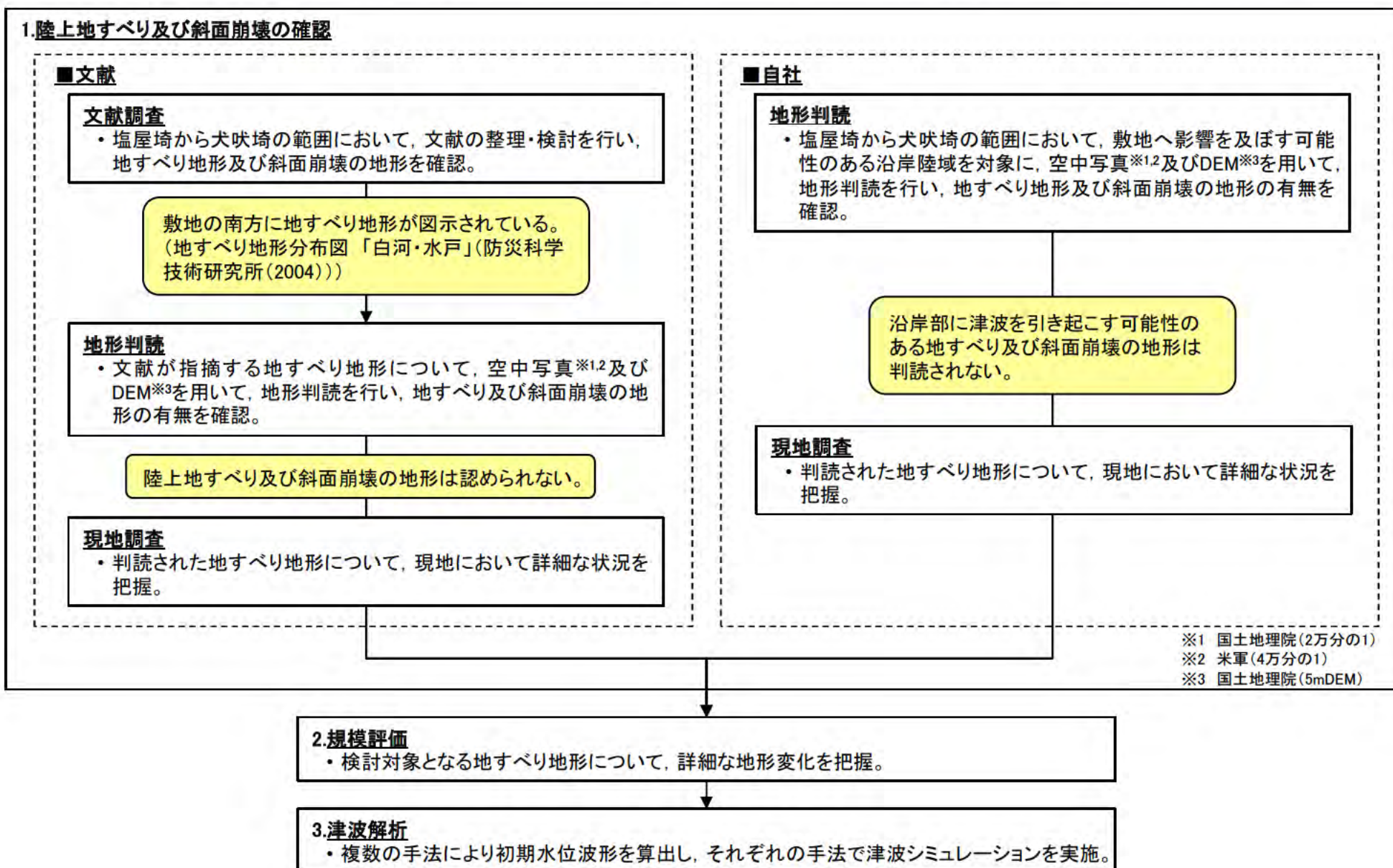


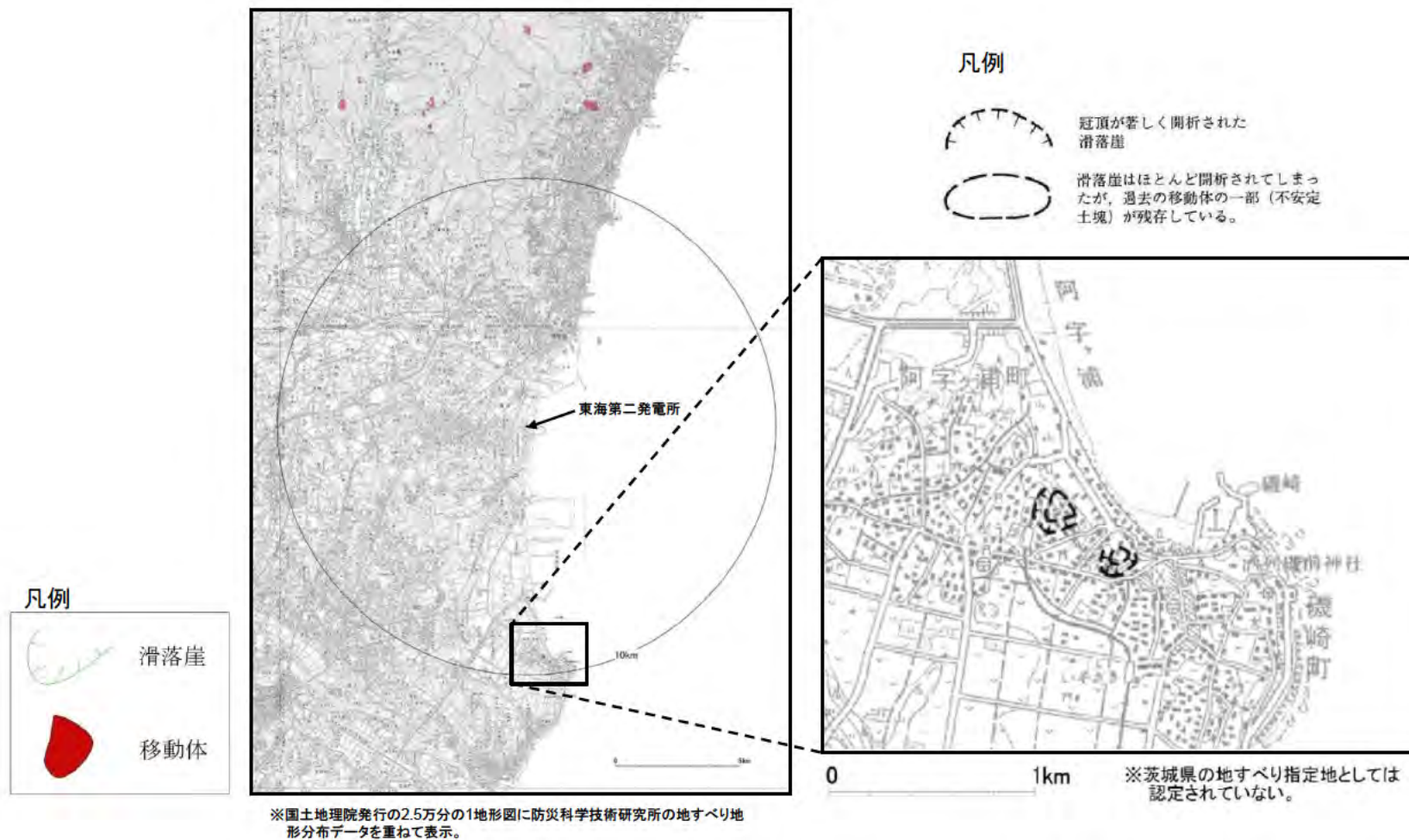
陸上地すべり及び斜面崩壊の評価(概要)

- 以下のフローに従い、敷地へ影響を及ぼす可能性のある陸上地すべり及び斜面崩壊について調査を実施し、津波水位の検討を行った。



陸上地すべり及び斜面崩壊の評価(陸上地すべり及び斜面崩壊の確認:文献調査(文献))

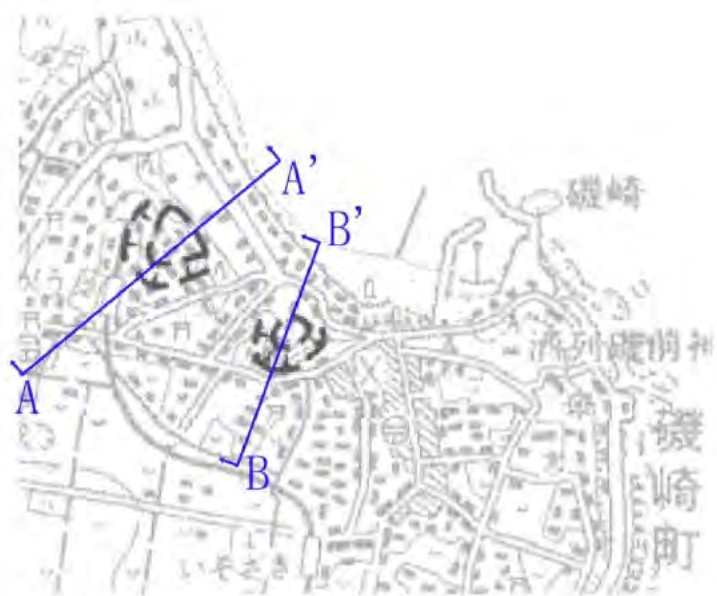
- 塩屋崎から犬吠埼の範囲において、文献調査及び空中写真判読により、発電所に影響を及ぼす津波を引き起こす可能性のある地すべり及び斜面崩壊の地形を調査した。
- 防災科学技術研究所(2004)は、敷地の南方に地すべり地形を示している。



出典:地すべり地形分布図「白河・水戸」(防災科学技術研究所(2004)に加筆)

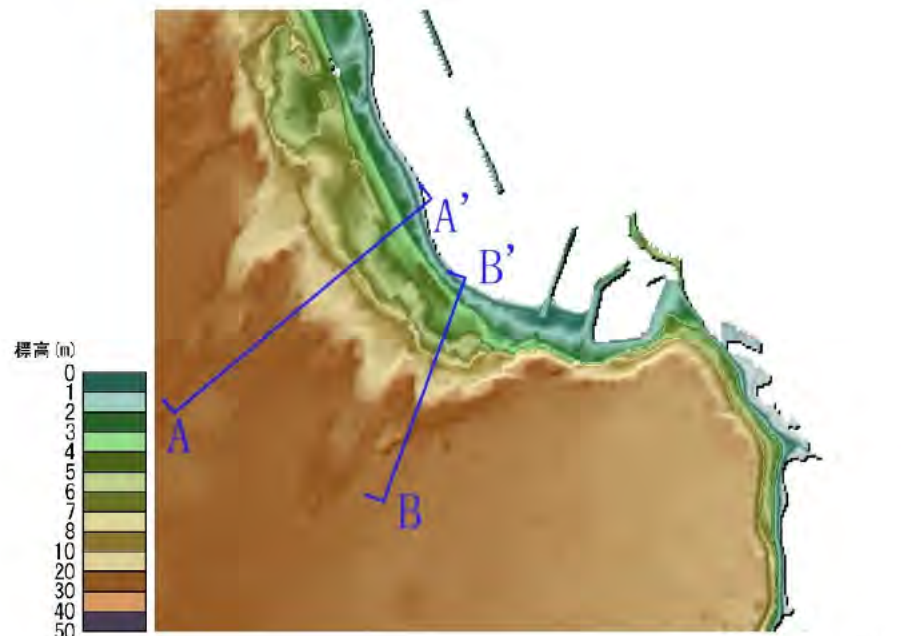
陸上地すべり及び斜面崩壊の評価 (陸上地すべり及び斜面崩壊の確認: 地形判読(文献))

- 防災科学技術研究所(2004)で指摘する地すべり地形は、標高約30mの台地の縁に位置する。斜面の北東側は砂浜が分布している。
- 空中写真判読の結果、敷地付近の沿岸部に、地すべり及び斜面崩壊の地形は判読されない。
- 国土地理院5mDEMによる地形解析の結果、防災科学技術研究所(2004)が指摘する範囲に地すべり地形は認められない(A-A', B-B' 断面)



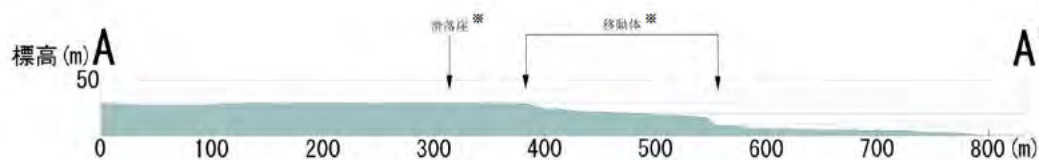
0 500m

地すべり地形分布図「白河・水戸」(防災科学技術研究所(2004)に加筆)



0 500m

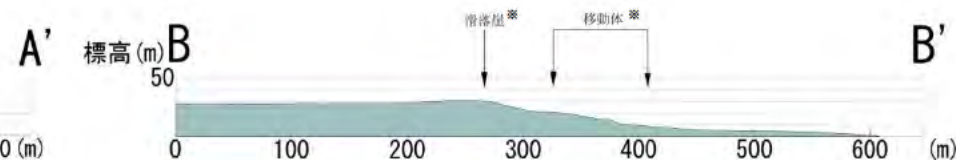
国土地理院5mDEMから作成



水平：垂直 = 1 : 1

※防災科学技術研究所(2004)による

A-A' 断面図



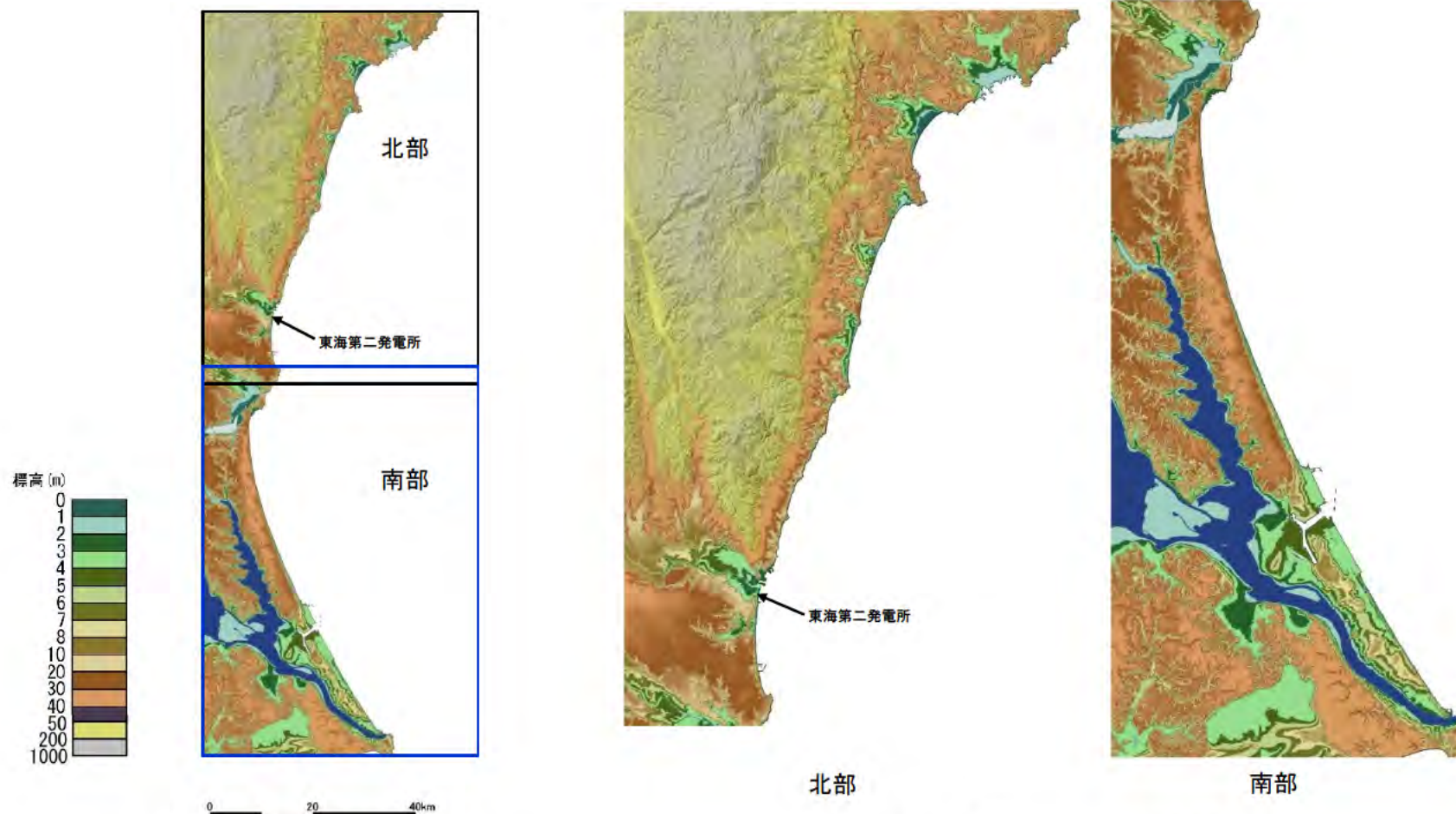
水平：垂直 = 1 : 1

※防災科学技術研究所(2004)による

B-B' 断面図

陸上地すべり及び斜面崩壊の評価(陸上地すべり及び斜面崩壊の確認:地形判読(自社))

- 塩屋埼から犬吠埼の範囲において、地形判読により発電所に影響を及ぼす津波を引き起こす可能性のある地すべり及び斜面崩壊の地形を調査した。
- 地形判読の結果、沿岸部に津波を引き起こす可能性のある地すべり及び斜面崩壊の地形は判読されない。



塩屋埼から犬吠埼間の標高区分図

※数値地図50mメッシュ(標高)「日本-II」(2001)を使用し作成した。

- 以上より、津波を引き起こす可能性のある陸上の地すべり及び斜面崩壊の地形は認められない。

海底地すべりの評価(概要)

以下のフローに従い、敷地へ影響を及ぼす可能性のある海底地すべりについて調査を実施し、津波水位の検討を行った。

1. 海底地すべりの確認

■文献

文献調査

・文献の整理・検討を行い、海底地すべり地形の有無を確認。

いわきの沖合に海底地すべり地形が図示されている。(徳山他(2001))

海底地形判読

・文献が指摘する海底地すべり地形について、M7000シリーズ※等を用いて海底地形図を作成し、地形判読を行い、海底地すべり地形の有無を確認。

海底地すべり地形は認められない。

音波探査記録の検討

・文献が指摘する海底地すべり地形について、音波探査記録を用いて、池原他(1990)を参考に海底地すべりの有無を確認。

海底地すべりは認められない。

■自社

海底地形判読

・敷地前面海域について、M7000シリーズ※及び自社の測深データにより作成した海底地形図を用いて、地形判読を行い、海底地すべり地形の有無を確認。

海底地すべり地形は認められない。

音波探査記録の検討

・判読された海底地すべり地形について、音波探査記録を用いて、池原他(1990)を参考に海底地すべりの有無を確認。

※ 一般財団法人 日本水路協会発行の海底地形デジタルデータ

2. 規模評価

・検討対象となる海底地すべりについて、詳細な地形変化を把握。

3. 津波解析

・複数の手法により初期水位波形を算出し、それぞれの手法で津波シミュレーションを実施。

海底地すべりの評価(海底地すべりの確認:文献調査(文献))

- 文献調査により、発電所に影響を及ぼす津波を引き起こす可能性のある海底地すべり地形を調査した。
- 徳山他(2001)は、いわきの沖合に海底地すべり地形を示している。

【調査した文献】

以下の地図類文献を確認

徳山他(2001):日本周辺海域の中新世最末期以降の構造発達史

- 「日本周辺海域の第四紀地質構造図」

地質調査所 海洋地質図

- 棚橋他(2001)「塩屋埼沖海底地質図」
- 奥田(1986)「鹿島灘海底地質図」
- 本座他(1978)「日本海溝・千島海溝南部およびその周辺広域海底地質図」

地質調査所 日本地質アトラス(第2版)

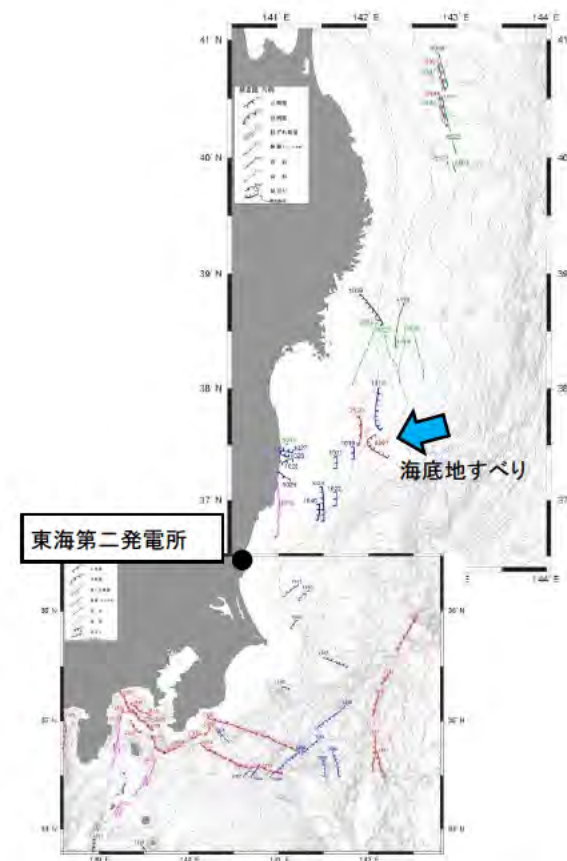
- 脇田他(1992)「日本地質構造図」

海上保安庁 沿岸の海の基本図(海底地質構造図)

- 海上保安庁(1984)「犬吠埼」
- 海上保安庁(2000)「九十九里浜」

海上保安庁 大陸棚の海の基本図(海底地質構造図)

- 海上保安庁(1981)「塩屋埼沖」
- 海上保安庁(1980)「鹿島灘」
- 海上保安庁(1995)「房総・伊豆沖」



日本周辺海域の第四紀地質構造図
「三陸沖から常磐沖海域」及び「房総半島沖海域」
(徳山他(2001)に加筆)

海底地すべりの評価(海底地すべりの確認:海底地形判読)

- 海底地形図の判読にあたっては、以下の基準等に従って海底地すべりの可能性のある地形を抽出した。

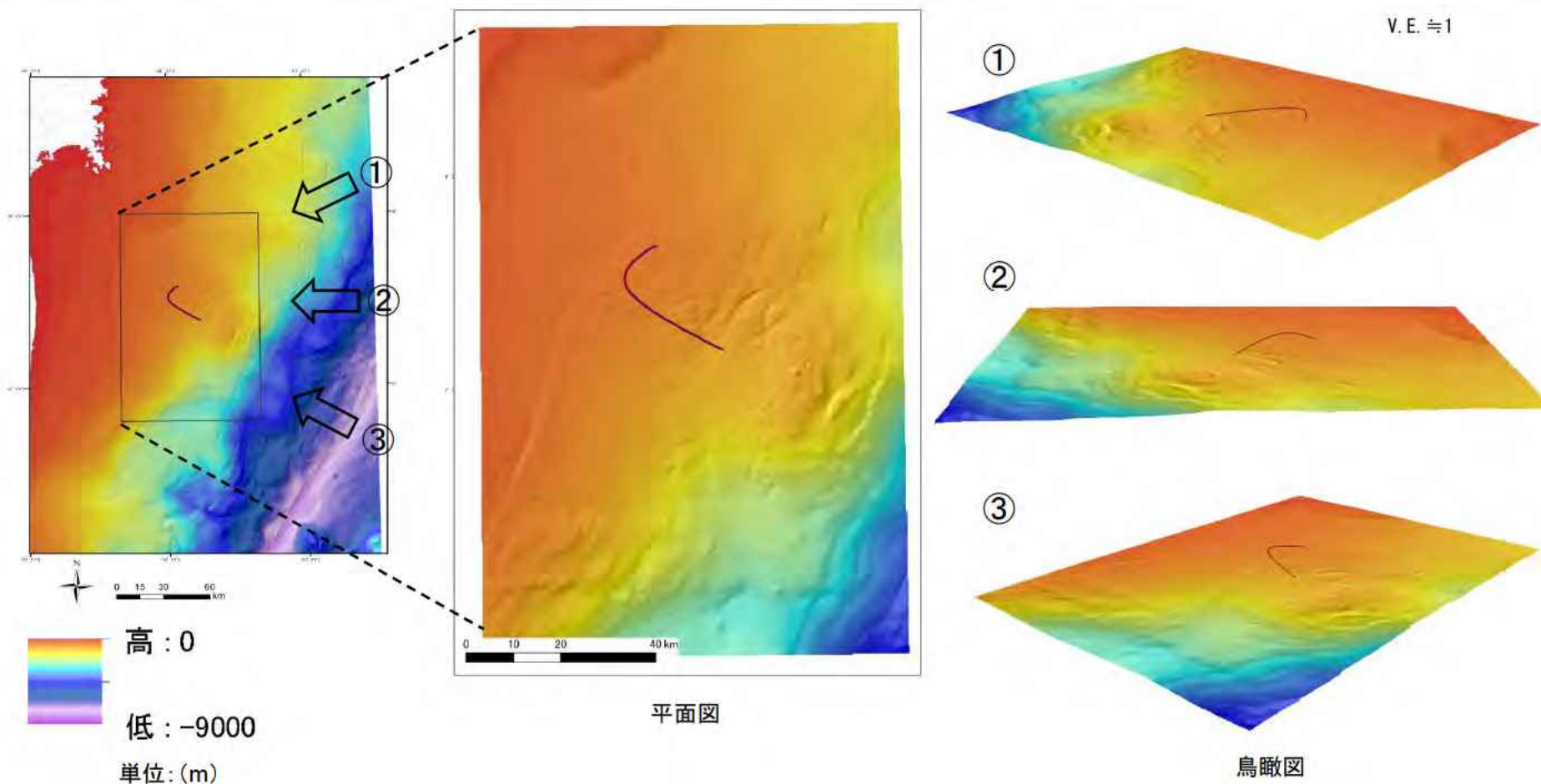
○海底地すべり地形の判断基準

地すべり地形としては滑落崖とその基部にある地すべり土塊(滑落土塊)が対をなす。陸上の地すべりに比べて、大規模、薄く広がる傾向がある。薄く広がるケースでは土塊は認定しにくいので滑落崖だけを認定する。

| | |
|-------------------------|---|
| <p>崩壊部 (滑落崖)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 馬蹄形, 半円形, コの字形の平面形で, 斜面下方へ開く急斜面。 急斜面は平面的に出入りがなくスムーズな形状で, 傾斜も一定傾向。また, 地すべり土塊を囲んで側方にも連続することがある。 下方に地すべり土塊が対をなして存在することが重要。 |
| <p>堆積部 (地すべり土塊)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 滑落崖の基部にある扇状地状あるいは舌状の高まり。 細長い舌状の場合や台地状を呈することもある。 典型的な場合には, 土塊の表面に不規則な凸凹, 低崖, 凹地があり, 凸形縦断の斜面形を示す。 |

海底地すべりの評価(海底地すべりの確認:海底地形判読(文献))

- 徳山他(2001)が示す地すべりを含む範囲について、一般財団法人日本水路協会発行の海底地形デジタルデータM7000シリーズを用いた150m DEMデータにより海底地すべり地形判読調査を実施した結果、海底地すべり地形は判読されない。



海底地すべりの評価(海底地すべりの確認:音波探査記録の検討)

- 音波探査記録(サブボトムプロファイラー)の評価にあたっては、下記の考え方にに基づき、層相1~8のパターンに分類し、海底地すべりの検討を実施した。

【層相の凡例】

【層相の区分詳細および特徴】

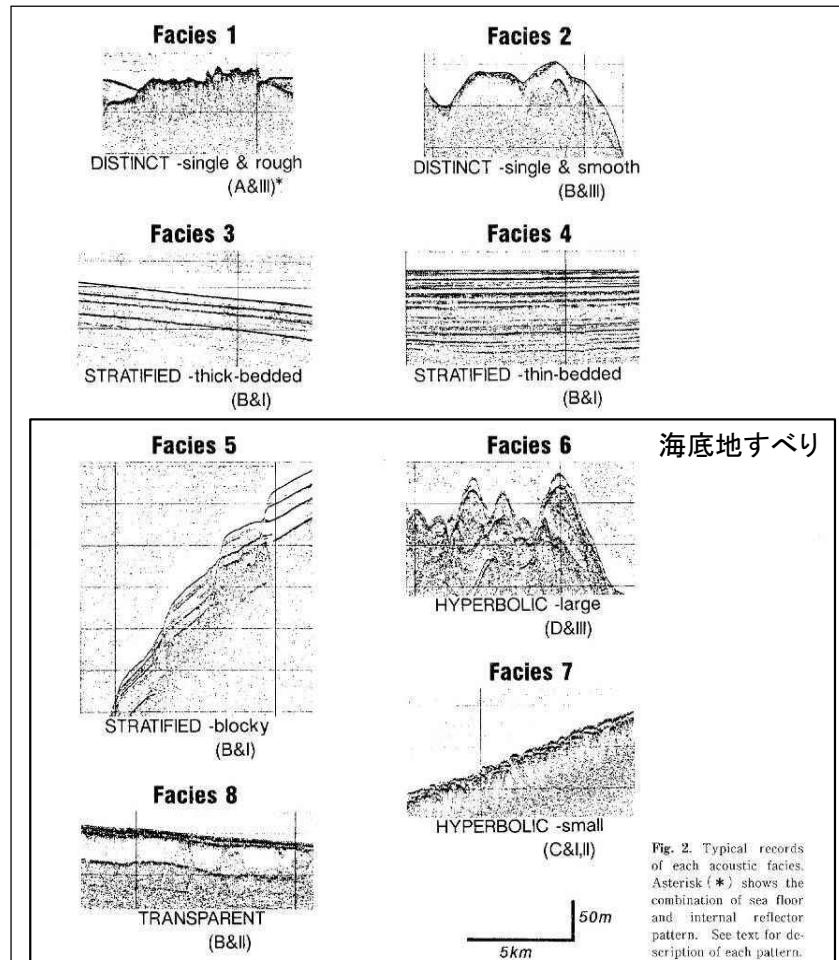


Table 1. Classification and characteristics of eight acoustic facies.

* See text for description.

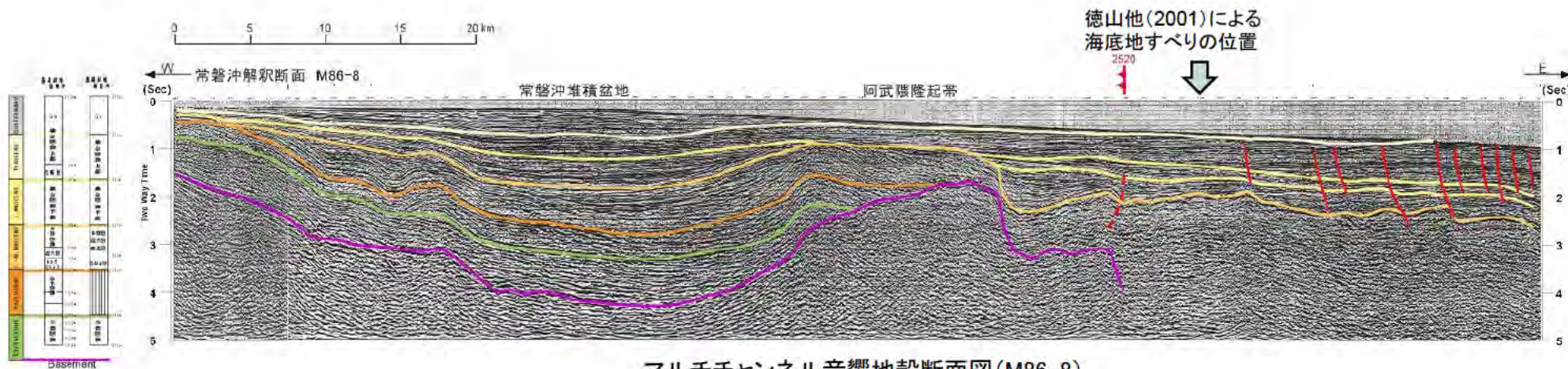
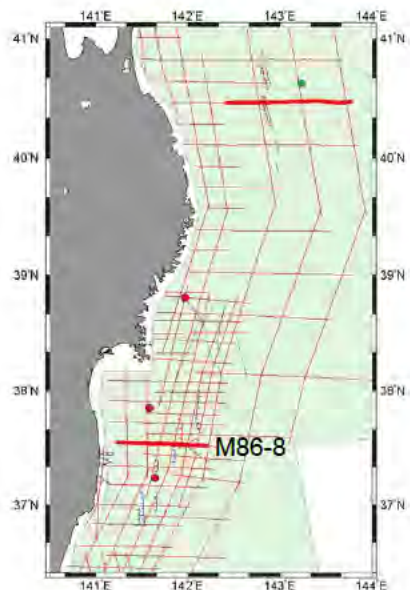
| FACIES | ACOUSTIC CHARACTERS (combination of sea floor and internal reflector pattern*) | SEDIMENTS | INTERPRETATION | DISTRIBUTION |
|--------------------------------|---|--|--|--|
| 1 DISTINCT -single & rough | Strong bottom return, no or very poor internal return, rough bottom. (A&III) | Gravelly, rocky | Gravelly or rocky bottom | Oki Ridge N of Dogo |
| 2 DISTINCT -single & smooth | Strong bottom return, no or very poor internal return, smooth bottom. (B&III) | Sandy | Sandy bottom | Oki Ridge Wakasa Sea Knoll Chain |
| 3 STRATIFIED -thick-bedded | Internal reflectors continuous and undeformed, stratified, smooth bottom. (B&I) | Muddy (clayey silt- silty clay) massive | Muddy bottom -hemipelagic | Marginal terrace |
| 4 STRATIFIED -thin-bedded | Internal reflectors continuous and undeformed, finely stratified, smooth bottom. (B&I) | Muddy tephra and/or sand layers interbedded | Muddy bottom -hemipelagic, (turbidite) | Central part of SW Trough most of NE Trough |
| 5 STRATIFIED -blocky | Internal reflectors essentially continuous and undeformed, stratified, basal shear surface reflectors, smooth bottom, stepped topography. (B&I) | Muddy massive | Muddy bottom -slide, (hemipelagic) | Edge of marginal terrace |
| 6 HYPERBOLIC -large | Sea floor reflectors largely hyperbolic or irregular and prolonged, internal reflectors poorly observed. (D&III) | Muddy massive | Muddy bottom -slump | Lower part of slope |
| 7 HYPERBOLIC -small | Sea floor and/or internal reflectors hyperbolic or irregular and prolonged, mounded or lens-shaped, blunt distal termination. (C&I,II) | Muddy occurrence of mud clasts | Muddy bottom -debris flow | SW Trough |
| 8 TRANSPARENT | No or very poor internal reflectors, lens or mounded-shaped or layered. (B&I) | Muddy occurrence of mud clasts massive | Muddy bottom -debris flow, hemipelagic | SW Trough |

(池原他(1990)に加筆)

海底地すべりの評価(海底地すべりの確認:音波探査記録の検討(文献))

- 徳山他(2001)で示されている音波探査記録※を用いて、海底地すべりの検討を実施した結果、表層部の分解能が低いことから、小規模な海底地すべりの有無については判断できない。

※マルチチャンネル音響地殻断面図(石油公団海上基礎物理探査, 昭和61年度「南三陸～鹿島沖」)

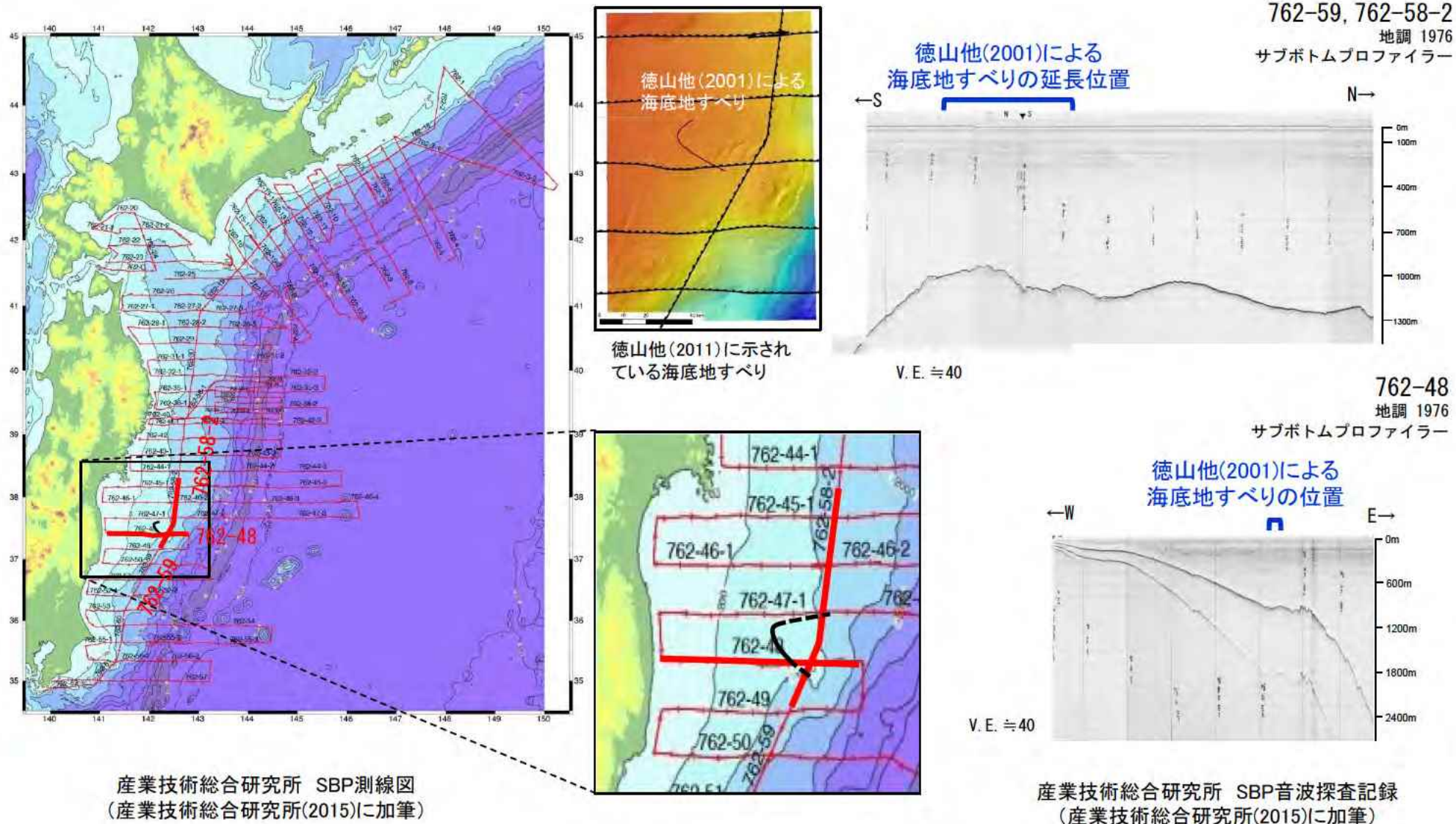


マルチチャンネル音響地殻断面図(M86-8)
(徳山他(2001)に加筆)

海底地すべりの評価(海底地すべりの確認:音波探査記録の検討(文献))



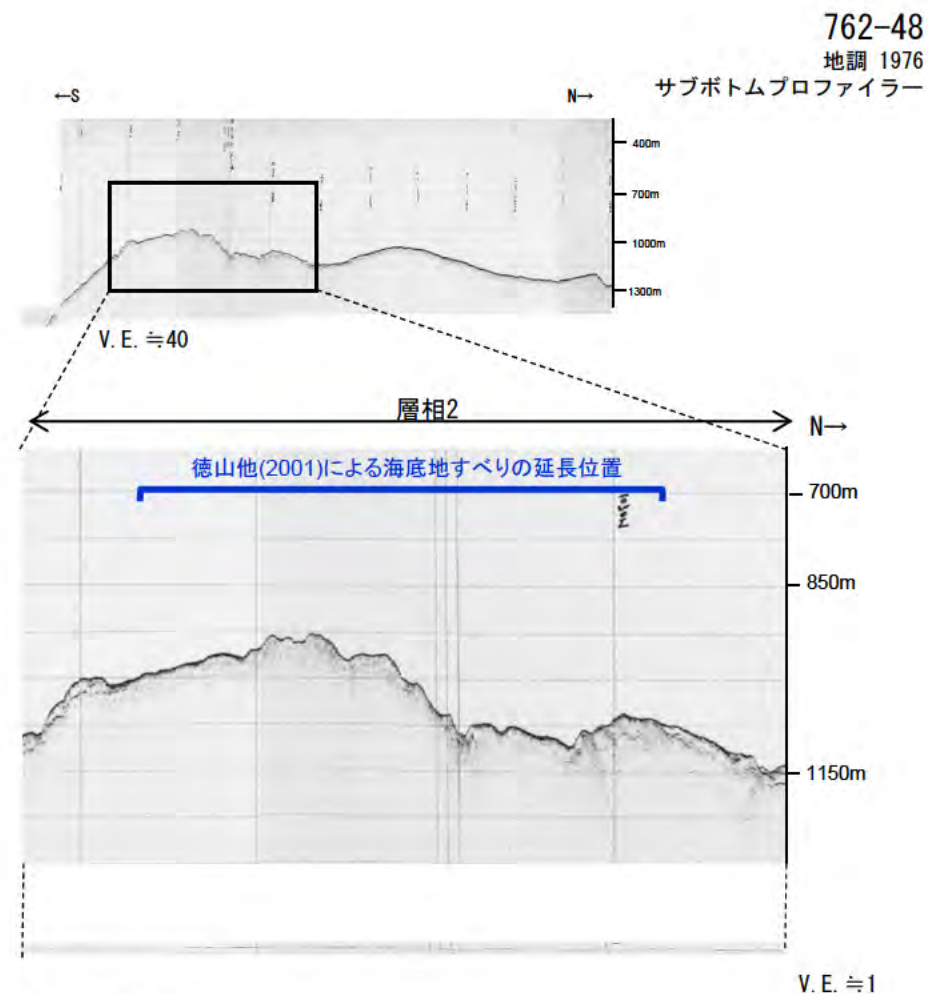
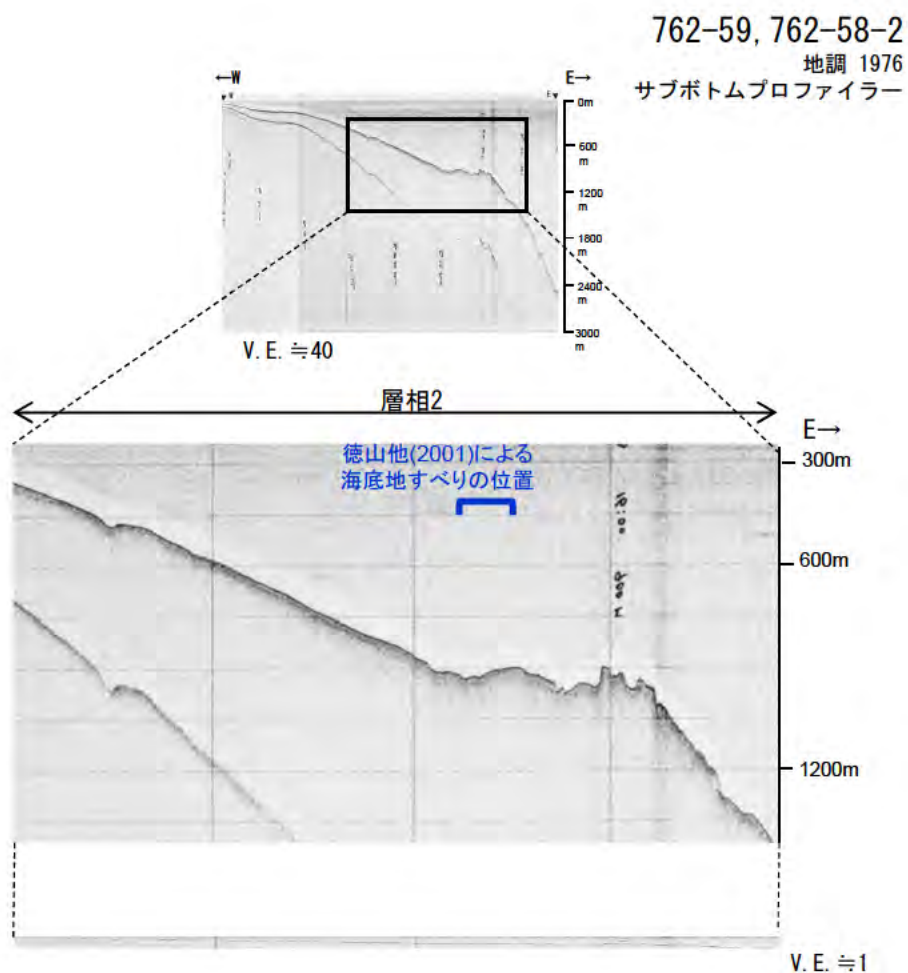
- 産業技術総合研究所(2015)による東日本沖太平洋海域(GH762)の音波探査記録(サブボトムプロファイラー)を用いて、海底地すべりの有無を確認した。



海底地すべりの評価(海底地すべりの確認:音波探査記録の検討(文献))



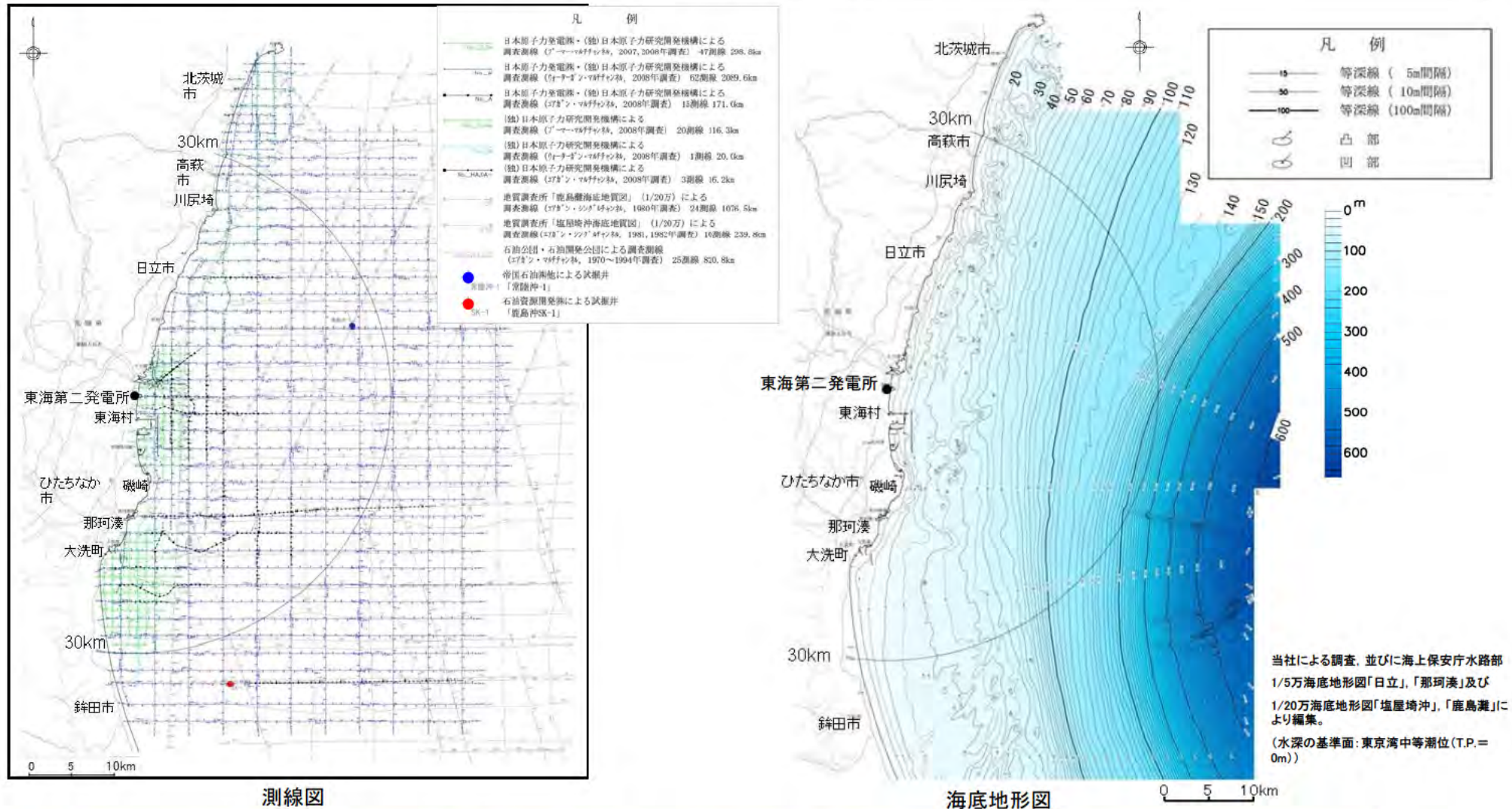
- 音波探査記録の検討の結果, 徳山他(2001)に図示された海底地すべりは層相2(砂質堆積物)に区分され, 海底地すべりを示唆する特徴的な構造は確認されなかった。
- したがって, 徳山他(2001)に図示された位置に海底地すべりはないものと判断した。



産業技術総合研究所 SBP音波探査記録
(産業技術総合研究所(2015)に加筆)

海底地すべりの評価(海底地すべりの確認:海底地形判読(自社))

- 敷地前面海域について、海底地形判読により発電所に影響を及ぼす津波を引き起こす可能性のある海底地すべりを調査した。
- なお、敷地前面海域については、自社の測深データも追加して作成した海底地形図により、海底地すべりを調査した。
- 海底地すべり地形判読調査の結果、敷地前面海域に地すべり地形は認められない。



• 以上より、敷地前面海域に海底地すべりの可能性のある地形は認められない。

文献調査及び評価

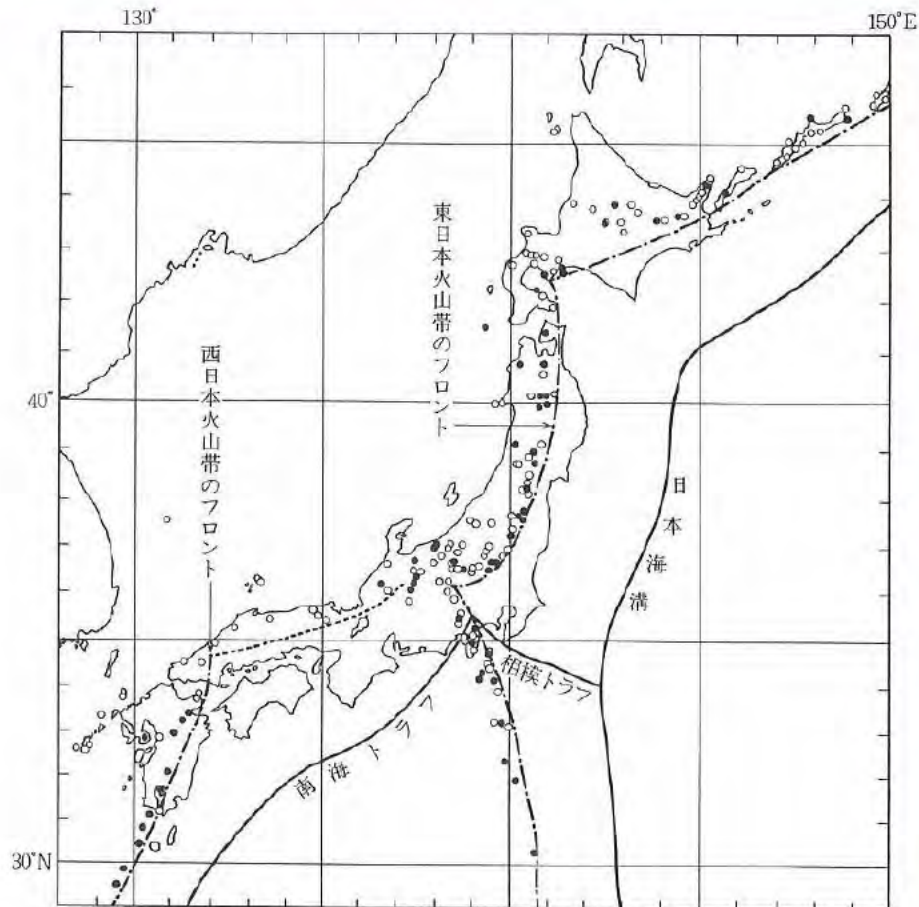
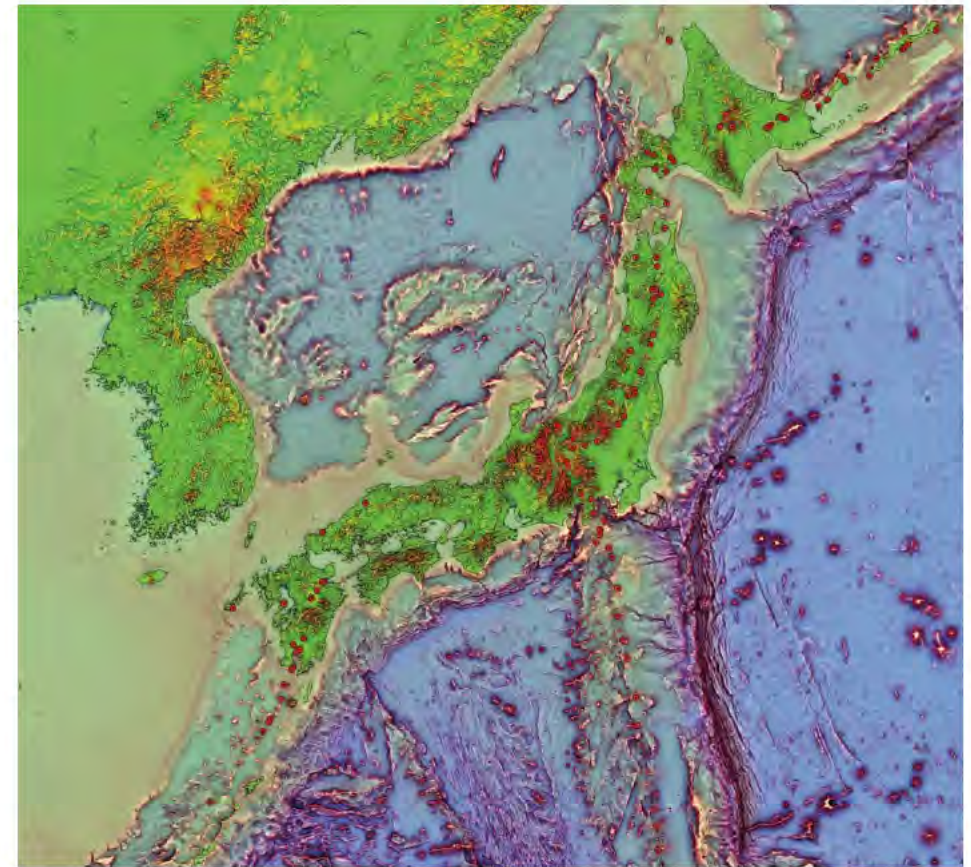


図 1.1.2 日本列島の火山帯と火山フロント [杉村, 1978] ●: 活火山, ○: その他の第四紀火山。2つの火山帯のフロントは、海溝またはトラフの軸にほぼ平行に走っている。海溝などの軸は、プレートの境界に相当する。

杉村(1978)



日本付近の活火山の分布

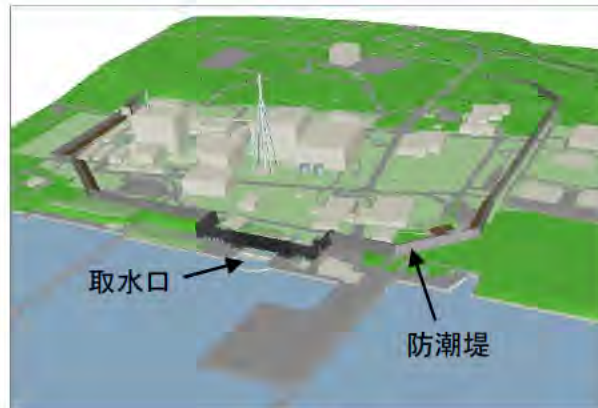
●: 活火山

気象庁編(2013)

- 海底火山に関する文献調査を行った結果、敷地周辺において、火山現象による歴史津波の記録はなく、海底活火山の存在も認められないことから、火山現象に起因する津波による敷地への影響はない。

7. 基準津波の選定

- 「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を基準津波とする。
- なお、防潮堤の線形形状の変更、貯留堰の設置及びSA用海水ピット取水塔の有無に伴う影響は小さいことを確認した。



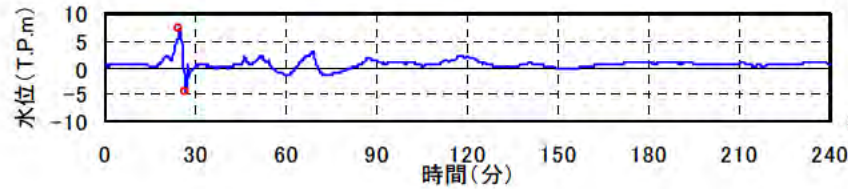
評価位置図

| 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 |
| 最低水位※(取水口前面) | T.P.-4.9m |

※ 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

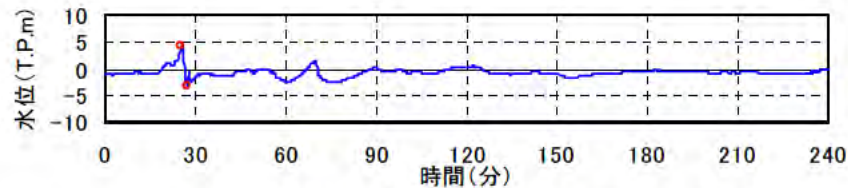
7. 基準津波の選定(基準津波策定位置)

- 基準津波は、時刻歴波形に対して施設からの反射波の影響が微小となるよう、敷地前面の沖合い約19km(水深100m地点)の位置で策定した。



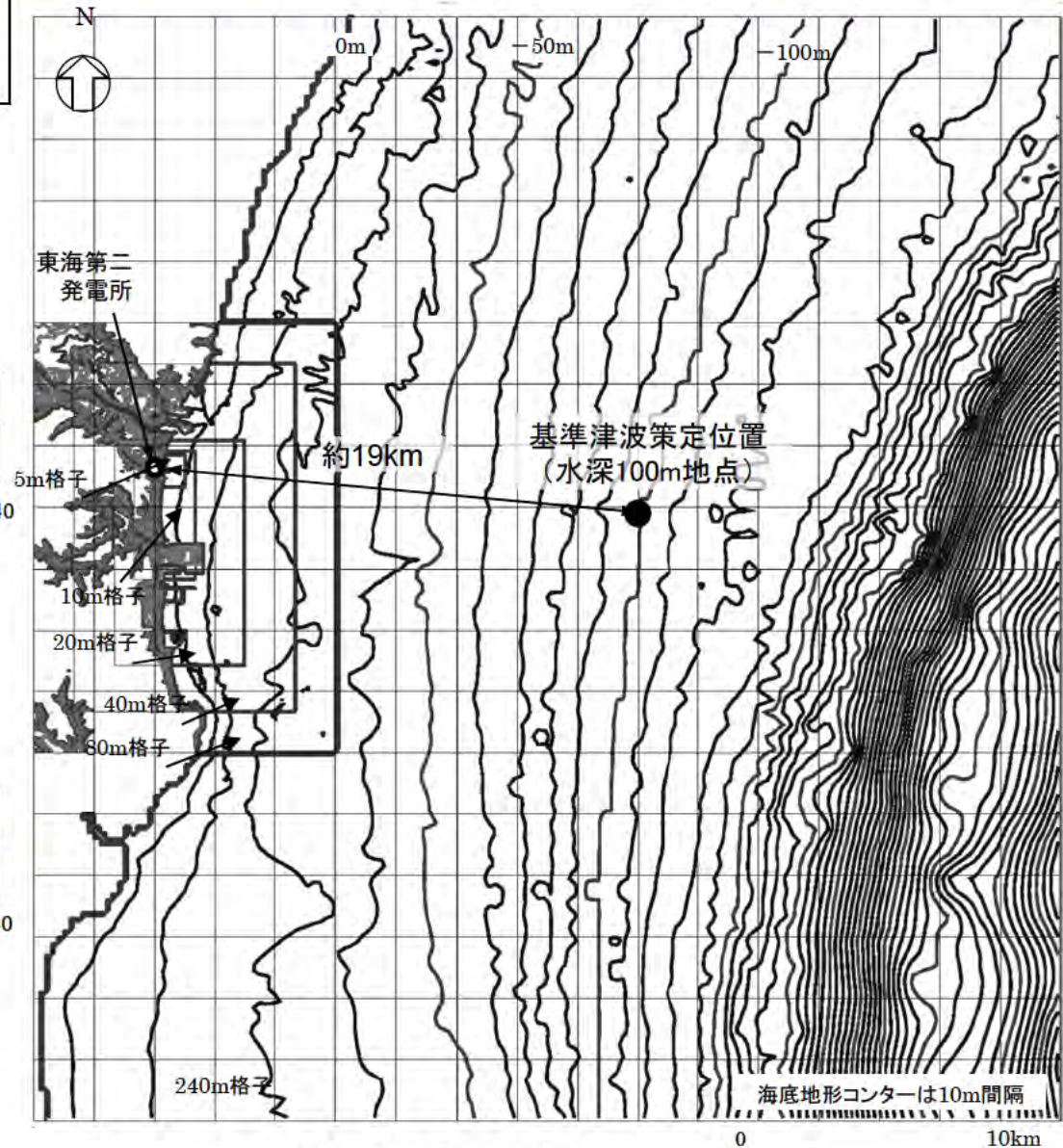
基準津波策定位置における時刻歴波形
(上昇側最大※1)

※1 大すべりの位置: 波源モデルの北限から南へ20km移動(A-3), 破壊開始点⑤, 破壊伝播速度3.0km/s, 立ち上がり時間30秒



基準津波策定位置における時刻歴波形
(下降側最大※2)

※2 大すべりの位置: 波源モデルの北限から南へ40km移動(A-5), 破壊開始点⑤, 破壊伝播速度1.0km/s, 立ち上がり時間30秒

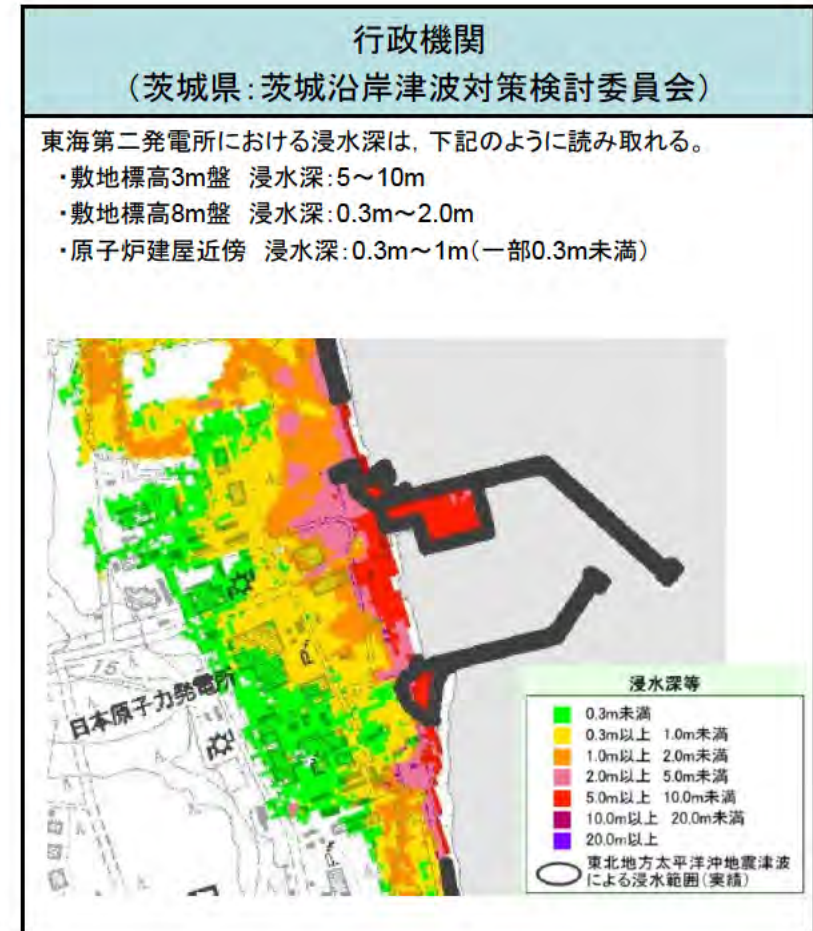


基準津波策定位置図

8. 行政機関の津波評価との比較(行政機関の津波評価)

- 行政機関による津波評価として、茨城県(2012)は下記の津波に対する評価を実施している。
 - ✓ 東北地方太平洋沖地震津波
 - ✓ H23想定津波

| 対象津波 | 東北地方太平洋沖地震津波 | H23 想定津波 |
|---------|---|--|
| マグニチュード | Mw = 9.0 Mt = 9.1~9.4 | Mw = 8.4 Mt = 8.6~9.0 |
| 使用モデル | 中央防災会議モデル | 茨城県モデル |
| 説明 | 平成 23 年 3 月 11 日、三陸沖を震源とした地震により発生した津波。東日本大震災を引き起こし、東北から関東を中心に甚大な被害をもたらした津波の再来を想定。 | 地震調査研究推進本部から平成 23 年 11 月に公表された「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価(第二版)について」を基に想定した地震。(平成 19 年に茨城県で想定した津波「延宝房総沖地震津波」の震源域等を参考にした地震。) |
| 概要 | | |
| 震源域 | | |



(茨城県(2012))

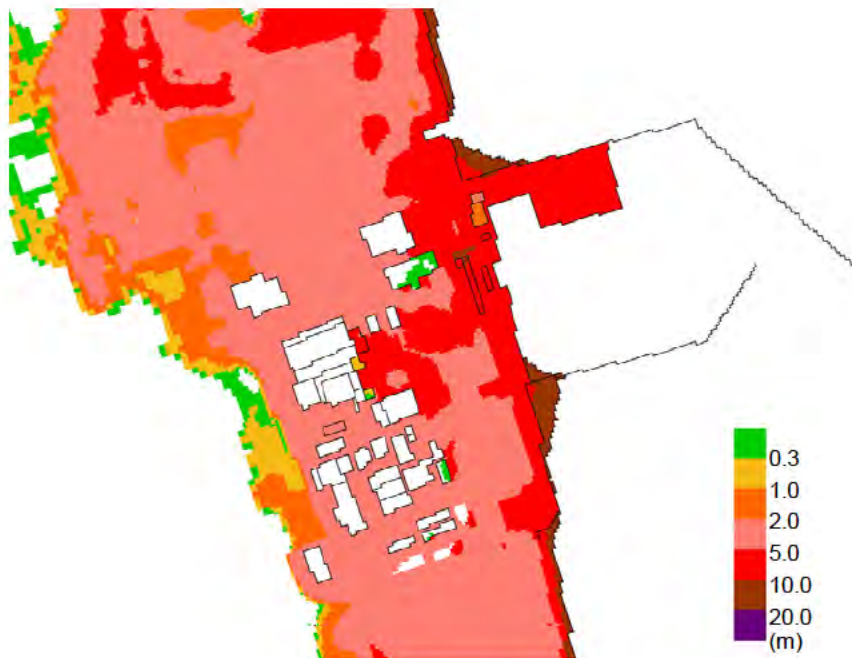
8. 行政機関の津波評価との比較

- 基準津波は、行政機関(茨城県)が評価した津波高さを上回る結果となっていることを確認した。

日本原子力発電 (基準津波)

基準津波について、東海第二発電所の防潮堤を設定しない場合の浸水深分布を以下に示す。

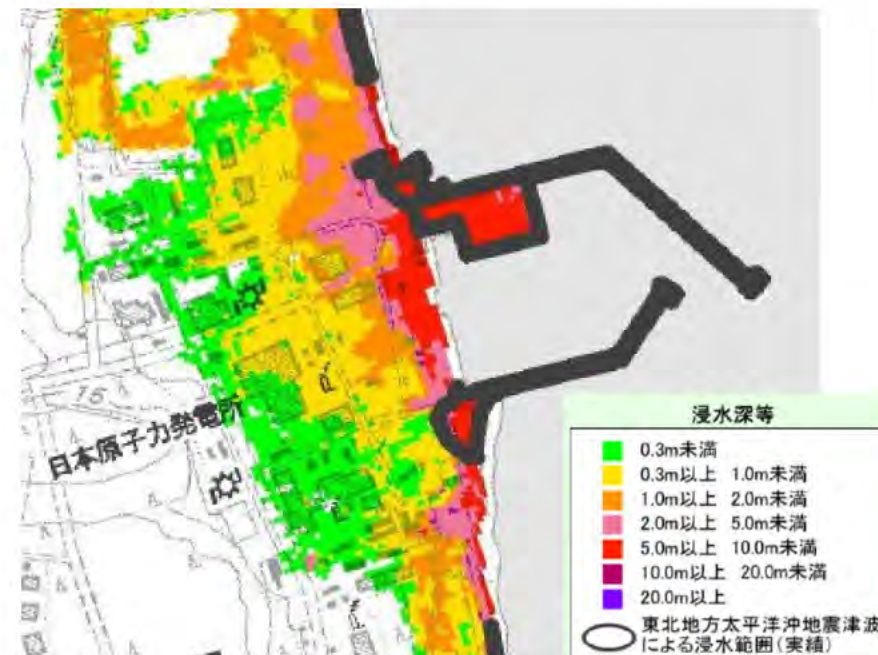
- ・敷地標高3m盤 浸水深:5~10m
- ・敷地標高8m盤 浸水深:2.0~10.0m
- ・原子炉建屋近傍 浸水深:2.0~10.0m



行政機関 (茨城県:茨城沿岸津波対策検討委員会)

東海第二発電所における浸水深は、下記のように読み取れる。

- ・敷地標高3m盤 浸水深:5~10m
- ・敷地標高8m盤 浸水深:0.3~2.0m
- ・原子炉建屋近傍 浸水深:0.3~1m(一部0.3m未満)

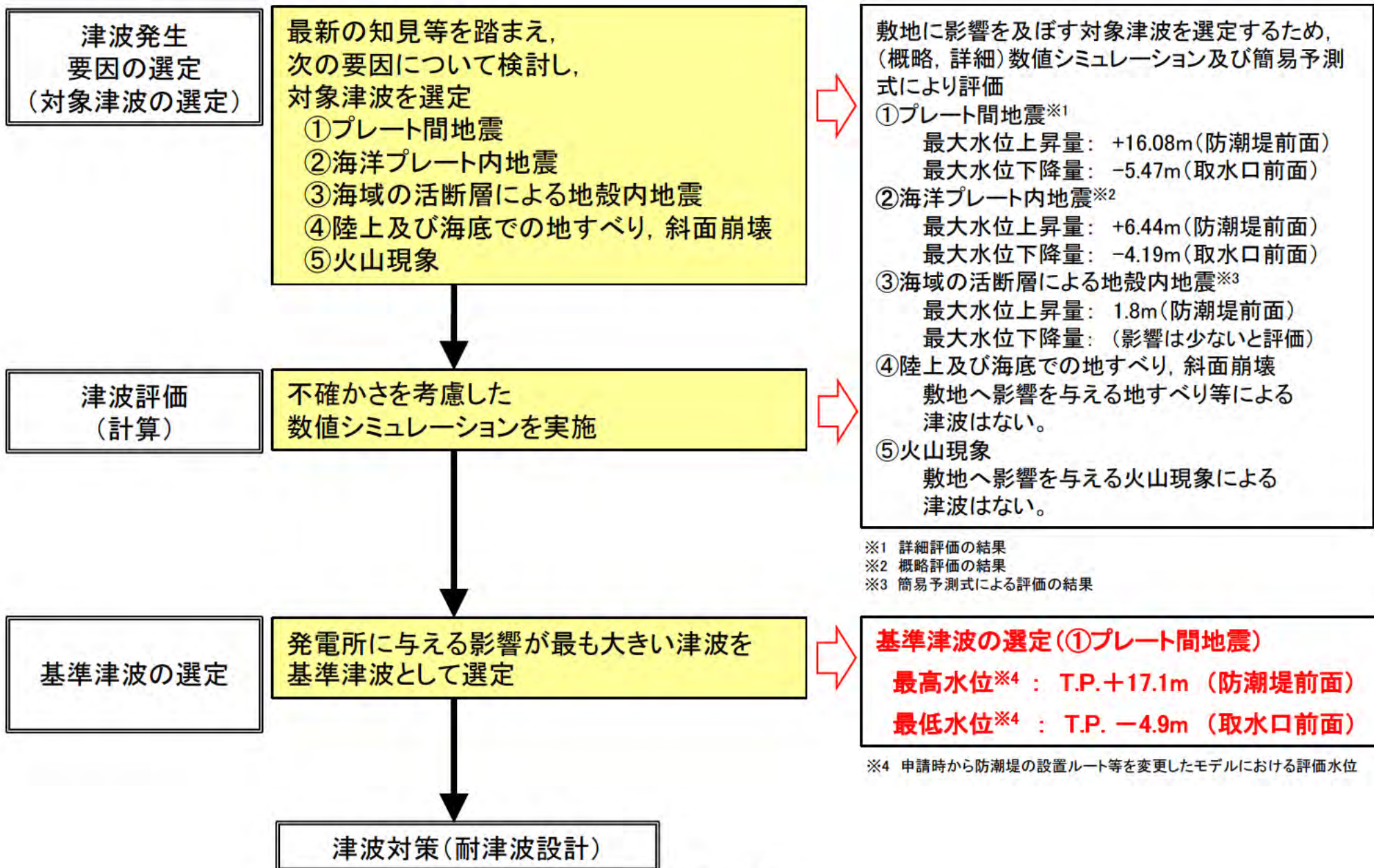


(茨城県(2012))

耐津波設計

| | |
|--------------------------|-----|
| 1. 耐津波設計の条件 | 97 |
| 2. 基準津波に対する対策 | 98 |
| 3. 敷地に遡上する津波に対する対策 | 123 |
| 4. 耐津波設計 まとめ | 132 |

1. 耐津波設計の条件



敷地に影響を及ぼす対象津波を選定するため、(概略, 詳細) 数値シミュレーション及び簡易予測式により評価

- 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: -5.47m(取水口前面)
- 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)
- 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)
- ④陸上及び海底での地すべり, 斜面崩壊
 敷地へ影響を与える地すべり等による津波はない。
- ⑤火山現象
 敷地へ影響を与える火山現象による津波はない。

※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

基準津波の選定(①プレート間地震)

最高水位^{※4} : T.P.+17.1m (防潮堤前面)

最低水位^{※4} : T.P. -4.9m (取水口前面)

※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

2. 基準津波に対する対策(1/25)

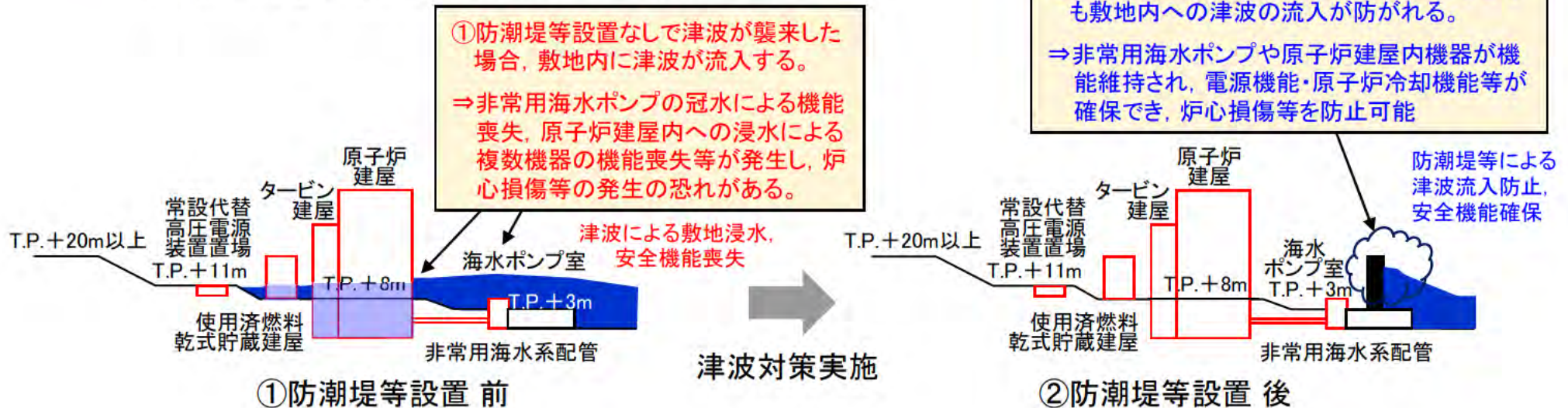


| 津波防護対象施設※1 | 設置標高 |
|----------------------------------|---------------------|
| ①原子炉建屋 | T.P.+8m |
| ②タービン建屋 | |
| ③排気筒 | |
| ④使用済燃料乾式貯蔵建屋 | |
| ⑤常設代替高圧電源装置用カルバート(カルバート部) | T.P.+8m (地下部) |
| ⑥ | |
| ⑦ | |
| ⑧ | |
| ⑨常設代替高圧電源装置置場(軽油貯蔵タンク, 燃料移送ポンプ含) | T.P.+11m |
| ⑩海水ポンプ室 | T.P.+3m |
| ⑪非常用海水系配管 | T.P.+3m~ 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



2. 基準津波に対する対策(2/25)

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

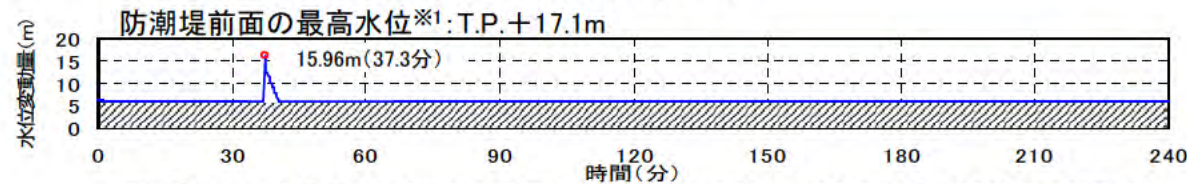
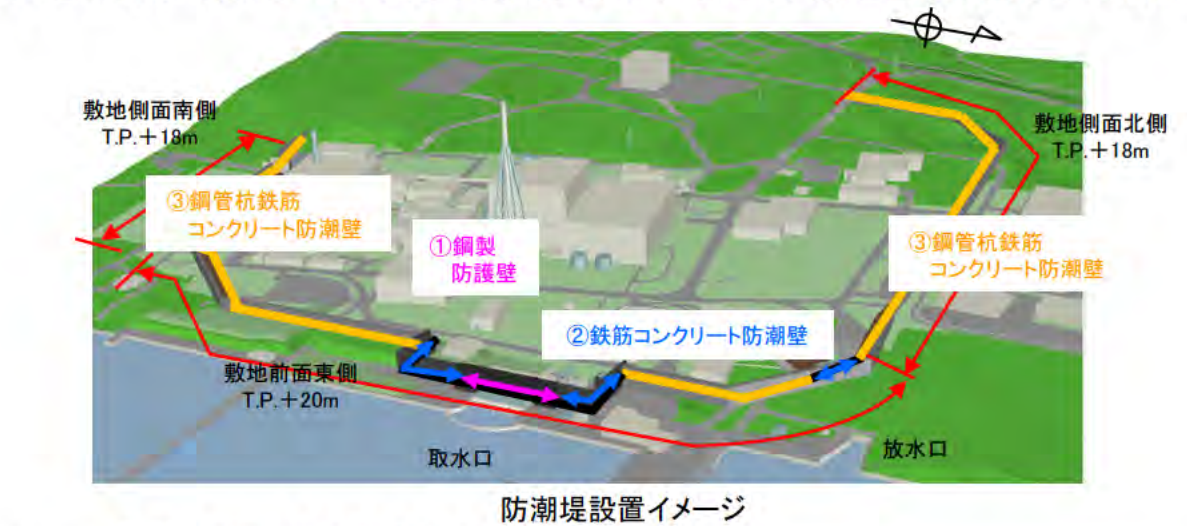
| | 安全施設の防護方針 | | 防護方針への適合方策※ |
|---|--------------------------|---|--|
| ① | 敷地への流入防止 【外郭防護1】 | Sクラスに属する施設の設置された敷地に <u>基準津波による遡上波を地上部から到達、流入させないこと。</u> また、取水路及び放水路等の経路から流入させないこと。 | 基準津波による遡上波が敷地に到達、流入することを防止するため、敷地を取り囲む形で防潮堤を設置する。 また、取水路、放水路等の経路からの津波の流入を防止するため、 <u>以下の対策を講じる。</u> ・放水路に放水路ゲートの設置 ・取水路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 |
| 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> | 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浸水防止対策を講じることにより防水区画化する。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> |
| 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> | 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> |
| 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 <u>重要な安全機能への影響を防止すること。</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、取水口前面に貯留堰を設置する。 |
| 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> | 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、取水路に潮位計を設置する。 |

※: 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。

2. 基準津波に対する対策(3/25)

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



※1: 最大水位上昇量(15.96m)に期望平均満潮位(T.P.+0.61m)、地殻変動量(津波を引き起こす地震に伴うもの。0.31m)及び地殻変動量(2011年東北地方太平洋沖地震に伴うもの。0.2m)を考慮

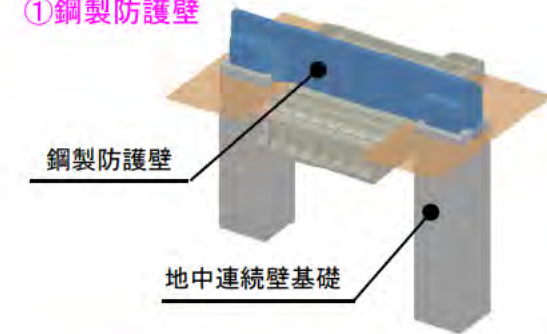
$$* 15.96 + 0.61 + 0.31 + 0.2 \approx 17.1 \text{ m}$$

防潮堤前面の最高水位の時刻歴波形

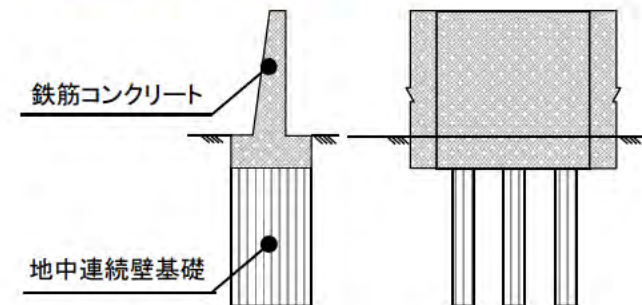
敷地区分毎の入力津波高さとの防潮堤高さ

| 敷地区分 | 基準津波による防潮堤前面最高水位等(参考) | ㊦. 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) | ④. 入力津波高さの策定(㊦. に潮位のばらつき0.18m等を考慮) | 防潮堤高さ(㊦. 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 |

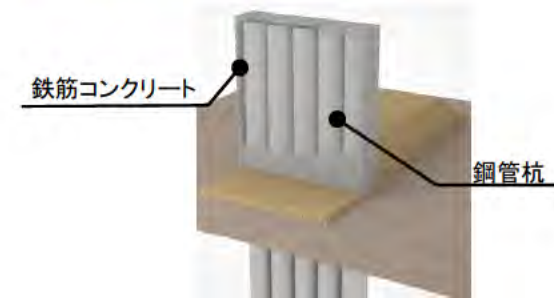
①鋼製防護壁



②鉄筋コンクリート防潮壁



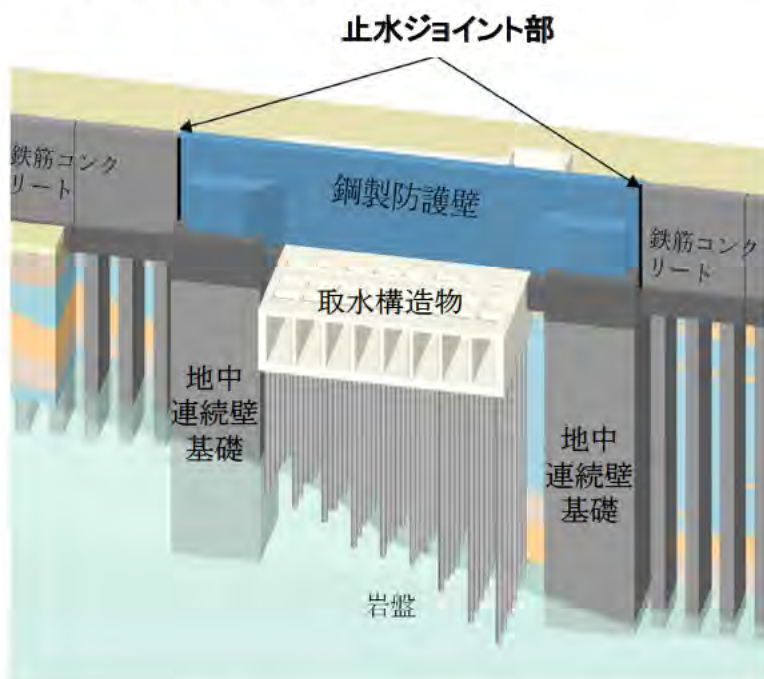
③鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁



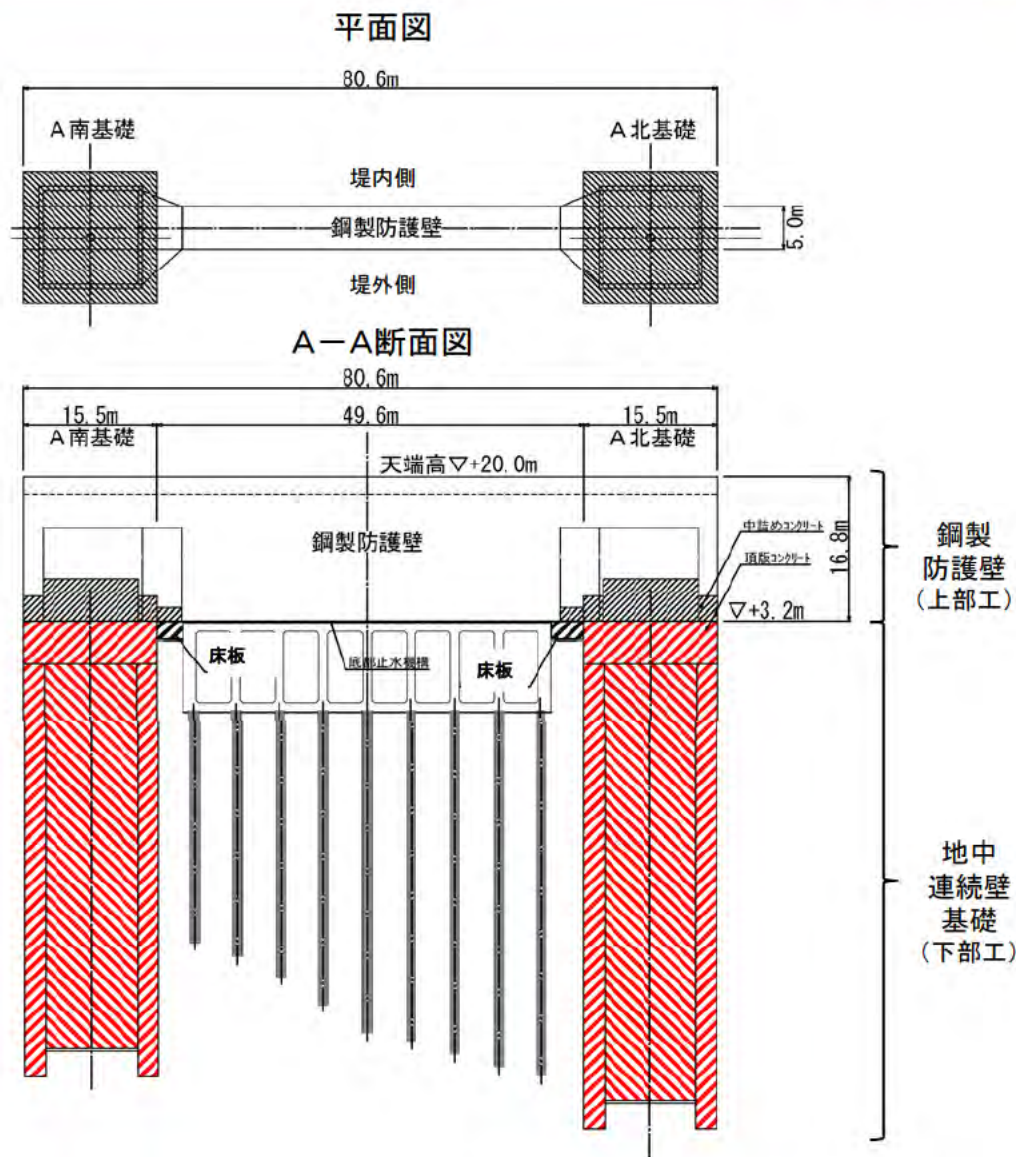
防潮堤の構造イメージ

① 鋼製防護壁の構造

- 鋼製防護壁は、幅約81 m、高さ約17 m、奥行き約5 mの鋼製の構造物であり、幅約50 mの取水構造物を横断して設置する。
- 鋼製防護壁は鉛直及び水平方向に配置された鋼板で構成される鋼殻構造であり、施工性を考慮して分割したブロックの集合体として全体を構成する。
- 基礎部は、南北両側に配置した地中連続壁基礎にて構成され、津波荷重等を受ける鋼製防護壁を支持する。
- 鋼製防護壁と取水路の隙間には、止水機構を設置し、津波の流入を防止する。



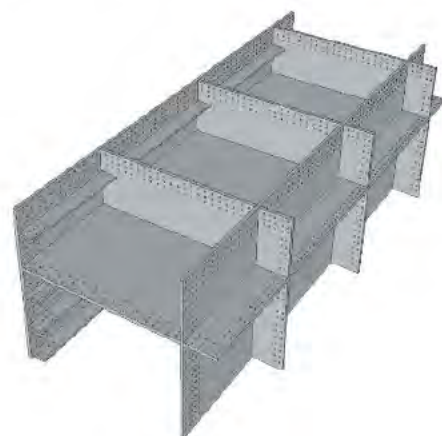
構造概要図(イメージ図)



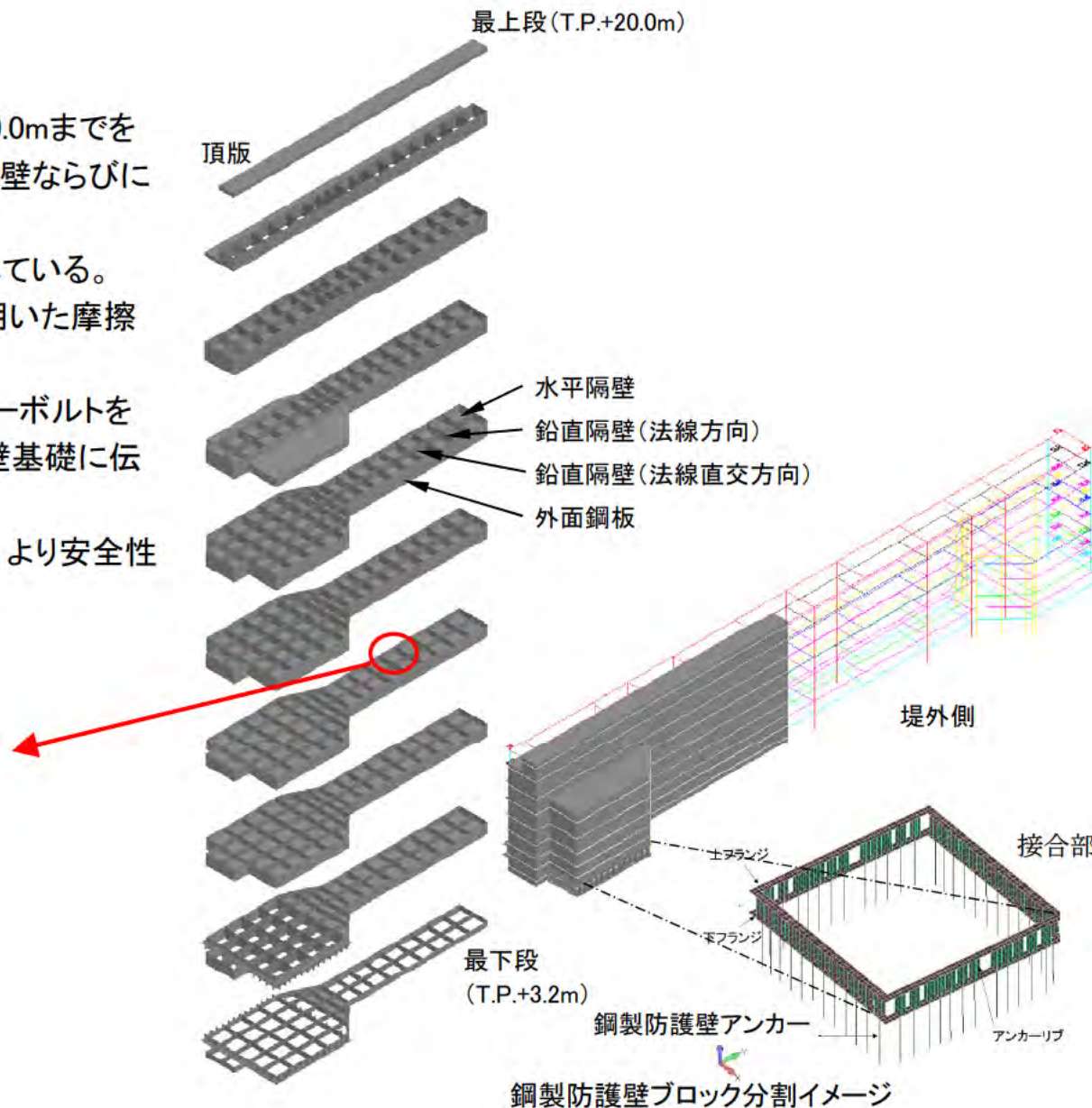
① 鋼製防護壁の構造

ブロック分割イメージ

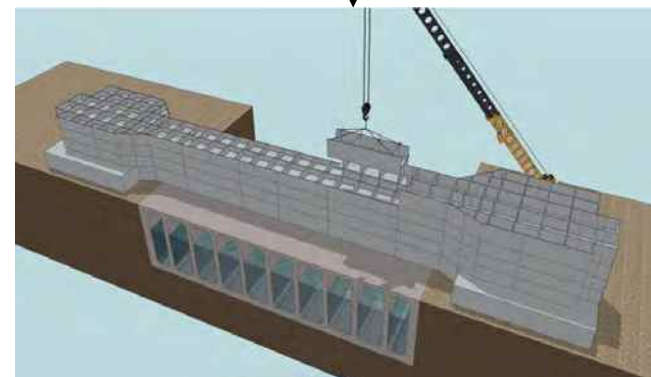
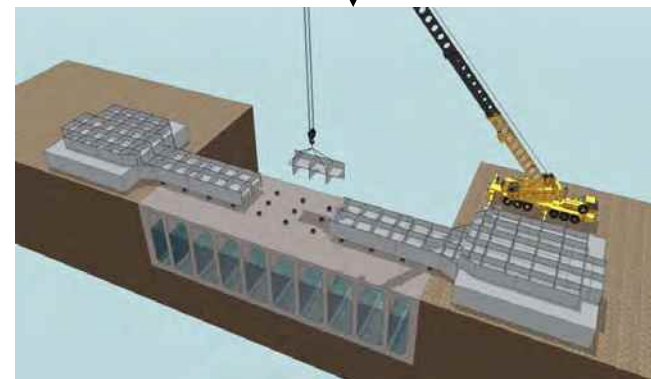
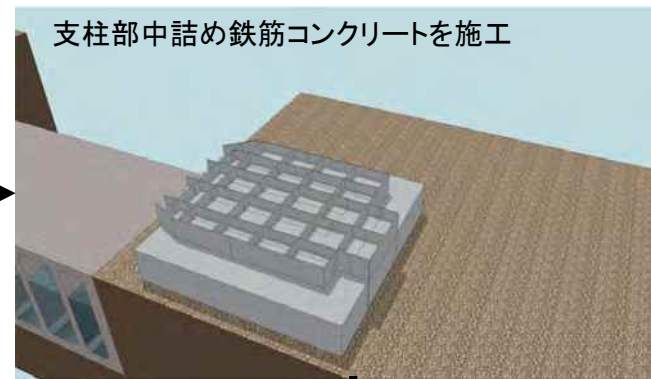
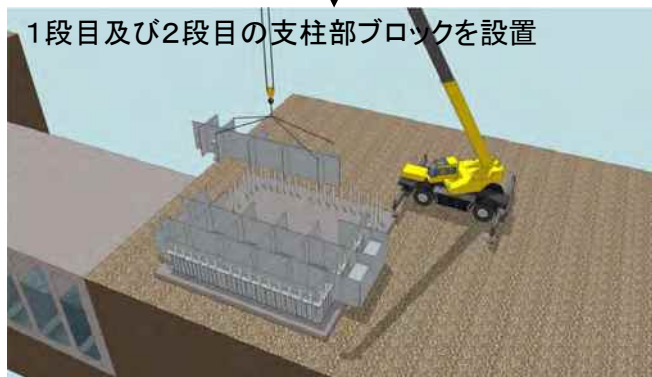
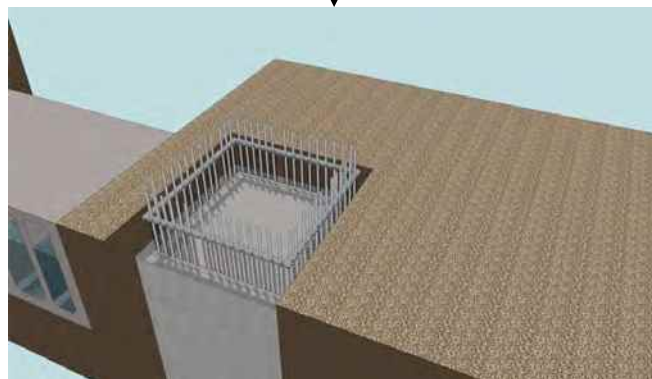
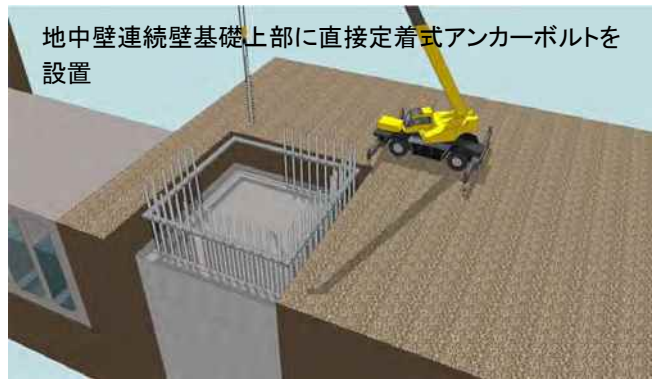
- ・下端標高T.P.+3.2mから天端標高T.P.+20.0mまでを10層に分割し、頂版、外面鋼板、水平隔壁ならびに鉛直隔壁で構成される。
- ・各層は下に示すブロックが複数結合されている。
- ・ブロック同士は、添接板と高力ボルトを用いた摩擦接合により結合する。
- ・鋼製防護壁の拡幅部最下層にはアンカーボルトを設置し、上部工からの荷重を地中連続壁基礎に伝達する。
- ・添接板部には止水材(シール材)を施し、より安全性の高い止水性を確保する。



ブロックのイメージ図



① 鋼製防護壁の構造 施工ステップ図



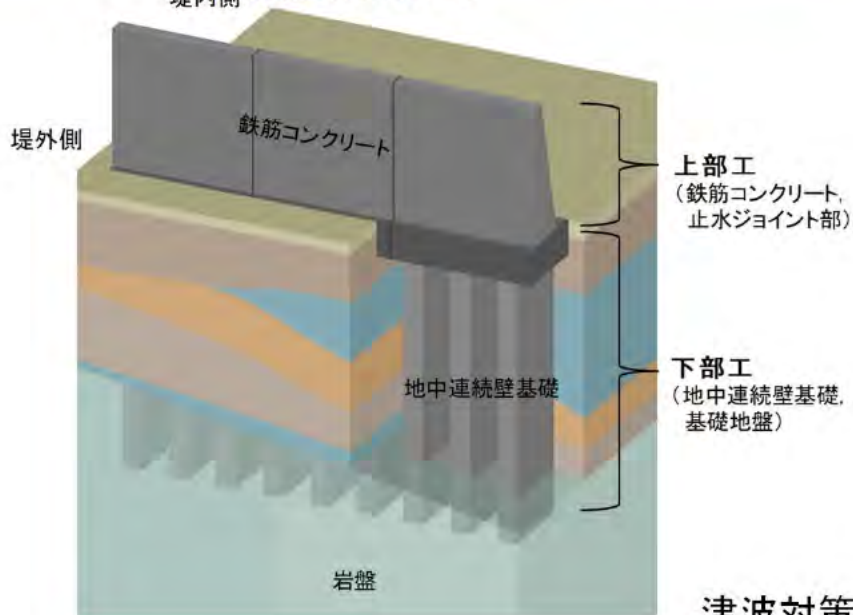
*鋼製防護壁施工後に取水路との隙間の止水を図る <別紙1参照>

② 鉄筋コンクリート防潮壁(取水口)

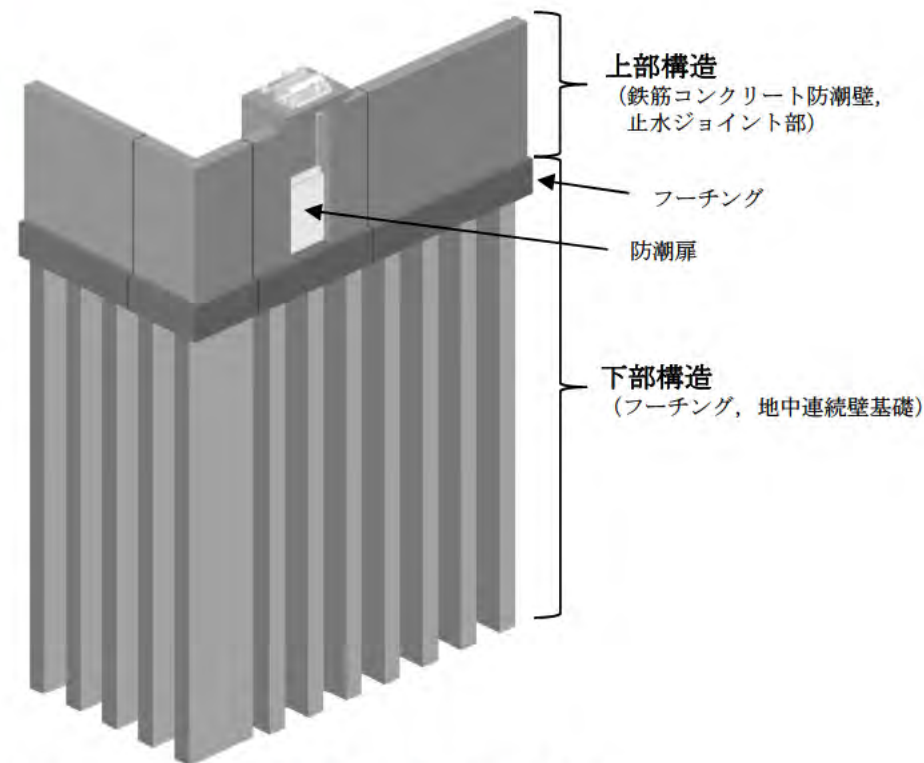
- 鉄筋コンクリート製の地中連続壁基礎の上に鉄筋コンクリート製の防潮壁を構築する。
- 防潮壁及び地中連続壁基礎はすべて鉄筋コンクリートで一体化した構造とする。
- 防潮壁間には、地震時や津波時の変形量に追随し、津波の浸水を防止する止水ジョイントを設置する。



防潮堤設置イメージ
堤内側



津波対策-104



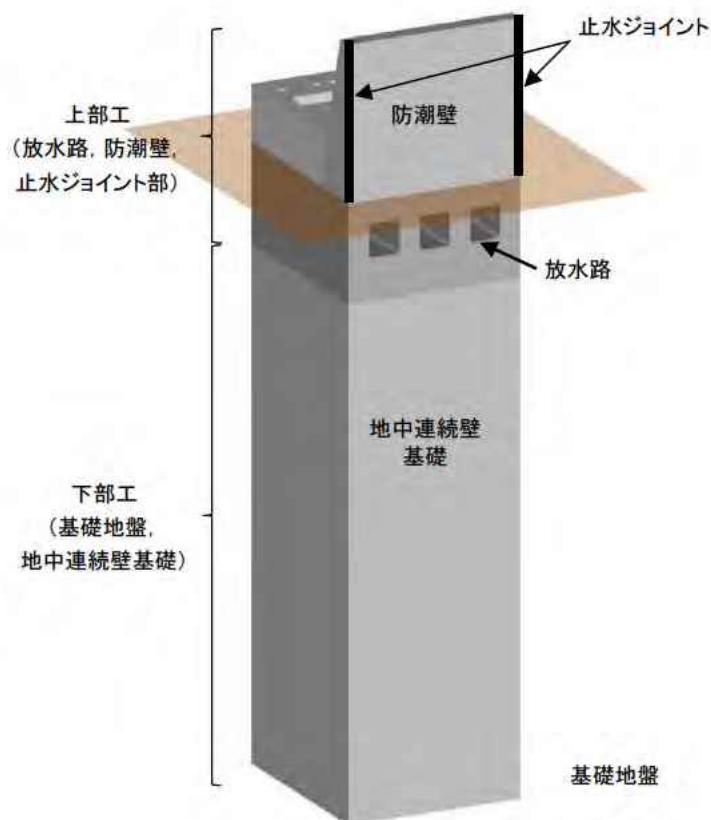
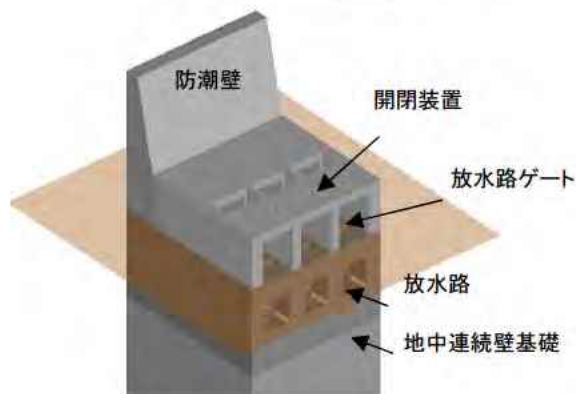
取水口北側エリアイメージ

② 鉄筋コンクリート防潮壁(放水口)

- 鉄筋コンクリート製の放水路及び地中連続壁基礎の上に鉄筋コンクリート製の防潮壁を構築する。
- 防潮壁, 放水路及び地中連続壁基礎はすべて鉄筋コンクリートで一体化した構造とする。
- 防潮壁直下に構築する放水路はカルバート構造であり, 敷地内への津波の浸水を防止するために, 放水路ゲートを設置する。
- 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。

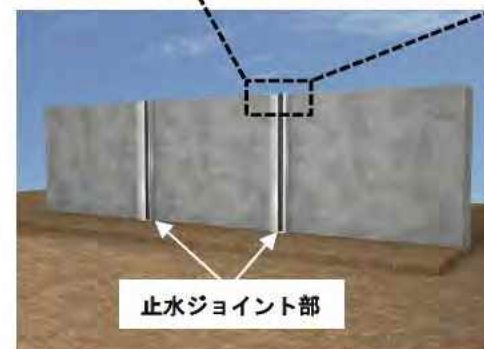
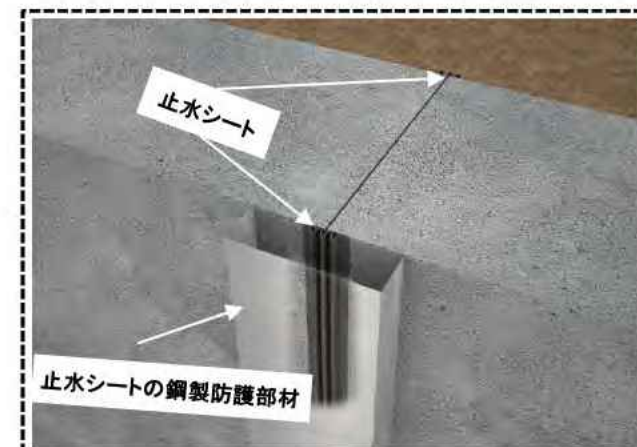
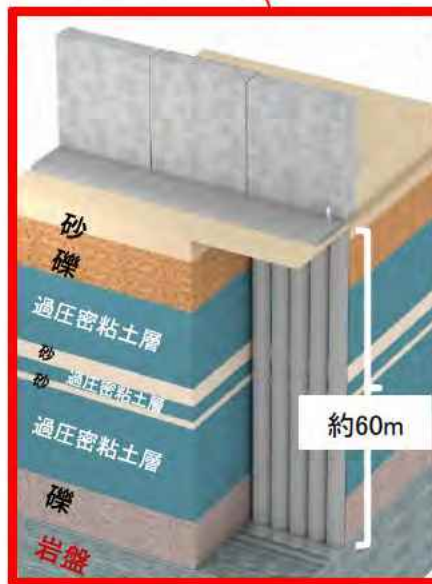
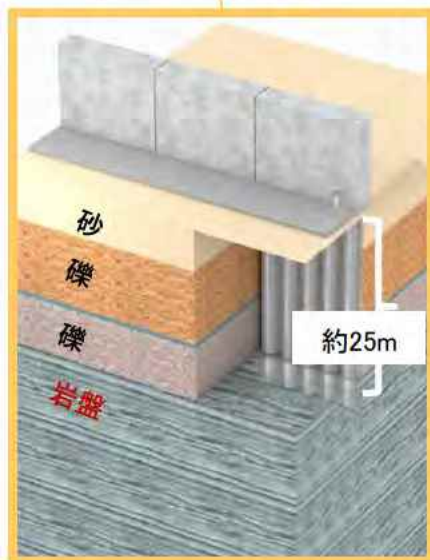
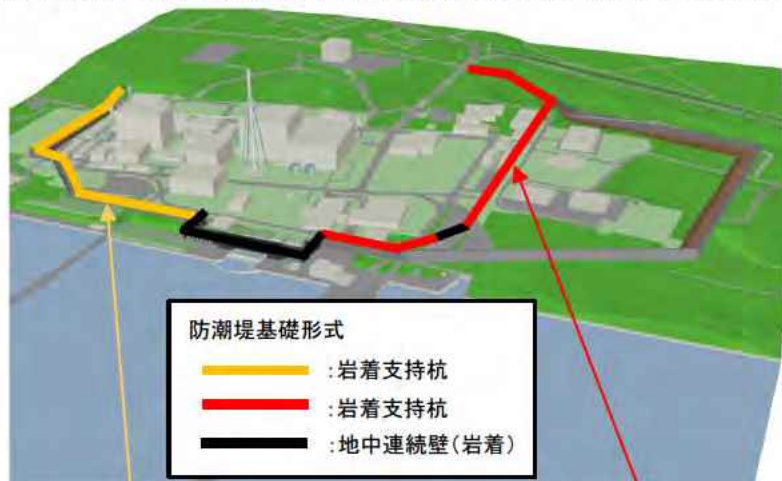


防潮堤設置イメージ



③ 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁

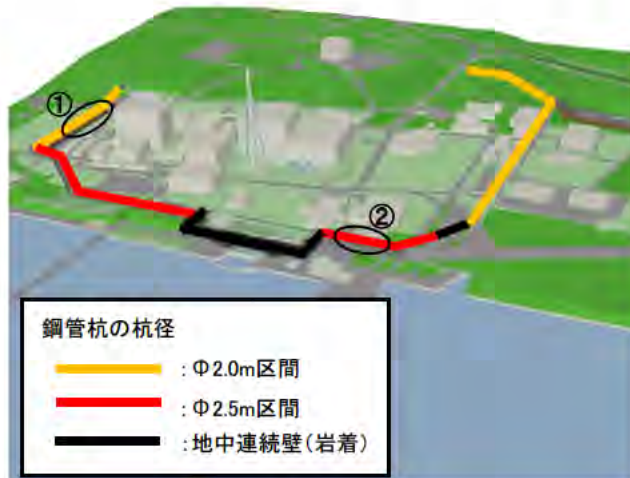
- 鋼管杭を地震・津波荷重に耐える構造躯体とし、杭間から津波の浸水を防止する観点で鉄筋コンクリートを被覆する上部構造とする。
- 支持形式については、岩盤に支持させる岩着支持杭形式とする。
- 防潮壁間には、地震時や津波時の変形量に追従し、津波の浸水を防止する止水ジョイントを設置する。



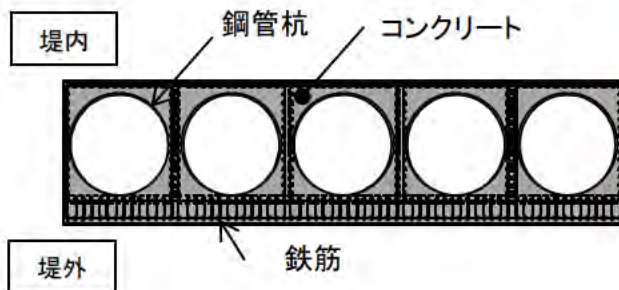
止水ジョイント部イメージ

③ 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁

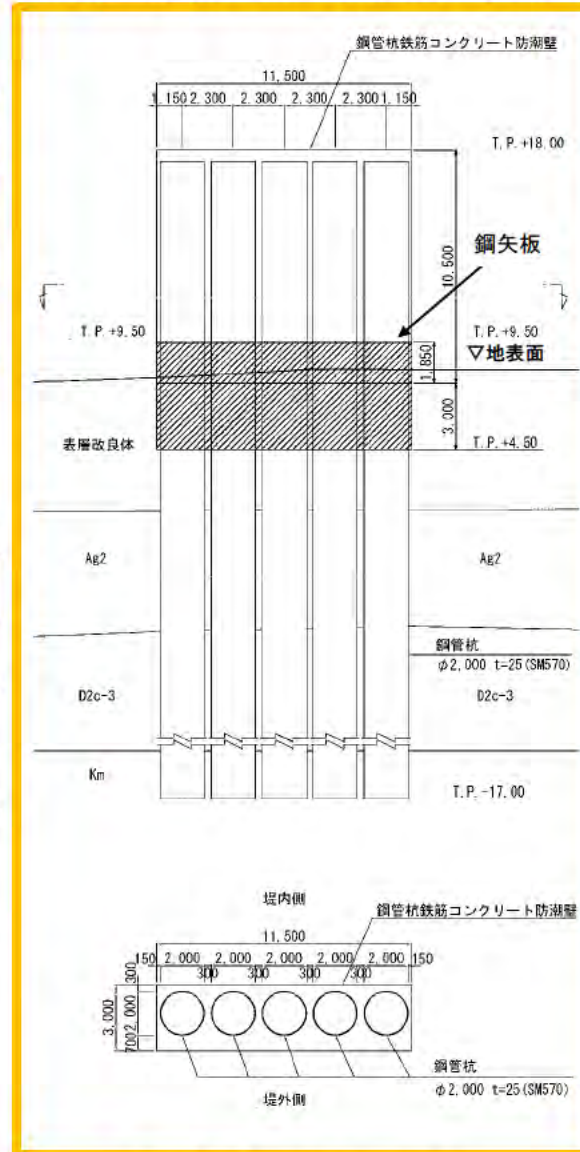
○ 鋼管杭の杭径は、地震・津波荷重に応じてΦ2.0m区間及びΦ2.5m区間として区分する。



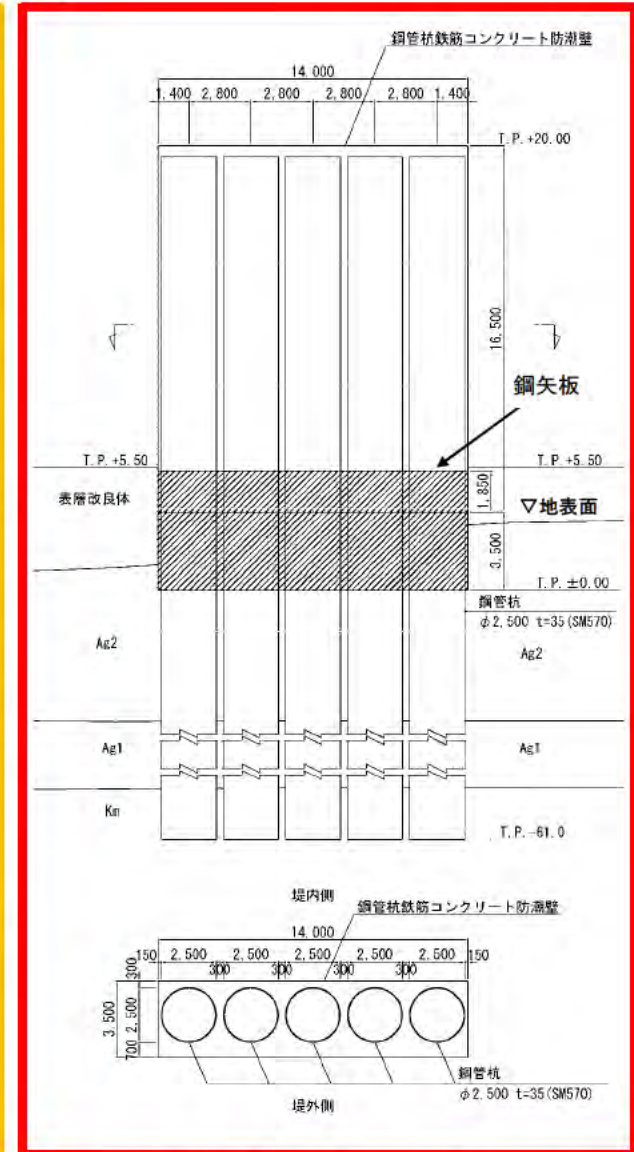
| | 杭径Φ2.0m | 杭径Φ2.5m |
|--------|--------------|--------------|
| 杭の間隔 | 2.3m | 2.8m |
| 防潮壁サイズ | 11.5m × 3.0m | 14.0m × 3.5m |
| 防潮堤天端 | T.P.+18.0m | T.P.+20.0m |



上部構造の配筋イメージ図

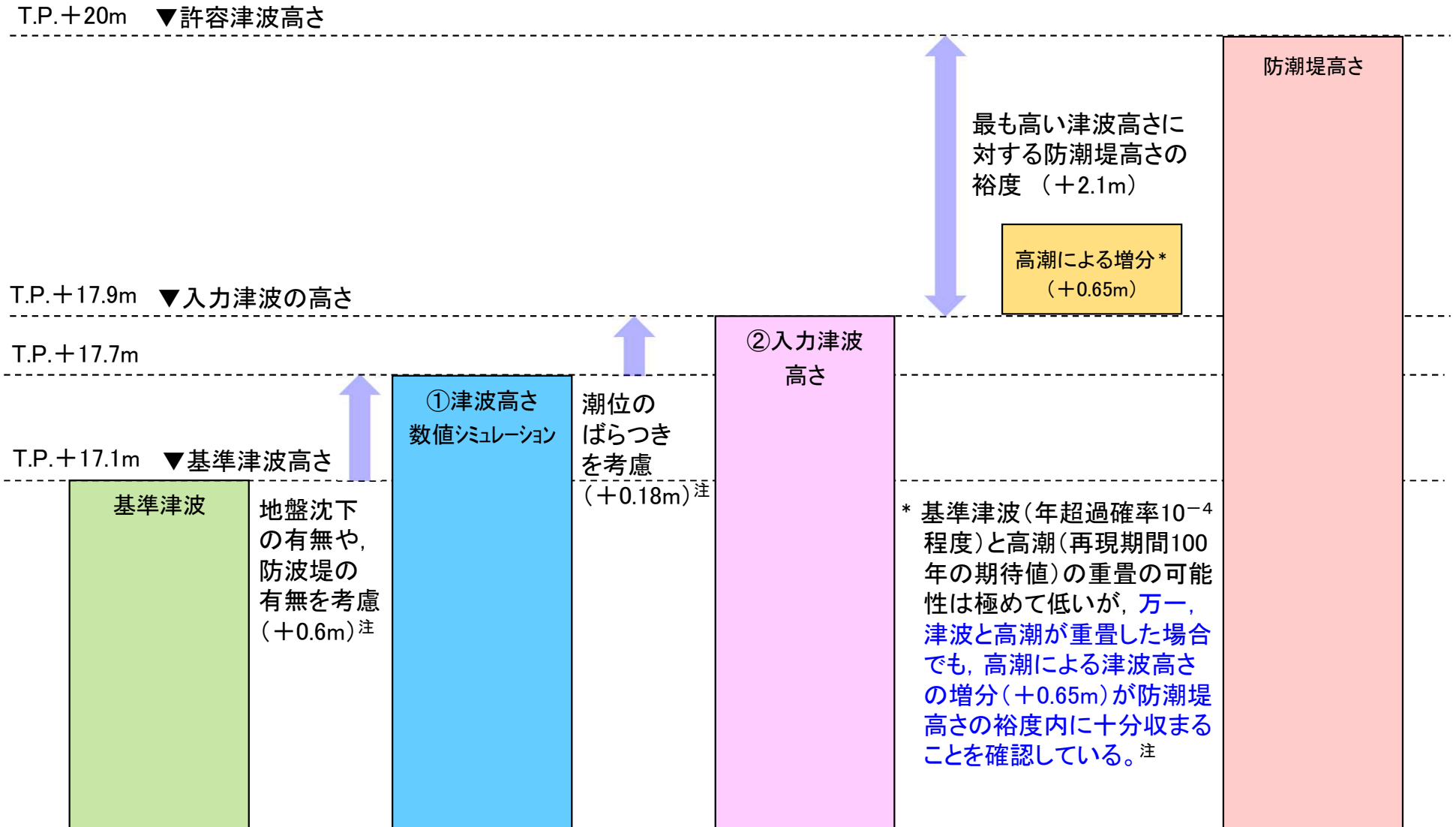


① 構造図(Φ2.0m区間)



② 構造図(Φ2.5m区間)

2. 基準津波に対する対策(11/25)



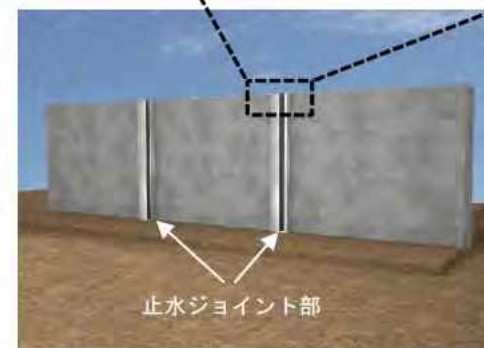
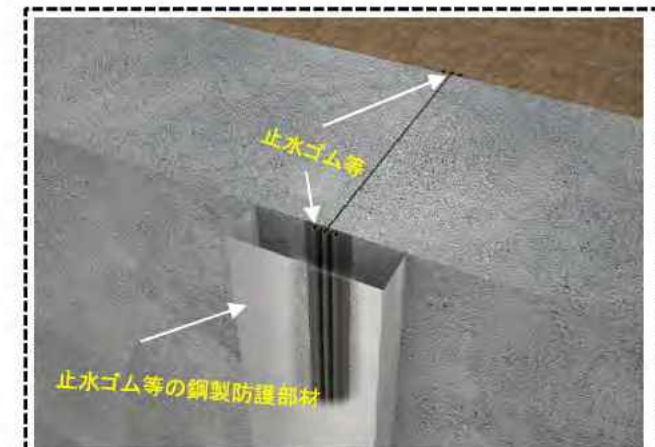
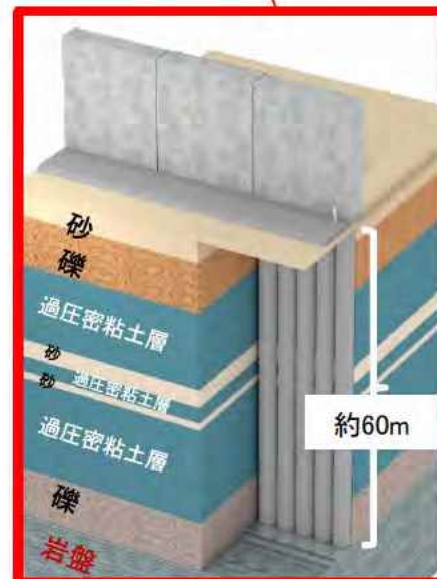
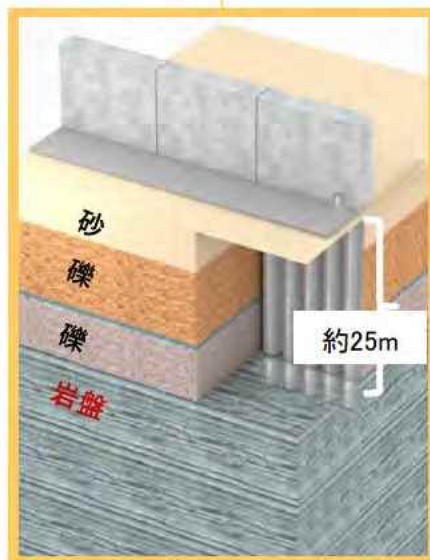
^注 詳細については補足説明資料参照

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)

2. 基準津波に対する対策(12/25)

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従し、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

2. 基準津波に対する対策(13/25)

・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

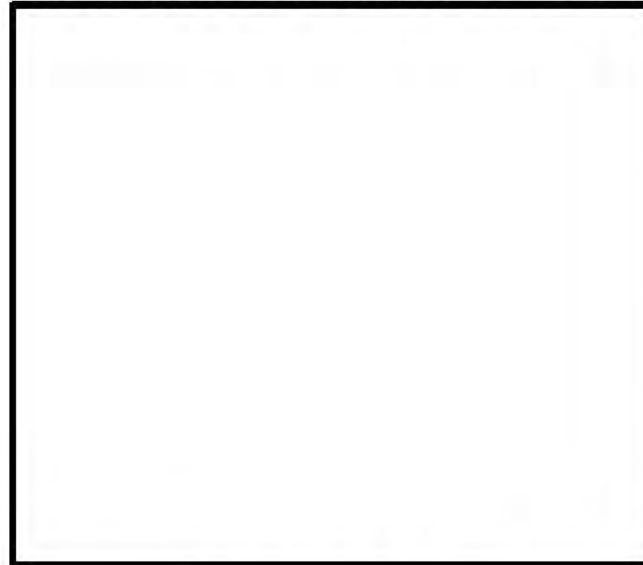
⇒基準津波(防潮堤前面T.P.+17.1m)の津波波力に加えて、敷地に遡上する津波(防潮堤前面T.P.+24m)の津波波力(浸水深の3倍相当)に対しても、概ね弾性範囲内に留まるよう設計する。

⇒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。

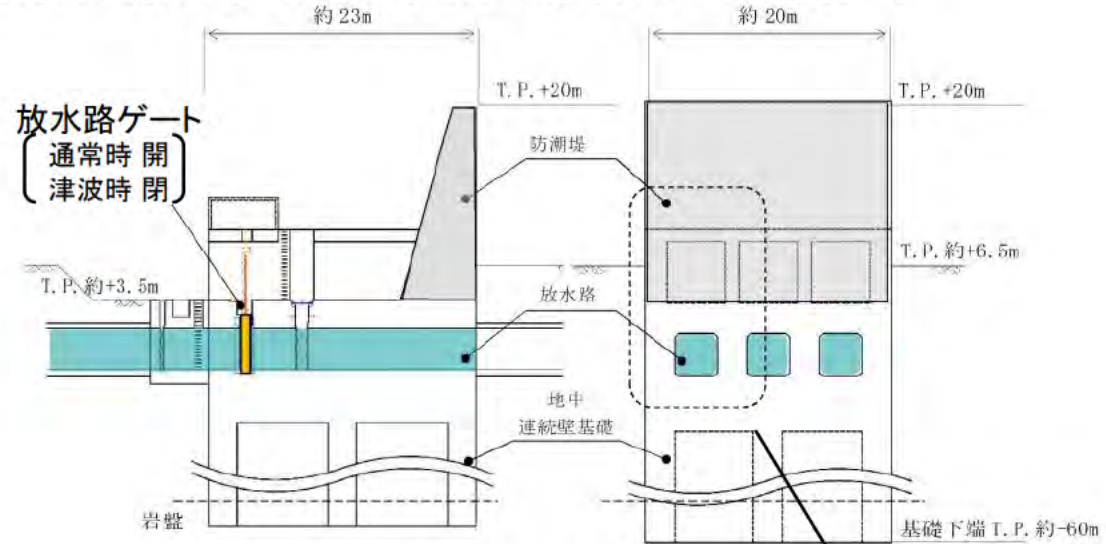
2. 基準津波に対する対策(14/25)

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する。



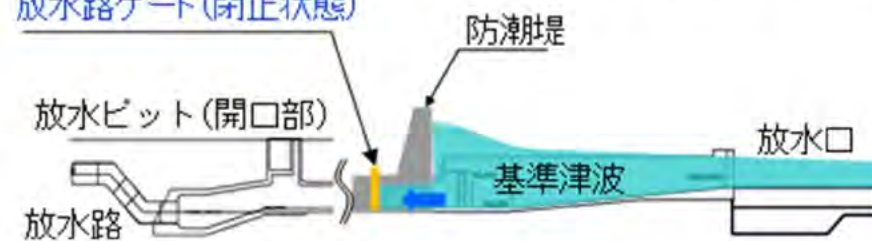
放水路ゲート設置エリア



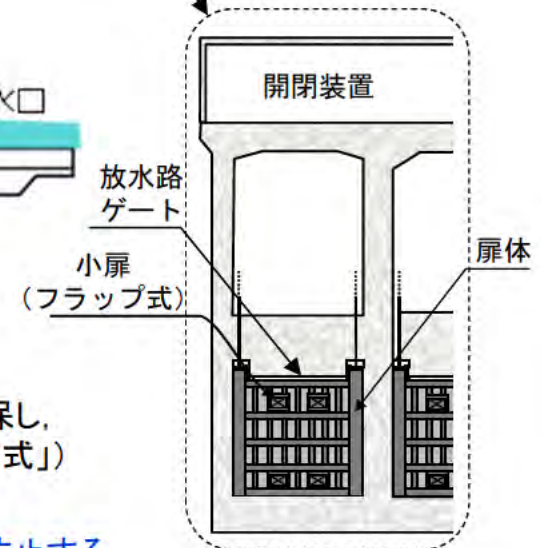
放水路ゲート概略構造図(閉止状態)

拡大図

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



●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、循環水ポンプが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閉止を防止する。

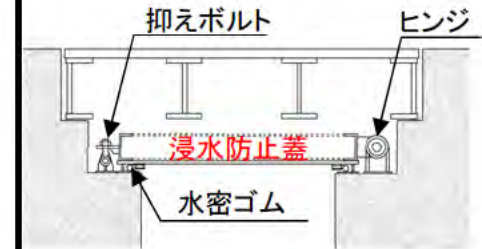
2. 基準津波に対する対策(15/25)

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

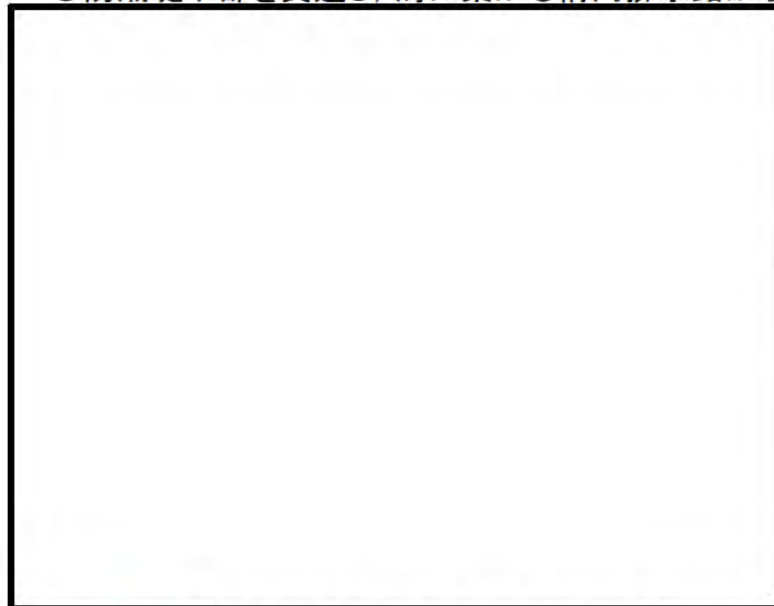


SA用海水ピット取水塔～緊急用海水ポンプピット断面図

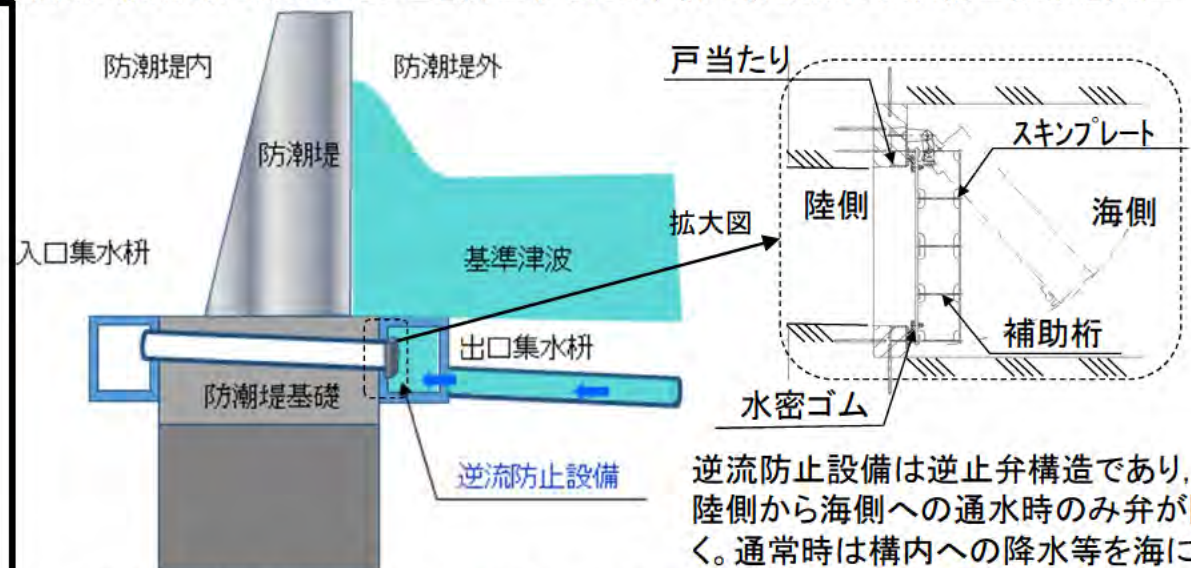
浸水防止蓋構造概要図

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



⊗: 構内排水路及び逆流防止設備(合計9個)



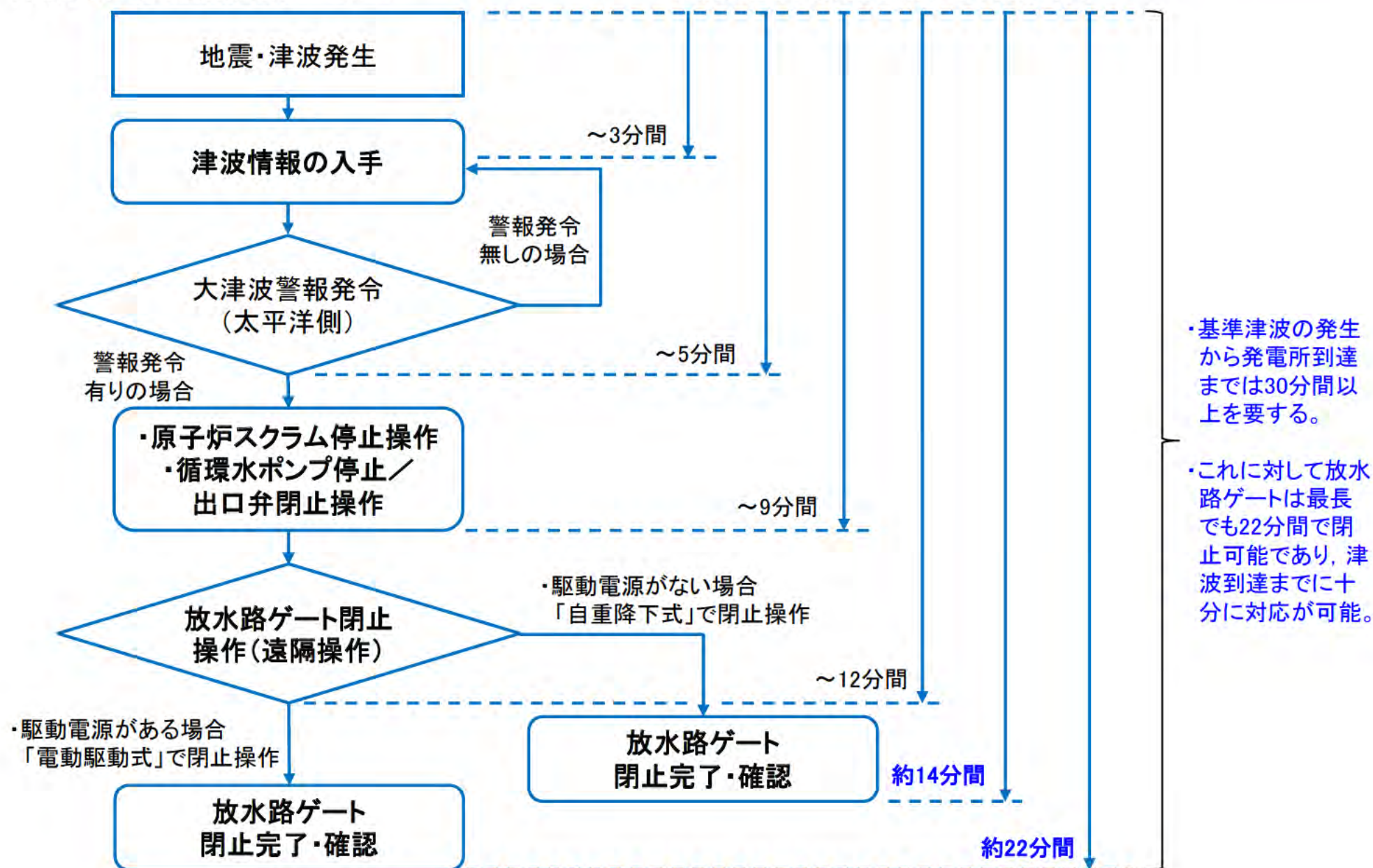
構内排水路からの流入防止対策イメージ
津波対策-112

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。

2. 基準津波に対する対策(16/25)

津波襲来時の運用対策について

津波発生から各対応操作までの累積時間



2. 基準津波に対する対策(17/25)

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ウンドレン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。

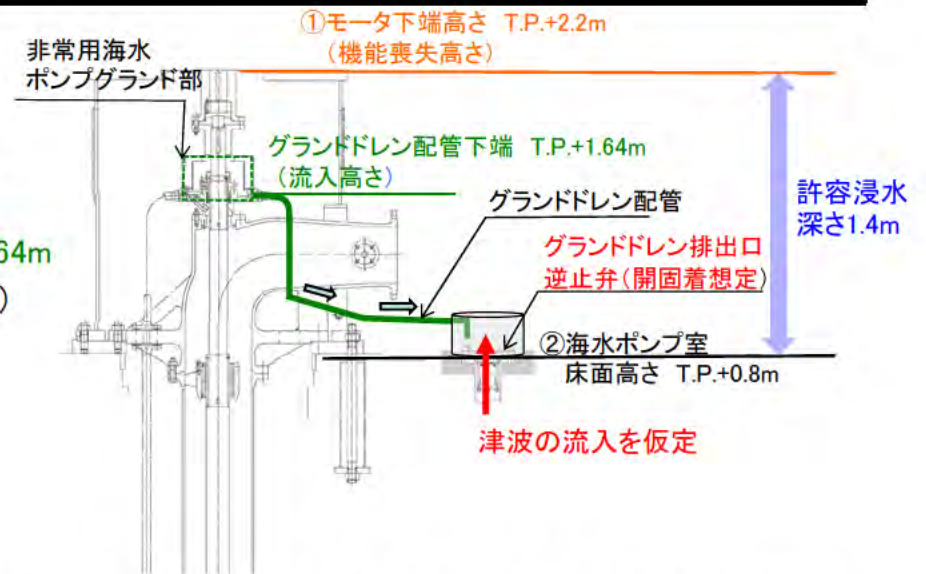


海水ポンプ室配置図(防水区画化範囲)

【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ウンドレン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 : グラウンドレン配管下端 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)
- ・グラウンドレン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36.5m², 南側94.6m²
- ・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



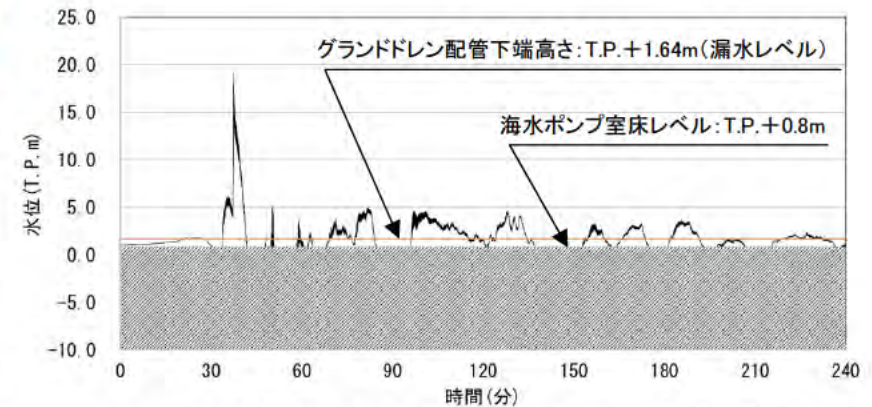
2. 基準津波に対する対策(18/25)

②外郭防護2:評価方法及び評価結果

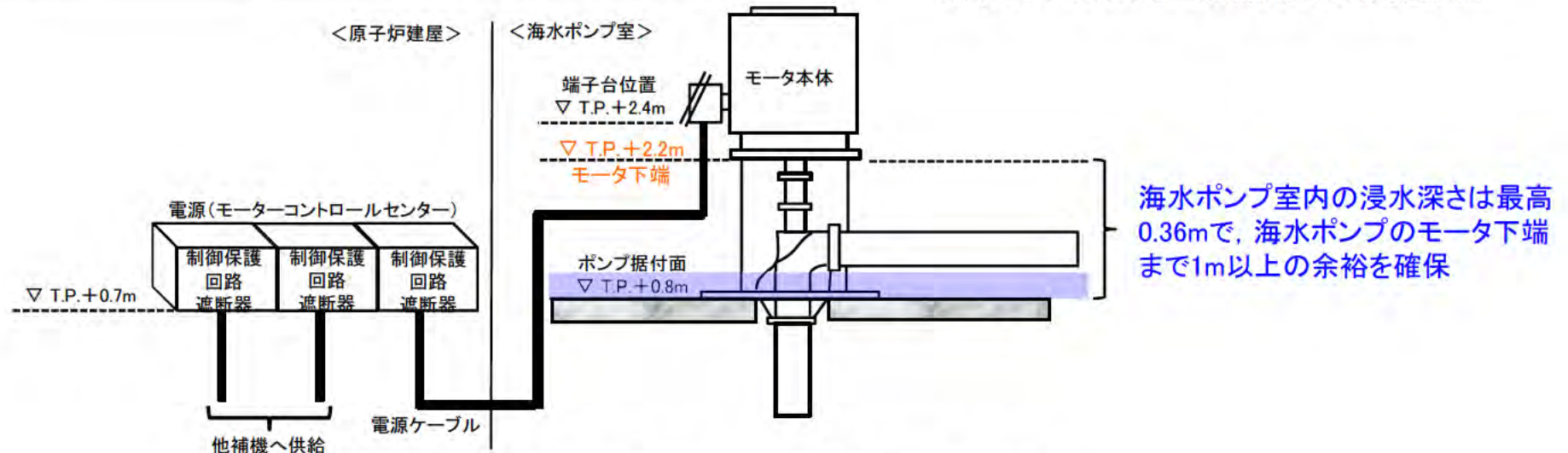
- ◆ 取水ピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形から、水位がグラウンド dren 配管下端レベルを上回る継続時間を保守的に設定した上で、海水ポンプ室への漏水量及び浸水高さを算出し、許容浸水高さと比較する。
- ◆ 海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁からの漏水量を評価した結果、海水ポンプ室内の浸水高さは40cm以下に留まり、海水ポンプの機能喪失高さに対して1m以上の十分な余裕があることを確認した。

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 ³ | 12.9m ³ |
| ②有効区画面積 | 36.5m ² | 94.6m ² |
| 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余裕(⑤-④) | 1.04m | 1.26m |
| 評価結果 | ○(機能喪失高さ未滿) | ○(機能喪失高さ未滿) |



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)

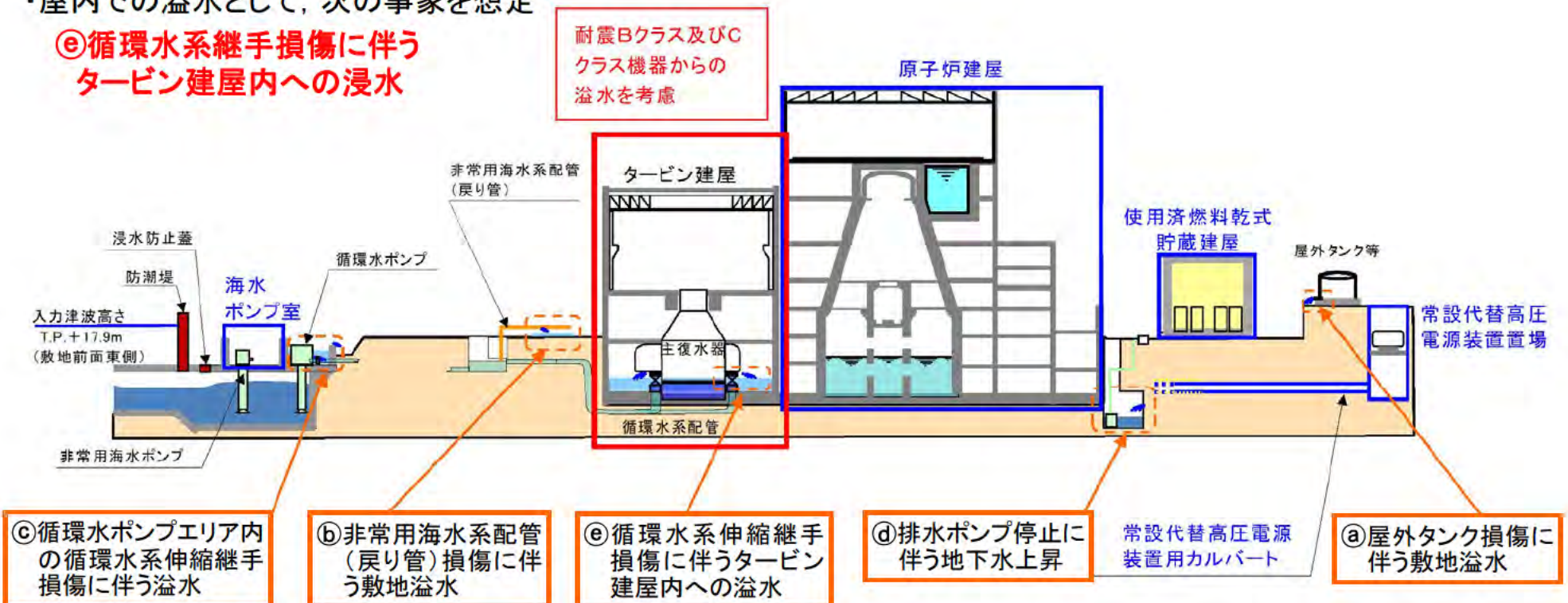
2. 基準津波に対する対策(19/25)

③内郭防護

内郭防護として、機器の損傷等を想定し、損傷箇所からの保有水の流出及び津波の流出による溢水の影響を評価した結果、原子炉建屋等への影響はなかった。

- ・地震により機器の損傷等が生じることを想定し、損傷箇所からの保有水の流出及び津波の流入による溢水量を評価し、原子炉建屋等への影響を確認
- ・屋外での溢水として、次の事象を想定
 - ①屋外タンク損傷に伴う敷地溢水
 - ②非常用海水系配管(戻り管)損傷に伴う敷地浸水
 - ③循環水ポンプエリア内の循環水系伸縮継手損傷に伴う浸水
 - ④排水ポンプ停止に伴う地下水上昇
- ・屋内での溢水として、次の事象を想定

⑤循環水系継手損傷に伴うタービン建屋内への浸水



2. 基準津波に対する対策(20/25)

屋外で敷地に浸水する溢水

①屋外タンク等の損傷に伴う敷地浸水

◆溢水量評価 その1(溢水浸水深評価)

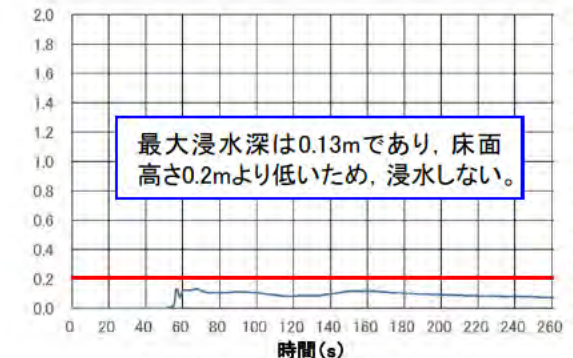
- ・屋外タンクの損傷により保有水が流出し、滞留する範囲を考慮して評価した結果、浸水深は約0.1m(以下)となった。
- ・T.P.+8mにおける原子炉建屋の床面高さは0.2m, 使用済燃料乾式貯蔵建屋の床面高さは0.3mであり、
本評価では屋外タンクの損傷に伴う溢水は流入しない。

滞留する範囲を考慮して評価した結果

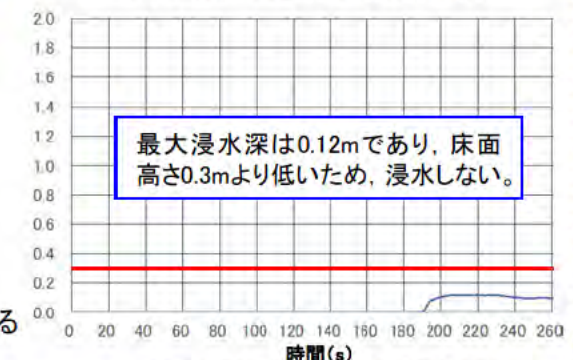
溢水源からの距離・面積に応じた浸水深

| 範囲 | 溢水源からの距離 | 評価浸水深 |
|----|----------|-------|
| ① | 50m | 1.61m |
| ② | 100m | 0.41m |
| ③ | 200m | 0.11m |

| 建屋 | 許容浸水深(床面の高さ) | 敷地浸水深 | 評価結果 |
|-------------|--------------|--------|------|
| 原子炉建屋 | 0.2m | 約0.1m | 影響なし |
| 使用済燃料乾式貯蔵建屋 | 0.3m | 0.1m以下 | 影響なし |



①原子炉建屋(機器搬入口前)



②使用済燃料乾式貯蔵建屋

◆溢水量評価その2(溢水伝搬挙動解析)

- ・屋外タンクが損傷して保有水(4500m³)が流出した時の溢水伝搬挙動解析を実施し、原子炉建屋の機器搬入口及び使用済燃料乾式貯蔵建屋の機器搬入口の浸水水位を評価
- ・原子炉建屋の機器搬入口の浸水水位は、床面高さ0.2mより低く、浸水しないため、**防護対象区画への影響はなし**
- ・使用済燃料乾式貯蔵建屋の機器搬入口の浸水水位は、床面高さ0.3mより低く、浸水しないため、**防護対象施設への影響はなし**

⇒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

評価箇所

評価箇所における浸水深

2. 基準津波に対する対策(21/25)

屋外で敷地に浸水する溢水

⑥非常用海水系配管(戻り管)損傷に伴う敷地浸水

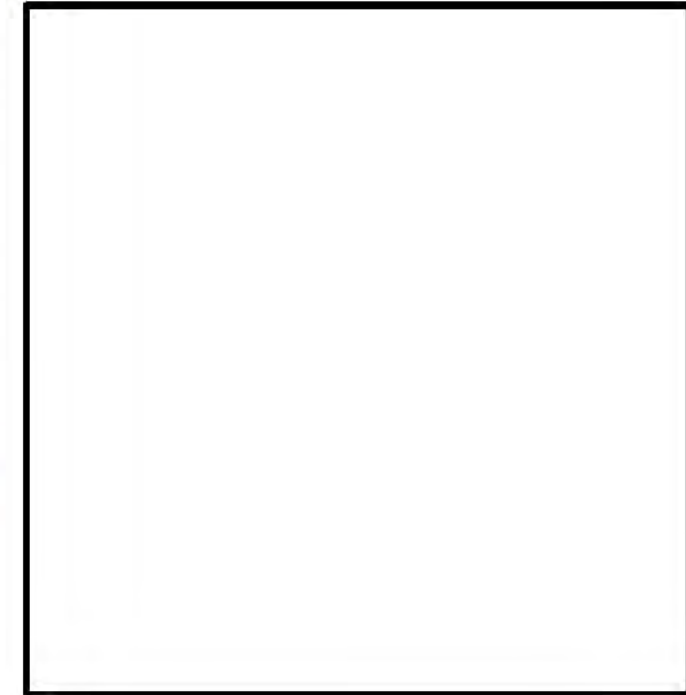
◆溢水影響評価

○非常用海水系配管(戻り管)の損傷部からの非常用海水ポンプの運転に伴う溢水と津波の流入に伴う溢水を考慮して、原子炉建屋及び使用済燃料貯蔵建屋への影響を評価

- ・非常用海水ポンプの運転継続を想定し、ポンプ全7台運転に伴う流量約4321m³/hが流出することを考慮する。
- ・津波の襲来までに放水路ゲートの閉止が可能であることから、放水路を逆流した敷地内への津波の流入は考慮しない。
- ・損傷部から流出した溢水は、敷地に広がるものとして評価する。

○評価の結果→原子炉建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋回りの浸水深は0.2m以下となり、床面高さより低いため浸水しない。

⇒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



非常用海水系配管(戻り管)設置箇所

2. 基準津波に対する対策(22/25)

(1) 屋外の区画内での溢水

㉔ 循環水ポンプエリア内での循環水系伸縮継手損傷に伴う浸水

◆ 溢水量評価

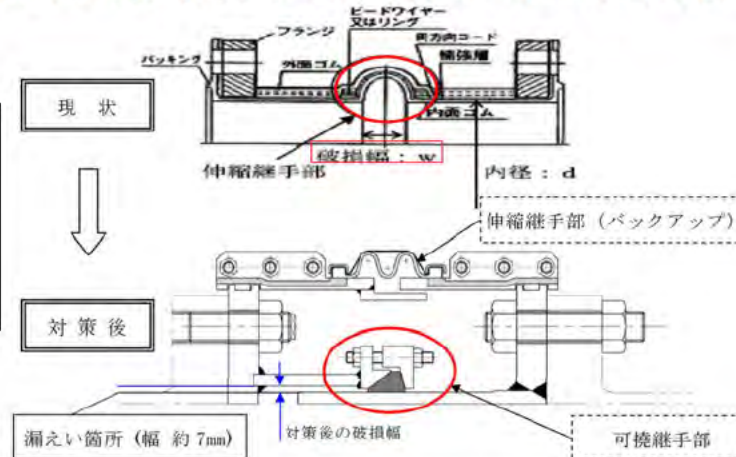
- ・ 損傷部からの海水の流入を考慮※1

※1 漏洩検知器により損傷部からの溢水を検知し、循環水ポンプを停止して出口弁を閉止するインターロックを設ける。このため、**地震発生からポンプ停止及び出口弁閉止まで(5分間)の間の損傷部から流入する溢水量を考慮する。**

なお、インターロックにより、津波が襲来(約37分後)するまでにポンプ停止及び弁閉止が可能なため、津波の流入を考慮する必要はない。

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※2

※2 流出箇所(損傷箇所)の面積が1/10以下となるので、溢水量を大幅に低減できる。

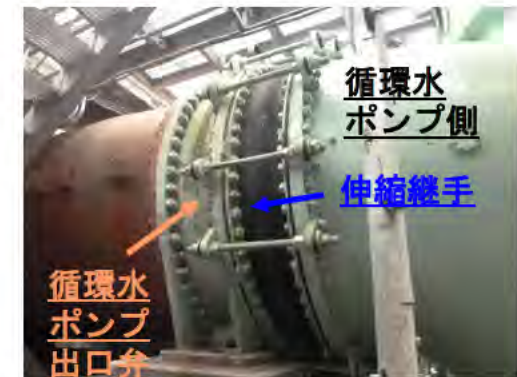


溢水量 約515m³

≦

循環水ポンプエリア内に貯留可能な容量 約645m³

⇒これらの対策により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



変更前(現状)

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

㉕ 排水ポンプ停止に伴う地下水位上昇

◆ 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しない。

浸水水位 T.P.+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。**

2. 基準津波に対する対策(23/25)

(2) 屋内での溢水

◎循環水系伸縮継手損傷に伴うタービン建屋内への浸水

◆溢水量評価

- ・ 損傷部からの保有水及び津波の流入(※)と耐震B, Cクラス機器の破損による溢水を考慮
- ・ 溢水量が, タービン建屋の地下部に貯留可能な容量以下となることを確認

※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。ポンプ停止及び弁閉止まで(5分間)の流入量を浸水量評価により算定。また, 漏洩を検知した際のインターロックにより, 津波が襲来するまでにポンプ停止及び弁閉止が可能なため, 津波は流入しない。

地震起因による溢水量

| 項 目 | | 溢水量(m ³) |
|--------------------|---|----------------------|
| 循環水系配管伸縮継手部の損傷箇所 | 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14,723 |
| | 津波の流入量 | 0 |
| 耐震B, Cクラス機器の保有水量 | | 約8,610 |
| 屋外タンク等の損傷による溢水の流入量 | | 約101 |
| 合 計 | | 約23,434 |

≤

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 ³) |
|----------------------|-----------------------|
| 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 |

* 溢水を貯留できる空間の大部分は地下部であり, 溢水の滞留に対して貯留できる機能を保持できる。

⇒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23,434m³(地震起因による溢水量) < 約26,699m³(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

2. 基準津波に対する対策(24/25)

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低下に対し、非常用海水ポンプ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. -4.9m (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の評価水位 : T.P. -6.0m (取水ピットの下降側水位T.P. -5.64mに潮位のぼらつきを考慮)
- 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

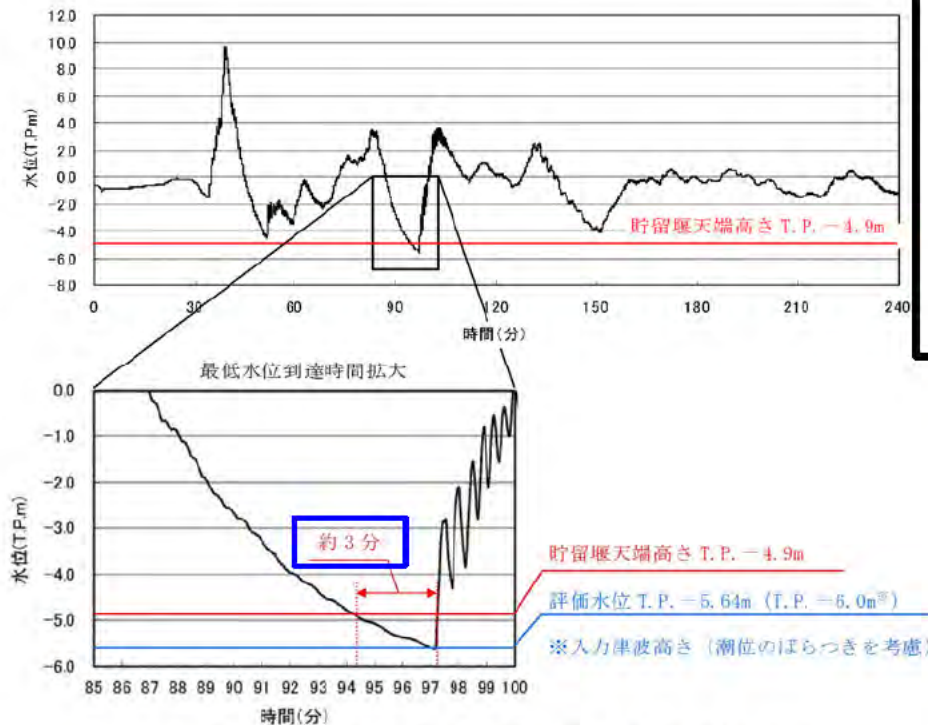


図1 取水ピットの引き波の時刻歴波形と継続時間



■ : 有効貯留容量(約2,370m³)

貯留堰天端高さと非常用海水ポンプの取水可能水位の間の水量が、引き波で海面が貯留堰の天端高さを下回っている間に非常用海水ポンプが取水できる水量となる。

図2 取水口～取水ピット断面図と貯留堰の有効貯留容量

● 有効貯留容量(約2,370m³) > 非常用海水ポンプ全7台の30分間の取水容量(約2,162m³)

⇒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(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貯留容量を確保していることから(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。

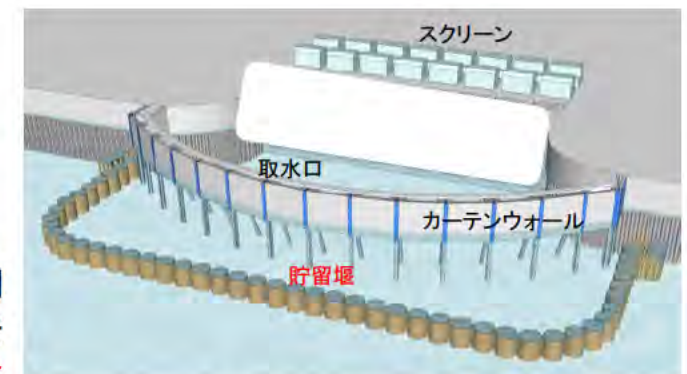


図3 貯留堰の設置イメージ

2. 基準津波に対する対策(25/25)

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



●:津波・構内監視カメラ

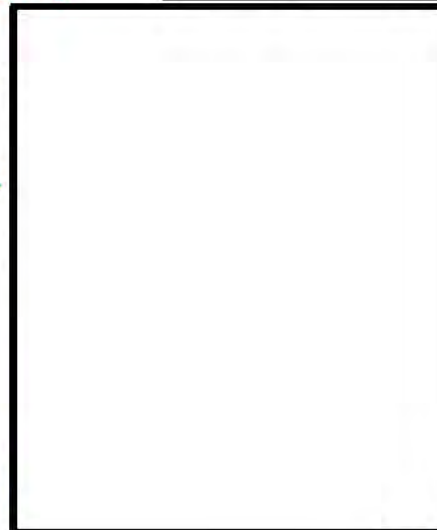
津波・構内監視カメラ配置図

<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。

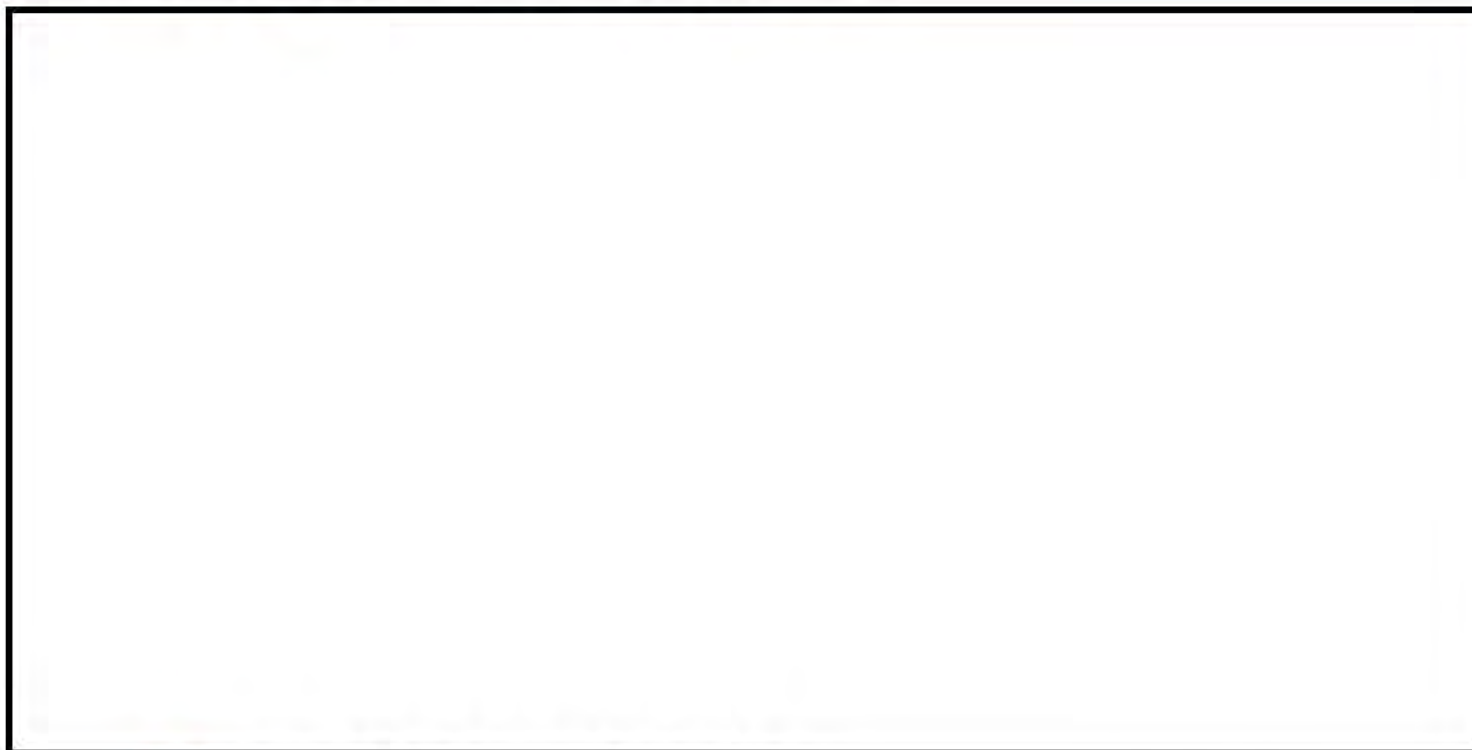
| 項目 | 基本仕様 |
|--------|------------------|
| 名称 | 津波・構内監視カメラ |
| 耐震クラス | S |
| 設置場所 | 原子炉建屋屋上 防潮堤上部 |
| 監視場所 | 中央制御室 緊急時対策所 |
| 個数 | 7 |
| 夜間監視手段 | 赤外線 |
| 遠隔操作 | 可能(上下左右) |
| 電源 | 所内常設直流電源 |

| 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 |



海水ポンプエリア周辺拡大図

3. 敷地に遡上する津波に対する対策(1/9)



□ : 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

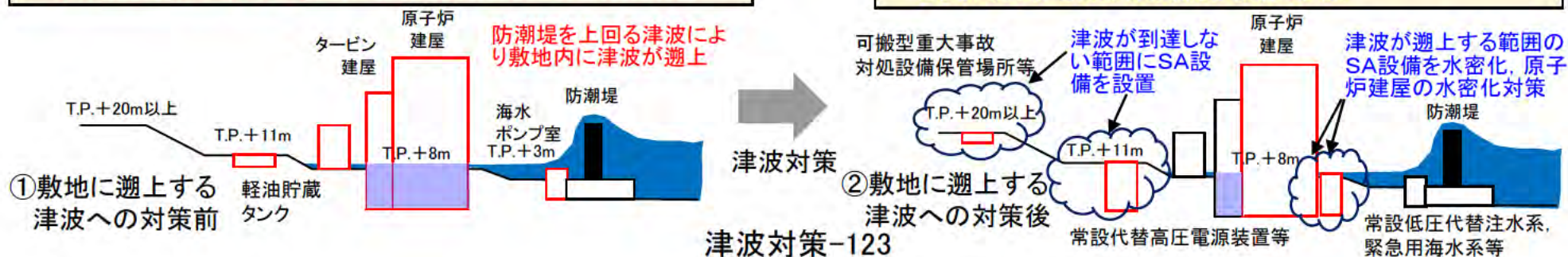
東海第二発電所 敷地に遡上する津波に対する防護対象施設と津波流入箇所

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)

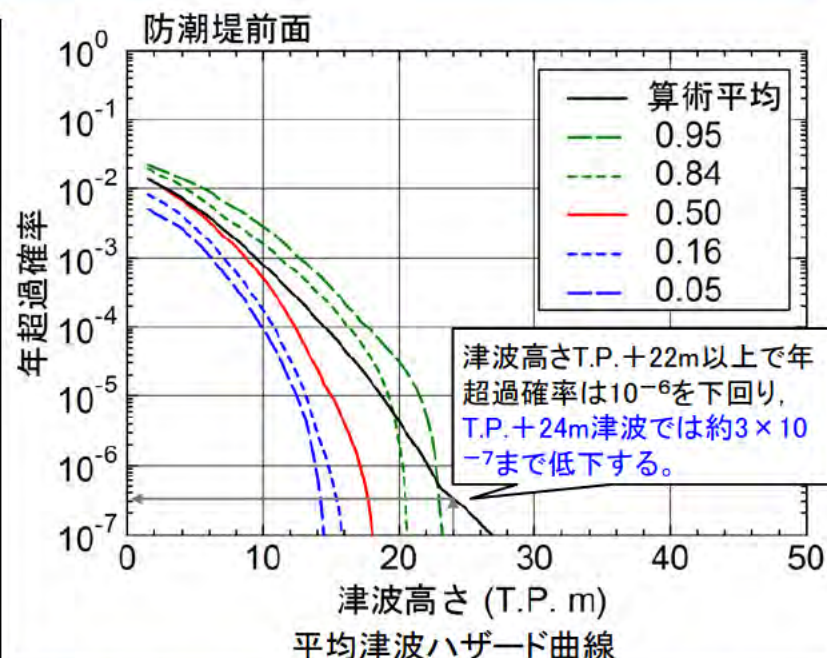
⇒非常用海水ポンプの冠水による機能喪失, 原子炉建屋内への浸水による
複数機器の機能喪失等が発生し, 炉心損傷等の発生の恐れがある。

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。

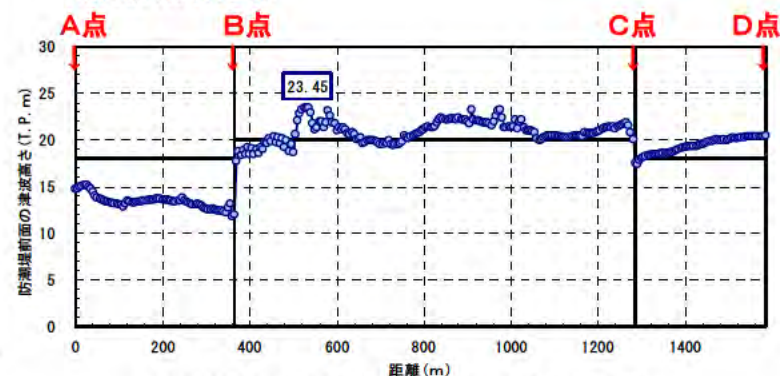


3. 敷地に遡上する津波に対する対策(2/9)



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



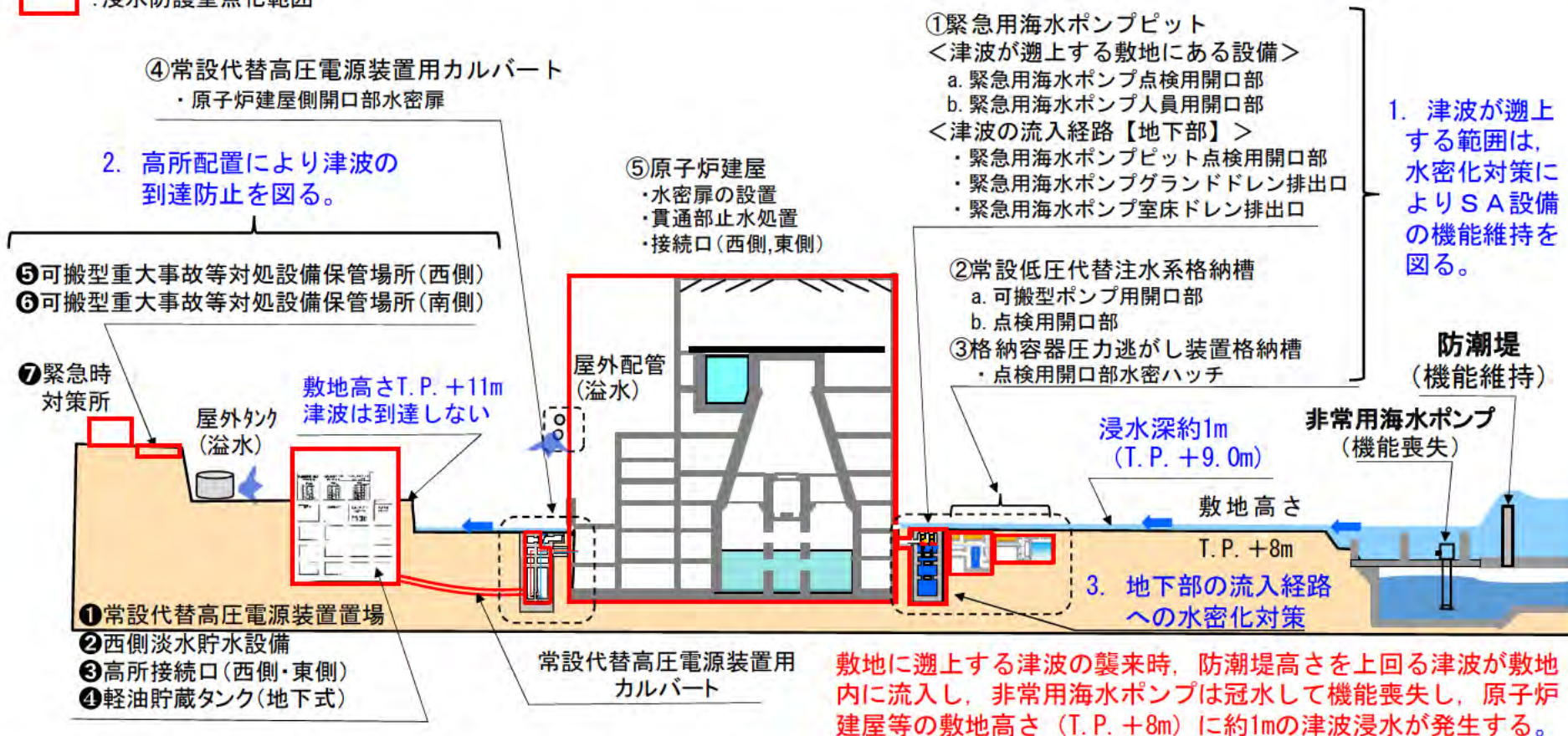
防潮堤前面における敷地遡上津波の高さ

※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

敷地に遡上する津波による敷地の最大浸水深分布

3. 敷地に遡上する津波に対する対策(3/9)

: 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。

3. 敷地に遡上する津波に対する対策(5/9)

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

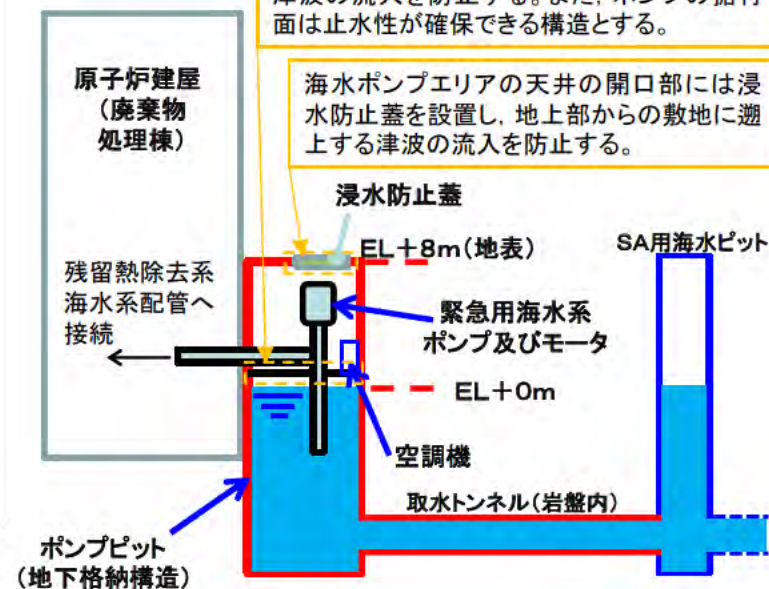
- ・ポンプピット(緊急用海水系ポンプを含む)を建屋近傍に設置
- ・ポンプピットは、SA用海水ピットと取水トンネル(岩盤内設置)により接続し、海水を供給

<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

海水ポンプエリアの床の開口部には、浸水防止蓋及び逆止弁を設置し、ポンプピットからの津波の流入を防止する。また、ポンプの据付面は止水性が確保できる構造とする。

海水ポンプエリアの天井の開口部には浸水防止蓋を設置し、地上部からの敷地に遡上する津波の流入を防止する。



3. 敷地に遡上する津波に対する対策(6/9)

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

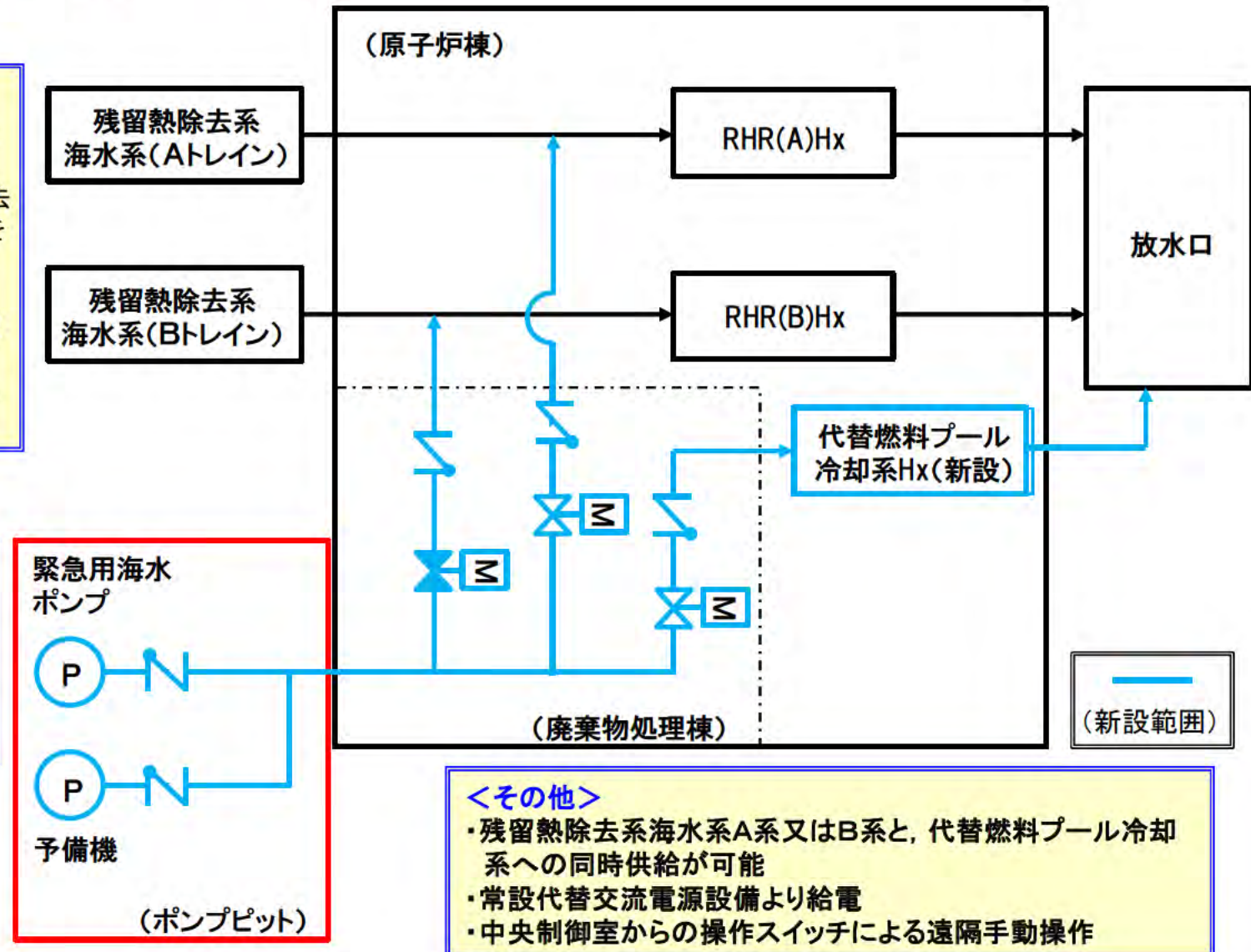
【緊急用海水系の機能】

<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



<その他>

- ・残留熱除去系海水系A系又はB系と、代替燃料プール冷却系への同時供給が可能
- ・常設代替交流電源設備より給電
- ・中央制御室からの操作スイッチによる遠隔手動操作

3. 敷地に遡上する津波に対する対策(7/9)

②可搬型重大事故等対処設備による対応

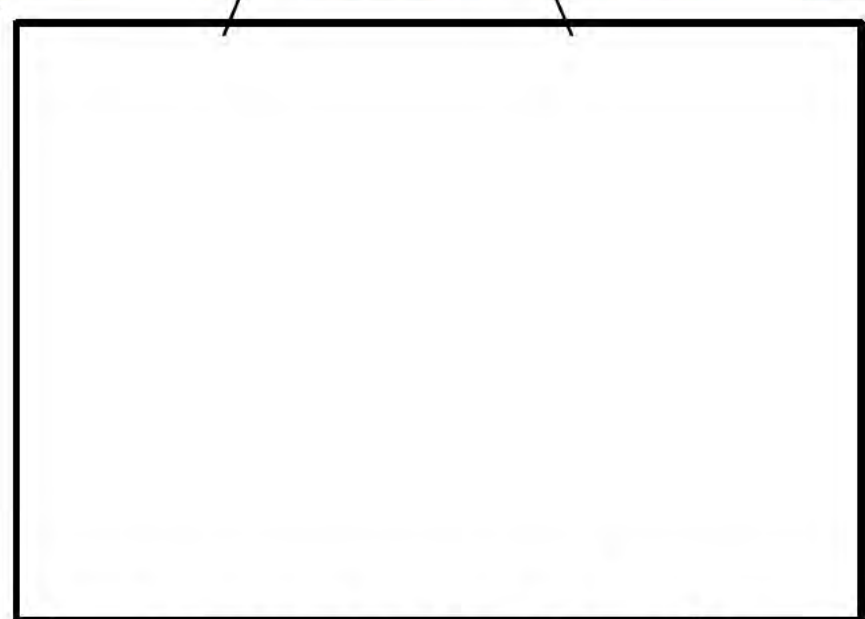
- 敷地に遡上する津波の影響を受けない常設代替高圧電源装置置場(T.P.+11m)の地下に西側淡水貯水設備を設置し、またT.P.+11mの高さの高所接続口を東西に複数設置
- 可搬型重大事故等対処設備(可搬型代替注水中型ポンプ)を用いて、西側淡水貯水設備の水を汲み上げ高所接続口から地下トンネル内に敷設する注水配管を經由し原子炉等に注水することで、津波の影響を受けない高所にて対応作業が可能

| 【凡例】 | |
|---------------|----------------------|
| — アクセスルート | T.P.+3.0m~T.P.+8.0m |
| 自主整備ルート | T.P.+8.0m~T.P.+11.0m |
| | T.P.+11.0m 以上 |

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經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

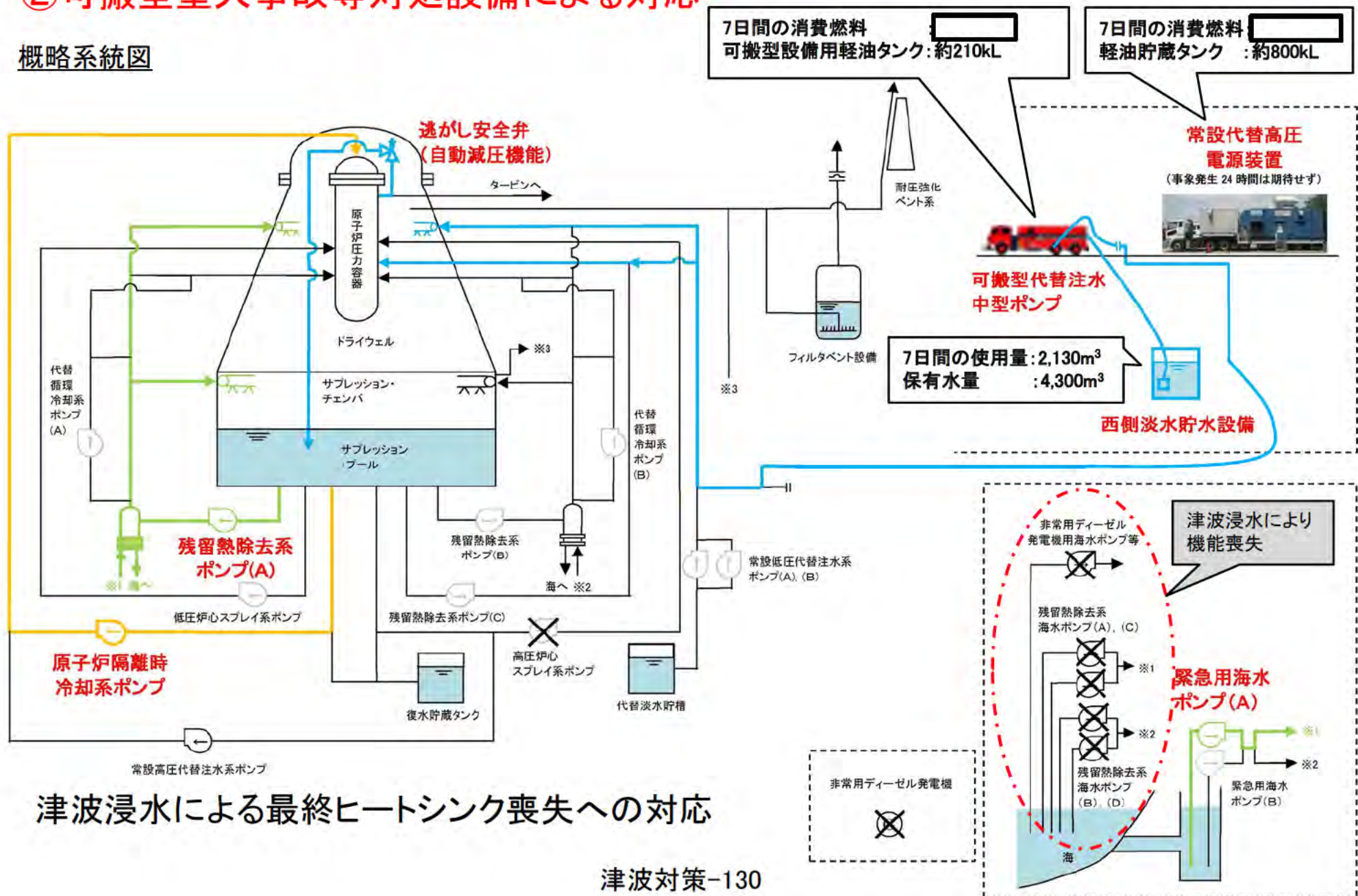
* 常設代替高圧電源装置置場の地上部は、壁面及び水密扉により囲まれているため、直ちに被水することはない。

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

3. 敷地に遡上する津波に対する対策(8/9)

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

●2011年東北地方太平洋沖地震での津波の浸水を上回るような基準津波を設定し、基準津波を超える高さで防潮堤を設置することで、東海第二発電所を津波から防護する。

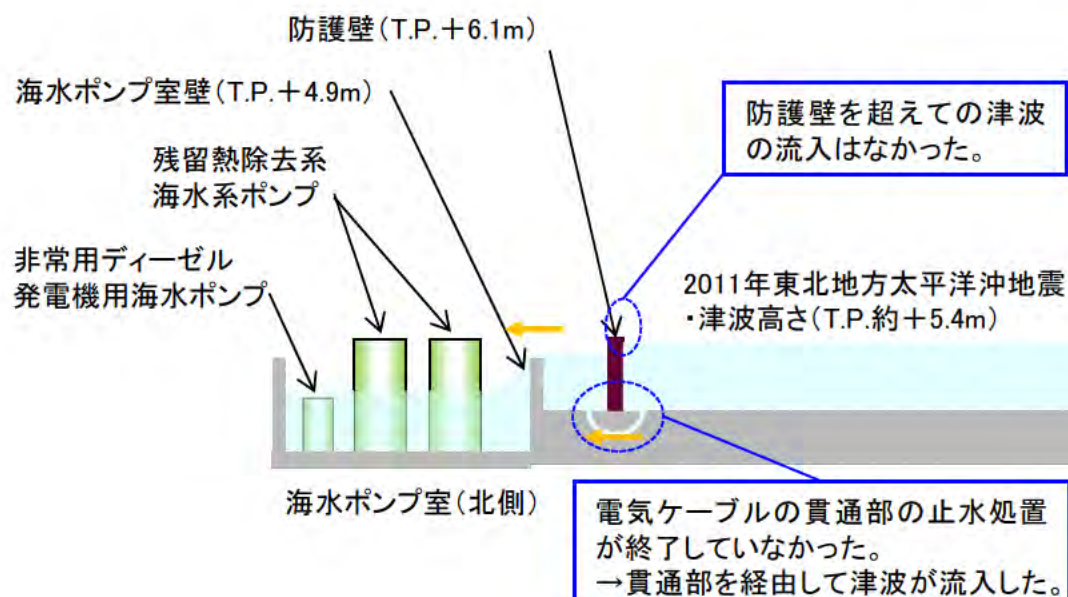
・2011年東北地方太平洋沖地震時には、安全系の海水ポンプが設置される海水ポンプ室廻りで
T.P.約+5.4mの津波の浸水があった。

・このとき、海水ポンプ室の脇には、津波の浸水高さ(T.P.約+5.4m)を超える
防護壁(T.P.+6.1m)が設置されていたため、防護壁を超えての津波の流入を防止できた。

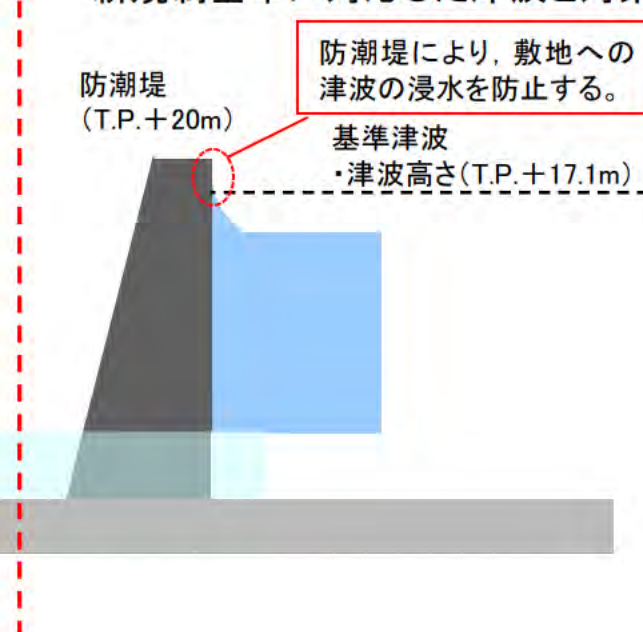
・しかし、海水ポンプ室(北側)は、電気ケーブルの貫通部の止水処置が終了していなかったため、この貫通部から津波が流入し、非常用ディーゼル発電機用海水ポンプの電動機が冠水して停止した。

・新規制基準への対応として、基準津波としてT.P.+17.1mの津波を設定し、T.P.+20mの防潮堤を設置して敷地への津波の流入を防止し、津波から防護する。

2011年東北地方太平洋沖地震時の状況



新規制基準に対応した津波と対策



4. 耐津波設計 まとめ

○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。

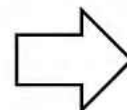
耐津波設計 補足説明資料



| | |
|--|-----|
| 1. 防潮堤の設置ルート変更 | 135 |
| 2. 防波堤の有無が基準津波に与える影響 | 150 |
| 3. 入力津波の設定 | 155 |
| 4. 港湾内の局所的な海面の励起 | 160 |
| 5. 基準津波に対する対策 | 161 |
| 6. 敷地に遡上する津波に対する対策 | 168 |
| 7. 貯留堰の概要 | 172 |
| 8. 構内排水路の概要 | 176 |
| 9. 漂流物の評価 | 180 |
| 10.内郭防護及び溢水影響評価 | 209 |
| 11.防潮堤等の具体的な構造や設計情報, 耐津波強度に係る評価及びその他の設計上の考慮 | 221 |
| 12.津波襲来時の作業員の対応と避難との関係 | 243 |
| 13.津波の襲来情報等を得るための潮位計及びその運用 | 247 |
| 14.津波PRA | 251 |
| 15.多重防護の観点での津波対策 | 253 |
| 16.電源設備の設置場所・位置的分散及び多様性 | 258 |
| 17.敷地に遡上する大規模な津波等を考慮した可搬型重大事故等対処設備の位置的分散の考え方 及び外部機関との連携 | 259 |
| 18.敷地に遡上する津波や他の自然災害発生時におけるアクセスルートの確認方法 | 266 |
| 19.防潮堤を越えて敷地に遡上する津波の敷地内滞留時間等及び敷地内作業の成立性 | 269 |
| 20.津波防護施設の耐震設計方針及び液状化対策における余震等の考慮 | 273 |

1. 防潮堤の設置ルート変更(ルート図)

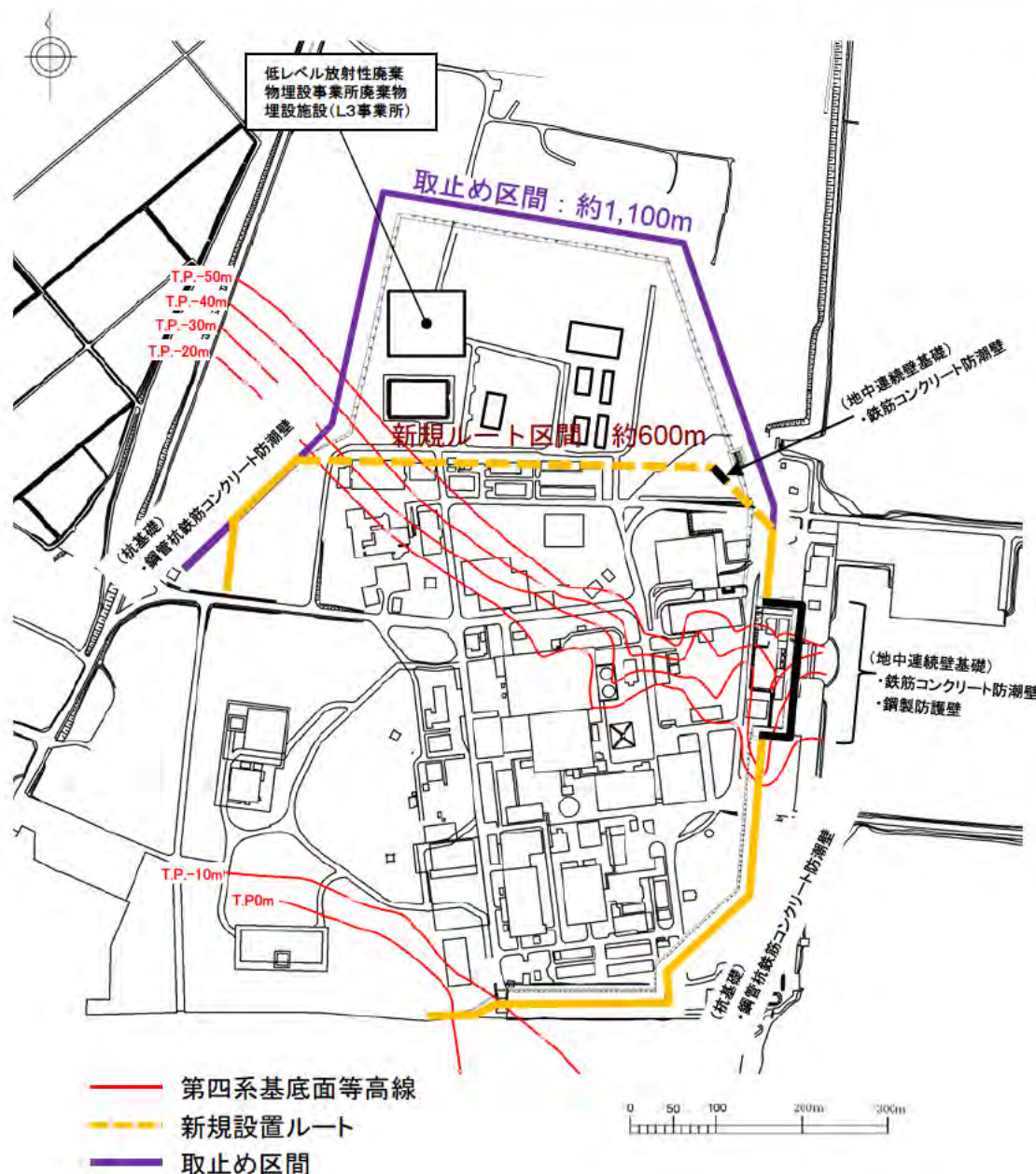
防潮堤の設置ルートの見直しを実施した。変更前後を以下に示す。



<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 >

1. 防潮堤の設置ルート変更(変更理由)



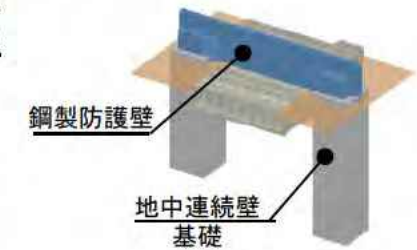
【変更理由】

- 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变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。

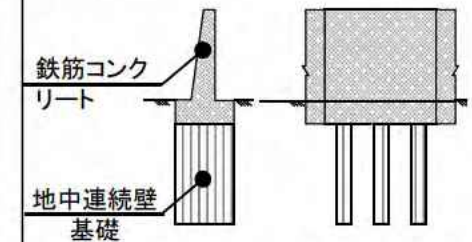
1. 防潮堤の設置ルート変更(防潮堤構造)

- 敷地北側の防潮堤ルートを下図のとおり変更した(全長 約2.2km → 約1.7km)。
 - 防潮堤は、地震時における地盤の変形や津波による洗堀などに対して、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が敷地北側に設置する「低レベル放射性廃棄物埋設事業所廃棄物処理施設(L3 事業所)」及び他事業者施設の地下水流況に影響を及ぼす可能性等を考慮して、岩着支持杭形式への構造変更とあわせて、防潮堤のルートの一部変更した。
 - また、当初は岩着させない摩擦杭での構造成立性を確認していたが、豊浦標準砂による周辺地盤の強制的な液状化を考慮した評価を行うこととなったため、杭を岩着させ、より安全性を高める構造に変更した。
 - ルート変更に伴う津波防護への影響はない。

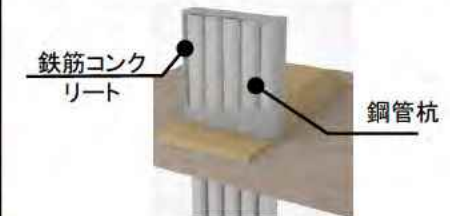
①鋼製防護壁



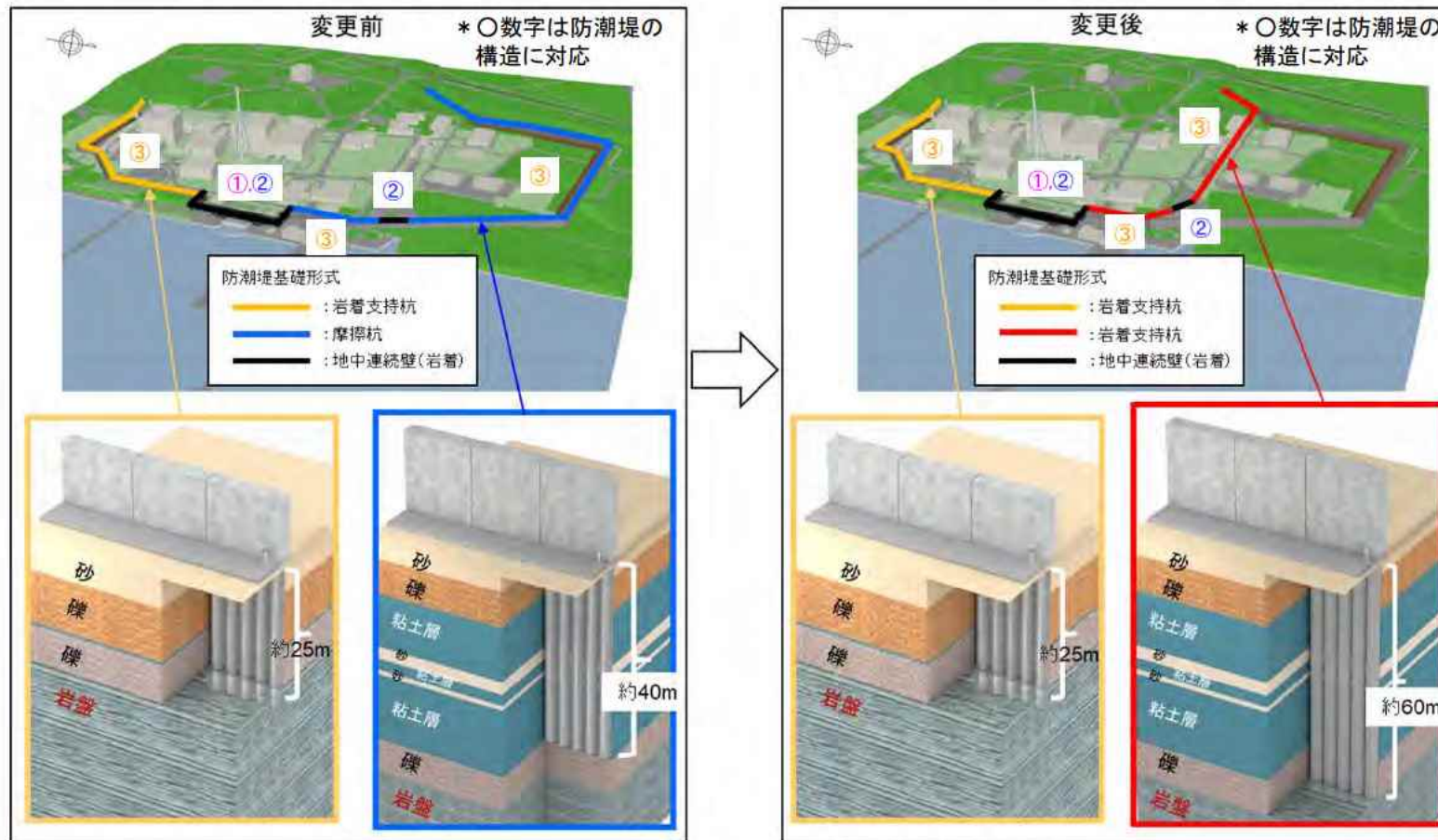
②鉄筋コンクリート防潮壁



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



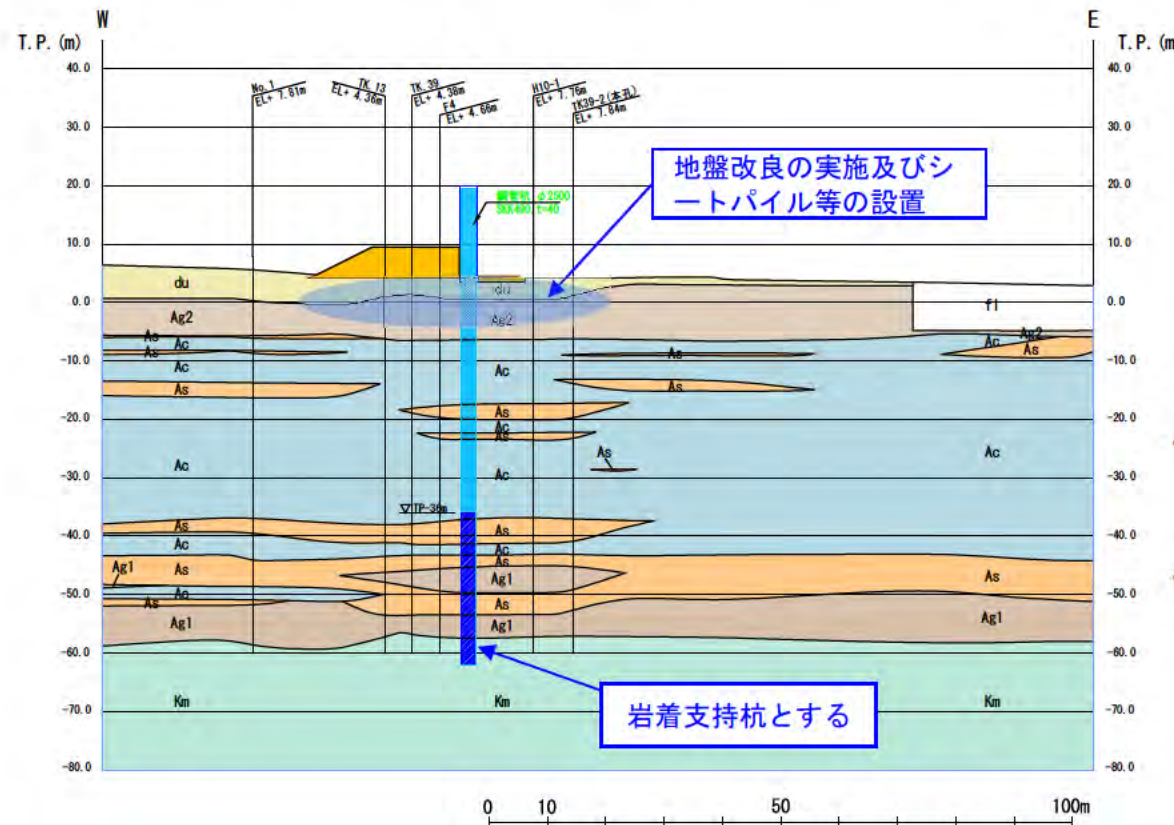
1. 防潮堤の設置ルート変更（杭構造形式の変更（摩擦杭から岩着支持杭への変更））

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

| 地質時代 | 地質区分 | 記号 | 岩相 | 備考 |
|------------------|-------------|-------|------|----------------------------|
| 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 | 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 | |
| 四 紀 新 世 | 低位段丘 堆積層 | D2e-3 | シルト | 敷地南部に埋没段丘として分布する。 |
| | | D2e-2 | 砂 | |
| | | D2e-1 | 砂礫 | |
| | 中位段丘 堆積層 | la | ローム | 敷地の南西部に分布し、いわゆる埋没段丘層を構成する。 |
| | | D1e-1 | シルト | |
| | | D1e-1 | 砂礫 | |
| 第三紀新新世 | 久米層 | Km | 砂質花崗 | 敷地の基盤面である。 |

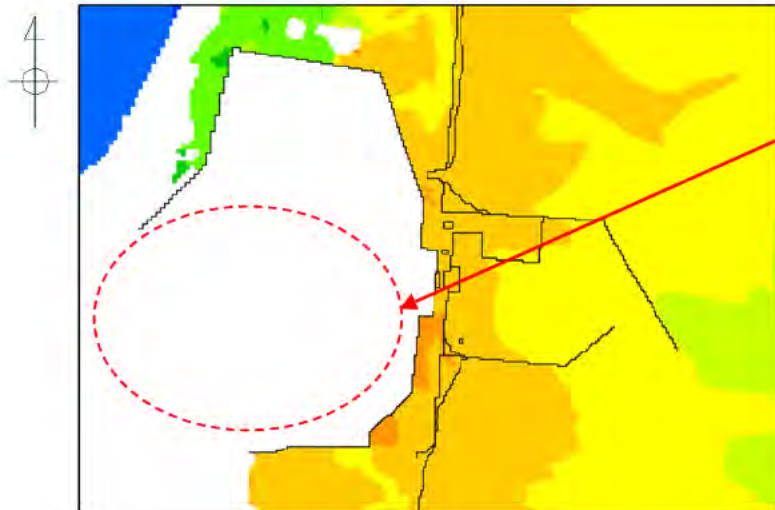
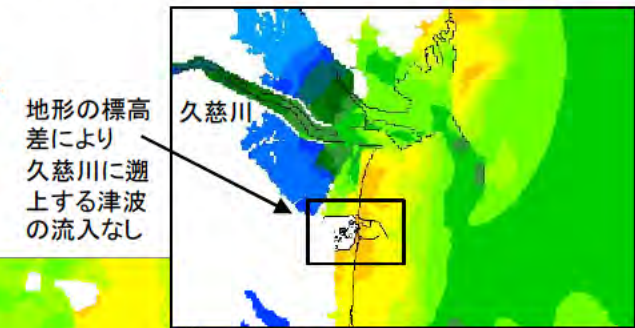
【変更理由】

- 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。

1. 防潮堤の設置ルート変更（津波の浸水域の比較）

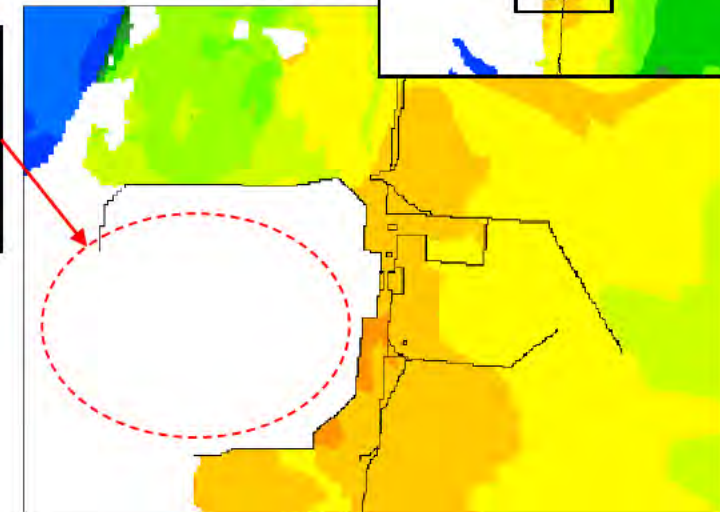
● 防潮堤ルート変更に伴う津波高さへの影響はなく、防潮堤高さ及び津波防護対象施設への影響はない。

- ・ 防潮堤ルート変更後は、各区画とも津波高さが同じか低くなる傾向
- ・ 変更の前後とも、防潮堤高さは津波高さを上回り、防潮堤内側への浸水を防止
- ・ 変更の前後とも、津波防護対象施設が設置される箇所には、津波は到達せず



(防潮堤ルート変更前)

ルート変更に関わらず津波防護対象施設を設置する箇所は防潮堤により防護され、津波は到達しない。



(防潮堤ルート変更後)

津波遡上の解析結果



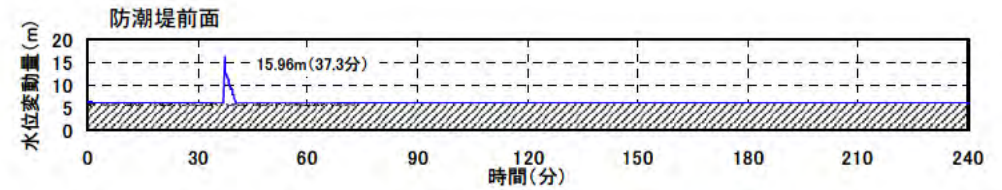
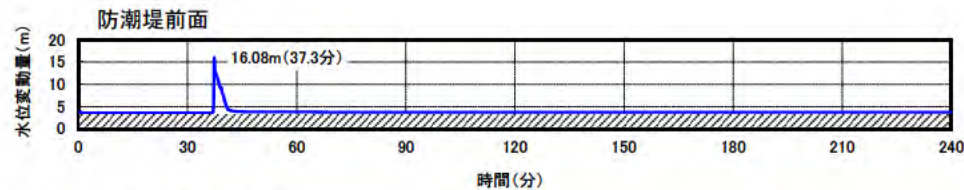
| 防潮堤の区画 | 各区画での最大津波高さ (防潮堤ルート変更前) | 各区画での最大津波高さ (防潮堤ルート変更後) | 入力津波高さ | 防潮堤高さ |
|--------|----------------------------|----------------------------|------------|----------|
| 北側 | T.P.+15.2m | T.P.+12.0m | T.P.+15.4m | T.P.+18m |
| 東側 | T.P.+17.7m | T.P.+17.7m | T.P.+17.9m | T.P.+20m |
| 南側 | T.P.+16.6m | T.P.+16.6m | T.P.+16.8m | T.P.+18m |

1. 防潮堤の設置ルート変更(評価結果の比較 (水位上昇側))

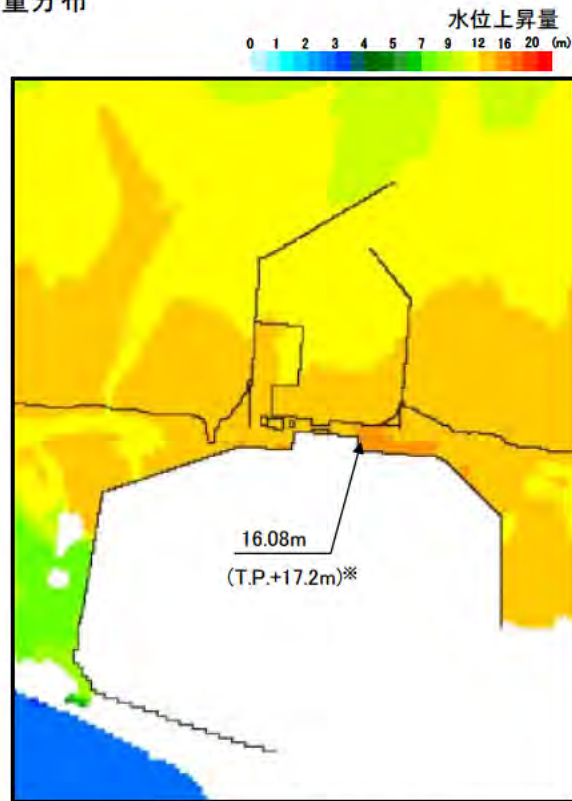


基準津波の水位への影響を評価した結果、最高水位位置が同じであり、上昇側の水位に有意な差がないことを確認した。

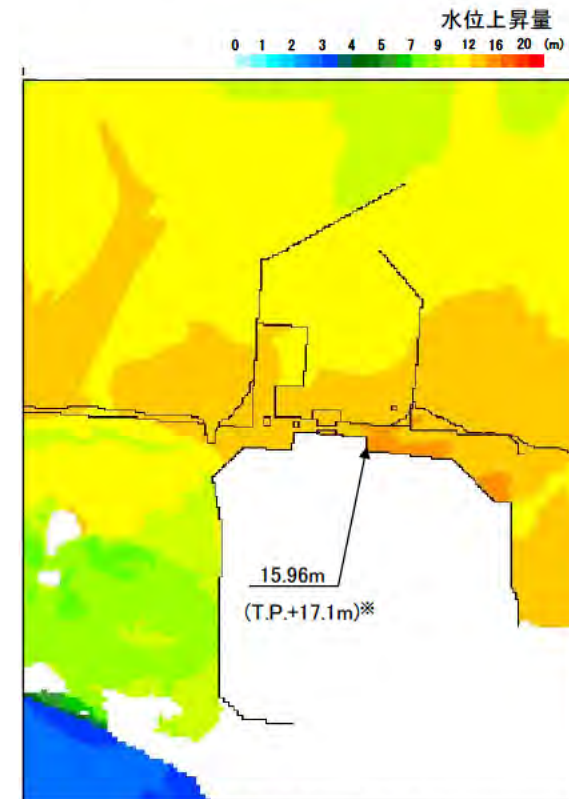
■ 時刻歴波形



■ 最大水位上昇量分布



防潮堤設置ルート変更前



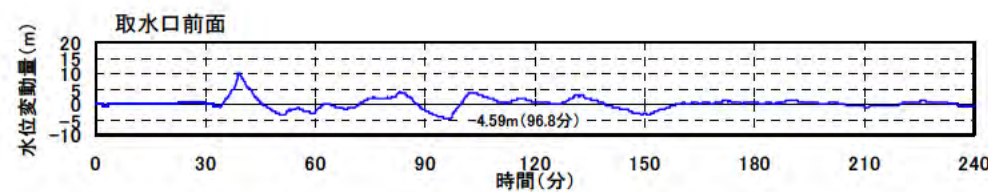
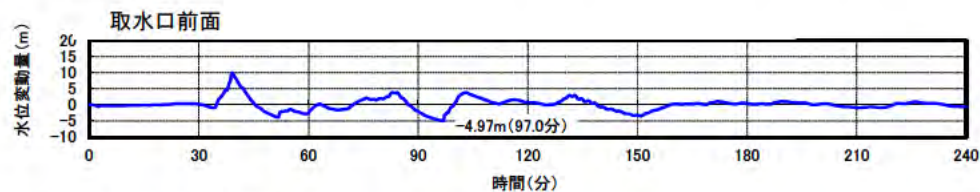
防潮堤設置ルート変更後

※ 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

1. 防潮堤の設置ルート変更(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



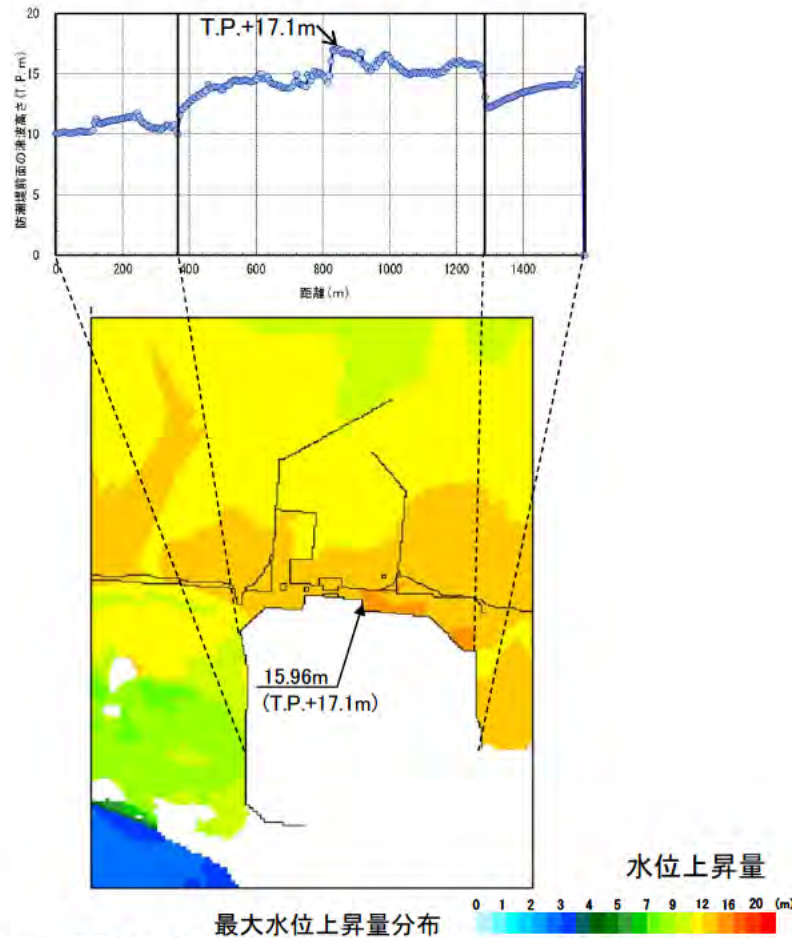
防潮堤設置ルート変更前



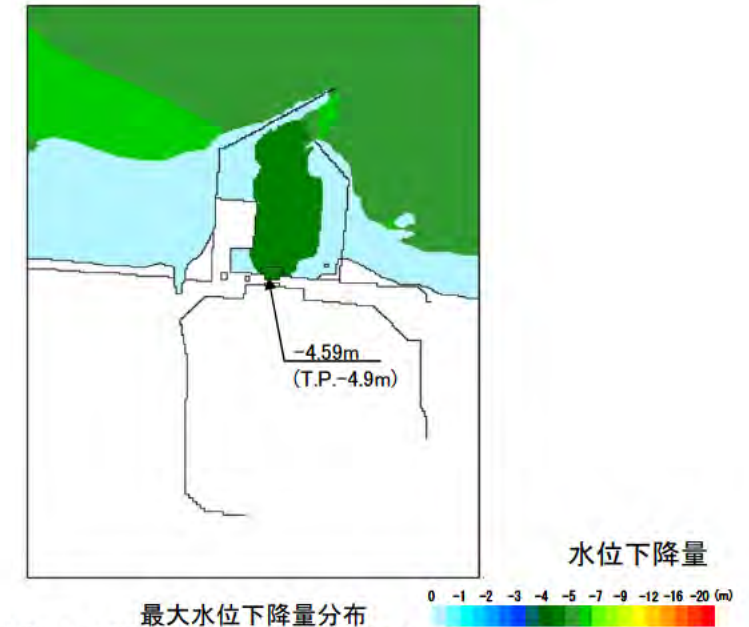
防潮堤設置ルート変更後

1. 防潮堤の設置ルート変更（防潮堤前面及び取水口前面）

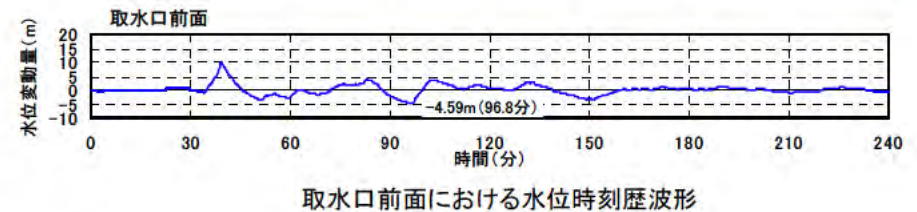
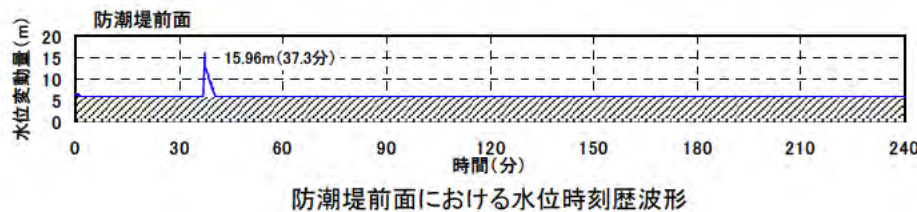
基準津波の評価結果は以下の通り。



(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)

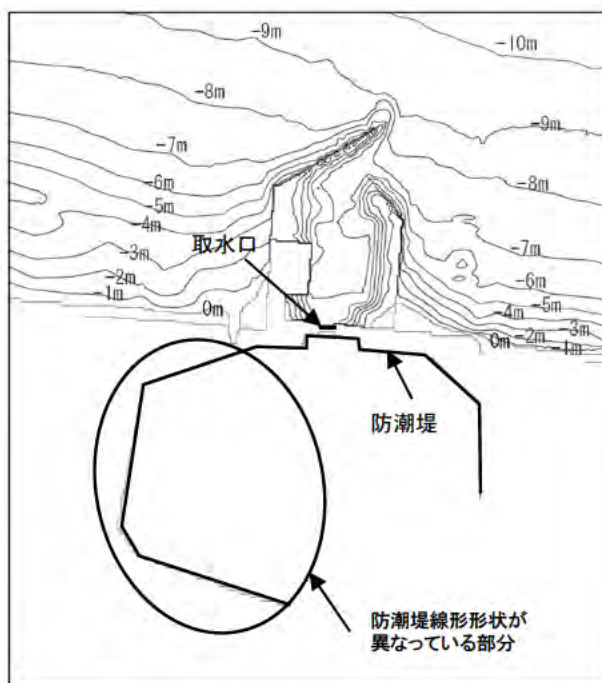


(A-5 : 南へ40km移動, 破壊開始点⑤, 破壊伝播速度1.0km/s, 立ち上がり時間30秒)

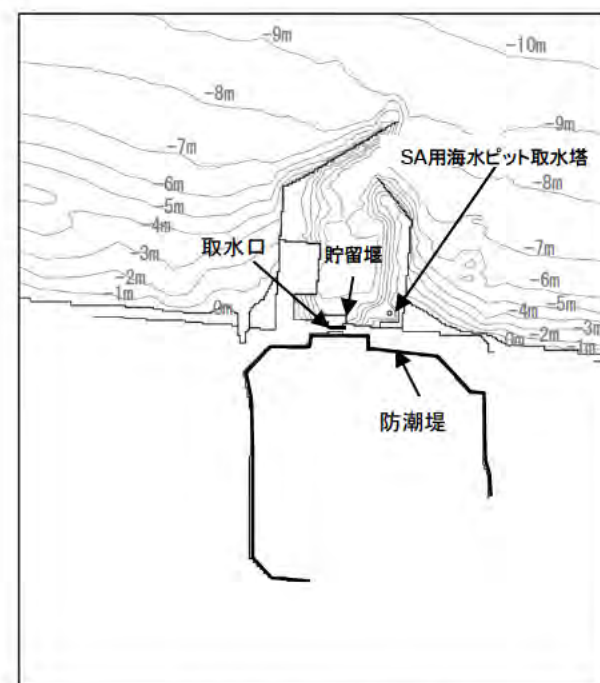


1. 防潮堤の設置ルート変更（評価結果）

| 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



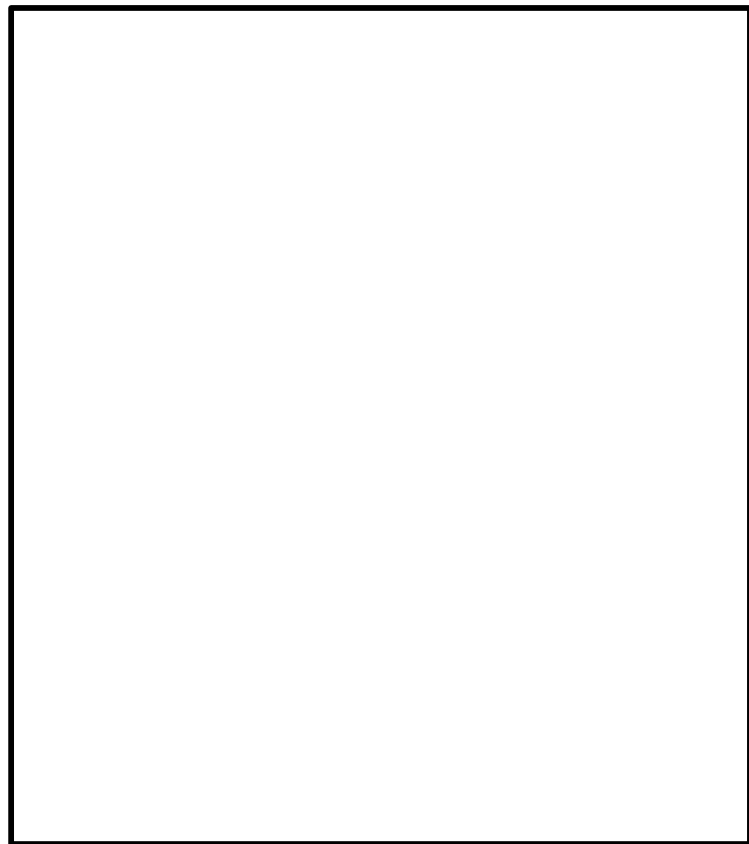
防潮堤設置ルート変更後

- ・ 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。

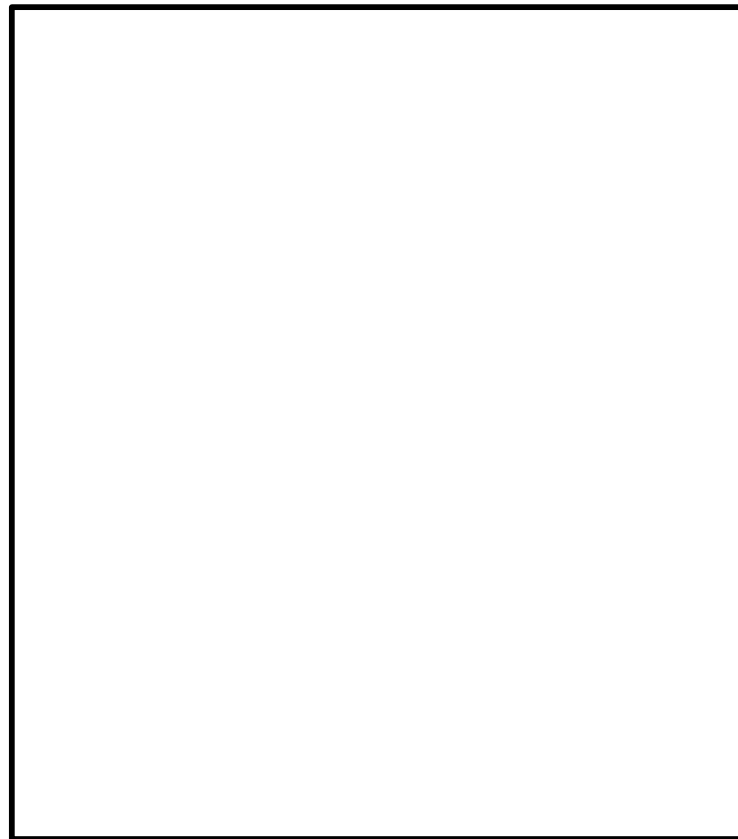
1. 防潮堤の設置ルート変更（津波防護対象施設等及び保管場所の配置への影響）

●防潮堤ルート変更に伴う津波防護対象施設及び敷地北側への影響はない。

- ・津波から防護する施設は、防潮堤ルート変更前後とも、防潮堤の内側又は高台に設置されるため、配置の変更はなく、防潮堤ルート変更の影響を受けない。
- ・防潮堤ルート変更後においても、防潮堤沿いに敷地北側へアクセスできる道路を設ける。
- ・重大事故等時に使用する可搬型設備の保管場所は、常設重大事故等対処設備及び設計基準対処設備から十分な離隔距離を確保して分散配置がされているが、防潮堤ルート変更前後とも配置に変更はなく、防潮堤ルート変更の影響を受けない。



（防潮堤ルート変更前）



（防潮堤ルート変更後）

（凡例）

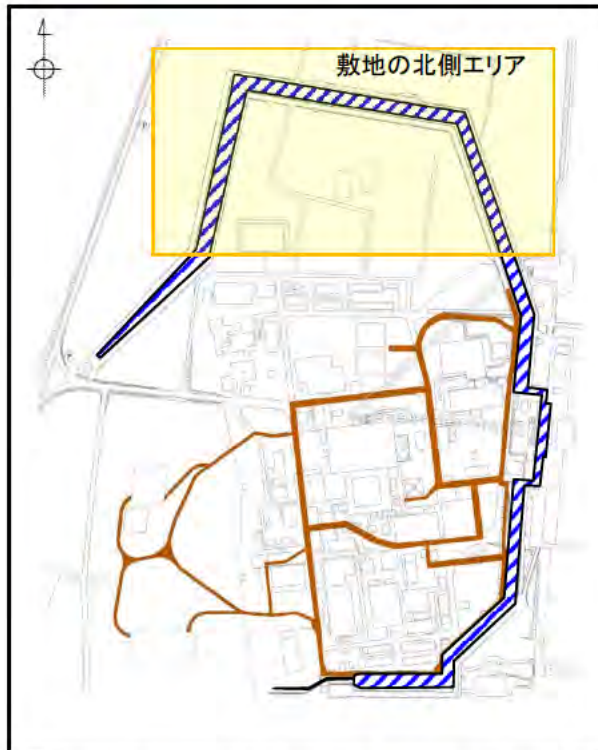
- : 防潮堤ルート
- : 津波防護対象施設
- : 敷地北側及び港湾へのアクセスルート
- : 可搬型設備の保管場所

1. 防潮堤の設置ルート変更（アクセスルートへの対応の影響）

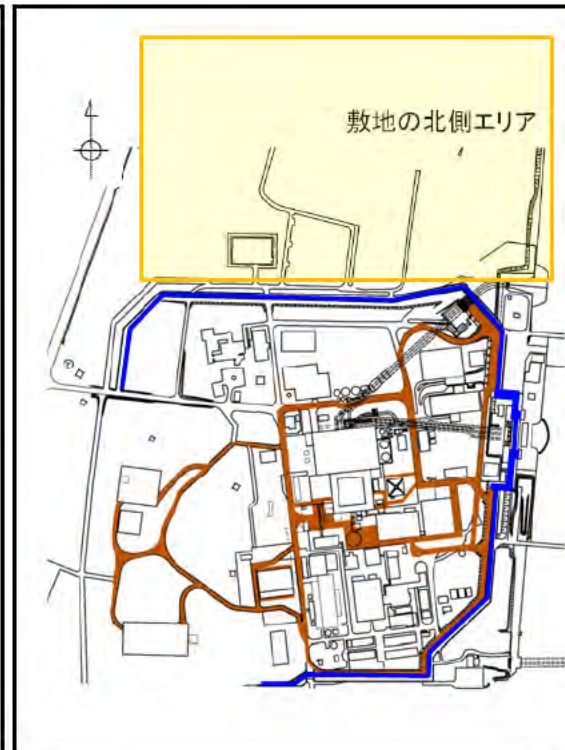
●防潮堤ルート変更に伴う重大事故等時のアクセスルートへの影響はない。

- ・重大事故等時において必要となるルートは、敷地の北側にないため、防潮堤ルート変更の影響を受けない。
- ・外部支援に係る発電所構内への進入ルートは、敷地の北側エリアを通行するルート以外にも複数確保するため、防潮堤ルート変更の影響を受けない。

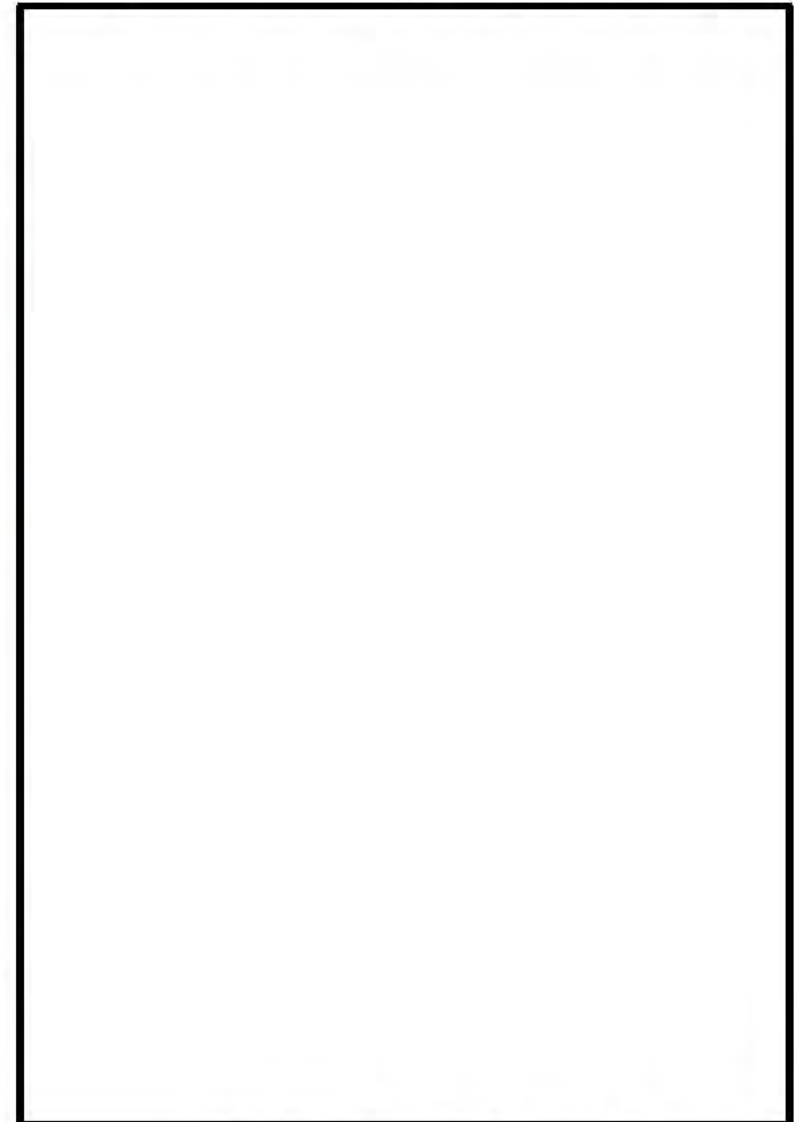
【凡例】
 : 防潮堤 : アクセスルート



アクセスルート図(防潮堤ルート変更前)



アクセスルート図(防潮堤ルート変更後)



発電所構内への参集ルート図

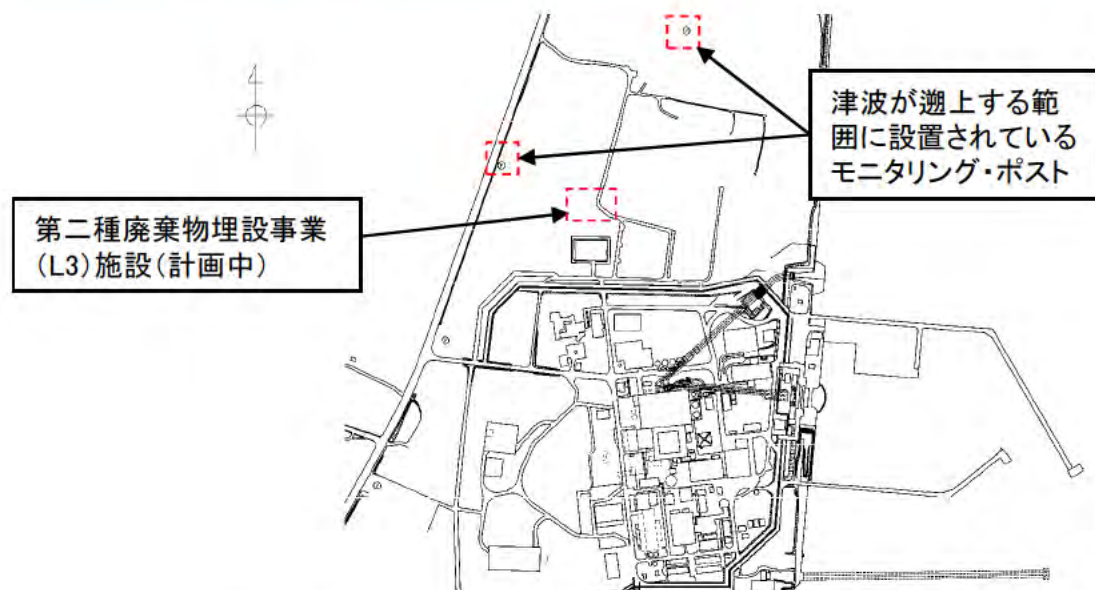
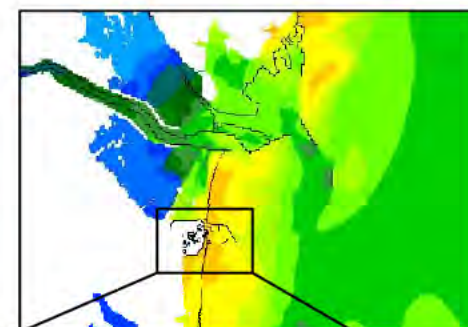
1. 防潮堤の設置ルート変更（防潮堤の外側に設置される施設への影響）

○モニタリング・ポスト

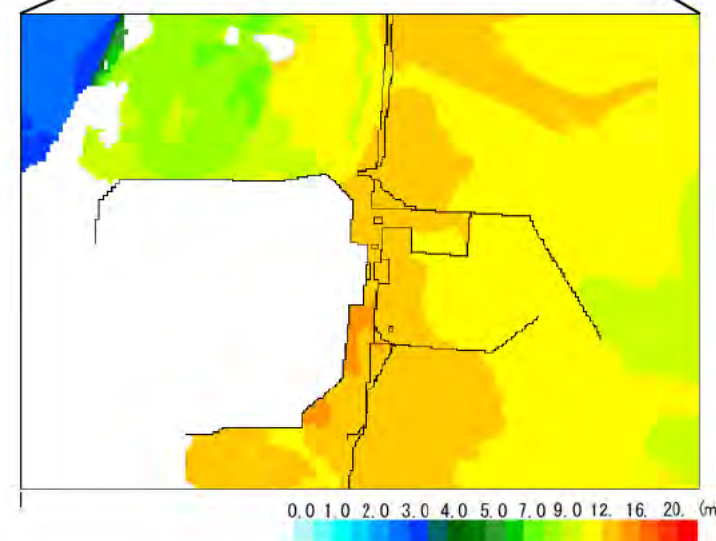
防潮堤の外側にはモニタリング・ポストが設置されており、基準津波が遡上する範囲に設置されているものについては、津波により機能喪失する可能性があるが、代替設備により機能を確保できるため、安全性への影響はない。

○第二種廃棄物埋設事業(L3)施設（設置を申請中）

設置を計画している第二種廃棄物処理埋設事業(L3)施設の埋設箇所に東海第二発電所の基準津波が遡上すると仮定した場合でも、L3施設に埋設されたL3廃棄物は上面に覆土がされていること、定置作業中のL3廃棄物は、地表面から約4m掘り下げたトレンチ内に定置され、海水に浮かないことから、津波によってL3廃棄物が流出することはないと考える。



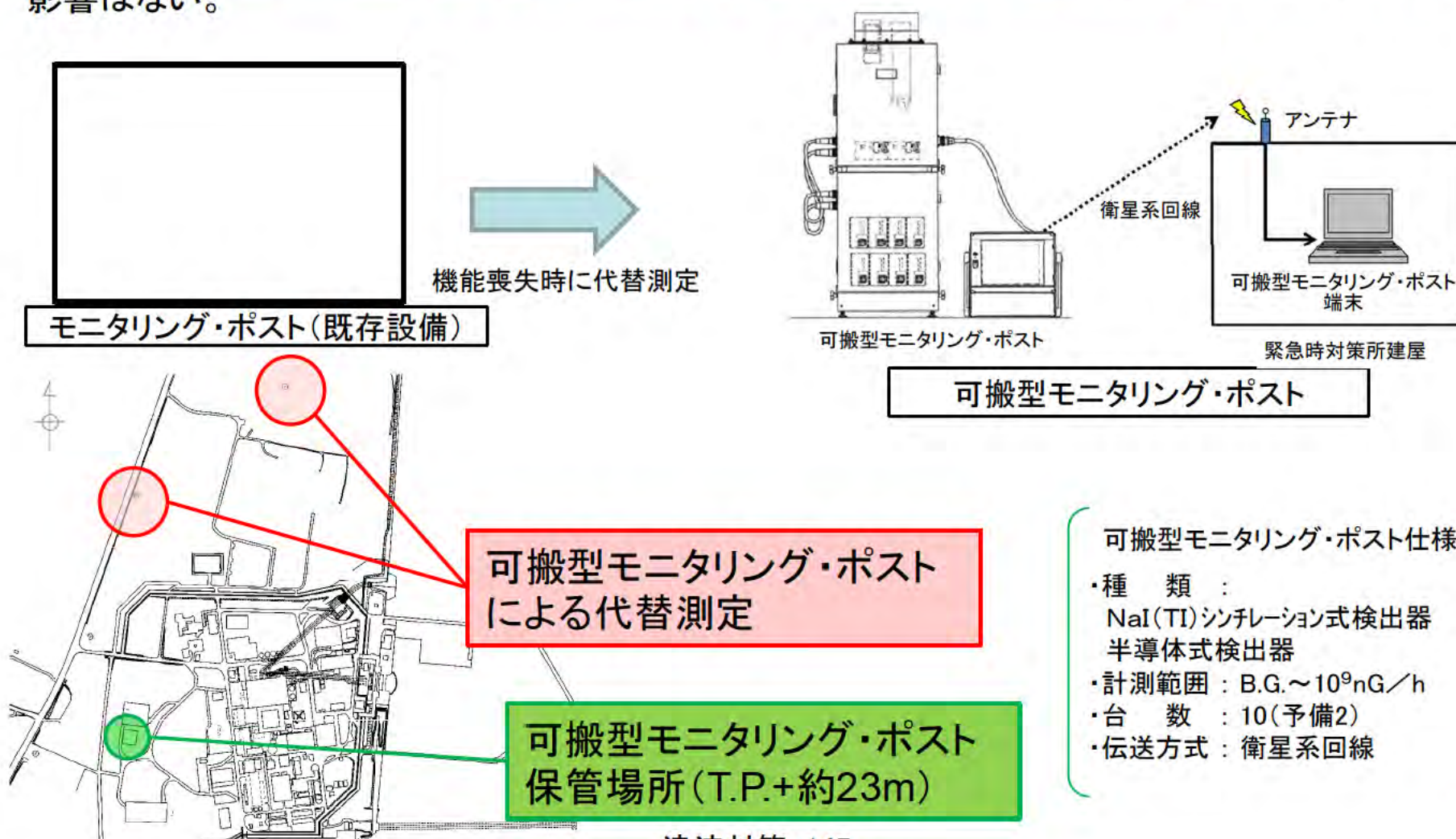
防潮堤の外側に設置される施設



基準津波が遡上する範囲

1. 防潮堤の設置ルート変更（モニタリング・ポストへの影響）

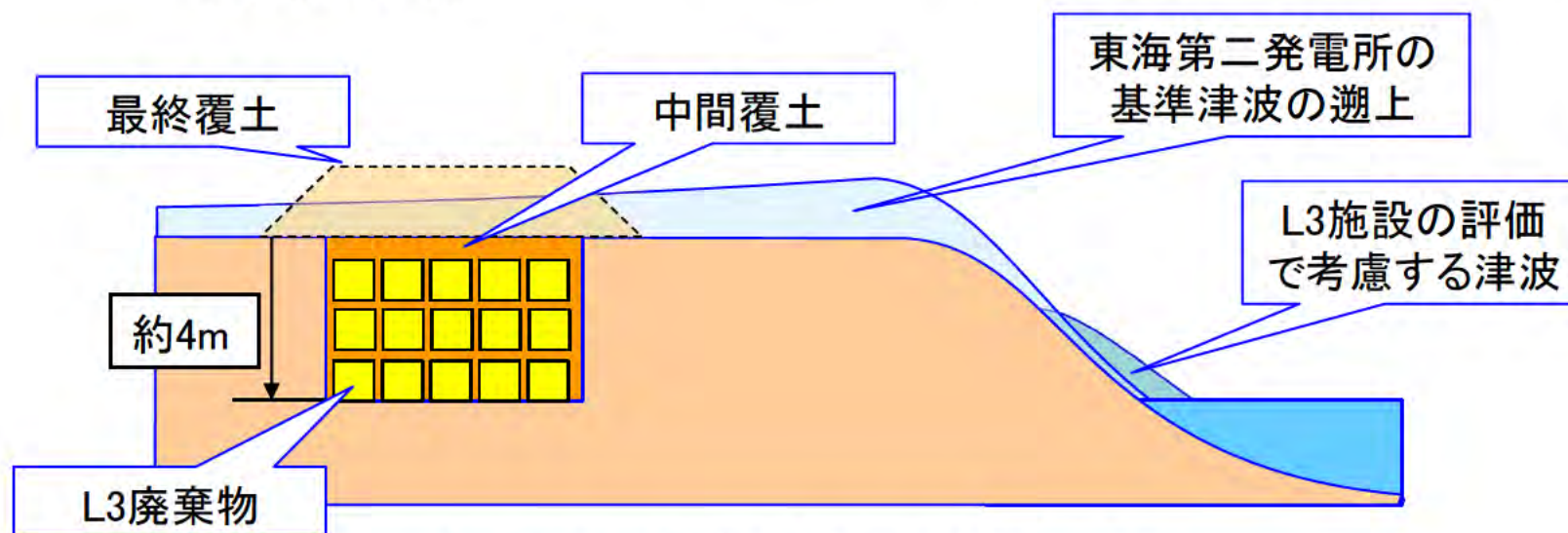
- ✓ モニタリング・ポストは、発電所周辺の放射線量の監視を行う機能を有している。
- ✓ 防潮堤の外側にはモニタリング・ポストが設置されており、基準津波が遡上する範囲に設置されているものについては、津波により機能喪失する可能性があるが、津波の影響を受けない場所に配置している放射能観測車又は可搬型モニタリング・ポストにより機能を代替するため、安全性への影響はない。



○第二種廃棄物埋設事業(L3)施設(申請中*)

- ・設置を計画している東海L3施設は、「第二種廃棄物埋設施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則」により，安全機能を有する施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して安全機能が損なわれないことが要求されている。
- ・ここで，今後の設置を計画しているL3施設の埋設箇所に東海第二発電所の基準津波が遡上すると仮定した場合でも，L3施設に埋設されたL3廃棄物は上面に覆土がされていること，定置作業中のL3廃棄物は，地表面から約4m掘り下げたトレンチ内に定置され，海水に浮かないことから，津波によってL3廃棄物が流出することはないと考える。

* 万が一，廃棄物が海洋に流出するようなことを想定した場合であっても，極めて放射能レベルの低い廃棄物のため，影響は小さい。



第二種廃棄物埋設事業(L3)施設概念図

* 第二種廃棄物埋設事業(L3)施設は，2015年7月に申請（2016年12月一部補正）し，現在は審査対応中となっている。

1. 防潮堤の設置ルート変更（発電所周辺の浸水域と標高の関係）

