
東海第二発電所
原子炉建屋等の基礎地盤及び周辺斜面の安定性について
【補足説明資料】

平成29年5月17日
日本原子力発電株式会社

目 次

1. 敷地の地質・地質構造の概要に関する補足
2. 解析用物性値の設定に関する補足
 - 2.1 地質調査位置
 - 2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性
3. 基礎地盤の安定性評価に関する補足
4. 地殻変動評価に関する補足

目 次

1. 敷地の地質・地質構造の概要に関する補足
2. 解析用物性値の設定に関する補足
 - 2.1 地質調査位置
 - 2.2 地盤の物理・変形・強度特性
3. 基礎地盤の安定性評価に関する補足
4. 地殻変動評価に関する補足

原子炉建屋等設置位置付近の地質・地質構造

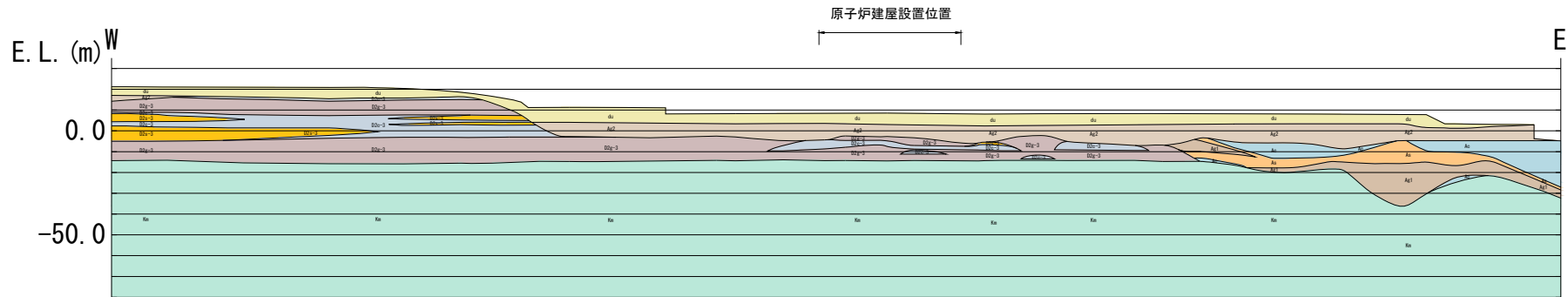
■原子炉建屋等設置位置付近の地質水平断面図



1. 敷地の地質・地質構造の概要に関する補足

原子炉建屋EW断面 地質鉛直断面図

■原子炉施設設置位置付近の地質鉛直断面図(X-X' 断面)



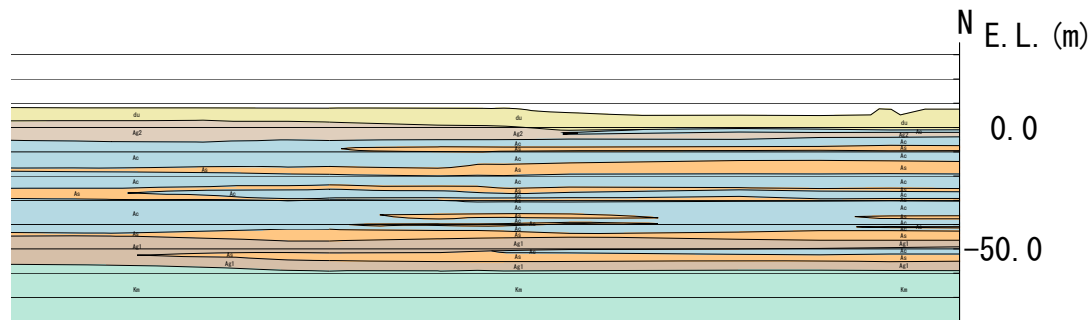
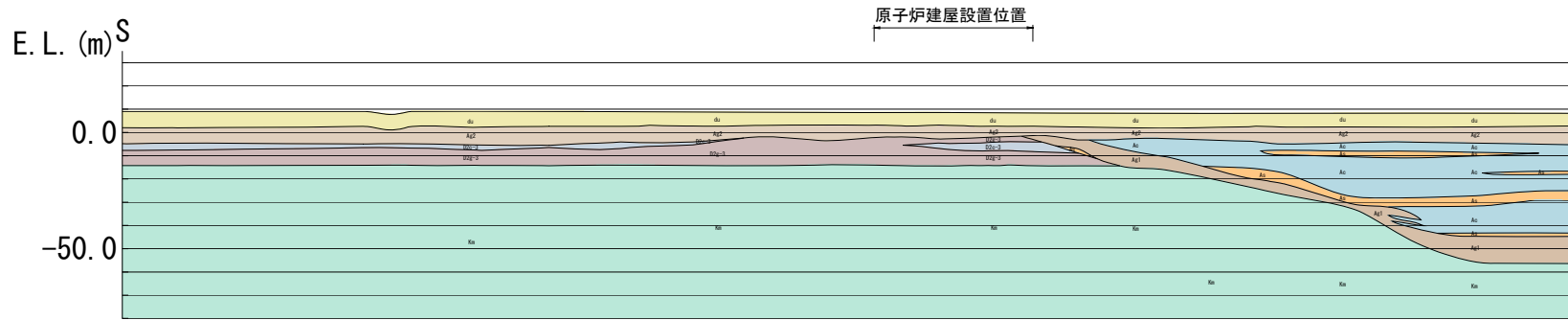
地質時代	地質区分	記号	岩相	備考
新世	砂丘層	du	砂	敷地全体に広く分布する。
		Ag2	砂礫	敷地全体に広く分布する。
	沖積低地堆積層	Ac	粘土	久慈川が侵食した凹状の谷を埋めて分布する。
		Aa	砂	
第四紀	低位段丘I堆積層	Ag1	砂礫	敷地南部に埋没段丘として分布する。
		O2a-3	砂	
	段丘堆積層2	O2g-3	砂礫	
		O2c-3	シルト	
	中位段丘堆積層	O2g-2	砂礫	
		O1c-1	シルト	
久米層	Im	ローム	敷地の南西部に分布し、いわゆる扇田段丘を構成する。	
	O1g-1	砂礫		
第三紀	久米層	Km	砂質泥岩	敷地の基盤である。

~~~~~ 不整合

1. 敷地の地質・地質構造の概要に関する補足

# 原子炉建屋NS断面 地質鉛直断面図

## ■原子炉施設設置位置付近の地質鉛直断面図(Y-Y' 断面)



0 50 100m

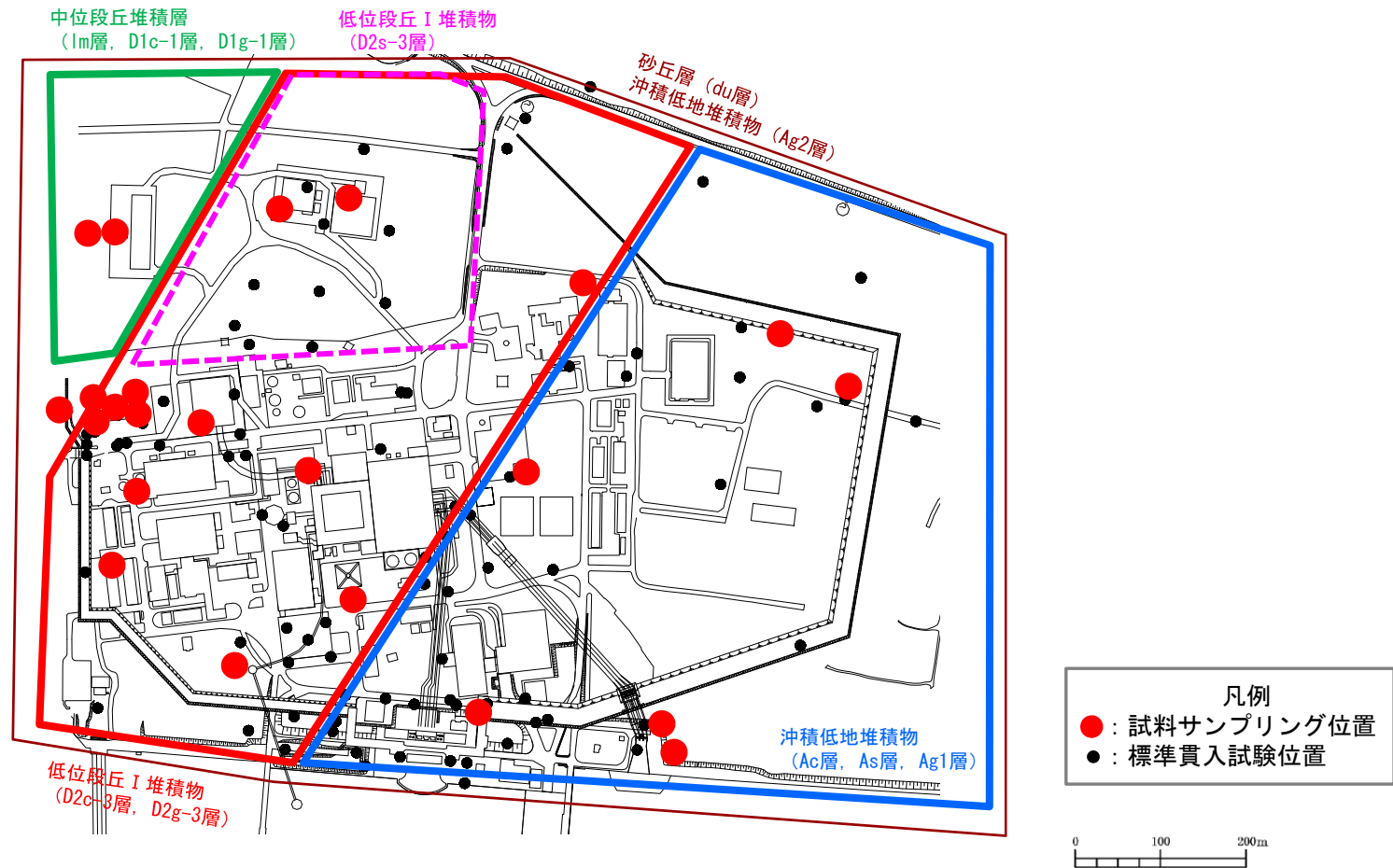
| 地質時代       | 地質区分          | 記号    | 岩相   | 備考                                |
|------------|---------------|-------|------|-----------------------------------|
| 新<br>世     | 砂丘層           | du    | 砂    | 敷地全体に広く分布する。                      |
|            |               | Ag2   | 砂礫   |                                   |
|            | 沖積低地<br>堆積層   | Ac    | 粘土   | 久慈川が侵食した凹状の<br>谷を埋めて分布する。         |
|            |               | As    | 砂    |                                   |
| 中<br>世     | 低位段丘 I<br>堆積層 | Ag1   | 砂礫   | 敷地南部に埋没段丘<br>として分布する。             |
|            |               | 02a-3 | 砂    |                                   |
|            |               | 02c-3 | シルト  |                                   |
|            | 高位段丘<br>堆積層   | 02c-2 | シルト  |                                   |
|            |               | 02g-3 | 砂礫   |                                   |
|            |               | 02g-2 | 砂礫   |                                   |
| 新<br>世     | 中位段丘<br>堆積層   | Im    | ローム  | 敷地の南西部に分布し、<br>いわゆる扇田段丘を<br>構成する。 |
|            |               | 01c-1 | シルト  |                                   |
|            |               | 01g-1 | 砂礫   |                                   |
| 第三紀<br>新新世 | 久米層           | Km    | 砂質泥岩 | 敷地の基盤岩である。                        |

~~~~~ 不整合

目 次

1. 敷地の地質・地質構造の概要に関する補足
2. 解析用物性値の設定に関する補足
 - 2.1 地質調査位置
 - 2.2 地盤の物理・変形・強度特性
3. 基礎地盤の安定性評価に関する補足
4. 地殻変動評価に関する補足

2.1 地質調査位置



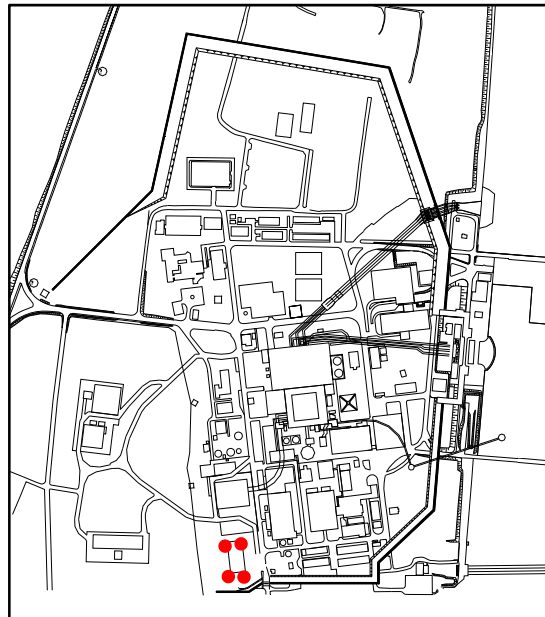
室内試験試料採取位置及びPS検層実施位置

目 次

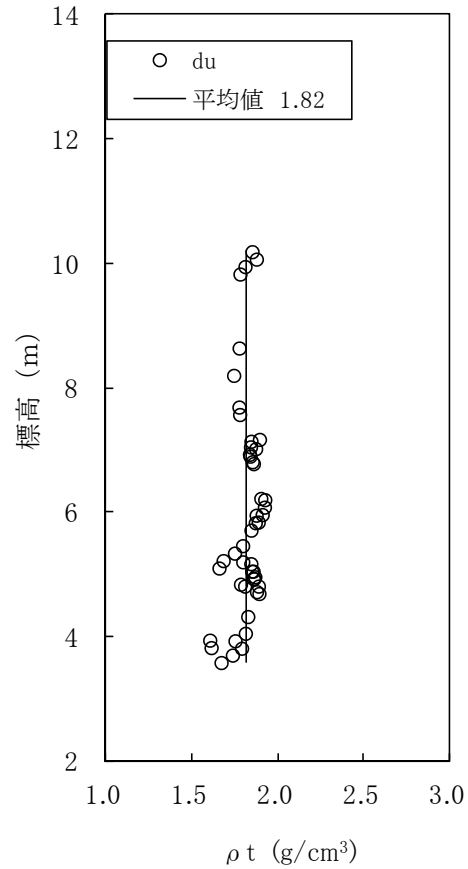
1. 敷地の地質・地質構造の概要に関する補足
2. 解析用物性値の設定に関する補足
 - 2.1 地質調査位置
 - 2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性
3. 基礎地盤の安定性評価に関する補足
4. 地殻変動評価に関する補足

地盤の物理特性(du層)

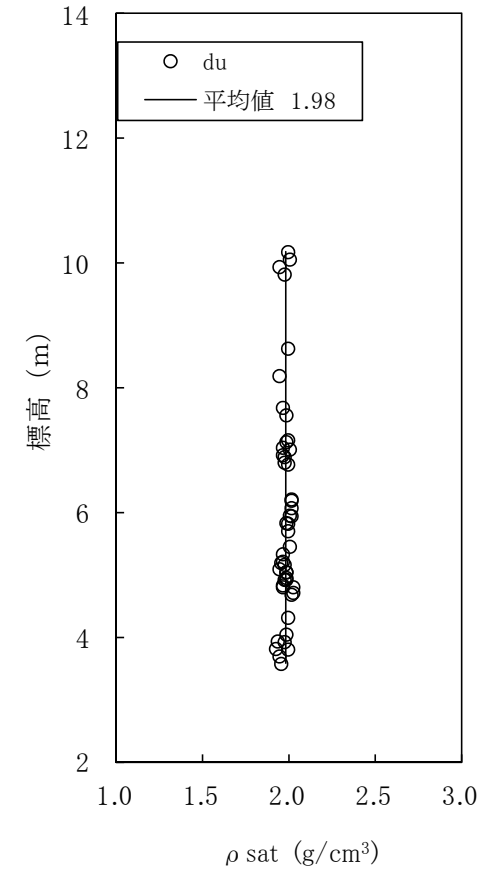
■ du層の密度は、ボーリングコア試料による物理試験に基づき設定した。



試料採取位置図



(湿潤状態)

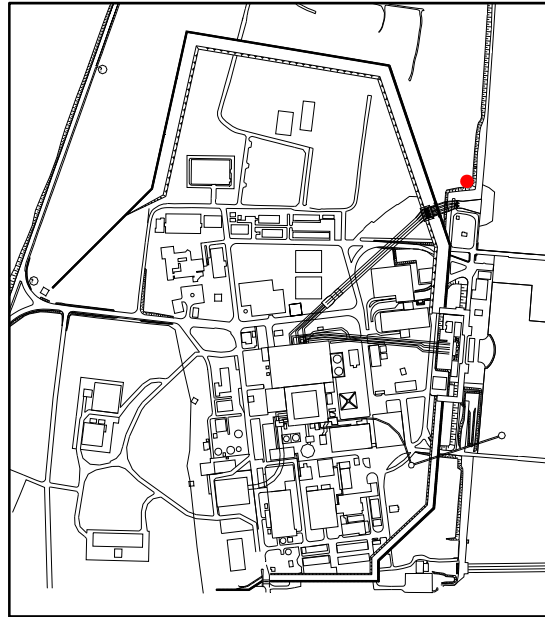


(飽和状態)

du層の密度

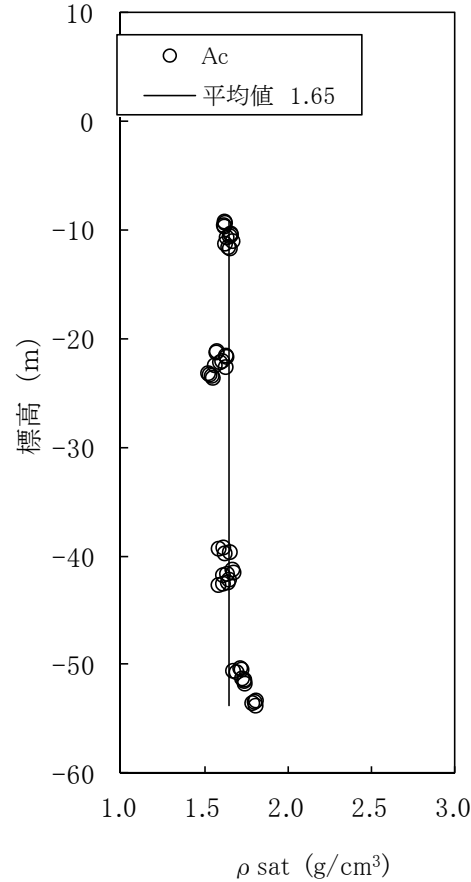
2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性
地盤の物理特性(Ac層及びAs層)

■ Ac層及びAs層の密度は、ボーリングコア試料による物理試験に基づき設定した。



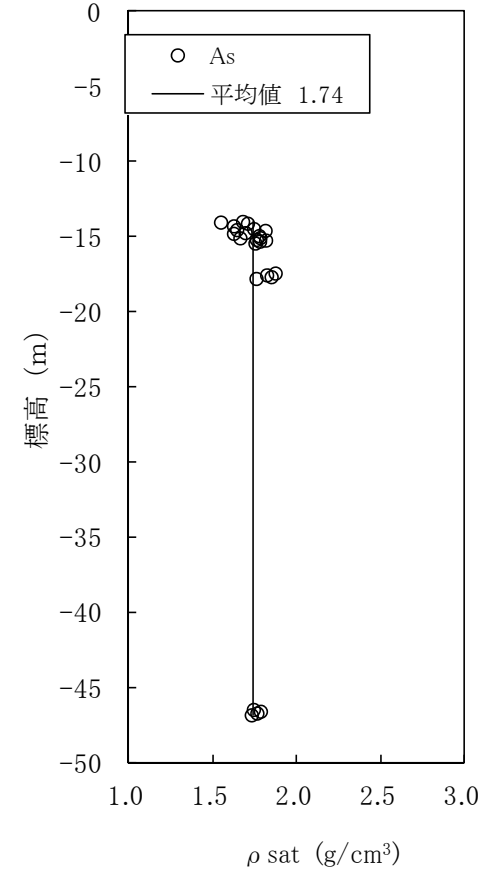
● : 試料を採取したボーリング孔

試料採取位置図



(飽和状態)

Ac層の密度

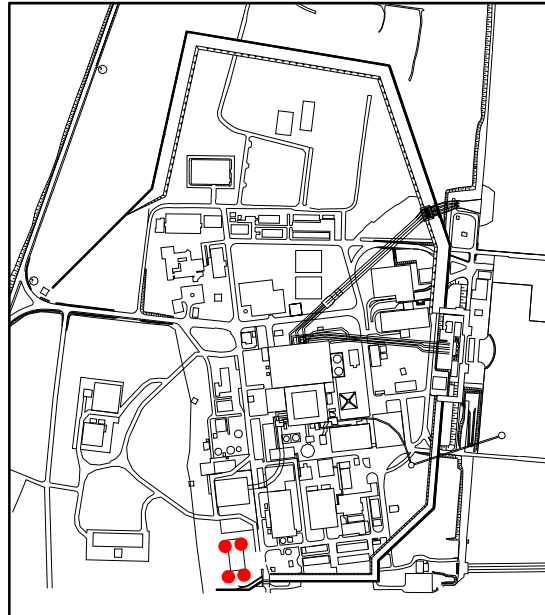


(飽和状態)

As層の密度

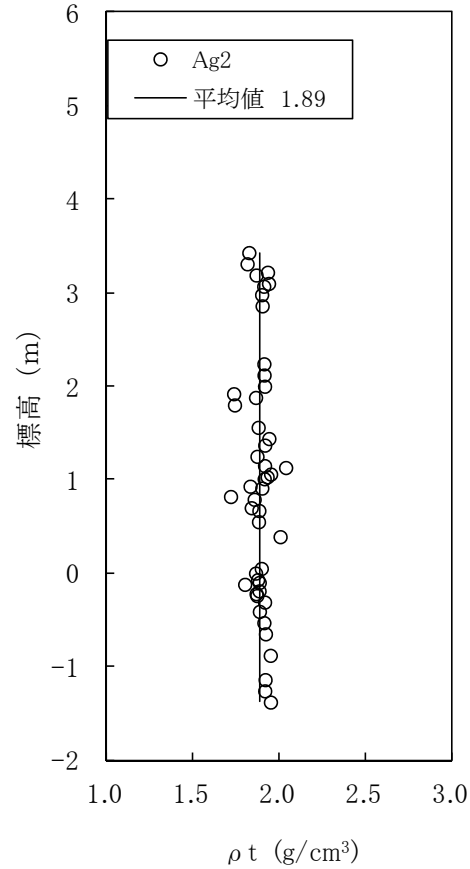
地盤の物理特性 (Ag2層)

■ Ag2層の密度は、ボーリングコア試料による物理試験に基づき設定した。

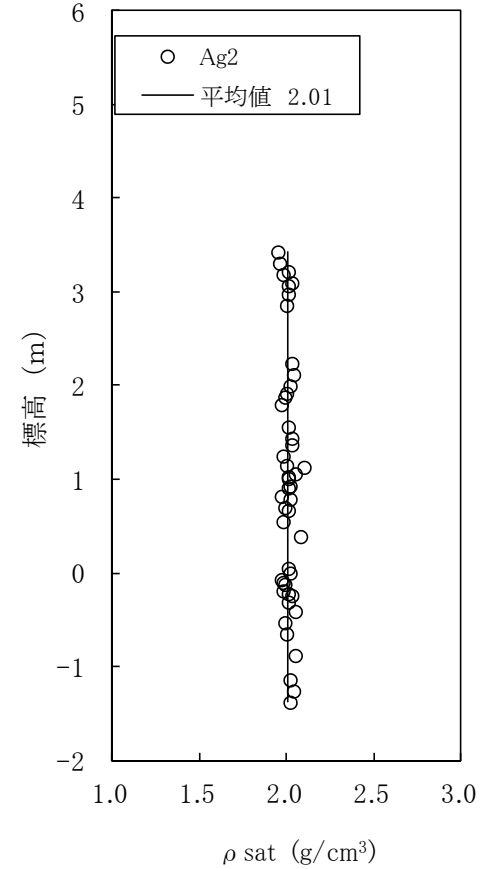


● : 試料を採取したボーリング孔

試料採取位置図



(湿潤状態)

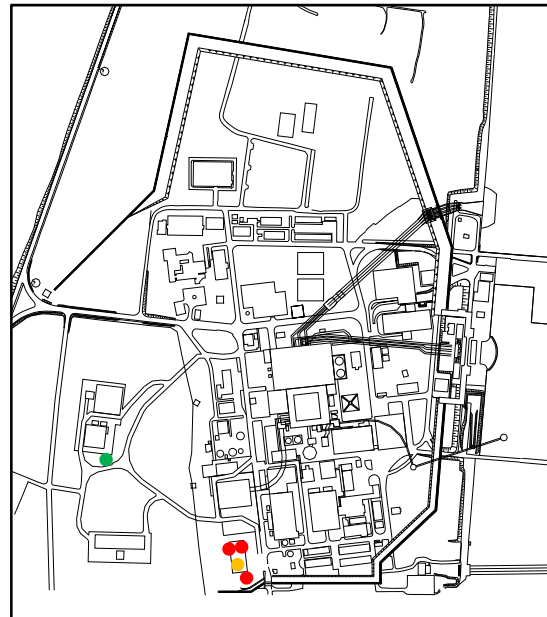


(飽和状態)

Ag2層の密度

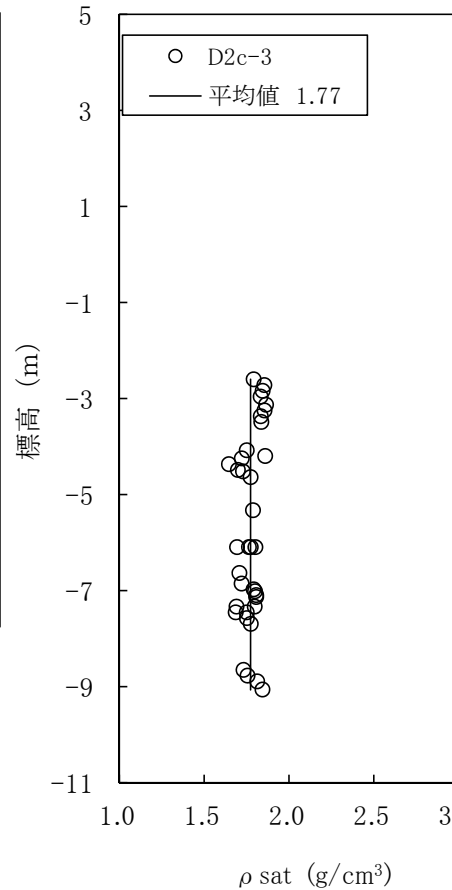
地盤の物理特性(D2c-3層, D2s-3層及びD2g-3層)

■ D2c-3層, D2s-3層及びD2g-3層の密度は, ボーリングコア試料による物理試験に基づき設定した。



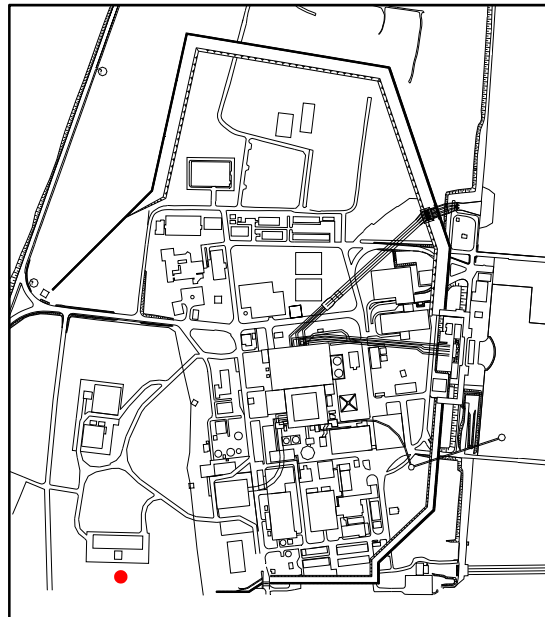
- : 試料を採取したボーリング孔 (D2c-3)
- : 試料を採取したボーリング孔 (D2s-3)
- : 試料を採取した立坑 (D2g-3)

試料採取位置図



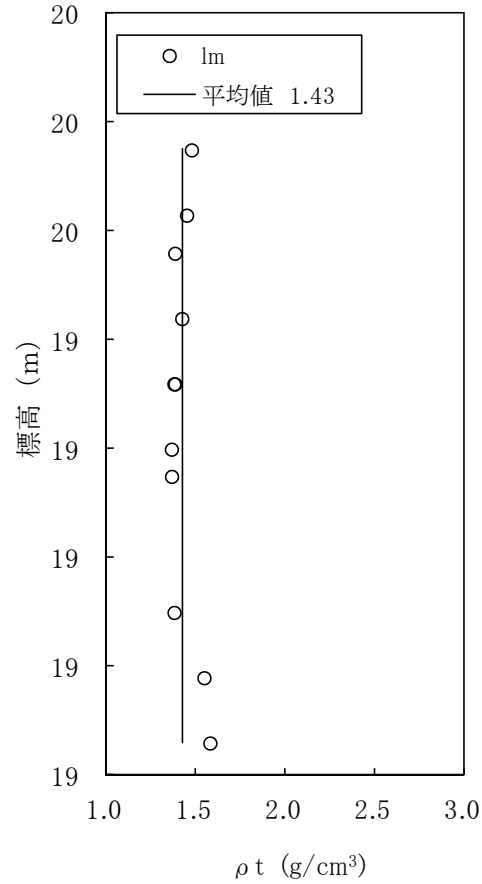
地盤の物理特性 (1m層)

■ 1m層の密度は、ボーリングコア試料による物理試験に基づき設定した。

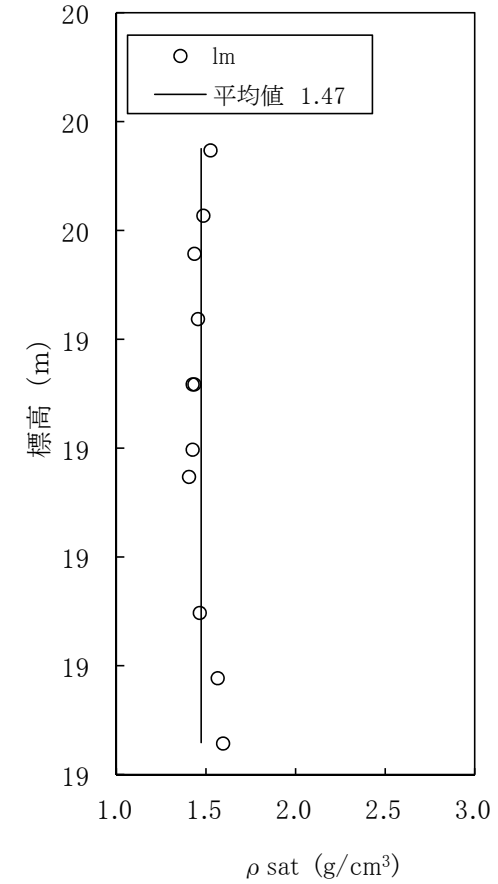


● : 試料を採取したボーリング孔

試料採取位置図



(湿潤状態)

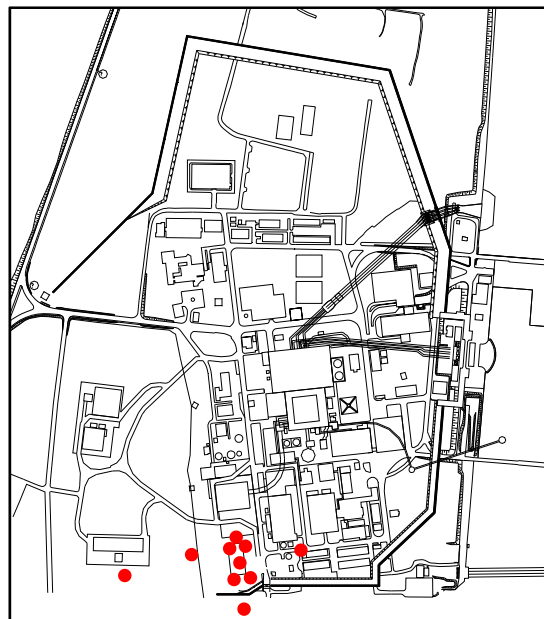


(飽和状態)

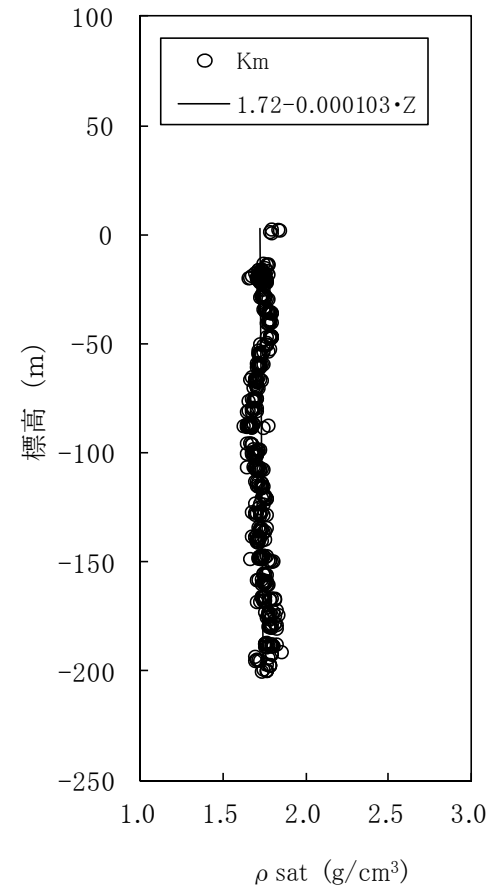
1m層の密度

地盤の物理特性(Km層)

■ Km層の密度は、ボーリングコア試料による物理試験に基づき設定した。



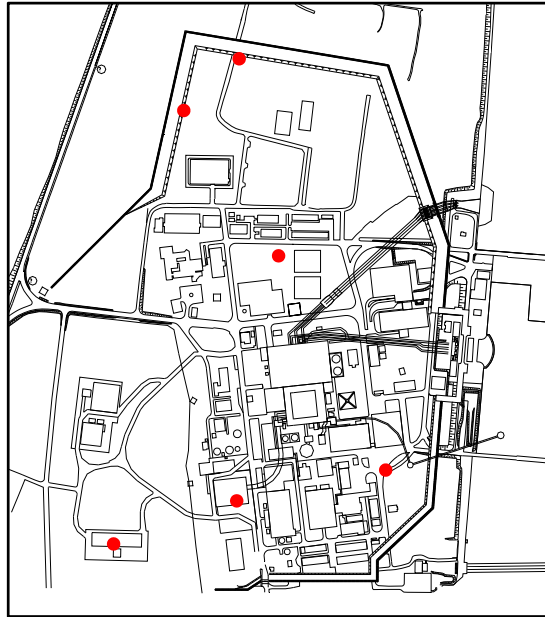
試料採取位置図



Km層の密度

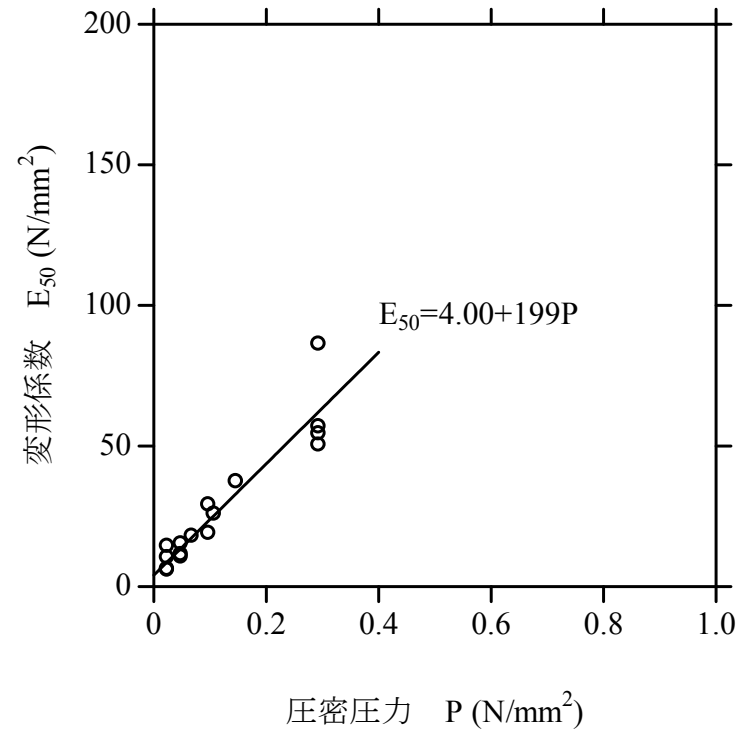
地盤の静的変形特性(du層)

■ du層の変形係数は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験(CD条件)に基づき設定した。



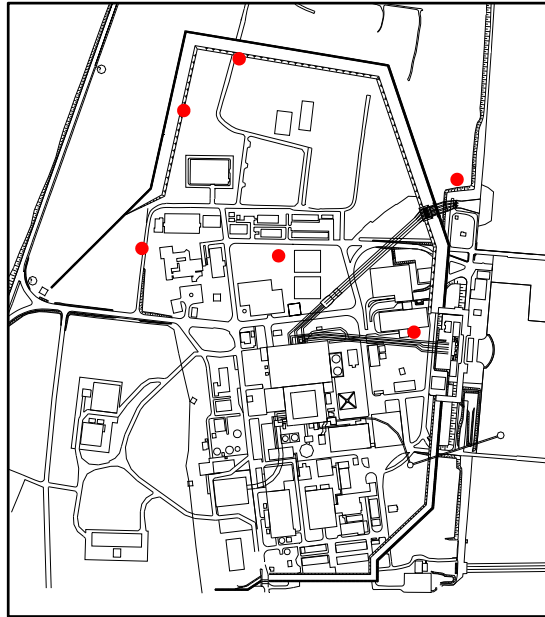
● : 試料を採取したボーリング孔

試料採取位置図



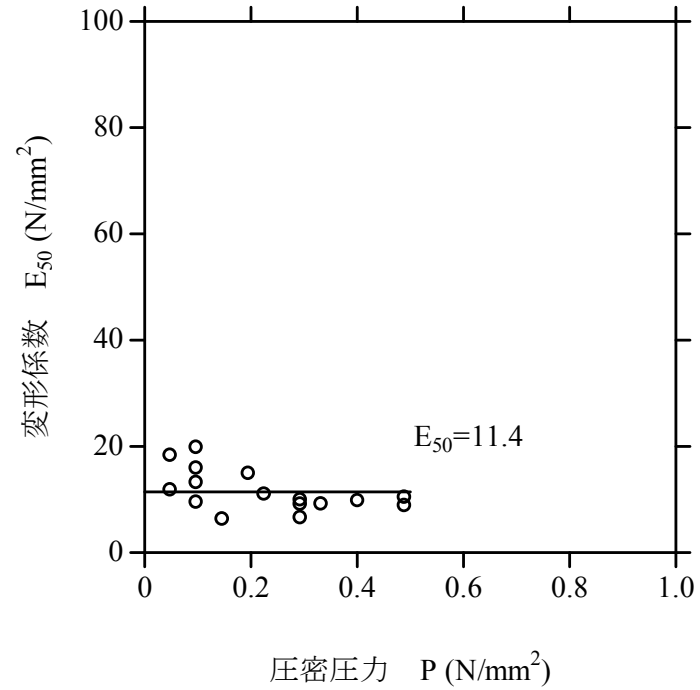
地盤の静的変形特性(Ac層)

■ Ac層の変形係数は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験(CD条件)に基づき設定した。



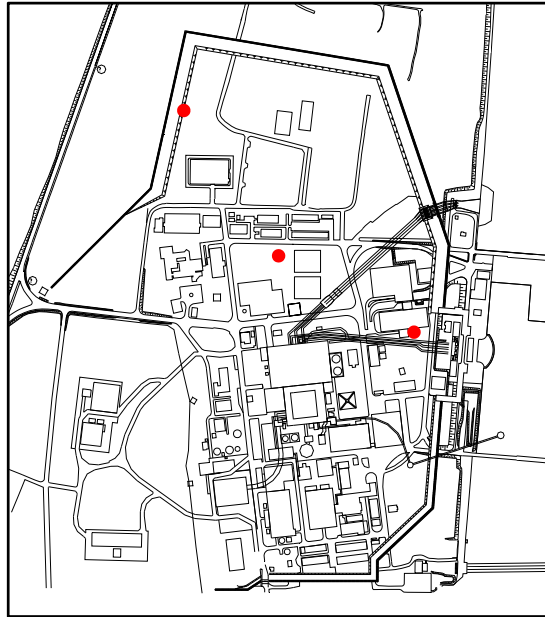
● : 試料を採取したボーリング孔

試料採取位置図



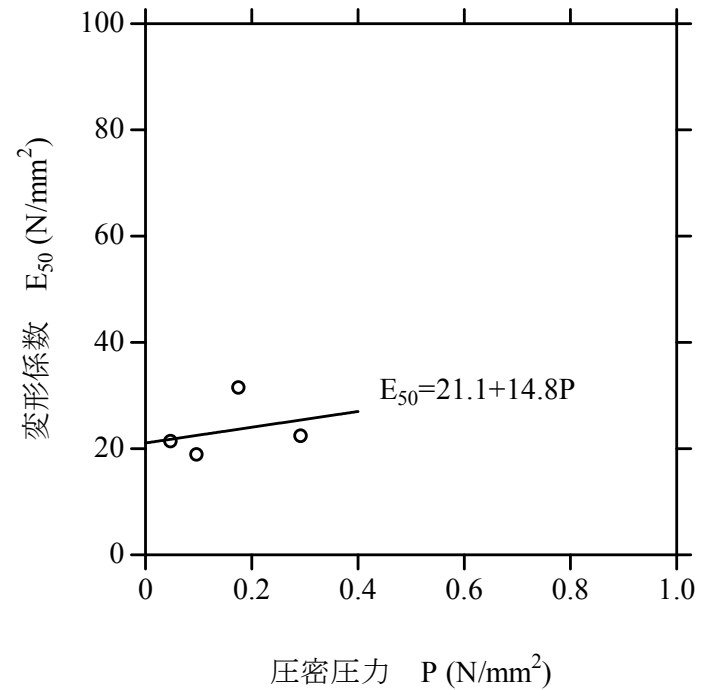
地盤の静的変形特性(As層)

■ As層の変形係数は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験(CD条件)に基づき設定した。



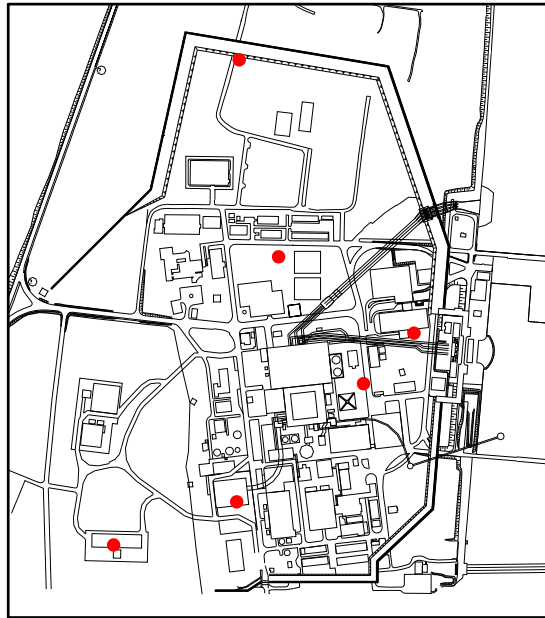
● : 試料を採取したボーリング孔

試料採取位置図



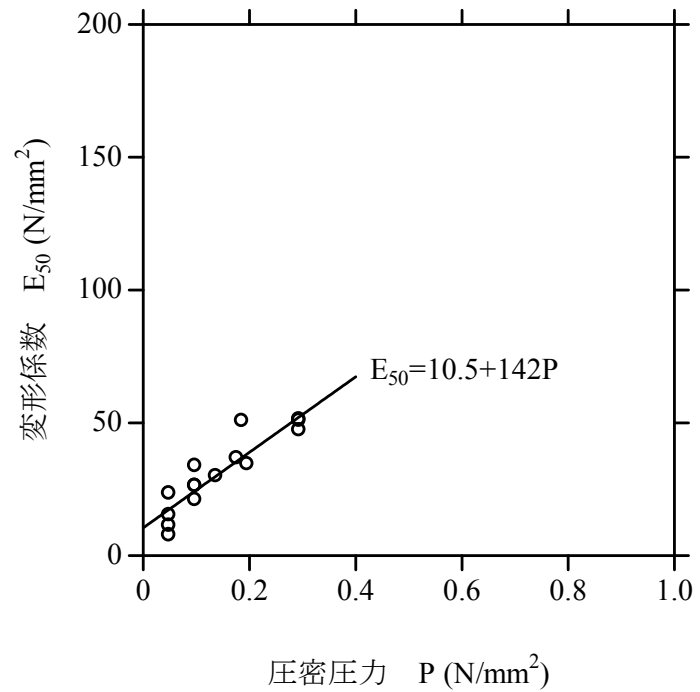
地盤の静的変形特性(Ag2層)

■ Ag2層の変形係数は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験(CD条件)に基づき設定した。



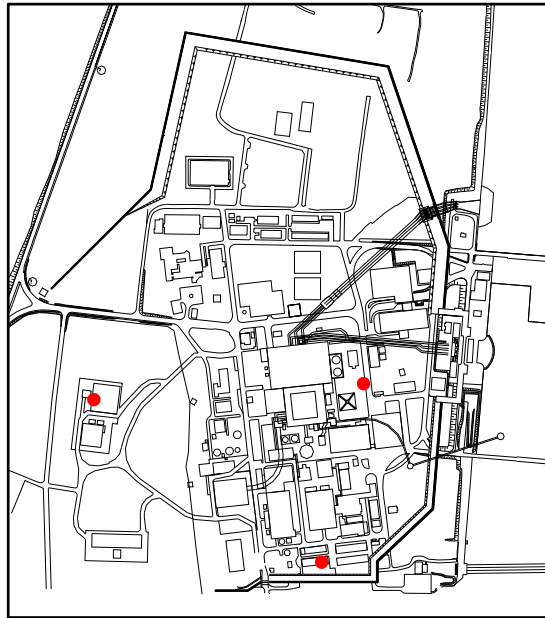
●: 試料を採取したボーリング孔

試料採取位置図



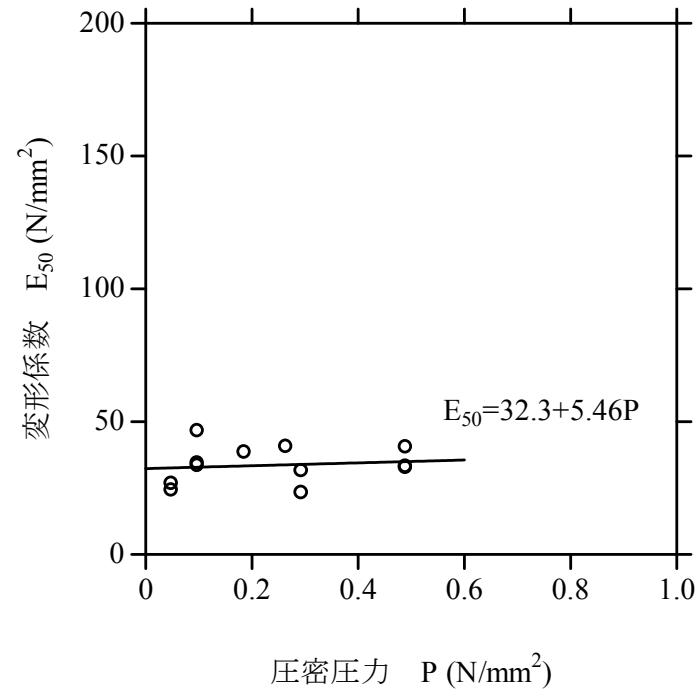
地盤の静的変形特性(D2c-3層)

■ D2c-3層の変形係数は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験(CD条件)に基づき設定した。



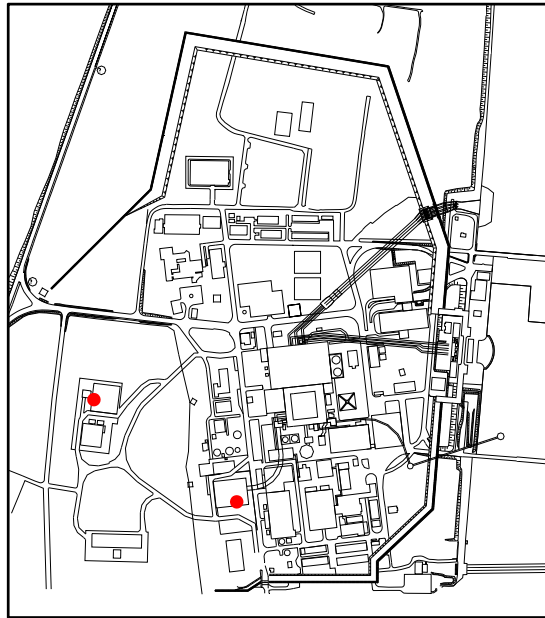
● : 試料を採取したボーリング孔

試料採取位置図



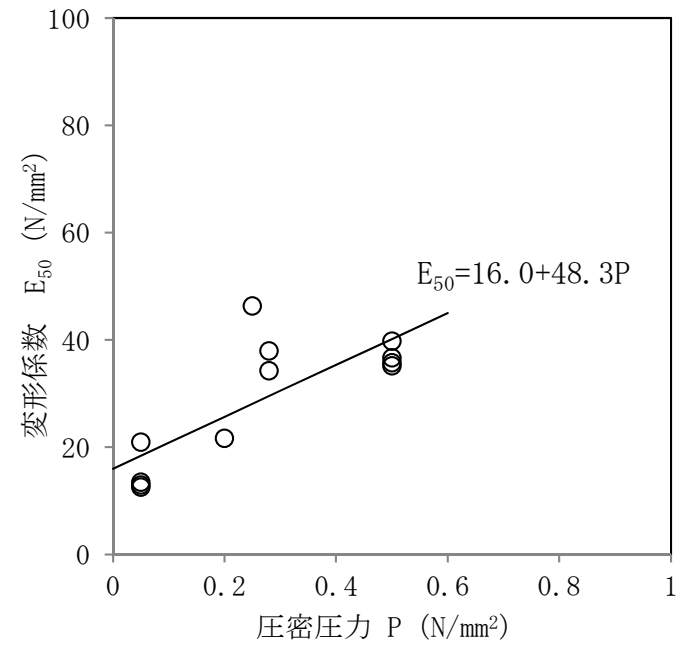
地盤の静的変形特性(D2s-3層)

■ D2s-3層の変形係数は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験(CD条件)に基づき設定した。



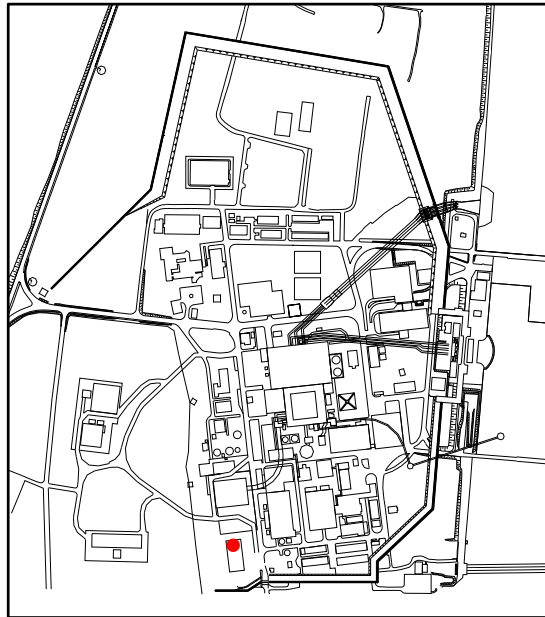
● : 試料を採取したボーリング孔

試料採取位置図



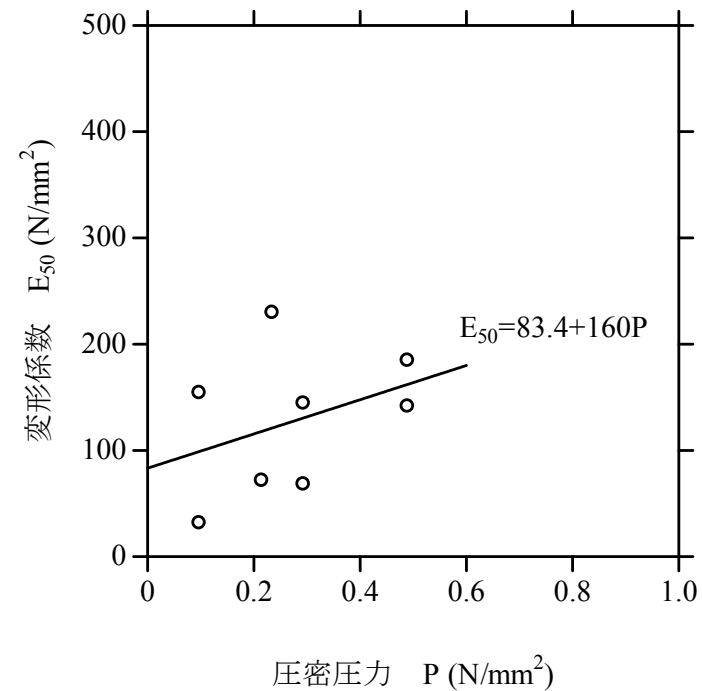
地盤の静的変形特性(D2g-3層)

■ D2g-3層の変形係数は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験(CD条件)に基づき設定した。



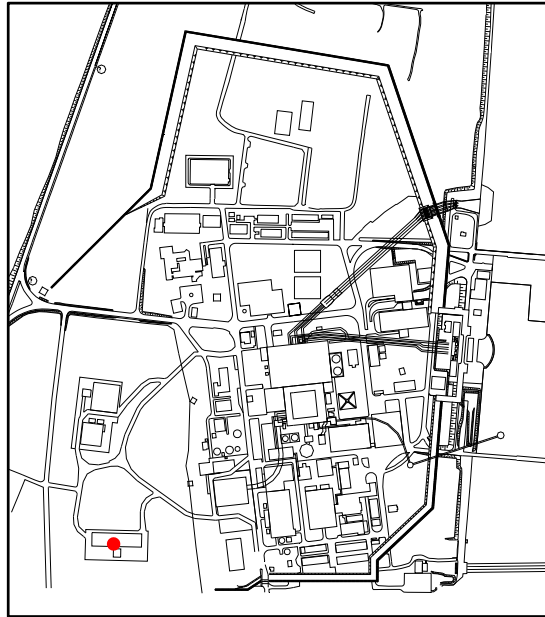
●: 試料を採取したボーリング孔

試料採取位置図



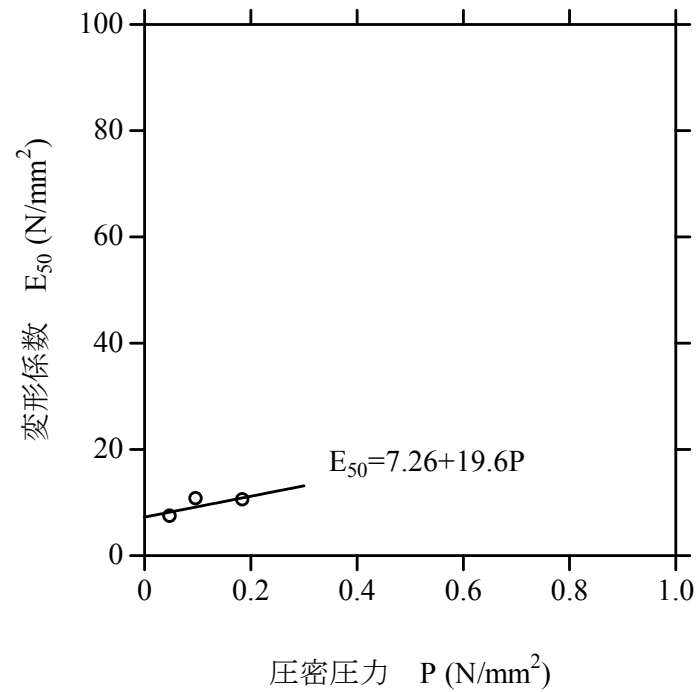
地盤の静的変形特性(1m層)

■ 1m層の変形係数は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験(CD条件)に基づき設定した。



●: 試料を採取したボーリング孔

試料採取位置図



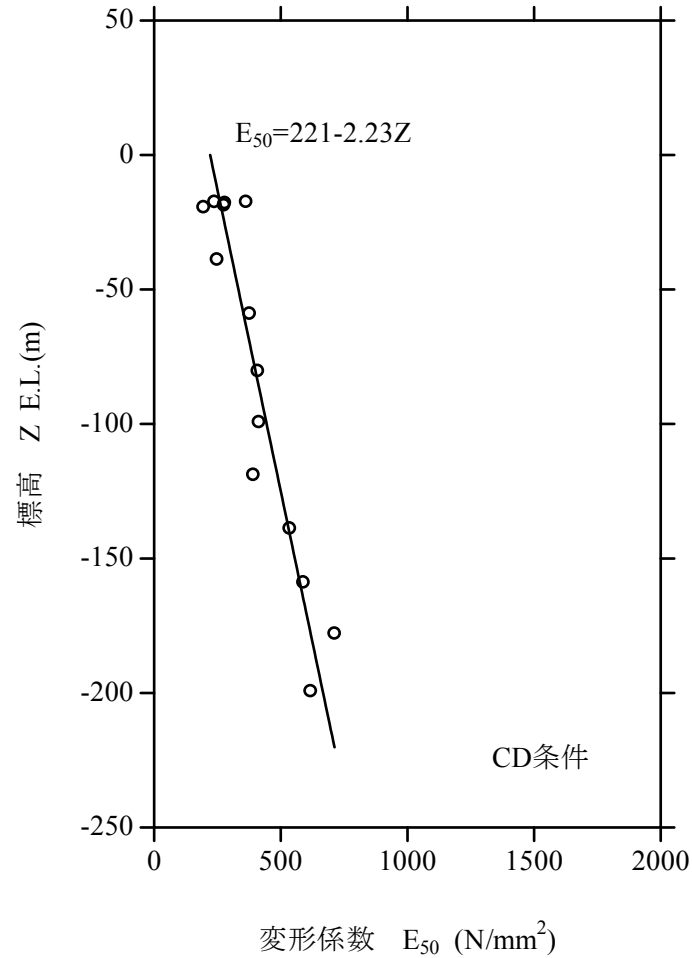
地盤の静的変形特性(Km層)

■ Km層の変形係数は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験(CD条件)に基づき設定した。



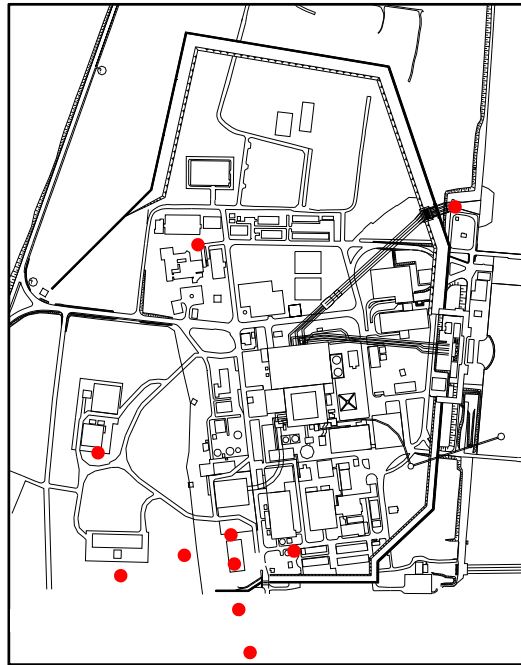
● : 試料を採取したボーリング孔

試料採取位置図



2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性
地盤の動的変形特性(第四紀層)

■初期せん断弾性係数及び動ポアソン比は、ボーリング孔を用いたPS検層結果を用いて設定した。



● : PS検層を実施したボーリング孔

PS検層実施位置図

PS検層結果

| 地層 | | Vs
(m/s) | Vp
(m/s) | 初期せん断弾性係数
G ₀ | 動ポアソン比
ν _d | |
|--------|--------|-------------|-------------|-----------------------------|--------------------------|-------|
| 第四紀層 | du層 | 210 | 不飽和 | 80.3 | 0.385 | |
| | | | 飽和 | 87.3 | 0.493 | |
| | Ag2層 | 240 | 不飽和 | 109 | 0.286 | |
| | | | 飽和 | 116 | 0.491 | |
| | Ac層 | 飽和 | 163-1.54z | 1240-1.93z | 左記の式より設定 | 0.486 |
| | As層 | 飽和 | 211-1.19z | 1360-1.78z | 左記の式より設定 | 0.484 |
| | Ag1層 | 飽和 | 350 | 1950 | 246 | 0.483 |
| | D2c-3層 | 飽和 | 270 | 1770 | 129 | 0.488 |
| | D2s-3層 | 飽和 | 360 | 1400 | 249 | 0.465 |
| | D2g-3層 | 飽和 | 500 | 1879 | 538 | 0.462 |
| | lm層 | 飽和 | 130 | 1160 | 24.8 | 0.494 |
| | D1c-1層 | 飽和 | 280 | 1730 | 139 | 0.487 |
| D1g-1層 | 飽和 | 390 | 1757 | 306 | 0.474 | |

z:標高(m)

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

$$\nu_d = \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{2 \times \left(\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1\right)}$$

2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 地盤の動的変形特性(第三紀層)

■ Km層の初期せん断弾性係数及び動ポアソン比は、ボーリング孔を用いたPS検層結果を用いて設定した。

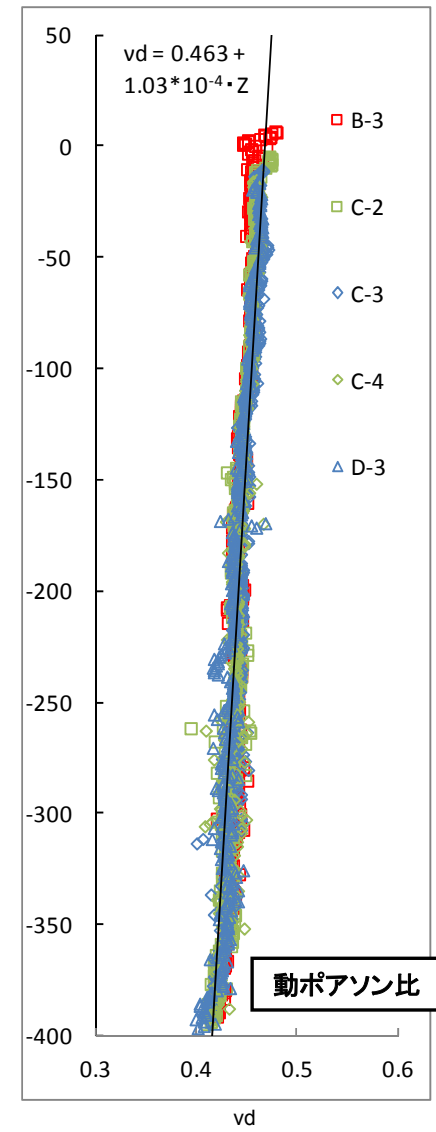
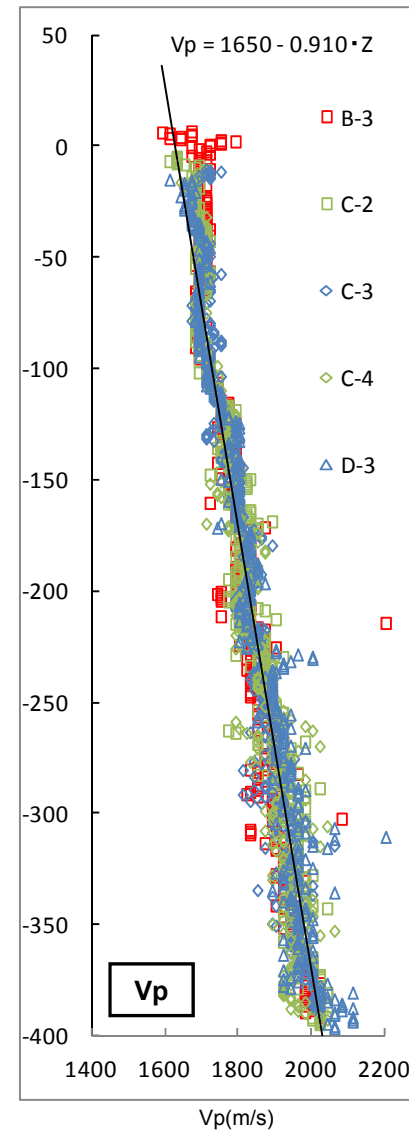
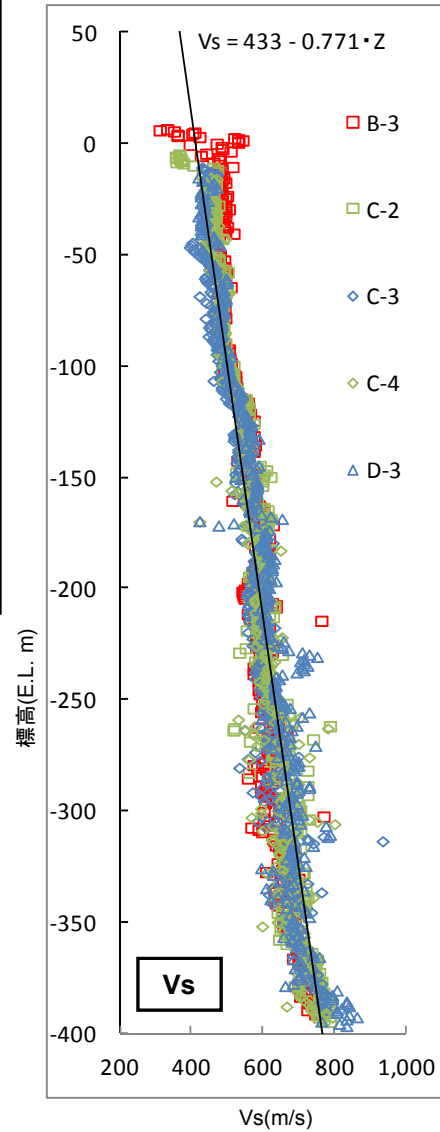


● : PS検層を実施したボーリング孔

PS検層実施位置図

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

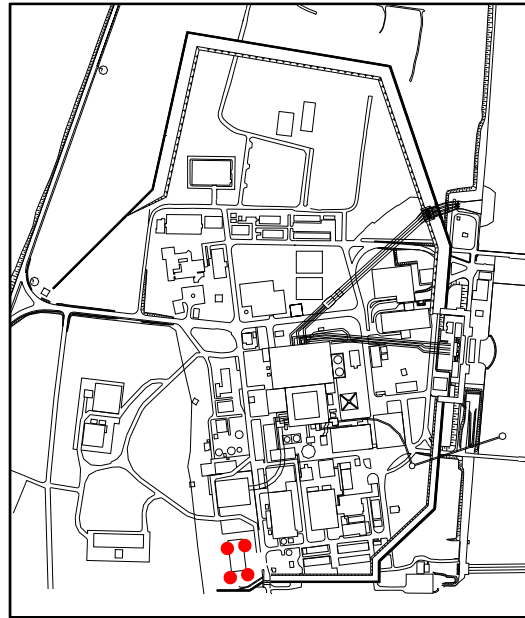
$$\nu_d = \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{2 \times \left(\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1\right)}$$



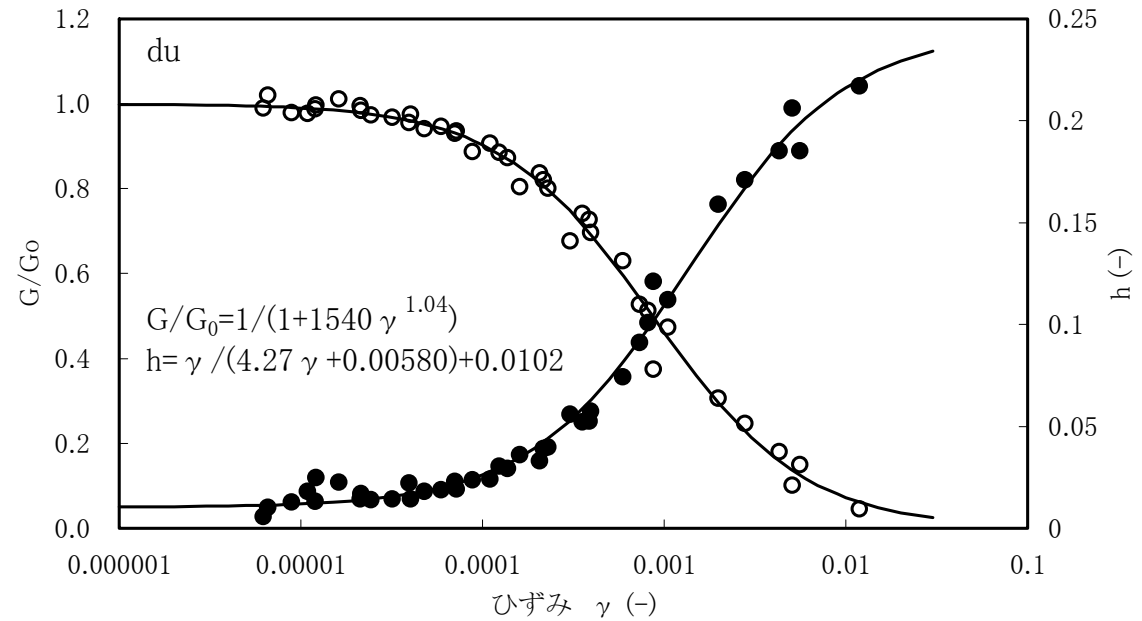
サスペンションPS検層結果と標高の関係

地盤の動的変形特性(du層)

■ du層の動的変形特性は、繰返し三軸試験結果を用いて設定した。



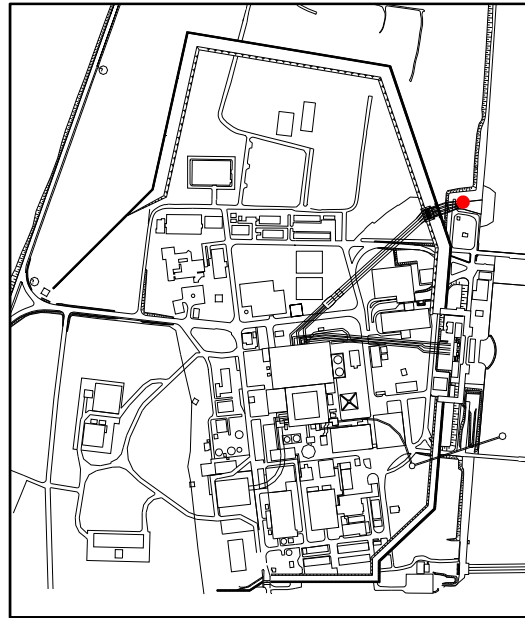
試料採取位置図



du層の繰返し三軸試験結果

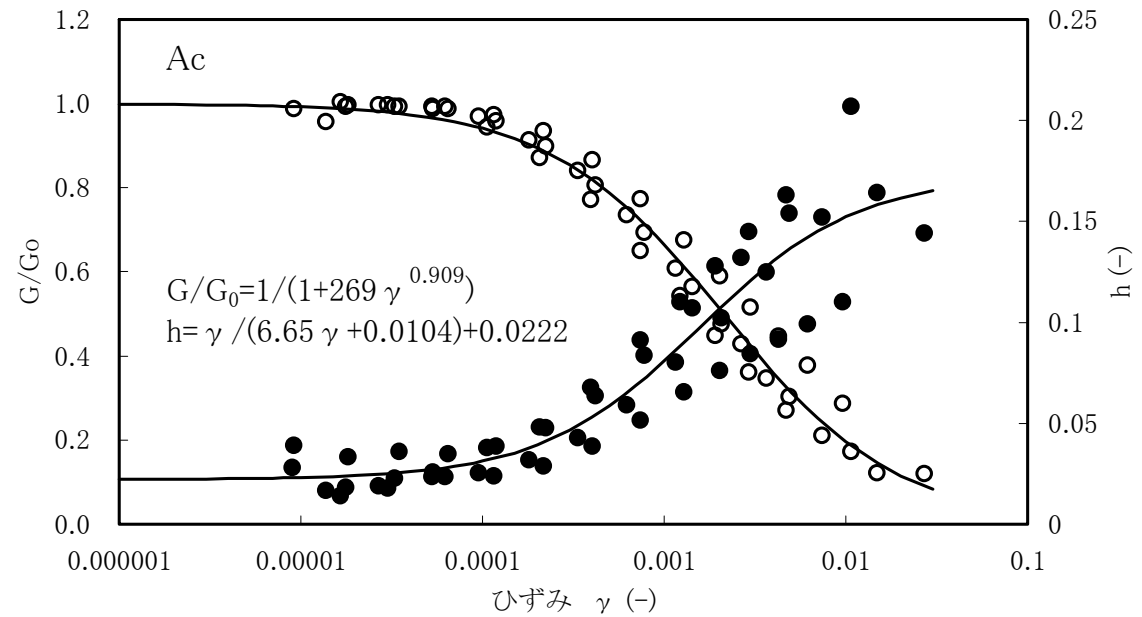
地盤の動的変形特性(Ac層)

■ Ac層の動的変形特性は、繰返し三軸試験結果を用いて設定した。



● : 試料を採取したボーリング孔

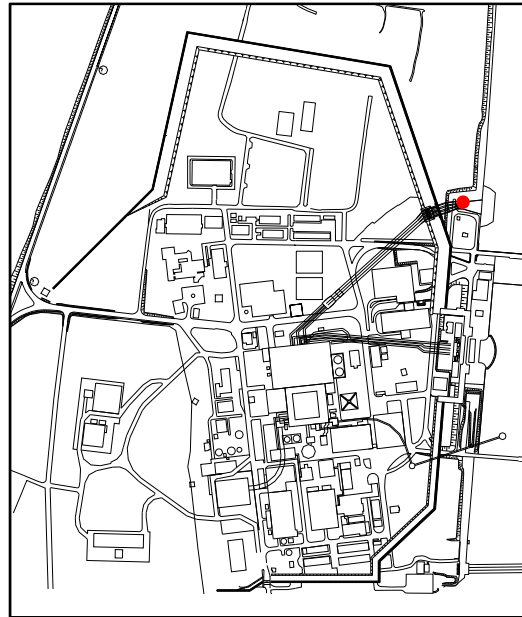
試料採取位置図



Ac層の繰返し三軸試験結果

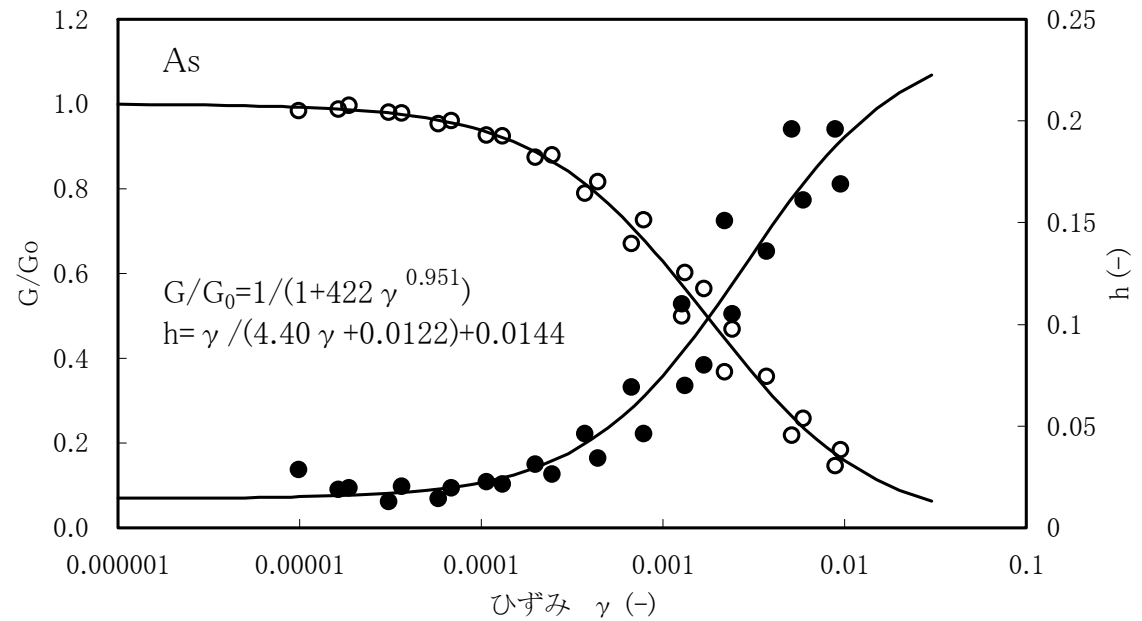
地盤の動的変形特性(As層)

■ As層の動的変形特性は、繰返し三軸試験結果を用いて設定した。



● : 試料を採取したボーリング孔

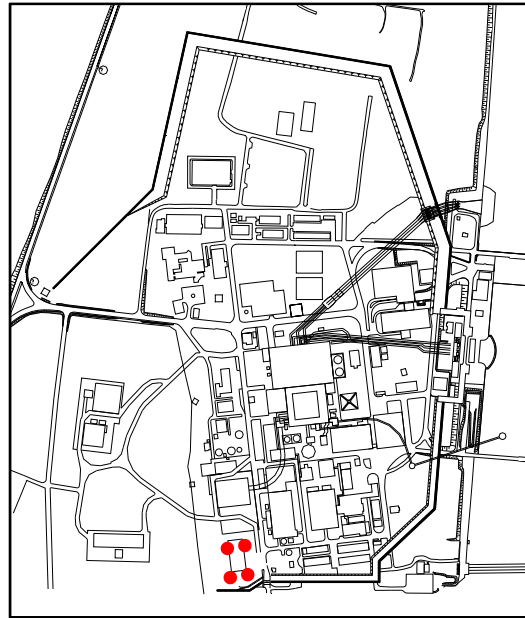
試料採取位置図



As層の繰返し三軸試験結果

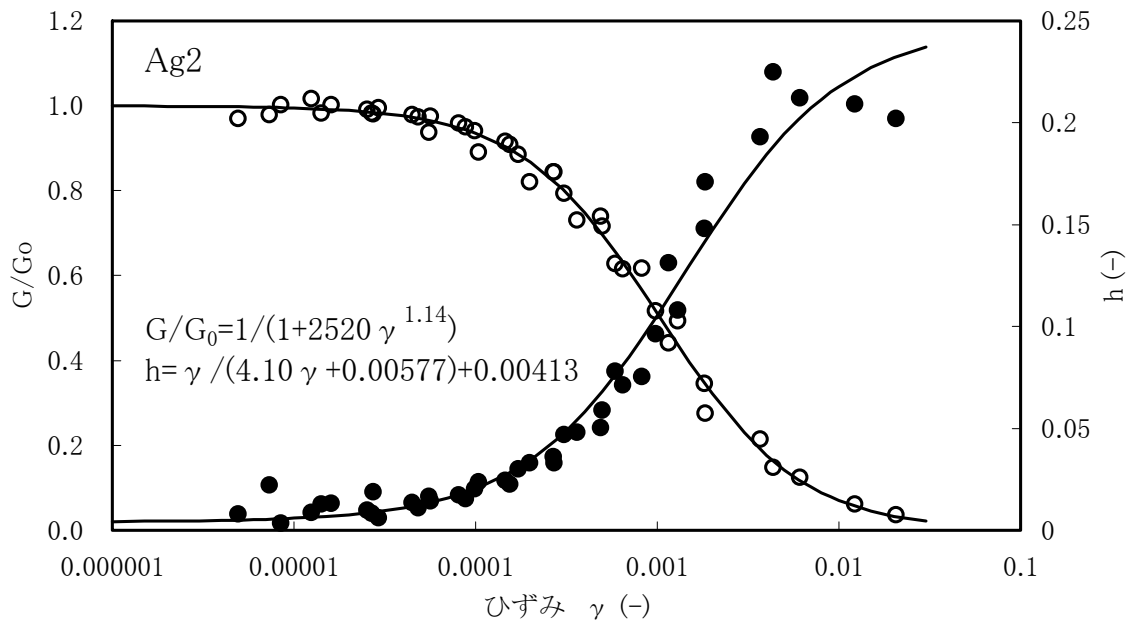
地盤の動的変形特性 (Ag2層)

■ Ag2の動的変形特性は、繰返し三軸試験結果を用いて設定した。



● : 試料を採取したボーリング孔

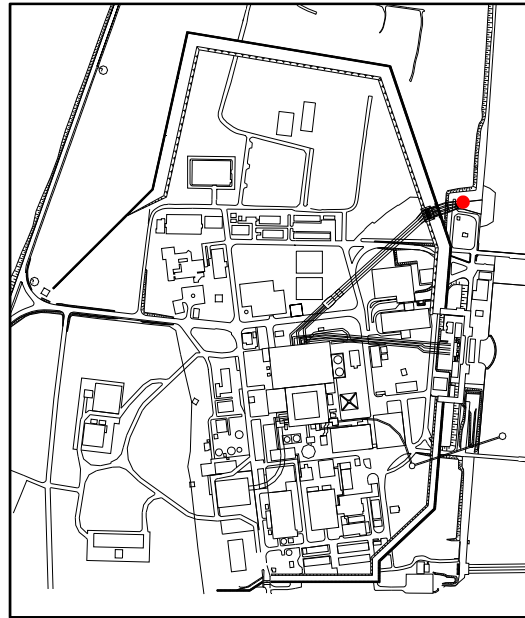
試料採取位置図



Ag2の繰返し三軸試験結果

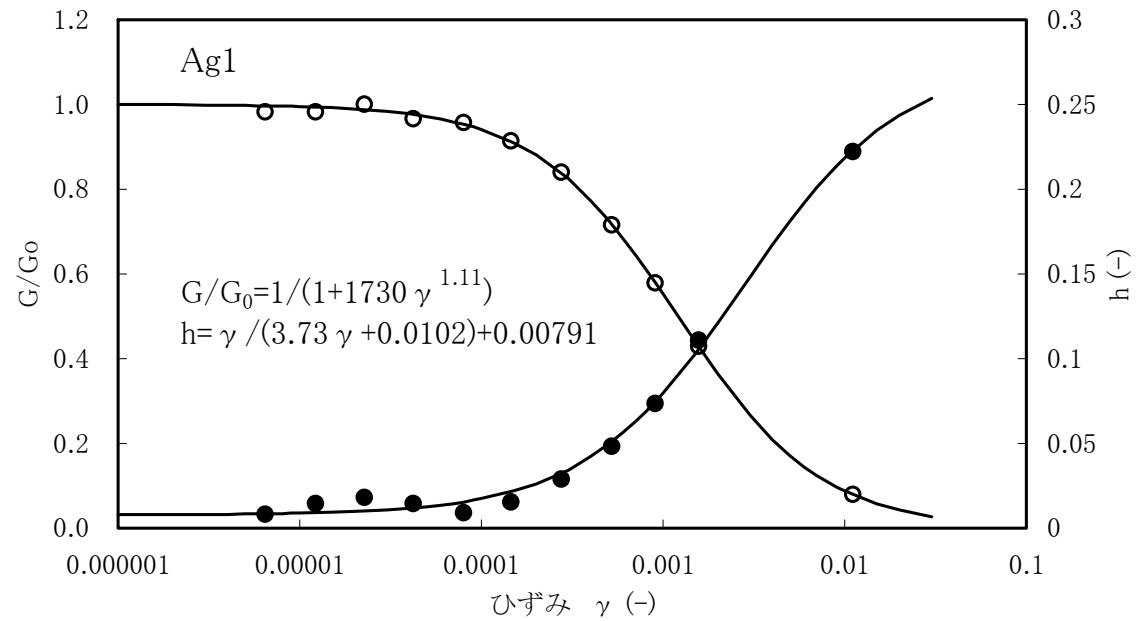
地盤の動的変形特性 (Ag1層)

■ Ag1の動的変形特性は、繰返し三軸試験結果を用いて設定した。



● : 試料を採取したボーリング孔

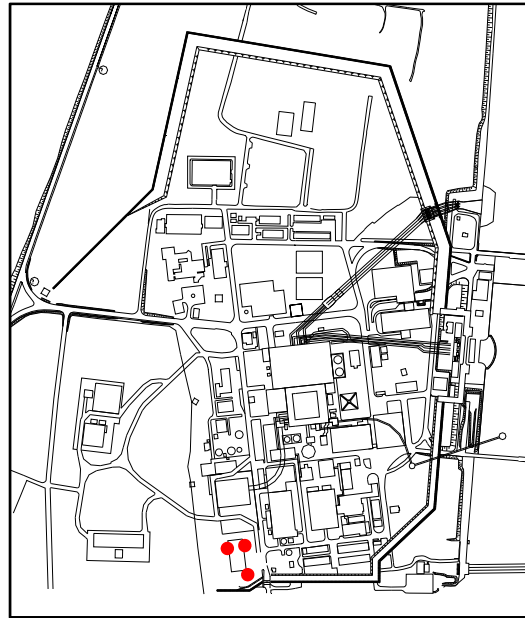
試料採取位置図



Ag1の繰返し三軸試験結果

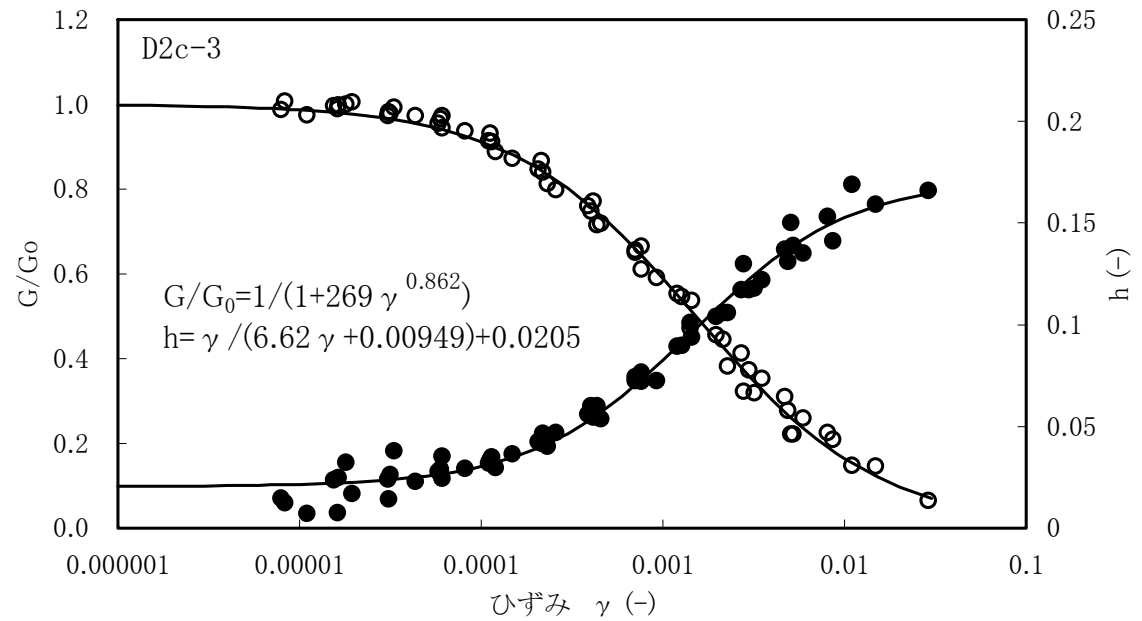
地盤の動的変形特性(D2c-3層)

■ D2c-3層の動的変形特性は、繰返し三軸試験結果を用いて設定した。



● : 試料を採取したボーリング孔

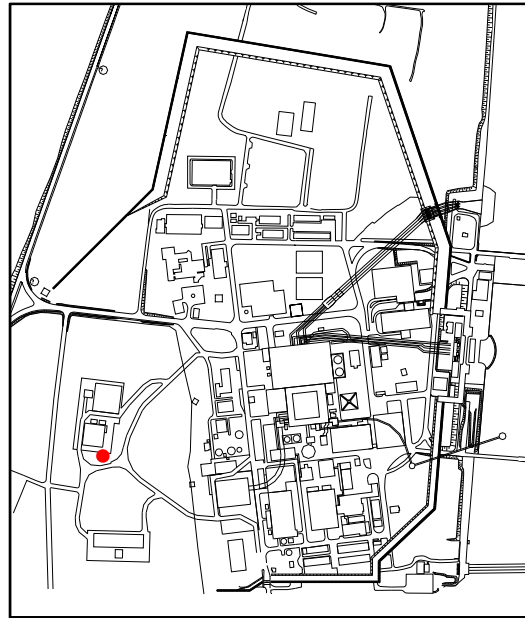
試料採取位置図



D2c-3層の繰返し三軸試験結果

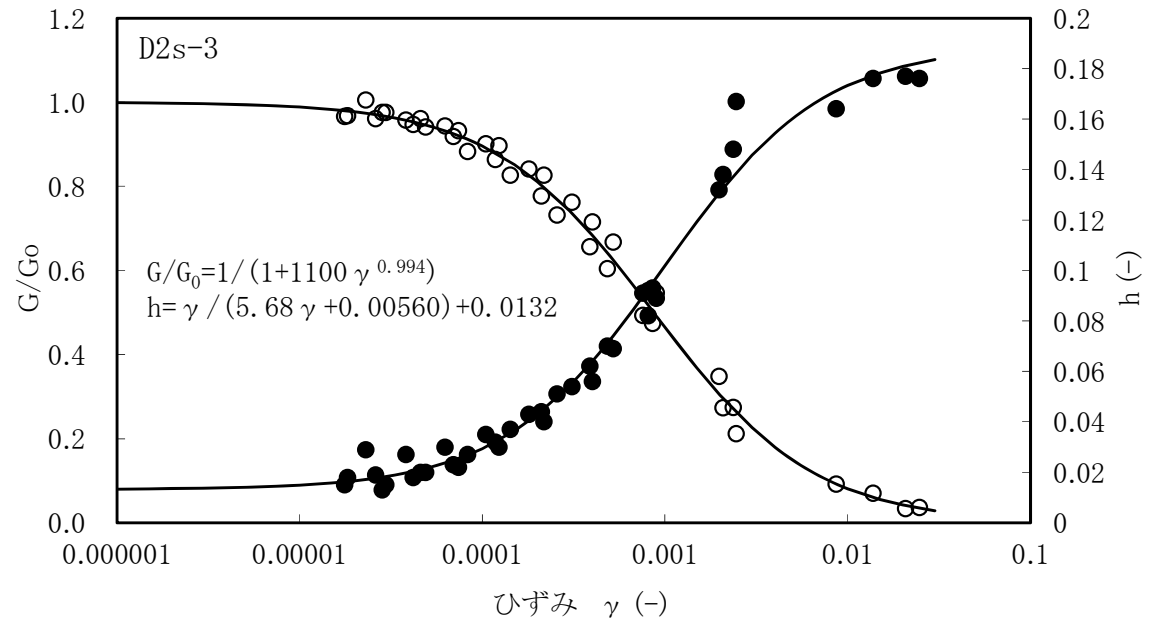
地盤の動的変形特性(D2s-3層)

■ D2s-3層の動的変形特性は、繰返し三軸試験結果を用いて設定した。



● : 試料を採取したボーリング孔

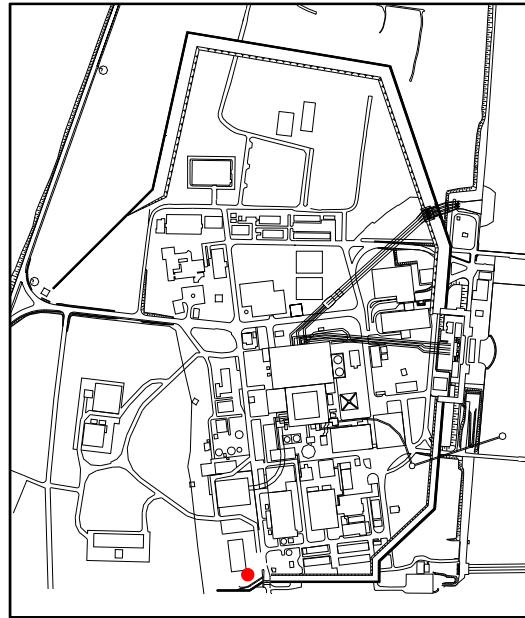
試料採取位置図



D2s-3層の繰返し三軸試験結果

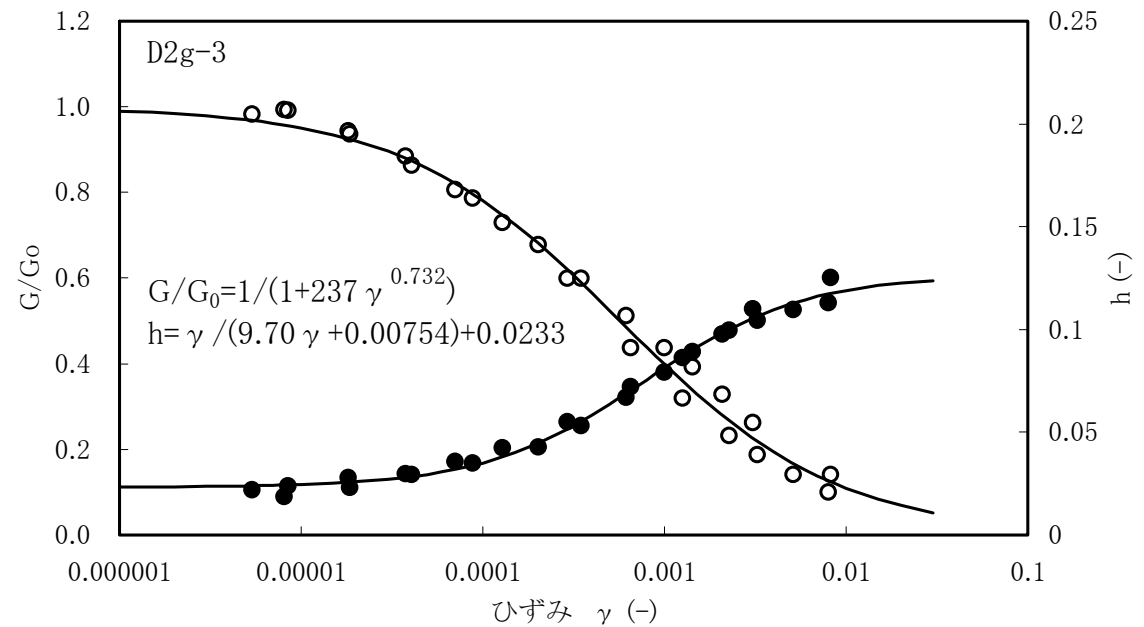
地盤の動的変形特性(D2g-3層)

■ D2g-3層の動的変形特性は、繰返し三軸試験結果を用いて設定した。



●: 試料を採取したボーリング孔

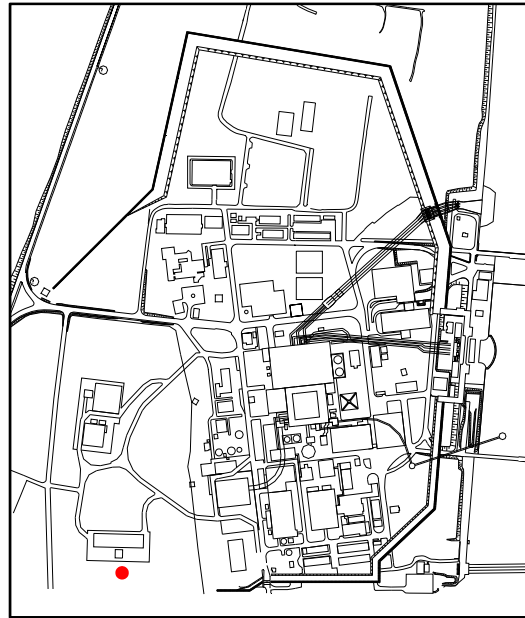
試料採取位置図



D2g-3層の繰返し三軸試験結果

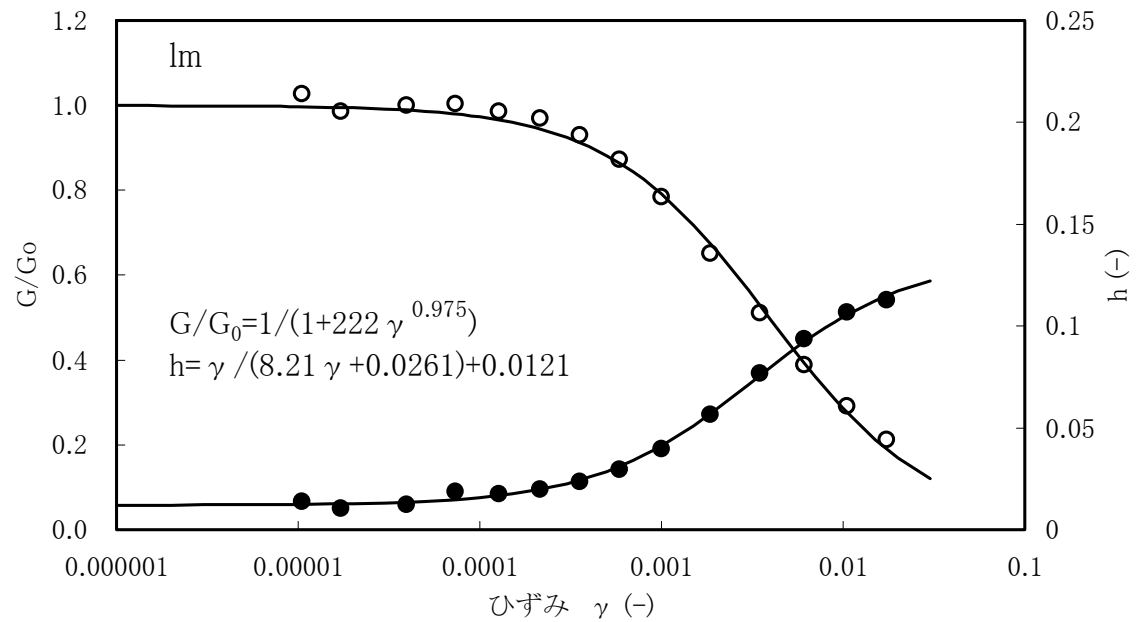
地盤の動的変形特性 (Im層)

■ Im層の動的変形特性は、繰返し三軸試験結果を用いて設定した。



● : 試料を採取したボーリング孔

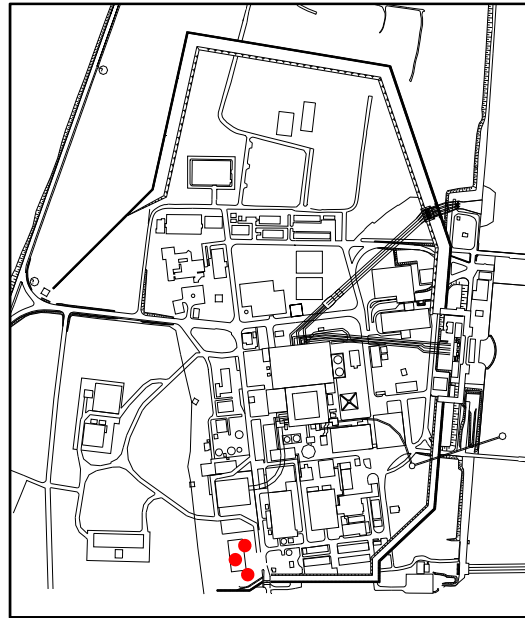
試料採取位置図



Im層の繰返し三軸試験結果

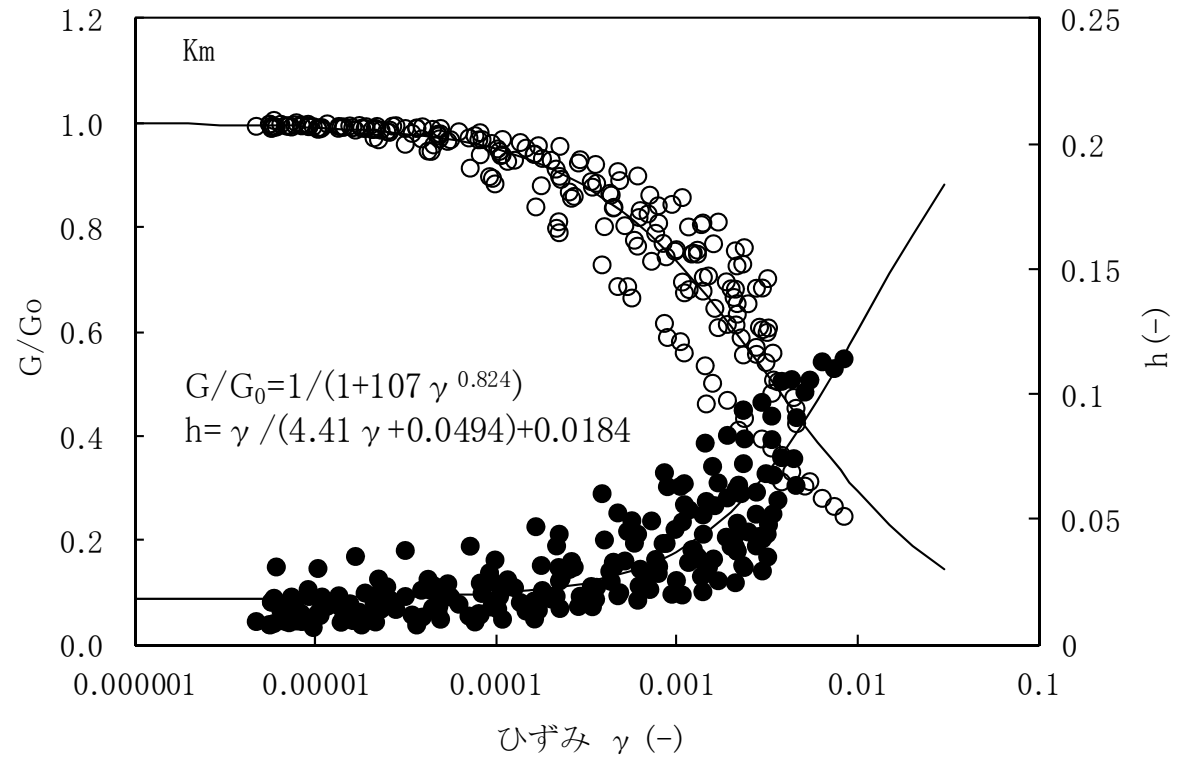
地盤の動的変形特性(Km層)

■ Km層の動的変形特性は、繰返し三軸試験結果を用いて設定した。



● : 試料を採取したボーリング孔

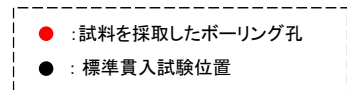
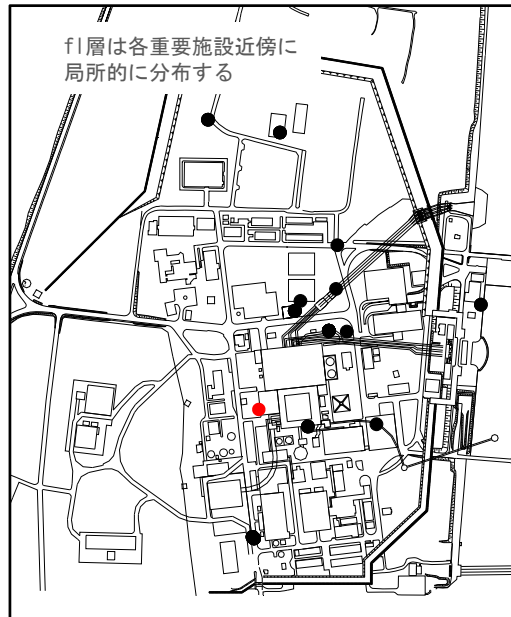
試料採取位置図



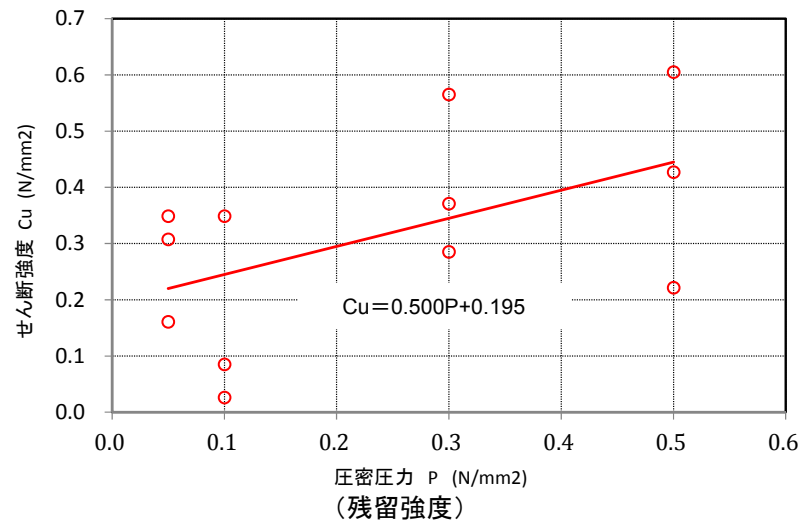
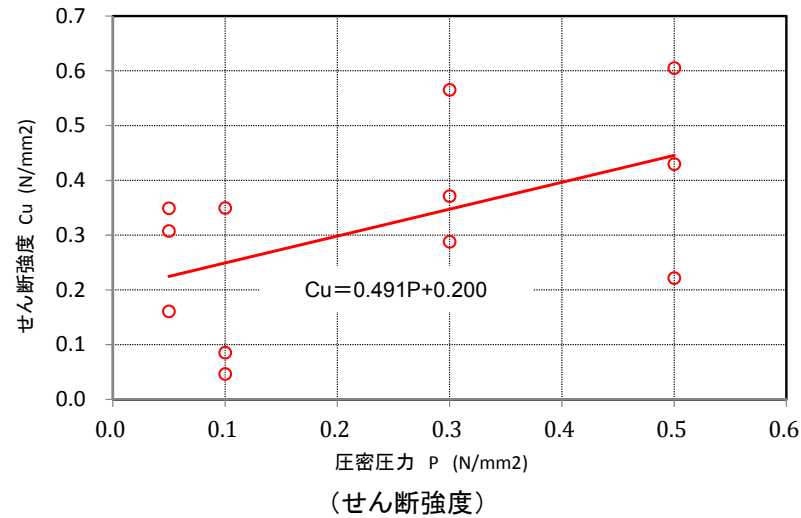
Km層の繰返し三軸試験結果

2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 地盤の強度特性 (f1層)

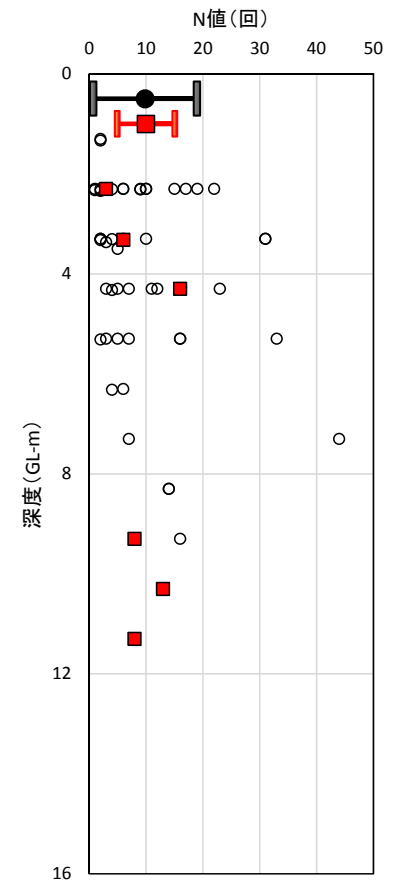
■ f1層のせん断強度及び残留強度は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験 (CU条件) に基づき設定した。



試料採取位置図



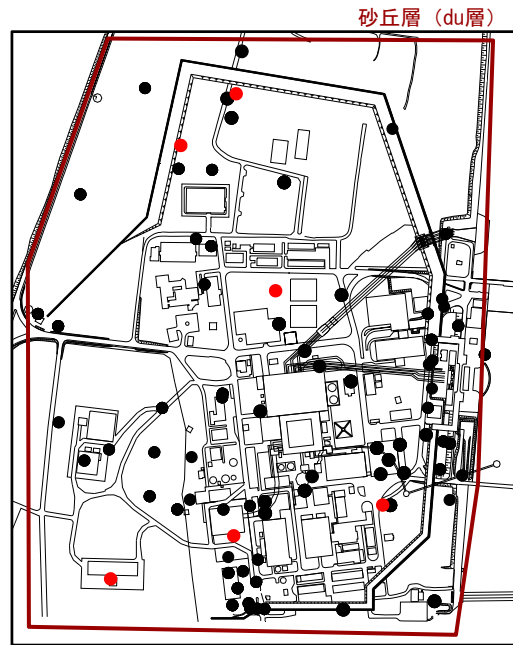
f1層のせん断強度及び残留強度



N値による代表性確認

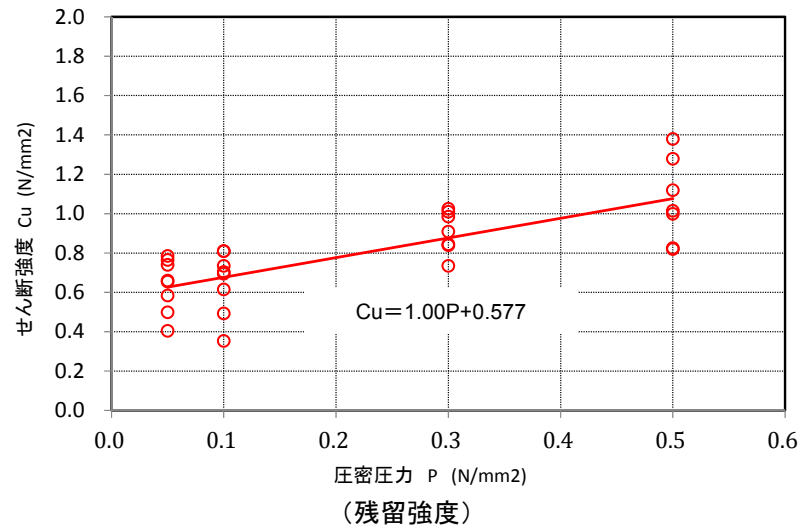
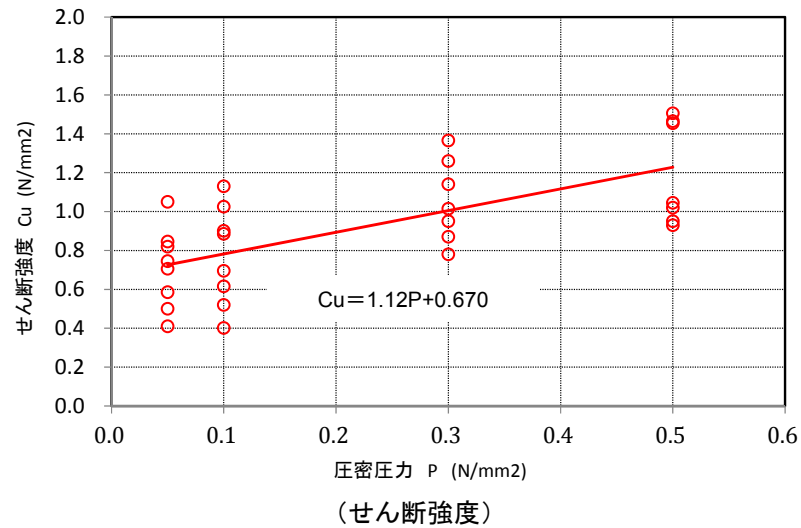
地盤の強度特性 (du層)

■ du層のせん断強度及び残留強度は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験 (CU条件) に基づき設定した。

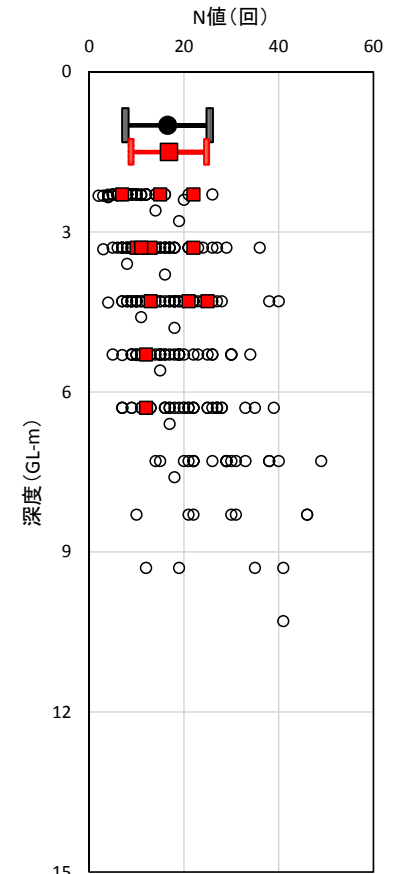


- : 試料を採取したボーリング孔
- : 標準貫入試験位置

試料採取位置図



du層のせん断強度及び残留強度

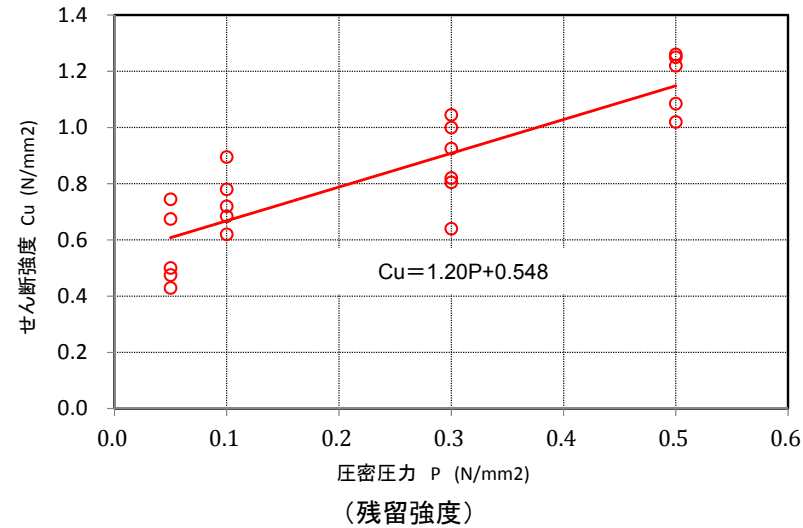
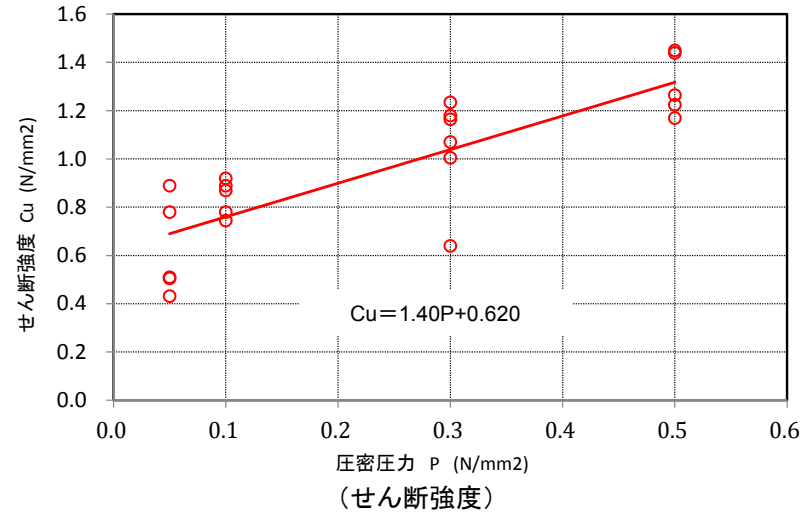
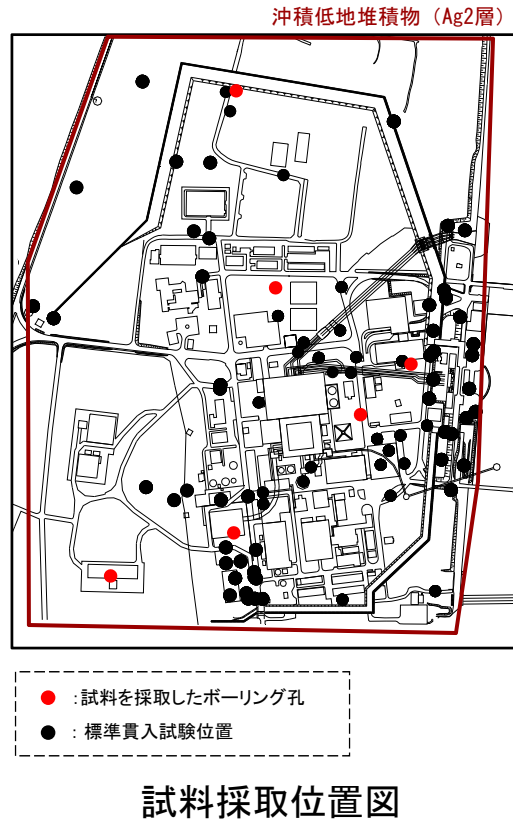


- 敷地内の全調査
- 三軸圧縮試験の試料採取位置
- 敷地内の全調査 平均、1σ
- 三軸圧縮試験の試料採取位置 平均、1σ

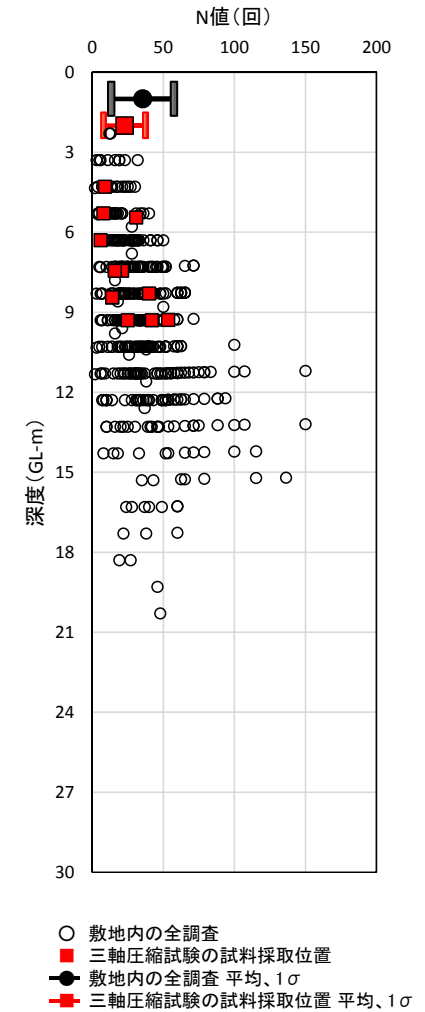
N値による代表性確認

2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 地盤の強度特性 (Ag2層)

■ Ag2のせん断強度及び残留強度は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験(CU条件)に基づき設定した。



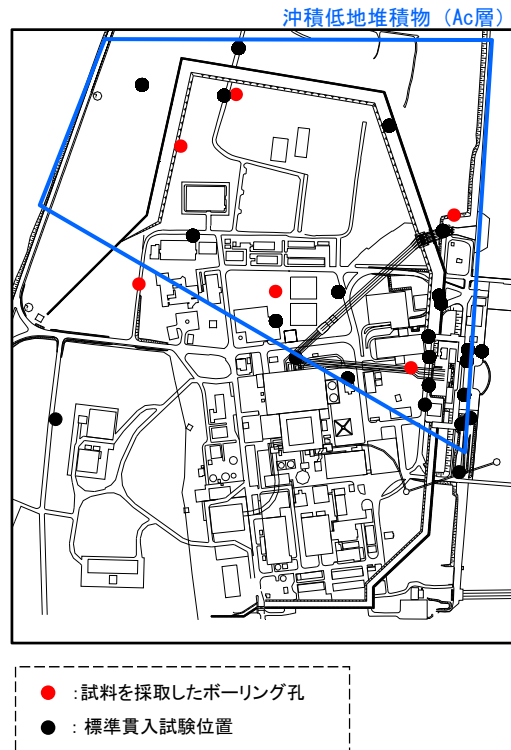
Ag2層のせん断強度及び残留強度



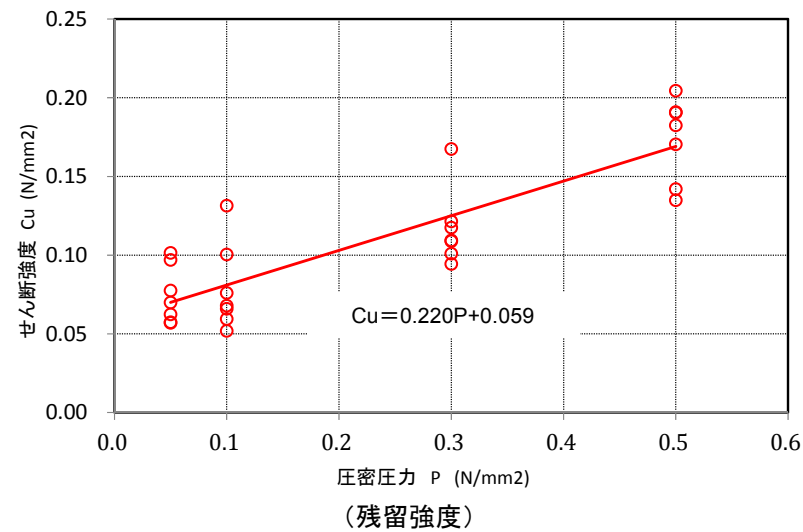
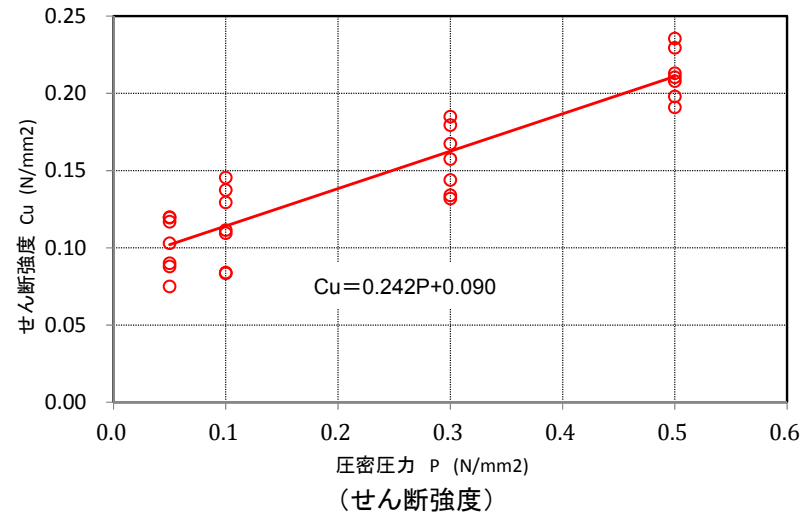
N値による代表性確認

2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 地盤の強度特性(Ac層)

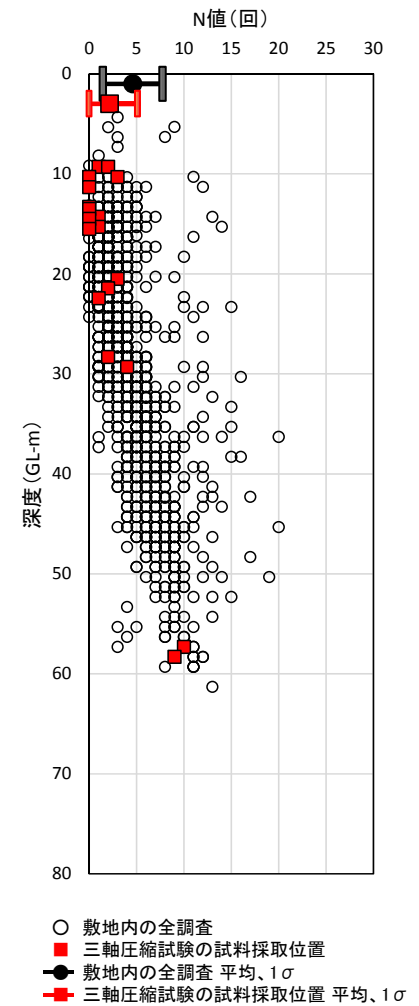
■ Ac層のせん断強度及び残留強度は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験(CU条件)に基づき設定した。



試料採取位置図



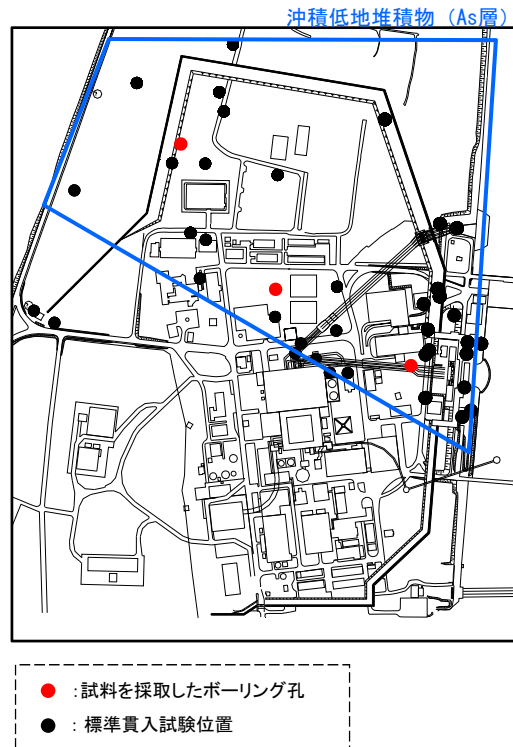
Ac層のせん断強度及び残留強度



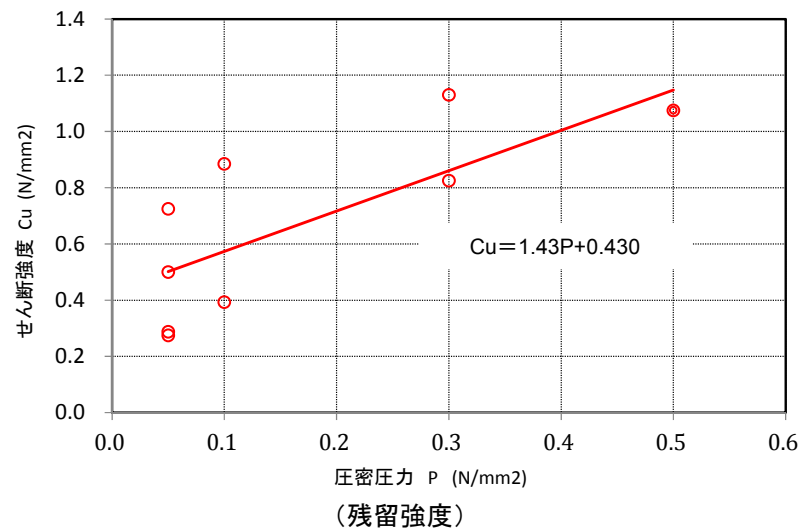
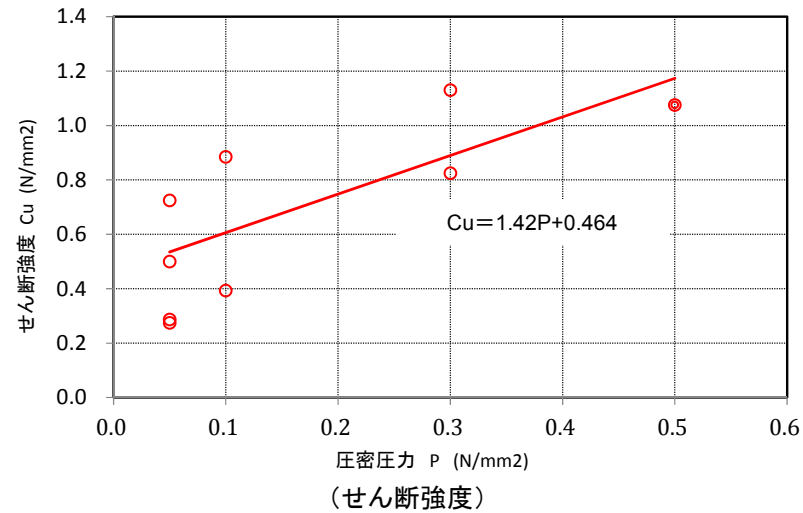
N値による代表性確認

2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 地盤の強度特性 (As層)

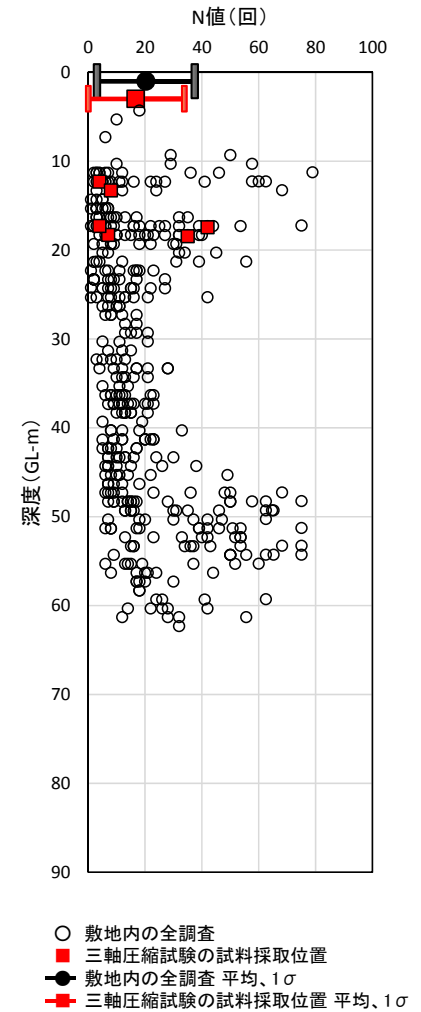
■ As層のせん断強度及び残留強度は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験(CU条件)に基づき設定した。



試料採取位置図



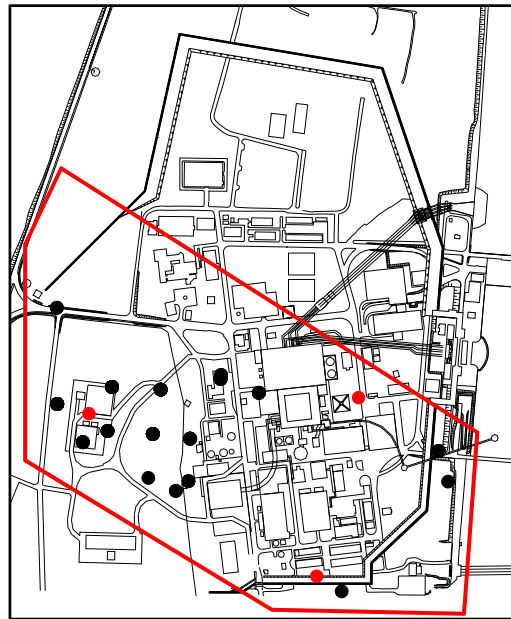
As層のせん断強度及び残留強度



N値による代表性確認

2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 地盤の強度特性(D2c-3層)

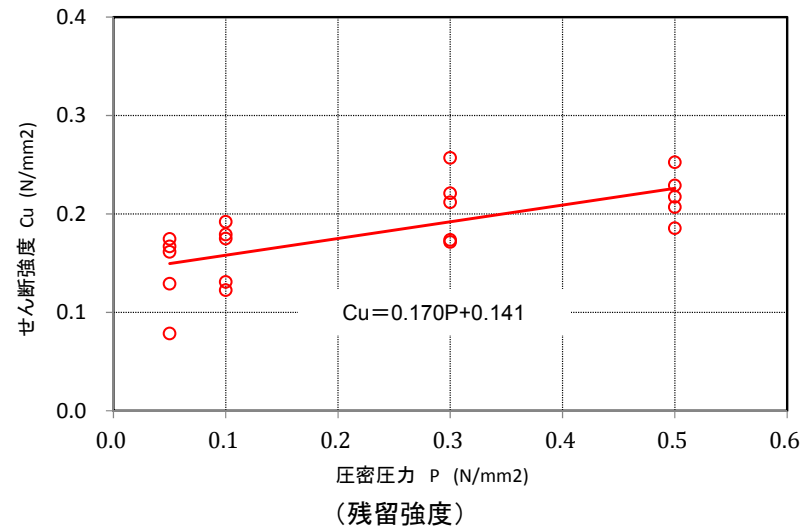
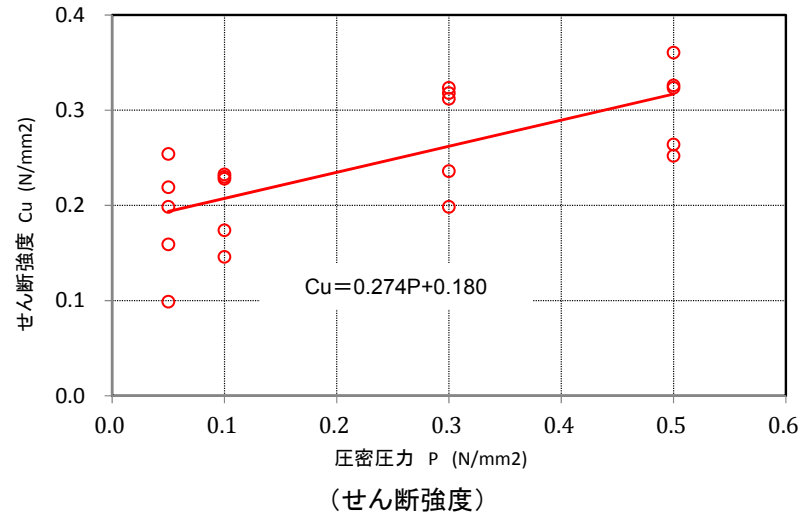
■ D2c-3層のせん断強度及び残留強度は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験(CU条件)に基づき設定した。



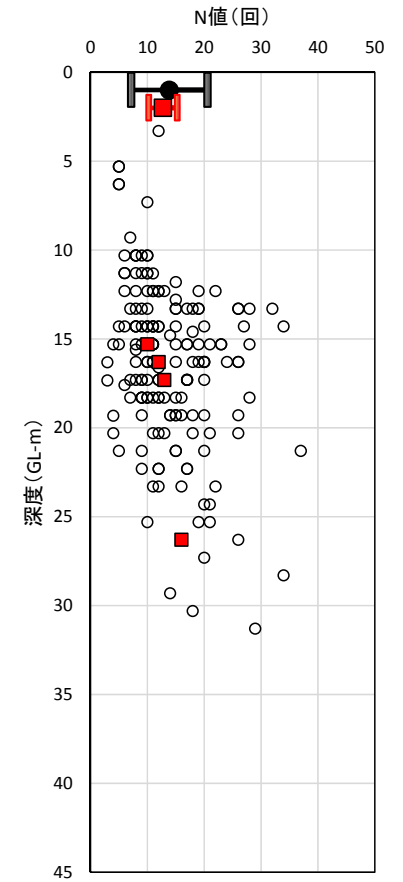
● : 試料を採取したボーリング孔
● : 標準貫入試験位置

低位段丘 I 堆積物 (D2c-3層)

試料採取位置図



D2c-3層のせん断強度及び残留強度

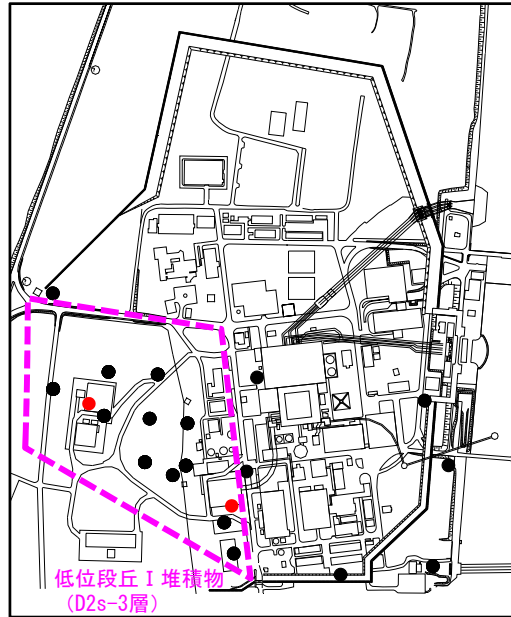


○ 敷地内の全調査
■ 三軸圧縮試験の試料採取位置
● 敷地内の全調査 平均、1σ
■ 三軸圧縮試験の試料採取位置 平均、1σ

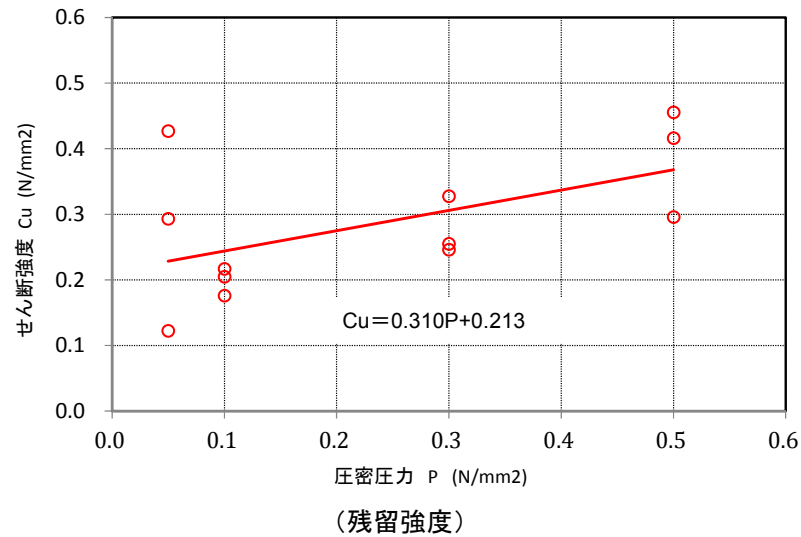
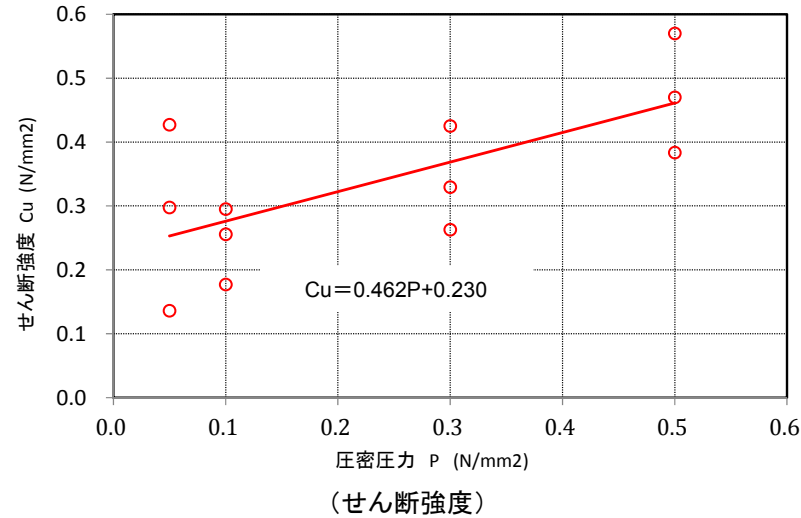
N値による代表性確認

2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 地盤の強度特性(D2s-3層)

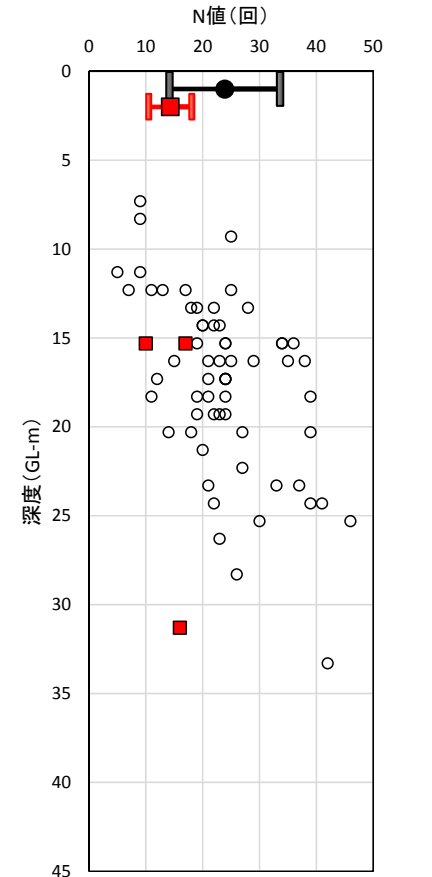
■ D2s-3層のせん断強度及び残留強度は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験(CU条件)に基づき設定した。



試料採取位置図



D2s-3層のせん断強度及び残留強度

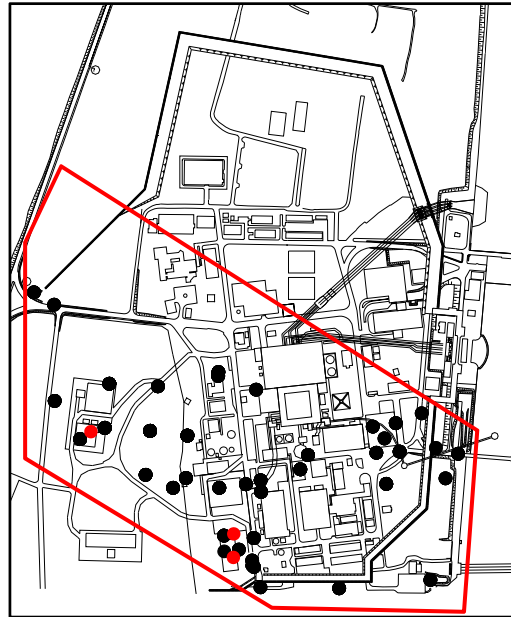


- 敷地内の全調査
- 三軸圧縮試験の試料採取位置
- 敷地内の全調査 平均、1σ
- 三軸圧縮試験の試料採取位置 平均、1σ

N値による代表性確認

2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 地盤の強度特性(D2g-3層)

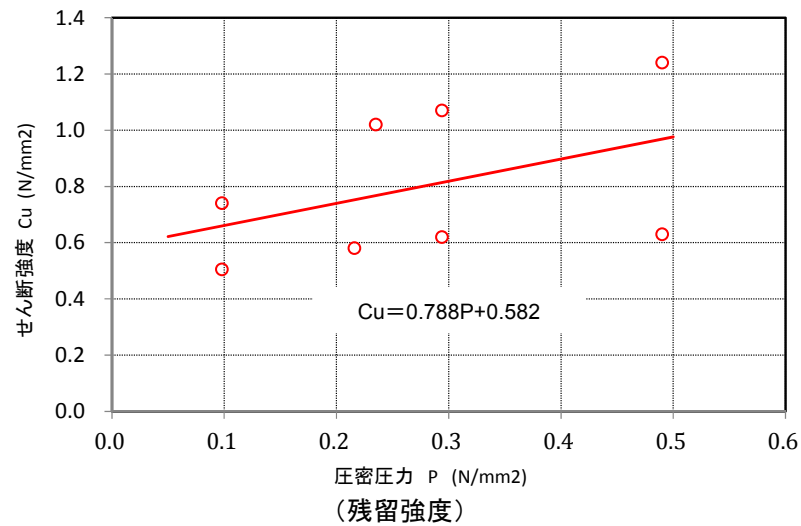
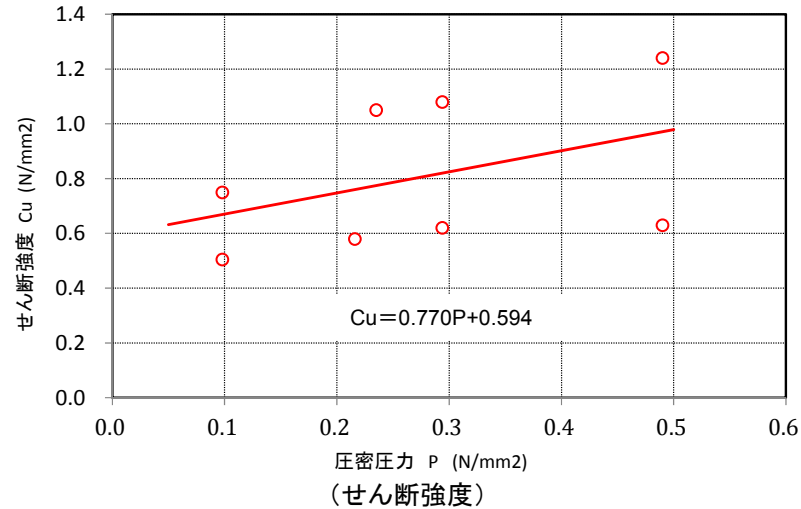
■ D2g-3層のせん断強度及び残留強度は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験(CU条件)に基づき設定した。



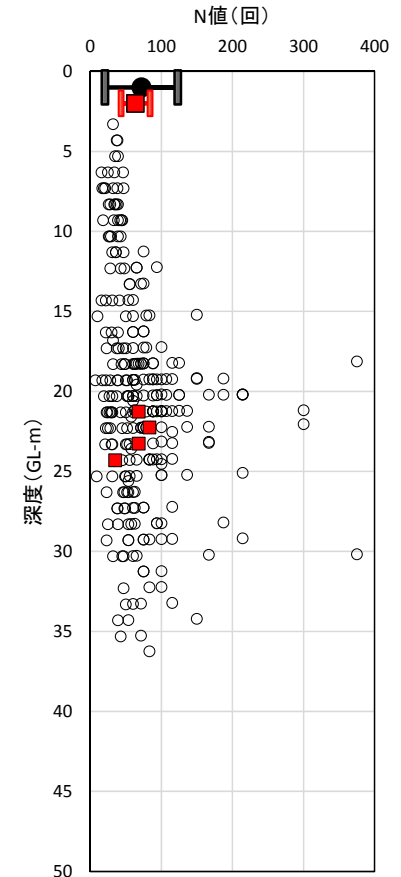
● : 試料を採取したボーリング孔
● : 標準貫入試験位置

低位段丘 I 堆積物 (D2g-3層)

試料採取位置図



D2g-3層のせん断強度及び残留強度

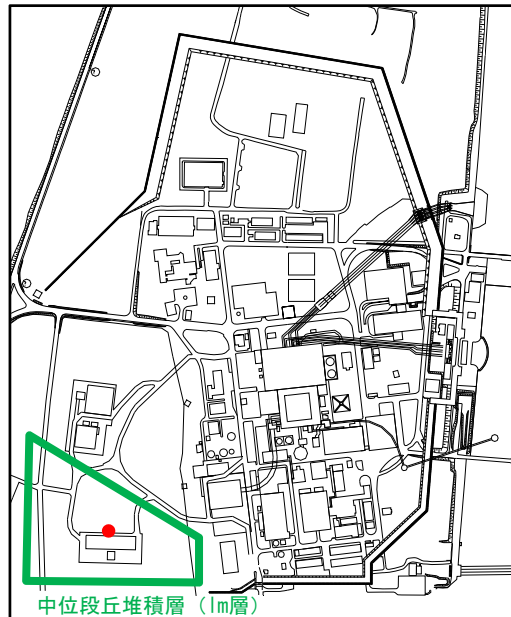


○ 敷地内の全調査
■ 三軸圧縮試験の試料採取位置
● 敷地内の全調査 平均、1σ
■ 三軸圧縮試験の試料採取位置 平均、1σ

N値による代表性確認

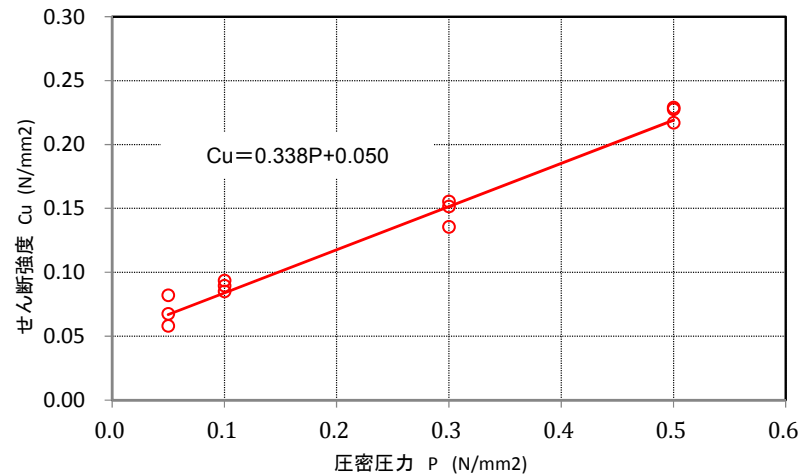
地盤の強度特性 (Im層)

■ Im層のせん断強度及び残留強度は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験 (CU条件) に基づき設定した。

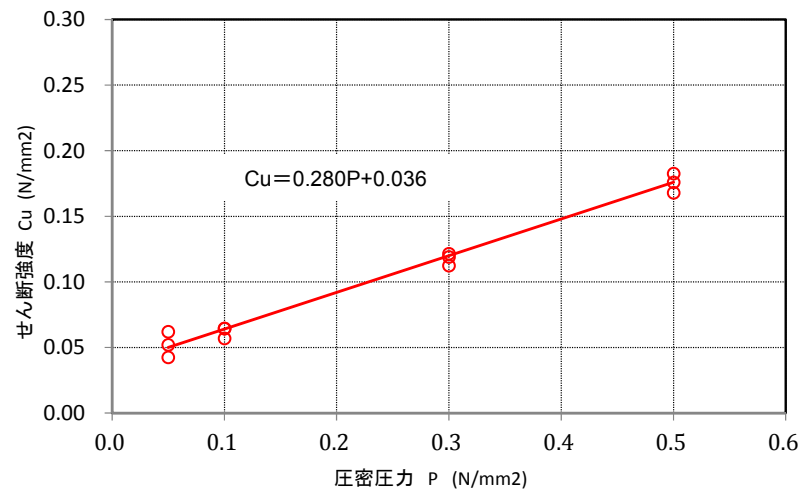


- : 試料を採取したボーリング孔
- : 標準貫入試験位置

試料採取位置図



(せん断強度)



(残留強度)

Im層のせん断強度及び残留強度

敷地内で取得されているN値データが無いため、N値による比較は出来ない。

ただし、Im層は分布範囲も極めて狭く、今回の試験データを見てもばらつきは小さい。

よって、代表性が問題となるような土質では無いと考えられることから、本物性は妥当であると判断した。

N値による代表性確認

2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 地盤の強度特性(Km層_せん断強度)

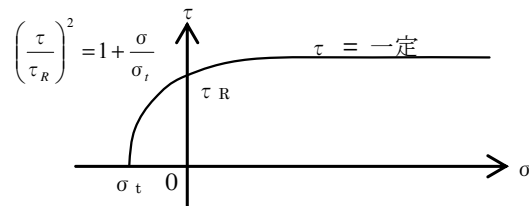
■ Km層のせん断強度は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験(CUU条件)に基づき設定した。



● : 試料を採取したボーリング孔

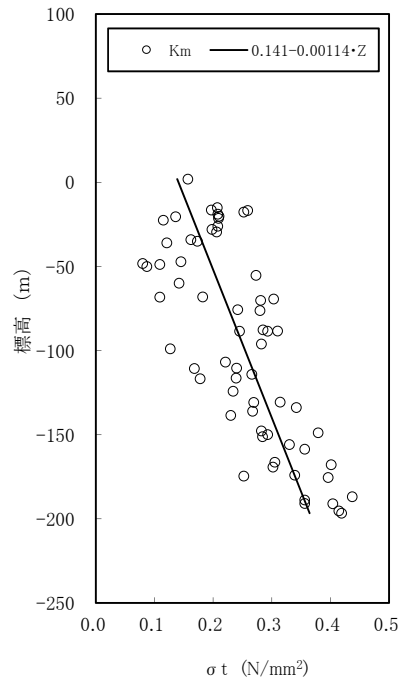
試料採取位置図

・Km層の強度設定式



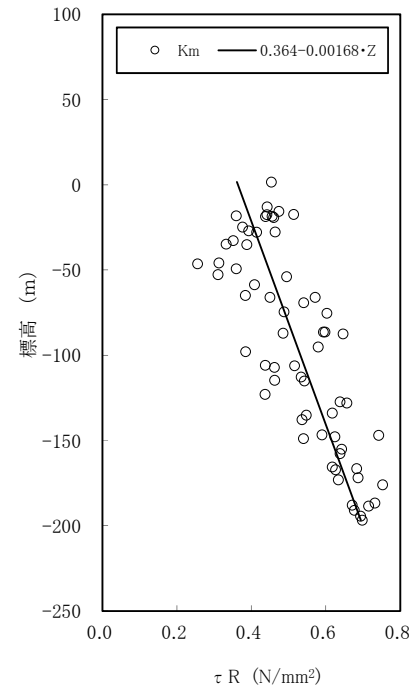
- ① σ_t : 引張強度*
 - ② τ_R : 2次曲線のコントロールポイント*
 - ③ $\tau (=C_{cuu})$: 粘着力*
- ※標高に依存する定数として設定する。

① σ_t : 引張強度



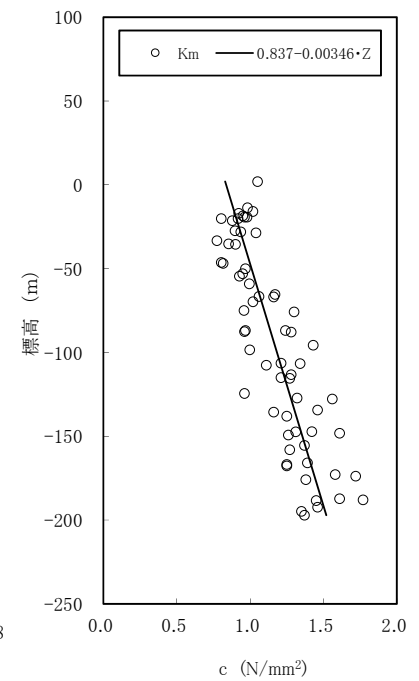
(圧裂試験)

② τ_R : 2次曲線のコントロールポイント



(三軸圧縮試験)

③ τ : 粘着力



(三軸圧縮試験)

Km層のせん断強度

2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 地盤の強度特性(Km層_残留強度)

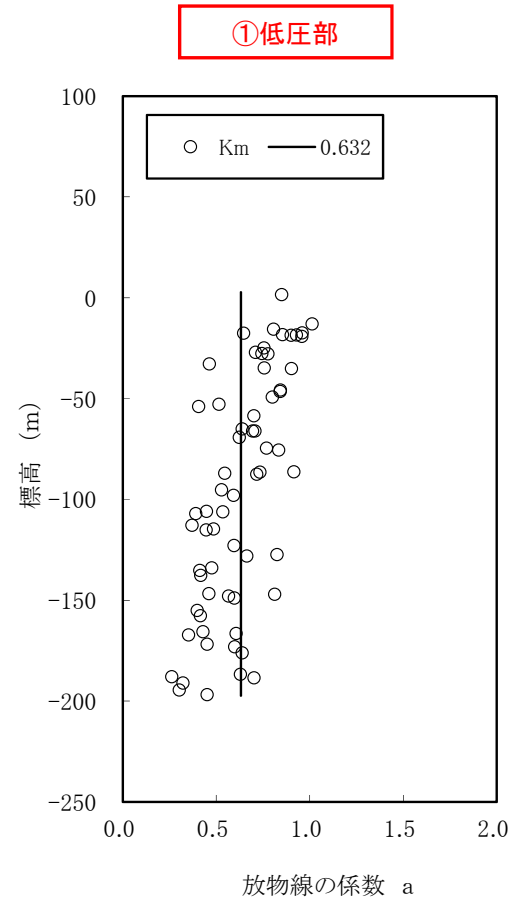
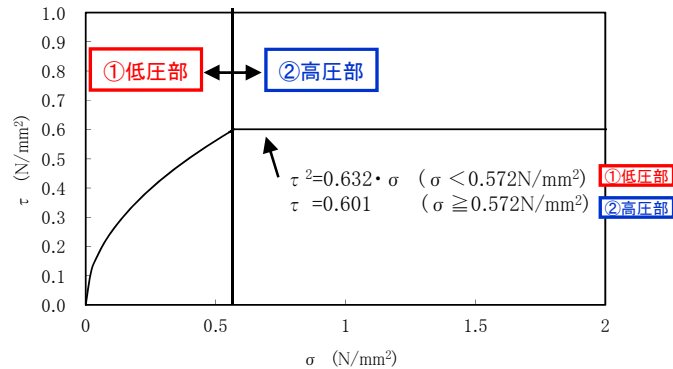
■ Km層の残留強度は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験(CUU条件)に基づき設定した。



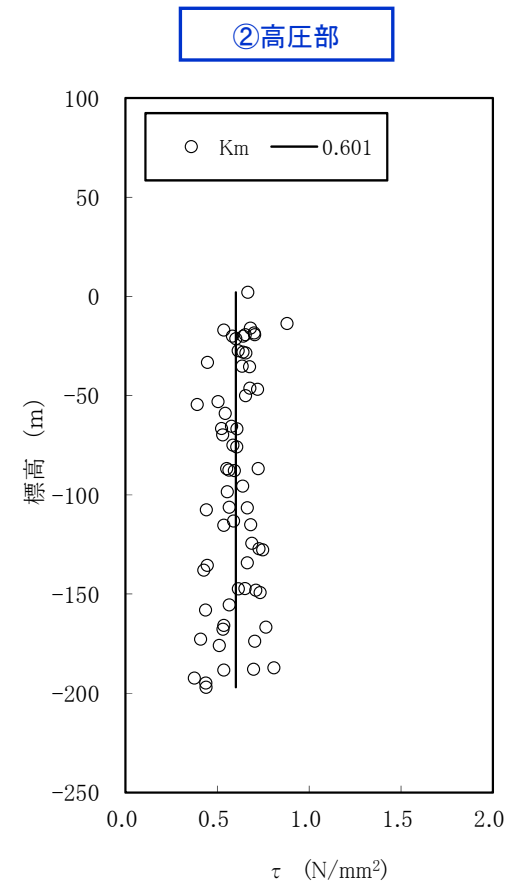
● : 試料を採取したボーリング孔

試料採取位置図

・Km層の残留強度設定式



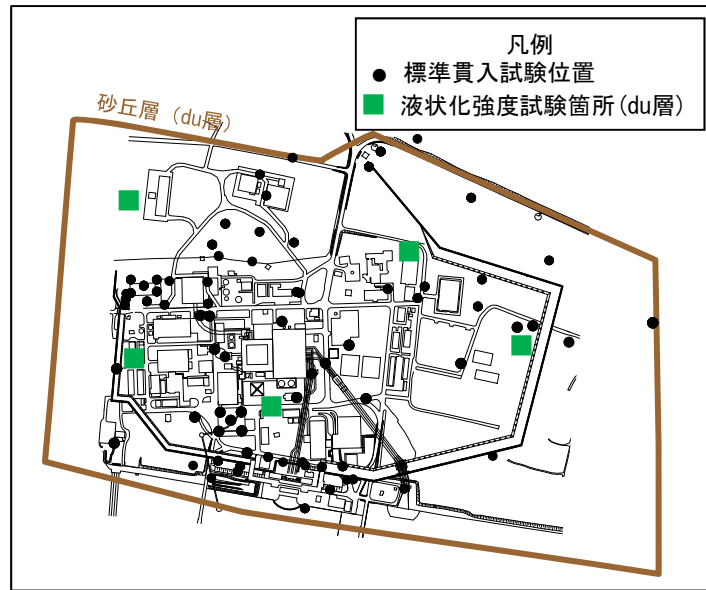
(三軸圧縮試験)



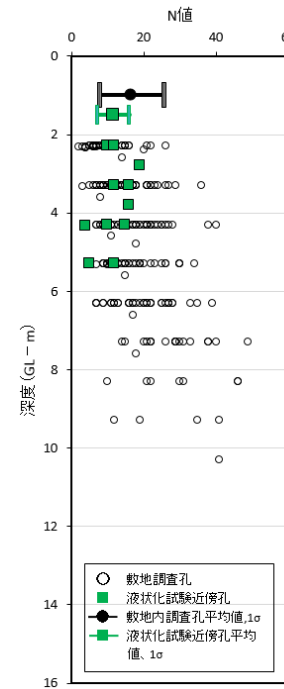
(三軸圧縮試験)

Km層の残留強度

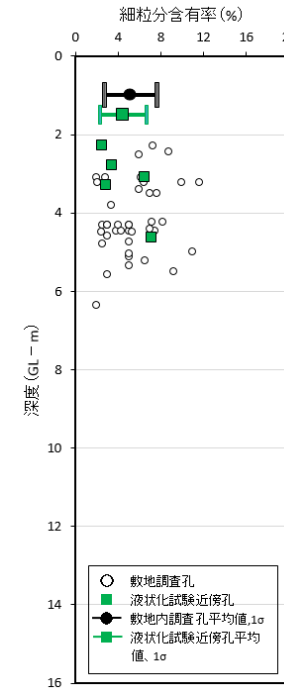
2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 液状化強度試験箇所の代表性評価(du層)



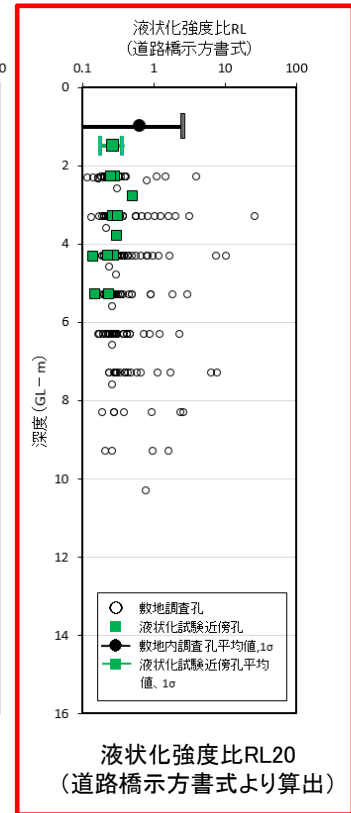
分布範囲及び調査位置



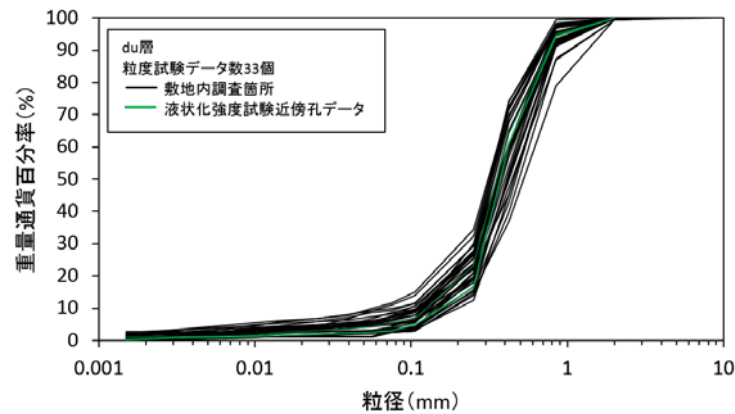
N値



細粒分含有率



液状化強度比RL20
(道路橋示方書式より算出)



粒径加積曲線

- ・液状化強度試験箇所のN値及び細粒分含有率は敷地内調査箇所の値より小さい。
- ・液状化強度試験箇所の粒径加積曲線は敷地内調査箇所の範囲内で分布している。

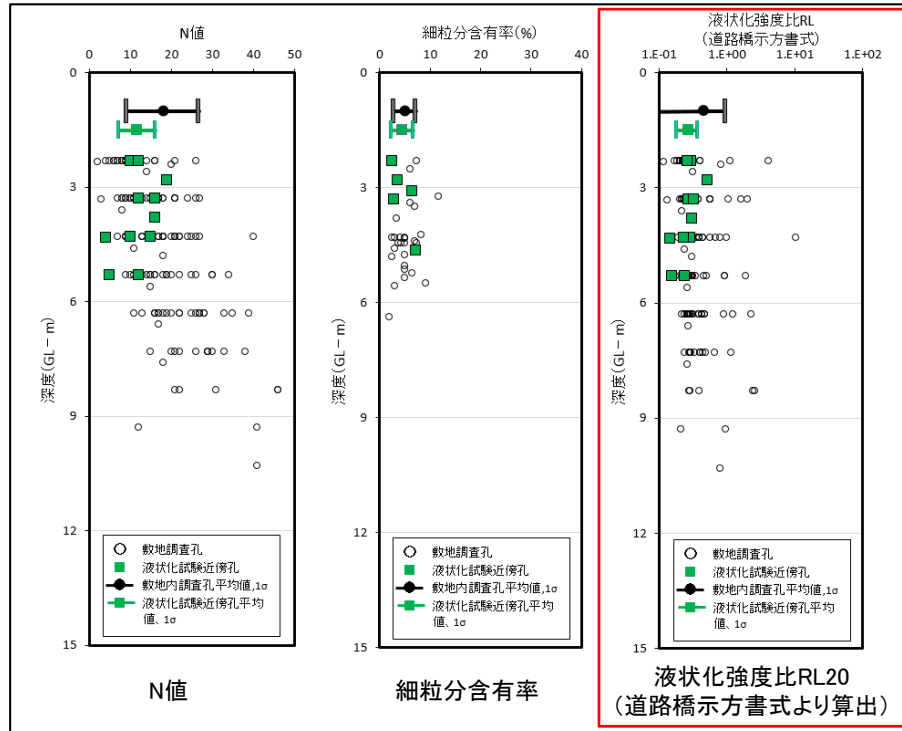


✓ 液状化強度比 R_L の比較により
液状化強度試験箇所平均 $R_L <$ 敷地内調査箇所平均 R_L
を確認した。

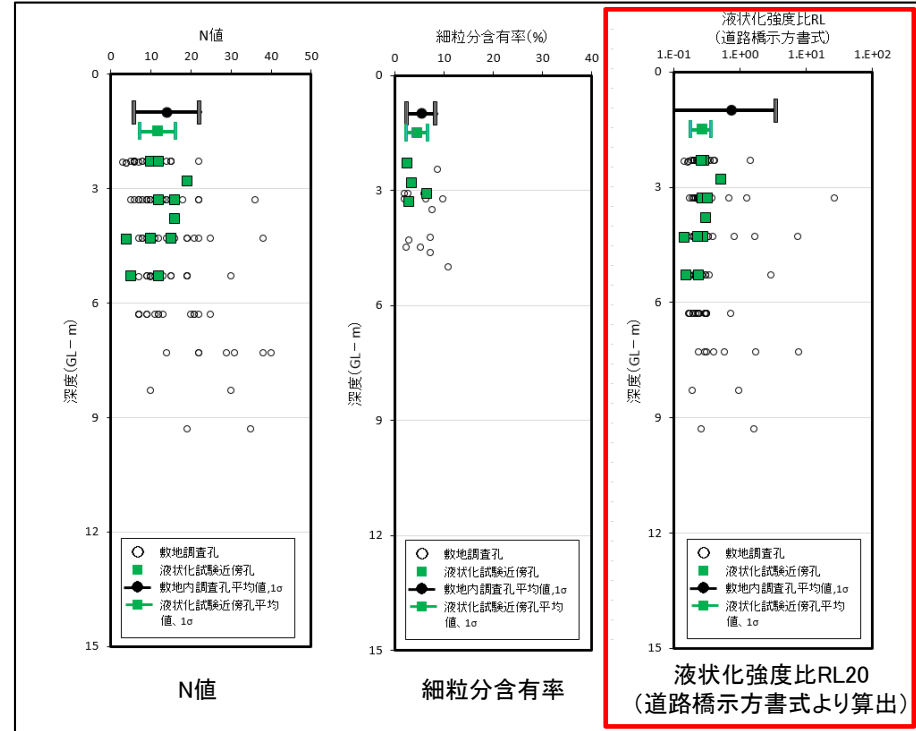
2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性

液状化強度試験箇所代表性評価(du層)

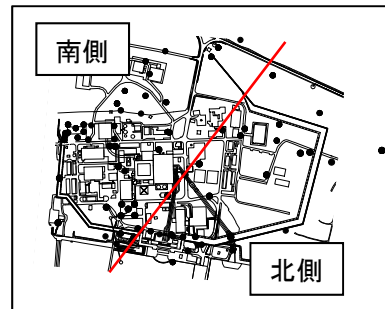
du層は敷地内に広く分布していることから、岩盤（Km層）の深度分布が変化する境界でデータを区分し R_L 値の分布比較を行った（岩盤深度により第四系の堆積環境が異なる場合を想定）。



【南側】



【北側】



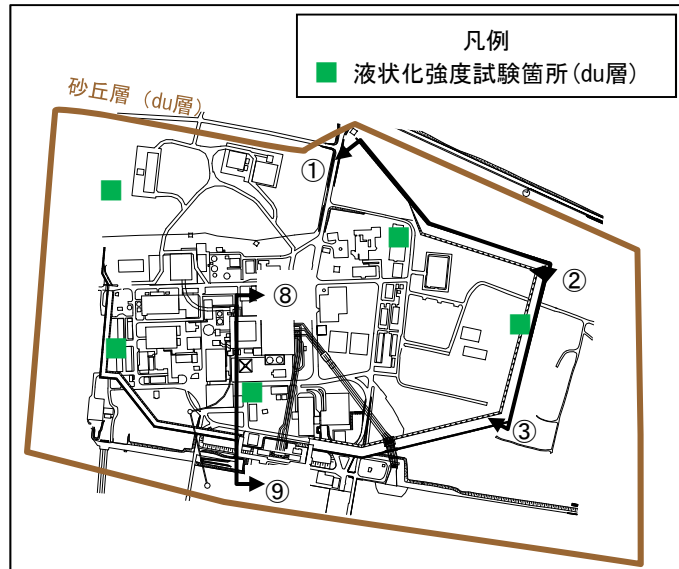
平面分割図

✓ 敷地を南北に分け、 R_L 値の比較を行った結果においても、液状化強度試験箇所平均 $R_L <$ 敷地内調査箇所平均 R_L を確認した。

2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 液状化強度試験箇所(du層)

【du層】

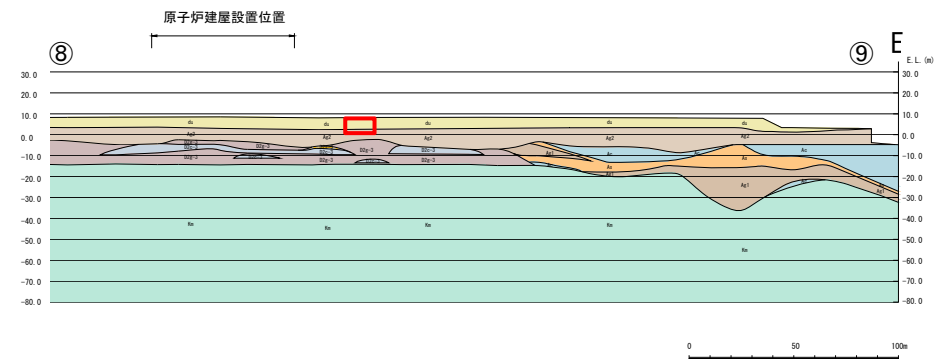
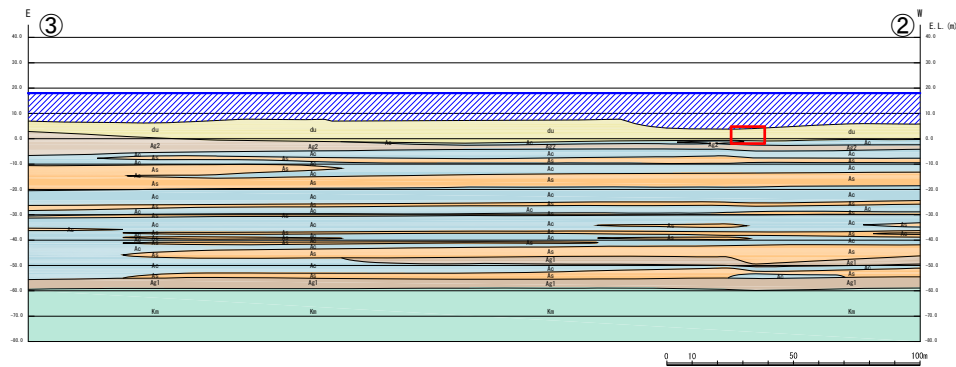
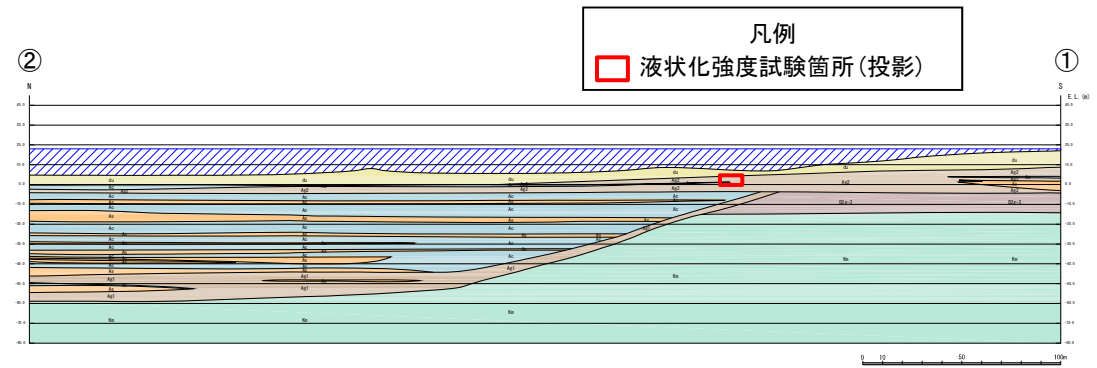
du層の液状化強度試験箇所が、試料採取が可能な層厚を有していること及び耐震重要施設（防潮堤等）の近傍であることを確認した。



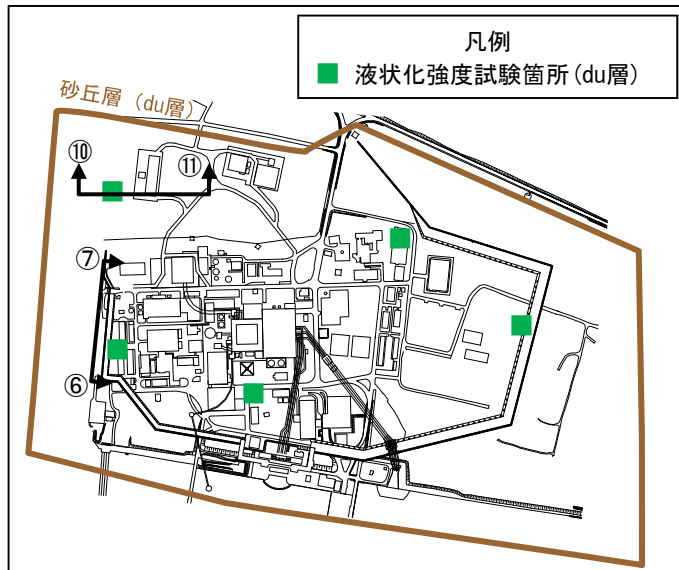
液状化強度試験実施位置図

| 地質構成表 | | | | | |
|-------|-------------|--------------|------------|----------------------------|-----------------------|
| 地質時代 | 地質区分 | 記号 | 岩相 備考 | | |
| 第3紀 | 新世 | 砂丘層 | du 砂 | 敷地全体に広く分布する。 | |
| | | 沖積低地
堆積層 | 久慈川
堆積層 | Ag2 砂礫 | 敷地全体に広く分布する。 |
| | | | | Ac 粘土 | |
| | | | | As 砂 | 久慈川が侵食した凹状の谷を埋めて分布する。 |
| | | | | Ag1 砂礫 | |
| 第4紀 | 更新世 | 低位段丘1
堆積層 | D2g-3 | シルト | |
| | | | D2s-3 | 砂 | |
| | | | D2g-2 | 砂礫 | 敷地西部に埋没段丘として分層する。 |
| | | | D2s-2 | シルト | |
| | | | D2g-2 | 砂礫 | |
| 新世 | 中位段丘
堆積層 | Im | ローム | 敷地の東西部に分布し、いわゆる扇状段丘面を構成する。 | |
| | | D1g-1 | シルト | | |
| | | D1g-1 | 砂礫 | | |
| 第3紀 | 更新世 | 久米層 | Kn 砂質泥岩 | 敷地の基盤岩である。 | |

~~~~~ 不整合

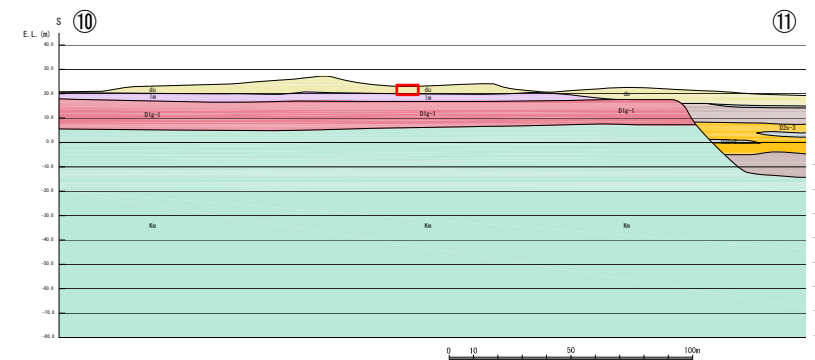
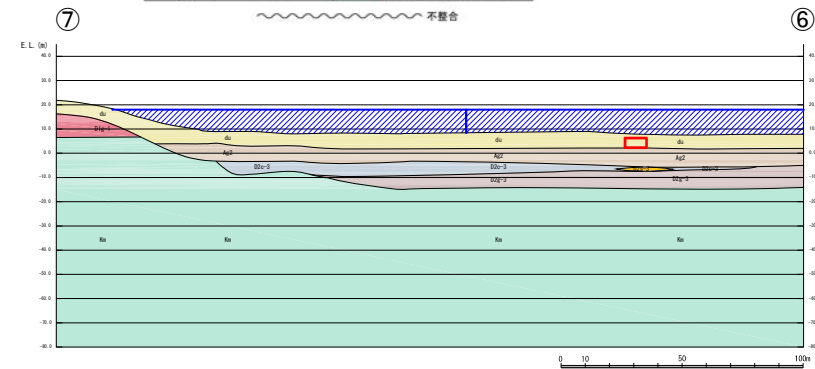
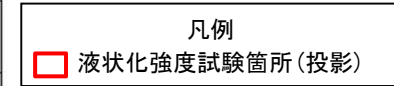


## 2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 液状化強度試験箇所(du層)

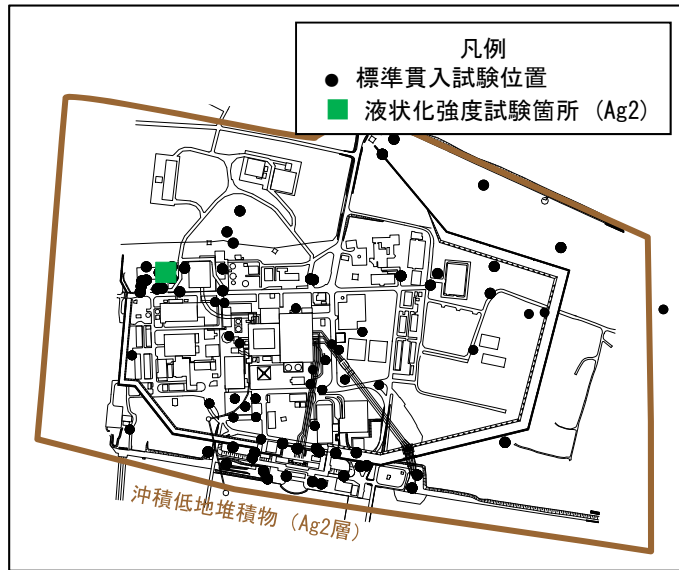


液状化強度試験実施位置図

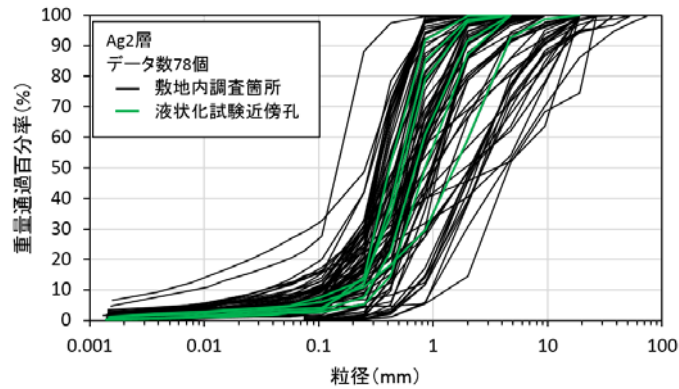
| 地質時代 | 地質区分          | 記号         | 岩相    | 備考         |                            |
|------|---------------|------------|-------|------------|----------------------------|
| 第三紀  | 沖積低地<br>堆積層   | 砂丘層        | du    | 砂          | 敷地全体に広く分布する。               |
|      |               | 久慈川<br>堆積層 | Ag2   | 砂礫         | 敷地全体に広く分布する。               |
|      |               |            | Ac    | 粘土         |                            |
|      |               |            | As    | 砂          | 久慈川が侵食した凹状の谷を埋めて分布する。      |
| 第四紀  | 低位段丘 I<br>堆積層 | 段丘堆積層2     | Ag1   | 砂礫         |                            |
|      |               |            | D2c-3 | シルト        |                            |
|      |               |            | D2x-3 | 砂          |                            |
|      |               |            | D2g-3 | 砂礫         | 敷地南部に建設段丘として分等する。          |
| 第四紀  | 中位段丘<br>堆積層   | 段丘堆積層1     | D2c-2 | シルト        |                            |
|      |               |            | D2g-2 | 砂礫         |                            |
|      |               |            | Im    | ローム        | 敷地の南西部に分布し、いわゆる扇状段丘面を構成する。 |
| 第四紀  | 久米層           | D1g-1      | 砂礫    |            |                            |
|      |               | Km         | 砂質泥岩  | 敷地の基盤岩である。 |                            |



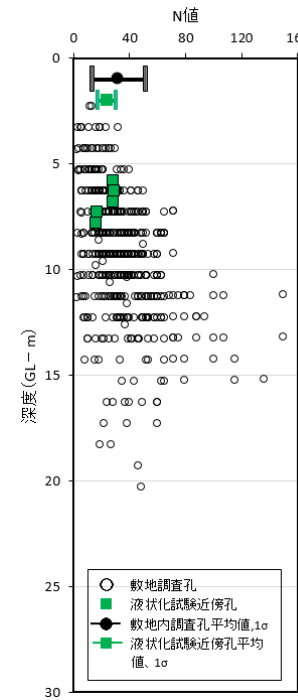
## 2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 液状化強度試験箇所の代表性評価 (Ag2層)



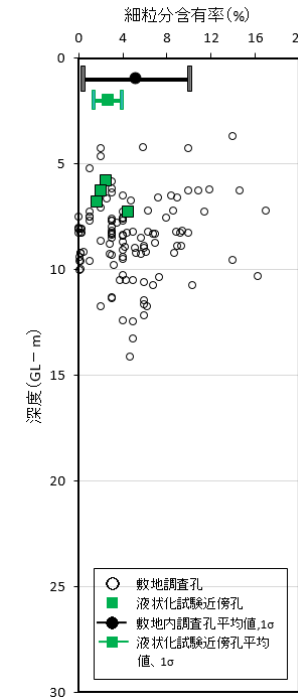
分布範囲及び調査位置



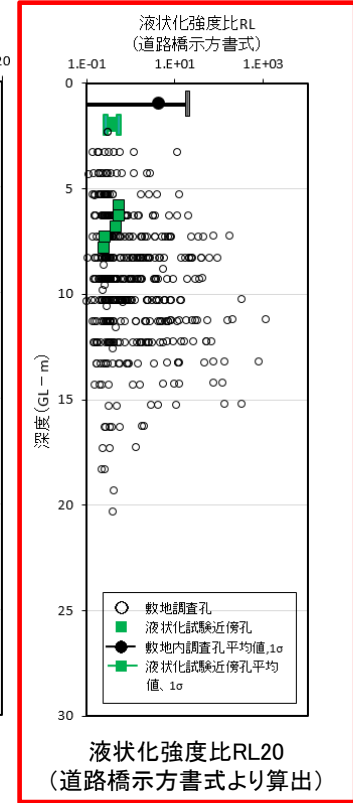
粒径加積曲線



N値



細粒分含有率



液状化強度比RL20  
(道路橋示方書式より算出)

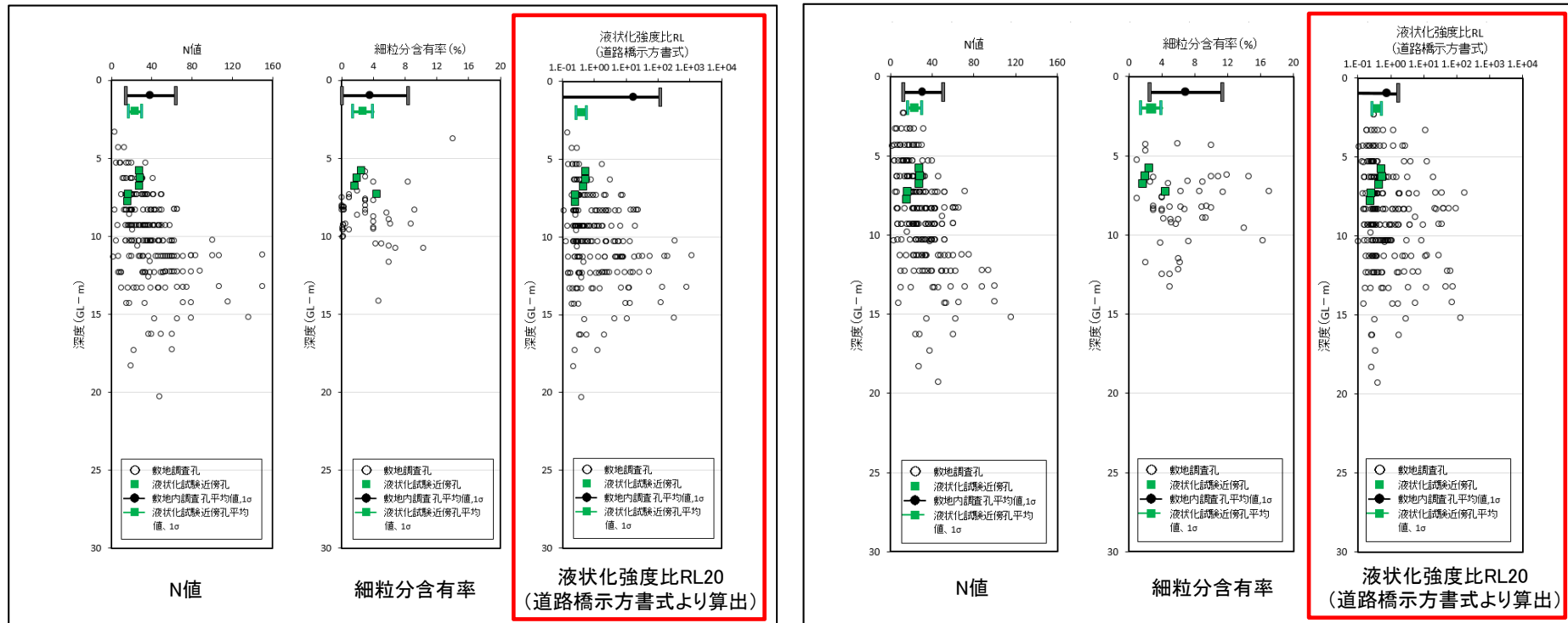
- ・ 液状化強度試験箇所のN値及び細粒分含有率は敷地内調査箇所の値より小さい。
- ・ 液状化強度試験箇所の粒径加積曲線は敷地内調査箇所の範囲内で分布している。



✓ 液状化強度比 $R_L$ の比較により  
液状化強度試験箇所平均 $R_L <$  敷地内調査箇所平均 $R_L$   
を確認した。

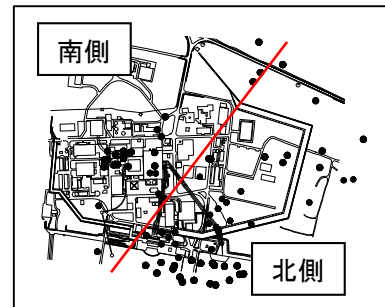
## 液状化強度試験箇所代表性評価(Ag2層)

Ag2層は敷地内に広く分布していることから、岩盤(Km層)の深度分布が変化する境界でデータを区分し $R_L$ 値の分布比較を行った(岩盤深度により第四系の堆積環境が異なる場合を想定)。



【南側】

【北側】



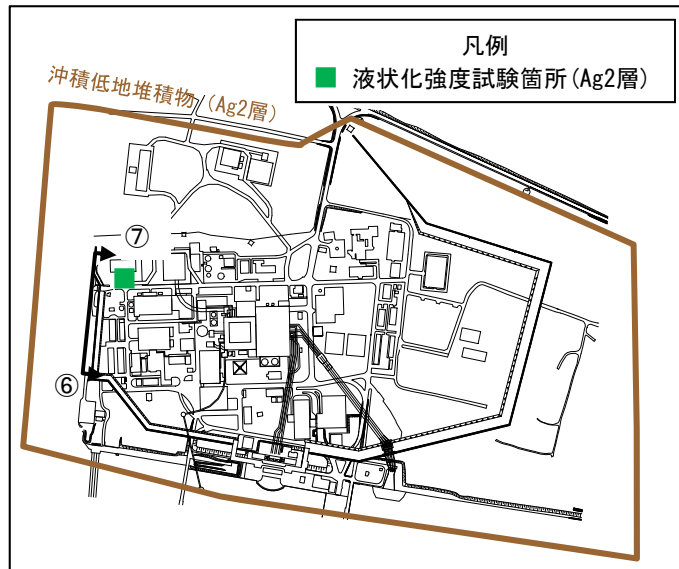
平面分割図

✓ 敷地を南北に分け、 $R_L$ 値の比較を行った結果においても、液状化強度試験箇所平均 $R_L <$  敷地内調査箇所平均 $R_L$ を確認した。

## 2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 液状化強度試験箇所( Ag2層)

### 【Ag2層】

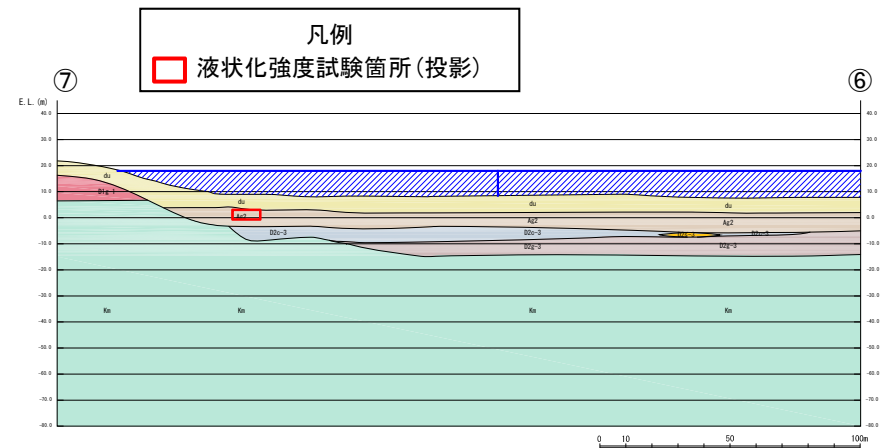
Ag2層の液状化強度試験箇所が、試料採取が可能な層厚を有していること及び耐震重要施設（使用済燃料乾式貯蔵建屋等）の近傍であることを確認した。



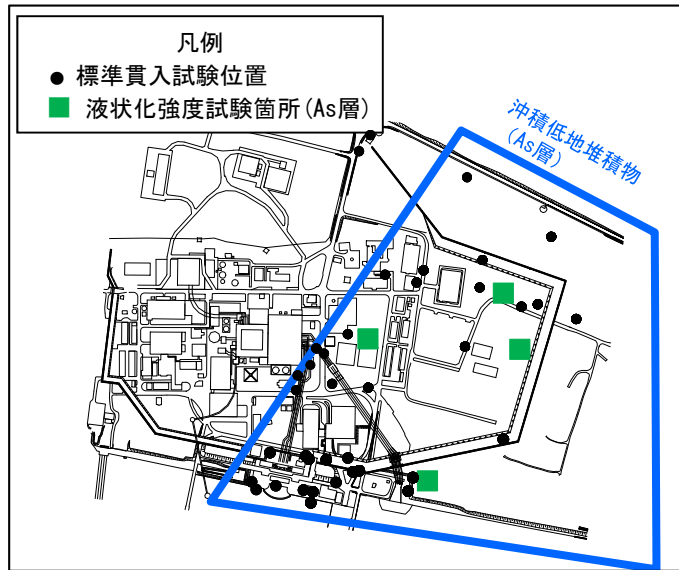
液状化強度試験実施位置図

| 地質時代     | 地質区分     | 記号     | 岩相    | 備考         |                            |
|----------|----------|--------|-------|------------|----------------------------|
| 第 新 世    | 沖積低地堆積層  | 砂丘層    | du    | 砂          | 敷地全体に広く分布する。               |
|          |          | 久慈川堆積層 | Ag2   | 砂礫         | 敷地全体に広く分布する。               |
|          |          |        | Ac    | 粘土         | 久慈川が侵食した凹状の谷を埋めて分布する。      |
|          |          |        | As    | 砂          |                            |
| 第 四 世    | 低位段丘1堆積層 |        | Ag1   | 砂礫         |                            |
|          |          |        | D2c-3 | シルト        |                            |
|          |          |        | D2s-3 | 砂          |                            |
|          |          |        | D2g-3 | 砂礫         | 敷地南部に埋没段丘として分布する。          |
|          |          |        | D2c-2 | シルト        |                            |
|          |          |        | D2g-2 | 砂礫         |                            |
| 第 紀 世    | 中位段丘堆積層  |        | Im    | ローム        | 敷地の南西部に分布し、いわゆる額田段丘面を構成する。 |
|          |          |        | D1c-1 | シルト        |                            |
|          |          |        | D1g-1 | 砂礫         |                            |
| 新第三紀 鮮新世 | 久米層      | Kn     | 砂質泥岩  | 敷地の基盤面である。 |                            |

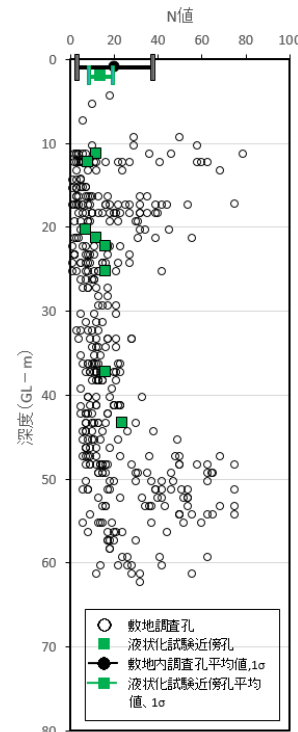
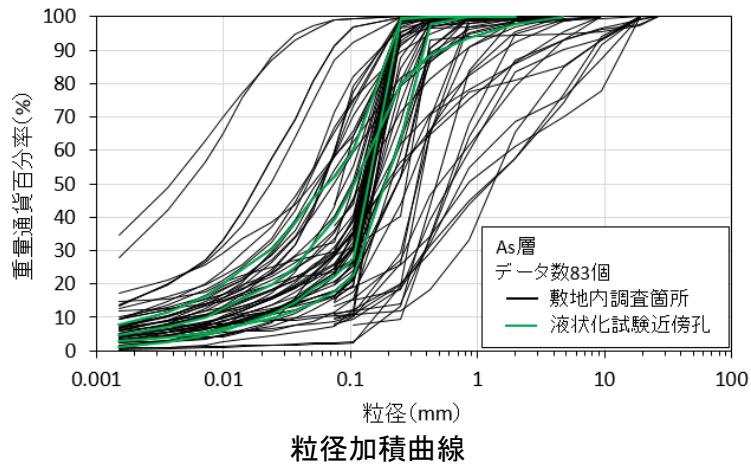
~~~~~ 不整合



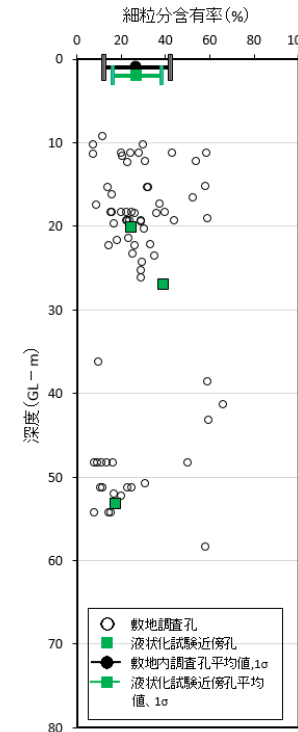
2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 液状化強度試験箇所の代表性評価(As層)



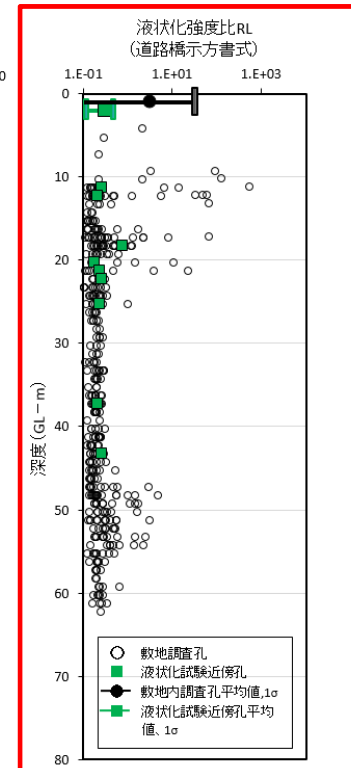
分布範囲及び調査位置



N値



細粒分含有率



液状化強度比R_{L20}
(道路橋示方書式より算出)

- ・ 液状化強度試験箇所のN値及び細粒分含有率は敷地内調査箇所の値より小さいか同等の値を示す。
- ・ 液状化強度試験箇所の粒径加積曲線は敷地内調査箇所の範囲内で分布している。

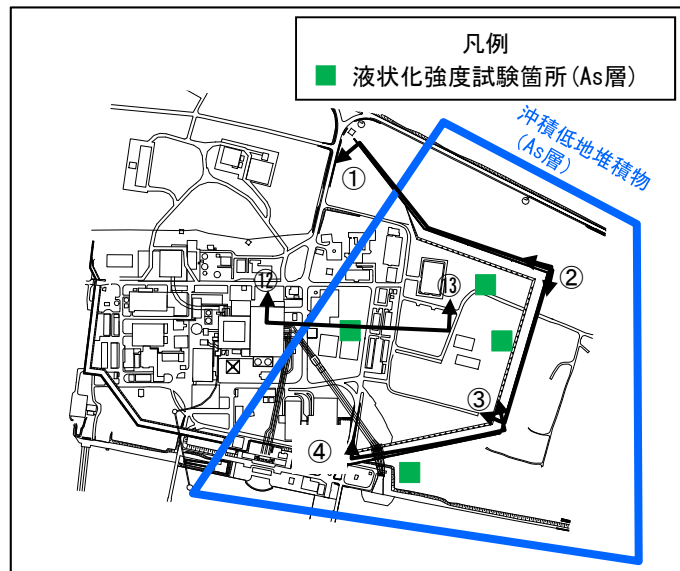


✓ 液状化強度比R_Lの比較により
液状化強度試験箇所平均R_L < 敷地内調査箇所平均R_L
を確認した。

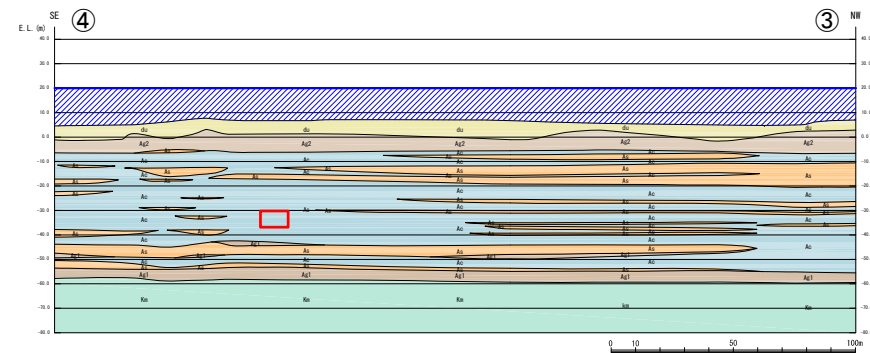
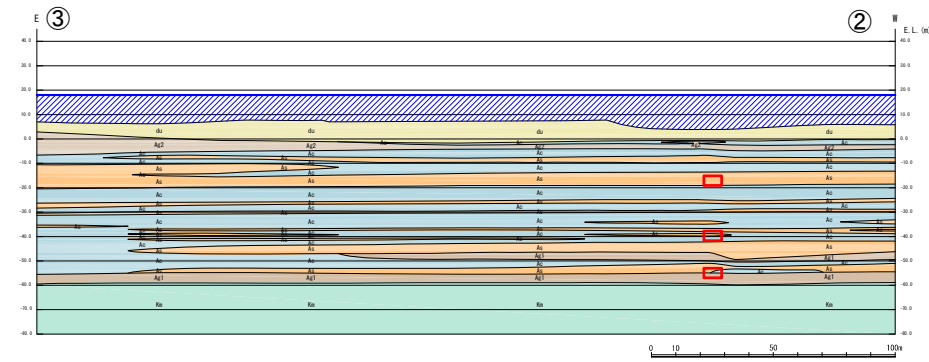
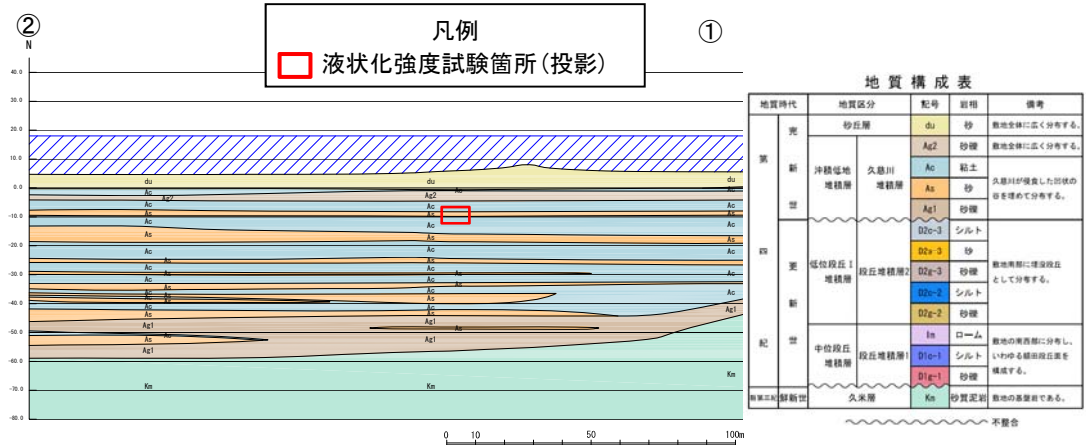
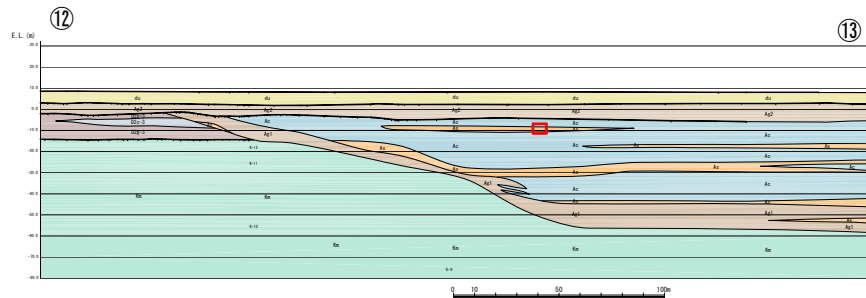
2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 液状化強度試験箇所の代表性評価(As層)

【As層】

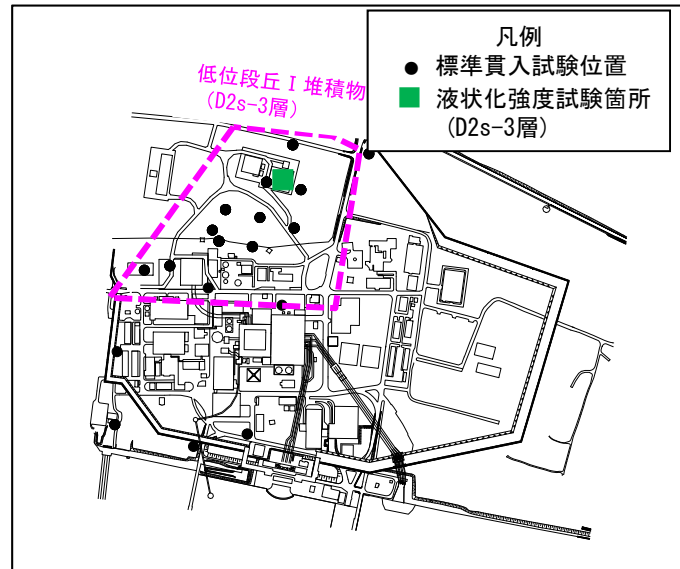
As層液状化強度試験箇所が、試料採取が可能な層厚を有していること及び耐震重要施設（防潮堤）の近傍であることを確認した。



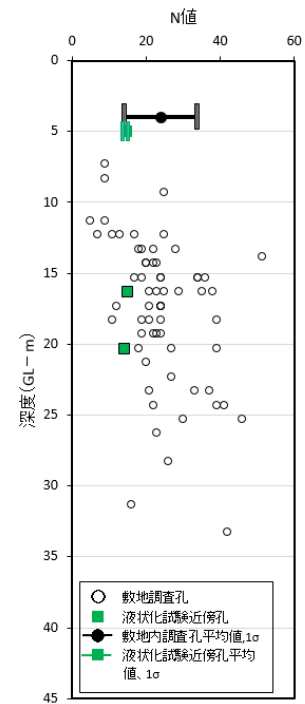
液状化強度試験実施位置図



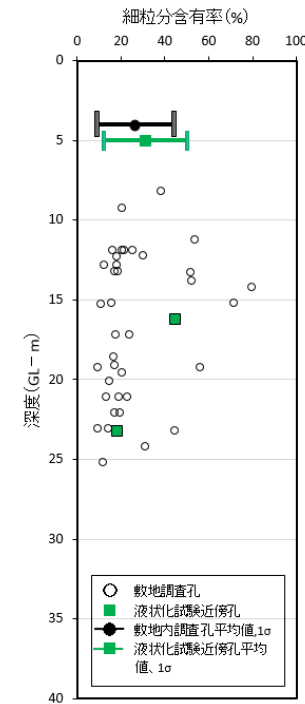
2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 液状化強度試験箇所への代表性評価(D2s-3層)



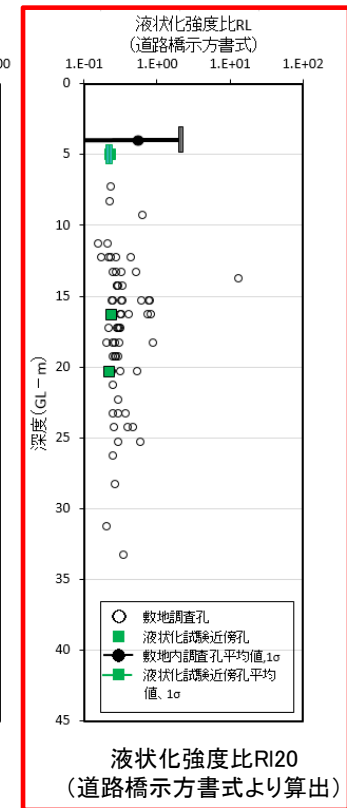
分布範囲及び調査位置



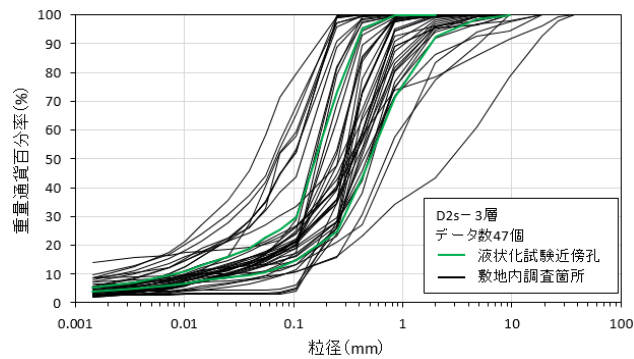
N値



細粒分含有率



液状化強度比 R_L 20
(道路橋示方書式より算出)



粒径加積曲線

- ・液状化強度試験箇所のN値は小さく、細粒分含有率は敷地内調査箇所値の範囲内で分布するものの、平均値は若干大きくなっている。
- ・液状化強度試験箇所の粒径加積曲線は敷地内調査箇所の範囲内で分布している。

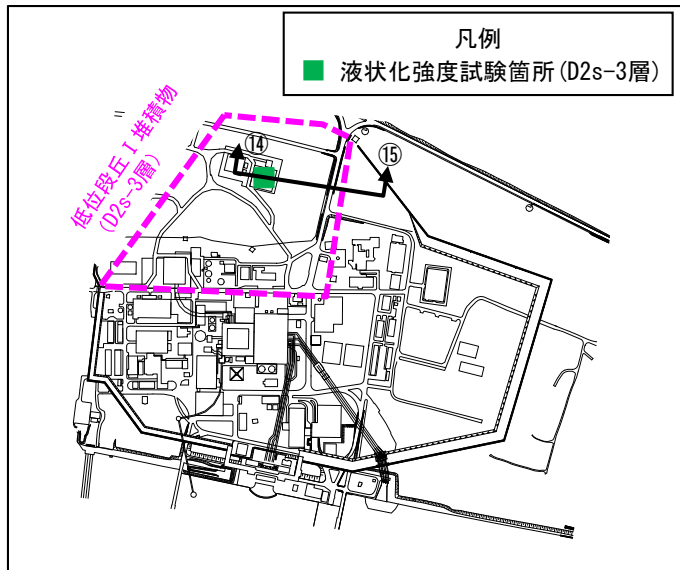


✓ 液状化強度比 R_L の比較により
液状化強度試験箇所平均 R_L < 敷地内調査箇所平均 R_L
を確認した。

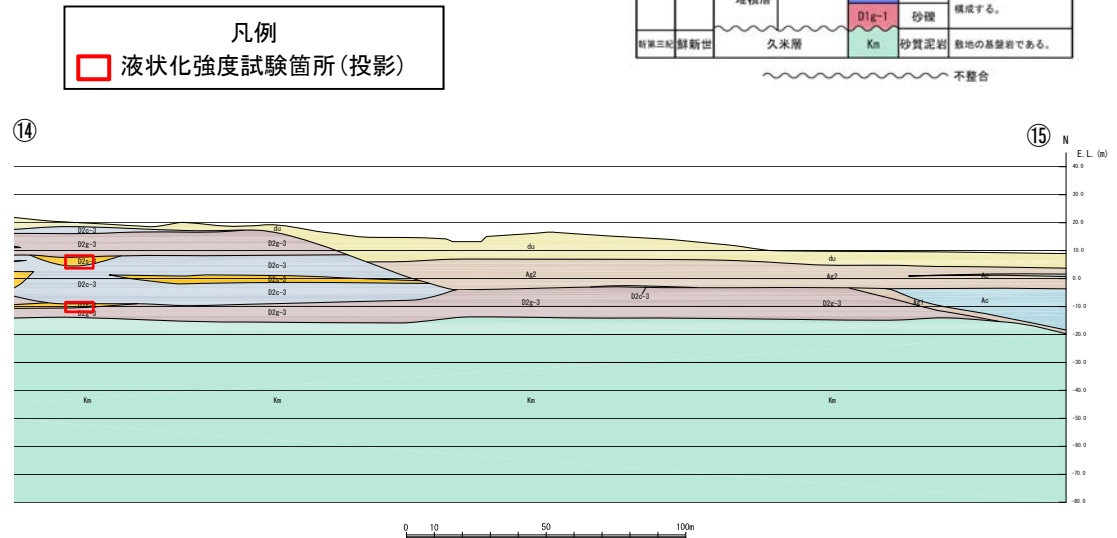
2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 液状化強度試験箇所(D2s-3層)

【D2s-3層】

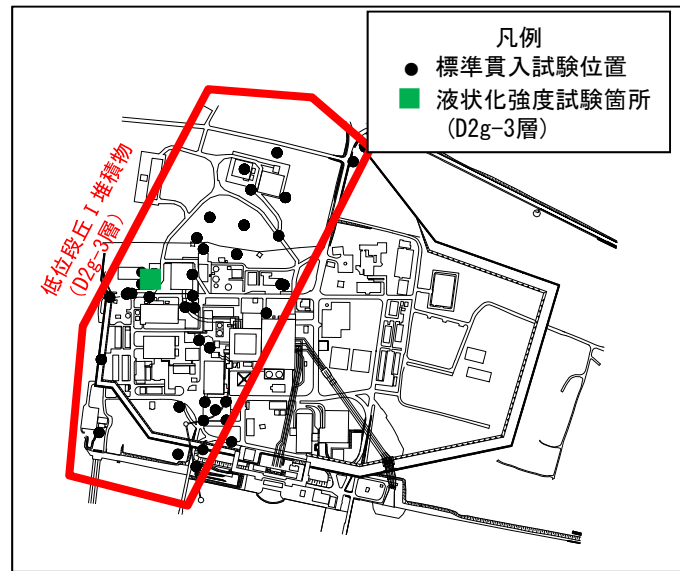
D2s-3層は液状化強度試験箇所が、 試料採取が可能な層厚を有していること及び耐震重要施設(緊急時対策所)の近傍であることを確認した。



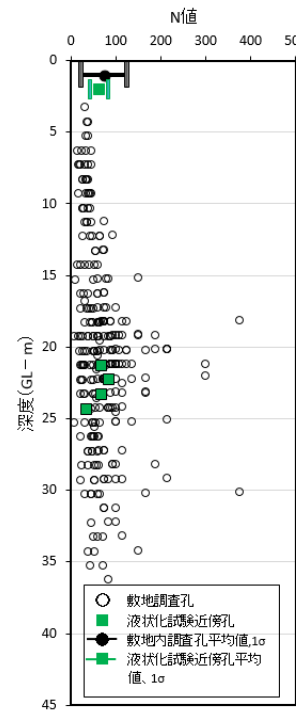
液状化強度試験実施位置図



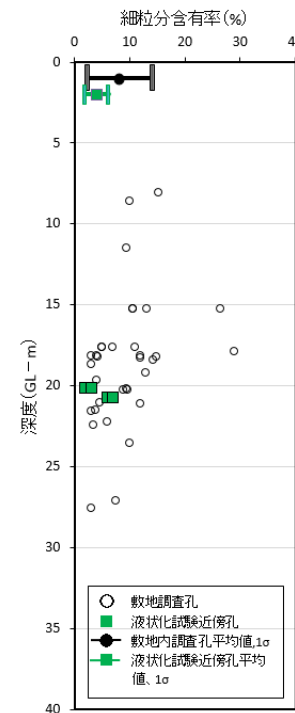
2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 液状化強度試験箇所代表性評価(D2g-3層)



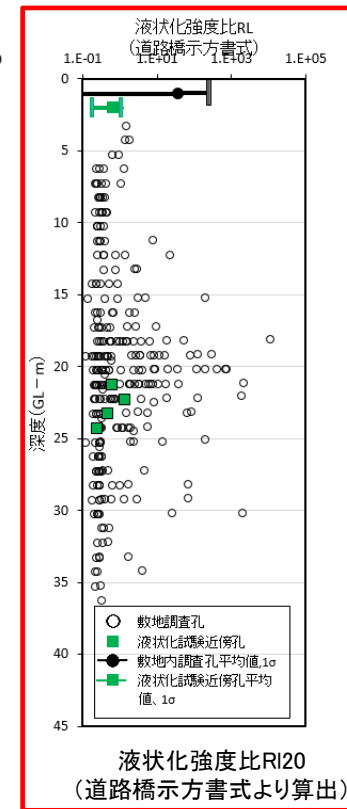
分布範囲及び調査位置



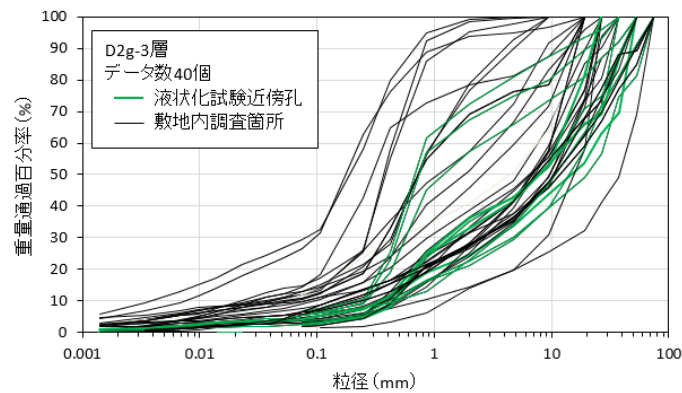
N値



細粒分含有率



液状化強度比 R_{L20}
(道路橋示方書式より算出)



粒径加積曲線

- ・ 液状化強度試験箇所のN値及び細粒分含有率の平均値は敷地内調査箇所の値より小さい。
- ・ 液状化強度試験箇所の粒径加積曲線は敷地内調査箇所の範囲内で分布している。

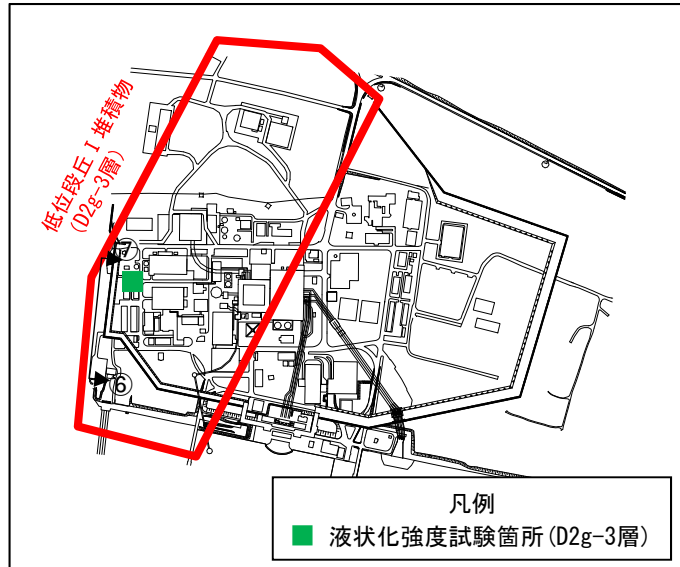


✓ 液状化強度比 R_L の比較により
液状化強度試験箇所平均 $R_L <$ 敷地内調査箇所平均 R_L
を確認した。

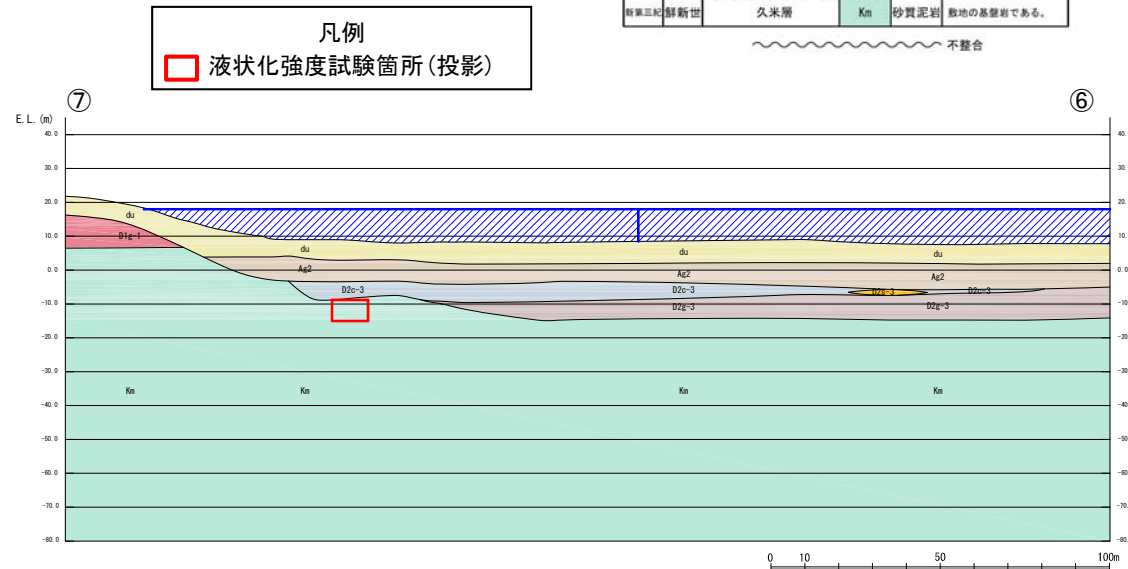
2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 液状化強度試験箇所の代表性評価(D2g-3層)

【D2g-3層】

D2g-3層は液状化強度試験箇所が、試料採取が可能な層厚を有していること及び耐震重要施設(使用済燃料乾式貯蔵建屋等)の近傍であることを確認した。



液状化強度試験実施位置図



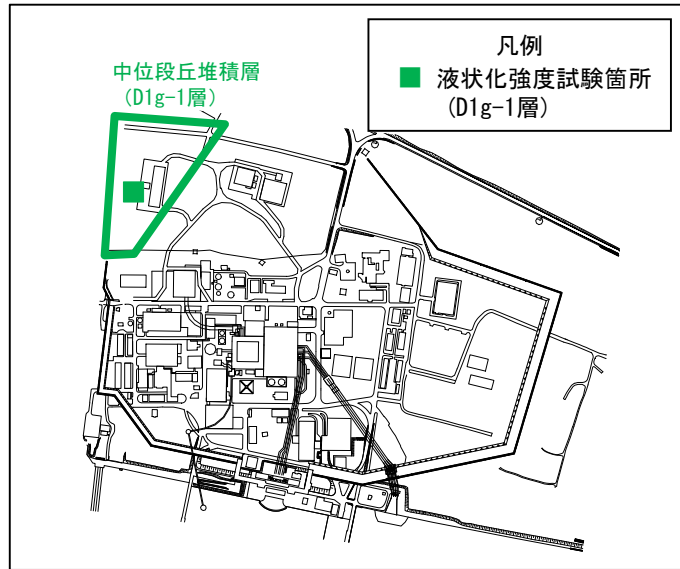
0 10 50 100m

地質構成表

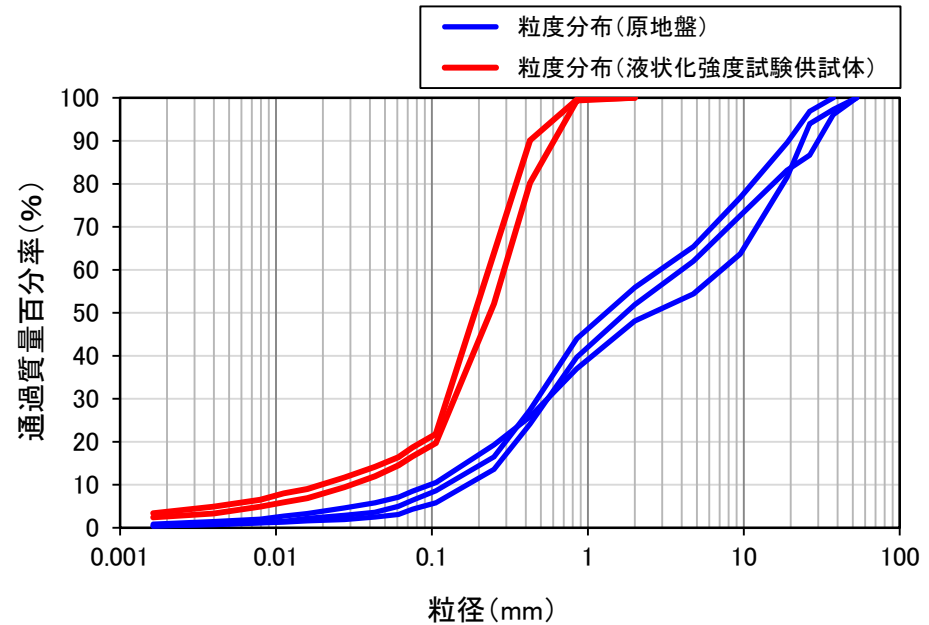
| 地質時代 | 地質区分 | 記号 | 岩相 | 備考 |
|------------|---------------|-------|------|------------------------------------|
| 第 3 世 | 沖積低地
堆積層 | du | 砂 | 敷地全体に広く分布する。 |
| | | Ag2 | 砂礫 | 敷地全体に広く分布する。 |
| | | Ac | 粘土 | 久慈川が侵食した凹状の
谷を埋めて分布する。 |
| | | As | 砂 | |
| 第 4 世 | 低位段丘 I
堆積層 | Ag1 | 砂礫 | |
| | | D2c-3 | シルト | |
| | | D2s-3 | 砂 | 敷地南部に埋没段丘
として分布する。 |
| | | D2g-3 | 砂礫 | |
| | | D2c-2 | シルト | |
| 第 5 世 | 中位段丘
堆積層 | D2g-2 | 砂礫 | |
| | | In | ローム | 敷地の南西部に分布し、
いわゆる額田段丘面を
構成する。 |
| | | D1c-1 | シルト | |
| 第 3 紀 新第三紀 | 久米層 | Km | 砂質泥岩 | 敷地の基盤岩である。 |

~~~~~ 不整合

## 液状化強度試験箇所の代表性評価(D1g-1層)



分布範囲及び調査位置



・ 液状化強度試験の供試体は、(試験への適応粒径の観点から) 原地盤と比べ細粒なものを選定しており、液状化強度としては保守側の設定となっている。

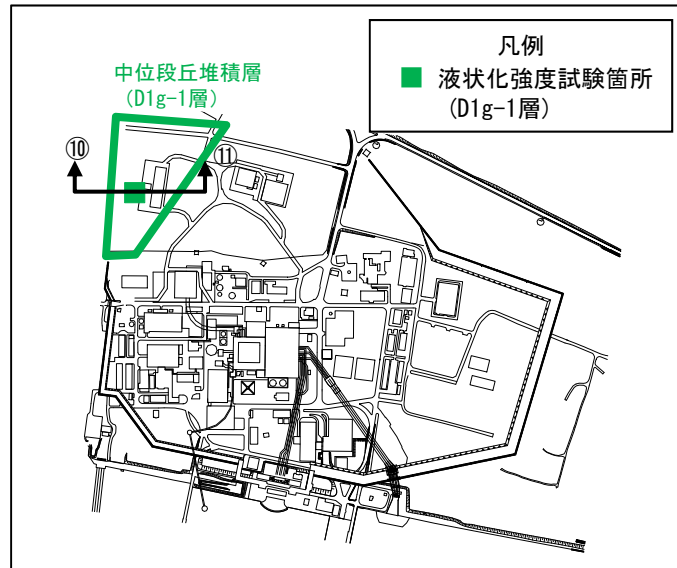


✓ 粒度試験の比較により  
液状化強度試験供試体の粒度分布 < 原地盤の粒度分布  
を確認した。

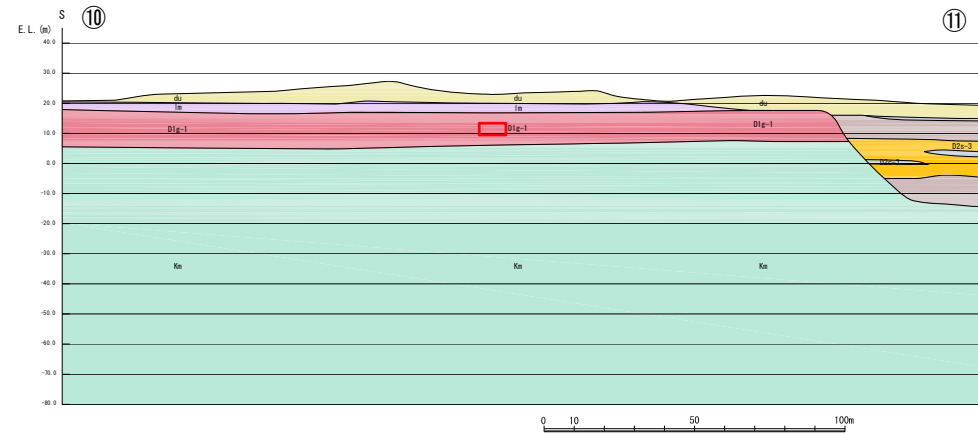
## 液状化強度試験箇所の代表性評価(D1g-1層)

### 【D1g-1層】

D1g-1層は液状化強度試験箇所が、試料採取が可能な層厚を有していること及び耐震重要施設(使用済燃料乾式貯蔵建屋等)の近傍であることを確認した。



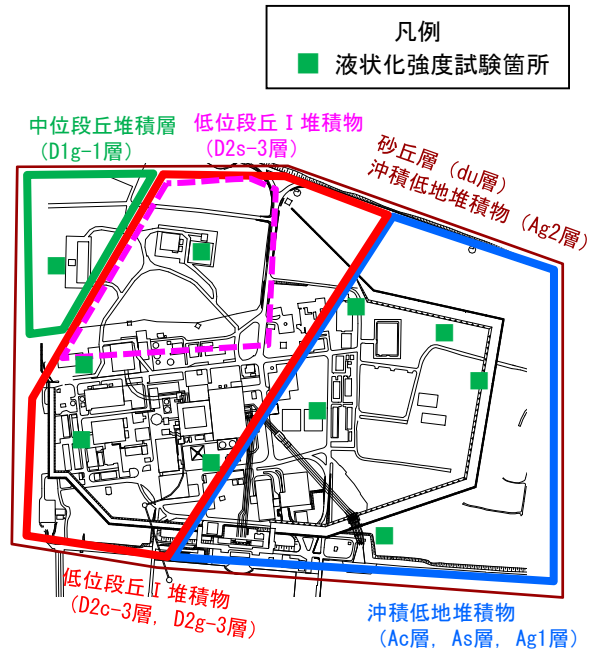
液状化強度試験実施位置図



## 液状化強度試験箇所の代表性評価(まとめ)

液状化強度試験箇所の代表性を確認するため、液状化強度との相関が最も高いN値及び相関が高い細粒分含有率について、液状化強度試験箇所と周辺調査箇所との比較を行い整理した。

| 地層名    | 試験箇所 | 代表性の評価                                                                                                                                                                                |
|--------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| du層    | 5箇所  | <ul style="list-style-type: none"> <li>du層の液状化強度試験箇所は、敷地内調査箇所と比べてN値及び細粒分含有率の平均値が小さく、これらから道路橋示方書式により算定される液状化強度比が小さいことから、代表性を有していると評価した。</li> </ul>                                     |
| Ag2層   | 1箇所  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ag2層の液状化強度試験箇所は、敷地内調査箇所と比べてN値及び細粒分含有率の平均値が小さく、これらから道路橋示方書式により算定される液状化強度比が小さいことから、代表性を有していると評価した。</li> </ul>                                    |
| As層    | 4箇所  | <ul style="list-style-type: none"> <li>As層の液状化強度試験箇所は、敷地内調査箇所と比べてN値の平均値は小さく、細粒分含有率の平均値がほぼ同等であるが、これらから道路橋示方書式により算定される液状化強度比が小さいことから、代表性を有していると評価した。</li> </ul>                         |
| Ag1層   | —    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ag1層は、分布深度が深く、硬質な巨礫を含む砂礫層であるため試料採取が困難である。</li> <li>Ag1層はAg2層と同時代に堆積した砂礫層であることやN値がAg2層より大きいこと等を踏まえ、物性設定においては、保守的にAg2層の試験結果を用いる方針とする。</li> </ul> |
| D2s-3層 | 1箇所  | <ul style="list-style-type: none"> <li>D2s-3層の液状化強度試験箇所は、敷地内調査箇所と比べて細粒分含有率の平均値が若干大きい、N値の平均値は小さく、これらから道路橋示方書式により算定される液状化強度比が小さいことから、代表性を有していると評価した。</li> </ul>                         |
| D2g-3層 | 1箇所  | <ul style="list-style-type: none"> <li>D2g-3層の液状化強度試験箇所は、敷地内調査箇所と比べてN値及び細粒分含有率が小さく、これらから道路橋示方書式により算定される液状化強度比が小さいことから、代表性を有していると評価した。</li> </ul>                                      |
| D1g-1層 | 1箇所  | <ul style="list-style-type: none"> <li>液状化強度試験供試体の粒度分布は原地盤よりも小さいことから、液状化強度としては保守側の設定であり、代表性を有していると評価した。</li> </ul>                                                                    |



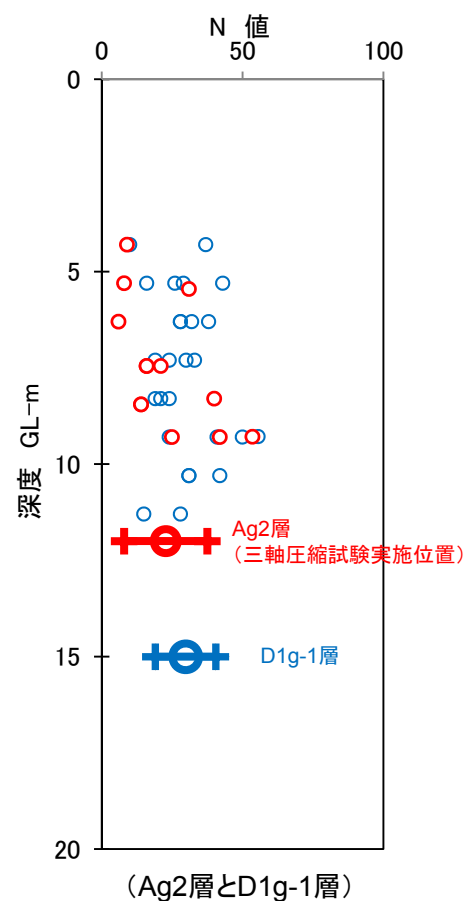
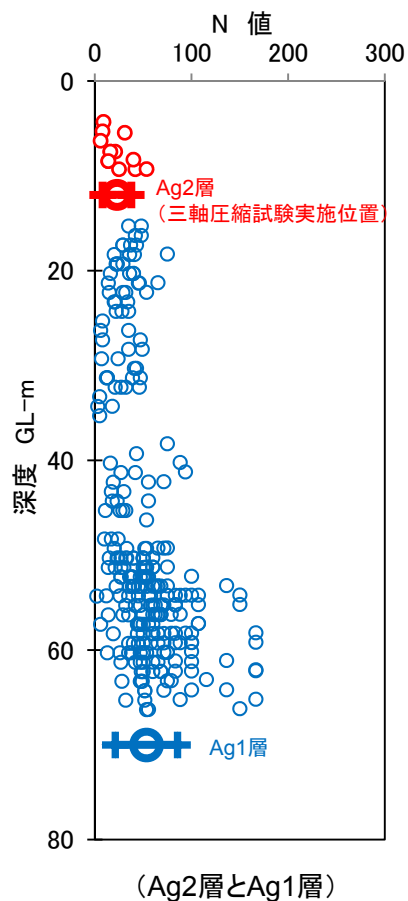
## 三軸圧縮強度を代用することの妥当性について(Ag1層及びD1g-1層)

【基本方針】

- ✓ Ag1層とD1g-1層は、礫の径が大きく、N値が大きい硬質な砂礫層であり、試料採取が困難である。
- ✓ 敷地に分布するAg1層及びD1g-1層のN値は、Ag2層の三軸圧縮試験実施位置のN値と比較して大きな値を示す。

◆以上のことから、Ag1層及びD1g-1層の三軸圧縮強度については、Ag2層の試験結果にて代用することが保守的と判断する。

ON値の比較





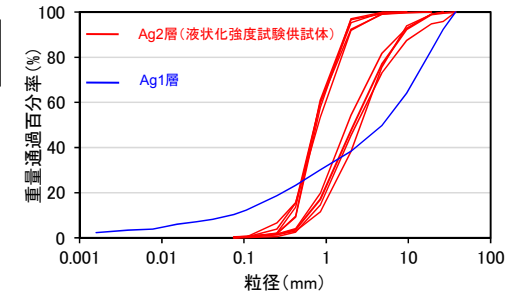
## 液状化強度を代用することの妥当性について(Ag1層)

【基本方針】

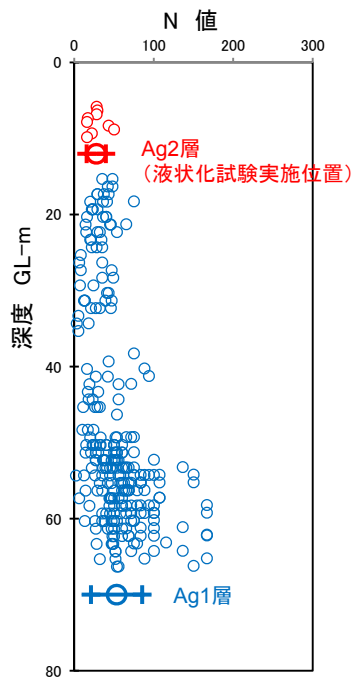
- ✓ Ag1層はAg2層と同時代に堆積した砂礫層であるが、分布深度が深く(敷地北側でE.L.-40m~-60m範囲で分布し、岩盤(Km層)の上端面の上昇とともに分布深度は浅くなるものの、層厚を減じている)礫の径が大きいため試料の採取が困難である。
- ✓ 敷地内で取得したAg1層のN値は、Ag2層の液状化試験実施位置のN値と比較して大きな値を示す。
- ✓ 敷地内で取得したAg1層の粒度は、Ag2層の液状化試験実施位置の粒度と比較して大きい。

◆以上のことから、Ag1層の液状化強度については、Ag2層の試験結果にて代用することが保守的と判断する。

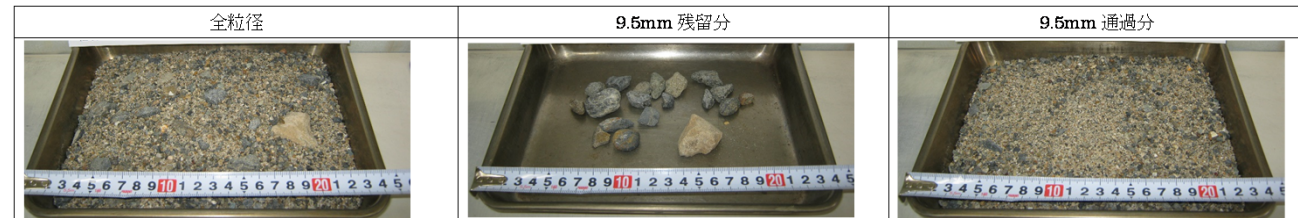
○粒度の比較(粒径加積曲線)



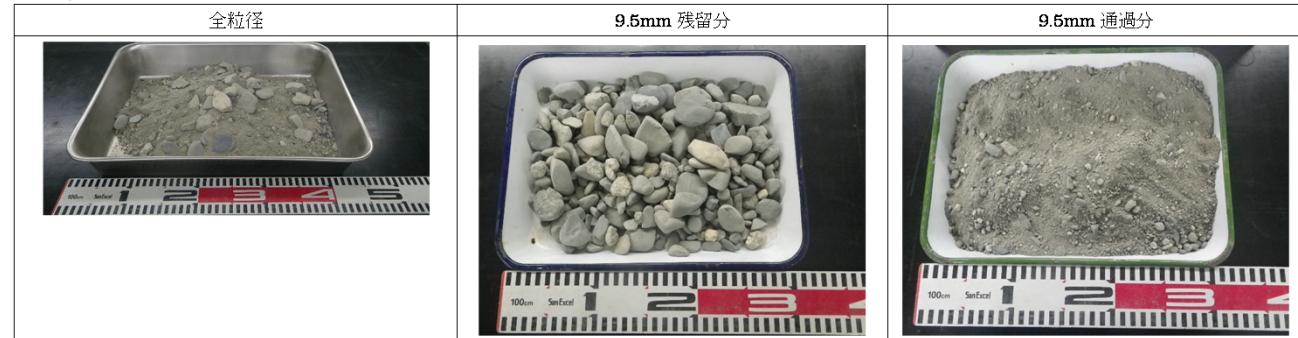
○N値の比較



○Ag2層の試料写真

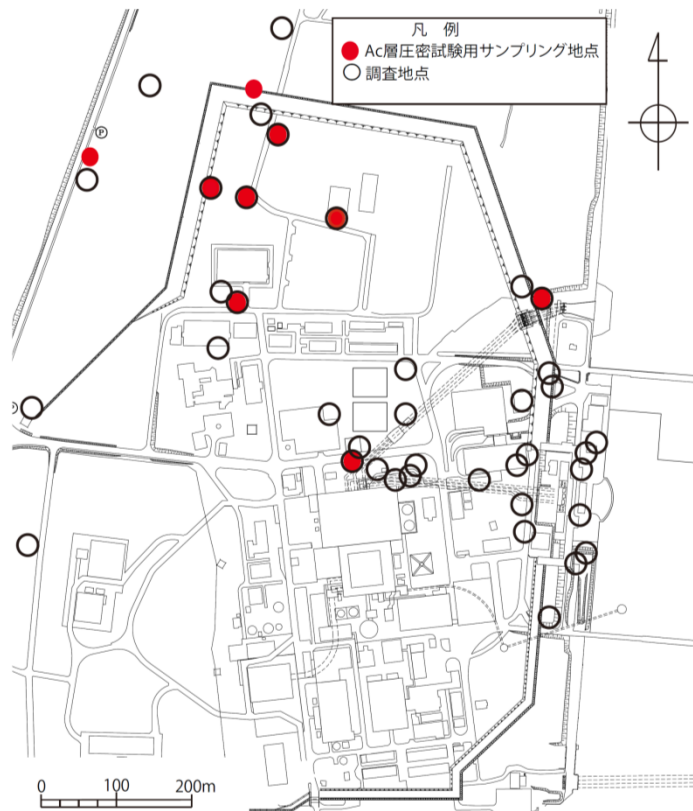


○Ag1層の試料写真

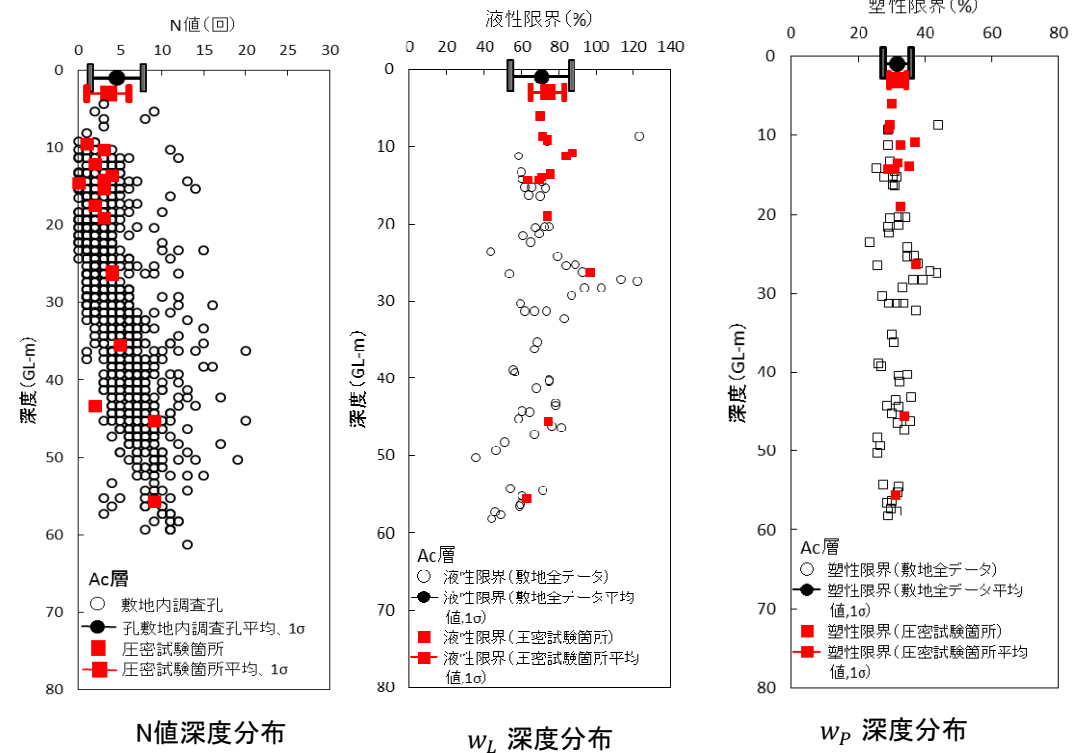


## 2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性 圧密試験箇所への代表性評価

- ✓ Ac層の圧密試験箇所の代表性を確認するため、N値、液性限界及び塑性限界について、圧密試験箇所と周辺調査箇所との比較を行い整理した。



Ac層が分布する調査地点及び圧密試験用サンプリング地点

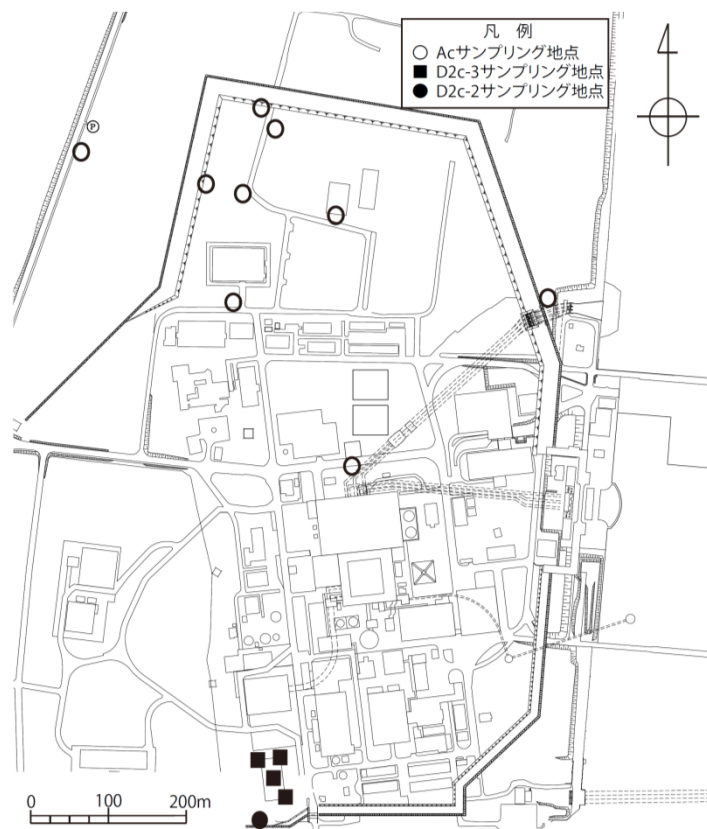


- ・圧密試験箇所のN値は敷地内調査箇所の値より小さい。
- ・圧密試験箇所の液性限界 $w_L$ は、敷地内調査箇所の値の範囲内であるものの、平均値及び $-1\sigma$ の値は大きくなっている。
- ・塑性限界 $w_P$ は、ほぼ同様の値である。

- ✓以上の比較により
- ①N値の比較 → 圧密試験箇所の強度は保守側
  - ②液性限界 $w_L$  → 圧密試験箇所の圧縮性は保守側であることを確認した。

## 敷地に分布する粘性土の圧密試験結果

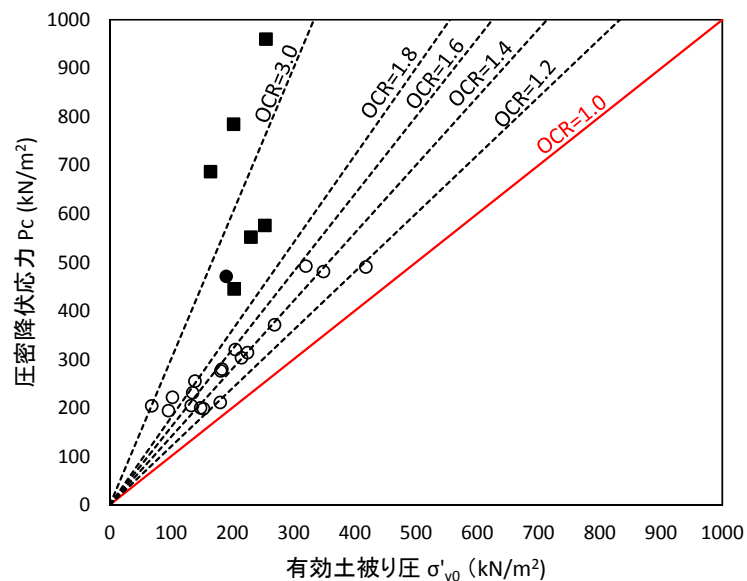
- ✓ 敷地内で採取した試料により圧密試験を実施し圧密降伏応力 $P_c$ を求め、有効土被り圧 $\sigma'_{v0}$ との比であるOCR(過圧密比)より、現地に堆積する粘性土の圧密状態を把握する。



圧密試験箇所

$$OCR \left( = \frac{P_c}{\sigma'_{v0}} \right) > 1 \quad \text{過圧密状態}$$

$$OCR \left( = \frac{P_c}{\sigma'_{v0}} \right) = 1 \quad \text{正規圧密状態}$$



有効土被り圧と圧密降伏応力の関係

◆敷地内の粘性土層は、過圧密状態である。

# 目 次

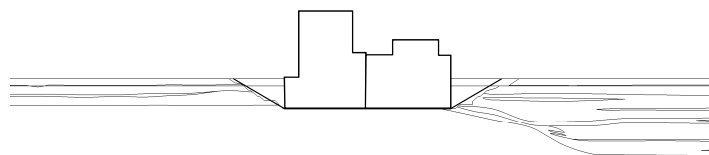
---

1. 敷地の地質・地質構造の概要に関する補足
2. 解析用物性値の設定に関する補足
  - 2.1 地質調査位置
  - 2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性
3. 基礎地盤の安定性評価に関する補足
4. 地殻変動評価に関する補足

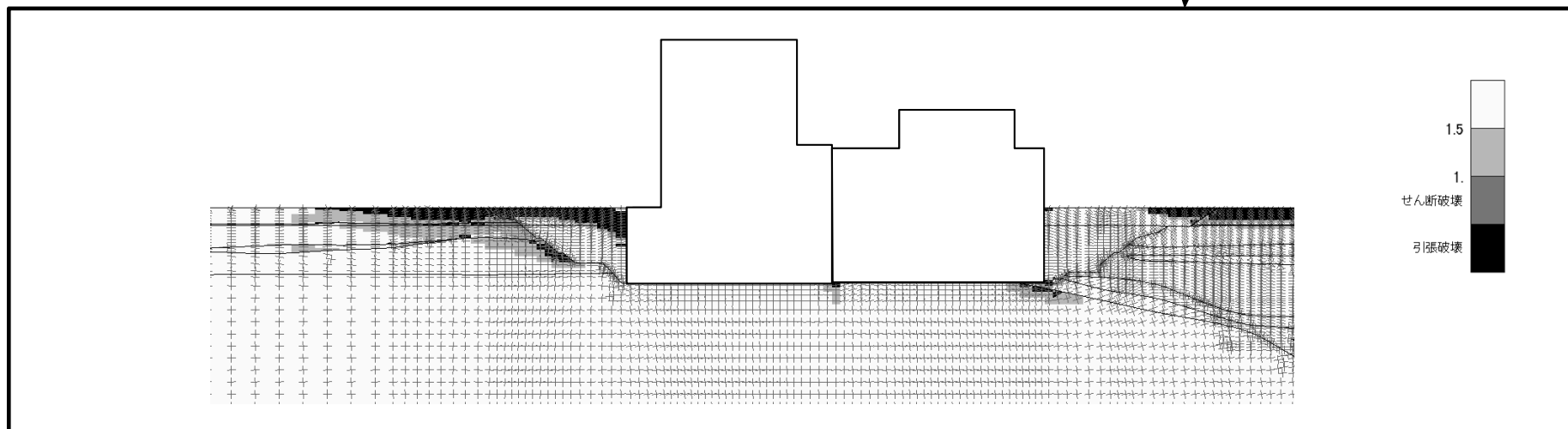
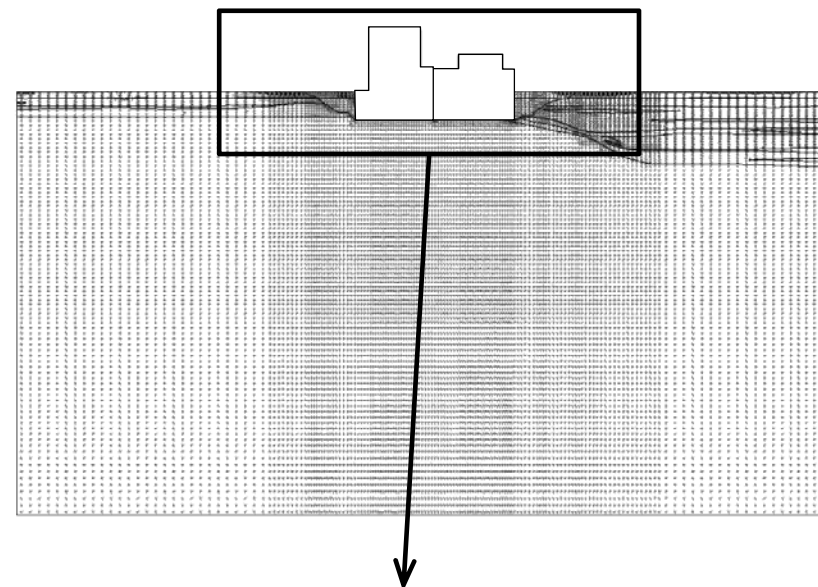
## 要素毎の局所安全係数図(原子炉建屋NS断面)

### ■原子炉建屋: NS断面

- ・最小すべり安全率 : 3.4
- ・地震動 : Ss-31(逆(水平), 正(鉛直))
- ・発生時刻 : 8.63 sec



すべり面形状

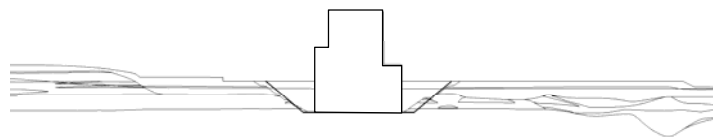


地盤の局所安全係数およびモビライズド面

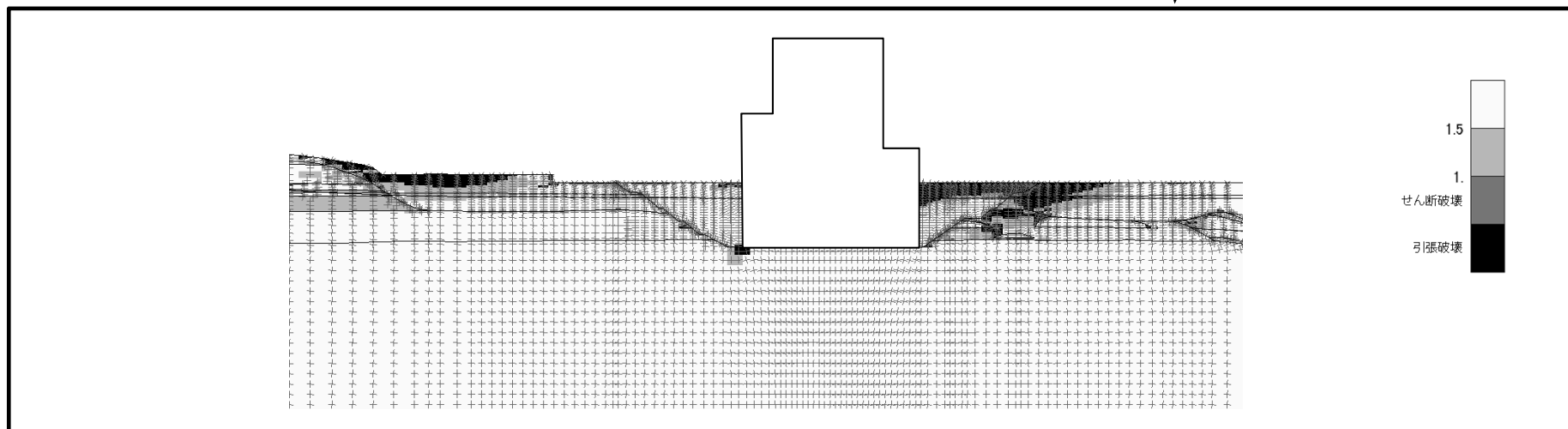
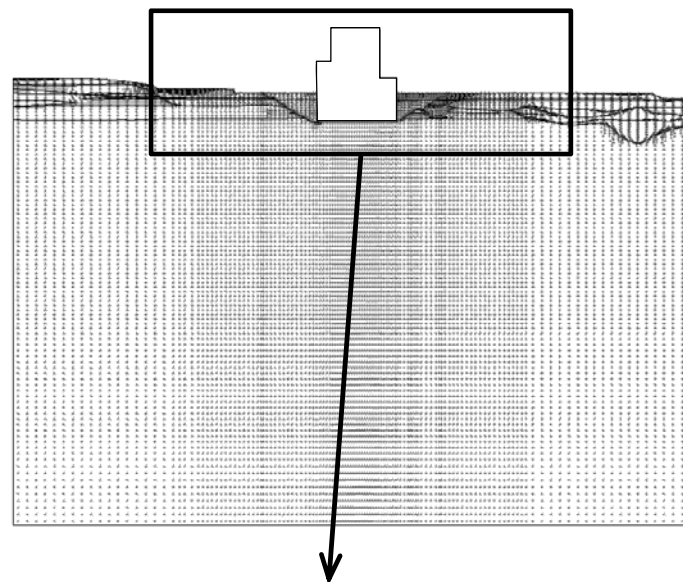
## 要素毎の局所安全係数図(原子炉建屋EW断面)

### ■原子炉建屋:EW断面

- ・最小すべり安全率 : 3.9
- ・地震動 : Ss-31(正(水平), 正(鉛直))
- ・発生時刻 : 8.64 sec



すべり面形状



地盤の局所安全係数およびモビライズド面

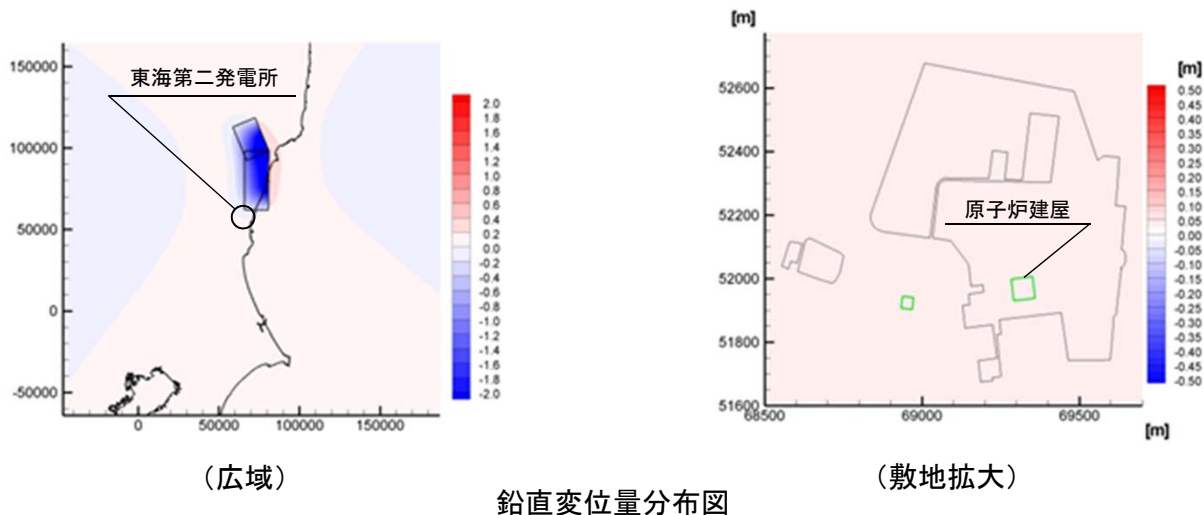
# 目 次

---

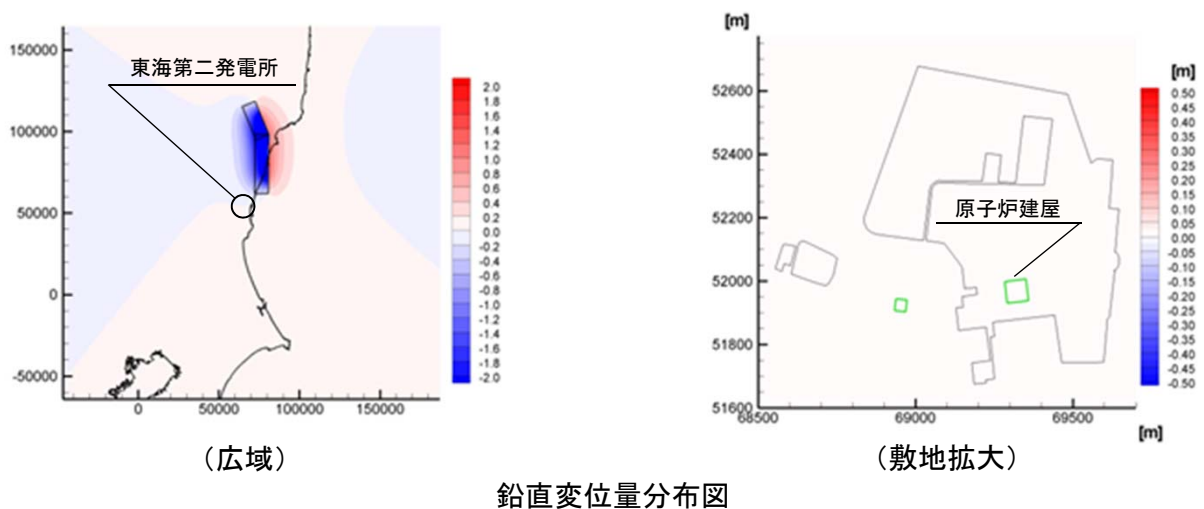
1. 敷地の地質・地質構造の概要に関する補足
2. 解析用物性値の設定に関する補足
  - 2.1 地質調査位置
  - 2.2 地盤の物理・変形・強度特性・液状化強度特性
3. 基礎地盤の安定性評価に関する補足
4. 地殻変動評価に関する補足

# 地殻変動分布(F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動)

## ■F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動 (傾斜角45度, すべり角270度)



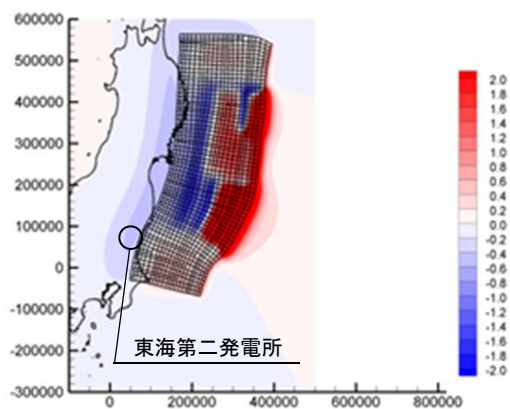
## ■F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動 (傾斜角60度, すべり角270度)



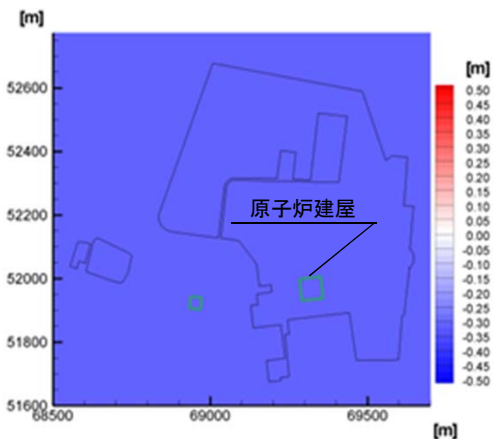


# 地殻変動分布(東北地方太平洋沖型の地震)

## ■東北地方太平洋沖型の地震 (最大水位上昇ケース)



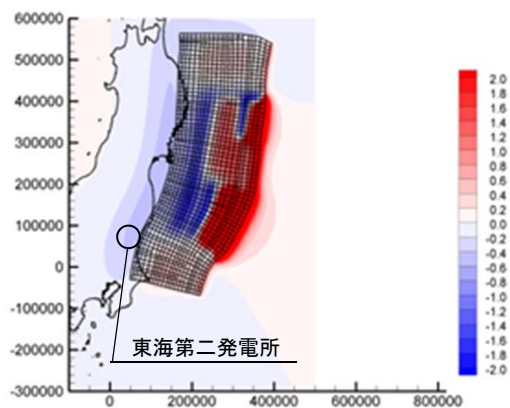
(広域)



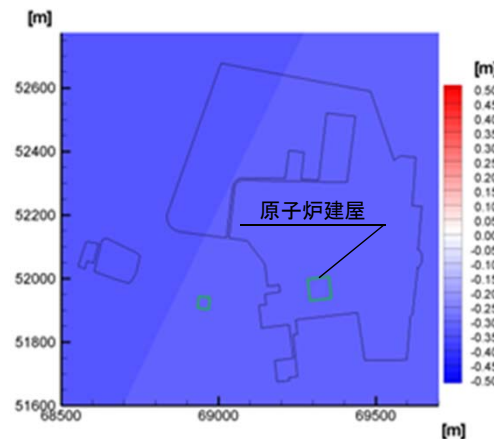
(敷地拡大)

鉛直変位量分布図

## ■東北地方太平洋沖型の地震 (最大水位下降ケース)



(広域)

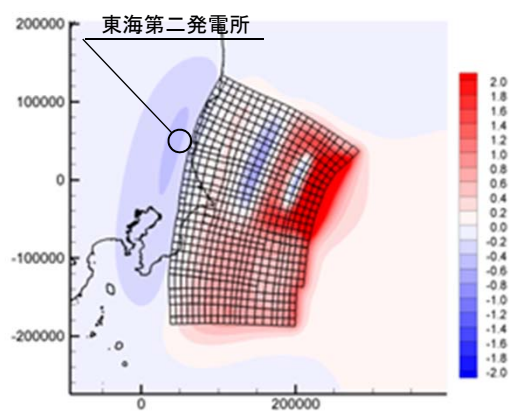


(敷地拡大)

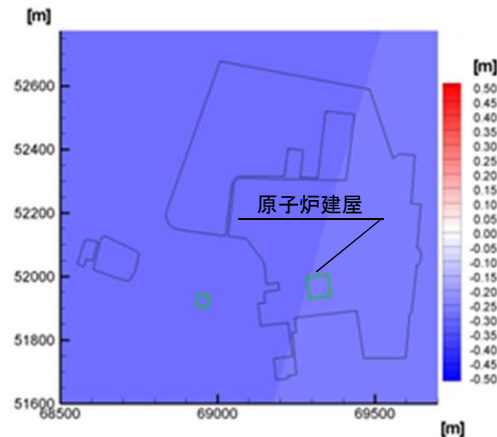
鉛直変位量分布図

# 地殻変動分布(茨城県沖から房総沖に想定する津波波源)

## ■茨城県沖から房総沖に想定する津波波源 (最大水位上昇ケース)



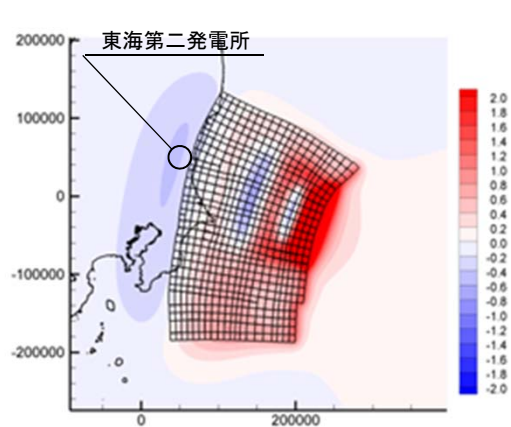
(広域)



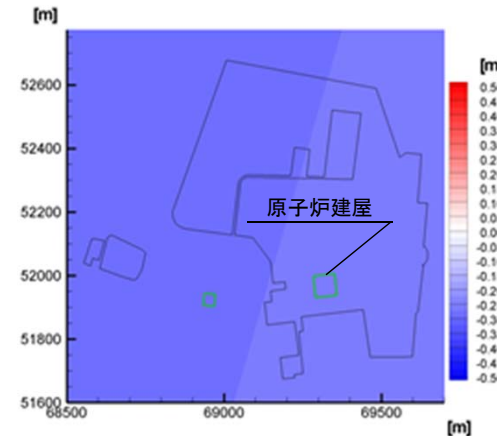
(敷地拡大)

鉛直変位量分布図

## ■茨城県沖から房総沖に想定する津波波源 (最大水位下降ケース)



(広域)



(敷地拡大)

鉛直変位量分布図