

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密
又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所

耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の 基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価について (補足説明資料)

平成29年10月18日
日本原子力発電株式会社

目 次

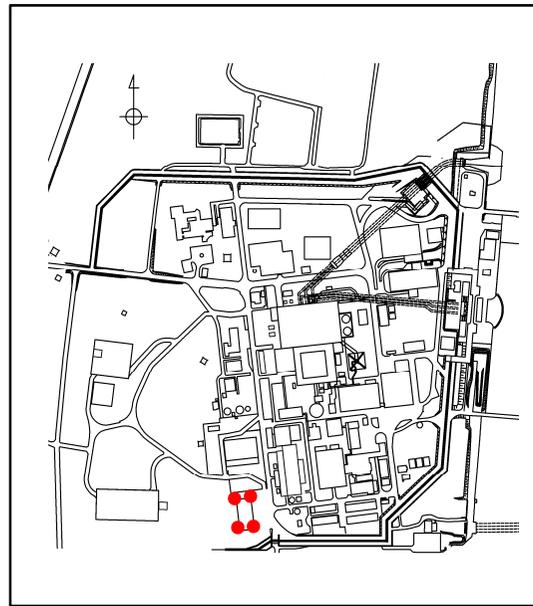
1. 解析用物性値の設定に関する補足	.....	3
2. 基礎地盤の安定性評価に関する補足	.....	49
3. 地殻変動評価に関する補足	.....	69
4. 周辺斜面の安定性評価に関する補足	.....	73

目 次

1. 解析用物性値の設定に関する補足	.....	3
2. 基礎地盤の安定性評価に関する補足	.....	49
3. 地殻変動評価に関する補足	.....	69
4. 周辺斜面の安定性評価に関する補足	.....	73

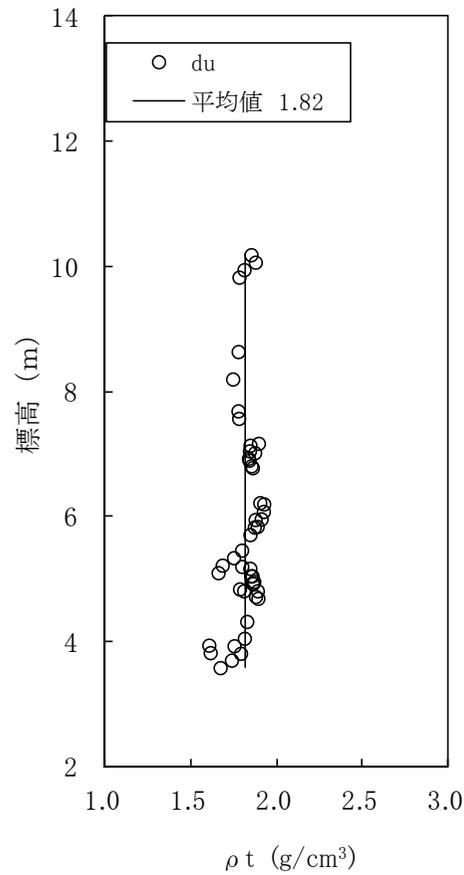
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の物理特性 (du層)

■ 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。

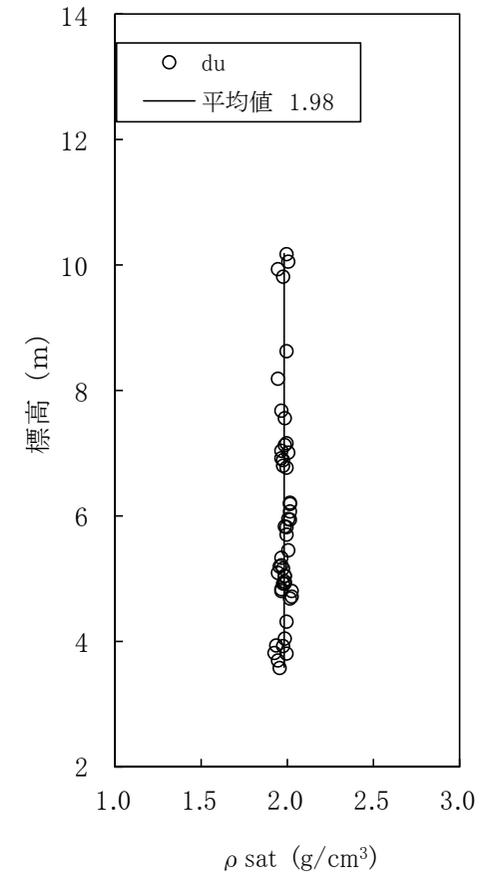


● : 試料を採取したボーリング孔

試料採取位置図



(湿潤状態)

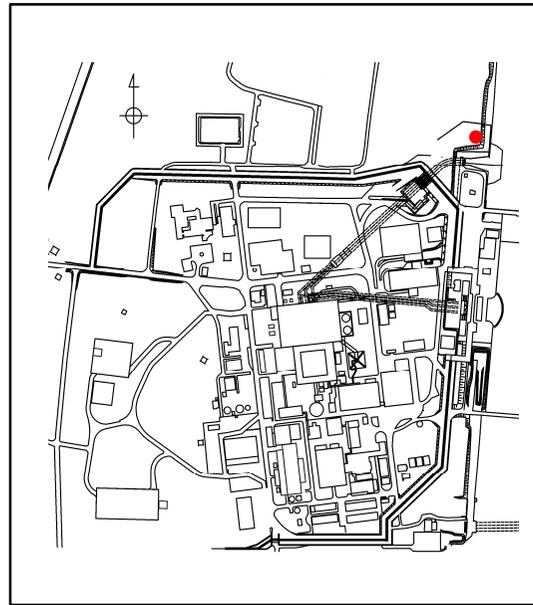


(飽和状態)

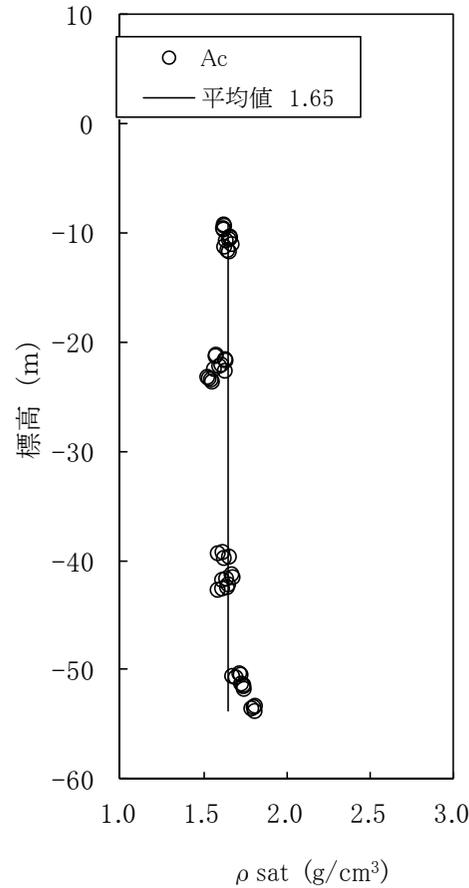
du層の密度

1. 解析用物性値の設定に関する補足 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。

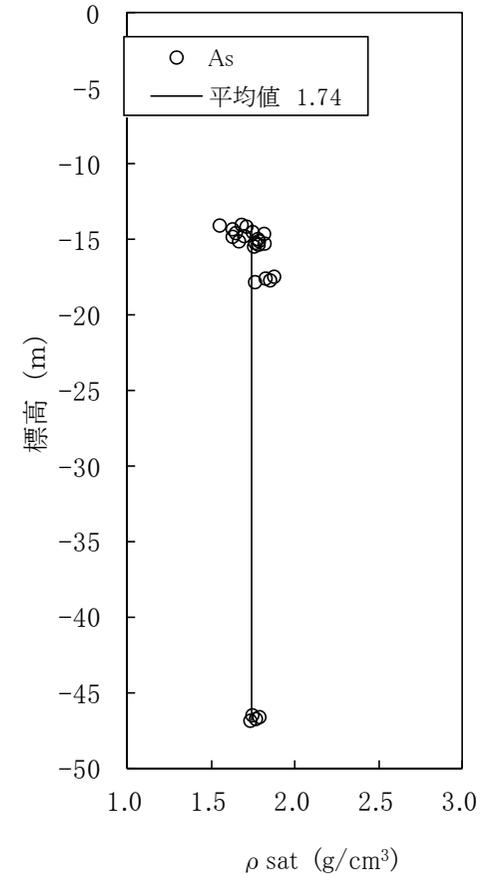


試料採取位置図



(飽和状態)

Ac層の密度

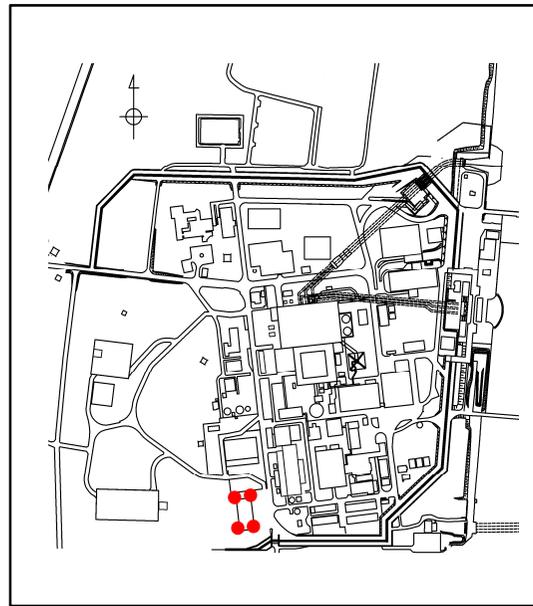


(飽和状態)

As層の密度

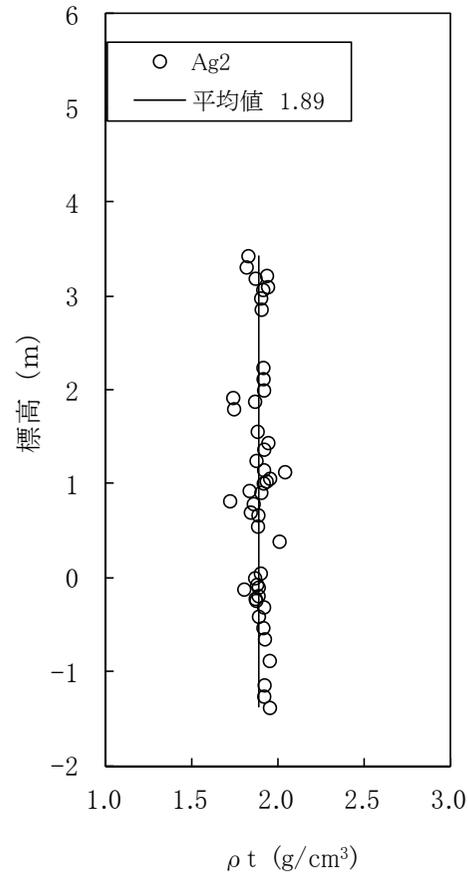
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の物理特性 (Ag2層)

■ 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。

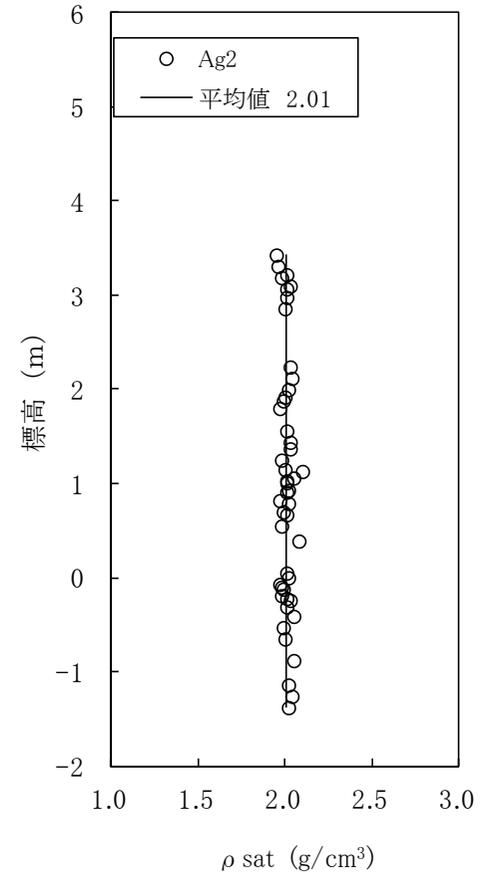


● : 試料を採取したボーリング孔

試料採取位置図



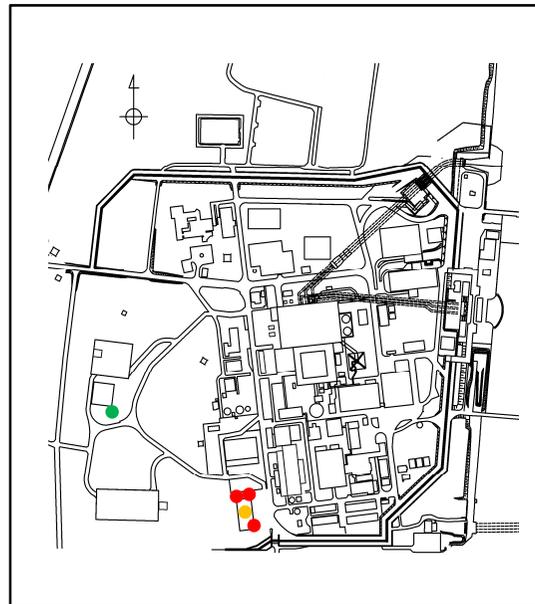
(湿潤状態)



(飽和状態)

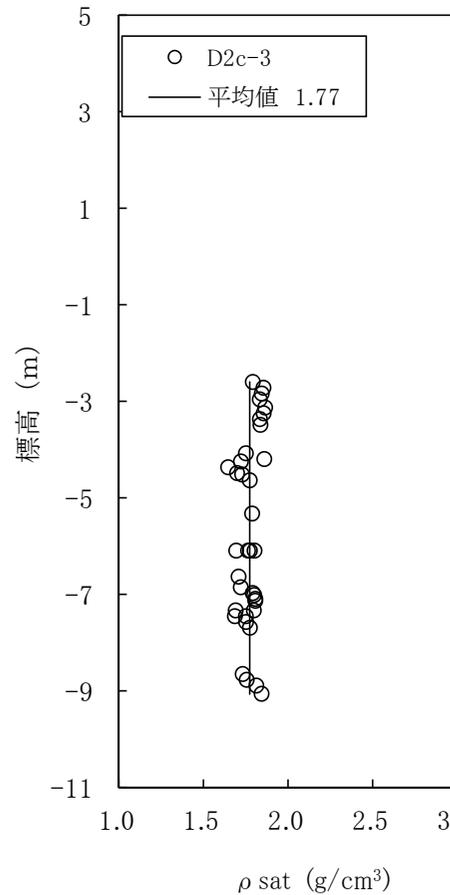
Ag2層の密度

■ 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。



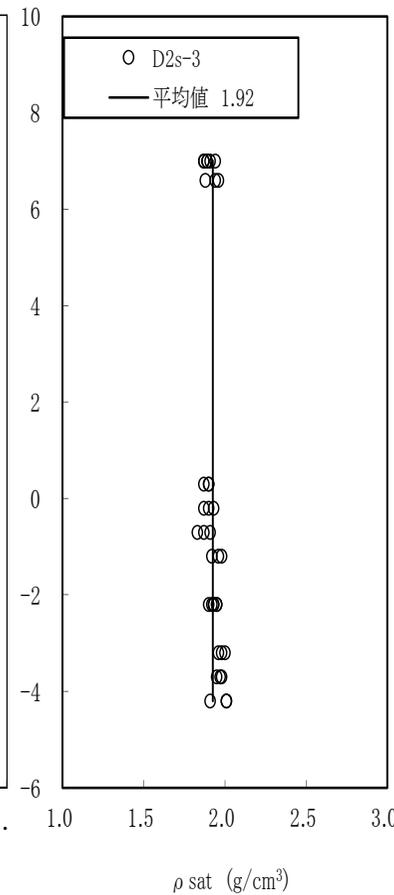
- : 試料を採取したボーリング孔(D2c-3)
- : 試料を採取したボーリング孔(D2s-3)
- : 試料を採取した立坑(D2g-3)

試料採取位置図



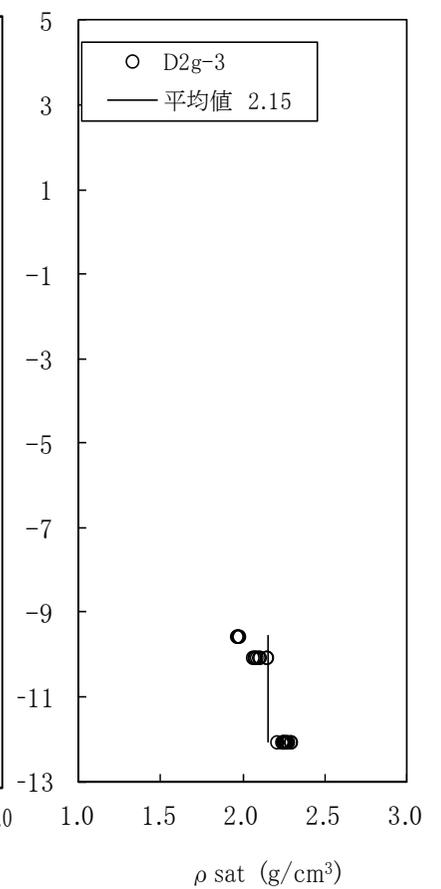
(飽和状態)

D2c-3層の密度



(飽和状態)

D2s-3層の密度

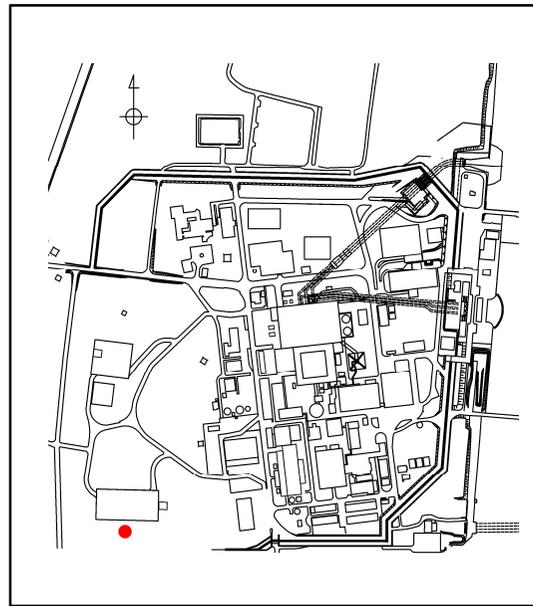


(飽和状態)

D2g-3層の密度

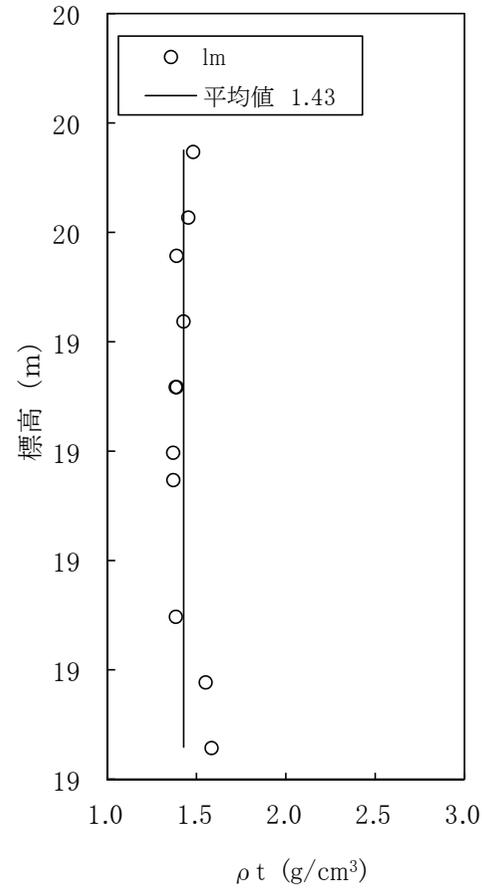
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の物理特性 (lm層)

■ lm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。

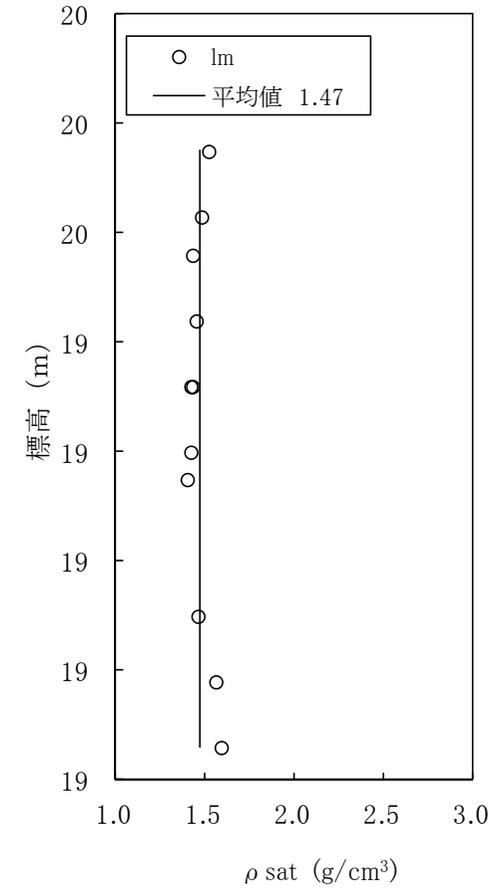


● : 試料を採取したボーリング孔

試料採取位置図



(湿潤状態)

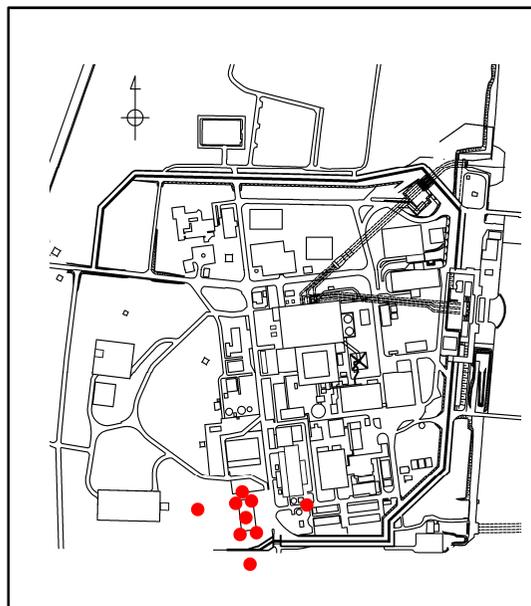


(飽和状態)

lm層の密度

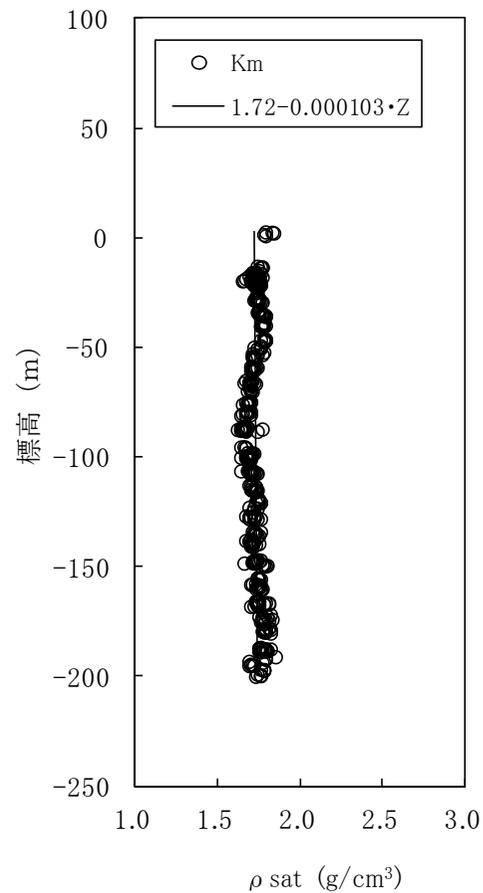
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の物理特性(Km層)

■ 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。



● : 試料を採取したボーリング孔

試料採取位置図

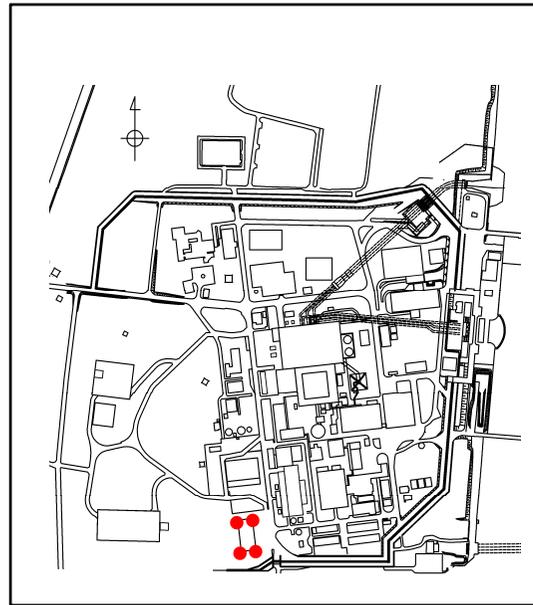


(飽和状態)

Km層の密度

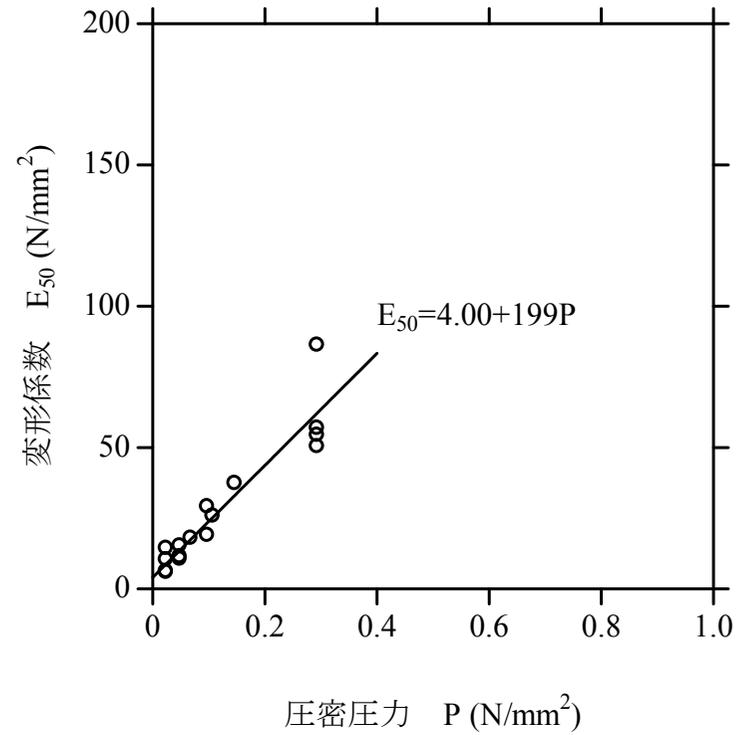
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の静的変形特性(du層)

■ 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

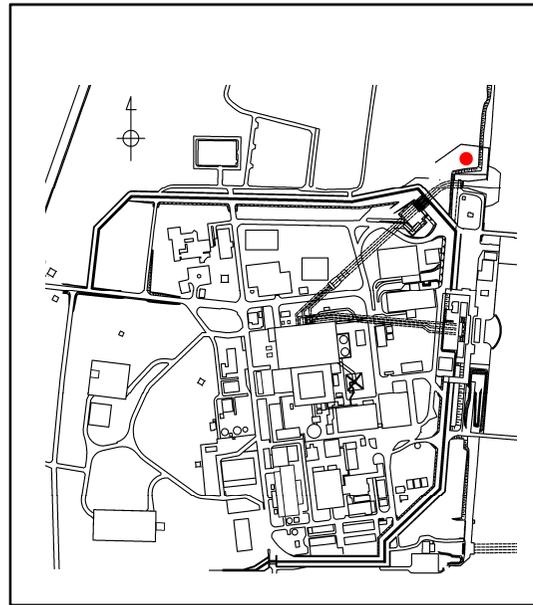
試料採取位置図



du層の変形係数

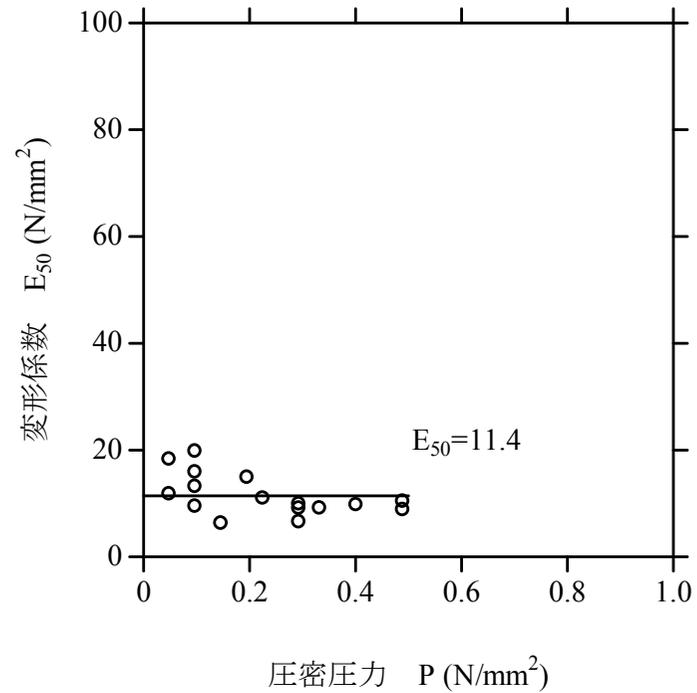
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の静的変形特性(Ac層)

■ 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

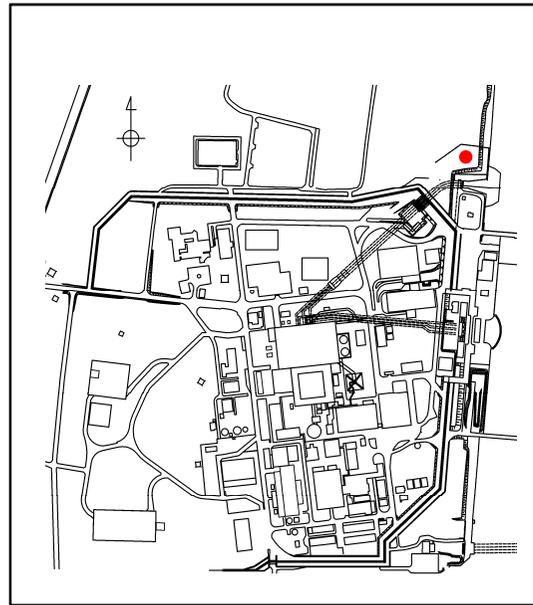
試料採取位置図



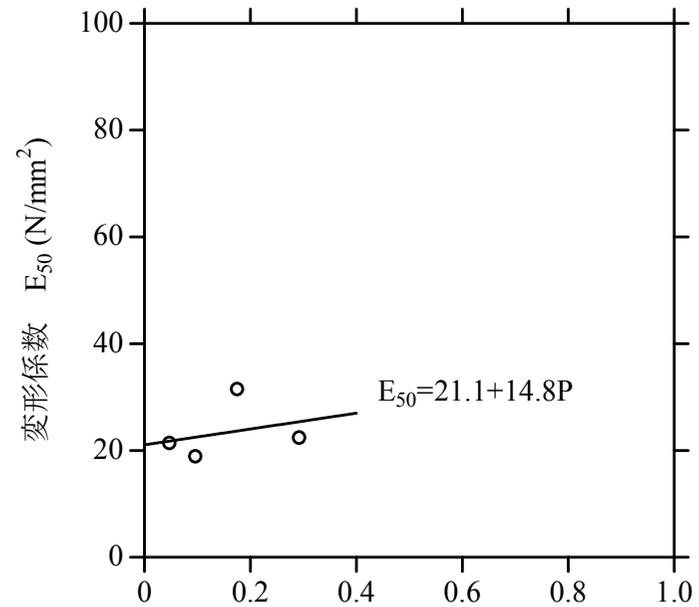
Ac層の変形係数

1. 解析用物性値の設定に関する補足 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。



試料採取位置図

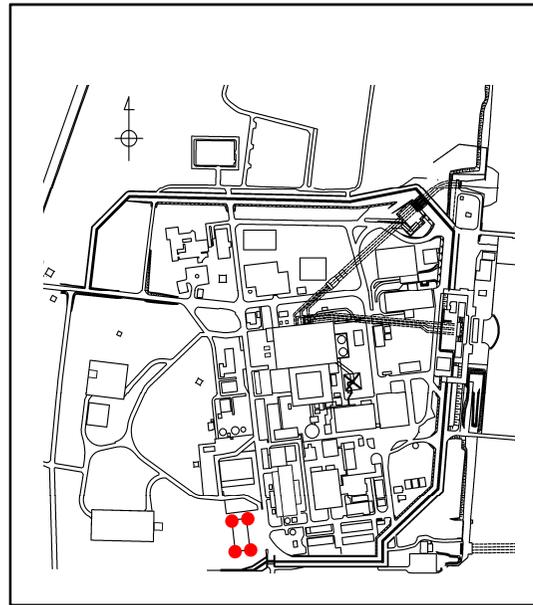


圧密圧力 P (N/mm²)

As層の変形係数

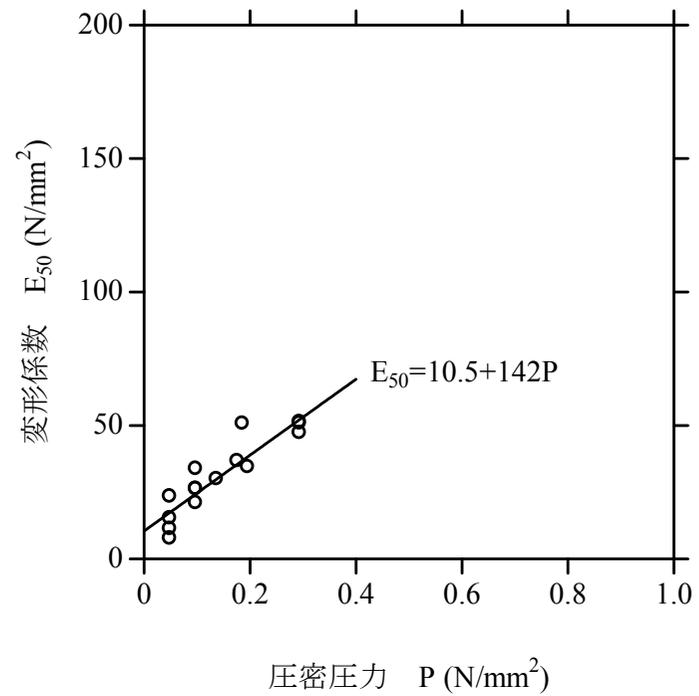
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の静的変形特性(Ag2層)

■ 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

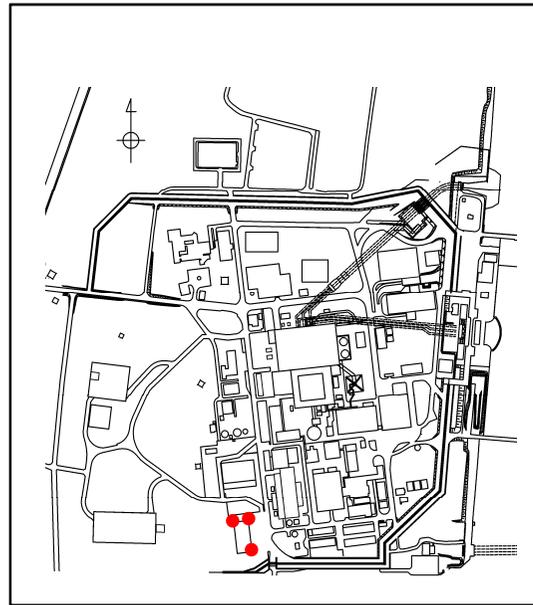
試料採取位置図



Ag2層の変形係数

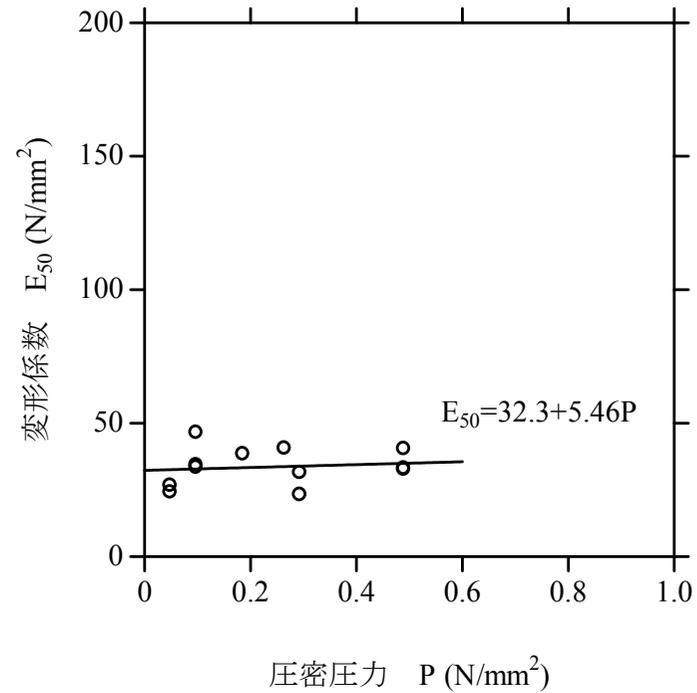
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の静的変形特性(D2c-3層)

■ 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

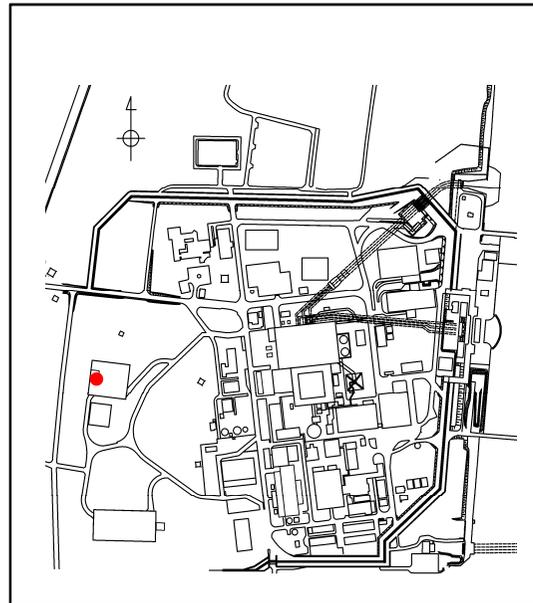
試料採取位置図



D2c-3層の変形係数

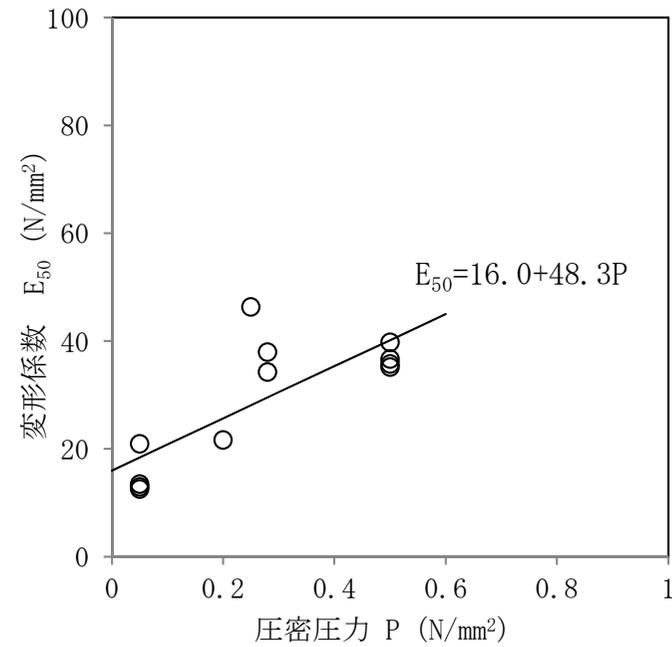
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の静的変形特性(D2s-3層)

■ 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

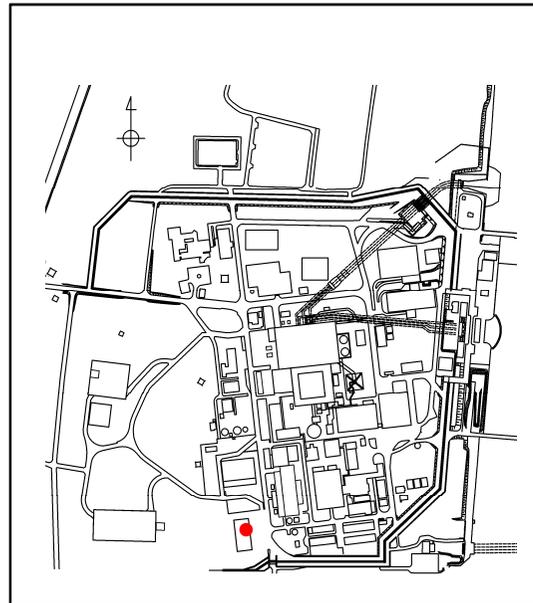
試料採取位置図



D2s-3層の変形係数

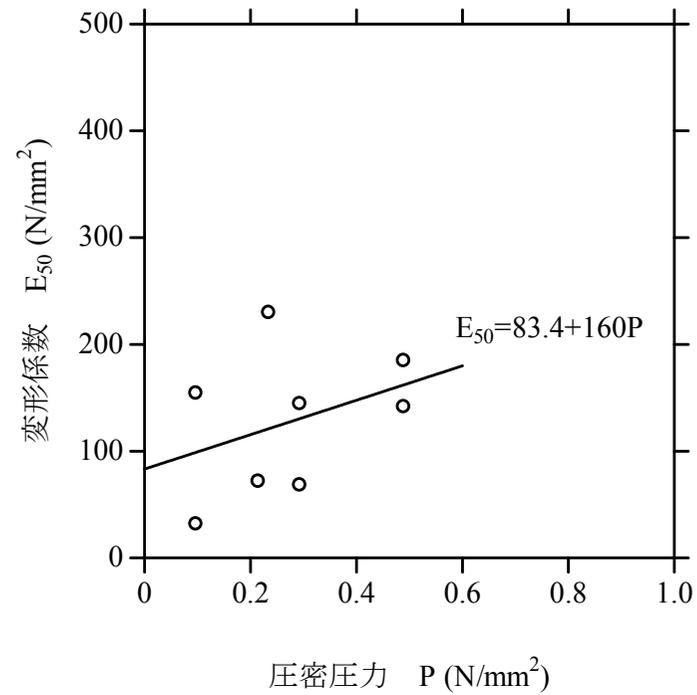
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の静的変形特性(D2g-3層)

■ D2g-3層の変形係数は、ブロックサンプリング試料による三軸圧縮試験(CD条件)に基づき設定した。



●: 試料採取位置

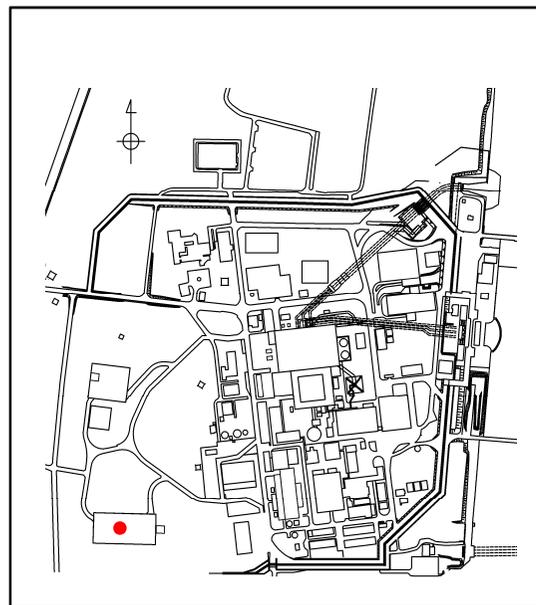
試料採取位置図



D2g-3層の変形係数

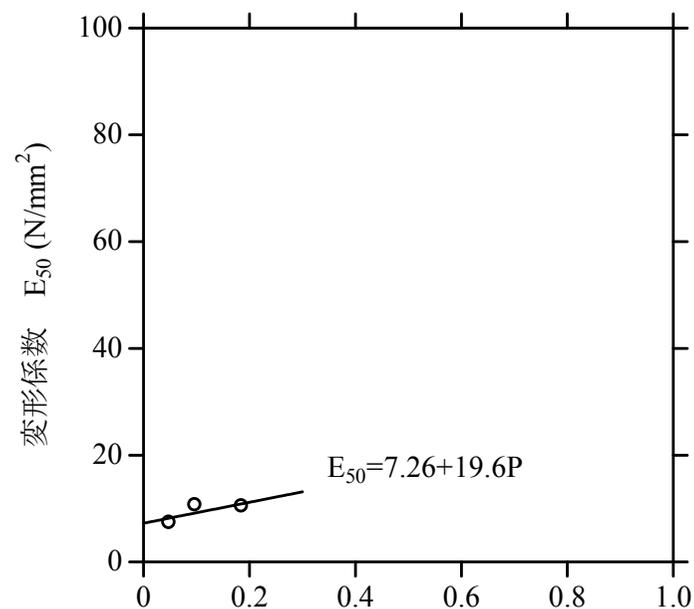
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の静的変形特性 (Im層)

■ Im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

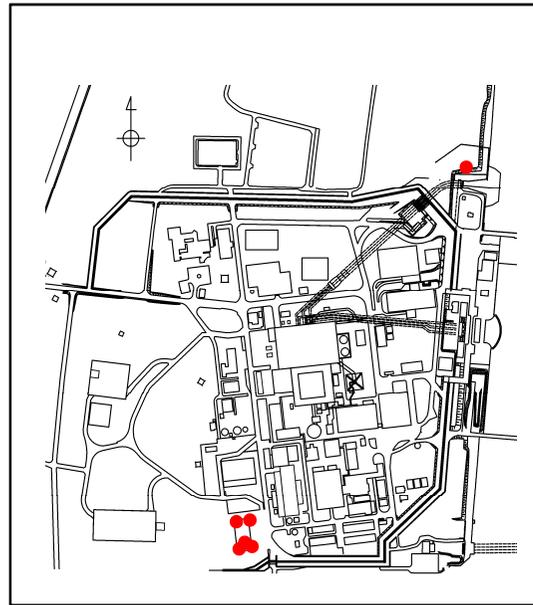


圧密圧力 P (N/mm²)

Im層の変形係数

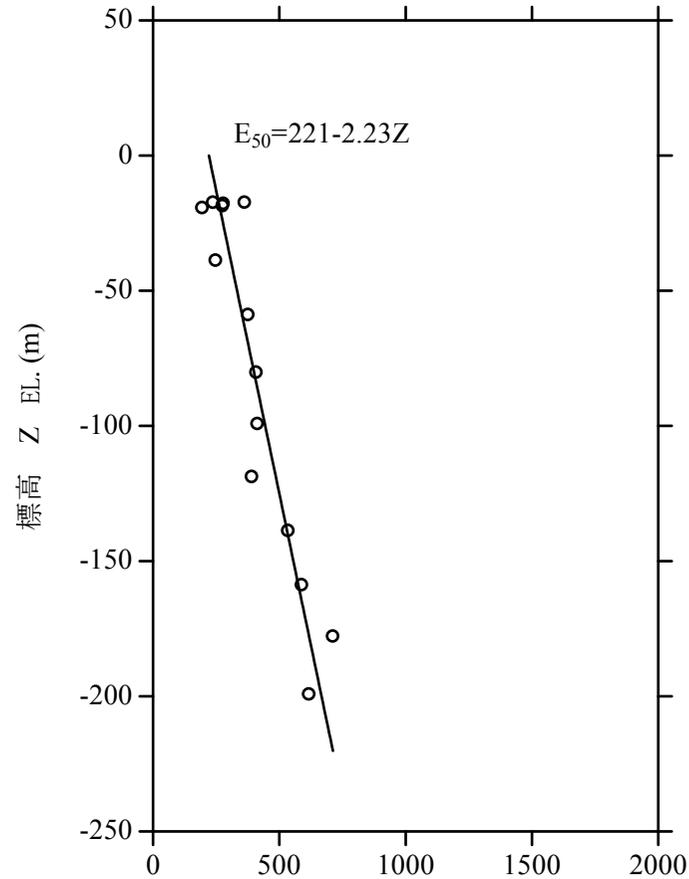
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の静的変形特性(Km層)

■ 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

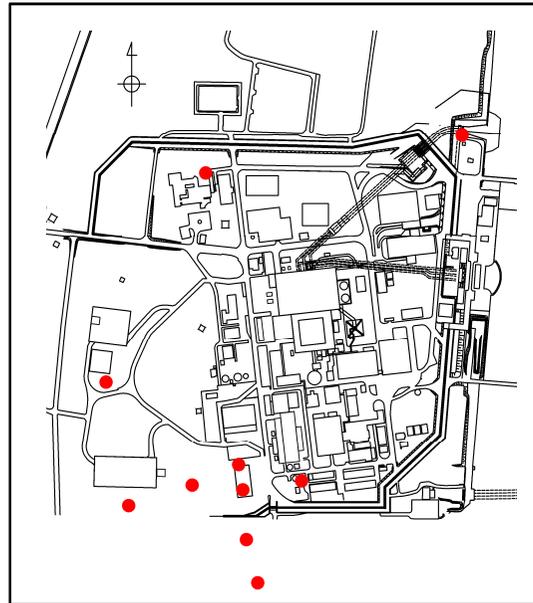


変形係数 E_{50} (N/mm²)

Km層の変形係数

1. 解析用物性値の設定に関する補足
地盤の動変形特性(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	1,240-1.93z	左記の式より設定	0.486
	As層	飽和	211-1.19z	1,360-1.78z	左記の式より設定	0.484
	Ag1層	飽和	350	1,950	246	0.483
	D2c-3層	飽和	270	1,770	129	0.488
	D2s-3層	飽和	360	1,400	249	0.465
	D2g-3層	飽和	500	1,879	538	0.462
	lm層	飽和	130	1,160	24.8	0.494
	D1c-1層	飽和	280	1,730	139	0.487
	D1g-1層	飽和	390	1,757	306	0.474

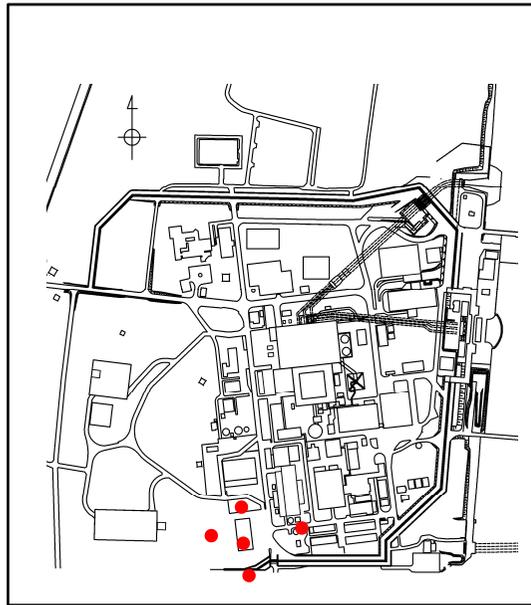
z:標高(m)

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

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

1. 解析用物性値の設定に関する補足
地盤の動変形特性(新第三紀層)

■ 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。

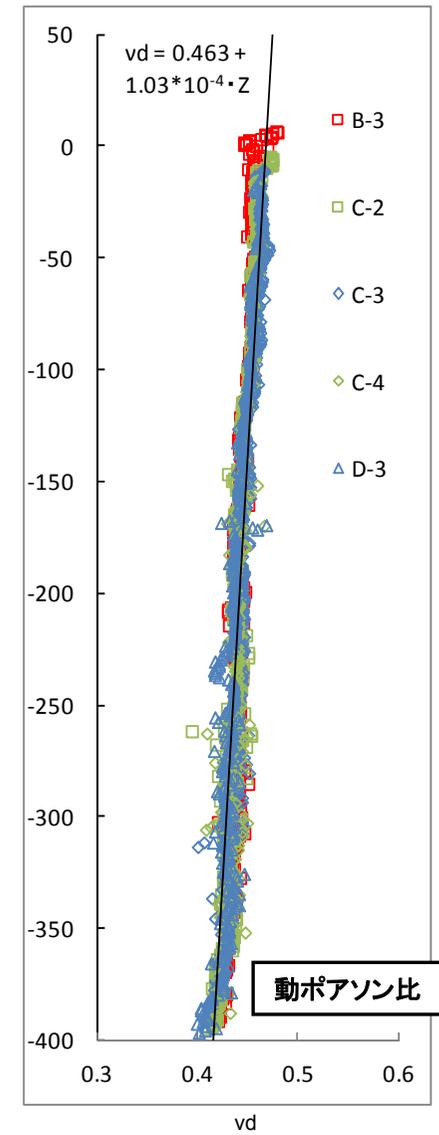
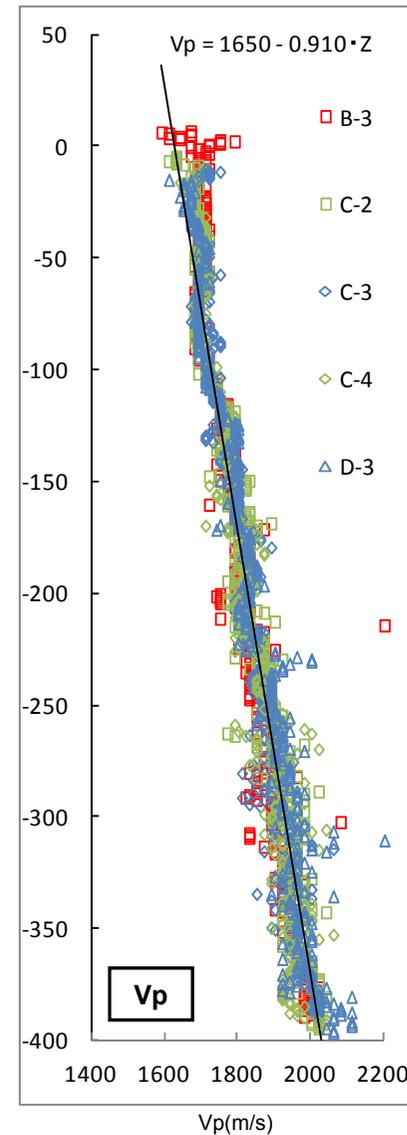
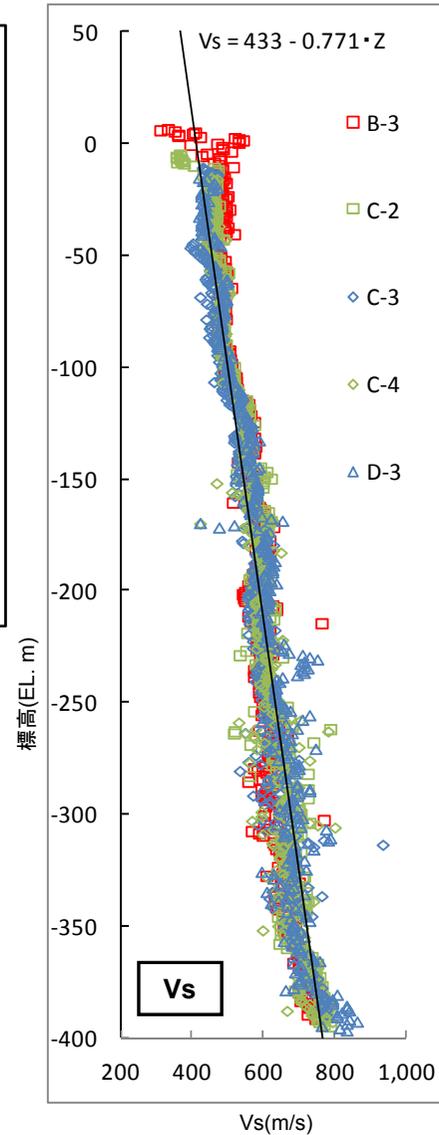


● :PS検層を実施したボーリング孔

PS検層実施位置図

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

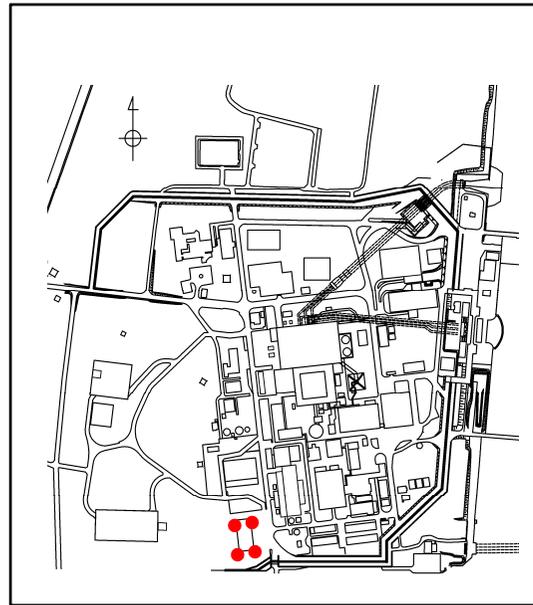
$$\nu_d = \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{2 \times \left(\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1\right)}$$



サスペンションPS検層結果と標高の関係

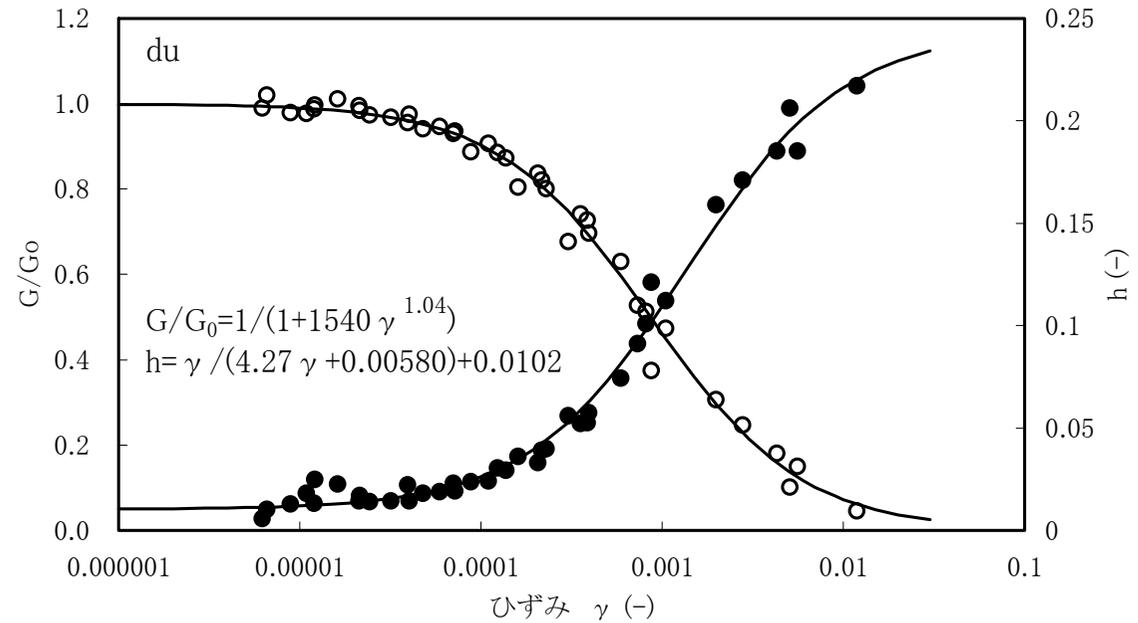
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の動的変形特性(du層)

■ du層の動的変形特性は、ボーリングコア試料による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

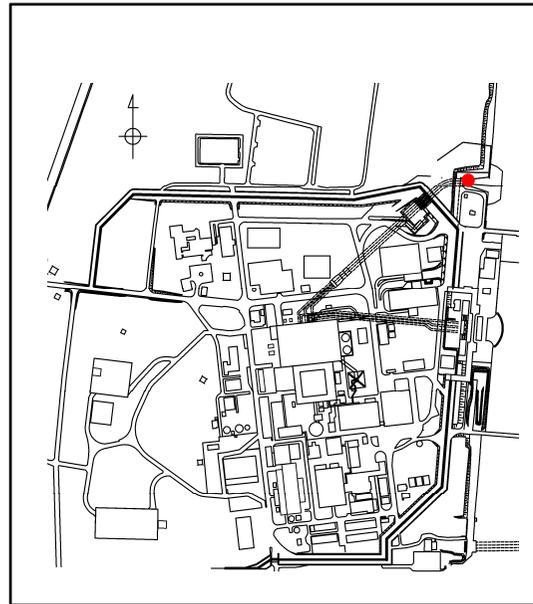
試料採取位置図



du層の繰返し三軸試験結果

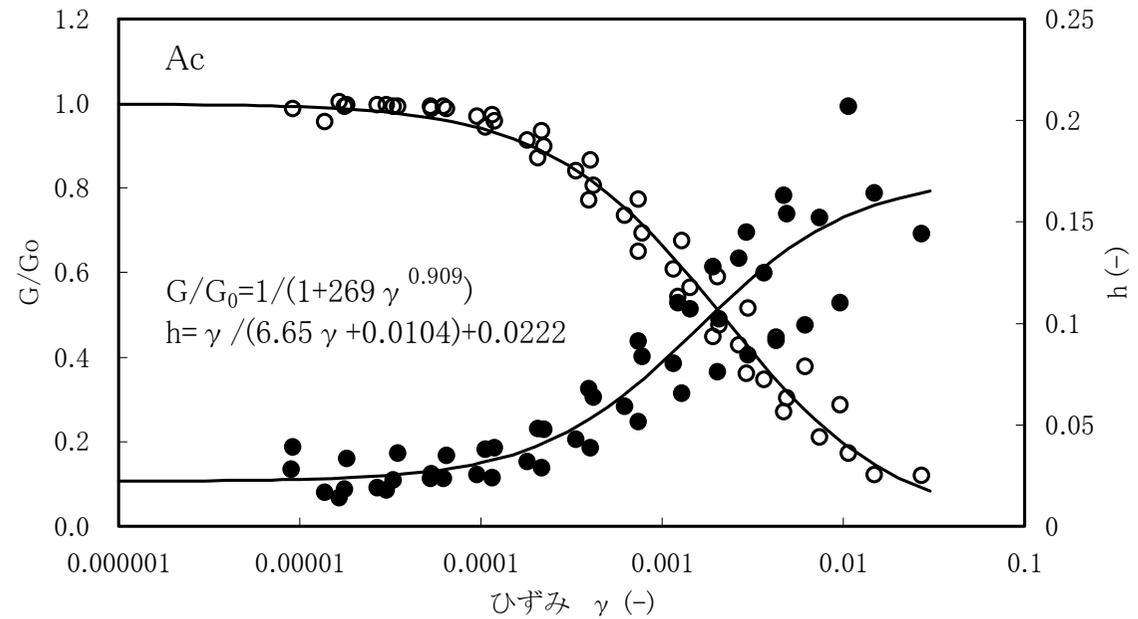
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の動的変形特性(Ac層)

■ Ac層の動的変形特性は、ボーリングコア試料による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

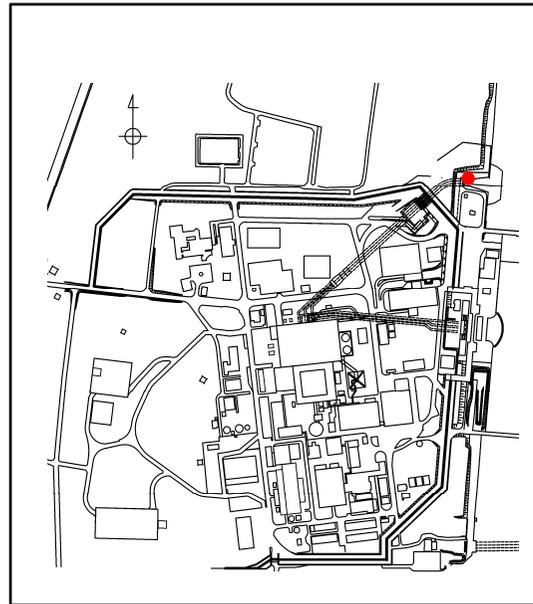
試料採取位置図



Ac層の繰返し三軸試験結果

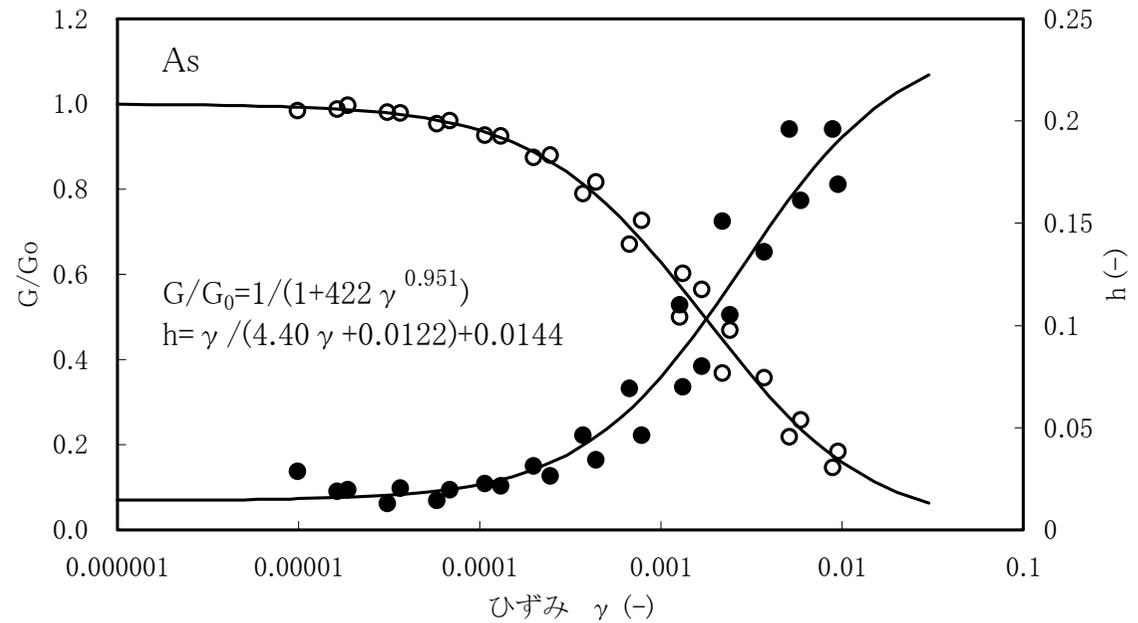
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の動的変形特性(As層)

■ As層の動的変形特性は、ボーリングコア試料による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

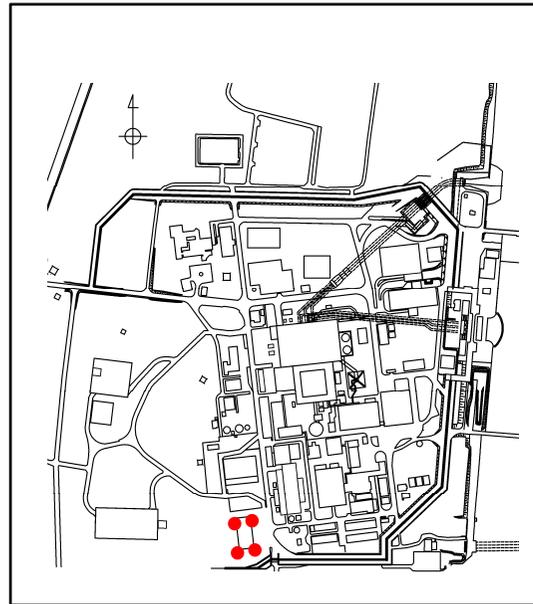
試料採取位置図



As層の繰返し三軸試験結果

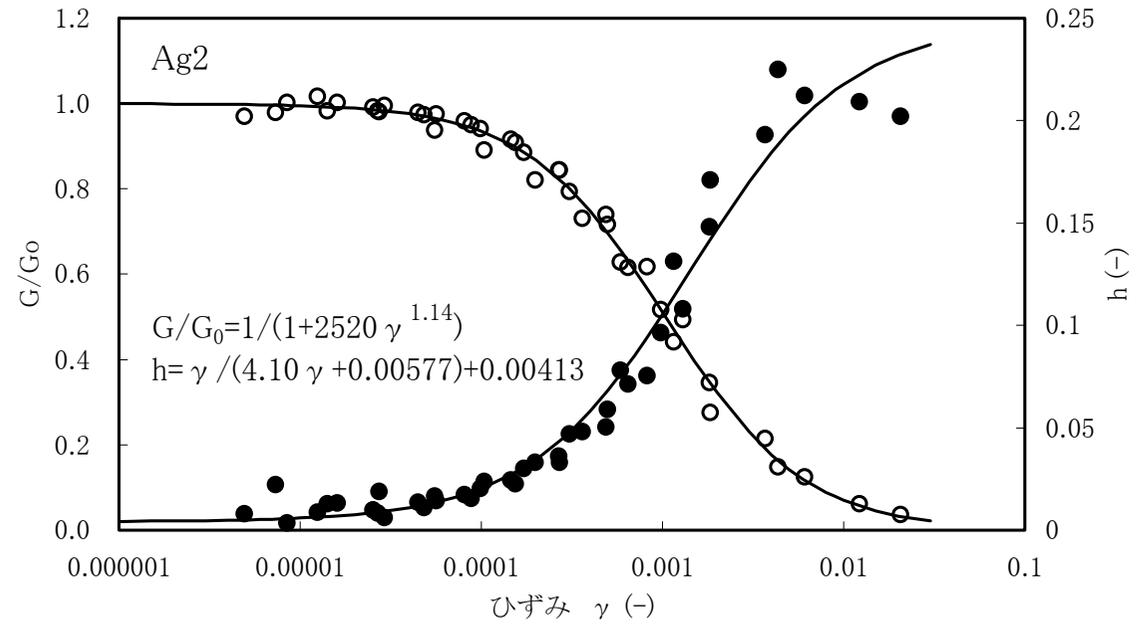
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の動的変形特性(Ag2層)

■ Ag2層の動的変形特性は、ボーリングコア試料による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

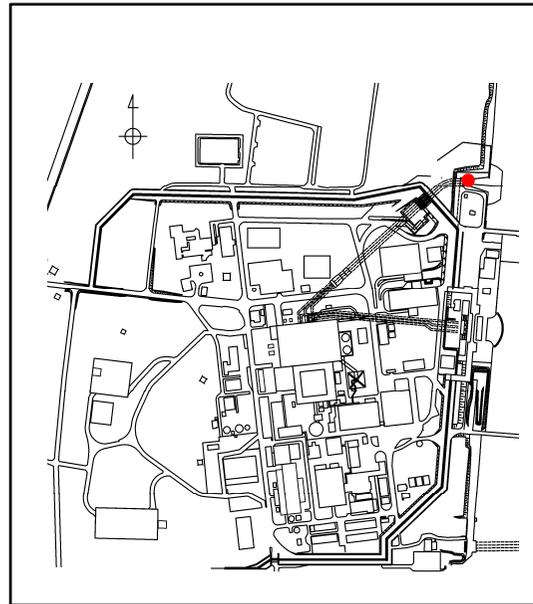
試料採取位置図



Ag2層の繰返し三軸試験結果

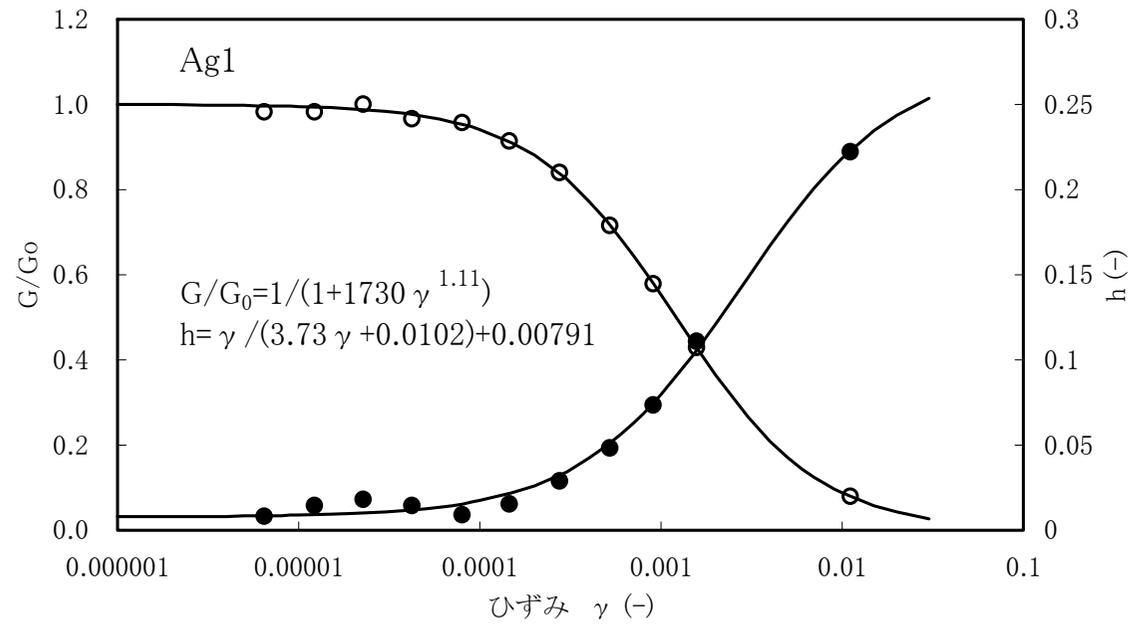
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の動的変形特性(Ag1層)

■ Ag1層の動的変形特性は、ボーリングコア試料による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

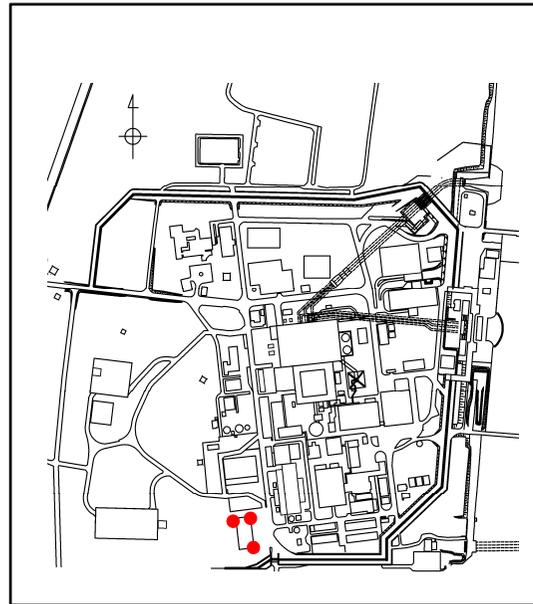
試料採取位置図



Ag1層の繰返し三軸試験結果

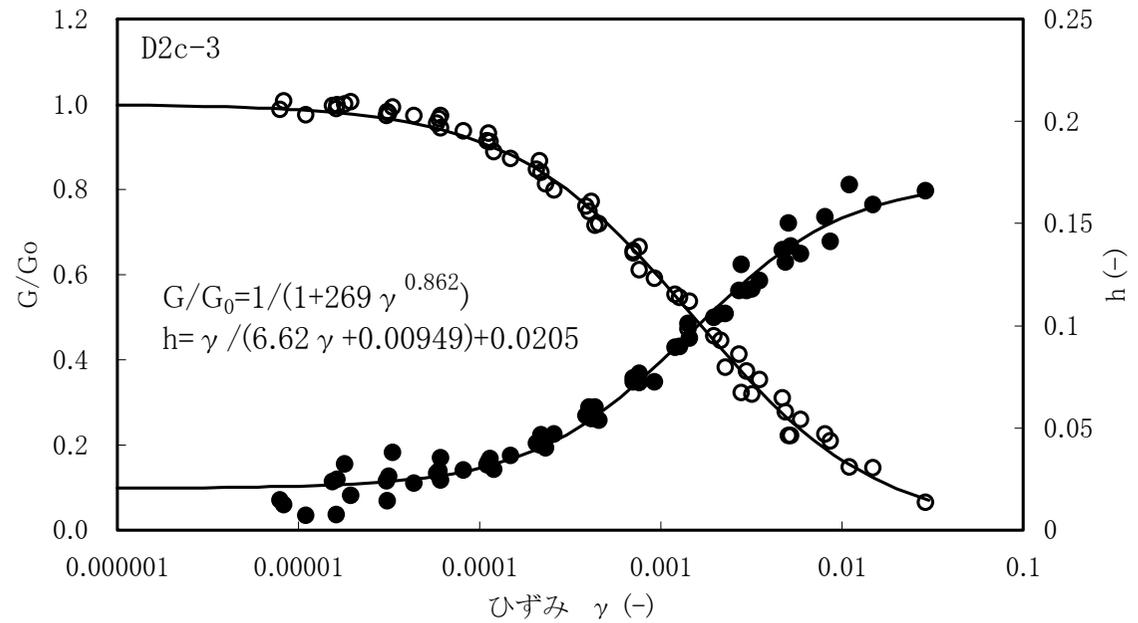
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の動的変形特性(D2c-3層)

■ D2c-3層の動的変形特性は、ボーリングコア試料による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

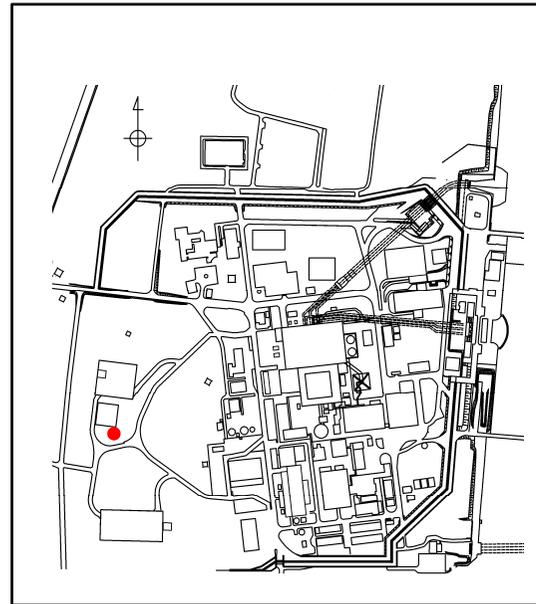
試料採取位置図



D2c-3層の繰返し三軸試験結果

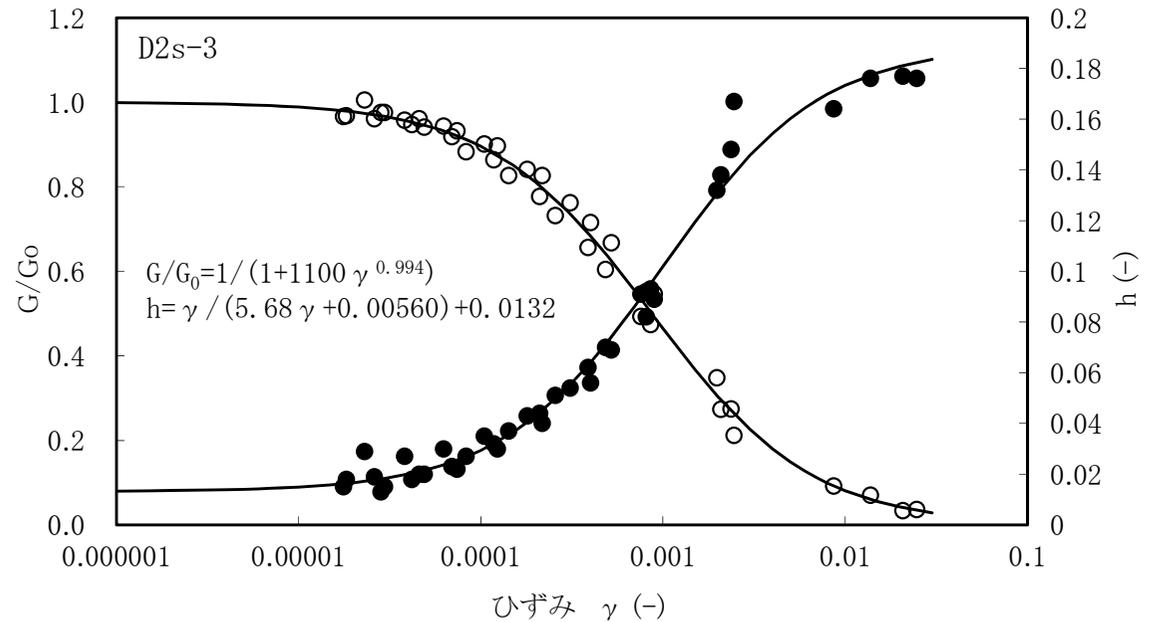
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の動的変形特性(D2s-3層)

■ D2s-3層の動的変形特性は、ボーリングコア試料による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

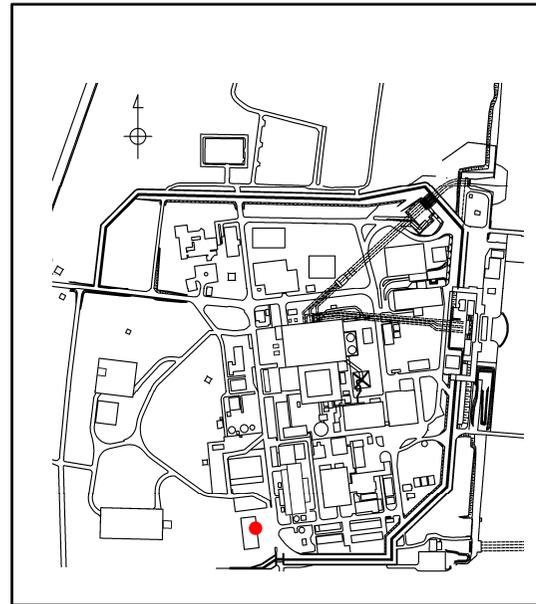
試料採取位置図



D2s-3層の繰返し三軸試験結果

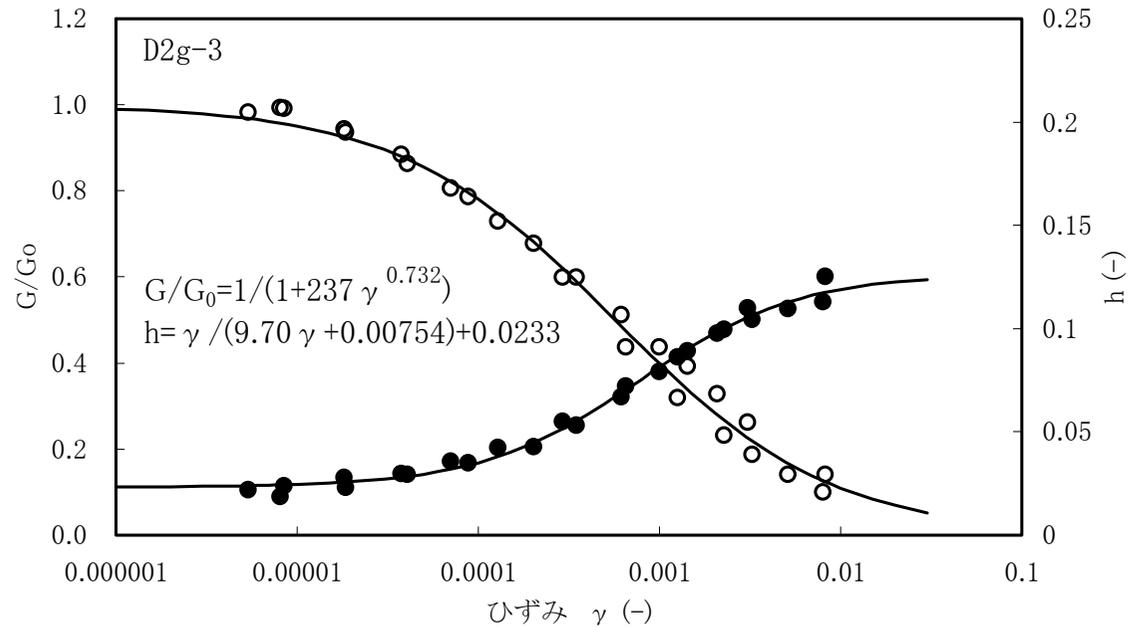
1. 解析用物性値の設定に関する補足
地盤の動的変形特性(D2g-3層)

■ D2g-3層の動的変形特性は、ブロックサンプリング試料による繰返し三軸試験結果を用いて設定した。



●: 試料採取位置

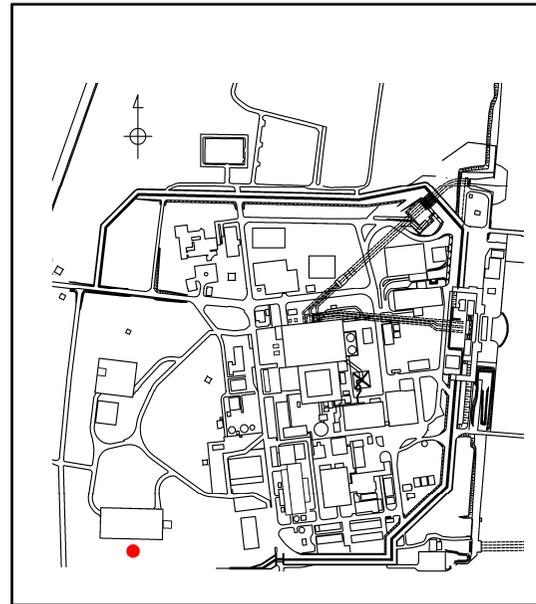
試料採取位置図



D2g-3層の繰返し三軸試験結果

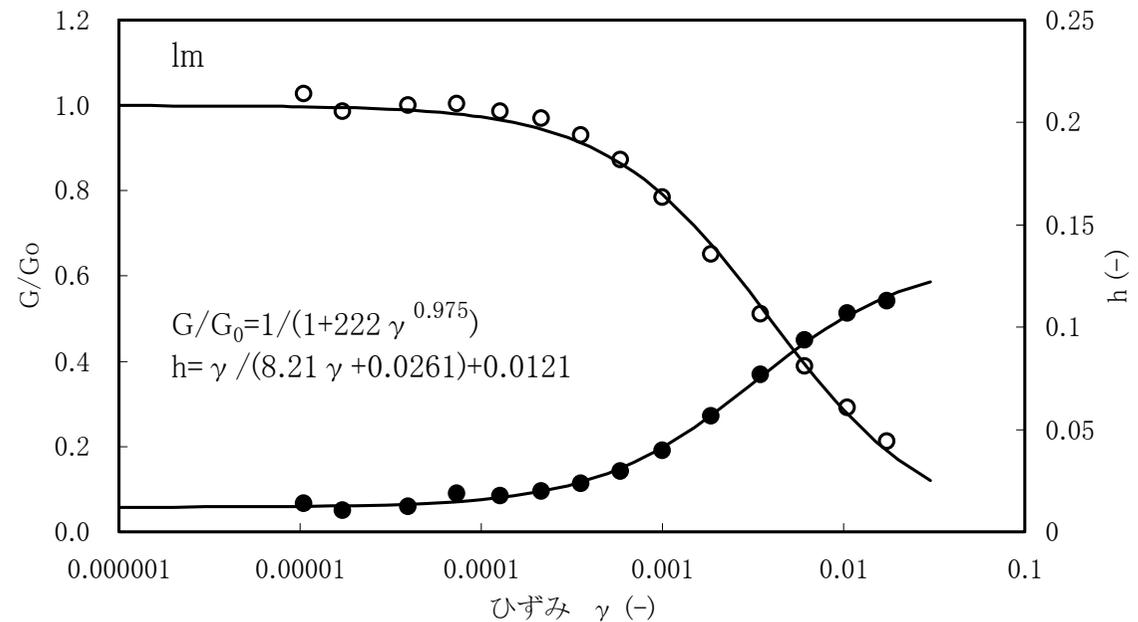
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の動的変形特性 (Im層)

■ Im層の動的変形特性は、ボーリングコア試料による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

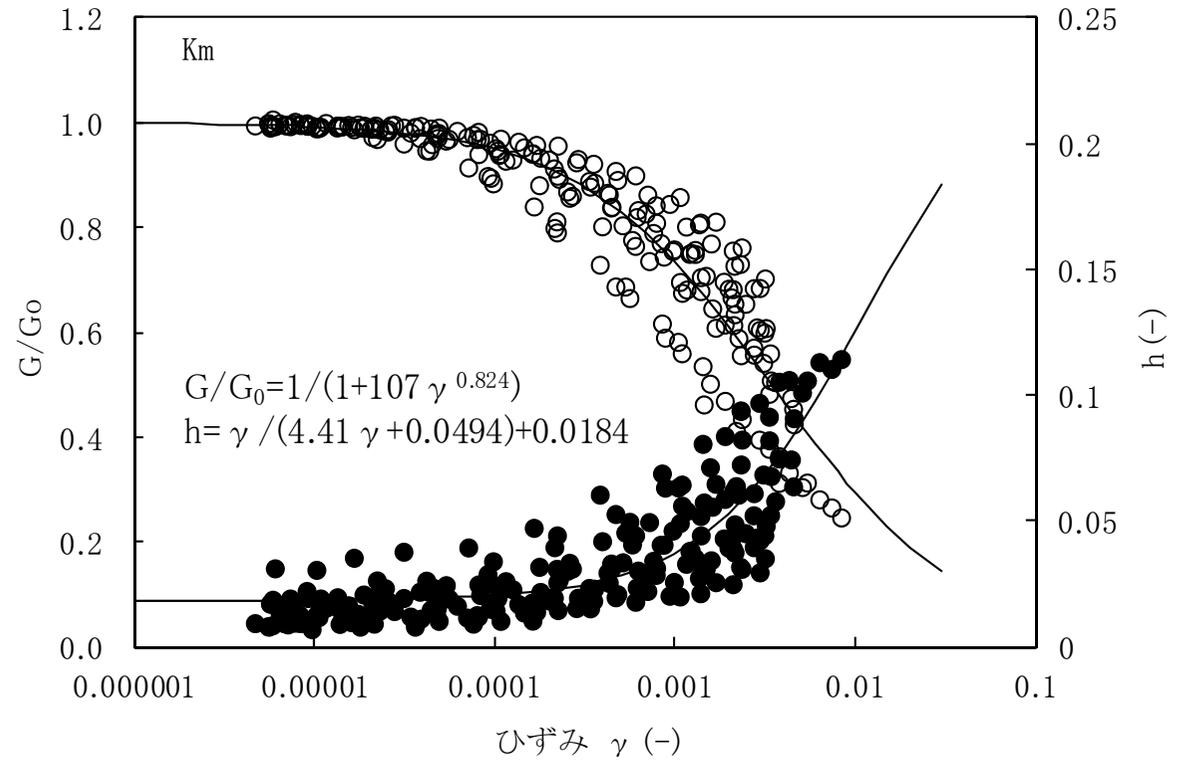
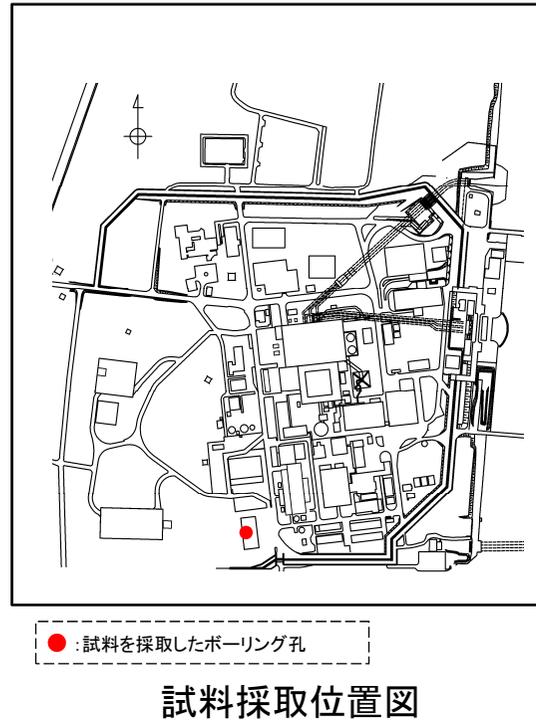
試料採取位置図



Im層の繰返し三軸試験結果

1. 解析用物性値の設定に関する補足
地盤の動的変形特性(Km層)

■ Km層の動的変形特性は、ボーリングコア試料による繰返し三軸試験結果を用いて設定した。



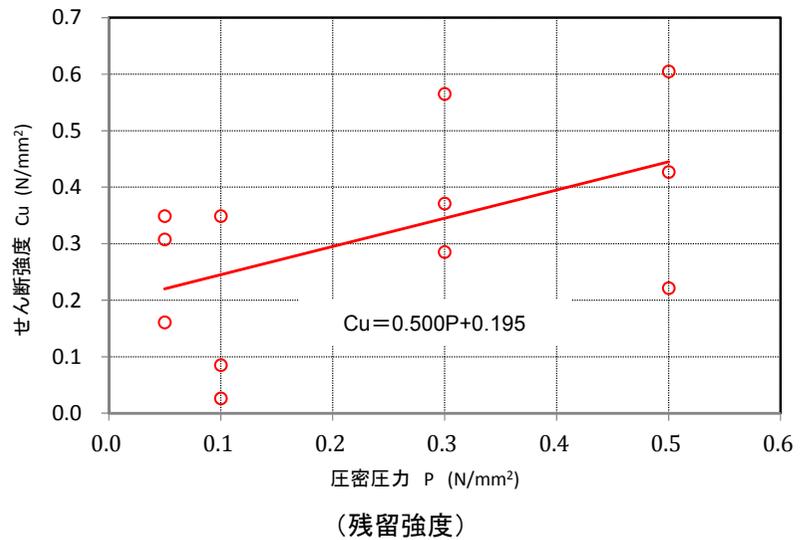
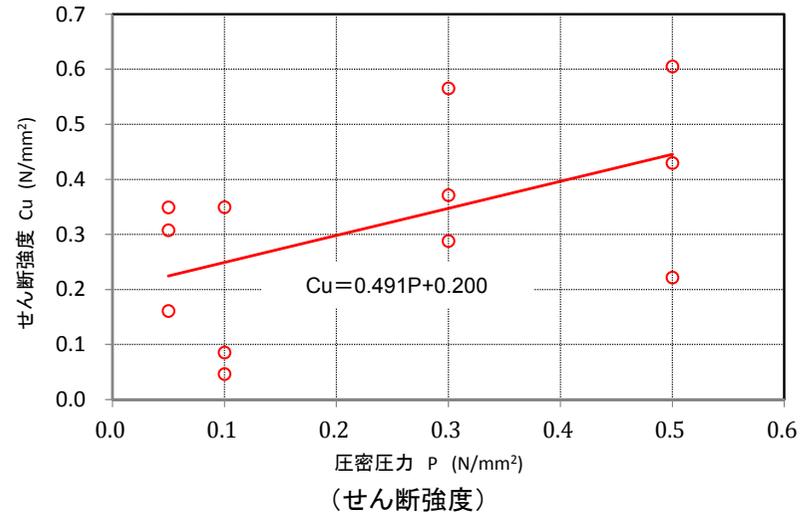
Km層の繰返し三軸試験結果

1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の強度特性 (f1層)

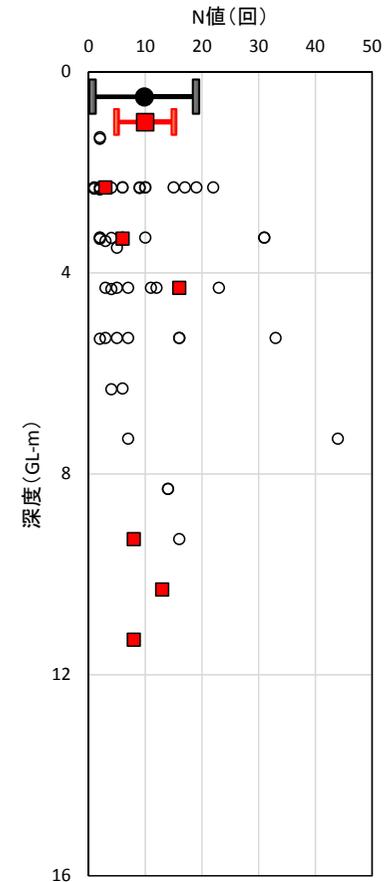
■ f1層のせん断強度及び残留強度は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験 (CU条件) に基づき設定した。



試料採取位置図



f1層のせん断強度及び残留強度

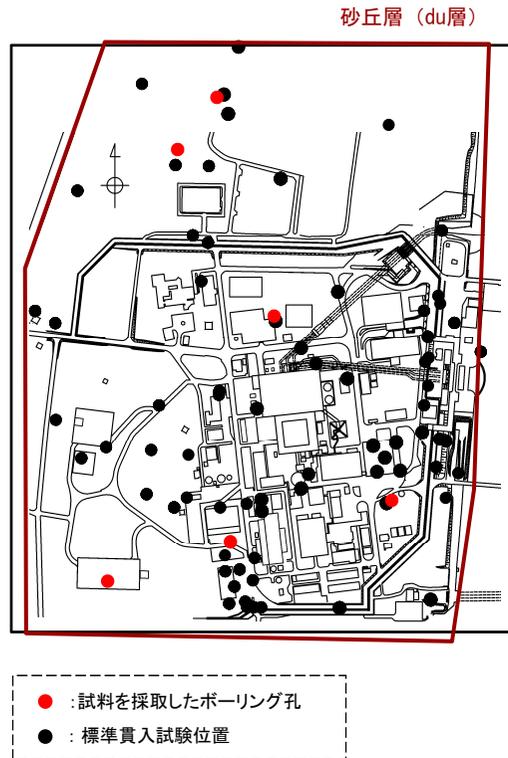


- 敷地内の全調査
- 三軸圧縮試験の試料採取位置
- 敷地内の全調査 平均, 1σ
- 三軸圧縮試験の試料採取位置 平均, 1σ

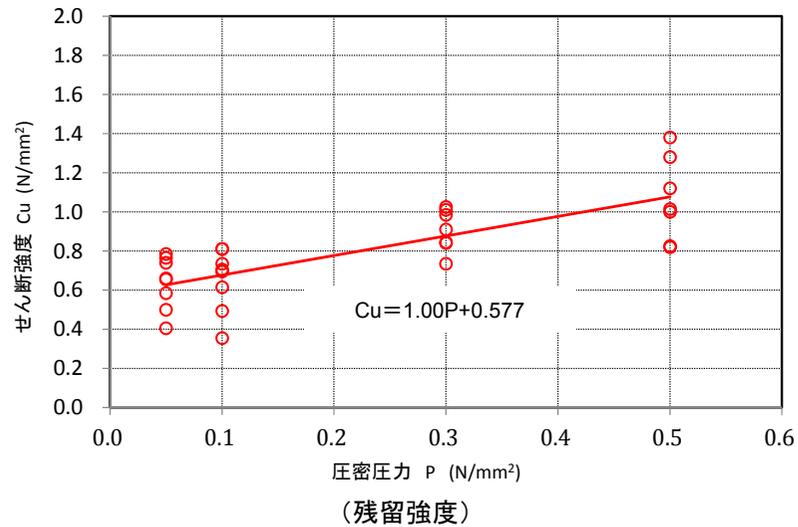
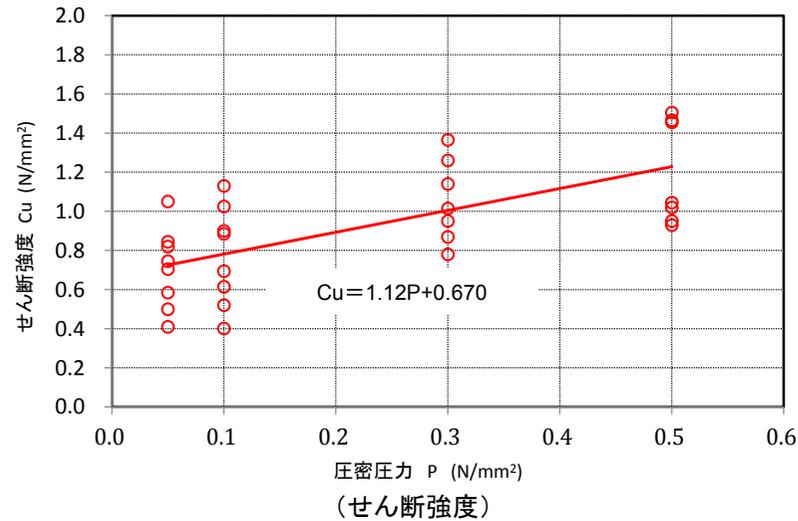
N値による代表性確認

1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の強度特性(du層)

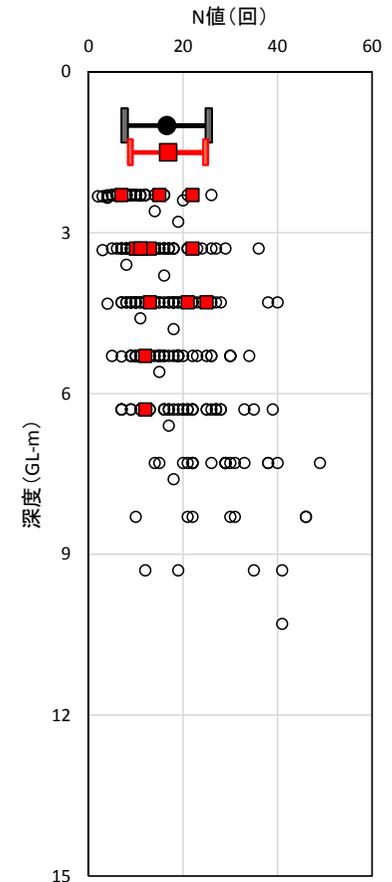
■ du層のせん断強度及び残留強度は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験(CU条件)に基づき設定した。



試料採取位置図



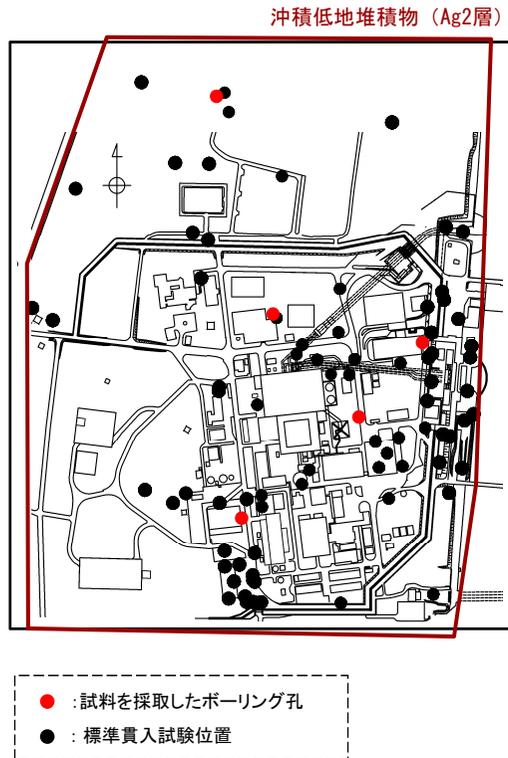
du層のせん断強度及び残留強度



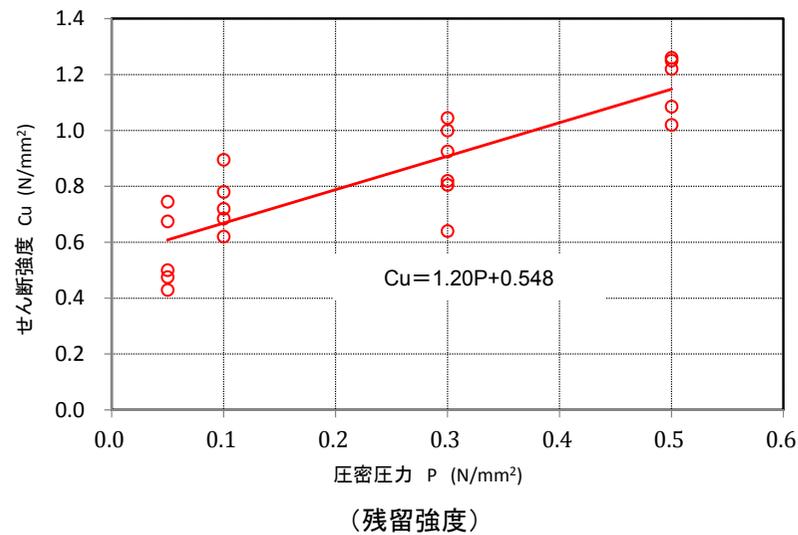
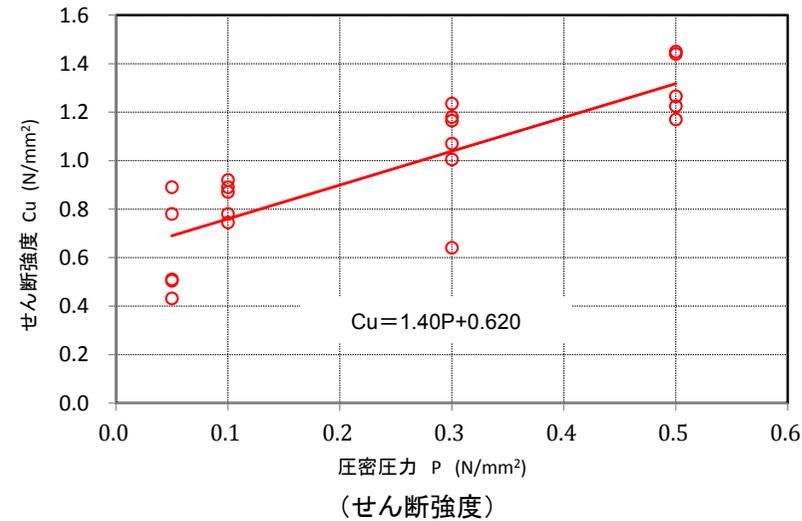
N値による代表性確認

1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の強度特性 (Ag2層)

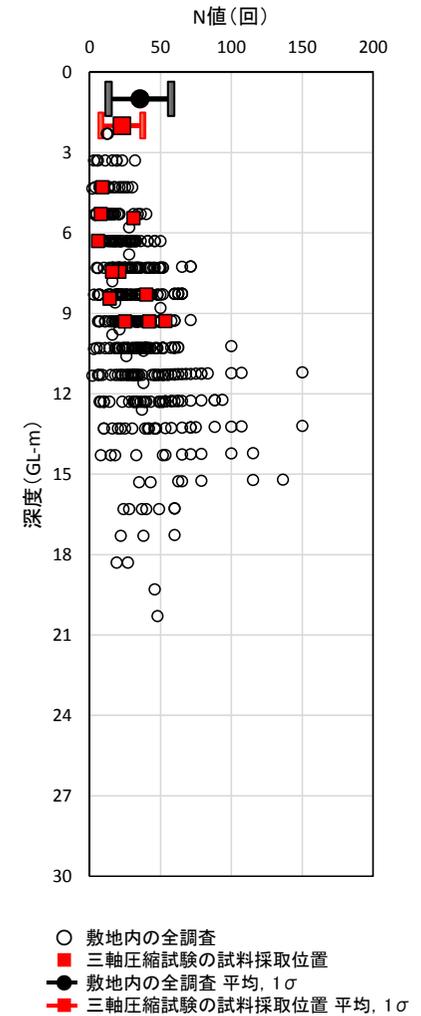
■ Ag2層のせん断強度及び残留強度は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験(CU条件)に基づき設定した。



試料採取位置図



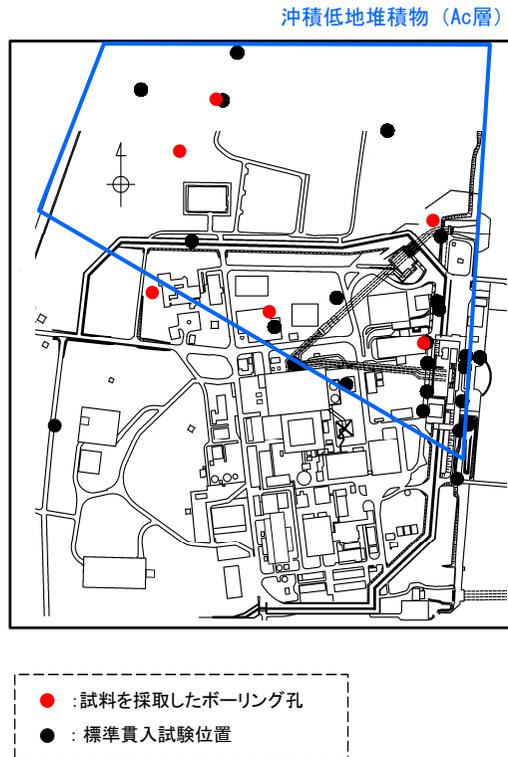
Ag2層のせん断強度及び残留強度



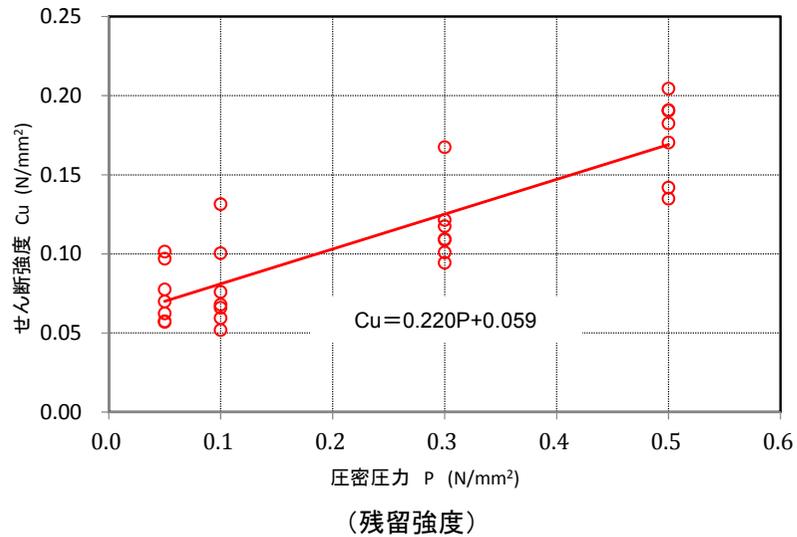
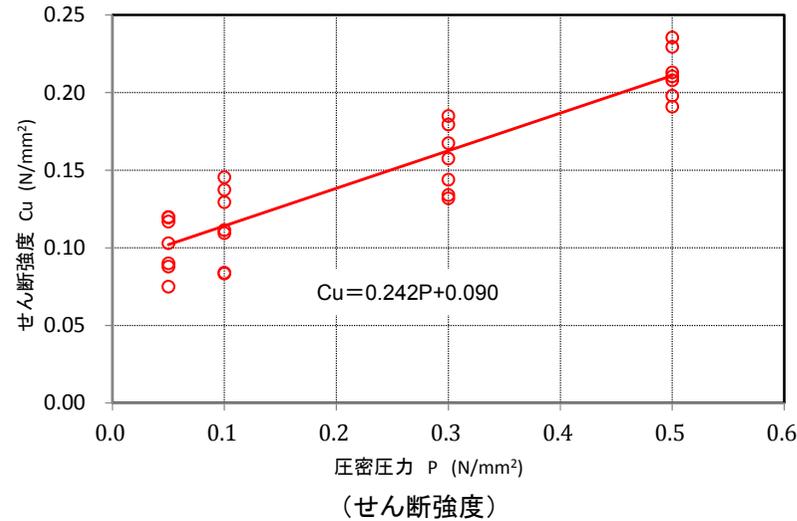
N値による代表性確認

1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の強度特性 (Ac層)

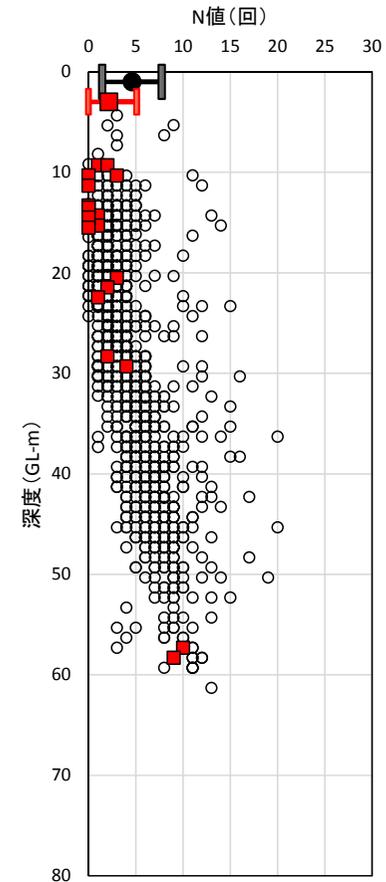
■ Ac層のせん断強度及び残留強度は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験 (CU条件) に基づき設定した。



試料採取位置図



Ac層のせん断強度及び残留強度

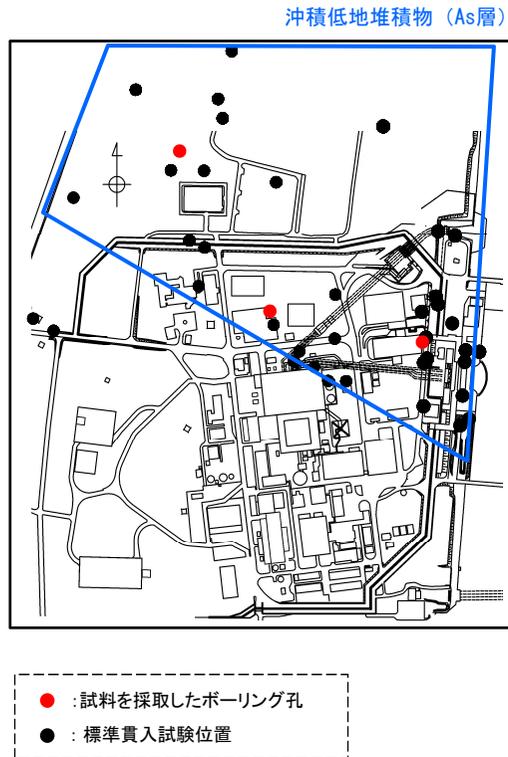


- 敷地内の全調査
- 三軸圧縮試験の試料採取位置
- 敷地内の全調査 平均, 1σ
- 三軸圧縮試験の試料採取位置 平均, 1σ

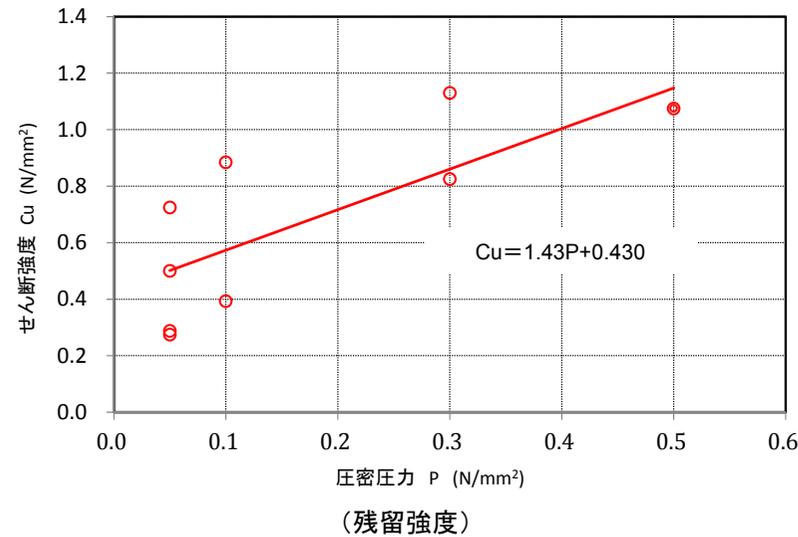
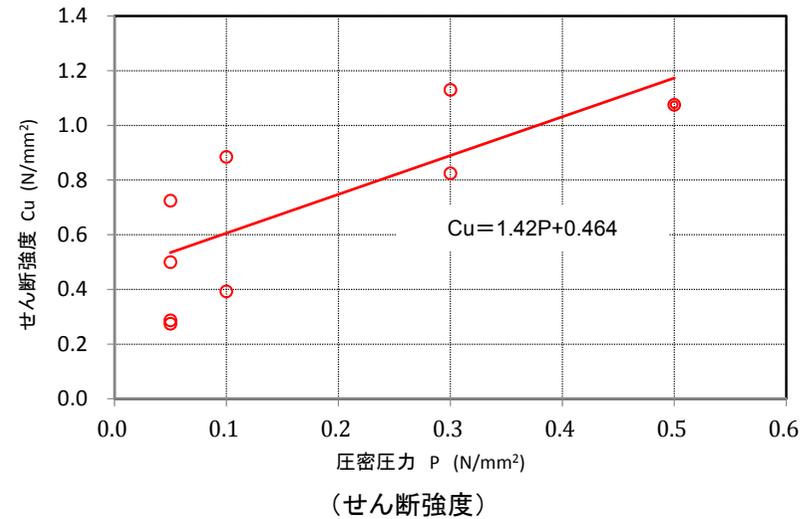
N値による代表性確認

1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の強度特性 (As層)

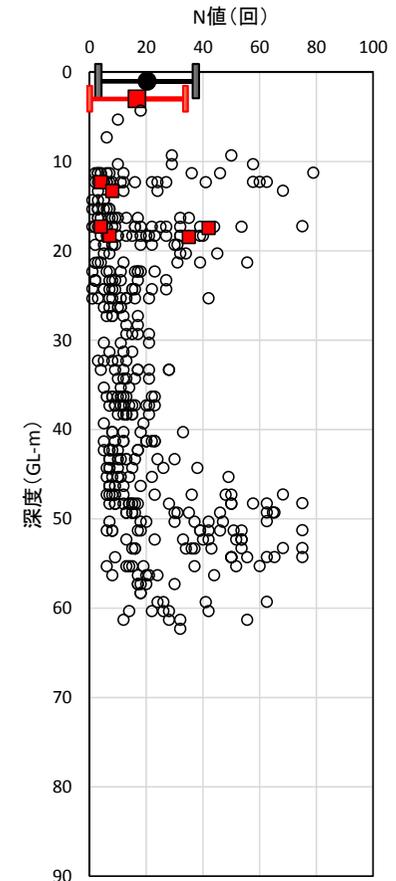
■ As層のせん断強度及び残留強度は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験(CU条件)に基づき設定した。



試料採取位置図



As層のせん断強度及び残留強度

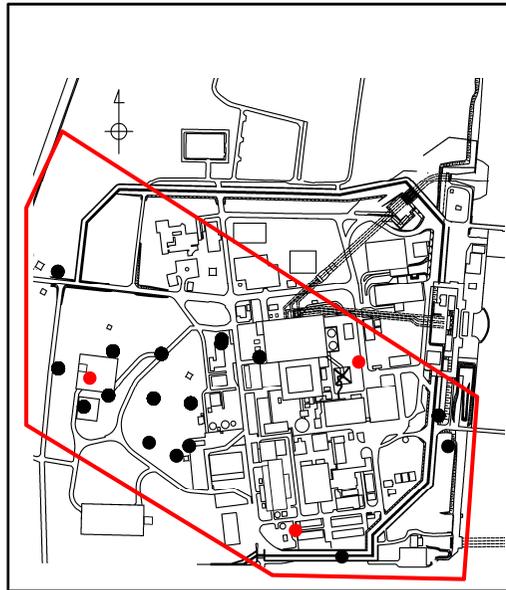


- 敷地内の全調査
- 三軸圧縮試験の試料採取位置
- 敷地内の全調査 平均, 1σ
- 三軸圧縮試験の試料採取位置 平均, 1σ

N値による代表性確認

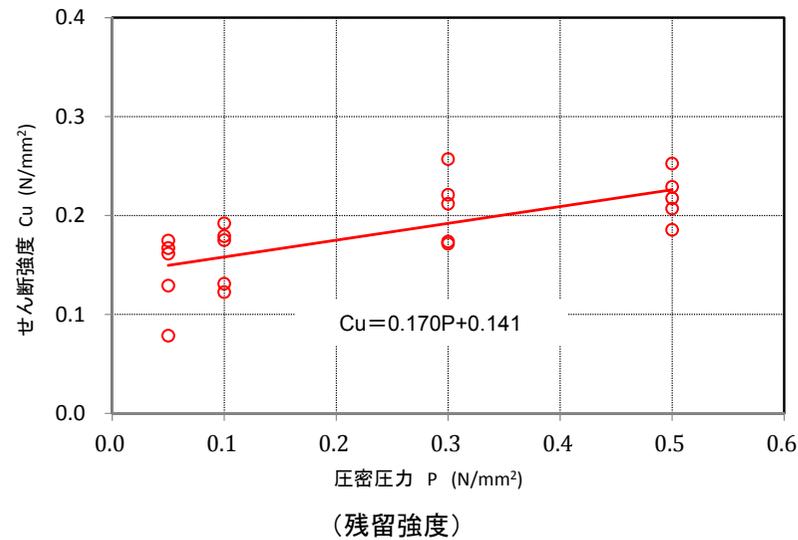
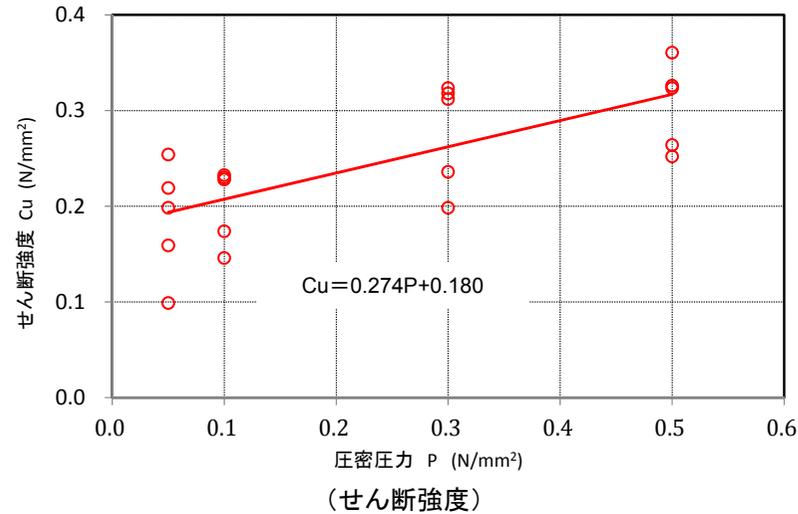
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の強度特性(D2c-3層)

■ 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。

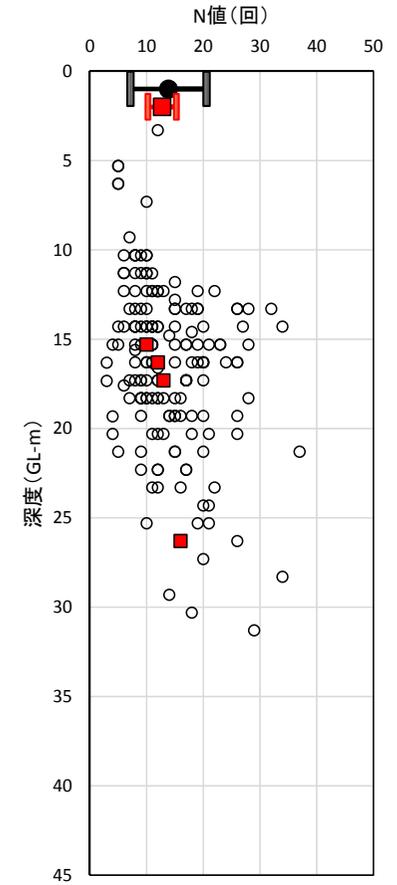


- : 試料を採取したボーリング孔
 - : 標準貫入試験位置
- 低位段丘 I 堆積物 (D2c-3層)

試料採取位置図



D2c-3層のせん断強度及び残留強度

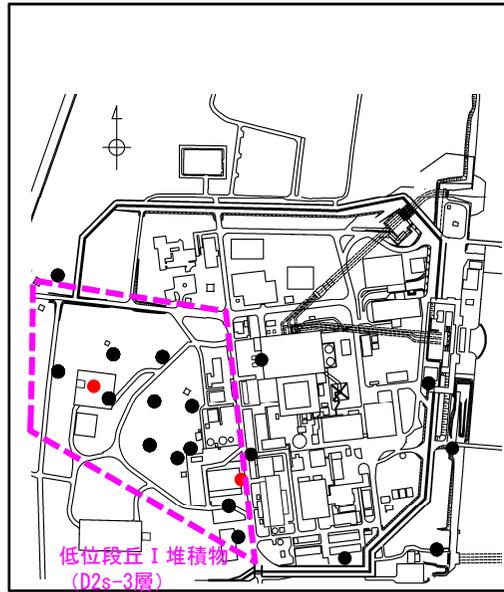


- 敷地内の全調査
- 三軸圧縮試験の試料採取位置
- 敷地内の全調査 平均, 1σ
- 三軸圧縮試験の試料採取位置 平均, 1σ

N値による代表性確認

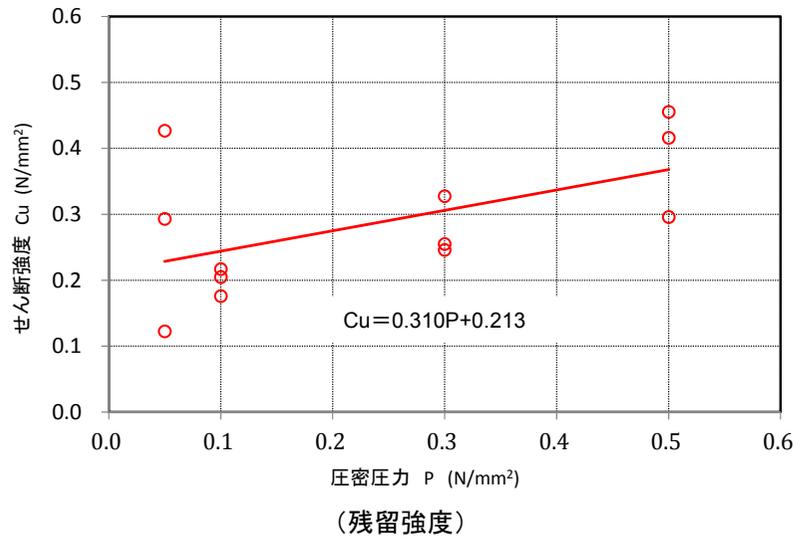
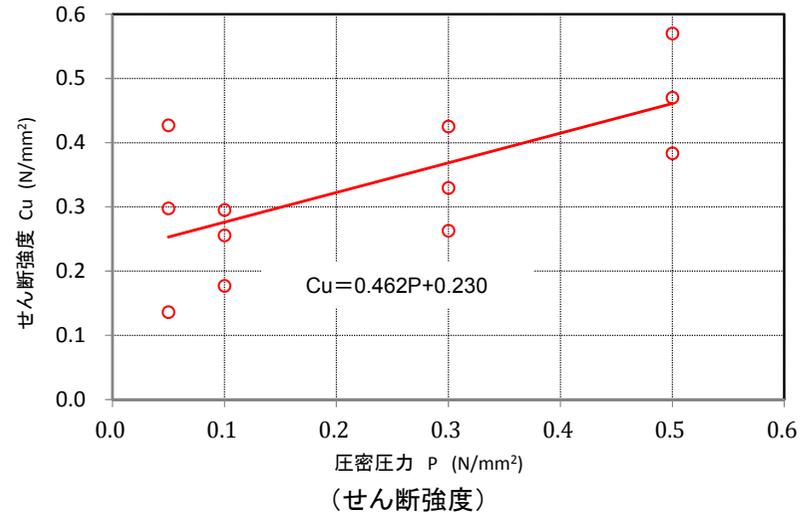
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の強度特性(D2s-3層)

■ 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。

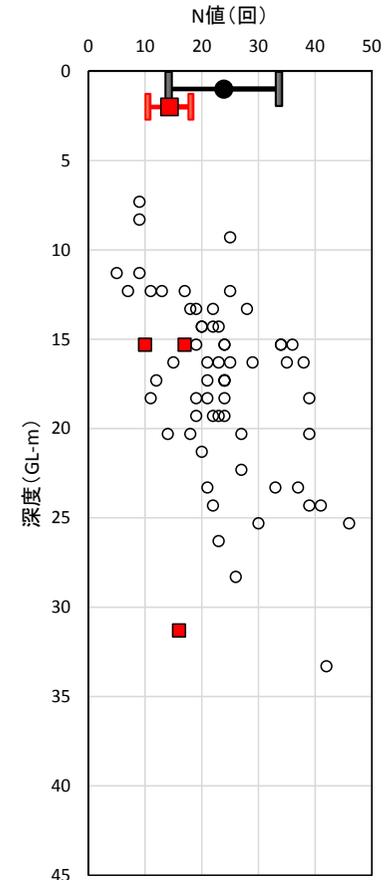


- : 試料を採取したボーリング孔
- : 標準貫入試験位置

試料採取位置図



D2s-3層のせん断強度及び残留強度

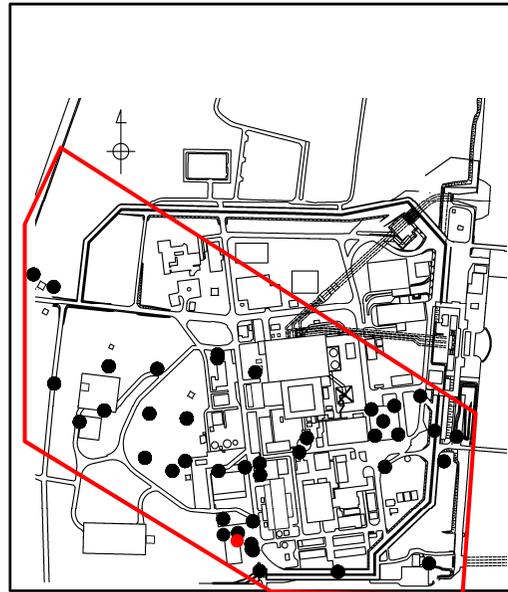


- 敷地内の全調査
- 三軸圧縮試験の試料採取位置
- 敷地内の全調査 平均, 1σ
- 三軸圧縮試験の試料採取位置 平均, 1σ

N値による代表性確認

1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の強度特性(D2g-3層)

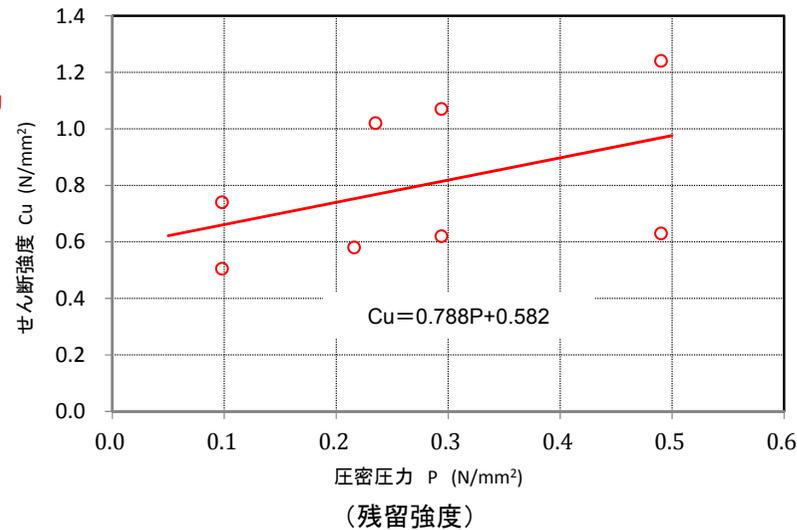
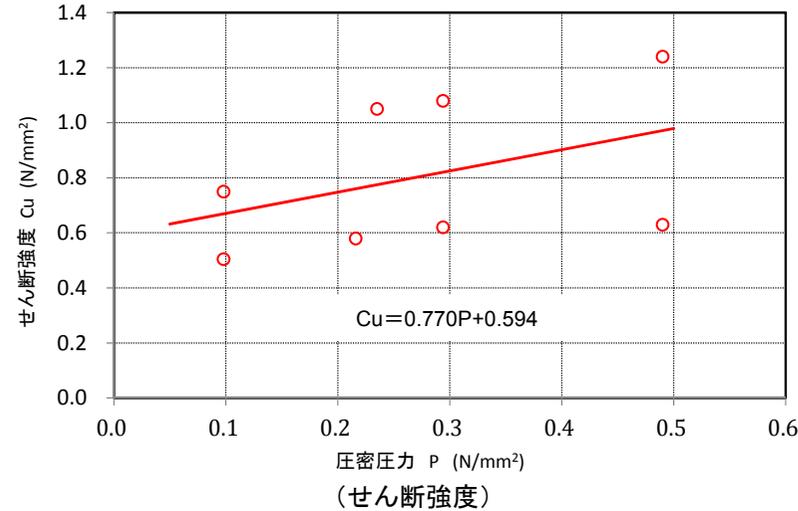
■ D2g-3層のせん断強度及び残留強度は、ブロックサンプリング試料による三軸圧縮試験(CU条件)に基づき設定した。



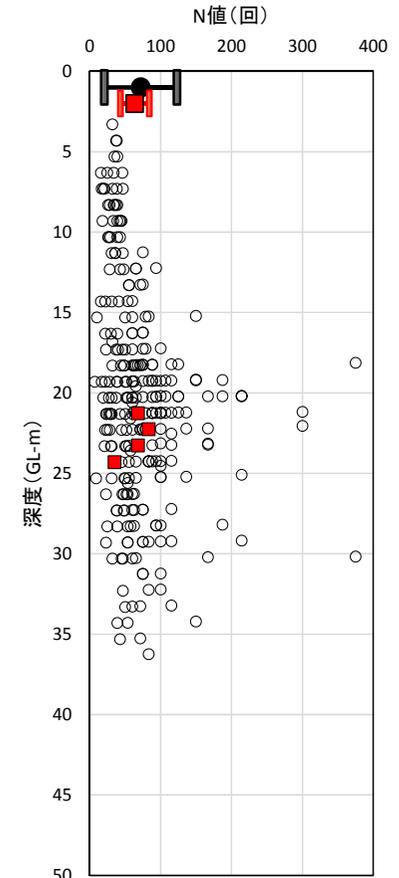
● : 試料採取位置
● : 標準貫入試験位置

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

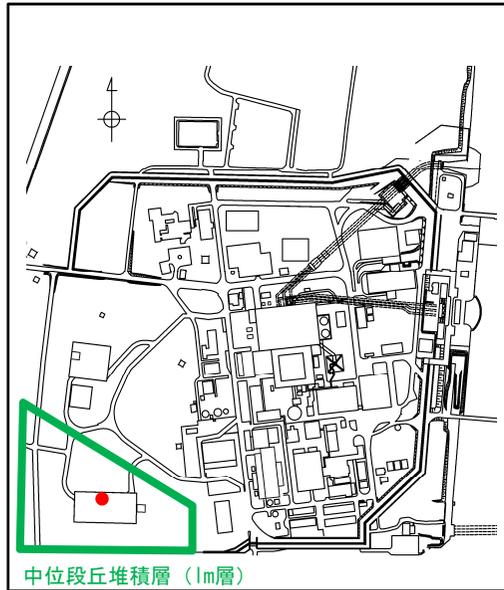


○ 敷地内の全調査
■ 三軸圧縮試験の試料採取位置
● 敷地内の全調査 平均, 1σ
■ 三軸圧縮試験の試料採取位置 平均, 1σ

N値による代表性確認

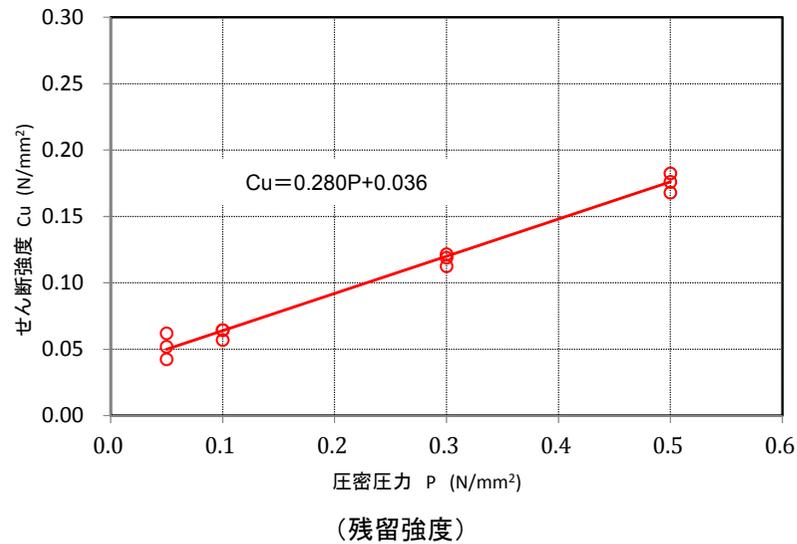
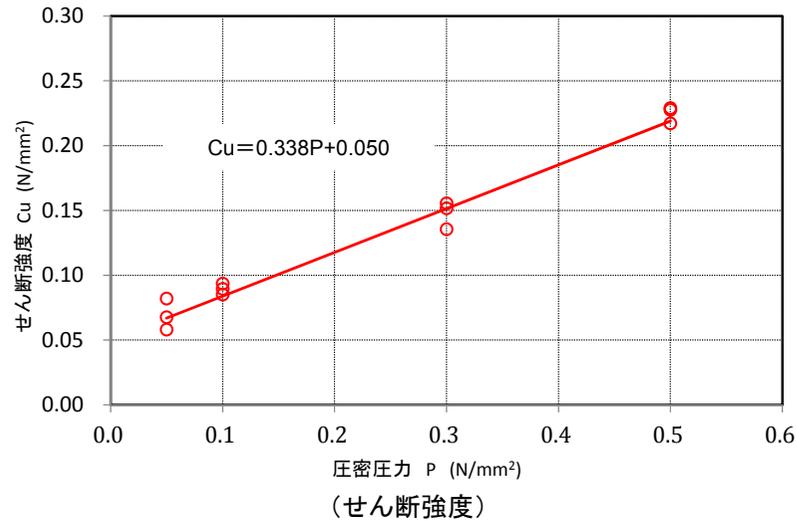
1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の強度特性 (Im層)

■ 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



Im層のせん断強度及び残留強度

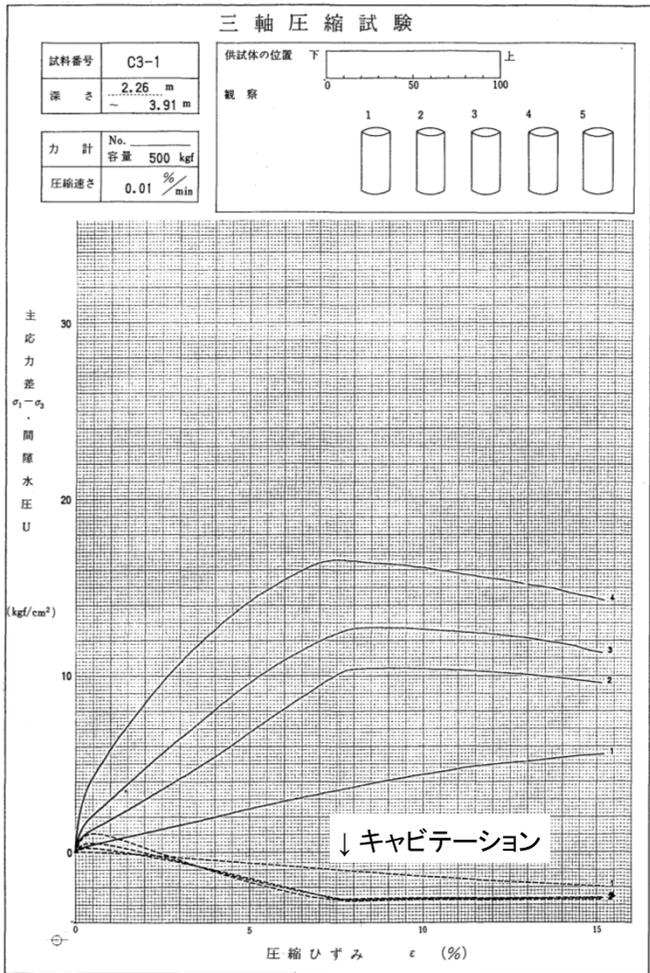
敷地内で取得されているN値データが無い場合、N値による比較は出来ない。

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。

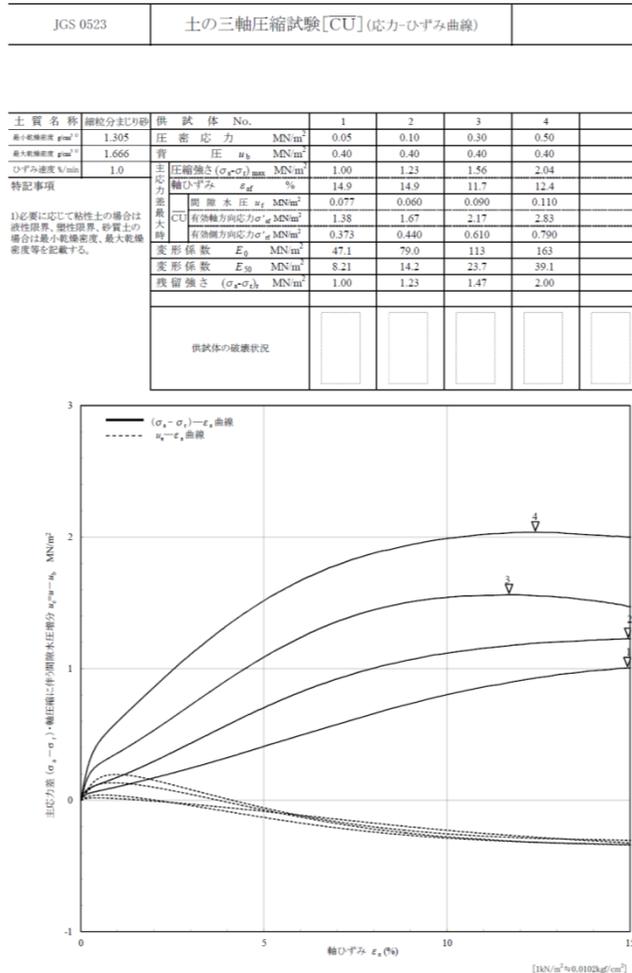
よって、代表性が問題となるような土質では無いと考えられることから、本物性は妥当であると判断した。

N値による代表性確認

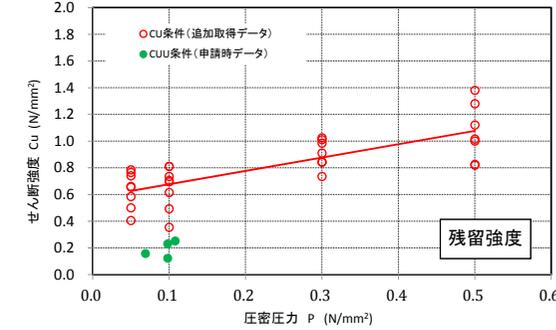
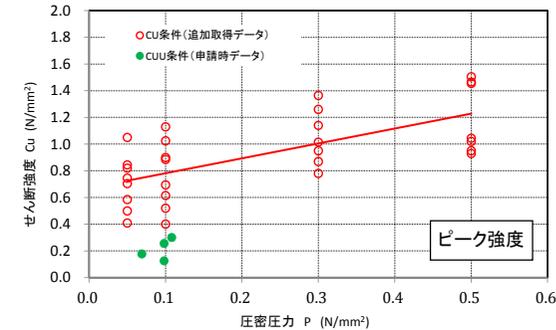
du層



平成7年度の背圧設定による試験結果(申請時データ)



適正化した背圧による試験結果(追加取得データ)



du層	申請時データ(CUU条件)		追加取得データ(CU条件)	
	せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	P依存式の切片	P依存式の傾き
ピーク強度	0.059	34.1	0.670	1.12
残留強度	0.047	32.8	0.577	1.00

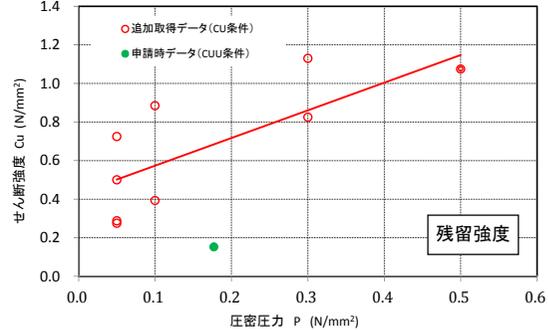
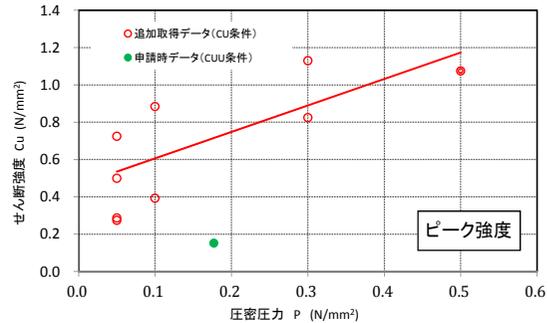
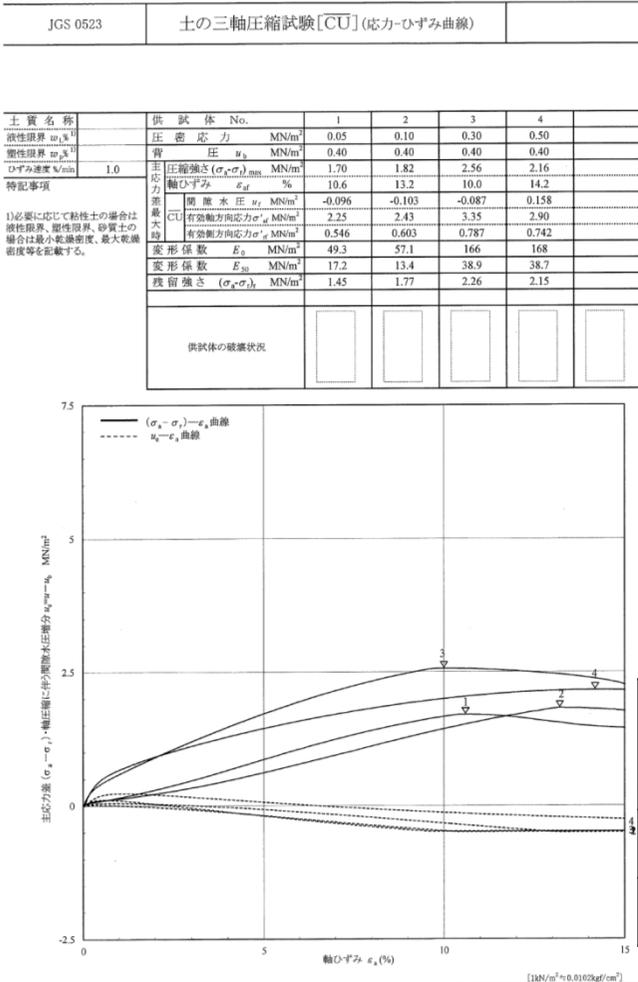
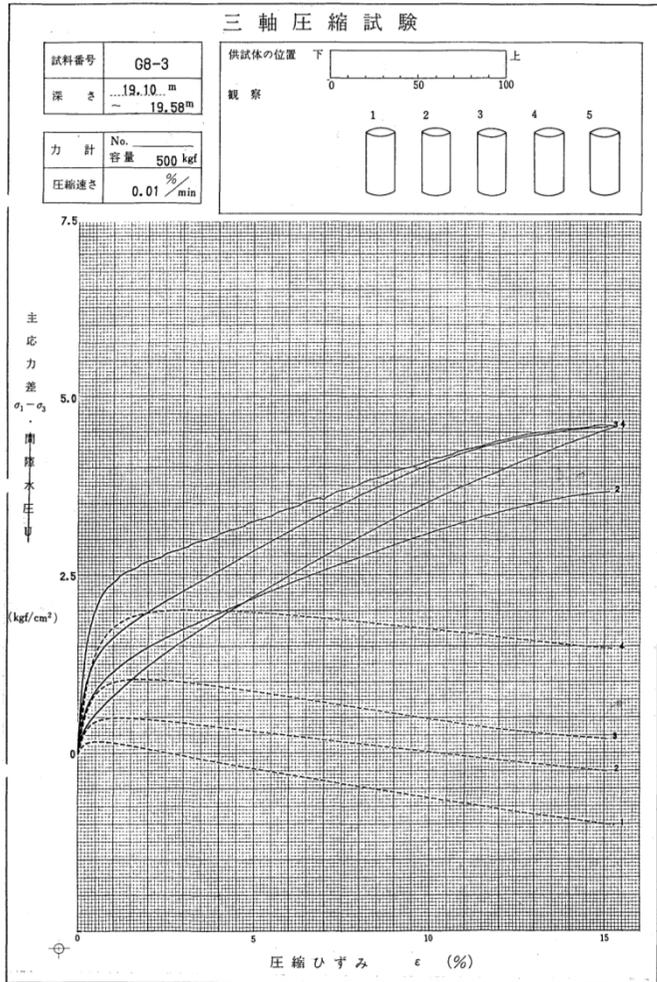
せん断強度特性の比較結果

- ✓ 申請時データは、背圧の設定が低くキャビテーションを生じていることから、せん断強度特定を過小評価している。
- ✓ 追加取得データでは、キャビテーションは生じておらず、適正なせん断強度が求められている。

1. 解析用物性値の設定に関する補足

地盤の強度特性(申請時データと追加取得データとの比較)

As層



As層	申請時データ(CUU条件)		追加取得データ(CU条件)	
	せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	P依存式の切片	P依存式の傾き
ピーク強度	0.021	25.3	0.464	1.42
残留強度	0.018	25.7	0.430	1.43

せん断強度特性の比較結果

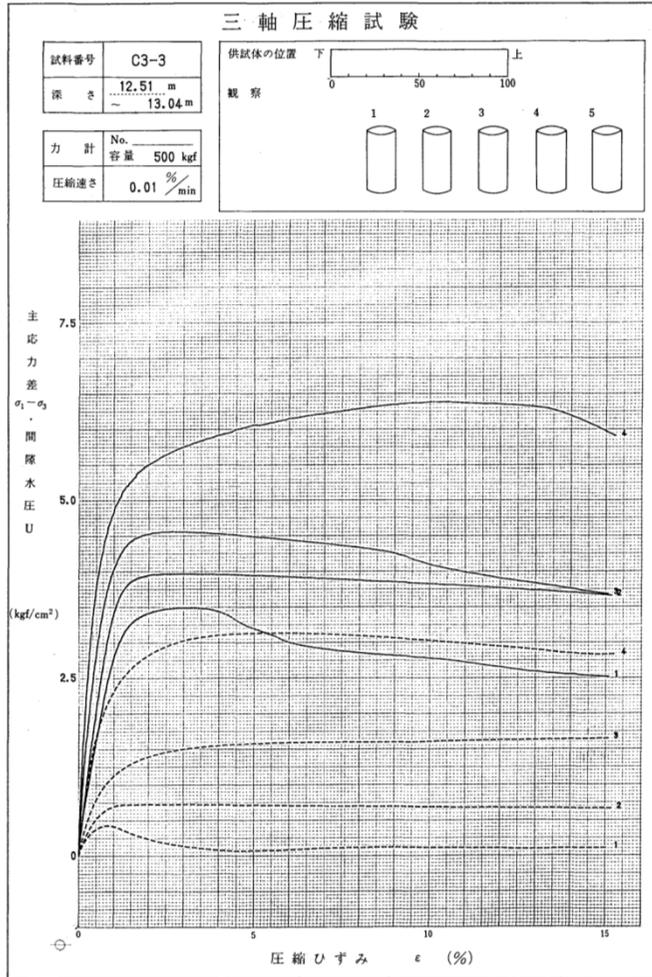
平成7年度の背圧設定による試験結果(申請時データ)

適正化した背圧による試験結果(追加取得データ)

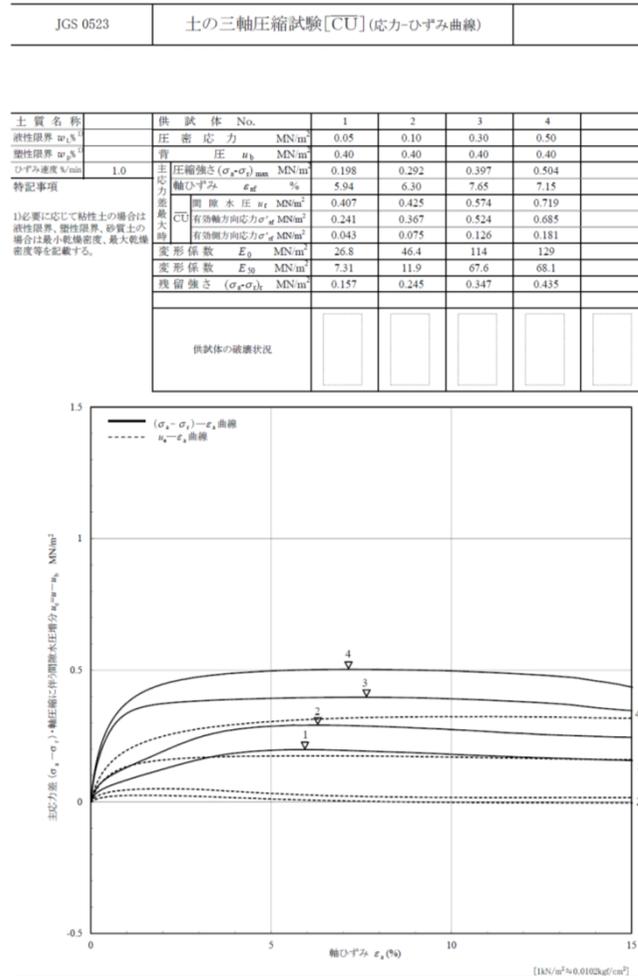
- ✓ 申請時データは、間隙水圧の推移より考察すると、粘性分が比較的卓越している供試体であり、キャビテーションを生じるほどでは無いが、正のダイレイタンシーによる間隙水圧の低下が確認される。さらに、強度上昇のピークをむかえることなく試験が終了している傾向にある。
- ✓ 今回の試験では、せん断に伴い密な砂質地盤に見られる正のダイレイタンシーが確認され、背圧を適正化したことにより適切な強度が取得された。



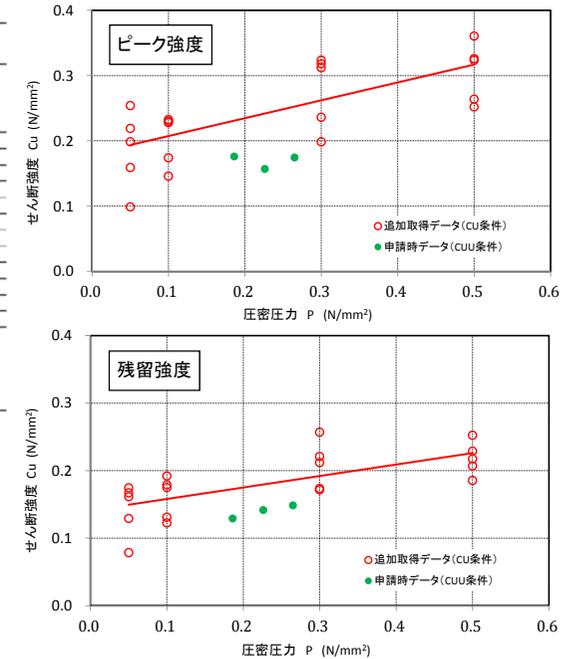
D2c-3層



平成7年度の背圧設定による試験結果(申請時データ)



適正化した背圧による試験結果(追加取得データ)

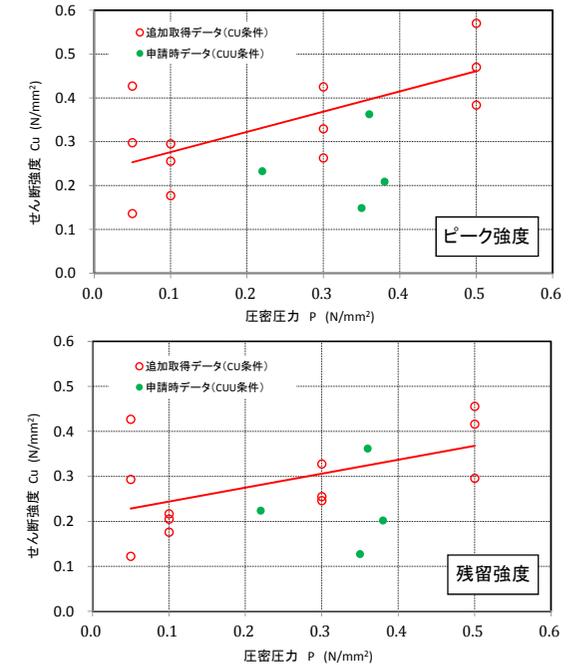
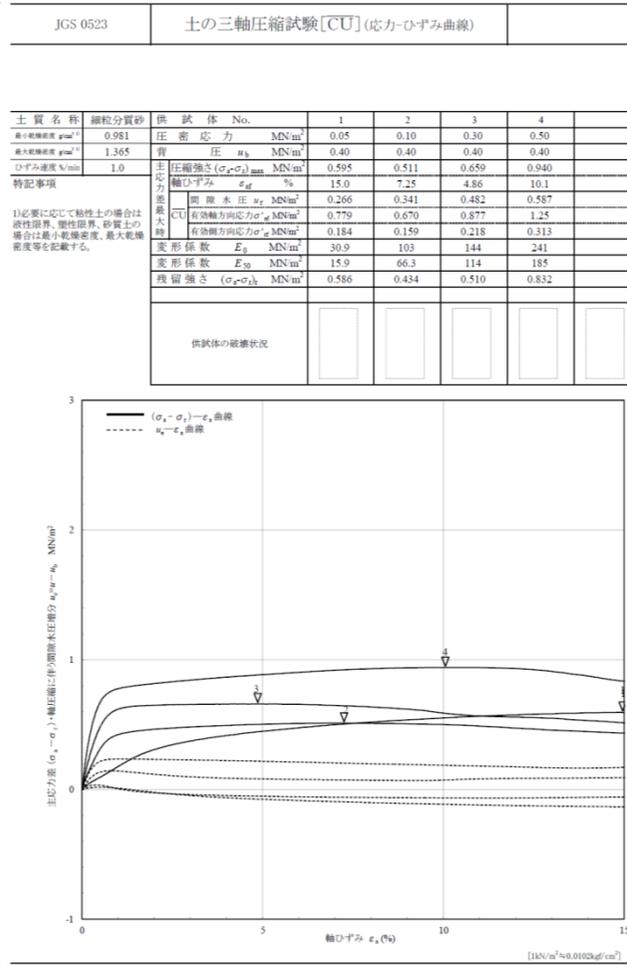
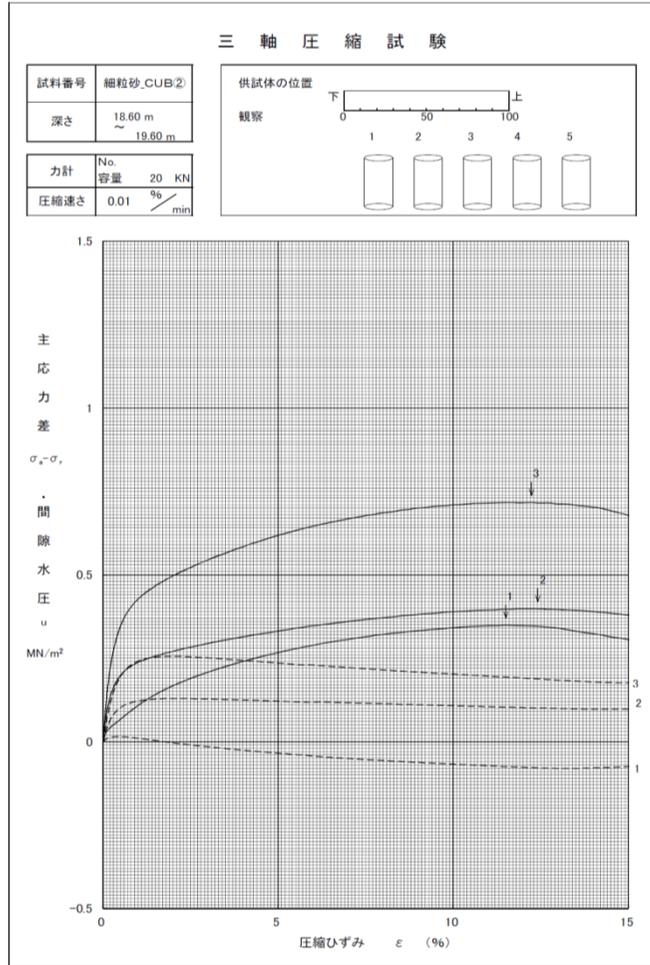


D2c-3層	申請時データ(CUU条件)		追加取得データ(CU条件)	
	せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	P依存式の切片	P依存式の傾き
ピーク強度	0.103	9.5	0.180	0.274
残留強度	0.083	8.4	0.141	0.170

せん断強度特性の比較結果

✓ 粘性土であるD2c-3層については、ダイレイタンスー特性がないことから、キャビテーションを生じるおそれはない。
 ✓ よって、申請時データと追加取得データで有意な差はない。

D2s-3層



D2s-3層	申請時データ(CUU条件)		追加取得データ(CU条件)	
	せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	P依存式の切片	P依存式の傾き
ピーク強度	0.133	13.3	0.230	0.462
残留強度	0.123	13.3	0.213	0.310

せん断強度特性の比較結果

平成24年度の背圧設定による試験結果(申請時データ)

適正化した背圧による試験結果(追加取得データ)

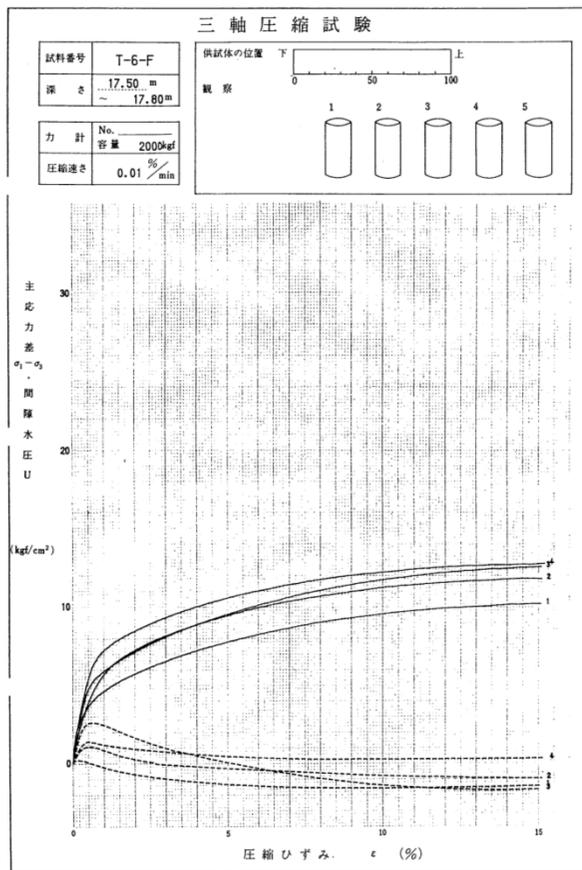
- ✓ D2s-3層の供試体は、いずれの試験においても比較的細粒なものを含んでおり、正のダイレイタンシー特性は強く現れていない。
- ✓ よって、いずれの試験においてもキャビテーションは生じておらず、申請時データと追加取得データに、有意な差はない。

1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の強度特性(申請時データとの比較)

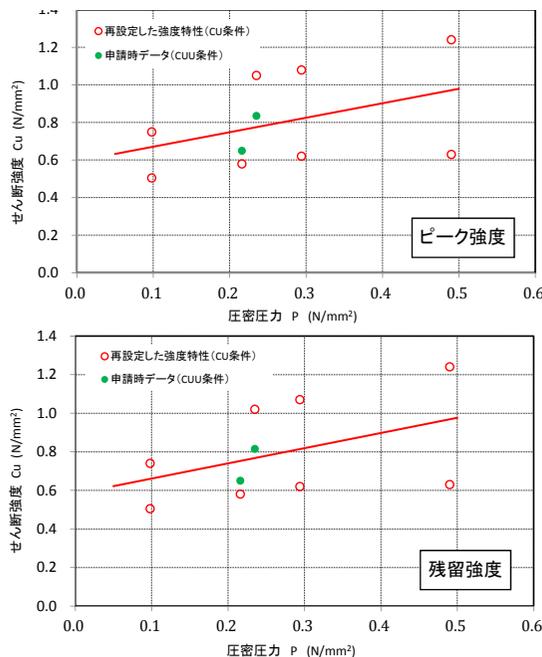
D2g-3層

D2g-3層については、ボーリング(トリプルチューブサンプリング)で試料採取を試みたものの、平均粒径が大きいいため、不攪乱試料を取得することは出来なかった。よって、申請時の物性として平成9年の設置変更許可申請時に実施した三軸圧縮試験※のうち、CU条件の試験結果により、強度特性を再設定する。

※当時は、立坑内で凍結工法によるコアサンプリングを行うことで不攪乱試料を採取した。



平成7年度の背圧設定による試験結果



D2g-3層	申請時データ(CUU条件)		再設定した強度特性(CU条件)	
	せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	P依存式の切片	P依存式の傾き
ピーク強度	0.165	37.2	0.594	0.770
残留強度	0.165	36.4	0.582	0.788

せん断強度特性の比較結果

【参考情報】
サンプリング方法の比較とD2g-3層の粒度

- ボーリングによる採取方法(今回の調査)
 - ・φ116mmトリプルチューブサンプラーの内径(コア径)
 - φ83mm
- 立坑による採取方法(平成7年度の調査)
 - ・立坑(径4m, 深度G.L.-20.5m)
 - ・凍結工法
 - ・φ150mmダイヤモンドコアカッターの内径
 - φ120mm

平均粒径: 6.68mm
最大粒径: 75mm

重量過剰百分率 (%)

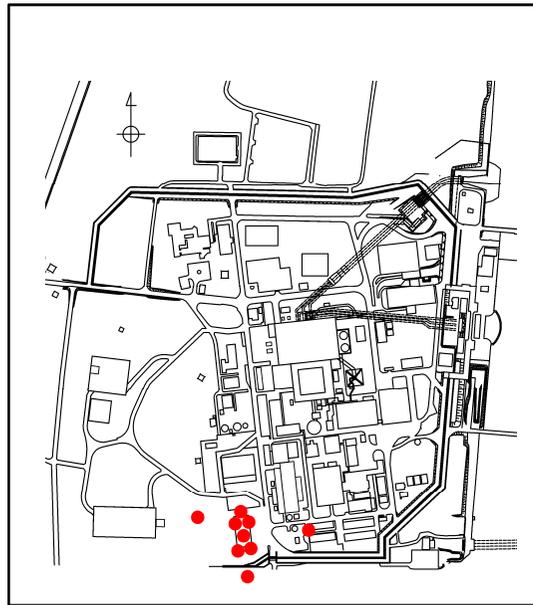
粒径(mm)

粒径加積曲線(D2g-3層)

- ✓ 平成7年度の背圧設定において、キャビテーションは発生していない。
- ✓ よって、同条件である当時のCUU条件(申請時データ)と再設定した強度特性(CU条件)に有意な差はない。

1. 解析用物性値の設定に関する補足
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

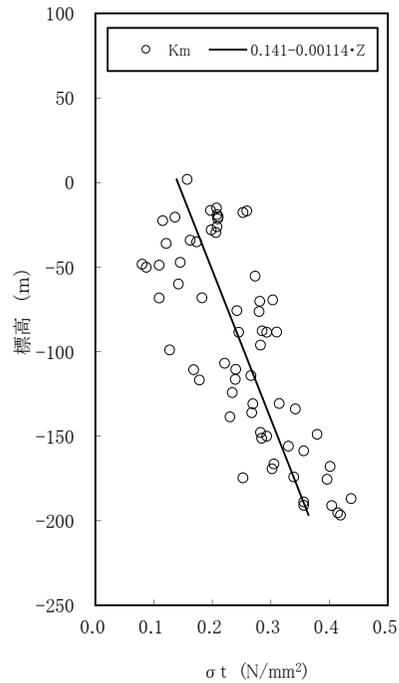
試料採取位置図

・Km層の強度設定式

$$\left(\frac{\tau}{\tau_R}\right)^2 = 1 + \frac{\sigma}{\sigma_t}$$

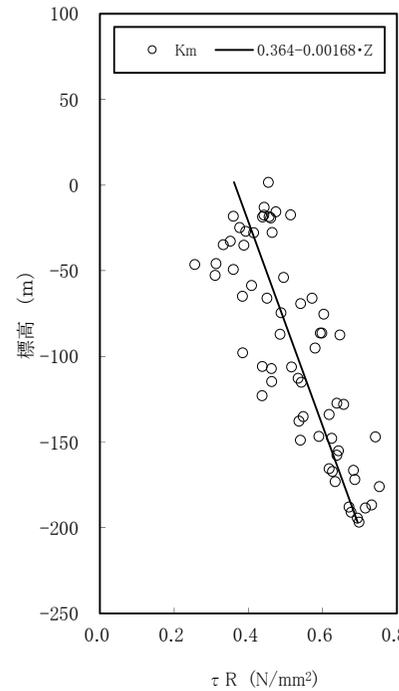
① σ_t : 引張強度※
 ② τ_R : 2次曲線のコントロールポイント※
 ③ $\tau (=C_{cuu})$: 粘着力※
 ※標高に依存する定数として設定する。

① σ_t : 引張強度



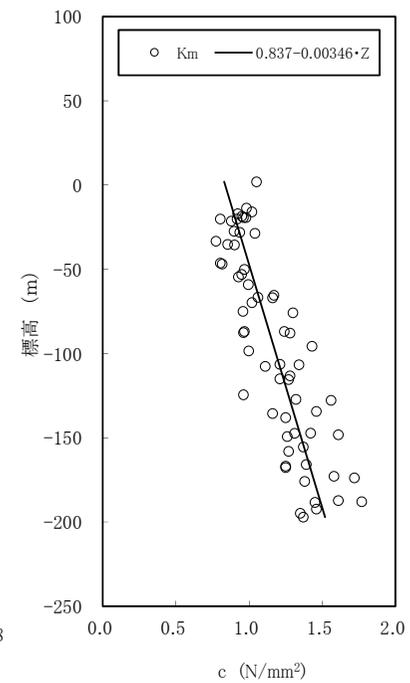
(圧裂試験)

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

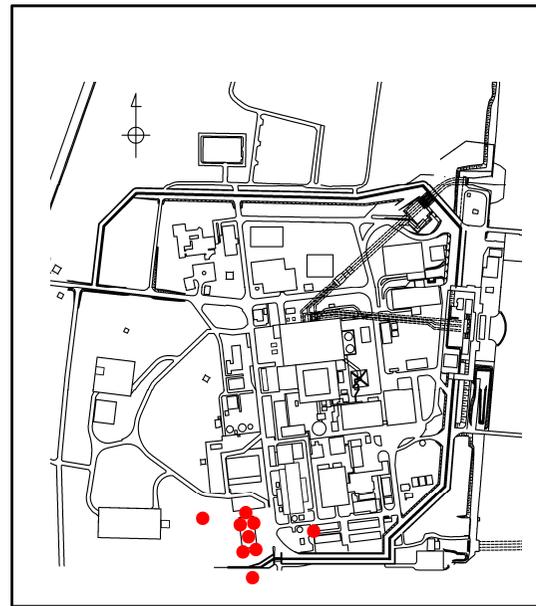


(三軸圧縮試験)

Km層のせん断強度

1. 解析用物性値の設定に関する補足 地盤の強度特性(Km層 残留強度)

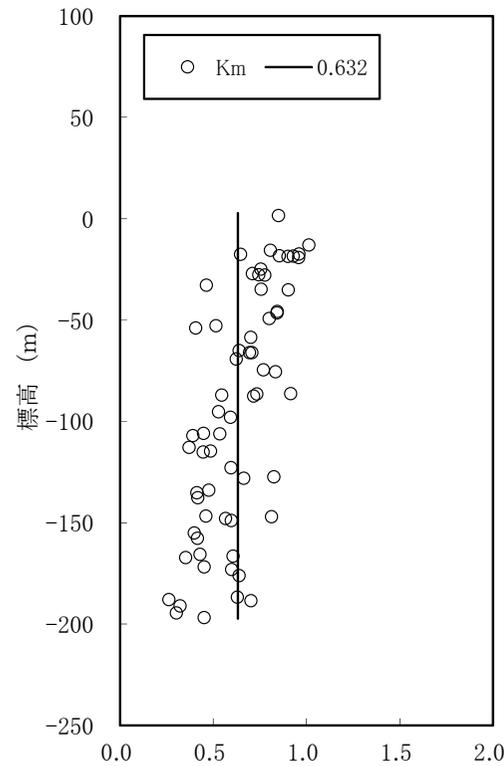
■ Km層の残留強度は、ボーリングコア試料による三軸圧縮試験(CUU条件)に基づき設定した。



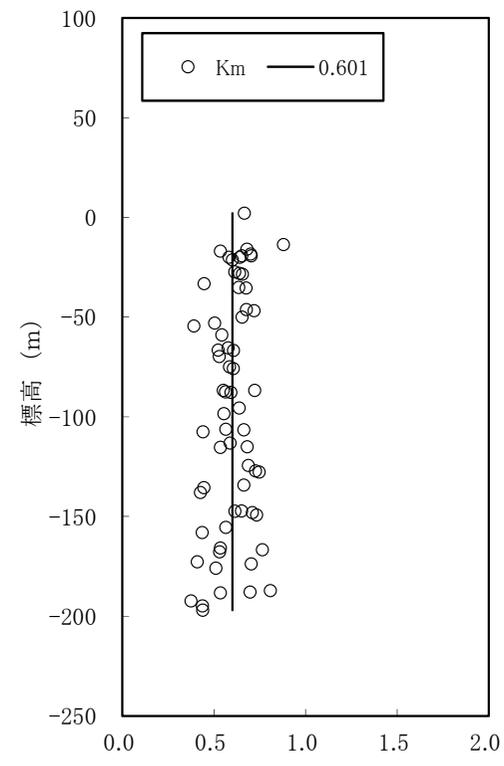
● : 試料を採取したボーリング孔

試料採取位置図

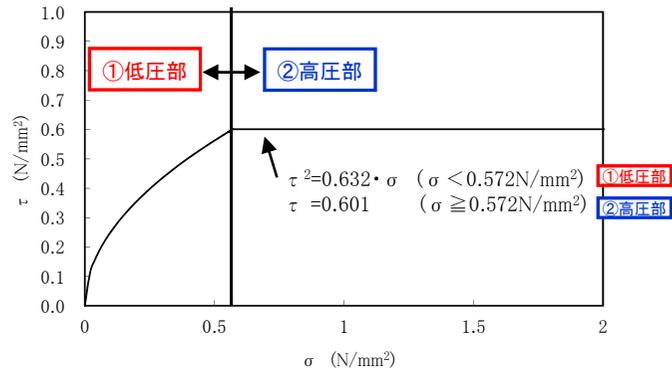
① 低圧部



② 高圧部



・Km層の残留強度設定式



放物線の係数

(三軸圧縮試験)

(三軸圧縮試験)

Km層の残留強度

1. 解析用物性値の設定に関する補足

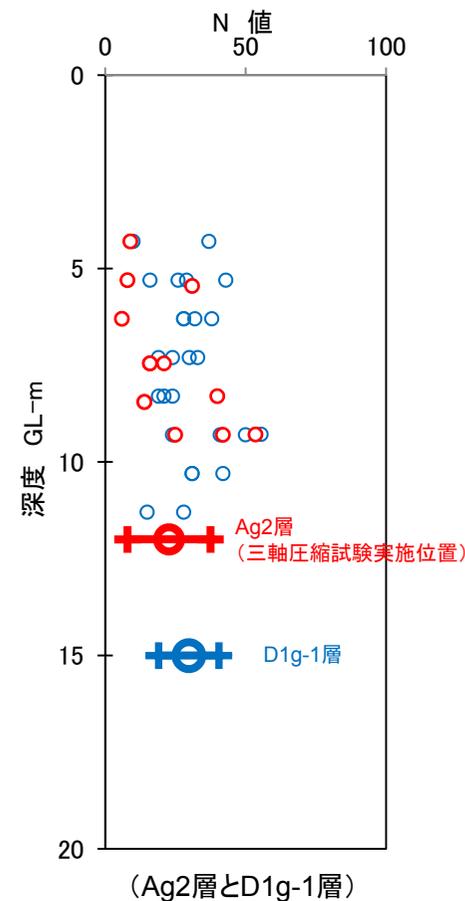
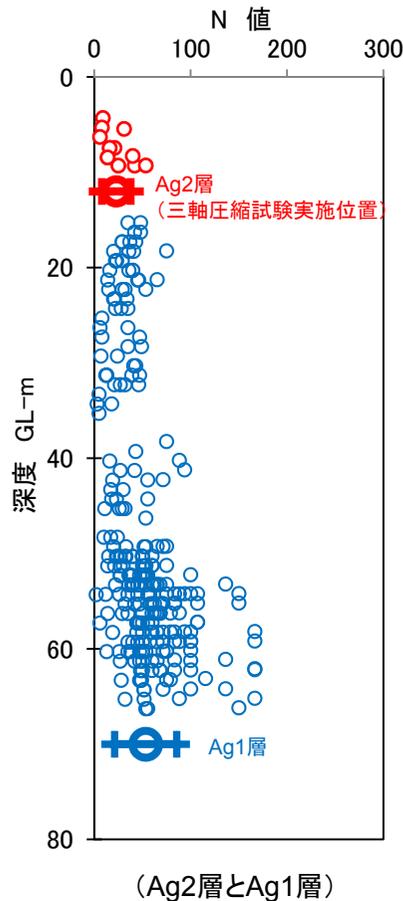
三軸圧縮強度を代用することの妥当性について(Ag1層及びD1g-1層)

【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である。

ON値の比較



余白

目 次

1. 解析用物性値の設定に関する補足	.....	3
2. 基礎地盤の安定性評価に関する補足	.....	49
3. 地殻変動評価に関する補足	.....	69
4. 周辺斜面の安定性評価に関する補足	.....	73

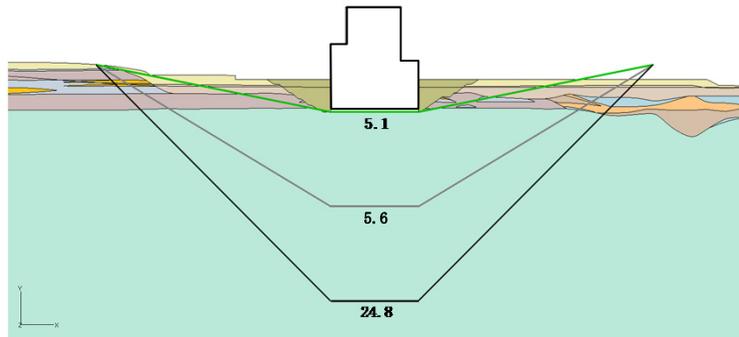
2. 基礎地盤の安定性評価に関する補足 すべり面の検索に関する補足(原子炉建屋 EW断面)

第519回審査会合
資料1-2再掲

- すべり面の検索ステップ毎に、検索対象としたすべり面を示すとともに、そのうち、すべり安全率が最小となるものと最大となるすべり面について、安全率を記載した。

原子炉建屋(EW断面)

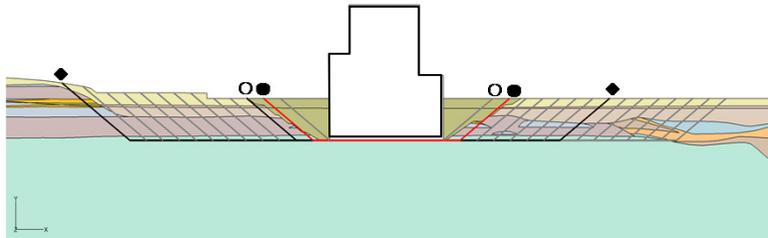
- 本STEPで検索対象としたすべり面
- 本STEPで安全率が最小となるすべり面
- 本STEPで安全率が最大となるすべり面



STEP1(深さ方向の検索)

	左側	右側	安全率
最小	●	●	3.9
第2位	◆	●	4.0
第3位	◆	◆	4.0
最大	○	○	4.6

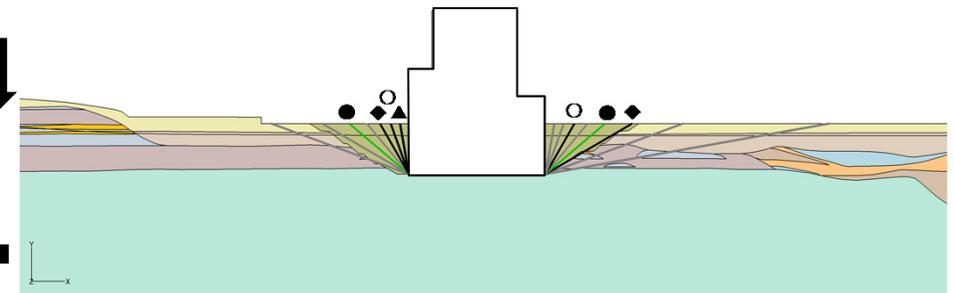
- 本STEPで検索対象としたすべり面
- 本STEPで安全率が最小となるすべり面(最小すべり安全率)
- 本STEPで安全率が最大となるすべり面



STEP3(水平方向の検索)

	左側	右側	安全率
最小	●	●	4.6
第2位	◆	◆	4.7
第3位	▲	◆	4.7
最大	○	○	5.2

- 本STEPで検索対象としたすべり面
- 本STEPで安全率が最小となるすべり面
- 本STEPで安全率が最大となるすべり面



STEP2(角度の検索)
(検索範囲内[左20°、右10°]~80°、5° 間隔)

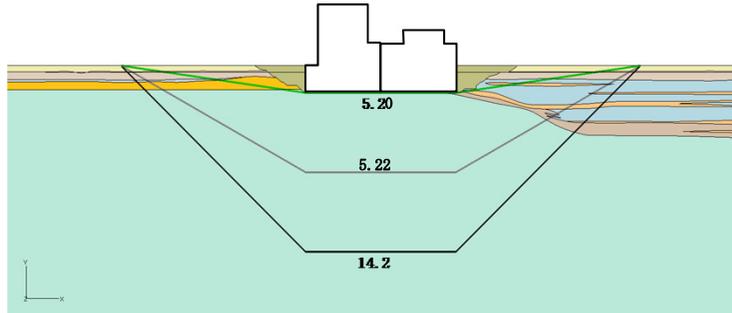
せん断強度の小さい層(埋戻土)を通過するすべり面が最小すべり安全率として抽出される傾向にある。

2. 基礎地盤の安定性評価に関する補足 すべり面の検索に関する補足(原子炉建屋 NS断面)

- すべり面の検索ステップ毎に、検索対象としたすべり面を示すとともに、そのうち、すべり安全率が最小となるものと最大となるすべり面について、安全率を記載した。

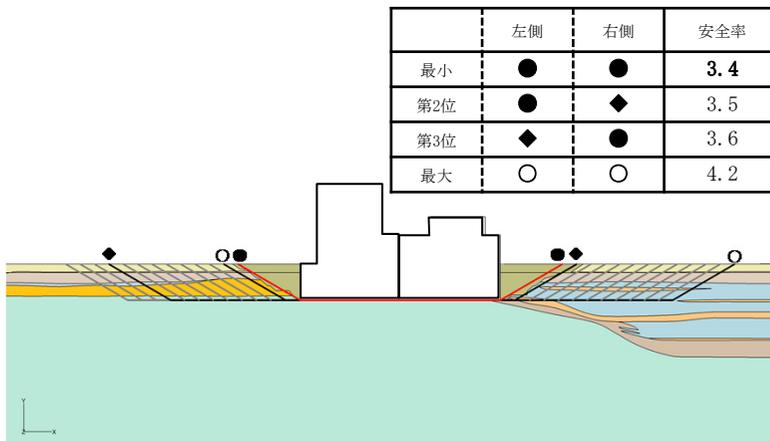
原子炉建屋(NS断面)

- 本STEPで検索対象としたすべり面
- 本STEPで安全率が最小となるすべり面
- 本STEPで安全率が最大となるすべり面



STEP1 (深さ方向の検索)

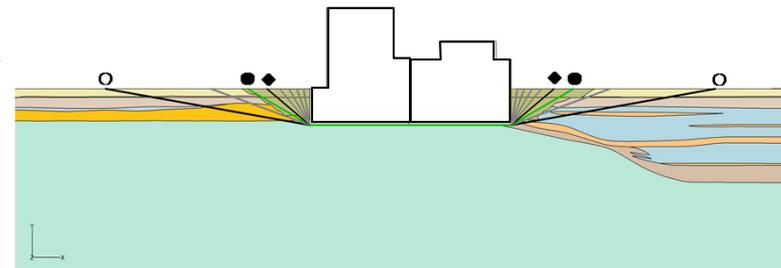
- 本STEPで検索対象としたすべり面
- 本STEPで安全率が最小となるすべり面(最小すべり安全率)
- 本STEPで安全率が最大となるすべり面



STEP3 (水平方向の検索)

	左側	右側	安全率
最小	●	●	3.4
第2位	◆	●	3.4
第3位	●	◆	3.4
最大	○	○	4.9

- 本STEPで検索対象としたすべり面
- 本STEPで安全率が最小となるすべり面
- 本STEPで安全率が最大となるすべり面



STEP2 (角度の検索)
(検索範囲内[左10°、右10°]~80°、5° 間隔)

	左側	右側	安全率
最小	●	●	3.4
第2位	●	◆	3.5
第3位	◆	●	3.6
最大	○	○	4.2

せん断強度の小さい層(埋戻土)を通過するすべり面が最小すべり安全率として抽出される傾向にある。

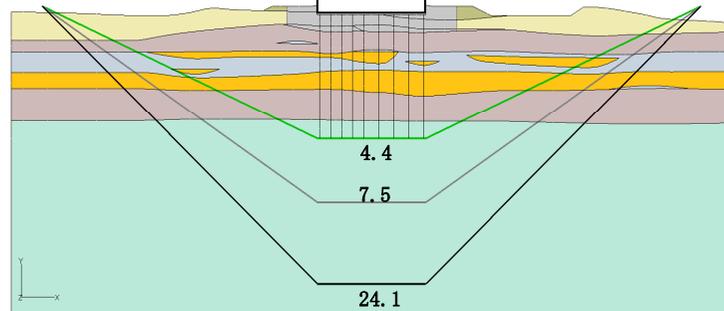
2. 基礎地盤の安定性評価に関する補足 すべり面の検索に関する補足(緊急時対策所 EW断面)

第519回審査会合
資料1-2再掲

- すべり面の検索ステップ毎に、検索対象としたすべり面を示すとともに、そのうち、すべり安全率が最小となるものと最大となるすべり面について、安全率を記載した。

緊急時対策所(EW断面)

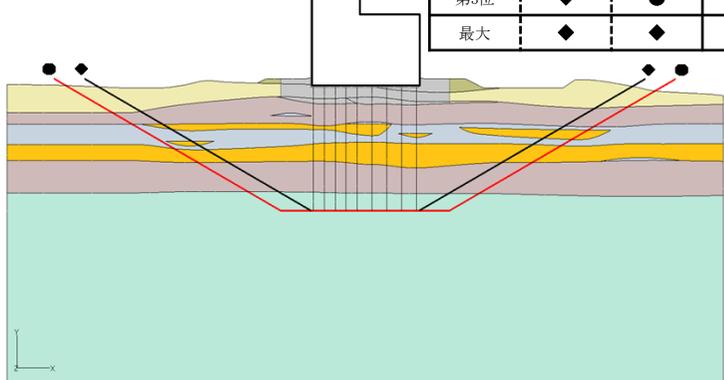
- 本STEPで検索対象としたすべり面
- 本STEPで安全率が最小となるすべり面
- 本STEPで安全率が最大となるすべり面



STEP1(深さ方向の検索)

- 本STEPで検索対象としたすべり面
- 本STEPで安全率が最小となるすべり面(最小すべり安全率)
- 本STEPで安全率が最大となるすべり面

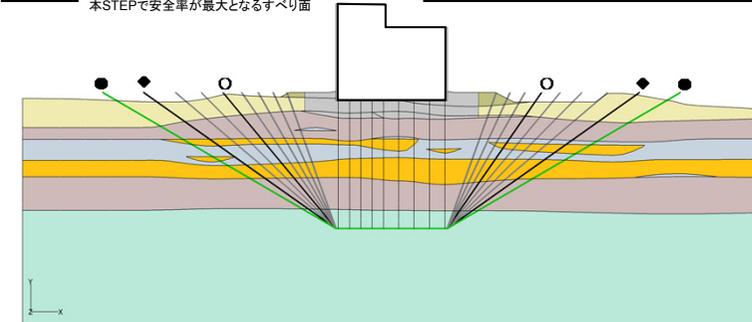
	左側	右側	安全率
最小	●	●	4.4
第2位	●	◆	4.6
第3位	◆	●	4.7
最大	◆	◆	4.9



STEP3(水平方向の検索)

	左側	右側	安全率
最小	●	●	4.9
第2位	●	◆	5.3
第3位	◆	●	5.3
最大	○	○	20.3

- 本STEPで検索対象としたすべり面
- 本STEPで安全率が最小となるすべり面
- 本STEPで安全率が最大となるすべり面



STEP2(角度の検索)
(検索範囲内[左30°、右30°]~70°、5° 間隔)

第四紀層を通過する区間が長いすべり面が
最小すべり安全率として抽出される傾向にある。

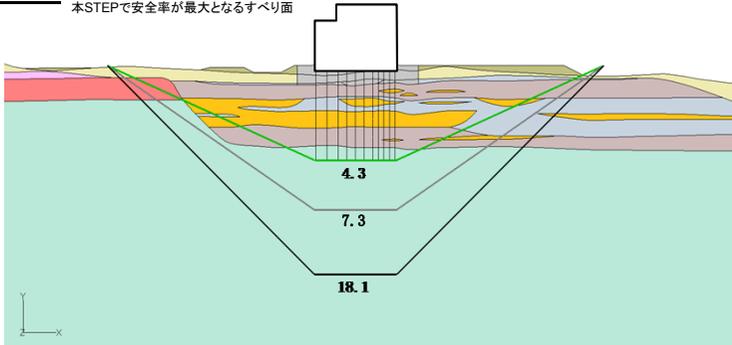
2. 基礎地盤の安定性評価に関する補足 すべり面の検索に関する補足(緊急時対策所 NS断面)

第519回審査会合
資料1-2再掲

- すべり面の検索ステップ毎に、検索対象としたすべり面を示すとともに、そのうち、すべり安全率が最小となるものと最大となるすべり面について、安全率を記載した。

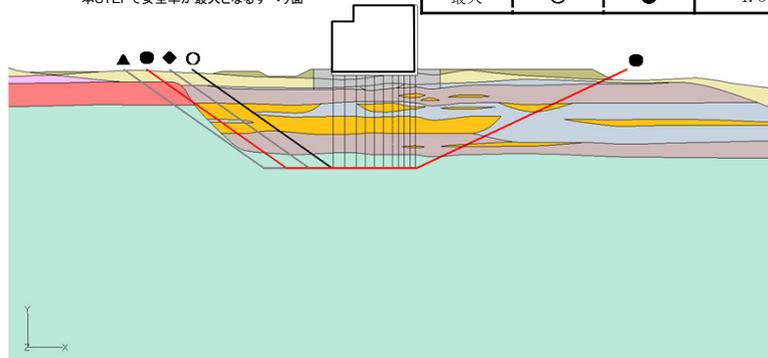
緊急時対策所(NS断面)

- 本STEPで検索対象としたすべり面
- 本STEPで安全率が最小となるすべり面
- 本STEPで安全率が最大となるすべり面



STEP1(深さ方向の検索)

- 本STEPで検索対象としたすべり面
- 本STEPで安全率が最小となるすべり面(最小すべり安全率)
- 本STEPで安全率が最大となるすべり面

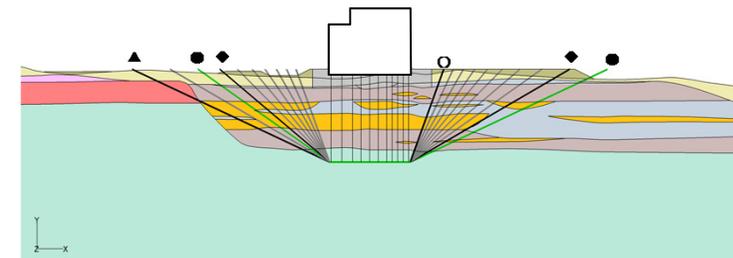


STEP3(水平方向の検索)

	左側	右側	安全率
最小	●	●	4.2
第2位	◆	●	4.3
第3位	▲	●	4.4
最大	○	●	4.5

	左側	右側	安全率
最小	●	●	4.5
第2位	◆	●	4.7
第3位	▲	◆	4.7
最大	◆	○	17.4

- 本STEPで検索対象としたすべり面
- 本STEPで安全率が最小となるすべり面
- 本STEPで安全率が最大となるすべり面



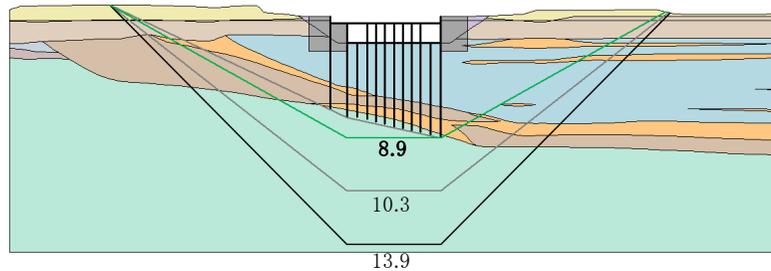
STEP2(角度の検索)
(検索範囲内[左25°、右25°]~70°、5° 間隔)

第四紀層を通過する区間が長いすべり面が
最小すべり安全率として抽出される傾向にある。

- すべり面の検索ステップ毎に, 検索対象としたすべり面を示すとともに, そのうち, すべり安全率が最小となるものと最大となるすべり面について, 安全率を記載した。

取水構造物(取水路, 海水ポンプ室)

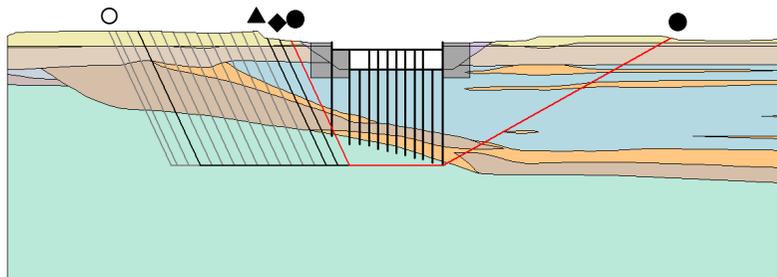
- 本STEPで検索対象としたすべり面
- 本STEPで安全率が最小となるすべり面
- 本STEPで安全率が最大となるすべり面



STEP1(深さ方向の検索)

	左側	右側	安全率
最小	●	●	7.7
第2位	◆	●	7.8
第3位	▲	●	8.0
最大	○	●	8.7

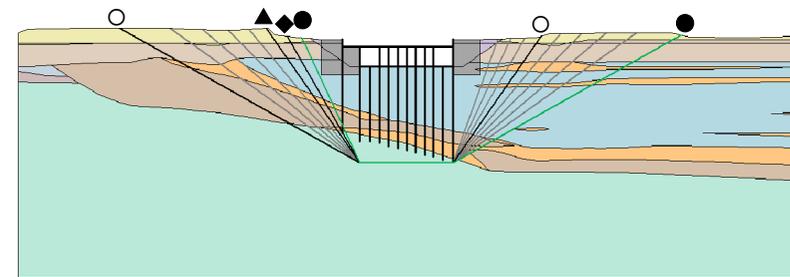
- 本STEPで検索対象としたすべり面
- 本STEPで安全率が最小となるすべり面(最小すべり安全率)
- 本STEPで安全率が最大となるすべり面



STEP3(水平方向の検索)

	左側	右側	安全率
最小	●	●	7.7
第2位	◆	●	7.8
第3位	▲	●	8.0
最大	○	○	9.9

- 本STEPで検索対象としたすべり面
- 本STEPで安全率が最小となるすべり面
- 本STEPで安全率が最大となるすべり面



STEP2(角度の検索)
(検索範囲内 30° ~ [左65°、右70°]、5° 間隔)

せん断強度の小さい沖積粘性土(Ac層)を通過する区間が長いすべり面が最小すべり安全率として抽出される傾向にある。

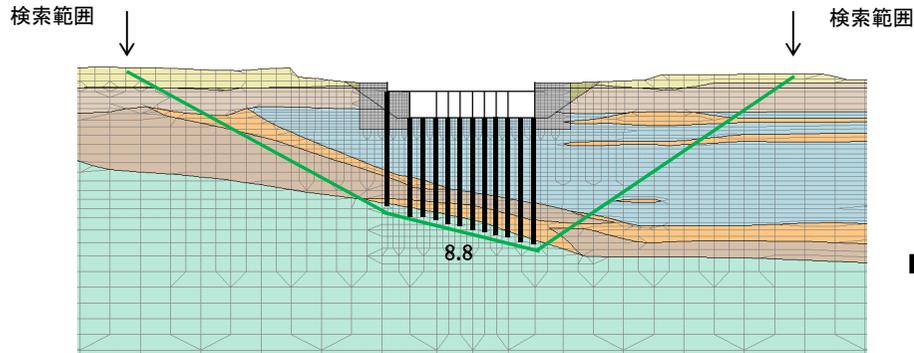
2. 基礎地盤の安定性評価に関する補足

すべり面の検索に関する補足〔取水構造物(取水路, 海水ポンプ室)〕(岩盤傾斜に沿ったすべり)

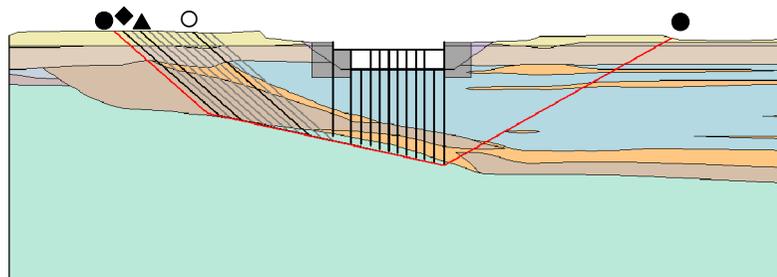
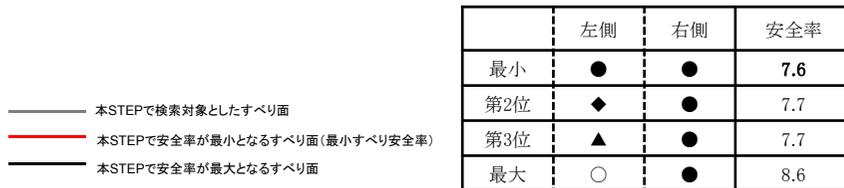
第519回審査会合
資料1-2再掲

- すべり面の検索ステップ毎に, 検索対象としたすべり面を示すとともに, そのうち, すべり安全率が最小となるものと最大となるすべり面について, 安全率を記載した。

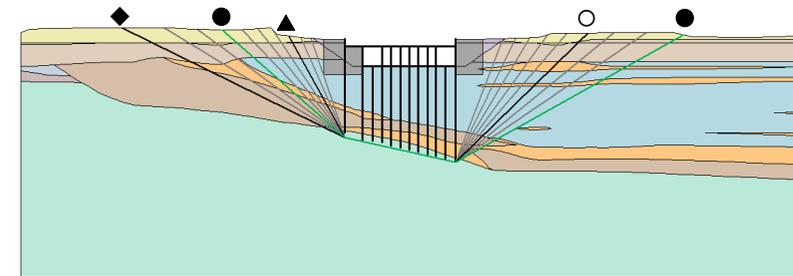
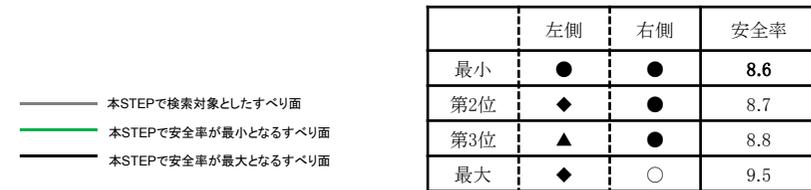
取水構造物(取水路, 海水ポンプ室)(岩盤傾斜に沿ったすべり)



基本すべり面(杭下端の岩盤傾斜に沿って設定)



STEP3(水平方向の検索)

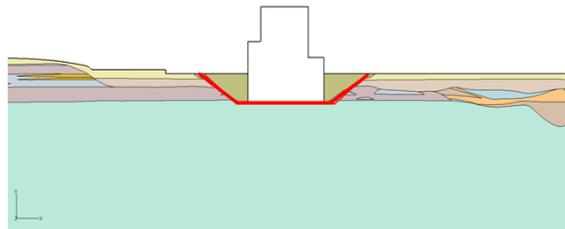


STEP2(角度の検索)
(検索範囲内[左25°、右30°]~70°、5°間隔)

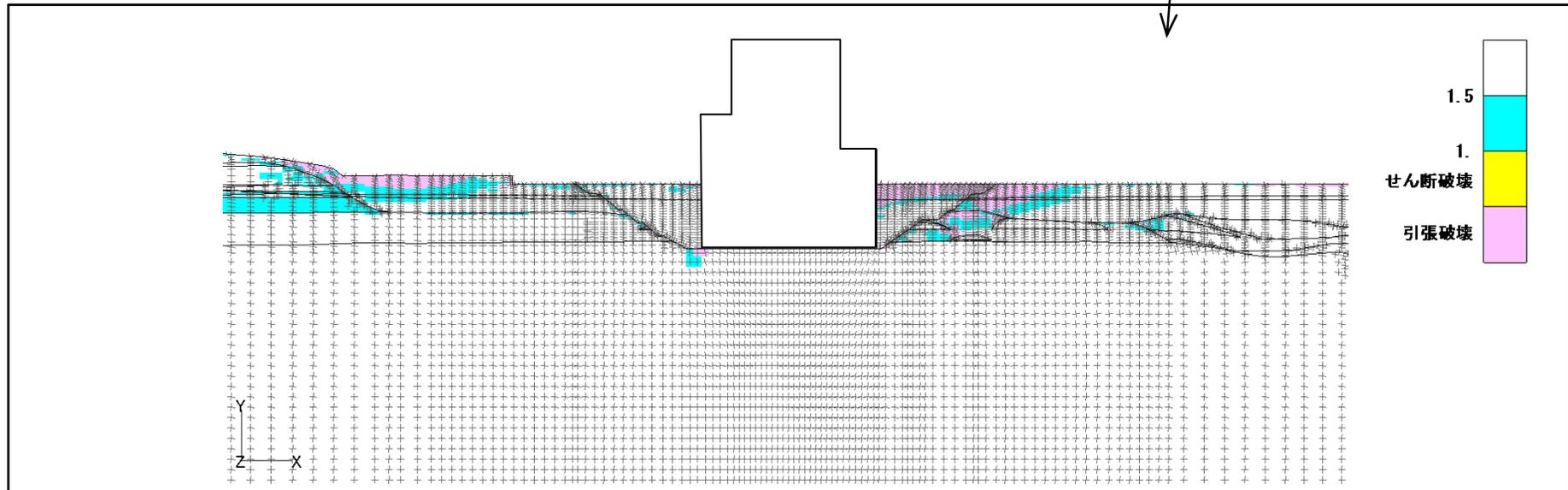
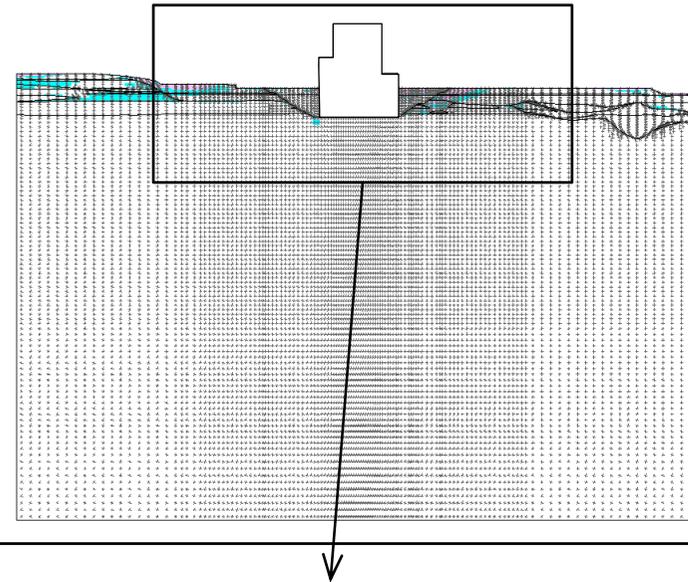
せん断強度の小さい沖積粘性土(Ac層)や他の第四紀層を通過する区間が長いすべり面が最小すべり安全率として抽出される傾向にある。

■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

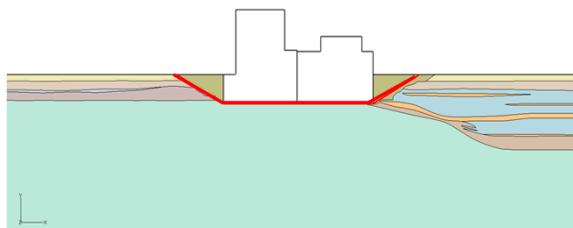


地盤の局所安全係数及びモビライズ面

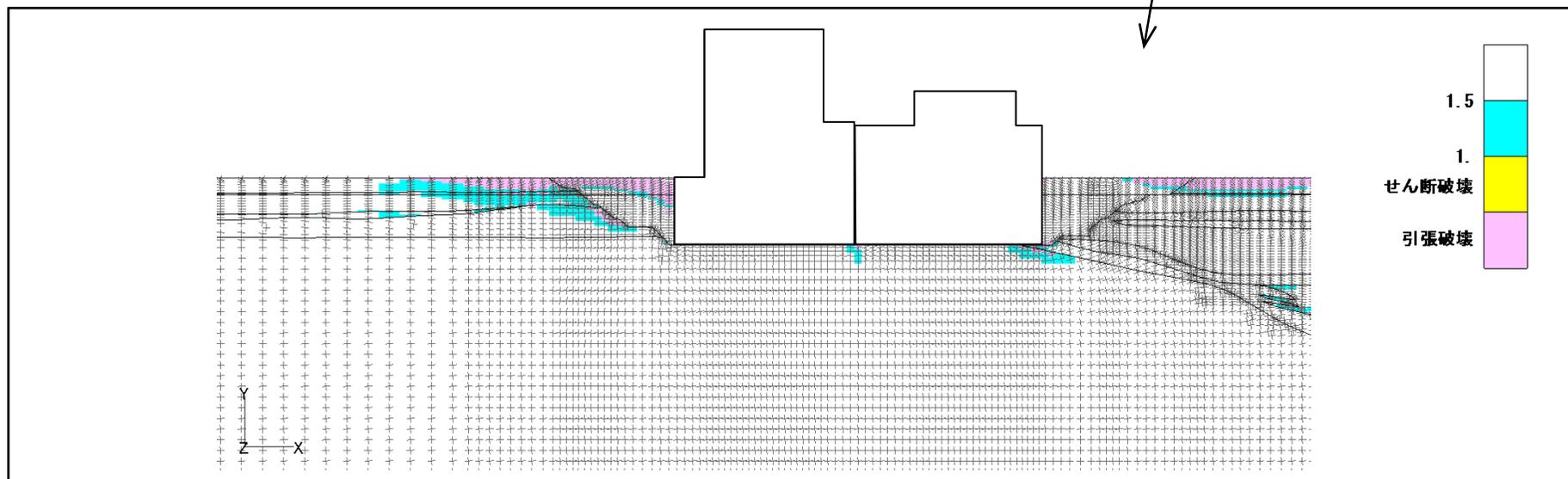
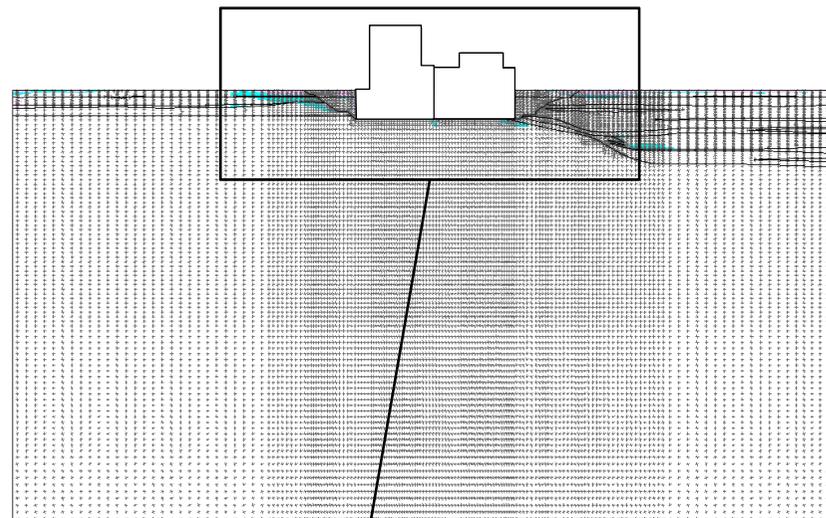
2. 基礎地盤の安定性評価に関する補足
 要素毎の局所安全係数図(原子炉建屋 NS断面)

■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



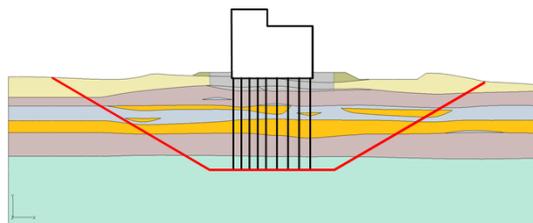
すべり面形状



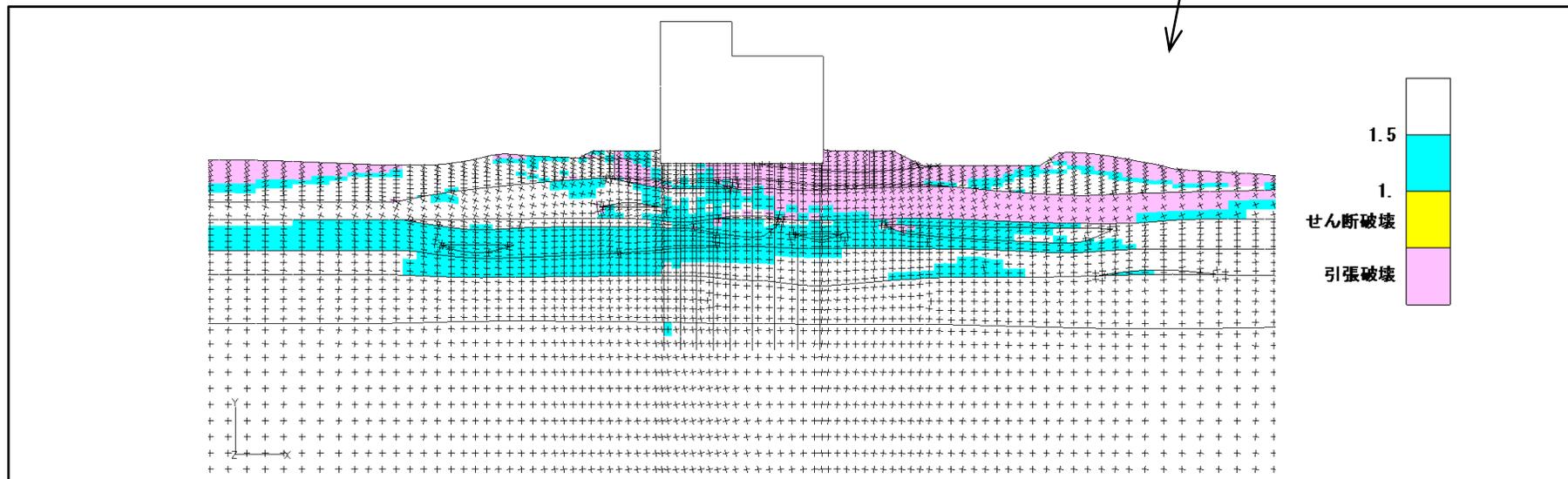
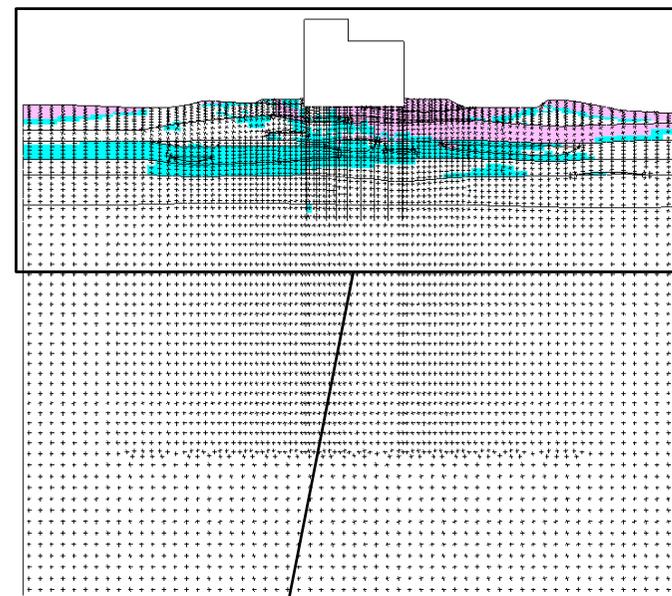
地盤の局所安全係数及びモビライズド面

■ 緊急時対策所:EW断面

- ・最小すべり安全率 : 4.4
- ・地震動 : Ss-31(逆(水平), 正(鉛直))
- ・発生時刻 : 8.75 sec



すべり面形状



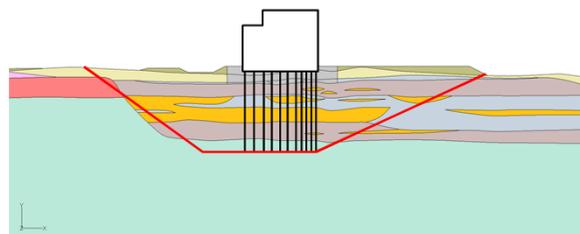
1.5
1.0
せん断破壊
引張破壊

地盤の局所安全係数およびモビライズド面

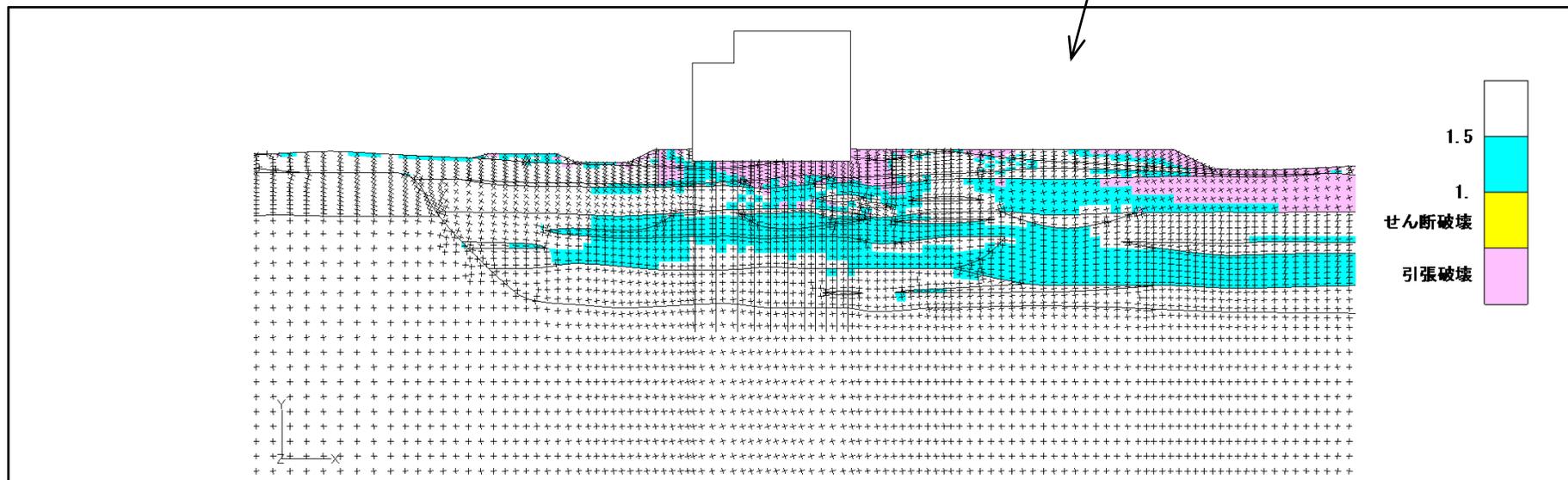
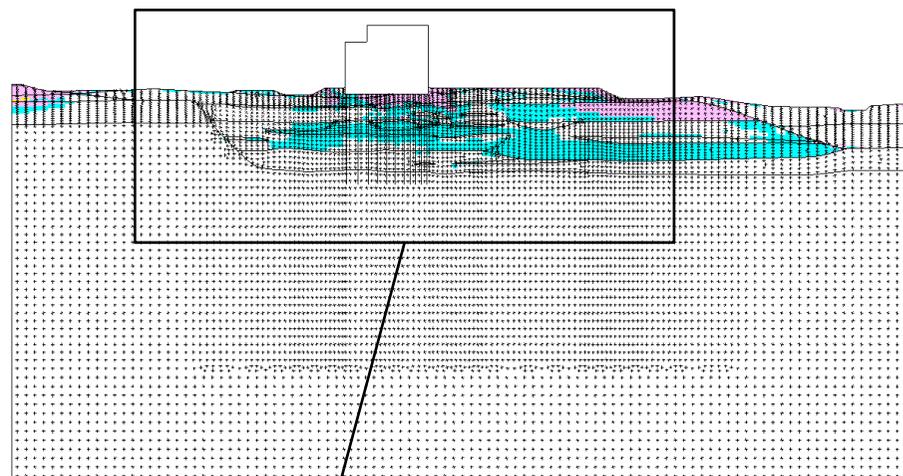
要素毎の局所安全係数図(緊急時対策所 NS断面)

■ 緊急時対策所: NS断面

- ・最小すべり安全率 : 4.2
- ・地震動 : Ss-31(正(水平), 正(鉛直))
- ・発生時刻 : 8.74 sec



すべり面形状

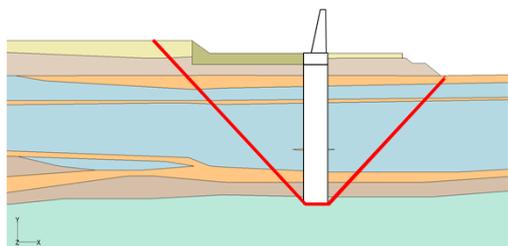


地盤の局所安全係数およびモビライズド面

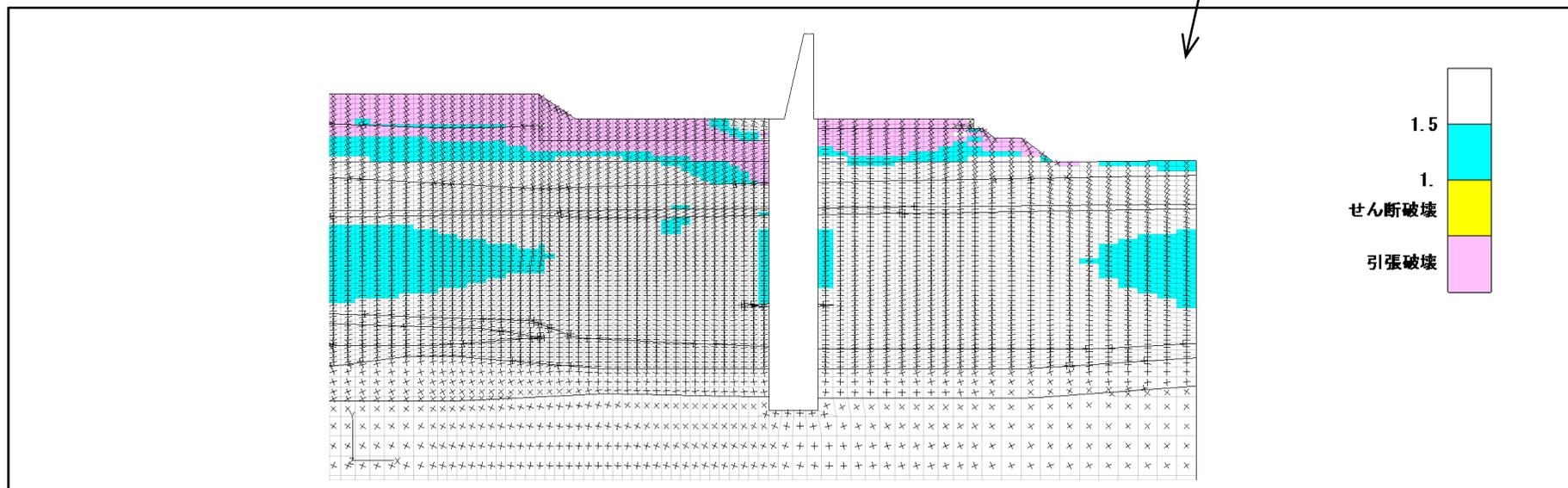
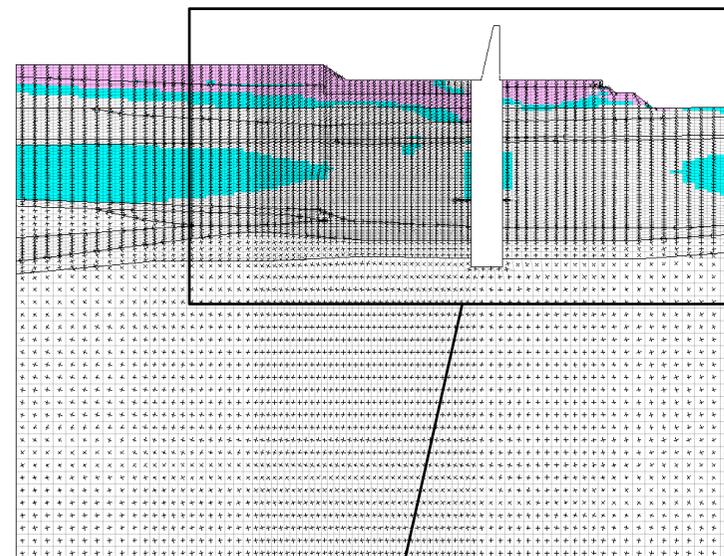
要素毎の局所安全係数図〔鉄筋コンクリート防潮壁区画(北側)〕

■鉄筋コンクリート防潮壁区画(北側):汀線直交断面

- ・最小すべり安全率 : 13.4
- ・地震動 : Ss-D1(逆(水平), 正(鉛直))
- ・発生時刻 : 19.56 sec



すべり面形状

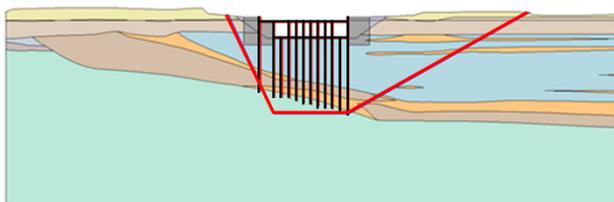


地盤の局所安全係数およびモビライズド面

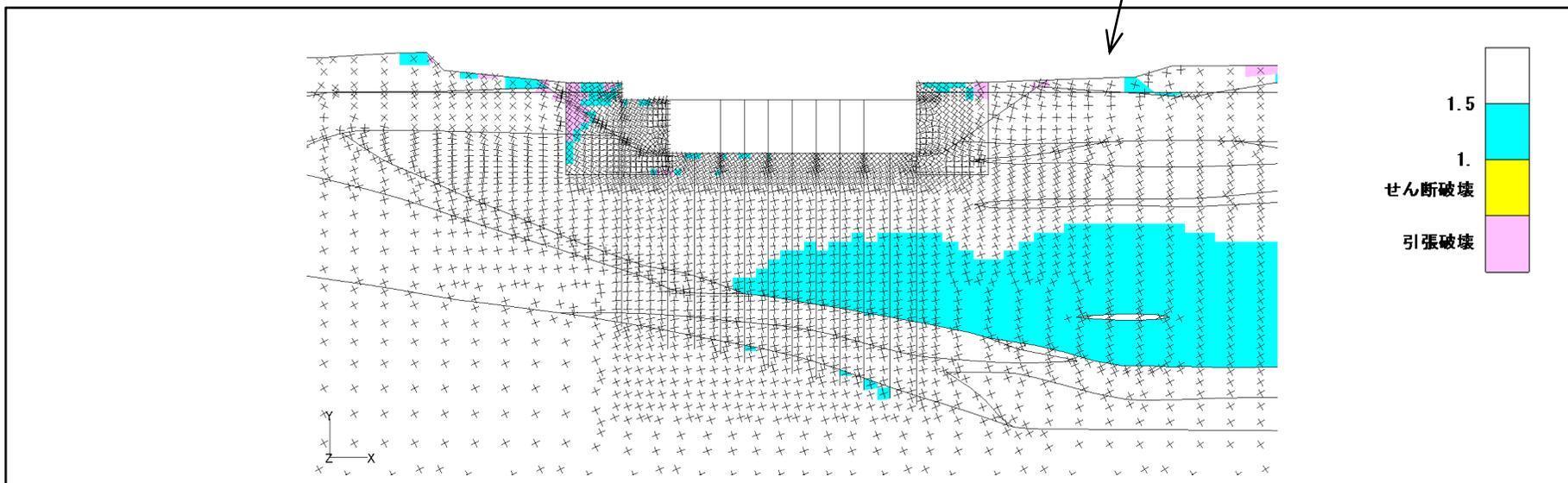
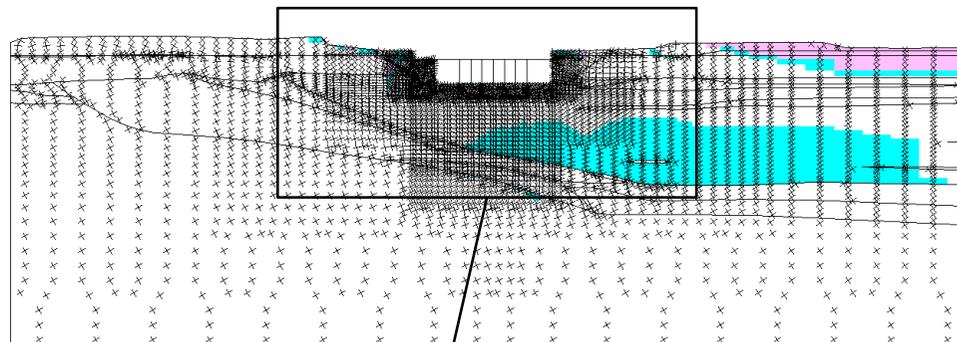
要素毎の局所安全係数図〔取水構造物(取水路, 海水ポンプ室)〕

■取水構造物(取水路, 海水ポンプ室):汀線平行断面

- ・最小すべり安全率 : 7.7
- ・地震動 : Ss-31(正(水平), 正(鉛直))
- ・発生時刻 : 9.33 sec



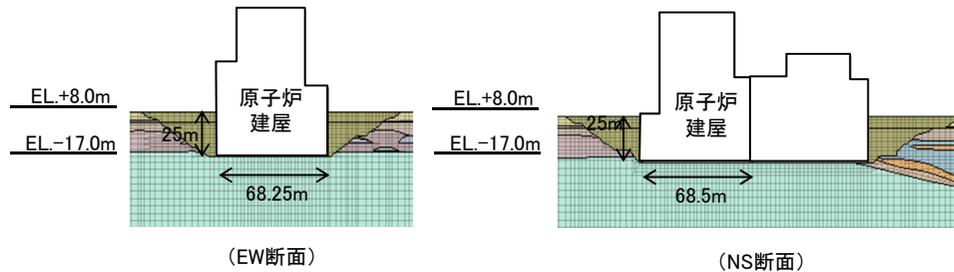
すべり面形状



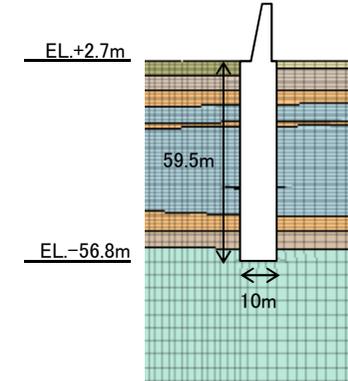
地盤の局所安全係数およびモビライズド面

■原子炉建屋及び鉄筋コンクリート防潮壁区画（北側）における極限支持力度については，以下のように算出した。

【原子炉建屋】



【鉄筋コンクリート防潮壁区画（北側）】



極限支持力度算定式(ケーソン基礎) $q_d = \alpha c N_c + \frac{1}{2} \beta \gamma_1 B N_\gamma + \gamma_2 D_f N_q$

「道路橋示方書・同解説(Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編) (社)日本道路協会, 平成24年3月」より

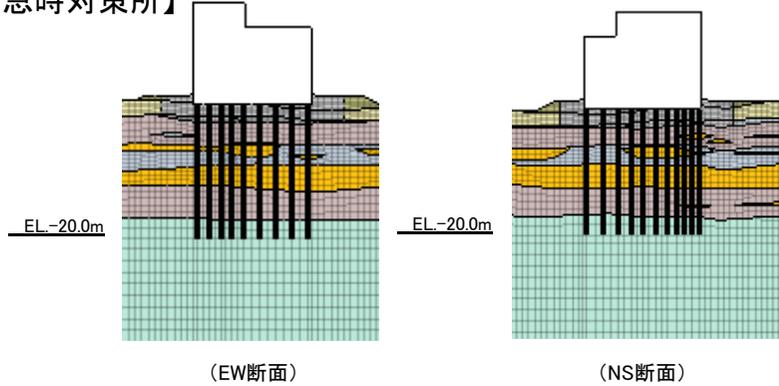
項目	原子炉建屋		鉄筋コンクリート防潮壁区画 (北側)		
	EW断面	NS断面			
基礎底面地盤の極限支持力度	q_d	kN/m ²	4,588	4,592	7,741
基礎底面より下にある地盤の粘着力	c	kN/m ²	661	661	1,034
基礎底面より下にある地盤の単位体積重量 (地下水位以下は水中単位体積重量)	γ_1	kN/m ³	16.88	16.88	16.92
基礎底面より上にある周辺地盤の単位体積重量 (地下水位以下は水中単位体積重量)	γ_2	kN/m ³	11.78	11.78	17.20
基礎底面の形状係数	α	-	1.299	1.300	1.300
基礎底面の形状係数	β	-	0.601	0.600	0.600
基礎幅(側面)	B	m	68.25	68.50	10.00
基礎の有効根入れ深さ	D_f	m	25.00	25.00	59.50
支持力係数	N_c	-	5.0	5.0	5.0
支持力係数	N_q	-	1.0	1.0	1.0
支持力係数	N_γ	-	0.0	0.0	0.0

※鉄筋コンクリート防潮壁区画(北側)は基本設計段階の情報に基づく

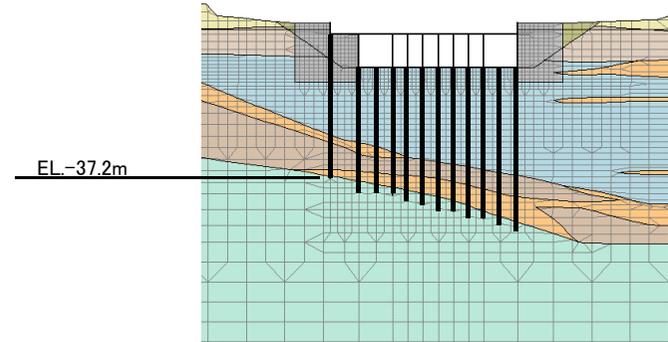
2. 基礎地盤の安定性評価に関する補足

杭先端の支持岩盤の極限支持力度の算定について〔緊急時対策所，取水構造物（取水路，海水ポンプ室）〕

【緊急時対策所】



【取水構造物（取水路，海水ポンプ室）】



【緊急時対策所】

極限支持力度算定式（中掘り工法）

極限支持力: $R_u = q_d A + U \sum L_i f_i$ → 杭の周面摩擦力は、支持力として考慮しない。

q_d : 杭先端における極限支持力度 (kN/m²)

$q_d = 3 \cdot q_u$

q_u : 支持岩盤の一軸圧縮強度 (kN/m²)

〔道路橋示方書・同解説（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）（社）日本道路協会，平成24年3月〕より

項目	緊急時対策所			
	EW断面	NS断面		
杭先端における極限支持力度	q_d	kN/m ²	5437.2	5437.2
支持岩盤の一軸圧縮強度	q_u	kN/m ²	1812.4	1812.4
杭先端面積 (m ²)	A	m ²	0.7854	0.7854

【取水構造物（取水路，海水ポンプ室）】

極限支持力度算定式（中掘り工法）

極限支持力: $R_u = P_u + U \sum L_i f_i$ → 杭の周面摩擦力は、支持力として考慮しない。

P_u / A : 杭先端における極限支持力度 (kN/m²)

$P_u = 440 \cdot q_u^{1/2} \cdot A^{2/3} \cdot A^{1/3}$

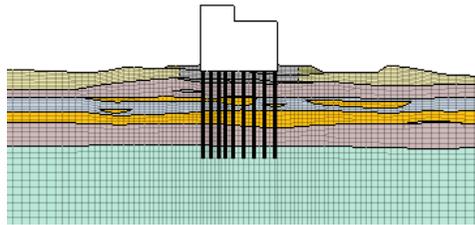
〔道路橋示方書・同解説（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）（社）日本道路協会，平成24年3月〕より

項目	取水構造物 （取水路，海水ポンプ室）		
杭先端における極限支持力度	P_u / A	(kN/m ²)	6421
杭先端における極限支持力	P_u	kN	5206
支持岩盤の一軸圧縮強度	q_u	kN/m ²	1931
鋼管杭の先端純断面積	A_t	(m ²)	0.0471
鋼管杭の先端閉塞面積	A_i	(m ²)	0.7637
鋼管杭の先端面積	A	(m ²)	0.8107

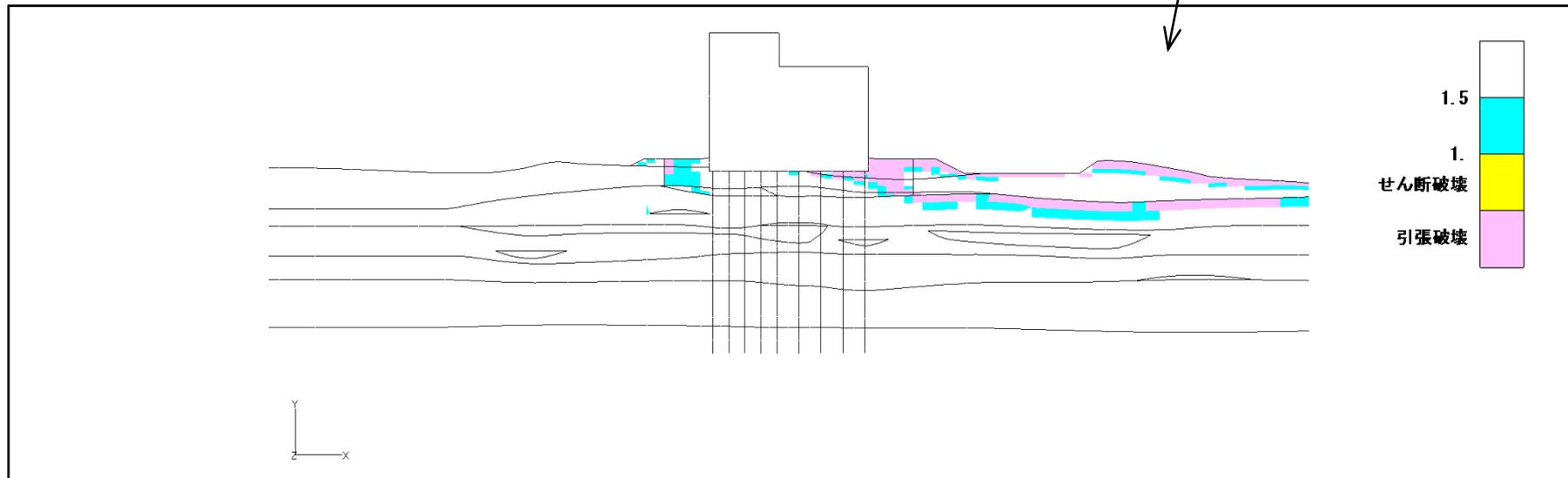
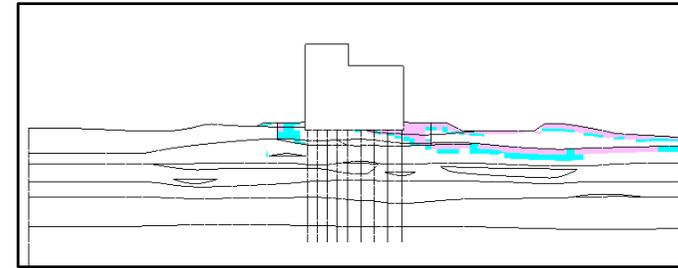
最大鉛直応力度発生時刻の局所安全係数図(緊急時対策所 EW断面)

■ 緊急時対策所:EW断面

- ・最大鉛直応力度 : 1.69 N/mm²
- ・地震動 : Ss-D1(逆(水平), 逆(鉛直))
- ・発生時刻 : 44.32 sec



要素分割図

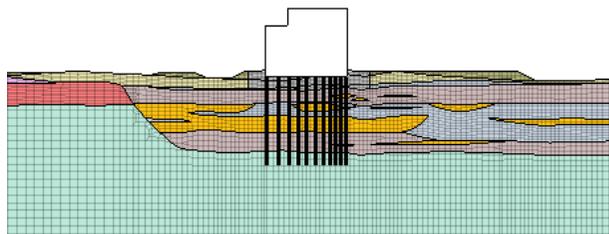


地盤の局所安全係数図

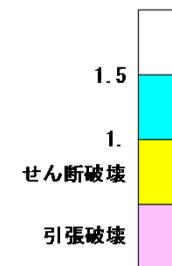
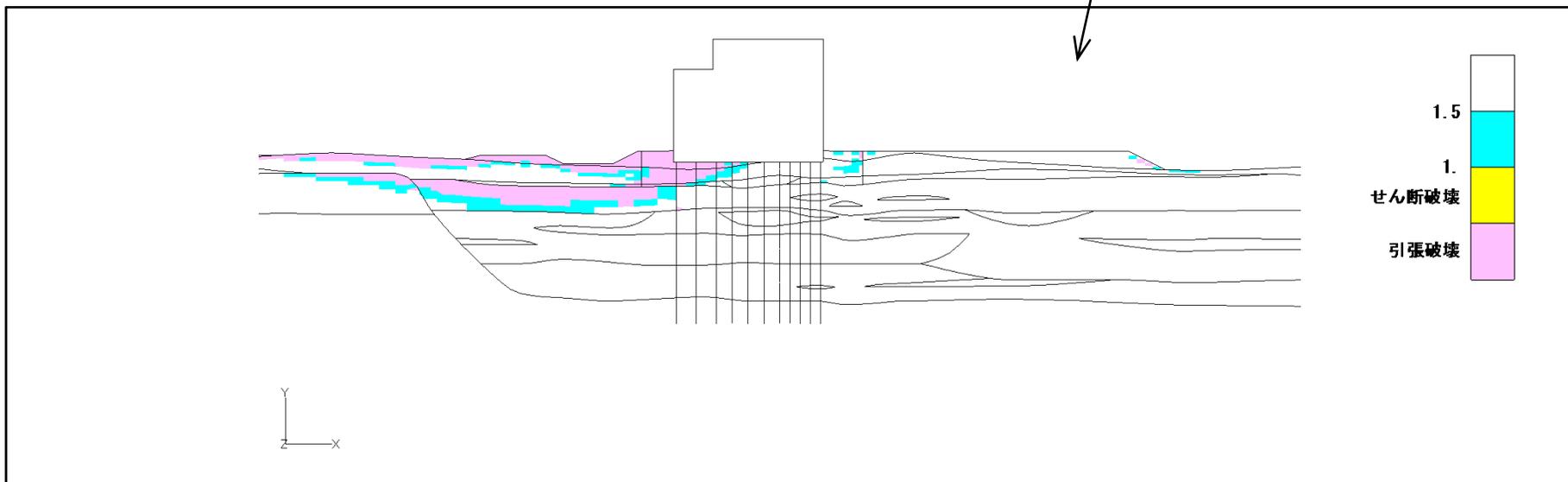
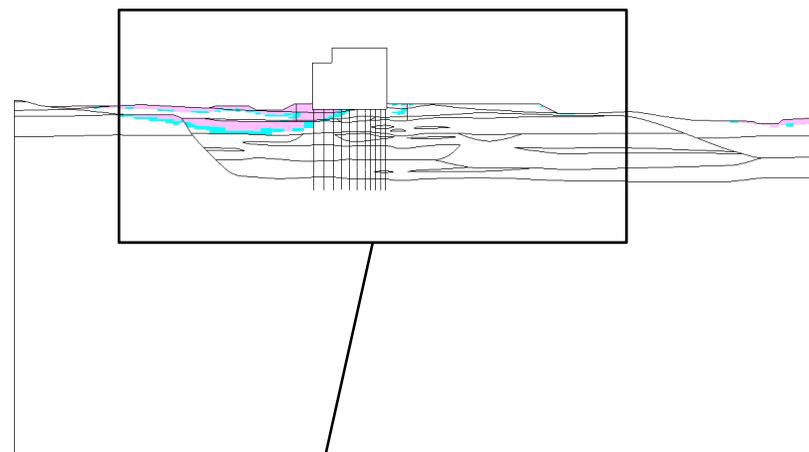
最大鉛直応力度発生時刻の局所安全係数図(緊急時対策所 NS断面)

■緊急時対策所: NS断面

- ・最大鉛直応力度 : 1.58 N/mm²
- ・地震動 : Ss-D1(正(水平), 逆(鉛直))
- ・発生時刻 : 44.32 sec



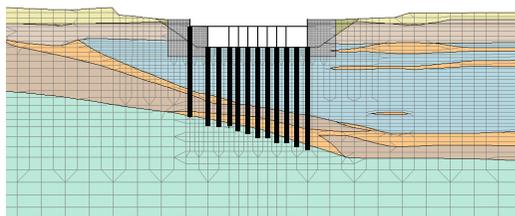
要素分割図



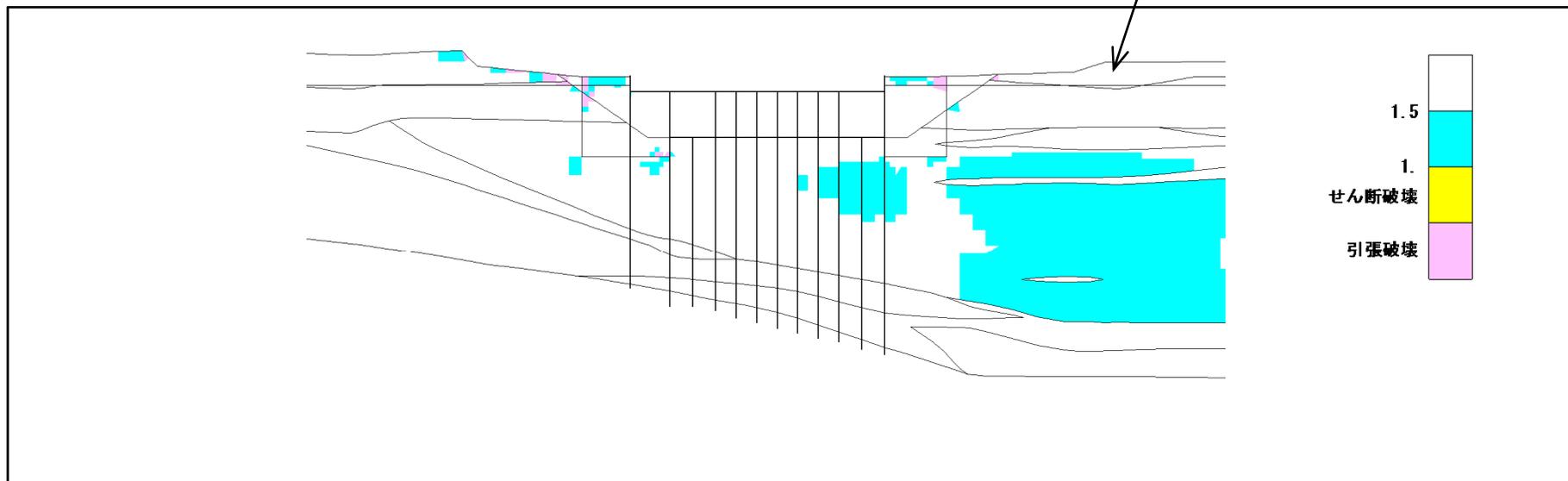
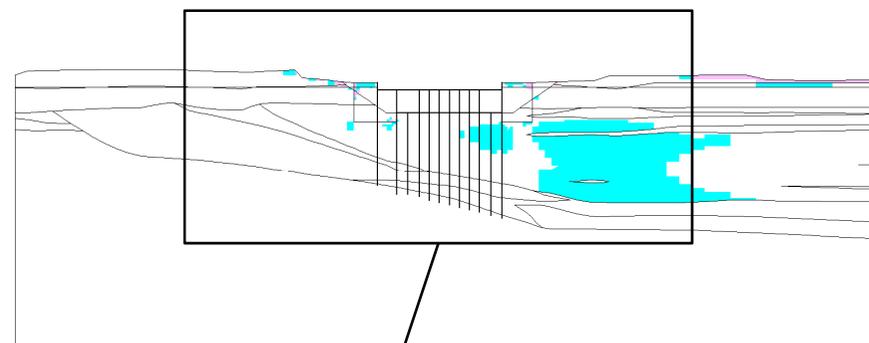
地盤の局所安全係数図

■取水構造物(取水路, 海水ポンプ室): 汀線平行断面

- ・最大鉛直応力度 : 1.31 N/mm²
- ・地震動 : Ss-D1(逆(水平), 逆(鉛直))
- ・発生時刻 : 44.32 sec



要素分割図



地盤の局所安全係数図

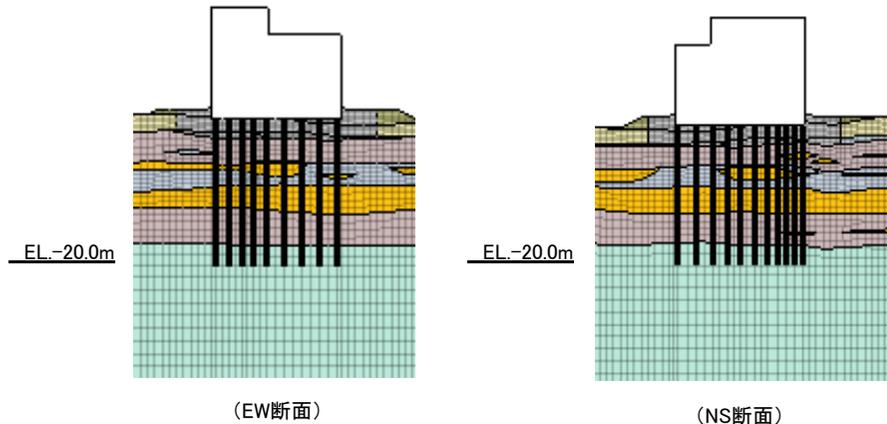
2. 基礎地盤の安定性評価に関する補足

(参考) 第四紀層の杭周面摩擦力を考慮した場合の極限支持力の算定について〔緊急時対策所, 取水構造物(取水路, 海水ポンプ室)〕

第506回審査会合
資料1-2修正

■ 緊急時対策所及び取水構造物(取水路, 海水ポンプ室)における極限支持力については, 以下のように算出した。

【緊急時対策所】



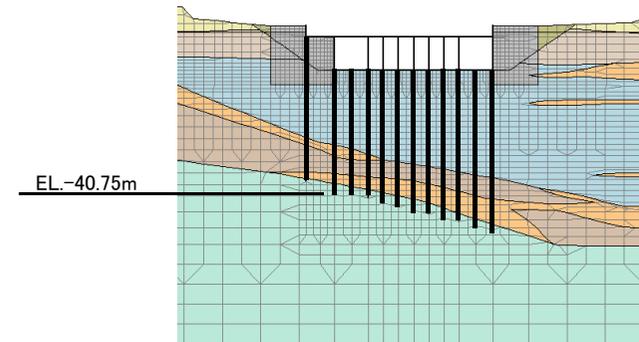
$$\text{極限支持力算定式(中掘り杭)} \quad R_u = q_d \cdot A + U \cdot \sum L_i \cdot f_i$$

「道路橋示方書・同解説(Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編) (社)日本道路協会, 平成24年3月」より

項目			緊急時対策所	
			EW断面	NS断面
地盤から決まる杭の極限支持力	R_u	kN	15083.6	15107.2
杭先端における極限支持応力	q_d	kN/m ²	5437.2	5437.2
杭先端面積	A	m ²	0.785	0.785
杭の周長	U	m	3.142	3.142
周面摩擦力	$\sum (L_i \cdot f_i)$	kN/m	3441.94	3449.48

※各解析断面において, 極限支持力が最小となる杭についての計算例
※基本設計段階の情報に基づく

【取水構造物(取水路, 海水ポンプ室)】



$$\text{極限支持力算定式(打込み杭)} \quad R_u = P_u + U \cdot \sum l_i \cdot f_i$$

「道路橋示方書・同解説(Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編) (社)日本道路協会, 平成24年3月」より

項目			取水構造物 (取水路, 海水ポンプ室)	
地盤から決まる杭の極限支持力	R_u	kN	10204.7	
杭先端の極限支持力	P_u	kN	5239	
杭の周長	U	m	3.192	
杭周面摩擦力	$\sum (L_i \cdot f_i)$	kN/m	1555.84	

※極限支持力が最小となる杭についての計算例

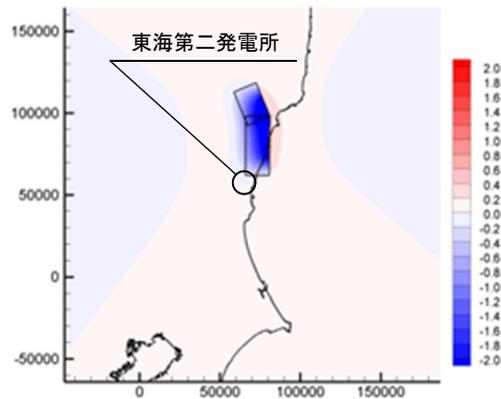
余白

目 次

1. 解析用物性値の設定に関する補足	.....	3
2. 基礎地盤の安定性評価に関する補足	.....	49
3. 地殻変動評価に関する補足	.....	69
4. 周辺斜面の安定性評価に関する補足	.....	73

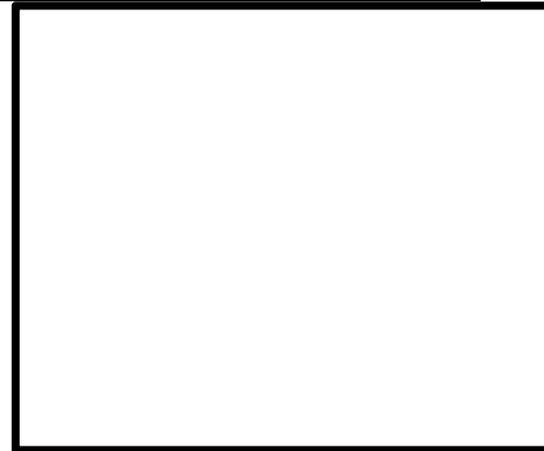
地殻変動分布(F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動)

■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)



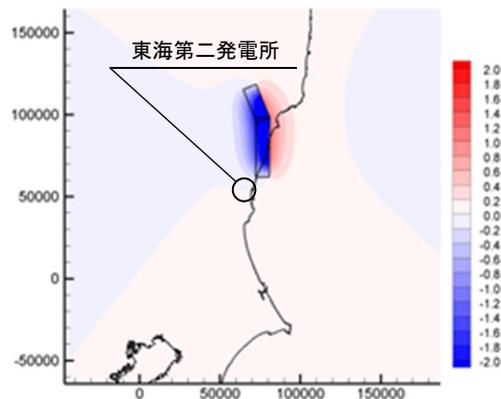
(広域)

鉛直変位量分布図



(敷地拡大)

■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)



(広域)

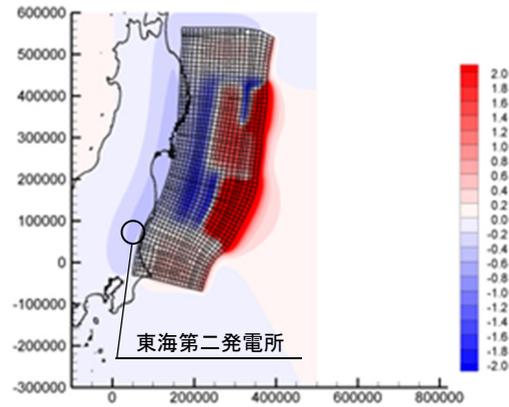
鉛直変位量分布図



(敷地拡大)

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)



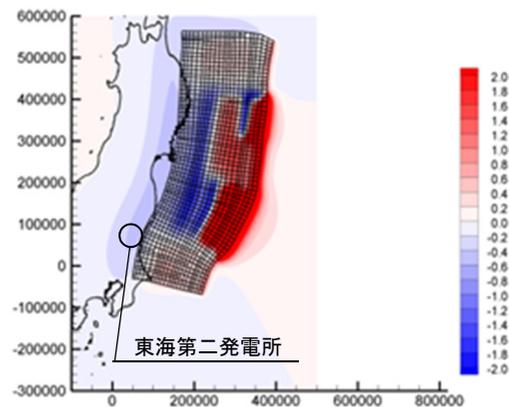
(広域)

鉛直変位量分布図



(敷地拡大)

■東北地方太平洋沖型の地震 (最大水位下降ケース)



(広域)

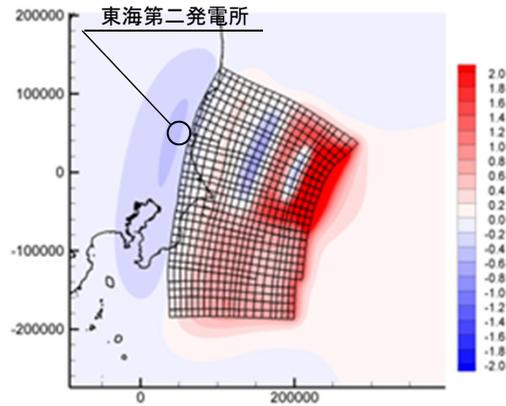
鉛直変位量分布図



(敷地拡大)

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)



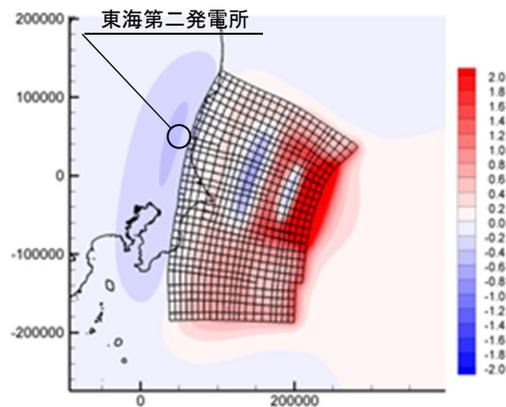
(広域)

鉛直変位量分布図



(敷地拡大)

■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)

鉛直変位量分布図



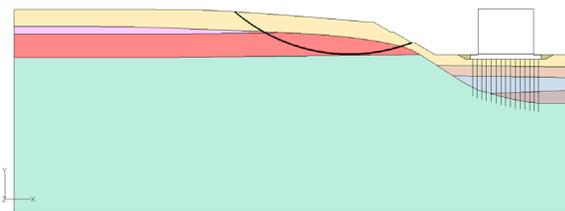
(敷地拡大)

目 次

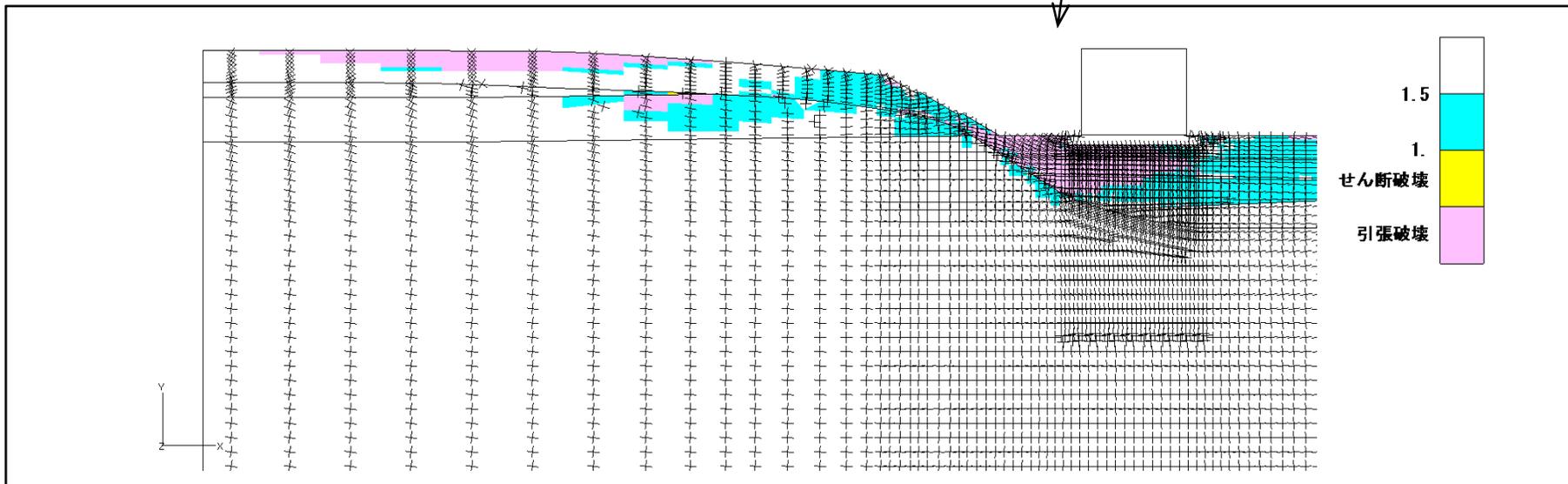
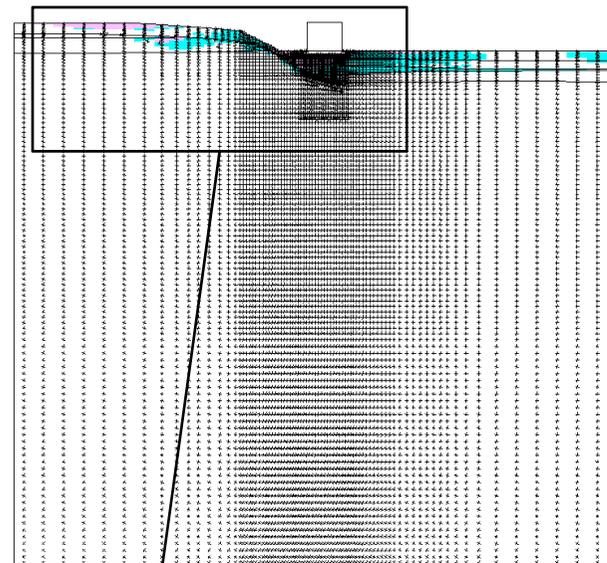
1. 解析用物性値の設定に関する補足	.....	3
2. 基礎地盤の安定性評価に関する補足	.....	49
3. 地殻変動評価に関する補足	.....	69
4. 周辺斜面の安定性評価に関する補足	.....	73

■使用済燃料乾式貯蔵建屋

- ・最小すべり安全率 : 5.1
- ・地震動 : Ss-31(正(水平), 正(鉛直))
- ・発生時刻 : 8.66 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