

柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉審査資料

資料番号

KK67-0106 改04

提出年月日

平成28年8月25日

柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉における 液状化影響の検討方針について

平成28年 8月

東京電力ホールディングス株式会社

1. 液状化評価の基本方針
2. 液状化評価対象層の抽出
3. 液状化試験位置とその代表性
 3. 1 液状化試験位置の選定
 3. 2 液状化試験選定箇所の代表性確認
 3. 3 追加調査
4. 液状化試験結果
 4. 1 液状化試験方法
 4. 2 液状化試験結果の分類に対する基本的考え方
 4. 3 試験結果の分類
4. 基準地震動 S_s に対する液状化判定（FL法）
5. 基準地震動 S_s に対する液状化試験の妥当性確認
6. 液状化パラメータの設定
 7. 1 液状化パラメータの設定方針
 7. 2 液状化パラメータのバラツキの設定方針
8. 液状化影響の検討方針
9. 設置許可段階における構造物評価の見通し
 9. 1 代表構造物の抽出
 9. 2 取水路
 9. 3 荒浜側防潮堤
10. 参考文献

今回、提出範囲

- （参考資料）
- ① 評価対象構造物の断面図
 - ② 荒浜側の古安田層中の砂層に関する補足
 - ③ 液状化に関連する基本物性に関する補足
 - ④ 液状化関連の文献整理
 - ⑤ 液状化試験後の状況写真
 - ⑥ 基準地震動 S_s の概要

指摘日	コメント	回答方針	掲載ページ
H28.8.4 ヒアリング	<p>液状化試験選定箇所の代表性確認における、N値、細粒分含有率、密度並びに粒径加積曲線についての考察を充実すること。(周辺調査箇所のデータのばらつきを踏まえても試験選定箇所の代表性があるとする論拠を明確化すること)</p>	<p>地盤物性値のばらつきに関する考え方の整理, それを踏まえた考察の充実化</p>	<p>P.14～16 P.18～29</p>
	<p>大湊側洪積砂質土層Ⅰ、Ⅱ(0-1)の7号炉側N値のデータ数について確認するとともに、粒径加積曲線等に関する液状化試験箇所と周辺調査箇所との差異を踏まえた代表性についての評価とデータ拡充のための追加調査の考え方を説明すること。</p>	<p>N値や細粒分含有率等の比較による代表性の評価, 及びそれを踏まえた追加調査の考え方について記載</p>	<p>P.30</p>
	<p>液状化試験選定箇所の代表性確認(まとめ)については、結論を導く根拠についても示すとともに、ここでの結論がデータ拡充のための追加調査にどのように繋がっているのかが分かるよう記載を充実し説明すること。</p>		
	<p>追加調査を行う具体的な位置、サンプリングの対象層等についての考え方を説明すること。</p>	<p>追加調査の具体的な位置及び対象層を記載</p>	<p>P.32～34</p>

※ 安田層下部層のMIS10～MIS7とMIS6の境界付近の堆積物については、本資料では『古安田層』と仮称する。




3. 液状化試験位置とその代表性

3. 1 液状化試験位置の選定

3. 液状化試験位置とその代表性

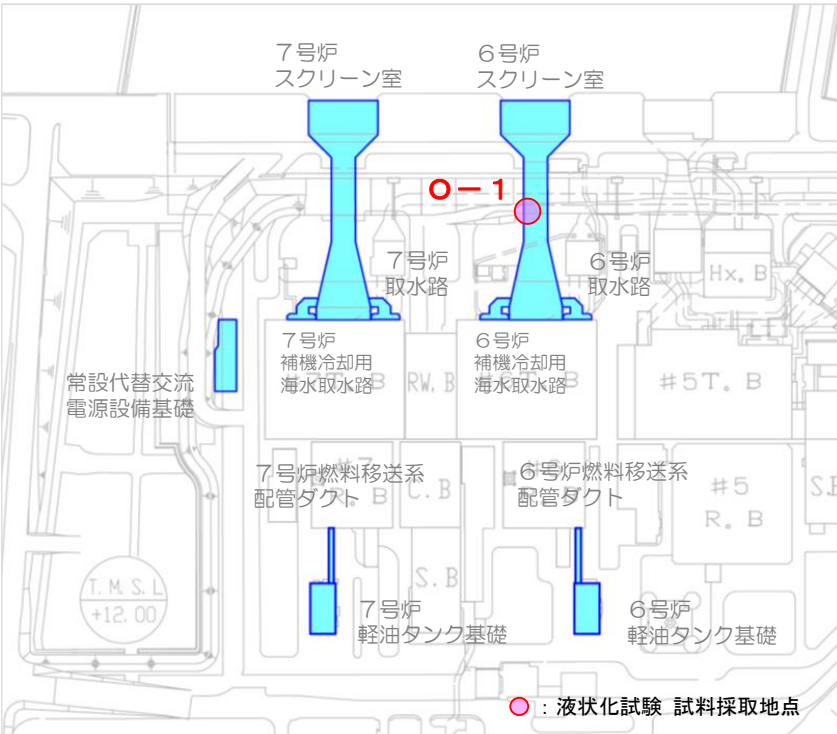
3. 1 液状化試験位置の選定

【大湊側の液状化試験位置の選定】

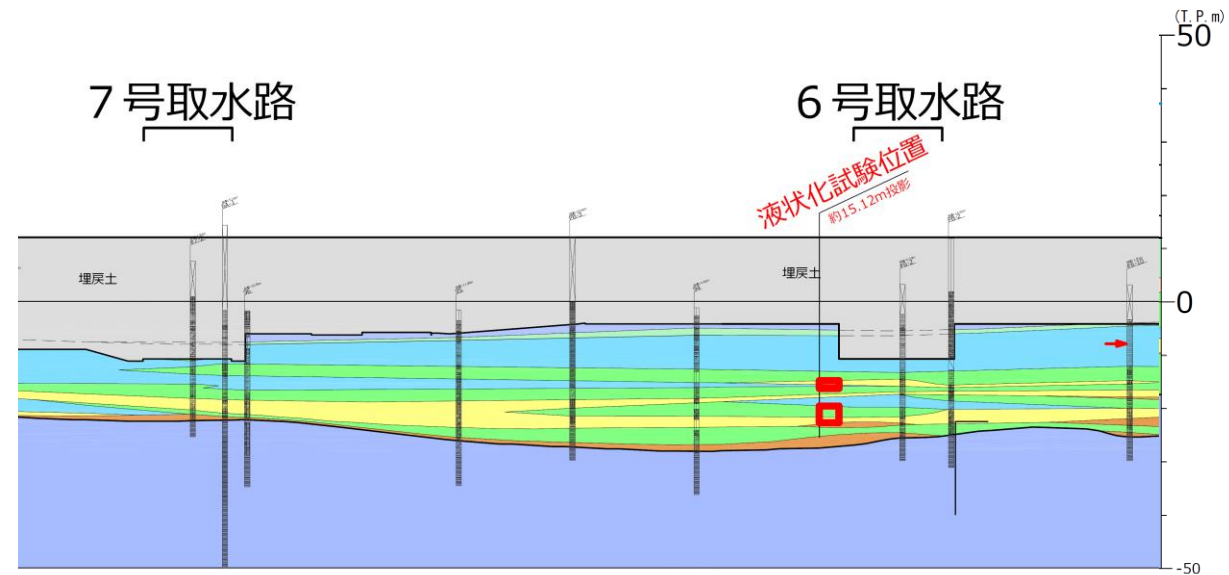
- 大湊側の液状化評価対象層として、砂層の分布状況から、古安田層中の砂層（），新期砂層・沖積層（）及び埋戻土層（）を抽出した。
- 液状化試験については、砂層の分布状況から比較的砂層が厚く堆積している6号炉取水路付近の地点を選定し（O-1），試料を採取して液状化試験を実施した。
- 常設代替交流電源設備基礎や7号炉軽油タンク基礎等の周辺地盤に分布している新期砂層・沖積層については、敷地の全域に分布していることから4号炉で確認している新期砂層・沖積層と連続する地層であると想定される。

凡例

埋戻土		
新期砂層・沖積層		
番神砂層・大湊砂層		
A2～A3部層	粘性土	
	粘性土・砂質土互層	
	砂質土	
古安田層 A2部層	粘性土	
	粘性土・砂質土互層	
	砂質土	
A1部層	礫層	
	粘性土	
	粘性土・砂質土互層	
古安田層 A2部層中の 灰白色細粒ガラス質火山灰		
西山層		



大湊側 試料採取地点位置図（O-1）



大湊側 試料採取位置図（O-1）

3. 液状化試験位置とその代表性

3. 1 液状化試験位置の選定

【荒浜側の液状化試験位置の選定】

- 荒浜側の液状化評価対象層として、砂層の分布状況から、主に3～4号炉海側に分布する古安田層中の砂層（ ），主に1～2号炉海側に分布する古安田層中の砂層（ ），新期砂層・沖積層（ ）及び埋戻土層（ ）を抽出した。
- 荒浜側については、砂層の分布状況から以下のとおり地点を選定し、試料を採取して液状化試験を実施した。
 - 1～2号炉海側の古安田層中の砂層は、3～4号炉海側から連続するシルト主体の地層の上位に位置する砂層が連続して分布していることから、1号側の比較的砂層が厚く堆積している地点を選定した（A-1）。
 - 3～4号炉海側の古安田層中の砂層は、その分布状況から4号側の比較的砂層が厚く堆積している地点を選定した（A-2）。
 - 新期砂層・沖積層は、10m以上の層厚で連続して分布していることから、比較的砂層が厚く堆積している地点を選定した（A-3）。

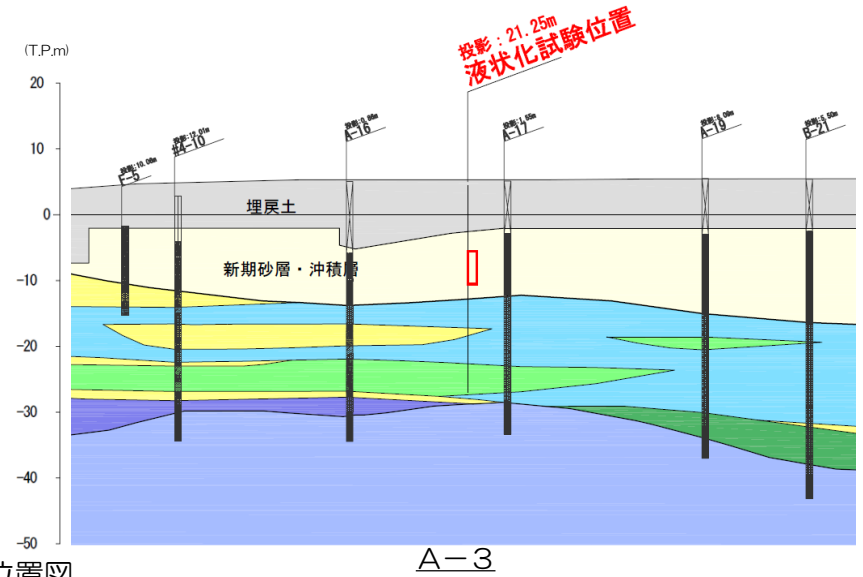
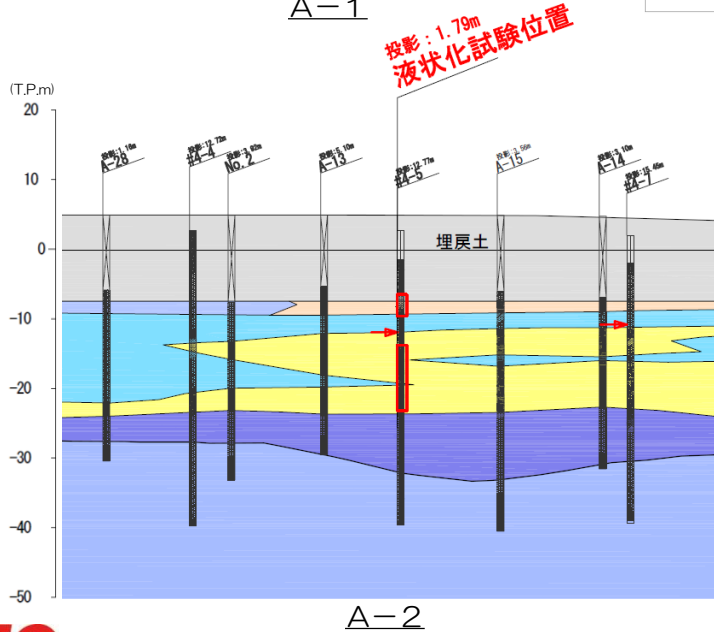
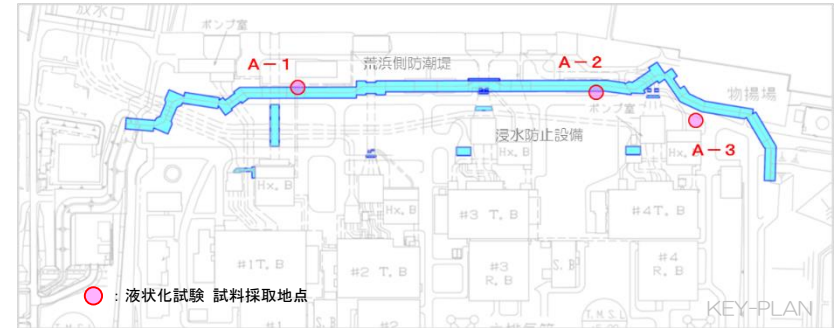
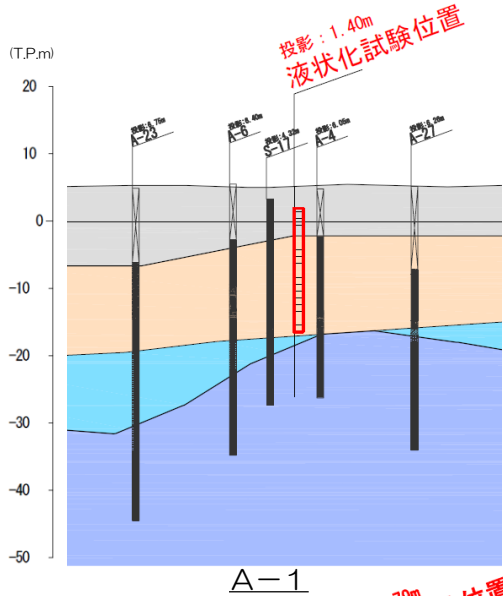


荒浜側 試料採取地点位置図（A-1，2，3）

3. 液状化試験位置とその代表性

3. 1 液状化試験位置の選定

【荒浜側の液状化試験位置の選定】



荒浜側 試料採取位置図

3. 液状化試験位置とその代表性

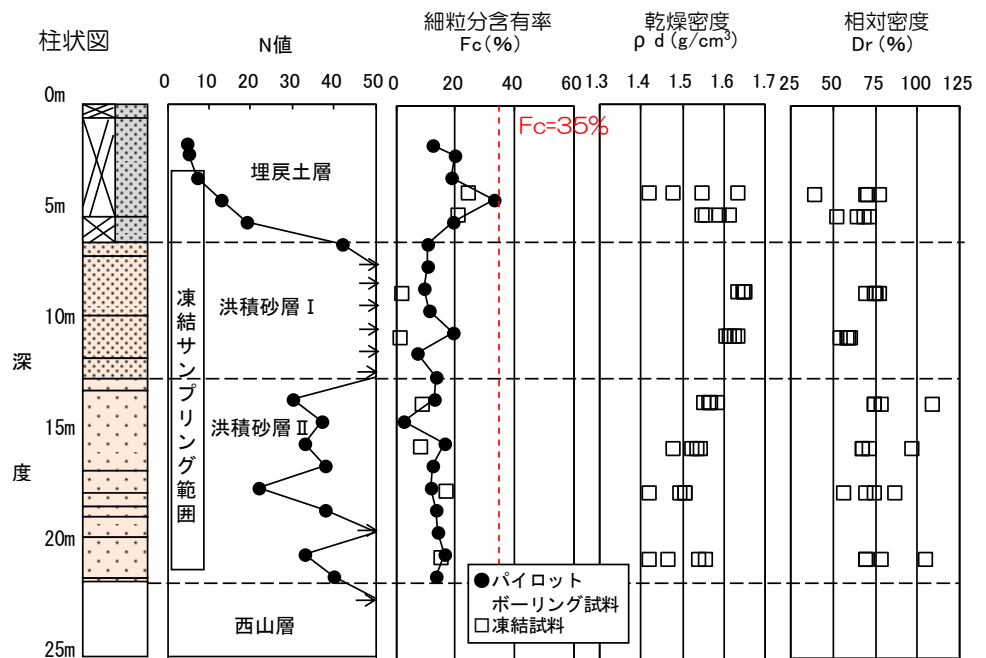
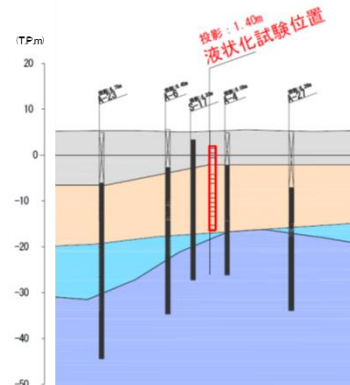
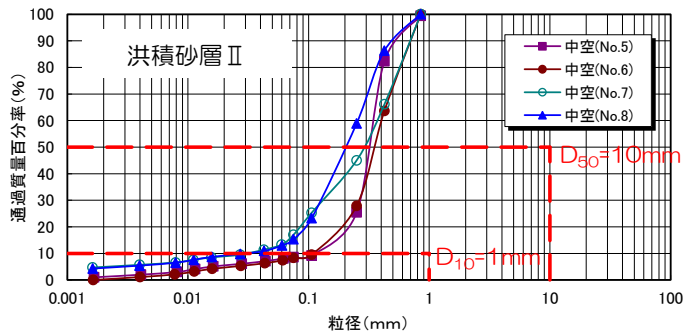
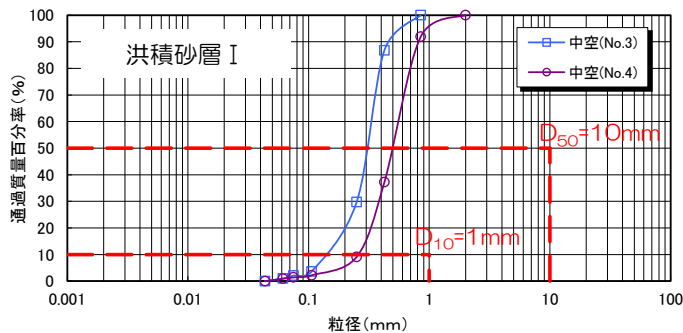
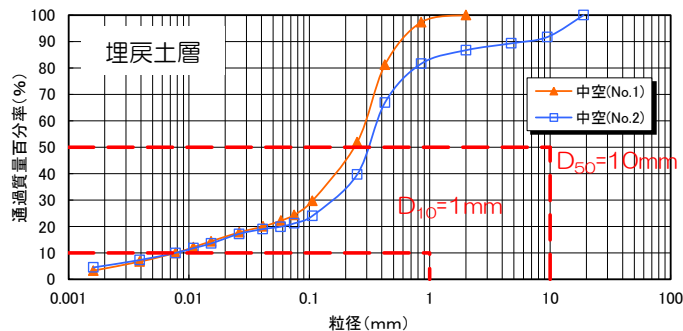
3. 2 液状化試験選定箇所での代表性確認

3. 液状化試験位置とその代表性

3.2 液状化試験選定箇所への代表性確認

(平成28年8月4日) 第393回ヒアリング資料再掲

【液状化試験箇所の基本物性：
A-1 (洪積砂層 I, II)】



※古安田層中の砂層は、N値50以上の砂層（洪積砂層 I）とN値50以下の地層（洪積砂層 II）に区分して試験を実施した。

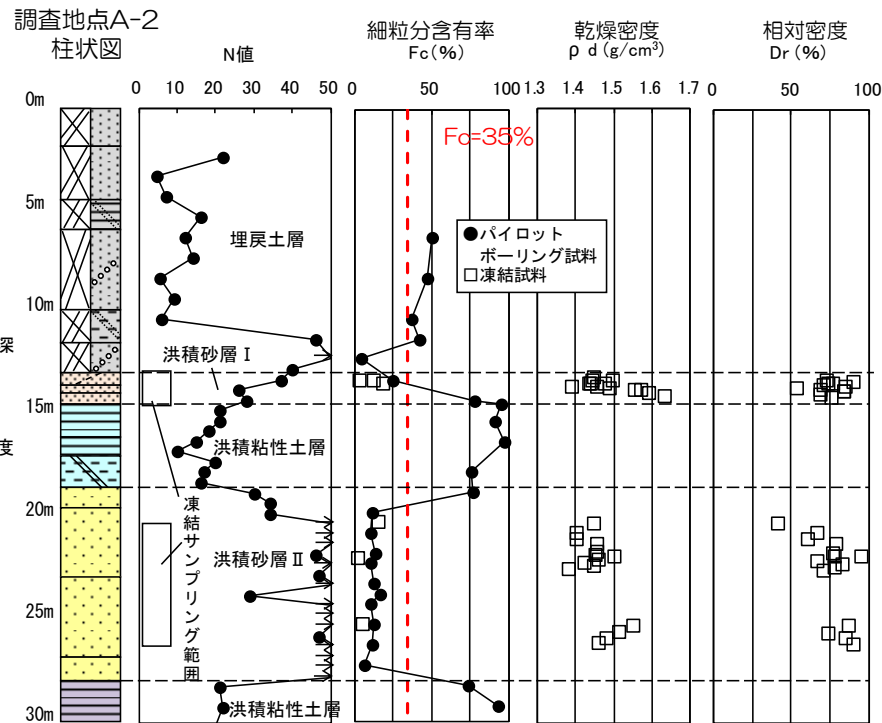
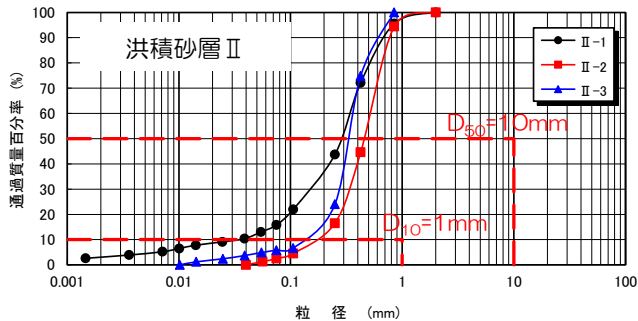
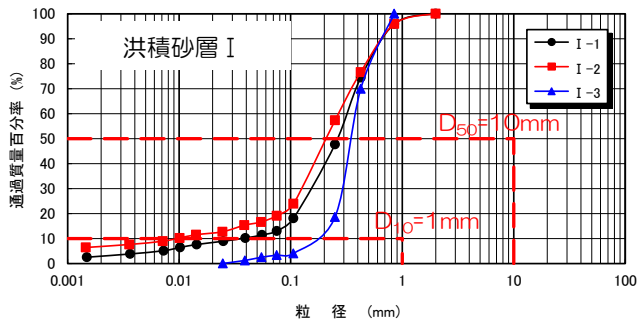
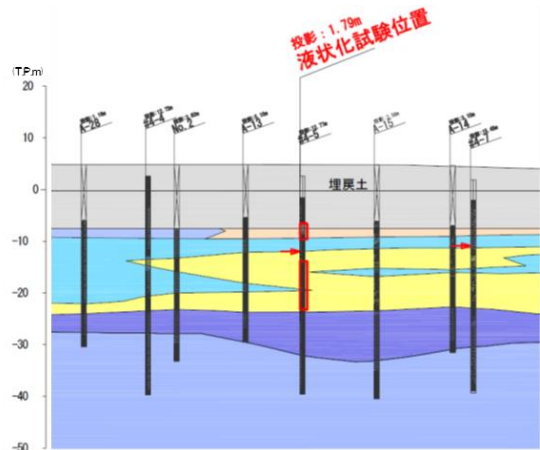
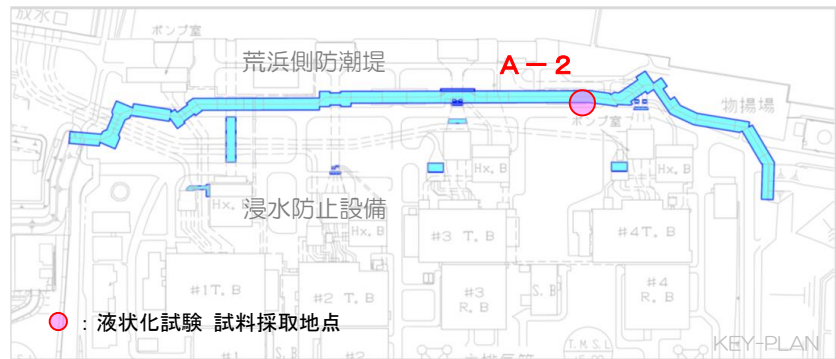
細粒分含有率：粒度0.075mm未満の土粒子の質量百分率
 相対密度： $D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$, e_{max} ：最大間隙比, e_{min} ：最小間隙比,
 e ：間隙比（間隙の体積÷土粒子の体積）
 ※液状化に関連する基本物性の概要は、p.143~148に記載



3. 液状化試験位置とその代表性

3. 2 液状化試験選定箇所その代表性確認

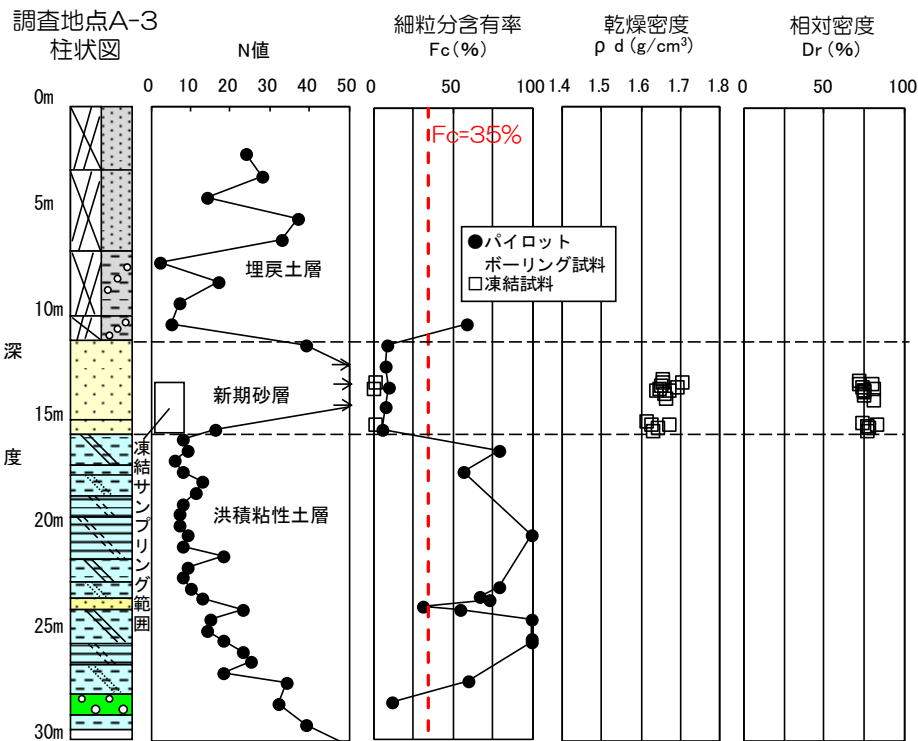
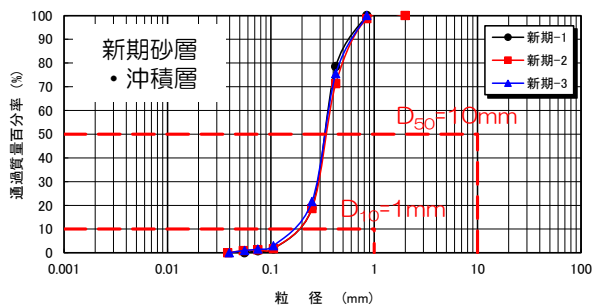
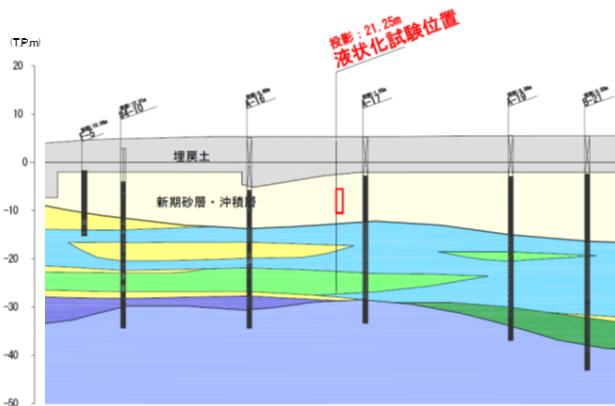
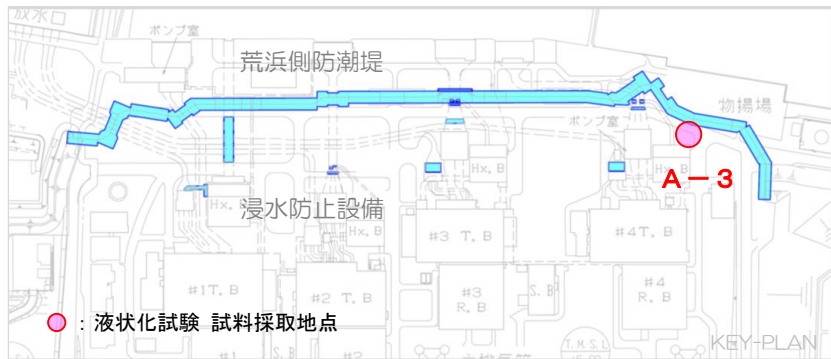
【液状化試験箇所の基本物性：A-2（洪積砂層Ⅰ，Ⅱ）】



3. 液状化試験位置とその代表性

3. 2 液状化試験選定箇所への代表性確認

【液状化試験箇所の基本物性：A-3（新期砂層・沖積層）】



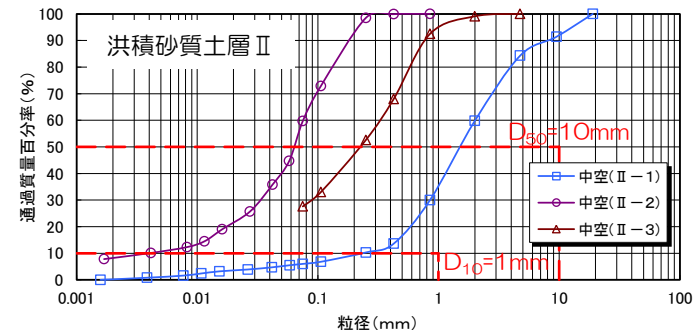
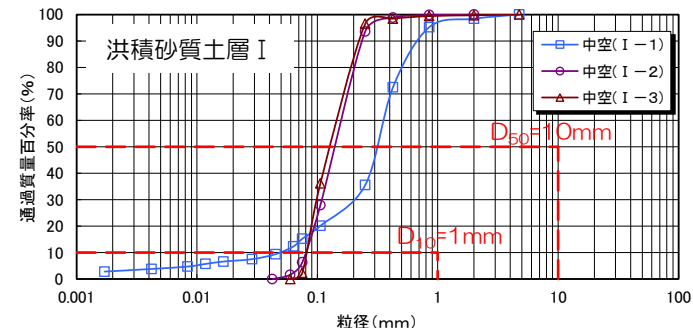
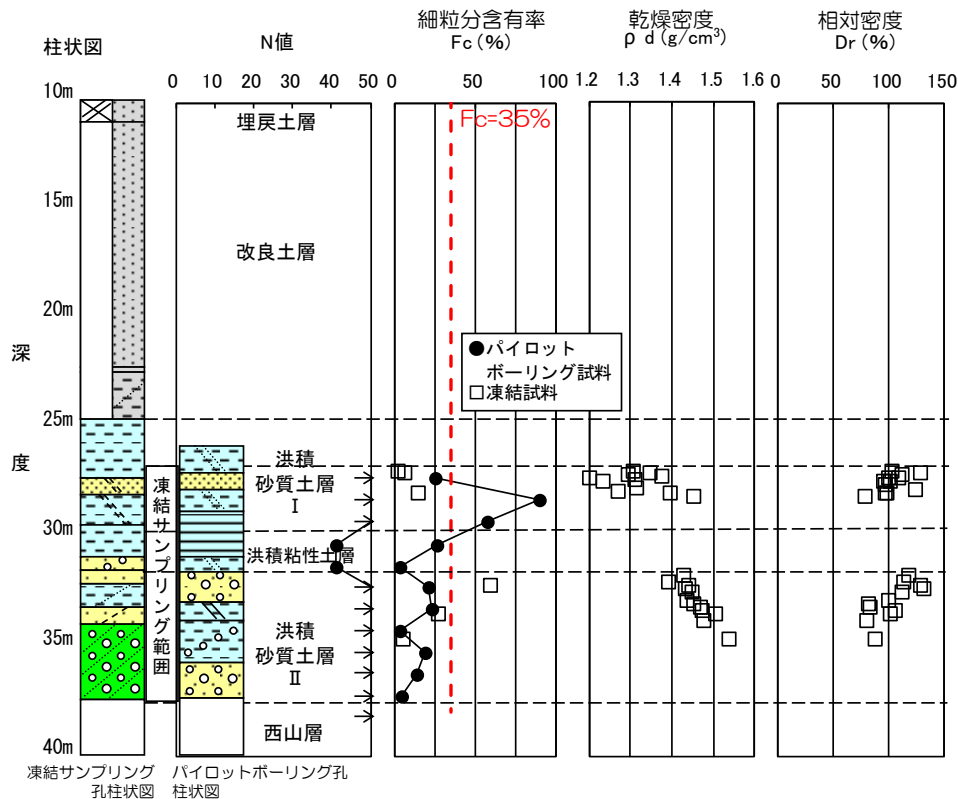
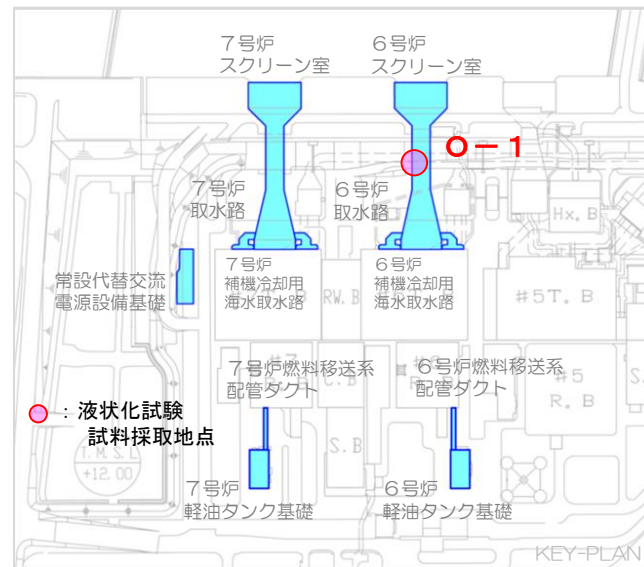
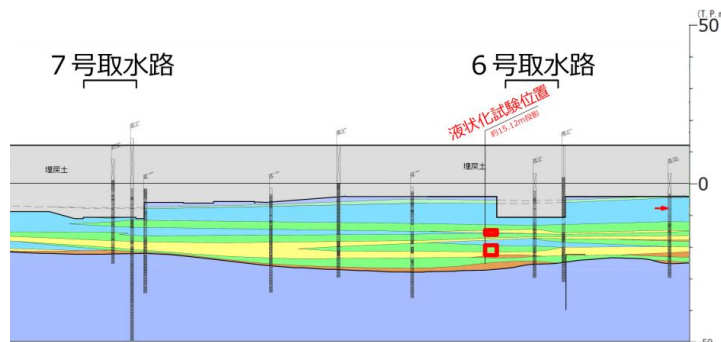
※古安田層中の砂層は、上から洪積砂層Ⅰと洪積砂層Ⅱに区分して試験を実施した。

3. 液状化試験位置とその代表性

3. 2 液状化試験選定箇所の代表性確認

(平成28年8月4日) 第393回ヒアリング資料再掲

【液状化試験箇所の基本物性：O-1（洪積砂質土層Ⅰ，Ⅱ）】



※古安田層中の砂層は、上から洪積砂質土層Ⅰと洪積砂質土層Ⅱに区分して試験を実施した。

余 白

3. 液状化試験位置とその代表性

3. 2 液状化試験選定箇所の代表性確認

【検討概要（1）比較指標について】

- 液状化試験選定箇所の代表性確認を目的に、液状化試験箇所と周辺調査箇所におけるN値や物理特性の比較、検討を行った。
 - 比較する指標としては、N値、細粒分含有率を選定し、参考指標として粒径加積曲線及び密度（相対密度、乾燥密度）を選定した。
 - **N値**は、各基準類の液状化判定における液状化強度比 R_L の算定式がいずれもN値をパラメータとした式であり、また、有効応力解析（FLIP）の簡易パラメータ設定法にN値がパラメータとして用いられており、液状化強度比との相関が最も高いと考えられることから、指標として選定した。
 - **細粒分含有率**は、各基準類の液状化判定における液状化強度比 R_L の算定式において、液状化強度比 R_L を補正するパラメータとして用いられており、液状化強度比との相関が高いと考えられることから、指標として選定した。
 - 粒径加積曲線や密度（相対密度、乾燥密度）は、基本的な土の物性値であることから、参考指標として選定した。

基準類名	液状化強度比 R_L の算定に用いる主物性	液状化強度比の補正に用いる物性
道路橋示方書・同解説V 耐震設計編，日本道路協会，2012 (下水道施設の耐震対策指針と解説，日本下水道協会，2006) (河川砂防技術基準（案）同解説 設計編，日本河川協会編，1997) (高圧ガス設備等耐震設計指針，高圧ガス保安協会，2000)	N値 (有効上載圧を考慮した補正を行う)	細粒分含有率 F_c
港湾の施設の耐震設計に係る当面の措置（その2），日本港湾協会，2007 (部分改訂，2012)		細粒分含有率 F_c
建築基礎構造設計指針，日本建築学会，2001 (水道施設耐震工法指針・同解説，日本水道協会，1997)		細粒分含有率 F_c
鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計，（財）鉄道総合技術研究所，2012		細粒分含有率 F_c 平均粒径 D_{50}

3. 液状化試験位置とその代表性

3.2 液状化試験選定箇所の代表性確認

【(補足) 液状化判定法における液状化強度比とN値, 細粒分含有率の関係】

■ 液状化判定法 (道路橋示方書・同解説 V耐震設計編, 2012)

(3) 繰返し三軸強度比

繰返し三軸強度比 R_L は式 (8.2.7) により算出する。

$$\left. \begin{aligned} R_L &= 0.0882 \sqrt{N_a/1.7} && (N_a < 14) \\ R_L &= 0.0882 \sqrt{N_a/1.7} + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5} && (14 \leq N_a) \end{aligned} \right\} \dots\dots (8.2.7)$$

<砂質土の場合>

$$N_a = c_1 N_1 + c_2 \dots\dots\dots (8.2.8)$$

$$N_1 = 170N / (\sigma_{vb}' + 70) \dots\dots\dots (8.2.9)$$

$$\left. \begin{aligned} c_1 &= 1 && (0\% \leq FC < 10\%) \\ c_1 &= (FC + 40) / 50 && (10\% \leq FC < 60\%) \\ c_1 &= FC / 20 - 1 && (60\% \leq FC) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (8.2.10)$$

$$\left. \begin{aligned} c_2 &= 0 && (0\% \leq FC < 10\%) \\ c_2 &= (FC - 10) / 18 && (10\% \leq FC) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (8.2.11)$$

ここに,

- R_L : 繰返し三軸強度比
- N : 標準貫入試験から得られるN値
- N_1 : 有効上載圧 100kN/m^2 相当に換算したN値
- N_a : 粒度の影響を考慮した補正N値
- σ_{vb}' : 標準貫入試験を行ったときの地表面からの深さにおける有効上載圧 (kN/m^2)

c_1, c_2 : 細粒分含有率によるN値の補正係数

FC : 細粒分含有率 (%) (粒径 $75\mu\text{m}$ 以下の土粒子の通過質量百分率)

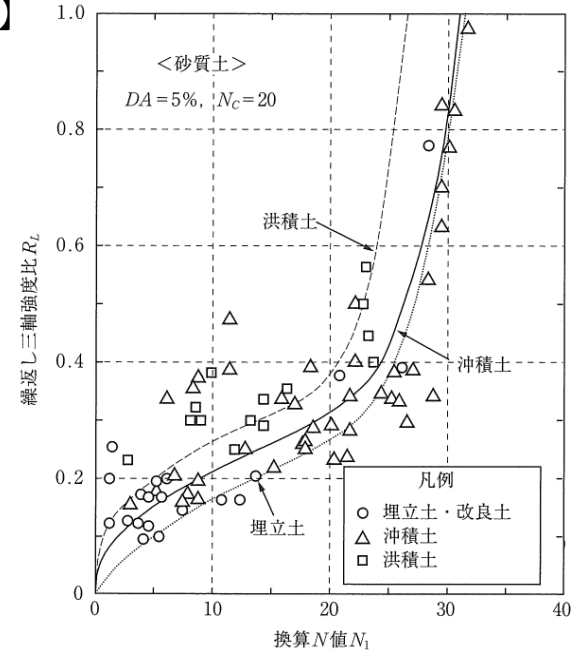


図-参6.6 砂質土の換算N値 N_1 と繰返し三軸強度比 R_L の関係
(道路橋示方書・同解説 V耐震設計編に関する参考資料, 日本道路協会, 2015)

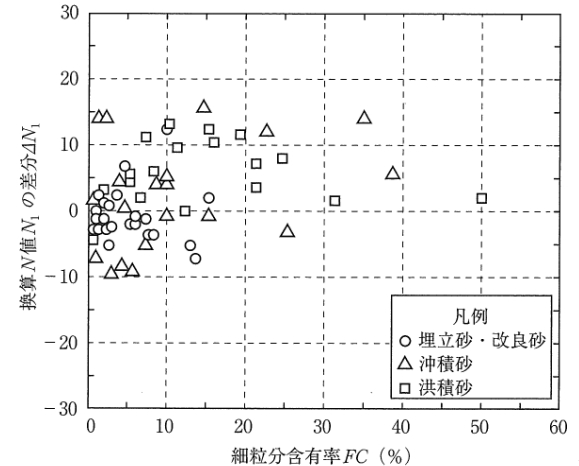


図-参6.7 砂質土の細粒分含有率と換算N値 N_1 の差分 ΔN_1 の関係
(道路橋示方書・同解説 V耐震設計編に関する参考資料, 日本道路協会, 2015)

3. 液状化試験位置とその代表性

3. 2 液状化試験選定箇所の代表性確認

【検討概要（2）ばらつきの考え方について】

- 各基準における設計で設定する地盤物性値のばらつきに対する考え方は、「地盤工学会基準JGS4001：性能設計概念に基づいた基礎構造物等に関する設計原則（2006）」や「港湾の施設の技術上の基準・同解説（2007）」、「道路橋示方書・同解説（2012）」によると、平均値を原則とし、ばらつきを考慮する場合は変動係数などに応じて設定するという考え方が示されている。
- 液状化試験箇所と周辺調査箇所のN値等の比較に際しては、各基準における地盤物性値のばらつきに対する考え方を参考に、「平均値」及び「平均値-1 σ （以降、-1 σ 値と称す）」について整理した。

地盤工学会 基準 JGS4001

- 設計に用いる「特性値」の決定にあたっては、過去の経験にもとづき、地盤パラメータのばらつきや単純化したモデルの適用性に十分留意しなければならない。
- この特性値は、原則として導出値の平均値（期待値）である。この平均値は単なる機械的な平均値ではなく、統計的な平均値の推定誤差を勘案したものでなければならない。
- 特性値を示すにあたっては、地盤の特性を記述するために、特性値に加えて、導出値のばらつきの指標（たとえば標準誤差や変動係数）を含めることが望ましい。

港湾基準 (2007)

- 性能照査に用いる地盤定数の設計用値は、原則として地盤工学会基準JGS4001に基づき、推定する。
- 地盤定数の代表値である特性値は、データ数が十分かつ導出値のばらつきが小さい場合には、原則として導出値の平均値をもって算定することができる。ただし、データ数が不足している場合（10個未満）及び導出値のばらつきが大きい場合には、導出値の平均値を補正した上で、特性値を設定する必要がある。
- 特性値は、導出値のばらつきに関する補正係数 b_1 を標準偏差として定義される変動係数に応じて設定することにする。

道路橋 示方書 (2012)

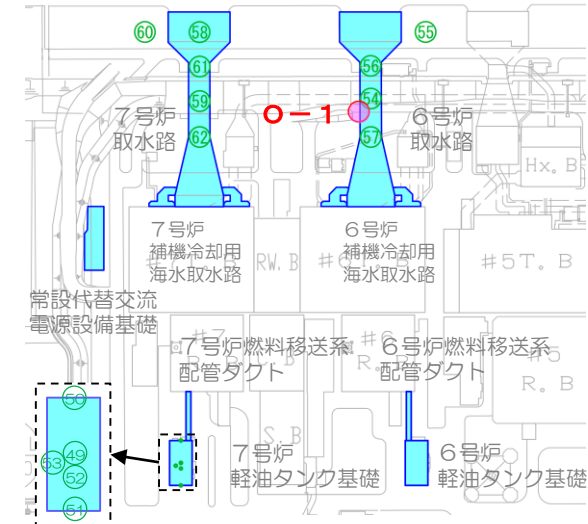
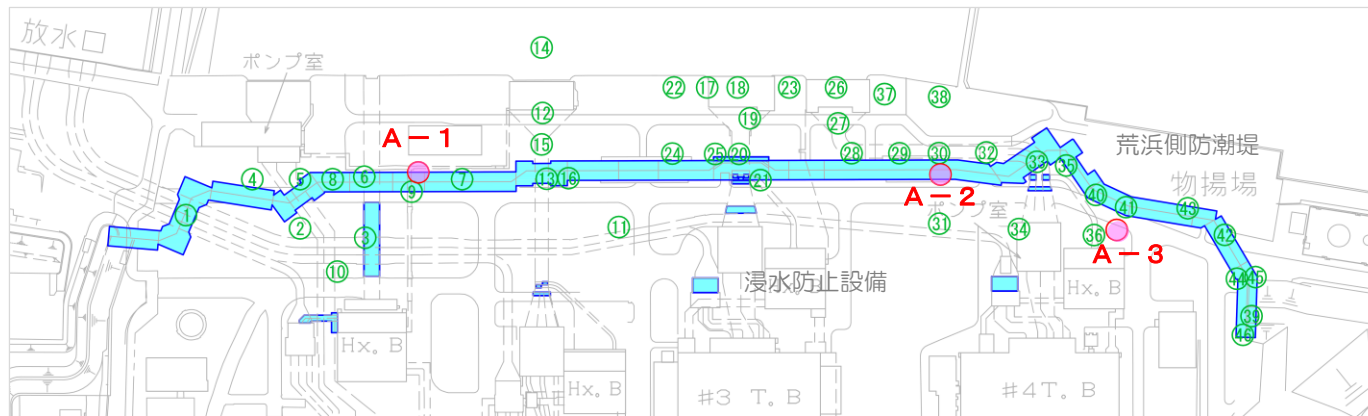
- 地盤は複雑でばらつきの大きい材料であるが、設計に用いる地盤定数は、基礎に作用する荷重に対して、その条件下で最も高い確率で起こり得る基礎の挙動を推定するものである。したがって、地盤定数は、計算式の精度や特性を顧慮したうえで、当該地盤の平均的な値と考えられるものを求めることが原則である。
- 自然地盤から得られる計測データは多様で、しかもばらつくのがふつうである。データのばらつきだけでなく、データ数を合理的に評価して設計に用いる地盤定数を定める必要がある。

3. 液状化試験位置とその代表性

3. 2 液状化試験選定箇所への代表性確認

【検討概要(3)】

- 液状化試験箇所と周辺調査箇所におけるN値や物理特性データは、既往の試験結果を集計、整理した。
 - 液状化試験箇所については、2007年新潟県中越沖地震後に取得した試験データを整理した。
 - 周辺調査箇所については、N値、物理特性の両方を多く取得している取水路及び軽油タンク建設時の試験データを整理した。
- 各種試験は、JISに基づき実施した。
- なお、周辺調査箇所については、以下の理由により審査会合(7/12)で示した箇所から変更した。
 - データ数の少ない荒浜側の新期砂層・沖積層について、防潮堤建設時のN値を追加して整理した。(データ数, 増)
 - 建設で掘削され現存しない深度のデータは、除外した。(データ数, 減)
 - 地質情報の精査(3次元的な地層変化の考慮等)に伴い、地層区分の見直しとデータ拡充を実施した。(データ数, 増減)



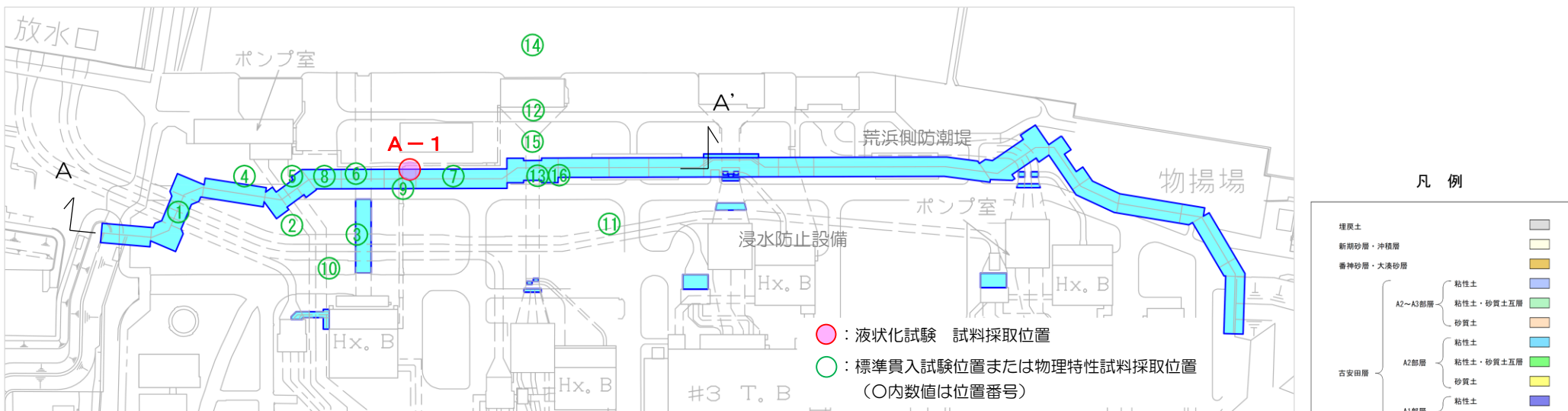
- : 液状化試験 試料採取位置
- : 標準貫入試験位置または物理特性試料採取位置
(○内数値は位置番号)

3. 液状化試験位置とその代表性

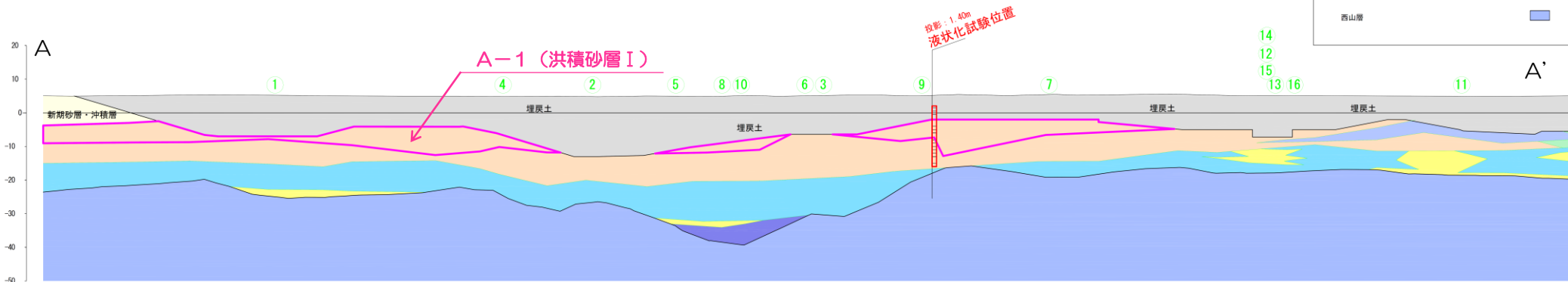
3. 2 液状化試験選定箇所その代表性確認

【液状化試験選定箇所の代表性確認：荒浜側 A-1（洪積砂層 I）】

- 液状化試験を実施したA-1（洪積砂層 I）の試料採取箇所と周辺調査箇所におけるN値や物理特性の比較を行った。
- なお、A-1（洪積砂層 I）は、3～4号炉海側から連続するシルト主体の地層の上位に位置する砂層（）のうち、N値50以上の砂層を工学的に区分した層である。



N値及び物理特性の調査位置図：荒浜側 A-1（洪積砂層 I）



N値及び物理特性の整理対象層：荒浜側 A-1（洪積砂層 I）

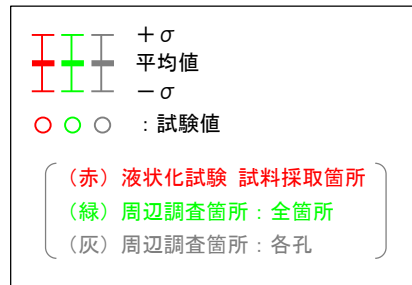
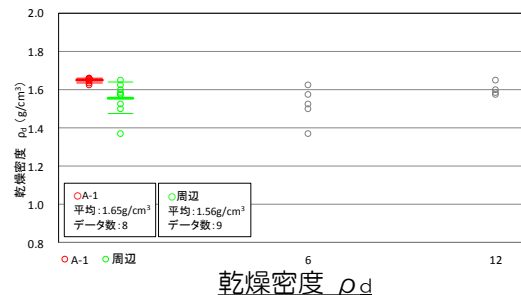
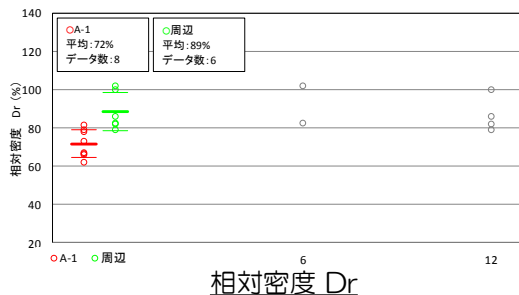
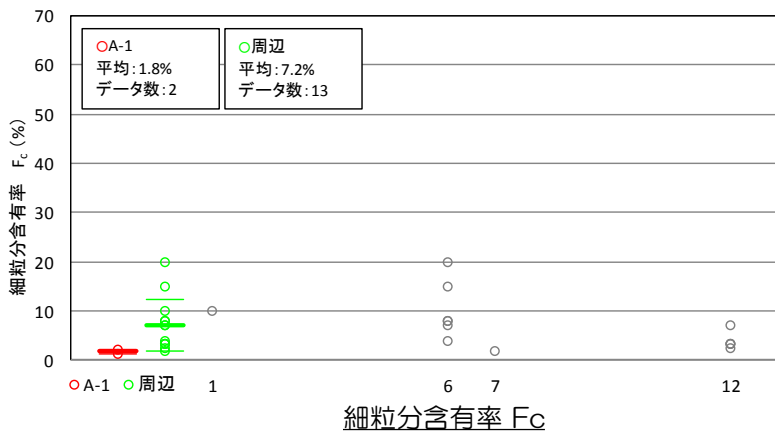
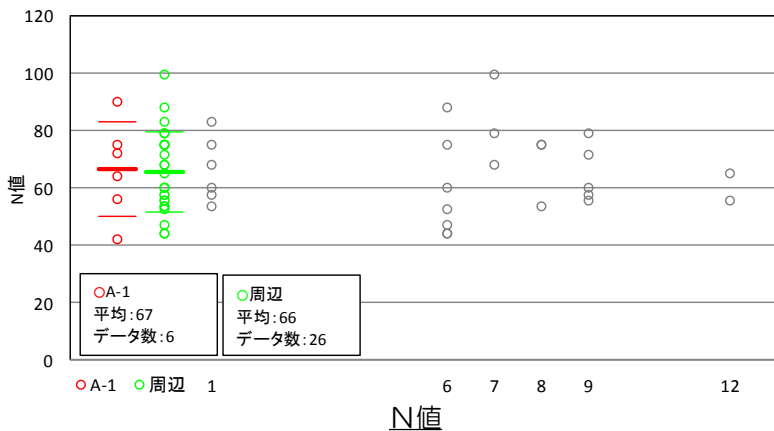
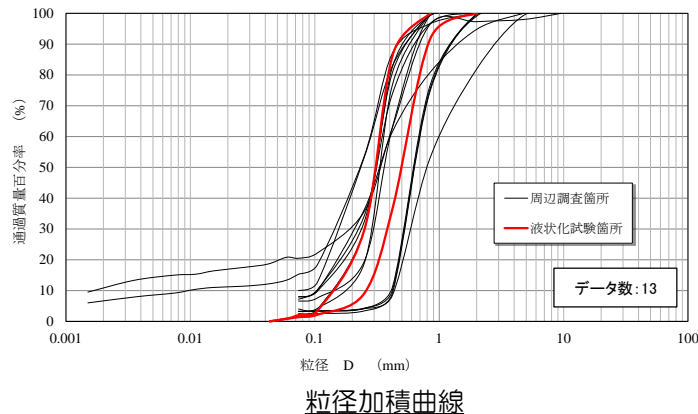
3. 液状化試験位置とその代表性

3.2 液状化試験選定箇所の代表性確認

【液状化試験選定箇所の代表性確認：荒浜側 A-1（洪積砂層 I）】

- **N値**：液状化試験箇所と周辺調査箇所の平均値及び-1σ値は同程度である。
- **細粒分含有率**：液状化試験箇所の平均値及び-1σ値は、周辺調査箇所より小さい。

(参考) 粒径加積曲線：液状化試験箇所は周辺調査箇所のばらつきの範囲内に入っている。
 相対密度：液状化試験箇所の平均値及び-1σ値は、周辺調査箇所より小さい。
 乾燥密度：液状化試験箇所の平均値は同程度であり、-1σ値は周辺調査箇所より大きい。



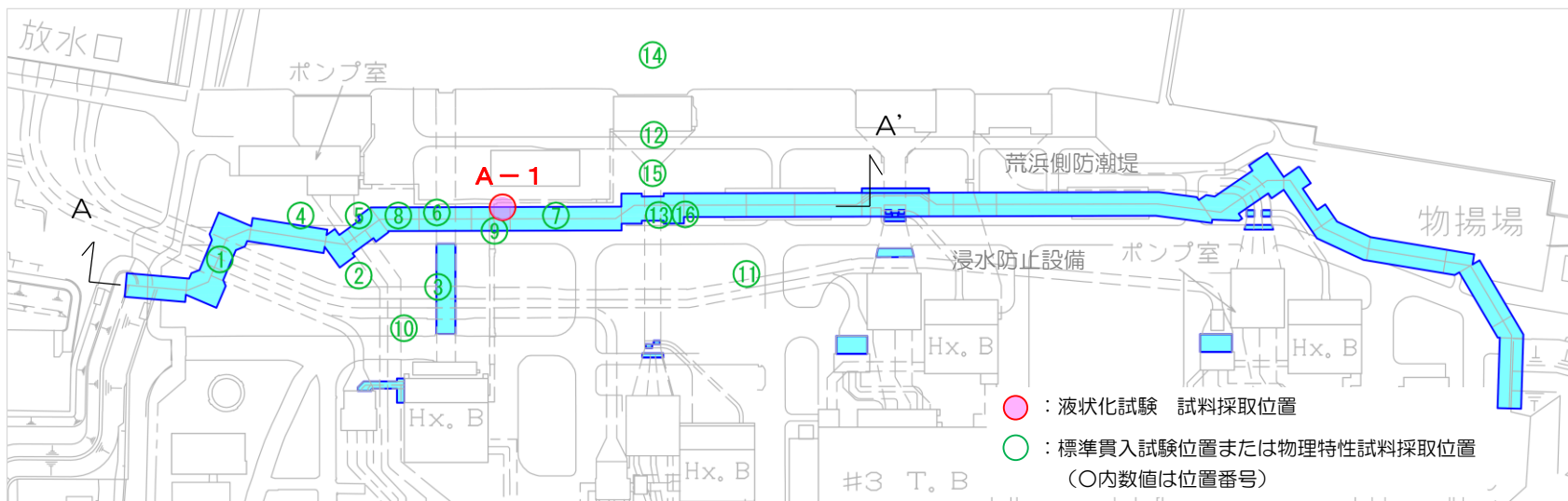
N値及び物理特性の比較 荒浜側 A-1（洪積砂層 I）

3. 液状化試験位置とその代表性

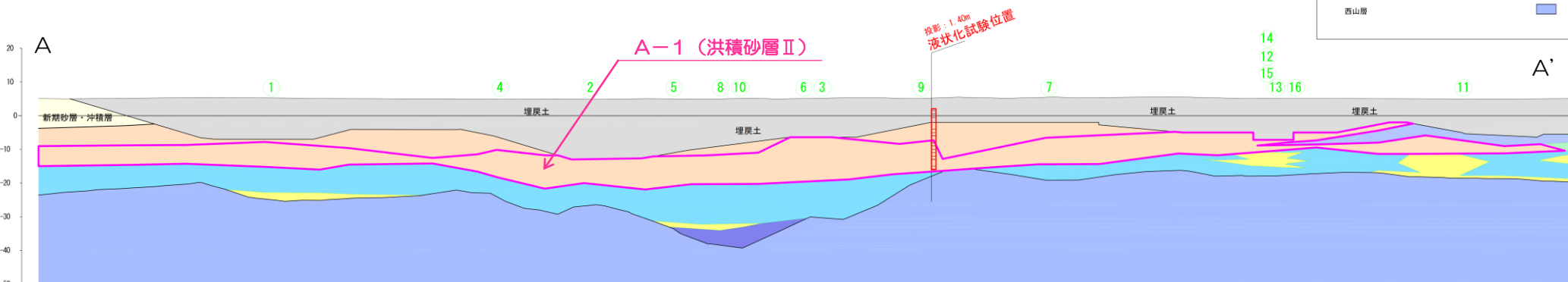
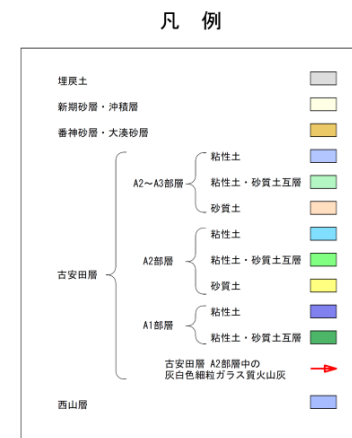
3. 2 液状化試験選定箇所その代表性確認

【液状化試験選定箇所の代表性確認：荒浜側 A-1（洪積砂層Ⅱ）】

- 液状化試験を実施したA-1（洪積砂層Ⅱ）の試料採取箇所と周辺調査箇所におけるN値や物理特性の比較を行った。
- なお、A-1（洪積砂層Ⅱ）は、3～4号炉海側から連続するシルト主体の地層の上位に位置する砂層（）のうち、N値50以下の砂層を工学的に区分した層である。



N値及び物理特性の調査位置図：荒浜側 洪積砂層Ⅱ（A-1）



N値及び物理特性の整理対象層：荒浜側 A-1（洪積砂層Ⅱ）

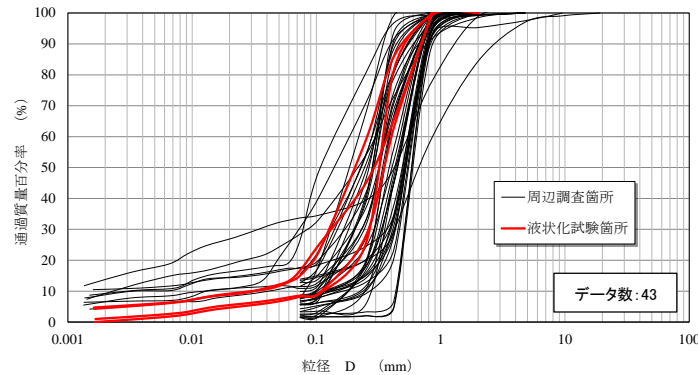
3. 液状化試験位置とその代表性

3. 2 液状化試験選定箇所への代表性確認

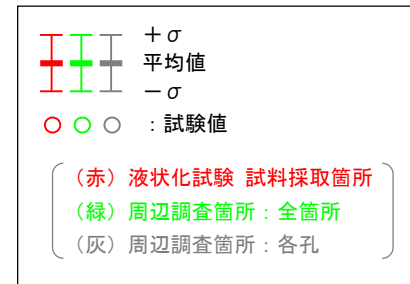
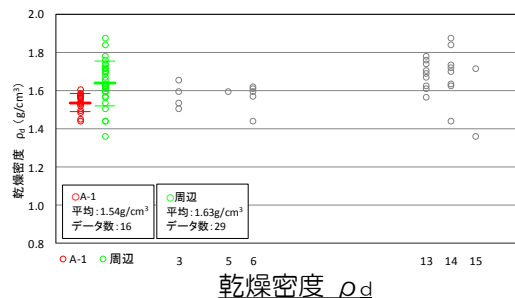
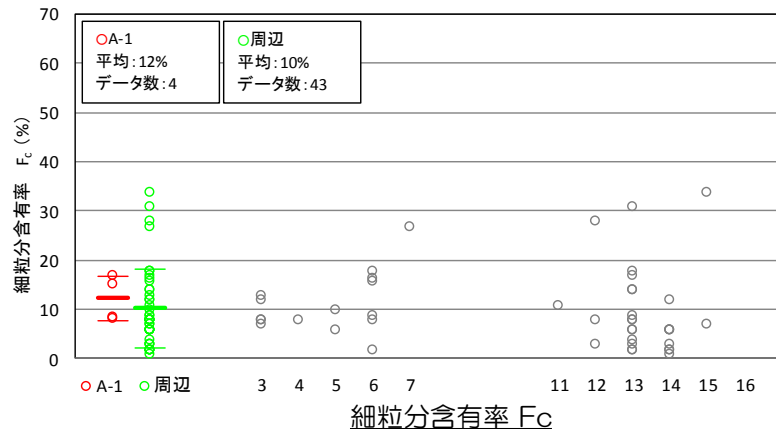
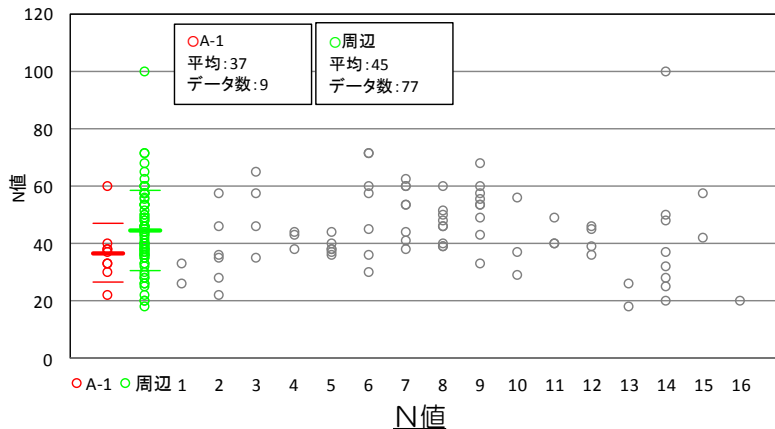
【液状化試験選定箇所への代表性確認：荒浜側 A-1（洪積砂層Ⅱ）】

- **N値**：液状化試験箇所の平均値及び-1σ値は、周辺調査箇所より小さい。
- **細粒分含有率**：液状化試験箇所の平均値及び-1σ値は周辺調査箇所より若干大きい（ばらつきが小さい）。

(参考) 粒径加積曲線：液状化試験箇所は周辺調査箇所のばらつきの範囲内に入っている。
 相対密度：液状化試験箇所の平均値及び-1σ値は、周辺調査箇所と同程度である。
 乾燥密度：液状化試験箇所の平均値及び-1σ値は、周辺調査箇所より小さい。



粒径加積曲線



N値及び物理特性の比較 荒浜側 A-1（洪積砂層Ⅱ）

3. 液状化試験位置とその代表性

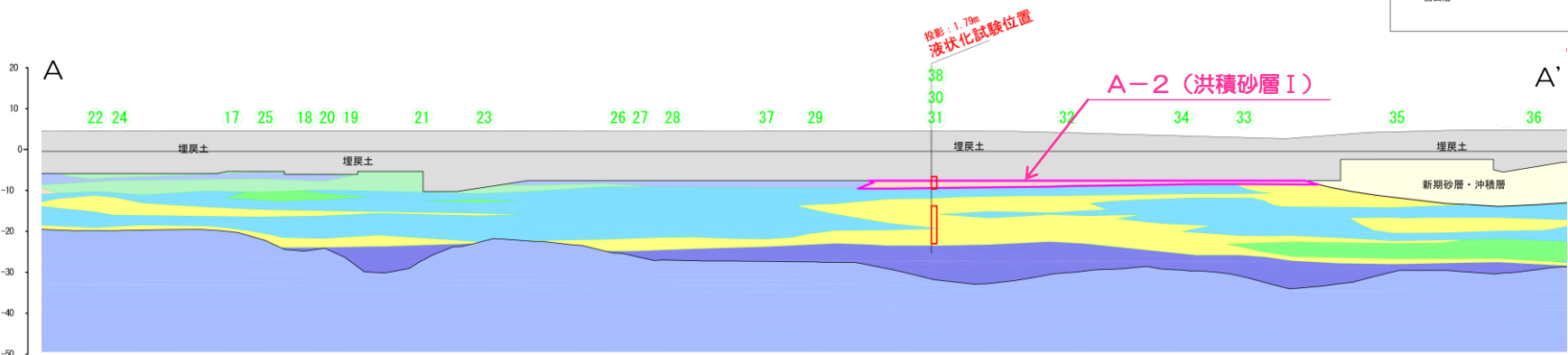
3.2 液状化試験選定箇所の代表性確認

【液状化試験選定箇所の代表性確認：荒浜側 A-2（洪積砂層 I）】

- 液状化試験を実施したA-2（洪積砂層 I）の試料採取箇所と周辺調査箇所におけるN値や物理特性の比較を行った。



N値及び物理特性の調査位置図：荒浜側 A-2（洪積砂層 I）



N値及び物理特性の整理対象層：荒浜側 A-2（洪積砂層 I）

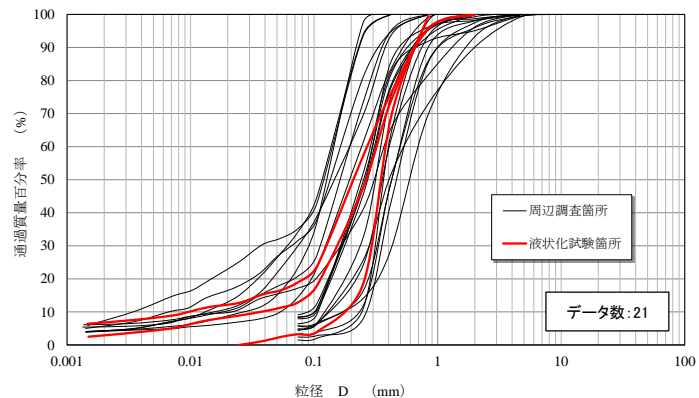
3. 液状化試験位置とその代表性

3.2 液状化試験選定箇所への代表性確認

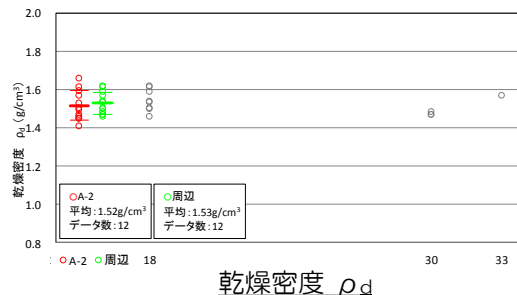
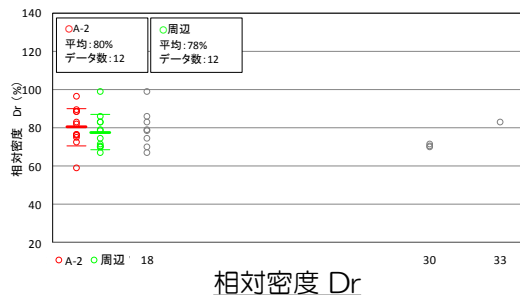
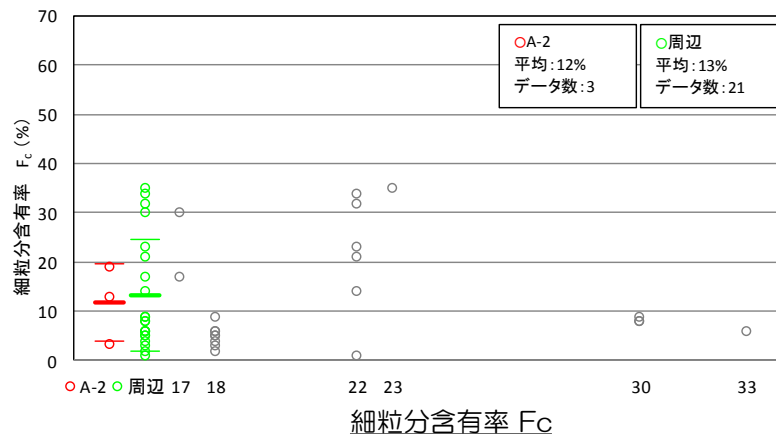
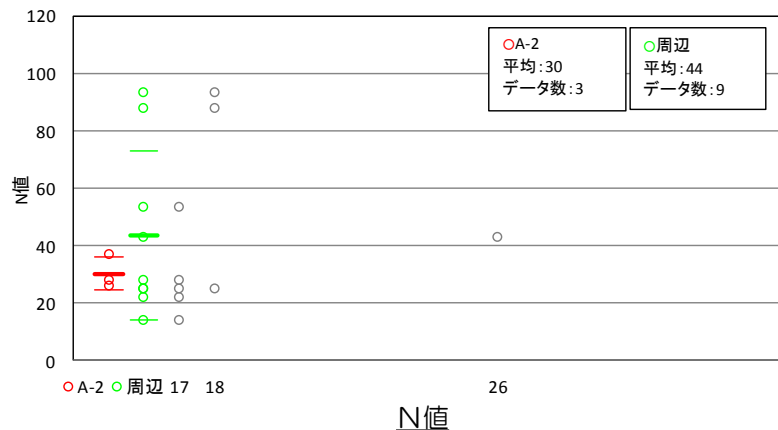
【液状化試験選定箇所の代表性確認：荒浜側 A-2（洪積砂層 I）】

- **N値**：液状化試験箇所の平均値は周辺調査箇所より小さく、 -1σ 値は周辺調査箇所より大きい（ばらつきが小さい）。
- **細粒分含有率**：液状化試験箇所の平均値は、周辺調査箇所と同程度であり、 -1σ 値は周辺調査箇所より若干大きい。

(参考) 粒径加積曲線：液状化試験箇所は周辺調査箇所のばらつきの範囲内に入っている。
 相対密度：液状化試験箇所の平均値及び -1σ 値は、周辺調査箇所と同程度である。
 乾燥密度：液状化試験箇所の平均値及び -1σ 値は、周辺調査箇所より若干小さい。



粒径加積曲線



+ $+\sigma$
■ 平均値
- $-\sigma$
○ ○ ○ : 試験値
 (赤) 液状化試験 試料採取箇所
 (緑) 周辺調査箇所: 全箇所
 (灰) 周辺調査箇所: 各孔

N値及び物理特性の比較 荒浜側 A-2（洪積砂層 I）

3. 液状化試験位置とその代表性

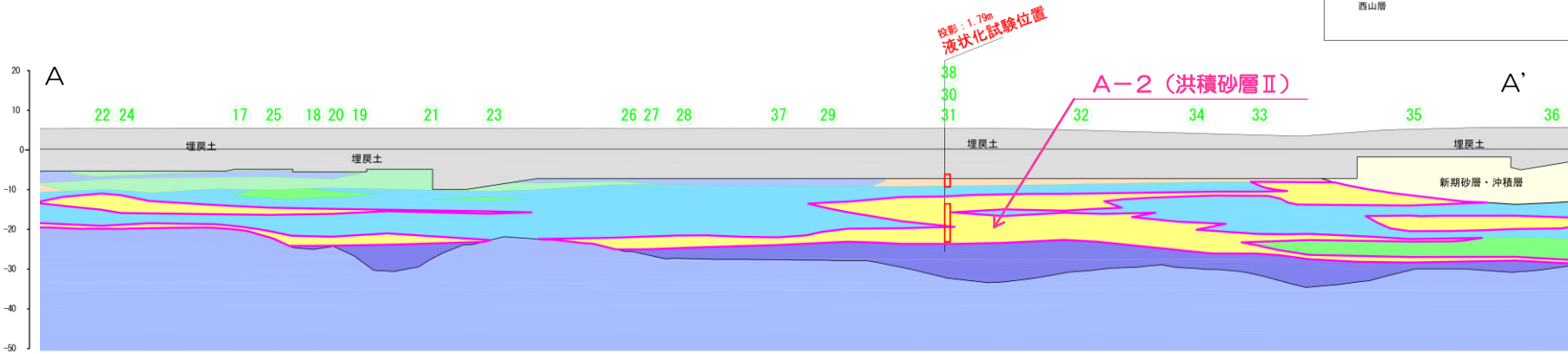
3. 2 液状化試験選定箇所その代表性確認

【液状化試験選定箇所の代表性確認：荒浜側 A-2（洪積砂層Ⅱ）】

- 液状化試験を実施したA-2（洪積砂層Ⅱ）の試料採取箇所と周辺調査箇所におけるN値や物理特性の比較を行った。



N値及び物理特性の調査位置図：荒浜側 A-2（洪積砂層Ⅱ）



N値及び物理特性の整理対象層：荒浜側 A-2（洪積砂層Ⅱ）

3. 液状化試験位置とその代表性

3.2 液状化試験選定箇所への代表性確認

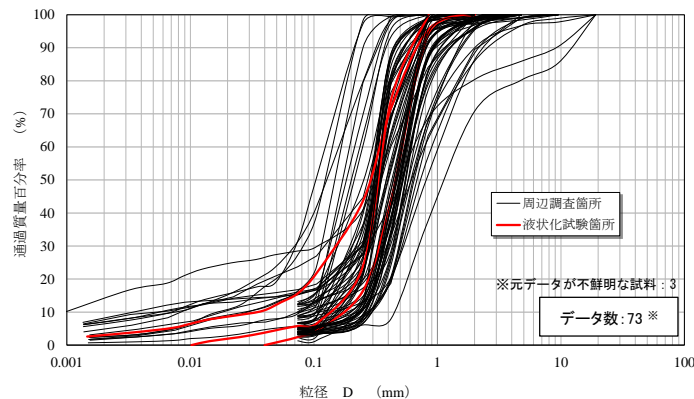
【液状化試験選定箇所への代表性確認：荒浜側 A-2（洪積砂層Ⅱ）】

- **N値**：液状化試験箇所の平均値は周辺調査箇所より小さく、 -1σ 値は周辺調査箇所と同程度である。
- **細粒分含有率**：液状化試験箇所の平均値は周辺調査箇所と同程度であり、 -1σ 値は周辺調査箇所より小さい。

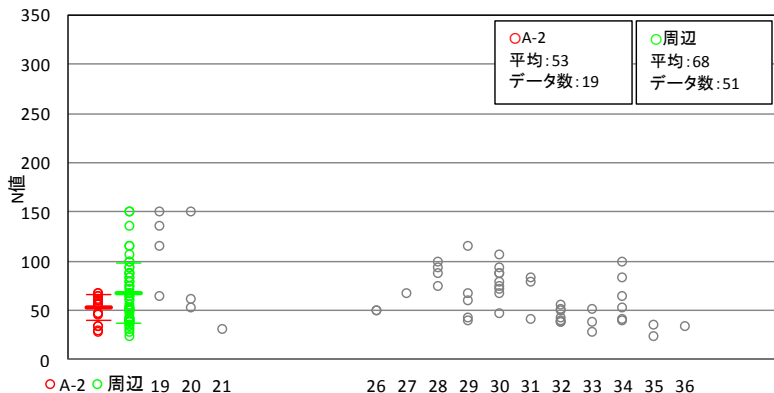
(参考) 粒径加積曲線：液状化試験箇所は周辺調査箇所のばらつき範囲内に入っている。

相対密度：液状化試験箇所の平均値及び -1σ 値は、周辺調査箇所より小さい。

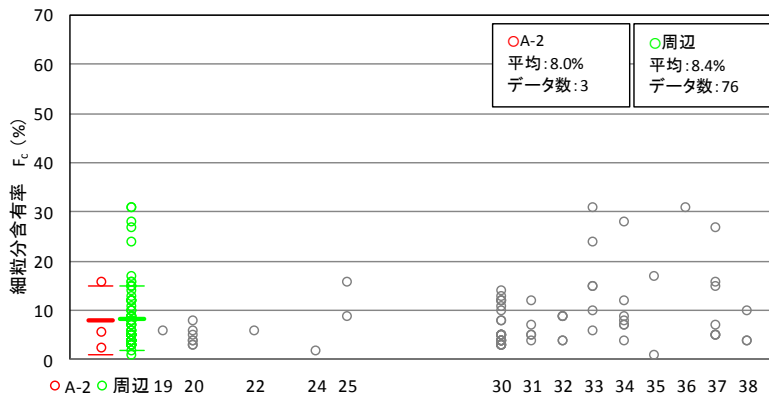
乾燥密度：液状化試験箇所の平均値及び -1σ 値は、周辺調査箇所より小さい。



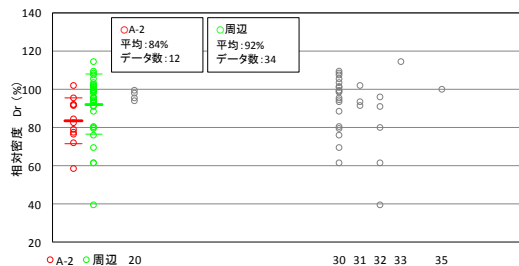
粒径加積曲線



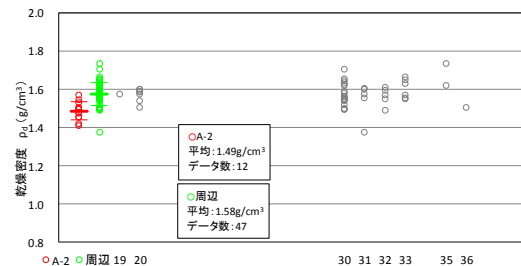
N値



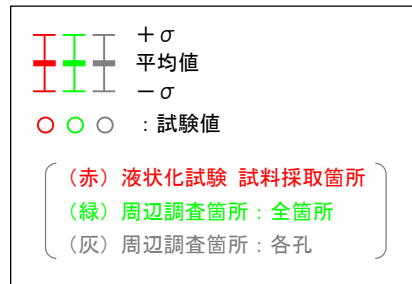
細粒分含有率 F_c



相対密度 D_r



乾燥密度 ρ_d



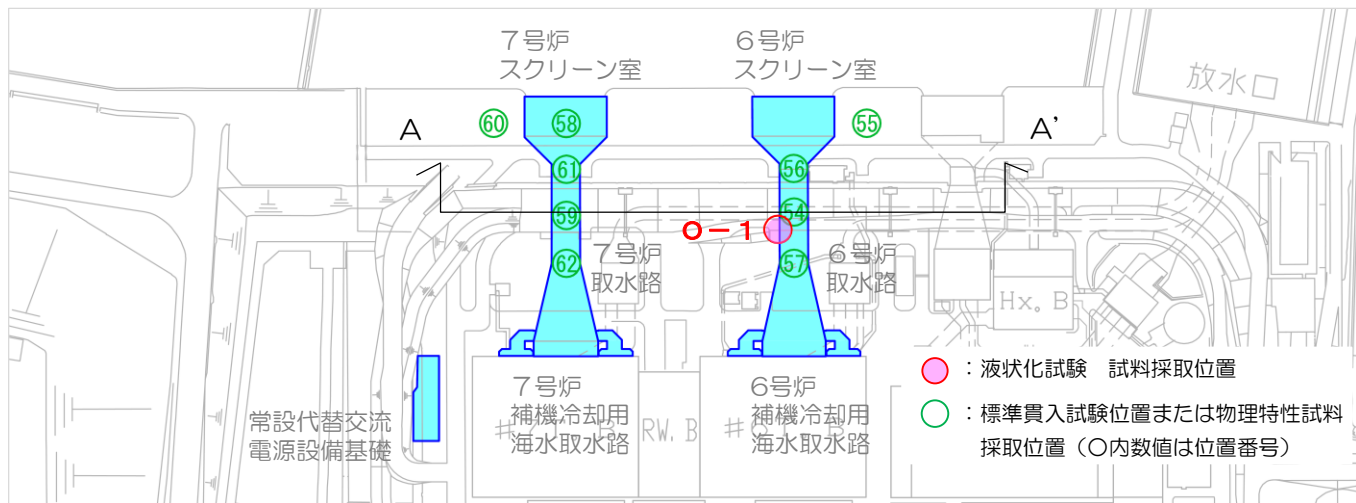
N値及び物理特性の比較 荒浜側 A-2（洪積砂層Ⅱ）

3. 液状化試験位置とその代表性

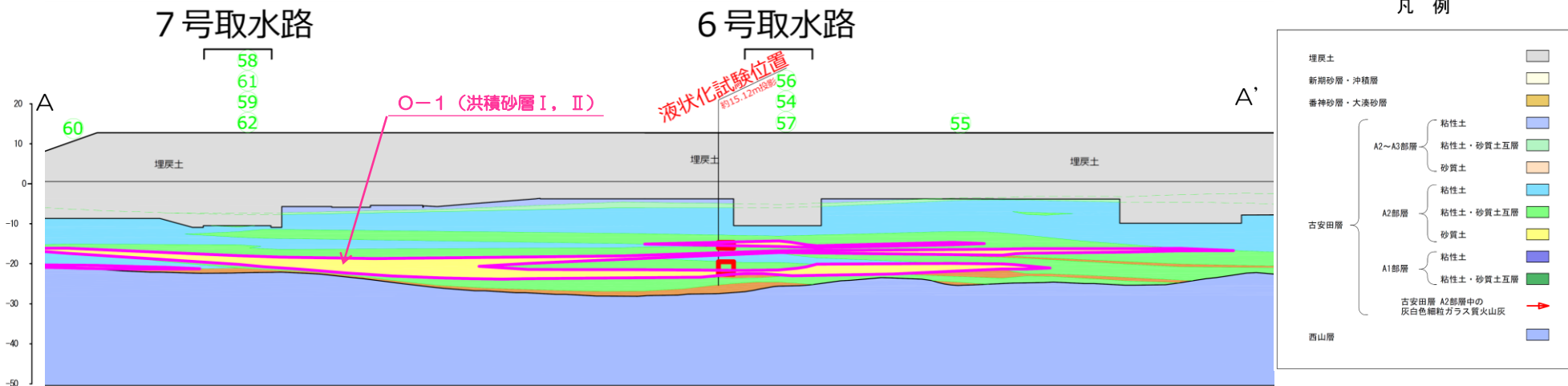
3.2 液状化試験選定箇所その代表性確認

【液状化試験選定箇所の代表性確認：大湊側 O-1（洪積砂質土層 I， II）】

- 液状化試験を実施したO-1（洪積砂質土層 I， II）の試料採取箇所と周辺調査箇所におけるN値や物理特性の比較を行った。



N値及び物理特性の調査位置図：大湊側 O-1（洪積砂質土層 I， II）



N値及び物理特性の整理対象層：大湊側 O-1（洪積砂質土層 I， II）

3. 液状化試験位置とその代表性

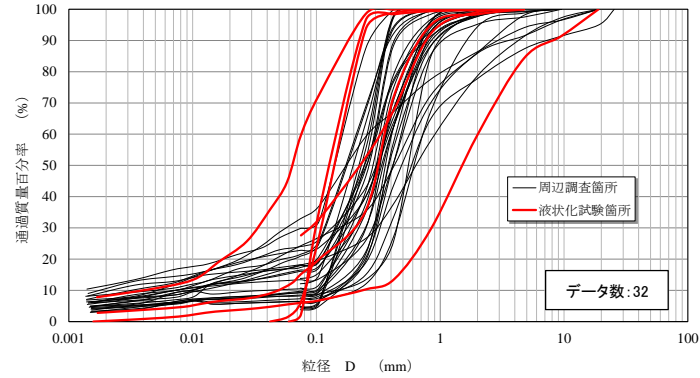
3.2 液状化試験選定箇所への代表性確認

【液状化試験選定箇所の代表性確認：大湊側 O-1（洪積砂質土層 I，II）】

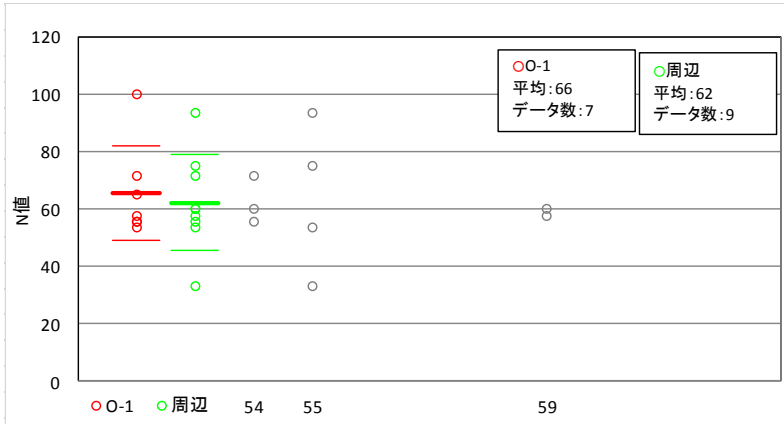
- **N値**：液状化試験箇所の平均値及び-1σ値は、周辺調査箇所と同程度である。
- **細粒分含有率**：液状化試験箇所の平均値は周辺調査箇所より大きく、-1σ値は周辺調査箇所より小さい（ばらつきが大きい）。

(参考) 粒径加積曲線：液状化試験箇所はばらつきが大きく、周辺調査箇所のばらつきの範囲内に入っていないデータがある。

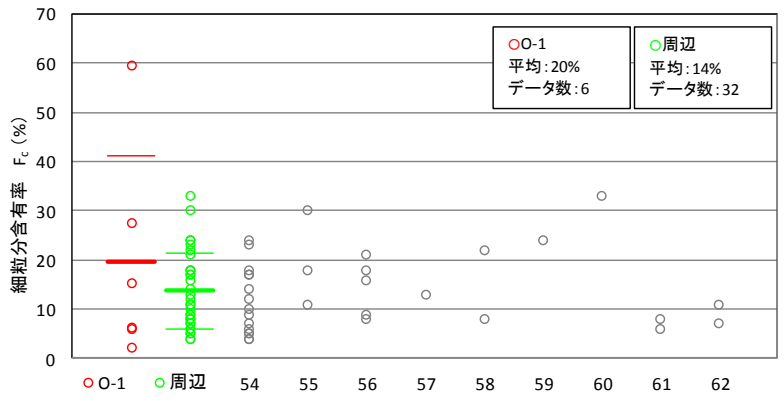
相対密度：液状化試験箇所の平均値及び-1σ値は、周辺調査箇所より大きい。
乾燥密度：液状化試験箇所の平均値及び-1σ値は、周辺調査箇所より小さい。



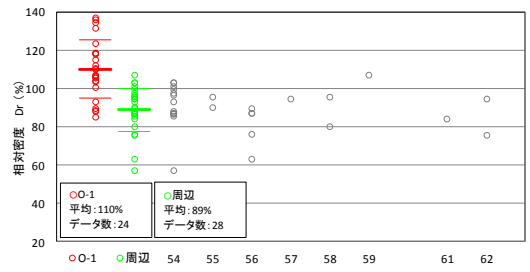
粒径加積曲線



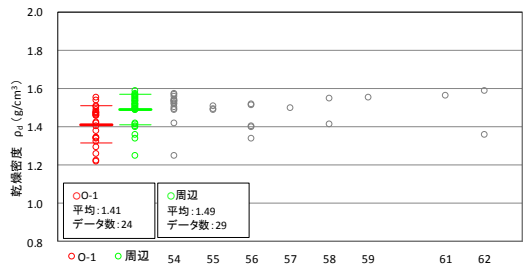
N値



細粒分含有率 Fc



相対密度 Dr



乾燥密度 ρd

+ + + +σ
| | | 平均値
- - - -σ
○ ○ ○ : 試験値

() 液状化試験 試料採取箇所
() 周辺調査箇所: 全箇所
() 周辺調査箇所: 各孔

N値及び物理特性の比較 大湊側 O-1（洪積砂質土層 I，II）

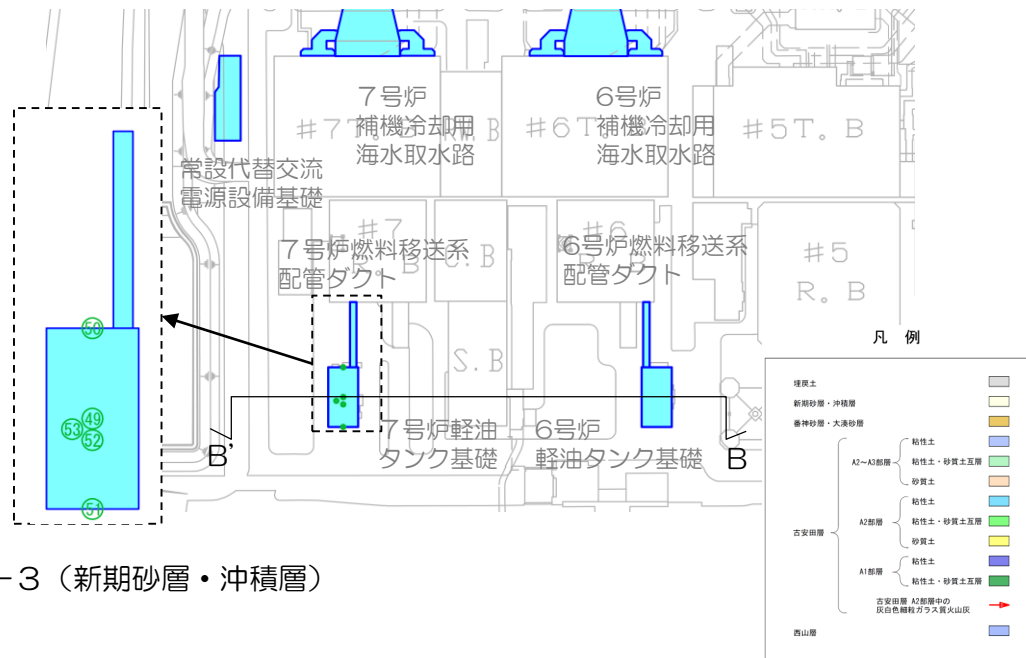
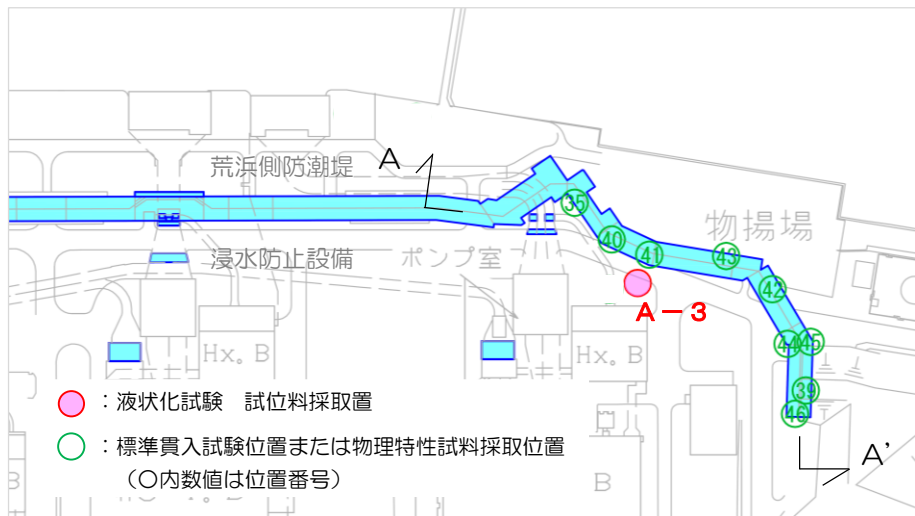


3. 液状化試験位置とその代表性

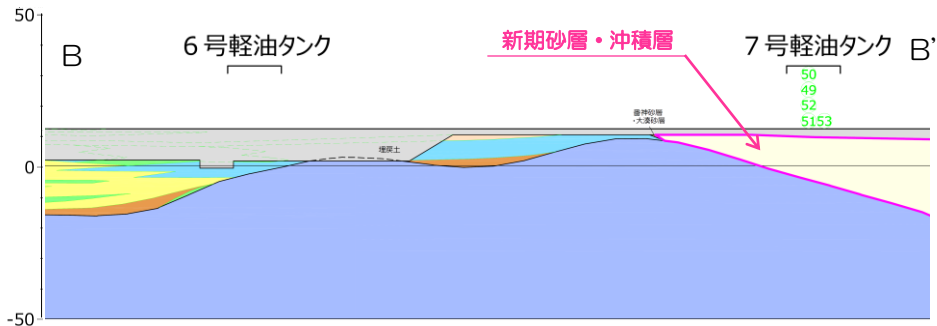
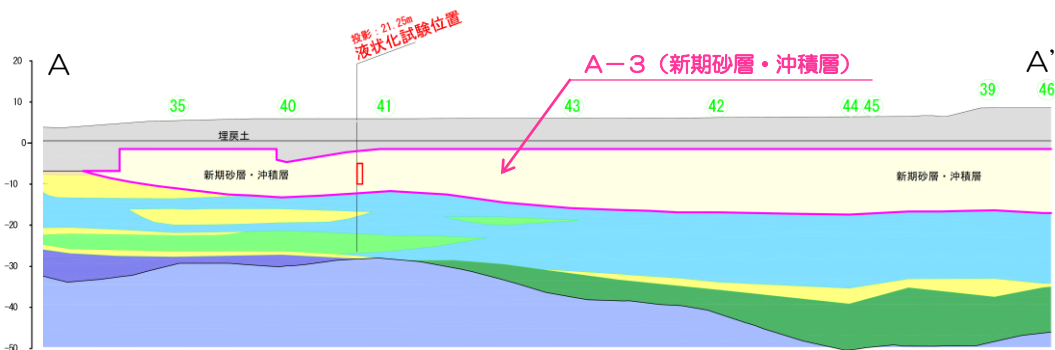
3. 2 液状化試験選定箇所への代表性確認

【液状化試験選定箇所の代表性確認：A-3（新期砂層・沖積層）】

- 液状化試験を実施したA-3（新期砂層・沖積層）の試料採取箇所と周辺調査箇所におけるN値や物理特性の比較を行った。
- なお、新期砂層・沖積層は、敷地のほぼ全域にわたって下位層を覆って分布する砂層（□）である。



N値及び物理特性の調査位置図：A-3（新期砂層・沖積層）



N値及び物理特性の整理対象層：A-3（新期砂層・沖積層）

3. 液状化試験位置とその代表性

3.2 液状化試験選定箇所への代表性確認

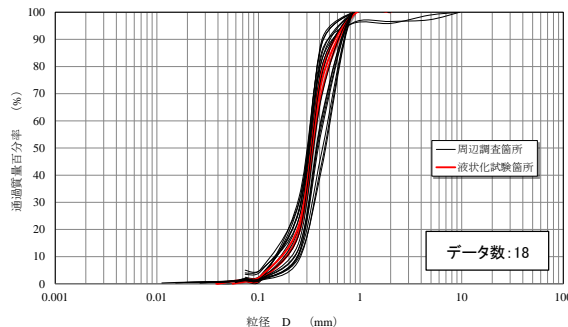
【液状化試験選定箇所の代表性確認：A-3（新时期砂層・沖積層）】

- **N値**：液状化試験箇所の平均値及び -1σ 値は、荒浜側の周辺調査箇所より小さく、大湊側の周辺調査箇所より大きい。
- **細粒分含有率**：液状化試験箇所の平均値は周辺調査箇所より小さく、 -1σ 値は荒浜側の周辺調査箇所と同程度であり、大湊側の周辺調査箇所より大きい。

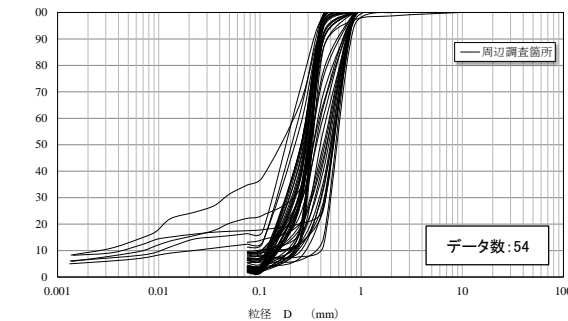
(参考) 粒径加積曲線：液状化試験箇所は周辺調査箇所のばらつきの範囲内に入っており、荒浜側はばらつきが小さく、よく一致している。

相対密度：液状化試験箇所の平均値及び -1σ 値は、周辺調査箇所より小さい。

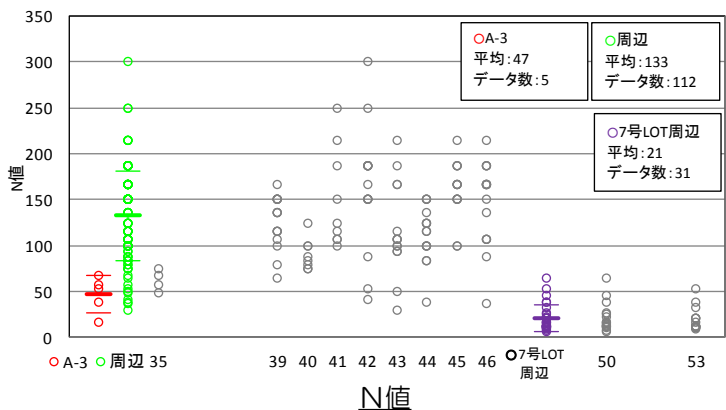
乾燥密度：液状化試験箇所の平均値及び -1σ 値は、荒浜側の周辺調査箇所より小さく、大湊側の周辺調査箇所より大きい。



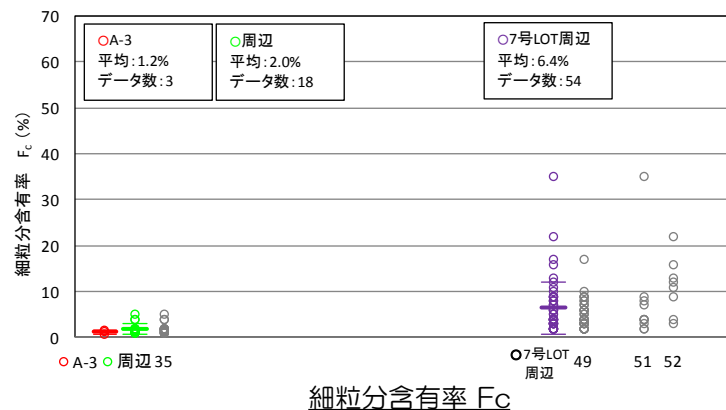
粒径加積曲線（荒浜側）



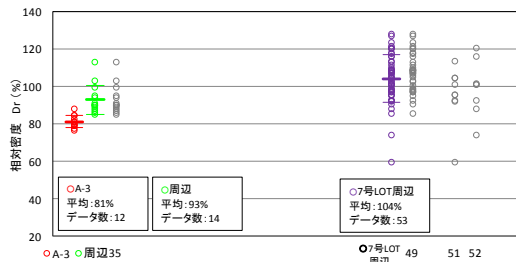
粒径加積曲線（大湊側）



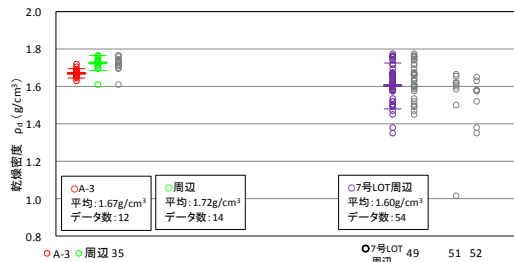
N値



細粒分含有率 F_c



相対密度 D_r



乾燥密度 ρ_d



3. 液状化試験位置とその代表性

3. 2 液状化試験選定箇所への代表性確認

【液状化試験選定箇所の代表性確認（まとめ）】

- 液状化試験箇所の代表性を確認するために、液状化強度との相関が最も高いN値及び相関が高い細粒分含有率について、平均値と-1σ値を指標として整理した。
 - A-1（洪積砂層Ⅰ）は、N値が同程度であり細粒分含有率が小さいこと、A-1（洪積砂層Ⅱ）は、細粒分含有率が若干大きいもののN値が小さいことから、代表性を有していると評価した。ただし、当該地層は層厚が厚く分布範囲が広いことを踏まえ、データ拡充を目的とした追加調査を実施する。
 - A-2（洪積砂層Ⅰ）は、N値及び細粒分含有率の-1σ値が大きいものの、液状化強度との相関が最も高いN値の平均値は小さいことから、代表性を有していると評価した。ただし、A-1（洪積砂層Ⅱ）と同時代に堆積した地層であり、N値が同程度であることを踏まえ、物性設定においては保守的にA-1（洪積砂層Ⅱ）の試験結果を用いる方針とする。
 - A-2（洪積砂層Ⅱ）は、N値及び細粒分含有率が同程度もしくは小さいことから、代表性を有していると評価した。
 - O-1（洪積砂質土層Ⅰ、Ⅱ）は、細粒分含有率が大きい試料が1試料あることで平均値が若干の大きいものの、N値が同程度であることから、代表性を有していると評価した。ただし、6、7号炉の申請であることを踏まえ、N値のデータが少ない7号取水路周辺でデータ拡充を目的とした追加調査を実施する。
 - A-3（新期砂層・沖積層、荒浜側）は、N値及び細粒分含有率がいずれも小さいことから、代表性を有していると評価した。
 - A-3（新期砂層・沖積層、大湊側）は、細粒分含有率が小さいものの、N値が大きいことから、大湊側の新期砂層・沖積層の液状化強度を確認することを目的とした追加調査を実施する。

周辺調査箇所と液状化試験箇所の関係

地層区分		N値	細粒分含有率	追加調査実施
A-1 洪積砂層Ⅰ	平均値			○
	-1σ値			
A-1 洪積砂層Ⅱ	平均値			○
	-1σ値			
A-2 洪積砂層Ⅰ	平均値			○
	-1σ値			
A-2 洪積砂層Ⅱ	平均値			-
	-1σ値			
O-1 洪積砂質土層	平均値			○
	-1σ値			
A-3（荒浜側） 新期砂層・沖積層	平均値			-
	-1σ値			
A-3（大湊側） 新期砂層・沖積層	平均値			○
	-1σ値			

- : 周辺調査箇所に対して液状化試験箇所が小さい
(変動率 < -10%)
- : 周辺調査箇所と液状化試験箇所が同程度
(10% ≤ 変動率 ≤ 10%)
- : 周辺調査箇所に対して液状化試験箇所が大きい
(変動率 > 10%)

3. 液状化試験位置とその代表性

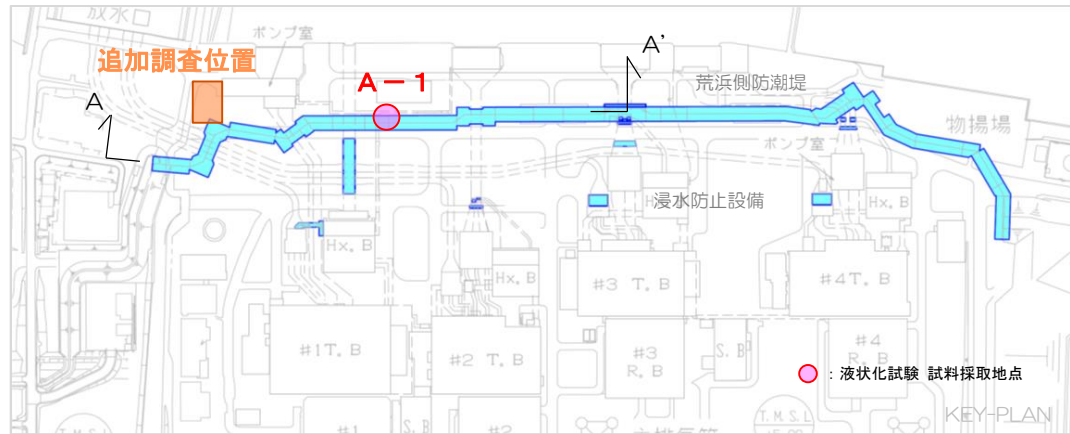
3. 3 追加調査

3. 液状化試験位置とその代表性

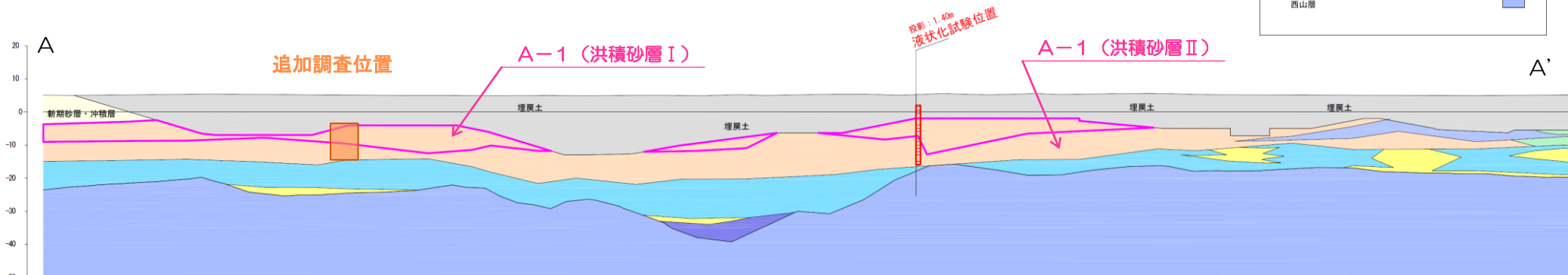
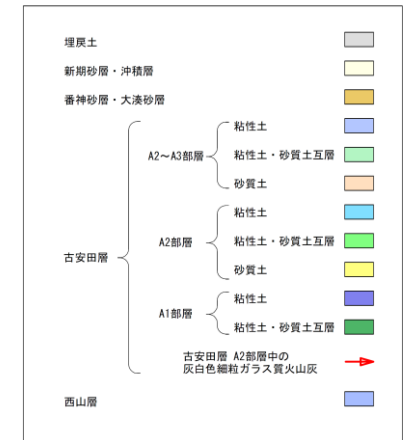
3.3 追加調査

【液状化試験の追加について：荒浜側 A-1（洪積砂層 I，II），A-2（洪積砂層 I）】

- 荒浜側 A-1（洪積砂層 I，II）及び A-2（洪積砂層 I）は、地質の連続性等の評価や周辺調査箇所との N 値や細粒分含有率の比較から代表性を有していると評価した。ただし、層厚が厚く分布範囲が広いことを踏まえ、データ拡充を目的とした追加調査を実施する。
- 追加調査位置は、洪積砂層 I，II の両層を採取できる場所を選定した。



凡例



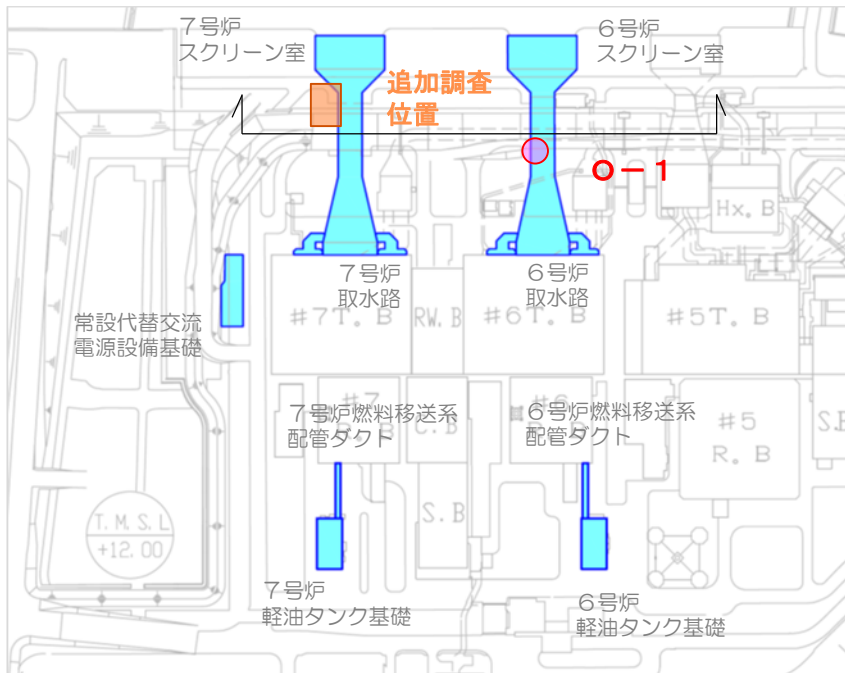
N値及び物理特性の整理対象層：荒浜側 A-1（洪積砂層 I）

3. 液状化試験位置とその代表性

3.3 追加調査

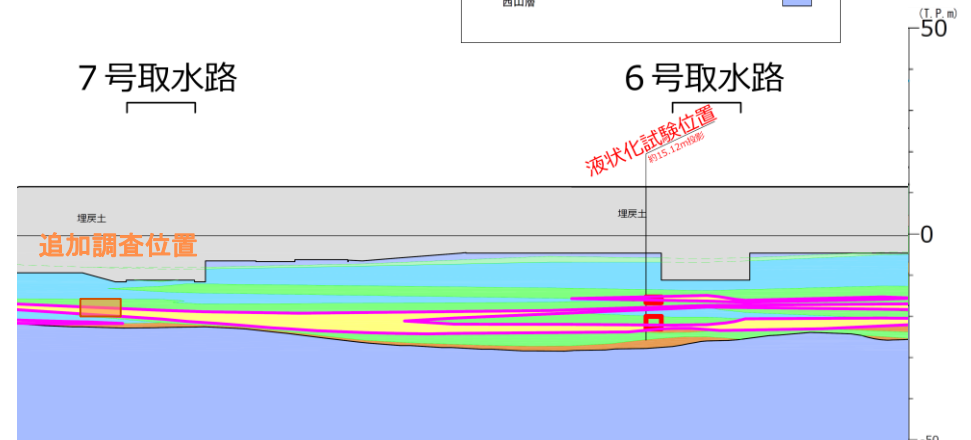
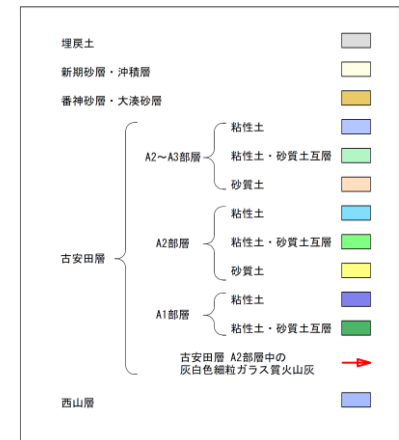
【液状化試験の追加について：大湊側，O-1（洪積砂質土層Ⅰ，Ⅱ）】

- O-1（洪積砂質土層Ⅰ，Ⅱ）は，地質の連続性等の評価や周辺調査箇所のN値や細粒分含有率の比較から代表性を有していると評価した。ただし，6，7号炉の申請であることを踏まえ，7号取水路周辺でデータ拡充を目的とした追加調査を実施する。
- 追加調査位置は，古安田層中に挟在する砂層から試料が確実に採取できるように，砂層厚の比較的厚い場所を選定した。



大湊側 調査位置図

凡例



大湊側 地質断面図（6号～7号炉取水路）

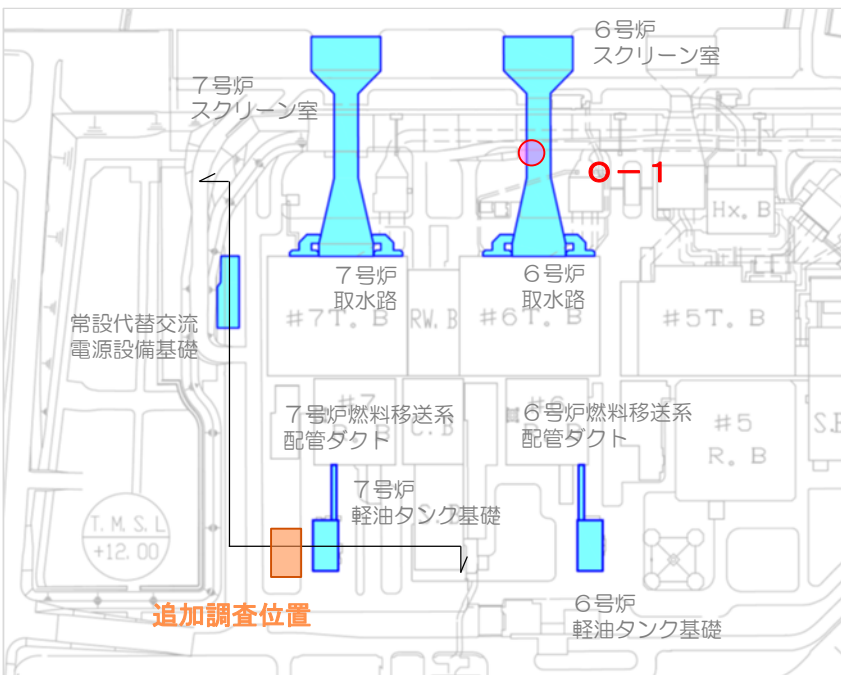
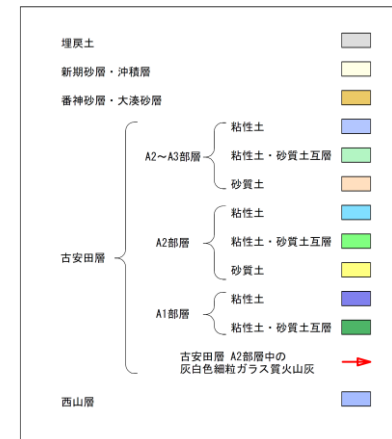
3. 液状化試験位置とその代表性

3.3 追加調査

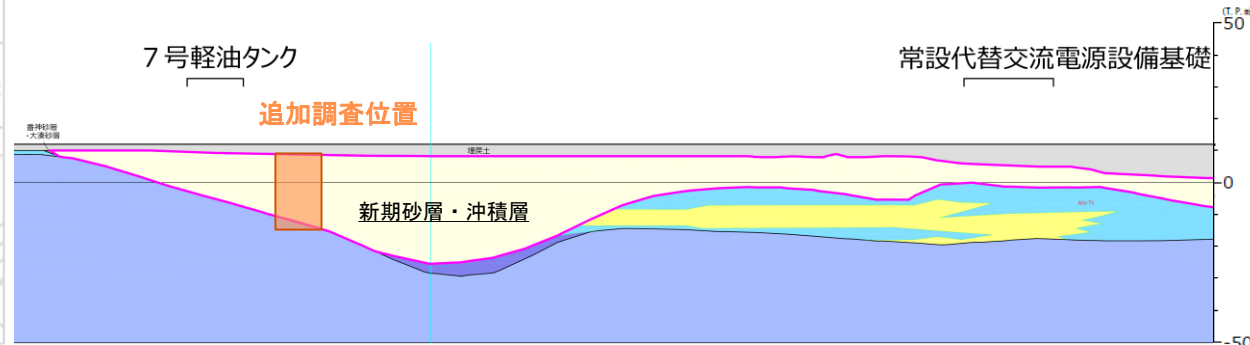
【液状化試験の追加について：大湊側，新期砂層・沖積層】

- A-3（新期砂層・沖積層，大湊側）は，周辺調査箇所との比較の結果，細粒分含有率が小さいもののN値が小さいことから，大湊側の新期砂層・沖積層の液状化強度を確認することを目的とした追加調査を実施する。
- 追加調査位置は，新期砂層・沖積層から試料が確実に採取できるよう，層厚の比較的厚い場所を選定した。

凡例



大湊側 調査位置図



大湊側 地質断面図（常設代替交流電源設備基礎～7号炉軽油タンク基礎）