

# 泊発電所3号炉 地盤の液状化の評価方針について

(指摘事項に対するコメント回答)

令和5年2月27日  
北海道電力株式会社

: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

無断複製・転載等禁止

# 目次

<b>本日の説明主旨</b> .....	2
<b>審査会合における指摘事項に対する回答</b> .....	4
1. 液状化評価の基本方針 .....	51
2. 液状化検討対象層の抽出 .....	54
3. 液状化検討対象施設の抽出 .....	61
4. 液状化強度試験 試料採取位置選定とその代表性 .....	84
5. 液状化強度試験結果と液状化強度特性の設定 .....	113
6. 液状化の評価方針 .....	148
7. 全体のまとめ .....	150
<b>補足説明資料</b> .....	153
<b>補足説明資料1 液状化検討対象層の選定について (Ac層)</b> .....	154
<b>補足説明資料2 埋戻土・砂層の基本物性</b> .....	157
<b>補足説明資料3 せん断波速度の代表性確認指標としての妥当性確認</b> .....	182
<b>補足説明資料4 埋戻土のN値の取扱いについて</b> .....	192
<b>補足説明資料5 建設時における埋戻土の施工及び品質管理について</b> .....	203
<b>補足説明資料6 液状化に関連する基本物性の補足</b> .....	212
<b>補足説明資料7 1,2号埋戻土及び3号埋戻土の区分けについて</b> .....	217
<b>補足説明資料8 粒度分布の代表性確認指標としての妥当性確認</b> .....	219
<b>参考文献</b> .....	250

# 本日の説明主旨

○令和4年12月6日審査会合における以下の指摘事項に対する回答について、本日説明する。

指摘時期	No	指摘事項
令和4年12月6日	221206-07	埋戻土の粒度分布について、以下に示す内容を整理した上で、埋戻土の複数の粒径加積曲線の敷地内における分布の傾向を分析して説明すること。また、当該分析結果を用いて、液状化強度試験の試料採取位置の代表性確認の指標としての妥当性を説明すること。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 粒度試験に用いた試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質</li> <li>➢ 建設時における埋戻土の施工及び品質管理</li> </ul>
	221206-08	液状化強度試験の試料採取位置の代表性確認の指標として埋戻土の液状化強度とせん断波速度との相関を用いることについて、当該相関の根拠としている各種文献の適用範囲に対する埋戻土の適用性を確認した上で、妥当性を説明すること。なお、妥当性の説明においては、少なくとも、すべての液状化検討対象施設の近傍で測定したせん断波速度と、当該せん断波速度測定位置で実施した液状化強度試験結果との相関を示すこと。
	221206-09	液状化強度試験の試料採取位置の代表性について、例えば以下に示す施設であって施設周りにおいて液状化強度試験を実施していない施設に関して、追加の液状化強度試験による確認の必要性を検討して説明すること。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 1,2号炉埋戻土近傍の防潮堤</li> <li>➢ 取水ピットポンプ室</li> <li>➢ 原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレナ室</li> <li>➢ 原子炉補機冷却海水管ダクト</li> <li>➢ B1,B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ</li> <li>➢ 3号炉放水ピット流路縮小工</li> <li>➢ アクセスルートのうち盛土構造による道路部</li> </ul>
	221206-10	液状化検討対象施設が改良地盤等に囲まれている場合における地盤の液状化等を考慮しない耐震評価手法を選定する際の考え方については、以下に示す内容を踏まえて説明すること。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 改良地盤等が耐震性を有していること。</li> <li>➢ 液状化検討対象施設について、改良地盤等の外側の地盤に液状化等が生じる場合及び液状化等が生じない場合のいずれの場合においても、それぞれの評価が可能な解析の結果同士の比較によって、当該施設の安全機能が損なわれるおそれがないことを定量的に示す方針であること。</li> <li>➢ 液状化検討対象施設が改良地盤等の内側に局所的に分布する地盤の液状化等による浮上りの影響を受けないこと。</li> </ul>



# 本日の説明主旨

○評価フローと指摘事項の関連性は、下図のとおりである。

## 【評価フロー】



### 【指摘事項 221206-10】

液状化検討対象施設が改良地盤等に囲まれている場合における地盤の液状化等を考慮しない耐震評価手法を選定する際の考え方については、以下に示す内容を踏まえて説明すること。

- 改良地盤等が耐震性を有していること。
- 液状化検討対象施設について、改良地盤等の外側の地盤に液状化等が生じる場合及び液状化等が生じない場合のいずれの場合においても、それぞれの評価が可能な解析の結果同士の比較によって、当該施設の安全機能が損なわれるおそれがないことを定量的に示す方針であること。
- 液状化検討対象施設が改良地盤等の内側に局所的に分布する地盤の液状化等による浮上りの影響を受けないこと。

### 【指摘事項 221206-09】

液状化強度試験の試料採取位置の代表性について、例えば以下に示す施設であって施設周りにおいて液状化強度試験を実施していない施設に関して、追加の液状化強度試験による確認の必要性を検討して説明すること。

- 1,2号炉埋戻土近傍の防潮堤
- 取水ビットポンプ室
- 原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレナ室
- 原子炉補機冷却海水管ダクト
- B1,B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ
- 3号炉放水ビット流路縮小工
- アクセスルートのうち盛土構造による道路部

### 【指摘事項 221206-07】

埋戻土の粒度分布について、以下に示す内容を整理した上で、埋戻土の複数の粒径加積曲線の敷地内における分布の傾向を分析して説明すること。また、当該分析結果を用いて、液状化強度試験の試料採取位置の代表性確認の指標としての妥当性を説明すること。

- 粒度試験に用いた試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質
- 建設時における埋戻土の施工及び品質管理

### 【指摘事項 221206-08】

液状化強度試験の試料採取位置の代表性確認の指標として埋戻土の液状化強度とせん断波速度との相関を用いることについて、当該相関の根拠としている各種文献の適用範囲に対する埋戻土の適用性を確認した上で、妥当性を説明すること。なお、妥当性の説明においては、少なくとも、すべての液状化検討対象施設の近傍で測定したせん断波速度と、当該せん断波速度測定位置で実施した液状化強度試験結果との相関を示すこと。



## 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-10】(1/3)

### 【指摘事項 221206-10】

液状化検討対象施設が改良地盤等に囲まれている場合における地盤の液状化等を考慮しない耐震評価手法を選定する際の実践については、以下に示す内容を踏まえて説明すること。

- 改良地盤等が耐震性を有していること。
- 液状化検討対象施設について、改良地盤等の外側の地盤に液状化等が生じる場合及び液状化等が生じない場合のいずれの場合においても、それぞれの評価が可能な解析の結果同士の比較によって、当該施設の安全機能が損なわれるおそれがないことを定量的に示す方針であること。
- 液状化検討対象施設が改良地盤等の内側に局所的に分布する地盤の液状化等による浮上りの影響を受けないこと。

### 【回答】

○ 液状化検討対象施設の選定及び解析手法選定フロー(建物・構築物を除く)について、以下のとおり見直しを行った。

#### 【判断③について】

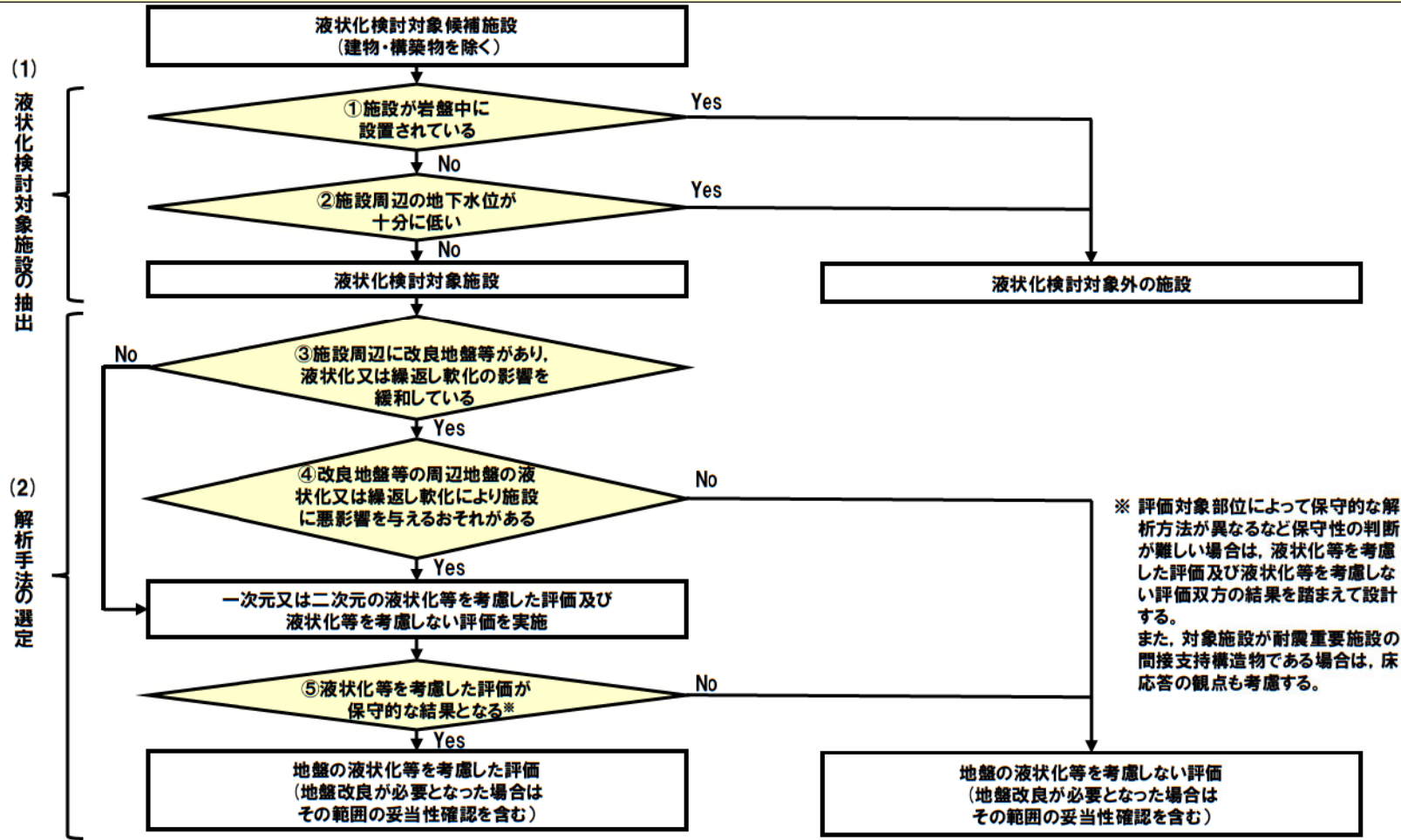
- 液状化検討対象施設は側方流動に加えて浮上りの影響評価を行うフローとした。
- 側方流動と浮上りの影響を受ける可能性がある場合は、液状化の影響を考慮することができる有効応力解析を選定するフローとした。
  - ・ 変更前:③施設周辺に改良地盤等があり、液状化又は繰返し軟化の影響を緩和している。
  - ・ 変更後:③液状化による側方流動及び浮上りの影響を受ける可能性がある。

#### 【判断④について】

- 施設周辺の改良地盤等が耐震性を有していない場合、液状化の影響を緩和できないため、耐震性を有していることを前提とした。
- 耐震性を有し、周辺地盤の液状化等の影響を緩和していると判定した場合、改良地盤等の外側の地盤の液状化等による評価を行うため、液状化等を考慮しない全応力解析と液状化等を考慮した有効応力解析で比較検討を行い、保守的になる解析手法を選定するフローとした。
  - ・ 変更前:④改良地盤等の周辺地盤の液状化又は繰返し軟化により施設に悪影響を与えるおそれがある。
  - ・ 変更後:④施設周辺に耐震性を有している改良地盤や隣接構造物等があり、周辺の地盤の液状化等の影響を緩和している。

# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-10】(2/3)

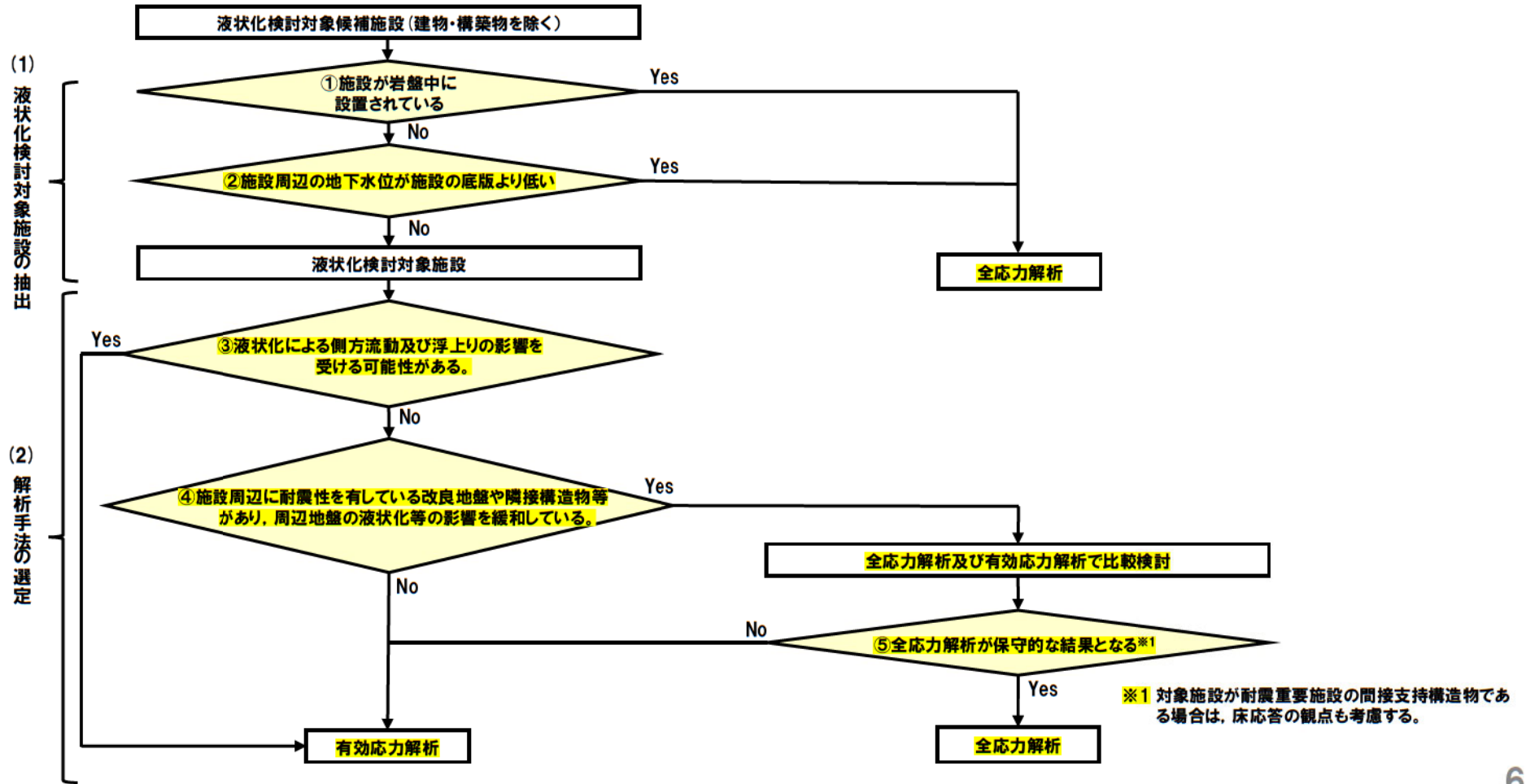
○ 液状化検討対象候補施設 (建物・構築物を除く) について、**変更前**の液状化検討対象施設の選定及び解析手法選定のフローを以下に示す。



液状化検討対象施設の選定及び解析手法選定フロー (建物・構築物を除く)

# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-10】(3/3)

○ 液状化検討対象候補施設 (建物・構築物を除く)について、**変更後の液状化検討対象施設の選定及び解析手法選定フロー**を以下に示す。



液状化検討対象施設の選定及び解析手法選定フロー (建物・構築物を除く)



## 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-09】(1/4)

### 【指摘事項 221206-09】

液状化強度試験の試料採取位置の代表性について、例えば以下に示す施設であって施設周りにおいて液状化強度試験を実施していない施設に関して、追加の液状化強度試験による確認の必要性を検討して説明すること。

- 1,2号炉埋戻土近傍の防潮堤
- 取水ピットポンプ室
- 原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室
- 原子炉補機冷却海水管ダクト
- B1,B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ
- 3号炉放水ピット流路縮小工
- アクセスルートのうち盛土構造による道路部

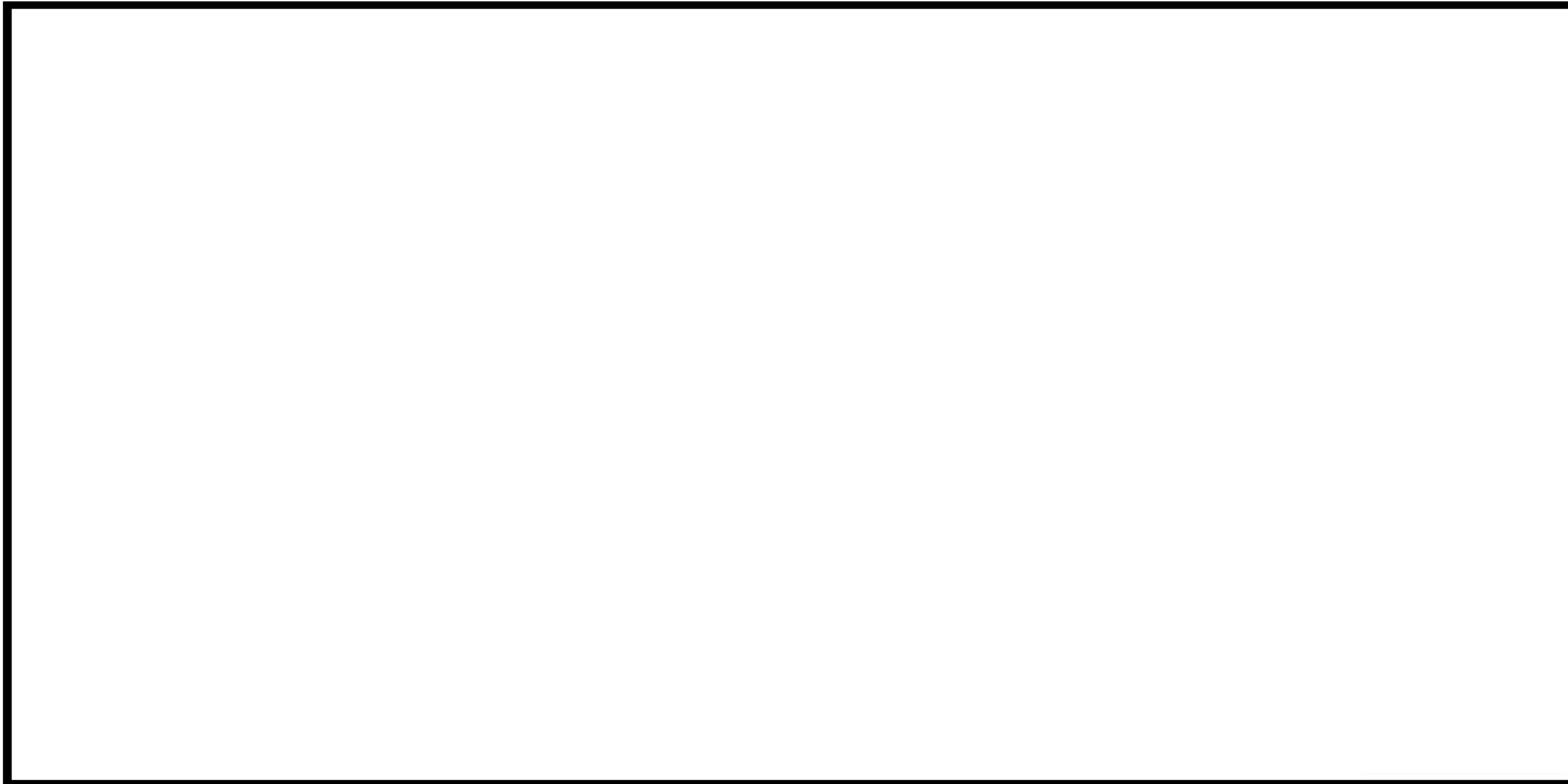
### 【回答】

○ 液状化強度試験の試料採取位置について、追加の液状化強度試験の必要性を検討した結果、以下に示す施設においてデータ拡充を目的とした追加の液状化強度試験が必要と判断した。

- 取水口(貯留堰を含む)
- 取水ピットポンプ室
- 原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室
- 原子炉補機冷却海水管ダクト
- B1,B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ
- 1,2号炉埋戻土近傍の防潮堤
- 3号炉埋戻土近傍の防潮堤
- 3号炉放水ピット流路縮小工
- 屋外排水路逆流防止設備
- 1号及び2号炉取水路流路縮小工
- アクセスルートのうち盛土構造による道路部

## 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-09】(2/4)

- 液状化強度試験位置は敷地全体の埋戻土を網羅していることを確認したものの、液状化検討対象施設近傍での試験実施状況の観点から追加液状化強度試験の必要性を検討した。
- 検討に当たっては、施工時期や施工仕様の違いを踏まえ、1,2号炉及び3号炉の埋立整地工事及び取放水設備工事における施工範囲を考慮した（詳細は補足説明資料5に示す。）。



調査位置

:枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

## 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-09】(3/4)

- 追加の液状化強度試験の必要性について、検討結果を下表に示す。
- 対象施設の設置と液状化試験の試料採取位置の状況を確認し、建設時における施工時期と範囲(P32～35参照)を考慮し、液状化強度試験を既に実施している施設は追加液状化強度試験を不要とし、実施していない施設はデータ拡充を目的とした追加液状化強度試験が必要と判断した。

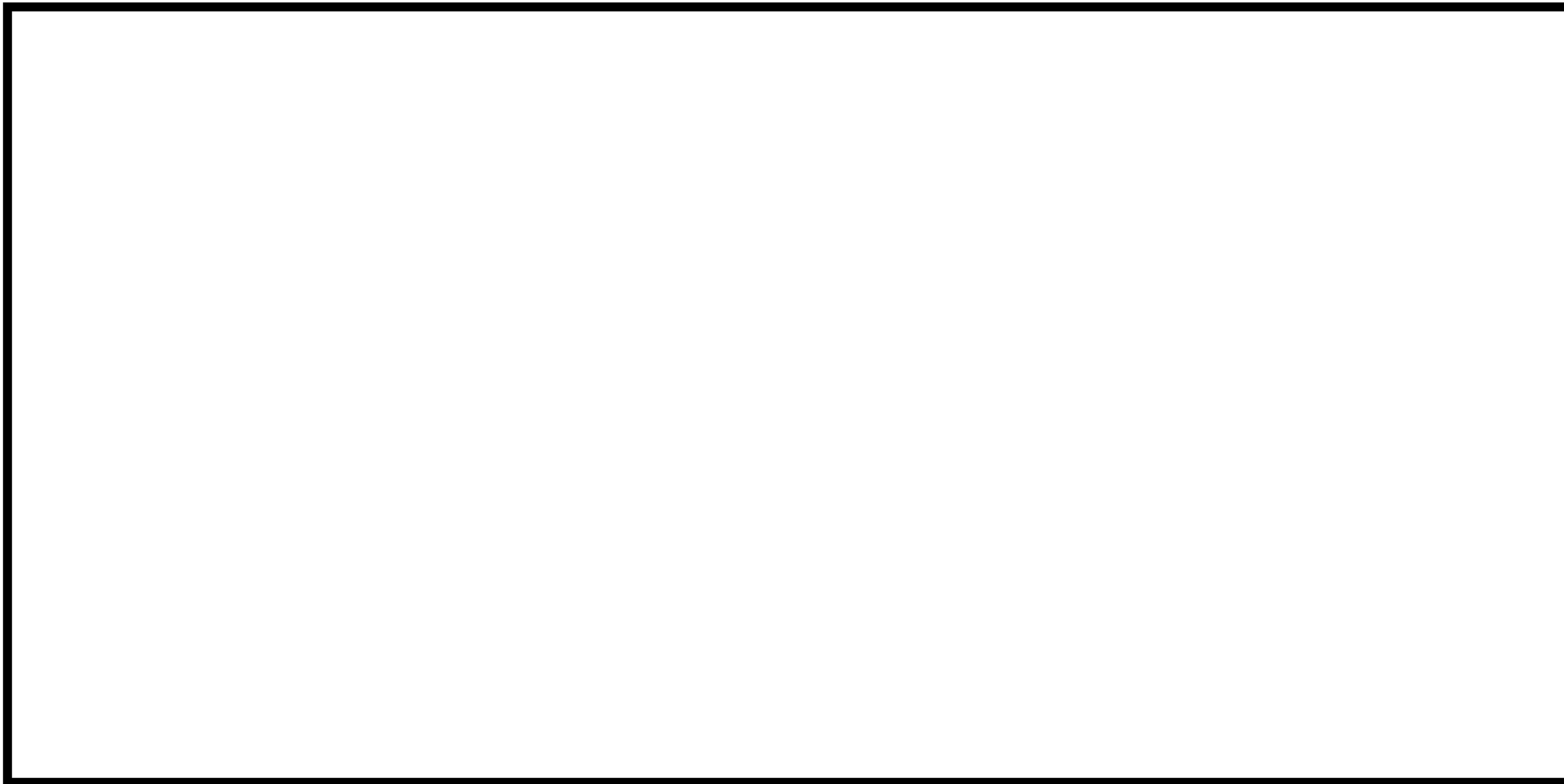
施設名称	施設近傍の液状化強度試験	追加の液状化強度試験の必要性検討	追加試験候補位置
取水口(貯留堰を含む)	-	対象施設建設時(3号機建設時)の施工範囲において、データ拡充を目的とした追加が必要。	①
取水路	BF3-2	対象施設近傍で液状化強度試験を実施しているため不要。	-
取水ピットスクリーン室 3号炉取水ピットスクリーン室防水壁	BF3-1	対象施設近傍で液状化強度試験を実施しているため不要。	-
取水ピットポンプ室	-	対象施設建設時(3号機建設時)の施工範囲において、データ拡充を目的とした追加が必要。	②
原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレナ室	-	対象施設建設時(3号機建設時)の施工範囲において、データ拡充を目的とした追加が必要。	②
原子炉補機冷却海水管ダクト	-	対象施設建設時(3号機建設時)の施工範囲において、データ拡充を目的とした追加が必要。	③, ④
B1,B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ	-	対象施設建設時(3号機建設時)の施工範囲において、データ拡充を目的とした追加が必要。	⑤
1,2号埋戻土近傍の防潮堤	SW2-3, RE-4	対象施設近傍で液状化強度試験を実施しているが、1,2号埋戻土の施工時期が異なる範囲において、データ拡充を目的とした追加が必要。	⑥, ⑦
3号埋戻土近傍の防潮堤	BF3-2, RE-8, RE-8", SH-2, RE-7, BF3-1	対象施設近傍で液状化強度試験を実施しているが、3号埋戻土の施工時期が異なる範囲において、データ拡充を目的とした追加が必要。	⑧
3号炉放水ピット流路縮小工	-	対象施設建設時(3号機建設時)の施工範囲において、データ拡充を目的とした追加が必要。	⑨
屋外排水路逆流防止設備	RE-4, RE-7	1号炉系統及び3号炉系統の近傍で液状化強度試験を実施しているが、2号炉系統近傍に対し、1,2号埋戻土の施工時期が既に試験を実施している箇所と異なる範囲において、データ拡充を目的とした追加が必要。	⑦
1号及び2号炉取水路流路縮小工	-	対象施設建設時(1,2号機建設時)の施工範囲において、データ拡充を目的とした追加が必要。	⑥
1号及び2号炉放水路逆流防止設備	SW2-3	対象施設近傍で液状化強度試験を実施しているため不要。	-
アクセス路のうち盛土構造による道路部	-	対象施設直下において、データ拡充を目的とした追加が必要。	⑩

■:追加の液状化強度試験を必要と判断した施設



## 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-09】(4/4)

- 追加の液状化強度試験の試料採取位置は、下図に示す①～⑩の10地点を設定した。
- 試料採取位置は、液状化検討対象施設の近傍、かつ採取可能な箇所を選定することを基本とする。



調査位置

: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

## 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(1/31)

### 【指摘事項 221206-07】

埋戻土の粒度分布について、以下に示す内容を整理した上で、埋戻土の複数の粒径加積曲線の敷地内における分布の傾向を分析して説明すること。また、当該分析結果を用いて、液状化強度試験の試料採取位置の代表性確認の指標としての妥当性を説明すること。

- 粒度試験に用いた試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質
- 建設時における埋戻土の施工及び品質管理

### 【回答】

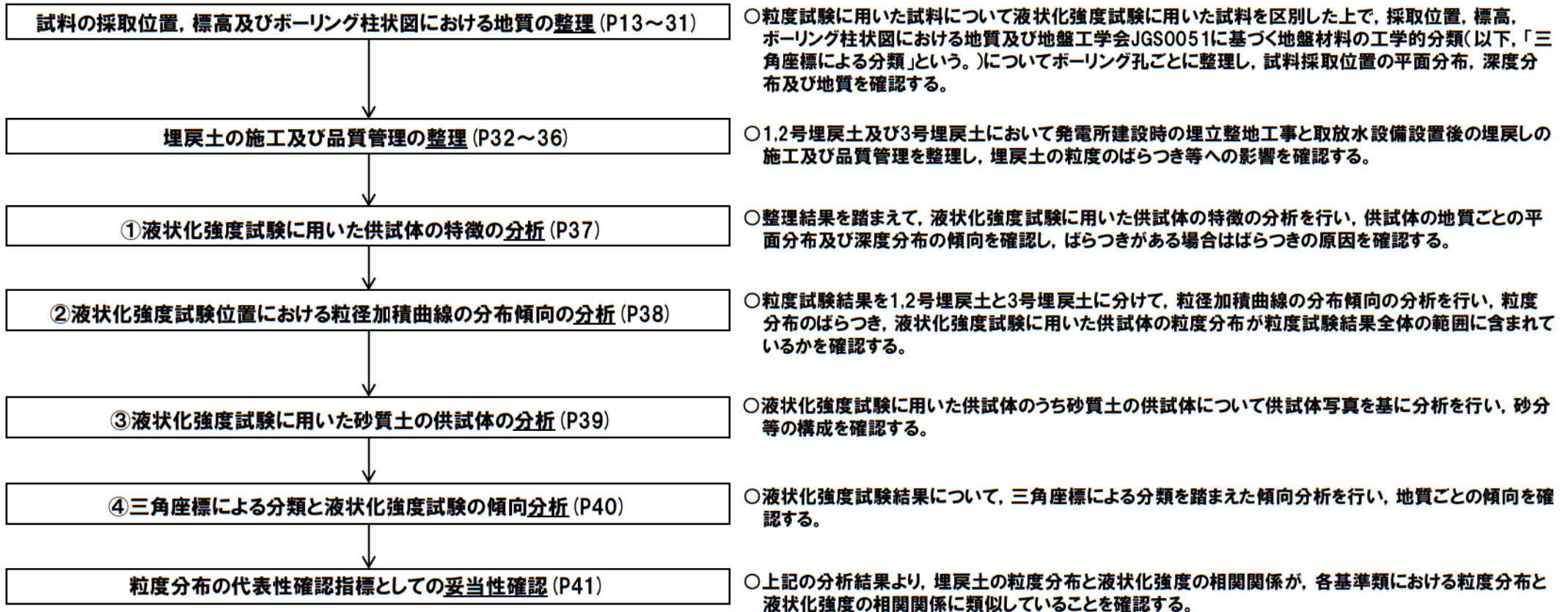
○ 埋戻土の複数の粒径加積曲線の敷地内における分布の傾向を分析した結果を以下に示す。

項目	分析結果
① 液状化強度試験に用いた供試体の特徴の分析	○ 礫質土の供試体が多くを占め、一部に砂質土の供試体があり、砂質土の供試体採取位置の平面分布及び深度分布に一定の傾向は認められない。 ○ 砂質土の供試体採取位置は1,2号炉の埋立整地工事の範囲から採取したものであり、ブルドーザにより埋戻したことから、粒度のばらつきが大きい。各供試体の採取深度において砂質土が多く含まれていたと考えられる。
② 液状化強度試験位置における粒径加積曲線の分布傾向	○ 液状化強度試験の供試体の粒径加積曲線は、礫質土が多くを占め、一部砂質土が存在する。 ○ 液状化強度試験の供試体の粒度分布はばらつきがあるものの、礫質土及び砂質土ともに概ね粒度試験結果全体の範囲に含まれている。
③ 液状化強度試験に用いた砂質土の供試体の分析	○ 砂質土の供試体は、比較的粒径の小さい砂分主体で構成されている。
④ 三角座標による分類と液状化強度試験の傾向分析	○ 砂質土の液状化強度はばらつきが小さく低い傾向があり、礫質土の液状化強度は砂質土と比較するとばらつきが大きく高い傾向がある。

- 埋戻土の粒度分布は敷地全体ではばらついており、液状化強度試験位置の粒度分布はばらつきがあり敷地全体を網羅している。
- 液状化強度試験結果について、砂質土は液状化強度が低い傾向があり、礫質土は液状化強度が砂質土と比較して高い傾向がある。
- 埋戻土の礫質土と砂質土における粒度分布と液状化強度の相関関係は、各基準類における粒度分布と液状化強度の相関関係に類似している。
- 以上より、埋戻土における粒度分布を試料採取位置の代表性確認の指標として用いることは妥当であると考えられる。

## 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(2/31)

○埋戻土の液状化強度試験の試料採取位置における粒度分布の代表性確認指標としての妥当性確認フローを以下に示す。





## 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(3/31)

- 埋戻土における液状化強度試験について、次頁より粒度試験に用いた試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質を整理する。
- 試料採取位置を下図に示す。



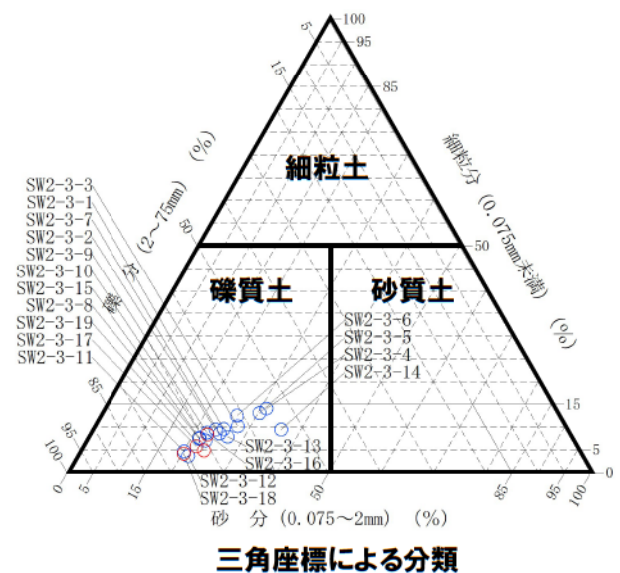
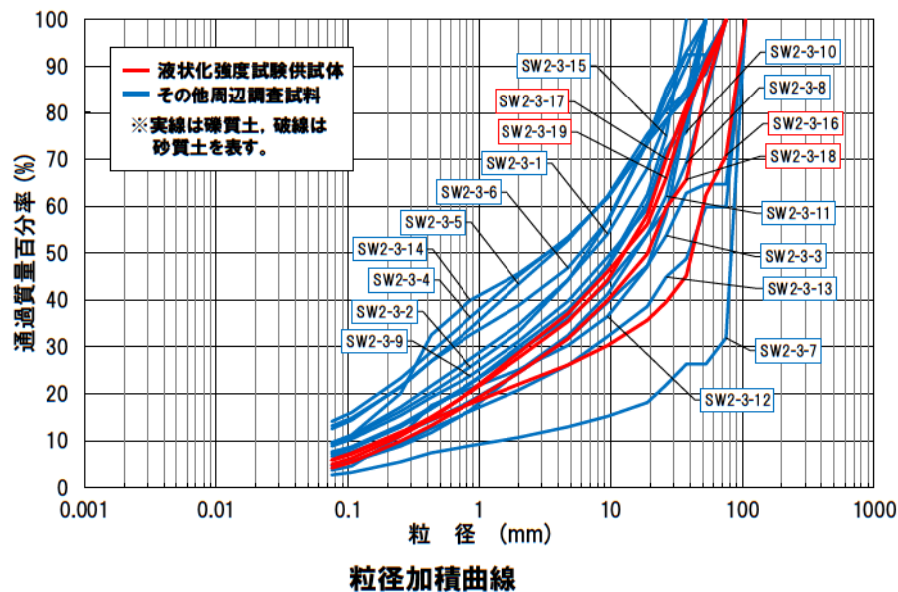
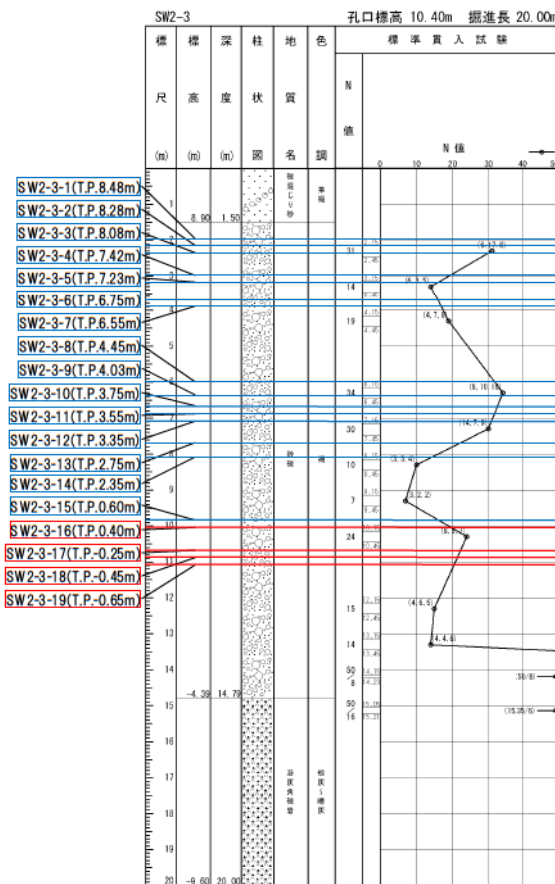
調査位置

:枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(4/31)

## 試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質の整理 (SW2-3 (1,2号埋戻土))

- 粒度試験に用いた試料の採取位置、ボーリング柱状図における地質等を以下に示す。
  - 試料採取位置は1,2号炉の取放水設備工事により埋戻した範囲である。
  - 試料採取標高はT.P.8.48m～-0.65mで、液状化強度試験の供試体はT.P.0.40m～-0.65mで採取している。
  - 採取した試料の地質は、ボーリング柱状図では砂礫である。
  - 粒度特性は、粒径加積曲線のばらつきが小さいこと、三角座標による分類では礫質土のみで構成されていることを確認した。
  - 液状化強度試験の供試体は礫質土から採取しており、礫質土の粒度分布の範囲に含まれる。

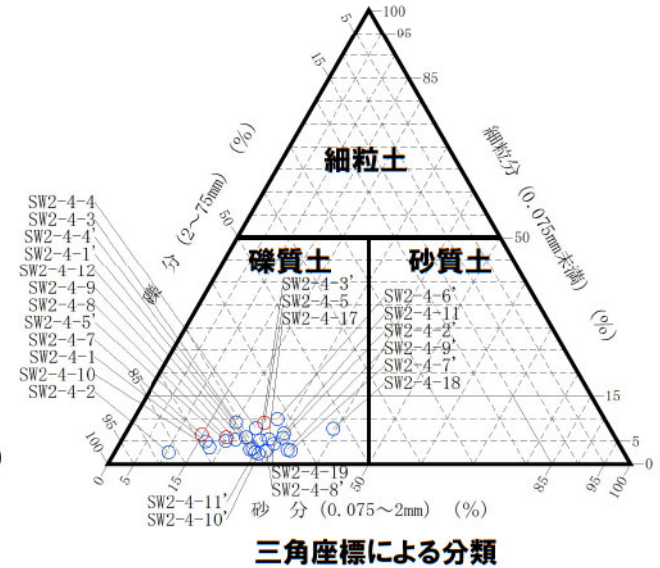
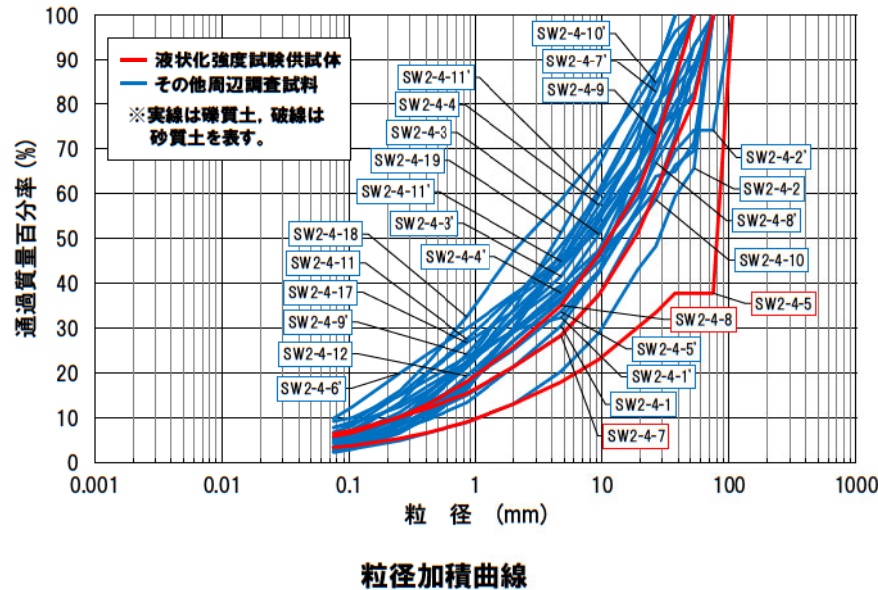
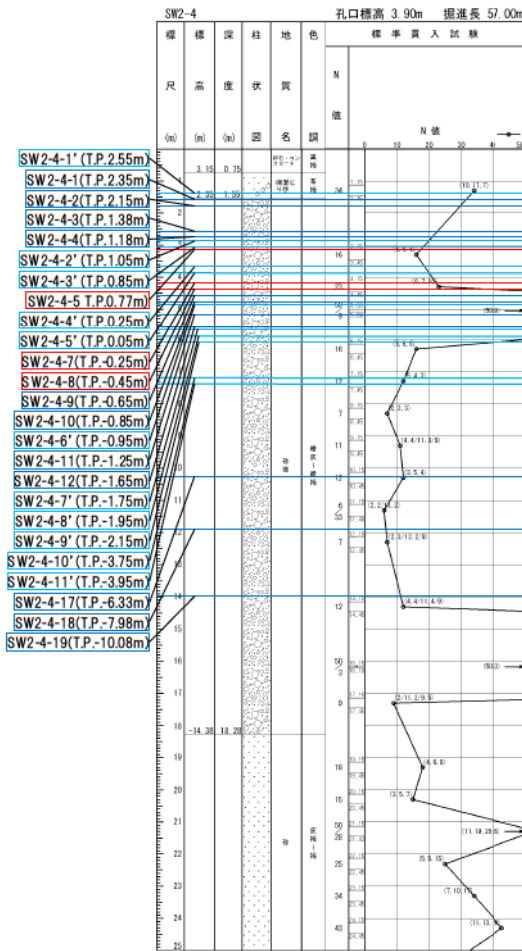


※なお、ボーリング柱状図の地質名は、コア採取時に観察者が肉眼で判断したものであり、地盤材料の工学的分類結果による地質名と異なる場合がある。

# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(5/31)

## 試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質の整理 (SW2-4 (1,2号埋戻土))

- 粒度試験に用いた試料の採取位置、ボーリング柱状図における地質等を以下に示す。
  - 試料採取位置は1,2号炉の埋立整地工事により埋戻した範囲である。
  - 試料採取標高はT.P.2.55m～-10.08mで、液状化強度試験の供試体はT.P.0.77m, T.P.-0.25m～-0.45mで採取している。
  - 採取した試料の地質は、ボーリング柱状図では砂礫である。
  - 粒度特性は、粒径加積曲線のばらつきが小さく、三角座標による分類では礫質土のみで構成されていることを確認した。
  - 液状化強度試験の供試体は礫質土から採取しており、1つの供試体で礫質土の粒度分布の範囲で最も高い粒度を示すものの、全体としては概ね他の礫質土の粒度分布と同じ範囲に含まれる。



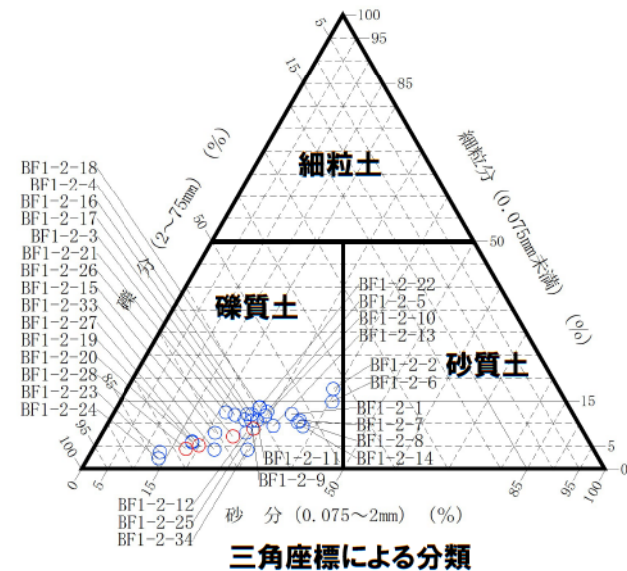
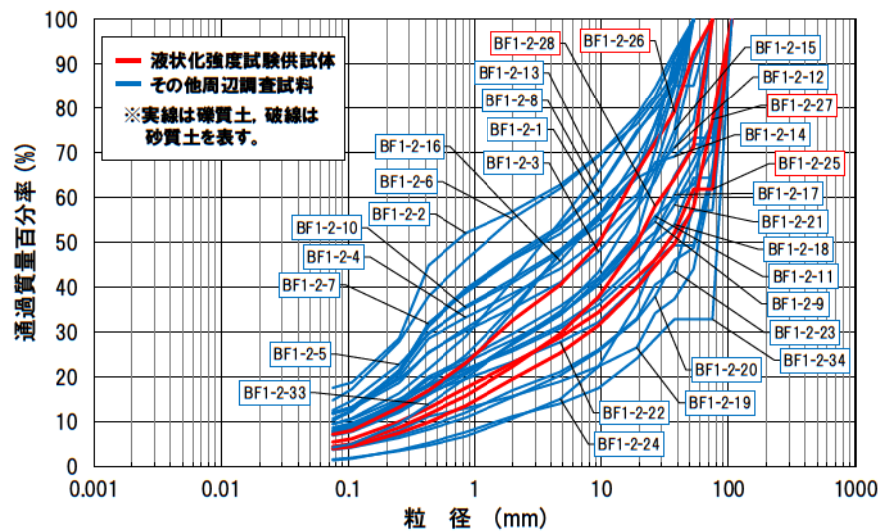
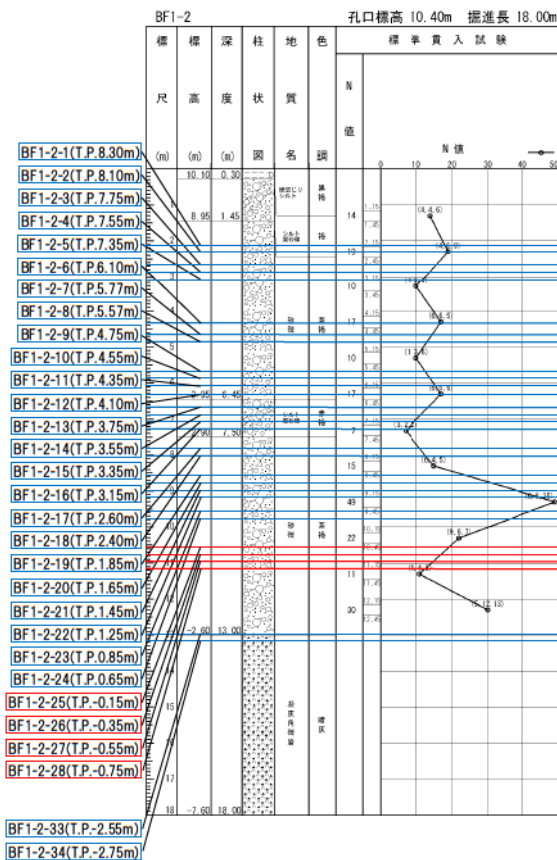
※なお、ボーリング柱状図の地質名は、コア採取時に観察者が肉眼で判断したものであり、地盤材料の工学的分類結果による地質名と異なる場合がある。



# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(6/31)

## 試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質の整理 (BF1-2 (1,2号埋戻土))

- 粒度試験に用いた試料の採取位置、ボーリング柱状図における地質等を以下に示す。
  - 試料採取位置は1,2号炉の取放水設備工事により埋戻した範囲である。
  - 試料採取標高はT.P.8.30m～-0.75mで、液状化強度試験の供試体はT.P.-0.15m～-0.75mで採取している。
  - 採取した試料の地質は、ボーリング柱状図では砂礫、シルト質砂礫である。
  - 粒度特性は、粒径加積曲線のばらつきが小さいこと、三角座標による分類では礫質土のみで構成されていることを確認した。
  - 液状化強度試験の供試体は礫質土から採取しており、礫質土の粒度分布の範囲に含まれる。



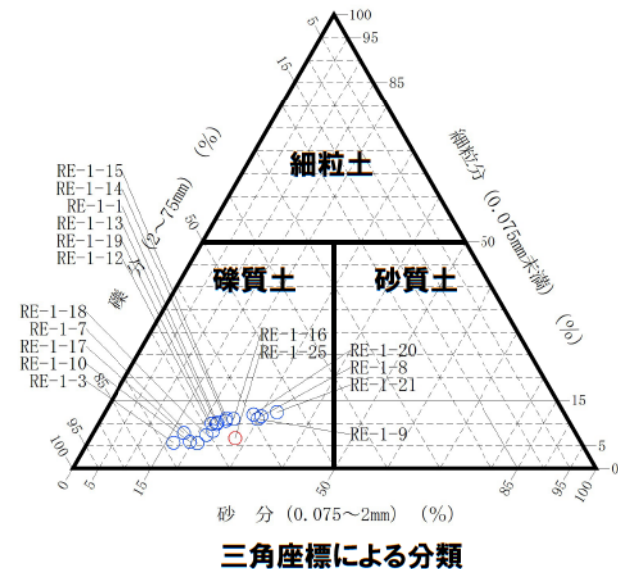
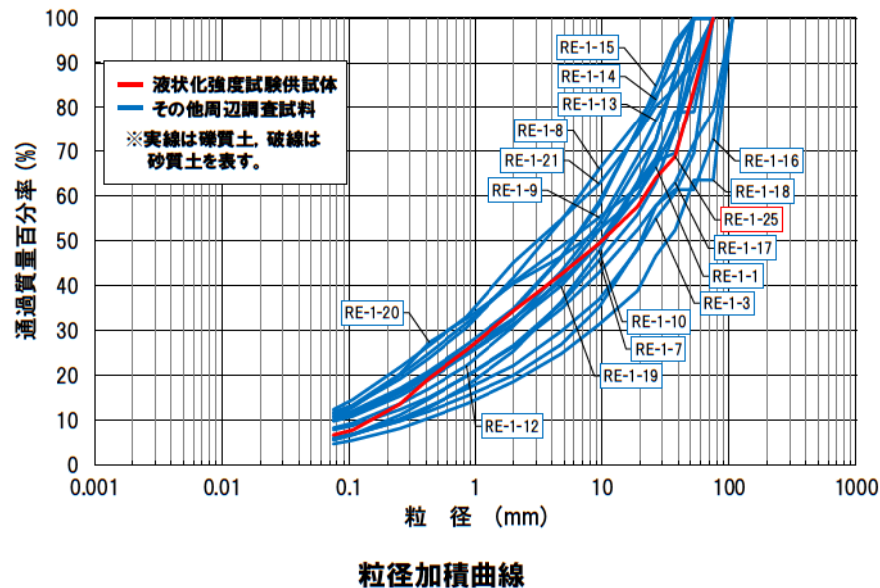
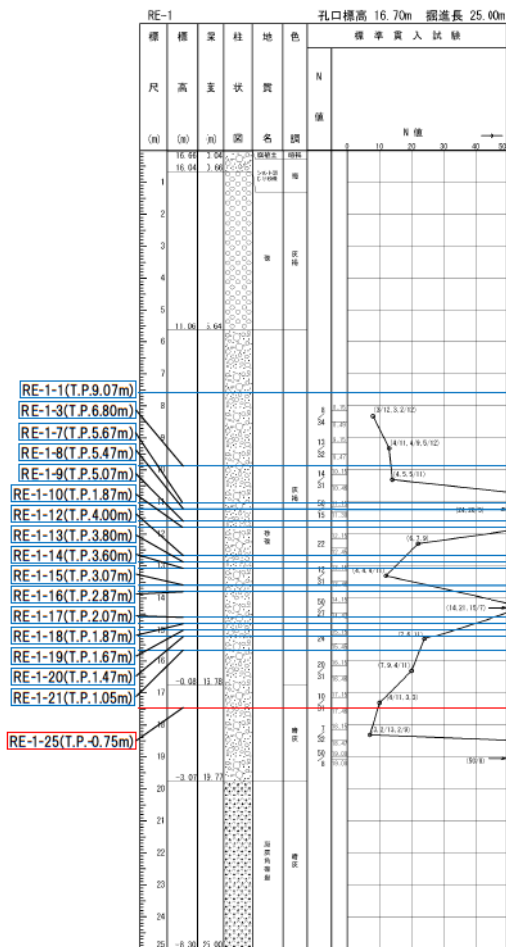
※なお、ボーリング柱状図の地質名は、コア採取時に観察者が肉眼で判断したものであり、地盤材料の工学的分類結果による地質名と異なる場合がある。



# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(7/31)

## 試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質の整理 (RE-1 (1,2号埋戻土))

- 粒度試験に用いた試料の採取位置、ボーリング柱状図における地質等を以下に示す。
  - 試料採取位置は1,2号炉の埋立整地工事により埋戻した範囲である。
  - 試料採取標高はT.P.9.07m~-0.75mで、液状化強度試験の供試体はT.P.-0.75mで採取している。
  - 採取した試料の地質は、ボーリング柱状図では砂礫である。
  - 粒度特性は、粒径加積曲線のばらつきが小さいこと、三角座標による分類では礫質土のみで構成されていることを確認した。
  - 液状化強度試験の供試体は礫質土から採取しており、礫質土の粒度分布の範囲に含まれる。

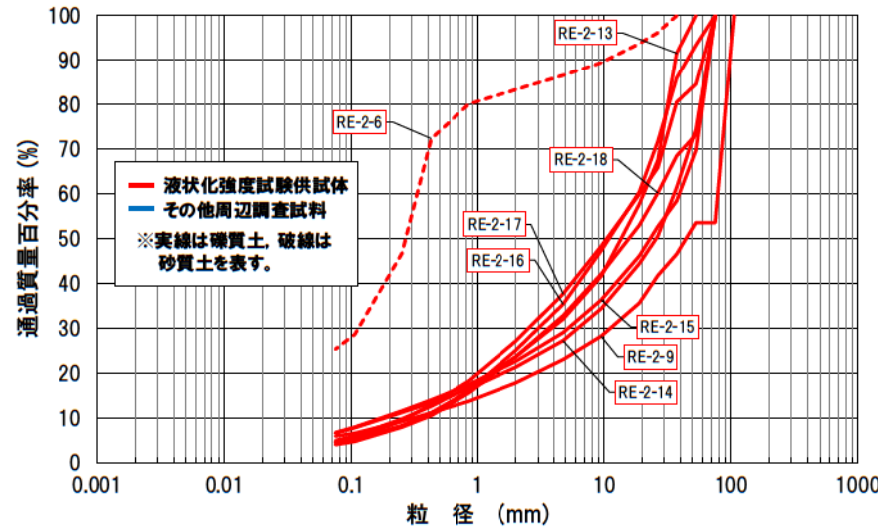
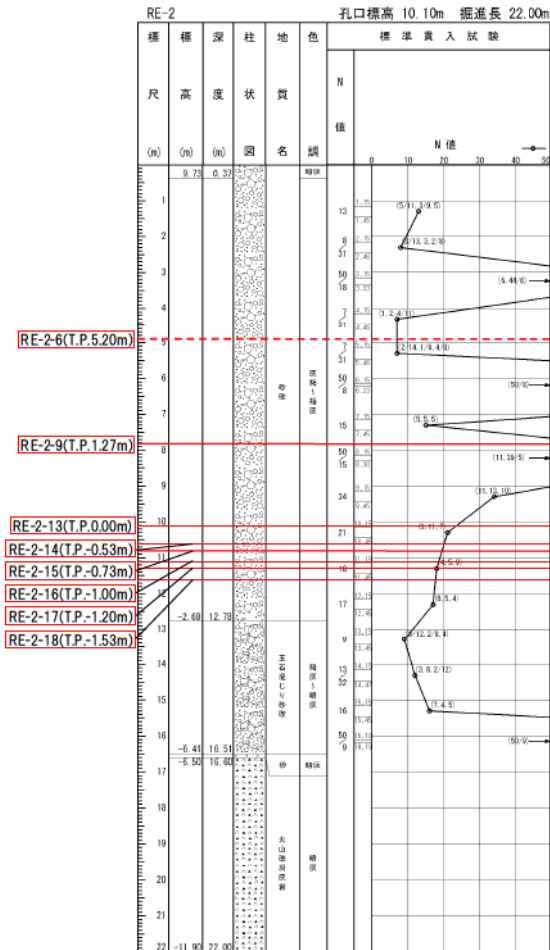


※なお、ボーリング柱状図の地質名は、コア採取時に観察者が肉眼で判断したものであり、地盤材料の工学的分類結果による地質名と異なる場合がある。

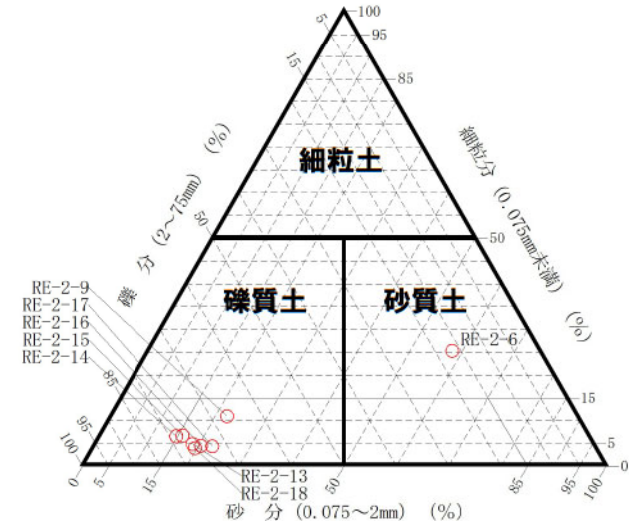
# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(8/31)

## 試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質の整理 (RE-2 (1,2号埋戻土))

- 粒度試験に用いた試料の採取位置、ボーリング柱状図における地質等を以下に示す。
  - 試料採取位置は1,2号炉の埋立整地工事により埋戻した範囲である。
  - 試料採取標高はT.P.5.20m～-1.53mで、液状化強度試験の供試体も粒度試験と同じ標高から採取している。
  - 採取した試料の地質は、ボーリング柱状図では礫である。
  - 粒度特性は、粒径加積曲線のばらつきが大きいこと、三角座標による分類では礫質土と砂質土で構成されていることを確認した。
  - 液状化強度試験の供試体は礫質土及び砂質土のそれぞれから採取している。



粒径加積曲線



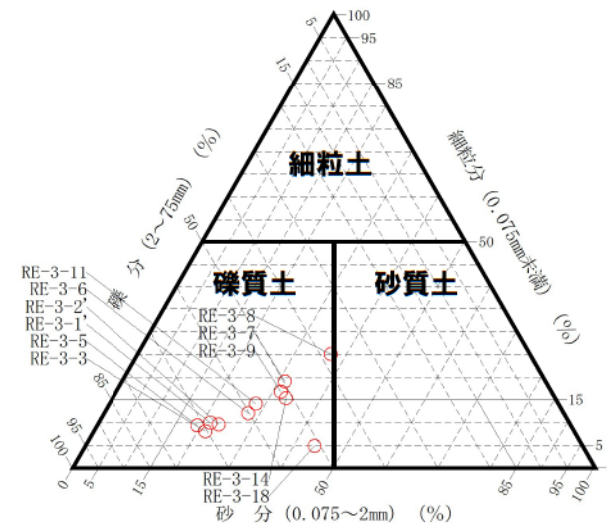
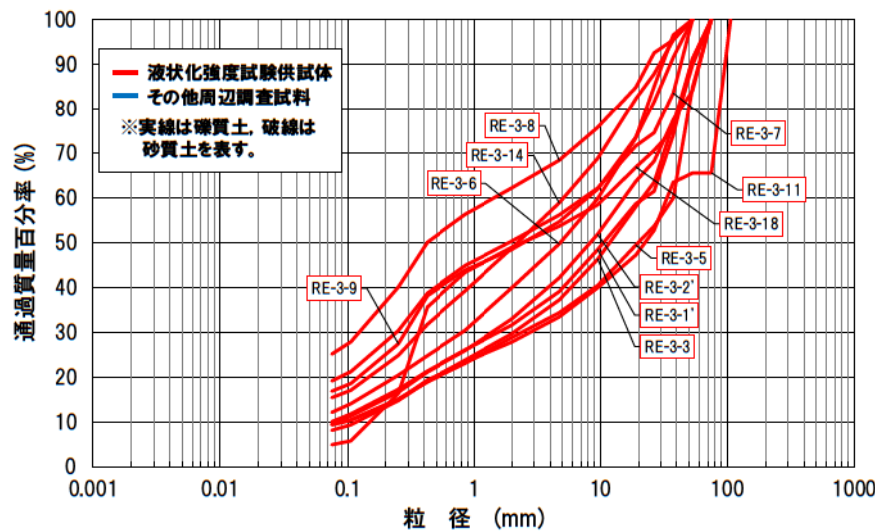
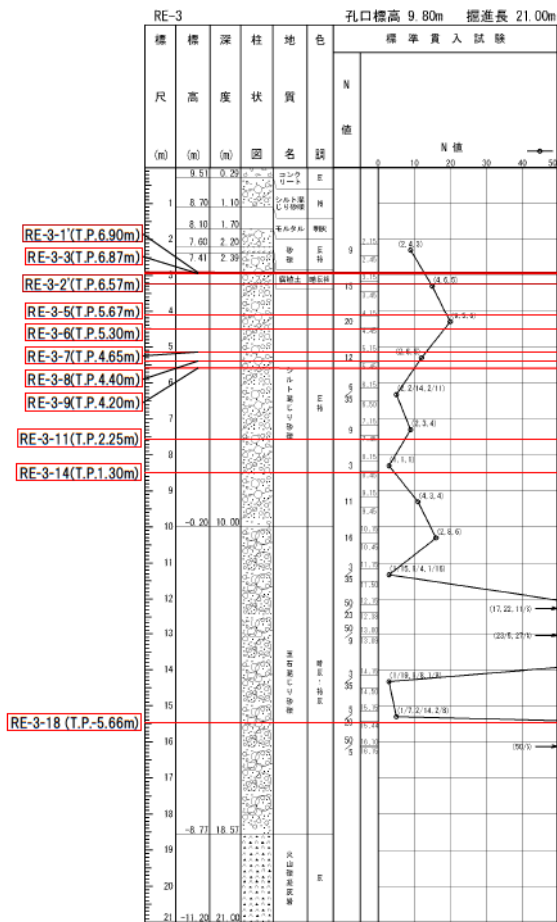
三角座標による分類

※なお、ボーリング柱状図の地質名は、コア採取時に観察者が肉眼で判断したものであり、地盤材料の工学的分類結果による地質名と異なる場合がある。

# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(9/31)

## 試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質の整理 (RE-3 (1,2号埋戻土))

- 粒度試験に用いた試料の採取位置、ボーリング柱状図における地質等を以下に示す。
  - 試料採取位置は1,2号炉の取放水設備工事により埋戻した範囲である。
  - 試料採取標高はT.P.6.90m～-5.66mで、液状化強度試験の供試体も粒度試験と同じ標高から採取している。
  - 採取した試料の地質は、ボーリング柱状図ではシルト混じり砂礫、玉石混じり砂礫である。
  - 粒度特性は、粒径加積曲線のばらつきが小さいこと、三角座標による分類では礫質土のみで構成されていることを確認した。
  - 液状化強度試験の供試体は礫質土から採取している。



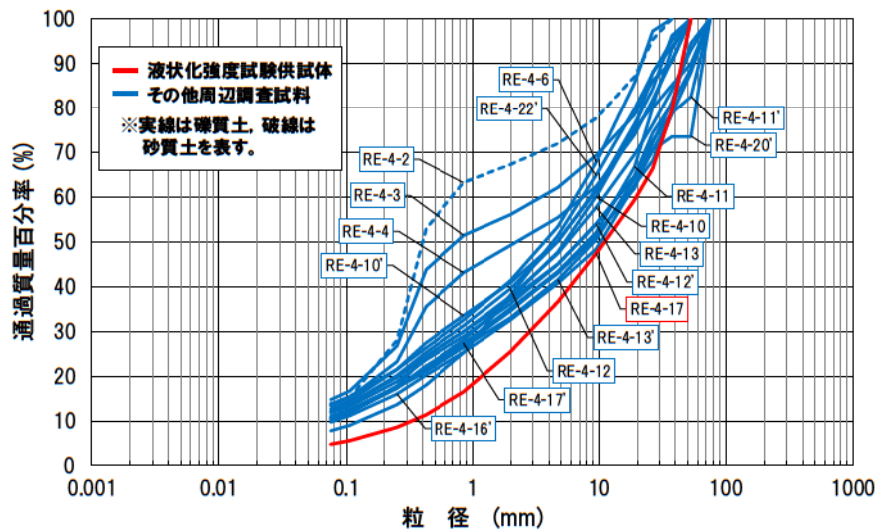
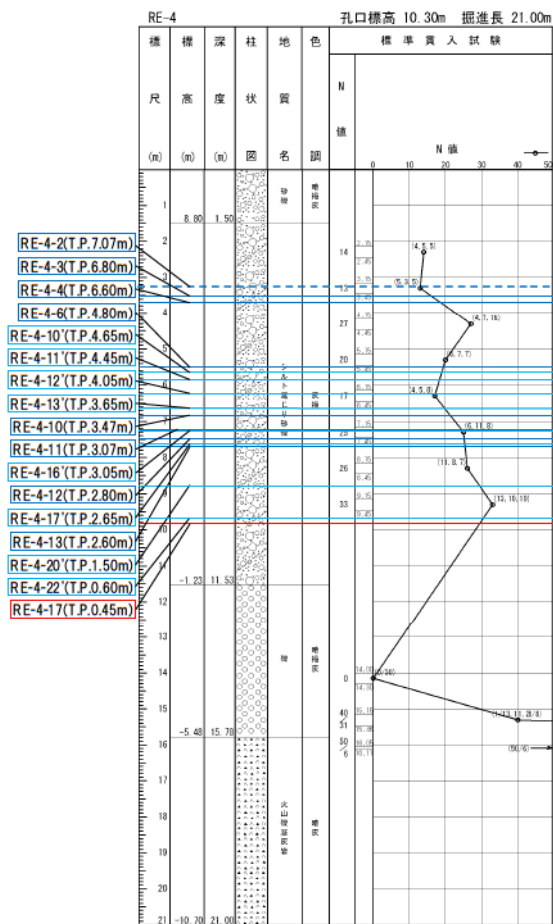
※なお、ボーリング柱状図の地質名は、コア採取時に観察者が肉眼で判断したものであり、地盤材料の工学的分類結果による地質名と異なる場合がある。



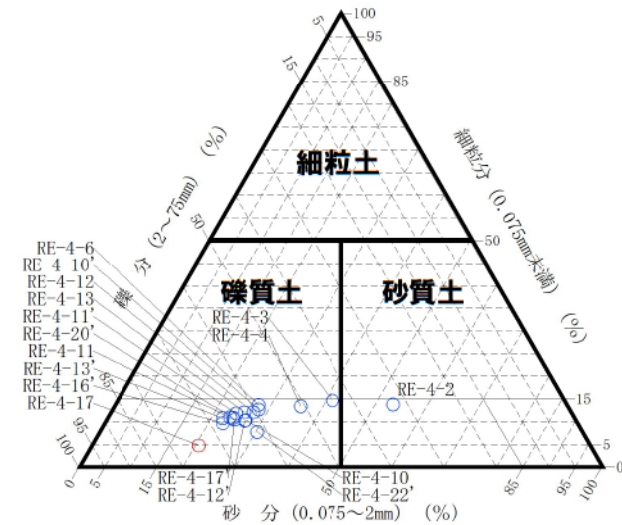
# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(10/31)

## 試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質の整理 (RE-4 (1,2号埋戻土))

- 粒度試験に用いた試料の採取位置、ボーリング柱状図における地質等を以下に示す。
  - 試料採取位置は1,2号炉の取放水設備工事により埋戻した範囲である。
  - 試料採取標高はT.P.7.07m~0.45mで、液状化強度試験の供試体はT.P.0.45mで採取している。
  - 採取した試料の地質は、ボーリング柱状図ではシルト混じり砂礫である。
  - 粒度特性は、粒径加積曲線のばらつきが大きいこと、三角座標による分類では礫質土と砂質土で構成されていることを確認した。
  - 液状化強度試験の供試体は礫質土から採取しており、概ね他の礫質土の粒度分布と同じ範囲に含まれる。



粒径加積曲線



三角座標による分類

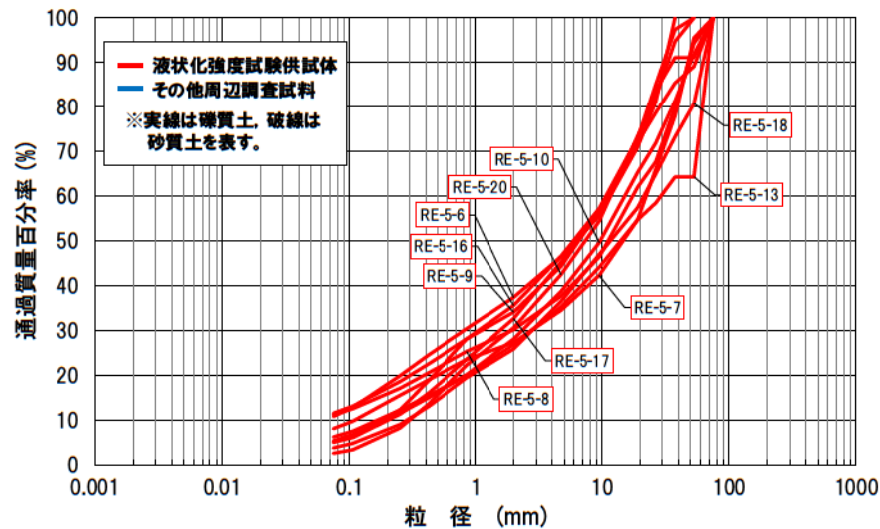
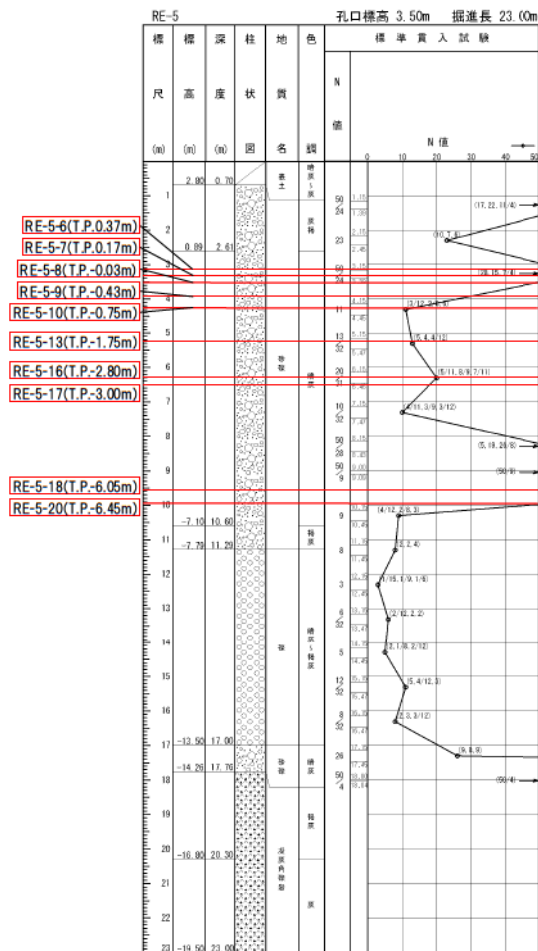
※なお、ボーリング柱状図の地質名は、コア採取時に観察者が肉眼で判断したものであり、地盤材料の工学的分類結果による地質名と異なる場合がある。



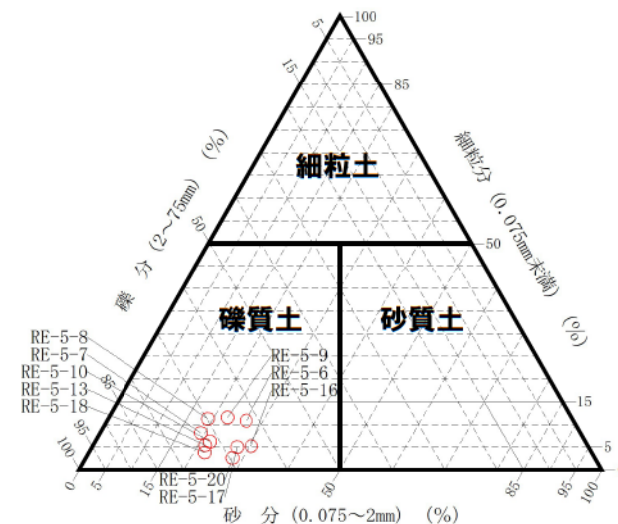
# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(11/31)

## 試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質の整理 (RE-5 (1,2号埋戻土))

- 粒度試験に用いた試料の採取位置、ボーリング柱状図における地質等を以下に示す。
  - 試料採取位置は1,2号炉の埋立整地工事により埋戻した範囲である。
  - 試料採取標高はT.P.0.37m～-6.45mで、液状化強度試験の供試体も粒度試験と同じ標高から採取している。
  - 採取した試料の地質は、ボーリング柱状図では砂礫である。
  - 粒度特性は、粒径加積曲線のばらつきが小さいこと、三角座標による分類では礫質土のみで構成されていることを確認した。
  - 液状化強度試験の供試体は礫質土から採取している。



粒径加積曲線



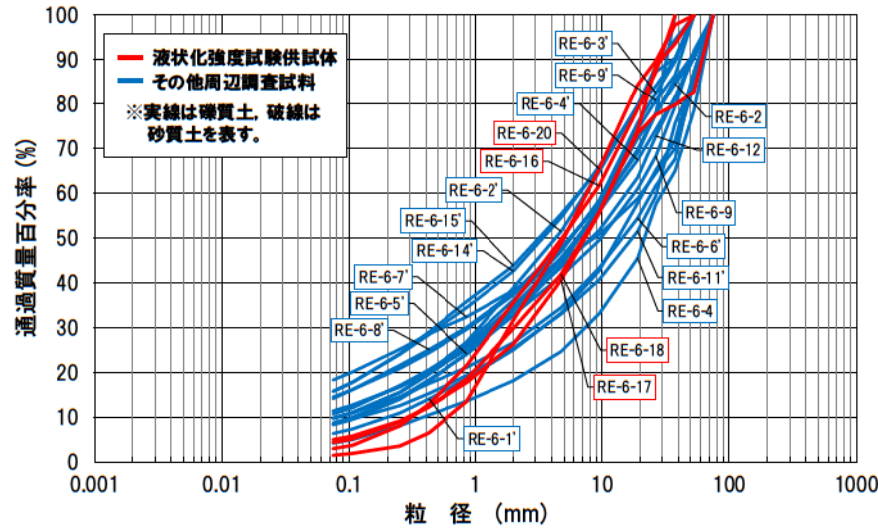
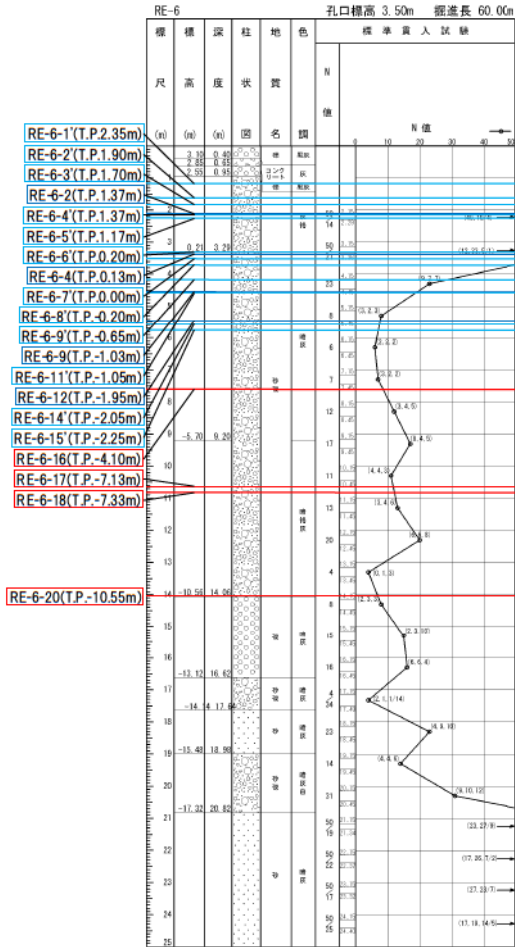
三角座標による分類

※なお、ボーリング柱状図の地質名は、コア採取時に観察者が肉眼で判断したものであり、地盤材料の工学的分類結果による地質名と異なる場合がある。

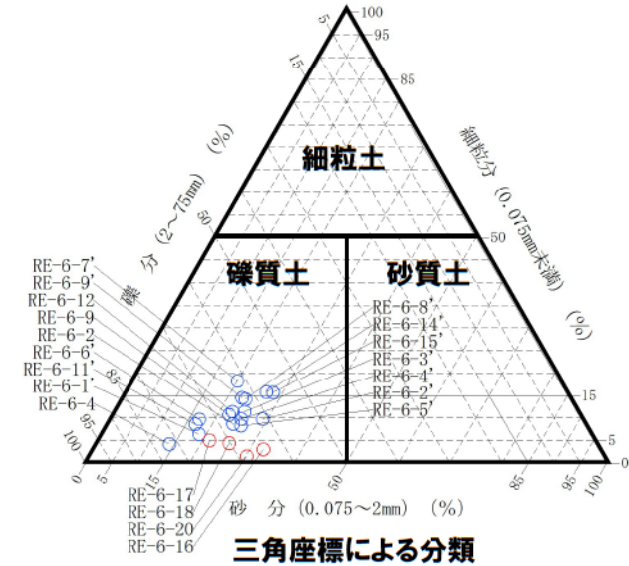
# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(12/31)

## 試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質の整理 (RE-6 (1,2号埋戻土))

- 粒度試験に用いた試料の採取位置、ボーリング柱状図における地質等を以下に示す。
  - 試料採取位置は1,2号炉の埋立整地工事により埋戻した範囲である。
  - 試料採取標高はT.P.2.35m～-10.55mで、液状化強度試験の供試体はT.P.-4.10m～-10.55mで採取している。
  - 採取した試料の地質は、ボーリング柱状図では砂礫である。
  - 粒度特性は、粒径加積曲線のばらつきが小さいこと、三角座標による分類では礫質土のみで構成されていることを確認した。
  - 液状化強度試験の供試体は礫質土から採取しており、礫質土の粒度分布の範囲に含まれる。



粒径加積曲線

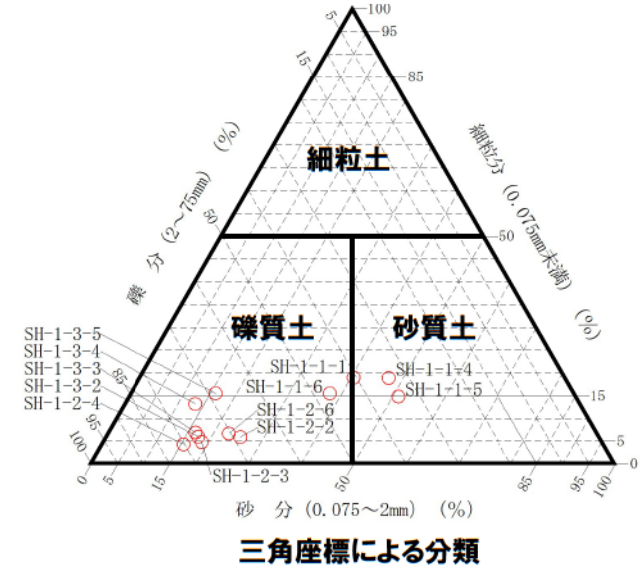
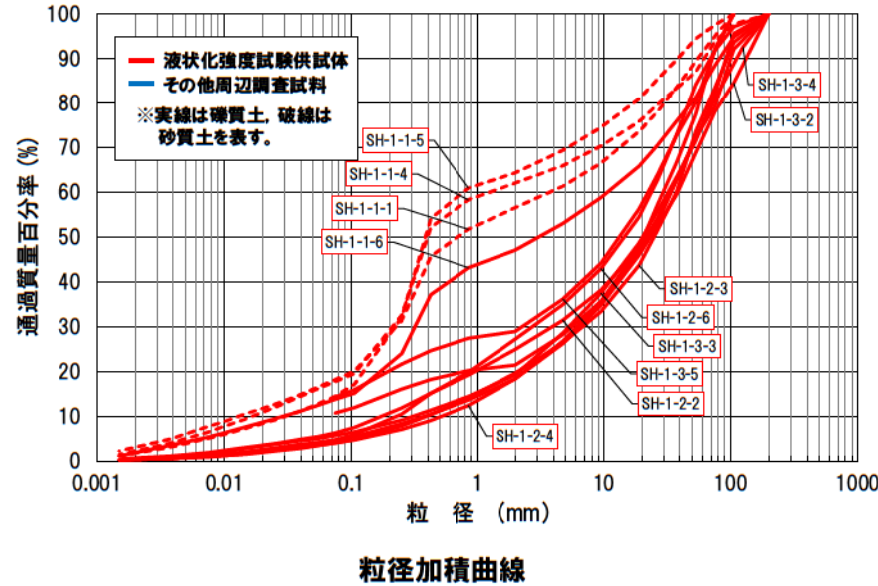
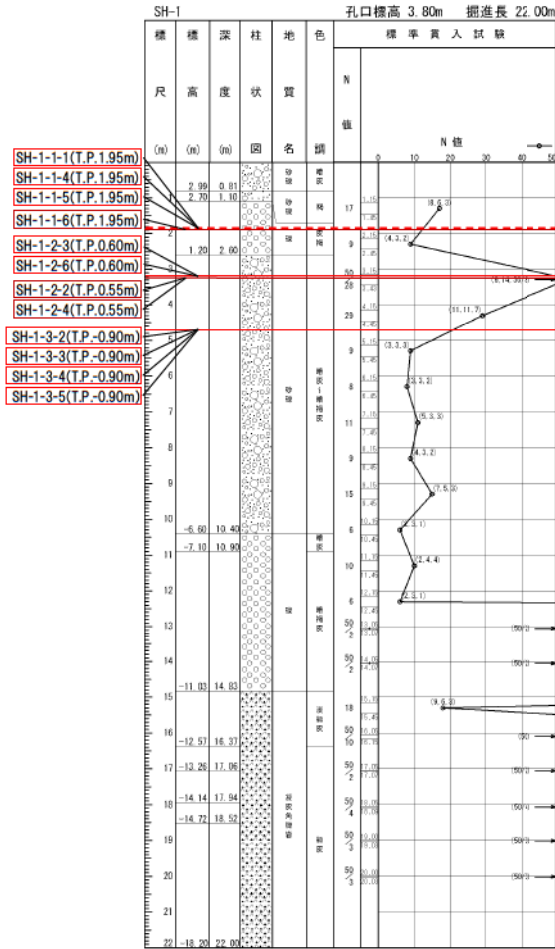


※なお、ボーリング柱状図の地質名は、コア採取時に観察者が肉眼で判断したものであり、地盤材料の工学的分類結果による地質名と異なる場合がある。

# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(13/31)

## 試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質の整理 (SH-1 (1,2号埋戻土))

- 粒度試験に用いた試料の採取位置、ボーリング柱状図における地質等を以下に示す。
  - 試料採取位置は1,2号炉の埋立整地工事により埋戻した範囲である。
  - 試料採取標高はT.P.1.95m～-0.90mで、液状化強度試験の供試体も粒度試験と同じ標高から採取している。
  - 採取した試料の地質は、ボーリング柱状図では礫、砂礫が認められる。
  - 粒度特性は、粒径加積曲線のばらつきが大きいこと、三角座標による分類では礫質土と砂質土で構成されていることを確認した。
  - 液状化強度試験の供試体は礫質土及び砂質土のそれぞれから採取している。



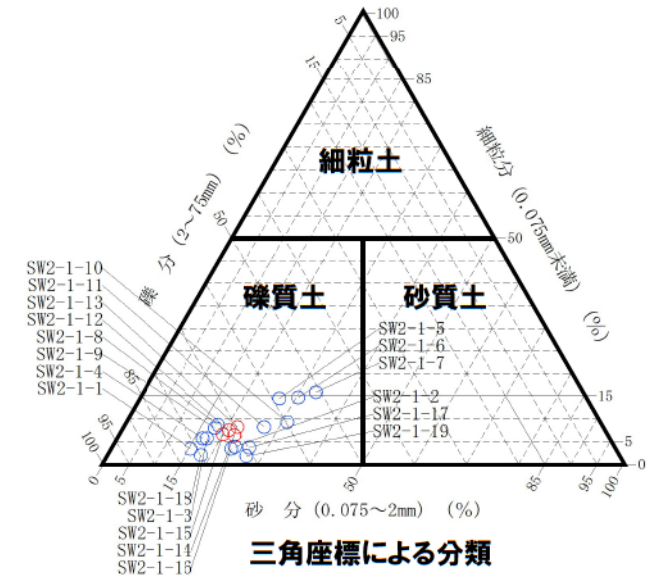
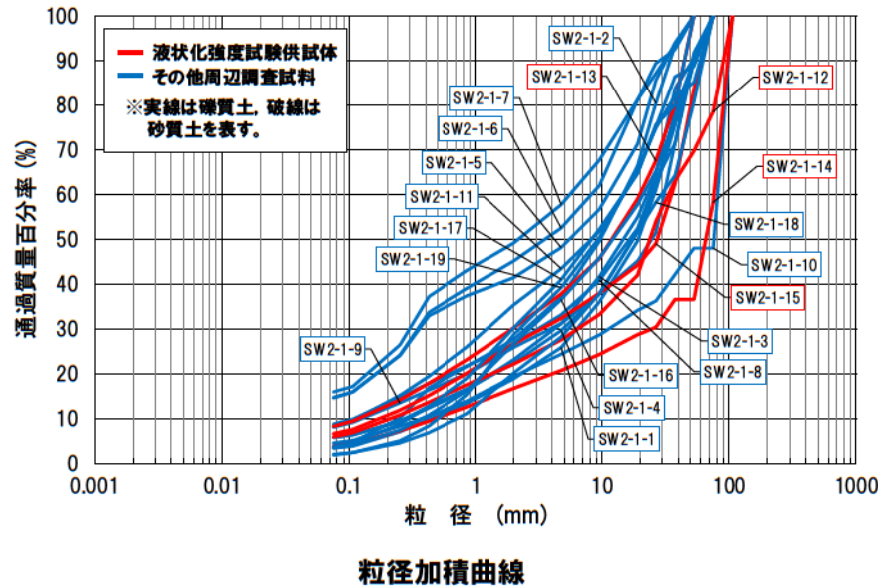
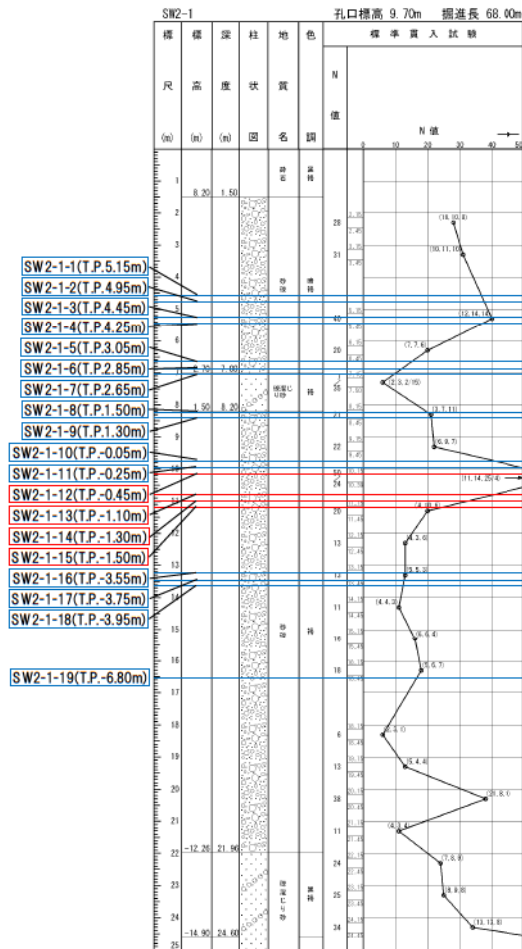
※なお、ボーリング柱状図の地質名は、コア採取時に観察者が肉眼で判断したものであり、地盤材料の工学的分類結果による地質名と異なる場合がある。



# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(14/31)

## 試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質の整理 (SW2-1 (3号埋戻土))

- 粒度試験に用いた試料の採取位置、ボーリング柱状図における地質等を以下に示す。
  - 試料採取位置は3号炉の埋立整地工事により埋戻した範囲である。
  - 試料採取標高はT.P.5.15m～-6.80mで、液状化強度試験の供試体はT.P.-0.45m～-1.50mで採取している。
  - 採取した試料の地質は、ボーリング柱状図では砂礫、礫混じり砂である。
  - 粒度特性は、粒径加積曲線のばらつきが小さいこと、三角座標による分類では礫質土のみで構成されていることを確認した。
  - 液状化強度試験の供試体は礫質土から採取しており、概ね他の礫質土の粒度分布と同じ範囲に含まれる。



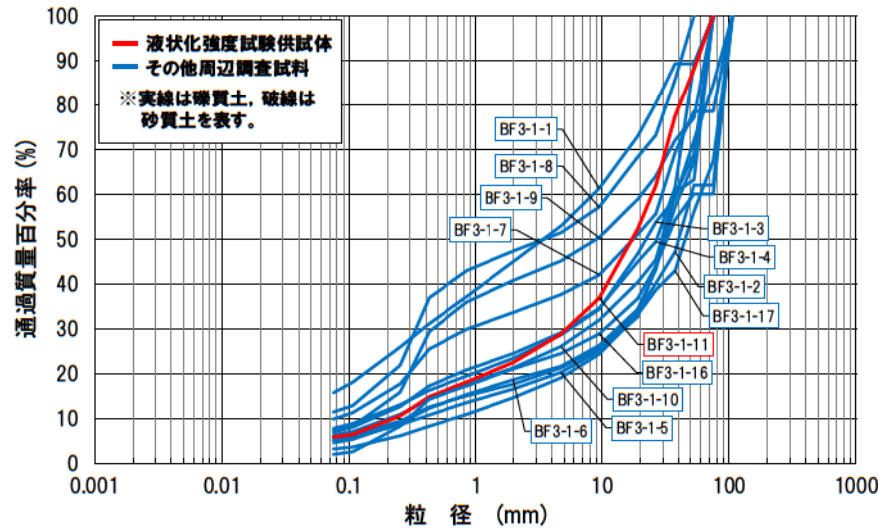
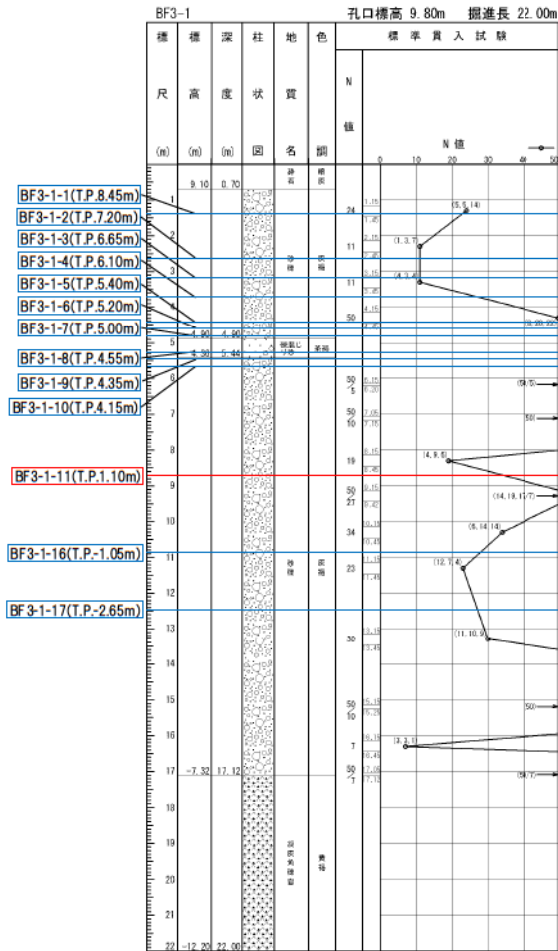
※なお、ボーリング柱状図の地質名は、コア採取時に観察者が肉眼で判断したものであり、地盤材料の工学的分類結果による地質名と異なる場合がある。



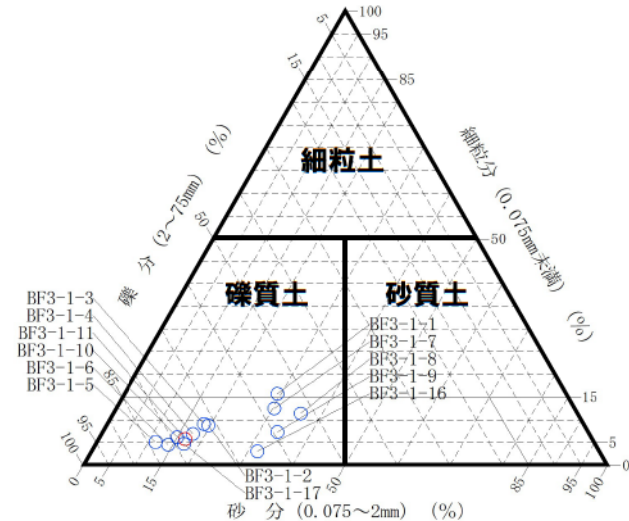
# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(15/31)

## 試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質の整理 (BF3-1 (3号埋戻土))

- 粒度試験に用いた試料の採取位置、ボーリング柱状図における地質等を以下に示す。
  - 試料採取位置は3号炉の取放水設備工事により埋戻した範囲である。
  - 試料採取標高はT.P.8.45m～-2.65mで、液状化強度試験の供試体はT.P.1.10mで採取している。
  - 採取した試料の地質は、ボーリング柱状図では砂礫、礫混じり砂である。
  - 粒度特性は、粒径加積曲線のばらつきが小さいこと、三角座標による分類では礫質土のみで構成されていることを確認した。
  - 液状化強度試験の供試体は礫質土から採取しており、礫質土の粒度分布の範囲に含まれる。



粒径加積曲線



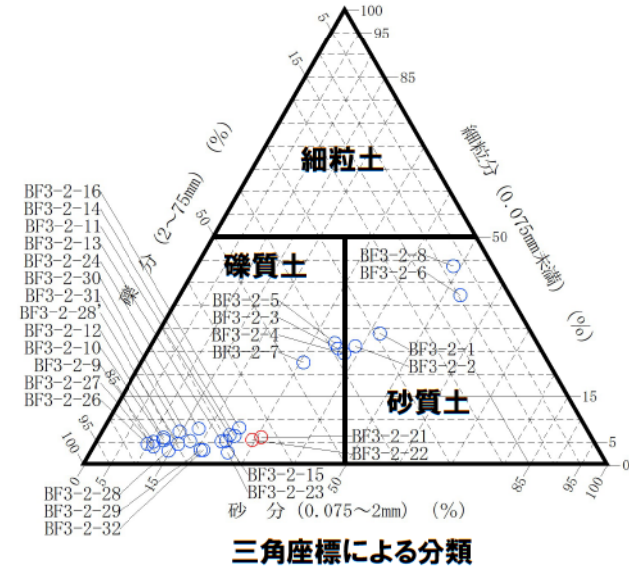
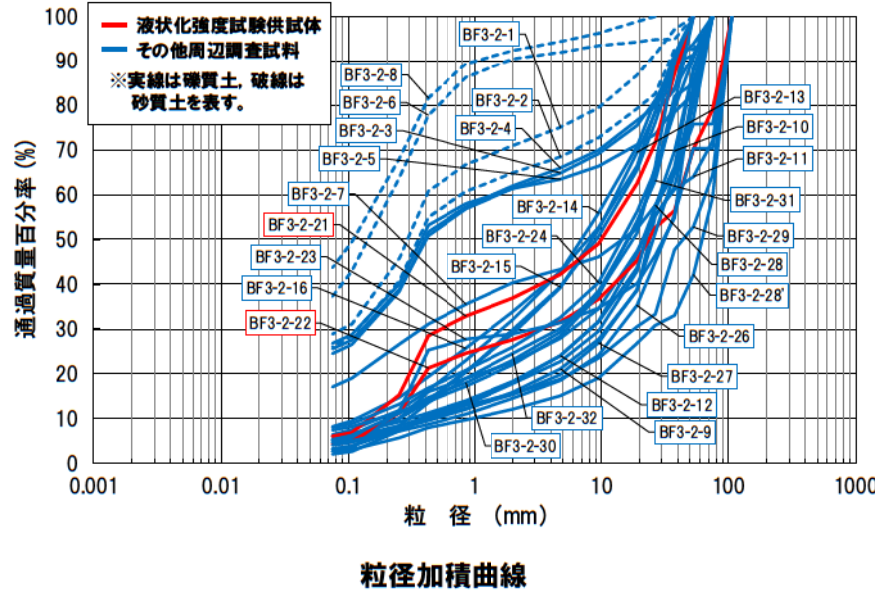
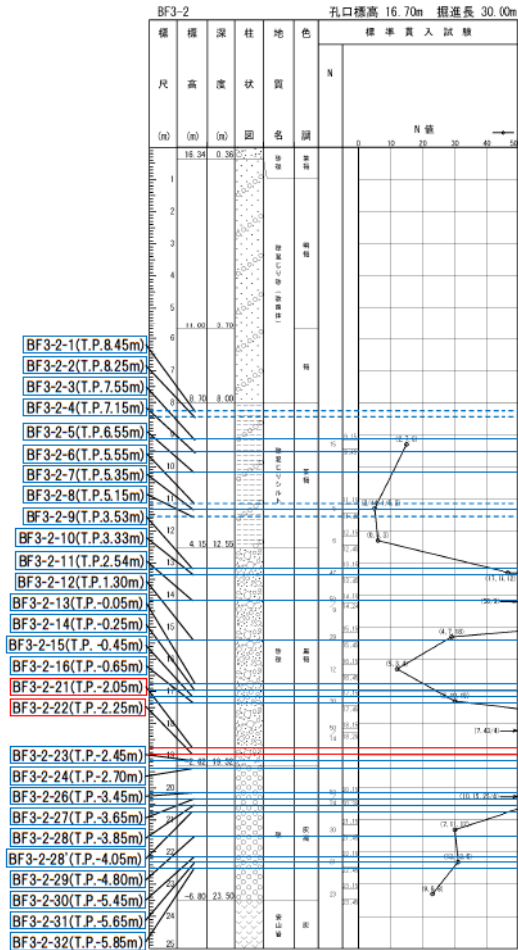
三角座標による分類

※なお、ボーリング柱状図の地質名は、コア採取時に観察者が肉眼で判断したものであり、地盤材料の工学的分類結果による地質名と異なる場合がある。

# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(16/31)

## 試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質の整理 (BF3-2 (3号埋戻土))

- 粒度試験に用いた試料の採取位置、ボーリング柱状図における地質等を以下に示す。
  - 試料採取位置は3号炉の取放水設備工事により埋戻した範囲である。
  - 試料採取標高はT.P.8.45m～-5.85mで、液状化強度試験の供試体はT.P.2.05m～2.25mで採取している。
  - 採取した試料の地質は、ボーリング柱状図では礫、砂礫、礫混じりシルトである。
  - 粒度特性は、粒径加積曲線のばらつきが大きいこと、三角座標による分類では礫質土と砂質土で構成されていることを確認した。
  - 液状化強度試験の供試体は礫質土から採取しており、礫質土の粒度分布の範囲に含まれる。

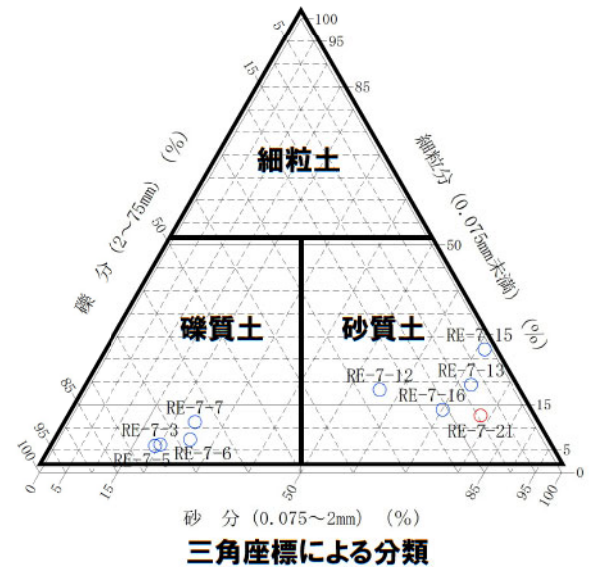
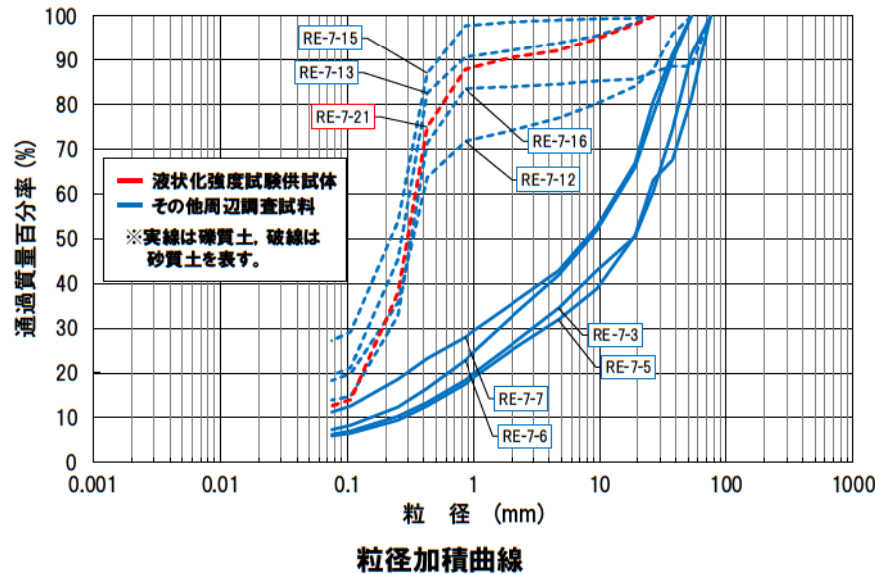
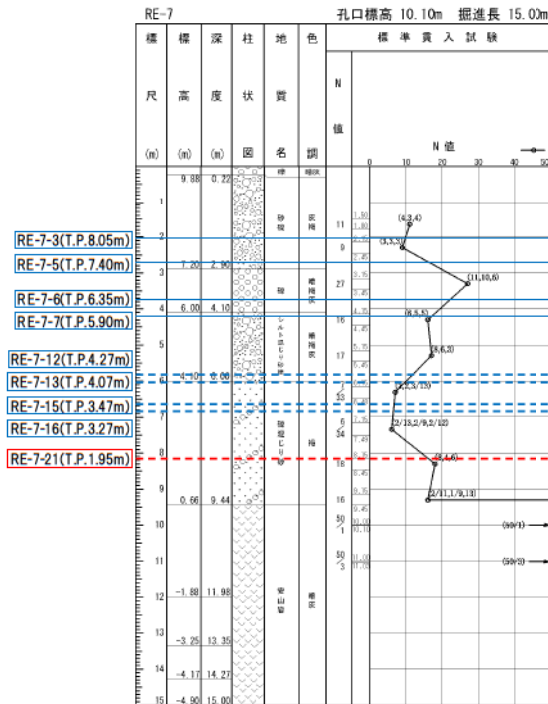


※なお、ボーリング柱状図の地質名は、コア採取時に観察者が肉眼で判断したものであり、地盤材料の工学的分類結果による地質名と異なる場合がある。

# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(17/31)

## 試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質の整理 (RE-7 (3号埋戻土))

- 粒度試験に用いた試料の採取位置、ボーリング柱状図における地質等を以下に示す。
  - 試料採取位置はT.P.5.50m程度以深が1,2号炉の埋立整地工事により埋戻した範囲であり、それ以浅は3号炉の取放水設備工事により埋戻した範囲である。
  - 試料採取標高はT.P.8.05m~1.95mで、液状化強度試験の供試体はT.P.1.95mで採取している。
  - 採取した試料の地質は、ボーリング柱状図では礫、砂礫、シルト混じり砂礫、礫混じり砂である。
  - 粒度特性は、粒径加積曲線のばらつきが大きいこと、三角座標による分類では礫質土と砂質土で構成されていることを確認した。
  - 液状化強度試験の供試体は砂質土から採取しており、砂質土の粒度分布の範囲に含まれる。



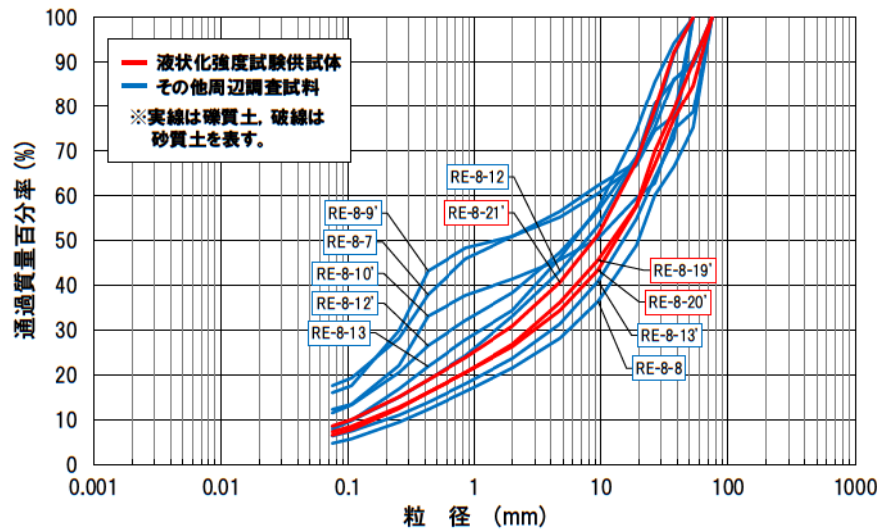
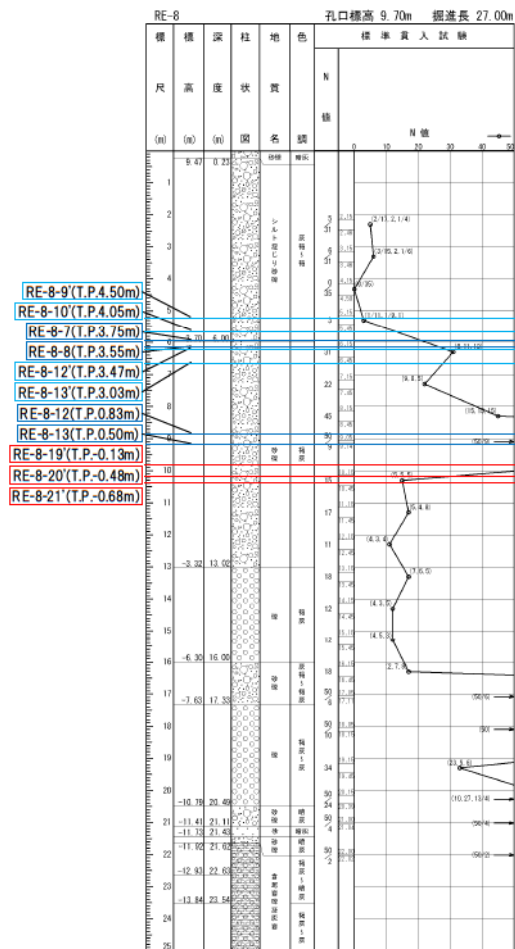
※なお、ボーリング柱状図の地質名は、コア採取時に観察者が肉眼で判断したものであり、地盤材料の工学的分類結果による地質名と異なる場合がある。



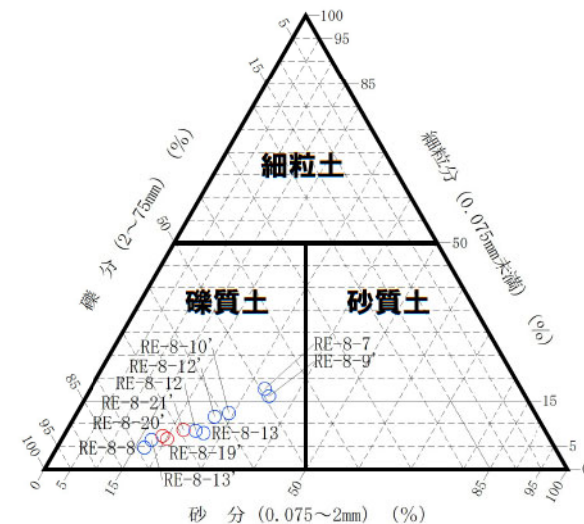
# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(18/31)

## 試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質の整理 (RE-8 (3号埋戻土))

- 粒度試験に用いた試料の採取位置、ボーリング柱状図における地質等を以下に示す。
  - 試料採取位置は3号炉の埋立整地工事により埋戻した範囲である。
  - 試料採取標高はT.P.4.50m~-0.68mで、液状化強度試験の供試体はT.P.-0.13~-0.68mで採取している。
  - 採取した試料の地質は、ボーリング柱状図では砂礫、シルト混じり砂礫である。
  - 粒度特性は、粒径加積曲線のばらつきが小さいこと、三角座標による分類では礫質土のみで構成されていることを確認した。
  - 液状化強度試験の供試体は礫質土から採取しており、礫質土の粒度分布の範囲に含まれる。



粒径加積曲線



三角座標による分類

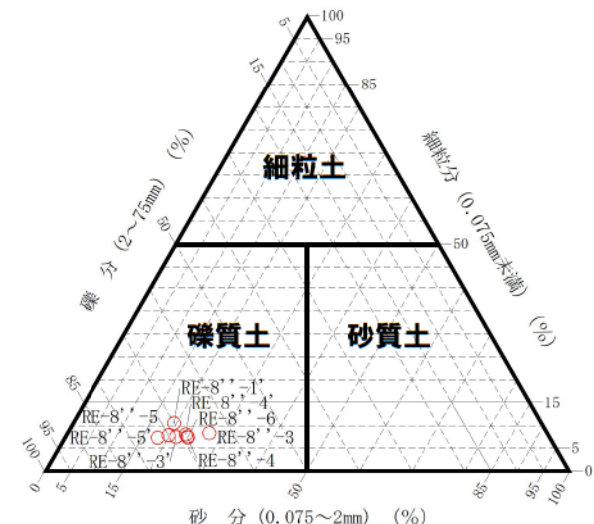
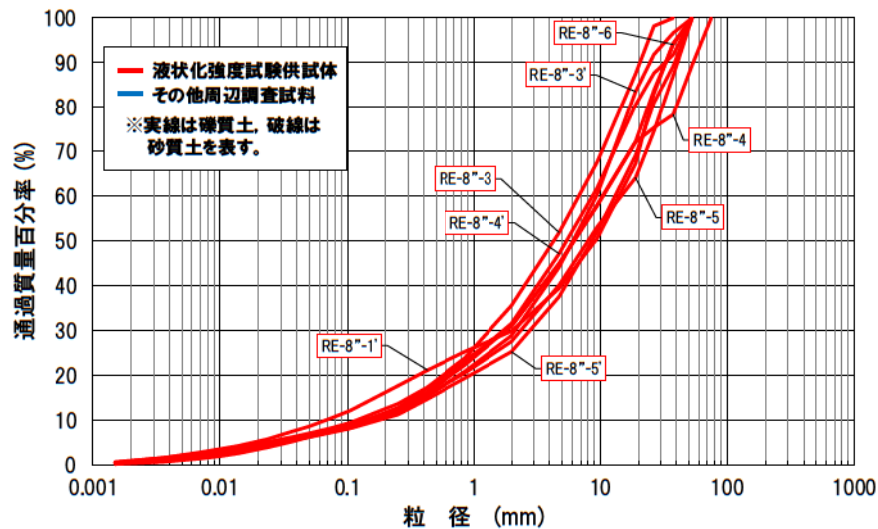
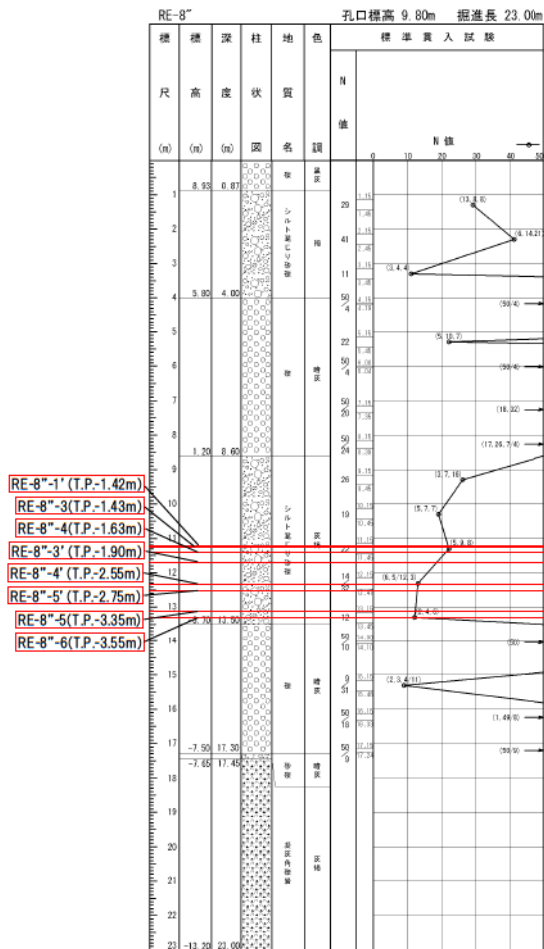
※なお、ボーリング柱状図の地質名は、コア採取時に観察者が肉眼で判断したものであり、地盤材料の工学的分類結果による地質名と異なる場合がある。



# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(19/31)

## 試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質の整理 (RE-8" (3号埋戻土))

- 粒度試験に用いた試料の採取位置、ボーリング柱状図における地質等を以下に示す。
  - 試料採取位置は3号炉の取放水設備工事により埋戻した範囲である。
  - 試料採取標高はT.P.-1.42m~-3.55mで、液状化強度試験の供試体も粒度試験と同じ標高から採取している。
  - 採取した試料の地質は、ボーリング柱状図ではシルト混じり砂礫である。
  - 粒度特性は、粒径加積曲線のばらつきが小さいこと、三角座標による分類では礫質土のみで構成されていることを確認した。
  - 液状化強度試験の供試体は礫質土から採取している。



粒径加積曲線

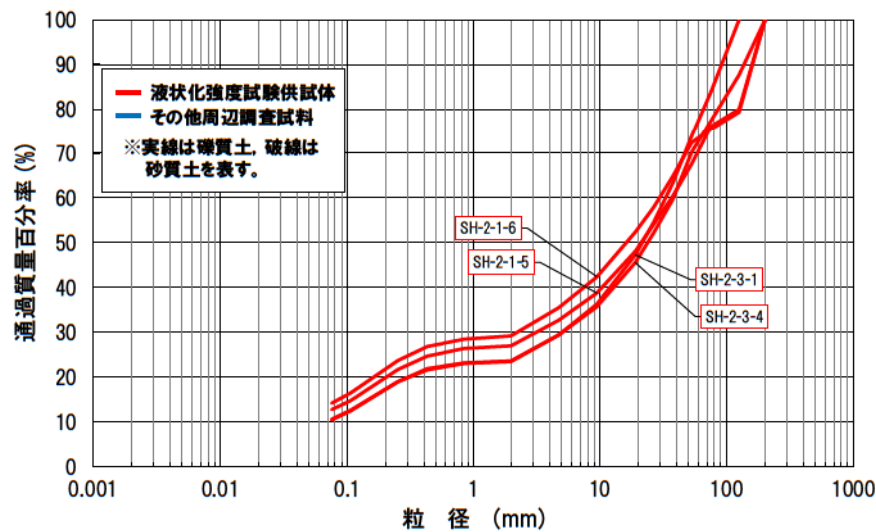
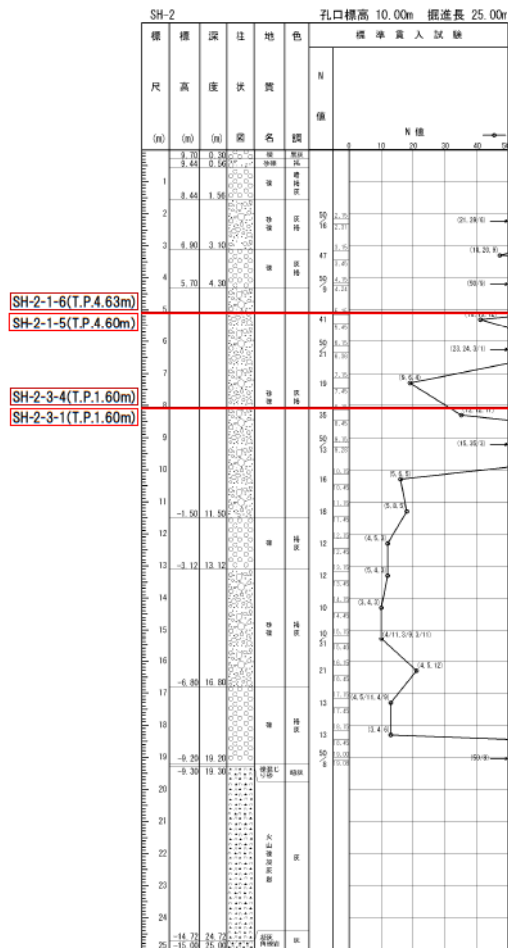
三角座標による分類

※なお、ボーリング柱状図の地質名は、コア採取時に観察者が肉眼で判断したものであり、地盤材料の工学的分類結果による地質名と異なる場合がある。

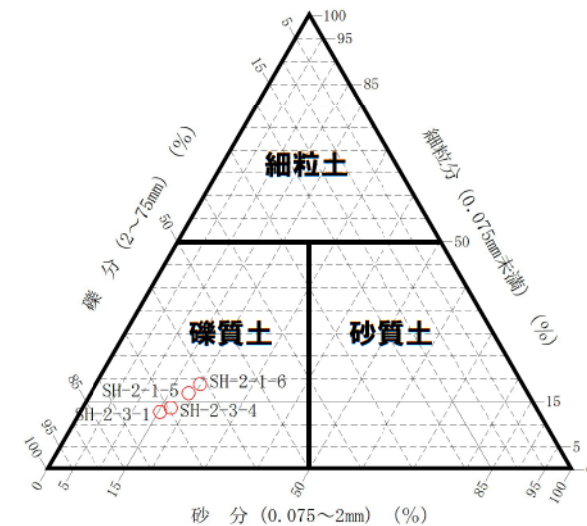
# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(20/31)

## 試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質の整理 (SH-2 (3号埋戻土))

- 粒度試験に用いた試料の採取位置、ボーリング柱状図における地質等を以下に示す。
  - 試料採取位置は3号炉の埋立整地工事により埋戻した範囲である。
  - 試料採取標高はT.P.4.63m~1.60mで、液状化強度試験の供試体も粒度試験と同じ標高から採取している。
  - 採取した試料の地質は、ボーリング柱状図では砂礫である。
  - 粒度特性は、粒径加積曲線のばらつきが小さいこと、三角座標による分類では礫質土のみで構成されていることを確認した。
  - 液状化強度試験の供試体は礫質土から採取している。



粒径加積曲線



三角座標による分類

※なお、ボーリング柱状図の地質名は、コア採取時に観察者が肉眼で判断したものであり、地盤材料の工学的分類結果による地質名と異なる場合がある。

## 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(21/31)

### 試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質の整理(まとめ)

○ 埋戻土の粒度試験に用いた試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質は以下のとおりである。

#### 【試料の採取位置及び標高】

- 試料採取位置は1,2号及び3号埋戻土の平面的に広範囲に分布している。
- 試料採取標高はT.P.9.07m～T.P.-10.55mであり、埋戻土の深度方向に広範囲に分布している。

#### 【ボーリング柱状図における地質及び粒度特性】

- ボーリング柱状図において粒度試験を実施した深度の地質は礫、砂礫、シルト混じり砂礫等の礫質土が多くを占めるが、一部で礫混じり砂や礫混じりシルト等が認められる。
- 三角座標による分類及び粒径加積曲線において、埋戻土の地質は多くを占める礫質土と一部の砂質土で構成されていることを確認した。

#### 【液状化強度試験の供試体】

- 液状化強度試験の試料採取標高はT.P.6.90m～T.P.-10.55mであり、埋戻土の深度方向に広範囲に分布している。
- 液状化強度試験の供試体は大部分を礫質土から採取しているが、一部で砂質土から採取している。



○ 埋戻土の粒度試験に用いた試料採取位置の平面分布及び深度分布は広範囲である。

○ ボーリング柱状図における地質及び粒度分布より、埋戻土は礫質土が主体であり、一部で砂質土が含まれる。

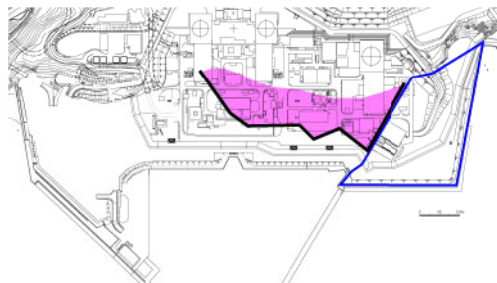
○ 液状化強度試験の供試体の試料採取位置の平面分布及び深度分布は、粒度試験に用いた試料と同様に、礫質土と一部の砂質土から採取している。



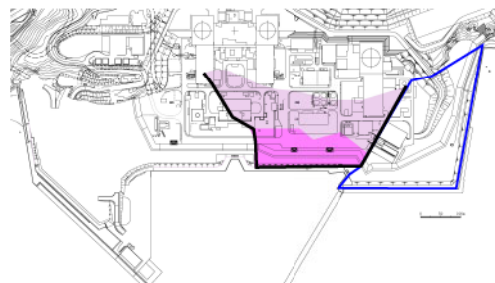
## 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(22/31)

### 1,2号埋戻土の施工及び品質管理の整理（埋立整地工事による範囲）

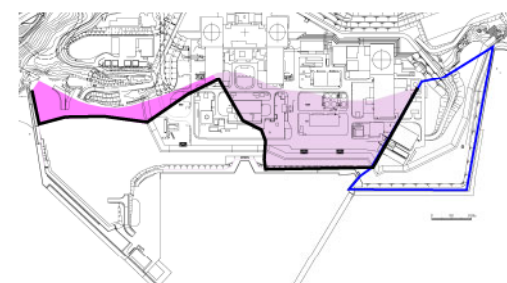
- 1,2号埋戻土及び3号埋戻土は、施工及び品質管理を踏まえると以下の2つに分けられる。
  - 発電所建設時に敷地の埋れた範囲(以下、「埋立整地工事の範囲」という。)
  - 取放水設備等を設置するために、埋立地盤を掘削し、取放水設備設置後に埋戻した範囲(以下、「取放水設備工事の範囲」という。)
- 埋立整地工事の範囲は、以下のとおり施工及び品質管理を行った。
  - 建設時の埋立整地工事は、埋立護岸・仮護岸を設置しながら下図の順に埋戻しを行った。
  - 施工は、岩砕をブルドーザにて押土・敷均し・転圧した。



昭和58年7月



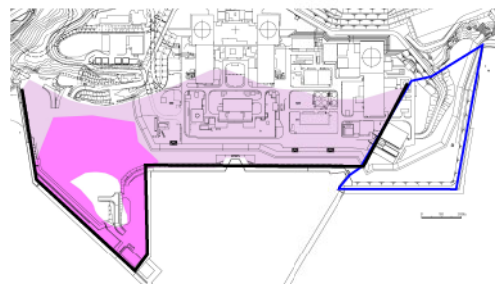
昭和58年9月



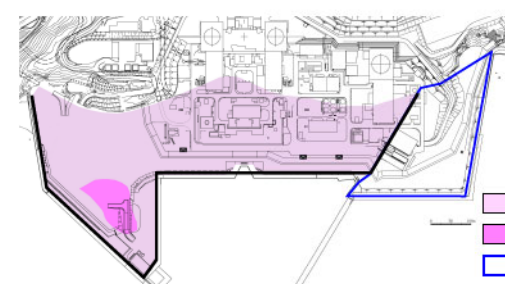
昭和59年5月



昭和59年8月



昭和59年9月



昭和59年11月

- : 埋戻土施工完了範囲
- : 当該時期埋戻土施工範囲
- : 3号炉埋立整地工事範囲
- : 埋立護岸・仮護岸

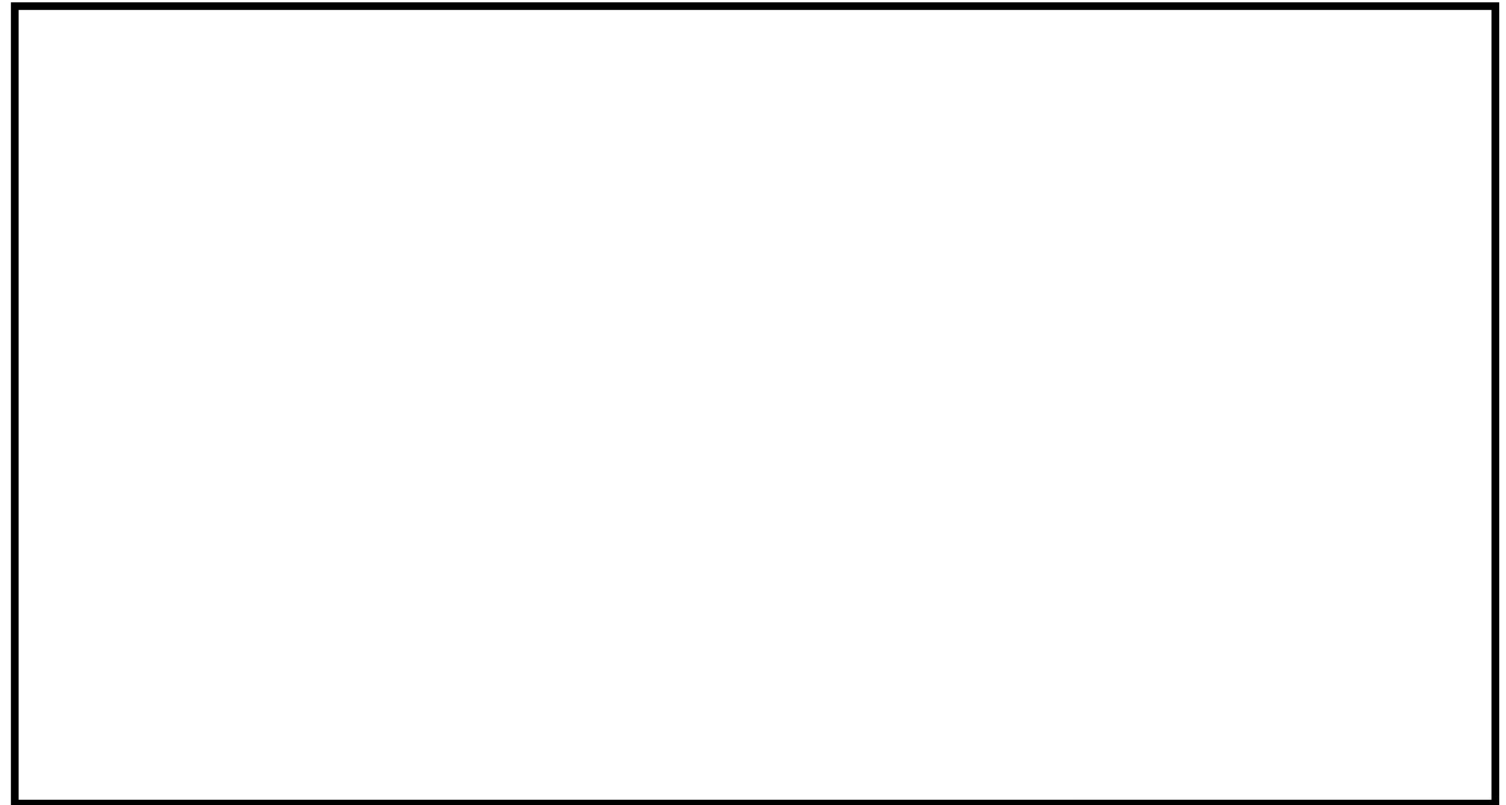
## 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(23/31)

### 1,2号埋戻土の施工及び品質管理の整理（取放水設備工事による範囲）

- 取放水設備工事の範囲は、以下のとおり施工及び品質管理を行った。
  - 取放水設備の埋戻は、下図の範囲について、下表の埋戻仕様で振動ローラによる締固めを行った。

取放水設備工事の範囲の埋戻仕様

締固め機械	振動ローラ 4t～8t
まき出し厚	30cm
転圧回数	6回以上



施工範囲図

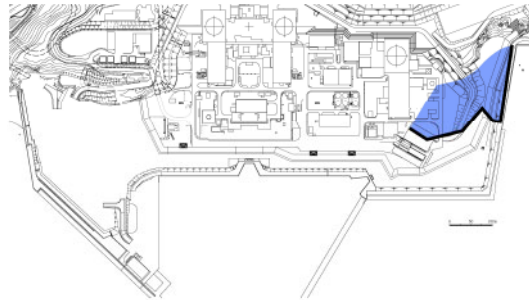
: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(24/31) 3号埋戻土の施工及び品質管理の整理（埋立整地工事による範囲）

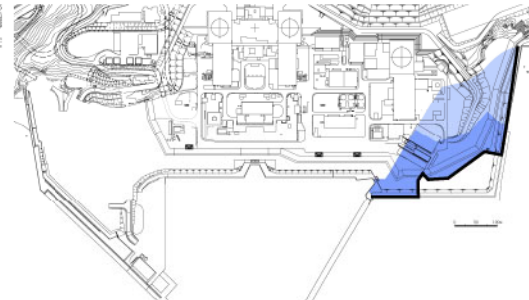
- 埋立整地工事の範囲は、以下のとおり施工及び品質管理を行った。
  - 建設時の埋立整地工事は、埋立護岸・仮護岸を設置しながら下図の順に埋戻しを行った。
  - 施工は、岩砕を下表の埋戻仕様でブルドーザにて押土・敷均し・転圧した。

## 埋立整地工事の範囲の埋戻仕様

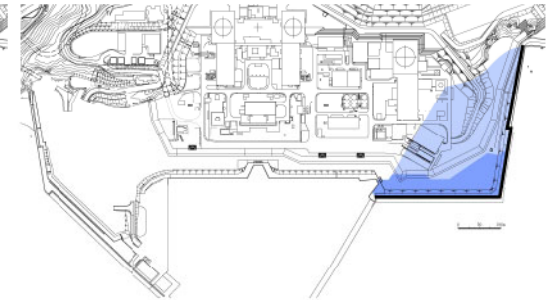
締固め機械	ブルドーザ
まき出し厚	50cm
転圧回数	3回以上



平成13年11月



平成14年8月



平成15年4月

- : 埋戻土施工完了範囲
- : 当該時期埋戻土施工範囲
- : 埋立護岸・仮護岸



# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(25/31)

## 3号埋戻土の施工及び品質管理の整理（取放水設備工事による範囲）

- 取放水設備工事の範囲の施工及び品質管理は、以下のとおり行った。
  - 取放水設備の埋戻は、下図の範囲について、下表の埋戻仕様で、振動ローラにより締固めを行った。
  - 品質管理は、施工試験で定めた下表の埋戻仕様に基づき行った。

取放水設備の範囲の埋戻仕様

施工箇所	一般部	狭隘部※
締固め機械	振動ローラ10t	振動ローラ1t
まき出し厚	30cm	30cm
転圧回数	6回以上	8回以上

※狭隘部とは大型の締固め機械が使用できない施工箇所を指す。



施工範囲図

: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

## 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(26/31) 埋戻土の施工及び品質管理の整理 (まとめ)

○ 埋戻土の粒度分布について、施工及び品質管理の観点から以下のとおり整理した。

### 【1,2号埋戻土】

- 埋立整地工事の範囲について、施工はブルドーザによる押土・敷均し・転圧を行った。
- 取放水設備工事の範囲について、施工は埋戻仕様に基づき、振動ローラにより締固めを行った。

### 【3号埋戻土】

- 埋立整地工事の範囲について、施工は埋戻仕様に基づき、ブルドーザによる押土・敷均し・転圧を行った。
- 取放水設備工事の範囲について、施工は埋戻仕様に基づき、振動ローラにより締固めを行った。



○ 埋戻土は、施工及び品質管理の観点から整理を行った結果、以下の傾向があると考えられる。

### 【1,2号埋戻土】

- 埋立整地工事の範囲は、比較的大きな粒径の材料でも転圧可能なブルドーザにより埋戻しを行ったため、粒度のばらつきが大きい。
- 取放水設備工事の範囲は、埋戻仕様でまき出し厚を設定し、比較的小さい粒径の材料を用いて埋戻しを行ったことから、粒度のばらつきが小さい。

### 【3号埋戻土】

- 埋立整地工事の範囲は、埋戻仕様でまき出し厚を設定したものの、取放水設備による範囲と比較してまき出し厚を大きく設定したことから、粒度のばらつきが比較的大きい。
- 取放水設備工事の範囲は、埋戻仕様でまき出し厚を設定し、比較的小さい粒径の材料を用いて埋戻しを行ったことから、粒度のばらつきが小さい。

## 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(27/31)

### ①液状化強度試験に用いた供試体の特徴の分析

- 液状化強度試験に用いた供試体の特徴は、「試料の採取位置、標高及びボーリング柱状図における地質の整理」(P31参照)及び「埋戻土の施工及び品質管理の整理」(P36参照)結果を踏まえて整理した。



- 礫質土の供試体が多くを占め、一部に砂質土の供試体があり、砂質土の供試体採取位置の平面分布及び深度分布に一定の傾向は認められない。
- 砂質土の供試体採取位置は1,2号炉の埋立整地工事の範囲から採取したものであり、ブルドーザにより埋戻したことから、粒度のばらつきが大きい。各供試体の採取深度において砂質土が多く含まれていたと考えられる(詳細は【砂質土の供試体を採取した要因分析】を参照。)



調査位置

: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

#### 【砂質土の供試体を採取した要因分析】

- ・ RE-2の採取位置は1,2号炉の埋立整地工事で埋戻した範囲であり、ブルドーザにより埋戻したことから、粒度のばらつきが大きい。採取深度T.P.5.20mは砂質土が多く含まれていたと考えられる。
- ・ SH-1の採取位置は1,2号炉の埋立整地工事で埋戻した範囲であり、ブルドーザにより埋戻したことから、粒度のばらつきが大きい。採取深度T.P.1.95mは砂質土が多く含まれていたと考えられる。
- ・ RE-7の採取位置はT.P.5.50m程度以深が1,2号炉の埋立整地工事で埋戻した範囲であり、それ以浅は3号炉の取放水設備工事で埋戻した。1,2号炉の埋立整地工事で埋戻した範囲はRE-2及びSH-1と同様にブルドーザにより埋戻したことから、ばらつきが大きい。採取深度T.P.1.95mは砂質土が多く含まれていたと考えられる。

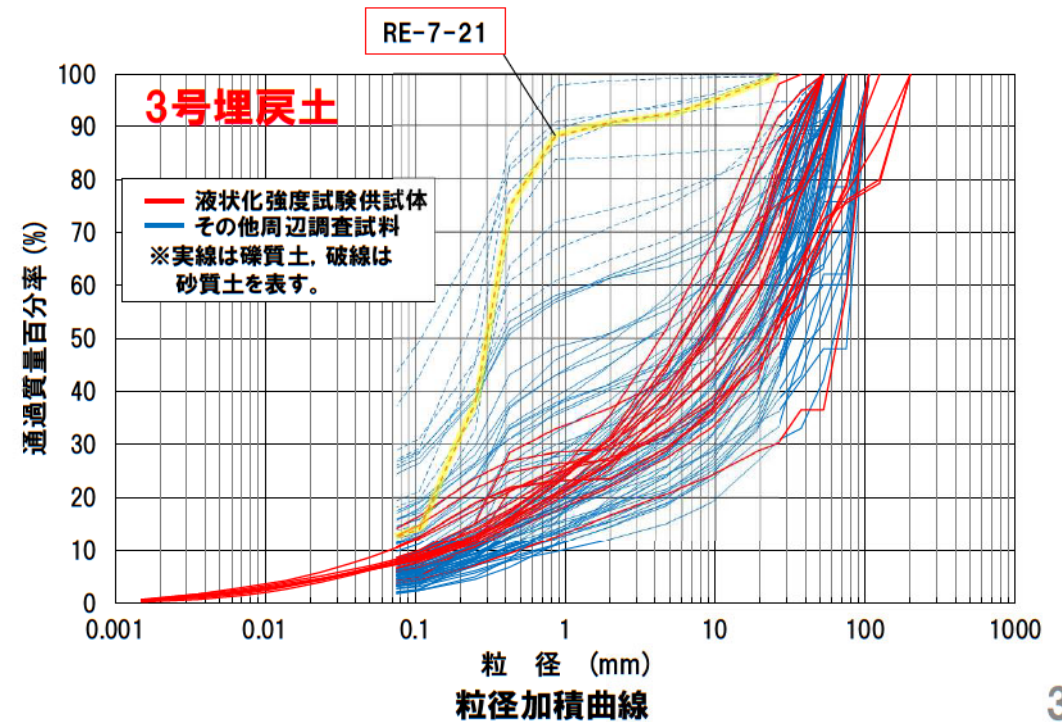
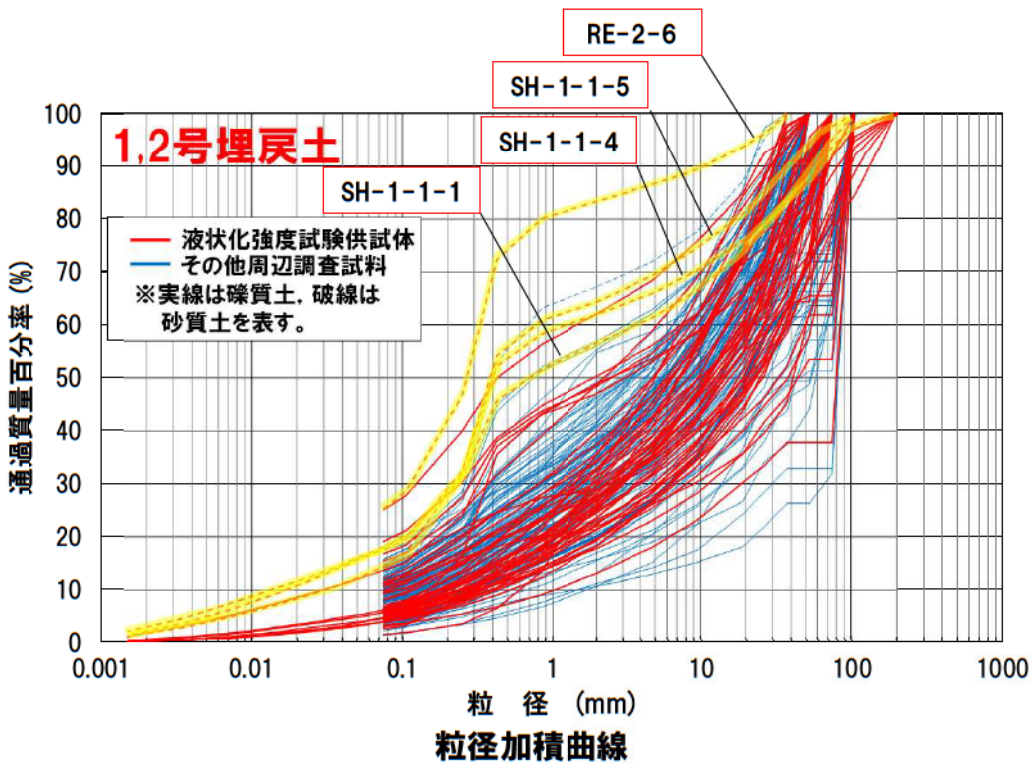


## ②液状化強度試験位置における粒径加積曲線の分布傾向の分析

○ 液状化強度試験位置における粒径加積曲線の分布傾向を分析した。



- 液状化強度試験の供試体の粒径加積曲線は、礫質土が多くを占め、一部砂質土が存在する。
- 液状化強度試験の供試体の粒度分布はばらつきがあるものの、礫質土及び砂質土ともに概ね粒度試験結果全体の範囲に含まれている。



## 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(29/31)

### ③液状化強度試験に用いた砂質土の供試体の分析

○ 液状化強度試験に用いた砂質土の供試体の特徴を以下に示す。

【1,2号埋戻土】

- RE-2-6 : 基質はシルト質な細～中砂主体で、礫は中礫粒径以下(最大50mm程度)の亜角礫が散在する。
- SH-1-1-1: 基質はシルト質な細～中砂主体で、礫は中～粗礫粒径(最大100mm程度)の亜角～亜円礫が散在する。
- SH-1-1-4: 基質はシルト質な細～中砂主体で、礫は中～粗礫粒径(最大200mm程度)の亜角礫が点在する。
- SH-1-1-5: 基質はシルトが混じる細～中砂主体で、礫は中～粗礫粒径(最大100mm程度)の亜角礫が散在する。

【3号埋戻土】

- RE-7-21 : 基質は中砂主体に細砂が混じる。礫は20mm以下の中礫主体(最大30mm程度)の円～角礫が点在する。



○ 供試体は、比較的粒径の小さい砂分主体で構成されている。

試料採取位置	1,2号埋戻土				3号埋戻土
	RE-2	SH-1			RE-7
供試体No.	RE-2-6	SH-1-1-1	SH-1-1-4	SH-1-1-5	RE-7-21
供試体写真					

# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(30/31)

## ④ 三角座標による分類と液状化強度試験の傾向分析

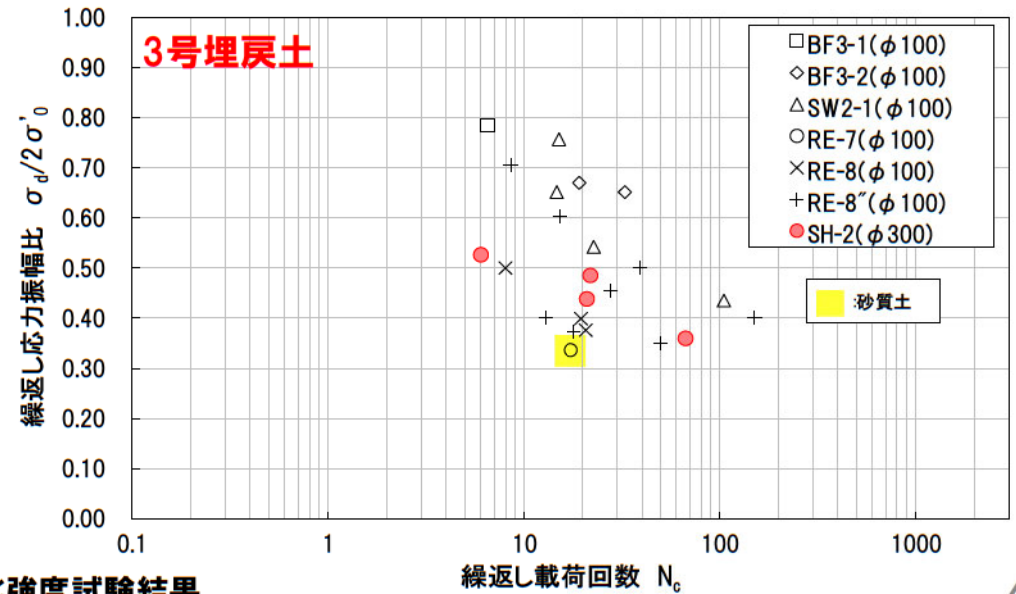
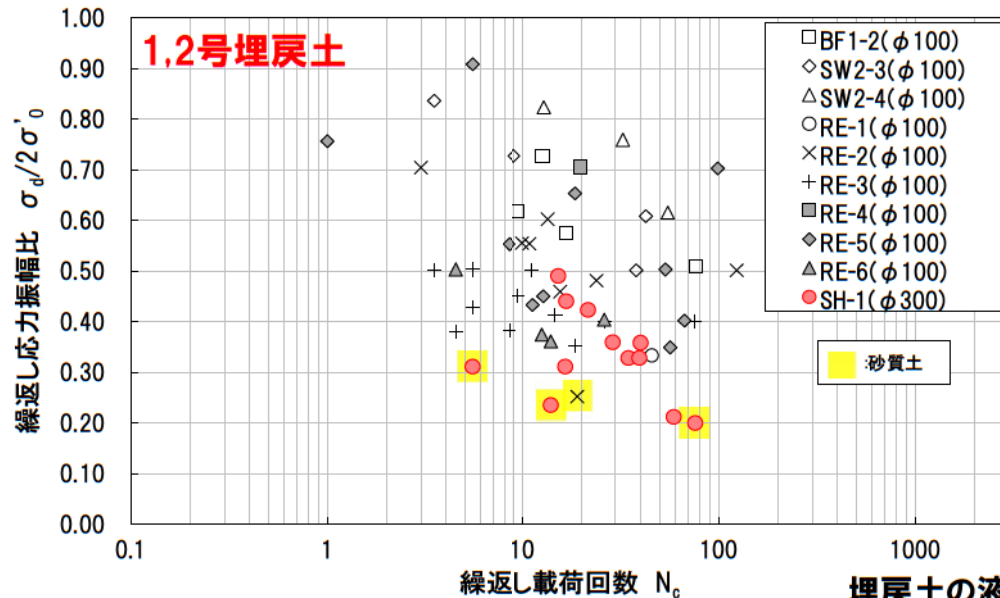
○ 液状化強度試験結果について、三角座標による分類を踏まえた傾向の分析結果を以下に示す。

【1,2号埋戻土及び3号埋戻土】

- 礫質土の液状化強度は、広範囲に分布し、0.3~0.9程度の範囲である。
- 砂質土の液状化強度は、狭い範囲に分布、0.2~0.35程度の範囲である。



○ 砂質土の液状化強度はばらつきが小さく低い傾向があり、礫質土の液状化強度は砂質土と比較するとばらつきが大きく高い傾向がある。





# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-07】(31/31)

## 粒度分布の代表性確認指標としての妥当性確認(まとめ)

○ 埋戻土の複数の粒径加積曲線の敷地内における分布の傾向を分析した結果を以下に示す。

項目	分析結果
① 液状化強度試験に用いた供試体の特徴の分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 礫質土の供試体が多くを占め、一部に砂質土の供試体があり、砂質土の供試体採取位置の平面分布及び深度分布に一定の傾向は認められない。</li> <li>○ 砂質土の供試体採取位置は1,2号炉の埋立整地工事の範囲から採取したものであり、ブルドーザにより埋戻したことから、粒度のばらつきが大きい。各供試体の採取深度において砂質土が多く含まれていたと考えられる。</li> </ul>
② 液状化強度試験位置における粒径加積曲線の分布傾向	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 液状化強度試験の供試体の粒径加積曲線は、礫質土が多くを占め、一部砂質土が存在する。</li> <li>○ 液状化強度試験の供試体の粒度分布はばらつきがあるものの、礫質土及び砂質土ともに概ね粒度試験結果全体の範囲に含まれている。</li> </ul>
③ 液状化強度試験に用いた砂質土の供試体の分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 砂質土の供試体は、比較的粒径の小さい砂分主体で構成されている。</li> </ul>
④ 三角座標による分類と液状化強度試験の傾向分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 砂質土の液状化強度はばらつきが小さく低い傾向があり、礫質土の液状化強度は砂質土と比較するとばらつきが大きく高い傾向がある。</li> </ul>



- 埋戻土の粒度分布は敷地全体でばらついており、液状化強度試験位置の粒度分布はばらつきがあり敷地全体を網羅している。
- 液状化強度試験結果について、砂質土は液状化強度が低い傾向があり、礫質土は液状化強度が砂質土と比較して高い傾向がある。
- 埋戻土の礫質土と砂質土における粒度分布と液状化強度の相関関係は、各基準類における粒度分布と液状化強度の相関関係に類似している。
- 以上より、埋戻土における粒度分布を試料採取位置の代表性確認の指標として用いることは妥当であると考えられる。

## 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-08】(1/9)

### 【指摘事項 221206-08】

液状化強度試験の試料採取位置の代表性確認の指標として埋戻土の液状化強度とせん断波速度との相関を用いることについて、当該相関の根拠としている各種文献の適用範囲に対する埋戻土の適用性を確認した上で、妥当性を説明すること。なお、妥当性の説明においては、少なくとも、すべての液状化検討対象施設の近傍で測定したせん断波速度と、当該せん断波速度測定位置で実施した液状化強度試験結果との相関を示すこと。

### 【回答】

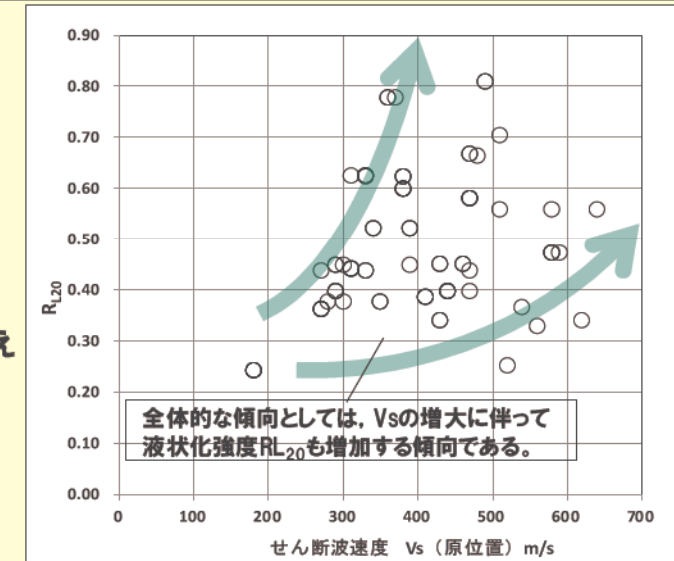
- 代表性確認指標としてせん断波速度を用いることの妥当性の確認を行った。
- 妥当性の確認に当たっては、以下の観点から整理し確認を行った。

#### 【各種文献の泊発電所埋戻土に対する適用性について】

- 液状化強度とせん断波速度の関係を示す各種文献と各種文献の記載内容を次頁以降に示す。
- 各種文献において、せん断波速度と液状化強度特性の良好な相関関係があることが示されている。
- 細粒分含有率やせん断波速度等において部分的に埋戻土と整合する項目もあり、粗粒分を含む「まさ土」を対象にした実現象との検証を行った結果でも液状化評価の再現性が示されている。
- 各種文献はせん断波速度を代表性確認指標として用いることの妥当性を示す参考資料にできるものと考えられるが、実現象との検証が限定された条件下で実施されたものであり、また、液状化強度評価式の対象土層や実験条件が埋戻土と完全に一致するものではない。

#### 【埋戻土の液状化強度とせん断波速度の相関について】

- 埋戻土の液状化強度とせん断波速度の関係を示すグラフを右図に示す。
- 埋戻土の液状化強度とせん断波速度の相関は、全体的な傾向としてはせん断波速度 $V_s$ の増大に伴って液状化強度 $R_{L20}$ も増加する傾向を示している。
- 埋戻土のせん断波速度と液状化強度の相関について、ある程度の相関は確認できるものの、一般的に強い相関があるとされる傾向を示すにはデータのばらつきが大きい。



埋戻土のせん断波速度 $V_s$ と液状化強度 $R_{L20}$ の関係図  
※上図に示すデータは、1,2号埋戻土及び3号埋戻土のすべてのデータを対象に作成したものである。

- 埋戻土について、各種文献の適用性については一定の関係性は認められるものの完全に一致するものではないこと、液状化強度との相関はある程度確認できるもののデータのばらつきが大きいことから、せん断波速度を用いた代表性確認結果は参考値として扱う。
- また、追加の液状化試験結果を踏まえた試料採取位置の代表性確認については、設工認段階において改めて説明する。

# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-08】(2/9) 各種文献の収集結果(文献リスト)

○ 液状化強度とせん断波速度の関係を示す各種文献を以下のとおり収集し整理した。

## 【文献①】

地盤工学会(2004): 地盤工学・実務シリーズ18 液状化対策工法, pp.73-74.

## 【文献②】

Tokimatsu, K., Tamura, S. and Kuwayama, S. (1991): Liquefaction Potential Evaluation Based on Rayleigh Wave Investigation and Its Comparison with Field Behavior, International Conferences on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics, 34, pp.357-364.

## 【文献③】

Andrus, R.D. and Kenneth, H. (2000): Liquefaction Resistance of Soils from Shear-Wave Velocity, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, pp.1015-1025.

## 【文献④】

塚本登士・中島俊・山本正人・村田芳信(1997): 4.兵庫県南部地震における埋立地の液状化現象とS波速度を用いた液状化強度の評価例, 応用地質技術年報 兵庫県南部地震特集号, pp.215-235.

## 【文献⑤】

鉄道総合技術研究所(2012): 鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計 平成24年9月, 国土交通省鉄道局監修.

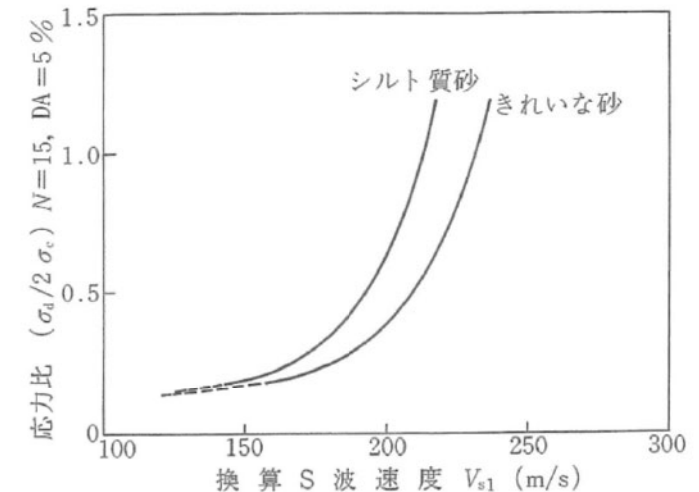
## 【文献⑥】

MUNENORI HATANAKA, AKIHIKO UCHIDA and YOSHIO SUZUKI (1997): CORRELATION BETWEEN UNDRAINED CYCLIC SHEAR STRENGTH AND SHEAR WAVE VELOCITY FOR GRAVELLY SOILS, Japanese Geotechnical Society, SOILS AND FOUNDATIONS Vol. 37, No. 4, 85-92, Dec. 1997.



## 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-08】(3/9) 各種文献の整理結果(文献①)

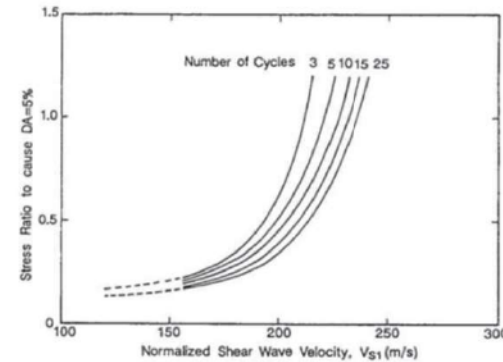
- 液状化予測のための調査・試験方法として、標準貫入試験以外の原位置試験を用いて液状化発生を予測する方法も提案されている。
- 最近の地震被害報告によれば、透水性が高く液状化しにくいと考えられていた礫質土が液状化した事例がいくつも報告されており、このような土に対しても液状化の可能性を検討することが望まれるとされている。
- 礫質土では、サンプラーが礫に当たり、地盤強度によらず貫入抵抗が急激に増加する場合があるため、N値に基づく勘弁予測法を用いようとする、液状化強度の過大評価につながる危険性があるとされている。
- 礫質土のN値について、補正方法や代用策が提案されているが、いずれもまだ信頼性に乏しいとされている。
- N値の信頼度が低下する砂礫地盤の液状化強度の指標として、礫地盤の調査においても信頼できる値が得られ、しかも液状化強度と相関のよいS波速度(または初期せん断剛性)を使用する可能性も研究されているとされている。
- S波速度と液状化強度の間に良い相関があれば、上記手法は砂質土に対しても適用できるとされている(S波速度と液状化強度の関係を示す参考図として、右図の種々の砂の繰返し三軸試験結果から得られた液状化強度と換算S波速度との関係図が示されている)。
- 右図のグラフは室内試験の結果であり、実被害との対応はまだ十分に確認されていないとされている。
- 室内試験から粒径の大きな礫の液状化強度を精度良くとらえようとするれば、乱さない大型の礫試料の採取と、これに対する室内試験が不可欠であるとされている。



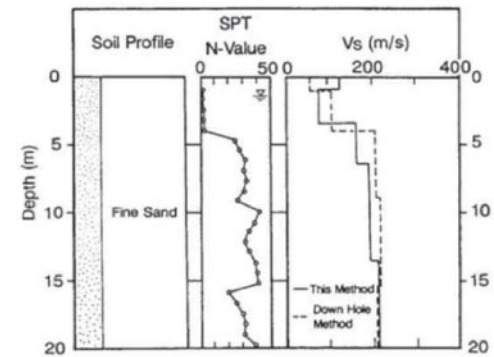
S波速度と液状化強度の関係  
(地盤工学会(2004)より引用)

# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-08】(4/9) 各種文献の整理結果(文献②)

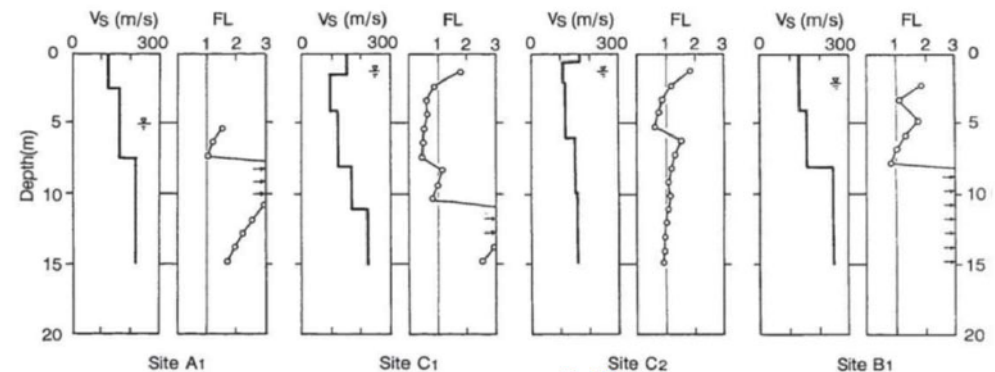
- Tokimatsu et al. (1991)では、液状化強度の推定方法としてせん断波速度を用いた既往の評価式と、新潟地震(M7.5)の液状化事例を検証し、評価式の妥当性を検証している。
- 既往の評価式ではきれいな砂、シルト質砂において、室内試験を実施し、液状化強度と正規化せん断波速度の関係を整理している。
- 砂の物性及び試験条件は以下の通りである。
  - 10%粒径 $D_{10}$ は0.076~0.18mm。
  - 均等係数 $U_c$ は1.5~2.2。
  - $\sigma_d/2\sigma_0$ は0.1~1.5程度(繰返し回数15回, グラフ読み取り)。
  - 試験供試体は再構成試料で一部凍結サンプリング試料を含む。
- 液状化強度(試験結果)と正規化せん断波速度(既往の算定式から換算)は相関があるとされている。
- 新潟地震で液状化による建物の被害が発生した地域において、表面波探査によるせん断波速度からFL値を算定し、被害事例と比較検討を行った。
- 対象土層(良質砂)の物性は以下の通りである。
  - N値は1程度と20~40程度の2層(グラフ読み取り)。
  - せん断波速度は80~250m/s程度(グラフ読み取り)。
- 表面波探査とPS検層によるせん断波速度は概ね整合している。
- FL値の算定結果と被害事例は概ね一致しているとされている。



きれいな砂の液状化強度と正規化せん断波速度の関係  
(Tokimatsu et al. (1991) より引用)



表面波探査とPS検層結果の比較  
(Tokimatsu et al. (1991) より引用)

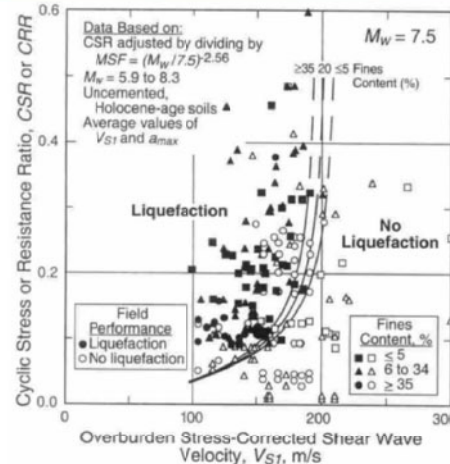


せん断波速度とFL値  
(Tokimatsu et al. (1991) より引用)

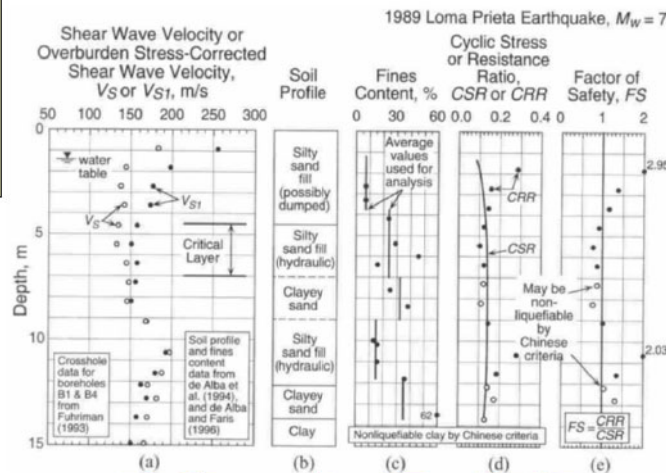


# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-08】(5/9) 各種文献の整理結果(文献③)

- Andrus et al. (2000) では、せん断波速度を用いた液状化強度の評価手順を示し、実現象との検証を行っている。
- 液状化の推定に用いるCRR-Vs1曲線の設定において、検討対象の条件は以下の通りである。
  - 対象土層は砂質土、シルト、砂礫。
  - 砂質土の細粒分含有率は、 $F_c \leq 5\%$ : 28試料,  $6\% \leq F_c \leq 34\%$ : 90試料,  $F_c \geq 35\%$ : 71試料。
  - 対象地震はアメリカ、日本、中国、台湾の26地震。
  - $\sigma_d / 2\sigma_0$ は最大で0.6程度。
  - せん断波速度はPS検層、SCPT試験などによる。
- ロマ・プリータ地震(M6.9)を対象に、評価手順と実現象との検証を行った。
- 対象土層(砂質土)の物性は以下の通りである。
  - S波速度は130~200m/s程度(グラフ読み取り)。
  - 細粒分含有率は7~62%程度(グラフ読み取り)。
- 評価手順による適用結果と実現象は概ね一致しているとされている。



CRR-Vs1曲線 (Andrus et al. (2000) より引用)



評価手順のロマ・プリータ地震への適用結果 (Andrus et al. (2000) より引用)

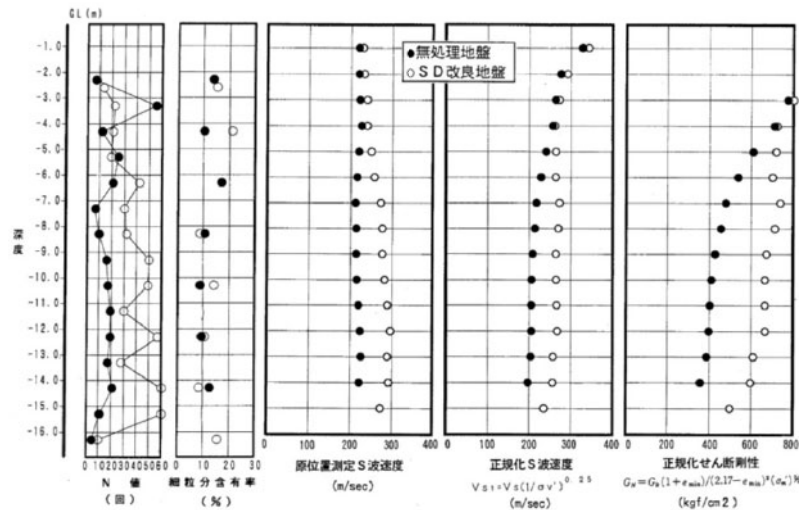
CRR-Vs1曲線の設定に使用した地震事例 (Andrus et al. (2000) より引用)

Earthquake (1)	$M_w$ (2)	NUMBER OF CASE HISTORIES BY FINES CONTENT				
		Sands and Silts			Gravels	
		$\leq 5\%$ (3)	6-34% (4)	$\geq 35\%$ (5)	$\leq 5\%$ (6)	6-34% (7)
1906 San Francisco, Calif.	7.7	—	4	4	4	—
1957 Daly City, Calif.	5.3	3	2	—	—	—
1964 Niigata, Japan	7.5	4	—	—	—	—
1975 Haicheng, China	7.3	—	—	6	—	—
1979 Imperial Valley, Calif.	6.5	—	9	2	—	—
1980 Chiba-ibaragi, Japan	5.9	—	1	1	—	—
1981 Westmorland, Calif.	5.9	—	9	2	—	—
1983 Borah Peak, Idaho	6.9	—	—	—	17	1
1985 Chiba-ibaragi, Japan	6.0	—	1	1	—	—
1986 Event LSST2, Taiwan	5.3	—	—	4	—	—
1986 Event LSST3, Taiwan	5.5	—	—	4	—	—
1986 Event LSST4, Taiwan	6.6	—	—	4	—	—
1986 Event LSST6, Taiwan	5.4	—	—	4	—	—
1986 Event LSST7, Taiwan	6.6	—	—	4	—	—
1986 Event LSST8, Taiwan	6.2	—	—	4	—	—
1986 Event LSST12, Taiwan	6.2	—	—	4	—	—
1986 Event LSST13, Taiwan	6.2	—	—	4	—	—
1986 Event LSST16, Taiwan	7.6	—	—	4	—	—
1987 Chiba-toho-oki, Japan	6.5	—	1	—	—	—
1987 Elmore Ranch, Calif.	5.9	—	9	2	—	—
1987 Superstition Hills, Calif.	6.5	—	9	2	—	—
1989 Loma Prieta, Calif.	7.0	19	30	14	4	—
1993 Kushiro-oki, Japan	8.3	1	1	—	—	—
1993 Hokkaido-nansei, Japan	8.3	—	2	1	1	—
1994 Northridge, Calif.	8.3	—	3	—	—	—
1995 Hyogo-ken Nanbu, Japan	6.9	1	9	—	—	9

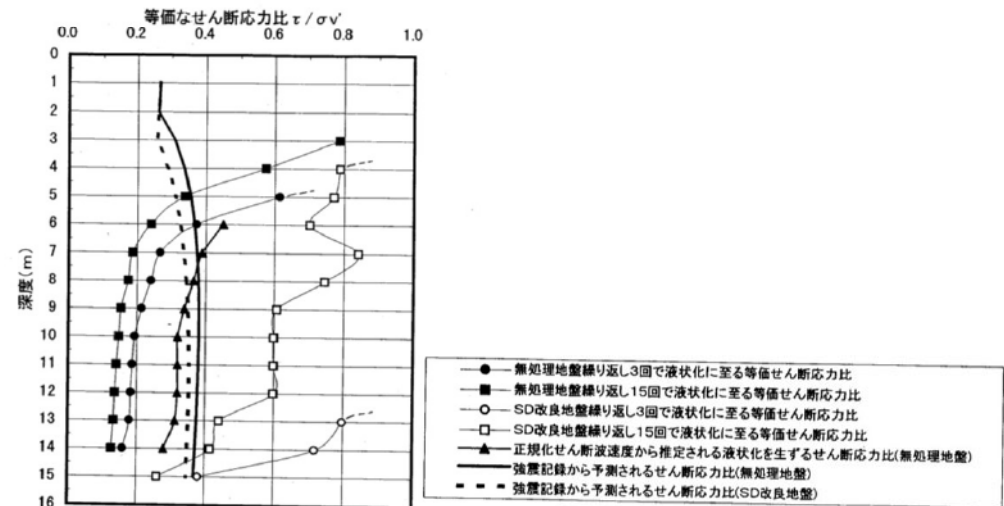


# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-08】(6/9) 各種文献の整理結果(文献④)

- 塚本ほか(1997)では、兵庫県南部地震(M7.3)において液状化が発生した、ポートアイランドの礫分を多く含むまさ土による埋立地において、S波トモグラフィを実施し、原位置で埋立地盤の平均的せん断波速度を測定し、その結果から既存推定式(文献②の提案式)を用いて液状化強度を評価している。
- 埋立土の物性は以下の通りである。
  - S波速度は無処理地盤でおおむね200~240m/s, 改良地盤で230~300m/s。
  - N値は無処理地盤で5~20程度(一部N=25.55の層がある), 改良地盤で10~60程度(グラフ読み取り)。
  - 細粒分含有率は無処理地盤で9~17%程度, 改良地盤で8~21%程度(グラフ読み取り)。
  - 湿潤密度は $\rho_t = 2.0\text{g/cm}^3$ , 最小間隙比 $e_{\min} = 0.30$ と仮定。
- S波速度を用いた評価結果は、地震に伴って発生した液状化現象や地盤沈下などの液状化の応答とよく一致したとされている。
- サンプルングや従来の貫入試験の適用が難しい地盤において、S波速度を用いた液状化強度の評価が十分適用できることがわかったとされている。



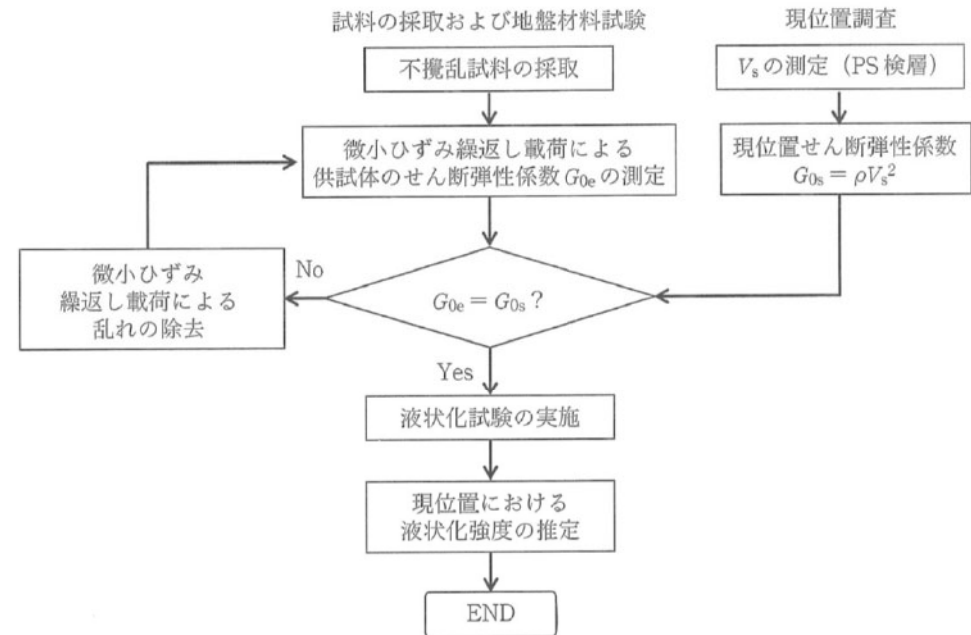
N値、細粒分含有率、原位置S波速度、正規化S波速度、正規化せん断剛性の深度分布図  
(塚本ほか(1997)より引用)



S波速度から推定される等価せん断応力比と強震記録から予測されるせん断応力比の比較  
(塚本ほか(1997)より引用)

# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-08】(7/9) 各種文献の整理結果(文献⑤)

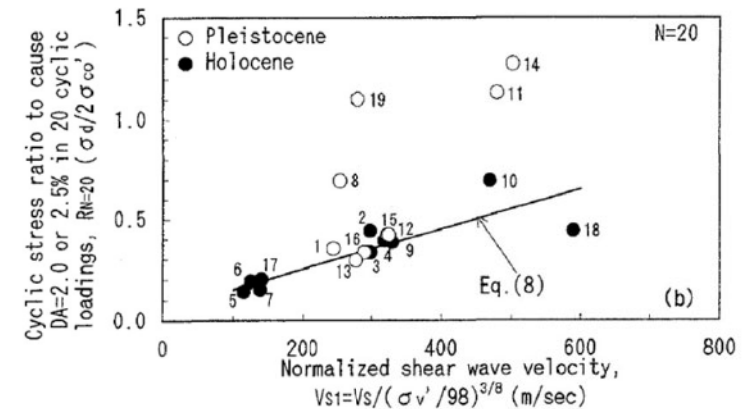
- 鉄道総合技術研究所(2012)では、L2地震動に対する液状化判定に用いる液状化強度比Rは、乱れの少ない試料を用いた室内土質試験結果から算定するものとされている。
- しかし、一般的にはサンプリング試料には乱れが生じることが多いため、サンプリング試料の乱れの補正方法として、以下の方法が提案されている。
  - 現在、サンプリング等による供試体の乱れを評価する普遍的な方法は確立されていないが、原位置でのせん断弾性波速度 $V_s$ から得られるせん断弾性係数 $G_{0s}$ と、室内地盤材料試験において得られるせん断弾性係数 $G_{0e}$ を比較する方法がその一つとして挙げられる。
  - 供試体に微小せん断ひずみ履歴を与えて、せん断弾性係数 $G_{0e}$ を原位置のPS検層から得られた当該地盤のせん断弾性係数 $G_{0s}$ と同程度まで増加させた後、液状化試験を行うことで、乱れの影響を除去して液状化強度の算定が可能である。



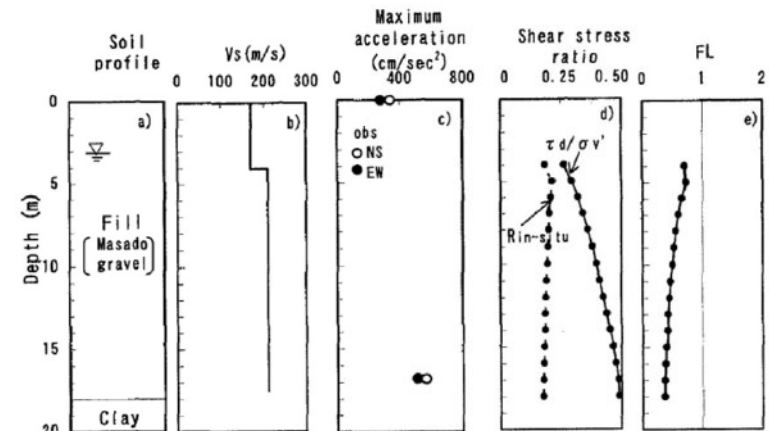
乱れの影響を補正した液状化試験の手順  
(鉄道総合技術研究所(2012)より引用)

# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-08】(8/9) 各種文献の整理結果(文献⑥)

- HATANAKA et al. (1997)では、室内試験で得られた沖積層、洪積層(礫質土を主体)、まさ土の液状化強度を整理し、現地でのせん断波速度を用いた液状化強度の評価方法検討している。
- 評価式の算定に用いた試験の条件は以下の通りである。
  - 対象土層は沖積層、洪積層の礫質土及びまさ土。評価式は沖積層及びまさ土による。
  - 細粒分含有率 $F_c$ は0.3~10%、乾燥密度 $\rho_d$ は1.67~2.25g/cm<sup>3</sup>。
  - S波速度は60~590m/sで、PS検層(DH方式、SP方式)による。
  - $\sigma_d/2\sigma_0$ は0.2~0.89(DA=2%、繰返し回数5回)※沖積層の値。
- 沖積層と洪積層の試験結果はそれぞれの区分され、沖積層の試験結果で推定した液状化強度は、洪積層の下限値相当であるとされている。
- 液状化強度とせん断波速の間には良好な相関が見られるが、礫質土の物理特性の影響はほとんどないとされている。
- 兵庫県南部地震(M7.3)を対象に、評価手順と実現象との検証を行った。
- 検証を行った埋立土(まさ土)の物性は以下の通りである。
  - S波速度は200m/s前後(グラフ読み取り)で、PS検層(DH方式、SP方式)による。
- S波速度を用いたFL値の評価結果は、現地で発生した液状化による噴砂や地盤沈下とよく一致したとされている。



正規化せん断波速度と繰返しせん断応力の相関  
(HATANAKA et al. (1997)より引用)



液状化強度の評価結果と兵庫県南部地震における実現象の比較  
(HATANAKA et al. (1997)より引用)



# 審査会合における指摘事項に対する回答【指摘事項 221206-08】(9/9)

## 各種文献の整理結果(まとめ)

- 液状化強度とせん断波速度の関係を示す各種文献について、埋戻土への適用性に整理した結果を以下に示す。
  - 各種文献で対象としている土層や実験条件等を整理した結果、せん断波速度と液状化強度特性の良好な相関関係が認められる。
  - 埋戻土と各種文献で対象としている土層や実験条件等が完全に一致する文献は確認できないが、細粒分含有率やせん断波速度等で整合する項目もある(文献④⑥の細粒分含有率や文献③⑥のせん断波速度等は埋戻土と同等と考えられる。)
  - 各文献において提案している液状化強度の評価式は主に砂質土を対象に提案されているが、比較的粗粒分を多く含む「まさ土」を対象に大規模地震(兵庫県南部地震)における実現象との検証を行った結果でも液状化評価の再現性が示されている(文献④⑥における実現象との検証結果。)

	文献①	文献②	文献③	文献④	文献⑤	文献⑥	泊見電所	
							1・2号埋戻土	3号埋戻土
主旨	詳細は文献②③による。	本文献提案の評価式と実現象を検証して評価式の妥当性を検証。	本文献提案の評価式と実現象を検証して評価式の妥当性を検証。	既存評価式(文献②)と実現象を検証して評価式の妥当性を検証。	乱れた試料の繰返し三軸試験時の補正方法を提示。	本文献提案の評価式と実現象を検証して評価式の妥当性を検証。		
実現象検証の対象	【本文献での主な記載内容】 ・礫質土では、N値に基づく予測法を用いようとするとは過大評価してしまう危険性がある。 ・礫質土のN値に対する補正方法や代用策が提案されているが、まだ信頼性に乏しい。 ・礫地盤の調査においても信頼できる値が得られ、液状化強度強度との相関のよいS波速度を使用する可能性も研究されている(文献②③)。 ・Vsと液状化強度の相関が良ければ、上記研究の考え方は、砂質土に対しても液状化強度を推定可能な方法である。	・新潟地震(M7.5) ・対象土層は良質砂 砂質土(きれいな砂、シルト質砂)	・ロマ・プリータ地震(M6.9) ・対象土層は砂質土 大部分が砂質土またはシルト	・兵庫県南部地震(M7.3) ・対象土層はまさ土盛土 砂質土(きれいな砂、シルト質砂) ※文献②より	—	・兵庫県南部地震(M7.3) ・対象土層はまさ土盛土 沖積層、洪積層、まさ土	大規模地震	大規模地震
評価式検討の対象土層					乱れた試料		火砕岩主体の岩砕地盤	安山岩主体の岩砕地盤
物性値	物理特性(粒度など)	【評価式検討の対象土】 ・ $D_{10}: 0.076 \sim 0.18$ ・ $U_c: 1.5 \sim 2.2$	【評価式検討の対象土】砂質土・シルト ・ $F_c \leq 5\%: 28$ 試料 ・ $6\% \leq F_c \leq 34\%: 90$ 試料 ・ $F_c \geq 35\%: 71$ 試料	【実現象検証の対象土】 ・ $F_c: 9 \sim 17\%$ (グラフ読み取り) ・湿潤密度 $\rho: 2.0g/cm^3$	—	【評価式検討の対象土】 ・ $F_c: 0.3 \sim 10.0\%$ ・ $\rho_d: 1.67 \sim 2.25$	・ $F_c$ : 平均9.5%(1~25%) ・ $\rho_d$ : 平均1.66(1.30~2.10)	・ $F_c$ : 平均10.1%(5~18%) ・ $\rho_d$ : 平均1.94(1.50~2.20)
	繰返し応力振幅比	【評価式検討の対象土】 $\sigma_d/2\sigma_o = 0.1 \sim 1.5$ 程度(グラフ読み取り)	【評価式検討の対象土】 最大 $\sigma_d/2\sigma_o = 0.6$ 程度	—	—	【評価式検討の対象土】※沖積層 $\sigma_d/2\sigma_o = 0.2 \sim 0.89$ ( $DA=2\%$ , $N=5$ 回)	$\sigma_d/2\sigma_o = 0.2 \sim 0.9$ 程度 ( $DA=5\%$ , $N=20$ 回)	$\sigma_d/2\sigma_o = 0.3 \sim 0.8$ 程度 ( $DA=5\%$ , $N=20$ 回)
	せん断波速度	【実現象検証の対象土】 $V_s = 80 \sim 250m/s$ 程度(グラフ読み取り)	【実現象検証の対象土】 $V_s = 130 \sim 200m/s$ 程度(グラフ読み取り)	【実現象検証の対象土】 $V_s = 200 \sim 240m/s$	—	【実現象検証の対象土】 $V_s = 200m/s$ 前後(グラフ読み取り) 【評価式検討の対象土】 $V_s = 60 \sim 590m/s$	平均 $V_s = 402m/s$ ( $V_s = 200 \sim 650m/s$ )	平均 $V_s = 404m/s$ ( $V_s = 300 \sim 560m/s$ )
	N値	【実現象検証の対象土】 $N=1$ と $N=20 \sim 40$ の2層(グラフ読み取り)	—	【実現象検証の対象土】 概ね $N=5 \sim 20$ と一部 $N=25.55$ (グラフ読み取り)	—	—	平均 $N=21$ ( $N=3 \sim 34$ , $N=50$ 以上も多数)	平均 $N=24$ ( $N=15 \sim 41$ , $N=50$ 以上も多数)
試験条件等	・Vsは表面波探査 ・凍結サンプリング	・VsはPS検層、SCPT試験など	・VsはS波トモグラフィ解析	—	—	・VsはPS検層(DH方式、SP方式) ・GPサンプリング	・VsはPS検層(ダウンホール方式) ・GPサンプリング	
備考	・実被害との検証が不十分。 ・礫質土では精度の高い試料採取、液状化強度試験の実施が必要。	・評価式と実現象は概ね一致。 ・表面波探査とPS検層の結果は概ね整合。	・評価式と実現象は概ね一致。	・評価式と実現象は概ね一致。	・室内試験の $G_o$ を原位置の $V_s$ から求める $G_o$ に補正して試験を実施。	・評価式と実現象は概ね一致。	—	—
適用性※2	△	△	○	○	△	○		

※1 各文献の物性値については、各文献で記載のある項目と値を示している(例えば、文献②の粒度特性では細粒分含有率の記載がない等)。  
 ※2 適用性の判定は、埋戻土の物性値の整合性や評価式と実現象との再現性等について適用性が高いと考えられる項目が複数ある文献を○と記した(着色部が適用性が高いと判断した内容を示す)。



- 埋戻土について、各種文献との適用性については一定の関係性は認められるものの完全に一致するものではないこと、液状化強度との相関はある程度確認できるもののデータのばらつきが大きいことから、せん断波速度を用いた代表性確認結果は参考値として扱う。
- また、追加の液状化試験結果を踏まえた試料採取位置の代表性確認については、設工認段階において改めて説明する。

# 1. 液状化評価の基本方針

本日の説明主旨	2
審査会合における指摘事項に対する回答	4
<b>1. 液状化評価の基本方針</b>	<b>51</b>
2. 液状化検討対象層の抽出	54
3. 液状化検討対象施設の抽出	61
4. 液状化強度試験 試料採取位置選定とその代表性	84
5. 液状化強度試験結果と液状化強度特性の設定	113
6. 液状化の評価方針	148
7. 全体のまとめ	150
補足説明資料	153
補足説明資料1 液状化検討対象層の選定について (Ac層)	154
補足説明資料2 埋戻土・砂層の基本物性	157
補足説明資料3 せん断波速度の代表性確認指標としての妥当性確認	182
補足説明資料4 埋戻土のN値の取扱いについて	192
補足説明資料5 建設時における埋戻土の施工及び品質管理について	203
補足説明資料6 液状化に関連する基本物性の補足	212
補足説明資料7 1,2号埋戻土及び3号埋戻土の区分けについて	217
補足説明資料8 粒度分布の代表性確認指標としての妥当性確認	219
参考文献	250

# 1. 液状化評価の基本方針

## 1.1 評価方針 (1/2)

- 本資料では、耐震設計における液状化影響の検討方針を示す。
- 耐震重要施設※<sup>1</sup>及び常設重大事故等対処施設※<sup>2</sup>においては、液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮した場合においても、当該施設の安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。

※1:耐震設計上の重要度分類Sクラスの機器・系統及びそれらを支持する建物・構築物

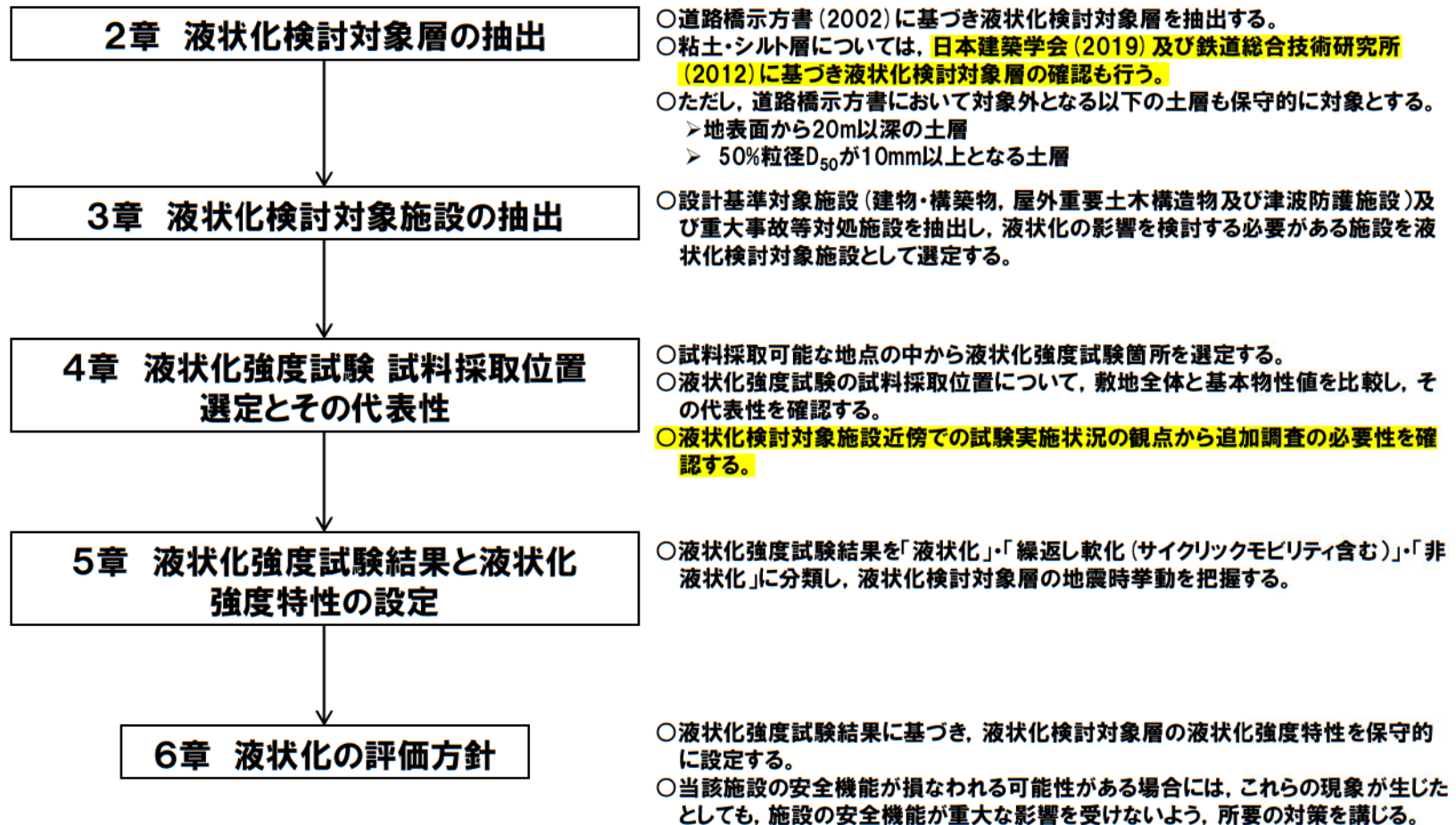
※2:常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設(特定重大事故等対処施設を除く)



# 1. 液状化評価の基本方針

## 1.1 評価方針 (2/2)

○ 液状化に関する検討は、以下のフローに従い実施する。



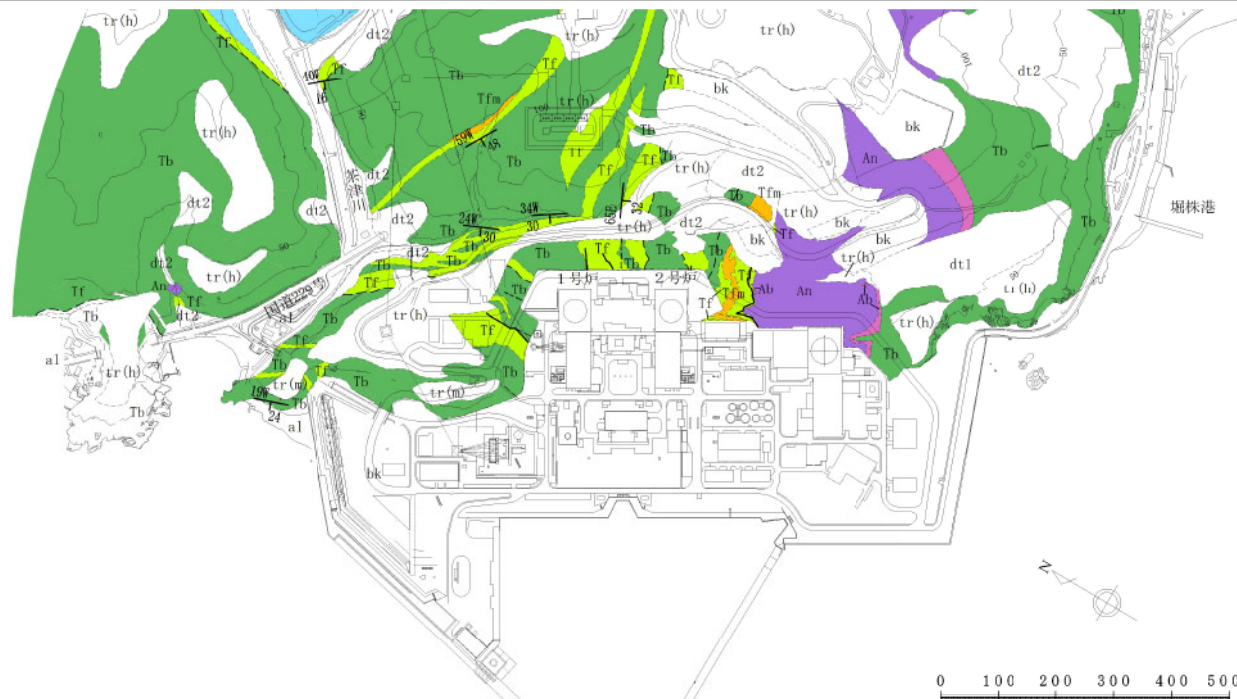
## 2. 液状化検討対象層の抽出

本日の説明主旨	2
審査会合における指摘事項に対する回答	4
1. 液状化評価の基本方針	51
<b>2. 液状化検討対象層の抽出</b>	<b>54</b>
3. 液状化検討対象施設の抽出	61
4. 液状化強度試験 試料採取位置選定とその代表性	84
5. 液状化強度試験結果と液状化強度特性の設定	113
6. 液状化の評価方針	148
7. 全体のまとめ	150
補足説明資料	153
補足説明資料1 液状化検討対象層の選定について (Ac層)	154
補足説明資料2 埋戻土・砂層の基本物性	157
補足説明資料3 せん断波速度の代表性確認指標としての妥当性確認	182
補足説明資料4 埋戻土のN値の取扱いについて	192
補足説明資料5 建設時における埋戻土の施工及び品質管理について	203
補足説明資料6 液状化に関連する基本物性の補足	212
補足説明資料7 1,2号埋戻土及び3号埋戻土の区分けについて	217
補足説明資料8 粒度分布の代表性確認指標としての妥当性確認	219
参考文献	250

## 2. 液状化検討対象層の抽出

### 2.1 敷地の地質概況

- 敷地の基盤をなす地層は、新第三系上部中新統神恵内層であり、神恵内層を覆って第四紀中期更新世以前の海成堆積物、後期更新世の段丘堆積物及び崖錐Ⅰ堆積物、完新世の崖錐Ⅱ堆積物及び沖積層が分布する。
- 敷地の基盤をなす地層である神恵内層は、岩相の特徴から凝灰質泥岩と火砕岩層に大別される。
- 神恵内層の凝灰質泥岩層は、敷地北部の茶津川付近に分布する。
- 神恵内層の火砕岩層は、敷地全域に広く分布しており、3号原子炉建屋設置位置付近には安山岩が認められる。
- 原子炉建屋等の基礎地盤は神恵内層で、1,2号炉は火砕岩類、3号炉は安山岩である。
- 発電所の埋立地盤については、敷地造成時に発生した掘削岩砕からなる地盤（人工地盤）である。



地質平面図

凡例

地質時代	地層名	記号	主な岩相
第四紀 完新世	盛土	bk	礫・砂・粘土
	沖積層	a1	礫・砂・粘土
	崖錐Ⅱ堆積物	dt2	礫・砂・粘土
第四紀 更新世	中位段丘堆積物	tr(m)	
	崖錐Ⅰ堆積物	dt1	礫・砂・粘土
	高位段丘堆積物	tr(h)	
	岩内層※		礫・砂
新第三紀 中新世	神恵内層	Ms	凝灰質泥岩
		Tb	凝灰角礫岩
		Tf	凝灰岩
		Tfm	含泥岩凝灰岩
		An	安山岩
		Ab	角礫質安山岩

- 地質境界
- 部層境界
- 断層
- 50%  
20 地層の走向傾斜

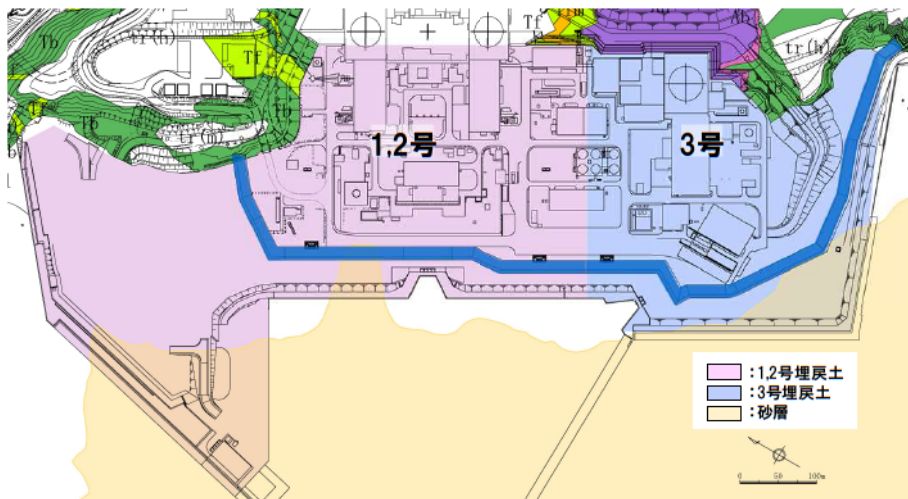
※ 敷地に認められる層厚が厚い海成堆積物等については、岩内平野との対比から第四系下部～中部更新統岩内層に区分していたが、敷地が位置する積丹半島と岩内平野は地形発達史が異なること等を踏まえ、地層区分の見直しを実施し、第四紀中期更新世以前の海成堆積物に区分している。



## 2. 液状化検討対象層の抽出

### 2.2 埋戻土・砂層の分布 (1/2)

- 発電所の埋立地盤については、敷地造成時に発生した掘削岩砕からなる埋立地盤（人工地盤）が主体である。
- 泊発電所の埋立地盤は、施工時期、材料により、1,2号埋戻土、3号埋戻土に区分される。
  - 1,2号埋戻土は、1,2号建設時の埋戻土で、火砕岩主体の岩砕地盤である。
  - 3号埋戻土は、3号建設時の埋戻土で、安山岩主体の岩砕地盤である。
- 岸壁及び津波防護施設前面には、沖積層に相当する砂層 (As1, As2)、砂礫層 (Ag) 及び粘土・シルト層 (Ac) が分布している。
- 道路橋示方書(2012)では、「砂層、砂礫層はN値が30程度以上あれば良質な支持層と考えてよい。」とされている。
- また、地盤工学会(1998)では、N値と相対密度の関係が示されており、30未満は「中位の～非常に緩い」、30以上は「密な～非常に密な」ものとされている。
- 以上に基づき、砂層については、N値の大きさによって分類した。
  - $N < 30$  : As1層
  - $30 \leq N$  : As2層
- また、As1とAs2のそれぞれで解析用物性値を設定する。



平面図

#### 地盤工学会(1998): 地盤調査・土質試験結果の解釈と適用例に一部加筆

表-7.3 N値と砂の相対密度の関係  
(Terzaghi-Peck, 1948)

N値	相 対 密 度
0～4	非常に緩い (very loose)
4～10	緩 い (loose)
10～30	中 位 の (medium)
30～50	密 な (dense)
50以上	非常に密な (very dense)

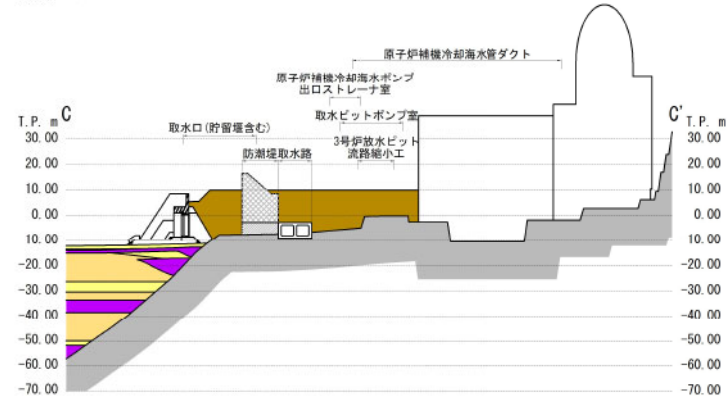
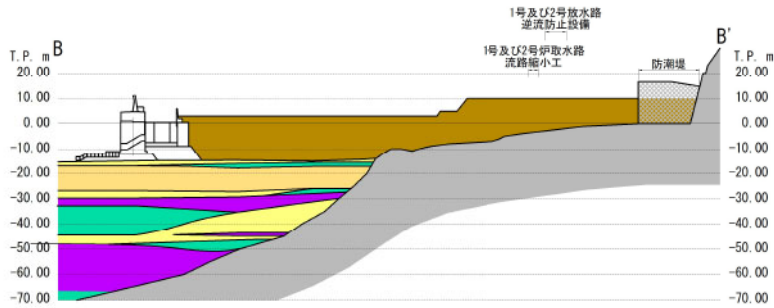
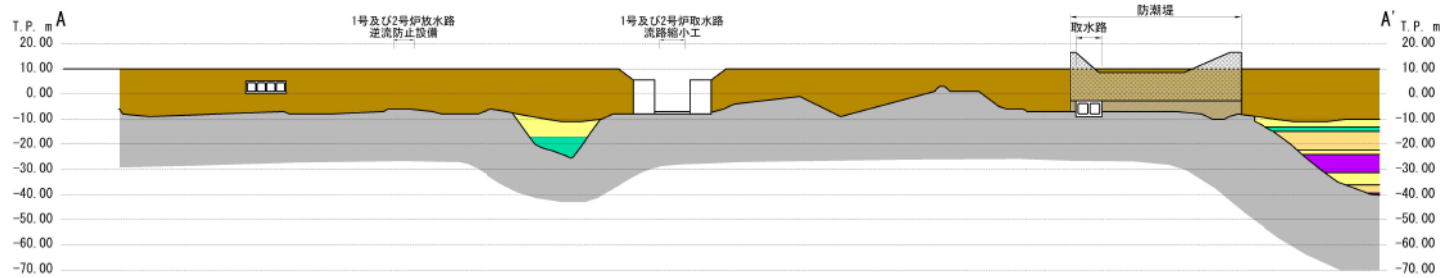
#### 日本道路協会(2012): 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編に一部加筆

- ii) 砂層、砂れき層は N 値が 30 程度以上あれば良質な支持層と考えてよい。ただし、砂れき層ではれきをたたいて N 値が過大に出る傾向があるので、支持層の決定には十分な注意が必要である。

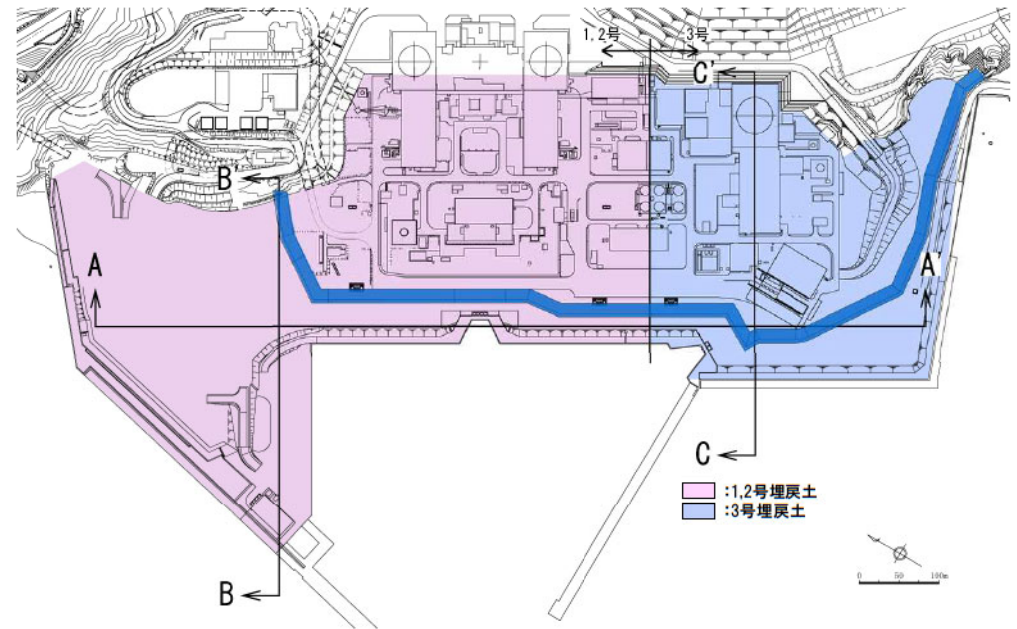
## 2. 液状化検討対象層の抽出

### 2.2 埋戻土・砂層の分布 (2/2)

○ 埋戻土及び砂層の分布について地質断面図を示す。



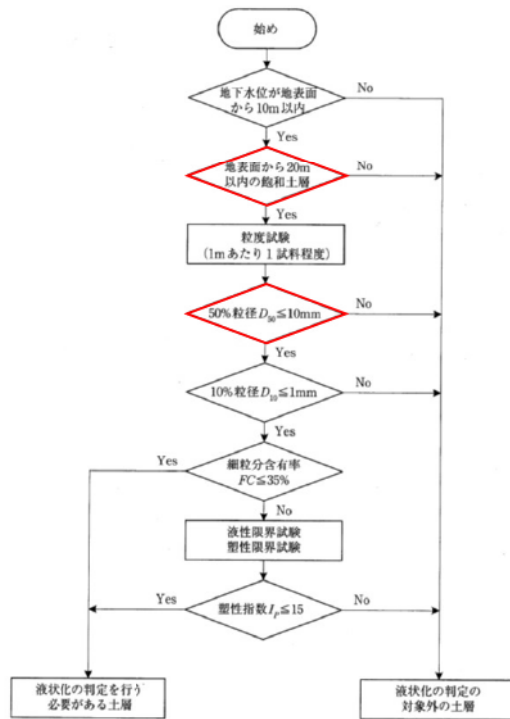
- 凡例
- 防潮堤
  - 置換コンクリート
  - 埋戻土
  - 砂 (As1)
  - 砂 (As2)
  - 砂礫
  - 粘土・シルト
  - 岩盤



## 2. 液状化検討対象層の抽出

### 2.3 液状化検討対象層の選定 (1/2)

- 敷地の埋立地盤である埋戻土と、砂層 (As1, As2), 砂礫層 (Ag), 粘土・シルト層 (Ac) について、道路橋示方書 (2002) に基づき液状化検討対象層を抽出する。
- 本評価では泊サイトの基準地震動の特徴 (最大加速度が大きい, 継続時間が長い) から、道路橋示方書において対象外となる以下の土層も評価対象とする。
  - G.L.-20m以深の飽和土層
  - 平均粒径が10mm以上の飽和土層



液状化検討対象層の抽出フロー  
(道路橋示方書 (2012) に一部加筆)

#### 【道路橋示方書 (2002) において液状化検討の対象となる土層】

沖積層の土層で次の3つの条件全てに該当する場合には、地震時に影響を与える液状化が生じる可能性がある。

- 1) 地下水位がG.L.-10m以内であり、かつG.L.-20m以内の飽和土層
- 2) 細粒分含有率が35%以下、又は細粒分含有率が35%を超えても塑性指数が15以下の土層
- 3) 平均粒径が10mm以下で、かつ10%粒径が1mm以下である土層

#### 【日本建築学会 (2019) において液状化検討の対象となる土層※】

- 1) 粘土分 (0.005mm以下の粒径を持つ土粒子) 含有率が10%以下、または塑性指数が15以下の埋立地盤あるいは盛土地盤

#### 【鉄道総合技術研究所 (2012) において液状化検討の対象となる土層※】

- 1) 細粒分含有率Fcが35%を越えても粘土分含有率Pcが15%以下の土層

※ 道路橋示方書 (2002) と内容が異なる粘土・シルト層 (Ac) に関する箇所のみ記載



## 2. 液状化検討対象層の抽出

### 2.3 液状化検討対象層の選定 (2/2)

○ 道路橋示方書(2002)に基づき、埋戻土と沖積層から液状化検討対象層を抽出した。



- 液状化検討対象層として、地下水位以深の1,2号埋戻土、3号埋戻土、砂層 (As1, As2) 及び砂礫層 (Ag) を選定した。
- 粘土・シルト層 (Ac) については、「細粒分含有率 $FC > 35\%$ 、かつ塑性指数 $Ip > 15$  (道路橋示方書(2002))」を満足しているため、液状化検討の対象外とした。
- 粘土・シルト層 (Ac) については、液状化検討の対象外となる条件として「粘土分含有率 $Pc > 10\%$  (日本建築学会(2019))」及び「粘土分含有率 $Pc > 15\%$  (鉄道総合技術研究所(2012))」を満足することも確認した。
- なお、粘土・シルト層 (Ac) を液状化検討の対象外とした考え方については補足説明資料1に示す。

液状化検討対象層の選定結果

地層名	層相	道路橋示方書(2002)における液状化検討対象層		泊サイトの液状化検討対象層	備考
		深度	粒度分布		
1,2号埋戻土	岩碎 (火砕岩類系)	○	○ (一部×)	○	・粒度分布により非液状化層と判定されるものもあるが、保守的に評価対象とする。
3号埋戻土	岩碎 (安山岩系)	○	○ (一部×)	○	・粒度分布により非液状化層と判定されるものもあるが、保守的に評価対象とする。
As1	砂 ( $N値 < 30$ )	×	○	○	・20m以深に分布する範囲についても保守的に評価対象とする。
As2	砂 ( $30 \leq N値$ )	×	○	○	・20m以深に分布する範囲についても保守的に評価対象とする。
Ag	砂礫	×	○ (一部×)	○	・20m以深に分布する範囲についても保守的に評価対象とする。 ・粒度分布により非液状化層と判定されるものもあるが、保守的に評価対象とする。 ・解析用物性値はAs2層に準拠する。
Ac	粘土・シルト	×	×	×	・細粒分含有率 $FC > 35\%$ かつ塑性指数 $Ip > 15$ より、評価対象外とする。 ・粘土分含有率 $Pc > 10\%$ 以下及び粘土分含有率 $Pc > 15\%$ 以下を満足することも確認した。

※ ○:液状化検討対象 ×:液状化検討対象外

## 2. 液状化検討対象層の抽出

### 2.4 まとめ

#### 【敷地の地質】

- 泊発電所の埋立地盤は、施工時期、材料により、1,2号埋戻土（火砕岩主体）、3号埋戻土（安山岩主体）に区分される。
- 護岸前面には、沖積層に相当する砂層（As1, As2）、砂礫層（Ag）、粘土・シルト層（Ac）が分布している。
- 砂層については、N値の大きさによって、 $N < 30$ をAs1層、 $30 \leq N$ をAs2層と分類した。
  - $N < 30$  : As1層
  - $30 \leq N$  : As2層

#### 【選定方針】

- 道路橋示方書（2002）に基づき評価対象層を抽出する。
- ただし、地表面から20m以深の土層や50%粒径 $D_{50} > 10\text{mm}$ の土層についても、保守的に液状化検討の対象とする。



#### 【選定結果】

- 液状化検討対象として、地下水位以深の1,2号埋戻土、3号埋戻土、砂層（As1, As2）及び砂礫層（Ag）を選定した。
- 粘土・シルト層（Ac）については「細粒分含有率 $F_c > 35\%$ 、かつ塑性指数 $I_p > 15$ （道路橋示方書（2002））」満足しているため、を液状化検討の対象外とした。
- 粘土・シルト層（Ac）については、液状化検討の対象外となる条件として「粘土分含有率 $P_c > 10\%$ （日本建築学会（2019））」及び「粘土分含有率 $P_c > 15\%$ （鉄道総合技術研究所（2012））」を満足することも確認した。

### 3. 液状化検討対象施設の抽出

本日の説明主旨	2
審査会合における指摘事項に対する回答	4
1. 液状化評価の基本方針	51
2. 液状化検討対象層の抽出	54
<b>3. 液状化検討対象施設の抽出</b>	<b>61</b>
4. 液状化強度試験 試料採取位置選定とその代表性	84
5. 液状化強度試験結果と液状化強度特性の設定	113
6. 液状化の評価方針	148
7. 全体のまとめ	150
補足説明資料	153
補足説明資料1 液状化検討対象層の選定について (Ac層)	154
補足説明資料2 埋戻土・砂層の基本物性	157
補足説明資料3 せん断波速度の代表性確認指標としての妥当性確認	182
補足説明資料4 埋戻土のN値の取扱いについて	192
補足説明資料5 建設時における埋戻土の施工及び品質管理について	203
補足説明資料6 液状化に関連する基本物性の補足	212
補足説明資料7 1,2号埋戻土及び3号埋戻土の区分けについて	217
補足説明資料8 粒度分布の代表性確認指標としての妥当性確認	219
参考文献	250



### 3. 液状化検討対象施設の抽出

#### 3.1 液状化検討対象施設の選定及び解析手法選定の観点(1/5)

○ 設計基準対象施設及び重大事故等対象施設の設置状況を考慮し、液状化の影響を検討する必要がある液状化検討対象候補施設を抽出する。抽出に当たっては、設計基準対象施設(建物・構築物、屋外重要土木構造物及び津波防護施設・浸水防止設備)及び重大事故等対処施設を対象に検討する。

液状化検討対象候補施設 一覧

施設分類	施設名称	基礎形式	支持層 <sup>※2</sup>	基礎下端高さ <sup>※3</sup> (T.P. m)	地下水位の設定方針		
設計基準対象施設	建物・構築物	原子炉建屋	直接基礎	岩盤	2.8	地下水排水設備の機能に期待して、設計地下水位を設定(建屋基礎底面に設計地下水位を設定)	
		原子炉補助建屋	直接基礎	岩盤	0.3		
		ディーゼル発電機建屋	直接基礎	岩盤	4.2		
		A1,A2-燃料油貯油槽タンク室	直接基礎	岩盤	2.1		
		B1,B2-燃料油貯油槽タンク室	直接基礎	岩盤	2.0		
							地表面に設定
	屋外重要土木構造物	取水口	直接基礎	岩盤	-11.5	T.P.0.55m <sup>※4</sup> に設定	
		取水路	直接基礎	岩盤	-9.0	地表面に設定	
		取水ビットスクリーン室	直接基礎	岩盤	-10.0		
		取水ビットポンプ室	直接基礎	岩盤	-12.6		
		原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室	直接基礎	岩盤	-6.0		
		原子炉補機冷却海水管ダクト	直接基礎	岩盤	-5.0		
		B1,B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ	直接基礎	岩盤	8.3		
		防潮堤	直接基礎	岩盤	追而		
	3号炉取水ビットスクリーン室防水壁	直接基礎	岩盤	0.5			
	津波防護施設・浸水防止設備 <sup>※1</sup>	3号炉放水ビット流路縮小工	直接基礎	岩盤	-3.0	T.P.0.26m <sup>※5</sup> に設定	
		屋外排水路逆流防止設備 <sup>※1</sup>	直接基礎	岩盤	3.1		
		1号及び2号炉取水路流路縮小工	追而	追而	追而		追而
		1号及び2号炉放水路逆流防止設備	追而	追而	追而		追而
	重大事故等対処施設	緊急時対策所(指揮所、待機所)	直接基礎	岩盤	37.7	自然水位 <sup>※6</sup> に基づき設定	
代替非常用発電機		直接基礎	岩盤	32.8			

※1 浸水防止設備については、屋外に設置される施設を対象に検討する

※2 置換コンクリート等を介して岩盤に支持される施設についても、岩盤に支持されているとした

※3 各施設の代表的な基礎下端高さを示す

※4 防潮堤よりも海側に設置される取水口の設計地下水位は、日本港湾協会(2007)の残留水位の設定方法に基づき、T.P.0.55mに設定

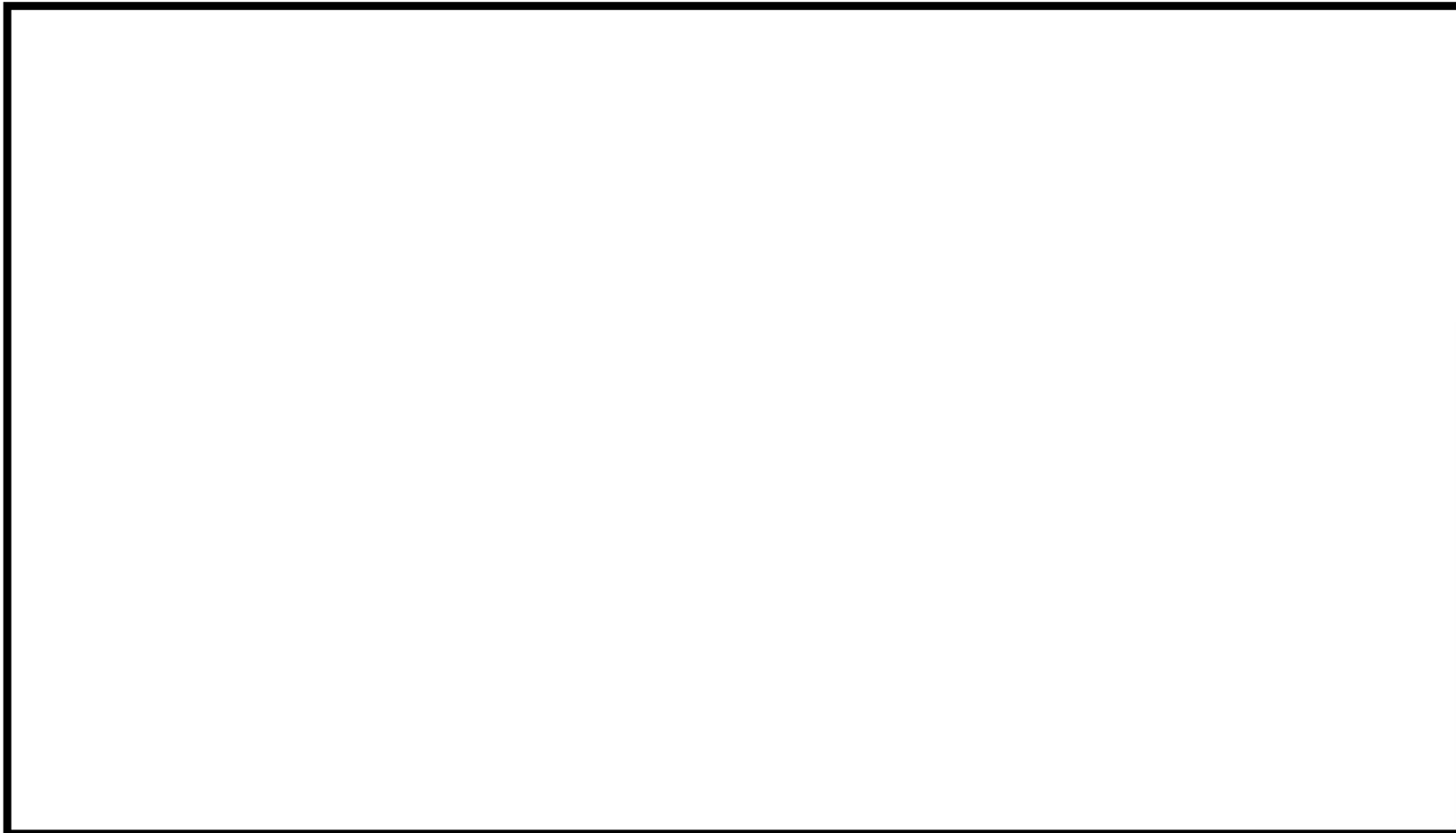
※5 防潮堤よりも海側に設置される屋外排水路逆流防止設備の設計地下水位は、朔望平均満潮位T.P.0.26mに設定

※6 解析条件を保守的に設定した三次元浸透流解析の予測解析水位

### 3. 液状化検討対象施設の抽出

#### 3.1 液状化検討対象施設の選定及び解析手法選定の観点(2/5)

○ 3号炉における耐震重要施設<sup>※1</sup>及び常設重大事故等対処施設<sup>※2</sup>を以下に示す。

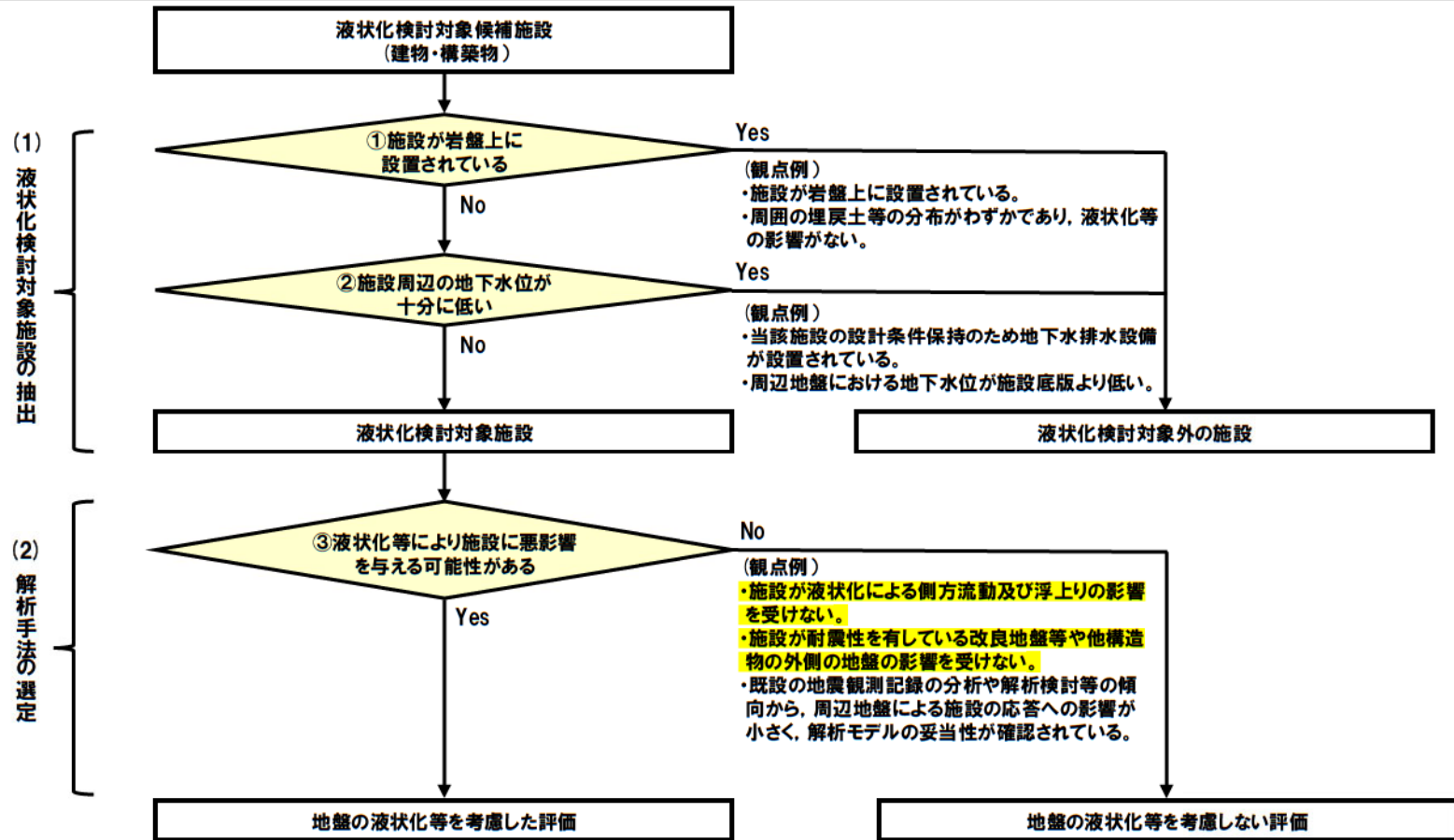


: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

### 3. 液状化検討対象施設の抽出

#### 3.1 液状化検討対象施設の選定及び解析手法選定の観点 (3/5)

○ 液状化検討対象候補施設 (建物・構築物) について、液状化検討対象施設の選定及び解析手法選定フローを以下に示す。



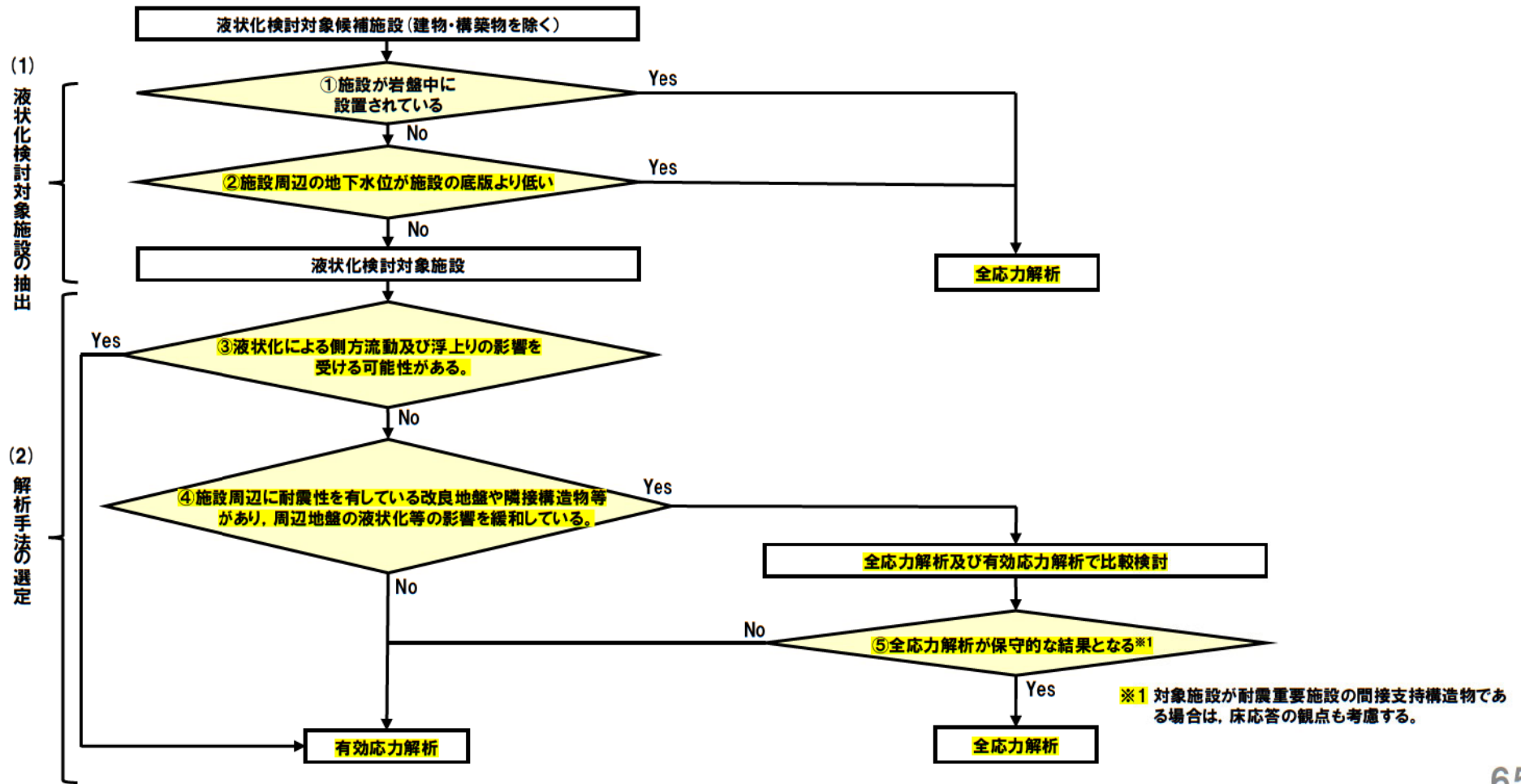
液状化検討対象施設の選定及び解析手法選定フロー (建物・構築物)



### 3. 液状化検討対象施設の抽出

#### 3.1 液状化検討対象施設の選定及び解析手法選定の観点(4/5)

○ 液状化検討対象候補施設(建物・構築物を除く)について、液状化検討対象施設の選定及び解析手法選定フローを以下に示す。

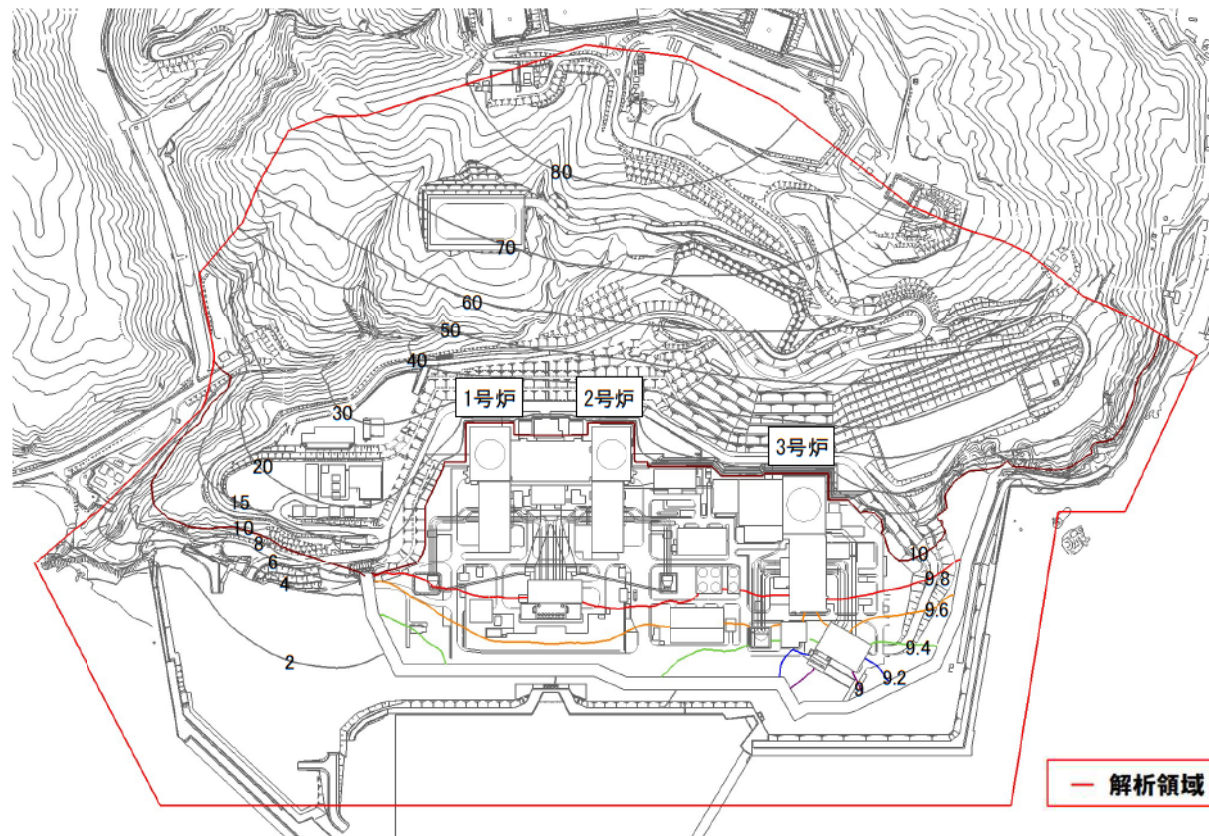


液状化検討対象施設の選定及び解析手法選定フロー(建物・構築物を除く)

### 3. 液状化検討対象施設の抽出

#### 3.1 液状化検討対象施設の選定及び解析手法選定の観点 (5/5)

- 液状化検討対象施設の選定等に当たっては、以下に示す地下水排水設備が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布を予測した浸透流解析の結果を使用する。



地下水排水設備の機能に期待せずに設定した定常的な地下水位分布算定結果(例)

### 3. 液状化検討対象施設の抽出

#### 3.2 液状化検討対象施設選定(1/2)

○ 液状化検討対象施設を選定した結果を以下に示す。

液状化検討対象施設の選定結果(例)

施設分類	施設名称	項目			液状化検討対象施設 ○:対象 ×:対象外	
		①施設が岩盤上に設置されている	②施設周辺の地下水位が十分に低い			
設計基準対象施設	建物・構築物	原子炉建屋	Yes	-	-	×
		原子炉補助建屋	Yes	-	-	×
		ディーゼル発電機建屋	Yes	-	-	×
		A1,A2-燃料油貯油槽タンク室	Yes	-	-	×
		B1,B2-燃料油貯油槽タンク室	Yes	-	-	×



### 3. 液状化検討対象施設の抽出

### 3.2 液状化検討対象施設選定 (2/2)

○ 液状化検討対象施設を選定した結果を以下に示す。

液状化検討対象施設の選定結果 (例)

施設分類	施設名称	項目			液状化検討対象施設 ○:対象 ×:対象外	
		①施設が岩盤中に設置されている	②施設周辺の地下水位が施設の底版より低い			
設計基準対象施設	屋外重要土木構造物	取水口	No	No	T.P.0.55mに設計地下水位を設定する。	○
		取水路	No	No	地表面に設計地下水位を設定する。	○
		取水ビットスクリーン室	No	No	地表面に設計地下水位を設定する。	○
		取水ビットポンプ室	No	No	地表面に設計地下水位を設定する。	○
		原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室	No	No	地表面に設計地下水位を設定する。	○
		原子炉補機冷却海水管ダクト	No	No	地表面に設計地下水位を設定する。	○
		B1,B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ	No	No	地表面に設計地下水位を設定する。	○
	津波防護施設・浸水防止設備	防潮堤	No	No	地表面に設計地下水位を設定する。	○
		3号炉取水ビットスクリーン室防水壁	No	No	地表面に設計地下水位を設定する。	○
		3号炉放水ビット流路縮小工	No	No	地表面に設計地下水位を設定する。	○
		屋外排水路逆流防止設備	No	No	T.P.0.26mに設計地下水位を設定する。	○
		1号及び2号炉取水路流路縮小工	No	No	追而	○
		1号及び2号炉放水路逆流防止設備	No	No	追而	○
重大事故等対処施設	緊急時対策所(指揮所,待機所)	No	Yes	周辺地盤における地下水位が施設底版より低い。	×	
	代替非常用発電機	No	Yes	周辺地盤における地下水位が施設の設置地盤より低い。	×	

### 3. 液状化検討対象施設の抽出

#### 3.3 解析手法選定

- 選定した液状化検討対象施設に対し、設計基準対象施設・重大事故等対処施設（建物・構築物を除く）の解析手法を選定した結果を以下に示す。
- 液状化検討対象施設については、③で液状化による側方流動及び浮上りの影響を受ける可能性があるため、有効応力解析を実施する。
- 液状化検討対象施設の選定結果において対象とした施設の設置状況を次頁以降に示す。

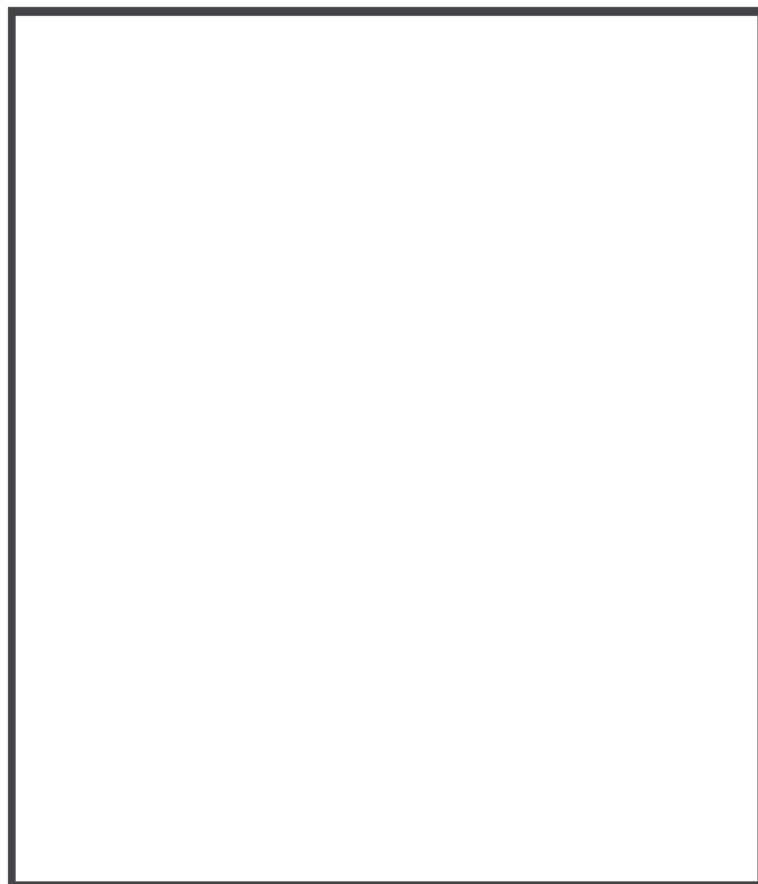
液状化検討対象施設の解析手法選定結果（例）

施設分類	施設名称	項目		解析手法の選定結果	
		③液状化による側方流動及び浮上りの影響を受ける可能性がある。	④施設周辺に耐震性を有している改良地盤や隣接構造物等があり、周辺地盤の液状化等の影響を緩和している。		
設計基準対象施設	屋外重要土木構造物	取水口	Yes	—	有効応力解析
		取水路	Yes	—	有効応力解析
		取水ビットスクリーン室	Yes	—	有効応力解析
		取水ビットポンプ室	Yes	—	有効応力解析
		原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレナ室	Yes	—	有効応力解析
		原子炉補機冷却海水管ダクト	Yes	—	有効応力解析
		B1,B2-ディーゼル発電機燃料油貯槽トレンチ	Yes	—	有効応力解析
	津波防護施設・浸水防止設備	防潮堤	Yes	—	有効応力解析
		3号炉取水ビットスクリーン室防水壁	Yes	—	有効応力解析
		3号炉放水ビット流路縮小工	Yes	—	有効応力解析
		屋外排水路逆流防止設備	Yes	—	有効応力解析
		1号及び2号炉取水路流路縮小工	Yes	—	有効応力解析
		1号及び2号炉放水路逆流防止設備	Yes	—	有効応力解析

### 3. 液状化検討対象施設の抽出

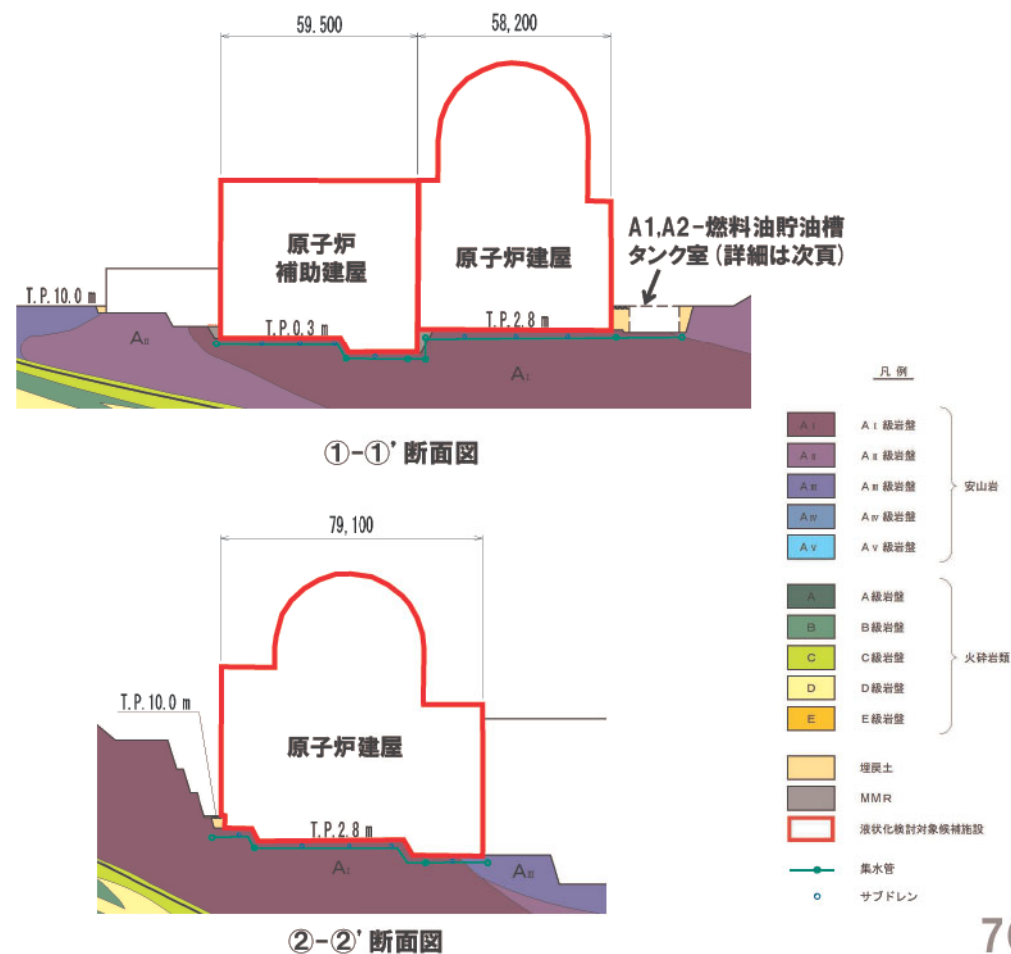
#### 3.4 液状化検討対象候補施設設置状況 (1/14)

○ 原子炉建屋，原子炉補助建屋の設置状況を以下に示す。



対象施設位置図

□: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。





### 3. 液状化検討対象施設の抽出

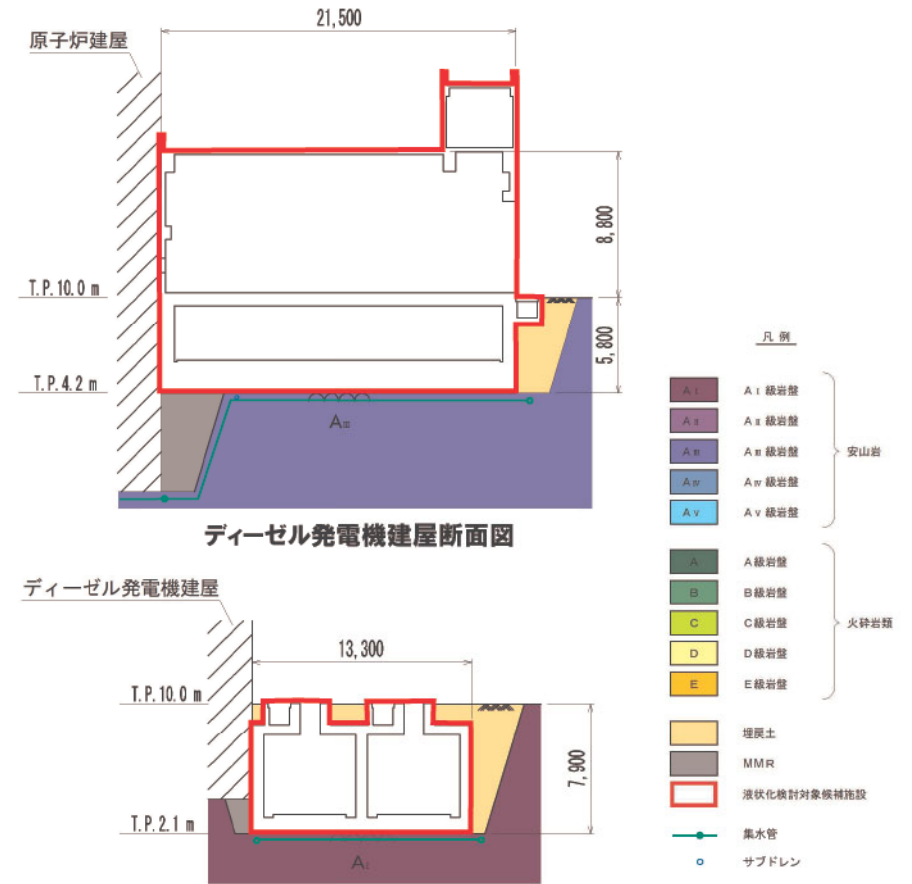
#### 3.4 液状化検討対象候補施設設置状況 (2/14)

○ ディーゼル発電機建屋， A1,A2-燃料油貯油槽タンク室の設置状況を以下に示す。



対象施設位置図

□: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

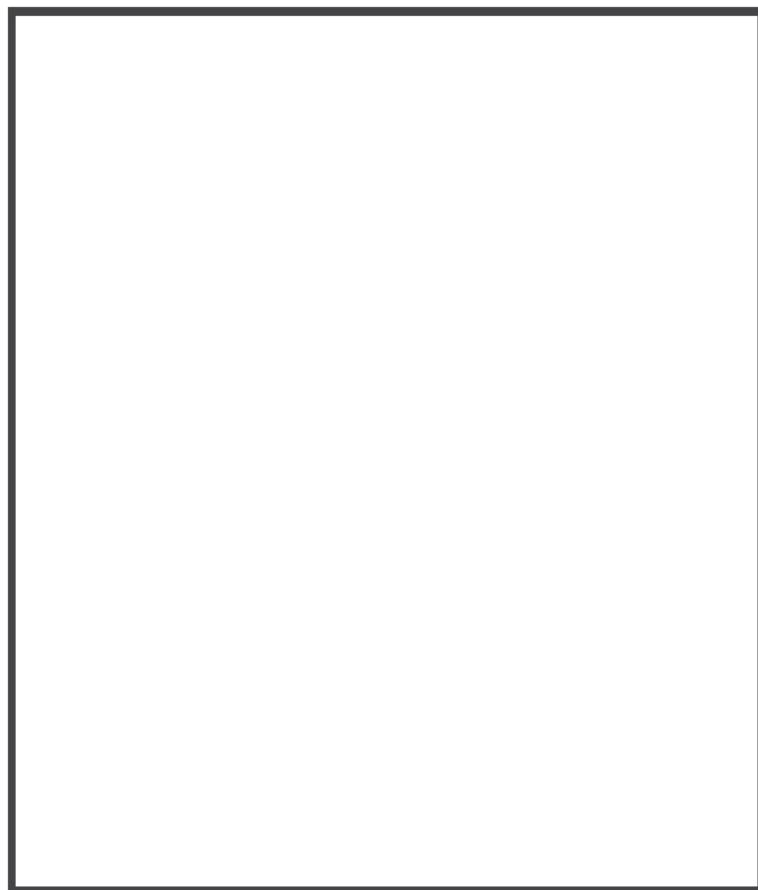


A1,A2-燃料油貯油槽タンク室断面図

### 3. 液状化検討対象施設の抽出

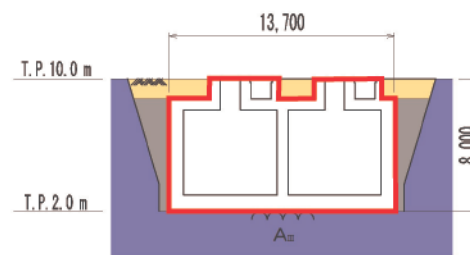
#### 3.4 液状化検討対象候補施設設置状況 (3/14)

○ B1,B2-燃料油貯油槽タンク室及びB1,B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチの設置状況を以下に示す。

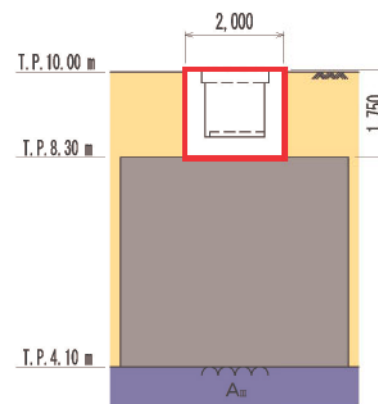


対象施設位置図

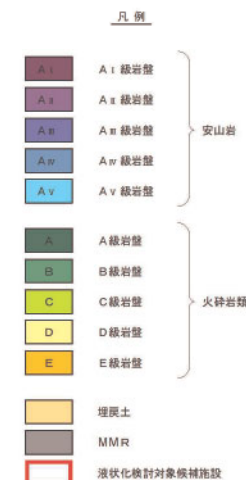
□: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



B1,B2-燃料油貯油槽タンク室断面図



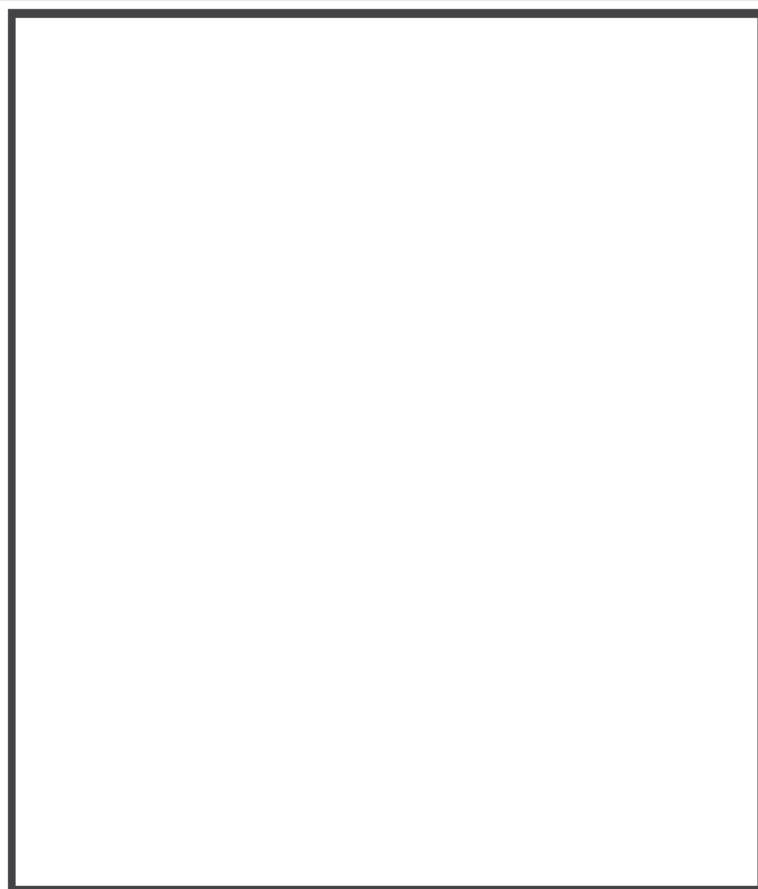
B1,B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ断面図



### 3. 液状化検討対象施設の抽出

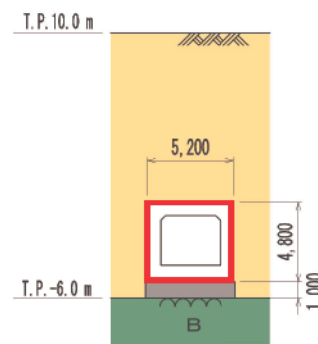
#### 3.4 液状化検討対象候補施設設置状況 (4/14)

○ 原子炉補機冷却海水管ダクト及び原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室の設置状況を以下に示す。

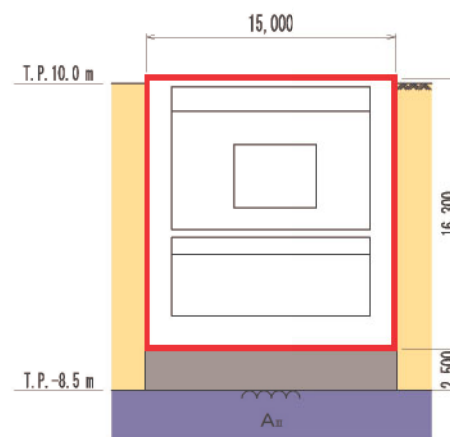


対象施設位置図

□ : 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



原子炉補機冷却海水管ダクト断面図



原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室断面図

凡例

- |  |                     |   |      |
|--|---------------------|---|------|
|  | A <sub>i</sub> 緑岩盤  | } | 安山岩  |
|  | A <sub>s</sub> 緑岩盤  |   |      |
|  | A <sub>II</sub> 緑岩盤 |   |      |
|  | A <sub>IV</sub> 緑岩盤 |   |      |
|  | A <sub>V</sub> 緑岩盤  |   |      |
|  | A 緑岩盤               | } | 火砕岩類 |
|  | B 緑岩盤               |   |      |
|  | C 緑岩盤               |   |      |
|  | D 緑岩盤               |   |      |
|  | E 緑岩盤               |   |      |
|  | 埋戻土                 |   |      |
|  | MMR                 |   |      |
|  | 液状化検討対象候補施設         |   |      |



### 3. 液状化検討対象施設の抽出

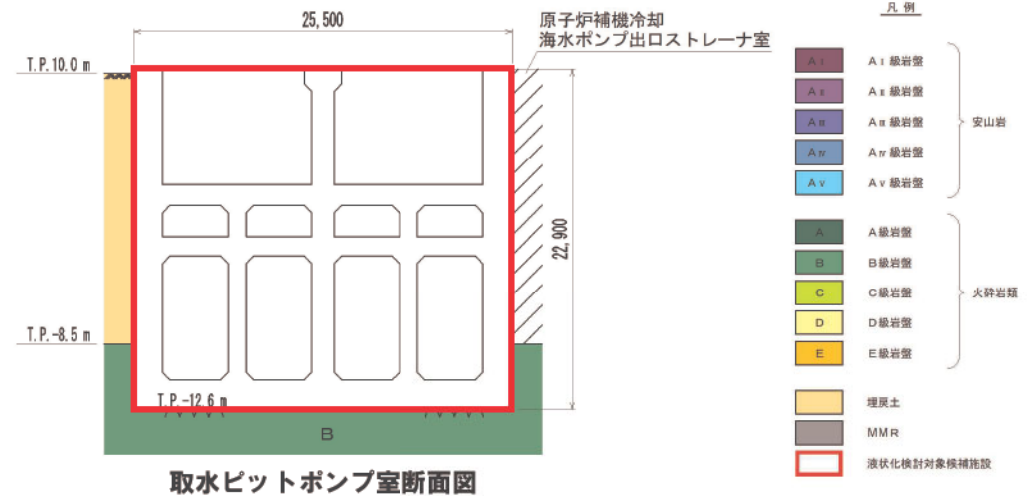
#### 3.4 液状化検討対象候補施設設置状況 (5/14)

○ 取水ピットポンプ室の設置状況を以下に示す。



対象施設位置図

□ : 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



取水ピットポンプ室断面図

### 3. 液状化検討対象施設の抽出

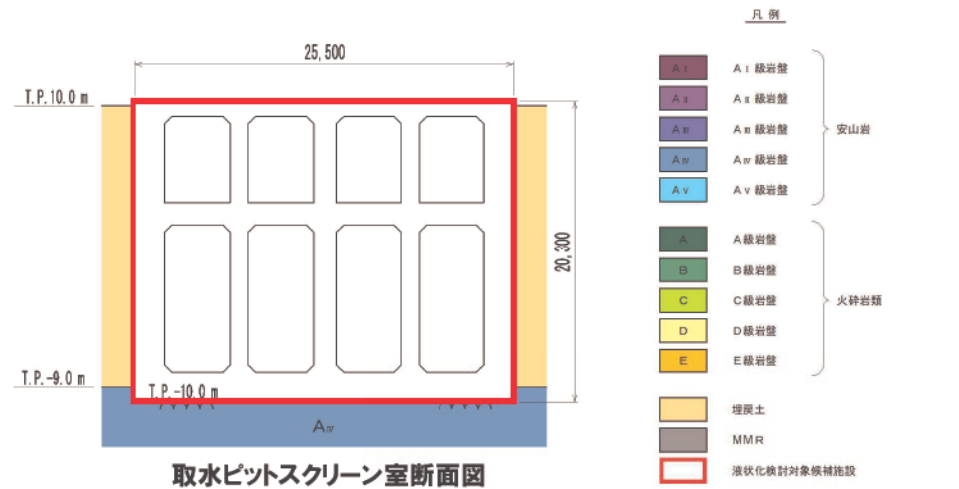
#### 3.4 液状化検討対象候補施設設置状況 (6/14)

○ 取水ピットスクリーン室及び3号炉取水ピットスクリーン室防水壁の設置状況を以下に示す。

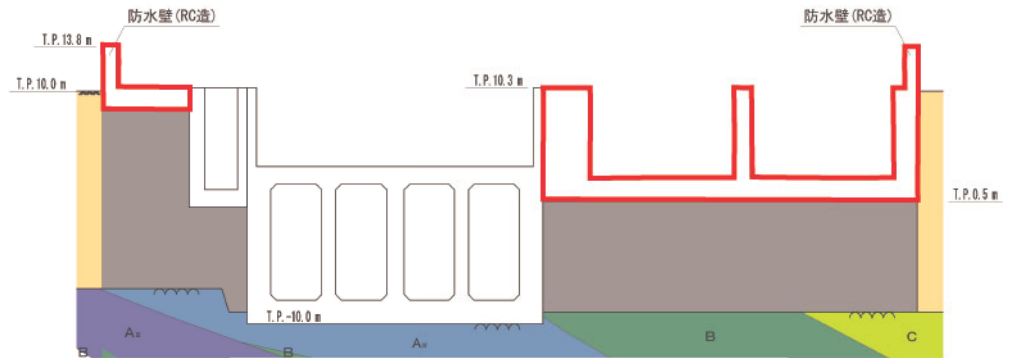


対象施設位置図

□ : 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



取水ピットスクリーン室断面図

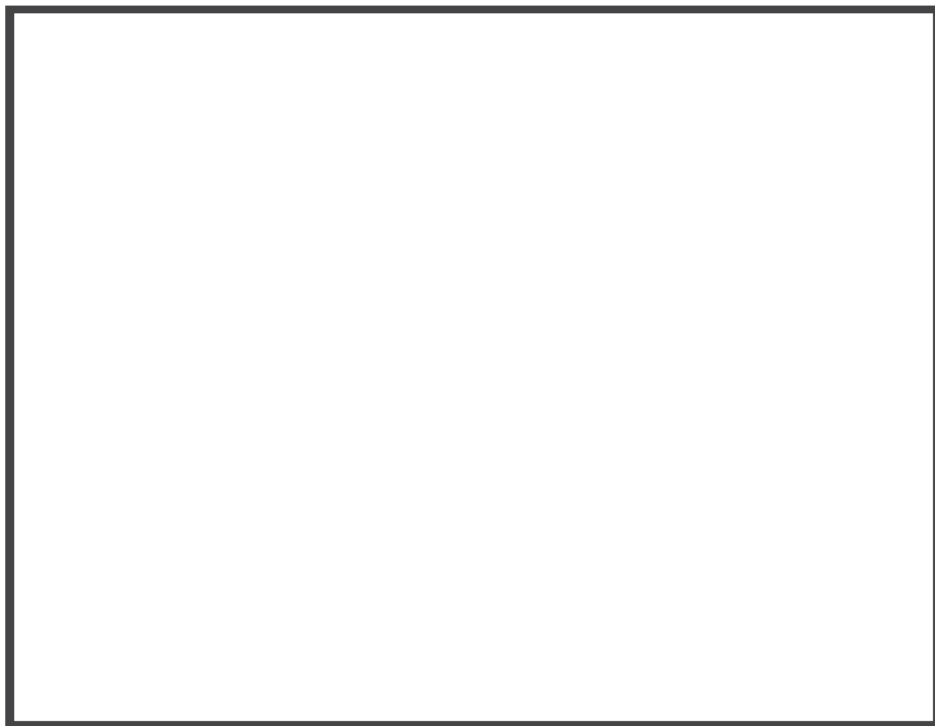


3号炉取水ピットスクリーン室防水壁断面図

### 3. 液状化検討対象施設の抽出

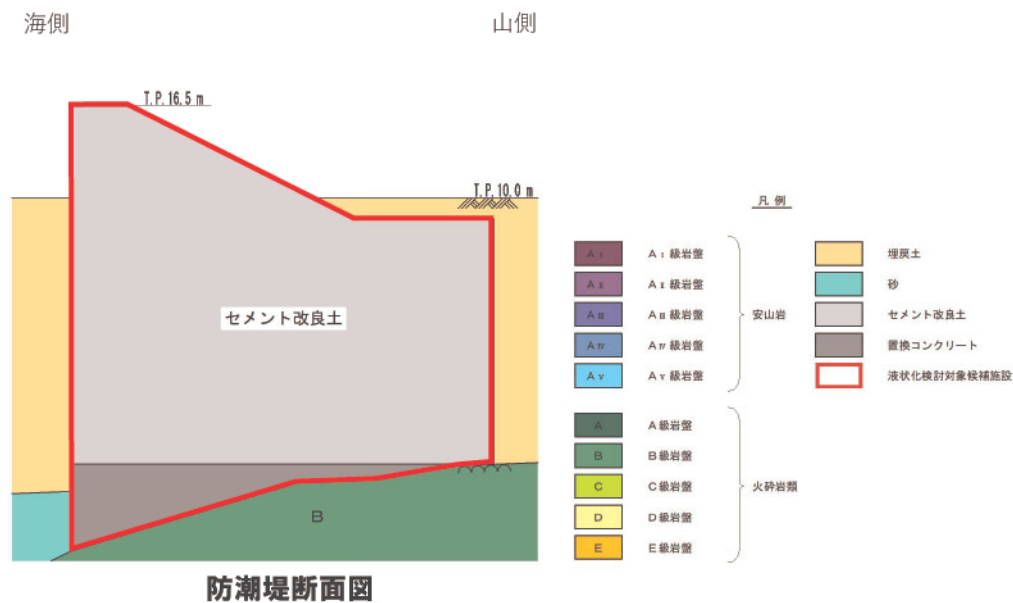
#### 3.4 液状化検討対象候補施設設置状況 (7/14)

○ 防潮堤の設置状況を以下に示す。



対象施設位置図

□: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



防潮堤断面図



### 3. 液状化検討対象施設の抽出

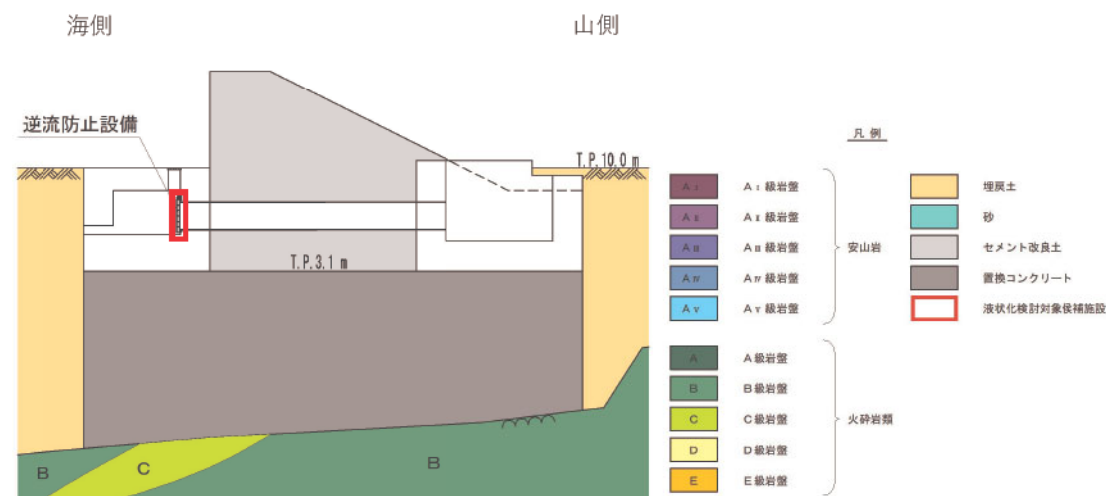
#### 3.4 液状化検討対象候補施設設置状況 (8/14)

○ 屋外排水路逆流防止設備の設置状況を以下に示す。



対象施設位置図

□: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



屋外排水路逆流防止設備断面図

### 3. 液状化検討対象施設の抽出

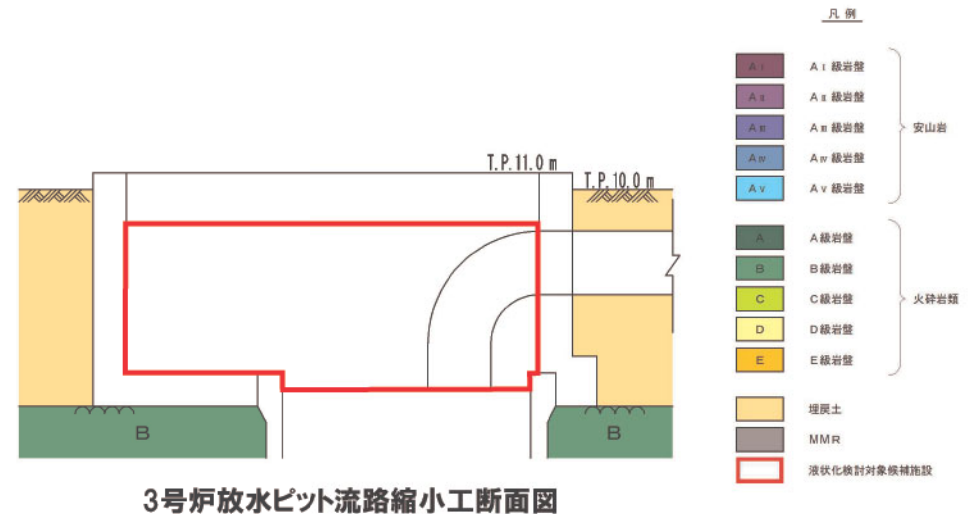
#### 3.4 液状化検討対象候補施設設置状況 (9/14)

○ 3号炉放水ピット流路縮小工の設置状況を以下に示す。



対象施設位置図

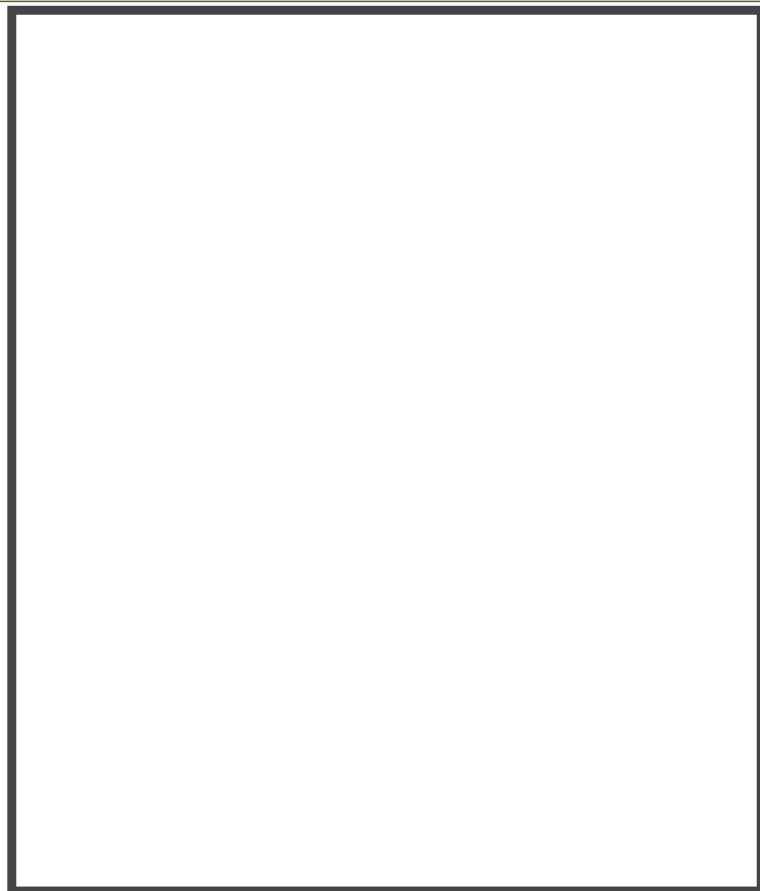
□ : 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



### 3. 液状化検討対象施設の抽出

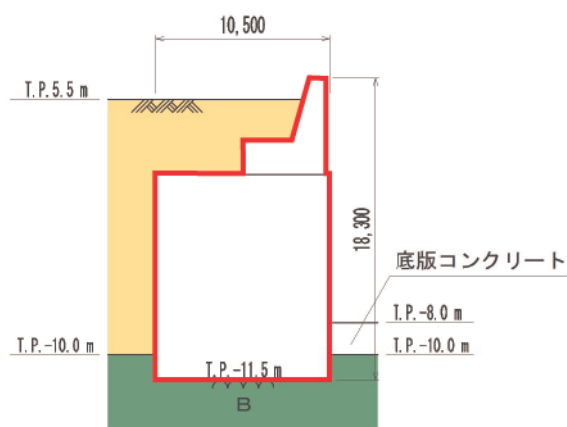
#### 3.4 液状化検討対象候補施設設置状況 (10/14)

○ 取水口及び取水路の設置状況を以下に示す。

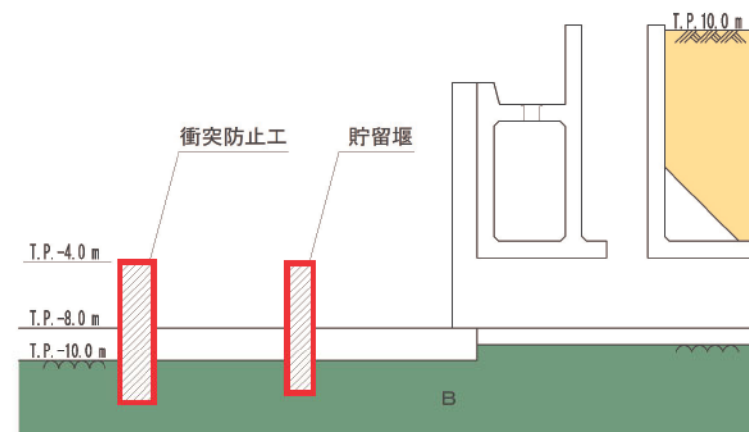


対象施設位置図

□: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

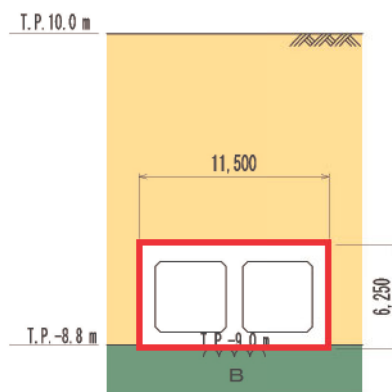


①護岸部断面図



②貯留堰部断面図

取水口断面図



取水路断面図

凡例

A i	A i 凝岩盤	安山岩
A ii	A ii 凝岩盤	
A iii	A iii 凝岩盤	
A iv	A iv 凝岩盤	
A v	A v 凝岩盤	
A	A 凝岩盤	火砕岩類
B	B 凝岩盤	
C	C 凝岩盤	
D	D 凝岩盤	
E	E 凝岩盤	
	埋戻土	
	MMR	
	液状化検討対象候補施設	



### 3. 液状化検討対象施設の抽出

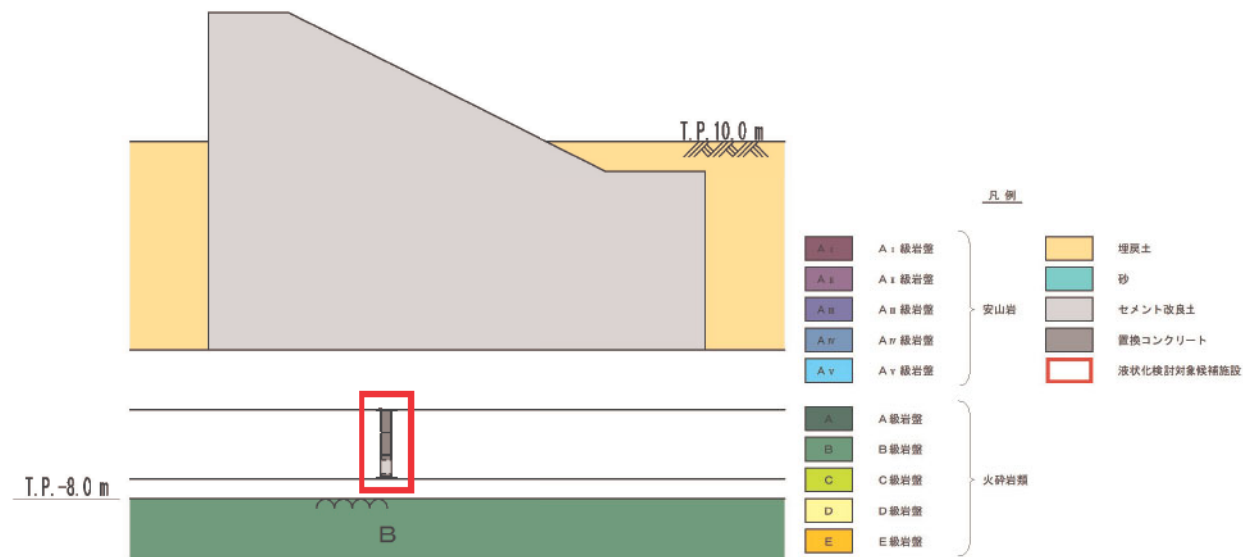
#### 3.4 液状化検討対象候補施設設置状況 (11/14)

○ 1号及び2号炉取水路流路縮小工の設置状況を以下に示す。



対象施設位置図

□: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

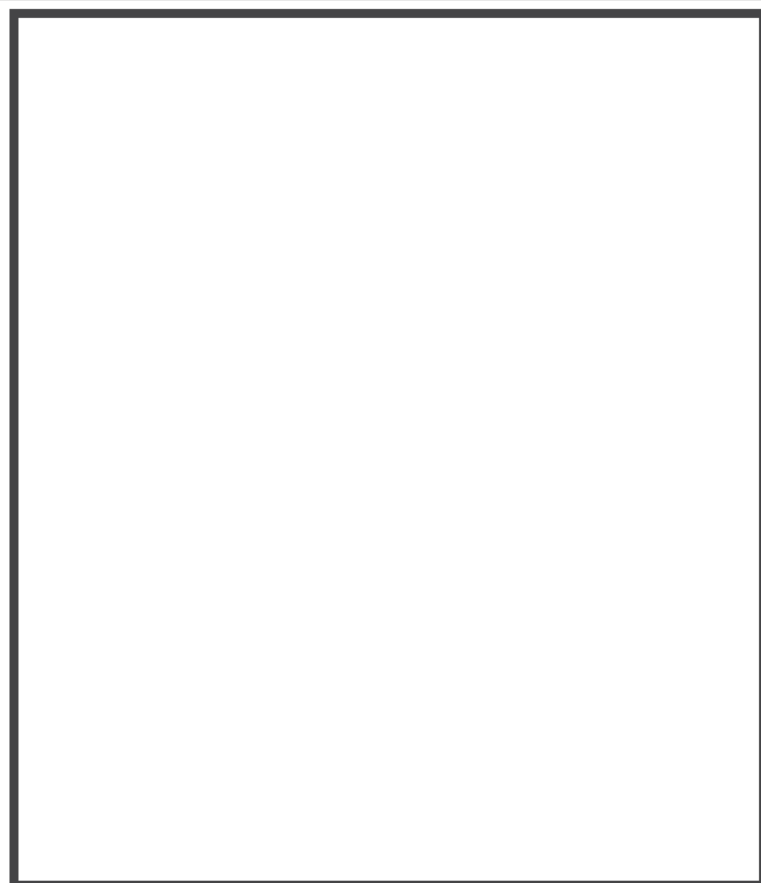


1号及び2号炉取水路流路縮小工断面図

### 3. 液状化検討対象施設の抽出

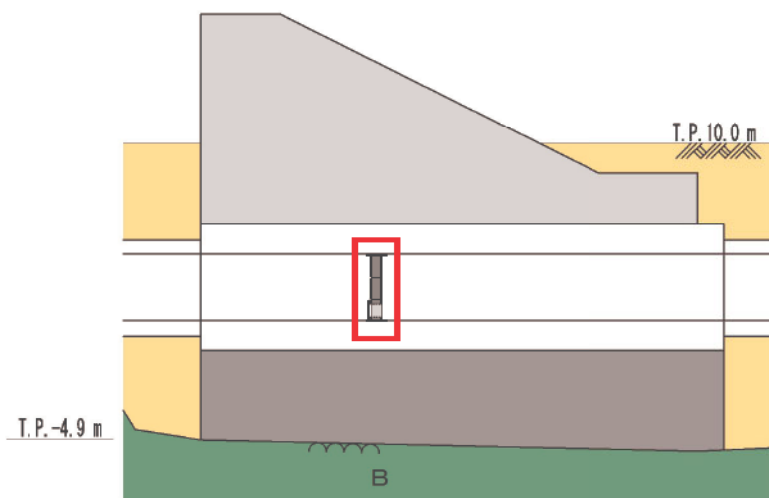
#### 3.4 液状化検討対象候補施設設置状況 (12/14)

○ 1号及び2号炉放水路逆流防止設備の設置状況を以下に示す。



対象施設位置図

□ : 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



1号及び2号炉放水路逆流防止設備断面図

凡例			
	A <sub>1</sub> 級岩盤		埋戻土
	A <sub>2</sub> 級岩盤		砂
	A <sub>3</sub> 級岩盤		セメント改良土
	A <sub>4</sub> 級岩盤		置換コンクリート
	A <sub>5</sub> 級岩盤		液状化検討対象候補施設
	A 級岩盤		
	B 級岩盤		
	C 級岩盤		
	D 級岩盤		
	E 級岩盤		

### 3. 液状化検討対象施設の抽出

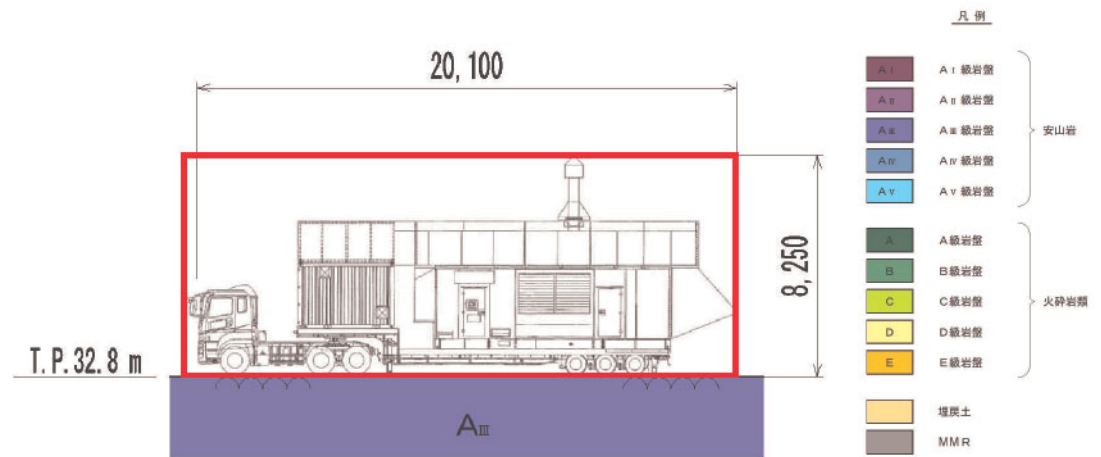
#### 3.4 液状化検討対象候補施設設置状況 (13/14)

○ 代替非常用発電機の設置状況を以下に示す。



対象施設位置図

□: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



代替非常用発電機設置位置断面図

### 3. 液状化検討対象施設の抽出

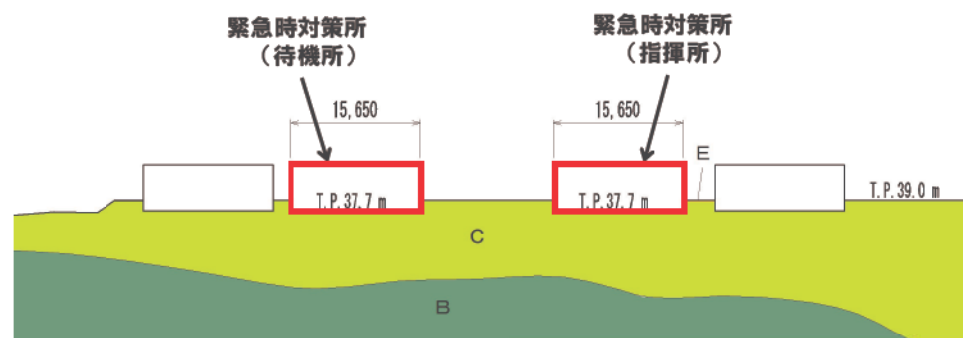
#### 3.4 液状化検討対象候補施設設置状況 (14/14)

○ 緊急時対策所 (指揮所, 待機所) の設置状況を以下に示す。

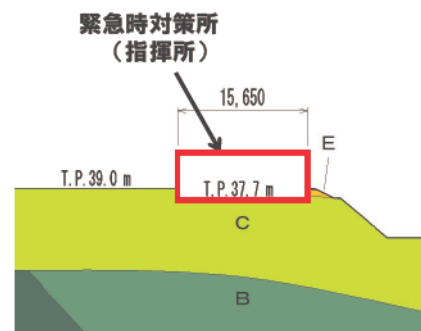


対象施設位置図

□: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



③-③' 断面図



④-④' 断面図

凡例

A <sub>i</sub>	A <sub>i</sub> 級岩盤	安山岩
A <sub>ii</sub>	A <sub>ii</sub> 級岩盤	
A <sub>iii</sub>	A <sub>iii</sub> 級岩盤	
A <sub>iv</sub>	A <sub>iv</sub> 級岩盤	
A <sub>v</sub>	A <sub>v</sub> 級岩盤	
A	A 級岩盤	火砕岩類
B	B 級岩盤	
C	C 級岩盤	
D	D 級岩盤	
E	E 級岩盤	
	埋戻土	
	MMR	
	液状化検討対象候補施設	