

公運補委第 2 号
長岡ニュータウン運動公園地質調査業務委託

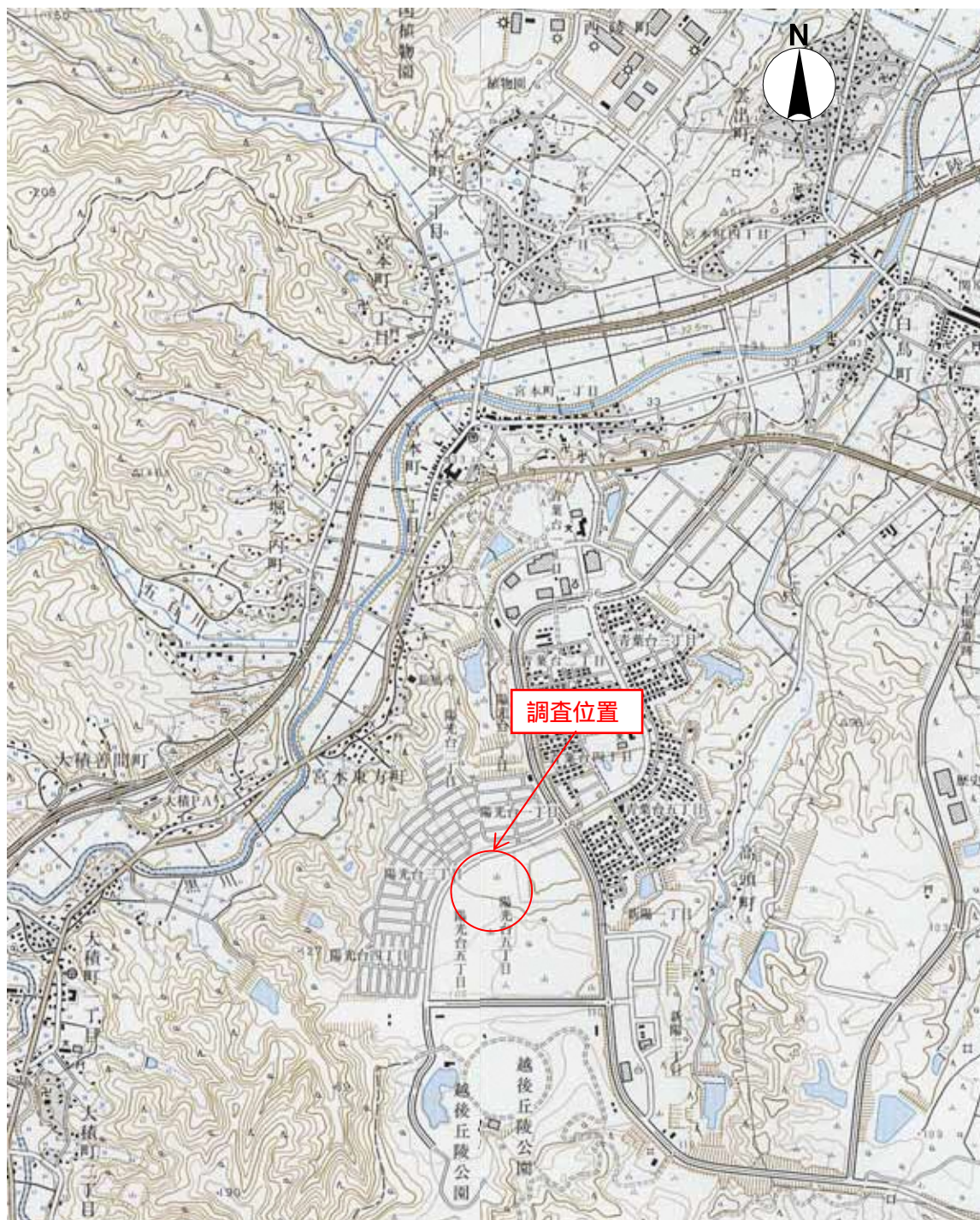
報告書

平成 26 年 10 月

株式会社 興 和

業務位置案内図

Scale=1:25,000



この地形図は国土地理院発行の地形図「長岡」,「西山」を元に作成した。

～ 目 次 ～

	page
1．業務概要.....	1
2．実施方針および調査方法.....	4
3．調査結果.....	19
4．断面図の作成.....	36
5．室内土質試験結果.....	48
6．総合解析とりまとめ.....	66
7．軟弱地盤技術解析.....	73
8．今後の調査提案.....	78

～ 巻末資料 ～

- ・ 調査平面図
- ・ 柱状図（ボーリング柱状図, スウェーデン式サウンディング試験柱状図）
- ・ 調査断面図(縦断面図, 横断面図)
- ・ 現場透水試験結果
- ・ 室内土質試験結果
- ・ 安定解析結果
- ・ コア写真
- ・ 現場写真
- ・ 室内土質試験写真
- ・ 基準点情報
- ・ 打合せ簿

1. 業務概要

(1) 業務名 : 公運補委第 2 号 長岡ニュータウン運動公園地質調査業務委託

(2) 業務目的 : 本業務は、長岡ニュータウン運動公園の第 2 期工事における敷地内外周盛土予定箇所の地層構造、盛土材の土質工学的性質を明らかにするための調査を実施し、その調査結果を元に、盛土工の安定性の検討及び解析を目的とする。

(3) 業務位置 : 長岡ニュータウン運動公園
長岡市陽光台5丁目 地内 (図1-1 調査地平面図参照)

(4) 業務期間 : 平成26年7月18日 ~ 平成26年 10月15日

(5) 業務実施組織 : 本業務は、図 1-2 に示す業務組織図にて実施した。

(6) 作業内容 : 本業務における作業項目及び数量等を表1-1に示す。

(7) 委託者 : 長岡市 都市整備部 公園緑地課

(8) 受託者 : 株式会社 興 和

中越支店 〒940-2127 長岡市新産4-1-1

TEL 0258-47-1331 FAX 0258-47-1335

管理技術者 池田 伸俊(技術士)

担当技術者 白井 佳輝

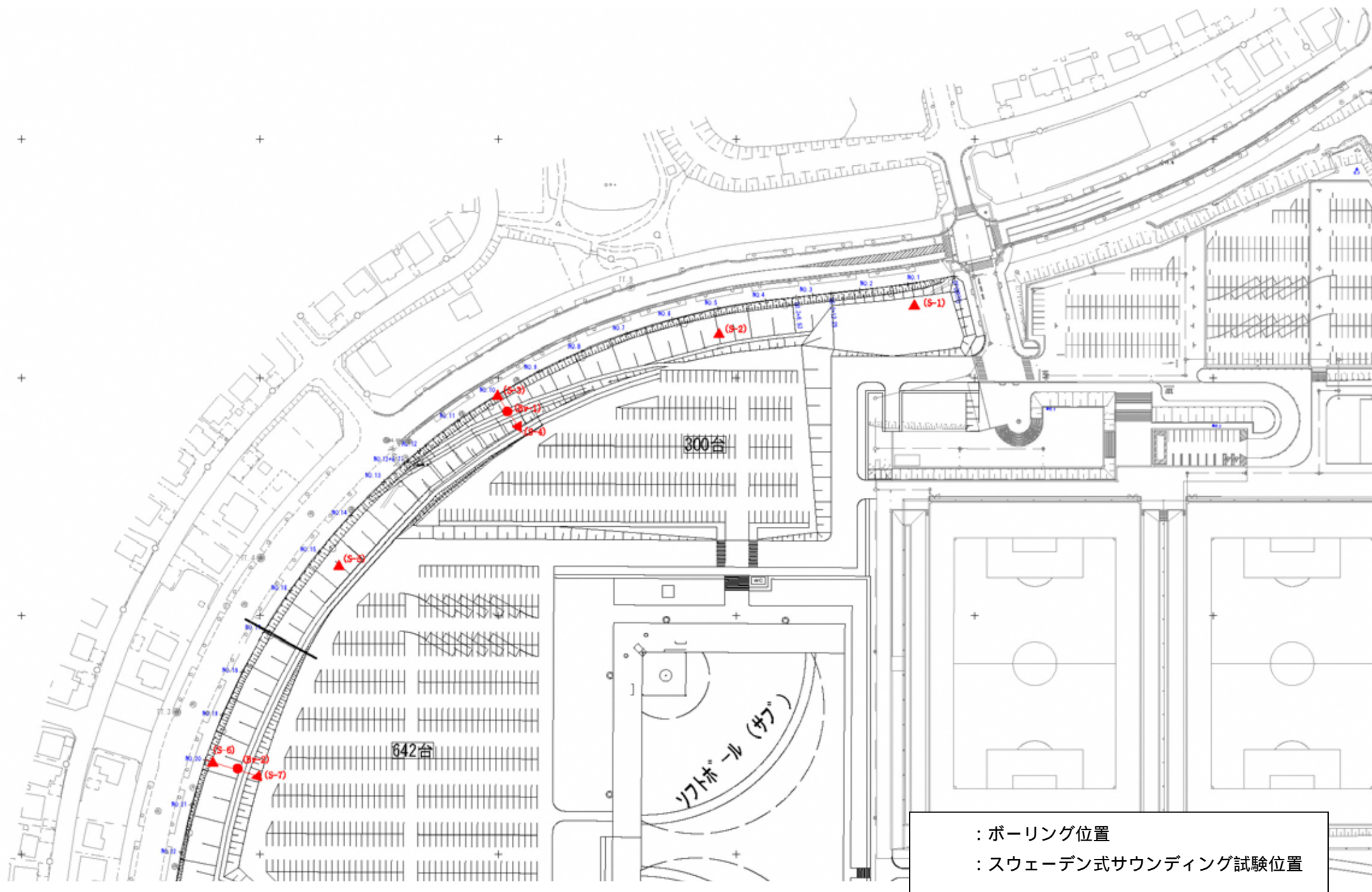


図 1-1 調査地平面図(1:2000)



図 1-2 業務組織図

表 1-1 調査数量表

調査項目			単位	BV-1	BV-2	BV-1'	BV-2'	合計	備考
						BV-1脇	BV-2脇		
機械ボーリング	66mm(オールコア)	粘土・シルト	m	13.80	5.65	-	-	19.45	コア採取・N値確認孔
		固結粘土・固結シルト	m	3.55	10.05	-	-	13.60	
		砂・砂質土	m	2.65	4.30	-	-	6.95	
		礫混じり土砂	m	0.00	0.00	-	-	0.00	
		計	m	20.0	20.0	-	-	40.00	
	86mm(ノンコア)	粘土・シルト	m	-	-	3.45	2.80	6.25	サンプリング・透水試験孔
		固結粘土・固結シルト	m	-	-	3.55	1.80	5.35	
		砂・砂質土	m	-	-	0.00	1.40	1.40	
		礫混じり土砂	m	-	-	0.00	0.00	0.00	
		計	m	-	-	7.0	6.0	13.00	
原位置試験	標準貫入試験	粘土・シルト	回	13	5	-	-	18	
		固結粘土・固結シルト	回	4	9	-	-	13	
		砂・砂質土	回	3	6	-	-	9	
		礫混じり土砂	回	0	0	-	-	0	
	計	回	20	20	-	-	40		
現場透水試験	ケーシング法(GL-10m以内)	回	-	-	1	1	2		
サンプリング	シンウォールサンプリング		本	-	-	1	1	2	粘性土対象
足場架設	平坦足場		箇所	1	1	コアボーリングと共用		2	
現場内小運搬	クローラ運搬		m	100m以下					
調査孔閉塞	セメントミルク		箇所	1	1	1	1	4	
室内試験項目			単位					合計	
物理試験	土粒子の密度試験		試料	3				3	
	土の粒度試験		試料	3				3	
	土の含水比試験		試料	3				3	
	土の液性限界試験		試料	3				3	
	土の塑性限界試験		試料	3				3	
	土の湿潤密度試験		試料	2				2	
力学試験	土の圧密試験		試料	1				1	
	土の三軸圧縮試験(UU)		試料	2				2	
	土の三軸圧縮試験(CUbar)		試料	3				3	
	突固めによる土の突固め試験		試料	1				1	
	締固めた土のコーン指数試験		試料	1				1	
	土の透水試験		試料	3				3	
設計項目			単位					合計	
資料整理とりまとめ			業務	1				1	
総合解析とりまとめ			業務	1				1	
断面図等の作成			業務	1				1	
軟弱地盤技術解析			業務	1				1	

調査項目	単位	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	合計	備考
スウェーデン式サウンディング	m	15.0	11.2	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	101.2	

2. 実施方針及び調査方法

2 - 1. 実施方針

本業務は『新潟県土木部調査・測量・設計業務共通仕様書』、『特別仕様書』に基づき、図 2-1 に示す流れで実施した。以下に各段階の実施内容を列記する。

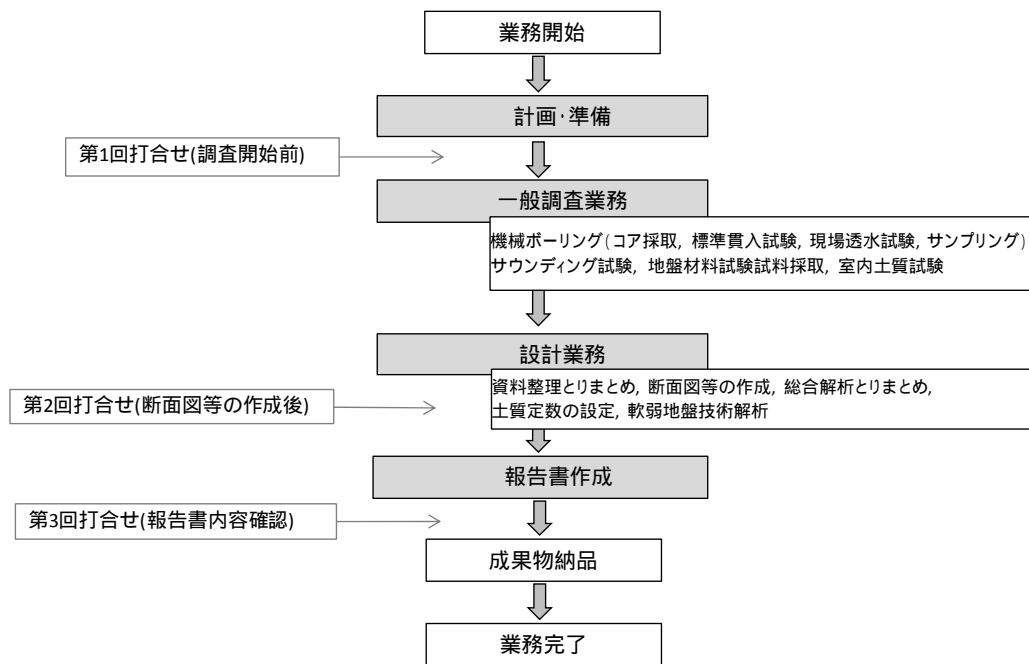


図 2-1-1 業務の実施フローチャート

計画・準備

業務計画書を作成し、現地の資機材搬入路、作業範囲等を確認。地元協議や関係機関への事前の作業説明を実施した。

一般調査

機械ボーリング、原位置試験、サウンディング試験、室内土質試験により、対象地の地盤構成を把握し、基礎地盤の地盤資料を得た。

設計業務

一般調査の結果を整理し、対象地の地質断面図を作成し、土質定数の設定等の解析取りまとめを行った。盛土施工に対する安定解析(現況・対策後の地盤)を行った。

報告書作成

以上を取りまとめ、報告書を作成した。

2 - 2 . 調査方法

2 - 2 - 1 . 機械ボーリング

(1) 準備 (現地調査)

作業前に現地へ赴き、以下の確認作業を行う。

- ・ 位置確認 (位置だし測量)
- ・ 資材搬入路、搬入方法、仮設方法
- ・ 必要な安全対策
- ・ 必要な占用許可及び作業申請手続き

(2) 機械ボーリング

機械ボーリングは、主として土質を調査し、地質構造や地下水位を確認するとともに試料を採取し、あわせて原位置試験を実施するために行った。機械ボーリングは試料(コア)を採取する場合には孔径66mmを標準とし、併せて標準貫入試験を実した。乱れの少ない試料採取(サンプリング)や原位置試験を行う場合は、孔径を86mmとし、ノーコアボーリングを基本とした。また調査終了深度及びサンプリング、各種試験等実施位置は監督職員と協議の上決定した。機械ボーリングの作業手順は、以下に示す通りである。

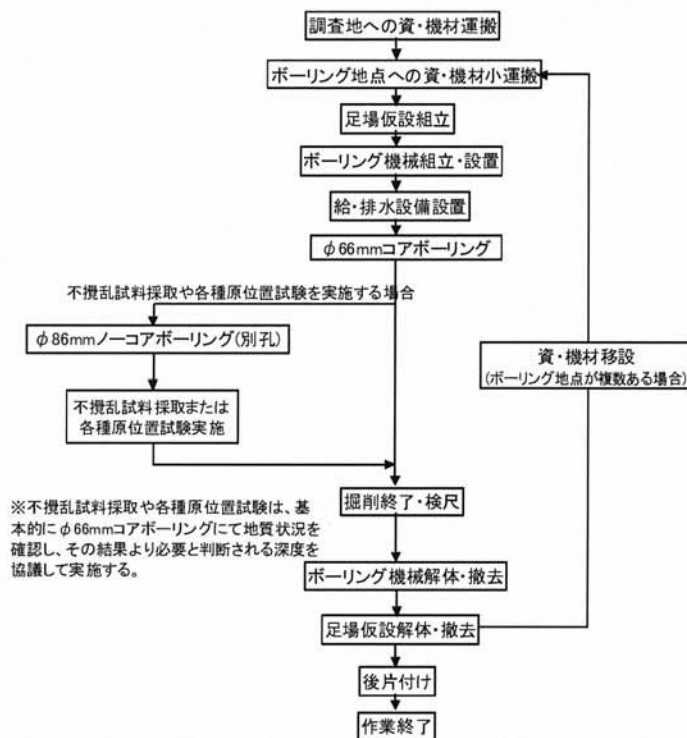


図 2-2-1 機械ボーリング作業手順

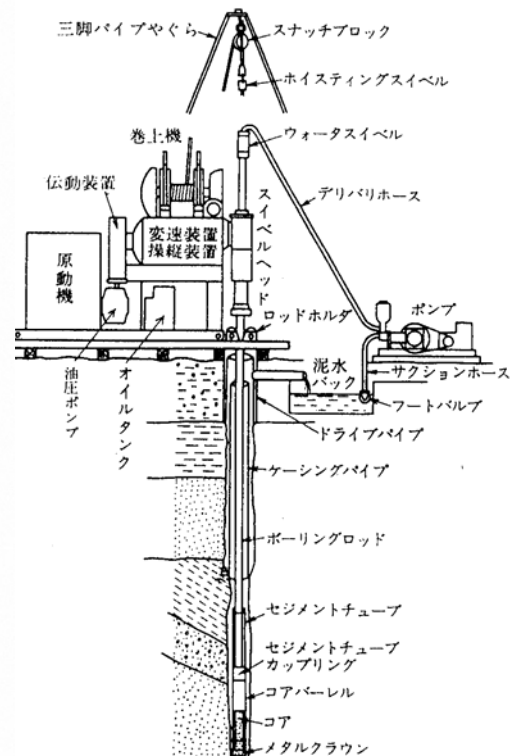


図 2-2-2 ボーリングマシンの全体図

財団法人 経済調査会:地質調査要領,P248

(3) 機材運搬、現場内小運搬

本調査における調査資材等の現場内への搬入には、トラッククレーンと運搬機を使用した。BV-1号孔には道路使用許可書を申請し、歩道にトラックを停車させ、運搬機でボーリング資材を運搬した。BV-2号孔とサウンディングについては、運搬機を用いてボーリング資材を運搬した。



図2-2-3 機材(3tトラック)運搬状況(例)



図2-2-4 特装車(クローラ)運搬状況



図2-2-5 サウンディング資材運搬状況

(4) 足場仮設組立

- ・ボーリング地点の占有面積は5 m×5 m程度とした。
- ・ボーリング地点には、パイプ足場を仮設した。
- ・本調査における足場仮設は、平坦地足場とした。

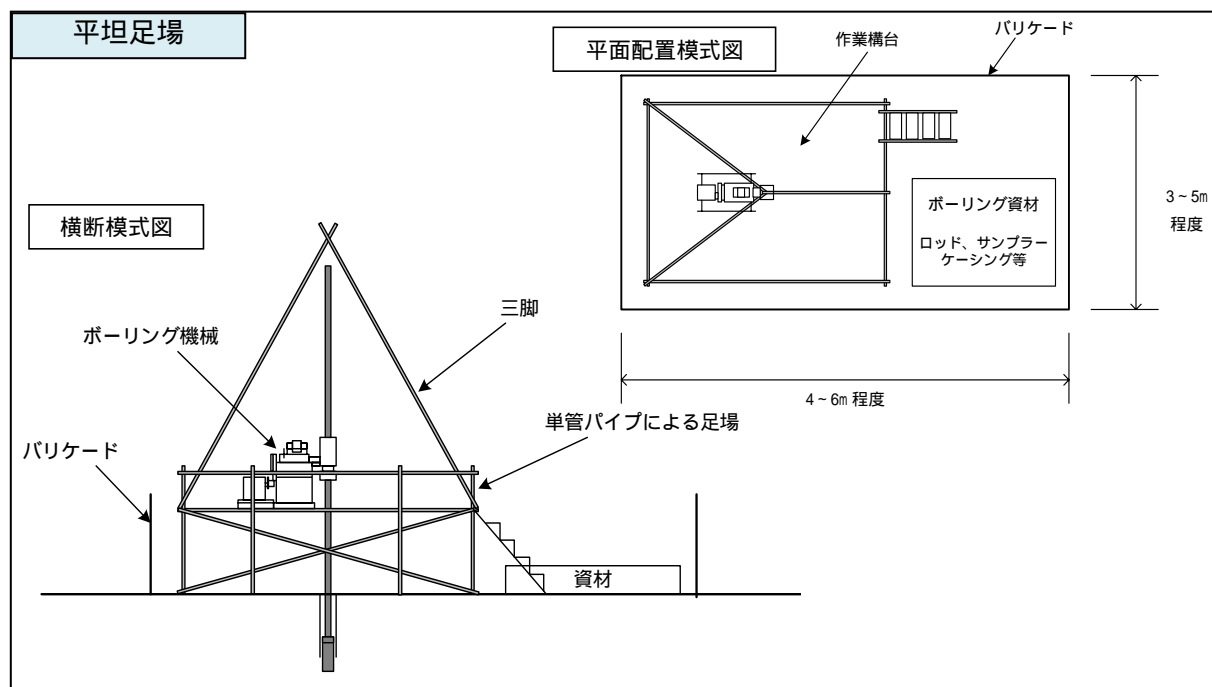


図 2-2-6 足場仮設模式図



図 2-2-7 BV-1 号孔足場仮設全景



図 2-2-8 BV-2 号孔足場仮設全景

(5) 給・排水設備設置

掘削用循環水は、調査地点に近接する排水路からポンプを用いて揚水し、ボーリング地点までホースで引き込み、使用した。ボーリング作業中は油漏れ対策（吸水マット）を行い、泥水はタンクに保管し場外搬出した。

(6) 掘削終了・検尺

ボーリング作業中は適宜作業状況を報告した。調査目的を達成し、掘削を終了するに当たっては、監督職員の許可を得た上で掘止とした。

(7) 調査孔閉塞・跡片付け

調査終了後、調査を行った調査孔の閉塞を行った。またボーリング作業範囲は、作業終了後に整地・跡片付けを行い、退去した。

2-2-2. 標準貫入試験

標準貫入試験は、日本工業規格(JIS A 1219:2013)に準じて実施する。標準貫入試験は深度 1 m ピッチで行う。標準貫入試験の目的と方法を以下に示す。

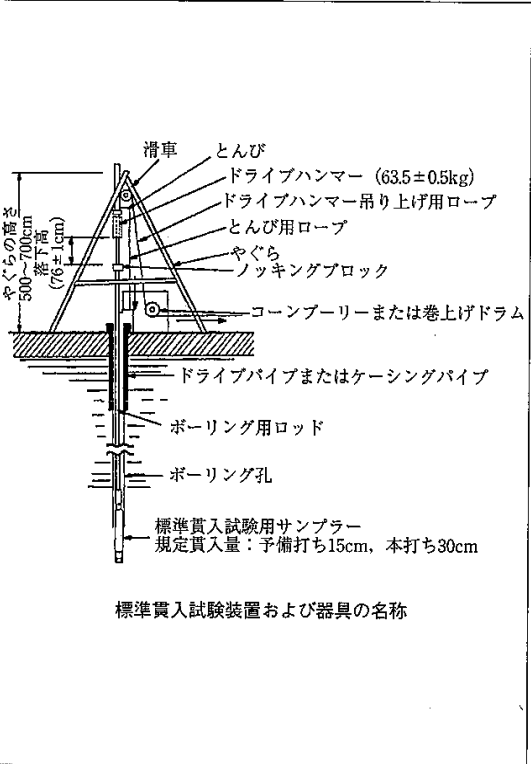
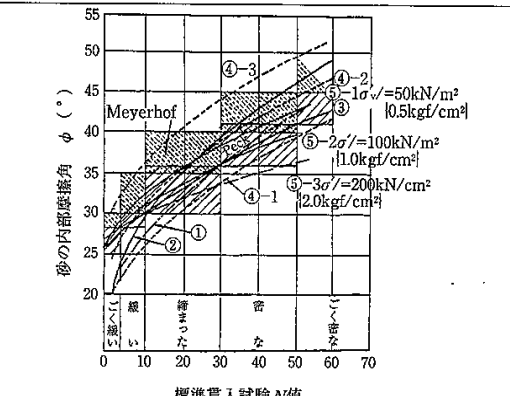
名 称	標準貫入試験
目的・適用範囲	<p>(目的)</p> <ol style="list-style-type: none"> ① N 値および試料による土質柱状図、土質断面図の作成 ② 原位置における土の硬軟、締まり具合の判定 ③ 採取した試料による土の判別、分類 ④ N 値による概略支持力の算定 <p>(適用土質)</p> <ol style="list-style-type: none"> ① ボーリング孔径：$\phi 66\text{mm}$ 以上 ② 適用土質：岩盤や玉石を除くあらゆる土。ただし、きわめて軟弱な粘性土などでは、$N = 0$ となり、正確な硬さの判定はできない。また、軟岩・風化岩などに対して換算 N 値 ($N < 300$) を用いた地盤定数の推定も試みられている ③ 深さ方向の間隔は、調査目的によって異なるが、通常 1 m ごとに行われることが多い ④ 打撃回数の上限は、各機関によって異なるが、通常 50 回を上限とする ⑤ N 値に及ぼす影響因子として、以下のことがあげられる <ul style="list-style-type: none"> ・ハンマーの落下方法 (トンビ法、コーンブリー法、自動落下法) ・ロッドの長さによる影響 ・上載圧の大きさによる影響 ・削孔底の乱れの影響 ・測定技術員の管理程度と個人差
測定原理・試験法	<p>標準貫入試験用サンプラーを所定の深さの孔底におろし、質量 $63.5 \pm 0.5\text{kg}$ のハンマーを $76 \pm 1\text{cm}$ の高さから自由落下させてハンマーの打撃により、15cm の予備打ち後、本打ちとして 30cm 貫入させる。この時の 30cm 貫入の際の打撃回数 (N 値) を測定するとともにその深さの試料を採取する。最近では自動落下装置・自動記録装置も実用化されている。</p>
試験・測定装置モデル図	測定例・参考資料
 <p>標準貫入試験装置および器具の名称</p>	 <p>砂の内部摩擦角 ϕ と N 値との関係</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 道路橋示方書 $\phi = 4.8 \log N_1 + 21$ ($N > 5$) $N_1 = \frac{170 \cdot N}{\sigma_v + 70}$ ② 大崎 $\phi = 15 + \sqrt{20N}$ ③ Peck $\phi = 0.3N + 27$ ④ Dunham <ul style="list-style-type: none"> ④-1 $\phi = 15 + \sqrt{12N}$ (粒子丸・粒度良) ④-2 $\phi = 20 + \sqrt{12N}$ (粒子丸・粒度良, 粒子角・粒度良) ④-3 $\phi = 25 + \sqrt{12N}$ (粒子角・粒度良) ⑤ 国鉄建造物設計標準解説 $\phi = 1.85 \left(\frac{N}{0.01 \sigma_v + 0.7} \right)^{0.6} + 28$ $\left\{ \phi = 1.35 \left(\frac{N}{\sigma_v + 0.7} \right)^{0.6} + 28 \right\}$ <p>ここに、σ_v: 有効上載圧 (kN/m²) [kgf/cm²]</p>
参考となる基準・規格等	<p>JIS A 1219:2013：標準貫入試験方法 地盤調査の方法と解説、(社)地盤工学会、PP.279~316</p>

図 2-2-9 標準貫入試験の目的と方法

2 - 2 - 3 . 現場透水試験

現場透水試験は、地盤工学会基準(JGS 1314-2012)に準じて実施した。

(1) 目的

透水試験は、地下水面下の飽和地盤の透水係数を求めることを目的とする。

(2) 試験方法

試験方法は、試験区間の形状を考慮してピエゾメーター方法を選択した(図 2-2-10:b)。

また、試験方法は非定常法(変水位法)を採用して試験を実施した。

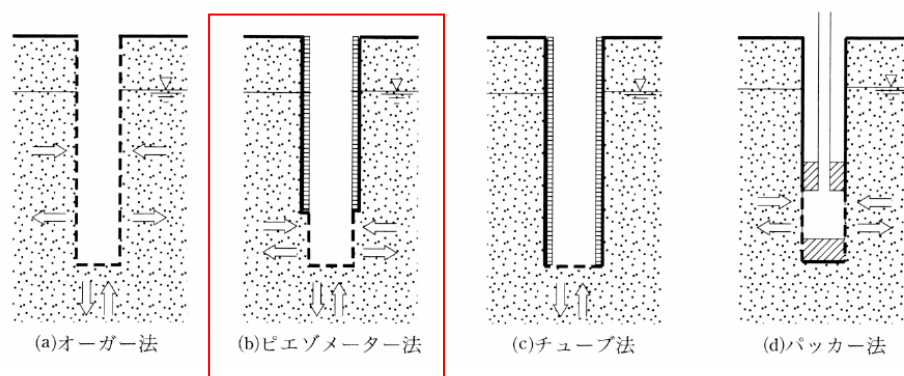


図 2-2-10 試験孔仕様による試験法の分類

(社)地盤工学会：地盤調査の方法と解説、
単孔を利用した透水試験方法 ,P521 に加筆し作成

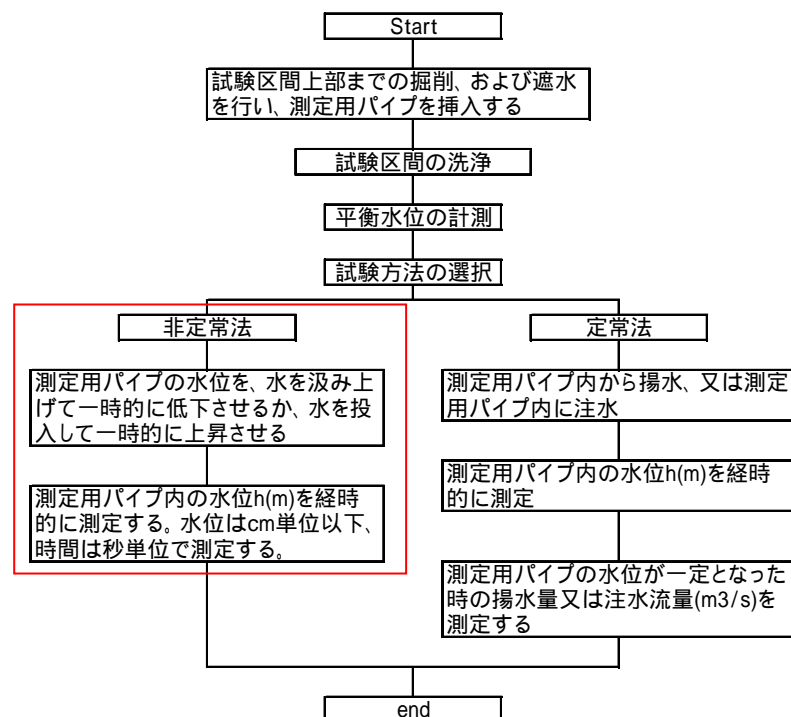


図 2-2-11 透水試験(ケーシング法)試験方法

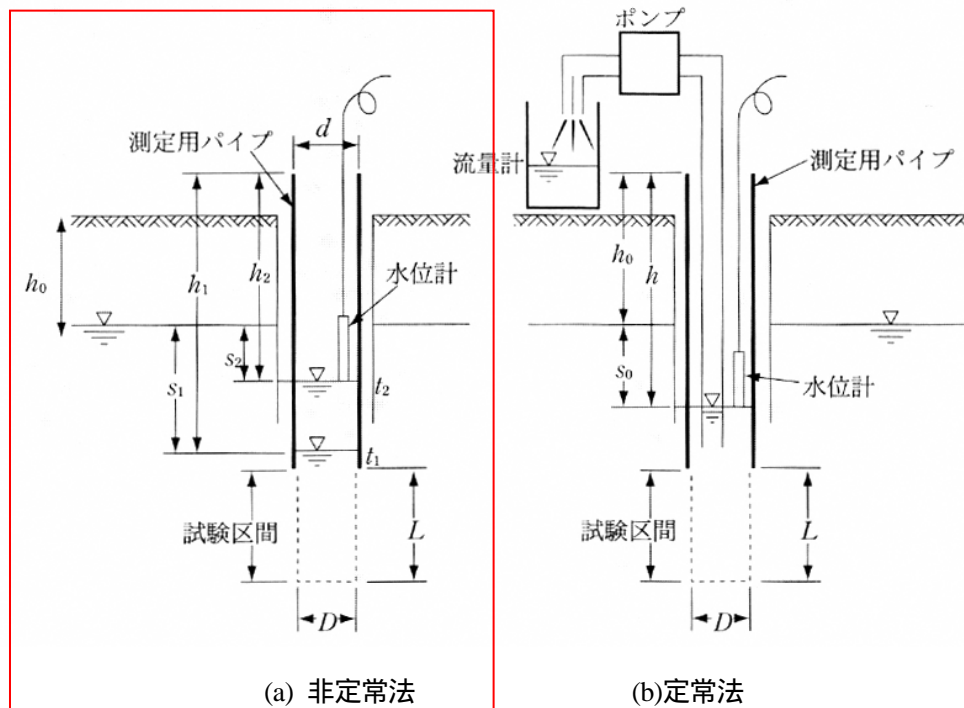


図 2-2-12 透水試験方法概要図

(社)地盤工学会：地盤調査の方法と解説,
単孔を利用した透水試験方法 ,P519 に加筆し作成

(3) 結果の整理

< 非定常法 >

非定常法はケーシングパイプの下部に試験区間を削孔し、孔内水位を一時的に低下または上昇させ、その水位変化を経時的に測定して地盤の透水係数を求める方法である。

$$k = \frac{(2.3d_e)^2}{8L} \log \left(\frac{2L}{D} \right) a \quad \text{ただし } L/D \geq 4$$

ここで、k：透水係数 (m/sec)

a：t-log s 図の直線勾配で次式より求める。 $a = \frac{\log(s_1/s_2)}{t_2 - t_1}$

d_e：等価内径で、手動式の場合は d_e=d(m)。

水圧式測定器の場合は、 $d_e = \sqrt{d^2 - 4c/\pi}$ (m) c：ケーブル断面積(m²)

d：測定用パイプの内径 (m)

D：試験区間の孔径あるいは測定用パイプのスクリーン外径 (m)

L：試験区間の長さ (m)

2-2-4. サンプルング

サンプルングは、原位置の乱れの少ない試料採取：シンウォールサンプルング、標準貫入試験の乱した試料採取：室内土質試験用試料、として行った。以下にシンウォールサンプルングの目的と方法の概要を示す。

名 称	固定ピストン式シンウォールサンプラーによる土の乱さない試料の採取方法
目的・適用範囲	<p>(目的)</p> <ul style="list-style-type: none"> ① N 値 0～4 程度の軟らかい粘性土の乱さない試料の採取 ② 力学試験用の供試体とする ③ 採取した試料の観察 <p>(適用範囲)</p> <ul style="list-style-type: none"> ① ボーリング径：$\phi 86\text{mm}$ 以上 ② 適応土質：主として N 値 3～4 以下の軟弱な粘性土。N 値 10 以下の細粒土を含んだ砂地盤にも適用可(小口径を採用することが望ましい)。水圧式サンプラーの場合には、N 値 15 程度までの砂地盤にも適用可能とされる ③ 有効深さ：ボーリング孔を利用するので適応土質の範囲で深さに関係なく可能 ④ サンプルング孔底のスライム排除を十分に行い、静かにサンプラーをおろす。孔底にスライムの沈積がある場合は再度排除する。サンプラー引上げは、押し込み後直ちに行う
測定原理・試験法	<p>エクステンションロッド式シンウォールサンプラーは、薄肉のサンプルングチューブとサンプラーヘッド、固定ピストンで構成されたサンプラーを所定の深さの孔底におろし、ターンバックルなどにより、ピストンを地上に固定し、ボーリングロッドでサンプルングチューブを地盤に押し込んで乱さない試料を採取する。</p> <p>水圧式サンプラーは、ピストンをサンプラーヘッドで固定し、ボーリングロッドを継ぎ足しながらサンプラーを所定の深さの孔底におろしてボーリングロッドをボーリング機械に固定し、水圧を利用してサンプルングチューブを地盤に押し込むものである。</p>
試験・測定装置モデル図	<p>エクステンションロッド式サンプラーの例</p> <p>水圧式サンプラーの例</p>
参考となる基準・規格等	<p>JISA 1219:2013：固定ピストン式シンウォールサンプラーによる土試料の採取方法</p> <p>地盤調査の方法と解説、(社)地盤工学会、pp.226～239</p>

図2-13 シンウォールサンプルングの目的と方法

財団法人経済調査会、：地質調査要領,P251 に加筆し作成

2 - 2 - 5 . スウェーデン式サウンディング試験

スウェーデン式サウンディング試験は、JIS A 1221:2013 に準じて実施した。

(1) 目的

スウェーデン式サウンディング試験は、比較的浅い原位置地盤における土の静的貫入抵抗を測定し、その硬軟もしくは締まり具合または土層の構成を判定することを目的とする。

(2) 試験方法等

- ・試験方法および器具は、JIS A 1221 によるものとした。
- ・試験中、スクリーポイントの抵抗と貫入中の摩擦音などにより土質を推定し、可能な場合には、土質名とその深度を記録した。
- ・試験中、目的の深度に達する前までに礫などにあたり試験が不可能になった場合は、監督職員と協議した。

スウェーデン式サウンディング試験の作業手順と方法を図 2-2-14 に、一般的なスウェーデン式サウンディング試験装置を図 2-2-15 に示す。

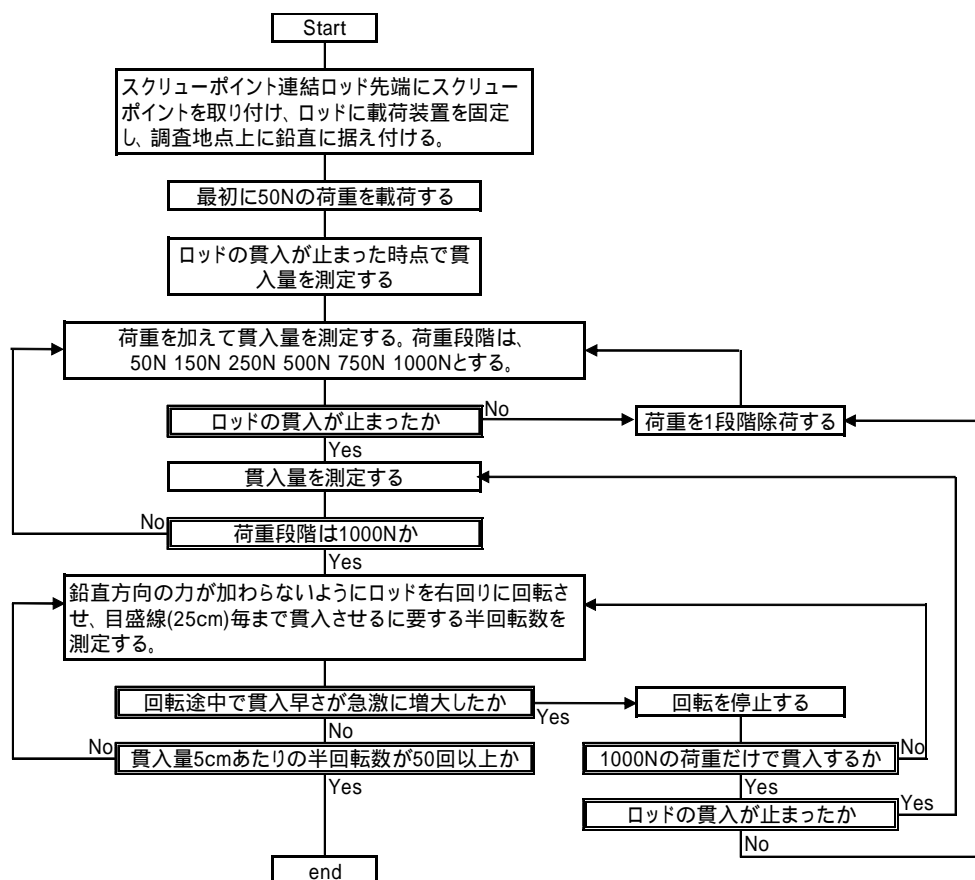
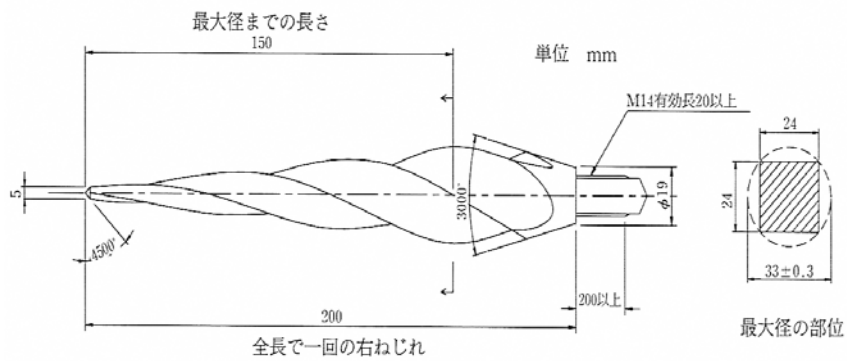
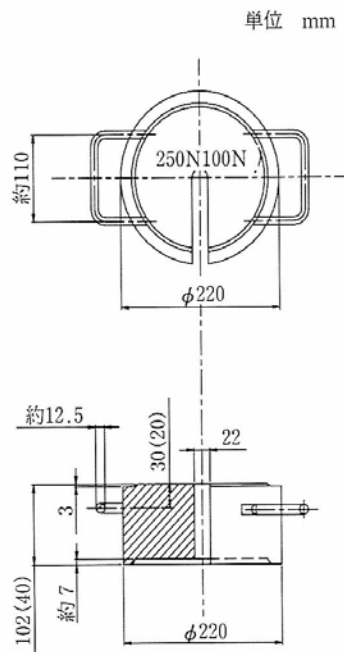


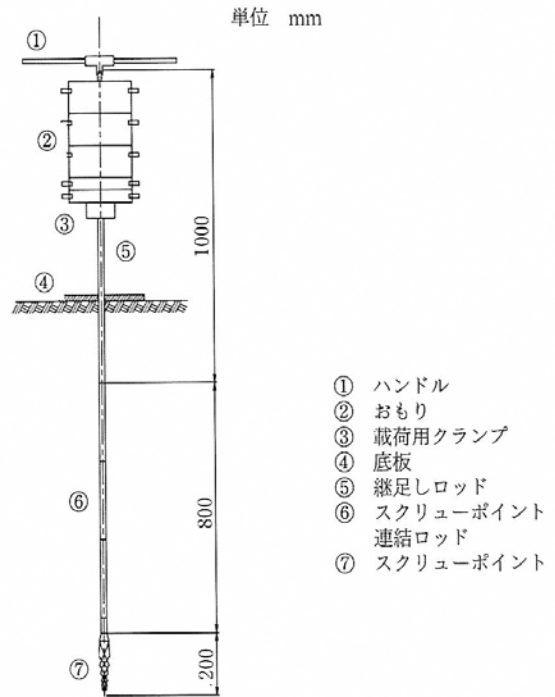
図 2-2-14 スウェーデン式サウンディング試験手順



(a) スクリューポイントの例



(b) おもりの例



(c) 手動による試験装置の例

図 2-2-15 スウェーデン式サウンディング試験機器

(社)地盤工学会：地盤調査の方法と解説， PP.325～336 から抜粋

2 - 2 - 6 . 室内土質試験

室内土質試験は、日本工業規格（JIS）及び地盤工学会基準（JGS）に準じて実施した。試験項目と規格番号を以下に示す。BV-2 号孔についてはサンプリング試料が硬質で不均質であり、土の三軸圧縮試験(UU)と圧密試験が実施できなかった。

表 2-2-1 土質試験項目と基準

試験項目（規格・基準名）		規格・基準番号
物理試験	土粒子の密度試験	JIS A 1202:2009
	土の含水比試験	JIS A 1203:2009
	土の粒度試験（ふるい＋沈降分析）	JIS A 1204:2009
	土の湿潤密度試験	JIS A 1225:2009
	土の液性限界・塑性限界試験	JIS A 1205:2009
力学試験	土の圧密試験	JIS A 1217:2009
	土の非圧密非排水(UU)三軸圧縮試験	JGS A 0521:2009
	土の圧密非排水(CU)三軸圧縮試験	JGS A 0523:2009
	突固めによる土の締固め試験方法	JIS A 1210:2009
	締固めた土のコーン指数試験方法	JIS A 1228:2009
	土の透水試験	JIS A 1218:2009

2 - 3 . 設計業務

(1) 資料整理とりまとめ

下記に示す内容についての資料整理とりまとめを行った。

- ・ 各種調査結果の評価および考察（異常データのチェック含む）
- ・ 試料の観察
- ・ ボーリング柱状図の作成（地質調査資料整理要領(案)による記入）

(2) 断面図等の作成

調査結果を基に、下記に示す内容について行った。

- ・ 地層及び土性の判定
- ・ 土質または地質断面図の作成（着色を含む）

(3) 総合解析とりまとめ

総合解析とりまとめは、各調査目的に応じて機械ボーリング結果・標準貫入試験結果・諸試験結果に基づき、下記に示す内容についてとりまとめを行った。

- ・ 調査地周辺の地形・地質の検討
- ・ 地質調査結果に基づく土質定数の設定
- ・ 地盤の透水性の検討

(4) 軟弱地盤対策技術解析

盛土施工に対する地盤破壊（円弧すべり）についての安定解析を行った。

- ・ 現況地盤解析
- ・ 対策後地盤解析

3. 調査結果

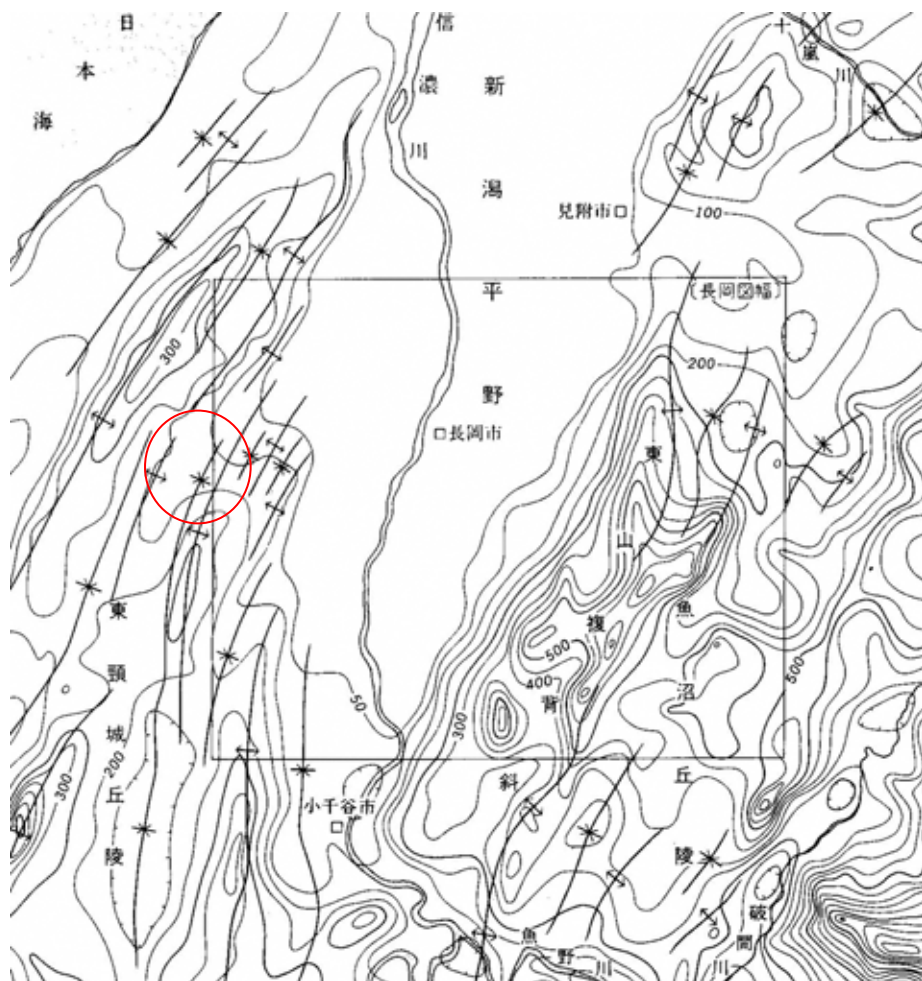
3 - 1. 地形・地質概要

・地形概要

調査地は、長岡駅より西方へ約 10km 程の長岡ニュータウン内、長岡市陽光台 5 丁目地内に位置する。当該地は、新潟県の地形からは東頸城丘陵の最北端部に位置し、全体に 100～200m 程の標高を有する丘陵地である。長岡ニュータウンは、この丘陵地を大規模に造成し建設されており、その大半は人工的な平坦地より形成されている。調査地である運動公園周辺も標高 100m 前後の平坦な地形を有しているが、一帯は大規模な造成がなされており、調査地の南東部では切土部、その他は埋土部が多く、埋土の厚さは最大 40m 以上とも言われている。

・地質概要

図 3-1-2 に調査地周辺の表層地質図を示す。調査地の地質は第四紀更新世の地層である「魚沼層」の礫・砂・シルトが分布している地域である。



：調査地点

図 3-1-1 調査地周辺地形地質構造概要図

(通商産業省工業技術院地質調査所発行「長岡地域の地質」P3 抜粋)

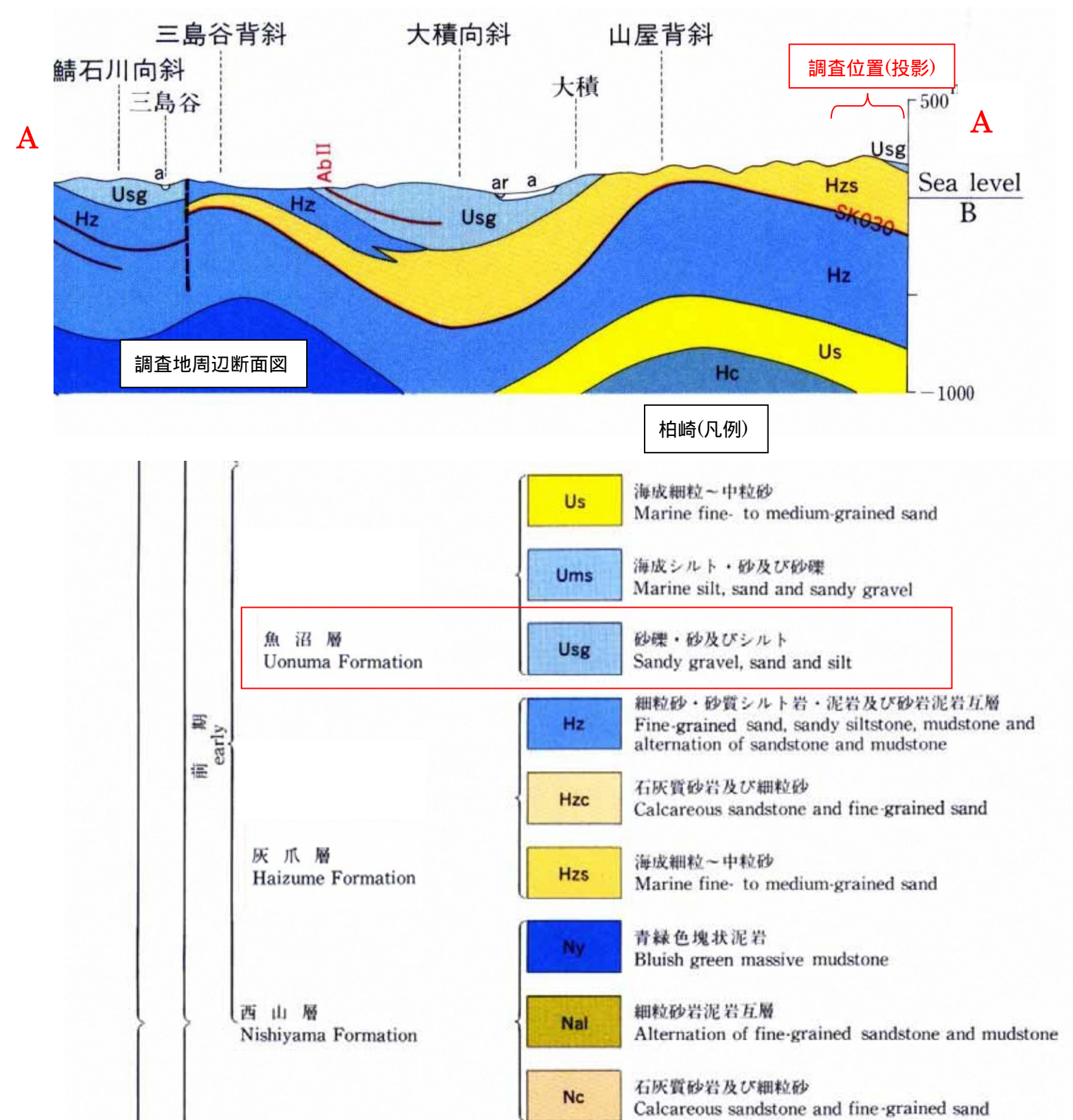
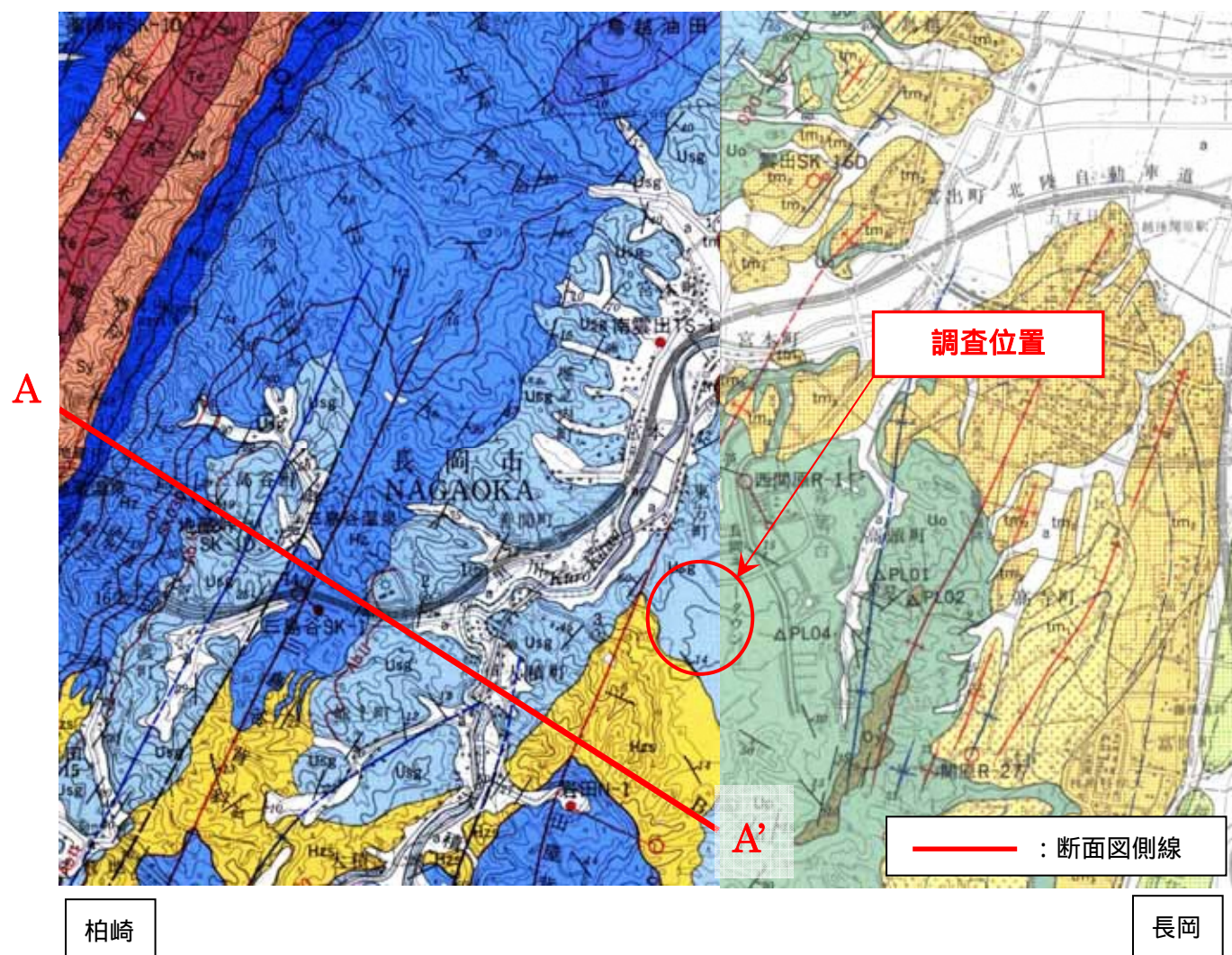


図 3-1-2 調査地周辺の表層地質図 (Scale=1:50,000)

この地形図は通商産業省工業技術院発行の表層地質図「長岡」,「柏崎」を元に作成した。

3 - 2 . 現地調査結果

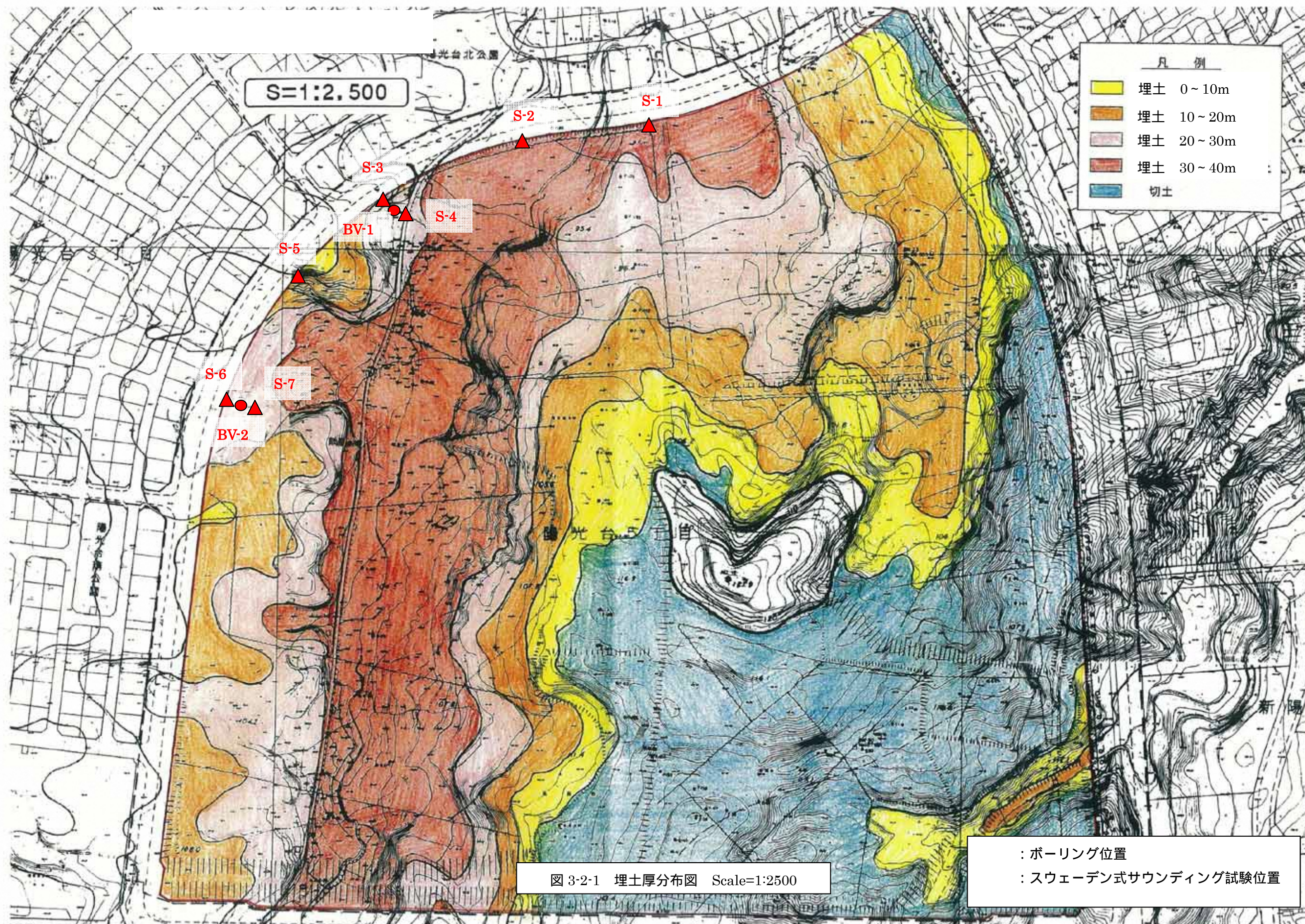
3 - 2 - 1 . 地盤高・掘進長

現地調査は長岡ニュータウン運動公園内の盛土施工予定地で調査ボーリングとスウェーデン式サウンディング、現場透水試験を行った。表3-2-1に調査地点の孔番、地盤高、掘進長を示す。ボーリングとサウンディングの孔口標高は近傍基準点より水準測量を行って求めている。

表 3-2-1 調査地点の地盤高，掘進長

調査項目	孔番	地盤高 (m)	掘進長 (m)
ボーリング	BV-1	95.49	20.45
	BV-2	99.57	20.45
スウェーデン式 サウンディング	S-1	93.35	15.00
	S-2	94.32	11.19
	S-3	95.39	15.00
	S-4	95.79	15.00
	S-5	98.09	15.00
	S-6	99.96	15.00
	S-7	100.15	15.00

調査地付近には厚さ 10～40m 程度の埋土が分布する。調査地点と調査地周辺の埋土厚分布図を図 3-2-1 に示す。各調査地点の掘進長と埋土厚分布図を比較すると、スウェーデン式サウンディングの S-5 号孔以外の調査地点は、全て埋土の範囲内と考えられる。



3 - 2 - 2 調査ボーリング結果

調査ボーリングは、図 3-2-1 の埋土厚分布図に示す「 」の 2 箇所で実施した。ここでは各孔で確認された地質状況の概要と現場透水試験の結果、孔内水位をとりまとめるものとする。なお詳細は、巻末の柱状図、およびコア写真、現場透水試験結果を参照されたい。

(1) BV-1号孔 (調査深度20.45m)

・地点条件

BV-1号孔は埋土厚が20～30m程度堆積する地点に位置する。

・土質

全体的に粘性土を主体とし、厚さ1～1.65m程度の細粒分混じりの砂質土や 5～30mm程度の礫、腐植物の混入も見られる。6.8mまでの粘性土は固結部が多く、非常に不均質な埋土である。

・N値

BV-1号孔のN値深度分布図とN値の頻度分布図を図3-2-2、図3-2-3に示す。6.8mまで固結粘性土を多く混入し、固結部のN値は12～18回と硬い～非常に硬い。また、未固結の粘性土に関してN値6～12回と中位～硬い粘性土が分布する。全体的にはN値8<N 15回の硬い粘性土が最も多く、全体の47.1%を占める。BV-1号孔ではN値4以下の柔らかい粘性土は確認できなかった。

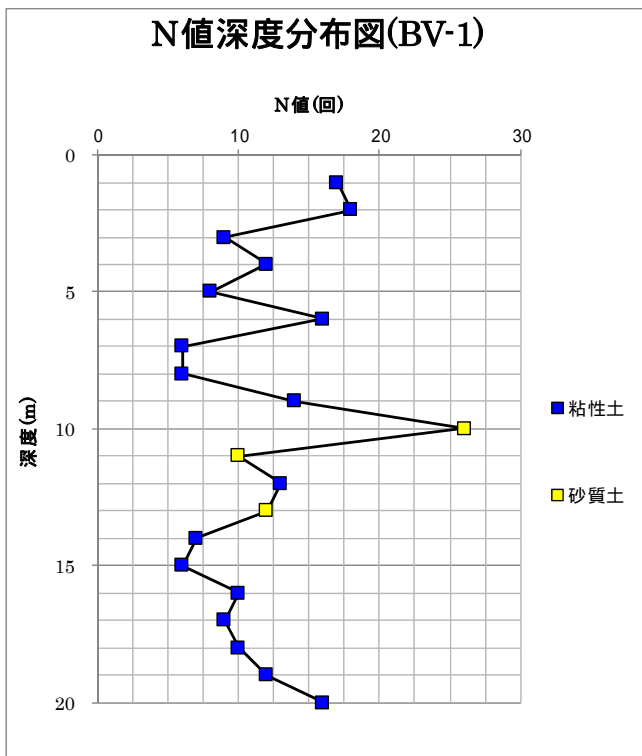


図 3-2-2 N 値深度分布図

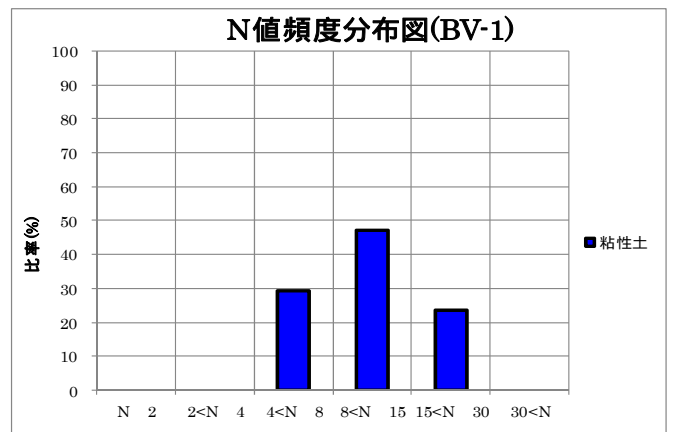


図 3-2-3 N 値の頻度分布図

N値	コンシステンシー	個数	割合(%)
0～2	非常に柔らかい	0	0.0
2～4	柔らかい	0	0.0
4～8	中位の	5	29.4
8～15	硬い	8	47.1
15～30	非常に硬い	4	23.5
30～50	固結した	0	0.0

(2) BV-2号孔 (調査深度20.45m)

・地点条件

BV-2号孔は埋土厚が20～30mの地点に位置する。

・土質

全体的に粘性土を主体とし、厚さ0.3～1.7m程度の細粒分混じりの砂質土や 3～70mm程度の礫、腐植物の混入も見られる。固結粘性土は調査区間全体に分布し、泥岩片を多く含む。非常に不均質な埋土である。

・N値

BV-1号孔のN値深度分布図とN値の頻度分布図を図3-2-4、図3-2-5に示す。全体的に固結粘性土を多く混入する。固結部のN値は4～20回と柔らかい～非常に硬いに分類され、部分的に軟質な箇所も見られる。未固結の粘性土はN値4～8回と柔らかい～中位の粘性土である。全体的にはN値4<N 8回の硬さ中位の粘性土と、N値8<N 15回の硬い粘性土がそれぞれ35.7%ずつ混入する。BV-2号孔ではN値4以下の柔らかい粘性土を4mと7m付近で確認した。

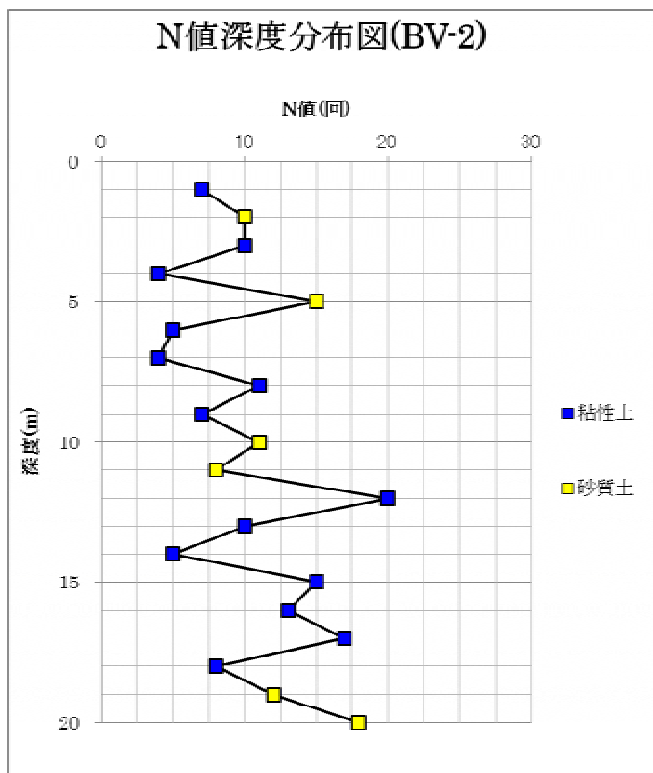
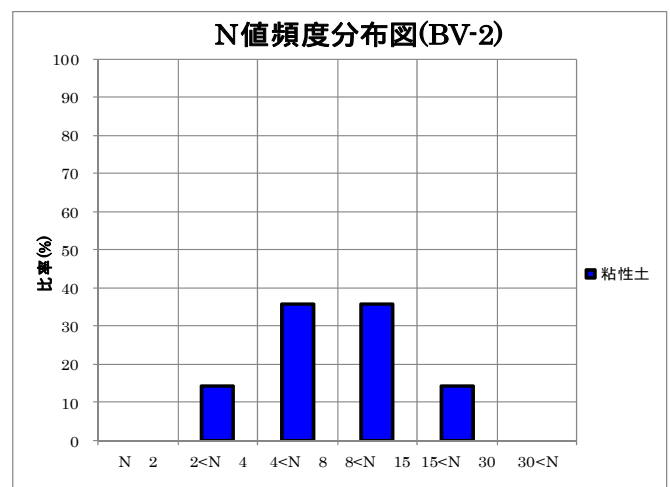


図 3-2-4 N 値深度分布図



N値	コンシステンシー	個数	割合(%)
0～2	非常に柔らかい	0	0.0
2～4	柔らかい	2	14.3
4～8	中位の	5	35.7
8～15	硬い	5	35.7
15～30	非常に硬い	2	14.3
30～50	固結した	0	0.0

図 3-2-5 N 値の頻度分布図

(3) 現場透水試験結果

本調査では、BV-1号孔とBV-2号孔で現場透水試験を実施した。表3-2-2に現場透水試験結果一覧表を示す。なお単位はm/sで示した。

調査地点の上部埋土 (F1) の透水係数は注入法で $10^{-7} \sim 10^{-6}$ (m/s) オーダーの値が得られた。

表 3-2-2 現場透水試験結果一覧表

地質区分	地質	孔番	試験区間 (GL-m)	透水係数 K(m/s)		平均値
				注入法	回復法	
F1	シルト	BV-1	5.0 ~ 5.5	2.61E-07	-	7.42E-07
	シルト質細砂	BV-2	5.0 ~ 5.5	1.66E-06	3.05E-07	

(3) 孔内水位

表3-2-3に調査期間に確認された孔内水位の一覧表を示す。BV-1号孔ではGL-2.25 ~ 4.90m, BV-2号孔で、GL-2.25 ~ 4.25mに水位が位置している。ここでは、無水で掘削時に確認された水位を自然水位とした。BV-1号孔は無水掘削時地表に雨が溜まり自然水位を確認できなかったため最初に確認された水位を自然水位とした。

表 3-2-3 確認水位一覧表

確認水位 GL-m			
BV-1			
確認日	掘進長	本孔	別孔
BV-1			
8月26日	5.45	-	
8月27日	12.45	4.90	
8月28日	20.45	3.55	
8月29日	5.50		4.64
8月30日	7.00		2.25
BV-2			
8月9日	8.45	2.25	
8月19日	15.45	4.25	
8月20日	20.45	3.30	
8月22日	6.60		3.81

赤字は自然水位

3 - 2 - 3 スウェーデン式サウンディング結果

スウェーデン式サウンディングは、図 3-2-1 の埋土厚分布図に示す「 」の 7 箇所を実施した。なお詳細は、巻末のサウンディング試験結果と柱状図を参照されたい。

< 参 考 資 料 >

スウェーデン式サウンディング試験と他の試験とを比較した例は少ないが、次の報告がある。(『(社)地盤工学会：地盤調査の方法と解説, PP.331 ~ 332』)

・ N 値との関係

N 値との関係は稲田により図 3-2-7 の関係が提案されている。

礫・砂・砂質土： $N = 0.002W_{sw} + 0.067N_{sw}$

粘土・粘性土： $N = 0.003W_{sw} + 0.050N_{sw}$

ここに、

W_{sw} ：1kN 以下で貫入した場合の荷重 (N)

N_{sw} ：回転により貫入させたときの貫入量 1 m 当たりの半回転数 (回/m)

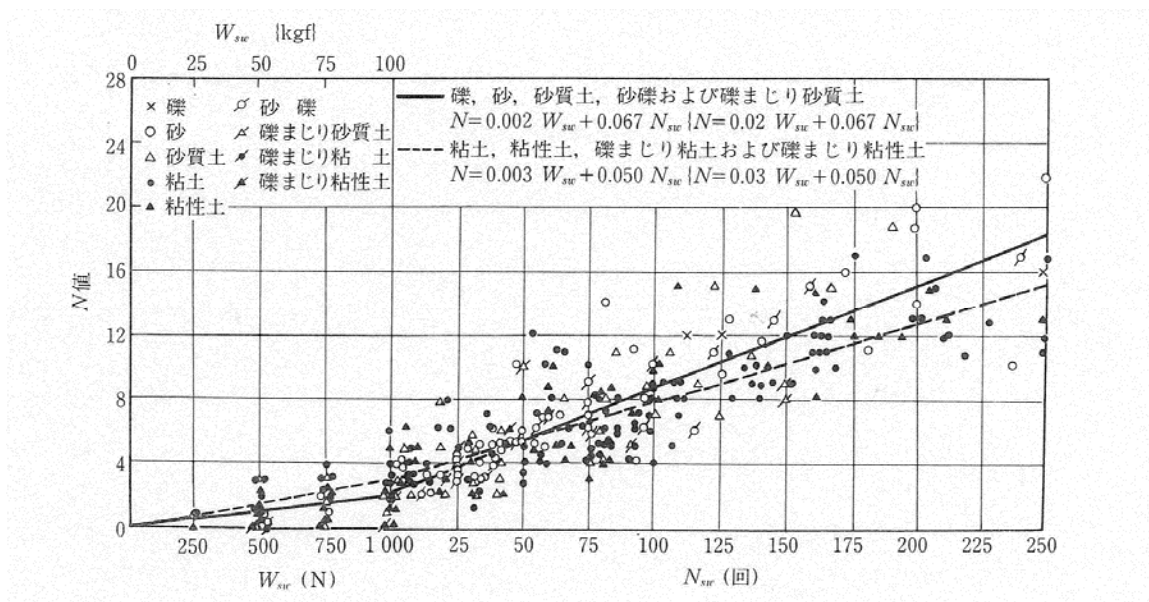


図 3-2-6 N 値と W_{sw} , N_{sw} との関係

(社)地盤工学会：地盤調査の方法と解説, P.331 から抜粋

・一軸圧縮強さとの関係

一軸圧縮強さとの関係は、図 3-2-8 に示す次の関係が提案されている。

$$q_u = 0.045W_{sw} + 0.75N_{sw}$$

ここに、

q_u : 一軸圧縮強さ (kN/m²)

q_u の上限値は 120(kN/m²)とする

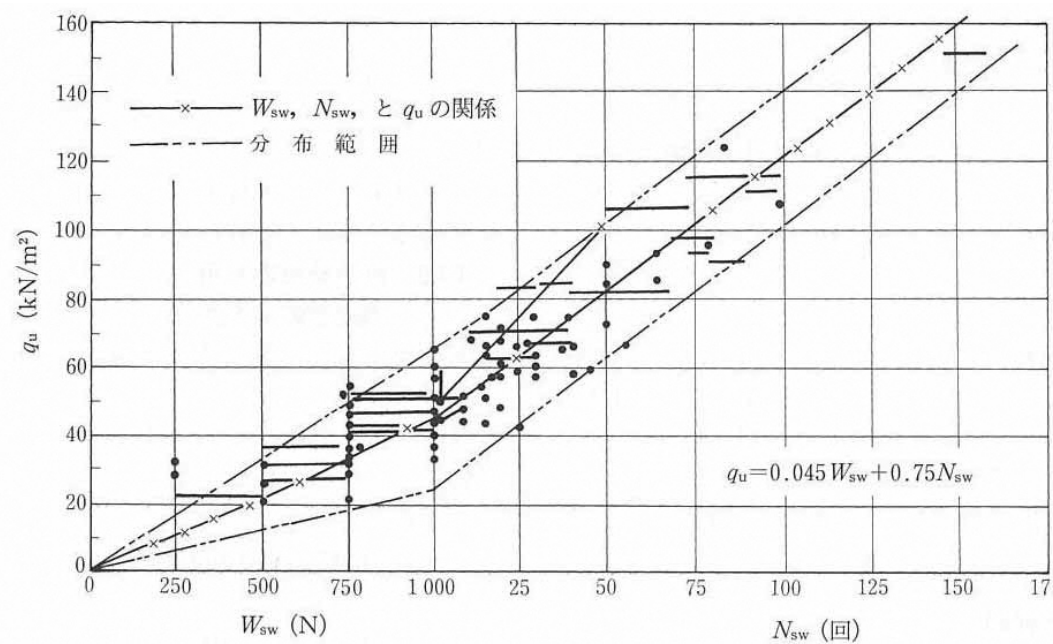


図 3-2-7 N値と W_{sw} 、 N_{sw} との関係)

(社)地盤工学会：地盤調査の方法と解説, P332 から抜粋

いずれの場合もばらつきが多いことを念頭においてこれらの関係を利用する必要がある。

ここでは、 N_{sw} の値を表 3-2-4 に示す範囲に区分し調査結果の整理とりまとめを行った。

表 3-2-4 N_{sw} 範囲区分表

土質区分		スウェーデン式サウンディング
		半回転数 (N_{sw})
埋土	上部	$N_{sw} \leq 50$
	中部	$50 < N_{sw} \leq 100$
	下部	$100 < N_{sw} \leq 200$
魚沼層		$200 < N_{sw}$

(1) S-1号孔 (調査深度15.00m)

・地点条件

S-1号孔は埋土厚が30～40mの地点に位置する。

・土質

粘性土：埋土の主体土質。5.75mまで自沈確認。砂質土や礫質土の混入は見られない。

・深度分布図

S-1号孔結果整理表とN_{sw},換算N値,qu深度分布図を表3-2-5、図3-2-8に示す。

表 3-2-5 S-1 号孔結果整理表(粘性土)

	埋土								
	上部(0.00～11.00m)			中部(11.00～12.00m)			下部(12.00m～)		
	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均
N _{sw}	0.0	52.0	12.5	56.0	72.0	63.0	100.0	124.0	115.0
換算N値	1.5	5.6	3.5	5.8	6.6	6.2	8.0	9.2	8.8
qu	15.0	61.2	36.0	63.6	73.2	67.8	90.0	104.4	99.0

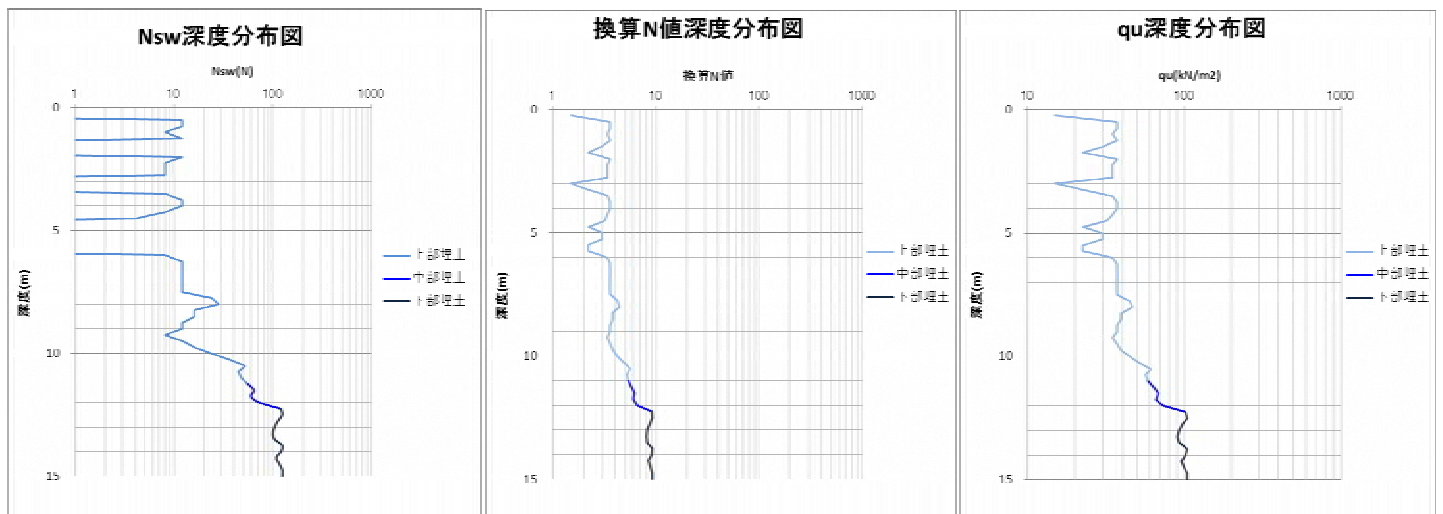


図 3-2-8 N_{sw}, 換算 N 値, qu 深度分布図

(2) S-2号孔 (調査深度11.19m)

・ 地点条件

S-2号孔は埋土厚が30～40mの地点に位置する。

・ 土質

粘性土：埋土の主体土質。6.25mまで自沈確認。

礫質土：2.25m,8.25m,11.00～11.19mに混入。貫入時にはガリガリといった貫入音を確認。8.25mと11.19mで打撃貫入を実施。11.19mで礫に当り貫入不能となり終了。

・ 深度分布図

S-2号孔結果整理表とN_{sw},換算N値,qu深度分布図を表3-2-6、図3-2-9に示す。

表 3-2-6 S-2 号孔結果整理表(粘性土)

	埋土					
	上部(0.00～10.25m)			中部(10.25m～)		
	最小	最大	平均	最小	最大	平均
N _{sw}	0.0	52.0	20.4	64.0	76.0	70.0
換算N値	1.5	5.6	3.9	6.2	6.8	6.5
qu	15.0	61.2	41.1	68.4	75.6	72.0

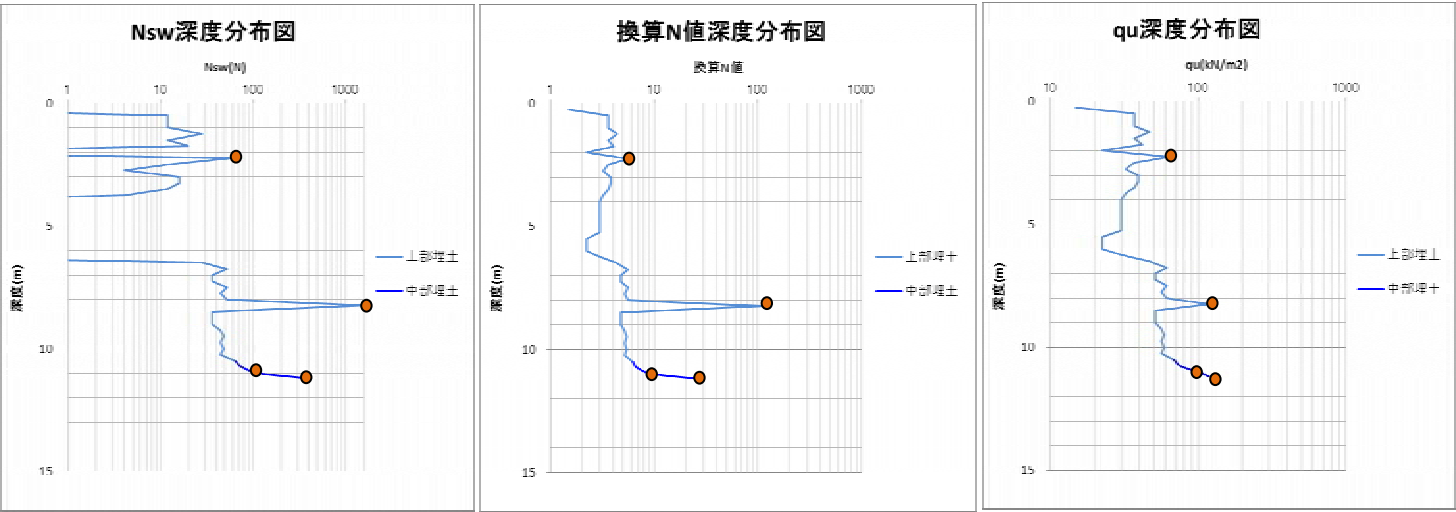


図 3-2-9 S-2 号孔 N_{sw}, 換算 N 値, qu 深度分布図

凡例	
	礫質土

(3) S-3号孔 (調査深度15.00m)

・地点条件

S-3号孔は埋土厚が20～30mの地点に位置する。

・土質

粘性土：埋土の主体土質。5.00mまで自沈確認。

礫質土：1.00m,12.00～12.25mに混入。貫入時には、ジャリジャリ、ガリガリといった貫入音を
確認。12.00mで打撃貫入を実施。

・深度分布図

S-3号孔結果整理表とN_{sw},換算N値,qu深度分布図を表3-2-7、図3-2-10に示す。

表 3-2-7 S-3 号孔結果整理表(粘性土)

	埋土		
	上部(0.00m～)		
	最小	最大	平均
N _{sw}	0.0	136.0	32.0
換算N値	2.2	9.8	4.6
qu	22.5	111.6	48.9

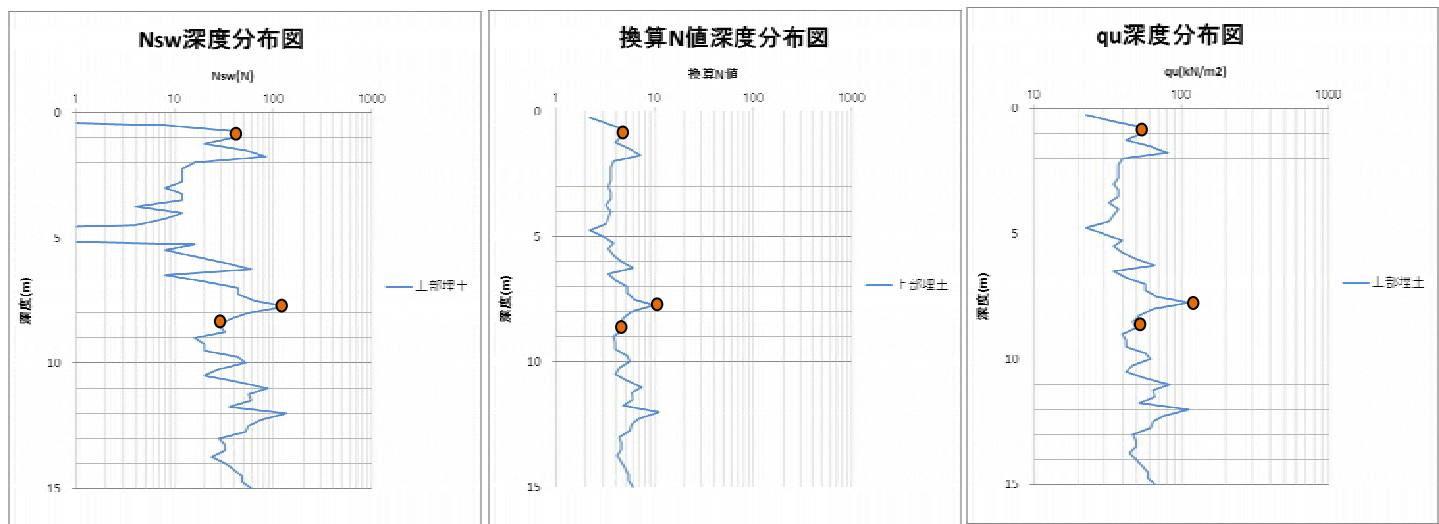


図 3-2-10 S-3 号孔 N_{sw}, 換算 N 値, qu 深度分布図

凡例	
●	礫質土

(4) S-4号孔 (調査深度15.00m)

・地点条件

S-4号孔は埋土厚が20～30mの地点に位置する。

・土質

粘性土：埋土の主体土質。9.75mまで自沈確認。

礫質土：13.25mに混入。貫入時には、ガリガリといった貫入音を確認。

・深度分布図

S-4号孔結果整理表と N_{sw} 、換算N値、 q_u 深度分布図を表3-2-8、図3-2-11に示す。

表 3-2-8 S-4 号孔結果整理表(粘性土)

	埋土		
	上部(0.00m～)		
	最小	最大	平均
N_{sw}	0.0	56.0	14.2
換算N値	0.7	5.8	3.6
q_u	7.5	63.6	37.7

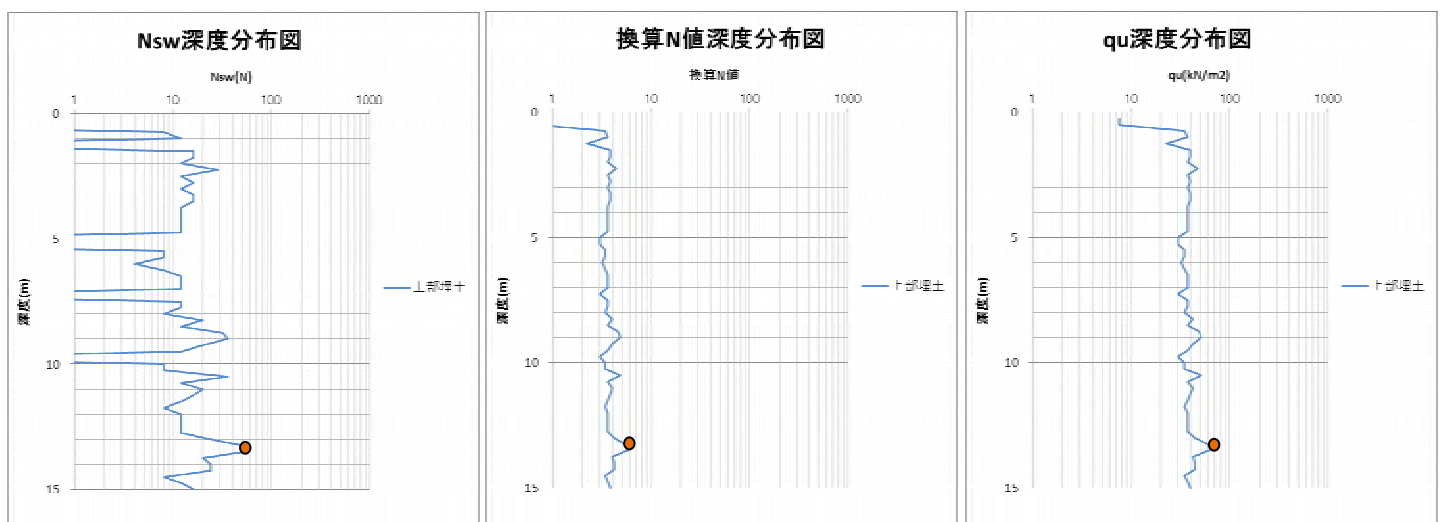


図 3-2-11 S-4 号孔 N_{sw} 、換算 N 値、 q_u 深度分布図

凡例	
●	礫質土

(5) S-5号孔 (調査深度15.00m)

・地点条件

S-5号孔は埋土厚が10～20mの地点に位置する。

・土質

粘性土：埋土の主体土質。2.00mまで自沈確認。12.00m以深はN_{sw}の値が200(回)以上の魚沼層の粘性土だと考えられる。砂質土や礫質土の混入は見られない。

・深度分布図

S-5号孔結果整理表とN_{sw},換算N値,qu深度分布図を表3-2-9、図3-2-12に示す。

表 3-2-9 S-5 号孔結果整理表(粘性土)

	埋土									魚沼層(12.00m～)		
	上部(0.00～7.00m)			中部(7.00～9.25m)			下部(9.25～12.00m)			最小	最大	平均
	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均			
N _{sw}	0.0	64.0	25.3	52.0	184.0	104.0	104.0	156.0	130.5	188.0	236.0	220.7
換算N値	2.2	6.2	4.2	5.6	12.2	8.2	8.2	10.8	9.5	12.4	14.8	14.0
qu	22.5	68.4	44.4	61.2	120.0	90.1	92.4	120.0	108.0	120.0	120.0	120.0

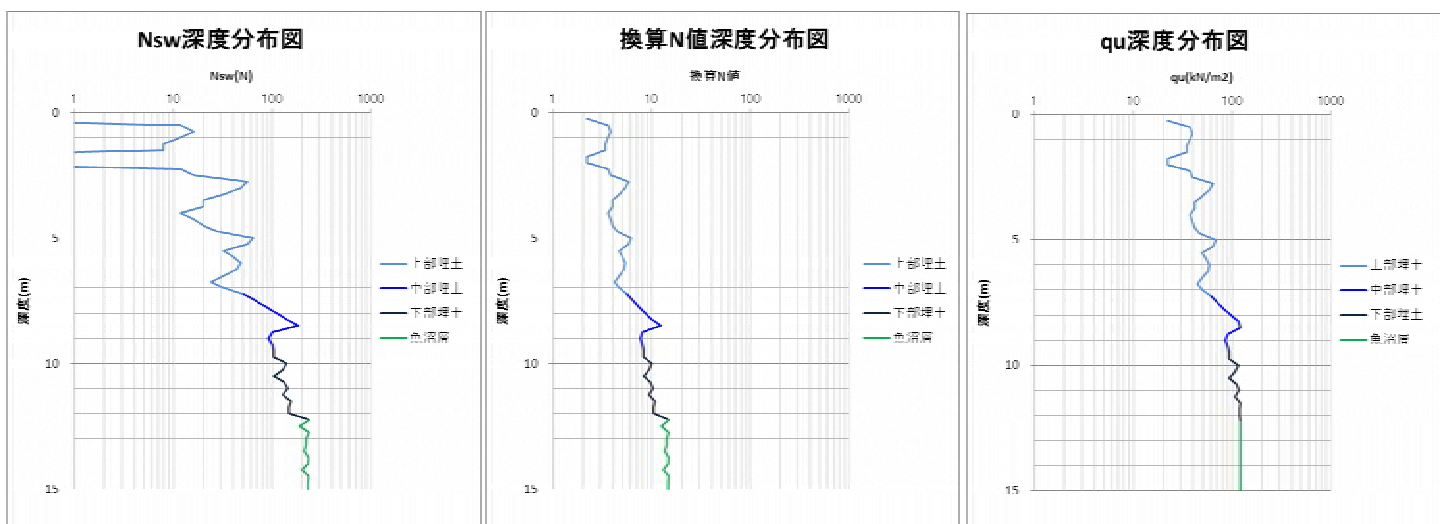


図 3-2-12 S-5 号孔 N_{sw}, 換算 N 値, qu 深度分布図

(6) S-6号孔 (調査深度15.00m)

・地点条件

S-6号孔は埋土厚が20～30mの地点に位置する。

・土質

粘性土：埋土の主体土質で、1.00mまで自沈確認。15.00mで打撃貫入実施。

砂質土：14.25mで確認。貫入時にはガリガリといった貫入音確認。

礫質土：1.25～1.50m,2.75m,8.50mで確認。貫入時にはガリガリといった貫入音確認。

2.75m,8.50mで打撃貫入実施。

・深度分布図

S-6号孔結果整理表とNsw,換算N値,qu深度分布図を表3-2-10、図3-2-13に示す。

表 3-2-10 S-6 号孔結果整理表(粘性土)

	埋土								
	上部(0.00～12.00m)			中部(12.00～13.75m)			下部(13.75m～)		
	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均
N s w	0.0	108.0	34.5	56.0	104.0	84.6	104.0	148.0	129.3
換算N値	1.5	8.4	4.6	5.8	8.2	7.2	8.2	10.4	9.5
qu	15.0	94.8	49.8	63.6	92.4	80.7	92.4	118.8	107.6

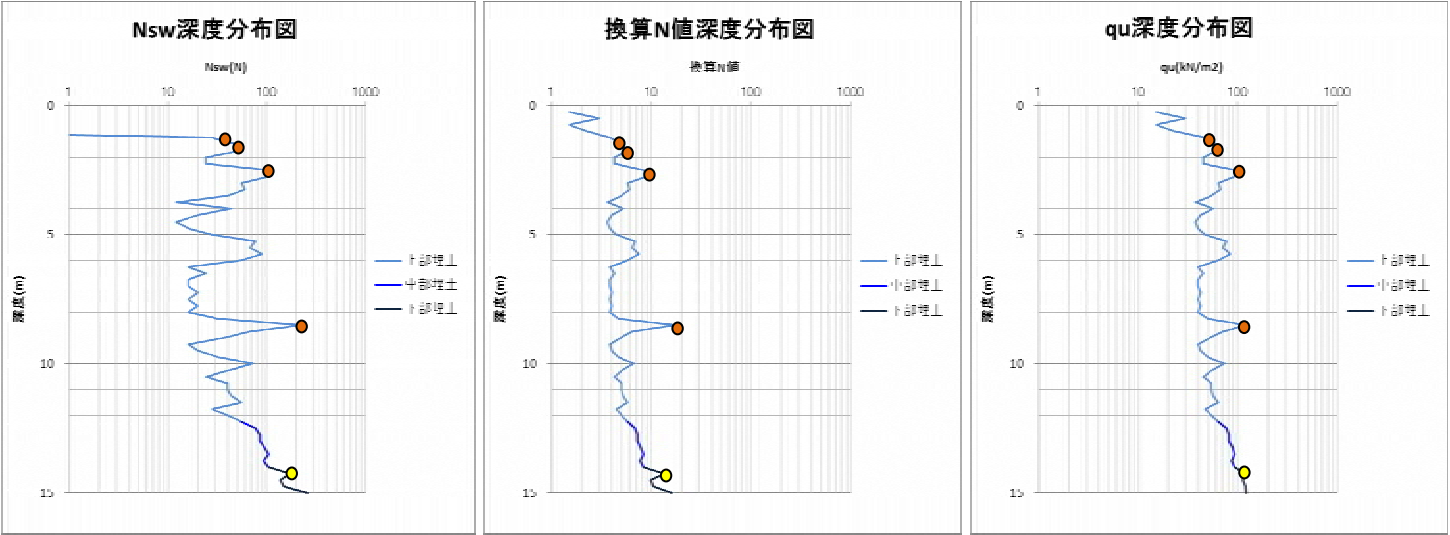


図 3-2-13 S-6 号孔 Nsw, 換算 N 値, qu 深度分布図

凡例	
●	礫質土
●	砂質土

(7) S-7 号孔 (調査深度 15.00m)

- 地点条件
S-7号孔は埋土厚が20～30mの地点に位置する。
- 土質
粘性土：埋土の主体土質。0.25mまで自沈確認。
砂質土：0.50～1.50m,4.75m,11.00mで確認。貫入時にはガリガリ、ジャリジャリといった貫入音確認。
礫質土：3.00m,7.25mで確認。3.00m,7.25mで打撃貫入実施。
- 深度分布図
S-7号孔結果整理表とN_{sw},換算N値,qu深度分布図を表3-2-11、図3-2-14に示す。

表 3-2-11 S-7 号孔結果整理表(粘性土)

	埋土								
	上部(0.00～12.75m)			中部(12.75～14.00m)			下部(14.00m～)		
	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均
N s w	0.0	80.0	23.6	60.0	100.0	84.0	120.0	144.0	134.7
換算N値	0.7	7.0	4.1	6.0	8.0	7.2	9.0	10.2	9.7
qu	7.5	78.0	43.6	66.0	90.0	80.4	102.0	116.4	110.8

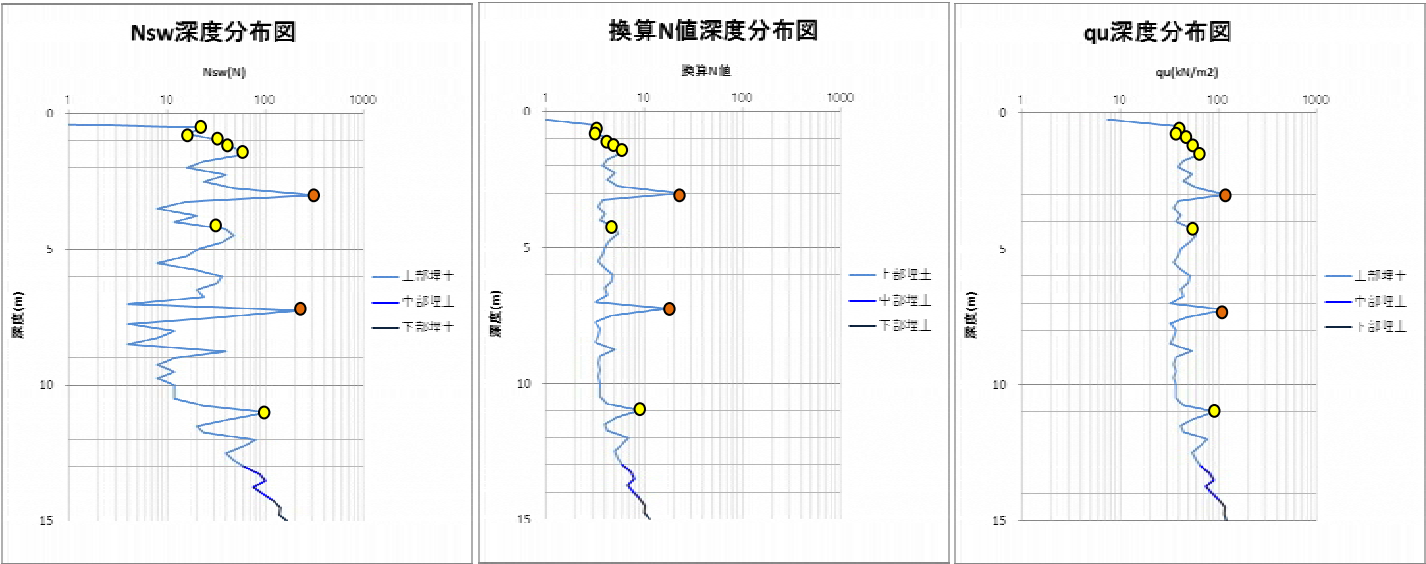


図 3-2-14 S-7 号孔 N_{sw}, 換算 N 値, qu 深度分布図

凡例	
●	礫質土
●	砂質土

4. 断面図の作成

4 - 1 土質構成

調査ボーリングとスウェーデン式サウンディング試験結果から調査地点の土質を上部埋土(F1), 中部埋土(F2), 下部埋土(F3), 魚沼層(U)の4層に区分し、各調査測線(5測線)の断面図を作成した。測線No.10と測線No.20については調査ボーリング結果のN値と土質状況、スウェーデン式サウンディング試験のN_{sw}の値から土質を区分した。スウェーデン式サウンディング試験のみ実施した、測線No.1、N測線No.5, 測線No.15については、N_{sw}の値から土質を区分した。

今回の調査地点は自然地盤ではなく人工的に埋られた埋土であるため、ボーリング調査結果では土質が不均質でN値にばらつきが大きい結果となった。人工的に埋られた埋土の土質を区分することは難しいため、今回は調査区間全体で実施したスウェーデン式サウンディング試験のN_{sw}値を用い、埋土を硬さによって区分した。自然地盤のように地層として区分するのは難しいため埋土の区分は $0 < N_{sw} \leq 50$, $50 < N_{sw} \leq 100$, $100 < N_{sw}$ に区分した。

4 - 1 - 1. 標準貫入試験

標準貫入試験結果より各埋土のN値をとりまとめる。今回の調査におけるN値整理表を表4-1-1に示す。

表 4-1-1 ボーリング調査結果のN値一覧表

土質区分				BV-1				BV-2				整理表			
				開始深度 (m)	終了深度 (m)	貫入長 (cm)	N値	開始深度 (m)	終了深度 (m)	貫入長 (cm)	N値	データ個数	最小値	最大値	平均値
埋土	上部	粘性土	F1-c	1.15	1.45	30	17	1.15	1.45	30	7	22	4	18	9.5
				2.15	2.45	30	18	3.15	3.45	30	10				
				3.15	3.45	30	9	4.15	4.45	30	4				
				4.15	4.45	30	12	6.15	6.45	30	5				
				5.15	5.45	30	8	7.15	7.45	30	4				
				6.15	6.45	30	16	8.15	8.45	30	11				
				7.15	7.45	30	6	9.15	9.45	30	7				
				8.15	8.45	30	6	-	-	-	-				
				9.15	9.45	30	14	-	-	-	-				
				12.15	12.45	30	13	-	-	-	-				
				14.15	14.45	30	7	-	-	-	-				
				15.15	15.45	30	6	-	-	-	-				
				16.15	16.45	30	10	-	-	-	-				
				17.15	17.45	30	9	-	-	-	-				
				18.15	18.45	30	10	-	-	-	-				
		砂質土	F1-s	10.15	10.45	30	26	2.15	2.45	30	10	7	8	26	13.1
				11.15	11.45	30	10	5.15	5.45	30	15				
				13.15	13.45	30	12	10.15	10.45	30	11				
				-	-	-	-	11.15	11.45	30	8				
	中部	粘性土	F2-c	19.15	19.45	30	12	12.15	12.45	30	20	5	5	20	12.6
				20.15	20.45	30	16	13.15	13.45	30	10				
				-	-	-	-	14.15	14.45	30	5				
	下部	粘性土	F3-c	-	-	-	-	15.15	15.45	30	15	4	8	17	13.3
				-	-	-	-	16.15	16.45	30	13				
				-	-	-	-	17.15	17.45	30	17				
				-	-	-	-	18.15	18.45	30	8				
		砂質土	F3-s	-	-	-	-	19.15	19.45	30	12	2	12	18	15.0
				-	-	-	-	20.15	20.45	30	18				

4 - 1 - 2 . スウェーデン式サウンディング試験

スウェーデン式サウンディング試験結果から得られた各埋土のN値をとりまとめる。表4-1-2にスウェーデン式サウンディング試験結果のN値一覧表を示す。なお、とりまとめに当たっては以下の点を補正した。

- ・ N値の算出は、標準偏差を利用してばらつきに対する補正を行った。

N値=平均値—(標準偏差/2) (回)

表 4-1-2 スウェーデン式サウンディング試験結果の N 値一覧表

地質区分				スウェーデン式サウンディングN値					
				データ個数	最小値	最大値	平均値	標準偏差	N値
埋 土	上 部	粘性土	F1-c	313	0.7	9.8	4.1	1.2	3.5
		礫質土	F1-g	12	3.8	111.3	18.5	28.6	4.1
		砂質土	F1-s	7	3.0	9.2	5.1	1.9	4.2
	中 部	粘性土	F2-c	27	5.6	12.2	7.3	1.4	6.6
		礫質土	F2-g	2	9.7	26.3	18.0	8.3	13.9
	下 部	粘性土	F3-c	31	8.0	15.8	9.5	1.4	8.8
		砂質土	F3-s	1	13.5	13.5	13.5	0.0	13.5
魚沼層		粘性土	U-c	12	12.4	14.8	14.1	0.7	13.7

4 - 1 - 3 . 土質区分

(1) 上部埋土 : F1

- ・ 主要土質 : シルト・砂質シルト
- ・ 標準貫入試験N値 : 最小～最大 / 平均値
 - 粘性土(F1-c) 4～18回 / 9.5回
 - 砂質土(F1-s) 8～26回 / 13.1回
- ・ スウェーデン式サウンディングN値 : 最小～最大/ N値
 - 粘性土(F1-c) 0.7～9.8回 / 4.1回
 - 砂質土(F1-s) 3.0～9.2回 / 5.1回
 - 礫質土(F1-g) 3.8～111.3回 / 18.5回
- ・ 厚さ : 7.0m～19.00m
- ・ 土相

調査地の表層を覆う埋土。全体的に粘性土(F1-c)を主体とし、砂質土(F1-s)、礫質土(F1-g)を不規則に混在する。粘性土は小礫や泥岩片を混入し、固結部も多い。部分的に腐植物を僅かに混入する。砂質土は細砂主体で細粒分を10～30%程度含む。微砂～中砂の混在もあり粒子不均一である。掘削確認最大礫径はBV-1号孔の4.8～4.9m間で確認した 100mm前後である。

(2) 中部埋土 : F2

- ・ 主要土質 : 固結シルト・シルト
- ・ 標準貫入試験N値 : 最小～最大 / 平均値
 - 粘性土(F2-c) 5～20回 / 12.6回
- ・ スウェーデン式サウンディングN値 : 最小～最大/ N値
 - 粘性土(F2-c) 5.6～12.2回 / 7.3回
 - 礫質土(F2-g) 9.7～26.3回 / 18.0回
- ・ 厚さ : 1.00m～2.55m
- ・ 土相

上部埋土の下位に分布する埋土。厚さは1.00～2.55mと薄い。粘性土(F2-c)を主体とし、測線No.5に礫質土(F2-g)を混入。礫質土はS-2号孔のみ確認されている。粘性土は固結シルトやシルトを主体とし、N値20回の非常に硬い部分もある。部分的に腐植物を僅かに混入する。掘削確認最大礫径はBV-2号孔の11.95m付近で確認した 70mm前後である。

(3) 下部埋土 : F3

- ・ 主要土質 : 固結シルト・岩片混じり固結シルト
- ・ 標準貫入試験N値 : 最小～最大 / 平均値
 - 粘性土(F3-c) 8～17回 / 13.3回
 - 砂質土(F3-s) 12～18回 / 15.0回
- ・ スウェーデン式サウンディングN値 : 最小～最大/ N値
 - 粘性土(F3-c) 8.0～15.8回 / 9.5回
 - 砂質土(F3-s) 13.5回 / 13.5回
- ・ 厚さ : 2.75m～5.95m以上
- ・ 土相

中部埋土の下位に分布する埋土。粘性土(F3-c)を主体とし、測線No.20のみ砂質土(F3-s)を混入する。粘性土は固結部が多く、腐植物や泥岩片を混入する。BV-2号孔で確認された砂質土は細粒分を30%程度含む細砂を主体とし、所々に 3mm程度の小礫を混入する粒子不均一の細砂である。掘削確認最大礫径はBV-2号孔の14.85m付近で確認した 20mm前後である。

(4) 魚沼層 : U-c

- ・ 主要土質 : 粘性土
- ・ スウェーデン式サウンディングN値 : 最小～最大/ N値
 - 粘性土(Uc) 12.4～12.8回 / 14.1回
- ・ 厚さ : 3.00m以上
- ・ 土相

測線No.15のみ確認。粘性土主体で、砂質土や礫質土は確認できなかった。

4 - 2 断面図について

断面図に見られる土質の特徴を列記する。

(1)調査縦断面図

- ・ 上部埋土(F1)は調査区間中心である BV-1 号孔で最も厚く分布し、お椀型の形状を成す。
- ・ 中部埋土(F2)は調査区間全体に薄く分布する。
- ・ 図 3-2-1 の埋土厚分布図によると S-5 号孔付近の埋土厚は 10～20m 付近に位置しているため、埋土厚分布図とも概ね整合が取れる。

(2)No.1 測線断面図

- ・ 5.75m まで自沈確認。
- ・ 埋土は上部が最も厚く、中部埋土(F2)は薄い。
- ・ 砂質土や礫質土の混入は確認できなかった。

(3)No.5 測線断面図

- ・ 6.25m まで自沈確認。
- ・ 礫質土を混入する。

(4)No.10 測線断面図

- ・ S-3 号孔では 5.00m まで自沈確認、S-4 号孔では 9.75m まで自沈確認。
- ・ 上部埋土が厚く堆積する。
- ・ S-3 号孔では部分的に N_{sw} 値が 100(回)付近まで上昇するが、S-4 号孔では全体的に N_{sw} 値が低い。
- ・ 礫質土と砂質土を混入する。

(5)No.15 測線断面図

- ・ 2.00m まで自沈確認。
- ・ 埋土は上部が最も厚く、中部埋土が最も薄い。
- ・ 砂質土や礫質土の混入は確認できなかった。
- ・ 12.00m からは N_{sw} 値が 200kN 以上出ており、魚沼層だと考えられる。

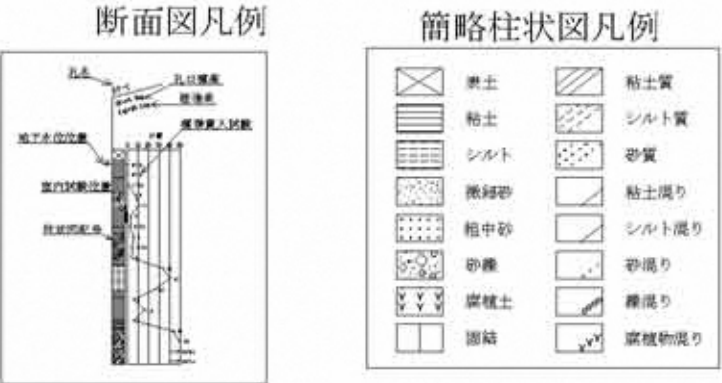
(5)No.20 測線断面図

- ・ S-6 号孔では 1.00m まで自沈確認、S-7 号孔では 0.25m まで自沈確認。
- ・ 埋土は上部が厚い。
- ・ 上部埋土(F1)は S-6 号孔で部分的に N_{sw} 値が 100(回)付近まで上昇するが、S-7 号孔では全体的に N_{sw} 値が低い。
- ・ 礫質土と砂質土を混入する。

以上より、作成した調査縦断面図と各測線の調査断面図を図 4-2-1～図 4-2-6 に示す。

公運補委第2号 長岡ニュータウン運動公園地質調査業務委託

調査縦断面図 Scale(A1)=1:500
Scale(A3)=1:1000



地質凡例区分

地質区分	地質記号	記事	
盛土	B		
埋土	上部	粘性土 F1-c	シルトと砂質シルトを主体とし、固結シルトや泥岩片混じりのシルト、腐植物を混入。厚さは概ね10m以上あるが、No.15側線で7mと薄い。N値は4～18回で平均N値は9.5回と硬質な粘性土である。
		砂質土 F1-s	粘性土を10～30%程度含むシルト質細砂を主体とする。歪円・歪角礫を少量混入する。厚さは0.6～2.5m程度と薄い。N値は8～26回で平均N値は13.1回の砂質土である。
		礫質土 F1-g	サウンディング試験でのみ確認された礫質土である。厚さは0.35～0.5m程度。サウンディング試験結果から換算されたN値は3.8～50回、平均値は18.5回の礫質土である。
	中部	粘性土 F2-c	固結シルトを主体とする。シルトや粘土を混入し、部分的に腐植物の混入も見られる。厚さは0.5～2.55m程度と薄い。N値は5～20回で平均N値は12.6回と硬質な粘性土である。
		礫質土 F2-g	サウンディング試験でのみ確認された礫質土である。厚さは0.44m程度。サウンディング試験結果から換算されたN値は9.7～26.3回、平均値は18回の礫質土である。
	下部	粘性土 F3-c	固結シルトを主体とし、岩片や腐植物を混入する。厚さは0.65～1.8m程度と薄い。N値は8～17回で平均N値は13.3回と硬質な粘性土である。
砂質土 F3-s		粘土分を30%程度含む。シルト質細砂を主体とする。所々に小礫を混入する。厚さは1.65m程度と薄い。N値は12～18回で平均N値は15回の砂質土である。	
魚沼層	粘性土 U-c	サウンディング試験でのみ確認された層で、魚沼層の粘性土層と考えられる。サウンディング試験結果から換算されたN値は12.4～14.8回、平均値は14.1回の硬質な粘性土層である。	

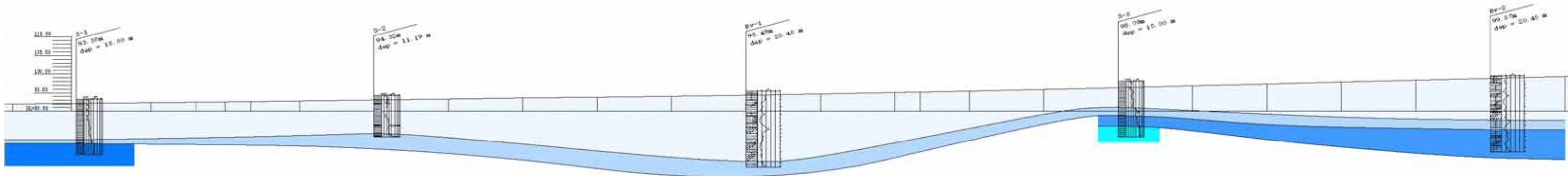
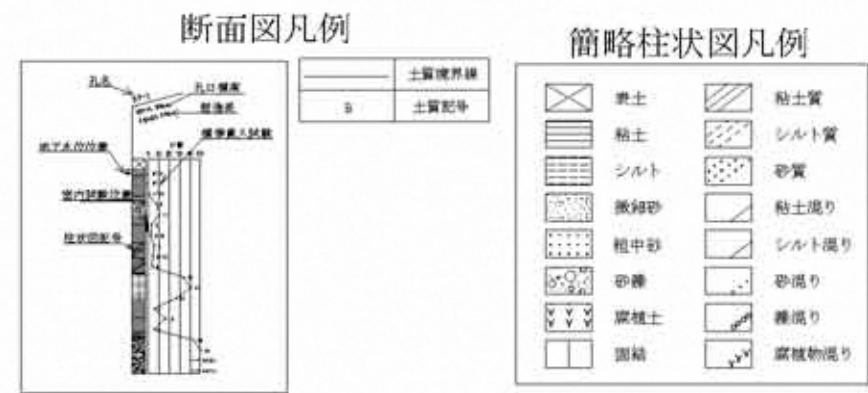


図 4-2-1 調査縦断面図 (scale=1:1000)

公運補委第2号 長岡ニュータウン運動公園地質調査業務委託
測線No.1調査断面図 縮尺1:200



地質凡例区分

地質区分	地質記号	記事
盛土	B	
埋土	上部	粘性土 F1-c シルトと砂質シルトを主体とし、固結シルトや泥岩片混じりのシルト、腐植物を混入。厚さは概ね10m以上あるが、No.15測線で7mと薄い。N値は4～18回で平均N値は9.5回と硬質な粘性土である。
		砂質土 F1-s 粘性土を10～30%程度含むシルト質細砂を主体とする。垂直・歪角線を少量混入する。厚さは0.6～2.5m程度と薄い。N値は8～26回で平均N値は13.1回の砂質土である。
	中部	硬質土 F1-g サウンディング試験でのみ確認された硬質土である。厚さは0.25～0.5m程度。サウンディング試験結果から換算されたN値は3.8～50回、平均値は18.5回の硬質土である。
		粘性土 F2-c 固結シルトを主体とする。シルトや粘土を混入し、部分的に腐植物の混入も見られる。厚さは0.5～2.55m程度と薄い。N値は5～20回で平均N値は12.6回と硬質な粘性土である。
	下部	硬質土 F2-g サウンディング試験でのみ確認された硬質土である。厚さは0.44m程度。サウンディング試験結果から換算されたN値は9.7～26.3回、平均値は18回の硬質土である。
		粘性土 F3-c 固結シルトを主体とし、岩片や腐植物を混入する。厚さは0.65～1.8m程度と薄い。N値は8～17回で平均N値は13.3回と硬質な粘性土である。
魚沼層	砂質土 F3-s	粘土分を30%程度含む、シルト質細砂を主体とする。所々に小礫を混入する。厚さは1.65m程度と薄い。N値は12～18回で平均N値は15回の砂質土である。
	粘性土 U1-c	サウンディング試験でのみ確認された層で、魚沼層の粘性土層と考えられる。サウンディング試験結果から換算されたN値は12.4～14.8回、平均値は14.1回の硬質な粘性土層である。

NO. 1
G#92.17

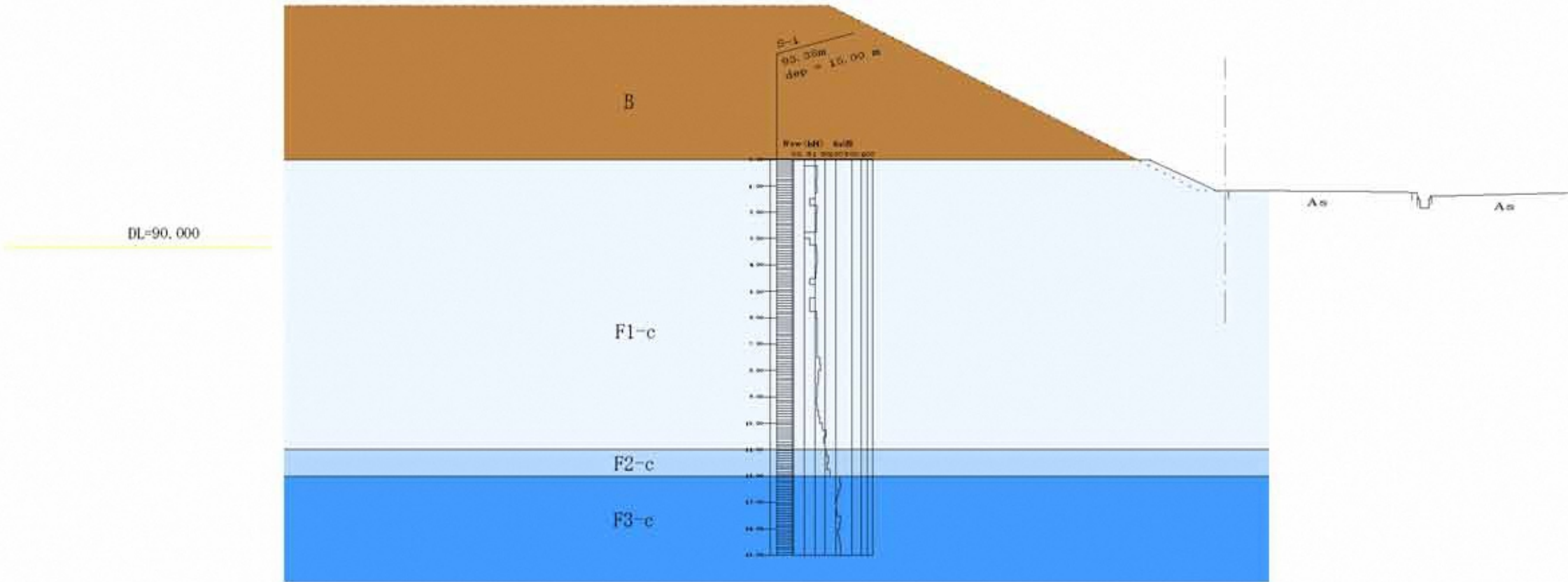
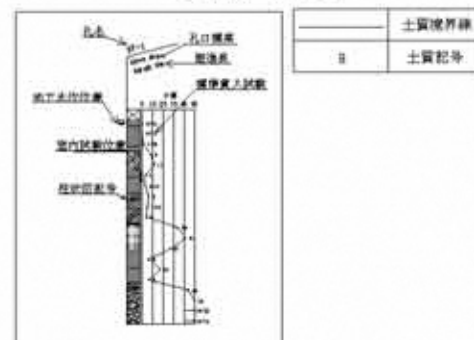


図 4-2-2 測線 No.1 調査断面図(scale=1:200)

公運補委第2号 長岡ニュータウン運動公園地質調査業務委託

測線No. 5調査断面図 縮尺1:200

断面図凡例



簡略柱状図凡例



地質凡例区分

地質区分		地質記号	記事
盛土		B	
埋土	上部	粘性土 F1-c	シルトと砂質シルトを主体とし、固結シルトや泥岩片混じりのシルト、腐植物を混入。厚さは概ね10m以上あるが、No. 15測線で7mと薄い。N値は4～18回で平均N値は9.5回と硬質な粘性土である。
		砂質土 F1-s	粘性土を10～30%程度含むシルト質細砂を主体とする。重円・重角礫を少量混入する。厚さは0.6～2.5m程度と薄い。N値は8～26回で平均N値は13.1回の砂質土である。
		礫質土 F1-g	サウンディング試験でのみ確認された礫質土である。厚さは0.25～0.5m程度。サウンディング試験結果から換算されたN値は3.8～50回、平均値は18.5回の礫質土である。
	中部	粘性土 F2-c	固結シルトを主体とする。シルトや粘土を混入し、部分的に腐植物の混入も見られる。厚さは0.5～2.55m程度と薄い。N値は5～20回で平均N値は12.6回と硬質な粘性土である。
		礫質土 F2-g	サウンディング試験でのみ確認された礫質土である。厚さは0.44m程度。サウンディング試験結果から換算されたN値は9.7～26.3回、平均値は18回の礫質土である。
	下部	粘性土 F3-c	固結シルトを主体とし、岩片や腐植物を混入する。厚さは0.65～1.8m程度と薄い。N値は8～17回で平均N値は13.3回と硬質な粘性土である。
		砂質土 F3-s	粘土分を30%程度含む。シルト質細砂を主体とする。所々に小礫を混入する。厚さは1.65m程度と薄い。N値は12～18回で平均N値は15回の砂質土である。
魚沼層	粘性土 U-c	サウンディング試験でのみ確認された層で、魚沼層の粘性土層と推定される。サウンディング試験結果から換算されたN値は12.4～14.8回、平均値は14.1回の硬質な粘性土層である。	

NO. 5

GP=93.11

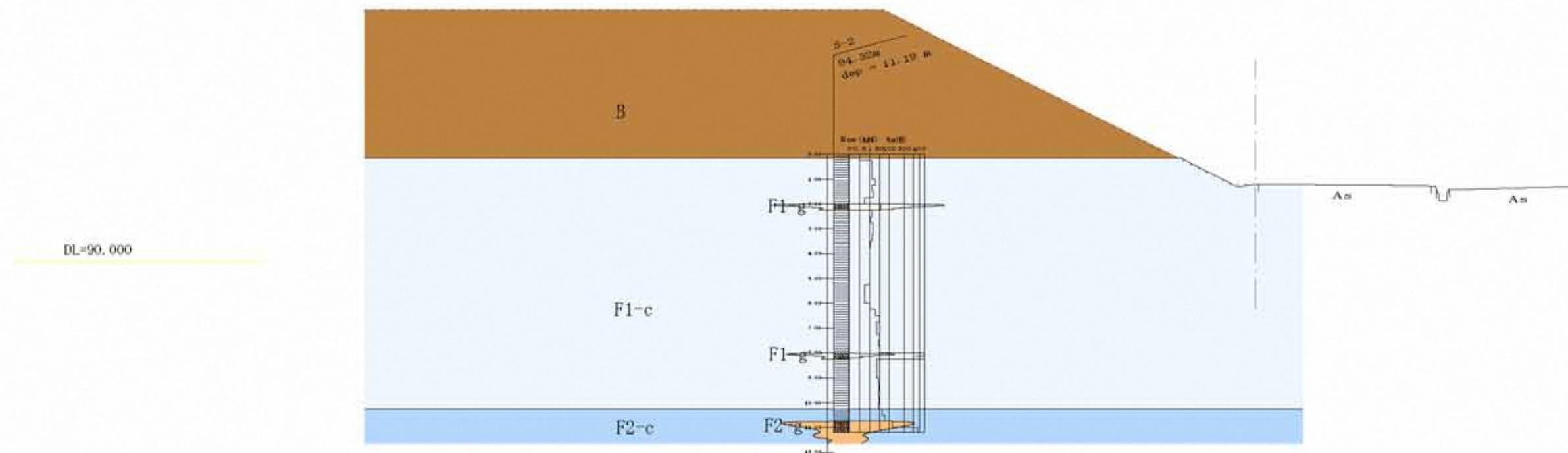
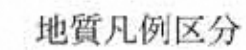


図 4-2-3 測線 No.5 調査断面図(scale=1:200)

測線No. 10調査断面図 縮尺1:200



地質区分		地質記号	記事
塵土		B	
埋土	上部	粘性土 F1-c	シルトと砂質シルトを主体とし、固結シルトや泥岩片混じりのシルト、腐植物を混入。厚さは概ね10m以上あるが、No.15測線で7mと薄い。N値は4～18回で平均N値は9.5回と硬質な粘性土である。
		砂質土 F1-s	粘性土を10～30%程度含むシルト質細砂を主体とする。歪角・歪角線を少量混入する。厚さは0.6～2.5m程度と薄い。N値は8～26回で平均N値は13.1回の砂質土である。
		礫質土 F1-g	サウンディング試験でのみ確認された礫質土である。厚さは0.25～0.5m程度。サウンディング試験結果から換算されたN値は3.8～30回、平均値は18.5回の礫質土である。
	中部	粘性土 F2-c	固結シルトを主体とする。シルトや粘土を混入し、部分的に腐植物の混入も見られる。厚さは0.5～2.55m程度と薄い。N値は25～20回で平均N値は12.6回と硬質な粘性土である。
		礫質土 F2-g	サウンディング試験でのみ確認された礫質土である。厚さは0.44m程度。サウンディング試験結果から換算されたN値は9.7～26.3回、平均値は18回の礫質土である。
	下部	粘性土 F3-c	固結シルトを主体とし、岩片や腐植物を混入する。厚さは0.65～1.8m程度と薄い。N値は8～17回で平均N値は13.3回と硬質な粘性土である。
砂質土 F3-s		粘土分を30%程度含む、シルト質細砂を主体とする。所々に小礫を混入する。厚さは1.65m程度と薄い。N値は12～18回で平均N値は15回の砂質土である。	
魚屑層	粘性土 U-c	サウンディング試験でのみ確認された層で、魚屑層の粘性土層と推定される。サウンディング試験結果から換算されたN値は12.4～14.8回、平均値は14.1回の硬質な粘性土層である。	

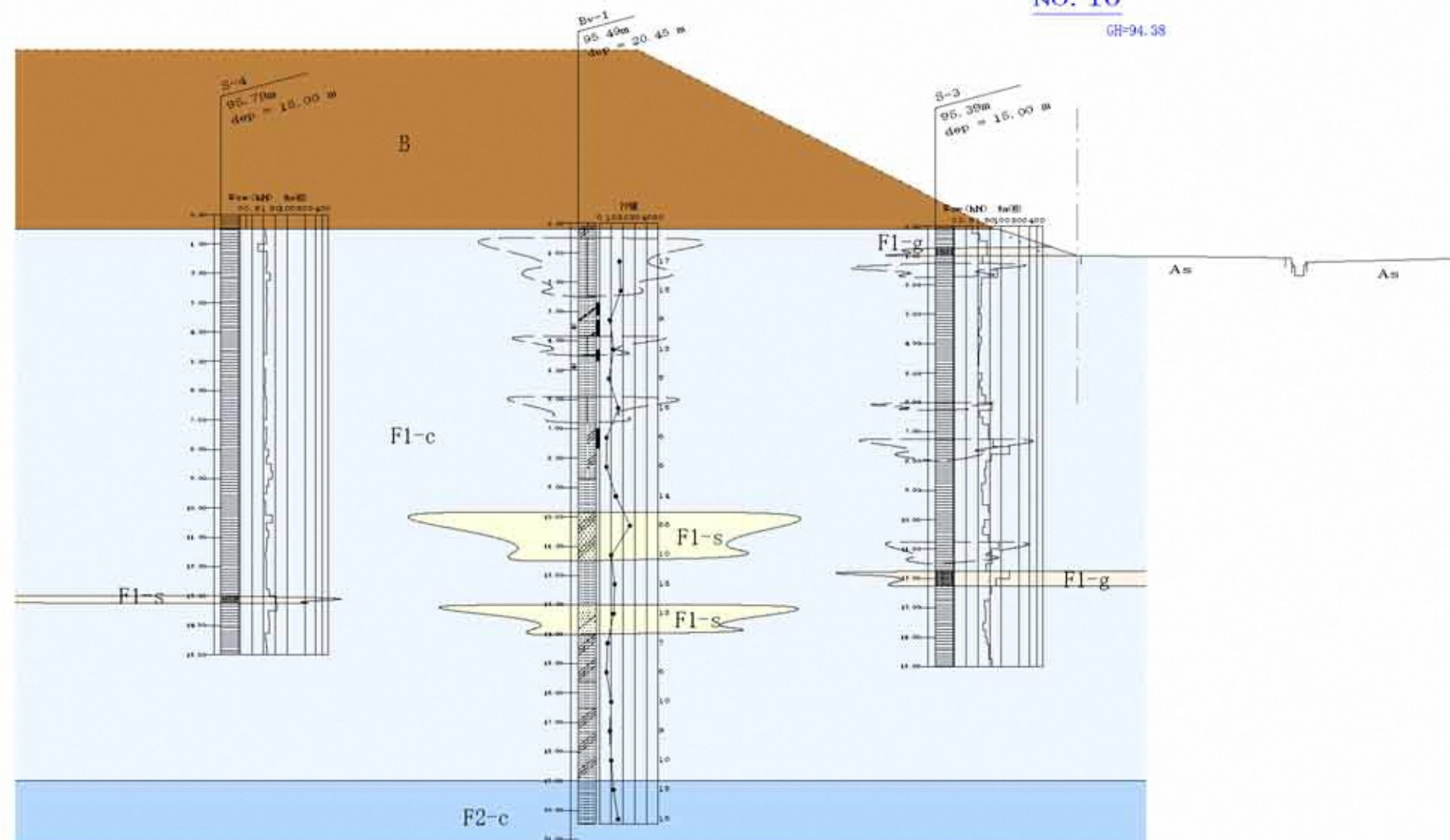
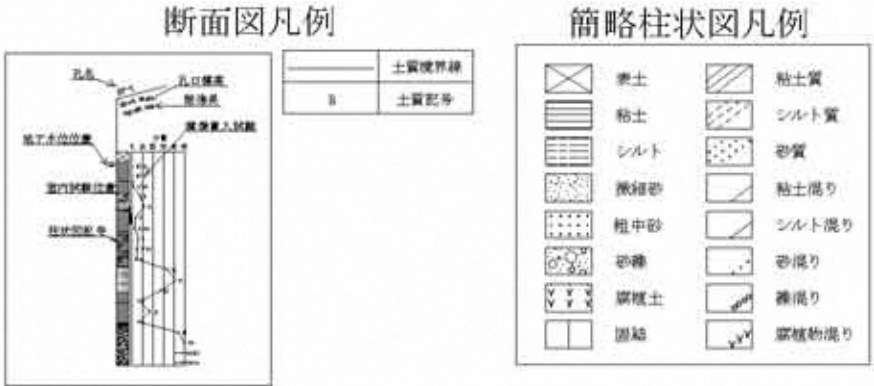


図 4-2-4 測線 No.10 調査断面図(scale=1:200)



地質凡例区分

地質区分	地質記号	記事
盛土	B	
埋土 上部	粘性土 F1-c	シルトと砂質シルトを主体とし、固結シルトや泥岩片混じりのシルト、腐植物を混入。厚さは概ね10m以上あるが、No.15測線で7mと薄い。N値は4~18回で平均N値は9.5回と硬質な粘性土である。
	砂質土 F1-s	粘性土を10~30%程度含むシルト質細砂を主体とする。垂円・歪角礫を少量混入する。厚さは0.6~2.6m程度と薄い。N値は8~26回で平均N値は13.1回の砂質土である。
	礫質土 F1-g	サウンディング試験でのみ確認された礫質土である。厚さは0.25~0.6m程度。サウンディング試験結果から換算されたN値は3.8~50回、平均値は18.5回の礫質土である。
埋土 中部	粘性土 F2-c	固結シルトを主体とする。シルトや粘土を混入し、部分的に腐植物の混入も見られる。厚さは0.5~2.55m程度と薄い。N値は5~20回で平均N値は12.6回と硬質な粘性土である。
	礫質土 F2-g	サウンディング試験でのみ確認された礫質土である。厚さは0.44m程度。サウンディング試験結果から換算されたN値は9.7~26.3回、平均値は18回の礫質土である。
	粘性土 F3-c	固結シルトを主体とし、岩片や腐植物を混入する。厚さは0.65~1.8m程度と薄い。N値は8~17回で平均N値は13.3回と硬質な粘性土である。
埋土 下部	砂質土 F3-s	粘土分を30%程度含む。シルト質細砂を主体とする。所々に小礫を混入する。厚さは1.65m程度と薄い。N値は12~18回で平均N値は15回の砂質土である。
	粘性土 U-c	サウンディング試験でのみ確認された層で、魚沼層の粘性土層と考えられる。サウンディング試験結果から換算されたN値は12.4~14.8回、平均値は14.1回の硬質な粘性土層である。

NO. 15

GH=96.36

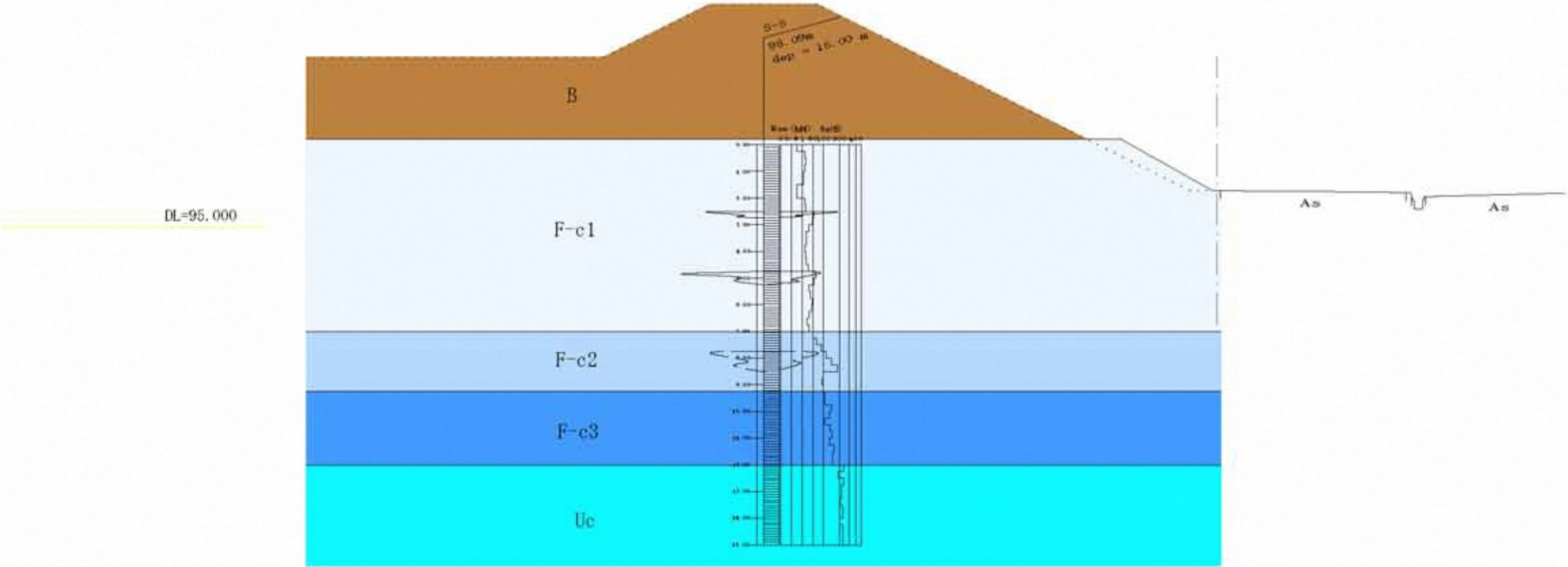
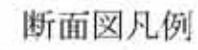


図 4-2-5 測線 No.15 調査断面図(scale=1:200)

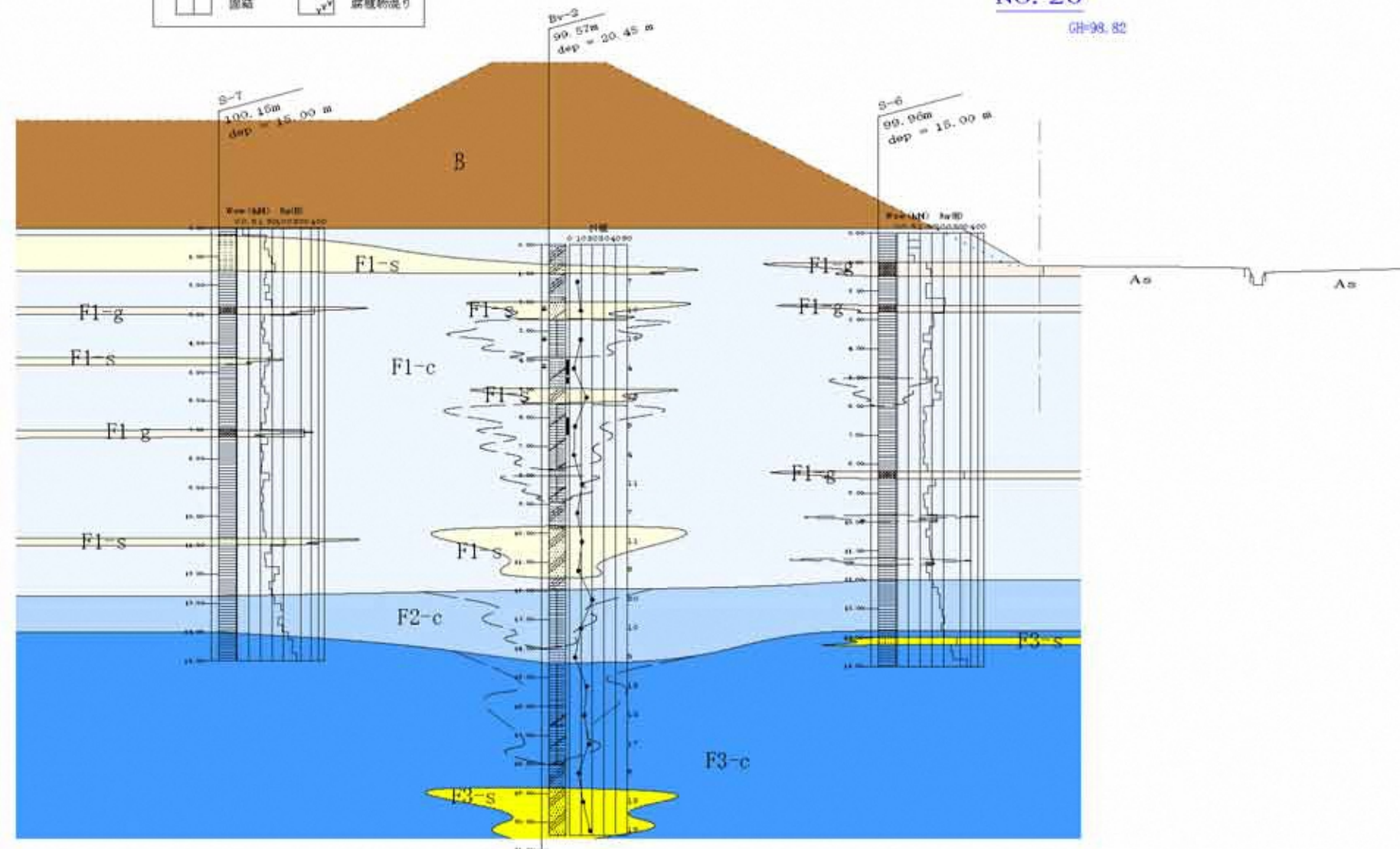
測線No. 20調査断面図 縮尺1:200



_____	土質境界線
日	土質記号

簡略柱状図凡例

	表土		粘土質
	粘土		シルト質
	シルト		砂質
	微細砂		粘土混り
	粗中砂		シルト混り
	砂礫		砂混り
	重粘土		雑混り
	圃場		腐植物混り



地質凡例区分

地質区分		地質記号	記事
盛土		B	
埋土	上部	粘性土 F1-c	シルトと砂質シルトを主体とし、固結シルトや泥岩片混じりのシルト、腐植物を混入。厚さは概ね10m以上あるが、No.15開削で7mと薄い。N値は4~18回で平均N値は9.8回と硬質な粘性土である。
		砂質土 F1-s	粘性土を10~30%程度含むシルト質細砂を主体とする。亜円・亜角礫を少量混入する。厚さは0.6~2.6m程と薄い。N値は8~26回で平均N値は13.1回の砂質土である。
		礫質土 F1-g	サウンディング試験でのみ確認された礫質土である。厚さは0.25~0.5m程度。サウンディング試験結果から換算されたN値は3.8~50回、平均値は18.9回の礫質土である。
	中部	粘性土 F2-c	固結シルトを主体とする。シルトや粘土を混入し、部分的に腐植物の混入も見られる。厚さは2.0.5~2.55m程度と薄い。N値は25~20回で平均N値は12.6回と硬質な粘性土である。
		礫質土 F2-g	サウンディング試験でのみ確認された礫質土である。厚さは0.44m程度。サウンディング試験結果から換算されたN値は9.7~26.3回、平均値は18回の礫質土である。
	下部	粘性土 F3-c	固結シルトを主体とし、岩片や腐植物を混入する。厚さは0.65~1.8m程度と薄い。N値は8~17回で平均N値は13.3回と硬質な粘性土である。
魚沼層	砂質土 F3-s	粘土分を30%程度含む、シルト質細砂を主体とする。所々に小礫を混入する。厚さは1.65m程度と薄い。N値は12~18回で平均N値は15回の砂質土である。	
	粘性土 U-c	サウンディング試験でのみ確認された層で、魚沼層の粘性土層と推定される。サウンディング試験結果から換算されたN値は12.4~14.8回、平均値は14.1回の硬質な粘性土層である。	

NO. 20

GH=98.82

図 4-2-6 測線 No.20 調査断面図(scale=1:200)

5. 室内土質試験結果

室内土質試験は上部埋土を対象にサンプリング採取した乱れの少ない試料(試料番号の頭文字が「T」の試料)と、盛土材料の乱した試料(試料番号の頭文字が「B」の試料)に対して行った。盛土材料(B)については、突固めによる土の締固め試験から盛土管理基準である締固め度 90%に密度調整した供試体を用いて土質試験を実施した。

本調査に用いたサンプラー(固定ピストン式シンウォールサンプラー)は通常 N 値 0~4 程度の粘性土を対象とするが、今回の調査では以下に示す条件の下サンプリングを実施した。


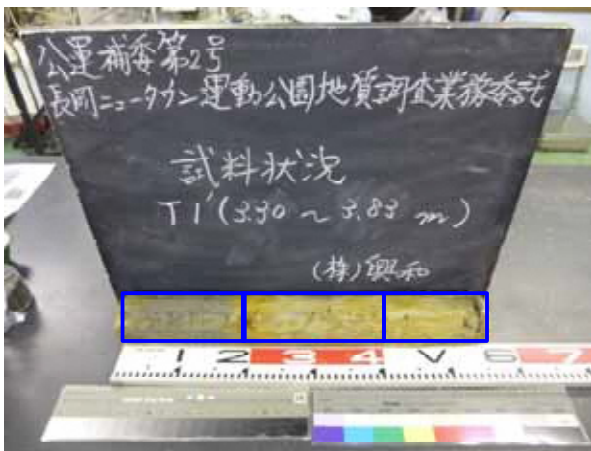
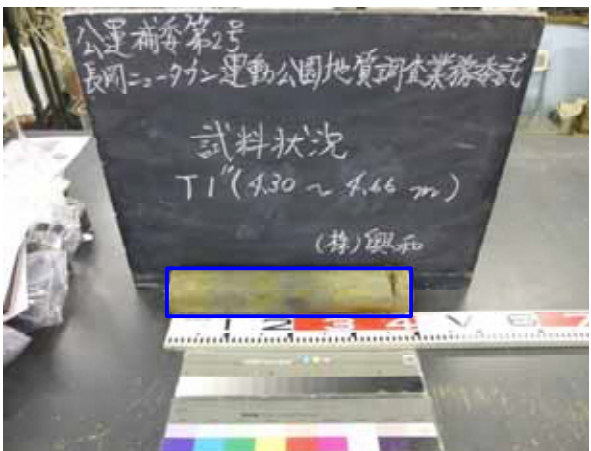
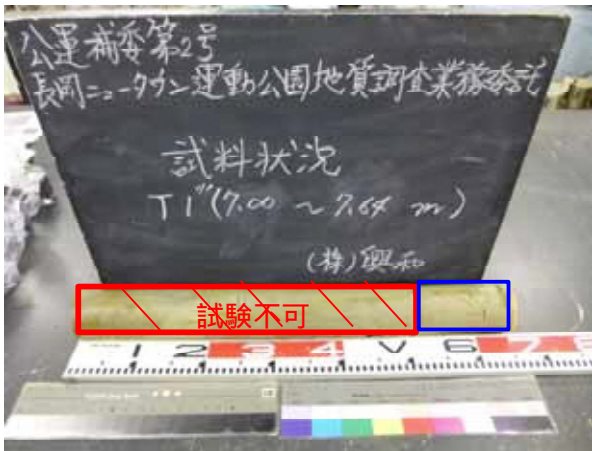
サンプリング対象の埋土は最小 N 値 4 回、最大 N 値 18 回、平均 N 値 9.5 回と軟質な粘性土と硬質な粘性土が混在する土質であった。

サンプラー貫入時に硬質な粘性土に当たった場合はサンプリングを終了させ、別深度で再度サンプリングを行った。

人工的な埋土のため、砂質土や粘性土が不規則に混在する非常に不均質な土質であった。

以上から粘性土と砂質土が混在する試料で土質試験を実施していることを念頭に置き、試験結果を整理する。表 5-1-1 に採取試料と試験項目、表 5-1-2 に室内土質試験結果を示す。なお、室内土質試験結果の詳細は巻末試料に付す。図 5-1-1 に盛土材料試料採取位置を示す。

表 5-1-1 採取試料と試験項目

試験項目		T1-1	T1-2	T1-3	T1-4
深度		2.70m～3.12m	3.30m～3.83m	4.30m～4.66m	7.51m～7.64m
中心深度		2.91m	3.57m	4.48m	7.58m
実施試験		三軸圧縮試験(UU)+物理試験	三軸圧縮試験(UU)+物理試験	三軸圧縮試験(CUber)+物理試験	圧密試験
		-	三軸圧縮試験(CUber)+物理試験	-	-
		-	室内透水試験	-	-
試料写真					

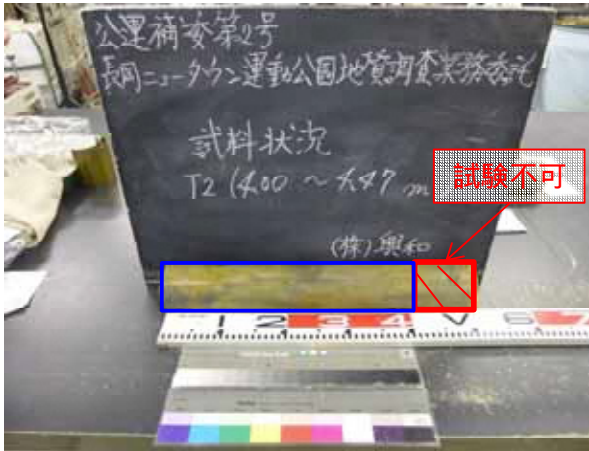
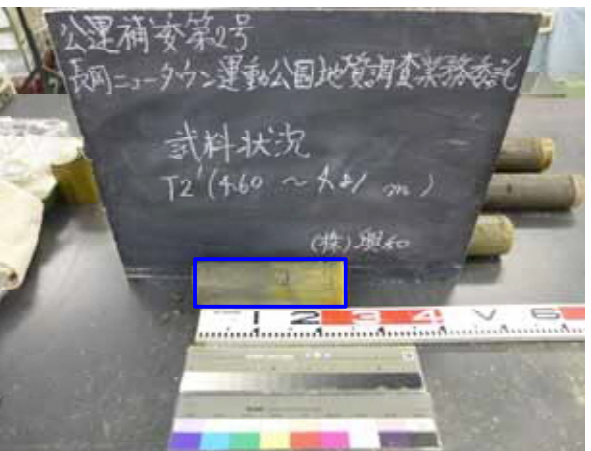
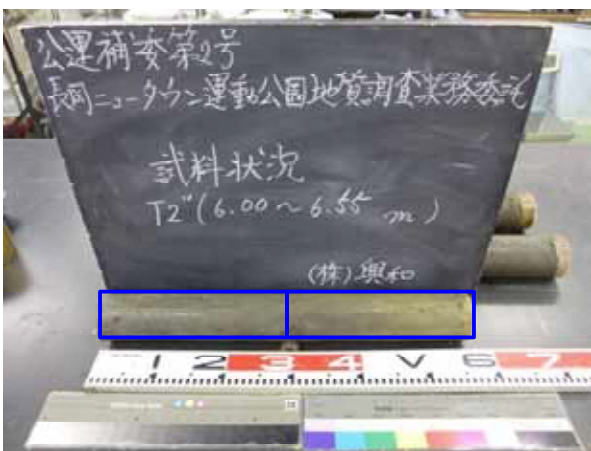
試験項目		T2-1	T2-2	T2-3	
深度		4.00m～4.41m	4.60m～4.81m	6.00m～6.55m	
中心深度		4.05m	4.71m	6.28m	
実施試験		三軸圧縮試験(CUber)	三軸圧縮試験(CUber)	物理試験	
		-	-	室内透水試験	
		-	-		
試料写真					試験不可の箇所については試料が硬質、又は乱れていたため試験を行えなかった部分。

表 5-1-2 室内土質試験結果一覧

試料番号			T1	T2	B1			
土層			F1-c	F1-c	B			
一般	湿潤密度	ρ_t (g/cm ³)	1.83	1.87	-			
	乾燥密度	ρ_d (g/cm ³)	1.35	1.40	-			
	土粒子の密度	ρ_s (g/cm ³)	2.62	2.69	2.69			
	自然含水比	W_n (%)	35.6	33.8	33.6			
	間隙比	e	0.94	0.94	-			
	飽和度	S_r (%)	99.0	97.30	-			
粒度	礫分(2 ~ 75mm)		(%)	12.8	25.2	3.1		
	砂分(75μm ~ 2mm)		(%)	34.9	10.9	47.3		
	シルト分(5 ~ 75μm)		(%)	35.3	41.6	31.6		
	粘土分(5μm未満)		(%)	17.0	22.3	18.0		
	最大粒径		mm	26.5	19	19		
	均等係数		U_c	80.67	-	-		
	曲率係数		U_c'	1.46	-	-		
	50%粒径		D50	mm	0.0655	0.0368	0.0770	
	20%粒径		D20	mm	0.0070	0.0035	0.0063	
10%粒径		D10	mm	0.0015	-	-		
コンシ ンシ 特性 テ	液性限界	W_L (%)	57.7	53.5	51.1			
	塑性限界	W_p (%)	30.2	31.2	30.5			
	塑性指数	I_p (%)	27.5	22.3	20.6			
分類	地盤材料の分類名		礫まじり砂質シル		砂まじり礫質シル	粘性土質砂		
	分類記号		(MHS-G)		(MHG-S)	(SCs)		
圧密	試験方法		段階載荷		-	-		
	圧縮指数	C_c	0.224		-	-		
	圧密降伏応力	P_c (kN/m ²)	497.0		-	-		
締固め	試験方法		-		-	A-c		
	最大乾燥密度	d_{max} (g/cm ³)	-		-	1.450		
	最適含水比	W_{opt} %	-		-	27.7		
コン ン 指 数	突き固め回数		回/層		-	25.0		
	コーン指数		q_c (kN/m ²)	-		-	763.9	
せん断	試験条件		UU	Cuber	-	Cuber	UU	Cuber
	全応力	C (kN/m2)	146.5	-	-	-	24.5	-
		(°)	0.0	-	-	-	2.3	-
	有効応力	C' cu(kN/m2)	-	3.6	-	22.5	-	3.2
'cu (°)		-	34.6	-	33.9	-	32.9	
透水	透水試験方位		変水位		変水位		変水位	
	透水係数 K_{15} m/s		1.41E-08		7.86E-09		9.74E-09	

は算出する際に必要な有効粒径が求められなかった。

縮尺 1:2,000 (A3)

長岡市陽光台5丁目地内



図 5-1-1 盛土材料試料採取位置(scale:1:2000)

平成 25 年度		公道交		第 1 号	
緑 長岡 町 地 長岡 市 野村		陽光台5丁目 地内			
長岡ニュータウン運動公園第2期整備区域造成工事					
造成計画平面図					
縮尺	1:1,000(4倍)		図面全	3 葉の 1	
測量			年 月 日	主 任 技 師	
設計			年 月 日	主 任 技 師	
長岡市都市整備部公園緑地課					

(1) 土粒子の密度 (ρ_s)

粘性土の一般的な土粒子の密度は、 $\rho_s=2.65(\text{g}/\text{cm}^3)$ を境にしてこれより小さい場合は有機物を多く含み、大きい場合は重鉱物類を多く含むとされる。一方で砂質土は $\rho_s=2.6\sim2.8(\text{g}/\text{cm}^3)$ 程度の値を示す。主な鉱物と土粒子の密度の例を以下の表5-1-3に示す。

本調査の試験結果から、調査地点の上部埋土 (F1)は $\rho_s=2.62\sim2.69(\text{g}/\text{cm}^3)$ 、盛土材料 (B)は $2.69(\text{g}/\text{cm}^3)$ となり、沖積・洪積粘性土の中間値と同程度の値が得られた。土粒子の密度一覧表を表5-1-4に示す。

表 5-1-3 主な鉱物と土粒子の密度の例

鉱物名	密度 $\rho_s(\text{g}/\text{cm}^3)$	土質名	密度 $\rho_s(\text{g}/\text{cm}^3)$
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
雲母	2.7～3.2	沖積粘性土	2.50～2.75
角閃石	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	1.8～2.4
モンモリロナイト	2.0～2.4	黒ぼく	2.3～2.6

(社)地盤工学会：地盤調査の方法と解説, p.101,2009

表 5-1-4 土粒子の密度一覧表

地質区分	試料番号	土粒子の密度 $\rho_s(\text{g}/\text{cm}^3)$	平均値
B	B1	2.69	2.69
F1	T1	2.62	2.66
	T2	2.69	

(2) 自然含水比 (W_n)

自然含水比は、土質に応じておおよその範囲が示されている。土の密度のおおよその範囲を表5-1-5に示す。

本調査の試験結果から得た上部埋土 (F1)の含水比は $W_n=26.9 \sim 40.2(\%)$ となり、腐植物や砂分の影響を受けて大小ばらつくが、概ね洪積粘性土の範囲の数値を示す結果となった。盛土材料(B)は $W_n=33.5 \sim 33.7(\%)$ という値が得られ、中積・洪積粘性土の範囲の数値を示す結果となった。土質試験結果より得た含水比一覧表を表5-1-6に示す。

表 5-1-5 我国における土の密度のおおよその範囲

	沖 積 層		洪積層 粘性土	関 東 ローム	高有機 質 土
	粘性土	砂質土			
湿潤密度 ρ_t (g/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 ρ_d (g/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

(社)地盤工学会,地盤調査の方法と解説, , p.181, 2009

表 5-1-6 含水比一覧表

地質区分	試料番号	含水比 Wn (%)									平均値
		湿潤密度試験			土の三軸圧縮試験						
					UU			CUbar			
B	B1	-	-	-	33.6	33.7	33.5	33.5	33.6	33.7	33.6
F1	T1	39.7	30.1	36.9	-	-	-	-	-	-	34.7
	T2	40.2	26.9	34.4	-	-	-	-	-	-	

(3) 湿潤密度(ρ_t)、乾燥密度(ρ_d)

湿潤密度と乾燥密度は、含水比同様に土質に応じて前表5-1-5におおよその範囲が示されている。

本調査の試験結果から得た湿潤密度は、上部埋土 (F1)で $\rho_t=1.774 \sim 1.940(\text{g}/\text{cm}^3)$ 、盛土材料 (B)は $\rho_t=1.741 \sim 1.745(\text{g}/\text{cm}^3)$ となり、洪積粘性土や沖積砂質土の一般的な範囲内の数値を示す結果となった。

一方、乾燥密度では上部埋土 (F1)で $\rho_d=1.265 \sim 1.529(\text{g}/\text{cm}^3)$ 盛土材料(B)で $\rho_d=1.303 \sim 1.307(\text{g}/\text{cm}^3)$ となり、洪積粘性土や沖積砂質土の一般的な範囲内の数値を示す結果となった。土質試験結果より得た湿潤密度と乾燥密度の一覧表を表5-1-7と表5-1-8に示す。

表 5-1-7 湿潤密度の一覧表

地質区分	試料番号	湿潤密度 t (g/cm ³)									平均値
		湿潤密度試験			土の三軸圧縮試験						
					UU			CUbar			
B	B1	-	-	-	1.745	1.741	1.745	1.744	1.743	1.743	1.744
F1	T1	1.779	1.903	1.814	-	-	-	-	-	-	1.849
	T2	1.774	1.940	1.882	-	-	-	-	-	-	

表 5-1-8 乾燥密度の一覧表

地質区分	試料番号	乾燥密度 $\rho_d(\text{g}/\text{cm}^3)$									平均値
		湿潤密度試験			土の三軸試験						
					UU			CUbar			
B	B1	-	-	-	1.307	1.303	1.305	1.305	1.304	1.306	1.305
F1	T1	1.273	1.463	1.325	-	-	-	-	-	-	1.376
	T2	1.265	1.529	1.400	-	-	-	-	-	-	

(4) 間隙比(e)

間隙比は土中の間隙体積と土粒子との体積比であり、土中の間隙比は小さく、腐植物を含むと大きくなる傾向がある。

本調査の試験結果から得た間隙比は、上部埋土 (F1) で $e=0.759 \sim 1.126\%$ 、盛土材料(B)は $e=1.058 \sim 1.064\%$ となり、1.0%前後の値が得られた。土質試験結果より得た間隙比の一覧表を表5-1-9に示す。

表 5-1-9 間隙比一覧表

地質区分	間隙比 e(%)									平均値
	湿潤密度試験			土の三軸圧縮試験						
				UU			CUbar			
B	-	-	-	1.058	1.064	1.061	1.061	1.063	1.060	1.061
F1	1.058	0.791	0.977	-	-	-	-	-	-	0.939
	1.126	0.759	0.921	-	-	-	-	-	-	

(5) 粒度分布

粒度試験より得られる粒度組成図を図5-1-2に示す。上部埋土 (F1)は細粒分が52.3～63.9%と半分以上を占め、粘土分を17.0～22.3%、シルト分を35.3～41.6%含む。一方、粗粒分の含有量は、36.1～47.7%含み、砂分を10.9～30.5%、礫分を12.8～25.2%程度含む。砂分の含有量に若干ばらつきがある。

盛土材料(B)については粗粒分を50.4%、細粒分を49.6%含み、細粒分と粗粒分の含有量が同程度の土である。細粒分の含有量は粘土分が18.0%、シルト分が31.6%となっており、シルト分が半分以上を占める。一方、粗粒分は砂分を47.3%、礫分を3.1%混入し、砂分が多い土である。

粒径加積曲線図5-1-3に示す。上部埋土 (F1)と盛土材料(B)の粒径加積曲線は、横長の曲線であり、粒度が広い範囲にわたって分布する粒度分布の良い土である。

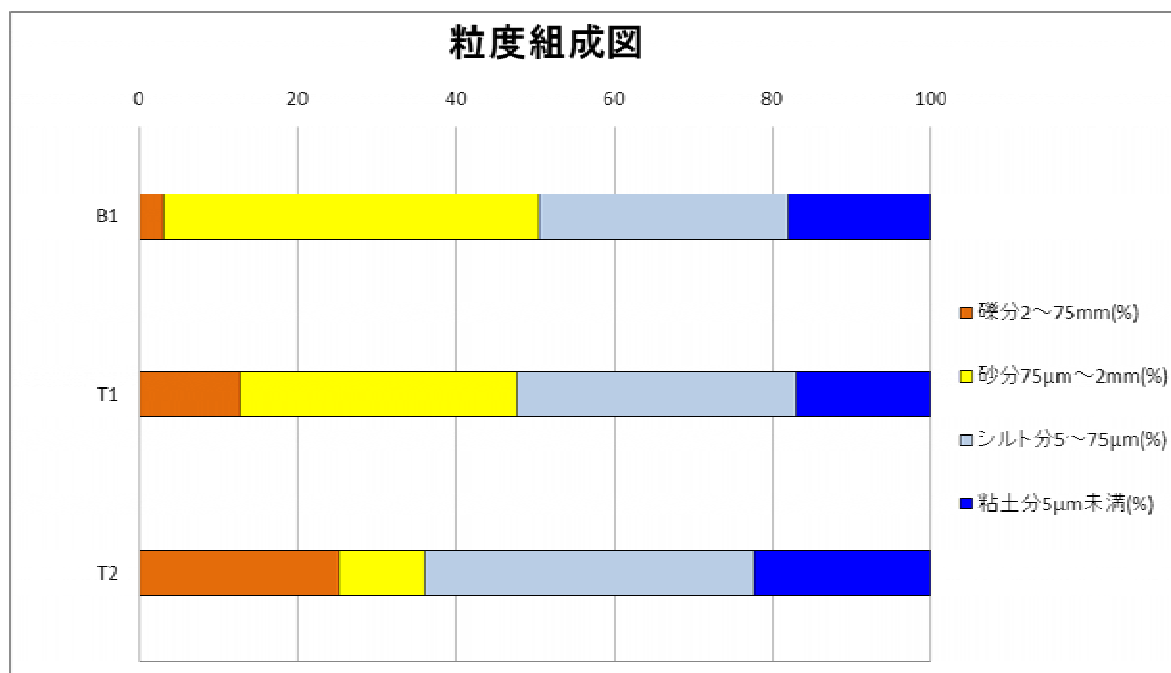


図 5-1-2 粒度試験結果

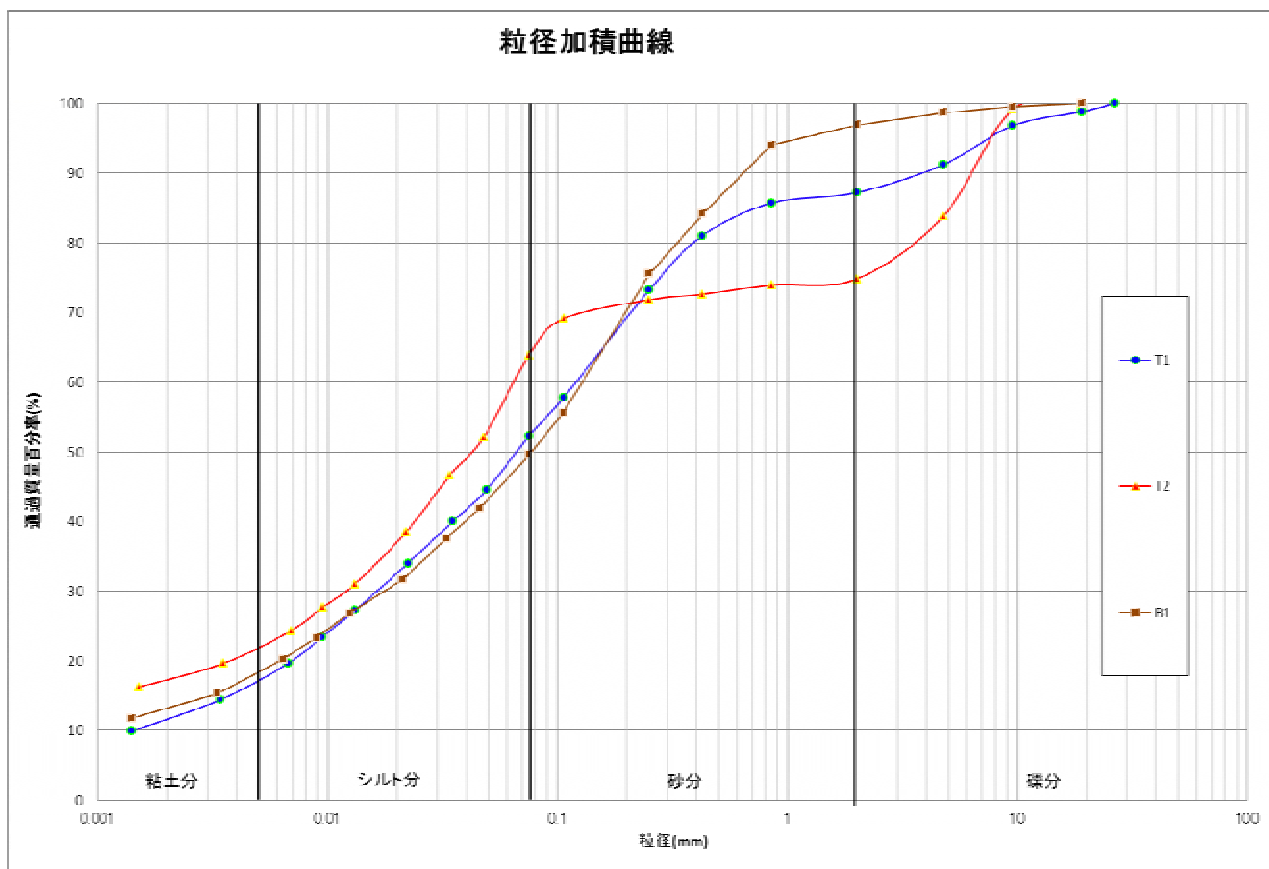


図 5-1-3 粒経加積曲線

(6) コンシステンシー特性

同じ土でも含水量の変化によって土の変形・抵抗などに相違が生じる。この性質をコンシステンシーと呼ぶ。コンシステンシーの変化による土の状態は、図5-1-5のように収縮・塑性・液性の各限界から成り立っている。これらの限界をコンシステンシー限界と呼ぶ。

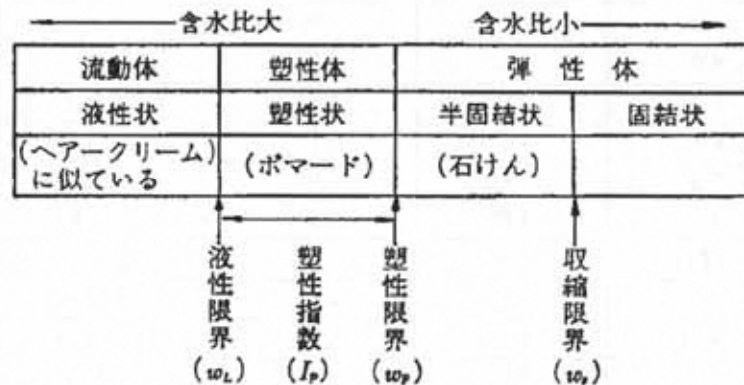


図 5-1-4 コンシステンシーの変化による土の状態

ここで現況の自然含水比と液性限界、塑性指数との関係から求まるコンシステンシー指数 I_c は、粘性土の相対的な硬さなり安定度を意味し、下式で求められる。

$$I_c = \frac{W_L - W_n}{I_p}$$

I_c 1.0の場合は自然含水比が塑性限界に近く、比較的安定な状態にあることを意味し、 $I_c=0$ の場合には自然含水比が液性限界に近く、乱せば液状を呈する不安定な粘性土であることを意味する。また、 $I_c < 0$ の場合は液性限界より自然含水比が大きく、極めて鋭敏で不安定な粘性土に位置づけられる。

上部埋土 (F1)は $I_c=0.80 \sim 0.88$ となりやや安定を示す。盛土材料(B)も $I_c=0.85$ となりやや安定と評価される。表5-1-10に液性限界・塑性限界試験結果一覧表を示す。

表 5-1-10 液性限界・塑性限界試験結果一覧表

地質区分	試料番号	液性限界 W_L (%)	塑性限界 W_P (%)	塑性指数 I_P (%)	自然含水比 W_n (%)	コンシステンシー 指数 I_c
B	B1	51.1	30.5	20.6	33.6	0.85
F1	T1	57.7	30.2	27.5	35.6	0.80
	T2	53.5	31.2	22.3	33.8	0.88

(7) せん断強度

本調査では上部埋土(F1)と盛土材料(B)を対象に、UU 試験(土の非圧密非排水)と CÜber 試験(土の圧密非排水)を実施した。一般的に UU 試験は飽和した粘性土地盤の盛土直後の安定問題や基礎の支持力度の照査等を検討したい場合に実施される。CÜber 試験は飽和した粘性土地盤の圧密完了後の長期的な安定問題を検討したい場合に実施される試験である。T2 の試料に関しては、サンプリング試料が硬質で土質試験に使用できる範囲が限られていたため、三軸圧縮試験は長期的な安定検討のための CÜber 試験のみ実施した。

表5-1-11に三軸圧縮試験(UU)の試験結果一覧表を示す。UU試験では、上部埋土(F1)の粘着力が $c=146.5(\text{kN/m}^2)$ 、内部摩擦角が $\phi=0.0(^{\circ})$ 。盛土材料(B)では粘着力が $c=24.5(\text{kN/m}^2)$ 、内部摩擦角が $\phi=2.3(^{\circ})$ という値が得られた。

表5-1-12に三軸圧縮試験(CÜber)の一覧表を示す。CÜber試験では、上部埋土(F1)の粘着力が $c=3.6\sim 22.5(\text{kN/m}^2)$ 、内部摩擦角が $\phi=32.9\sim 33.9(^{\circ})$ という値が得られた。粘着力はT1とT2で差があるが、内部摩擦角は概ね $30(^{\circ})$ 前後で同程度の値となった。盛土材料(B)では粘着力が $c=3.2(\text{kN/m}^2)$ 、内部摩擦角が $\phi=32.9(^{\circ})$ という値が得られた。

UU試験とCÜber試験の結果を比較すると、粘着力の値に差が出ている。埋土の土質は非常に不均質であり、上部埋土(F1)の中でも土質性状は大きく異なっていると考えられる。また T1とT2の試験結果においても粘着力の値に差が見られる。これは、調査地点の埋土が非常に硬質な粘性土であったため、不均質な埋土内で、小分けにサンプリング試料を採取していることが影響していると考えられる。いずれも土質性状が異なる試料で試験を行っていることが影響していると推測できる。

表 5-1-11 三軸圧縮試験結果一覧表(UU)

地質区分	試料番号	三軸圧縮試験(UU)	
		粘着力 $c(\text{kN/m}^2)$	内部摩擦角 $\phi(^{\circ})$
B	B1	24.5	2.3
F1	T1	146.5	0.0
	T2	-	-

表 5-1-12 三軸圧縮試験結果一覧表(CÜber)

地質区分	試料番号	三軸圧縮試験(CÜber)	
		粘着力 $c'(\text{kN/m}^2)$	内部摩擦角 $\phi'(^{\circ})$
B	B1	3.2	32.9
F1	T1	3.6	34.6
	T2	22.5	33.9

(8) 圧密特性値

表5-1-13に圧密特性値の一覧表を示し、図5-1-5に圧密降伏応力と有効土被り圧の関係図を示す。

表 5-1-13 圧密特性値一覧表

地質区分	試料番号	中心深度 (GL-m)	圧縮指数 C_c	有効土被り圧 P_0 (kN/m ²)	圧密降伏応力 P_c (kN/m ²)	過圧密 OCR
F1	T1	7.58	0.224	134.4	497	3.7

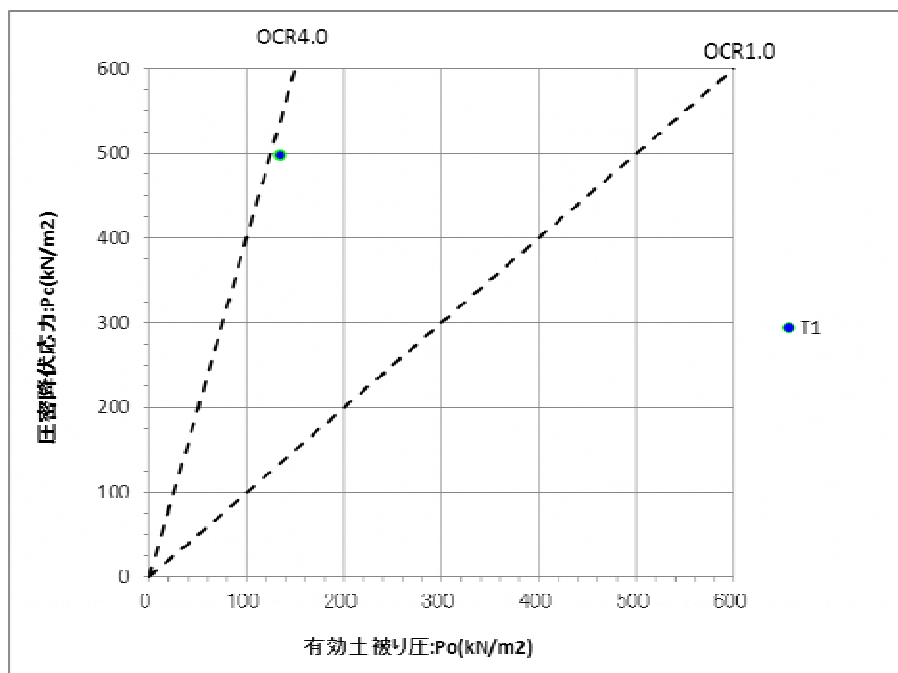


図 5-1-5 圧密降伏応力と有効土被り圧の関係図

一般に粘性土は過去の荷重履歴の違いによって未圧密粘土($OCR < 1$)、過圧密粘土($OCR > 1$)、正規圧密粘土($OCR = 0$)に分類される。これらは圧密降伏応力と有効土被り圧の関係より、過圧密比 $OCR = P_c / P_0$ で表現される。今回の結果より上部埋土粘性土(F1-c)の圧密比は $OCR = 3.7$ と過圧密状態にある。調査地点は造成工事を行ってからかなりの時間が経過しているため、上載埋土の荷重や積雪の影響により過圧密な状態になっているものと考えられる。

図5-1-6～図5-1-8に沈下量や沈下時間を求める際に必要となる圧密曲線(e - $\log p$ 曲線、 m_v 曲線、 C_v 曲線)を示す。試験結果からJIS規格に基づいて算出した圧密降伏応力は497(kN/m²)であるが、図5-1-6の e - $\log p$ 曲線を見ると圧密圧力が10 (kN/m²)の時点でも曲線の勾配が大きく、一般的な沖積層正規圧密土の e - $\log p$ 曲線より丸みを帯びた形状である。T1の試料は過圧密状態であり、通常の e - $\log p$ 曲線であれば圧密降伏応力までは間隙比の減少幅は小さい。おそらく、調査地点の埋土が非常に不均質でありサンプリング試料内の土質性状が異なっていたことが影響し、丸みを帯びた曲線になっていると考えられる。

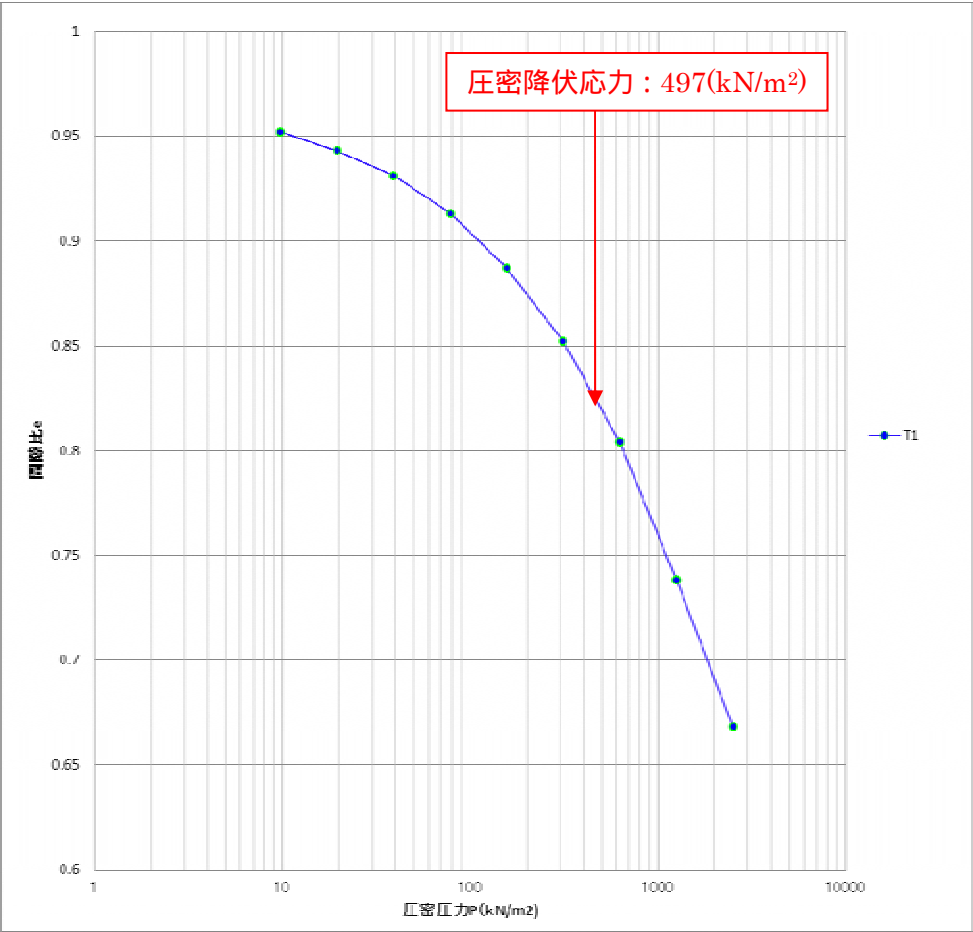


图 5-1-6 e -log p 曲线

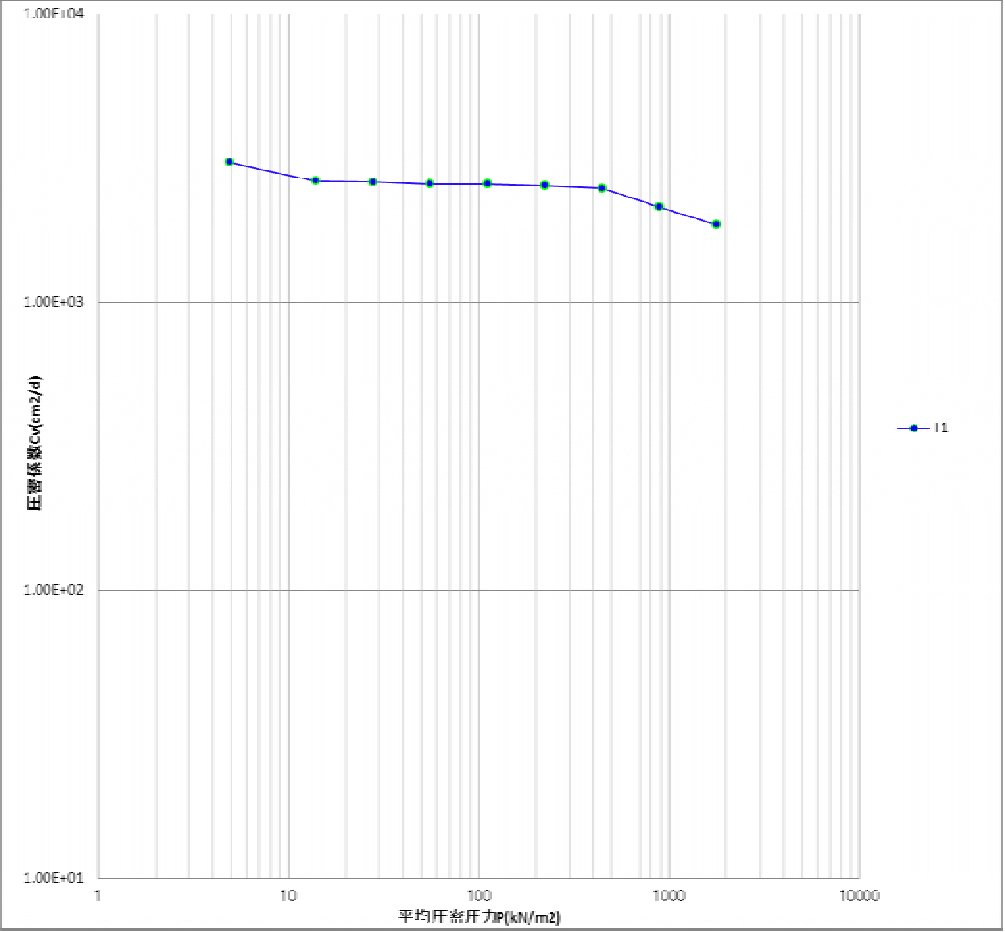


图 5-1-7 m_v 曲线

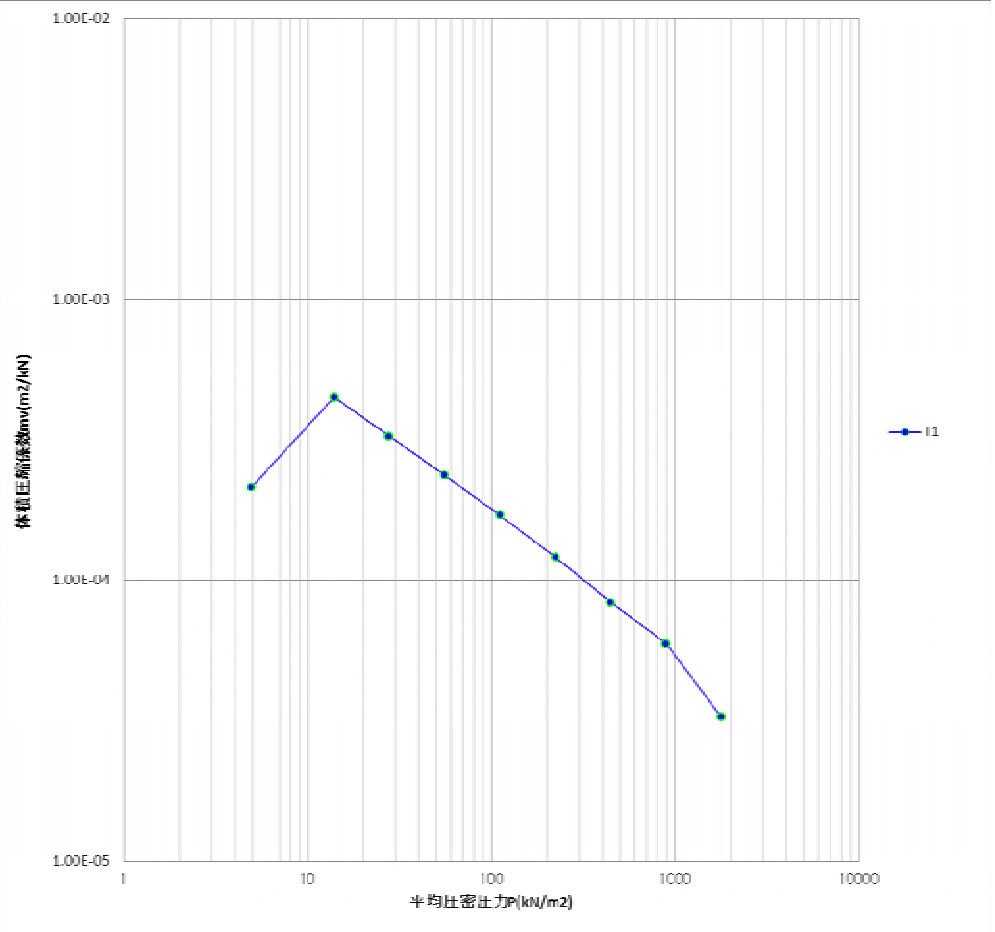


图 5-1-9 C_v 曲线

(9) 室内透水試験

図5-1-14に室内透水試験結果の一覧表を示す。上部埋土 (F1)の透水係数は $10^{-9} \sim 10^{-8}$ (m/s) オーダーが得られた。盛土材料(B)で実施した透水係数は 7.86×10^{-9} (m/s)が得られた。

表 5-1-14 室内透水試験結果

土層	試料番号	透水係数K(m/s)	平均値
		室内試験(変水位法)	
B	B1	9.74E-09	9.74E-09
F1	T1	1.41E-08	1.10E-08
	T2	7.86E-09	

(10) 突固めによる土の締固め試験

盛土の締め固め施工にあたり、目標とする締固め度と施工含水比を規定することは、盛土の安定を確保するために必要である。本調査では、盛土材料(B)に対して、突固めによる土の締固め試験を実施し、締固め曲線から最適含水比 $W_{opt}(\%)$ と最大乾燥密度 $d_{max}(g/cm^3)$ の値を得た。表5-1-15に突固めによる土の締固め試験結果一覧、図5-1-9に締固め曲線を示す。締固め曲線には飽和度100%、空気間隙率0%のゼロ空気間隙曲線を併記する。

表 5-1-15 突固めによる土の締固め試験結果一覧

地質区分	試料番号	突固めによる土の締固め試験	
		最大乾燥密度 $d_{max}(g/cm^3)$	最適含水比 $W_{opt}(\%)$
B	B1	1.450	27.7

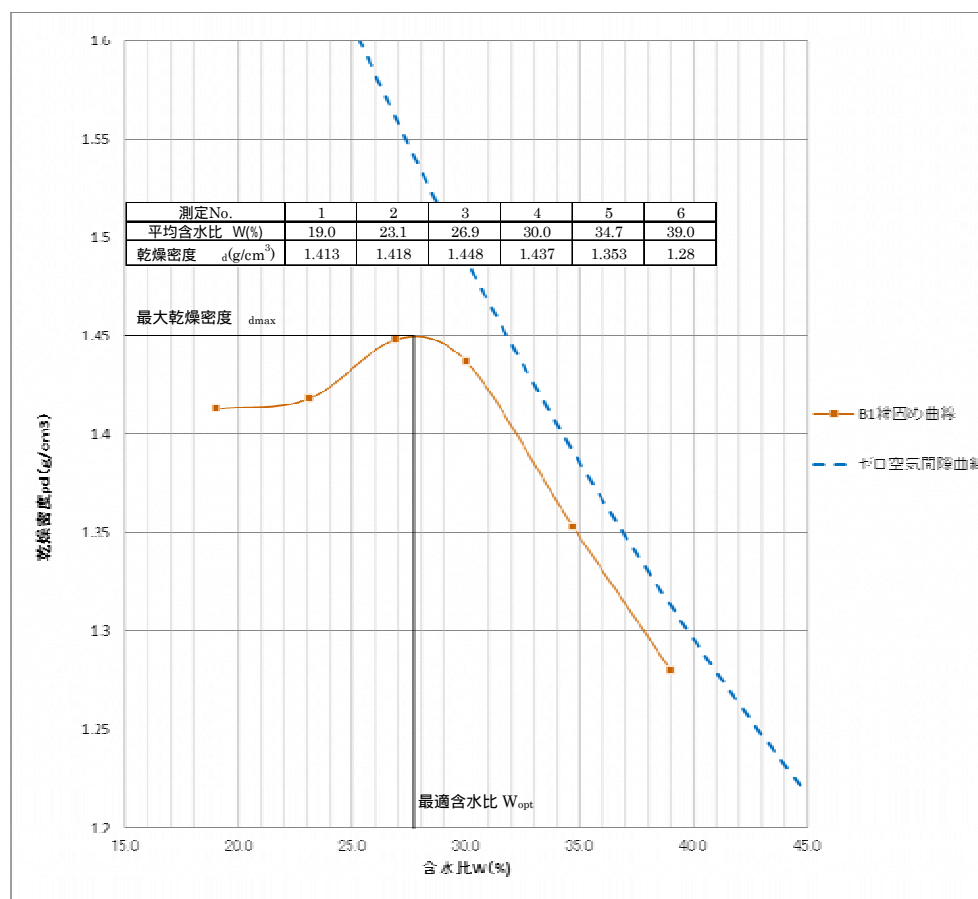


図 5-1-9 締固め曲線

(11) 突固めによる土のコーン指数試験

コーン指数は粘性土を扱う土木工事における施工機械のトラフィカビリティーの判定に用いられる。本調査では、盛土材料(B)に対して、突固めによる土のコーン指数試験を実施し、コーン指数 $q_c(\text{kN/m}^2)$ の値を得た。表 5-1-16 に突固めによる土のコーン指数試験結果一覧、図 5-1-10 に建設機械の走行に必要なトラフィカビリティーを示す。

表 5-1-16 突固めによる土の締固め試験結果一覧

地質区分	試料番号	突固めた土のコーン指数試験	
		突堅め回数(回/層)	コーン指数(kN/m^2)
B	B1	25	736.9

図 5-1-10 建設機械の走行に必要なトラフィカビリティー

建設機械の種類	コーン指数 q_c (MN/m^2)	建設機械の接地圧 (kN/m^2)
超湿地ブルドーザー	0.2 以上	15~23
湿地ブルドーザー	0.3 ♪	22~43
普通ブルドーザー (15 t 級程度)	0.5 ♪	50~60
普通ブルドーザー (21 t 級程度)	0.7 ♪	60~100
スクレープドーザー	0.6 ♪ (超湿地型は 0.4 以上)	41~56 (27)
被けん引式スクレーパー (小形)	0.7 ♪	130~140
自走式スクレーパー (小形)	1.0 ♪	400~450
ダンプトラック	1.2 ♪	350~550

社団法人地盤工学会 地盤材料試験の方法と解説：第 5 編 安定化試験,p391 から抜粋

6 総合解析とりまとめ

6 - 1 . 調査地周辺の地形・地質概要

調査地は長岡ニュータウン運動公園周内に位置する。長岡ニュータウンは丘陵地を大規模に造成し建設されており、その大半は人工的な平坦地より形成されている。調査地である運動公園周辺も標高 100m 前後の平坦な地形を有しているが、一帯は大規模な造成がなされており、調査地の南東部では切土部、その他は厚さ 10～40m 程度の埋土部が多い。

6 - 2 . 土質定数の設定

安定計算に用いる土質定数を設定する。調査地は埋土が厚さ10～40m程度分布している。本調査ではN値とN_{sw}値から埋土を3つに区分し断面図を作成した。ボーリングとサウンディング試験結果から埋土は粘性土を主体とすることが分かるが、砂質土や礫質土、固結粘性土も混在する、非常に不均質な地質である。また、人工的に埋られた土であるため、それらの地質の広がり推定することも難しい。よって埋土の定数設定は主体とする粘性土を対象として行い、その値を各埋土の代表値として安定解析に使用することとした。

土質定数の設定については、現位置試験、土質試験結果を優先し、試験を実施していないものについては『設計要領（道路編）：平成18年4月、国土交通省北陸地方整備局』に記載されている土質定数の標準値（表6-2-1）を用いて設定する。また、盛土材料(B)については地盤材料試験結果を用いて定数を設定する。

表 6-2-1 土質定数の標準

種 類		状 態	土の単位 体積重量 (kN/m ³)	内部 摩擦角 (度)	粘着力 (kN/m ²)
盛 土	砂利まじり砂	締め固めたもの	20	40	0
	砂	締め固めたもの	20	35	0
		粒度のよいもの	19	30	0
	砂質土	締め固めたもの	19	25	30以下
	粘性土	締め固めたもの	18	15	50以下
自 然 地 盤	砂利	密実なもの又は粒度のよいもの	20	40	0
		密実でないもの又は粒度の悪いもの	18	35	0
	砂利混じり砂	密実なもの	21	40	0
		密実でないもの	19	35	0
	砂	密実なもの又は粒度のよいもの	20	35	0
		密実なもの又は粒度の悪いもの	18	30	0
	砂利又は岩石 と 土砂の混合物	密実なもの	20	35	30以上
		密実でないもの	17	25	0
	砂質土	密実なもの	19	30	30以上
		密実でないもの	17	25	0
	粘性土	固いもの(N=8～15)	18	25	50
		やや軟いもの(N=4～8)	17	20	30
		軟いもの(N=2～4)	16	15	15
	粘土および シルト	固いもの(N=8～15)	17	20	50
		やや軟いもの(N=4～8)	16	15	30
		軟いもの(N=2～4)	14	10	15

土質定数の設定項目は以下項目である。

- (1)代表N値
- (2)単位体積重量
- (3)粘着力・内部摩擦角
- (4)透水係数・・・(6-3章に述べる)

以下に設定方法を示す。

(1) 代表N値

代表N値の設定方法を以下に示す。

- ・代表N値の算出は、標準偏差を利用してばらつきに対する補正を行った。

代表N値=平均 N値—(標準偏差/2) (回)

設定した代表N値一覧表を表6-2-2に示す。

表 6-2-2 代表 N 値一覧表

土質区分			BV-1				BV-2				整理表					
			開始深度 (m)	終了深度 (m)	貫入長 (cm)	N値	開始深度 (m)	終了深度 (m)	貫入長 (cm)	N値	データ個数	最小N値	最大N値	平均N値	標準偏差	代表N値
埋 土	上 部	F1	1.15	1.45	30	17	1.15	1.45	30	7	22	4	18	9.5	4.0	7.5
			2.15	2.45	30	18	3.15	3.45	30	10						
			3.15	3.45	30	9	4.15	4.45	30	4						
			4.15	4.45	30	12	6.15	6.45	30	5						
			5.15	5.45	30	8	7.15	7.45	30	4						
			6.15	6.45	30	16	8.15	8.45	30	11						
			7.15	7.45	30	6	9.15	9.45	30	7						
			8.15	8.45	30	6	-	-	-	-						
			9.15	9.45	30	14	-	-	-	-						
			12.15	12.45	30	13	-	-	-	-						
			14.15	14.45	30	7	-	-	-	-						
			15.15	15.45	30	6	-	-	-	-						
			16.15	16.45	30	10	-	-	-	-						
			17.15	17.45	30	9	-	-	-	-						
			18.15	18.45	30	10	-	-	-	-						
	中 部	F2	19.15	19.45	30	12	12.15	12.45	30	20	5	5	20	12.6	5.1	10.0
			20.15	20.45	30	16	13.15	13.45	30	10						
			-	-	-	-	14.15	14.45	30	5						
	下 部	F3	-	-	-	-	15.15	15.45	30	15	4	8	17	13.3	3.3	11.6
			-	-	-	-	16.15	16.45	30	13						
			-	-	-	-	17.15	17.45	30	17						
			-	-	-	-	18.15	18.45	30	8						

(2) 単位体積重量

単位体積重量を設定する。上部埋土 (F1)については、湿潤密度試験結果から得られた湿潤密度から単位体積重量を算出する。盛土(B)については三軸圧縮試験結果から得られた湿潤密度の値から単位体積重量算出する。その他の土質については、『設計要領（道路編）：平成 18 年 4 月,国土交通省北陸地方整備局』に記載されている土質定数の標準値(表 6-2-1)を用いた場合 18(kN/m³)であるが、今回のスウェーデン式サウンディング結果より調査地点の埋土は深度方向に硬くなる傾向が見られたため、上部埋土(F1)より低くなるとは考えにくい。よって上部埋土と同等とみなし単位体積重量を設定した。設定した値を以下に示す。

表 6-2-3 単位体積重量の代表値一覧

土質区分	単位体積重量 t (kN/m ³)	設定方法
B	17.1	湿潤密度試験結果平均値 ($t=1.744 \times 9.81$)
F1	18.1	湿潤密度試験結果平均値 ($t=1.849 \times 9.81$)
F2	18.1	上部埋土 (F1) と同等
F3	18.1	上部埋土 (F1) と同等

(3) 粘着力・内部摩擦角

粘着力と内部摩擦角の代表値を設定する。今回の調査ではT1とT2のサンプリング試料とB1の盛土材料試料で、三軸圧縮試験(UU,CU_{ber})を実施し、粘着力と内部摩擦角の値を得ている。粘着力の定数設定には、飽和した粘性土地盤の圧密完了後の長期的な安定問題を検討するためのCU_{ber}試験結果の値を用いる。

表6-2-4にCU_{ber}試験から得られた粘着力と内部摩擦角を示す。調査地点の埋土の土質は非常に不均質でありT1とT2の粘着力に差が出る結果となった。非常に不均質な埋土内で、小分けにサンプリング試料を採取しているため、土質性状が異なる試料で試験を行っていることが影響していると考えられる。今回は、安全側を考慮し粘着力の低いT1の試験結果を用いて定数を設定することとした。上部埋土(F1)と盛土(B)以外の土質については、『設計要領(道路編)：平成18年4月,国土交通省北陸地方整備局』に記載されている土質定数の標準値(表6-2-1)を用いて設定した。設定した代表値を表6-2-5,表6-2-6に示す。

表 6-2-4 粘着力と内部摩擦角一覧表

地質区分	試料番号	粘着力 c' (kN/m ²)	内部摩擦角 ' (°)
B	B1	3.2	32.9
F1	T1	3.6	34.6
	T2	22.5	33.9

表 6-2-5 粘着力の代表値一覧

土質区分	粘着力 c(kN/m ²)	設定方法
B	3.2	三軸圧縮試験結果より(C=3.2)
F1	3.6	三軸圧縮試験結果より(C=3.6)
F2	50	一般値より(盛土, 粘性土, 締め固めたもの)
F3	50	一般値より(盛土, 粘性土, 締め固めたもの)

表 6-2-6 内部摩擦角の代表値一覧

土質区分	内部摩擦角 (°)	設定方法
B	32.9	三軸圧縮試験結果より(φ=32.9)
F1	34.6	三軸圧縮試験結果より(φ=33.9)
F2	15	一般値より(盛土, 粘性土, 締め固めたもの)
F3	15	一般値より(盛土, 粘性土, 締め固めたもの)

6 - 3 . 地盤の透水性について

地盤の透水特性を把握する方法は種々あるが、今回は現場透水試験と室内透水を実施した。現場透水試験は表層の上部埋土を対象とし、室内透水試験はサンプリング試料の T1 と T2、地盤材料試料の B1 に対して実施した。各試験から得られた透水係数を表 6-3-1 に示す。

表 6-3-1 透水試験結果一覧表

地質	試料番号	孔番	透水係数 K(m/s)		
			原位置試験		室内試験
			注入法	回復法	変水位法
B	B1	-	-	-	9.74E-09
F1	T1	BV-1	2.61E-07		1.41E-08
	T2	BV-2	1.66E-06	3.05E-07	7.86E-09

：透水係数が得られなかった

上部埋土の透水係数は現場透水試験で $10^{-7} \sim 10^{-6}$ (m/s)オーダー、室内透水試験で $10^{-9} \sim 10^{-8}$ (m/s)オーダーの値が得られ、室内透水試験結果よりも、現場透水試験の方が透水係数が大きい結果が得られた。盛土材料(B)は室内土質試験により 10^{-9} (m/s) オーダーの透水係数が得られた。ここで表 6-3-2 に一般的な土質と透水係数の関係を示す。表に示すとおり、上部埋土(F1)と盛土材料(B)は「有機質および無機質砂とシルトと粘土の粘土質堆積層」に該当する。調査地点の埋土は粘性土を主体とするが、非常に不均質で、砂質土や腐植物を混入するため概ね土質性状も一致する。盛土材料(B)についても、粒度試験から砂質土と粘性土が混在する試料であることが分かっている。以上のことから現場透水試験と室内透水試験による透水係数は、土質と整合した妥当な値と考えられる。

表 6-3-2 一般的な土質と透水係数の関係

		透水係数 k (m/sec)											
		10 ⁰	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹
排水状態	きわめてよい	よい					よくない			きわめて悪い			
土質状態	きれいな砂利	きれいな砂	微細砂、有機質および無機質シルト、砂とシルトと粘土の混合土、粘土質堆積層					不透水性土 深い粘土層					
		きれいな砂利 混じりの砂	植物の育生と風化作用を受けた不透水層										
直接試験方法	現地揚水試験												
	定水位透水試験												
	変水位透水試験												
間接試験方法	粒度分布と間げき比から算定												
					水平毛管流試験				圧密試験から算定				

F1 : B :

一方で、粒度試験結果から透水係数を推定する間接的な方法も提案されており、粒度試験結果から得られる 20% 粒径 D_{20} より概ね次式で推定できる。

$$k=0.0034D_{20}^{2.295} \text{ (m/s)} \quad : \text{Creager の方法}$$

表 6-3-3 に各手法により得られた透水係数一覧を示す。Creager の方法により得られた透水係数は、現場・室内透水試験の結果と概ね同程度値が得られた。以上より、今回の現場透水試験結果は土質、粒度組成に対応した妥当な数値といえる。

表 6-3-3 透水係数一覧

土層	透水係数 $K(\text{m/s})$			
	Creager		現場・室内透水試験	
	範囲	平均	範囲	平均
B	3.03E-08	3.03E-08	9.74E-09	9.74E-09
F1	7.85E-09 ~ 3.85E-08	2.32E-08	7.86E-09 ~ 1.66E-06	4.50E-07

透水係数を設定する。今回は安全側を考慮し透水係数の値が最も大きいものを代表透水係数とした。設定した代表透水係数を以下に示す。

表 6-3-4 透水係数の代表値一覧

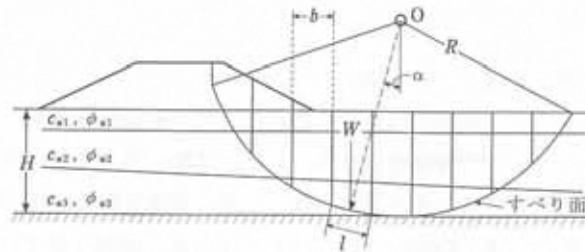
地質	代表透水係数 $K(\text{m/s})$
B	9.74E-09
F1	1.66E-06

7 軟弱地盤技術解析

7 - 1 . 安定解析設定条件

(1)安定計算方法

ここでは『社団法人 日本道路協会:道路土工 軟弱地盤対策工指針(平成24年度版)』に基づき手法で安定解析を実施する。以下に計算式を示す。なお、土質定数については第6章で設定した代表値を用いる。



$$F_s = \frac{\sum (cl + (W - u_0 b) \cos \alpha \tan \phi)}{\sum (W \sin \alpha)} \dots\dots\dots (\text{解 5-15})$$

ここに、

F_s : 安全率

c : 土の粘着力 (kN/m²)

ϕ : 土のせん断抵抗角 (°)

l : 細片で切られたすべり面の長さ (m)

W : 細片の全重量, 載荷重を含む (kN/m)

u_0 : 静水位時における間隙水圧 (kN/m²)

b : 細片の幅 (m)

α : 細片のすべり面平均傾斜角 (°)

図 7-1-1 分割法による安定計算

社団法人 日本道路協会:道路土工 軟弱地盤対策工指針(平成 24 年度版), p149 より抜粋

(2)解析モデル

本調査では調査ボーリングとサウンディング試験を実施した、No.10 測線と No.20 測線で現況地盤、盛土施工後、盛土+積雪荷重の 3 ケースの検討を実施した。調査地の埋土は粘性土を主体とするが砂質土や礫質土、固結粘性土も混在する非常に不均質な地質である。また、人工的に埋られた土であるため、それらの地質の広がりも推定することも難しい。よって安定解析のモデルには砂質土や礫質土を考慮せず、主体とする粘性土が一様に広がっているモデルを用いることとする。

積雪深については図 7-1-2 の 1/10 確率積雪マップを参考にした。調査地の長岡ニュータウンは、等積雪深が 150～200cm の地点に位置する。今回は安全側の値となる 200cm を採用した。雪の単位体積重量については、(社)日本道路協会：『社団法人：道路土工 擁壁工指針(平成 24 年度版)pp60～61』より $3.5(\text{kN}/\text{m}^3)$ とした。車道と歩道については除雪の影響を考慮し積雪荷重は 0kN とした。以下に積雪荷重の式を示す。

積雪深 \times 雪の単位体積重量 = 積雪荷重

$$2.0(\text{m}) \times 3.5(\text{kN}/\text{m}^3) = 7.0(\text{kN}/\text{m}^2)$$



図 7-1-2 積雪荷重参考資料(新潟県：1/10 確率積雪マップ，平成 15 年 10 月より)

図 7-1-3 に解析に用いたモデルを示す。

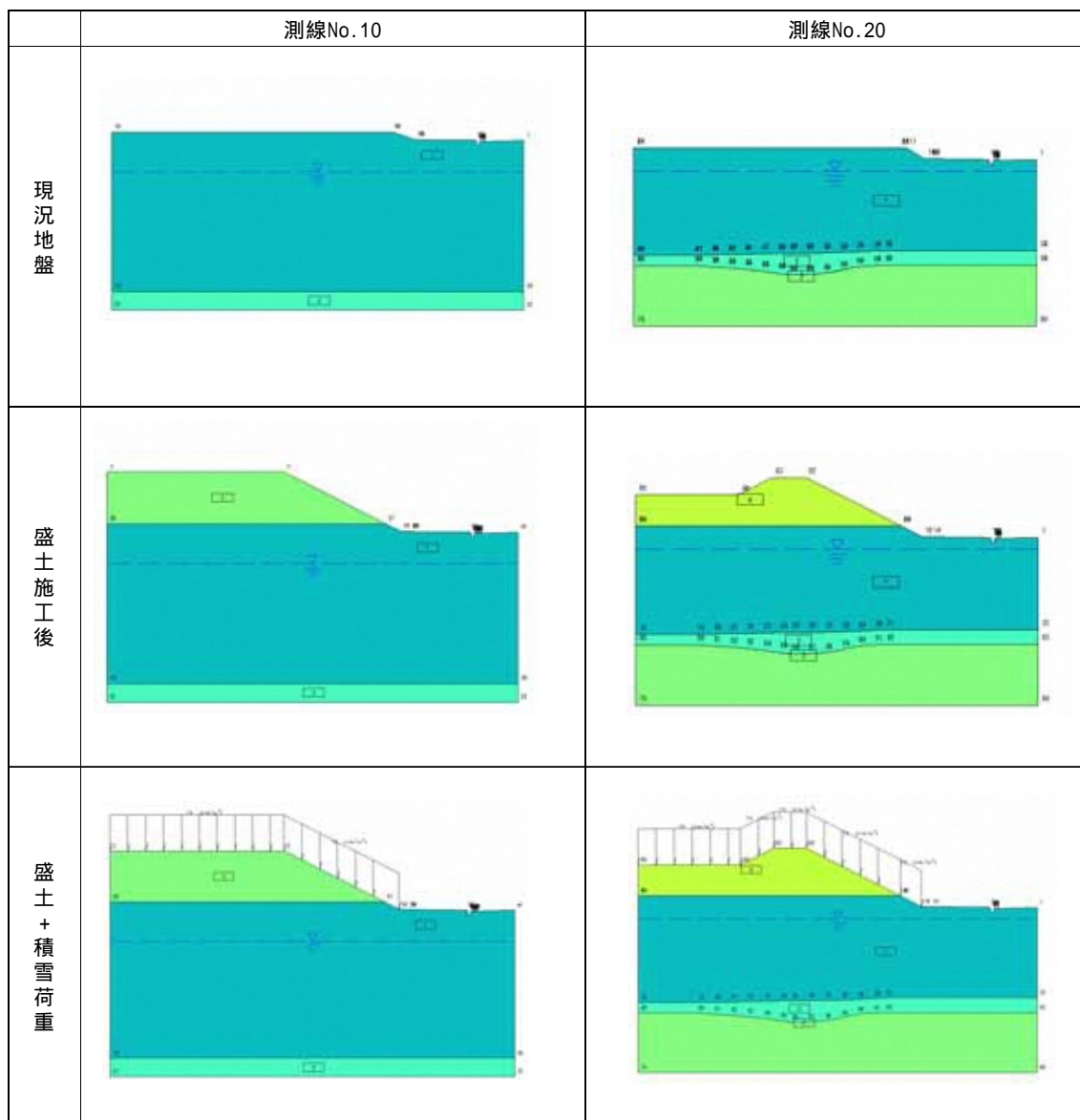


図 7-1-3 安定計算に解析モデル

7 - 2 . 安定解析結果

安定解析結果を示す。(社)日本道路協会：『道路土工 のり面工・斜面安定工指針』,平成11 年によると、盛土の設計においては常時の最小安全率を 1.2 以上とすることを目安としている。本調査の解析結果についても F_s 1.2 を安定と評価する。

安定解析結果一覧表を表 7-2-1 に示す。全ての検討結果で F_s 1.2 となり、安定と評価されるため、盛土によって円弧すべりが発生する可能性は小さいと考えられる。安定解析図面を図 7-2-1 に示す。

表 7-2-1 安定解析結果一覧

測線	現況地盤	安全率(F_s)			
		盛土施工後		盛土+積雪荷重	
		右盛土	左盛土	右盛土	左盛土
No.10	4.247	1.755		1.700	
No.20	2.707	1.786	2.364	1.723	2.109

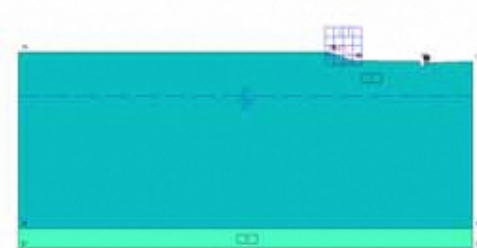
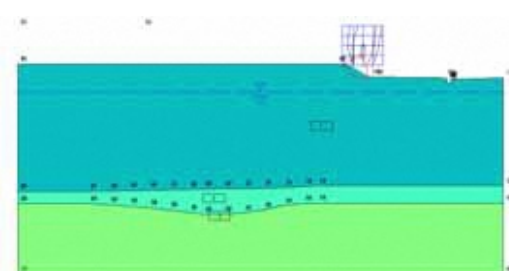
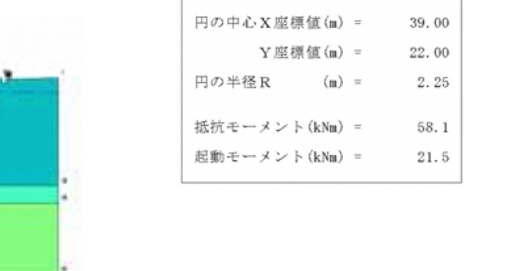
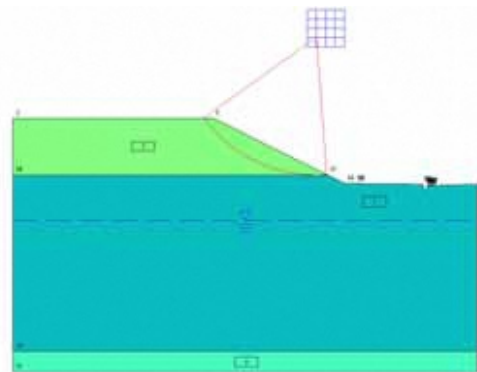
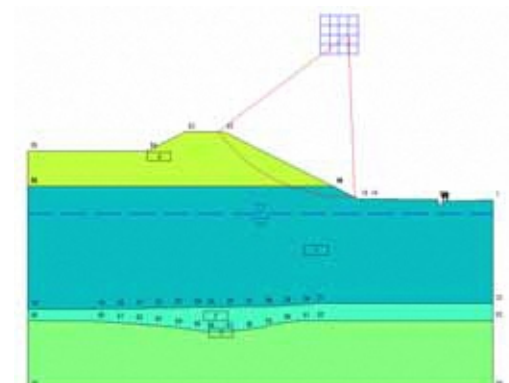
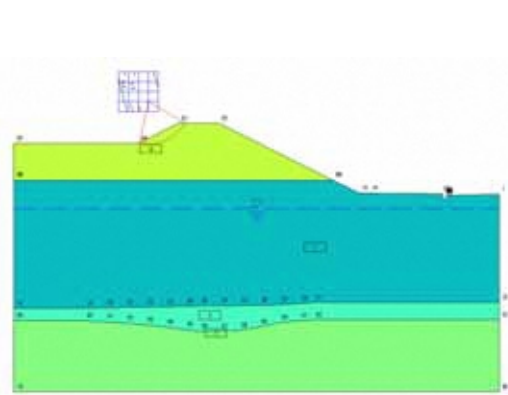
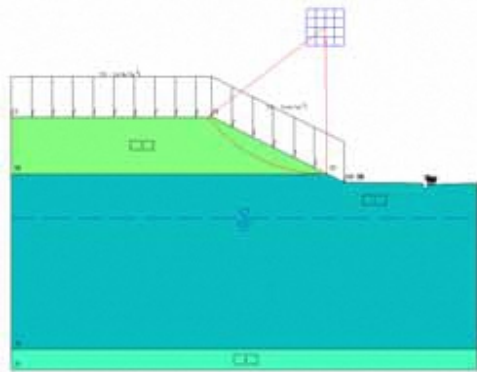
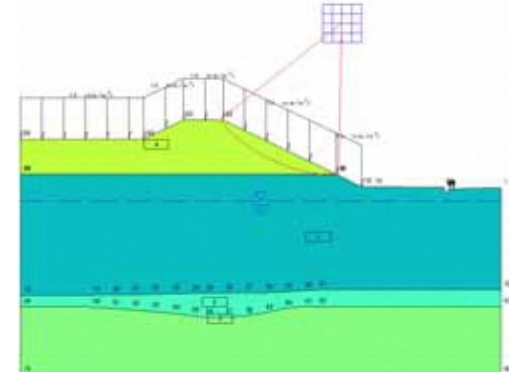
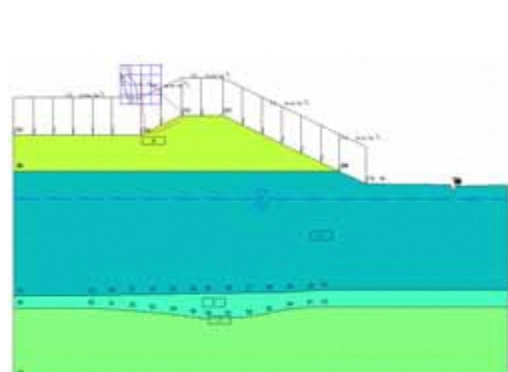
		測線No.20																																																						
測線No.10		右盛土	左盛土																																																					
現況地盤																																																								
	<table><tr><td>最小安全率</td><td>=</td><td>4.247</td></tr><tr><td>円の中心X座標値(m)</td><td>=</td><td>111.00</td></tr><tr><td>Y座標値(m)</td><td>=</td><td>46.00</td></tr><tr><td>円の半径R(m)</td><td>=</td><td>1.95</td></tr><tr><td>抵抗モーメント(kNm)</td><td>=</td><td>59.0</td></tr><tr><td>起動モーメント(kNm)</td><td>=</td><td>13.9</td></tr></table>	最小安全率	=	4.247	円の中心X座標値(m)	=	111.00	Y座標値(m)	=	46.00	円の半径R(m)	=	1.95	抵抗モーメント(kNm)	=	59.0	起動モーメント(kNm)	=	13.9	<table><tr><td>最小安全率</td><td>=</td><td>2.707</td></tr><tr><td>円の中心X座標値(m)</td><td>=</td><td>39.00</td></tr><tr><td>Y座標値(m)</td><td>=</td><td>22.00</td></tr><tr><td>円の半径R(m)</td><td>=</td><td>2.25</td></tr><tr><td>抵抗モーメント(kNm)</td><td>=</td><td>58.1</td></tr><tr><td>起動モーメント(kNm)</td><td>=</td><td>21.5</td></tr></table>	最小安全率	=	2.707	円の中心X座標値(m)	=	39.00	Y座標値(m)	=	22.00	円の半径R(m)	=	2.25	抵抗モーメント(kNm)	=	58.1	起動モーメント(kNm)	=	21.5																		
最小安全率	=	4.247																																																						
円の中心X座標値(m)	=	111.00																																																						
Y座標値(m)	=	46.00																																																						
円の半径R(m)	=	1.95																																																						
抵抗モーメント(kNm)	=	59.0																																																						
起動モーメント(kNm)	=	13.9																																																						
最小安全率	=	2.707																																																						
円の中心X座標値(m)	=	39.00																																																						
Y座標値(m)	=	22.00																																																						
円の半径R(m)	=	2.25																																																						
抵抗モーメント(kNm)	=	58.1																																																						
起動モーメント(kNm)	=	21.5																																																						
盛土施工後																																																								
	<table><tr><td>最小安全率</td><td>=</td><td>1.755</td></tr><tr><td>円の中心X座標値(m)</td><td>=</td><td>108.00</td></tr><tr><td>Y座標値(m)</td><td>=</td><td>60.00</td></tr><tr><td>円の半径R(m)</td><td>=</td><td>14.70</td></tr><tr><td>抵抗モーメント(kNm)</td><td>=</td><td>3696.0</td></tr><tr><td>起動モーメント(kNm)</td><td>=</td><td>2105.4</td></tr></table>	最小安全率	=	1.755	円の中心X座標値(m)	=	108.00	Y座標値(m)	=	60.00	円の半径R(m)	=	14.70	抵抗モーメント(kNm)	=	3696.0	起動モーメント(kNm)	=	2105.4	<table><tr><td>最小安全率</td><td>=</td><td>1.786</td></tr><tr><td>円の中心X座標値(m)</td><td>=</td><td>38.00</td></tr><tr><td>Y座標値(m)</td><td>=</td><td>37.00</td></tr><tr><td>円の半径R(m)</td><td>=</td><td>17.00</td></tr><tr><td>抵抗モーメント(kNm)</td><td>=</td><td>4880.9</td></tr><tr><td>起動モーメント(kNm)</td><td>=</td><td>2733.3</td></tr></table>	最小安全率	=	1.786	円の中心X座標値(m)	=	38.00	Y座標値(m)	=	37.00	円の半径R(m)	=	17.00	抵抗モーメント(kNm)	=	4880.9	起動モーメント(kNm)	=	2733.3	<table><tr><td>最小安全率</td><td>=</td><td>2.364</td></tr><tr><td>円の中心X座標値(m)</td><td>=</td><td>18.00</td></tr><tr><td>Y座標値(m)</td><td>=</td><td>29.00</td></tr><tr><td>円の半径R(m)</td><td>=</td><td>4.25</td></tr><tr><td>抵抗モーメント(kNm)</td><td>=</td><td>213.4</td></tr><tr><td>起動モーメント(kNm)</td><td>=</td><td>90.3</td></tr></table>	最小安全率	=	2.364	円の中心X座標値(m)	=	18.00	Y座標値(m)	=	29.00	円の半径R(m)	=	4.25	抵抗モーメント(kNm)	=	213.4	起動モーメント(kNm)	=
最小安全率	=	1.755																																																						
円の中心X座標値(m)	=	108.00																																																						
Y座標値(m)	=	60.00																																																						
円の半径R(m)	=	14.70																																																						
抵抗モーメント(kNm)	=	3696.0																																																						
起動モーメント(kNm)	=	2105.4																																																						
最小安全率	=	1.786																																																						
円の中心X座標値(m)	=	38.00																																																						
Y座標値(m)	=	37.00																																																						
円の半径R(m)	=	17.00																																																						
抵抗モーメント(kNm)	=	4880.9																																																						
起動モーメント(kNm)	=	2733.3																																																						
最小安全率	=	2.364																																																						
円の中心X座標値(m)	=	18.00																																																						
Y座標値(m)	=	29.00																																																						
円の半径R(m)	=	4.25																																																						
抵抗モーメント(kNm)	=	213.4																																																						
起動モーメント(kNm)	=	90.3																																																						
盛土+積雪荷重																																																								
	<table><tr><td>最小安全率</td><td>=</td><td>1.700</td></tr><tr><td>円の中心X座標値(m)</td><td>=</td><td>109.00</td></tr><tr><td>Y座標値(m)</td><td>=</td><td>61.00</td></tr><tr><td>円の半径R(m)</td><td>=</td><td>15.70</td></tr><tr><td>抵抗モーメント(kNm)</td><td>=</td><td>4074.3</td></tr><tr><td>起動モーメント(kNm)</td><td>=</td><td>2396.2</td></tr></table>	最小安全率	=	1.700	円の中心X座標値(m)	=	109.00	Y座標値(m)	=	61.00	円の半径R(m)	=	15.70	抵抗モーメント(kNm)	=	4074.3	起動モーメント(kNm)	=	2396.2	<table><tr><td>最小安全率</td><td>=</td><td>1.723</td></tr><tr><td>円の中心X座標値(m)</td><td>=</td><td>37.00</td></tr><tr><td>Y座標値(m)</td><td>=</td><td>37.00</td></tr><tr><td>円の半径R(m)</td><td>=</td><td>16.00</td></tr><tr><td>抵抗モーメント(kNm)</td><td>=</td><td>3689.4</td></tr><tr><td>起動モーメント(kNm)</td><td>=</td><td>2140.8</td></tr></table>	最小安全率	=	1.723	円の中心X座標値(m)	=	37.00	Y座標値(m)	=	37.00	円の半径R(m)	=	16.00	抵抗モーメント(kNm)	=	3689.4	起動モーメント(kNm)	=	2140.8	<table><tr><td>最小安全率</td><td>=</td><td>2.109</td></tr><tr><td>円の中心X座標値(m)</td><td>=</td><td>17.00</td></tr><tr><td>Y座標値(m)</td><td>=</td><td>31.00</td></tr><tr><td>円の半径R(m)</td><td>=</td><td>6.00</td></tr><tr><td>抵抗モーメント(kNm)</td><td>=</td><td>265.1</td></tr><tr><td>起動モーメント(kNm)</td><td>=</td><td>125.7</td></tr></table>	最小安全率	=	2.109	円の中心X座標値(m)	=	17.00	Y座標値(m)	=	31.00	円の半径R(m)	=	6.00	抵抗モーメント(kNm)	=	265.1	起動モーメント(kNm)	=
最小安全率	=	1.700																																																						
円の中心X座標値(m)	=	109.00																																																						
Y座標値(m)	=	61.00																																																						
円の半径R(m)	=	15.70																																																						
抵抗モーメント(kNm)	=	4074.3																																																						
起動モーメント(kNm)	=	2396.2																																																						
最小安全率	=	1.723																																																						
円の中心X座標値(m)	=	37.00																																																						
Y座標値(m)	=	37.00																																																						
円の半径R(m)	=	16.00																																																						
抵抗モーメント(kNm)	=	3689.4																																																						
起動モーメント(kNm)	=	2140.8																																																						
最小安全率	=	2.109																																																						
円の中心X座標値(m)	=	17.00																																																						
Y座標値(m)	=	31.00																																																						
円の半径R(m)	=	6.00																																																						
抵抗モーメント(kNm)	=	265.1																																																						
起動モーメント(kNm)	=	125.7																																																						

図 7-2-1 安定解析結果図面

8 今後の調査提案

今後の調査について提案する。第7章で述べた通り、本調査結果からは円弧すべりによる周辺地盤への影響は小さいと考えられる。しかし、盛土による周辺地盤への影響は円弧すべりだけではなく、圧密沈下による影響も考慮しなければならない。図8-1に圧密沈下による周辺地盤への影響を示す。盛土施工後に圧密沈下が発生し、周辺地盤が隆起・沈下することがあるため、今後は圧密沈下による周辺地盤の影響を検討をする必要がある。

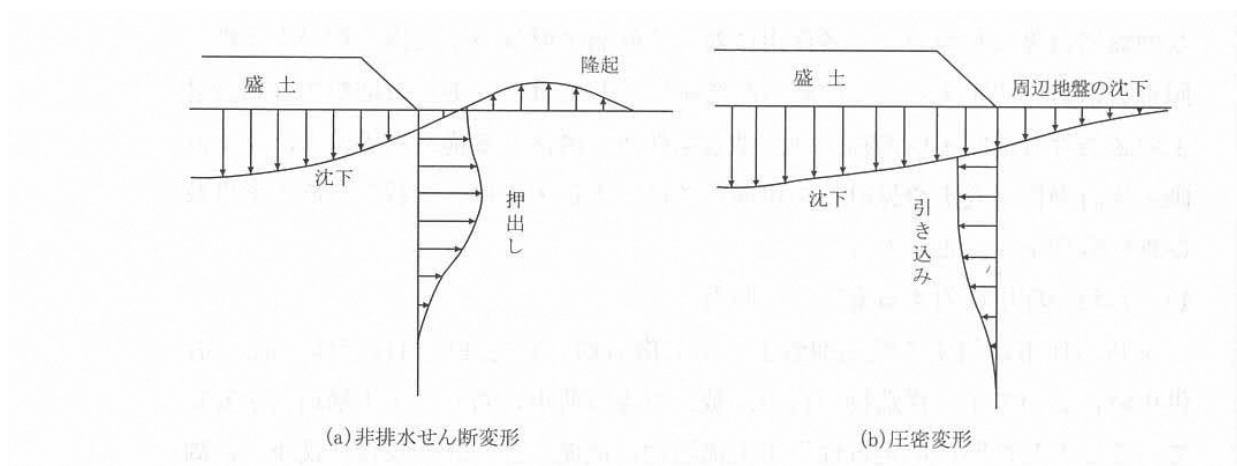


図 8-1 圧密沈下による周辺地盤の変形

社団法人 日本道路協会：道路土工 軟弱地盤対策工指針(平成 24 年度版), p115 より抜粋

今回の調査ではBV-1号孔で採取した試料を用いて圧密試験を実施しているが、圧密試験から得られた e - $\log p$ 曲線(図8-2)は一般的な沖積層正規圧密土の e - $\log p$ 曲線(図8-3, 乱さない曲線)より丸みを帯びた形状となっている。おそらく、調査地の不均質な埋土による影響が出ていると考えられるが、今回圧密試験を実施したのは1試料のみである。この圧密曲線の妥当性を検討した上で地盤沈下及び地盤変形に対する検討を行うために追加調査を提案する。

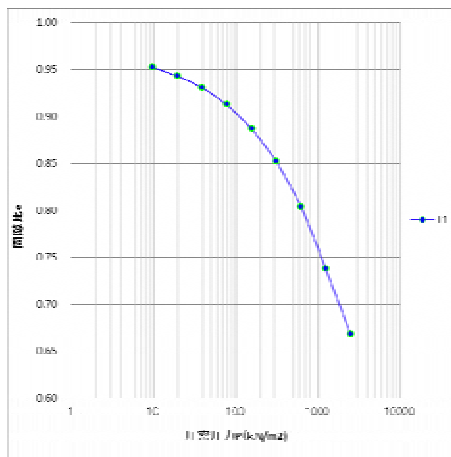


図 8-2 今回の調査で得られた e - $\log p$ 曲線

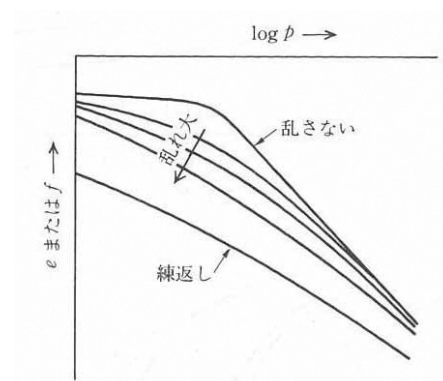


図 8-3 試料の乱れと圧密曲線の関係

社団法人 地盤工学会：土質試験の方法と解説,p488 より抜粋

具体的には、今回のスウェーデン式サウンディング試験のS-1,S-2付近のN_{sw}値が他の調査地点と比較すると低い値が出ているため、盛土高の高いS-2地点で、ボーリング調査と室内土質試験を実施し、圧密沈下と地盤の変形についての検討を行うことを提案する。提案する調査数量については表8-1に示す。

表 8-1 提案調査数量

調査項目			単位	BV-1	BV-2	BV-1'	BV-2'	合計	備考
						BV-1脇	BV-2脇		
機械ボーリング	66mm(オールコア)	粘土・シルト	m	20.0	7.0	-	-	27.00	コア採取 N値確認孔
		固結粘土・固結シルト	m	25.0	3.0	-	-	28.00	
		砂・砂質土	m	10.0		-	-	10.00	
		軟岩	m	5.0		-	-	5.00	
		計	m	60.0	10.0	-	-	70.00	
	86mm(ノンコア)	粘土・シルト	m	-	-	10.0	5.0	15.00	サンプリング 孔内水平載荷試験
		固結粘土・固結シルト	m	-	-			0.00	
		砂・砂質土	m	-	-			0.00	
		軟岩	m	-	-			0.00	
		計	m	-	-	10.0	5.0	15.00	
原位置試験	標準貫入試験	粘土・シルト	回	20	7	-	-	27	
		固結粘土・固結シルト	回	25	3	-	-	28	
		砂・砂質土	回	10		-	-	10	
		軟岩	回	5		-	-	5	
		計	回	60	10	-	-	70	
	孔内水平載荷試験	普通載荷 2.5MN/m2以下	回	-	-	1		1	
サンプリング	シンウォールサンプリング		本	-	-		1	1	粘性土対象
足場架設	平坦足場	深度50m以下	箇所		1	-	-	1	
		深度50超80m以下	箇所	1		-	-	1	
現場内小運搬	クローラ運搬		箇所	1	1	-	-	2	
調査孔閉塞			箇所	1	1	1	1	4	

室内試験項目			単位			合計	
物理試験	土粒子の密度試験		試料		1	1	
	土の粒度試験	沈降+ふるい分析	試料		1	1	
	土の含水比試験		試料		1	1	
	土の液性限界試験		試料		1	1	
	土の塑性限界試験		試料		1	1	
	土の湿潤密度試験		試料		1	1	
力学試験	土の圧密試験		試料		1	1	
	土の三軸圧縮試験(UU)		試料		1	1	
	土の三軸圧縮試験(CUbar)		試料		1	1	

設計項目			単位			合計	
既存資料の収集・現地調査			業務		1	1	
資料整理とりまとめ			業務		1	1	
断面図等の作成			業務		1	1	
総合解析とりまとめ			業務		1	1	
軟弱地盤技術解析(盛土施工後地盤)			業務		1	1	沈下・変形検討

調査項目	単位	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	合計	備考
スウェーデン式サウンディング	m	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	40	