

平成 26 年度（繰越明許）都防委 第 3 号

宿毛市都市防災推進事業宿毛西地区高台広場整備  
用地地質調査業務委託 2

# 報 告 書

高知県宿毛市小深浦

宿 毛 市 都 市 建 設 課

株 式 会 社 地 研

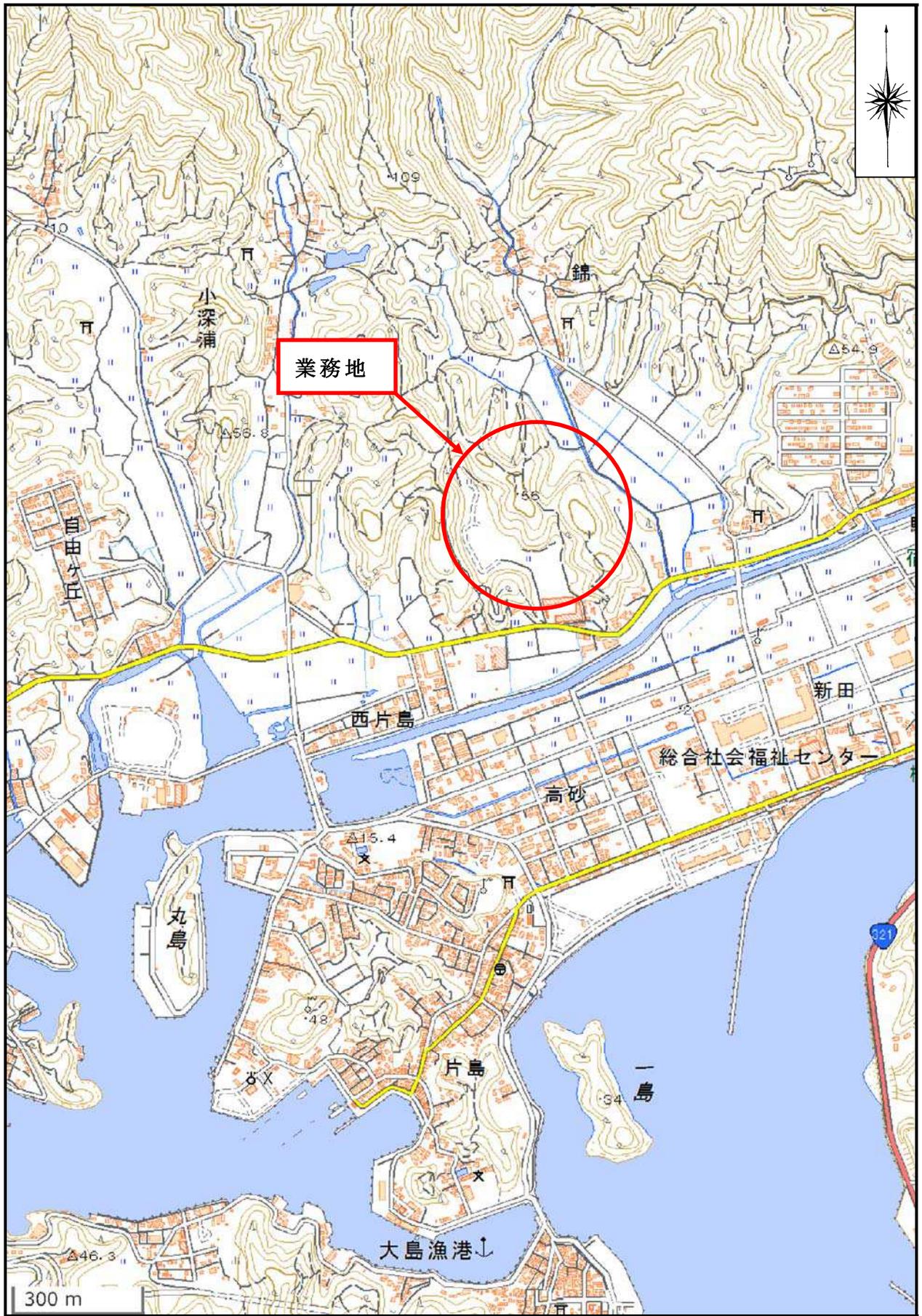
平成28年3月

## まえがき

高知県宿毛市小深浦地区では防災施設として高台広場が計画されている。

本調査は、移転計画地造成の設計・施工上必要となる基礎地盤資料の収集を目的として、垂直ボーリングを5箇所実施した。

本報告書は、調査・試験結果より得られたデータに基づいて、設計・施工上必要となる基礎資料を「株式会社 地研」がとりまとめたものである。



業務地案内図<sup>1)</sup>

1) 国土地理院：「電子国土ポータル」

# < 報 告 書 目 次 >

	(Page)
1. 要 約 書 .....	1
2. 業 務 内 容 .....	11
3. 調 査 ・ 試 験 方 法 .....	14
3.1 機 械 ボ ー リ ン グ .....	14
3.2 標 準 貫 入 試 験 方 法 .....	16
3.3 サ ン プ リ ン グ 方 法 ( 固 定 ピ ス ト ン 式 シ ン ウ ォ ー ル サ ン プ ラ ー ) .....	18
3.4 室 内 土 質 試 験 方 法 .....	19
4. 地 形 ・ 地 質 概 要 .....	25
4.1 地 形 概 要 .....	25
4.2 地 質 概 要 .....	27
4.3 調 査 地 内 の 地 質 .....	30
5. 調 査 ・ 試 験 結 果 .....	32
5.1 機 械 ボ ー リ ン グ 調 査 .....	34
5.2 地 下 水 位 測 定 結 果 .....	44
5.3 標 準 貫 入 試 験 結 果 .....	51
5.4 室 内 土 質 試 験 結 果 .....	56
6. 考 察 .....	79
6.1 調 査 地 の 地 形 ・ 地 質 状 況 .....	79
6.2 土 質 定 数 の 設 定 .....	88
6.3 液 状 化 判 定 .....	104

## < 巻 末 資 料 目 次 >

	(Page)
A. ボーリング柱状図及びコア写真.....	1～ 10
B. 室内土質試験データシート.....	1～ 10
C. 液状化計算結果.....	1～ 40
D. 作業状況写真.....	1～ 31
E. 打合せ・協議記録簿.....	1～ 2

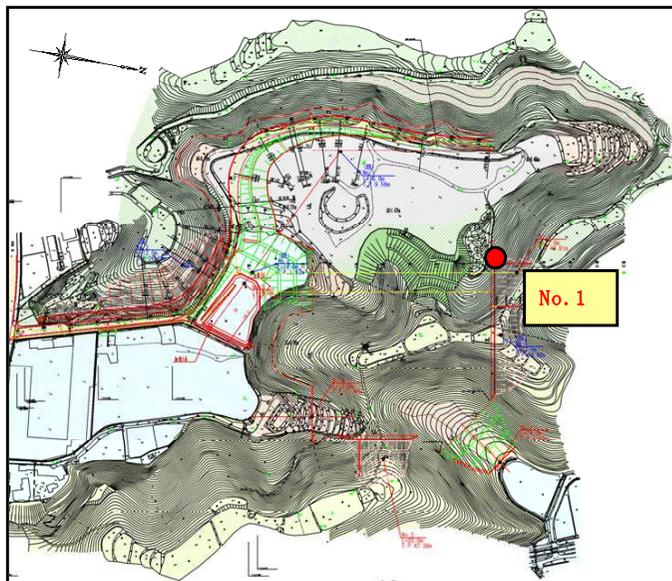
## < 付 図 >

1. 調査位置平面図 [S=1:1000] .....	1/6
2. 地質断面図 - 1 [S=1:200] .....	2/6
3. 地質断面図 - 2 [S=1:100] .....	3/6
4. 地質断面図 - 3 [S=1:200] .....	4/6
5. 地質断面図 - 4 [S=1:100] .....	5/6
6. 地質断面図 - 5 [S=1:250] .....	6/6

1. 要 約 書

No.1 (T.P.+43.81m、L=17.00m)

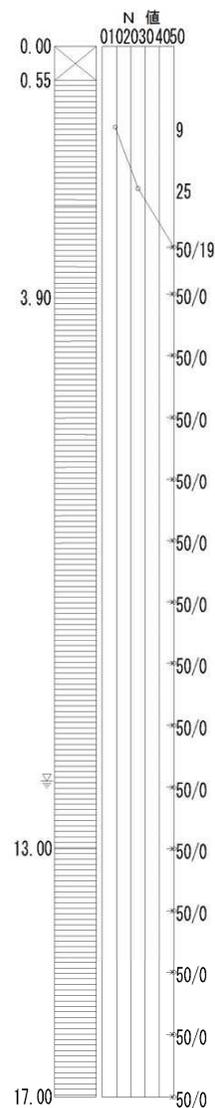
調査目的	4段の切土のり面の地盤状況を把握。				
地形・地質状況	1)調査地点は丘陵地斜面に位置し雑木地である。 2)最上位の表土、基盤岩よりなる。 3)基盤岩は、四万十帯有岡層の泥岩であり、GL-0.55m以深で確認されている。				
調査内容	Bor 番号	孔口標高 (TP m)	掘削深度 (GL-m)	孔径 (mm)	調査・試験内容
	No. 1	43.81	17.0	66	オールコア採取 標準貫入試験



調査位置図 (S=1:4,000)

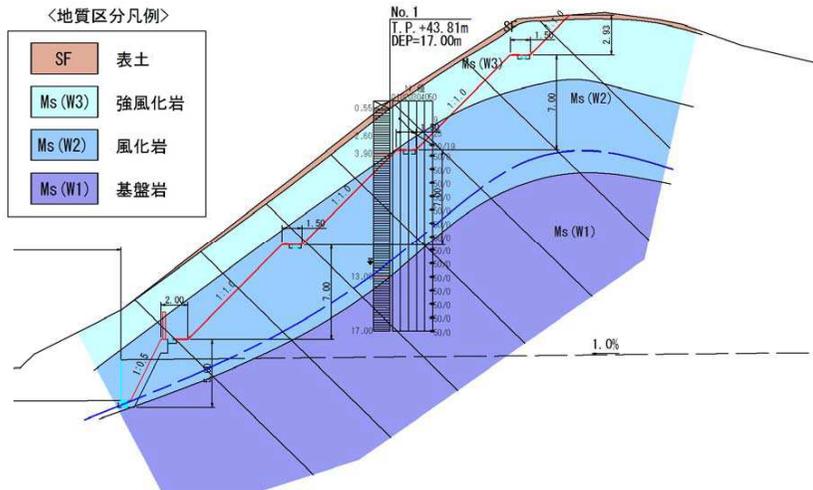
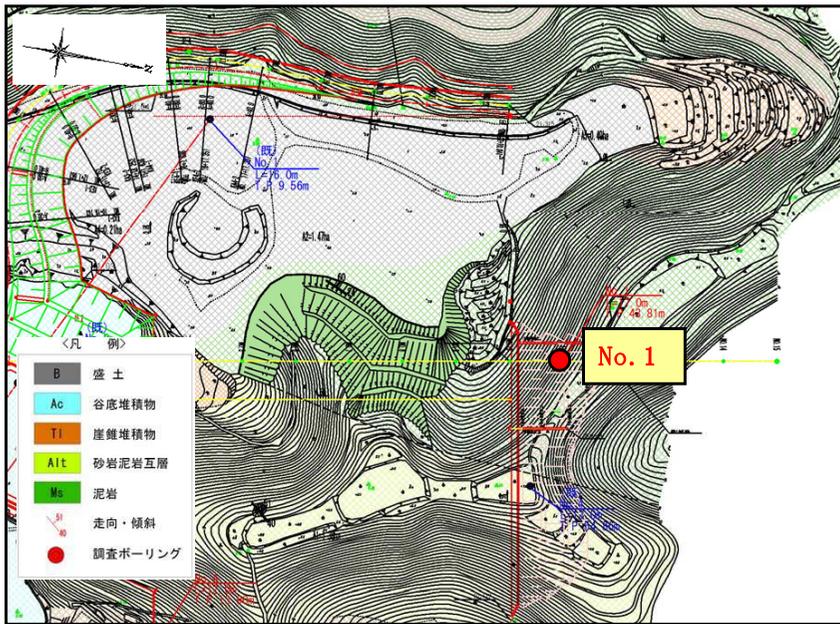
調査結果	<p>1)調査の結果、表土、基盤岩を確認している。基盤岩の上位は風化進行し、強風化岩となる。深度が深くなるに従って風化の程度が低くなる。</p> <p>2)各層の分布深度は以下の通りである。 表土 ; GL-0.00~0.55m      強風化岩 ; GL-0.55~3.90m 風化岩 ; GL-3.90~13.00m      基盤岩 ; GL-13.00m以深</p> <p>3)表土は礫質土より成る。</p> <p>4)強風化岩は、コア外周が粘土状となり、N値=9~50/19cmである。岩級区分はD級。</p> <p>5)風化岩は茶褐色に変色しているが、片~棒状コアよりなる。N値は貫入不能である。岩級区分はC<sub>1</sub>級で、下部で一部C<sub>4</sub>級。</p> <p>6)基盤岩は風化の程度が低く、短棒状コアとなる。岩級区分はC<sub>4</sub>級。</p> <p>7)地下水はGL-11.90mに水頭を持つ被圧地下水が確認されている。</p>
------	---

1. 柱状図及びコア写真



## No.1 (T.P.+43.81m、L=17.00m)

### 2. 地質平面図及び地質断面図



地質断面図 (S=1:400)

### 3. 設計土質定数の提案値

地層区分	記号	単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	設計 N値	せん断抵抗角 $\phi$ (°)	粘着力 c (kN/m <sup>2</sup> )
表土	SF	(18)	-	-	-
強風化岩	Ms (W3)	(22)	11	(20)	(69)
風化岩	Ms (W2)	(22)	-	-	-
基盤岩	Ms (W1)	(23)	-	-	-

( )は推定値

### 4. 考 察

- ① 北西から南東に延びる痩せ尾根の南向き斜面中腹に位置している。
- ② 1割勾配、4段、高さ約24mの長大切土のり面が計画されている。
- ③ 未固結堆積物は表層0.55mで、以深は岩盤となる。
- ④ GL-3.9mまでは岩芯まで風化著しい強風化泥岩が分布しており、N値=9~25と非常に軟質である。当該層が切土のり面最上段に分布すると想定される。
- ⑤ GL-3.9~13.0m間には、風化により茶褐色に変色した風化泥岩が分布。N値=50以上を示し、岩片はやや硬い。当該層が切土のり面の下から1~3段目に分布すると想定される。
- ⑥ GL-13.0m以深には、風化の程度が低く、原岩色を呈する泥岩が分布。亀裂面に沿って一部変色しているだけで、岩片も硬い。
- ⑦ 地層の走向傾斜はN24° E、60Nで、斜面に対して受け盤構造となる。
- ⑧ 地下水は風化泥岩内に分布。地下水頭はGL-11.90mと低く、切土のり面には湧水が少ないと想定される。

### 5. 設計上の留意点

#### 1) 1~2段目のり面

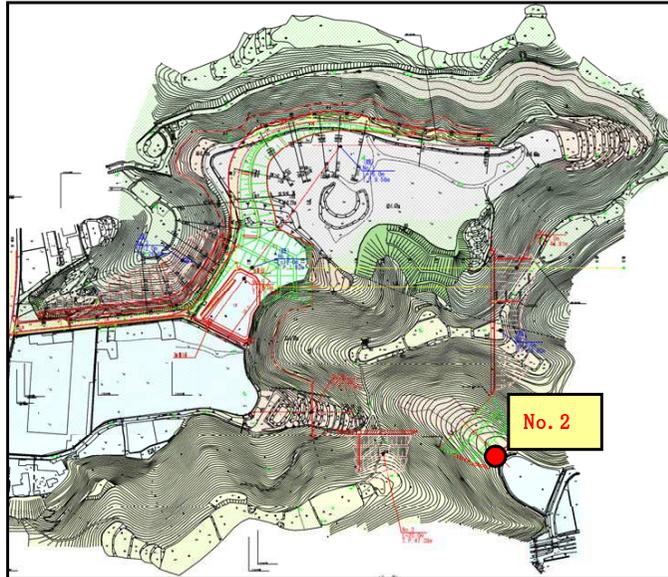
- ① 風化による変色が認められるが、岩片は硬く、N値もN>50を示す。
- ② 層理面はのり面に対して受け盤構造を示し、計画のり面勾配は妥当と考えられる。
- ③ 計画切土のり面に分布すると想定される泥岩は雨水の影響で風化しやすい岩種であることから、切土のり面には植生工の実施が必要である。

#### 2) 3~4段目のり面

- ① 強風化泥岩は受け盤構造となるが、N値=9~25非常に軟質であることから、3~4段目の切土勾配は可能な限り緩くすること(S=1:1.2への変更)が望まれる。
- ② 施工時の切土面の状況によっては、追加の対策工(吹付法棒工等)の検討も必要になると想定される。
- ③ 計画切土のり面に分布すると想定される泥岩は雨水の影響で風化しやすい岩種であることから、切土のり面には植生工の実施が必要である。

## No.2 (T.P.+3.70m、L=14.00m)

調査目的	補強土壁基礎の地盤状況を把握する。			
地形・地質状況	1) 丘陵地に挟まれたなだらかな平坦地に位置する。 2) 丘陵地から供給された崖錐堆積物、谷底低地を構成する完新統(沖積層)、基盤岩よりなる。 3) 基盤岩は、四万十帯有岡層の泥岩であり、GL-10.70m以深で確認されている。			
調査内容	Bor 番号	孔口標高 (TP m)	掘削深度 (GL-m)	孔径 (mm)
	No. 2	3.70	14.00	66
	調査・試験内容 オールコア採取 標準貫入試験 室内土質試験			

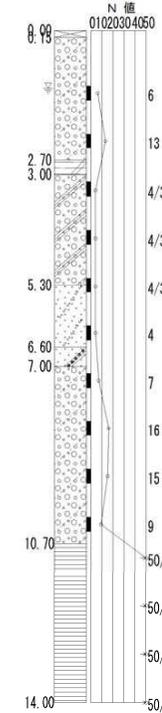


調査位置図 (S=1:2,000)

### 調査結果

- 1) 調査の結果、崖錐堆積物、完新統、基盤岩を確認している。
- 2) 各層の分布深度は以下の通りである。  
崖錐堆積物；GL-0.00～2.70m 完新統；GL-2.70～10.70m  
基盤岩；GL-10.70以深
- 3) 崖錐堆積物の土質は細粒分を含む礫質土で  $N$  値=6～13 と緩い。細粒分含有率  $F_c=10.9\sim 34.7\%$  で、液状化判定を必要とする。
- 4) 完新統は5層確認されており、沖積粘性土、沖積第1礫質土 ( $N$  値=4/35)、沖積火山灰質土 ( $N$  値=4)、沖積砂質土、沖積第2礫質土 ( $N$  値=7～16) に区分される。
- 5) 沖積第1礫質土、沖積火山灰質土、沖積第2礫質土のいずれも細粒分含有率  $F_c < 35\%$  で、液状化判定を必要とする。
- 6) 基盤岩は、風化の程度が低く、片状～短柱状コアの泥岩であり、 $N$  値=50以上を示す。岩級区分は  $C_1\sim C_4$  級である。
- 7) 地下水はGL-1.20mで確認している。

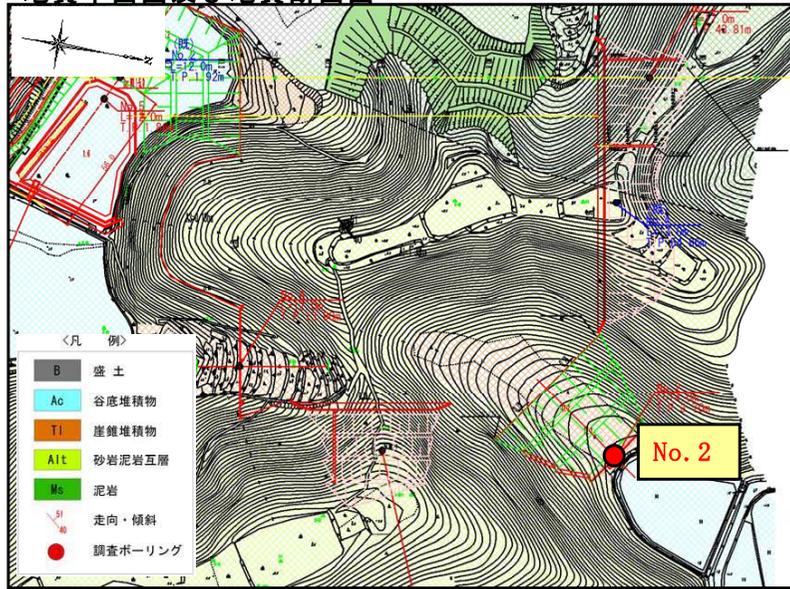
## 1. 柱状図、コア写真及び室内土質試験結果



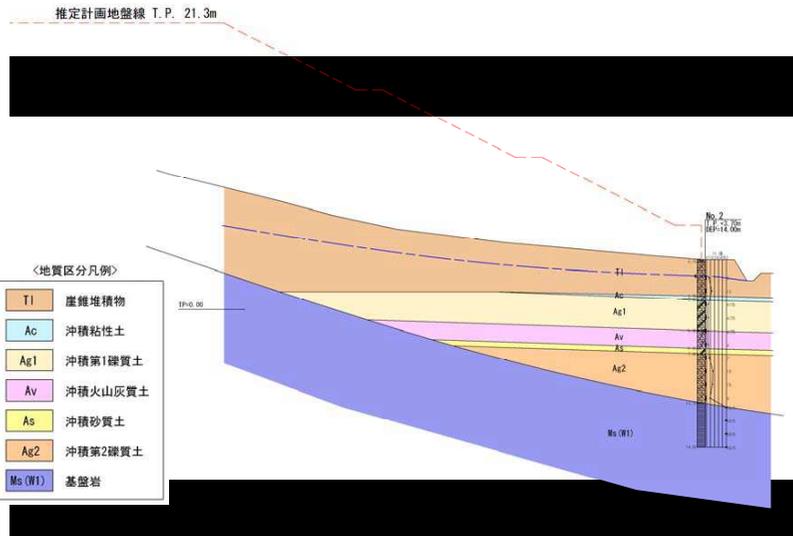
試料番号 (深さ)	P-1 (1.15~1.45m)	P-2 (2.15~2.45m)	P-3 (3.15~3.50m)	P-4 (4.15~4.50m)	P-5 (5.15~5.50m)	P-6 (6.15~6.45m)
	一					
飽和密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )						
乾燥密度 $\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.643	2.669	2.630	2.623	2.588	2.569
土粒子の密度 $\rho_p$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.643	2.669	2.630	2.623	2.588	2.569
自然含水比 $w_n$ (%)	19.9	13.3	24.4	28.6	30.6	42.3
孔隙比 $e$						
飽和度 $S_r$ (%)						
石分 (7.5mm以下) (%)						
砂分 (2~75mm) (%)	37.5	67.8	71.4	58.6	44.7	37.2
シルト分 (0.075~0.425mm) (%)	27.8	21.3	13.5	22.7	25.8	31.6
粘土分 (0.075mm以下) (%)	34.7	10.9	15.1	18.7	29.5	31.2
最大粒径 $d_{max}$ (mm)	37.5	37.5	26.5	19	26.5	26.5
均等係数 $C_u$	*	*	*	*	*	*
液性限界 $w_L$ (%)						
塑性限界 $w_p$ (%)						
塑性指数 $I_p$						
土分	堆積材料の 分類記号	細粒分質 砂質礫 (GFS)	細粒分まじり 砂質礫 (GS-F)	砂まじり 粘性土質礫 (GS-S)	細粒分質 砂質礫 (GFS)	細粒分質 砂質礫 (GFS)
試料番号 (深さ)	P-7 (7.15~7.45m)	P-8 (8.15~8.45m)	P-9 (9.15~9.45m)	P-10 (10.15~10.45m)		
一						
飽和密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )						
乾燥密度 $\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.640	2.671	2.631	2.679		
土粒子の密度 $\rho_p$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.640	2.671	2.631	2.679		
自然含水比 $w_n$ (%)	26.0	15.0	12.4	16.6		
孔隙比 $e$						
飽和度 $S_r$ (%)						
石分 (7.5mm以下) (%)						
砂分 (2~75mm) (%)	52.3	79.1	83.0	71.2		
シルト分 (0.075~0.425mm) (%)	26.8	13.0	10.4	18.5		
粘土分 (0.075mm以下) (%)	20.9	7.9	6.6	10.3		
最大粒径 $d_{max}$ (mm)	19	37.5	37.5	37.5		
均等係数 $C_u$	*	76.4	49.2	*		
液性限界 $w_L$ (%)						
塑性限界 $w_p$ (%)						
塑性指数 $I_p$						
土分	堆積材料の 分類記号	細粒分質 礫 (GFS)	細粒分まじり 礫 (G-FS)	細粒分まじり 礫 (G-FS)	細粒分まじり 砂質礫 (GS-F)	

## No.2 (T.P.+3.70m、L=14.00m)

### 2. 地質平面図及び地質断面図



地質平面図 (S=1:2,000)



地質断面図 (ペーロケ断面) (S=1:400)

### 3. 設計土質定数の提案値

地層区分	記号	単位体積重量 $\gamma_i$ (kN/m <sup>3</sup> )	設計 N値	せん断抵抗 角 $\phi$ (°)	粘着力 c (kN/m <sup>2</sup> )	変形係数 $E_0$ (MN/m <sup>2</sup> )
崖堆積物	T1	(18)	6	(33)	-	(16.8)
沖積粘性土	Ac	(16)	-	-	-	-
沖積第1礫質土	Ag1	(18)	3	(27)	-	(8.4)
沖積火山灰質土	Av	(14)	2	(27)	-	(5.6)
沖積砂質土	As	(17)	-	-	-	-
沖積第2礫質土	Ag2	(19)	9	(33)	-	(25.2)
基盤岩	Ms (W1)	(23)	-	-	-	-

( )は推定値

### 4. 液状化判定結果

土質 記号	液状化の可能性		
	レベル1地震動	レベル2地震動 タイプI	レベル2地震動 タイプII
T1	低い $F_L=1.645 \sim 2.152$	高い $F_L=0.396 \sim 0.518$	高い $F_L=0.566 \sim 0.753$
Ag1	高い $F_L=0.681 \sim 0.852$	高い $F_L=0.162 \sim 0.205$	高い $F_L=0.161 \sim 0.230$
Av	高い $F_L=0.923$	高い $F_L=0.222$	高い $F_L=0.264$
Ag2	高い $F_L=0.852 \sim 0.900$	高い $F_L=0.205 \sim 0.217$	高い $F_L=0.232 \sim 0.256$

### 5. 考 察

- ① 調査地の北に位置しており、丘陵地に挟まれたなだらかな平坦地に位置する。
- ② 概略設計段階であることから詳細は不明であるが、盛土3段の補強土壁工が計画されている。
- ③ GL-5.3mまでは丘陵地から供給されたと想定される崖堆積物が分布。N値は礫打ちの影響と思われる  $N=13$  を除くと  $N=3 \sim 6$  と緩い。
- ④ 地下水は崖堆積物中に分布。GL-1.2mと表層近くの水頭を持つ。
- ⑤ GL-5.3~6.6m間は未固結の完新統で、火山灰を含む砂礫が分布。N値は2~4と非常に緩い。
- ⑥ GL-6.6~7.0m間は層厚の薄い砂質土を挟み、GL-7.0~10.7mは細粒分を含む砂礫よりなる。共に完新統と想定される。N値=7~16と緩い。
- ⑦ GL-10.7m以深には、風化の程度が低く、原岩色を呈する泥岩が分布。一部亀裂が多く礫状コアで採取されているが、短棒状コアを主体し、岩片も硬い。
- ⑧ 粒度試験の結果、地下水面下の未固結堆積物は細粒分含有率が35%以下で、一部50%粒径  $D_{50}$  が10mm以上となるが、すべての層が液状化判定対象層となる。

### 6. 設計上の留意点

#### 1) 排水計画

- ① 集水地形の為、盛土内への浸透水を防止する排水工を計画する必要がある。また盛土内に浸透した雨水等を早期排出するために、透水マット等の敷設を適切に計画する必要がある。

#### 2) 盛土材料

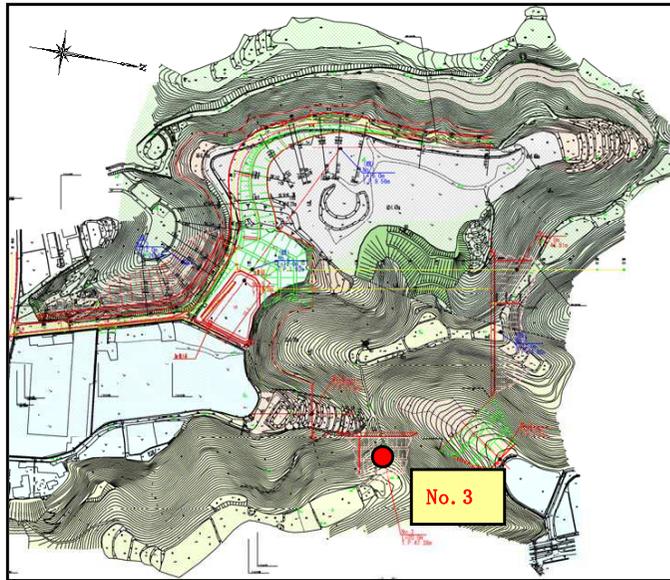
- ① 盛土材の「岩のスレーキング試験」や「岩の破碎試験」を実施し、スレーキング性を確認する必要がある。
- ② 設計時のせん断強度を確認するために盛土材料試験(締固め試験、三軸圧縮試験(CD))が必要である。

#### 3) 基礎地盤の安定

- ① 支持力を検討し、支持力が不足す場合には、何らかの地盤改良を実施して支持力を確保する必要がある。
- ② 比較的緩傾斜地形であるが、軟弱地盤上に規模が大きい3段の盛土が計画されていることから、基礎地盤を含む全体すべりを検討し、すべりの発生が懸念される場合には、対策工が必要となる。
- ③ 地震時に液状化の発生が懸念され、液状化による地盤の沈下や流動化に伴い補強土壁の変形が懸念されることから、液状化対策を計画する必要がある。

### No.3 (T.P.+47.38m、L=20.00m)

調査目的	4段の切土のり面の地盤状況を把握。				
地形・地質状況	1)調査地点は丘陵地斜面に位置し植林地である。 2)最上位の表土、基盤岩よりなる。 3)基盤岩は、四万十帯有岡層の泥岩であり、GL-0.20m以深で確認されている。				
調査内容	Bor番号	孔口標高 (TP m)	掘削深度 (GL-m)	孔径 (mm)	調査・試験内容
	No.3	+47.38	20.0	66	オールコア採取 標準貫入試験

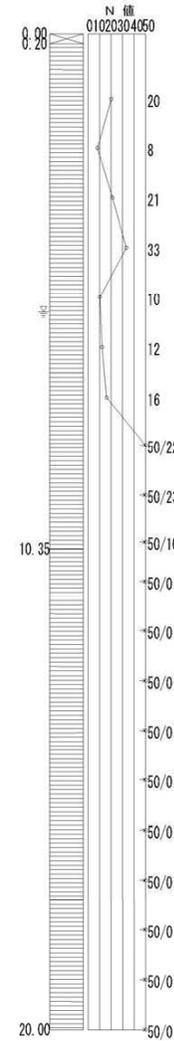


調査位置図 (S=1:4,000)

#### 調査結果

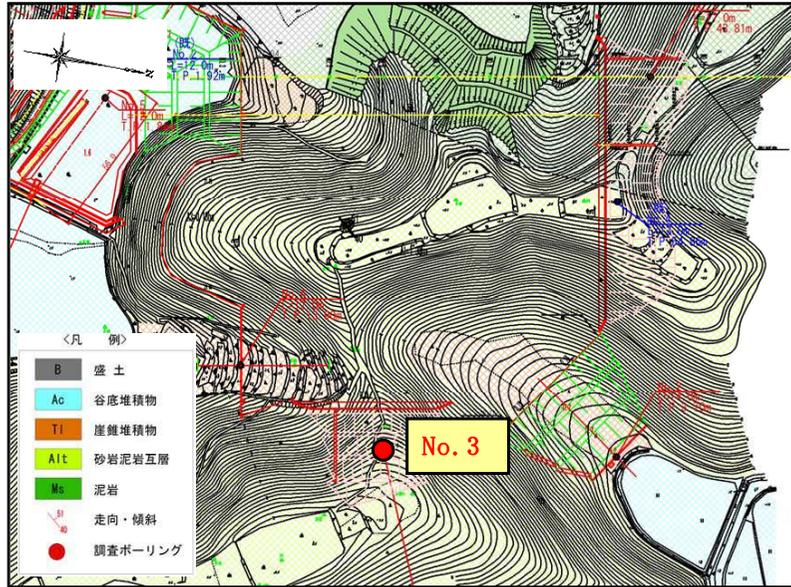
- 1)調査の結果、表土、基盤岩を確認している。基盤岩の上位は風化進行し、強風化岩となる。深度が深くなるに従って風化の程度が低くなる。
- 2)各層の分布深度は以下の通りである。  
表土 ; GL-0.00~0.20m                      強風化岩 ; GL-0.20~10.35m  
基盤岩 ; GL-10.35m以深
- 3)表土は粘性土より成る。
- 4)強風化岩は、コア外周が粘土状となり、N値=8~50/22cmである。特にGL-8.0mまではN値=8~33と低い値となる。岩級区分はD級。
- 6)基盤岩は風化の程度が低く、片~短棒状コアとなる。一部礫状コアとなる。岩級区分はC<sub>1</sub>級主体で、一部D級となる。
- 7)地下水はGL-5.60mに水頭を持つ被圧地下水が確認されている。

### 1. 柱状図及びコア写真

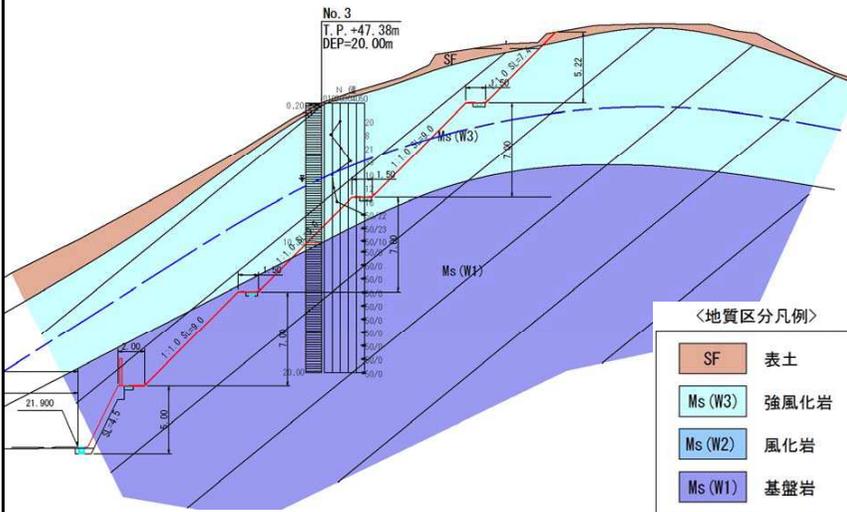


## No.3 (T.P.+47.38m、L=20.00m)

### 2. 地質平面図及び地質断面図



地質平面図 (S=1:2,000)



地質断面図 (S=1:400)

### 3. 設計土質定数の提案値

地層区分	記号	単位体積重量 $\gamma_i$ (kN/m <sup>3</sup> )	設計 N値	せん断抵抗角 $\phi$ (°)	粘着力 c (kN/m <sup>2</sup> )
表土	SF	(18)	-	-	-
強風化岩	Ms(W3)	(22)	13	(20)	(76)
基盤岩	Ms(W1)	(23)	-	-	-

( )は推定値

### 4. 考 察

- ① 調査地の北に位置しており、丘陵地に挟まれたなだらかな平坦地に位置する。
- ② 概略設計段階であることから詳細は不明であるが、盛土3段の補強土壁工が計画されている。
- ③ GL-5.3mまでは丘陵地から供給されたと想定される崖錐堆積物が分布。N値は礫打ちの影響と思われる  $N=13$  を除くと  $N=3\sim6$  と緩い。
- ④ 地下水は崖錐堆積物中に分布。GL-1.2mと表層近くの水頭を持つ。
- ⑤ GL-5.3～6.6m間は未固結の完新統で、火山灰を含む砂礫が分布。N値は2～4と非常に緩い。
- ⑥ GL-6.6～7.0m間は層厚の薄い砂質土を挟み、GL-7.0～10.7mは細粒分を含む砂礫よりなる。共に完新統と想定される。N値=7～16と緩い。
- ⑦ GL-10.7m以深には、風化の程度が低く、原岩色を呈する泥岩が分布。一部亀裂が多く礫状コアで採取されているが、短棒状コアを主体し、岩片も硬い。
- ⑧ 粒度試験の結果、地下水面下の未固結堆積物は細粒分含有率が35%以下で、一部50%粒径  $D_{50}$  が10mm以上となるが、すべての層が液状化判定対象層となる。

### 5. 設計上の留意点

#### 1) 1段目並びに2段目下部のり面

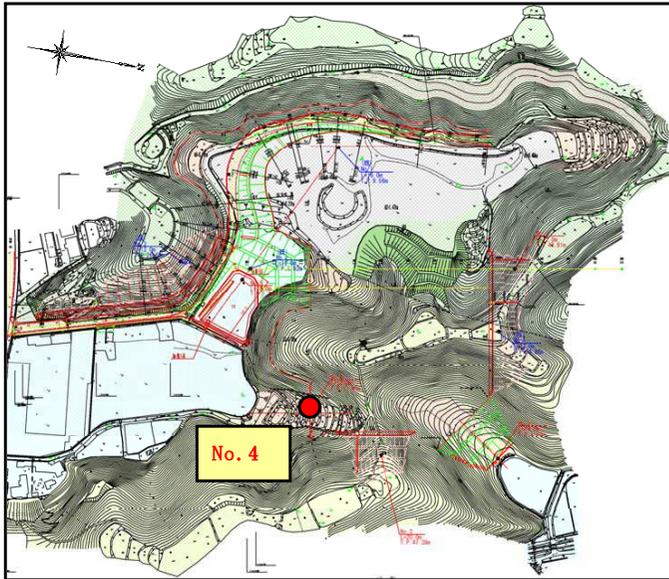
- ① 風化による変色が認められるが、岩片は硬く、N値も  $N>50$  を示す。
- ② 層理面はのり面に対して流れ盤構造を示すが、計画のり面勾配は妥当と考えられる。
- ③ 計画切土のり面に分布すると想定される泥岩は雨水の影響で風化しやすい岩種であることから、切土のり面には植生工の実施が必要である。

#### 2) 2段目上部から3～4段目のり面

- ① 2段目上部は土被りが比較的厚く、N値=50以上の岩盤が分布すると想定されるが、3～4段目にかけては土被りが比較的薄くなり、N値=50未満の風化が進行した岩盤が分布することが想定される。
- ② 層理面が流れ盤構造であることから、特に3～4段目の切土勾配は可能な限り緩くすること(S=1:1.2への変更)が望まれ、施工時の切土面の状況によっては、追加の対策工(吹付法枠工等)の検討も必要になると想定される。
- ③ 切土のり面での湧水の発生が予想されるが、集水面積が広くないことから、通常の湧水対策で対応可能と想定される。
- ④ 計画切土のり面に分布すると想定される泥岩は雨水の影響で風化しやすい岩種であることから、切土のり面には植生工の実施が必要である。

## No.4 (T.P.+13.90m、L=12.00m)

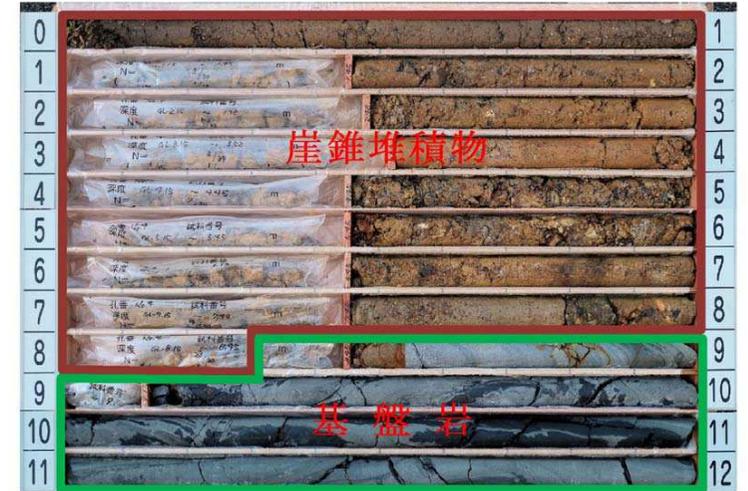
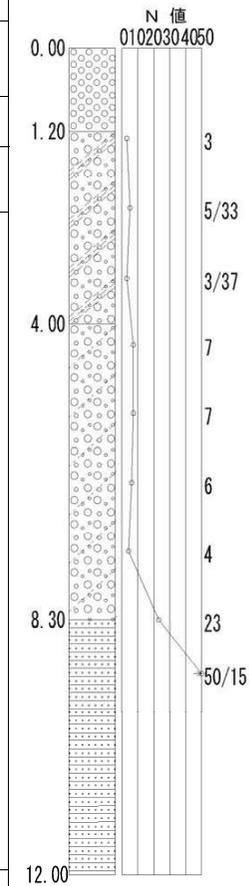
調査目的	補強土壁基礎の地盤状況を把握する。				
地形・地質状況	1) 調査地の南に位置しており、丘陵地に挟まれた段々状の斜面に位置する。 2) 丘陵地から供給された崖錐堆積物、岩盤よりなる。 3) 岩盤は、四万十帯有岡層の泥岩であり、GL-8.30m以深で確認されている。				
調査内容	Bor 番号	孔口標高 (TP m)	掘削深度 (GL-m)	孔径 (mm)	調査・試験内容
	No. 4	+13.90	12.0	66	オールコア採取 標準貫入試験



調査位置図 (S=1:2,000)

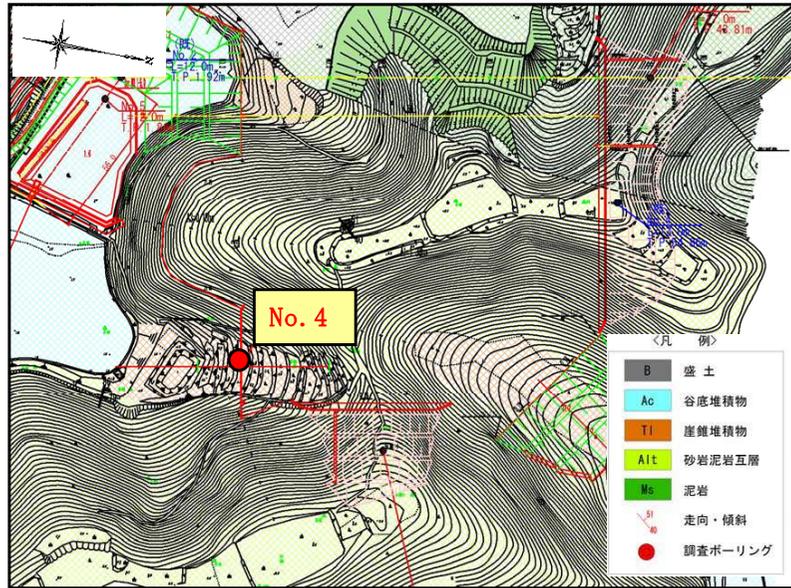
調査結果	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 調査の結果、崖錐堆積物、岩盤を確認している。</li> <li>2) 各層の分布深度は以下の通りである。 崖錐堆積物 ; GL-0.00~8.30m 岩盤 ; GL-8.30m以深</li> <li>3) 崖錐堆積物の土質は細粒分を含む礫質土で <math>N</math> 値=3/37~7 と非常に緩い。</li> <li>4) 岩盤は、風化の程度が低く、短棒状~棒状コアを主体とする泥岩であり、<math>N</math> 値=50を示す。岩級区分は <math>C_u</math> 級主体である。</li> <li>5) 地下水は確認されていない。</li> </ol>
------	--

## 1. 柱状図及びコア写真

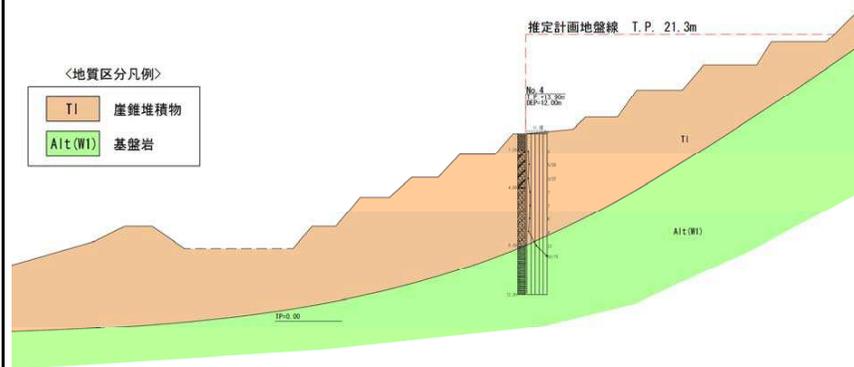


## No.4 (T.P.+13.90m、L=12.00m)

### 2. 地質平面図及び地質断面図



地質平面図 (S=1:2,000)



地質断面図 (ペーロケ断面) (S=1:400)

### 3. 設計土質定数の提案値

地層区分	記号	単位体積重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	設計 N値	せん断抵抗 角 $\phi$ (°)	粘着力 $c$ (kN/m <sup>2</sup> )	変形係数 $E_0$ (MN/m <sup>2</sup> )
崖錐堆積物	T1	(18)	4	(29)	-	(11.2)
基盤岩	Alt (W1)	(23)	42	(37)	(51)	(117.6)

( )は推定値

### 4. 考 察

- ① 調査地の南に位置しており、丘陵地に挟まれた段々状の斜面に位置する。
- ② 概略設計段階であることから詳細は不明であるが、補強土壁工が計画されている(段数不明)。
- ③ GL-8.3mまでは丘陵地から供給されたと想定される崖錐堆積物が分布。N値は境界部の換算N値=13を除くとA=2~7と緩い。
- ④ GL-8.3m以深には、風化の程度が低く、境界部のGL-8.55mまで一部変色し、以深は原岩色を呈する砂岩優勢の砂岩泥岩互層が分布。短棒状コアを主体し、岩片も硬い。N値も境界部の換算N値=44とやや低い、以深はN値=50以上となる。
- ⑤ 調査ボーリングでは地下水は確認されていないが、谷地形を呈する集水地形となっていることから、豊水期等には地下水が流下する可能性がある。

### 5. 設計上の留意点

#### 1) 排水計画

- ① ボーリングでは地下水が確認されていないが、集水地形の為、盛土内への浸透水を防止する排水工を計画する必要がある。また盛土内に浸透した雨水等を早期排出するために、透水マット等の敷設を適切に計画する必要がある。

#### 2) 盛土材料

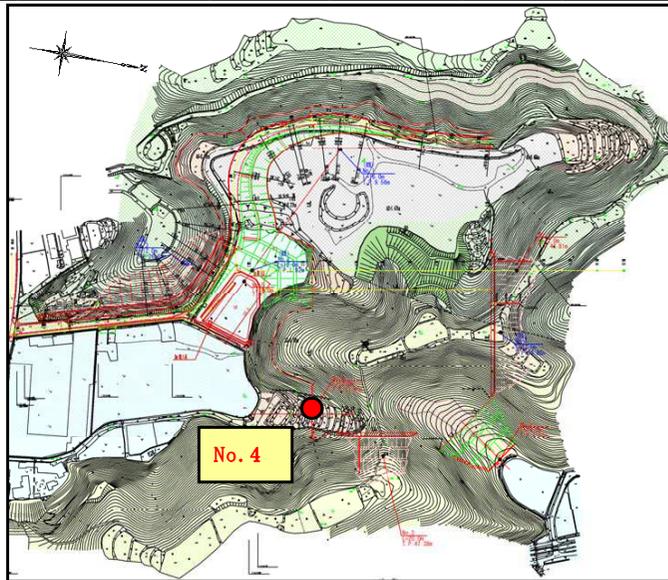
- ① 盛土材の「岩のスレーキング試験」や「岩の破碎試験」を実施し、スレーキング性を確認する必要がある。
- ② 設計時のせん断強度を確認するために盛土材料試験(締固め試験、三軸圧縮試験(CD))が必要である。

#### 3) 基礎地盤の安定

- ① 支持力を検討し、支持力が不足す場合には、何らかの地盤改良を実施して支持力を確保する必要がある。
- ② 段々畑状の傾斜地形で、軟弱地盤上に盛土が計画されていることから、基礎地盤を含む全体すべりを検討し、すべりの発生が懸念される場合には、対策工が必要となる。
- ③ 補強材敷設に当って、締まり具合の悪い崖錐堆積物を掘削することが想定されることから、切土によるのり面の安定性について検討を行い、安定が確保できない場合は仮設の対策工が必要となる。

## No.5 (T.P.+1.86m、L=12.00m)

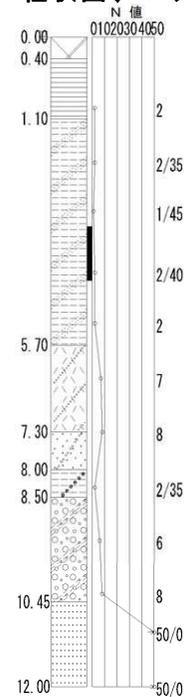
調査目的	調整池計画地及び高盛土東側法面の地盤状況を把握することを目的とする。			
地形・地質状況	1) 調査地点は谷底平野の出口付近に位置し、現在は休耕作地となっている。斜面からの地表水が常時流入している。 2) 谷底低地を構成する完新統(沖積層)、基盤岩よりなる。 3) 基盤岩は、四万十帯有岡層の泥岩であり、GL-10.45m以深で確認されている。			
調査内容	Bor 番号	孔口標高 (TP m)	掘削深度 (GL-m)	孔径 (mm)
	No. 2	+1.86	12.00 4.50	66 86
調査・試験内容 オールコア採取 標準貫入試験 室内土質試験 シンウォールサンプリング				



調査位置図 (S=1:2,000)

調査結果	<p>1) 調査の結果、谷底平野を構成する完新統と基盤岩を確認している。</p> <p>2) 各層の分布深度は以下の通りである。 完新統；GL-0.00~10.45m      基盤岩；GL-10.45m以深</p> <p>3) 完新統は5層確認されており、表土、沖積第1粘性土(N値=1/45~2)、沖積火山灰質土(N値=7~8)、沖積第2粘性土(N値=2/35)、沖積礫質土(N値=6~8)に区別される。</p> <p>4) 基盤岩は風化の程度が低く、片~短棒状コアとなる。岩級区分はC<sub>4</sub>級主体で、一部C<sub>1</sub>級となる。</p> <p>5) 地下水はGL±0.00mで確認されている。</p>
------	--

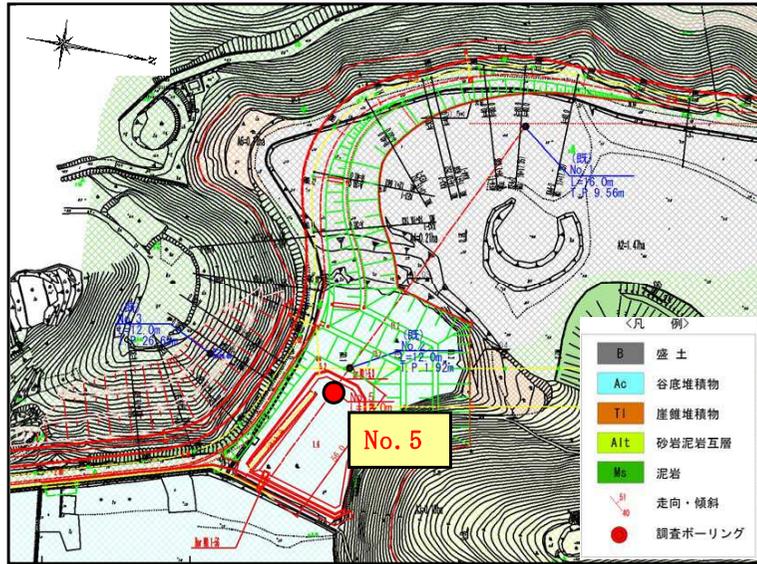
## 1. 柱状図、コア写真及び室内土質試験結果



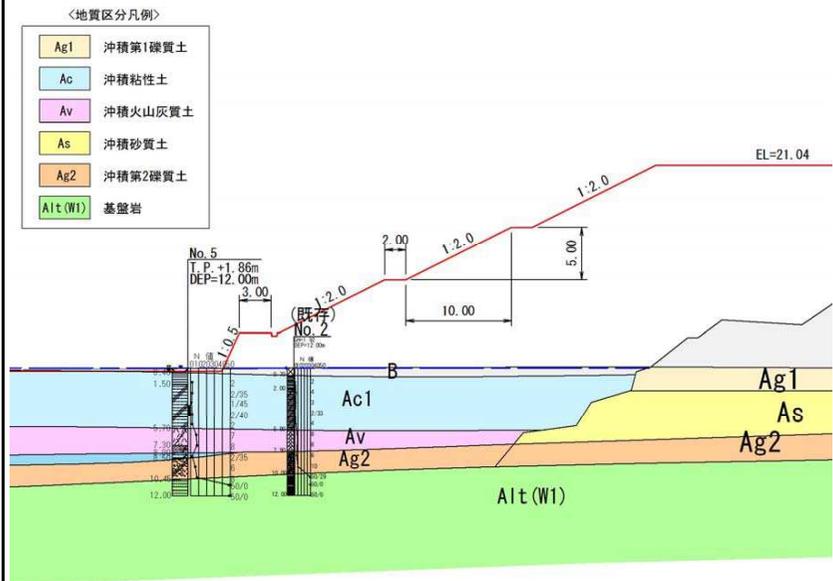
試料番号 (深さ)		TW-1 (3.50~4.50m)	
一般	湿潤密度 $\rho_w$ g/cm <sup>3</sup>	1.696	
	乾燥密度 $\rho_d$ g/cm <sup>3</sup>	1.171	
	土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.604	
	自然含水比 $w$ %	44.9	
	孔隙比 $e$	1.225	
	飽和度 $S$ %	95.5	
	粒	石分 (75mm以下) %	
		礫分 (2~75mm) %	6.4
		砂分 (0.075~2mm) %	40.3
		シルト分 (0.075~0.0075mm) %	33.0
粘土分 (0.0075mm以下) %		20.3	
最大粒径	mm	9.5	
均等係数 $U$		*	
液性	液性限界 $w_L$ %	37.9	
	塑性限界 $w_p$ %	21.8	
	塑性指数 $I_p$	16.1	
分類	地盤材料の分類名	凝まじり砂質粘土 (低液性限界)	
	分類記号	(CL-S-G)	
圧	試験方法	段階載荷	
	圧縮指数 $C_c$	0.329	
密	圧密降伏圧力 $p_c$ kN/m <sup>2</sup>	93.8	
	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	23.7	
軸	二軸圧縮強さ $q_v$ kN/m <sup>2</sup>	28.9	
	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>	0.7	
	変形係数 $E_{100}$ MN/m <sup>2</sup>	1.6	
せん断	試験条件		
	全応力	$c$ kN/m <sup>2</sup> $\phi$ °	
	有効応力	$c'$ kN/m <sup>2</sup> $\phi'$ °	
	強熱減量試験	$L_i$ %	
		6.8	

## No.5 (T.P.+1.86m、L=12.00m)

### 2. 地質平面図及び地質断面図



地質平面図 (S=1:2,000)



地質断面図 (S=1:500)

### 3. 設計土質定数の提案値

地層区分	記号	単位体積重量 $\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	設計 N値	せん断抵抗 角 $\phi$ (°)	粘着力 c (kN/m <sup>2</sup> )	変形係数 $E_0$ (MN/m <sup>2</sup> )
表土	B	(16)	-	-	-	-
沖積第1粘性土	Ac1	16.4	2	-	15.1	2.8
沖積火山灰質土	Av	(14)	7	(32)	-	(19.6)
沖積第2粘性土	Ac2	(16)	1	-	6	
沖積第2礫質土	Ag2	(19)	6	(31)	-	(16.8)
基盤岩	Alt(W1)	(23)	51	(38)	(54)	(142.8)

( )は推定値

### 5. 考察

- 南北の丘陵地に挟まれた湿地となっている平坦地に位置し、のり面勾配2割、3段、高さ約20mの盛土のり面と調整池が計画されている。
- GL-10.45mまでは完新統の未固結堆積物が分布。
- GL-5.7mまでは粘性土が分布。N値=0~4と非常に軟らかい。
- GL-5.7~8.0m間は火山灰が分布。N値=7~8と非常に緩い。
- GL-8.0~9.0m間は層厚の薄い粘性土が分布。既存No.2孔では確認されておらず、下流側に向けて層厚をやや厚くすると想定される。N値=1と非常に軟らかい。
- GL-9.0~10.45m間は細粒分を含む礫質土が分布。N値=5~8と非常に緩い。
- GL-10.45m以深には、風化の程度が低く、原岩色を呈する砂岩分布。短棒状コアを主体し、岩片も硬い。N値も貫入不能である。
- 湿地に位置しており、地下水は孔口より分布している。
- 既存調査で液状化判定が実施されており、火山灰層と礫質土が液状化の可能性が高い。また、盛土後の安定検討においても、常時並びに地震時に安定性が保てない結果となり、対策工が必要となる。

### 6. 設計上の留意点

#### 1) 盛土のり面

- 粘性土の圧密沈下、円弧すべりが懸念されることから、それらの安定性確保するための対策工を検討する必要がある。
- 火山灰質土、礫質土で地震時の液状化の発生が懸念され、液状化による地盤の沈下や流動化に伴い、盛土の変形や調整池施設の損傷が懸念されることから、液状化対策を計画する必要がある。
- 基盤岩の上位に位置する未固結堆積物に、上記①、②の対策が必要であることから、「沈下」、「安定」、「変形」、「液状化」に対応した対策工を検討する必要がある。

#### 2) 調整池

- 盛土のり面の地盤と同様に基礎地盤が軟質であることから、構造物基礎地盤の沈下や変形、支持力不足、また、貯留した水の荷重による地盤の変形が想定されることから、それらの安定性確保するための対策工を検討する必要がある。
- 調整池を掘削による計画にした場合、掘削対象土が非常に軟質な沖積第1粘性土(Ac1)になることから、掘削面の変形が発生することが懸念され、土留め工の計画が必要である。
- 調整池を掘削による計画にした場合、上方からの流水が常時あり、湿地となっている場所であることから、適切な排水計画を立てる必要がある。
- 調整池を原地盤上に盛土を構築することによる計画にした場合、盛土の荷重により基礎地盤の沈下や変形が懸念されることから、それらの安定性確保するための対策工を検討する必要がある。
- 湿地に調整池が計画されていることから、作業時のトラフィカビリティーを確保する必要がある。

## 2. 業務内容

- (1) **業務名称**：平成 26 年度（繰越明許）都防委 第 3 号  
宿毛市都市防災推進事業宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託 2
- (2) **業務場所**：高知県宿毛市小深浦  
（前掲の「業務地案内図」参照）
- (3) **業務期間**：自)平成 27 年 12 月 18 日  
至)平成 28 年 3 月 25 日
- (4) **業務目的**：本業務は、宿毛西地区の高台広場整備用地の設計・施工上必要となる地質条件を把握するため、ボーリング調査を実施するものである。
- (5) **調査内容**：  
・機械ボーリング(φ 66、φ 86)……N=5 箇所(Σ L=85.0m)  
・標準貫入試験……N=5 箇所(Σ N=42 回)  
・シンウォールサンプリング……N=1 本  
・室内試験……1 式  
・電子成果品作成費……1 式  
・運搬費……1 式  
・準備費……1 式  
・仮設費……1 式  
・旅費交通費……1 式  
・その他……1 式  
・施工管理……1 式  
（詳細数量は表 2-2参照）
- (6) **発注者**：宿毛市都市建設課 都市計画係
- (7) **受注者**：株式会社 地研 ISO 9001：2008 認証登録  
高知県高知市円行寺 25 番地  
（TEL）088-822-1535 （FAX）088-820-7326  
E-mail；gijyutu@k-chiken.com  
（業務担当者を表 2-1に示した。）

表 2-1 業務担当者一覧表

調査担当	氏名	取得資格	部門
管理技術者	■■■■■	地質調査技士 地質調査技士 地質情報管理士 2級土木施工管理技士 地すべり防止工事士 地盤品質判定士	現場技術・管理 土壌・地下水汚染
担当技術者	■■■■■	RCCM 地質調査技士 1級土木施工管理技士 地すべり防止工事士	土質及び基礎 現場技術・管理
担当技術者	■■■■■	地質調査技士 技術士補	現場技術・管理 応用理学
資料整理	■■■■■		
照査技術者	■■■■■	RCCM RCCM 地質調査技士 測量士 地盤品質判定士	地質 河川砂防及び海岸・海洋 現場技術・管理

- (8) 成果品： 1) 地質調査報告書……………1部  
 2) 電子成果品……………2部  
 3) ボーリングコア……………1式



### 3. 調査・試験方法

#### 3.1 機械ボーリング

##### (1) 目的

機械ボーリングは、対象の防災施設の設計に必要な地質状況及び地下水状況を把握するために行った。

##### (2) 方法

ボーリングはロータリー式のボーリングマシンを用いて、孔径φ66～86mm(鉛直方向)で掘進した(図2-1参照)。

掘進に際しては、地質状況に応じて回転数や送水圧を選定し、適正な掘進速度を守るとともに孔底のスライムを十分排除し、サンプリングを良好に行えるよう努めた。

掘進時は、排除されたスライムの観察や送水圧及び孔内水の逸水(湧水)等について記録し、適正な地層構成の把握ができるようした。なお、使用機器一覧表を表2-1に示す。

表 2-1 使用機器一覧表

機 器 名 称	性能・性状	数量
試錐機	150m 級	2 台
試錐ポンプ	54l/min	2 台
原動機	11P.S	2 台
コアバレル	φ 66mm	2 台
孔壁保護用具	φ 86～86mm	2 式
単管足場パイプ		2 式

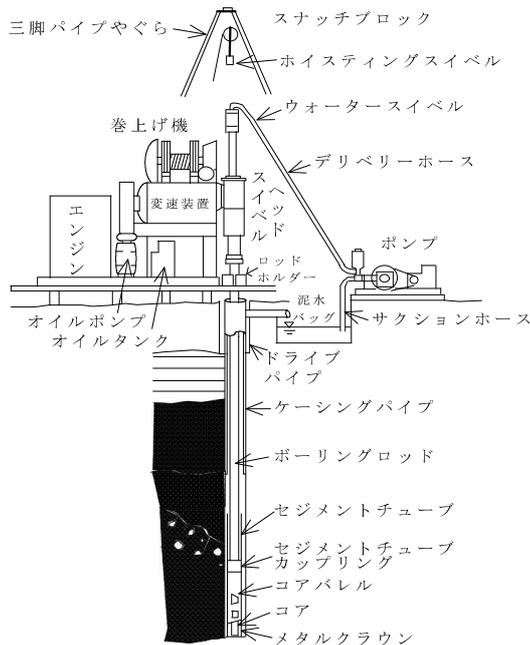


図 2-1 ボーリング一般図

### (3) 結果の整理

ボーリング結果は、コアの観察等を行い、柱状図に示した。柱状図の作成にあたっては、JACICに準じて、次のような項目について観測を行った。

①粒度組成とその状態	⑥色調
②粒子の形状と大きさ(砂粒子や礫粒子の場合)	⑦風化していればその程度
③混入物があればその種類と量および混入の状態	⑧硬さの程度
④成層状態(細互層など)	⑨含水の程度
⑤割れ目があればその状態(開口の程度など)	⑩粘りの程度

また、岩盤の状態(風化・亀裂程度等)や岩級区分について、表 2-2 及び表 2-3 を参照して評価を行った。

表 2-2 Deere の岩盤分類<sup>2)</sup>

RQD (%)	状 態
0 ~ 25	非 常 に 悪 い
25 ~ 50	悪 い
50 ~ 75	普 通
75 ~ 90	良 好
90 ~ 100	非 常 に 良 好

RQD (%) =	$\frac{10 \text{ cm以上のコア長の合計}}{\text{単位掘削長(例えば 1 m)}} \times 100$
-----------	---

表 2-3 電研式岩盤分類<sup>3)</sup>

名称	特 徴
A	きわめて新鮮なもので造岩鉱物および粒子は風化、変質を受けていない。節理はよく密着し、それらの面に沿って風化の跡はみられないもの。ハンマーによって打診すれば澄んだ音を出す。
B	岩盤堅硬で開口した(たとえ 1 mm でも)亀裂、あるいは節理はなく、よく密着している。ただし、造岩鉱物および粒子は部分的に多少風化、変質がみられる。ハンマーによって打診すれば澄んだ音を出す。
Ch	造岩鉱物および粒子は石英を除けば風化作用を受けてはいるが、岩質は比較的堅硬である。一般に褐鉄鉱などに汚染され、節理あるいは亀裂の間の粘着力はわずかに減少しており、ハンマーの強打によって割れ目に沿って岩塊がはく脱し、はく脱面には粘土質物質の薄層が残留することがある。ハンマーによって打診すれば少し濁った音を出す。
C <sub>M</sub>	造岩鉱物および粒子は石英を除けば風化作用を受けて多少軟質化しており、岩質も多少軟らかくなっている。節理あるいは亀裂の間の粘着力は多少減少しておりハンマーの普通程度の打撃によって、割れ目に沿って岩塊がはく脱し、はく脱面には粘土質物質の層が残留することがある。ハンマーによって打診すれば少し濁った音を出す。
C <sub>L</sub>	造岩鉱物および粒子は風化作用を受けて軟質化しており、岩質も軟らかくなっている。節理あるいは亀裂間の粘着力は減少しており、ハンマーの軽打によって割れ目に沿って岩塊がはく脱し、はく脱面には粘土質物質が残留する。ハンマーによって打診すれば少し濁った音を出す。
D	造岩鉱物および粒子は風化作用を受けて著しく軟質化しており岩質も著しく軟らかい。節理あるいは亀裂間の粘着力はほとんどなく、ハンマーによってわずかな打撃を与えるだけでくずれ落ちる。はく脱面には粘土質物質が残留する。ハンマーによって打診すれば著しく濁った音を出す。

2) 日本応用地質学会：「岩盤分類—応用地質特別号—」、p. 167、1984

3) 土木工学社：「岩盤分類とその適用」、p. 40、1988

### 3.2 標準貫入試験方法

#### (1) 目的

原位置における土の硬軟、締まり具合または土層の構成を判定するための  $N$  値を求めるとともに、乱した試料を採取する目的で実施した。

#### (2) 試験方法

試験方法は、JIS A 1219:2001 に基づき、質量  $63.5 \pm 0.5 \text{ kg}$  のドライブハンマーを  $76 \pm 1 \text{ cm}$  自由落下させ、ボーリングロッド頭部に取り付けたノッキングブロックを打撃し、ボーリングロッド先端に取り付けた標準貫入試験用サンプラーを地盤に  $30 \text{ cm}$  打ち込むのに要する打撃回数を記録した。

試験は、土砂部、強風化岩部等において地盤面より  $1 \text{ m}$  の深度から、原則として  $1 \text{ m}$  間隔に実施し、打撃回数の上限は必要ない限り  $50$  回を限度とした。

図 3-1 に標準貫入試験の概要図を示すほか、図 3-2 に試験手順のフローチャートを示した。また、表 3-1 及び表 3-2 に  $N$  値と砂の相対密度及び粘土のコンシステンシー、一軸圧縮強さの関係を参考程度に示した。

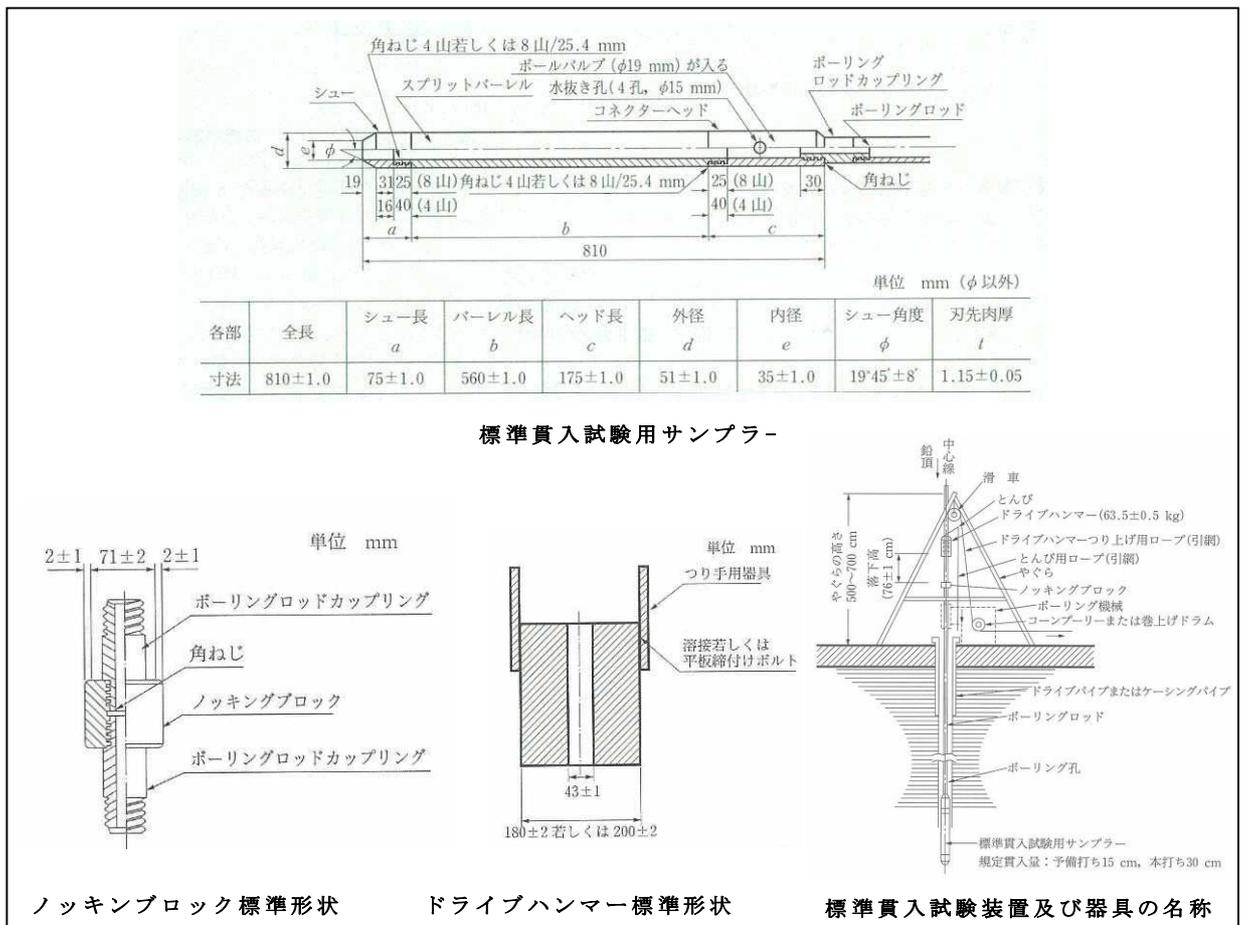


図 3-1 標準貫入試験概要図<sup>4)</sup>

4) (社)地盤工学会：「地盤調査の方法と解説」、p. 284・285・295、2013

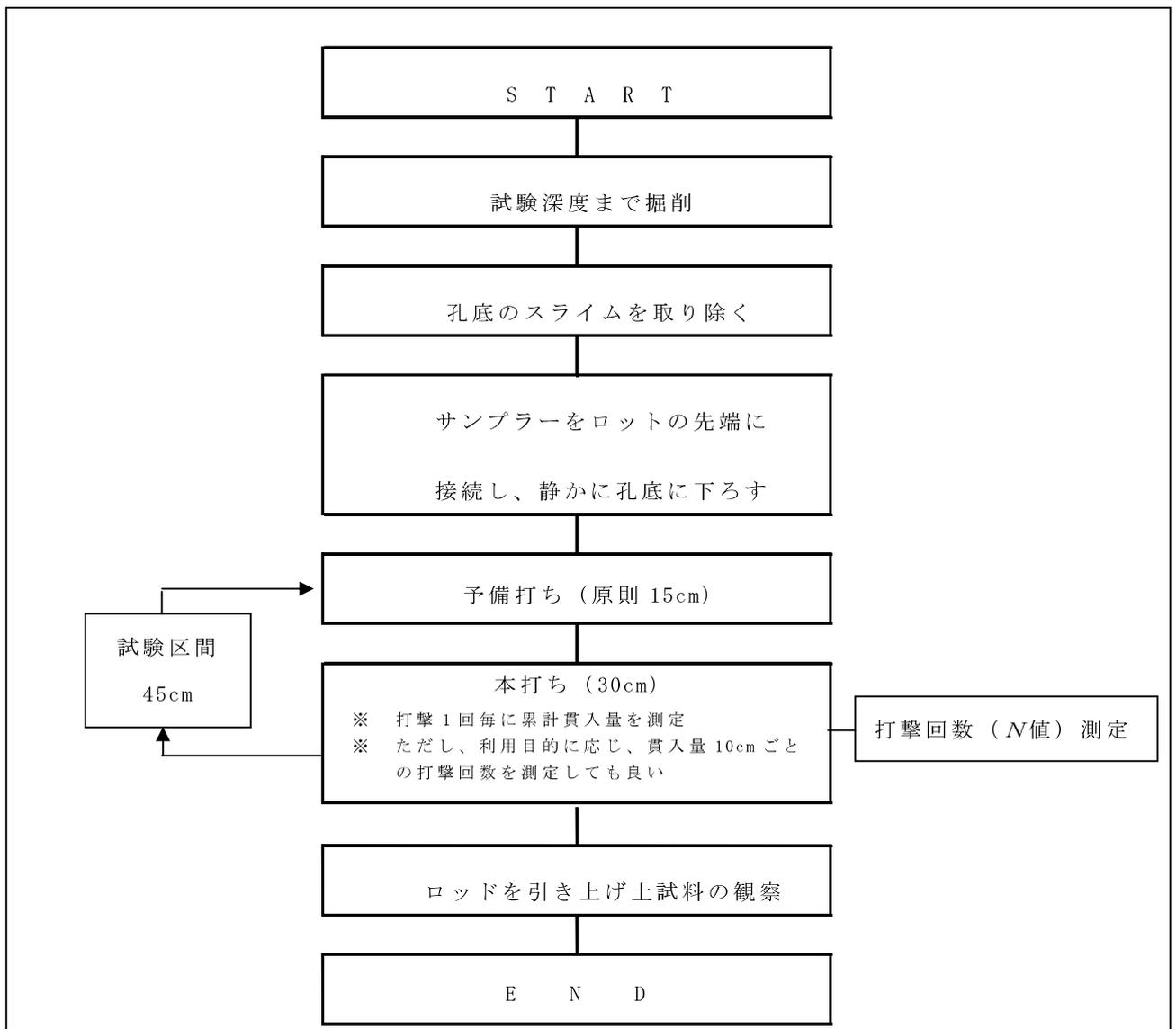


図 3-2 標準貫入試験手順フローチャート

表 3-1 N値と砂の相対密度の関係及び粘土のコンシステンシー<sup>5)</sup>

N 値	相対密度 (Terzaghi and Peck)	現場判別法
0～4	非常に緩い (very loose)	鉄筋が容易に手で貫入
4～10	緩い (loose)	シヨベル (スコップ) で掘削可能
10～30	中位の (medium)	鉄筋を 5 ボンドハンマで打込み容易
30～50	密な (dense)	同上, 30 cm 程度貫入
>50	非常に密な (very dense)	同上, 5～6 cm 貫入, 掘削につるはし必要, 打込み時金属音

注) 鉄筋は φ13 mm

表 3-2 一軸圧縮強さの関係 (Terzaghi and Peck) <sup>6)</sup>

N 値	$q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	コンシステンシー
0～2	0.0～24.5	非常に柔らかい
2～4	24.5～49.1	柔らかい
4～8	49.1～98.1	中位の
8～15	98.1～196.2	硬い
15～30	196.2～392.4	非常に硬い
30～	392.4～	固結した

5) (社)地盤工学会：「地盤調査の方法と解説」、p. 305、2013

6) (社)地盤工学会：「地盤調査の方法と解説」、p. 308、2013

### 3.3 サンプルング方法 (固定ピストン式シンウォールサンプラー)

#### (1) 目的

計画構造物の設計に必要なとなる地盤の力学情報を得るための室内試験に用いる試料(土の乱れの少ない試料)を採取することを目的とする。

#### (2) 適応基準

摘要できる地盤は、サンプルングチューブが変形することなく押し込み可能な粘性土( $N$ 値 0~4)および細粒分を多く含む緩い砂質土( $N$ 値 0~8)を対象とした。

#### (3) 試験方法

図 3-3に示すように固定ピストン式シンウォールサンプラーには、エクステンションロッド式サンプラーと水圧式サンプラーがあり、当業務では水圧式を用いて試料採取を行った。

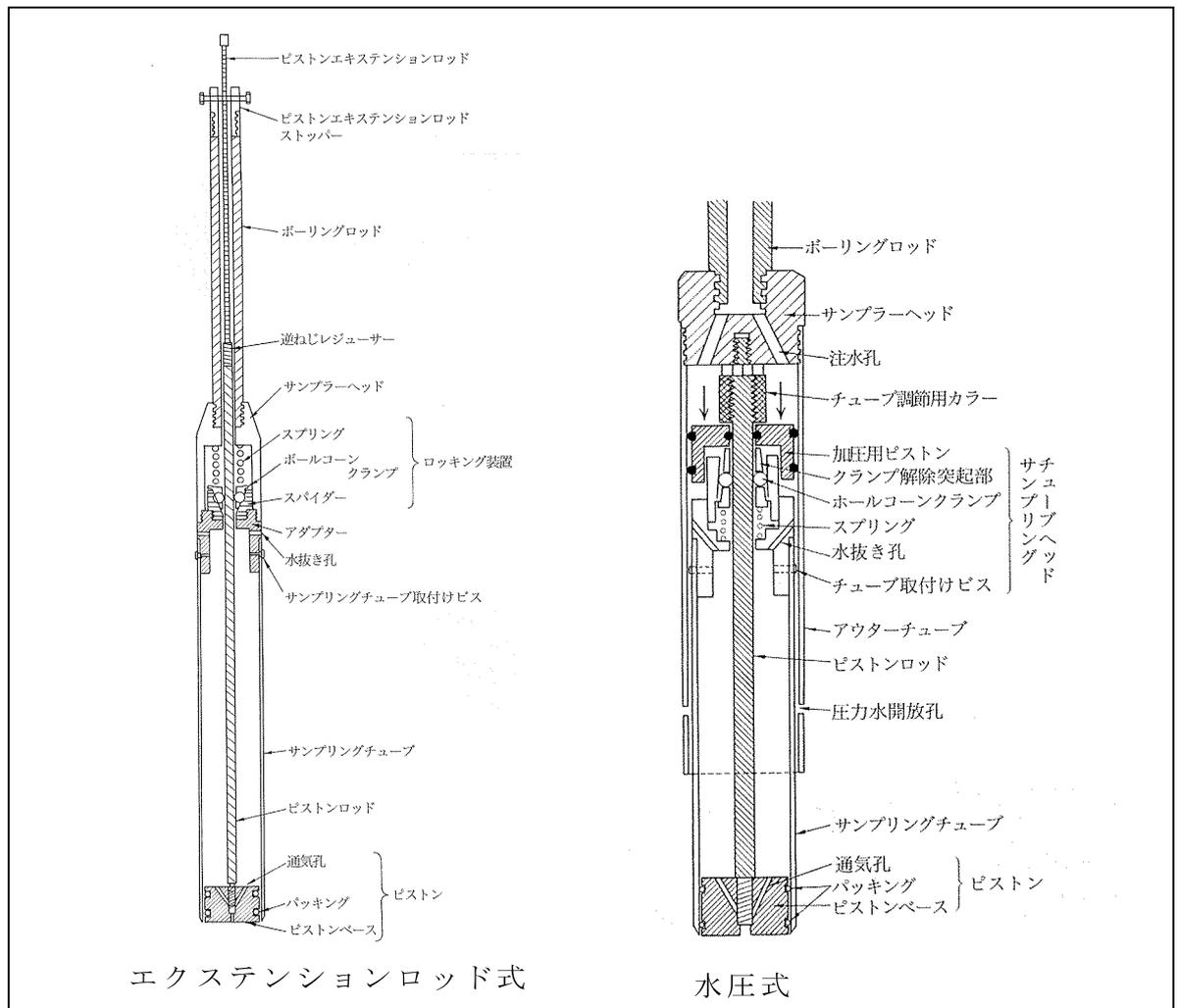


図 3-3 固定ピストン式シンウォールサンプラー<sup>7)</sup>

7) (社)地盤工学会：「地盤調査の方法と解説」、p.230、232、2013

### 3.4 室内土質試験方法

室内土質試験は、シンウォールサンプラー及び標準貫入試験により得られた乱れの少ない試料と乱れた試料を用いて、地盤の物理特性を求める目的で実施する。以下に、各試験方法について述べる。

#### (1) 土粒子の密度試験 (JIS A 1202)

土粒子の密度 ( $\rho_s$ ) とは、土粒子の単位体積当たりの質量をいい、土の状態を表す諸量を計算するのに必要な値である。土粒子の密度は、一般的に、密度の高い鉄鉱石を多く含む土ほど高く、有機物を含む場合には低くなる。

試験は図 3-4 に示す呼び容量 50mL 以上のピクノメーター、もしくは呼び容量 100mL 以上の全量フラスコを使用し、「試料の炉乾燥質量」と「炉乾燥試料の体積」を測定する。

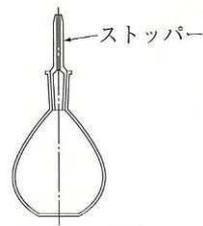


図 3-4 ゲーリュサック型ピクノメーター<sup>8)</sup>

#### (2) 土の含水比試験 (JIS A 1203)

含水比 ( $w$ ) とは、図 3-5 に示す土塊を構成する土粒子・水・空気の三要素のうち、水と土粒子の質量比を百分率で表したものである。試験は、土試料を  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  で 18~24 時間炉乾燥し得られる土中の水の質量と土の炉乾燥質量より求める。

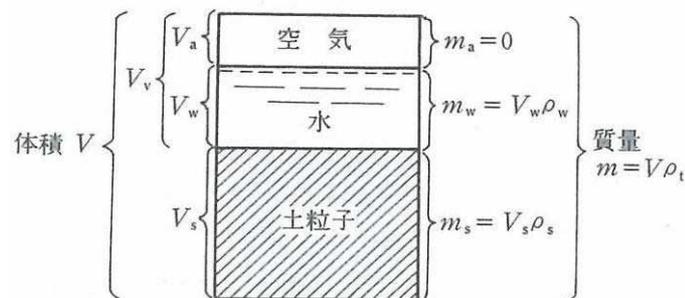


図 3-5 土を構成する要素<sup>9)</sup>

8) (社)地盤工学会：「土質試験基本と手引き」、p.19、2001

9) (社)地盤工学会：「地盤材料試験の方法と解説」、p.111、2009

### (3) 土の粒度試験 (JIS A 1204)

粒度とは、土を構成する土粒子径の分布状態を全質量に対する百分率で表したものであり、土の工学的分類のための指標を与える。また、土の締固め特性や透水性、液状化強度等の力学的性質の推定に利用できる。

試験は、図 3-6に示す粒径  $75\mu\text{m}$  以上(粗粒土)を対象とした「ふるい分析」、それ未満(細粒土)を対象とした「沈降分析」に分けられる。

ふるい分けは、規定された標準網ふるいを用いて行う。沈降分析は、メスシリンダー内で土を水に浮遊させ、時間とともに土粒子が沈降する状況を浮標で規定し、ストークスの法則を応用して土粒子の粒径を求める。

		粒 径									
		$5\mu\text{m}$	$75\mu\text{m}$	$250\mu\text{m}$	$425\mu\text{m}$	$850\mu\text{m}$	2mm	4.75mm	19mm	75mm	300mm
粘土	シルト	細砂	中砂		粗砂	細礫	中礫	粗礫	粗石 (コブ)	巨石 (ボルダー)	
		砂				礫			石		
細粒分		粗粒分						石分			

図 3-6 地盤材料の粒径区分とその呼び名<sup>10)</sup>

### (4) 液性限界・塑性限界試験 (JIS A 1205)

液性限界 ( $w_p$ ) とは土が塑性状態から液状に移る時の含水比、塑性限界 ( $w_L$ ) とは土が塑性状態から半固体状に移るときの含水比をいい、この含水比を総称してコンシステンシー限界という (図 3-7 参照)。

試験は、流動曲線において落下回数 25 回に相当する含水比を液性限界 ( $w_p$ )、土のひもが直径 3mm になった段階で、ひもが切れ切れになったときの含水比を塑性限界 ( $w_L$ ) と規定している。

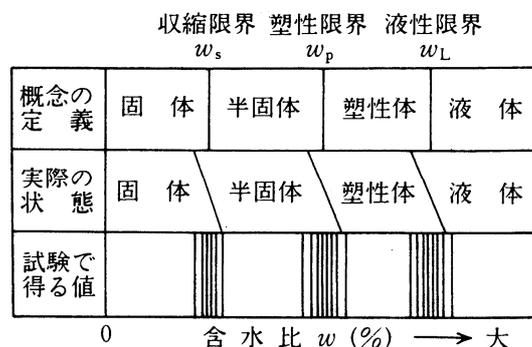


図 3-7 各限界の定義と実際の状態<sup>11)</sup>

10) (社)地盤工学会：「地盤材料試験の方法と解説」、p. 55、2009

11) (社)地盤工学会：「地盤材料試験の方法と解説」、p. 137、2009

### (5) 土の湿潤密度試験 (JIS A 1225)

土の湿潤密度 ( $\rho_t$ ) とは、土の単位体積当たりの全重量 (土粒子及び間隙水の合計質量) であり、土の締まり具合を判定する指標として利用される。また、土の湿潤密度 ( $\rho_t$ ) は、地盤の支持力、圧密沈下、土圧や安定解析などの構造物設計に必要な土の単位体積重量の算定に利用されるばかりでなく、間隙比、飽和度といった土の状態量を示す指標を求める際にも利用される。

試験は、乱さない供試体の質量と体積を「はかり」及び「ノギス」を用いて直接測定するノギス法により実施する (図 3-8 参照)。以下に、ノギス法の試験方法について述べる。

- 供試体は土に含まれる粗粒材等を考慮して直径 3.5cm、5cm、10cm、高さは直径の 2~2.5 倍の円柱形に作製する。側面が所定の直径になるように、トリマー・ワイヤーソー等を用いて成形する。また、両端面をマイヤーボックス・ワイヤーソー等を用いて成形する。
- 成形した供試体は、はかりを用いて速やかに質量を測定する。
- ノギスを用いて供試体の平均直径及び平均高さを求める。直径は上、中、下のそれぞれの位置で直交する 2 方向を測定する。高さは円周を等分した 2 箇所以上のそれぞれの位置で測定する。
- 体積測定後の供試体、もしくは供試体成形時の削りくずから含水比を求める。

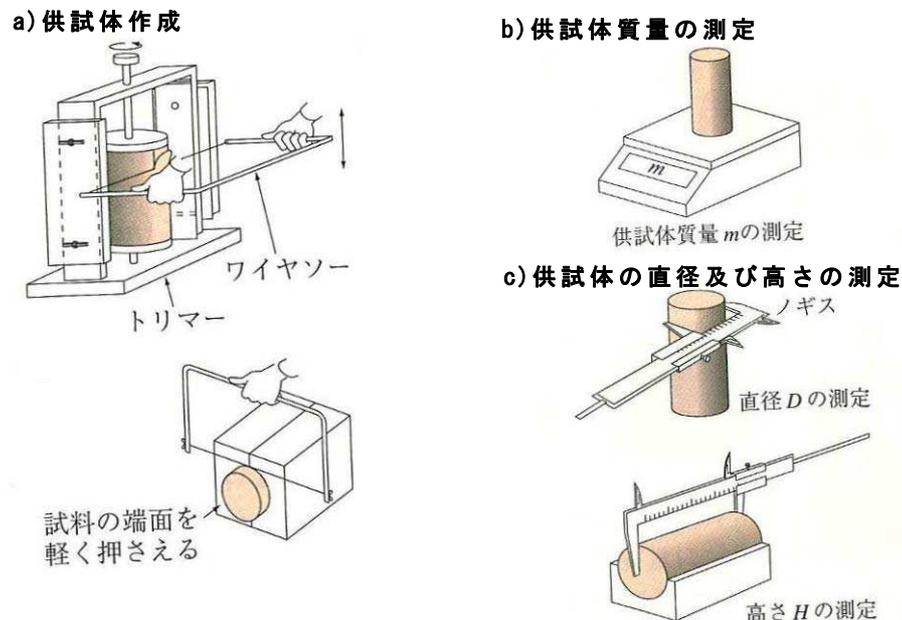


図 3-8 試験方法<sup>12)</sup>

12) (社)地盤工学会：「土質試験基本と手引き」、p. 22、2001

## (6) 力学試験

### 1) 土の一軸圧縮試験

この試験は図 3-9に示すように、側圧を受けない状態で自立する供試体の一軸圧縮強さを求めるものである。一軸圧縮強さは、側圧を受けない供試体の最大圧縮応力をいい、これより非排水強度が得られる。

この試験は主として乱さない粘性土を対象とするが、締固めた土や砂質土などの自立する供試体にも適用できる。本試験により得られる応力とひずみの関係から、変形係数  $E_{50}$  が得られるが、これは地盤の変形解析に利用される。

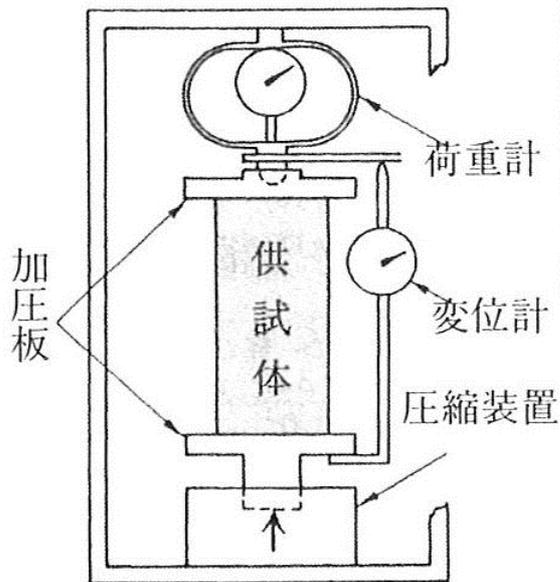


図 3-9 一軸圧縮試験機の例<sup>13)</sup>

13) (社)地盤工学会：「地盤材料試験の方法と解説」、p. 542、2009

## 2) 土の圧密試験 (JIS A 1217 : 2009)

### a) 目的

この試験は、土の一次元的に、かつ、段階载荷によって排水しながら圧密し、圧縮性及び圧密速度に関する定数を求める試験方法であり、細粒分を主体とした透水性の低い飽和土を対象とする。

圧密とは、飽和粘性土に荷重が作用した時、粘土中の間隙水が排出されるために生じる体積減少(沈下)のことで、この時の沈下量を予測するために試験を行う。

### b) 試験方法

図 3-10に示すように供試体側面を拘束した状態で軸方向に排水を許しながら段階载荷(8段階を標準、1段階/24時間)して圧密定数を求める。

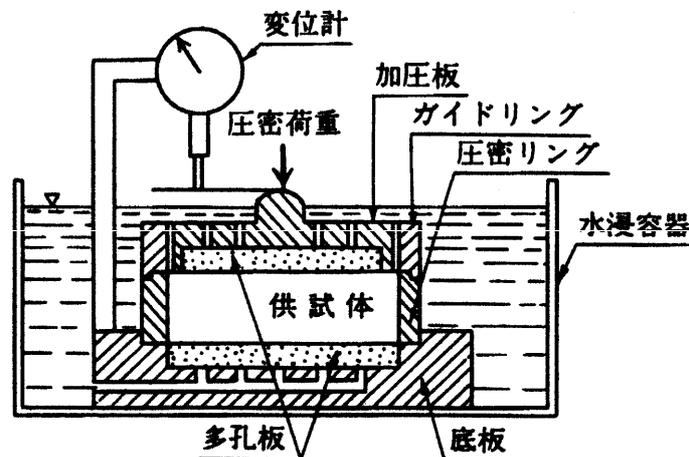


図 3-10 圧密容器の例<sup>14)</sup>

### c) 結果の利用

圧密定数には、圧密降状応力・圧縮指数・体積圧縮係数及び圧密係数などがあり、これらの定数は、盛土や埋立てなどによって粘性土地盤が载荷される場合の沈下量や沈下速度を解析する場合に用いられる。

14) (社)地盤工学会：「地盤材料試験の方法と解説」，p. 463, 2009

## (7) 化学試験

### 1) 強熱減量試験 (JIS A 1226)

土の強熱減量試験とは、あらかじめ  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  で炉乾燥した土を  $750 \pm 50^\circ\text{C}$  で加熱することによる質量の減少量から、土に含まれている有機物量及び結合水量や結晶量の目安を得る最も簡便な試験方法である。

以下に、試験方法について述べる。

- a) 2mmふるいを通過した土をるつぼに入れ、恒温乾燥炉で  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  一定質量になるまで炉乾燥する。
- b) 炉乾燥試料を取り出し、電気マッフル炉 (図 3-11 参照) に入れ、 $750 \pm 50^\circ\text{C}$  で1時間強熱する。
- c) 強熱停止後、るつぼを炉内から取り出しデシケーターに移す。
- d) 上記の作業を恒量になるまで繰り返す。
- e) 強熱減量  $L_i$  (%) は、次式<sup>15)</sup>により算出する。

$$L_i = \frac{m_a - m_b}{m_a - m_c} \times 100$$

ここに、 $m_a$  : 炉乾燥試料とるつぼの質量 (g),  
 $m_b$  : 強熱後の試料とるつぼの質量 (g),  
 $m_c$  : るつぼの質量 (g)。

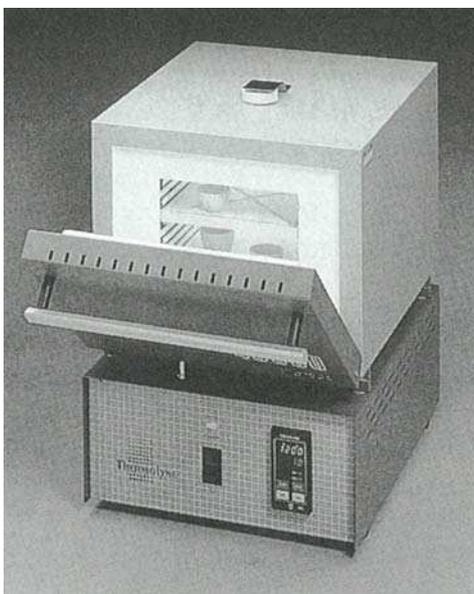


図 3-11 電気マッフル炉とるつぼ<sup>16)</sup>

15) (社)地盤工学会：「地盤材料試験の方法と解説」、p. 337、2009

16) (社)地盤工学会：「地盤材料試験の方法と解説」、p. 338、2009

## 4. 地形・地質概要

### 4.1 地形概要

本調査地は、宿毛市役所から北西方向約 2.5km に位置し、地形区分は「山麓地 I (古第三紀を切る山麓地)」に該当する(図 4-1 参照)。この山麓地 I は、起伏量 100m 以下の小起伏丘陵地であり、山麓地内の谷が細かく分枝し、著しく谷密度が高いことが特徴である。調査地周辺においても、比高 50m 程度の丘陵斜面が分布し、細かく分岐した谷筋が確認されている。また、調査地内の谷部は、土砂の埋め立てによって標高+10m 程度まで嵩上げされており、「高知県版第 2 弾南海トラフの巨大地震による震度分布・津波浸水予測(H24.12.10 公表)」では、津波浸水予測地域から外れた場所に位置する(図 4-2 参照)。

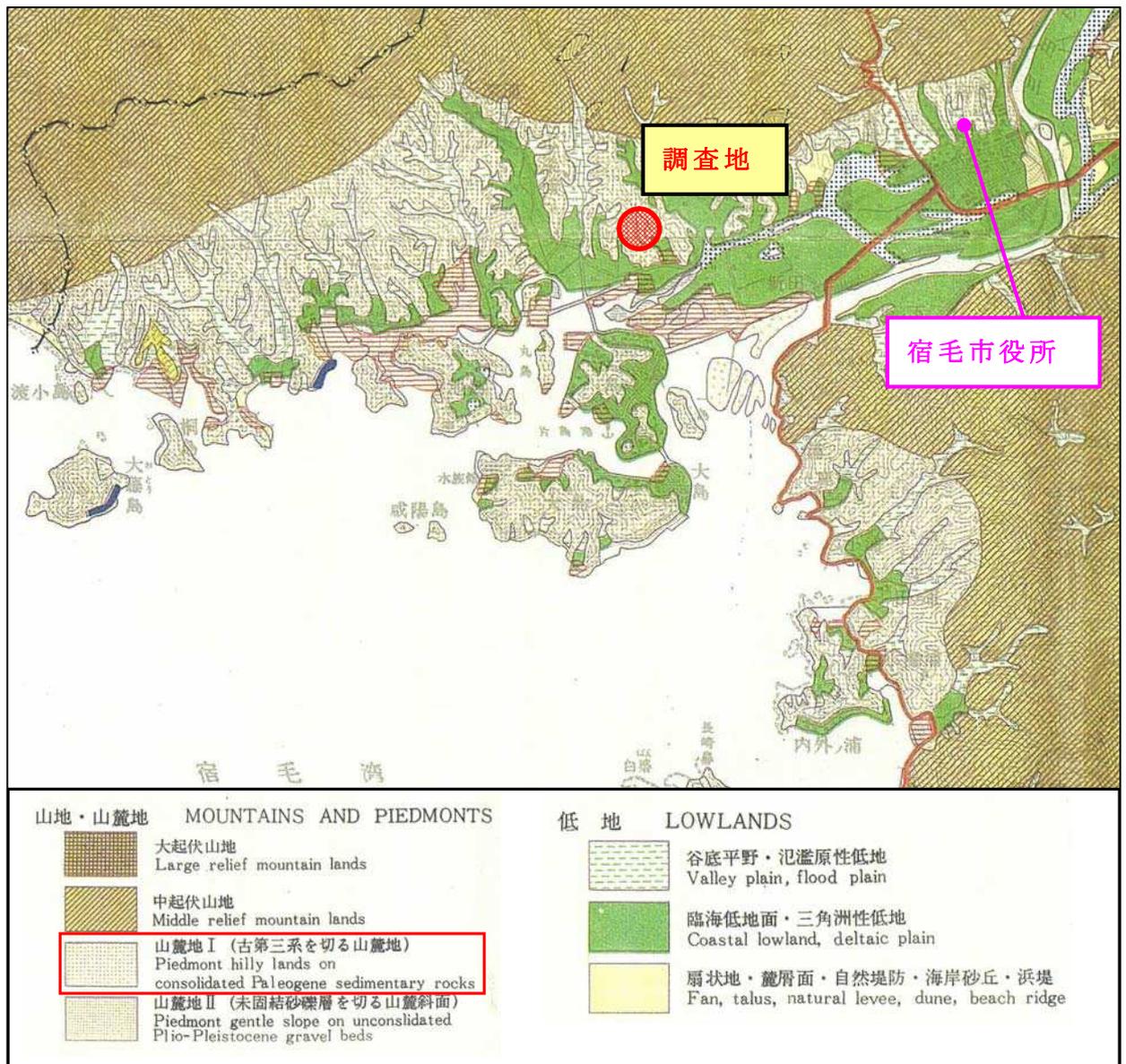


図 4-1 調査地周辺の地形<sup>17)</sup> (S=1 : 50,000)

17) 国土地理院：「土地分類基本図-土佐中村・宿毛-」、1974

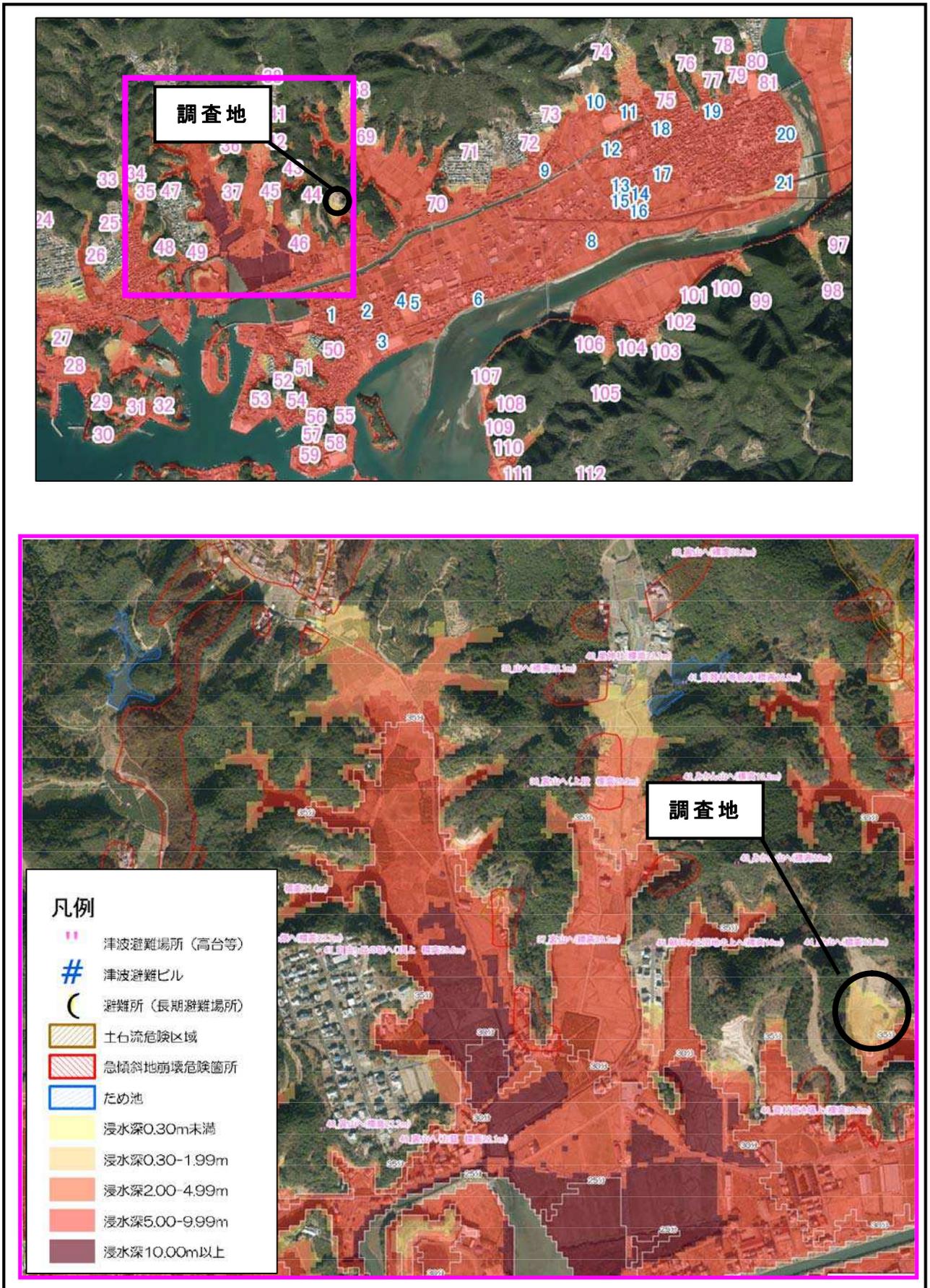


図 4-2 津波浸水予測図<sup>18)</sup>

18) 宿毛市：「津波避難マップ 00. 全域版マップ、06. 大深浦・小深浦・自由ヶ丘-地区」、2013

## 4.2 地質概要

高知県地域の基礎地盤は、ほぼ東西方向に走る御荷鉾構造線及び仏像構造線によって北から三波川帯・秩父帯(秩父累帯)及び四万十帯(四万十累帯)に分けられ、大観的に南ほど新しい地層の分布する覆瓦状構造をなしている(図 4-3参照)。

本調査地の基礎地質は、四万十帯北帯大正層群有岡層に属する(表 4-1及び図 4-4参照)。そしてこの基礎岩を覆って、礫質土や粘性土からなる沖積層や丘陵地から供給された崖錐堆積物等の未固結堆積物が分布している。

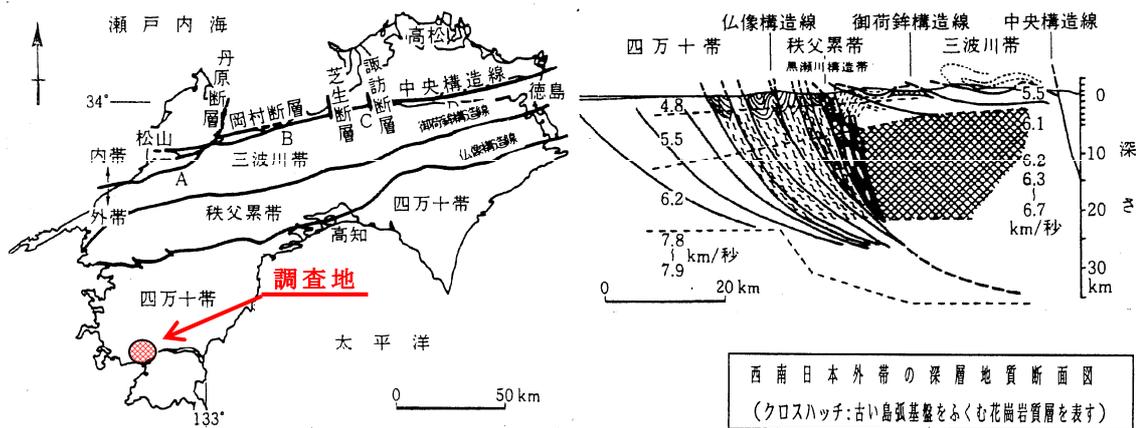


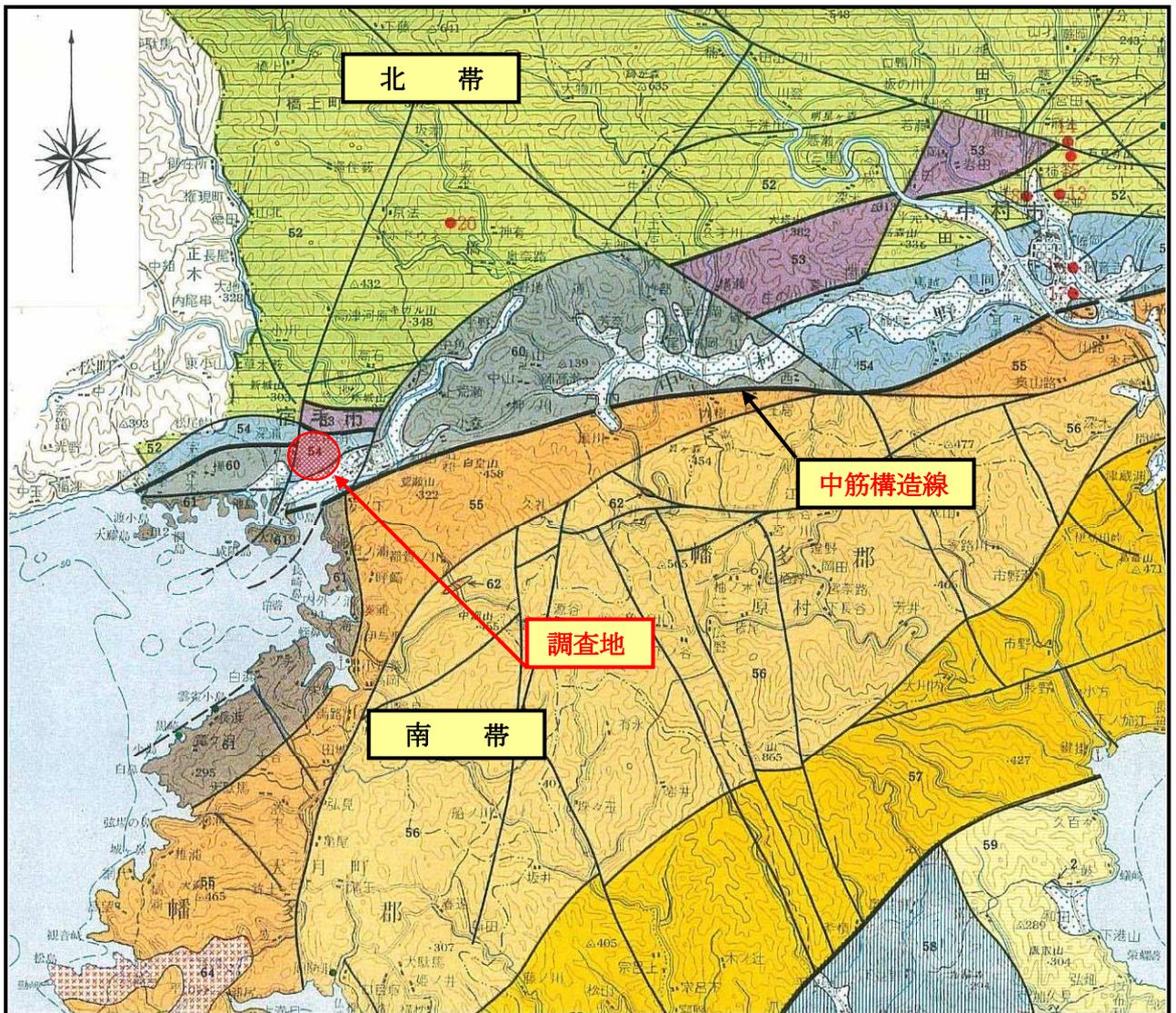
図 4-3 四国地方の地質構造<sup>19)</sup>

表 4-1 地質年代表<sup>20)</sup>

地質時代			高知県に分布する主な地層
代	紀	古さ	
新生代	第四紀		沖積層・洪積層 (段丘堆積物)
	第三紀	新第三紀	穴内層・六本松層・登層
		古第三紀	久万層群 宿毛層群 室戸層半島層群
中生代	白亜紀	新白亜紀	<b>四万十層群(新庄川層群・大正層群・幡多層群)</b> 大板・領石・佐川・越知盆地の白亜紀層
		古白亜紀	1億4300万年
	ジュラ紀		2億1200万年
三畳紀		2億4700万年	
古生代	二畳紀		秩父累帯南帯(鳥巢層群・三宝山層群・斗賀野層群) 秩父累帯中帯(市ノ瀬層群・高岡層) 秩父累帯北帯(上八川層・白木谷層群) 川内ヶ谷層・蔵法院層
	石炭紀		2億8900万年
	デボン紀		3億6700万年
	シルル紀		4億1600万年
	オルドビス紀		4億4600万年
	カンブリア紀		4億4600万年
先カンブリア紀		5億900万年	三波川変成帯の地層 秩父累帯北帯(上倉層・休場層群及び上八川層・白木谷層群の一部)
		5億7500万年	黒瀬川構造帯中のシルル・デボン紀の地層

19) 須倉和巳・岩崎正夫・鈴木堯士共著:「日本の地質8—四国地方」、共立出版、1992

20) 鈴木 堯士:「四国はどのようにしてできたか —地質学的・地球物理学的考察—」、(株)南の風社、p.76「第1表」を改編



〈 四万十帯 幡多半島 凡例 〉

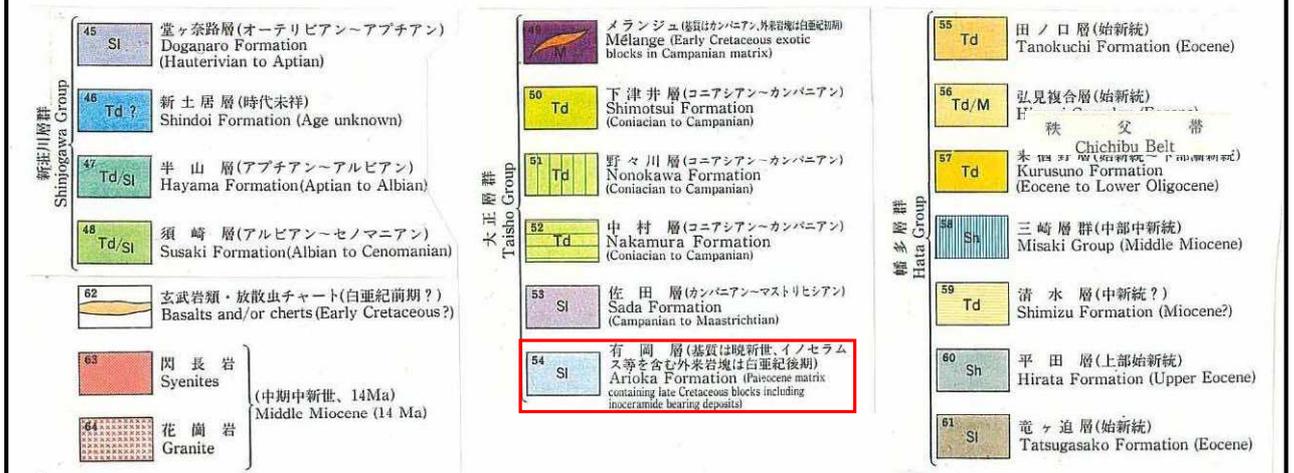


図 4-4 調査地周辺の地質図 (S=1:200,000)<sup>21)</sup>

21) 高知県: 「高知県温泉水脈推定基礎地質図」、高知県保健環境部衛生課, 1991

### (1) 四万十帯

- a) 四万十帯は、大きく北側に位置する北帯と南側に位置する南帯に区分される。
- b) 幡多地域の北帯と南帯の境界は中筋構造線である。
- c) 北帯は白亜系で南帯は第三系が分布する。
- d) 四国西南部の四万十帯は、北帯の幡多層群と大正層群、南帯の三崎層群の3つに区分される。
- e) 一般に東西性の走向で北へ高角度で傾斜する覆瓦構造を呈する。
- f) 構成層は大きく浅海相、タービダイト<sup>※</sup>相、メラランジェ<sup>※※</sup>相に分けられる。

### (2) 大正層群

- a) 幡多地域西岸(宿毛-三崎)に分布する。
- b) 北から平田層・龍ヶ迫層・弘見複合層横浪メラランジェ・下津井層・久礼メラランジェ・野々川層・大用メラランジェ・中村層及び有岡層に区分される。
- c) 地質時代は主に古第三期の地層群よりなる。
- d) 主に砂岩と泥岩の互層からなる。

### (3) 有岡層

- a) 灰色のシルト岩・砂岩・暗灰色の泥岩を主体に中村市周辺から中筋川流域の低地帯に沿ってほぼ東西に分布する。
- b) 北縁は中村市北東方の中村層であり断層関係で接し、南縁は中筋構造線を境に四万十帯南帯幡多層群谷ノ口層と接している。

---

※ タービダイト：混濁流によって運搬・堆積した堆積物。重力堆積物のうち最も細粒なものに当たる。

※※メラランジェ：地層としての連続性がなく、細粒の破断した基質の中にいろいろな大きさや種類からなる礫・岩塊を含むような構造をもった地質体として定義されるのが一般的である。

## 4.3 調査地内の地質

### (1) 基盤岩

- a) 基盤岩は、泥岩及び砂岩泥岩互層から成る。
- b) 泥岩は、南側の丘陵斜面に分布する。切土法面や斜面末端部の泥岩露頭は、角礫状～岩塊状のやや硬質な  $C_L$  級岩盤として分布する(写真 4-1、写真 3-2 参照)。
- c) 砂岩泥岩互層は、北側の丘陵斜面に分布する。互層は細互層となるが、部分的に砂岩が厚く分布する箇所がある(写真 3-3 参照)。また、尾根斜面の上方では、風化が進行し、 $D \sim C_L$  級岩盤となる(写真 3-4 参照)。
- d) 走向・傾斜は、調査地南側では  $N85^\circ W \sim 18^\circ E$ 、 $42^\circ \sim 69^\circ N$  を示し、斜面に対して流れ盤を示す。調査地北側の走向・傾斜は、 $N40^\circ E \sim 86^\circ W$ 、 $51^\circ \sim 78^\circ N$  を示す。



写真 4-1 泥岩の露頭



写真 4-2 切土法面



写真 4-3 砂岩泥岩互層の露頭



写真 4-4 斜面上方の露頭

## (2) 未固結堆積物

調査地内では、基盤岩の上位に、層厚 1～14m 程度で未固結堆積物が分布する。平坦地を構成する未固結堆積物は、海進時に堆積した粘性土および丘陵斜面から供給された礫質土である。調査地北側の土捨場では、これらの自然堆積物の上位に、層厚 8m 程度で盛土が分布する。盛土は礫質土から成り、部分的に転石を混入する(写真 4-5参照)。



写真 4-5 土捨場の盛土

また、調査地内の丘陵斜面では、層厚 0.2～1m 程度で礫質土が分布する。この礫質土は、現位置で形成された風化残積土であり、粘性土を多く含む(写真 4-6参照)。



写真 4-6 斜面表層部の風化残積土

## 5. 調査・試験結果

機械ボーリングは、調査対象地区で垂直ボーリングを5箇所を実施した。

ボーリングの緒元を、表 5-1に一覧表としてまとめて示す。ボーリング結果は、巻末資料「A. ボーリング柱状図及びコア写真」として添付した。

表 5-1 ボーリング内容一覧表

計画 構造物	孔番	孔口標高 (T.P. m)	調査深度 (GL-m)	調査内容 <sup>注1)</sup>
切土	No. 1	43.81	17.0	①②
盛土	No. 2	3.70	14.0	①②③
切土	No. 3	47.38	20.0	①②
盛土	No. 4	13.90	12.0	①②
調整池	No. 5	1.86	12.0	①②③

注 1) ①オールコア採取 ②標準貫入試験 ③室内土質試験

調査箇所の位置図を図 5-1に示し、以下に調査・試験結果を述べる。

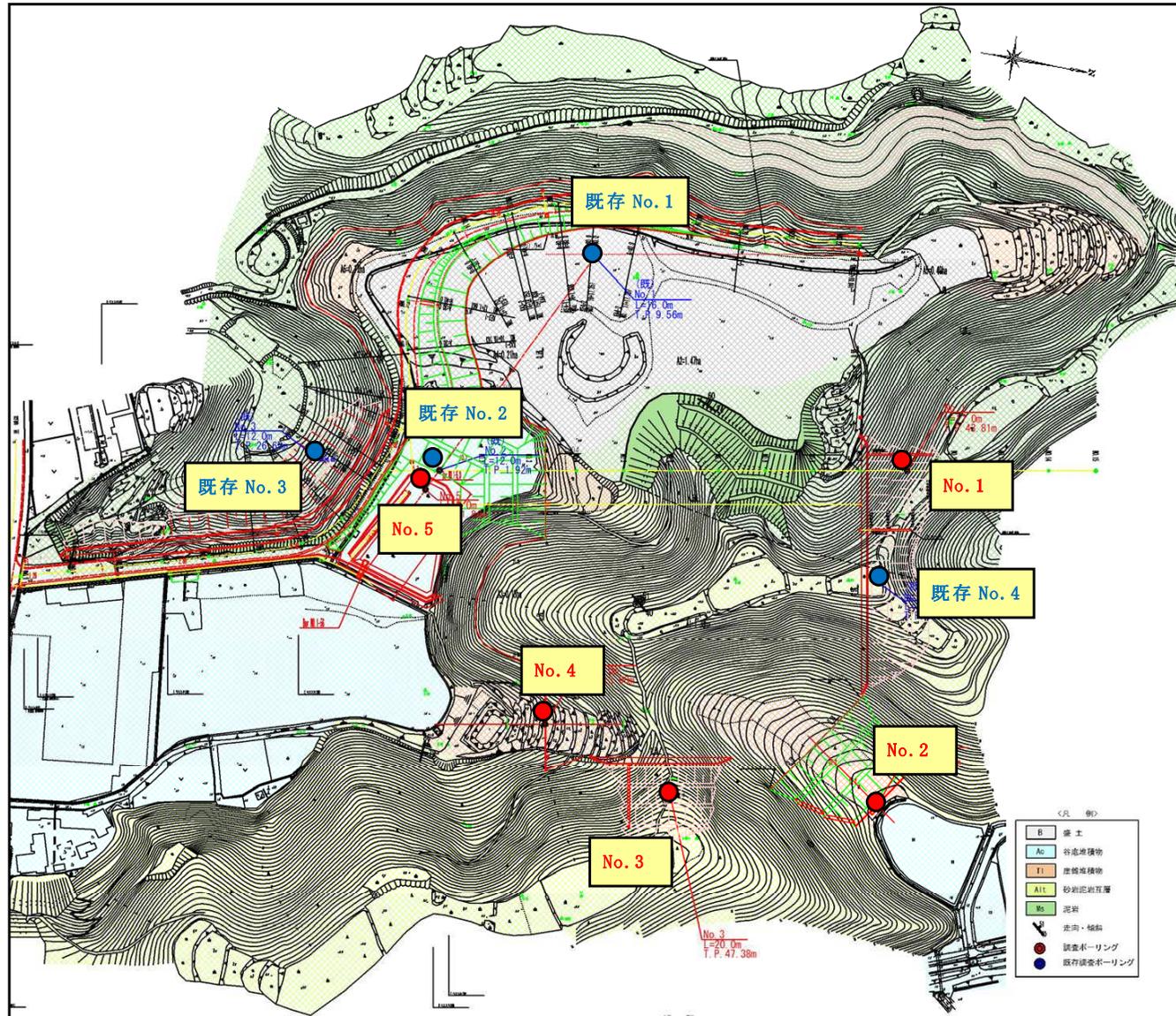


図 5-1 調査位置平面図 (S=1:2,000)

## 5.1 機械ボーリング調査

孔番：No.1 削孔長：L=17.00m 孔口標高：T.P.43.81m 地下水位 GL-11.90m

### (1) 調査目的

4段の切土のり面の地盤状況を把握する。

### (2) 地層構成

丘陵地の表層に分布する表土並びに基盤岩より構成される。基盤岩の上位は風化進行し、強風化岩となる。深度が深くなるに従って風化の程度が低くなる。

表土；GL-0.00～0.55m 強風化岩；GL-0.55～3.90m 風化岩；GL-3.90～13.00m  
基盤岩；GL-13.00m以深

### (3) 土質状況

#### 1) 表土；GL-0.00～0.55m

- ・礫質土よりなる。草根混入。
- ・色調は暗茶～茶褐色を呈する。

#### 2) 強風化岩 (Ms (W3))；GL-0.55m～3.90m

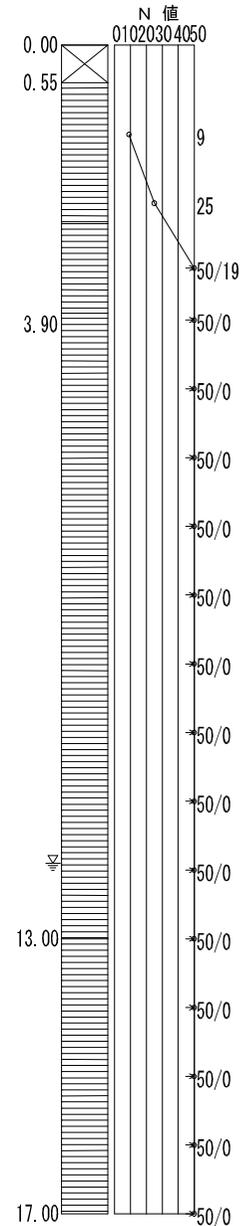
- ・岩種は泥岩。
- ・岩芯まで風化著しいが、岩組織は確認される。
- ・コアの外周は粘土状を呈する。
- ・指圧により粉々になる。
- ・岩級区分はD級、RQD=0%。
- ・色調は、灰茶褐～茶灰色を呈する。

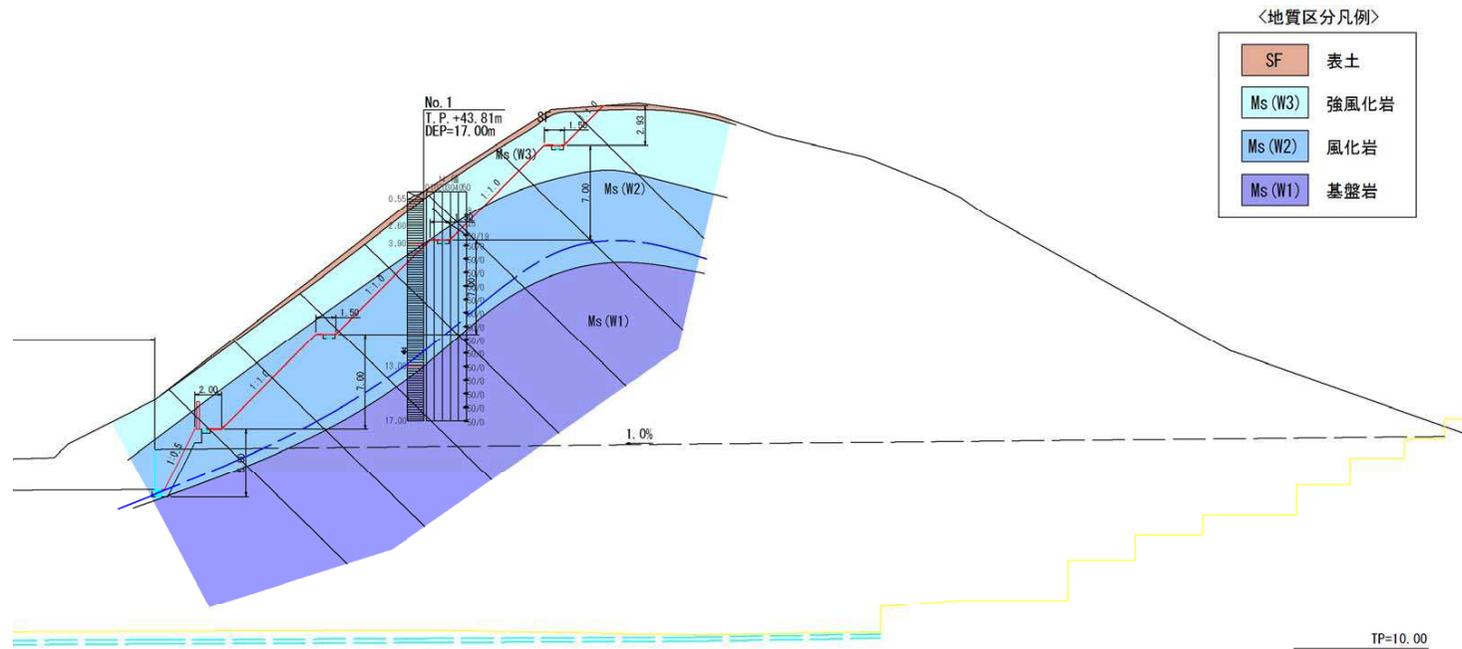
#### 3) 風化岩 (Ms (W2))；GL-3.90m～13.00m

- ・岩種は泥岩。
- ・全体に風化により灰茶色を呈する。
- ・コアは片～短棒状コアを呈する。
- ・亀裂が多く発達している。
- ・ハンマーの軽打で亀裂に沿って割れる。
- ・岩片はハンマーの軽打で割れる。
- ・GL-10.65m、GL-11.70～11.80mには亀裂を粘土分が充填している。
- ・岩級区分はC<sub>1</sub>級で、下部で一部C<sub>4</sub>級。RQD=0～25%。
- ・色調は、灰茶褐色を呈する。

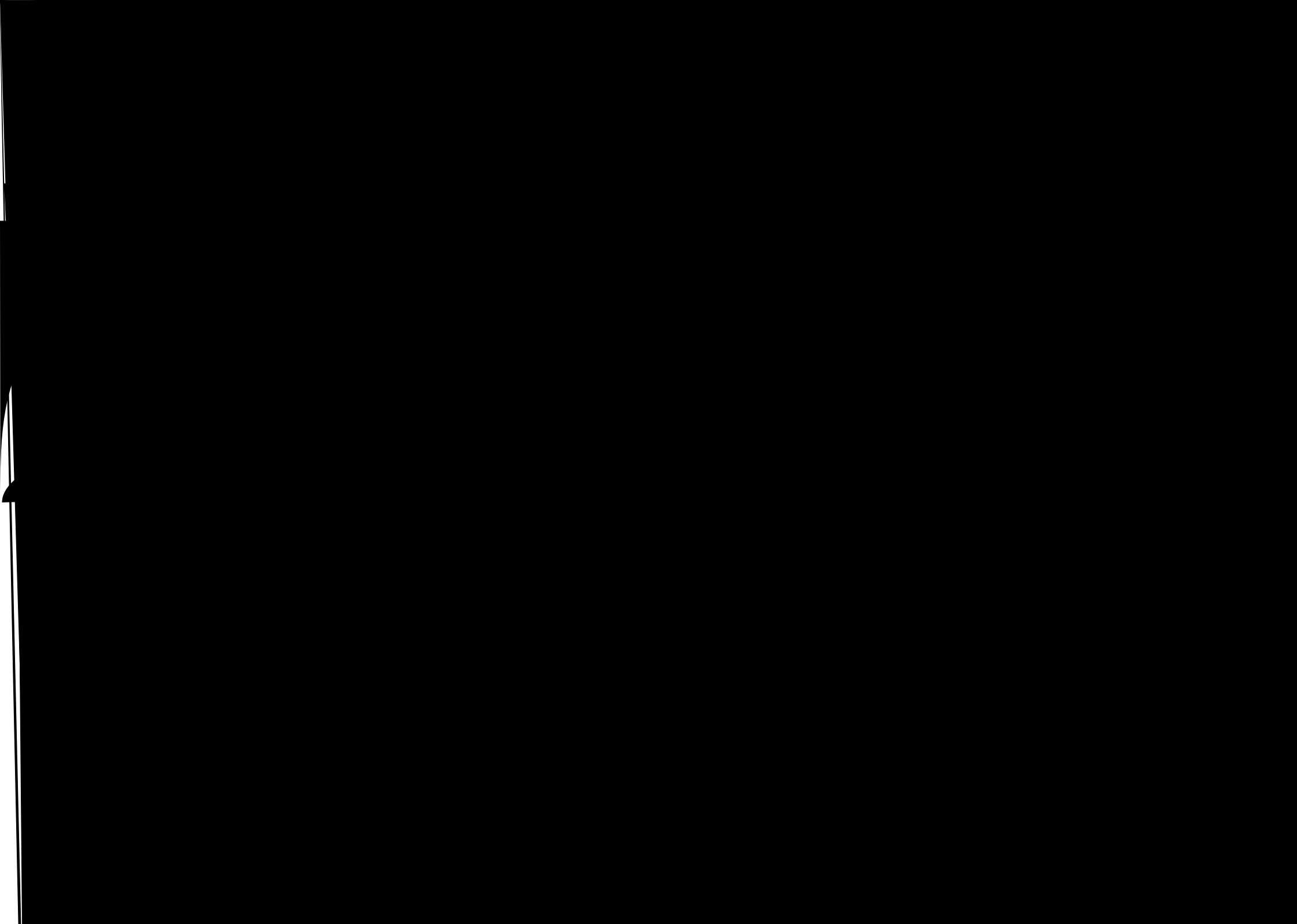
#### 4) 基盤岩 (Ms (W1))；GL-13.00m～17.00m

- ・岩種は泥岩。
- ・風化の程度低い。
- ・コアは短棒状コア主体。
- ・亀裂発達している。亀裂面は一部茶褐色に変色している。
- ・岩片はハンマーの強打で割れる。
- ・岩級区分C<sub>4</sub>級、RQD=10～20%。
- ・色調は、黒灰色を呈する。

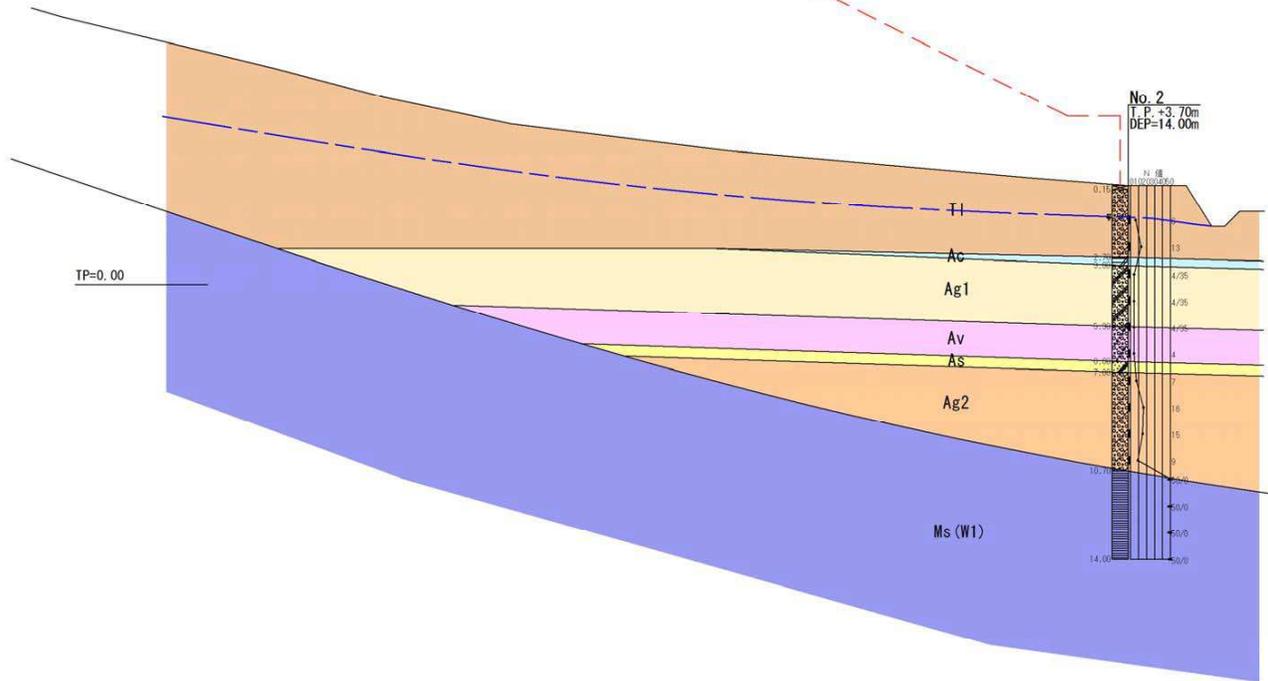
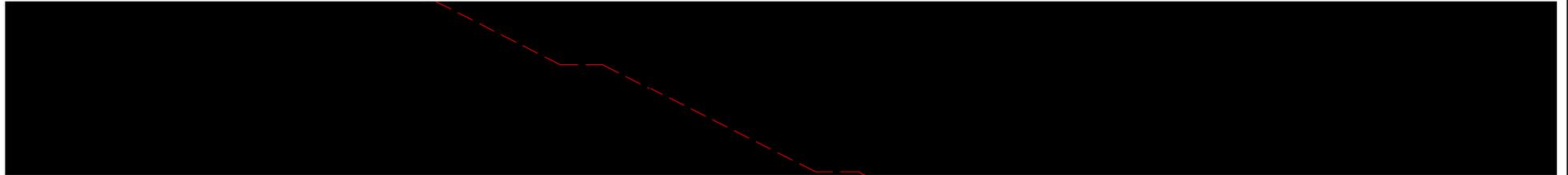




S=1:400



推定計画地盤線 T. P. 21.3m



<地質区分凡例>

T1	崖錐堆積物
Ac	沖積粘性土
Ag1	沖積第1礫質土
Av	沖積火山灰質土
As	沖積砂質土
Ag2	沖積第2礫質土
Ms (W1)	基盤岩

S=1:200 (ペーロケ断面)

孔番：No. 3 削孔長：L=20.00m 孔口標高：T.P.47.38m 地下水位 GL-5.60m

(1) 調査目的

4段の切土のり面の地盤状況を把握する。

(2) 地層構成

丘陵地の表層に分布する表土並びに基盤岩より構成される。基盤岩の上位は風化進行し、強風化岩となる。深度が深くなるに従って風化の程度が低くなる。

表土；GL-0.00～0.20m 強風化岩；GL-0.20～10.35m 基盤岩；GL-10.35m以深

(3) 土質状況

1) 表土；GL-0.00～0.20m

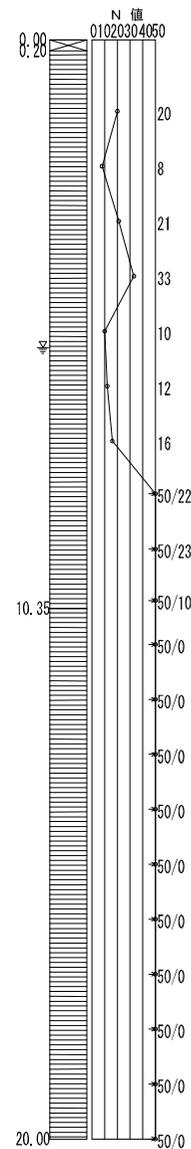
- ・粘性土よりなる。草根混入。
- ・色調は暗茶色を呈する。

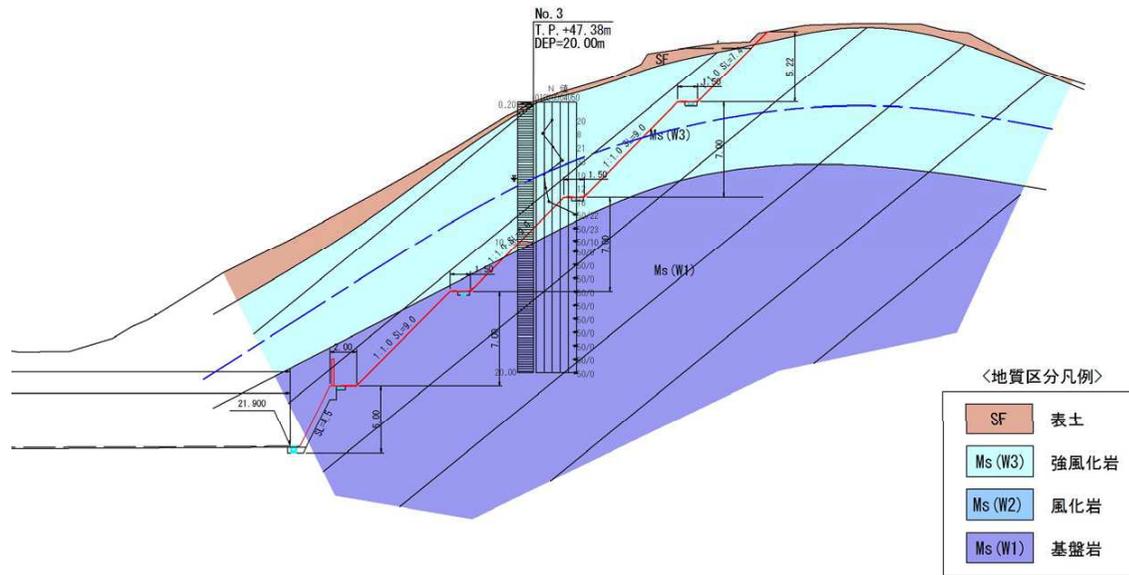
2) 強風化岩 (Ms(W3))；GL-0.20m～10.35m

- ・岩種は泥岩。
- ・岩芯まで風化進行しているが、岩組織は認められる。
- ・コアは粘土状コアを主体とする。
- ・所々に砂岩を挟む。
- ・指圧で粉々になる。
- ・GL-8.0m付近より下部は、N値が高くなり、 $N > 50$ となる。
- ・岩級区分はD級、RQD=0%。
- ・色調は、灰茶～茶灰色を呈する。

3) 基盤岩 (Ms(W1))；GL-10.35m～20.00m

- ・岩種は泥岩。
- ・風化の程度がやや低い。
- ・コアはGL-15.2mまでは短棒状コア主体。以深は片状～短棒状コア主体で一部礫状コアとなる。
- ・亀裂発達し、GL-15.2m以深は亀裂面に沿って一部茶褐色に変色している。
- ・岩片はハンマーの打撃で割れる。
- ・GL-11.5mには亀裂を流入粘土が充填している。GL-16.1mには粘土状コアを挟む。
- ・岩級区分はC<sub>L</sub>級主体で、一部D級。
- ・色調は、暗灰色を呈する。





孔番：No.4 削孔長：L=12.00m 孔口標高：T.P.13.90m 地下水位 無し

(1) 調査目的

補強土壁基礎の地盤状況を把握する。

(2) 地層構成

丘陵地から供給された崖錐堆積物、崖錐堆積物の下位に分布する岩盤よりなる。各層の分布深度は以下の通りである。

崖錐堆積物；GL-0.00～8.30m 基盤岩；GL-8.30m以深

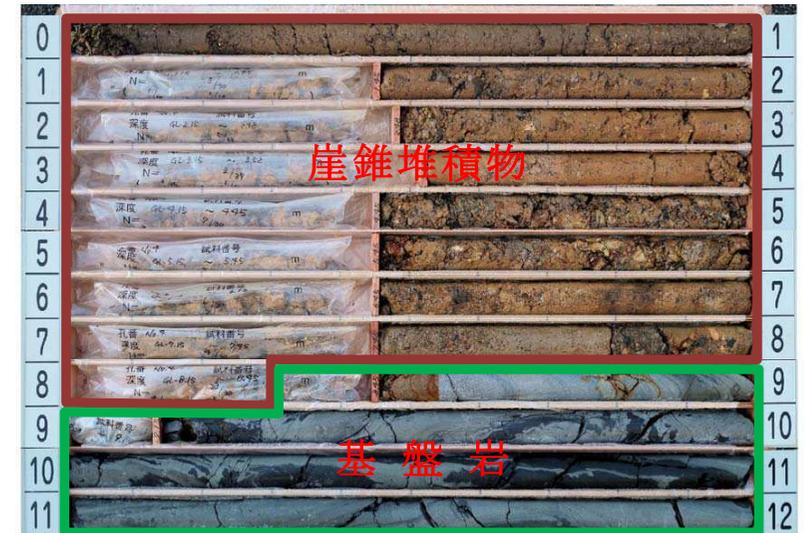
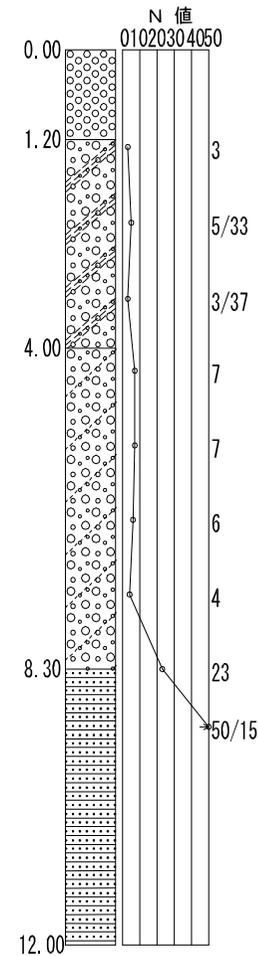
(3) 土質状況

1) 崖錐堆積物；GL-0.00～8.30m

- ・表層0.30mは表土。
- ・全体に細粒分を含むシルト混り砂礫～シルト質砂礫。
- ・礫はφ2～20mmの角礫主体。φmax60mm。
- ・礫は砂岩及び泥岩主体。礫は風化しており、一部クサリ礫となる。
- ・色調は茶褐色を呈する。

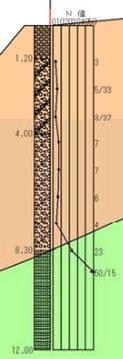
2) 基盤岩；GL-8.30m～12.00m

- ・岩種は砂岩泥岩互層。
- ・GL-8.55mまでは、風化により茶褐色化している。以深は原岩色を示す。
- ・コアは棒～短棒状コアを呈する。
- ・不規則に泥岩を含む。
- ・ハンマーの軽打で亀裂に沿って割れる。
- ・岩片は泥岩部はハンマーの軽打で割れる。砂岩部はハンマーの強打で割れる。
- ・岩級区分はC<sub>u</sub>級主体、RQD=0～30%。
- ・色調は青灰～灰色を呈する。



推定計画地盤線 T. P. 21.3m

No. 4  
T. P. +13.90m  
DEP=12.00m



T1

A1t(W1)

TP=0.00

<地質区分凡例>

T1	崖錐堆積物
A1t(W1)	基盤岩

S=1:200 (ペーロケ断面)

孔番：No. 5 削孔長：L=12.00m 孔口標高：T.P.1.86m 地下水位 GL±0.00m

(1) 調査目的

既存調査で軟弱地盤が分布しており、対策工を検討するに当たり必要な地盤状況の把握、土質定数の把握をする。

(2) 地層構成

谷底平野を構成する完新統(沖積層)、完新統の下位に分布する基盤岩よりなる。各層の分布深度は以下の通りである。

完新統；GL-0.00～10.45m 基盤岩；GL-10.45m 以深

(3) 土質状況

1) 完新統；GL-0.00～10.45m

5層に区分される。土質は礫質土(沖積第1～2 礫質土)、粘性土、火山灰質土よりなる。

a) 表土(B)；GL-0.00～0.40m

- ・旧耕作土。粘土土よりなる。
- ・草根を多く混入する。
- ・色調は暗茶色を呈する。

b) 沖積第1粘性土(Ac1)；GL-0.40～5.70m

- ・土質は粘土～砂質シルトよりなる。
- ・含水中位で軟らかい。不均質。
- ・GL-1.50m までは粘性強い。
- ・GL-1.50m 以深全体に貝殻片、カキ片を含む。
- ・所々腐植物を含む。
- ・色調は明灰～暗灰色を呈する。

c) 沖積火山灰質土(Av)；GL-5.70～8.00m

- ・細粒の火山灰。
- ・砂分を多く含む。
- ・GL-7.30m 以深火山灰混り砂になる。
- ・GL-7.30m 以深貝殻片、φ2mm 程度の礫を含む。
- ・色調は明灰～灰色を呈する。

d) 沖積第2粘性土(Ac2)；GL-8.00～9.00m

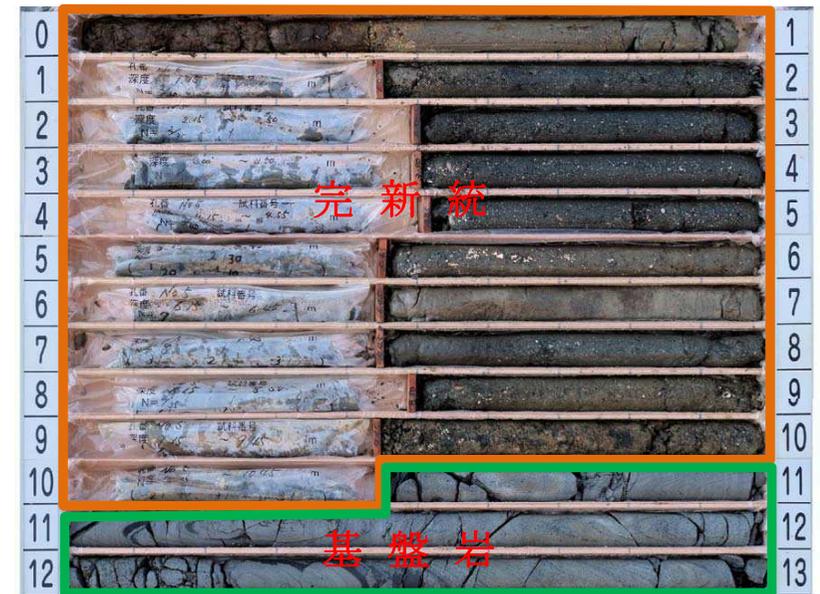
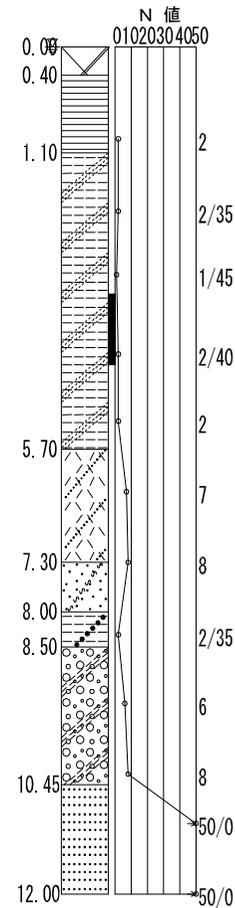
- ・土質は礫混りシルト
- ・含水中位で軟らかい。不均質。
- ・全体にφ5mm 程度の礫含む。貝殻片含む。
- ・色調は茶灰を呈する。

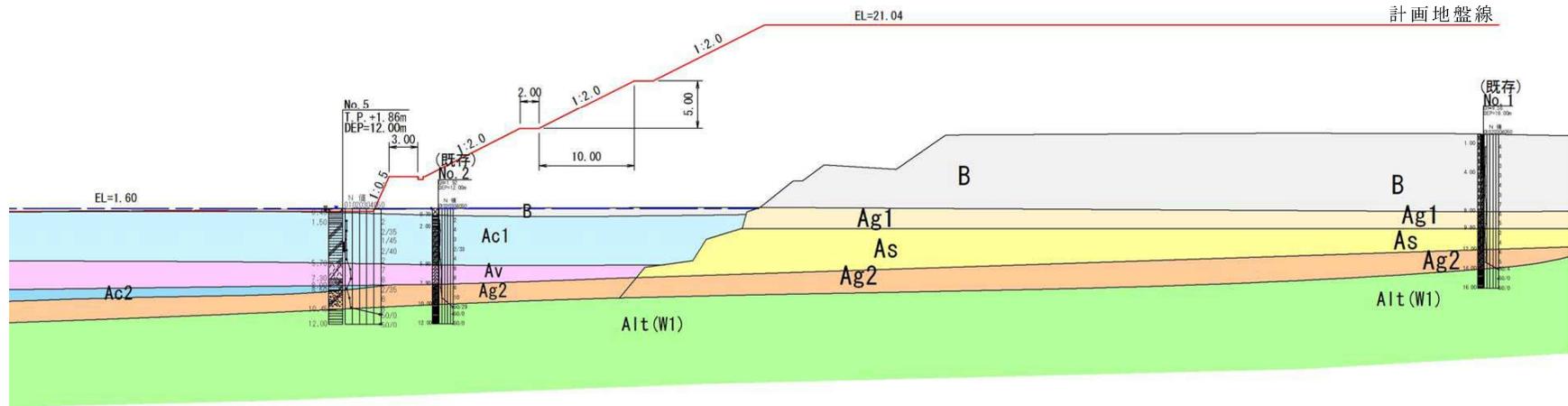
e) 沖積礫質土(Ag)；GL-9.00～10.45m

- ・全体に細粒分を多量に含むシルト質砂礫。
- ・礫はφ2～10mm の歪角礫主体。max20mm。
- ・礫種は砂岩、泥岩。
- ・色調は茶灰色を呈する。

2) 基盤岩；GL-10.45m～12.00m

- ・岩種は砂岩。
- ・風化の程度の低く、変色も少ない。
- ・コアは片～短棒状コア主体。
- ・岩片硬くハンマーの強打で割れる。
- ・GL-12.00～12.20m 亀裂が多い。
- ・GL-12.20～12.50m 脈状に泥岩を挟む。
- ・岩級区分はC<sub>u</sub>級主体で一部C<sub>L</sub>級、RQD=0～30%。
- ・色調は明青灰色を呈する。





S=1:500

<地質区分凡例>

B	盛土
Ag1	冲積第1礫質土
Ac	冲積粘性土
Av	冲積火山灰質土
As	冲積砂質土
Ag2	冲積第2礫質土
Alt(W1)	基盤岩

## 5.2 地下水位測定結果

地下水位は、ボーリング掘削時における孔内水位を以下に示す方法で測定し判定を行った。以下に孔内水位測定結果について述べる。

### (1) 地下水位測定方法

- 掘進作業終了前に、ケーシングを給圧による締め付けあるいは打撃による打ち込み等により止水を行う。
- 水頭を測定する裸孔区間の掘削を行う。
- 掘進作業後にベラーあるいはポンプ等により孔内水をできるだけ汲み上げた後、孔内水位を測定する。
- 翌朝の作業前に孔内水位を測定し、前日の掘進作業後の孔内水位より高ければこれを平衡水位とする。
- 前日測定した孔内水位より低い場合は再度孔内水を汲み上げ、回復した水位を平衡水位とする。ただし、水位回復が認められない場合は、さらに孔内水を汲み上げ、回復を確認し平衡水位とする。

図 5-2に、上述の地下水位測定方法のフローチャートを示す。

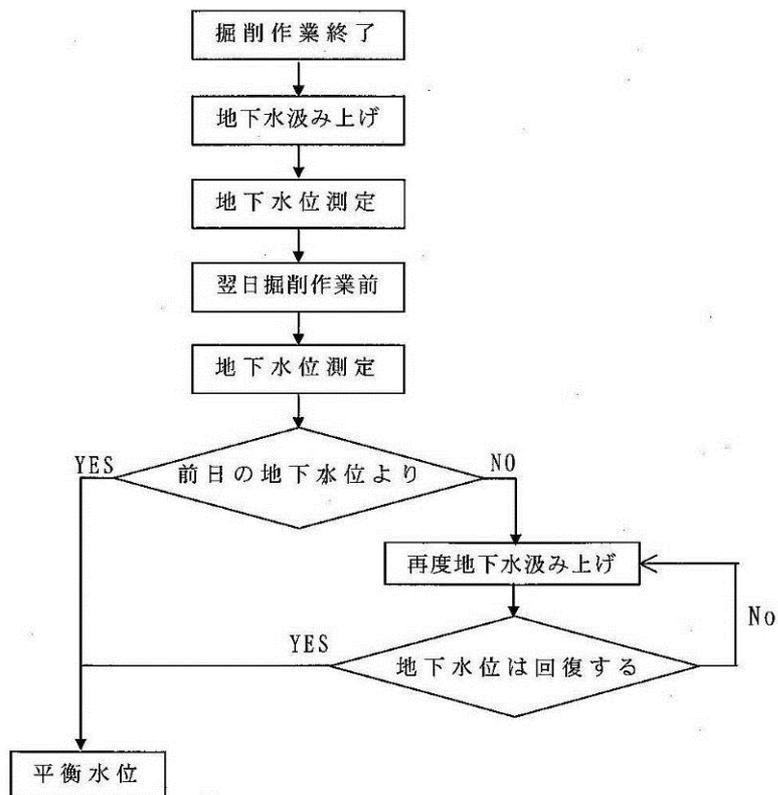


図 5-2 地下水位測定方法フローチャート

## (2) 地下水位測定結果

各孔の試錐日報解析図を図 5-3～図 5-7に示す。

地下水位測定の結果、No. 4 地点では地下水は確認されなかった。No. 2、No. 5 地点では自由地下水、No. 1、No. 3 地点では岩盤中の被圧地下水を確認した(表 5-2参照)。

表 5-2 地下水位一覧表

孔番	孔口標高 (T.P. m)	地下水位		地下水形態
		(GL-m)	(T.P. m)	
No. 1	43.81	11.90	31.91	被圧地下水
No. 2	3.70	1.20	2.50	自由地下水
No. 3	47.38	5.60	41.78	被圧地下水
No. 4	13.90	—	—	—
No. 5	1.86	0.00	1.86	自由地下水

No. 5 地点では、掘削時に GL±0.00m の地下水位を確認した。No. 5 地点周辺は、上方斜面からの地表水が常時流入して、調査地は湿地状となっており、孔内水位が非常に高い(写真 5-1参照)。地下水は盛土と自然地盤の境界部を流下していると想定される。



写真 5-1 No. 5 地点周辺の状況

# 試錐日報解析図

孔番 No. 1

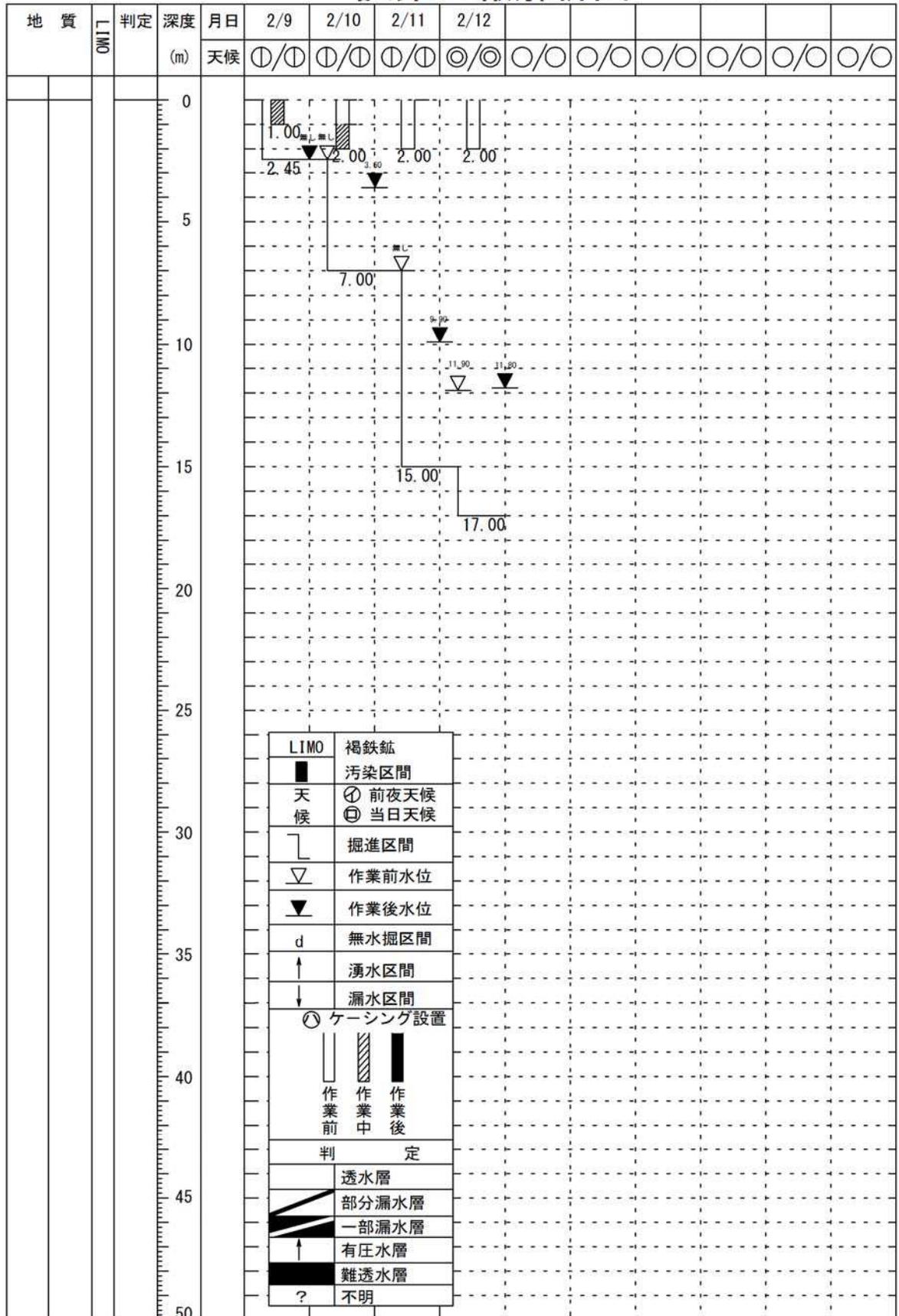


図 5-3 試錐日報解析図 (No. 1)

# 試錐日報解析図

孔番 No. 2

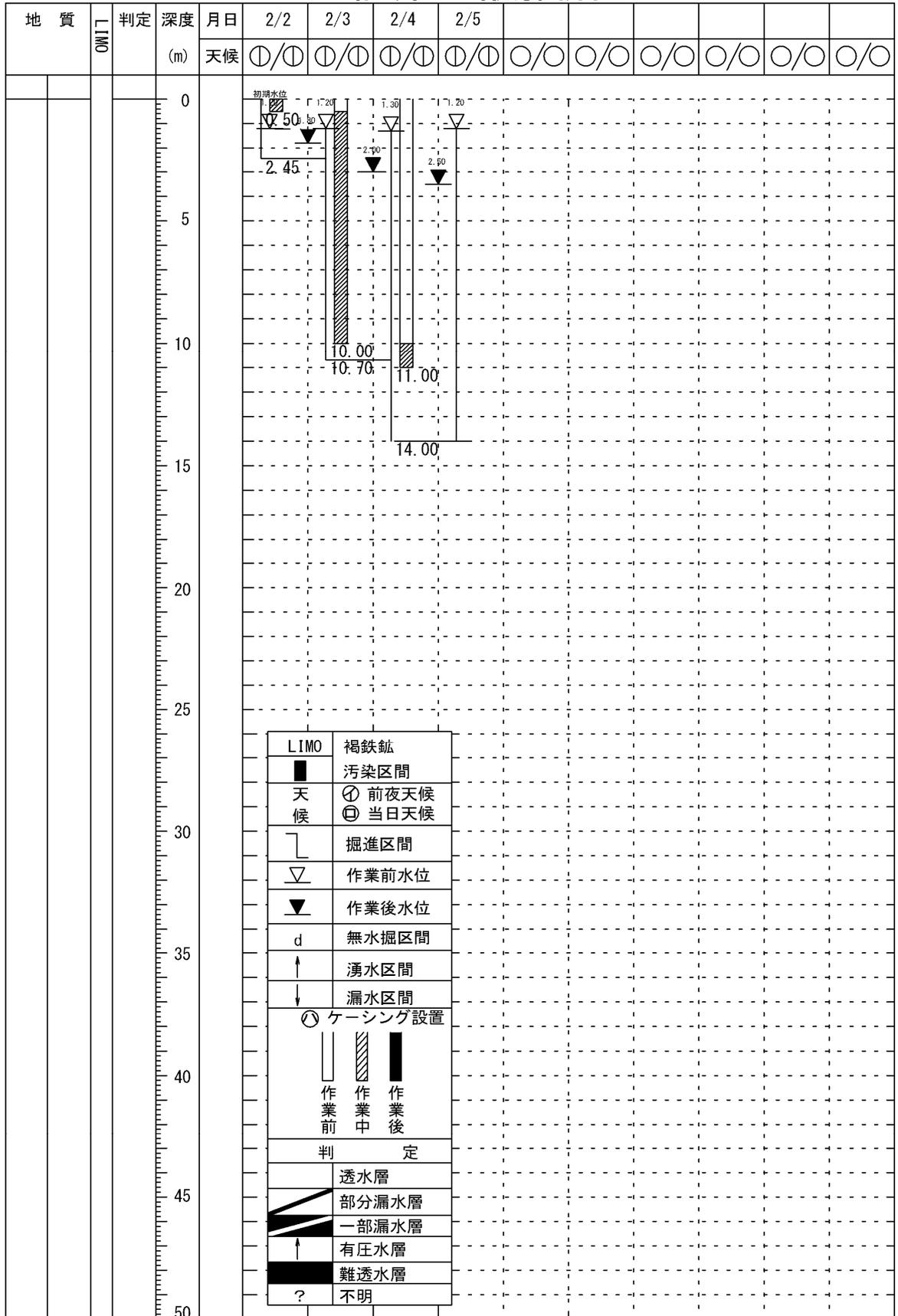


図 5-4 試錐日報解析図 (No. 2)

# 試錐日報解析図

孔番 No. 3

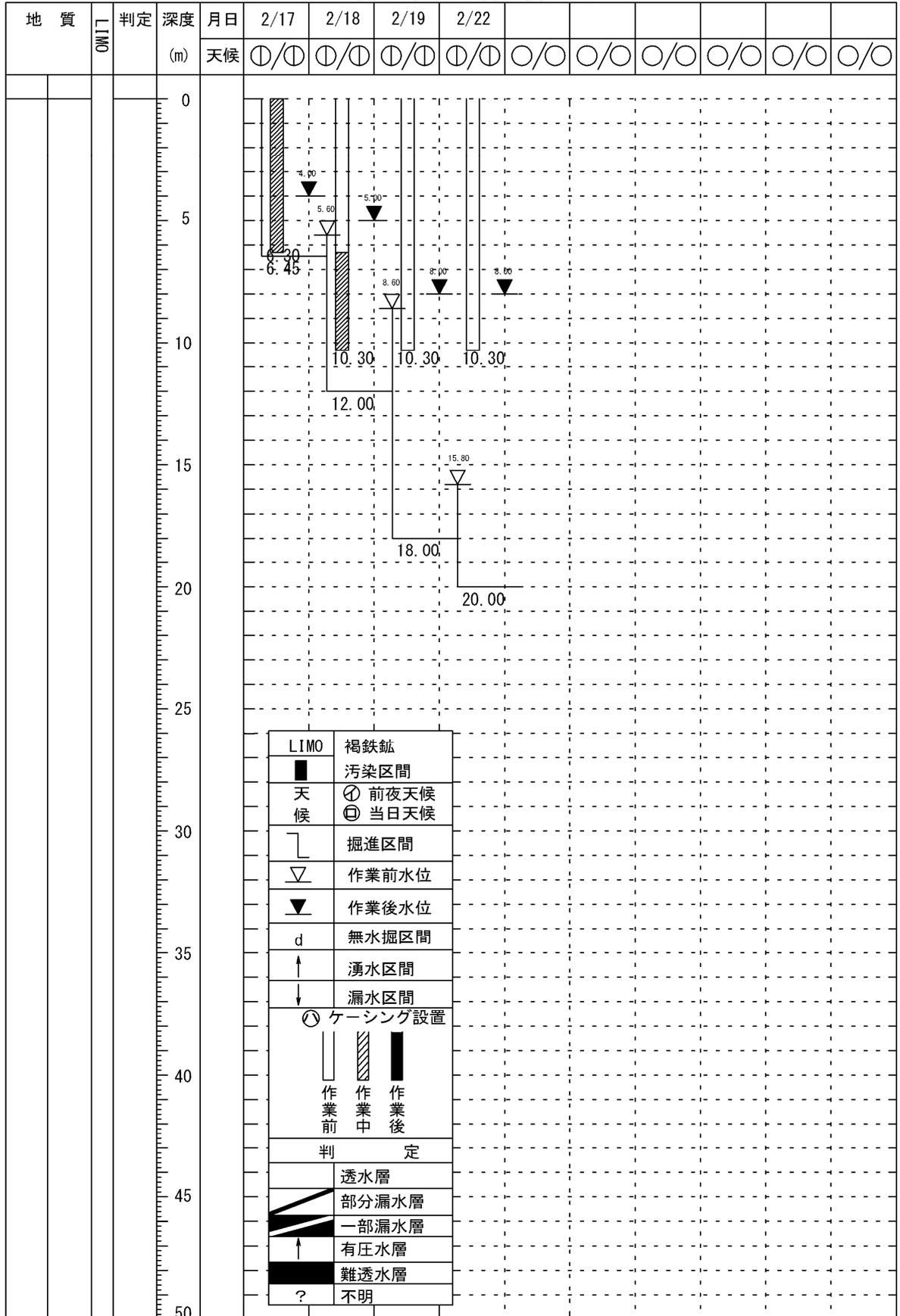


図 5-5 試錐日報解析図 (No. 3)

# 試錐日報解析図

孔番 No. 4

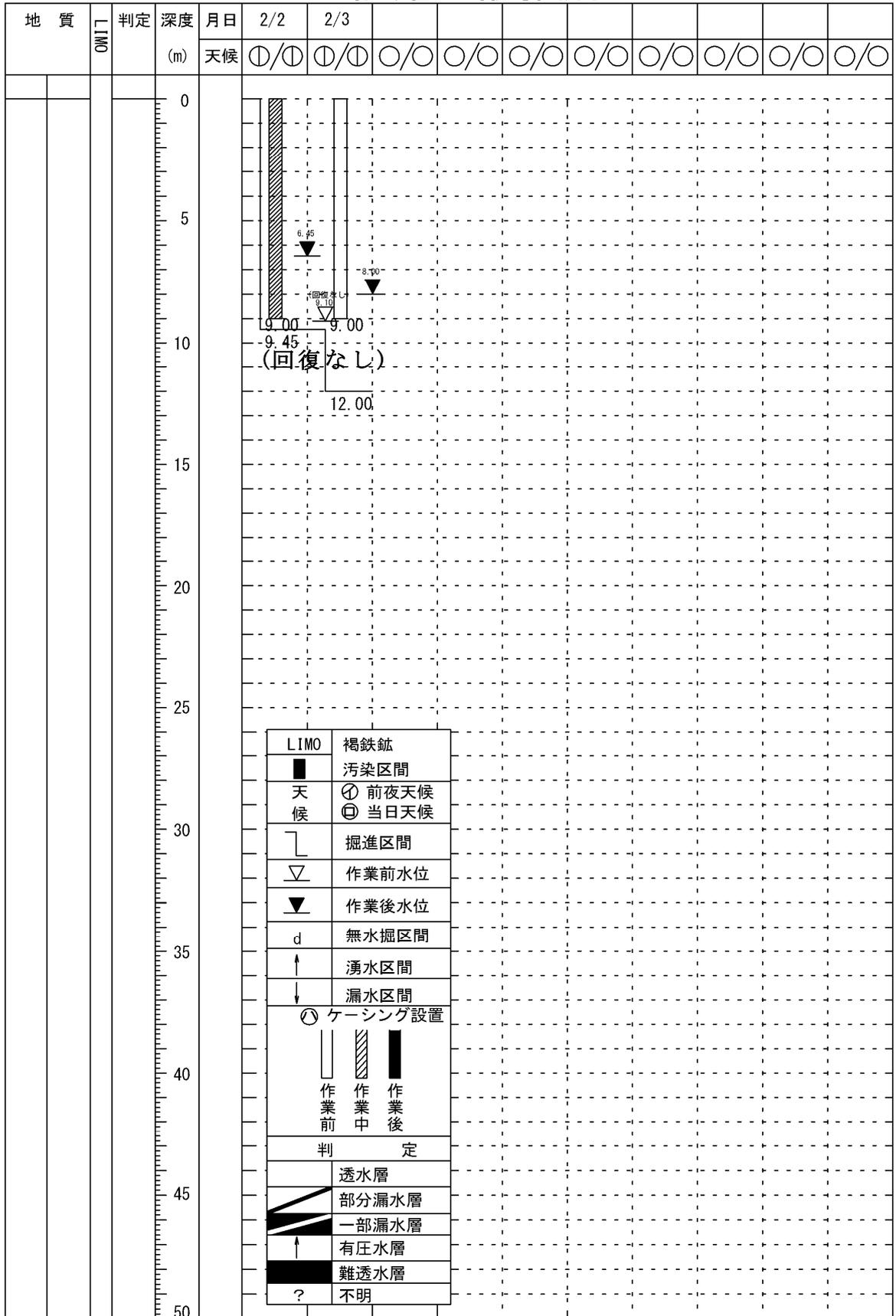


図 5-6 試錐日報解析図 (No. 4)

# 試錐日報解析図

孔番 No. 5

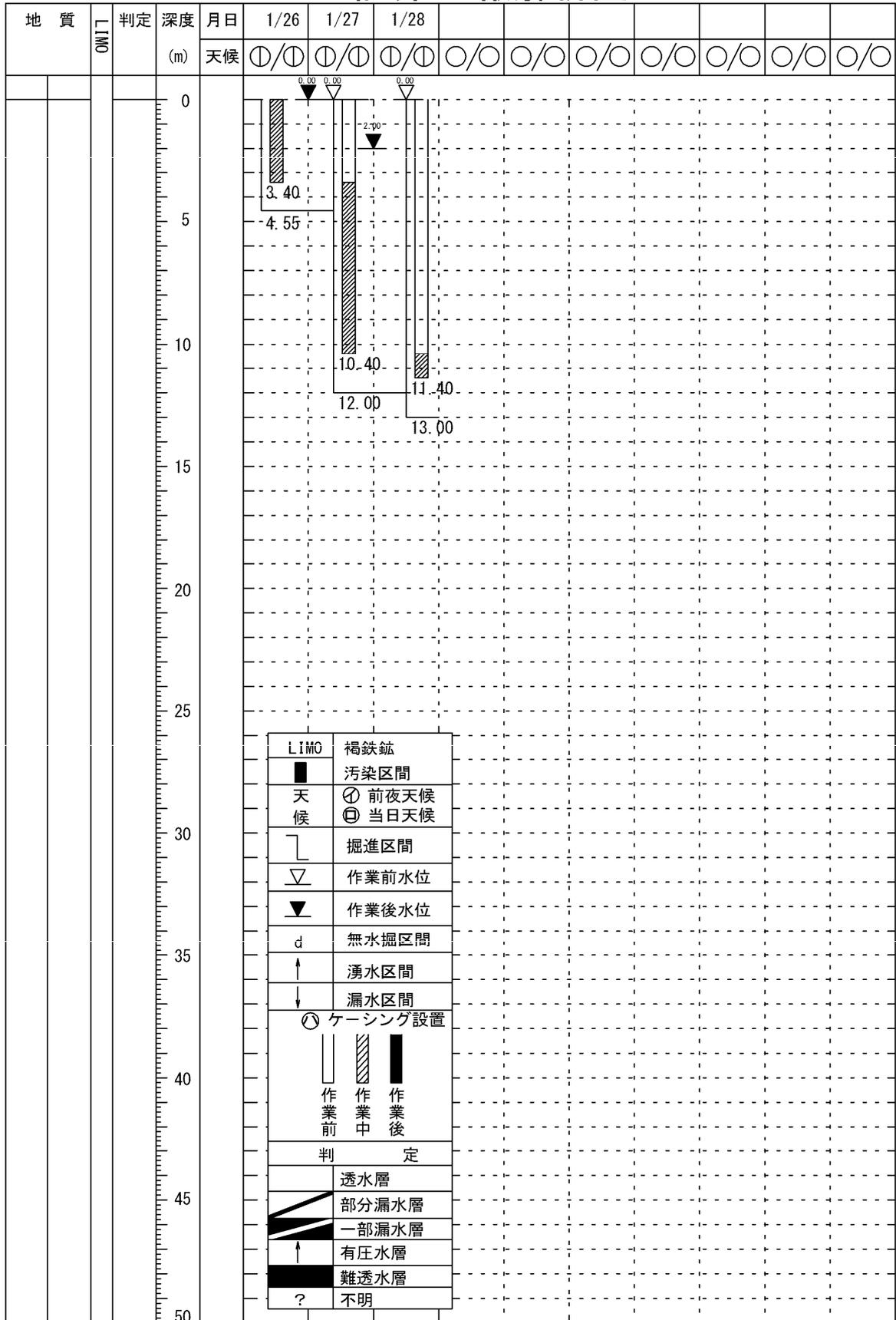


図 5-7 試錐日報解析図 (No. 5)

### 5.3 標準貫入試験結果

原位置における土の硬軟、締まり具合または土層の構成を判定する目的で標準貫入試験を実施した。

試験結果は、巻末資料「A. ボーリング柱状図及びコア写真」に深度～ $N$  値グラフとして示した。標準貫入試験結果について、調査ボーリング毎に述べる。

なお、地層境界付近において試験途中で地層が変化した場合は  $N$  値の補正を行っている(図 5-8参照)。

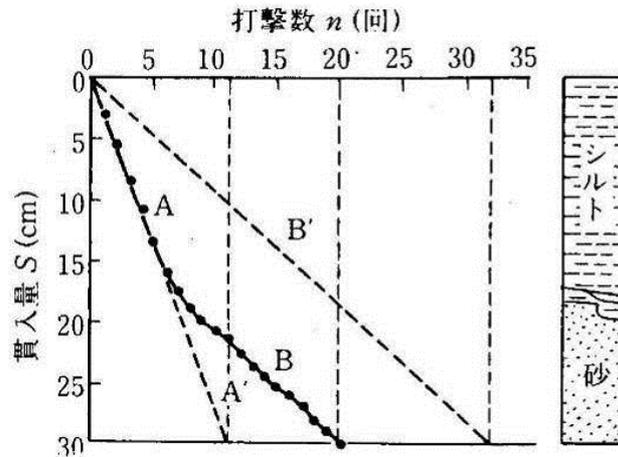


図 5-8 地層の変化に対応する  $N$  値の修正方法<sup>22)</sup>

また、 $N$  値=50 以上の岩盤については、下式により  $N$  値を換算した<sup>23)</sup>。

$$\text{換算}N\text{値} = 50 (\text{回}) \times \frac{0.3\text{m}}{50\text{回の打撃時の貫入量 (m)}} \quad (\text{換算 } N\text{値 } 300 \text{ 以下})$$

22) (公)地盤工学会：「地盤調査の方法と解説」、p. 298、2013

23) (公)地盤工学会：「地盤調査の方法と解説」、p. 311、2013

### (1) No. 1

*N*値一覧を表 5-3に示す。

強風化岩(Ms(W3))でのみ *N*値が確認されている。表層部は *N*=9 と低いが、深度が深くなるにつれ *N*値は高くなる。

風化岩(Ms(W2))、基盤岩(Ms(W1))ではすべて貫入不能(換算 *N*値 300 を超える)である。

表 5-3 *N*値一覧表(No. 1)

孔番	地層区分	N値			平均値
No.1	SF	-			-
	Ms(W3)	9	25	78.9	37.6
	Ms(W2)	-			-
	Ms(W1)	-			-

…換算値

### (2) No. 2

*N*値一覧を表 5-4に示す。

崖錐堆積物(T1)では *N*値は 2 個得られており、*N*=6~13 を示す。*N*=13 は礫打ちと思われる。

沖積第 1 礫質土(Ag1)では *N*値は 3 個得られており、換算 *N*値=3.4~4.5 と低い値を示している。

沖積火山灰質土(Av)では *N*値は 2 個得られており、*N*=2~4 と低い値を示している。

沖積第 2 礫質土(Ag2)では *N*値は 4 個得られており、*N*=7~16 とややばらつきが見られる。

基盤岩(Ms(W1))ではすべて貫入不能(換算 *N*値 300 を超える)である。

表 5-4 N 值一覽表 (No. 2)

孔番	地層区分	N 值					平均值
No.2	TI	6	13				9.5
	Ac	-					-
	Ag1	3.4	3.4	4.5			3.8
	Av	2	4				3.0
	As	-					-
	Ag2	7	16	15	9		11.7
	Ms(W1)	-					-

...換算値

### (3) No. 3

N値一覧を表 5-5に示す。

強風化岩 (Ms(W3)) の表層部は  $N=8\sim 33$  と低いが、GL-8.0m より下部では  $N>50$  となっている。

基盤岩 (Ms(W1)) ではすべて貫入不能 (換算 N値 300 を超える) である。

表 5-5 N値一覧表 (No. 3)

孔番	地層区分	N値					平均値
No.3	SF	-					-
	Ms(W3)	20	8	21	33	10	40.3
		12	16	68.2	65.2	150	
Ms(W1)	-					-	

・・・換算値

### (4) No. 4

N値一覧を表 5-6に示す。

崖錐堆積物 (T1) では、 $N=4\sim 13.5$  とややばらつきが見られる。地層境界部の換算値を除くと  $N=3\sim 7$  と低い値を示している。

基盤岩 (Alt(W1)) では表層部の換算 N値が  $N=42$  であるが、以深は  $N>50$  である。

表 5-6 N値一覧表 (No. 4)

孔番	地層区分	N値					平均値
No.4	T1	3	4.5	2.4	7	7	5.9
		6	4	13.5			
	Alt(W1)	42	100				71.0

・・・換算値

**(5) No. 5**

*N*値一覧を表 5-6に示す。

沖積第 1 粘性土 (Ac1) は *N*=0.7~2 と非常に低い値を示している。

沖積第 2 火山灰質土 (Av) は、*N*値は 2 個得られており、*N*=7、8 とバラツキも少ない。

沖積第 2 粘性土 (Ac2) は、*N*値は 1 個しか得られておらず、換算 *N*値=1.7 と低い値である。

沖積第 2 礫質土は、*N*値は 2 個得られており、*N*=5、8 と低い値を示している。

基盤岩 (Alt(W1)) ではすべて貫入不能 (換算 *N*値 300 を超える) である。

**表 5-7 *N*値一覧表 (No. 5)**

孔番	地層区分	N値					平均値
No.5	B	-					-
	Ac1	2	1.7	0.7	1.5	2	1.5
	Av	7	8				7.5
	Ac2	1.7					1.7
	Ag2	5	8				6.5
	Alt(W1)	-					

・・・換算値

## 5.4 室内土質試験結果

No.2 並びに No.5 地点で採取した試料を用いて、基本的な物性や強度、圧密特性などを求めることを目的とし室内土質試験を実施した。

採取深度並びに土質試験項目をまとめて表 5-8に示す。なお、土質試験結果は、巻末資料「B. 室内土質試験データシート」として添付したほか、表 5-9～表 5-11に一覧表を示した。また、図 5-9～図 5-10に土性図を示す。

表 5-8 土質試験実施項目一覧表

孔番	試料番号	土質記号	試料採取深度 (GL-m)	土質試験項目									
				湿潤密度	土粒子の密度	自然含水比	粒度		液性	塑性	圧密	一軸圧縮	強熱減量
							ふるい	沈降					
No. 2	P-1	T1	1.15~1.45	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-
	P-2		2.15~2.45	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-
	P-3	Ag1	3.15~3.50	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-
	P-4		4.15~4.50	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-
	P-5	Av	5.15~5.50	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-
	P-6		6.15~6.45	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-
	P-7	Ag2	7.15~7.45	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-
	P-8		8.15~8.45	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-
	P-9		9.15~9.45	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-
	P-10		10.15~10.45	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-
No. 5	TW-1	Ac1	3.50~4.50	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○

TW:シンウォールサンプリング P:標準貫入試験試料

表 5-9 土質試験結果一覧表 (No. 2 孔 その 1)

試料番号 (深 さ)		P-1 (1.15~1.45m)	P-2 (2.15~2.45m)	P-3 (3.15~3.50m)	P-4 (4.15~4.50m)	P-5 (5.15~5.50m)	P-6 (6.15~6.45m)
一般	湿潤密度 $\rho_w$ g/cm <sup>3</sup>						
	乾燥密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>						
	土粒子の密度 $\rho_p$ g/cm <sup>3</sup>	2.643	2.669	2.630	2.623	2.588	2.569
	自然含水比 $w_n$ %	19.9	13.3	24.4	28.6	30.6	42.3
	間隙比 $c$						
	飽和度 $S_r$ %						
粒度	石分 (75mm以上) %						
	礫分 <sup>1)</sup> (2~75mm) %	37.5	67.8	71.4	58.6	44.7	37.2
	砂分 <sup>1)</sup> (0.075~2mm) %	27.8	21.3	13.5	22.7	25.8	31.6
	シルト分 <sup>1)</sup> (0.005~0.075mm) %	34.7	10.9	15.1	18.7	29.5	31.2
	粘土分 <sup>1)</sup> (0.005mm未満) %						
	最大粒径 mm	37.5	37.5	26.5	19	26.5	26.5
	均等係数 $U_c$	*	*	*	*	*	*
コンシステンシー特性	液性限界 $w_L$ %						
	塑性限界 $w_P$ %						
	塑性指数 $I_p$						
分類	地盤材料の分類名	細粒分質砂質礫	細粒分まじり砂質礫	砂まじり粘性土質礫	細粒分質砂質礫	細粒分質砂質礫	細粒分質砂質礫
	分類記号	(GFS)	(GS-F)	(GCS-S)	(GFS)	(GFS)	(GFS)
圧密	試験方法						
	圧縮指数 $C_c$ 圧密降伏応力 $p_c$ kN/m <sup>2</sup>						
軸圧縮	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>						
	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>						
	変形係数 $E_{s0}$ MN/m <sup>2</sup>						
	変形係数 $E_{s0}$ MN/m <sup>2</sup>						
せん断	試験条件						
	全応力 $c$ kN/m <sup>2</sup> $\phi$ °						
	有効応力 $c'$ kN/m <sup>2</sup> $\phi'$ °						
	強熱減量試験 Li %						

特記事項

1) 石分を除いた75mm未満の上質材料に対する百分率で表す。

[1kN/m<sup>2</sup> ≒ 0.0102kgf/cm<sup>2</sup>]

表 5-10 土質試験結果一覧表 (No. 2 孔 その 2)

試料番号 (深 さ)		P-7 (7.15~7.45m)	P-8 (8.15~8.45m)	P-9 (9.15~9.45m)	P-10 (10.15~10.45m)		
一般	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>						
	乾燥密度 $\rho_d$ g/cm <sup>3</sup>						
	土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.640	2.671	2.631	2.679		
	自然含水比 $w_o$ %	26.0	15.0	12.4	16.6		
	間隙比 $e$						
粒 度	飽和度 $S_r$ %						
	石分 (75mm以上) %						
	礫分 <sup>1)</sup> (2~75mm) %	52.3	79.1	83.0	71.2		
	砂分 <sup>1)</sup> (0.075~2mm) %	26.8	13.0	10.4	18.5		
	シルト分 <sup>1)</sup> (0.0075~0.075mm) %	20.9	7.9	6.6	10.3		
	粘土分 <sup>1)</sup> (0.005mm未満) %						
	最大粒径 mm	19	37.5	37.5	37.5		
	均等係数 $U_c$	*	76.4	49.2	*		
コンシステンシ ン特性	液性限界 $w_L$ %						
	塑性限界 $w_p$ %						
	塑性指数 $I_p$						
分 類	地盤材料の 分類名	細粒分質 砂質礫	細粒分砂まじり 礫	細粒分砂まじり 礫	細粒分まじり 砂質礫		
	分類記号	(GFS)	(G-FS)	(G-FS)	(GS-F)		
圧 密	試験方法						
	圧縮指数 $C_c$ 圧密降伏応力 $p_o$ kN/m <sup>2</sup>						
軸 圧 縮	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>						
	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>						
	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>						
	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>						
せ ん 断	試験条件						
	全応力 $c$ kN/m <sup>2</sup> $\phi$						
	有効応力 $c'$ kN/m <sup>2</sup> $\phi'$						
特記事項	強熱減量試験 Li %						

1) 石分を除いた75mm未満の上質材料に対する百分率で表す。

[1kN/m<sup>2</sup>≒0.0102kgf/cm<sup>2</sup>]

表 5-11 土質試験結果一覧表 (No. 5 孔)

試料番号 (深 さ)		TW-1 (3.50~4.50m)				
一般	湿潤密度 $\rho_w$ g/cm <sup>3</sup>	1.696				
	乾燥密度 $\rho_d$ g/cm <sup>3</sup>	1.171				
	土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.604				
	自然含水比 $w_n$ %	44.9				
	間隙比 $e$	1.225				
	飽和度 $S_r$ %	95.5				
粒度	石分 (75mm以上) %					
	礫分 <sup>1)</sup> (2~75mm) %	6.4				
	砂分 <sup>1)</sup> (0.075~2mm) %	40.3				
	シルト分 <sup>1)</sup> (0.005~0.075mm) %	33.0				
	粘土分 <sup>1)</sup> (0.005mm未満) %	20.3				
	最大粒径 mm	9.5				
	均等係数 $U_c$	*				
コンシステンス特性	液性限界 $w_L$ %	37.9				
	塑性限界 $w_p$ %	21.8				
	塑性指数 $I_p$	16.1				
分類	地盤材料の 分類名	礫まじり砂質粘土 (低液性限界)				
	分類記号	(CLS-G)				
圧密	試験方法	段階載荷				
	圧縮指数 $C_c$	0.329				
	圧密降伏応力 $p_c$ kN/m <sup>2</sup>	93.8				
軸圧縮	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	23.7				
	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	28.9				
	変形係数 $E_{s0}$ MN/m <sup>2</sup>	0.7				
	変形係数 $E_{s0}$ MN/m <sup>2</sup>	1.6				
せん断	試験条件					
	全応力	$c$ kN/m <sup>2</sup>				
		$\phi$ °				
	有効応力	$c'$ kN/m <sup>2</sup>				
$\phi'$ °						
特記事項	強熱減量試験 Li %	6.8				

1) 石分を除いた75mm未満の上質材料に対する百分率で表す。

[1kN/m<sup>2</sup> ≒ 0.102kgf/cm<sup>2</sup>]

調査業者名：株式会社 地研

調査件名：平成26年度（繰越明許）都防委 第3号宿毛市都市防災推進事業宿毛西部地区高台広場整備用地地質調査業務委託2

ボーリングコード：

調査時期：平成28年2月2日～28年2月4日

ボーリング名：No.2

位置座標：北緯=32 56 04.0530 東経=132 42 10.2560

孔口標高：3.70m 孔内水位：1.2m

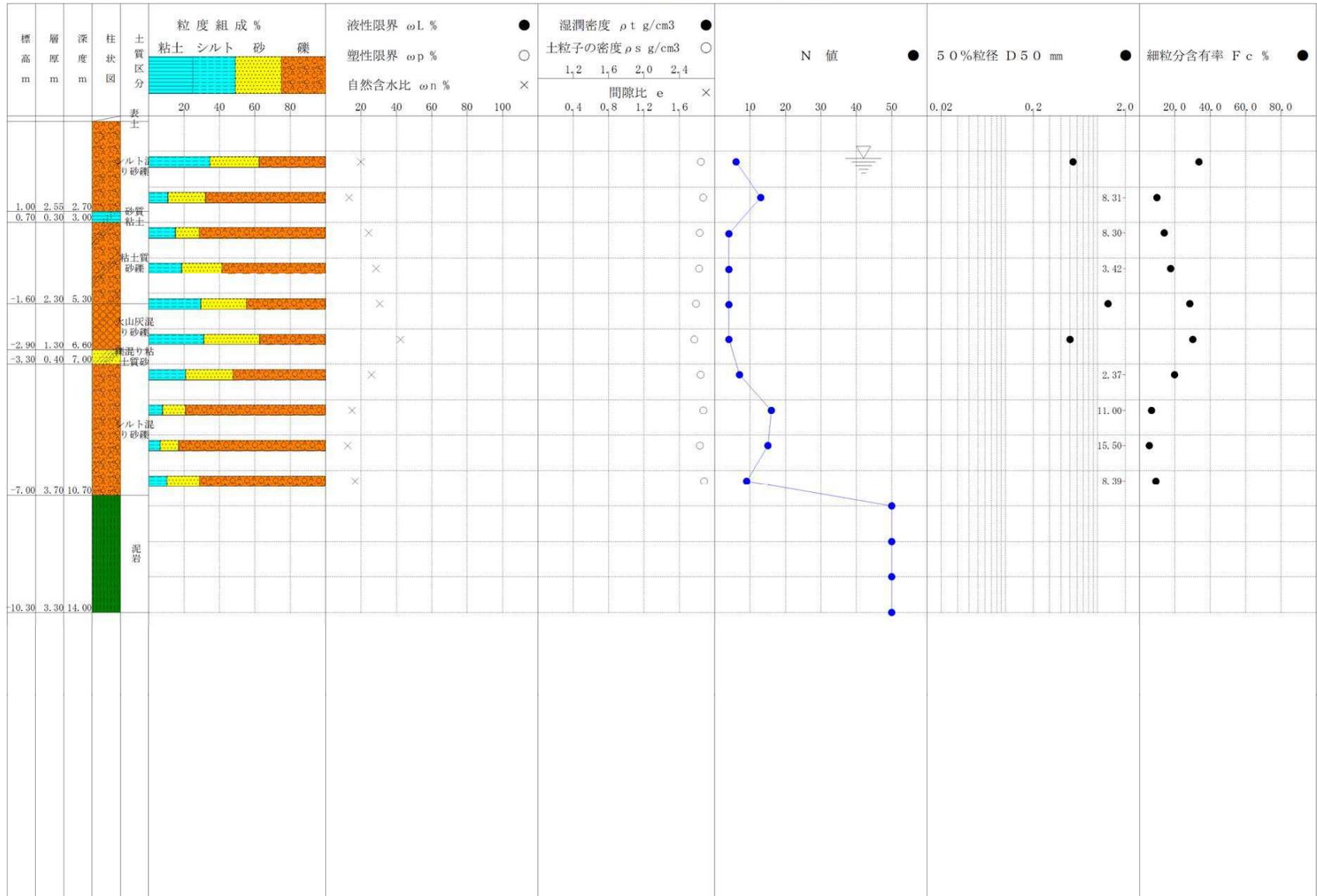


図 5-9 土性図 (No. 2)



土の工学的性質は、大きく物理的性質(物理特性)と力学的性質(力学特性)に分けられる。物理的特性は、さらに土粒子の密度、粗度組成、コンシステンシー限界などの基本的性質と、密度(単位体積重量)、間隙比、飽和度などの状態量を示す性質に分けられ、基本的性質は主に土の判別分類のために用いられる。また、力学的性質は土の圧縮性、変形性などの圧縮特性(沈下特性)と土のせん断強度などの強度特性に分けられ、主に支持力、土圧、安定及び圧密沈下の計算に用いられる。そのほかには、土の透水性や土の締固め特性などに分けられる。

土の基本的な性質を求める方法として、室内で行う土質試験があり、室内土質試験の項目をまとめてみると図 5-11に示すとおりである。

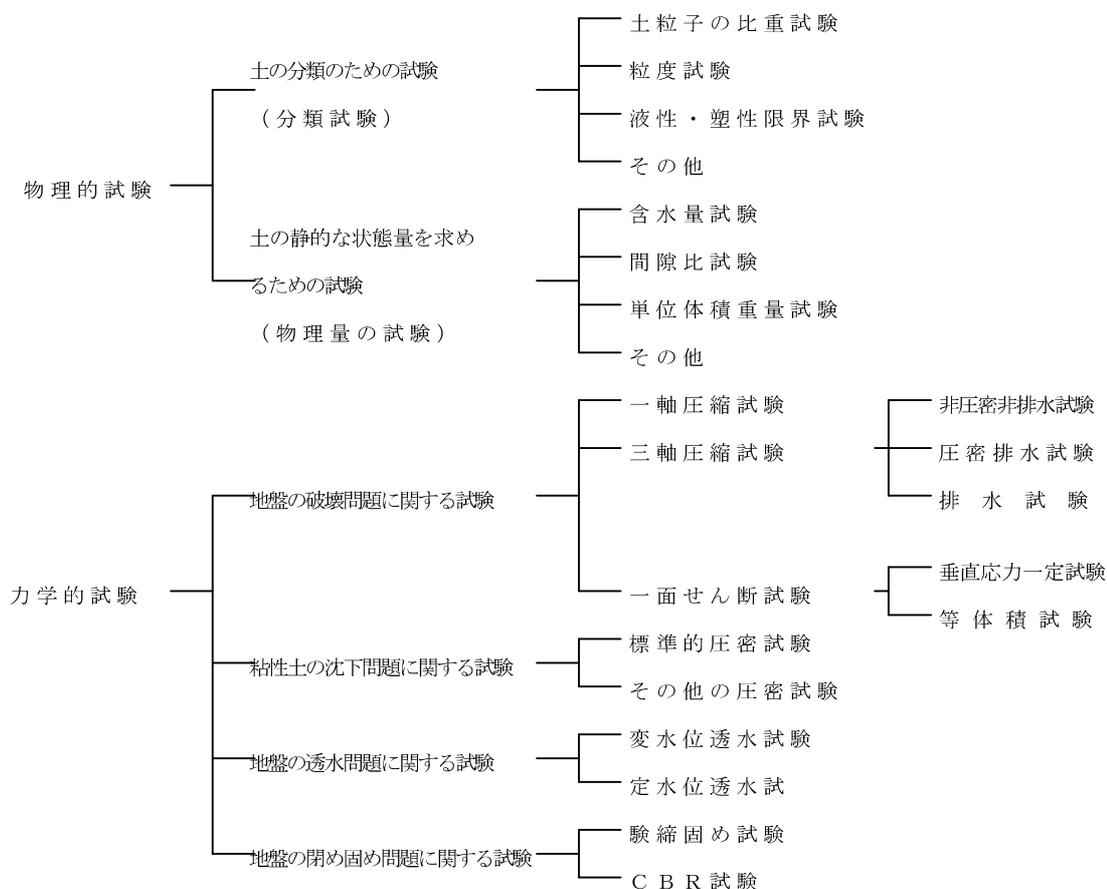


図 5-11 室内土質試験の分類<sup>24)</sup>

24) 松尾 稔著：「最新土質実験—その背景と役割—」、森北出版、1974

## (1) 土粒子の密度試験

### 1) 試験結果

試験結果により得られた値を表 5-12に示す。

表 5-12 土粒子の密度試験結果

孔番	試料番号	土質記号	試料採取深度 (GL-m)	土粒子の密度 (g/cm <sup>3</sup> )	一般値との比較
No. 2	P-1	Tl	1.15~1.45	2.643	○
	P-2		2.15~2.45	2.669	○
	P-3	Ag1	3.15~3.50	2.630	○
	P-4		4.15~4.50	2.623	○
	P-5		5.15~5.50	2.588	○
	P-6	Av	6.15~6.45	2.569	× 砂分、礫分の影響
	P-7	Ag2	7.15~7.45	2.640	○
	P-8		8.15~8.45	2.671	○
	P-9		9.15~9.45	2.631	○
	P-10		10.15~10.45	2.679	○
No. 5	TW-1	Ac1	3.50~4.50	2.604	○

○ ; 一般値の範囲内  
× ; 一般値の範囲外

### 2) 一般的な値

わが国の代表的な土粒子の密度は表 5-13からも分かるように、一般的な無機質土であれば、2.60~2.80 (g/cm<sup>3</sup>)のごく狭い範囲を示す<sup>25)</sup>。また泥炭(ピート)のように多量の有機物を含むものは密度が小さい。土粒子の密度は、その値から土の特性を表すことや土を分類することはないが、他の物性値を算定するために必要である。

本調査では、崖錐堆積物、沖積第1礫質土、沖積第2礫質土の試験値は一般値の範囲を示した。しかしながら、沖積火山灰質土(Av)の試験値は、「しらす」の一般値より高い値を示した。これは、No.2孔の沖積火山灰質土(Av)は砂分、礫分が多い地層で、その影響でやや高い値を示したと判断される。

25) (社)地盤工学会：「土質試験の方法と解説、第一回改訂版」、p.58、2000

表 5-13 主な鉱物と土粒子の密度の例<sup>26)</sup>

鉱物名	密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	土質名	密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	
石 英	2.6~2.7	豊浦砂	2.64	
長 石	2.5~2.8	沖積砂質土	2.6~2.8	T1、Ag
雲 母	2.7~3.2	沖積粘性土	<b>2.50~2.75</b>	Ac
角 閃 鉱	2.9~3.5	洪積砂質土	2.6~2.8	
輝 石	2.8~3.7	洪積粘性土	2.50~2.75	
磁 鉄 鉱	5.1~5.2	泥炭(ピート)	1.4~2.3	
ク ロ ラ イ ト	2.6~3.0	関東ローム	2.7~3.0	
イ ラ イ ト	2.6~2.7	まさ土	2.6~2.8	
カオリナイト	2.5~2.7	しらす	<b>1.8~2.4</b>	Av
モンモリロナイト	2.0~2.4	黒ぼく	2.3~2.6	

26) (社)地盤工学会：「土質試験の方法と解説、第一回改訂版」、p.58、2000

## (2) 土の粒度試験

粒度試験の結果は、土の判定分類や透水性の推定に利用することができる他、粒径加積曲線の傾きを表す均等係数を用いて「土の粒度の広がり」を判断することができる。

今回行った粒度試験は、No. 2 孔については基礎地盤の液状化簡易判定を目的とし、No. 5 孔については土の粒度分布を把握することを目的とした。

一般的に液状化を発生させる地層としては、次のような条件が挙げられる。

a) 地下水が現地盤面から 10m 以内にあり、かつ、現地表面より 20m 以内の深さに存在する。
b) 細粒分含有率 $F_c$ が 35% 以下の土層、又は、 $F_c$ が 35% を超えても塑性指数 $I_p$ が 15 以下の土層
c) 平均粒径 $D_{50}$ が 10mm 以下で、かつ、10% 粒径 $D_{10}$ が 1mm 以下である土層

以下に粒度試験の結果図を示す。

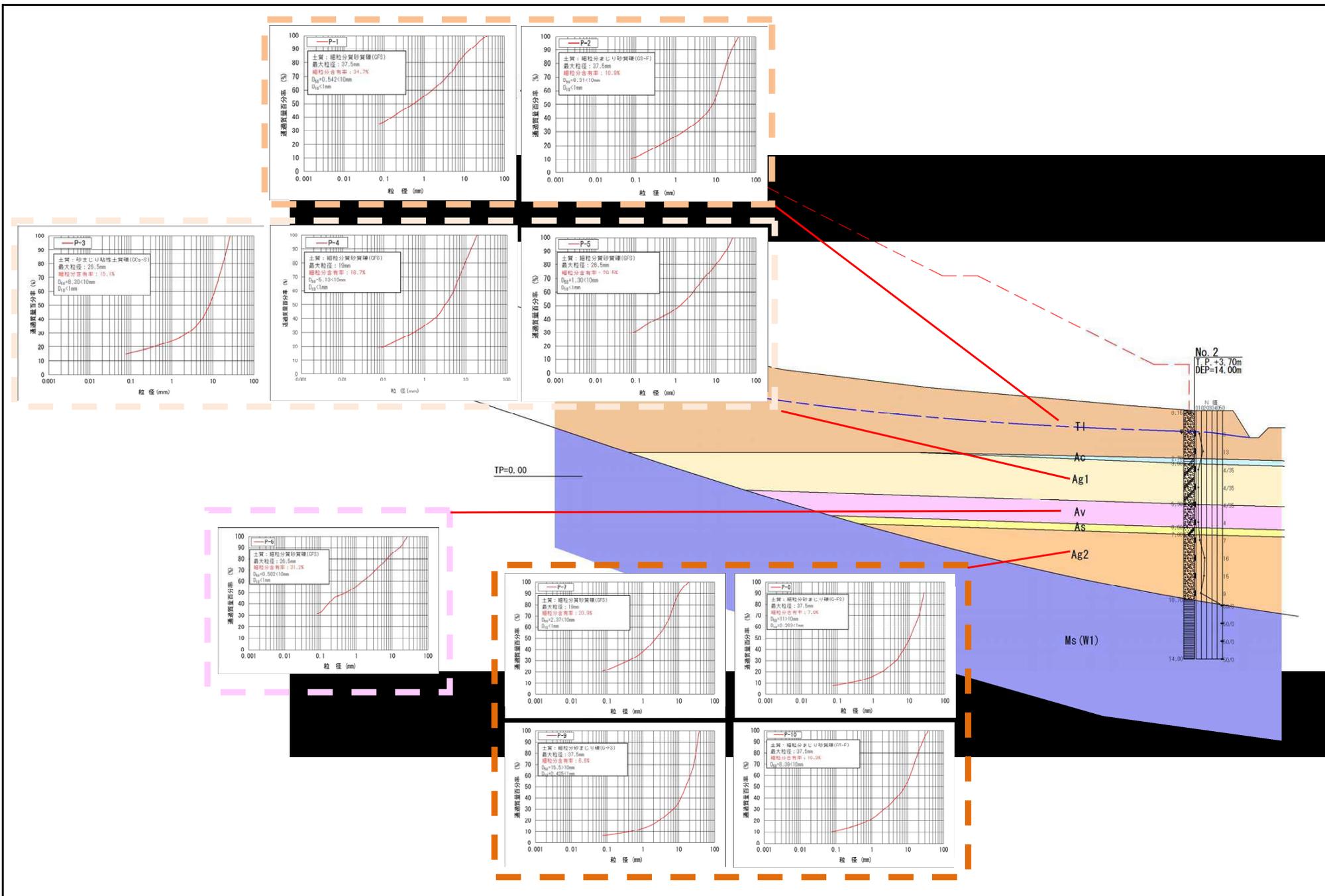
### 1) No. 2

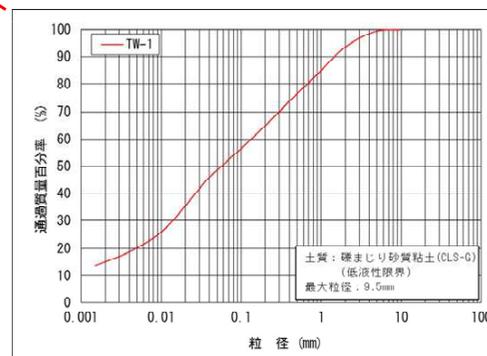
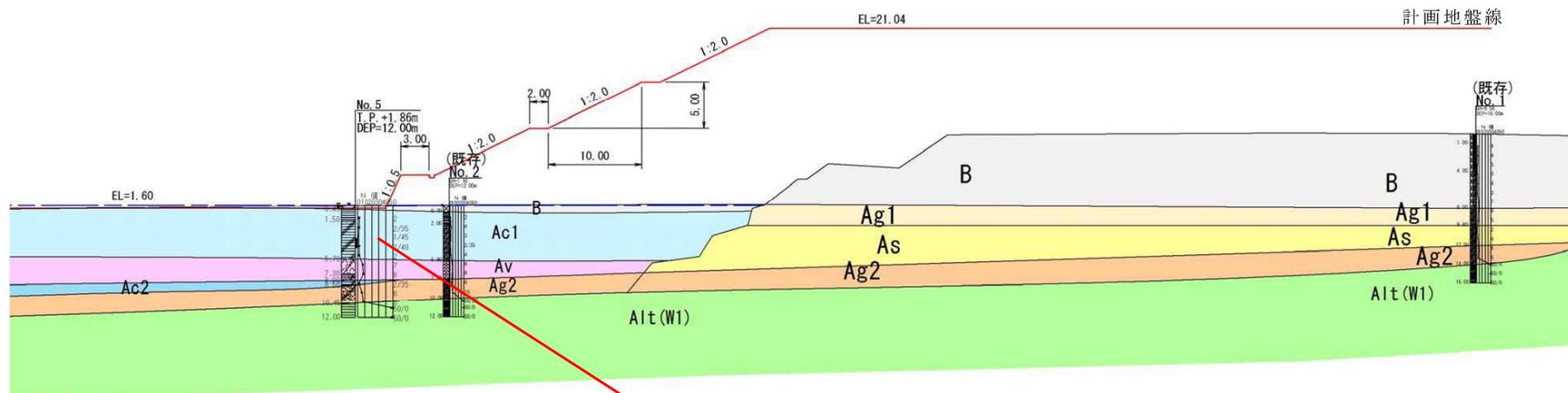
表 5-14 に粒度試験結果の概略を示す。

細粒分含有率はすべて  $F_c \leq 35\%$ 、沖積第 2 礫質土で一部深度で  $D_{50} > 10\text{mm}$  となるが、すべての地層において液状化判定が必要となった。

表 5-14 粒度試験結果概略一覧表

孔番	試料番号	土質記号	試料採取深度 (GL-m)	細粒分含有率 (%)	平均粒径 $D_{50}$ (mm)	10% 粒径 $D_{10}$ (mm)	液状化判定の必要
No. 2	P-1	Tl	1.15~1.45	34.7	0.542	-	有
	P-2		2.15~2.45	10.9	8.31	-	有
	P-3	Ag1	3.15~3.50	15.1	8.30	-	有
	P-4		4.15~4.50	18.7	3.42	-	有
	P-5		5.15~5.50	29.5	1.30	-	有
	P-6	Av	6.15~6.45	31.2	0.502	-	有
	P-7	Ag2	7.15~7.45	20.9	2.37	-	有
	P-8		8.15~8.45	7.9	11.0	0.203	無
	P-9		9.15~9.45	6.6	15.5	0.425	無
	P-10		10.15~10.45	10.3	8.39	-	有





### (3) コンシステンシー試験

コンシステンシーとは、物体の硬さ、軟らかさ、もろさ、流動性などの総称で、練返した細粒土の含水量による液状から固体状までの状態変化を指す。

したがって、細粒土の状態は含水量によって変化することから、含水比試験によって求められる自然含水比、液性限界、塑性限界等をコンシステンシー試験としてまとめた。

#### 1) 試験結果

試験結果により得られた値を表 5-15に示す。

表 5-15 コンシステンシー特性一覧表

孔番	試料番号	土質記号	試料採取深度 (GL-m)	自然含水比 $W_n$ (%)	液性限界 $W_L$ (%)	塑性限界 $W_P$ (%)	塑性指数 $I_P$	液性指数 $I_L$ ※	一般値との比較 (含水比)	安定度判定
No. 2	P-1	T1	1.15~1.45	19.9	-	-	-	-	-	-
	P-2		2.15~2.45	13.3	-	-	-	-	-	-
	P-3	Ag1	3.15~3.50	24.4	-	-	-	-	-	-
	P-4		4.15~4.50	28.6	-	-	-	-	-	-
	P-5		5.15~5.50	30.6	-	-	-	-	-	-
	P-6	Av	6.15~6.45	42.3	-	-	-	-	-	-
	P-7	Ag2	7.15~7.45	26.0	-	-	-	-	-	-
	P-8		8.15~8.45	15.0	-	-	-	-	-	-
	P-9		9.15~9.45	12.4	-	-	-	-	-	-
	P-10		10.15~10.45	16.6	-	-	-	-	-	-
No. 5	TW-1	Ac1	3.50~4.50	44.9	37.9	21.8	16.1	1.43	× (砂分40%程度の影響)	不安定

$$※ I_L = (W_n - W_P) / I_P$$

#### 2) 試験結果

一般的なコンシステンシー値(含水比、液性限界、塑性限界)を表 5-16及び表 5-17に示し、以下に試験結果との比較を述べる。

- ・ 沖積第 1 粘性土 (Ac1) の含水比は 44.9%であり、一般値 (50~80%) の範囲外となる。これは砂分を 40%含んでいる影響と判断される。
- ・ 沖積第 1 粘性土 (Ac1) の液性限界は 37.9%、塑性限界は 21.8%で、シルト (沖積層) の範囲内である。塑性指数 ( $I_P$ ) は小さいほど砂に近く、大きいほど粘土に近くなるが、当該試料は「砂質シルト」に分類されることから、妥当な値である。
- ・ 沖積第 1 粘性土 (Ac1) の液性指数 ( $I_L$ ) は 1 以上であることから、軟弱で変形抵抗が小さく、練返しによって強度が低下する性質を持つ粘土であると判断される。

表 5-16 含水比の測定例<sup>27)</sup>

土質名	地域	含水比 (%)
沖積粘土	東京	50~80
洪積粘土	東京	30~60
関東ローム	関東	80~150
まさ土	中国	6~30
しらす	南九州	15~33
黒ぼく	九州	30~270
泥炭	石狩	110~1,300

Ac Av

表 5-17 液性・塑性限界の測定例<sup>28)</sup>

土の種類	液性限界 $W_L$ (%)	塑性限界 $W_P$ (%)
粘土 (沖積層)	50~130	30~60
シルト (沖積層)	30~80	20~50
粘土 (洪積層)	35~90	20~50
関東ローム	80~150	40~80

Ac  
Av

(4) 湿潤密度試験

湿潤密度試験は、沖積第1粘性土 (Ac1) のサンプリング試料で実施した (表 5-18参照)。沖積第1粘性土 (Ac1) の湿潤密度は  $1.696(\text{g}/\text{cm}^3)$  であり、一般的な沖積世の粘性土の湿潤密度 ( $1.2\sim 1.8(\text{g}/\text{cm}^3)$ ) の範囲を示している (表 5-19参照)。

表 5-18 土の湿潤密度試験結果

孔番	試料番号	土質記号	試料採取深度 (GL-m)	土の湿潤密度 $\rho_t$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )			
				1	2	3	平均値
No. 5	TW-1	Ac1	3.50~4.50	1.716	1.694	1.679	1.696

表 5-19 我が国における土の密度のおおよその範囲<sup>29)</sup>

	沖積世		洪積世粘性土	関東ローム	高有機質土
	粘性土	砂質土			
湿潤密度 $\rho_t$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	1.2~1.8	1.6~2.0	1.6~2.0	1.2~1.5	0.8~1.3
乾燥密度 $\rho_d$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	0.5~1.4	1.2~1.8	1.1~1.6	0.6~0.7	0.1~0.6
含水比 $w$ (%)	30~150	10~30	20~40	80~180	80~1200

27) (社)地盤工学会：「地盤材料試験の方法と解説」、p.110、2009

28) (社)地盤工学会：「地盤材料試験の方法と解説」、p.146、2009

29) (社)地盤工学会：「土質試験の方法と解説、第一回改訂版」、p.151、2000

### (5) 一軸圧縮試験

一軸圧縮試験は、沖積第1粘性土(Ac)の一軸圧縮強さおよび変形係数( $E_{50}$ )を求めるために実施した。試験結果を表 5-20に示す。

沖積粘性土(Ac)の変形係数  $E_{50}$  を一般的な値と比較すると「粘土(非常に軟らかい)」となる(表 5-21参照)。

表 5-20 一軸圧縮試験結果

孔番	試料番号	土質記号	試料採取深度(GL-m)	一軸圧縮強さ		変形係数	
				$qu$ (kN/m <sup>2</sup> )		$E_{50}$ (MN/m <sup>2</sup> )	
No. 5	TW-1	Ac1	3.50~4.50	23.7	28.9	0.7	1.6

表 5-21 変形係数の概略値<sup>30)</sup>

土の種類	変形係数(MN/m <sup>2</sup> )
礫(密な)	100~200
砂(密な)	50~800
砂(緩んだ)	10~20
粘土(硬い)	8~15
粘土(中くらいの)	4~8
粘土(軟らかい)	1.5~4
粘土(非常に軟らかい)	0.5~3

30) (社)地盤工学会：「土質工学ハンドブック」、p. 795、1995

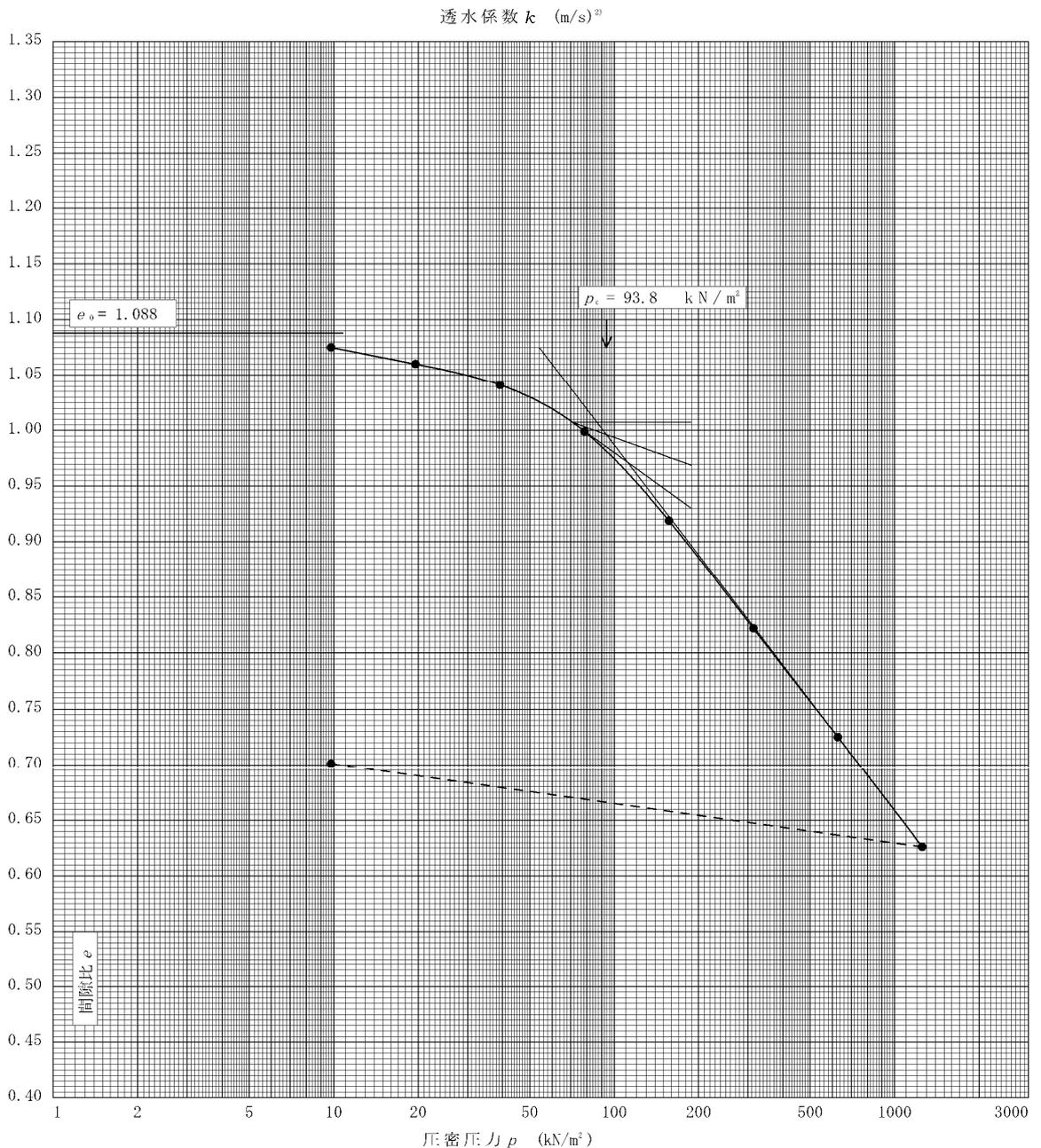
## (6) 圧密試験

圧縮性に関する定数である圧密降伏応力 ( $P_c$ )、圧縮指数 ( $c_c$ )、体積圧縮係数 ( $m_v$ ) または圧密係数 ( $c_p$ ) について以下に述べる。

### 1) $e-\log P$ 曲線

土の圧密試験で得られた圧力  $P$  と間隙比  $e$  の関係を圧力の対数目盛にとって描いた曲線で圧密降伏応力  $P_c$  及び圧縮指数  $c_c$  を求める。

圧密試験結果より、 $e-\log P$  曲線を図 5-12 に示す。



$e-\log P$  曲線より得られた圧密降伏応力  $P_c$  及び圧縮指数  $C_c$  について表 5-22 に示す。

表 5-22 圧密降伏応力  $P_c$ , 圧縮指数  $C_c$

孔番	試料番号	土質記号	試料採取深度 (GL-m)	試験方法	圧縮指数	圧密降伏応力
					$C_c$	$p_c$ (kN/m <sup>2</sup> )
No. 5	TW-1	Ac1	3.50~4.50	段階載荷	0.329	93.8

圧密降伏応力  $P_c$  は、粘土が弾性的(可逆的)な圧密挙動を示す過圧密域から塑性的(非可逆的)な圧密挙動を示す正規圧密域に移行する境界の応力をいい  $E-\log P$  曲線の勾配の急変する応力として求める。

一般に、現在の地表面からの有効土被り応力  $\Sigma \gamma h$  と圧密降伏応力  $P_c$  が等しい粘性土は「正規圧密粘性土」、有効土被り応力  $\Sigma \gamma h$  よりも圧密降伏応力  $P_c$  が大きいものは「過圧密粘性土」という。また、圧密降伏応力  $P_c$  が有効土被り応力に比べて小さい粘性土を「未圧密粘性土」という(図 5-13 参照)。

	正規圧密	未圧密	過圧密
荷重図			
$P_y, \Sigma \gamma h$ の関係	$P_y = \Sigma \gamma h$	$P_y < \Sigma \gamma h$	$P_y > \Sigma \gamma h$
有効増加荷重 ( $\Delta P$ )	$\Delta P = P - \Sigma \gamma h (P_y)$	$\Delta P = P - P_y$ ( $\Sigma \gamma h - P_y$ ) 分は自重圧密	$\Delta P = P - P_y$ $\Delta P < 0$ ……沈下なし $\Delta P > 0$ ……沈下あり

図 5-13 圧密降伏応力  $P_c$  と有効増加荷重  $\Delta P$ <sup>31)</sup>

圧密試験によって求められる圧密降伏応力  $P_c$  は、土が過去に受けた最大荷重を示しその値と現在の有効土被り応力  $\Sigma \gamma' h$  と載荷荷重  $P$  の大小関係により沈下性状が決まっている。過去に受けた荷重が将来受ける荷重より小さければ圧密沈下を生じ、逆に大きければ圧密沈下を生じないことになる。したがって、 $P_c$  を正しく評価することは沈下有無を判断する場合に非常に重要となる。

圧密降伏応力  $P_c$  と有効土被り応力  $\Sigma \gamma h$  との比較表を表 5-23 に示す。

31) 鹿島建設土木設計部：「設計の基本知識—土木設計の要点①」, p. 85, 1993

表 5-23  $P_c$ と $\Sigma \gamma h$ との比較表

試料番号	圧密降伏応力 $P_c$ (kN/m <sup>2</sup> )	有効土被り 応力 $\Sigma \gamma h$ (kN/m <sup>2</sup> )	有効土被り応力 $\Sigma \gamma h$ (kN/m <sup>3</sup> )の算出式
TW-1	93.8	29.44	$(16-9) \times 0.4m + (16.4-9) \times 3.6m$

(有効土被り応力は試験区間の中央深度 GL-4.0 で算出)

今回の圧密試験結果では、表 5-23に示す  $P_c$  と  $\Sigma \gamma h$  との関係から、圧密降伏応力が有効土被り応力よりも 64.4(kN/m<sup>2</sup>)大きいため「過圧密な粘土」と判断できる。

## 2) 圧縮指数 $c_c$

圧縮指数  $c_c$  は、圧密試験で得られた  $e-\log P$  曲線における圧密降伏応力  $P_c$  以上で示す直線部分の勾配(前出の図 5-12参照)で次式より表される。

$$C_c = \frac{\Delta e}{\Delta(\log P)}$$

試験結果を表 5-24に示す。

表 5-24 圧縮指数( $c_c$ )

試料番号	項目	圧縮指数 $c_c$
TW-1		0.329

この圧縮指数は、荷重を乗せたときにどの程度地盤が沈下するかを計算する際に利用できる。

### 3) $\log m_v - \log P$ 曲線

$\log m_v - \log P$  曲線を図 5-14に示す。

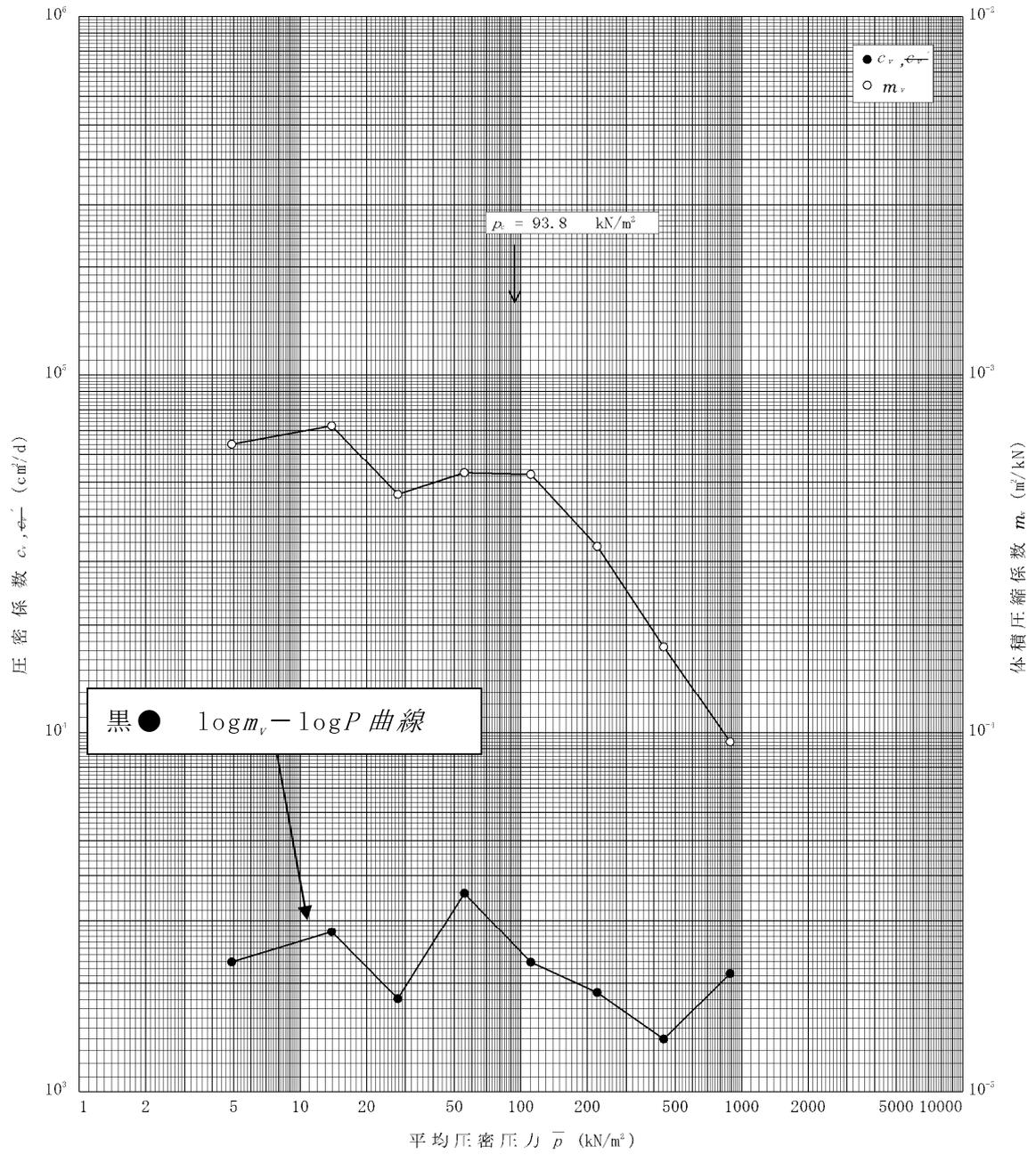


図 5-14  $\log m_v - \log P$  曲線 (TW-1)

体積圧縮係数  $m_v$  は、土の圧縮性を表す係数で体積ひずみ  $\varepsilon$  と圧密圧力  $P$  のそれぞれの増分を用いて次式で表される。

$$m_v = \frac{\Delta\varepsilon}{\Delta P}$$

過圧密領域での  $m_v$  は、圧力によらずほぼ一定ですが正規圧密領域で  $m_v$  は圧密によって大幅に減少する。

体積圧縮係数  $m_v$  は圧縮指数  $c_c$  と同様に圧密沈下量を次式によって求めることができる。

$$S = m_v \cdot \Delta P \cdot H$$

ここに、  $S$ : 圧密沈下量 (cm)

$\Delta P$ : 圧力の増分 (kN/m<sup>2</sup>)

$H$ : 圧密層の層厚 (cm)

この  $\log m_v - \log P$  曲線は、荷重を乗せたときにどの程度地盤が沈下するかを計算する際に利用する。

#### 4) $\log C_v - \log P$ 曲線

$\log C_v - \log P$  曲線を図 5-15に示す。

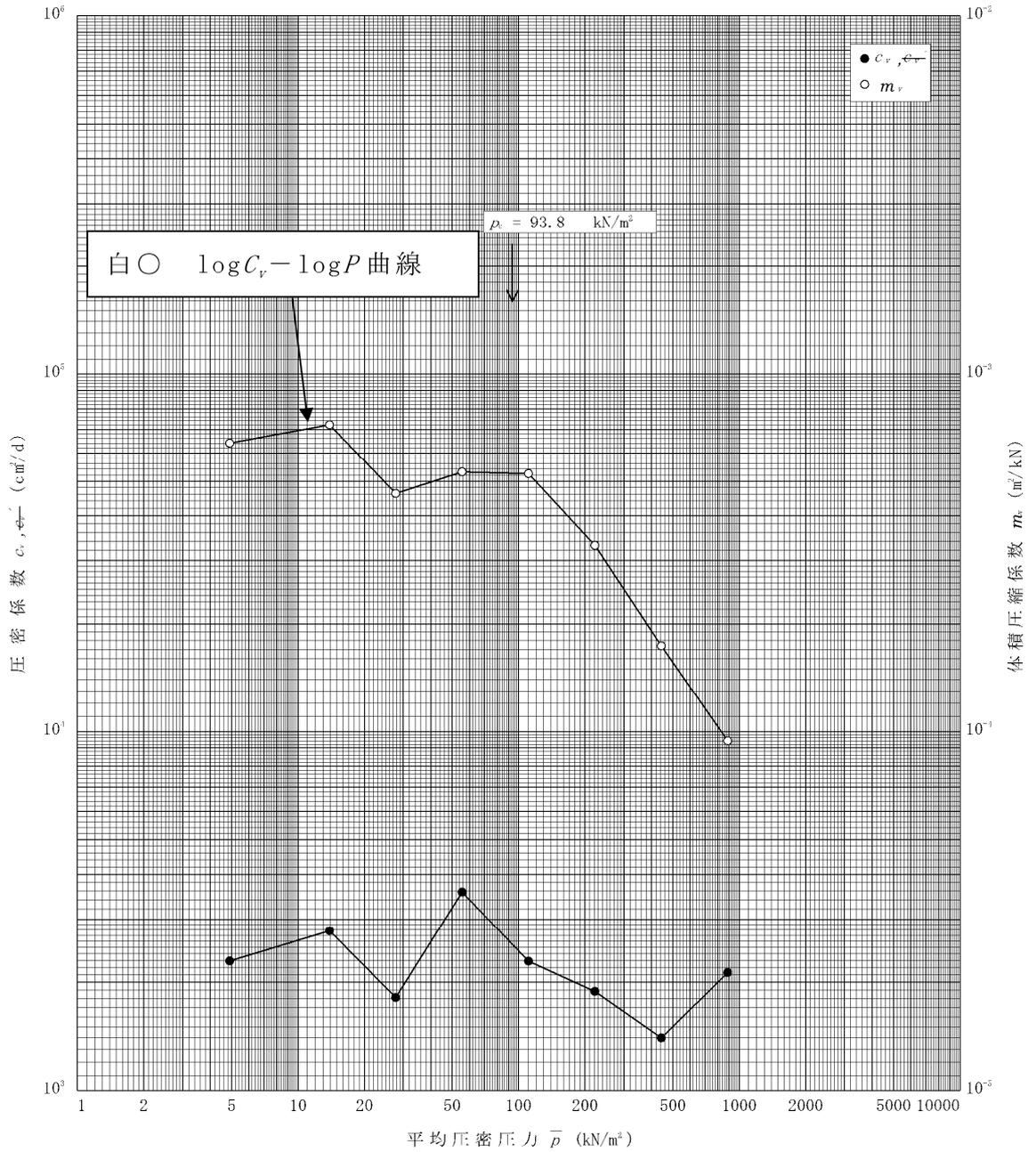


図 5-15  $\log C_v - \log P$  曲線 (No. 1)

圧密係数は、圧密理論から導かれる圧密速度に関する土質定数で次式によって表される。

$$c_v = \frac{k}{m_v \gamma_w}$$

ここに、 $k$ ：透水係数 (cm/s)

$m_v$ ：体積圧縮係数 (m<sup>2</sup>/kN)

$\gamma_w$ ：水の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

一般に圧密係数  $c_v$  は、粘性土の粒子が小さいほど値は小さく、シルト分・砂分が多くなるほど大きくなる。

この  $\log C_v - \log P$  曲線は、荷重を乗せたときにどの程度地盤が沈下するかを計算する際に利用する。

### (7) 強熱減量試験

強熱減量試験の結果を表 5-25に一覧として示す。

あらかじめ  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  で炉乾燥した土を  $750 \pm 50^\circ\text{C}$  で加熱することによる質量の減少量から、土に含まれている有機物量の目安を得る最も簡便な試験である。

試験の結果、強熱減量  $Li=6.8\%$ と低い値で、腐植物の混入は少ないと判断される。

表 5-25 強熱減量試験結果

孔番	試料番号	土質記号	試料採取深度 (GL-m)	強熱減量 $Li$ (%)
No. 5	TW-1	Ac1	3.50~4.50	6.8

## 6. 考 察

今回の調査結果を踏まえ、各地点の地盤について以下の項目について考察を行う。

- (1) 調査地の地形・地質状況
- (2) 土質定数の設定
- (3) 液状化の判定
- (4) 設計上の留意点

なお、考察をするに当っては、既存資料を踏まえて実施している。

使用した既存資料は、以下の資料である。

「平成 26 年度 都防委 第 2 号

宿毛市都市防災推進事業宿毛西地区高台整備用地地質調査業務委託」

### 6.1 調査地の地形・地質状況

図 6-1～図 6-6に調査地の地形・地質状況を示す。

### 地形・地質状況

- ① 当該地は、丘陵尾根地形とそれに挟まれた谷底平野である。
- ② 谷底平野の北側は土捨場として利用されており、新規盛土が計画されている。土捨場には、GL-8mまで盛土(B)が分布し、以深にはGL-14mまで緩い砂質土及び礫質土が分布する。地下水は認められない(既存 No. 1)。
- ③ 谷底平野の東側は旧耕作地で、新規盛土の西側法面及び調整池が計画されている。旧耕作地内には地表水が流入しており、常時飽和状態となっている。最上位には、軟弱な粘性土が、層厚約6mと厚く分布する。粘性土の下位には、GL-10mまで緩い火山灰及び礫質土が分布する(既存 No. 2、No. 5)。
- ④ 丘陵地に挟まれた緩傾斜地(No. 2、No. 4)には、丘陵地から供給された崖錐堆積物がGL-5~8m程度まで確認されている。以深は比較的風化の程度の低いN値=50以上の砂岩泥岩互層が確認されている。
- ⑤ 当該地の南側の丘陵地には泥岩(Ms)が分布し、北側・東側の丘陵地には砂岩泥岩互層(A1t)が分布する。南側(既存 No. 3)・東側(No. 3)の切土計画地は岩盤の風化が著しく、N値=50以下の強風化泥岩をGL-10m程度まで確認している。北側(既存 No. 4、No. 1)の切土法面計画地では、GL-4~6mまではN値=50以下の強風化砂岩泥岩互層が分布し、以深はN値=50以上となる。
- ⑥ 岩盤の走向・傾斜は、調査地南側ではN85°W~18°E、42°~69°Nを示し、斜面に対して流れ盤を示す。調査地北側の走向・傾斜は、N40°E~86°W、51°~78°Nを示す。
- ⑦ 切土計画地には、No. 1地点ではGL-11.9mとやや深い地下水を確認、No. 3地点ではGL-5.6mとやや浅い地下水が確認されている。

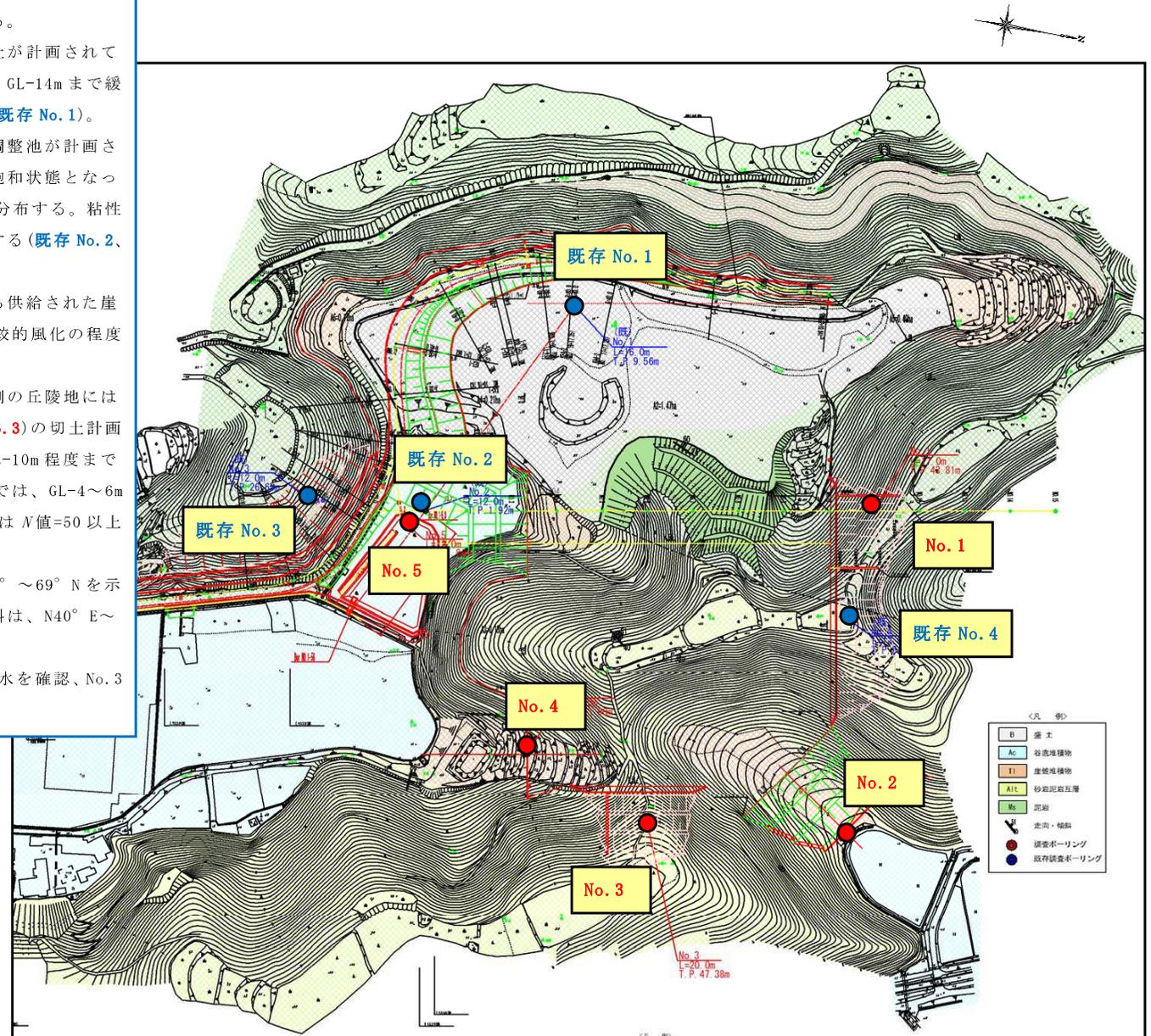


図 6-1 当該地の地形・地質状況 (S=1:2,000)

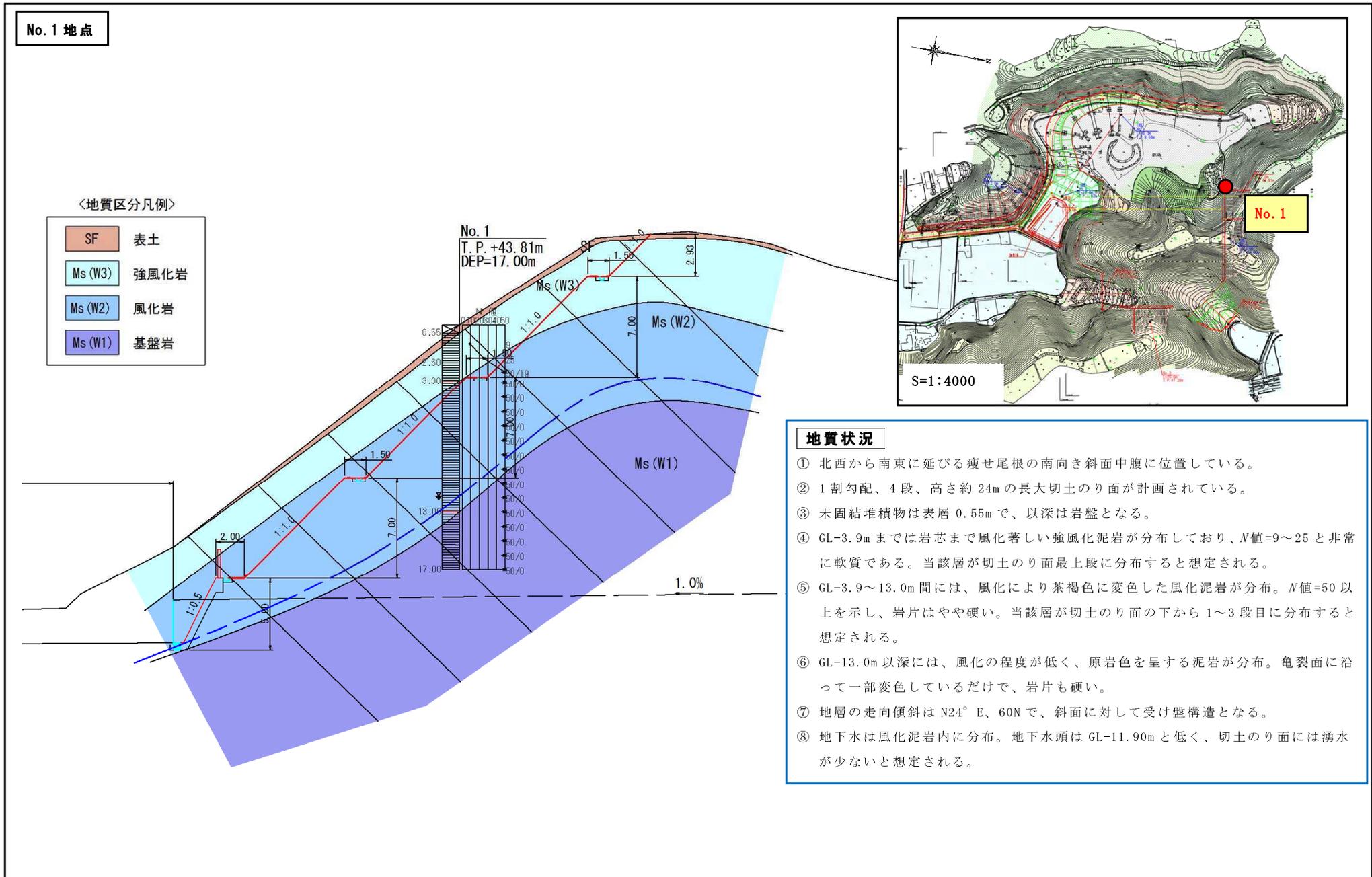


図 6-2 北側切土のり面計画地 (No. 1 孔) の断面図 (S=1:250)

## No. 2 地点

### 地質状況

- ① 調査地の北に位置しており、丘陵地に挟まれたなだらかな平坦地に位置する。
- ② 概略設計段階であることから詳細は不明であるが、盛土3段の補強土壁工が計画されている。
- ③ GL-5.3mまでは丘陵地から供給されたと想定される崖錐堆積物が分布。 $N$ 値は礫打ちの影響と思われる $N=13$ を除くと $N=3\sim6$ と緩い。
- ④ 地下水は崖錐堆積物中に分布。GL-1.2mと表層近くの水頭を持つ。
- ⑤ GL-5.3～6.6m間は未固結の完新統で、火山灰を含む砂礫が分布。 $N$ 値は2～4と非常に緩い。
- ⑥ GL-6.6～7.0m間は層厚の薄い砂質土を挟み、GL-7.0～10.7mは細粒分を含む砂礫よりなる。共に完新統と想定される。 $N$ 値=7～16と緩い。
- ⑦ GL-10.7m以深には、風化の程度が低く、原岩色を呈する泥岩が分布。一部亀裂が多く礫状コアで採取されているが、短棒状コアを主体し、岩片も硬い。
- ⑧ 粒度試験の結果、地下水面下の未固結堆積物は細粒分含有率が35%以下で、一部50%粒径 $D_{50}$ が10mm以上となるが、すべての層が液状化判定対象層となる。

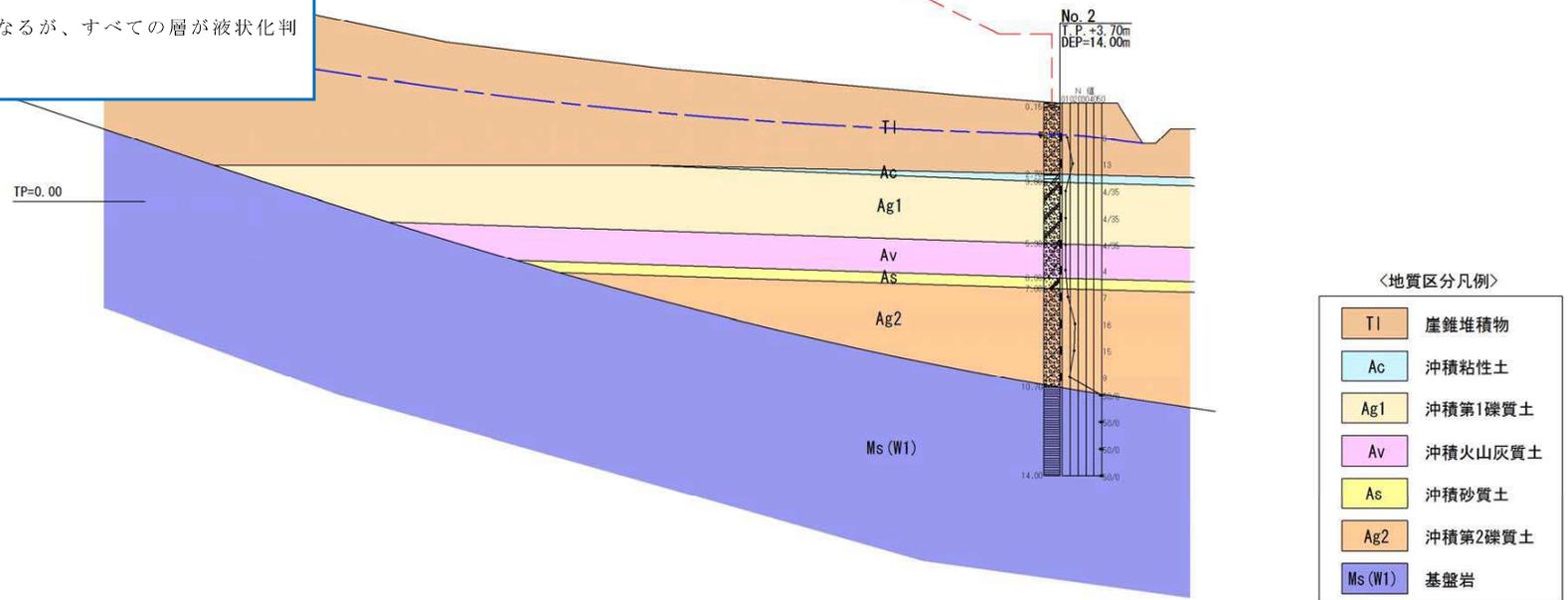
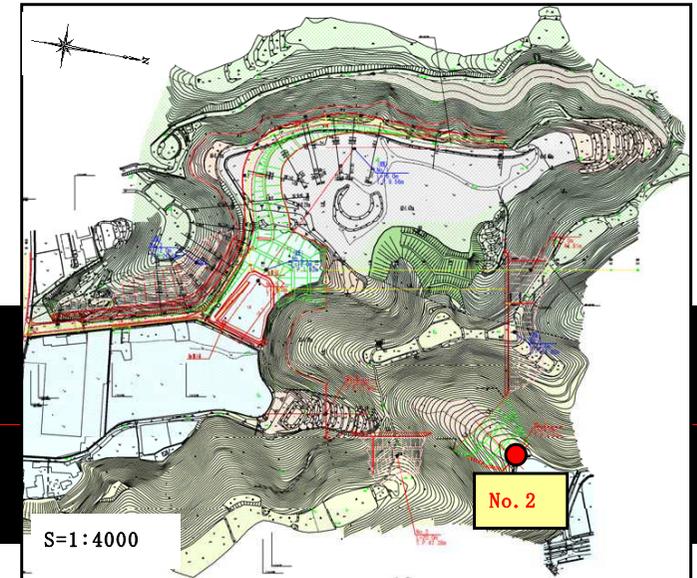


図 6-3 北側補強土壁計画地 (No. 2 孔) のペーロケ断面図 (S=1:200)

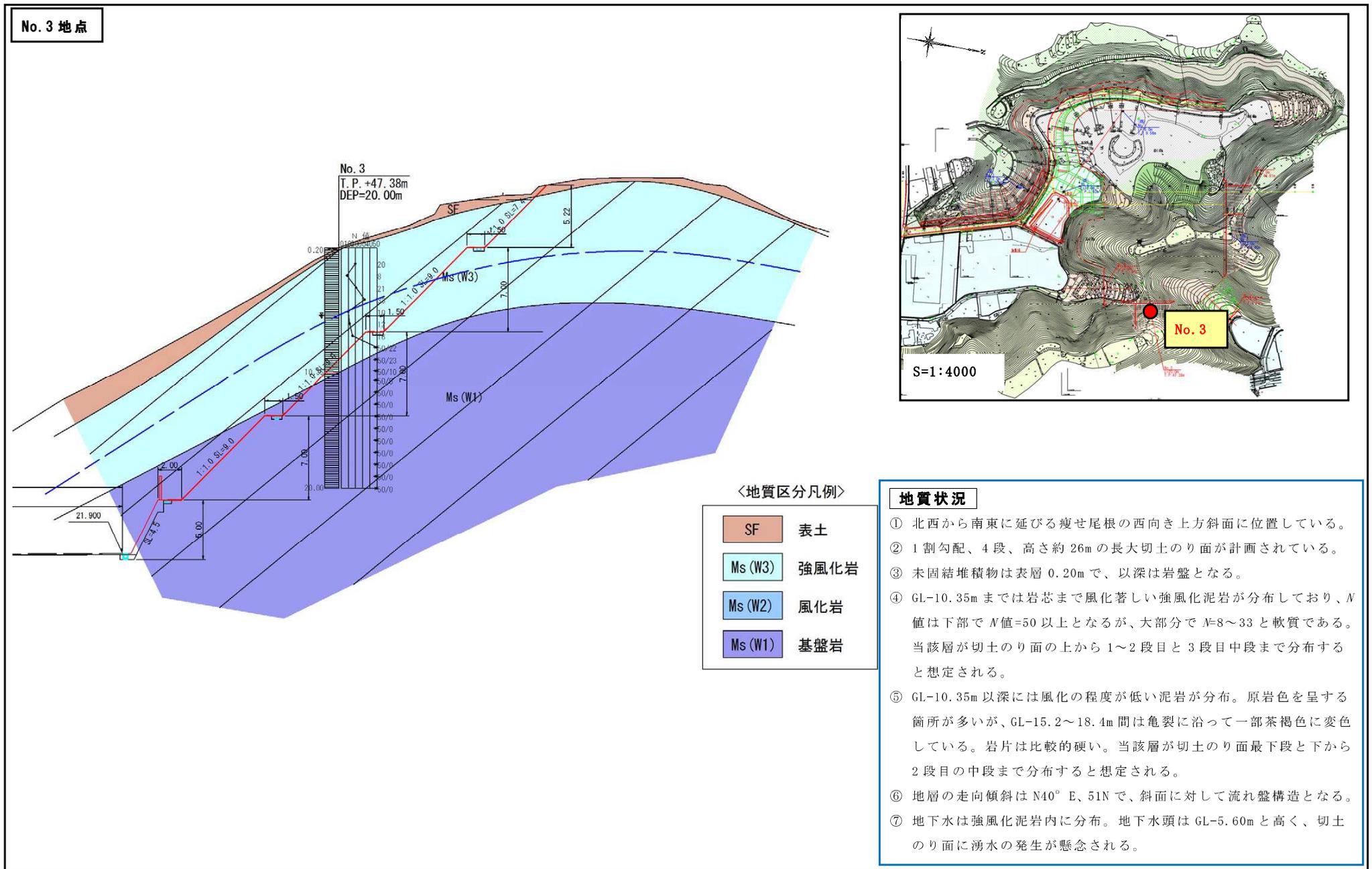


図 6-4 東側切土のり面計画地 (No. 3 孔) の断面図 (S=1:300)

### No. 4 地点

#### 地質状況

- ① 調査地の南に位置しており、丘陵地に挟まれた段々状の斜面に位置する。
- ② 概略設計段階であることから詳細は不明であるが、補強土壁工が計画されている(段数不明)。
- ③ GL-8.3mまでは丘陵地から供給されたと想定される崖錐堆積物が分布。 $N$ 値は境界部の換算  $N$ 値=13を除くと  $N=2\sim7$ と緩い。
- ④ GL-8.3m以深には、風化の程度が低く、境界部のGL-8.55mまで一部変色し、以深は原岩色を呈する砂岩優勢の砂岩泥岩互層が分布。短棒状コアを主体し、岩片も硬い。 $N$ 値も境界部の換算  $N$ 値=44とやや低いが、以深は  $N$ 値=50以上となる。
- ⑤ 調査ボーリングでは地下水は確認されていないが、谷地形を呈する集水地形となっていることから、豊水期等には地下水が流下する可能性がある。

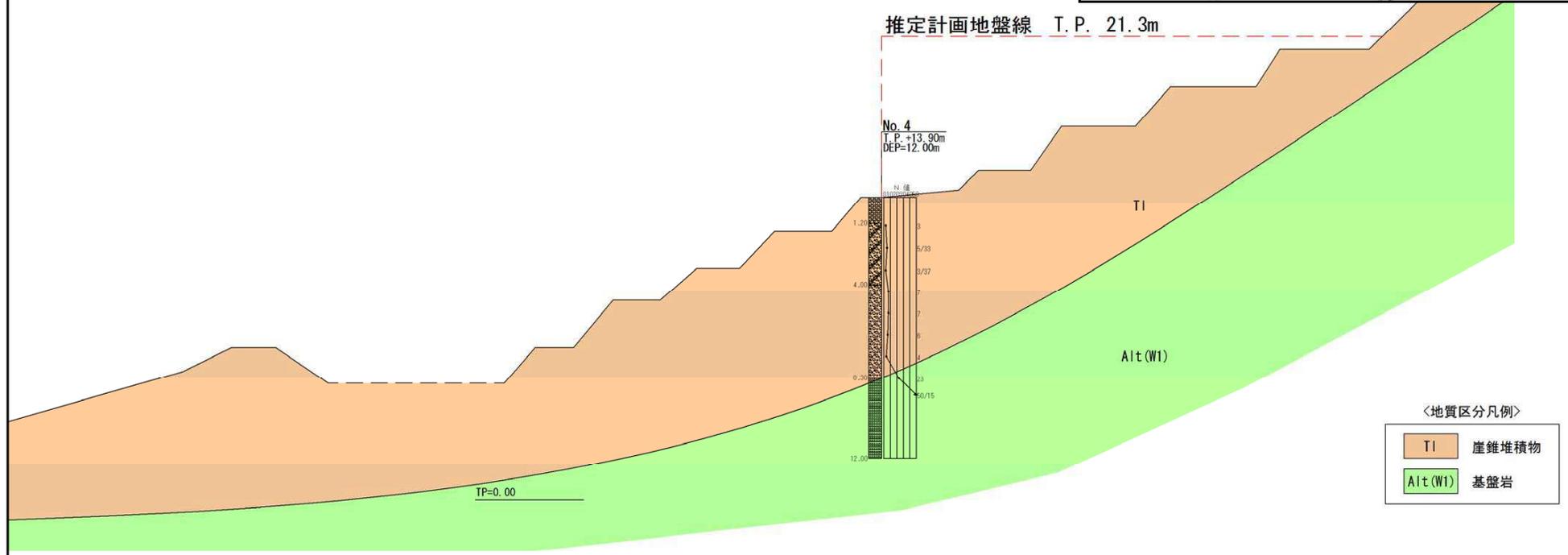
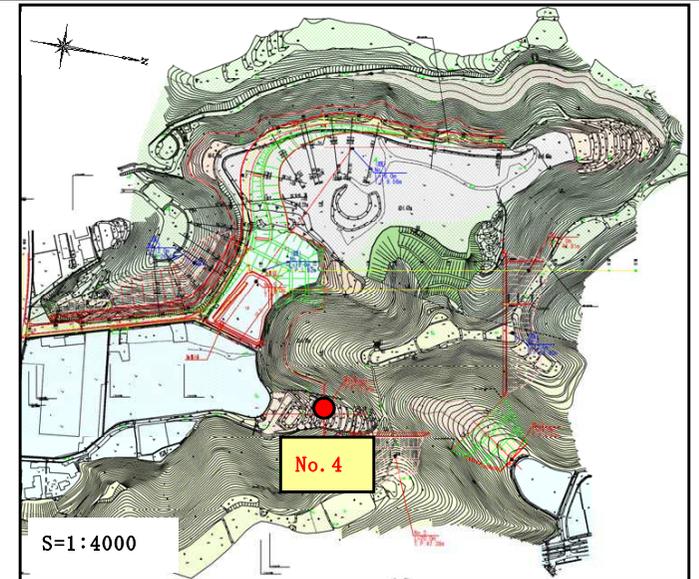


図 6-5 南側補強土壁計画地 (No. 4 孔) のペーロケ断面図 (S=1:200)

## No. 5 地点

### 地質状況

- ① 南北の丘陵地に挟まれた湿地となっている平坦地に位置する。
- ② のり面勾配 2 割、3 段、高さ約 20m の盛土のり面と調整池が計画されている。
- ③ GL-10.45m までは完新統の未固結堆積物が分布。
- ④ GL-5.7m までは粘性土が分布。N 値=0~4 と非常に軟らかい。
- ⑤ GL-5.7~8.0m 間は火山灰が分布。N 値=7~8 と非常に緩い。
- ⑥ GL-8.0~9.0m 間は層厚の薄い粘性土が分布。既存 No. 2 孔では確認されておらず、下流側に向けて層厚をやや厚くすると想定される。N 値=1 と非常に軟らかい。
- ⑦ GL-9.0~10.45m 間は細粒分を含む礫質土が分布。N 値=5~8 と非常に緩い
- ⑧ GL-10.45m 以深には、風化の程度が低く、原岩色を呈する砂岩分布。短棒状コアを主体し、岩片も硬い。N 値も貫入不能である。
- ⑨ 湿地に位置しており、地下水は孔口より分布している。
- ⑩ 既存調査で液状化判定が実施されており、火山灰層と礫質土が液状化の可能性が高い。また、盛土後の安定検討においても、常時並びに地震時に安定性が保てない結果となり、対策工が必要とされている(次ページからの参考資料参照)。

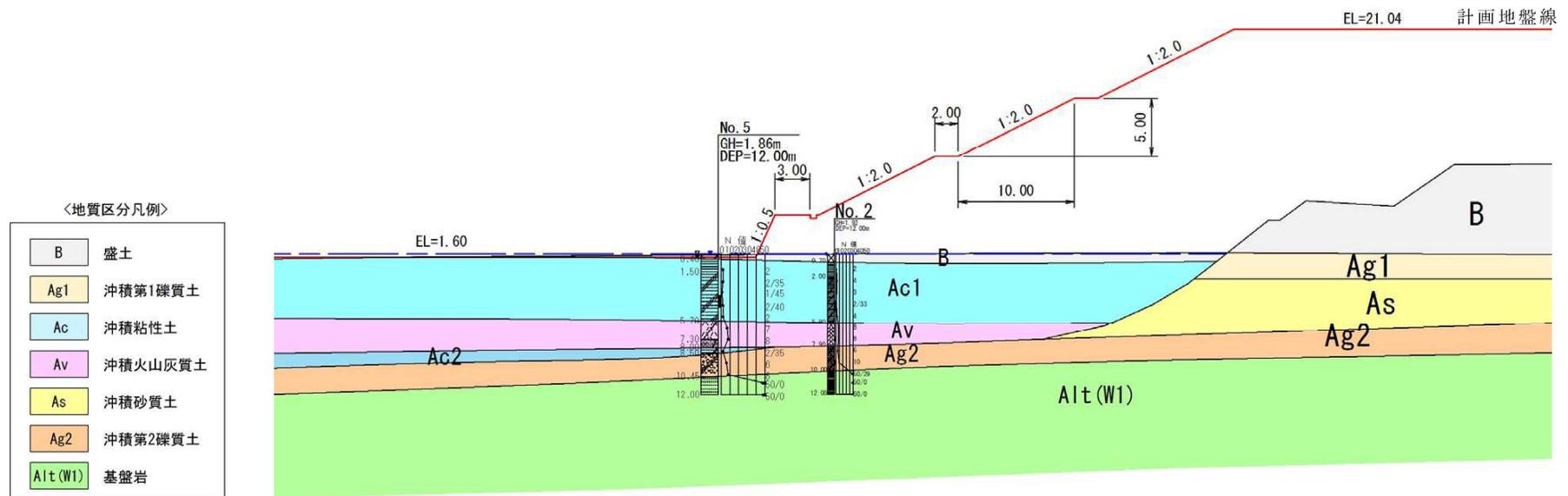
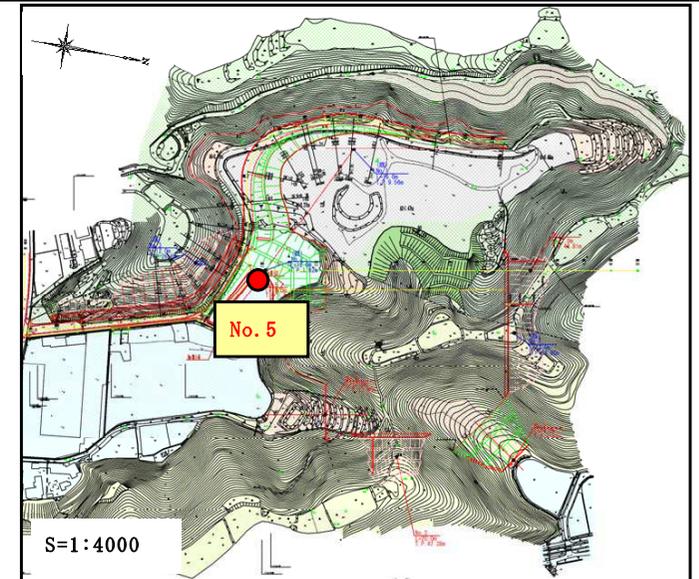
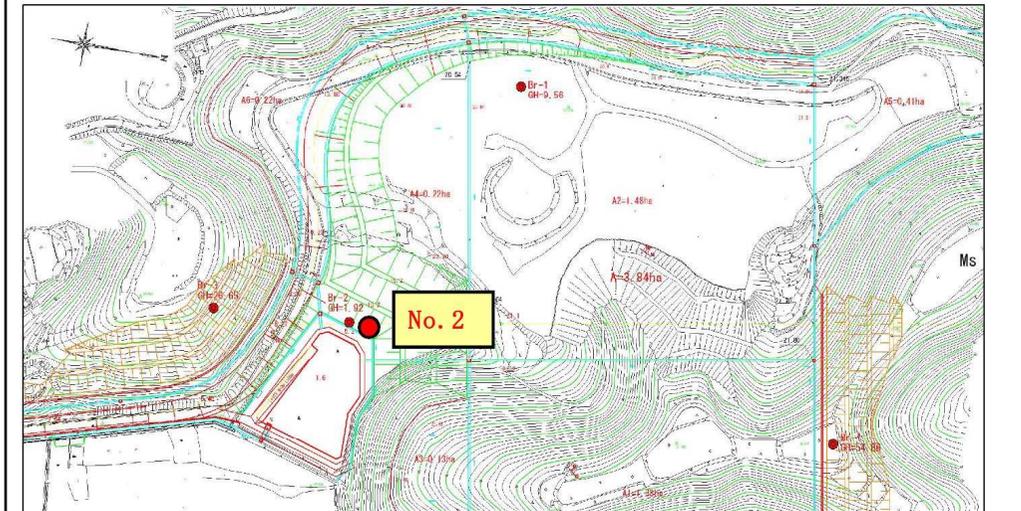


図 6-6 調整池計画地 (No. 5 孔) 及び高盛土東側のり面の断面図 (S=1:400)

### No.2 (T.P=1.92m、L=12.00m)

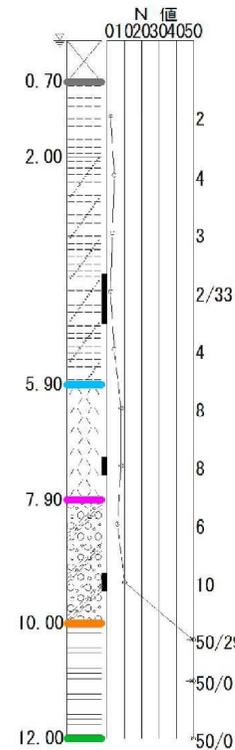
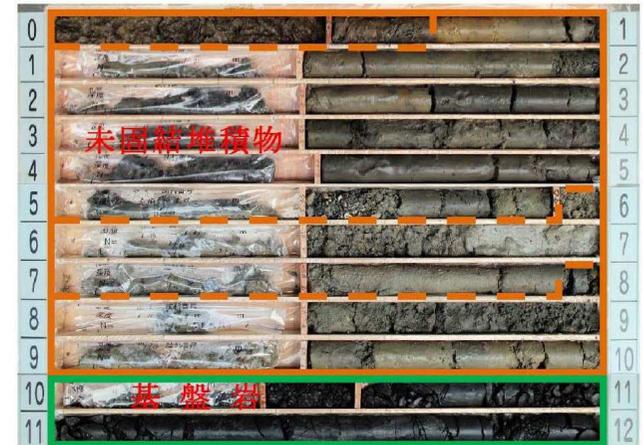
調査目的	調整池計画地及び高盛土東側法面の地盤状況を把握することを目的とする。			
地形・地質状況	1) 調査地点は谷底平野の出口付近に位置し、現在は休耕作地となっている。斜面からの地表水が常時流入している。 2) 谷底低地を構成する完新統(沖積層)、基盤岩よりなる。 3) 基盤岩は、四万十帯有岡層の泥岩であり、GL-10.00m 以深で確認されている。			
調査内容	Bor 番号	孔口標高 (TP m)	掘削深度 (GL-m)	孔径 (mm)
	No. 2	+1.92	12.00 4.00	66 86
調査・試験内容 オールコア採取 標準貫入試験 室内土質試験 シンウォールサンプリング				



調査位置図 (S=1:2,000)

調査結果	1) 調査の結果、表土、完新統、基盤岩を確認している。
	2) 各層の分布深度は以下の通りである。 表土 ; GL-0.00~0.70m 完新統 ; GL-0.70~10.00m 基盤岩 ; GL-10.00~12.00m
	3) 表土の土質は粘土であり、草根及び腐植物を多く混入する。
	4) 完新統は 3 層確認されており、沖積粘性土 (N値=2~4)、沖積火山灰質土 (N値=8)、沖積礫質土 (N値=6~10) に区分される。
	5) 沖積粘性土は有機物を多く混入する。「砂質粘土(低液性限界)」に分類され、液状化判定は必要としない。また、液性指数 ( $I_L$ )=1 以上であることから、軟弱で変形抵抗が小さく、繰返しによって強度が低下する性質を持つ。
	6) 沖積火山灰質土は「砂質シルト(高液性限界)」、沖積礫質土は「細粒分質砂質礫」にそれぞれ分類され、いずれも液状化判定を必要とする。
	7) 基盤岩は、角礫状~短柱状コアの泥岩であり、N値=50 以上を示す。
	8) 地下水は GL±0.00m で確認している。

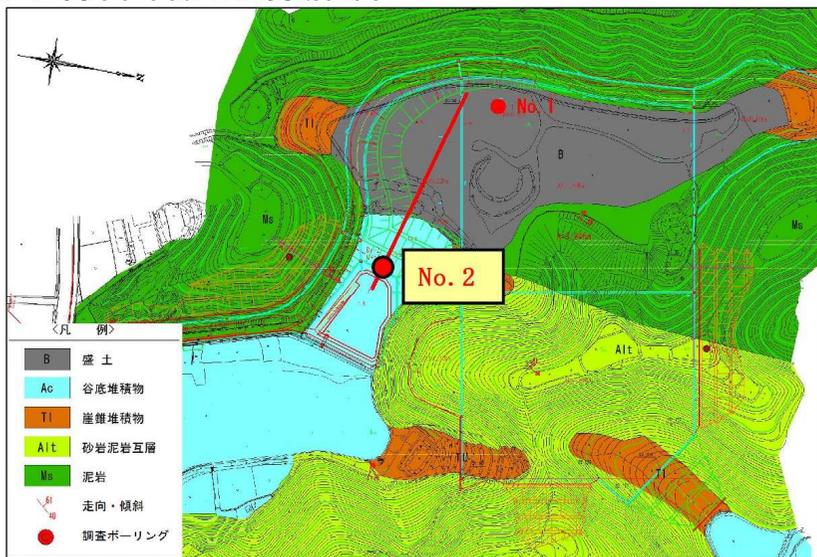
### 1. 柱状図、コア写真及び室内土質試験結果



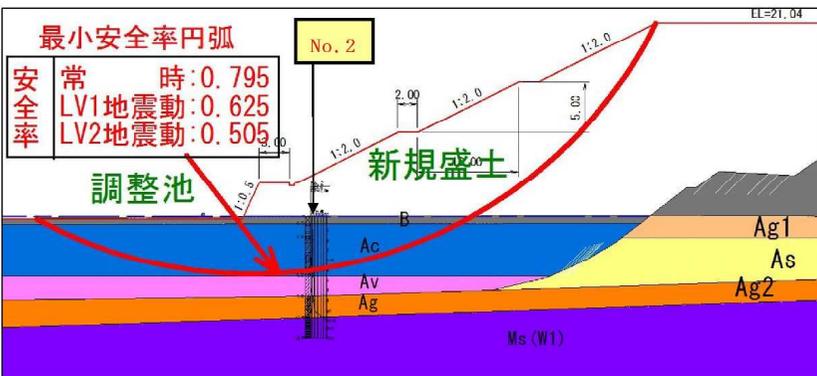
試料番号 (深さ)	T-1 (4.00~4.85m)	P-1 (7.15~7.45m)	P-2 (9.15~9.45m)
湿潤密度 $\rho_w$ g/cm <sup>3</sup>	1.626		
乾燥密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	1.083		
土粒子の密度 $\rho_p$ g/cm <sup>3</sup>	2.612	2.634	
自然含水比 $w_n$ %	50.1		
間隙比 $e$	1.412		
飽和度 $S_r$ %	92.7		
石分 (7.5mm以上) %			
礫分 (2~7.5mm) %	3.8	0.0	53.0
砂分 (0.075~2mm) %	25.7	42.9	27.4
シルト分 (0.0075~0.075mm) %	44.4	41.7	19.6
粘土分 (0.002mm) %	26.1	15.4	19.6
最大粒径 mm	9.5	2	19
均等係数 $U_c$	*	*	*
液性限界 $w_L$ %	42.1	54.8	
塑性限界 $w_p$ %	22.1	42.0	
塑性指数 $I_p$	20.0	12.8	
分類	砂質粘土 (低液性限界)	砂質シルト (高液性限界)	細粒分質 砂質礫
分類記号	(CLS)	(MIS)	(GFS)
試験方法			
圧縮係数 $C_c$			
圧密降伏応力 $p_v$ kN/m <sup>2</sup>			
一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>			
三軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>			
試験条件	UU		
全応力 $\sigma$ kN/m <sup>2</sup>	15.1		
有効応力 $\sigma'$ kN/m <sup>2</sup>	1.7		
断			

## No.2 (T.P=1.92m、L=12.00m)

### 2. 地質平面図及び地質断面図



地質平面図 (S=1:2,000)



記号	地層区分	特徴	問題点
B	盛土	粘性土の薄層	—
Ac	沖積粘性土	軟弱で厚い、変形抵抗小、有機物混入	圧密沈下、すべり変形、強度低下
Av	沖積火山灰質土	緩い飽和砂質土	液状化の可能性が高い
Ag2	沖積礫質土	緩い飽和礫質土	液状化の可能性が高い
Ms (W1)	基盤岩	堅固な岩盤	—

地質断面図 (S=1:500)

### 3. 設計土質定数の提案値

地層	記号	設計 N 値	単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	せん断抵抗角 $\phi$ (度)	粘着力 $c$ (kN/m <sup>2</sup> )	変形係数 $E_0$ (MN/m <sup>2</sup> )
盛土	B	-	(18)	-	-	-
沖積粘性土	Ac	3	16.2	15.1	1.7	3.5
沖積火山灰質土	Av	8	(17)	(32)	-	(22.4)
沖積礫質土	Ag	6	(19)	(31)	-	(16.8)
基盤岩	Ms	145	(23)	(21)	(330)	(406.0)

( ) は推定値

### 4. 液状化判定結果

地層 (記号)	深度 (GL- m)	レベル 1 地震動		レベル 2 地震動 (タイプ I)		レベル 2 地震動 (タイプ II)	
		液状化抵抗率 $F_L$ (平均値)	土質定数 低減係数 $D_E$	液状化抵抗率 $F_L$ (平均値)	土質定数 低減係数 $D_E$	液状化抵抗率 $F_L$ (平均値)	土質定数 低減係数 $D_E$
沖積粘性土 (Ac)	1.30	—	1	—	1	—	1
	2.30	—	1	—	1	—	1
	3.30	—	1	—	1	—	1
	4.30	—	1	—	1	—	1
	5.30	—	1	—	1	—	1
沖積火山灰質土 (Av)	6.30	1.548	1	0.373	2/3	0.671	1
	7.30	1.394	1	0.336	2/3	0.581	2/3
沖積礫質土 (Ag)	8.30	0.697	2/3	0.168	0	0.193	0
	9.30	0.900	2/3	0.217	0	0.278	1/6

※  $F_L < 1$  は液状化する

### 5. 考 察

- ① 谷底平野出口付近の旧耕作地に位置する。斜面から地表水が流入しており、常時飽和状態となっている。
- ② 調査ボーリング付近は、新規盛土の東側法面及び調整池が計画されている。
- ③ GL-10m までは  $N$  値=10 以下の軟弱な未固結堆積物 (沖積粘性土 (Ac)、沖積火山灰質土層 (Av)、沖積礫質土 (Ag)) が分布する。
- ④ 沖積粘性土 (Ac) は腐植物や有機物を多く混入し、速返しによって強度が低下する性質を持つ。また、沖積粘性土 (Ac) は変形抵抗の小さい軟弱な粘性土であり、層厚 6m と非常に厚く分布することから、新規盛土の施工によって圧密沈下や円弧すべりが発生する可能性が高い。
- ⑤ 沖積火山灰質土は設計  $N$  値=8 の緩い飽和層であり、レベル 2 地震動 (タイプ I、II) で液状化する可能性が高い。
- ⑥ 沖積礫質土は設計  $N$  値=6 の緩い飽和層であり、レベル 1 地震動、レベル 2 地震動 (タイプ I、II) で液状化する可能性が高い。
- ⑦ 基盤岩 (Ms) は GL-10.0m 以深で確認されており、設計  $N$  値=145 の堅固な地盤である。
- ⑧ 未固結堆積物の問題点 (圧密沈下、すべり変形、強度低下、液状化) への対策工として、「静的締固め砂杭工法」の計画を提案する。
- ⑨ 地表面以深が時飽和状態となっていることから、施工時は排水計画が必要となる。

## 6.2 土質定数の設定

各計画構造物の設計に必要な土質定数を以下に設定する。

### (1) 切土計画地 (No. 1 地点)

切土計画地の設計土質定数は、ボーリング No. 1 の調査試験結果より算定した。設計土質定数一覧を表 6-1に示し、各項目について述べる。

表 6-1 盛土計画地設計土質定数一覧表

地層区分	記号	単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	設計 N 値	せん断抵抗角 $\phi$ (°)	粘着力 c (kN/m <sup>2</sup> )
表土	SF	(18)	-	-	-
強風化岩	Ms (W3)	(22)	11	(20)	(69)
風化岩	Ms (W2)	(22)	-	-	-
基盤岩	Ms (W1)	(23)	-	-	-

※ () は推定値

### 1) 単位体積重量 ( $\gamma$ )

単位体積重量 ( $\gamma$ ) は、乱れの少ない試料の採取や室内土質試験 (湿潤密度試験) 等を行っていないことから、表 6-2を参照して以下のように決定した (表 6-4参照)。また、基盤岩については、表 6-3を参照して決定した。

表 6-2 土質定数<sup>32)</sup>

種類	状態	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	せん断抵抗角 (度)	粘着力 (kN/m <sup>2</sup> )	地盤工学会基準 <sup>(注2)</sup>	
盛土	礫および礫まじり砂	締め固めたもの	20	40	0	{G}
	砂	締め固めたもの	20	35	0	{S}
		粒径幅の広いもの 分級されたもの	19	30	0	
	砂質土	締め固めたもの	19	25	30 以下	{SF}
	粘性土	締め固めたもの	18	15	50 以下	{M}, {C}
関東ローム	締め固めたもの	14	20	10 以下	{V}	
自然地盤	礫	密実なものまたは粒径幅の広いもの	20	40	0	{G}
		密実でないものまたは分級されたもの	18	35	0	
	礫まじり砂	密実なもの	21	40	0	{G}
		密実でないもの	19	35	0	
	砂	密実なものまたは粒径幅の広いもの	20	35	0	{S}
		密実でないものまたは分級されたもの	18	30	0	
	砂質土	密実なもの	19	30	30 以下	{SF}
		密実でないもの	17	25	0	
	粘性土	固いもの (指で強く押し多少へこむ) <sup>(注1)</sup>	18	25	50 以下	{M}, {C}
		やや軟らかいもの (指の中程度の力で貫入) <sup>(注1)</sup>	17	20	30 以下	
		軟らかいもの (指が容易に貫入) <sup>(注1)</sup>	16	15	15 以下	
	粘土およびシルト	固いもの (指で強く押し多少へこむ) <sup>(注1)</sup>	17	20	50 以下	{M}, {C}
		やや軟らかいもの (指の中程度の力で貫入) <sup>(注1)</sup>	16	15	30 以下	
軟らかいもの (指が容易に貫入) <sup>(注1)</sup>		14	10	15 以下		
関東ローム		14	5( $\phi$ )	30 以下	{V}	

注 1) ; N 値の目安は次のとおりである。

固いもの (N=8~15), やや軟らかいもの (N=4~8), 軟らかいもの (N=2~4)

注 2) ; 地盤工学会基準の記号は, おおよその目安である。

32) 日本道路協会: 「道路土工指針・盛土工指針」、p101、2011

表 6-3 Qrtiz の岩盤分類<sup>33)</sup>

タイプ	記 載	代表的な 岩石または土質	等級の指標		分類パラメータ					地質工学的特性値の目安										
			IQ	IQw	R Q D	VL (m/s)	Q	R S R	単積 位重 体量 γ (t/m <sup>3</sup> )	せん断強度		ポ ア ソ ン 比 ν	鉛形 直係 変数 Ev (KN/cm <sup>2</sup> )	異 方 性 率 α (=E <sub>H</sub> /E <sub>V</sub> )	反 梁 係 数 (KN/cm <sup>2</sup> )	一 軸 強 度 qu (N/cm <sup>2</sup> )	レ ジ オ ー ロ 率 k	プ ロ ト フ ジ 指 数 f		
										C' (KN/m <sup>2</sup> )	φ (°)								C <sub>v</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	φ' (°)
A	塊状、硬質	・花崗岩、珪岩・石灰岩、珪質砂岩・礫質砂岩・玄武岩、固結した火山岩・片麻岩	10	9	100 95	>5000	>100	100 80	3.0 2.6	400000 50000	60 50	2000 500	35 30	0.10 0.20	8000 2000	1 1/3	10000 1000	15000 3000	0	20 10
B	片状、または再固結砕屑岩 Aタイプ岩で中程度われ目と風化	・千枚岩、粘板岩・片岩・角礫岩・固結圧砕岩・変質珪岩	9	7	90 70	5000 3500	80 30	80 60	2.8 2.2	200000 30000	45 30	1000 100	35 30	0.10 0.25	6000 800	1 1/10	8000 600	8000 400	0 10 <sup>4</sup>	12 8
C	固結した層状岩	・海成マール、モラッセ、風化石灰岩、弱炭酸岩、頁岩、泥岩、砂岩・石膏	8	6	80	4000	50	70	2.6	70000	45	500	30	0.20	2500	1	1000	4000		8
	Bタイプ岩で不規則な走向・傾斜		6	4	70	2500	20	50	2.1	5000	30	0	15	0.25	300	1/15	300	100	10 <sup>4</sup>	4
	石灰質カルスト		4	3																
D	固まった堆積物 石膏質カルスト	・新期赤色砂岩またはアンター統・海成粘土、漂礫岩・凝灰岩、チヨーク・レスと頁岩・ローム、アルコーズ砂岩の残積土	7	5	100 60	4000 800	10 2	60 40	2.6 2.2	2000 100	30 22	200 0	25 10	0.25 0.30	100 8	1 1/20	150 10	800 400	10 <sup>4</sup> 10 <sup>4</sup>	6 3
E	極めてわれ目多く、破砕し、またはブロック化した岩と土	・圧砕岩と断層帯・火山噴出物と砕屑岩・砕け易いマール・縮った粒状土	4	2	60	3000	2	50	2.4	500	45		30	0.25	30	1	60	500	10 <sup>4</sup>	3
	破壊されたA-Dタイプ岩		2	1	25	1500	0.05	35	2.2	0	30		25	0.35	5	1/10	5	20	5×10 <sup>4</sup>	1.5
F	固く締った粘性土または軟岩	・残積粘土・ラテライト・氷碛粘土・粘土質漂礫土・フリッシュ	2	1	適用外	3000 1000	0.10 0.01	40 30	2.2 1.7	200 0	28 22		20 8	0.35 0.45	4.5 0.6	1 1/3	5 1	2 8	5×10 <sup>4</sup> 1	1.2 0.8
G	ルーズで軟質な第四紀堆積物	・ルーズな沖積砂礫・泥、軟質粘土やシルト・ビート・崩積土	1	0.4	適用外	2000 800	<0.05	35 25	2.0 1.5		38 30		30	0.35	6 3	1 1/3	6 2		>1	0.6 0.3
H	膨張性の材料 過圧密堆積物、粘土、シーム (この基準では分析不可)	・ウィールドヤクパー層の粘土・中新世の粘土・残積火山性粘土など	4	2	適用外															

表 6-4 単位体積重量(γ)一覧表

地層区分	記号	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	備 考
表土	SF	(18)	自然地盤 礫 密実でないものまたは分級されたもの
強風化岩	Ms(W3)	(22)	破砕されたA~Dタイプ岩 最低値
風化岩	Ms(W2)	(22)	破砕されたA~Dタイプ岩 最低値
基盤岩	Ms(W1)	(23)	破砕されたA~Dタイプ岩 中間値

※( )は推定値

33) 日本応用地質学会：「岩盤分類 応用地質特別号」、p.174、1983

## 2) 設計 N 値

設計 N 値は統計処理により回帰式から設計 N 値を設定<sup>34)</sup>する。設計 N 値の設定方法の流れを図 6-7のフローに、またその判定方法を以下に示す。

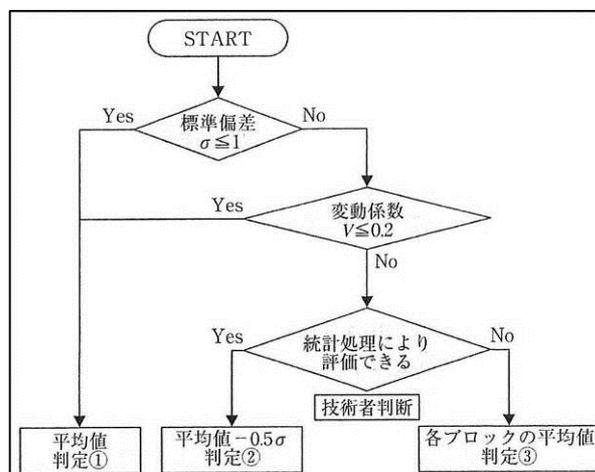


図 6-7 設計に使用する N 値のフロー

- ① 標準偏差  $\sigma \leq 1$  (N 値の変動が 1 以下) もしくは、標準偏差  $\sigma > 1$  で変動係数  $V$  (標準偏差を算術平均で割ったもの) が 0.2 以下であれば、平均値を設計 N 値とする。
- ② 標準偏差  $\sigma > 1$ 、変動係数  $V > 0.2$  で、N 値のバラつきが大きく、範囲ごとに N 値が設定できない場合は「平均 N 値 - 0.5  $\sigma$ 」を設計 N 値とする。なお、バラつきの判定は技術者判断による。

各地層の N 値を表 6-5に一覧表として示す。

表 6-5 各層の N 値一覧表

孔番	地層区分	N 値			平均値	標準偏差	変動係数	設計N値	備考
No.1	SF	-			-	-	-	-	-
	Ms(W3)	9	25	78.9	17.0	11.3	0.67	11	②
	Ms(W2)	-			-	-	-	-	-
	Ms(W1)	-			-	-	-	-	-

... 異常値として除外

34) 総合土木研究所：「基礎工 Vol. 37、No. 4」、p. 10、2009. 4

### 3) せん断強度定数 $c, \phi$

- ・ 基盤岩のせん断強度  $\phi$

基盤岩の岩種は泥岩であることから、表 6-6を参考に推定した。

表 6-6 岩盤のせん断定数の測定例<sup>35)</sup>

		砂岩・礫岩・ 深成岩類	安山岩	泥岩・凝灰岩・ 凝灰角礫岩
粘着力 (kN/m <sup>2</sup> )	換算 $N$ 値と 平均値の関係	$15.2N^{0.327}$	$25.3N^{0.334}$	$16.2N^{0.606}$
	標準偏差	0.218	0.384	0.464
せん断 抵抗角 (°)	換算 $N$ 値と 平均値の関係	$5.101\log N + 29.3$	$6.821\log N + 21.5$	$0.888\log N + 19.3$
	標準偏差	4.40	7.85	9.78

求めたせん断抵抗角を表 6-7に示す。

表 6-7 せん断抵抗角一覧表

地層区分	記号	設計 $N$ 値	せん断抵抗角 $\phi$ (°)	備考
表土	SF	-	-	-
強風化岩	Ms(W3)	11	(20)	$0.888\log 11 + 19.3$
風化岩	Ms(W2)	-	-	-
基盤岩	Ms(W1)	-	-	-

※ ( ) は推定値

- ・ 基盤岩の粘着力  $c$

基盤岩は前出の表 6-6を参考に推定した。

表 6-8 粘着力一覧表

地層区分	記号	設計 $N$ 値	粘着力 $c_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	摘 要
強風化岩	Ms(W3)	11	(69)	$c = 16.2 \times 11^{0.606}$
風化岩	Ms(W2)	-	-	-
基盤岩	Ms(W1)	-	-	-

※ ( ) は推定値

35) (社)地盤工学会：「設計用地盤定数の決め方-岩盤編」、p. 49、2007

## (2) 補強土壁計画地 (No. 2 地点)

補強土壁計画地の設計土質定数は、ボーリング No. 2 の調査試験結果より算定した。設計土質定数一覧を表 6-1に示し、各項目について述べる。

表 6-9 補強土壁計画地設計土質定数一覧表

地層区分	記号	単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	設計 N値	せん断抵抗 角 $\phi$ (°)	粘着力 c (kN/m <sup>2</sup> )	変形係数 $E_0$ (MN/m <sup>2</sup> )
崖錐堆積物	T1	(18)	6	(33)	-	(16.8)
沖積粘性土	Ac	(16)	-	-	-	
沖積第1礫質土	Ag1	(18)	3	(27)	-	(8.4)
沖積火山灰質土	Av	(14)	2	(27)	-	(5.6)
沖積砂質土	As	(17)	-	-	-	-
沖積第2礫質土	Ag2	(19)	9	(33)	-	(25.2)
基盤岩	Ms (W1)	(23)	-	-	-	-

※ () は推定値

### 1) 単位体積重量 ( $\gamma$ )

単位体積重量 ( $\gamma$ ) は、湿潤密度試験結果、表 6-2及び表 6-3を参照して以下のように決定した(表 6-10参照)。

表 6-10 単位体積重量 ( $\gamma$ ) 一覧表

地層区分	記号	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	備 考
崖錐堆積物	T1	(18)	自然地盤 礫 密実でないものまたは分級されたもの
沖積粘性土	Ac	(16)	自然地盤 粘性土 軟らかいもの
沖積第1礫質土	Ag1	(18)	自然地盤 礫 密実でないものまたは分級されたもの
沖積火山灰質土	Av	(14)	自然地盤 関東ローム
沖積砂質土	As	(17)	自然地盤 砂質土 密実でないもの
沖積第2礫質土	Ag2	(19)	自然地盤 礫まじり砂 密実でないもの
基盤岩	Ms (W1)	(23)	破碎されたA~Dタイプ岩 中間値

※ () は推定値

## 2) 設計 $N$ 値

前述の図 6-7に示した方法を用いて、各地層の  $N$  値を算定した。 $N$  値一覧表を表 6-11に示す。

表 6-11 各層の  $N$  値一覧表

孔番	地層区分	N値				平均値	標準偏差	変動係数	設計N値	備考
No.2	T1	6	13			6.0	-	-	6	①
	Ac	-				-	-	-	-	-
	Ag1	3.4	3.4	4.5		3.7	0.6	0.17	3	①
	Av	2	4			3.0	1.4	0.47	2	②
	As	-				-	-	-	-	-
	Ag2	7	16	15	9	11.7	4.4	0.38	9	②
	Ms(W1)	-				-	-	-	-	-

…異常値として除外

## 3) せん断強度定数 $c, \phi$

未固結堆積物は、砂質土及び礫質土で構成されていることから、せん断抵抗角 ( $\phi$ ) をせん断強度とした。また、基盤岩については粘着力 ( $c$ ) 及びせん断抵抗角 ( $\phi$ ) の双方をせん断強度とする。

- ・ 砂質土及び砂礫のせん断抵抗角  $\phi$  ( $^{\circ}$ )

砂・礫質土のせん断抵抗角  $\phi$  は、次式<sup>36)</sup>により推定する。

$$\phi = 4.8 \log N_1 + 21 \quad (N > 5) \quad (\log \text{ は自然対数 } \ln)$$

$$N_1 = \frac{170N}{\sigma'_v + 70}$$

$$\sigma'_v = \gamma_{t1} h_w + \gamma'_{t2} (x - h_w)$$

ここに、

$\phi$  : 砂のせん断抵抗角 ( $^{\circ}$ )

$\sigma'_v$  : 有効上載圧 ( $\text{kN/m}^2$ ) で、標準貫入試験を実施した時点の値

$N_1$  : 有効上載圧  $100\text{kN/m}^2$  相当に換算した  $N$  値。ただし、原位置の  $\sigma'_v$  が  $\sigma'_v < 50\text{kN/m}^2$  である場合には、 $\sigma'_v = 50\text{kN/m}^2$  として算出する。

$N$  : 標準貫入試験から得られる  $N$  値

$\gamma_{t1}$  : 地下水面より浅い位置での土の単位体積重量 ( $\text{kN/m}^3$ )

$\gamma_{t2}$  : 地下水面より深い位置での土の単位体積重量 ( $\text{kN/m}^3$ )

$x$  : 地表面からの深さ (m)

$h_w$  : 地下水位の深さ

36) 日本道路協会:「道路橋示方書・同解説、IV下部構造編」、p564、2002

礫質土はせん断抵抗角( $\phi$ )とした。沖積粘性土、基盤岩は設計  $N$  値を設定していないことから、粘着力( $c$ )の設定は行わない。

表 6-12 せん断抵抗角一覧表

地層区分	記号	設計 $N$ 値	せん断抵抗角 $\phi$ (°)	粘着力 $c$ (kN/m <sup>2</sup> )	備考
崖錐堆積物	T1	6	(33)	-	表 6-13
沖積粘性土	Ac	-	-	-	-
沖積第 1 礫質土	Ag1	3	(27)	-	表 6-13
沖積火山灰質土	Av	2	(27)	-	表 6-13
沖積砂質土	As	-	-	-	-
沖積第 2 礫質土	Ag2	9	(33)	-	表 6-13
基盤岩	Ms(W1)	-	-	-	-

※ ( ) は推定値

表 6-13 せん断抵抗角計算結果 (No. 2)

孔番	No. 2											参考
	地層名	地下水位 :			単位体積重量		有効上載圧 $\sigma' v$ (kN/m <sup>2</sup> )		換算 $M$ 値 $M/1$	せん断抵抗角 $\phi$ (°)	平均せん断抵抗角 $\phi$ (°)	
		GL- 1.20 m										
		上端深度 (m)	貫入中間深度 (m)	下端深度 (m)	実測 (換算) $N$ 値	地下水面より浅い位置	地下水面より深い位置	計算値				
				$\gamma_{t1}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{t2}$ (kN/m <sup>3</sup> )							
T1	0.00	1.30	2.70	6	18	9	22.5	50.0	8.5	31.3	33.1	-
		2.30		13	18	9	31.5	50.0	18.4	35.0		
Ac1	2.70	2.85	3.00	-	16	7	36.2	50.0	-	-	-	粘性土
Ag1	3.00	3.33	5.30	3	18	9	40.2	50.0	4.3	27.9	27.9	-
		4.33		3	18	9	49.2	50.0	4.3	27.9		
		5.20		3	18	9	57.0	57.0	4.0	27.7		
Av	5.30	5.38	6.60	2	14	5	58.3	58.3	2.7	25.7	27.3	-
		6.30		4	14	5	62.9	62.9	5.1	28.8		
As	6.60	6.80	7.00	-	17	8	66.0	66.0	-	-	-	-
Ag2	7.00	7.30	10.70	7	19	10	70.6	70.6	8.5	31.3	33.0	-
		8.30		16	19	10	80.6	80.6	18.1	34.9		
		9.30		15	19	10	90.6	90.6	15.9	34.3		
		10.30		9	19	10	100.6	100.6	9.0	31.5		

#### 4) 変形係数 $E_0$

道路橋示方書では、変形係数  $E_0$  の求め方として次の方法を挙げている<sup>37)</sup>。

- ・ 標準貫入試験の  $N$  値より求める ( $E_0=2,800N(\text{kN/m}^2)$ )。
- ・ 供試体の一軸または三軸圧縮試験の応力～歪曲線より求める ( $E_0=4E_{50}$ )。
- ・ 孔内水平載荷試験より求める ( $E_0=4E_b$ )。

変形係数  $E_0$  は、三軸圧縮試験を実施していないことから、設計  $N$  値より推定を行った。

表 6-14 設計用変形係数  $E_0$

地層区分	記号	設計 $N$ 値	変形係数 $E_0$ ( $\text{MN/m}^2$ )	摘 要 ( $\text{kN/m}^2$ )
崖錐堆積物	T1	6	(16.8)	$E_0=2,800 \times 6$
沖積粘性土	Ac	-		-
沖積第1礫質土	Ag1	3	(8.4)	$E_0=2,800 \times 3$
沖積火山灰質土	Av	2	(5.6)	$E_0=2,800 \times 2$
沖積砂質土	As	-	-	-
沖積第2礫質土	Ag2	9	(25.2)	$E_0=2,800 \times 9$
基盤岩	Ms(W1)	-	-	-

※ ( ) は推定値

37) (社)日本道路協会：「道路橋示方書・同解説、IV下部構造編」、p.255、2002

### (3) 切土のり面 (No. 3 地点)

切土のり面の設計土質定数は、ボーリング No. 3 の調査試験結果より算定した。設計土質定数一覧を表 6-15に示し、各項目について述べる。

表 6-15 調整計画地設計土質定数一覧表

地層区分	記号	単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	設計 N値	せん断抵抗角 $\phi$ (°)	粘着力 c (kN/m <sup>2</sup> )
表土	SF	(18)	-	-	-
強風化岩	Ms(W3)	(22)	13	(20)	(76)
基盤岩	Ms(W1)	(23)	-	-	-

※ () は推定値

#### 1) 単位体積重量 ( $\gamma$ )

単位体積重量 ( $\gamma$ ) は、湿潤密度試験結果、表 6-2及び表 6-3を参照して以下のように決定した(表 6-16参照)。

表 6-16 単位体積重量 ( $\gamma$ ) 一覧表

地層区分	記号	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	備 考
表土	SF	(18)	自然地盤 礫まじり砂 密実でないもの
強風化岩	Ms(W3)	(22)	破碎されたA~Dタイプ岩 最小値
基盤岩	Ms(W1)	(23)	破碎されたA~Dタイプ岩 中間値

※ () は推定値

#### 2) 設計 N値

前述の図 6-7に示した方法を用いて、各地層の N値を算定した。N値一覧表を表 6-17に示す。

表 6-17 各層の N値一覧表

孔番	地層区分	N値					平均値	標準偏差	変動係数	設計N値	備考
No.3	SF	-					-	-	-	-	-
	Ms(W3)	20	8	21	33	10	17.1	8.5	0.50	13	②
		12	16	68.2	65.2	150					
	Ms(W1)	-					-	-	-	-	-

...異常値として除外

### 3) せん断強度定数 $c, \phi$

せん断強度については、表 6-6を参考に推定した(表 6-18参照)。

表 6-18 せん断抵抗角一覧表

地層区分	記号	設計 $N$ 値	せん断 抵抗角 $\phi$ (°)	粘着力 $c_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	備考
崩積土	Dt	-	-	-	-
強風化泥岩	Ms(W2)	13	(20)	(76)	$\phi=0.888\log 13+19.3$ $c=16.2 \times 13^{0.606}$
風化泥岩	Ms(W1)	-	-	-	-

※ ()は推定値

#### (4) 補強土壁計画地 (No. 4 地点)

補強土壁計画地の設計土質定数は、ボーリング No. 4 の調査試験結果より算定した。設計土質定数一覧を表 6-19に示し、各項目について述べる。

表 6-19 補強土壁計画地設計土質定数一覧表

地層区分	記号	単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	設計 <i>N</i> 値	せん断抵抗 角 $\phi$ (°)	粘着力 <i>c</i> (kN/m <sup>2</sup> )	変形係数 <i>E</i> <sub>0</sub> (MN/m <sup>2</sup> )
崖錐堆積物	T1	(18)	4	(29)	-	(11.2)
基盤岩	Alt(W1)	(23)	42	(37)	(51)	(117.6)

※ () は推定値

##### 1) 単位体積重量 ( $\gamma$ )

単位体積重量 ( $\gamma$ ) は、湿潤密度試験結果、表 6-2及び表 6-3を参照して以下のように決定した(表 6-20参照)。

表 6-20 単位体積重量 ( $\gamma$ ) 一覧表

地層区分	記号	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	備考
崖錐堆積物	T1	(18)	自然地盤 礫まじり砂 密実でないもの
基盤岩	Alt(W1)	(23)	破碎されたA~Dタイプ岩 中間値

※ () は推定値

##### 2) 設計 *N* 値

前述の図 6-7に示した方法を用いて、各地層の *N* 値を算定した。*N* 値一覧表を表 6-21に示す。

表 6-21 各層の *N* 値一覧表

孔番	地層区分	N値					平均値	標準偏差	変動係数	設計N値	備考
		3	4.5	2.4	7	7					
No.4	T1	3	4.5	2.4	7	7	5.9	3.5	0.59	4	②
	Alt(W1)	42	100								

...異常値として除外

##### 3) せん断強度定数 *c*, $\phi$

せん断強度については、表 6-6を参考に推定した(表 6-22参照)。なお、基盤岩(Alt)は、砂岩が卓越することから、表 6-6の「砂岩・礫岩・深成岩類」の式を採用した。

表 6-22 せん断抵抗角一覧表

地層区分	記号	設計 N値	せん断 抵抗角 $\phi$ (°)	粘着力 $c_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	備考
崖錐堆積物	T1	4	29	-	-
基盤岩	A1t(W1)	42	(37)	(51)	$\phi = 5.10 \log 42 + 29.3$ $c = 15.2 \times 42^{0.327}$

※ ( ) は推定値

表 6-23 せん断抵抗角計算結果 (No. 4)

孔番	No. 4			地下水位 :		GL- - m		参考					
	地層名	上端深度 (m)	貫入 中間深度 (m)	下端深度 (m)	実測 (換算) N値		単位体積重量		有効上載圧 $\sigma' \nu$ (kN/m <sup>2</sup> )	換算N値 N1	せん断抵抗角 $\phi$ (°)	平均 せん断抵抗角 $\phi$ (°)	
					$\gamma_{t1}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{t2}$ (kN/m <sup>3</sup> )	計算値						採用値
T1	0.00	8.30	1.30	3	18	9	23.4	50.0	4.3	27.9	29.1	-	
			2.32	4	18	9	41.8	50.0	5.7	29.3			
			3.32	2	18	9	59.8	59.8	2.6	25.6			
			4.30	7	18	9	77.4	77.4	8.1	31.0			
			5.30	7	18	9	95.4	95.4	7.2	30.5			
			6.30	6	18	9	113.4	113.4	5.6	29.2			
			7.30	4	18	9	131.4	131.4	3.4	26.8			
			8.20	13	18	9	147.6	147.6	10.2	32.1			

4) 変形係数  $E_0$

変形係数  $E_0$  は、設計 N 値より推定を行った (表 6-24 参照)。

表 6-24 設計用変形係数  $E_0$

地層区分	記号	設計 N 値	変形係数 $E_0$ (MN/m <sup>2</sup> )	摘要 (kN/m <sup>2</sup> )
崩積土	Dt	4	(11.2)	$E_0 = 2,800 \times 4$
基盤岩	A1t(W1)	42	(117.6)	$E_0 = 2,800 \times 42$

※ ( ) は推定値

### (5) 調整池計画地 (No. 5 地点)

調整池計画地の設計土質定数は、既存ボーリング No. 2 孔とボーリング No. 5 の調査試験結果より算定した。設計土質定数一覧を表 6-1に示し、各項目について述べる。

表 6-25 調整計画地設計土質定数一覧表

地層区分	記号	単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	設計 N値	せん断抵抗 角 $\phi$ (°)	粘着力 $c$ (kN/m <sup>2</sup> )	変形係数 $E_0$ (MN/m <sup>2</sup> )
表土	B	(16)	-	-	-	-
沖積第 1 粘性土	Ac1	16.4	2	-	15.1	2.8
沖積火山灰質土	Av	(14)	7	(32)	-	(19.6)
沖積第 2 粘性土	Ac2	(16)	1	-	6	
沖積第 2 礫質土	Ag2	(19)	6	(31)	-	(16.8)
基盤岩	Alt(W1)	(23)	51	(38)	(54)	(142.8)

※ ( ) は推定値

#### 1) 単位体積重量 ( $\gamma$ )

単位体積重量 ( $\gamma$ ) は、湿潤密度試験結果、表 6-2及び表 6-3を参照して以下のように決定した(参照)。

表 6-26 単位体積重量 ( $\gamma$ ) 一覧表

地層区分	記号	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	備 考
表土	B	(16)	自然地盤 粘土及びシルト やや軟らかいもの
沖積第 1 粘性土	Ac1	16.4	湿潤密度試験結果 既存 No. 2 16.2 kN/m <sup>3</sup> No. 5 16.6 kN/m <sup>3</sup>
沖積火山灰質土	Av	(14)	自然地盤 関東ローム
沖積第 2 粘性土	Ac2	(16)	自然地盤 粘土及びシルト やや軟らかいもの
沖積第 2 礫質土	Ag2	(19)	自然地盤 礫まじり砂 密実でないもの
基盤岩	Alt(W1)	(23)	破碎された A~D タイプ岩 中間値

※ ( ) は推定値

## 2) 設計 $N$ 値

前述の図 6-7に示した方法を用いて、各地層の  $N$  値を算定した。 $N$  値一覧表を表 6-11に示す。

表 6-27 各層の  $N$  値一覧表

孔番	地層区分	N値					平均値	標準偏差	変動係数	設計N値	備考
No.5	B	-					-	-	-	-	-
既存No.2		-									
No.5	Ac1	2	1.7	0.7	1.5	2	2.3	1.1	0.47	2	②
既存No.2		2	4	3	1.8	4					
No.5	Av	7	8				7.8	0.5	0.06	7	①
既存No.2		8	8								
No.5	Ac2	1.7					1.7	-	-	1	①
既存No.2		-									
No.5	Ag2	5	8				7.3	2.2	0.31	6	②
既存No.2		6	10								
No.5	Alt(W1)	-					51.7	-	-	51	①
既存No.2		51.7									

## 3) せん断強度定数 $c, \phi$

沖積第 1 粘性土 (Ac) のせん断強度については、既存 No. 2 孔で実施している三軸圧縮試験並びに No. 5 孔で実施した一軸圧縮試験で求められた  $qu$  (図 6-8 参照) の値で、直接値を求める既存 No. 2 孔の三軸圧縮試験値を採用している。室内土質試験を実施していない沖積第 2 粘性土については、図 6-8 を参考に  $N$  値を用いて算出した。

表 6-28 せん断抵抗角一覧表

地層区分	記号	設計 $N$ 値	せん断抵抗角 $\phi$ (°)	粘着力 $c_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	備考
表土	B	-	-	-	-
沖積第 1 粘性土	Ac1	2	-	15.1	既存 No. 2 $c=15.1$ No. 5 $qu=23.7, 28.9$ ( $c=23.7/2, 28.9/2$ )
沖積火山灰質土	Av	7	(32)	-	表 6-29、表 6-30
沖積第 2 粘性土	Ac2	1	-	(6)	$c=12.5 \times 1/2$
沖積第 2 礫質土	Ag2	6	(31)	-	表 6-29、表 6-30
基盤岩	Alt (W1)	51	(38)	(54)	$\phi=5.10 \log 51+29.3$ $c=15.2 \times 51^{0.327}$

※ ( ) は推定値

表 6-29 せん断抵抗角計算結果 (No. 5)

孔番	No. 5			地下水位 :				GL- 0.00 m				参考	
	地層名	上端深度 (m)	貫入中間深度 (m)	下端深度 (m)	実測 (換算) N値	単位体積重量		有効上載圧 $\sigma' v$ (kN/m <sup>2</sup> )		換算M値 /N1	せん断抵抗角 $\phi$ (°)		平均せん断抵抗角 $\phi$ (°)
						地下水面より浅い位置	地下水面より深い位置	計算値	採用値				
						$\gamma_{t1}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{t2}$ (kN/m <sup>3</sup> )						
B	0	0.20	0.40	-	16	7	1.4	50.0	-	-	-	粘性土	
Ac1	0.40	1.30	5.70	2	16.4	7.4	9.5	50.0	2.8	-	-	粘性土	
		2.33		1	16.4	7.4	17.1	50.0	1.4	-			
		3.23		0	16.4	7.4	23.7	50.0	0.0	-			
		4.35		1	16.4	7.4	32.0	50.0	1.4	-			
		5.30		2	16.4	7.4	39.1	50.0	2.8	-			
Av	5.70	6.30	8.00	7	14	5	45.0	50.0	9.9	32.0	32.3	-	
		7.30		8	14	5	50.0	50.0	11.3	32.7			
Ac2	8.00	8.32	8.50	2	16	7	55.8	55.8	2.7	25.8	-	粘性土	
Ag2	8.50	9.30	10.45	6	19	10	65.0	65.0	7.6	30.7	31.3	-	
		10.30		8	19	10	71.5	71.5	9.6	31.9			

表 6-30 せん断抵抗角計算結果 (既存 No. 2)

孔番	既存No. 2			地下水位 :				GL- 0.00 m				参考	
	地層名	上端深度 (m)	貫入中間深度 (m)	下端深度 (m)	実測 (換算) N値	単位体積重量		有効上載圧 $\sigma' v$ (kN/m <sup>2</sup> )		換算M値 /N1	せん断抵抗角 $\phi$ (°)		平均せん断抵抗角 $\phi$ (°)
						地下水面より浅い位置	地下水面より深い位置	計算値	採用値				
						$\gamma_{t1}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{t2}$ (kN/m <sup>3</sup> )						
B	0	0.35	0.70	-	16	7	2.5	50.0	-	-	-	粘性土	
Ac1	0.70	1.30	5.90	2	16.4	7.4	9.3	50.0	2.8	-	-	粘性土	
		2.30		4	16.4	7.4	16.7	50.0	5.7	-			
		3.30		3	16.4	7.4	24.1	50.0	4.3	-			
		4.30		2	16.4	7.4	31.5	50.0	2.8	-			
		5.30		4	16.4	7.4	38.9	50.0	5.7	-			
Av	5.90	6.30	7.90	8	14	5	45.4	50.0	11.3	32.7	32.6	-	
		7.30		8	14	5	50.4	50.4	11.3	32.6			
Ag2	7.90	8.30	10.00	6	19	10	57.4	57.4	8.0	31.0	32.0	-	
		9.30		10	19	10	67.4	67.4	12.4	33.1			

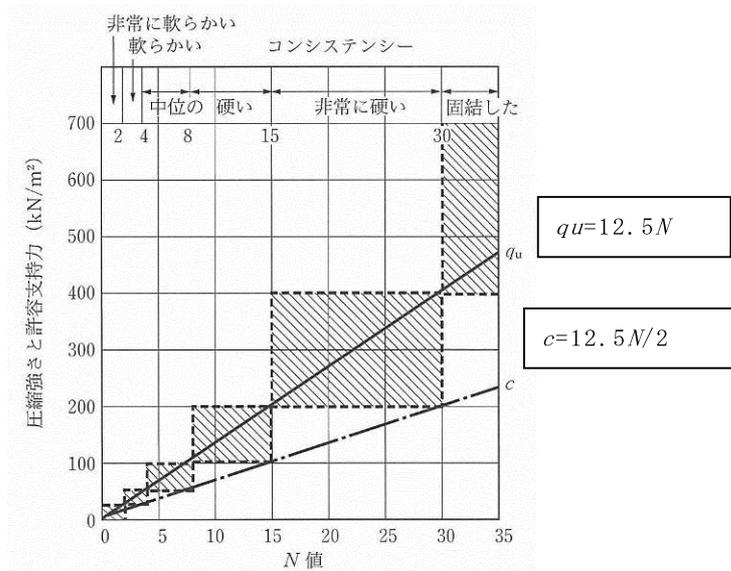


図 6-8 N値と粘土のコンシステンシー、一軸圧縮強さの関係<sup>38)</sup>

#### 4) 変形係数 $E_0$

変形係数  $E_0$  は、土質試験を実施した地層は試験値  $E_{50}$  から算定し、その他は設計  $N$  値より推定を行った。なお、 $E_{50}$  については、安全側を考慮し、No. 5 孔の一軸圧縮試験により求められた  $E_{50}$  の最小値 ( $700\text{kN/m}^2$ ) を採用した。

表 6-31 設計用変形係数  $E_0$

地層区分	記号	設計 $N$ 値	変形係数 $E_0$ ( $\text{MN/m}^2$ )	$E_{50}$ ( $\text{kN/m}^2$ )	摘要 ( $\text{kN/m}^2$ )
表土	B	-	-	-	-
沖積第 1 粘性土	Ac1	2	2.8	700~1,500	$E_0=4 \times 700$
沖積火山灰質土	Av	7	(19.6)	-	$E_0=2,800 \times 7$
沖積第 2 粘性土	Ac2	1	(2.8)	1	$E_0=2,800 \times 1$
沖積第 2 礫質土	Ag2	6	(16.8)	-	$E_0=2,800 \times 6$
基盤岩	Alt(W1)	51	(142.8)	-	$E_0=2,800 \times 51$

※ ( ) は推定値

38) (社)地盤工学会：「地盤調査の方法と解説」、p. 267、2005

### 6.3 液状化判定

一般に、液状化の判定を行う必要がある砂質土層として、「道路橋示方書・同解説、Ⅴ耐震設計編」（平成24年版）では以下のように規定されている。

- 1) 地下水位が地表面から10m以内にあり、かつ、地表面から20m以内の深さに存在する飽和土層。
- 2) 細粒分含有率  $F_c$  が35%以下の土層、又は、 $F_c$  が35%を超えても塑性指数  $I_p$  が15以下の土層。
- 3) 50%粒径  $D_{50}$  が10mm以下で、かつ10%粒径  $D_{10}$  が1mm以下である土層。

#### (1) 液状化の判定の有無について

No.2 地点では、地下水がG-1.20mに分布していることから、基盤岩以浅の飽和土層で室内土質試験を実施している。

試験の結果、一部深度で液状化判定不要となるが、すべての地層において液状化の判定が必要となっている(表6-32参照)。

表 6-32 液状化判定の有無

孔番	試料番号	土質記号	試料採取深度 (GL-m)	細粒分含有率 (%)	平均粒径 $D_{50}$ (mm)	10%粒径 $D_{10}$ (mm)	液状化判定の必要
No.2	P-1	T1	1.15~1.45	34.7	0.542	-	有
	P-2		2.15~2.45	10.9	8.31	-	有
	P-3	Ag1	3.15~3.50	15.1	8.30	-	有
	P-4		4.15~4.50	18.7	3.42	-	有
	P-5		5.15~5.50	29.5	1.30	-	有
	P-6	Av	6.15~6.45	31.2	0.502	-	有
	P-7	Ag2	7.15~7.45	20.9	2.37	-	有
	P-8		8.15~8.45	7.9	11.0	0.203	無
	P-9		9.15~9.45	6.6	15.5	0.425	無
	P-10		10.15~10.45	10.3	8.39	-	有

## (2) 判定式

「道路橋示方書・同解説、V. 耐震設計編」(以下示方書と示す)の(8.2.1)式によつて、液状化抵抗率  $F_L$  を求め判定する<sup>39)</sup>。

$$F_L = R/L \cdots \cdots (8.2.1)$$

$$R = C_W R_L \cdots \cdots (8.2.2)$$

$$L = \gamma_d k_{hg} \sigma_v / \sigma'_v \cdots \cdots (8.2.3)$$

$$\gamma_d = 1.0 - 0.015X \cdots \cdots (8.2.4)$$

$$k_{hgL} = C_z k_{hgLo} \cdots \cdots (8.2.5)$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{(レベル 1 地震動及びレベル 2 地震動(タイプ I)の場合)} \\ C_W = 1.0 \\ \text{(レベル 2 地震動(タイプ II)の場合)} \\ C_W = 1.0 \quad (R_L \leq 0.1) \\ C_W = 3.3R_L + 0.67 \quad (0.1 < R_L \leq 0.4) \\ C_W = 2.0 \quad (0.4 < R_L) \end{array} \right\} \cdots \cdots (8.2.6)$$

ここに、

$F_L$  : 液状化に対する抵抗率

$R$  : 動的せん断強度化

$L$  : 地震時せん断応力比

$C_W$  : 地震時特性による補正係数

$R_L$  : 繰り返し三軸強度比で、(3)規定により算出する。

$\gamma_d$  : 地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数

$k_{hgL}$  : 液状化の判定に用いる地盤面の設計水平震度

$C_z$  : 地域補正係数でレベル 1 地震動に対しては 4.4 に規定するレベル 1 地震動の地域別補正係数  $C_z$  とする。レベル 2 地震動(タイプ I)に対しては 4.4 に規定する  $C_{Iz}$ 、また、レベル 2 地震動(タイプ II)に対しては 4.4 に規定する  $C_{IIz}$  とする。

$k_{hgLo}$  : 液状化の判定に用いる地盤面の設計水平震度の標準値(表 6-33 参照)

表 6-33 液状化判定に用いる地盤面の設計水平震度の標準値  $k_{hgLo}$ <sup>40)</sup>

地盤種別	レベル 1 地震動	レベル 2 地震動 (タイプ I)	レベル 2 地震動 (タイプ II)
I 種地盤	0.12	0.50	0.80
II 種地盤	0.15	0.45	0.70
III 種地盤	0.18	0.40	0.60

$\sigma_v$  : 地表面からの深さ  $x$ (m)における全上載圧 (kN/cm<sup>2</sup>)

$\sigma'_v$  : 地表面からの深さ  $x$ (m)における有効上載圧 (kN/cm<sup>2</sup>)

$X$  : 地表面からの深さ (m)

(8.2.1)式により、 $F_L < 1.0$  の土層については液状化するものとする。

39) (社)日本道路協会：「道路橋示方書・同解説、V耐震設計編」、p.134-135、2012

40) (社)日本道路協会：「道路橋示方書・同解説、V耐震設計編」、p.135、2012

### (3) 地盤データ及び地層データ

液状化の判定に必要な地盤データ及び地層データについては、調査・試験結果より表 6-34～表 6-35に示した値を採用した。

表 6-34 地盤データ

土質記号	$\gamma_{t1}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{t2}$ (kN/m <sup>3</sup> )
T1	18.0	19.0
Ac	16.0	17.0
Ag1	18.0	19.0
Av	14.0	15.0
As	17.0	18.0
Ag2	19.0	20.0

表 6-35 地層データ

計算深度 (GL-m)	土質記号	<i>N</i> 値	<i>F<sub>c</sub></i> (%)	<i>D</i> <sub>50</sub> (mm)	式の種別※
1.3	T1	6	34.7	0.542	砂質土
2.3		13	10.9	8.31	
3.3	Ag1	3	15.1	8.30	礫質土
4.3		3	18.7	3.42	
5.3		3	29.5	1.30	
6.3	Av	4	31.2	0.502	砂質土
7.3	Ag2	7	20.9	2.37	礫質土
8.3		16	7.9	11.0	
9.3		15	6.6	15.5	
10.3		9	10.3	8.39	

※砂質土は  $D_{50}=2.0\text{mm}$  未満、礫質土は  $D_{50}=2.0\text{mm}$  以上<sup>41)</sup>

41) (社)日本道路協会：「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編」、p140、2012

#### (4) 地盤種別

示方書より、次式を用いて地盤特性値を算出する。

$$T_G = 4 \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{V_{si}} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

ここに、 $T_G$  : 地盤の基本固有周期(s)

$H_i$  :  $i$  番目の地層の厚さ(m)

$V_{si}$  :  $i$  番目の地層の平均せん断弾性波速度(m/s)。ただし、実測値がない場合は次式により求めてもよい。

粘性土層の場合

$$V_{si} = 100 N_i^{1/3} \quad (1 \leq N_i \leq 25)$$

砂質土層の場合

$$V_{si} = 80 N_i^{1/3} \quad (1 \leq N_i \leq 50)$$

$N_i$  : 標準貫入試験による  $i$  番目の地層の平均  $N$  値

$i$  : 当該地盤が地表面から耐震設計上の基盤面まで  $n$  層に区分されるときに地表面からの  $i$  番目の地層番号

**表 6-36 耐震設計上の地盤種別**

地盤種別	地盤の特性値 $T_G$ (s)
I 種	$T_G < 0.2$
II 種	$0.2 \leq T_G < 0.6$
III 種	$0.6 \leq T_G$

計算結果を表 6-37に示す。地盤種別は、「II 種地盤」に区分される。

表 6-37 No. 2 孔地盤種別計算結果

地盤種別の判定 <宿毛西地区高台広場>

地盤種別は以下の表より求める。

[道示 V p. 25]

地盤種別	地盤の特性値 $T_g$ (sec)
I 種	$T_g < 0.2$
II 種	$0.2 \leq T_g < 0.6$
III 種	$0.6 \leq T_g$

ここに

$T_g$  : 地盤の特性値 (s)

$$T_g = 4 \cdot \sum (H_i / V_{si})$$

$H_i$  :  $i$  番目の地層の厚さ (m)

$V_{si}$  :  $i$  番目の地層の平均せん断波性波速度 (m/s)

$$\text{粘性土: } V_{si} = 100 \cdot N_i^{1/3} \quad (1 \leq N_i \leq 25)$$

$$\text{砂質土: } V_{si} = 80 \cdot N_i^{1/3} \quad (1 \leq N_i \leq 50)$$

$$N_i = 0: V_{si} = 50$$

地盤の特性値 ( $T_g$ ) の算出

Bor. No2より

$H_i$	土質	$N_i$	$V_{si}$	$H_i / V_{si}$
5.300	砂質土	3	115.380	0.045935
1.300	砂質土	2	100.794	0.012898
4.100	砂質土	9	166.407	0.024638

$$\sum H_i = 10.700 \text{ m}$$

$$\sum (H_i / V_i) = 0.083471$$

$$\begin{aligned} T_g &= 4 \cdot \sum (H_i / V_i) \\ &= 4 \times 0.083471 \\ &= 0.334 \text{ sec} \end{aligned}$$

$T_g$ より, 地盤種別はII種地盤とする。

(5) 地域別補正係数  $C_z$

地域別補正係数は、示方書 p. 23、24 の「表-4.4.1」によって設定されている。当該地は B1 地域区分であることから、地域別補正係数を以下のように決定した(表 6-38参照)。

$$C_z=0.85 \quad C_{Iz}=1.2 \quad C_{IIz}=0.85$$

表 6-38 地域別補正係数と地域区分<sup>42)</sup>

地域区分	地域別補正係数			対象地域
	$C_z$	$C_{Iz}$	$C_{IIz}$	
A1	1.0	1.2	1.0	千葉県のうち館山市、木更津市、勝浦市、鴨川市、君津市、富津市、南房総市、夷隅郡、安房郡 神奈川県 山梨県のうち富士吉田市、都留市、大月市、上野原市、西八代郡、南巨摩郡、南都留郡 静岡県 愛知県のうち名古屋市のうち豊橋市、半田市、豊川市、津島市、刈谷市、西尾市、蒲郡市、常滑市、稲沢市、新城市、東海市、大府市、知多市、豊明市、田原市、愛西市、清須市、弥富市、あま市、海部郡、知多郡、額田郡、北設楽郡のうち東栄町 三重県(津市、松阪市、名張市、亀山市、いなべ市、伊賀市、三重郡菰野町を除く。) 和歌山県のうち新宮市、西牟婁郡、東牟婁郡 徳島県のうち那賀郡、海部郡
A2	1.0	1.0	1.0	A1、B1、B2、C 地域以外の地域
B1	0.85	1.2	0.85	愛媛県のうち宇和島市、北宇和郡、南宇和郡 高知県(B2 地域に掲げる地域を除く。) 宮崎県のうち延岡市、日向市、児湯郡(西米良村及び木城町を除く。)、東臼杵郡のうち門川町
B2	0.85	1.0	0.85	北海道のうち札幌市、函館市、小樽市、室蘭市、北見市、夕張市、岩見沢市、網走市、苫小牧市、美瑛市、芦別市、江別市、赤平市、三笠市、千歳市、滝川市、砂川市、歌志内市、深川市、富良野市、登別市、恵庭市、伊達市、北広島市、石狩市、北斗市、石狩郡、松前郡、上磯郡、亀田郡、茅部郡、二世郡、山越郡、檜山郡、爾志郡、奥尻郡、瀬棚郡、久遠郡、島牧郡、寿都郡、磯谷郡、虻田郡、岩内郡、古宇郡、積丹郡、古平郡、余市郡、空知郡、夕張郡、樺戸郡、雨竜郡、上川郡(上川総合振興局)のうち東神楽町、上川町、東川町及び美瑛町、勇払郡、網走郡、斜里郡、常呂郡、有珠郡、白老郡 青森県のうち青森市、弘前市、黒石市、五所川原市、むつ市、つがる市、平川市、東津軽郡、西津軽郡、中津軽郡、南津軽郡、北津軽郡、下北郡 秋田県、山形県 福島県のうち会津若松市、郡山市、白河市、須賀川市、喜多方市、岩瀬郡、南会津郡、耶麻郡、河沼郡、大沼郡、西白河郡 新潟県 富山県のうち魚津市、滑川市、黒部市、下新川郡 石川県のうち輪島市、珠洲市、鳳珠郡

42) (社)日本道路協会：「道路橋示方書・同解説、V耐震設計編」、p. 23、2012

地域区分	地域別補正係数			対象地域
	$C_z$	$C_{1z}$	$C_{0z}$	
B2	0.85	1.0	0.85	鳥取県のうち米子市、倉吉市、境港市、東伯郡、西伯郡、日野郡 島根県、岡山県、広島県 徳島県のうち美馬市、三好市、美馬郡、三好郡 香川県のうち高松市、丸亀市、坂出市、善通寺市、観音寺市、三豊市、小豆郡、香川郡、綾歌郡、仲多度郡 愛媛県（B1地域に掲げる地域を除く。） 高知県のうち長岡郡、土佐郡、吾川郡（いの町のうち旧伊野町の地区を除く。） 熊本県（C地域に掲げる地域を除く。） 大分県（C地域に掲げる地域を除く。） 宮崎県（B1地域に掲げる地域を除く。）
C	0.7	0.8	0.7	北海道のうち旭川市、留萌市、稚内市、紋別市、士別市、名寄市、上川郡（上川総合振興局）のうち鷹栖町、当麻町、比布町、愛別町、和寒町、剣淵町及び下川町、中川郡（上川総合振興局）、増毛郡、留萌郡、苫前郡、天塩郡、宗谷郡、枝幸郡、礼文郡、利尻郡、紋別郡 山口県、福岡県、佐賀県、長崎県 熊本県のうち荒尾市、水俣市、玉名市、山鹿市、宇土市、上天草市、天草市、玉名郡、葦北郡、天草郡 大分県のうち中津市、豊後高田市、杵築市、宇佐市、国東市、東国東郡、速見郡 鹿児島県（奄美市及び大島郡を除く。） 沖縄県

### (6) 上載荷重

上載荷重は考慮しない。

### (7) 地下水位

地下水位については今回のボーリング結果から得られた、GL-0.25mとした。

### (8) 設計水平震度 $k_{hc}$

設計水平震度は、次式<sup>43)</sup>より算定した。

$$k_{hc} = C_z k_{hg0}$$

ここで、 $k_{hc}$ ：地盤面における設計水平震度

$k_{hg0}$ ：地盤面における設計水平震度の標準値

算定結果を、表 6-39に一覧表として示す。

表 6-39 設計水平震度一覧表

設計地震動	地域別補正係数 $C_z$	設計水平震度標準値 $k_{hg0}$	設計水平震度 $k_{hc}$
レベル1地震動	0.85	0.24	0.20
レベル2地震動(タイプI)	1.20	0.40	0.48
レベル2地震動(タイプII)	0.85	0.60	0.59

43) (社)日本道路協会：「道路橋示方書・同解説、V耐震設計編」、p.83、p.89、p.91、2002

### (9) 判定結果

液状化判定の結果、レベル1地震動では崖錐堆積物(T1)が液状化の可能性が低い結果となったが、沖積第1礫質土、沖積火山灰質土、沖積第2礫質土は「液状化する可能性が高い」となった。

レベル2地震動では、タイプI、タイプIIともにすべての層で「液状化する可能性が高い」となった。

液状化判定結果一覧表を表6-40に、土質定数の低減係数を表6-41に示す。また、設計地震動別の液状化判定結果を、表6-42～表6-44及び図6-9～図6-11に示す。

表 6-40 液状化判定結果一覧表

土質記号	液状化の可能性		
	レベル1地震動	レベル2地震動タイプI	レベル2地震動タイプII
T1	低い $F_L=1.645\sim 2.152$	高い $F_L=0.396\sim 0.518$	高い $F_L=0.566\sim 0.753$
Ag1	高い $F_L=0.681\sim 0.852$	高い $F_L=0.162\sim 0.205$	高い $F_L=0.161\sim 0.230$
Av	高い $F_L=0.923$	高い $F_L=0.222$	高い $F_L=0.264$
Ag2	高い $F_L=0.852\sim 0.900$	高い $F_L=0.205\sim 0.217$	高い $F_L=0.232\sim 0.256$

表 6-41 土質定数の低減係数  $D_E^{44)}$

$F_L$ の範囲	現地盤面からの深度 $x$ (m)	動的せん断強度比 $R$	
		$R \leq 0.3$	$0.3 < R$
$F_L \leq 1/3$	$0 \leq x \leq 10$	0	1/6
	$10 < x \leq 20$	1/3	1/3
$1/3 \leq F_L \leq 2/3$	$0 \leq x \leq 10$	1/3	2/3
	$10 < x \leq 20$	2/3	2/3
$2/3 \leq F_L \leq 1$	$0 \leq x \leq 10$	2/3	1
	$10 < x \leq 20$	1	1

44 (社)日本道路協会：「道路橋示方書・同解説、V耐震設計編」、p.142、2012

表 6-42 液状化の判定結果(レベル1地震動)

土質記号	計算深度 (GL-m)	液状化抵抗率 $F_L$ (平均値)	土質定数低減係数 $D_E$
T1	1.30	2.152	1
	2.30	1.645	1
Ag1	3.30	0.681	2/3
	4.30	0.675	2/3
	5.30	0.852	2/3
Av	6.30	0.923	2/3
Ag2	7.30	0.900	2/3
	8.30	-	1
	9.30	-	1
	10.30	0.852	1

表 6-43 液状化の判定結果(レベル2地震動:タイプI)

土質記号	計算深度 (GL-m)	液状化抵抗率 $F_L$ (平均値)	土質定数低減係数 $D_E$
T1	1.30	0.518	1/3
	2.30	0.936	1/3
Ag1	3.30	0.164	0
	4.30	0.162	0
	5.30	0.205	0
Av	6.30	0.222	0
Ag2	7.30	0.217	0
	8.30	-	1
	9.30	-	1
	10.30	0.205	1/3

表 6-44 液状化の判定結果(レベル2地震動:タイプII)

土質記号	計算深度 (GL-m)	液状化抵抗率 $F_L$ (平均値)	土質定数低減係数 $D_E$
T1	1.30	0.753	1
	2.30	0.566	2/3
Ag1	3.30	0.161	0
	4.30	0.163	0
	5.30	0.230	0
Av	6.30	0.264	0
Ag2	7.30	0.256	0
	8.30	-	1
	9.30	-	1
	10.30	0.232	1/3



地点名 No. 2  
 基準名 道路橋示方書・同解説 H24年 (レベル2タイプI)  
 判定方法 設計震度と、実測N値

PL値 30.652  
 水の単位体積重量 10.0 (kN/m<sup>3</sup>)  
 上載荷重 0.0 (kN/m<sup>2</sup>)  
 地下水位面 1.20 (m)

地域別補正係数 C II種  
 地盤種別 II種  
 設計水平震度 0.36  
 注:\*\*1~\*\*Z 判定タ

標尺 (m)	深 度 (m)	層 厚 (m)	風 間 重 量 (kN/m <sup>3</sup> )	飽 和 重 量 (kN/m <sup>3</sup> )	判 定 深 度 (m)	土 質 区 分	土 層 種 類	土 質 特 性			液 状 化 を 考 慮	地 震 補 正 係 数	繰 り 返 軸 し 度 比	液 状 化 の 判 定			土 質 定 数 係 数			
								N	σ <sub>v'</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	σ <sub>vh'</sub> (kN/m <sup>2</sup> )				細 粒 含 量 率 (%)	平 均 粒 径 (mm)	R		L	FL	De
0	Σ																			
	2.70	2.30	18.0	19.0	1.3	沖積	砂質土	6.00	22.5	22.5	34.70	1.00	0.286	0.286	0.369	0.777				2/3
	3.60	6.30	18.0	19.0	2.3	沖積	礫質土	13.00	31.5	31.5	10.90	1.00	0.278	0.278	0.469	0.594				1/3
					3.3	沖積	礫質土	3.00	39.9	39.9	15.10	1.00	0.128	0.128	0.522	0.245				0
					4.3	沖積	礫質土	3.00	48.9	48.9	18.70	1.00	0.134	0.134	0.550	0.241				0
	5.30	2.30	18.0	19.0	5.3	沖積	砂質土	3.00	57.9	57.9	29.50	1.00	0.174	0.174	0.566	0.308				0
	6.60	1.30	14.0	15.0	6.3	沖積	砂質土	4.00	62.9	62.9	31.20	1.00	0.197	0.197	0.590	0.333				1/3
	7.00	6.40	14.0	18.0	7.3	沖積	礫質土	7.00	70.6	70.6	20.90	1.00	0.194	0.194	0.598	0.325				0
					8.3	沖積	礫質土	16.00	80.6	80.6	7.90	0.00	0.000	0.000	0.000	**3				1
					9.3	沖積	礫質土	15.00	90.6	90.6	6.60	0.00	0.000	0.000	0.000	**3				1
	10.70	3.70	19.0	20.0	10.3	沖積	礫質土	9.00	100.6	100.6	10.30	1.00	0.178	0.178	0.580	0.308				1/3

図 6-10 液状化判定結果図(レベル2地震動:タイプI)

地点名 No. 2  
 30.129 地域別補正係数 C  
 P L 値 10.0 (kN/m<sup>2</sup>) II種  
 水の単位体積重量 0.0 (kN/m<sup>3</sup>)  
 上載荷重 1.20 (m)  
 地下水位面  
 基礎名 道路橋示方書・同解説 H24年 (レベル2タイプII)  
 判定方法 設計震度と、実測N値

標尺 (m)	深 度 (m)	土 質 特 性						液 判 定 考 慮				波 状 化 の 判 定				土 質 定 数 係 数		
		層 厚 (m)	層 重 量 (kN/m <sup>3</sup> )	飽 和 重 量 (kN/m <sup>3</sup> )	判 定 深 度 (m)	土 質 区 分	土 層 種 類	N	有 上 効 荷 重 (kN/m <sup>2</sup> )	飽 和 効 荷 重 (kN/m <sup>2</sup> )	細 粒 含 量 (%)	平 均 粒 径 (mm)	C <sub>w</sub>	繰 り 返 強 度 比	R		L	FL
0	3.70	0.30	18.0	19.0	1.3	沖積	砂質土	6.00	22.5	22.5	34.70	0.542	1.62	0.286	0.463	0.502	0.922	1
	3.70	0.30	18.0	19.0	2.3	沖積	礫質土	13.00	31.5	31.5	10.90	8.310	1.59	0.278	0.443	0.638	0.693	1
	5.30	2.30	18.0	19.0	3.3	沖積	礫質土	3.00	39.9	39.9	15.10	8.300	1.09	0.128	0.141	0.711	0.193	0
	5.30	2.30	18.0	19.0	4.3	沖積	礫質土	3.00	48.9	48.9	18.70	3.420	1.11	0.134	0.149	0.749	0.199	0
	6.60	1.30	14.0	15.0	5.3	沖積	砂質土	3.00	57.9	57.9	24.50	1.300	1.24	0.174	0.217	0.770	0.231	0
	6.60	0.40	14.0	15.0	6.3	沖積	砂質土	4.00	62.9	62.9	31.20	0.502	1.32	0.197	0.260	0.803	0.323	0
	10.70	3.70	19.0	20.0	7.3	沖積	礫質土	7.00	70.6	70.6	20.90	2.370	1.31	0.194	0.255	0.813	0.313	0
					8.3	沖積	礫質土	16.00	80.6	80.6	7.90	11.000	0.00	0.000	0.000	0.000	**3	1
					9.3	沖積	礫質土	15.00	90.6	90.6	6.60	15.500	0.00	0.000	0.000	0.000	**3	1
					10.3	沖積	礫質土	9.00	100.6	100.6	10.30	8.390	1.26	0.178	0.225	0.789	0.285	1/3

図 6-11 液状化判定結果図(レベル2地震動:タイプII)

## 6.4 設計上の留意点

### (1) 北側切土のり面計画地 (No. 1) (図 5-12参照)

北側の切土のり面計画地は、切土勾配  $S=1:1.0$  の4段、高さ約24mの長大切土のり面が計画されている。

地質は、表層の表土が層厚0.55m程度で分布しており、以深は岩盤となる。岩盤の上部は風化が進行しており、GL-3.9mまでは岩芯まで風化著しい強風化泥岩が分布している。 $N$ 値=9~25と軟質で、岩級区分はD級である。

GL-3.9~13.0m間には、風化により茶褐色に変色した風化泥岩が分布している。風化進行しているが、 $N$ 値=50以上を示し、岩片は硬く、岩級区分は $C_L$ 級主体となる。地下水は当該層内に分布しているが、水頭はGL-11.90mと低い。

GL-13.0m以深には、風化の程度が低い泥岩が分布。岩片硬く、岩級区分は $C_M$ 級主体となる。

岩盤の走向・傾斜は $N24^\circ E$ 、 $60^\circ N$ であり、斜面に対して受け盤構造を示す。

この斜面を計画切土勾配で施工した場合、下から1~2段目、3段目下部のり面に風化泥岩、3段目中~上部並びに最上段に強風化泥岩が出現する(図 5-13参照)。

#### 1) 1~2段目のり面

1~2段目のり面に出現する風化泥岩は「軟岩」であり、計画切土勾配は標準切土勾配  $S=1:0.5\sim 1.2$  の範囲内となる(表 5-45参照)。風化による変色が認められるが、岩片は硬く、 $N$ 値も $N>50$ を示す。また層理面はのり面に対して受け盤構造を示し、計画のり面勾配は妥当と考えられる。なお、計画切土のり面に分布すると想定される泥岩は雨水の影響で風化しやすい岩種であることから、切土のり面には植生工の実施が必要である。

#### 2) 3~4段目のり面

3段目下部には風化泥岩が分布、3段目中~上部~4段目のり面には強風化泥岩が分布している。共に「軟岩」であり、計画切土勾配は標準切土勾配  $S=1:0.5\sim 1.2$  の範囲内となる(表 5-45参照)。強風化泥岩は受け盤構造となるが、 $N$ 値=9~25非常に軟質であることから、3~4段目の切土勾配は可能な限り緩くすること( $S=1:1.2$ への変更)が望まれる。

なお、施工時の切土面の状況によっては、追加の対策工(吹付法砕工等)の検討も必要になると想定される

なお、計画切土のり面に分布すると想定される泥岩は雨水の影響で風化しやすい岩種であることから、切土のり面には植生工の実施が必要である。

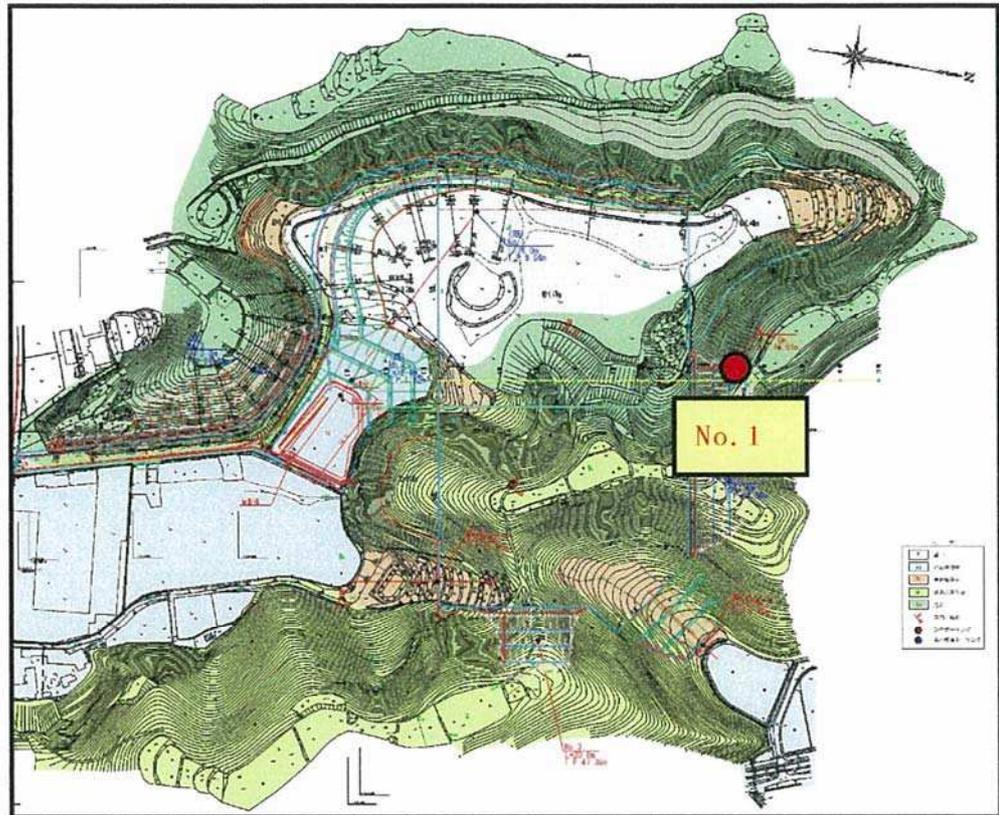


図 5-12 ボーリング位置図 (No. 1 S=1:4000)

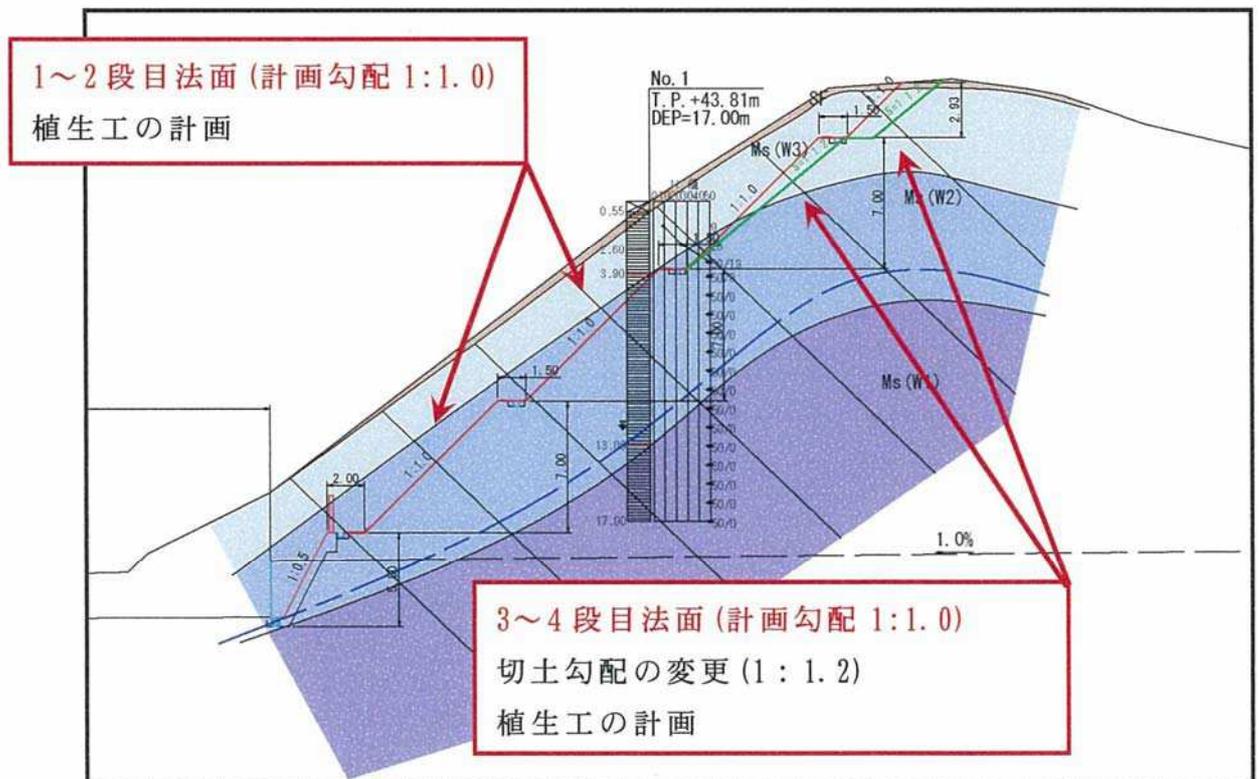


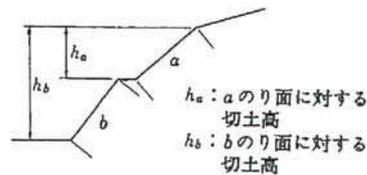
図 5-13 北側切土のり面断面図 (S=1:400)

表 5-45 切土に対する標準のり面勾配<sup>46)</sup>

地山の土質		切土高	勾配
硬岩			1 : 0.3 ~ 1 : 0.8
軟岩			1 : 0.5 ~ 1 : 1.2
砂	密実でない粒度分布の悪いもの		1 : 1.5 ~
砂質土	密実なもの	5m以下	1 : 0.8 ~ 1 : 1.0
		5~10m	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
	密実でないもの	5m以下	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
		5~10m	1 : 1.2 ~ 1 : 1.5
砂利または岩塊混じり砂質土	密実なもの、または粒度分布のよいもの	10m以下	1 : 0.8 ~ 1 : 1.0
		10~15m	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
	密実でないもの、または粒程度の分布の悪いもの	10m以下	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
		10~15m	1 : 1.2 ~ 1 : 1.5
粘性土		10m以下	1 : 0.8 ~ 1 : 1.2
岩塊または玉石混じりの粘性土		5m以下	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
		5~10m	1 : 1.2 ~ 1 : 1.5

注) ① 上表の標準勾配は地盤条件、切土条件等により適用できない場合があるので本文を参照すること。

② 土質構成等により単一勾配としないときの切土高及び勾配の考え方は下図のようになる。



- ・勾配は小段を含めない。
- ・勾配に対する切土高は当該切土のり面から上部の全切土高とする。

③シルトは粘性土に入れる。

④上表以外の土質は別途考慮する。

⑤のり面緑化工を計画する場合には参表 8-2 も考慮する。

## (2) 北側補強土壁工計画地 (No. 2 図 5-14参照)

概略設計段階であることから詳細は不明であるが、3 段の補強土壁工が計画されている。

### 1) 排水計画

補強土壁工計画箇所には地表水は確認されていないが、尾根に挟まれた谷地形となっていることや、GL-1.20m 程度と地下水位が高い。そのため降雨時に地表水や地下水の増加が懸念されることから、盛土内への浸透水を防止する排水工を計画する必要がある。

また、盛土内へ浸透した雨水等を早期に排出するために、盛土内においても透水マット等の敷設を適切に計画する必要がある。

### 2) 盛土材料

当該地内の丘陵地には、全体的に泥岩が分布する。この泥岩を盛土材料とする場合は、「岩のスレーキング試験」や「岩の破碎試験」を実施し、スレーキング性を確認する。盛土材料のスレーキング率が 30%以上となった場合は、空隙を少なくする施工方法の検討や盛土の排水計画が必要となる。

また、盛土材については、設計時のせん断強度が確保できるかを確認するために盛土材料試験 (締固め試験、三軸圧縮試験 (CD)) が必要である。

### 3) 基礎地盤の安定

補強土壁が計画されている箇所は、GL-10.7m まで  $N$  値が低い礫質土を主体とした未固結堆積物が分布している。特に表層部の崖錐堆積物は  $N=3\sim6$  と緩く、基礎地盤と評価できない地層である。

また、地下水が GL-1.20m と浅く、飽和土層が厚く分布している。このため、地震時には液状化が発生する可能性が高い地盤と評価され、地震時には構造物に影響を及ぼすことが懸念される。

したがって補強土壁設計にあたっては、現地の詳細断面の測量を実施した上で、以下を検討する必要がある。

- ① 支持力を検討し、支持力が不足す場合には、何らかの地盤改良を実施して支持力を確保する必要がある。
- ② 比較的緩傾斜地形であるが、軟弱地盤上に規模が大きい 3 段の盛土が計画されていることから、基礎地盤を含む全体すべりを検討し、すべりの発生が懸念される場合には、対策工が必要となる。
- ③ 地震時に液状化の発生が懸念され、液状化による地盤の沈下や流動化に伴い補強土壁の変形が懸念されることから、液状化対策を計画する必要がある。

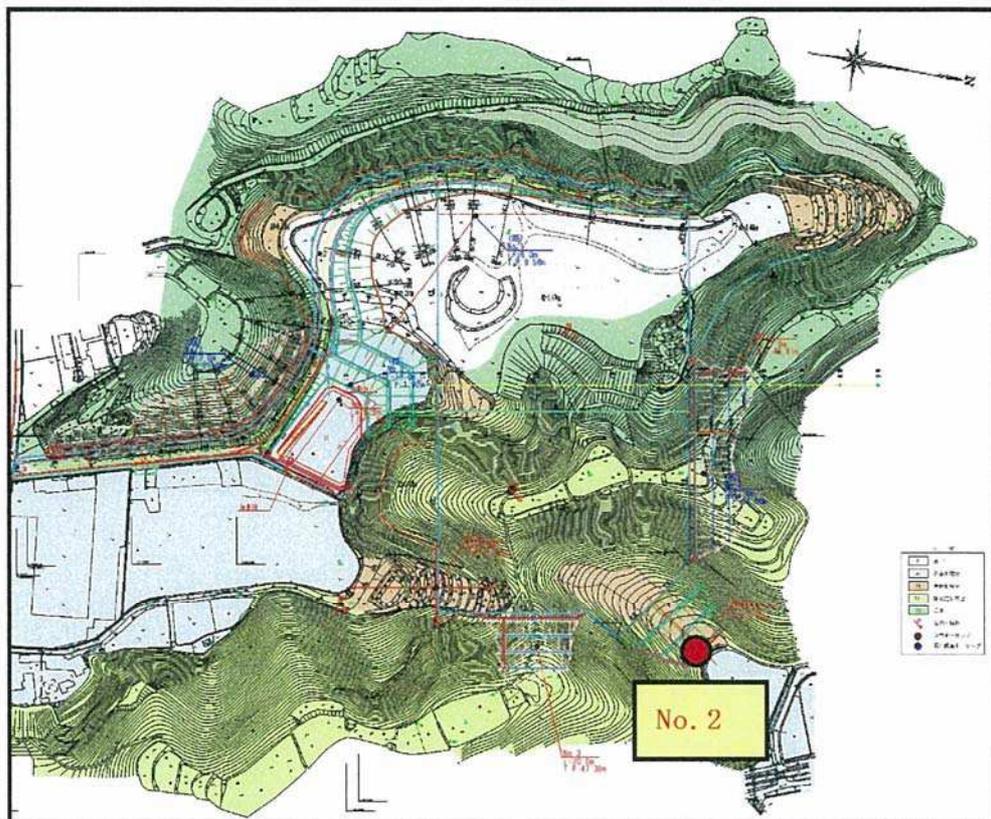


図 5-14 ボーリング位置図 (No. 2 S=1:4000)

### (3) 東側切土のり面計画地 (No. 3 図 5-15参照)

東側の切土のり面計画地は、切土勾配  $S=1:1.0$  の 4 段、高さ約 26m の長大切土のり面が計画されている。

地質は、表層の表土が層厚 0.20m 程度で分布しており、以深は岩盤となる。岩盤は風化層厚が厚く、GL-10.35m までは岩芯まで風化著しい強風化泥岩が分布している。GL-8.0m 付近から下部では  $N$  値=50 以上となるが、大部分で  $N$  値=8~33 と軟質で、岩級区分は D 級である。コアは外周が粘土状コアを呈しているが、岩組織は認められる。地下水は当該層内に分布しており、水頭は GL-5.60m と高い。

GL-10.35m 以深には、風化の程度が低い泥岩が分布。原岩色を呈する箇所が多いが、GL-15.2~18.4m 間は亀裂に沿って一部茶褐色に変色している。岩片は比較的硬い。

岩盤の走向・傾斜は  $N40^{\circ}E$ 、 $51^{\circ}N$  であり、斜面に対して流れ盤構造を示す。

この斜面を計画切土勾配で施工した場合、下から 1 段目並びに 2 段目の下部に風化泥岩、2 段目上部から 3~4 段目に強風化泥岩が出現する (図 5-16参照)。

#### 1) 1 段目並びに 2 段目下部のり面

1 段目並びに 2 段目下部のり面に出現する風化泥岩は「軟岩」であり、計画切土勾配は標準切土勾配  $S=1:0.5\sim 1.2$  の範囲内となる (表 5-46参照)。風化による変色少なく、岩片も硬く、 $N$  値= $>50$  を示す。層理面はのり面に対して流れ盤構造を示すが、風化の程度が低いことから、計画のり面勾配は妥当と考えられる。なお、計画切土のり面に分布すると想定される泥岩は雨水の影響で風化しやすい岩種であることから、切土のり面には植生工の実施が必要である。

#### 2) 2 段目上部から 3~4 段目のり面

3 段目のり面に出現する強風化泥岩は「軟岩」であり、計画切土勾配は標準切土勾配  $S=1:0.5\sim 1.2$  の範囲内となる (表 5-46参照)。下部では  $N$  値=50 以上となるが、上部は  $N$  値=8~33 と軟質である。

2 段目上部は土被りが比較的厚く、 $N$  値=50 以上の岩盤が分布すると想定されるが、3~4 段目にかけては土被りが比較的薄くなり、 $N$  値=50 未満の風化が進行した岩盤が分布することが想定される。また、層理面が流れ盤構造であることから、特に 3~4 段目の切土勾配は可能な限り緩くすること ( $S=1:1.2$  への変更) が望まれ、施工時の切土面の状況によっては、追加の対策工 (吹付法砕工等) の検討も必要になると想定される。

また、切土のり面での湧水の発生が予想されるが、集水面積が広くないことから、通常の湧水対策で対応可能と想定される。

なお、計画切土のり面に分布すると想定される泥岩は雨水の影響で風化しやすい岩種であることから、切土のり面には植生工の実施が必要である。

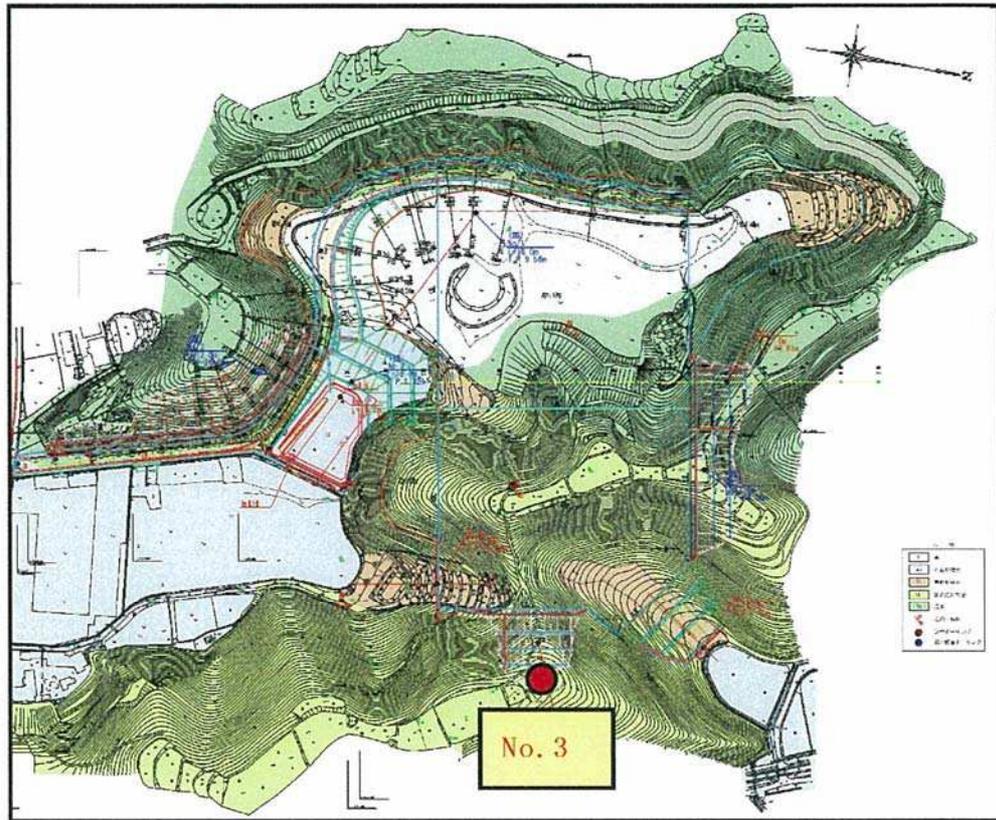


図 5-15 ボーリング位置図 (No. 3 S=1:4000)

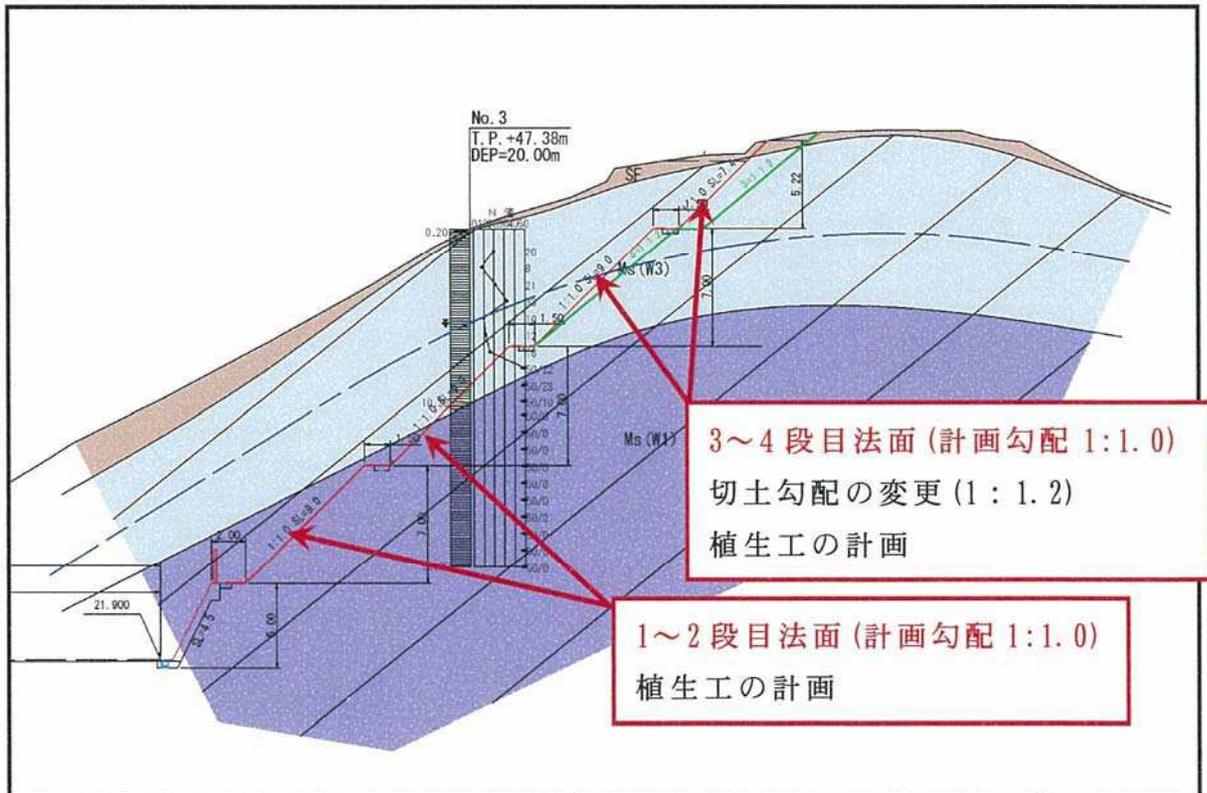


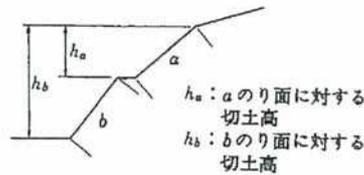
図 5-16 東側切土のり面断面図 (S=1:400)

表 5-46 切土に対する標準のり面勾配<sup>47)</sup>

地山の土質		切土高	勾配
硬岩			1:0.3~1:0.8
軟岩			1:0.5~1:1.2
砂	密実でない粒度分布の悪いもの		1:1.5~
砂質土	密実なもの	5m以下	1:0.8~1:1.0
		5~10m	1:1.0~1:1.2
	密実でないもの	5m以下	1:1.0~1:1.2
		5~10m	1:1.2~1:1.5
砂利または岩塊混じり砂質土	密実なもの、または粒度分布のよいもの	10m以下	1:0.8~1:1.0
		10~15m	1:1.0~1:1.2
	密実でないもの、または粒度程度の分布の悪いもの	10m以下	1:1.0~1:1.2
		10~15m	1:1.2~1:1.5
粘性土		10m以下	1:0.8~1:1.2
岩塊または玉石混じりの粘性土		5m以下	1:1.0~1:1.2
		5~10m	1:1.2~1:1.5

注) ① 上表の標準勾配は地盤条件、切土条件等により適用できない場合があるので本文を参照すること。

② 土質構成等により単一勾配としないときの切土高及び勾配の考え方は下図のようにする。



- ・勾配は小段を含めない。
- ・勾配に対する切土高は当該切土のり面から上部の全切土高とする。

③シルトは粘性土に入れる。

④上表以外の土質は別途考慮する。

⑤のり面緑化工を計画する場合には参表 8-2 も考慮する。

47) (社)日本道路協会:「道路土工 切土工・斜面安定工指針」、p.136、2009

#### (4) 南側補強土壁工計画地 (No. 4 図 5-17)

概略設計段階であることから詳細は不明であるが、補強土壁工(段数不明)が計画されている。

##### 1) 排水計画

補強土壁工計画箇所には地表水は確認されておらず、ボーリングにおいても地下水は確認されていないが、尾根に挟まれた谷地形となっており、集水地形を呈している。そのため降雨時に地表水の流入が懸念されることから、盛土内への浸透水を防止する排水工を計画する必要がある。

また、盛土内へ浸透した雨水等を早期に排出するために、盛土内においても透水マット等の敷設を適切に計画する必要がある。

##### 2) 盛土材料

当該地内の丘陵地には、全体的に泥岩が分布する。この泥岩を盛土材料とする場合は、「岩のスレーキング試験」や「岩の破碎試験」を実施し、スレーキング性を確認する。盛土材料のスレーキング率が30%以上となった場合は、空隙を少なくする施工方法の検討や盛土の排水計画が必要となる。

また、盛土材については、設計時のせん断強度が確保できるかを確認するために盛土材料試験(締固め試験、三軸圧縮試験(CD))が必要である。

##### 3) 基礎地盤の安定

補強土壁が計画されている箇所は、GL-8.3mまで $N$ 値が低い礫質土を主体とした崖錐堆積物が分布している。 $N$ 値=2~7と緩く、基礎地盤と評価できない地層である。

また、段々畑状の斜面となっており、補強材敷設にあたっては、崖錐堆積物の掘削が予想され、掘削面の安定性が懸念される。

地下水は確認されていないことから、地震時の液状化の危険性は低い。

補強土壁設計にあたっては、現地の詳細断面の測量を実施した上で、以下を検討する必要がある。

- ① 支持力を検討し、支持力が不足す場合には、何らかの地盤改良を実施して支持力を確保する必要がある。
- ② 段々畑状の傾斜地形で、軟弱地盤上に盛土が計画されていることから、基礎地盤を含む全体すべりを検討し、すべりの発生が懸念される場合には、対策工が必要となる。
- ③ 補強材敷設に当って、締まり具合の悪い崖錐堆積物を掘削することが想定されることから、切土によるのり面の安定性について検討を行い、安定が確保できない場合は仮設の対策工が必要となる。

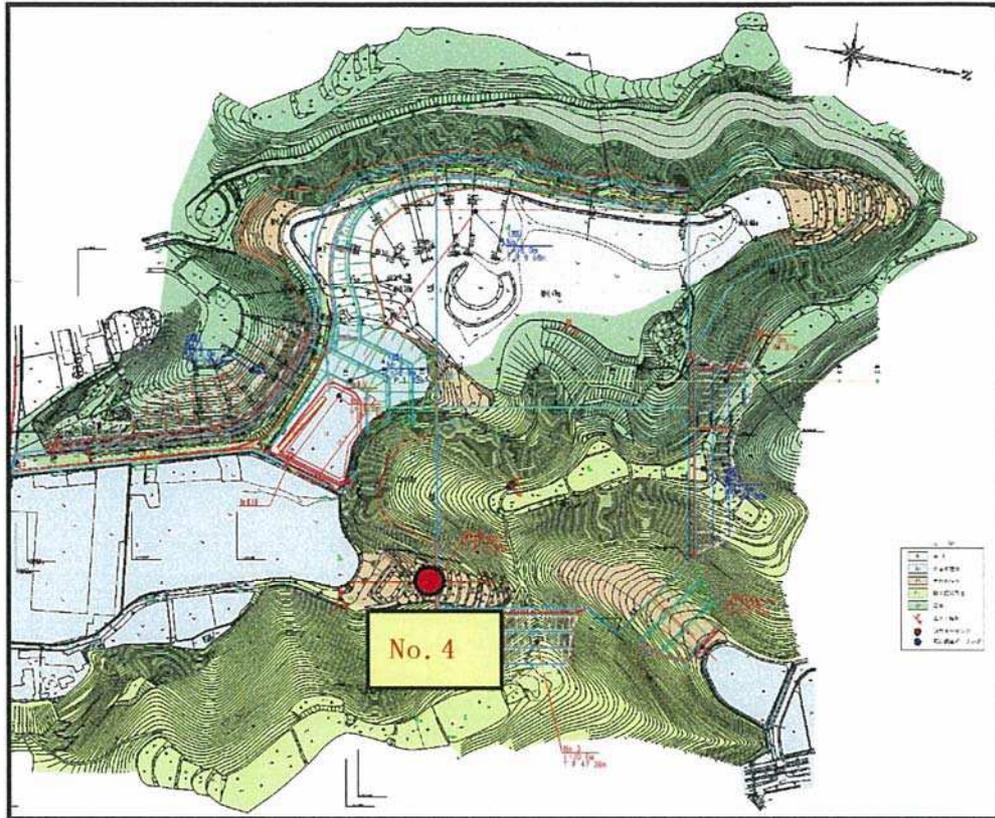


図 5-17 ボーリング位置図 (No. 4 S=1:4000)

#### (5) 盛土のり面及び調整池計画地 (No. 5 図 5-18参照)

「平成26年度 都防委 第2号宿毛市都市防災推進事業宿毛西地区高台整備用地地質調査業務委託」の調査において、以下のような問題点が確認されていた。

- ① 上方斜面からの地表水が流入しており、地表面以下が常時飽和状態にある。
- ② GL-10mまではN値=10以下の軟弱な未固結堆積物(沖積第1粘性土(Ac1)、沖積火山灰質土層(Av)、沖積礫質土(Ag))が分布する。
- ③ 沖積粘性土(Ac)は、変形抵抗の小さい軟弱な粘性土であり、層厚6mと非常に厚く分布することから、新規盛土の施工によって圧密沈下が発生する可能性が高い。
- ④ 沖積第1粘性土(Ac1)に新規盛土を施工した場合、西側法面に円弧すべりが発生する可能性が高い。
- ⑤ 沖積第1粘性土(Ac1)は、腐植物や有機物を多く混入し、練返しによって強度が低下する性質を持つ。
- ⑥ 沖積第1粘性土(Ac1)以深の沖積火山灰質土層(Av)及び沖積礫質土(Ag)は、液状化する可能性が高い。

本業務で実施した No. 5 孔の調査結果においても火山灰層の下位に薄い粘性土層(沖積第2粘性土 Ac2)を新たに確認したものの、基本的な地層構成は既存 No. 2 孔とほぼ同じで、上記問題点の⑤以外では変化がないことが確認された。

⑤で問題になっている腐植物や有機物の混入であるが、今後の軟弱地盤対策でのコンクリートの利用を考慮して、本業務において強熱減量試験を実施したが、試験の結果、強熱減量  $L_i=6.8\%$ と腐植物や有機物の混入量が少ないことが把握された。ただし、練返しによって強度が低下する性質は引き続き確認されている。

したがって、盛土のり面の設計に当たっては、既存資料で示されている以下について検討する必要がある。

- ① 粘性土の圧密沈下、円弧すべりが懸念されることから、それらの安定性確保するための対策工を検討する必要がある。
- ② 火山灰質土、礫質土で地震時の液状化の発生が懸念され、液状化による地盤の沈下や流動化に伴い、盛土の変形や調整池施設の損傷が懸念されることから、液状化対策を計画する必要がある。
- ③ 基盤岩の上位に位置する未固結堆積物に、上記①、②の対策が必要であることから、「沈下」、「安定」、「変形」、「液状化」に対応した対策工を検討する必要がある。

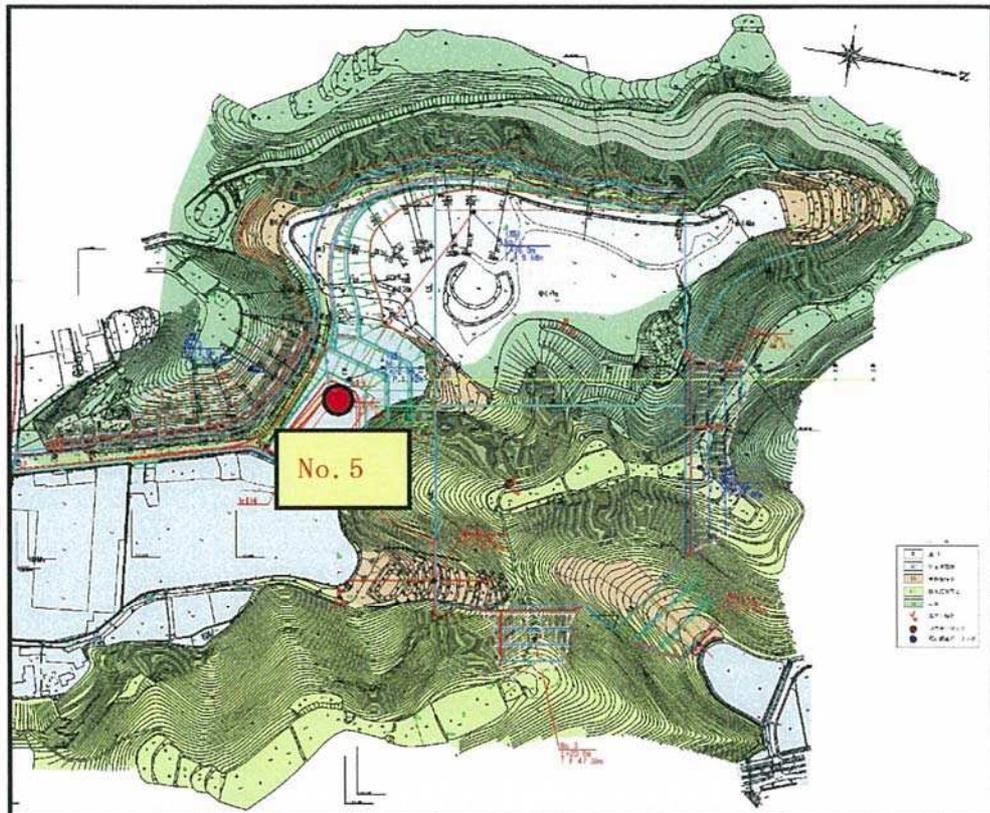


図 5-18 ボーリング位置図 (No. 5 S=1:4000)

また、調整池の設計に当たっては、以下について検討する必要がある。

- ① 盛土のり尻の地盤と同様に基礎地盤が軟質であることから、構造物基礎地盤の沈下や変形、支持力不足、また、貯留した水の荷重による地盤の変形が想定されることから、それらの安定性確保するための対策工を検討する必要がある。
- ② 調整池を掘削による計画にした場合、掘削対象土が非常に軟質な沖積第 1 粘性土 (Ac1) になることから、掘削面の変形が発生することが懸念され、土留め工の計画が必要である。
- ③ 調整池を掘削による計画にした場合、上方からの流水が常時あり、湿地となっている場所であることから、適切な排水計画を立てる必要がある。
- ④ 調整池を原地盤上に盛土を構築することによる計画にした場合、盛土の荷重により基礎地盤の沈下や変形が懸念されることから、それらの安定性確保するための対策工を検討する必要がある。
- ⑤ 湿地に調整池が計画されていることから、作業時のトラフィカビリティーを確保する必要がある。

—以上—

卷 末 資 料

## A. ボーリング柱状図及びコア写真

### <凡例>

#### 柱状図および土質区分

第 1 分類

区分	分類名	図案
土質	礫 (G)	
	礫質土 (GF)	
	砂 (S)	
	砂質土 (SF)	
材料	シルト (M)	
	粘性土 (C)	
料	有機質土 (O)	
	火山灰質粘性土 (V)	
	高有機質土(腐植土) (Pt)	

第 2 分類

区分	分類名	図案
補助記号	砂	
	シルト質 (M)	
	粘土質 (C)	
	有機質 (O)	
助	火山灰質 (V)	
	玉石混り (-B)	
記	砂利、礫混り (-G)	
	砂混り (-S)	
号	シルト混り (-M)	
	粘土混り (-C)	
	有機質土混り (-O)	
	火山灰混り (-V)	
	貝殻混り (-Sh)	

第 3 分類

区分	分類名	図案
岩石	硬岩 (HR)	
	中硬岩 (MR)	
材料	軟岩、風化岩 (WR)	
	玉石 (B)	
特殊土	浮石 (軽石) (Pm)	
	シラス (Sl)	
材料	スコリア (Sc)	
	火山灰 (VA)	
材料	ローム (Lm)	
	黒ボク (Kb)	
表埋廃	マサ (WG)	
	土 (Ss)	
	土 (FI)	
	棄物 (W)	

#### 試料採取方法

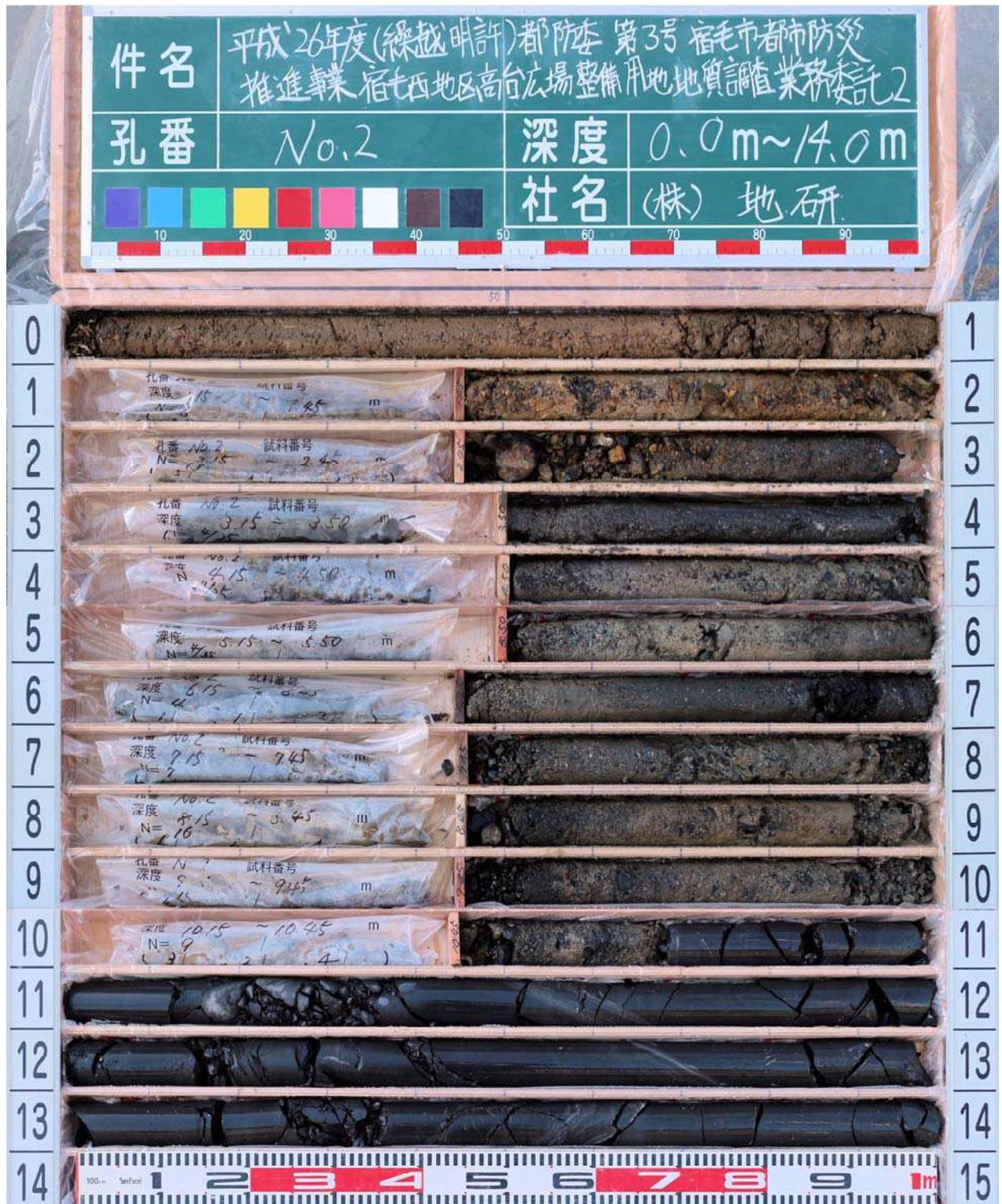
- ① シンウォールサンプラーによる
- ④ デニソンサンプラーによる
- ① 貫入試験器による
- ④ フォイルサンプラーによる
- ④ ( ) による

#### 備考

件名	平成26年度(繰越明許)都防第3号 宿毛市都市防災推進事業宿毛西部地区高台広場整備用地地質調査業務委託2		
孔番	No. 1	深度	0.0 m ~ 17.0 m
		社名	株式会社地研







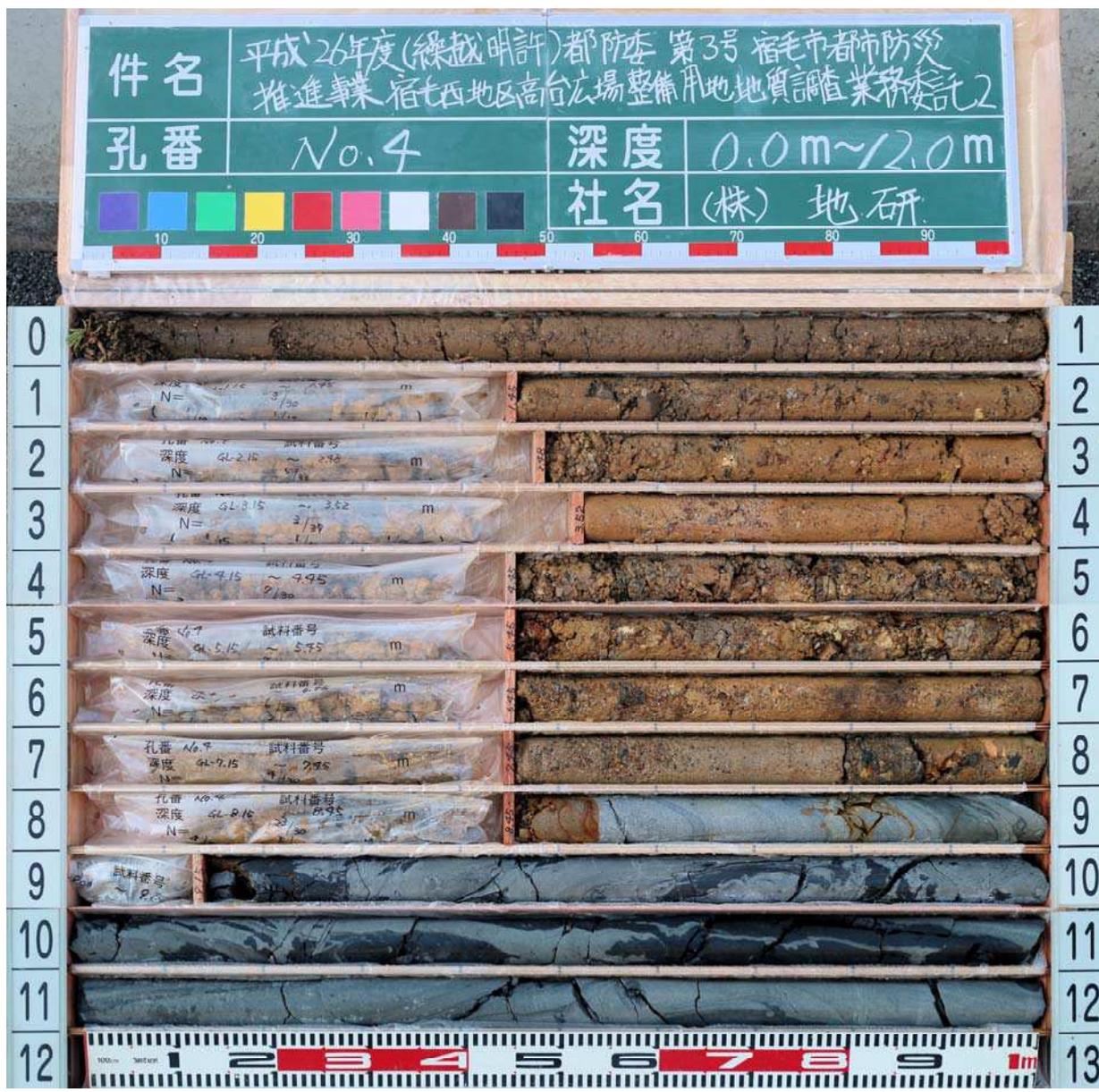




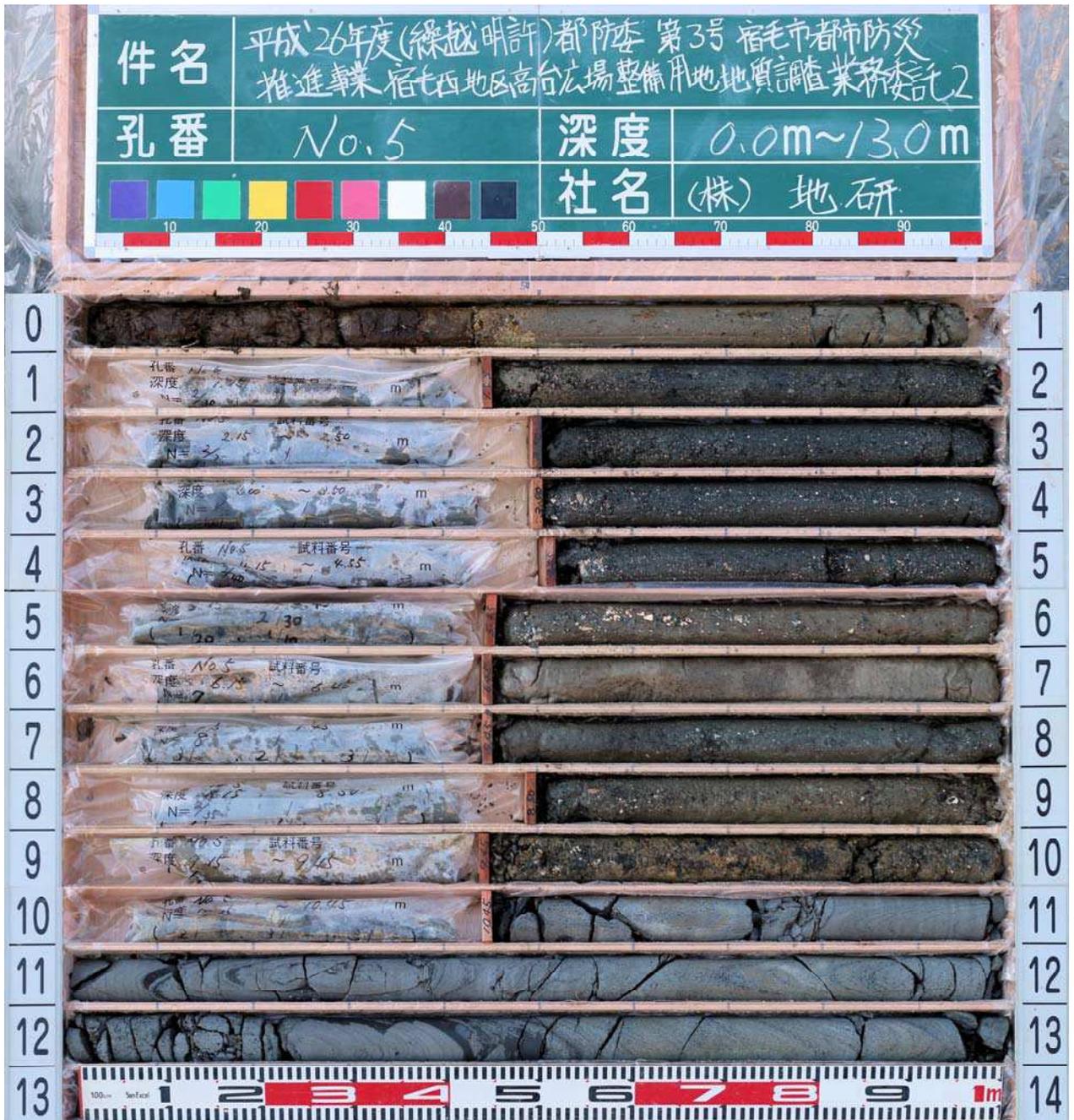
件名	平成26年度(繰越明許)省防委第3号 宿毛市都市防災推進事業 宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2		
孔番	No.3	深度	0.0 m~20.0 m
		社名	株式会社 地研

- |    |  |  |    |
|----|--|--|----|
| 0  |  |  | 1  |
| 1  |  |  | 2  |
| 2  |  |  | 3  |
| 3  |  |  | 4  |
| 4  |  |  | 5  |
| 5  |  |  | 6  |
| 6  |  |  | 7  |
| 7  |  |  | 8  |
| 8  |  |  | 9  |
| 9  |  |  | 10 |
| 10 |  |  | 11 |
| 11 |  |  | 12 |
| 12 |  |  | 13 |
| 13 |  |  | 14 |
| 14 |  |  | 15 |
| 15 |  |  | 16 |
| 16 |  |  | 17 |
| 17 |  |  | 18 |
| 18 |  |  | 19 |
| 19 |  |  | 20 |











## B. 室内土質試験データシート

# 土質試験結果一覧表（基礎地盤）

調査件名 平成26年度（繰越明許）都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業  
宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2

整理年月日 平成 28年 3月 3日

整理担当者 XXXXXXXXXX

試料番号 (深 さ)		P-1 (1.15~1.45m)	P-2 (2.15~2.45m)	P-3 (3.15~3.50m)	P-4 (4.15~4.50m)	P-5 (5.15~5.50m)	P-6 (6.15~6.45m)
一般	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>						
	乾燥密度 $\rho_d$ g/cm <sup>3</sup>						
	土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.643	2.669	2.630	2.623	2.588	2.569
	自然含水比 $w_n$ %	19.9	13.3	24.4	28.6	30.6	42.3
	間隙比 $e$						
	飽和度 $S_r$ %						
粒度	石分 (75mm以上) %						
	礫分 <sup>1)</sup> (2~75mm) %	37.5	67.8	71.4	58.6	44.7	37.2
	砂分 <sup>1)</sup> (0.075~2mm) %	27.8	21.3	13.5	22.7	25.8	31.6
	シルト分 <sup>1)</sup> (0.005~0.075mm) %	34.7	10.9	15.1	18.7	29.5	31.2
	粘土分 <sup>1)</sup> (0.005mm未満) %						
	最大粒径 mm	37.5	37.5	26.5	19	26.5	26.5
均等係数 $U_c$	*	*	*	*	*	*	
コンシステンシー特性	液性限界 $w_L$ %						
	塑性限界 $w_p$ %						
	塑性指数 $I_p$						
分類	地盤材料の分類名	細粒分質 砂質礫	細粒分まじり 砂質礫	砂まじり 粘性土質礫	細粒分質 砂質礫	細粒分質 砂質礫	細粒分質 砂質礫
	分類記号	(GFS)	(GS-F)	(GCs-S)	(GFS)	(GFS)	(GFS)
圧密	試験方法						
	圧縮指数 $C_c$ 圧密降伏応力 $p_c$ kN/m <sup>2</sup>						
一軸圧縮	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>						
	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>						
	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>						
	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>						
せん断	試験条件						
	全応力	$c$ kN/m <sup>2</sup>					
		$\phi$ °					
	有効応力	$c'$ kN/m <sup>2</sup>					
$\phi'$ °							
	強熱減量試験 Li %						

特記事項

1) 石分を除いた75mm未満の土質材料に対する百分率で表す。

[1kN/m<sup>2</sup> ≒ 0.0102kgf/cm<sup>2</sup>]

# 土質試験結果一覧表（基礎地盤）

調査件名 平成26年度（繰越明許）都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業  
宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2

整理年月日 平成 28年 3月 3日

整理担当者 XXXXXXXXXX

試料番号 (深 さ)		P-7 (7.15~7.45m)	P-8 (8.15~8.45m)	P-9 (9.15~9.45m)	P-10 (10.15~10.45m)		
一般	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>						
	乾燥密度 $\rho_d$ g/cm <sup>3</sup>						
	土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.640	2.671	2.631	2.679		
	自然含水比 $w_n$ %	26.0	15.0	12.4	16.6		
	間隙比 $e$						
粒 度	飽和度 $S_r$ %						
	石分 (75mm以上) %						
	礫分 <sup>1)</sup> (2~75mm) %	52.3	79.1	83.0	71.2		
	砂分 <sup>1)</sup> (0.075~2mm) %	26.8	13.0	10.4	18.5		
	シルト分 <sup>1)</sup> (0.005~0.075mm) %	20.9	7.9	6.6	10.3		
	粘土分 <sup>1)</sup> (0.005mm未満) %						
	最大粒径 mm	19	37.5	37.5	37.5		
均等係数 $U_c$	*	76.4	49.2	*			
コン シ ス テ ン シー 特 性	液性限界 $w_L$ %						
	塑性限界 $w_p$ %						
	塑性指数 $I_p$						
分 類	地盤材料の 分類名	細粒分質 砂質礫	細粒分砂まじり 礫	細粒分砂まじり 礫	細粒分まじり 砂質礫		
	分類記号	(GFS)	(G-FS)	(G-FS)	(GS-F)		
圧 密	試験方法						
	圧縮指数 $C_c$ 圧密降伏応力 $p_c$ kN/m <sup>2</sup>						
一 軸 圧 縮	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>						
	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>						
	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>						
	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>						
せん 断	試験条件						
	全応力	$c$ kN/m <sup>2</sup>					
		$\phi$ °					
	有効応力	$c'$ kN/m <sup>2</sup>					
$\phi'$ °							
	強熱減量試験 Li %						

特記事項

1) 石分を除いた75mm未満の土質材料  
に対する百分率で表す。

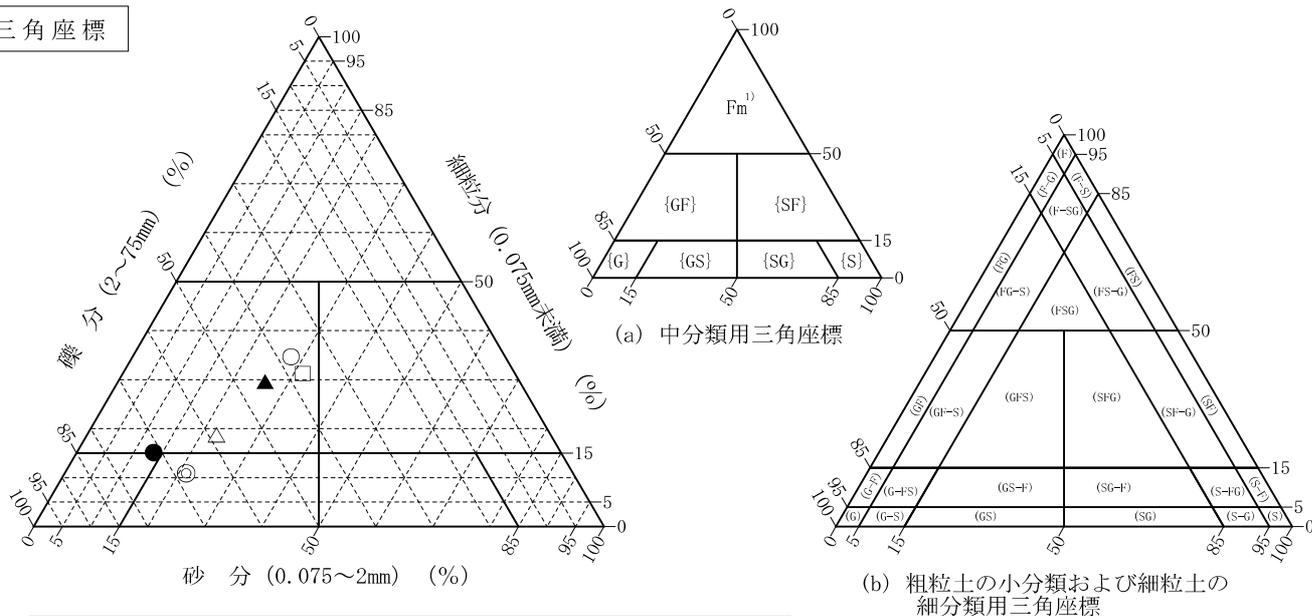
[1kN/m<sup>2</sup> ≒ 0.0102kgf/cm<sup>2</sup>]

調査件名 平成26年度(繰越明許)都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業 宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2	試験年月日	平成 28年 3月 3日
--	-------	--------------

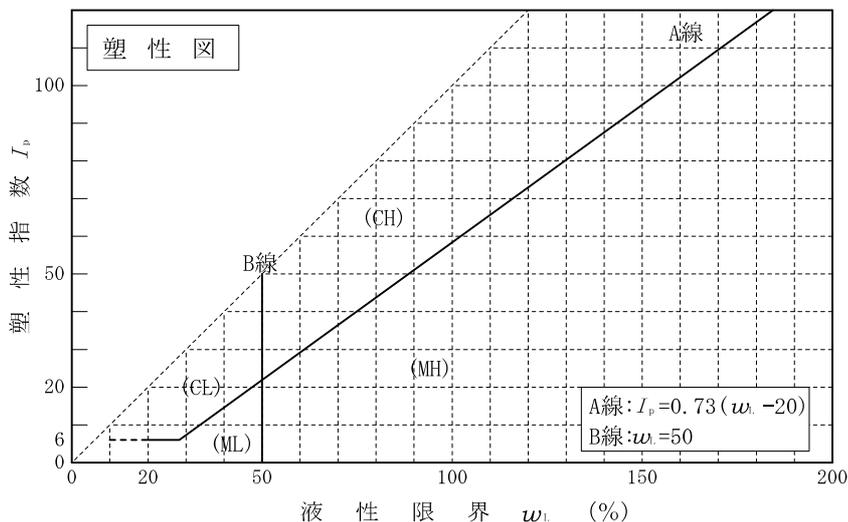
試験者 XXXXXXXXXX

試料番号 (深さ)	P-1 (1.15~1.45m)	P-2 (2.15~2.45m)	P-3 (3.15~3.50m)	P-4 (4.15~4.50m)	P-5 (5.15~5.50m)	P-6 (6.15~6.45m)
石分(75mm以上) %						
礫分(2~75mm) %	37.5	67.8	71.4	58.6	44.7	37.2
砂分(0.075~2mm) %	27.8	21.3	13.5	22.7	25.8	31.6
細粒分(0.075mm未満) %	34.7	10.9	15.1	18.7	29.5	31.2
シルト分(0.005~0.075mm) %						
粘土分(0.005mm未満) %						
最大粒径 mm	37.5	37.5	26.5	19	26.5	26.5
均等係数 $U_c$	*	*	*	*	*	*
液性限界 $w_L$ %						
塑性限界 $w_p$ %						
塑性指数 $I_p$						
地盤材料の分類名	細粒分質 砂質礫	細粒分まじり 砂質礫	砂まじり 粘性土質礫	細粒分質 砂質礫	細粒分質 砂質礫	細粒分質 砂質礫
分類記号	(GFS)	(GS-F)	(GCs-S)	(GFS)	(GFS)	(GFS)
凡例記号	○	◎	●	△	▲	□

三角座標



特記事項 1) 主に観察と塑性図で判別分類

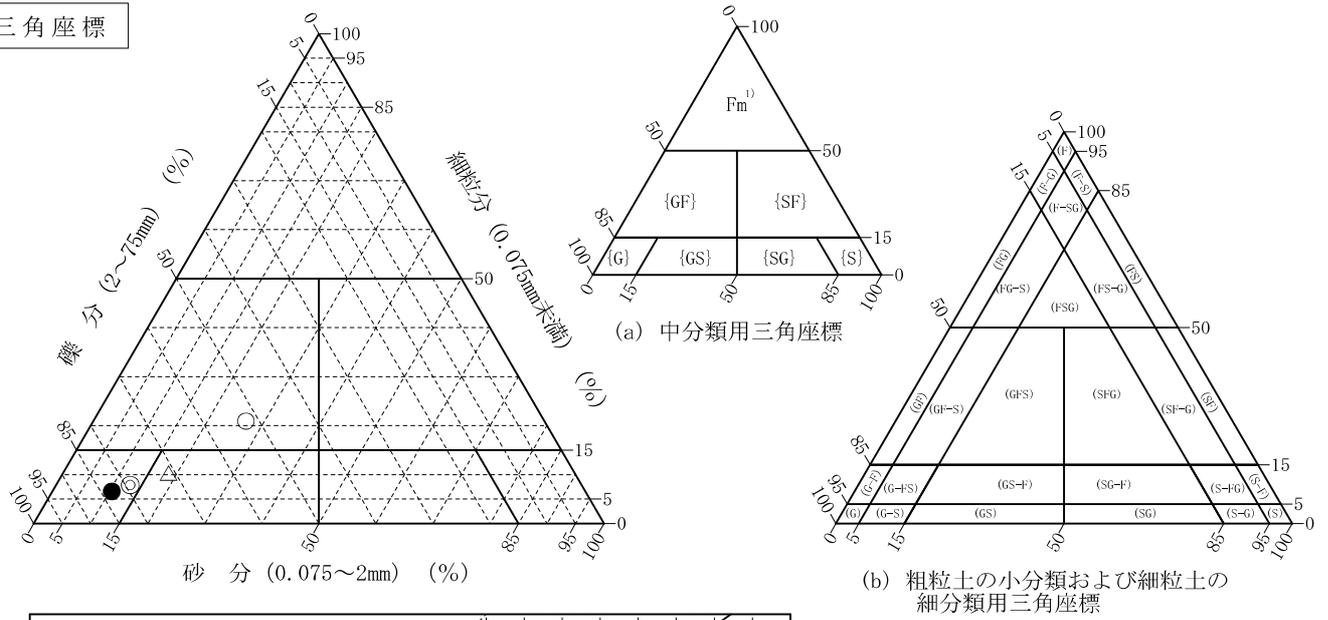


調査件名 平成26年度（繰越明許）都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業 宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2 試験年月日 平成 28年 3月 3日

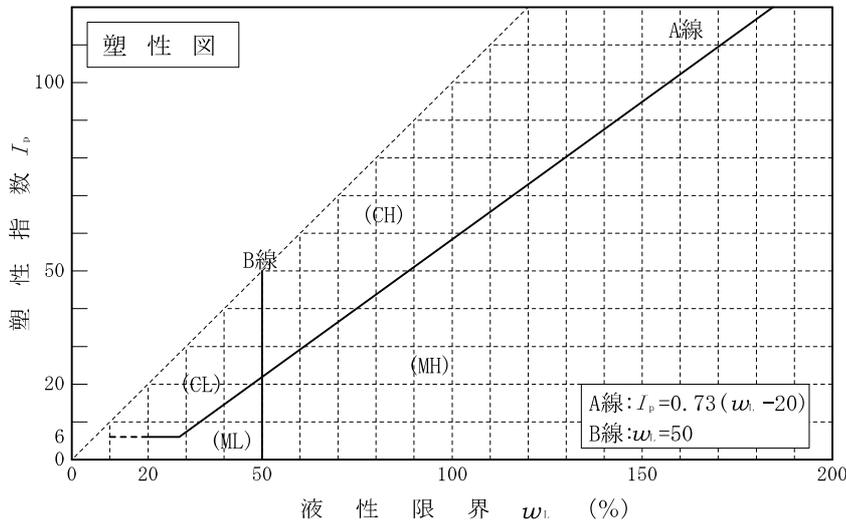
試験者 XXXXXXXXXX

試料番号 (深さ)	P-7 (7.15~7.45m)	P-8 (8.15~8.45m)	P-9 (9.15~9.45m)	P-10 (10.15~10.45m)		
石分(75mm以上)	%					
礫分(2~75mm)	%	52.3	79.1	83.0	71.2	
砂分(0.075~2mm)	%	26.8	13.0	10.4	18.5	
細粒分(0.075mm未満)	%	20.9	7.9	6.6	10.3	
シルト分(0.005~0.075mm)	%					
粘土分(0.005mm未満)	%					
最大粒径	mm	19	37.5	37.5	37.5	
均等係数 $U_c$		*	76.4	49.2	*	
液性限界 $w_L$	%					
塑性限界 $w_p$	%					
塑性指数 $I_p$						
地盤材料の分類名		細粒分質 砂質礫	細粒分砂まじり 礫	細粒分砂まじり 礫	細粒分まじり 砂質礫	
分類記号		(GFS)	(G-FS)	(G-FS)	(GS-F)	
凡例記号		○	◎	●	△	

三角座標



特記事項 1) 主に観察と塑性図で判別分類



調査件名 平成26年度(繰越明許)都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業 試験年月日 平成 28年 3月 2日  
 宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2

試験者 XXXXXXXXXX

試料番号(深さ)		P-1 (1.15~1.45m)			P-2 (2.15~2.45m)		
ピクノメーター No.		110	111	112	113	114	115
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量 $m_b$ g		157.642	164.243	160.604	158.989	169.742	170.339
$m_b$ をはかったときの内容物の温度 $T$ °C		14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
$T$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm <sup>3</sup>		0.99917	0.99917	0.99917	0.99917	0.99917	0.99917
温度 $T$ °Cの蒸留水を満たしたときの(蒸留水+ピクノメーター)質量 $m_s^{1)}$ g		150.848	157.958	154.261	151.316	162.601	162.870
試料の 炉乾燥質量	容器 No.	110	111	112	113	114	115
	(炉乾燥試料+容器)質量g	55.584	68.119	52.716	58.891	68.704	71.732
	容器質量 g	44.653	58.020	42.521	46.635	57.281	59.795
	$m_s$ g	10.931	10.099	10.195	12.256	11.423	11.937
土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>		2.640	2.646	2.644	2.672	2.665	2.669
平均値 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>		2.643			2.669		
試料番号(深さ)		P-3 (3.15~3.50m)			P-4 (4.15~4.50m)		
ピクノメーター No.		116	117	118	119	120	121
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量 $m_b$ g		154.030	160.673	152.390	157.829	161.455	158.411
$m_b$ をはかったときの内容物の温度 $T$ °C		14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
$T$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm <sup>3</sup>		0.99917	0.99917	0.99917	0.99917	0.99917	0.99917
温度 $T$ °Cの蒸留水を満たしたときの(蒸留水+ピクノメーター)質量 $m_s^{1)}$ g		148.405	154.849	145.512	153.147	156.620	153.923
試料の 炉乾燥質量	容器 No.	116	117	118	119	120	121
	(炉乾燥試料+容器)質量g	45.819	52.120	46.994	53.885	53.223	44.174
	容器質量 g	36.754	42.731	35.895	46.325	45.411	36.923
	$m_s$ g	9.065	9.389	11.099	7.560	7.812	7.251
土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>		2.633	2.631	2.627	2.625	2.622	2.622
平均値 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>		2.630			2.623		
試料番号(深さ)		P-5 (5.15~5.50m)			P-6 (6.15~6.45m)		
ピクノメーター No.		122	123	124	125	126	127
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量 $m_b$ g		163.979	159.024	159.660	158.165	163.952	161.455
$m_b$ をはかったときの内容物の温度 $T$ °C		14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
$T$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm <sup>3</sup>		0.99917	0.99917	0.99917	0.99917	0.99917	0.99917
温度 $T$ °Cの蒸留水を満たしたときの(蒸留水+ピクノメーター)質量 $m_s^{1)}$ g		159.095	152.909	154.086	153.040	159.024	156.335
試料の 炉乾燥質量	容器 No.	122	123	124	125	126	127
	(炉乾燥試料+容器)質量g	64.597	55.864	58.446	53.715	65.743	62.816
	容器質量 g	56.637	45.908	49.367	45.320	57.683	54.443
	$m_s$ g	7.960	9.956	9.079	8.395	8.060	8.373
土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>		2.586	2.590	2.588	2.565	2.571	2.572
平均値 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>		2.588			2.569		

特記事項

1) ピクノメーターの検定結果から求める。

$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + (m_a - m_b)} \times \rho_w(T)$$

調査件名 平成26年度(繰越明許)都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業 試験年月日 平成 28年 3月 2日  
 宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2

試験者 XXXXXXXXXX

試料番号(深さ)		P-7 (7.15~7.45m)			P-8 (8.15~8.45m)		
ピクノメーター No.		128	129	130	131	132	133
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量 $m_b$ g		159.615	158.824	155.206	159.427	159.130	159.610
$m_b$ をはかったときの内容物の温度 $T$ °C		14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
$T$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm <sup>3</sup>		0.99917	0.99917	0.99917	0.99917	0.99917	0.99917
温度 $T$ °Cの蒸留水を満たしたときの(蒸留水+ピクノメーター)質量 $m_s^{1)}$ g		154.043	153.449	149.459	152.945	152.414	152.266
試料の 炉乾燥質量	容器 No.	128	129	130	131	132	133
	(炉乾燥試料+容器)質量g	46.913	54.397	49.209	45.497	53.693	50.953
	容器質量 g	37.954	45.745	39.961	35.136	42.958	39.227
	$m_s$ g	8.959	8.652	9.248	10.361	10.735	11.726
土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>		2.643	2.638	2.639	2.669	2.669	2.674
平均値 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>		2.640			2.671		
試料番号(深さ)		P-9 (9.15~9.45m)			P-10 (10.15~10.45m)		
ピクノメーター No.		134	135	136	137	138	139
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量 $m_b$ g		161.149	159.344	161.755	173.796	161.609	156.396
$m_b$ をはかったときの内容物の温度 $T$ °C		14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
$T$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm <sup>3</sup>		0.99917	0.99917	0.99917	0.99917	0.99917	0.99917
温度 $T$ °Cの蒸留水を満たしたときの(蒸留水+ピクノメーター)質量 $m_s^{1)}$ g		156.630	155.278	157.341	166.520	156.199	150.187
試料の 炉乾燥質量	容器 No.	134	135	136	137	138	139
	(炉乾燥試料+容器)質量g	54.165	52.910	55.202	58.105	54.806	49.913
	容器質量 g	46.879	46.355	48.087	46.503	46.168	40.022
	$m_s$ g	7.286	6.555	7.115	11.602	8.638	9.891
土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>		2.631	2.631	2.632	2.680	2.674	2.684
平均値 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>		2.631			2.679		
試料番号(深さ)							
ピクノメーター No.							
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量 $m_b$ g							
$m_b$ をはかったときの内容物の温度 $T$ °C							
$T$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm <sup>3</sup>							
温度 $T$ °Cの蒸留水を満たしたときの(蒸留水+ピクノメーター)質量 $m_s^{1)}$ g							
試料の 炉乾燥質量	容器 No.						
	(炉乾燥試料+容器)質量g						
	容器質量 g						
	$m_s$ g						
土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>							
平均値 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>							

特記事項

1) ピクノメーターの検定結果から求める。

$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + (m_a - m_b)} \times \rho_w(T)$$

調査件名 平成26年度(繰越明許)都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業 試験年月日 平成 28年 2月 29日  
宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2

試験者 [REDACTED] 富

試料番号(深さ)	P-1 (1.15~1.45m)			P-2 (2.15~2.45m)		
容器 No.	2039	994	2105	2168	864	2091
$m_a$ g	154.16	155.80	102.62	232.78	210.23	193.40
$m_b$ g	137.95	139.02	94.51	212.96	190.95	177.20
$m_c$ g	55.27	54.35	54.36	54.37	53.96	54.44
$w$ %	19.6	19.8	20.2	12.5	14.1	13.2
平均値 $w$ %	19.9			13.3		
特記事項						

試料番号(深さ)	P-3 (3.15~3.50m)			P-4 (4.15~4.50m)		
容器 No.	2058	2185	836	2082	986	884
$m_a$ g	152.93	185.02	144.67	161.79	173.77	110.18
$m_b$ g	134.31	159.77	126.20	137.54	145.98	98.51
$m_c$ g	55.39	54.16	54.33	54.82	53.96	54.31
$w$ %	23.6	23.9	25.7	29.3	30.2	26.4
平均値 $w$ %	24.4			28.6		
特記事項						

試料番号(深さ)	P-5 (5.15~5.50m)			P-6 (6.15~6.45m)		
容器 No.	2111	2008	2037	2049	2090	2095
$m_a$ g	152.22	187.77	121.43	162.44	179.38	134.81
$m_b$ g	129.68	156.50	105.69	130.90	142.77	110.46
$m_c$ g	54.95	53.62	55.23	54.17	54.72	55.33
$w$ %	30.2	30.4	31.2	41.1	41.6	44.2
平均値 $w$ %	30.6			42.3		
特記事項						

試料番号(深さ)	P-7 (7.15~7.45m)			P-8 (8.15~8.45m)		
容器 No.	912	2395	2140	936	2010	970
$m_a$ g	170.98	170.86	134.29	226.20	182.26	169.81
$m_b$ g	146.65	149.07	116.47	208.83	166.77	150.55
$m_c$ g	53.98	55.17	54.15	54.19	54.63	54.24
$w$ %	26.3	23.2	28.6	11.2	13.8	20.0
平均値 $w$ %	26.0			15.0		
特記事項						

試料番号(深さ)	P-9 (9.15~9.45m)			P-10 (10.15~10.45m)		
容器 No.	2015	2188	940	866	2033	2088
$m_a$ g	138.94	154.20	141.29	216.13	217.71	155.98
$m_b$ g	132.00	143.10	129.60	193.41	195.33	140.66
$m_c$ g	54.42	55.64	54.30	53.85	54.19	54.33
$w$ %	8.9	12.7	15.5	16.3	15.9	17.7
平均値 $w$ %	12.4			16.6		
特記事項						

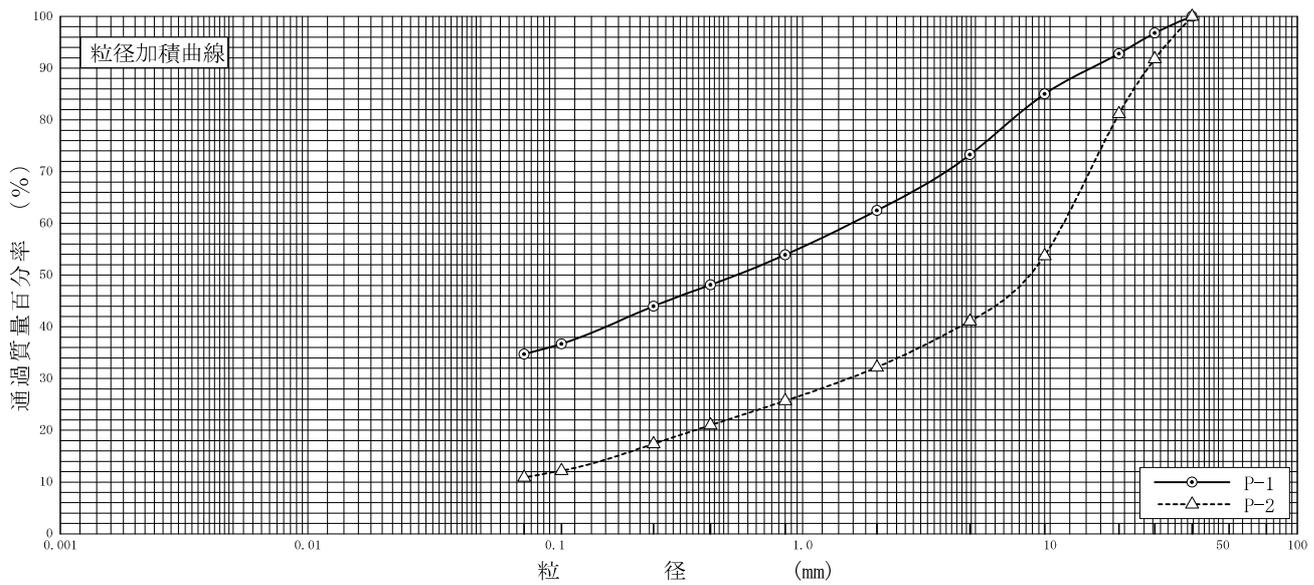
$$w = \frac{m_a - m_b}{m_b - m_c} \times 100$$

$m_a$  : (試料+容器)質量  
 $m_b$  : (炉乾燥試料+容器)質量  
 $m_c$  : 容器質量

調査件名 平成26年度（繰越明許）都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業 宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2
試験年月日 平成 28年 3月 1日

試験者 XXXXXXXXXX

試料番号 (深 さ)	P-1 (1.15~1.45m)		P-2 (2.15~2.45m)		試料番号 (深 さ)	P-1 (1.15~1.45m)	P-2 (2.15~2.45m)
	粒 径 mm	通過質量百分率%	粒 径 mm	通過質量百分率%			
ふる る い 分 析					粗 礫 分 %	7.2	18.8
	75		75		中 礫 分 %	19.5	40.1
	53		53		細 礫 分 %	10.8	8.9
	37.5	100.0	37.5	100.0	粗 砂 分 %	8.6	6.5
	26.5	96.8	26.5	91.8	中 砂 分 %	9.9	8.3
	19	92.8	19	81.2	細 砂 分 %	9.3	6.5
	9.5	85.0	9.5	53.7	シ ル ト 分 %	34.7	10.9
	4.75	73.3	4.75	41.1	粘 土 分 %		
	2	62.5	2	32.2	2mmふるい通過質量百分率 %	62.5	32.2
	0.850	53.9	0.850	25.7	425μmふるい通過質量百分率 %	48.1	21.0
	0.425	48.1	0.425	21.0	75μmふるい通過質量百分率 %	34.7	10.9
	0.250	44.0	0.250	17.4	最大 粒 径 mm	37.5	37.5
	0.106	36.7	0.106	12.2	60 % 粒 径 $D_{60}$ mm	1.58	11.4
0.075	34.7	0.075	10.9	50 % 粒 径 $D_{50}$ mm	0.542	8.31	
沈 降 分 析					30 % 粒 径 $D_{30}$ mm	*	1.54
					10 % 粒 径 $D_{10}$ mm	*	*
					均 等 係 数 $U_c$	*	*
					曲 率 係 数 $U_c'$	*	*
					土 粒 子 の 密 度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.643	2.669
					使用した分散剤 溶液濃度, 溶液添加量	*	*
				20 % 粒 径 $D_{20}$ mm	*	0.367	



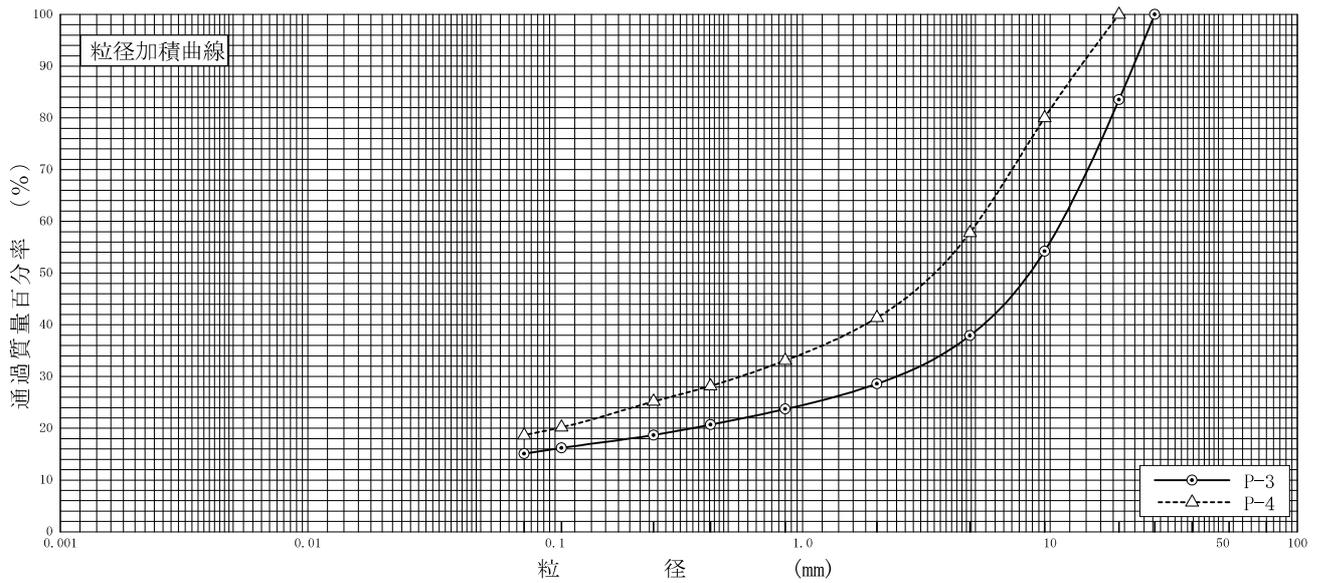
0.005	0.075	0.250	0.850	2	4.75	19	75
粘 土	シ ル ト	細 砂	中 砂	粗 砂	細 礫	中 礫	粗 礫

特記事項

調査件名 平成26年度 (繰越明許) 都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業 試験年月日 平成 28年 3月 1日  
 宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2

試験者 XXXXXXXXXX

試料番号 (深さ)	P-3 (3.15~3.50m)		P-4 (4.15~4.50m)		試料番号 (深さ)	P-3 (3.15~3.50m)	P-4 (4.15~4.50m)	
	粒径 mm	通過質量百分率%	粒径 mm	通過質量百分率%				
ふる る い 分 析					粗礫分 %	16.5	*	
	75		75		中礫分 %	45.6	42.2	
	53		53		細礫分 %	9.3	16.4	
	37.5		37.5		粗砂分 %	4.9	8.3	
	26.5	100.0	26.5		中砂分 %	5.0	7.9	
	19	83.5	19	100.0	細砂分 %	3.6	6.5	
	9.5	54.2	9.5	80.0	シルト分 %	15.1	18.7	
	4.75	37.9	4.75	57.8	粘土分 %			
	2	28.6	2	41.4	2mmふるい通過質量百分率 %	28.6	41.4	
	分 析	0.850	23.7	0.850	33.1	425μmふるい通過質量百分率 %	20.7	28.2
		0.425	20.7	0.425	28.2	75μmふるい通過質量百分率 %	15.1	18.7
		0.250	18.7	0.250	25.2	最大粒径 mm	26.5	19
		0.106	16.2	0.106	20.2	60% 粒径 $D_{60}$ mm	11.2	5.13
0.075		15.1	0.075	18.7	50% 粒径 $D_{50}$ mm	8.30	3.42	
					30% 粒径 $D_{30}$ mm	2.40	0.561	
					10% 粒径 $D_{10}$ mm	*	*	
沈 降 分 析					均等係数 $U_c$	*	*	
					曲率係数 $U_c'$	*	*	
					土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.630	2.623	
					使用した分散剤	*	*	
					溶液濃度, 溶液添加量			
				20% 粒径 $D_{20}$ mm	0.357	0.102		



粘土	シルト	細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫
----	-----	----	----	----	----	----	----

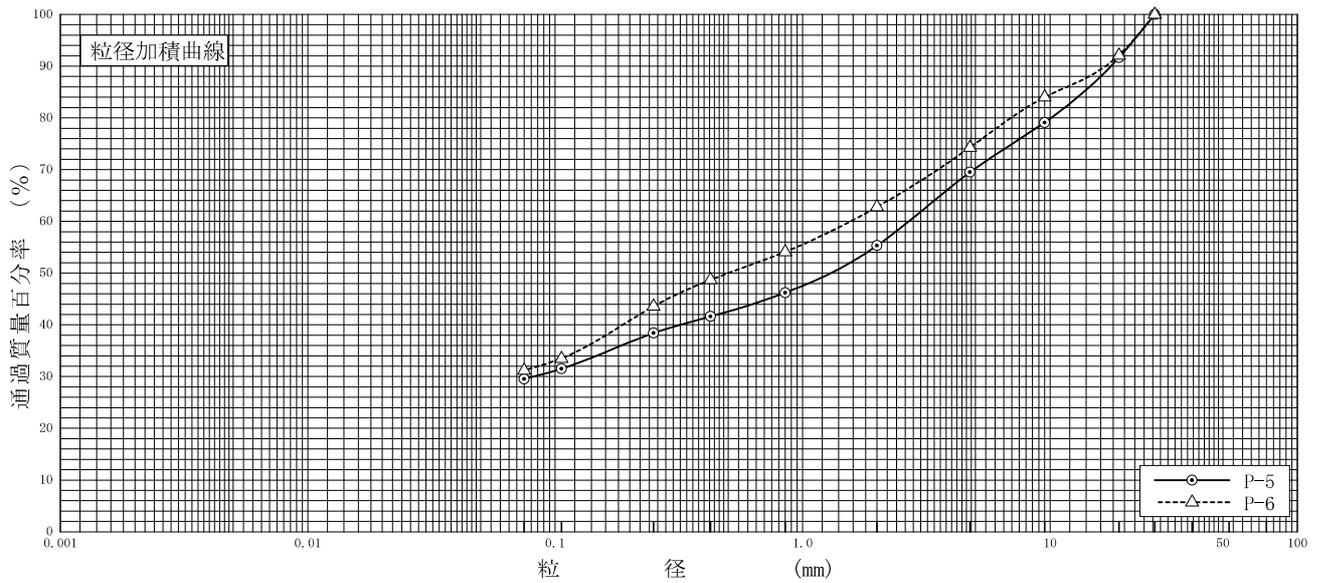
特記事項

調査件名 平成26年度 (繰越明許) 都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業  
宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2

試験年月日 平成 28年 3月 1日

試験者 XXXXXXXXXX

試料番号 (深さ)	P-5 (5.15~5.50m)		P-6 (6.15~6.45m)		試料番号 (深さ)	P-5 (5.15~5.50m)	P-6 (6.15~6.45m)
	粒径 mm	通過質量百分率%	粒径 mm	通過質量百分率%			
ふるい 分析					粗礫分 %	8.3	7.9
	75		75		中礫分 %	22.2	17.8
	53		53		細礫分 %	14.2	11.5
	37.5		37.5		粗砂分 %	9.1	8.7
	26.5	100.0	26.5	100.0	中砂分 %	7.8	10.5
	19	91.7	19	92.1	細砂分 %	8.9	12.4
	9.5	79.1	9.5	84.0	シルト分 %	29.5	31.2
	4.75	69.5	4.75	74.3	粘土分 %		
	2	55.3	2	62.8	2mmふるい通過質量百分率 %	55.3	62.8
	0.850	46.2	0.850	54.1	425μmふるい通過質量百分率 %	41.6	48.7
	0.425	41.6	0.425	48.7	75μmふるい通過質量百分率 %	29.5	31.2
	0.250	38.4	0.250	43.6	最大粒径 mm	26.5	26.5
	0.106	31.5	0.106	33.5	60% 粒径 $D_{60}$ mm	2.69	1.56
0.075	29.5	0.075	31.2	50% 粒径 $D_{50}$ mm	1.30	0.502	
沈降 分析					30% 粒径 $D_{30}$ mm	0.0821	*
					10% 粒径 $D_{10}$ mm	*	*
					均等係数 $U_c$	*	*
					曲率係数 $U_c'$	*	*
					土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.588	2.569
					使用した分散剤	*	*
					溶液濃度, 溶液添加量		
				20% 粒径 $D_{20}$ mm	*	*	



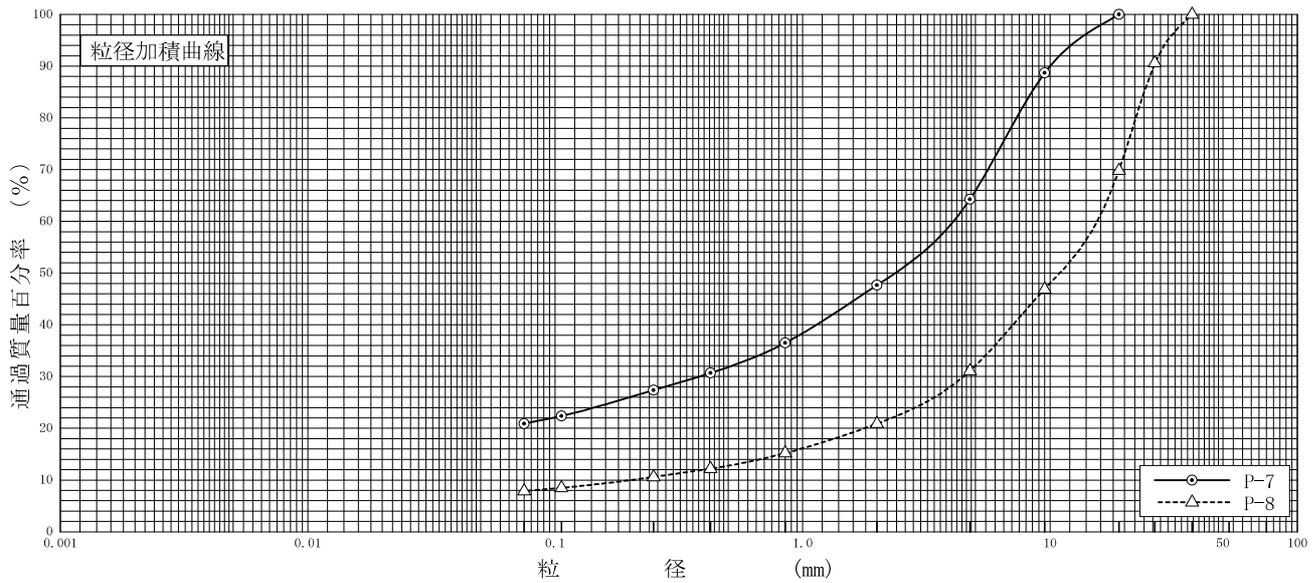
0.005	0.075	0.250	0.850	2	4.75	19	75
粘土	シルト	細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫

特記事項

調査件名 平成26年度 (繰越明許) 都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業 試験年月日 平成 28年 3月 1日  
 宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2

試験者 XXXXXXXXXX

試料番号 (深 さ)	P-7 (7.15~7.45m)		P-8 (8.15~8.45m)		試料番号 (深 さ)	P-7 (7.15~7.45m)	P-8 (8.15~8.45m)
	粒 径 mm	通過質量百分率%	粒 径 mm	通過質量百分率%		*	30.2
ふる る い 分 析	75		75		粗 礫 分 %	*	30.2
	53		53		中 礫 分 %	35.7	38.7
	37.5		37.5	100.0	細 礫 分 %	16.6	10.2
	26.5		26.5	90.6	粗 砂 分 %	11.2	5.7
	19	100.0	19	69.8	中 砂 分 %	9.1	4.6
	9.5	88.7	9.5	46.9	細 砂 分 %	6.5	2.7
	4.75	64.3	4.75	31.1	シルト分 %	20.9	7.9
	2	47.7	2	20.9	粘土分 %		
	0.850	36.5	0.850	15.2	2mmふるい通過質量百分率 %	47.7	20.9
	0.425	30.7	0.425	12.2	425μmふるい通過質量百分率 %	30.7	12.2
沈 降 分 析	0.250	27.4	0.250	10.6	75μmふるい通過質量百分率 %	20.9	7.9
	0.106	22.4	0.106	8.5	最大粒径 mm	19	37.5
	0.075	20.9	0.075	7.9	60%粒径 $D_{60}$ mm	4.08	15.5
					50%粒径 $D_{50}$ mm	2.37	11.0
					30%粒径 $D_{30}$ mm	0.382	4.47
					10%粒径 $D_{10}$ mm	*	0.203
					均等係数 $U_c$	*	76.4
					曲率係数 $U_c'$	*	6.35
				土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.640	2.671	
				使用した分散剤	*	*	
				溶液濃度, 溶液添加量			
				20%粒径 $D_{20}$ mm	*	1.78	



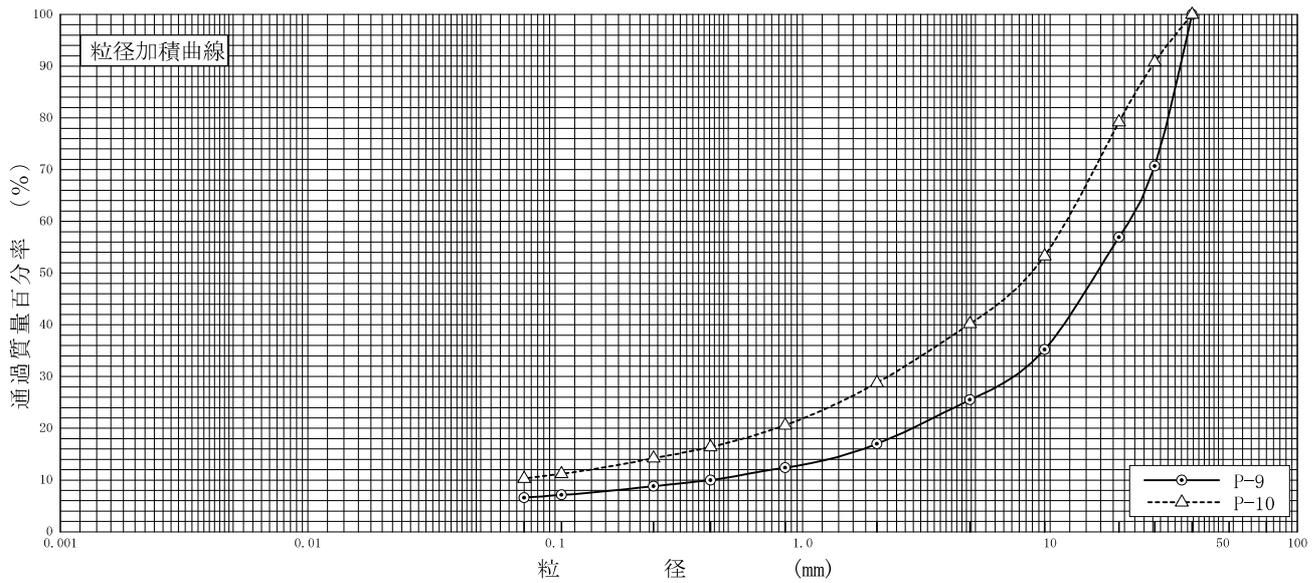
0.005	0.075	0.250	0.850	2	4.75	19	75
粘 土	シ ル ト	細 砂	中 砂	粗 砂	細 礫	中 礫	粗 礫

特記事項

調査件名 平成26年度 (繰越明許) 都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業  
 宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2
 試験年月日 平成 28年 3月 1日

試験者 XXXXXXXXXX

試料番号 (深 さ)	P-9 (9.15~9.45m)		P-10 (10.15~10.45m)		試料番号 (深 さ)	P-9 (9.15~9.45m)	P-10 (10.15~10.45m)
	粒 径 mm	通過質量百分率%	粒 径 mm	通過質量百分率%		粗 礫 分 %	43.1
ふる る い 分 析	75		75		中 礫 分 %	31.4	39.0
	53		53		細 礫 分 %	8.5	11.4
	37.5	100.0	37.5	100.0	粗 砂 分 %	4.6	8.2
	26.5	70.7	26.5	90.8	中 砂 分 %	3.6	6.4
	19	56.9	19	79.2	細 砂 分 %	2.2	3.9
	9.5	35.2	9.5	53.3	シ ル ト 分 %	6.6	10.3
	4.75	25.5	4.75	40.2	粘 土 分 %		
	2	17.0	2	28.8	2mmふるい通過質量百分率 %	17.0	28.8
	0.850	12.4	0.850	20.6	425μmふるい通過質量百分率 %	10.0	16.4
	0.425	10.0	0.425	16.4	75μmふるい通過質量百分率 %	6.6	10.3
沈 降 分 析	0.250	8.8	0.250	14.2	最 大 粒 径 mm	37.5	37.5
	0.106	7.1	0.106	11.2	60 % 粒 径 $D_{60}$ mm	20.9	11.6
	0.075	6.6	0.075	10.3	50 % 粒 径 $D_{50}$ mm	15.5	8.39
					30 % 粒 径 $D_{30}$ mm	7.14	2.21
					10 % 粒 径 $D_{10}$ mm	0.425	*
					均 等 係 数 $U_c$	49.2	*
					曲 率 係 数 $U_c'$	5.74	*
					土 粒 子 の 密 度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.631	2.679
				使用した分散剤	*	*	
				溶液濃度, 溶液添加量			
				20 % 粒 径 $D_{20}$ mm	2.78	0.784	



粘 土	シ ル ト	細 砂	中 砂	粗 砂	細 礫	中 礫	粗 礫
-----	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

特記事項

# 土質試験結果一覧表 (基礎地盤)

調査件名 平成26年度(繰越明許)都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業  
宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2

整理年月日

平成 28年 2月 10日

整理担当者



試料番号 (深 さ)		TW-1 (3.50~4.50m)				
一般	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	1.696				
	乾燥密度 $\rho_d$ g/cm <sup>3</sup>	1.171				
	土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.604				
	自然含水比 $w_n$ %	44.9				
	間隙比 $e$	1.225				
	飽和度 $S_r$ %	95.5				
粒度	石分 (75mm以上) %					
	礫分 <sup>1)</sup> (2~75mm) %	6.4				
	砂分 <sup>1)</sup> (0.075~2mm) %	40.3				
	シルト分 <sup>1)</sup> (0.005~0.075mm) %	33.0				
	粘土分 <sup>1)</sup> (0.005mm未満) %	20.3				
	最大粒径 mm	9.5				
	均等係数 $U_c$	*				
コンシステンシー特性	液性限界 $w_L$ %	37.9				
	塑性限界 $w_p$ %	21.8				
	塑性指数 $I_p$	16.1				
分類	地盤材料の分類名	礫まじり砂質粘土 (低液性限界)				
	分類記号	(CLS-G)				
圧密	試験方法	段階載荷				
	圧縮指数 $C_c$	0.329				
	圧密降伏応力 $p_c$ kN/m <sup>2</sup>	93.8				
一軸圧縮	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	23.7				
	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	28.9				
	変形係数 $E_{s0}$ MN/m <sup>2</sup>	0.7				
	変形係数 $E_{s0}$ MN/m <sup>2</sup>	1.6				
せん断	試験条件					
	全応力	$c$ kN/m <sup>2</sup>				
		$\phi$ °				
	有効応力	$c'$ kN/m <sup>2</sup>				
$\phi'$ °						
	強熱減量試験 Li %	6.8				

特記事項

1) 石分を除いた75mm未満の土質材料に対する百分率で表す。

[1kN/m<sup>2</sup> ≒ 0.102kgf/cm<sup>2</sup>]

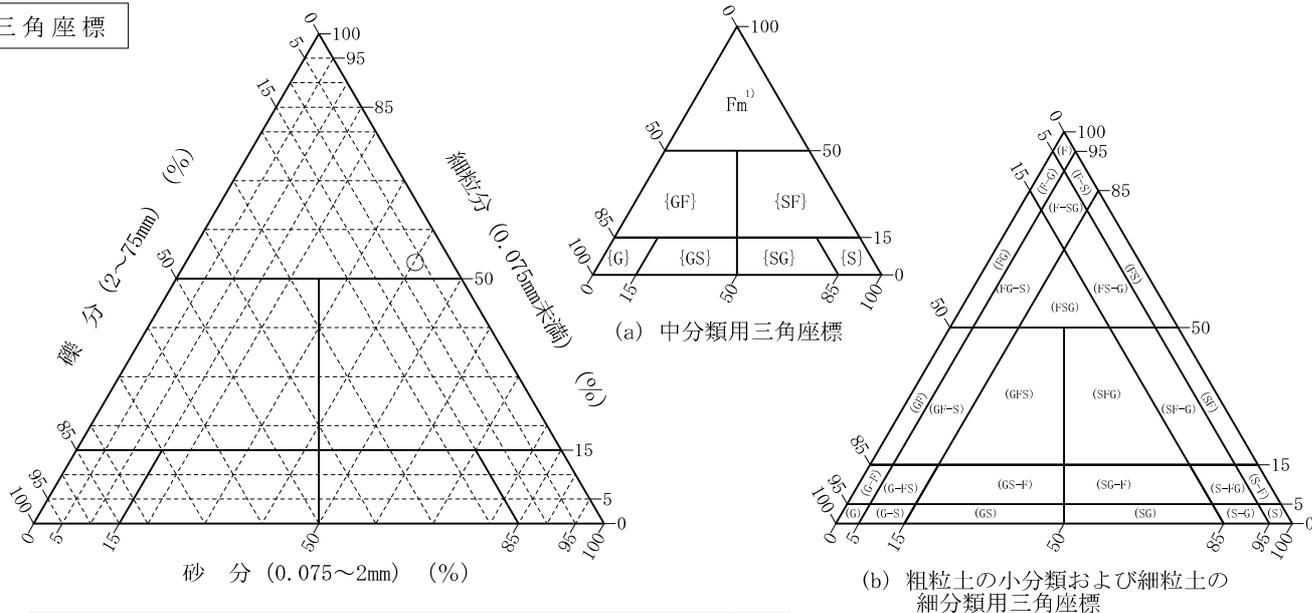
調査件名 平成26年度(繰越明許)都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業  
宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2

試験年月日 平成 28年 2月 9日

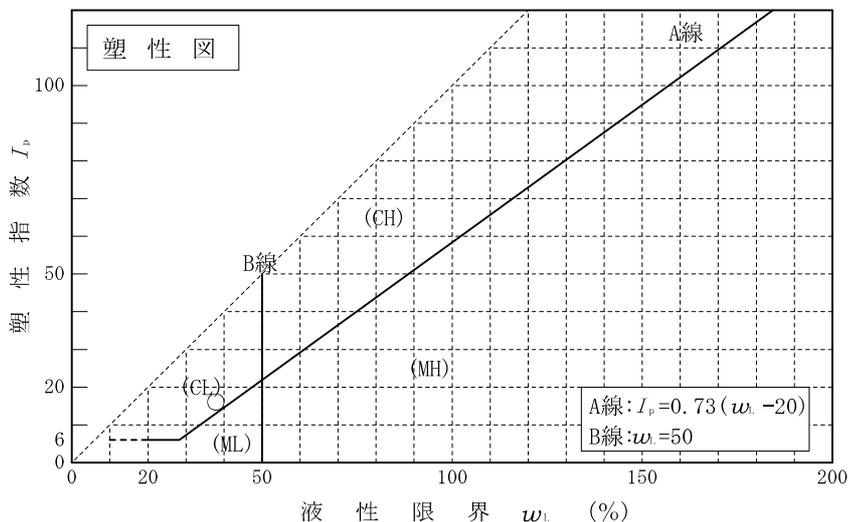
試験者 XXXXXXXXXX

試料番号 ( 深 さ )	TW-1 (3.50~4.50m)				
石分(75mm以上)	%				
礫分(2~75mm)	%	6.4			
砂分(0.075~2mm)	%	40.3			
細粒分(0.075mm未満)	%	53.3			
シルト分(0.005~0.075mm)	%	33.0			
粘土分(0.005mm未満)	%	20.3			
最大粒径	mm	9.5			
均等係数 $U_c$		*			
液性限界 $w_L$	%	37.9			
塑性限界 $w_p$	%	21.8			
塑性指数 $I_p$		16.1			
地盤材料の分類名	礫まじり砂質粘土 (低液性限界)				
分類記号	(CLS-G)				
凡例記号	○				

三角座標



特記事項 1) 主に観察と塑性図で判別分類



JIS A 1225 JGS 0191	土の湿潤密度試験（ノギス法）	
------------------------	----------------	--

調査件名 平成26年度（繰越明許）都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業  
宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2

試験年月日 平成 28年 2月 2日

試料番号（深さ） TW-1（3.50～4.50m）

試験者 XXXXXXXXXX

供 試 体 No.		1	2	3			
供試体の質量 $m$ g		332.98	328.71	326.96			
供 試 体	直 上 部 cm	4.96	4.96	4.97			
		4.96	4.96	4.97			
	中 部 cm	4.98	4.98	4.97			
		4.98	4.98	4.97			
	下 部 cm	4.97	4.96	4.99			
		4.97	4.96	4.99			
	平 均 値 $D$ cm		4.97	4.97	4.98		
	体 高 積 寸	高 cm	10.00	10.00	10.00		
			10.00	10.00	10.00		
		平 均 値 $H$ cm		10.00	10.00	10.00	
体 積 $V = (\pi D^2 / 4) H$ cm <sup>3</sup>		194.00	194.00	194.78			
含 水 比	容 器 No.	2055	2116	2215			
	$m_a$ g	164.90	170.86	153.98			
	$m_b$ g	131.60	134.67	122.47			
	$m_c$ g	54.38	54.23	54.94			
	$w$ %	43.1	45.0	46.7			
水 比	容 器 No.						
	$m_a$ g						
	$m_b$ g						
	$m_c$ g						
	$w$ %						
平 均 値 $w$ %		43.1	45.0	46.7			
湿潤密度 $\rho_t = m/V$ g/cm <sup>3</sup>		1.716	1.694	1.679			
乾燥密度 $\rho_d = \rho_t / (1 + w/100)$ g/cm <sup>3</sup>		1.199	1.168	1.145			
間 隙 比 $e = (\rho_s / \rho_d) - 1$		1.172	1.229	1.274			
飽 和 度 $S_r = w \rho_s / (e \rho_w)$ %		95.8	95.3	95.5			
土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>		2.604	平均値 $w$ %	44.9	平均値 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	1.696	
平 均 値 $\rho_d$ g/cm <sup>3</sup>		1.171	平均値 $e$	1.225	平均値 $S_r$ %	95.5	

特記事項

調査件名 平成26年度(繰越明許)都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業 試験年月日 平成 28年 2月 4日  
 宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2

試験者 XXXXXXXXXX

試料番号(深さ)		TW-1 (3.50~4.50m)					
ピクノメーターNo.		16	17	18			
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量 $m_b$ g		157.091	156.004	160.507			
$m_b$ をはかったときの内容物の温度 $T$ °C		13.0	13.0	13.0			
$T$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm <sup>3</sup>		0.99938	0.99938	0.99938			
温度 $T$ °Cの蒸留水を満たしたときの(蒸留水+ピクノメーター)質量 $m_s$ g		150.676	148.507	153.360			
試料の 炉乾燥質量	容器 No.	16	17	18			
	(炉乾燥試料+容器)質量g	50.208	51.145	54.998			
	容器質量 g	39.793	38.978	43.402			
$m_s$ g		10.415	12.167	11.596			
土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>		2.602	2.604	2.605			
平均値 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>		2.604					
試料番号(深さ)							
ピクノメーターNo.							
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量 $m_b$ g							
$m_b$ をはかったときの内容物の温度 $T$ °C							
$T$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm <sup>3</sup>							
温度 $T$ °Cの蒸留水を満たしたときの(蒸留水+ピクノメーター)質量 $m_s$ g							
試料の 炉乾燥質量	容器 No.						
	(炉乾燥試料+容器)質量g						
	容器質量 g						
$m_s$ g							
土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>							
平均値 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>							
試料番号(深さ)							
ピクノメーターNo.							
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量 $m_b$ g							
$m_b$ をはかったときの内容物の温度 $T$ °C							
$T$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm <sup>3</sup>							
温度 $T$ °Cの蒸留水を満たしたときの(蒸留水+ピクノメーター)質量 $m_s$ g							
試料の 炉乾燥質量	容器 No.						
	(炉乾燥試料+容器)質量g						
	容器質量 g						
$m_s$ g							
土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>							
平均値 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>							

特記事項

1) ピクノメーターの検定結果から求める。

$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + (m_a - m_b)} \times \rho_w(T)$$

調査件名 平成26年度（繰越明許）都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業  
宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2

試験年月日 平成 28年 2月 2日

試験者 XXXXXXXXXX

試料番号 (深さ)	TW-1 (3.50~4.50m)					
容器 No.	2055	2116	2215			
$m_a$ g	164.90	170.86	153.98			
$m_b$ g	131.60	134.67	122.47			
$m_c$ g	54.38	54.23	54.94			
$w$ %	43.1	45.0	46.7			
平均値 $w$ %	44.9					
特記事項						

試料番号 (深さ)						
容器 No.						
$m_a$ g						
$m_b$ g						
$m_c$ g						
$w$ %						
平均値 $w$ %						
特記事項						

試料番号 (深さ)						
容器 No.						
$m_a$ g						
$m_b$ g						
$m_c$ g						
$w$ %						
平均値 $w$ %						
特記事項						

試料番号 (深さ)						
容器 No.						
$m_a$ g						
$m_b$ g						
$m_c$ g						
$w$ %						
平均値 $w$ %						
特記事項						

試料番号 (深さ)						
容器 No.						
$m_a$ g						
$m_b$ g						
$m_c$ g						
$w$ %						
平均値 $w$ %						
特記事項						

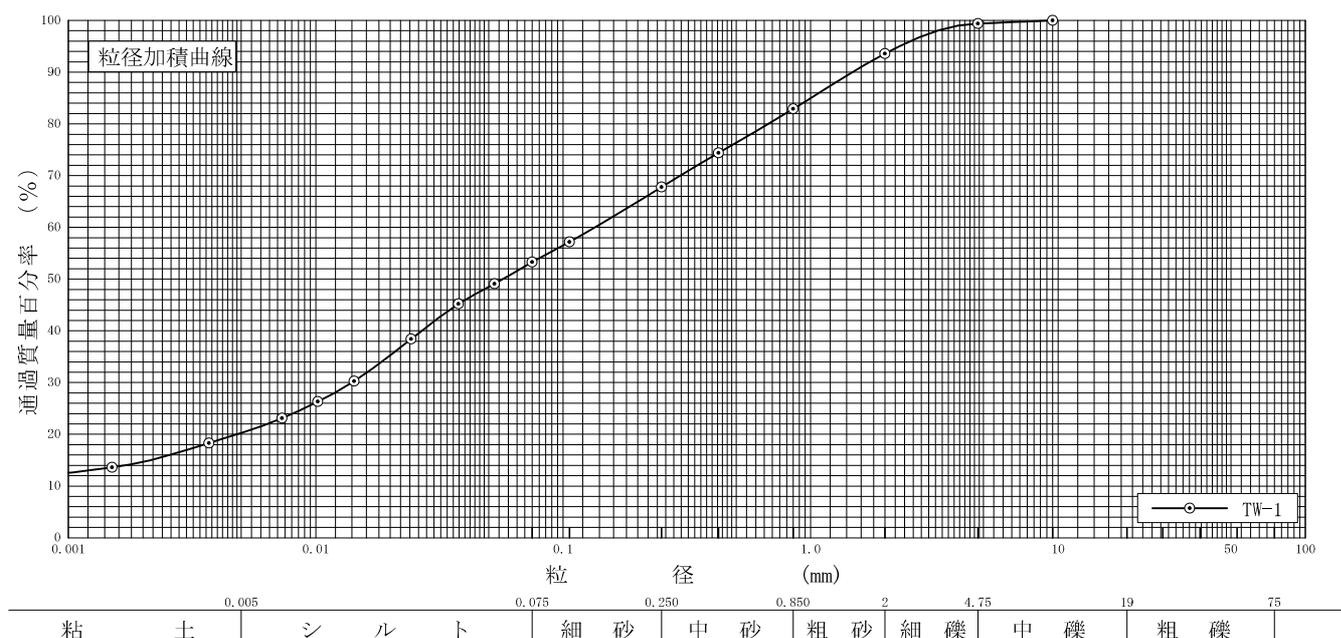
$$w = \frac{m_a - m_b}{m_b - m_c} \times 100$$

$m_a$  : (試料+容器)質量  
 $m_b$  : (炉乾燥試料+容器)質量  
 $m_c$  : 容器質量

調査件名 平成26年度 (繰越明許) 都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業 試験年月日 平成 28年 2月 3日  
 宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2

試験者 XXXXXXXXXX

試料番号 (深 さ)	TW-1 (3.50~4.50m)				試料番号 (深 さ)		TW-1 (3.50~4.50m)
	粒 径 mm	通過質量百分率%	粒 径 mm	通過質量百分率%	粗 礫 分 %	*	
ふるい	75		75		中 礫 分 %	0.6	
	53		53		細 礫 分 %	5.8	
	37.5		37.5		粗 砂 分 %	10.7	
	26.5		26.5		中 砂 分 %	15.1	
	19		19		細 砂 分 %	14.5	
	9.5	100.0	9.5		シ ル ト 分 %	33.0	
	4.75	99.4	4.75		粘 土 分 %	20.3	
	2	93.6	2		2mmふるい通過質量百分率 %	93.6	
	0.850	82.9	0.850		425μmふるい通過質量百分率 %	74.4	
	0.425	74.4	0.425		75μmふるい通過質量百分率 %	53.3	
析	0.250	67.8	0.250		最 大 粒 径 mm	9.5	
	0.106	57.2	0.106		60 % 粒 径 $D_{60}$ mm	0.135	
	0.075	53.3	0.075		50 % 粒 径 $D_{50}$ mm	0.0572	
	0.0528	49.1			30 % 粒 径 $D_{30}$ mm	0.0140	
	0.0377	45.2			10 % 粒 径 $D_{10}$ mm	*	
	0.0243	38.4			均 等 係 数 $U_c$	*	
	0.0143	30.3			曲 率 係 数 $U_c'$	*	
	0.0102	26.3			土 粒 子 の 密 度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.604	
	0.0073	23.1			使用した分散剤	ヘキサメタリン酸ナトリウム	
	0.0037	18.3			溶液濃度, 溶液添加量	, 10ml	
0.0015	13.6			20 % 粒 径 $D_{20}$ mm	0.00482		



特記事項

調査件名 平成26年度(繰越明許)都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業 宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2 試験年月日 平成 28年 2月 3日

試験者 XXXXXXXXXX

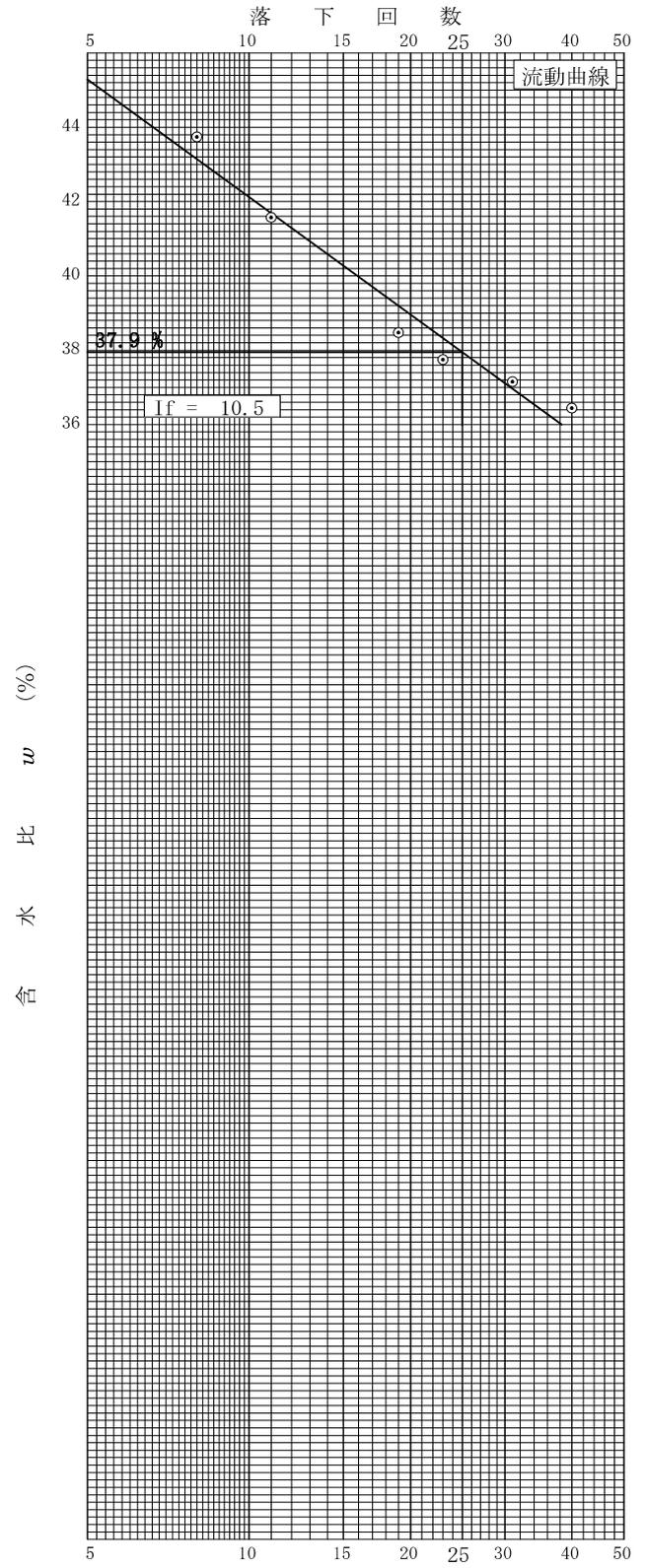
試料番号 (深さ) TW-1 (3.50~4.50m)			
液性限界試験		塑性限界試験	
落下回数	含水比 $w$ %	含水比 $w$ %	液性限界 $w_L$ %
40	36.44	21.98	37.9
31	37.15	21.83	塑性限界 $w_p$ %
23	37.74	21.69	21.8
19	38.47		塑性指数 $I_p$
11	41.57		16.1
8	43.74		

試料番号 (深さ)			
液性限界試験		塑性限界試験	
落下回数	含水比 $w$ %	含水比 $w$ %	液性限界 $w_L$ %
			塑性限界 $w_p$ %
			塑性指数 $I_p$

試料番号 (深さ)			
液性限界試験		塑性限界試験	
落下回数	含水比 $w$ %	含水比 $w$ %	液性限界 $w_L$ %
			塑性限界 $w_p$ %
			塑性指数 $I_p$

試料番号 (深さ)			
液性限界試験		塑性限界試験	
落下回数	含水比 $w$ %	含水比 $w$ %	液性限界 $w_L$ %
			塑性限界 $w_p$ %
			塑性指数 $I_p$

特記事項



調査件名 平成26年度(繰越明許)都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業 試験年月日 平成 28年 2月 1日  
 宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2

試料番号 (深さ) TW-1 (3.50~4.50m) 試験者 XXXXXXXXXX

試験機 No.		供 試 体	直 径 $D$ cm	6.00	初 期 状 態	含水比 $w_0$ %	39.7
最低~最高室温 °C			断 面 積 $A$ cm <sup>2</sup>	28.27		間隙比 $e_0$ , 体積比 $F_0$	1.088
土 質 名 称			高 さ $H_0$ cm	2.00		湿潤密度 $\rho_v$ g/cm <sup>3</sup>	1.742
土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.604		質 量 $m_0$ g	98.51		飽和度 $S_{r0}$ %	95.0
液性限界 $w_L$ %	37.9		炉乾燥質量 $m_s$ g	70.52		圧縮指数 $C_c$	0.329
塑性限界 $w_p$ %	21.8		実質高さ $H_s$ cm	0.9580		圧密降伏応力 $p_c$ kN/m <sup>2</sup>	93.8

載荷段階	圧密圧力 $p$ kN/m <sup>2</sup>	圧力増分 $\Delta p$ kN/m <sup>2</sup>	圧 密 量 $\Delta H$ cm	供試体高さ $H$ cm	平均供試体高さ $\bar{H}$ cm	圧 縮 ひ ず み $\Delta \varepsilon = \Delta H / \bar{H} \times 100\%$	体積圧縮係数 $m_v$ m <sup>3</sup> /kN	間隙比 $e = H / H_s - 1$ 体積比 $F = H / H_s$
0	0.0			2.0000				1.088
		9.8	0.0125		1.9938	0.627	6.40E-4	
1	9.8			1.9875				1.075
		9.8	0.0140		1.9805	0.707	7.21E-4	
2	19.6			1.9735				1.060
		19.6	0.0178		1.9646	0.906	4.62E-4	
3	39.2			1.9557				1.041
		39.2	0.0402		1.9356	2.077	5.30E-4	
4	78.4			1.9155				0.999
		78.4	0.0772		1.8769	4.113	5.25E-4	
5	156.8			1.8383				0.919
		156.8	0.0930		1.7918	5.190	3.31E-4	
6	313.6			1.7453				0.822
		313.6	0.0927		1.6990	5.456	1.74E-4	
7	627.2			1.6526				0.725
		627.2	0.0948		1.6052	5.906	9.42E-5	
8	1254.4			1.5578				0.626
		-1244.6	-0.0714		1.5935	-4.481	3.60E-5	
9	9.8			1.6292				0.701
10								
載荷段階	平均圧密圧力 $\bar{p}$ kN/m <sup>2</sup>	$t_{90}$ , $t_{50}$ min	圧密係数 $c_v$ cm <sup>2</sup> /d	透水係数 $k$ m/s	一次圧密量 $\Delta H_1$ cm	一 次 圧 密 比 $r = \Delta H_1 / \Delta H$	補正圧密係数 $c'_v = r c_v$ cm <sup>2</sup> /d	透水係数 $k'$ m/s
0								
	4.9	0.53	2289.7	1.66E-8	0.0060	0.480	1099.1	7.99E-9
1	13.9	0.43	2784.7	2.28E-8	0.0027	0.193	537.4	4.40E-9
2	27.7	0.65	1812.7	9.51E-9	0.0047	0.264	478.6	2.51E-9
3	55.4	0.32	3574.2	2.15E-8	0.0127	0.316	1129.4	6.80E-9
4	110.9	0.47	2288.1	1.36E-8	0.0199	0.258	590.3	3.52E-9
5	221.7	0.52	1884.8	7.08E-9	0.0302	0.325	612.6	2.30E-9
6	443.5	0.63	1398.8	2.76E-9	0.0324	0.350	489.6	9.67E-10
7	887.0	0.37	2126.0	2.27E-9	0.0409	0.431	916.3	9.80E-10
8								
9	110.9							
10								

特記事項

$$H_s = m_s / (\rho_s A)$$

$$H = H' - \Delta H$$

$$\bar{H} = (H + H') / 2$$

$$m_v = (\Delta \varepsilon / 100) / \Delta p$$

$$S_{r0} = w_0 \rho_s / (e_0 \rho_w)$$

$$\bar{p} = \sqrt{p \cdot p'}$$

$$\sqrt{t} \text{法} : c_v = 305 \times \bar{H}^2 / t_{90}$$

$$\text{曲線定規法} : c_v = 70.9 \times \bar{H}^2 / t_{50}$$

$$k = c_v m_v \gamma_w / (8.64 \times 10^8)$$

$$k' = c'_v m_v \gamma_w / (8.64 \times 10^8)$$

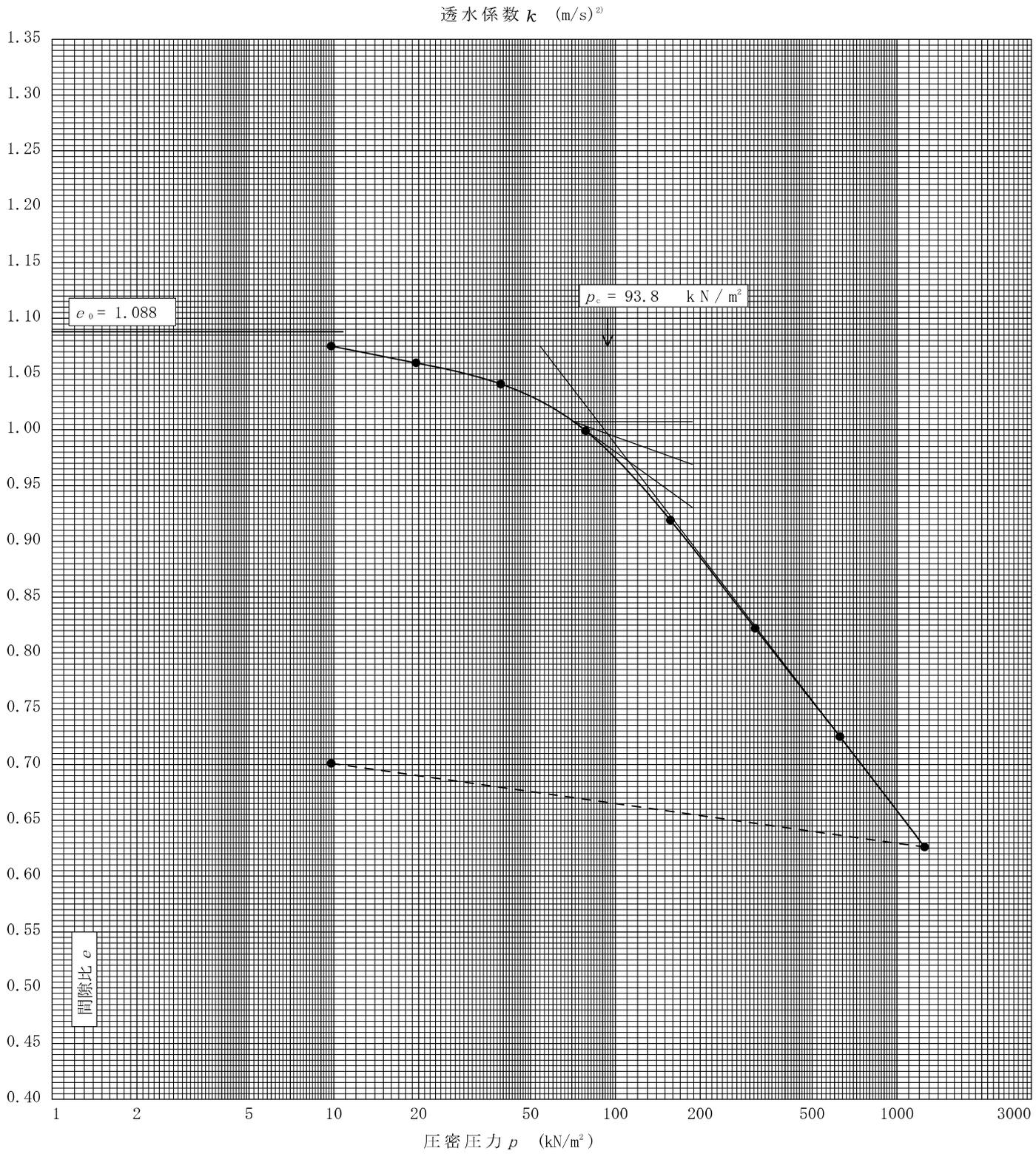
ただし,  $\gamma_w \approx 9.81 \text{ kN/m}^3$

[1kN/m<sup>2</sup>  $\approx$  0.102kgf/cm<sup>2</sup>]

調査件名 平成26年度 (繰越明許) 都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業  
宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2 試験年月日 平成 28年 2月 1日

試料番号(深さ) TW-1 (3.50~4.50m) 試験者 XXXXXXXXXX

土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	液性限界 $w_l$ %	塑性限界 $w_p$ %	初期含水比 $w_0$ %	初期間隙比 $e_0$ 初期体積比 $f_0$	圧縮指数 $C_c$	圧密降伏応力 $p_c$ kN/m <sup>2</sup>	ひずみ速度 <sup>1)</sup> %/min
2.604	37.9	21.8	39.7	1.088	0.329	93.8	



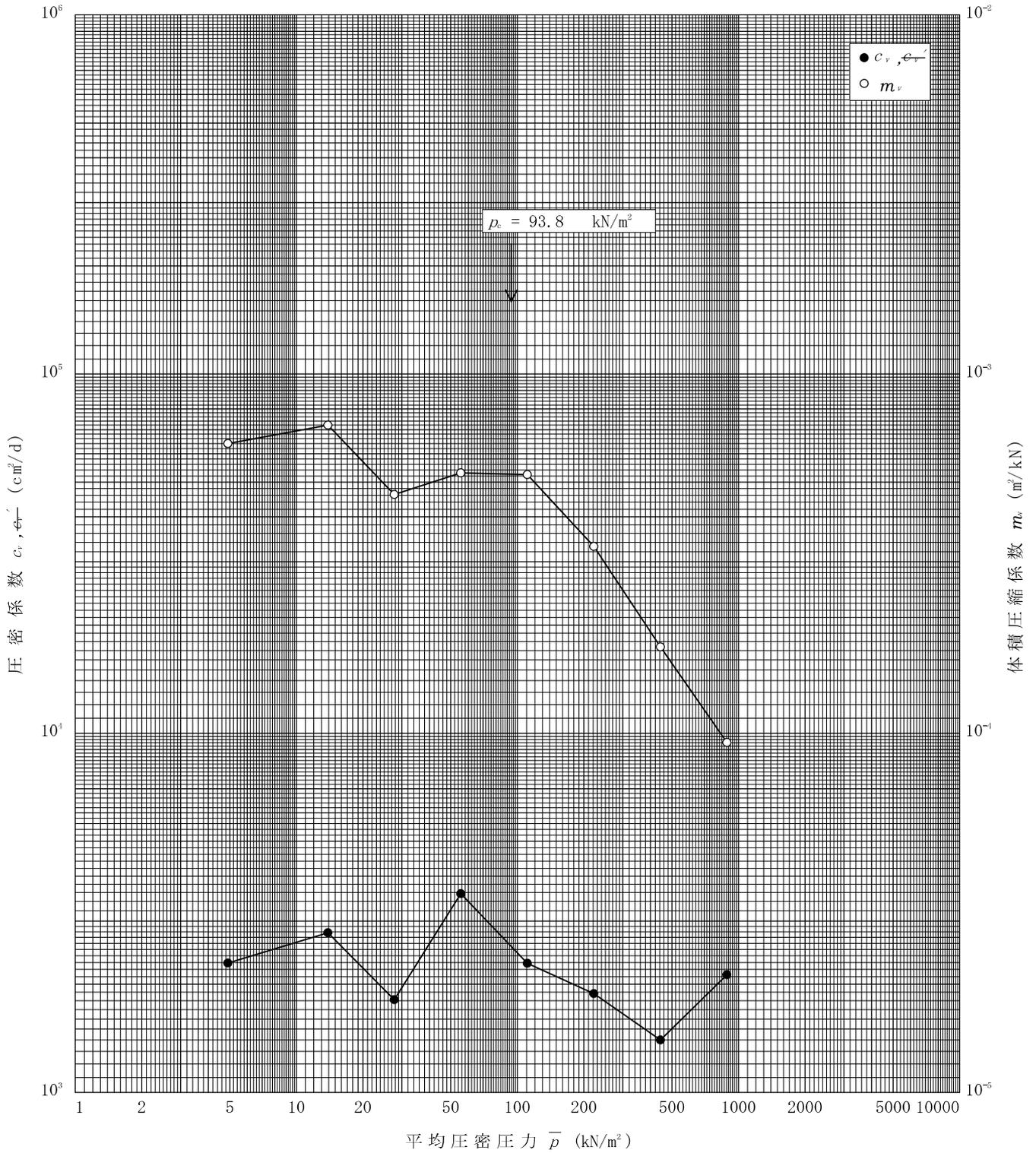
特記事項 1) 定ひずみ速度载荷による圧密試験の時のみ記入する。  
2) 定ひずみ速度载荷による圧密試験の時のみ使用する。  
[1kN/m<sup>2</sup> ≒ 0.0102kgf/cm<sup>2</sup>]

調査件名 平成26年度(繰越明許)都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業  
宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2

試験年月日 平成 28年 2月 1日

試料番号(深さ) TW-1 (3.50~4.50m)

試験者 XXXXXXXXXX



特記事項

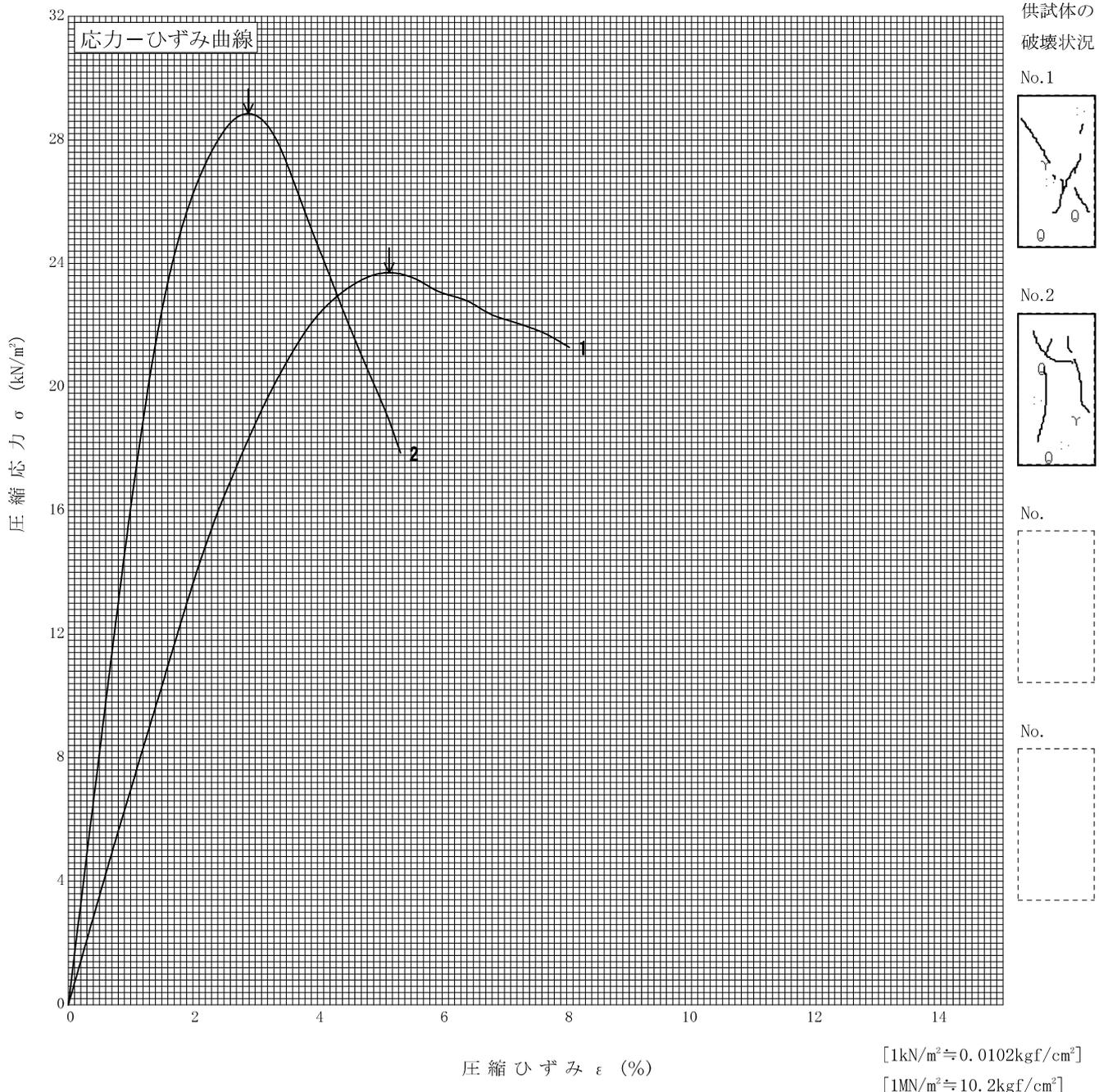
[1kN/m<sup>2</sup> ≒ 0.102kgf/cm<sup>2</sup>]

調査件名 平成26年度(繰越明許)都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業  
宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2

試験年月日 平成 28年 2月 2日

試料番号(深さ) TW-1 (3.50~4.50m) 試験者 XXXXXXXXXX

土質名称	備註(試験結果) (JIS)	供試体 No.	1	2		
液性限界 $w_L$ (%)	37.9	試料の状態	乱さない	乱さない		
塑性限界 $w_p$ (%)	21.8	高さ $H_0$ cm	10.00	10.00		
ひずみ速度 %/min	1.0	直径 $D_0$ cm	4.97	4.97		
特記事項 1) 必要に応じて記載する。 $E_{50} = \frac{q_u}{2} / 10$	質量 $m$ g	質量 $m$ g	332.98	328.71		
	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	1.716	1.694		
	含水比 $w$ %	含水比 $w$ %	43.1	45.0		
	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	23.7	28.9		
	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	5.2	2.9		
	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>	0.7	1.6		
	鋭敏比 $S_t$	鋭敏比 $S_t$				



調査件名 平成26年度（繰越明許）都防委 第3号 宿毛市都市防災推進事業  
 宿毛西地区高台広場整備用地地質調査業務委託2

試験年月日 平成 28年 2月 3日

試験者 XXXXXXXXXX

試料番号 (深さ)	TW-1 (3.50~4.50m)					
容器 No.	76	231	260			
$m_a$ g	29.949	32.215	33.881			
$m_{b1h}$ g	29.505	31.736	33.371			
$m_{b2h}$ g	29.502	31.735	33.370			
$m_{b3h}$ g	29.502	31.736	33.371			
$m_{b4h}$ g	—	—	—			
$m_c$ g	23.441	25.126	26.409			
$L_i$ %	6.9	6.8	6.8			
平均値 $L_i$ %	6.8					
強熱時間 h	1.0					
特記事項						

試料番号 (深さ)						
容器 No.						
$m_a$ g						
$m_{b1h}$ g						
$m_{b2h}$ g						
$m_{b3h}$ g						
$m_{b4h}$ g						
$m_c$ g						
$L_i$ %						
平均値 $L_i$ %						
強熱時間 h						
特記事項						

試料番号 (深さ)						
容器 No.						
$m_a$ g						
$m_{b1h}$ g						
$m_{b2h}$ g						
$m_{b3h}$ g						
$m_{b4h}$ g						
$m_c$ g						
$L_i$ %						
平均値 $L_i$ %						
強熱時間 h						
特記事項						

$$L_i = \frac{m_a - m_b}{m_a - m_c} \times 100$$

$m_a$  : (炉乾燥試料+るつぼ)質量  
 $m_b$  : (強熱後の試料+るつぼ)質量  
 (添字の1h, 2h, 3h, 4hは強熱時間を表す。)

$m_c$  : るつぼ質量

## C. 液 状 化 計 算 結 果



# 液状化判定プログラム

Version 15

平成28年 3月18日

# 目 次

	ページ
1 . 設計条件 . . . . .	1
2 . 地層データ . . . . .	2
3 . 液状化判定 . . . . .	3
4 . P L 値 . . . . .	4

## 1. 設計条件

基準名	:	道路橋示方書・同解説（平成24年）
タイトル	:	No.2
地震動タイプ	:	レベル1（供用期間中に発生する確率が高い地震）
判定方法	:	設計震度と実測N値
液状化判定を行う範囲（m）	:	10.70
水の単位体積重量（kN/m <sup>3</sup> ）	:	10.0
上載荷重（kN/m <sup>2</sup> ）	:	0.0
地下水位面（m）	:	1.20
地域別補正係数	:	B1
地盤種別	:	Ⅱ種
設計水平震度	:	0.13

## 2. 地層データ

地層番号	深度 (m)	層厚 (m)	湿潤重量 (kN/m <sup>3</sup> )	飽和重量 (kN/m <sup>3</sup> )
1	2.70	2.70	18.0	19.0
2	3.00	0.30	16.0	17.0
3	5.30	2.30	18.0	19.0
4	6.60	1.30	14.0	15.0
5	7.00	0.40	17.0	18.0
6	10.70	3.70	19.0	20.0

測定深さ (m)	振動三軸強度比	地震動補正係数	土層区分	土層種類	実測N値	標準貫入試験時の有効上載圧 $\sigma_{vb}$ (kN/m <sup>2</sup> )
1.30	0.000	1.00	沖積	砂質土	6.00	自動
2.30	0.000	1.00	沖積	礫質土	13.00	自動
3.30	0.000	1.00	沖積	礫質土	3.00	自動
4.30	0.000	1.00	沖積	礫質土	3.00	自動
5.30	0.000	1.00	沖積	砂質土	3.00	自動
6.30	0.000	1.00	沖積	砂質土	4.00	自動
7.30	0.000	1.00	沖積	礫質土	7.00	自動
8.30	0.000	0.00	沖積	礫質土	16.00	自動
9.30	0.000	0.00	沖積	礫質土	15.00	自動
10.30	0.000	1.00	沖積	礫質土	9.00	自動

測定深さ (m)	細粒分含有率 (%)	塑性指数	平均粒径 (mm)	10%粒径 (mm)	液状化判定の考慮	せん断応力比の深さ方向低減係数
1.30	34.70	0.00	0.542	0.000	する	0.9805
2.30	10.90	0.00	8.310	0.000	する	0.9655
3.30	15.10	0.00	8.300	0.000	する	0.9505
4.30	18.70	0.00	3.420	0.000	する	0.9355
5.30	29.50	0.00	1.300	0.000	する	0.9205
6.30	31.20	0.00	0.502	0.000	する	0.9055
7.30	20.90	0.00	2.370	0.000	する	0.8905
8.30	7.90	0.00	11.000	0.000	する	0.0000
9.30	6.60	0.00	15.500	0.000	する	0.0000
10.30	10.30	0.00	8.390	0.000	する	0.8455

## 3. 液状化判定

測定深さ (m)	N補正係数 C1	N補正係数 C2	補正N値	換算N値	振動三軸 強度比	繰返三軸 強度比	地震動 補正係数	動的せん断 強度比
1.30	1.494	1.372	17.85	11.03	0.000	0.286	1.00	0.286
2.30	1.018	0.050	16.92	21.77	0.000	0.278	1.00	0.278
3.30	1.102	0.283	3.61	4.64	0.000	0.128	1.00	0.128
4.30	1.174	0.483	3.93	4.29	0.000	0.134	1.00	0.134
5.30	1.390	1.083	6.63	3.99	0.000	0.174	1.00	0.174
6.30	1.424	1.178	8.46	5.12	0.000	0.197	1.00	0.197
7.30	1.218	0.606	8.24	8.46	0.000	0.194	1.00	0.194
8.30	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000
9.30	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000
10.30	1.006	0.017	6.96	8.97	0.000	0.178	1.00	0.178

測定深さ (m)	深さ低減 係数	全上載圧 (kN/m <sup>2</sup> )	有効上載圧 $\sigma_v'$ (kN/m <sup>2</sup> )	有効上載圧 $\sigma_{vb}'$ (kN/m <sup>2</sup> )	地震せん断 応力比	液状化 抵抗率	土質低減 係数
1.30	0.981	23.5	22.5	22.5	0.133	2.152	1
2.30	0.966	42.5	31.5	31.5	0.169	1.645	1
3.30	0.951	60.9	39.9	39.9	0.189	0.681	2/3
4.30	0.936	79.9	48.9	48.9	0.199	0.675	2/3
5.30	0.920	98.9	57.9	57.9	0.204	0.852	2/3
6.30	0.905	113.9	62.9	62.9	0.213	0.923	2/3
7.30	0.890	131.6	70.6	70.6	0.216	0.900	2/3
8.30	0.000	151.6	80.6	80.6	0.000	**3	1
9.30	0.000	171.6	90.6	90.6	0.000	**3	1
10.30	0.846	191.6	100.6	100.6	0.209	0.852	1

## 4. P L 値法

[ P L 値一覧表 ]

ケース名	P L 値	液状化危険度
No. 2	7.344	△ 高い

[No. 2 ]

判定深さ (m)	計算層厚 (m)	F L	F (1-FL)	W (Z)	Δ P L
1.300	0.600	2.152	0.000	9.350	0.000
2.300	0.900	1.645	0.000	8.850	0.000
3.300	0.800	0.681	0.319	8.350	2.129
4.300	1.000	0.675	0.325	7.850	2.553
5.300	1.000	0.852	0.148	7.350	1.089
6.300	0.800	0.923	0.077	6.850	0.421
7.300	0.800	0.900	0.100	6.350	0.509
8.300	1.000	** 3	0.000	5.850	0.000
9.300	1.000	** 3	0.000	5.350	0.000
10.300	0.900	0.852	0.148	4.850	0.644
		P L 値			7.344



# 液状化判定プログラム

Version 15

平成28年 3月18日

# 目 次

	ページ
1 . 設計条件 . . . . .	1
2 . 地層データ . . . . .	2
3 . 液状化判定 . . . . .	3
4 . P L 値 . . . . .	4

## 1. 設計条件

基準名	:	道路橋示方書・同解説（平成24年）
タイトル	:	No.2
地震動タイプ	:	レベル2タイプI（プレート境界型の大規模な地震）
判定方法	:	設計震度と実測N値
液化判定を行う範囲（m）	:	10.70
水の単位体積重量（kN/m <sup>3</sup> ）	:	10.0
上載荷重（kN/m <sup>2</sup> ）	:	0.0
地下水位面（m）	:	1.20
地域別補正係数	:	B1
地盤種別	:	Ⅱ種
設計水平震度	:	0.54

## 2. 地層データ

地層番号	深度 (m)	層厚 (m)	湿潤重量 (kN/m <sup>3</sup> )	飽和重量 (kN/m <sup>3</sup> )
1	2.70	2.70	18.0	19.0
2	3.00	0.30	16.0	17.0
3	5.30	2.30	18.0	19.0
4	6.60	1.30	14.0	15.0
5	7.00	0.40	17.0	18.0
6	10.70	3.70	19.0	20.0

測定深さ (m)	振動三軸強度比	地震動補正係数	土層区分	土層種類	実測N値	標準貫入試験時の有効上載圧 $\sigma_{vb}$ (kN/m <sup>2</sup> )
1.30	0.000	1.00	沖積	砂質土	6.00	自動
2.30	0.000	1.00	沖積	礫質土	13.00	自動
3.30	0.000	1.00	沖積	礫質土	3.00	自動
4.30	0.000	1.00	沖積	礫質土	3.00	自動
5.30	0.000	1.00	沖積	砂質土	3.00	自動
6.30	0.000	1.00	沖積	砂質土	4.00	自動
7.30	0.000	1.00	沖積	礫質土	7.00	自動
8.30	0.000	0.00	沖積	礫質土	16.00	自動
9.30	0.000	0.00	沖積	礫質土	15.00	自動
10.30	0.000	1.00	沖積	礫質土	9.00	自動

測定深さ (m)	細粒分含有率 (%)	塑性指数	平均粒径 (mm)	10%粒径 (mm)	液状化判定の考慮	せん断応力比の深さ方向低減係数
1.30	34.70	0.00	0.542	0.000	する	0.9805
2.30	10.90	0.00	8.310	0.000	する	0.9655
3.30	15.10	0.00	8.300	0.000	する	0.9505
4.30	18.70	0.00	3.420	0.000	する	0.9355
5.30	29.50	0.00	1.300	0.000	する	0.9205
6.30	31.20	0.00	0.502	0.000	する	0.9055
7.30	20.90	0.00	2.370	0.000	する	0.8905
8.30	7.90	0.00	11.000	0.000	する	0.0000
9.30	6.60	0.00	15.500	0.000	する	0.0000
10.30	10.30	0.00	8.390	0.000	する	0.8455

## 3. 液状化判定

測定深さ (m)	N補正係数 C1	N補正係数 C2	補正N値	換算N値	振動三軸 強度比	繰返三軸 強度比	地震動 補正係数	動的せん断 強度比
1.30	1.494	1.372	17.85	11.03	0.000	0.286	1.00	0.286
2.30	1.018	0.050	16.92	21.77	0.000	0.278	1.00	0.278
3.30	1.102	0.283	3.61	4.64	0.000	0.128	1.00	0.128
4.30	1.174	0.483	3.93	4.29	0.000	0.134	1.00	0.134
5.30	1.390	1.083	6.63	3.99	0.000	0.174	1.00	0.174
6.30	1.424	1.178	8.46	5.12	0.000	0.197	1.00	0.197
7.30	1.218	0.606	8.24	8.46	0.000	0.194	1.00	0.194
8.30	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000
9.30	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000
10.30	1.006	0.017	6.96	8.97	0.000	0.178	1.00	0.178

測定深さ (m)	深さ低減 係数	全上載圧 (kN/m <sup>2</sup> )	有効上載圧 $\sigma_v'$ (kN/m <sup>2</sup> )	有効上載圧 $\sigma_{vb}'$ (kN/m <sup>2</sup> )	地震せん断 応力比	液状化 抵抗率	土質低減 係数
1.30	0.981	23.5	22.5	22.5	0.553	0.518	1/3
2.30	0.966	42.5	31.5	31.5	0.703	0.396	1/3
3.30	0.951	60.9	39.9	39.9	0.783	0.164	0
4.30	0.936	79.9	48.9	48.9	0.825	0.162	0
5.30	0.920	98.9	57.9	57.9	0.849	0.205	0
6.30	0.905	113.9	62.9	62.9	0.885	0.222	0
7.30	0.890	131.6	70.6	70.6	0.896	0.217	0
8.30	0.000	151.6	80.6	80.6	0.000	**3	1
9.30	0.000	171.6	90.6	90.6	0.000	**3	1
10.30	0.846	191.6	100.6	100.6	0.870	0.205	1/3

## 4. P L 値法

[ P L 値一覧表 ]

ケース名	P L 値	液状化危険度
No. 2	37.228	× 極めて高い

[No. 2 ]

判定深さ (m)	計算層厚 (m)	F L	F (1-FL)	W (Z)	$\Delta P L$
1.300	0.600	0.518	0.482	9.350	2.704
2.300	0.900	0.396	0.604	8.850	4.812
3.300	0.800	0.164	0.836	8.350	5.584
4.300	1.000	0.162	0.838	7.850	6.575
5.300	1.000	0.205	0.795	7.350	5.843
6.300	0.800	0.222	0.778	6.850	4.262
7.300	0.800	0.217	0.783	6.350	3.980
8.300	1.000	** 3	0.000	5.850	0.000
9.300	1.000	** 3	0.000	5.350	0.000
10.300	0.900	0.205	0.795	4.850	3.469
		P L 値			37.228



# 液状化判定プログラム

Version 15

平成28年 3月18日

# 目 次

	ページ
1 . 設計条件 . . . . .	1
2 . 地層データ . . . . .	2
3 . 液状化判定 . . . . .	3
4 . P L 値 . . . . .	4

## 1. 設計条件

基準名	:	道路橋示方書・同解説（平成24年）
タイトル	:	No.2
地震動タイプ	:	レベル2タイプII（兵庫県南部地震のような内陸直下型地震）
判定方法	:	設計震度と実測N値
液状化判定を行う範囲（m）	:	10.70
水の単位体積重量（kN/m <sup>3</sup> ）	:	10.0
上載荷重（kN/m <sup>2</sup> ）	:	0.0
地下水位面（m）	:	1.20
地域別補正係数	:	B1
地盤種別	:	II種
設計水平震度	:	0.60

## 2. 地層データ

地層番号	深度 (m)	層厚 (m)	湿潤重量 (kN/m <sup>3</sup> )	飽和重量 (kN/m <sup>3</sup> )
1	2.70	2.70	18.0	19.0
2	3.00	0.30	16.0	17.0
3	5.30	2.30	18.0	19.0
4	6.60	1.30	14.0	15.0
5	7.00	0.40	17.0	18.0
6	10.70	3.70	19.0	20.0

測定深さ (m)	振動三軸強度比	地震動補正係数	土層区分	土層種類	実測N値	標準貫入試験時の有効上載圧 $\sigma_{vb}$ (kN/m <sup>2</sup> )
1.30	0.000	1.62	沖積	砂質土	6.00	自動
2.30	0.000	1.59	沖積	礫質土	13.00	自動
3.30	0.000	1.09	沖積	礫質土	3.00	自動
4.30	0.000	1.11	沖積	礫質土	3.00	自動
5.30	0.000	1.24	沖積	砂質土	3.00	自動
6.30	0.000	1.32	沖積	砂質土	4.00	自動
7.30	0.000	1.31	沖積	礫質土	7.00	自動
8.30	0.000	0.00	沖積	礫質土	16.00	自動
9.30	0.000	0.00	沖積	礫質土	15.00	自動
10.30	0.000	1.26	沖積	礫質土	9.00	自動

測定深さ (m)	細粒分含有率 (%)	塑性指数	平均粒径 (mm)	10%粒径 (mm)	液状化判定の考慮	せん断応力比の深さ方向低減係数
1.30	34.70	0.00	0.542	0.000	する	0.9805
2.30	10.90	0.00	8.310	0.000	する	0.9655
3.30	15.10	0.00	8.300	0.000	する	0.9505
4.30	18.70	0.00	3.420	0.000	する	0.9355
5.30	29.50	0.00	1.300	0.000	する	0.9205
6.30	31.20	0.00	0.502	0.000	する	0.9055
7.30	20.90	0.00	2.370	0.000	する	0.8905
8.30	7.90	0.00	11.000	0.000	する	0.0000
9.30	6.60	0.00	15.500	0.000	する	0.0000
10.30	10.30	0.00	8.390	0.000	する	0.8455

## 3. 液状化判定

測定深さ (m)	N補正係数 C1	N補正係数 C2	補正N値	換算N値	振動三軸 強度比	繰返三軸 強度比	地震動 補正係数	動的せん断 強度比
1.30	1.494	1.372	17.85	11.03	0.000	0.286	1.62	0.463
2.30	1.018	0.050	16.92	21.77	0.000	0.278	1.59	0.443
3.30	1.102	0.283	3.61	4.64	0.000	0.128	1.09	0.141
4.30	1.174	0.483	3.93	4.29	0.000	0.134	1.11	0.149
5.30	1.390	1.083	6.63	3.99	0.000	0.174	1.24	0.217
6.30	1.424	1.178	8.46	5.12	0.000	0.197	1.32	0.260
7.30	1.218	0.606	8.24	8.46	0.000	0.194	1.31	0.255
8.30	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000
9.30	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000
10.30	1.006	0.017	6.96	8.97	0.000	0.178	1.26	0.225

測定深さ (m)	深さ低減 係数	全上載圧 (kN/m <sup>2</sup> )	有効上載圧 $\sigma_v'$ (kN/m <sup>2</sup> )	有効上載圧 $\sigma_{vb}'$ (kN/m <sup>2</sup> )	地震せん断 応力比	液状化 抵抗率	土質低減 係数
1.30	0.981	23.5	22.5	22.5	0.614	0.753	1
2.30	0.966	42.5	31.5	31.5	0.782	0.566	2/3
3.30	0.951	60.9	39.9	39.9	0.870	0.161	0
4.30	0.936	79.9	48.9	48.9	0.917	0.163	0
5.30	0.920	98.9	57.9	57.9	0.943	0.230	0
6.30	0.905	113.9	62.9	62.9	0.984	0.264	0
7.30	0.890	131.6	70.6	70.6	0.996	0.256	0
8.30	0.000	151.6	80.6	80.6	0.000	**3	1
9.30	0.000	171.6	90.6	90.6	0.000	**3	1
10.30	0.846	191.6	100.6	100.6	0.966	0.232	1/3

## 4. P L 値法

[ P L 値一覧表 ]

ケース名	P L 値	液状化危険度
No. 2	33.842	× 極めて高い

[No. 2 ]

判定深さ (m)	計算層厚 (m)	F L	F (1-FL)	W (Z)	$\Delta P L$
1.300	0.600	0.753	0.247	9.350	1.385
2.300	0.900	0.566	0.434	8.850	3.455
3.300	0.800	0.161	0.839	8.350	5.601
4.300	1.000	0.163	0.837	7.850	6.573
5.300	1.000	0.230	0.770	7.350	5.662
6.300	0.800	0.264	0.736	6.850	4.034
7.300	0.800	0.256	0.744	6.350	3.782
8.300	1.000	** 3	0.000	5.850	0.000
9.300	1.000	** 3	0.000	5.350	0.000
10.300	0.900	0.232	0.768	4.850	3.350
		P L 値			33.842