

添付資料2 近隣地質調査資料（参考）

新岡山学校給食センター（仮称）造成に係る
測量調査設計業務委託

報 告 書
【地質調査編】

令和 4 年 7 月

株式会社 エイト日本技術開発

報告書目次

【地質調査編】

1. 業務概要	1
1.1. 業務目的	1
1.2. 業務内容	1
2. 実施方針	4
2.1. 実施手順	4
2.2. 作業内容と実施方針	5
3. 地形・地質概要	11
3.1. 地形概要	11
3.2. 地質概要	12
4. 地質調査結果	14
4.1. ボーリング調査結果	14
4.2. 標準貫入試験結果	19
4.3. 室内土質試験結果	21
5. 総合解析とりまとめ	40
5.1. 地質断面図の作成	40
5.2. 地盤定数の設定	43
5.3. 軟弱地盤解析	66
5.4. 今後の申し送り事項	144

【 巻 末 資 料 】

1. ボーリング柱状図及びコア写真
2. 平面図及び地質断面図
3. 室内土質試験データシート
4. 軟弱地盤解析計算書
5. 現場記録写真

1. 業務概要

1.1. 業務目的

本業務は、岡山市中区海吉地内における学校給食センターの新築に係る造成基盤の測量、地質調査、造成設計を実施するものである。

1.2.業務内容

- ・ 業 務 名 : 新岡山学校給食センター（仮称）造成に係る測量調査設計業務委託
- ・ 業 務 場 所 : 岡山市中区海吉地内
- ・ 履 行 期 間 : 自) 令和3年12月1日 至) 令和4年5月31日
- ・ 発 注 者 岡山市 教育委員会事務所 教育総務部 学校施設課
- ・ 受 注 者 株式会社エイト日本技術開発 中国支社
- ・ 業務項目・数量 下記参照

表 1.1 地質調査数量表

項目	数量
○地質調査業務	
1)機械ボーリング	1 式
・土質ボーリング(オールコアボーリング)	26.3m
・土質ボーリング(ノンコアボーリング)	11.0m
・岩盤ボーリング(オールコアボーリング)	6.7m
2)サウンディング及び原位置試験	1 式
・標準貫入試験(粘性土)	10 回
・標準貫入試験(砂質土)	2 回
・標準貫入試験(礫混じり土砂)	13 回
・標準貫入試験(玉石混じり土砂)	1 回
・標準貫入試験(軟岩)	3 回
・シンウォールサンプリング	6 本
・室内土質試験(物理試験:粒度(沈降)、土粒子密度、含水比、液塑性、湿潤)	6 試料
・室内土質試験(力学:一軸、圧密)	6 試料
3)準備費	1 式
・準備及び跡片付け	1 業務
4)仮設費	1 式
・平坦足場	4 箇所
5)施工管理費	1 式
・調査孔閉塞	4 箇所
・交通整理員配置	2 箇所
6)その他	1 式
・地盤情報データベース登録検定費	1 式
○解析等調査	1 式
1)打合せ等	1 式
・打合せ 地質調査	1 業務
2)解析等調査業務(機械ボーリング)	1 式
・既往資料の収集・現地調査	1 業務
・資料整理とりまとめ	1 業務
・断面図等の作成	1 業務
・総合解析とりまとめ	1 業務
3)電子成果品作成費	1 式
・電子成果品作成費(機械ボーリング)	1 式

表 1.2 調査実施数量内訳表

業種	工種	種別	細別	単位	Bor.No.1	Bor.No.1別孔	Bor.No.2	Bor.No.2別孔	合計
地質調査業務	機械ボーリング	φ66mmボーリング (オールコア)鉛直下方	粘性土	m	3.9		8.5		12.4
			砂質土	m	0.0		1.1		1.1
			礫混り土砂	m	1.7		11.1		12.8
			玉石混じり土	m	0.0		1.0		1.0
			軟岩	m	1.9		2.3		4.2
			中硬岩	m	1.5		0.0		1.5
			合計	m	9.0		24.0		33.0
	機械ボーリング	φ86mmボーリング (ノコア)鉛直下方	粘性土	m		3.0		8.0	11.0
			砂質土	m		0.0		0.0	0.0
			合計	m		3.0		8.0	11.0
	サウンディング 及び原位置試験	標準貫入試験	粘性土	回	3		7		10
			砂質土	回	0		2		2
			礫混り土砂	回	2		11		13
			玉石混じり土	回	0		1		1
			軟岩	回	1		2		3
			合計	m	6		23		29
	シンウォールサンプラー			本		2		4	6
	室内土質試験	粒度試験	ふるい分析+沈降分析	試料	0	2	0	4	6
		含水比試験	3個/1試料	試料	0	2	0	4	6
		土粒子の密度試験	3個/1試料	試料	0	2	0	4	6
		液性限界試験	4～6点/1試料	試料	0	2	0	4	6
		塑性限界試験	3個/1試料	試料	0	2	0	4	6
		湿潤密度試験	A法	試料	0	2	0	4	6
		一軸圧縮試験	2供試体/1試料	試料	0	2	0	4	6
		圧密試験	段階載荷試験	試料	0	2	0	4	6
	準備費	準備及び跡片付け		業務	1				1
	仮設費	足場仮設(平坦地)	足場高さ0.3m以上	箇所	1		1		2
	運搬費	資機材運搬(トラック運搬)		日	2				2
		特装車運搬(クローラ運搬)		t	0				0
	施工管理費	調査孔閉塞		式	1	1	1	1	4
		交通整理員配置		式	1		1		2
	その他	地盤情報データベース登録検定費		式	1				1
解析等調査	打合せ等	打合せ・地質調査		業務	1				1
	解析等調査業務 (機械ボーリング)	既往資料の収集・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
	電子成果品作成費	電子成果品作成費(機械ボーリング)		式	1				1

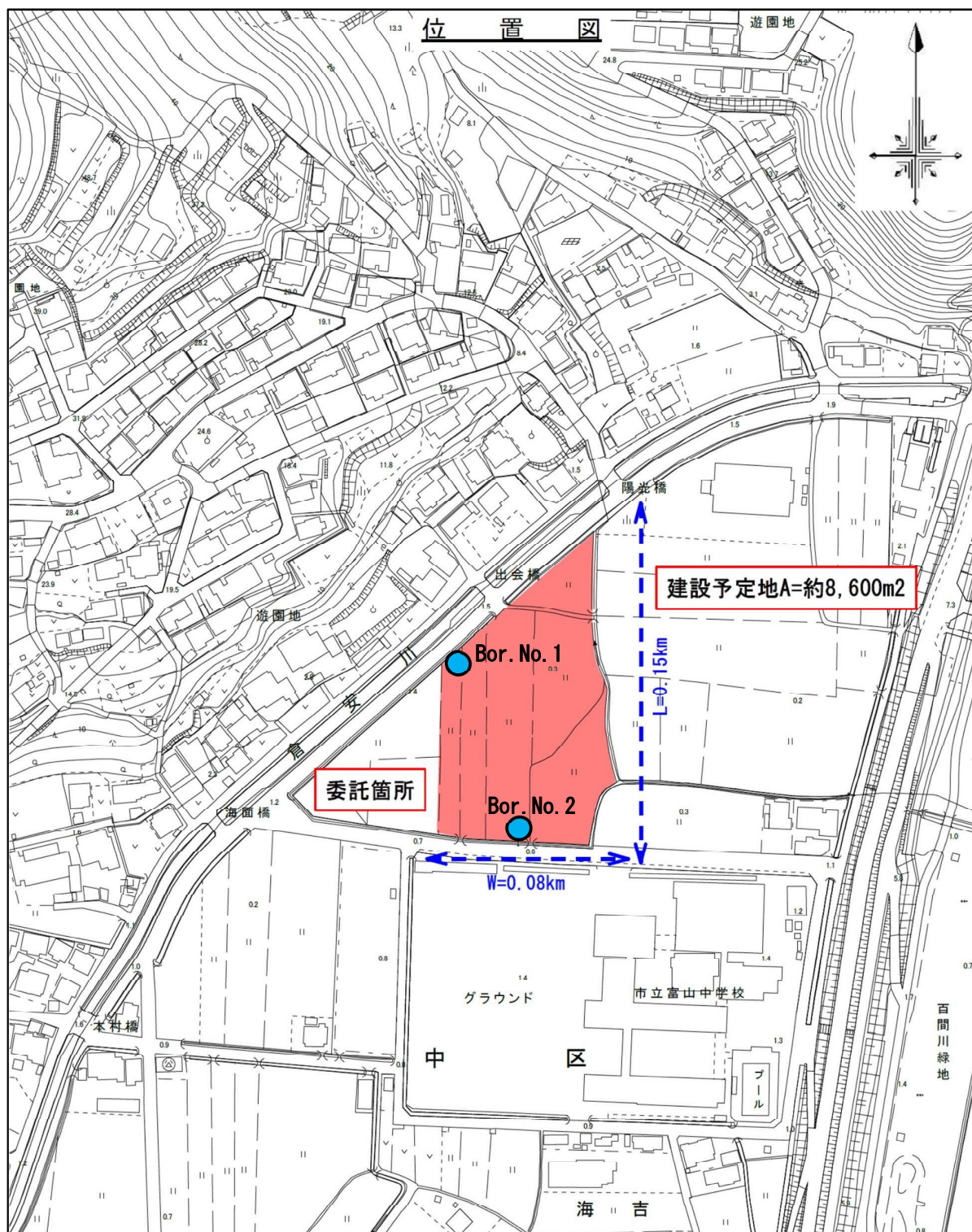


図 1.2.1 位置図

2. 実施方針

2.1. 実施手順

業務の実施フローを以下に示す。

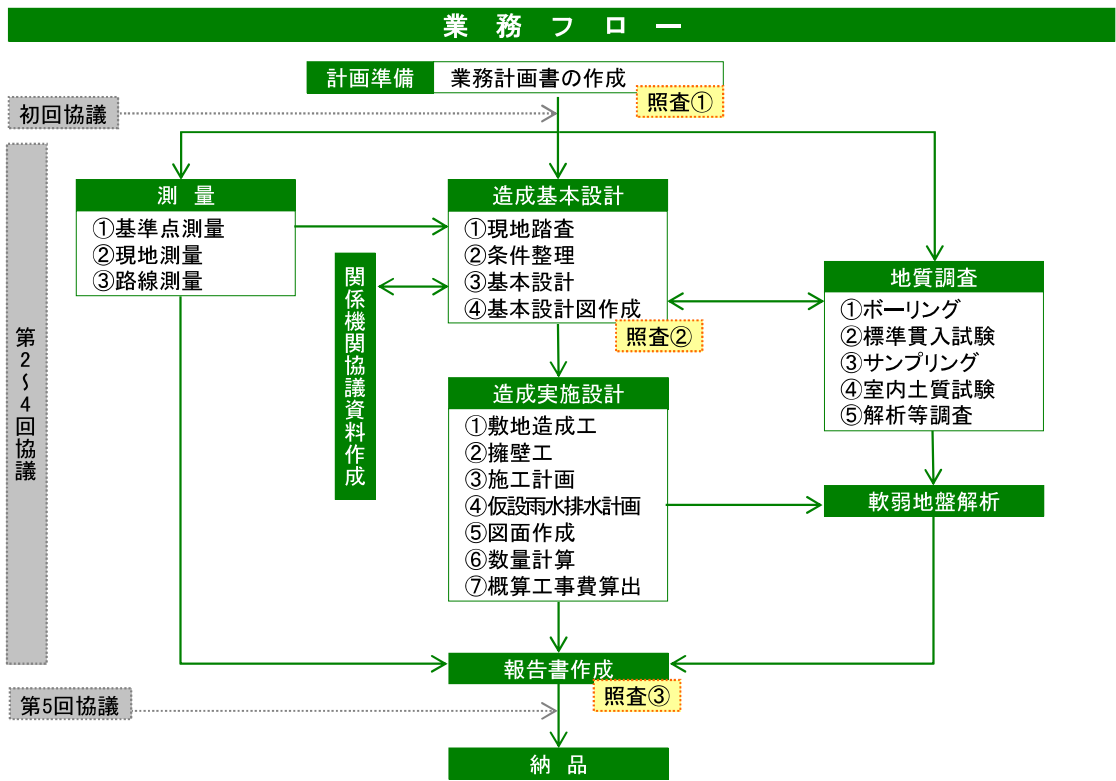


図 2.1.1 業務フロー図

2.2.作業内容と実施方針

調査の実施方針は下記のとおりとした。

- (1) Bor. No. 1 および Bor. No. 2 の地質状況を把握するために、2 本のボーリング調査を実施した。
- (2) ボーリング調査は、土砂部は標準貫入試験併用のオールコアボーリング(φ66 mm)、岩盤部はオールコアボーリング(φ66 mm)とし、地質状況を連続的に把握した。
- (3) ボーリング調査孔で確認した軟弱粘性土地盤において、別孔にてノンコアボーリング(φ86 mm)を行い、監督員と協議の上、サンプリングを行った。
- (4) 軟弱粘性土地盤の室内土質試験を行い、土層の物理的性質及び力学的性質を把握した。
- (5) 地質調査結果から当該地の地質縦横断面図を作成し、各地層の地盤定数を設定した。
- (6) 地盤定数を用いて、軟弱地盤解析を行った。

2.2.1. ボーリング調査 孔径φ66mm（オールコア）、孔径φ86mm（ノンコア）

調査ボーリングは、本孔については、孔径φ66mmで実施した。ボーリング調査位置及び打ち止め深度は、監督員と協議の上、決定した。別孔については、孔径φ86mmで室内土質試験を行う目的でサンプリングを実施した。

【掘進】

- ・ 掘削孔径は調査孔(本孔)において φ66 mmで行った。サンプリング孔(別孔)において φ86 mmで行った。
- ・ 孔内水位の測定は携帯型触針式水位計を用い、「作業開始前」及び「作業終了後」に行った。

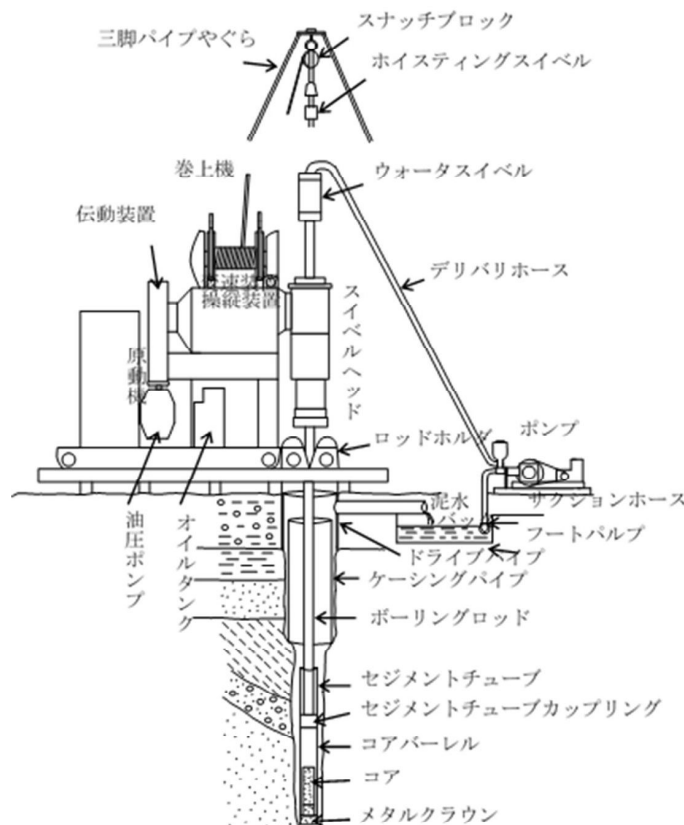


図 2.2.1 調査ボーリングモデル図

【打止め条件】

- 掘進の完了は、調査目的を達成できた深度とし、監督員と協議して打ち止めを決定した。

【検尺】

- 打ち止め条件を満たしたことを監督員に確認した上で、原則として監督員の立会いのもと検尺を行った。

【調査孔閉塞】

- ボーリング終了後は、良質土により適切に調査孔を閉塞した。表層については、現地発生土により埋戻した。

【報告】

- 現地作業中においては、毎日作業終了後に進捗状況を電話、メール等にて報告した。

【基準高】

- 本業務の測量において現地に設置されている基準点（I. 1, I. 2, E. 4）を基準高として利用した。以下に位置図を示す。

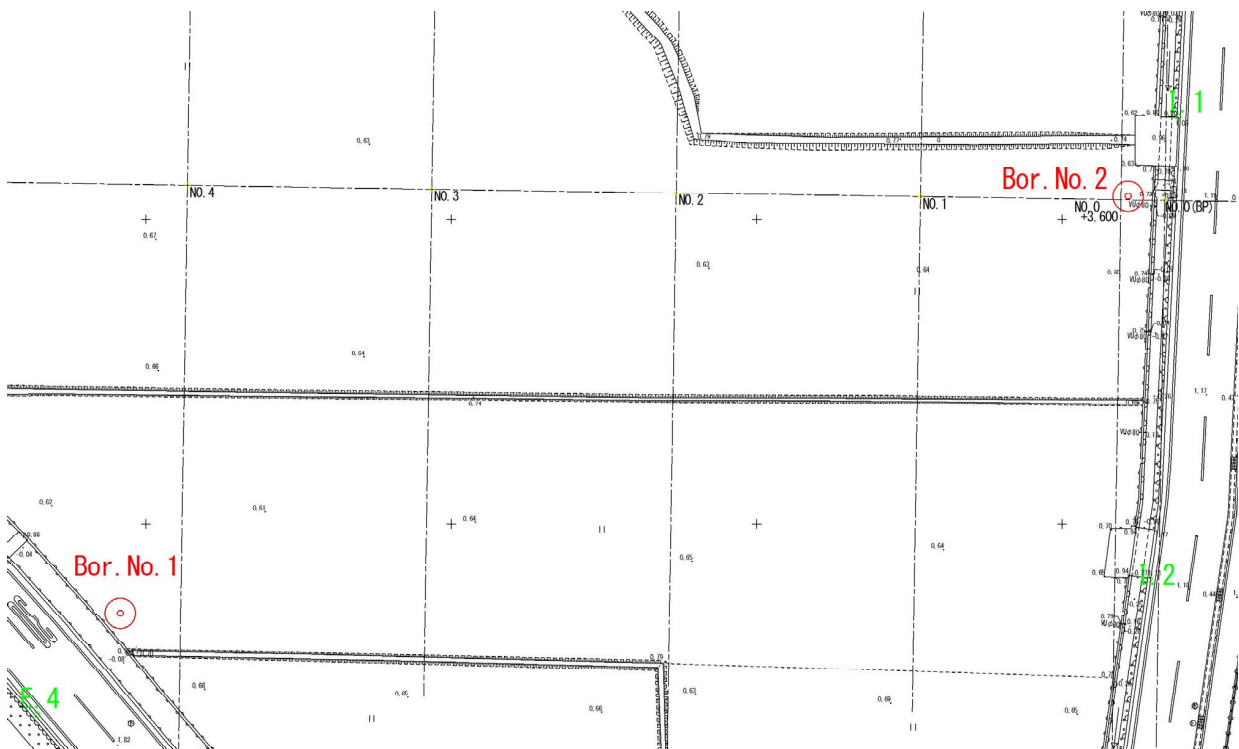


図 2.2.2 基準点位置図

2.2.2. 標準貫入試験

標準貫入試験の試験方法は、岡山市の「地質・土質調査業務共通仕様書第4章サウンディング第1節」に従う。試験方法及び器具は JIS A1219 : 2013 に従い実施した。

標準貫入試験は、1m に 1 回を標準として実施した。標準貫入用サンプラーを所定の深さの孔底に降ろし、重量 $63.5 \pm 0.5 \text{ kg}$ 、落下高 $76 \pm 1 \text{ cm}$ のハンマーの打撃により 15cm の予備打ちの後、30cm 貫入させた。30cm 貫入の際の打撃回数(N 値)を測定するとともにその位置の試料を採取した。

以下に標準貫入試験の概念図を示す。

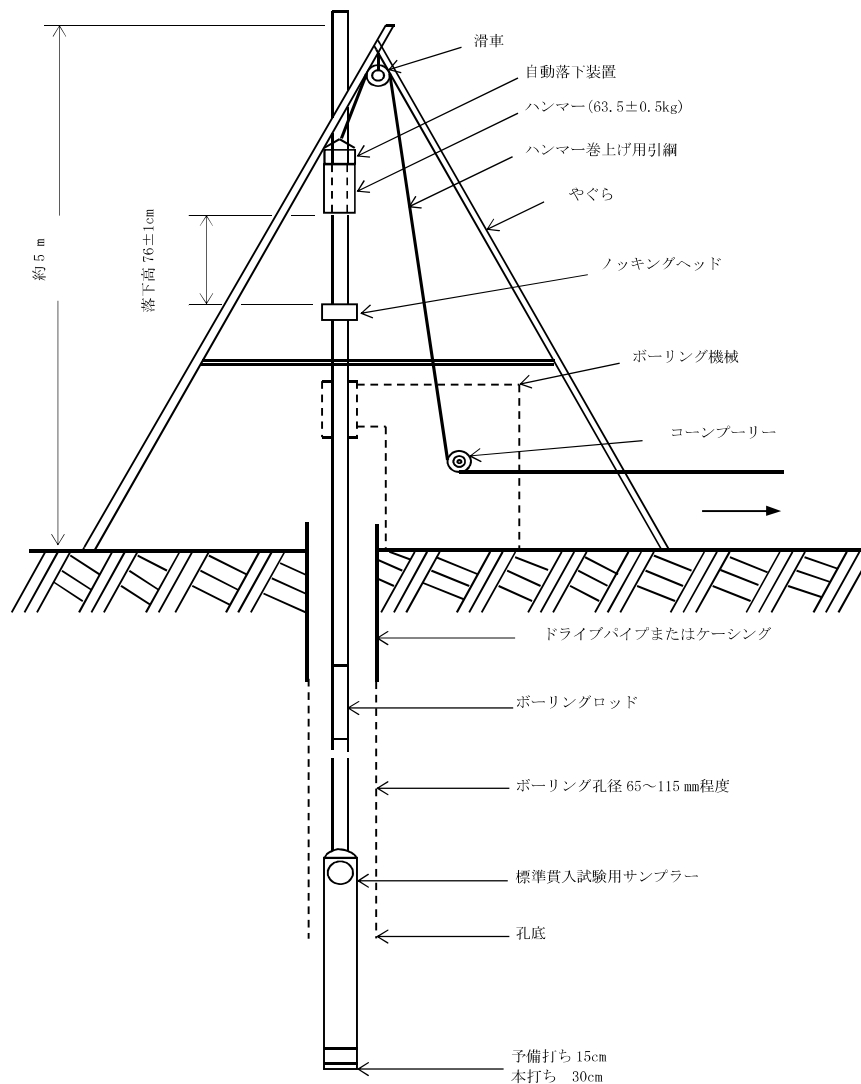


図 2.2.3 標準貫入試験モデル図

2.2.3. サンプルング（乱れの少ない試料採取）

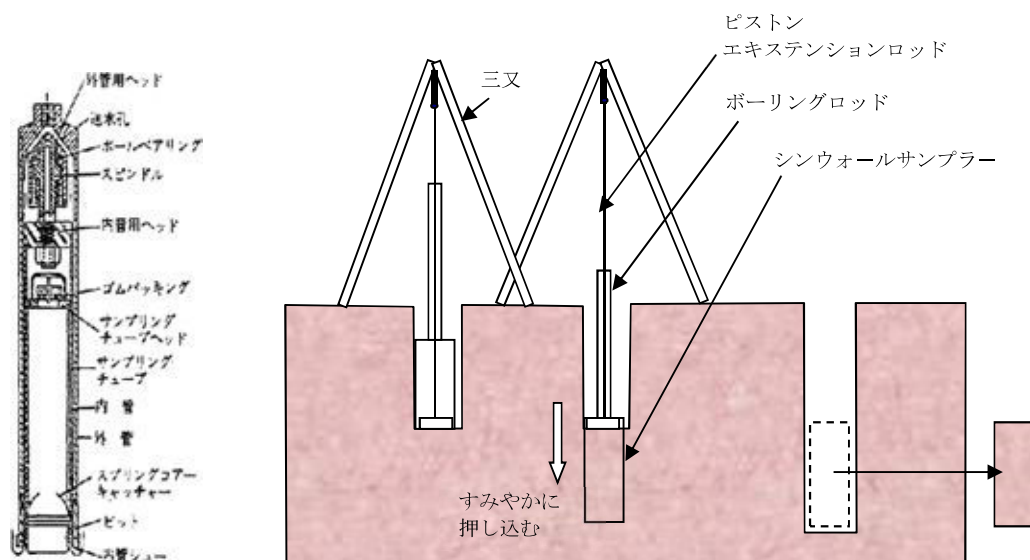
サンプルング箇所は沖積粘性土層を対象とし、採取土の一軸圧縮強度や圧密定数を求め、軟弱地盤解析上の基礎資料とする。

なお、乱さない試料のサンプルングは室内土質試験に用いる試料を、原位置における性状を変えることなく採取することであり、土質状況に応じては、下表より最適なサンプラーを提案する。ただし、シンウォールサンプラー以外のサンプラーを用いる場合は、監督員の承諾を得るものとする。

表 2.2.1 サンプラーの種類

サンプラーの種類	ボーリング 必要孔径	主な対象土質	備考
固定ピストン式 シンウォールサンプラー	86mm	N 値 4 以下の粘性土	最も普及度が高い
デニソン型サンプラー	115mm 以上	N 値 20 以下の硬質 な粘性土	N 値 4～20 の土質に多く 利用する
ロータリー式 三重管サンプラー	116mm～ 125mm	粘性土で N 値 4 以 上、砂質土で N 値 10 以上が目安	硬さが中位以上の粘性 土または締まりの程度 が中位以上の砂質土

・固定ピストン式シンウォールサンプラーによる土の採取法



固定式ピストン式シンウォールサンプラー

図 2.2.4 シンウォールサンプルング概念図

2.2.4. 室内土質試験

室内土質試験は、土層の物理的及び力学的性質の把握を行うために実施した。試験項目は以下のとおりである。

表 2.2.2 室内土質試験内容

試験の名称		試験結果から求められるもの		試験結果の利用	J I S 規格	地盤工学会 基準
物理試験	土粒子の密度	土粒子の比重	G _s	土質判定 粒度試験の沈降分析の計算に土の比重が必要	JIS A 1202	JGS 0111
	土の含水比	含水比	W	他の定数を求めるために必要な数値 土の物理的な安定性の評価 土の判別のための基本的な指標 圧密試験に必要	JIS A 1203	JGS 0121
	土の粒度試験 ふるい分析 沈降分析	粒径加積曲線 均等係数	D ₁₀ D ₆₀ U _c	粒度による土の分類 材料としての判定 透水性の推定 粒度分布の良否	JIS A 1204	JGS 0131
	液性限界試験 塑性限界試験	液性限界 塑性限界 塑性指数	w _L w _P I _P	含水比と液性限界 含水比と塑性限界 土の塑性の範囲 土の工学的分類 物理・工学的分類	JIS A 1205	JGS 0141
	土の湿潤密度 試験	湿潤密度	ρ _t	地盤定数(単位体積重量)の設定 圧密状態の把握のための計算 間隙比の計算(圧密計算に用いられる)	JIS A 1225	JGS 0191
力学試験	一軸圧縮試験	一軸圧縮強度 変形係数	q _u E ₅₀	地盤定数(粘着力)の設定 地盤定数(変形係数)の設定	JIS A 1216	JGS 0511
	圧密試験	圧密係数 圧密降伏応力 体積圧縮係数 圧縮指数	C _v P _c m _v C _c	地盤定数(圧密定数)の設定	JIS A 1217	JGS 0411

2.2.5. 地盤情報データベース登録検定

地盤情報を「一般財団法人国土地盤情報センター」の検定を受けた上で、「国土地盤情報データベース」に登録した。地盤情報の利用の可否について、電子納品運用ガイドライン【地質・土質調査編】に基づき、事前協議における監督員の指示に従って成果品データに「公開可否コード」を記入した上で、検定の申し込みを行った。

また、納品の際に、一般財団法人国土地盤情報センターから受領した検定証明書を提出し、成果が検定済みであることを報告した。なお、電子納品の場合には、電子納品運用ガイドライン【地質・土質調査編】に規定されている格納フォルダ BORING/OTHRs に検定証明書 (PDF ファイル) を格納した。

2.2.6. 解析等調査業務

- ・既存資料の収集、現地調査

関係文献等の収集と検討、調査地周辺の現地踏査を行った。

- ・資料整理とりまとめ

各種計測結果の評価及び考察、ボーリング試料の観察、ボーリング柱状図の作成を行った。

- ・断面図等の作成

地層及び土性の判定、土質又は地質断面図の作成（着色を含む）を行った。

- ・総合解析とりまとめ

総合解析とりまとめは、以下の内容とした。

- 1) 調査地周辺の地形・地質の検討

- 2) 地質調査結果に基づく土質定数の設定

- 3) 地盤の工学的性質の検討と支持地盤の設定

- 4) 地盤の透水性の検討

- 5) 調査結果に基づく基礎形式の検討(具体的な計算を行うものではなく、基礎形式の適用に関する一般的な比較検討)

- 6) 設計・施工上の留意点の検討(特に、切土や盛土を行う場合の留意点の検討)

3.地形・地質概要

3.1. 地形概要

調査地である給食センター造成地は、岡山市中区区役所の東、約 4km に位置する岡山市中区海吉地内にある。図 3.1.1 に示すように、調査地は瀬戸内海沿岸山地・丘陵地と沿岸平野にかけての遷移部にあたり、西南西-東北東方向に伸びる標高 50～200m の低山地～丘陵と、低地が帯状に繰り返している。

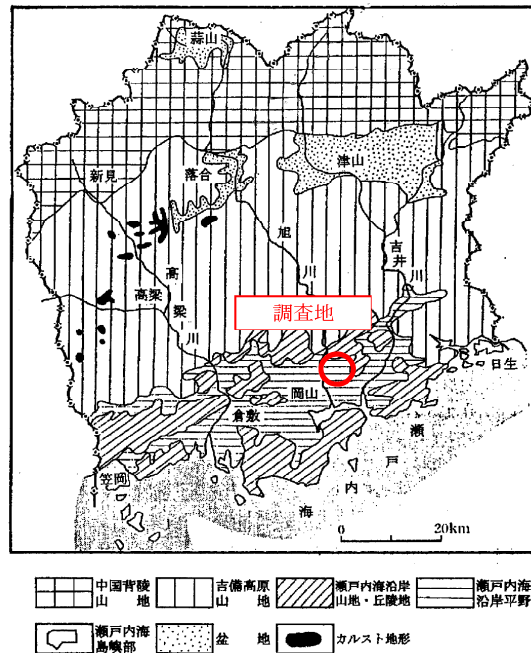


図 3.1.1 岡山県地形区分図（高橋達朗, 1974）

図 3.1.2 に調査地付近の治水地形分類図を示す。調査地付近では、笠井山の東側斜面～百間川右岸の沖積低地である。国土地理院の治水地形分類図によると、当該地は氾濫平野に分類される。造成地南東側は旧河道の可能性が示されている。

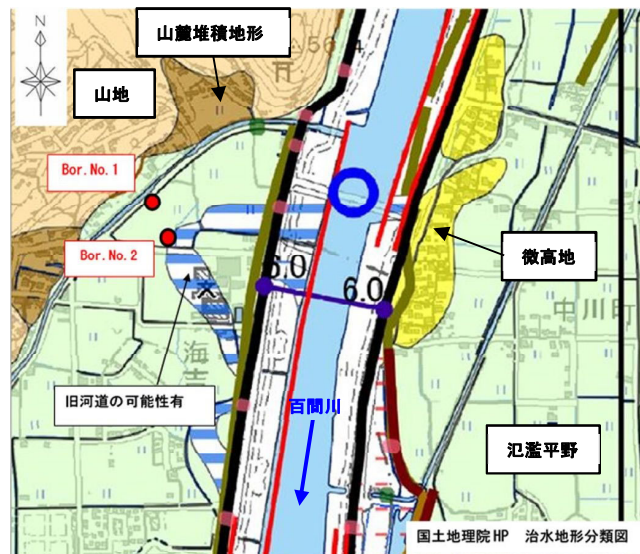


図 3.1.2 調査地付近の治水地形分類図

3.2. 地質概要

調査地の地質は、中生代白亜紀の深成岩類の花崗閃緑岩を基盤岩とし、その上位に新生代第四紀更新世～完新世の洪積砂礫層、洪積砂質土層、洪積粘性土層、沖積砂礫層、沖積砂質土層及び沖積粘性土層によって覆われ、道路構築や宅地造成等による盛土が分布している。表 3.2.1 に調査地の地質構成表、図 3.2.1 に地質図を示す。

表 3.2.1 調査地における地質構成表

地質時代			地層名	地質記号	土質名・岩相
新生代	第四紀	現世	盛土 人工構造物	B	道路構築、宅地造成、および圃場整備等で人工改変された地盤
		完新世	沖積粘性土層 1	Ac1	砂混じり粘土 (含水比高く軟弱、腐植物混じる)
			沖積粘性土層 2	Ac2	砂質シルト (含水比高く軟弱、細礫、貝殻片、木片を混じる)
			沖積粘性土層 3	Ac3	シルト (含水比高く軟弱、均質)
			沖積砂礫層	Ag	シルト混じり礫 (角礫主体、シルトは軟らかい)
			沖積砂質土層	As	粘土質砂 (含水比高く軟弱、細砂～中砂)
		更新世	洪積粘性土層	Dc	砂質粘土 (やや硬い粘土)
			洪積砂質土層	Ds	粘土質砂 (細砂主体で粘土を多く含む)
			洪積砂礫層 1	Dg1	砂礫 (ϕ max65mm の亜角礫、亜円礫、円礫主体、砂は中砂～粗砂)
			洪積砂礫層 2	Dg2	玉石混じり砂礫 (ϕ max260mm の玉石、亜円礫、亜角礫)
中生代	白亜紀後期	深成岩類		WGr	花崗閃緑岩風化土 (強風化し、軟質)
				Gr	花崗閃緑岩 (軟岩 I～軟岩 II～中硬岩)

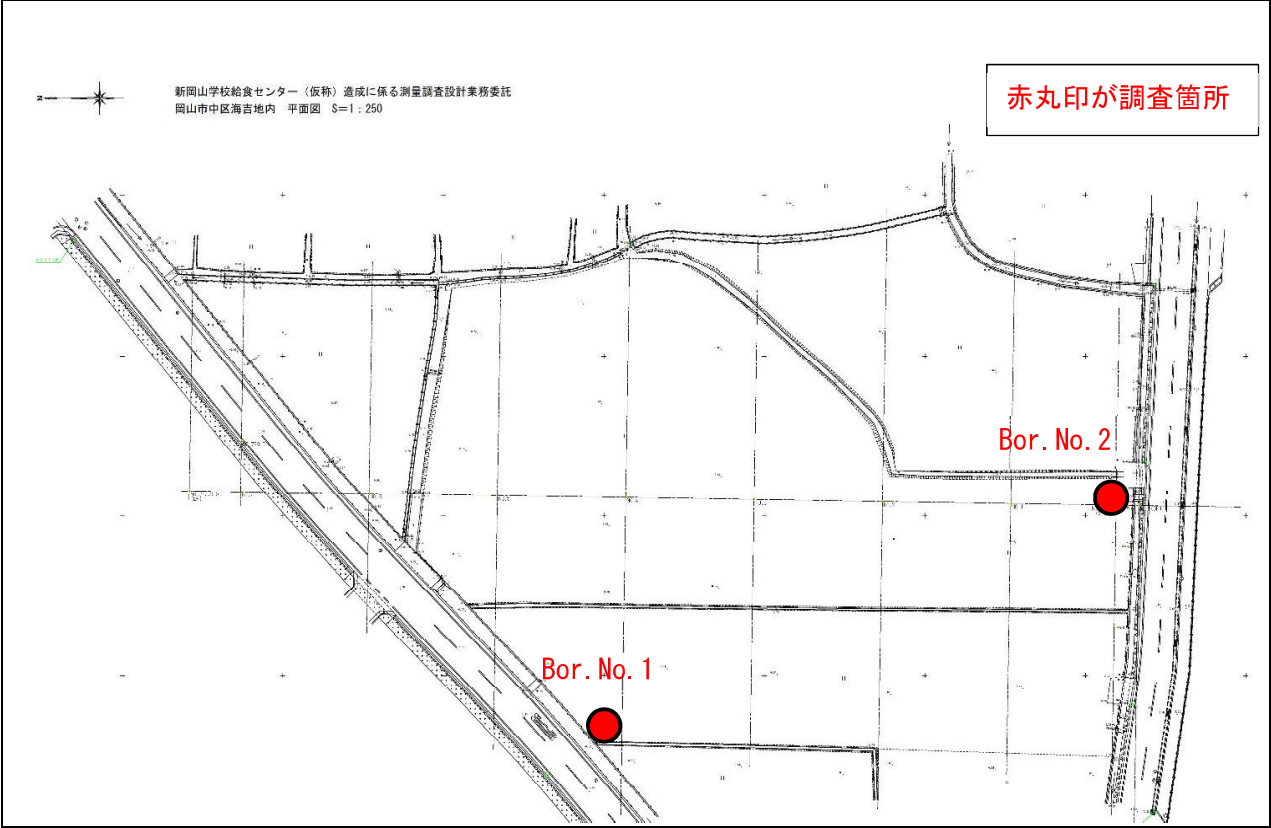
4.地質調査結果

4.1 ボーリング調査結果

調査ボーリングは、表 4.1.1 に示す地点で実施した。各地点のボーリング結果の詳細は巻末資料の『ボーリング柱状図』に示し、その要約を表 4.1.2～表 4.1.3 にまとめた。

表 4.1.1 調査ボーリング箇所一覧表

ボーリング 番号	観測地点緯度経度	標高 (m)	掘進 深度 (m)
Bor. No. 1	緯度：34° 39′ 54.71″ 経度：133° 59′ 18.46″	0.57	9.00
Bor. No. 2	緯度：34° 39′ 52.04″ 経度：133° 59′ 19.82″	0.63	24.00



(1) Bor. No. 1

表 4.1.2 Bor. No. 1 ボーリング調査結果一覧表

簡易柱状図	コア写真(GL-0.00～-9.00m)	深度 (GL-m)	記号	構成土質 (地質区分)	N 値	記事その他
		0.60	Ac1	粘性土	-	・ 耕作土。有機物を混じる粘土。含水比低く硬い。
		1.70		砂混じり粘土	0	・ 非常に含水比高く、軟弱。 ・ 所々木片を混じる。 ・ 茶褐色の細粒土を団粒状に混じる。
		3.90	Ac2	砂質シルト	0	・ 非常に軟らかく含水比高い。 ・ 所々、団粒状に細砂を混じる。微量に細礫、貝殻片、木片を混じる。
		4.30	Ag	シルト混じり礫	7	・ $\phi 10\sim 30\text{mm}$ の角礫主体。 ・ シルトは非常に軟らかく含水比高い。
		5.60	WGr	花崗閃緑岩・礫混じり粘土質砂礫	22	・ 強風化し軟質。指先で潰れる。 ・ 所々風化が弱く礫状コアとなる。岩組織は残す。
		6.20	Gr	花崗閃緑岩・砂礫	360	・ 砂礫状風化岩。 ・ 礫状部は岩片硬いが、マトリックス部分は風化が進み指圧で砕ける。
		7.50		花崗閃緑岩・軟岩	貫入不能	・ 岩片状～短棒状コア。5～10 cm毎に亀裂が分布。 ・ 岩片は硬質で指圧では砕けない。
		9.00		花崗閃緑岩・中硬岩		・ 短棒状～棒状コア。10～20 cm毎に亀裂が分布。 ・ 風化乏しく岩片は硬質でハンマーで叩いても容易に割れない。

(2) Bor. No. 2

表 4. 1. 3 Bor. No. 2 ボーリング調査結果一覧表

簡易柱状図	コア写真(GL-0.00～-24.00m)	深度 (GL-m)	記号	構成土質 (地質区分)	N 値	記事その他
		0.60	Ac1	粘土	-	・ 耕作土。硬い粘土。含水比低い。
		2.00		砂混じり粘土	0	・ 非常に軟らかい。含水比高い。粘土は均質。 ・ 木片や植物片等を混じる。指先で容易に凹む。
		4.00	Ac2	砂質シルト	0	・ 非常に軟らかい。含水比高い。 ・ 細砂をやや多く含む。
		7.00	Ac3	シルト	0	・ 均質なシルト。指先で容易に凹む。含水比高く軟弱。 ・ 5.0～5.6m で貝殻片や木片を微量に混じる。
		7.60	As	粘土質砂	0	・ 細砂～中砂を多く含み、一部粗砂を混じる。 ・ 含水比高く軟弱。
		8.90	Dc	砂質粘土	6	・ やや硬い。含水比中。 ・ 細砂を少量混じる。指圧で押し込みにくい。
		9.35	Ds	粘土質砂	17	・ 細砂主体で粘土を多く含む。 ・ 粘土分は硬く、含水比中。
		10.80	Dg1	砂礫	64	・ ϕ 2～40 mm 程度の角礫～亜角礫、亜円礫を多く含む。 ・ 砂は中砂～粗砂。
				砂礫	22	・ ϕ max65mm の亜角礫～亜円礫主体。 ・ 砂は中砂～粗砂。
		12.00		砂礫	15	・ 11.75～12.0m は少量細粒分を混じり、締まりが非常に緩く含水比高い。
				砂礫	12	
		15.55		砂礫	22	・ ϕ max50mm の亜円礫～円礫を多く含む。礫は硬い。 ・ 砂は中砂～粗砂主体。 ・ 礫率は 70%程度。
		15.75	Dc	粘土	-	・ 粘性強く、やや硬い。含水比中。
		17.00	Dg1	砂礫	20	・ ϕ max40mm の亜円礫～亜角礫主体。礫は硬い。礫率は 50～60%程度。 ・ 中砂を多く含み、細砂を混じる。
				砂礫	36	・ ϕ max50mm 程度の亜円礫～亜角礫主体。礫は硬い。礫率は 70～80%程度。
		20.70		砂礫	30	・ 砂は中砂～粗砂。15.8～16.0m や 17.9～19.6m 付近は亜円礫や円礫をやや多く混じる。
				砂礫	27	・ 19.7～20.0m は含水量多い。
				砂礫	35	
		21.70	Dg2	玉石混じり砂礫	62	・ ϕ 80～260 mm の玉石を混じる。玉石は硬い。 ・ 礫は ϕ 2～40mm の亜円礫～亜角礫。 ・ 砂は細砂～粗砂。
		22.90	Gr	花崗閃緑岩 ・ 軟岩Ⅰ	150	・ 岩片状～短棒状コア。褐色風化又は変質が進み、22.55～22.75m では指先で崩せる。
		24.00		花崗閃緑岩 ・ 軟岩Ⅱ	貫入不能	・ 岩片状コア。2～5 cm毎に亀裂が分布。 ・ 岩片は硬く指圧では砕けない。風化乏しい。

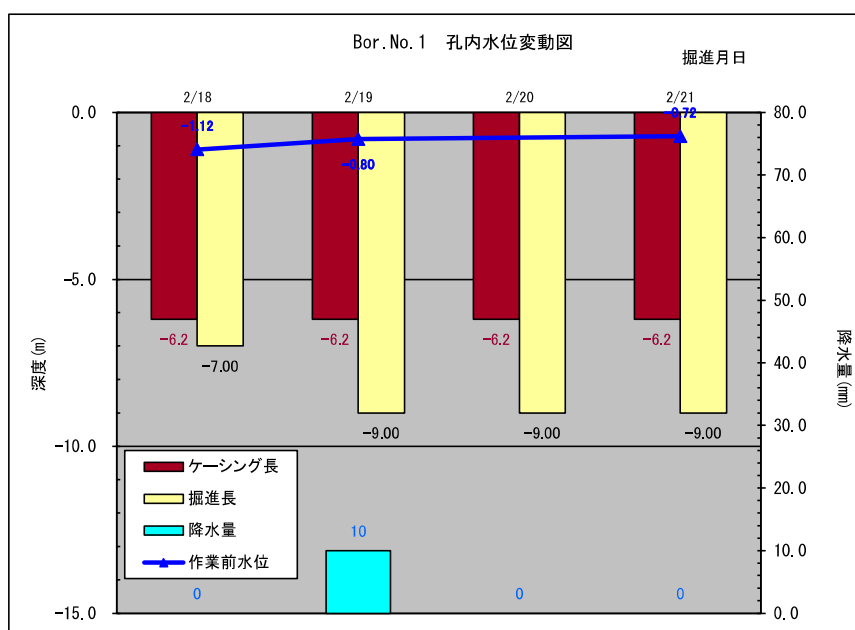
■孔内水位測定結果

各ボーリング孔のボーリング掘進時水位変動図を図 4.1.1～図 4.1.2 に示す。

孔内水位測定結果より調査期間中の地下水位は、調査地周辺の用水路に流れる水面の高さと標高的にはほぼ同等であり、沖積粘性土層 1 (Ac1) に分布していると考えられる。

(1) Bor. No. 1 掘進時水位について

- ・ 初期水位として、GL-1.12m で掘進時に水位が確認された。
- ・ 2 月 18 日に GL-6.2m で岩着し、ケーシング長は 2 月 18 日以降、変化はなく水位は、GL-0.72～-0.80m 付近に分布している。
- ・ 地下水位は、2 月 19 日の降雨の影響も考えられるが、沖積粘性土層 2 (Ac2) 下位の沖積砂礫層 (Ag) から被圧して上昇している可能性がある。
- ・ ただし、最終水位は調査地周辺の用水路に流れる水面の高さと標高的にはほぼ同等であり、地下水位は最終水位付近に分布すると考えられる。

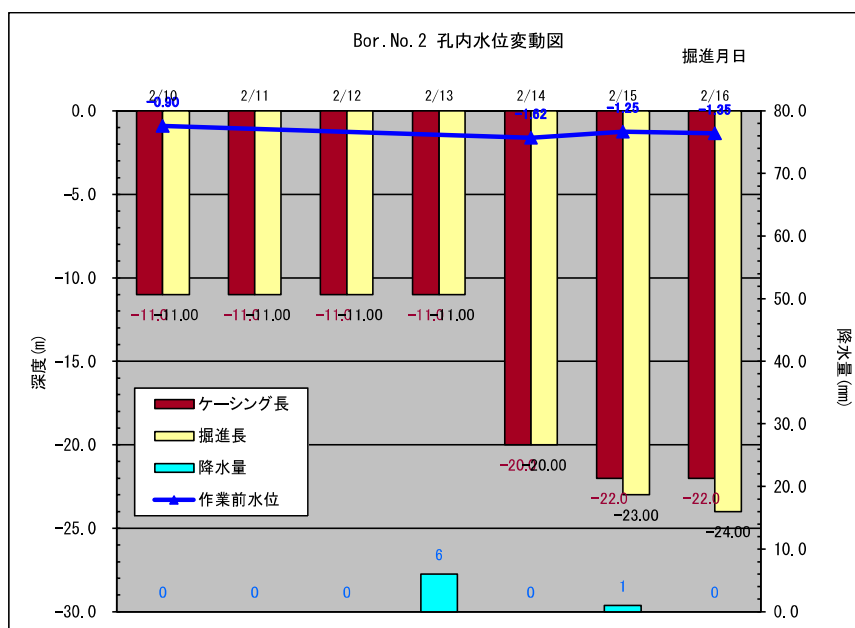


作業前水位 (GLm)	ケーシング長 (m)	掘進日	掘進長 (m)	降水量 (mm)
-1.12	-6.2	2月18日	-7.00	0
-0.80	-6.2	2月19日	-9.00	10
	-6.2	2月20日	-9.00	0
-0.72	-6.2	2月21日	-9.00	0

図 4.1.1 Bor. No. 1 ボーリング掘進時水位変動図

(2) Bor. No. 2 掘進時水位について

- ・ 初期水位として、GL-0.90m で掘進時に水位が確認された。
- ・ 2 月 10 日の掘進から 4 日後の作業前水位は GL-1.62m であった。
- ・ その後、掘進を継続しても水位は GL-1.25m～-1.35m でほぼ変化が認められなかった。
- ・ 上記水位の内、初期水位は調査地周辺の用水路に流れる水面の高さと標高的にほぼ同等であり、地下水位は初期水位付近に分布すると考えられる。



作業前水位 (GLm)	ケーシング長 (m)	掘進日	掘進長 (m)	降水量 (mm)
-0.90	-11.0	2月10日	-11.00	0
	-11.0	2月11日	-11.00	0
	-11.0	2月12日	-11.00	0
	-11.0	2月13日	-11.00	6
-1.62	-20.0	2月14日	-20.00	0
-1.25	-22.0	2月15日	-23.00	1
-1.35	-22.0	2月16日	-24.00	0

図 4.1.2 Bor. No. 2 ボーリング掘進時水位変動図

4.2.標準貫入試験結果

本調査では、ボーリング孔を利用して深度方向に 1m ピッチを基本とし、標準貫入試験を実施した。試験結果をボーリング孔毎にまとめ、各地層の N 値を集計した。以下、各地層の N 値について述べる。

表 4.2.1 給食センター造成地の N 値の範囲および平均値

地層 区分	Bor. No.	試験深度 (G.L.-m)			試験結果								換算 N 値	最小 N 値	最大 N 値	平均 N 値
					10cm毎						合計					
					打 撃 回 数 (回)	貫 入 量 (cm)	打 撃 回 数 (回)	貫 入 量 (cm)	打 撃 回 数 (回)	貫 入 量 (cm)	打 撃 回 数 (回)	貫 入 量 (cm)				
Ac1	Bor.No.1	1.00	~	1.50	0	50					0	50	0.0	0.0	0.0	0.0
Ac1	Bor.No.2	1.00	~	1.50	0	50					0	50	0.0			
Ac2	Bor.No.1	2.00	~	2.50	0	50					0	50	0.0			
Ac2	Bor.No.1	3.00	~	3.50	0	50					0	50	0.0			
Ac2	Bor.No.2	2.00	~	2.50	0	50					0	50	0.0			
Ac2	Bor.No.2	3.00	~	3.50	0	50					0	50	0.0	0.0	0.0	0.0
Ac3	Bor.No.2	4.00	~	4.50	0	50					0	50	0.0			
Ac3	Bor.No.2	5.00	~	5.50	0	50					0	50	0.0			
Ac3	Bor.No.2	6.00	~	6.50	0	50					0	50	0.0	7.0	7.0	7.0
Ag	Bor.No.1	4.15	~	4.45	2	10	2	10	3	10	7	30	7.0			
As	Bor.No.2	7.00	~	7.50	0	50					0	50	0.0			
Dc	Bor.No.2	8.15	~	8.45	2	10	2	10	2	10	6	30	6.0	6.0	6.0	6.0
Ds	Bor.No.2	9.15	~	9.45	2	10	3	10	12	10	17	30	17.0	17.0	17.0	17.0
Dg1	Bor.No.2	10.15	~	10.43	18	10	25	10	17	8	60	28	64.3	8.0	64.3	26.5
Dg1	Bor.No.2	11.15	~	11.45	8	10	7	10	7	10	22	30	22.0			
Dg1	Bor.No.2	12.15	~	12.45	6	10	6	10	3	10	15	30	15.0			
Dg1	Bor.No.2	13.15	~	13.45	6	10	4	10	2	10	12	30	12.0			
Dg1	Bor.No.2	14.15	~	14.45	6	10	9	10	7	10	22	30	22.0			
Dg1	Bor.No.2	15.15	~	15.45	3	10	3	10	2	10	8	30	8.0			
Dg1	Bor.No.2	16.15	~	16.45	6	10	6	10	8	10	20	30	20.0			
Dg1	Bor.No.2	17.15	~	17.45	12	10	13	10	11	10	36	30	36.0			
Dg1	Bor.No.2	18.15	~	18.45	9	10	9	10	12	10	30	30	30.0			
Dg1	Bor.No.2	19.15	~	19.45	6	10	9	10	12	10	27	30	27.0			
Dg1	Bor.No.2	20.15	~	20.45	14	10	11	10	10	10	35	30	35.0			
Dg2	Bor.No.2	21.50	~	21.79	18	10	17	10	25	9	60	29	62.1	62.1	62.1	62.1
WGr	Bor.No.1	5.15	~	5.45	6	10	9	10	7	10	22	30	22.0	22.0	22.0	22.0
Gr	Bor.No.1	6.15	~	6.20	60	5					60	5	360.0	150.0	900.0	470.0
Gr	Bor.No.1	7.00	~	7.00	60	0					60	0	貫入不能			
Gr	Bor.No.1	8.00	~	8.00	60	0					60	0	貫入不能			
Gr	Bor.No.1	9.00	~	9.00	60	0					60	0	貫入不能			
Gr	Bor.No.2	22.05	~	22.17	48	10	12	2			60	12	150.0			
Gr	Bor.No.2	23.00	~	23.02	60	2					60	2	900.0			
Gr	Bor.No.2	24.00	~	24.00	60	0					60	0	貫入不能			

1) 沖積粘性土層 1 (Ac1)

- 調査地の最上位に分布する地層で、非常に軟らかい砂混じり粘土である。
- N 値はすべて 0 であった。

2) 沖積粘性土層 2 (Ac2)

- 沖積粘性土層 1 (Ac1) の下位に分布する地層で、非常に軟らかい砂質シルトである。
- N 値はすべて 0 であった。

3) 沖積粘性土層 3 (Ac3)

- 沖積粘性土層 2 (Ac2) の下位に分布する地層で、非常に軟らかいシルトである。
- N 値はすべて 0 であった。

4) 沖積砂礫層 (Ag)

- ・ 沖積粘性土層 3 (Ac3) の下位に分布する地層で、非常に軟らかいシルトを混じる砂礫である。
- ・ N 値は 7 であった。

5) 沖積砂質土層 (As)

- ・ 沖積粘性土層 3 (Ac3) の下位に分布する地層で、締まりは非常に緩い粘土質砂である。
- ・ N 値は 0 であった。

6) 洪積粘性土層 (Dc)

- ・ 沖積砂質土層 (As) の下位に分布する地層で、やや硬い粘土である。
- ・ N 値は 6 であった。

7) 洪積砂質土層 (Ds)

- ・ 洪積粘性土層 (Dc) の下位に分布する地層で、締まりは中くらいの粘土質砂である。
- ・ N 値は 17 であった。

8) 洪積砂礫層 1 (Dg1)

- ・ 洪積砂質土層 (Ds) の下位に分布する地層で、締まりは中くらいの砂礫である。
- ・ 平均 N 値は 26 であった。

9) 洪積砂礫層 2 (Dg2)

- ・ 洪積砂礫層 1 (Dg1) の下位に分布する地層で、締まりは非常に密な砂礫である。
- ・ N 値は 60 以上であった。

10) 花崗閃緑岩風化土 (WGr)

- ・ 基盤岩の風化土である。
- ・ 軟質で N 値は 22 であった。

11) 花崗閃緑岩 (Gr)

- ・ 調査地の最下位に分布する基盤岩である。
- ・ N 値は 60 以上であった。

4.3. 室内土質試験結果

本調査では、分布する土層の土質判定、物理特性および力学特性を把握することを目的とし、乱れの少ない試料採取試料を用いて室内土質試験を実施した。表 4.3.1 に室内土質試験結果の一覧表を示す。

表 4.3.1 室内土質試験結果一覧表

地層名		Ac1	Ac1	Ac2	Ac2	Ac3	As	Dc
ボーリング調査地点		Bor.No.1	Bor.No.2	Bor.No.1	Bor.No.2	Bor.No.2	Bor.No.2	Bor.No.2
試料番号		T1-1	T2-1	T1-3	T2-3	T2-6	T2-7	T2-8
試料採取深さ(m)		(1.00~1.80m)	(1.00~1.80m)	(3.00~3.80m)	(3.00~3.80m)	(6.00~6.80m)	(7.00~7.30m)	(8.00~8.80m)
試料の種類		乱れの少ない	乱れの少ない	乱れの少ない	乱れの少ない	乱れの少ない	乱れの少ない	乱れの少ない
一般	湿潤密度 $\rho_t(\text{g}/\text{cm}^3)$	1.607	1.501	1.677	1.617	1.603	—	2.002
	乾燥密度 $\rho_d(\text{g}/\text{cm}^3)$	0.982	0.807	1.098	1.003	0.977	—	1.598
	土粒子の密度 $\rho_s(\text{g}/\text{cm}^3)$	2.614	2.613	2.603	2.601	2.608	2.655	2.683
	自然含水比 W_n (%)	64.1	86.0	52.9	61.4	64.2	35.6	25.3
	間隙比 e	1.672	2.238	1.374	1.595	1.673	—	0.679
	飽和度 S_r (%)	100.2	100.4	100.1	100.1	100.0	—	99.9
粒度特性	礫 分 G(%)	0.0	0.0	0.9	0.4	0.0	0.0	0.0
	砂 分 S(%)	14.2	11.0	20.6	22.1	2.0	57.3	25.7
	シルト分 M(%)	54.0	42.0	52.3	43.5	50.3	19.7	33.7
	粘土分 C(%)	31.8	47.0	26.2	34.0	47.7	23.0	40.6
	細粒分含有率 F_c (%)	85.8	89.0	78.5	77.5	98.0	42.7	74.3
	最大粒径 (mm)	2	2	4.75	4.75	2	2	2
	60%粒径 $D_{60}(\text{mm})$	0.0284	0.0147	0.0330	0.0332	0.0088	0.1987	0.0250
	50%粒径 $D_{50}(\text{mm})$	0.0178	0.0064	0.0225	0.0158	0.0059	0.1248	0.0109
	20%粒径 $D_{20}(\text{mm})$	*	*	0.0023	*	*	0.0023	*
	10%粒径 $D_{10}(\text{mm})$	*	*	*	*	*	*	*
	均等係数 U_c	*	*	*	*	*	*	*
	曲率係数 $U'c$	*	*	*	*	*	*	*
コンシステンシー特性	液性限界 W_L (%)	57.9	73.2	46.3	51.4	59.8	25.8	29.8
	塑性限界 W_P (%)	27.4	31.2	34.2	32.1	32.2	17.5	18.6
	塑性指数 I_P	30.5	42.0	12.1	19.3	27.6	8.3	11.2
	液性指数 I_L	1.20	1.30	1.55	1.52	1.16	2.18	0.60
	コンシステンシー指数 I_c	-0.20	-0.30	-0.55	-0.52	-0.16	-1.18	0.40
分類	日本統一分類(細分類)	砂まじり粘土 (高液性限界) (CH-S)	砂まじり粘土 (高液性限界) (CH-S)	砂質シルト (低液性限界) (MLS)	砂質シルト (高液性限界) (MHS)	シルト (高液性限界) (MH)	細粒分質砂 (SF)	砂質粘土 (低液性限界) (CLS)
圧密	試験方法	土の段階載荷による圧密試験	土の段階載荷による圧密試験	土の段階載荷による圧密試験	土の段階載荷による圧密試験	土の段階載荷による圧密試験	—	土の段階載荷による圧密試験
	圧縮指数 C_c	0.837	1.193	0.422	0.458	0.708	—	0.179
	圧密降伏応力 P_c kN/m^2	20.46	29.34	70.65	38.52	90.11	—	318.06
一軸圧縮	一軸圧縮強さ q_u kN/m^2	15.69	20.83	17.46	33.38	43.87	—	72.14
	一軸圧縮強さ q_u kN/m^2	15.92	19.84	19.98	26.21	43.45	—	79.74
	一軸圧縮強さ q_u kN/m^2	14.85	22.03	31.26	25.92	46.94	—	88.52
	一軸圧縮強さ q_u kN/m^2	14.99	18.97	19.29	23.42	61.37	—	99.47

(1) 土粒子の密度

土粒子の密度は、有機物の混入量が多い場合には小さく、鉄などの重鉱物が含まれている場合には大きい値となる。試験結果を表 4.3.2 に示す。一般的な無機質土の土粒子の密度は、表 4.3.3 に示すように粘性土で $2.50 \sim 2.75 \text{ g/cm}^3$ 、砂質土で $2.6 \sim 2.8 \text{ g/cm}^3$ を示す。土粒子の密度の深度分布図を図 4.3.1 示す。

表 4.3.2 土粒子の密度試験結果

地層名	記号	試験試料						土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	
		ボー リ ン グ 番 号	試 料 番 号	採取 深 度	採取 標 高	分 類			
				GL-m	GH(m)	分類名	分類 記号	各値	平均値
沖積粘性土層1	Ac1	Bor.No.1	T1-1	1.00～1.80m	-0.83	砂まじり粘土 (高液性限界)	(CH-S)	2.614	2.614
		Bor.No.2	T2-1	1.00～1.80m	-0.77	砂まじり粘土 (高液性限界)	(CH-S)	2.613	
沖積粘性土層2	Ac2	Bor.No.1	T1-3	3.00～3.80m	-2.83	砂質シルト (低液性限界)	(MLS)	2.603	2.603
		Bor.No.2	T2-3	3.00～3.80m	-2.77	砂質シルト (高液性限界)	(MHS)	2.601	
沖積粘性土層3	Ac3	Bor.No.2	T2-6	6.00～6.80m	-5.77	シルト (高液性限界)	(MH)	2.608	2.608
沖積砂質土層	As	Bor.No.2	T2-7	7.00～7.30m	-6.52	細粒分質砂	(SF)	2.655	2.655
洪積粘性土層	Dc	Bor.No.2	T2-8	8.00～8.80m	-7.77	砂質粘土 (低液性限界)	(CLS)	2.683	2.683

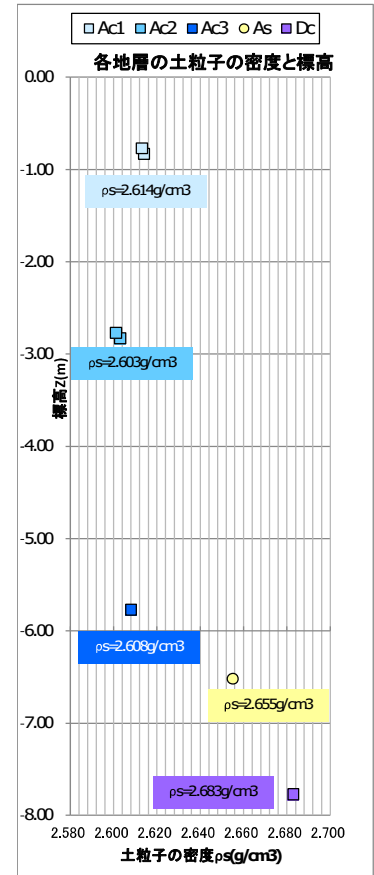


図 4.3.1
土粒子の密度深度分布図

表 4.3.3 主な鉱物と土粒子の密度

鉱物名	密度 $\rho_s (\text{g/cm}^3)$	土質名	密度 $\rho_s (\text{g/cm}^3)$
石英	2.6~2.7	豊浦砂	2.64
長石	2.5~2.8	沖積砂質土層	2.6~2.8
雲母	2.7~3.2	沖積粘土層	2.50~2.75
角閃石	2.9~3.5	洪積砂質土層	2.6~2.8
輝石	2.8~3.7	洪積粘性土層	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

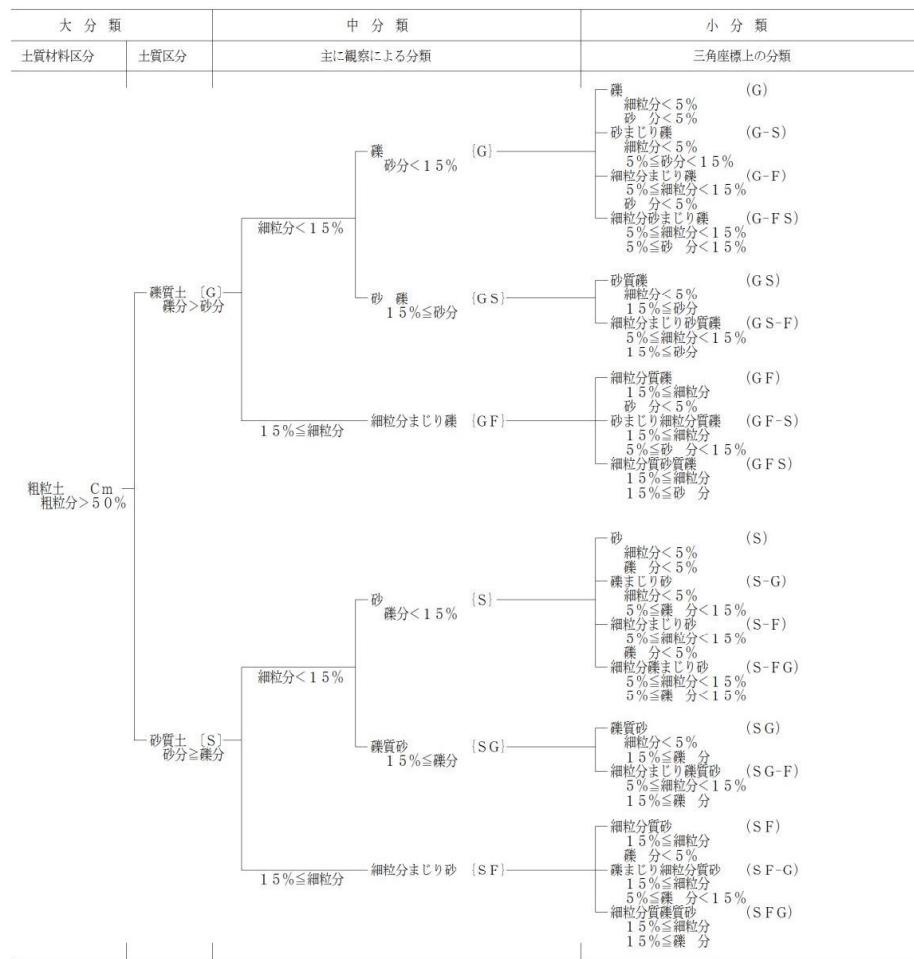
沖積砂質土層 (As)
沖積粘性土層 (Ac1~Ac3)
洪積粘性土層 (Dc)

【地盤材料試験の方法と解説 p118 社団法人 地盤工学会】

沖積粘性土層 (Ac1, Ac2, Ac3)、沖積砂質土層 (As) および洪積粘性土層 (Dc) の土粒子の密度は、 $\rho_s = 2.601 \sim 2.683 \text{ g/cm}^3$ を示し、沖積粘土層または沖積砂質土層の一般的な値 ($2.50 \sim 2.80 \text{ g/cm}^3$) の範囲にある。

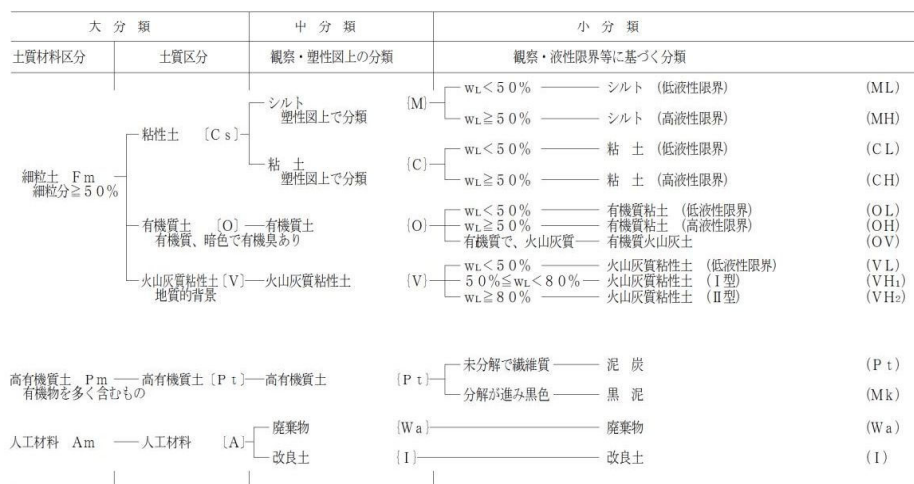
(2) 粒度特性

粒度試験は、下図の土質分類に基づいて土質区分を行った。



注：含有率は土質材料に対する質量百分率

(a) 粗粒土の工学的分類体系



(b) 主に細粒土の工学的分類体系

図 4.3.2 土質材料の工学的分類体系

【地盤材料試験の方法と解説 p74 社団法人 地盤工学会】

図 4.3.3～図 4.3.7 に地層別にまとめた粒径加積曲線を示す。また、地盤の透水性に関係があるとされる 20%粒径を整理してクレーガーの式による換算透水係数を算出した(表 4.3.3)。

1) 沖積粘性土層 1 (Ac1)

沖積粘性土層 1 (Ac1) の粒度組成は、細粒分含有率が 85.8～89.0%で全体に優勢である。また、礫分含有率が 0%、砂分含有率が 11.0～14.2%を示し、調査地点ごとの土質の含有率のばらつきは小さい。土質は砂混じり粘土(高液性限界)：(CH-S))に分類される。

透水性と関係があるとされる 20%粒径は確認されない細粒土の粒径となる。

2) 沖積粘性土層 2 (Ac2)

沖積粘性土層 2 (Ac2) の粒度組成は、細粒分含有率が 77.5～78.5%で全体に優勢である。また、礫分含有率が 0.4～0.9%、砂分含有率が 20.6～22.1%を示し、調査地点ごとの土質の含有率のばらつきは小さい。土質は砂質シルト(高液性限界)：(MLS))に分類される。

透水性と関係があるとされる 20%粒径は $D_{20}=0.0023\text{mm}$ 未満を示し、細粒土の粒径となる。

3) 沖積粘性土層 3 (Ac3)

沖積粘性土層 3 (Ac3) の粒度組成は、細粒分含有率が 98.0%で全体に優勢である。また、礫分含有率が 0%、砂分含有率が 2.0%を示す。土質はシルト(高液性限界)：(MH))に分類される。

透水性と関係があるとされる 20%粒径は確認されない細粒土の粒径となる。

4) 沖積砂質土層 (As)

沖積砂質土層 (As) の粒度組成は、砂分含有率が 57.3%で全体に優勢である。また、細粒分含有率が 42.7%、礫分含有率が 0%を示す。土質は細粒分質砂：(SF))に分類される。

透水性と関係があるとされる 20%粒径は $D_{20}=0.0023\text{mm}$ 未満を示し、細粒土の粒径となる。

5) 洪積粘性土層 (Dc)

洪積粘性土層 (Dc) の粒度組成は、細粒分含有率が 74.3%で全体に優勢である。また、礫分含有率が 0%、砂分含有率が 25.7%を示す。土質は砂質粘土(低液性限界)：(CLS))に分類される。

透水性と関係があるとされる 20%粒径は確認されない細粒土の粒径となる。

表 4.3.3 20%粒径 D_{20} を用いて換算した飽和透水係数(クレーガーの式)算出結果

地層名	記号	試験試料						粒度特性	透水性	
		ボーリング 番号	試料 番号	採取 深度	採取 標高	分類		20% 粒径	飽和透水係数	
				GL-m	GH(m)	分類名	分類 記号	D20 (mm)	k(m/s)	
									推定値	平均値
沖積粘性土層1	Ac1	Bor.No.1	T1-1	1.00~1.80m	-0.83	砂まじり粘土 (高液性限界)	(CH-S)	*	*	*
		Bor.No.2	T2-1	1.00~1.80m	-0.77	砂まじり粘土 (高液性限界)	(CH-S)	*	*	
沖積粘性土層2	Ac2	Bor.No.1	T1-3	3.00~3.80m	-2.83	砂質シルト (低液性限界)	(MLS)	0.0023	3.03E-07	3.03E-07
		Bor.No.2	T2-3	3.00~3.80m	-2.77	砂質シルト (高液性限界)	(MHS)	*	*	*
沖積粘性土層3	Ac3	Bor.No.2	T2-6	6.00~6.80m	-5.77	シルト (高液性限界)	(MH)	*	*	
沖積砂質土層	As	Bor.No.2	T2-7	7.00~7.30m	-6.52	細粒分質砂	(SF)	0.0023	3.03E-07	3.03E-07
洪積粘性土層	Dc	Bor.No.2	T2-8	8.00~8.80m	-7.77	砂質粘土 (低液性限界)	(CLS)	*	*	

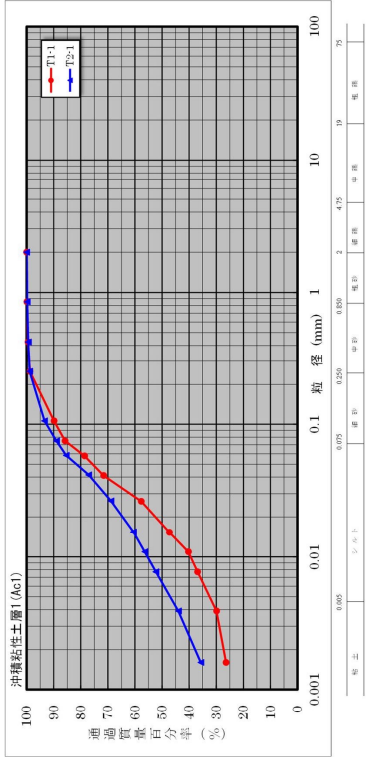


図 4.3.3 沖積粘性土層 1 (Ac1) の粒径加積曲線

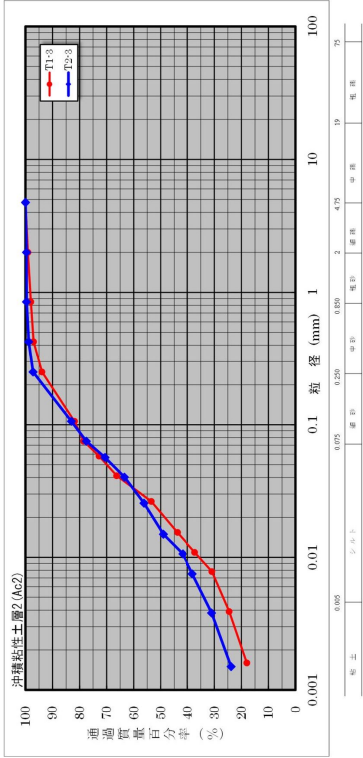


図 4.3.4 沖積粘性土層 2 (Ac2) の粒径加積曲線

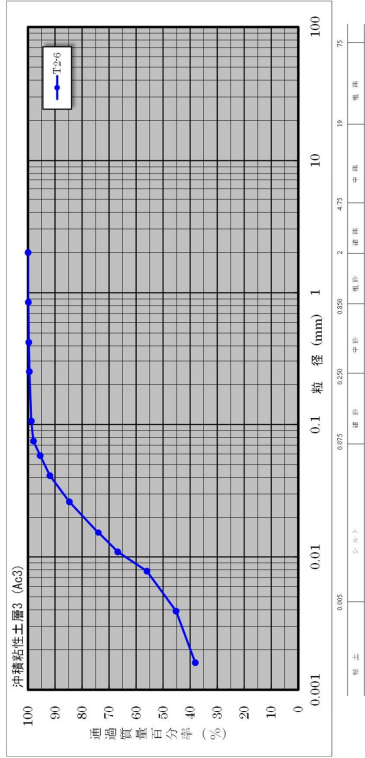


図 4.3.5 沖積粘性土層 3 (Ac3) の粒径加積曲線

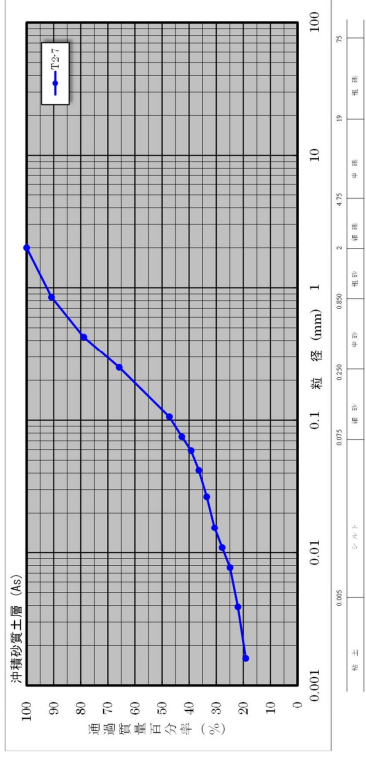


図 4.3.6 沖積砂質土層 (As) の粒径加積曲線

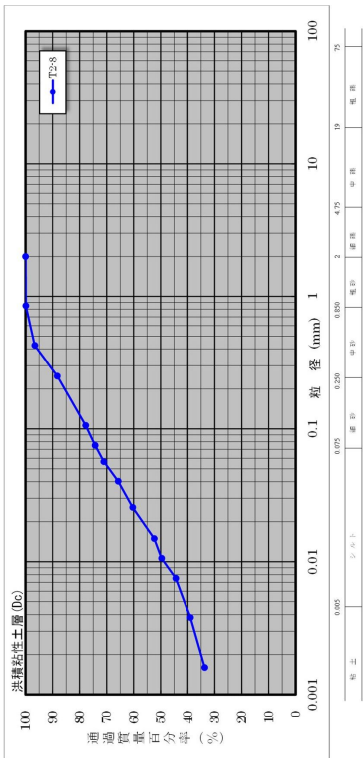


図 4.3.7 洪積粘性土層 (Dc) の粒径加積曲線

(3) コンシステンシー特性

【含水比試験結果】

表 4.3.4 に自然含水比の一般値を示す。細粒分が多い土では含水比は高く、砂質土や真砂土のように砂分が多い土は含水比が低い傾向がある。また、沖積層に比べて洪積層は含水比が低い傾向がある。自然含水比の深度分布図を図 4.3.8 に示す。

表 4.3.4 自然含水比の測定例

土質名	地域	含水比(%)	
沖積粘土	東京	50～80	沖積粘性土層
洪積粘土	東京	30～60	
関東ローム	関東	80～150	
まさ土	中国	6～30	沖積砂質土層
しらす	南九州	15～33	
黒ぼく	九州	30～270	
泥炭	石狩	110～1300	

【地盤材料試験の方法と解説 p127 社団法人 地盤工学会】

我が国における土の密度のおおよその範囲

	沖積層		洪積層	関東	高有機
	粘性土	砂質土	粘性土	ローム	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	80～1 200

沖積砂質土層 洪積粘性土層

【地盤材料試験の方法と解説 p205 社団法人 地盤工学会】

表 4.3.5 含水比試験結果

地層名	記号	試験試料						自然含水比 Wn (%)	
		ボー リ ン グ 番 号	試 料 番 号	採 取 深 度	採 取 標 高	分 類			
						GL-m	GH (m)	分類名	分類 記号
沖積粘性土層1	Ac1	Bor. No. 1	T1-1	1.00～1.80m	-0.83	砂まじり粘土 (高液性限界)	(CH-S)	64.1	75.1
		Bor. No. 2	T2-1	1.00～1.80m	-0.77	砂まじり粘土 (高液性限界)	(CH-S)	86.0	
沖積粘性土層2	Ac2	Bor. No. 1	T1-3	3.00～3.80m	-2.83	砂質シルト (低液性限界)	(MLS)	52.9	52.9
		Bor. No. 2	T2-3	3.00～3.80m	-2.77	砂質シルト (高液性限界)	(MHS)	61.4	
沖積粘性土層3	Ac3	Bor. No. 2	T2-6	6.00～6.80m	-5.77	シルト (高液性限界)	(MH)	64.2	64.2
沖積砂質土層	As	Bor. No. 2	T2-7	7.00～7.30m	-6.52	細粒分質砂	(SF)	35.6	35.6
洪積粘性土層	Dc	Bor. No. 2	T2-8	8.00～8.80m	-7.77	砂質粘土 (低液性限界)	(CLS)	25.3	25.3

沖積砂質土層の含水比は 35.6% で、表 4.3.5 の一般的な真砂土や沖積砂質土と同等の値を示している。沖積粘性土層の含水比は Ac1、Ac2 及び Ac3 は 64～75% で表 4.3.5 の一般的な沖積粘土と同等の値である。Dc は一般的な洪積粘性土層と同等の値である。

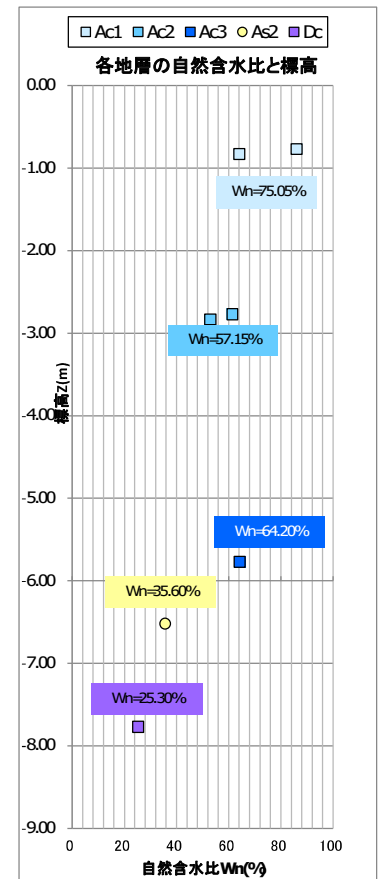


図 4.3.8
含水比深度分布図

【液性限界試験・塑性限界試験結果】

現地より採取した試料に水を加え練り混ぜると試料がドロドロの液状になる。この液状と塑性状の境界の含水比を液性限界 W_L と定義している。反対に試料を乾燥させるとパサパサになる。この境界の含水比を塑性限界 W_P と定義している。

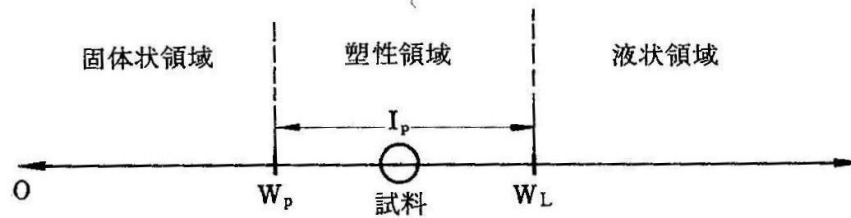


図 4.3.9 含水比変化による土の状態

土の状態を表す目安として、塑性指数 I_P 、コンシステンシー指数 I_C と液性指数 I_L がある。塑性指数は、液性限界 W_L と塑性限界 W_P の差として求められる。これは、塑性の大小を表す指数であり、値が大きいほど粘性の強い粘土粒子を多く含み、値が小さいほど粘性の弱いシルトや砂粒子を多く含むことを示す。

コンシステンシー指数 I_C は細粒土の硬軟や安定の程度を表し、 $I_C > 1$ の場合は安定な状態であることを示す。

液性指数 I_L は自然含水比における土の相対的な硬軟を表す指数で、0 に近いほど土は安定な状態であり、大きくなるほど圧縮性は大きく、鋭敏なことを表す。

これら指数の算定式は以下の通りとなる。

塑性指数	$I_P = W_L - W_P$
コンシステンシー指数	$I_C = \frac{W_L - W_n}{I_P}$
液性指数	$I_L = \frac{W_n - W_P}{I_P}$

W_L : 液性限界 (%)
 W_P : 塑性限界 (%)
 W_n : 自然含水比 (%)

次頁の表 4.3.6 に液性限界・塑性限界試験結果を整理した。

表 4.3.6 液性限界・塑性限界試験結果

試料区分		乱れの 少ない試料	乱れの 少ない試料	乱れの 少ない試料	乱れの 少ない試料	乱れの 少ない試料	乱れた 少ない試料	乱れの 少ない試料
試料番号		T1-1	T2-1	T1-3	T2-3	T2-6	T2-7	T2-8
(深度)		1.00～1.80m	1.00～1.80m	3.00～3.80m	3.00～3.80m	6.00～6.80m	7.00～7.30m	8.00～8.80m
地層区分		沖積粘性土層1	沖積粘性土層1	沖積粘性土層2	沖積粘性土層2	沖積粘性土層3	沖積砂質土層	洪積粘性土層
地層記号		Ac1	Ac1	Ac2	Ac2	Ac3	As	Dc
自然含水比 W_n	%	64.1	86.0	52.9	61.4	64.2	35.6	25.3
コン シ ス テ ン シ ー	液性限界 W_L	%	57.9	73.2	46.3	51.4	59.8	25.8
	塑性限界 W_p	%	27.4	31.2	34.2	32.1	32.2	17.5
	塑性指数 I_p		30.5	42	12.1	19.3	27.6	8.3
	液性指数 I_L		1.20	1.30	1.55	1.52	1.16	2.18
	コンシステンシー指数 I_c		-0.20	-0.30	-0.55	-0.52	-0.16	-1.18
分類	地盤材料の分類名	砂まじり粘土 (高液性限界)	砂まじり粘土 (高液性限界)	砂質シルト (低液性限界)	砂質シルト (高液性限界)	シルト (高液性限界)	細粒分質砂	砂質粘土 (低液性限界)
	分類記号	(CH-S)	(CH-S)	(MLS)	(MHS)	(MH)	(SF)	(CLS)

コンシステンシー指数および液性指数から、沖積粘性土層 1 (Ac1)、沖積粘性土層 2 (Ac2)、沖積粘性土層 3 (Ac3) 及び沖積砂質土層 (As) は、不安定な状態の土である。

次頁の図 4.3.10 に本試験試料の塑性図を示し、図 4.3.11 に塑性図による土の工学的性質推定を示した。

図 4.3.10 および図 4.3.11 より、沖積粘性土層 1 (Ac1)、沖積粘性土層 2 (Ac2) 及び沖積粘性土層 3 (Ac3) は比較的圧縮性の高い粘性土であると考えられる。洪積粘性土層 (Dc) は低圧縮性の無機質粘土に分類される。

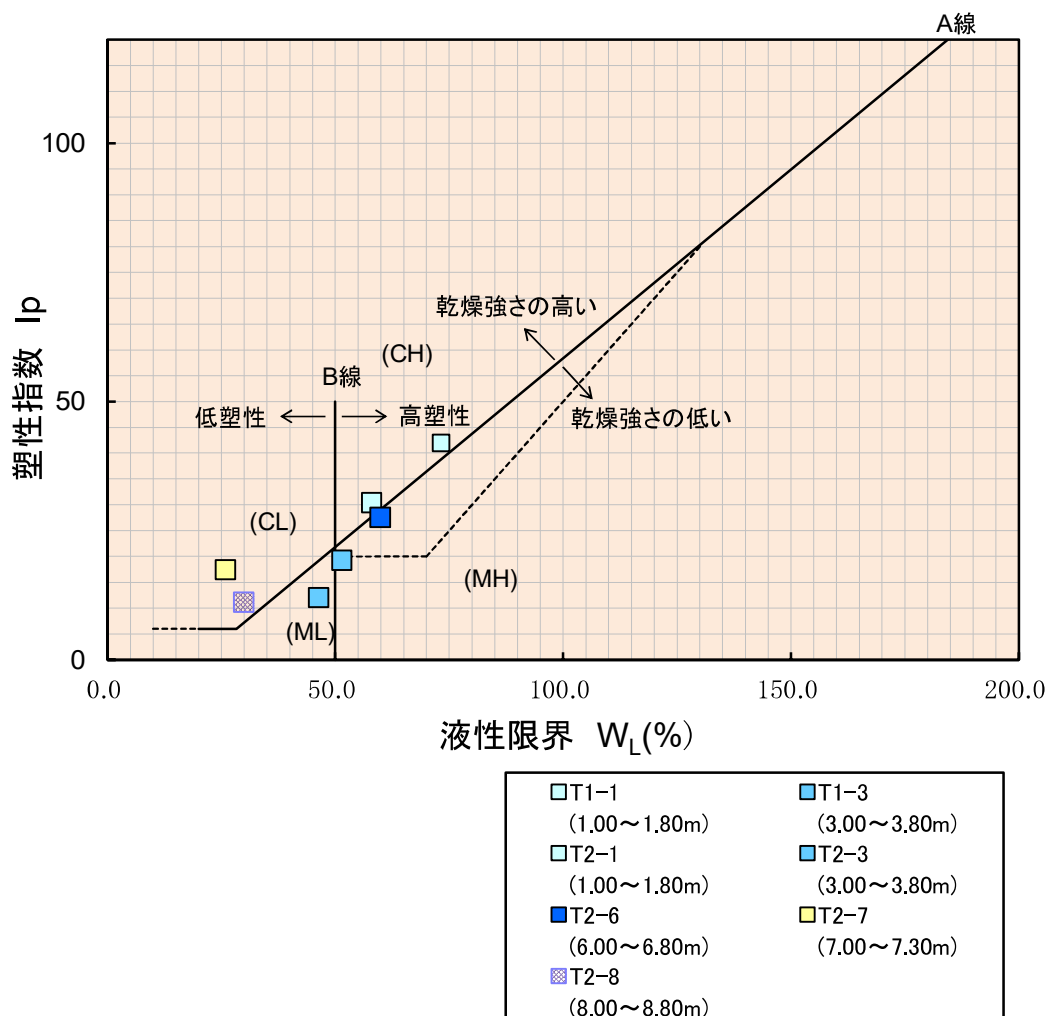


図 4.3.10 塑性図

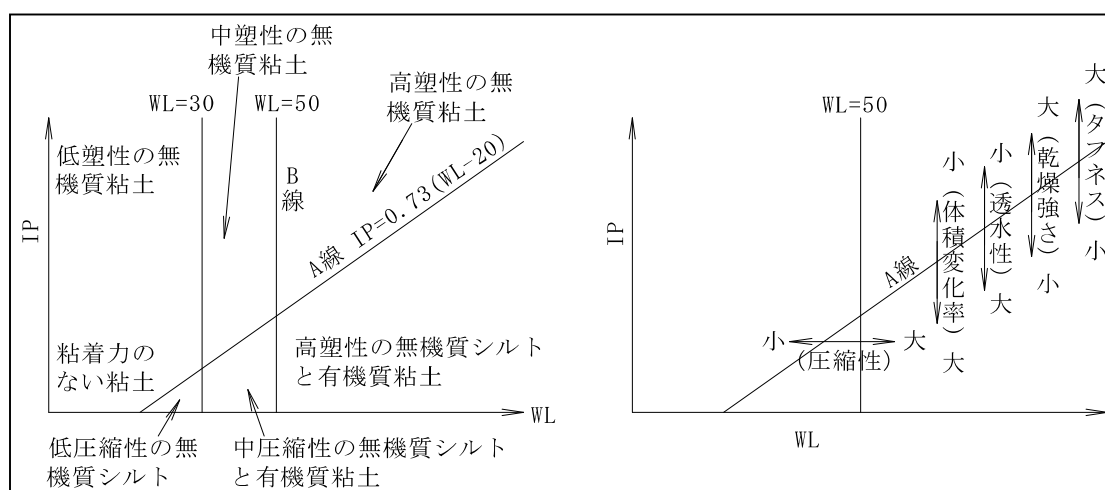


図 4.3.11 塑性図による土の工学的性質の推定

(「新稿 土質力学」S59.4, 山海堂, p. 23)

(4) 湿潤密度

表 4.3.7 に湿潤密度試験結果の一覧表を、図 4.3.12 に湿潤密度の深度分布図を示す。表 4.3.8 に一般的な土の湿潤密度の範囲を示す。

一般的な土の湿潤密度の範囲は、沖積粘性土で $1.2 \sim 1.8 \text{ g/cm}^3$ 、洪積粘性土で $1.6 \sim 2.0 \text{ g/cm}^3$ である。

今回の湿潤密度試験では、沖積粘性土層 1 (Ac1)、沖積粘性土層 2 (Ac2) 及び沖積粘性土層 3 (Ac3) は、 $1.55 \sim 1.65 \text{ g/cm}^3$ 程度、洪積粘性土層 (Dc) で 2.0 g/cm^3 程度の結果が得られた。

沖積粘性土層 1 (Ac1)、沖積粘性土層 2 (Ac2) 及び沖積粘性土層 3 (Ac3) では、ほぼ一般的な値の範囲を示した。全体的には深度方向に増加する傾向がみられたが、大きな差は認められなかった。

洪積粘性土層 (Dc) は一般的な洪積粘性土の値を示した。

表 4.3.7 湿潤密度試験結果一覧表

地層名	記号	試験試料						密度		
		ボーリング番号	試料番号	採取深度	採取標高	分類		湿潤密度	飽和密度	水中密度
				GL-m	GH(m)					
沖積粘性土層1	Ac1	Bor.No.1	T1-1	1.00~1.80m	-0.83	砂まじり粘土 (高液性限界)	(CH-S)	1.607	1.604	0.604
		Bor.No.2	T2-1	1.00~1.80m	-0.77	砂まじり粘土 (高液性限界)	(CH-S)	1.501	1.498	0.498
沖積粘性土層2	Ac2	Bor.No.1	T1-3	3.00~3.80m	-2.83	砂質シルト (低液性限界)	(MLS)	1.677	1.675	0.675
		Bor.No.2	T2-3	3.00~3.80m	-2.77	砂質シルト (高液性限界)	(MHS)	1.617	1.617	0.617
沖積粘性土層3	Ac3	Bor.No.2	T2-6	6.00~6.80m	-5.77	シルト (高液性限界)	(MH)	1.603	1.602	0.602
洪積粘性土層	Dc	Bor.No.2	T2-8	8.00~8.80m	-7.77	砂質粘土 (低液性限界)	(CLS)	2.002	2.002	1.002

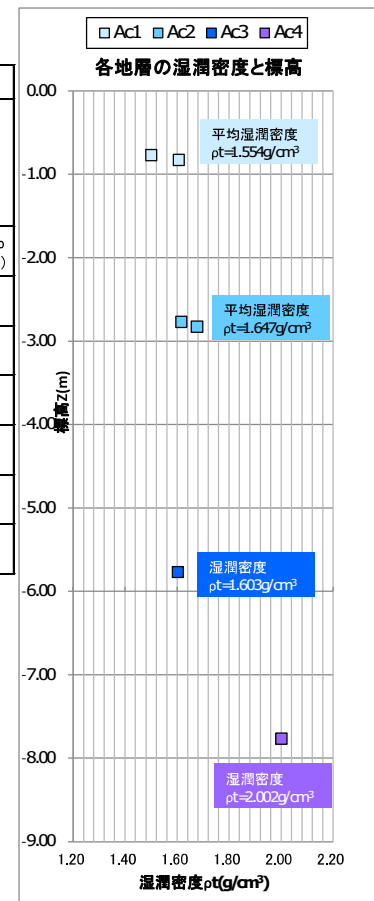


表 4.3.8 土の湿潤密度の範囲

表-3.8.2 我が国における土の密度のおおよその範囲

沖積粘性土層 (Ac1, Ac2, Ac3)	沖積層		洪積層	関東	高有機
	粘性土	砂質土	粘性土	ローム	質土
湿潤密度 $\rho_t (\text{g/cm}^3)$	1.2~1.8	1.6~2.0	1.6~2.0	1.2~1.5	0.8~1.3
乾燥密度 $\rho_d (\text{g/cm}^3)$	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

洪積粘性土層
(Dc)

【地盤材料試験の方法と解説 p205 社団法人 地盤工学会】

図 4.3.12 湿潤密度深度分布図

(5) 強度特性

本調査では、軟弱層の強度特性を把握することを目的として一軸圧縮試験を実施した。表 4.3.9 に一軸圧縮試験結果一覧表を、図 4.3.13 に一軸圧縮強度の深度分布図を示す。

沖積粘性土層 1 (Ac1) の一軸圧縮強度は 14.85～22.03kN/m²、沖積粘性土層 2 (Ac2) の一軸圧縮強度は 17.46～33.38kN/m²、沖積粘性土層 3 (Ac3) の一軸圧縮強度は 43.45～61.37kN/m²、洪積粘性土層 (Dc) の一軸圧縮強度は 72.14～99.47kN/m² が得られた。一軸圧縮強度と深度の関係は、深度の増加に伴い、一軸圧縮強度が増加する傾向がみられる。

深度方向に増加傾向がみられる

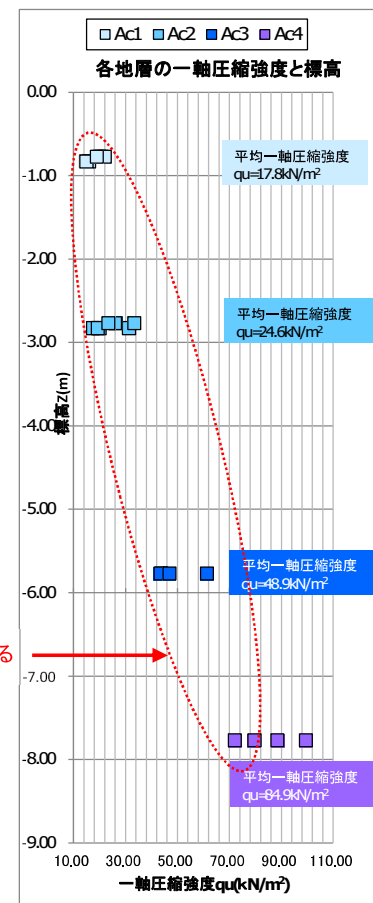


図 4.3.13
一軸圧縮強度深度分布図

表 4.3.9 一軸圧縮試験結果一覧表

地層名	記号	試験試料						一軸圧縮強度				
		ボーリング番号	試料番号	採取深度	採取標高	分類	分類記号	試験値				平均
								qu (kN/m²)	qu (kN/m²)	qu (kN/m²)	qu (kN/m²)	
沖積粘性土層1	Ac1	Bor.No.1	T1-1	1.00～1.80m	-0.83	砂まじり粘土 (高液性限界)	(CH-S)	15.69	15.92	14.85	14.99	15.36
		Bor.No.2	T2-1	1.00～1.80m	-0.77	砂まじり粘土 (高液性限界)	(CH-S)	20.83	19.84	22.03	18.97	20.42
沖積粘性土層2	Ac2	Bor.No.1	T1-3	3.00～3.80m	-2.83	砂質シルト (低液性限界)	(MLS)	17.46	19.98	31.26	19.29	22.00
		Bor.No.2	T2-3	3.00～3.80m	-2.77	砂質シルト (高液性限界)	(MHS)	33.38	26.21	25.92	23.42	27.23
沖積粘性土層3	Ac3	Bor.No.2	T2-6	6.00～6.80m	-5.77	シルト (高液性限界)	(MH)	43.87	43.45	46.94	61.37	48.91
洪積粘性土層	Dc	Bor.No.2	T2-8	8.00～8.80m	-7.77	砂質粘土 (低液性限界)	(CLS)	72.14	79.74	88.52	99.47	84.97

(6) 圧密特性

表 4.3.10 に圧密試験結果一覧表を、図 4.3.14～図 4.3.15 に有効土被り応力 σ_v' と圧密降伏応力 P_c の関係を示した。

沖積粘性土層 1(Ac1)、沖積粘性土層 2(Ac2) 及び沖積粘性土層 3(Ac3) の圧密降伏応力は、有効土被り応力と比べ同等かやや大きい値を示した。洪積粘性土層 (Dc) は過圧密比が 3.0 以上を示す高い値であった。

■Bor. No. 1 地点について

Bor. No. 1 の沖積粘性土層 1(Ac1) は過圧密比 (OCR) が 1.0 に近いが、沖積粘性土層 2(Ac2) では過圧密比がやや高くなっている。沖積粘性土層 1(Ac1) は下位に透水性の低い沖積粘性土層 2(Ac2) が分布することによる非排水条件であるのに対し、沖積粘性土層 2(Ac2) は、サンプリング深度の下位に透水性の高い沖積砂礫層が分布し、排水距離が短いことによる応力変化の影響が考えられる。

■Bor. No. 2 地点について

Bor. No. 2 の沖積粘性土層 1(Ac1) 及び沖積粘性土層 2(Ac2) は過圧密比 (OCR) が 1.0 に近いが、沖積粘性土層 3(Ac3) では過圧密比がやや高くなっている。また、洪積粘性土層 (Dc) は過圧密比が 3.0 以上を示す。

沖積粘性土層 1(Ac1) 及び沖積粘性土層 2(Ac2) は、下位地盤がそれぞれ、透水性の低い沖積粘性土層が分布することによる排水距離が長い地盤条件であるのに対し、沖積粘性土層 3(Ac3) は、サンプリング深度の下位に透水性のある沖積砂質土層 1(As1) が分布し、排水距離が短い地盤条件であることから、地盤条件の応力変化の影響があると考えられる。

洪積粘性土層 (Dc) は過圧密比が他の土層と比べて高い。層厚が薄いことや砂質土層に挟まれた地盤条件であり、排水距離が他の粘性土層と比べて短いことも要因であると考えられる。

一般に圧密は排水距離が短い地層境界部より進行する。また、年代効果によるセメンテーションによる影響も考えられることから、正規圧密状態として扱うことが適当と判断される。

表 4.3.10 圧密試験結果一覧表

地層名	記号	試験試料					圧密試験	
		ボーリング 番号	試料 番号	採取 深度	分類		圧縮 指数	圧密 降伏 応力
				GL-m	分類名	分類 記号	Cc	Pc (kN/m ²)
沖積粘性土層1	Ac1	Bor.No.1	T1-1	1.00~1.80m	砂まじり粘土 (高液性限界)	(CH-S)	0.837	20.46
		Bor.No.2	T2-1	1.00~1.80m	砂まじり粘土 (高液性限界)	(CH-S)	1.193	29.34
沖積粘性土層2	Ac2	Bor.No.1	T1-3	3.00~3.80m	砂質シルト (低液性限界)	(MLS)	0.422	70.65
		Bor.No.2	T2-3	3.00~3.80m	砂質シルト (高液性限界)	(MHS)	0.458	38.52
沖積粘性土層3	Ac3	Bor.No.2	T2-6	6.00~6.80m	シルト (高液性限界)	(MH)	0.708	90.11
洪積粘性土層	Dc	Bor.No.2	T2-8	8.00~8.80m	砂質粘土 (低液性限界)	(CLS)	0.179	318.06

圧密降伏応力と有効土被り圧の相関

深度	土質		有効土被り圧				圧密試験
			湿潤密度	飽和密度	水中密度	有効土被り圧	圧密降伏応力
GL-m	記号	地層名	ρ_{t0} g/cm ³	ρ_{sat} g/cm ³	ρ_{sub0} g/cm ³	σ' kN/m ²	Pc kN/m ²
0.00						0.00	
0.72	Ac1	沖積粘性土層1	1.607	1.604	0.604	11.35	
1.70	Ac1	沖積粘性土層1	1.607	1.604	0.604	17.15	20.5
3.90	Ac2	沖積粘性土層2	1.677	1.675	0.675	31.72	70.7
4.30	Ag	沖積砂礫層	1.800	1.900	0.900	35.25	
5.60	WGr	花崗閃緑岩風化土	1.710	1.810	0.810	45.58	
7.50	Gr	花崗閃緑岩・軟岩 CL級	2.400	2.500	1.500	73.53	
9.00	Gr	花崗閃緑岩・中硬岩 CM級	2.500	2.600	1.600	97.06	

*沖積粘性土層1(Ac1)の湿潤密度は、土質試験結果(1.607g/cm³)を採用した。

*沖積粘性土層2(Ac2)の湿潤密度は、土質試験結果(1.607g/cm³)を採用した。

*沖積砂礫層(Ag)の湿潤密度は、自然地盤の一般値(礫の緩いもの:1.8g/cm³)を採用した。

*花崗閃緑岩風化土は、NEXCO東日本・中日本・西日本高速道路株式会社「設計要領第二集 橋梁建設編」算出式： $\gamma_t=1.173+0.4 \cdot \text{Log}N$ から算出した。

*花崗閃緑岩・軟岩は、岩盤の一般値CL級： $\gamma_t=2.4\text{g/cm}^3$ を採用した。

*花崗閃緑岩・中硬岩は、岩盤の一般値CM級： $\gamma_t=2.5\text{g/cm}^3$ を採用した。

*有効土被り圧の算出は、GL-0.72m以深を水中密度で算出。

*SI単位系への換算は、 $g=9.80665\text{m/s}^2$ を使用

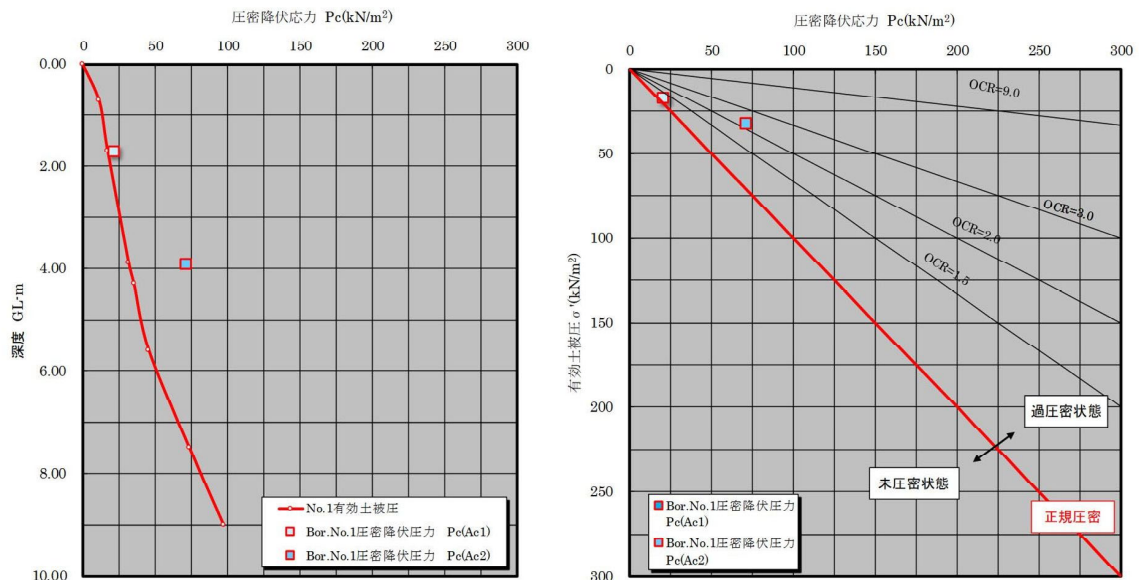


図 4.3.14 Bor. No. 1 有効土被り応力 σ' と圧密降伏応力 Pc の関係

圧密降伏応力と有効土被り圧の相関

深度	土質		有効土被り圧				圧密試験
			湿潤密度	飽和密度	水中密度	有効土被り圧	圧密降伏応力
GL-m	記号	地層名	ρ_{to} g/cm ³	ρ_{sat} g/cm ³	ρ_{sub0} g/cm ³	σ' kN/m ²	P_c kN/m ²
0.00						0.00	
0.90	Ac1	沖積粘性土層1	1.501	1.498	0.498	13.25	
2.00	Ac1	沖積粘性土層1	1.501	1.498	0.498	18.62	29.3
4.00	Ac2	沖積粘性土層2	1.617	1.617	0.617	30.72	38.5
7.00	Ac3	沖積粘性土層3	1.603	1.602	0.602	48.42	90.1
7.60	As	沖積砂質土層	1.600	1.700	0.700	52.54	
8.90	Dc	洪積粘性土層	2.002	2.002	1.002	65.32	318.1
9.35	Ds	洪積砂質土層	1.700	1.800	0.800	68.85	
15.55	Dg1	洪積砂礫層1	1.900	2.000	1.000	129.65	
15.75	Dc	洪積粘性土層	2.002	2.002	1.002	131.62	
20.70	Dg1	洪積砂礫層1	1.900	2.000	1.000	180.16	
21.70	Dg2	洪積砂礫層2	2.000	2.100	1.100	190.95	
24.00	Gr	花崗閃緑岩・軟岩 CL級	2.400	2.500	1.500	224.78	

*沖積粘性土層1(Ac1)の湿潤密度は、土質試験結果(1.607g/cm³)を採用した。

*沖積粘性土層2(Ac2)の湿潤密度は、土質試験結果(1.607g/cm³)を採用した。

*沖積粘性土層3(Ac3)の湿潤密度は、土質試験結果(1.603g/cm³)を採用した。

*沖積砂質土層(As)の湿潤密度は、自然地盤の一般値(砂の緩いもの:1.6g/cm³)を採用した。

*洪積粘性土層(Dc)の湿潤密度は、土質試験結果(2.002g/cm³)を採用した。

*洪積砂質土層(Ds)の湿潤密度は、自然地盤の一般値(砂の緩いものと密なもの)の中間値:1.7g/cm³を採用した。

*洪積砂礫層1(Dg1)の湿潤密度は、自然地盤の一般値(礫の緩いものと密なもの)の中間値:1.9g/cm³を採用した。

*洪積砂礫層2(Dg2)の湿潤密度は、自然地盤の一般値(礫の密なもの:2.0g/cm³)を採用した。

*花崗閃緑岩風化土は、NEXCO東日本・中日本・西日本高速道路株式会社「設計要領第二集 橋梁建設編」算出式： $\gamma_t=1.173+0.4 \cdot \text{Log}N$ から算出した。

*花崗閃緑岩・軟岩は、岩盤の一般値CL級： $\gamma_t=2.4\text{g/cm}^3$ を採用した。

*有効土被り圧の算出は、GL-0.90m以深は水中密度で算出。

*SI単位系への換算は、 $g=9.80665\text{m/s}^2$ を使用

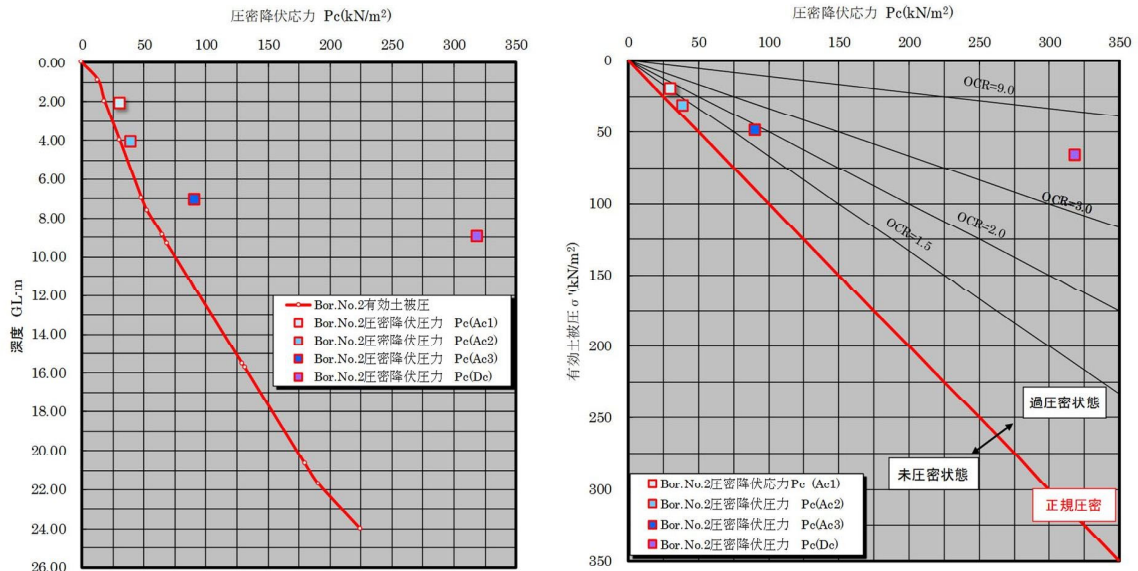


図 4.3.15 Bor. No. 2 有効土被り応力 $\sigma'v$ と圧密降伏応力 P_c の関係

図 4.3.16 に $e \sim \log P$ 曲線を示す。

$e \sim \log P$ 曲線は、沖積粘性土層 1 (Ac1) と沖積粘性土層 3 (Ac3)、沖積粘性土層 2 (Ac2) と洪積粘性土層 (Dc) が比較的似た曲線を示している。沖積粘性土層 1 (Ac1) と沖積粘性土層 3 (Ac3) は圧縮性が高く、沖積粘性土層 2 (Ac2) と洪積粘性土層 (Dc) の曲線はやや圧縮性が低くなる。

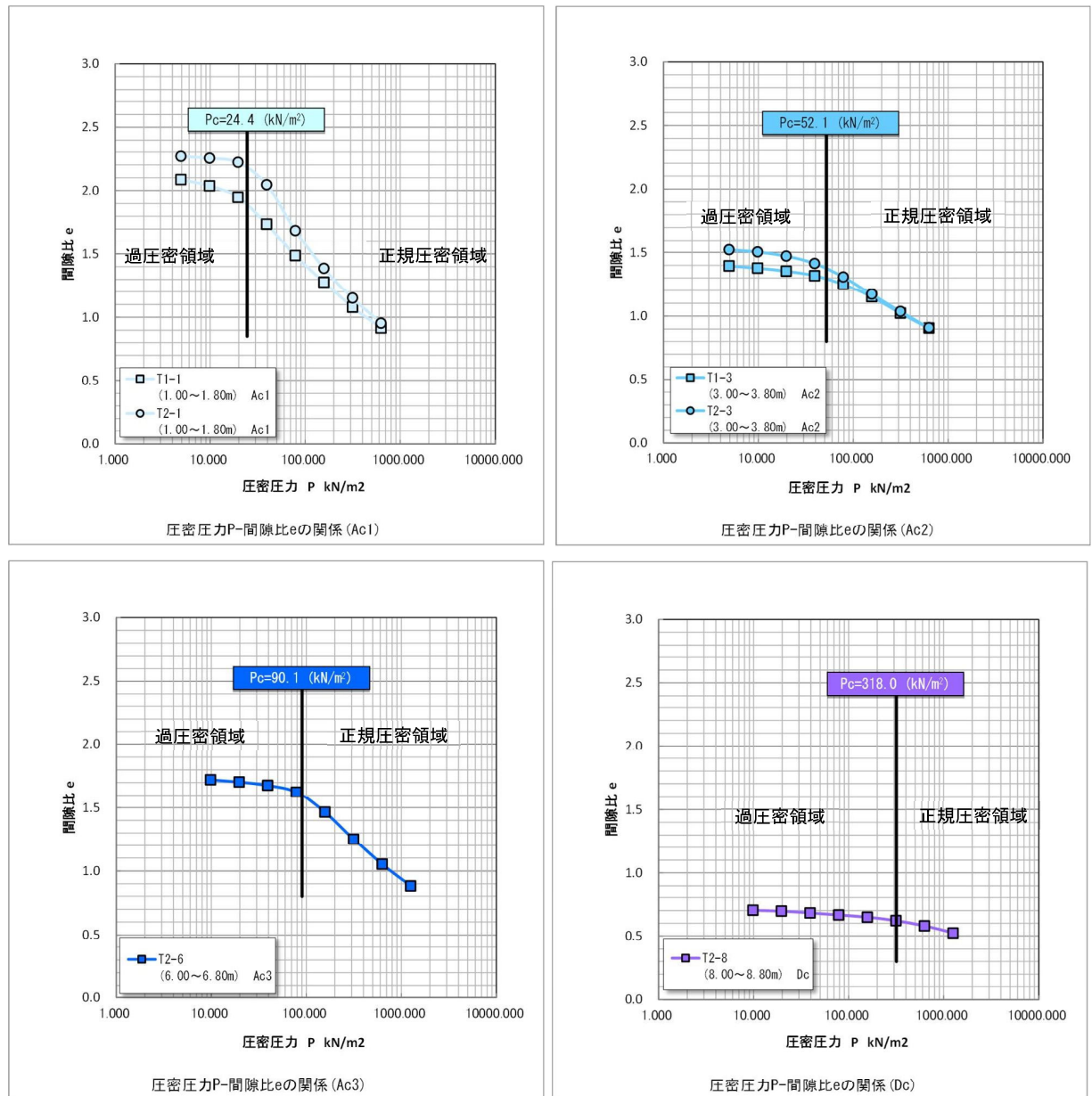


図 4.3.16 $e \sim \log P$ 曲線 (沖積粘性土層 1, 沖積粘性土層 2, 沖積粘性土層 3, 洪積粘性土層)

図 4.3.17 に $C_v \sim P$ 曲線を示す。右表に各地層の圧密係数 C_v 値の範囲と平均値を示す。

各沖積粘性土層の圧密係数は、バラつきがあり、圧縮性の高い沖積粘性土層 1 (Ac1) と沖積粘性土層 3 (Ac3) は、過圧密領域と正規圧密領域において急激な変化が認められる一方、圧縮性の低い沖積粘性土層 2 (Ac2) と洪積粘性土層 (Dc) は、過圧密領域と正規圧密領域において C_v 値に大きな変化は認められない。

地層名	地層記号	圧密係数 C_v (cm^2/d) 範囲	圧密係数 C_v (cm^2/d) 平均値
沖積粘性土層1	Ac1	50~194	99
沖積粘性土層2	Ac2	681~1527	1134
沖積粘性土層3	Ac3	263~538	377
洪積粘性土層	Dc	1159~1848	1463

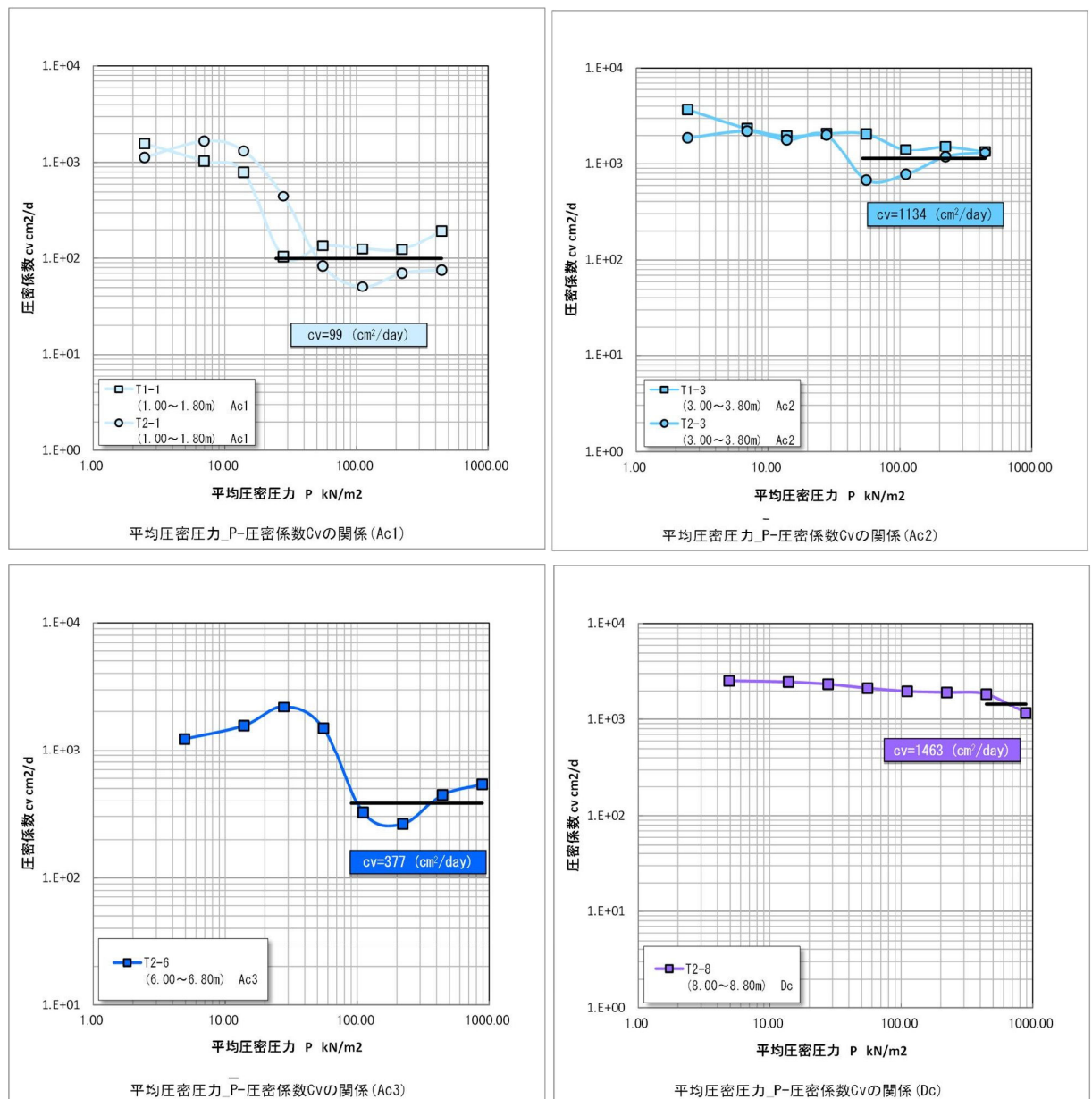


図 4.3.17 $C_v \sim P$ 曲線 (沖積粘性土層 1, 沖積粘性土層 2, 沖積粘性土層 3, 洪積粘性土層)

図 4.3.18 に $mv \sim P$ 曲線を示した。沖積粘性土層 1 (Ac1)、沖積粘性土層 2 (Ac2) 及び沖積粘性土層 3 (Ac3) の正規圧密領域の体積圧縮係数は、比較的似た曲線を示している。洪積粘性土層 (Dc) は、他の粘性土層と比べると緩やかな曲線を示している。

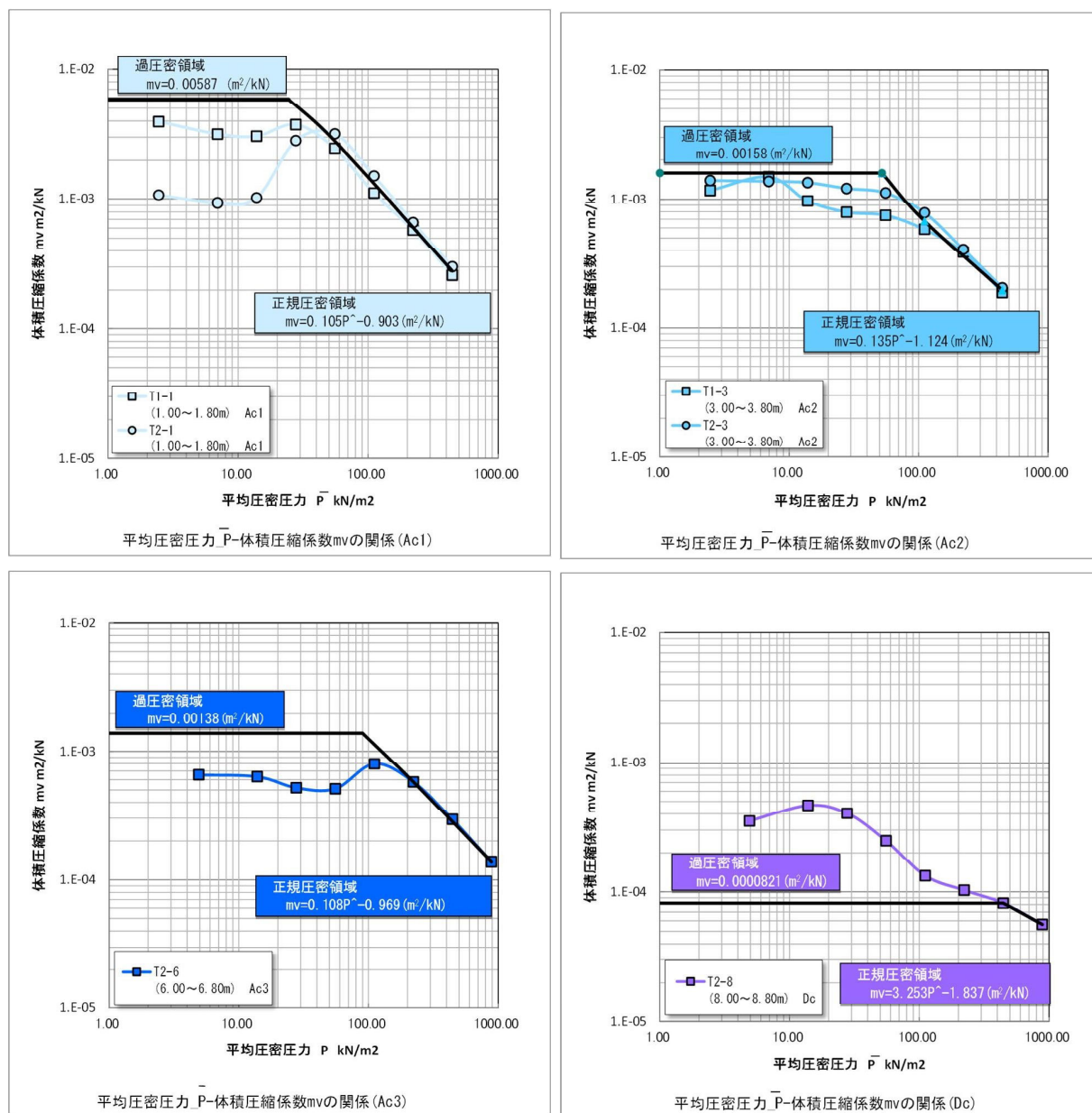


図 4.3.18 $mv \sim P$ 曲線（沖積粘性土層 1，沖積粘性土層 2，沖積粘性土層 3，洪積粘性土層）

表 4.3.11 圧密定数一覧表

地層名	記号	体積圧縮係数 mv (m²/kN)	圧密係数 C_v (cm²/day)	圧縮指数 C_c	圧密降伏応力 P_c (kN/m²)	備 考
沖積粘性土層1	Ac1	$mv=0.00587(P \leq P_c)$ $mv=0.105P^{-0.903}(P > P_c)$	99	0.999	24.4	体積圧縮指数、圧密係数は図4.3.17～図4.3.18参照 圧縮指数は、試験値の相乗平均値を採用
沖積粘性土層2	Ac2	$mv=0.00158(P \leq P_c)$ $mv=0.135P^{-1.124}(P > P_c)$	1134	0.440	52.1	体積圧縮指数、圧密係数は図4.3.17～図4.3.18参照 圧縮指数は、試験値の相乗平均値を採用
沖積粘性土層3	Ac3	$mv=0.00138(P \leq P_c)$ $mv=0.108P^{-0.969}(P > P_c)$	377	0.708	90.1	体積圧縮指数、圧密係数は図4.3.17～図4.3.18参照 圧縮指数は、試験値の相乗平均値を採用
洪積粘性土層	Dc	$mv=0.0000821(P \leq P_c)$ $mv=3.253P^{-1.837}(P > P_c)$	1463	0.179	318.0	体積圧縮指数、圧密係数は図4.3.17～図4.3.18参照 圧縮指数は、試験値の相乗平均値を採用

5.総合解析

5.1. 地質断面図等の作成

調査ボーリング結果から、地層構成をとりまとめ、図 5.1.1 に示す位置の地質縦断面図(図 5.1.2)を作成した。また各測線の地質横断面図は巻末資料の『平面図及び地質断面図』に整理した。

表 5.1.1 に調査地の地層構成をまとめる。調査結果より調査地の地層は中生代白亜紀の深成岩類の花崗閃緑岩を基盤岩とし、その上位に新生代第四紀更新世～完新世の洪積砂礫層、洪積砂質土層、洪積粘性土層、沖積砂礫層、沖積砂質土層及び沖積粘性土層によって覆われ、道路構築や宅地造成等による盛土が分布している。

表 5.1.1 地層構成一覧表

土層名	記号	N値 分布	土質	土層の特徴
盛土層	B	-	道路盛土	道路盛土。学校施設造成地盛土。ボーリング調査では確認されない。
沖積粘性土層1	Ac1	0	砂混じり粘土	含水比60～80%程度で、軟弱。茶褐色の細粒土を団粒状に混じる。指先で容易に凹む。所々、木片植物片等を混じる。
沖積粘性土層2	Ac2	0	砂質シルト	含水比50～60%程度で軟弱。所々、細砂をやや多く含む。砂分含有率は20%程度。微量に細礫、貝殻片、木片を混じる。
沖積粘性土層3	Ac3	0	シルト	均質なシルト。指先で容易に凹む。含水比60%程度で軟弱。微量に細礫、貝殻片、木片を微量ながら混じる。
沖積砂礫層	Ag	7	シルト混じり礫	φ10～30mmの角礫主体。シルトは非常に軟らかく含水比高い。既存ボーリングデータ(山側)で確認されている。
沖積砂質土層	As	2	粘土質砂	含水比高く、軟弱。細砂～中砂を多く含み、一部粗砂を混じる。細粒分を40%程度含む。含水比は35%程度。
洪積粘性土層	Dc	6	砂質粘土	やや硬い。含水比は25%程度。細砂を少量混じる。
洪積砂質土層	Ds	17	粘土質砂	細砂主体で粘土を多く含む。粘土分は硬く、含水比低い。既存ボーリングデータ(学校側)で確認されている。
洪積砂礫層1	Dg1	8～36	砂礫	φ2～65mm程度の角礫～亜角礫、亜円礫、円礫。礫率は50～80%程度。砂は中砂～粗砂が多く細砂を混じる。局部的に少量細粒分を混じる。透水性が高い。
洪積砂礫層2	Dg2	62	玉石混じり砂礫	φ80～260mmの玉石を混じる。玉石は硬い。礫はφ2～40mmの亜円礫～亜角礫。砂は細砂～粗砂。
花崗閃緑岩 風化岩	WGr	22	礫混じり粘土質砂礫 砂礫	強風化し軟質。指先で潰れる。所々風化が弱く礫状コアとなる。岩組織は残す。
花崗閃緑岩	Gr	150 以上	軟岩～中硬岩	全体に岩片状～短棒状コア。5～20cm毎に亀裂が分布。亀裂に沿って褐色風化しているが岩芯部は新鮮で硬い。Bor.No.1の最下部は中硬岩クラスで棒状に採取される。

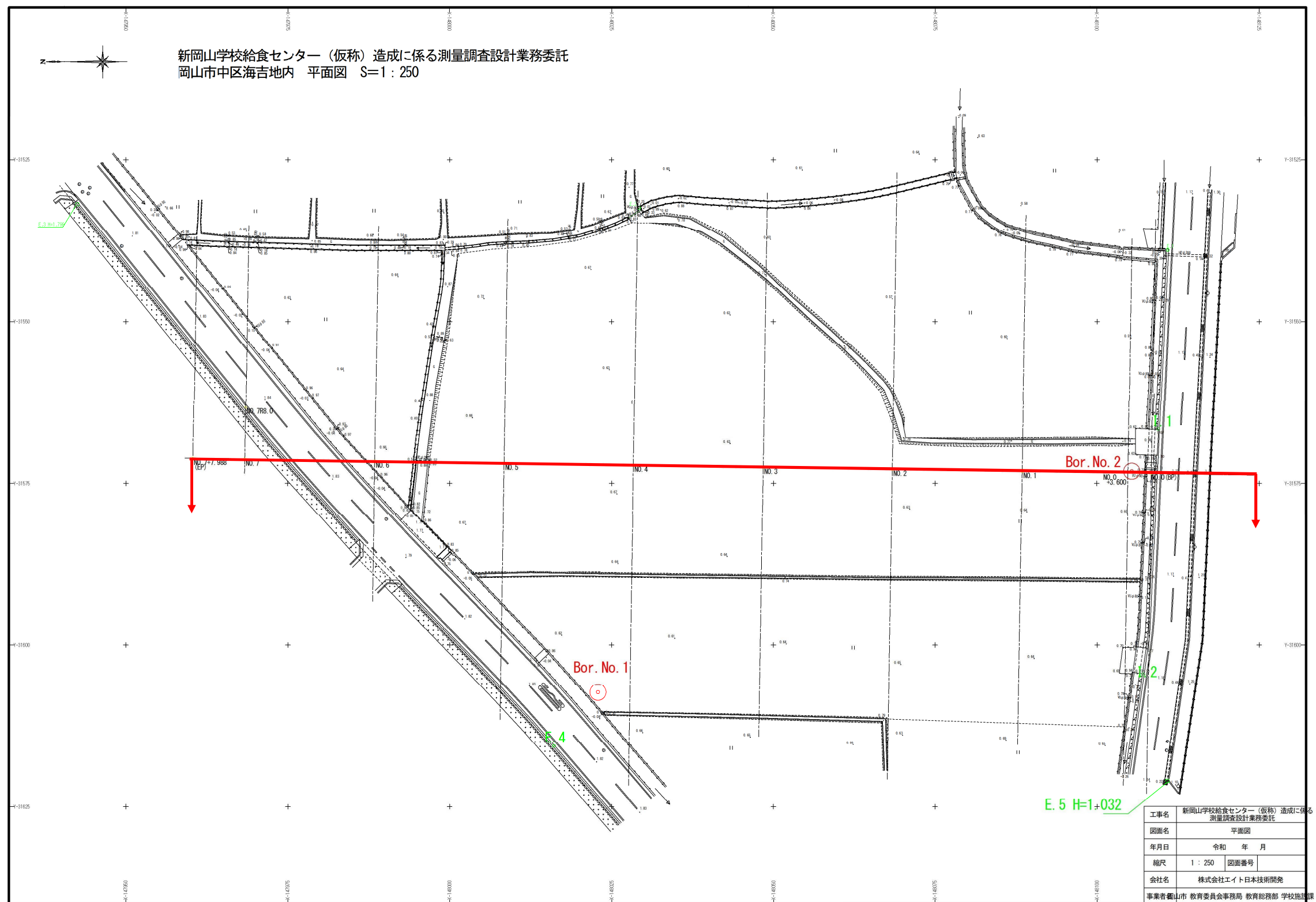


図 5.1.1 地質縦断面図面位置(任意縮尺)

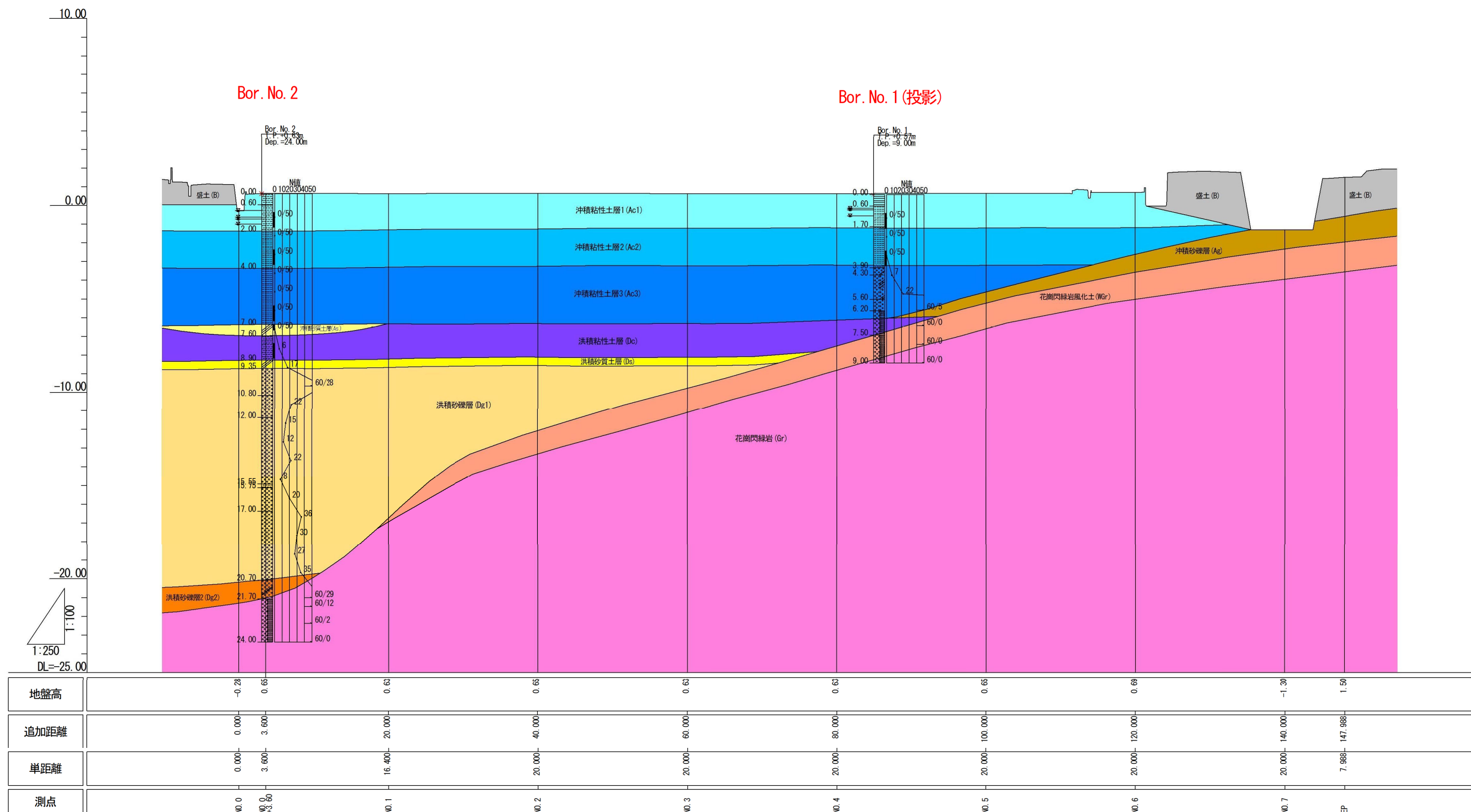


図 5.1.2 地質縦断面図

5.2. 地盤定数の設定

ボーリング調査結果および室内土質試験結果から、各土層の代表 N 値、単位体積重量、粘着力、内部摩擦角（せん断抵抗角）および変形係数等の地盤定数の設定を行った。

図 5.2.1 に地盤定数設定値を示すとともに、設定根拠を以下に記載する。

(1) 設計 N 値

設計 N 値は、各層の実測 N 値の平均値として、小数点以下を切り捨てた値とした。ただし、礫当たり等による過大値と判断されるデータについては棄却したのちの平均 N 値を用いた。各地層の平均 N 値及び設計 N 値を橋脚ごとに表 5.2.1 に示す。

表 5.2.1 各地層の平均 N 値、設計 N 値

地質名	地質記号	N 値範囲	平均 N 値	設計 N 値
盛土層・人工構造物	B	—	—	—
沖積粘性土層1	Ac1	0	0.0	0
沖積粘性土層2	Ac2	0	0.0	0
沖積粘性土層3	Ac3	0	0.0	0
沖積砂礫層	Ag	7	7.0	7
沖積砂質土層	As	0	0.0	0
洪積粘性土層	Dc	6	6.0	6
洪積砂質土層	Ds	17	17.0	17
洪積砂礫層1	Dg1	8～64	26.5	26
洪積砂礫層2	Dg2	62.1	62.1	62
花崗閃緑岩風化岩	WGr	22	22.0	22
花崗閃緑岩	Gr	150～900	470.0	470

- ・ 沖積粘性土層 (Ac1, Ac2, Ac3) 及び沖積砂質土層 (As) は、N 値がすべて 0 であり、設計 N 値を 0 とした。
- ・ 沖積砂礫層 (Ag) は、N 値が 7 であり、設計 N 値を 7 とした。
- ・ 洪積粘性土層 (Dc) は、N 値が 6 であり、設計 N 値を 6 とした。
- ・ 洪積砂質土層 (Ds) は、N 値が 17 であり、設計 N 値を 17 とした。
- ・ 洪積砂礫層 1 (Dg1) は、N 値の分布範囲が 8～64 であり、平均 N 値 26.5 の小数点以下を切り捨て、設計 N 値を 26 とした。
- ・ 洪積砂礫層 2 (Dg2) は、N 値が 62.1 であり、小数点以下を切り捨て、設計 N 値を 62 とした。
- ・ 花崗閃緑岩風化岩 (WGr) は、N 値が 22 であり、設計 N 値を 22 とした。
- ・ 花崗閃緑岩 (Gr) は、N 値の分布範囲が 150～900 であり、平均 N 値 470.0 の小数点以下を切り捨て、設計 N 値を 470 とした。

(2) 単位体積重量

① 設定条件

○土の単位体積重量

土の単位体積重量は、湿潤密度試験を実施している沖積粘性土層 (Ac1, Ac2, Ac3) 及び洪積粘性土層 (Dc) については、湿潤密度試験結果より設定し、湿潤密度試験を実施していない盛土層・人工構造物 (B)、沖積砂礫層 (Ag)、沖積砂質土層 (As)、洪積砂質土 (Ds)、洪積砂礫層 1 (Dg1)、洪積砂礫層 2 (Dg2) については、土質及び締まり状況等より一般に表 5.2.2～表 5.2.3 に示す一般値を参考に設定した。

表 5.2.2 土の単位重量

地 盤	土 質	ゆるいもの	密なもの
自然 地盤	砂及び砂れき	18	20
	砂質土	17	19
	粘性土	14	18
盛 土	砂及び砂れき	20	
	砂質土	19	
	粘性土	18	

- (注) (1) 地下水位以下にある土の単位重量は、それぞれの表中の値から9を差し引いた値としてよい。
- (2) 碎石は砂利と同じ値とする。また、ずり、岩塊等の場合は種類、形状、大きさ及び間隔等を考慮して定める必要がある。
- (3) 砂利混じり砂質土、あるいは砂利まじり粘性土にあつては、混合割合及び状態に応じて適当な値を定める。
- (4) 地下水位は施工後における平均値を考える。

「道路橋示方書・同解説 日本道路協会 I 共通編 P47 表-解 2.2.4」

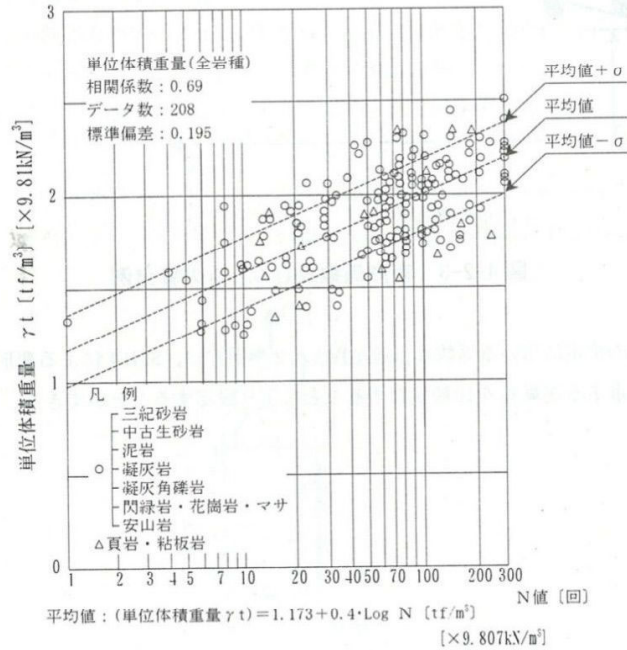
表 5.2.3 「建築基礎構造設計指針」による土の単位体積重量

土質	湿潤単位体積重量 (地下水位以浅)		飽和単位体積重量 (地下水位以深)		水中単位体積重量 (地下水位以深)	
	ゆるい (やわらかい)	密な (かたい)	ゆるい (やわらかい)	密な (かたい)	ゆるい (やわらかい)	密な (かたい)
礫	18	20	19	21	9	11
砂	16	18	17	19	7	9
シルト	14	16	15	17	5	7
粘土	13	15	14	16	4	6
関東ローム	12	14	13	15	3	5
有機質土	9	12	10	13	0	3

「建築基礎構造設計指針」(2019年：日本建築学会) P30

○風化岩盤の単位体積重量

風化岩盤 (N<300) の単位体積重量については、設計 N 値より図 5.2.2 に示す算出式から設定した。



$$\gamma_t = (1.173 + 0.4 \times \log N) \times 9.807 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

「設計要領第二集 橋梁建設編」；東日本・中日本・西日本高速道路株式会社, H28. 8; P4-7 より引用

図 5.2.2 岩盤の単位体積重量の測定例

○岩盤の単位体積重量

岩盤 (N>300) の単位体積重量については、表 5.2.4 の岩盤の一般値を参考に設定した。

表 5.2.4 単位体積重量一般値(岩盤)

等級	γ kN/m ³	せん断定数		変形(弾性係数)		岩 盤 状 況	弾性波速度 Vp (km/sec)		変形係数 kN/m ²		圧縮強度 qu kN/m ²	適用
		φ (°)	C (kN/m ²)	常時E ₀ kN/m ²	地震時E _{0d} kN/m ²		陸上部	海底部	E _{uT}	E _{uL}		
D	D _L 18	30.0	100	120,000	240,000	マサ状に風化しているが岩の組織は認められる。ほとんどの割れ目は消滅している。ハンマーの先で崩すことができる。	0.3~1.2	1.2~2.4	~80,000	~250,000 (500,000)	—	マサ状風化
	D _H 20	32.5	250	250,000	500,000							
	C _L 22	35.0	400	500,000	1,000,000	割れ目は2~10cm間隔で発達し開口しマサ化、粘土化している。岩塊内部まで風化され軟質。硬質で割れ目が密集する部分もある。	1.5~2.5	2.0~4.7	300,000	500,000 (1,000,000)	14,000	軟 岩
	花崗閃緑岩 (Gr) C _M 24	37.5	600	1,000,000	2,000,000	割れ目は10~30cm間隔で発達し粘土シームを挟むことがある。岩塊内部はおおむね新鮮だが青色鉱物の周囲は褐色を帯びる。ハンマー音は半濁音。	2.5~3.0	2.5~5.5	10,000	10,000 (1,500,000)	42,000	
	C _H 25	40.0	900	2,000,000	4,000,000	割れ目は15~50cm間隔で発達し割れ目沿いは若干風化変質。おおむね新鮮で硬質な岩盤。ハンマー音は金属音。	4.0~5.4	3.8~5.8	3,000,000	20,000 (2,500,000)	73,000	硬 岩
	B 26	42.5	1500	4,000,000	6,000,000	割れ目は50cm以上の間隔で発達しごくまれに割れ目沿に微弱な風化をうけている。全般に未風化で新鮮。ハンマー音は金属音。		4.0~6.0	8,000,000	4,000,000 (4,000,000)	100,000	

岩盤分類(応用地質特別号)P99

単位をSI単位系に変更

② 検討結果

沖積粘性土層 1 (Ac1)、沖積粘性土層 2 (Ac2)、沖積粘性土層 3 (Ac3) 及び洪積粘性土層 (Dc) については、湿潤密度試験結果の平均値とした。

○沖積粘性土層 1 (Ac1)

飽和密度 $\rho_s = (1.607 + 1.501) / 2 = 1.554 \text{ (g/cm}^3\text{)}$

→飽和单位体積重量 $\gamma_s = 1.554 \times 9.81 = 15.24 \text{ (kN/m}^3\text{)} \rightarrow 15 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

→湿潤単位体積重量 $\gamma_t = 15 - 1 = 14 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

沖積粘性土層 1 (Ac1) の地表に近い深度では不飽和領域があり、不飽和領域の湿潤単位体積重量も示した。

○沖積粘性土 2 (Ac2)

飽和密度 $\rho_s = (1.677 + 1.617) / 2 = 1.647 \text{ (g/cm}^3\text{)}$

→飽和单位体積重量 $\gamma_s = 1.647 \times 9.81 = 16.16 \text{ (kN/m}^3\text{)} \rightarrow 16 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

○沖積粘性土 3 (Ac3)

飽和密度 $\rho_s = 1.603 \text{ (g/cm}^3\text{)}$

→飽和单位体積重量 $\gamma_s = 1.603 \times 9.81 = 15.73 \text{ (kN/m}^3\text{)} \rightarrow 16 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

○洪積粘性土層 (Dc)

飽和密度 $\rho_s = 2.002 \text{ g/cm}^3$

→飽和单位体積重量 $\gamma_s = 2.002 \times 9.81 \text{ kN/m}^3 = 19.64 \rightarrow 20 \text{ kN/m}^3$

盛土層・人工構造物 (B)、沖積砂礫層 (Ag)、沖積砂質土層 (As)、洪積砂質土層 (Ds)、洪積砂礫層 1 (Dg1)、洪積砂礫層 2 (Dg2)、花崗閃緑岩風化土 (WGr) 及び花崗閃緑岩 (Gr) については、N 値や岩級等を考慮して、以下のように設定した。

○盛土層・人工構造物 (B)

表 5.2.2 の「盛土-砂質土」の値→湿潤単位体積重量 $\gamma_t = 19 \text{ kN/m}^3$

○沖積砂礫層 (Ag)

表 5.2.3 の「礫-ゆるい」の値→湿潤単位体積重量 $\gamma_t = 18 \text{ kN/m}^3$

○沖積砂質土層 (As)

表 5.2.3 の「砂-ゆるい」の値→湿潤単位体積重量 $\gamma_t = 16 \text{ kN/m}^3$

○洪積砂質土層 (Ds)

表 5.2.3 の「砂-ゆるい、密な」の中間値→湿潤単位体積重量 $\gamma_t = 17 \text{ kN/m}^3$

○洪積砂礫層 1 (Dg1)

表 5.2.3 の「礫-ゆるい、密な」の中間値→湿潤単位体積重量 $\gamma_t = 19 \text{ kN/m}^3$

○洪積砂礫層 2 (Dg2)

表 5.2.3 の「礫-密な」の値→湿潤単位体積重量 $\gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3$

○花崗閃緑岩風化土 (WGr)

図 5.2.2 の $\gamma_t = (1.173 + 0.4 \times \log N) \times 9.81 = 16.77 \rightarrow$ 湿潤単位体積重量 $\gamma_t = 17 \text{ kN/m}^3$

○花崗閃緑岩 (Gr)

表 5.2.4 の岩盤の一般値を参考に設定した。花崗閃緑岩は $N>300$ で、標準貫入試験で打撃回数測定が可能であり、岩級は CL 級評価とした。 $\gamma_t=22 \text{ (kN/m}^3\text{)}$ を採用した。

(3) せん断抵抗角

① 設定条件

粘性土のせん断抵抗角は $0(^{\circ})$ とした。

○盛土層・人工構造物(B)、沖積砂質土層(As)

盛土層(B)はN値が確認されていないことから、沖積砂質土層(As)は設計N値が0であることから、表5.2.5に示す一般値を参考に設定した。

表 5.2.5 内部摩擦角 ϕ 一般値(盛土地盤・自然地盤)

種 類		状 態		単位体積重量 kN/m ³	内部摩擦角 (°)	粘着力 kN/m ²	
盛	礫 及 び 礫 混 じ り 砂	締固めたもの		20	40	0	
		砂	粒度の良いもの	20	35	0	
			粒度の悪いもの	19	30	0	
	砂 質 土	締固めたもの		19	25	30以下	
	粘 性 土	締固めたもの		18	15	50以下	
土	関 東 ロ ー ム	締固めたもの		14	20	10以下	
自 然 地 盤	礫	密実なものまたは粒度の良いもの		20	40	0	
		密実でないものまたは粒度の悪いもの		18	35	0	
	礫 混 じ り 砂	密実なもの		21	40	0	
		密実でないもの		19	35	0	
	砂	密実なものまたは粒度の良いもの		20	35	0	
		密実でないものまたは粒度の悪いもの		18	30	0	
	砂 質 土	密実なもの		19	30	30以下	
		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）		18	25	50以下	
		やや軟らかいもの（指の中程度の力で貫入）		17	20	30以下	
		軟らかいもの（指が容易に貫入）		16	15	15以下	
		粘 土 及 び シ ル ト	固いもの（指で強く押し多少へこむ）		17	20	50以下
			やや軟らかいもの（指の中程度の力で貫入）		16	15	30以下
	軟らかいもの（指が容易に貫入）		14	10	15以下		
	盤	関 東 ロ ー ム			14	5(φu)	30以下

単位をSI単位系に変更

単位をSI単位系に変更

「設計要領第一集 土工編」；東日本・中日本・西日本高速道路株式会社, R2. 7; P1-42 より引用

○沖積砂礫層 (Ag)、沖積砂質土層 (As)、洪積砂質土層 (Ds)、洪積砂礫層 1 (Dg1)、洪積砂礫層 2 (Dg2)

「建築基礎構造設計指針」(2019 年:日本建築学会)に大崎の式及び畑中の式の記載がある。

大崎の式 $\phi_d = \sqrt{20N} + 15$

畑中の式 $\phi_d = \sqrt{20N_1} + 20 \quad (3.5 \leq N_1 \leq 20), \quad \phi_d = 40 \quad (N_1 > 20)$

$$N_1 = \frac{N}{\sqrt{\frac{\sigma_z'}{100}}}$$

ここに、 $\phi_d(^{\circ})$: 内部摩擦角

N_1 : N 値を有効上載圧で補正した換算 N 値

σ_z' (kN/m³) : 有効上載圧

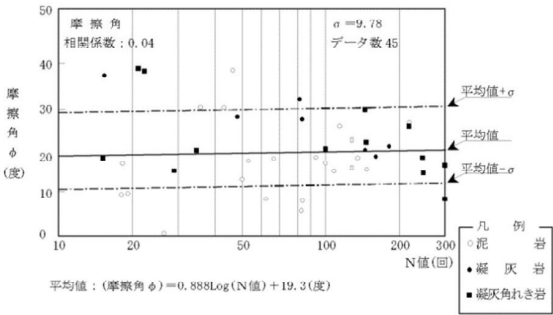
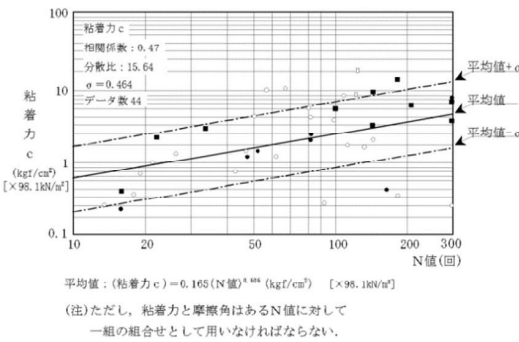
ただし、畑中の式は、比較的粒径の揃った砂質土を対象とした算出方法である。調査結果では、粒径幅の広い砂質土または礫質土であり、この式を採用するのは不適であると考えられる。したがって、ここでは設計 N 値を用いて大崎の式により算出する。

○花崗閃緑岩風化土 (WGr)

基盤岩のせん断定数は、平均 N 値が 300 以下の場合は設計 N 値を用いて表 5.2.6 の式により求めた。

表 5.2.6 岩盤のせん断定数設定式

		砂岩・礫岩 深成岩類	安山岩	泥岩・凝灰岩 凝灰角礫岩	備考
粘着力 (kN/m ²)	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	・Log 軸上の値
せん断 抵抗角 (度)	換算 N 値と 平均値の関係	$5.10\text{Log}N$ + 29.3	$6.82\text{Log}N$ + 21.5	$0.888\text{Log}N$ + 19.3	Log の底は 10
	標準偏差	4.40	7.85	9.78	



「設計要領第二集 橋梁建設編」；東日本・中日本・西日本高速道路株式会社 H28.8 月；P4-10,11

○花崗閃緑岩・CL 級(Gr)

設計 N 値が 300 を超える場合や貫入不能の場合は岩級に応じて表 5.2.7 の一般値より設定した。

表 5.2.7 強度定数の測定例

岩 級		粘板岩（ダムサイトの例）				花崗岩（本四連絡橋基礎の例）		
		C (kN/m ² (kgf/cm ²))		φ（°）		C（kN/m ² （kgf/cm ² ）		φ（°）
		範 囲	平 均	範 囲	平 均	範 囲	代表値	代表値
硬 岩	B	2250～2750 (22.5～27.5)	2500 (25)	40～50	45	1500～2500 (15.0～25.0)	1500 (15)	45
	C H	1750～2250 (17.5～22.5)	2000 (20)	35～45	40	1000～2000 (10.0～20.0)	1000 (10)	40
	C M	750～1750 (7.5～17.5)	1250 (12.5)	35～45	40	500～1000 (5.0～10.0)	500 (5)	40
軟 岩	C L	250～ 750 (2.5～ 7.5)	500 (5)	30～40	35	100～1000 (1.0～10.0)	100 (1)	37
	D	100(1)以下	0 (0)	20～30	25	0～ 500 (0～ 5.0)	0 (0)	30～35

Gr

「設計要領第二集 橋梁建設編」；東日本・中日本・西日本高速道路株式会社, H28.8 月；P4-12

② 検討結果

○盛土層・人工構造物(B)

近隣ボーリングデータから砂質土と想定し、表 5.2.5 の『盛土-砂質土』の $\phi=25(^{\circ})$ を採用した。

○沖積砂礫層(Ag)

設計 N 値 7 を用いて、 $\phi=\sqrt{(20 \times 7)+15}=26.8^{\circ}$ より少数点以下を切り捨てて $\phi=26^{\circ}$ とした。

○沖積砂質土層(As)

設計 N 値は 0 であるため、表 5.2.5 の『自然地盤-砂質土-密実でないもの』の $\phi=25(^{\circ})$ を採用した。

○洪積砂質土層(Ds)

設計 N 値 17 を用いて、 $\phi=\sqrt{(20 \times 17)+15}=33.4^{\circ}$ より少数点以下を切り捨てて $\phi=33^{\circ}$ とした。

○洪積砂礫層 1(Dg1)

設計 N 値 26 を用いて、 $\phi=\sqrt{(20 \times 26)+15}=37.8^{\circ}$ より少数点以下を切り捨てて $\phi=37^{\circ}$ とした。

○洪積砂礫層 2(Dg2)

設計 N 値 62 を用いて、 $\phi=\sqrt{(20 \times 62)+15}=50.2^{\circ}$ より最大安息角 $\phi=45^{\circ}$ とした。

○花崗閃緑岩風化土(WGr)

設計 N 値 22 を用いて、 $5.10 \cdot \text{Log}N+29.3=5.10 \times \text{Log}22+29.3=36.14$ より少数点以下を切り捨てて $\phi=36^{\circ}$ とした。

○花崗閃緑岩(Gr)

花崗閃緑岩は表 5.2.7 の『砂岩・礫岩・深成岩類』の分類に含まれる。表 5.2.7 の花崗岩は深成岩類であり、花崗閃緑岩を花崗岩と同等のせん断定数として評価した。岩級は CL 級評価であり、表 5.2.7 の 37° とした。

(4) 粘着力

① 設定条件

○盛土層・人工構造物(B)、沖積砂礫層(Ag)、沖積砂質土層(As)、洪積砂質土層(Ds)、洪積砂礫層 1(Dg1)、洪積砂礫層 2(Dg2)

砂質土及び礫質土の粘着力は $0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ とする。

○沖積粘性土層 1(Ac1)、沖積粘性土層 2(Ac2)、沖積粘性土層 3(Ac3)、洪積粘性土層(Dc)

粘性土の粘着力は、一軸圧縮試験を実施している沖積粘性土層 1(Ac1)、沖積粘性土層 2(Ac2)、沖積粘性土層 3(Ac3) 及び洪積粘性土層(Dc)については、一軸圧縮強度 q_u を用いて、下記より設定した。

■非排水せん断強度補正

乱れの少ない試料採取(シンウォールサンプリング)により、作成された供試体であってもその状態は原地盤の状態とは異なっている。サンプリング時の応力開放や、試料運搬、試料のサンプラーからの取り出し時等によって生じる機械的な乱れによって、一軸圧縮強度は、乱れの影響を受けやすい。乱れによる強度低下を評価し、結果を補正する方法がいくつか提案され、砂分の多い粘性土や塑性指数が 35 以下の場合には、一軸圧縮試験で得られた q_u を下図の方法で補正し整理した。

ただし、補正式は補正係数 $\alpha \cdot \beta$ によって規定されるため、粘土分含有率と塑性指数の両者が大幅に異なる場合は補正值もその影響を受ける。したがって、両者の値から導き出した補正值を算出し平均した値を非排水せん断強度(C_u)値とした。

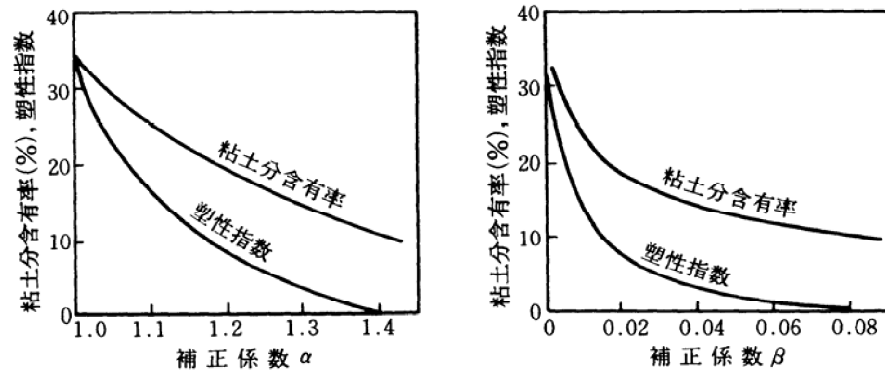
一軸圧縮試験による得られる q_u は粘土分が低い、あるいは塑性指数が小さいとせん断強度を過小評価することが実験により明らかとなっています。この影響は試料中に砂分が多くなると拘束圧除去による影響が顕著になるためです。そこでこの影響を補正して粘土の一軸圧縮強さの測定値と同等の扱いができるようするために、下式を用いて強度補正を行うようにしています。

$$C_u = \alpha \cdot (q_u/2) + 0.8 \cdot \beta \cdot \sigma_v$$

ここに、 C_u : せん断強度

α, β : 下図補正係数

σ_v : 全上載圧(全応力) :



補正係数 α, β

< 注意事項 >

- ・ 粘土含有率 35%以上、塑性指数 35 以上の場合は補正不要。
- ・ 粘土分含有率 10%以上に適用し、10%以下の土には補正を行わない。

図 5.2.3 一軸圧縮強度の補正方法

地盤材料試験の方法と解説 公益社団法人地盤工学会 P587

(砂分の多い粘性土の一軸圧縮強さ 港湾技術研究所報告第 11 巻第 4 号 pp83~102)

○花崗閃緑岩風化土(WGr)

基盤岩のせん断定数は、平均 N 値が 300 以下の場合は設計 N 値を用いて表 5.2.6 の式により求めた。

○花崗閃緑岩・CL 級(Gr)

設計 N 値が 300 を超える場合や貫入不能の場合は岩級に応じて表 5.2.7 の一般値より設定した。

② 検討結果

○盛土層・人工構造物(B)、沖積砂礫層(Ag)、沖積砂質土層(As)、洪積砂質土層(Ds)、洪積砂礫層 1(Dg1)、洪積砂礫層 2(Dg2)

砂質土及び礫質土の粘着力は $0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ とした。

○沖積粘性土層 1(Ac1)、沖積粘性土層 2(Ac2)、沖積粘性土層 3(Ac3)、洪積粘性土層(Dc)

図 5.2.3 から求めた各粘性土層の非排水せん断強度補正值 C_u は、以下のように示される。その算出結果一覧表を表 5.2.8 に示す。

- ・ 沖積粘性土層 1 (Ac1) : $C_u=9.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- ・ 沖積粘性土層 2 (Ac2) : $C_u=13.4 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- ・ 沖積粘性土層 3 (Ac3) : $C_u=24.7 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- ・ 洪積粘性土層 (Dc) : $C_u=46.5 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

○花崗閃緑岩風化土(WGr)

設計 N 値 22 を用いて、表 5.2.6 の式 $c=15.2 \cdot N^{0.327}=15.2 \times 22^{0.327}=41.77 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ より少数点以下を切り捨てて $c=41 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ とした。

○花崗閃緑岩・CL 級(Gr)

花崗閃緑岩は表 5.2.7 の『砂岩・礫岩・深成岩類』の分類に含まれる。表 5.2.7 の花崗岩は深成岩類であり、花崗閃緑岩を花崗岩と同等のせん断定数として評価した。岩級は CL 級評価であり、表 5.2.7 の $100 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ とした。

表 5.2.8 一軸圧縮強度補正による非排水せん断強度補正 Q_u 算出結果

Bor. No.	Bor. No. 1										Bor. No. 1									
試料番号	T1-1										T1-3									
地層区分	Ac1										Ac2									
試料採取深度 (dl-m)	1.00~1.80										3.00~3.80									
中心深度 (dl-m)	1.40										3.40									
中心深度の全応力 σ_v (kN/m ²)	22.07										54.77									
粘土分含有率PC	31.8										26.2									
塑性指数Ip	-										-									
補正係数 α	1.023										1.089									
補正係数 β	0.0021										0.0068									
一軸圧縮強度 q_u (kN/m ²)	15.69	15.92	14.85	14.99	15.69	15.92	14.85	14.99	17.46	19.98	31.26	19.29	17.46	19.98	31.26	19.29	17.46	19.98	31.26	19.29
一軸圧縮強度 q_u の平均値 (kN/m ²)	15.36										22.00									
補正後の非排水せん断強度 C_u (kN/m ²)	8.06	8.18	7.63	7.70	7.94	8.05	7.51	7.58	9.80	11.17	17.31	10.80	10.55	12.00	18.48	11.60	10.55	12.00	18.48	11.60
補正後の非排水せん断強度 C_u の平均値 (kN/m ²)	7.83										12.71									

Bor. No.	Bor. No. 2										Bor. No. 2									
試料番号	T2-1										T2-3									
地層区分	Ac1										Ac2									
試料採取深度 (dl-m)	1.00~1.80										3.00~3.80									
中心深度 (dl-m)	1.40										3.40									
中心深度の全応力 σ_v (kN/m ²)	20.61										51.66									
粘土分含有率PC	47.0										34.0									
塑性指数Ip	-										-									
補正係数 α	1.000										1.003									
補正係数 β	0.0000										0.0005									
一軸圧縮強度 q_u (kN/m ²)	20.83	19.84	22.03	18.97	20.83	19.84	22.03	18.97	33.38	26.21	25.92	23.42	33.38	26.21	25.92	23.42	33.38	26.21	25.92	23.42
一軸圧縮強度 q_u の平均値 (kN/m ²)	20.42										27.23									
補正後の非排水せん断強度 C_u (kN/m ²)	10.41	9.92	11.01	9.48	10.41	9.92	11.01	9.48	16.76	13.16	13.01	11.76	18.21	14.34	14.19	12.84	16.76	13.16	13.01	11.76
補正後の非排水せん断強度 C_u の平均値 (kN/m ²)	10.21										14.28									

Bor. No.	Bor. No. 2										Bor. No. 2									
試料番号	T2-6										T2-8									
地層区分	Ac3										Ds									
試料採取深度 (dl-m)	6.00~6.80										8.00~8.80									
中心深度 (dl-m)	6.40										8.40									
中心深度の全応力 σ_v (kN/m ²)	98.91										134.26									
粘土分含有率PC	47.7										40.6									
塑性指数Ip	-										-									
補正係数 α	1.000										1.000									
補正係数 β	0.0000										0.0000									
一軸圧縮強度 q_u (kN/m ²)	43.87	43.45	46.94	61.37	43.87	43.45	46.94	61.37	72.14	79.74	88.52	99.47	72.14	79.74	88.52	99.47	72.14	79.74	88.52	99.47
一軸圧縮強度 q_u の平均値 (kN/m ²)	48.91										84.97									
補正後の非排水せん断強度 C_u (kN/m ²)	21.93	21.72	23.47	30.68	22.55	22.33	24.12	31.50	36.07	39.87	44.26	49.73	43.25	47.66	52.76	59.11	43.25	47.66	52.76	59.11

(5) 変形係数

① 設定条件

○沖積粘性土層 1 (Ac1)、沖積粘性土層 2 (Ac2)、沖積粘性土層 3 (Ac3)、洪積粘性土層 (Dc)、
沖積砂質土層 (As)

各粘性土層の変形係数は、一軸圧縮試験を実施している沖積粘性土層 1 (Ac1)、沖積粘性土層 2 (Ac2)、沖積粘性土層 3 (Ac3) 及び洪積粘性土層 (Dc) については、一軸圧縮試験より得られた変形係数 E_{50} の平均値を用いた(ただし、 $\alpha=4$ (常時)、地震時はこの 2 倍)。

沖積砂質土層は試験値が無い場合、上位層である Ac3 層と同等の値とした。

○沖積砂礫層 (Ag)、洪積砂質土層 (Ds)、洪積砂礫層 1 (Dg1)、洪積砂礫層 2 (Dg2)

沖積砂礫層 (Ag)、洪積砂質土層 (Ds)、洪積砂礫層 1 (Dg1) 及び洪積砂礫層 2 (Dg2) の変形係数は、「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 日本道路協会 P285」に記される以下の推定式(式 3)より算出する。

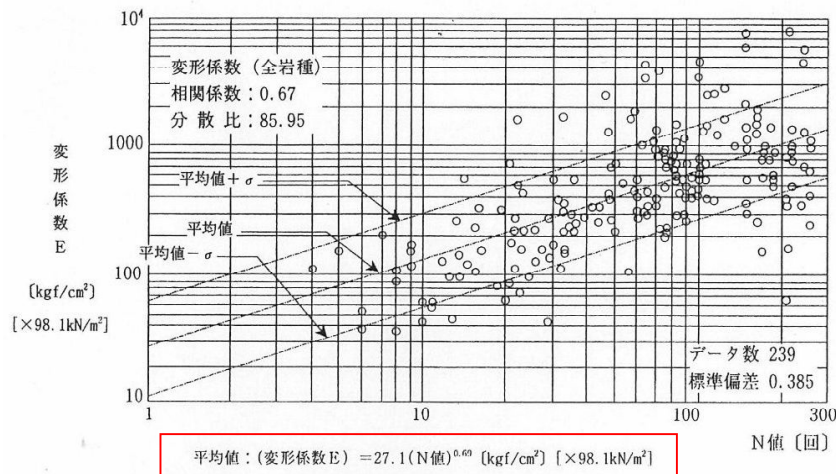
$$E = 700 \cdot N \text{ (kN/m}^2\text{)} \cdots \cdots \text{式 3}$$

$$= 0.7 \cdot N \text{ (MN/m}^2\text{)}$$

(ただし、 $\alpha=4$ (常時)、地震時はこの 2 倍)

○花崗閃緑岩風化土 (WGr)

孔内水平載荷試験相当の変形係数は、設計 N 値 300 以下の基盤岩は、設計 N 値を用いて図 5.2.4 の式より求めた。



「設計要領第二集 橋梁建設編」; 東日本・中日本・西日本高速道路株式会社 H28.8 月; P4-13

図 5.2.4 岩の変形係数の測定例

○花崗閃緑岩・CL 級(Gr)

設計 N 値が 300 を超える場合や貫入不能の場合は一般値(表 5.2.9)を採用した。

表 5.2.9 岩の変形係数の測定例(kN/m²)

岩 級	粘板岩 (ダムサイトの例)		花崗岩 (本四連絡橋基礎の例)	
	範 囲	平 均	範 囲	代表値
B	3,000,000 以上	*3,000,000	1,200,000~3,000,000	2,000,000
C _H	1,000,000~3,000,000	2,000,000	600,000~1,200,000	800,000
C _M	500,000~1,000,000	750,000	300,000~600,000	450,000
C _L	100,000~500,000	300,000	150,000~300,000	200,000
D	100,000 以下		5,000~150,000	10,000~100,000

*最小値を示す。

Gr

「設計要領第二集 橋梁建設編」；東日本・中日本・西日本高速道路株式会社 H28.8 月；P4-13

② 検討結果

○沖積粘性土層 1 (Ac1)、沖積粘性土層 2 (Ac2)、沖積粘性土層 3 (Ac3)、洪積粘性土層 (Dc)、
沖積砂質土層 (As)

- ・ 沖積粘性土層 1 (Ac1)

$$E = (0.33 + 0.36 + 0.32 + 0.24 + 0.81 + 0.68 + 0.92 + 0.97) / 8 = 0.579 \rightarrow 0.57 \text{ (MN/m}^2\text{)}$$

- ・ 沖積粘性土層 2 (Ac2)

$$E = (0.63 + 0.51 + 0.66 + 0.52 + 1.87 + 1.41 + 1.68 + 0.97) / 8 = 1.031 \rightarrow 1.03 \text{ (MN/m}^2\text{)}$$

- ・ 沖積粘性土層 3 (Ac3)、沖積砂質土層 (As)

$$E = (2.42 + 1.98 + 2.04 + 2.57) / 4 = 2.253 \rightarrow 2.25 \text{ (MN/m}^2\text{)}$$

- ・ 洪積粘性土層 (Dc)

$$E = (6.03 + 4.68 + 3.40 + 5.20) / 4 = 4.828 \rightarrow 4.82 \text{ (MN/m}^2\text{)}$$

○沖積砂礫層 (Ag)、洪積砂質土層 (Ds)、洪積砂礫層 1 (Dg1)、洪積砂礫層 2 (Dg2)

- ・ 沖積砂礫層 (Ag) : 設計 N 値=7 より、 $E = 0.7 \times 7 = 4.9 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- ・ 洪積砂質土層 (Ds) : 設計 N 値=17 より、 $E = 0.7 \times 17 = 11.9 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- ・ 洪積砂礫層 1 (Dg1) : 設計 N 値=26 より、 $E = 0.7 \times 26 = 18.2 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- ・ 洪積砂礫層 2 (Dg2) : 設計 N 値=62 より、 $E = 0.7 \times 62 = 43.4 \text{ (MN/m}^2\text{)}$

○花崗閃緑岩風化土(WGr)

$$\text{設計 N 値} = 22 \text{ より、} E = 27.1 \text{N}^{0.69} (\times 98.1 \text{ kN/m}^2) = 27.1 \times 22^{0.69} \times 98.1 = 22434 \rightarrow 22400 \text{ (kN/m}^2\text{)} = 22.4 \text{ (MN/m}^2\text{)}$$

○花崗閃緑岩・CL 級(Gr)

表 5.2.9 の『花崗岩』の花崗岩と同等のせん断定数として評価した。岩級は CL 級評価であり、表 5.2.9 の 200,000 (kN/m²) = 200 (MN/m²) とした。

(6) 圧密定数

① 設定条件

圧密定数は、圧密試験結果を用いて圧密試験を実施した沖積粘性土層 1(Ac1)、沖積粘性土層 2(Ac2)、沖積粘性土層 3(Ac3)及び洪積粘性土層(Dc)の圧密係数 C_v 及び体積圧縮係数 m_v を設定した。

② 検討結果

沖積粘性土層 1(Ac1)、沖積粘性土層 2(Ac2)、沖積粘性土層 3(Ac3)及び洪積粘性土層(Dc)の $C_v \sim P$ 及び $m_v \sim P$ の代表曲線を図 5.2.5～図 5.2.12 に示す。

また、圧密定数の一覧表を表 5.2.10 に示す。各圧密定数は正規圧密領域での試験値の相乗平均値を採用した。

表 5.2.10 圧密定数一覧表

地層名	記号	体積圧縮係数 m_v (m^2/kN)	圧密係数 C_v (cm^2/day)	圧縮指数 C_c	圧密降伏応力 P_c (kN/m^2)	備 考
沖積粘性土層1	Ac1	$m_v=0.00587(P \leq P_c)$ $m_v=0.105P^{-0.903}(P > P_c)$	99	0.999	24.4	体積圧縮指数、圧密係数は図4.3.17～図4.3.18参照 圧縮指数は、試験値の相乗平均値を採用
沖積粘性土層2	Ac2	$m_v=0.00158(P \leq P_c)$ $m_v=0.135P^{-1.124}(P > P_c)$	1134	0.440	52.1	体積圧縮指数、圧密係数は図4.3.17～図4.3.18参照 圧縮指数は、試験値の相乗平均値を採用
沖積粘性土層3	Ac3	$m_v=0.00138(P \leq P_c)$ $m_v=0.108P^{-0.969}(P > P_c)$	377	0.708	90.1	体積圧縮指数、圧密係数は図4.3.17～図4.3.18参照 圧縮指数は、試験値の相乗平均値を採用
洪積粘性土層	Dc	$m_v=0.0000821(P \leq P_c)$ $m_v=3.253P^{-1.837}(P > P_c)$	1463	0.179	318.0	体積圧縮指数、圧密係数は図4.3.17～図4.3.18参照 圧縮指数は、試験値の相乗平均値を採用

○ 沖積粘性土層 1 (Ac1)

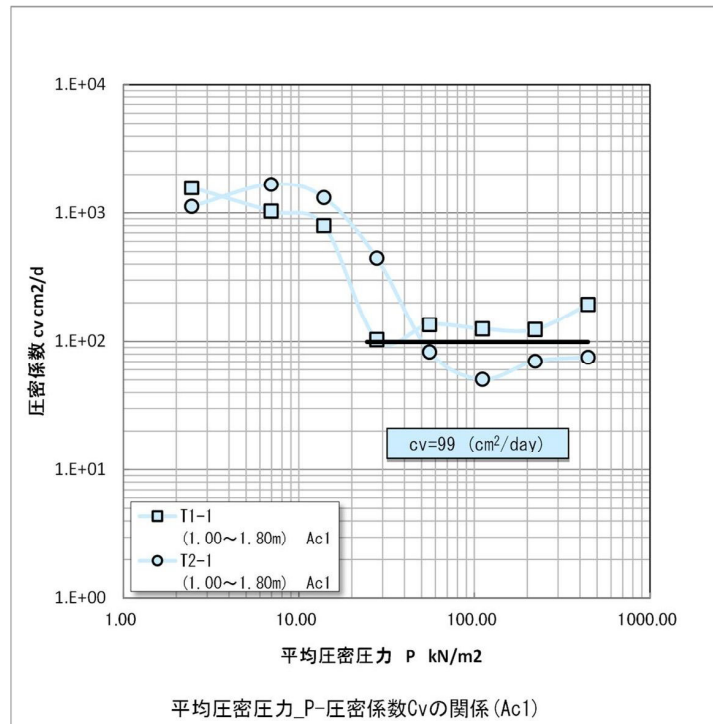


図 5.2.5 沖積粘性土層 1 (Ac1) の圧密係数 (C_v) の代表曲線

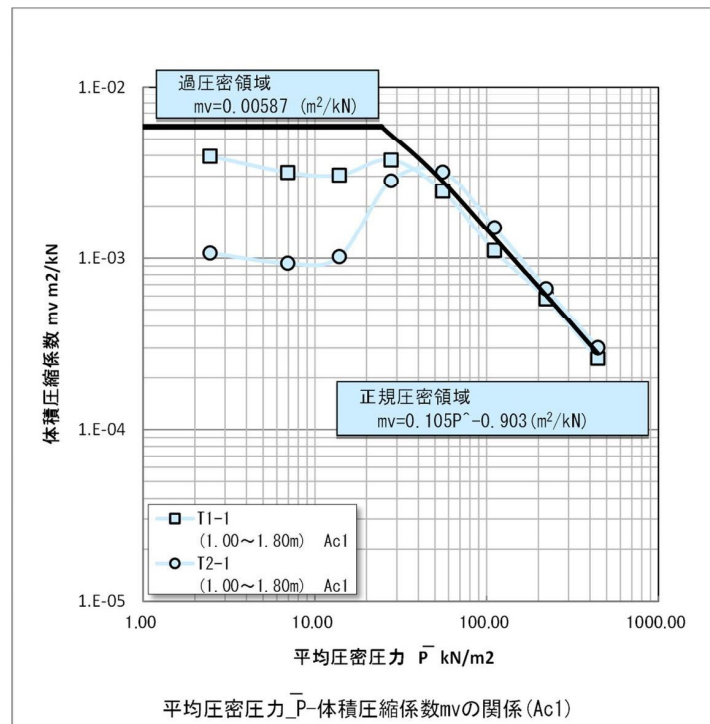


図 5.2.6 沖積粘性土層 1 (Ac1) の体積圧縮係数 (m_v) の代表曲線

○ 沖積粘性土層 2 (Ac2)

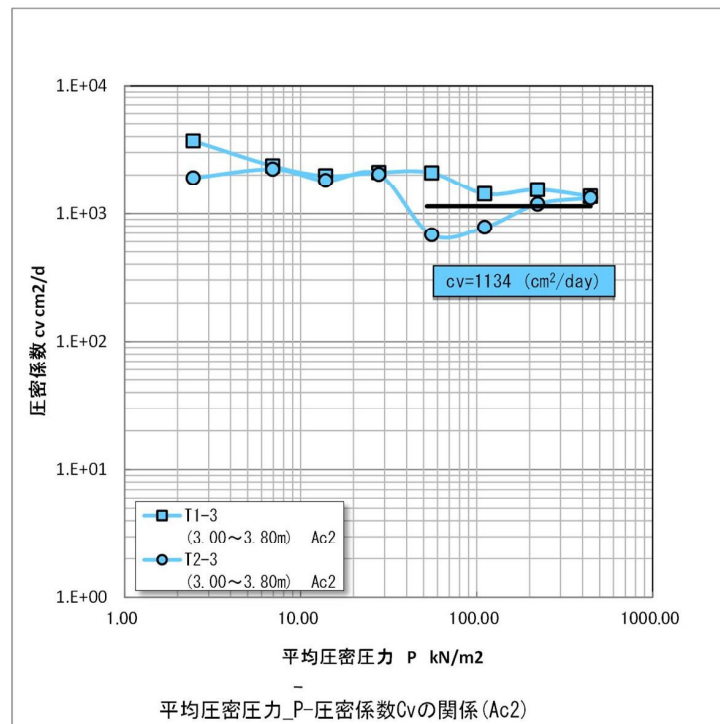


図 5.2.7 沖積粘性土層 2 (Ac2) の圧密係数 (C_v) の代表曲線

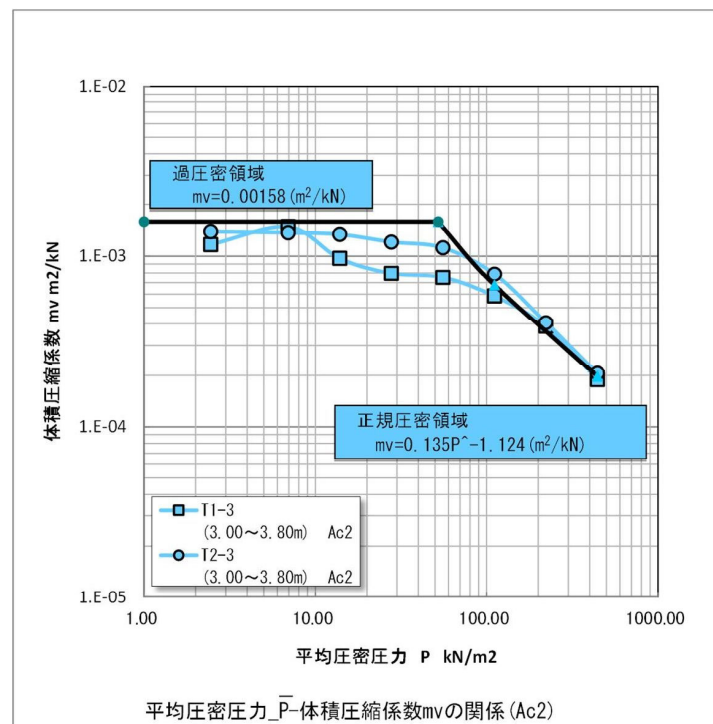


図 5.2.8 沖積粘性土層 2 (Ac2) の体積圧縮係数 (m_v) の代表曲線

○沖積粘性土層 3 (Ac3)

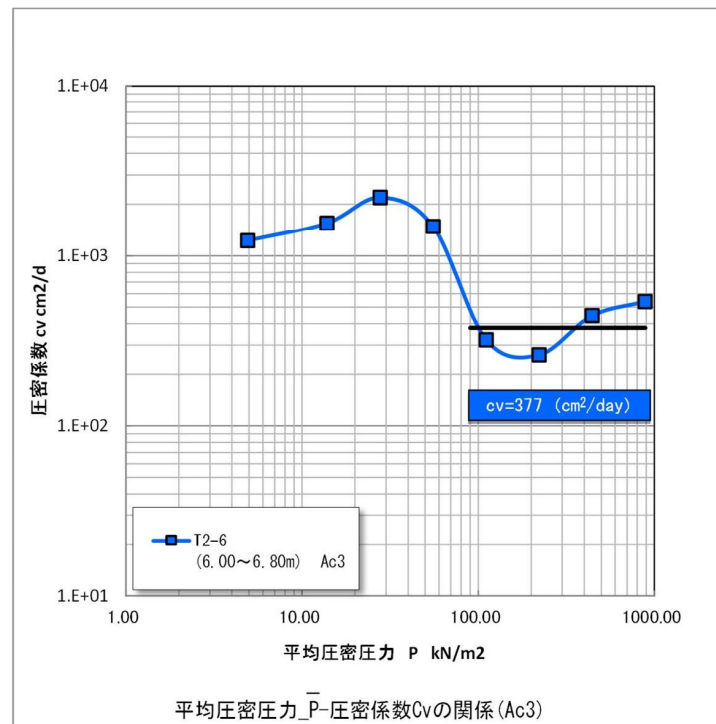


図 5.2.9 沖積粘性土層 3 (Ac3) の圧密係数 (C_v) の代表曲線

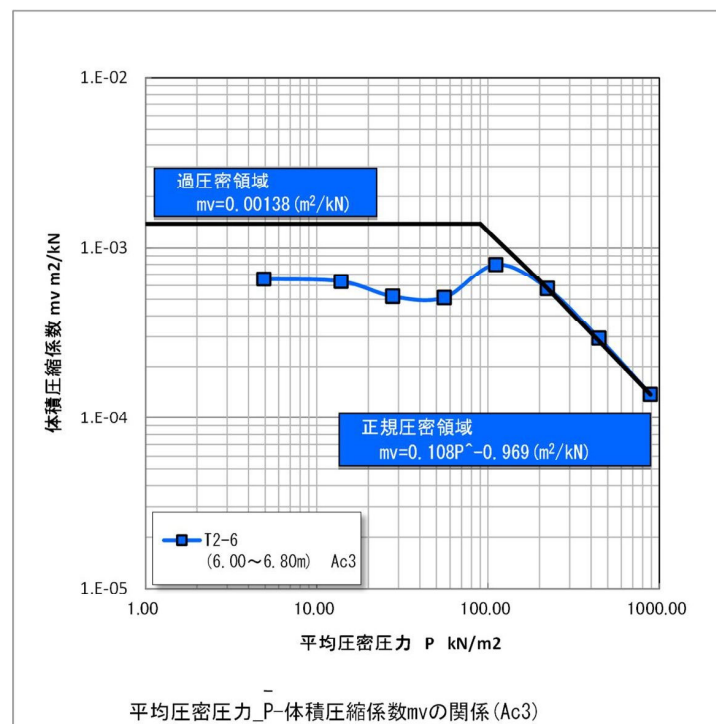


図 5.2.10 沖積粘性土層 3 (Ac3) の体積圧縮係数 (m_v) の代表曲線

○ 洪積粘性土層 (Dc)

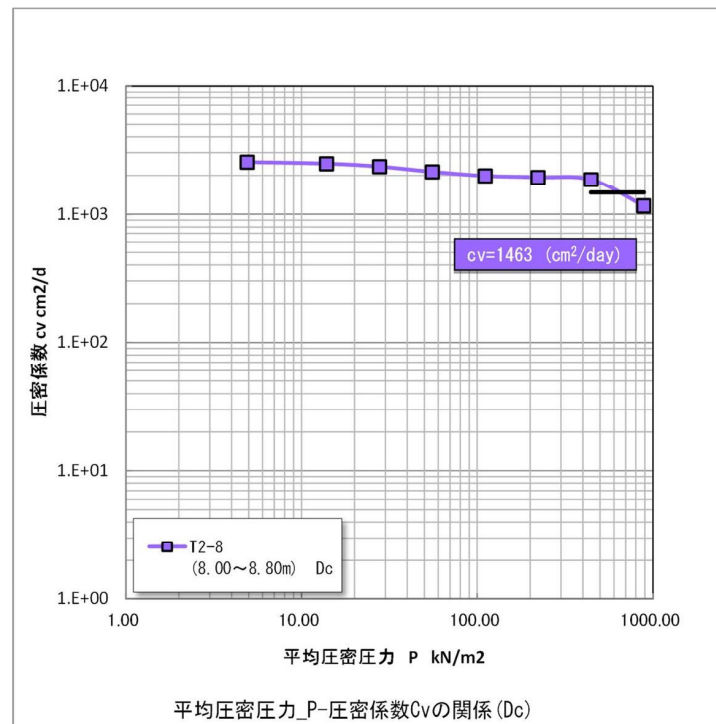


図 5. 2. 11 洪積粘性土層 (Dc) の圧密係数 (C_v) の代表曲線

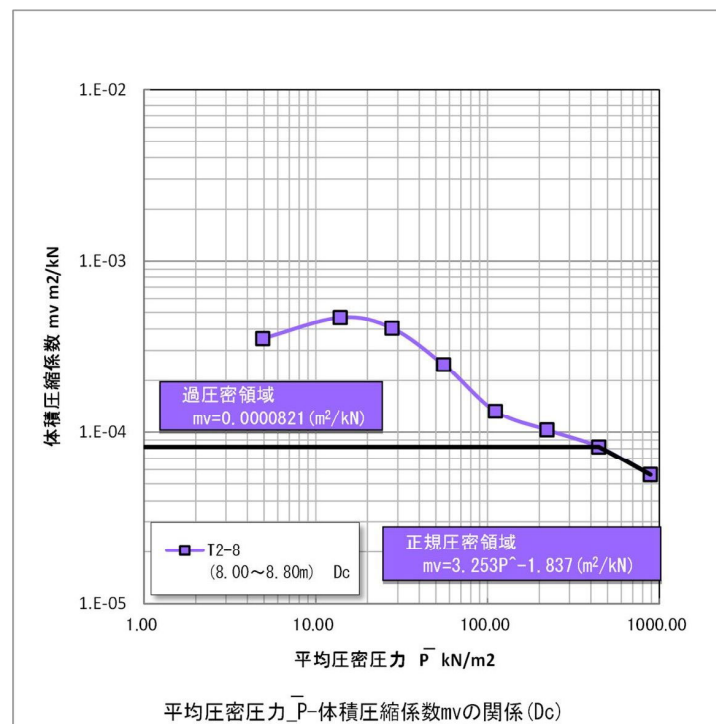


図 5. 2. 12 洪積粘性土層 (Dc) の体積圧縮係数 (m_v) の代表曲線

5.3.軟弱地盤解析

造成計画の盛土形状に対し、代表的な1断面に対して軟弱地盤解析を実施した。

5.3.1 解析対象地点の概要

- ・ 地質調査の結果、造成盛土直下には N 値=0 の軟弱な粘性土層が約 8m 程度堆積している。
- ・ 計画されている造成盛土は、既存道路に擦りつける形で標高が決められている（図 5.3.1 参照）。
- ・ 計画盛土高は、最大で 1.1m の低盛土である。
- ・ 盛土の外周は L 型擁壁が計画されている。軟弱地盤が深いため、擁壁基礎の支持力確保のための対策が前提となる。
- ・ 軟弱地盤が深いため、給食センター建屋は杭基礎が前提となる。

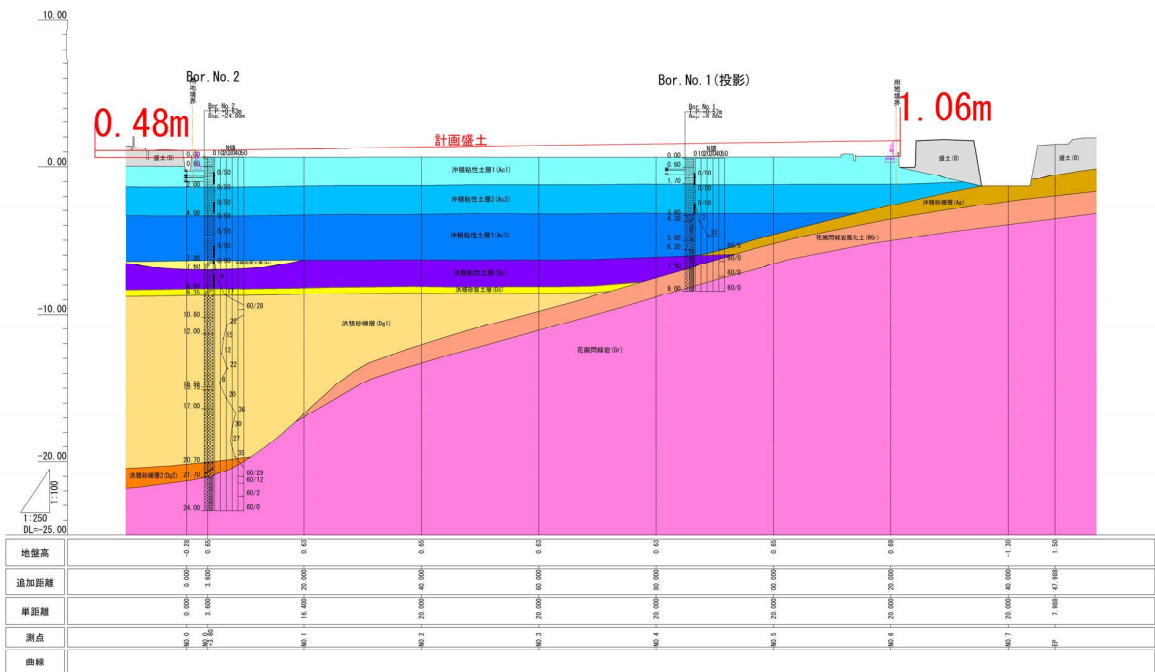


図 5.3.1 計画盛土断面（地質縦断面図に追記）

5.3.2 準拠基準

計画盛土の安定照査は、以下の基準を参考に実施する。

- 1) 軟弱地盤技術指針／平成 20 年 4 月、UR 都市機構
- 2) 道路土工 軟弱地盤対策工指針／平成 24 年 8 月、(社)日本道路協会

5.3.3 検討断面

軟弱地盤解析を実施する検討断面は、以下の方針で設定した。検討断面図を図 5.3.2 に示す。

- ・ 層厚の違いによる沈下量の変化を把握するため、基礎地盤の地層構成は地質縦断面図を参照する。
- ・ 計画盛土は、両側新設擁壁までの範囲（図 5.3.2-1）とする。また、参考として、安全側の評価となる No.6 測線側の盛土標高で統一したケース（図 5.3.2-2）についても検討を実施した。

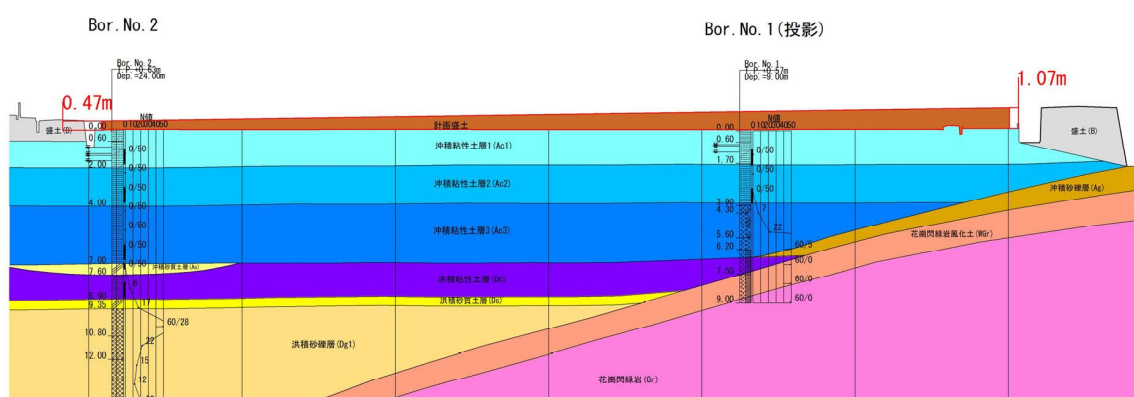


図 5.3.2-1 軟弱地盤解析 検討断面

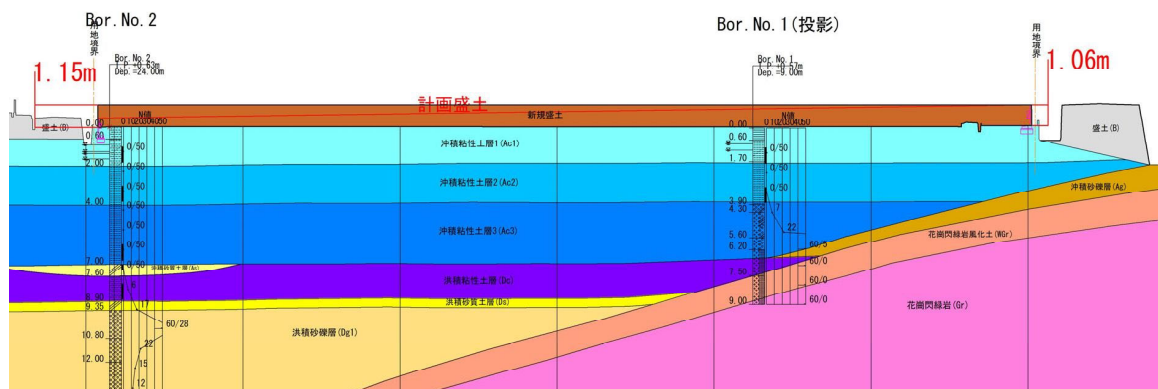


図 5.3.2-2 軟弱地盤解析 検討断面（盛土高統一、参考扱い）

5.3.4 地盤の圧密に対する照査

計画地点の基礎地盤は、軟弱な沖積粘性土層が厚く堆積しており、基礎地盤の圧密沈下により施設供用開始後に地表面の不陸が発生する恐れがあるため、これに対する照査を行う。

(1) 照査基準値の設定

給食センターの建屋については、杭基礎が想定されるため、周辺地盤の圧密沈下に伴い建屋に傾斜等が発生する可能性は低い。周辺地盤の圧密沈下によって懸念される事象としては、既存道路取り合い部との段差や、埋設管路の沈下に伴う機能障害が想定される。

圧密沈下に対する照査は、施設の供用開始からの沈下量（残留沈下量）が所定の照査基準値以内に収まることを確認することを基本としている。

各基準における残留沈下量の照査基準値（許容残留沈下量）は以下に示す通りである。

本検討においては、過去の実態調査より埋設管路の機能障害が生じない上限値である、許容残留沈下量 10cmを照査基準値として設定した。

■道路の沈下に対する照査基準値（道路土工軟弱地盤対策工指針 p. 119）

(1) 沈下に対する照査

常時の作用に対する沈下の照査は、軟弱地盤上の土工構造物の施工時及び供用時に予測される沈下量が、設計で目標とする沈下量を超えないことを照査する。

常時の作用に対する沈下の照査に当たっては、舗装完了後あるいは供用開始後の土工構造物の残留沈下量が第一の照査指標となる。

設計で目標とする残留沈下量の許容値は、土工構造物の機能、踏掛版等の構造物取付部の構造、道路付帯施設に及ぼす沈下の影響及び維持管理での対応の難易度等を十分考慮して設定し、対策工を実施するか、あるいは維持管理により対応するかを検討する。設計で目標とする残留沈下量の許容値としては、構造物取付部において、盛土中央部で舗装完了後あるいは供用開始後3年間で10cm～30cmとしてきた事例が多い。

■造成盛土の不同沈下に対する照査基準値（軟弱地盤技術指針 p. Ⅲ-8）

(1) 宅地造成における残留沈下

盛土が完成した後も引き続いて沈下が継続し、その量がある程度以上に達すれば、盛土や構造物に有害な影響を与えることは明らかである。たわみ性のある盛土の場合は、かなりの沈下が残留しても問題は少ないが、埋設管や建築物など大きな剛性を有する構造物に沈下、特に、不同沈下が残留するときにはその量が僅かであっても機能障害などの影響が発生する。

軟弱地盤に建設された団地では、宅地造成面完成後の残留沈下に対して次のような問題がある。

① 不同沈下

埋設管は、一般に、延長が長く地盤条件の異なる地区に及ぶため不同沈下を生じやすい。特に、下水管渠は、一般に、管勾配が緩いため不同沈下により逆勾配を生じて著しい機能障害をまねくことがある。

軟弱地盤上に建設された団地における埋設管などの補修実態調査結果によれば、建設後の造成面の沈下が10～20cm生じた時点で下水管渠の機能障害が発生しはじめている。それ以上の沈下が生じた地区では、管路の布設替えなどの大幅な改修を行った場合もある。

また、戸建住宅地区では、残留沈下量が多い場合には建物に過大な不同沈下を生じ原因になる。

(2) 計算手法

圧密沈下量の計算手法は、 Δe 法とし、下式により算出する。

$$S = \sum \frac{e_0 - e}{1 + e_0} \cdot H_n$$

ここで、 S ：沈下量(cm)

e_0 ：各層の初期鉛直応力（盛土前の層中央における有効土かぶり厚） P_0 に対応する間隙比

e ：各層の盛土後の鉛直応力 $P_0 + \Delta P$ に対応する間隙比

H_n ：各層の層厚(cm)

圧密沈下時間は一次元圧密理論に基づき下式により算出する。

$$t = \frac{D^2 \times 10^4}{C_v} T_v$$

ここで、 t ：圧密に要する時間(day)

D ：圧密層の最大排水距離(m)

C_v ：圧密係数(cm^2/day)

T_v ：圧密度に応じた時間係数

(3) 計算条件

① 圧密特性 (e-logP 曲線、logCv-logP 曲線)

粘性土層 (Ac1, Ac2, Ac3, Dc) については、別途実施されている圧密試験結果より得られた圧密特性を用いる。圧密特性が複数得られている層については、正規圧密領域での e-logP 曲線の勾配が急な (Cc が大きい) 試験結果を採用する (安全側の評価)。

沖積砂質土層 (As) については、盛り立て直後に即時沈下するものとし、沈下量を求めるための e-logP 曲線は B. K. Hough の曲線 (図 5. 3. 3-9) を参照する。

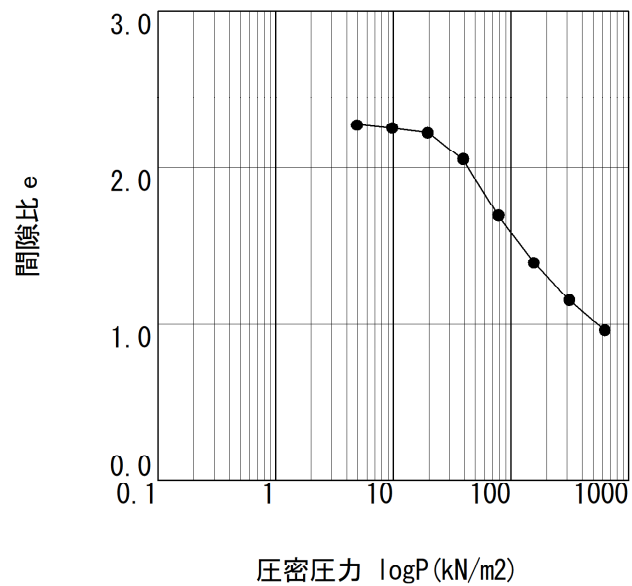


図 5. 3. 3-1 Ac1 の e-logP 曲線 (T2-1, 1.00m~1.80m)

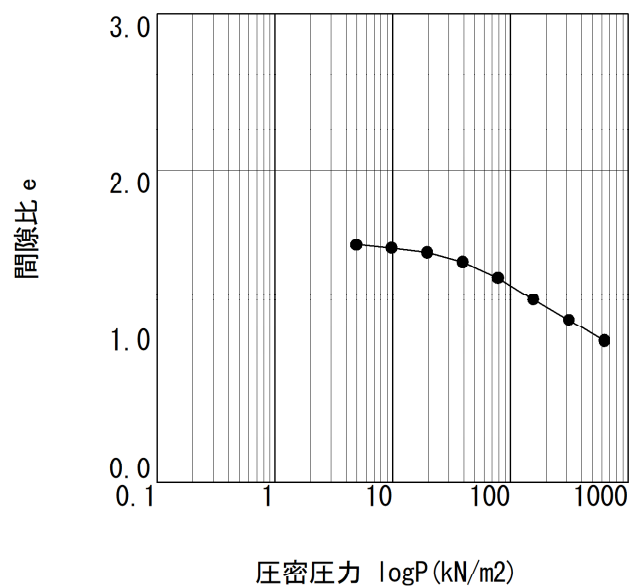


図 5. 3. 3-2 Ac2 の e-logP 曲線 (T2-3, 3.00m~3.80m)

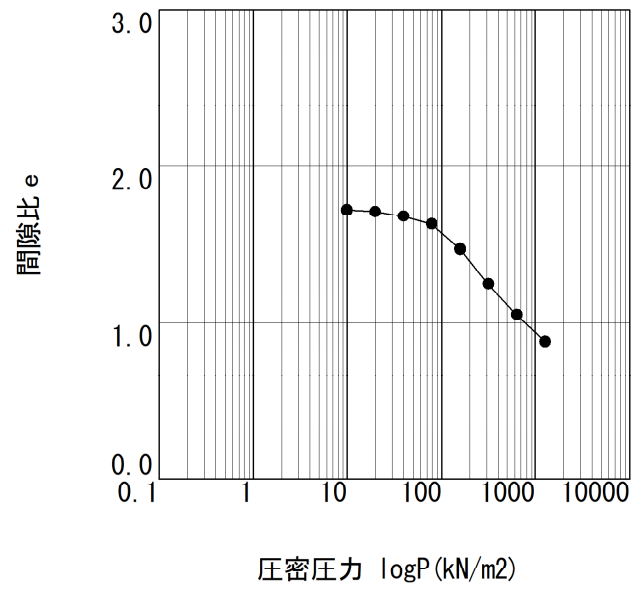


図 5.3.3-3 Ac3 の e - $\log P$ 曲線 (T2-6, 6.00m~6.80m)

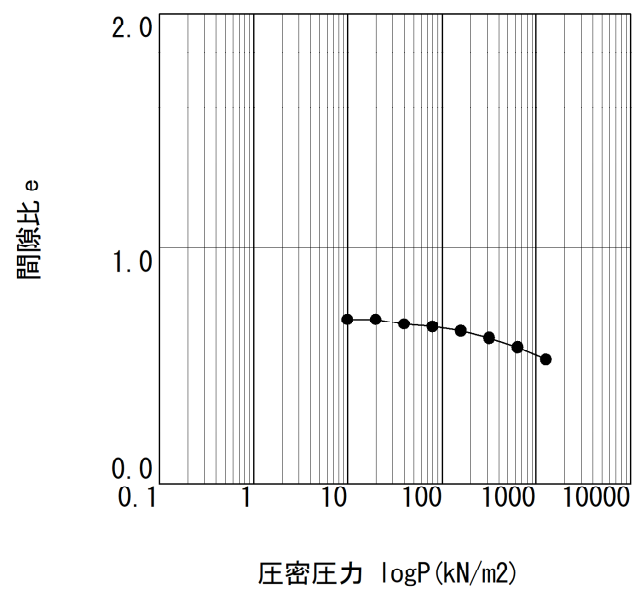


図 5.3.3-4 Dc の e - $\log P$ 曲線 (T2-8, 8.00m~8.80m)

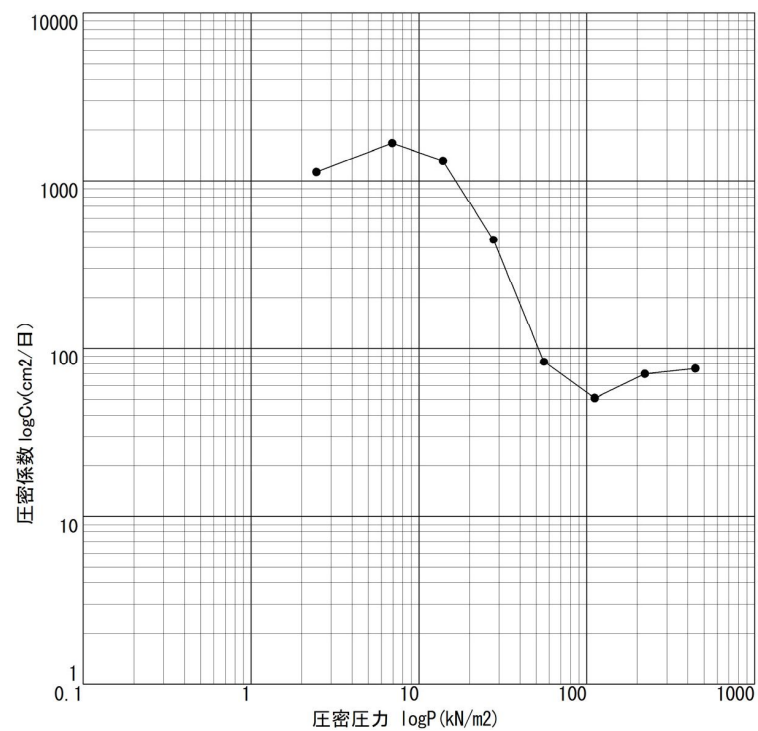


図 5.3.3-5 Ac1 の $\log C_v$ - $\log P$ 曲線 (T2-1, 1.00m ~ 1.80m)

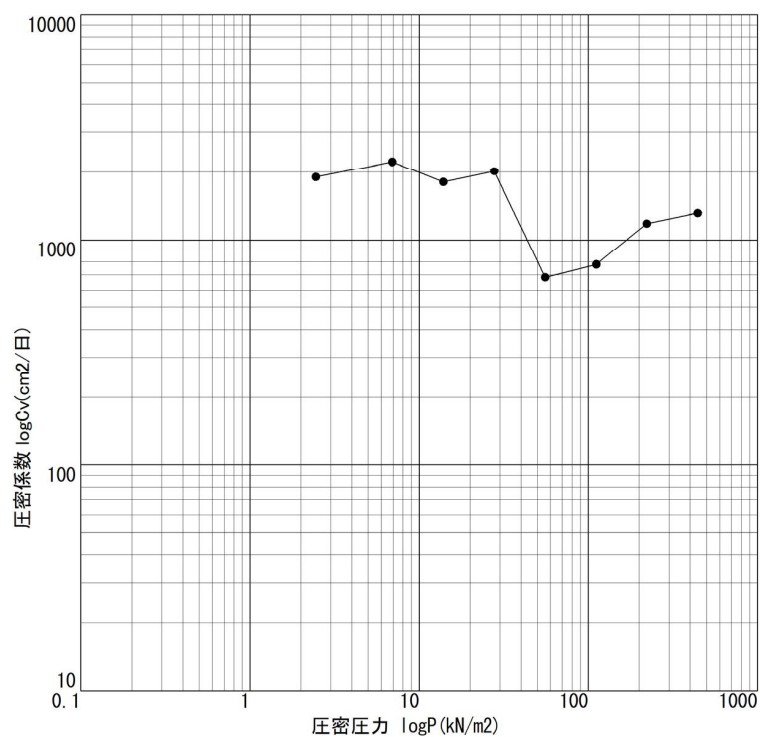


図 5.3.3-6 Ac2 の $\log C_v$ - $\log P$ 曲線 (T2-3, 3.00m ~ 3.80m)

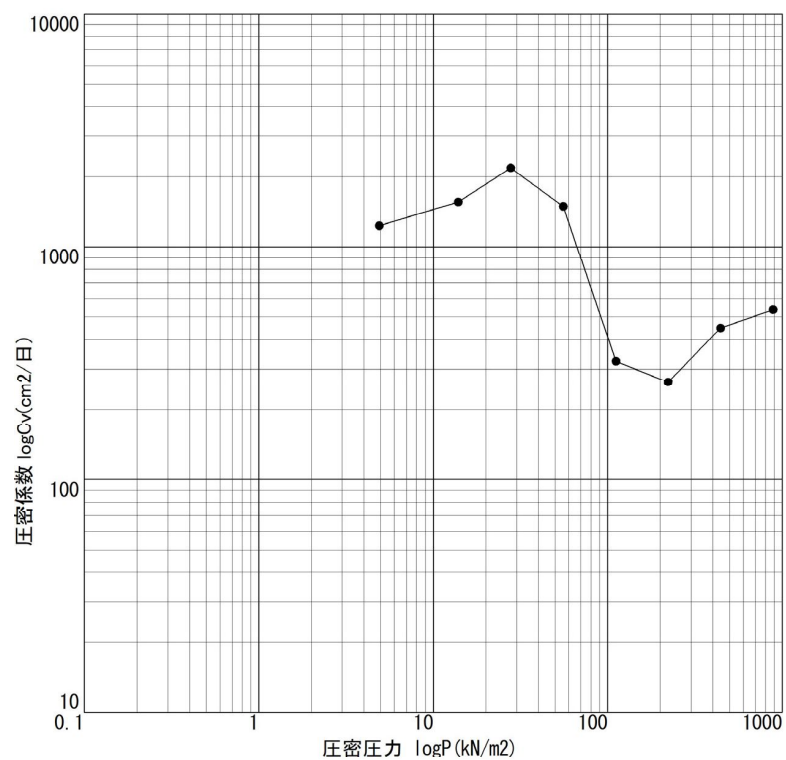


図 5.3.3-7 Ac3 の $\log C_v$ - $\log P$ 曲線 (T2-6, 6.00m~6.80m)

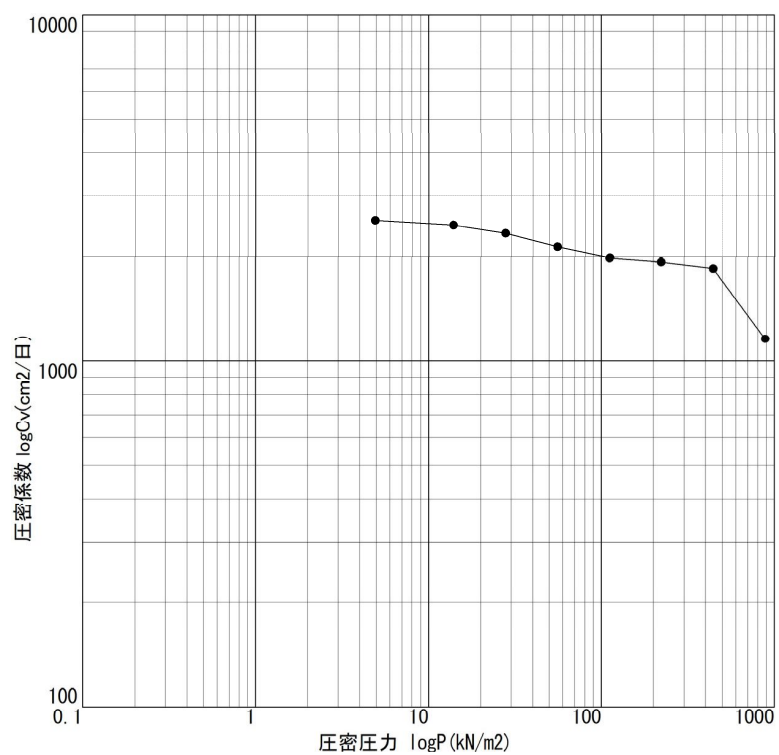


図 5.3.3-8 Dc の $\log C_v$ - $\log P$ 曲線 (T2-8, 8.00m~8.80m)

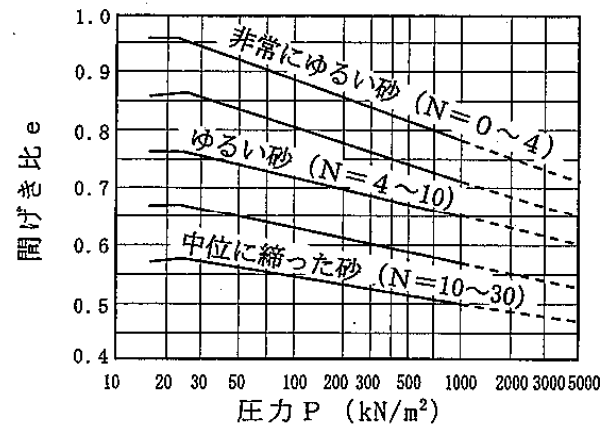


図 5.3.3-9 砂の e - $\log P$ 曲線 (B. K. Hough、軟弱地盤技術指針 p. Ⅲ-15)

② 盛土荷重

盛土材料は未定であるため、単位体積重量は基準より 20kN/m³ とする（安全側の評価）。

表 5.3.1 盛土の概略物性値（軟弱地盤技術指針 p. III-4）

表－Ⅲ・１・１ 盛土の概略土性値

土質型	γ (kN/m ³)	ϕ (度)	C (kN/m ²)
関東ローム	14.0	0	30
凝灰質粘土	16.0	0	15
砂・砂質土	18.0	30	0
砂礫	20.0	35	0
岩砕	20.0	40	0

③ 盛土の施工速度

盛土の施工速度は、施工状況によっても差が出てくるため、残留沈下量に対して安全側の評価となる施工速度 10cm/day を採用する。

■盛土の施工速度（軟弱地盤技術指針 p. III-3）

i) 盛土の施工速度

盛土の平均的な立上げ速度（まき出しと放置を含めた盛土速度）は、工期にもよるが、地盤の性質に応じてできる限り次の値以下にするのが望ましい。

（地盤条件）

（盛土速度）

- ・ 厚い粘土質地盤および泥炭質地盤…………… 3 cm/day
- ・ 普通の粘土質地盤…………… 5 cm/day
- ・ 薄い粘土質地盤および泥炭質地盤…………… 10 cm/day

（出典：「道路土工 軟弱地盤対策工指針」，日本道路協会，1986年11月）

この値は、道路などの帯状盛土での実績に基づくものであり、数幅の広い宅地造成盛土に直ちに適応し難い面はあるが、盛土の安定を保ちながら施工するという点で目標値となる値である。

④ 上載荷重

当該地点の様に、盛土厚が小さい低盛土の場合、以下の様な問題が懸念される。

- ① 軟弱層に接する盛土が低いので、地盤の付近位置性に左右されたたわみを生じ、埋設函渠の不同沈下を生じやすい。
- ② トラフィカビリティーの低い軟弱地盤表層に接して施工されるため、一般に盛土の締固めが不十分となり、造成面の平坦性や道路舗装の維持に問題を生じやすい。
- ③ 高盛土のように建物荷重や交通荷重を盛土内で十分に分散させることができない

ので、造成後の載荷重による軟弱地盤の変形や沈下が問題となる。

- ④ 地下水位が相対的に高く、盛土材によっては地下水の影響を受けて盛土の強度が低下する。

これら①～④の問題に対する対策としては、以下が挙げられる。

- ・ 盛土材は良質なものを選び施工管理（締固め）を入念に行う。
- ・ 盛土内の排水を良好にする。

設計においては、高盛土の場合、交通荷重は状況に応じて任意載荷であるが、今回のケースの様な低盛土においては、交通荷重を想定した上載荷重を作用させて沈下解析を行うこととする。

想定する上載荷重は、基準類から標準的な値として 10kN/m² を等分布荷重として盛土地表面全体に作用させる。

■上載荷重（道路土工盛土工指針／平成 22 年 4 月、(社)日本道路協会、pp. 94～95)

4-2-3 載 荷 重

載荷重は、自動車の交通の状況や施工状況を考慮して適切に設定するものとする。

盛土の設計に当たっては、載荷重としては一般に 10kN/m²を用いてよい。

■上載荷重（駐車場設計・施工指針 同解説／平成 4 年 11 月、(社)日本道路協会、p. 64)

- 3) 2.1.4 に示す地下駐車場躯体側壁に作用する水平土圧を算定する場合や土被り厚さが厚い場合には、自動車荷重を等分布荷重に置き直した方が計算が容易である。この場合には、T-20 荷重、TT-43 荷重とも q=1 tf/m²としてよい。