要求水準書添付資料2　地質調査報告書（1/2）

大村市ごみ処理施設基本計画策定等業務委託
地質調査業務
地質解析業務

報　告　書

令和 5 年 3 月

<目　次>

<地質調査業務・地質解析業務>

1.　業務概要 1-1
1.1.　業務目的 1-1
1.2.　業務概要 1-1
1.3.　業務項目 1-1
1.4.　調査位置 1-4
2.　調査方針 2-1
2.1.　実施方針 2-1
2.2.　調査計画 2-2
2.3.　調査方法 2-4
3.　地形地質概要 3-1
3.1.　地形概要 3-1
3.2.　地質概要 3-2
4.　地質調査結果 4-1
4.1.　ボーリング調査結果 4-1
4.2.　標準貫入試験結果 4-9
4.3.　孔内水平載荷試験結果 4-16
4.4.　室内土質試験結果 4-17
4.4.1.　土粒子の密度 4-22
4.4.2.　自然含水比 4-27
4.4.3.　粒度特性 4-32
4.4.4.　コンシステンシー特性 4-37
4.4.5.　湿潤密度 4-39
4.4.6.　一軸圧縮強度 4-40
4.4.7.　圧密特性 4-41
5.　総合解析とりまとめ 5-1
5.1.　調査地周辺の地形・地質の検討 5-1
5.1.1.　調査地の地形の検討 5-1
5.1.2.　調査地の地質の検討 5-3
5.2.　地質推定断面図 5-8
5.3.　地盤の工学的性質の検討と支持地盤の設定 5-11
5.3.1.　地盤定数の設定 5-11
5.3.2.　支持地盤の設定 5-25
5.4.　地盤の透水性の検討 5-26
5.5.　調査結果に基づく基礎形式の検討 5-29
5.6.　設計・施工上の留意点 5-31

＜巻末資料＞

巻末 1.ボーリング柱状図及びコア写真

巻末 2.記録写真

巻末 3.孔内水平載荷試験データシート

巻末 4.土質試験データシート

巻末 5.地質調査に係る作業計画書

1. 業務概要

1.1. 業務目的

本業務は、一般廃棄物処理基本計画及び一般廃棄物中間処理施設整備基本構想（平成３１年３月）及び新ごみ処理施設の処理方式の選定に係る技術支援等（令和２年３月）で定めた方針に基づき、大村市が計画している一般廃棄物処理施設の整備について、地質調査を行うものである。

1.2. 業務概要

(1) 業 務 名：大村市ごみ処理施設基本計画策定等業務委託　地質調査業務
地質解析業務

1.3. 業務項目

本業務で実施した項目と数量を表 1.3.1 及び表 1.3.2 に示す。

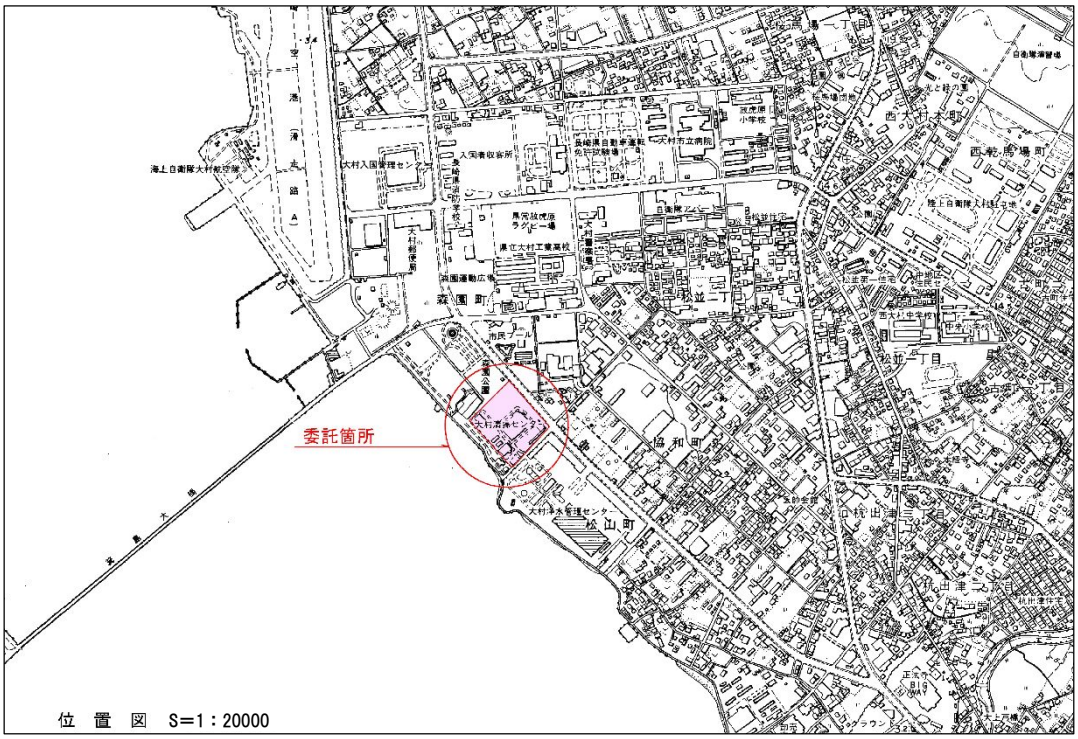
表 1.3.1　業務項目

項目		細目	単位	実施
地質調査業務				
機械 ボーリング	Φ66㎜オールコア	粘性土 シルト	m	5.80
		砂 砂質土	m	5.35
		礫混じり土砂	m	47.45
		玉石混じり土砂	m	43.90
	Φ86㎜オールコア	粘性土 シルト	m	0.50
		砂 砂質土	m	1.00
		礫混じり土砂	m	3.00
	合計掘進長		m	107.00
原位置試験	標準貫入試験	粘性土 シルト	回	7
		砂 砂質土	回	6
		礫混じり土砂	回	46
		玉石混じり土砂	回	46
	孔内水平載荷試験　普通載荷		回	3
サンプリング	シンウォールサンプリング		本	1
室内土質試験		土粒子の密度試験	試料	28
		含水比試験	試料	28
		粒度試験(ふるい)	試料	2
		粒度試験(ふるい＋沈降)	試料	26
		液性限界試験	試料	9
		塑性限界試験	試料	9
		湿潤密度試験	試料	1
		一軸圧縮試験	試料	1
		圧密試験	試料	1
足場仮設		平坦地(高さ0.3m超)	箇所	3
閉鎖		調査孔閉鎖	箇所	3
資機材運搬		2tトラック(2.9t吊クレーン付)	式	1
資料整理とりまとめ　6本			式	1
断面図等の作成　6本			式	1
地質解析業務				
既存資料の収集・現地調査　6本			式	1
資料整理とりまとめ　6本			式	1
断面図等の作成　6本			式	1
総合解析とりまとめ　6本 6～9種			式	1

表 1.3.2　ボーリング詳細数量表

地点番号	掘進方向	孔径(mm)	機械ボーリング(m)					標準貫入試験(回)					孔内水平載荷試験(回)	シンウォールサンプリング(本)	室内土質試験(回)									足場仮設(箇所)	調査孔閉鎖(箇所)	資機材運搬
			粘性土シルト	砂砂質土	礫混じり土砂	玉石混じり土砂	合計	粘性土シルト	砂砂質土	礫混じり土砂	玉石混じり土砂	合計	普通載荷		土粒子の密度試験	含水比試験	粒度試験(ふるい)	粒度試験(ふるい＋沈降)	液性限界試験	塑性限界試験	湿潤密度試験	一軸圧縮試験	圧密試験	平坦地(高さ0.3m超)		2tトラック(2.9t吊クレーン付)
R3-No.1	鉛直下方	φ66、オールコア	0.65	2.45	17.55	13.35	34.00	1	2	16	14	33	1		7	7	1	6	2	2				1	1	1
R3-No.2	鉛直下方	φ66、オールコア	3.75	2.00	16.25	12.00	34.00	4	1	15	13	33	1		10	10	1	9	4	4				1	1	
R3-No.3	鉛直下方	φ66、オールコア	1.40	0.90	13.65	18.55	34.50	2	3	15	19	39	1	1	11	11		11	3	3	1	1	1	1	1	
	鉛直下方	φ86、オールコア	0.50	1.00	3.00		4.50																			
合計	φ66、オールコア		5.80	5.35	47.45	43.90	102.50	7	6	46	46	105	3	1	28	28	2	26	9	9	1	1	1	3	3	1
	φ86、オールコア		0.50	1.00	3.00	0.00	4.50																			

1.4. 調査位置



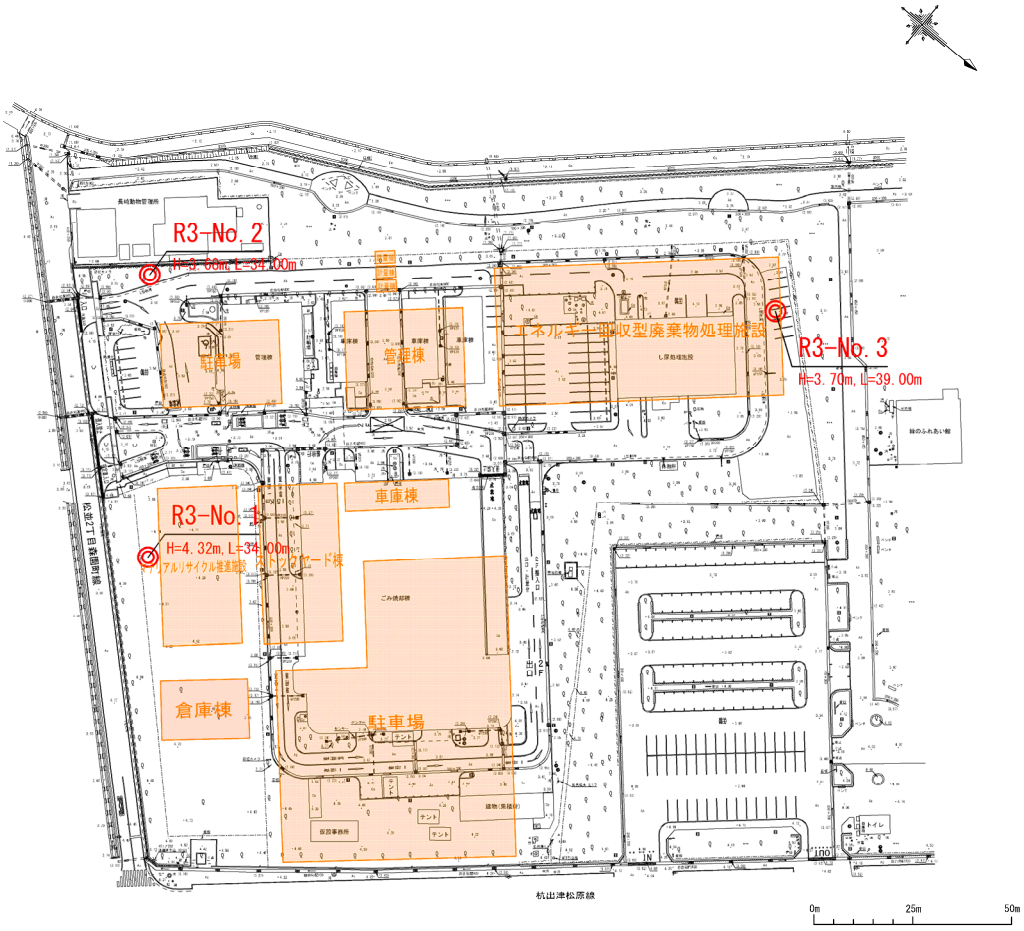


図 1.4.1　調査位置

2. 調査方針

2.1. 実施方針

本業務は、ごみ焼却施設を循環型社会形成推進交付金事業として整備するために、建設予定地の地質調査を次のとおり実施する。なお、設計業務の必要事項を確認・調整のうえ作業を行う。

(1) ボーリング

ボーリング（φ66㎜）は、孔数３ 箇所（40m/箇所)、調査延長Ｌ＝120mを予定している。なお、詳細な調査箇所については、現地踏査に基づき市職員と協議し、決定する。

(2) 標準貫入試験

方法は、JIS A 1219（土の標準貫入試験方法）による。試験は全てのボーリング孔で、サンプリング部分を除く１ｍごとに行う。

(3) 解析等調査

地質調査のとりまとめを行う。

2.2. 調査計画

既往ボーリングを踏まえて、施設設計に必要な地盤情報（支持層の分布、地盤定数、液状化の有無等）を取得するために3ヶ所で調査ボーリングを計画する(R3-No.1～No.3)。

①ボーリングは標準貫入試験(1m毎)を実施して、コアは半ペネ半コアで採取する。

②掘り止めは、過年度のボーリング調査結果を参考に深度30m程度以深においてN値30以上の砂礫層を5m以上確認することとする（掘進長L=35m程度)。

③施設の基礎は杭基礎が想定されるため、各ボーリングで以下の試験を追加で提案する。

Ⅰ）杭の設計区間と想定される砂礫層（GL-5m付近）で孔内水平載荷試験（LLT）を実施して、杭の設計に必要となる変形係数を取得する。

Ⅱ）標準貫入試験の試料をもとに、杭の設計区間での液状化の有無などの把握に必要な土質試験として、物理試験（土粒子の密度、含水比、粒度、液塑性限界）を実施する。

④粘土層は圧密沈下が懸念されるため、代表箇所（R3-No.3：GL-2～3m程度）でサンプリングを行い、力学試験（一軸圧縮、圧密）を実施して、強度特性、圧密特性を把握する。

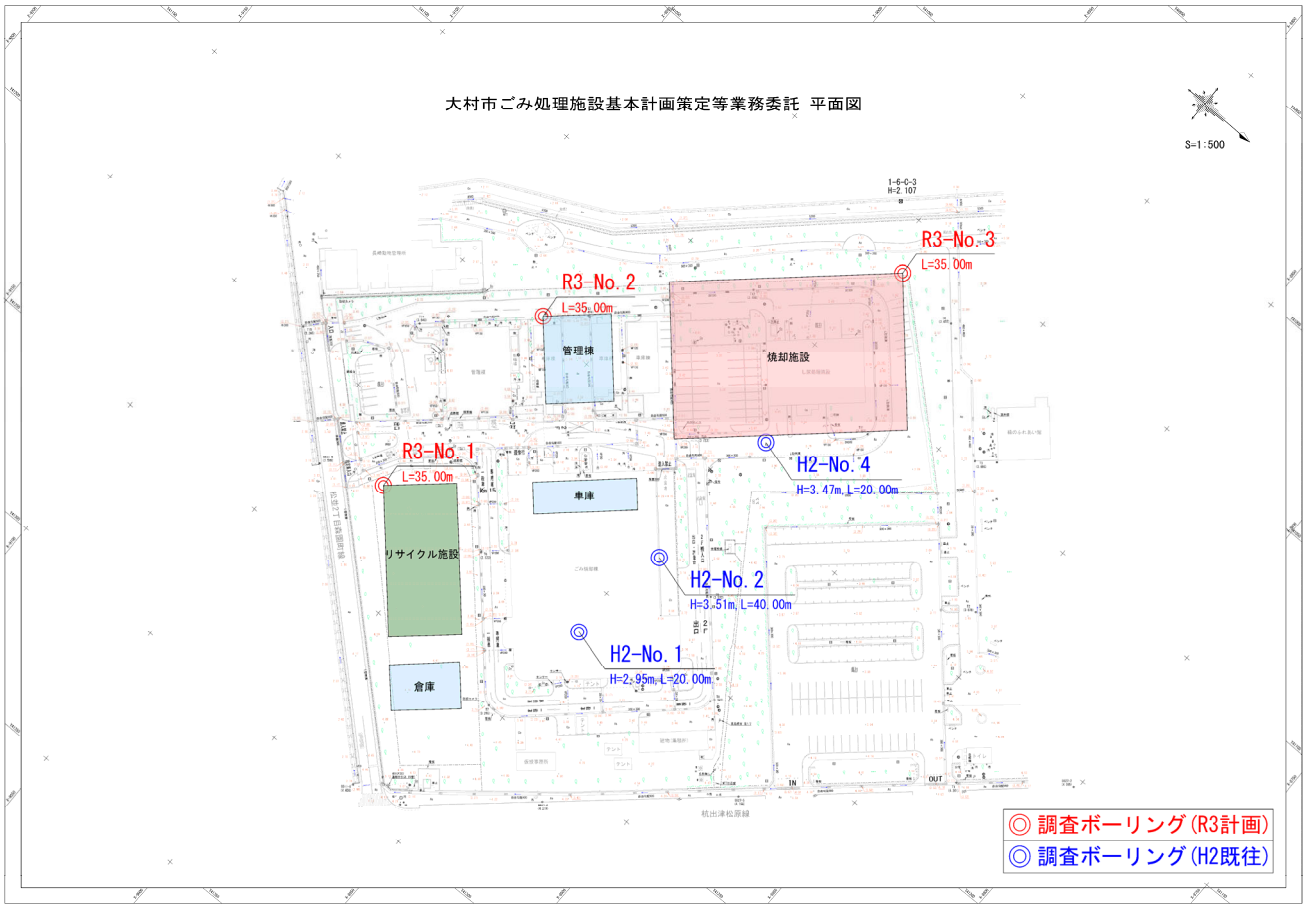


図 2.2.1　調査平面図

既往ボーリング調査結果より、調査地の砂礫層はＮ値 30 以上を上位で記録しても、下位において 30 未満に低下しており、この傾向は深度 30m 程度まで続く。そのため、本業務では深度 30m 程度以深でＮ値 30 以上を連続して 5m 以上確認できた深度を掘り止め深度とする。

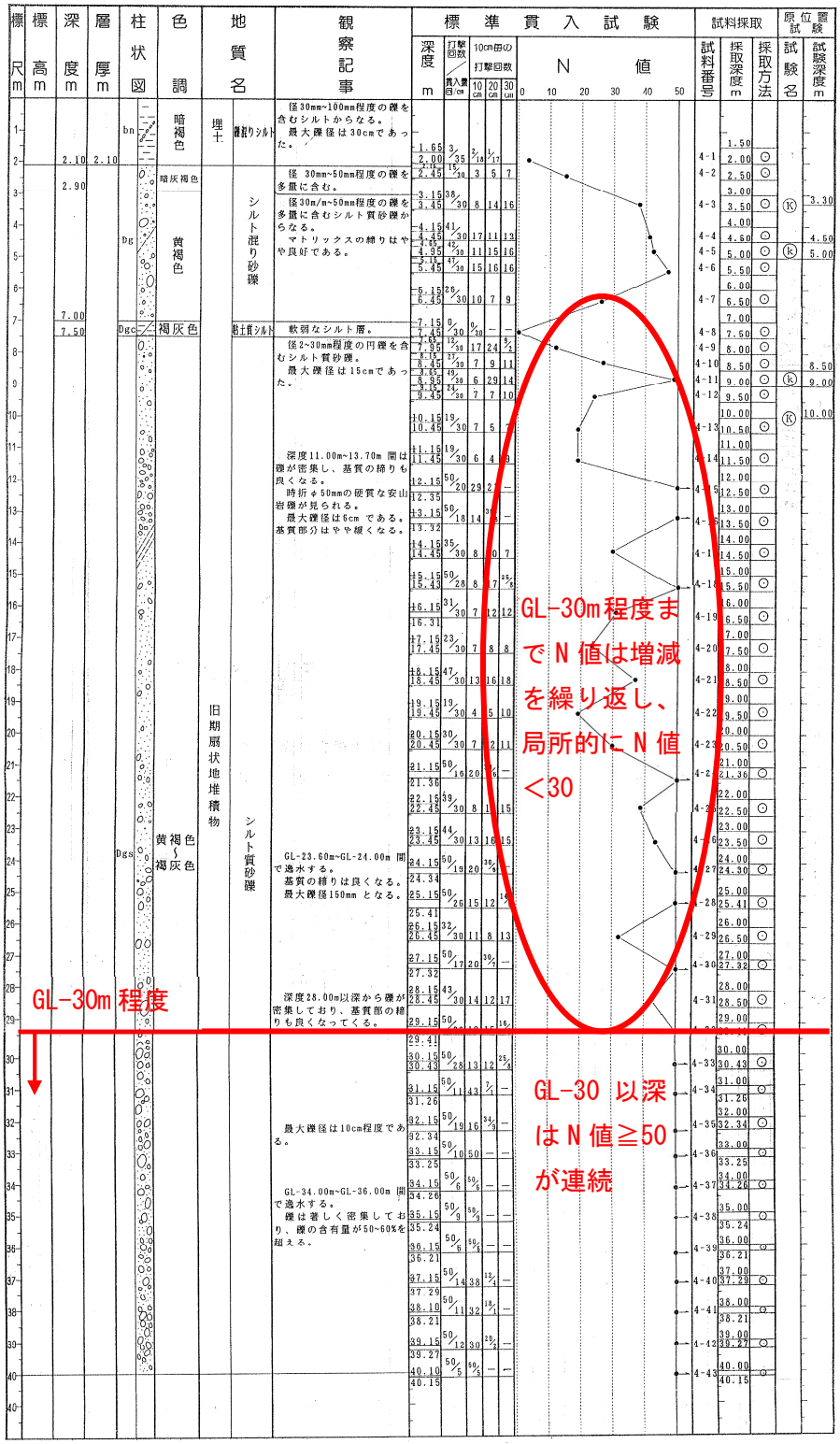


図 2.2.2　H2-No.2 柱状図

（「清掃センター更新総合基本計画策定業務　土質調査報告書（H2.8）」（応用地質(株)）より引用

2.3. 調査方法

（1）機械ボーリング

機械ボーリングは、施設造成予定地の土質性状を確認することを目的とする。削孔は、ロータリー式油圧ボーリングマシンを用いる。

コアは半ペネ半コアで採取を行う。φ66 ㎜での掘削とする。

打ち止めについては支持層の確認をもって行い、監督職員との打ち合わせで決定する。

掘削は、孔内保護のためケーシング工法による打ち込み、無水堀りを基本とする。ただし、孔内水位が確認された後は、送水堀りを実施する。

孔内はセメント等で埋め戻し、原形復旧を行う。

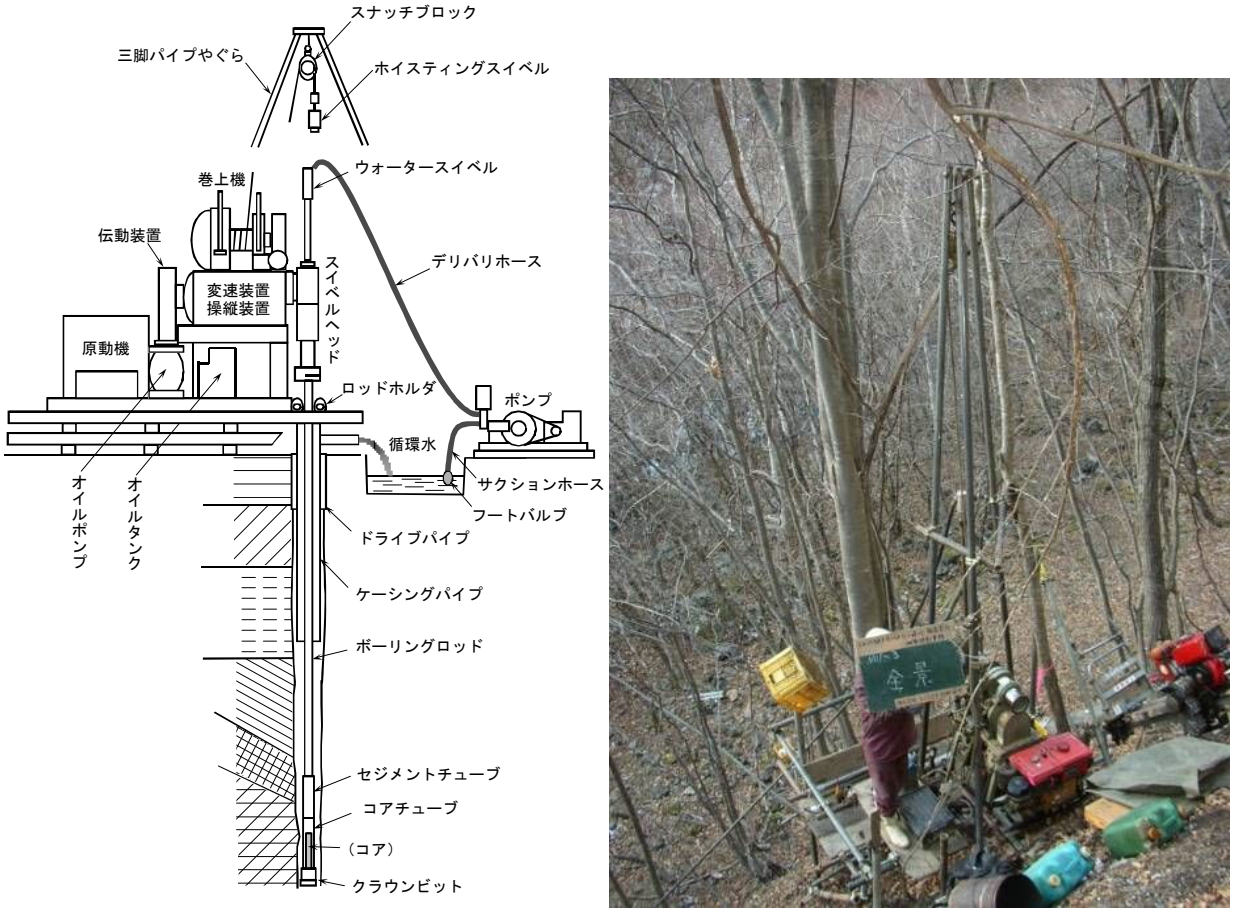


図 2.3.1　ロータリー式ボーリングマシン概念図と掘進状況写真（例）

(2) 標準貫入試験

ボーリングにあわせて地層の硬軟や地盤強度を把握するため、ボーリング掘削 1m ごとに標準貫入試験を行う。N 値の上限は 50 回とする。

試験は JIS A 1219 の規格に準じて行い、サンプラーにより採取した試料は土質等観察の後、ビニール袋に封入しコア箱に収めて提出する。

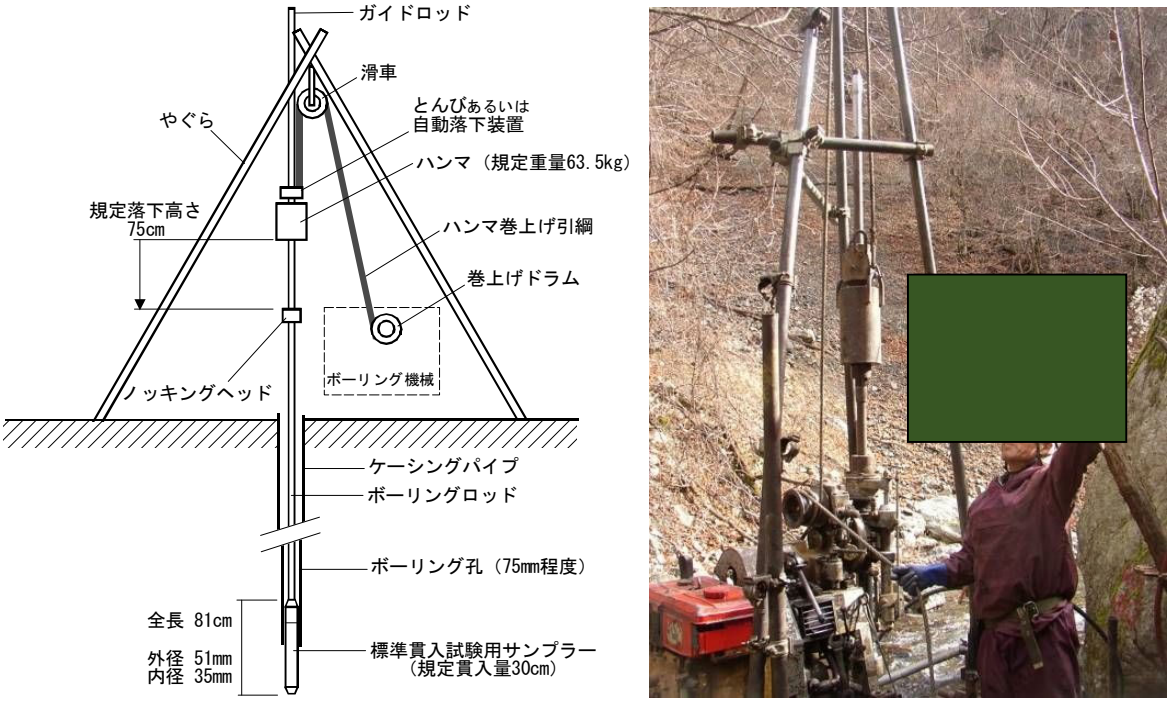
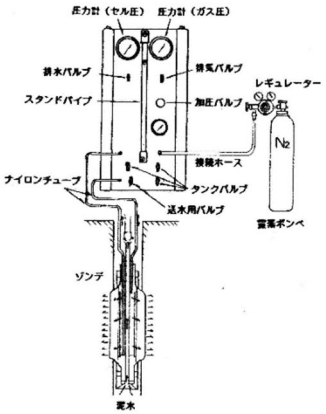
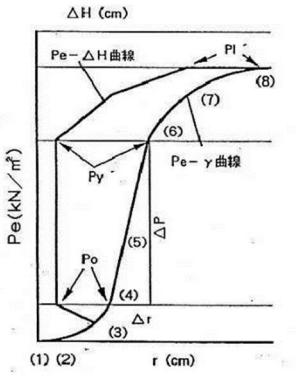


図 2.3.2　標準貫入試験概念図と試験状況写真（例）

(3) 孔内水平載荷試験

構造物の杭基礎について検討するため、水平方向地盤反力係数K、地盤の変形係数Eを求めることを目的に、孔内水平載荷試験を行う（JGS A 1531）。

<table>
<tr><th></th><th>孔内水平載荷試験(普通載荷)LLT</th></tr>
<tr><td>モデル図</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>原理</td><td>ガス圧を利用して、セルに圧力水を注入して膨脹させる。この時の圧力とセルの変位量との関係から、地盤の変形特性(変形係数)あるいは強度特性を求めるものである。加圧方法は一般に、時間～応力制御法か用いられており、加圧時間は原則的に2分間で打切っている。試験で得られた圧力:P(kN/m²)及びスタンドパイプの水位の変化量:H(cm)から測定の補正を行い、Pe-r曲線及びPe-△H曲線を作成する。
 

Po:静止土圧(kN/m²)
Py:降伏圧　Py'-P0(kN/m²)
Pl:破壊圧　Pl'-P0(kN/m²)
K:地盤係数ΔP-Δr(kN/m²)
E:弾性係数(1+ν)・rm・K(kN/m²)

ν:ポアソン比
rm:中間半径</td></tr>
<tr><td>目的</td><td>地盤の変形係数→横方向K値→基礎の変位計算
地盤の強度特性→基礎の支持力</td></tr>
<tr><td>注意事項その他</td><td>加圧ステップ
・砂質土
<table>
<tr><td>N値</td><td>0～4</td><td>4～15</td><td>15～30</td><td>30以上</td></tr>
<tr><td>加圧ステップ</td><td>0.2</td><td>0.2～0.4</td><td>0.5</td><td>1.0</td></tr>
</table>
・粘性土
<table>
<tr><td>N値</td><td>0～2</td><td>2～8</td><td>8～15</td><td>15以上</td></tr>
<tr><td>加圧ステップ</td><td>0.1～0.2</td><td>0.2</td><td>0.4～0.5</td><td>1.0</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

図 2.3.3　孔内水平載荷試験の試験概要

(4) サンプリング

サンプリングは、過年度の地質断面図等を参考に別孔にてシンウォールサンプリングを実施する。粘土層を対象に採取し、ボーリングの必要削孔径は φ86mm となる。

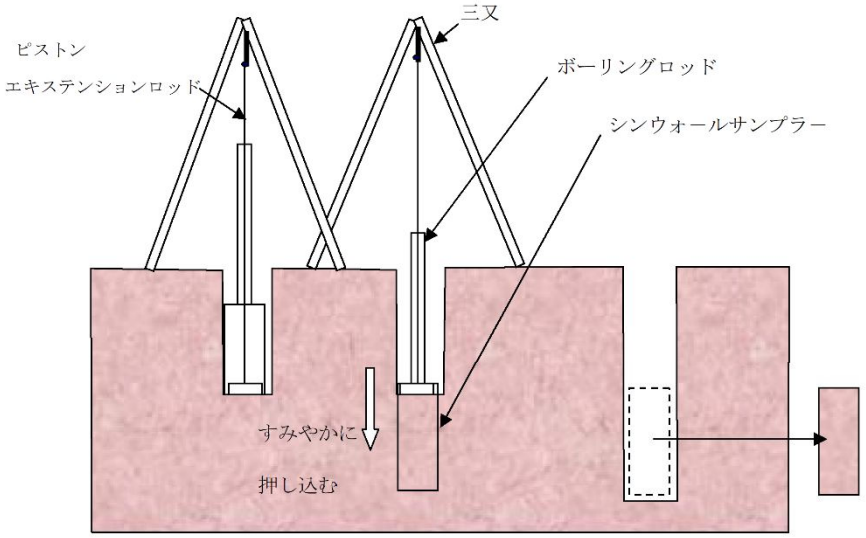
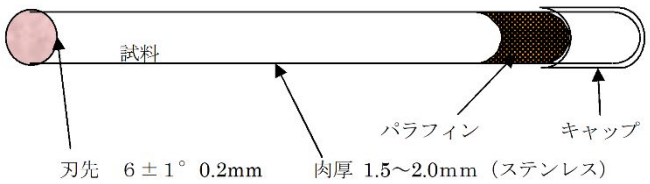
	不 撹 乱 試 料 採 取 固定ピストン式シンウォールサンプラーによる土の乱さない試料の採取 (obtaining undisturbed soil sample using thin-walled tube sampler with fixed piston)
モデル図	
原理	固定ピストン式シンウォールサンプラーによる土の乱さない試料の採取方法(地盤工学会基準:JGS 1221－1995）による。 シンウォールサンプラーを所定の深度の孔底におろし、ピストンエキステンションロッドをやぐらなど不動のものに固定し、ボーリングロッドとシンウォールサンプラーを地中に静かに押し込む。ピストンエキステンションロッドとボーリングロッドを固定し、シンウォールサンプラーを引き上げる。
目的	① 不撹乱試料の採取 ② 土質（地層）の確認 ③ 土質試験（物理試験、力学試験）の試料とする。
注意事項その他	①適応土質は、軟弱な粘性土で、N=0～4 程度 ②原則として、高速（20ｃｍ／ｓ）で連続的に押し込む。 ③押し込み長さは有効長さの 90%以内が良い。 ④水中の場合は、サンプリングチューブに水を充たした後におろす。 ⑤試料引き上げ時に縁切りの回転を与えない。 ⑥運搬～保管に十分気を付けること。 

図 2.3.4 シンウォールサンプリングの概要

(5) 室内土質試験

室内土質試験は、下記の物理試験、および力学試験を実施する。

物理試験は、液状化判定や土の基本的な性質を検討するために実施する。

力学試験は、洪積層の粘土層の強度や圧密沈下のリスクを把握するために実施する。

表 2.3.1　室内土質試験項目

室内土質試験	試験の名称	試料の状態	結果の利用	規格
物理試験	土粒子の密度試験	乱した試料	・土の基本的性質の計算 ・粒度の沈降分析	JIS A 1202
	土粒子の含水比試験	乱した試料 （含水比の変化がない試料）	・土の基本的性質の計算 ・土の鋭敏度合いの判別	JIS A 1203
	土の粒度試験	乱した試料	・粒度による土の分類 ・材料としての土の規定	JIS A 1204
	土の液性限界試験	乱した試料	・コンシステンシーによる土の分類 ・土の工学的性質の分類	JIS A 1205
	土の塑性限界試験			
力学試験	土の一軸圧縮試験	乱さない試料	・土の強度特性の把握	JIS A 1216
	土の圧密試験	乱さない試料	・土の圧密状態の把握	JIS A 1217

・地盤の透水性について

透水係数について、既往調査では砂礫層で現場透水試験が実施されたが、一般的な砂礫層の値よりも小さく、一般値（もしくは粒度試験からの値）を採用している。

これは、細粒分（シルトや粘土）を含み、砂礫が固結していることにより、現場透水試験の値は実際の透水性より小さくなっている可能性がある。したがって、本業務では粒度試験からの推定値が望ましいと考える。

〔 透 水 性 〕

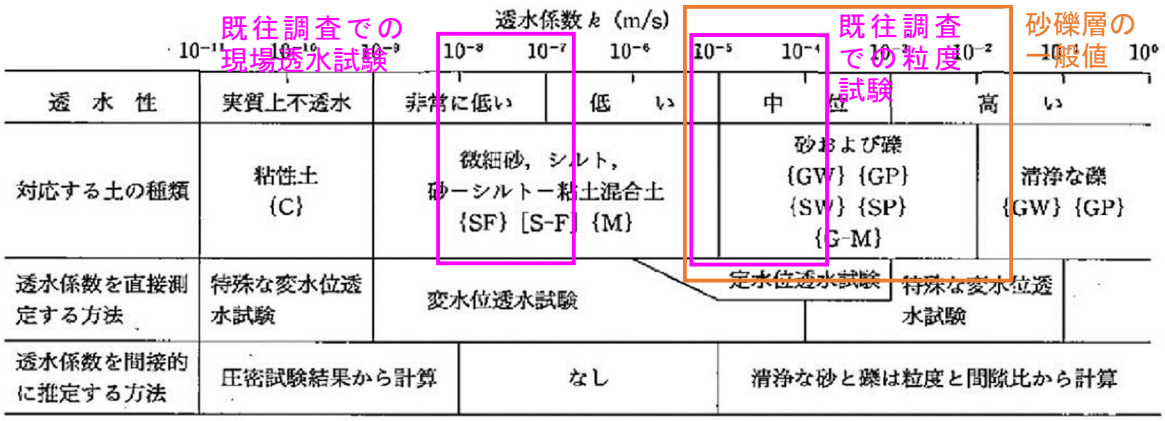
当地区内で行った、現場透水試験結果によれば、透水係数(k) は10^{-3}~10^{-5}(cm/sec)のオーダーであったが、前述のように砂礫を主体とするこのような地域ではいわゆる「水みち」の存在が知られており、この水みちの状況によって、透水性は大きく現場透水試験結果とは異なることになる。したがって、当地区内での試験結果は、当地盤内最低の透水性をしめしているものと推定できる。また既存の資料によっても当地区の旧期扇状地堆積物の透水係数は10^{-2}~10^{-3}(cm/sec) のオーダーであることが述べられている。

また、室内土質試験による粒度分析の結果からも想定できるように、当該地内の旧期扇状地堆積物の砂礫は10^{-3}~10^{-2}(cm/sec) のオーダーであると推定する方が妥当であるものと思われる。

図 2.3.5　透水性についての記載

（「清掃センター更新総合基本計画策定業務　土質調査報告書(H2.8)」（応用地質(株)）より抜粋）

表 2.3.2　既往調査での透水係数の値



（地盤工学会「地盤材料試験の方法と解説（平成 21 年 11 月）」p450 より引用）

3. 地形地質概要

3.1. 地形概要

大村湾の東部は多良岳火山の西裾野にあたり、緩やかな傾斜をもってその先端が大村湾に没している。多良岳は標高 1000m 程度の火山であり、多良岳を源とする郡川により緩やかな低地を形成している。郡川は東―西に流れる川幅の広い河川であり、郡川以南には多良岳の寄生火山等による起伏はなく、広大な扇状地を形成している。調査地は大村沖積平野の末端部に位置する大村市環境センターの敷地内であり、大村湾を臨むほぼ平坦な土地である。

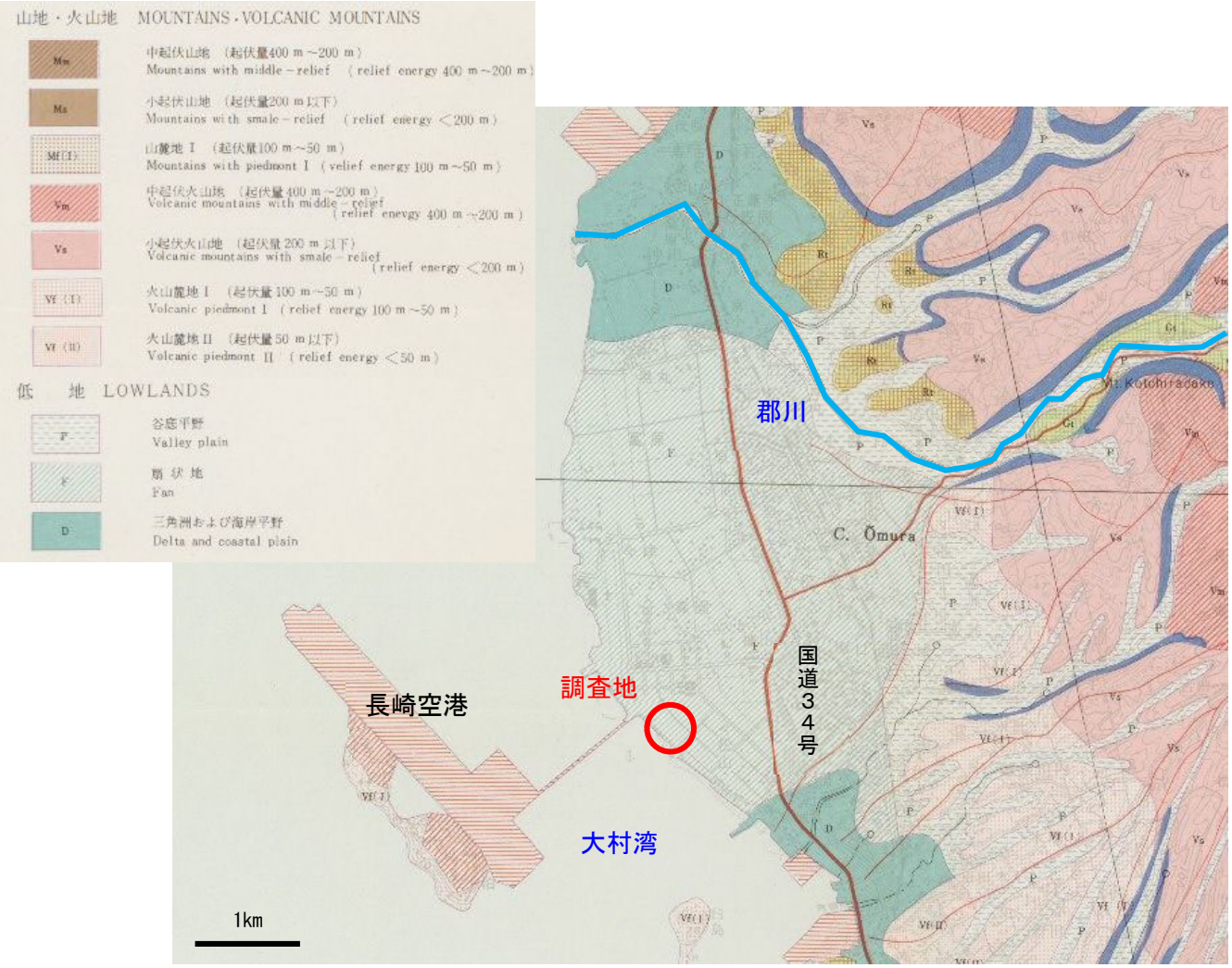


図 3.1.1　調査地周辺の地形分類

国土地理院「土地分類基本調査図（大村）（昭和 48 年）」より引用

3.2. 地質概要

調査地は大村市環境センターの敷地内であり、施設造成時の埋土が分布しており、その下位には扇状地性の堆積物が分布する。この扇状地堆積物は主に多良岳火山から郡川によって運搬されたものであるため、調査地の東側に分布する安山岩や玄武岩などの多良岳火山岩類由来の円礫を含む。過去に大村沖積平野で実施された水源用深井戸の掘削によると、扇状地堆積物の層厚は 70～80m 程度であり、その下位に基盤岩である玄武岩が分布している。

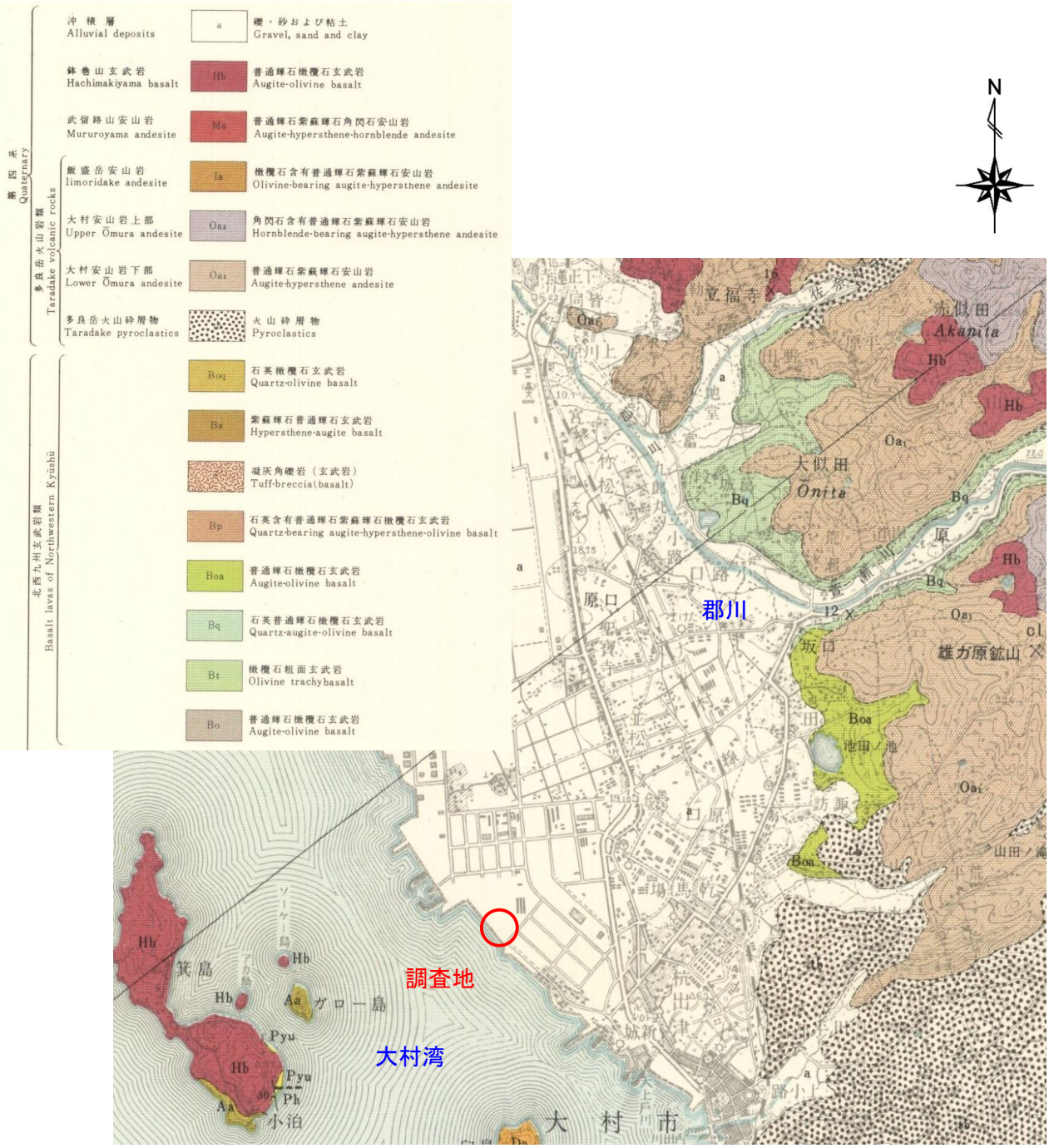
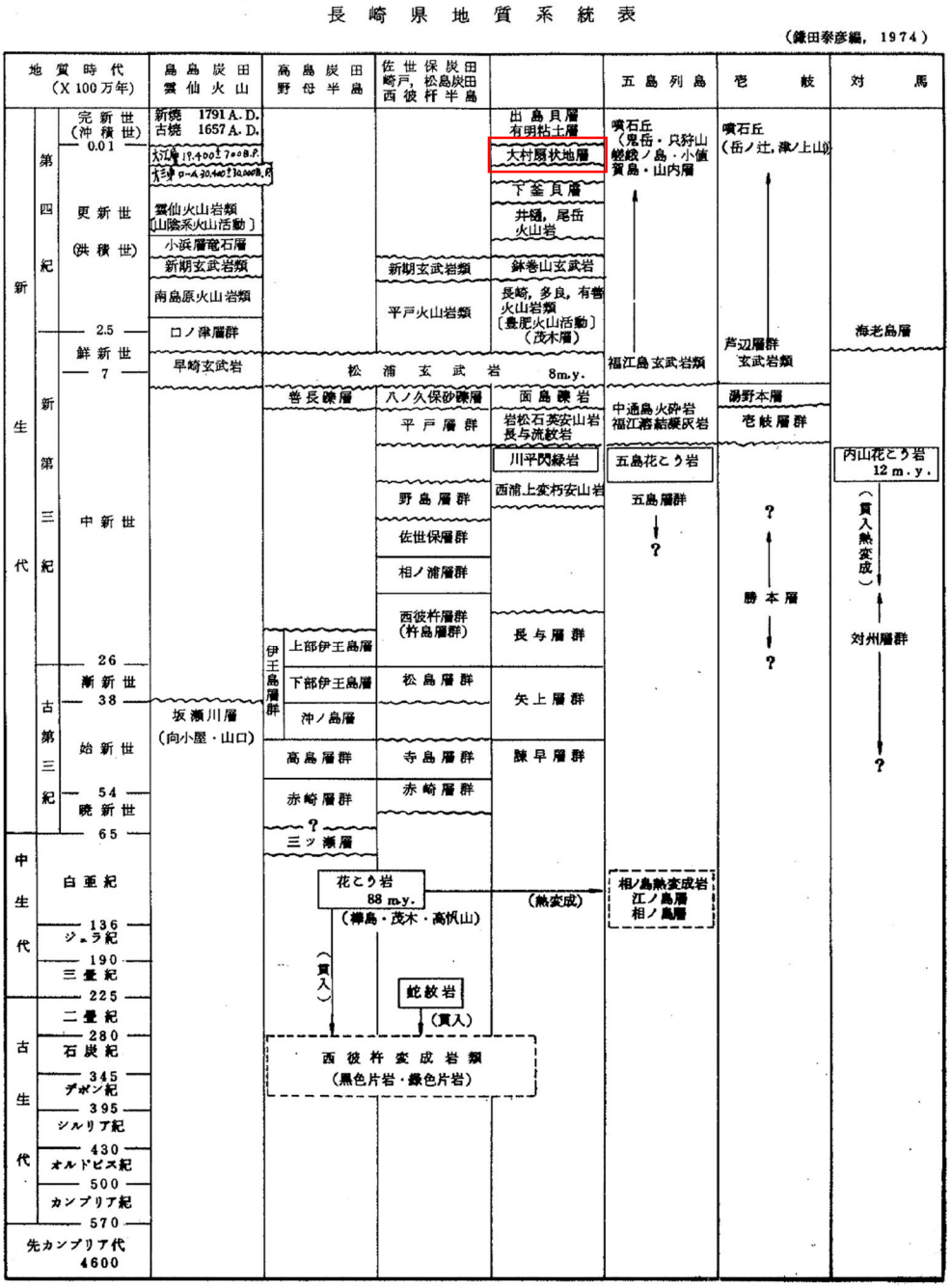


図 3.2.1　調査地周辺の地質

地質調査所「5 万分の 1 地質図幅説明書　大村　鹿児島（15）第 17 号（昭和 41 年）」より引用

表 3.2.1　長崎県の地質系統

国土庁土地局「縮尺 20 万分の 1 土地分類図付属資料（長崎県）（昭和 50 年）」p7 より引用



○埋土

施設造成時の埋土。礫をごく少量含み、シルト混じりの砂質土を主体とする。局所的に掘削土砂として下位の扇状地堆積物である巨礫や玉石を含む。

○扇状地堆積物

調査地に広く分布する砂や粘土を混えた円礫よりなる更新世の堆積層。主として郡川が運搬した火山岩類の礫が累積して形成される。火山岩類の礫は第四紀の多良岳火山岩類の安山岩や玄武岩である。

4. 地質調査結果

4.1. ボーリング調査結果

機械ボーリングは施設構造物計画位置付近の地盤特性、支持層深度を得ることを目的として、図 4.1.1 に示すようにボーリング調査 3 地点を主体とした地質調査を実施した。表 4.1.1 にボーリング箇所の一覧、表 4.1.2～表 4.1.4 にボーリング調査結果の概要を示す。

ボーリングコアは半ペネ半コア（φ66mm）として、1m 毎に標準貫入試験を実施した。

各ボーリング地点の検尺の判定基準は土砂の場合は礫質土 N 値 50 程度以上を連続して 5m 程度確認することとしたが、既往のボーリング調査より深度 20～30m おいて局所的に N 値の低下（N 値 30 程度）が確認されていることから、軟弱層の有無確認のため掘進長の最短は 35m 程度とした。

ボーリング調査結果の詳細は、「ボーリング柱状図作成及びボーリングコア取扱い・保管要領(案)・同解説(平成 27 年 6 月)」に従い、コア写真及びボーリング柱状図に整理し、巻末資料として添付した(巻末 1)。図 4.1.2 及び表 4.1.5～表 4.1.6 に記載事例を示す。

表 4.1.1　ボーリング箇所の一覧

ボーリング地点名	掘進長 (GL-m)	地盤高 (T.P.m)	座標位置			
			X	Y	緯度	経度
R2-MNo.1	34.00	4.32	-9014.085	41230.653	32° 55′ 4.57″	129° 56′ 26.97″
R2-MNo.2	34.00	3.68	-9059.596	41175.763	32° 55′ 3.10″	129° 56′ 24.85″
R2-MNo.3	39.00	3.70	-8932.462	41080.920	32° 55′ 7.24″	129° 56′ 21.22″

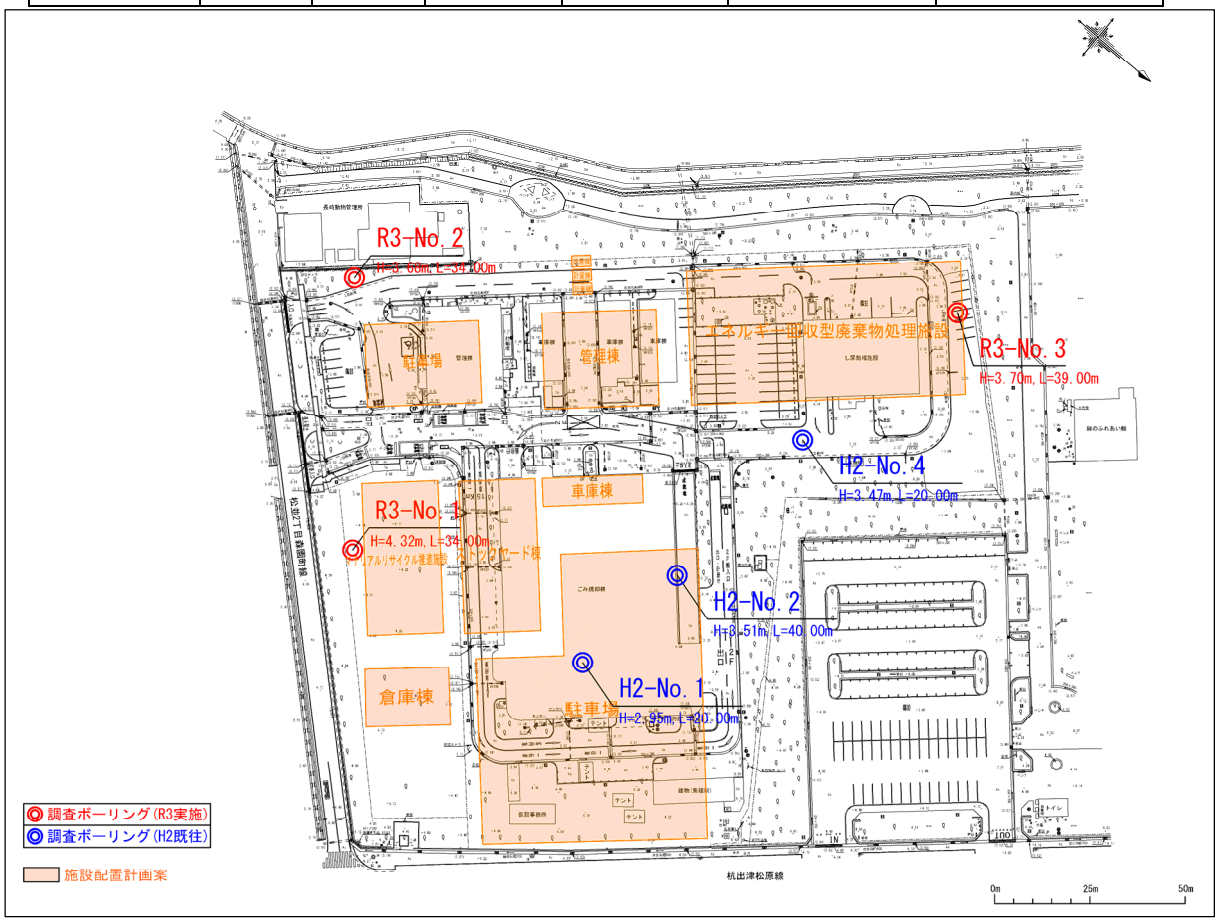


図 4.1.1　調査位置

表 4.1.2　ボーリング調査結果の概要(R3-No.1)

ボーリング調査結果の要約

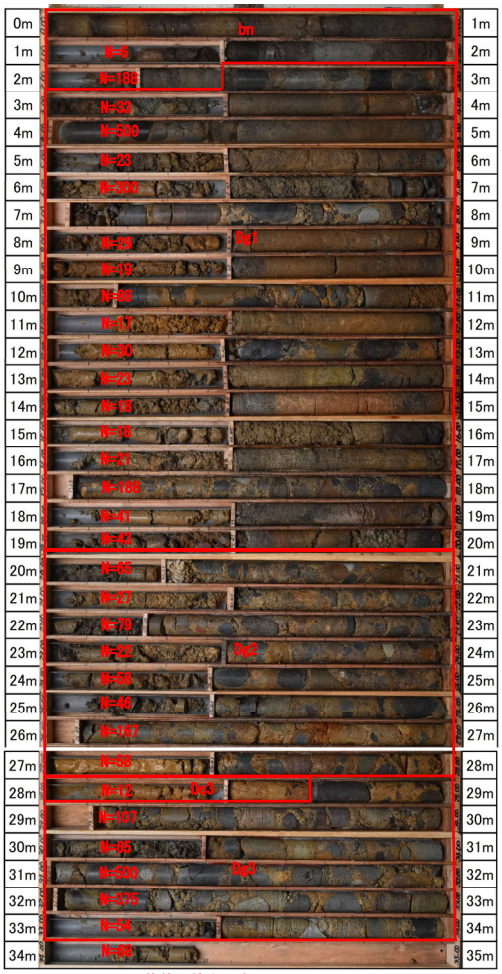
・孔口標高：T.P.+4.32m

・掘 進 長：34.00 m

・ボーリングコアの概要

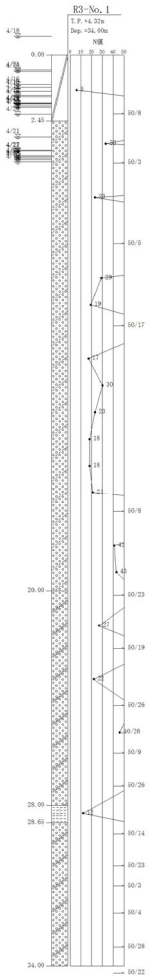
地層区分	深度 (GL-m)	記　事
bn	2.45	・現施設造成時の埋土。 シルトを少量含む砂。 砂は細～中砂を主体とする。 φ=2mm 程度の礫を僅かに含む。
Dg1	20.00	・細粒分を少量含む砂礫。礫はφ=2～50mm 程度の亜角～円礫。 礫種は安山岩や玄武岩などの火成岩を主体とし、硬さはやや硬質なもの～風化し、手で割れる程度である。 礫の混入率は概ね 50～70%程度であるが、局所的に細粒分の混入量が多くなり、砂優勢となる。 マトリックスは砂であり、粒径はばらつく。 著しく風化した火成岩が砂状となった箇所はやや固結しているが、指圧で砕け、原岩組織はほとんど残存しない。 所々でL=50～150mm 程度のやや硬質な巨礫や玉石を含む。 ・GL-2.45～3.45m、3.95～4.40m、6.80～7.90m、10.15～10.80m、12.45～12.90m は 50mm 以上の巨礫や玉石を多く含む。 ・GL-4.40～6.80m、10.80～12.45m、12.90～17.00m は細粒分を多く含む。 ・GL-12.90～17.00m は所々砂優勢となる。
Dg2	28.00	・細粒分を少量含む砂礫。上位に比べて玉石の混入率が高くなる。礫はφ=2～50mm 程度の亜角～円礫。 礫種は安山岩や玄武岩などの火成岩を主体とし、硬さはやや硬質なもの～風化し、手で割れる程度である。 礫の混入率は概ね 50～70%程度である。 マトリックスは砂であり、粒径はばらつく。 著しく風化した火成岩が砂状となった箇所はやや固結しているが、指圧で砕け、原岩組織はほとんど残存しない。 L=50～150mm 程度のやや硬質な巨礫や玉石を含む。 ・GL-26.00～27.00m は細粒分を多く含む。 ・GL-27.00～27.40m は粘性土分、砂分を多く含む。
Dc3	28.65	・砂を含むシルト。含水比やや高い。 微細砂を主体とし、礫を僅かに含む。
Dg3	34.00	・玉石を含む砂礫。やや硬質な玉石を多く含み、締りが良い。上位に比べてマトリックスは少量になり、玉石や礫は硬質なものの割合が増加する。礫はφ=2～50mm 程度の亜角～円礫。 礫種は安山岩や玄武岩などの火成岩を主体とし、やや硬質なものが多い。 マトリックスは砂であり、粒径はばらつく。 上位の砂礫層に含まれているような火山岩由来の風化土砂はほとんど見られない。 L=50～100mm 程度のやや硬質な巨礫や玉石を含む。 ・GL-31.00～33.00m は玉石を多く含む。

コ ア 写 真



＊は換算 N 値を示す

柱 状 図



縮尺 S=1:200

表 4.1.3　ボーリング調査結果の概要(R3-No.2)

ボーリング調査結果の要約

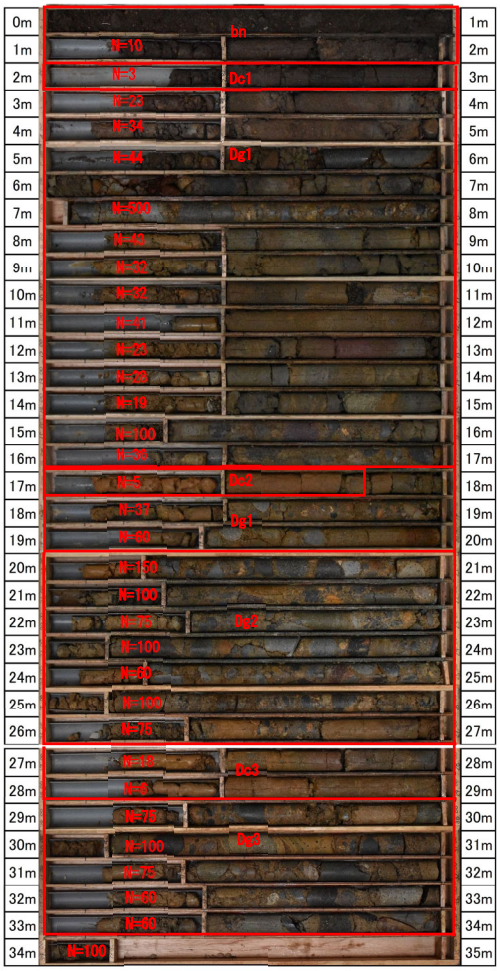
・孔口標高：T.P.+3.68m

・掘 進 長：34.00 m

・ボーリングコアの概要

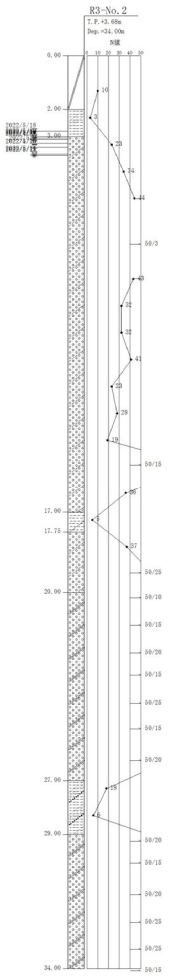
地層区分	深度 (GL-m)	記　事
bn	2.00	・現施設造成時の埋土。植物根を含む。シルトを含む砂。 砂は細～中砂を主体とする。φ=20～50mm 程度の礫を僅かに含む。
Dc1	3.00	・砂を含むシルト。含水比は高い。 砂は細～中砂主体。
Dg1	17.00	・細粒分を少量含む砂礫。礫はφ=2～50mm 程度の亜角～円礫。 礫種は安山岩や玄武岩などの火成岩を主体とし、硬さはやや硬質なもの～風化し手で割れる程度である。 礫の混入率は概ね 50～70%程度であるが、局所的に細粒分の混入量が多くなり、砂優勢となる。マトリックスは砂であり、粒径はばらつく。 著しく風化した火成岩が砂状となった箇所はやや固結しているが、指圧で砕け、原岩組織はほとんど残存しない。 所々でL=50～150mm 程度のやや硬質な巨礫や玉石を含む。 ・GL-5.00～5.50m、15.00～16.00m は 50mm 以上の巨礫や玉石を多く含む。 ・GL-11.00～15.00m は細粒分を多く含み、所々砂優勢となる。
Dc2	17.75	・砂を少量含む粘土。含水比やや高い。 砂は細～中砂。
Dg1	20.00	・細粒分を少量含む砂礫。上位の砂礫層に比べてやや締りが良い。 φ=50mm 程度の巨礫を所々に含む。 ・GL-17.75～18.00m は細粒分多く、礫は φ=2～20mm 程度。
Dg2	27.00	・局所的に玉石を多く含む砂礫。上位に比べて玉石の混入率が高くなり、マトリックスの割合は減少する。 礫はφ=2～50mm 程度の亜角～円礫。 礫種は安山岩や玄武岩などの火成岩を主体とし、硬さはやや硬質なもの～風化し手で割れる程度である。 礫の混入率は概ね 50～70%程度である。マトリックスは砂であり、粒径はばらつく。著しく風化した火成岩が砂状となった箇所はやや固結しているが、指圧で砕け、原岩組織はほとんど残存しない。 L=50～150mm 程度のやや硬質な巨礫や玉石を含む。 ・GL-20.25～25.30m は玉石を多く含む。 ・GL-26.70～27.00m は細粒分を多く含む。
Dc3	29.00	・礫や砂を少量含む粘性土。含水比はやや高い～高い。 礫はφ=2～20mm 程度の亜円～円礫。 砂は細～中砂主体。
Dg3	34.00	・玉石を含む砂礫。やや硬質な玉石を多く含み、締りが良い。上位に比べてマトリックスは少量になり玉石や礫は硬質なものの割合が増加する。 礫はφ=2～50mm 程度の亜角～円礫。 礫種は安山岩や玄武岩などの火成岩を主体とし、やや硬質なものが多い。マトリックスは砂であり、粒径はばらつく。上位の砂礫層に含まれているような火山岩由来の風化土砂はほとんど見られない。 L=50～150mm 程度のやや硬質な巨礫や玉石を含む。

コ ア 写 真



＊は換算 N 値を示す

柱 状 図



縮尺 S=1:200

表 4.1.4　ボーリング調査結果の概要(R3-No.3)

ボーリング調査結果の要約

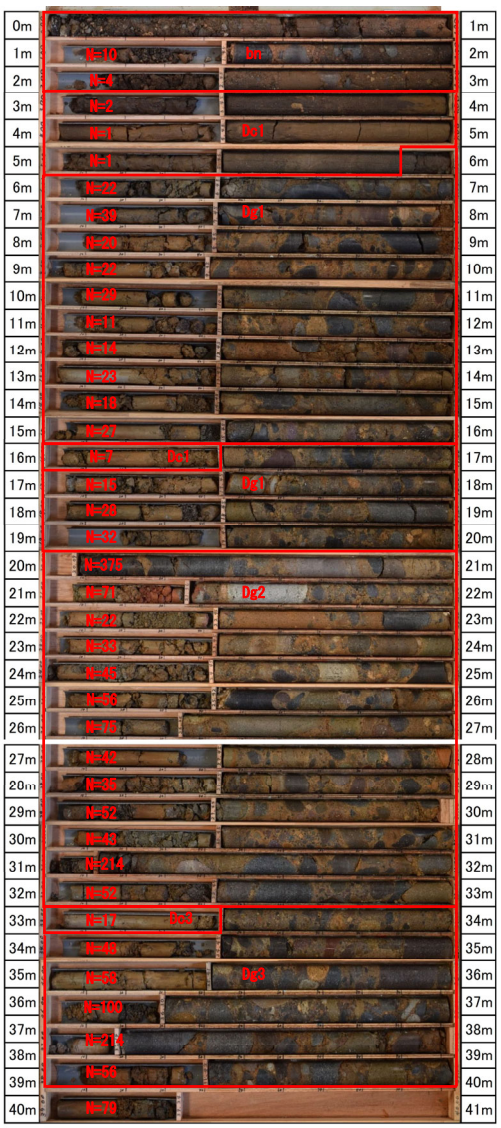
・孔口標高：T.P.+3.70m

・掘 進 長：39.00 m

・ボーリングコアの概要

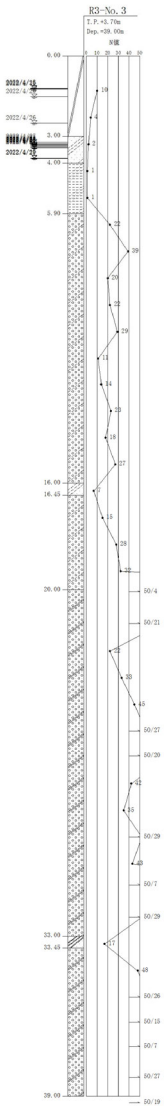
地層区分	深度 (GL-m)	記　事
bn	3.00	・現施設造成時の埋土。表層～0.05mはアスファルト。シルトを含む砂礫。礫はφ=2～20mm程度を主体とする。マトリックスは砂であり粒径はばらつく。 ・GL-1.30～1.80mは玉石や巨礫を含む。
Dc1	5.90	・GL-3.00～4.00m はシルト含む細～中砂主体の砂。含水比は高い。φ=5～20mm程度の礫を少量含む。 ・GL-4.00～5.90mは砂を含むシルト。含水比はやや高い。砂は細～中砂を主体とする。局所的に砂分優勢となる。
Dg1	16.00	・細粒分を少量含む砂礫。礫はφ=2～50mm程度の亜角～円礫。 礫種は安山岩や玄武岩などの火成岩を主体とし、硬さはやや硬質なもの～風化して手で割れる程度である。礫の混入率は概ね 50～70%程度である。マトリックスは砂であり、粒径はばらつく。著しく風化した火成岩が砂状となった箇所はやや固結しているが、指圧で砕け、原岩組織はほとんど残存しない。 層全体で L=50～150mm 程度のやや硬質な巨礫や玉石を少量含む。
Dc1	16.45	・シルトを少量含む砂。含水比はやや高い。
Dg1	20.00	・細粒分を少量含む砂礫。礫はφ=2～50mm程度の亜角～円礫。 礫種は安山岩や玄武岩などの火成岩を主体とし、硬さはやや硬質なもの～風化し、手で割れる程度である。礫の混入率は概ね 50～70%程度である。マトリックスは砂であり、粒径はばらつく。著しく風化した火成岩が砂状となった箇所はやや固結しているが、指圧で砕け、原岩組織はほとんど残存しない。 層全体で L=50～150mm 程度のやや硬質な巨礫や玉石を少量含む。
Dg2	33.00	・細粒分を少量含む砂礫。　上位の砂礫層に比べてやや締りが良く、礫も比較的硬質なものの割合が増加する。 礫はφ=2～50mm程度の亜角～円礫。 礫種は安山岩や玄武岩などの火成岩を主体とし、硬さはやや硬質なもの～風化し手で割れる程度である。 礫の混入率は概ね 50～70%程度であるが、局所的に細粒分の混入量が多くなる。マトリックスは砂であり、粒径はばらつく。著しく風化した火成岩が砂状となった箇所はやや固結しているが、指圧で砕け、原岩組織はほとんど残存しない。 層全体で L=50～150mm 程度のやや硬質な巨礫や玉石を少量含む。
Dc3	33.45	・礫分や細粒分を少量含む砂。含水比はやや高い。
Dg3	39.00	・玉石を含む砂礫。やや硬質な玉石を多く含み、締りが良い。上位に比べてマトリックスは少量になり、玉石や礫は硬質なものの割合が増加する。 礫はφ=2～50mm程度の亜角～円礫。 礫種は安山岩や玄武岩などの火成岩を主体とし、やや硬質なものが多い。 マトリックスは砂であり、粒径はばらつく。上位の砂礫層に含まれているような火山岩由来の風化土砂はほとんど見られない。L=50～100mm程度のやや硬質な巨礫や玉石を含む。 ・GL-34.00～34.45mは細粒分を多く含む。 ・GL-34.45m 以深は玉石や巨礫を多く含む。

コ ア 写 真



＊は換算N値を示す

柱 状 図



縮尺 S=1:200

(a)地盤材料の工学的分類体系

地盤材料
- 岩石質材料 Rm（石分≧50%）
- 石分まじり土質材料 Sm-R（0%<石分<50%）
- 土質材料 Sm（石分=0%）

注：含有率%は地盤材料に対する質量百分率

(b)土質材料の工学的分類体系

(b-1)粗粒土の工学的分類体系

大分類		中分類	小分類
土質材料区分	土質区分	主に観察による分類	三角座標上の分類
粗粒土 Cm（粗粒分>50%）	礫質土 [G]（礫分>砂分）	細粒分<15%：礫 {G}（砂分<15%）	礫 (G)（細粒分<5%、砂分<5%） 砂まじり礫 (G-S)（細粒分<5%、5%≦砂分<15%） 細粒分まじり礫 (G-F)（5%≦細粒分<15%、砂分<5%） 細粒分砂まじり礫 (G-FS)（5%≦細粒分<15%、5%≦砂分<15%）
		細粒分<15%：砂礫 {GS}（15%≦砂分）	砂質礫 (GS)（細粒分<5%、15%≦砂分） 細粒分まじり砂質礫 (GS-F)（5%≦細粒分<15%、15%≦砂分）
		15%≦細粒分：細粒分まじり礫 {GF}	細粒分質礫 (GF)（15%≦細粒分、砂分<5%） 砂まじり細粒分質礫 (GF-S)（15%≦細粒分、5%≦砂分<15%） 細粒分質砂質礫 (GFS)（15%≦細粒分、15%≦砂分）
	砂質土 [S]（砂分≧礫分）	細粒分<15%：砂 {S}（礫分<15%）	砂 (S)（細粒分<5%、礫分<5%） 礫まじり砂 (S-G)（細粒分<5%、5%≦礫分<15%） 細粒分まじり砂 (S-F)（5%≦細粒分<15%、礫分<5%） 細粒分礫まじり砂 (S-FG)（5%≦細粒分<15%、5%≦礫分<15%）
		細粒分<15%：礫質砂 {SG}（15%≦礫分）	礫質砂 (SG)（細粒分<5%、15%≦礫分） 細粒分まじり礫質砂 (SG-F)（5%≦細粒分<15%、15%≦礫分）
		15%≦細粒分：細粒分まじり砂 {SF}	細粒分質砂 (SF)（15%≦細粒分、礫分<5%） 礫まじり細粒分質砂 (SF-G)（15%≦細粒分、5%≦礫分<15%） 細粒分質礫質砂 (SFG)（15%≦細粒分、15%≦礫分）

注：含有率%は土質材料に対する質量百分率

(b-2)主に細粒土の工学的分類体系

大分類		中分類	小分類	
土質材料区分	土質区分	観察・塑性図上の分類	観察・液性限界等に基づく分類	
細粒土 Fm（細粒分≧50%）	粘性土 [Cs]	シルト {M}（塑性図上で分類）	W_L<50%	シルト（低液性限界） (ML)
			W_L≧50%	シルト（高液性限界） (MH)
		粘土 {C}（塑性図上で分類）	W_L<50%	粘土（低液性限界） (CL)
			W_L≧50%	粘土（高液性限界） (CH)
	有機質土 [O]（有機質、暗色で有機臭あり）	有機質土 {O}	W_L<50%	有機質粘土（低液性限界） (OL)
			W_L≧50%	有機質粘土（高液性限界） (OH)
			有機質で火山灰質	有機質火山灰土 (OV)
	火山灰質粘性土[V]（地質的背景）	火山灰質粘性土{V}	W_L<50%	火山灰質粘性土（低液性限界） (VL)
			50%≦W_L<80%	火山灰質粘性土（Ⅰ型） (VH_1)
			W_L≧80%	火山灰質粘性土（Ⅱ型） (VH_2)
高有機質土 Pm（有機物を多く含むもの）	高有機質土 [Pt]	高有機質土 {Pt}	未分解で繊維質	泥炭 (Pt)
			分解が進み黒色	黒泥 (Mk)
人工材料 Am	人工材料 [A]	廃棄物 {Wa}		廃棄物 (Wa)
		改良土 {I}		改良土 (I)

(c)細粒分 5%未満の粗粒土の細区分

均等係数の範囲	分類表記	記号
Uc≧10	粒径幅の広い	W
Uc<10	分級された	P

(d)細粒分 5%以上混入粗粒土の細区分

細粒分の判別結果	記号	分類表記
粘性土	Cs	粘性土まじり○○ 粘性土質○○
有機質土	O	有機質土まじり○○ 有機質○○
火山灰質土	V	火山灰質土まじり○○ 火山灰質○○

(e)細粒分 5%以上混入細粒土の細区分

砂分混入量	礫分混入量	土質名称	分類記号
砂分<5%	礫分<5%	細粒土	F
	5%≦礫分<15%	礫まじり細粒土	F-G
	15%≦礫分	礫質細粒土	FG
5%≦砂分<15%	礫分<5%	砂まじり細粒土	F-S
	5%≦礫分<15%	砂礫まじり細粒土	F-SG
	15%≦礫分	砂まじり礫質細粒土	FG-S
15%≦砂分	礫分<5%	砂質細粒土	FS
	5%≦礫分<15%	礫まじり砂質細粒土	FS-G
	15%≦礫分	砂礫質細粒土	FSG

注：含有率%は土質材料に対する質量百分率

図 4.1.2　地盤材料の工学的分類方法(JGS 0051)

(地質調査業協会連合会「ボーリング柱状図作成及びボーリングコア取扱い・保管要領(案)・同解説(平成 27 年 6 月)」p.64 より引用

表 4.1.5　N 値と砂の相対密度の関係（Terzaghi and Peck）

*N*値	相対密度	現場判別法
0～4	非常に緩い (very loose)	鉄筋が容易に手で貫入
4～10	緩い (loose)	ショベル(スコップ)で掘削可能
10～30	中ぐらい (medium)	鉄筋を5ポンドハンマで打込み容易
30～50	密な (dense)	同上、30cm程度貫入
50以上	非常に密な (very dense)	同上、5～6cm貫入、掘削につるはしが必要、打込み時に金属音

注）鉄筋はφ13mm

（地盤工学会「地盤調査の方法と解説(平成 25 年 3 月)」p.305 より引用

表 4.1.6　N 値と粘土のコンシステンシー、一軸圧縮強さの関係（Terzaghi and Peck に加筆）

*N*値	qu(kN/m^2)	コンシステンシー
0～2	0.0～24.5	非常に軟らかい
2～4	24.5～49.1	軟らかい
4～8	49.1～98.1	中位の
8～15	98.1～196.2	硬い
15～30	196.2～392.4	非常に硬い
30以上	392.4～	固結した

（地盤工学会「地盤調査の方法と解説(平成 25 年 3 月)」p.308 より引用

○孔内水位

ボーリング作業の前の孔内水位を測定し、調査地の地下水の分布状況の確認を行う。

孔内水位は R3-No.1 で GL-3.5～3.8m、No.2 で GL-2.9～3.7m、No.3 で GL-3.3～3.8m を測定した。

調査地は大村湾沿いであり、実際の地下水位は潮位による水位変動している可能性がある。

ボーリング番号		R3-No.1	
日付	掘進長	ケーシング長	孔内水位
	(GL-m)	(GL-m)	(GL-m)
4月14日	2.40	1.40	
4月15日	3.00	1.40	1.90
4月16日	5.00	5.00	1.55
4月18日	7.00	7.00	3.98
4月19日	12.00	11.40	1.20
4月20日	16.00	15.40	3.89
4月21日	20.00	20.00	3.05
4月22日	24.00	20.20	1.50
4月25日	26.50	25.40	3.75
4月26日	28.00	25.40	3.78
4月27日	32.00	28.50	3.55
4月28日	34.00	28.50	3.83

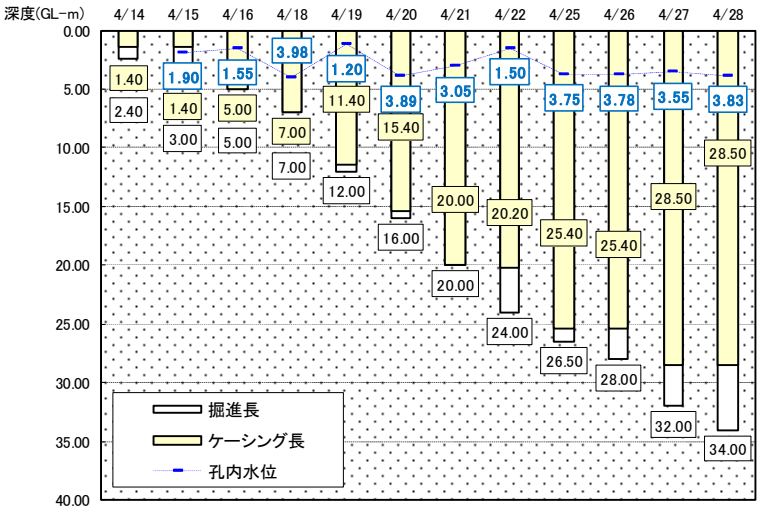


図 4.1.3　孔内水位の変動（R3-No.1）

ボーリング番号		R3-No.2	
日付	掘進長	ケーシング長	孔内水位
	(GL-m)	(GL-m)	(GL-m)
4月25日	1.00		
4月27日	5.00	3.00	
4月28日	5.50	5.50	3.10
5月9日	7.00	6.50	3.25
5月10日	9.00	9.00	3.40
5月11日	15.00	15.00	3.65
5月13日	18.00	17.00	3.70
5月17日	26.00	19.00	3.05
5月18日	29.60	19.00	2.90
5月19日	34.00	19.00	3.05
5月20日	34.00	19.00	3.05

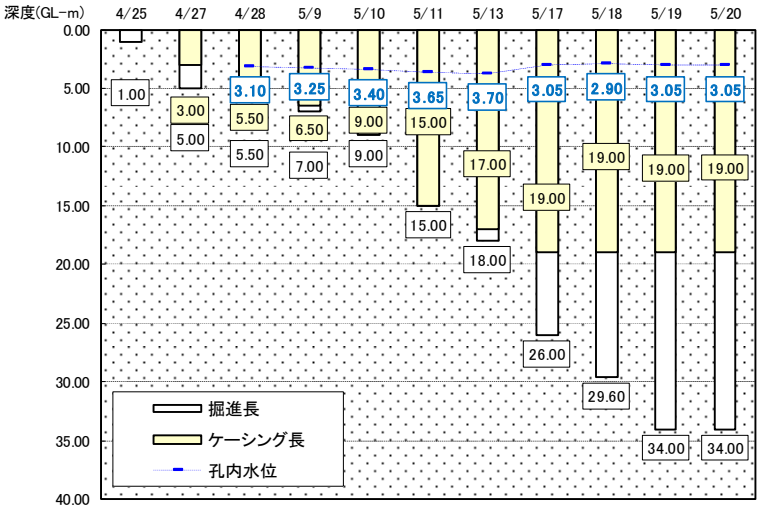


図 4.1.4　孔内水位の変動（R3-No.2）

ボーリング番号		R3-No.3	
日付	掘進長	ケーシング長	孔内水位
	(GL-m)	(GL-m)	(GL-m)
4月14日	1.00	1.00	
4月18日	5.00	5.00	
4月19日	9.00	9.00	3.81
4月20日	15.00	15.00	3.81
4月21日	20.00	19.00	3.82
4月22日	24.00	23.00	3.38
4月23日	27.00	26.00	3.31
4月25日	30.00	29.00	3.35
4月26日	32.00	30.00	3.32
4月27日	36.00	30.00	3.41
4月28日	39.00	30.00	3.43

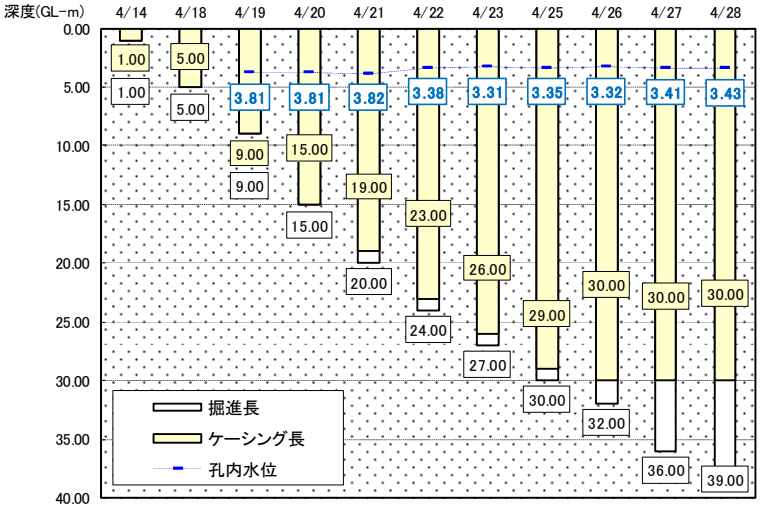


図 4.1.5　孔内水位の変動（R3-No.3）

4.2. 標準貫入試験結果

調査ボーリングにおいて支持層検討を目的として、地盤の強度設定の参考に用いる。標準貫入試験は調査ボーリングと併せて掘進 1m 毎に実施した。原則として打撃回数の上限は 50 回とし、試験を実施した。

貫入量が 30cm 未満となる N 値の評価については、式 4.2.1 により換算 N 値を算出した。

換算 N 値＝試験終了時の総打撃回数（実測 N 値）×30（cm）/試験終了時の最終貫入量（cm）…**式 4.2.1**

表 4.2.1～表 4.2.3 に本業務におけるボーリングの標準貫入試験結果の一覧を示す。

表 4.2.1　標準貫入試験結果（R3-No.1）

深度	中心	地層記号	10cmごとの打撃回数			10cm毎の貫入量			打撃回数/貫入量	N値の補正	N値
			0～10cm	10～20cm	20.～30cm	0～10cm	10～20cm	20.～30cm			
1.15 ～ 1.45	1.30	bn	1	3	2	10	10	10	6 ／ 30	標準貫入試験を採用する	6
2.15 ～ 2.23	2.19	bn	50			8			50 ／ 8	異常値(礫当たり除外)	187.5
3.15 ～ 3.45	3.30	Dg1	12	12	9	10	10	10	33 ／ 30	標準貫入試験を採用する	33
4.00 ～ 4.03	4.02	Dg1	50			3			50 ／ 3	30cm貫入換算値とする	500
5.15 ～ 5.45	5.30	Dg1	9	8	6	10	10	10	23 ／ 30	標準貫入試験を採用する	23
7.00 ～ 7.05	7.03	Dg1	50			5			50 ／ 5	30cm貫入換算値とする	300
8.15 ～ 8.45	8.30	Dg1	16	7	6	10	10	10	29 ／ 30	標準貫入試験を採用する	29
9.15 ～ 9.45	9.30	Dg1	3	6	10	10	10	10	19 ／ 30	標準貫入試験を採用する	19
10.00 ～ 10.17	10.09	Dg1	22	28		10	7		50 ／ 17	30cm貫入換算値とする	88.2
11.15 ～ 11.45	11.30	Dg1	3	6	8	10	10	10	17 ／ 30	標準貫入試験を採用する	17
12.15 ～ 12.45	12.30	Dg1	4	10	16	10	10	10	30 ／ 30	標準貫入試験を採用する	30
13.15 ～ 13.45	13.30	Dg1	4	9	10	10	10	10	23 ／ 30	標準貫入試験を採用する	23
14.15 ～ 14.45	14.30	Dg1	4	7	7	10	10	10	18 ／ 30	標準貫入試験を採用する	18
15.15 ～ 15.45	15.30	Dg1	4	7	7	10	10	10	18 ／ 30	標準貫入試験を採用する	18
16.15 ～ 16.45	16.30	Dg1	6	7	8	10	10	10	21 ／ 30	標準貫入試験を採用する	21
17.00 ～ 17.08	17.04	Dg1	50			8			50 ／ 8	30cm貫入換算値とする	187.5
18.15 ～ 18.45	18.30	Dg1	12	13	16	10	10	10	41 ／ 30	標準貫入試験を採用する	41
19.15 ～ 19.45	19.30	Dg1	14	11	18	10	10	10	43 ／ 30	標準貫入試験を採用する	43
20.05 ～ 20.28	20.17	Dg2	30	15	5	10	10	3	50 ／ 23	30cm貫入換算値とする	65.2
21.15 ～ 21.45	21.30	Dg2	7	9	11	10	10	10	27 ／ 30	標準貫入試験を採用する	27
22.05 ～ 22.24	22.15	Dg2	24	26		10	9		50 ／ 19	30cm貫入換算値とする	78.9
23.15 ～ 23.45	23.30	Dg2	10	5	7	10	10	10	22 ／ 30	標準貫入試験を採用する	22
24.15 ～ 24.41	24.28	Dg2	17	20	13	10	10	6	50 ／ 26	30cm貫入換算値とする	57.6
25.15 ～ 25.41	25.28	Dg2	8	12	20	10	10	6	40 ／ 26	30cm貫入換算値とする	46.1
26.00 ～ 26.09	26.05	Dg2	50			9			50 ／ 9	30cm貫入換算値とする	166.6
27.15 ～ 27.41	27.28	Dg2	11	22	17	10	10	6	50 ／ 26	30cm貫入換算値とする	57.6
28.15 ～ 28.45	28.30	Dc3	2	3	7	10	10	10	12 ／ 30	標準貫入試験を採用する	12
29.00 ～ 29.14	29.07	Dg3	19	31		10	4		50 ／ 14	30cm貫入換算値とする	107.1
30.15 ～ 30.38	30.27	Dg3	13	22	15	10	10	3	50 ／ 23	30cm貫入換算値とする	65.2
31.00 ～ 31.03	31.02	Dg3	50			3			50 ／ 3	30cm貫入換算値とする	500
32.00 ～ 32.04	32.02	Dg3	50			4			50 ／ 4	30cm貫入換算値とする	375
33.15 ～ 33.43	33.29	Dg3	11	12	27	10	10	8	50 ／ 28	30cm貫入換算値とする	53.5
34.15 ～ 34.37	34.26	Dg3	12	28	10	10	10	2	50 ／ 22	30cm貫入換算値とする	68.1

表 4.2.2　標準貫入試験結果（R3-No.2）

深度	中心	地層記号	10cmごとの打撃回数			10cm毎の貫入量			打撃回数/貫入量	N値の補正	N値
			0～10cm	10～20cm	20.～30cm	0～10cm	10～20cm	20.～30cm			
1.15 ～ 1.45	1.30	bn	3	3	4	10	10	10	10 ／ 30	標準貫入試験を採用する	10
2.15 ～ 2.45	2.30	Dc1	1	1	1	10	10	10	3 ／ 30	標準貫入試験を採用する	3
3.15 ～ 3.45	3.30	Dg1	6	6	11	10	10	10	23 ／ 30	標準貫入試験を採用する	23
4.15 ～ 4.45	4.30	Dg1	12	10	12	10	10	10	34 ／ 30	標準貫入試験を採用する	34
5.15 ～ 5.45	5.30	Dg1	14	16	14	10	10	10	44 ／ 30	標準貫入試験を採用する	44
7.00 ～ 7.03	7.02	Dg1	50			3			50 ／ 3	30cm貫入換算値とする	500
8.15 ～ 8.45	8.30	Dg1	13	9	21	10	10	10	43 ／ 30	標準貫入試験を採用する	43
9.15 ～ 9.45	9.30	Dg1	12	10	10	10	10	10	32 ／ 30	標準貫入試験を採用する	32
10.15 ～ 10.45	10.30	Dg1	9	13	10	10	10	10	32 ／ 30	標準貫入試験を採用する	32
11.15 ～ 11.45	11.30	Dg1	24	10	7	10	10	10	41 ／ 30	標準貫入試験を採用する	41
12.15 ～ 12.45	12.30	Dg1	9	7	7	10	10	10	23 ／ 30	標準貫入試験を採用する	23
13.15 ～ 13.45	13.30	Dg1	8	14	6	10	10	10	28 ／ 30	標準貫入試験を採用する	28
14.15 ～ 14.45	14.30	Dg1	5	5	9	10	10	10	19 ／ 30	標準貫入試験を採用する	19
15.15 ～ 15.30	15.23	Dg1	34	16		10	5		50 ／ 15	30cm貫入換算値とする	100
16.15 ～ 16.45	16.30	Dg1	9	14	13	10	10	10	36 ／ 30	標準貫入試験を採用する	36
17.15 ～ 17.45	17.30	Dc2	1	2	2	10	10	10	5 ／ 30	標準貫入試験を採用する	5
18.15 ～ 18.45	18.30	Dg1	9	13	15	10	10	10	37 ／ 30	標準貫入試験を採用する	37
19.15 ～ 19.40	19.28	Dg1	14	15	21	10	10	5	50 ／ 25	30cm貫入換算値とする	60
20.15 ～ 20.25	20.20	Dg2	50			10			50 ／ 10	30cm貫入換算値とする	150
21.15 ～ 21.30	21.23	Dg2	38	12		10	5		50 ／ 15	30cm貫入換算値とする	100
22.15 ～ 22.35	22.25	Dg2	32	18		10	10		50 ／ 20	30cm貫入換算値とする	75
23.00 ～ 23.15	23.08	Dg2	32	18		10	5		50 ／ 15	30cm貫入換算値とする	100
24.00 ～ 24.25	24.13	Dg2	12	16	22	10	10	5	50 ／ 25	30cm貫入換算値とする	60
25.00 ～ 25.15	25.08	Dg2	34	16		10	5		50 ／ 15	30cm貫入換算値とする	100
26.15 ～ 26.35	26.25	Dg2	17	33		10	10		50 ／ 20	30cm貫入換算値とする	75
27.15 ～ 27.45	27.30	Dc3	6	5	7	10	10	10	18 ／ 30	標準貫入試験を採用する	18
28.15 ～ 28.45	28.30	Dc3	2	2	2	10	10	10	6 ／ 30	標準貫入試験を採用する	6
29.15 ～ 29.35	29.25	Dg3	13	37		10	10		50 ／ 20	30cm貫入換算値とする	75
30.00 ～ 30.15	30.08	Dg3	28	22		10	5		50 ／ 15	30cm貫入換算値とする	100
31.15 ～ 31.35	31.25	Dg3	13	37		10	10		50 ／ 20	30cm貫入換算値とする	75
32.15 ～ 32.40	32.28	Dg3	10	14	26	10	10	5	50 ／ 25	30cm貫入換算値とする	60
33.15 ～ 33.40	33.28	Dg3	11	15	24	10	10	5	50 ／ 25	30cm貫入換算値とする	60
34.00 ～ 34.15	34.08	Dg3	19	31		10	5		50 ／ 15	30cm貫入換算値とする	100

表 4.2.3　標準貫入試験結果（R3-No.3）

深度	中心	地層記号	10cmごとの打撃回数			10cm毎の貫入量			打撃回数/貫入量	N値の補正	N値
			0～10cm	10～20cm	20.～30cm	0～10cm	10～20cm	20.～30cm			
1.15 ～ 1.45	1.30	bn	4	3	3	10	10	10	10 ／ 30	標準貫入試験を採用する	10
2.15 ～ 2.45	2.30	bn	1	2	1	10	10	10	4 ／ 30	標準貫入試験を採用する	4
3.15 ～ 3.45	3.30	Dc1	1	1		15	15		2 ／ 30	標準貫入試験を採用する	2
4.15 ～ 4.45	4.30	Dc1	1			30			1 ／ 30	標準貫入試験を採用する	1
5.15 ～ 5.45	5.30	Dc1	1			30			1 ／ 30	標準貫入試験を採用する	1
6.15 ～ 6.45	6.30	Dg1	7	8	7	10	10	10	22 ／ 30	標準貫入試験を採用する	22
7.15 ～ 7.45	7.30	Dg1	9	10	20	10	10	10	39 ／ 30	標準貫入試験を採用する	39
8.15 ～ 8.45	8.30	Dg1	6	7	7	10	10	10	20 ／ 30	標準貫入試験を採用する	20
9.15 ～ 9.45	9.30	Dg1	7	7	8	10	10	10	22 ／ 30	標準貫入試験を採用する	22
10.15 ～ 10.45	10.30	Dg1	7	12	10	10	10	10	29 ／ 30	標準貫入試験を採用する	29
11.15 ～ 11.45	11.30	Dg1	4	4	3	10	10	10	11 ／ 30	標準貫入試験を採用する	11
12.15 ～ 12.45	12.30	Dg1	4	5	5	10	10	10	14 ／ 30	標準貫入試験を採用する	14
13.15 ～ 13.45	13.30	Dg1	5	11	7	10	10	10	23 ／ 30	標準貫入試験を採用する	23
14.15 ～ 14.45	14.30	Dg1	9	4	5	10	10	10	18 ／ 30	標準貫入試験を採用する	18
15.15 ～ 15.45	15.30	Dg1	4	5	18	10	10	10	27 ／ 30	標準貫入試験を採用する	27
16.15 ～ 16.45	16.30	Dc2	3	2	2	10	10	10	7 ／ 30	標準貫入試験を採用する	7
17.15 ～ 17.45	17.30	Dg1	7	4	4	10	10	10	15 ／ 30	標準貫入試験を採用する	15
18.15 ～ 18.45	18.30	Dg1	8	9	11	10	10	10	28 ／ 30	標準貫入試験を採用する	28
19.15 ～ 19.45	19.30	Dg1	10	11	11	10	10	10	32 ／ 30	標準貫入試験を採用する	32
20.05 ～ 20.09	20.07	Dg2	50			4			50 ／ 4	30cm貫入換算値とする	375
21.15 ～ 21.36	21.26	Dg2	26	21	3	10	10	1	50 ／ 21	30cm貫入換算値とする	71.4
22.15 ～ 22.45	22.30	Dg2	7	7	8	10	10	10	22 ／ 30	標準貫入試験を採用する	22
23.15 ～ 23.45	23.30	Dg2	10	13	10	10	10	10	33 ／ 30	標準貫入試験を採用する	33
24.15 ～ 24.45	24.30	Dg2	10	17	18	10	10	10	45 ／ 30	標準貫入試験を採用する	45
25.15 ～ 25.42	25.29	Dg2	11	15	24	10	10	7	50 ／ 27	30cm貫入換算値とする	55.5
26.15 ～ 26.35	26.25	Dg2	24	26		10	10		50 ／ 20	30cm貫入換算値とする	75
27.15 ～ 27.45	27.30	Dg2	13	14	15	10	10	10	42 ／ 30	標準貫入試験を採用する	42
28.15 ～ 28.45	28.30	Dg2	11	13	11	10	10	10	35 ／ 30	標準貫入試験を採用する	35
29.15 ～ 29.44	29.30	Dg2	11	13	26	10	10	9	50 ／ 29	30cm貫入換算値とする	51.7
30.15 ～ 30.45	30.30	Dg2	11	15	17	10	10	10	43 ／ 30	標準貫入試験を採用する	43
31.05 ～ 31.12	31.09	Dg2	50			7			50 ／ 7	30cm貫入換算値とする	214.2
32.15 ～ 32.44	32.30	Dg2	10	14	26	10	10	9	50 ／ 29	30cm貫入換算値とする	51.7
33.15 ～ 33.45	33.30	Dc3	6	6	5	10	10	10	17 ／ 30	標準貫入試験を採用する	17
34.15 ～ 34.45	34.30	Dg3	21	14	13	10	10	10	48 ／ 30	標準貫入試験を採用する	48
35.15 ～ 35.41	35.28	Dg3	12	31	7	10	10	6	50 ／ 26	30cm貫入換算値とする	57.6
36.15 ～ 36.30	36.23	Dg3	28	22		10	5		50 ／ 15	30cm貫入換算値とする	100
37.10 ～ 37.17	37.14	Dg3	50			7			50 ／ 7	30cm貫入換算値とする	214.2
38.15 ～ 38.42	38.29	Dg3	21	14	15	10	10	7	50 ／ 27	30cm貫入換算値とする	55.5
39.15 ～ 39.34	39.25	Dg3	15	35		10	9		50 ／ 19	30cm貫入換算値とする	78.9

各孔の標準貫入試験結果を換算・補正した上でのＮ値を表 4.2.3 に示す。
Ｎ値は図 4.2.1 に示す設計Ｎ値のフローによって算出する。
粘性土や砂質土において礫打ち等によって過大値を計測したものは算出から除外した。
また、礫質土において、Ｎ値が 50 以上となったものについてはＮ値＝50 に補正して用いた。

表 4.2.3　地層毎の標準貫入試験結果一覧

地質時代・地層名			地質記号	N値集計							
				最小	最大	平均	データ数 n	標準偏差 σ	変動係数 V	平均 −σ/2	設計N値
現世	埋土		bn	4.0	10.0	7.5	4	3.00	0.40	6.0	6
洪積世	扇状地堆積物	第1粘性土層	Dc1	1.0	3.0	1.8	4	0.96	0.55	1.3	1
		第1砂礫層	Dg1	11.0	50.0	30.8	44	11.82	0.38	24.9	24
		第2粘性土層	Dc2	5.0	7.0	6.0	2	1.41	0.24	5.3	5
		第2砂礫層	Dg2	22.0	50.0	45.2	28	8.85	0.20	40.8	45
		第3粘性土層	Dc3	6.0	18.0	13.3	4	5.50	0.42	10.5	10
		第3砂礫層	Dg3	48.0	50.0	49.9	18	0.47	0.01	49.7	49

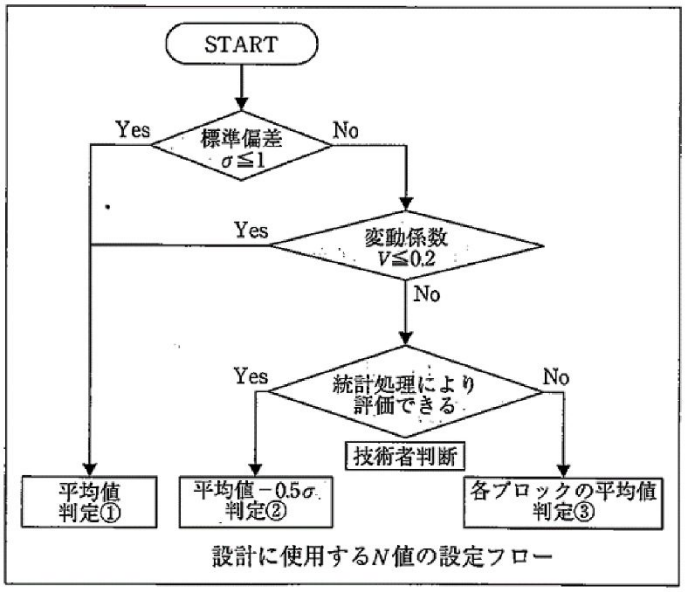


図 4.2.1　設計に使用するＮ値の設定フロー

（株式会社総合土木研究所「基礎工（平成 21 年 4 月）」p.10）より引用

以下に地層毎のＮ値のヒストグラムを示し、Ｎ値の傾向について概要を記述する。

①埋土（bn）

設計Ｎ値＝6 の締りの緩い砂質土。R3-No.3 では砂礫主体となるが、礫当たりを除いてＮ値＝4～10 と全体的に小さい値を示す。

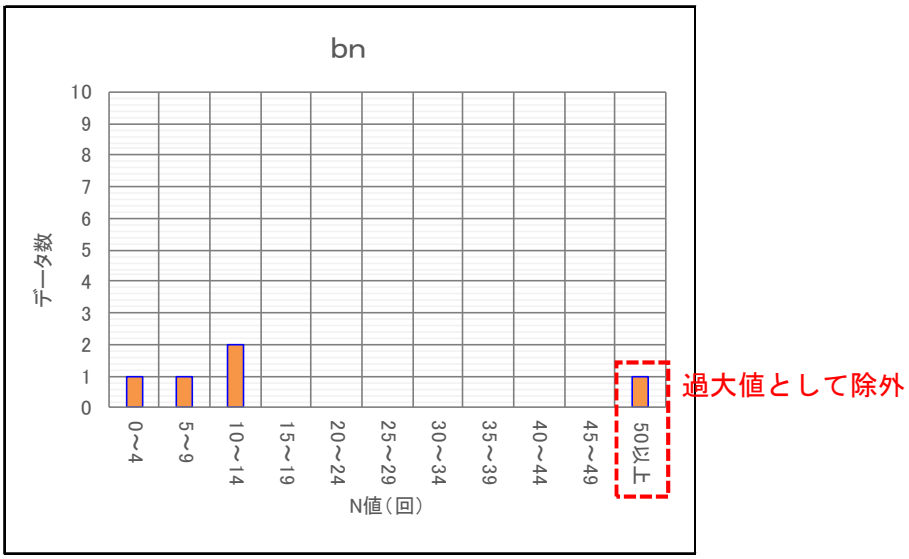


図 4.2.2　Ｎ値ヒストグラム（bn 層）

②第１粘性土層（Dc1）

設計Ｎ値＝1 の非常に軟らかい粘性土。Ｎ値＝1～3 と全体的に小さい値を示す。

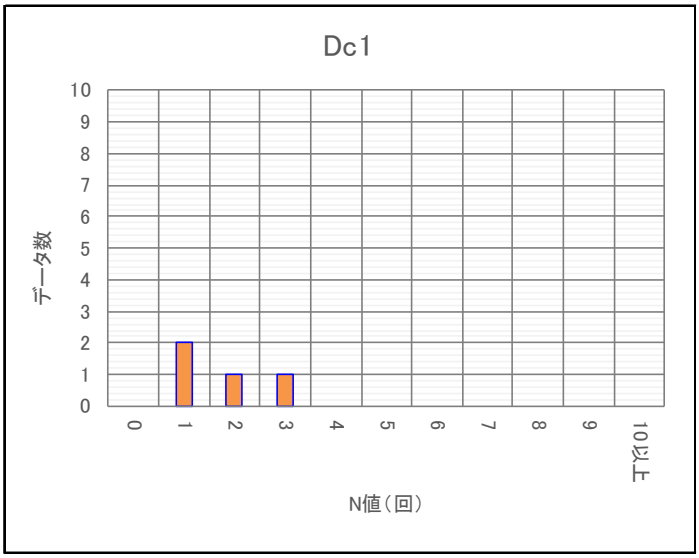


図 4.2.3　Ｎ値ヒストグラム（Dc1 層）

③第 1 砂礫層（Dg1）

設計 N 値＝24 の中位の締り具合を示す砂礫。N 値＝15～35 程度の箇所が多いが、硬質な玉石や礫を含む箇所は N 値 50 以上を計測した。

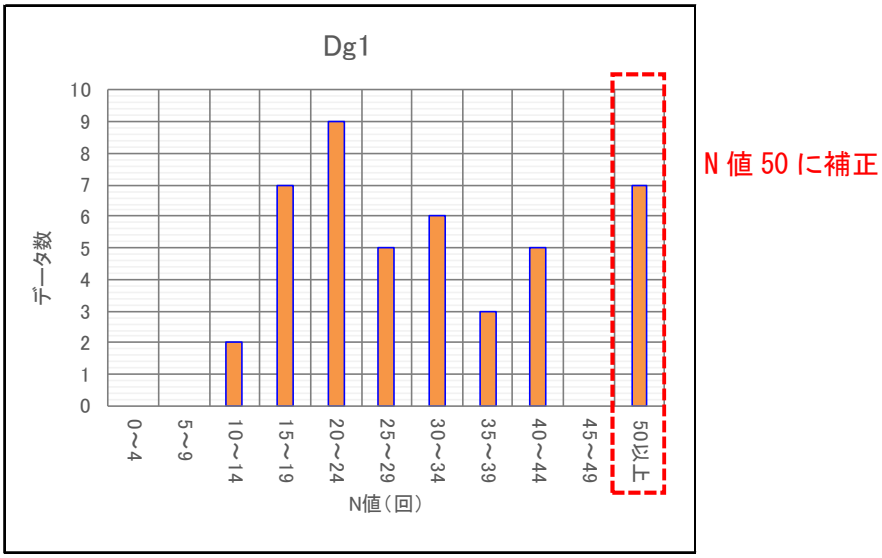


図 4.2.4　N 値ヒストグラム（Dg1 層）

④第 2 粘性土層（Dc2）

設計 N 値＝5 の軟らかい粘性土。砂礫層に薄く介在し、砂優勢となる箇所もあるが、周りに比べて含水比が高く軟質であり、全体的に N 値は小さい。

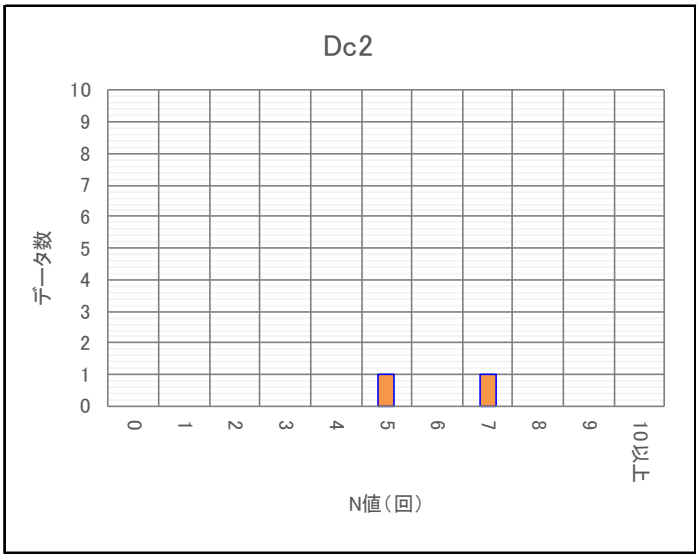


図 4.2.5　N 値ヒストグラム（Dc2 層）

⑤第 2 砂礫層（Dg2）

設計 N 値＝45 の非常に締まりの良い玉石混じりの砂礫。全体的に硬質な玉石や礫を含むため、N 値 50 以上を計測した箇所は全体の 3 分の 2 以上である。ただし、局所的に細粒分や砂分を多く含んでおり、N 値 30 未満となるデータもある。

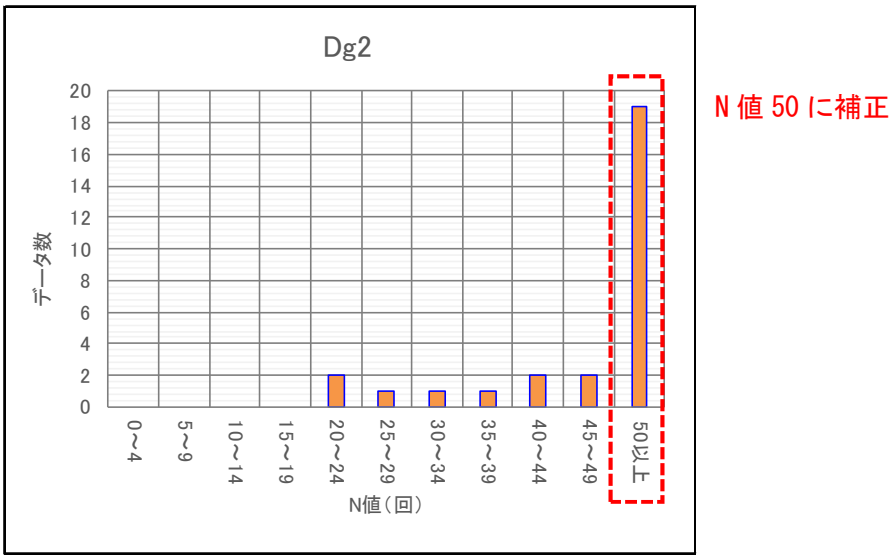


図 4.2.6　N 値ヒストグラム（Dg2 層）

⑥第 3 粘性土層（Dc3）

設計 N 値＝10 の硬い粘性土。礫分を含む箇所や砂分優勢となる箇所など粒度組成の割合に差があるため、N 値に若干のばらつきがある。

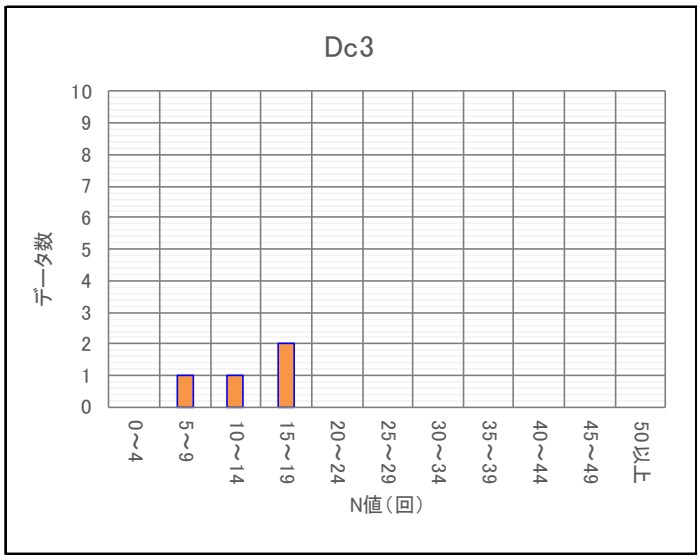


図 4.2.7　N 値ヒストグラム（Dc3 層）

⑦第 3 砂礫層（Dg3）

設計 N 値＝49 の非常に締まりの良い玉石混じりの砂礫。ほぼ全ての箇所で N 値 50 以上を計測した。

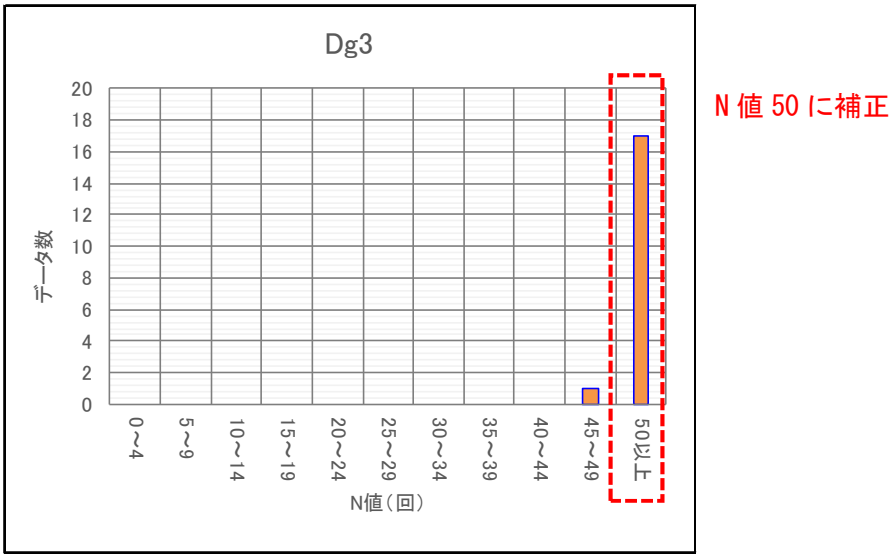


図 4.2.8　N 値ヒストグラム（Dg3 層）

4.3. 孔内水平載荷試験結果

対象地盤の変形特性を把握することを目的として、孔内水平載荷試験を実施した。試験は普通載荷(LLT)で実施した。試験の詳細はデータシートを巻末資料として添付した（巻末 3)。過年度業務における試験結果も併せて表 4.3.1 に整理した。

表 4.3.1　孔内水平載荷試験結果一覧

ボーリング名	地層区分	中心深度 GL(−m)	採用N値	変形係数（弾性係数） 測定値 E(KN/m2)	変形係数（弾性係数） 平均値 E(KN/m2)	変形係数とN値の関係（測定値）
H2-No.4	Dc1	2.5	3	880	−	E=293N
R3-No.1	Dg1	6.0	−	7586	13054	−
R3-No.2		6.0	−	7773		−
R3-No.3		6.5	22	27900		E=1268N
H2-No.2		3.3	38	13294		E=350N
H2-No.2		10.0	19	8715		E=459N

変形係数（弾性係数）E と N 値の関係は一般的に式 4.3.1 の相関式がある。

$$E=670\times N^{0.986}\fallingdotseq 700\times N\ [\mathrm{kN/m^2}]\cdots \textbf{式 4.3.1}$$

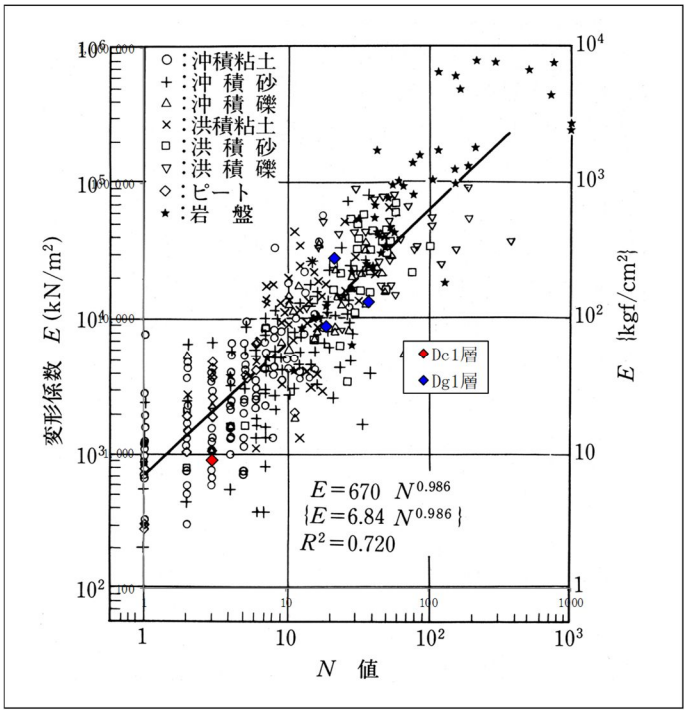


図 4.3.1　孔内水平載荷試験から得られた変形係数 E と N 値の関係

（地盤工学会「地盤調査の解説と方法　二分冊の 2（平成 25 年 3 月)」p387 より一部加筆）

4.4. 室内土質試験結果

対象地盤の物理特性や力学特性を把握することを目的として、表 4.4.1 に示す室内土質試験を実施した。なお、試験に供した試料は、サンプリングにより採取した乱さない試料と、標準貫入試験時に採取した乱れた試料を使用した。試験結果の詳細は、データシートに整理し巻末資料（巻末 4）として添付する。

土質試験結果の一覧を表 4.4.2～表 4.4.5 に示す。

また、過年度に実施された試料の試験結果も併せて示す。

表 4.4.1　試験項目一覧

室内土質試験	試験の名称	試料の状態	結果の利用	規格
物理試験	土粒子の密度試験	乱した試料	・土の基本的性質の計算 ・粒度の沈降分析	JIS A 1202
	土粒子の含水比試験	乱した試料（含水比の変化がない試料）	・土の基本的性質の計算 ・土の鋭敏度合いの判別	JIS A 1203
	土の粒度試験	乱した試料	・粒度による土の分類 ・材料としての土の規定	JIS A 1204
	土の液性限界試験	乱した試料	・コンシステンシーによる土の分類 ・土の工学的性質の分類	JIS A 1205
	土の塑性限界試験			
	土の湿潤密度試験	乱さない試料	・土の基本的性質の計算	JIS A 1225
力学試験	土の一軸圧縮試験	乱さない試料	・土の強度特性の把握	JIS A 1216
	土の圧密試験	乱さない試料	・土の圧密状態の把握	JIS A 1217

表 4.4.2　室内土質試験結果一覧（R3-No.1）

孔　番		R3-No.1						
試料番号		1-P-1	1-P-2	1-P-3	1-P-4	1-P-5	1-P-6	1-P-7
地層記号		Dg1	Dg1	Dg1	Dg2	Dg2	Dc3	Dg3
上限深度　(GL- m)		5.15	11.15	15.15	23.15	27.15	28.15	30.15
下限深度　(GL- m)		5.45	11.45	15.45	23.45	27.45	28.45	30.38
一般	湿潤密度 ρt　(g/cm³)							
	乾燥密度 ρd　(g/cm³)							
	土粒子の密度 ρs　(g/cm³)	2.617	2.590	2.558	2.580	2.685	2.589	2.553
	自然含水比 Wn　(%)	13.1	52.4	32.5	30.2	36.1	88.4	27.6
	間隙比　e							
	飽和度 Sr　(%)							
粒度	礫　分　(%)	61.0	19.5	45.0	50.6	61.3	0.3	54.5
	砂　分　(%)	30.7	40.3	38.1	35.8	15.1	27.7	32.7
	シルト分　(%)	8.3	24.4	10.9	9.4	10.0	48.0	8.5
	粘土分　(%)		15.8	6.0	4.2	13.6	24.0	4.3
	細粒分含有率Fc　(%)	8.3	40.2	16.9	13.6	23.6	72.0	12.8
	最大粒径　(mm)	37.50	26.50	26.50	26.50	26.50	4.75	37.50
	50%粒径　D50　(mm)	3.90000	0.2100	1.6000	2.1000	5.6000	0.0260	2.6000
	20%粒径　D20　(mm)	0.65000	0.0082	0.1300	0.2500	0.0320	0.0035	0.3100
	10%粒径　D10　(mm)	0.1300	0.0022	0.0190	0.0320	0.0014	-	0.0350
	均等係数　Uc	55.00	250.00	130.00	110.00	8600.00	-	150.00
コンシステンシー特性	液性限界　W_L　(%)		50.3				81.8	
	塑性限界　W_P　(%)		36.5				41.0	
	塑性指数　I_P		13.8				40.8	
分類	地盤材料の分類名	粘性土まじり砂質礫	粘性土質礫質砂	粘性土質砂質礫	粘性土まじり砂質礫	粘性土質砂質礫	砂質シルト(高液性限界)	粘性土まじり砂質礫
	分類記号	(GS-Cs)	(SCsG)	(GCsS)	(GS-Cs)	(GCsS)	(MHS)	(GS-Cs)
圧密	試験方法							
	圧縮指数　Cc							
	圧密降伏応力 Pc　(kN/m²)							
一軸圧縮	一軸圧縮強さ qu　(kN/m²)							
	〃　(kN/m²)							
	〃　(kN/m²)							
	破壊ひずみ εf　(%)							
	〃　(%)							
	〃　(%)							
	変形係数 E50　(MN/m²)							
	〃　(MN/m²)							
	〃　(MN/m²)							

表 4.4.3　室内土質試験結果一覧（R3-No.2）

孔　番		R3-No.2									
試料番号		2-P-1	2-P-2	2-P-3	2-P-4	2-P-5	2-P-6	2-P-7	2-P-8	2-P-9	2-P-10
地層記号		Dc1	Dg1	Dg1	Dg1	Dc2	Dg2	Dg2	Dc3	Dc3	Dg3
上限深度　(GL- m)		2.15	5.15	10.15	14.15	17.15	22.15	24.00	27.15	28.15	32.15
下限深度　(GL- m)		2.45	5.45	10.45	14.45	17.45	22.35	24.25	27.45	28.45	32.40
一般	湿潤密度 ρt　(g/cm³)										
	乾燥密度 ρd　(g/cm³)										
	土粒子の密度 ρs　(g/cm³)	2.364	2.638	2.569	2.583	2.681	2.595	2.553	2.669	2.691	2.546
	自然含水比 Wn　(%)	72.9	8.8	23.1	34.4	53.3	30.5	23.3	66.2	42.8	38.1
	間隙比　e										
	飽和度 Sr　(%)										
粒度	礫　分　(%)	1.9	73.7	45.9	27.0	0.3	43.8	49.9	14.9	6	42.6
	砂　分　(%)	29.1	20.8	39.9	49.3	10.1	35.7	30.4	28.2	15.6	37.5
	シルト分　(%)	43.8	5.5	10.2	15.4	30.4	15.1	10.7	33.3	30.6	10.9
	粘土分　(%)	25.2		4.0	8.3	59.2	5.4	9.0	23.6	47.8	9.0
	細粒分含有率Fc　(%)	69.0	5.5	14.2	23.7	89.6	20.5	19.7	56.9	78.4	19.9
	最大粒径　(mm)	9.50	37.50	37.50	26.50	9.50	19.00	26.50	26.50	19.00	37.50
	50%粒径　D50　(mm)	0.0250	11.0000	1.4000	0.7900	0.0021	1.4000	2.0000	0.0420	0.0057	1.5000
	20%粒径　D20　(mm)	0.0029	1.1000	0.1900	0.0490	－	0.0700	0.0810	0.0035	－	0.0770
	10%粒径　D10　(mm)	－	0.2300	0.0350	0.0079	－	0.0140	0.0066	－	－	0.0073
	均等係数　Uc	－	70.00	91.00	150.00	－	200.00	560.00	－	－	320.00
コンシステンシー特性	液性限界　W_L　(%)	78.2				70.8			70.5	54.8	
	塑性限界　W_P　(%)	46.2				25.1			39.2	26.0	
	塑性指数　I_P	32.0				45.7			31.3	28.8	
分類	地盤材料の分類名	砂質シルト(高液性限界)	粘性土まじり砂質礫	粘性土まじり砂質礫	粘性土質礫質砂	砂まじり粘土(高液性限界)	粘性土質砂質礫	粘性土質砂質礫	礫まじり砂質シルト(高液性限界)	礫まじり砂質粘土(高液性限界)	粘性土質砂質礫
	分類記号	(MHS)	(GS-Cs)	(GS-Cs)	(SCsG)	(GH-S)	(GCsS)	(GCsS)	(MHS-G)	(CHS-G)	(GCsS)
圧密	試験方法										
	圧縮指数　Cc										
	圧密降伏応力 Pc　(kN/m²)										
一軸圧縮	一軸圧縮強さ qu　(kN/m²)										
	〃　(kN/m²)										
	〃　(kN/m²)										
	破壊ひずみ εf　(%)										
	〃　(%)										
	〃　(%)										
	変形係数 E50　(MN/m²)										
	〃　(MN/m²)										
	〃　(MN/m²)										

表 4.4.4　室内土質試験結果一覧（R3-No.3）

孔　番		R3-No.3										
試料番号		3-P-1	3-P-2	3-P-3	3-P-4	3-P-5	3-P-6	3-P-7	3-P-8	3-P-9	3-P-10	3-T-1
地層記号		Dc1	Dc1	Dg1	Dg1	Dc2	Dg1	Dg2	Dg2	Dc3	Dg3	Dc1
上限深度　(GL- m)		3.15	4.15	8.15	12.15	16.15	18.15	22.15	29.15	33.15	38.15	4.50
下限深度　(GL- m)		3.45	4.45	8.45	12.45	16.45	18.45	22.45	29.44	33.45	38.42	5.50
一般	湿潤密度 ρt　(g/cm³)											1.6
	乾燥密度 ρd　(g/cm³)											0.96
	土粒子の密度 ρs　(g/cm³)	2.525	2.705	2.543	2.549	2.652	2.548	2.555	2.548	2.661	2.545	2.733
	自然含水比 Wn　(%)	74.7	61.0	22.9	41.1	59.7	34.6	35.9	20.4	60.9	25.3	67.6
	間隙比　e											1.847
	飽和度 Sr　(%)											98.7
粒度	礫　分　(%)	28.1	4.7	55.1	46.5	18.3	44.2	34.5	55.8	34.7	54.9	0.1
	砂　分　(%)	30.6	42.5	31.3	23.5	53.4	41.1	43.6	30.9	43.3	30.8	26.4
	シルト分　(%)	30.5	35.9	9.7	17.3	16.5	8.8	14.9	8.6	15.9	9.8	41.1
	粘土分　(%)	10.8	16.9	3.9	12.7	11.8	5.9	7.0	4.7	6.1	4.5	32.4
	細粒分含有率Fc　(%)	41.3	52.8	13.6	30.0	28.3	14.7	21.9	13.3	22.0	14.3	73.5
	最大粒径　(mm)	19.00	19.00	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	37.50	26.50	26.50	4.75
	50%粒径　D50　(mm)	0.1500	0.0680	2.9000	1.3000	0.4500	1.7000	0.9600	2.9000	1.0000	2.8000	0.0180
	20%粒径　D20　(mm)	0.0140	0.0074	0.2500	0.0160	0.0220	0.2600	0.0570	0.2800	0.0590	0.2200	0.0015
	10%粒径　D10　(mm)	0.0043	0.0016	0.0300	0.0032	0.0035	0.0220	0.0100	0.8400	0.2000	0.0280	-
	均等係数　Uc	93.00	62.00	210.00	1500.00	190.00	100.00	160.00	160.00	130.00	210.00	-
コンシステンシー特性	液性限界　W_L　(%)	76.7	61.7									75.1
	塑性限界　W_P　(%)	46.5	31.8									35.6
	塑性指数　I_P	30.2	29.9									39.5
分類	地盤材料の分類名	粘性土質礫質砂	砂質シルト(高液性限界)	粘性土まじり砂質礫	粘性土質砂質礫	粘性土質礫質砂	粘性土まじり砂質礫	粘性土質礫質砂	粘性土まじり砂質礫	粘性土質礫質砂	粘性土まじり砂質礫	砂質シルト(高液性限界)
	分類記号	(SCsG)	(MHS)	(GS-Cs)	(GCsS)	(SCsG)	(GS-Cs)	(SCsG)	(GS-Cs)	(SCsG)	(GS-Cs)	(MHS)
圧密	試験方法											段階載荷
	圧縮指数　Cc											0.658
	圧密降伏応力 Pc　(kN/m²)											213.9
一軸圧縮	一軸圧縮強さ qu　(kN/m²)											71.4
	〃　(kN/m²)											76.4
	〃　(kN/m²)											65.4
	破壊ひずみ εf　(%)											2.91
	〃　(%)											2.24
	〃　(%)											3.64
	変形係数 E50　(MN/m²)											3.70
	〃　(MN/m²)											5.20
	〃　(MN/m²)											2.70

表 4.4.5　室内土質試験結果一覧（H2-No.2）

「清掃センター更新総合基本計画策定業務　土質調査報告書(H2.8)」より

孔　番		H2-No.2	
試料番号		DgNo2-1	DgsNo2-2
地層記号		Dg1	Dg1
上限深度　(GL- m)		3.00	8.50
下限深度　(GL- m)		3.50	9.00
一般	湿潤密度 ρt　(g/cm³)		
	乾燥密度 ρd　(g/cm³)		
	土粒子の密度 ρs　(g/cm³)	2.692	2.709
	自然含水比 Wn　(%)	17.6	21.8
	間隙比　e		
	飽和度 Sr　(%)		
粒度	礫　分　(%)	51.8	58.0
	砂　分　(%)	32.3	27.0
	シルト分　(%)	15.9	7.5
	粘土分　(%)		7.5
	細粒分含有率Fc　(%)	15.9	15.0
	最大粒径　(mm)	25.4	38.1
	50%粒径　D50　(mm)		
	20%粒径　D20　(mm)		
	10%粒径　D10　(mm)		
	均等係数　Uc		646.10
コンシステンシー特性	液性限界　W_L　(%)		
	塑性限界　W_P　(%)		
	塑性指数　I_P		
分類	地盤材料の分類名		
	分類記号	(GF)	(GF)
圧密	試験方法		
	圧縮指数　Cc		
	圧密降伏応力 Pc　(kN/m²)		
一軸圧縮	一軸圧縮強さ qu　(kN/m²)		
	〃　(kN/m²)		
	〃　(kN/m²)		
	破壊ひずみ εf　(%)		
	〃　(%)		
	〃　(%)		
	変形係数 E50　(MN/m²)		
	〃　(MN/m²)		
	〃　(MN/m²)		

4.4.1.土粒子の密度

土粒子の密度は、生成物を構成する岩石鉱物、堆積環境、混入物等に左右される。一般的には以下の表の関係が知られている。

表 4.4.1.1　土粒子の密度と土の種類

ρ_s=2.00 以上～2.50	・・・・腐植物が多量に含有する土
ρ_s=2.60～2.80	・・・・普通の土，一般土
ρ_s=2.80～3.00 以下	・・・・砂鉄など重鉱物を含む土

表 4.4.1.2　主な鉱物と土粒子の密度

鉱 物 名	密度 ρ_s(g/cm^3)	土 質 名	密度 ρ_s(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	沖積粘性土層	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

（地盤工学会「地盤材料試験の方法と解説」P.101 より引用）

各地層の土粒子の密度(ρ_s)の一覧を表 4.4.1.3 に、地層毎の土粒子の密度と採取深度の関係を図 4.4.1.1～図 4.4.1.6 に示す。

各地層の土粒子の密度の平均は、砂礫土で ρ_s ＝2.55～2.60、粘性土で ρ_s ＝2.58～2.67 と一般的な洪積土の範囲に含まれる。

表 4.4.1.3　各地層の土粒子の密度

地質時代・地層名			地層記号	試料数	土粒子の密度 ρ_s(g/cm^3)		
					最大	最小	平均
洪積世	扇状地堆積物	第1粘性土層	Dc1	4	2.73	2.36	2.58
		第1砂礫層	Dg1	11	2.71	2.54	2.60
		第2粘性土層	Dc2	2	2.68	2.65	2.67
		第2砂礫層	Dg2	6	2.69	2.55	2.59
		第3粘性土層	Dc3	4	2.69	2.59	2.65
		第3砂礫層	Dg3	3	2.55	2.55	2.55

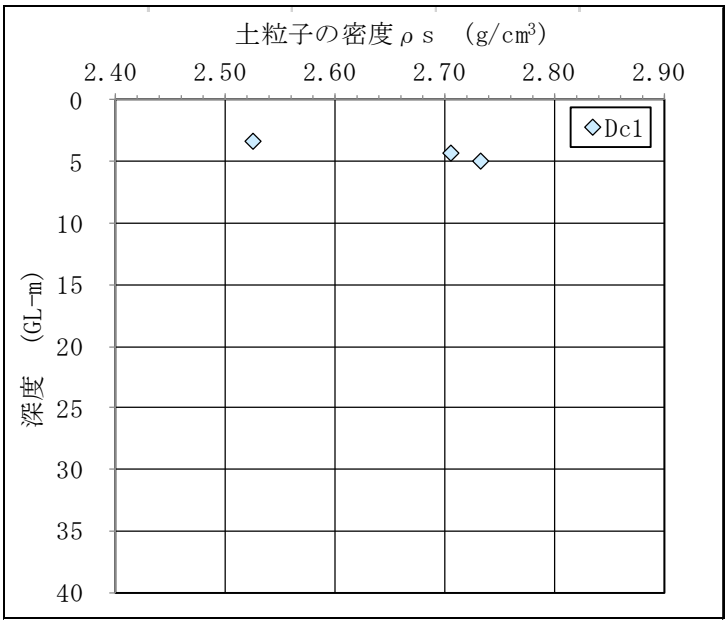


図 4.4.1.1　土粒子の密度と深度分布（Dc1 層）

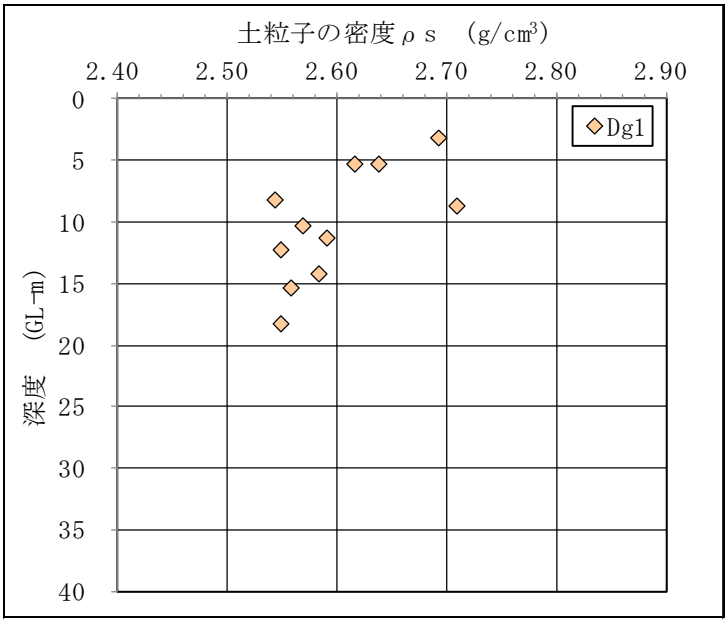


図 4.4.1.2　土粒子の密度と深度分布（Dg1 層）

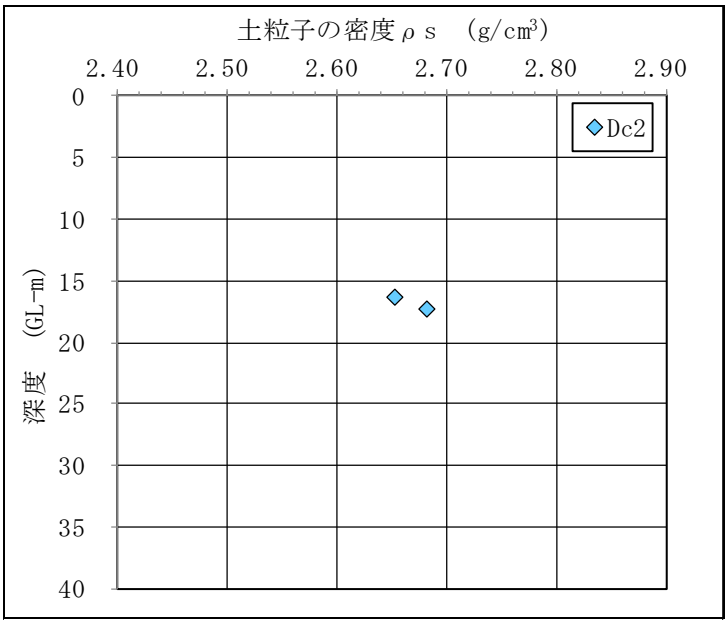


図 4.4.1.3　土粒子の密度と深度分布（Dc2 層）

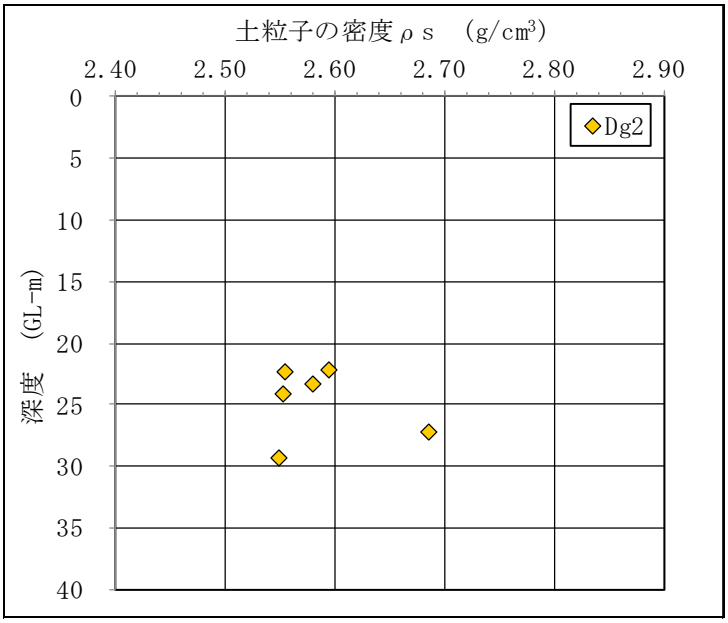


図 4.4.1.4　土粒子の密度と深度分布（Dg2 層）

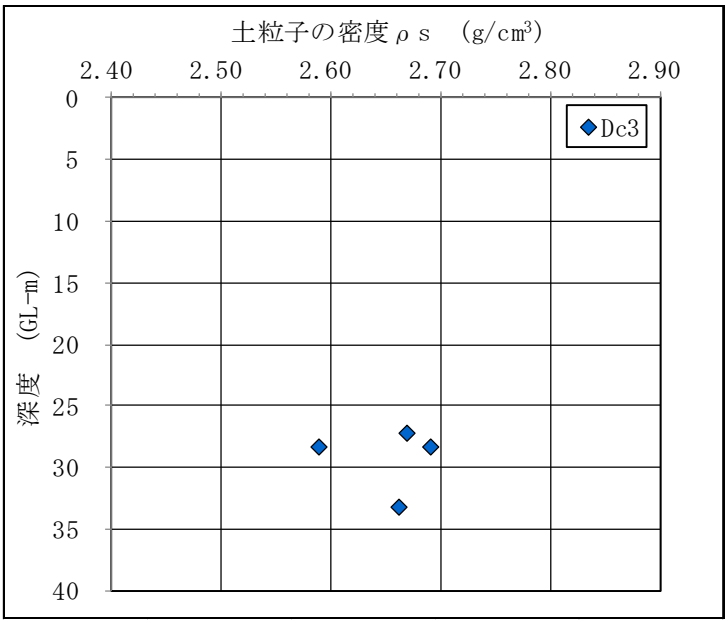


図 4.4.1.5　土粒子の密度と深度分布（Dc3 層）

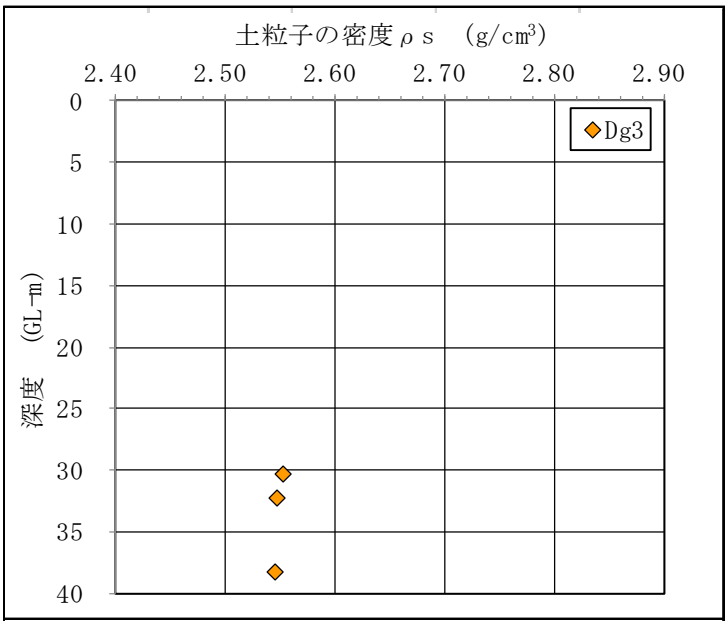


図 4.4.1.6　土粒子の密度と深度分布（Dg3 層）

4.4.2. 自然含水比

土層中の自然含水比は、同一地層であっても応力履歴や不均質性によって変化し、地層が異なれば異なる値を示す。また、一般的に細粒分含有率（F_c）と正の相関を持つことが知られている。表 4.4.2.1 に自然含水比の測定例を示す。

表 4.4.2.1　含水比の測定例

土質名	含水比(%)
沖積層　粘性土	30～150
沖積層　砂質土	10～30
洪積層　粘性土	20～40
関東ローム	80～180
高有機質土	80～1200

（地盤工学会「土質試験の方法と解説」P.151 より引用）

地層毎の自然含水比を表 4.4.2.2 および図 4.4.2.1～図 4.4.2.6 に示す。各地層の自然含水比と細粒分含有率（F_c）の分布を図 4.4.2.7 に示す。

Dc1、Dc2、Dc3 層は洪積の粘性土の一般値よりもやや高い値を示す。

Dg1、Dg2、Dg3 層の平均含水比は 30%程度であり，地層別に大きな差は見られない。

表 4.4.2.2　地層毎の自然含水比

地質時代・地層名			地層記号	試料数	自然含水比Wn(%)		
					最大	最小	平均
洪積世	扇状地堆積物	第1粘性土層	Dc1	4	74.7	61	69.1
		第1砂礫層	Dg1	11	52.4	8.8	27.5
		第2粘性土層	Dc2	2	59.7	53.3	56.5
		第2砂礫層	Dg2	6	36.1	20.4	29.4
		第3粘性土層	Dc3	4	88.4	42.8	64.6
		第3砂礫層	Dg3	3	38.1	25.3	30.3

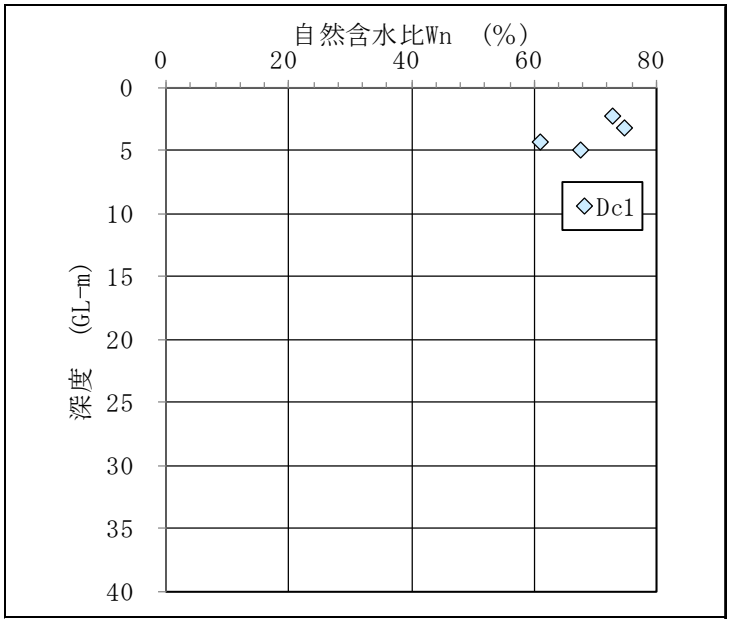


図 4.4.2.1　自然含水比と深度分布（Dc1 層）

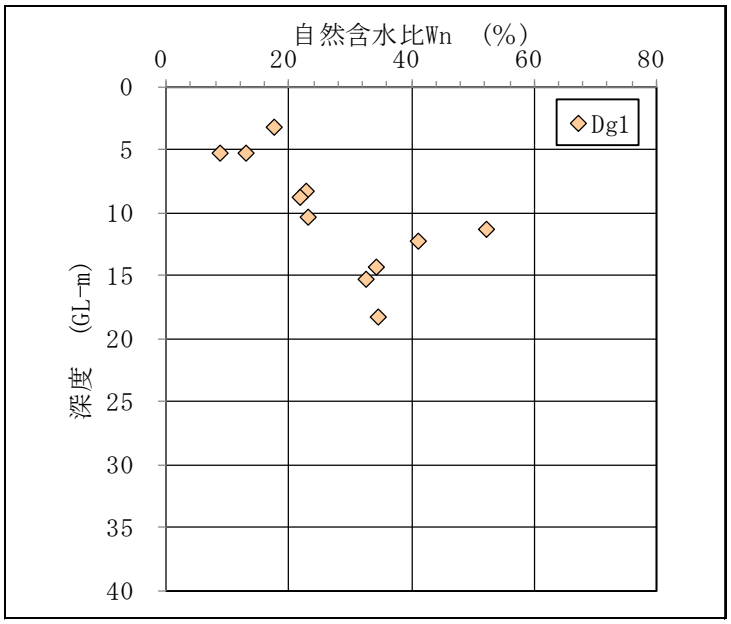


図 4.4.2.2　自然含水比と深度分布（Dg1 層）

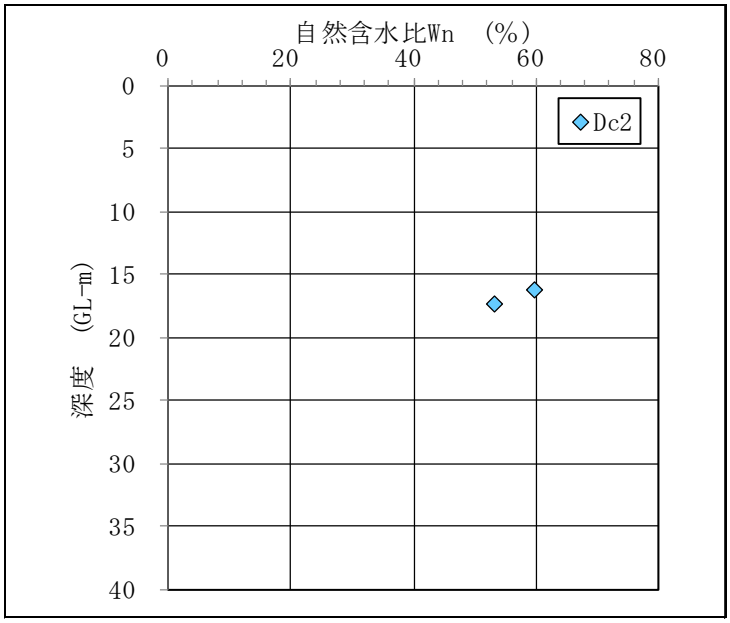


図 4.4.2.3　自然含水比と深度分布（Dc2 層）

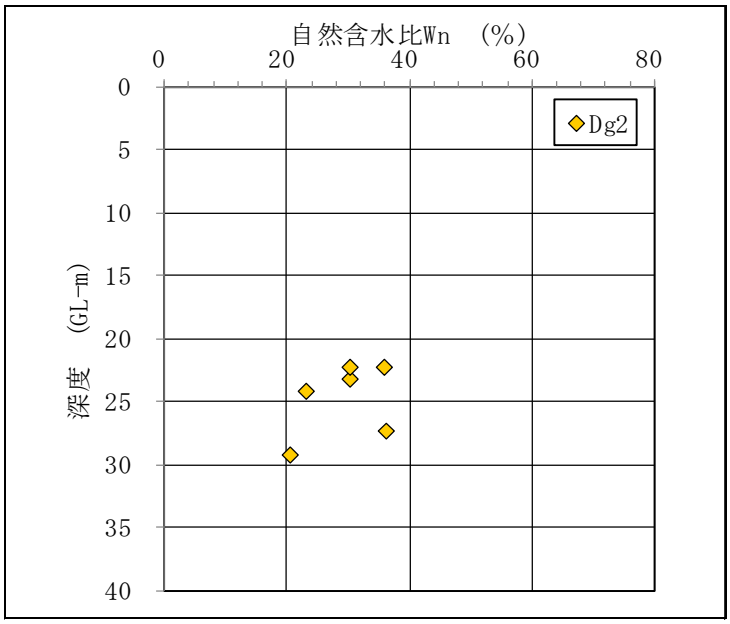


図 4.4.2.4　自然含水比と深度分布（Dg2 層）

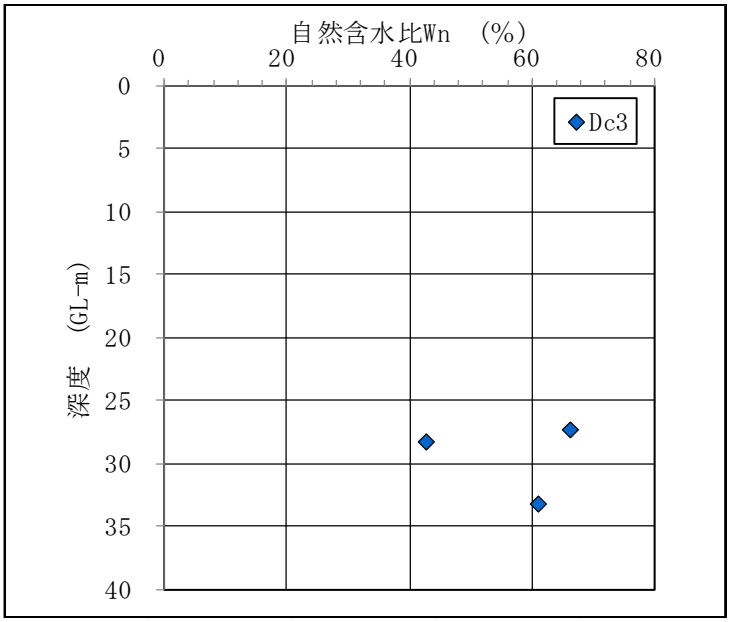


図 4.4.2.5　自然含水比と深度分布（Dc3 層）

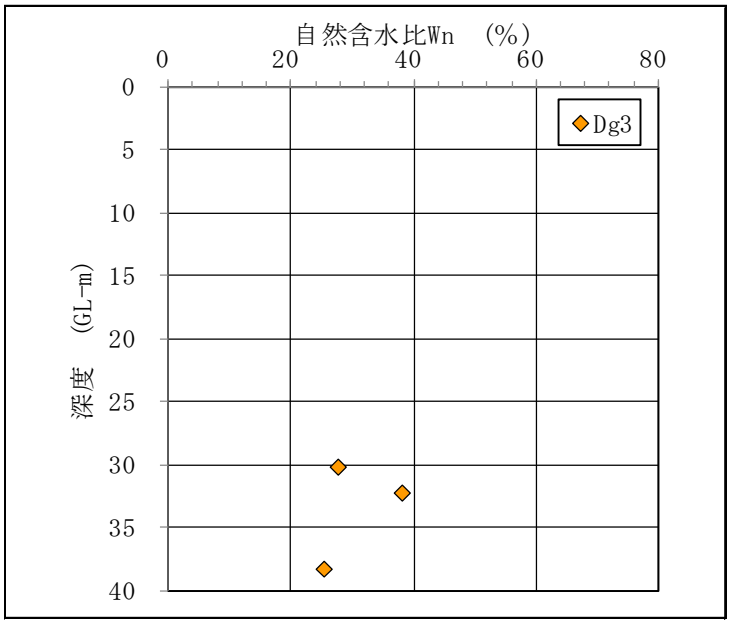


図 4.4.2.6　自然含水比と深度分布（Dg3 層）

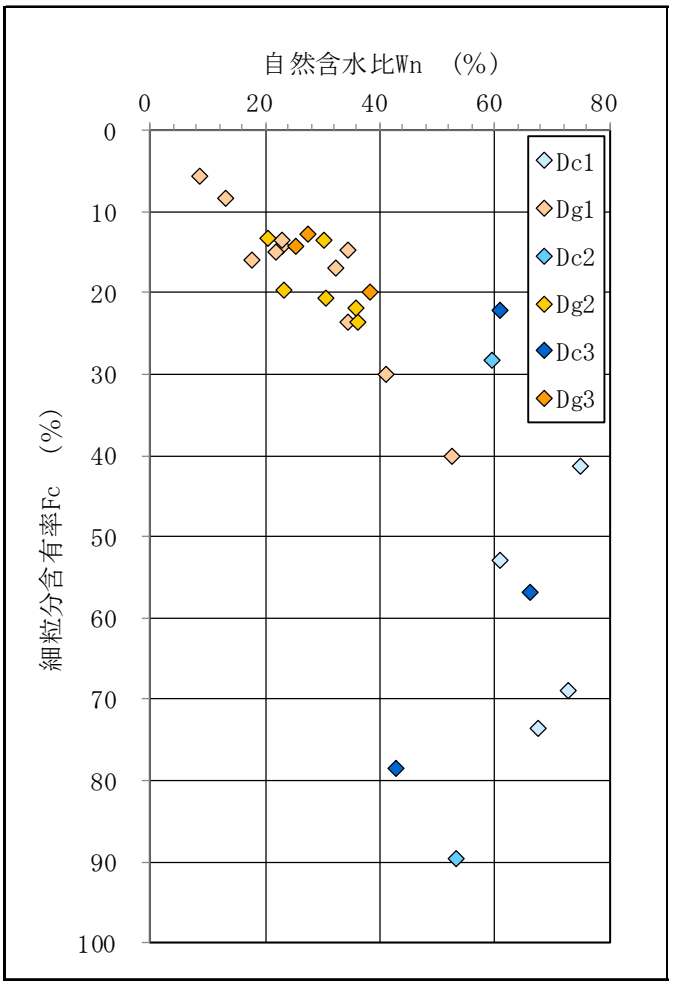


図 4.4.2.7　自然含水比と細粒分含有率の関係

4.4.3.粒度特性

土を構成する土粒子の粒径の分布状態を粒度といい、土の物理的性質や力学的性質と密接な関係があり、土の工学的分類のための指標や建築材料としての適性の判定や施工法の決定などに利用される。一般的に土粒子の分布状態を粒径とその粒径より小さい粒子の質量百分率の関係を示した粒径加積曲線で表される。土粒子の粒径区分とその名称を図 4.4.3.1 に示す。

試験結果は「JGS 0051 地盤材料の工学的分類」に基づき分類するほか、図 4.4.3.2 に示す「粒径加積曲線」として整理する。

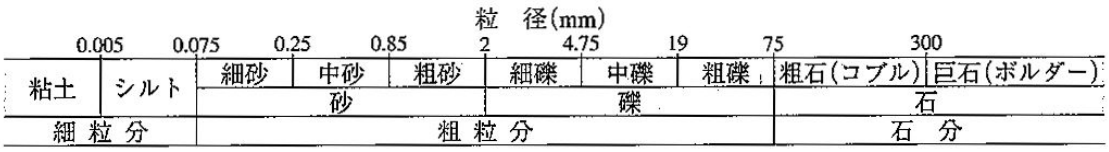


図 4.4.3.1　土粒子の粒径区分とその名称

（地盤工学会「土質試験 基本と手引き」P.27 より引用）

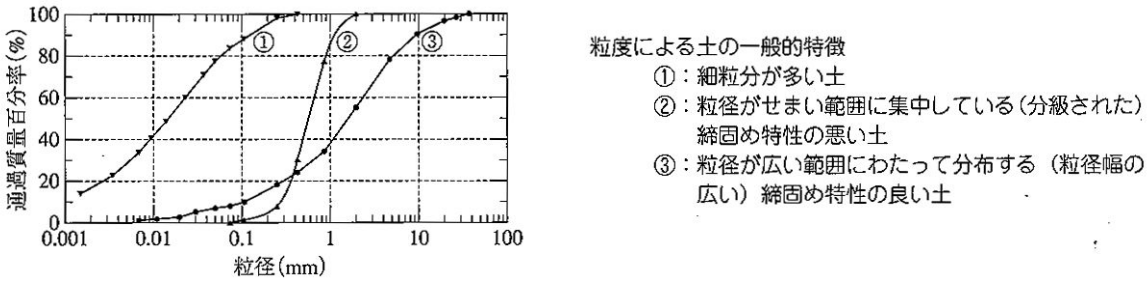


図 4.4.3.2　土の粒径加積曲線の例

（地盤工学会「土質試験 基本と手引き」P.27 より引用）

地層毎の平均的な粒度分布を図 4.4.3.3、地層別の粒径加積曲線を図 4.4.3.4～図 4.4.3.9 に示す。

洪積の粘性土層（Dc1 層、Dc2 層、Dc3 層）は礫分 10～15%程度、砂分 30%程度、細粒分 55～60%程度と細粒分を主体とした地層であり、工学分類上は砂質シルト～砂質粘土に分類されることが多い。

洪積の砂礫層（Dg1 層、Dg2 層、Dg3 層）は礫分が 50%程度、砂分が 30～35%程度、細粒分が 15～20%程度と工学分類上はシルト混じり砂質礫と分類されることが多い。

地質時代・地層名			地層記号	試料数	礫分（%）	砂分（%）	細粒分（%）	
							シルト分	粘土分
洪積世	扇状地堆積物	第1粘性土層	Dc1	4	8.7	32.2	37.8	21.3
		第1砂礫層	Dg1	11	48.0	34.0	18.0	
		第2粘性土層	Dc2	2	9.3	31.8	23.5	35.5
		第2砂礫層	Dg2	6	49.3	31.9	11.5	7.3
		第3粘性土層	Dc3	4	14.0	28.7	32.0	25.4
		第3砂礫層	Dg3	3	50.7	33.7	9.7	5.9

※少数点第二位で四捨五入しているため必ずしも合計が100にならない

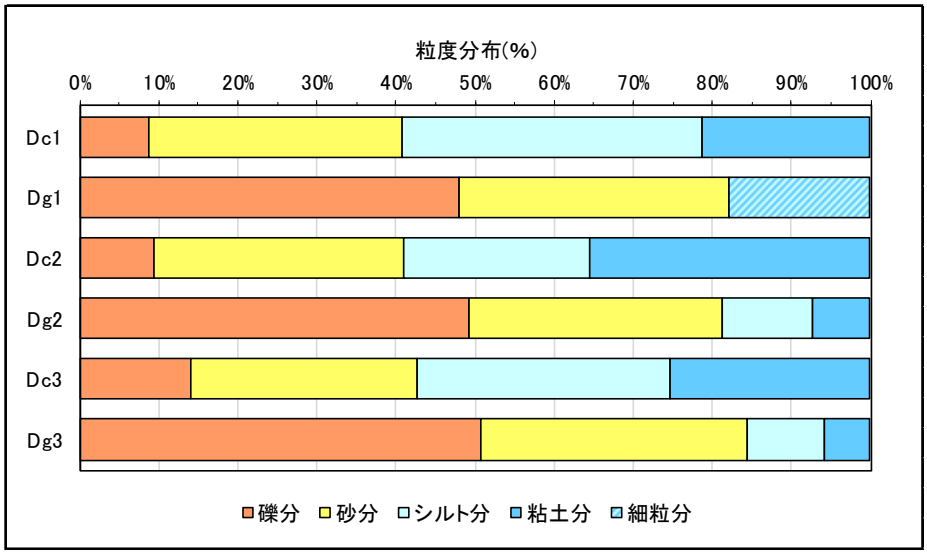


図 4.4.3.3　地層毎の粒度分布

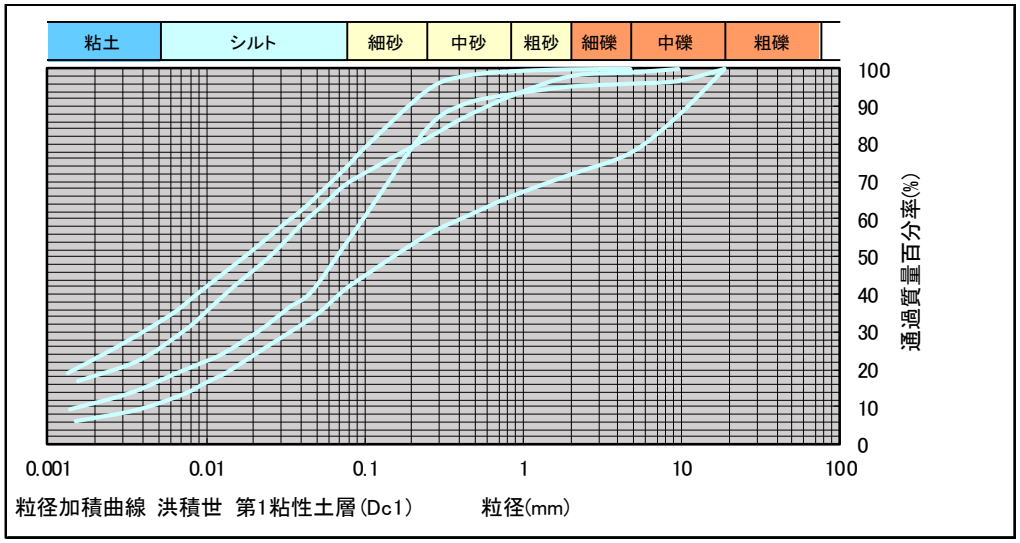


図 4.4.3.4　粒径加積曲線（Dc1 層）

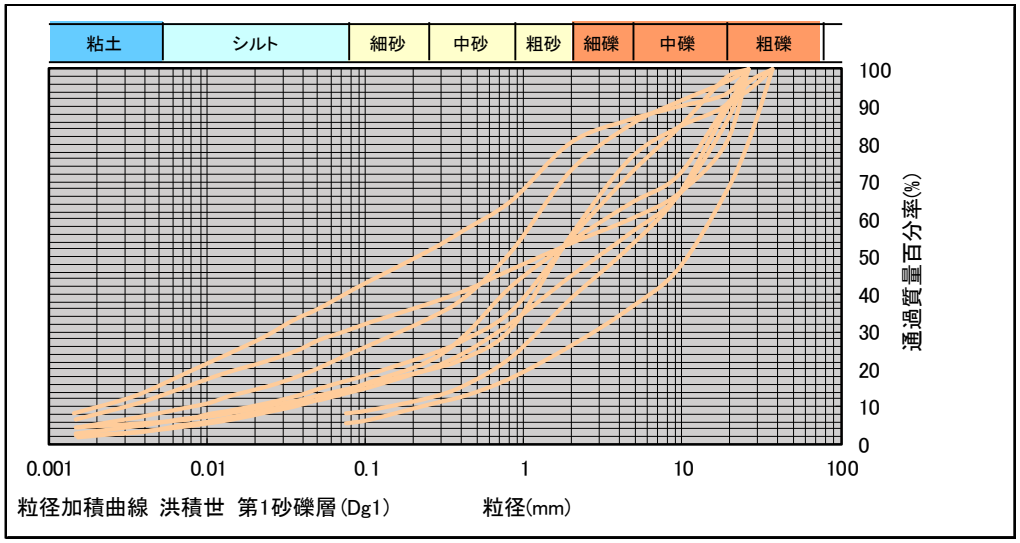


図 4.4.3.5　粒径加積曲線（Dg1 層）

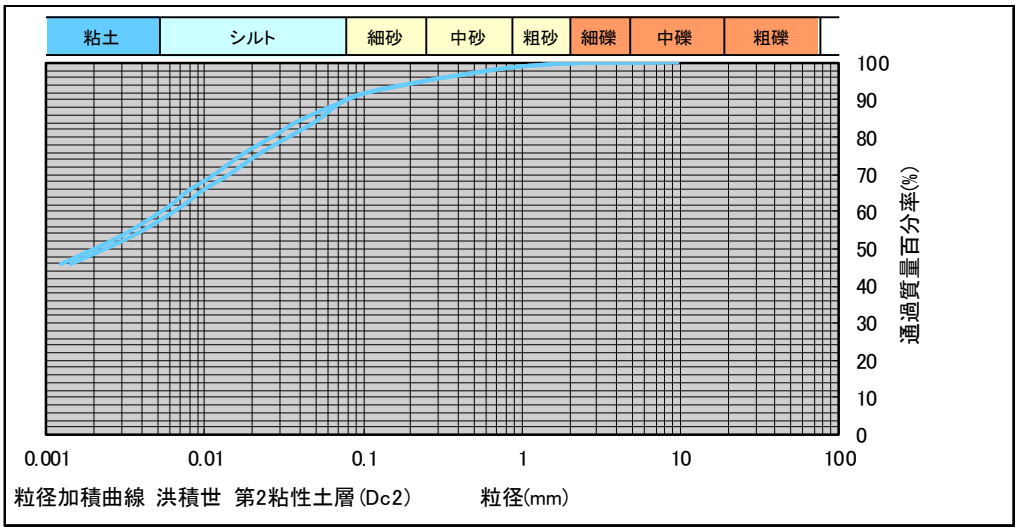


図 4.4.3.6　粒径加積曲線（Dc2 層）

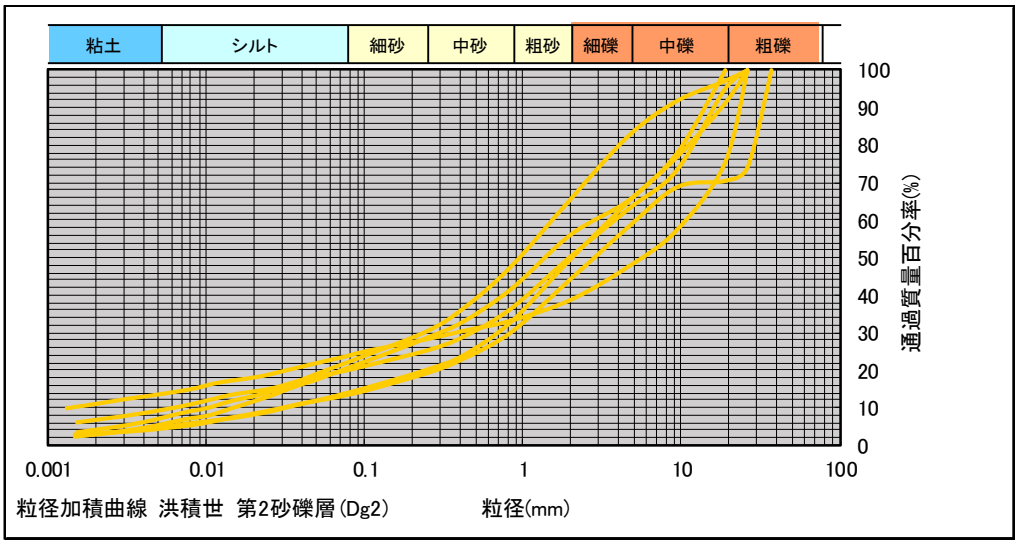


図 4.4.3.7　粒径加積曲線（Dg2 層）

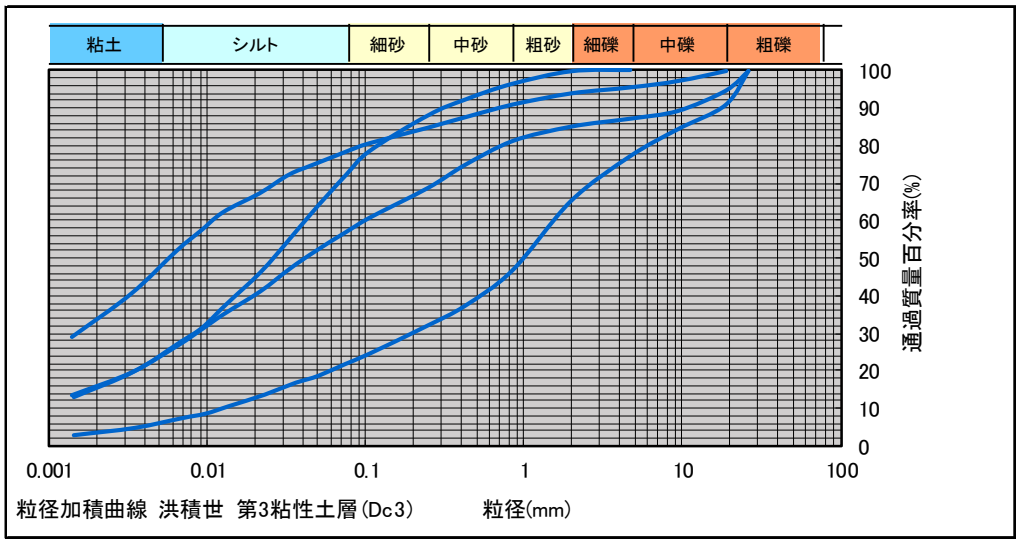


図 4.4.3.8　粒径加積曲線（Dc3 層）

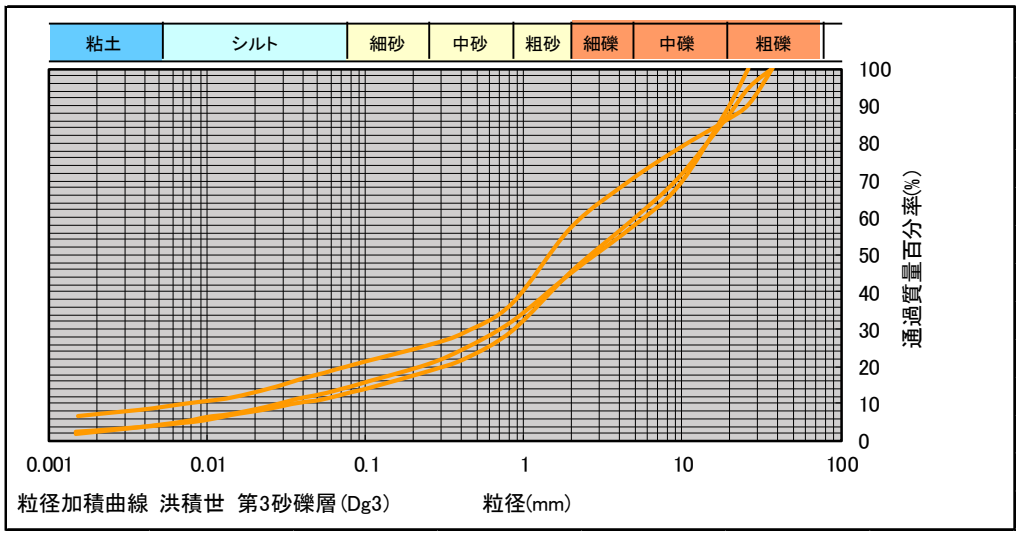


図 4.4.3.9　粒径加積曲線（Dg3 層）

4.4.4. コンシステンシー特性

細粒土は含水量の多少により液体状、塑性状、半固体状、固体状に変化する。このような土の含水量の変化による状態の変化や変形に対する抵抗の大小を総称してコンシステンシーといい、細粒分の多い土の工学的性質に大きく寄与する。土が塑性状から液状に移るときの境界の含水比を液性限界 W_L、塑性状から半固結状に移るときの含水比を塑性限界 W_P、この差を塑性指数 I_P と呼び、液性限界、塑性限界は収縮限界 W_s と併せてコンシステンシー限界という。コンシステンシーの概念図を図 4.4.4.1、一般的な測定例を表 4.4.4.1 に示す。

塑性図は、図 4.4.4.2 に示すように、縦軸に塑性指数、横軸に液性限界をとり、A 線：I_P＝0.73（W_L-20)、B 線：W_L＝50 の 2 本の直線を引くことにより 4 つの区画に分けて、塑性、圧縮性、透水性などの概略を知ることができる。A 線の上側を塑性領域、下側を非塑性領域、B 線の左側を高圧縮性領域、右側を非圧縮性領域と呼ばれ、これらの組み合わせで CL、CH、ML、MH の 4 つに分類される。

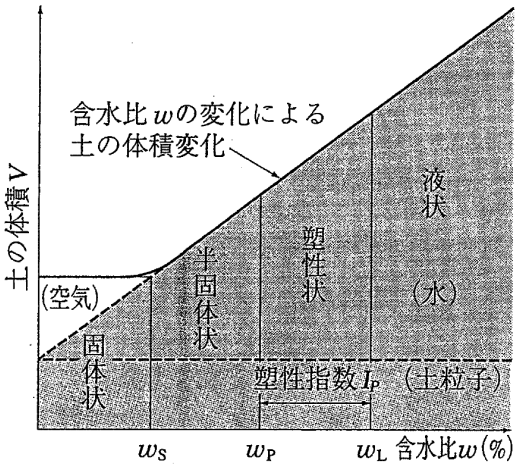


図 4.4.4.1　土のコンシステンシー

（地盤工学会「土質試験 基本と手引き」P.39 より引用）

表 4.4.4.1　液性限界と塑性限界の測定例

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

（地盤工学会「地盤材料試験の方法と解説」P.146 より引用）

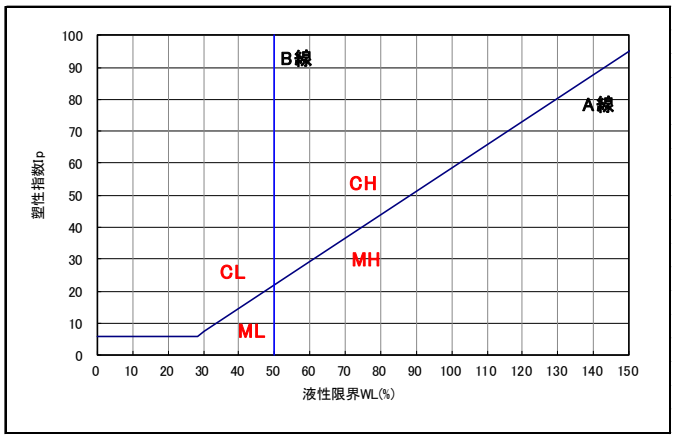


図 4.4.4.2　塑性図

地層毎のコンシステンシー特性の試験値の平均を表 4.4.4.2、地層毎の塑性図を図 4.4.4.3 に示す。

洪積の粘性土層である Dc1、Dc2、Dc3 層は、液性限界 W_L は 70%程度と一般値と同程度、塑性限界 W_P は 25～40%程度と一般値と同程度となった。塑性指数 I_P は 15 以上となる。塑性図では概ね B 線の右側非圧縮領域に分布しており、大きく土性の異なる試料はない。

表 4.4.4.2　地層毎のコンシステンシー特性の平均値

地質時代・地層名			地層記号	試料数	液性限界 W_L（%）			塑性限界 W_P（%）			塑性指数 I_P（%）		
					最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均
洪積世	扇状地堆積物	第1粘性土層	Dc1	4	78.2	61.7	72.9	46.5	31.8	40.0	39.5	29.9	32.9
		第1砂礫層	Dg1	1	－	－	50.3	－	－	36.5	－	－	13.8
		第2粘性土層	Dc2	1	－	－	70.8	－	－	25.1	－	－	45.7
		第3粘性土層	Dc3	3	81.8	54.8	69.0	41	26	35.4	40.8	28.8	33.6

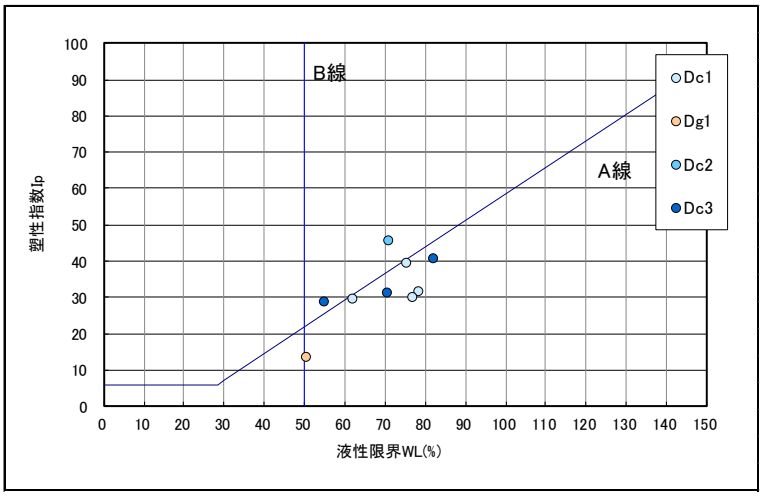


図 4.4.4.3　地層別の分布

4.4.5.湿潤密度

土の湿潤密度試験は土全体の単位体積質量を計測することを目的とし、粘性土を対象にする試験である。湿潤密度は間隙に含まれる水の量によって変化し、密度が大きければ地盤が良く締まっており、小さければ緩く軟弱な地盤となり、圧密沈下の計算や土圧計算などに利用される。試験はサンプリングにより採取した乱さない試料を使用した。湿潤密度の測定例を表 4.4.5.1 に示す。

表 4.4.5.1　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ρt（g/cm³）	1.2～1.8	1.6～2.0	1.6～2.0	1.2～1.5	0.8～1.3
乾燥密度ρd（g/cm³）	0.5～1.4	1.2～1.8	1.1～1.6	0.6～0.7	0.1～0.6
含水比（%）	30～150	10～30	20～40	80～180	80～1200

（地盤工学会「地盤材料試験の方法と解説」P.181 より引用）

Dc1 層の湿潤密度を表 4.4.5.2 に示す。

洪積の粘性土層である Dc1 層の湿潤密度 ρ_t は 1.600 と一般値の範囲内であるが、やや小さい値を示す。

表 4.4.5.2　地層毎の湿潤密度

地層名	地層記号	採取深度（GL-m）	湿潤密度 ρ_t(g/cm³)
洪積世　第1粘性土層	Dc1	4.50～5.50	1.600

4.4.6.一軸圧縮強度

一軸圧縮試験は、自立した供試体に対して拘束力が作用しない状態で圧縮する試験であり、主に粘性土を対象とする。その際の最大圧縮応力を一軸圧縮強度 q_u といい、地盤の土圧、支持力、斜面安定などの強度定数に利用される。また、一軸圧縮強度 q_u は自然状態での粘着力 C_u と式 4.4.6.1 の関係で表される。

$$C_u = \frac{1}{2} \times q_u \times \tan\left(45° + \frac{\Phi}{2}\right) \quad \cdots \text{式 4.4.6.1}$$

ここで粘性土の内部摩擦角 ϕ は 0° と考えれば、C_u と q_u は式 4.4.6.2 の関係となる。

$$C_u = \frac{1}{2} \times q_u \quad \cdots \text{式 4.4.6.2}$$

試験はサンプリングにより採取した乱さない試料を使用した。

一軸圧縮強度 q_u の目安を表 4.4.6.1、N 値とコンシステンシー、一軸圧縮強度の関係を表 4.4.6.2 に示す。

表 4.4.6.1　一軸圧縮強度の目安

軟弱粘土	普通粘土	硬質粘土	固結粘土
20KN/m²以下	20～200kN/m²	200～2000kN/m²	2000kN/m²以上
←――― 沖積粘土 ―――→		←――― 洪積粘土 ―――→	

（地盤工学会「土質試験 基本と手引き」P.151 より引用）

表 4.4.6.2　N 値とコンシステンシー、一軸圧縮強さの関係　（Terzaghi・Peck）

N値	qu(kN/m²)	コンシステンシー
0 ～ 2	0.0 ～ 24.5	非常に柔らかい
2 ～ 4	24.5 ～ 49.1	柔らかい
4 ～ 8	49.1 ～ 98.1	中位の
8 ～ 15	98.1 ～ 196.2	硬い
15 ～ 30	196.2 ～ 392.4	非常に硬い
30 ～	392.4 ～	固結した

（地盤工学会「地盤調査の方法と解説」P.308 より引用）

表 4.4.6.3 に Dc1 層の一軸圧縮強度を示す。

洪積の粘性土層である Dc1 層は、一軸圧縮強度 q_u は 70kN/m² 程度であり、一般値よりも小さな値を示したが、代表 N 値と比較すると大きい値となった。

表 4.4.6.3　一軸圧縮試験結果

地層名	地層記号	試料数	代表N値	一軸圧縮強度 q_u(kN/m²)		
				最大	最小	平均
洪積世　第1粘性土層	Dc1	1	1	76.4	65.4	71.1

※1回のサンプリングから最大3つの供試体を作成して使用

4.4.7.圧密特性

圧密試験は粘性土層を対象に地盤の沈下量や沈下時間の推定に必要な圧縮性と圧密速度などの圧密定数および圧密降伏応力 P_c を求めることを目的として行われる試験であり、圧密降伏応力 P_c と有効土被り圧との比較から、過圧密粘土、正規圧密粘土の判定にも利用される。

粘土の圧縮性と圧密速度は、主として塑性に依存し、圧縮性を表す指標である圧縮指数 C_c は、液性限界 W_L と強い相関を示す。通常の沖積粘土は C_c＝0.3～1.0 の範囲となる。

自然の粘土の圧密曲線は図 4.4.7.1 に示すように圧密圧力が小さい間は勾配も小さいが、ある圧力を境にして急増して一定値（C_c）となり、直線的となる。この境界の圧密圧力を圧密降伏応力 P_c という。P_c より低い応力域を過圧密領域といい、粘土は弾性（可逆）的な挙動をする。これに対して P_c より高い応力域を正規圧密領域といい、粘土は塑性（非可逆）的な挙動をする。

通常の沖積粘土は、現在地中で受けている有効応力 P_0（有効土被り圧）で圧密終了しているので、P_0＝P_c の関係にある。この状態にある粘土を正規圧密粘土といい、上載圧が増加すると大きな沈下を生じる。

これに対し、例えば洪積粘土のように、地盤の変動や侵食により、過去に受けた圧密が減少し P_0＜P_c の状態にある粘土を過圧密粘土といい、その比 P_c/P_0 を過圧密比 OCR という。過圧密粘土は P_c が上載圧＋P_0 を超えない限り沈下は小さい。

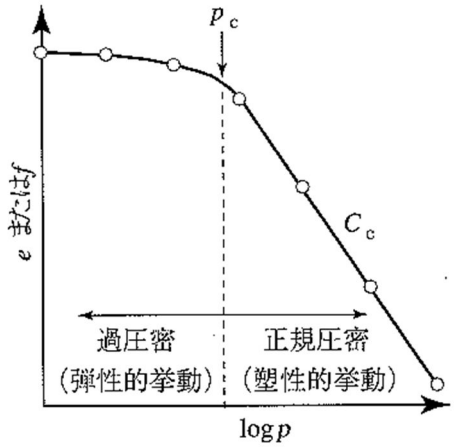


図 4.4.7.1　圧縮曲線の例

（地盤工学会「土質試験 基本と手引き」P114）

表 4.4.7.1 に Dc1 層の圧密試験結果、図 4.4.7.2 に圧密降伏応力 P_c と有効上載圧 P_0 の関係を示す。

洪積の粘性土層である Dc1 層は OCR＝3.4 と P_c>P_0 であり、「過圧密」状態である。圧密指数 C_c は 0.658 と圧縮性は大きくない。

表 4.4.7.1　圧密試験結果

地層名	記号	Bor.名	試料名	深度 GL-(m)	圧縮指数 Cc	圧密降伏応力 P_c (kN/m^2)	有効土被り圧 P_0 (kN/m^2)	過圧密比 OCR
洪積世　第1粘性土層	Dc1	R3-No.3	3-T-1	4.50～5.50	0.658	213.89	63.00	3.4

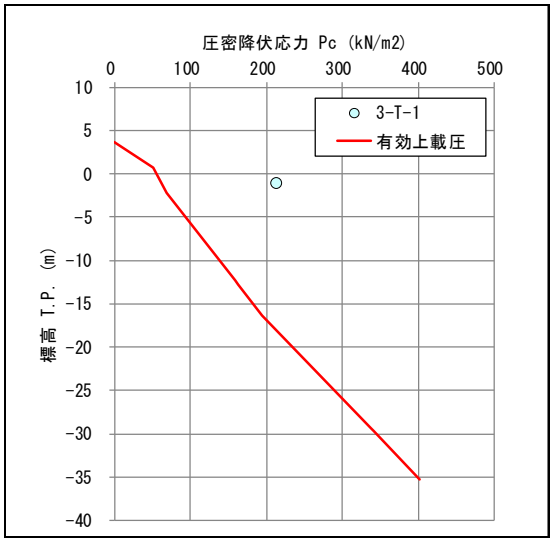


図 4.4.7.2　圧密降伏応力と有効上載圧の関係（3-T-1(R3-No.3):Dc1）