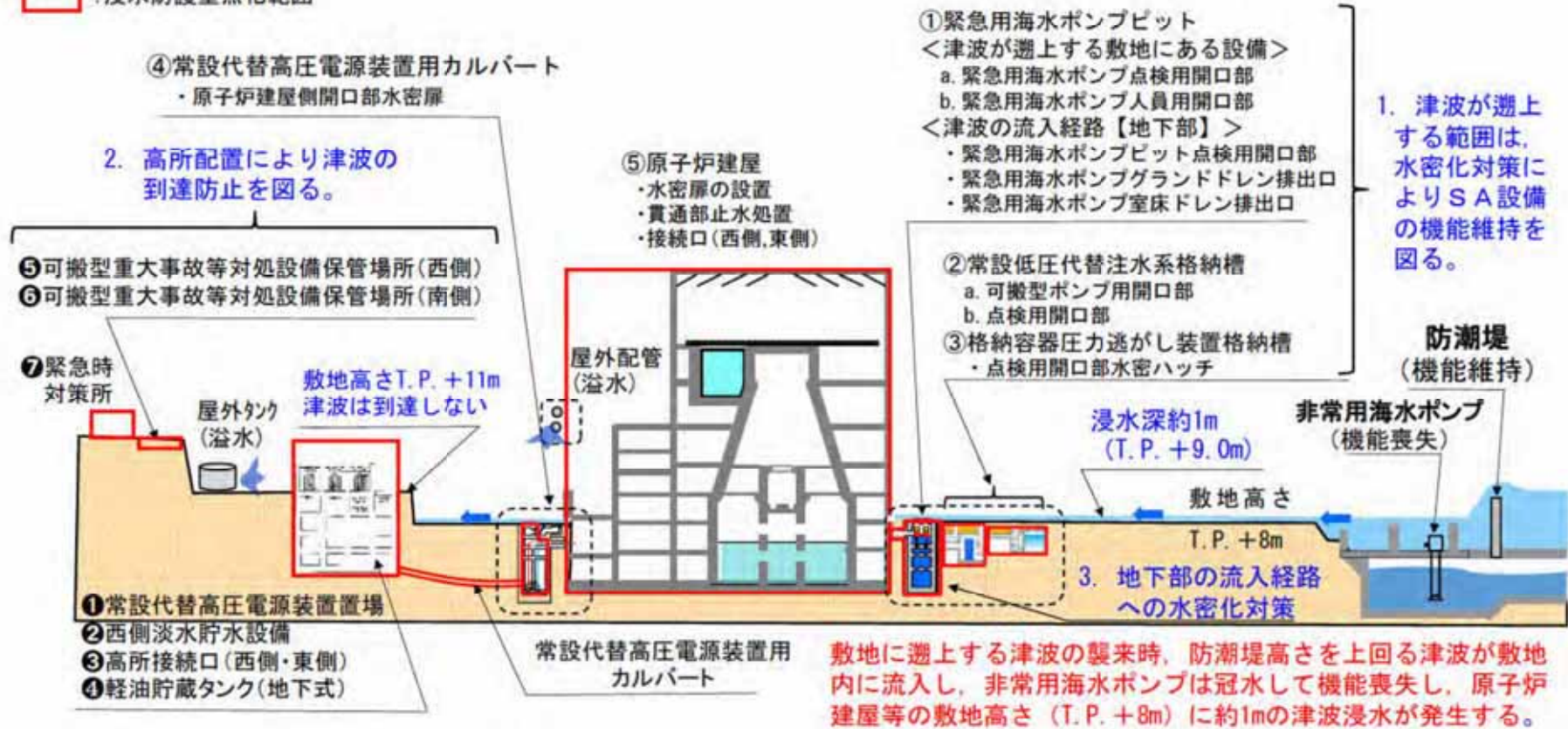


防潮堤前面における敷地遡上津波の高さ

※津波高さ(T.P.+24m)は、仮想的に防潮堤位置に無限鉛直壁を設定した場合の防潮堤前面の最高水位(駆け上がり高さ)を示す

# 7. 敷地に遡上する津波に対する対策(3/8)

□ : 浸水防護重点化範囲



敷地に遡上する津波に対する防護対象施設の配置図(断面図)

【敷地に遡上する津波の到達範囲に応じて防護対象施設の防護方を策定】

配置区分	高さ	対策方針	対象設備
1. 津波が遡上する敷地にある設備	T.P.+8m	浸水防止蓋, 水密ハッチ, 水密扉の設置等	図の①～⑤
2. 遡上する津波より高所にある設備	T.P.+11m～	高所配置による津波の到達防止	図の①～⑦
3. 津波の流入経路【地下部】	T.P.+8m以下	浸水防止蓋, 逆止弁の設置等	図の①【地下部】

### 敷地に遡上する津波に対する対応方針

- 敷地に遡上する津波の襲来時は、敷地内への浸水により屋外作業が制限されることを踏まえ、重大事故等対処設備の対応方針について以下のとおりとする。

- ✓ ①津波防護を考慮した常設設備による対応を基本とする。

屋外作業を要さずに最終ヒートシンクへ熱を輸送するための常設設備として、緊急用海水系を設置し、これらの設備を敷地に遡上する津波に対して防護する。

- ✓ ②可搬型重大事故等対処設備による対応も可能とする。

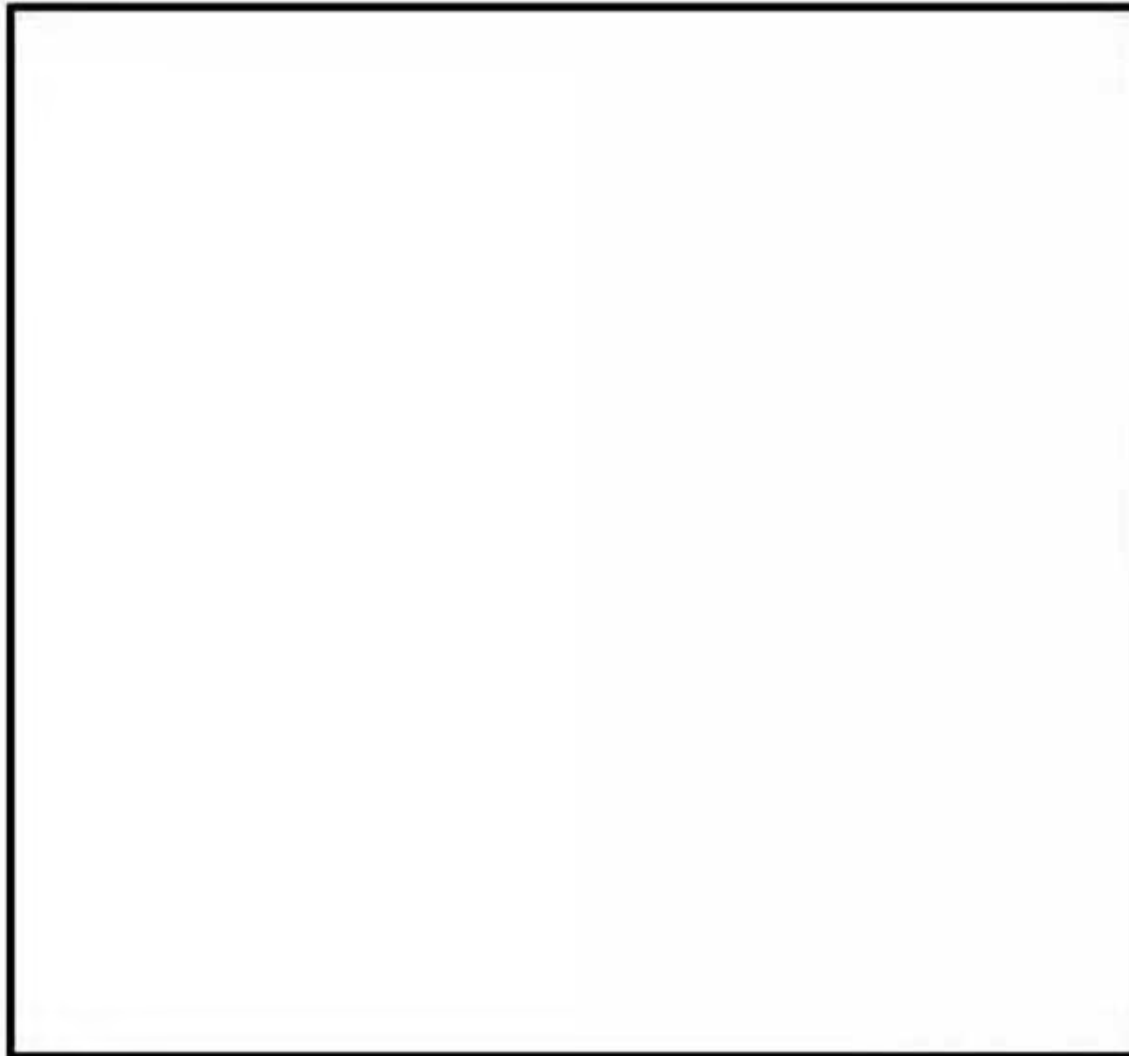
不測の事態により、上記の常設設備が一定期間は使用できない場合も想定し、可搬型設備による対応を確実にするため、津波の影響がない高所に注水用の接続口及び水源を設置する。

- \* 漂流物の考慮：敷地に遡上する津波では、敷地内に津波が流入することから(原子炉建屋付近の浸水深さ1m)、敷地内の漂流物として、車両(1.5t)を遡上範囲の重大事故等対処施設に対する衝突荷重において考慮する。

## 7. 敷地に遡上する津波に対する対策(5/8)

### ①津波防護を考慮した常設設備による対応

緊急用海水系の配置による対応



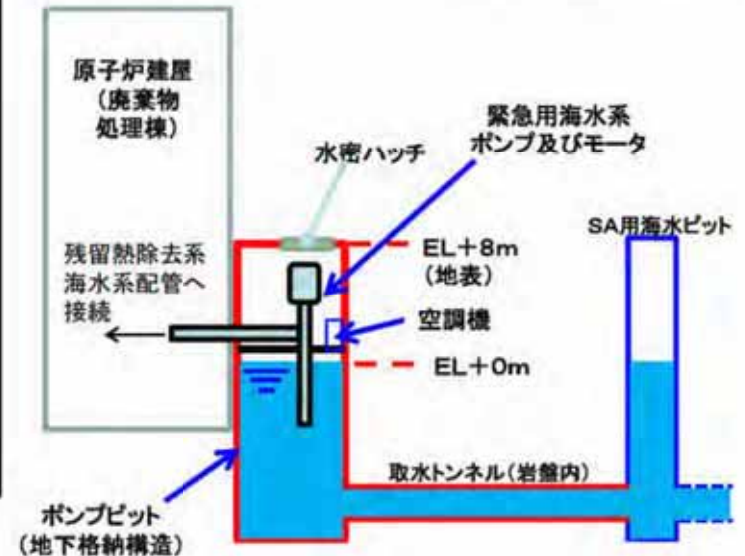
#### <配置場所>

原子炉建屋東側

- ・ポンプピット(緊急用海水系ポンプを含む)を建屋近傍に設置
- ・ポンプピットは, SA用海水ピットと取水トンネル(岩盤内設置)により接続し, 海水を供給

#### <ポンプピット構造>

- ・地下格納槽構造とし, 敷地に遡上する津波漂流物等から防護
- ・ポンプ排熱のため, 海水ポンプエリアに空調機を設置
- ・海水ポンプ室への津波の流入を防止するため, 流入経路に対して浸水防護対策を実施



# 7. 敷地に遡上する津波に対する対策(6/8)

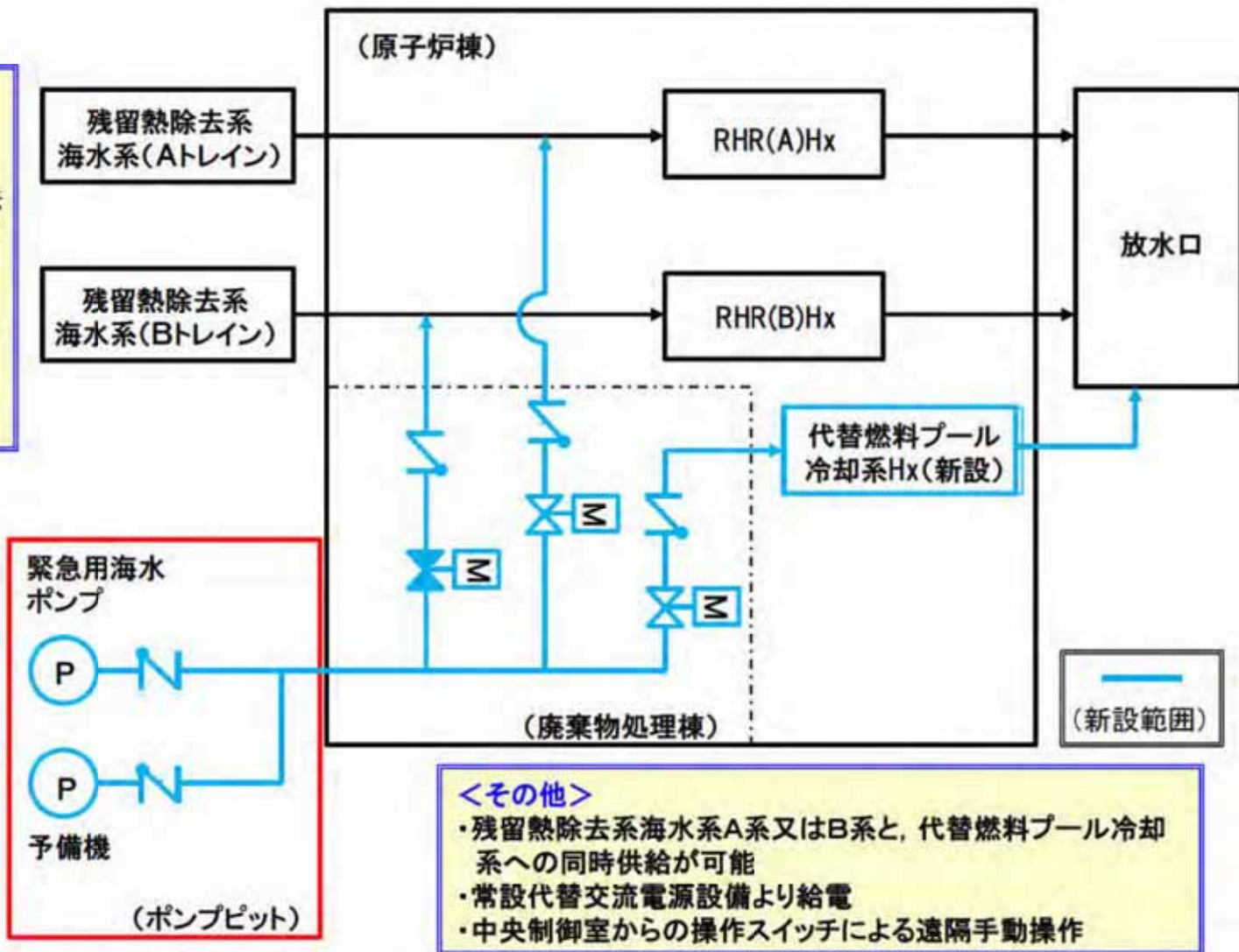
## ①津波防護を考慮した常設設備による対応

緊急用海水系の系統概略図

【緊急用海水系の機能】

- <系統構成>**
- ①残留熱除去系海水系機能喪失時の代替海水供給機能  
可搬型設備と同様に、残留熱除去系海水系機能喪失時に崩壊熱等を最終ヒートシンクへ移送する機能
  - ②代替燃料プール冷却系(熱交換器)への海水供給機能  
新設する代替燃料プール冷却系への冷却海水供給機能

- <容量>**
- ・敷地に遡上する津波の発生時に格納容器ベントを行わず、除熱可能な容量を確保
  - ・既設燃料プール冷却浄化系と同等の除熱容量を確保

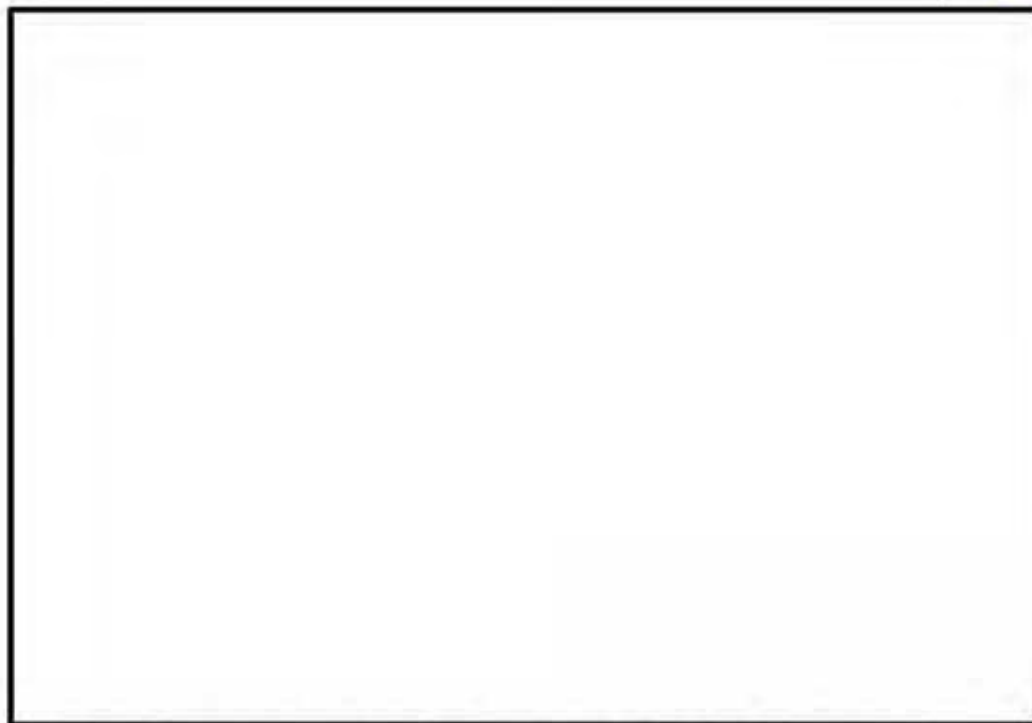


## 7. 敷地に遡上する津波に対する対策(7/8)

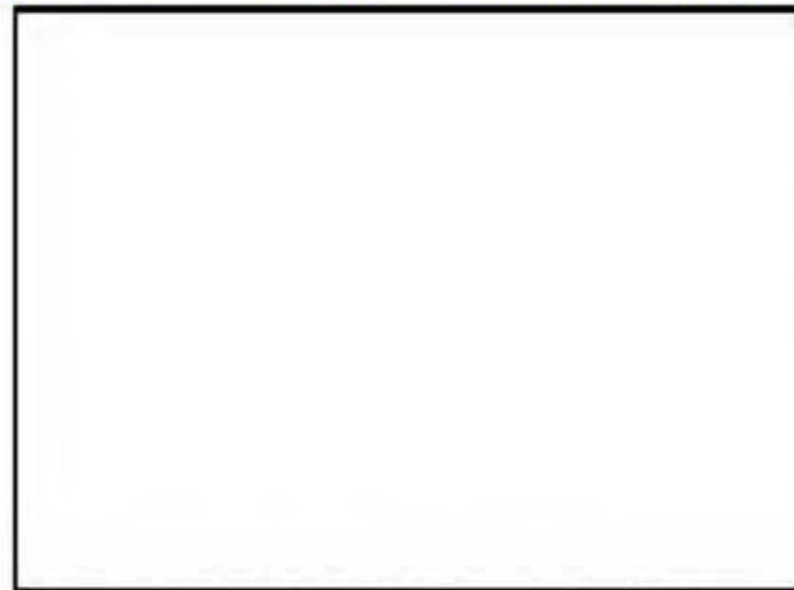
### ②可搬型重大事故等対処設備による対応

- 敷地に遡上する津波の影響を受けない常設代替高圧電源装置置場(T.P.+11m)の地下に西側淡水貯水設備を設置し、またT.P.+11mの高さの高所接続口を東西に複数設置
- 可搬型重大事故等対処設備(可搬型代替注水中型ポンプ)を用いて、西側淡水貯水設備の水を汲み上げ高所接続口から地下トンネル内に敷設する注水配管を経由し原子炉等に注水することで、津波の影響を受けない高所にて対応作業が可能

敷地に遡上する津波が到達しない高所(T.P.+11m)にて、可搬型重大事故対処設備(ポンプ車)により水を汲み上げ、高所の接続口と地下トンネル内の注水配管を経由して原子炉等に注水可能



アクセスルートと高所の淡水源、接続口及び注水配管の設置



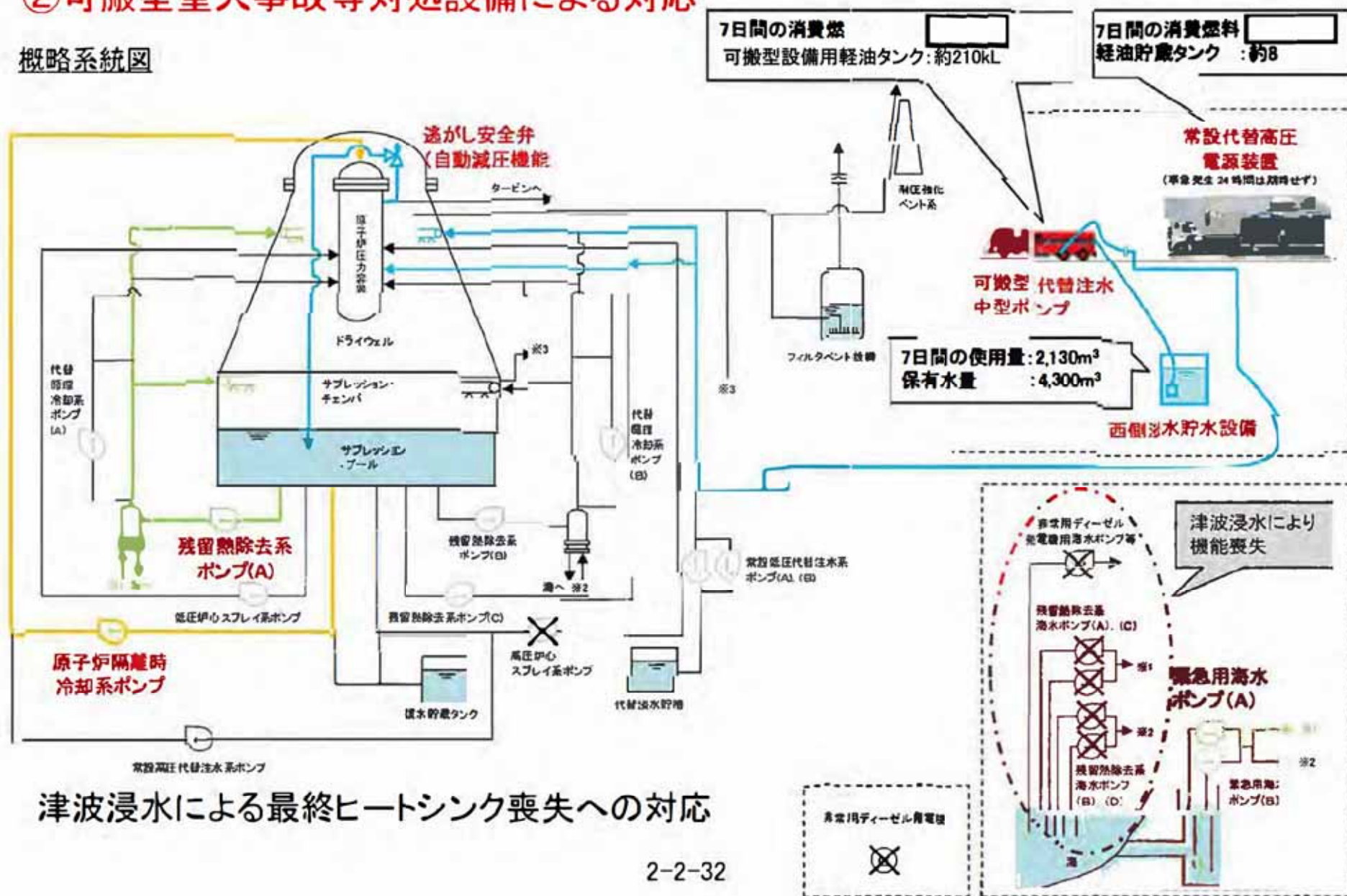
西側淡水貯水設備及び取水箇所

敷地に遡上する津波が到達しない高所(T.P.+11m)の地下に淡水源を設置

# 7. 敷地に遡上する津波に対する対策(8/8)

## ②可搬型重大事故等対処設備による対応

概略系統図



津波浸水による最終ヒートシンク喪失への対応



### ○基準津波に対する対策

- ・決定論的手法に基づき、発電所の供用期間中に発電所の安全施設に大きな影響を及ぼす恐れがある津波(基準津波T.P.+17.1m)に対して、発電所の防護を行う。
- ・発電所に設置する防潮堤(高さT.P.+20m)や、すべての流入経路に対して浸水防止対策を図ることで、基準津波を敷地に流入させず、発電所の安全施設の機能を維持する。
- ・漏水による浸水を想定した場合でも、漏水量は限定され非常用海水ポンプの機能は維持できる。敷地内の溢水に対しても安全性は損なわれない。引き波による海面の低下時においても、非常用海水ポンプの取水性は保持できる。また、津波の襲来状況を監視する監視カメラや水位計等を設置する。

### ○敷地に遡上する津波に対する対策

- ・確率論的評価を用いた津波PRA結果に基づき、基準津波を上回り、防潮堤高さ(T.P.+20m)を超える津波(T.P.+24m(無限鉛直壁))に対して発電所の防護を行う。
- ・防潮堤を超えて敷地に遡上する津波に対して、原子炉建屋の外壁や重大事故等対処設備等に水密対策を施すことで、重大事故対処設備を活用して原子炉等の冷却を可能とする。
- ・津波防護を考慮した常設の重大事故対処設備による対応として、屋外作業を要せずに最終ヒートシンクへ熱を輸送できる常設設備として、緊急用海水系を設置し、これらの設備を敷地に遡上する津波に対して防護する。
- ・さらに、不測の事態により、上記の常設設備が一定期間は使用できない場合も想定し、可搬型設備による対応を確実にするため、津波の影響がない高所に注水用の接続口及び水源を設置する。

(補足説明資料 津波対策(耐津波設計)について)

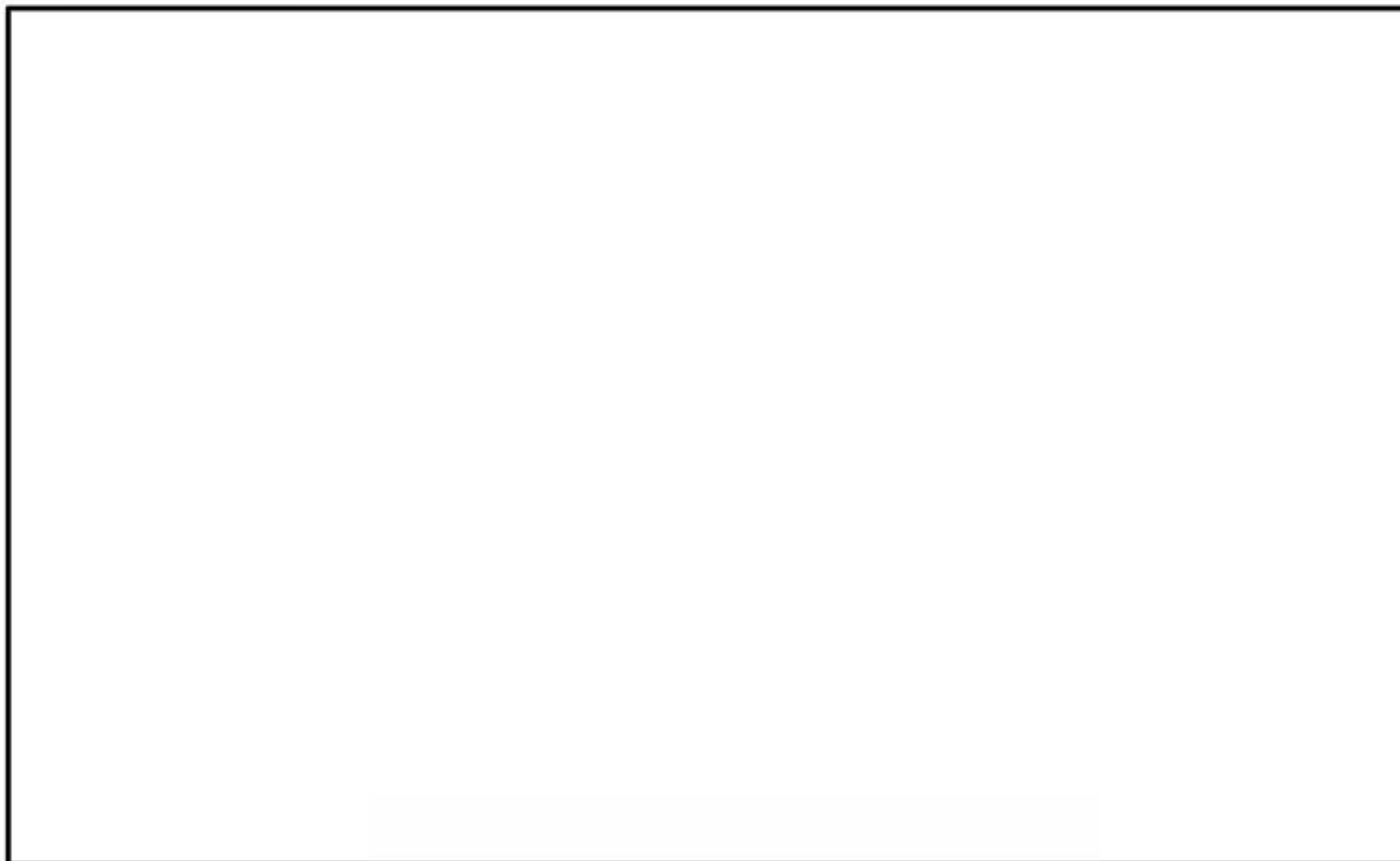
## 補足説明資料 目次

1. 津波評価のあらまし .....	2-2-36
2. 津波評価の概要 .....	2-2-47
3. 防潮堤の設置ルート変更に伴う評価 .....	2-2-49
4. 防波堤の有無が基準津波に与える影響 .....	2-2-54
5. 入力津波の設定 .....	2-2-59
6. 基準津波に対する対策 .....	2-2-61
7. 敷地に遡上する津波に対する対策 .....	2-2-70

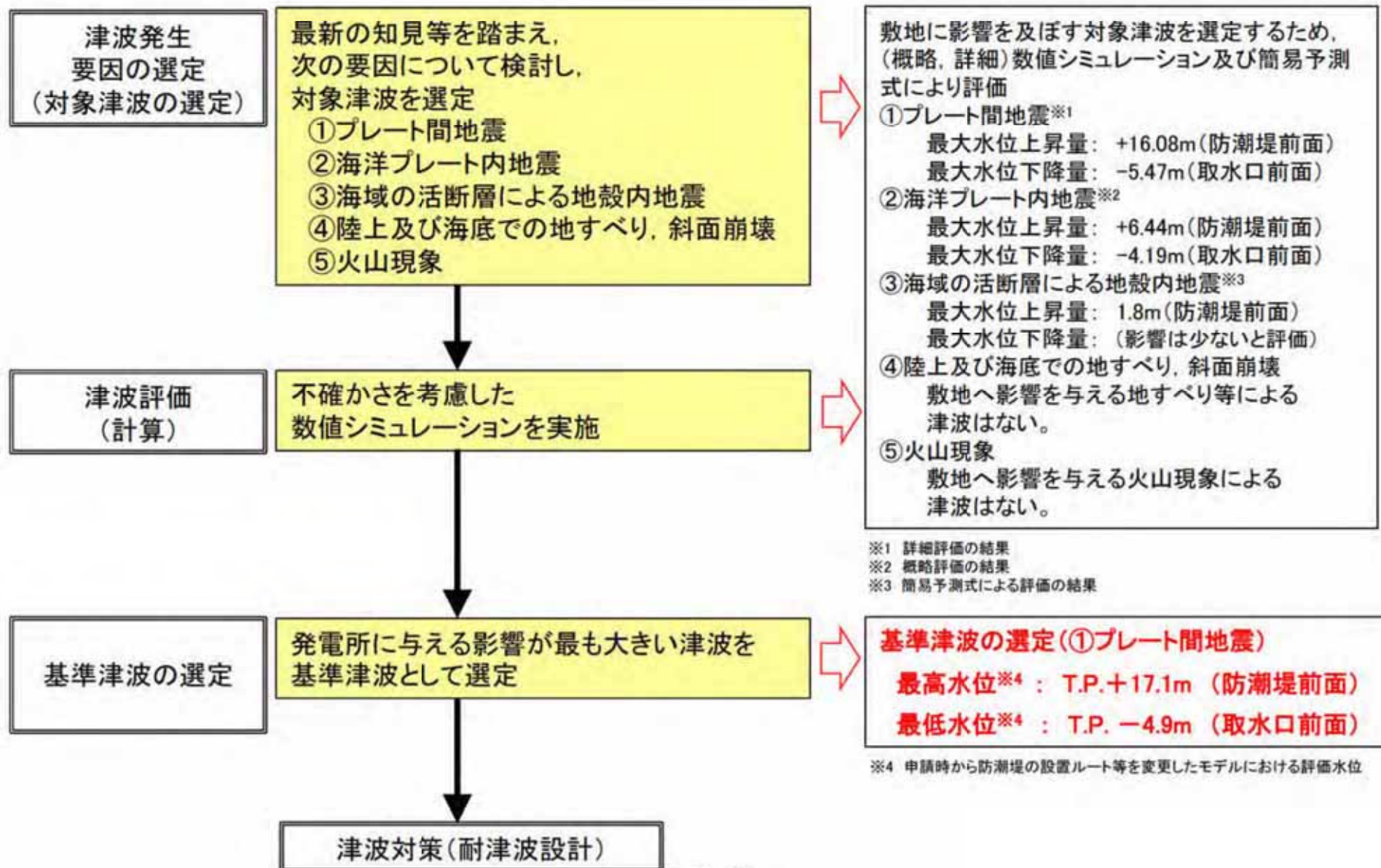
# 1. 津波評価のあらまし (東海第二発電所 位置図)



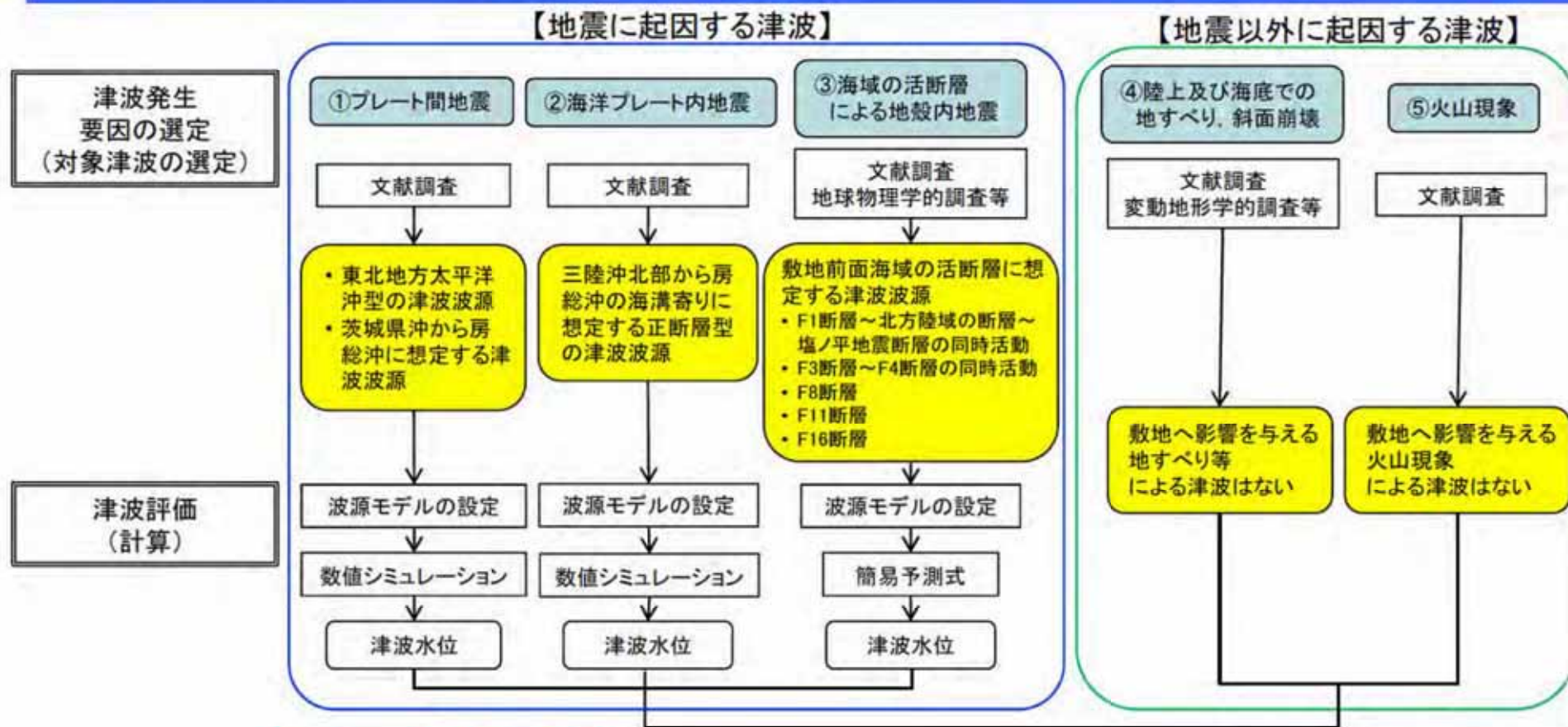
- 東京の北方約130km, 水戸市の北東約15kmの地点で太平洋に面して位置する。
- 東海第二発電所の敷地の広さは約75万 $m^2$ 。
- 東海第二発電所の原子炉建屋等の設置位置は T.P.+8mである。
- 防潮堤 高さ T.P.+18m~T.P.+20m



# 1. 津波評価のあらまし (津波評価の流れ)



# 1. 津波評価のあらまし (津波評価の流れ)



「①プレート間地震」を選定

①プレート間地震	「茨城県沖から房総沖」で発生する津波が発電所に最も大きな影響を与える。
②海洋プレート内地震	プレート間地震による津波の最大高さを上回る津波はない。
③海域の活断層による地殻内地震	
④地すべりや斜面崩壊	敷地へ影響を与える地すべり、火山現象等による津波はない。
⑤火山現象	

基準津波の選定

【地震に起因する津波】

**■ 地震発生のメカニズム(概念図)**

③ 海域の活断層による地殻内地震

大陸プレート (ユーラシアプレート等) 海溝 海洋プレート (フィリピン海プレート等) マントル

② 海洋プレート内地震

① プレート間地震

**①プレート間地震**  
大陸プレートが海洋プレートに引きずられて変形するうちに、境界面が支えきれなくなって大陸プレートが跳ね返り、地震が発生します。

**②海洋プレート内地震**  
海洋プレートが大陸プレートの下に沈み込んでいくうちに、内部でひずみが蓄積され、それが解放されるときに地震が発生します。

**③海域の活断層による地殻内地震**  
大陸プレートが海洋プレートから押され続けているうちに、内部でひずみが蓄積され、それが解放されるときに地震が発生します。

【地震以外に起因する津波】

④ 陸上及び海底での地すべり, 斜面崩壊

⑤ 火山現象

図版出典  
Sheila B.Reed:Natural and Human-Made Hazards  
Mitigation and Management Issue  
Wilderness Medicine 2001:1630p

# 1. 津波評価のあらまし (地震に起因する津波 ①プレート間地震に起因する津波)

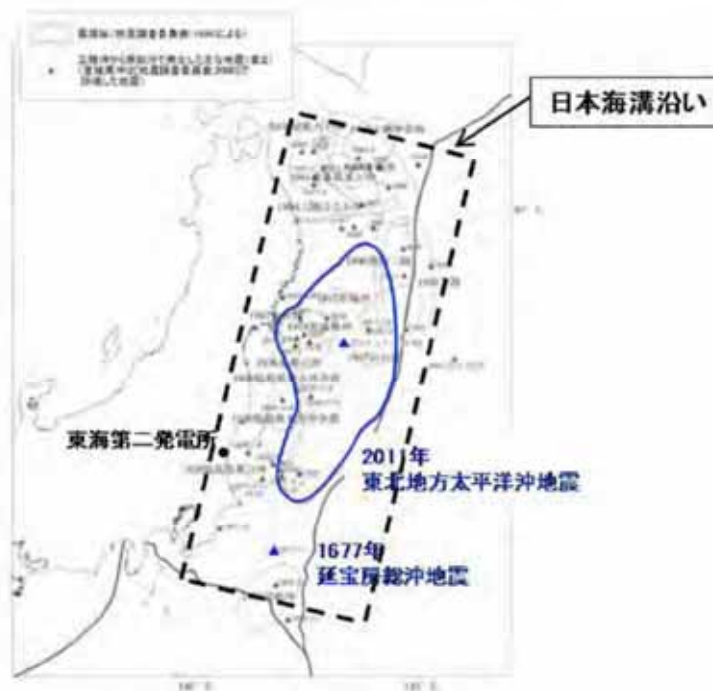


過去に発生した地震規模M8以上(国外においてはM9クラス)の津波の中で、敷地に比較的大きな影響を及ぼしたと考えられる既往津波は、日本海溝沿いで発生したプレート間による津波である。

- ✓ 1677年延宝房総沖地震津波: 茨城県那珂湊(現ひたちなか市): 4.5~5.5m
- ✓ 2011年東北地方太平洋沖地震津波(東海第二発電所): 概ね5~6m(最大6.5m)

過去に発生した大規模な地震

領域	名称	地震規模		文献調査結果	
		Mj	Mw		
近地津波	日本海溝沿い	869年の津波	8.3 ±1/4	—	敷地付近への影響を示す津波の痕跡はない。
		1611年の津波	≒8.1	8.3	敷地付近への影響を示す津波の痕跡はない。
		1677年延宝房総沖地震津波	≒8.0	8.2	茨城県那珂湊(現ひたちなか市)で4.5~5.5m
		1793年宮城県沖地震に伴う津波	8.0~ 8.4	—	敷地付近への影響を示す津波の痕跡はない。
		1896年明治三陸地震津波	8・1/4	8.3	敷地付近への影響を示す津波の痕跡はない。
		2011年東北地方太平洋沖地震津波	8.4	9.0	発電所で概ね5~6m(最大6.5 m)
近地津波	千島海溝沿い	1968年十勝沖地震に伴う津波	7.9	8.2	敷地付近への影響を示す津波の痕跡はない。
		17世紀初頭の地震(500年間隔地震)に伴う津波	—	8.8	敷地付近への影響を示す津波の痕跡はない。
	伊豆・小笠原海溝沿い	1972年八丈島東方沖地震津波	7.2	M <sub>0</sub> 7.5	敷地付近への影響を示す津波の痕跡はない。
遠地津波	1700年カスケード地震津波	—	9.0	茨城県那珂湊(現ひたちなか市)で約2m	
	1952年カムチャッカ地震津波	—	9.0	福島県沿岸で約0.5~1.5m	
	1960年チリ地震津波	—	9.5	茨城県久慈港で約2.3m	
	1964年アラスカ地震津波	—	9.2	小名浜で0.35m, 鏡子で0.36m	



三陸沖から房総沖にかけての主な地震と主な震源域 (地震調査研究推進本部(2012)に加筆)



# 1. 津波評価のあらまし (地震に起因する津波 ①プレート間地震に起因する津波)



## 想定津波波源について

- ・過去に発生した津波
- ・2011年東北地方太平洋沖地震の知見 等を参考に設定

## 想定津波の設定方針

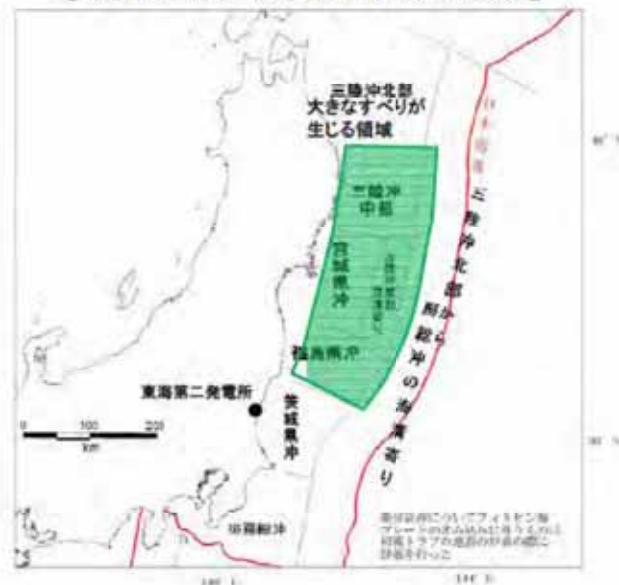
I.

- ✓日本海溝沿いで生じた地震津波のうち、2011年東北地方太平洋沖地震は敷地に比較的大きな影響を及ぼしたことを踏まえ、東北地方太平洋沖型の津波波源を設定する。
- ✓東北地方太平洋沖型の津波波源で大きなすべりが生じる領域は、三陸沖中部から福島県沖及びその沖合の海溝軸付近の領域とする。

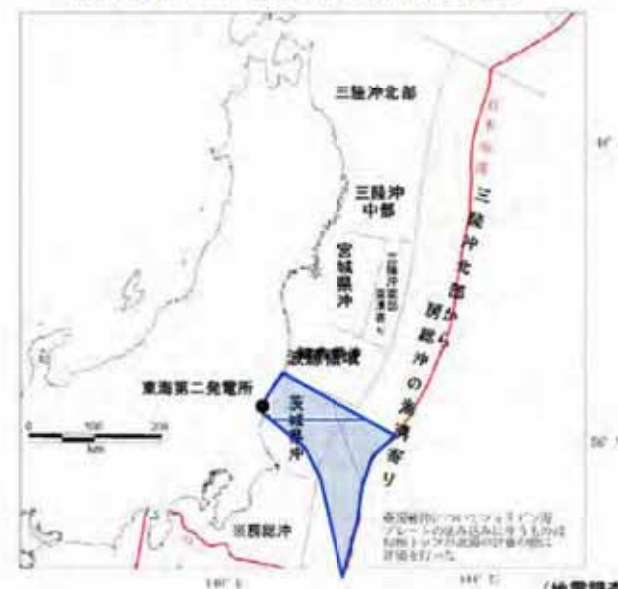
II.

- ✓日本海溝沿いで生じた地震津波のうち、1677年延宝房総沖地震は敷地に比較的大きな影響を及ぼしたことを踏まえ、茨城県沖に想定する津波波源を設定する。
- ✓茨城県沖に想定する津波波源については、2011年東北地方太平洋沖地震で大きなすべりが生じていない領域とする。なお、領域の南限については、北米プレートとフィリピン海プレートの境界とする。

【東北地方太平洋沖型の津波波源】



【茨城県沖に想定する津波波源】

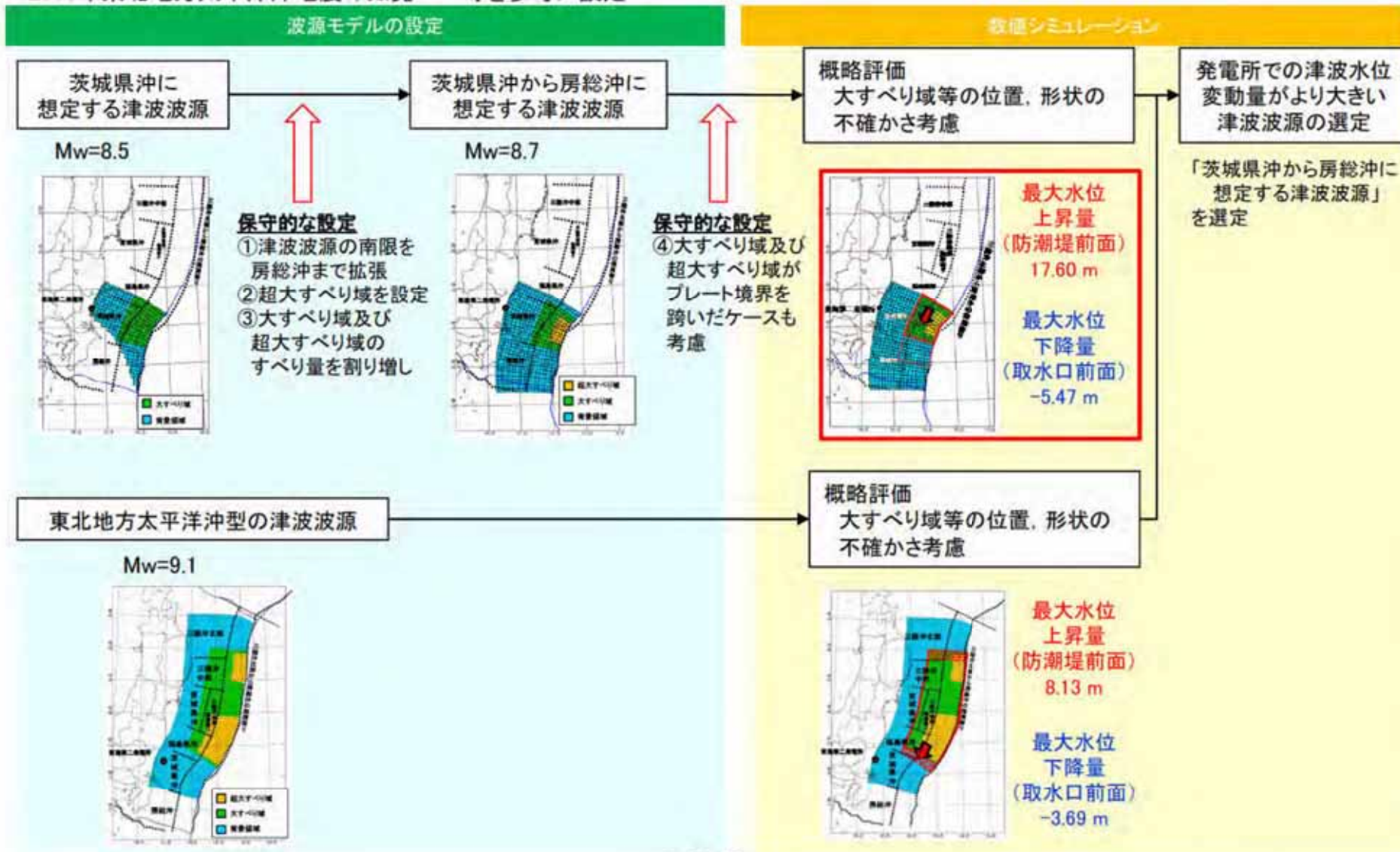


(地震調査研究推進本部(2012)に加筆)

# 1. 津波評価のあらまし (地震に起因する津波 ①プレート間地震に起因する津波)

想定津波波源について

- ・過去に発生した津波
- ・2011年東北地方太平洋沖地震の知見 等を参考に設定



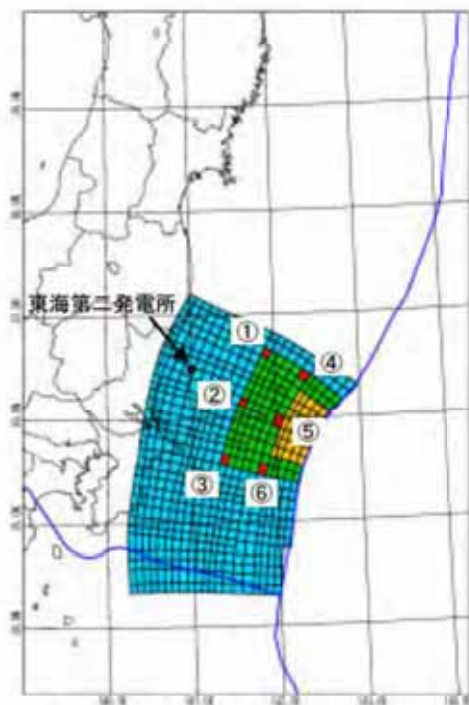
# 1. 津波評価のあらまし (地震に起因する津波 ①プレート間地震に起因する津波)



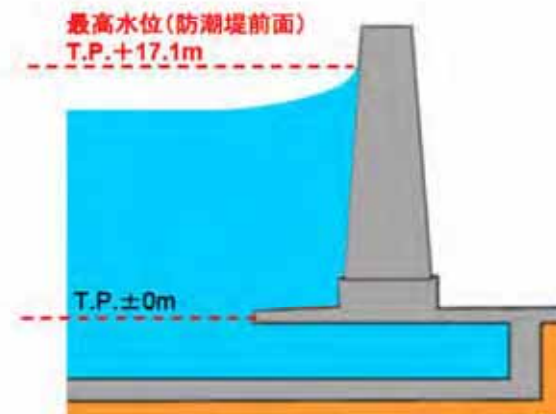
発電所での津波水位変動量がより大きい津波波源として  
プレート間地震に起因する津波  
「茨城県沖から房総沖に想定する津波波源」を選定  
茨城県沖～房総沖 Mw=8.7

## 詳細評価 不確かさの考慮

- ・破壊開始点 : 6ケース(①～⑥)
- ・破壊伝播速度 : 5ケース(1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0km/s)
- ・立ち上がり時間 : 2ケース(30, 60秒)



茨城県沖から房総沖に想定する津波波源



最高水位

## 《 詳細評価の結果 》

最大水位上昇量(防潮堤前面) : 15.96m※ (+16.08m)  
最大水位下降量(取水口前面) : -4.59m※ (-4.97m)

**最高水位(防潮堤前面) : T.P. +17.1m※ (T.P. +17.2m)**  
**最低水位(取水口前面) : T.P. - 4.9m※ (T.P. -5.3m)**

※ 申請時から設備形状(防潮堤の線形形状の見直し等)を変更したモデルにおける評価水位

# 1. 津波評価のあらまし (津波評価 まとめ)



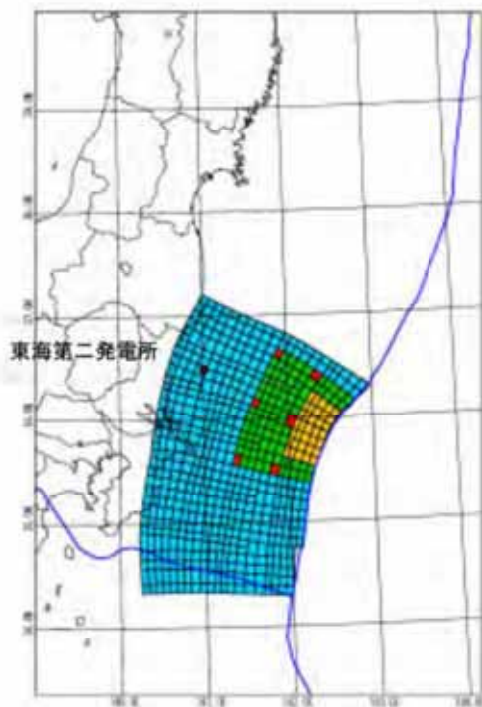
敷地に影響を及ぼす対象津波を選定するため、評価を実施

津波の発生要因	津波評価結果(計算)	津波の影響評価結果
①プレート間地震※1	最大水位上昇量: +16.08m(防潮堤前面) 最大水位下降量: -4.97m(取水口前面)	「茨城県沖から房総沖」で発生する津波が発電所に最も大きな影響を与える。
②海洋プレート内地震※2	最大水位上昇量: +6.44m(防潮堤前面) 最大水位下降量: -4.19m(取水口前面)	プレート間地震による津波の最大高さを上回る津波はない。
③海域の活断層による地殻内地震※3	最大水位上昇量: +1.8m(防潮堤前面) 最大水位下降量: (影響は少ないと評価)	
④地すべりや斜面崩壊	—	敷地へ影響を与える地すべり、火山現象等による津波はない。
⑤火山現象	—	

➡ ①プレート間地震を選定

※1 詳細評価の結果  
 ※2 概略評価の結果  
 ※3 簡易予測式による評価の結果

# 1. 津波評価のあらまし (基準津波の選定)



項目	地震に起因する津波
地震種別	茨城県沖から房総沖に想定するプレート間地震
最高水位(防潮堤前面)	T.P.+17.1m (※T.P.+17.2m)
最低水位(取水口前面)	T.P.-4.9m (※T.P.-5.3m)

※ 申請時の設備形状における評価水位

「地震に起因する津波」と「地震以外に起因する津波」の評価結果を踏まえ、発電所に与える影響が最も大きい津波は『茨城県沖から房総沖に想定するプレート間地震 Mw=8.7』である。

以上より『茨城県沖から房総沖に想定するプレート間地震 Mw=8.7』を『基準津波』とする。

- 前提条件 : 津波波源を茨城県沖に設定
- 設定条件① : 津波波源の南限を房総沖まで拡張
- 設定条件② : 超大すべり域を設定
- 設定条件③ : 大すべり域及び超大すべり域のすべり量を割り増し
- 設定条件④ : 大すべり域及び超大すべり域がプレート境界を  
跨いだケースも考慮

以上を保守的に評価したことで、

津波評価(基準津波)は

**最高水位(防潮堤前面)において、T.P.+17.1m と設定した。**

## 2. 津波評価の概要 基準津波の選定 プレート間地震に起因する津波の波源設定(概要)



津波波源の設定			津波評価
1. 検討対象領域の選定	2. 想定津波の設定に反映する知見の分析	3. 想定波源領域の設定	4. 特性化波源モデルの設定
			特性化波源モデル

【2011年東北地方太平洋沖地震の特徴と関連する知見】

- ✓ 破壊領域
- ✓ すべり
- ✓ 地震の発生メカニズム

【検討対象領域の選定】

- 既往津波から検討波源領域を抽出
- 日本海溝沿い※1 (三陸沖北部～房総沖)

【想定津波の設定方針】

- ✓ 日本海溝沿いで生じた地震津波のうち、2011年東北地方太平洋沖地震は敷地に比較的大きな影響を及ぼしたことを踏まえ、東北地方太平洋沖型の津波波源を設定する。

✓ 東北地方太平洋沖型の津波波源で大きなすべりが生じる領域は、三陸沖中部から福島県沖及びその沖合の海溝軸付近の領域とする。
- ✓ 日本海溝沿いで生じた地震津波のうち、1677年延宝房総沖地震は敷地に比較的大きな影響を及ぼしたことを踏まえ、茨城県沖に想定する津波波源を設定する。

✓ 茨城県沖に想定する津波波源については、2011年東北地方太平洋沖地震で大きなすべりが生じていない領域とする。なお、領域の南限については、北米プレートとフィリピン海プレートの境界とする。
- 2011年東北地方太平洋沖地震で応力を解放した領域では、東北地方太平洋沖型の地震津波の発生確率は極めて小さい。

※1: 遠地津波(チリ地震等)及び近地津波のうち千島海溝沿い及び伊豆・小笠原海溝沿いの領域については、既往津波の記録、波源の位置と伝播の指向性を考慮すると、敷地への影響が小さく、影響の大きい敷地前面の波源を想定波源として検討した。

【東北地方太平洋沖型の津波波源】



【茨城県沖に想定する津波波源】

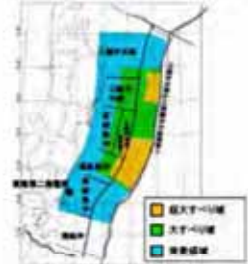


茨城県沖に想定する津波波源については、固着の程度が小さい領域に大きなすべりを生じる津波波源を想定した。

- ✓ 波源領域の南限については、北米プレートとフィリピン海プレートの境界とする。
- ✓ 波源領域の北限については、茨城県沖と福島県沖の境界とする。
- ✓ プレート間地震と津波地震の運動型地震を仮想的に考慮する。

特性化波源モデル

波源領域: 三陸沖北部～茨城県沖 Mw=9.1



1896年明治三陸地震津波は、敷地への影響が小さいと考えられる。また、当該津波の波源は、東北地方太平洋沖型の津波波源(プレート間地震と津波地震の運動型地震)に包含されている。

【茨城県沖から房総沖に想定する津波波源】

波源領域: 茨城県沖～房総沖の一部 Mw=8.5



保守的設定1. 津波波源の南限を房総沖まで拡張  
保守的設定2. 超巨大すべり域を設定  
保守的設定3. 巨大すべり域及び超巨大すべり域のすべり量を割り増し

波源領域の北限については、すべり量が保守的な設定となるように、福島県沖の一部まで拡張して設定した。

検討波源: 茨城県沖～房総沖 Mw=8.7



1677年延宝房総沖地震津波の波源は、茨城県沖から房総沖に想定する津波波源(プレート間地震と津波地震の運動型地震)に包含されている。

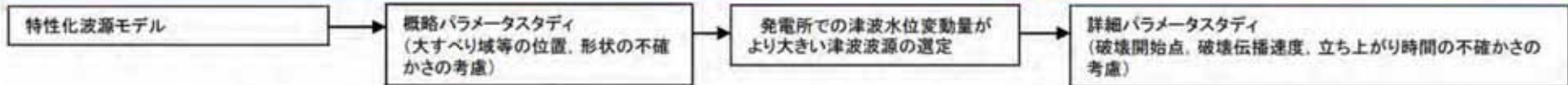
## 2. 津波評価の概要 基準津波の選定 プレート間地震に起因する津波の波源設定(概要)



### 津波評価

#### 4. 特性化波源モデルの設定

#### 5. 特性化波源モデルの不確かさの考慮



波源領域: 三陸沖北部～茨城県沖  
Mw=9.1



大すべり域、超大すべり域の  
位置を約10km単位で移動



最大水位  
上昇量  
(防潮堤前面)  
8.13 m<sup>※1</sup>  
最大水位  
下降量  
(取水口前面)  
-3.69 m<sup>※1</sup>

検討波源: 茨城県沖～房総沖  
Mw=8.7



最大水位  
上昇量  
(防潮堤前面)  
17.60 m<sup>※1</sup>  
最大水位  
下降量  
(取水口前面)  
-5.47 m<sup>※1</sup>



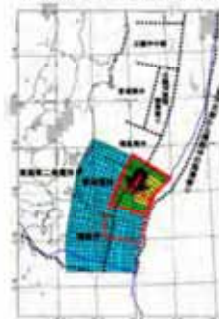
破壊開始点: ①～⑥  
破壊伝播速度: 1.0km/s, 1.5km/s, 2.0km/s, 2.5km/s, 3.0km/s  
立ち上がり時間: 30秒, 60秒

最高水位<sup>※2</sup>  
(防潮堤前面)  
T.P. +17.1 m  
最低水位<sup>※2</sup>  
(取水口前面)  
T.P. -4.9 m

検討波源: 茨城県沖～房総沖  
Mw=8.7



大すべり域、超大すべり域の  
位置を約10km単位で移動



最大水位  
上昇量  
(防潮堤前面)  
17.60 m<sup>※1</sup>  
最大水位  
下降量  
(取水口前面)  
-5.47 m<sup>※1</sup>

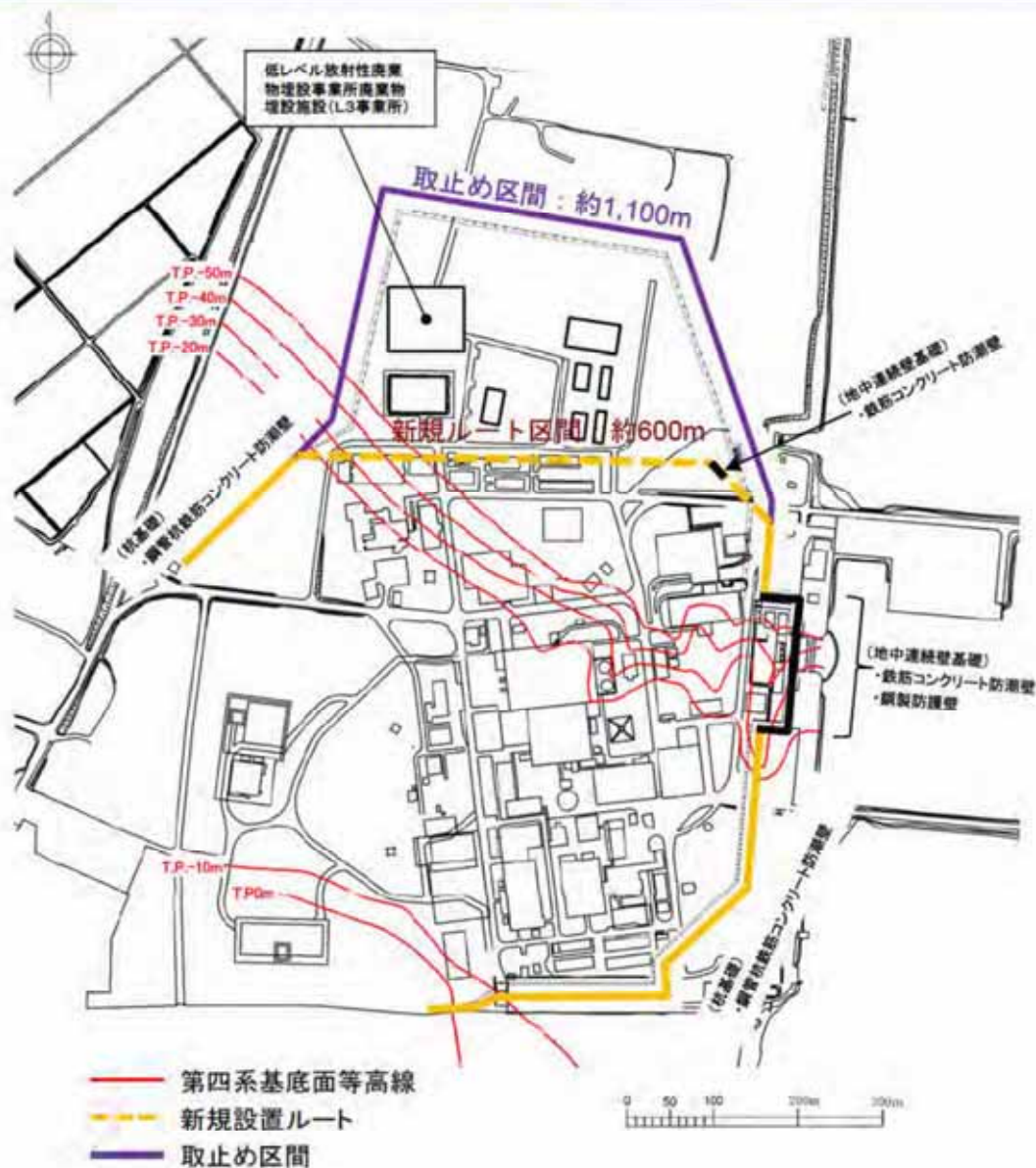
保守的設定4. 大すべり域及び超大すべり域  
がプレート境界を跨いだケース  
も考慮

※1 津波水位に大きな影響を与える大すべり域等の位置な  
どの目安を得ること(検討ケースの序列決め)を目的とし  
ている。

※2  
- 申請時から防潮堤の設置ルート等を変更し  
たモデルにおける評価水位  
- 潮位及び地殻変動量(2011年東北地方太平  
洋沖地震に伴う地殻変動量も含む)を考慮



### 3. 防潮堤の設置ルート変更に伴う評価 防潮堤の設置ルート見直し



#### 【変更理由】

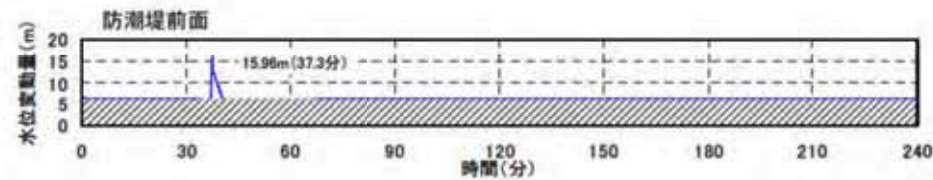
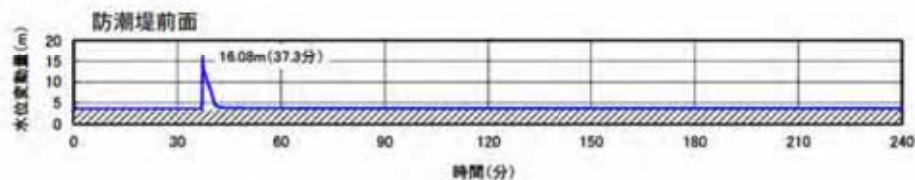
- 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁周辺の表層地盤については、地震時における地盤の変形や津波による洗掘などに対して、浸水防護をより確実なものとするため、地盤改良の実施及びシートパイル等の設置を行うこととした。
- 地盤改良等の実施に当たっては、「低レベル放射性廃棄物埋設事業所廃棄物埋設施設（L3事業所）」及び他事業所施設の地下水流況に影響を及ぼす可能性を考慮し、防潮堤の設置ルートを変更する。

### 3. 防潮堤の設置ルート変更に伴う評価 評価結果の比較（水位上昇側）

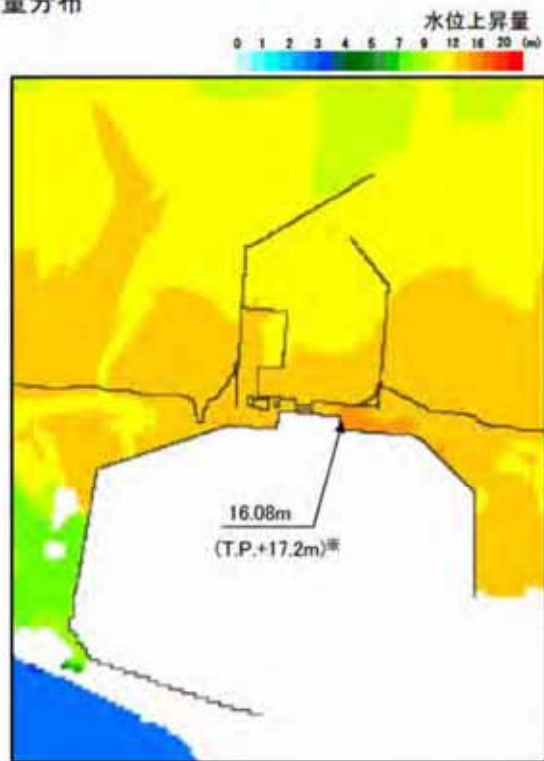


基準津波の水位への影響を評価した結果、最高水位位置が同じであり、上昇側の水位に有意な差がないことを確認した。

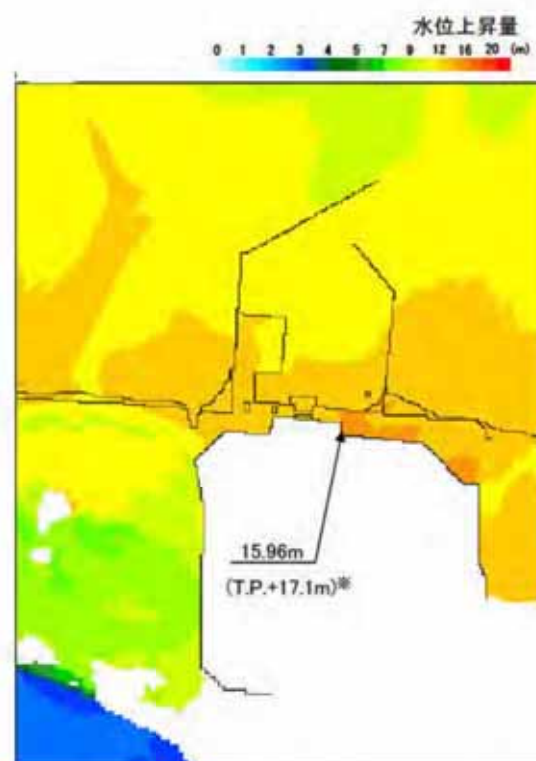
#### ■ 時刻歴波形



#### ■ 最大水位上昇量分布



防潮堤設置ルート変更前



防潮堤設置ルート変更後

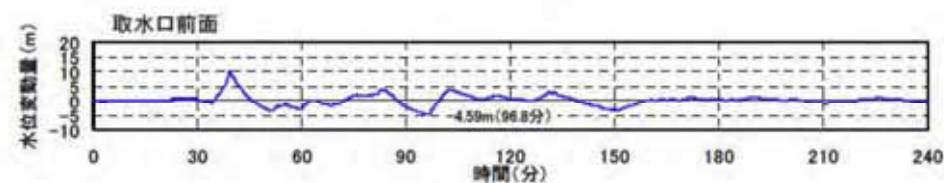
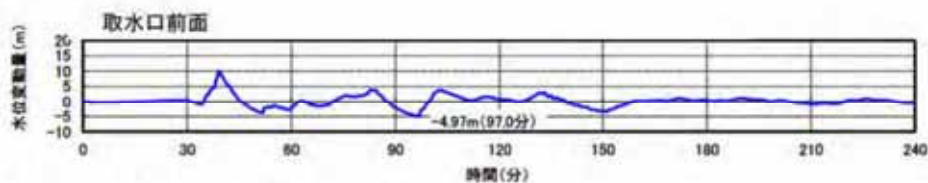
※ 潮位及び地殻変動量(2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動量も含む)を考慮

### 3. 防潮堤の設置ルート変更に伴う評価 評価結果の比較（水位下降側）



基準津波の水位への影響を評価した結果、下降側の水位に有意な差がないことを確認した。

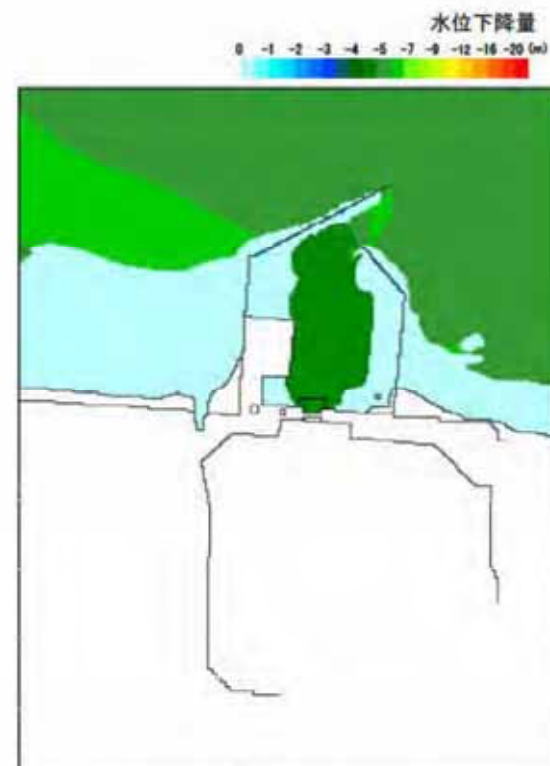
#### ■ 時刻歴波形




#### ■ 最大水位下降量分布



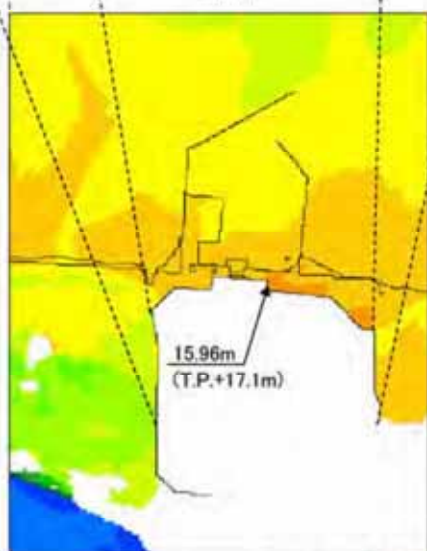
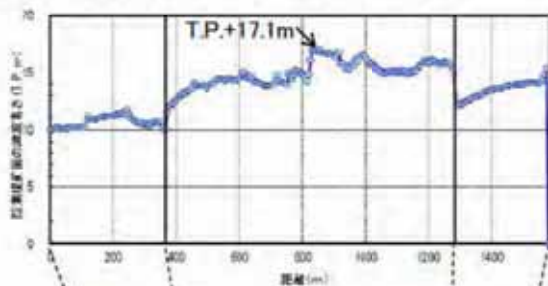
防潮堤設置ルート変更前



防潮堤設置ルート変更後

3. 防潮堤の設置ルート変更に伴う評価 防潮堤の設置ルート変更後の評価結果（防潮堤前面及び取水口前面） 

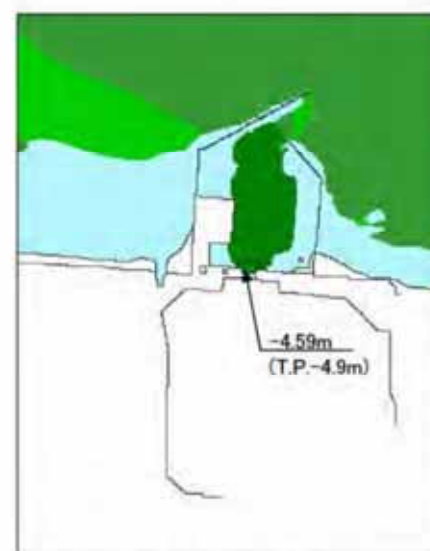
基準津波の評価結果は以下の通り。



水位上昇量

最大水位上昇量分布

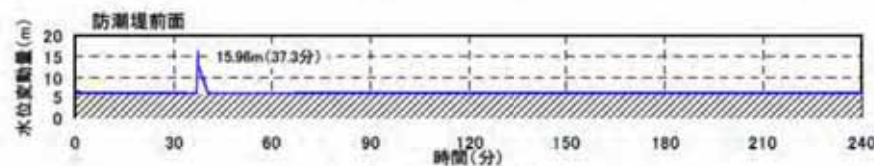
(A-3 : 南へ20km移動, 破壊開始点⑥, 破壊伝播速度3.0km/s, 立ち上がり時間30秒)



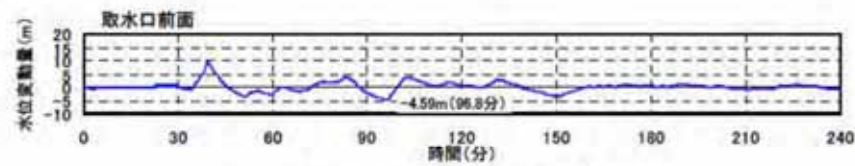
水位下降量

最大水位下降量分布

(A-5 : 南へ40km移動, 破壊開始点⑤, 破壊伝播速度1.0km/s, 立ち上がり時間30秒)



防潮堤前面における水位時刻歴波形



取水口前面における水位時刻歴波形

### 3. 防潮堤の設置ルート変更に伴う評価 杭構造形式の変更(摩擦杭から岩着支持杭への変更)

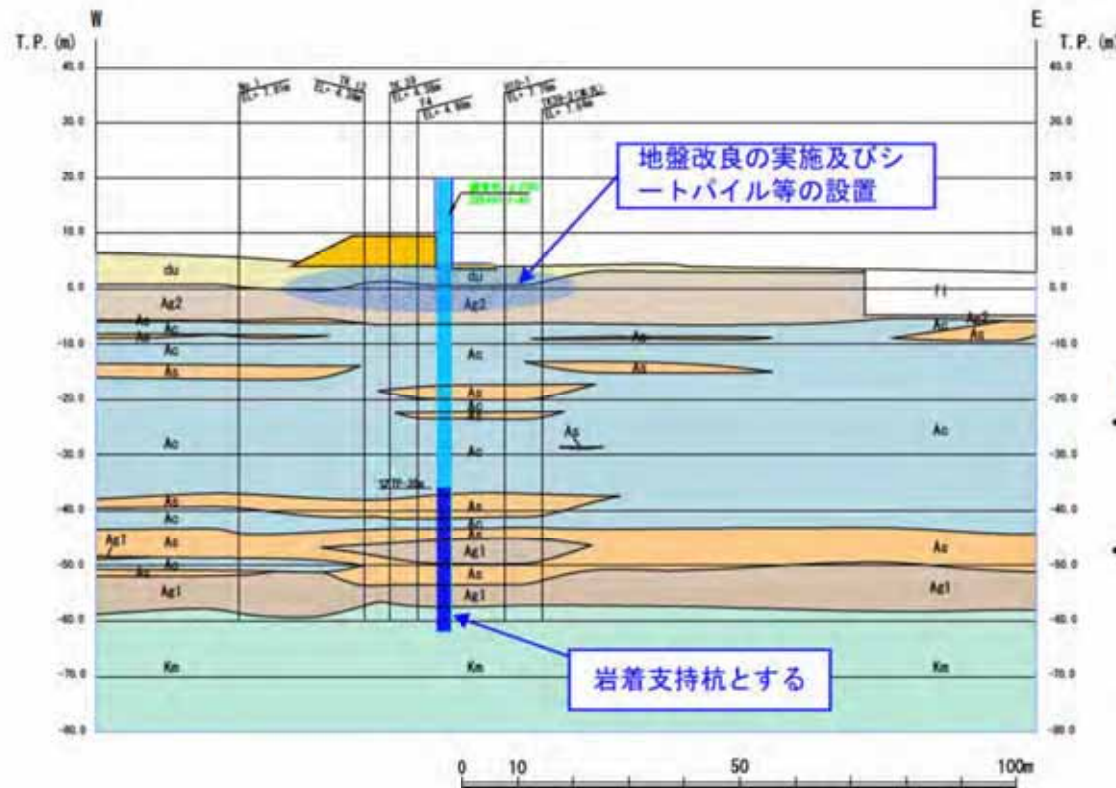


東海第二発電所の鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は、敷地北側において摩擦杭を計画していたが、これを岩着支持杭に変更する。

これにより鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は、十分な支持性能を有する岩盤に杭を介して設置することとなる。

また、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁周りの表層付近の地盤においては、地震時における変形や津波による洗掘などに対して、浸水防護をより確実なものとするため、地盤改良の実施及びシートパイル等の設置を行う。

なお、地盤改良範囲等については、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保守的な条件設定に基づいた有効応力解析結果をもとに決定する。



地質構成表

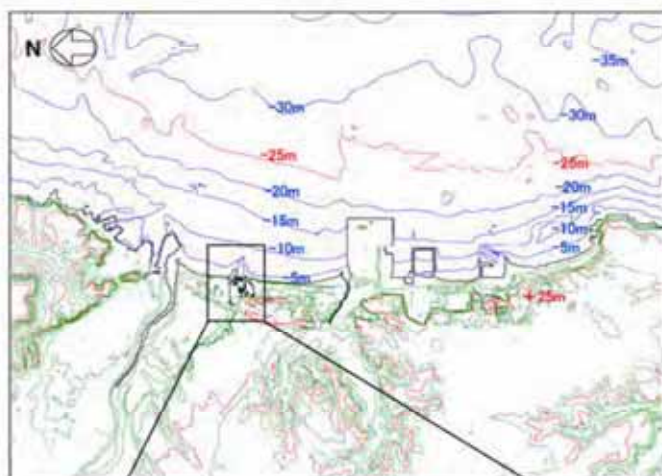
地質種別	地質区分	記号	説明	備考
表層	砂山層	Au	砂	敷地全域に広く分布する。
		Ag2	砂層	敷地全域に広く分布する。
	沖積低地 堆積層	Au	粘土	2層は沖積堆積した地盤の 一部を構成している。
		Ag1	砂層	
中部沖積 堆積層	SD-2	シルト		
	SD-3	砂		
	SD-2	砂層	敷地全域に分布している 一部を構成している。	
	SD-3	シルト		
中部沖積 堆積層	SD-2	砂層		
	SD-3	シルト		
	SD-4	砂層		
第三紀 堆積層	大木層	Kn	砂岩層	敷地の最奥部である。

#### 【変更理由】

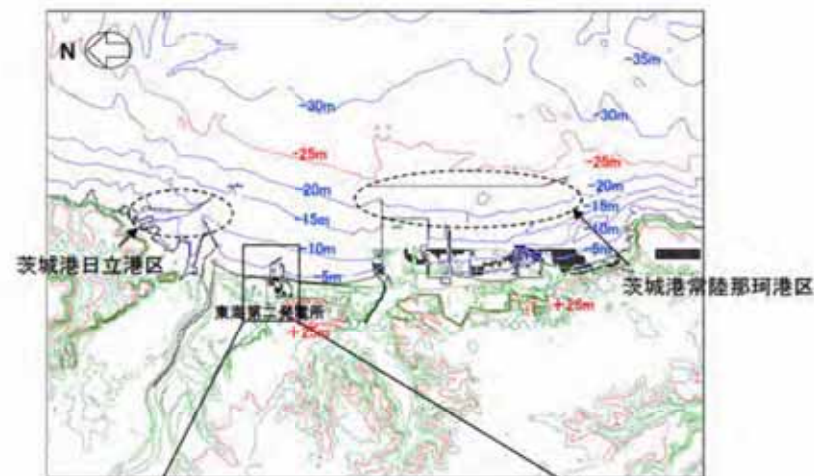
- 杭の基礎構造形式を摩擦杭から岩着支持杭に変更することにより、より裕度が高い支持性能が得られる。
- 表層付近の地盤改良等を行うことにより、地震時における周辺地盤の変形に対する抑制効果が得られる。また、津波時の洗掘や地中からの浸水防止効果が大きくなるとともに、杭の発生曲げモーメントを抑え、全体として安全裕度の高い構造となる。

#### 4. 防波堤の有無が基準津波に与える影響 検討内容

- ・ 防潮堤前面において水位上昇量が最大となるケース並びに取水口前面において水位下降量が最大となるケースについて、港湾部（茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区を含む）の防波堤の効果がない場合について検討を行う。
- ・ 検討に用いた地形データを以下に示す。



港湾部の防波堤効果無し



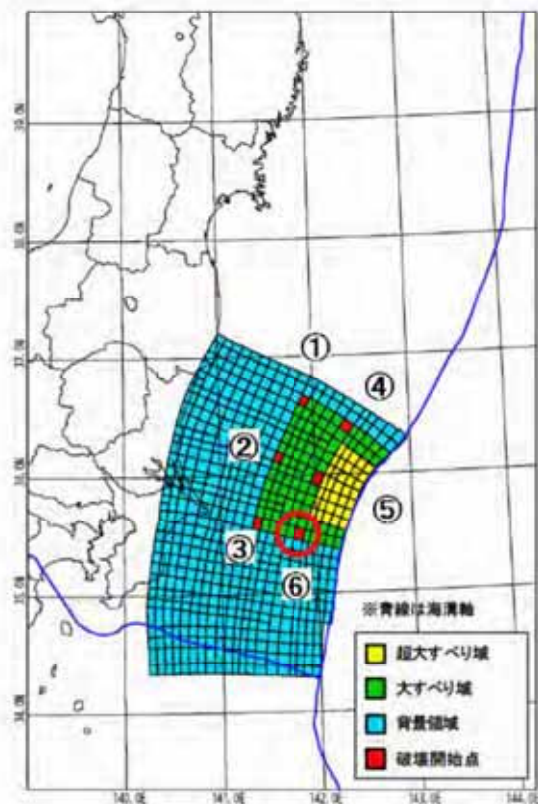
港湾部の防波堤効果有り

## 4. 防波堤の有無が基準津波に与える影響 検討波源



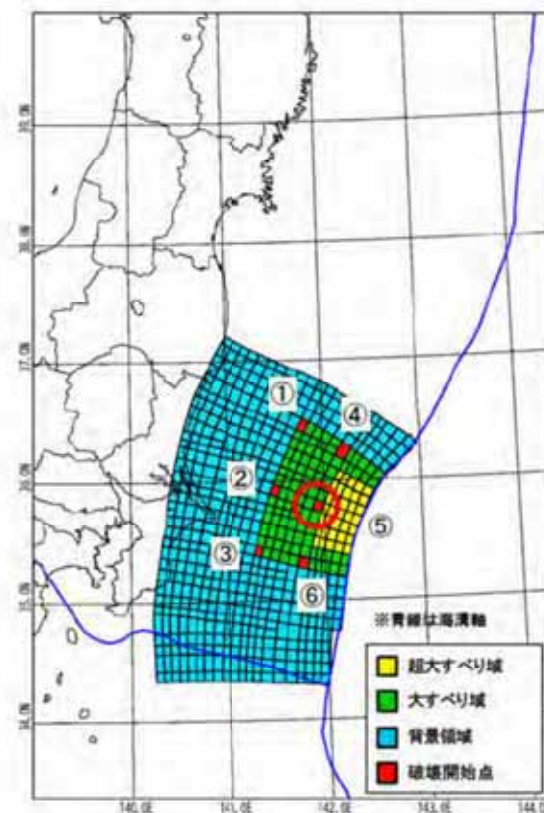
- 港湾部の防波堤の効果について、以下の通り検討を行う。
  - ✓ 防潮堤前面において水位上昇量が最大※となる波源モデル(左図)
  - ✓ 取水口前面において水位下降量が最大※となる波源モデル(右図)

※「①津波波源選定モデル」での評価結果



- ・大すべりの位置:A-3
- ・破壊開始点の位置:⑥
- ・破壊伝播速度:3.0km/s
- ・立ち上がり時間:30秒

水位上昇量最大時の波源モデル



- ・大すべりの位置:A-5
- ・破壊開始点の位置:⑤
- ・破壊伝播速度:1.0km/s
- ・立ち上がり時間:30秒

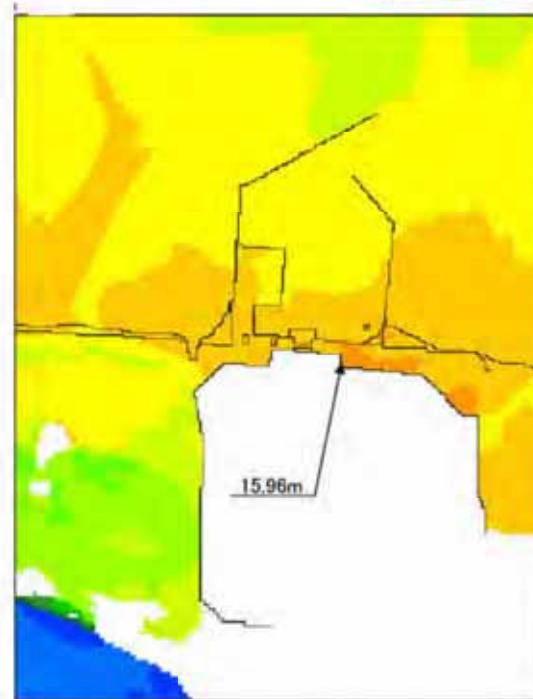
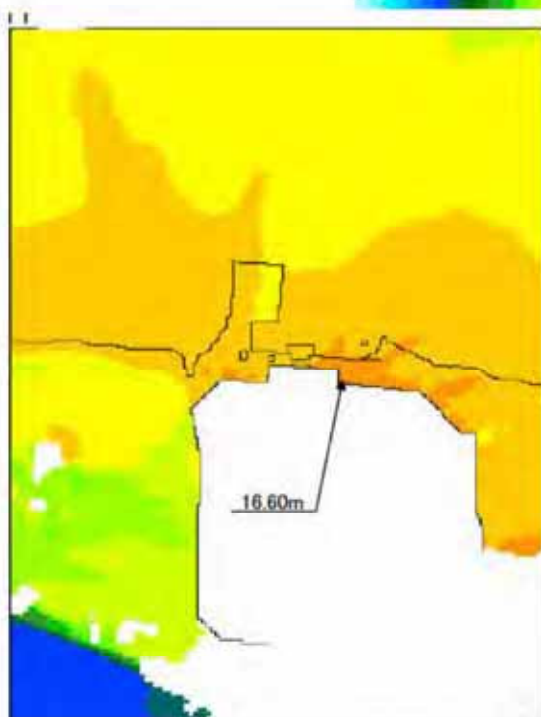
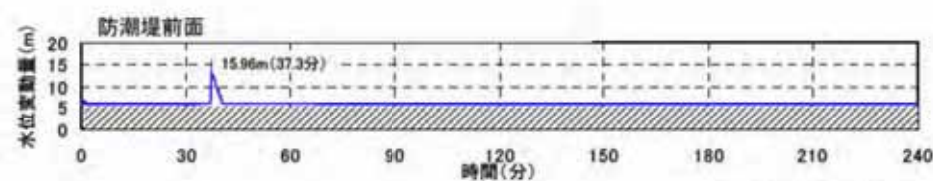
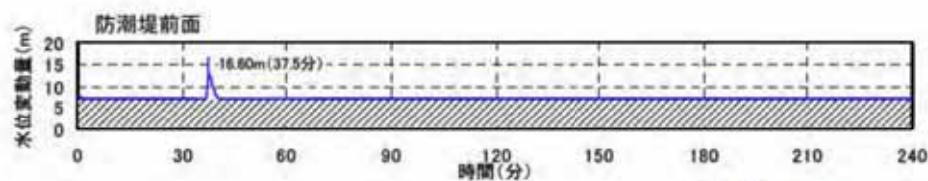
水位下降量最大時の波源モデル

#### 4. 防波堤の有無が基準津波に与える影響 津波予測計算結果:最大水位上昇量分布



港湾部の防波堤効果無し

港湾部の防波堤効果有り



最大水位上昇量分布

(A-3 : 南へ20km移動, 破壊開始点⑥, 破壊伝播速度3.0km/s, 立ち上がり時間30秒)

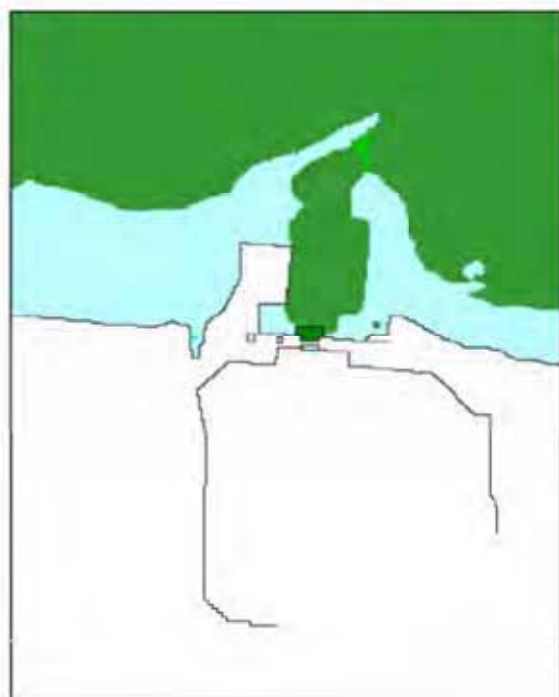
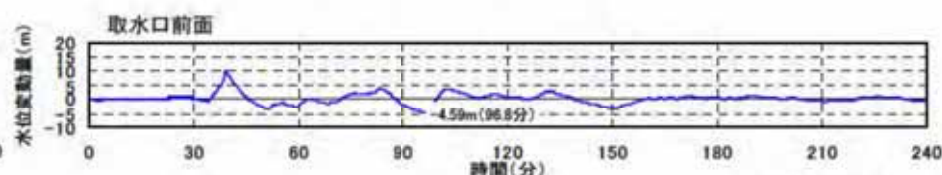
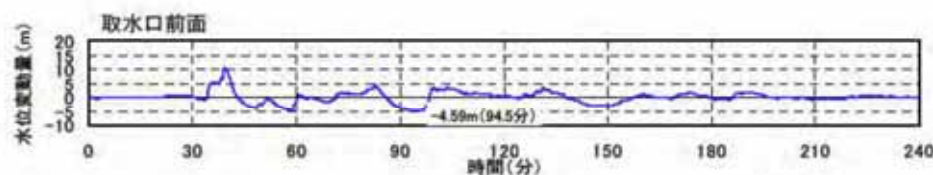


#### 4. 防波堤の有無が基準津波に与える影響 津波予測計算結果:最大水位下降量分布



港湾部の防波堤効果無し

港湾部の防波堤効果有り



最大水位下降量分布

(A-5 : 南へ40km移動, 破壊開始点⑤, 破壊伝播速度1.0km/s, 立ち上がり時間30秒)

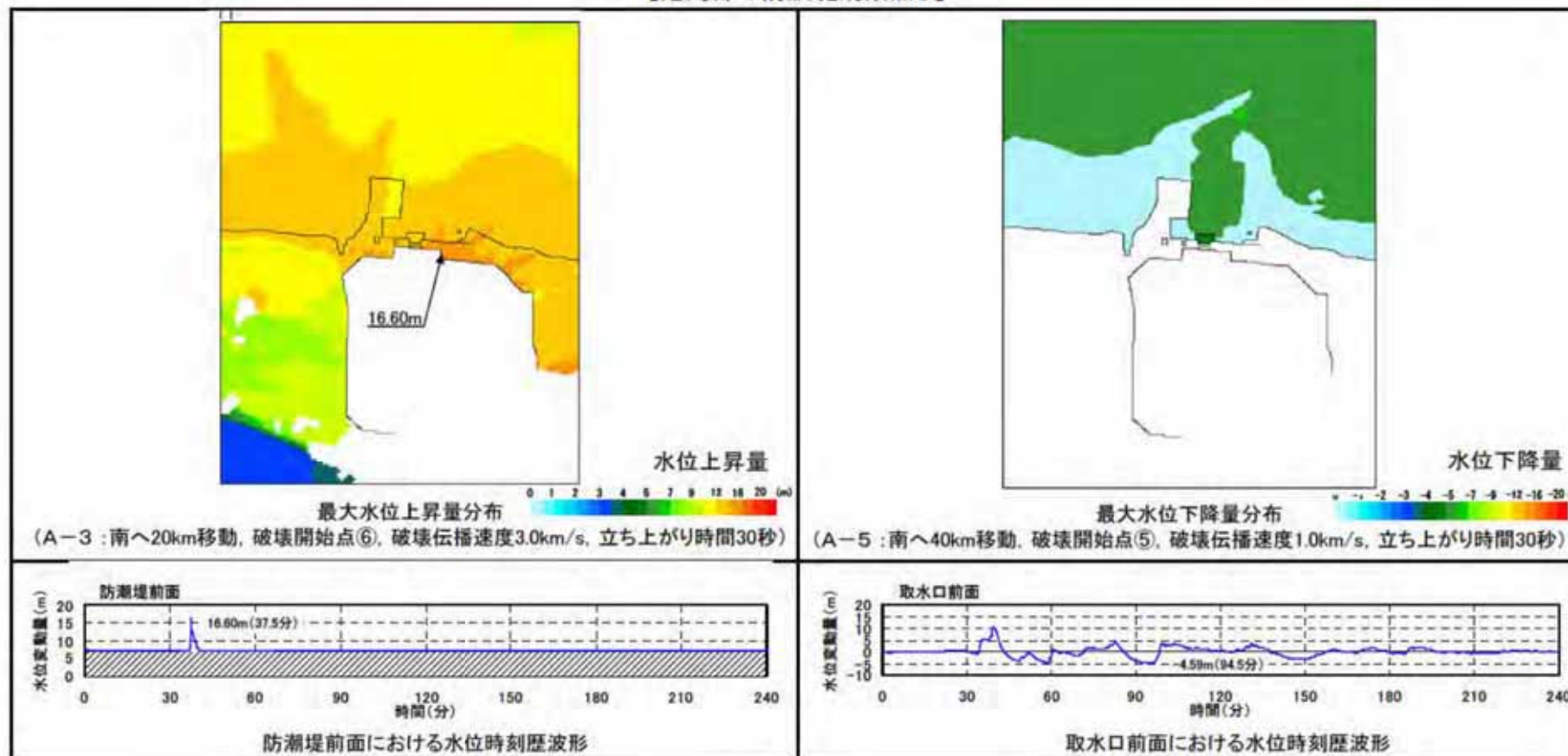
#### 4. 防波堤の有無が基準津波に与える影響 津波予測計算結果



- 港湾部の防波堤の効果の有無の影響を評価した結果、水位に有意な差がないことを確認した。

名称	港湾部の防波堤効果無し	港湾部の防波堤効果有り
最大水位上昇量(防潮堤前面)	16.60m	15.96m
最大水位下降量(取水口前面)	-4.59m	-4.59m

【港湾部の防波堤効果無し】



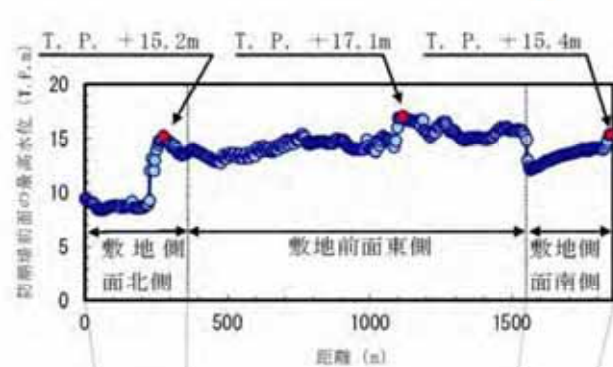
## 5. 入力津波の設定 地盤沈下の有無及び防波堤の有無の考慮(1/2)



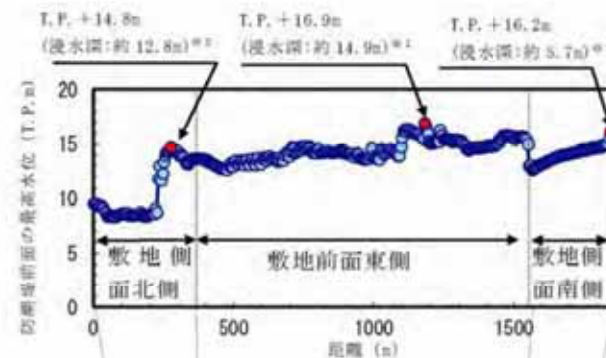
### ◆ 入力津波の設定にあたり、以下のケースについて津波高さの数値シミュレーション(遡上解析)を実施

- ・地震による砂層及び砂礫層の液状化を仮定し、地盤面沈下の可能性を考慮して、「地盤沈下あり」と「地盤沈下なし」の場合を評価
- ・地震による発電所の防波堤及び近隣港湾施設の防波堤の損傷の可能性を考慮して、「防波堤あり」と「防波堤なし」の場合を評価

\* 防潮堤ルート変更の前後で上昇側水位に有意な違いがないことから(ルート変更前の方が最高水位はわずかに高い)、安全側に防潮堤ルート変更前の条件で入力津波を設定



①「地盤沈下なし」、「防波堤あり」のケース



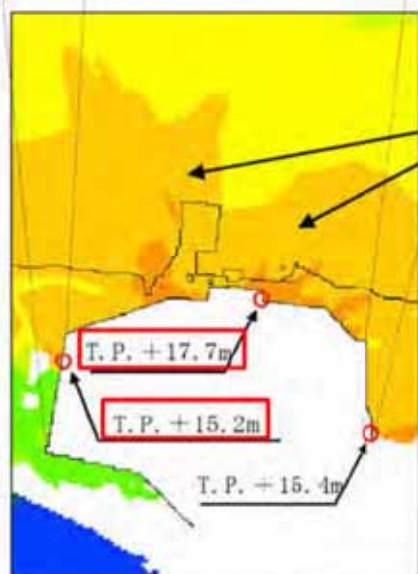
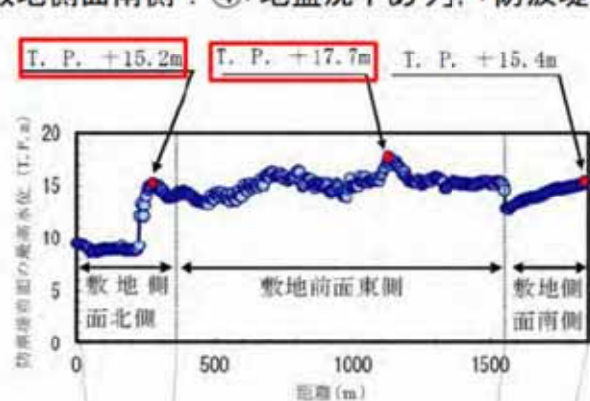
②「地盤沈下あり」、「防波堤あり」のケース  
2-2-59

- ※1: 敷地高さをT.P.+1.0mとして算出(沈下量1.0m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)

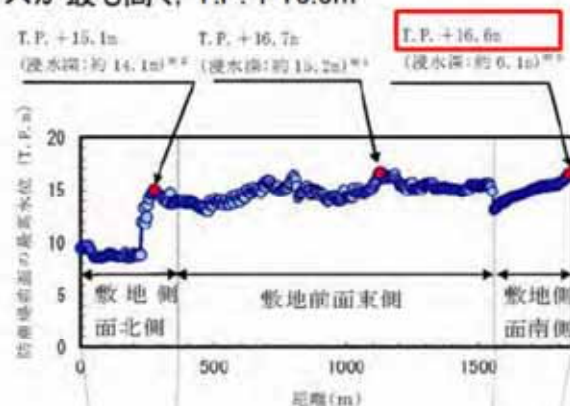
## 5. 入力津波の設定 地盤沈下の有無及び防波堤の有無の考慮(2/2)

◆ 各ケースで最も津波高さが高くなる結果は以下のとおり。これらの結果から入力津波を設定する。

- ・敷地側面北側：③「地盤沈下なし」、「防波堤なし」のケースが最も高く、T.P.+15.2m
- ・敷地前面東側：③「地盤沈下なし」、「防波堤なし」のケースが最も高く、T.P.+17.7m
- ・敷地側面南側：④「地盤沈下あり」、「防波堤なし」のケースが最も高く、T.P.+16.6m



③「地盤沈下なし」、「防波堤なし」のケース



④「地盤沈下あり」、「防波堤なし」のケース  
2-2-60

防波堤  
なし

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)

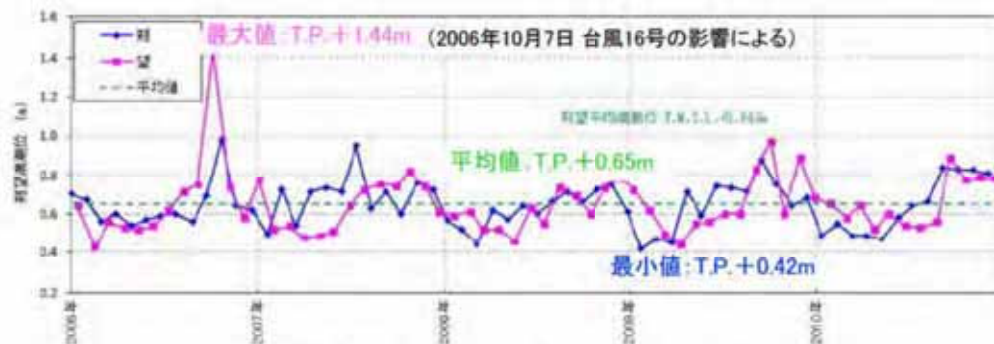
※2：敷地高さをT.P.+2mとして算出  
(沈下量1.5mを考慮)

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

## 5. 入力津波の設定 潮位のばらつきの考慮

- ◆ 津波計算(基準津波による上昇側最高水位の評価)では、茨城港日立港区の潮位表(2004年~2009年)を用いて、朔望平均満潮位をT.P.+0.61mと設定(①)
- ◆ 最新の潮位観測記録データ(2006年~2010年)を用いて、朔望平均満潮位のばらつき(標準偏差)を+0.14mと評価(②)
- ◆ 最新の潮位観測記録データによる朔望平均満潮位(T.P.+0.65m)(③)と津波計算での朔望平均満潮位(T.P.+0.61m)(①)を比較して、最新の潮位観測記録データの方が0.04m高いため(④)、この差分を上記のばらつき(標準偏差)(②)に加えて、  
潮位のばらつきを0.18mに設定

潮位のばらつきの考慮方法



各月の朔望平均潮位の水位(満潮位)

朔望平均満潮位	津波計算による最高水位評価(2004年~2009年)	最新の潮位観測記録データに基づく評価(2006年~2010年)	差分(③-①)
最大値	—	T.P.+1.44m	—
平均値	①T.P.+0.61m	③T.P.+0.65m	④0.04m
最小値	—	T.P.+0.42m	—
標準偏差	—	②+0.14m	—



**潮位のばらつき: +0.18m**  
(②標準偏差0.14m+④差分0.04m)



潮位のばらつきの考慮方法

## 5. 入力津波の設定 高潮の考慮

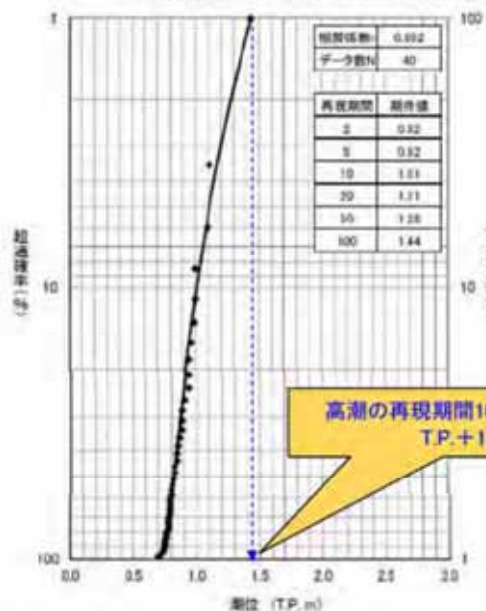
- ◆ 基準津波による最高水位の年超過確率は $10^{-4}$ 程度であり、独立事象としての津波と、台風等により発生する高潮が重畳する可能性は極めて低いが、評価では安全側に高潮の重畳を考慮する。
- ◆ プラント運転期間を超える再現期間100年に対する高潮の期待値T.P.+1.44m\*1に基づき、入力津波で考慮済みの水位分を差し引いた+0.65mを防潮堤高さの裕度評価で参照する。

\*1 高潮の期待値T.P.+1.44mは、入力津波で考慮済みの朔望平均満潮位T.P.+0.61m及び潮位のばらつき+0.18mを含む。

年最高潮位の記録(茨城港日立港区)

年	年最高潮位			順位	発生要因
	月	日	潮位(m)		
1971	9	1	0.89		
1972	11	21	0.86		
1973	10	28	0.73		
1974	1	10	0.85		
1975	9	8	0.76		
1976	9	28	0.83		
1977	9	19	0.86		
1978	9	17	0.79		
1979	10	7	1.00	4	台風18号から温帯低気圧へ二つ玉低気圧通過
1980	12	24	1.11	2	
1981	10	2	0.78		
1982	10	20	0.80		
1983	9	9	0.75		
1984	10	27	0.79		
1985	8	31	0.87		
1985	11	14	0.87		
1986	10	8	0.94	9	台風第18号通過
1987	9	17	0.74		
1987	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		
1999	9	4	0.76		
2000	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台風4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		

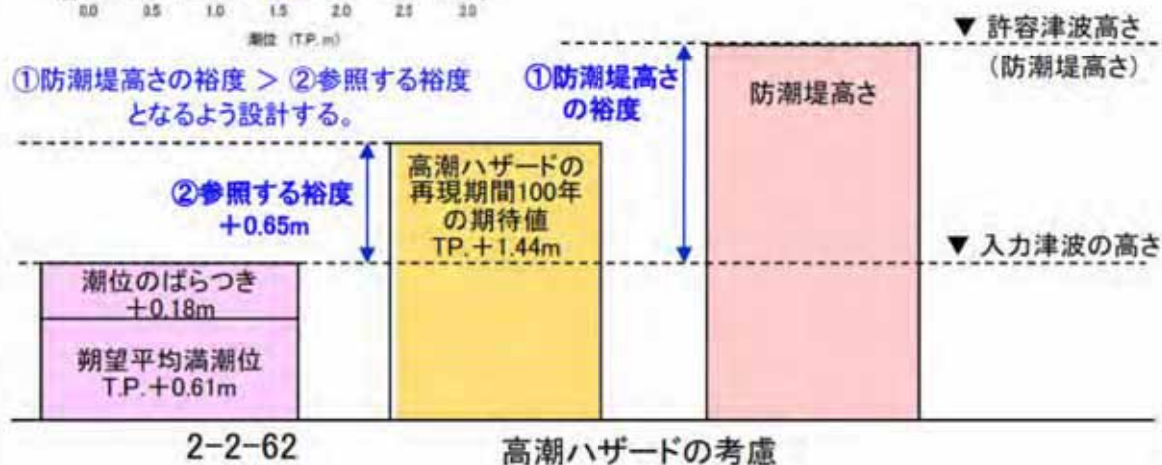
茨城港日立港区における最高潮位の超過発生確率



- ・左のグラフは、茨城港日立港区における過去約40年(1971年~2010年)の年最高潮位データ\*2,3に基づき、茨城港日立港区における最高潮位の超過発生確率を評価したものである。
- ・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。

\*2 表「年最高潮位の記録(茨城港日立港区)」参照

\*3 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



## 6. 基準津波に対する対策 表層地盤改良及びシートパイル等の設置検討方針



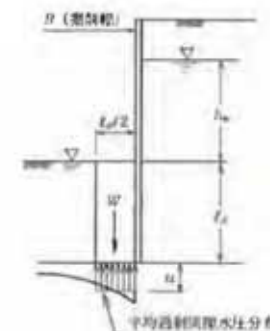
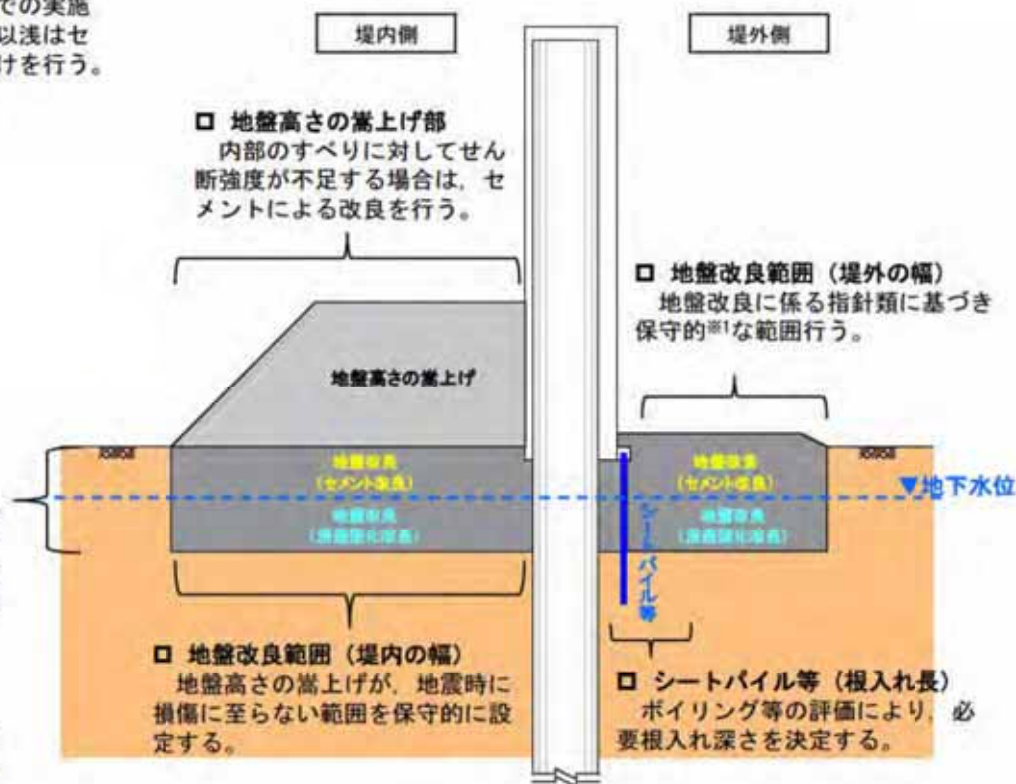
鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁周りの表層付近の地盤においては、地震時における変形や津波による洗掘などに対して、浸水防護をより確実なものとするため、地盤改良の実施及びシートパイル等の設置を行う。

ボイリングは、津波時の防潮堤前面と背面の水位差によって、堤内側に上向きの水圧が生じ、この浸透圧が堤内側の有効重量を超えるようになると発生する。したがって、シートパイル等による対策を行うこととし、堤内側の土の重量とシートパイル等の先端位置に作用する水圧との比から必要根入れ深さを評価する。

### □ 地盤改良工法の選定

地盤改良は、剛性の急変部が生じないよう配慮し、浸透固化工法も選定対象とする。

浸透固化工法は、地下水位が深での実施が必要となることから、地下水位が浅はセメント固化改良とするなど使い分けを行う。



ボイリングの検討

$$F_s = \frac{w}{u}$$

u : シートパイル等先端位置に作用する平均過剰間隙水圧  
w : 土の有効重量

※1 防潮堤外側からの浸透圧よりも十分に余裕を持たせた浸透流路長さ (2倍程度) とすることで、安全性を確保する。

※2 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保守的な条件設定に基づいた有効応力解析結果をもとに設定する。

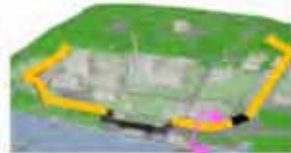
## 6. 基準津波に対する対策

有効応力解析による構造成立性確認(敷地内の地盤調査データに基づく杭の構造成立性確認)

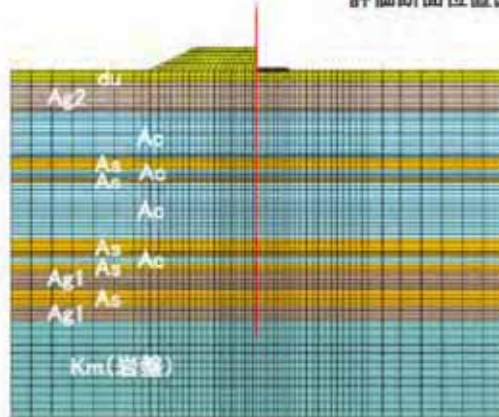


既往の地盤調査データに基づく有効応力解析の結果を以下に示す(地盤改良無し)。

評価の結果、基準地震動 $S_s$ ( $S_s$ -D1)に対して防潮堤周辺地盤の過剰間隙水圧比は95%を下回ることから、液状化の発生は認められない。また、岩着支持杭の地震時の構造成立性を確認した。

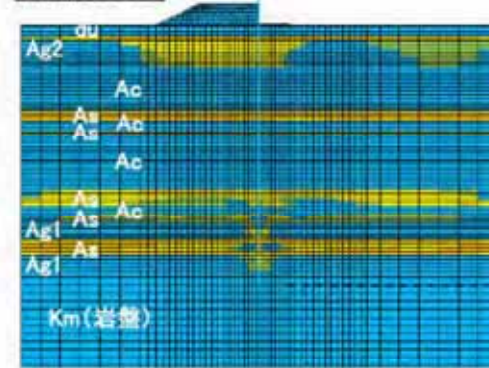


評価断面位置図



地層モデル図

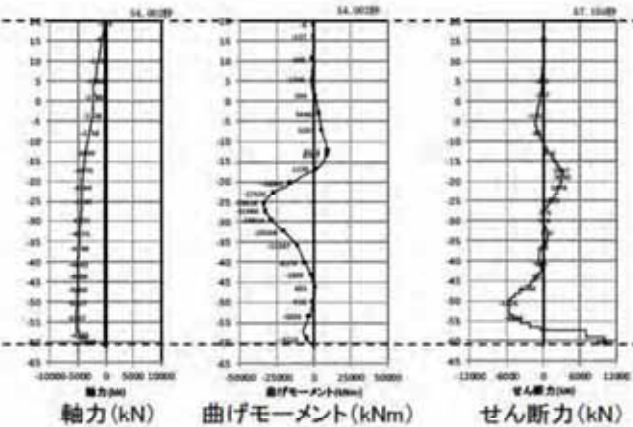
地震波:  $S_s$ -D1



過剰間隙水圧比カウンター図



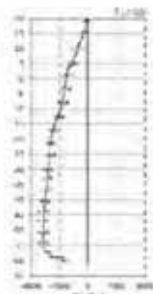
過剰間隙水圧比



軸力(kN) 曲げモーメント(kNm) せん断力(kN)

【杭の曲げ軸力が最小安全率となる時刻の杭の曲げモーメント図と軸力図】

【杭のせん断力が最小安全率となる時刻の杭のせん断力分布図】



軸力(kN)

【杭の軸力が最大となる時刻の軸力図】

評価項目	応答値	許容限界	判定
杭の曲げ軸力	199N/mm <sup>2</sup>	278N/mm <sup>2</sup>	OK
杭のせん断力	33N/mm <sup>2</sup>	158N/mm <sup>2</sup>	OK
杭の支持力(地震時)	5,101kN	【岩盤のみの支持力】28,936kN	OK
杭の座屈	6,423kN	83,326kN	OK

鋼管杭の仕様  
 ・材質: SKK490  
 ・杭径:  $\phi$ 2,500mm  
 ・肉厚:  $t=40$ mm

既往の地盤調査データに基づく有効応力解析結果より、岩着支持杭の基本的な成立性を確認した。



## 6. 基準津波に対する対策

有効応力解析による構造成立性確認(「豊浦標準砂」の液状化強度特性を仮定した杭の構造成立性確認)



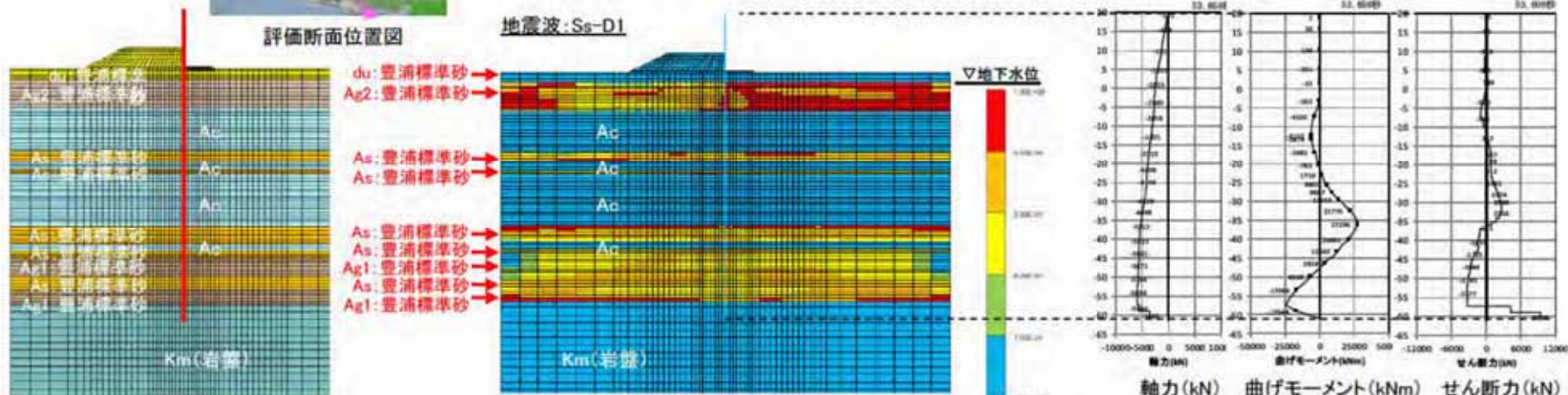
既往の地盤調査データに基づく有効応力解析の結果では、液状化検討対象層の過剰間隙水圧比が95%以下であったことから液状化しないことを確認している。しかし、保守的に全ての砂層・礫層を「豊浦標準砂」の液状化強度特性と仮定することにより、強制的に液状化する条件を与え、その条件下でも岩着支持杭が成立することを確認した。

なお、豊浦標準砂とは、粒径が均一で細粒分含有率が小さく液状化し易い性質があり、土質実験等で多用されるものである。



評価断面位置図

全ての砂層、礫層を「豊浦標準砂」の液状化特性と仮定し、強制的に液状化する条件を与えた解析評価



地層モデル図

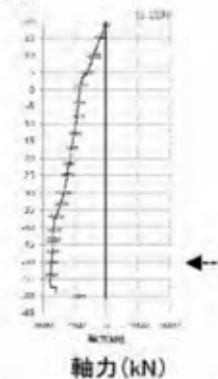
過剰間隙水圧比カウンター図

過剰間隙水圧比

軸力 (kN) 曲げモーメント (kNm) せん断力 (kN)

【杭の曲げ軸力が最小安全率となる時刻の杭の曲げモーメントと軸力図】

【杭のせん断力が最小安全率となる時刻の杭のせん断力分布図】



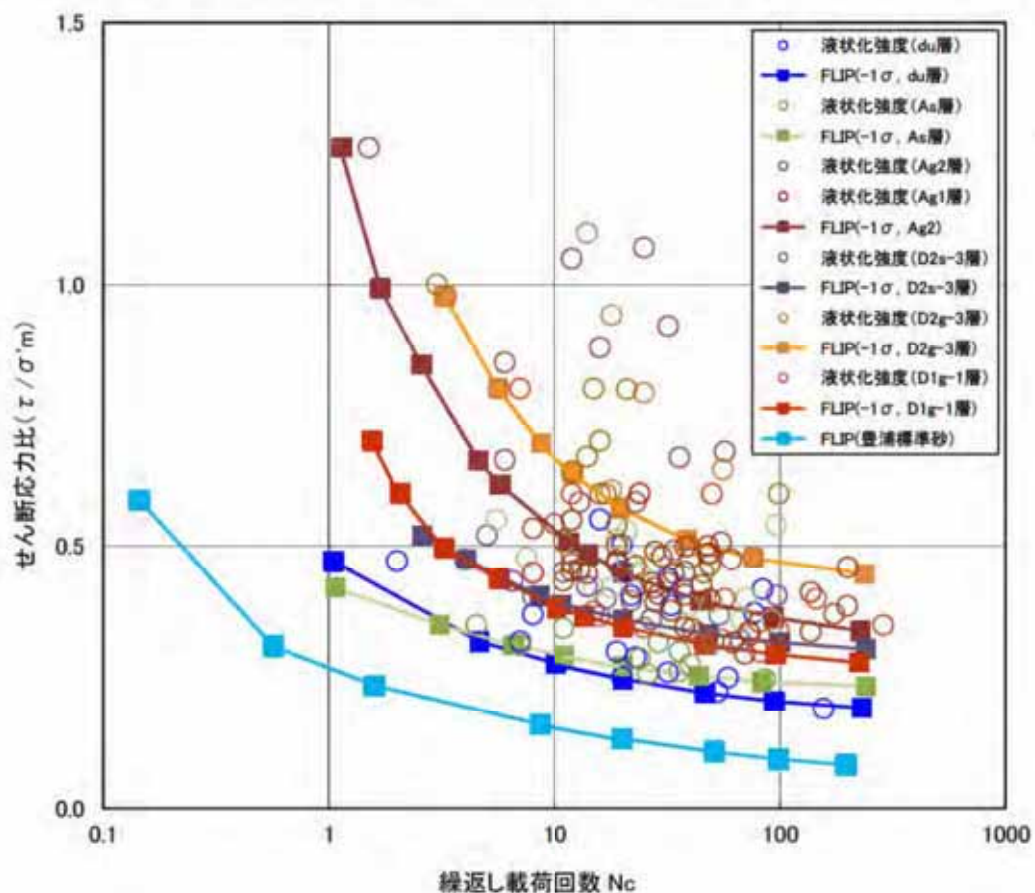
【杭の軸力が最大となる時刻の軸力図】

評価項目	応答値	許容限界	判定
杭の曲げ軸力	167N/mm <sup>2</sup>	278N/mm <sup>2</sup>	OK
杭のせん断力	31N/mm <sup>2</sup>	158N/mm <sup>2</sup>	OK
杭の支持力 (地震時)	5,660kN	【岩盤のみの支持力】 28,936kN	OK
杭の座屈	6,980kN	83,326kN	OK

鋼管杭の仕様  
 ・材質：SKK490  
 ・杭径：φ2,500mm  
 ・肉厚：t=40mm

全ての砂層、礫層を「豊浦標準砂」の液状化特性と仮定し、強制的に液状化する条件を与えた解析評価においても、岩着支持杭は成立することを確認した。

豊浦標準砂のFLIP解析用液状化強度特性と原地盤の液状化強度試験結果の比較



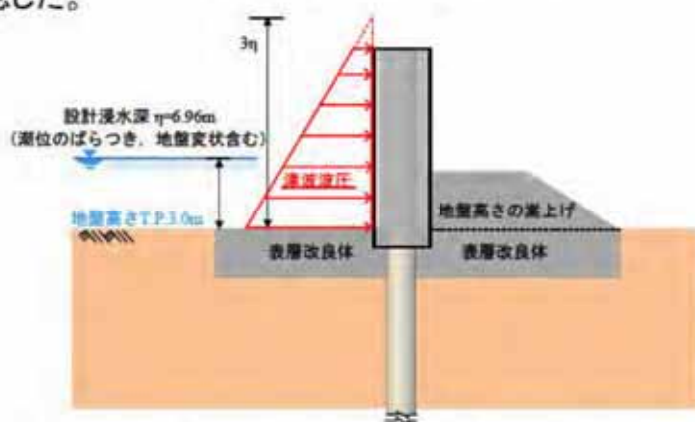
- 液状化強度試験箇所の道路橋示方書算定式で算定される平均液状化強度比 $R_L$ が、敷地内調査孔の道路橋示方書算定式で算定される平均液状化強度比 $R_L$ より小さいことから、液状化強度試験箇所の代表性・網羅性を確認した。
- du層、As層、D2s-3層及びD1g-1層の追加液状化強度試験で求められた液状化強度特性は、設置変更許可申請段階で示した原地盤のFLIP解析用液状化強度特性(-1 $\sigma$ )と同等、またはより大きいことを確認した。一方、Ag2層、Ag1層、D2s-3層及びD2g-3層の追加液状化強度試験で求められた液状化強度特性は、設置変更許可申請段階で示した原地盤のFLIP解析用液状化強度特性(-1 $\sigma$ )よりもわずかながら小さいものもあったが、その差は小さく、同様の傾向を呈していることから、各液状化検討対象層の設置変更許可申請段階で示した原地盤のFLIP解析用液状化強度特性(-1 $\sigma$ )は、代表性を有するものであることを確認した。
- 強制的に液状化させることを仮定した場合の影響評価のために用いている敷地に存在しない豊浦標準砂のFLIP解析用液状化強度特性は、敷地における全ての地層の液状化強度試験結果よりも、十分に小さいことを確認した。
- 以上より、FLIP解析用液状化強度特性の代表性及び網羅性を確認した。

## ■浸水深の設定

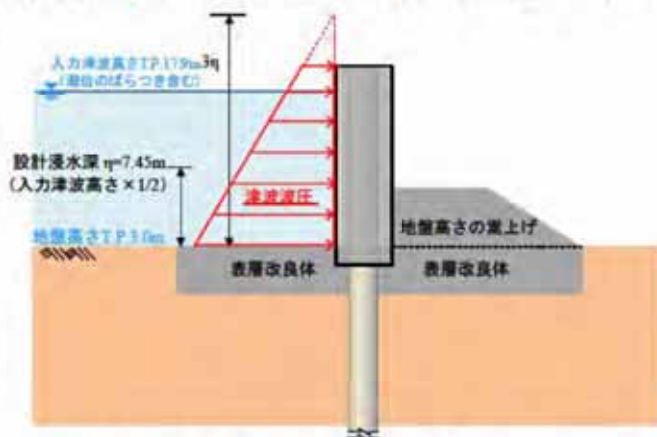
設計用浸水深は、津波の最大遡上高さとして設置地盤高さの差の1/2とし、朝倉式(浸水深の3倍の波圧に相当)により算定する。

設定理由は以下のとおり。

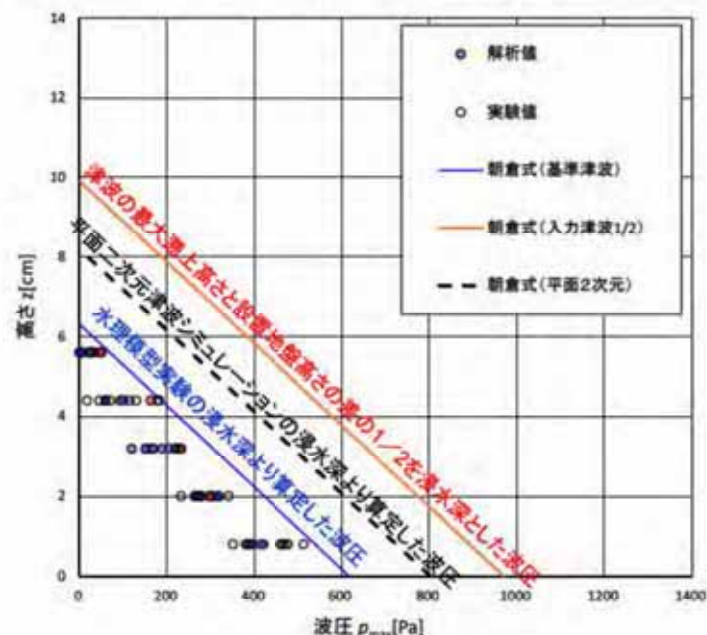
- 津波の最大遡上高さとして設置地盤高さの差の1/2を浸水深とし朝倉式から算定した津波荷重は、平面二次元津波シミュレーション解析で得られた浸水深を用いて朝倉式により算定した津波荷重よりも大きい。
- 水理模型実験により確認した浸水深を用いて朝倉式から算定した津波荷重は、上記から算定した津波荷重よりも更に小さいことを確認した。



津波荷重の作用イメージ(平面二次元津波シミュレーション解析結果)

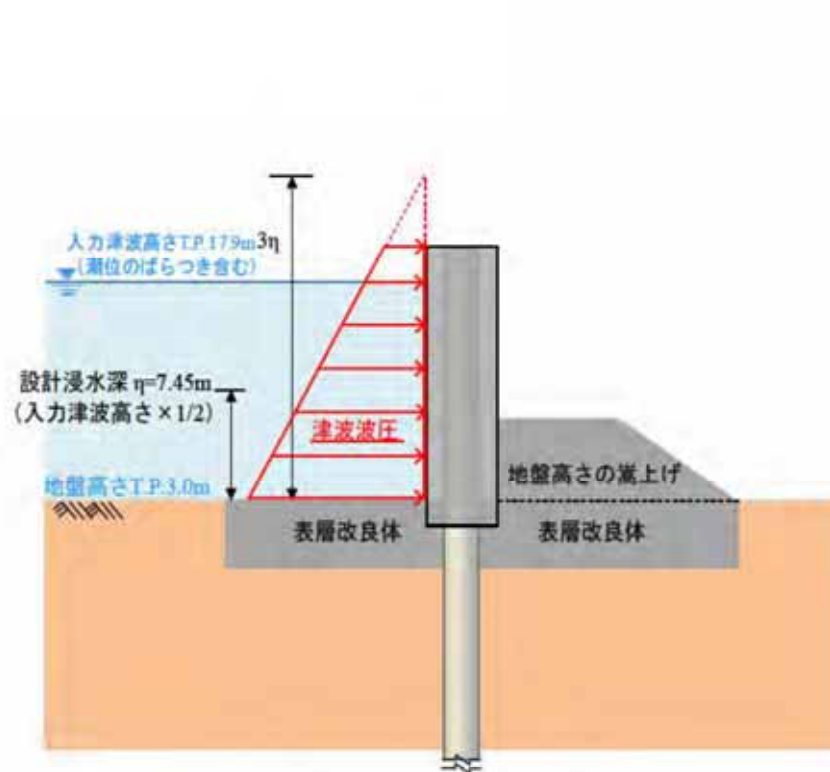


津波荷重の作用イメージ図(入力津波×1/2)

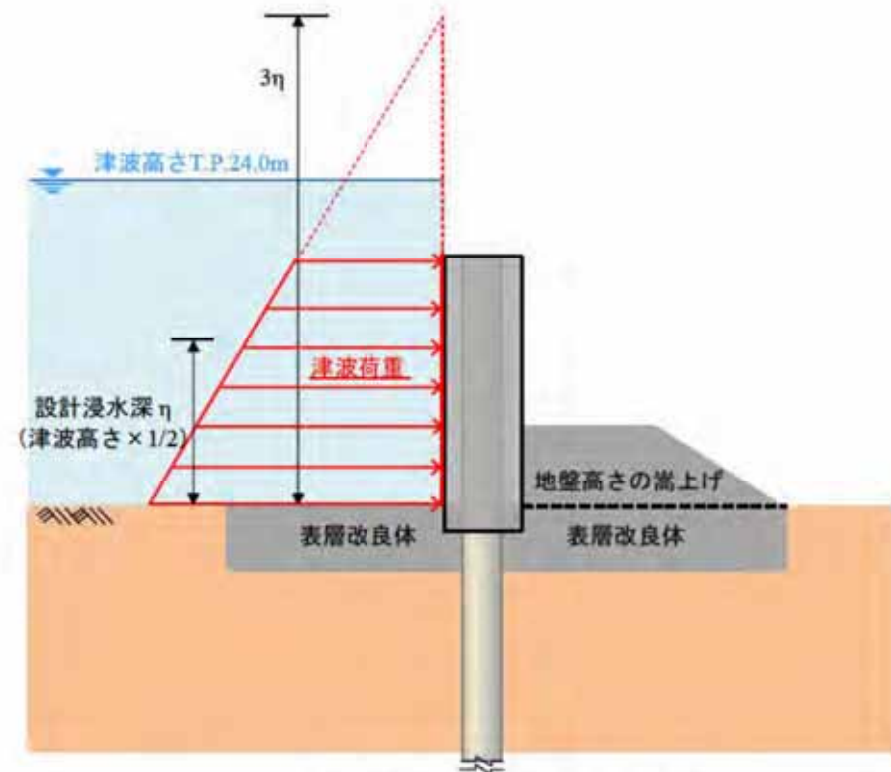


津波波圧の比較(縮尺1/200)

- 解析値: 分散波理論に基づいた断面二次元津波シミュレーション解析で得られた波圧
- 実験値: 水理模型実験で得られた波圧
- 朝倉式(基準津波): 分散波理論に基づいた断面二次元津波シミュレーション解析での浸水深を用いて朝倉式により算出した波圧
- 朝倉式(入力津波1/2): 浸水深を(入力津波高さ-地盤高さ)×1/2として朝倉式により算出した波圧
- 朝倉式(平面二次元): 平面二次元津波シミュレーション解析で得られた浸水深を用いて朝倉式により算出した波圧



基準津波時の津波荷重



T.P.+24m津波時の津波荷重

## 6. 基準津波に対する対策 防潮堤のうち鋼製防護壁の止水機構について



### ■ 設計方針

止水機構は、基準津波による遡上波が鋼製防護壁と取水路の隙間からの浸水を防止することを目的に鋼製防護壁の下部に設置する。止水機構は止水板に水密ゴムを設置することで浸水を防ぐ構造としている。水密ゴムはダム、水門等において十分に実績のあるものを採用しているが、基準津波を考慮し漏水試験にて性能を確認している。

### ■ 止水機構の設計条件

- ◆ 津波荷重：基準津波 ◆ 地震荷重：基準地震動 $S_s$
- ◆ 許容可動範囲：海側へ700mm、陸側へ500mm、上下±50mm
- ◆ 適用規格：道路橋示方書・同解説 II 鉄鋼編、  
水門鉄管技術基準、ダム・堰施設技術基準(案)

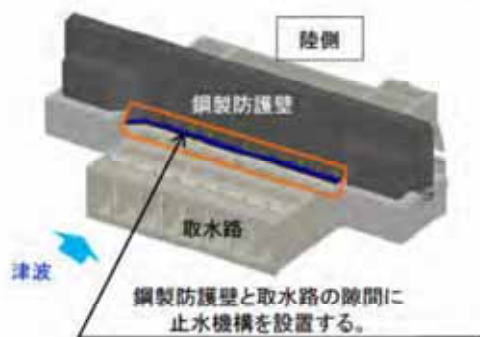


図1 鋼製防潮壁の構造

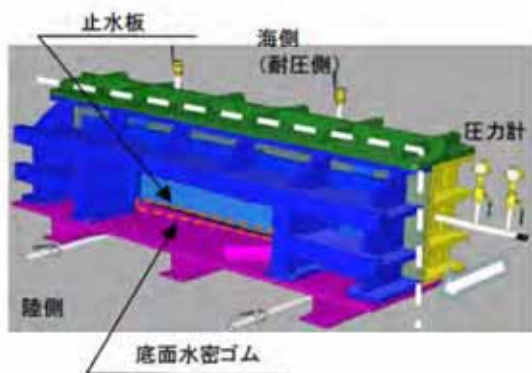


図3 水密ゴムの漏水試験装置概要

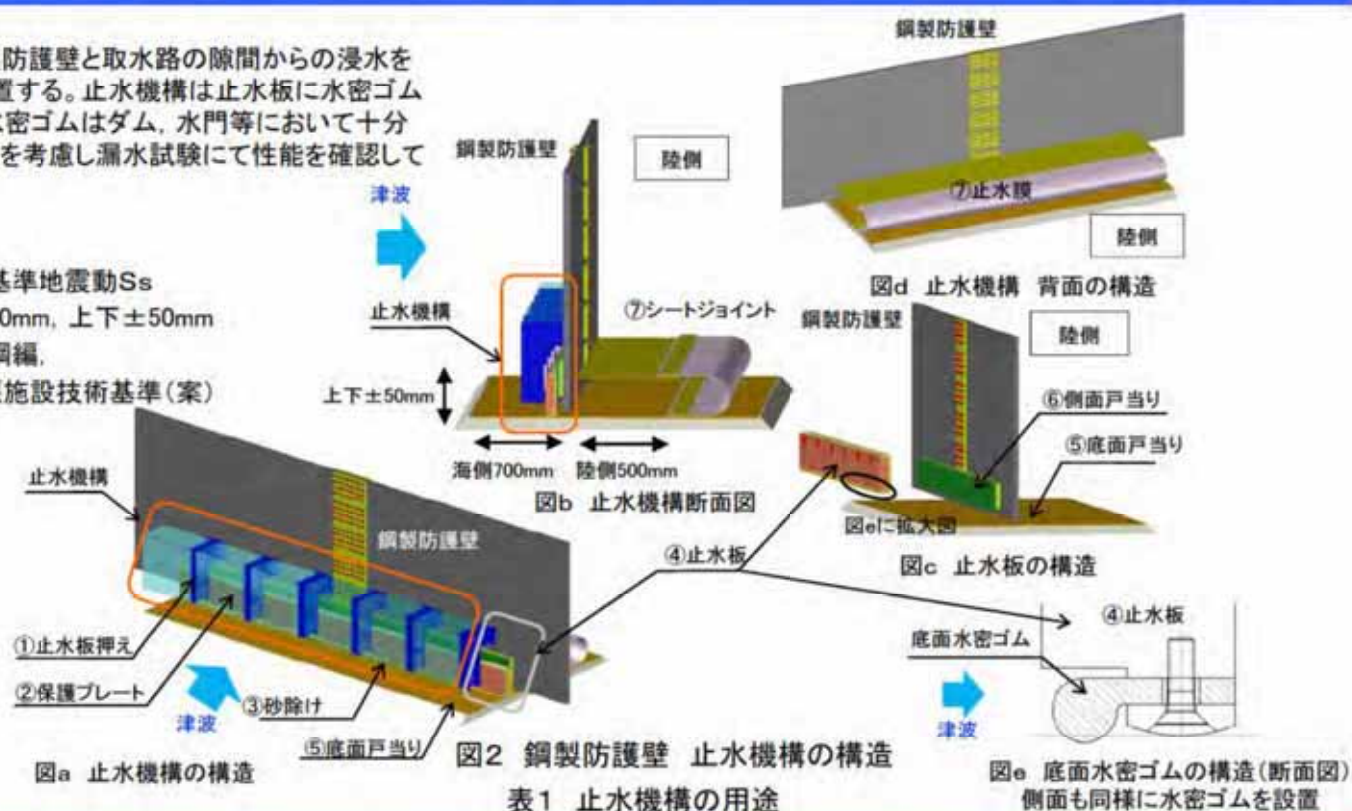


図2 鋼製防護壁 止水機構の構造  
表1 止水機構の用途

名称	用途	材料
① 止水板押え	・止水板を支持する。 ・漂流物等から止水板を防護する。	鋼製
② 保護プレート	・漂流物等から止水板を防護する。 ・止水板への異物混入を防止する。	鋼製
③ 砂除け	・底面戸当り面への砂等の異物混入を防止する。	ナイロン
④ 止水板	・止水機構の扉体の機能。 ・底面及び側面の戸当りに面する部位に水密ゴムを設置し浸水を防止する。	鋼製＋ 合成ゴム
⑤ 底面戸当り	・止水板の底面水密ゴムとのシール性を確保する。 ・床部より100mm嵩上げし異物混入を防止する	ステンレス
⑥ 側面戸当り	・止水板の側面水密ゴムとのシール性を確保する。	ステンレス
⑦ シートジョイント	・水密ゴムからの微少な漏えいを保持する。 ・陸側からの異物混入を防止する。	ホリエステル

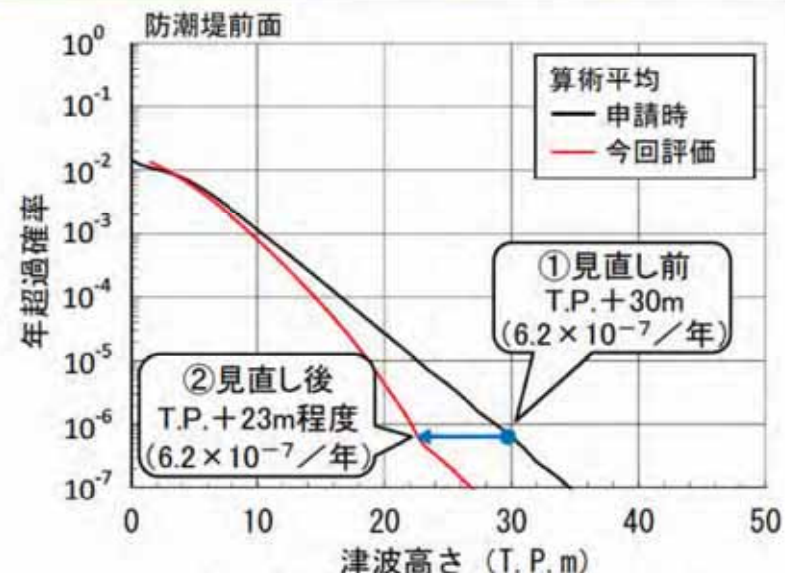
## 重大事故等対処設備の津波防護設計を行う津波高さの見直し

### ①津波ハザード見直し前（第4回、第5回ワーキングチームでご説明）

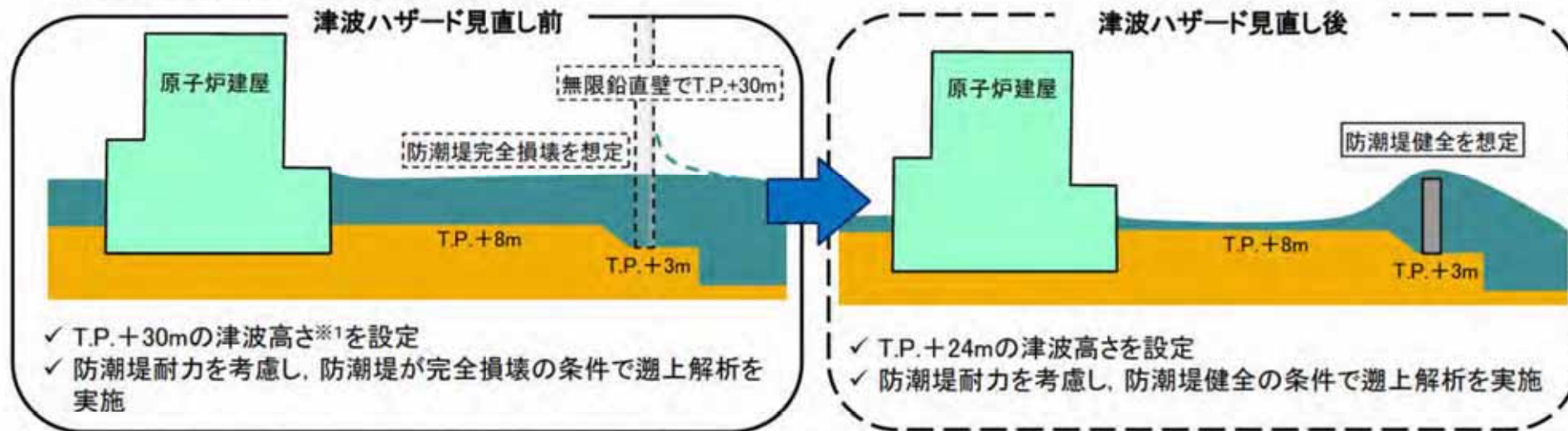
- 敷地に遡上する津波を起因とする事故シーケンスの発生頻度が高いことを踏まえて、「津波浸水による最終ヒートシンク喪失」を事故シーケンスグループとして新たに抽出した。
- 重大事故等対処設備への津波防護により、津波による炉心損傷頻度を有意に低減させるため、防護設計で想定する津波高さとして防潮堤高さの1.5倍にあたるT.P.+30m<sup>※1</sup>（年超過確率 $6.2 \times 10^{-7}$ /年）を設定した。

### ②津波ハザード見直し後（今回ご説明）

- 津波ハザードの見直し（最新知見の反映、保守的評価の見直し等）により、同じ年超過確率に相当する津波高さが低減した。  
（①T.P.+30m ⇒ ②T.P.+23m程度に低減）
- これを踏まえて、防護設計で想定する津波高さは、防潮堤の耐力が確認されている津波高さ（T.P.+24m）と見直した。



津波ハザードの見直し前後の比較



- ✓ T.P.+30mの津波高さ<sup>※1</sup>を設定
- ✓ 防潮堤耐力を考慮し、防潮堤が完全損壊の条件で遡上解析を実施

- ✓ T.P.+24mの津波高さを設定
- ✓ 防潮堤耐力を考慮し、防潮堤健全の条件で遡上解析を実施

※1 ここで示す津波高さ(T.P.+30m)は、仮想的に防潮堤位置に無限鉛直壁を設定した場合の最高水位(駆け上がり高さ)であり、防潮堤がない状態の津波高さはT.P.+20m程度である。

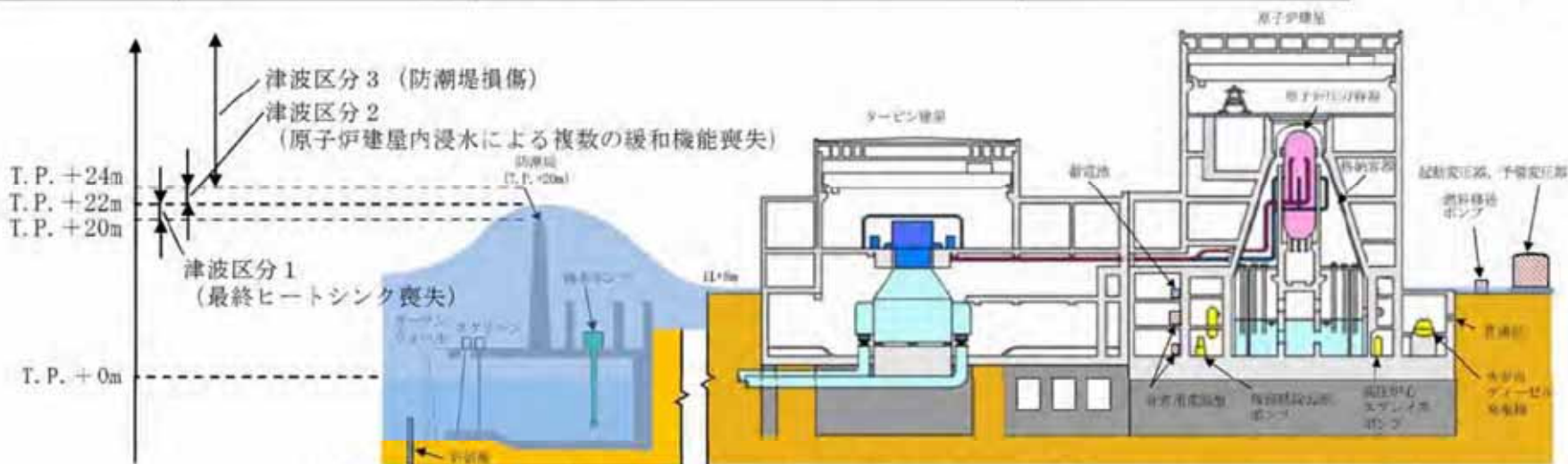
## 7. 敷地に遡上する津波に対する対策 津波高さの区分と炉心損傷頻度の関係(1/2)

▶ 津波PRAでは、防潮堤高さを超える領域の津波を想定して炉心損傷頻度を評価

⇒ 炉心損傷頻度への寄与が大きいT.P.+24mまでの津波高さを重大事故等対策に係る津波防護対象とする。

⇒ 防潮堤損傷の可能性があるT.P.+24m以上の津波(津波区分3)は大規模損壊として対応する。(次ページ)

津波区分	津波高さ	津波による影響を受ける建屋・機器	起回事象	
津波区分1	T.P.+20m~T.P.+22m	・ 非常用海水ポンプ機能喪失	・ 最終ヒートシンク喪失	} 炉心損傷頻度 約 $4 \times 10^{-6}$ /年 (全炉心損傷頻度の約5.3%)
津波区分2	T.P.+22m~T.P.+24m	・ 非常用海水ポンプ機能喪失 ・ 起動変圧器, 予備変圧器機能喪失 ・ 原子炉建屋内浸水による複数の緩和機能喪失	・ 原子炉建屋内浸水による複数の緩和機能喪失	
津波区分3	T.P.+24m~	・ 非常用海水ポンプ機能喪失 ・ 起動変圧器, 予備変圧器機能喪失 ・ 原子炉建屋内浸水による複数の緩和機能喪失 ・ 防潮堤損傷	・ 防潮堤損傷	} 炉心損傷頻度 約 $3 \times 10^{-7}$ /年 (全炉心損傷頻度の約0.4%)



プラントの設備配置の概略図(津波浸水イメージ)  
2-2-71

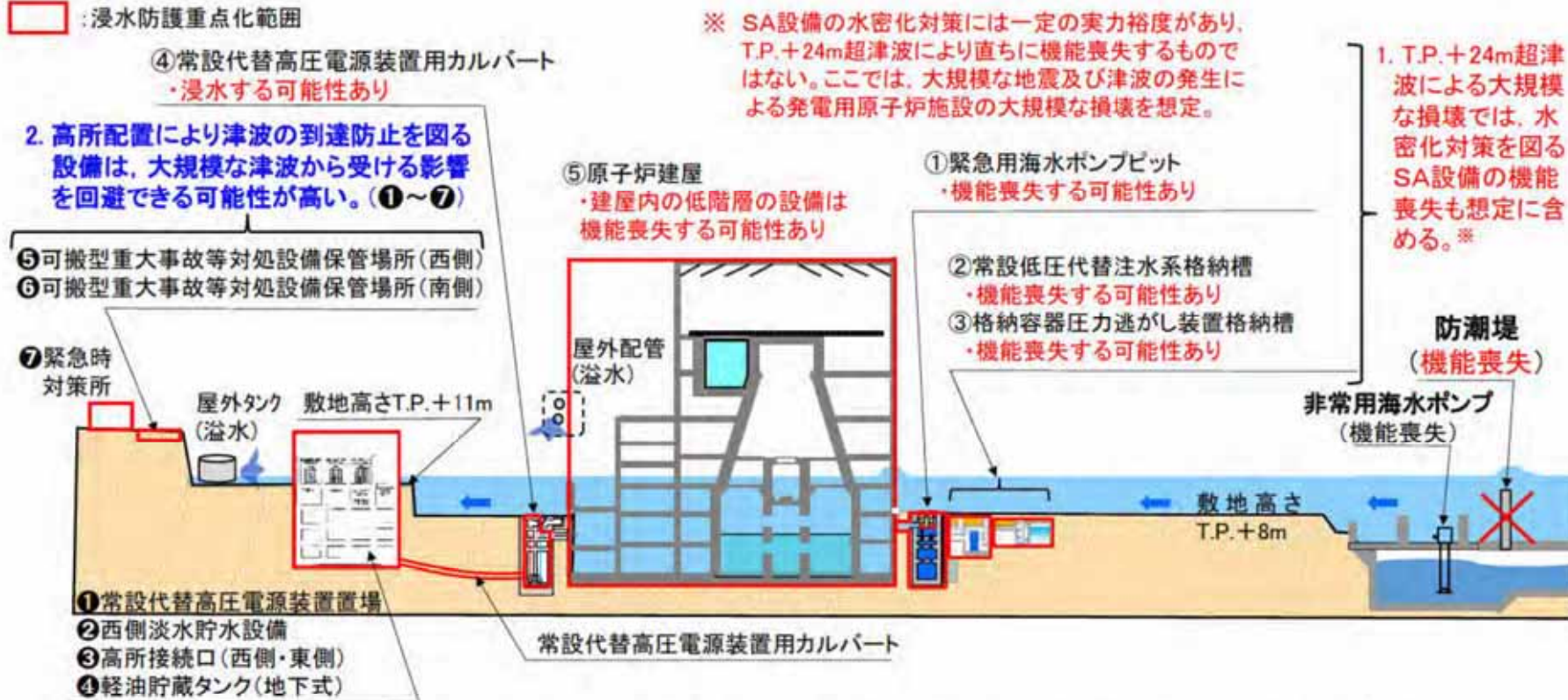
\* 本評価では重大事故等対処設備がない前提で評価している。

## 7. 敷地に遡上する津波に対する対策 津波高さの区分と炉心損傷頻度の関係(2/2)

➤ 津波区分3のT.P.+24m超津波による発電用原子炉施設の大規模な損壊に対しても、対応のために必要な手順や体制等を整備

- ✓ 放水砲を用いた原子炉建屋への放水及び原子炉建屋外側ブローアウトパネル開口部から使用済燃料プールへの注水並びに可搬型計測器を用いた現場でのパラメータ監視等、可搬型重大事故等対処設備を用いた多様性・柔軟性を有する手順書を整備
- ✓ 初動の事故対応を行う39名の要員は、発電所構内に分散して待機させ、同時に全ての要員が被災することがない体制を整備。また、要員の中に被災者が発生した場合でも、代替りの要員が到着するまでの間、継続して事故対応が行えるよう体制を整備
- ✓ 可搬型重大事故等対処設備は、T.P.+24m超津波による浸水の被害を受けない高台に保管

: 浸水防護重点化範囲



津波区分3のT.P.+24m超津波による発電用原子炉施設の大規模な損壊に対する対応例