

東海第二発電所

耐震設計方針について

〔 第504回審査会合(平成29年9月5日)時の
指摘事項に対する回答 〕

平成29年9月26日

日本原子力発電株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密又は
防護情報の観点から公開できません。

指摘事項



カテゴリ	指摘事項		説明頁	該当資料
建物・構築物	1	使用済燃料乾式貯蔵建屋の杭基礎を考慮した入力地震動の妥当性・適用性を説明すること。	1～7	資料1-1-1 別紙-9
	2	原子炉建屋の屋根トラスの評価について、二次格納施設としての位置付けを踏まえた許容限界を提示すること。	8～10	資料1-1-1 別紙-3
耐震補強	3	耐震補強を計画している設備を提示すること。	11～23	資料1-1-1 別紙-12
地盤安定性 (液状化)	4	防潮堤以外の施設についても、地盤物性のデータの信頼性に応じて豊浦標準砂を仮定したモデルでの評価を行う等、安全側の評価を検討すること。	24～53	資料1-1-1 別紙-10

指摘事項1 使用済燃料乾式貯蔵建屋の杭基礎を考慮した 入力地震動の妥当性・適合性



【指摘事項】

使用済燃料乾式貯蔵建屋の杭基礎を考慮した入力地震動の妥当性・適用性を説明すること。

【回答概要】

1. 入力地震動の評価を既工認から変更し、杭の拘束効果を考慮した有効入力動とする。
2. 有効入力動の評価は、既工認で杭の拘束効果を考慮した地盤ばねの算出に用いた三次元薄層要素法を用いる。(→p2, 3)
3. 三次元薄層要素法による有効入力動の妥当性は、規格基準等の記載より確認している。規格基準等には、杭基礎の拘束効果を考慮した有効入力動を設定すること、及びその評価に薄層要素法が用いられることが示されている。(→p4)
4. 三次元薄層要素法の妥当性を確認するため、自由地盤について一次元波動論との伝達関数の比較を行い、同様の結果が得られることを確認した。(→p5)
5. 使用済燃料乾式貯蔵建屋への適用性を確認するため、東北地方太平洋沖地震の観測記録を用いたシミュレーション解析を行った。有効入力動を用いた解析結果が、建屋の一次固有周期近傍で観測記録より大きいことを確認した。(→p6)

以上より、三次元薄層要素法を用いて杭の拘束効果を考慮した有効入力動を評価することは妥当性及び適用性がある。

6. なお、基準地震動 S_g の有効入力動について既工認手法による自由地盤地震動と比較し、有効入力動がやや小さいことを確認した。(→p7)

杭の拘束効果を考慮した入力地震動の適用について



既工認では、杭を考慮した地盤ばね算出に三次元薄層要素法を用いていた。今回工認では、入力地震動評価にも同手法により杭の拘束効果を考慮することにより、地盤ばねの設定との整合を図り、より実状に近い評価とする。

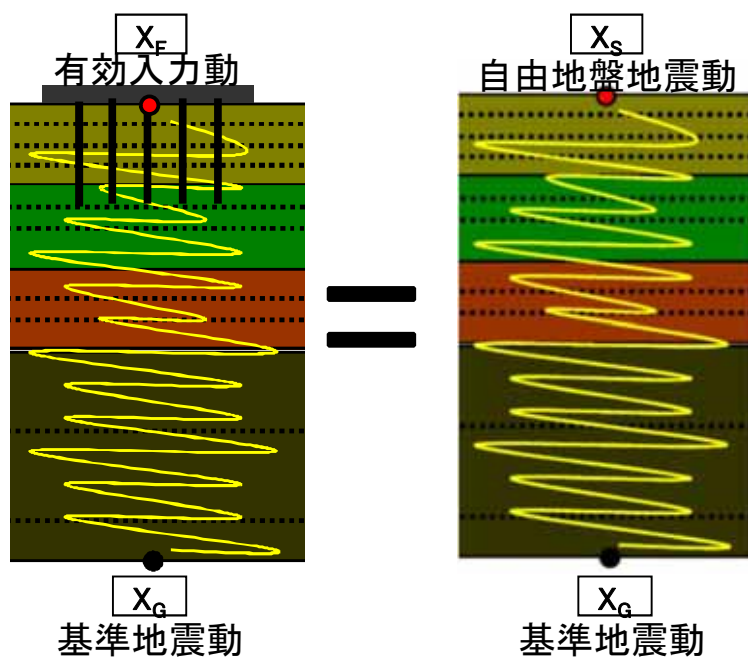
	建屋モデル	①地盤ばね	②入力地震動
既工認		三次元薄層要素法により杭を考慮した地盤ばねを算出 杭の存在を考慮している範囲	一次元波動論により入力地震動を算出
今回工認		三次元薄層要素法により杭を考慮した地盤ばねを算出	三次元薄層要素法により杭の拘束効果を考慮した入力地震動を算出

三次元薄層要素法とは、水平方向には弾性波動論、深さ方向には有限要素法で定式化した解析手法であり、杭の拘束効果を考慮した入力地震動の算定に適用可能である。

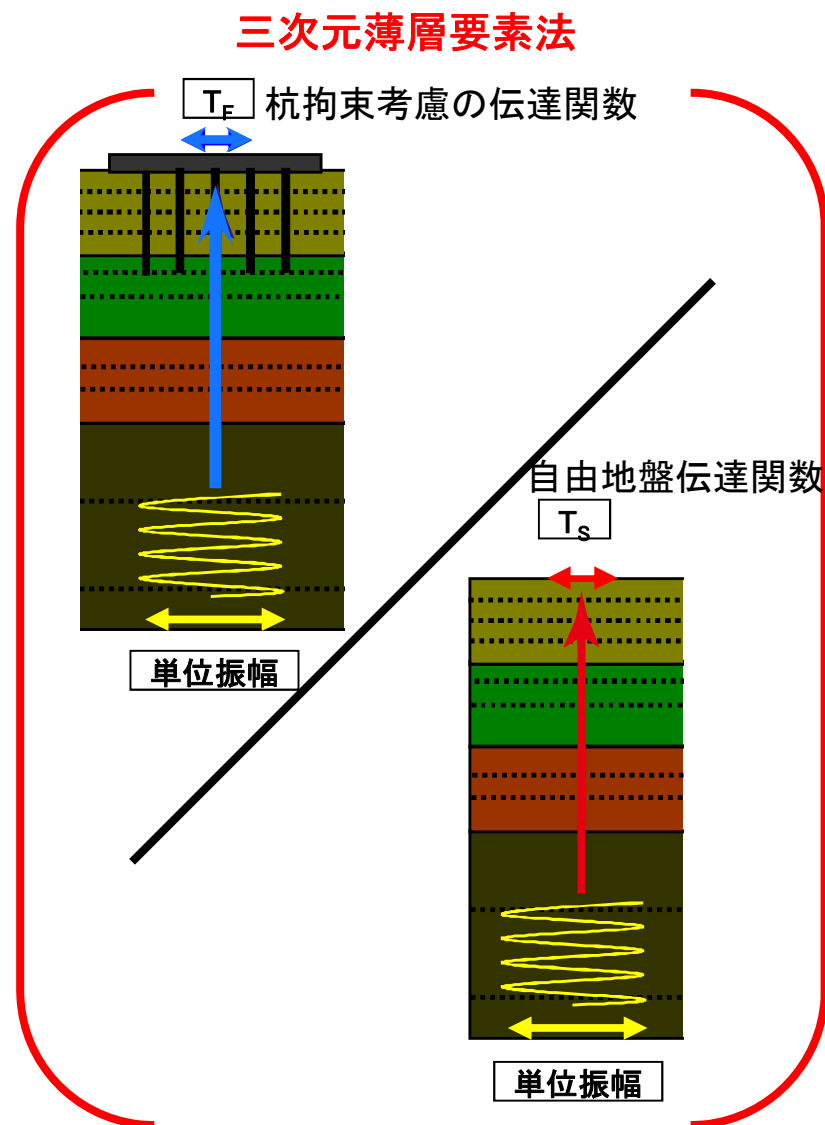
有効入力動の算出方法

一次元波動論から算出される自由地盤地震動に三次元薄層要素法により算出した伝達関数比率を乗じて杭の拘束効果を考慮した有効入力動を算出する。

$$X_F = X_S \times \frac{T_F}{T_S}$$



X_S : 自由地盤地震動
 X_G : 基準地震動
 X_F : 有効入力動
 T_S : 自由地盤伝達関数
 T_F : 杭拘束考慮の伝達関数



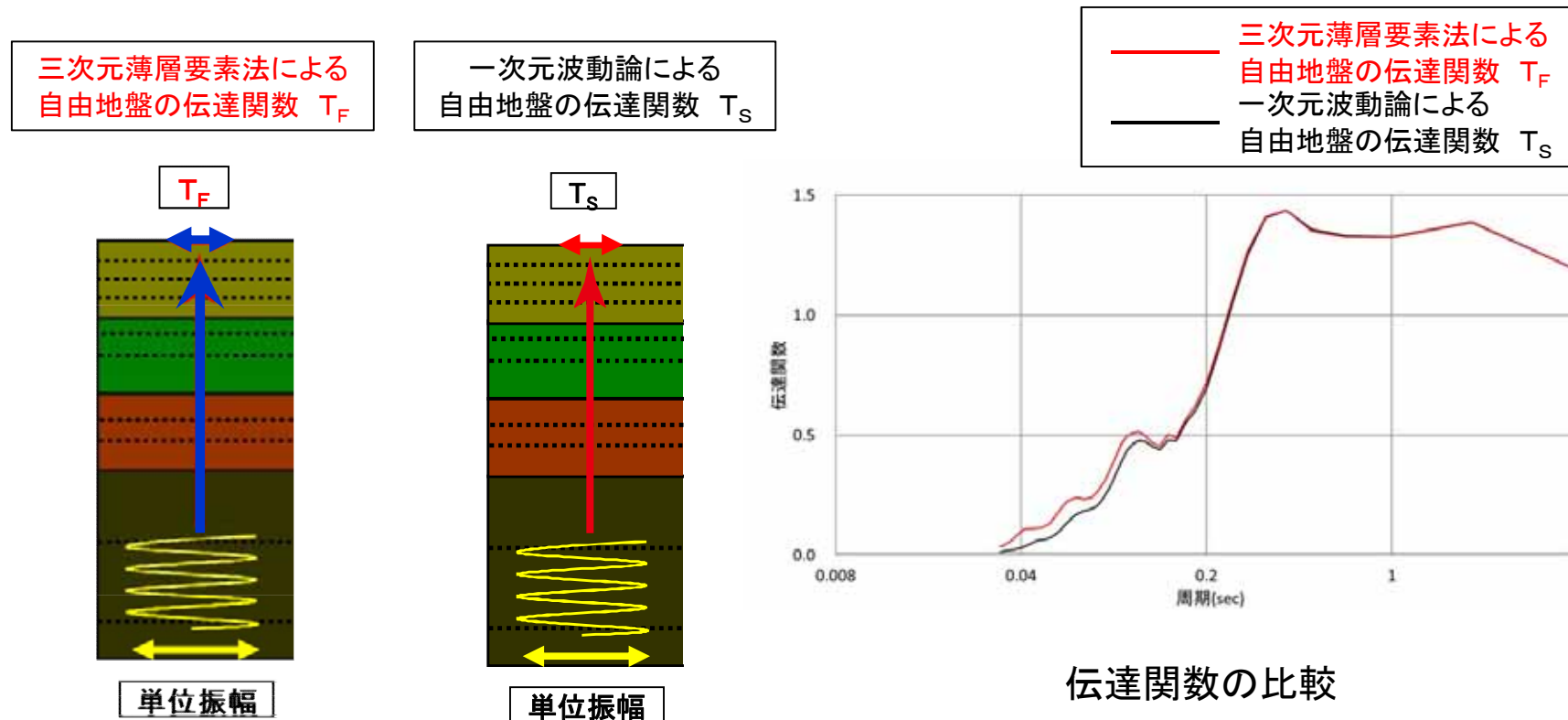
規格基準等において、杭基礎の拘束効果を考慮した有効入力動を設定すること、及びその評価に薄層要素法が用いられることが示されている。

- 入門・建物と地盤との動的相互作用(日本建築学会, 1996)
 - 地盤内部に多数の加振源を有する埋込み基礎や群杭の動的相互作用解析に広く適用され、最近では理論地震動の計算にも応用されている。
 - 計算効率や成層地盤への適用性などにより、薄層モデルは埋込基礎や杭基礎の三次元動的相互作用解析に広く用いられている。
- 建物と地盤の動的相互作用を考慮した応答解析と耐震設計(日本建築学会, 2006)
 - 杭基礎建物の入力動は、直接基礎のように表層地盤の地表面応答波がそのまま上部構造に入力されるのではなく、地盤内に存在する群杭が表層地盤の挙動を拘束するため、自由地盤の応答波とは異なる。
- JEAG4616-2003乾式貯蔵建屋基礎構造の設計に関する技術指針(日本電気協会, 2003)
 - 群杭による拘束効果や地盤改良の影響等により建屋への入力動が自由地盤の応答と差を生じる場合には、必要に応じて別途有効入力動を評価することとする。
- JEAC4616-2009乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程(日本電気協会, 2010)
 - FEMモデルに代表される離散系モデルにより地盤ばねモデルへの入力地震動を評価する場合、附図2.6-6図に示すように地盤のみの離散化モデルの地震応答解析を行い入力地震動を評価する。

三次元薄層要素法の妥当性確認(一次元波動論との比較)



三次元薄層要素法及び一次元波動論により算定した自由地盤の伝達関数の比較を行い同様の結果が得られることを確認した。(S_s-D1Hの等価地盤を用いた。)

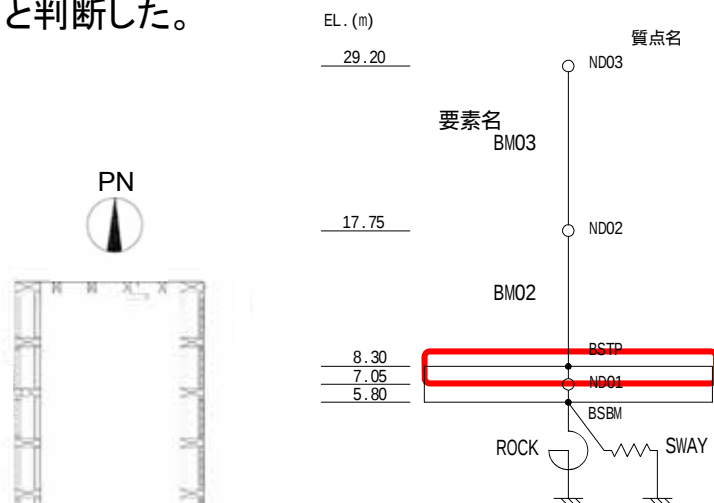


東北地方太平洋沖地震の観測記録との比較

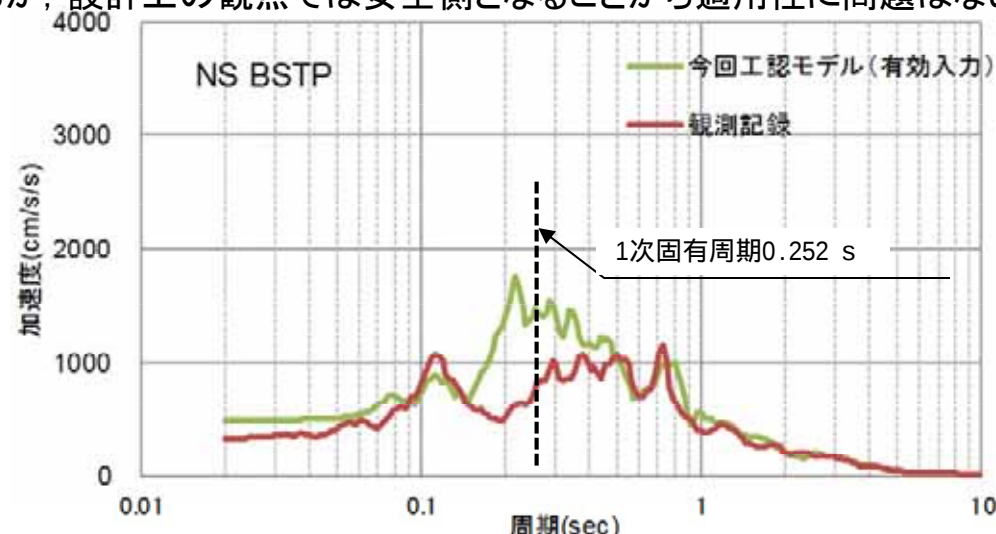
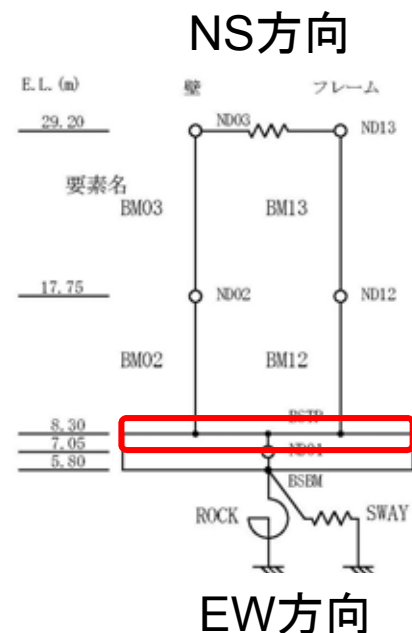


東北地方太平洋沖地震の解放基盤波を入力したシミュレーション解析の結果、建屋の一次固有周期近傍において、有効入力動を用いた解析結果は、観測記録より大きいことを確認した。

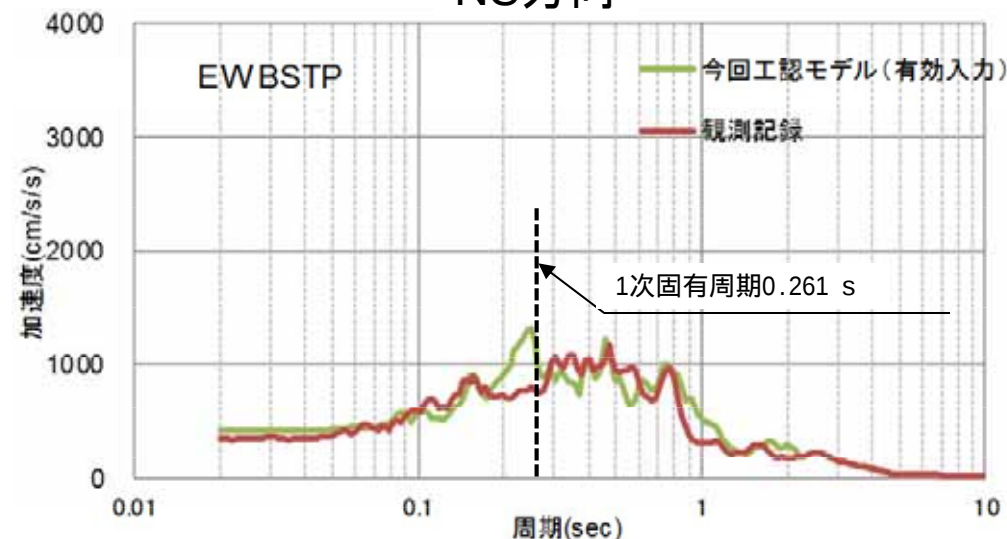
0.2～0.3秒付近で観測記録との乖離が見られるが、設計上の観点では安全側となることから適用性に問題はないと判断した。



●:地震計
地震計設置位置
(EL.8.3m)



NS方向

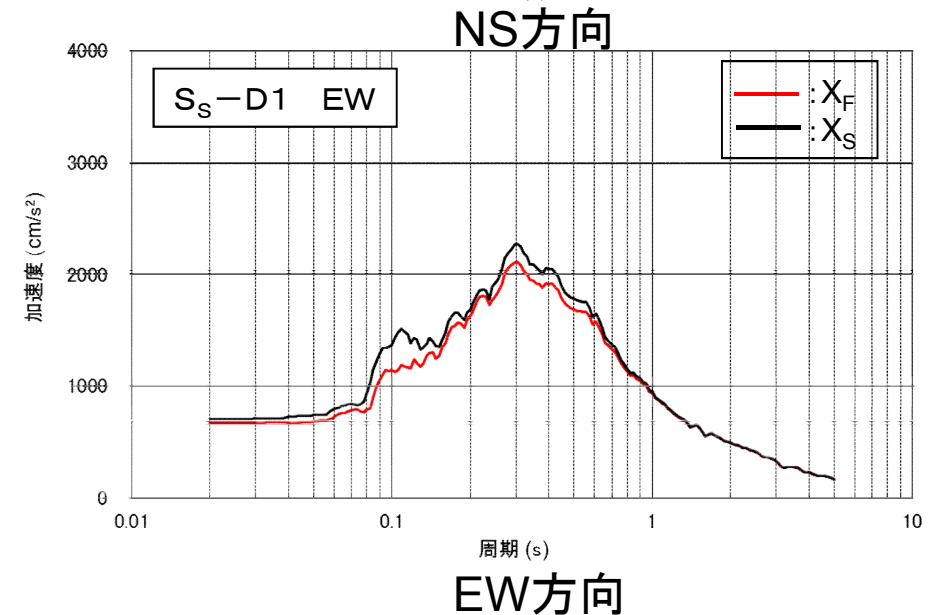
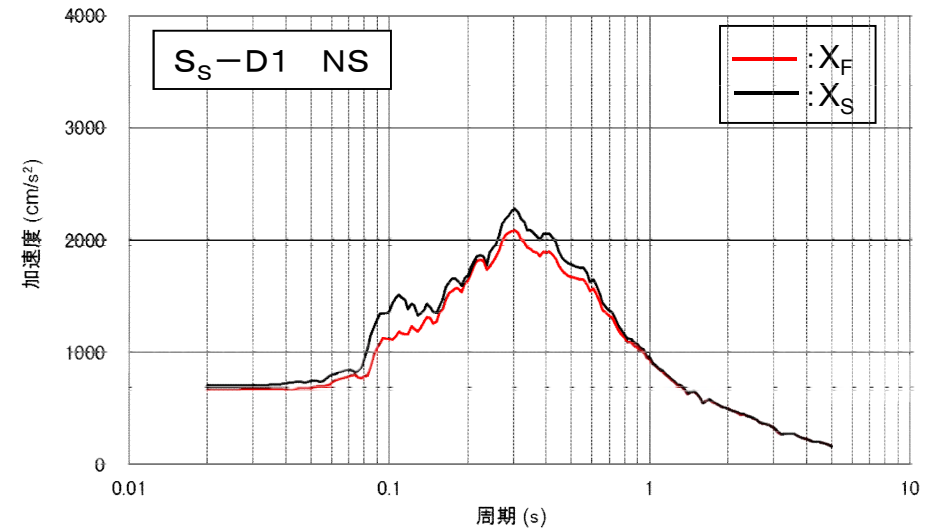
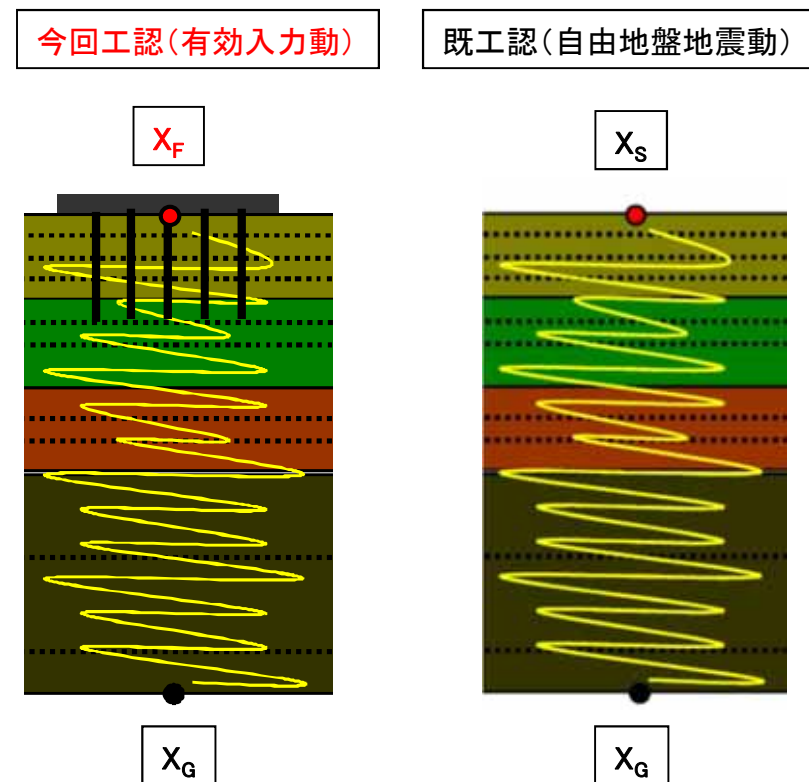


EW方向

基準地震動 S_S に対する杭の拘束効果



基準地震動 S_S に対する有効入力動を既工認手法による自由地盤地震動と比較した。有効入力動は自由地盤地震動よりやや小さいことを確認した。(代表として、 S_S-D1 について検討)



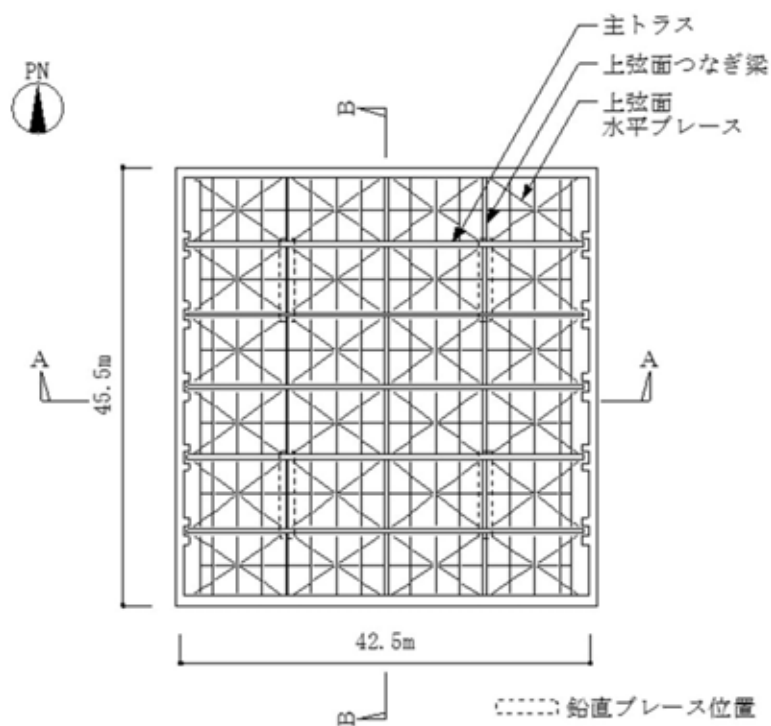
【指摘事項】

原子炉建屋の屋根トラスの評価について、二次格納施設としての位置付けを踏まえた許容限界を提示すること。

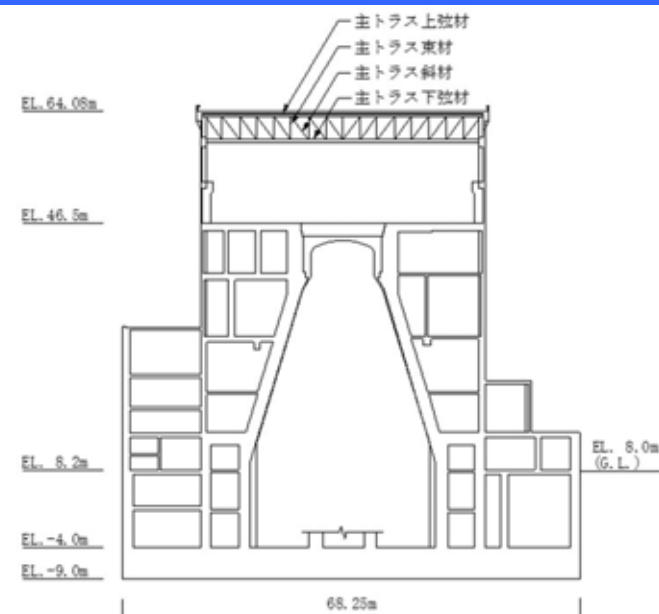
【回答概要】

屋根トラスは二次格納施設である屋根スラブの間接支持構造物であることを踏まえ、主トラス以外の部材についても、「弾性範囲内であることを確認」とする。

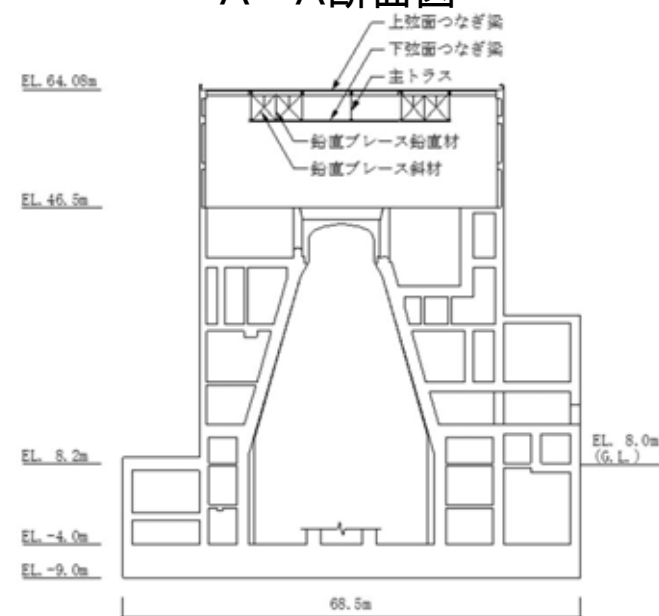
原子炉建屋屋根トラスの概要



屋根伏図



A-A断面図



B-B断面図

原子炉建屋屋根トラス各部材のクライテリア



第504回審査会合(2017年9月5日)の記載

評価部位		評価方法
主トラス	上弦材	弾性範囲内であることを確認
	下弦材	
	斜 材	
	束 材	
つなぎ梁	上弦面	弾性範囲内であることを確認
	下弦面	
水平ブレース	上弦面	弾性範囲内であることを確認(引張側)※
	下弦面	弾性範囲内であることを確認(引張側)※
鉛直ブレース	斜 材	弾性範囲内であることを確認(引張側)※
	鉛直材	弾性範囲内であることを確認

変更後

評価方法
弾性範囲内であることを確認
破断しないことを確認
破断しないことを確認
破断しないことを確認

変更前

- 二次格納施設の間接支持構造物であることを踏まえ、主トラス以外の部材についても、「弾性範囲内であることを確認」とする。
※圧縮力を負担しないブレース材については、繰返し座屈による累積塑性ひずみが引張材としての機能に影響を及ぼさないことを確認する。
- 要求機能(気密性及び遮蔽性)を直接担保する屋根スラブについても、機能を維持できることを確認する。

【指摘事項】

耐震補強を計画している設備を提示すること。

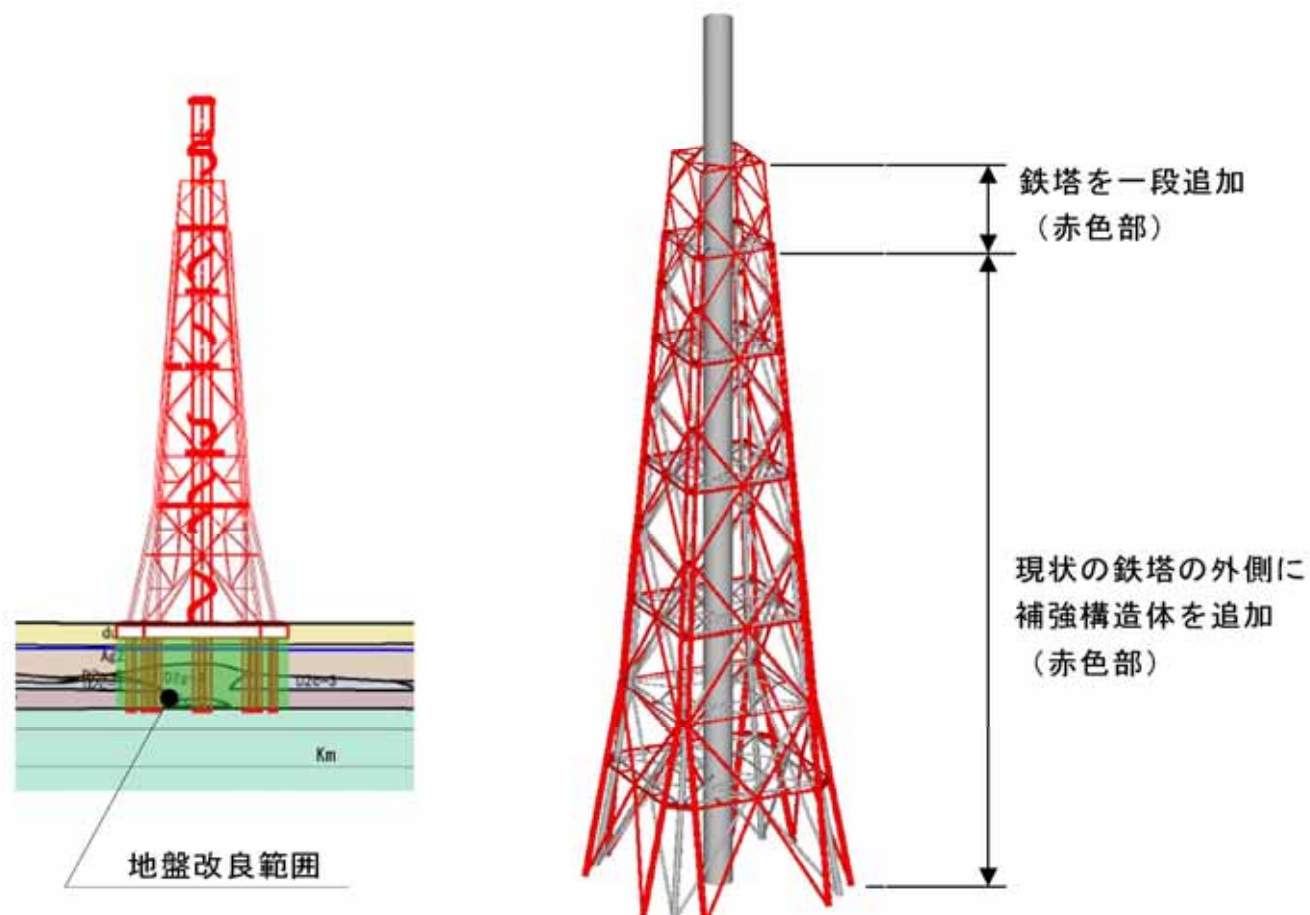
【回答概要】

今回工認の申請において、耐震補強を計画している施設、設備について、その内容、目的について提示する。

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

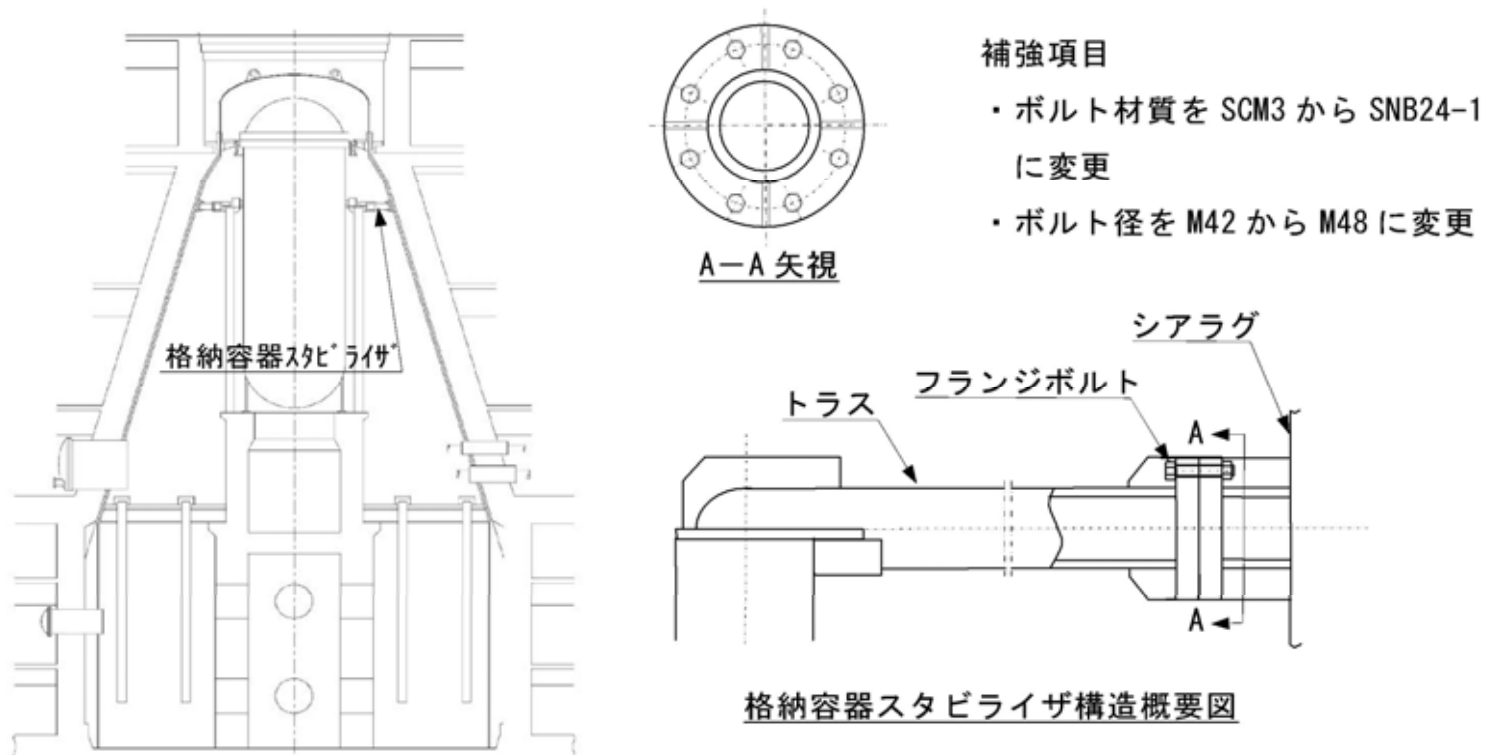
	施設・設備名称	目 的	内 容
建物・構築物	排気筒	排気筒の支持機能強化	鉄塔部への支持部材の追加及び地盤改良
機器・配管系	格納容器スタビライザ	フランジボルトの応力低減対策及び許容限界値の向上	フランジボルトの口径変更及び高強度材料適用
	原子炉建屋クレーン	地震時落下防止による波及的影響防止	落下防止対策の追設
	燃料取替機	同上	ガーダ等の部材強化
	配管系	配管系の支持機能強化	サポートの追加及び補強
	残留熱除去系熱交換器	残留熱除去系熱交換器の支持機能強化	架台部への耐震補強サポート追設
	水圧制御ユニット	水圧制御ユニットの支持機能強化	架構部への補強梁追加
	格納容器シアラ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

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



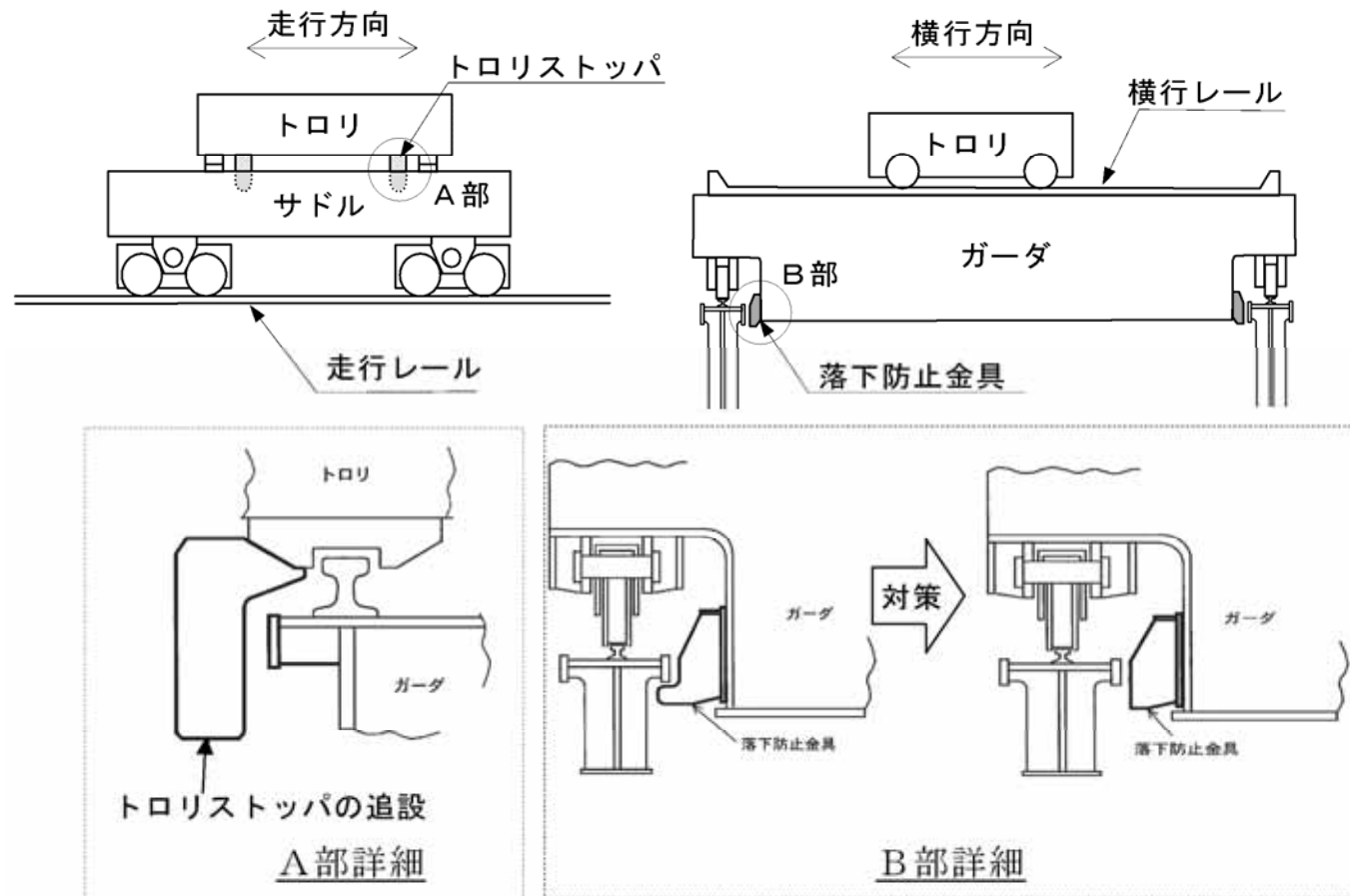
排気筒の耐震補強概要図

格納容器スタビライザの耐震補強概要

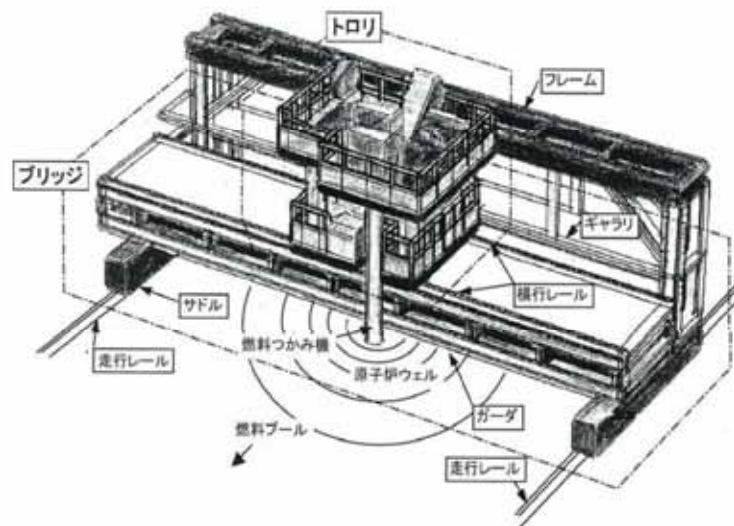
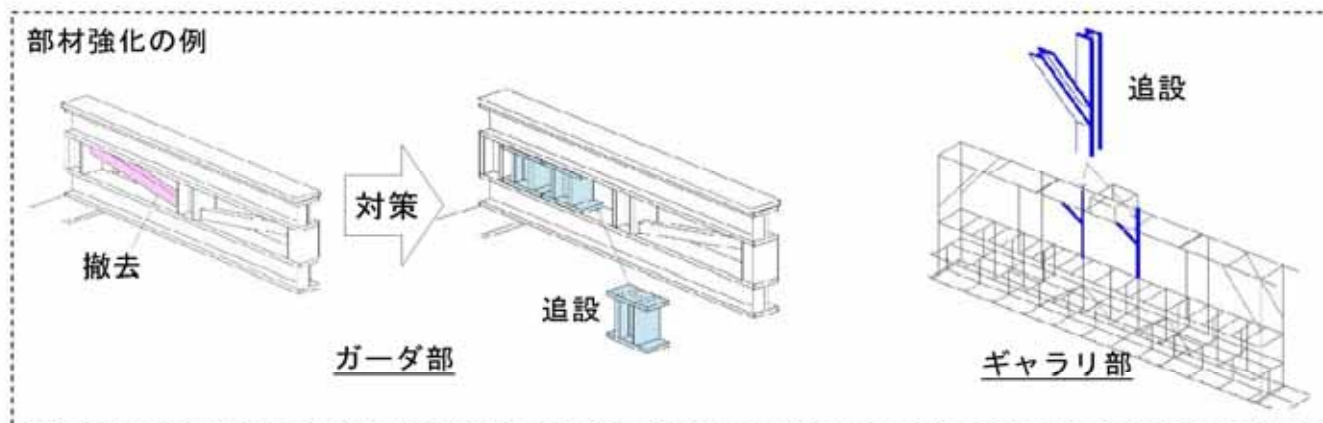


格納容器スタビライザの耐震補強概要図

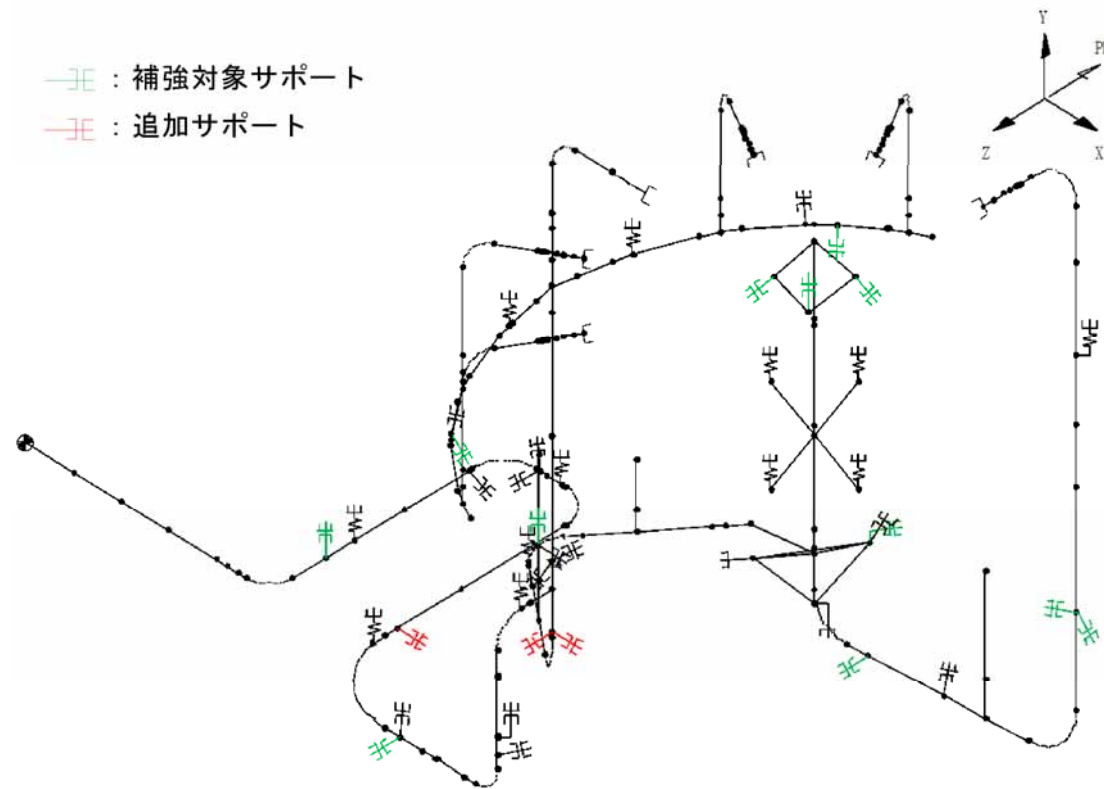
原子炉建屋クレーンの耐震補強概要図



原子炉建屋クレーンの耐震補強概要図

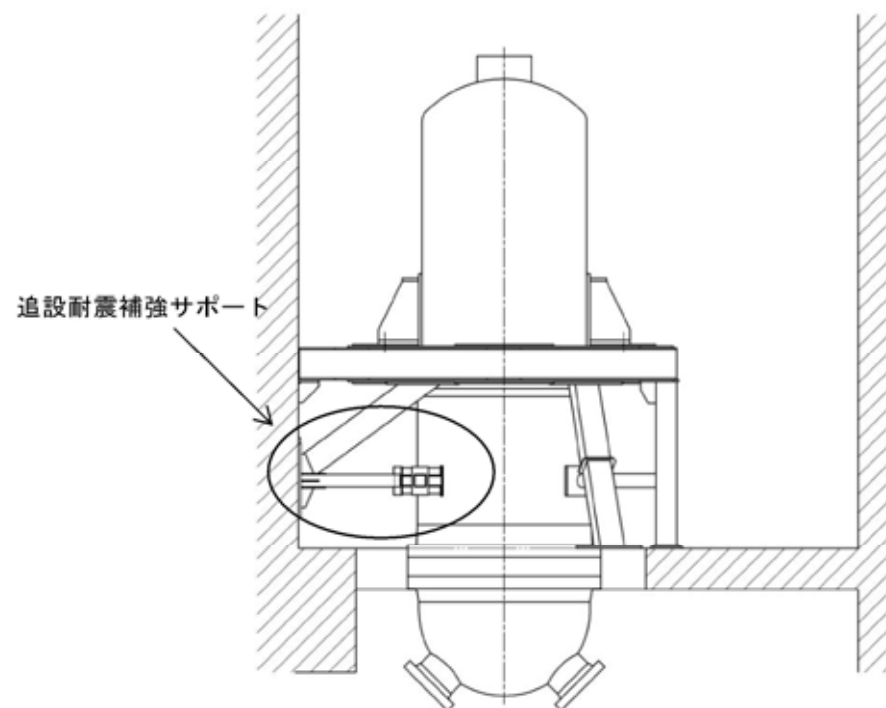


燃料取替機の耐震補強概要図



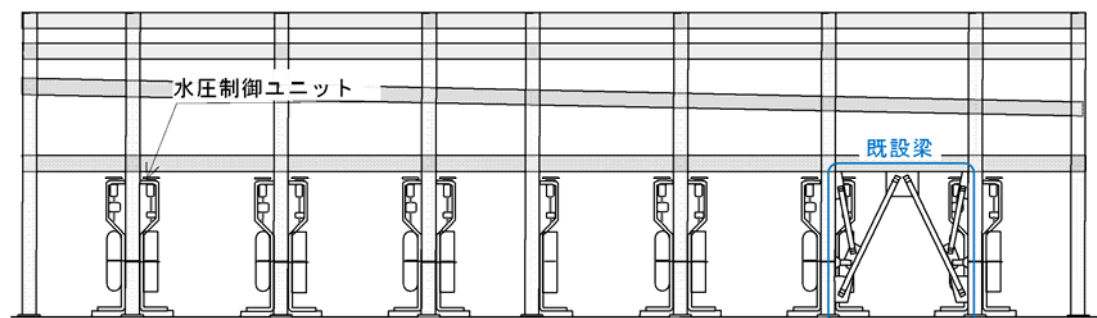
原子炉再循環系配管の耐震補強の例

配管系の耐震補強概要図

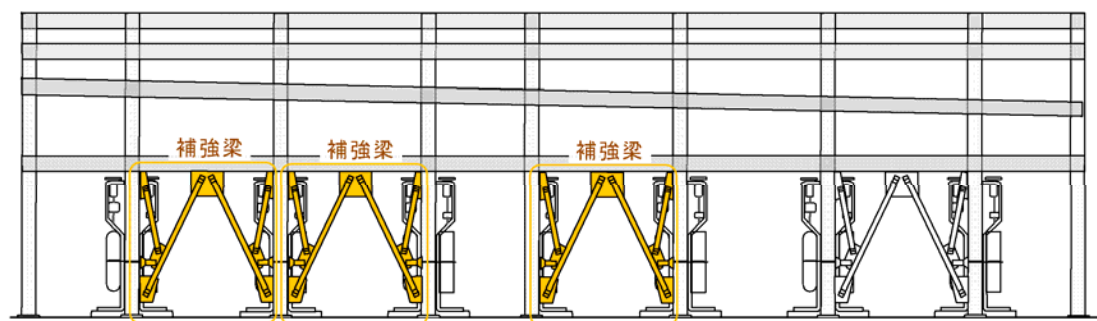


残留熱除去系熱交換器の耐震補強概要図

水圧制御ユニットの耐震補強概要

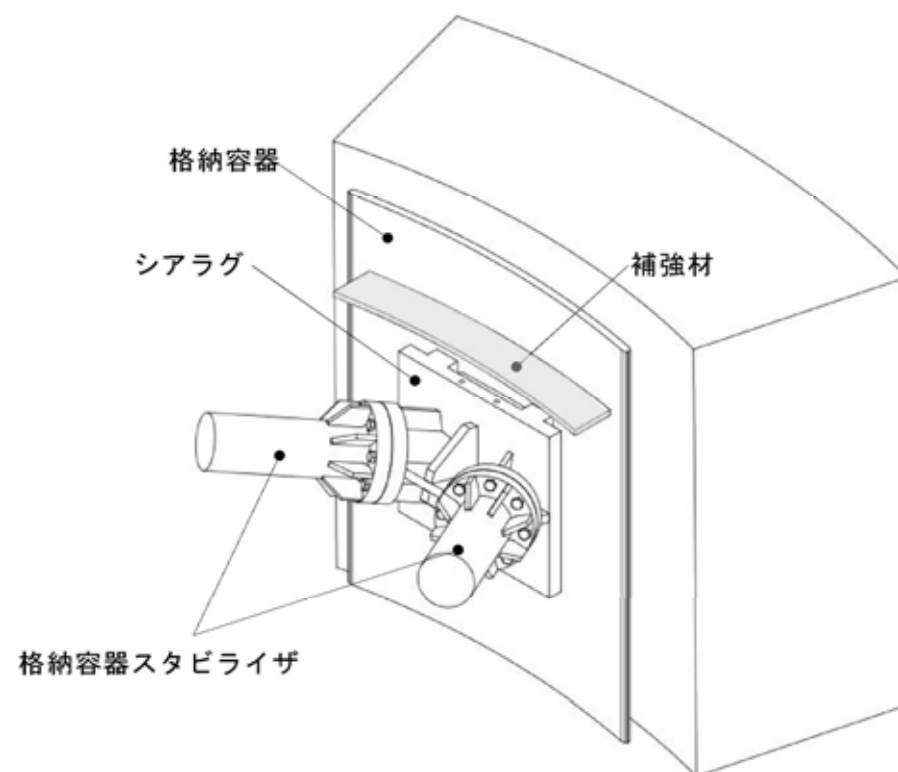


現行構造



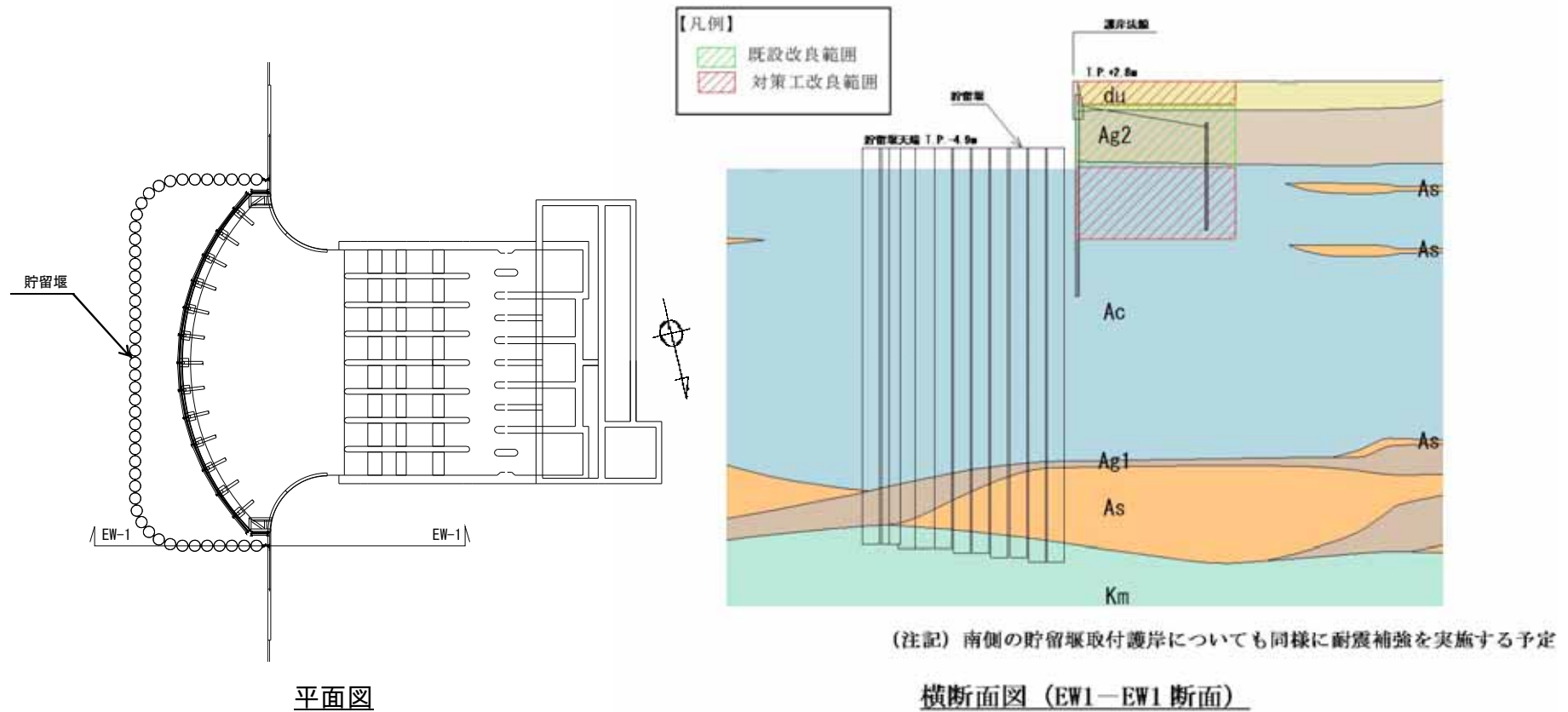
補強構造

水圧制御ユニットの耐震補強概要図



格納容器シアラグ部の耐震補強概要図

貯留堰取付護岸の耐震補強概要

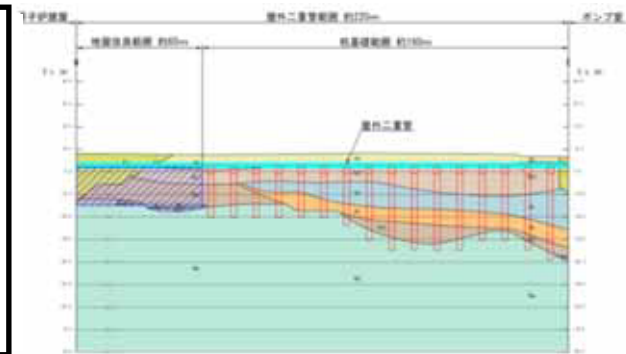


貯留堰取付護岸の耐震補強概要図

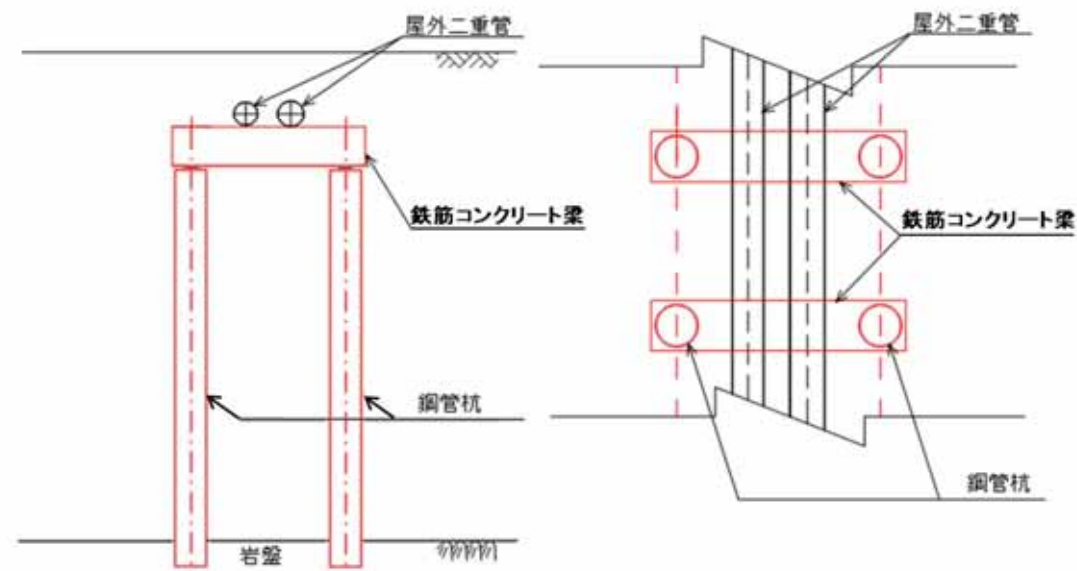
屋外二重管の耐震補強概要



基礎平面配置図



基礎縦断配置図



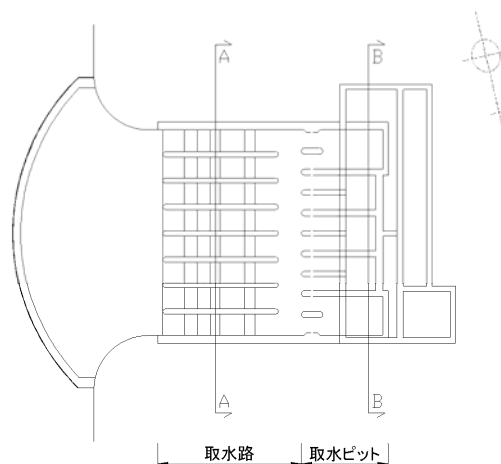
基礎構造図(管軸直交方向断面イメージ)

基礎構造図(平面イメージ)

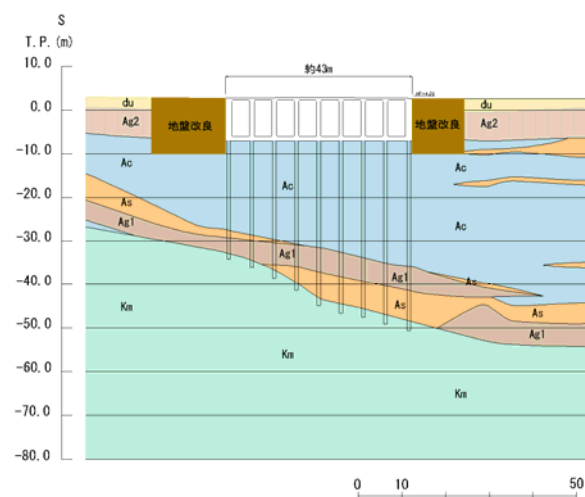
(注記) 赤色表示部は追設する基礎構造物を示す。

屋外二重管の耐震補強概要図

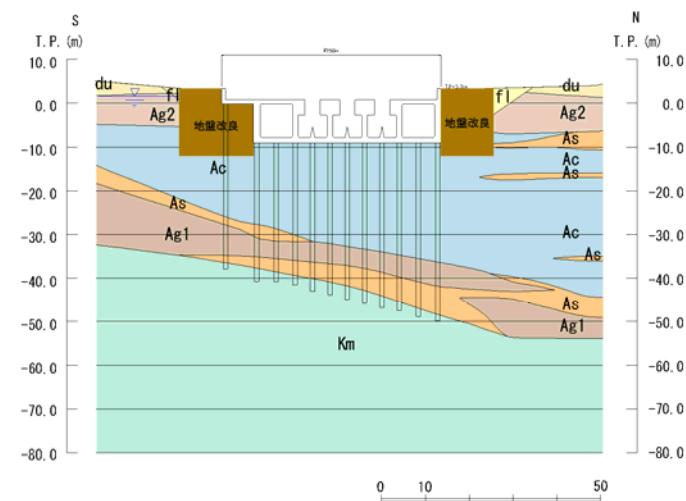
取水構造物の耐震補強概要



平面図



横断面図 (A-A断面：取水路)



横断面図 (B-B断面：取水ピット)

取水構造物の耐震補強概要図

指摘事項4 豊浦標準砂により液状化を仮定したモデルの結果を踏まえた設計への反映方法



【指摘事項】

防潮堤以外の施設についても、地盤物性のデータの信頼性に応じて豊浦標準砂を仮定したモデルでの評価を行う等、安全側の評価を検討すること。

【回答概要】

耐震重要施設等※の耐震設計において液状化影響の検討を行う場合の施設毎の検討の方針は以下の通りとする。

- ① 原地盤に基づく液状化強度特性を用いて基準地震動 S_g に対する有効応力解析による検討を行うことを基本とする。
- ② 更に、当該検討において最も厳しい(許容限界に対する余裕が最も小さい)解析ケースに対して、豊浦標準砂の液状化強度特性により強制的な液状化を仮定した有効応力解析による検討を追加で行う。

個別の施設設置位置に、敷地全般の各地層から取得した原地盤の液状化強度試験データを適用できる場合は、①のみの対応とする。

また、現在実施中の追加地質調査について概要を提示した。今後、さらに地質データの精度を高め、詳細設計用に用いられる条件を精査していく。

※：常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設(特定重大事故等対処施設を除く)

1. 液状化影響の検討の基本方針	26
2. 敷地の地質及び追加地質調査計画について	30
3. 液状化検討対象層の抽出	43
4. 有効応力解析の検討方針	45
5. 耐震設計で仮定する液状化強度特性(豊浦標準砂)について	50

1. 液状化影響の検討の基本方針

液状化影響の検討のフロー

第486回審査会合
資料1-1-3修正



以下に液状化影響の検討のフローを示す。

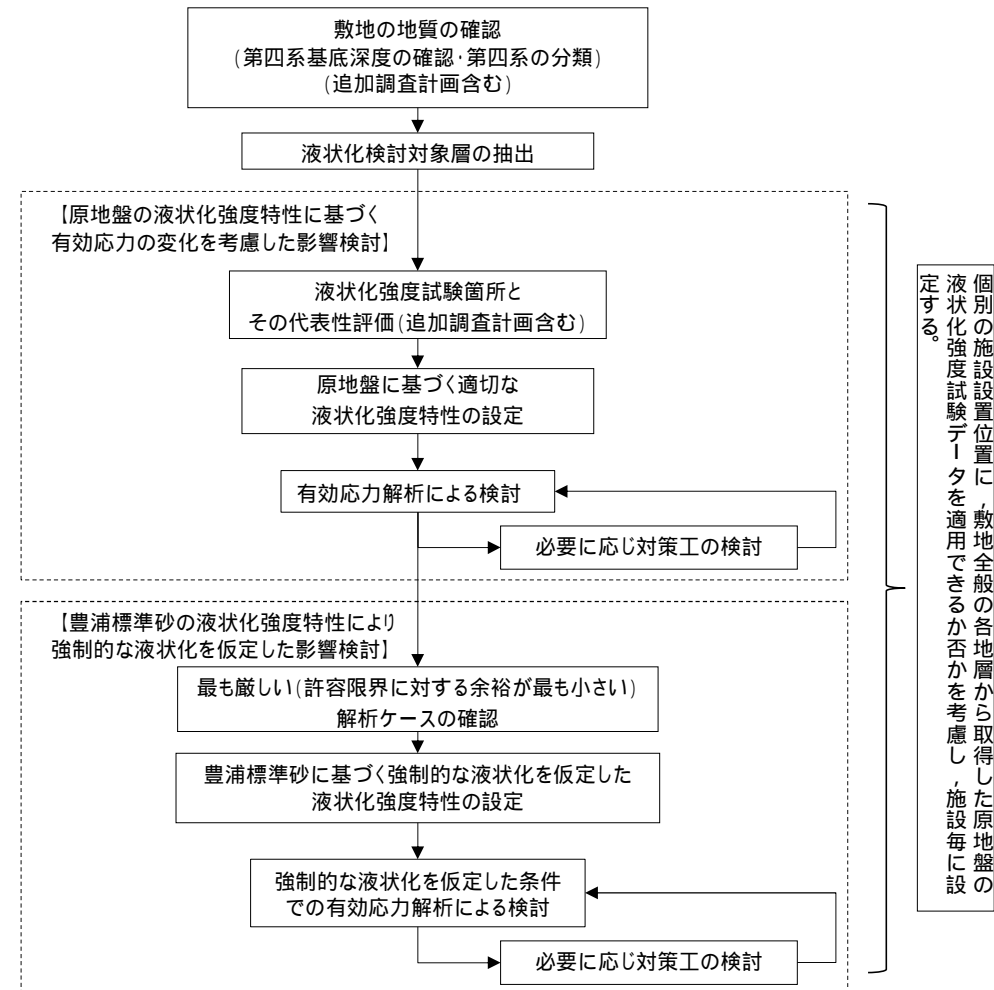
- 東海第二発電所の液状化影響評価については道路橋示方書を基本とし、道路橋示方書では液状化検討対象外とされているG.L.－20m以深及び更新統についても液状化検討対象層として扱う。
 - 原地盤の各液状化検討対象層の液状化強度試験結果に基づき、液状化強度特性を設定し、有効応力解析により構造物への影響評価を実施する。設定する原地盤の各液状化検討対象層の液状化強度特性は、試験データのバラツキを考慮し、液状化強度試験データの最小二乗法による回帰曲線と、その回帰係数の自由度を考慮した不偏分散に基づく標準偏差を用いて適切に設定する。
- ① 耐震重要施設等の耐震設計において液状化影響の検討を行う場合は、原地盤に基づく液状化強度特性を用いて基準地震動 S_s に対する有効応力解析による検討を行うことを基本とする。
 - ② 更に、当該検討において最も厳しい（許容限界に対する余裕が最も小さい）解析ケースに対して、豊浦標準砂の液状化強度特性により強制的な液状化を仮定した有効応力解析による検討を追加で行う。

【①、②の検討の組合せについて】

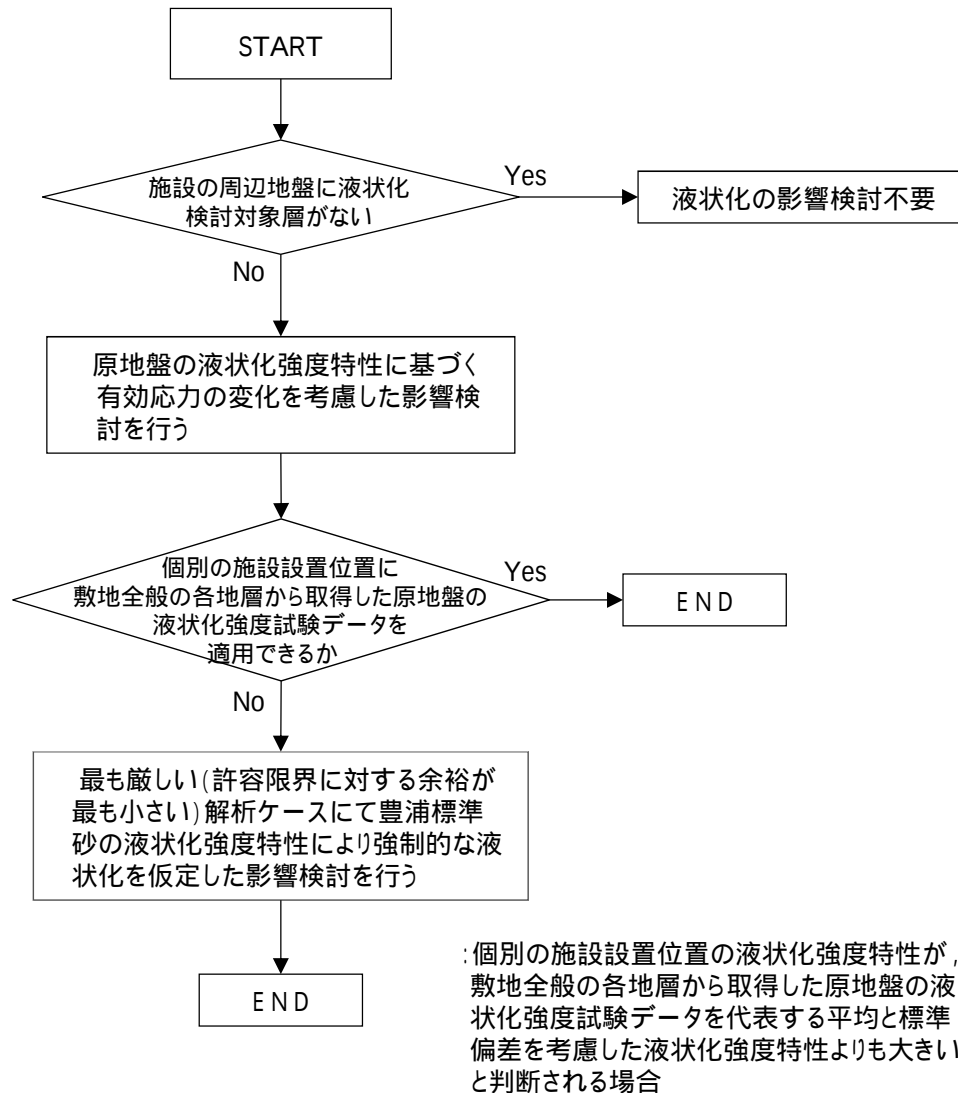
個別の施設設置位置に、敷地全般の各地層から取得した原地盤の液状化強度試験データを適用できる場合は、①のみの対応とする。

適用できない場合は、①及び②の対応を行う。

（次頁に組合せの設定フローを記載）

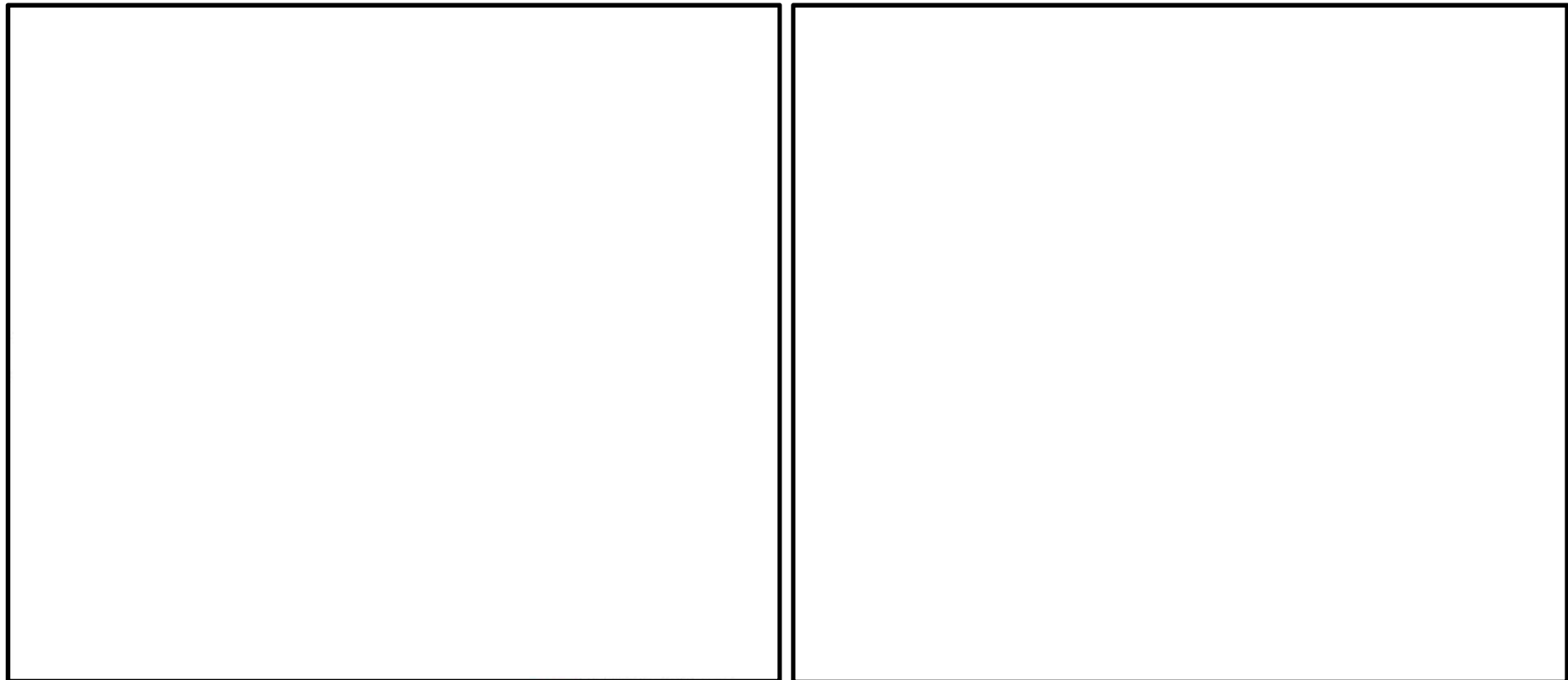


以下に施設毎の液状化影響検討の組合せの設定フローを示す。



- 施設の詳細設計において、その周辺地盤に液状化検討対象層が存在しない場合は、液状化の影響検討は不要とする。
- 上記に該当しない施設について、基準地震動 S_g に対して、原地盤に基づく液状化強度特性を用いた有効応力解析による検討を行う(①)。
- 個別の施設設置位置に敷地全般の各地層から取得した原地盤の液状化強度試験データを適用できる場合は、①のみの対応とする。
- 適用できない場合は、①の検討において最も厳しい(許容限界に対する余裕が最も小さい)解析ケースに対して、豊浦標準砂に基づく液状化強度特性により強制的な液状化を仮定した影響検討を追加で行う(②)。

各施設の設置位置及び現在得られている液状化強度特性の試験位置を下図に示す。



各施設の設置位置

現在得られている液状化強度の試験位置

1. 液状化影響の検討の基本方針

施設毎の液状化影響検討の組合せ(3／3)



施設毎の液状化影響検討の組合せを下表に示す。

設備分類	設備名称 [間接支持している設備名称]	下部工の構造	支持層	周辺地盤の地層のうち、 液状化検討対象層	液状化の 影響検討 不要	原地盤に基づく液状 化強度特性を用いた 評価を実施()	豊浦標準砂に基づく液 状化強度特性を用いた 検討を実施()
対 設 処 計 施 基 設 準	使用済燃料乾式貯蔵建屋	杭支持構造	久米層	du層, Ag2層, D2g-3層		●	●
	鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁	杭支持構造	久米層	du層, Ag2層, As層, Ag1層, D2s-3層, D2g-3層, D1-g1層		●	●
	鋼製防護壁	地中連続壁	久米層	du層, Ag2層, As層, Ag1層		●	●
	鉄筋コンクリート防潮壁	地中連続壁	久米層	du層, Ag2層, As層, Ag1層		●	●
	鉄筋コンクリート防潮壁(放水路放水路エリア)	地中連続壁	久米層	du層, Ag2層, As層, Ag1層		●	●
重 大 事 故 等 対 処 施 設 及 び	原子炉建屋	MMRを介して 岩盤に直接支持	久米層	無し ¹	●	—	—
	取水構造物 [非常用海水取水ポンプ及び非常用海水系配管]	杭支持構造	久米層	du層, Ag2層, As層, Ag1層		●	●
	排気筒 [非常用ガス処理系排気筒]	杭支持構造 (第四系全てを地盤改良)	久米層	無し(第四系全てを地盤改良)	●	—	—
	屋外二重管 [非常用海水系配管]	杭支持構造	久米層	du層, Ag2層, As層, Ag1層		●	●
	貯留堰	岩盤に直接支持	久米層	du層, Ag2層, As層, Ag1層		●	●
	常設代替高圧電源装置置場 [常設代替高圧電源装置及び軽油タンク]	岩盤に直接支持	久米層	du層, Ag2層, D2g-3層		●	●
	常設代替高圧電源装置用カルバート(トンネル部) [常設代替高圧電源装置電路, 燃料移送配管]	岩盤内に設置(トンネル)	久米層	無し(岩盤中に直接設置)	●	—	—
	常設代替高圧電源装置用カルバート(立坑部) [常設代替高圧電源装置電路, 燃料移送配管]	岩盤に直接支持	久米層	無し ¹	●	—	—
	常設代替高圧電源装置用カルバート(カルバート部) [常設代替高圧電源装置電路, 燃料移送配管]	MMRを介して 岩盤に直接支持	久米層	無し ¹	●	—	—
重 大 事 故 等 対 処 施 設	緊急時対策所	鋼管コンクリート杭	久米層	du層, D2s-3層, D2g-3層		●	●
	緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎 [緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク]	杭支持構造	久米層	du層, D2s-3層, D2g-3層		●	●
	緊急用海水ポンプビット [緊急用海水ポンプ]	岩盤に直接支持	久米層	無し ¹	●	—	—
	緊急用海水取水管	岩盤内に設置(埋設管)	久米層	無し(岩盤中に直接設置)	●	—	—
	SA用海水ビット	岩盤に直接支持	久米層	du層, Ag2層, D2g-3層		●	●
	海水引込み管	岩盤内に設置(埋設管)	久米層	無し(岩盤中に直接設置)	●	—	—
	SA用海水ビット取水塔	岩盤に直接支持	久米層	du層, Ag2層, D2g-3層		●	●
	格納容器圧力逃がし装置格納槽	岩盤に直接支持	久米層	du層, Ag2層, D2g-3層		●	●
	格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート [格納容器圧力逃がし装置用配管]	MMRを介して 岩盤に直接支持	久米層	無し ¹	●	—	—
	代替淡水貯槽	岩盤に直接支持	久米層	du層, du層, Ag2層, D2g-3層		●	●
	常設低圧代替注水系ポンプ室 [常設低圧代替注水系ポンプ]	岩盤に直接支持	久米層	無し ¹	●	—	—
	常設低圧代替注水系配管カルバート [常設低圧代替注水系配管]	MMRを介して 岩盤に直接支持	久米層	無し ¹	●	—	—
	可搬型設備用軽油タンク基礎(西側) [可搬型設備用軽油タンク]	杭支持構造	久米層	du層, D2s-3層, D2g-3層		●	●
	可搬型設備用軽油タンク基礎(南側) [可搬型設備用軽油タンク]	杭支持構造	久米層	du層, D1g-1層		●	●

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

2. 敷地の地質及び追加地質調査計画について

敷地の地質

第486回審査会合
資料1-1-3再掲



- ・敷地の地質は、下位から先白亜系の日立古生層(日立変成岩類)、白亜系の那珂湊層群、新第三系の離山層、新第三系鮮新統～第四系下部更新統の久米層、第四系更新統の東茨城層群及び段丘堆積物、第四系完新統の沖積層及び砂丘砂層からなる。

地 質 層 序 表

年代層序区分			地層区分	地質記号		主な層相		備 考				
新 生 界	第四系	完新統	砂丘砂層	du		砂		灰褐色～黄灰色の砂～中粒砂	敷地全体に広く分布する。			
			沖積層	al	Ag2	砂礫		暗青灰色～灰褐色の粘土・砂 灰褐色～黄褐色の礫混じり砂	最上位の砂層は敷地全体に広く分布する。 久慈川が侵食した凹状の谷を埋めて分布する。			
					Ac	粘土						
					As	砂						
					Ag1	砂礫						
		更新統	段丘堆積物	D2	D2c-3	シルト		黄褐色～青灰色の砂礫・砂・シルト	敷地南部に分布する。 敷地周辺のL1段丘堆積物に対比される。 シルト層中の炭物質の年代： 40,830±2,670年BP～48,330±年BPオーバー (14C年代測定法)			
					D2s-3	砂						
					D2g-3	砂礫						
					D2c-2	シルト						
					D2g-2	砂礫						
				D1	lm	ローム				敷地南西部に分布する。 敷地周辺のM2段丘堆積物に対比される。 本層上部に分布する風化火山灰層に含まれる テフラの年代： ・赤城鹿沼テフラ >45,000年BP ・赤城水沼1テフラ 55,000年BP～60,000BP		
					D1c-1	シルト						
					D1g-1	砂礫						
					暗灰色～褐色の砂及びシルト 灰褐色～青灰色の砂礫						敷地西部のごく一部に分布する。	
					暗オリーブ灰色の砂質泥岩							
新第三系	鮮新統	東茨城層群	Hi				敷地全体に広く分布する。 原子炉建屋等の基礎岩盤である。					
		久米層	Km									
		離山層	Hn		泥岩・凝灰岩			敷地では北部を中心に久米層の下位に認められる。				
白亜系		那珂湊層群	Nk		泥岩・砂岩		敷地全体で久米層、離山層の下位に認められる。					
先白亜系		日立古生層 (日立変成岩類)	Hp		泥岩・砂岩・礫岩		1孔のボーリングで那珂湊層群の下位に認められる。					

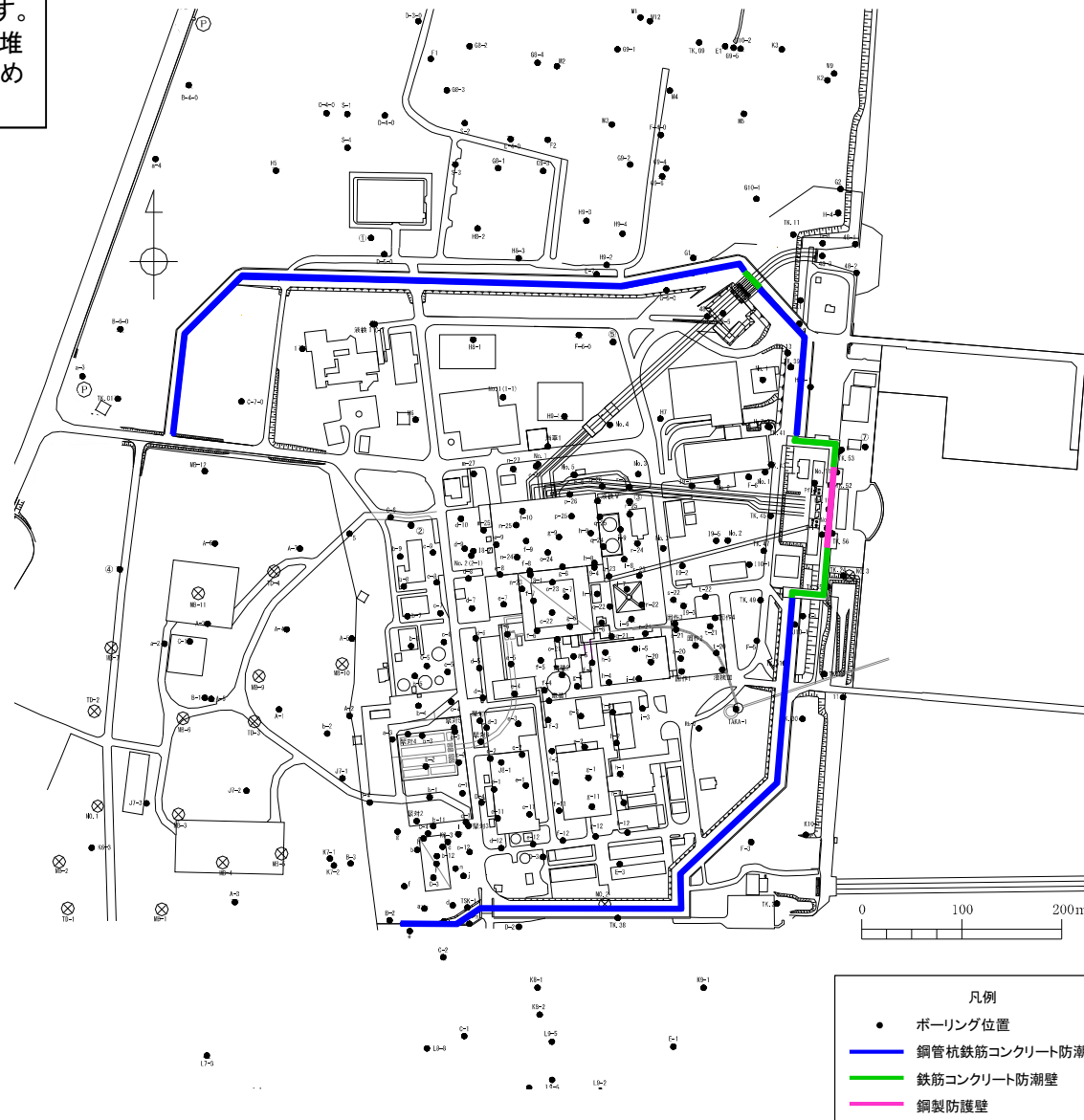
~~~~~ : 不整合

## 2. 敷地の地質及び追加地質調査計画について ボーリング調査位置図

第486回審査会合  
資料1-1-3修正



- 敷地の地質・地質構造評価に係る地質調査のうち、ボーリングの位置を右図に示す。
- なお、右図については、第四系の詳細な堆積構造を把握するためのボーリングも含め全てのボーリングを示している。



## 2. 敷地の地質及び追加地質調査計画について

### 地質平面図

第486回審査会合  
資料1-1-3再掲



敷地に分布する地層のうち、最下位の日立古生層(日立変成岩類)は硬質な泥岩、砂岩及び礫岩からなる。那珂湊層群は硬質な泥岩、砂岩及び礫岩からなる。離山層は泥岩、凝灰岩からなる。久米層は砂質泥岩を主としている。東茨城層群と段丘堆積物は砂礫、砂及びシルトからなり、沖積層は粘土を主として砂及び礫混じり砂を挟む。各層は不整合関係で接している。砂丘砂層は均質な細～中粒砂からなり、敷地全体に広く分布する。

地質層序表

| 年代層序区分      |     | 地層区分              | 地質記号  | 主な層相                        | 備 考                                                                                                                           |
|-------------|-----|-------------------|-------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 新<br>生<br>界 | 第四系 | 砂丘砂層              | du    | 灰褐色～黄灰色の砂～中粒砂               | 敷地全体に広く分布する。                                                                                                                  |
|             |     | 沖積層               | al    | Ag2 砂礫                      | 最上位の砂層は敷地全体に広く分布する。<br>久慈川が侵食した凹状の谷を埋めて分布する。                                                                                  |
|             |     |                   | Ac    | 粘土                          |                                                                                                                               |
|             |     |                   | As    | 砂                           |                                                                                                                               |
|             |     |                   | Ag1   | 砂礫                          |                                                                                                                               |
|             |     | 段丘堆積物             | D2c-3 | シルト                         | 敷地南部に分布する。<br>敷地周辺のI1段丘堆積物に対比される。<br>シルト層中の炭物質の年代：<br>40,830±2,670年BP～48,330±年BPオーバー<br>(14C年代測定法)                            |
|             |     |                   | D2s-3 | 砂                           |                                                                                                                               |
|             |     |                   | D2g-3 | 砂礫                          |                                                                                                                               |
|             |     |                   | D2c-2 | シルト                         |                                                                                                                               |
|             |     |                   | D2g-2 | 砂礫                          |                                                                                                                               |
|             |     |                   | Im    | ローム                         |                                                                                                                               |
|             | 更新統 | D1                | D1c-1 | シルト                         | 敷地南西部に分布する。<br>敷地周辺のM2段丘堆積物に対比される。<br>本層上部に分布する風化火山灰層に含まれる<br>テフラの年代：<br>・赤城鹿沼テフラ > 45,000年BP<br>・赤城水沼1テフラ 55,000年BP～60,000BP |
|             |     |                   | D1g-1 | 砂礫                          |                                                                                                                               |
|             |     |                   | Hi    | 暗灰色～褐色の砂及びシルト<br>灰褐色～青灰色の砂礫 |                                                                                                                               |
|             |     |                   | Km    | 暗オリーブ灰色の砂質泥岩                |                                                                                                                               |
| 新第三系        | 鮮新統 | 久米層               | Km    | 暗オリーブ灰色の砂質泥岩                | 敷地全体に広く分布する。<br>原子炉建屋等の基礎岩盤である。                                                                                               |
|             |     | 離山層               | Hn    | 泥岩・凝灰岩                      | 敷地では北部を中心に久米層の下位に認められる。                                                                                                       |
|             |     | 那珂湊層群             | Nk    | 泥岩・砂岩                       | 敷地全体で久米層、離山層の下位に認められる。                                                                                                        |
|             |     | 日立古生層<br>(日立変成岩類) | Hp    | 泥岩・砂岩・礫岩                    | 1孔のボーリングで那珂湊層群の下位に認められる。                                                                                                      |

~~~~~ : 不整合

凡例

| | |
|--|--------|
| | 盛土・埋戻土 |
| | 砂丘砂層 |
| | 沖積層 |
| | 段丘堆積物 |
| | 敷地境界線 |

敷地の地質平面図

2. 敷地の地質及び追加地質調査計画について

敷地の地質層序

第486回審査会合
資料1-1-3修正



| 年代層序区分 | | | 地層区分 | 地質記号 | | 主な層相 | 代表的なコア写真 | | |
|--------|-----|-----|-------|------|-------|---------------|--------------------------------|-----|--|
| 新生界 | 第四系 | 完新統 | 砂丘砂層 | du | | 灰褐色～黄灰色の砂～中粒砂 | | | |
| | | | 沖積層 | al | Ag2 | 砂礫 | 暗青灰色～灰褐色の粘土・砂
灰褐色～黄褐色の礫混じり砂 | | |
| | | | | | Ac | 粘土 | | | |
| | | | | | As | 砂 | | | |
| | | | | | Ag1 | 砂礫 | | | |
| | | 更新統 | 段丘堆積物 | D2 | D2c-3 | シルト | 黄褐色～青灰色の砂礫・砂・シルト | | |
| | | | | | D2s-3 | 砂 | | | |
| | | | | | D2g-3 | 砂礫 | | | |
| | | | | | D2c-2 | シルト | | | |
| | | | | | D2g-2 | 砂礫 | | | |
| | | | | | lm | ローム | | | |
| | | | | | D1 | D1c-1 | | シルト | |
| | | | | | | D1g-1 | | 砂礫 | |

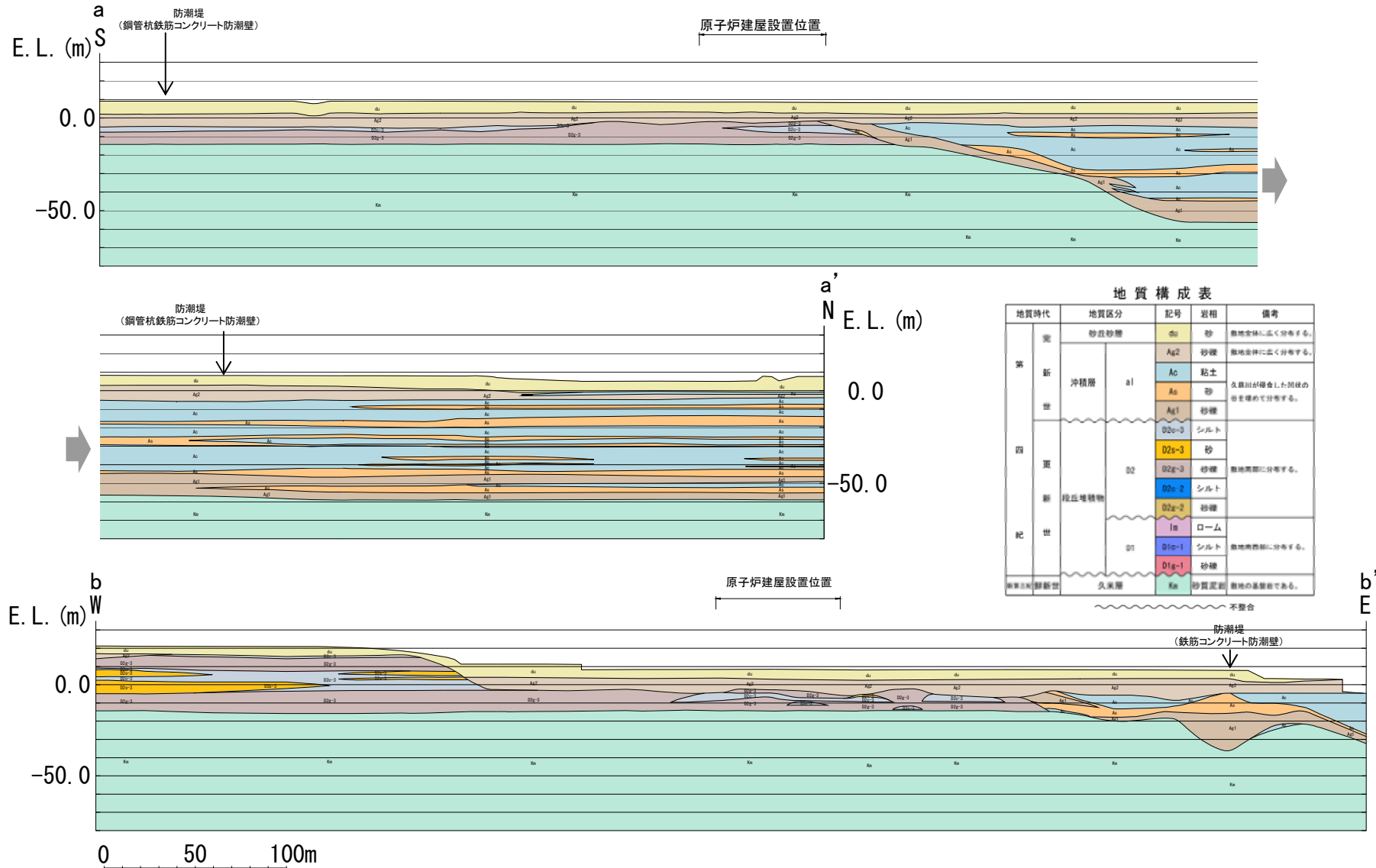
~~~~~ : 不整合

## 2. 敷地の地質及び追加地質調査計画について 地質断面図(第四系)

第486回審査会合  
資料1-1-3再掲



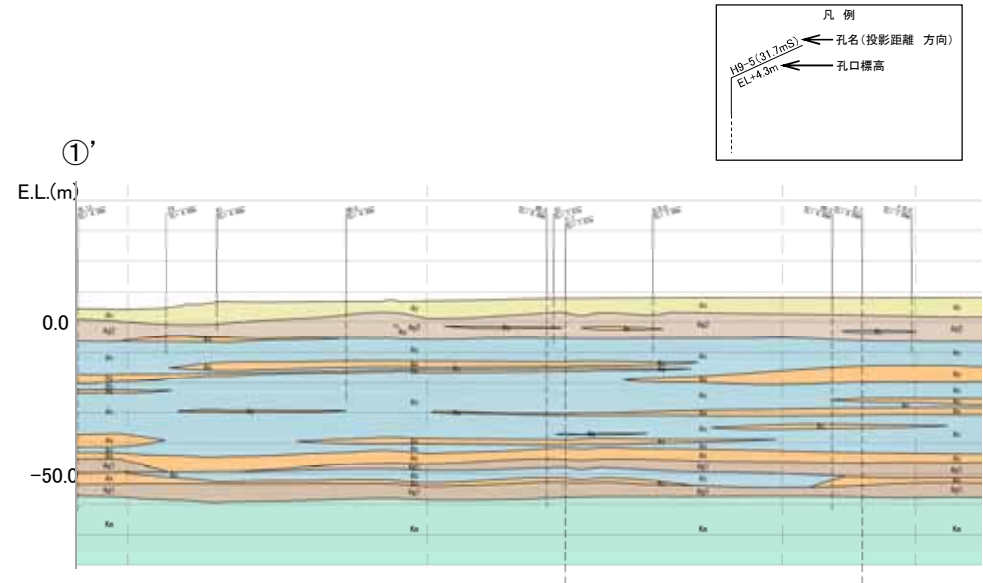
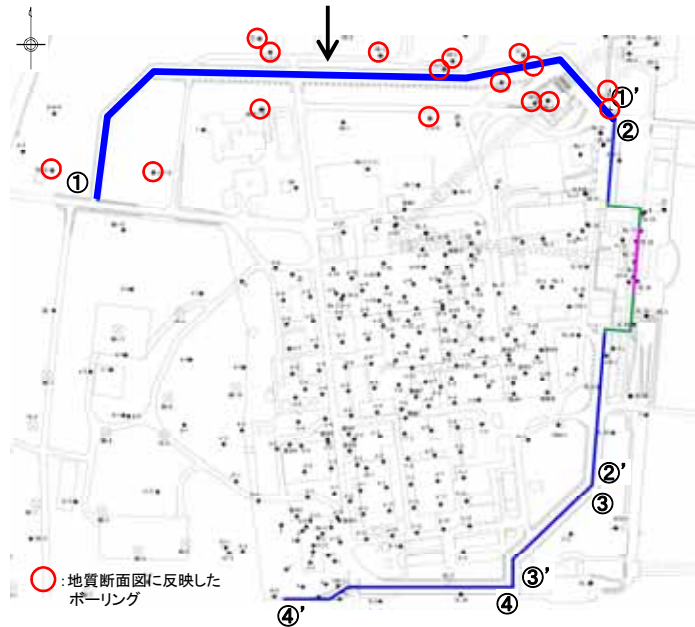
敷地には、敷地全域にわたって新第三系鮮新統～第四系下部更新統の久米層が分布し、その上位に第四系更新統の東茨城層群及び段丘堆積物、第四系完新統の沖積層及び砂丘砂層が分布する。



## 2. 敷地の地質及び追加地質調査計画について 防潮堤地質縦断面図(1/3)

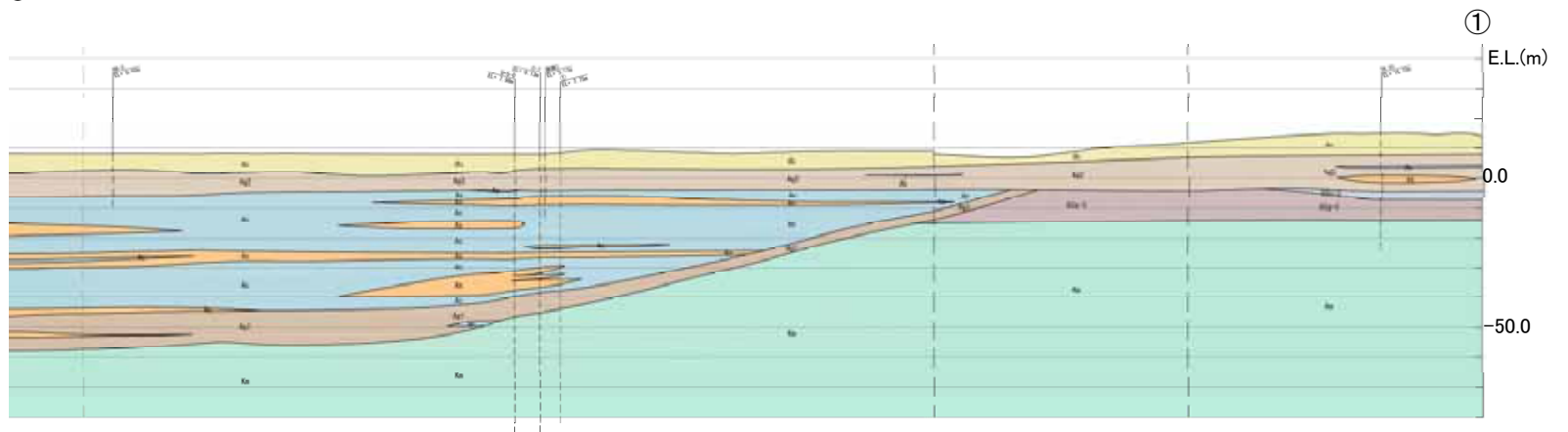
第486回審査会合  
資料1-1-3修正

- ボーリング調査結果に基づき、防潮堤位置の地質断面図を作成した。
- 地質断面図の作成にあたっては、当該断面からの最も近いボーリング調査の結果を重視するとともに、周辺のボーリングで確認された地層の走向・傾斜や分布の連続性等を加味して作成した。



| 地 質 構 成 表 |       |       |      |
|-----------|-------|-------|------|
| 地質時代      | 地質区分  | 記号    | 岩相   |
| 第 四 紀     | 沖積層   | du    | 砂    |
|           |       | Ag2   | 砂礫   |
|           | a1    | Ao    | 粘土   |
|           |       | As    | 砂    |
|           | Q2    | Ag1   | 砂礫   |
|           |       | D2o-3 | シルト  |
|           | D2    | D2s-3 | 砂    |
|           |       | D2g-3 | 砂礫   |
|           | D1    | D2o-2 | シルト  |
|           |       | D2g-2 | 砂礫   |
| 新 第三紀     | 段丘堆積物 | m     | ローム  |
|           |       | D1o-1 | シルト  |
|           | 久米層   | Kn    | 砂質泥岩 |

~~~~~ 不整合



2. 敷地の地質について 防潮堤地質縦断面図(2/3)

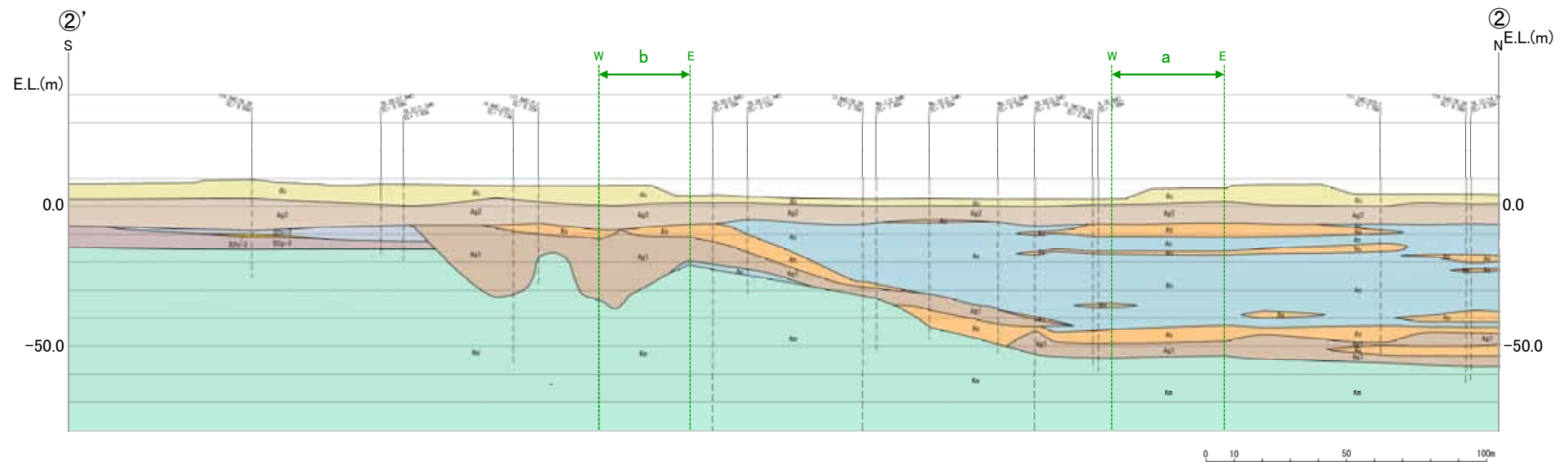
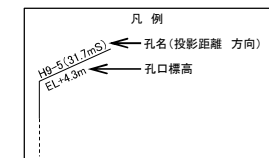
第486回審査会合
資料1-1-3修正



地質構成表

| 地質時代 | 地質区分 | 記号 | 岩相 |
|-------------|--------|-------|------|
| 第4紀
新世 | 砂丘砂層 | du | 砂 |
| | | Ag2 | 砂礫 |
| | 沖積層 | Al | 粘土 |
| | | As | 砂 |
| 第4紀
第四世 | 新段丘堆積物 | Ag1 | 砂礫 |
| | | D2o-3 | シルト |
| | | D2s-3 | 砂 |
| | | D2g-3 | 砂礫 |
| | 久米層 | D2o-2 | シルト |
| | | D2g-2 | 砂礫 |
| | | Im | ローム |
| | | D1 | シルト |
| 新第三紀
鮮新世 | 久米層 | D1g-1 | 砂礫 |
| | | Kn | 砂質泥岩 |

~~~~~ 不整合



## 2. 敷地の地質について 防潮堤地質縦断面図(3/3)

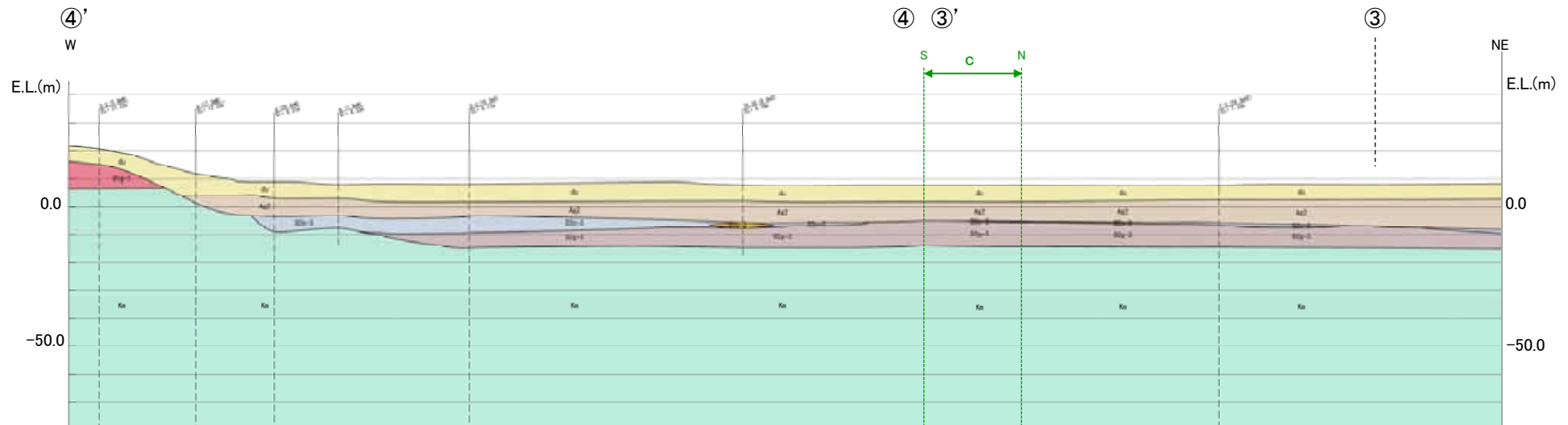
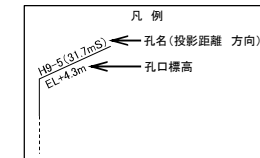
第486回審査会合  
資料1-1-3修正



地質構成表

| 地質時代 | 地質区分  | 記号    | 岩相   |
|------|-------|-------|------|
| 新第四紀 | 砂丘砂層  | du    | 砂    |
|      |       | Ag2   | 砂礫   |
| 第四紀  | 沖積層   | al    | 粘土   |
|      |       | As    | 砂    |
|      |       | Ag1   | 砂礫   |
|      |       | D2c-3 | シルト  |
|      |       | D2s-3 | 砂    |
| 第四紀  | 段丘堆積物 | D2    | 砂礫   |
|      |       | D2c-2 | シルト  |
|      |       | D2g-2 | 砂礫   |
|      |       | lm    | ローム  |
|      |       | D1    | シルト  |
| 第三紀  | 新第三紀  | D1g-1 | 砂礫   |
|      |       | Kn    | 砂質泥岩 |

~~~~~ 不整合

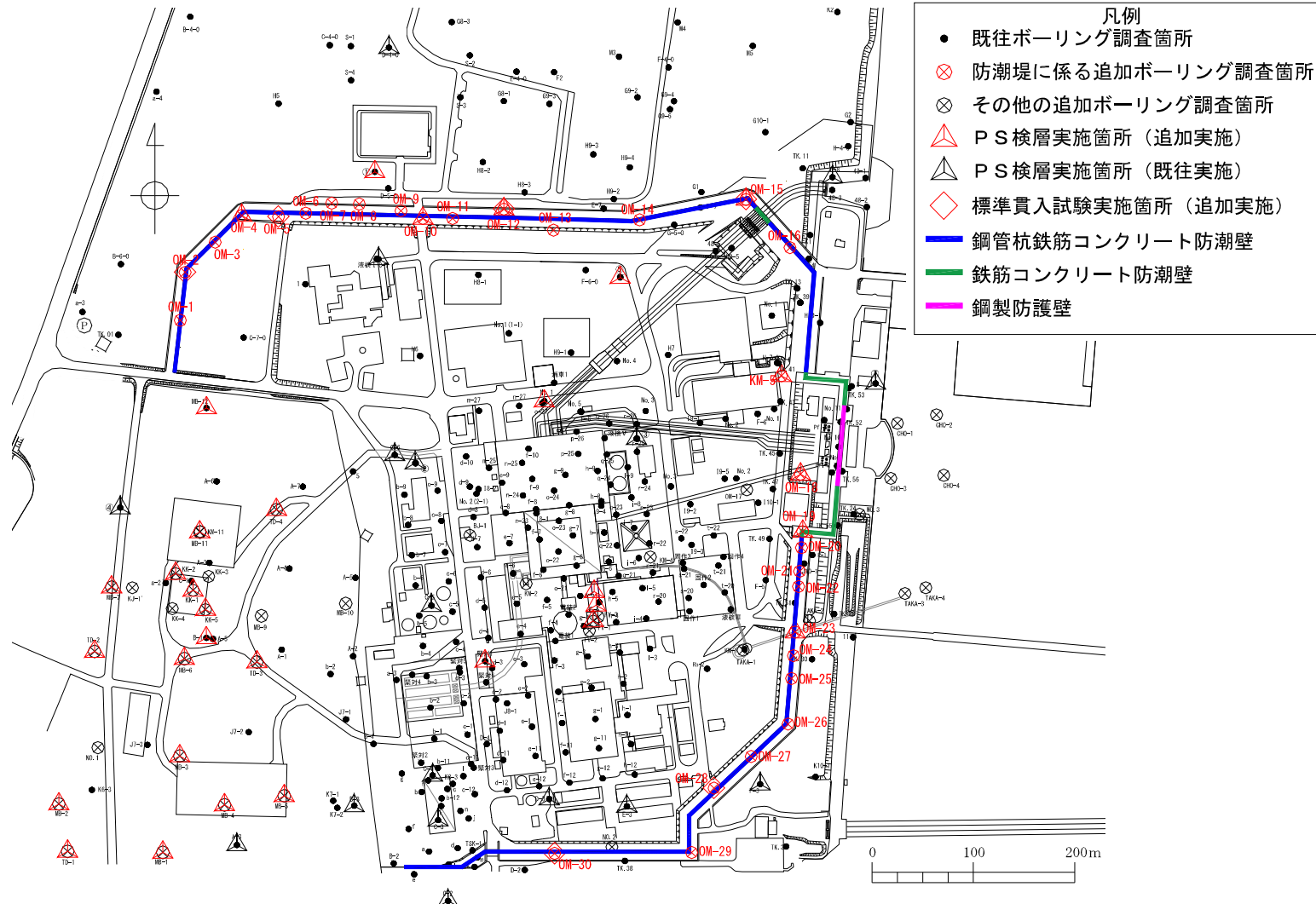


2. 敷地の地質及び追加地質調査計画について

第四系の地質構造に関する追加調査について(1/4)



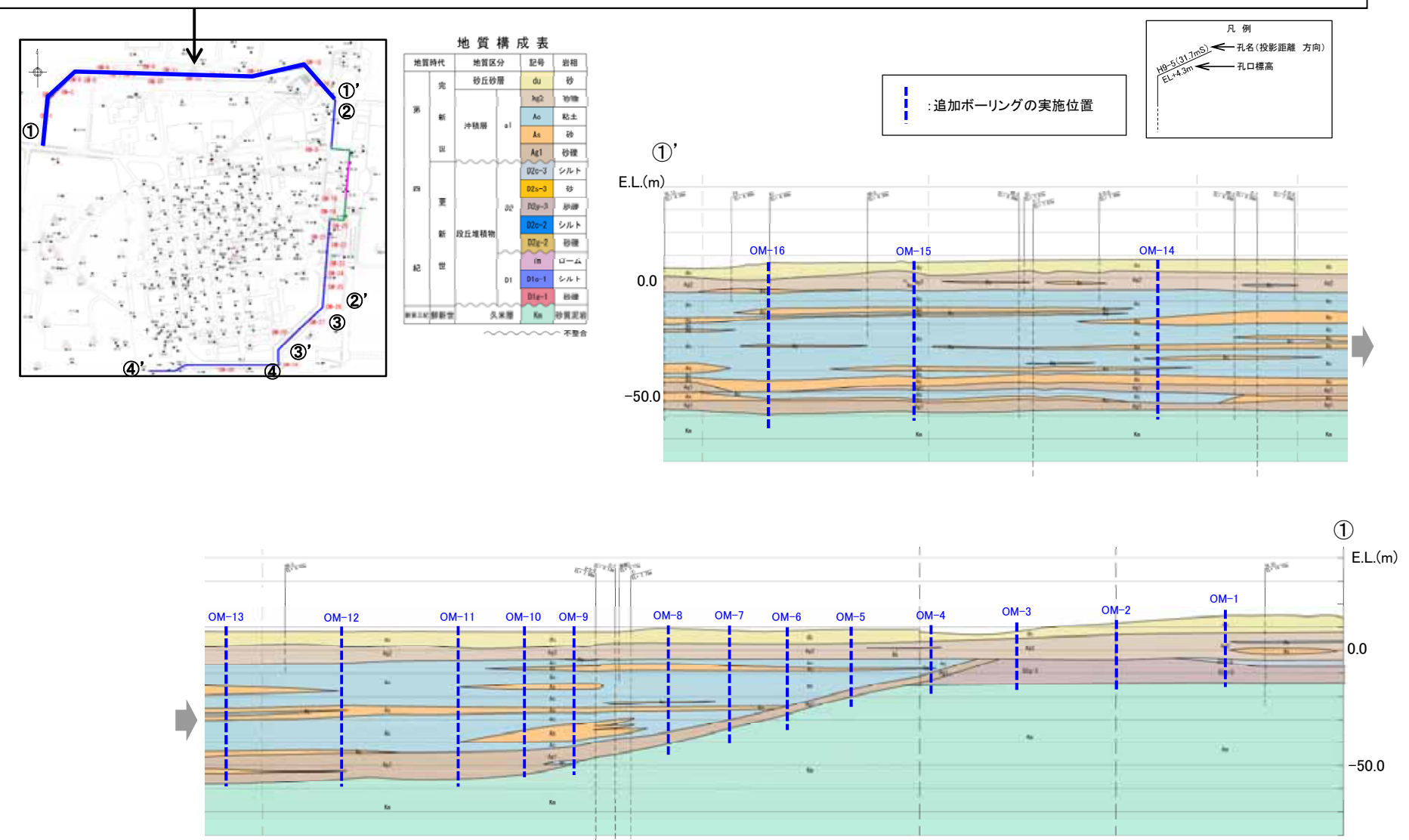
- 今後、防潮堤地質縦断面図における第四系の地質構成や岩盤までの深度について、更に精度を高め設計・施工に反映させるため追加ボーリング調査（地質調査、PS検層、標準貫入試験等）を実施する。



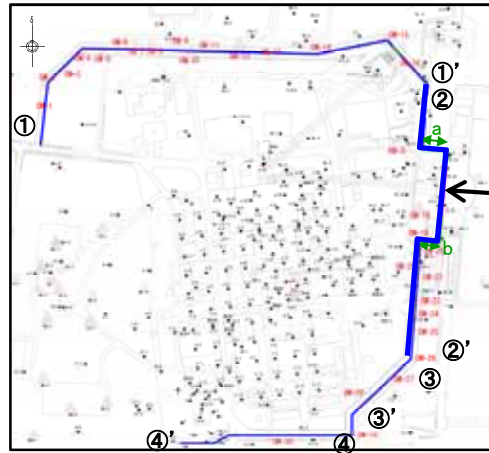
※ボーリング調査位置については、干渉物等を回避するため実施時には位置が多少変更となる可能性がある

第四系の地質構造に関する追加調査について(2/4)

- ・今後、防潮堤地質縦断面図における第四系の地質構成や岩盤までの深度について、更に精度を高め設計・施工に反映させるため追加ボーリング調査（地質調査、PS検層、標準貫入試験等）を実施する。



※ボーリング調査位置については、干渉物等を回避するため実施時には位置が多少変更となる可能性がある

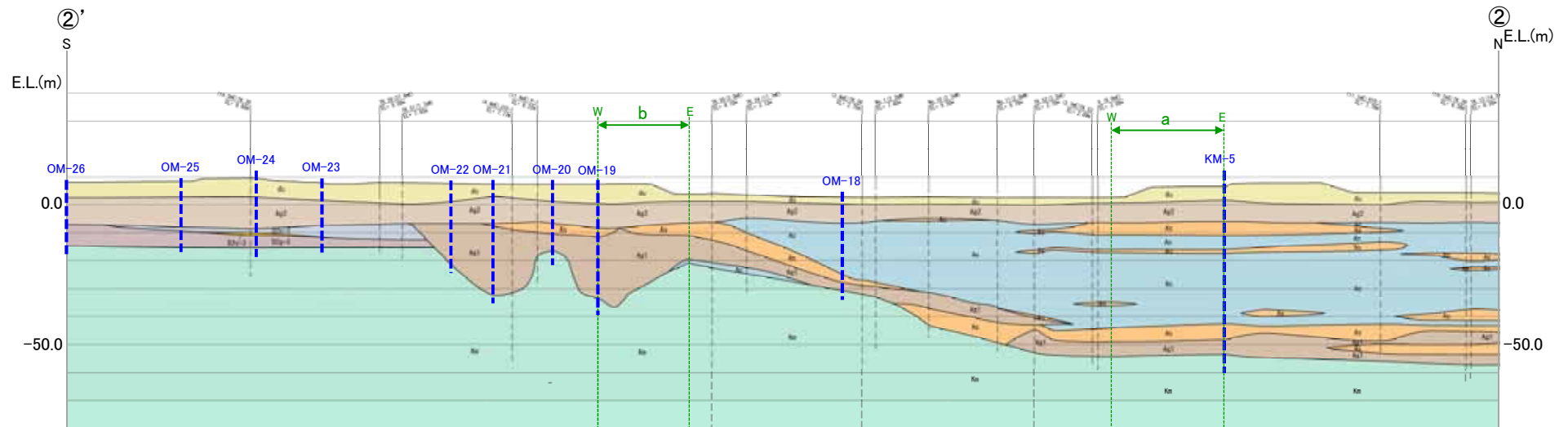
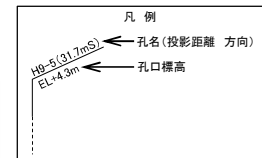


地 質 構 成 表

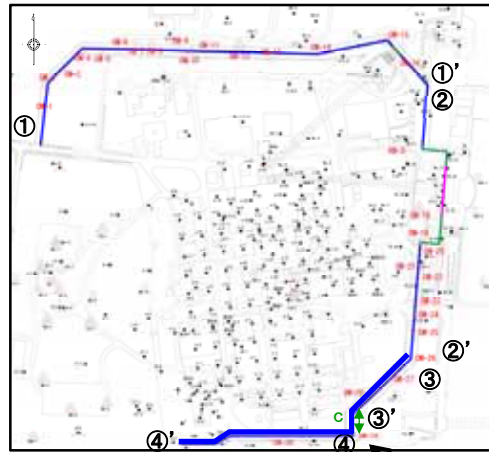
| 地質時代 | 地質区分 | 記号 | 岩相 | |
|------|------|-------|--------|--------|
| 第四紀 | 完新世 | 砂丘砂層 | du 砂 | |
| | | 沖積層 | al | Ag2 砂礫 |
| | | | Ac 粘土 | |
| | | | As 砂 | |
| | | | Ag1 砂礫 | |
| | 更新世 | 段丘堆積物 | D2o-3 | シルト |
| | | | D2s-3 | 砂 |
| | | | D2p-3 | 砂礫 |
| | | | D2o-2 | シルト |
| | | | D2s-2 | 砂礫 |
| 旧第三紀 | 鮮新世 | Im | ローム | |
| | | D1o-1 | シルト | |
| | | D1s-1 | 砂礫 | |
| | | Km | 砂質泥岩 | |

~~~~~ 不整合

追加ボーリングの実施位置



※ボーリング調査位置については、干渉物等を回避するため実施時においては位置が多少変更となる可能性がある

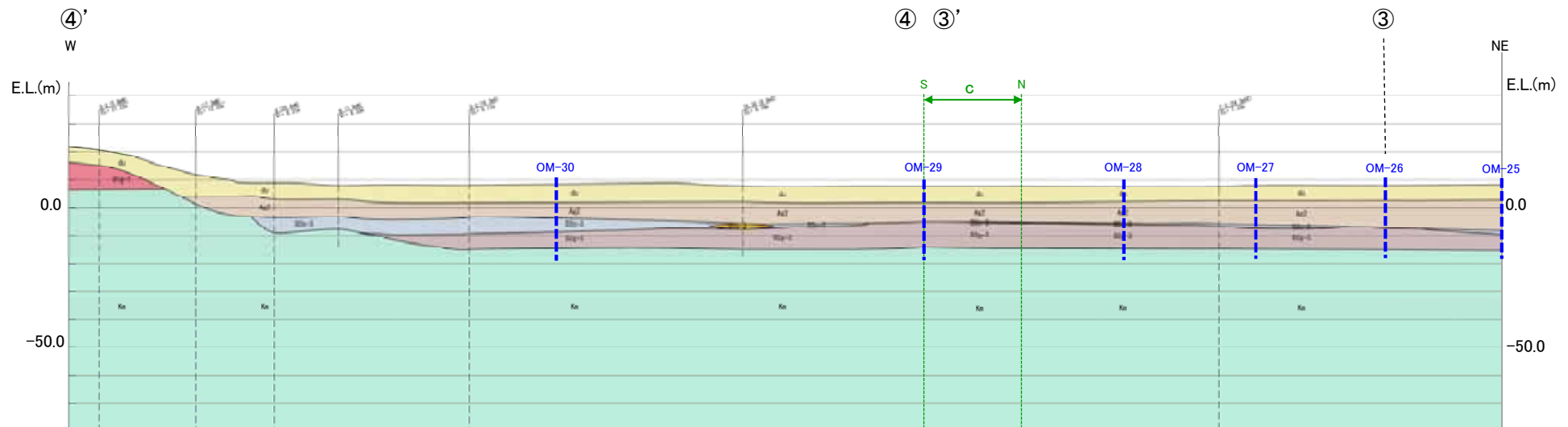
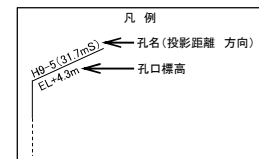


地質構成表

| 地質時代 | 地質区分 | 記号     | 岩相      |        |
|------|------|--------|---------|--------|
| 第四紀  | 完新世  | 砂丘砂層   | du 砂    |        |
|      |      | 沖積層    | al      | Ag2 砂礫 |
|      |      |        | As 粘土   |        |
|      |      |        | As 砂    |        |
|      |      |        | Ag1 砂礫  |        |
|      | 更新世  | 新段丘堆積物 | D2c-3   | シルト    |
|      |      |        | D2s-3   | 砂      |
|      |      |        | D2s-3   | 砂礫     |
|      |      |        | D2c-2   | シルト    |
|      |      |        | D2s-2   | 砂礫     |
| 旧世   | D1   | Im     | ローム     |        |
|      |      | D1c-1  | シルト     |        |
|      |      | D1s-1  | 砂礫      |        |
| 第三紀  | 鮮新世  | 久米層    | Km 砂質泥岩 |        |

~~~~~ 不整合

追加ボーリングの実施位置



※ボーリング調査位置については、干渉物等を回避するため実施時においては位置が多少変更となる可能性がある

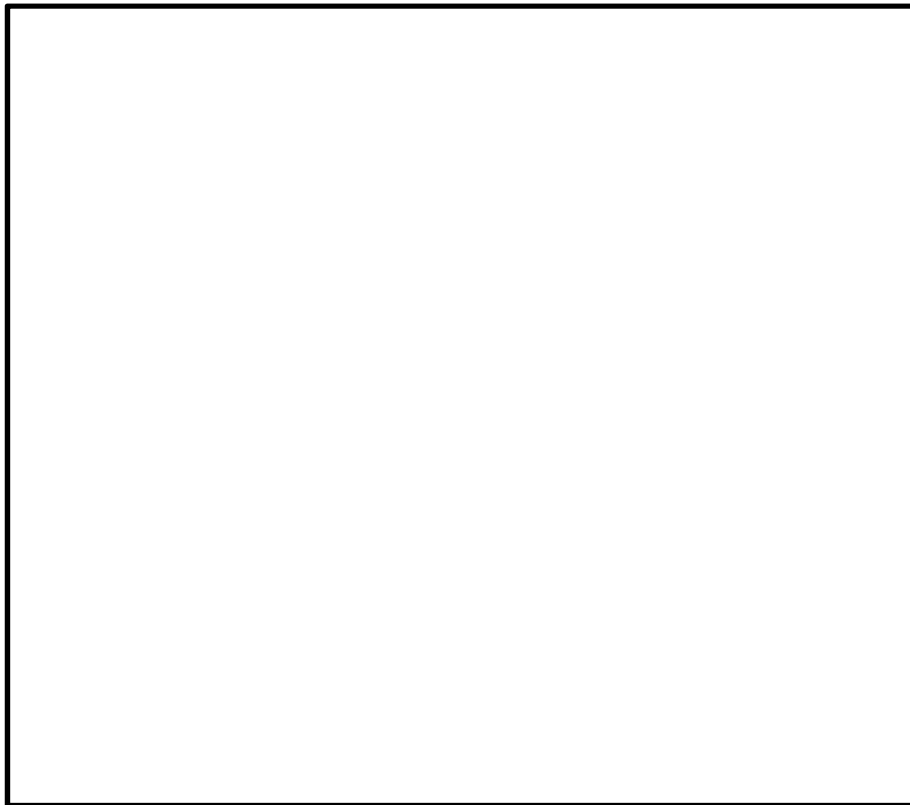


液状化強度試験計画

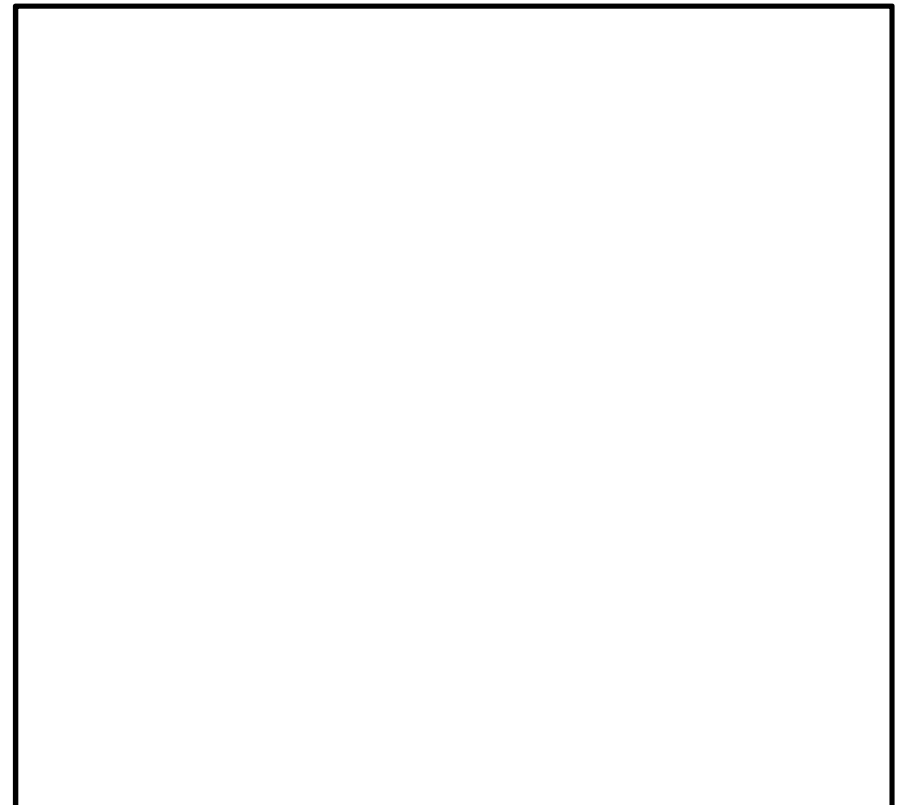


各施設の設置位置及び追加液状化強度試験計画を下図に示す。

今後、当該試験結果を踏まえ、詳細設計にて用いられる液状化強度特性を精査していく。



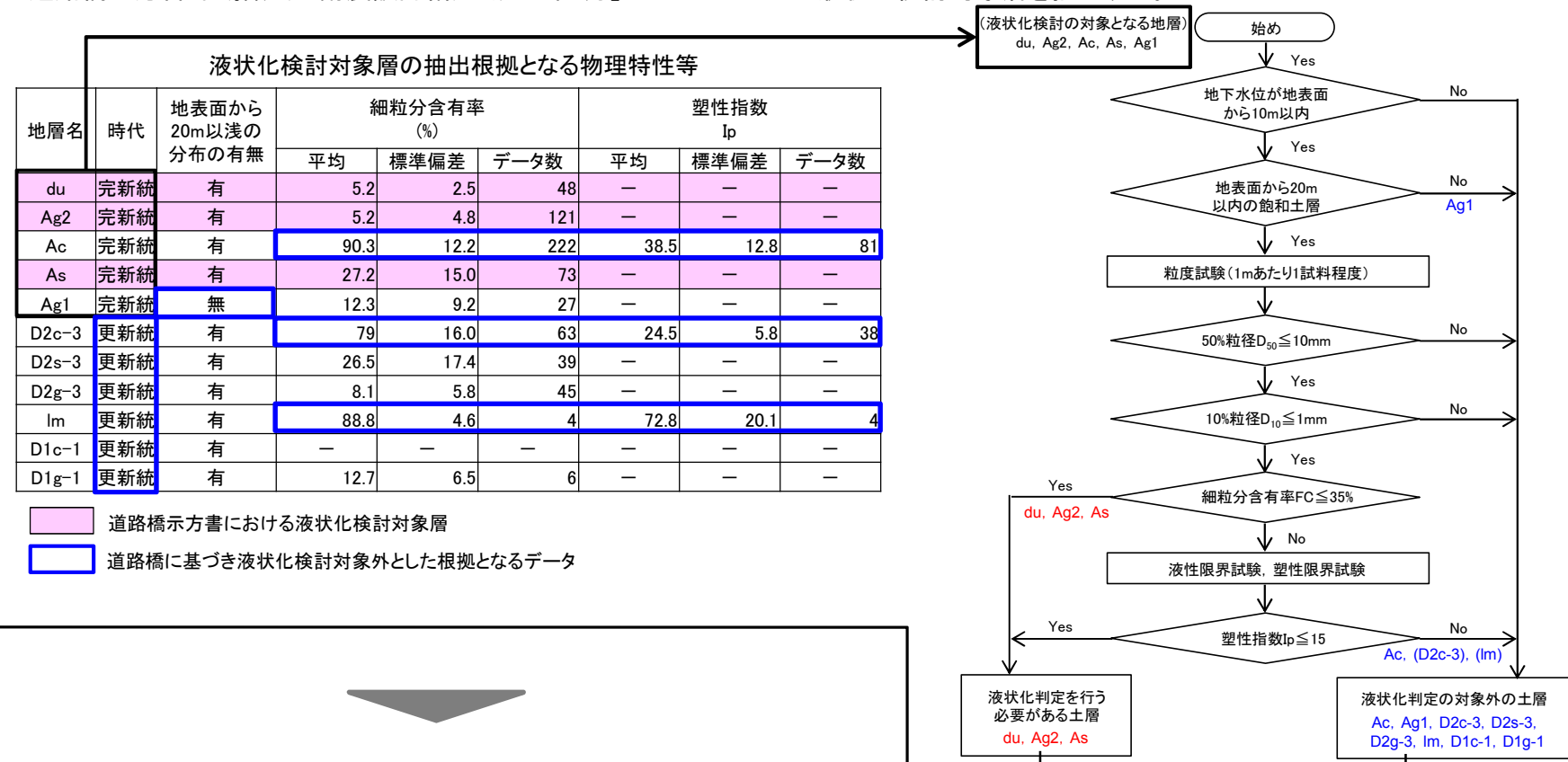
各施設の設置位置



追加液状化強度試験計画

■道路橋示方書に基づく液状化検討対象層の抽出 (Step①)

✓「道路橋示方書・同解説(V耐震設計編)平成24年3月」のフローに基づき液状化検討対象層を抽出する。



■液状化検討対象層の設定 (Step②)

✓道路橋示方書においては、液状化検討対象層を地表面から20m以内の完新統としているが、当社では以下のものも液状化検討対象層として考慮する。

⇒地表面から20m以深も考慮

⇒更新統(D1層 ~D2層)についても考慮

※道路橋の抽出フローにて、「更新統」と「20m以深」の項目で対象外と判定されているAg1, D2s-3, D2g-3, D1g-1を加える。

当社の液状化検討対象層

du, Ag2, As, Ag1, D2s-3, D2g-3, D1g-1

■ 前項の検討により液状化検討対象層とした土質について、以下の表にとりまとめる。

液状化検討対象層の抽出結果

| 地質記号 | 層相 | 道路橋示方書
における液状
化検討対象層 | 当社における液
状化検討対象層 | 備 考 |
|------|-------|----------------------------|--------------------|---|
| du | 砂 | ○ | ○ | |
| al | Ag2 | 砂礫 | ○ | |
| | Ac | 粘土 | — | |
| | As | 砂 | ○ | ・ G.L.－20m以深に分布する範囲についても検討対象とする。 |
| | Ag1 | 砂礫 | □ | ・ G.L.－20m以深に分布するが検討対象とする。 |
| | | | | |
| D2 | D2c-3 | シルト | — | |
| | D2s-3 | 砂 | □ | ・ 更新統であるが検討対象とする。 |
| | D2g-3 | 砂礫 | □ | ・ 更新統であるが検討対象とする。
・ G.L.－20m以深に分布する範囲についても検討対象とする。 |
| D1 | lm | ローム | — | |
| | D1c-1 | シルト | — | |
| | D1g-1 | 砂礫 | □ | ・ 更新統であるが検討対象とする。 |

○: 検討対象

□: 道路橋示方書では検討対象外だが
検討対象とするもの

—: 検討対象外

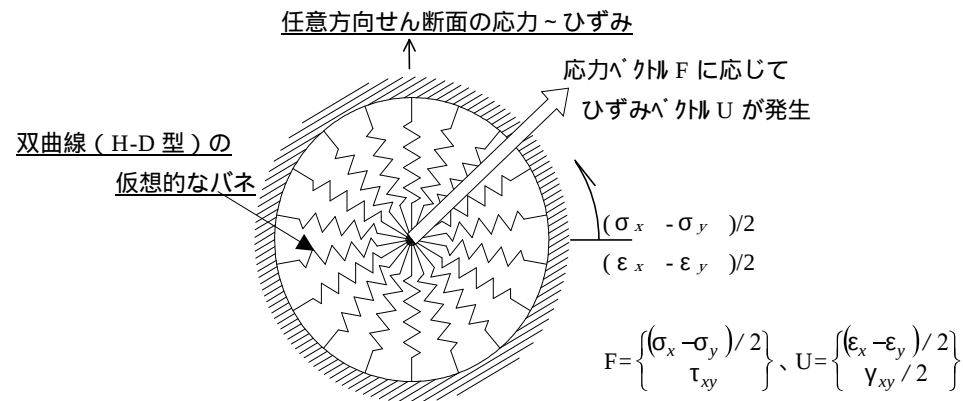
 : 液状化検討対象とするもの

解析コード「FLIP」の構成則と特徴

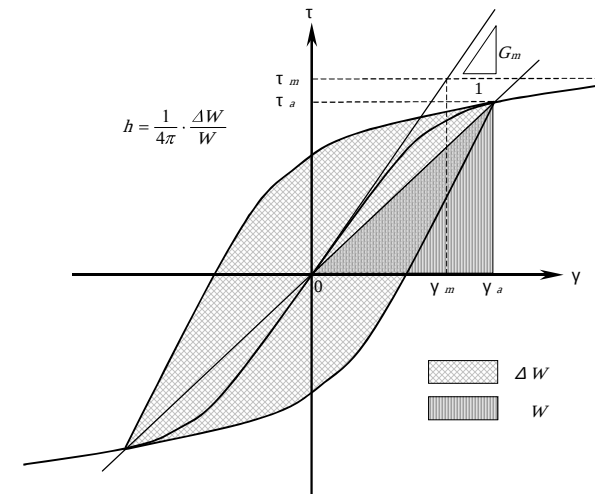
- ・ FLIP (Finite element analysis of Liquefaction Program) は、1988年に運輸省港湾技術研究所(現、(独)港湾空港技術研究所)において開発された平面ひずみ状態を対象とする有効応力解析法に基づく、2次元地震応答解析プログラムである。
- ・ FLIPの主な特徴として、以下の①～⑤を挙げることが出来る。
 - ①有限要素法に基づくプログラムである。
 - ②平面ひずみ状態を解析対象とする。
 - ③地盤の液状化を考慮した地震応答解析を行い、部材断面力や残留変形等を計算する。
 - ④土の応力-ひずみモデルとして、マルチスプリングモデルを採用している。
 - ⑤液状化現象は有効応力法により考慮する。そのために必要な過剰間隙水圧発生モデルとして井合モデルを用いている。

砂の応力-ひずみモデル(マルチスプリングモデル)

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



マルチスプリングモデルの概念図



非排水条件での土の応力-ひずみ関係の概念図

4. 有効応力解析の検討方針 地下水位分布

第486回審査会合
資料1-1-3修正



- 敷地においては、水位観測に基づき水位コンターを設定している。
(2017年6月時点にてデータの取り纏めを行い、コンターを作成)
- 今後、防潮堤の設置に伴う敷地内の地下水位の変化を想定し、地下水位を地表面に設定して検討を行うものとする。

観測最高地下水位一覧表

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



観測最高地下水位コンター図(T.P.+m)

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

○ 液状化の定義

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

【液状化】

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

○ 規格・基準における液状化と過剰間隙水圧に関する記載事例

地盤材料試験の方法と解説(公益社団法人地盤工学会, 2009)では、液状化と関連する過剰間隙水圧について、以下のように記載されている。

【土の液状化強度特性を求めるための繰返し非排水三軸試験(p.730～749)】

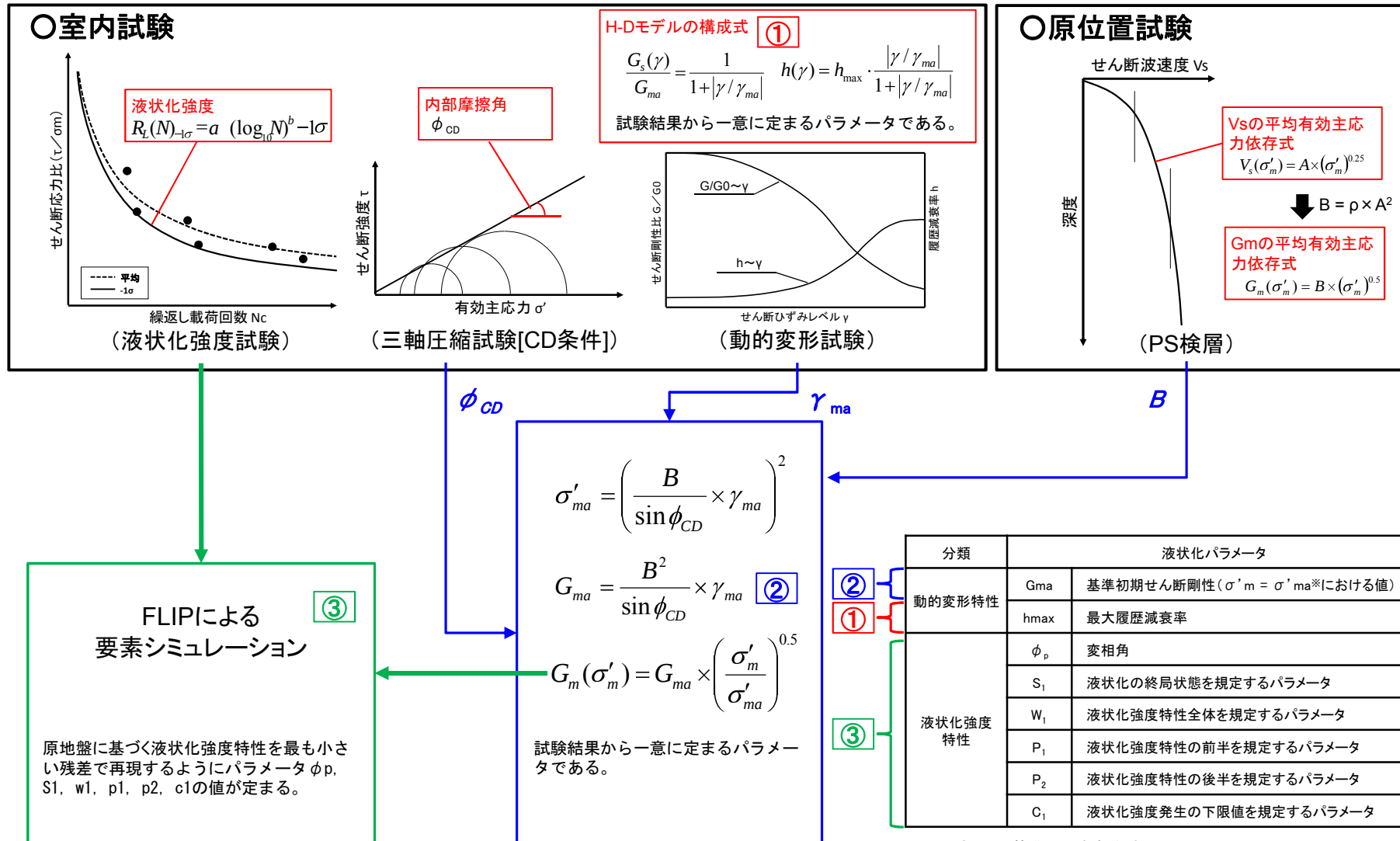
各繰返しサイクルにおける過剰間隙水圧 Δu の最大値が有効拘束圧 σ'_0 の95%になったときの繰返し載荷回数 N_{u95} を求める。



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

- ・過剰間隙水圧 Δu の最大値が有効拘束圧 σ'_0 の95%に達した状態を液状化と判定する。

■ FLIPの入力パラメータの設定方法について、その概要を以下に記載する。



※ σ'_{ma} : 基準平均有効主応力

液状化パラメータ設定の流れ

■ 各層の液状化パラメータを以下に示す。

各層の液状化パラメータ

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

5. 耐震設計検討で仮定する液状化強度特性(豊浦標準砂)について 豊浦標準砂の液状化パラメータ

第486回審査会合
資料1-1-3修正

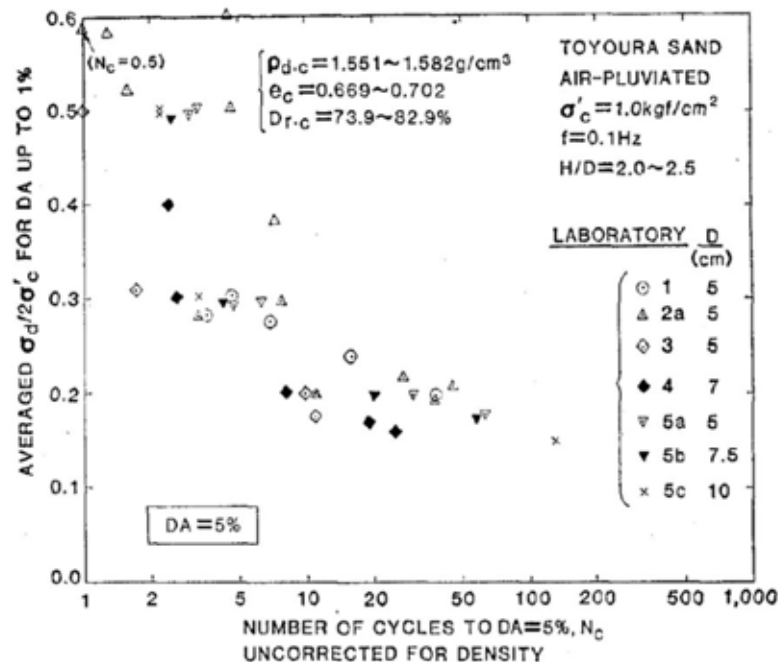


■ 豊浦標準砂※¹に基づく液状化強度特性の仮定

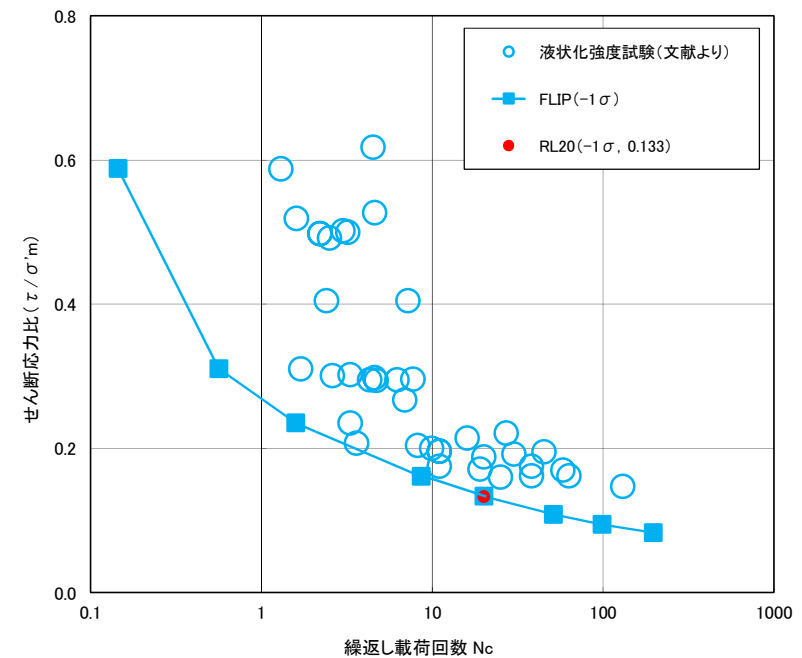
文献※²から引用した相対密度73.9～82.9%の豊浦標準砂の液状化強度試験データに対し、それらを全て包含するFLIPの液状化特性を設定する。

※¹: 山口県豊浦で産出される天然のシリカサンド。粒に丸みがあり、淡黄色をしている珪砂。粒度が揃い不純物が少ない豊浦標準砂は、実験などによる誤差が生じにくいと、セメントやコンクリートの強度・密度試験、地層・地質の実験などで使用される。

※²: 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※²からの引用)



凡例中の -1σ は、試験データのバラツキを考慮し、液状化強度試験データの最小二乗法による回帰曲線と、その回帰係数の自由度を考慮した不偏分散に基づく標準偏差である。

FLIPによる液状化強度特性(-1σ , 豊浦標準砂)

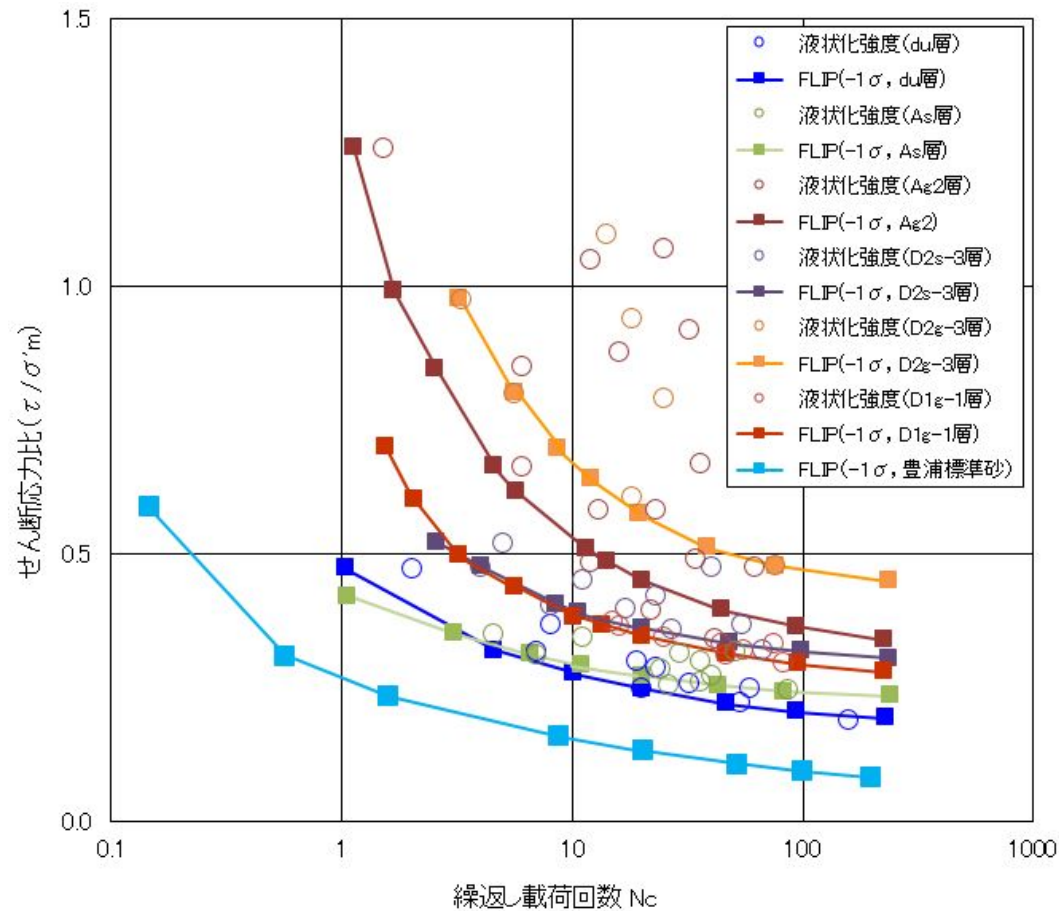
5. 耐震設計検討で仮定する液状化強度特性(豊浦標準砂)について

原地盤の液状化強度試験データとその全てを包含するFLIPの液状化強度特性(豊浦標準砂)



第486回審査会合
資料1-1-3修正

- 豊浦標準砂の液状化強度特性は原地盤の液状化強度特性の全てを包含している。
- 豊浦標準砂は、敷地に存在しないものであるが、極めて液状化しやすい液状化強度特性を有していることから、豊浦標準砂の液状化強度特性を仮定した有効応力解析は、強制的に液状化させることを仮定した影響評価となる。



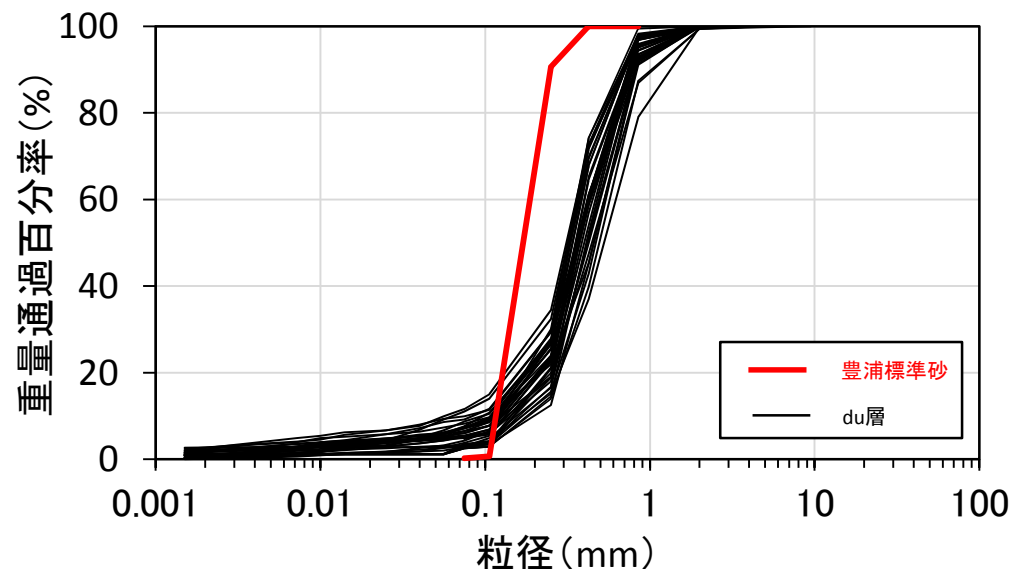
凡例中の -1σ は、試験データのバラツキを考慮し、液状化強度試験データの最小二乗法による回帰曲線と、その回帰係数の自由度を考慮した不偏分散に基づく標準偏差である。

5. 耐震設計検討で仮定する液状化強度特性(豊浦標準砂)について
豊浦標準砂とdu層の粒度分布比較

第486回審査会合
資料1-1-3再掲



■ 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 | 0.384 | 5.2 |

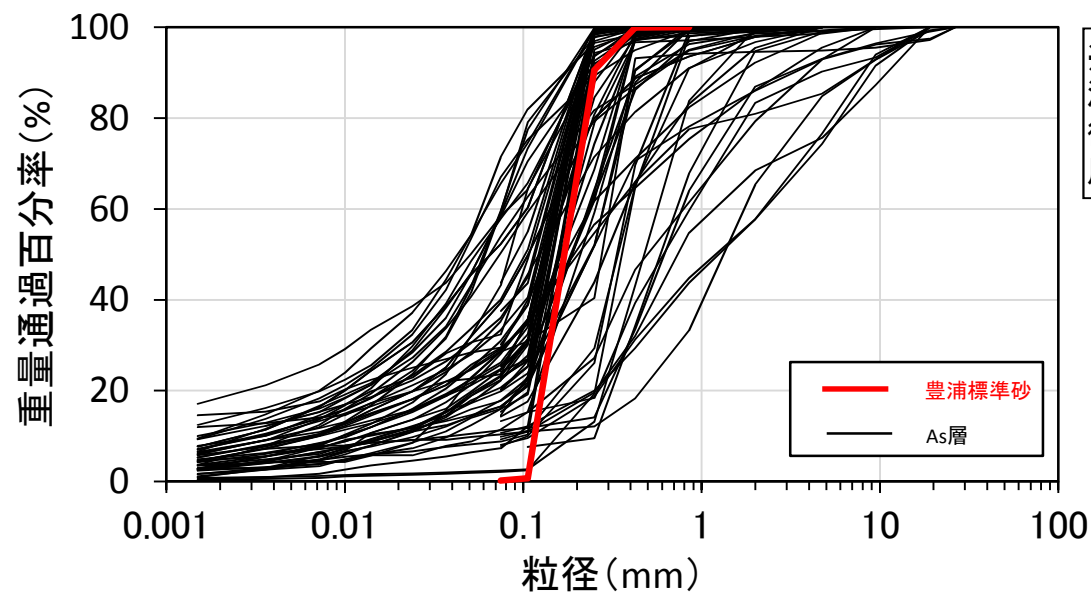
豊浦標準砂とdu層の粒度分布について比較した結果、豊浦標準砂は細粒分含有率が低く、均質な粒径であることから、より液状化し易い砂であると言える。

5. 耐震設計検討で仮定する液状化強度特性(豊浦標準砂)について
豊浦標準砂とAs層の粒度分布比較

第486回審査会合
資料1-1-3再掲



■ 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 | 0.201 | 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。