

(参考資料 8) 地盤改良における補足

1. 地盤改良の概要

1.1 地盤改良工法の種類と適用地盤

地盤改良工法については、文献（陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル改訂版，（財）土木研究センター，平成 16 年 3 月）では，以下の項目により分類づけられる。

- ① 対策工法を必要とする理由，目的，期待する効果
- ② 地盤の性状
- ③ 構造物の性質
- ④ 現場条件，周辺環境

地盤改良工法の種類と適用地盤・効果を表 1-1 に示す。

表 1-1 地盤改良工法の種類と適用地盤・効果

工法	適用地盤				工法の効果					
	粘性土	砂質土	粘性土 砂質土 の互層	有機 質土	沈下対策		安定対策			
					圧密沈 下促進	沈下量 減少	せん断 変形の 抑制	強度増 加促進	すべり 抵抗の 付与	液状化 の防止
表層処理工法	表層排水工法									
	サンドマット工法	○						○	○	
	敷設材工法									
	浅層混合処理工法									
置換工法	掘削置換工法	○		○	○		○		○	
	強制置換工法									
押え盛土工法	押え盛土工法	○		○	○			○		
	緩斜面工法									
緩速荷荷工法	漸増荷荷工法	○		○	○			○		
	段階荷荷工法									
荷荷重工法	盛土荷重荷荷工法									
	大気圧荷荷工法	○		○	○			○		
	地下水低下工法									
パーチカル ドレーン工法	サンドドレーン工法	○		○	○			○	○	
	ボード系ドレーン工法									
	サンドコンパ クション工法	○	○	○	○	○	○			○
締固め工法	振動棒工法		○				○			○
	動圧密工法									
固結工法	深層混合処理工法	○	○	○	○		○	○	○	○
	生石灰パイル工法									
	薬液注入工法									
構造物による 工法	矢板工法									
	打設グイ工法	○	○	○	○		○		○	
	スラブ工法									
	カルバート工法									

(引用：陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル 改訂版，

(財)土木研究センター，平成 16 年 3 月)

表 1-1 に示す工法のうち、女川原子力発電所で適用している地盤改良工法としては、適用地盤や工法の効果とも幅広い「固結工法」を基本としている。固結工法のうち、主に採用した工法は深層混合処理工法（高圧噴射攪拌工法）である。

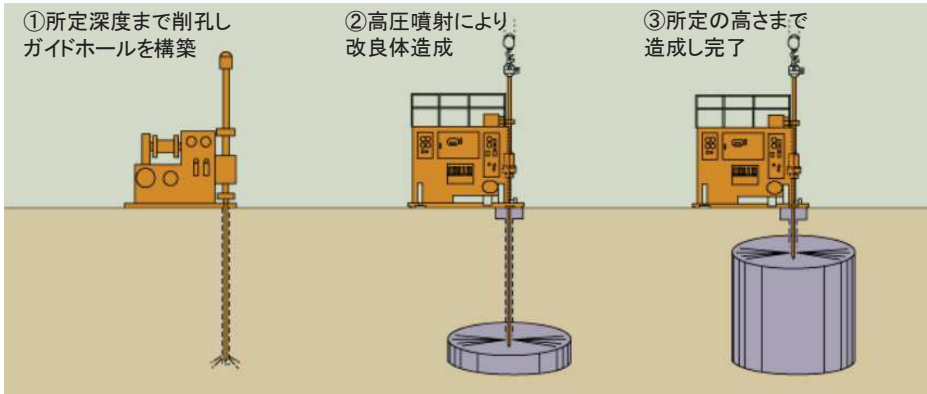
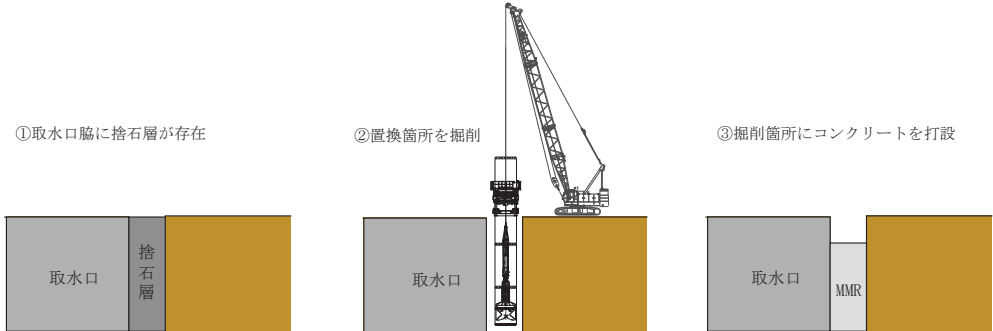
この他、置換工法として、取水口脇については、捨石層を置換するためにMMR*置換工法を採用した。

*：マンメイドロック

1.2 地盤改良の施工方法

女川原子力発電所で適用している地盤改良の施工方法の概要を表 1-2 に示す。

表 1-2 施工方法の概要

工 法	概 要
<p>高圧噴射攪拌 工法</p>	<p>高圧でセメントミルクを吐出し，原地盤を切削・攪拌することで改良体を造成する工法。地上構造物及び埋設構造物がある，開削が困難な箇所にて採用。</p>  <p>①所定深度まで削孔しガイドホールを構築 ②高圧噴射により改良体造成 ③所定の高さまで造成し完了</p> <p>出典：SUPERJET研究会HP</p>
<p>MMR 置換工法*</p>	<p>原地盤を開削後に MMR を構築することで改良体を造成する工法。構造物周辺に捨石層が存在する等，高圧噴射攪拌工法では改良が困難な箇所にて採用。</p>  <p>①取水口脇に捨石層が存在 ②置換箇所を掘削 ③掘削箇所にコンクリートを打設</p>

*：取水口脇の捨石層を置換するために実施。

2. 各施設における地盤改良体の概要

地盤改良体を設置する施設の平面配置図を図 2-1 に、地盤改良の目的を表 2-1 に示す。表 2-1 に示すとおり、地盤改良の主な目的は、構造物の支持又は変形抑制に区別される。各施設の地盤改良体の平面配置図及び配置図を図 2-2～図 2-14 に示す。

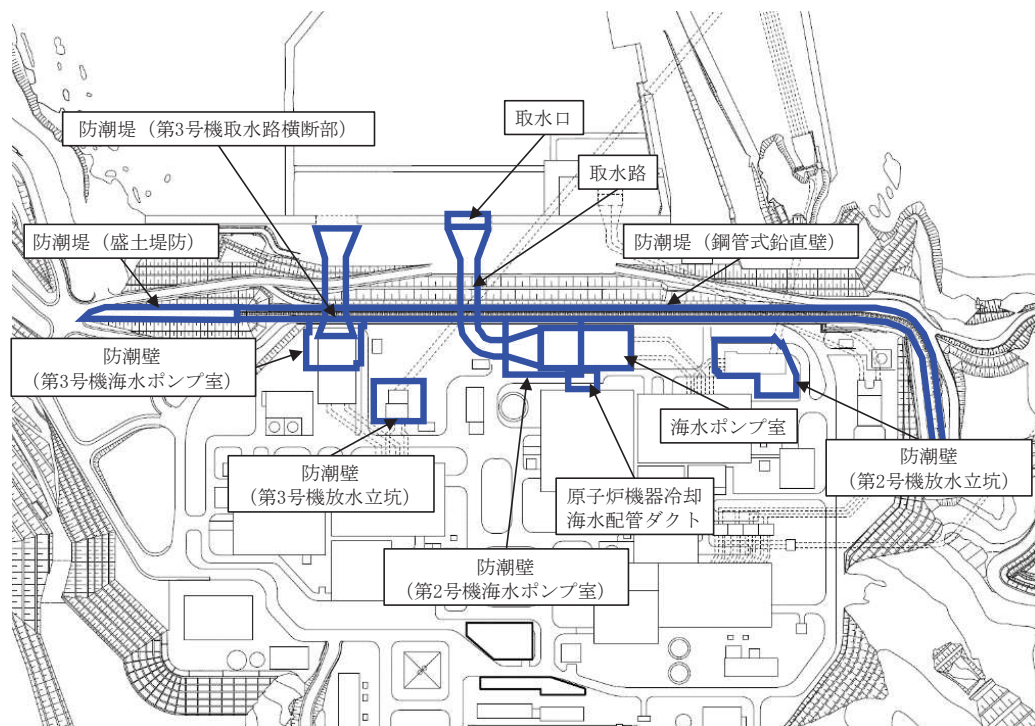


図 2-1 地盤改良体を設置する施設の平面配置図

表 2-1 地盤改良の概要

対象施設		地盤改良	
		工法	目的
土木構造物・津波防護施設	取水口	MMR 置換工法	変形抑制
	取水路	高圧噴射攪拌工法	変形抑制
	海水ポンプ室		変形抑制
	原子炉機器冷却海水配管ダクト		変形抑制
	防潮堤（鋼管式鉛直壁）		支持地盤・変形抑制
	防潮堤（盛土堤防）		支持地盤
	防潮堤（第 3 号機取水路横断部）		変形抑制（第 3 号機取水路）
	防潮壁（第 2 号機海水ポンプ室）		変形抑制
	防潮壁（第 2 号機放水立坑）		変形抑制
	防潮壁（第 3 号機海水ポンプ室）		変形抑制
	防潮壁（第 3 号機放水立坑）		変形抑制

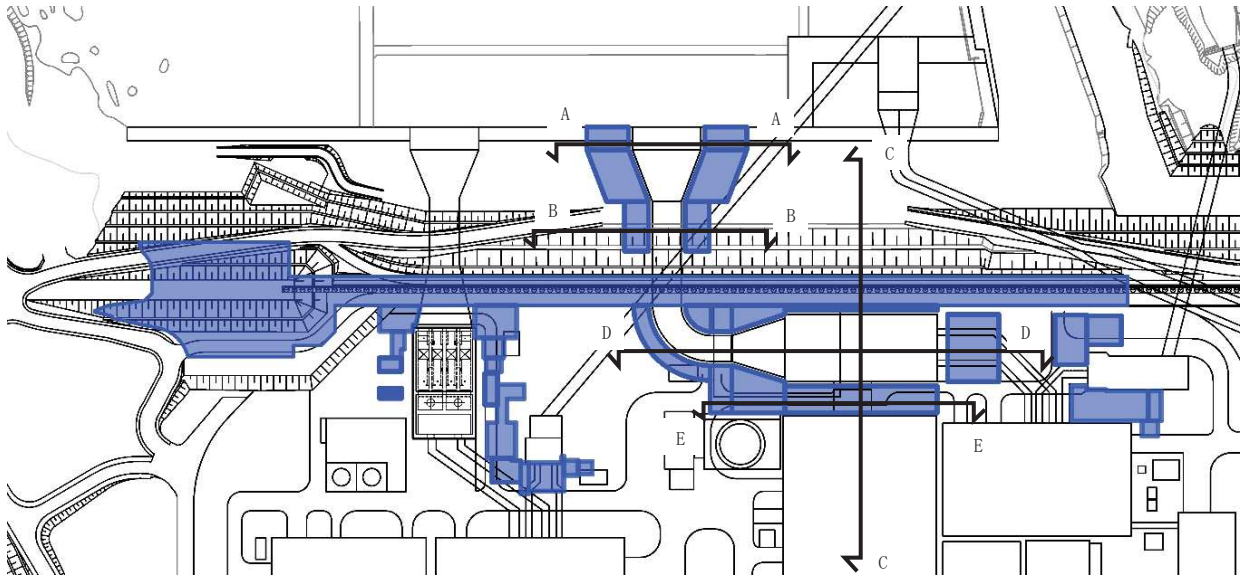


図 2-2 地盤改良体の配置図（取水口，取水路，海水ポンプ室，原子炉機器冷却海水配管ダクト）

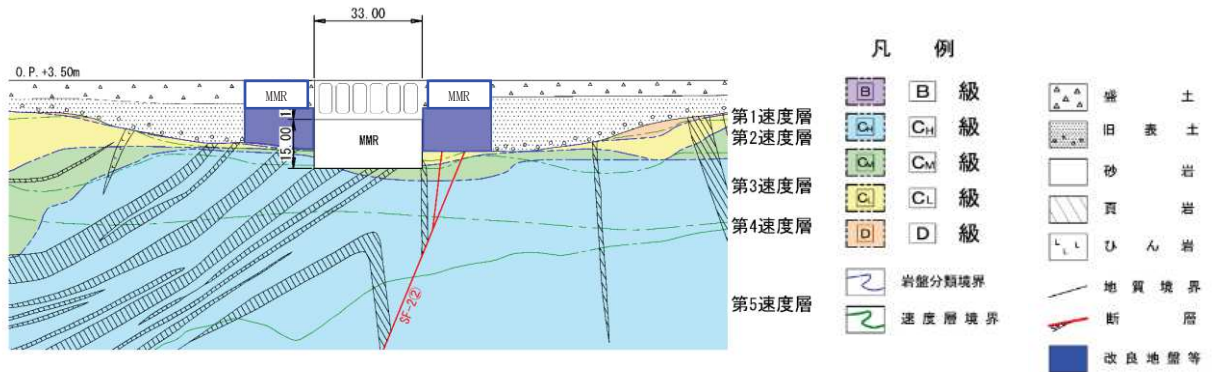


図 2-3 地盤改良体の配置図（取水口，A-A 断面）

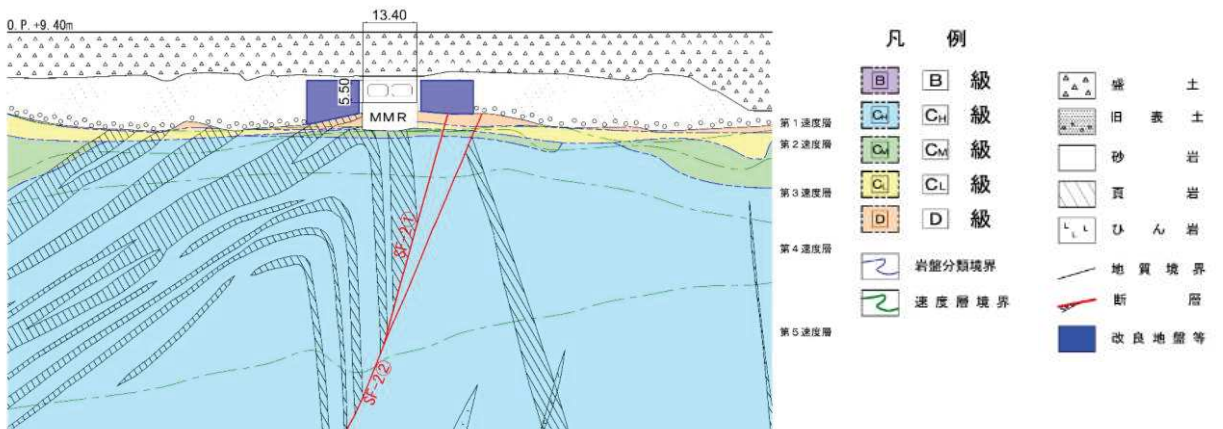


図 2-4 地盤改良体の配置図（取水路，B-B 断面）

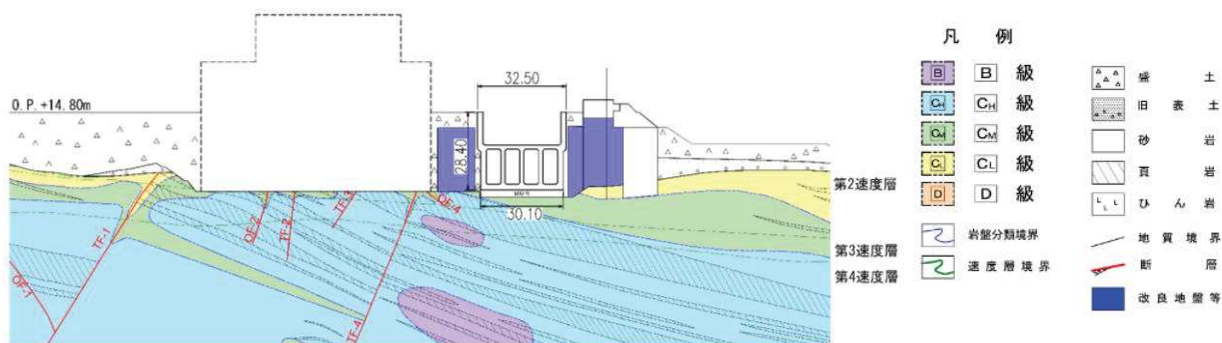


図 2-5 地盤改良体の配置図（海水ポンプ室横断，C-C 断面）

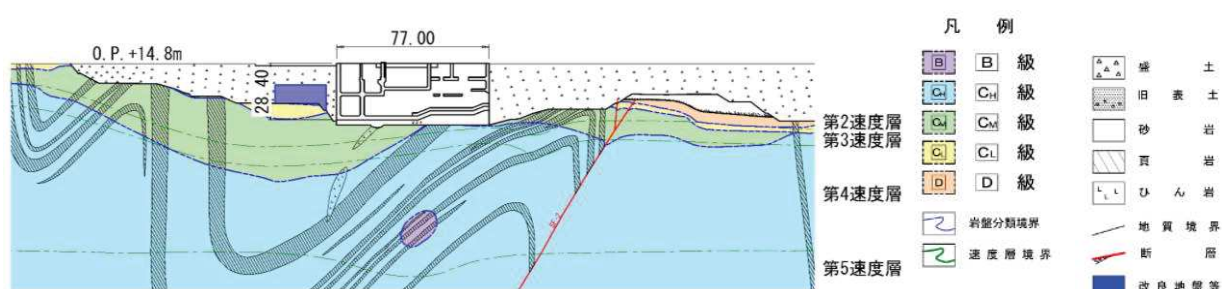


図 2-6 地盤改良体の配置図（海水ポンプ室縦断，D-D 断面）

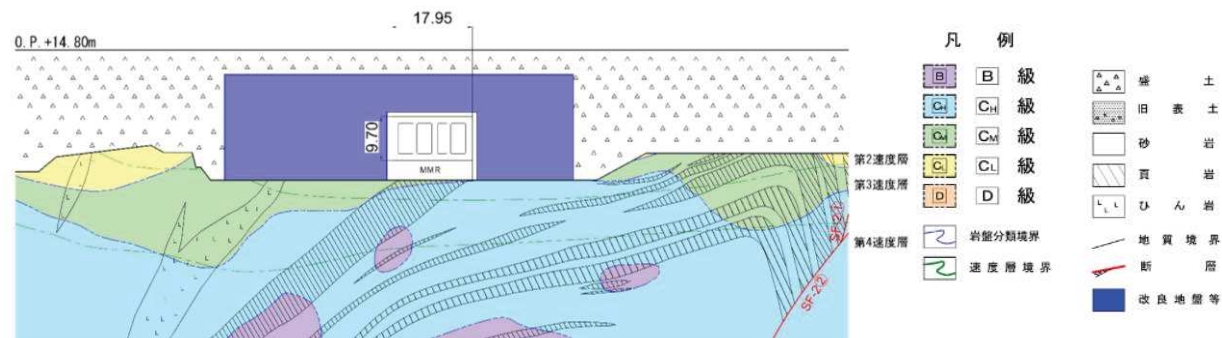


図 2-7 地盤改良体の配置図（原子炉機器冷却海水配管ダクト，E-E 断面）

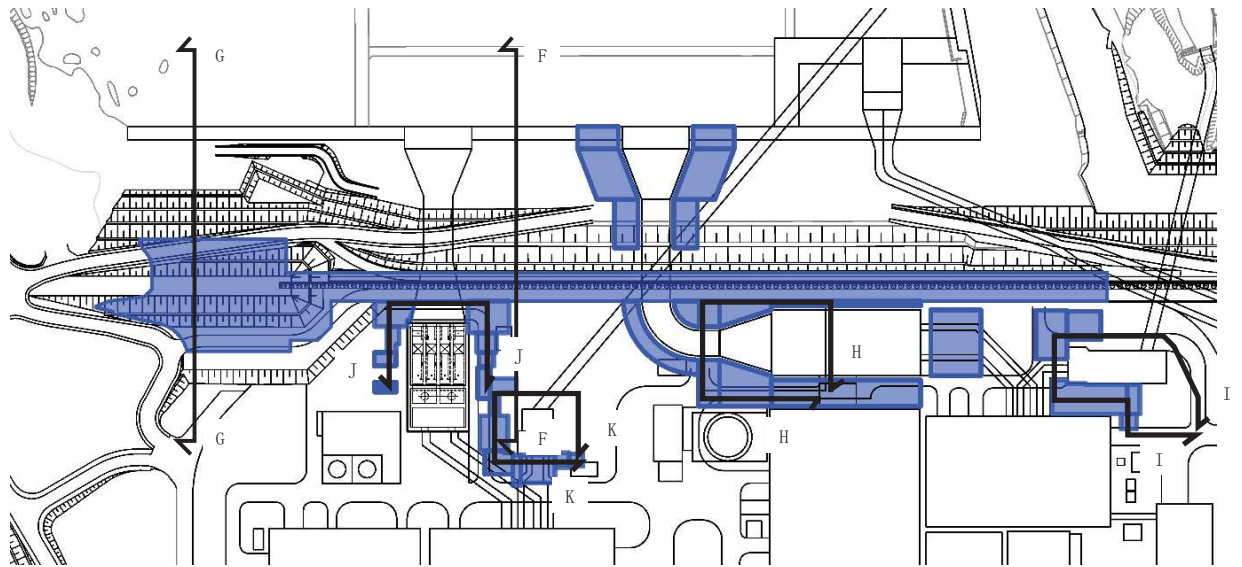


図 2-8 地盤改良体の平面配置図（防潮堤，防潮壁，防潮堤（第 3 号機取水路横断面））

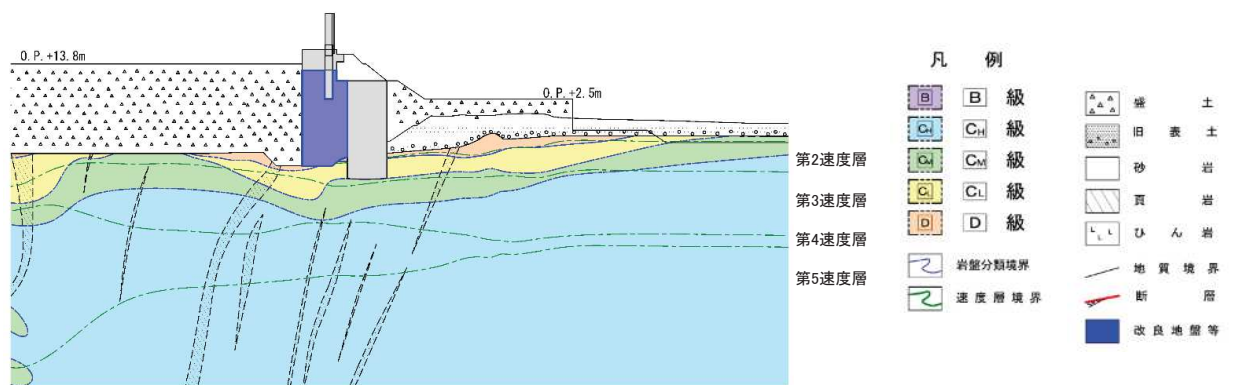


図 2-9 地盤改良体の配置図（防潮堤（鋼管式鉛直壁）一般部，F-F 断面）

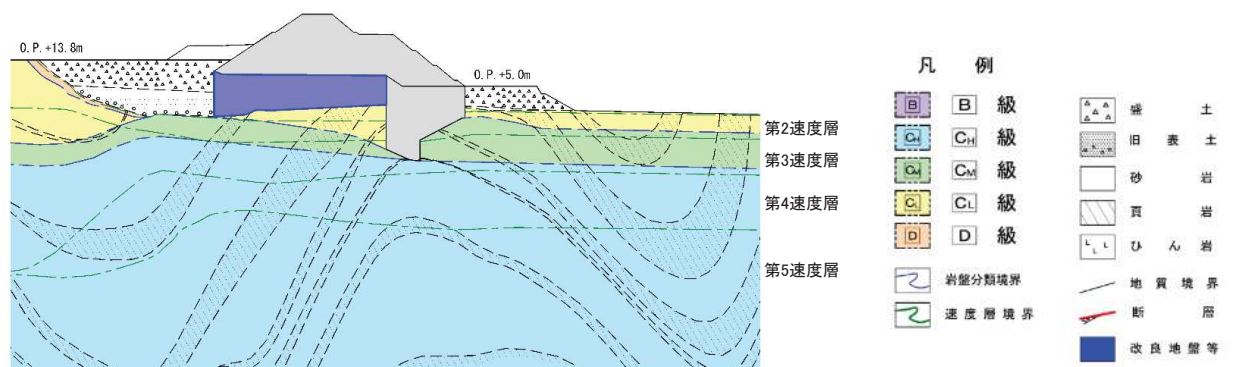


図 2-10 地盤改良体の配置図（防潮堤（盛土堤防），G-G 断面）

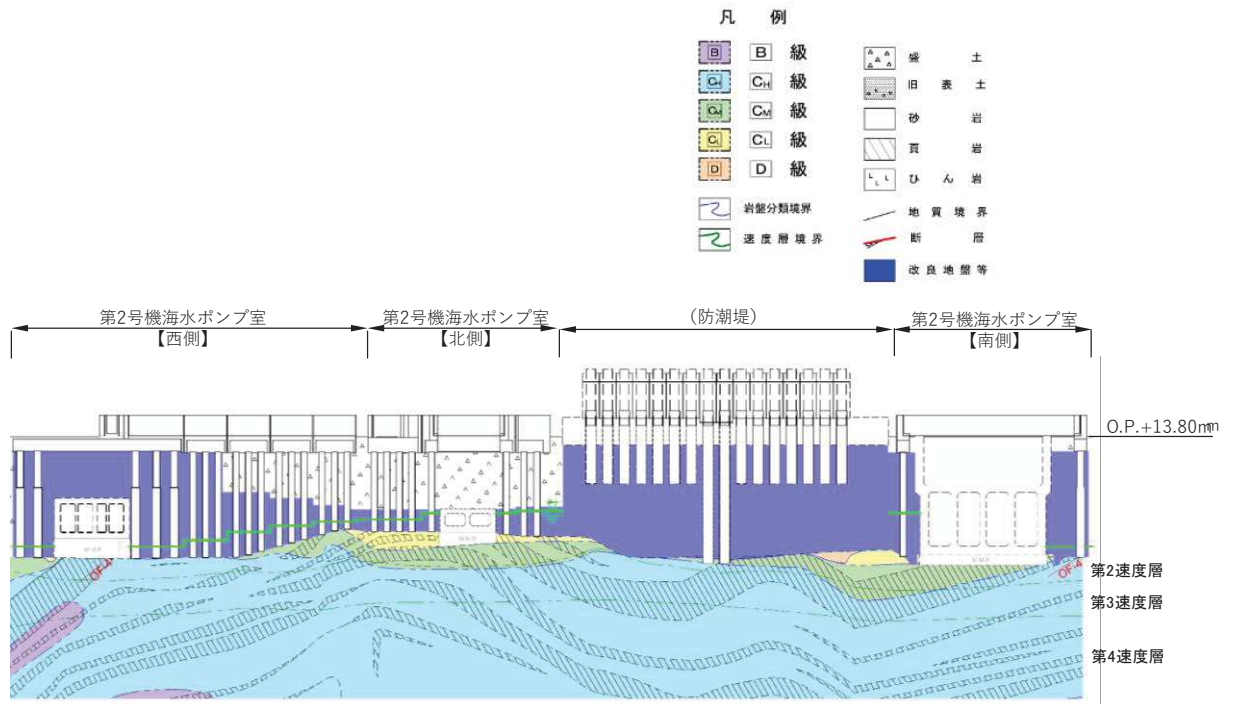


図 2-11 地盤改良体の配置図（防潮壁（第 2 号機海水ポンプ室），H-H 断面）

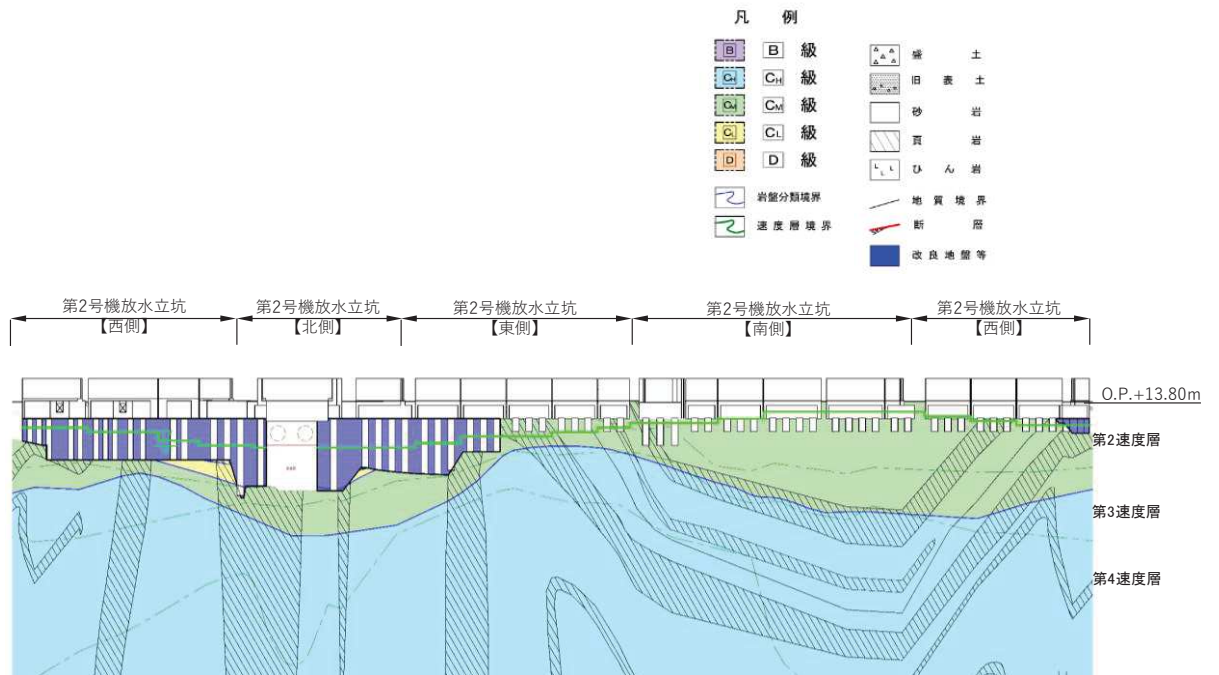


図 2-12 地盤改良体の配置図（防潮壁（第 2 号機放水立坑），I-I 断面）

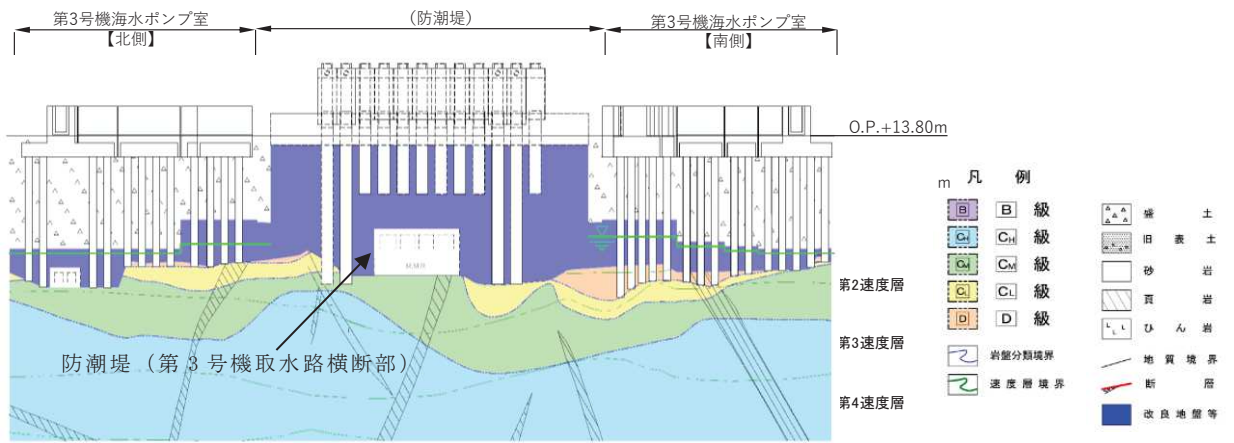


図 2-13 地盤改良体の配置図

(防潮壁 (第 3 号機海水ポンプ室) , 防潮堤 (第 3 号機取水路横断部) , J-J 断面)

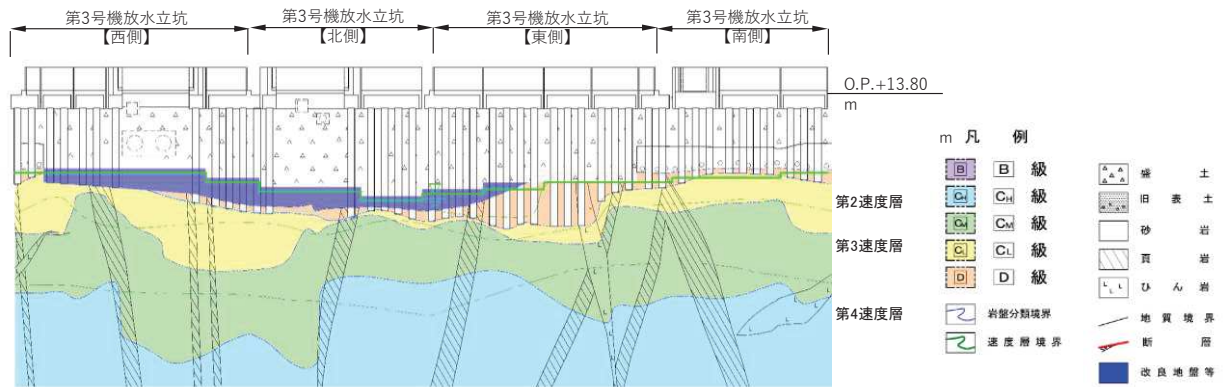


図 2-14 地盤改良体の配置図 (防潮壁 (第 3 号機放水立坑) , K-K 断面)

3. 地盤改良体の品質確認方針

3.1 品質確認項目

地盤改良体の品質確認項目を表 3-1 に示す。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）及び防潮堤（盛土堤防）に設置する改良地盤（高圧噴射攪拌工法）は、支持地盤としての役割を有することから強度及び剛性を品質確認項目とする。その他の箇所に設置する改良地盤（高圧噴射攪拌工法）は、変形抑制としての役割を有するため、剛性を品質確認項目とする。改良地盤（高圧噴射攪拌工法）の目的及び構造形式に係る分類を表 3-2 に示す。

なお、MMR 置換工法については、開削及びコンクリートによる置換であり、構造物同様、コンクリート標準示方書に基づいた品質管理を行うことで所定の品質を確保する。

表 3-1 地盤改良体の品質確認項目

対象施設		目的	品質確認項目
土木 構造物 ・ 津波 防護 施設	取水口	変形抑制	剛性
	取水路	変形抑制	剛性
	海水ポンプ室	変形抑制	剛性
	原子炉機器冷却海水配管ダクト	変形抑制	剛性
	防潮堤（鋼管式鉛直壁）	支持地盤・変形抑制	強度及び剛性
	防潮堤（盛土堤防）	支持地盤	強度及び剛性
	防潮堤（第 3 号機取水路横断部）	変形抑制（第 3 号機取水路）	剛性
	防潮壁（第 2 号機海水ポンプ室）	変形抑制	剛性
	防潮壁（第 2 号機放水立坑）	変形抑制	剛性
	防潮壁（第 3 号機海水ポンプ室）	変形抑制	剛性
	防潮壁（第 3 号機放水立坑）	変形抑制	剛性

表 3-2(1) 改良地盤（高圧噴射攪拌工法）の目的及び構造形式に係る分類（1/2）

目的	支持地盤	
構造形式	<p>構造物</p> <p>盛土・旧表土</p> <p>地盤改良</p> <p>盛土・旧表土</p> <p>岩盤</p>	<p>構造物</p> <p>盛土・旧表土</p> <p>地盤改良</p> <p>盛土・旧表土</p> <p>岩盤</p>
対象施設	防潮堤（鋼管式鉛直壁）	防潮堤（盛土堤防）

表 3-2(2) 改良地盤（高圧噴射攪拌工法）の目的及び構造形式に係る分類（2/2）

目的	変形抑制	
構造形式	<p>盛土・旧表土</p> <p>地盤改良</p> <p>構造物</p> <p>地盤改良</p> <p>盛土・旧表土</p> <p>岩盤</p>	<p>構造物</p> <p>盛土・旧表土</p> <p>地盤改良</p> <p>盛土・旧表土</p> <p>岩盤</p>
対象施設	取水口，取水路，海水ポンプ室，原子炉機器冷却海水配管ダクト，防潮堤（第3号機取水路横断部）	防潮堤（鋼管式鉛直壁），防潮壁（第2号機海水ポンプ室，第2号機放水立坑，第3号機海水ポンプ室，第3号機放水立坑）

3.2 品質確認準拠基準について

地盤改良工法，設置箇所及び構造物の支持機能の有無に応じて適切な基準・指針を適用する。

深層混合処理工法の基準・指針として一般的な文献を表 3-3 に示す。

女川原子力発電所における深層混合処理工法は，表 3-2 に示す支持地盤及び変形抑制を目的とした地盤改良のいずれも高圧噴射攪拌工法であり，本工法の品質管理に係る詳細な記載がされている建築センター指針を適用する。

なお，他基準・指針における考え方も参考にして品質確認を行う。

表 3-3 地盤改良工法の基準・指針（深層混合処理工法）

基準・指針名	基準略称
2018 年版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針 —セメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法—，日本 建築センター	建築センター指針
建築基礎のための地盤改良設計指針案，日本建築学会，2006	建築基礎指針
乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設 計に関する技術規程，日本電気協会，平成 21 年	J E A C 4 6 1 6
陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル 改 訂版，（財）土木研究センター，平成 16 年 3 月	陸上工事マニュアル
港湾・空港における深層混合処理工法技術マニュアル， （財）沿岸技術研究センター，平成 26 年 10 月	港湾・空港マニュアル

3.3 品質確認試験

3.3.1 試験頻度

深層混合処理工法に対する諸基準・指針における必要調査箇所数の目安を表 3-4 に示す。改良地盤（高圧噴射攪拌工法）における品質確認試験の頻度は、表 3-4 に示す必要調査箇所数の目安を満足するように、各構造物の改良地盤の施工数量に応じて設定する。

表 3-4 諸基準・指針における必要調査箇所数の目安（深層混合処理工法）

基準略称	試験頻度の目安
建築センター指針	検査対象層（改良範囲内の各土質）に対して、100本の改良コラムに1箇所以上かつ1検査対象群に1箇所以上。
建築基礎指針	改良体100本ごとに1本以上。
J E A C 4 6 1 6	改良柱300本ごとに1本以上。
陸上工事マニュアル	設計強度ごとに改良体500本未満は3本×3深度、500本以上は250本ごとに1本追加。
港湾・空港マニュアル	改良土量10000m ³ ごとに1本程度。

3.3.2 試験方法

(1) 品質確認試験及び基準値

各構造物において実施する改良地盤（高圧噴射攪拌工法）の品質確認試験及び基準値を表 3-5 に示す。

剛性については、解析上主たる物性値である動せん断弾性係数 G_0 を、PS 検層により確認する ($G_0 = \rho V_s^2$) こととし、PS 検層から得られる G_0 の平均値を確認する。 G_0 の基準値については、耐震評価の中で実施する動的解析においてばらつきを考慮することを踏まえ、PS 検層から得られる G_0 の平均値が解析用物性値（平均） $-\sigma$ 以上であることを確認する。

なお、剛性の品質確認試験は、改良地盤を設置する全ての構造物において実施する。

防潮堤の改良地盤については、支持地盤としての役割を有し、設置変更許可段階において改良地盤の強度を使用した地盤の安定性評価を実施していることを踏まえ、強度の確認も行うこととし、試験結果から得られる強度が解析用物性値以上であることを確認する。

強度の確認においては、建築センター指針及び他基準・指針において一軸圧縮強度を指標としていることから、その考え方に基つき一軸圧縮強度を確認することとする。

ただし、女川原子力発電所においては、改良地盤の強度特性としてせん断強度 τ_0 及び内部摩擦角 ϕ を設定していることから、せん断強度 τ_0 及び内部摩擦角 ϕ と一軸圧縮強度の相関関係を使用し、試験から求めた一軸圧縮強度 q_u より確認する。

せん断強度 (τ_0, ϕ) と一軸圧縮強度 q_u の相関関係については『(2)せん断強度と一軸圧縮強度の相関について』に示す。

また、防潮堤の改良地盤においては、設置変更許可申請時に物性ばらつき（平均 $-\sigma$ 強度）を考慮した地盤の安定性評価も実施していることから、平均 $-\sigma$ 強度についても確認する。

引張強度 σ_t については、岩石の引張強さ試験により確認することとし、岩石の引張強さ試験から得られる引張強度 σ_t が、解析用物性値以上であることを確認する。

また、引張強度 σ_t についても、せん断強度同様、平均 $-\sigma$ 強度について確認する。

表 3-5 改良地盤（高圧噴射攪拌工法）の品質確認項目及び品質確認試験

品質確認項目		解析用物性値		品質確認試験	基準値
剛性 (共通)	動せん断 弾性係数 G_0	1840N/mm ² (地下水位以浅)		PS 検層 (JGS 1122)	G_0 の平均値 $\geq 1150\text{N/mm}^2$ (解析用物性値 (平均) - σ)
		1940N/mm ² (地下水位以深)			G_0 の平均値 $\geq 1210\text{N/mm}^2$ (解析用物性値 (平均) - σ)
強度 (防潮堤)	せん断強度 (τ_0, ϕ)	τ_0	1.39N/mm ²	一軸圧縮試験 (JIS A 1216)	q_u の平均値 $\geq 4.1\text{N/mm}^2$ (解析用物性値 $\tau_0 = 1.39\text{N/mm}^2$ に 相当する一軸圧縮強度) * : q_u (平均 - σ) $\geq 4.1\text{N/mm}^2$ (解析 用物性値 (平均) - $\sigma = 1.38\text{N/mm}^2$ に相当する一軸圧縮強度) も確認
		ϕ	22.1°		
	引張強度 σ_t	0.65N/mm ²		岩石の引張強さ 試験方法 (JIS M 0303)	σ_t の平均値 $\geq 0.65\text{N/mm}^2$ (解析用物性値) * : σ_t (平均 - σ) $\geq 0.45\text{N/mm}^2$ (解 析用物性値 (平均) - σ) も確認

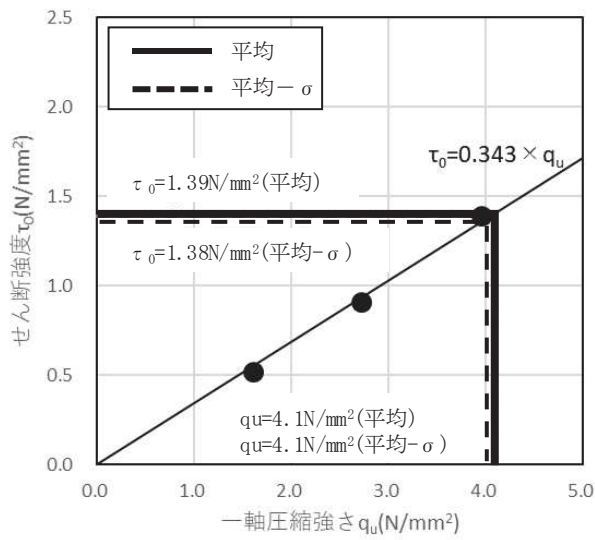
(2)せん断強度と一軸圧縮強度の相関について

試験施工により得られた地盤改良体の三軸圧縮試験から算出したせん断強度 (τ_0, ϕ) と、一軸圧縮強度 q_u の関係を図 3-1 に示す。図 3-1(a)より、せん断強度 τ_0 と一軸圧縮強度 q_u は下式の関係となる。

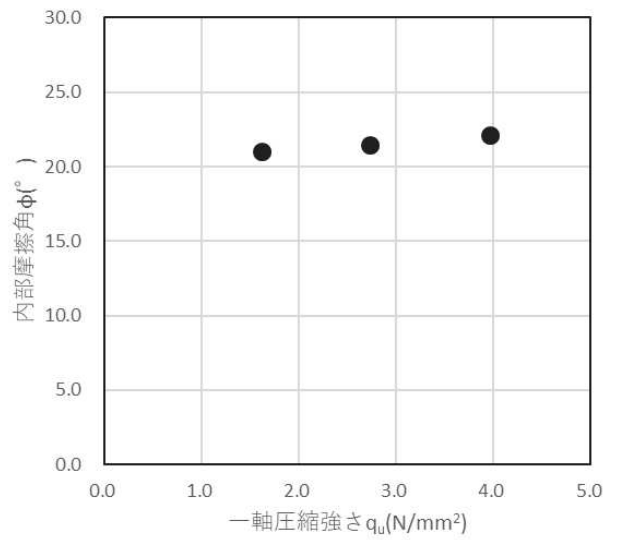
$$\tau_0 = 0.343 \times q_u$$

また、図 3-1(b)より内部摩擦角 ϕ は一軸圧縮強度 q_u に依存しないことを確認している。

以上より、改良地盤のせん断強度は、せん断強度 τ_0 に相当する一軸圧縮強度 q_u が、基準値を満足することを確認する。



(a) τ_0 と q_u の関係



(b) ϕ と q_u の関係

図 3-1 せん断強度 (τ_0 , ϕ) と一軸圧縮強度 q_u の相関

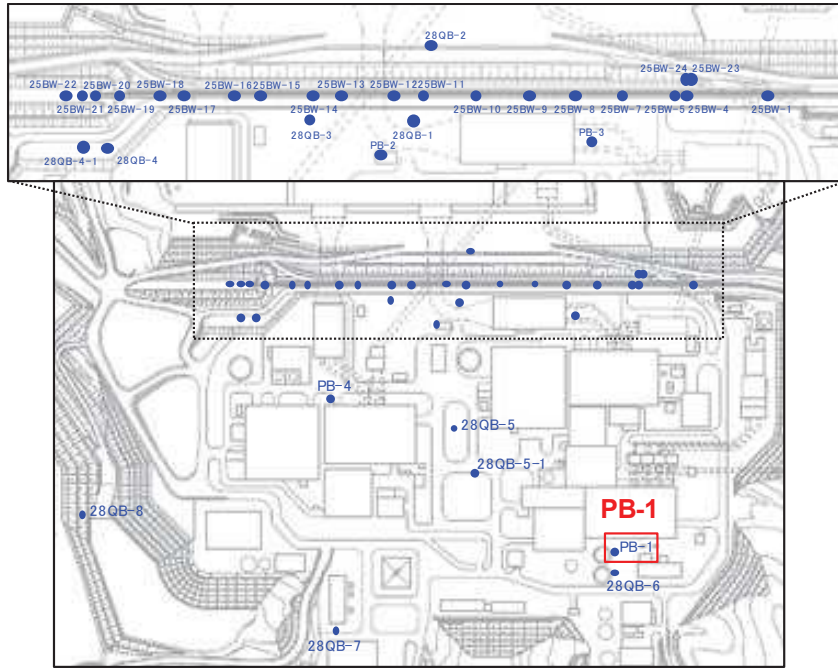
(3) 基準値を下回った場合の対応

品質確認試験の中で、設定した基準値を下回った場合の対応として、基準値を下回った原因の考察（局所的な地盤条件等）を行った上で、必要に応じて補修を行う。

(参考資料 9) 液状化強度試験の詳細について

1. 盛土・旧表土のボーリング柱状図・コア写真

1.1 盛土のボーリング柱状図・コア写真



ボーリング平面位置図

PB-1 孔口標高O.P.14.73m 掘進長 L=19.00m

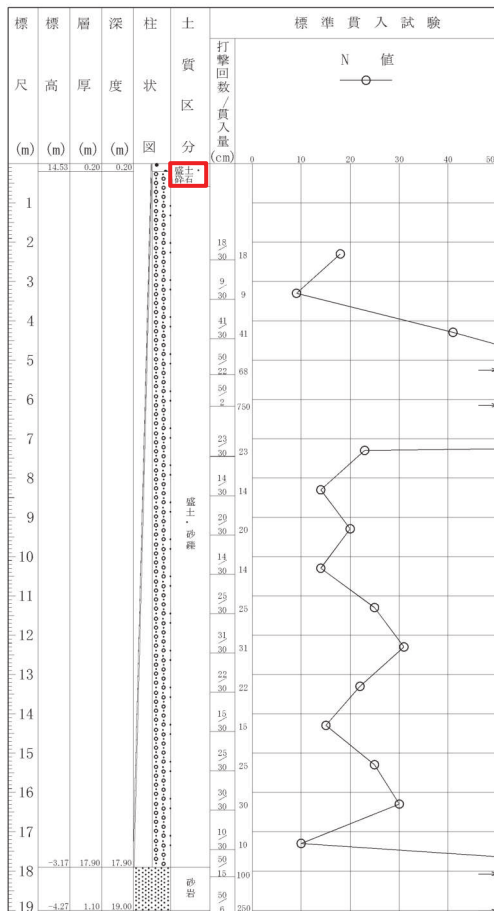
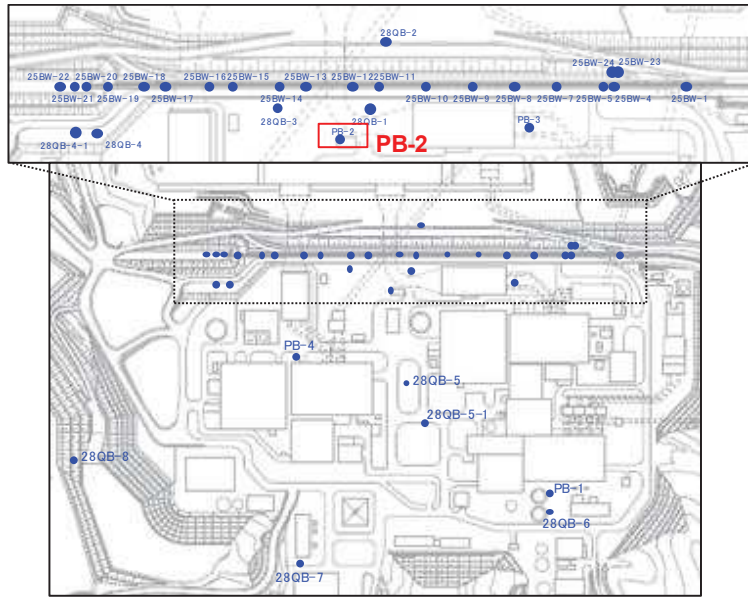


図 1.1-1 ボーリング柱状図・コア写真 (PB-1)



ボーリング平面位置図

PB-2 孔口標高O.P.14.61m 掘進長 L=24.00m

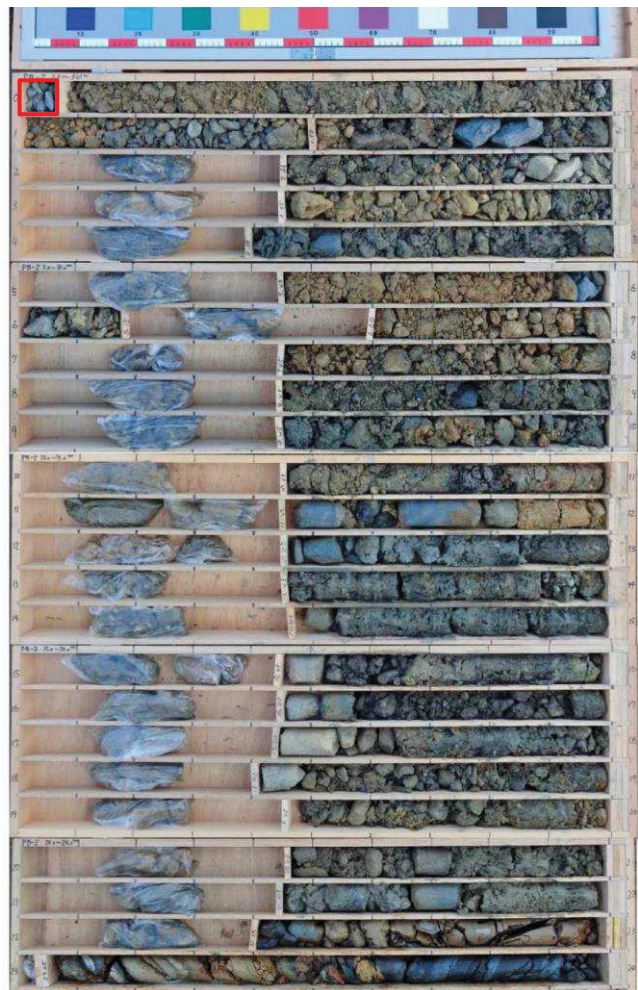
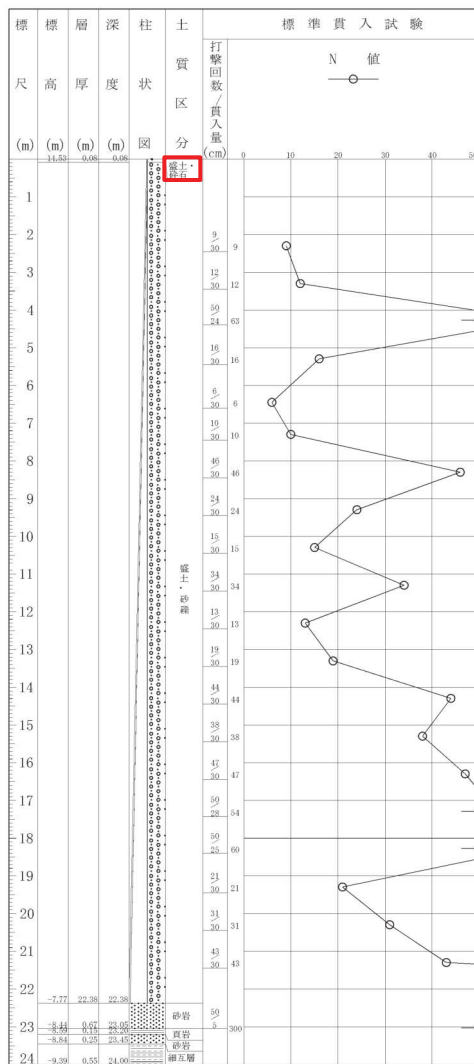
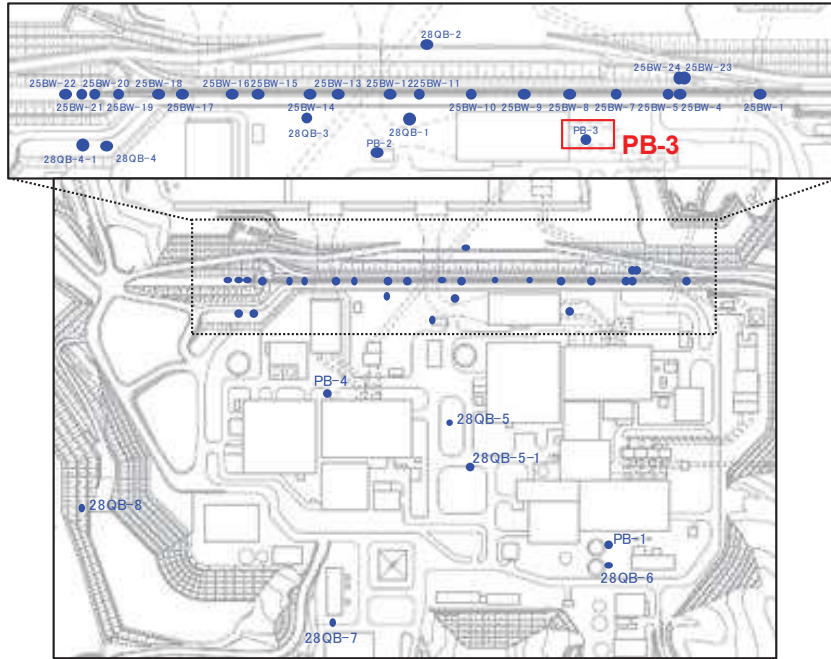


図 1.1-2 ボーリング柱状図・コア写真 (PB-2)



ボーリング平面位置図

PB-3 孔口標高O.P.14.44m 掘進長 L=21.00m

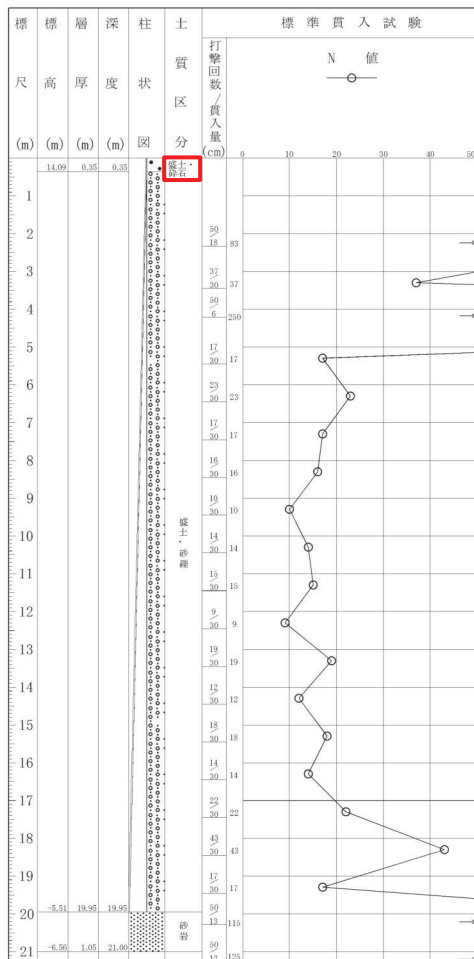
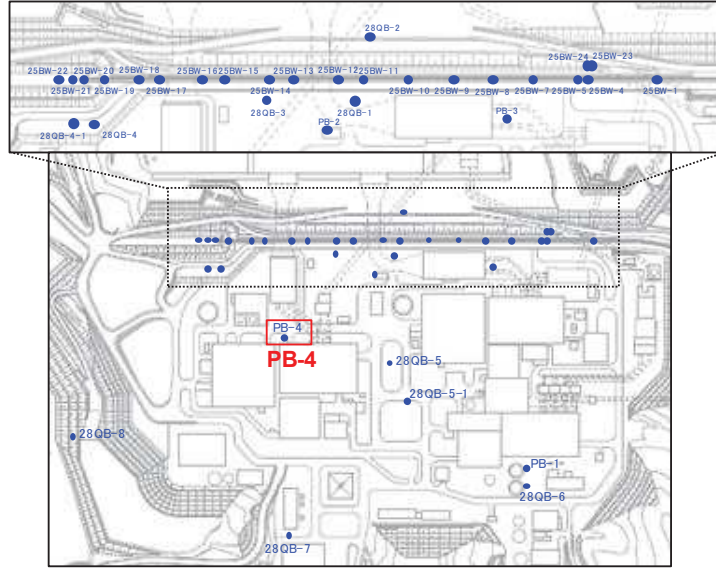


図 1.1-3 ボーリング柱状図・コア写真 (PB-3)



ボーリング平面位置図

PB-4 孔口標高O.P.14.44m 掘進長 L=31.00m

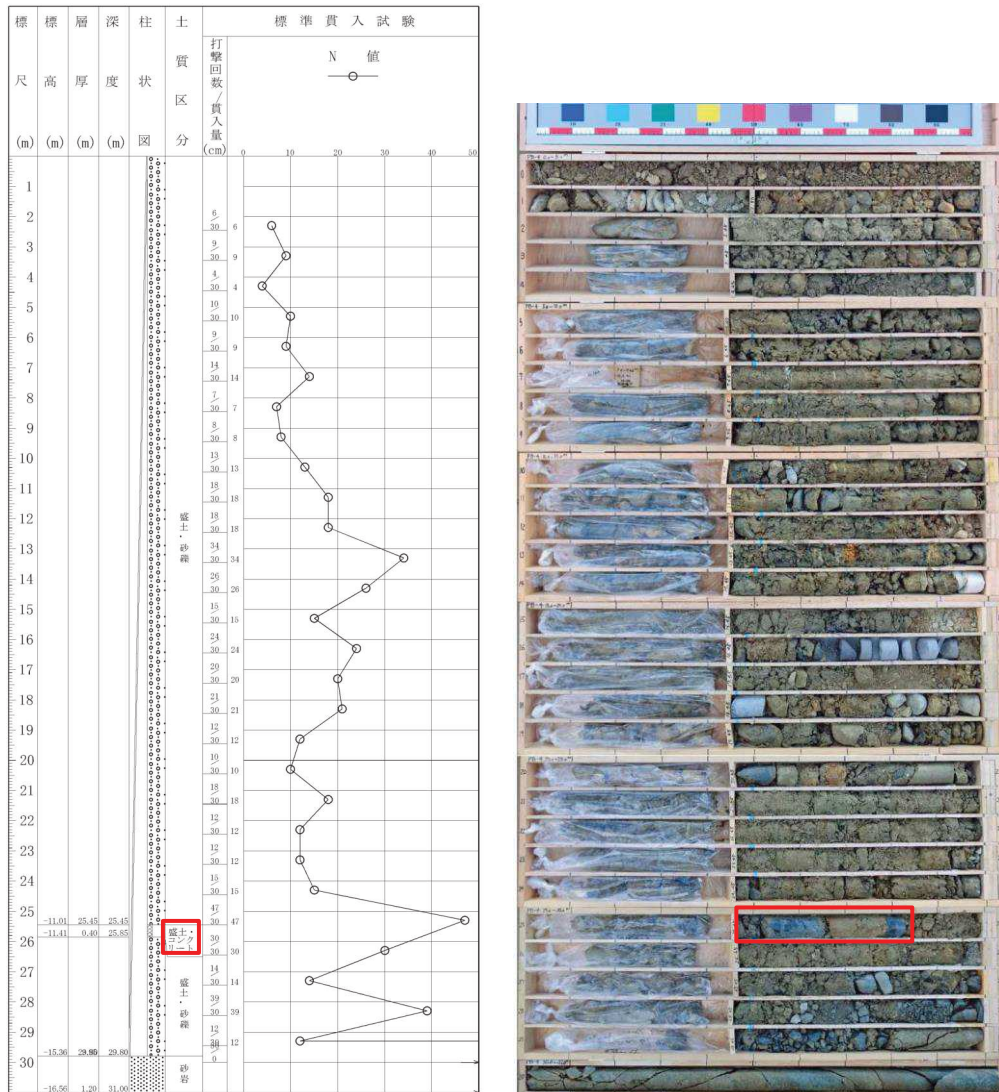
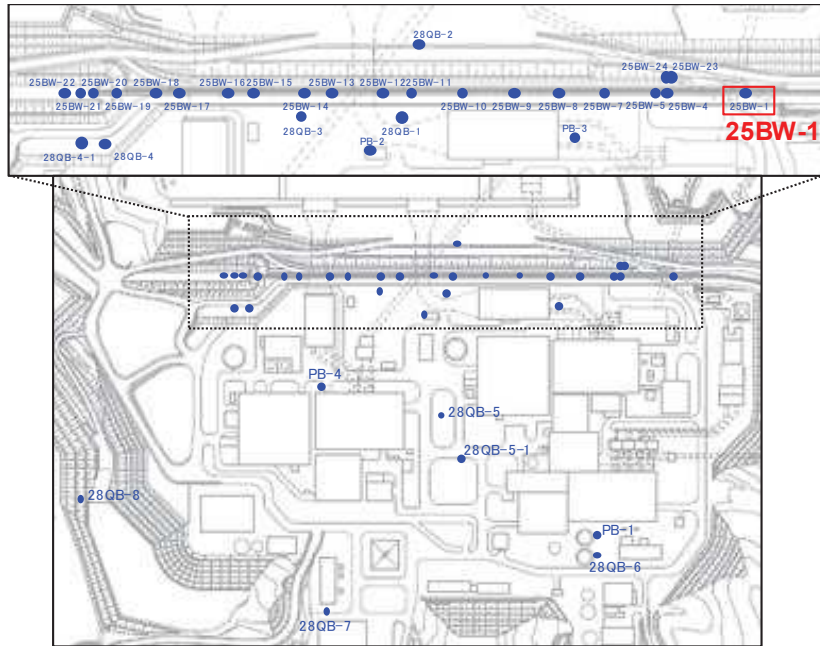


図 1.1-4 ボーリング柱状図・コア写真 (PB-4)



ボーリング平面位置図

25BW-1 孔口標高O.P.13.72m 掘進長 L=9.00m

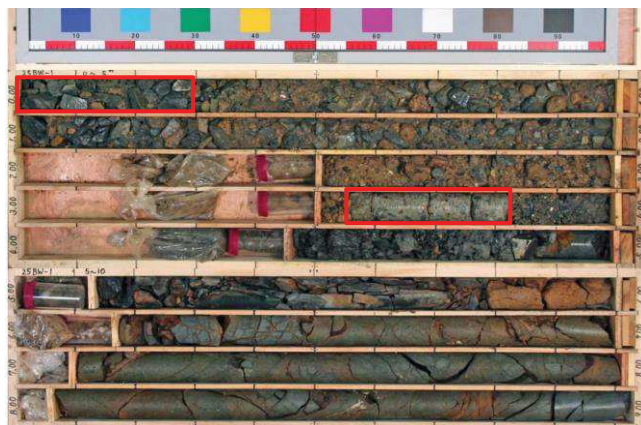
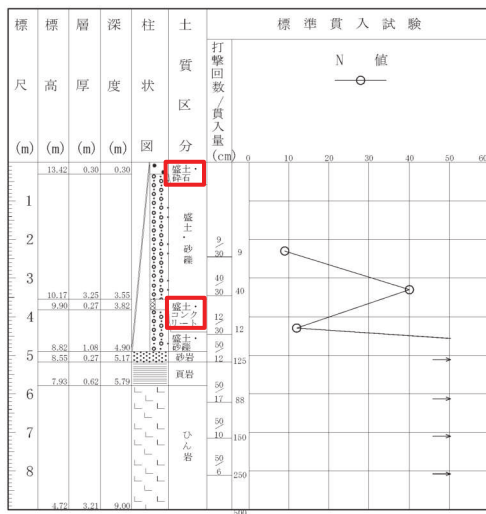
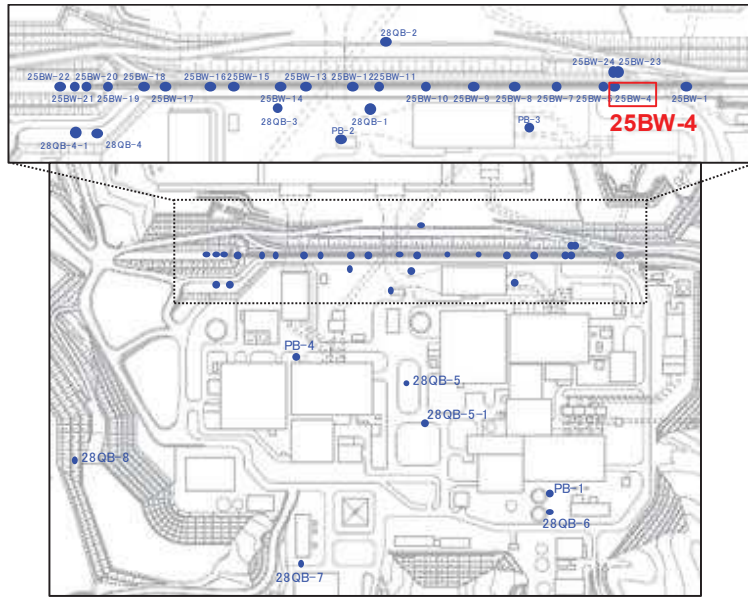


図 1.1-5 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-1)



ボーリング平面位置図

25BW-4 孔口標高O.P.13.45m 掘進長 L=23.00m

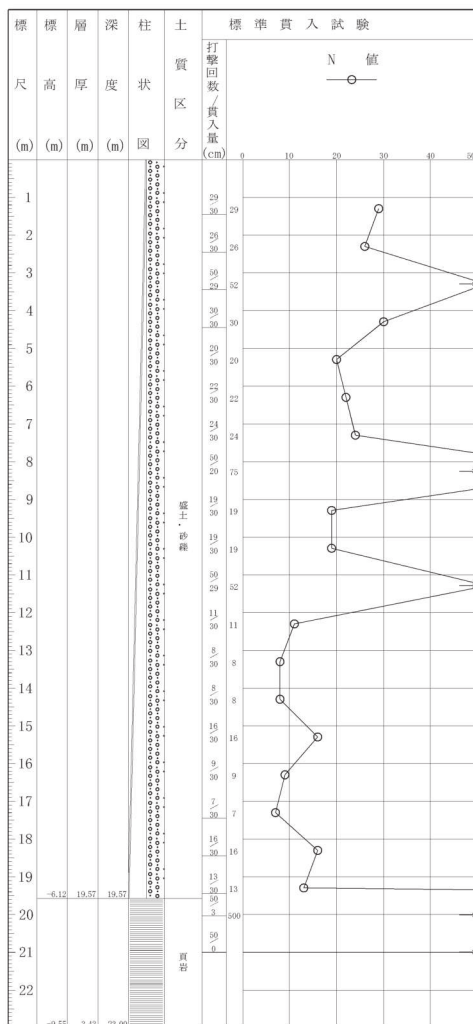
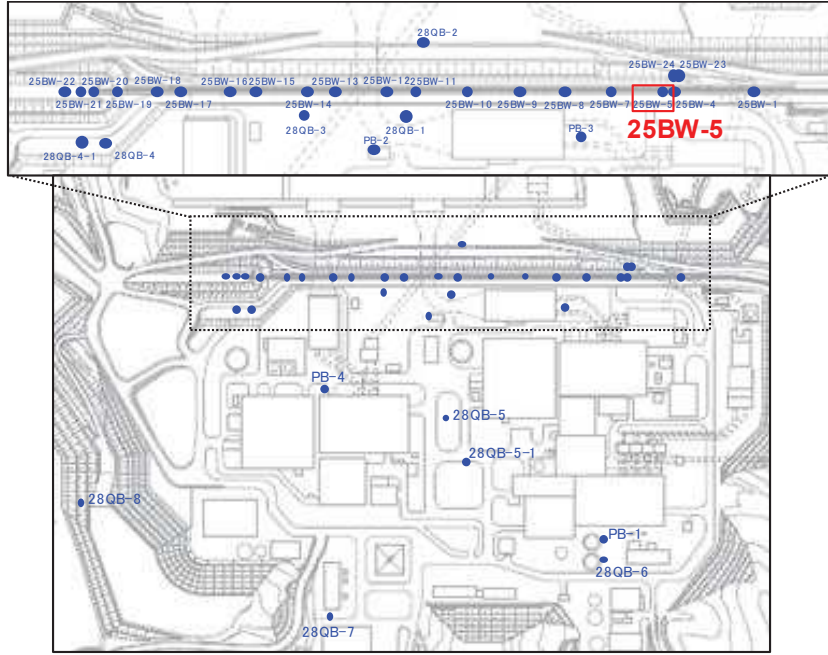


図 1.1-6 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-4)



ボーリング平面位置図

25BW-5 孔口標高O.P.13.44m 掘進長 L=22.00m

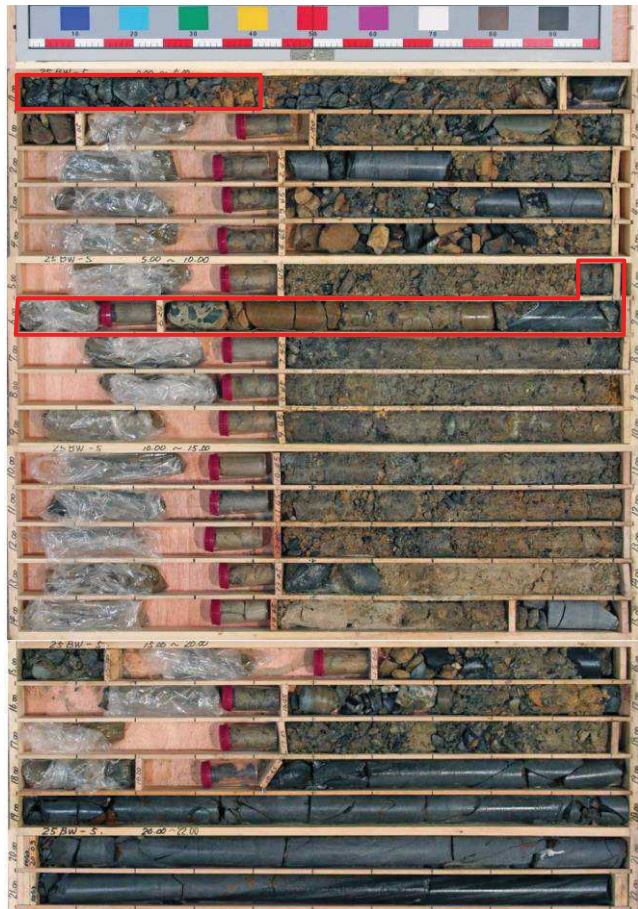
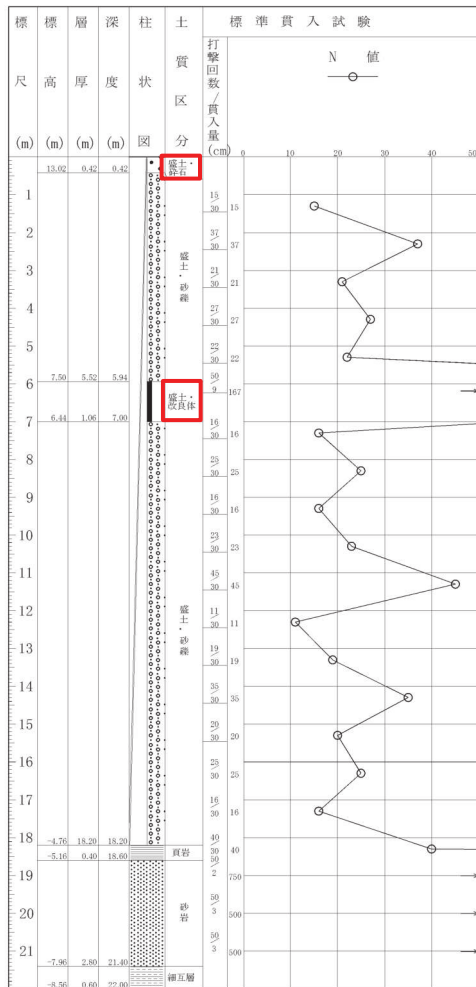
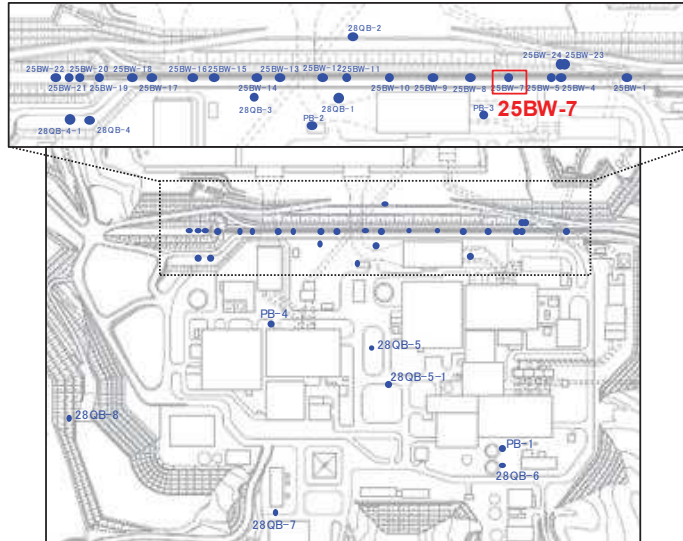


図 1.1-7 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-5)



ボーリング平面位置図

25BW-7 孔口標高O.P.13.34m掘進長 L=27.00m

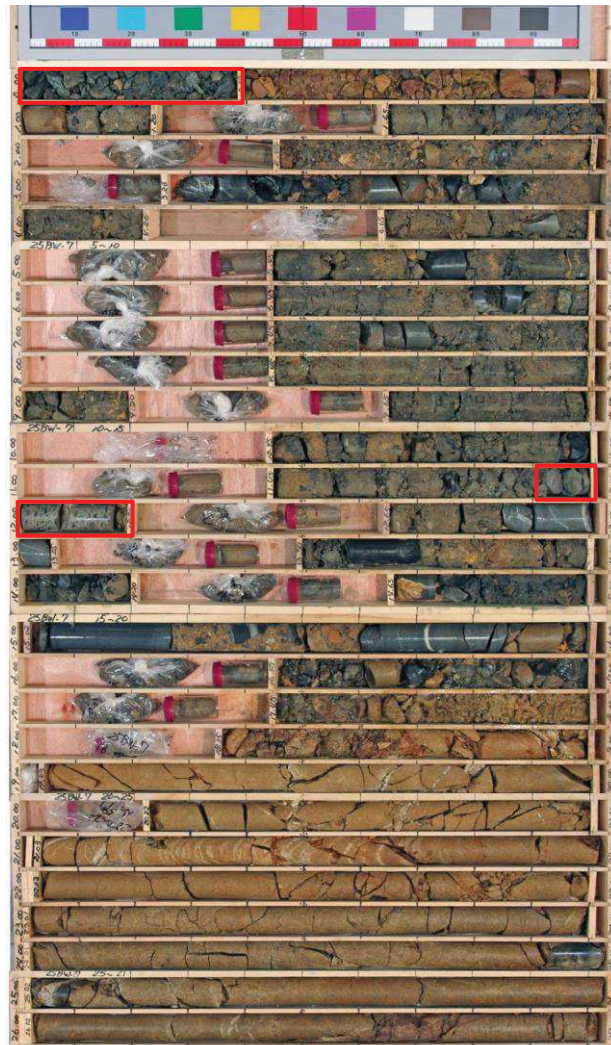
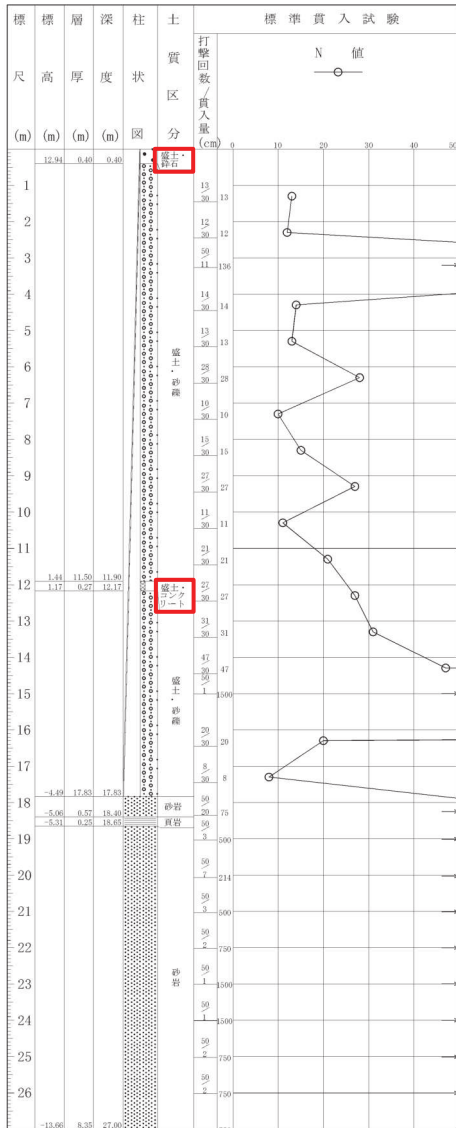
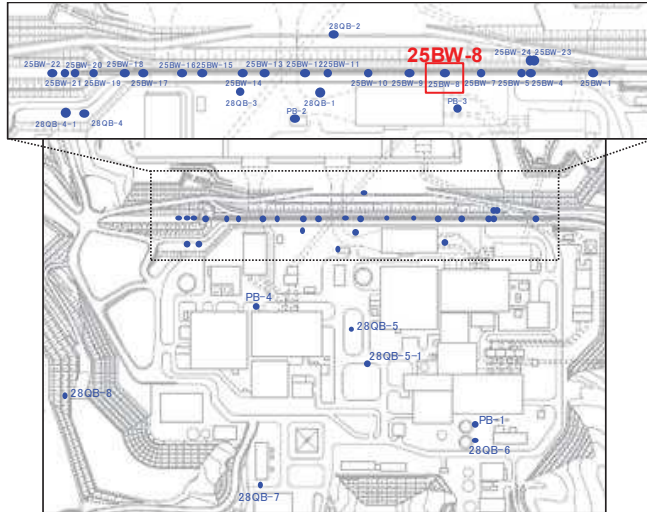
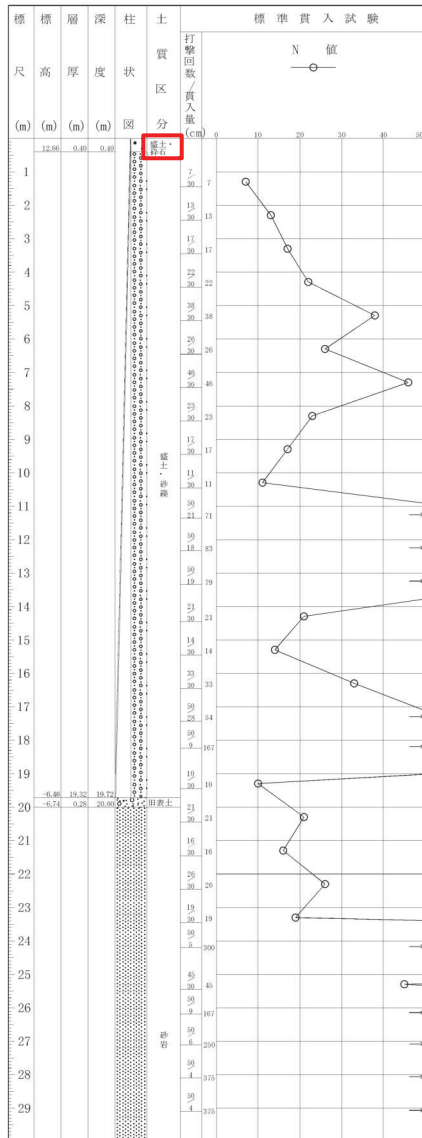


図 1.1-8 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-7)



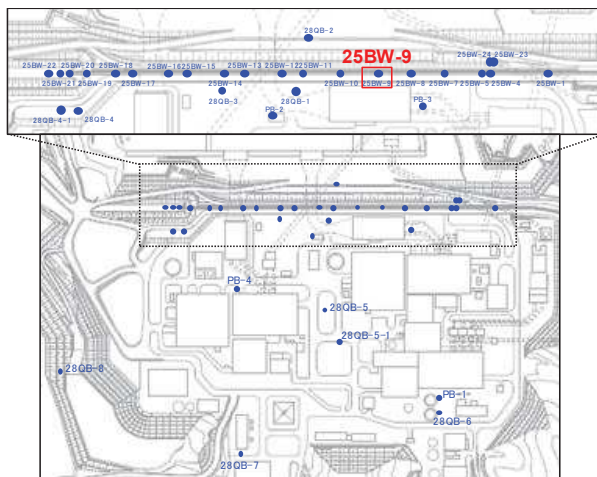
ボーリング平面位置図

25BW-8 孔口標高O.P.13.26m 掘進長 L=37.00m



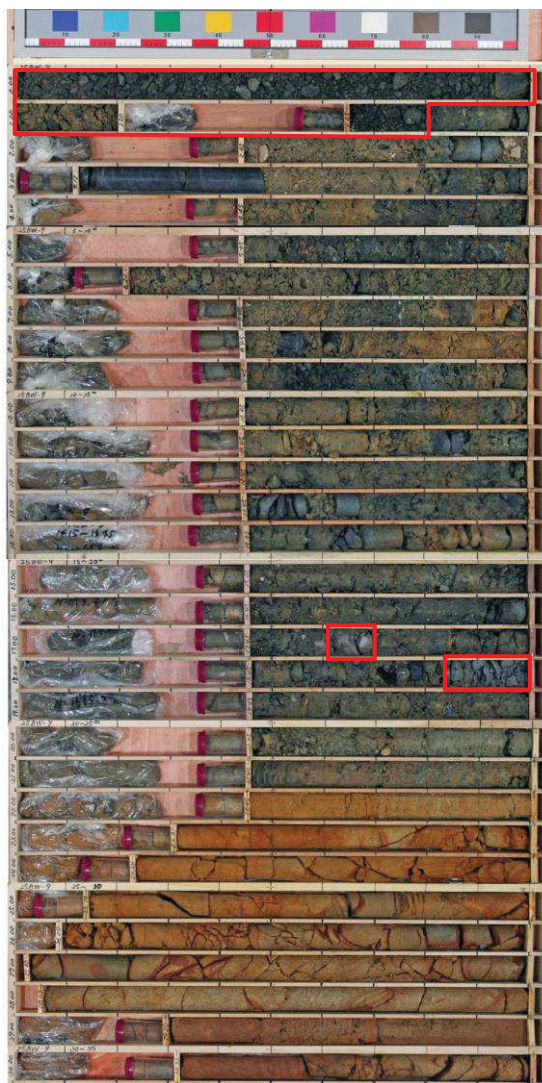
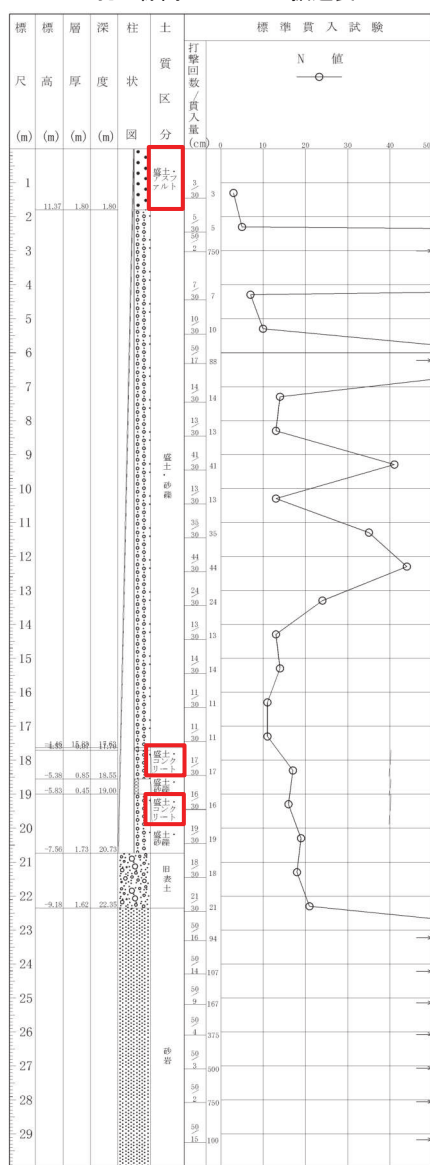
(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.1-9 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-8)



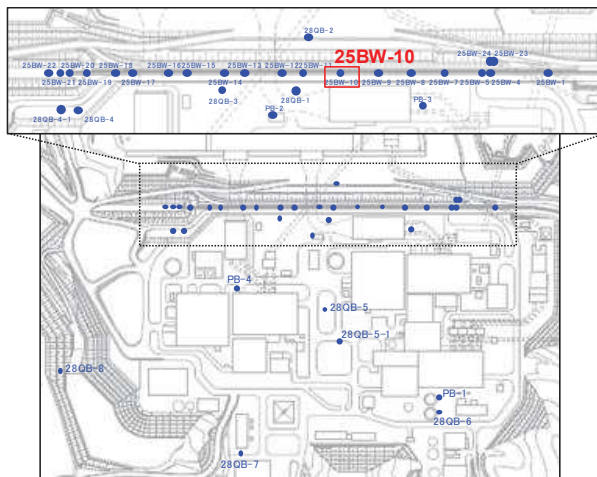
ボーリング平面位置図

25BW-9 孔口標高O.P.13.17m 掘進長 L=40.00m



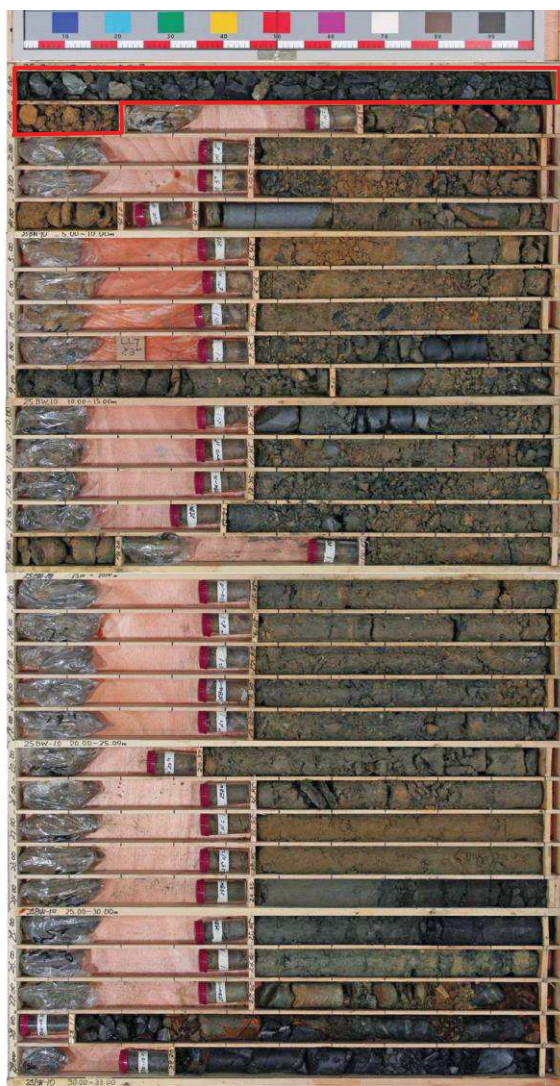
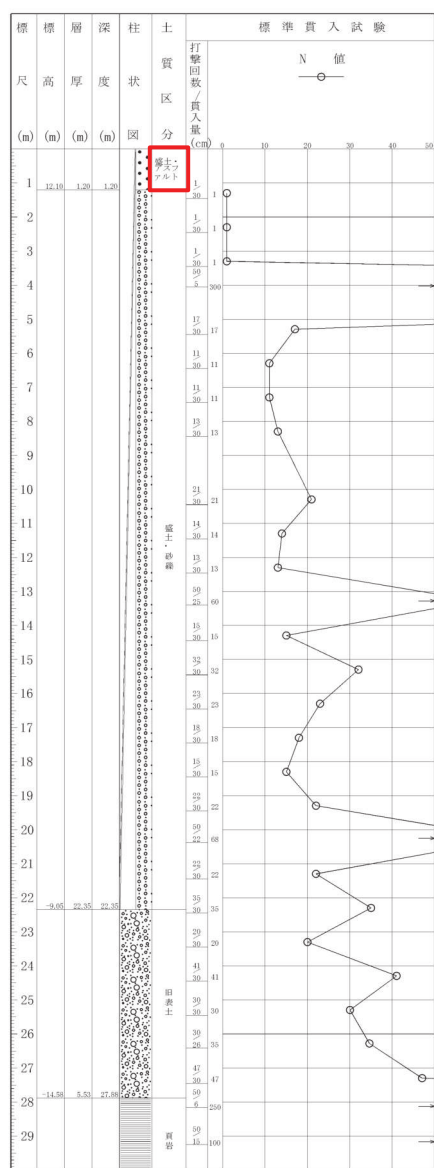
(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.1-10 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-9)



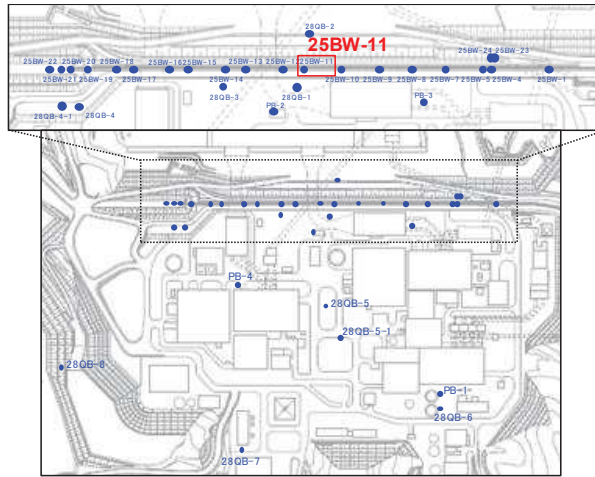
ボーリング平面位置図

25BW-10 孔口標高O.P.13.30m 掘進長 L=34.00m



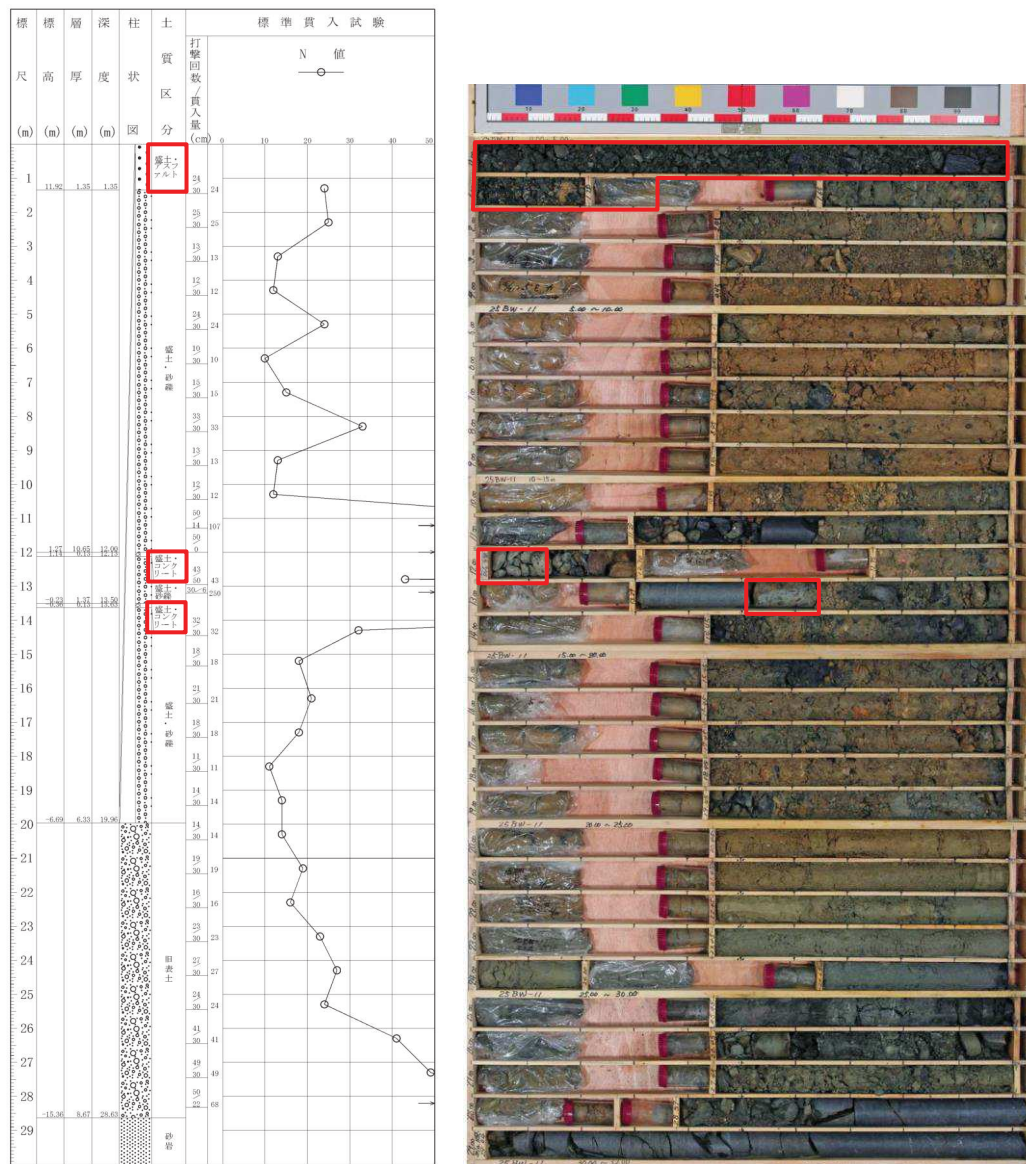
(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.1-11 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-10)



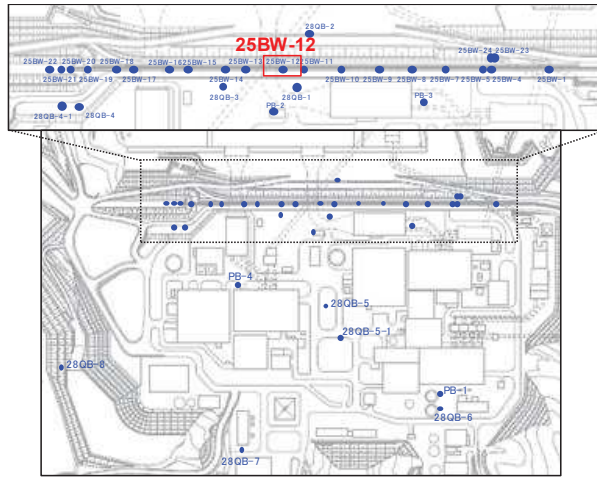
ボーリング平面位置図

25BW-11 孔口標高O.P.13.27m 掘進長 L=32.00m



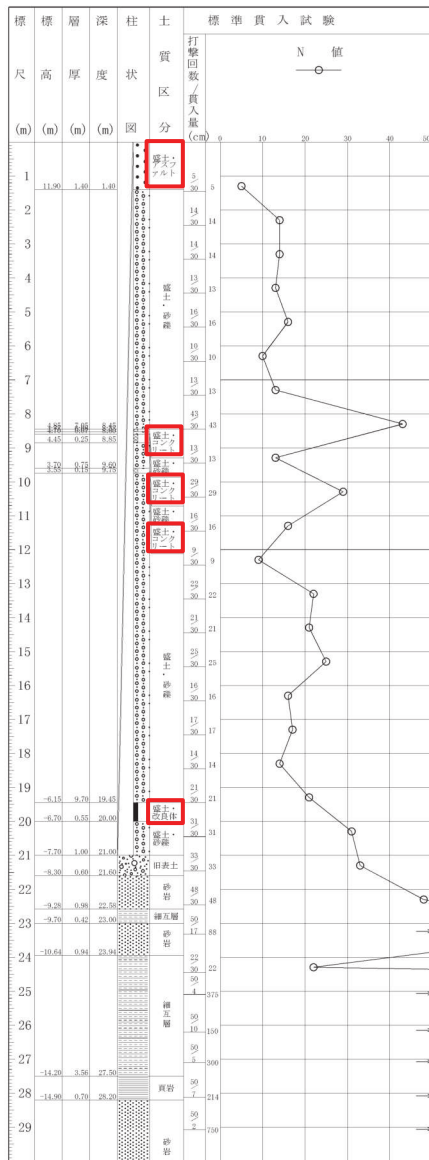
(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.1-12 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-11)



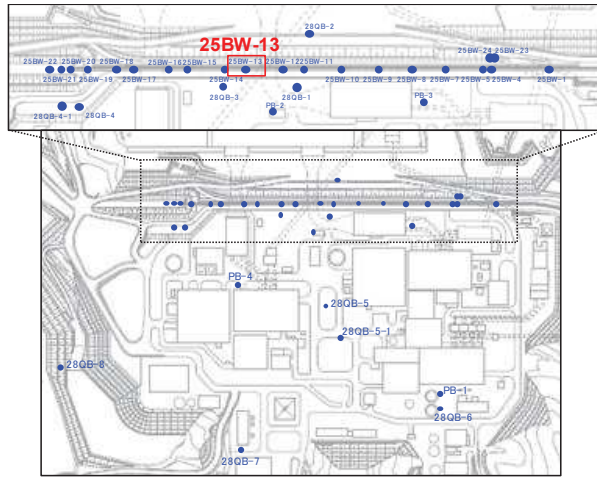
ボーリング平面位置図

25BW-12 孔口標高O.P.13.30m 掘進長 L=31.00m



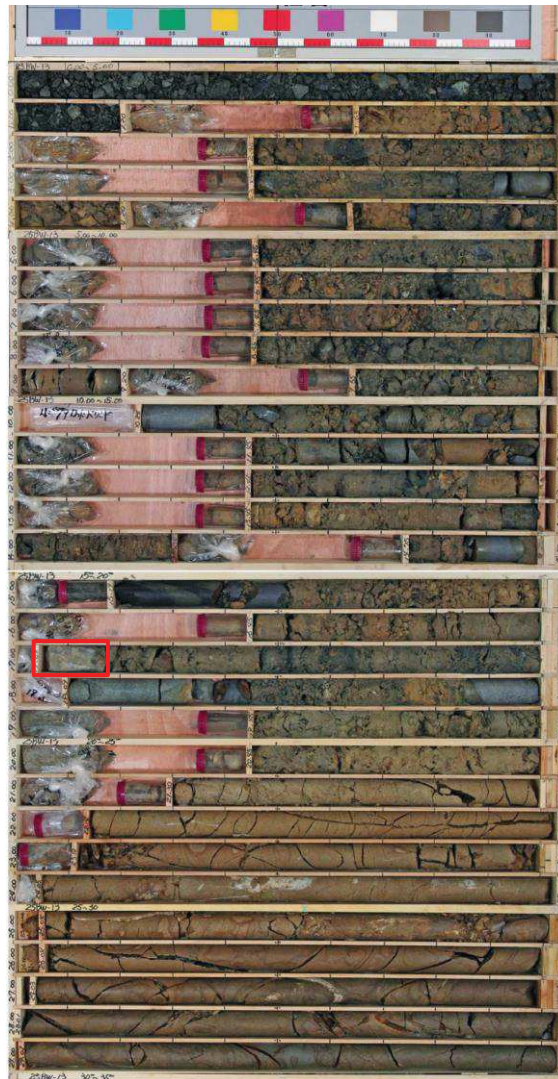
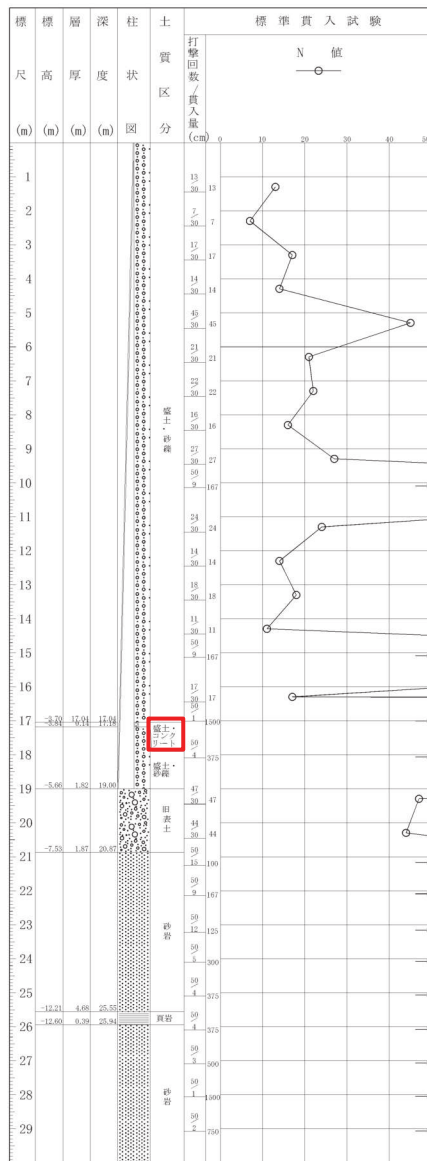
(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.1-13 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-12)



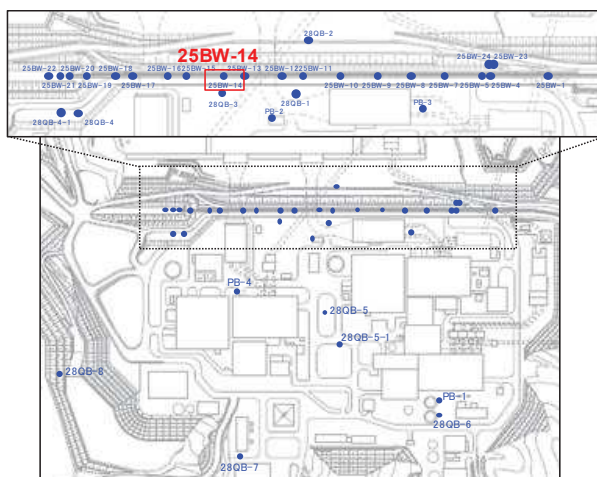
ボーリング平面位置図

25BW-13 孔口標高O.P.13.34m 掘進長 L=36.00m



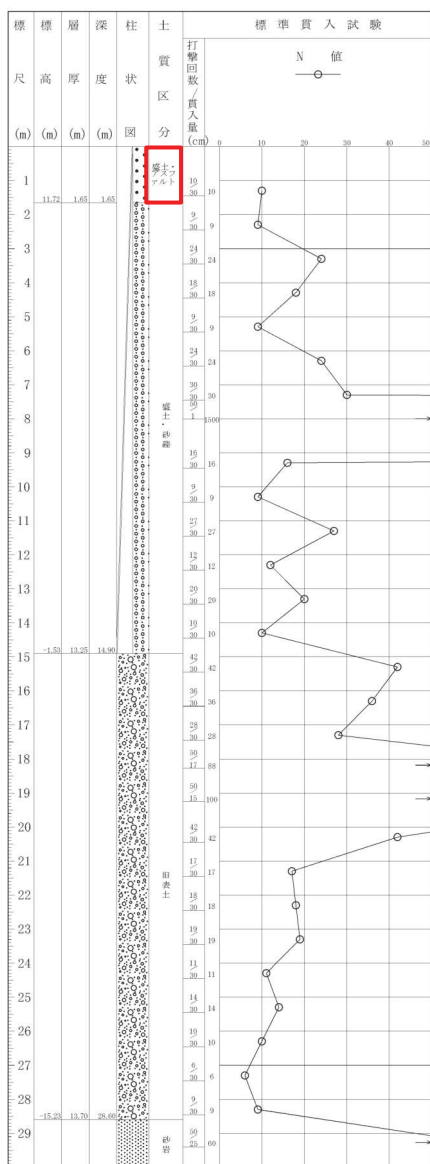
(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.1-14 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-13)



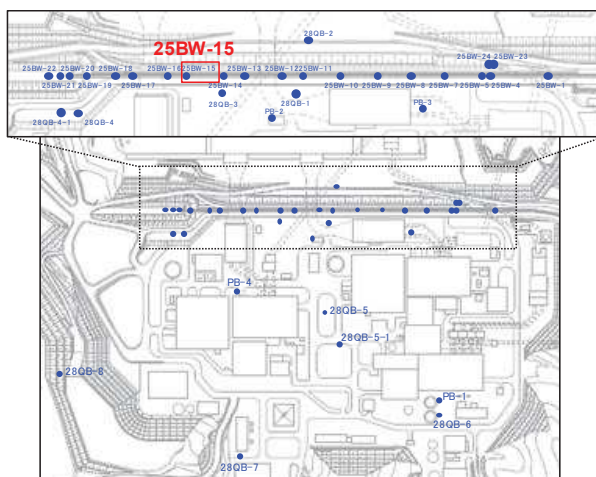
ボーリング平面位置図

25BW-14 孔口標高O.P.13.37m 掘進長 L=34.00m



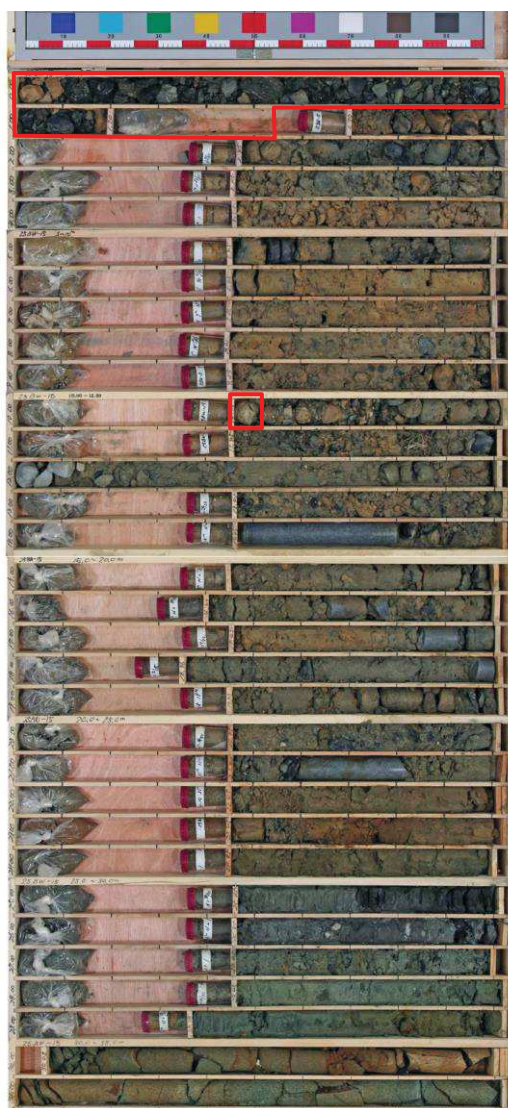
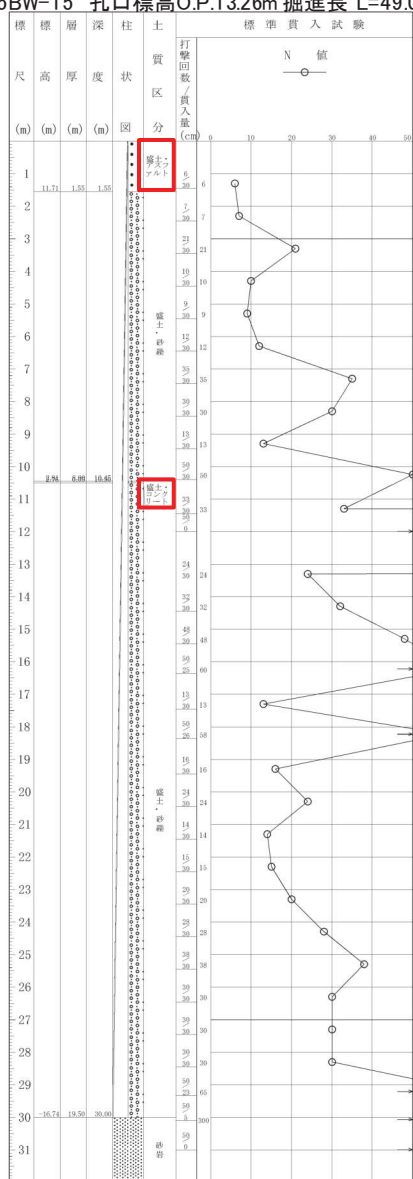
(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.1-15 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-14)



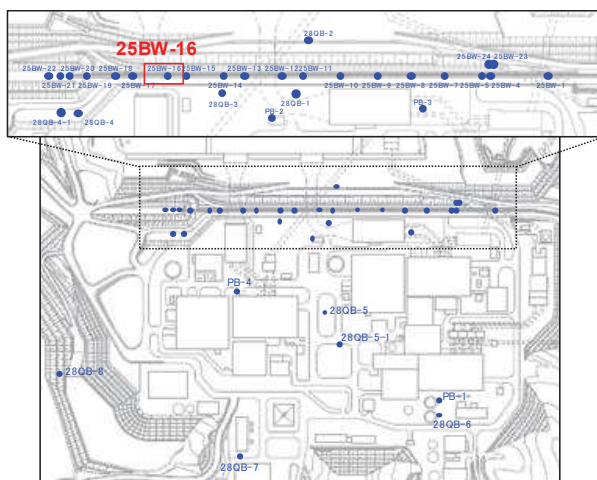
ボーリング平面位置図

25BW-15 孔口標高O.P.1326m 掘進長 L=49.00m



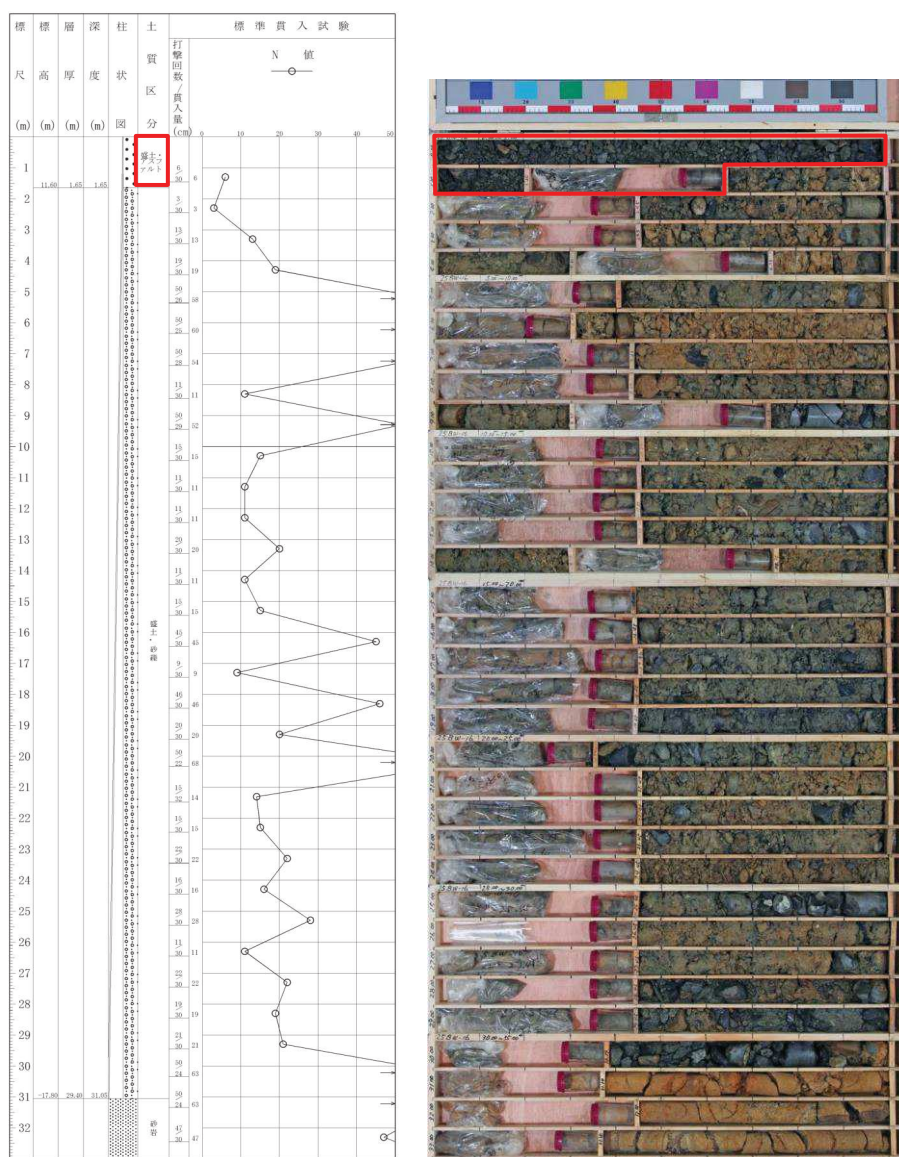
(深度32m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.1-16 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-15)



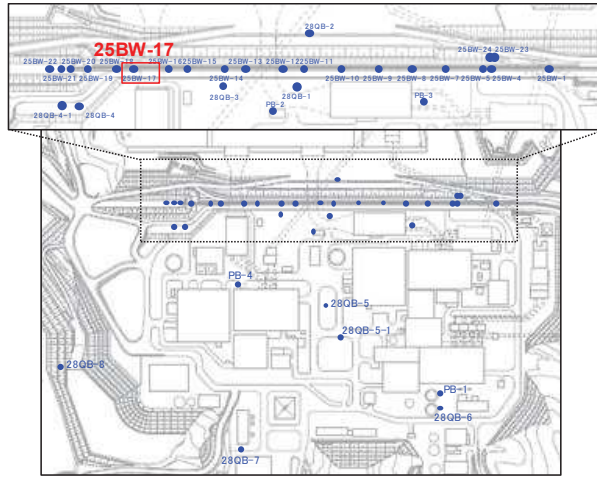
ボーリング平面位置図

25BW-16 孔口標高O.P.13.25m 掘進長 L=53.00m



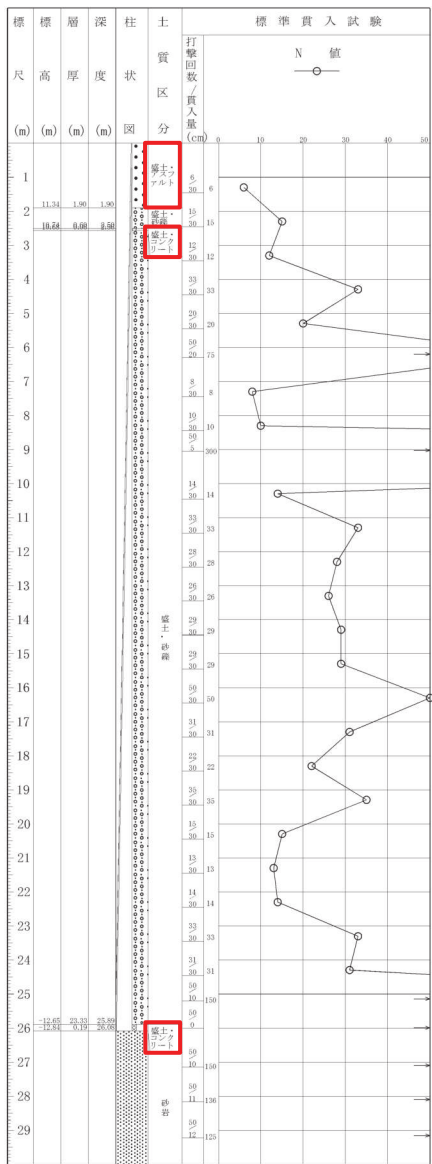
(深度33m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.1-17 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-16)



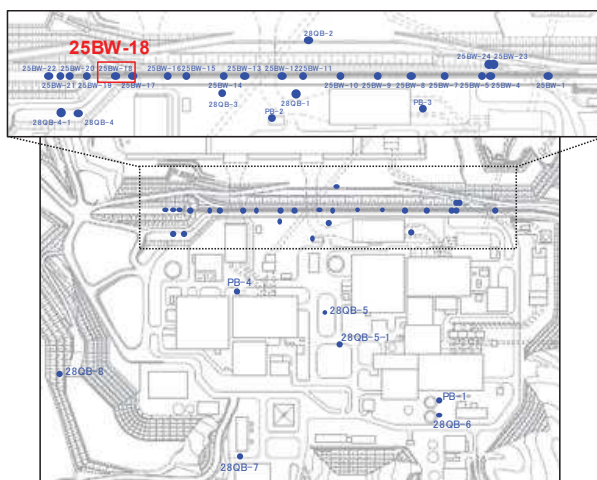
ボーリング平面位置図

25BW-17 孔口標高O.P.13.24m 掘進長 L=38.00m



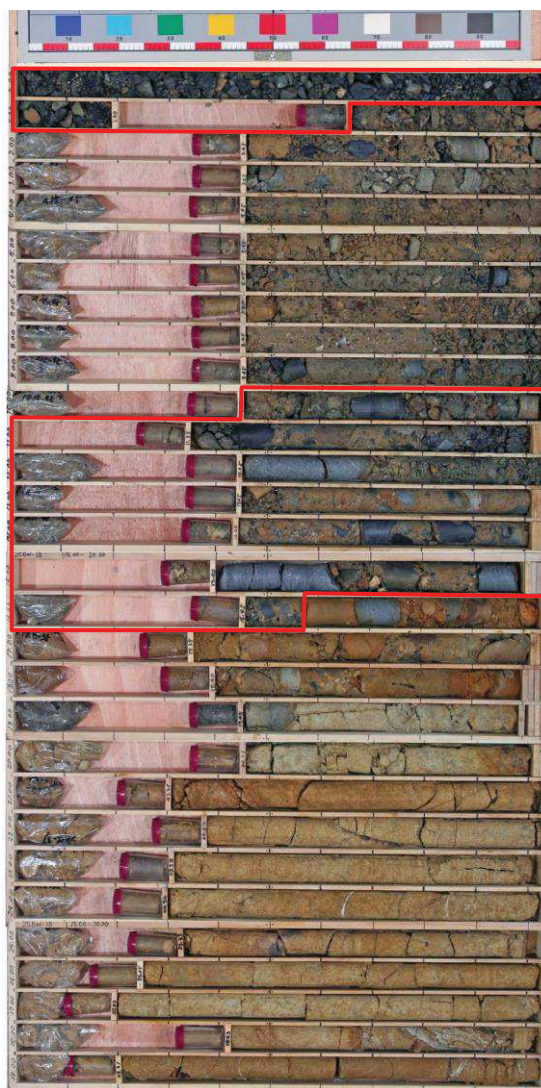
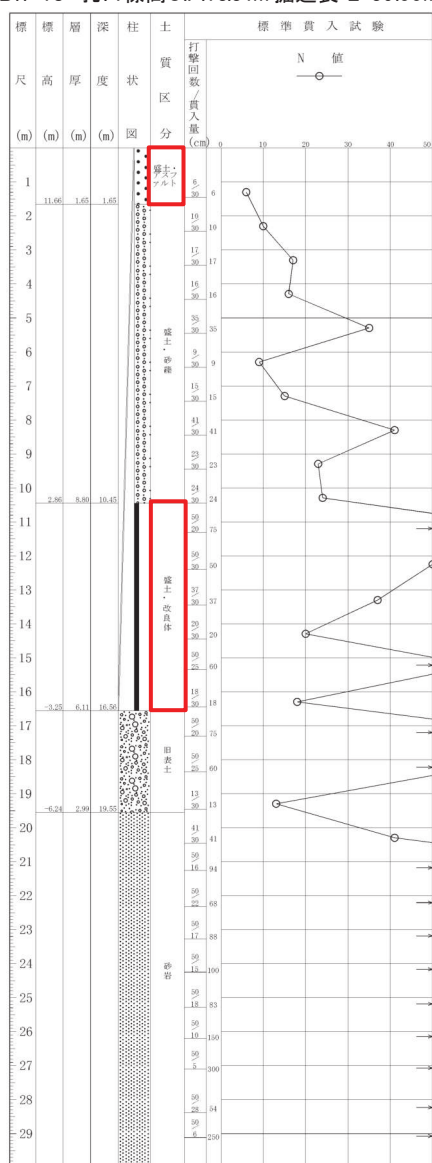
(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.1-18 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-17)



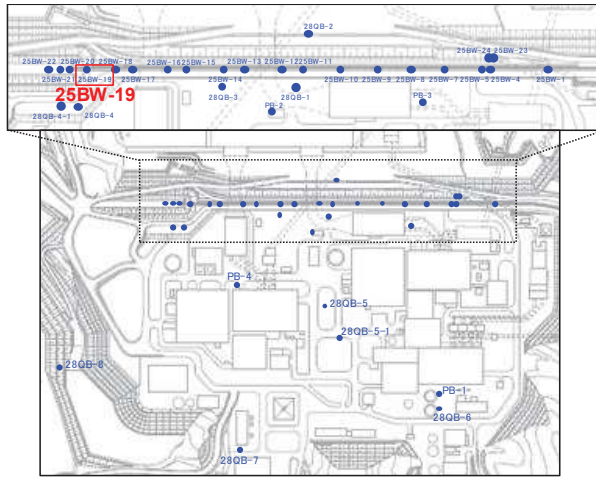
ボーリング平面位置図

25BW-18 孔口標高O.P.1331m 掘進長 L=39.00m



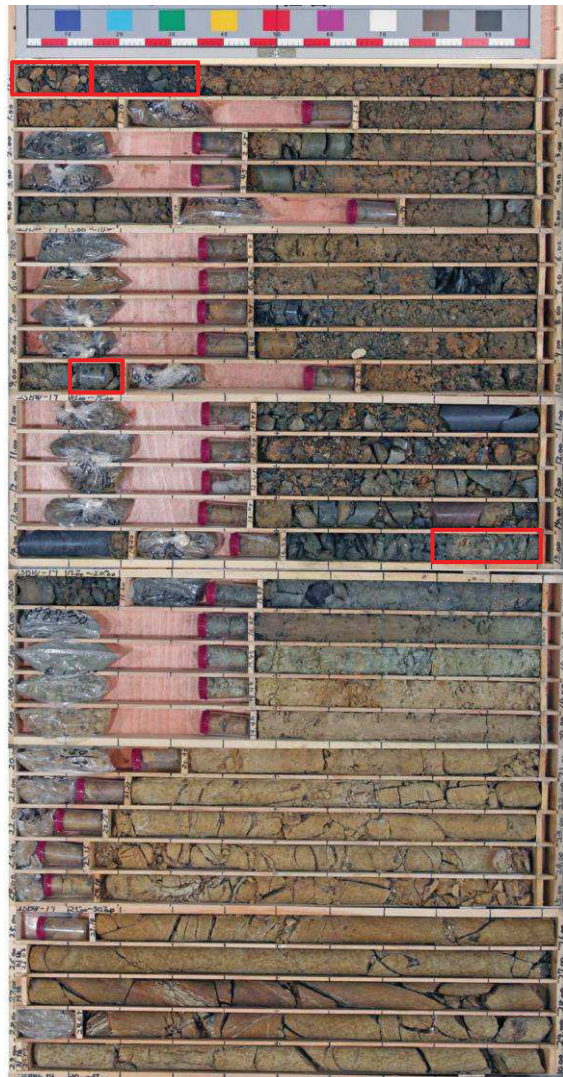
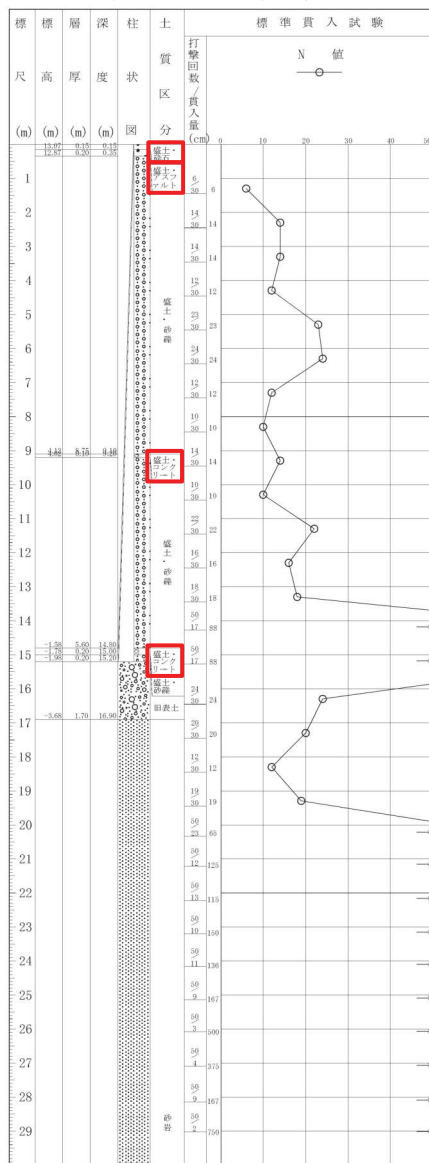
(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.1-19 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-18)



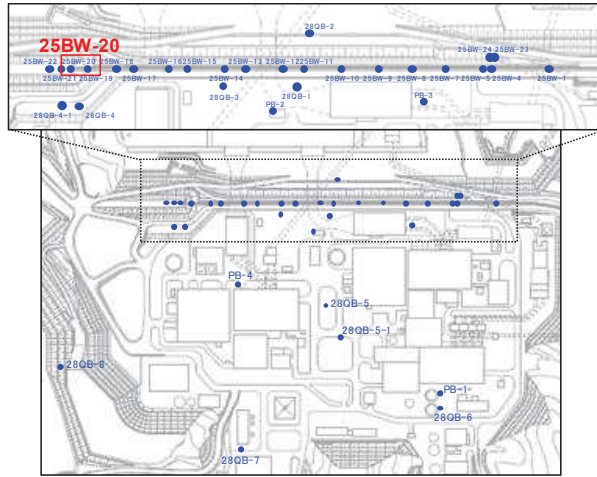
ボーリング平面位置図

25BW-19 孔口標高O.P.13.22m 掘進長 L=45.00m



(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.1-20 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-19)



ボーリング平面位置図

25BW-20 孔口標高O.P.13.81m 掘進長 L=28.00m

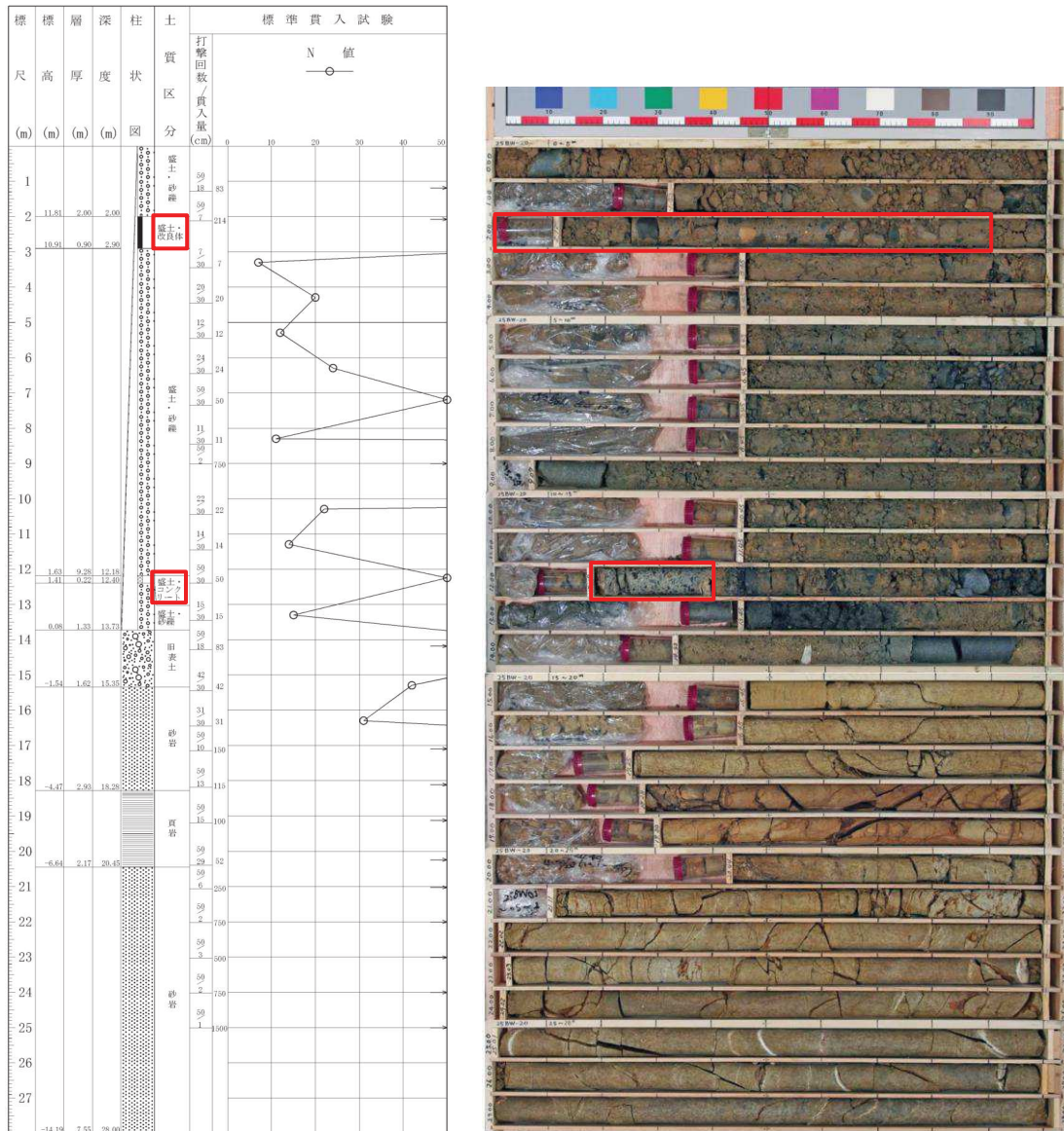
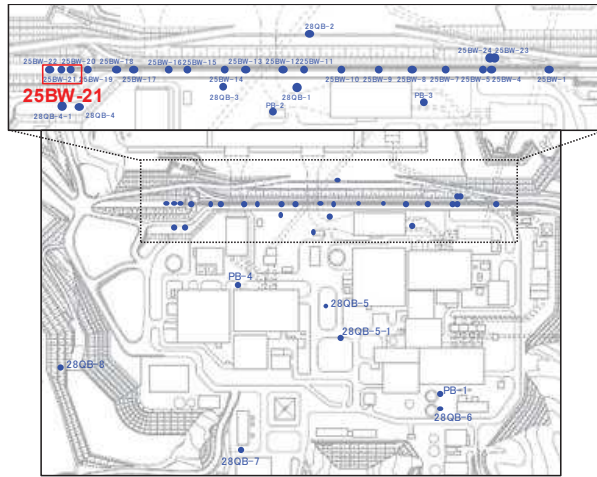


図 1.1-21 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-20)



ボーリング平面位置図

25BW-21 孔口標高O.P.14.03m 掘進長 L=29.00m

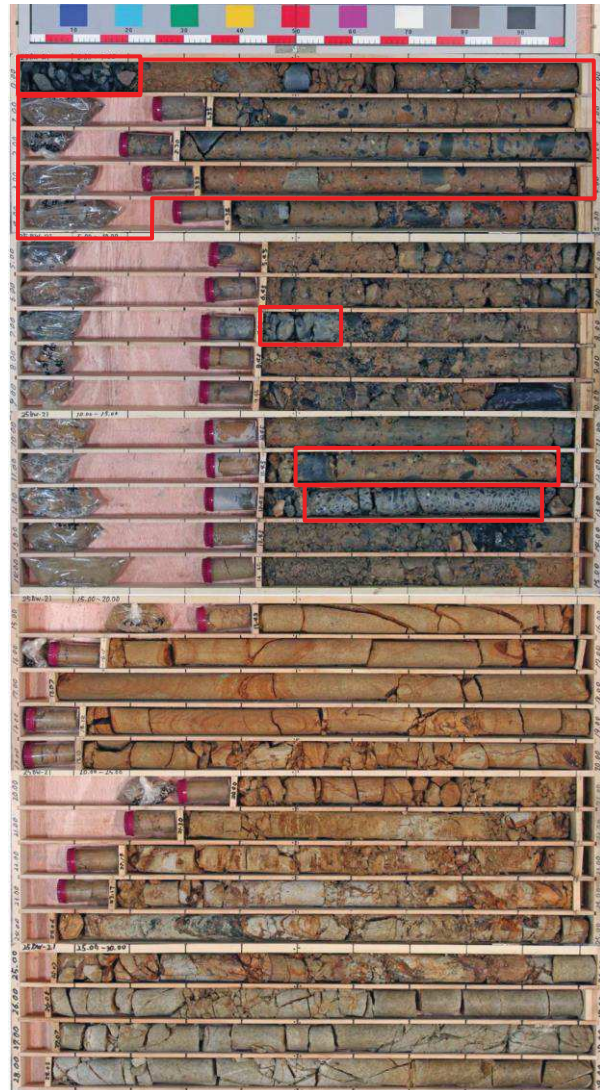
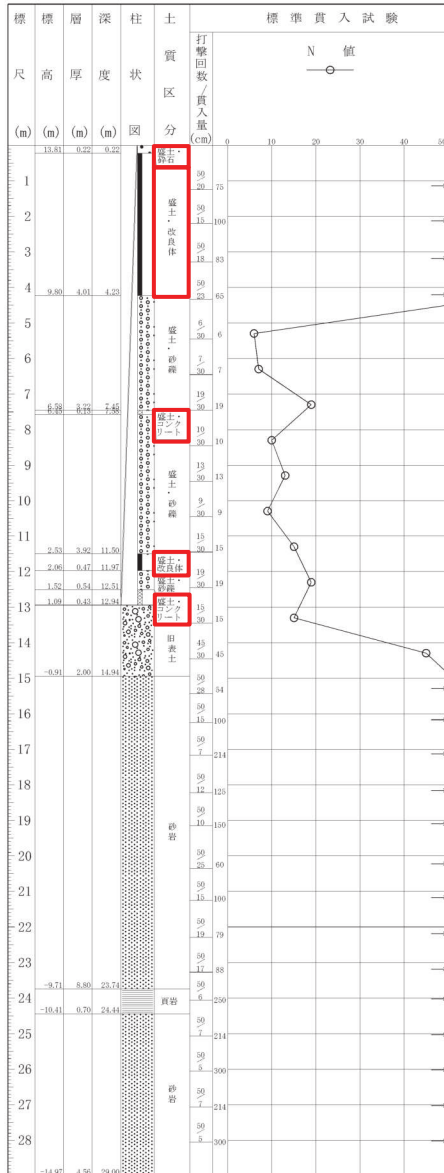
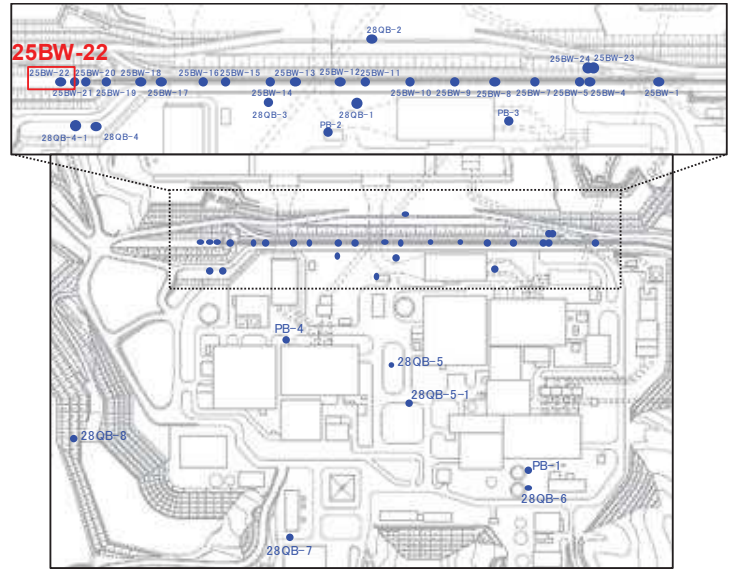


図 1.1-22 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-21)



ボーリング平面位置図

25BW-22 孔口標高O.P.13.99m 掘進長 L=23.00m

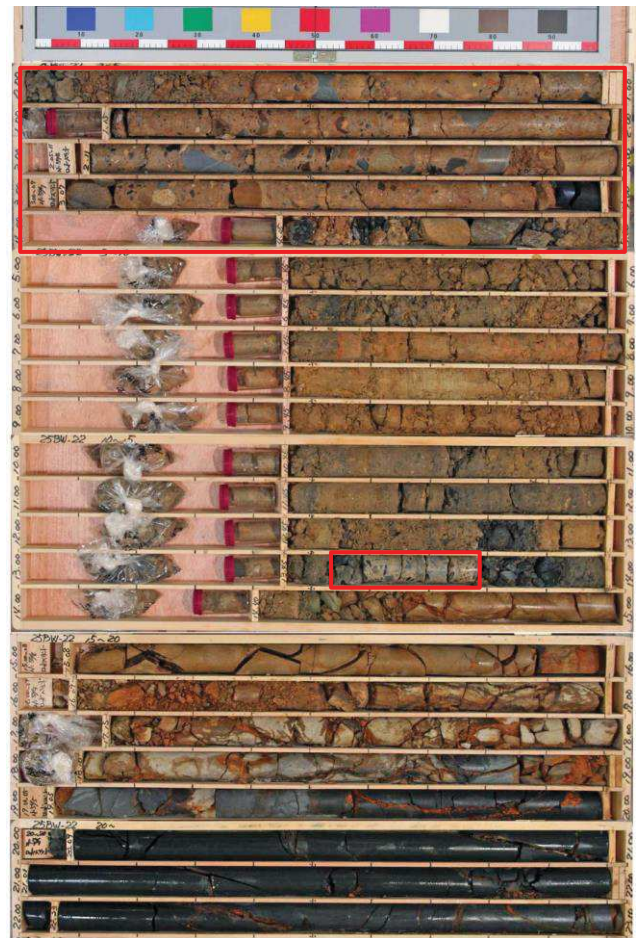
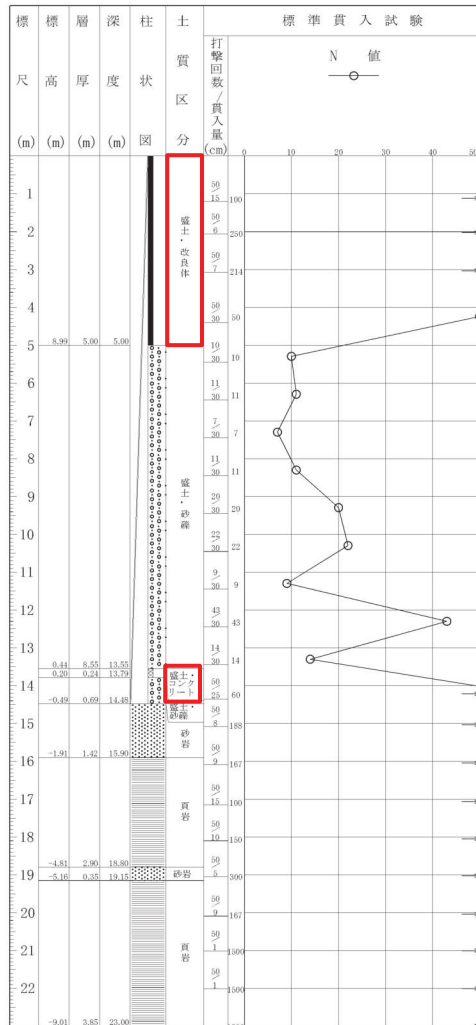
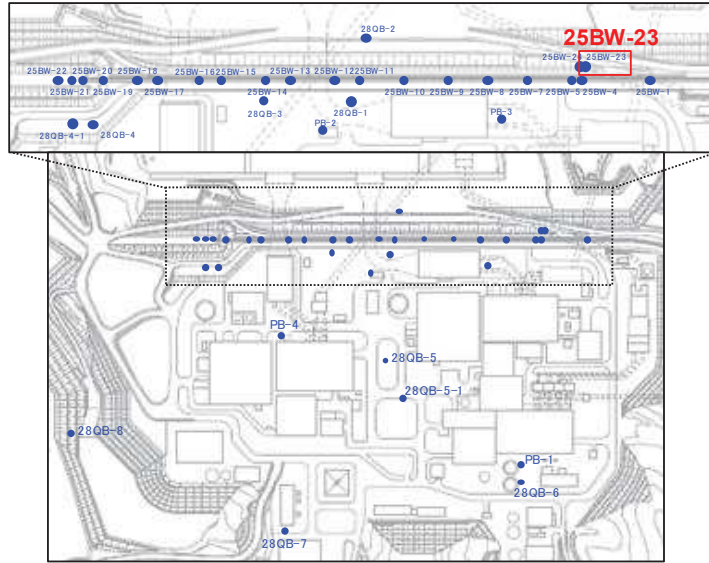


図 1.1-23 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-22)



ボーリング平面位置図

25BW-23 孔口標高O.P.13.20m 掘進長 L=20.50m

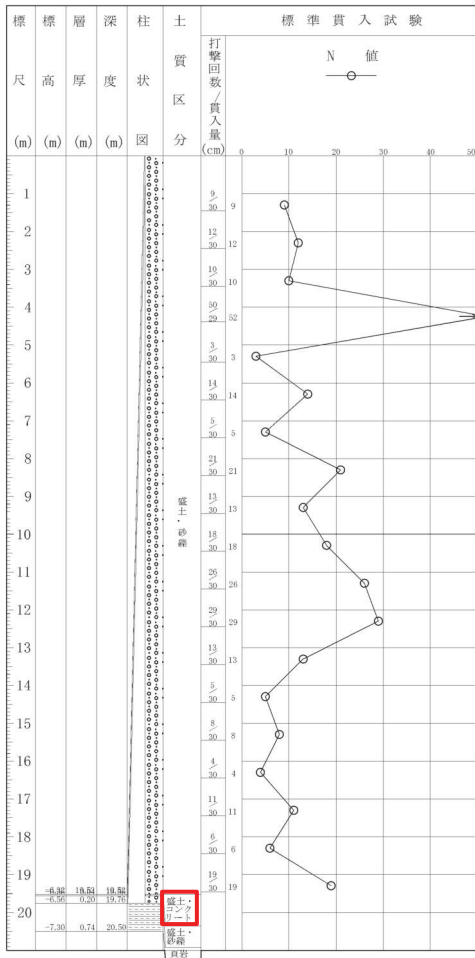
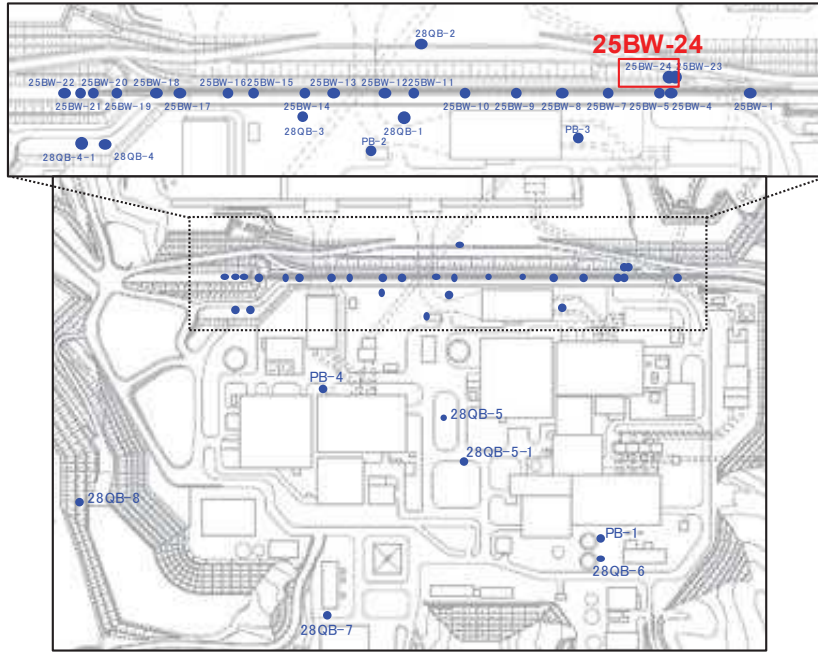


図 1.1-24 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-23)



ボーリング平面位置図

25BW-24 孔口標高O.P.13.13m 掘進長 L=14.00m

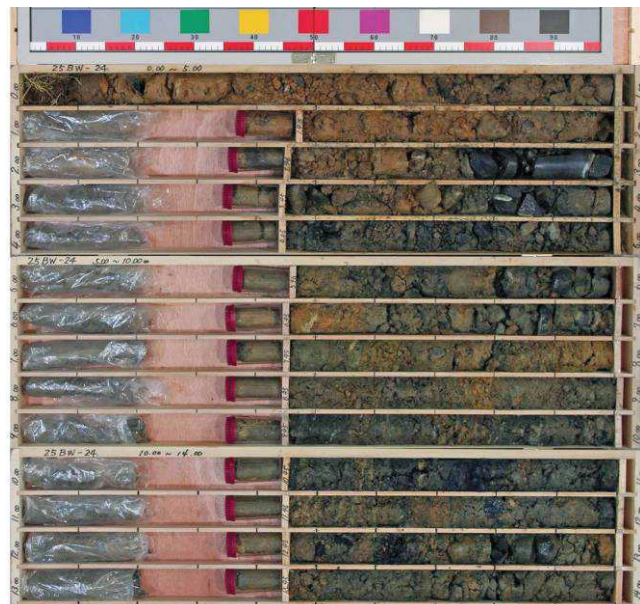
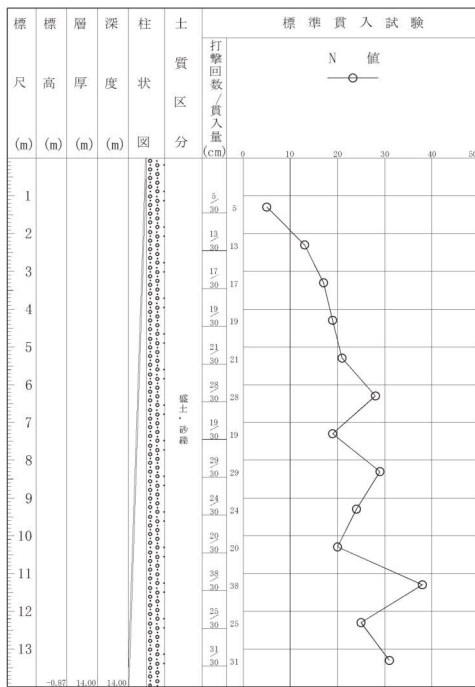
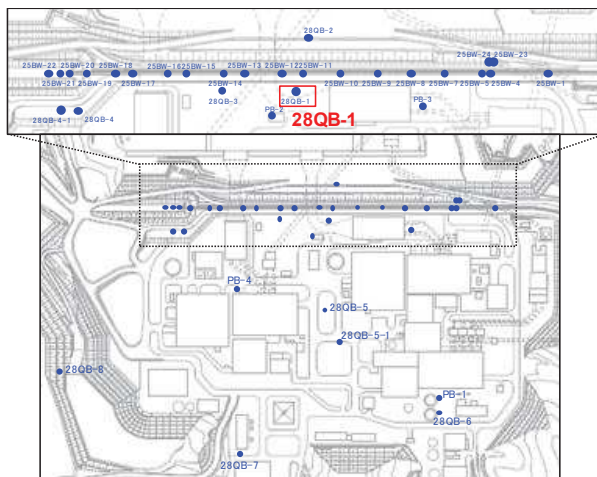


図 1.1-25 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-24)



ボーリング平面位置図

28QB-1 孔口標高O.P.13.59m 掘進長 L=27.05m

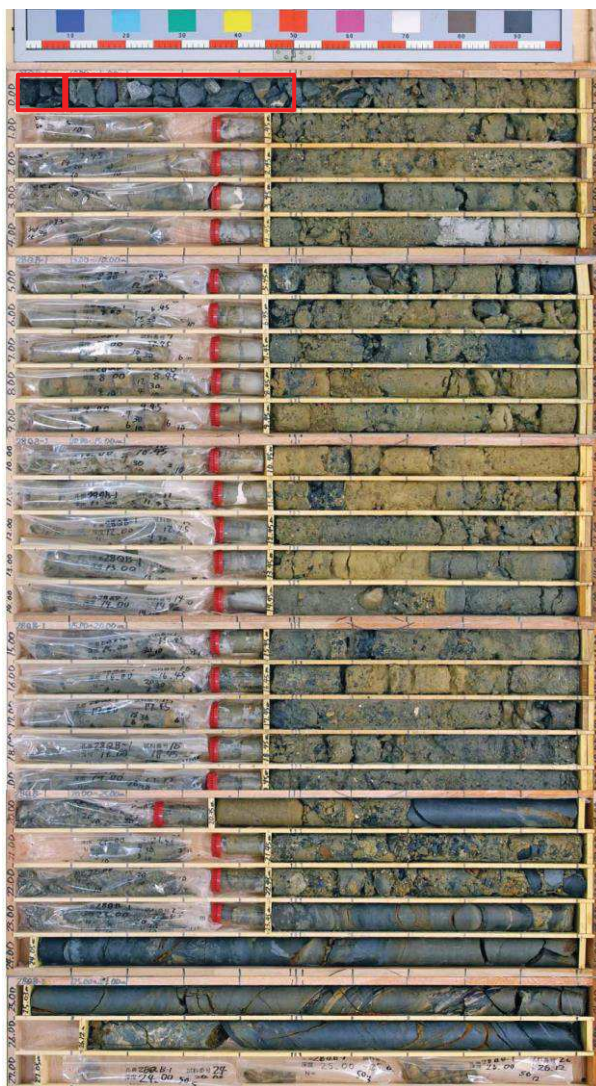
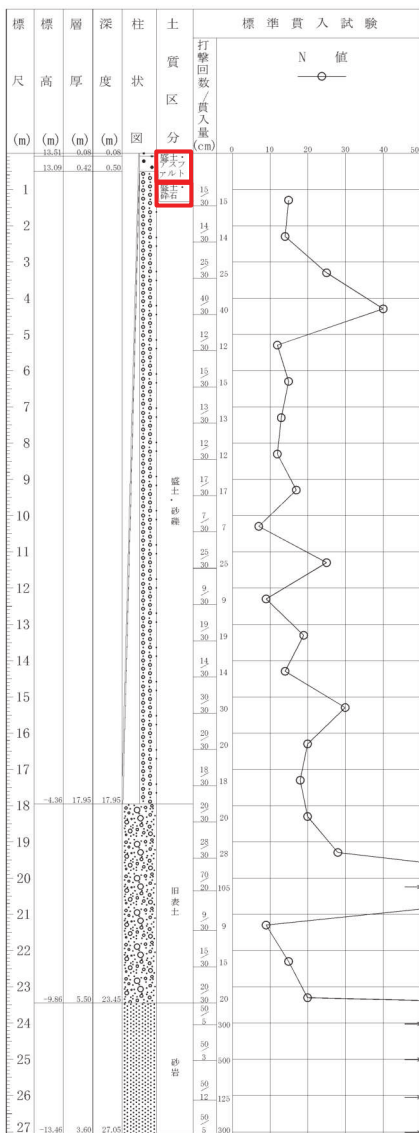
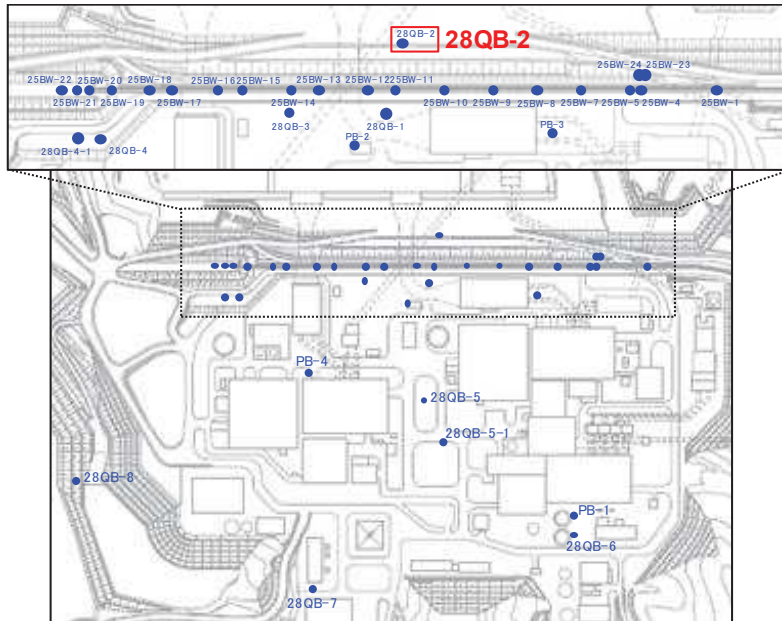


図 1.1-26 ボーリング柱状図・コア写真 (28QB-1)



ボーリング平面位置図

28QB-2 孔口標高O.P.2.85m 掘進長 L=21.04m

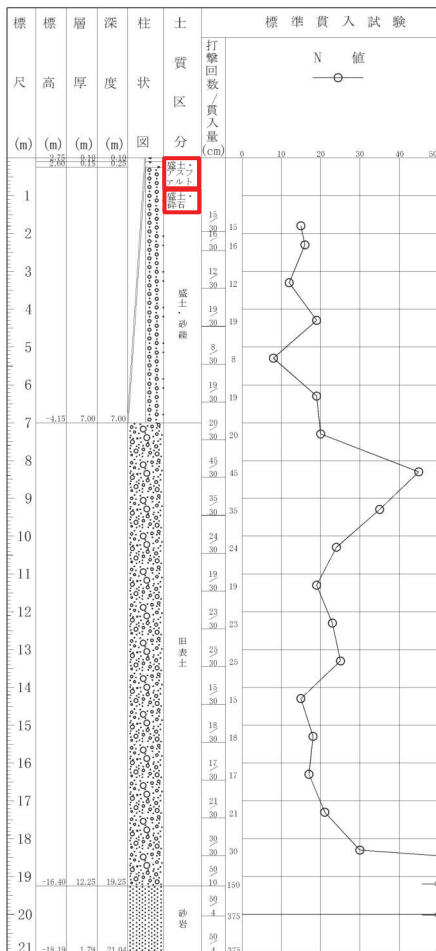
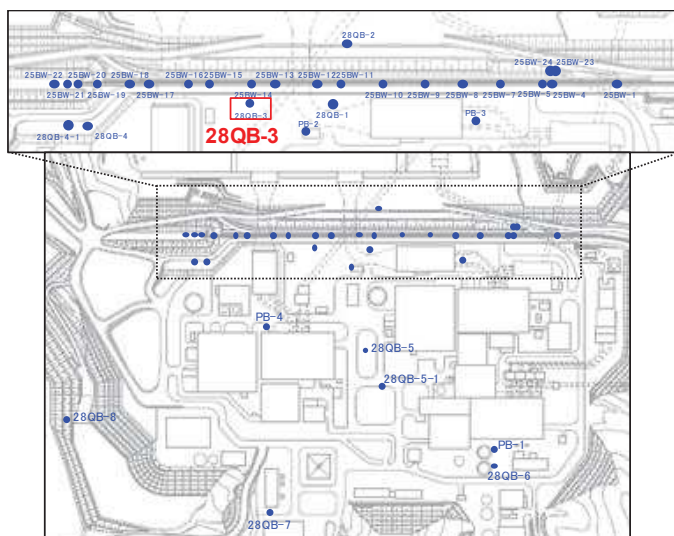


図 1.1-27 ボーリング柱状図・コア写真 (28QB-2)



ボーリング平面位置図

28QB-3 孔口標高O.P.13.61m掘進長 L=25.05m

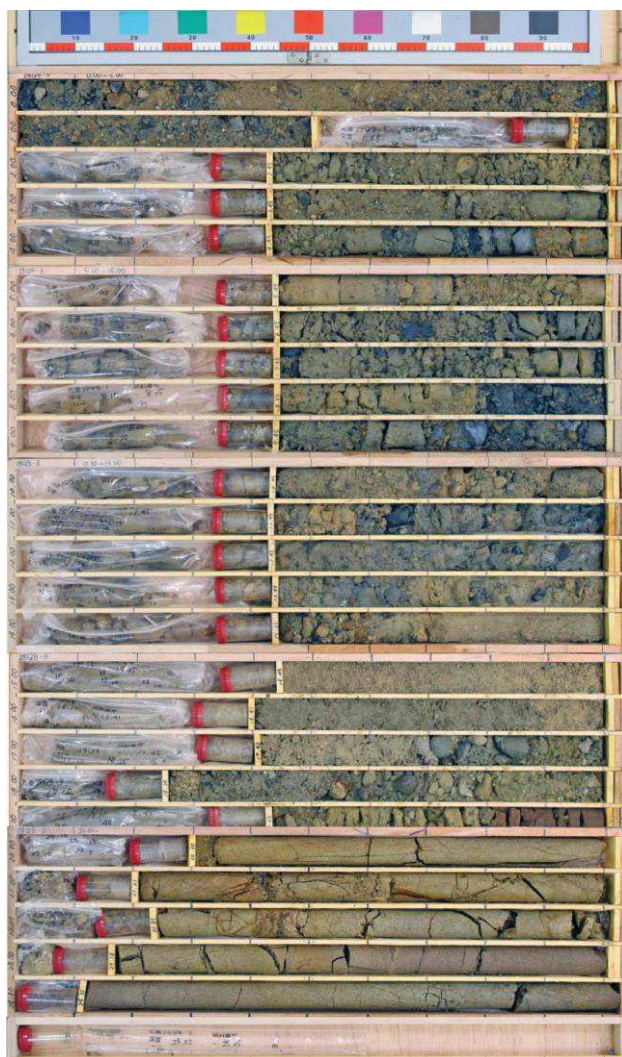
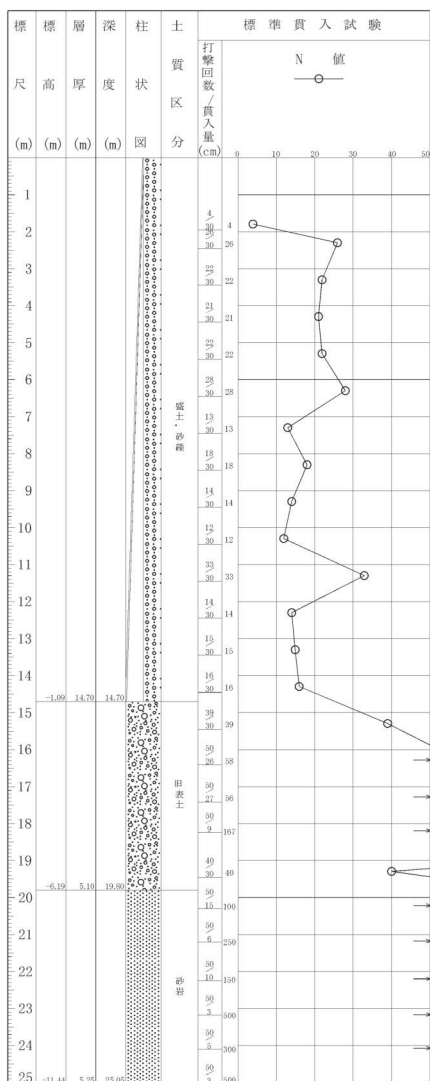
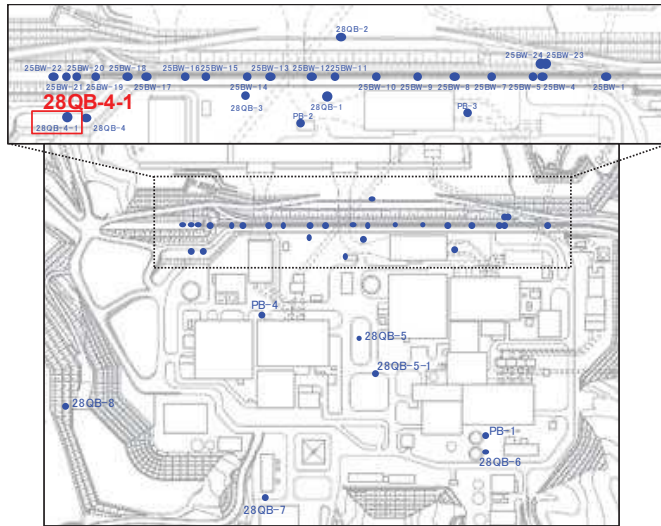


図 1.1-28 ボーリング柱状図・コア写真 (28QB-3)



ボーリング平面位置図

28QB-4-1 孔口標高O.P.18.32m 掘進長 L=27.09m

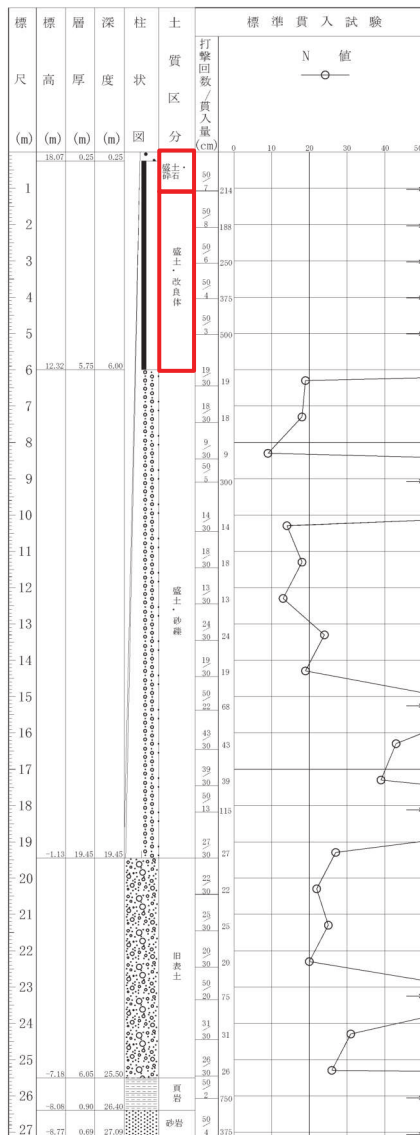
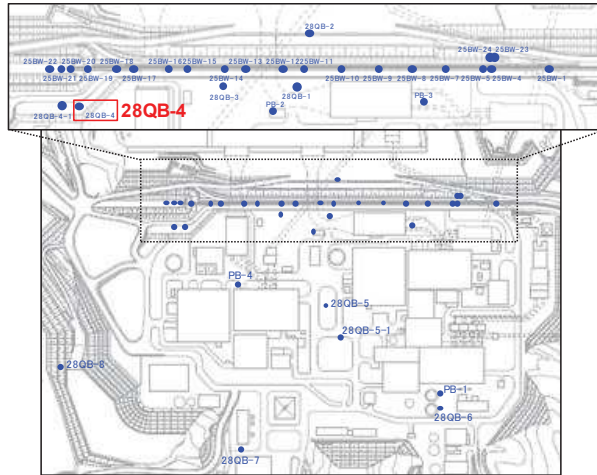


図 1.1-29 ボーリング柱状図・コア写真 (28QB-4-1)



ボーリング平面位置図

28QB-4 孔口標高O.P.18.25m 掘進長 L=28.02m

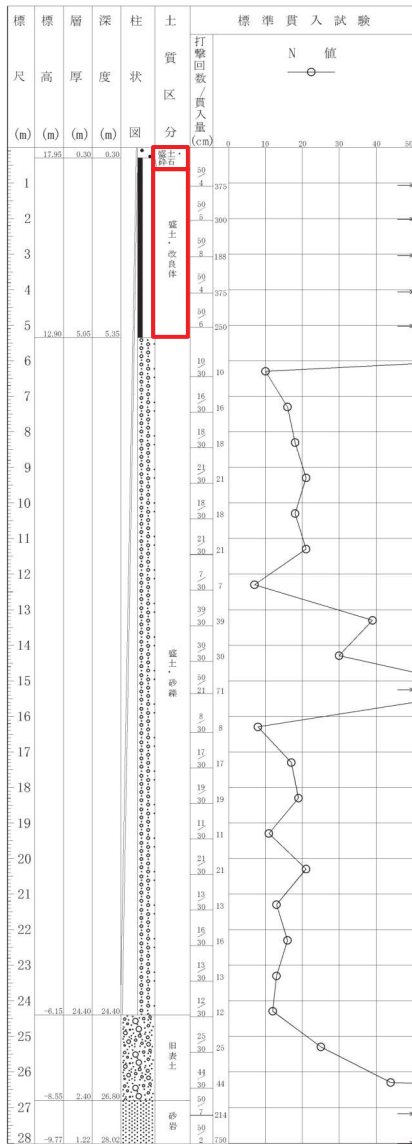
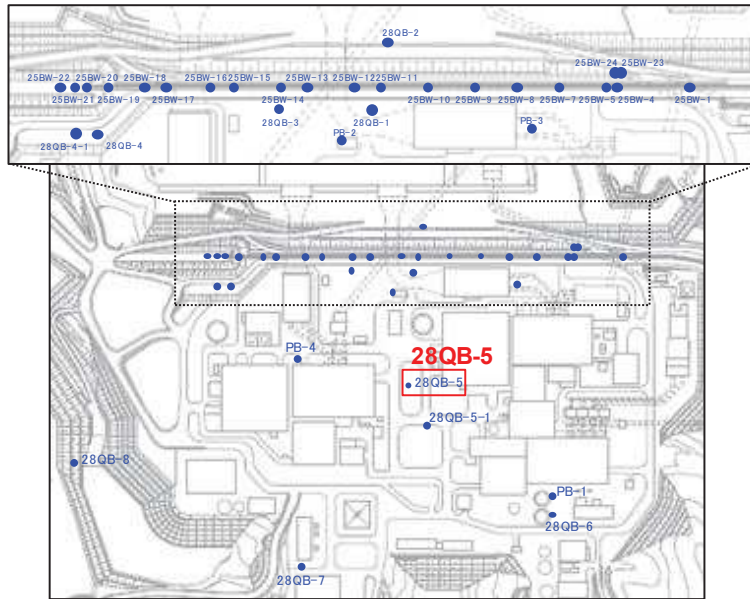


図 1.1-30 ボーリング柱状図・コア写真 (28QB-4)



ボーリング平面位置図

28QB-5 孔口標高O.P.13.64m 掘進長 L=14.45m

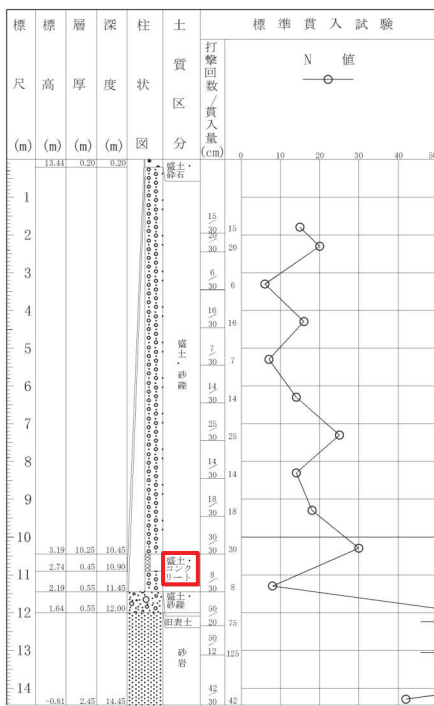
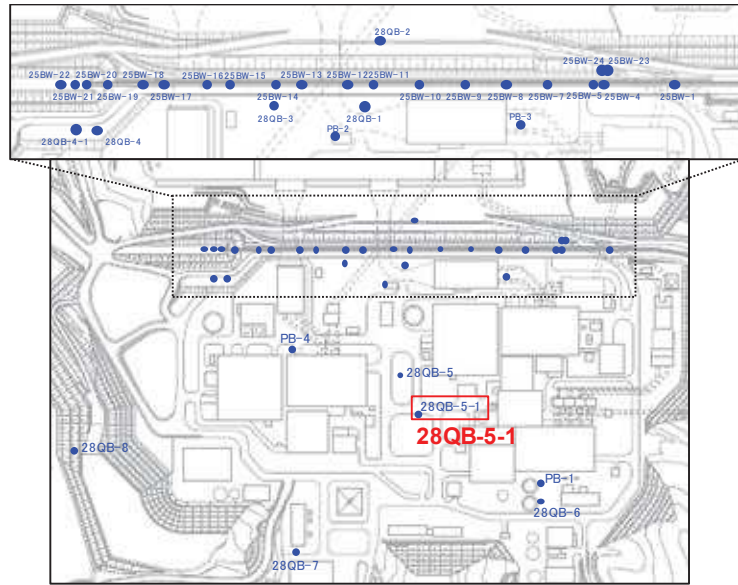


図 1.1-31 ボーリング柱状図・コア写真 (28QB-5)



ボーリング平面位置図

28QB-5-1 孔口標高O.P.13.66m 掘進長 L=14.27m

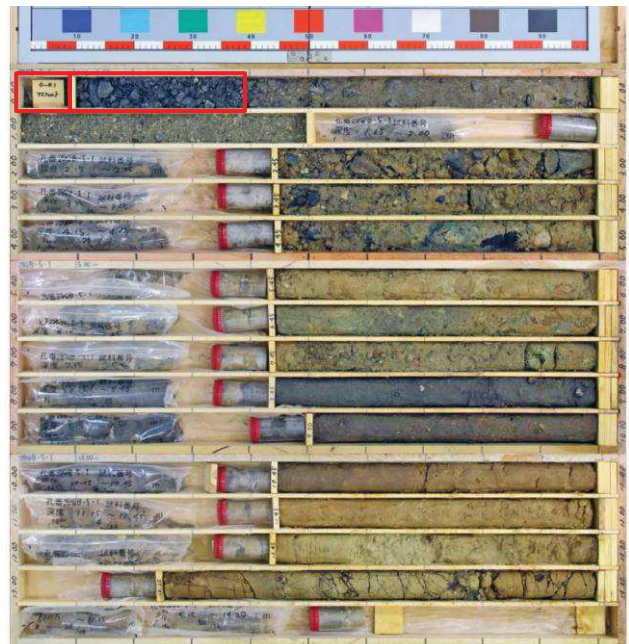
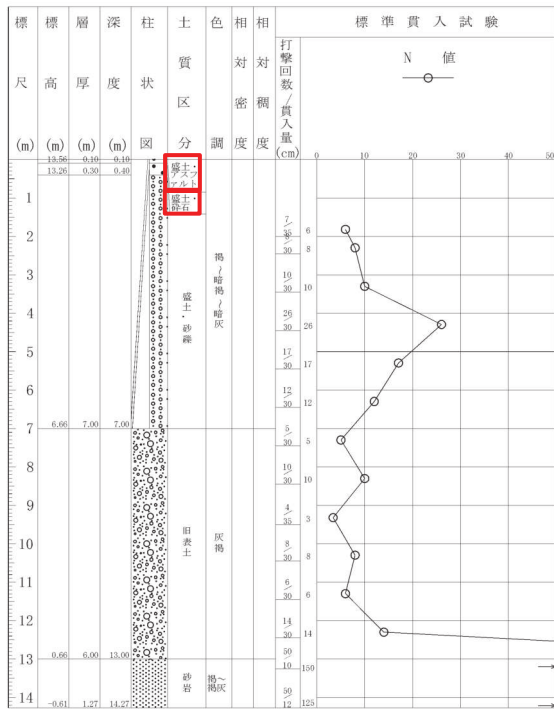
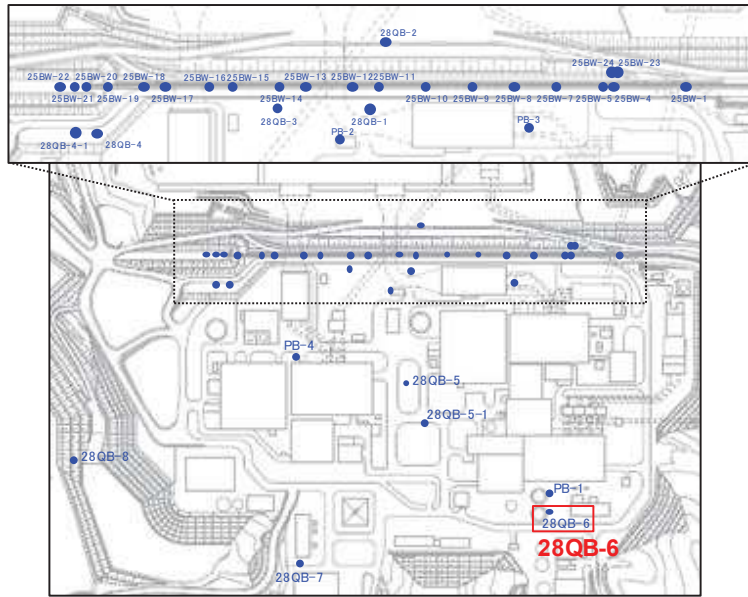


図 1.1-32 ボーリング柱状図・コア写真 (28QB-5-1)



ボーリング平面位置図

28QB-6 孔口標高O.P.1353m 掘進長 L=15.35m

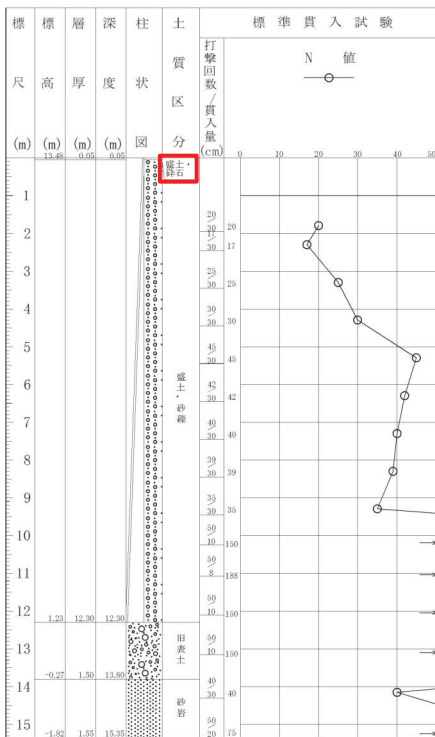
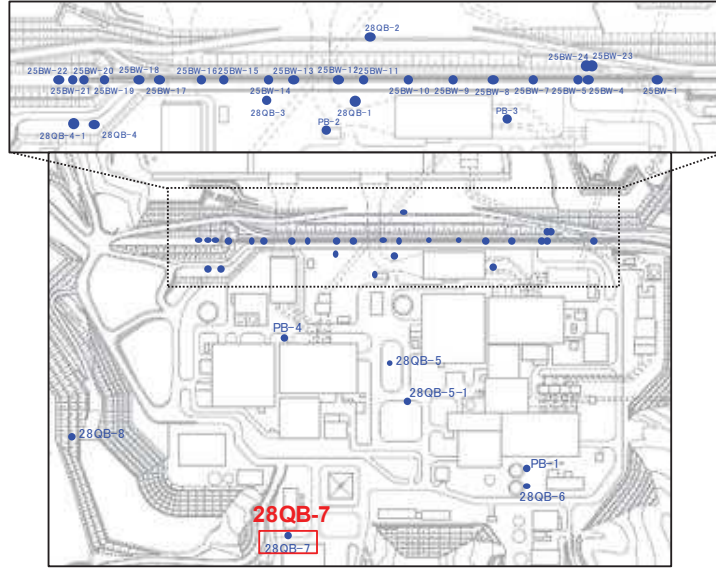


図 1.1-33 ボーリング柱状図・コア写真 (28QB-6)



ボーリング平面位置図

28QB-7 孔口標高O.P.1384m 掘進長 L=11.25m

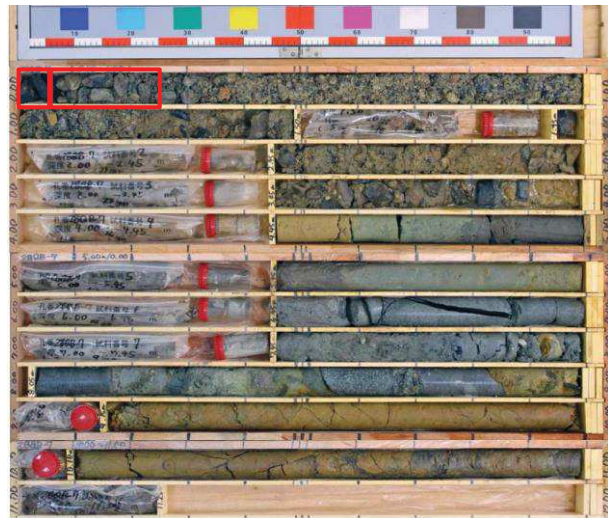
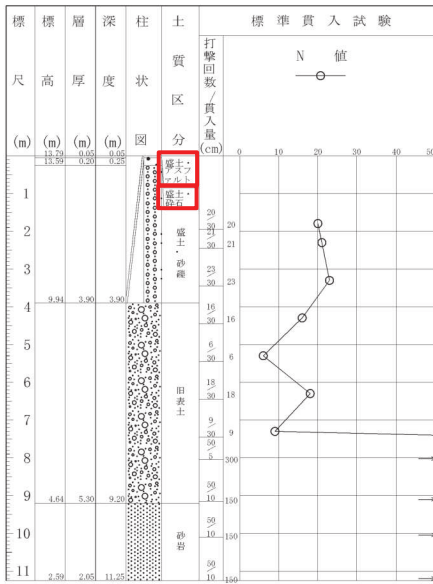
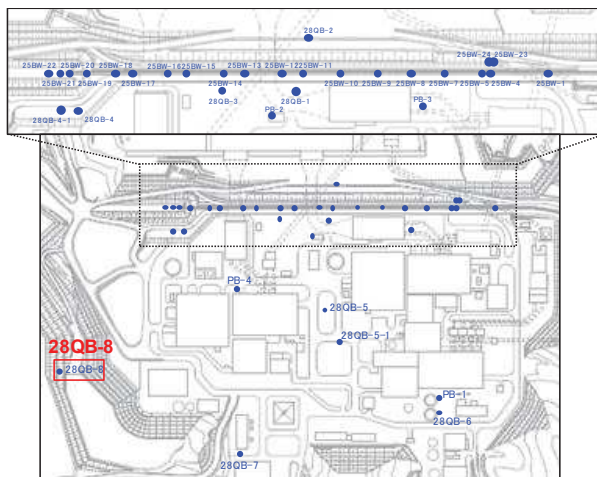


図 1.1-34 ボーリング柱状図・コア写真 (28QB-7)



ボーリング平面位置図

28QB-8 孔口標高O.P.59.62m掘進長 L=30.00m

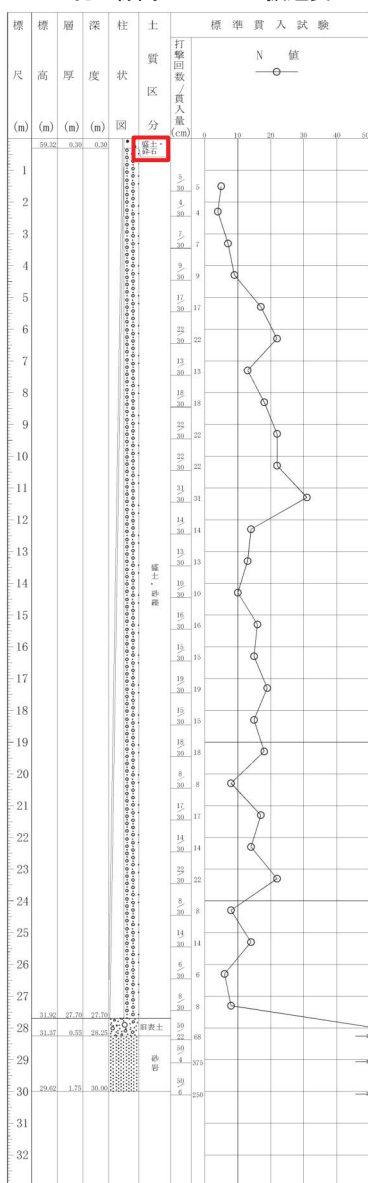
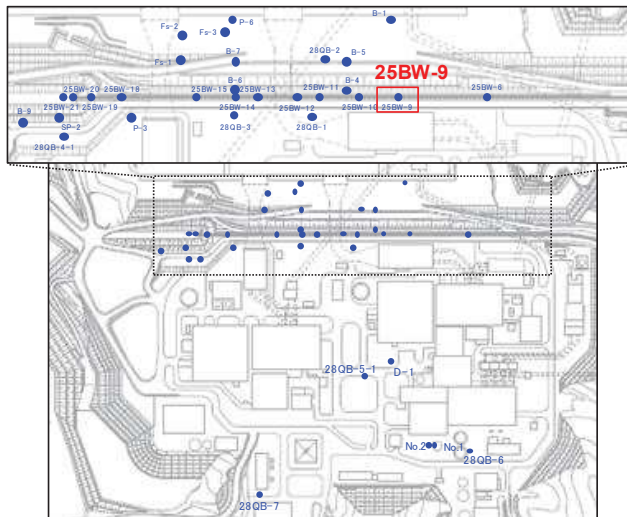


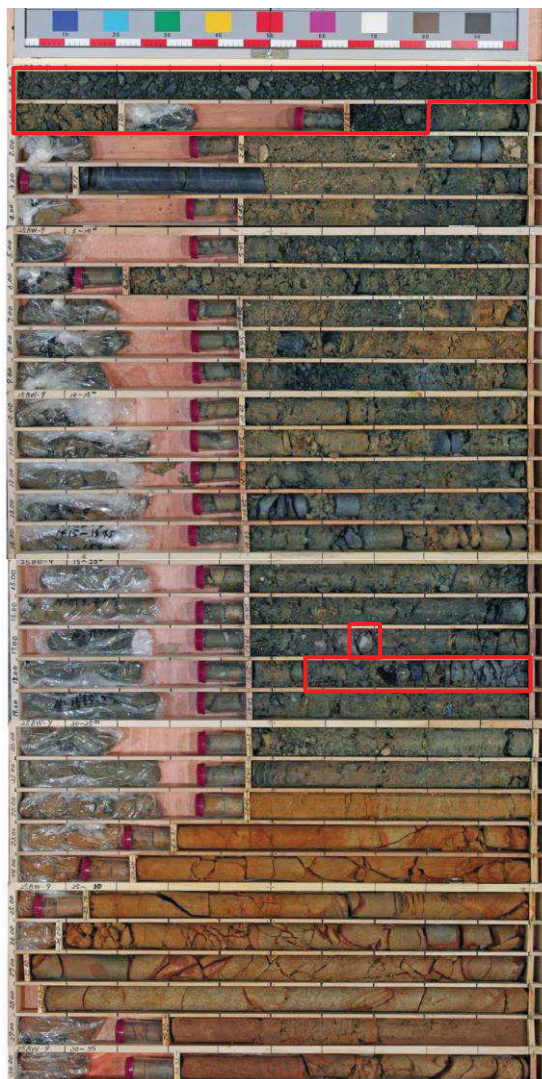
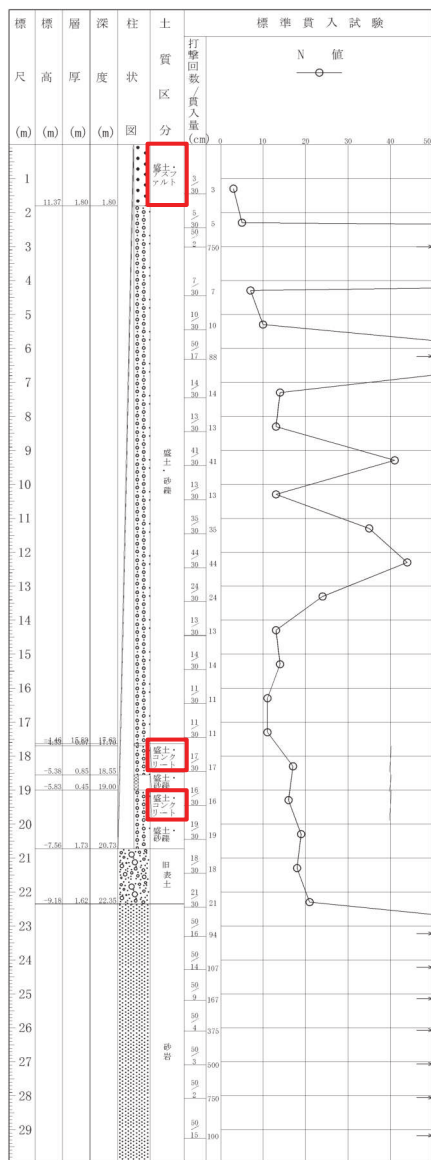
図 1.1-35 ボーリング柱状図・コア写真 (28QB-8)

1.2 旧表土のボーリング柱状図・コア写真



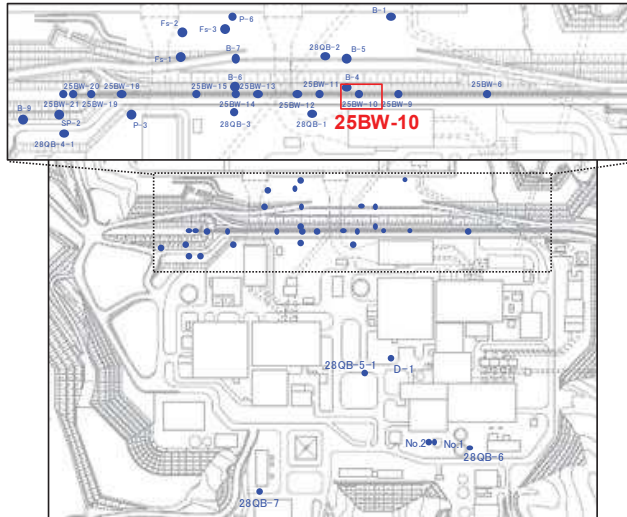
ボーリング平面位置図

25BW-9 孔口標高O.P.13.17m 掘進長 L=40.00m



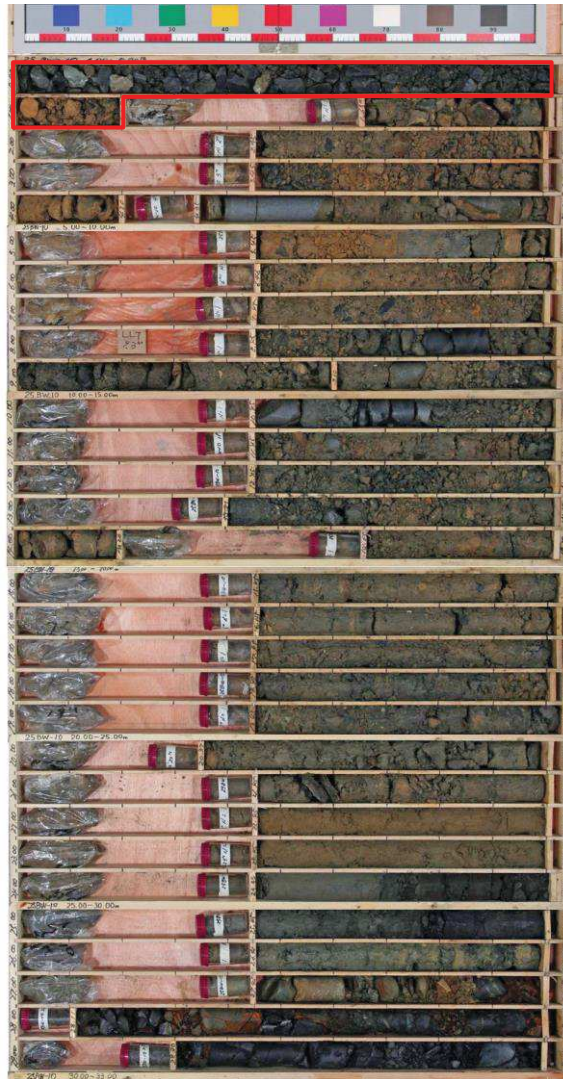
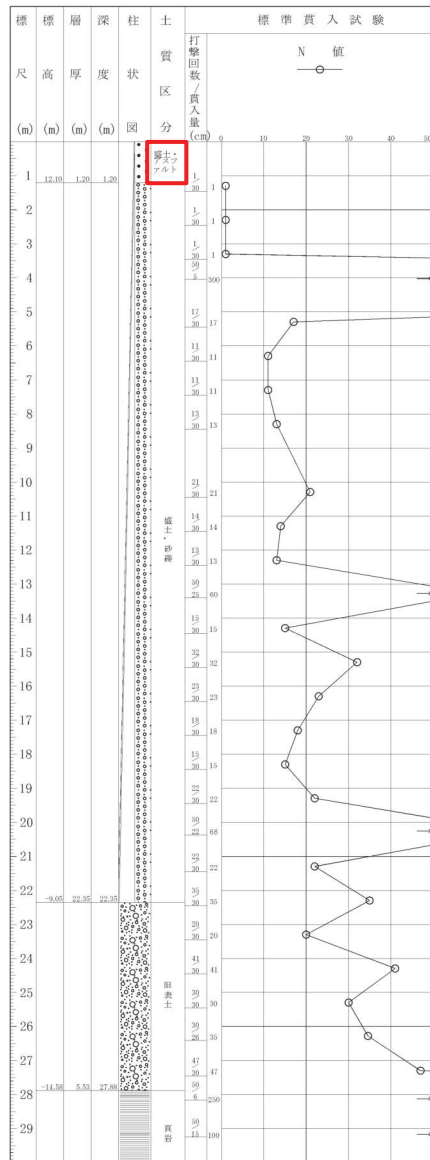
(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.2-2 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-9)



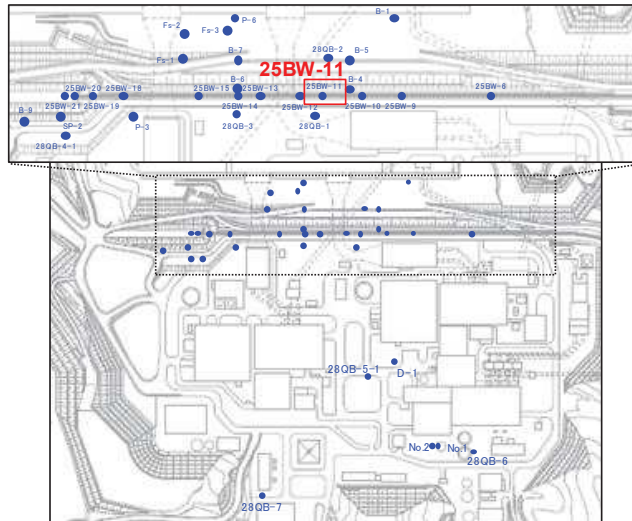
ボーリング平面位置図

25BW-10 孔口標高O.P.13.30m 掘進長 L=34.00m



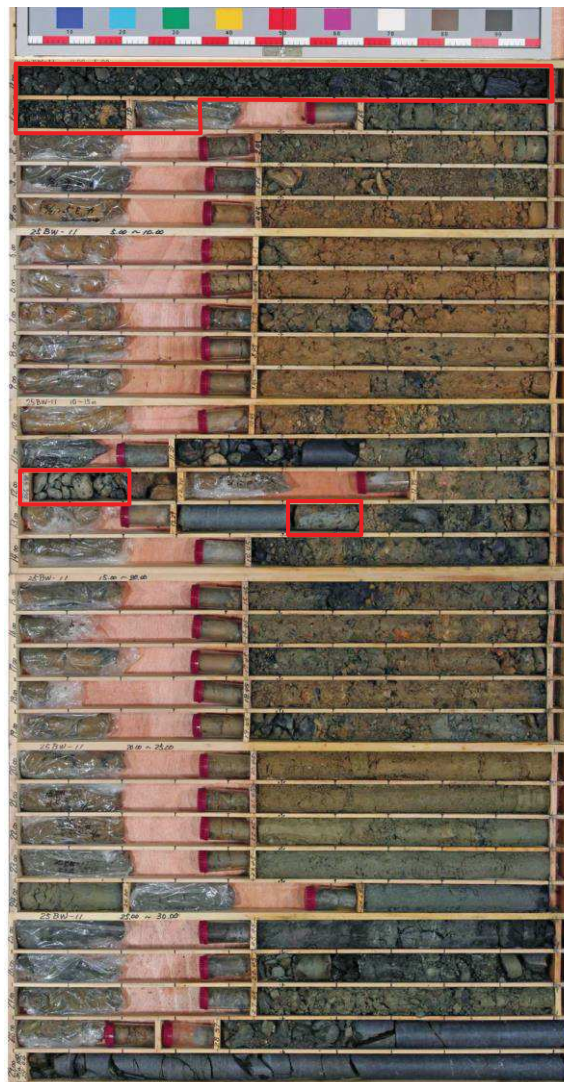
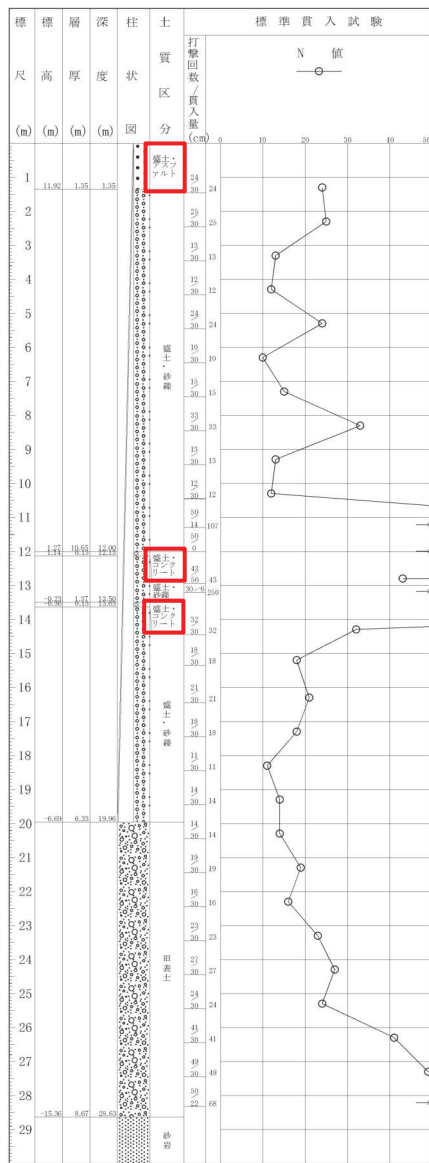
(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.2-3 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-10)



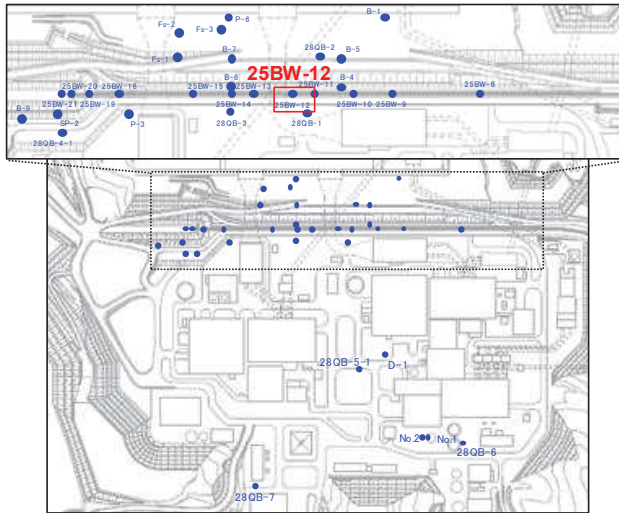
ボーリング平面位置図

25BW-11 孔口標高O.P.13.27m 掘進長 L=32.00m



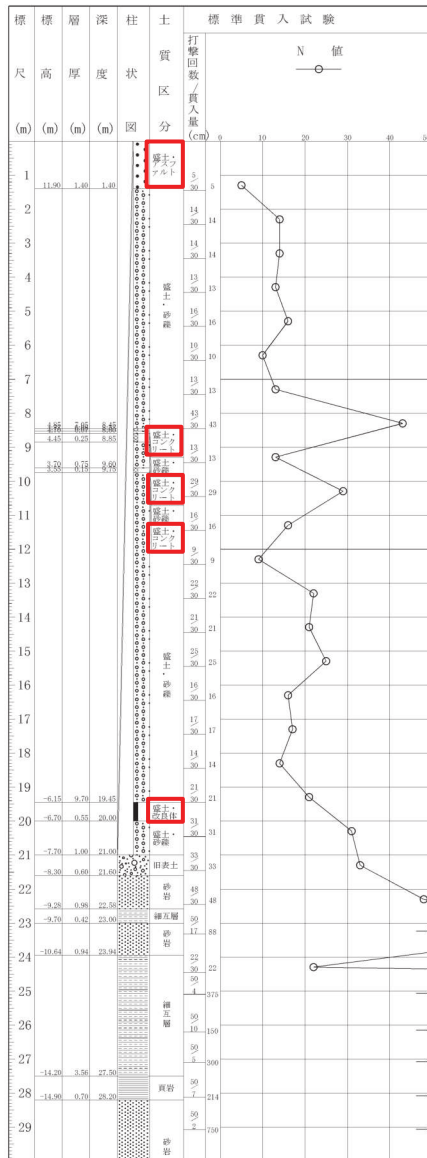
(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.2-4 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-11)



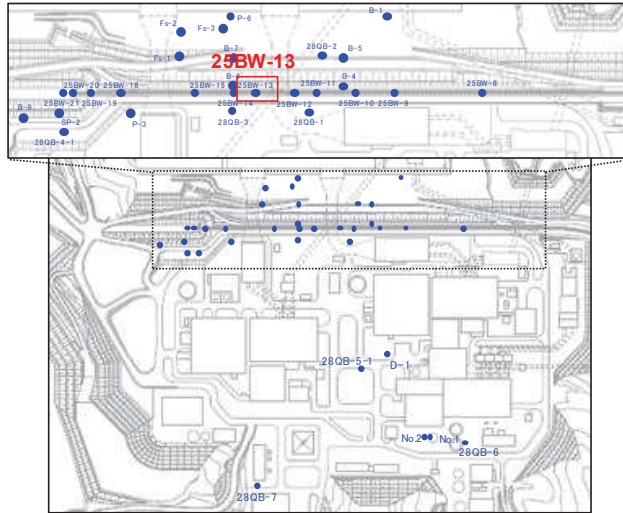
ボーリング平面位置図

25BW-12 孔口標高O.P.13.30m 掘進長 L=31.00m



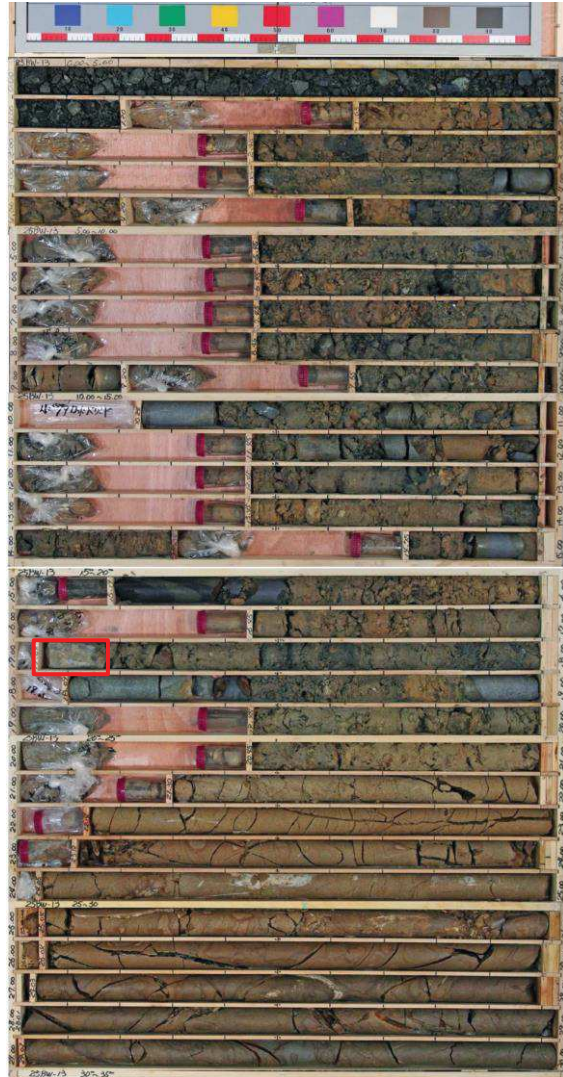
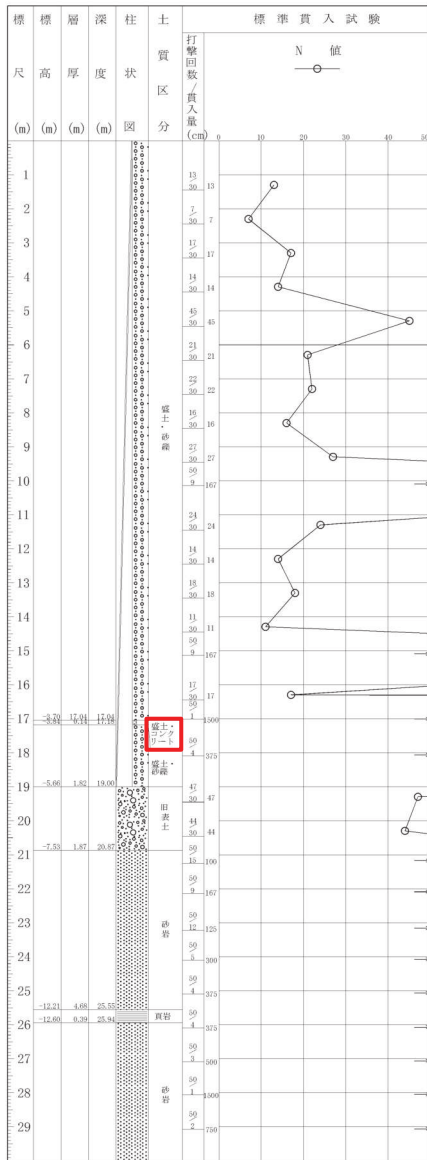
(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.2-5 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-12)



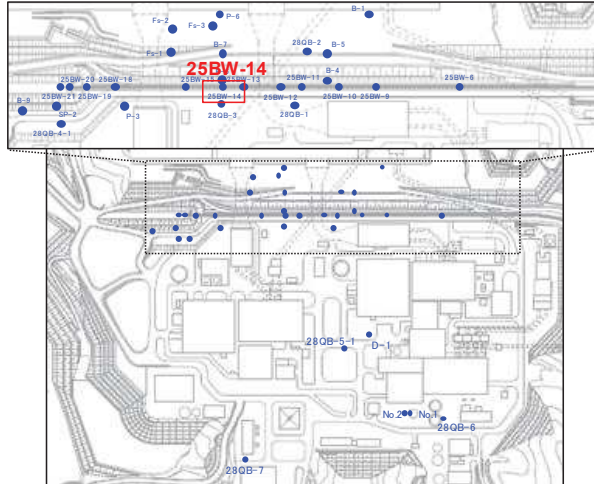
ボーリング平面位置図

25BW-13 孔口標高O.P.13.34m 掘進長 L=36.0m



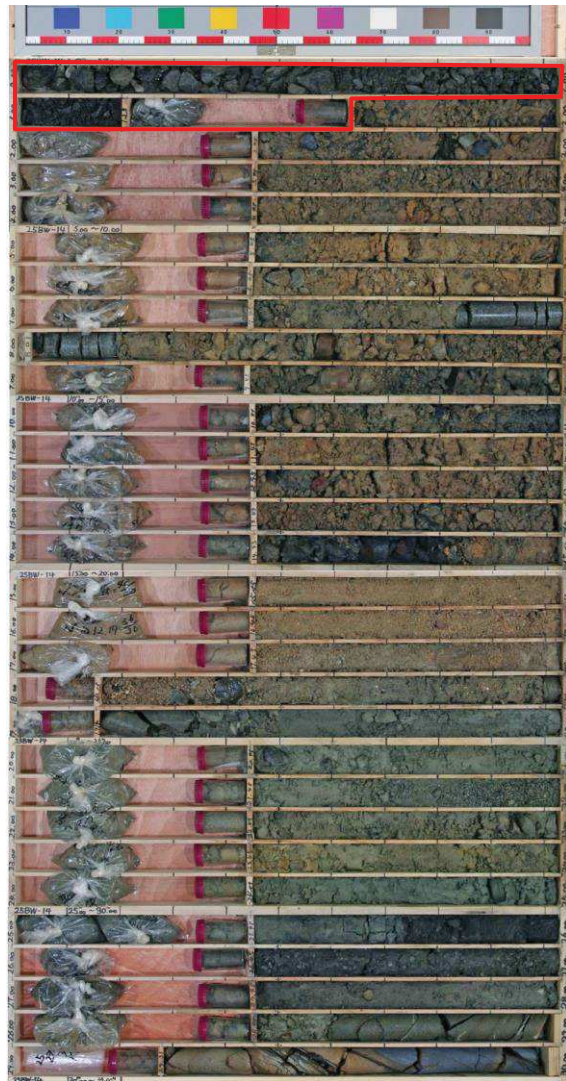
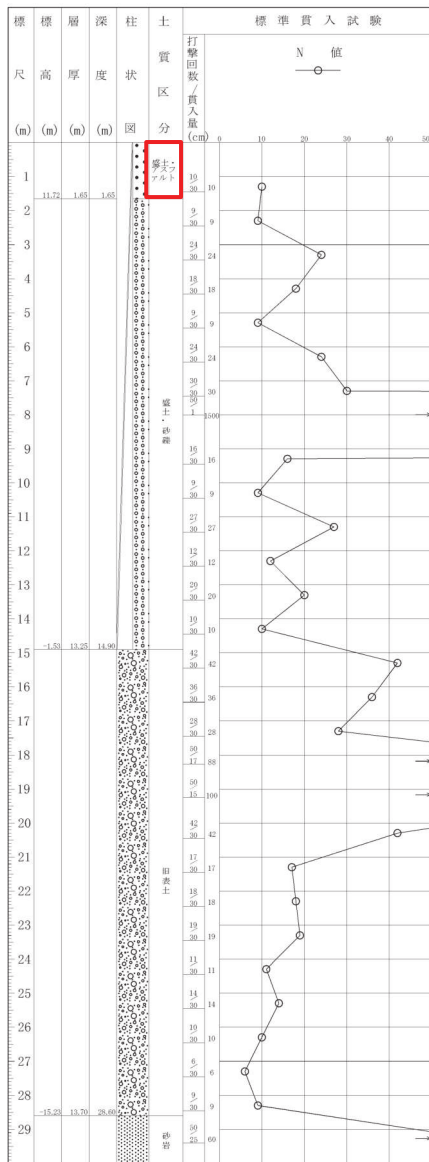
(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.2-6 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-13)



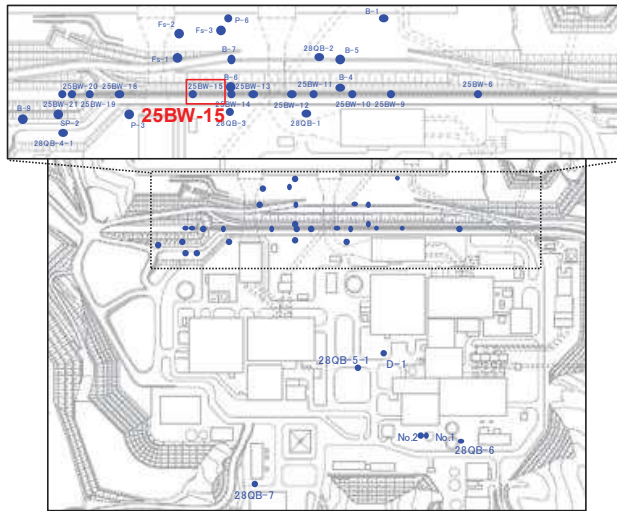
ボーリング平面位置図

25BW-14 孔口標高O.P.13.37m 掘進長 L=34.00m



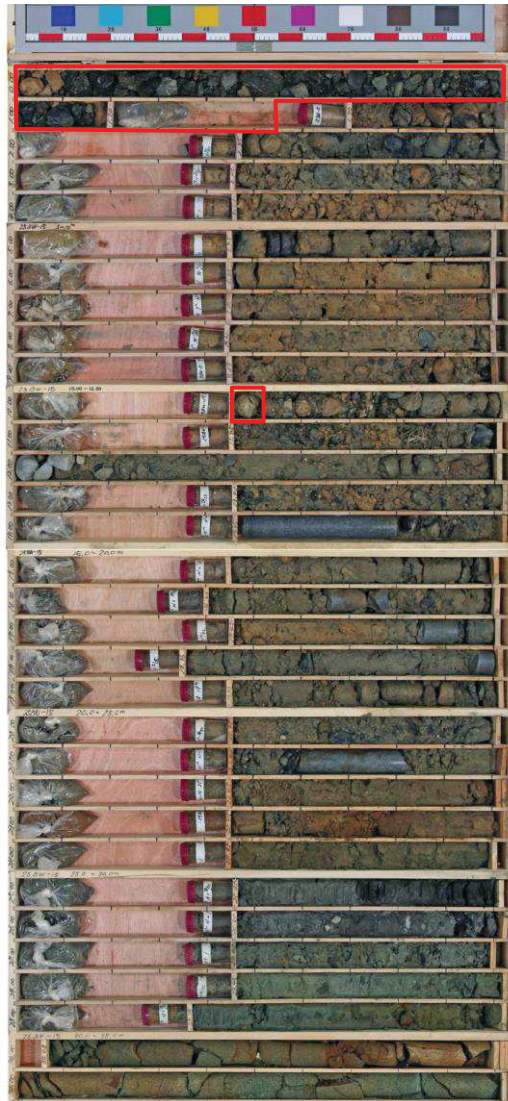
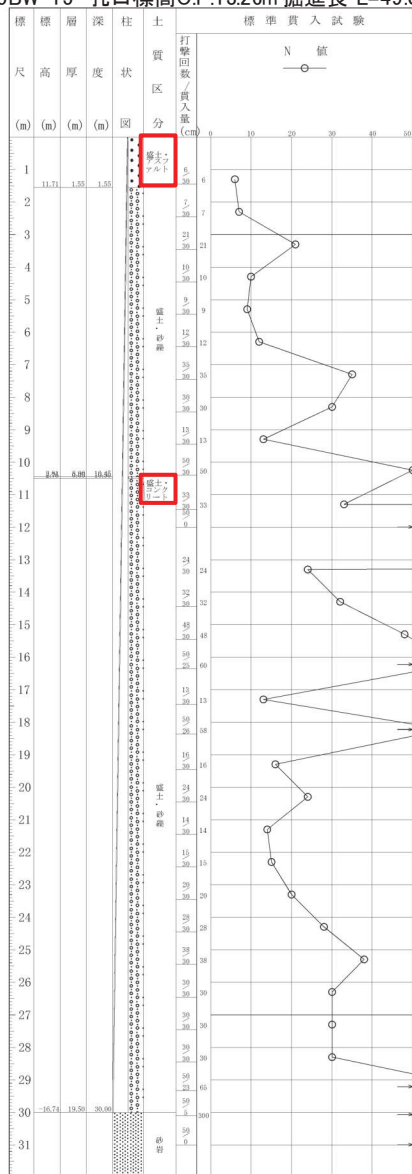
(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.2-7 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-14)



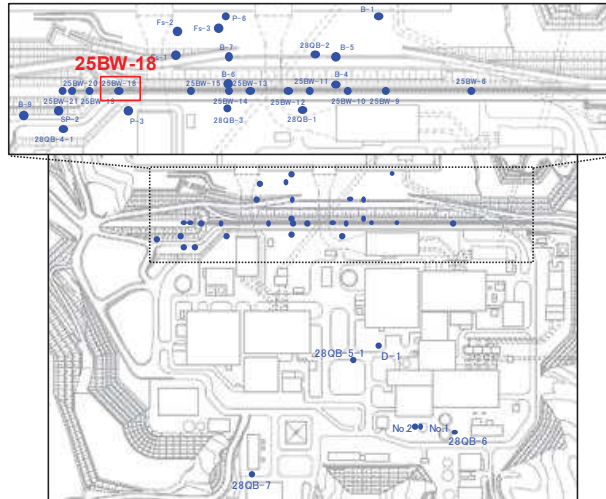
ボーリング平面位置図

25BW-15 孔口標高O.P.13.26m 掘進長 L=49.00m



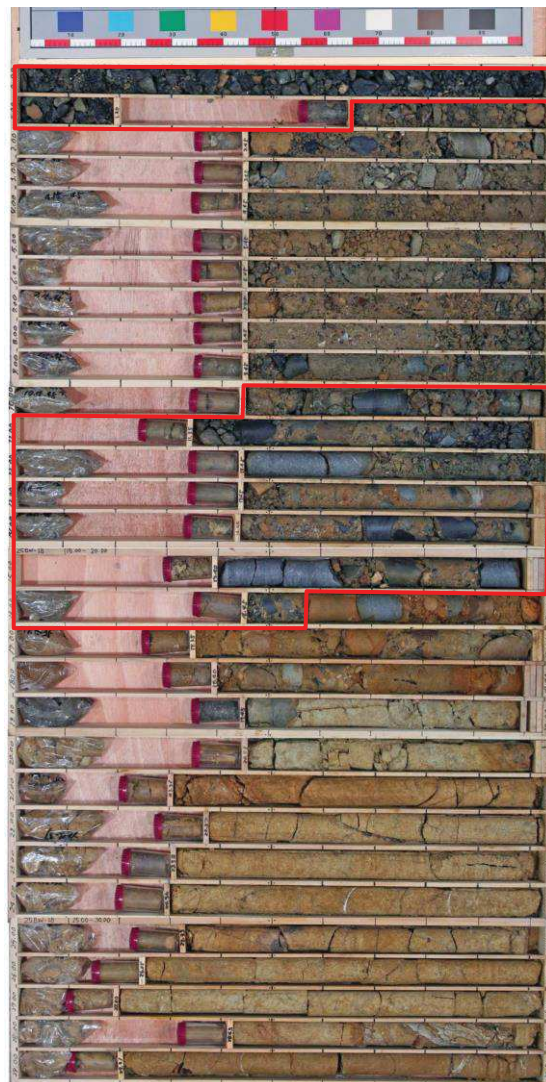
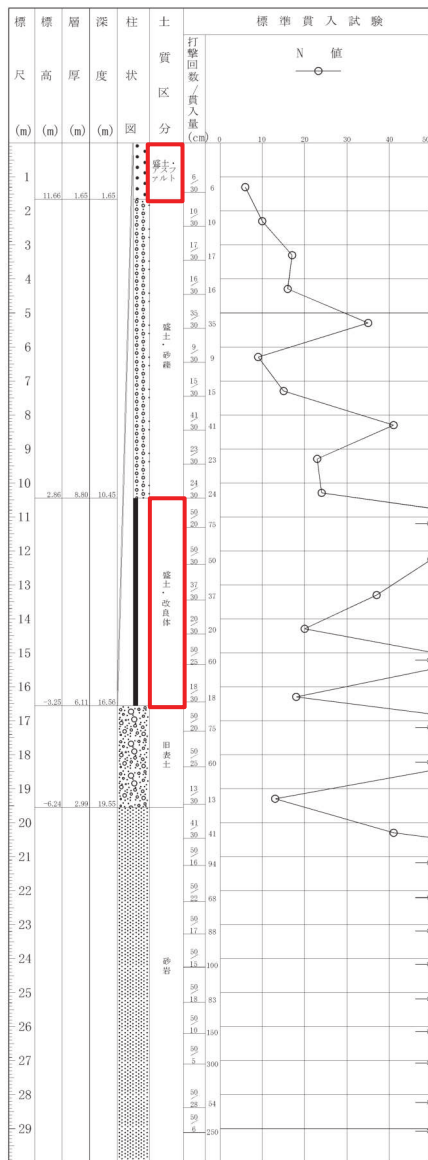
(深度32m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.2-8 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-15)



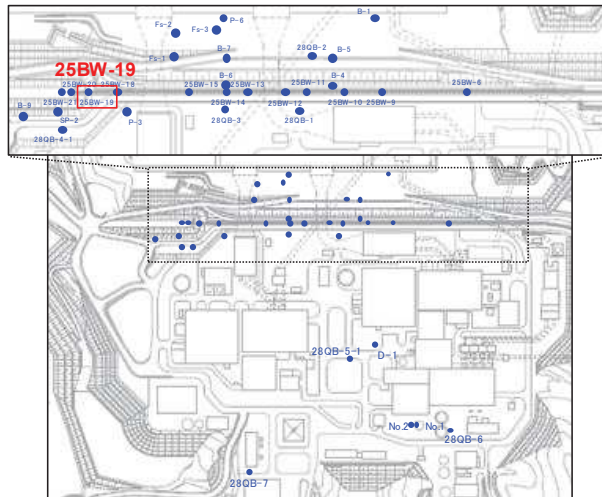
ボーリング平面位置図

25BW-18 孔口標高O.P.13.31m 掘進長 L=39.00m



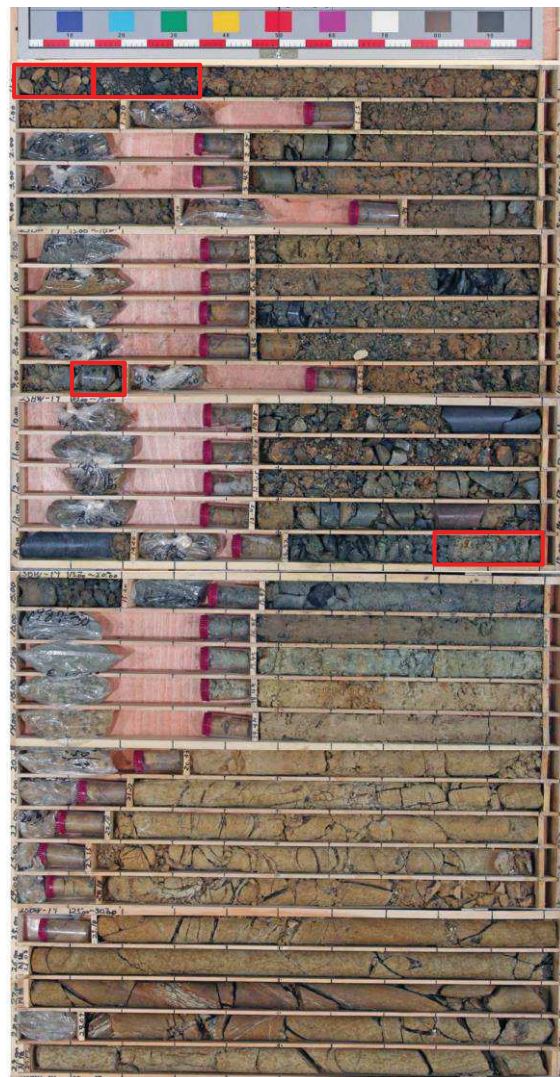
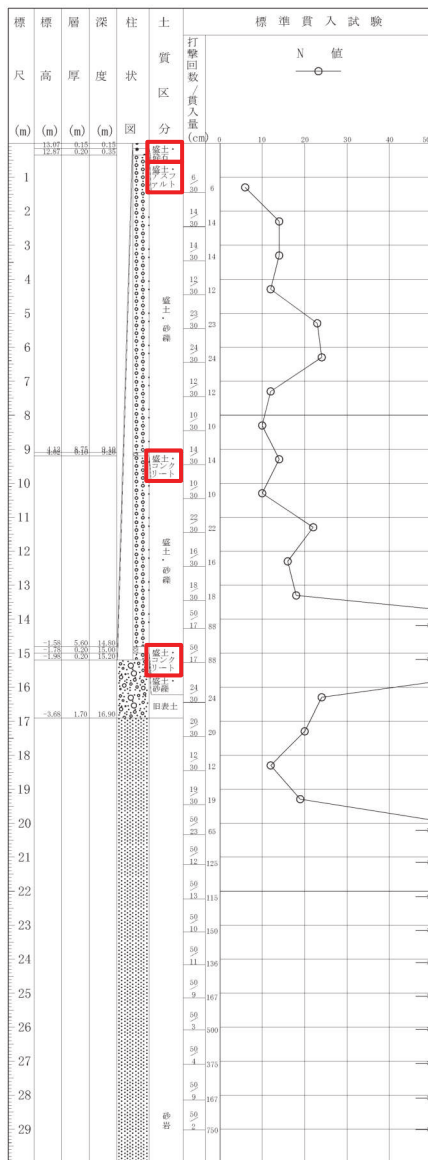
(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.2-9 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-18)



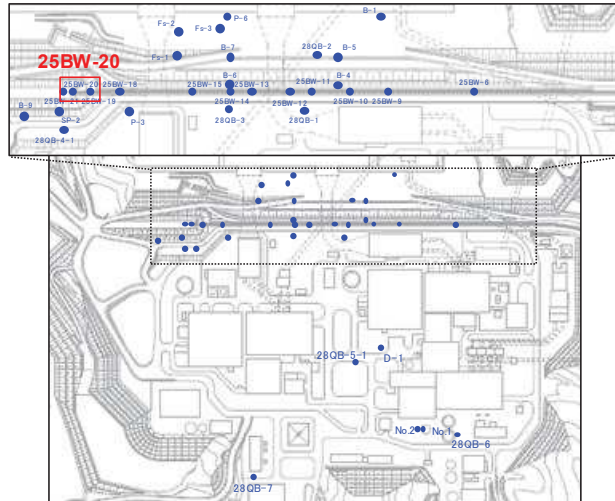
ボーリング平面位置図

25BW-19 孔口標高O.P.13.22m 掘進長 L=45.00m



(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.2-10 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-19)



ボーリング平面位置図

25BW-20 孔口標高O.P.13.81m 掘進長 L=28.00m

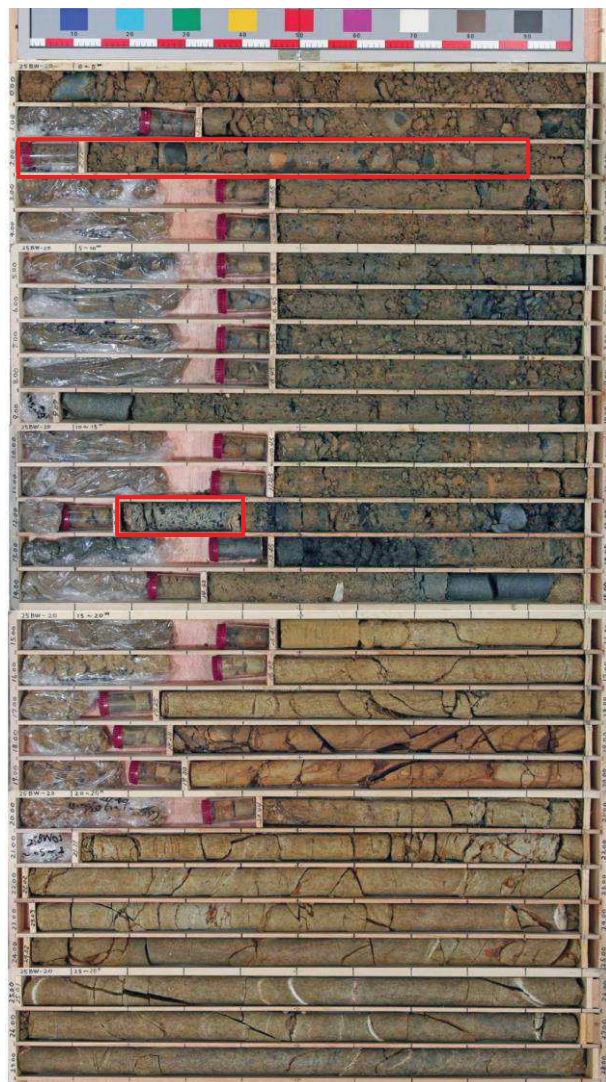
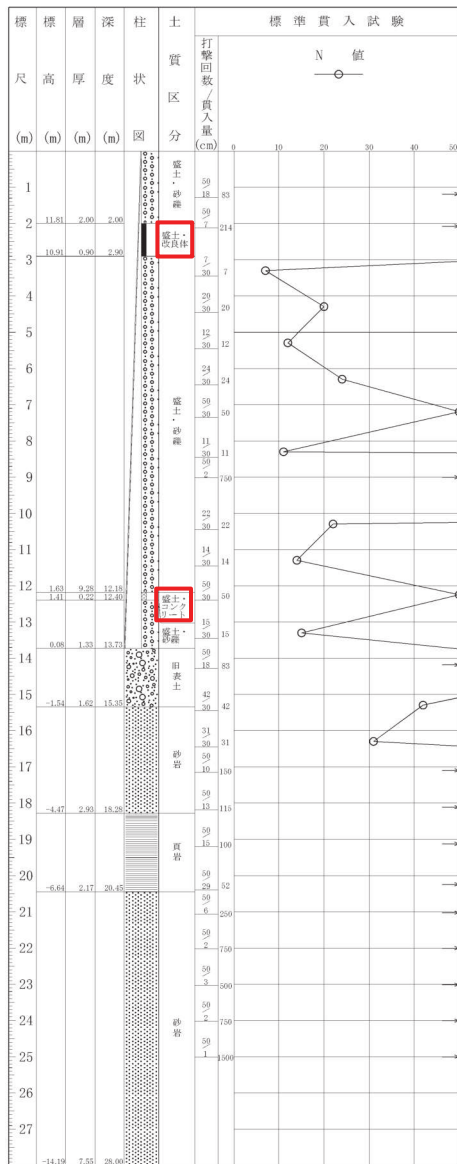
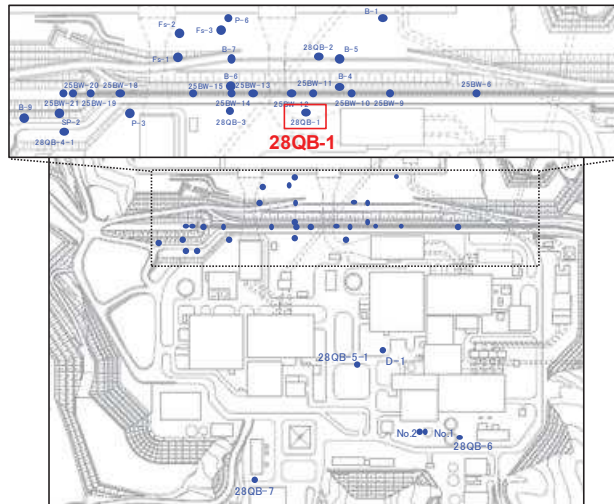


図 1.2-11 ボーリング柱状図・コア写真 (25BW-20)



ボーリング平面位置図

28QB-1 孔口標高O.P.13.59m 掘進長 L=27.05m

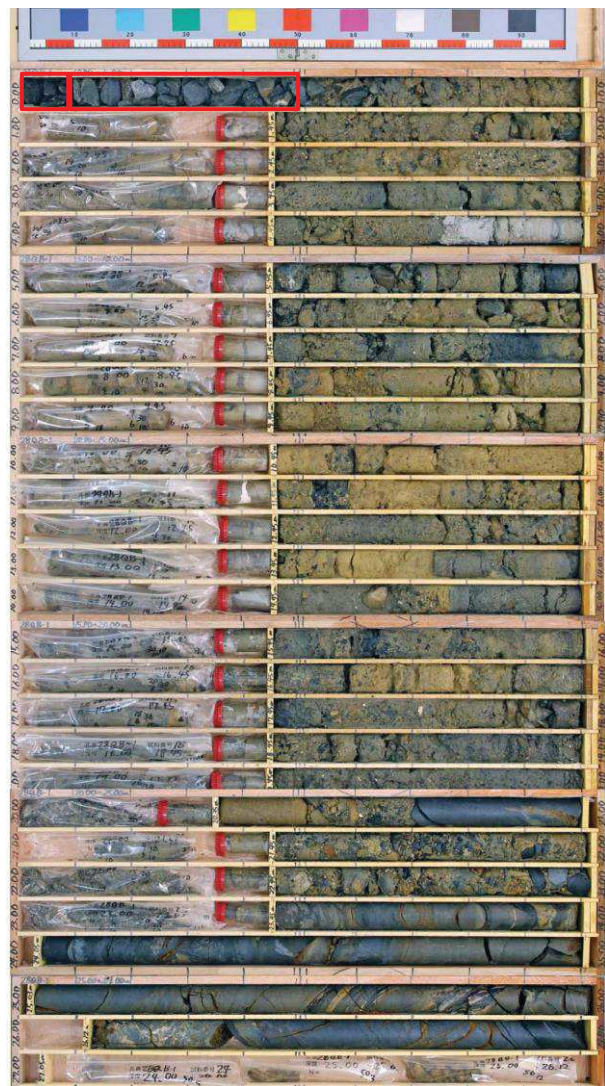
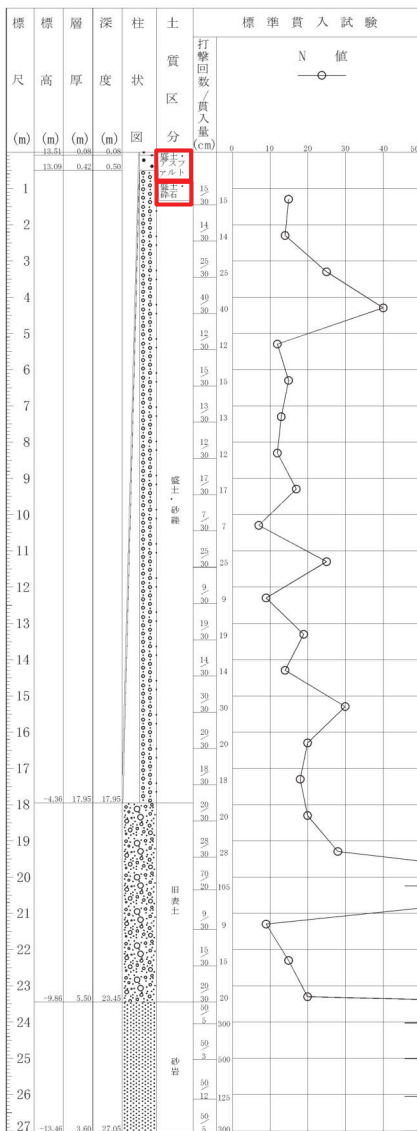
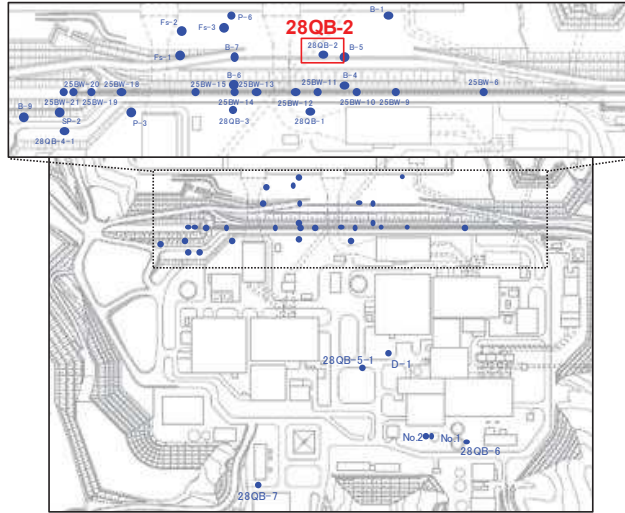


図 1.2-13 ボーリング柱状図・コア写真 (28QB-1)



ボーリング平面位置図

28QB-2 孔口標高O.P.2.85m 掘進長 L=21.04m

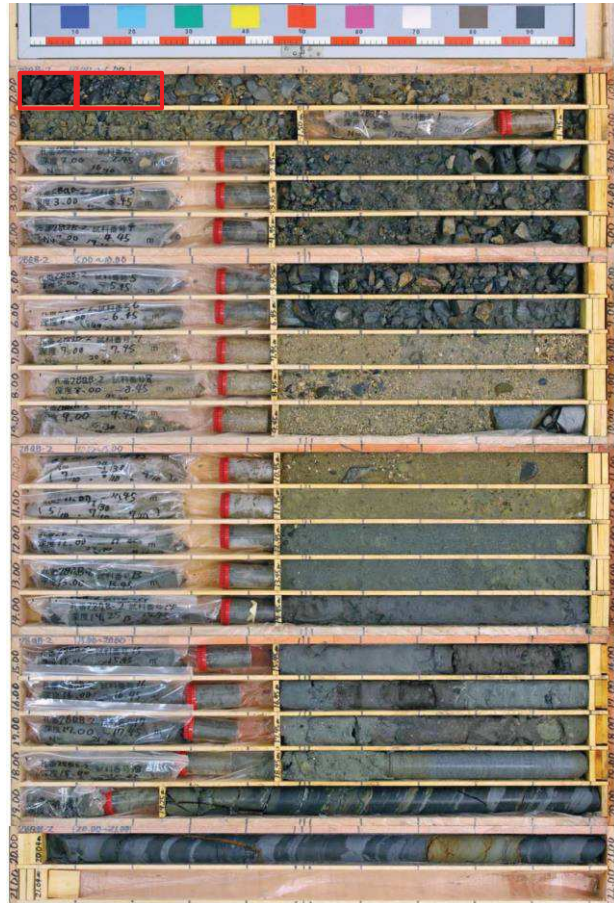
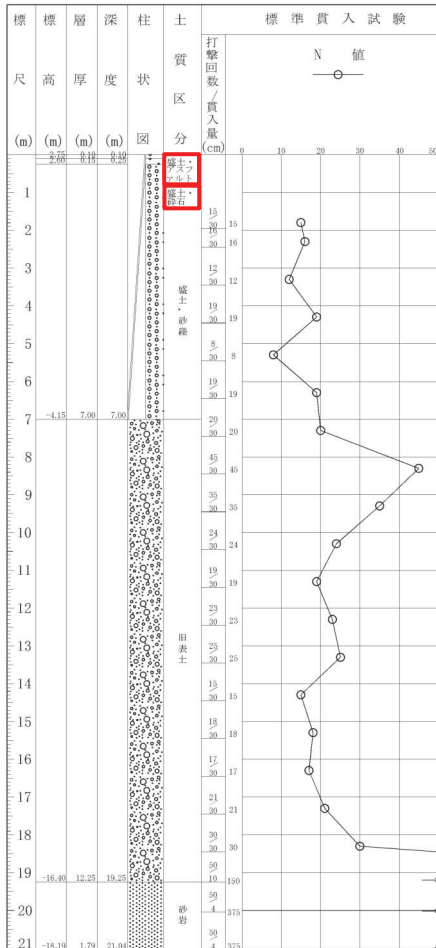
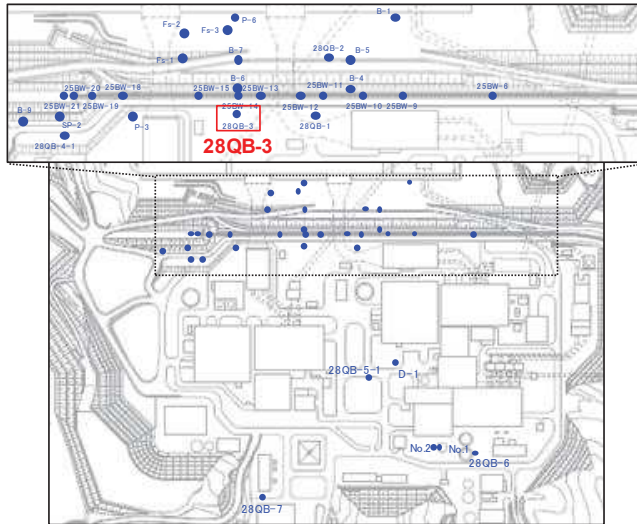


図 1.2-14 ボーリング柱状図・コア写真 (28QB-2)



ボーリング平面位置図

28QB-3 孔口標高O.P.13.61m 掘進長 L=25.05m

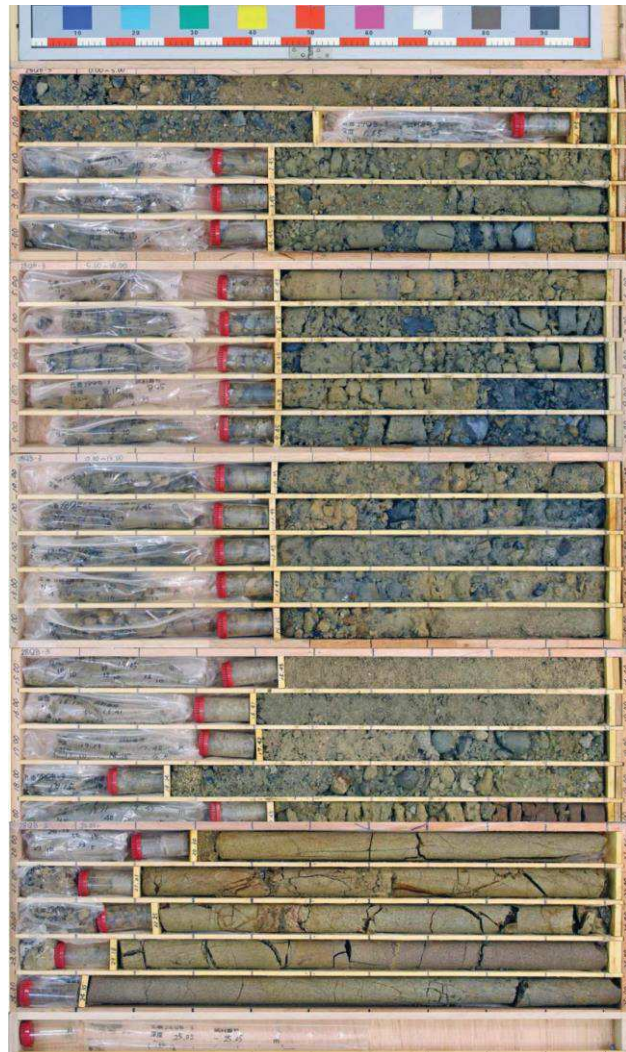
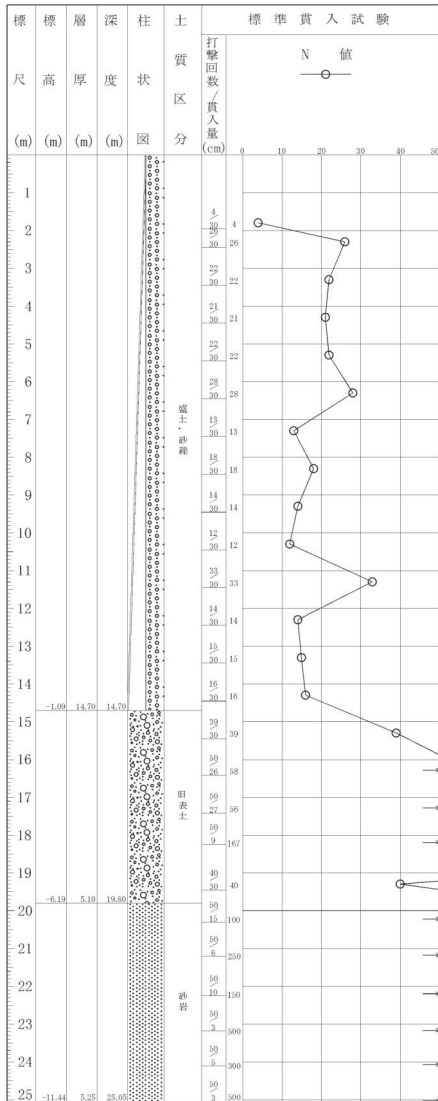
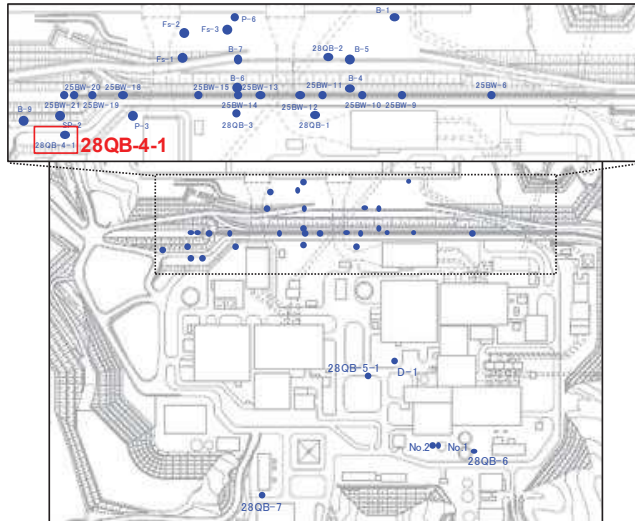


図 1.2-15 ボーリング柱状図・コア写真 (28QB-3)



ボーリング平面位置図

28QB-4-1 孔口標高O.P.18.32m 掘進長 L=27.09m

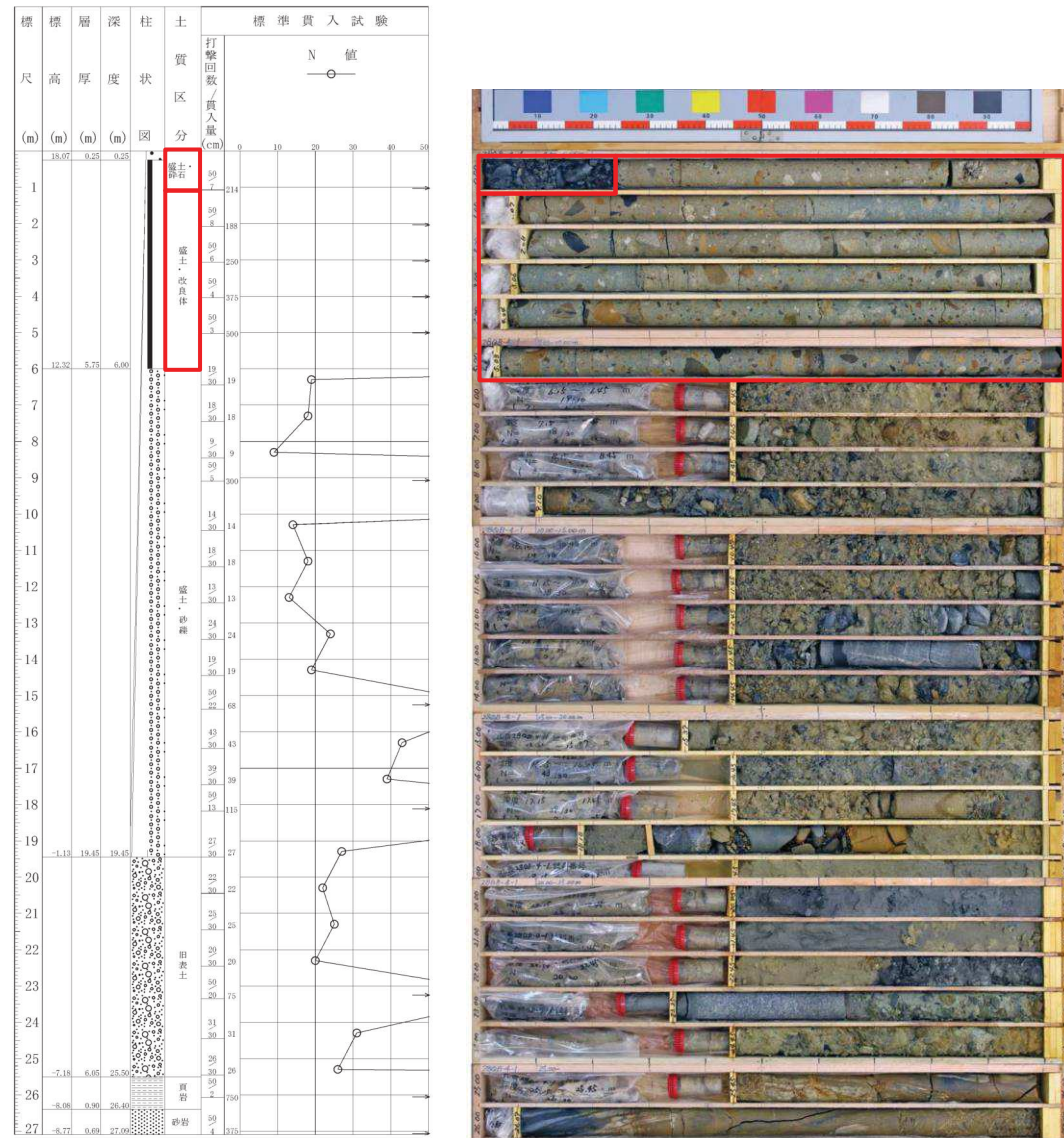
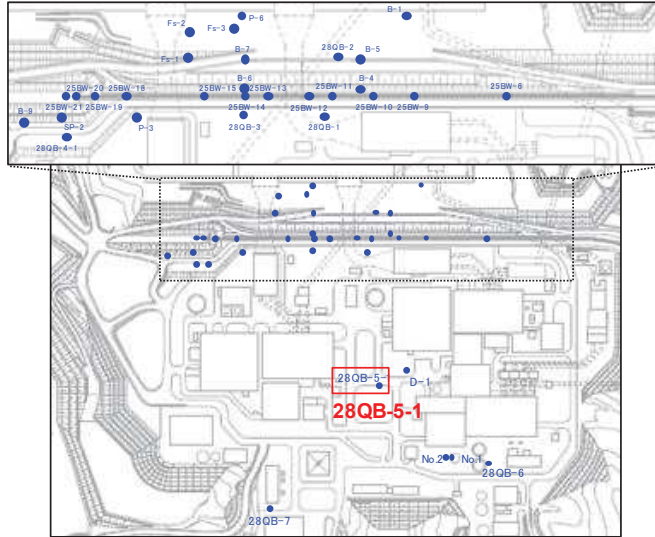


図 1.2-16 ボーリング柱状図・コア写真 (28QB-4-1)



ボーリング平面位置図

28QB-5-1 孔口標高O.P.13.66m 掘進長 L=14.27m

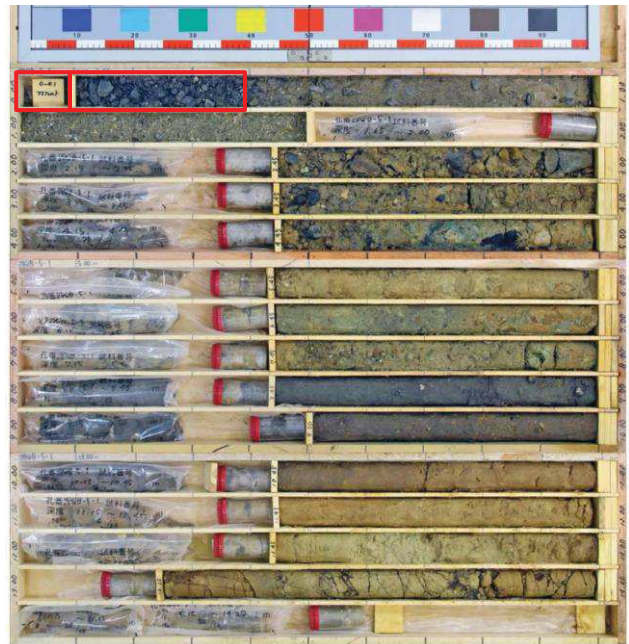
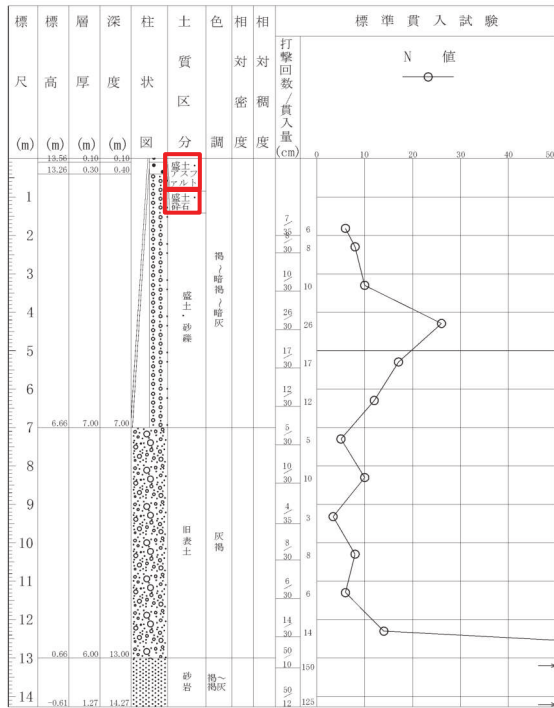
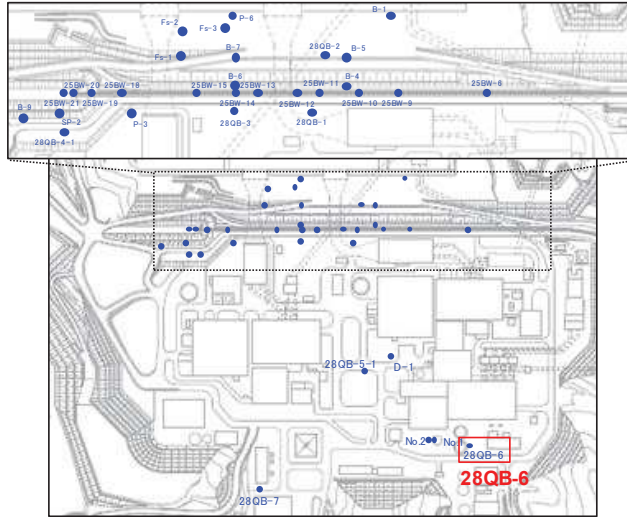


図 1.2-17 ボーリング柱状図・コア写真 (28QB-5-1)



ボーリング平面位置図

28QB-6 孔口標高O.P.1353m 掘進長 L=15.35m

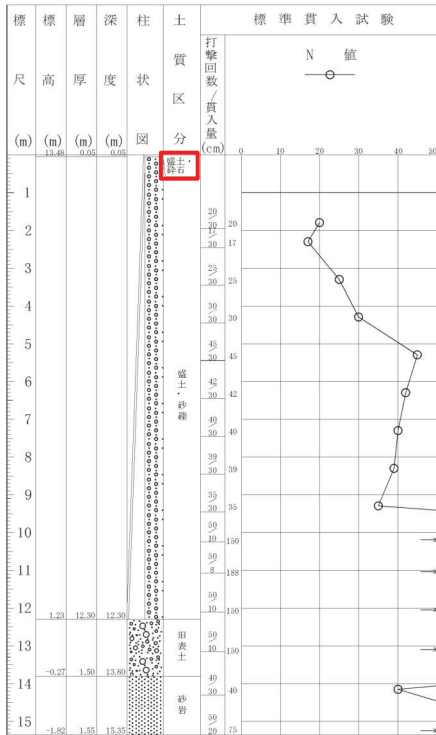
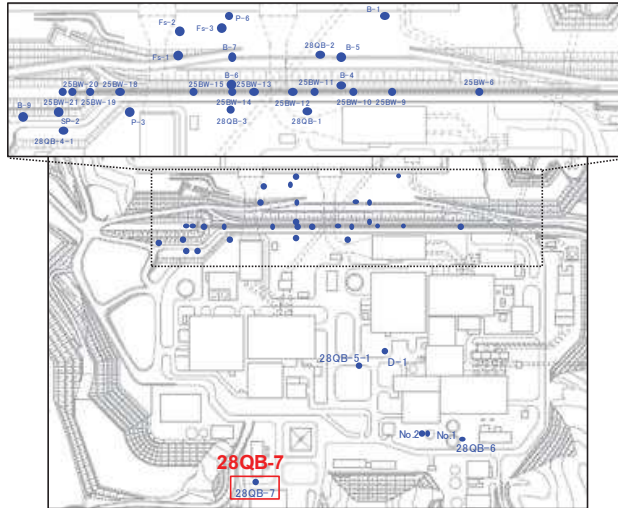


図 1.2-18 ボーリング柱状図・コア写真 (28QB-6)



ボーリング平面位置図

28QB-7 孔口標高O.P.13.84m 掘進長 L=11.25m

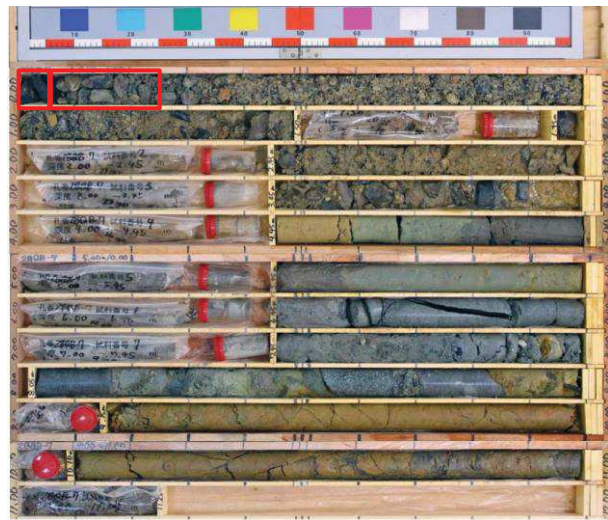
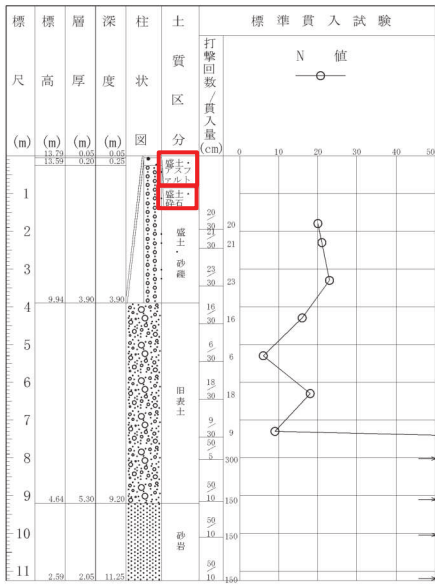
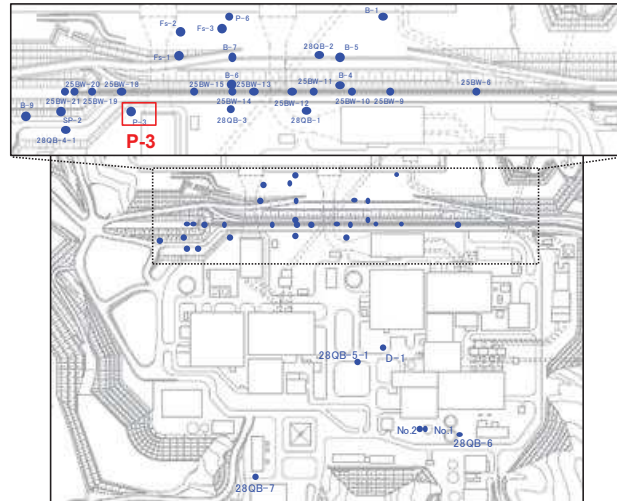
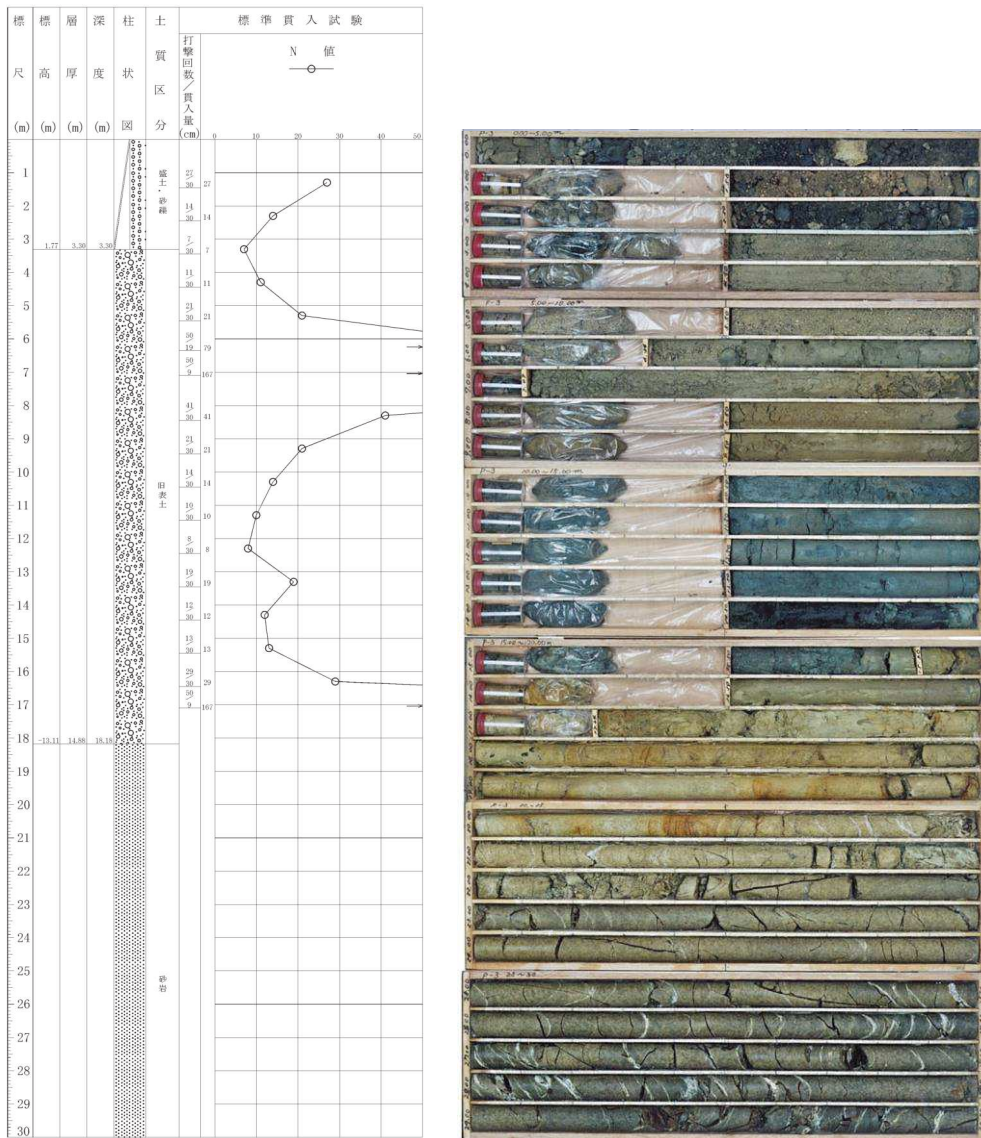


図 1.2-19 ボーリング柱状図・コア写真 (28QB-7)



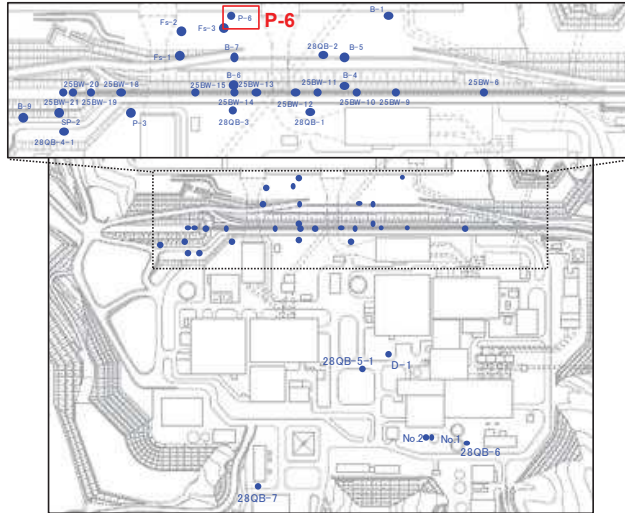
ボーリング平面位置図

P-3 孔口標高O.P.5.066m 掘進長 L=56.0m



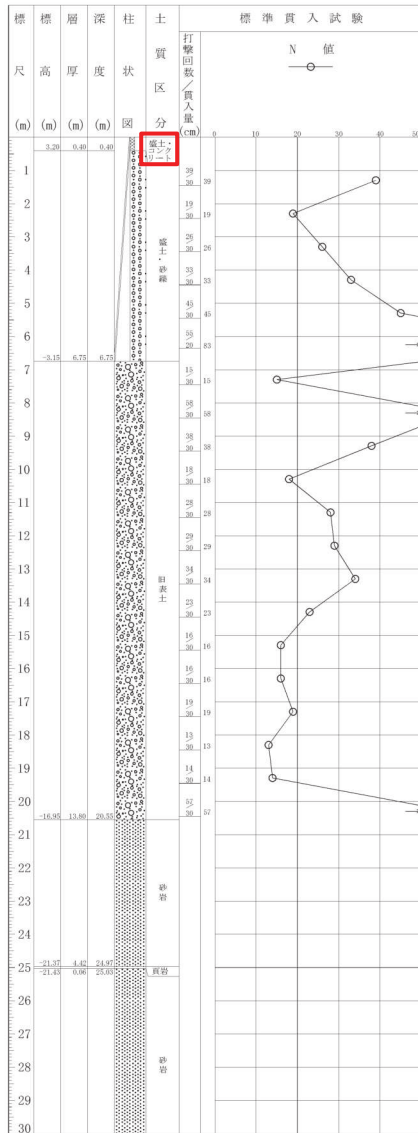
(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.2-20 ボーリング柱状図・コア写真 (P-3)



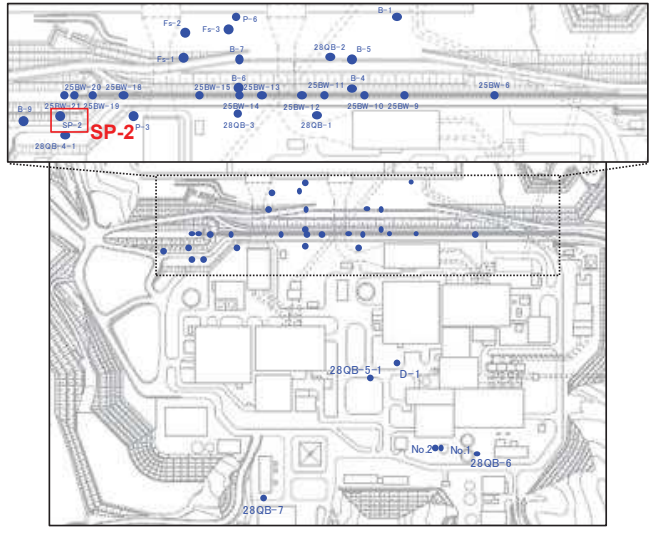
ボーリング平面位置図

P-6 孔口標高O.P.3.601m掘進長 L=130.0m



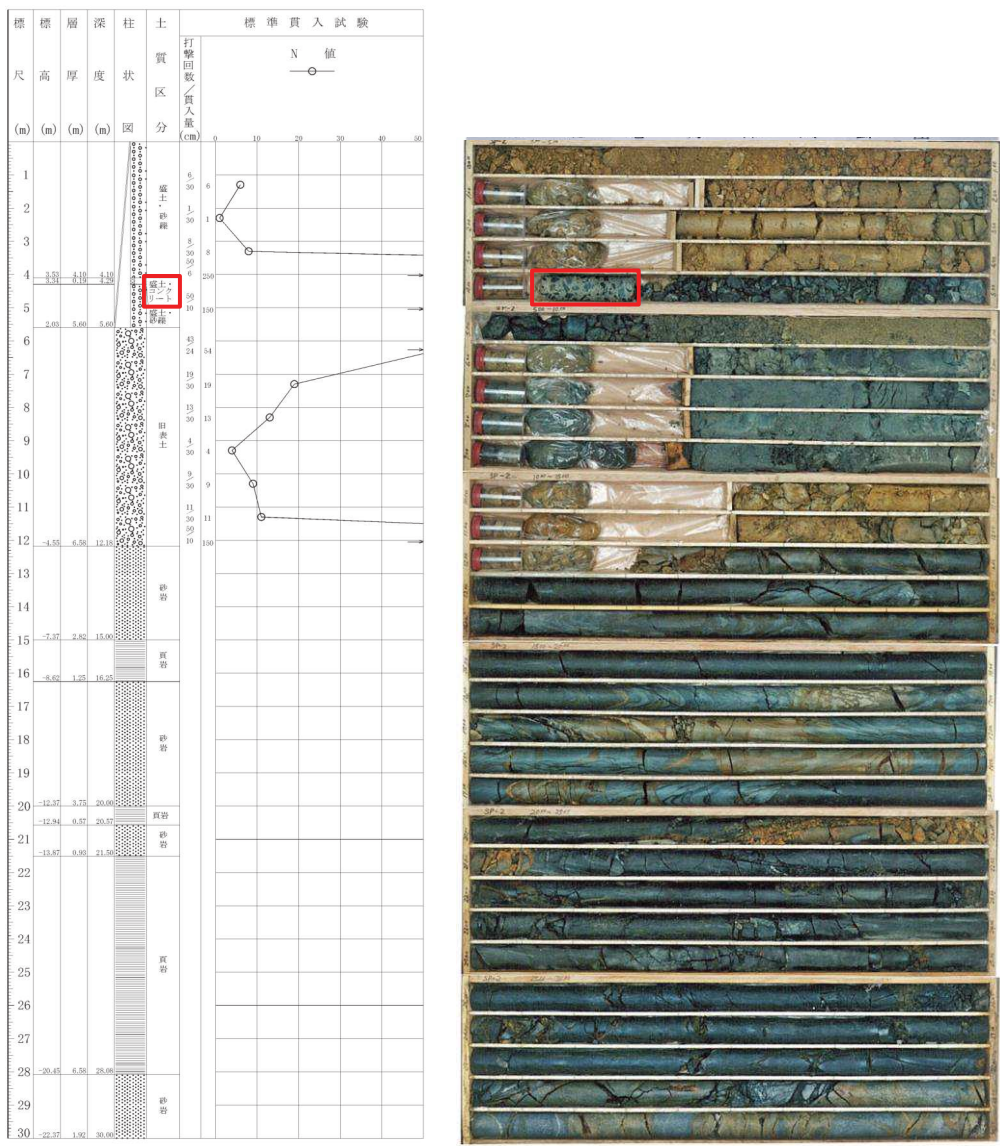
(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.2-21 ボーリング柱状図・コア写真 (P-6)



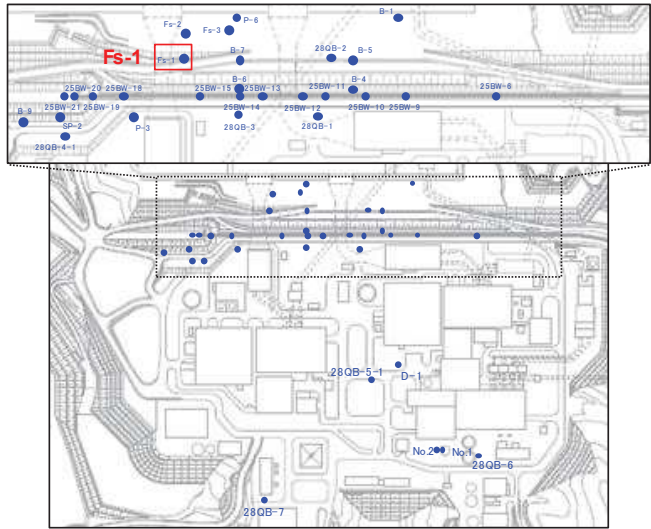
ボーリング平面位置図

SP-2 孔口標高O.P.7.634m 掘進長 L=108.0m



(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.2-22 ボーリング柱状図・コア写真 (SP-2)



ボーリング平面位置図

Fs-1 孔口標高O.P.3.78m 掘進長 L=22.1m

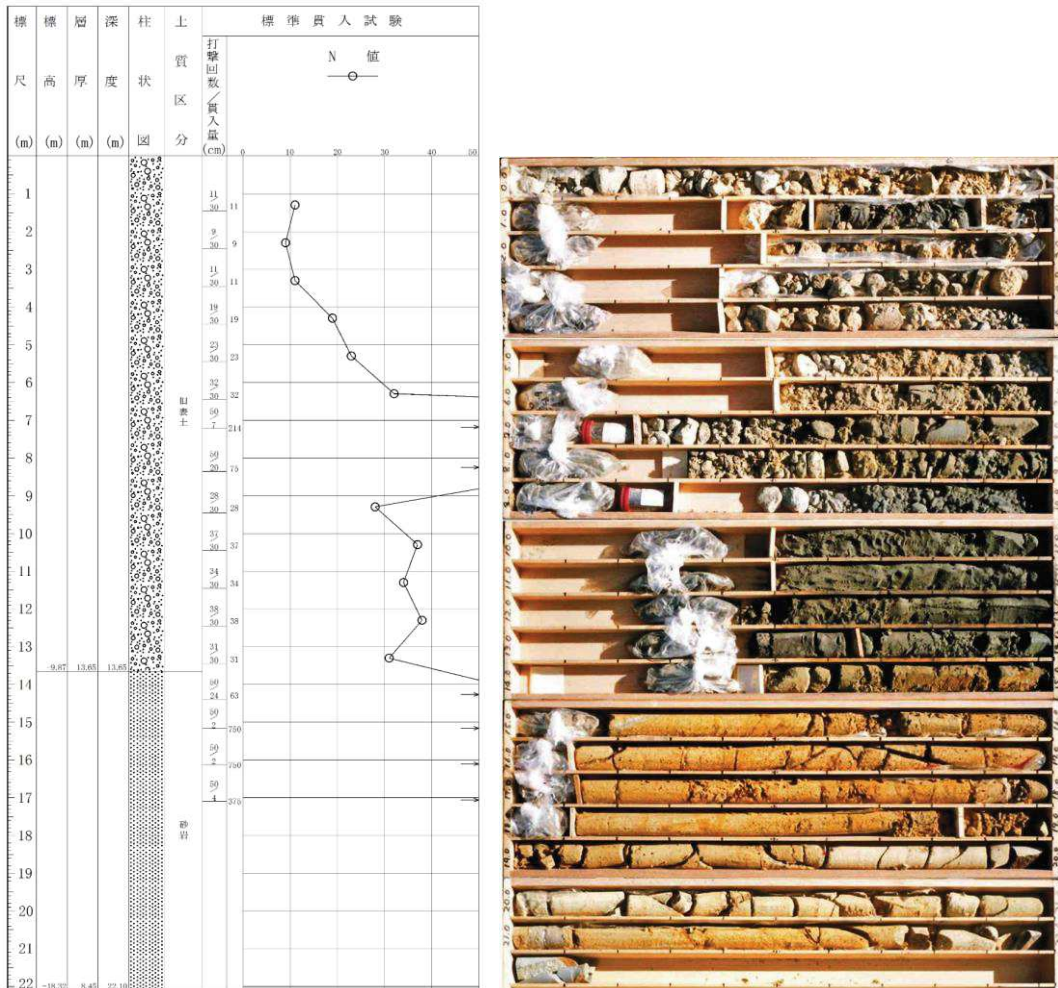
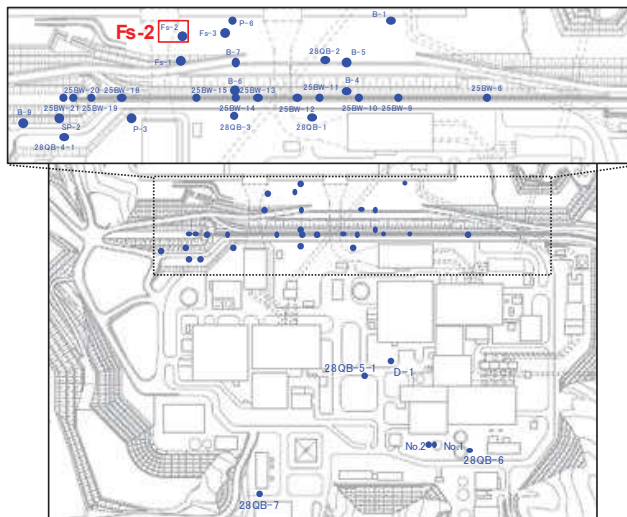


図 1.2-23 ボーリング柱状図・コア写真 (Fs-1)



ボーリング平面位置図

Fs-2 孔口標高O.P.3.82m 掘進長 L=28.7m

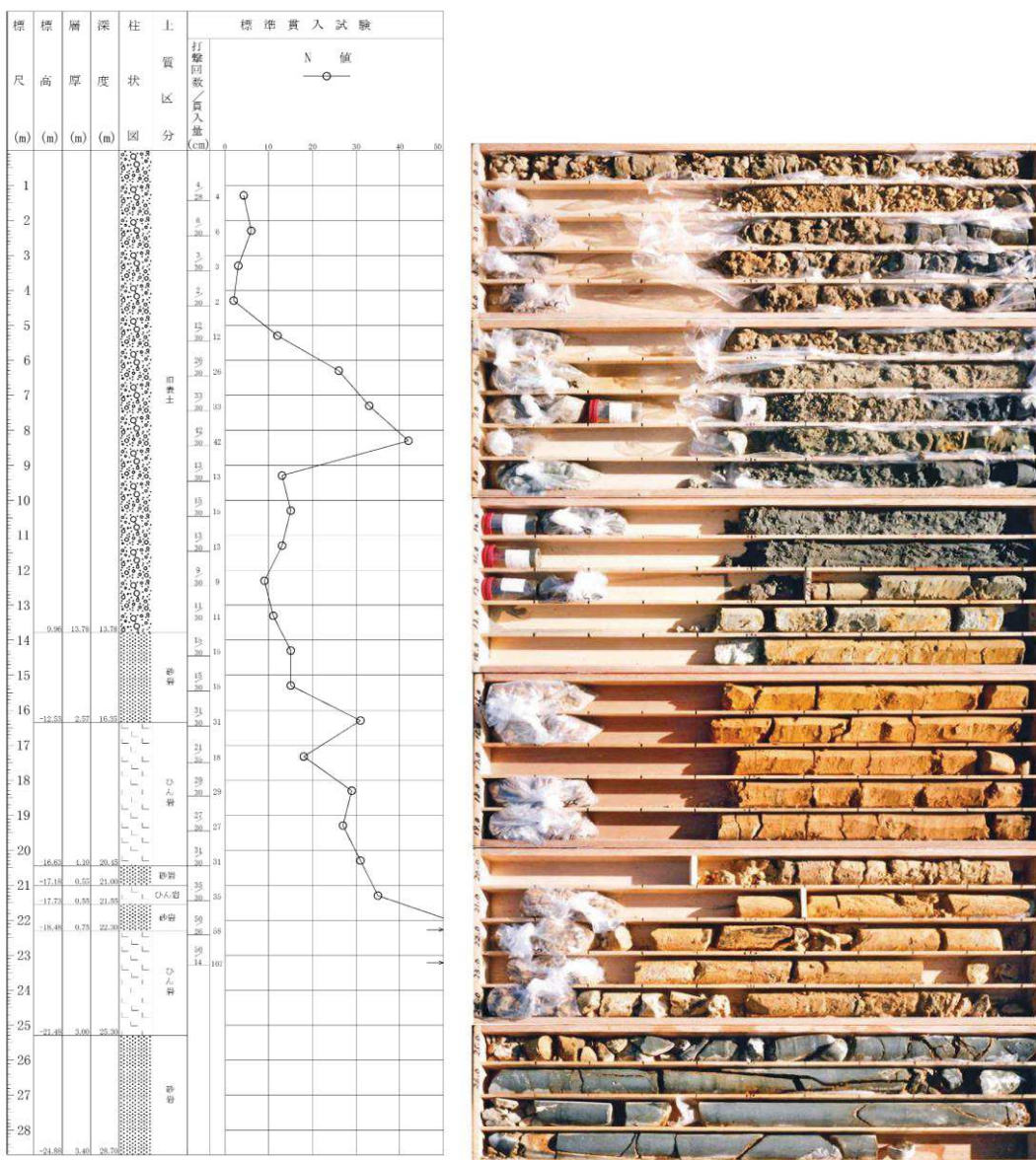
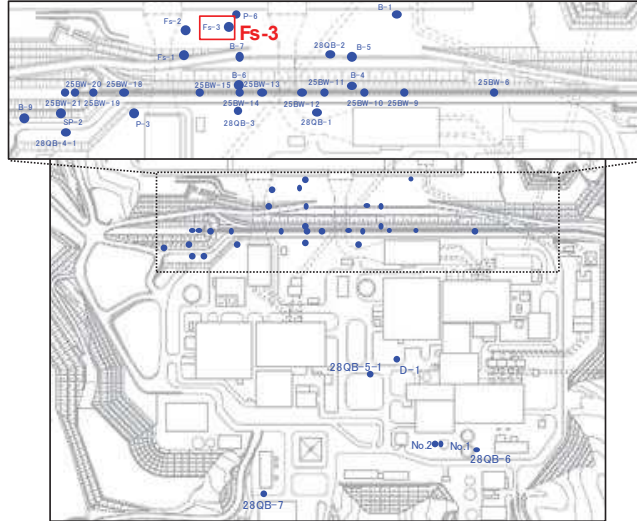


図 1.2-24 ボーリング柱状図・コア写真 (Fs-2)



ボーリング平面位置図

Fs-3 孔口標高O.P.3.475m 掘進長 L=24.0m

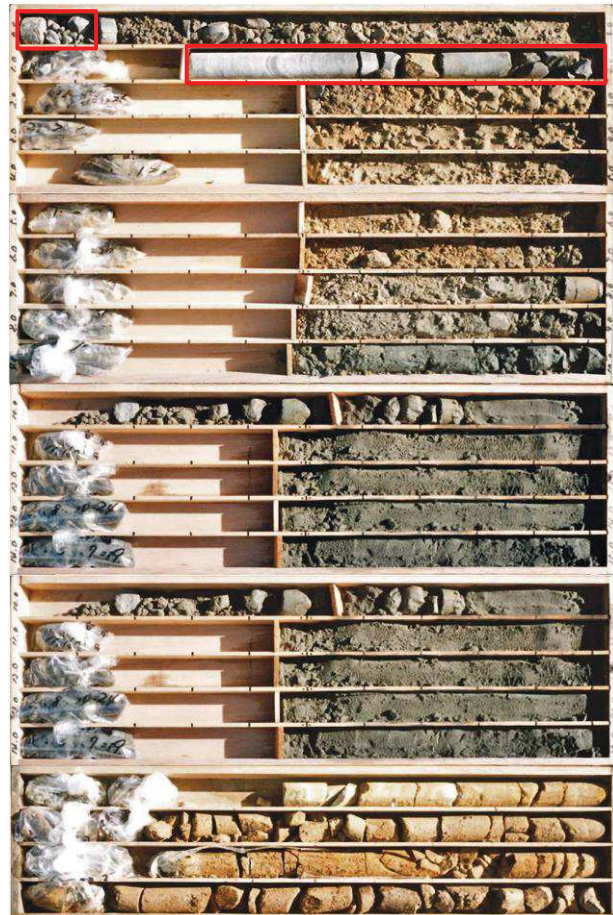
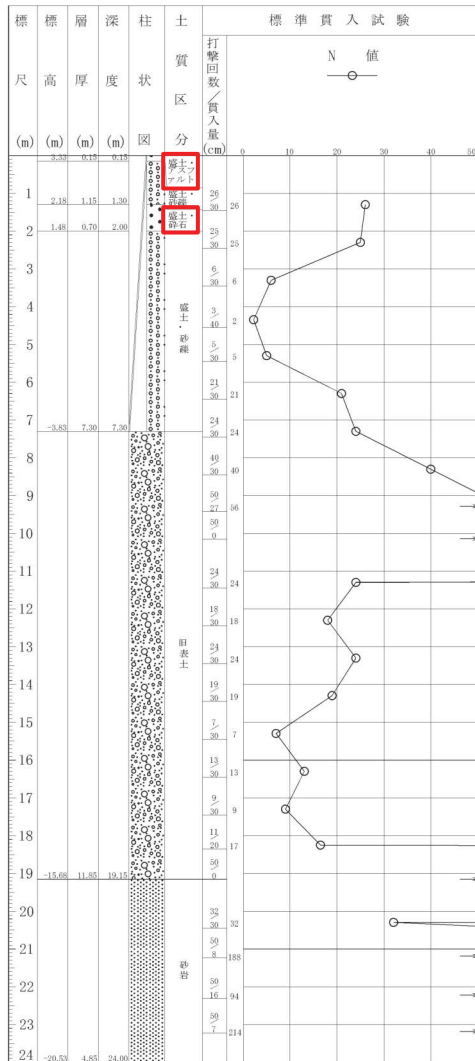
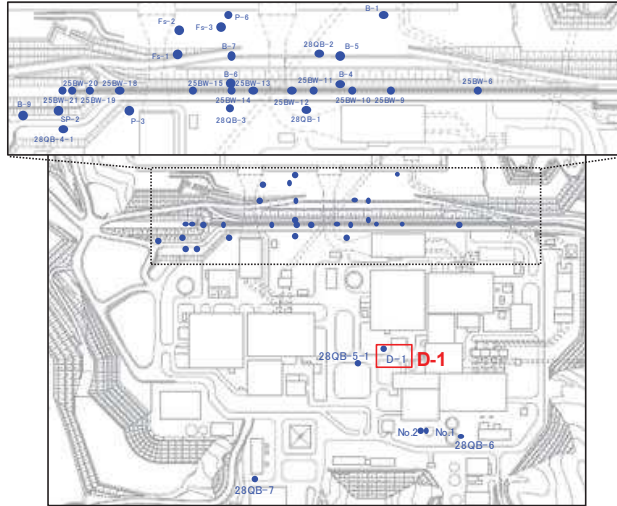
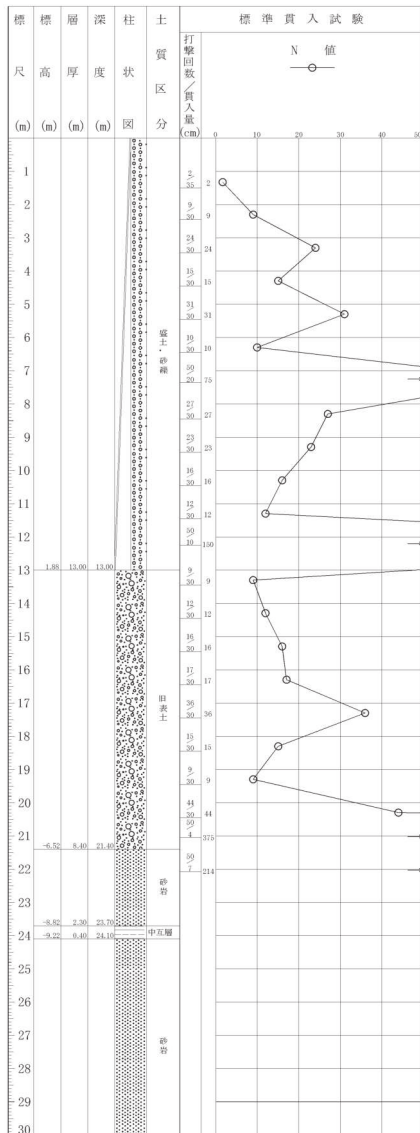


図 1.2-25 ボーリング柱状図・コア写真 (Fs-3)



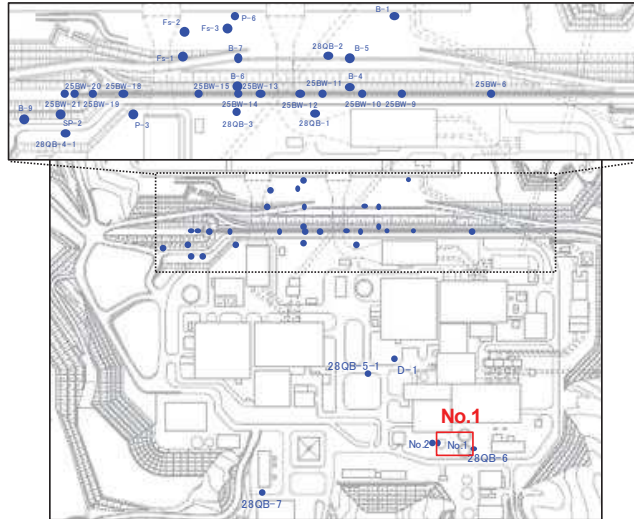
ボーリング平面位置図

D-1 孔口標高O.P.14.88m 掘進長 L=45.0m



(深度30m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.2-26 ボーリング柱状図・コア写真 (D-1)



ボーリング平面位置図

No.1 孔口標高O.P.-5.87m 掘進長 L=5.0m

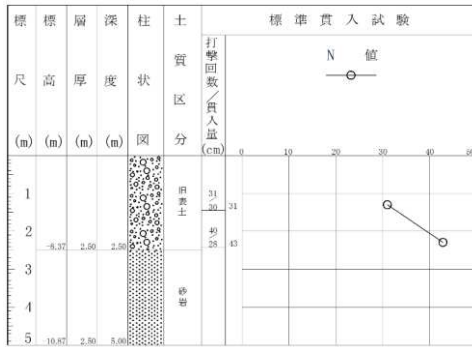
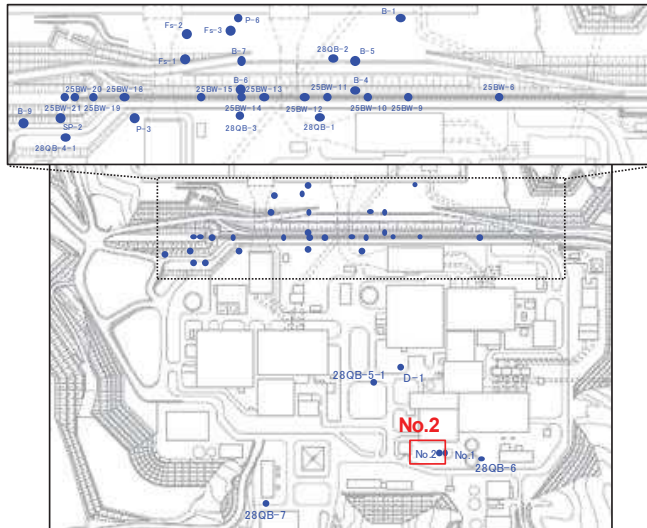


図 1.2-27 ボーリング柱状図・コア写真 (No. 1)



ボーリング平面位置図

No.2 孔口標高O.P.-6.25m掘進長 L=15.0m

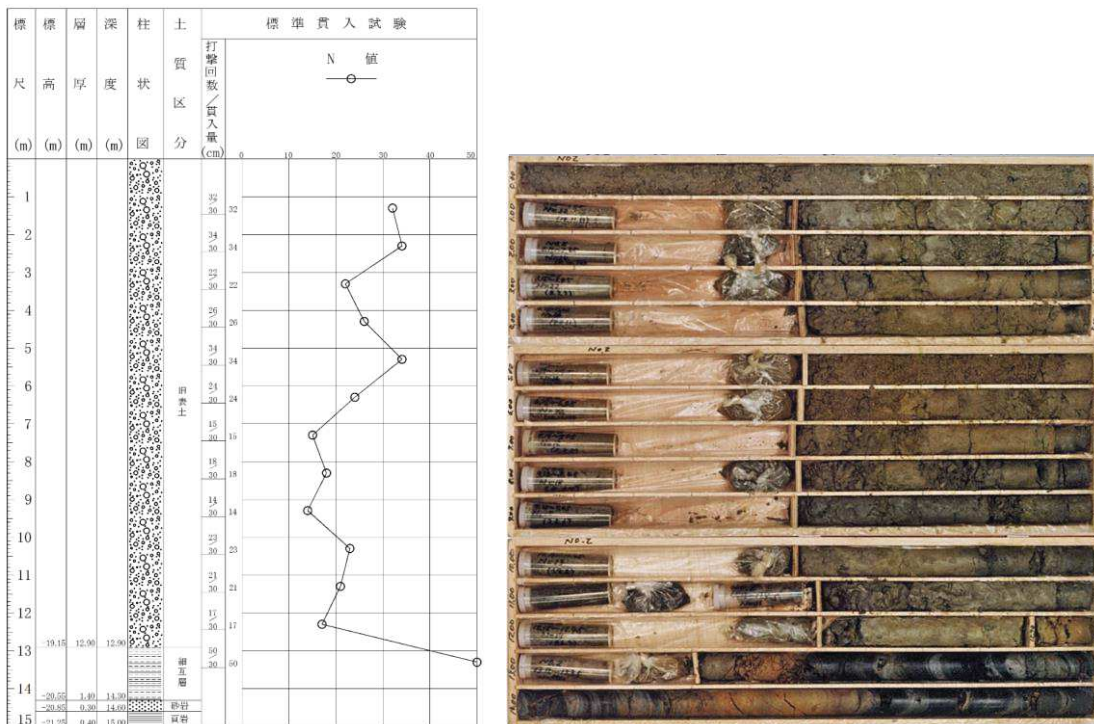
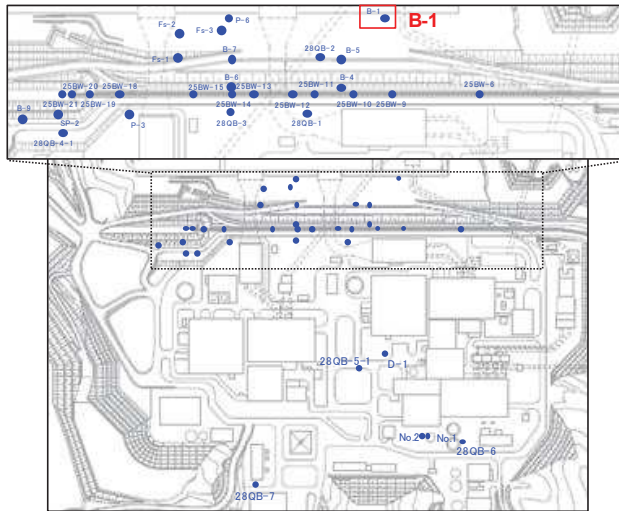


図 1.2-28 ボーリング柱状図・コア写真 (No.2)



ボーリング平面位置図

B-1 孔口標高O.P.3.100m 掘進長 L=30.0m

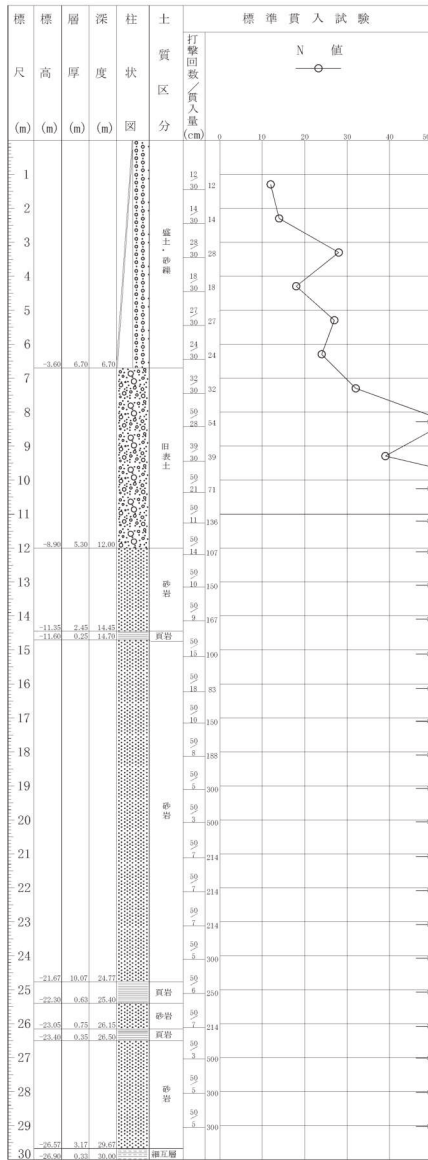
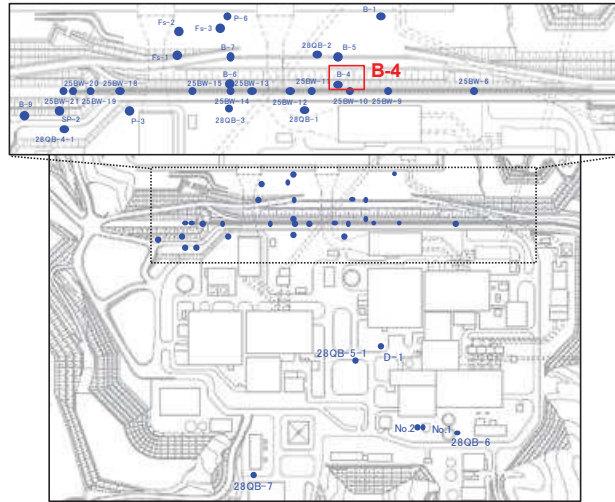
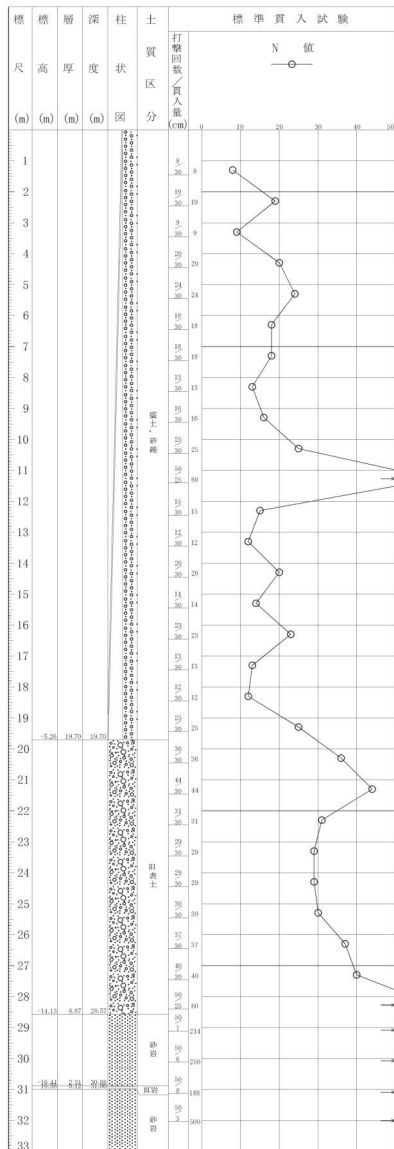


図 1.2-29 ボーリング柱状図・コア写真 (B-1)



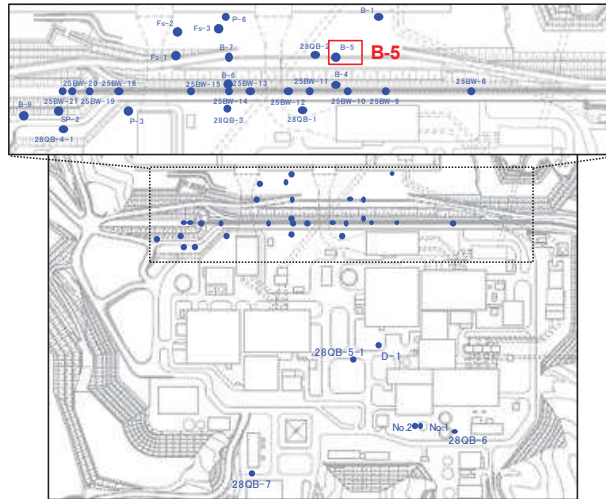
ボーリング平面位置図

B-4 孔口標高O.P.14.440m 掘進長 L=35.0m



(深度33m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.2-30 ボーリング柱状図・コア写真 (B-4)



ボーリング平面位置図

B-5 孔口標高O.P.4.020m 掘進長 L=29.0m

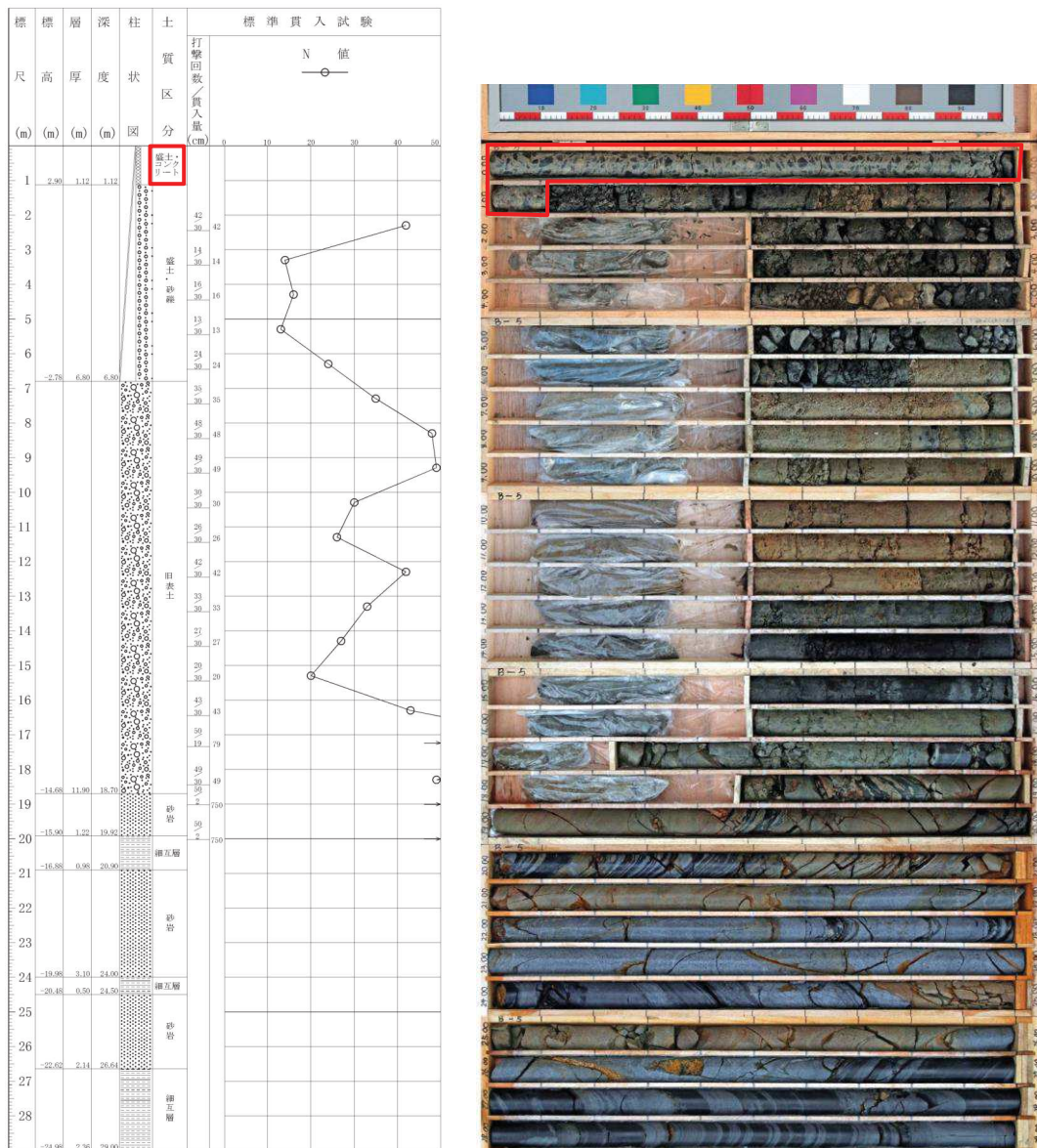
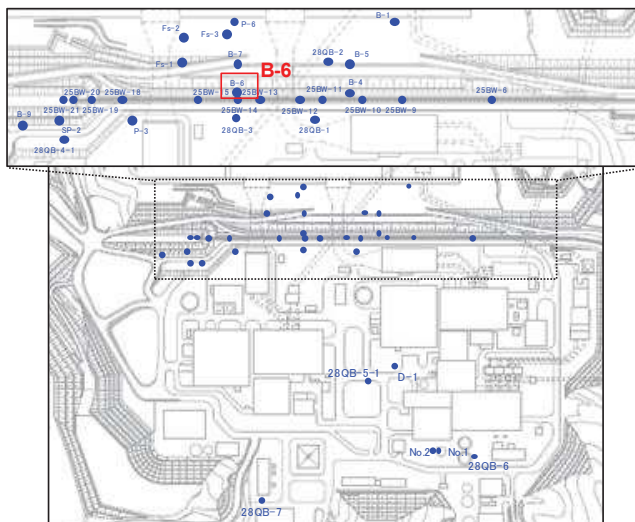
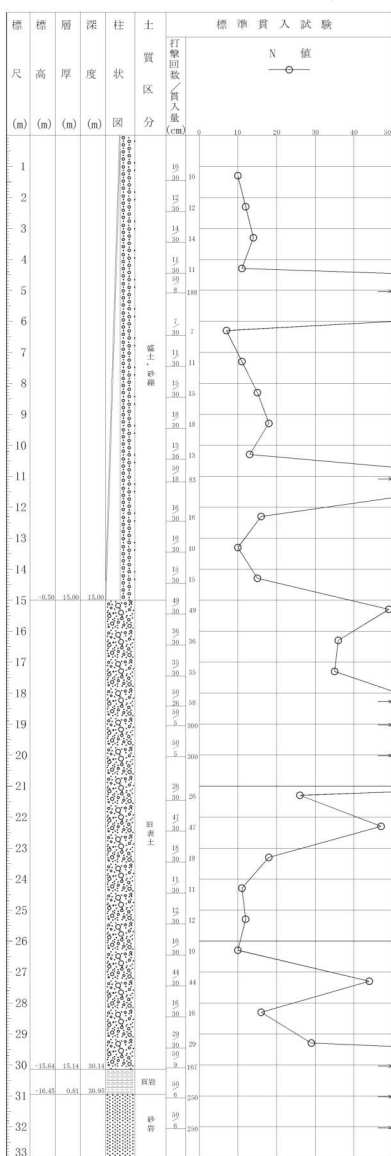


図 1.2-31 ボーリング柱状図・コア写真 (B-5)



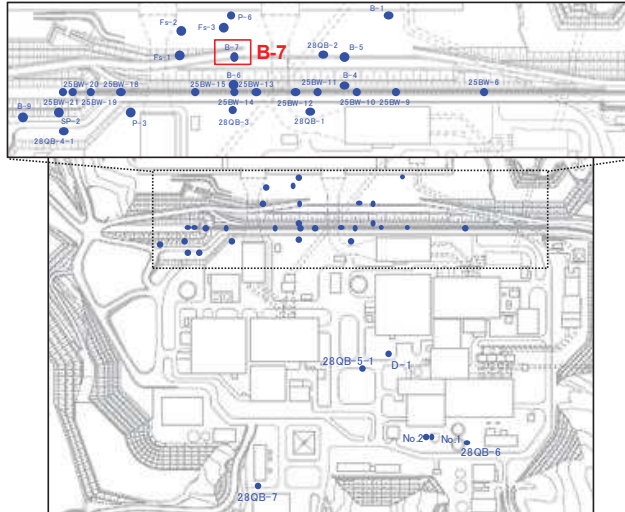
ボーリング平面位置図

B-6 孔口標高O.P.14.500m 掘進長 L=39.0m



(深度33m以深には岩盤が連続しており、ここではこの区間の柱状図とコア写真を割愛)

図 1.2-32 ボーリング柱状図・コア写真 (B-6)



ボーリング平面位置図

B-7 孔口標高O.P.3.990m掘進長 L=27.0m

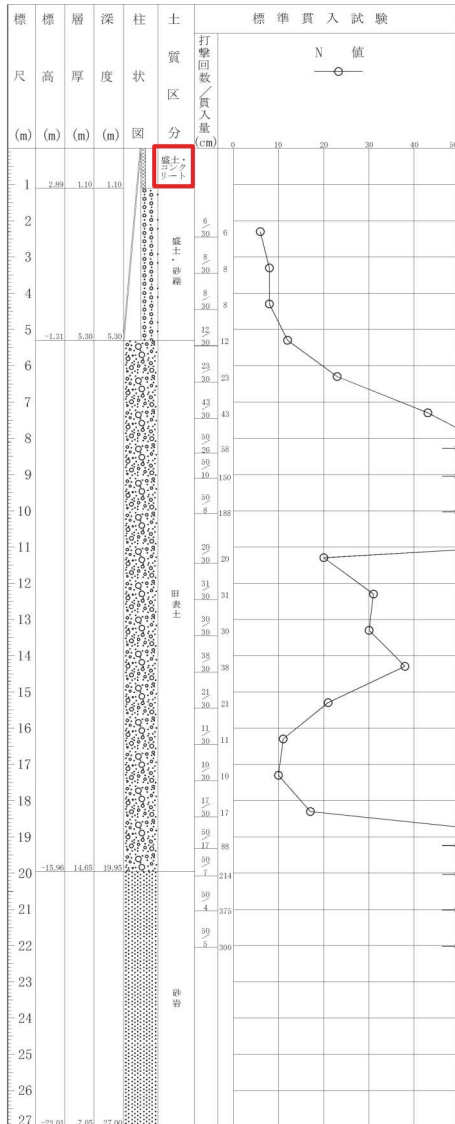
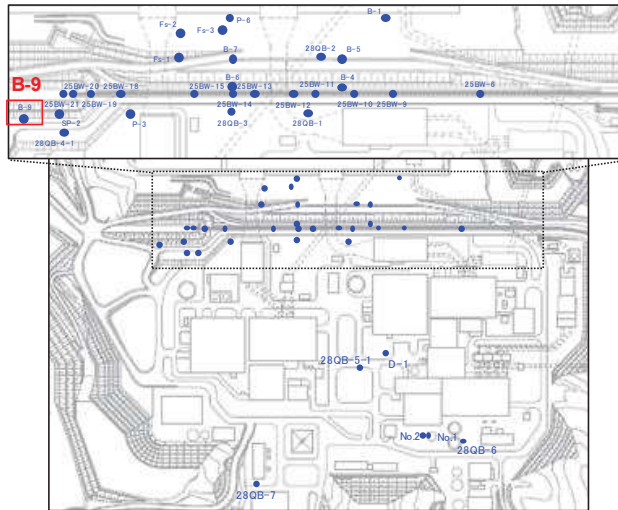


図 1.2-33 ボーリング柱状図・コア写真 (B-7)



ボーリング平面位置図

B-9 孔口標高O.P.10.570m 掘進長 L=19.0m

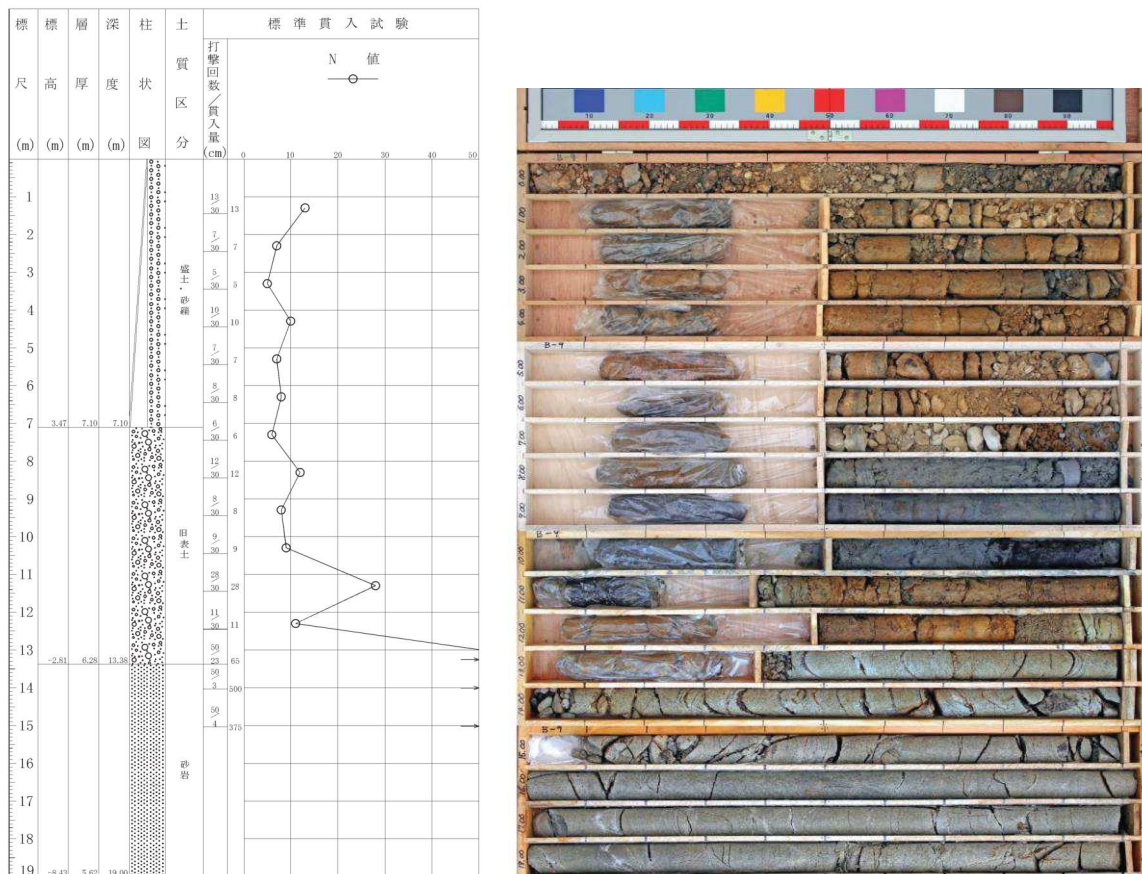
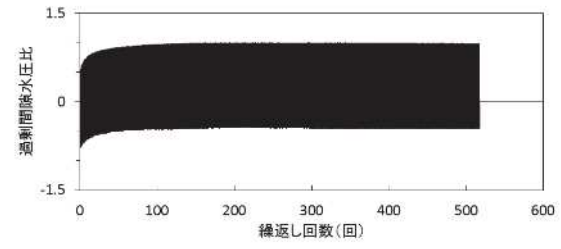
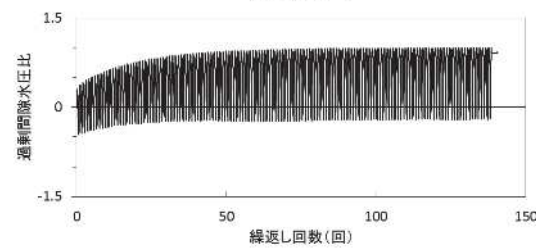
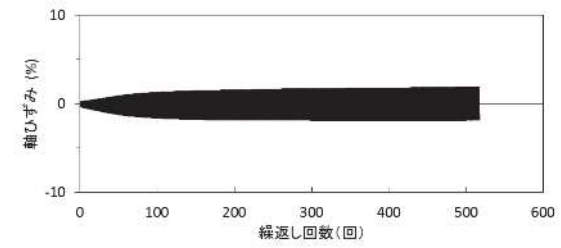
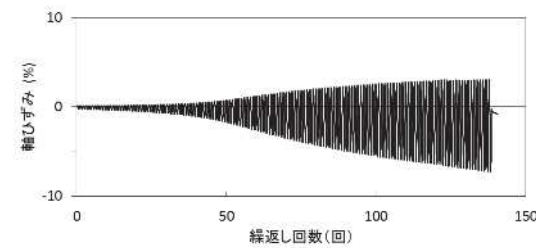
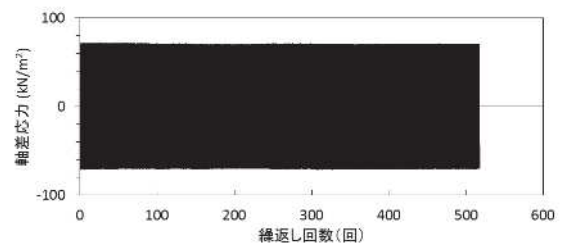
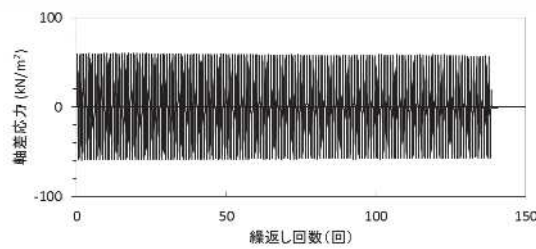
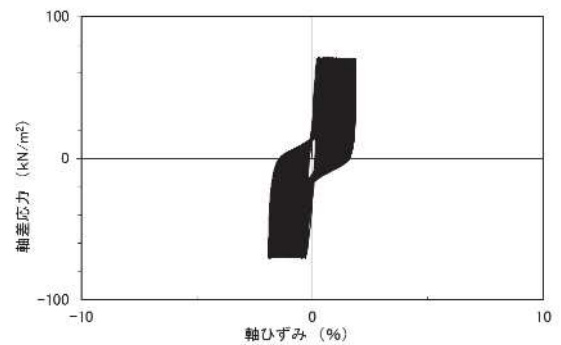
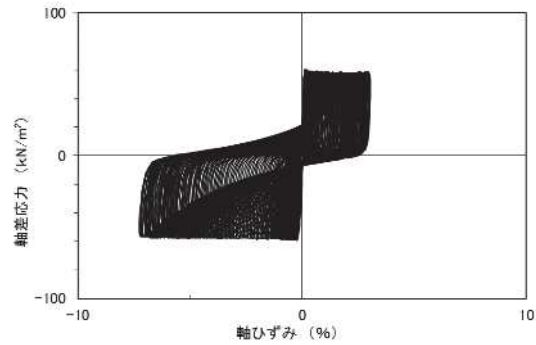
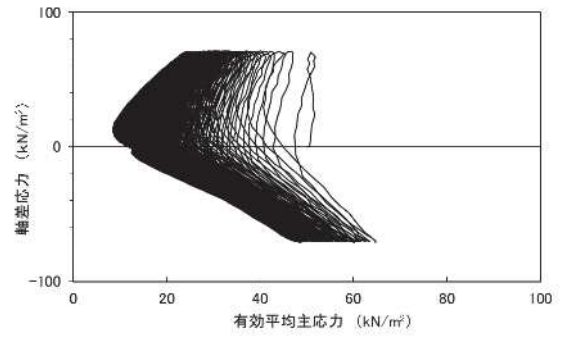
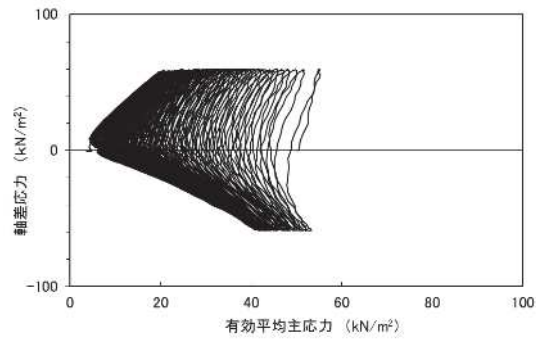


図 1.2-34 ボーリング柱状図・コア写真 (B-9)

2. 液状化強度試験結果

2.1 盛土の液状化強度試験結果

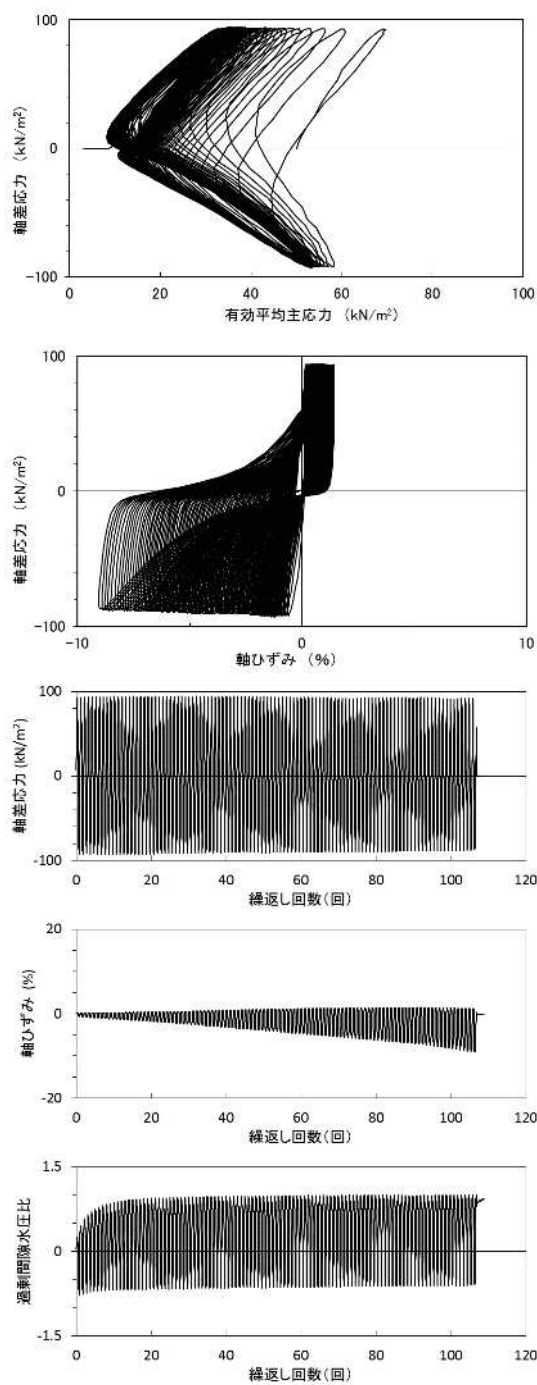


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンシー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンシー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

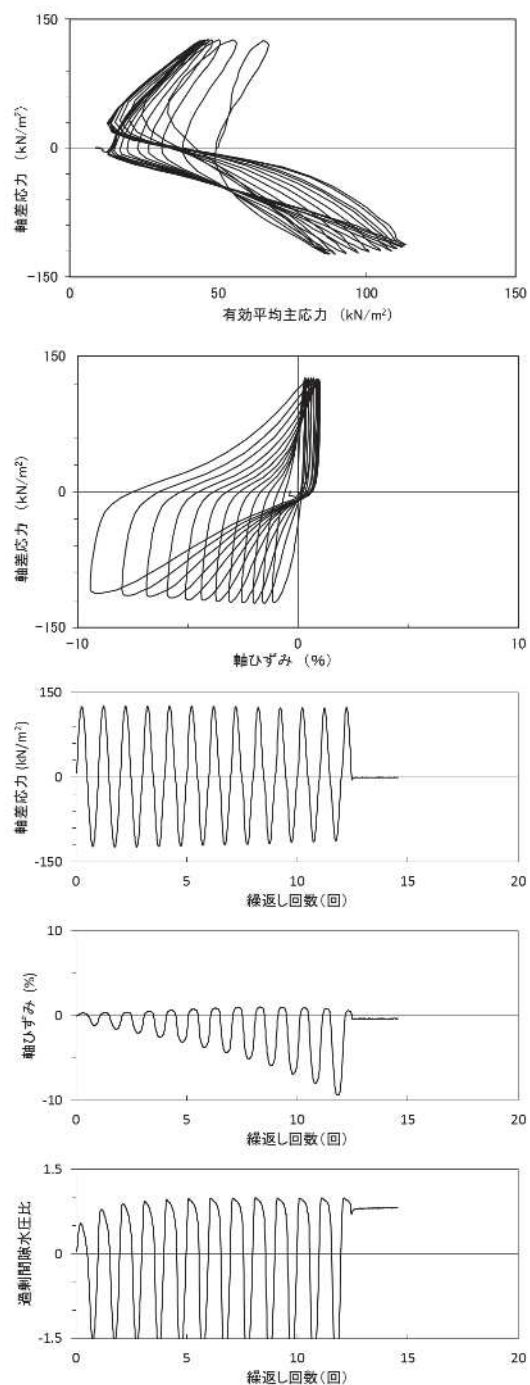
図 2. 1-1 液状化強度試験結果
(B-1-1 試料 (供試体 No. 1))

図 2. 1-2 液状化強度試験結果
(B-1-1 試料 (供試体 No. 2))



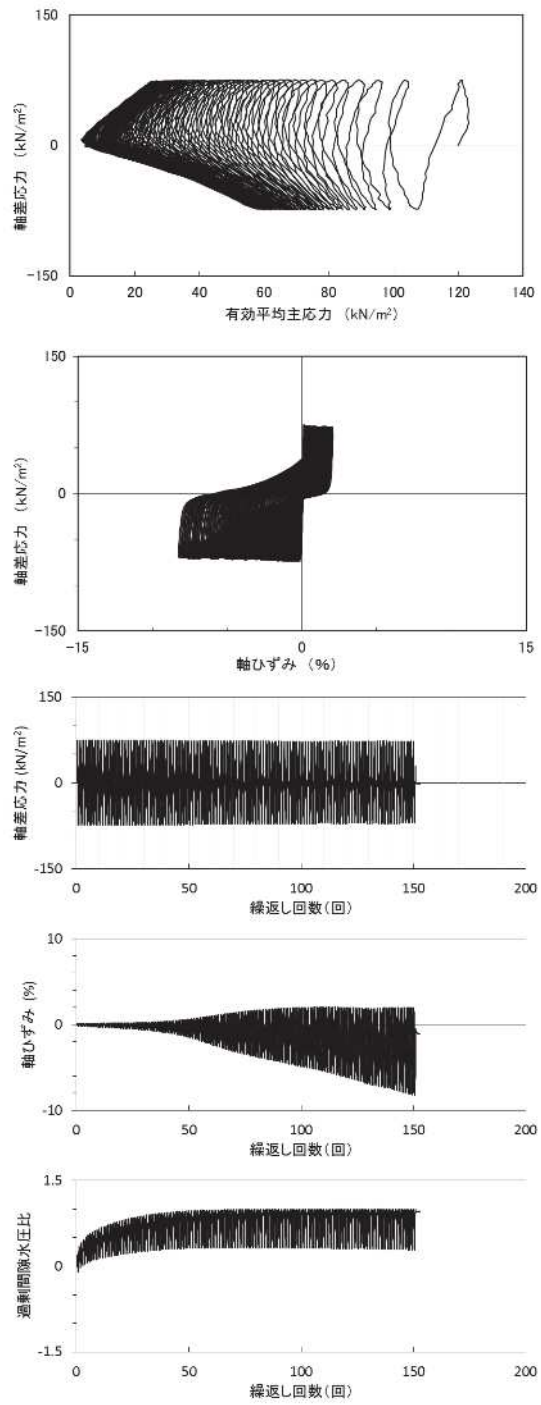
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-3 液状化強度試験結果
(B-1-1 試料 (供試体 No. 3))



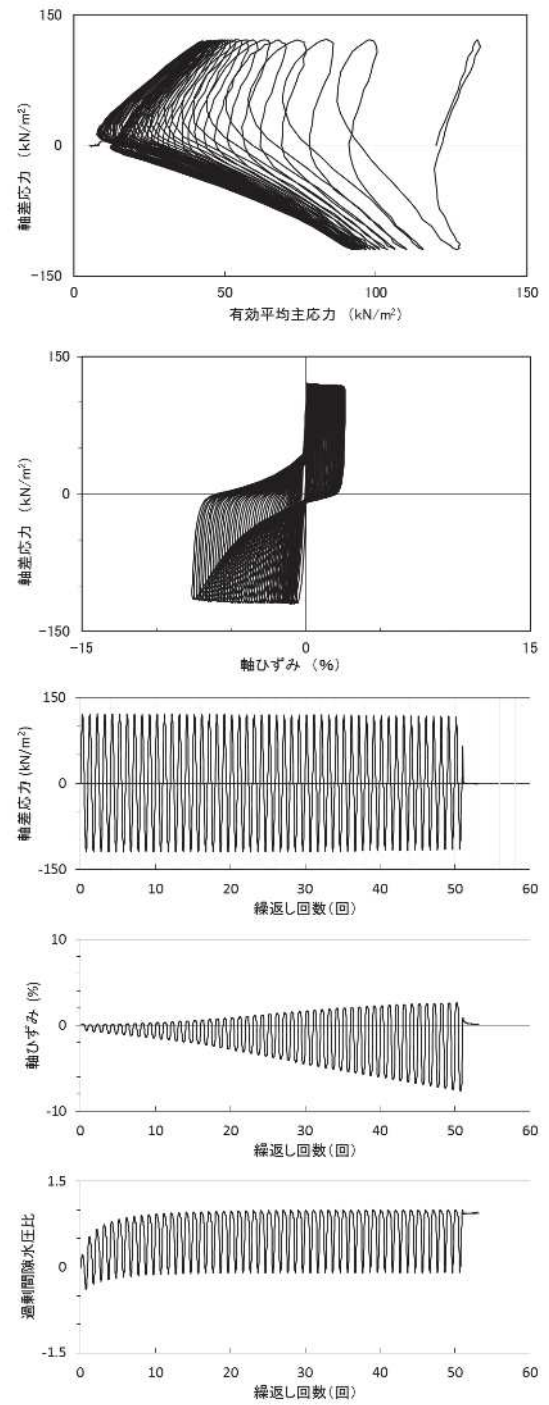
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-4 液状化強度試験結果
(B-1-1 試料 (供試体 No. 4))



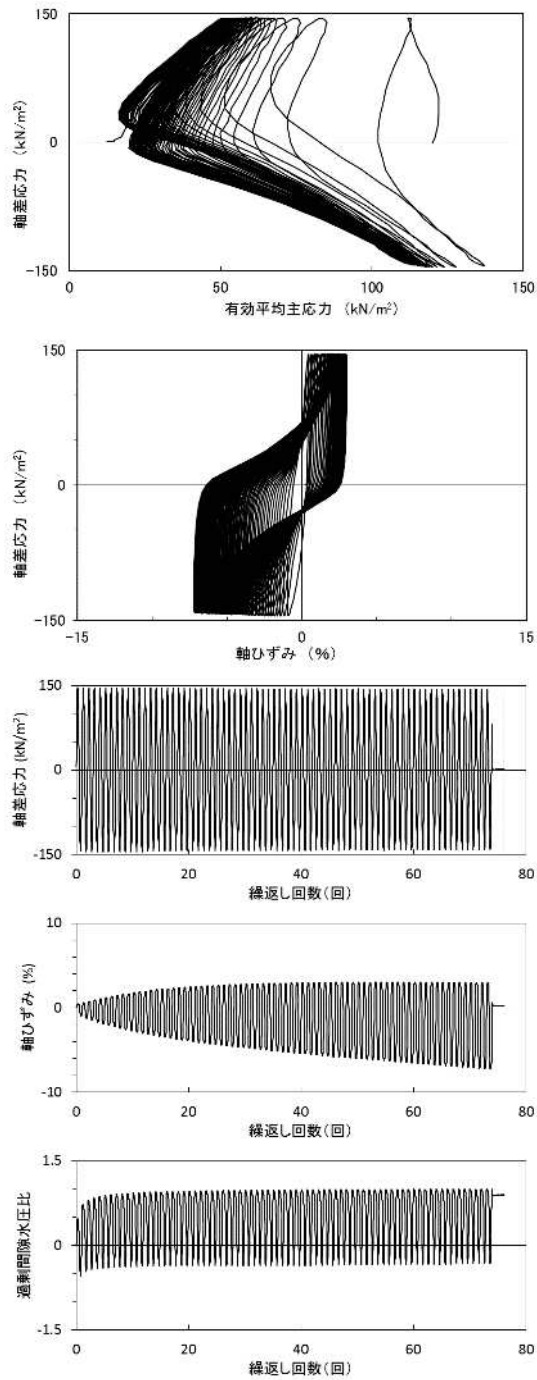
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-5 液状化強度試験結果
(B-1-2 試料 (供試体 No. 1))



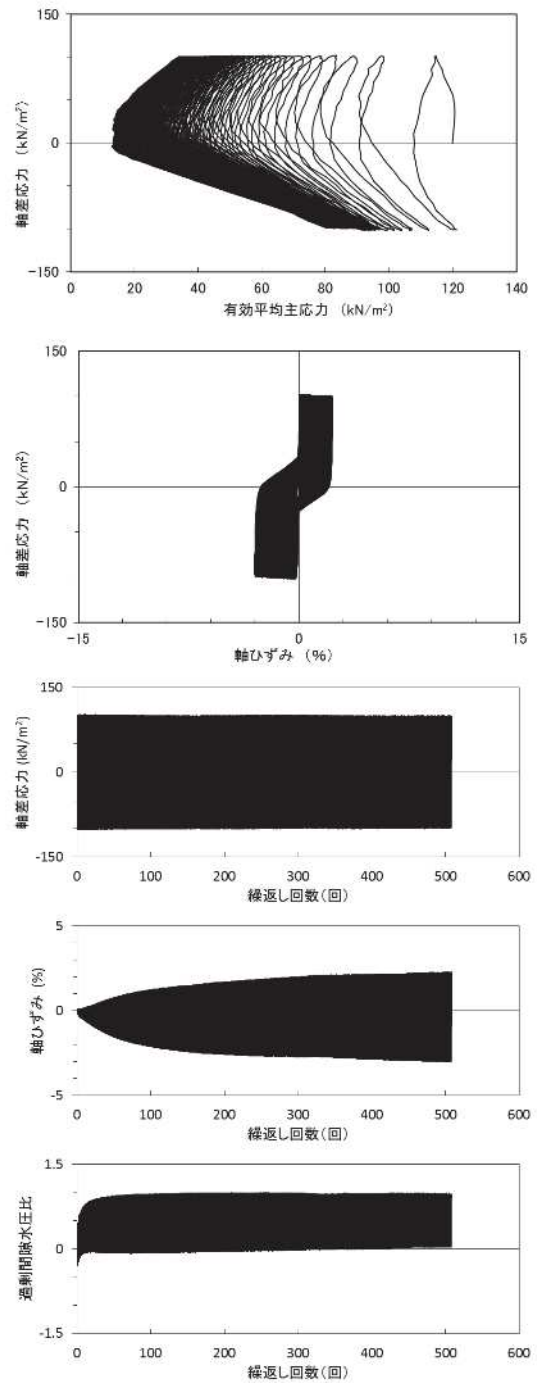
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-6 液状化強度試験結果
(B-1-2 試料 (供試体 No. 2))



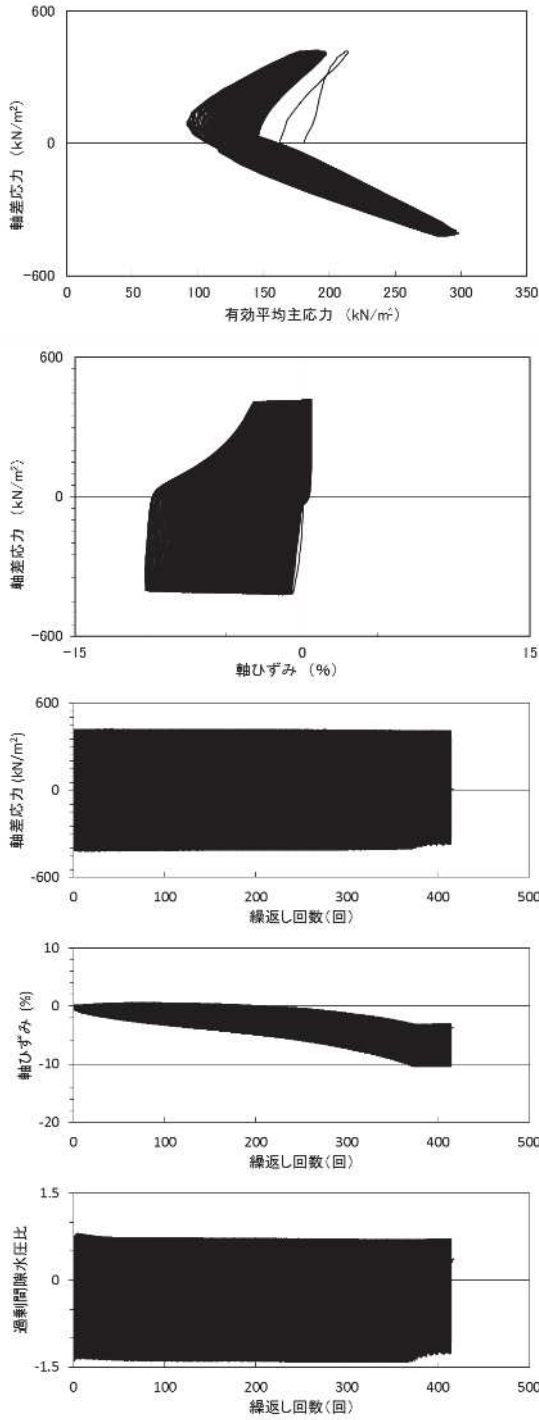
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-7 液状化強度試験結果
(B-1-2 試料 (供試体 No. 3))



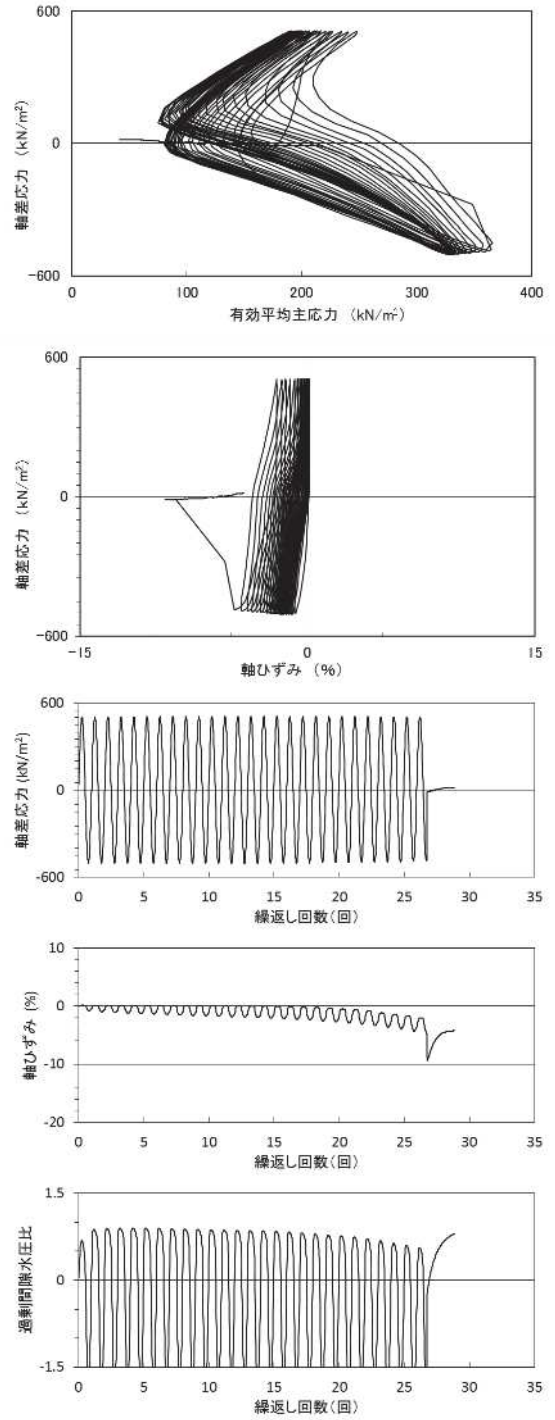
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-8 液状化強度試験結果
(B-1-2 試料 (供試体 No. 4))



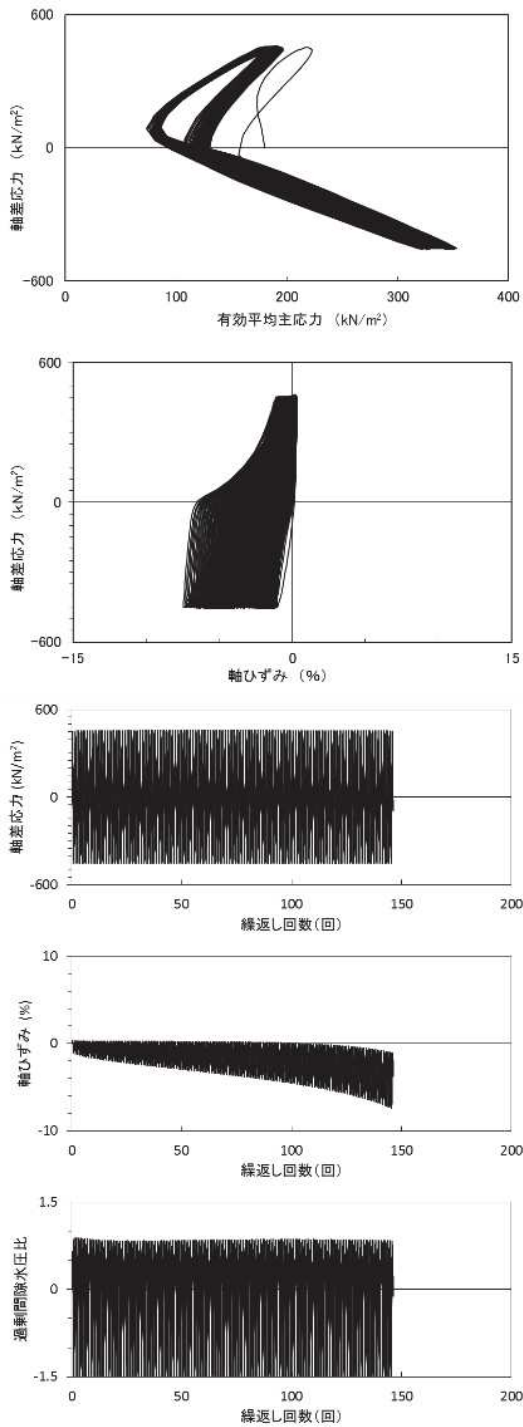
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	×	非液状化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-9 液状化強度試験結果
(B-1-3 試料 (供試体 No. 1))



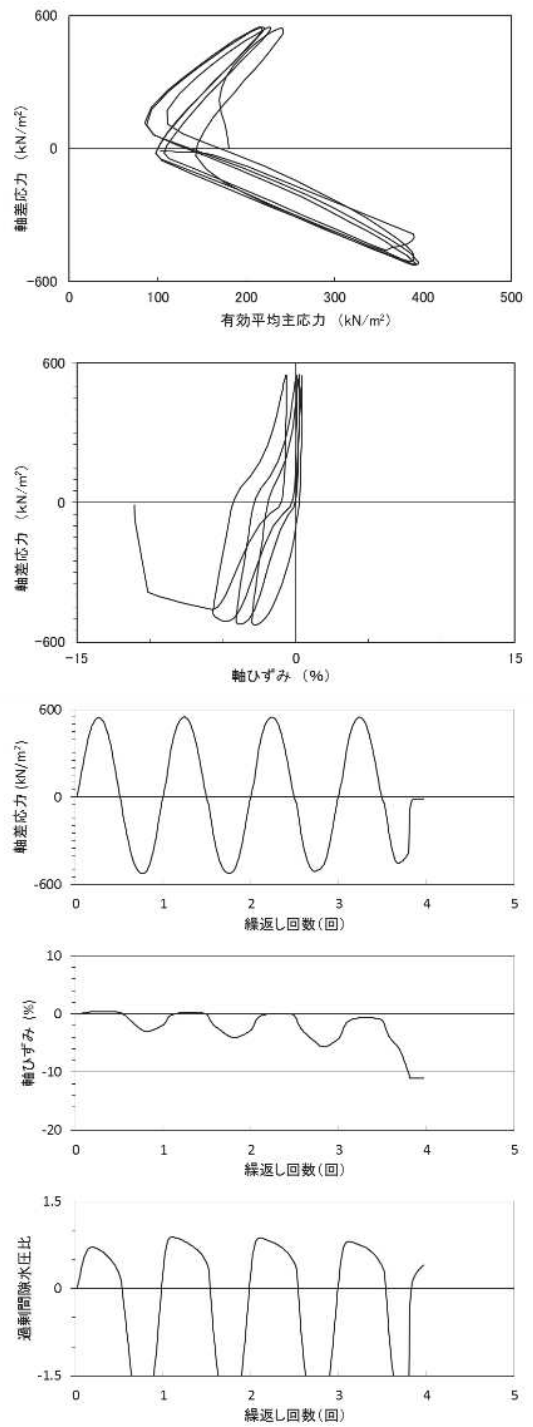
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	×	非液状化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-10 液状化強度試験結果
(B-1-3 試料 (供試体 No. 2))



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

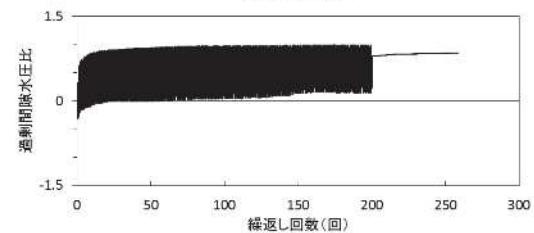
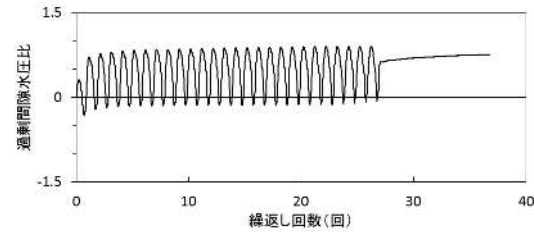
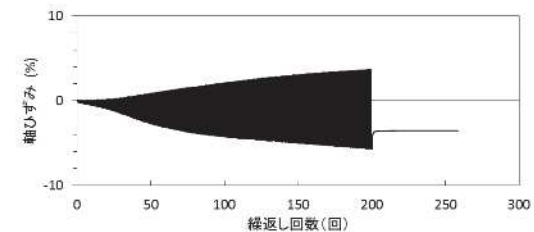
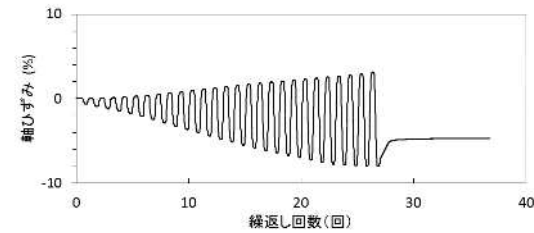
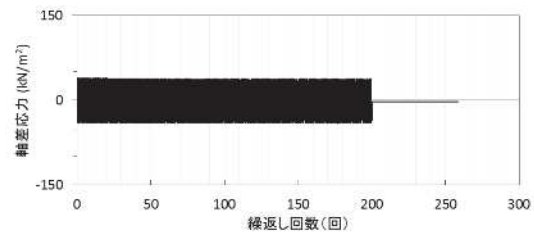
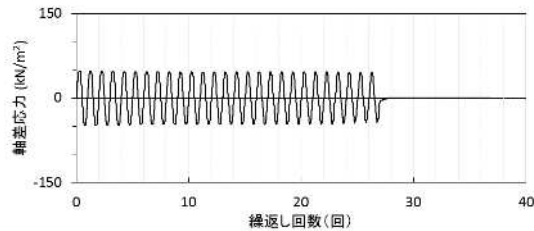
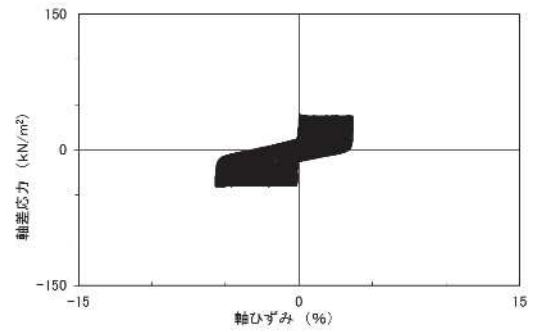
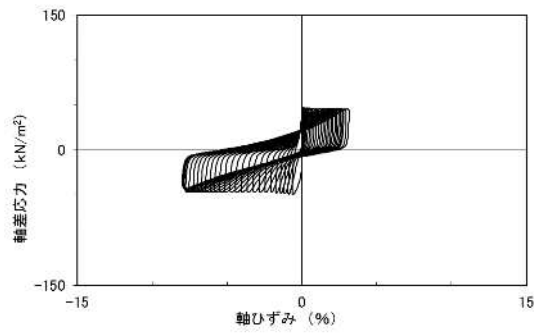
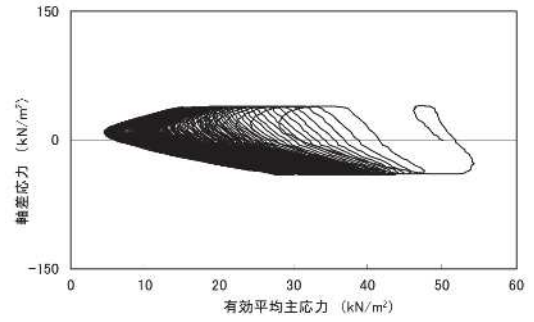
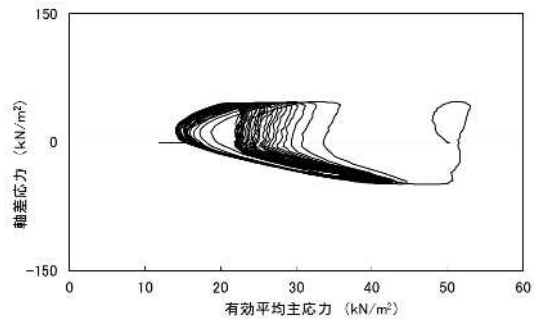
図 2.1-11 液状化強度試験結果
(B-1-3 試料 (供試体 No. 3))



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×※	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

※応力振幅が大きいことによるひずみ発生

図 2.1-12 液状化強度試験結果
(B-1-3 試料 (供試体 No. 4))

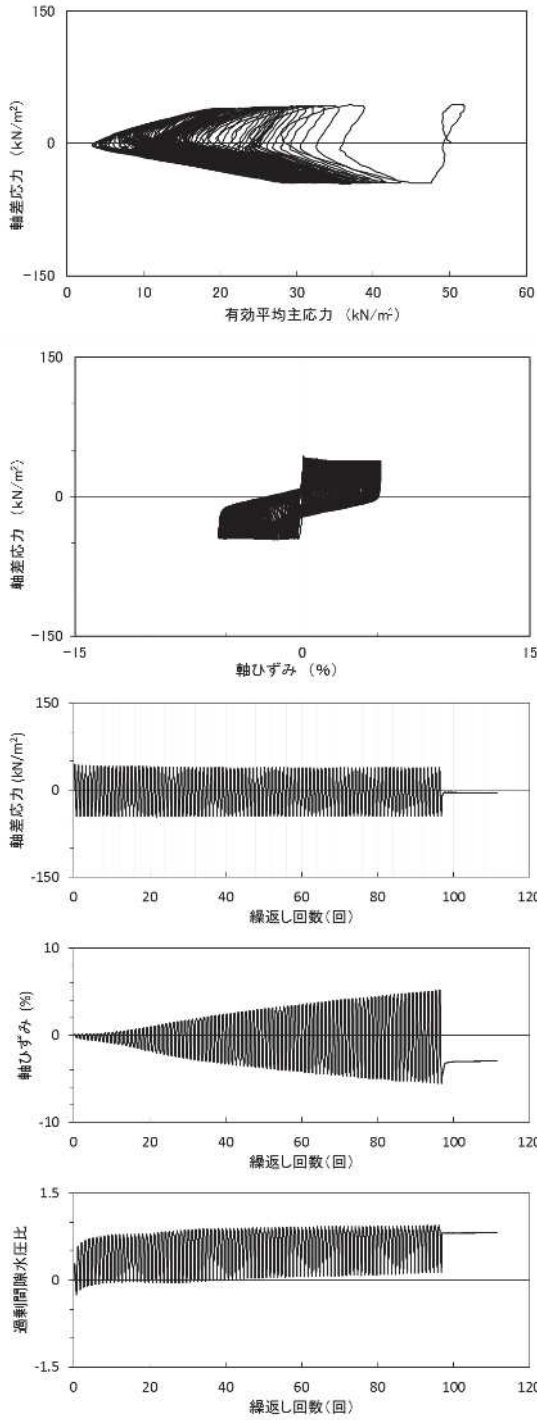


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	×	非液状化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

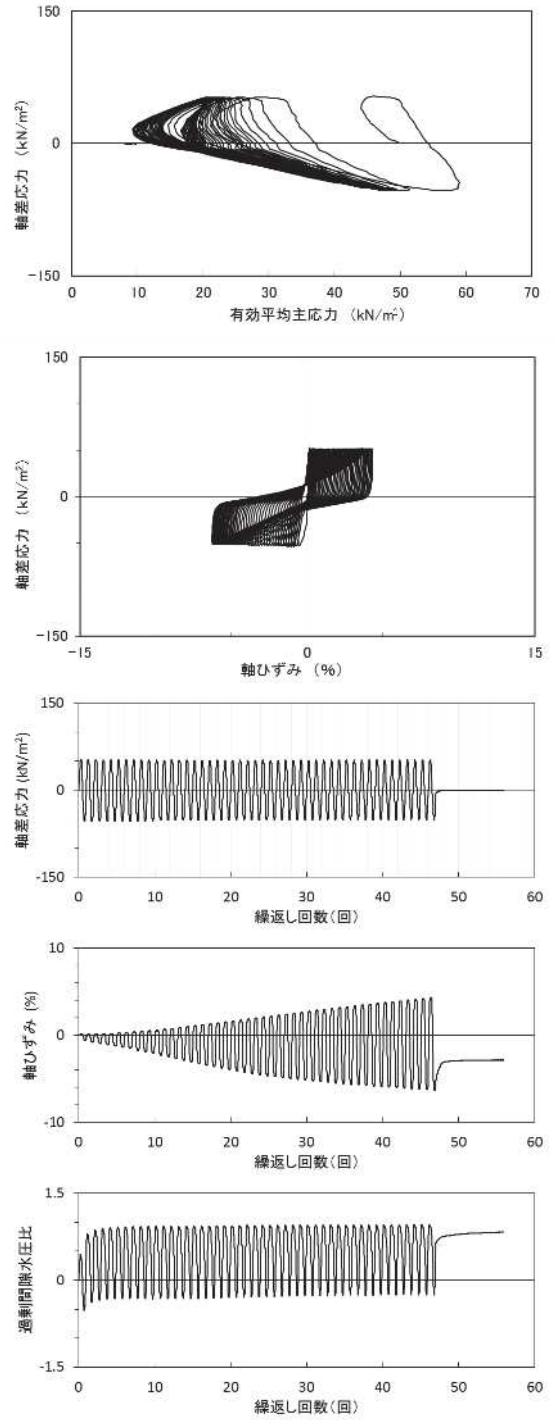
図 2.1-13 液状化強度試験結果
(B-1-4 試料 (供試体 No. 1))

図 2.1-14 液状化強度試験結果
(B-1-4 試料 (供試体 No. 2))



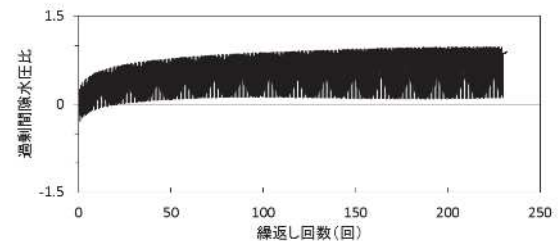
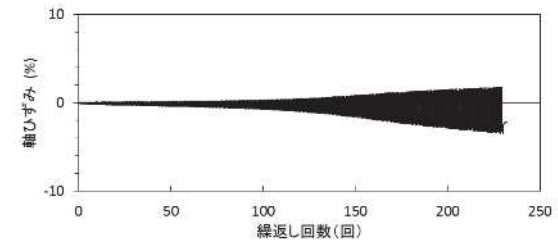
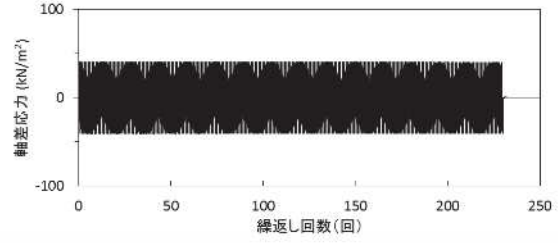
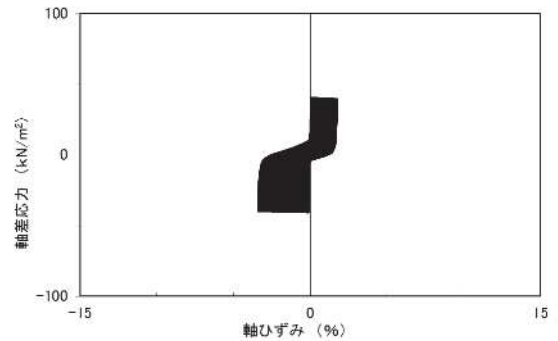
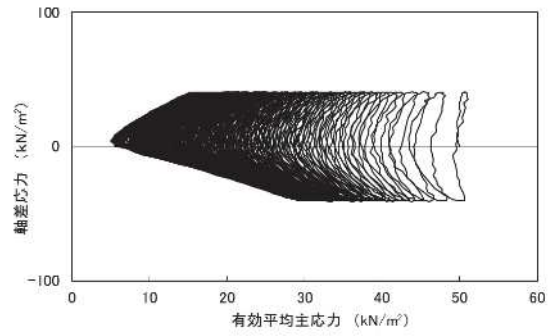
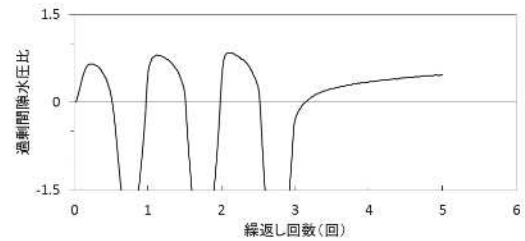
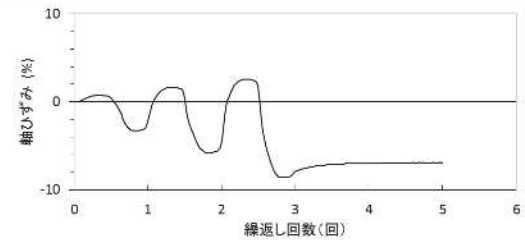
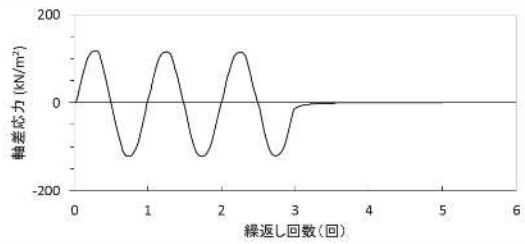
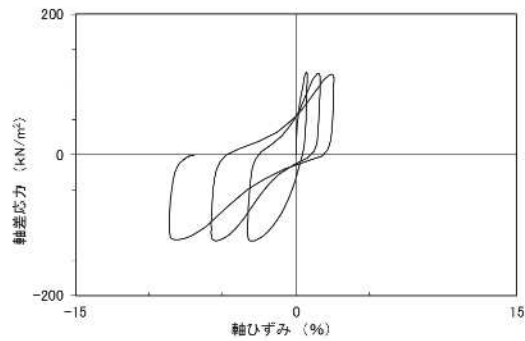
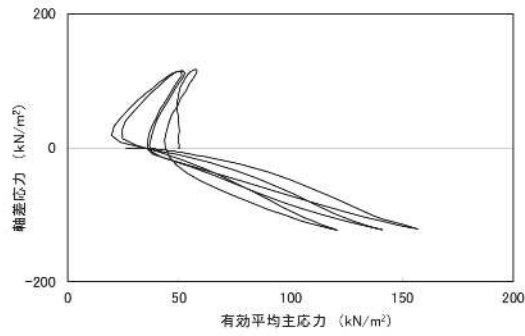
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	×	非液状化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-15 液状化強度試験結果
(B-1-4 試料 (供試体 No. 3))



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-16 液状化強度試験結果
(B-1-4 試料 (供試体 No. 4))

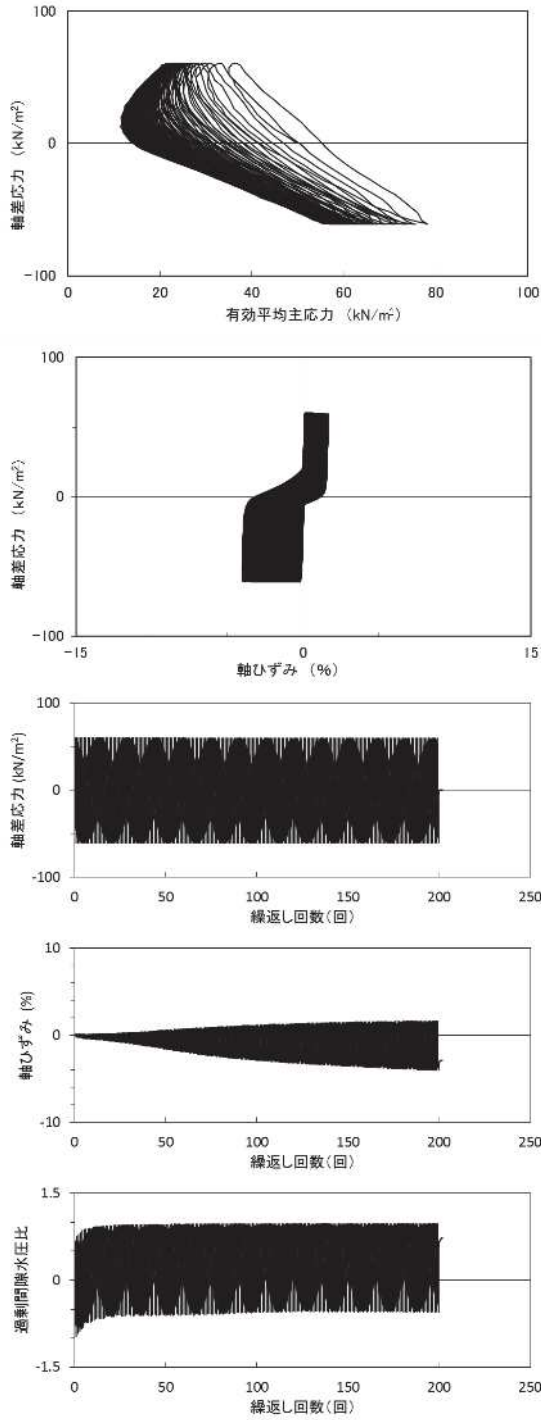


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	×	非液状化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-17 液状化強度試験結果
(B-2-1 試料 (供試体 No. 1))

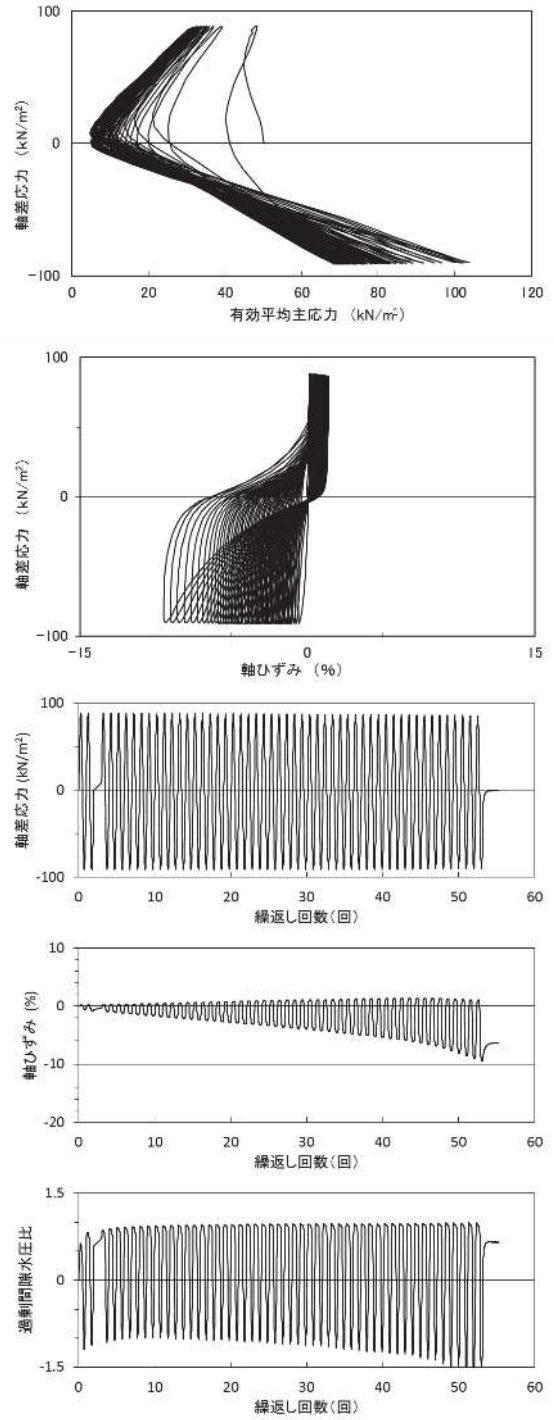
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-18 液状化強度試験結果
(B-2-1 試料 (供試体 No. 2))



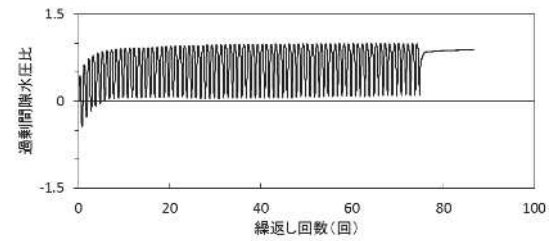
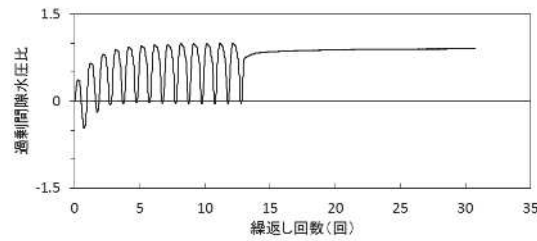
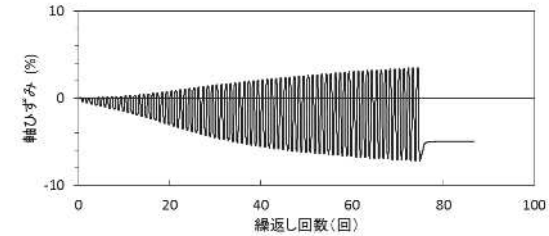
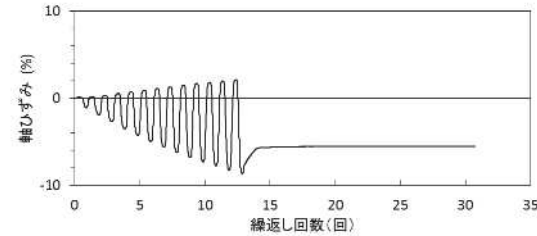
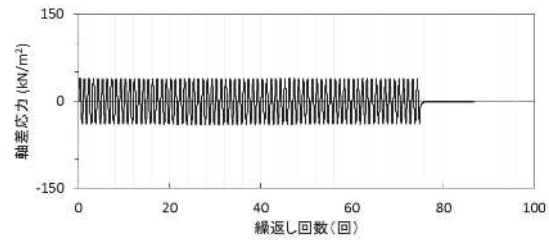
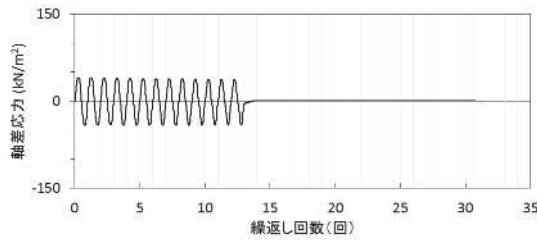
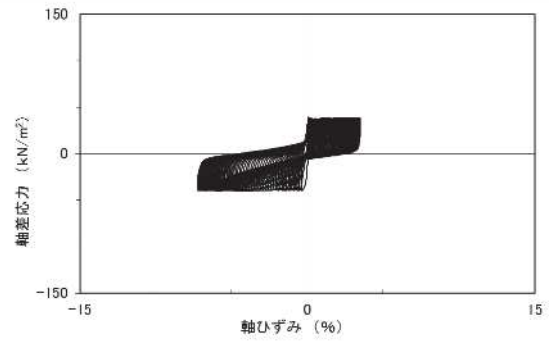
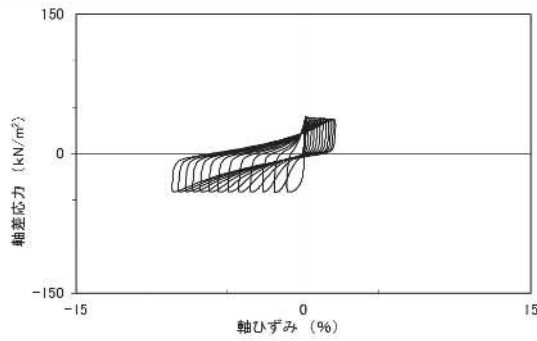
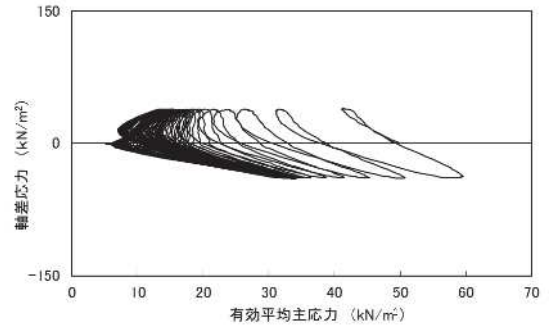
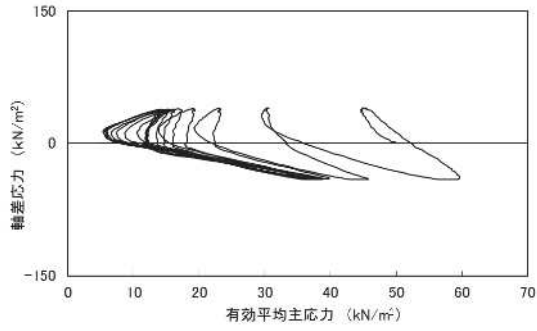
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-19 液状化強度試験結果
(B-2-1 試料 (供試体 No. 3))



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-20 液状化強度試験結果
(B-2-1 試料 (供試体 No. 4))

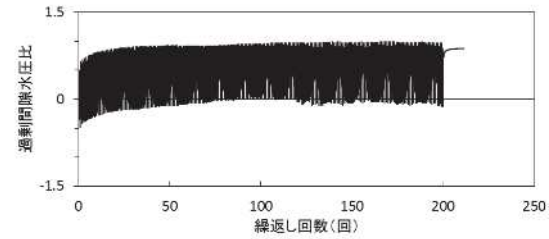
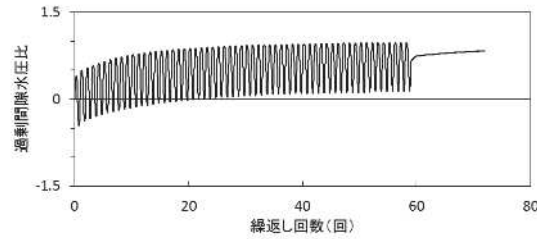
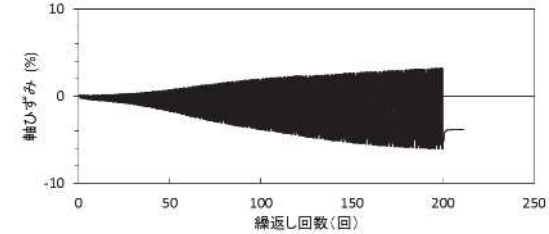
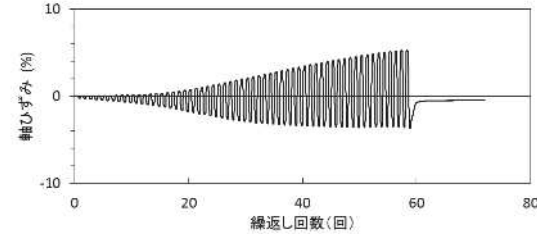
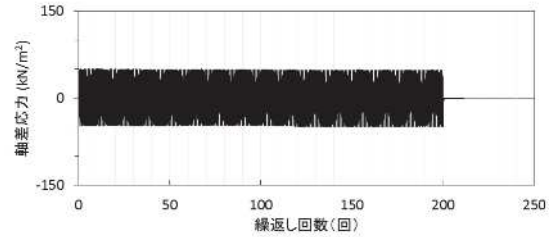
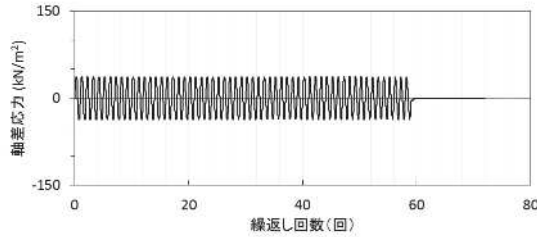
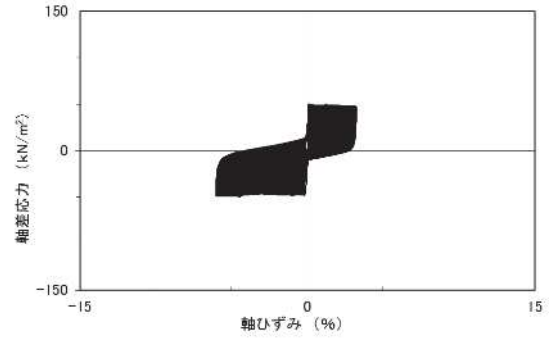
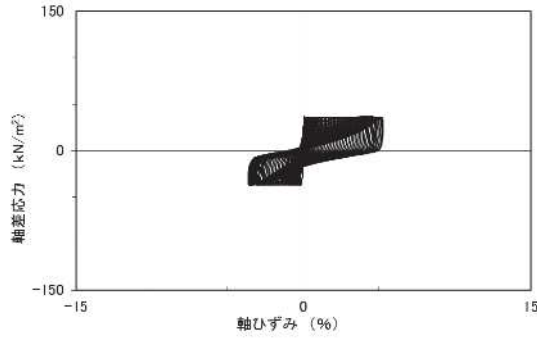
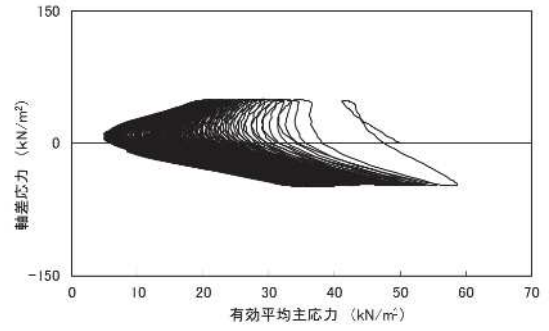
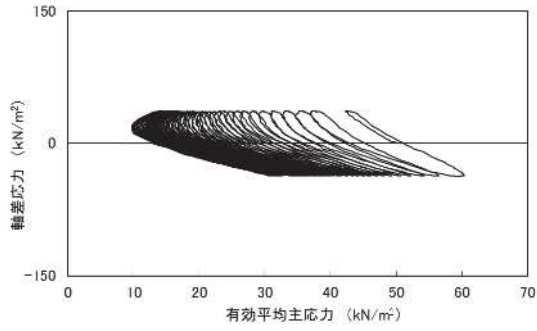


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-21 液状化強度試験結果
(B-2-2 試料 (供試体 No. 1))

図 2.1-22 液状化強度試験結果
(B-2-2 試料 (供試体 No. 2))

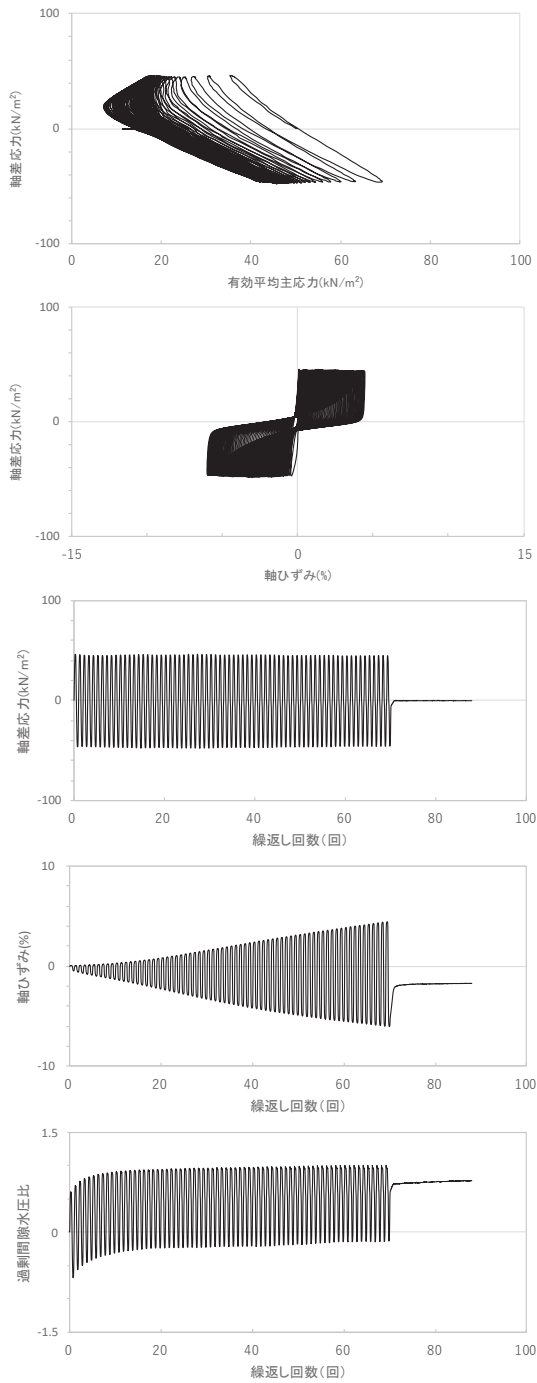


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

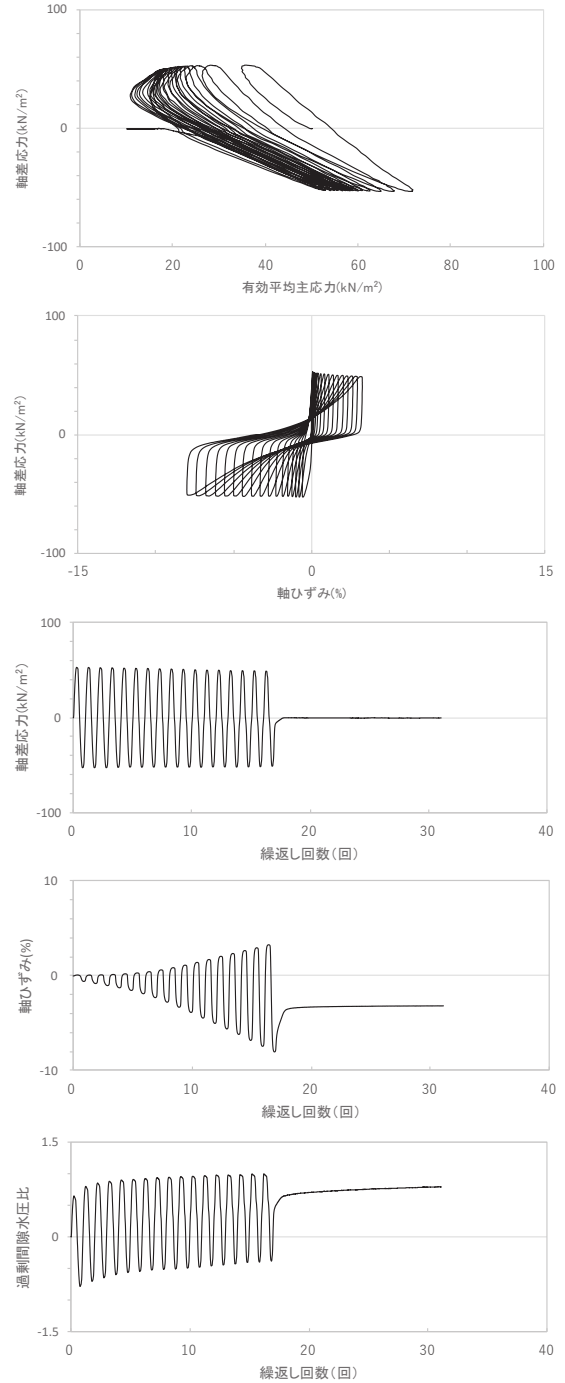
図 2.1-23 液状化強度試験結果
(B-2-2 試料 (供試体 No. 3))

図 2.1-24 液状化強度試験結果
(B-2-2 試料 (供試体 No. 4))



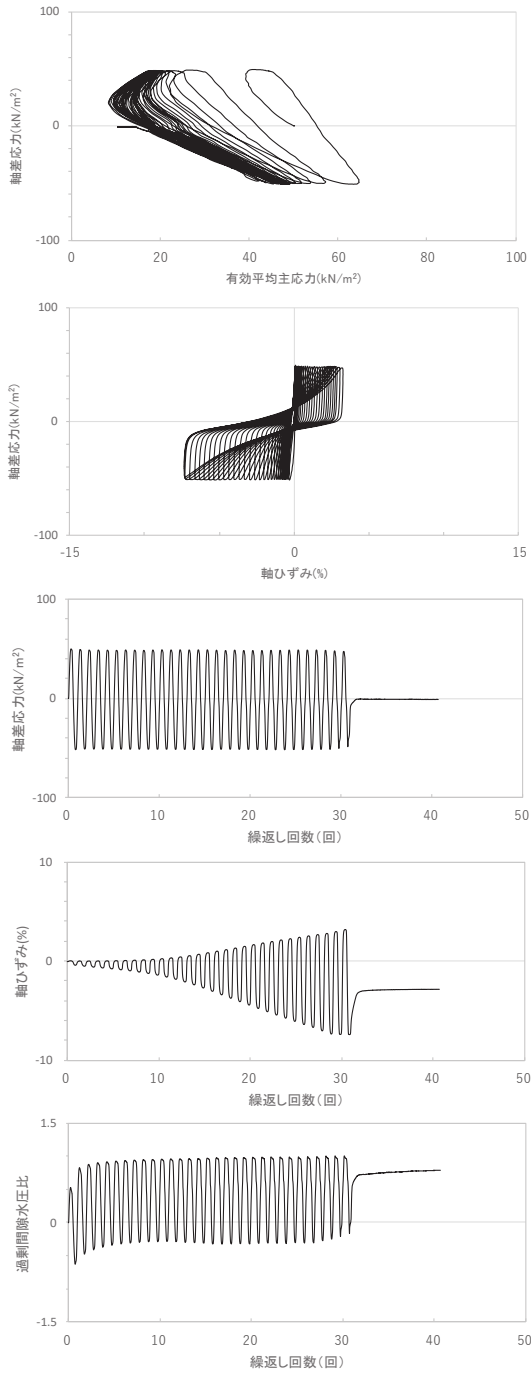
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-25 液状化強度試験結果
(B-3 試料 (供試体 No. 1))



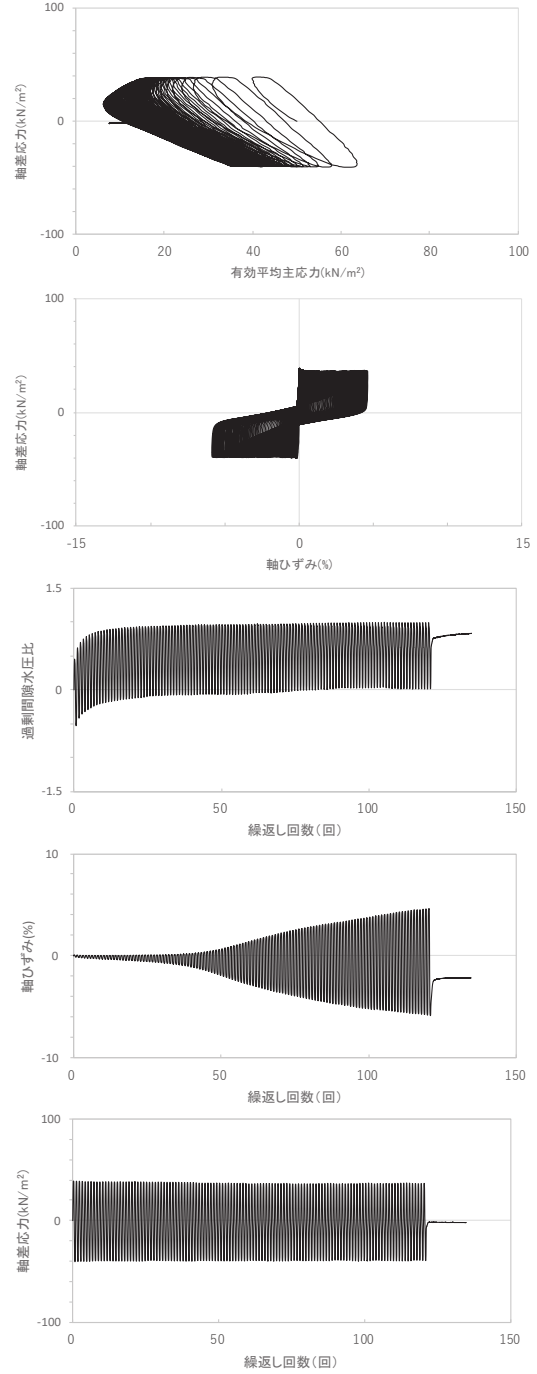
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-26 液状化強度試験結果
(B-3 試料 (供試体 No. 2))



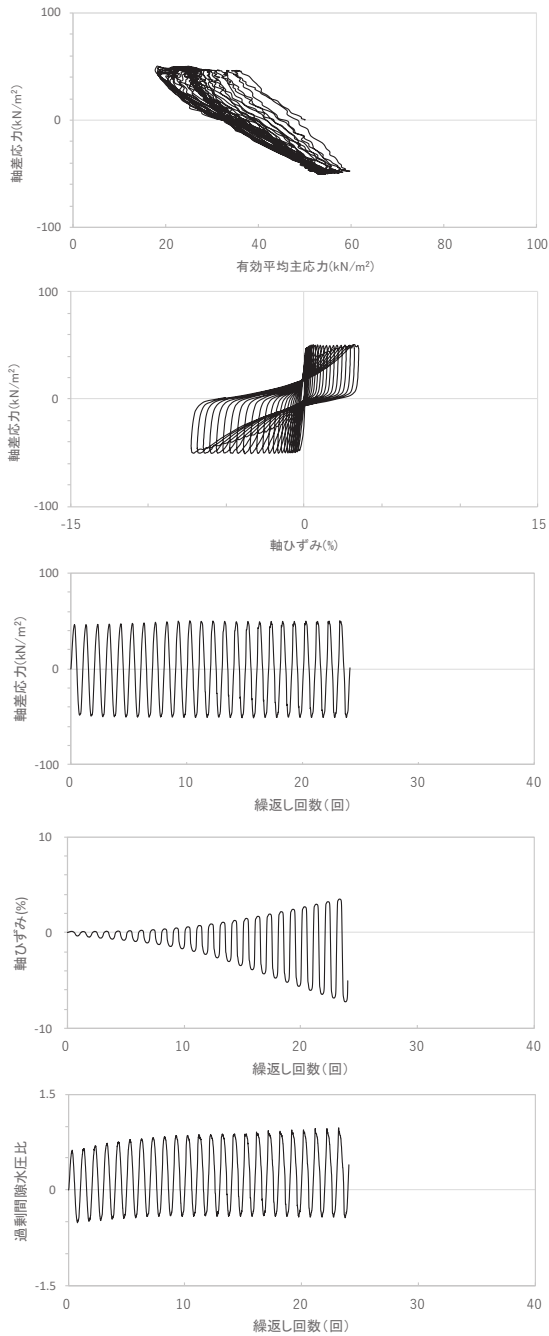
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-27 液状化強度試験結果
(B-3 試料 (供試体 No. 3))



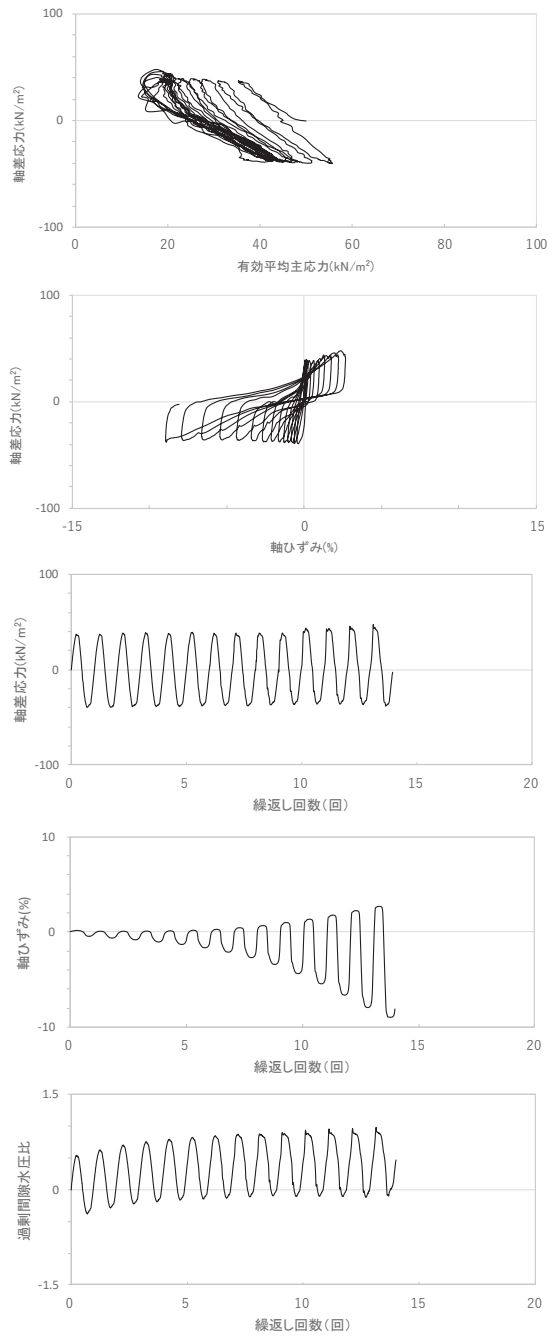
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-28 液状化強度試験結果
(B-3 試料 (供試体 No. 4))



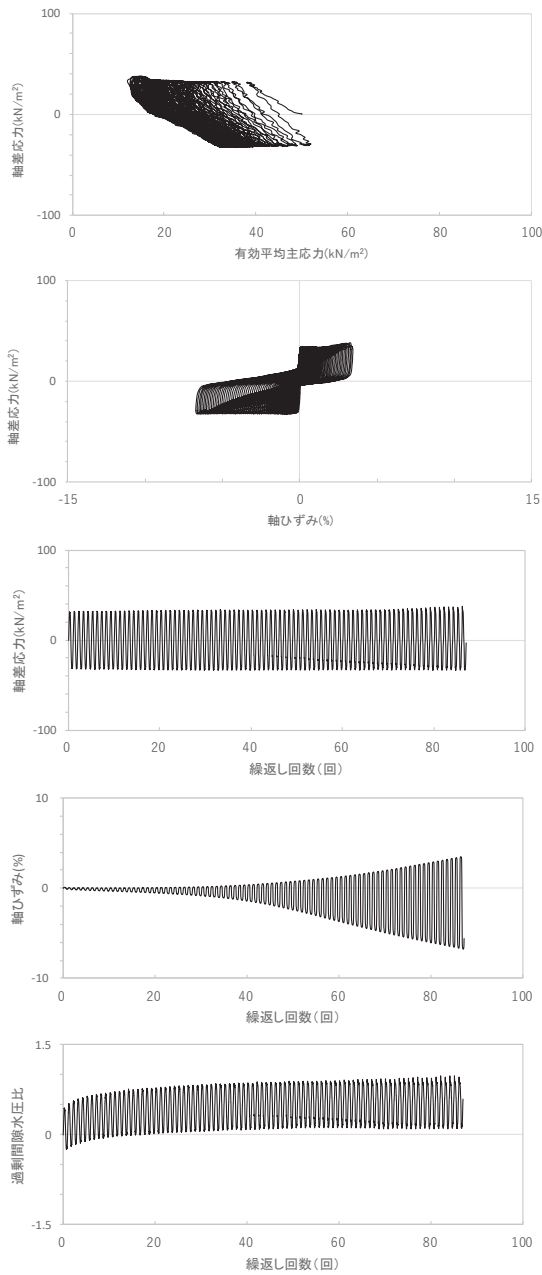
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-29 液状化強度試験結果
(B-4 試料 (供試体 No. 1))



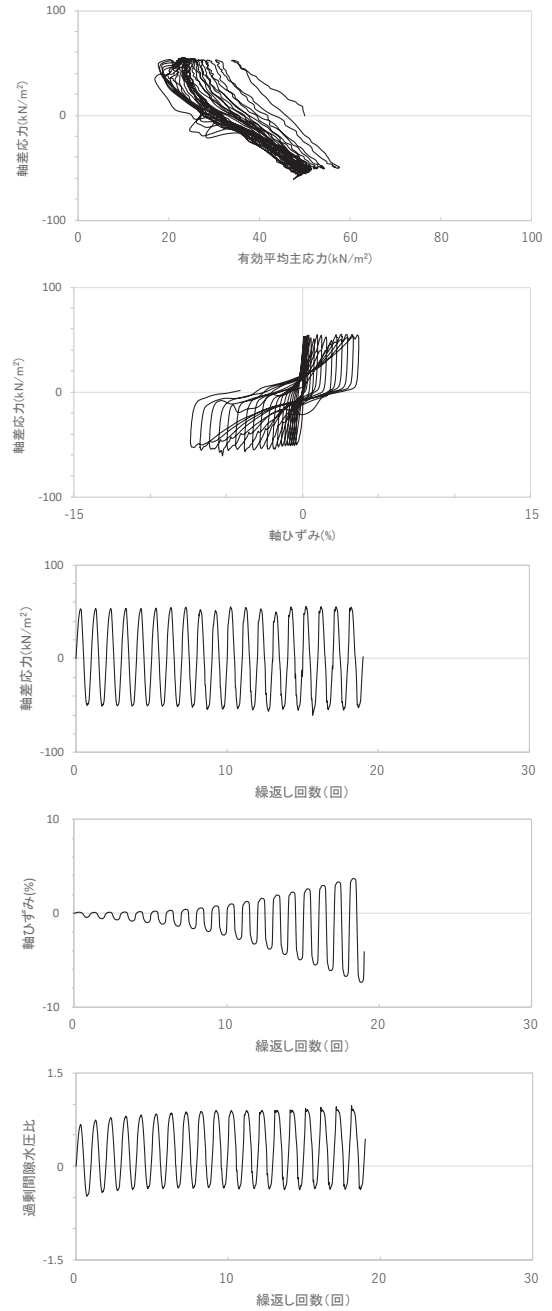
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-30 液状化強度試験結果
(B-4 試料 (供試体 No. 2))



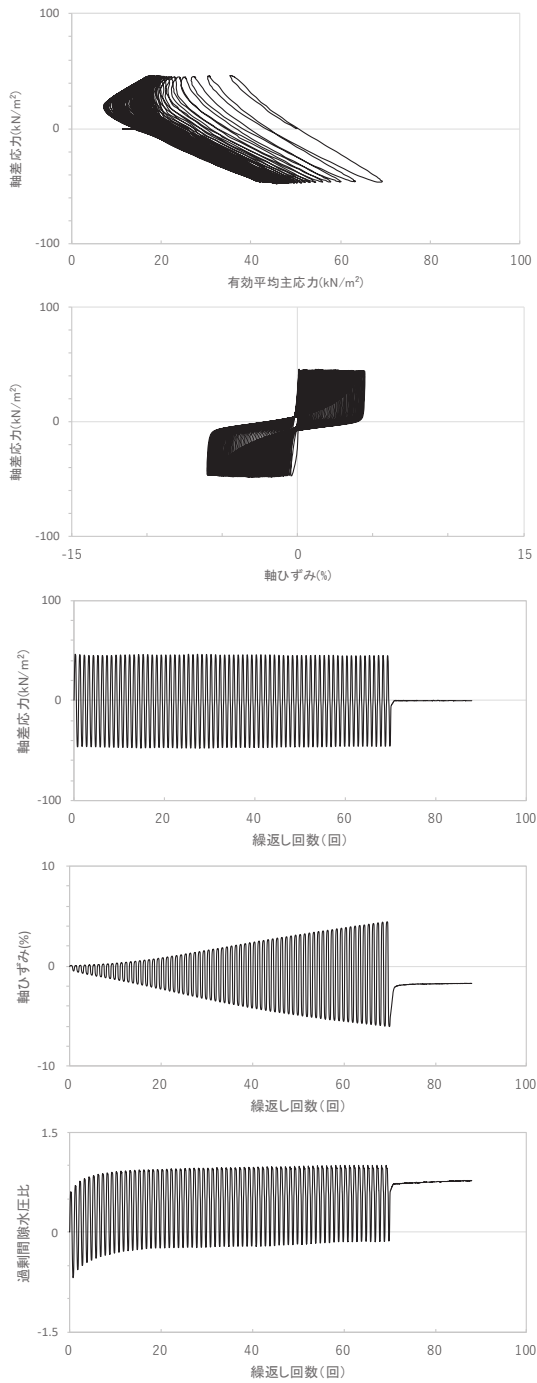
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-31 液状化強度試験結果
(B-4 試料 (供試体 No. 3))



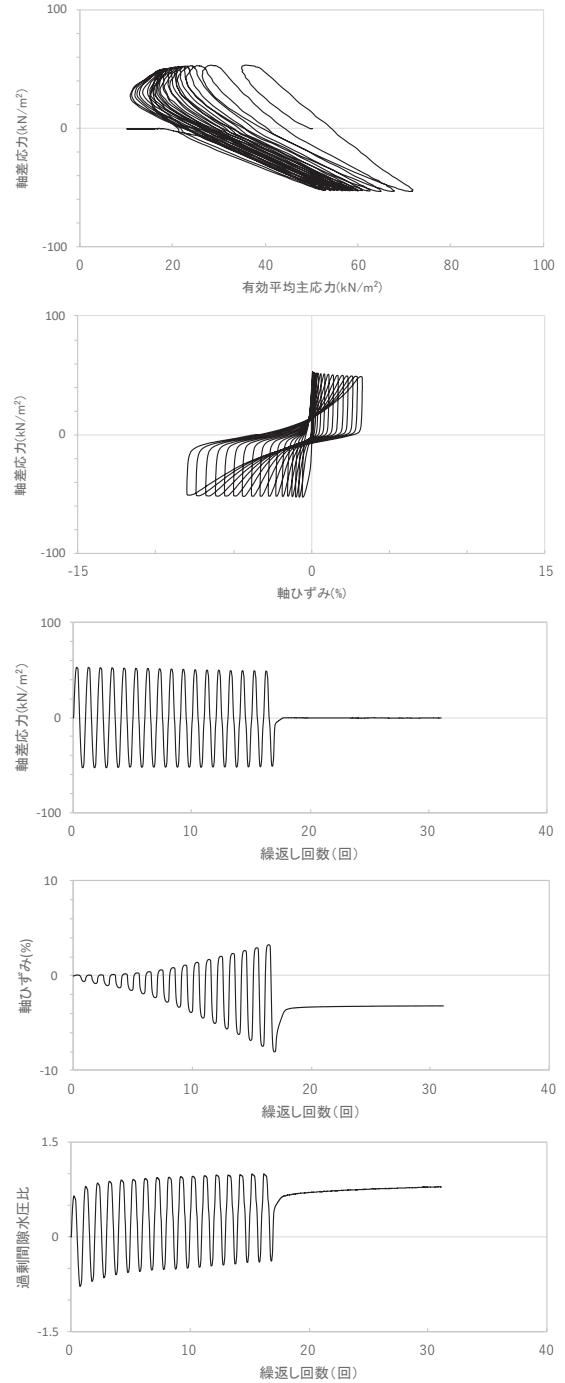
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-32 液状化強度試験結果
(B-4 試料 (供試体 No. 4))



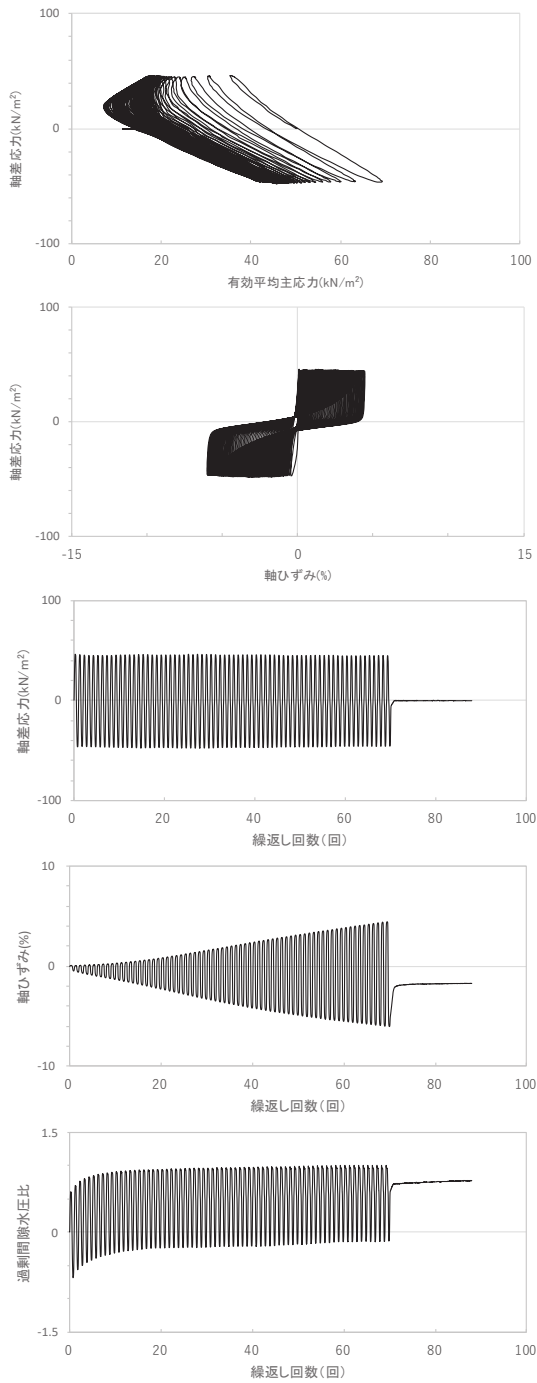
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-33 液状化強度試験結果
(B-4 試料 (供試体 No. 1))



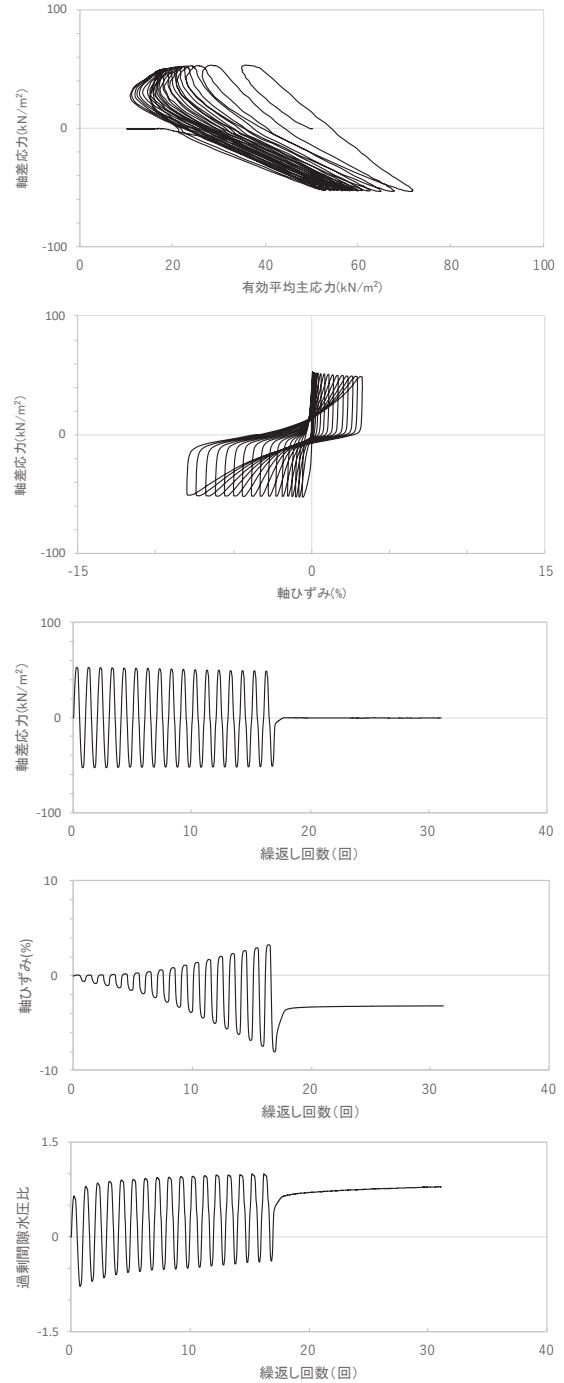
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-34 液状化強度試験結果
(B-4 試料 (供試体 No. 2))



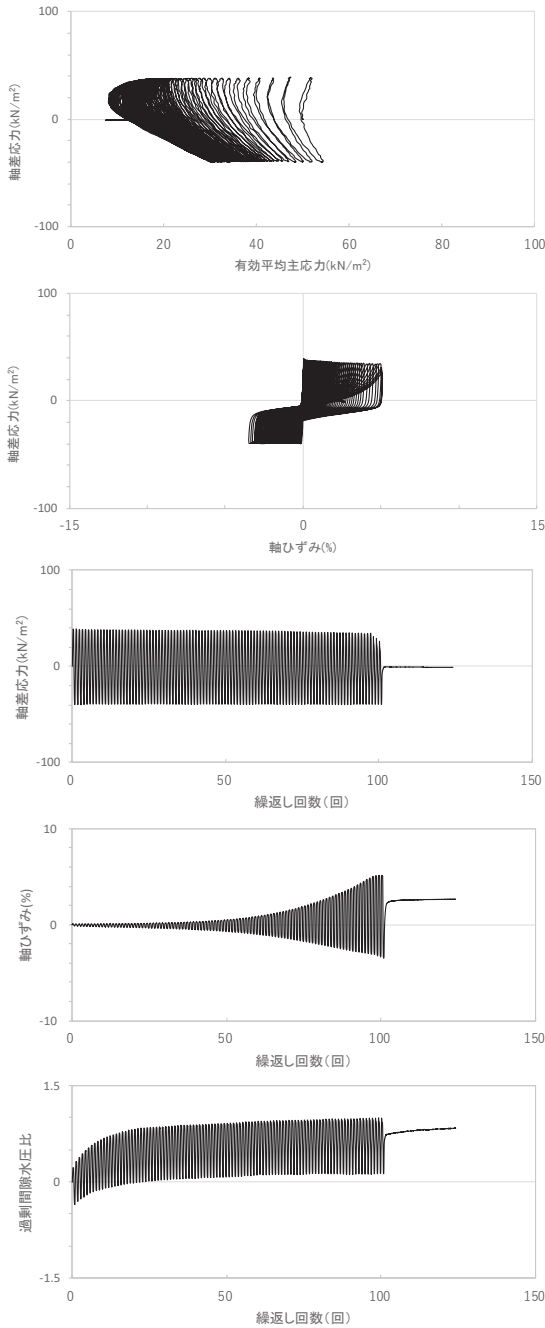
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-35 液状化強度試験結果
(B-4 試料 (供試体 No. 3))



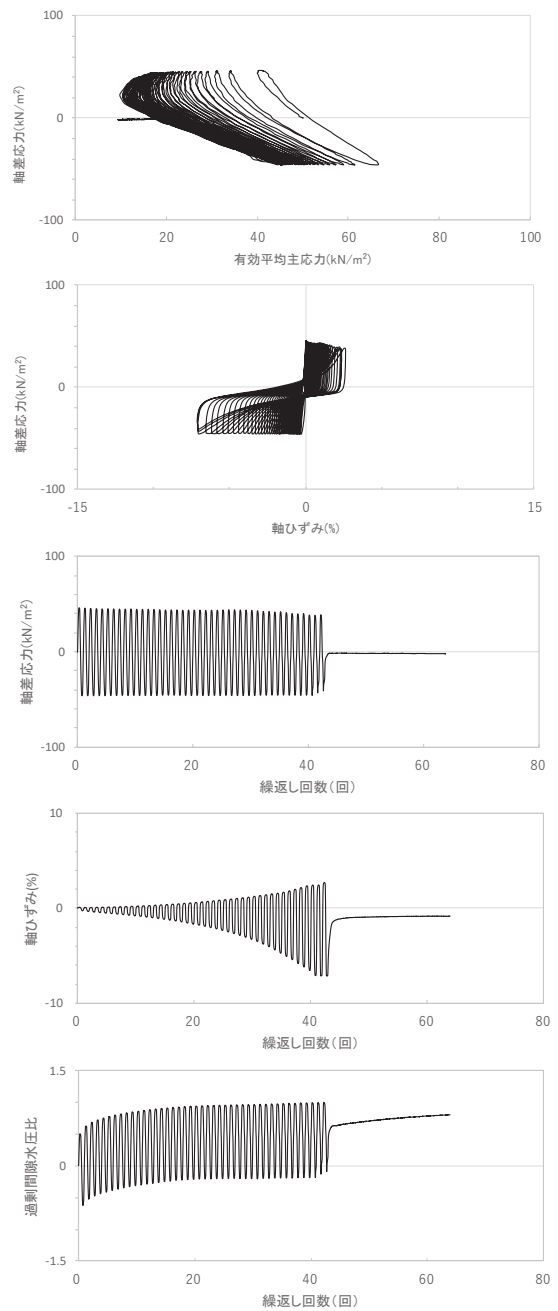
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-36 液状化強度試験結果
(B-4 試料 (供試体 No. 4))



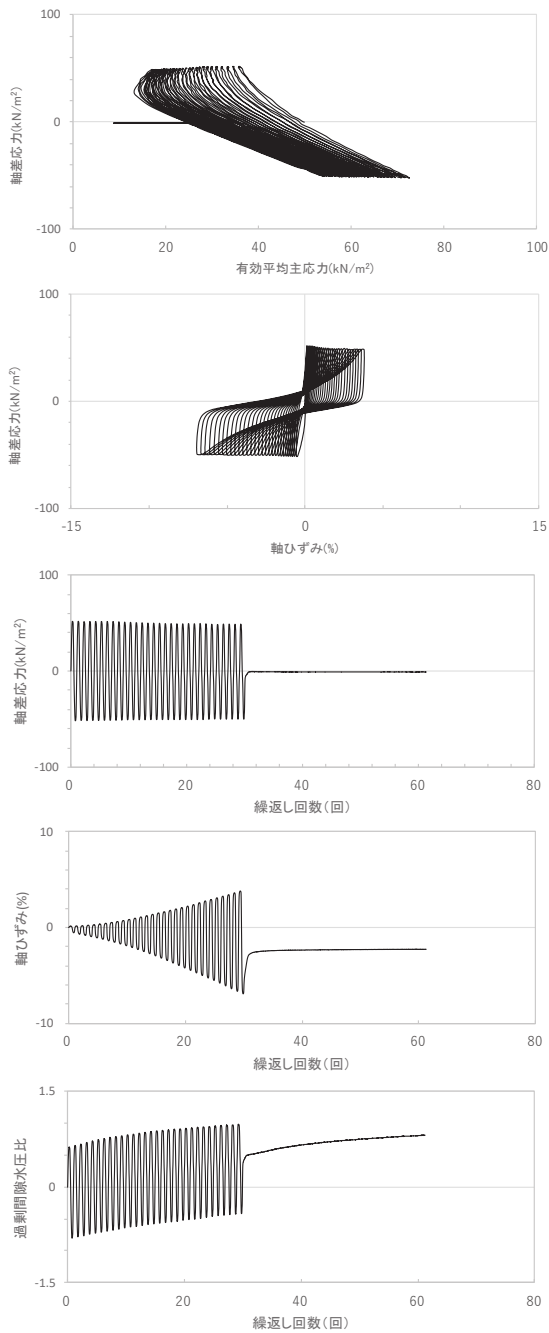
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-37 液状化強度試験結果
(B-5 試料 (供試体 No. 1))



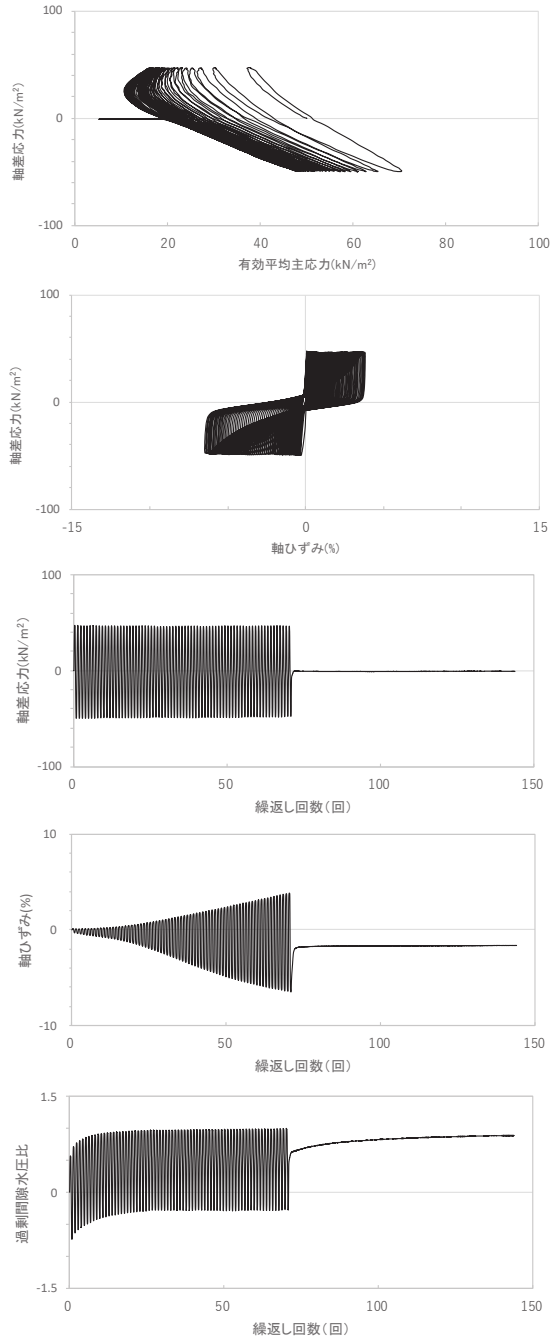
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-38 液状化強度試験結果
(B-5 試料 (供試体 No. 2))



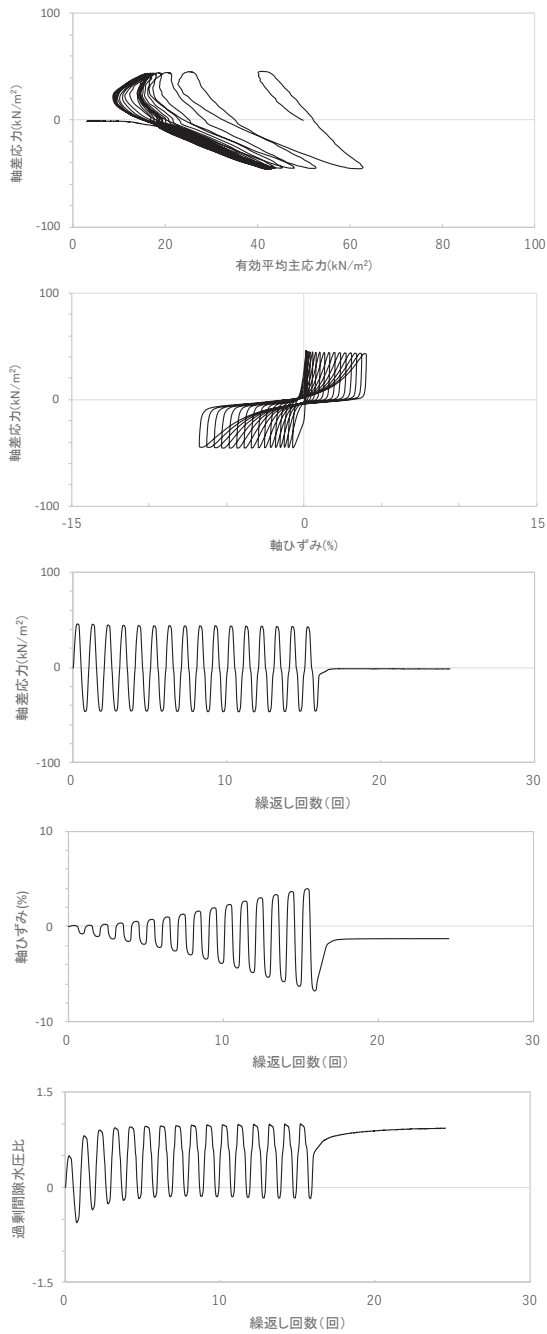
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-39 液状化強度試験結果
(B-5 試料 (供試体 No. 3))



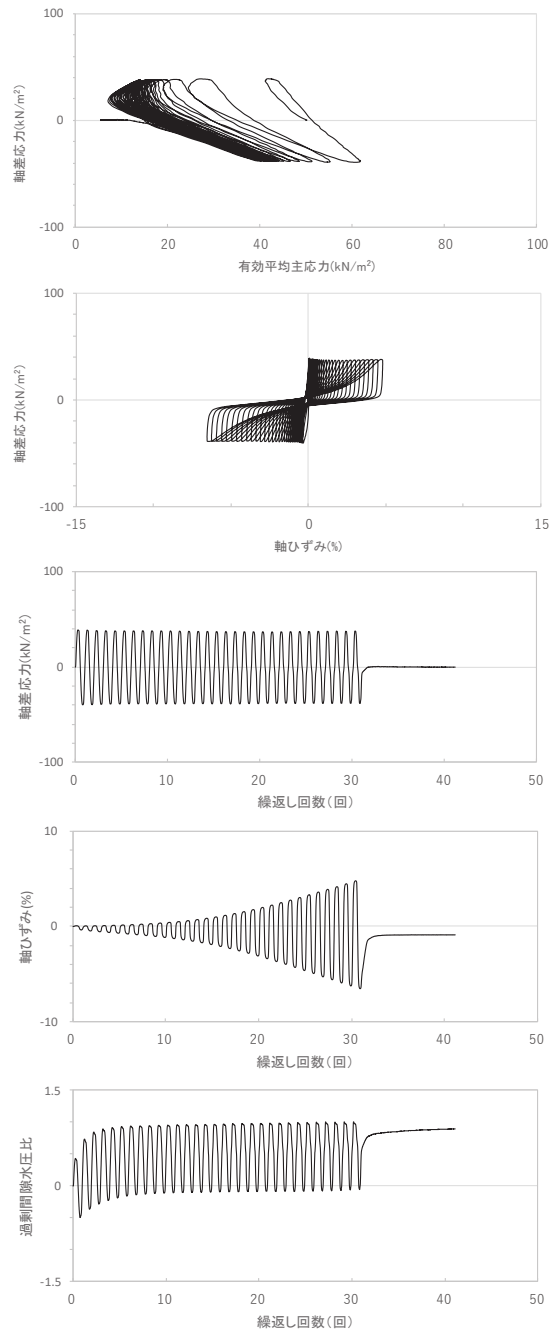
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-40 液状化強度試験結果
(B-5 試料 (供試体 No. 4))



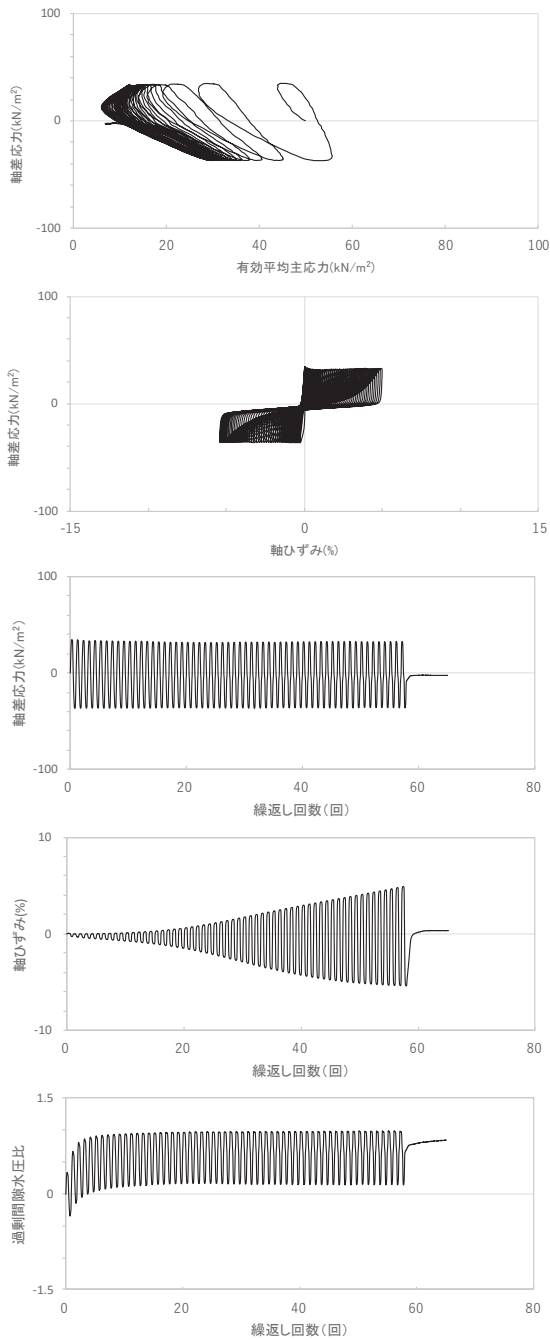
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-41 液状化強度試験結果
(B-6 試料 (供試体 No. 1))



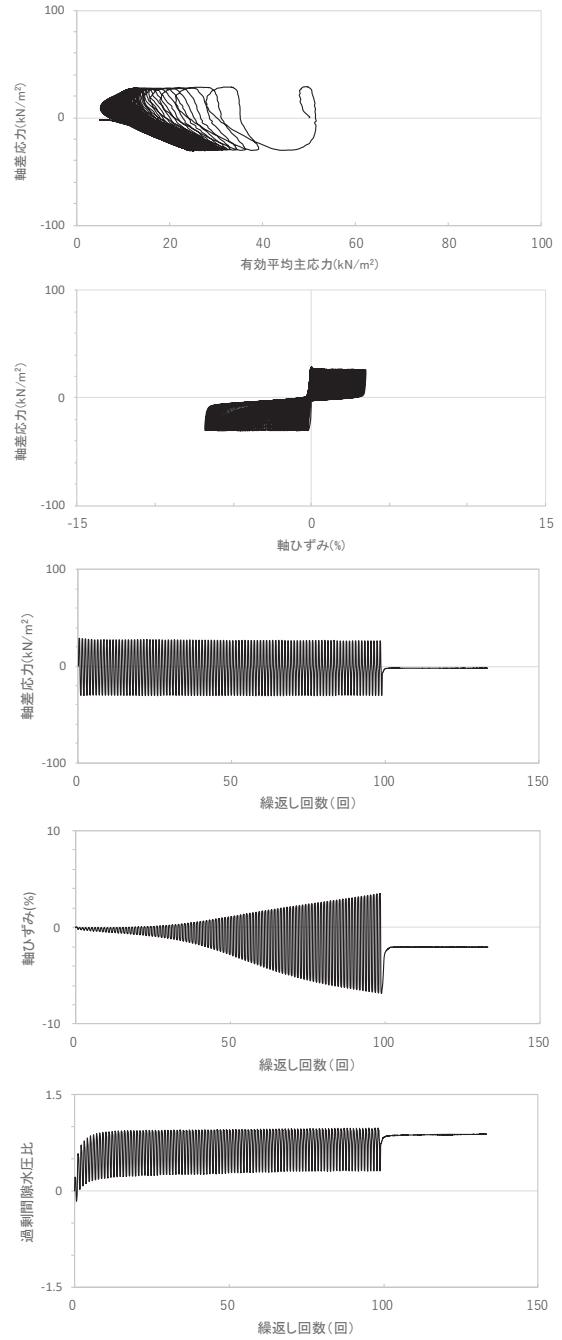
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-42 液状化強度試験結果
(B-6 試料 (供試体 No. 2))



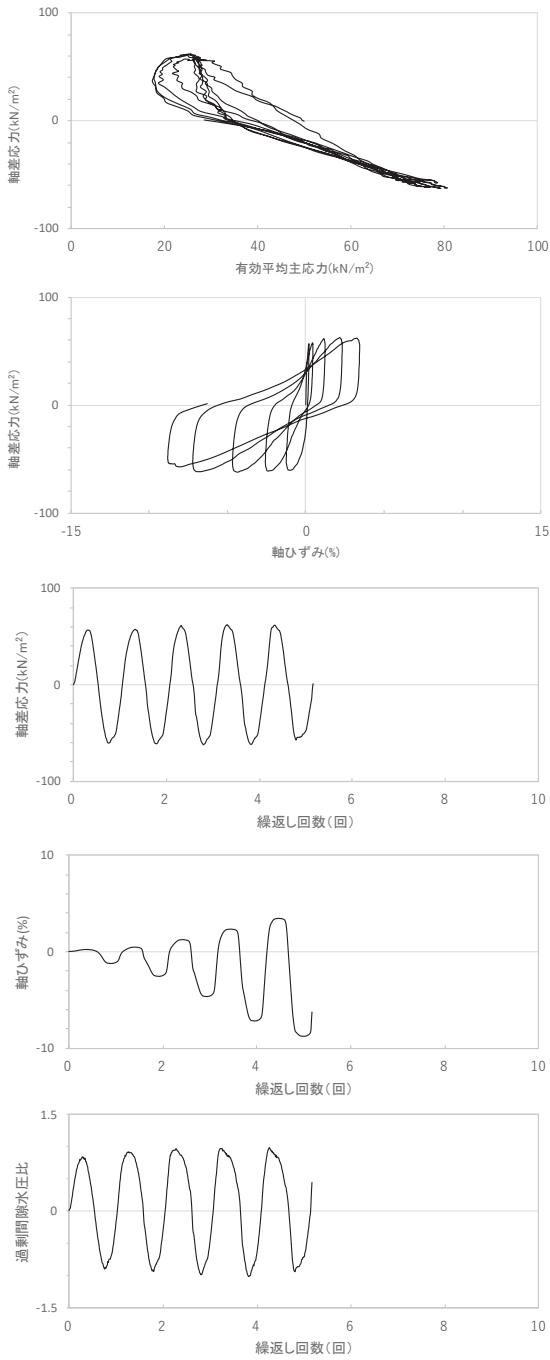
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-43 液状化強度試験結果
(B-6 試料 (供試体 No. 3))



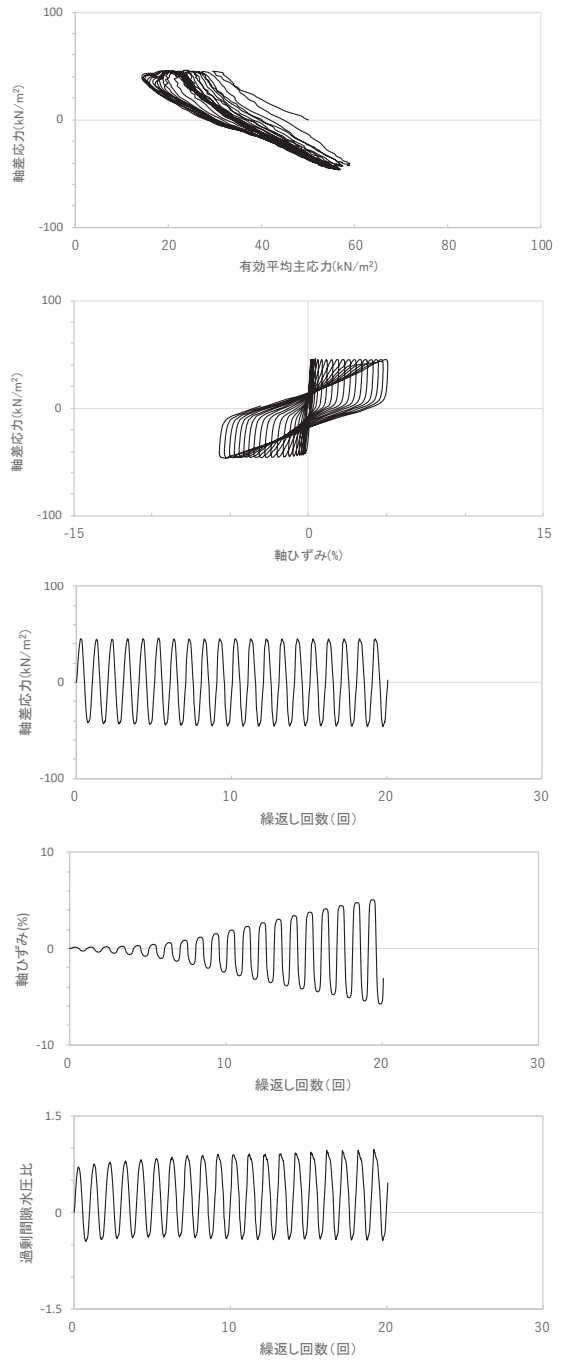
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-44 液状化強度試験結果
(B-6 試料 (供試体 No. 4))



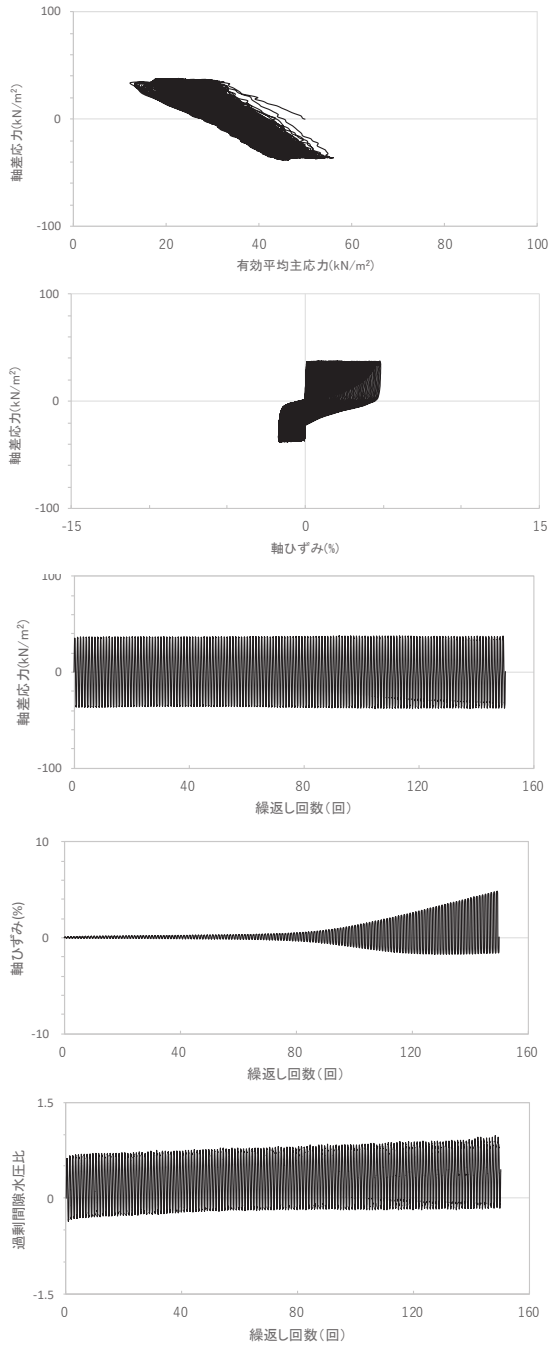
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-45 液状化強度試験結果
(B-7 試料 (供試体 No. 1))



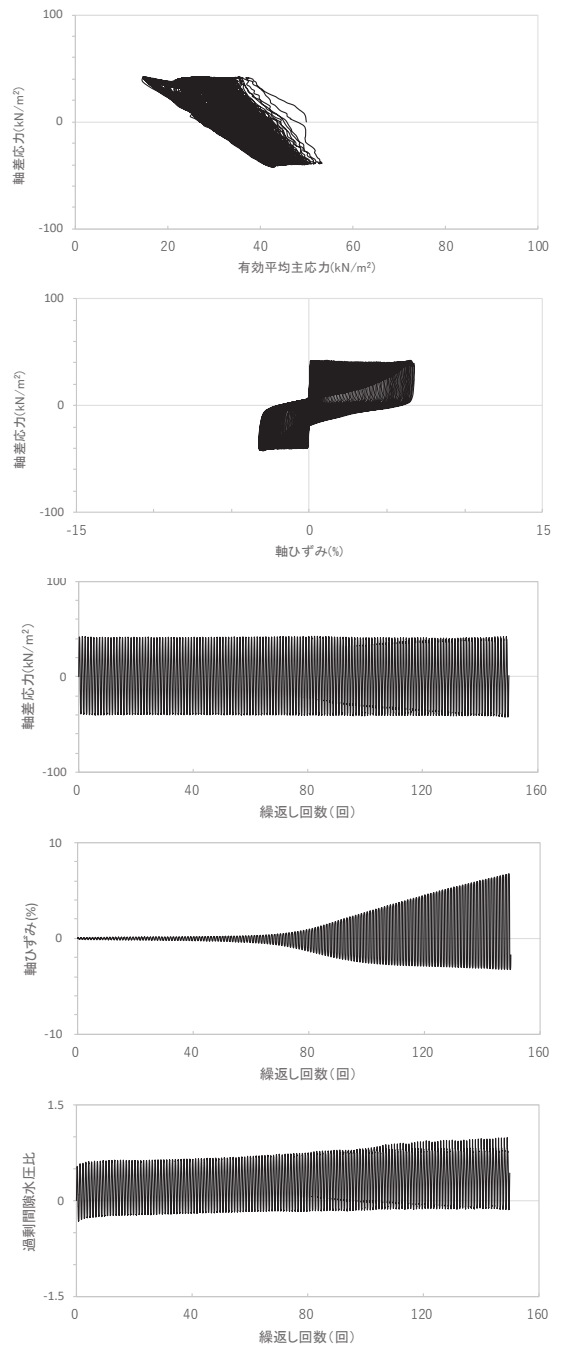
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.1-46 液状化強度試験結果
(B-7 試料 (供試体 No. 2))



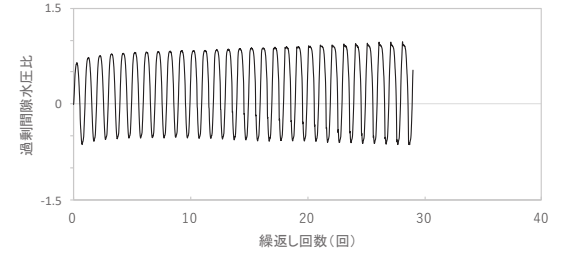
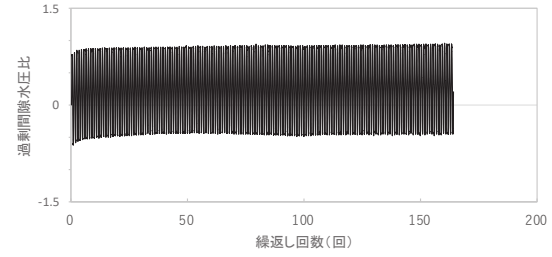
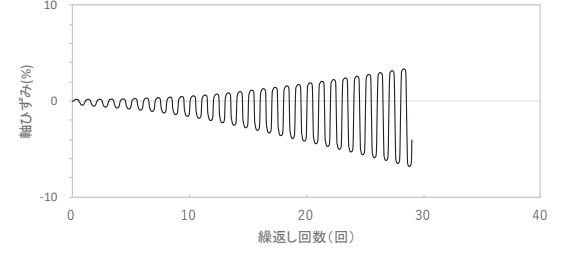
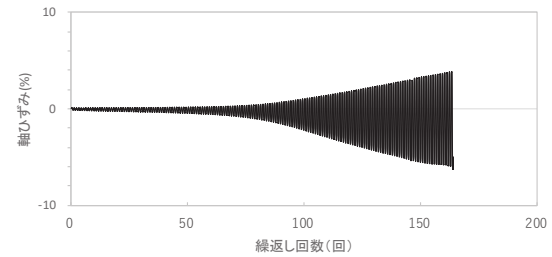
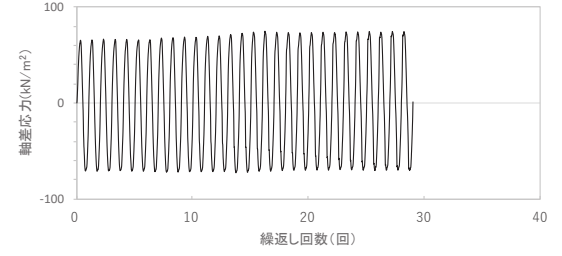
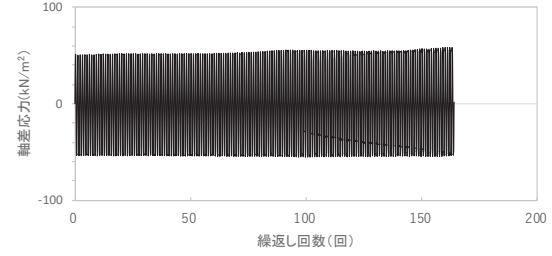
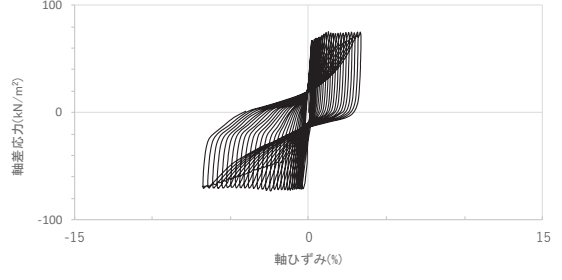
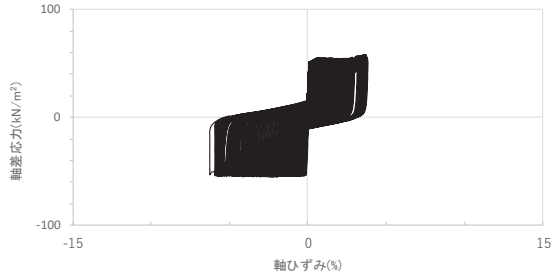
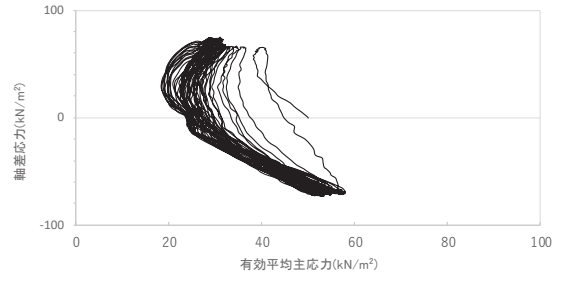
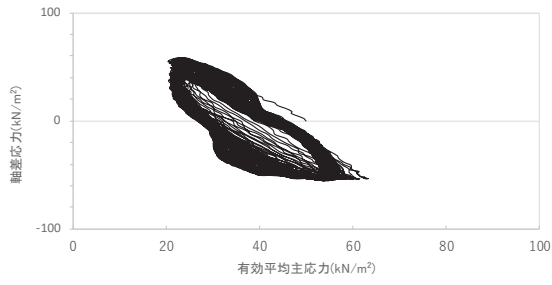
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-47 液状化強度試験結果
(B-7 試料 (供試体 No. 3))



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-48 液状化強度試験結果
(B-7 試料 (供試体 No. 4))

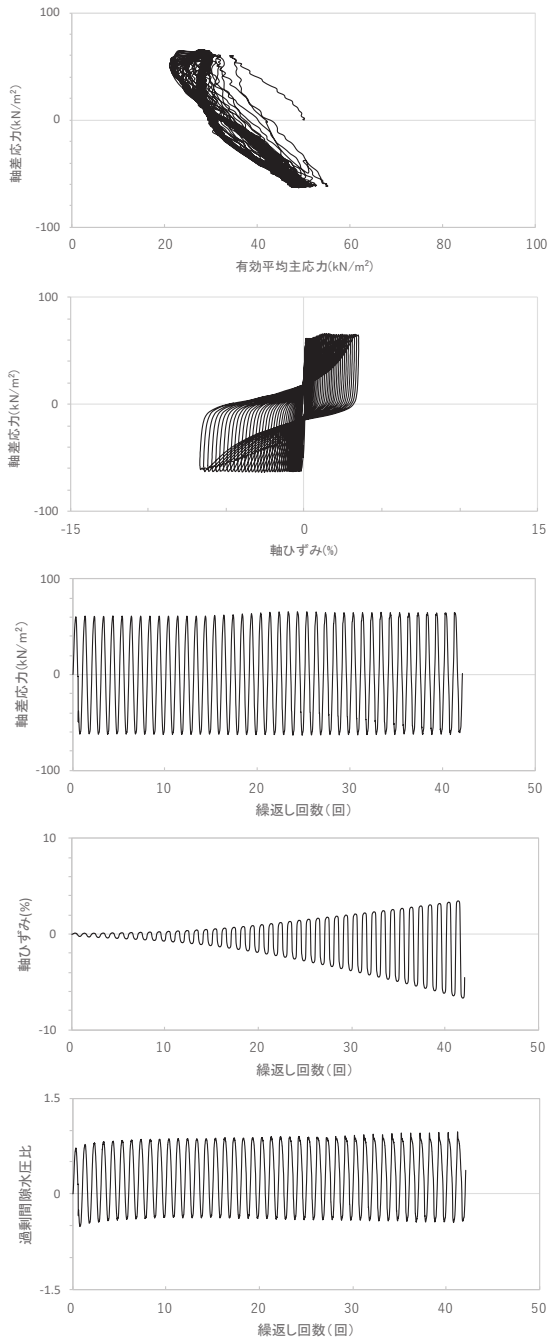


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

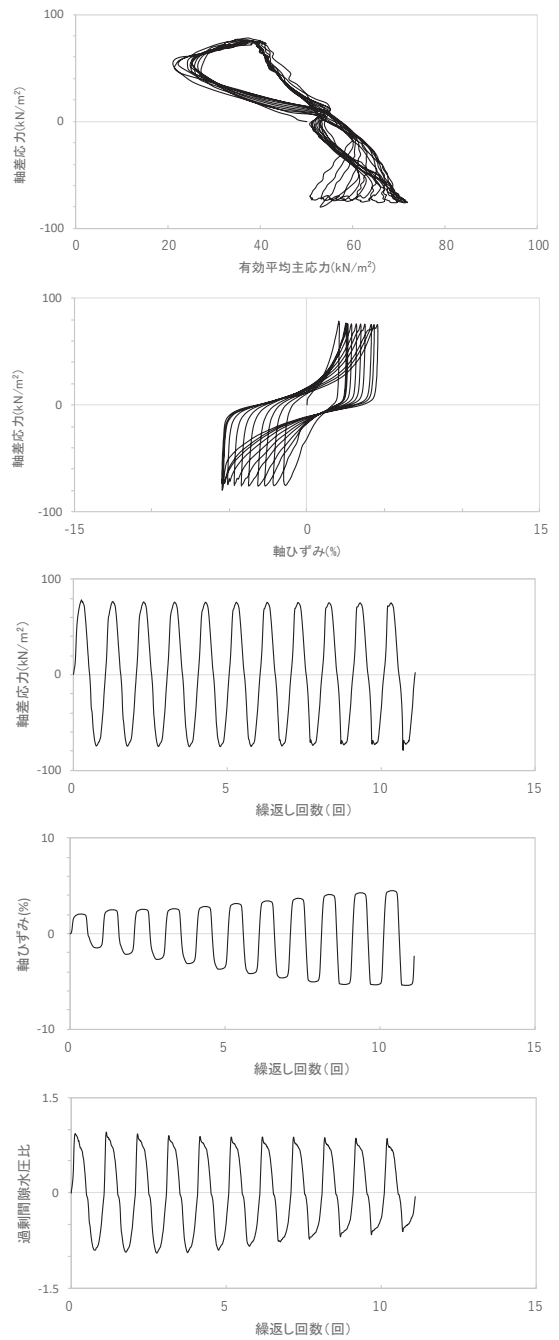
図 2.1-49 液状化強度試験結果
(B-8 試料 (供試体 No. 1))

図 2.1-50 液状化強度試験結果
(B-8 試料 (供試体 No. 2))



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-51 液状化強度試験結果
(B-8 試料 (供試体 No. 3))



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.1-52 液状化強度試験結果
(B-8 試料 (供試体 No. 4))

2.2 旧表土の液状化強度試験結果

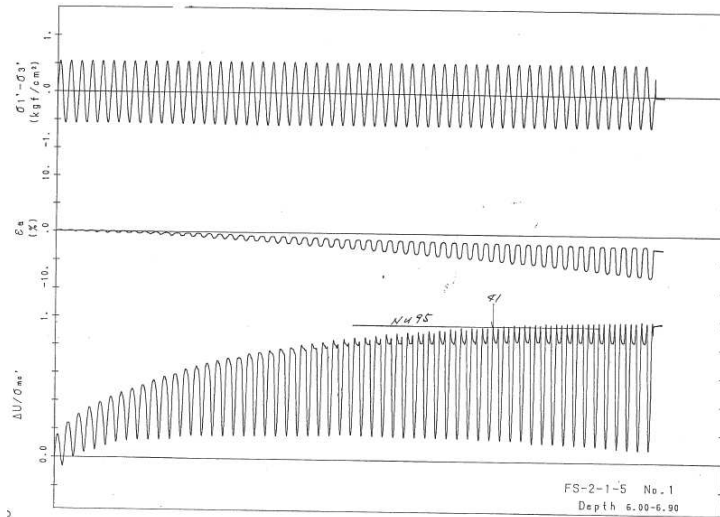


図 2.2-1 液状化強度試験結果 (A-1-1 試料 (供試体 No. 1))

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンス特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

* 間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比がゼロ付近まで低下 (有効応力が回復) していることから、繰返し軟化と判断した。

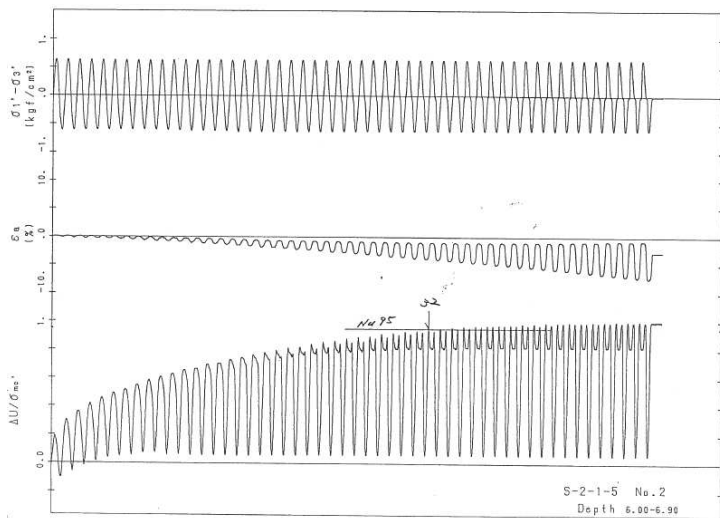


図 2.2-2 液状化強度試験結果 (A-1-1 試料 (供試体 No. 2))

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンス特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

* 間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比がゼロ付近まで低下 (有効応力が回復) していることから、繰返し軟化と判断した。

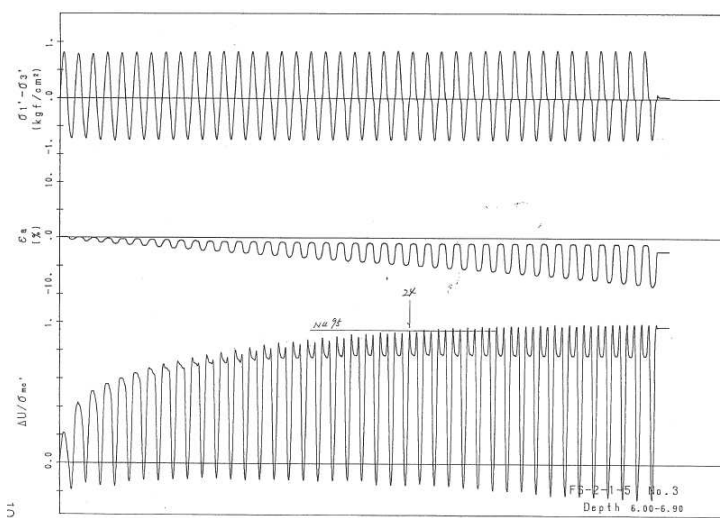


図 2.2-3 液状化強度試験結果 (A-1-1 試料 (供試体 No. 3))

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンス特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

* 間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比がマイナス (負圧) まで低下 (有効応力が回復) していることから、繰返し軟化と判断した。

注) A-1 シリーズの試験は、実施時期が古く、デジタルデータは無い。また、試験結果整理方法が異なる。

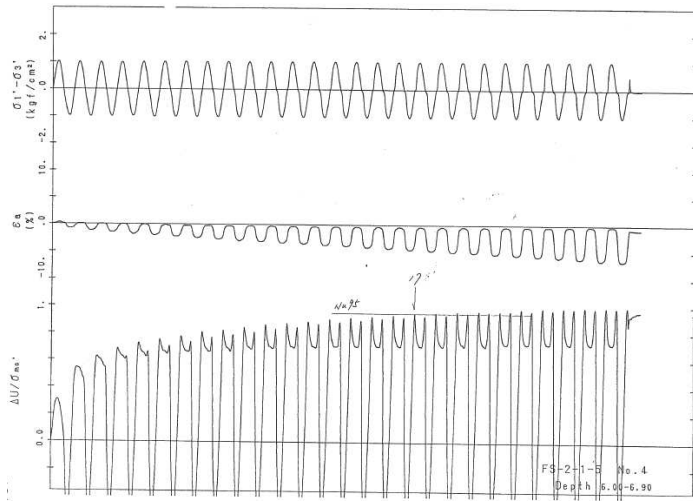


図 2.2-4 液状化強度試験結果 (A-1-1 試料 (供試体 No. 4))

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

* 間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比がマイナス(負圧)まで低下(有効応力が回復)していることから、繰返し軟化と判断した。

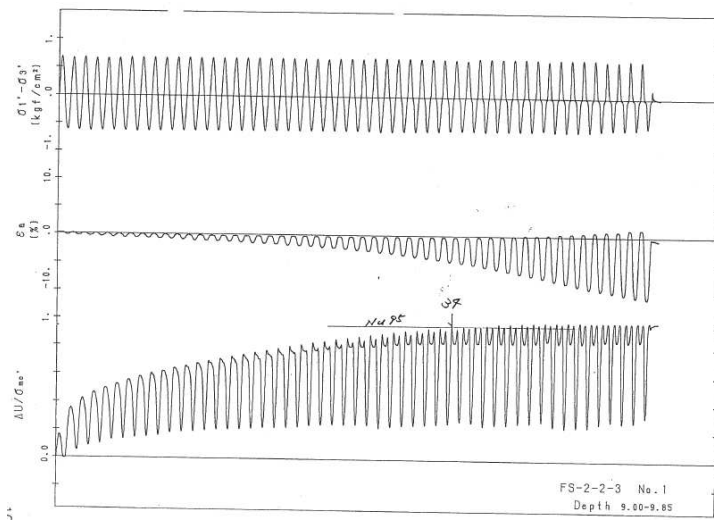


図 2.2-5 液状化強度試験結果 (A-1-2 試料 (供試体 No. 1))

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

* 間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比が低下(有効応力が回復)していることから、繰返し軟化と判断した。

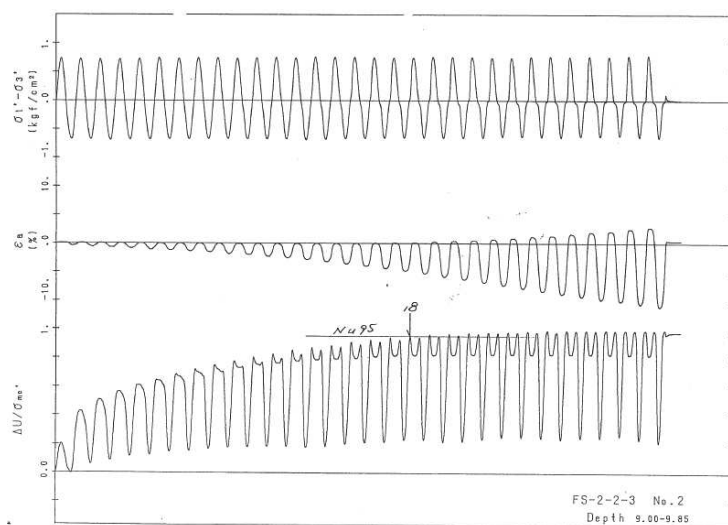


図 2.2-6 液状化強度試験結果 (A-1-2 試料 (供試体 No. 2))

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

* 間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比が低下(有効応力が回復)していることから、繰返し軟化と判断した。

注) A-1 シリーズの試験は、実施時期が古く、デジタルデータは無い。また、試験結果整理方法が異なる。

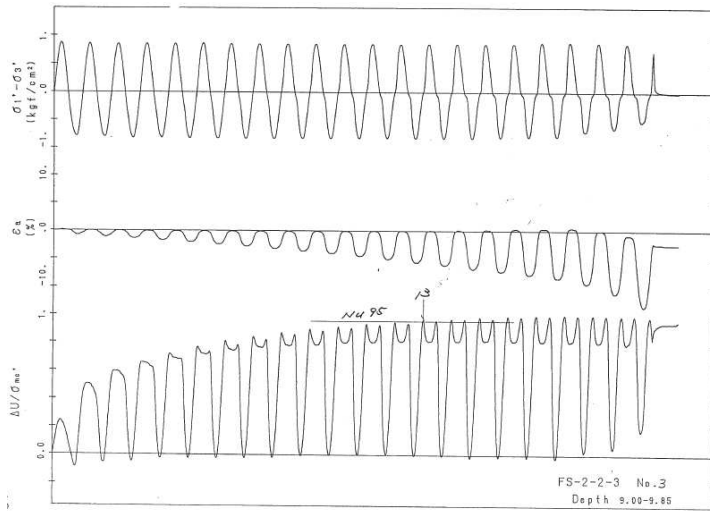


図 2.2-7 液状化強度試験結果 (A-1-2 試料 (供試体 No. 3))

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

* 間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比がマイナス(負圧)まで低下(有効応力が回復)していることから、繰返し軟化と判断した。

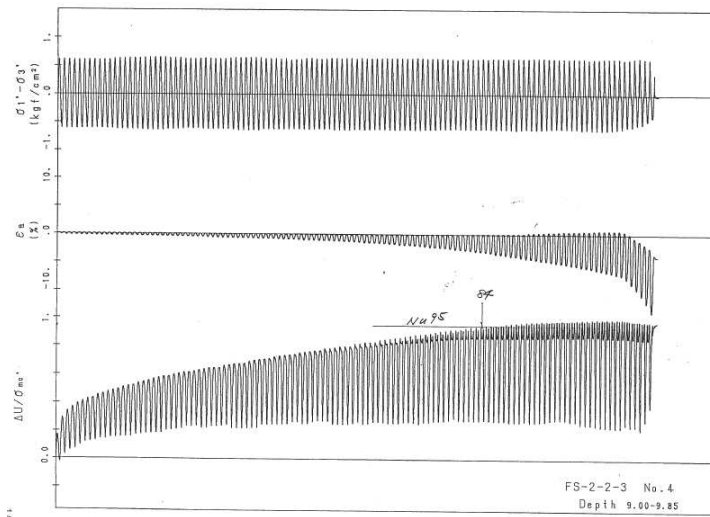


図 2.2-8 液状化強度試験結果 (A-1-2 試料 (供試体 No. 4))

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

* 間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比が低下(有効応力が回復)していることから、繰返し軟化と判断した。
後半の7波ではせん断破壊あるいはネッキングが発生。

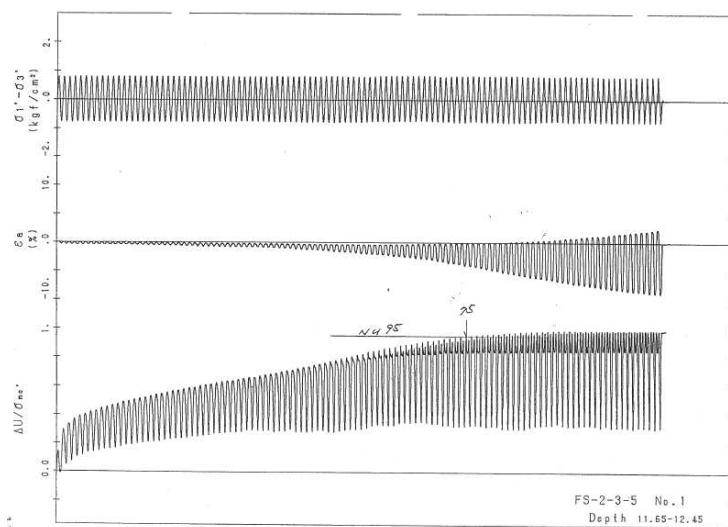


図 2.2-9 液状化強度試験結果 (A-1-3 試料 (供試体 No. 1))

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

* 間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比が低下(有効応力が回復)していることから、繰返し軟化と判断した。

注) A-1 シリーズの試験は、実施時期が古く、デジタルデータは無い。また、試験結果整理方法が異なる。

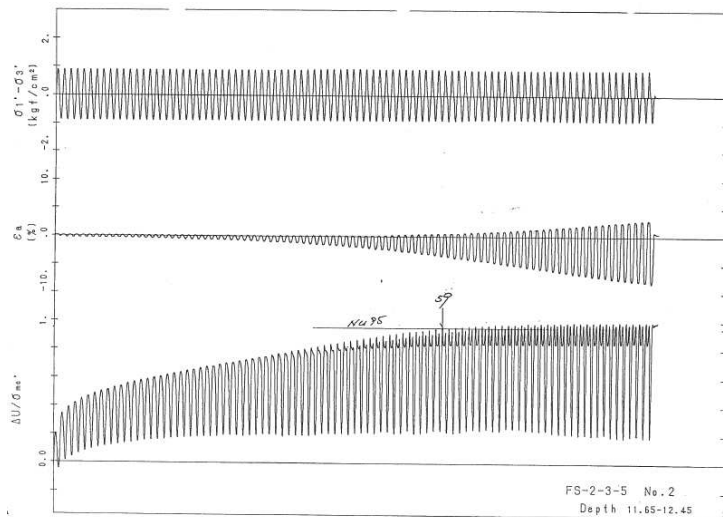


図 2.2-10 液状化強度試験結果 (A-1-3 試料 (供試体 No. 2))

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンス特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

* 間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比が低下 (有効応力が回復) していることから、繰返し軟化と判断した。

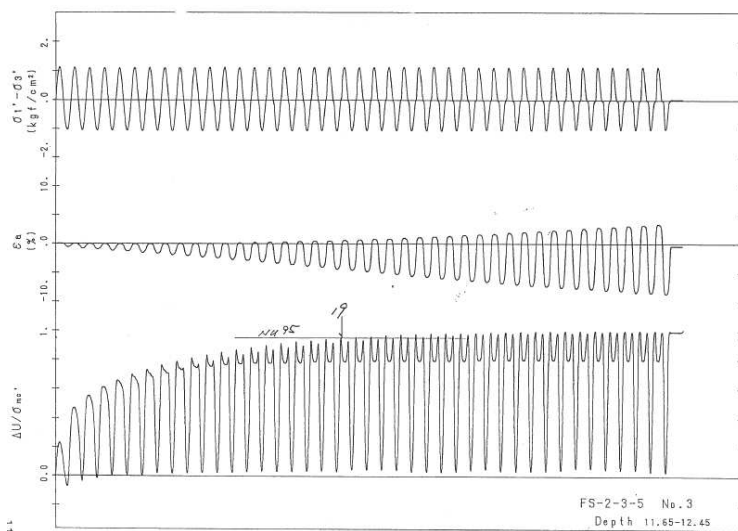


図 2.2-11 液状化強度試験結果 (A-1-3 試料 (供試体 No. 3))

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンス特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

* 間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比がゼロ付近まで低下 (有効応力が回復) していることから、繰返し軟化と判断した。

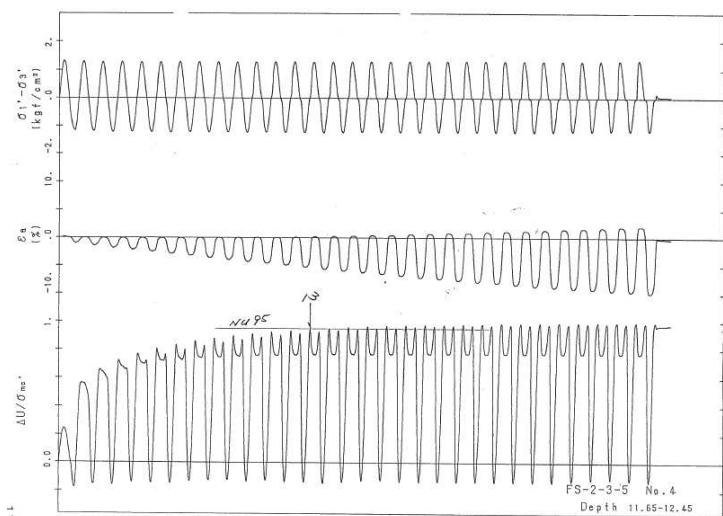
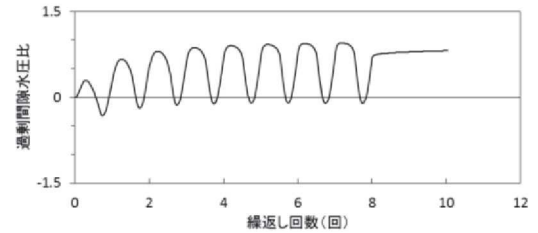
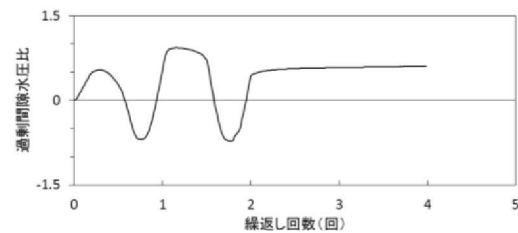
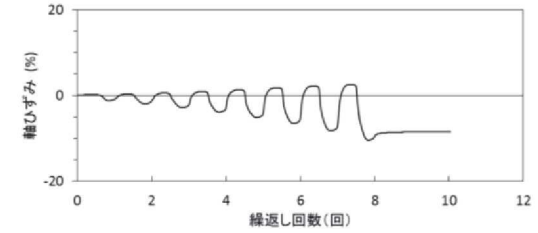
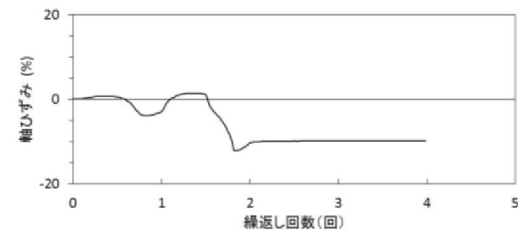
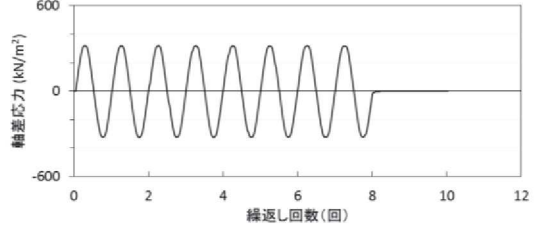
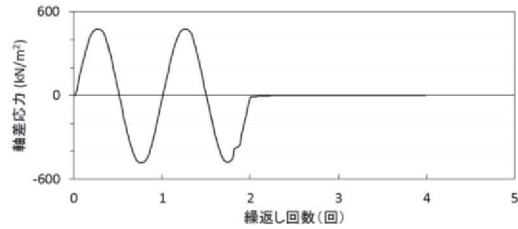
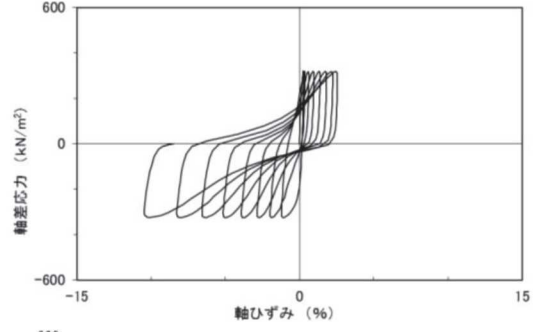
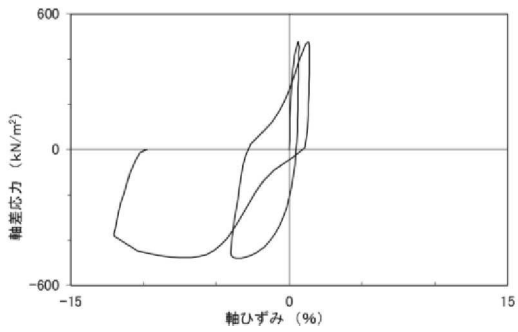
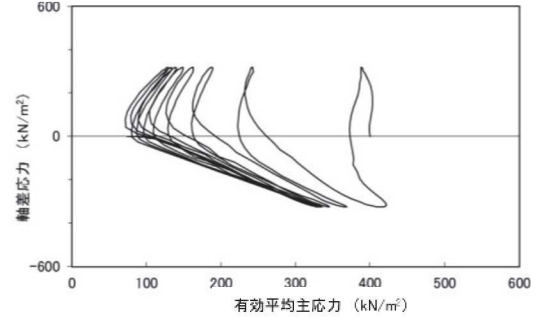
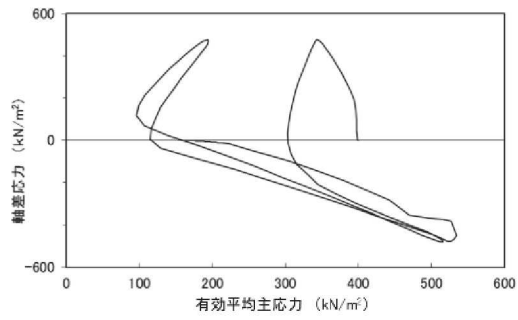


図 2.2-12 液状化強度試験結果 (A-1-3 試料 (供試体 No. 4))

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	—	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンス特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

* 間隙水圧比が 95%に達してもひずみの急増は見受けられないこと、間隙水圧比がマイナス (負圧) まで低下 (有効応力が回復) していることから、繰返し軟化と判断した。

注) A-1 シリーズの試験は、実施時期が古く、デジタルデータは無い。また、試験結果整理方法が異なる。



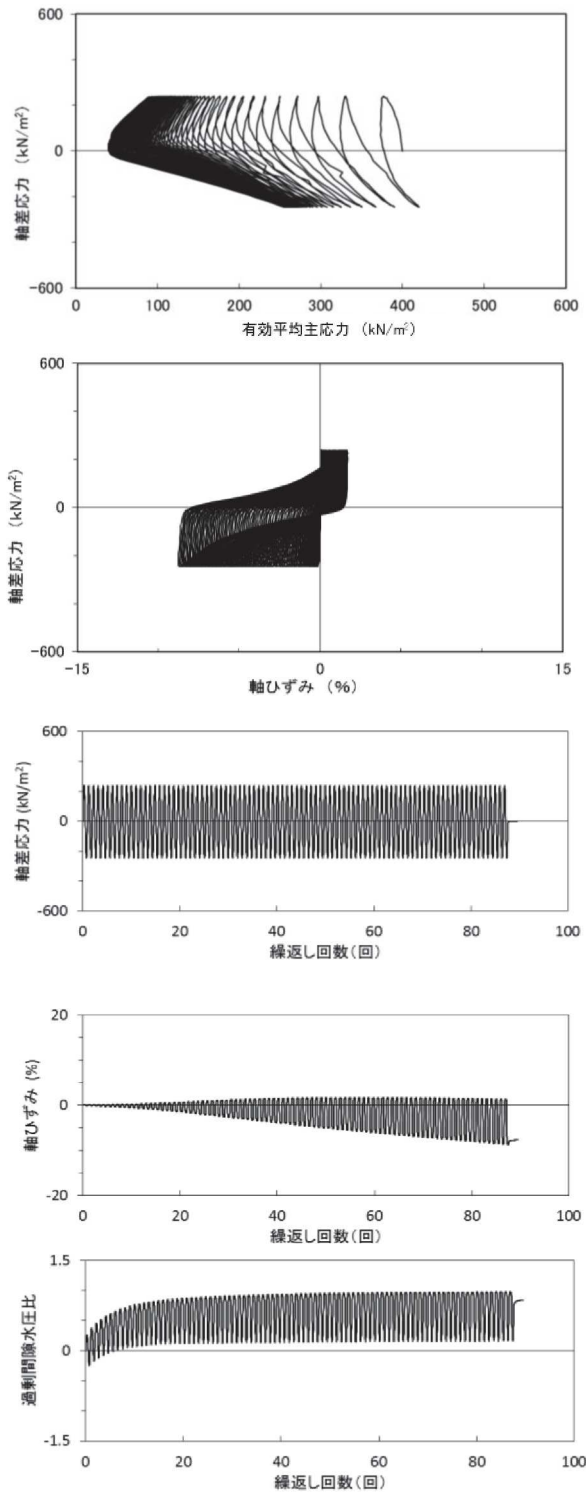
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	×	非液状化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×*	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	×	非液状化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

* 応力振幅が大きく、ネッキングによるひずみ発生。

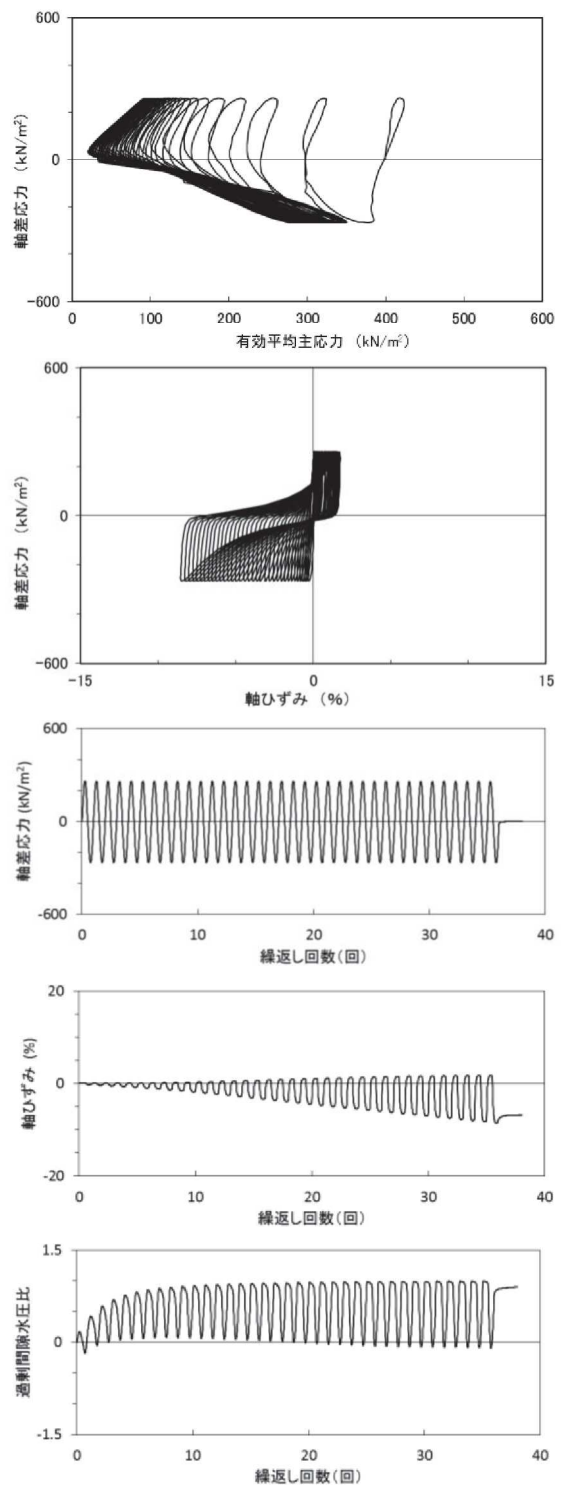
図 2.2-13 液状化強度試験結果
(A-2 試料 (供試体 No. 1))

図 2.2-14 液状化強度試験結果
(A-2 試料 (供試体 No. 2))



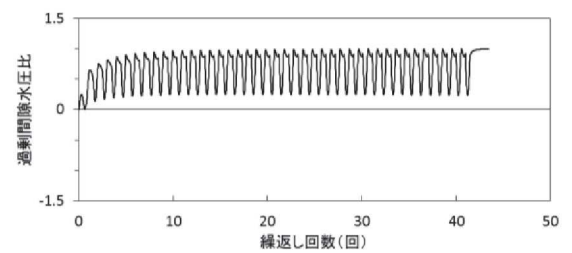
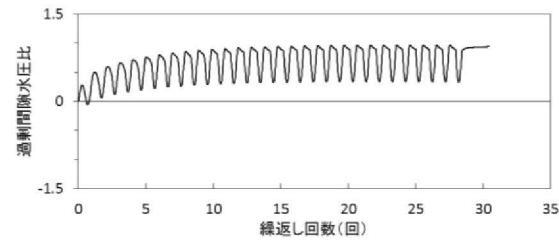
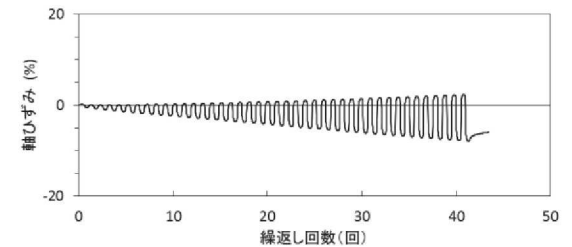
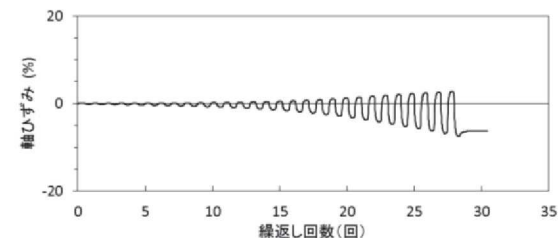
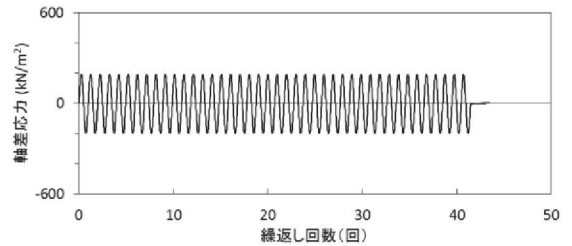
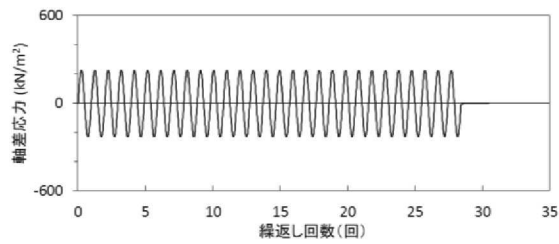
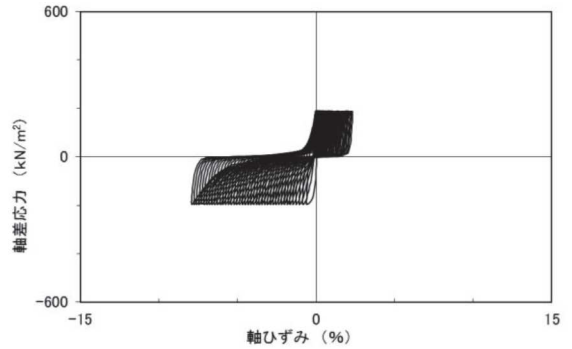
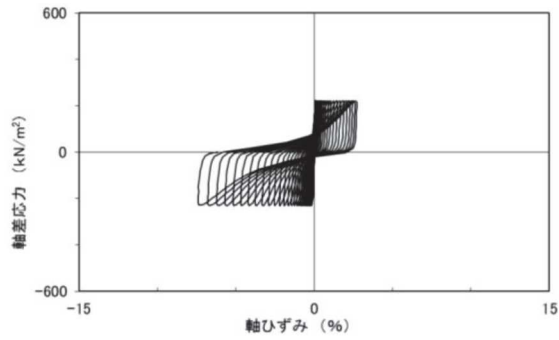
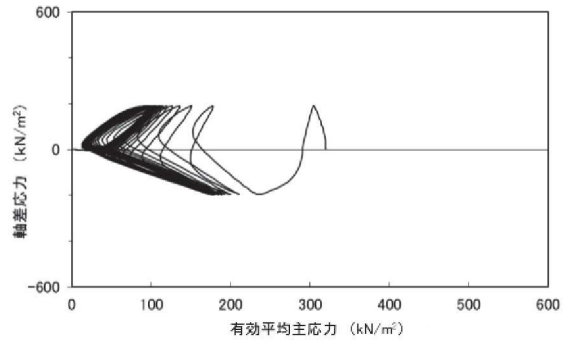
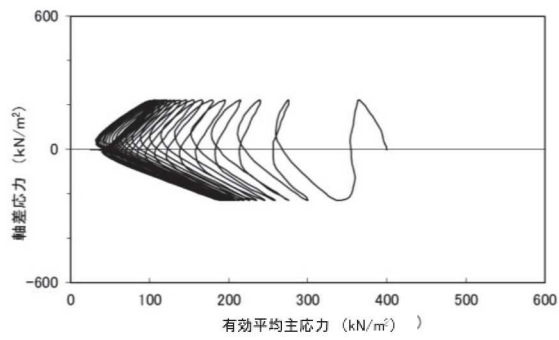
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.2-15 液状化強度試験結果
(A-2 試料 (供試体 No. 3))



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.2-16 液状化強度試験結果
(A-2 試料 (供試体 No. 4))

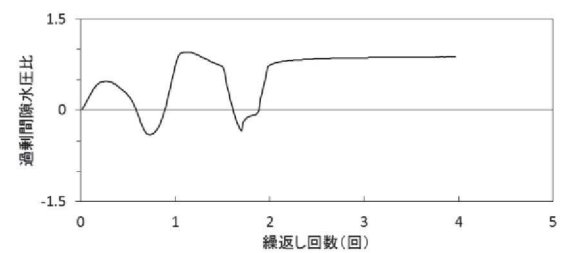
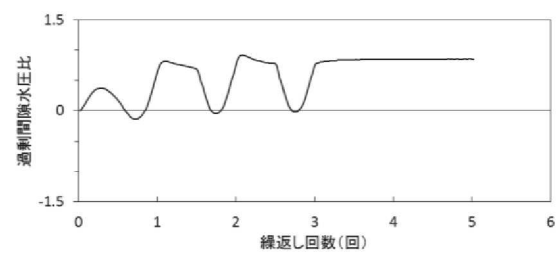
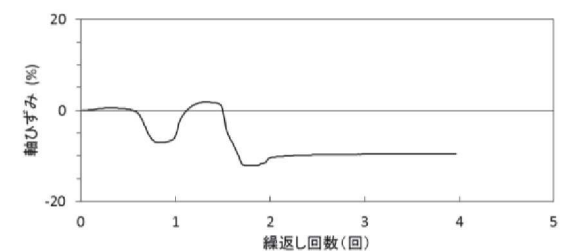
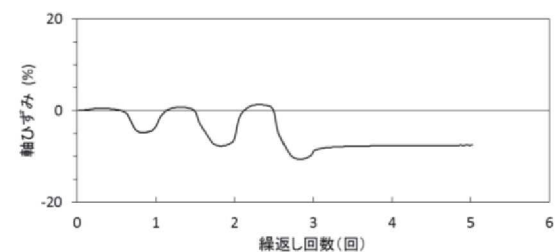
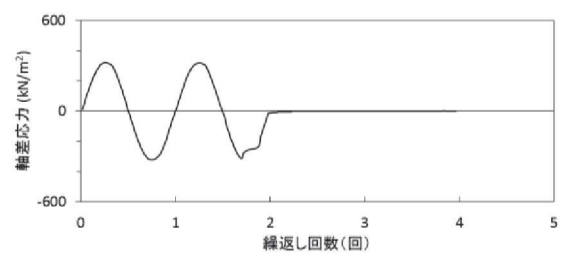
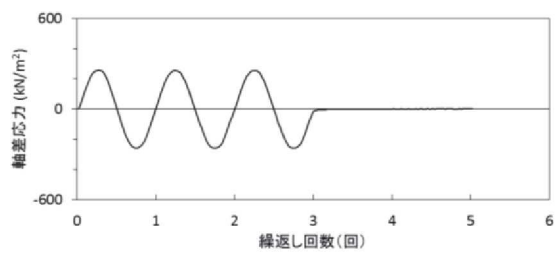
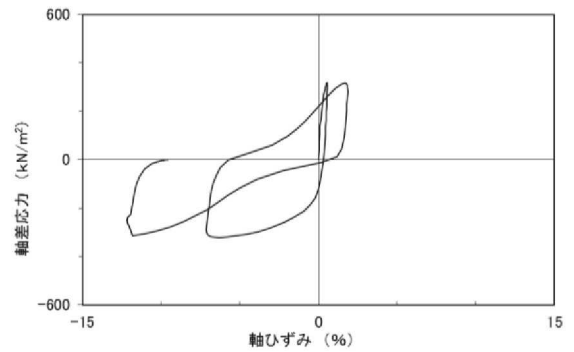
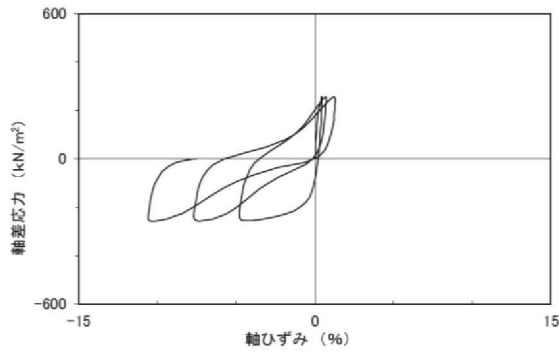
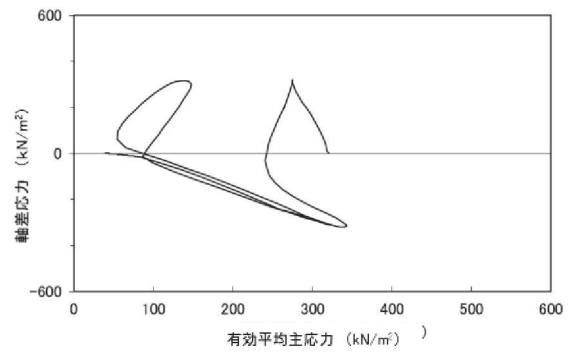
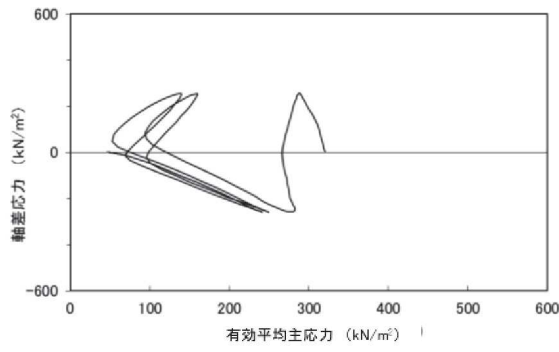


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.2-17 液状化強度試験結果
(A-2 試料 (供試体 No. 5))

図 2.2-18 液状化強度試験結果
(A-3 試料 (供試体 No. 1))



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×*	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

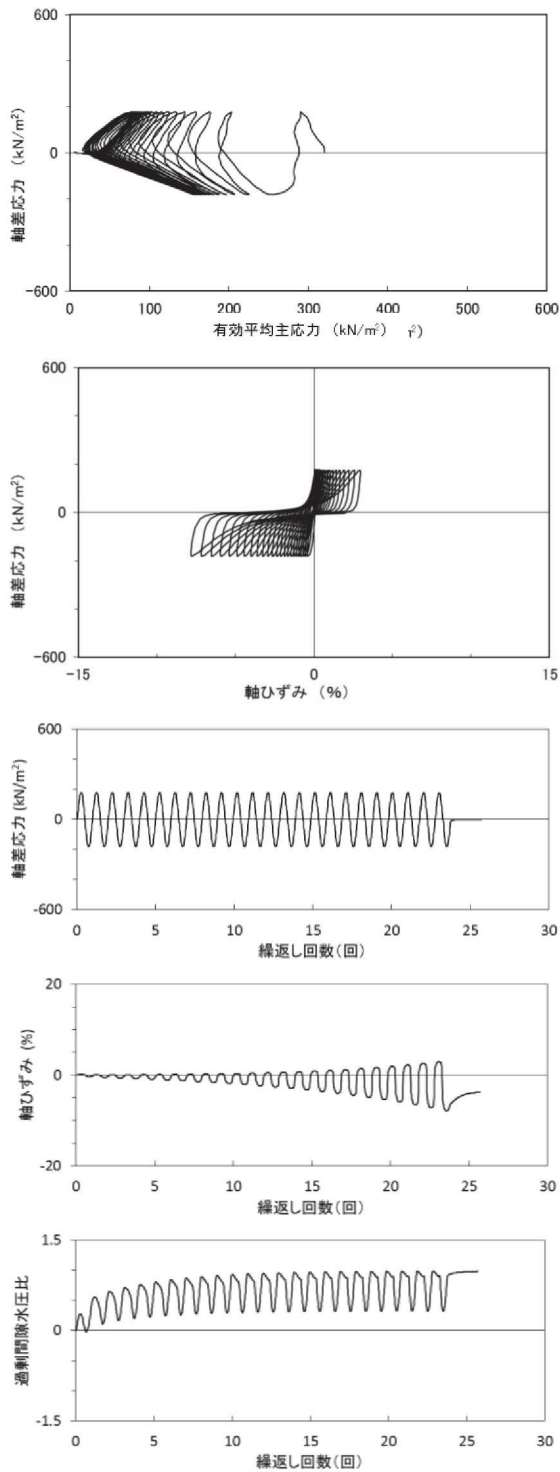
*応力振幅が大きいことによるひずみ発生

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×*	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

*応力振幅が大きいことによるひずみ発生

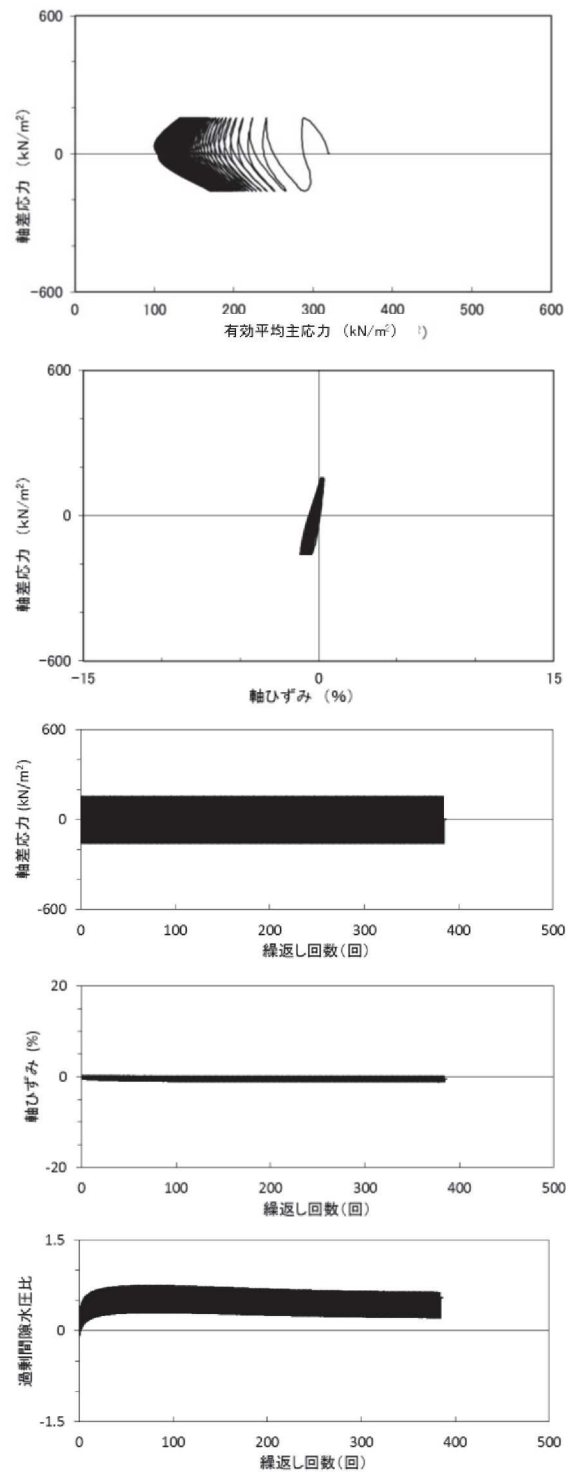
図 2.2-19 液状化強度試験結果
(A-3 試料 (供試体 No. 2))

図 2.2-20 液状化強度試験結果
(A-3 試料 (供試体 No. 3))



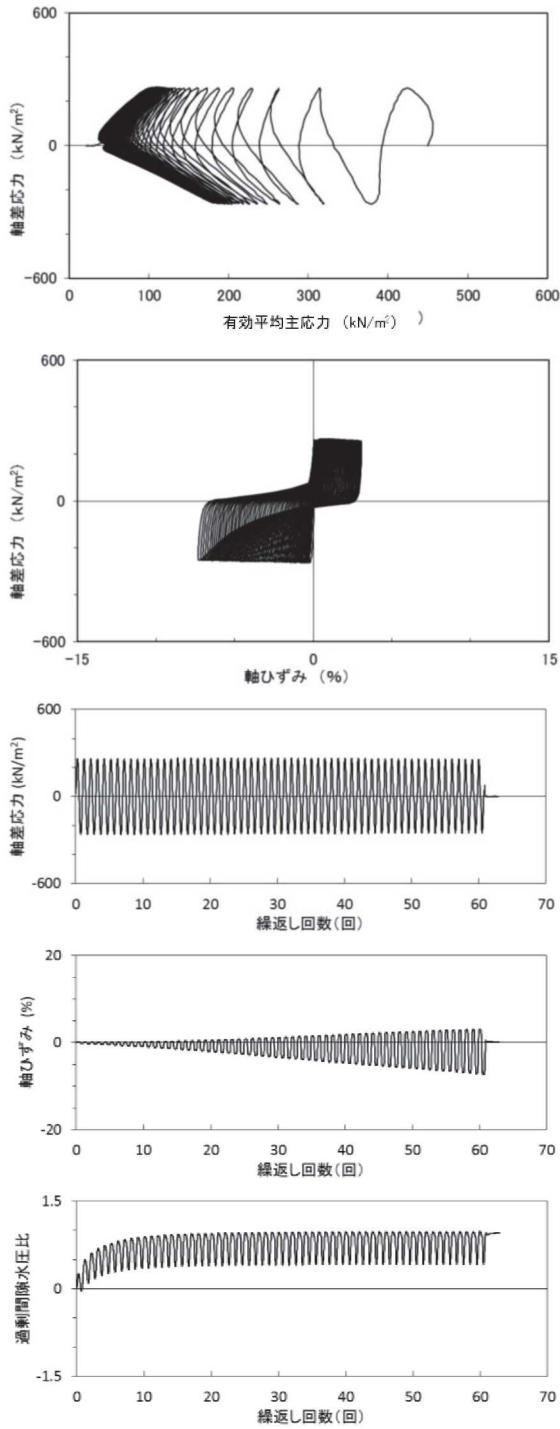
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.2-21 液状化強度試験結果
(A-3 試料 (供試体 No. 4))



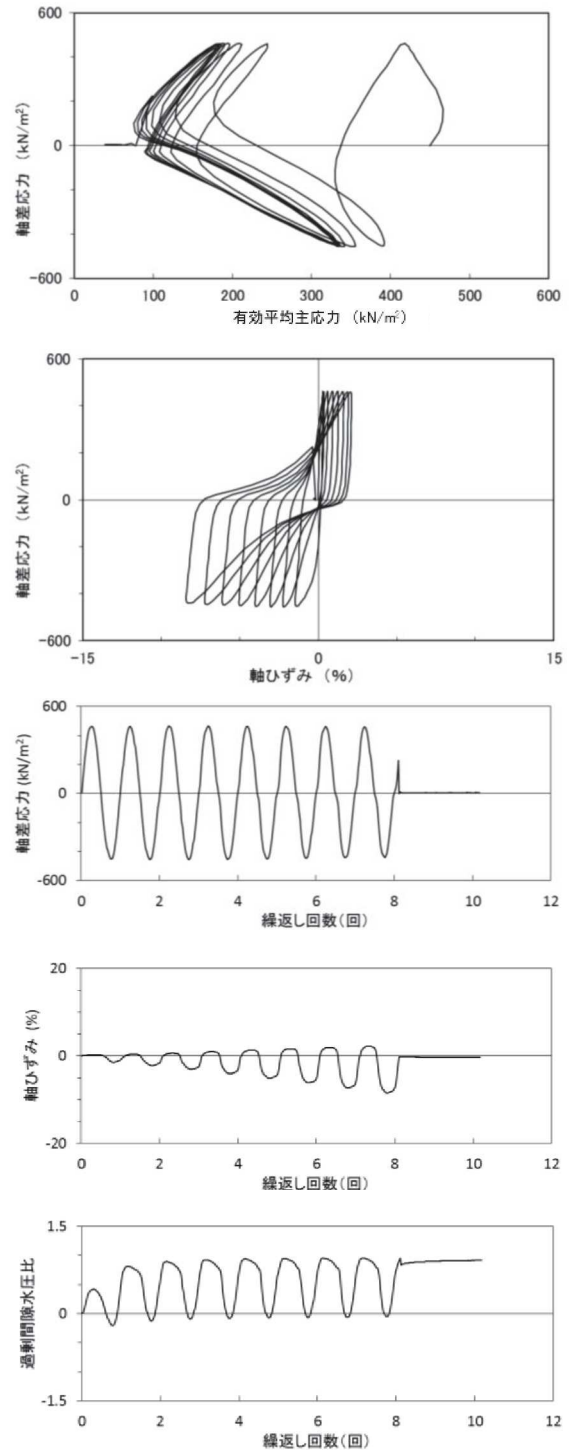
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	×	非液状化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.2-22 液状化強度試験結果
(A-3 試料 (供試体 No. 5))



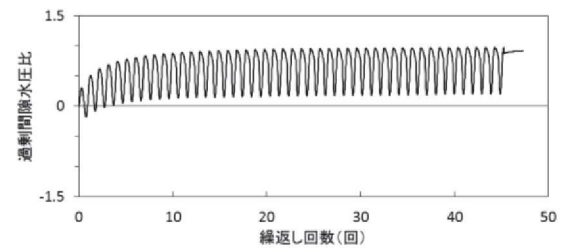
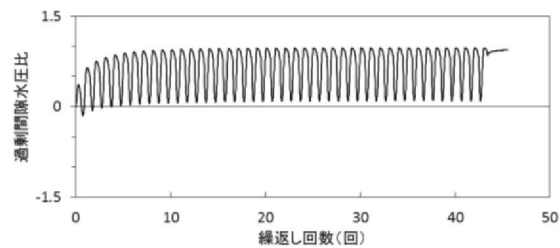
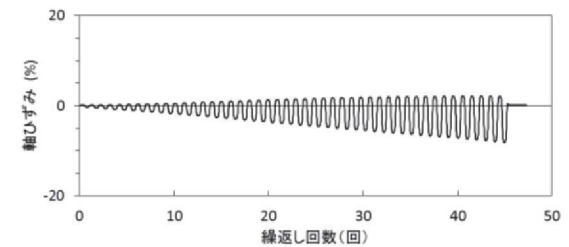
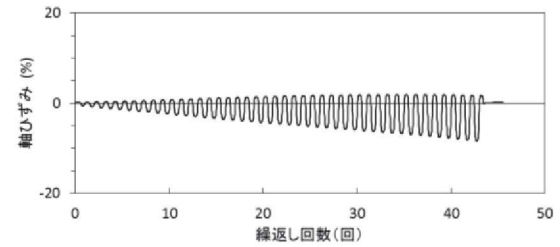
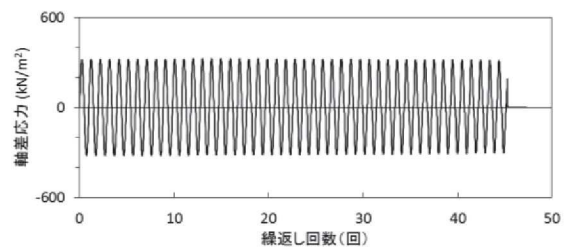
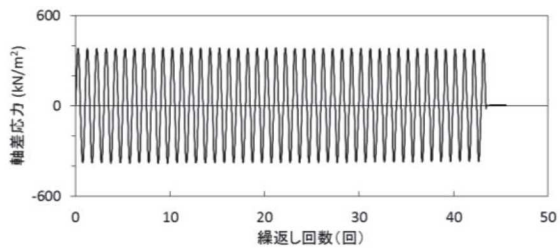
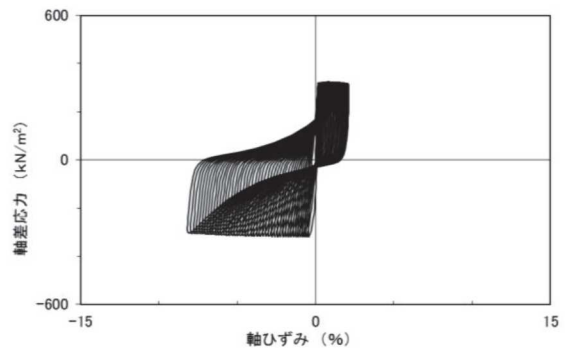
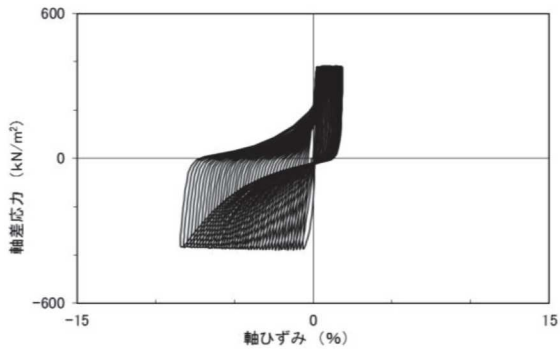
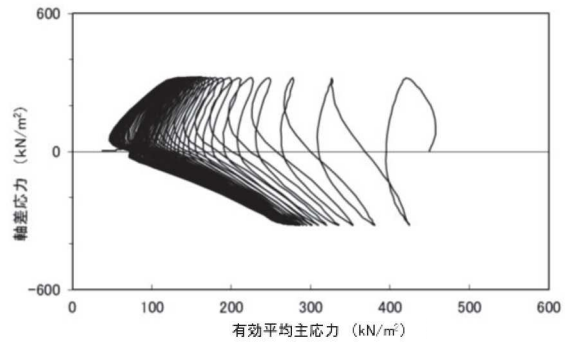
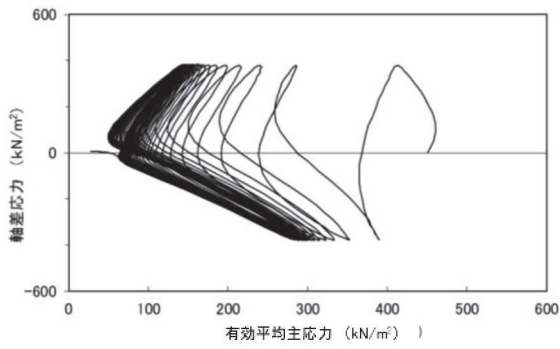
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.2-23 液状化強度試験結果
(A-4 試料 (供試体 No. 1))



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.2-24 液状化強度試験結果
(A-4 試料 (供試体 No. 2))

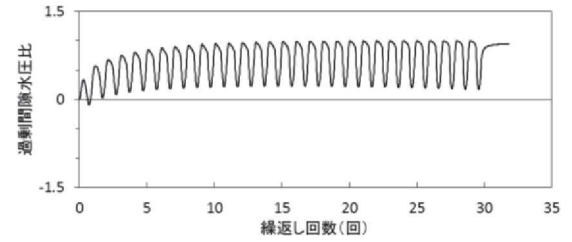
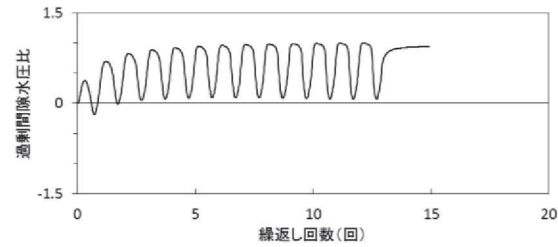
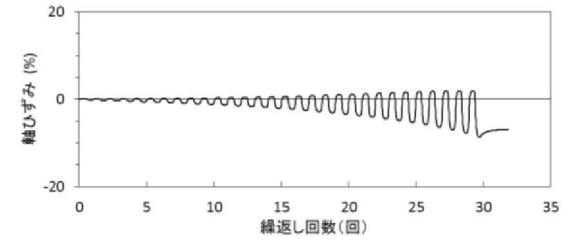
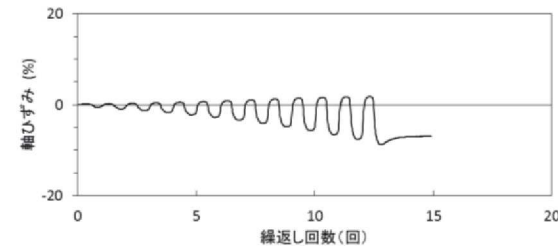
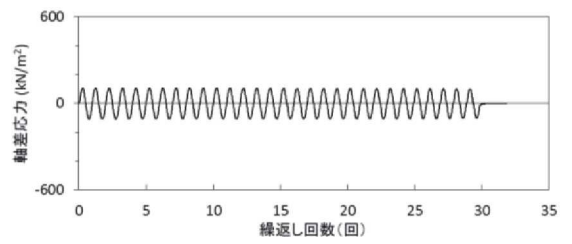
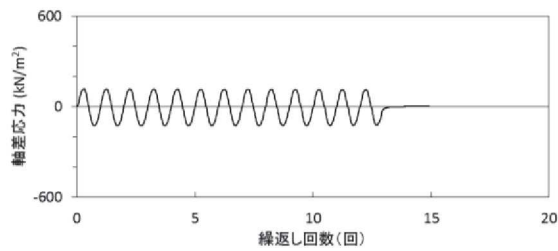
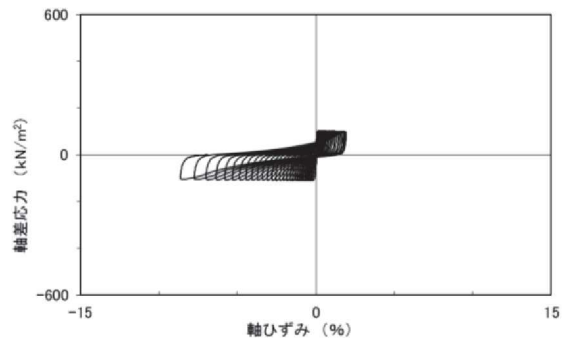
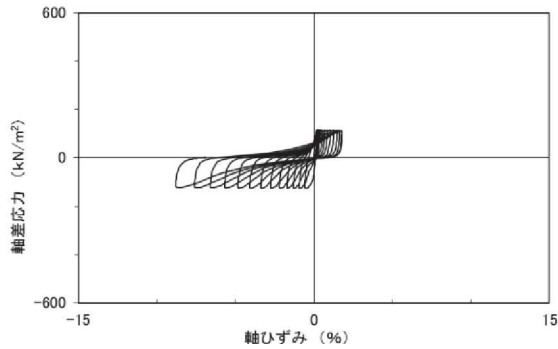
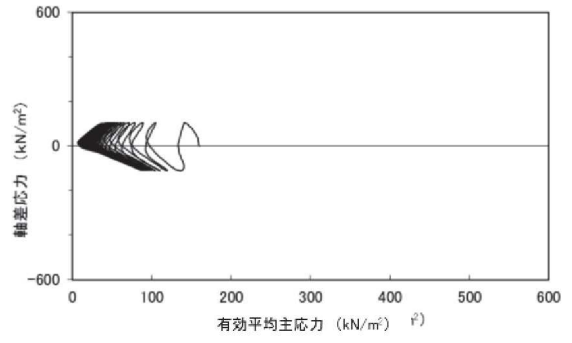
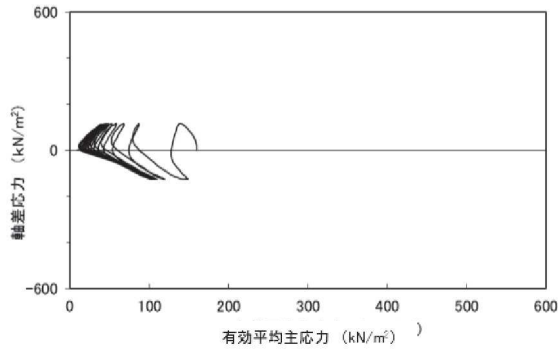


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.2-25 液状化強度試験結果 (A-4 試料 (供試体 No. 3))

図 2.2-26 液状化強度試験結果 (A-4 試料 (供試体 No. 4))

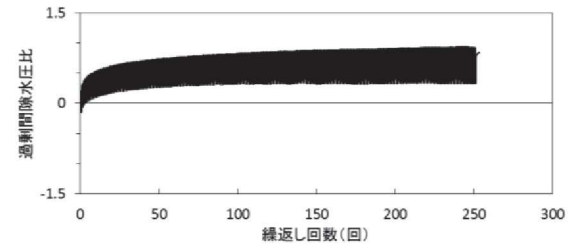
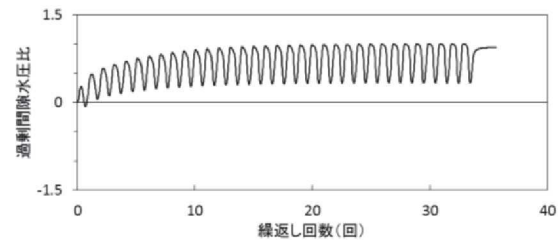
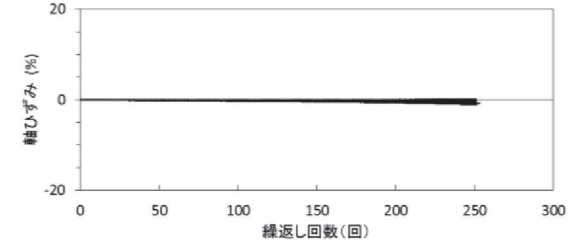
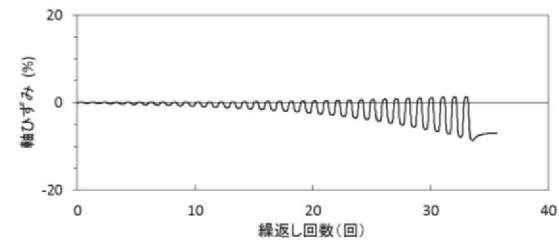
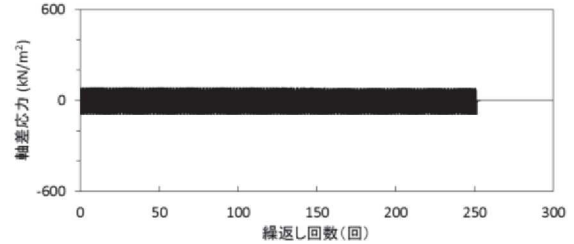
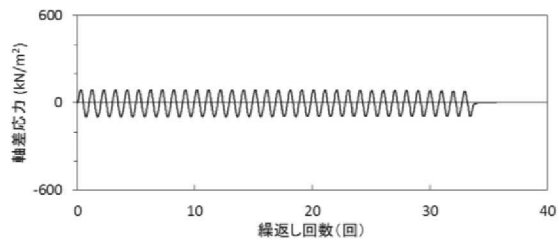
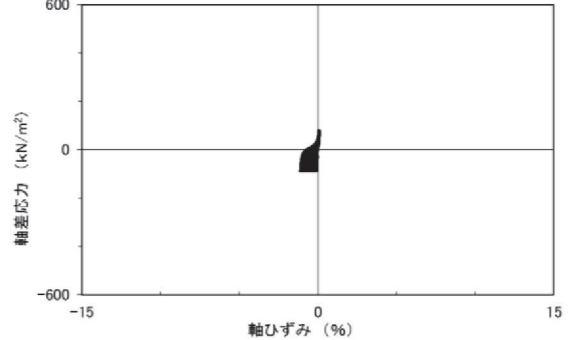
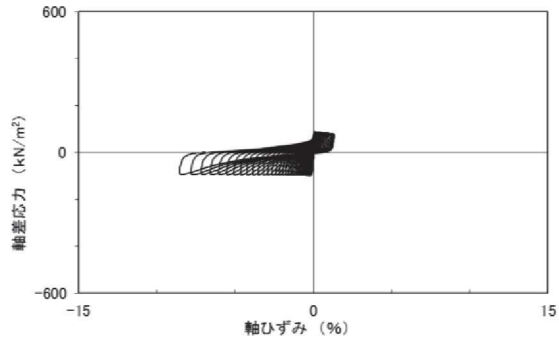
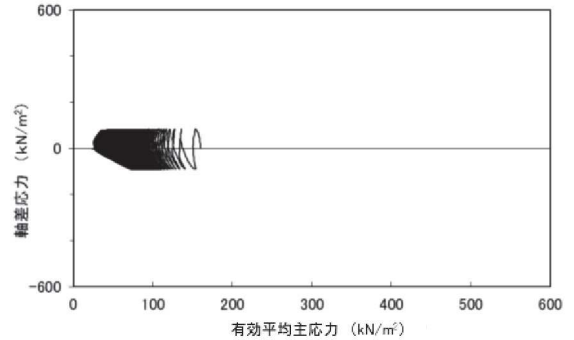
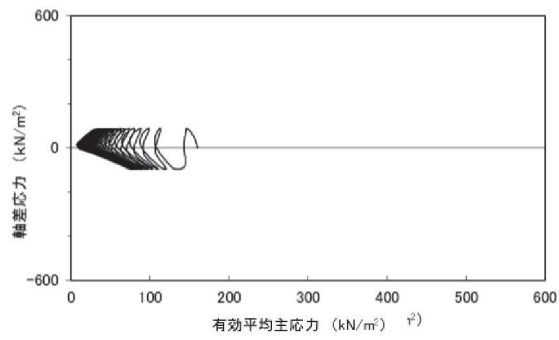


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.2-27 液状化強度試験結果
(A-5-1 試料 (供試体 No. 1))

図 2.2-28 液状化強度試験結果
(A-5-1 試料 (供試体 No. 2))

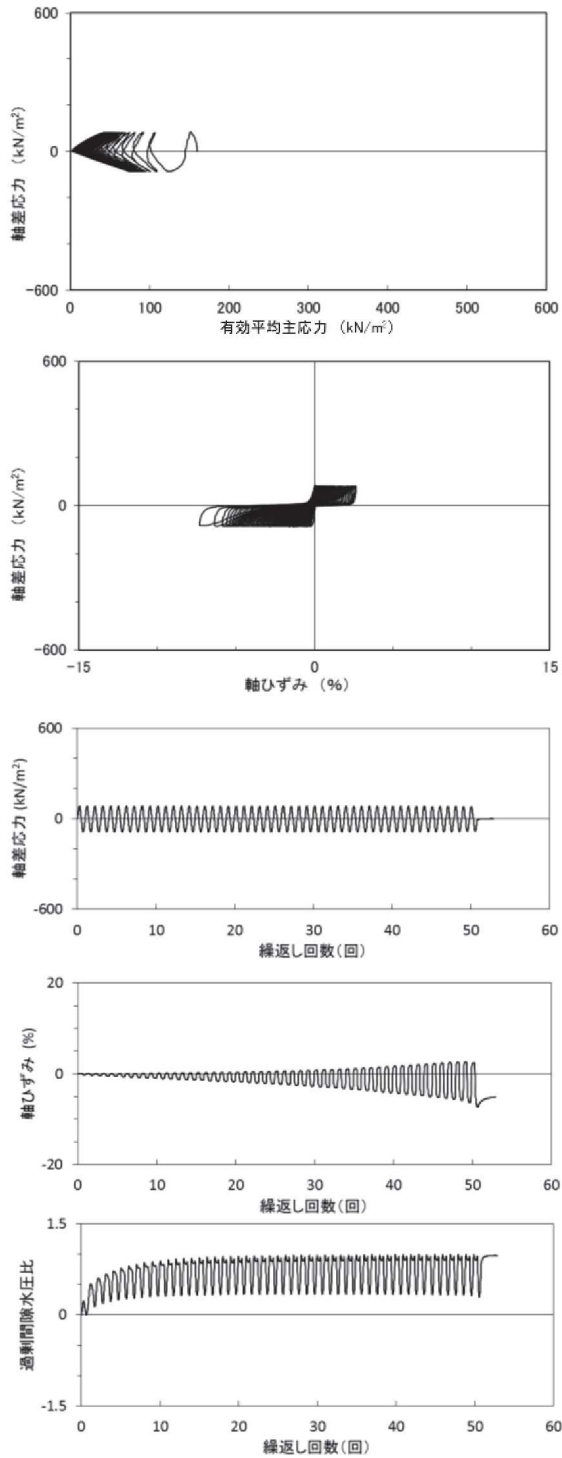


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	×	非液状化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

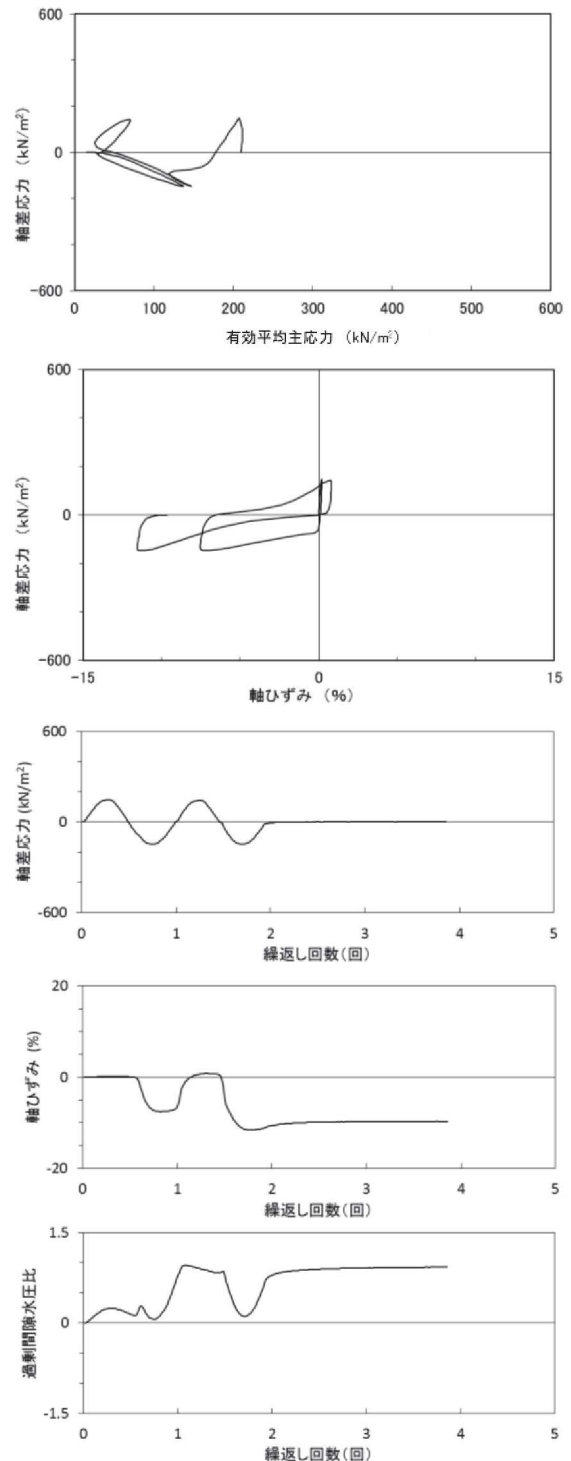
図 2.2-29 液状化強度試験結果
(A-5-1 試料 (供試体 No. 3))

図 2.2-30 液状化強度試験結果
(A-5-1 試料 (供試体 No. 4))



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	○	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

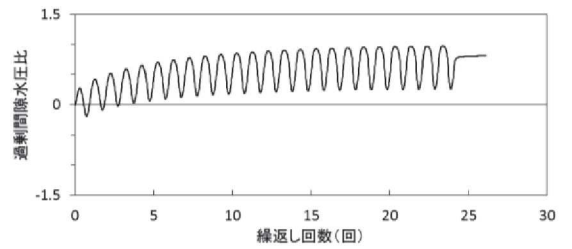
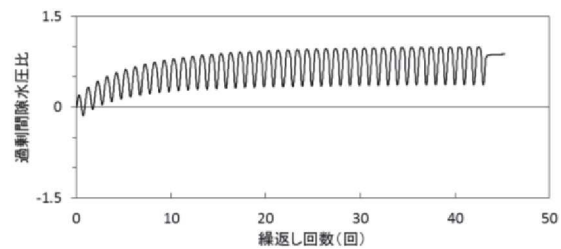
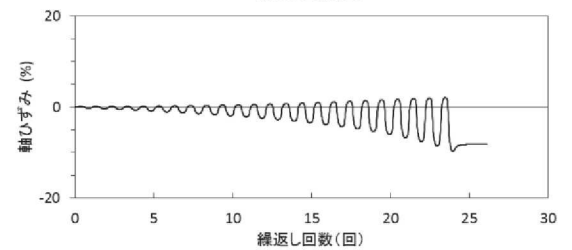
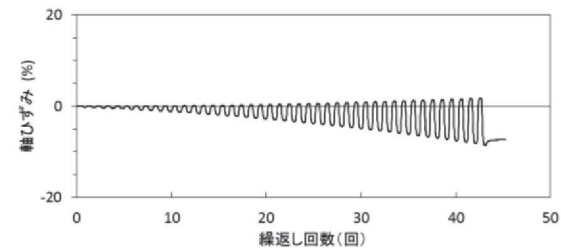
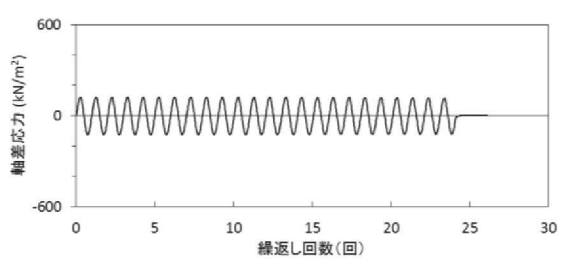
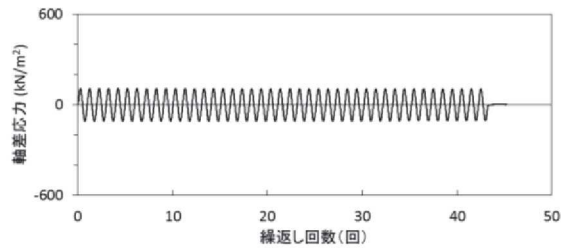
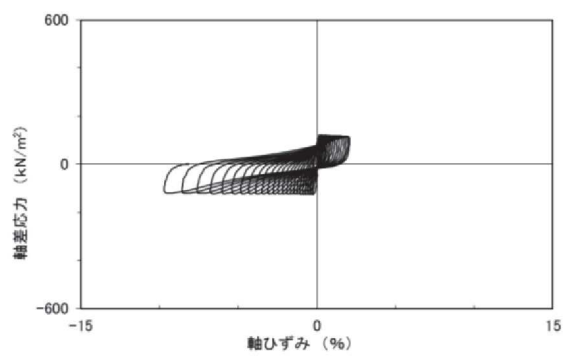
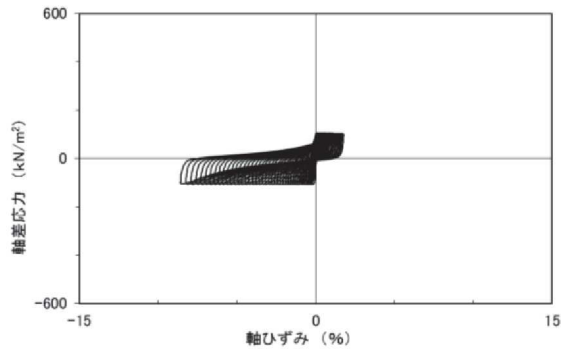
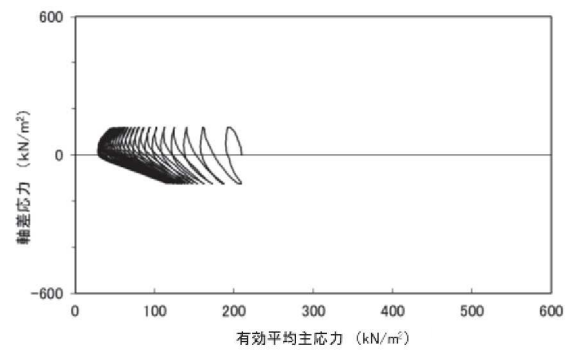
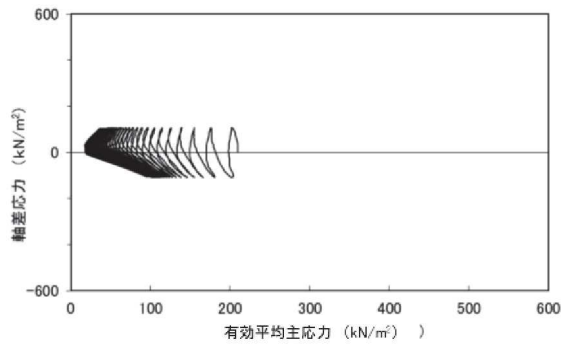
図 2.2-31 液状化強度試験結果
(A-5-1 試料 (供試体 No. 5))



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×*	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

*応力振幅が大きいことによるひずみ発生

図 2.2-32 液状化強度試験結果
(A-5-2 試料 (供試体 No. 1))

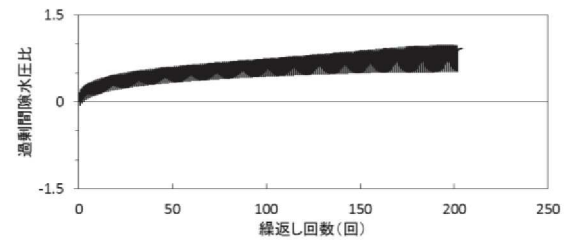
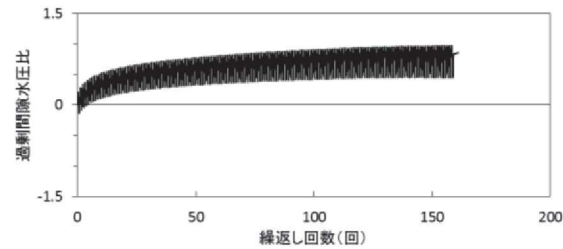
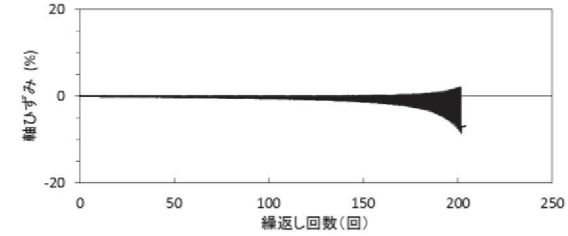
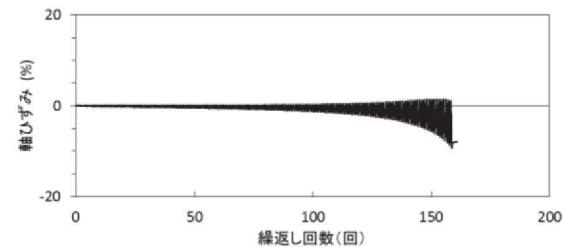
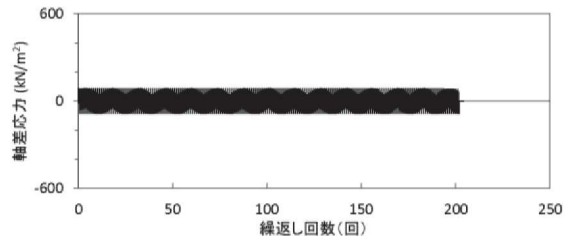
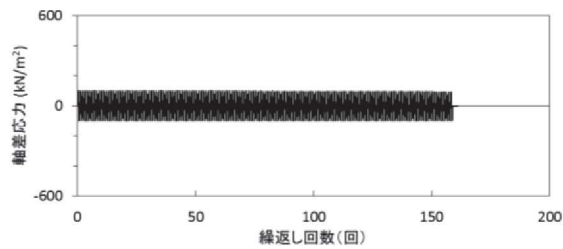
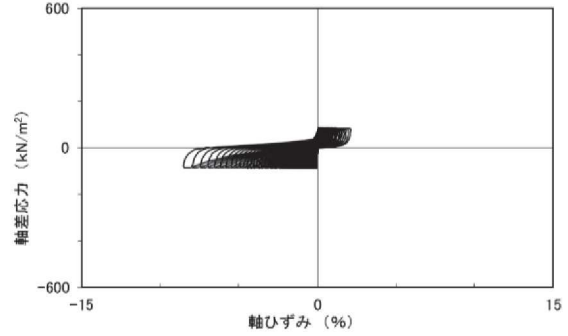
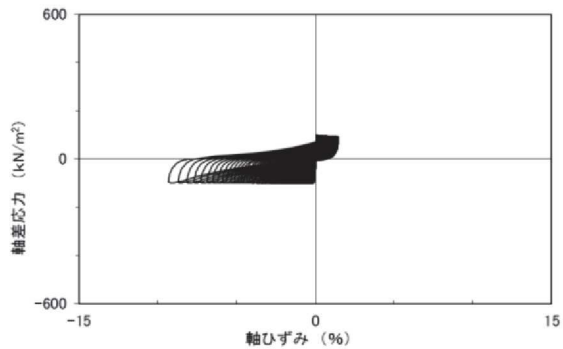
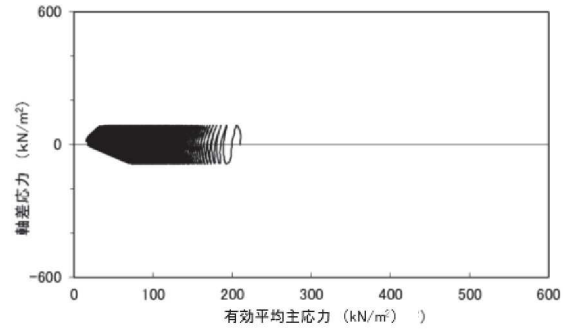
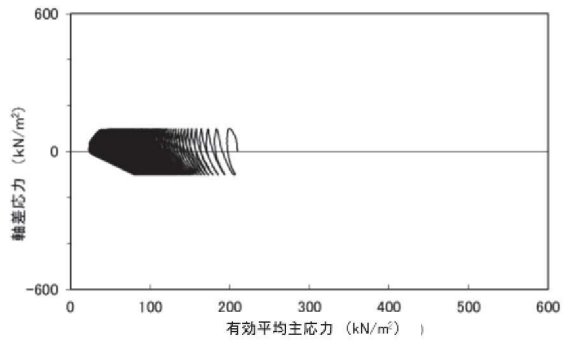


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.2-33 液状化強度試験結果
(A-5-2 試料 (供試体 No. 2))

図 2.2-34 液状化強度試験結果
(A-5-2 試料 (供試体 No. 3))

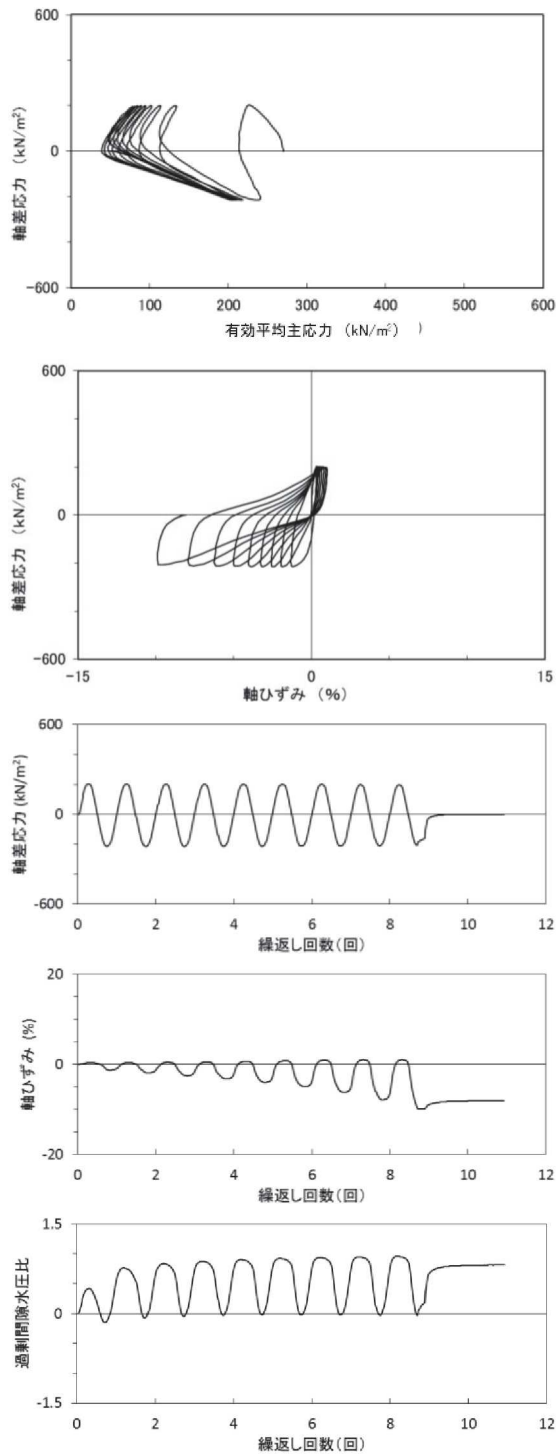


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

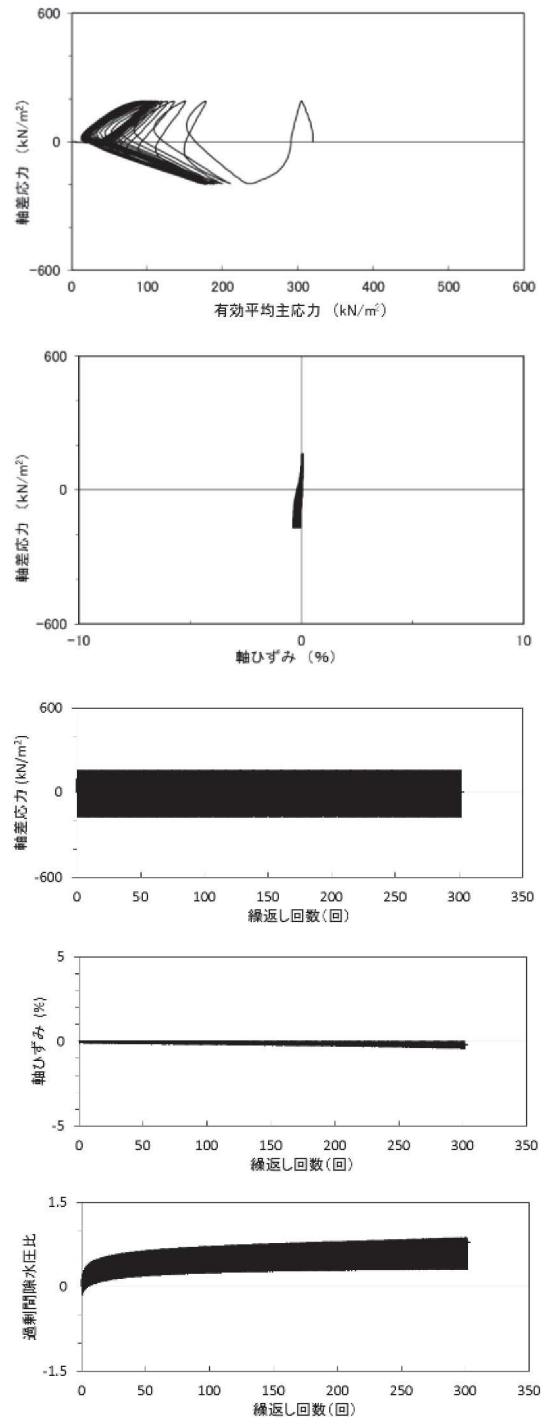
図 2.2-35 液状化強度試験結果
(A-5-2 試料 (供試体 No. 4))

図 2.2-36 液状化強度試験結果
(A-5-2 試料 (供試体 No. 5))



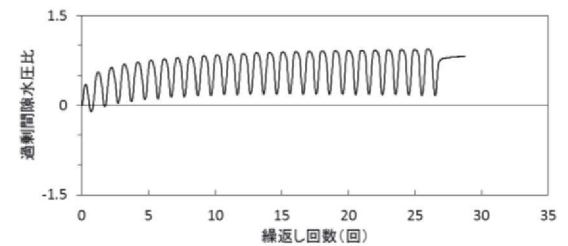
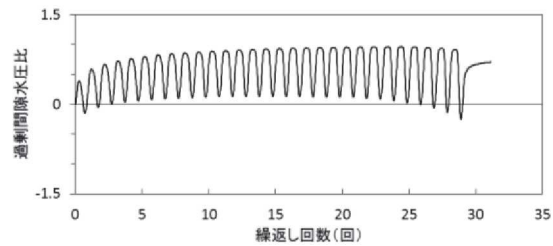
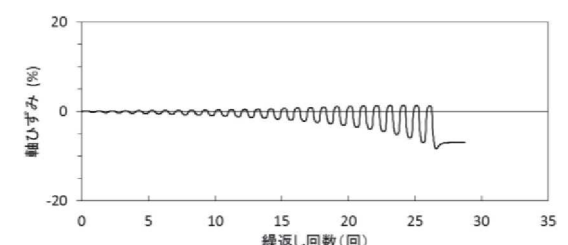
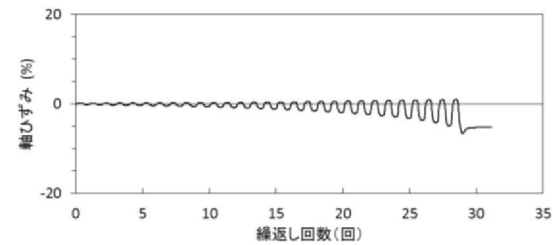
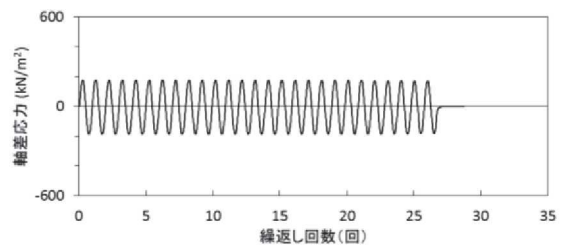
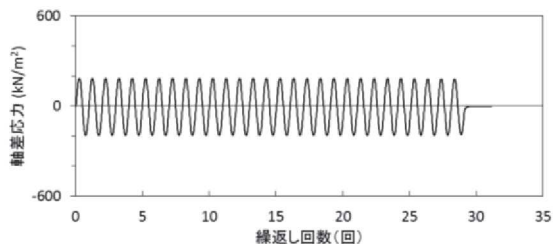
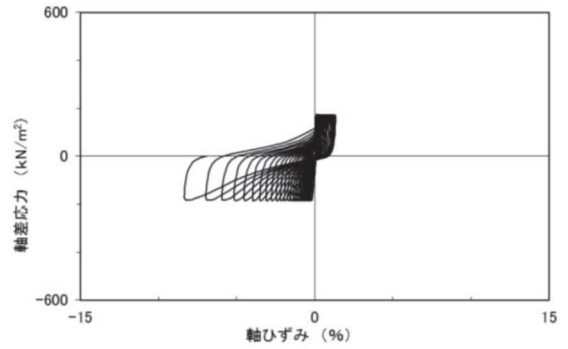
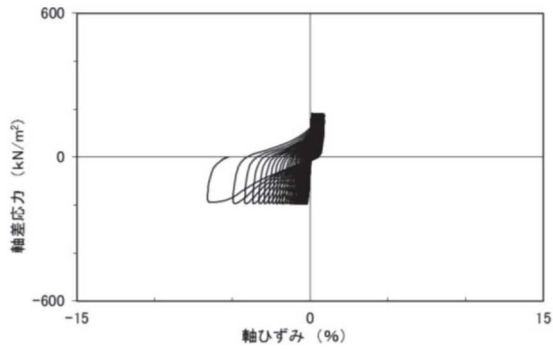
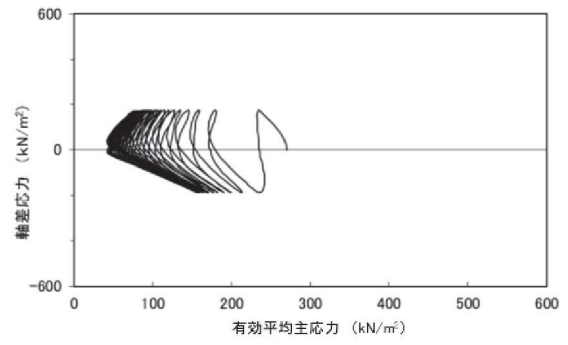
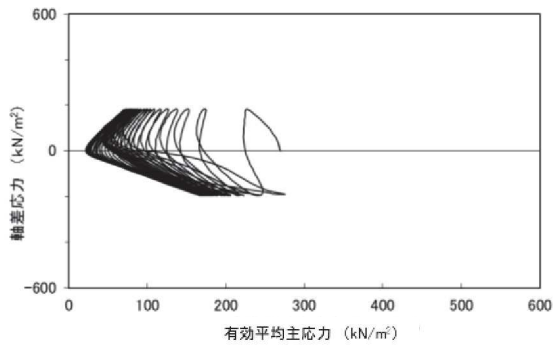
試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.2-37 液状化強度試験結果
(A-6 試料 (供試体 No. 1))



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	×	非液状化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.2-38 液状化強度試験結果
(A-6 試料 (供試体 No. 2))

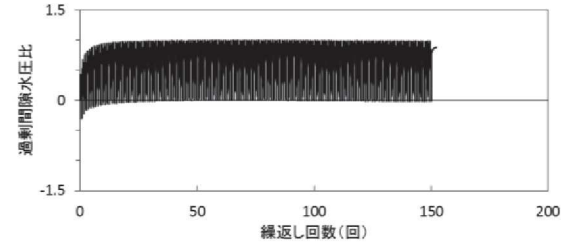
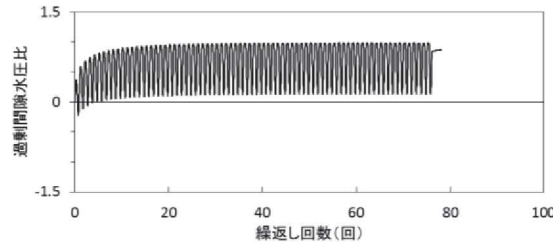
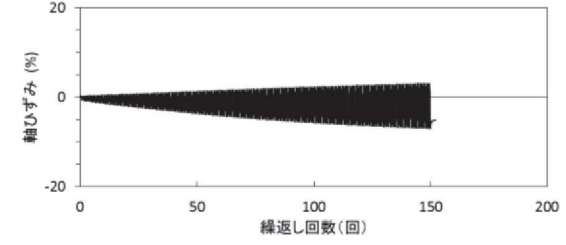
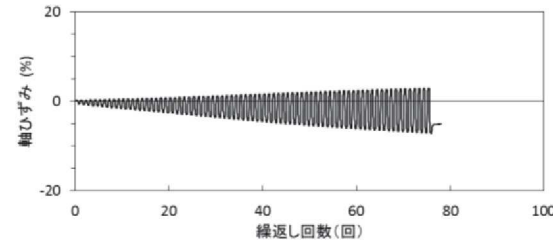
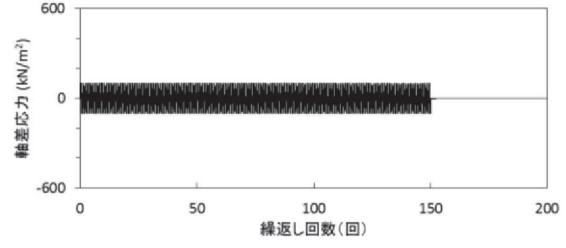
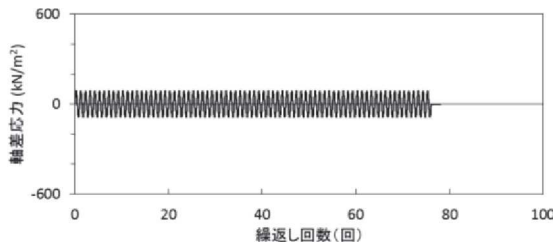
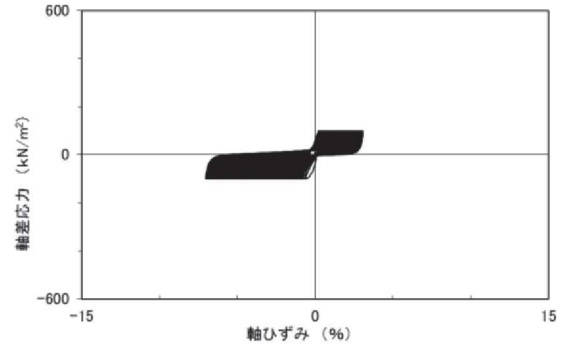
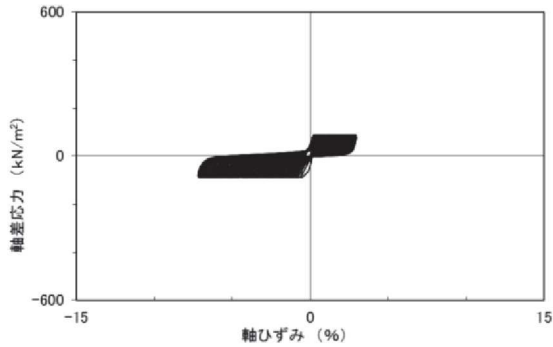
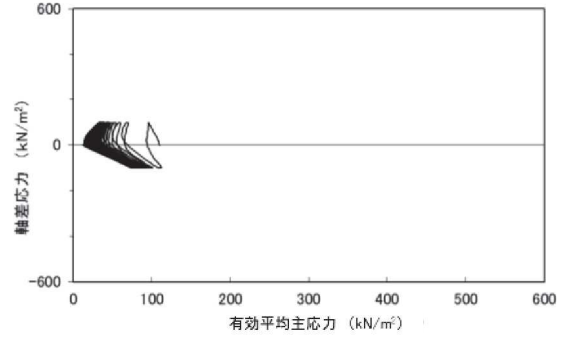
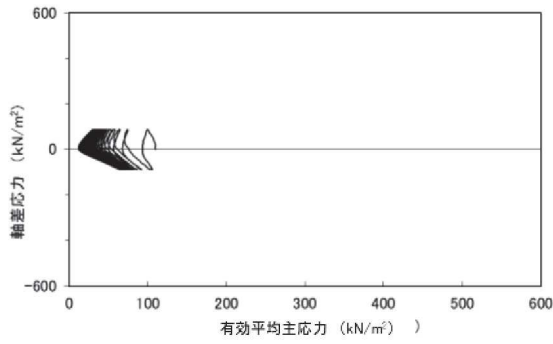


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	×	非液状化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.2-39 液状化強度試験結果
(A-6 試料 (供試体 No. 3))

図 2.2-40 液状化強度試験結果
(A-6 試料 (供試体 No. 4))

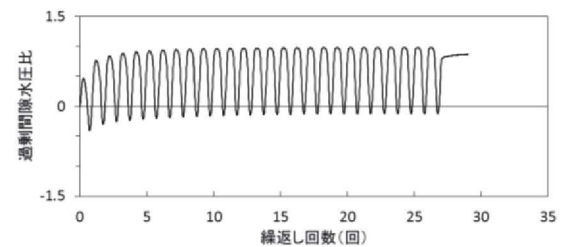
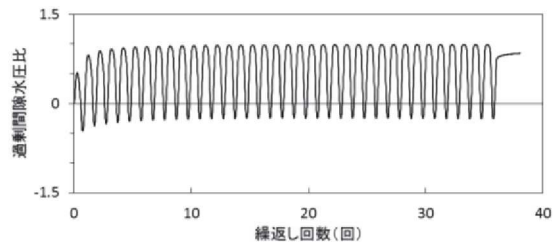
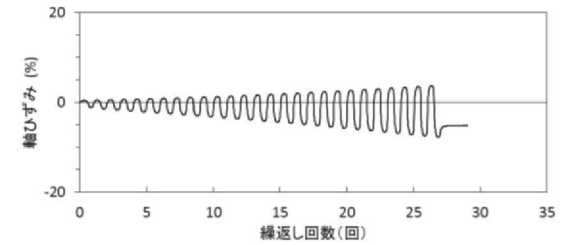
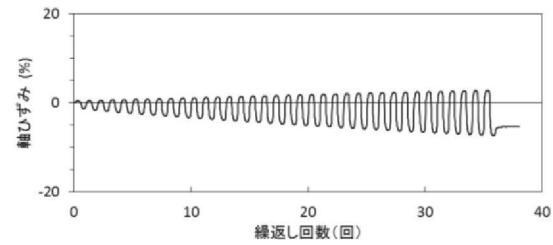
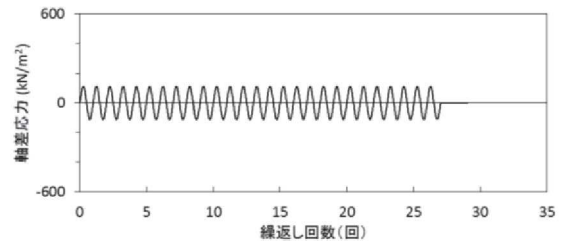
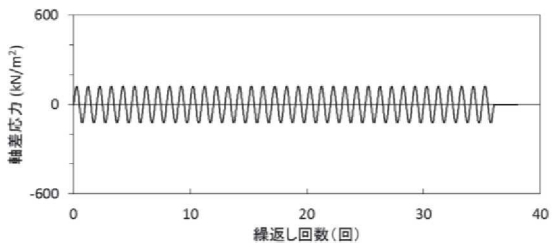
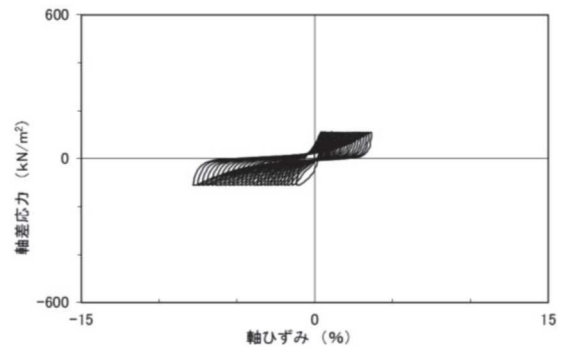
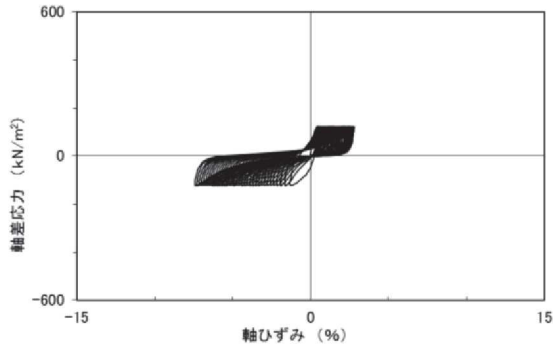
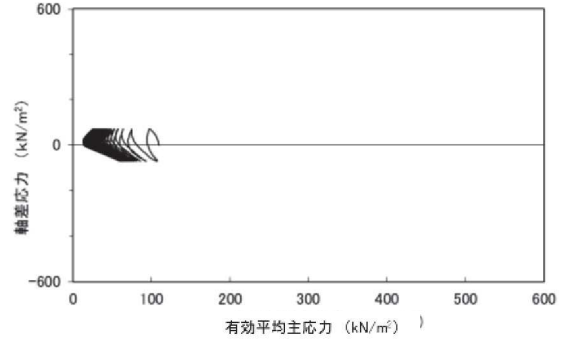
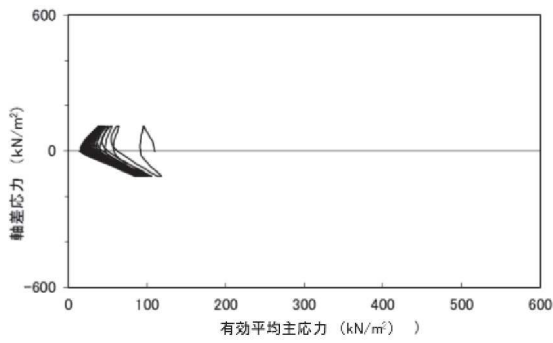


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する (95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する (ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する (有効応力回復)	○	

図 2.2-41 液状化強度試験結果
(A-7-1 試料 (供試体 No. 1))

図 2.2-42 液状化強度試験結果
(A-7-1 試料 (供試体 No. 2))

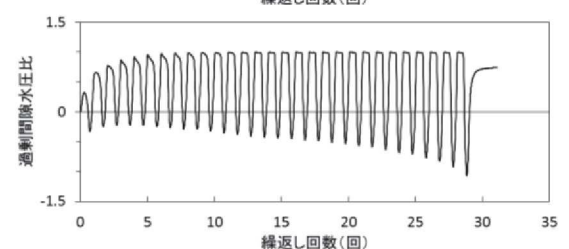
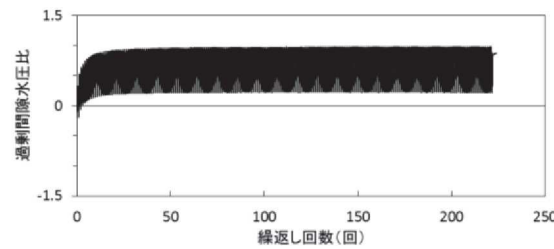
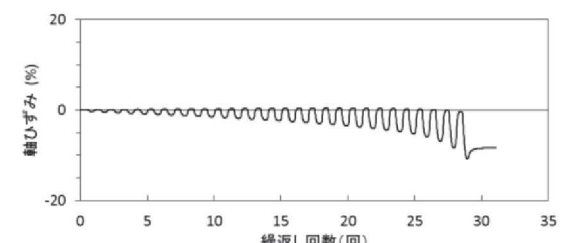
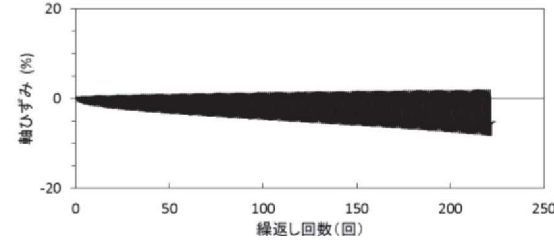
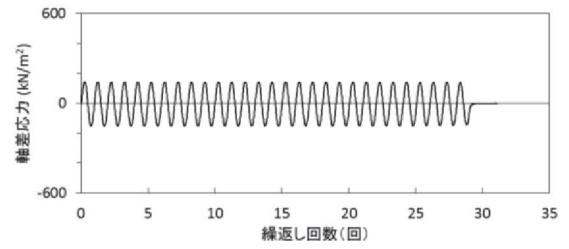
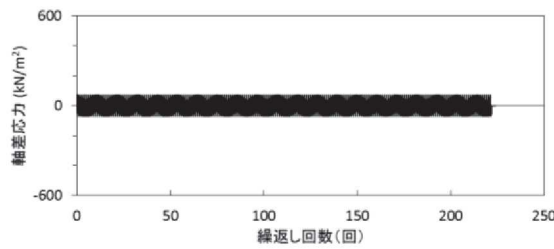
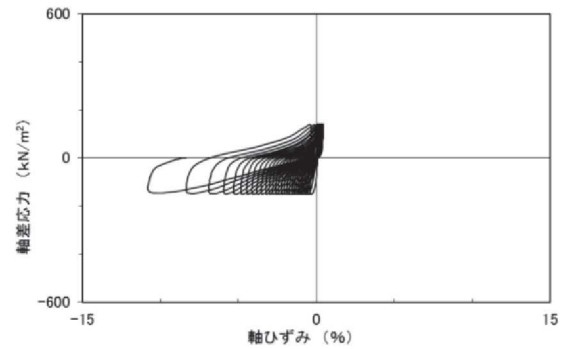
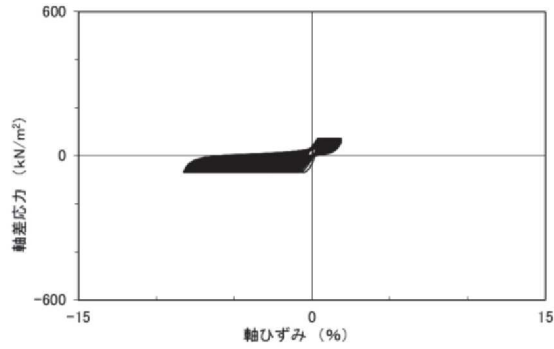
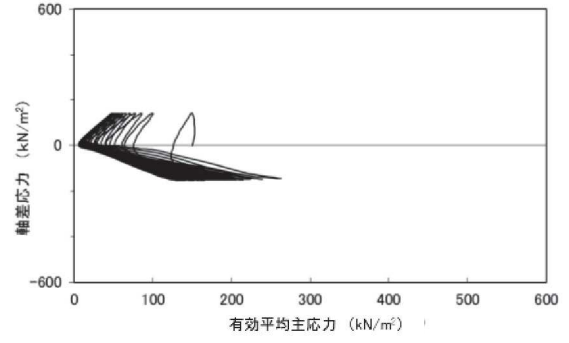
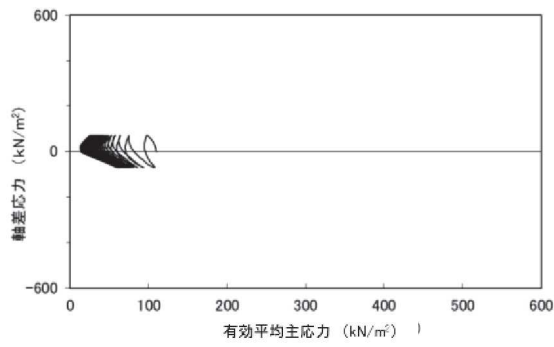


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.2-43 液状化強度試験結果
(A-7-1 試料 (供試体 No. 3))

図 2.2-44 液状化強度試験結果
(A-7-1 試料 (供試体 No. 4))

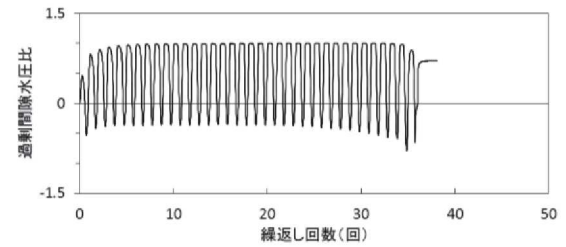
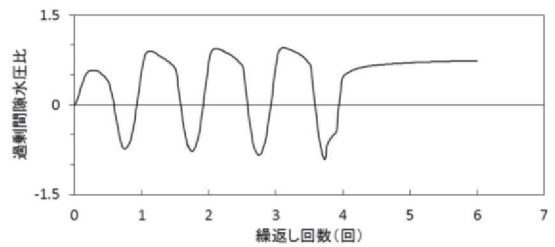
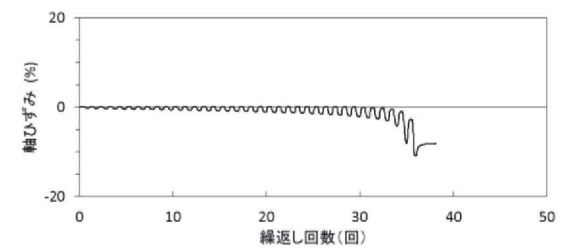
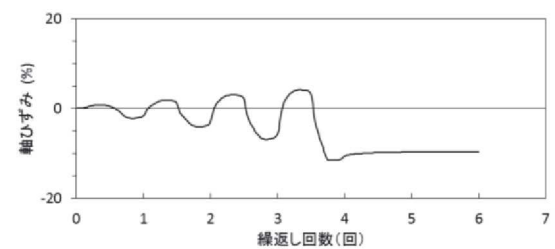
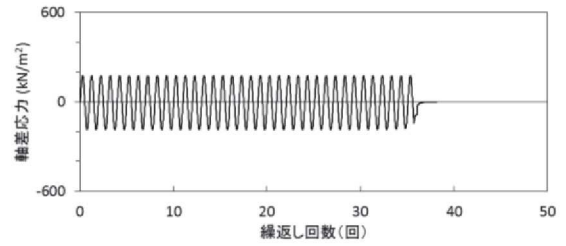
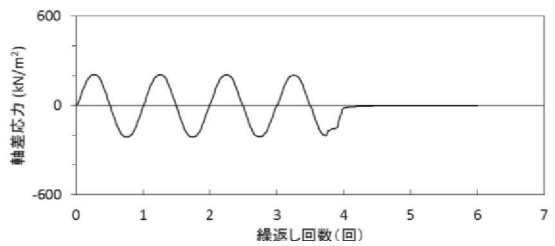
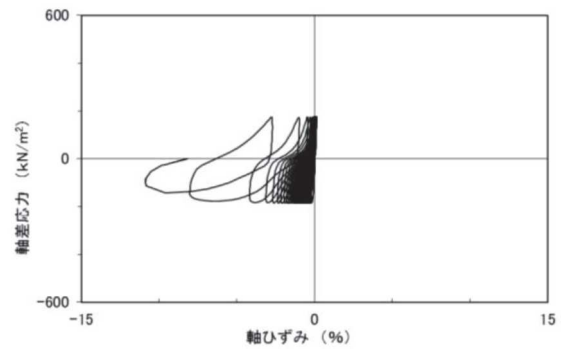
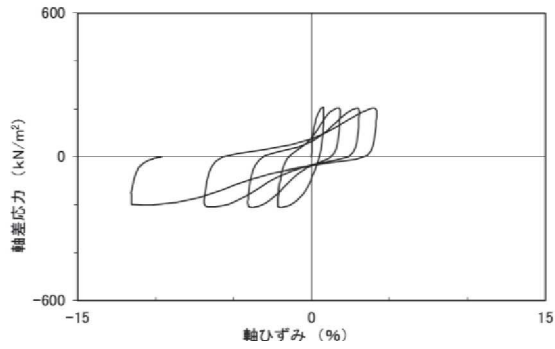
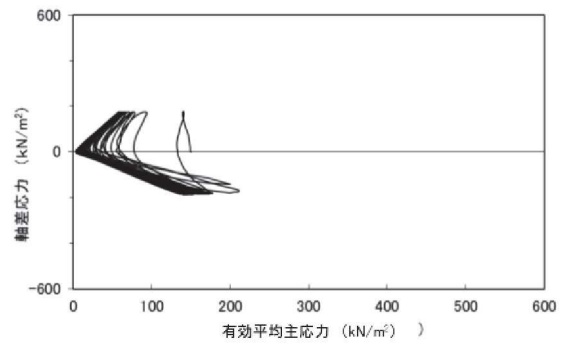
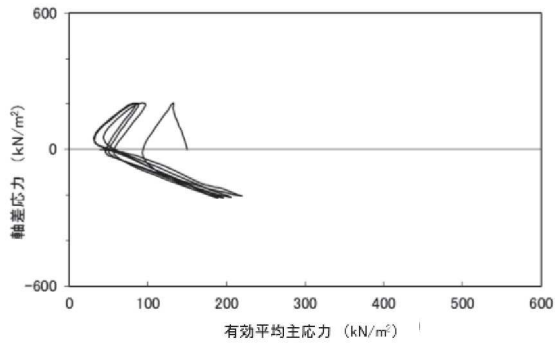


試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.2-45 液状化強度試験結果
(A-7-1 試料 (供試体 No. 5))

図 2.2-46 液状化強度試験結果
(A-7-2 試料 (供試体 No. 1))



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×*	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

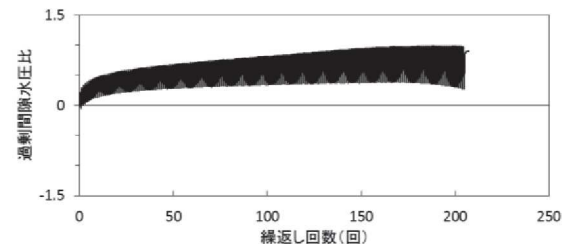
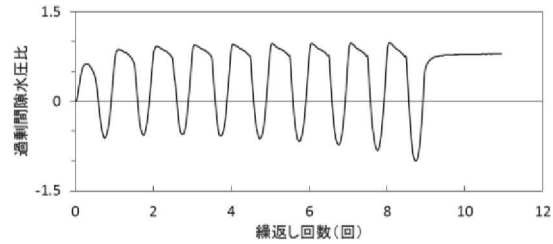
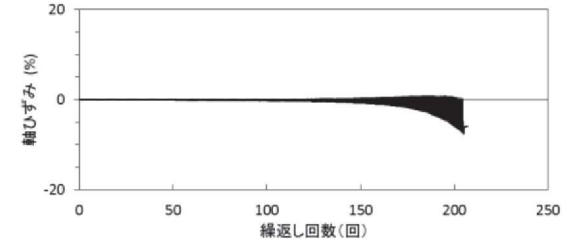
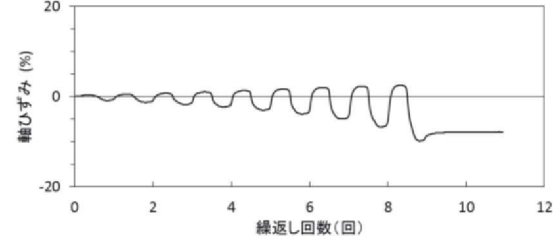
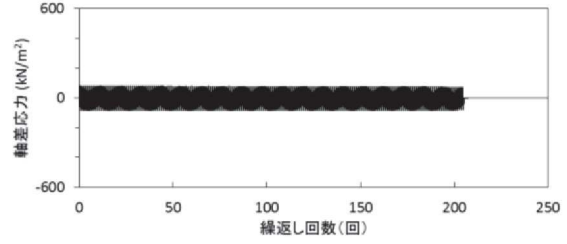
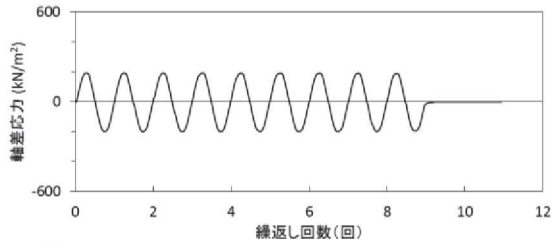
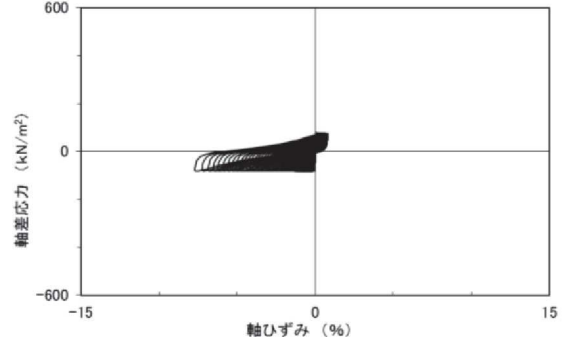
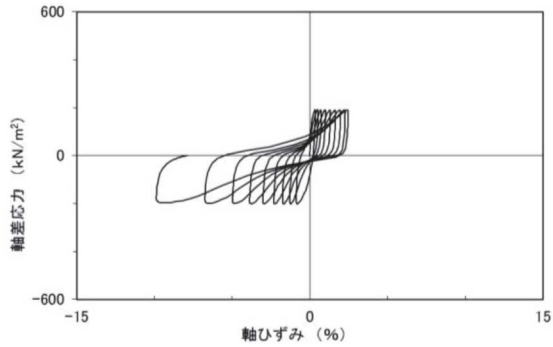
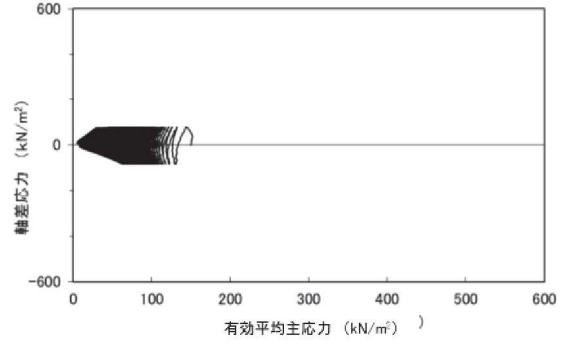
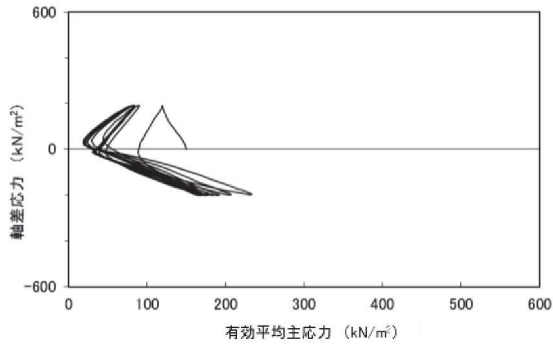
*応力振幅が大きいことによるひずみ発生

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	○	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×*	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

*ネッキングによるひずみ発生

図 2.2-47 液状化強度試験結果
(A-7-2 試料 (供試体 No. 2))

図 2.2-48 液状化強度試験結果
(A-7-2 試料 (供試体 No. 3))



試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	非液状化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×*	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

*応力振幅が大きく、ネッキングによるひずみ発生

試験結果		液状化の判断
間隙水圧が上昇・蓄積する(95%)	○	繰返し軟化
有効応力がゼロまで低下する	×	
液体状となり流動する(ひずみ急増)	×	
ダイレイタンスー特性によりせん断抵抗が作用する(有効応力回復)	○	

図 2.2-49 液状化強度試験結果
(A-7-2 試料 (供試体 No. 4))

図 2.2-50 液状化強度試験結果
(A-7-2 試料 (供試体 No. 5))

2.3 液状化強度試験供試体写真


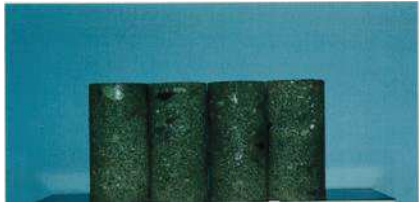







	試験前	試験後
A-1-1		—
A-1-2		—
A-1-3		—
A-2		
	左から1番目はネッキング。右から1番目は礫に沿ってせん断破壊。	
A-3		
A-4		

図 2. 3-1 液状化強度試験供試体写真 (旧表土) ①











	試験前	試験後
A-5-1		
	右から1番目はネッキング。	
A-5-2		
	—	
A-6		
	左から1番目は礫に沿ってせん断破壊。左から3番目は右下礫との境界面で変形が卓越。左から4番目はネッキング。	
A-7-1		
	—	
A-7-2		
	左から1, 3, 4, 5番目はネッキング。左から4, 5番目は礫に沿ってせん断破壊。	

図 2.3-2 液状化強度試験供試体写真 (旧表土) ②





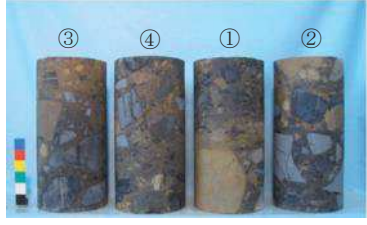







	試験前	試験後
B-1-1		
	—	
B-1-2		
	—	
B-1-3		
	左から 2, 3, 4 番目はせん断破壊。	
B-1-4		
	—	
B-2-1		
	右から 1 番目はネッキング。	
B-2-2		
	—	

図 2.3-3 液状化強度試験供試体写真（盛土）①













	試験前	試験後
B-3		
	—	
B-4		
	—	
B-5		
	—	
B-6		
	—	
B-7		
	—	
B-8		
	—	

図 2.3-4 液状化強度試験供試体写真（盛土）②

(参考資料 10) 盛土の均一性について

1. 概要

盛土は堅固な岩盤を掘削した岩砕を用いて造成したものであり、施工管理基準により施工範囲全域にわたって同様に締固められていることから、均一性が確保されている。

盛土の均一性について、盛土材料（岩砕）の母材の性状及び盛土施工の品質管理により示す。

2. 盛土の分布範囲

盛土の分布範囲について、平面図を図 2-1 に、断面図を図 2-2 に示す。

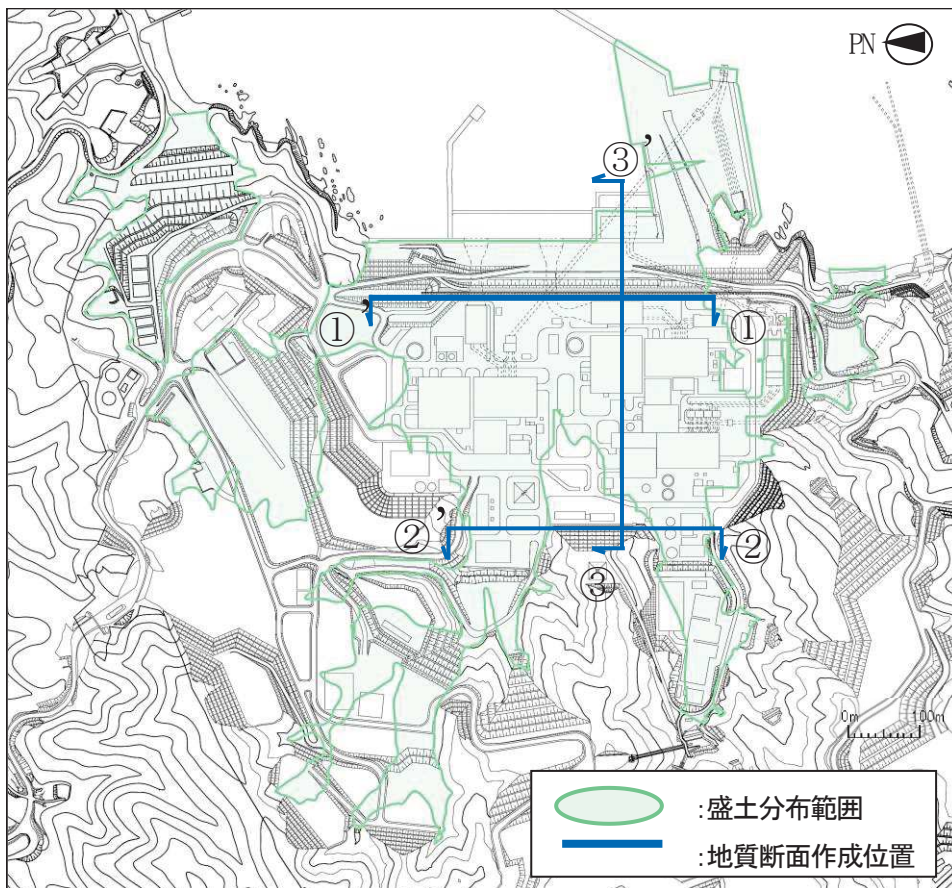


図 2-1 盛土の分布範囲（平面図）

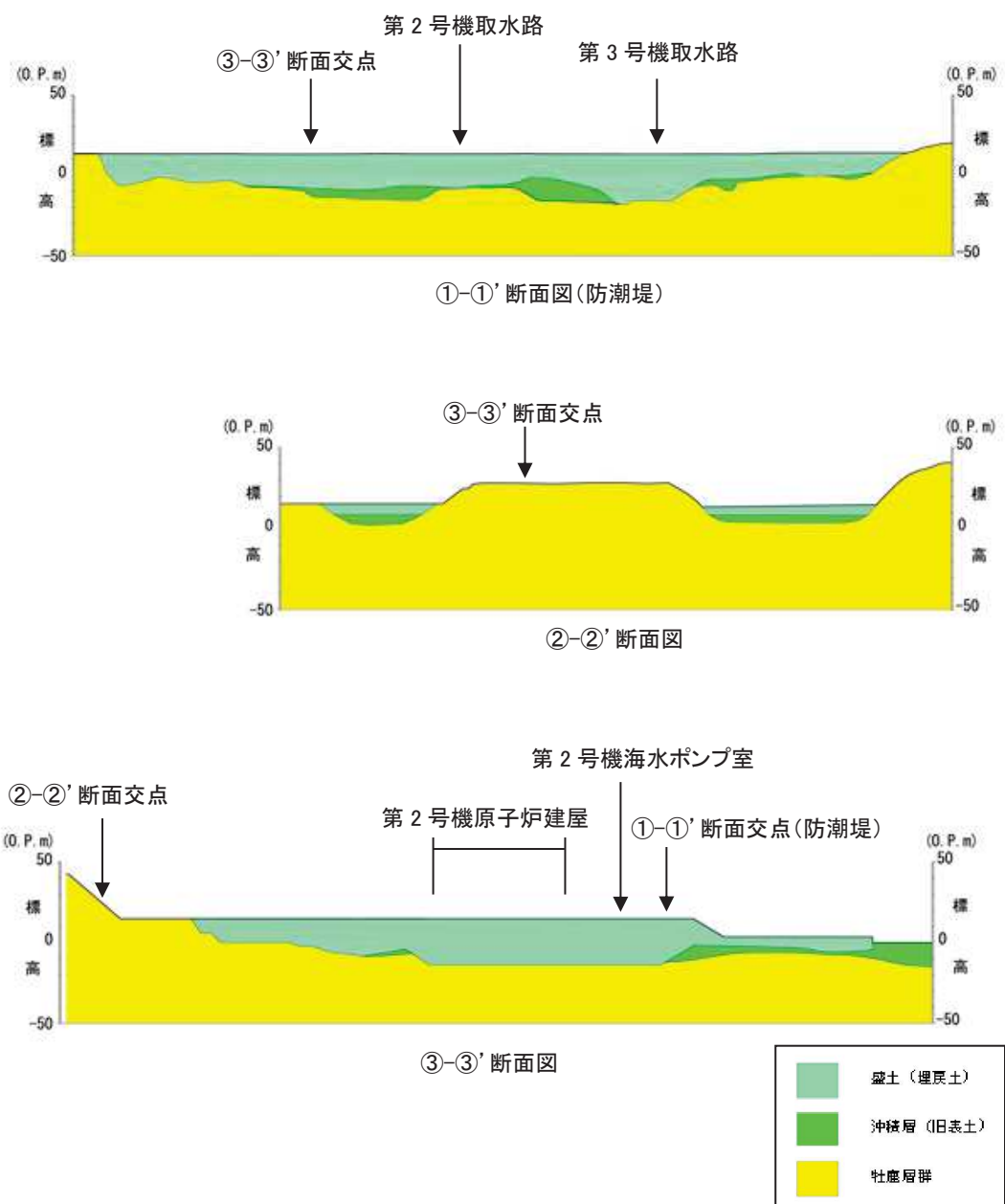


図 2-2 盛土の分布範囲 (断面図)

3. 盛土材料（岩砕）の母材の性状

盛土材料（岩砕）の母材は敷地に分布する硬岩（砂岩，頁岩主体）であり，発電所建設時の基礎掘削において発生した岩砕である。

図 3-1 に敷地の地質平面図，図 3-2 に敷地の地質断面図，図 3-3 に敷地の地質層序を示す。

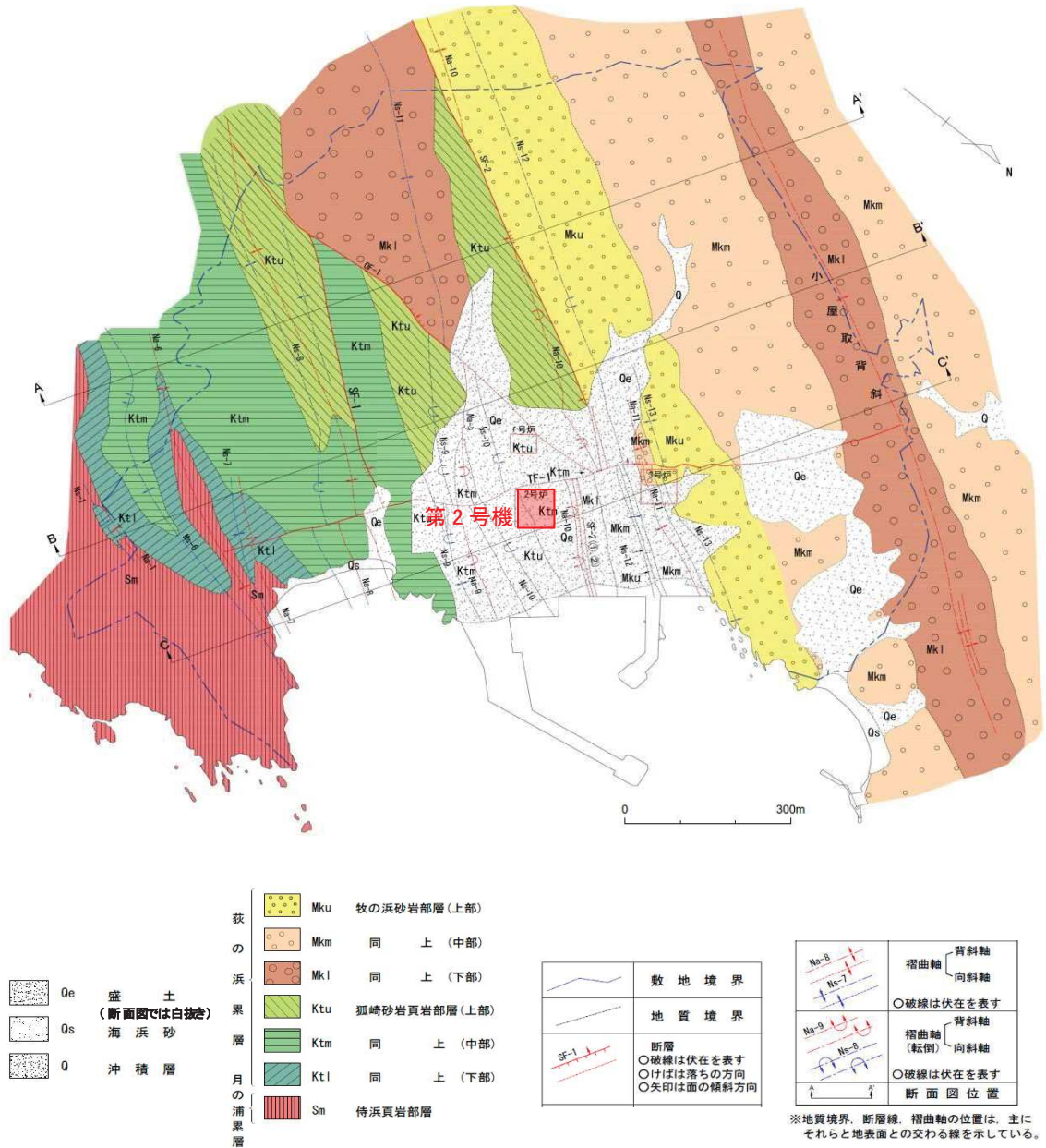


図 3-1 敷地の地質平面図

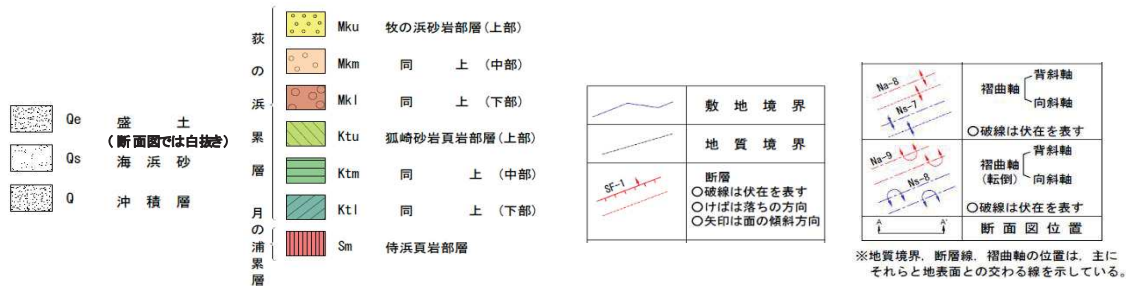
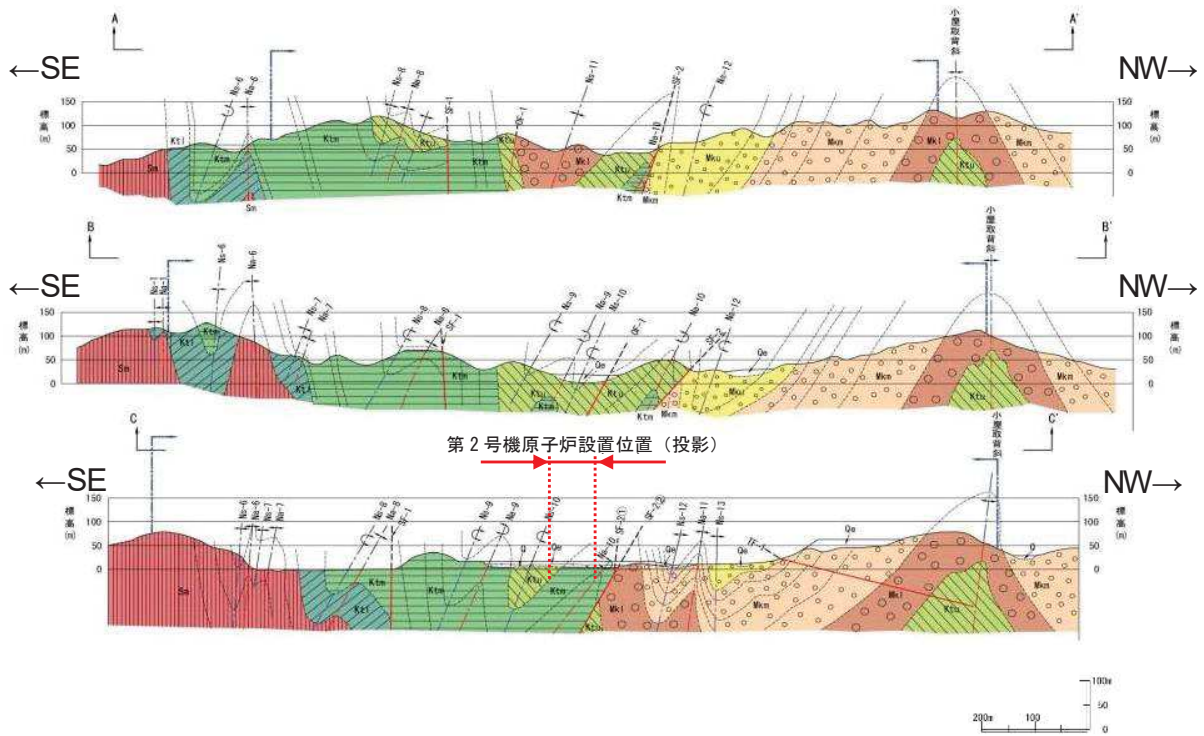


図 3-2 敷地の地質断面図

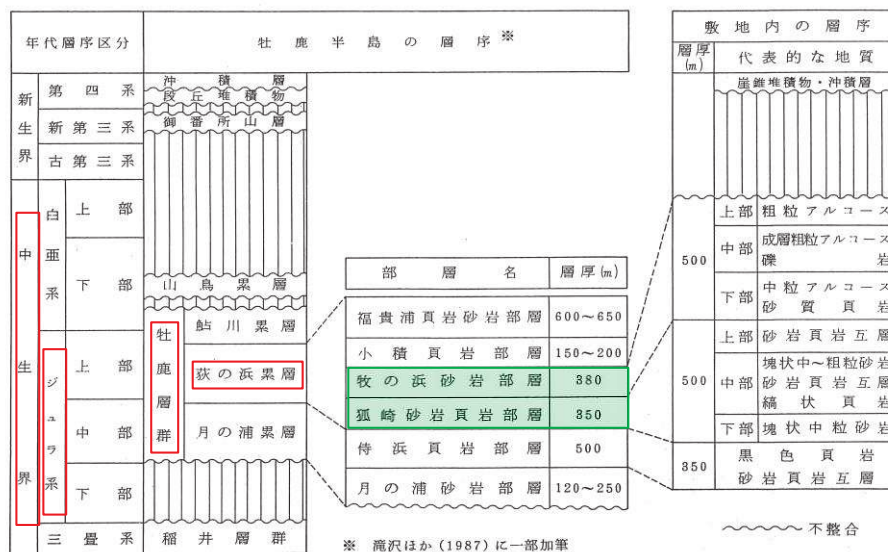


図 3-3 敷地の地質層序

盛土材料（岩砕）は、発電所建設段階において、岩盤に直接設置する施設（原子炉建屋、タービン建屋、制御建屋、取水口～海水ポンプ室等）の基礎掘削の際に発生した岩砕であり、発生した岩砕は最大粒径 300mm で調整し、埋戻し材料として施工している。

図 3-4 に第 1 号機建設時の掘削状況、図 3-5 に第 2 号機建設時の掘削状況を示す。

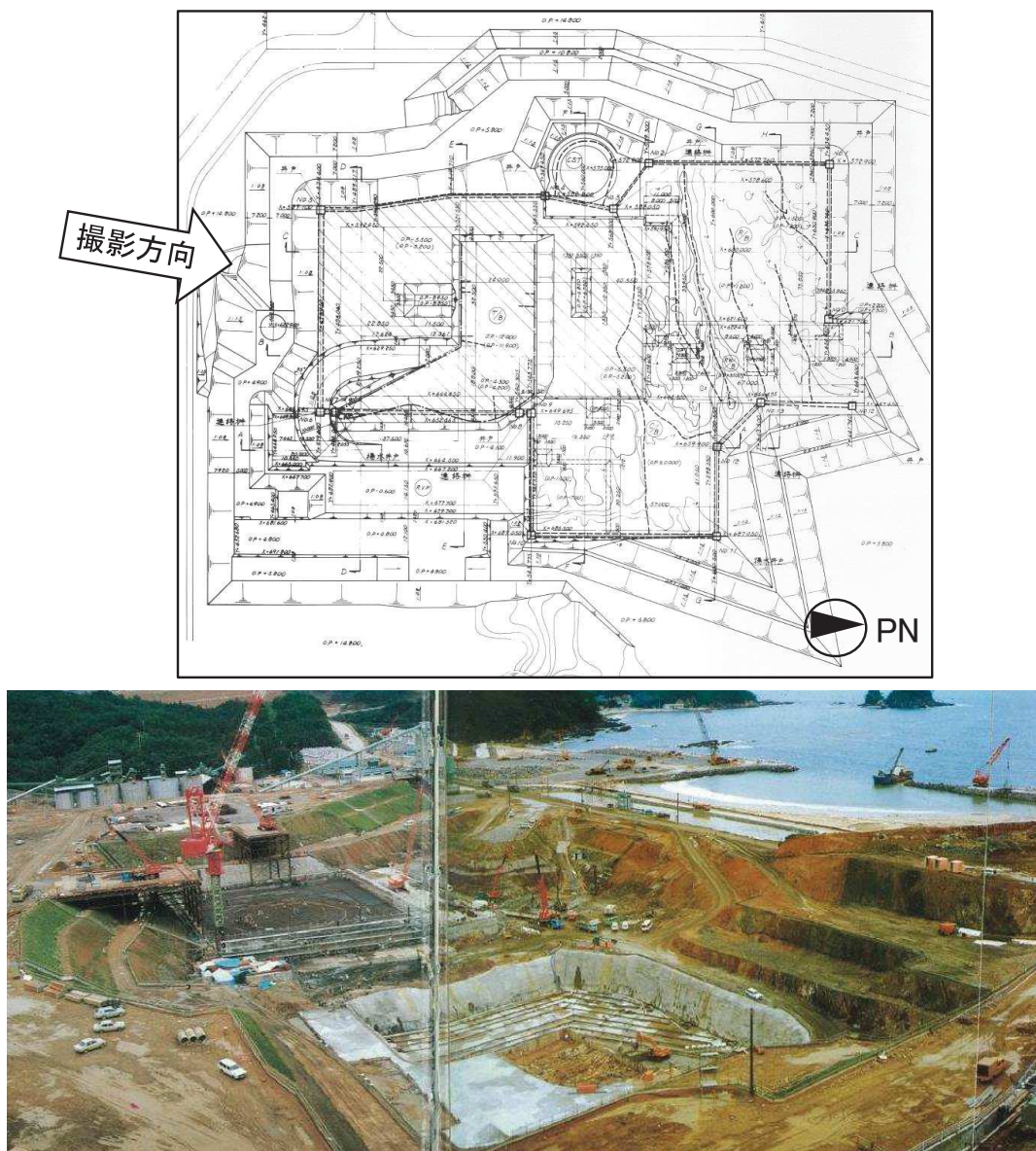


図 3-4 第 1 号機建設時の掘削状況

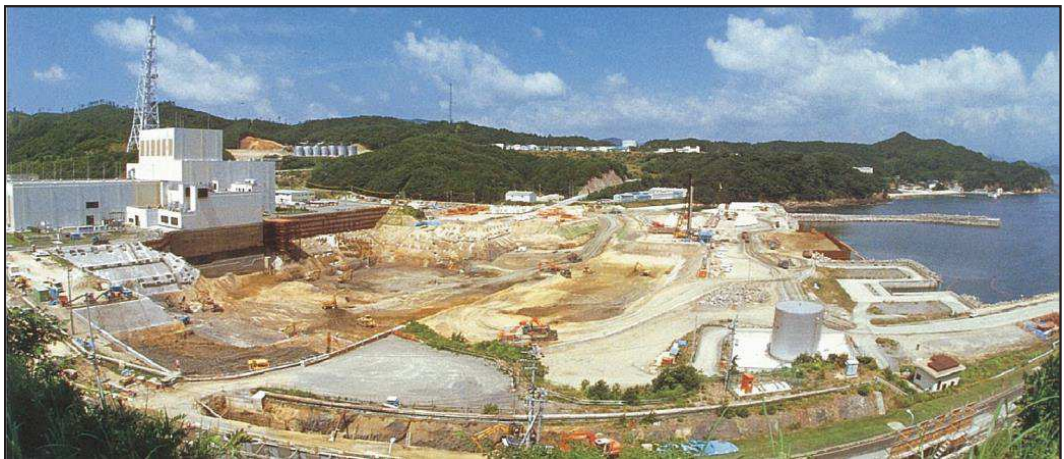
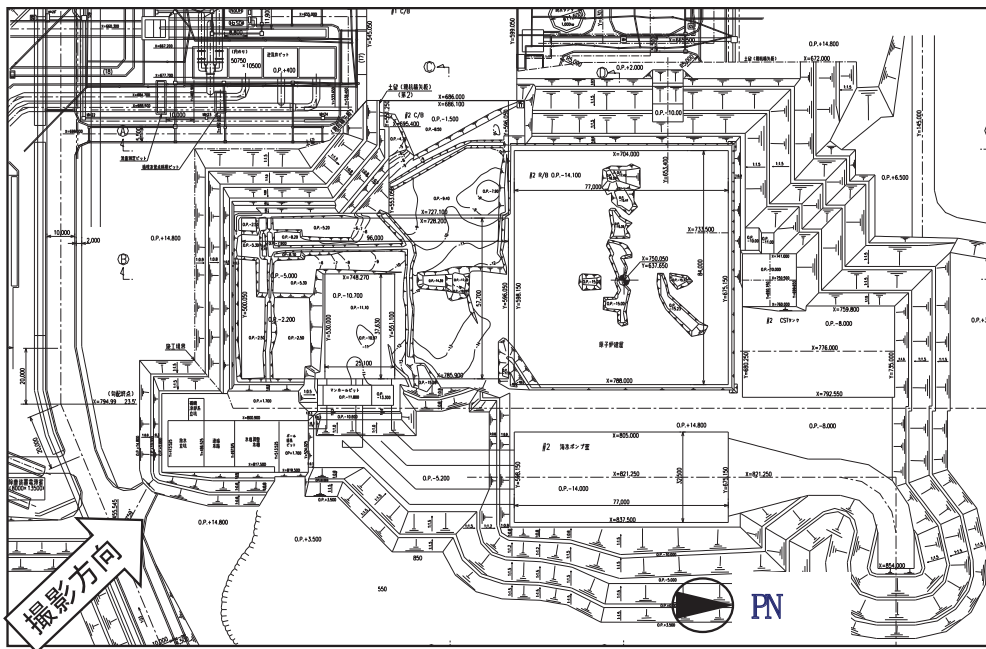


図 3-5 第 2 号機建設時の掘削状況

4. 盛土の施工・品質管理

盛土の施工に当たっては、施工管理基準を定め、これに基づき実施することで発電所敷地全域における盛土の品質を一定に保っている。

①盛土材料の選別

- ・盛土材料は原子炉建屋周辺の掘削岩盤を材料としており、粒径 300mm 以上は品質確保のため除去。
- ・掘削岩盤は、土砂仮置場に運搬し、腐葉土、粘土塊、泥等を除去し、粒径 300mm 以下の岩砕として仮置きし、造成時に使用。

②施工方法

- ・事前に試験施工を行い、十分な転圧・締固め*エネルギーを得られる重機を選定（選定した重機・・・敷き均し：21 tブルドーザ，転圧：8 t 振動ローラー）。
- ・撒き出し厚 30 cmとし、盛土施工エリア全域に同様の施工管理基準を適用。

③品質管理（土質試験）

- ・一定数量毎に密度・含水比及び沈下量を管理（表 4-1）。

*締固めの目的

- ・密度を高め、水の浸入による軟化・膨張を防ぐ。
- ・盛土の安定・支持力の増大を図る。
- ・盛土完成後の圧縮沈下を小さくする。

表 4-1 盛土の品質管理

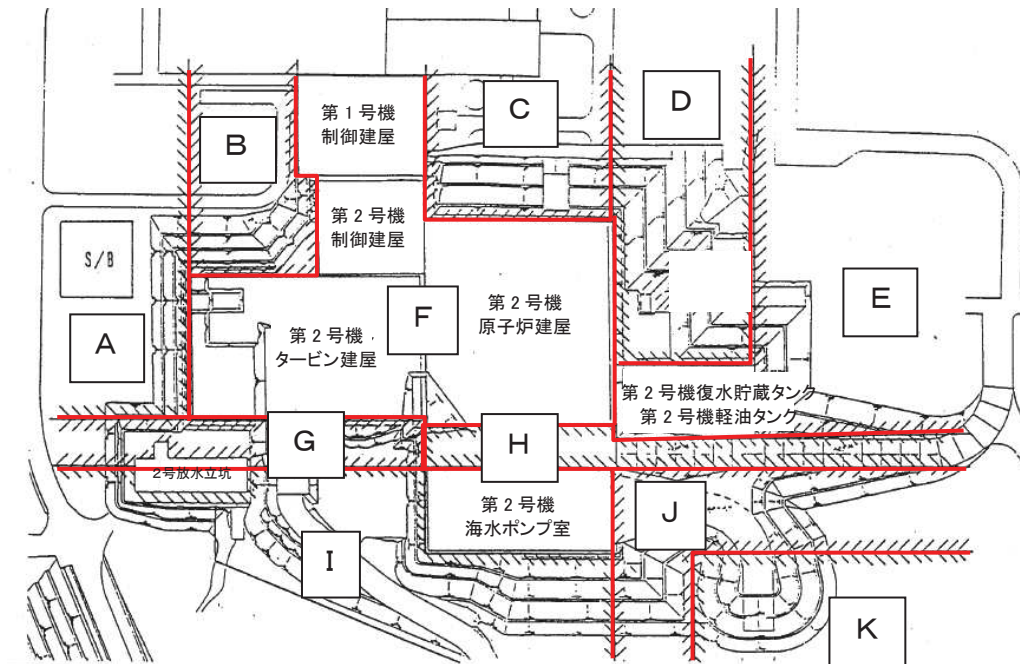
盛土品質管理 試験項目		試験頻度・管理基準値
密度試験	水置換法： JGS 1612	・ 3 箇所／5000m ³ ・ γ_{dmax} *1 の 90%以上（締固め度 90%以上*2）
含水比	土の含水比試験方法： JIS A 1203	・ 1 箇所／日 ・ γ_{dmax} 時の 90%以上の密度となる含水比以内
沈下板	レベル測定	・ 10 箇所／日 ・ 残留沈下 50mm
突固め試験	JIS A 1210	・ 1 回／5000m ³
粒度試験	JIS A 1204	・ 1 回／50000m ³
土粒子の密度試験	JIS A 1202	・ 1 回／50000m ³
三軸圧縮試験	—	・ 1 回／250000m ³

*1 γ_{dmax} ：最大乾燥密度

*2 社内基準による

第2号機建設段階における施工ブロック割と締固め度（＝乾燥密度÷最大乾燥密度（ γ_{dmax} ））の実績を図4-1及び図4-2に示す。

第2号機建設においては、盛土を複数の施工ブロックに分けて施工しているが、いずれの施工ブロックにおいても検査結果は全て管理基準（90%以上）を満たしており、一定の品質を確保している。



* : 第2号機建設時図面でのブロック分け

図4-1 盛土の施工ブロック図（第2号機建設時）

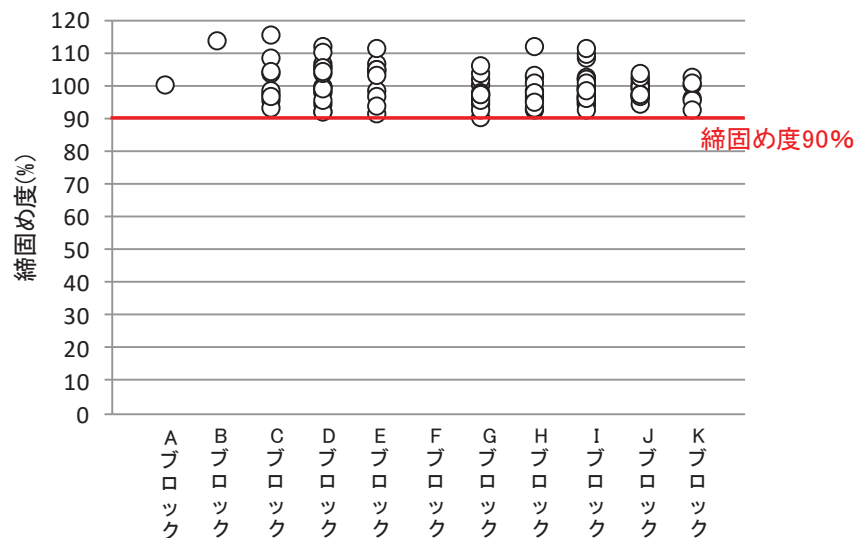
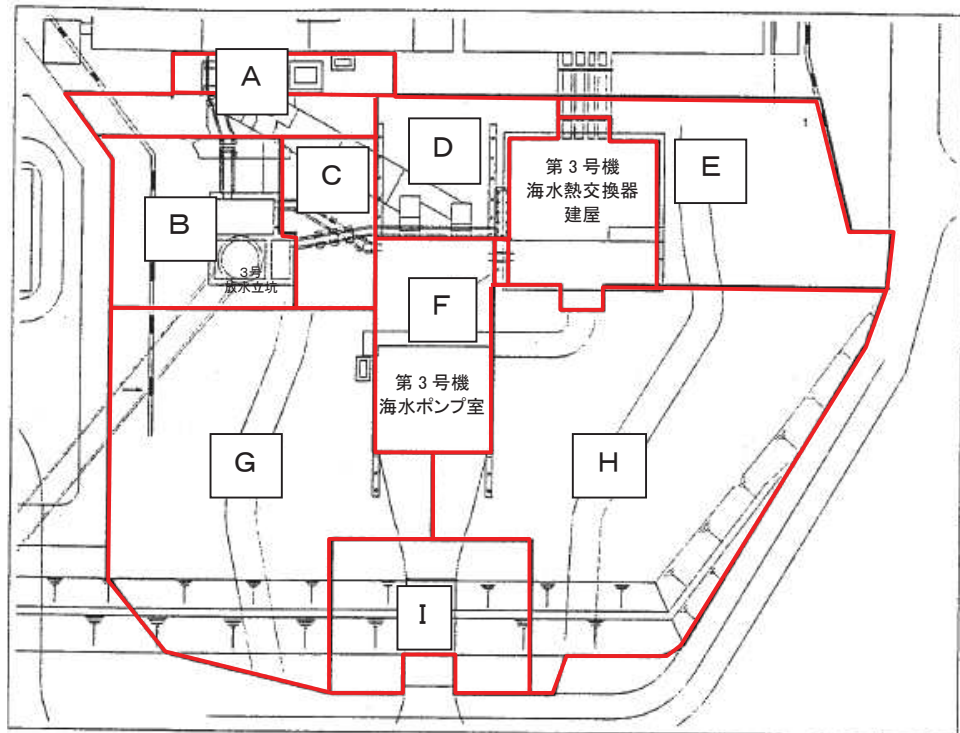


図4-2 各ブロックの締固め度（第2号機建設時）

第3号機建設段階における施工ブロック割と締固め度（＝乾燥密度÷最大乾燥密度（ γ_{dmax} ））の実績を図4-3及び図4-4に示す。

第3号機建設においても、全てのブロックで検査結果は管理基準（90%以上）を満たしており、一定の品質を確保している。



* : 第3号機建設時図面でのブロック分け

図4-3 盛土の施工ブロック図（第3号機建設時）

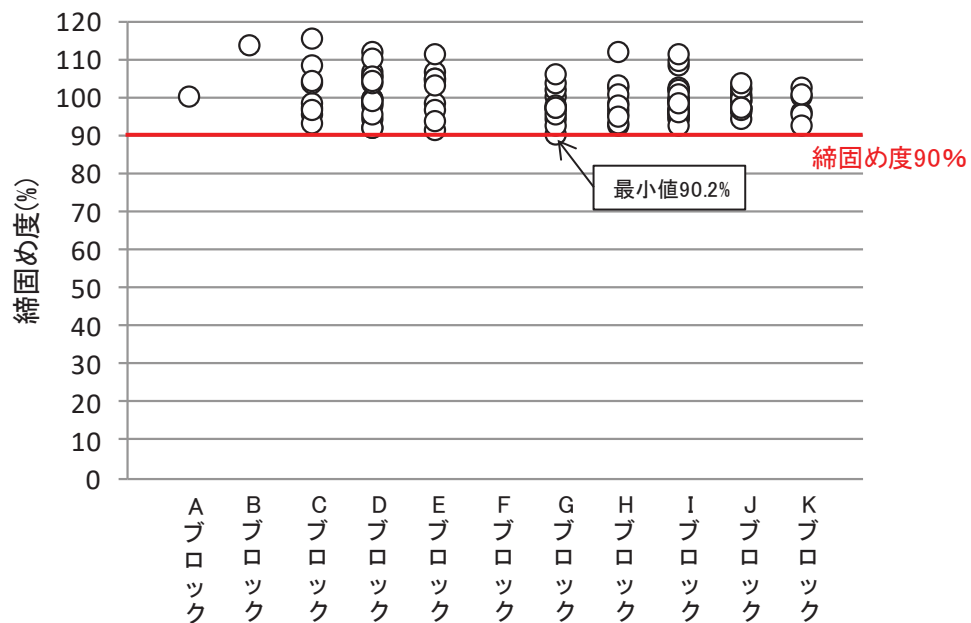


図4-4 各ブロックの締固め度（第3号機建設時）

5. 盛土の基本物性の比較（各施工ブロックにおける粒度の整理）

盛土の施工時期の違いが品質に影響がないことを確認するため、各施工ブロックに粒度試験データを整理した。

第2号機及び第3号機建設段階の施工ブロック割（図5-1）における供試体レベルのJGS「石分を含む地盤材料の粒度試験方法」による粒度分布を図5-2に示す。

号機間や施工ブロック間の明瞭な傾向の違いはなく、施工時期や施工範囲によるばらつきは認められない。

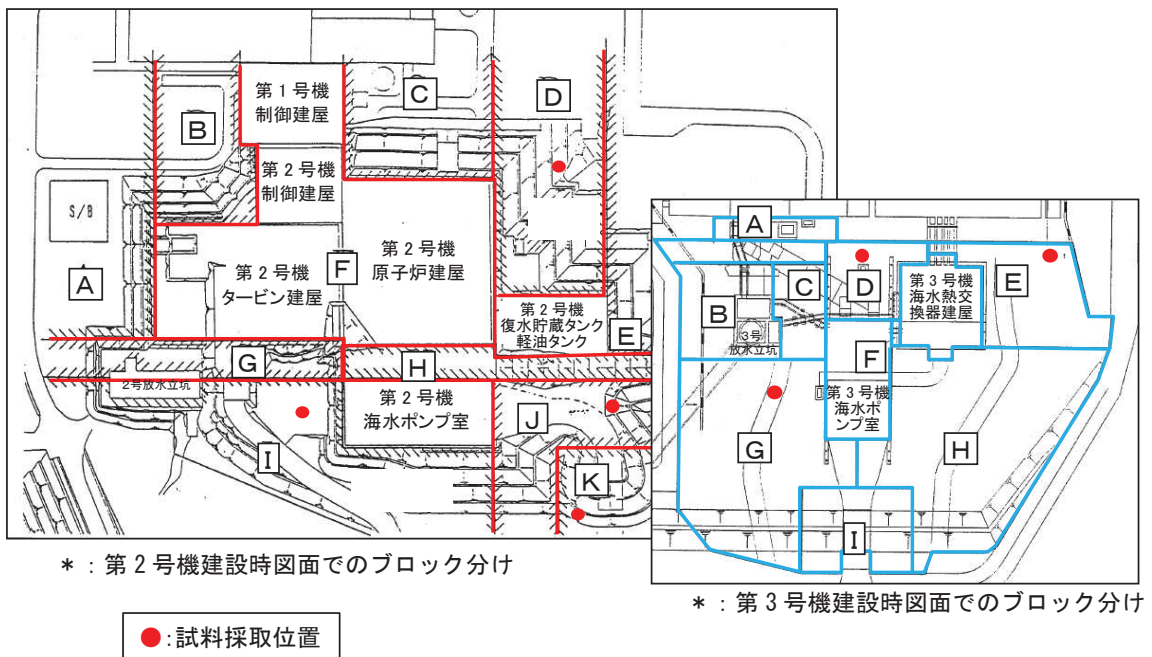
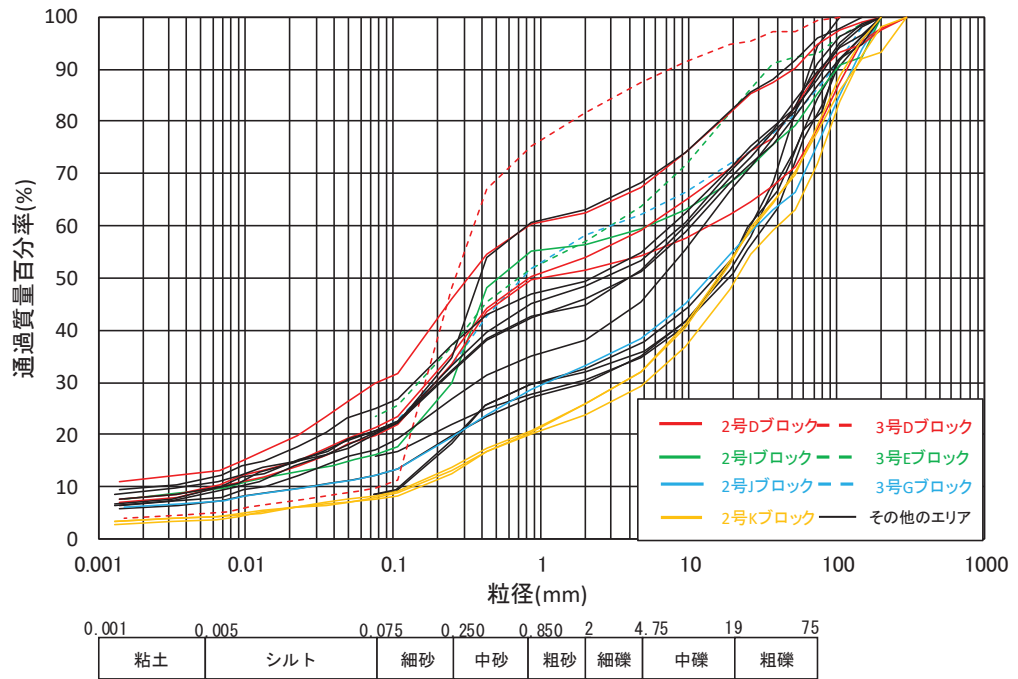


図5-1 盛土の施工ブロック図（第2号機，第3号機）



粒度分布 注) 沈降分析を実施していない
試料に関しては、75 μ m以上の
粒度分布のみ表示。

図 5-2 盛土の粒度分布

(参考資料 1 1) 2011 年東北地方太平洋沖地震における沈下実績について

1. はじめに

2011 年東北地方太平洋沖地震によって、女川原子力発電所の構内には不等沈下が生じたことが確認されている。この不等沈下は液状化の影響により生じていた可能性があることから、2011 年東北地方太平洋沖地震による沈下実績を整理し、沈下要因について分析を行った。

2. 2011 年東北地方太平洋沖地震における女川原子力発電所の沈下実績の整理

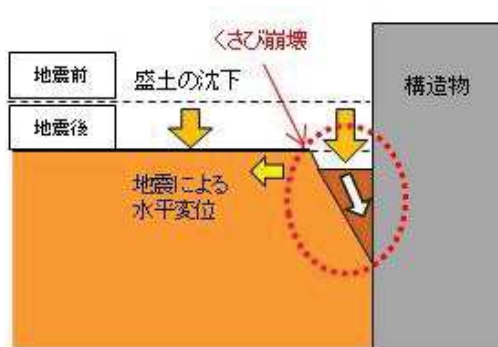
(1) 沈下測定による沈下実績

建屋や地上構造物近傍では、地震時にくさび崩壊*に伴う沈下が発生することが想定され、建屋等に接続されている非岩着のトレンチ等が沈下することで被害が生じる可能性がある。このような被害の状況を事前に把握するため、図 2-1 に示すとおり建屋や地上構造物近傍に沈下棒を設置し、沈下測定を実施している。なお、この沈下棒により埋戻し土（盛土）の圧密沈下量についても把握することが可能である。

沈下棒の構造は図 2-2 のとおりであり、水準点 No. 1 から 3 号機放水立坑の測定点を測定し、その測定点を基準に各沈下棒の天端部の標高を測定（2 級レベル）することにより、沈下板の下に存在する盛土や旧表土の沈下量を計測するものである。

実績沈下量の測定は、2011 年東北地方太平洋沖地震前後の 2 月 8 日と 3 月 27、28 日に実施しており、当該地震の影響による沈下量を把握できている。なお、同年 4 月 7 日に宮城県沖で地震（M7.4）が発生したが、この地震直後に行った設備点検で大きな変状は確認されなかったため、この地震による沈下量の測定は行っていない。

2011 年東北地方太平洋沖地震における女川原子力発電所の沈下実績を図 2-3 に示す。なお、沈下率については、計測した沈下量を沈下板の下に存在する盛土及び旧表土の層厚で除すことにより算出した。測定箇所 13 地点の平均沈下率は 0.87%であり、最大沈下率は 1.21%であった。



注記 * : くさび崩壊とは、構造物と周囲地盤の相対変位に起因する主働状態で生じるすべり破壊をいう。

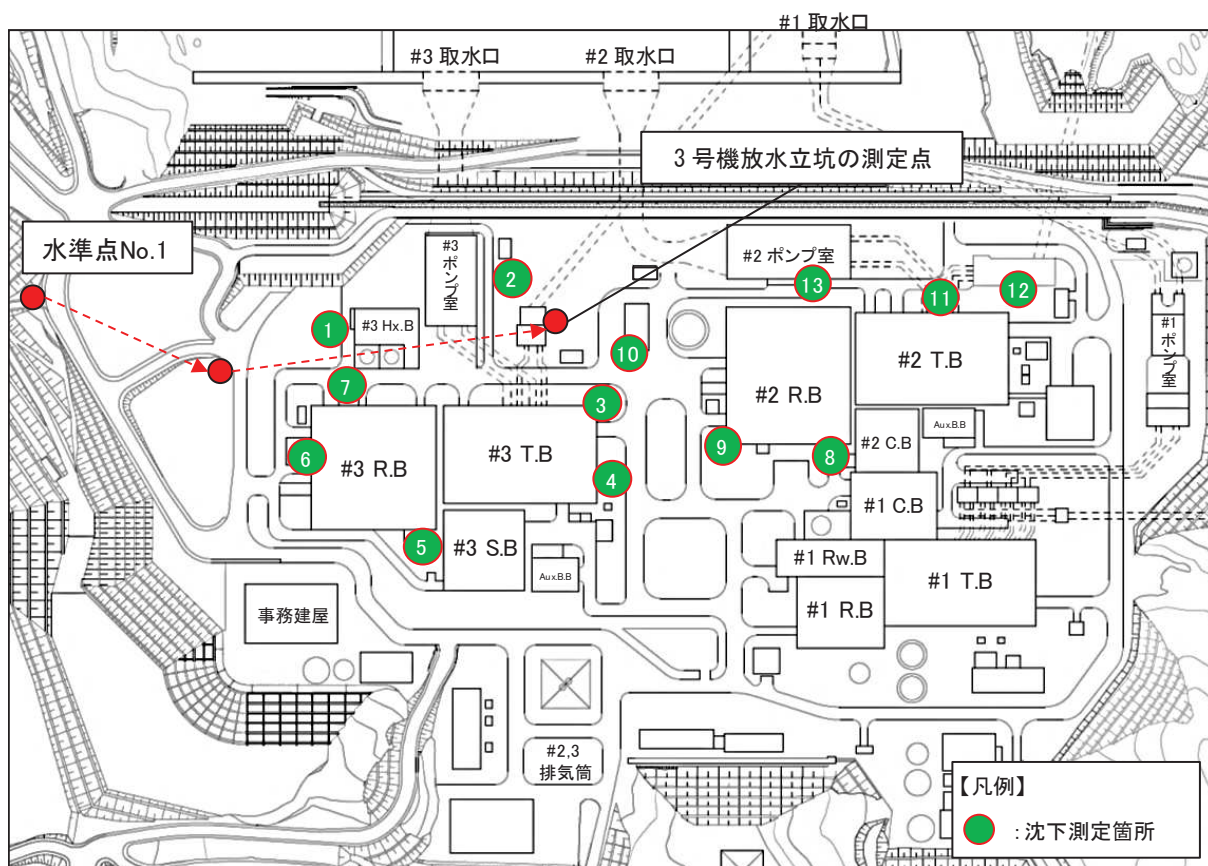


図 2-1 沈下棒の位置図

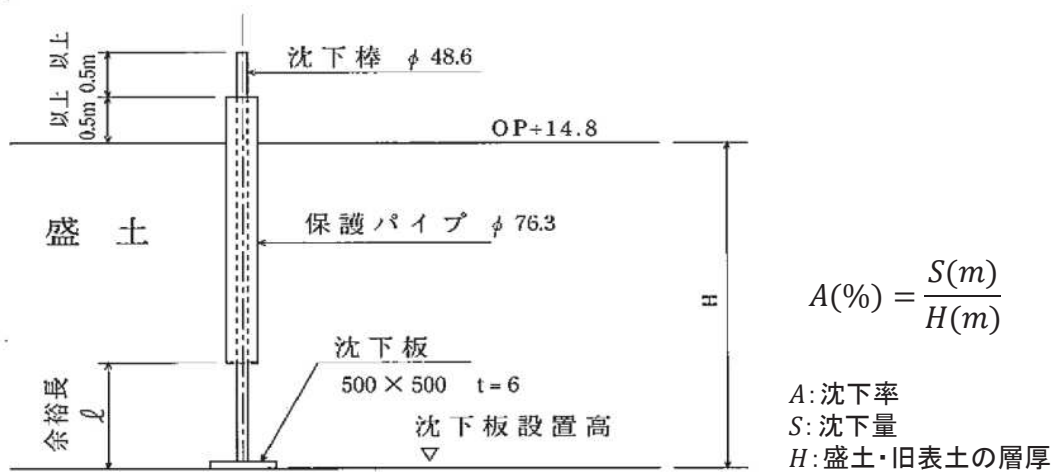


図 2-2 沈下棒の構造



図 2-3 2011年東北地方太平洋沖地震における女川原子力発電所の沈下実績

(2) 地震後の状況写真による沈下実績

a. 地震後に顕著な沈下が確認された箇所への整理

2011年東北地方太平洋沖地震後に顕著な沈下が確認された箇所は図2-4に示す7箇所であった。各沈下の状況の詳細を図2-5～図2-11に示す。

写真から推定される沈下量及び沈下率を表2-1に示す。推定される最大沈下率は1.28%であった。

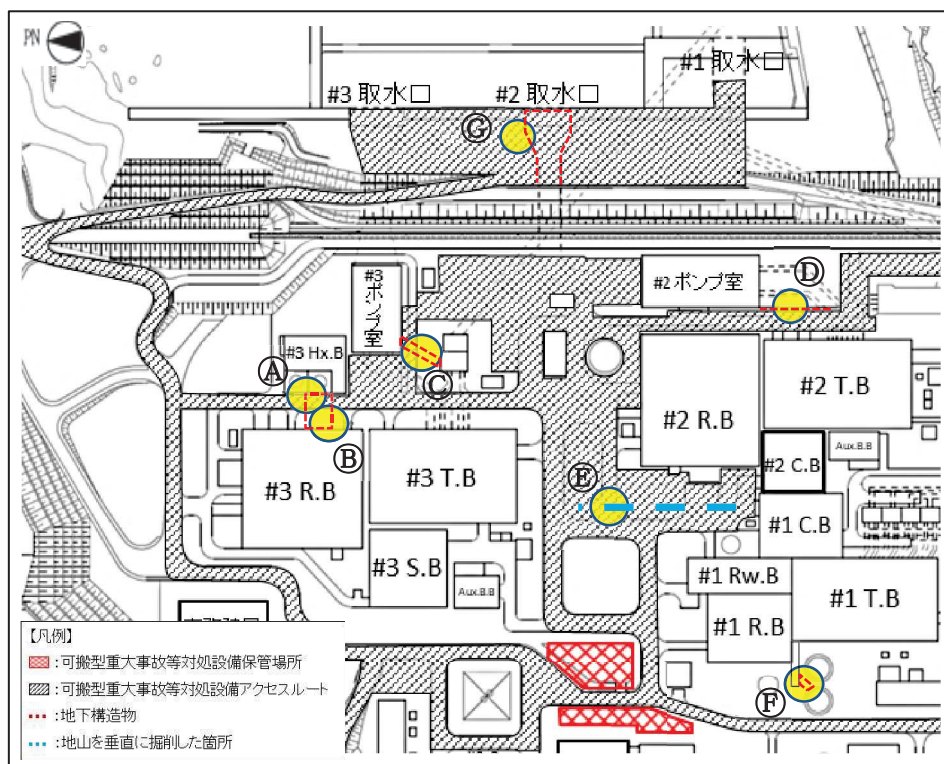


図 2-4 2011年東北地方太平洋沖地震における沈下発生箇所

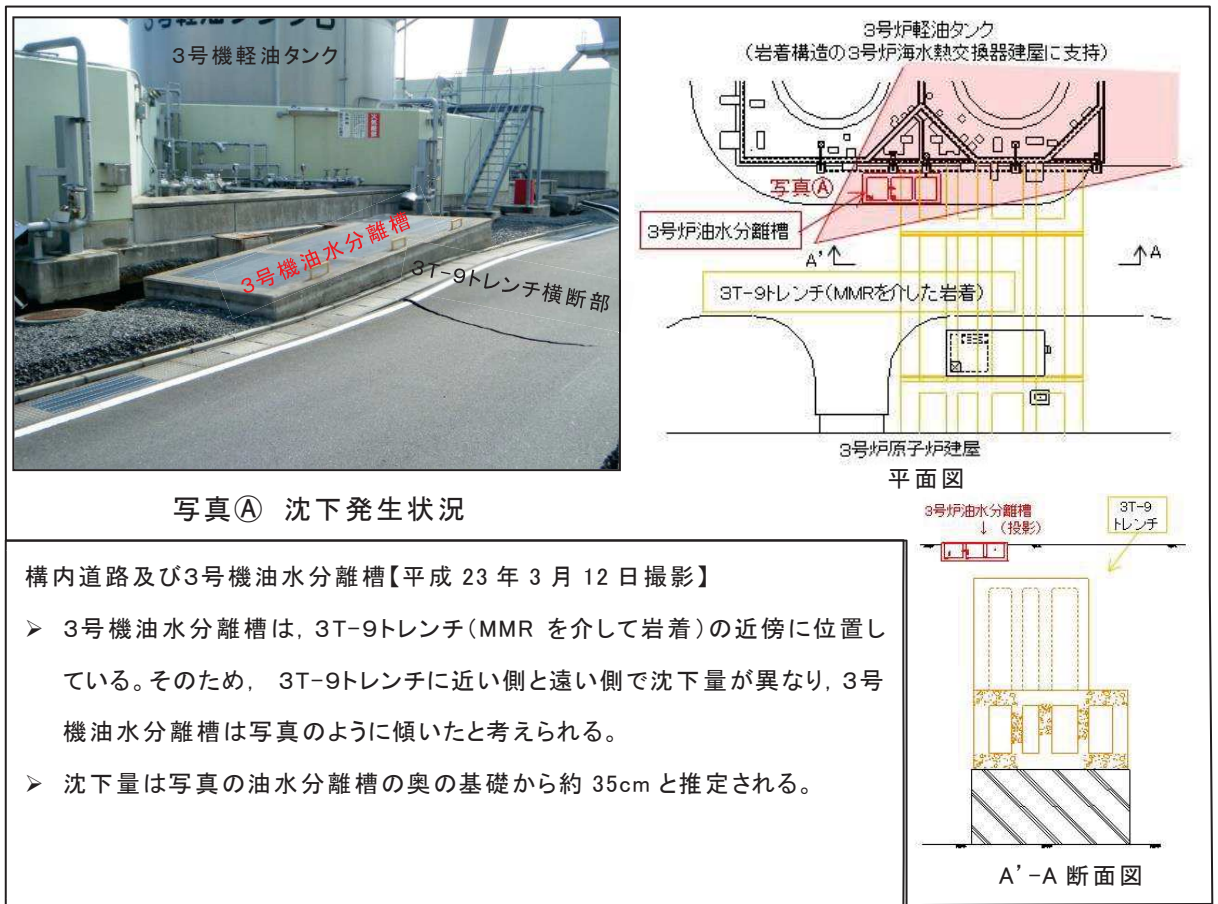
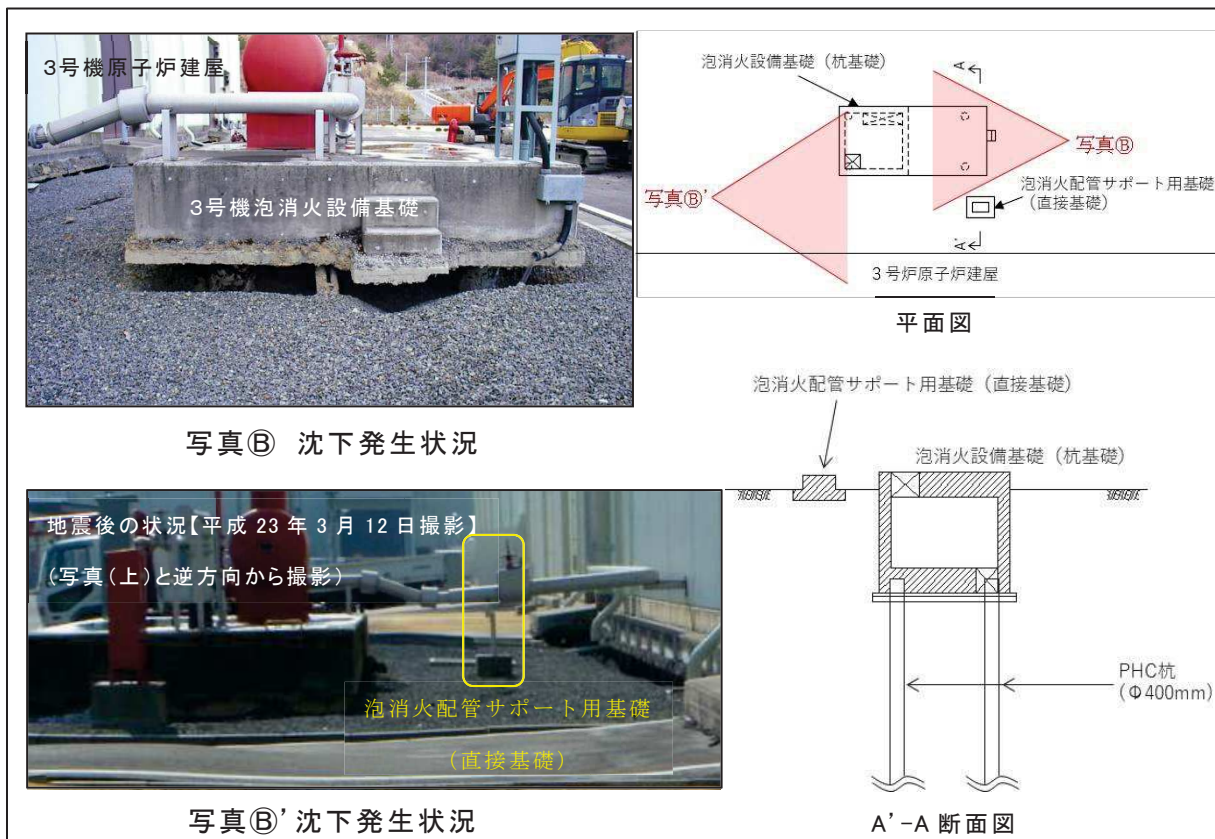


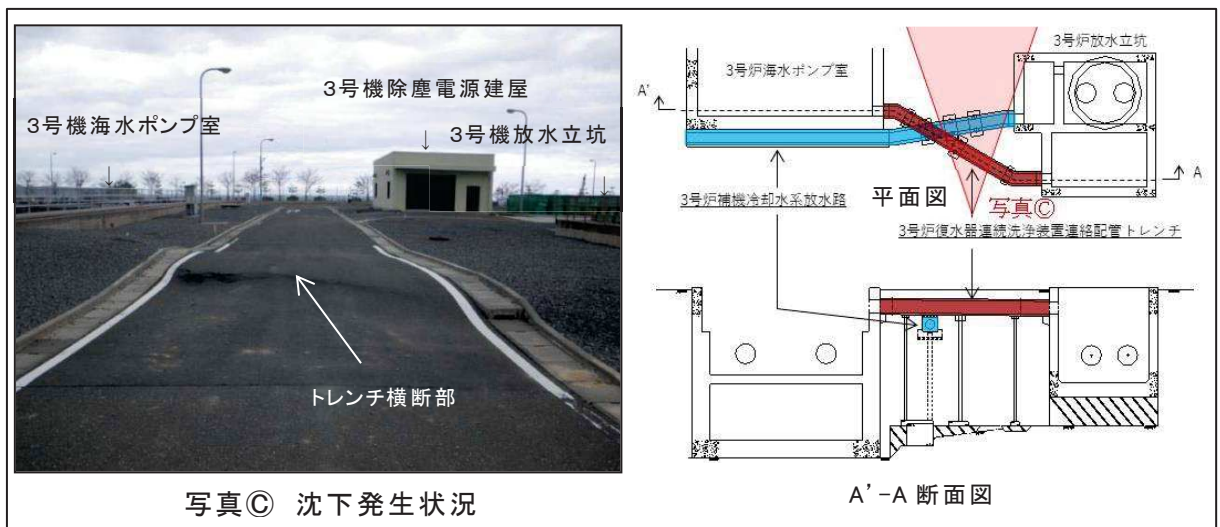
図 2-5 2011 年東北地方太平洋沖地震における沈下発生状況 (1 / 7)



3号機泡消火設備基礎【平成23年3月20日撮影】

- 3号機泡消火設備基礎は杭基礎構造（MMR を介して岩着）であるため、周辺の埋戻し部のみが沈下している（写真⑥）。
- 写真⑥では基礎に敷設されている配管が3号機原子炉建屋側に向かって下がっている状況が確認される。これは、3号機泡消火設備基礎から3号機原子炉建屋の間にサポート部材があり、その基礎が岩着していないため沈下したことにより生じたものであり、3号機泡消火設備基礎が浮き上がったものではない（写真⑥'）。
- 3号機泡消火設備周辺の沈下量は写真から約40cmと推定される。

図 2-6 2011 年東北地方太平洋沖地震における沈下発生状況（2 / 7）



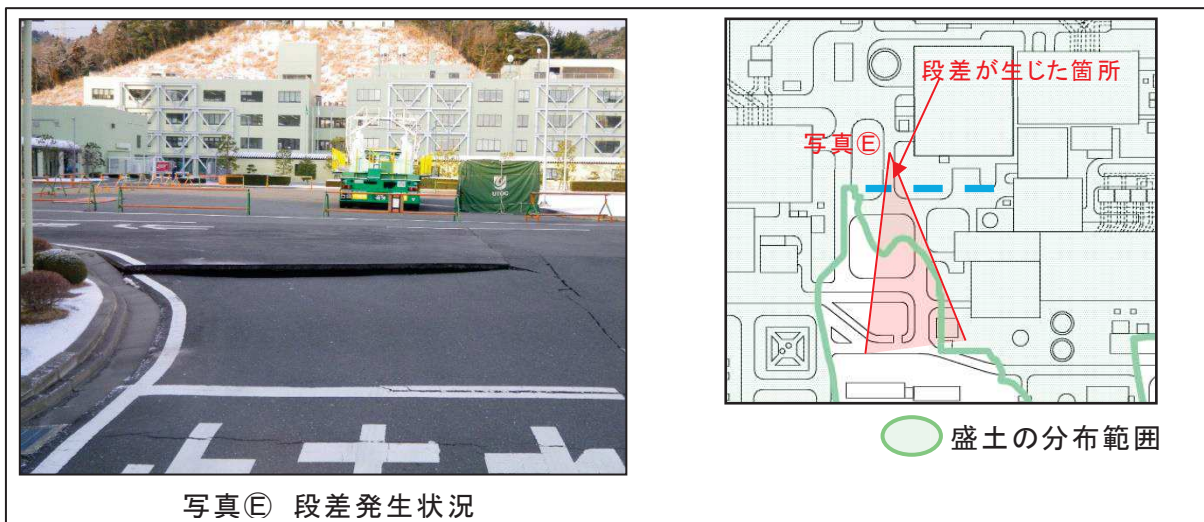
構内道路【平成 23 年 3 月 12 日撮影】(3号機海水ポンプ室脇から海側を撮影)

- 構内道路を横断して杭基礎構造の3号機復水器連続洗浄装置連絡配管トレンチが埋設されているため、周辺の埋戻し部との境界で段差が生じたと考えられる。
- 沈下量は写真右側の側溝から約 15cm と推定される。

図 2-7 2011 年東北地方太平洋沖地震における沈下発生状況 (3 / 7)



図 2-8 2011 年東北地方太平洋沖地震における沈下発生状況 (4 / 7)



構内道路【平成 23 年 3 月 12 日撮影】(2号機原子炉建屋脇から山側を撮影)

- 敷地の盛土の分布範囲から、写真手前側は埋戻し部(盛土)が分布している範囲であり、写真奥側は切土の範囲であることから、盛土層厚の違いによって段差が生じたものと考えられる。
- 沈下量は写真のアスファルト舗装の段差から約 10cm と推定される。

図 2-9 2011 年東北地方太平洋沖地震における沈下発生状況 (5 / 7)

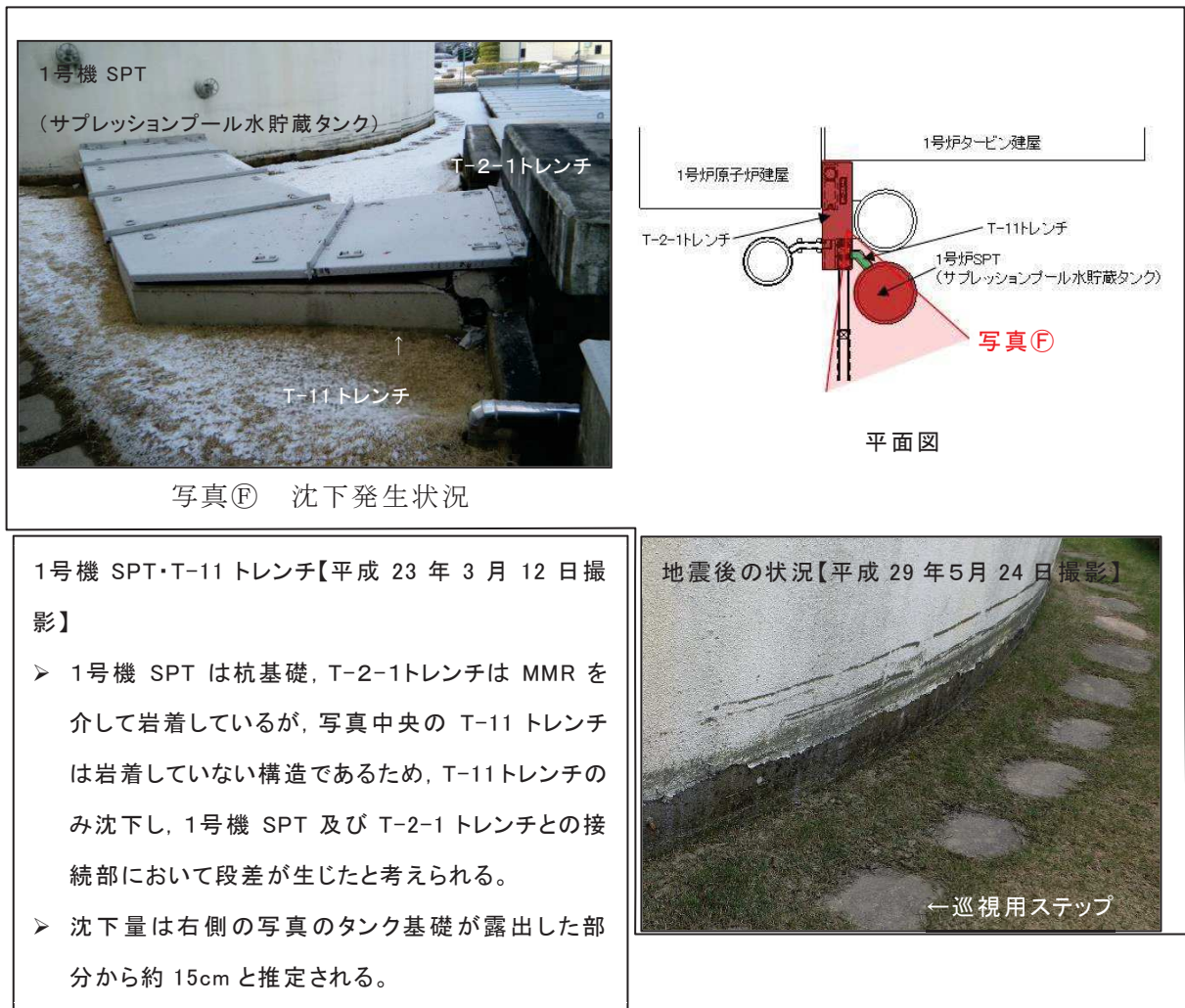


図 2-10 2011 年東北地方太平洋沖地震における沈下発生状況 (6 / 7)



2号機取水口付近【平成 23 年 3 月 15 日撮影】

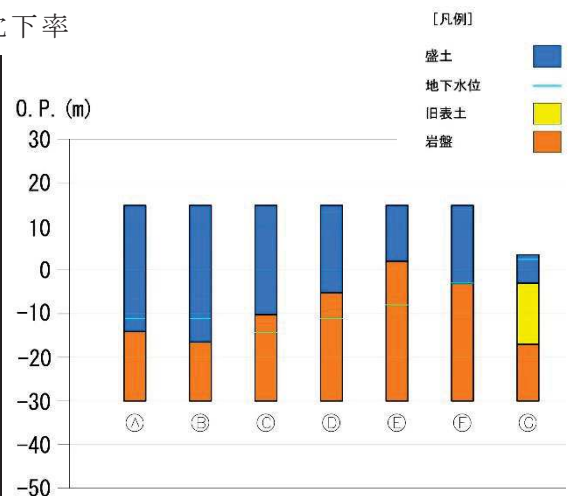
- 2号機取水口付近は、津波により浸水したため、地震による影響（液状化、噴砂等）の有無を確認することはできない。なお、道路に生じている段差は岩着している取水口と埋戻し土（盛土）の境界部であり、道路上に確認される砂については、津波によって巻き上げられた海砂が堆積したものと考えられる。
- 沈下量は写真の2号機取水口（鉄筋コンクリート造）とアスファルト舗装の境界部に発生している段差から約 20cm と推察される。

図 2-11 2011 年東北地方太平洋沖地震における沈下発生状況（7 / 7）

表 2-1 2011 年東北地方太平洋沖地震における段差発生箇所の

推定沈下量及び沈下率

段差発生箇所	沈下量	沈下率
Ⓐ	約 35cm	1.21%
Ⓑ	約 40cm	1.28%
Ⓒ	約 15cm	0.60%
Ⓓ	約 15cm	0.75%
Ⓔ	約 10cm	0.78%
Ⓕ	約 15cm	0.84%
Ⓖ	約 20cm	0.87%



枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

b. その他の敷地内の状況について

前項に示している地震後に顕著な沈下が確認された7地点を除き、その他の敷地内においては図2-12、図2-13に示すように不等沈下に伴う大きな変状は確認されていない。

図2-12に示す写真A及びBは1号機と3号機の建屋に挟まれているエリアであり、構内道路や緑地帯には大きな変状は確認されず、車両の通行に支障を及ぼすことはなかった。

図2-13に示す写真Cは3号機の原子炉建屋及びタービン建屋の東側のエリアであり、構内道路には大きな変状は確認されず、車両の通行に支障を及ぼすことはなかった。

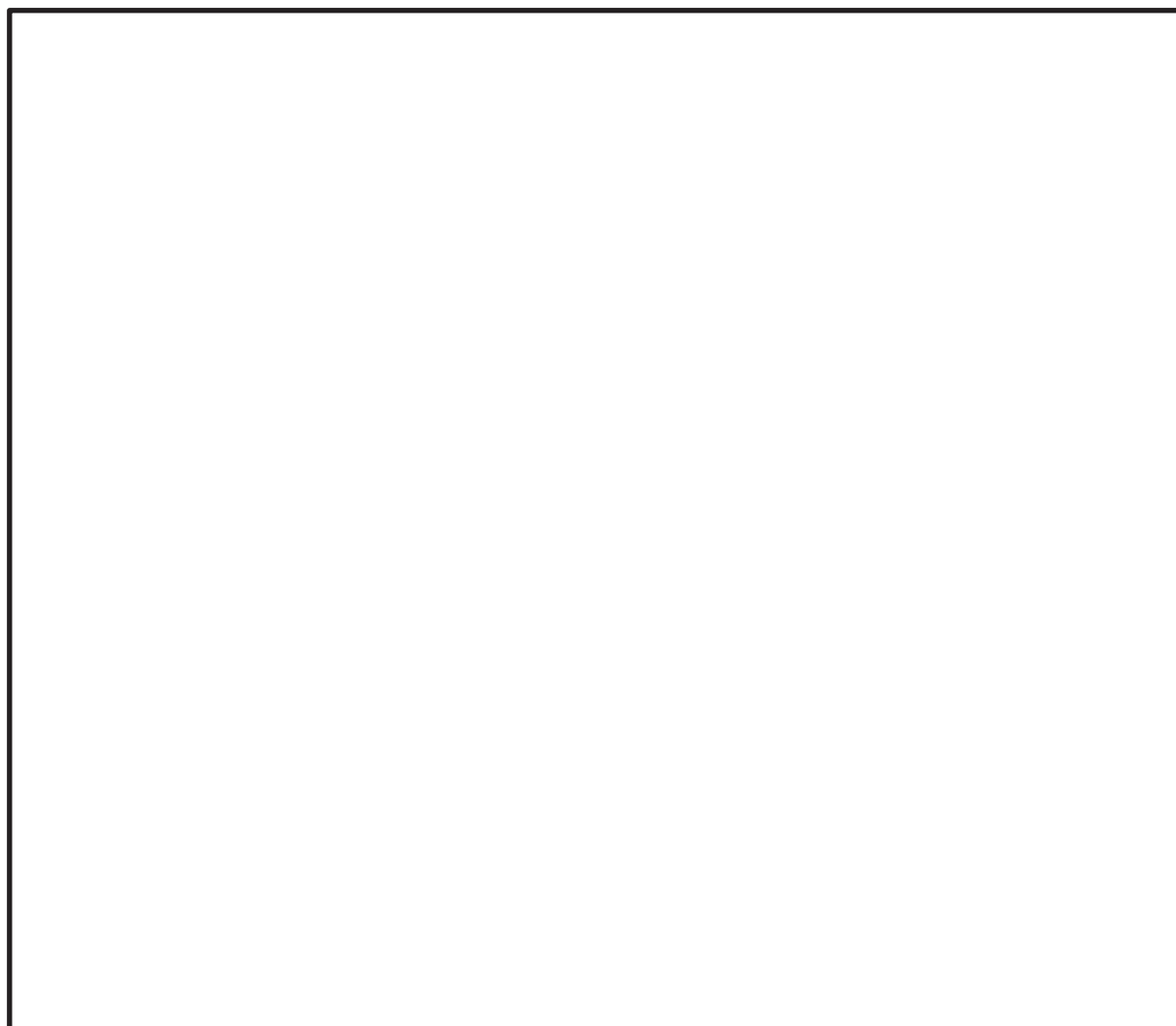


図2-12 2011年東北地方太平洋沖地震後の状況写真（3号機南側）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

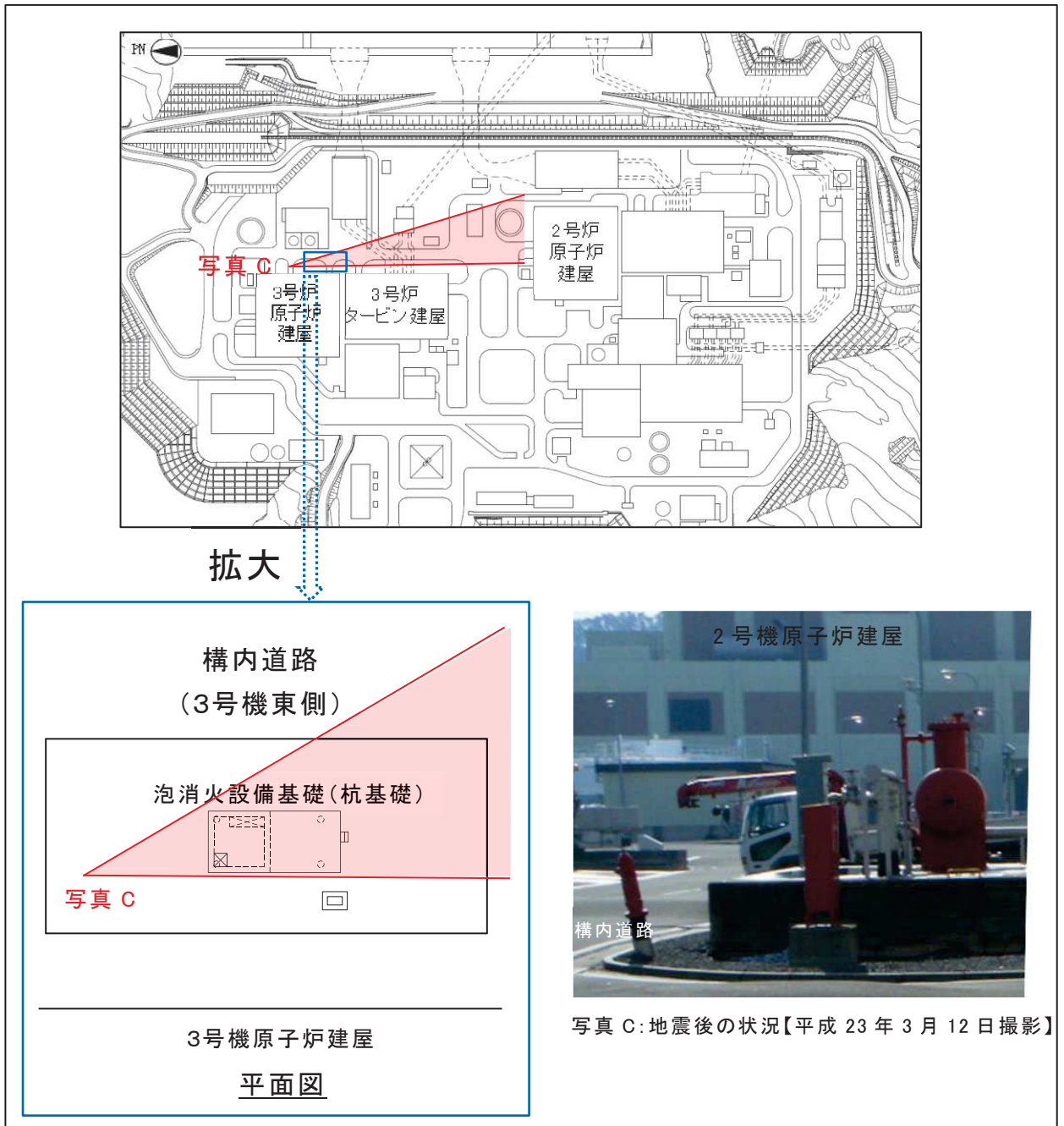


図 2-13 2011 年東北地方太平洋沖地震後の状況写真（3号機東側）

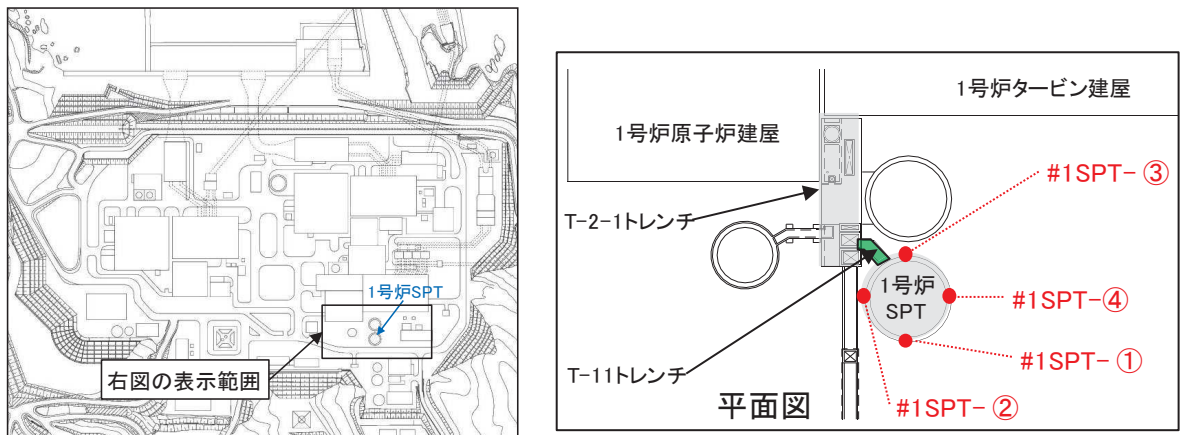
(3) 2011年東北地方太平洋沖地震後の岩着構造物の沈下について

2011年東北地方太平洋沖地震による岩着構造物（杭基礎を含む）の沈下影響を確認するため、1号機 SPT 基礎（サプレッションプール水貯蔵タンク基礎：杭基礎）、2号機海水ポンプ室（門型クレーン基礎含む）（岩着）及び3号機泡消火設備基礎（杭基礎）について、同地震を挟み2007年から2018年までの測量データを2007年に対する鉛直変位量で整理した。

a. 1号機 SPT（サプレッションプール水貯蔵タンク）基礎

1号機 SPT 基礎は杭基礎構造であり、図 2-14 に 2007 年に対する鉛直変位量の推移を示す。

その結果、1号機 SPT 基礎は、2007年以降、±約 10mm 内で推移しており、2011年東北地方太平洋沖地震による沈下は生じていないと考えられる。



2007年2月に対する鉛直変位量(mm)

#1SPT	2007年 2月	2008年 2月	2009年 2月	2010年 2月	2011年 2月	2011年 3月	2013年 2月	2014年 2月	2015年 2月	2016年 2月	2017年 2月	2018年 2月
①	0	-8	-8	-1	1	-2	0	-3	-3	4	4	-1
②	0	1	1	-1	1	-1	-3	1	-1	10	5	-2
③	0	1	1	-1	2	-2	-3	1	-2	1	4	-2
④	0	0	0	-1	0	-2	-1	-3	-3	3	2	-3

東北地方太平洋沖地震

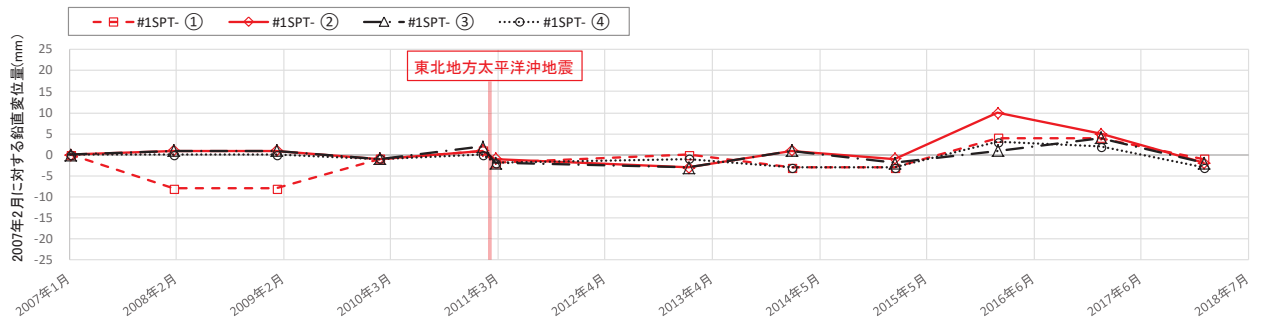
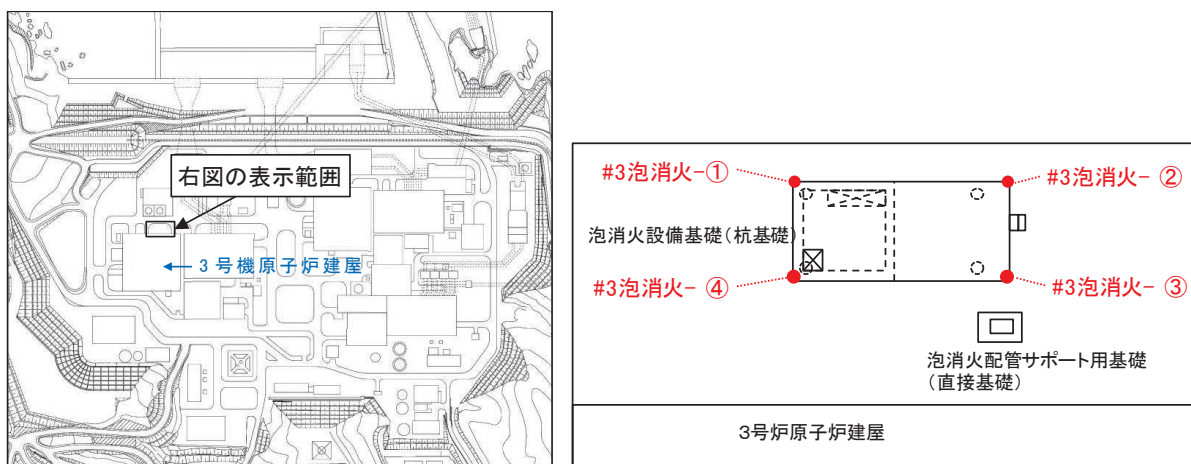


図 2-14 1号機 SPT 基礎の鉛直変位量の推移 (2007年2月に対する鉛直変位量)

b. 3号機泡消火設備基礎

3号機泡消火設備基礎は杭基礎構造であり、図 2-15 に 2007 年に対する鉛直変位量の推移を示す。

その結果、3号機泡消火設備基礎は、2007 年以降大きな変動はなく、2011 年東北地方太平洋沖地震による沈下は生じていないと考えられる。



2007年2月に対する鉛直変位量(mm)

#3泡消火	2007年 2月	2008年 2月	2009年 2月	2010年 2月	2011年 2月	2011年 3月	2013年 2月	2014年 2月	2015年 2月	2016年 2月	2017年 2月	2018年 2月
①	0	-2	1	-3	-1	0	-4	-5	-3	-2	-1	-2
②	0	-4	0	-3	-2	0	-5	-6	-3	-2	-1	-2
③	0	-4	-1	-5	-3	-1	-6	-6	-4	-3	-3	-3
④	0	-3	0	-3	-2	0	-5	-5	-3	-3	-1	-3

東北地方太平洋沖地震

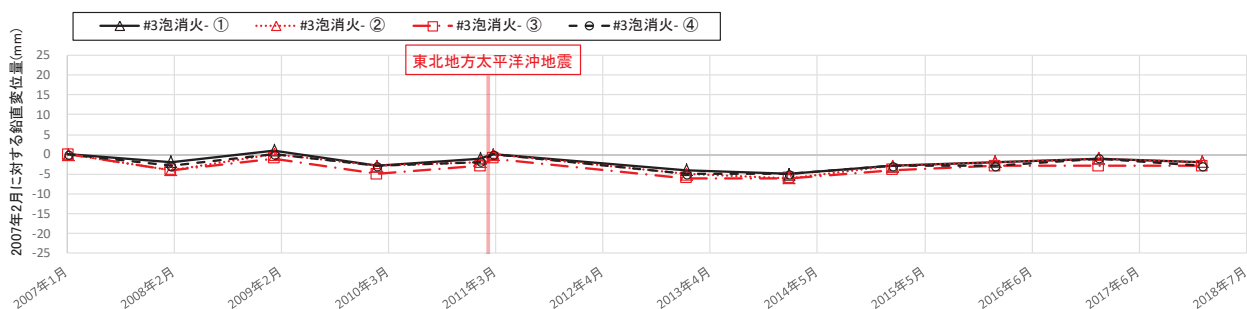


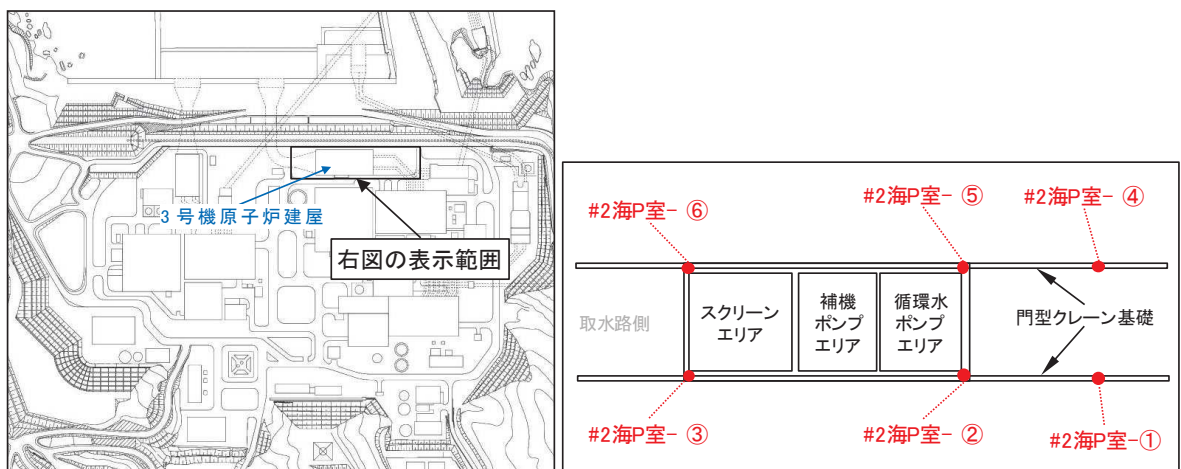
図 2-15 3号機泡消火設備基礎の鉛直変位 (2007 年 2 月に対する鉛直変位量)

c. 2号機海水ポンプ室

2号機海水ポンプ室（門型クレーン基礎含む）は岩着構造であり，図 2-16 に 2007 年に対する鉛直変位量の推移を示す。

その結果，2号機海水ポンプ室（門型クレーン基礎含む）は，2007 年以降，±約 10mm 内で推移しており，2011 年東北地方太平洋沖地震による沈下は生じていないと考えられる。

なお，2011 年東北地方太平洋沖地震前後において，数 mm 程度の鉛直変位が生じている可能性があることから，その要因について検討を行った。



2007年2月に対する鉛直変位量(mm)

#2海P室	2007年 2月	2008年 2月	2009年 2月	2010年 2月	2011年 2月	2011年 3月	2013年 2月	2014年 2月	2015年 2月	2016年 2月	2017年 2月	2018年 2月
①	0	8	0	-8	-4	-9	-9	-11	-10	-8	-7	-8
②	0	0	0	-4	-1	-6	-7	-8	-8	-7	-5	-9
③	0	0	0	-4	-2	-4	-6	-5	-6	-5	-7	-4
④	0	9	0	-8	-3	-8	-9	-9	-9	-8	-6	-8
⑤	0	0	0	-3	0	-6	-8	-6	-8	-6	-7	-7
⑥	0	0	0	-4	-1	-3	-2	-3	-4	-2	-6	-3

東北地方太平洋沖地震

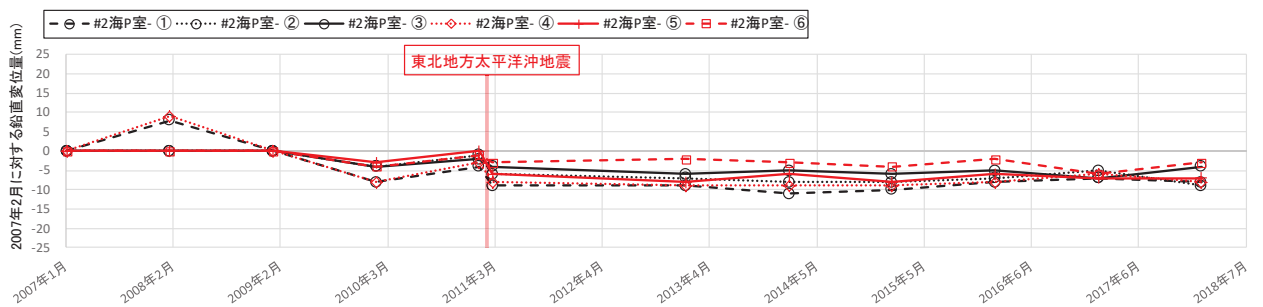


図 2-16 2号機海水ポンプ室の鉛直変位（2007年2月に対する鉛直変位量）

d. 2011 年東北地方太平洋沖地震前後の鉛直変位の要因

2号機海水ポンプ室において、2011年東北地方太平洋沖地震前後で、数mm程度の鉛直変位が生じている可能性があることから、その要因について以下の検討を行った。

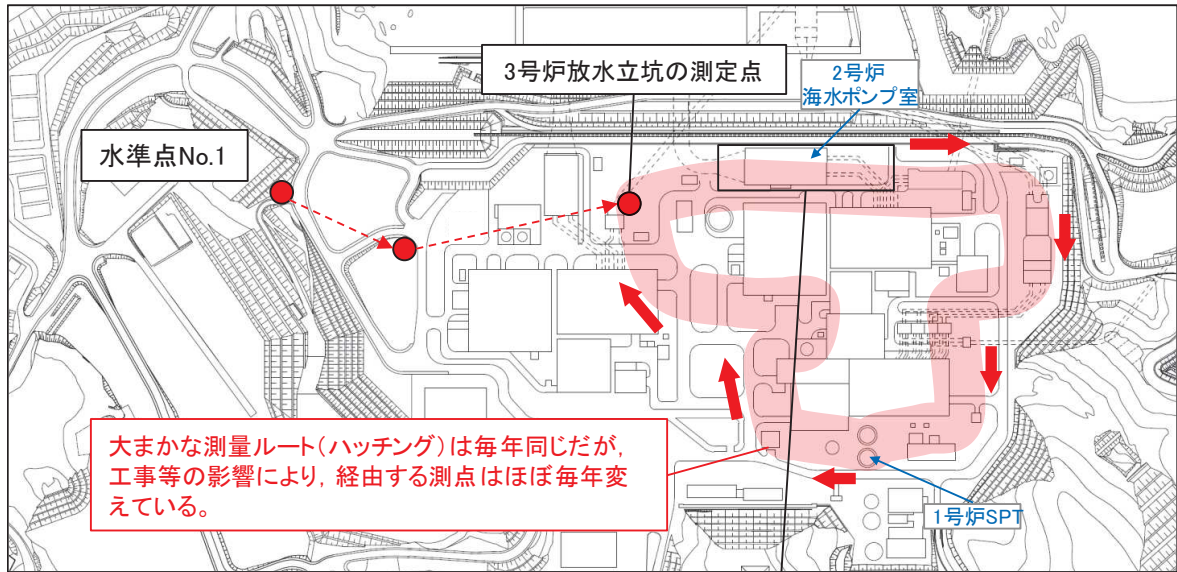
(a) 測量ルート・測点の変更に伴う影響について

敷地内の構造物の沈下測量は、図 2-17（上段）に示すとおり3号機放水立坑を基点に2号機と1号機を囲むように測量（閉路線）を実施している。なお、3号機側は3号機を囲むように測量（閉路線）を実施している。

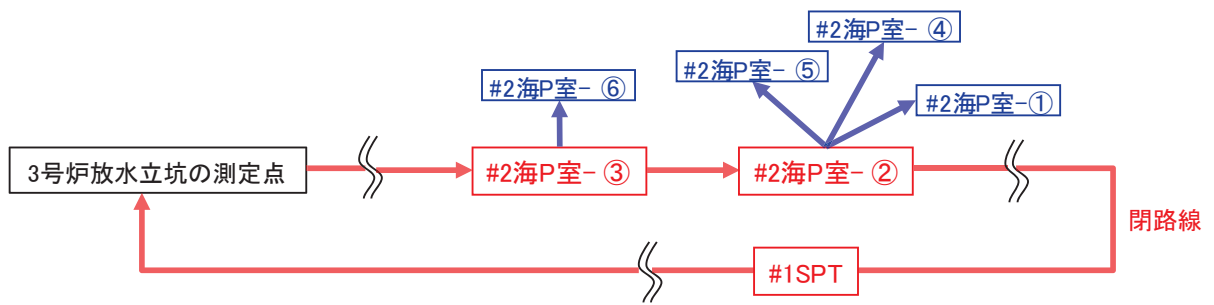
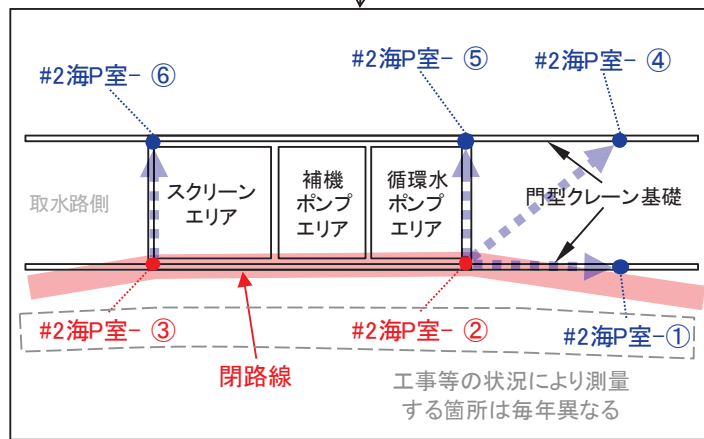
このうち、2号機海水ポンプ室の測量については、上記の測量（閉路線）で得た測点を基点に、図 2-17（中段）のようにそれぞれの測点を測量している。これらの測量ルートは、2011年東北地方太平洋沖地震前後において大きな変更はなかった（図 2-17（上段）の赤ハッチング内）。

一方、測量する測点は安全対策工事等の状況によって異なり、測点を変更したことによる測量誤差が生じていた可能性がある。ただし、測量の順序としては1号機 SPT 基礎よりも2号機海水ポンプ室を先に測量していることから、仮に2号機海水ポンプ室で測量誤差が生じているとすれば、1号機 SPT 基礎も同様の誤差が生じていることになるが、測量結果はそうになっていない。

したがって、2号機海水ポンプ室で生じている数mm程度の鉛直変位は測量ルート・測点の変更に伴うものではないと判断した。



1・2号炉関連の構造物の沈下測量ルート



沈下測量ルートのイメージ

図 2-17 測量ルート・測点の変更に伴う影響の検討

(b) 2011年東北地方太平洋沖地震前後の地殻変動に伴う影響について

2011年東北地方太平洋沖地震により東北地方太平洋沿岸で大きな沈降が観測され牡鹿半島周辺では1mを越える沈降が観測された(図2-18:国土地理院HP)。

女川原子力発電所では、図2-18に示すとおり、地殻変動-100cmのコンター上にほぼ位置しており、コンターの線形から東側で沈降量が大きく、西側で沈降量が少ない傾向が確認される。なお、女川(観測局:-89cm,図2-19)からM牡鹿(観測局:-107cm,図2-19)は約9km離れていることから、その間の地殻変動の勾配は約2cm/kmとなる。一方、女川原子力発電所の敷地内(O.P.+14.8m盤)の北西-南東方向(女川-M牡鹿の方向)は約600mであることから、この勾配(約2cm/km)を考慮すると、敷地内では約1.2cmの標高差が生じていることに相当する。

2011年東北地方太平洋沖地震前後における地盤変位量を把握するため、敷地内の水準点(4点)の経年変化について整理を行った。測量を実施した基準点の位置を図2-20に、測量結果による構内水準点標高の経年変化を表2-2に示す。2011年東北地方太平洋沖地震後の測量(平成23年11月)では、敷地内の地盤変位量は、全水準点においてほぼ同値(約1m沈降)であり、不等沈下の影響はなく、一様に変位していることを確認した。ただし、水準点によっては他の水準点と比べてわずかな差があり、その差は1cm程度となっている。また、至近の測量(平成29年4月)では、前回(平成23年11月)に比べ約30cm隆起していることを確認した。なお、平成23年4月7日に宮城県沖で地震(M7.4)が発生しているが、前回(平成23年11月)の測量結果はこの地震の影響も含まれていると考えられる。

敷地内の4水準点における地殻変動量(東北地方太平洋沖地震前後)について、水準点No.1(構造物の沈下測定を行った基点)を基準に他の水準点の相対変位量を示すと図2-21のとおりである。これらの差は、図2-18で示した国土地理院の報告(沈降量が西側で小さく、東側で大きい傾向)と同様である。

これらの状況を踏まえ、1号機SPTは水準点No.3、2号機海水ポンプ室は水準点No.2に近いことから、それぞれ水準点No.1との地殻変動量の差(1号機SPTは約2mm、2号機海水ポンプ室は約3mm)を考慮する。

東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 前後の地殻変動 (上下) 一本震前後—
 基準期間 : 2011/03/10 — 2011/03/10 [F3 : 最終解]
 比較期間 : 2011/03/12 — 2011/03/12 [F3 : 最終解]

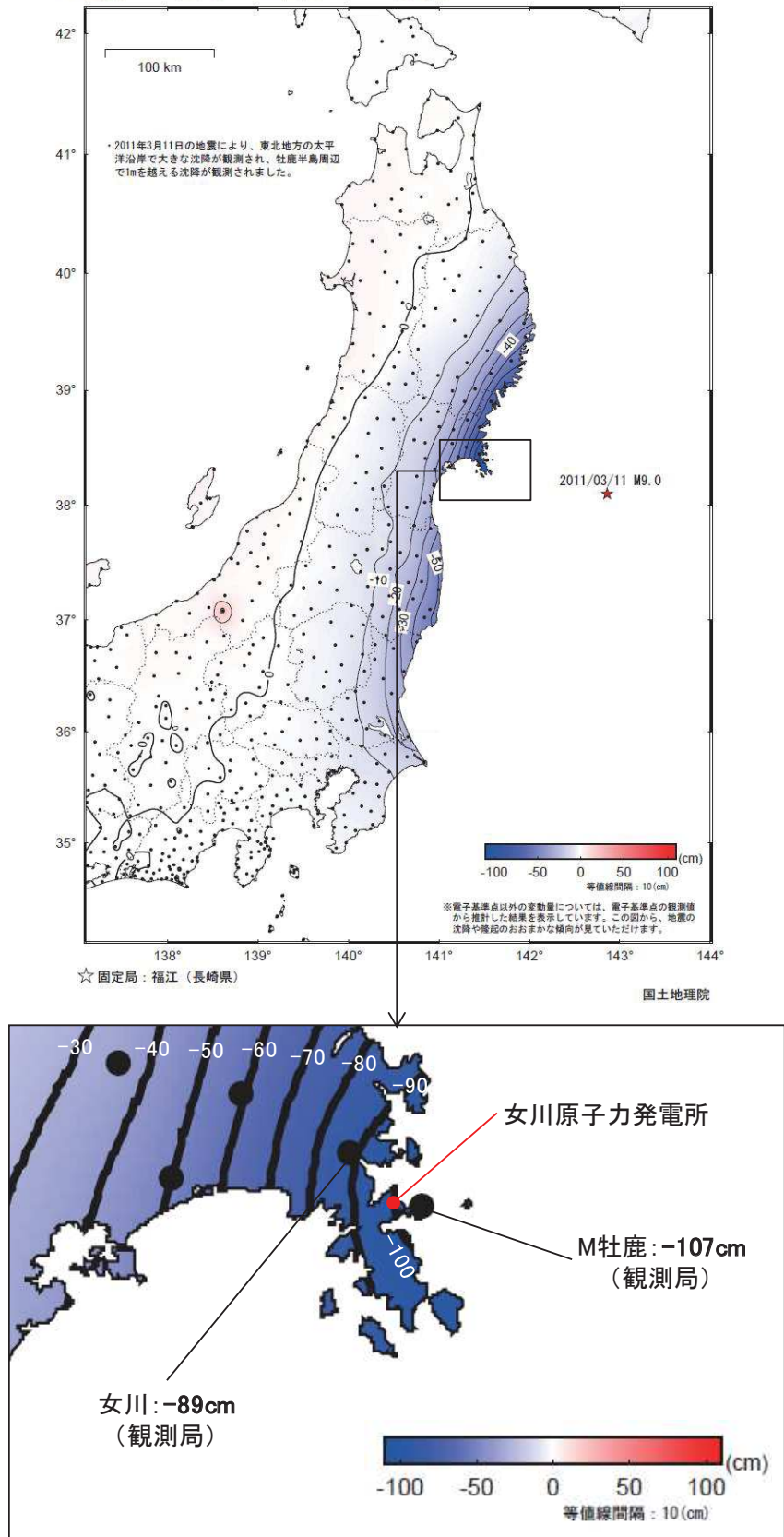


図 2-18 東北地方太平洋沖地震前後の地殻変動 (上下)

沿岸の観測局の変動量の一覧(高さ)

観測局名	所在地	高さの変動量[cm]									
		本震前後 (※1)	本震翌日から 1年後まで(※2)	本震1年後から 2年後まで(※2)	本震2年後から 3年後まで(※2)	本震3年後から 4年後まで(※2)	本震4年後から 5年後まで(※2)	本震5年後から 6年後まで(※2)	本震6年後から 7年後まで(※2)	本震翌日から 7年間の累積 (※3)	本震前から 7年間の累積 (※4)
東通	青森県下北郡東通村大字尻屋	0	3	1	1	0	1	0	0	6	7
東通2	青森県下北郡東通村大字白糖	1	3	1	1	1	1	0	0	7	8
六ヶ所	青森県上北郡六ヶ所村大字尾駈	1	3	1	1	1	1	0	0	5	6
S三沢	青森県三沢市織笠	0	2	1	1	1	0	0	0	4	4
三沢	青森県三沢市東町	0	2	1	0	1	1	-1	0	5	5
八戸	青森県八戸市小中野	-1	1	1	0	0	1	-1	1 (※8)	3 (※8)	3 (※8)
種市	岩手県九戸郡洋野町種市	-3	-2	0	1	0	0	0	0	-1	-3
S洋野	岩手県九戸郡洋野町中野	-4	-3	0	0	0	0	0	0	-3	-7
久慈	岩手県久慈市宇都町	-7	-5	1	0	0	1	0	0	-3	-9
S菅代	岩手県下閉伊郡菅代村第1地割	(※5)	(※5)	0	0	1	0	0	1	(※5)	-21
岩泉1	岩手県下閉伊郡岩泉町小本	-18	-12	0	1	1	1	1	1	-9	-27
宮古	岩手県宮古市大字津軽石	-35	-11	2	2	2	2	1	2	0	-34
山田	岩手県下閉伊郡山田町織笠	-49	-8	2	2	2	2	2	2	4	-44
釜石	岩手県釜石市甲子町	-54	0	4	4	3	3	3	3	19	-35
S大船渡	岩手県大船渡市三陸町吉浜	(※5)	(※5)	4	4	4	3	3	3	(※5)	-46
大船渡	岩手県大船渡市赤崎町	-75	5	5	5	5	3	4	4	30	-45
S陸前高田	岩手県陸前高田市小友町	(※5)	(※5)	5	5	5	3	4	4	(※5)	-38
気仙沼	宮城県気仙沼市笹が陣	-85	7	6	5	5	4	3	5	34	-32
S本吉	宮城県本吉郡本吉町津谷桜子	(※5)	(※5)	6	6	5	5	4	4	(※5)	-29
志津川	宮城県本吉郡南三陸町志津川	-68	12	7	6	5	5	4	4	43	-25
S石巻北上	宮城県石巻市北上町十三浜	(※5)	(※5)	8	7	6	5	5	4	(※5)	-41
S石巻雄勝	宮城県石巻市雄勝町桑浜	(※5)	(※5)	8	7	6	6	5	5	(※5)	-48
女川	宮城県牡鹿郡女川町大字女川浜	-89	15	8	7	6	5	5	5	51	-38
M牡鹿	宮城県石巻市大字寄磯浜	-107	17	8	7	7	5	5	4	54	-54
牡鹿	宮城県石巻市鮎川浜	(※5)	(※5)	8	7	6	5	5	5	(※5)	-66
S石巻	宮城県石巻市長渡浜	(※5)	(※5)	8	7	6	5	5	5	(※5)	-51
S石巻牧浜	宮城県石巻市牧浜	(※5)	(※5)	8	7	6	6	5	5	(※5)	-38
矢本	宮城県東松島市矢本	-50	13	7	6	5	5	3	4	44	-5
利府	宮城県宮城郡利府町利府	-29	4	5	4	3	3	3	2	25	-5
S七ヶ浜	宮城県宮城郡七ヶ浜町吉田浜	(※5)	(※5)	6	5	4	4	3	3	(※5)	3
名取	宮城県名取市岡上	-26	10	5	4	(※7)	(※7)	(※7)	(※7)	(※7)	(※7)
巨理	宮城県亶理郡巨理町	-22	6	5	3	3	3	2	1	22	0
相馬1	福島県相馬市中村	-30	6	5	4	3	3	2	3	25	-5
小高	福島県南相馬市小高区蛭沢	-55	(※6)	(※6)	2	3	3	2	2	17	-37
楢葉A	福島県双葉郡楢葉町下小埜	-51	5	3	3	2	2	3	2	20	-31
いわき	福島県いわき市平四ツ波	-48	7	4	3	2	2	2	2	22	-26
北茨城	茨城県北茨城市磯原町磯原	-45	3	3	2	2	2	2	2	17	-27
S高萩	茨城県高萩市高浜町	(※5)	(※5)	2	2	2	1	2	1	(※5)	-18
日立	茨城県日立市金沢町	-31	4	2	2	1	1	1	1	13	-28
鉾田	茨城県鉾田市柏原	-24	8	2	2	1	1	1	1	15	-8
茨城鹿嶋	茨城県鹿嶋市平井	-27	11	2	1	1	1	0	0	16	-10
銚子	千葉県銚子市東小川町	-15	11	0	1	0	0	0	0	12	-3
千葉松尾	千葉県山武市松尾町富士見台	-10	7	2	1	0	1	0	0	11	1
長生	千葉県長生郡長生村本郷	-7	6	1	0	0	0	-1	0	6	-1
千葉大原	千葉県いすみ市大原	-6	5	2	2	1	0	0	0	11	5
勝浦	千葉県勝浦市荒川	-5	5	2	2	1	0	0	0	10	6
鴨川	千葉県鴨川市太尾	-3	4	1	1	0	0	0	0	8	4
丸山	千葉県南房総市白子	-3	3	1	1	0	0	0	0	6	3
館山	千葉県館山市西長田	-3	3	1	1	0	0	0	0	5	2

この変動量は、長崎県の福江観測局を固定局とした場合のもので、なお、各年1年間の変動量の累積の合計と7年間の変動量の累積は、表示されている桁数より小さい桁での四捨五入の関係で一致しない場合があります。
表の見方:M牡鹿観測局を例にとると、東北地方太平洋沖地震の影響で107cm沈降し、2018年2月現在、地震前と比べて54cmの沈降となっていることを示しています。

- (※1) 「本震前後」は、2011年3月10日と2011年3月12日と比較したもので、主に本震による変動量を示したものです。(F3解析使用)
- (※2) 「本震翌日、1、2、3、4、5年後から1、2、3、4、5、6年後まで」は、2011年、2012年、2013年、2014年、2015年、2016年3月と、2012年、2013年、2014年、2015年、2016年3月と比較したもので、「本震6年後から7年後まで」は2017年2月と2018年2月と比較したもので、1年ごとの地殻変動量を示したものです。(F3解析使用)
- (※3) 「本震翌日から7年間の累積」は、2011年3月12日と2018年2月と比較したもので、本震後の変動量を示したものです。(F3解析使用)
- (※4) 「本震前から7年間の累積」は、2011年2月と2018年2月と比較したもので、本震とその後の動きによる変動量を示したものです。(F3解析使用)
- (※5) 2011年3月12日に欠測したため。
- (※6) 2012年3月に欠測したため。
- (※7) 移転のため、観測局廃止。
- (※8) 八戸観測局は、2018年1月20日にアンテナ交換を実施。(オフセット未補正)

図 2-19 東日本太平洋側沿岸の観測局の変動量の一覧 (高さ)

(国土地理院 HP に一部加筆)

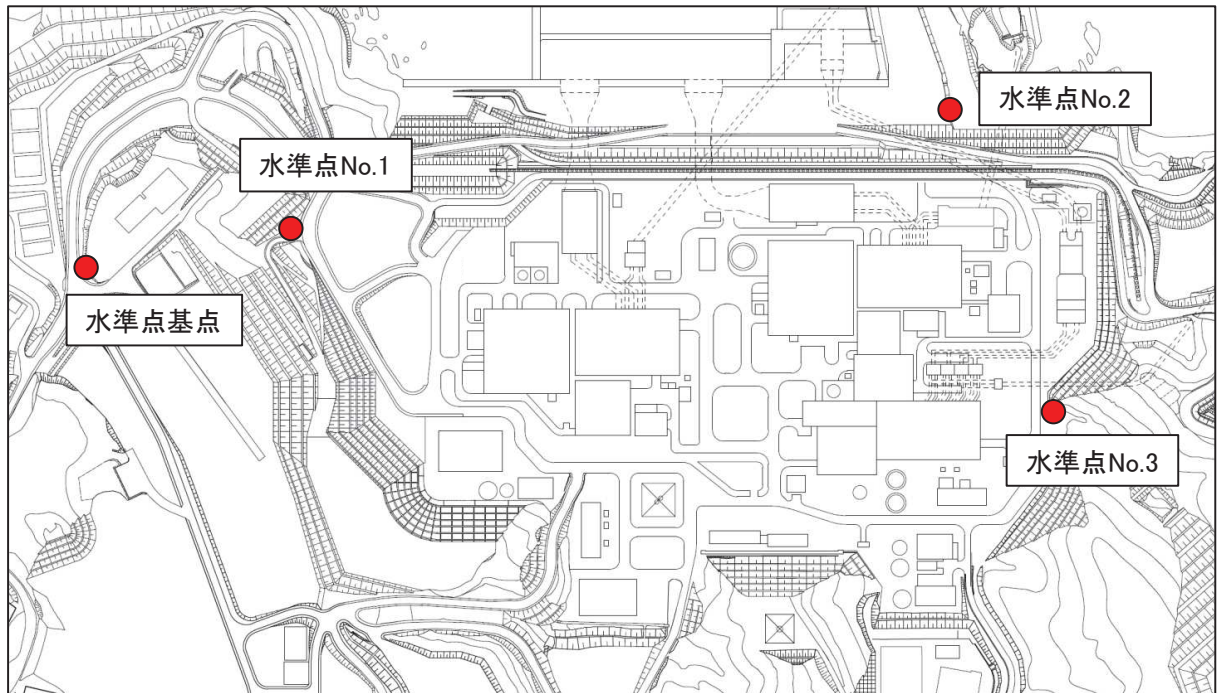


図 2-20 水準測量実施位置

表 2-2 水準点標高の経年変化（2級水準測量）*1

測点	地震前(A) 平成23年2月	地震後(B) 平成23年11月	地震後(C) 平成29年4月	地盤変位量 (B-A)	地盤変位量 (C-B)
水準点 基点	O.P.+58.226m (T.P.+57.486m)	O.P.+57.264m (T.P.+56.524m)	O.P.57.572m (T.P.56.832m)	-0.962m	0.308m
水準点 No.1	O.P.+27.223m (T.P.+26.483m)	O.P.+26.252m (T.P.+25.512m)	O.P.26.559m (T.P.25.819m)	-0.971m	0.307m
水準点 No.2	O.P.+14.759m (T.P.+14.019m)	O.P.+13.785m (T.P.+13.045m)	— *2	-0.974m	— *2
水準点 No.3	O.P.+16.088m (T.P.+15.348m)	O.P.+15.115m (T.P.+14.375m)	O.P.15.424m (T.P.14.684m)	-0.973m	0.309m

*1 構内の水準点のうち、水準点基点については、石巻市荻浜に設置されている国土地理院の一等水準点（5639）から2級水準測量により観測したものであり、水準点No.1～3については、水準点基点から2級水準測量により観測したものである。

*2 水準点No.2については、防潮堤かさ上げ工事に伴い撤去。

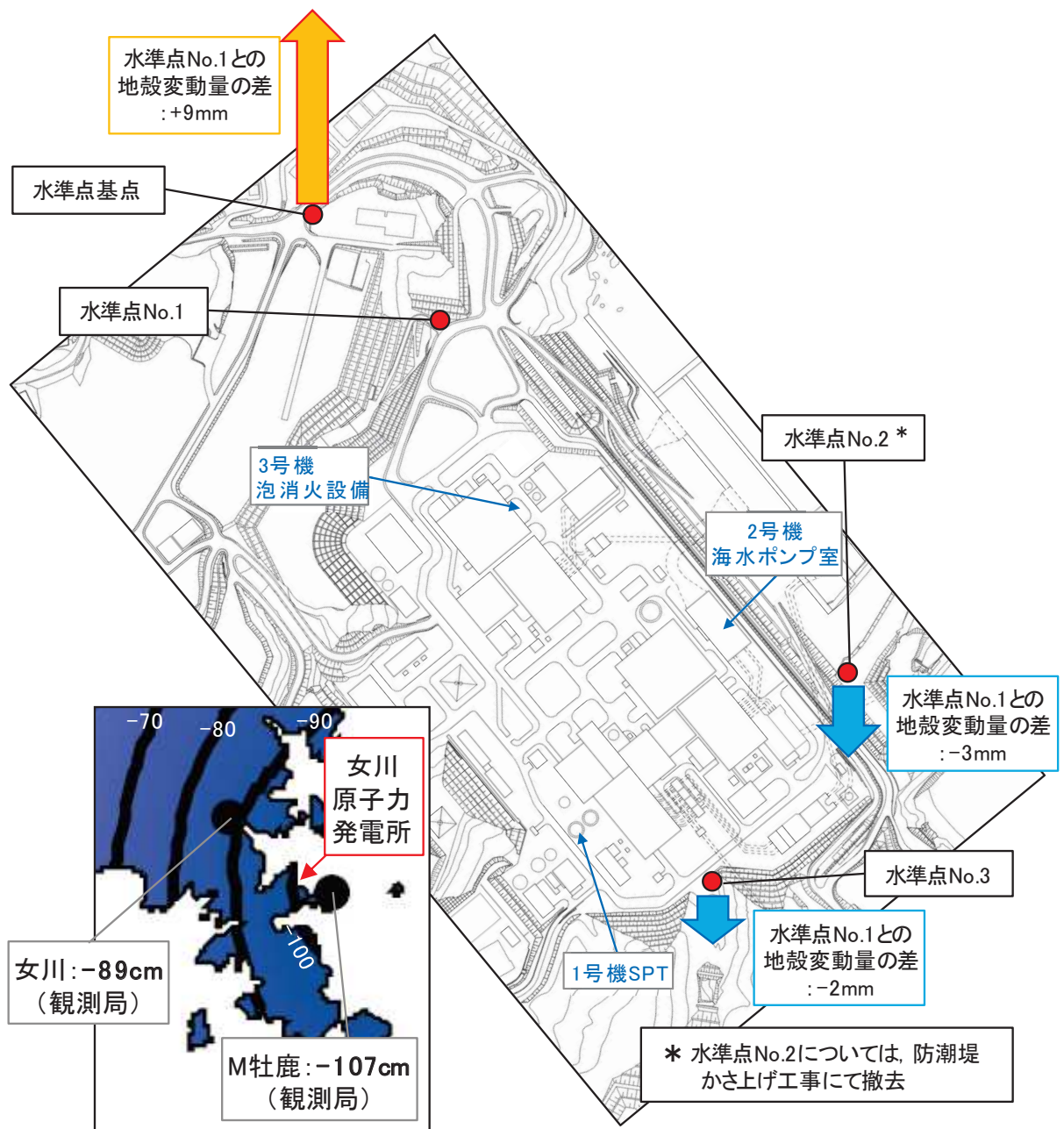


図 2-21 水準点 No. 1 に対する地殻変動量の差

(c) 2011年東北地方太平洋沖地震前後の鉛直変位の要因

1号機 SPT 基礎及び2号機海水ポンプ室について、それぞれ2mm及び3mmの地殻変動量を考慮した補正を行った結果（図2-22）、補正前と大きな相違はないものの、補正前に比べて地震前後での急激な鉛直変位は解消されており、構造物としての沈下は生じていなかったと考えられる。

2011年東北地方太平洋沖地震による岩着構造物（杭基礎を含む）の沈下影響を確認するため、1号機 SPT 基礎（杭基礎）、2号機海水ポンプ室（門型クレーン基礎含む）（岩着）及び3号機泡消火設備基礎（杭基礎）について、同地震を挟み2007年から2018年までの測量データを2007年に対する鉛直変位量で整理した。

その結果、岩着構造物（杭基礎を含む）は、2011年東北地方太平洋沖地震によって沈下は生じていなかったと考えられる。

ただし、2号機海水ポンプ室については、2011年東北地方太平洋沖地震前後において、数mm程度の鉛直変位が生じている可能性があることから、その要因について検討を行った。その結果、この鉛直変位は2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動で生じた傾斜（約2cm/km）によるものであることを確認した。

以上の検討を踏まえ、岩着構造物（杭基礎を含む）は、2011年東北地方太平洋沖地震において地殻変動以外の要因で沈下していないと評価した。

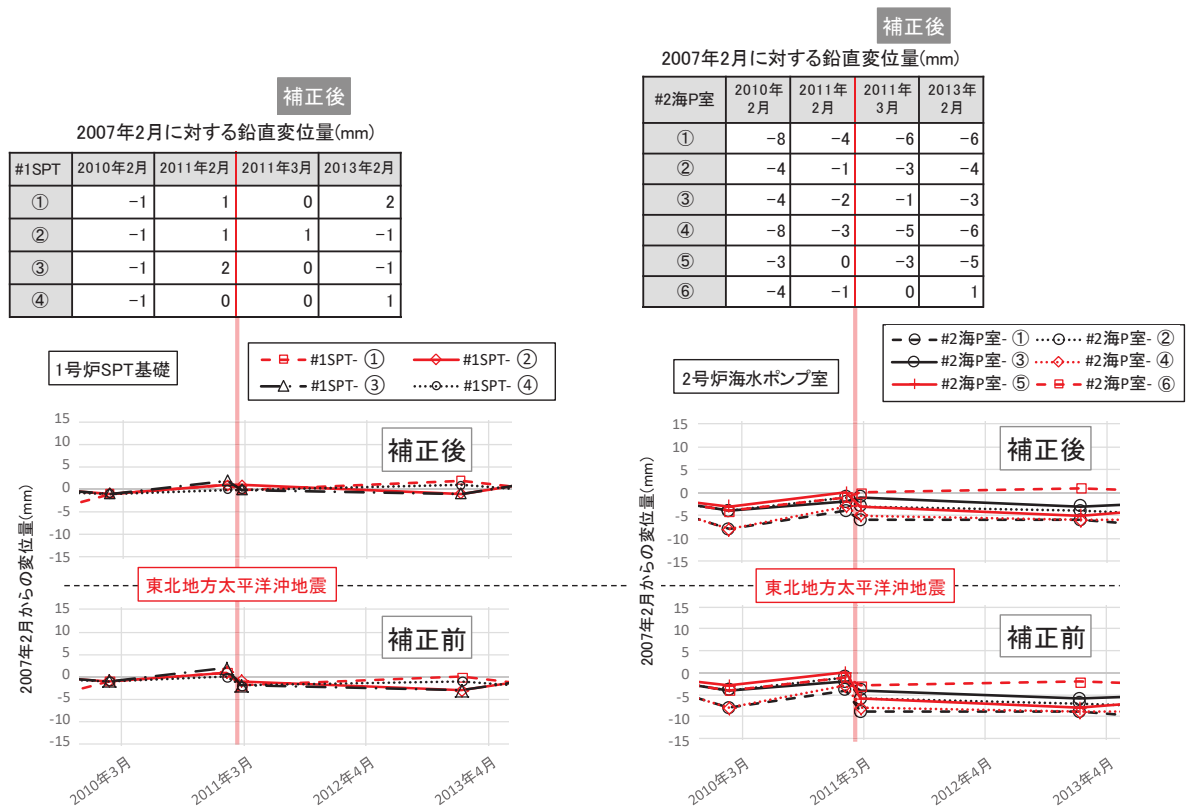


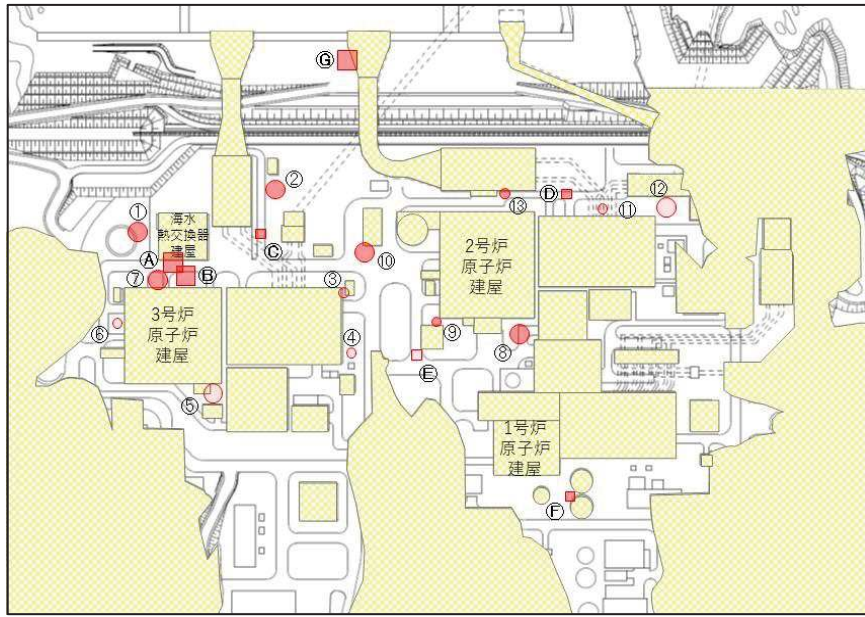
図 2-22 地殻変動量を考慮した 1 号機 SPT 基礎及び 2 号機海水ポンプ室の鉛直変位

(4) 2011 年東北地方太平洋沖地震による沈下量及び沈下率の分布について

2011 年東北地方太平洋沖地震後の沈下棒による沈下測定箇所，顕著な沈下が確認された箇所の沈下量及び沈下率を図 2-23 に示す。これら沈下棒による沈下測定や写真による状況確認により，2011 年東北地方太平洋沖地震による敷地内の沈下は網羅的に捉えられていると考える。

沈下棒及び写真による沈下量から，敷地内のどのエリアで沈下量が大きくなっているか検討し，以下を確認した。

- 施設と施設に挟まれたエリア（例えば，測定箇所⑦，⑧，⑬等）で比較的沈下量が大きくなっていることを確認した。
- 特に ⑦の付近で最も大きくなっていることを確認した。
- 構内道路は比較的一様に沈下しており，その量もそれほど大きくないが，建屋（施設）の近傍は局所的に沈下量が大きくなっていることを確認した。



凡例

- : 沈下棒の設置位置
- : 写真より推定した沈下位置
- (斜線) : 旧表土・盛土がほとんど分布しない範囲及び岩着構造物
- (■) : 沈下率が平均0.87%以上, 沈下量が平均14.4cm以上
- (■) : 沈下率が平均0.87%以上, 沈下量が平均14.4cm未満
- (□) : 沈下率が平均0.87%未満, 沈下量が平均14.4cm以上
- (□) : 沈下率が平均0.87%未満, 沈下量が平均14.4cm未満

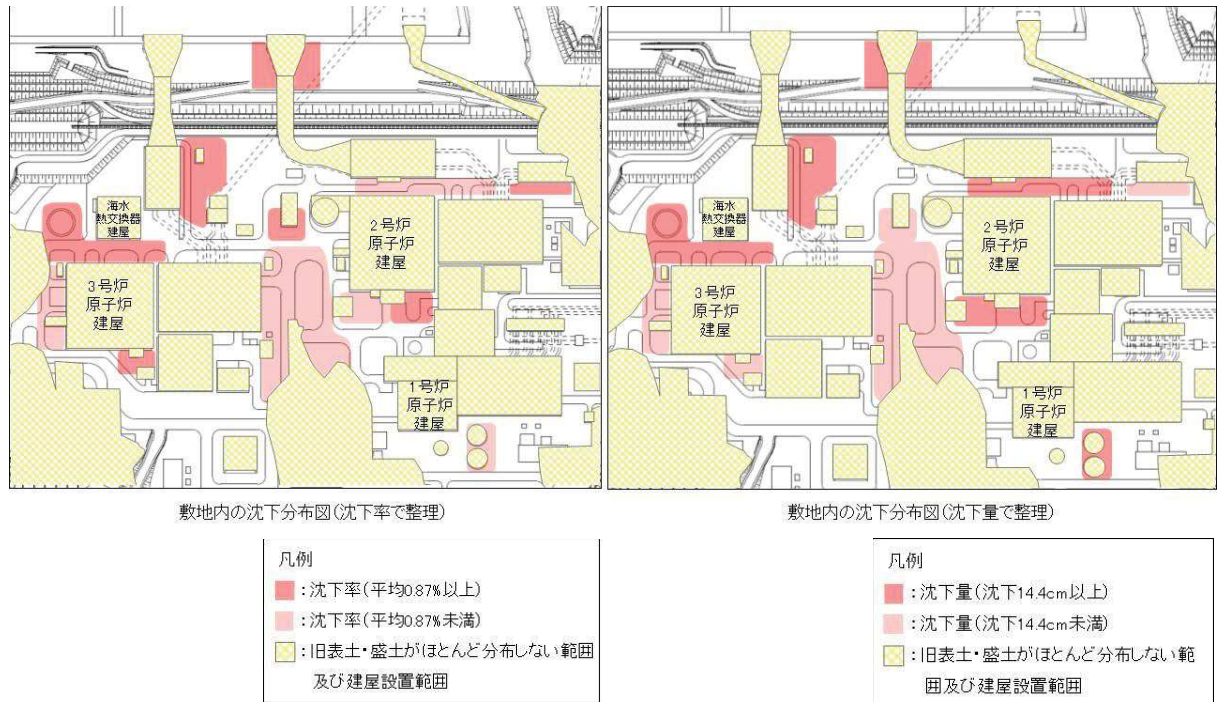
測定箇所	沈下量 (cm)	沈下率 (%)
No.1	15.0	0.93
No.2	18.0	0.93
No.3	43	0.18
No.4	9.3	0.79
No.5	11.5	1.00
No.6	8.8	0.50
No.7	30.1	1.18
No.8	20.9	1.21
No.9	15.7	0.76
No.10	14.9	1.02
No.11	10.8	0.84
No.12	7.1	1.15
No.13	19.8	0.82
平均(No.1~13)	14.4	0.87
Ⓐ*1	約35	1.21
Ⓑ*1	約40	1.28
Ⓒ*1	約15	0.60
Ⓓ*1	約15	0.75
Ⓔ*1	約10	0.78
Ⓕ*1	約15	0.84
Ⓖ*1	約20	0.87

* 沈下量及び沈下率については、写真からの推定

図 2-23 地震後の沈下棒による沈下測定箇所及び顕著な沈下が確認された箇所の沈下量と沈下率

また、上述の沈下実績をもとに作成した沈下率及び沈下量の分布を図 2-24 に示す。
 これらの分布から、3号機原子炉建屋と海水熱交換器建屋に挟まれたエリアで沈下が大きく、建屋近傍で局所的に沈下が大きくなっていることを確認した。

なお、敷地内の最大沈下率は3号機原子炉建屋と海水熱交換器建屋に挟まれたエリアで得られており、1.28%であった。次項にて沈下の要因分析を実施した。



* 白抜き箇所は沈下量を測定していないため、沈下量の想定が困難なエリア

図 2-24 2011 年東北地方太平洋沖地震における沈下率及び沈下量の分布

なお、2011年東北地方太平洋沖地震による沈下が、敷地内に残存している旧表土と関係している可能性があることから、図2-25に示すとおり、敷地内の旧表土の分布と沈下実績を重ね合わせて検討を行った。

その結果、敷地内の旧表土の分布と沈下量（沈下率）には相関がほとんどないと考えられる。

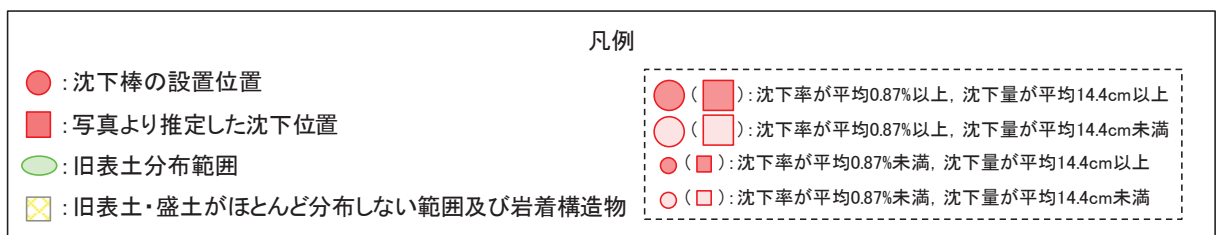
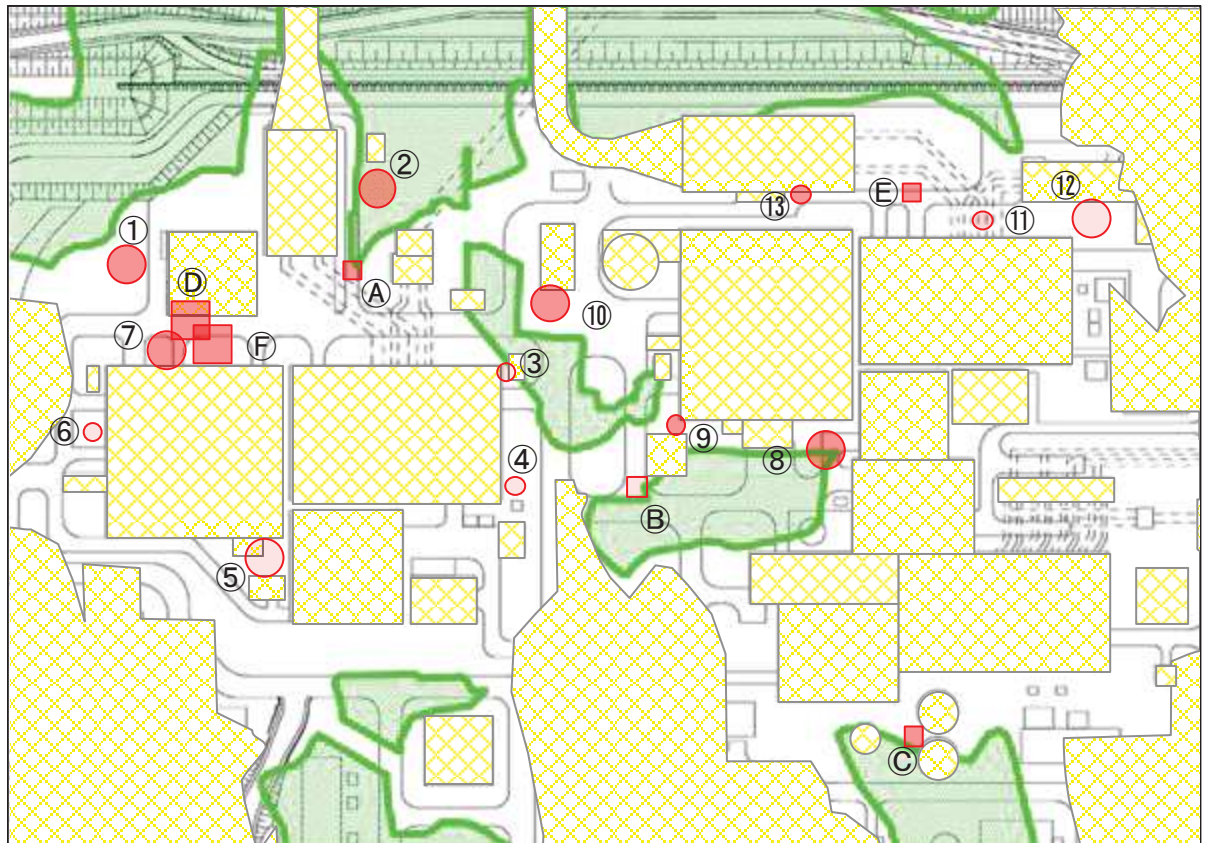


図 2-25 旧表土の分布と沈下量（沈下率）の相関

3. 2011年東北地方太平洋沖地震における女川原子力発電所の沈下要因

(1) 沈下測定箇所（O.P. +14.8m 盤）の沈下要因

沈下測定箇所の沈下要因としては、建屋近傍での計測であることから、建屋近傍のくさび崩壊に伴う沈下の成分を含む可能性があり、その他の要因として、不飽和地盤の繰返しせん断に伴う沈下及び飽和地盤の過剰間隙水圧の消散に伴う沈下が考えられる。

2011年東北地方太平洋沖地震による液状化の有無の検討については、地震応答解析により液状化に対する抵抗率（ F_L ）を確認することで液状化判定を行う。図3-1に沈下測定箇所と地下水位低下設備の配置を示し、図3-2に沈下測定箇所の地質構成を示す。沈下測定箇所のうち No.10 以外の地点は地下水位低下設備の近傍にあるため地下水位が低くなっており、地下水位以浅の盛土厚が最も薄く有効上載圧が最も小さくなる No.10 を検討地点とした。沈下測定箇所の液状化判定の対象とする地震動は、女川原子力発電所で観測された敷地岩盤上部（O.P. -8.6m）の地震波から表層の影響を除去したはざとり波とし、地震応答解析の解析コードは「microSHAKE/3D ver.2.3」とする。

解析の結果を図3-3に示す。地下水位以深の飽和地盤の液状化に対する抵抗率（ F_L ）は1.0を上回っており、液状化はしていなかったと考えられる。よって、沈下測定箇所（O.P. +14.8m 盤）の沈下の要因は、不飽和地盤の揺すり込み沈下であると判断される。

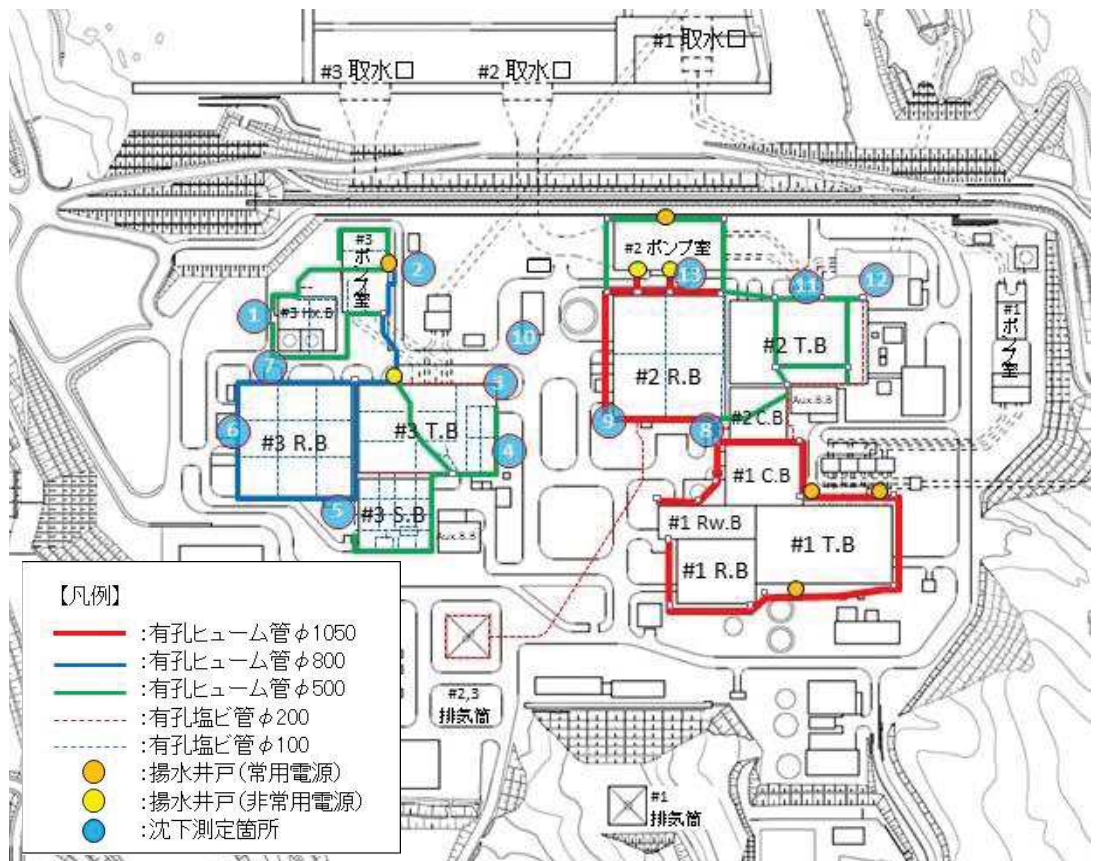


図 3-1 地下水水位低下設備の配置状況

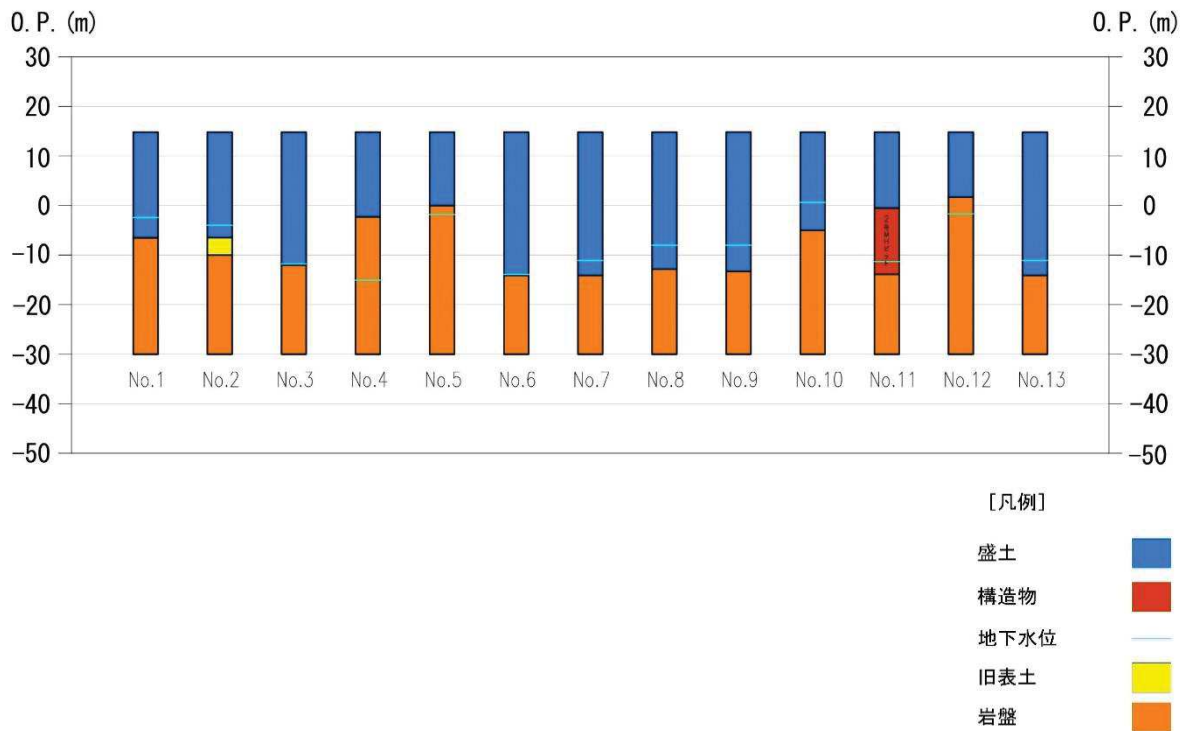
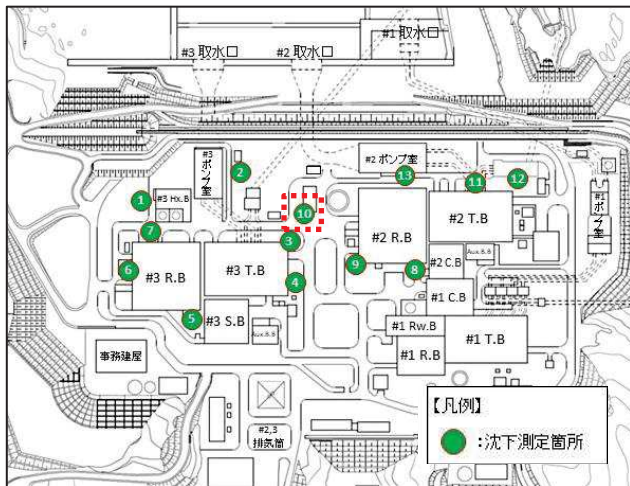


図 3-2 沈下測定箇所での地質構成



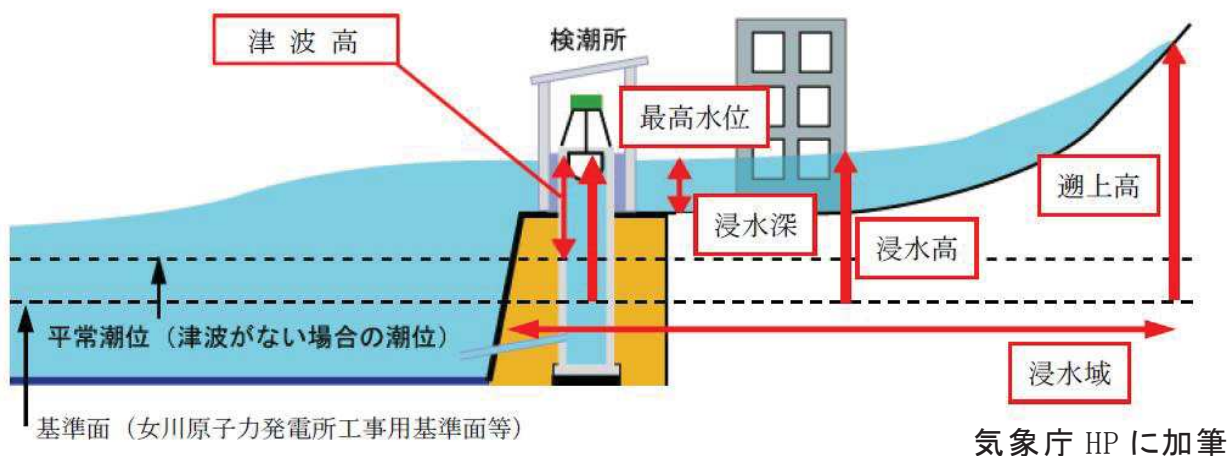
地下水位 →

高さ O.P.(m)	層名称	F _L
14.800	盛土	-
13.450		-
12.464		-
11.478		-
10.492		-
9.506		-
8.520		-
7.534		-
6.548		-
5.562		-
4.576		-
3.590		-
2.604		-
1.618		-
0.632		1.94
-0.285	2.01	
-1.202	2.08	
-2.119	2.15	
-3.953	2.31	
-4.870	2.39	
-5.788	2.47	

図 3-3 No. 10 地点の液状化抵抗率 (F_L)

(2) O.P. +3.5m 盤の沈下要因

O.P. +3.5m 盤は 2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う津波により浸水を受けた場所（女川原子力発電所で観測された津波高さは O.P. 約+13m）であることから、女川原子力発電所の敷地における浸水高、遡上高について、津波の痕跡調査を実施（平成 23 年 3 月 17 日～18 日、3 月 26 日）した。また、海水により運搬されたと考えられる痕跡物の到達点の追跡により津波に伴う海水の浸入の痕跡を調査した。用語の定義を図 3-4 に示す。



- ・ 最高水位：潮位計で観測された津波の高さの最高値
 - ・ 津波高：津波によって海面が上昇した高さ
 - ・ 浸水高：建屋や設備に残された津波の痕跡の高さ
 - ・ 遡上高：海岸から内陸に津波が及んだ高さ
 - ・ 浸水域：津波によって浸水した範囲
- * 痕跡高：浸水高，遡上高を総称

図 3-4 津波に関する用語の定義

女川原子力発電所の敷地における浸水高，浸水深，遡上高及び浸水域の調査結果を以下に示す。

【浸水高，浸水深】

最大浸水高は，主要な建屋が設置されている敷地前面において，屋外電動機等点検建屋に残された痕跡痕から O.P. 約+13.4m（浸水深約 10.9m）である。

【遡上高】

最大遡上高は，主要な建屋が設置されている敷地北側の法面において O.P. 約+14.0m である。また，主要な建屋が設置されている敷地前面における最大遡上高は，O.P. 約+13.8m である。

【浸水域】

海水により運搬されたと考えられる痕跡物の到達点の追跡調査により，津波に伴い海水が主要な建屋が設置されている敷地に侵入した範囲は，敷地（O.P.+13.8m）の法肩から平均約 20m であり，主要な建屋には及んでいないことを確認した。発電所敷地の海側（法肩付近）において，津波による塵芥が残留した状況を確認している。

また，調査結果の平面図を図 3-5 に，確認された塵芥の位置と写真を図 3-6 に示す。なお，ここでは地震による地盤沈下量の約 1m を考慮している。

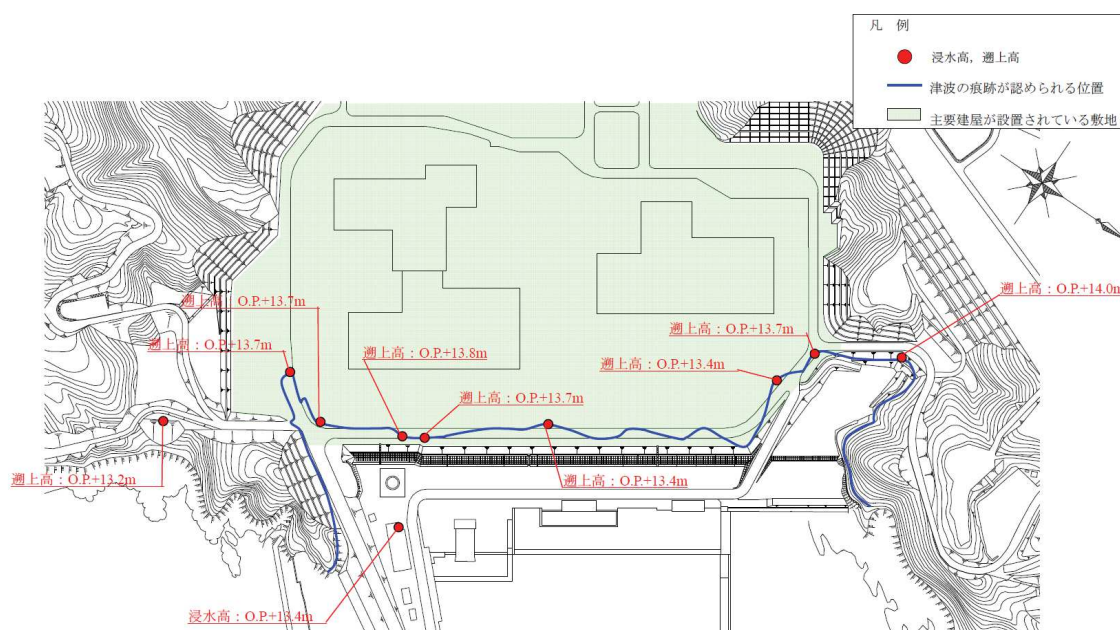


図 3-5 女川原子力発電所における津波の痕跡調査結果（その 1）

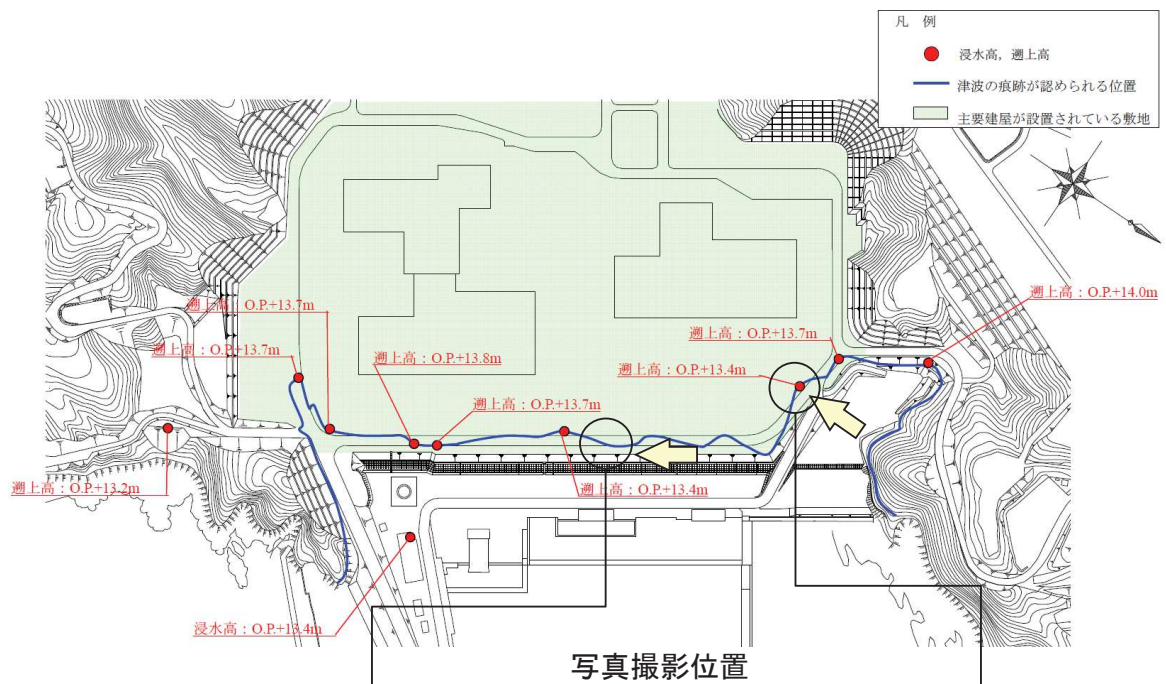


写真2 構内道路上に残留した塵芥



写真1 敷砂利上に残留した塵芥

図 3-6 女川原子力発電所における津波の痕跡調査結果 (その 2)

津波の痕跡調査結果から、O.P.+3.5m盤は浸水域となっており、液状化の痕跡である噴砂等は確認できなかった。そのため、地震応答解析により液状化に対する抵抗率 (F_L) 及び土質定数の低減係数 (D_E) を確認することにより判断した。液状化判定に用いる地震動は、女川原子力発電所で観測された敷地岩盤上部 (O.P.-8.6m) の地震波から表層の影響を除去したはぎとり波とし、地震応答解析の解析コードは「SHAKE ver.1.6」とした。

解析の結果を図3-7に示す。地下水位以深の飽和地盤の液状化に対する抵抗率 (F_L) は1.0を下回っており、土質定数の低減係数 (D_E) も1を下回る範囲が多い。よって、O.P.+3.5m盤は過剰間隙水圧の消散に伴う沈下や有効応力の減少により地盤の剛性低下が生じていた可能性が高いと考えられる。

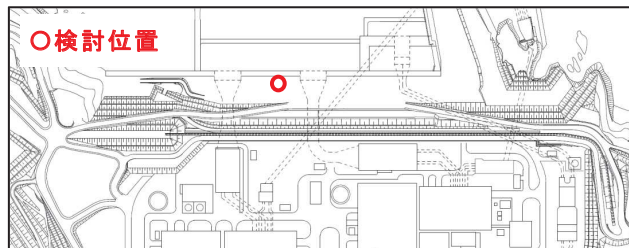


表-8.2.1 土質定数の低減係数 D_E

F_L の範囲	現地盤面からの深度 x (m)	動的せん断強度比 R			
		$R \leq 0.3$		$0.3 < R$	
		レベル1地震動に対する照査	レベル2地震動に対する照査	レベル1地震動に対する照査	レベル2地震動に対する照査
$F_L \leq 1/3$	$0 \leq x \leq 10$	1/6	0	1/3	1/6
	$10 < x \leq 20$	2/3	1/3	2/3	1/3
$1/3 < F_L \leq 2/3$	$0 \leq x \leq 10$	2/3	1/3	1	2/3
	$10 < x \leq 20$	1	2/3	1	2/3
$2/3 < F_L \leq 1$	$0 \leq x \leq 10$	1	2/3	1	1
	$10 < x \leq 20$	1	1	1	1

地下水位

高さ O.P.(m)	層名称	F_L	D_E
3.500	盛土	-	-
2.500		-	-
1.500		-	-
0.400		1.01	-
-0.320	旧表土	0.94	1
-1.040		0.50	2/3
-2.040		0.49	2/3
-3.040		0.49	2/3
-3.978		0.50	2/3
-4.978		0.52	2/3
-5.978		0.54	2/3
-6.978		0.56	2/3
-7.978		0.59	2/3
-8.978		0.62	2/3
-9.978		0.66	2/3
-10.978		0.69	1
-11.978		0.73	1
-12.978		0.77	1
-13.978		0.82	1
-14.978	0.86	1	
-15.978	0.90	1	

道路橋示方書・同解説 (V耐震設計編) ((社) 日本道路協会, 平成14年3月 p125より抜粋)

図3-7 O.P.+3.5m盤の液状化抵抗率 (F_L) 及び土質定数の低減係数 (D_E)

(参考資料 1 2) 地震応答解析にて考慮する地盤物性のばらつき

1. 土木構造物の地震応答解析における地盤物性のばらつき

土木構造物の耐震評価に当たっては、構造物の周囲に分布する盛土、旧表土、岩盤、セメント改良土及び改良地盤に対し、動せん断弾性係数のばらつきを考慮した耐震評価を実施する。

動せん断弾性係数のばらつきは、各種試験結果に基づき算定する。

1.1 動せん断弾性係数のばらつき

1.1.1 B級岩盤, CH級岩盤, CM級岩盤, CL級岩盤

(1) 狐崎部層

狐崎部層の速度層構造を図 1-1 に示す。狐崎部層の B級岩盤, CH級岩盤, CM級岩盤, CL級岩盤における動せん断弾性係数 G_d のばらつきは、図 1-1 に示すせん断波速度 V_s のばらつきを考慮し算定する。

せん断波速度 V_s のばらつきは、図 1-1 に示す各ボーリング孔で測定されたせん断波速度 V_s と図 1-1 に示すせん断波速度 V_s (設計値) の標準偏差を算出し、各速度層の層厚を考慮した上で、狐崎部層全体としての変動係数を 6.7% と設定した。せん断波速度 V_s のばらつき算定結果を表 1-1 に、動せん断弾性係数 G_d の算定結果を表 1-2 に示す。

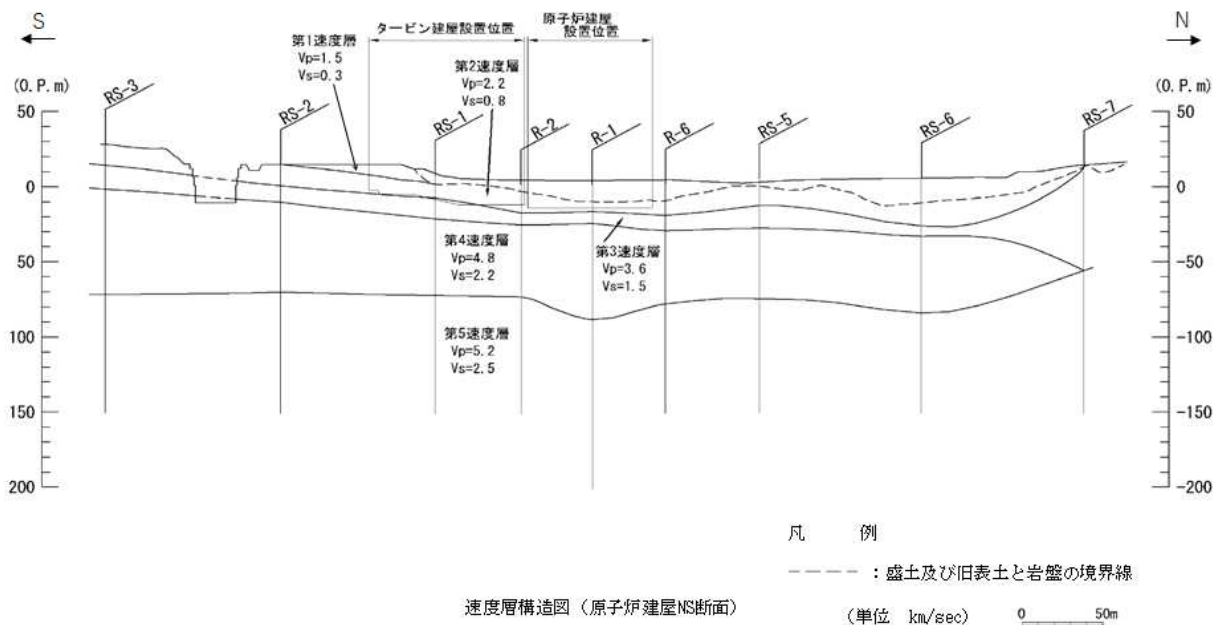


図 1-1(1) 狐崎部層の速度層構造 (原子炉建屋 NS 断面)

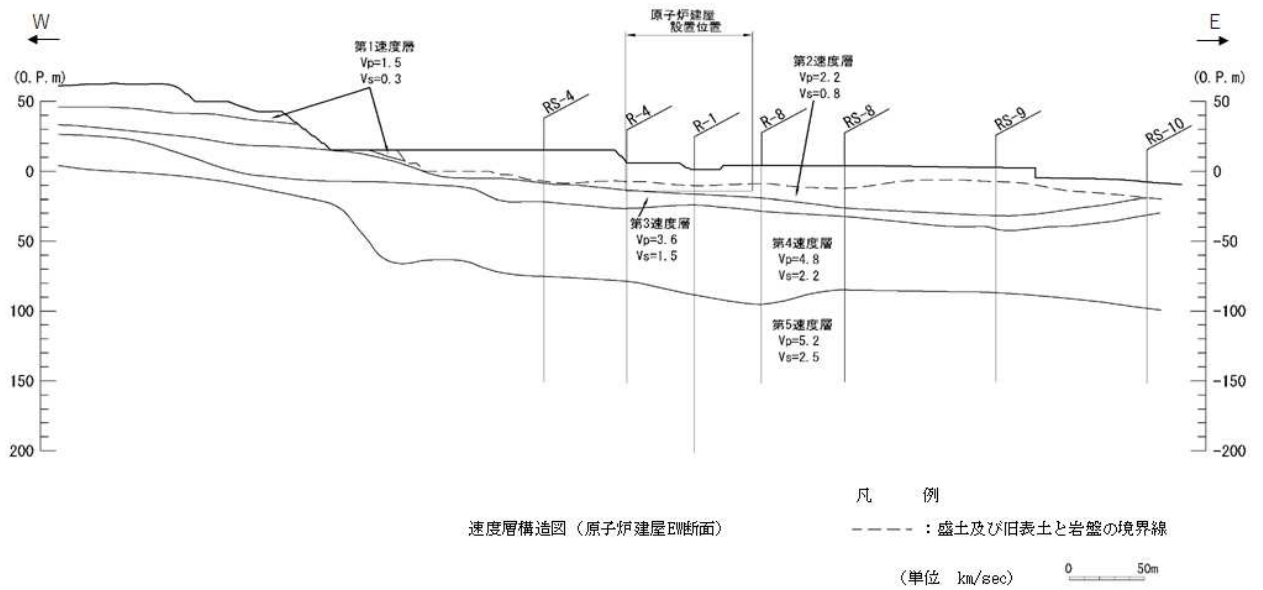


図 1-1(2) 狐崎部層の速度層構造（原子炉建屋 EW 断面）

表 1-1 狐崎部層のせん断波速度の標準偏差

速度層	せん断波速度 V_s (m/s)	標準偏差 σ (m/s)	変動係数 (%)
第 1 速度層	300	20	6.7
第 2 速度層	800	54	
第 3 速度層	1500	101	
第 4 速度層	2200	147	
第 5 速度層	2500	168	

表 1-2 動せん断弾性係数 G_d のばらつき算定結果 (狐崎部層)

岩種・岩級		速度層	動せん断弾性係数 G_d (N/mm^2)		
			平均- σ	平均	平均+ σ
B級 及び C _H 級	砂岩	第2速度層	1.3×10^3	1.5×10^3	1.7×10^3
		第3速度層	5.1×10^3	5.9×10^3	6.7×10^3
		第4速度層	11.5×10^3	13.2×10^3	15.0×10^3
		第5速度層	14.4×10^3	16.5×10^3	18.8×10^3
	頁岩	第2速度層	1.4×10^3	1.6×10^3	1.8×10^3
		第3速度層	5.2×10^3	6.0×10^3	6.8×10^3
		第4速度層	11.8×10^3	13.5×10^3	15.4×10^3
		第5速度層	14.5×10^3	16.7×10^3	19.0×10^3
	ひん 岩	第3速度層	5.6×10^3	6.4×10^3	7.3×10^3
		第4速度層	12.4×10^3	14.2×10^3	16.2×10^3
第5速度層		15.3×10^3	17.6×10^3	20.0×10^3	
C _M 級	砂岩	第1速度層	0.2×10^3	0.2×10^3	0.2×10^3
		第2速度層	1.3×10^3	1.5×10^3	1.7×10^3
		第3速度層	5.0×10^3	5.7×10^3	6.5×10^3
		第4速度層	11.1×10^3	12.7×10^3	14.5×10^3
		第5速度層	13.8×10^3	15.8×10^3	18.0×10^3
	頁岩	第1速度層	0.2×10^3	0.2×10^3	0.2×10^3
		第2速度層	1.3×10^3	1.5×10^3	1.7×10^3
		第3速度層	5.1×10^3	5.9×10^3	6.7×10^3
		第4速度層	11.3×10^3	13.0×10^3	14.8×10^3
		第5速度層	14.1×10^3	16.2×10^3	18.4×10^3
	ひん 岩	第2速度層	1.3×10^3	1.5×10^3	1.7×10^3
		第3速度層	5.0×10^3	5.7×10^3	6.5×10^3
		第4速度層	11.1×10^3	12.7×10^3	14.5×10^3
C _L 級	第1速度層	0.2×10^3	0.2×10^3	0.2×10^3	
	第2速度層	1.2×10^3	1.4×10^3	1.6×10^3	
	第3速度層	4.8×10^3	5.5×10^3	6.3×10^3	

b. 牧の浜部層

牧の浜部層の速度層構造を図 1-2 に示す。牧の浜部層の B 級岩盤, C_H 級岩盤, C_M 級岩盤, C_L 級岩盤における動せん断弾性係数 G_d のばらつきは, 図 1-2 に示すせん断波速度 V_s のばらつきを考慮し算定する。

せん断波速度 V_s のばらつきは, 図 1-2 に示す各ボーリング孔で測定されたせん断波速度 V_s と図 1-2 に示すせん断波速度 V_s (設計値) の標準偏差を算出し, 各速度層の層厚を考慮した上で, 牧の浜部層全体としての変動係数を 7.3% と設定した。せん断波速度 V_s のばらつき算定結果を表 1-3 に, 動せん断弾性係数 G_d の算定結果を表 1-4 に示す。

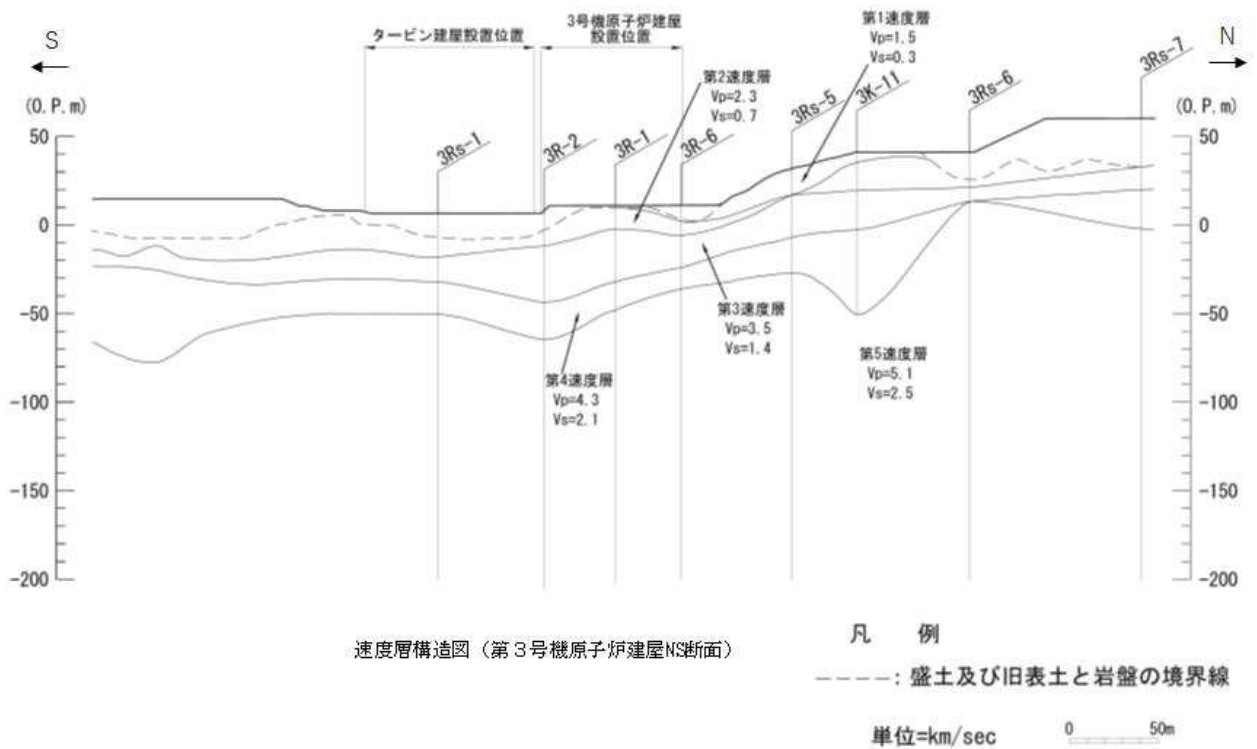


図 1-2(1) 牧の浜部層の速度層構造 (第3号機原子炉建屋 NS 断面)

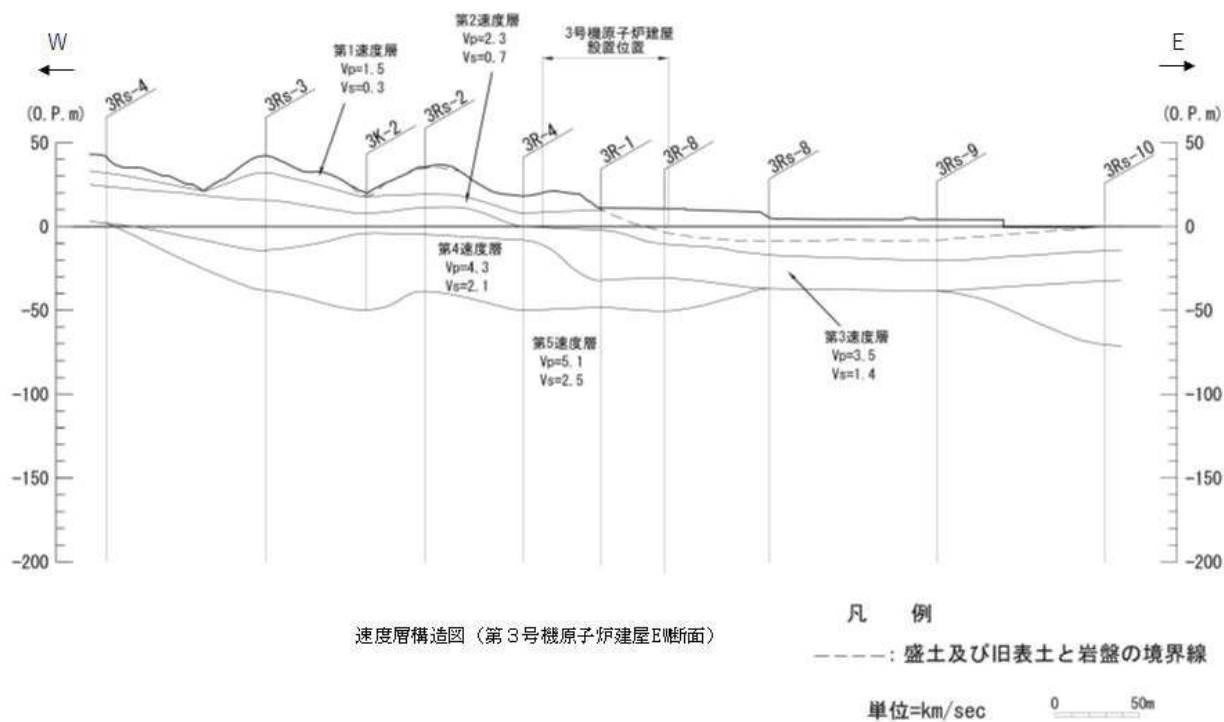


図 1-2 (2) 牧の浜部層の速度層構造 (第3号機原子炉建屋 EW 断面)

表 1-3 牧の浜部層のせん断波速度の標準偏差

速度層	せん断波速度 Vs (m/s)	標準偏差 σ (m/s)	変動係数 (%)
第 1 速度層	300	22	7.3
第 2 速度層	700	51	
第 3 速度層	1400	102	
第 4 速度層	2100	153	
第 5 速度層	2500	183	

表 1-4 動せん断弾性係数 G_d のばらつき算定結果 (牧の浜部層)

岩種・岩級		速度層	動せん断弾性係数 G_d (N/mm^2)		
			平均- σ	平均	平均+ σ
B級 及び C _H 級	砂岩	第2速度層	1.0×10^3	1.2×10^3	1.4×10^3
		第3速度層	4.0×10^3	4.7×10^3	5.4×10^3
		第4速度層	9.9×10^3	11.5×10^3	13.2×10^3
		第5速度層	14.4×10^3	16.8×10^3	19.3×10^3
	頁岩	第2速度層	1.0×10^3	1.2×10^3	1.4×10^3
		第3速度層	4.0×10^3	4.7×10^3	5.4×10^3
		第4速度層	9.9×10^3	11.5×10^3	13.2×10^3
		第5速度層	14.4×10^3	16.8×10^3	19.3×10^3
	ひん 岩	第3速度層	4.0×10^3	4.7×10^3	5.4×10^3
		第4速度層	9.9×10^3	11.5×10^3	13.2×10^3
		第5速度層	14.4×10^3	16.8×10^3	19.3×10^3
	C _M 級	砂岩	第1速度層	0.2×10^3	0.2×10^3
第2速度層			1.0×10^3	1.2×10^3	1.4×10^3
第3速度層			4.0×10^3	4.7×10^3	5.4×10^3
第4速度層			9.9×10^3	11.5×10^3	13.2×10^3
第5速度層			14.4×10^3	16.8×10^3	19.3×10^3
頁岩		第1速度層	0.2×10^3	0.2×10^3	0.2×10^3
		第2速度層	1.0×10^3	1.2×10^3	1.4×10^3
		第3速度層	4.0×10^3	4.7×10^3	5.4×10^3
		第4速度層	9.9×10^3	11.5×10^3	13.2×10^3
		第5速度層	14.4×10^3	16.8×10^3	19.3×10^3
ひん 岩		第2速度層	1.0×10^3	1.2×10^3	1.4×10^3
		第3速度層	4.0×10^3	4.7×10^3	5.4×10^3
		第4速度層	9.9×10^3	11.5×10^3	13.2×10^3
C _L 級		第1速度層	0.2×10^3	0.2×10^3	0.2×10^3
		第2速度層	1.0×10^3	1.2×10^3	1.4×10^3
	第3速度層	4.0×10^3	4.7×10^3	5.4×10^3	

1.1.2 D級岩盤，盛土，旧表土

(1) D級岩盤，盛土，旧表土におけるばらつき算定方法

D級岩盤，盛土，旧表土のばらつきは，初期せん断弾性係数 G_0 のばらつきを考慮する。 G_0 のばらつきは以下の方法で算定する（図 1-3）。

- ・繰返し三軸試験結果に基づき，両対数軸上で回帰式と試験結果の残差の標準偏差 σ を求める。
- ・指数関数の係数を $\pm \sigma$ し，ばらつきを考慮した G_0 を算定する（べき級数は固定）。

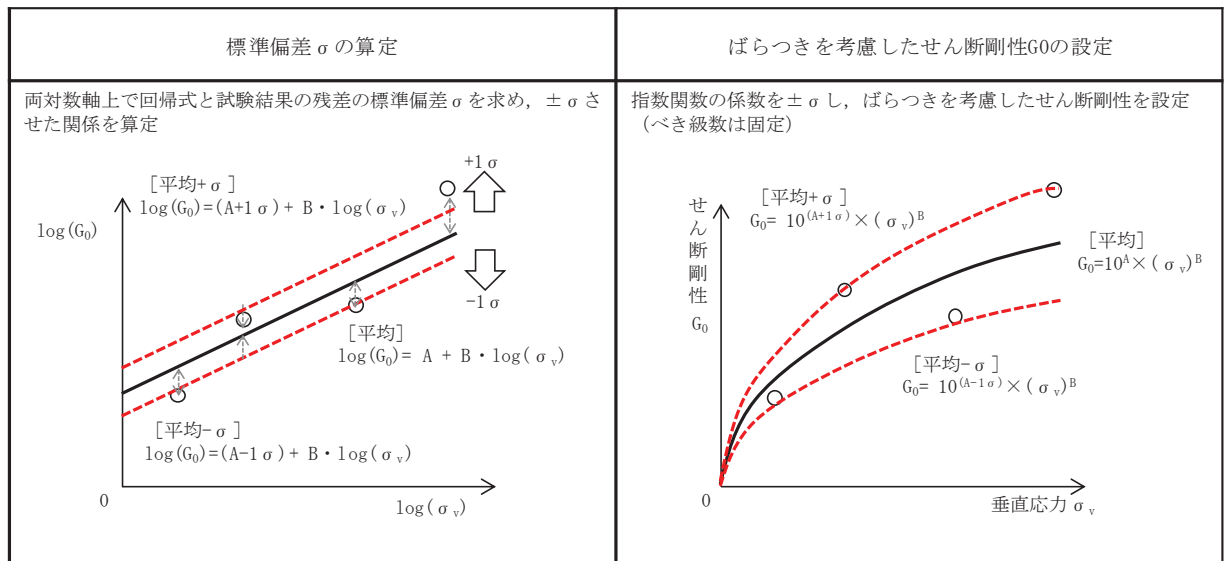


図 1-3 ばらつきを考慮したせん断剛性 G_0 の算定方法

(2) 盛土の G_0 のばらつき

(1)に基づき算定した盛土の初期せん断弾性係数 G_0 のばらつきを表 1-5 及び図 1-4 に示す。

表 1-5 初期せん断弾性係数 G_0 のばらつき算定結果（盛土）

	初期せん断弾性係数 G_0 (N/mm ²)
平均+ σ	$G_0 = 406 \sigma^{0.71}$
平均	$G_0 = 382 \sigma^{0.71}$
平均- σ	$G_0 = 360 \sigma^{0.71}$

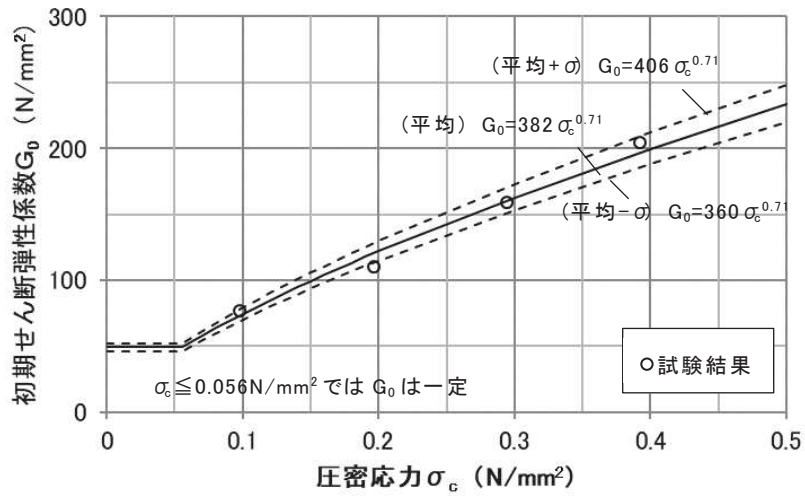


図 1-4 初期せん断弾性係数 G_0 の拘束圧依存関係（盛土）

(3) 旧表土の G_0 のばらつき

(1)に基づき算定した旧表土の初期せん断弾性係数 G_0 のばらつきを表 1-6 及び図 1-5 に示す。

表 1-6 初期せん断弾性係数 G_0 のばらつき算定結果（旧表土）

	初期せん断弾性係数 G_0 (N/mm ²)
平均+ σ	$G_0 = 226 \sigma^{0.42}$
平均	$G_0 = 211 \sigma^{0.42}$
平均- σ	$G_0 = 197 \sigma^{0.42}$

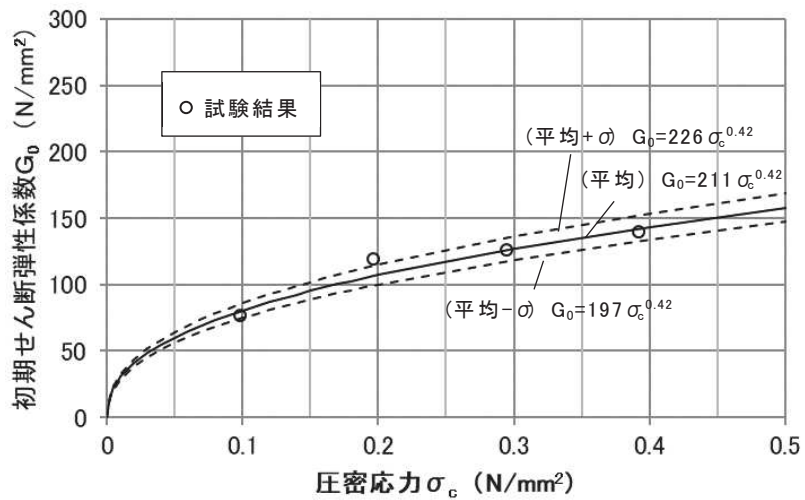


図 1-5 初期せん断弾性係数 G_0 の拘束圧依存関係（旧表土）

(4) D級岩盤（狐崎部層及び牧の浜部層共通）の G_0 のばらつき

(1)に基づき算定した D級岩盤の初期せん断弾性係数 G_0 のばらつきを表 1-7 及び図 1-6 に示す。

表 1-7 初期せん断弾性係数 G_0 のばらつき算定結果 (D級岩盤)

	初期せん断弾性係数 G_0 (N/mm ²)
平均 + σ	$G_0 = 291.5 \sigma^{0.26}$
平均	$G_0 = 255.4 \sigma^{0.26}$
平均 - σ	$G_0 = 223.8 \sigma^{0.26}$

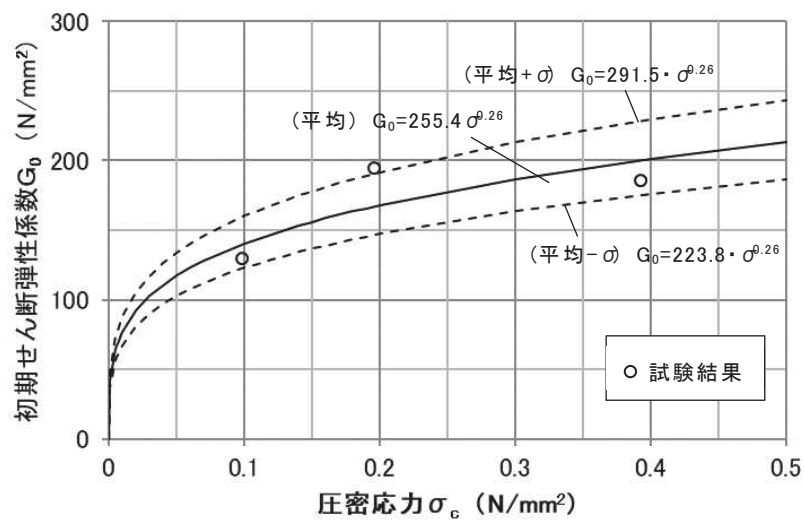


図 1-6 初期せん断弾性係数 G_0 の拘束圧依存関係 (D級岩盤)

1.1.3 セメント改良土

セメント改良土の初期せん断弾性係数 G_0 のばらつきは、PS 検層の結果から得られるせん断波速度 V_s のばらつきを考慮し算定する。

算定した初期せん断弾性係数 G_0 のばらつきを表 1-8 に示す。

なお、初期せん断弾性係数 G_0 は下式のとおり算出する。

$$G_0 = \rho \cdot V_s^2$$

ρ : 密度 (t/m³)

V_s : せん断波速度 (m/s)

表 1-8 初期せん断弾性係数 G_0 のばらつき算定結果 (セメント改良土)

	密度 ρ (t/m ³)	せん断波速度 V_s (m/s)	初期せん断弾性係数 G_0 (N/mm ²)
平均+ σ	2.20	1000	2200
平均		870	1670
平均- σ		740	1210

1.1.4 改良地盤

改良地盤の初期せん断弾性係数 G_0 のばらつきは、PS 検層の結果から得られるせん断波速度 V_s のばらつきを考慮し算定する。

算定した初期せん断弾性係数 G_0 のばらつきを表 1-9 に示す。

なお、初期せん断弾性係数 G_0 は下式のとおり算出する。

$$G_0 = \rho V_s^2$$

ρ : 密度 (t/m³)

V_s : せん断波速度 (m/s)

表 1-9(1) 初期せん断弾性係数 G_0 のばらつき算定結果 (改良地盤, 地下水位以浅)

	密度 ρ (t/m ³)	せん断波速度 V_s (m/s)	初期せん断弾性係数 G_0 (N/mm ²)
平均+ σ	2.00	1160	2690
平均		960	1840
平均- σ		760	1150

表 1-9(2) 初期せん断弾性係数 G_0 のばらつき算定結果 (改良地盤, 地下水位以深)

	密度 ρ (t/m ³)	せん断波速度 V_s (m/s)	初期せん断弾性係数 G_0 (N/mm ²)
平均+ σ	2.10	1160	2830
平均		960	1940
平均- σ		760	1210

1.2 地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース

地盤物性のばらつきを考慮した解析ケースの詳細は、「補足-610-1 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」に示す。

2. 建物・構築物の地震応答解析における地盤物性のばらつき

建物・構築物の耐震評価にあたっては、その周囲に分布する盛土、旧表土、岩盤、セメント改良土及び改良地盤に対し、せん断波速度 V_s のばらつきを考慮した耐震評価を実施する。

V_s のばらつきは、各種試験結果及び観測記録に基づき算定する。

なお、本項で示す以外の建物・構築物については「1. 土木構造物の地震応答解析における地盤物性のばらつき」に準じるものとする。

2.1 地盤物性のばらつきの設定方法

(1) 原子炉建屋，制御建屋，タービン建屋，補助ボイラー建屋，第1号機制御建屋

狐崎部層（建屋直下）の C_L 級岩盤， C_M 級岩盤， C_H 級岩盤， B 級岩盤におけるせん断波速度 V_s のばらつきは、原子炉建屋直下の各ボーリング孔で測定されたせん断波速度 V_s とせん断波速度 V_s （設計値）の標準偏差を算出し、各速度層の層厚を考慮した上で、変動係数を 7.0% と設定した。また、表層地盤のうち、表層地盤上部のせん断波速度 V_s については、非線形性を考慮することから、ばらつきは考慮しない。表層地盤下部のせん断波速度 V_s については、地震観測記録のシミュレーション解析により評価した値に基づいて設定しているため、底面地盤と同程度のばらつきとして、せん断波速度 $\pm 100\text{m/s}$ を考慮する。せん断波速度 V_s の標準偏差を表 2-1 に、せん断波速度 V_s のばらつき算定結果を表 2-2 に示す。

表 2-1 狐崎部層（原子炉建屋直下）のせん断波速度の標準偏差

速度層		せん断波速度 Vs (m/s)	標準偏差 σ (m/s)	変動係数 (%)
表層地盤上部 (O. P. 14.8m~O. P. 0m)		*1	-	-
表層地盤下部 (O. P. 0m~基礎版底面)		900	100*2	-
底面地盤	第3速度層	1300	90	7.0
	第4速度層	2150	150	
	第5速度層	2440	170	

*1 表層地盤上部は、上載圧依存を考慮してせん断波速度と相関のある初期せん断剛性 G_0 を設定する。また、ひずみ依存による非線形特性を考慮する。

*2 表層地盤下部は、底面地盤と同程度のばらつきとして、せん断波速度 $\pm 100\text{m/s}$ を考慮する。

表 2-2 狐崎部層（原子炉建屋直下）のせん断波速度のばらつきの算定結果

速度層		せん断波速度 Vs (m/s)		
		平均- σ	平均	平均+ σ
表層地盤下部 (O. P. 0m~基礎版底面)		800	900	1000
底面地盤	第3速度層	1210	1300	1390
	第4速度層	2000	2150	2300
	第5速度層	2270	2440	2610

(2) 第3号機海水熱交換器建屋

牧の浜部層（第3号機海水熱交換器建屋直下）のC_L級岩盤，C_M級岩盤，C_H級岩盤，B級岩盤におけるせん断波速度 V_s のばらつきは，各ボーリング孔で測定されたせん断波速度 V_s とせん断波速度 V_s （設計値）の標準偏差を算出し，各速度層の層厚を考慮した上で，変動係数を7.0%と設定した。せん断波速度 V_s の標準偏差を表2-3に，せん断波速度 V_s のばらつき算定結果を表2-4に示す。

表2-3 牧の浜部層（第3号機海水熱交換器建屋直下）
のせん断波速度の標準偏差

速度層		せん断波速度 V_s (m/s)	標準偏差 σ (m/s)	変動係数 (%)
表層地盤 (O.P. 14.8m～底面地盤)		*1	-	-
底面地盤	第3速度層	1360	100	7.0
	第4速度層	2040	140	
	第5速度層	2520	180	

*1 表層地盤は，上載圧依存を考慮してせん断波速度と相関のある初期せん断剛性 G_0 を設定する。また，ひずみ依存による非線形特性を考慮する。

表2-4 牧の浜部層（第3号機海水熱交換器建屋直下）
のせん断波速度のばらつきの算定結果

	速度層	せん断波速度 V_s (m/s)		
		平均- σ	平均	平均+ σ
底面地盤	第3速度層	1260	1360	1460
	第4速度層	1900	2040	2180
	第5速度層	2340	2520	2700

(3)緊急用電気品建屋，緊急時対策建屋

牧の浜部層（緊急用電気品建屋及び緊急時対策建屋直下）の C_L 級岩盤， C_M 級岩盤， C_H 級岩盤， B 級岩盤におけるせん断波速度 V_s のばらつきは，各ボーリング孔で測定されたせん断波速度 V_s とせん断波速度 V_s （設計値）の標準偏差を算出し，緊急用電気品建屋及び緊急時対策建屋直下の各速度層の層厚を考慮した上で，変動係数を，緊急用電気品建屋においては 5.7%，緊急時対策建屋においては 6.7%と設定した。せん断波速度 V_s の標準偏差を表 2-5 に，せん断波速度 V_s のばらつき算定結果を表 2-6 に示す。

表 2-5 牧の浜部層（建屋直下）のせん断波速度の標準偏差

(a) 緊急用電気品建屋

	速度層	せん断波速度 V_s (m/s)	標準偏差 σ (m/s)	変動係数 (%)
表層地盤	第 1 速度層 (C_M 級岩盤)	280	20	5.7
	第 2 速度層 (C_M 級岩盤)	680	40	
	第 2 速度層 (C_H 級岩盤)	670	40	
	第 3 速度層 (C_H 級岩盤)	1330	80	
底面地盤	第 4 速度層 (C_H 級岩盤)	2080	120	
	第 5 速度層 (C_H 級岩盤)	2510	140	
	第 5 速度層 (B 級岩盤)	2500	140	

(b) 緊急時対策建屋

	速度層	せん断波速度 V_s (m/s)	標準偏差 σ (m/s)	変動係数 (%)
表層地盤	第 1 速度層 (C_L 級岩盤)	290	20	6.7
	第 2 速度層 (C_L 級岩盤)	710	50	
	第 2 速度層 (C_M 級岩盤)	680	50	
	第 2 速度層 (C_H 級岩盤)	670	40	
底面地盤	第 3 速度層 (C_H 級岩盤)	1330	90	
	第 4 速度層 (C_H 級岩盤)	2080	140	
	第 5 速度層 (C_H 級岩盤)	2510	170	
	第 5 速度層 (B 級岩盤)	2500	170	

表 2-6 牧の浜部層（建屋直下）のせん断波速度のばらつきの算定結果

(a) 緊急用電気品建屋

	速度層	せん断波速度 V_s (m/s)		
		平均- σ	平均	平均+ σ
表層地盤	第 1 速度層 (C_M 級岩盤)	260	280	300
	第 2 速度層 (C_M 級岩盤)	640	680	720
	第 2 速度層 (C_H 級岩盤)	630	670	710
	第 3 速度層 (C_H 級岩盤)	1250	1330	1410
底面地盤	第 4 速度層 (C_H 級岩盤)	1960	2080	2200
	第 5 速度層 (C_H 級岩盤)	2370	2510	2650
	第 5 速度層 (B 級岩盤)	2360	2500	2640

(b) 緊急時対策建屋

	速度層	せん断波速度 V_s (m/s)		
		平均- σ	平均	平均+ σ
表層地盤	第 1 速度層 (C_L 級岩盤)	270	290	310
	第 2 速度層 (C_L 級岩盤)	660	710	760
	第 2 速度層 (C_M 級岩盤)	630	680	730
	第 2 速度層 (C_H 級岩盤)	630	670	710
	第 3 速度層 (C_H 級岩盤)	1240	1330	1420
底面地盤	第 4 速度層 (C_H 級岩盤)	1940	2080	2220
	第 5 速度層 (C_H 級岩盤)	2340	2510	2680
	第 5 速度層 (B 級岩盤)	2330	2500	2670

3. 有効応力解析に用いる液状化強度特性のばらつき

建物・構築物及び土木構造物の耐震評価に有効応力解析を実施する場合、液状化検討対象層である盛土及び旧表土の液状化強度特性は、試験結果の下限值となるように設定していることから、液状化強度特性の更なるばらつきは考慮しない。