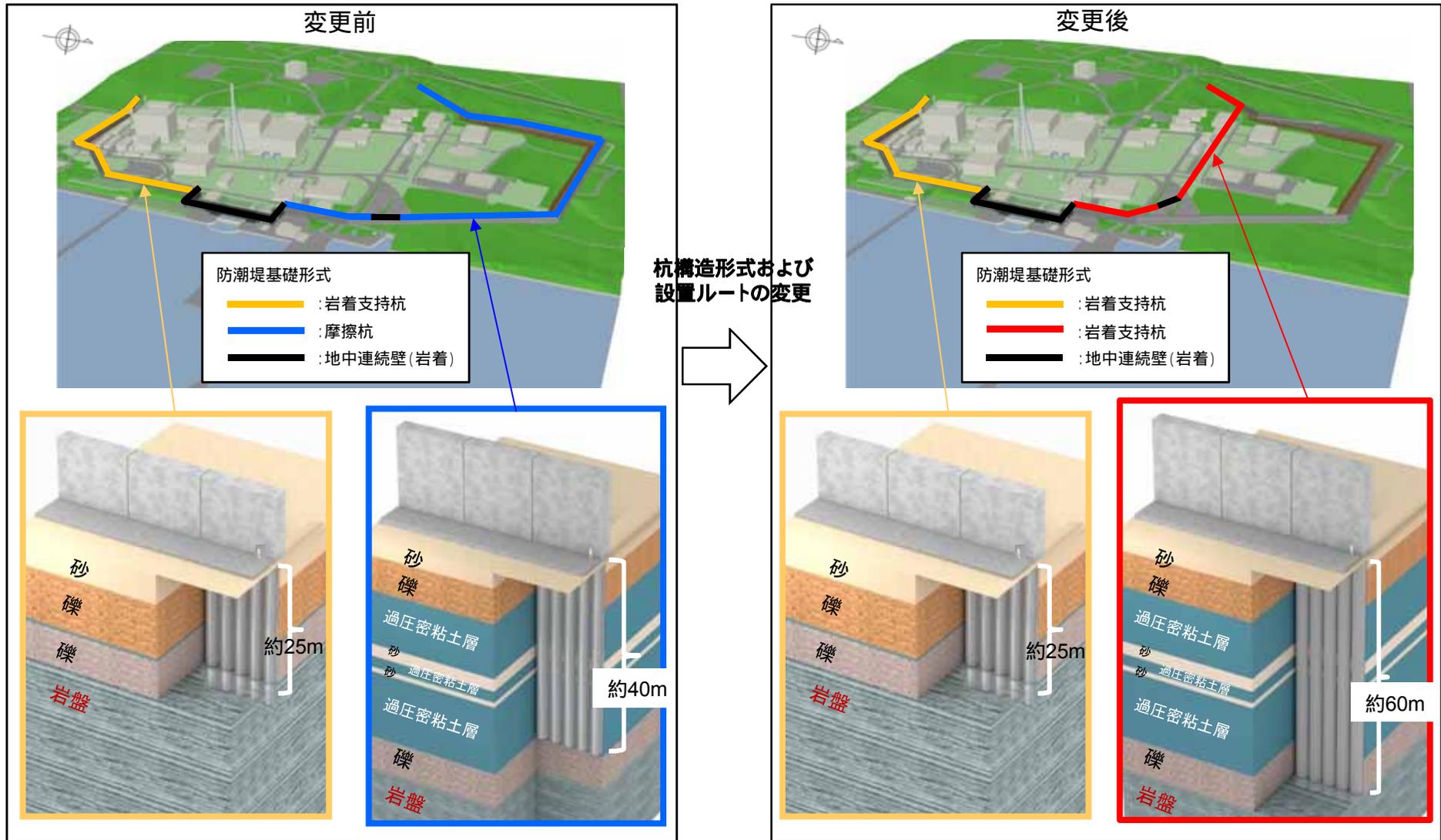


東海第二発電所  
鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の  
杭構造形式および設置ルートの変更について

平成29年7月10日  
日本原子力発電株式会社

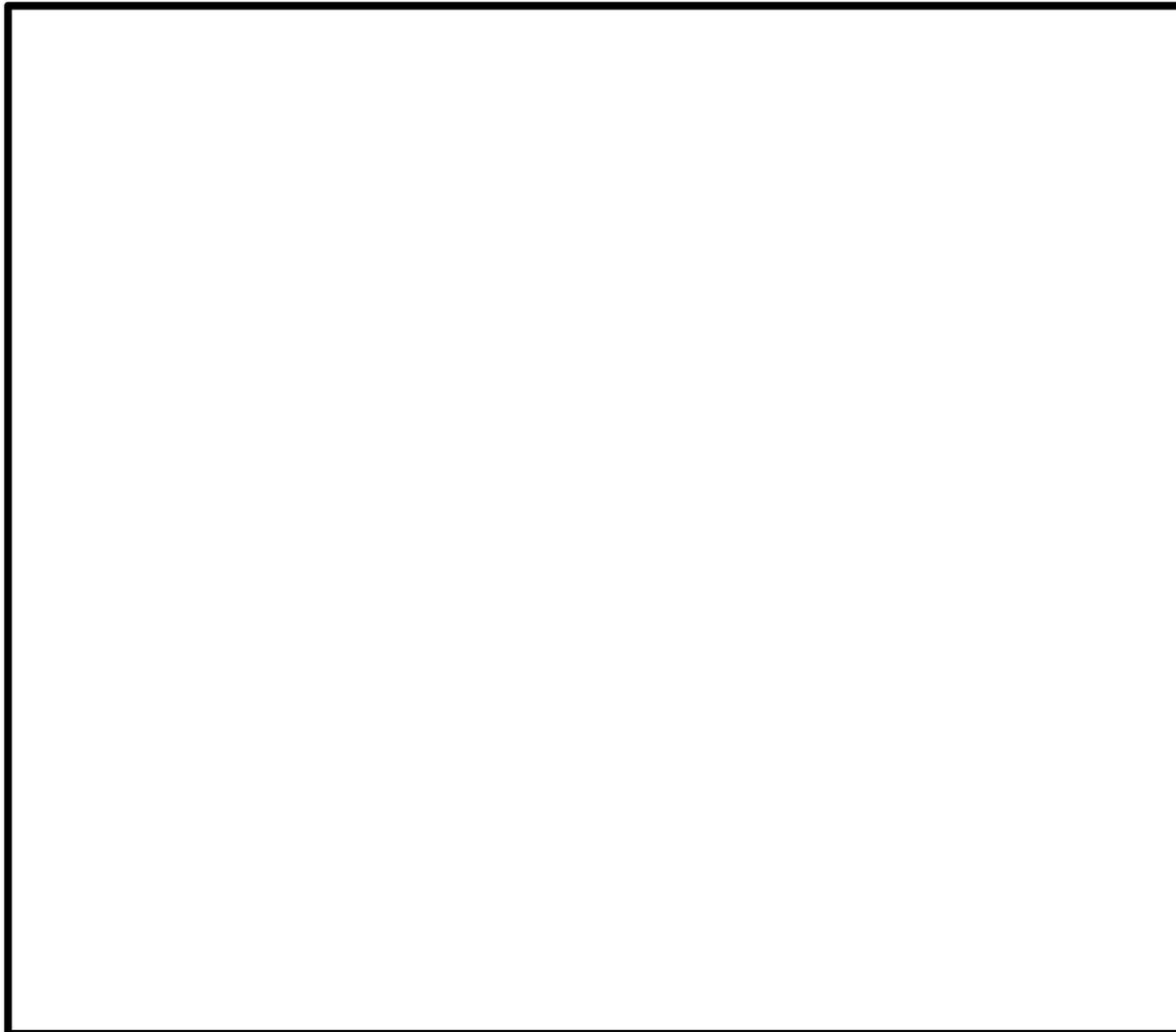
(1) 変更の概要について

- 防潮堤の一部区間において計画していた摩擦杭を岩着支持杭に変更する。
- 防潮堤近傍の表層地盤において地盤改良の実施およびシートパイルの設置を行う。
- 敷地北側の防潮堤設置ルートを変更する(全長 約2.2km 約1.7km)。



(2) 津波防護対象施設

➤ 設置許可基準規則5条及び40条の対象となる「津波防護施設」を以下に示す。



津波防護施設の平面配置

[ ]は、耐震重要施設を支持する建物・構築物を示す。

設計基準対象施設
原子炉建屋
タービン建屋
取水構造物(取水路, 海水ポンプ室)
非常用海水系配管(屋外二重管)
非常用ガス処理系排気筒(排気筒)
使用済燃料乾式貯蔵建屋
軽油貯蔵タンク

重大事故等対処施設
原子炉建屋
取水構造物(取水路, 海水ポンプ室)
非常用海水系配管(屋外二重管)
SA用海水ピット取水塔
海水引込み管
SA用海水ピット
緊急用海水取水管
緊急用海水ポンプピット
格納容器圧力逃がし装置格納槽
常設低圧代替注水系格納槽
接続口
常設代替高圧電源装置置場
軽油貯蔵タンク
可搬型設備保管場所
緊急時対策所

設計基準対象施設及び重大事故等対処施設
原子炉建屋
取水構造物(取水路, 海水ポンプ室)
非常用海水系配管(屋外二重管)
軽油貯蔵タンク

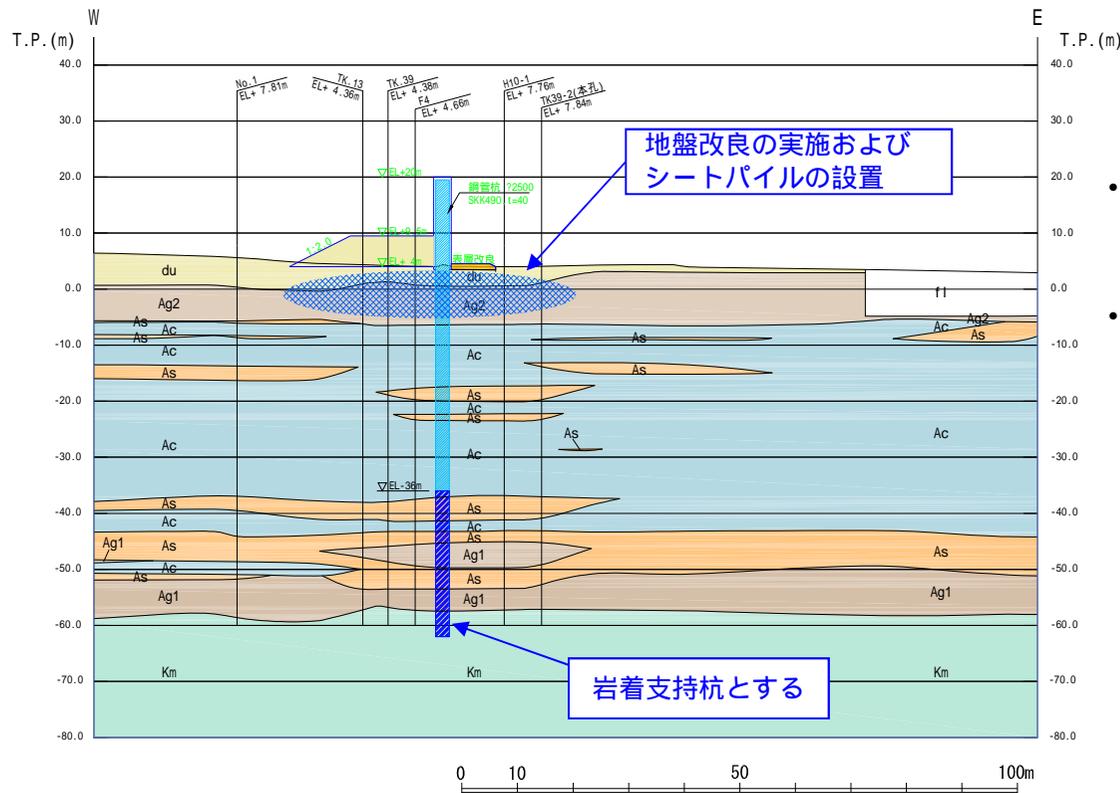
(3) 杭構造形式の変更(摩擦杭から岩着支持杭への変更)

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、地盤改良の実施およびシートパイルの設置を行う。

なお、地盤改良範囲等については、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。



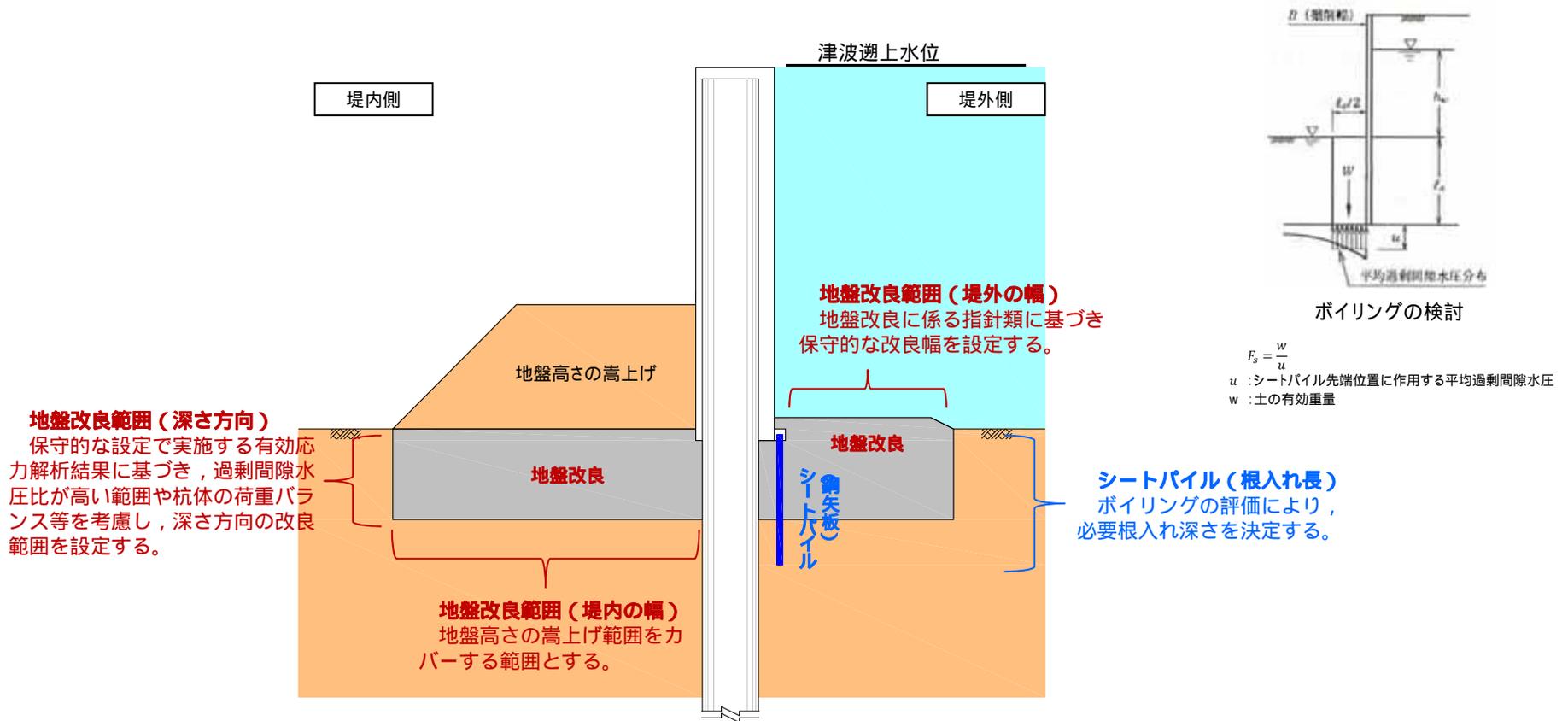
【変更理由】

- 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共に、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。

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の杭構造形式および設置ルートの変更  
 (4) 表層地盤改良およびシートパイルの設置検討方針

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、地盤改良の実施およびシートパイルの設置を行う。

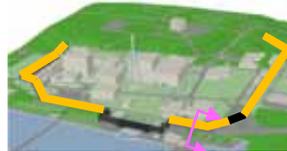
ボーリングは、津波時の防潮堤前面と背面の水位差によって、堤内側に上向きの浸透流が生じ、この浸透圧が堤内側の有効重量を超えるようになると発生する。したがって、シートパイルによる対策を行うこととし、堤内側の土の重量とシートパイル先端位置に作用する水圧との比から必要根入れ深さを評価する。



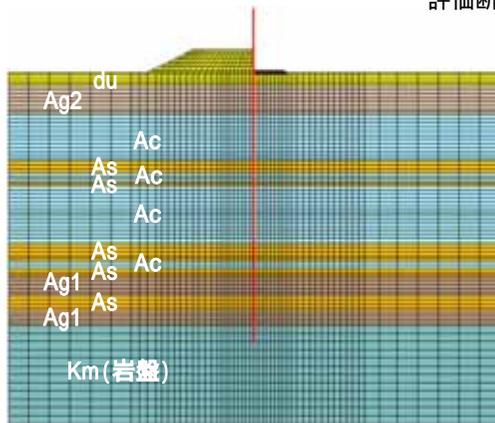
(5) - 1 有効応力解析による構造成立性確認 (敷地内の地盤調査データに基づく杭の構造成立性確認)

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)。

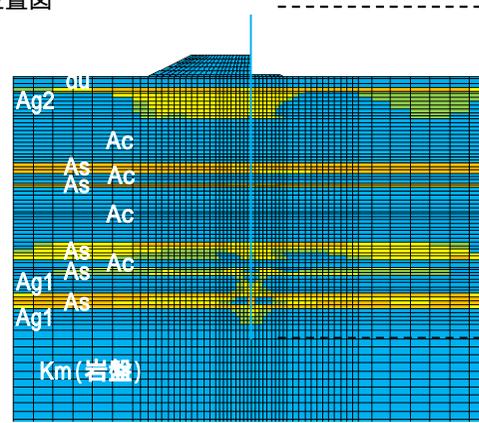
評価の結果, 基準地震動  $S_s$  ( $S_s$ -D1) に対して防潮堤周辺地盤の過剰間隙水圧比は95%を下回ることから, 液状化の発生は認められない。また, 岩着支持杭の地震時の構造成立性を確認した。



評価断面位置図



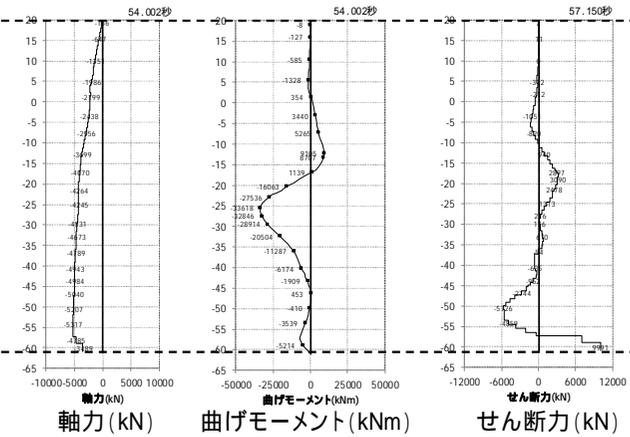
地層モデル図



過剰間隙水圧比コンター図

地下水位

過剰間隙水圧比



評価項目	評価結果
杭の曲げ軸力	発生応力度 $199\text{N}/\text{mm}^2$ 許容応力度 $278\text{N}/\text{mm}^2$ <b>OK</b>
杭のせん断力	発生応力度 $33\text{N}/\text{mm}^2$ 許容応力度 $158\text{N}/\text{mm}^2$ <b>OK</b>
杭の支持力 (地震時)	【第四系の支持力 + 岩盤の支持力】安全率 9.6 <b>OK</b> 【岩盤の支持力のみ】安全率 5.7 <b>OK</b>
杭の座屈	発生応力度 $199\text{N}/\text{mm}^2$ 許容応力度 $277\text{N}/\text{mm}^2$ <b>OK</b>

鋼管杭の仕様

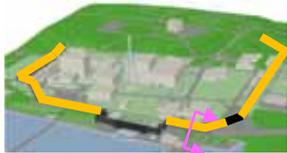
- ・ 材質: SKK490
- ・ 杭径: 2,500mm
- ・ 肉厚:  $t=40\text{mm}$

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。

(5) - 2 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)

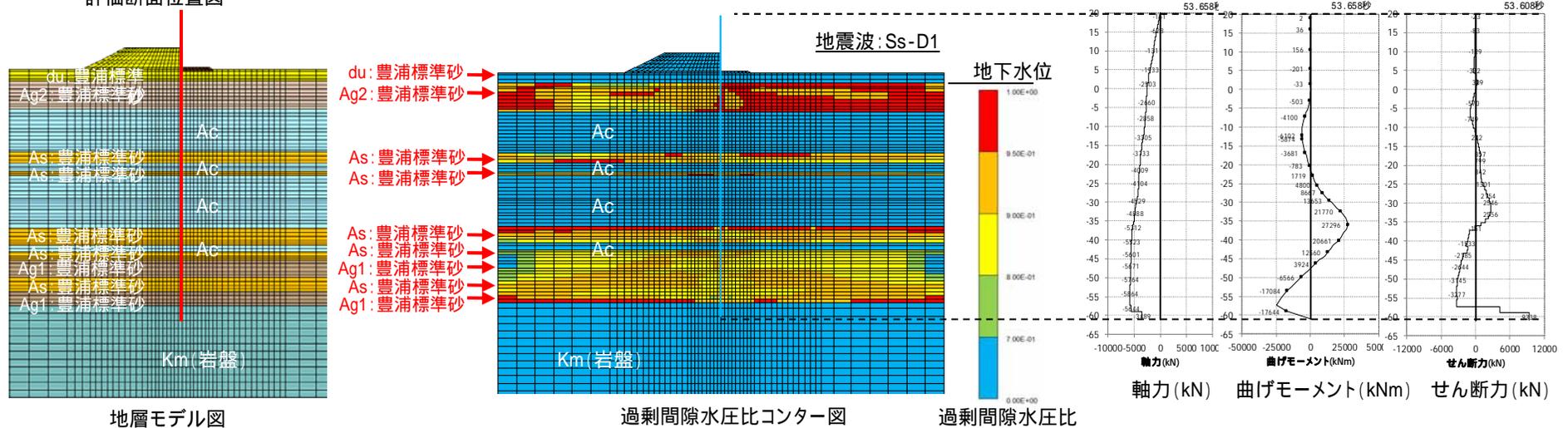
既往の地盤調査データに基づく有効応力解析の結果では、液状化検討対象層の過剰間隙水圧比が95%以下であったことから液状化しないことを確認している。しかし、保守的に全ての砂層・礫層を「豊浦標準砂」の液状化強度特性と仮定することにより、強制的に液状化する条件を与え、その条件下でも岩着支持杭が成立することを確認した。

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



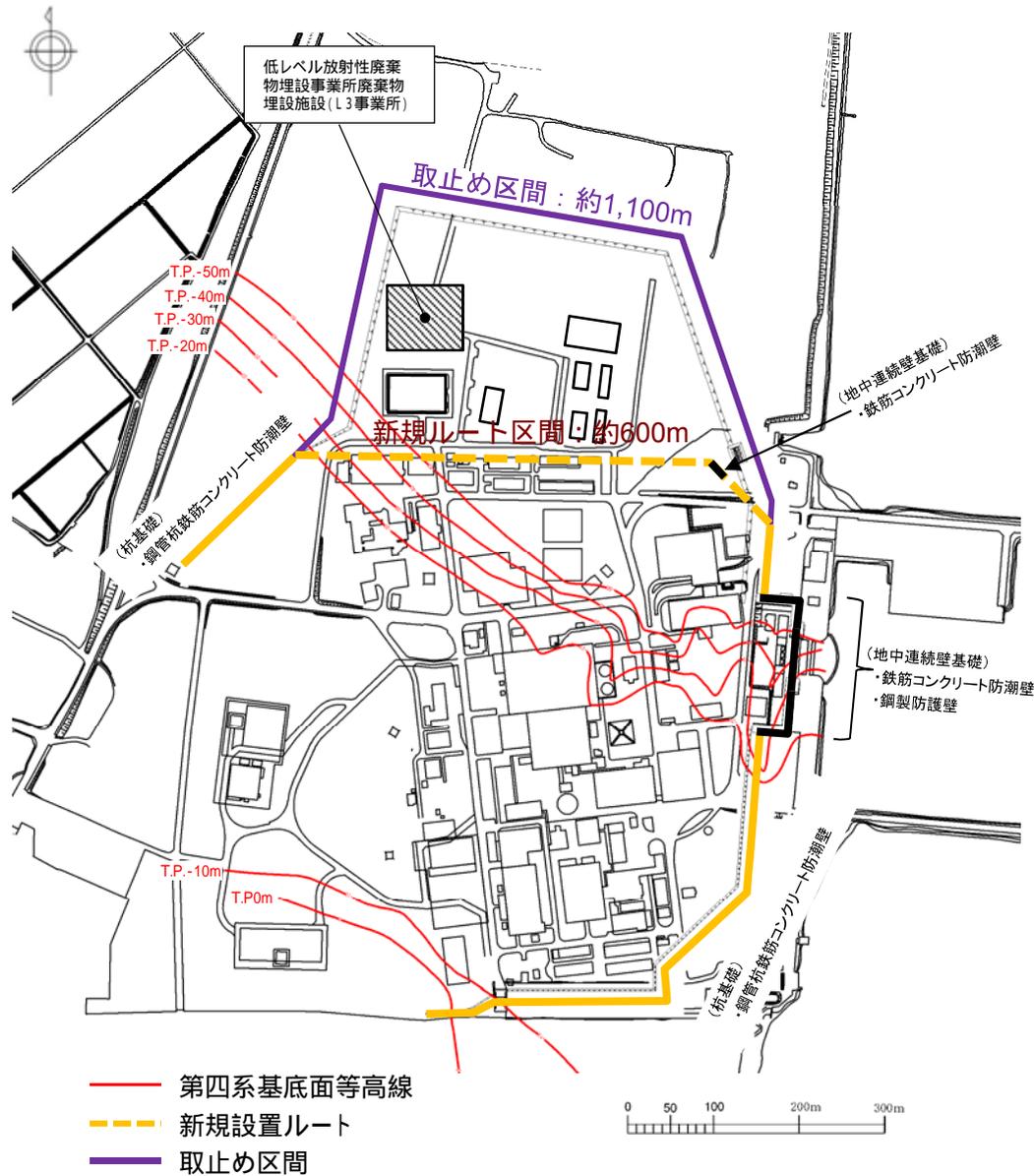
評価項目	評価結果
杭の曲げ軸力	発生応力度 167N/mm <sup>2</sup> 許容応力度 278N/mm <sup>2</sup> <b>OK</b>
杭のせん断力	発生応力度 31N/mm <sup>2</sup> 許容応力度 158N/mm <sup>2</sup> <b>OK</b>
杭の支持力 (地震時)	【第四系の支持力 + 岩盤の支持力】安全率 8.7 <b>OK</b> 【岩盤の支持力のみ】安全率 5.3 <b>OK</b>
杭の座屈	発生応力度 167N/mm <sup>2</sup> 許容応力度 277N/mm <sup>2</sup> <b>OK</b>

鋼管杭の仕様

- ・材質：SKK490
- ・杭径：2,500mm
- ・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。**

(6) 設置ルートの変更について



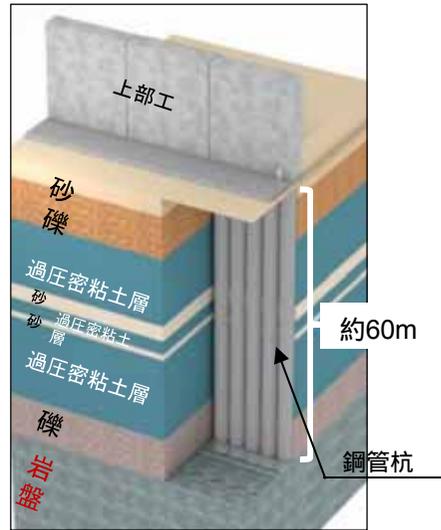
【変更理由】

- 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、地盤改良の実施およびシートパイルの設置を行う。
- 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、防潮堤のルートを変更する。

防潮堤区間	変更前	変更後
(杭基礎) ・鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁	約2.0km	約1.5km
(地中連続壁基礎) ・鉄筋コンクリート防潮壁 ・鋼製防護壁	約0.2km	約0.2km
合計	約2.2km	約1.7km

注) 防潮堤設置ルート位置の詳細は、今後、現地で干渉物等の状況を考慮し、多少の変更が生じる可能性あり。

(7) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の基礎地盤の要求事項とその対応について



【概要】

防潮堤のうち、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は、鉄筋コンクリート製の上部工を上部工の天端から連続する鋼製杭で、十分な支持性能を有する岩盤に支持する設計とし、地震時の慣性力、土圧、地震後の繰返しの津波波力、漂流物衝突力、余震に対して構造健全性を保持する構造とする。

【鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の基礎地盤の要求事項とその対応】

設置許可基準規則第3条の要求事項	要求事項に対する対応
十分に支持することができる地盤 (基準地震動に対する支持性能の確保)	・保守的に支持層である岩盤のみで支持力を確保できることを確認
変形した場合においても安全機能が損なわれるおそれがない地盤 (変形:液状化,揺すり込み沈下等)	・液状化を考慮した有効応力解析を実施 ・周辺地盤の変形を想定した表層面付近の地盤改良の実施 ・施工ブロック間,異種構造物間へ止水ジョイントを設置
変位が生じるおそれがない地盤	・敷地内に断層が存在しないことを確認

---

参考資料  
(豊浦標準砂について)

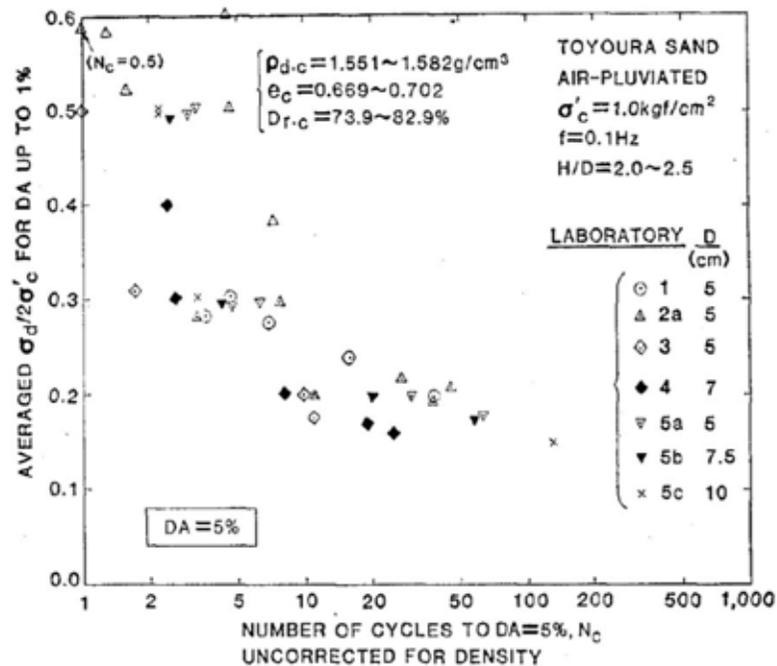
## 【参考】豊浦標準砂の液状化パラメータ

豊浦標準砂の保守的な液状化強度特性

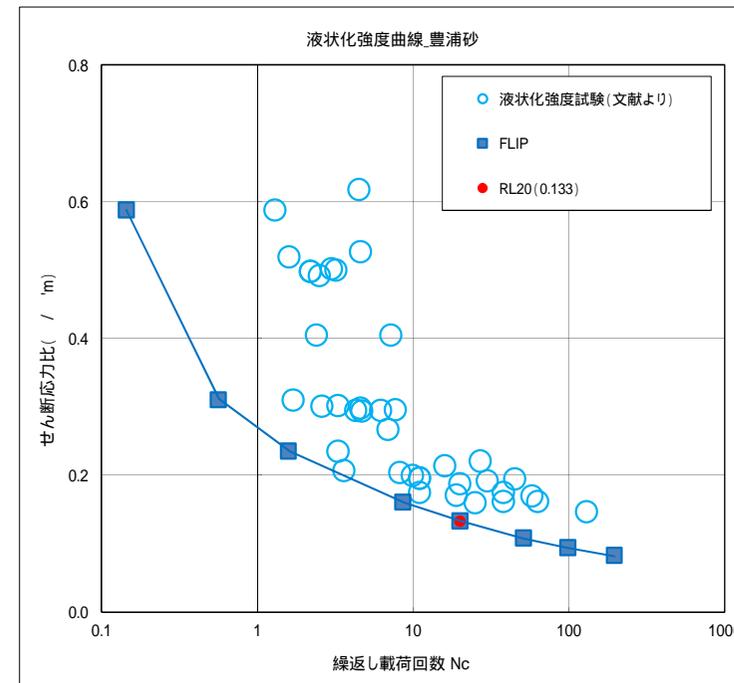
文献 から引用した相対密度73.9～82.9%の豊浦標準砂の液状化強度試験データに対し、それらを全て包含し保守的となる液状化パラメータを設定する。

CYCLIC UNDRAINED TRIAXIAL STRENGTH OF SAND BY A COOPERATIVE TEST PROGRAM

[Soils and Foundations, JSSMFE. 26-3. (1986)]



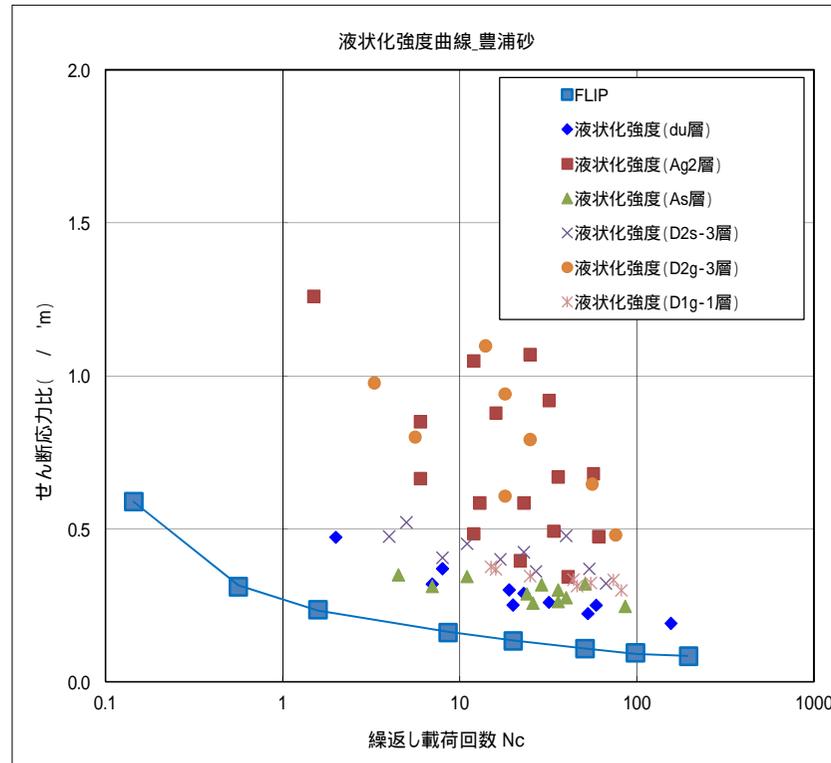
豊浦標準砂の液状化強度試験データ(文献 からの引用)



FLIPによる豊浦標準砂の保守的な液状化特性

## 【参考】豊浦標準砂の保守的な液状化強度特性 (東海第二発電所の各層の液状化強度試験データの比較)

豊浦標準砂の保守的な液状化強度特性を東海第二発電所の各層の液状化強度試験データを比較した結果を以下に示す。

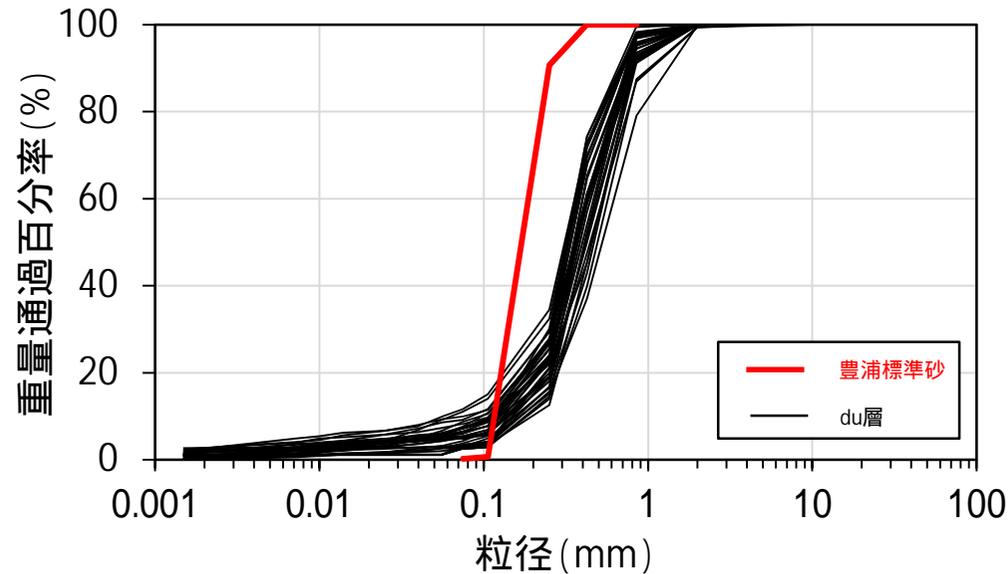


豊浦標準砂の保守的な液状化特性と東海第二発電所の各層の液状化強度試験データ

豊浦標準砂の保守的な液状化強度特性と東海第二発電所の各層の液状化強度試験データを比較した結果、豊浦標準砂は相対的に液状化し易く、非常に保守的な液状化強度特性となっていることを確認した。

## 【参考】豊浦標準砂とdu層の粒度分布比較

豊浦標準砂とdu層の粒度分布 について比較した結果を以下に示す。



豊浦標準砂の粒度については、文献「豊浦砂の粒度分布(土木学会第64回年次学術講演会(平成21年9月))」よりデータを引用している。

粒径加積曲線による比較

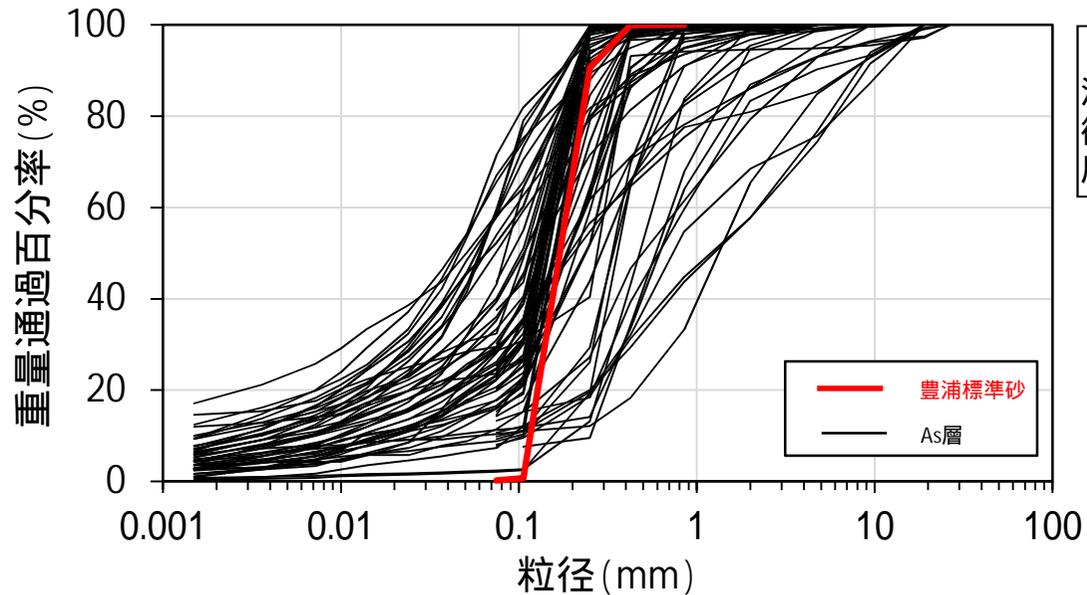
平均粒径と細粒分含有率

	平均粒径(mm)	細粒分含有率(%)
豊浦標準砂	0.202	0.24
du層	0.416	5.4

豊浦標準砂とdu層の粒度分布について比較した結果、豊浦標準砂は細粒分含有率が低く、均質な粒径であることから、より液状化し易い砂であると言える。

## 【参考】豊浦標準砂とAs層の粒度分布比較

豊浦標準砂とAs層の粒度分布 について比較した結果を以下に示す。



豊浦標準砂の粒度については、文献「豊浦砂の粒度分布(土木学会第64回年次学術講演会(平成21年9月))」よりデータを引用している。

粒径加積曲線による比較

平均粒径と細粒分含有率

	平均粒径(mm)	細粒分含有率(%)
豊浦標準砂	0.202	0.24
As層	0.210	2.1 ~ 71.5

豊浦標準砂とAs層の粒度分布について比較した結果、豊浦標準砂は細粒分含有率が低く、均質な粒径であることから、より液状化し易い砂であると言える。