

平成27年度 委託 第8号

新環境工場等建設に伴う地質調査業務委託

報告書

平成 28 年 3 月

菊池環境保全組合

八洲開発株式会社

## 目 次

1 . 業務概要	1
2 . 地形・地質概要	6
3 . 調査方法	9
3 . 1 調査ボーリング	9
3 . 2 標準貫入試験	10
3 . 3 孔内水平載荷試験	11
3 . 4 シンウォールサンプリング	13
3 . 5 室内土質試験	14
3 . 6 現場浸透試験	15
4 . 調査結果	18
4 . 1 調査ボーリング	18
4 . 2 標準貫入試験	24
4 . 3 孔内水位	26
4 . 4 孔内水平載荷試験	34
4 . 5 室内土質試験	54
4 . 6 現場浸透試験	92
5 . 総合解析とりまとめ	93
5 . 1 地形地質概要	93
5 . 2 敷地内の地質分布	98
5 . 3 地盤定数の設定	105
5 . 4 盛土材料の検討	114
5 . 5 地盤の工学的性質と支持地盤の設定	120
5 . 6 地盤の透水性の検討	122
5 . 7 基礎形式の検討	124
5 . 8 設計・施工上の留意点	125
5 . 9 今後の調査計画について	131

< 巻末資料 >

- 1 . ボーリング柱状図・コア写真
- 2 . 孔内水平載荷試験データシート
- 3 . 室内土質試験データシート
- 4 . 現場浸透試験データシート
- 5 . 現場記録・室内土質試験写真集

< 別途提出 >

- 1 . コア箱 . . . . . 5 組 6 2 箱
- 2 . 電子媒体 (CD-R) . . . 2 枚

< 参考文献リスト >

- 「ボーリング柱状図作成要領(案) 解説書」建設大臣官房技術調査室監修  
(財)日本建設情報総合センター 平成 11 年
- 「地盤調査の方法と解説」 地盤工学会 平成 25 年
- 「地盤材料試験の方法と解説」 地盤工学会 平成 22 年
- 「増補改訂雨水浸透施設技術指針(案) 調査計画編」  
雨水浸透施設技術協会編 平成 18 年
- 「設計要領 第一集 土工編」NEXCO 平成 18 年
- 「設計要領 第二集 橋梁建設編」NEXCO 平成 20 年
- 「熊本県地質図(10 万分の 1)」熊本県地質図編纂委員会 平成 20 年
- 「熊本市周辺地盤図」熊本県地質調査業協会地盤図編纂委員会 平成 15 年

## 1. 業務概要

本業務は、菊池環境保全組合が平成 25 年度に策定した「菊池環境保全組合循環型社会形成推進地域計画」に基づき、新環境工場等（ごみ処理施設及び一般廃棄物最終処分場）整備事業を推進するために必要な、地質調査等を行うことを目的とした。

以下に、業務の概要について記す。

(1) 委 託 名 平成 27 年度 委託第 8 号 新環境工場等建設に伴う地質調査業務委託

(2) 業 務 場 所 菊池環境保全組合事務局および合志市幾久富地内

(3) 業 務 期 間 自 平成 28 年 1 月 5 日  
至 平成 28 年 3 月 21 日

(4) 業 務 内 容 地質調査業務

調査ボーリング	5 箇所 延 313.0m
標準貫入試験	n=300 回
孔内水平載荷試験	n=18 回
シンウォールサンプリング	n=6 本
室内土質試験	1 式
現場浸透試験	n=2 回
解析等調査	1 業務

詳細は、表 1.1「実施数量表」参照。

(5) 発 注 者 菊池環境保全組合

監督員：建設推進課 主査 川俣 洋一郎

(6) 受 託 者 八洲開発株式会社

熊本市東区月出 1 丁目 1 番 52 号

TEL 096(384)3225 FAX 096(382)7039

管理技術者 井形 秀一

技術士・応用理学部門（地質）、地質調査技士

ボーリング責任者 矢住 文博

地質調査技士，一級さく井技能士

表1.1 実績数量表

	機械ボーリング										シンウオール サンプルリ ング	
	粘性土	砂・砂質土	礫混じり土砂	固結粘土	玉石混り土	小計	粘性土	砂・砂質土	小計	粘性土		合計
	φ66mm50m超80m以下						φ86mm 50m超80m以下					
Bor No.5	4.7	34	13.1	5.2		57	6		6		63	3
Bor No.6	14.5	30.4	6.7	3.4		55	6		6		61	3
Bor No.7	14.45	32.55	5	0		52			0		52	
Bor No.8	22.05	29.55	11.5	1.9		65			0		65	
別孔1						0			0	8	8	
別孔2						0			0	4	4	
Bor No.9	11.6	29.15	11.2	4.05	4	60			0		60	
小計	67.3	155.65	47.5	14.55	4	289	12	0	12	12	313	6

	標準貫入試験						孔内水平 載荷試験
	粘性土・ シルト	砂・砂質土	礫混じり 土砂	固結粘土	玉石混り土	小計	
Bor No.5	10	34	14	5		63	3
Bor No.6	19	30	8	3		60	4
Bor No.7	14	32	6	0		52	3
Bor No.8	22	29	12	2		65	4
Bor No.9	11	29	12	4	4	60	4
小計	76	154	52	14	4	300	18

	室内土質試験 直接基礎可能性確認関連						
	土粒子の 密度試験	土の含水 比試験	土の粒度試験 (沈降分析)	土の液性 限界試験	土の塑性 限界試験	土の湿潤 密度試験	土の圧密試験
Bor No.5	3	3	3	3	3	3	3
Bor No.6	3	3	3	3	3	3	3
小計	6	6	6	6	6	6	6

	原位置試験
	現場浸透試験
小計	2

	室内土質試験 締固め試験関連 表層から手掘りて採取した試料											
	突固めによる土の締固め試験										CBR試験	
	試料採取	土粒子の 密度試験	土の含水 比試験	土の粒度試験 (沈降分析)	土の液性 限界試験	土の塑性 限界試験	突固めによる 土の締固め試 験	供試体作成	土の含水 比試験	締固め土の三 軸圧縮試験 (UU)	試料採取	CBR試験
	4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	4	7
小計	4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	4	7

	運搬工	現場内小運搬					解析等調査業務費					
		人肩運搬 ~50m	クローラ ~100m	準備及び 跡片付け	給水費	足場仮設 平坦地	搬入路 伐採	既存資料 の収集	資料整理 とりまとめ	断面図等 の作成	総合解析 とりまとめ	打合せ協議
Bor No.5	2		1.3	1	1	1	100	1	1	1	1	1
Bor No.6					1	1						
Bor No.7					1	1						
Bor No.8					1	1	100					
Bor No.9					1	1	100					
小計	2		1.3	1	5	5	300	1	1	1	1	1

## (7) 使用機器

表 1.2 使用機械・機器一覧表

名 称	規格・性能	数 量	適用
ロータリー式試錐機	掘削能力 100m 級	3 台	ボーリング
発動機	YANMAR NFD-8	3 台	試錐機駆動
送水ポンプ	毎分 30 L	3 台	掘削用水
ロッド	3.0 m、2.0 m、1.0 m、0.5 m	3 式	
ケーシング	86 mm ~ 116 mm	3 式	
コアチューブ	66、86 mm	3 式	シングル,ダブル
三又櫓	4.0 m	3 基	
標準貫入試験器	JIS A 1219	3 組	N 値測定
手動式水位計	ポータブル	3 台	水位測定
孔内水平載荷試験機材	LLT	1 組	
シンウォール サンプラー	水圧式	1 式	試料採取
足場仮設資材	足場パイプ、床板、角材、雑材 料	3 組	平坦足場
測量器具	レベル、光波等	1 式	
トラック	2t 車,3t ユニック車	1 式	資材運搬
不整地運搬車		1 台	資材運搬
バックホウ		1 台	現場浸透試験用 ピット掘削
室内土質試験器具		1 式	
その他機材		1 式	

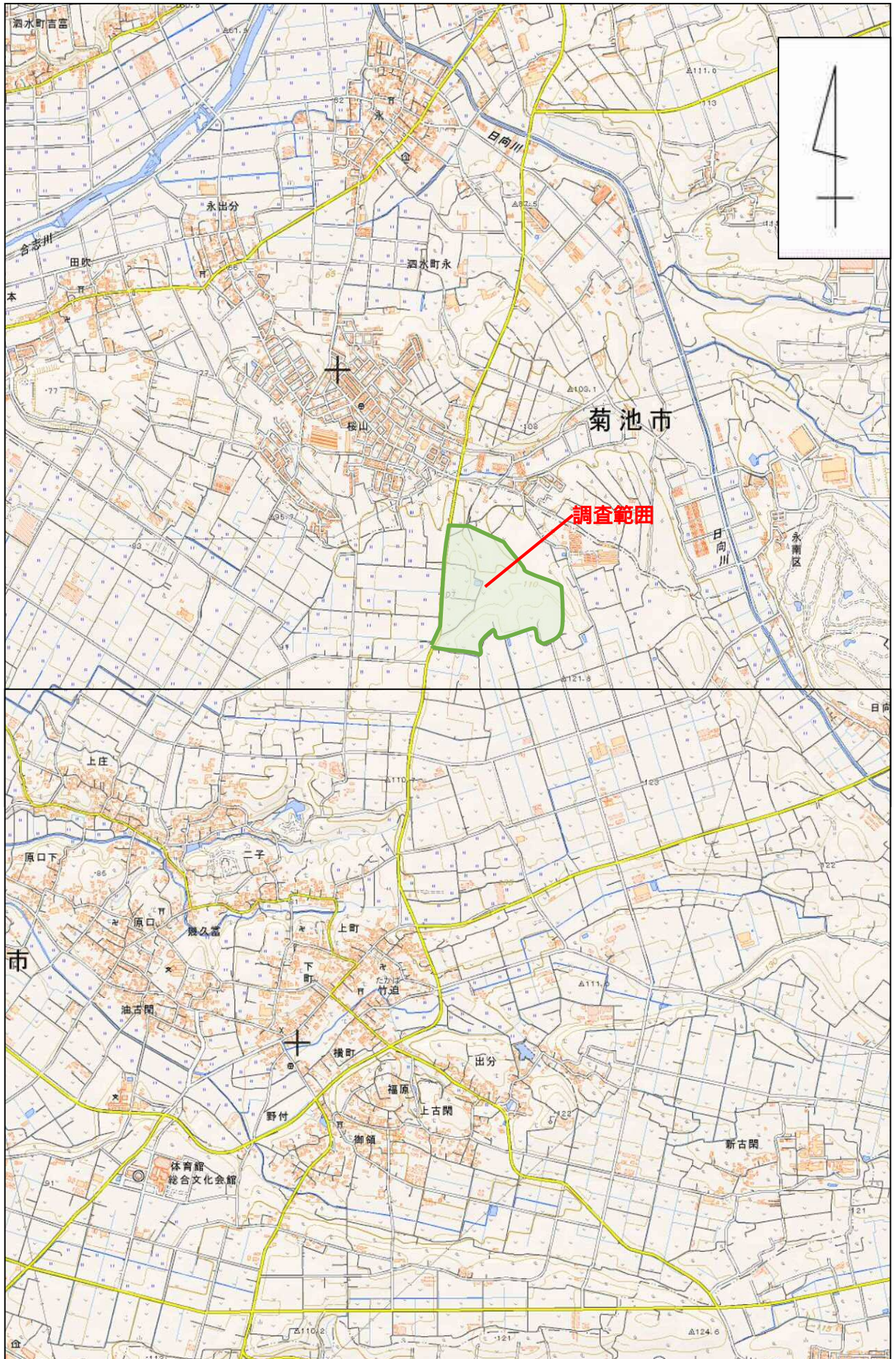
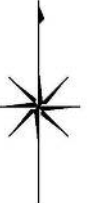


图 1.1 調査地案内図 (S=1:25,000)



### 凡 例

- 本調査ボーリング位置
- 既往調査ボーリング位置
- 本調査浸透試験位置
- 既往調査浸透試験位置
- ▲ 室内土質試験試料採取位置
- 地質断面線

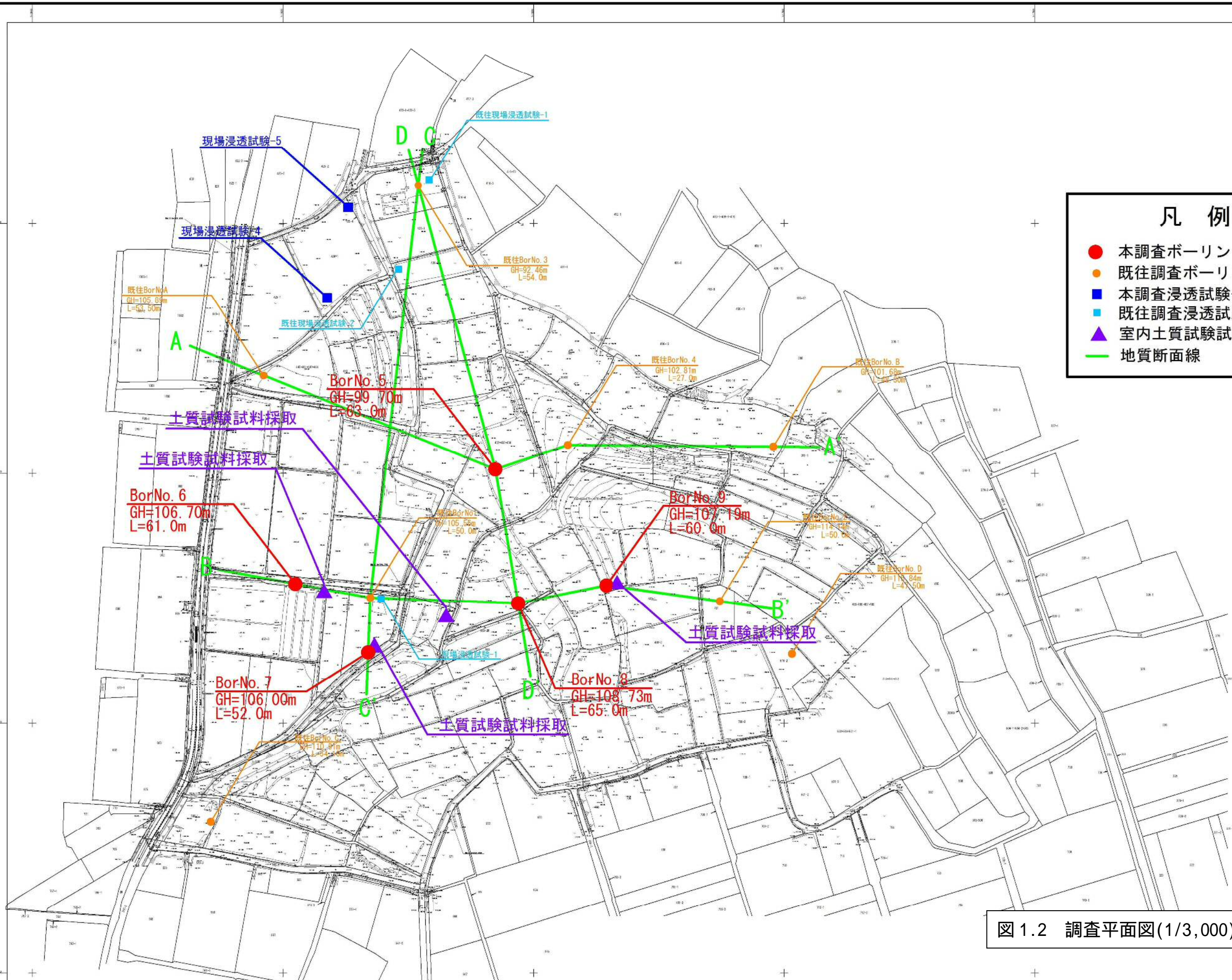


図 1.2 調査平面図(1/3,000)

工事名	平成	年度	工事
名称	河津橋工体設備工事		
工事箇所	合宿所 敷地内		
図面種類	平面図		
縮尺	5:1,000		
図面	全 1 葉 第 1 号		
図況			
製図者	新 潟 県 保 安 社 計 画		



## 2. 地形・地質概要

調査地は、図 1.1「調査位置案内図」に示す合志市幾久富地内にあり、合志市役所より北北東約 3.0km の地点にあたる。当地は、北の合志川と南の堀川に挟まれた合志台地上に位置している。

以下、調査地の地形・地質概要について述べる。

### (1) 地形

この地域には、標高 80m～110m に広い平坦面を有する合志台地が広がっている。これらは、阿蘇火砕流堆積物の堆積面で、東側の阿蘇外輪山から西側に下る緩斜面の一画をなすものである。白川、合志川などの主要河川はほぼ東から西に流下している。合志川の支流である日向川や峠川は合志台地を開析して、上流部では東から西に流下するが、途中で北西に流路を変えて本流の合志川に合流している。台地上部は畑地となっていることが多いが、河川に面した低地部は水田として利用されている。集落は台地縁辺部から低地部にかけた箇所に見られる。

### (2) 地質

調査地周辺の地質層序を表 2.1 に、地質図を図 2.1 に示す。

調査地付近の地質は、台地主部を構成する阿蘇 4 火砕流堆積物 (A4)、台地縁辺部に分布する中位段丘堆積物 (t2) と低位段丘堆積物 (t1) 及び低地部に分布する沖積層 (a) からなる。さらに、阿蘇 4 火砕流堆積物 (A4) の下位には、阿蘇 3 火砕流堆積物 (A3) が分布し、阿蘇 3 火砕流堆積物 (A3) と阿蘇 4 火砕流堆積物 (A4) の間には泥、砂、礫、火山灰からなる布田層 (FH) が挟まれている。なお、地表部は、黒ボクや赤ボクのローム層に広く覆われている。

以下に、下位から各層の特徴を記す。

調査地内の深部に分布する阿蘇 3 火砕流堆積物 (A3) は、『中溶結相の溶結凝灰岩から非溶結黒色スコリア流堆積物、白色軽石流堆積物まで変化に富む。多斑晶質スコリアを含むものの分布が最も広い。岩質は、石英安山岩質から安山岩質まで変化する。』という特徴を有している。

阿蘇 3 火砕流堆積物 (A3) と阿蘇 4 火砕流堆積物 (A4) に挟まれた布田層 (FH) は、湖水性の薄い堆積物であり、下位の火山砕屑物からの礫、砂、泥及び火山灰層からなる。

調査地内の台地部に広く分布する阿蘇 4 火砕流堆積物 (A4) は、『角閃石斑晶を含む白～灰色軽石（一部黒色スコリア）、火山灰及び角礫からなる淘汰不良の火砕流堆積物である。角礫として安山岩以外に変成岩類を特徴的に含み、カルデラ縁付近ではそれらの濃集した角礫層を形成する。岩質は流紋岩質を主とするが、塩基性安山岩質の部分も少量存在する。』という特徴を有している。現地では、安山岩質主体の角礫を含む灰色軽石及び火山灰からなる非溶結凝灰岩として確認している。

中位段丘堆積物 (t2) は、『低位段丘堆積物より一段高い面をなして分布する安山岩や溶結凝灰岩の巨礫を含む砂礫層で、更新世の託麻砂礫層に対比されている。』

低位段丘堆積物（t1）は、『沖積面より一段高い面を形成する砂礫層』で、更新世の保田窪砂礫層に対比されている。低地堆積物である沖積層（a）は、合志川等の主要河川とその支流沿いに分布する『礫、砂及び泥よりなる薄い現世の堆積物』である。

表 2.1 調査地周辺の地質層序

地質時代			地 層 名	地質記号	構 成 物
新 生 代	第 四 紀	完 新 世	沖積層	a	未固結の礫、砂、泥
		更 新 世	低位段丘堆積物	t1	未固結の礫、砂、泥
			中位段丘堆積物	t2	未固結の礫、砂、泥
	阿蘇4火砕流堆積物		A4	非溶結～弱溶結の軽石、凝灰角礫岩、 溶結凝灰岩 (第1帯水層)	
		布田層	FH	未固結の礫、砂、泥	
		阿蘇3火砕流堆積物	A3	軽石、凝灰角礫岩、溶結凝灰岩(第2帯水層)	
中 生 代	白 亜 紀	熊本層群	Kum	礫岩、砂岩、泥岩	

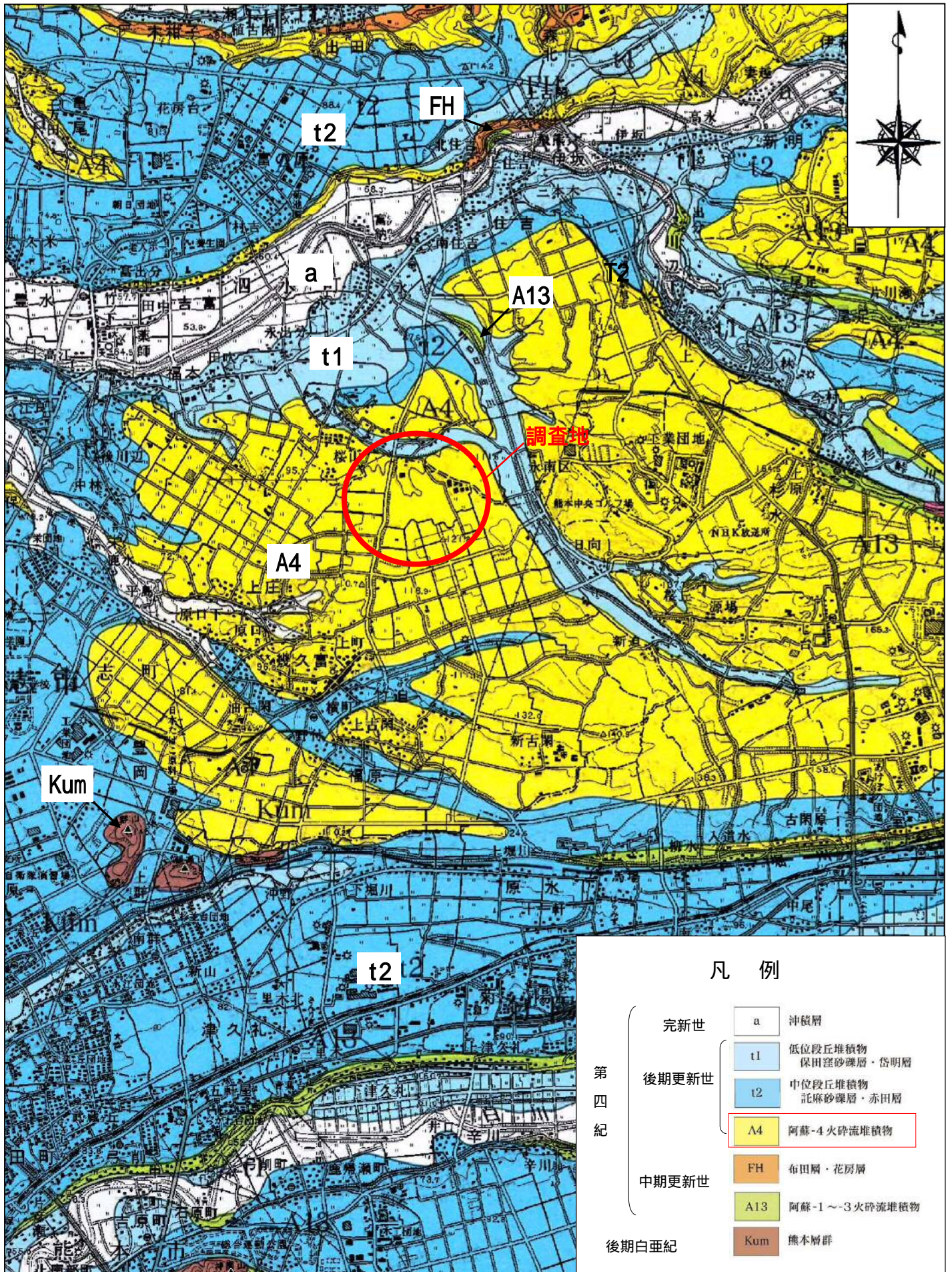


図 2.1 調査地周辺の地質図 1/5,000

熊本県地質図(10万分の1),熊本県地質図編纂委員会,2008

### 3. 調査方法

#### 3.1 調査ボーリング

調査ボーリングでは、ロータリー式試錐機を使用した。図 3.1.1 に試錐機の一般図を示す。

まず、ボーリング機械を組み立ててボーリングロッド先端に取り付けたコアチューブに掘削用のメタルクラウン等（錐環）を装備し、回転を与えつつ油圧等によってコアチューブを地中に押し込んで掘削する。

掘削作業中には、押し込み抵抗、循環泥水の色調の変化、それにより排出されるスライムの性状あるいはロッドを介して伝わってくるコアチューブと土層の摩擦音等で土質あるいはその変化が推定できる。

孔径は 66mm とし、ボーリング作業時には自然地下水位あるいは翌朝の水位・作業終了時の水位等を測定した。

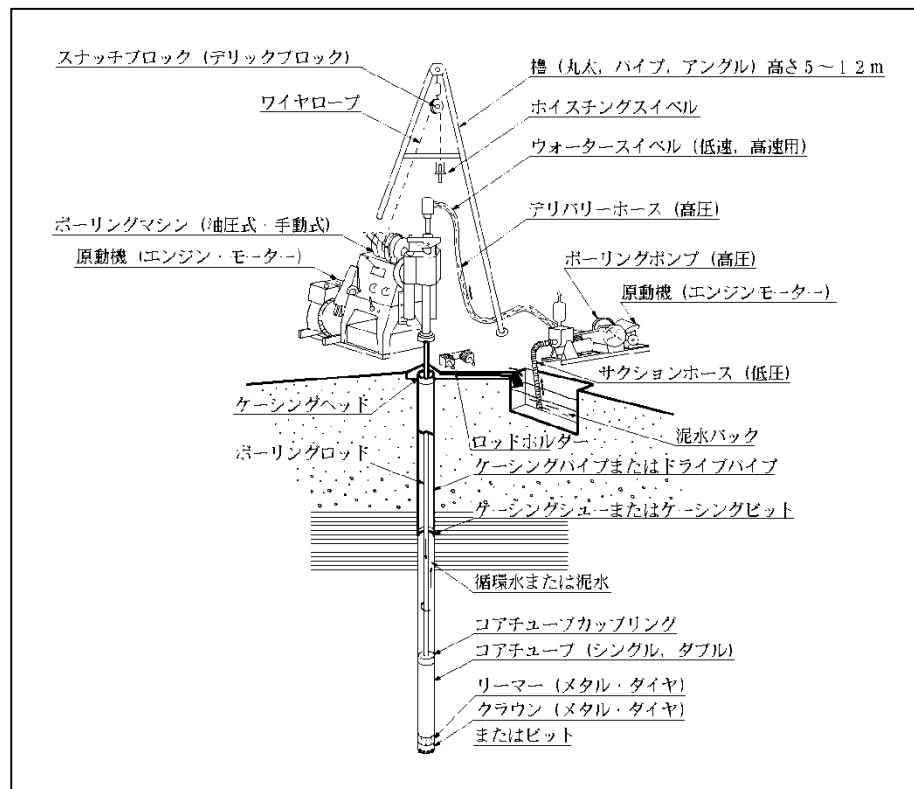
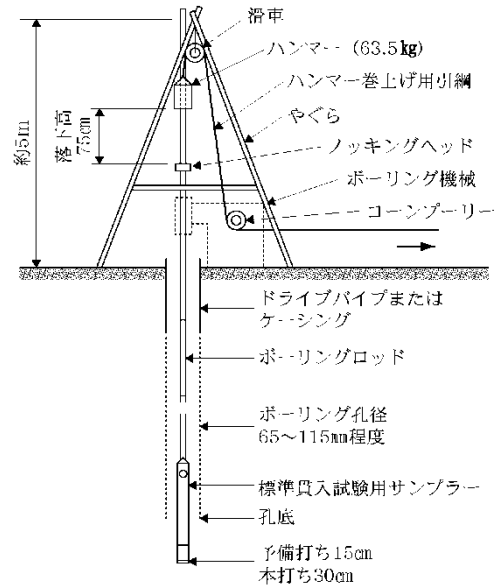


図 3.1.1 ロータリー式試錐機の一般図

### 3.2 標準貫入試験

標準貫入試験は、原位置における粘性土の硬軟、砂・砂質土および礫・礫質土の締め具合や硬さの概略の指標となるN値を把握するとともに、試料判定のための試料を採取することを目的に実施する。

試験は、原則として1 m毎に実施し、試験方法はJIS A 1219 に準じて行う。すなわち、まず、所定の深さまでボーリングを行い、孔底に標準貫入試験用サンプラーを設置し、質量 63.5 ± 0.5kg のドライブハンマーを落下高 76 cm ± 1cm の高さから自由落下させることでボーリングロッド頭部に取り付けたノッキングブロックに打撃を与え、予備打ち後のサンプラーを 30 cm 打ち込むのに要したハンマーの落下回数Nを測定する。なお、予備打ち及び本打ちにおいて、50 回の打撃を最大とし、累積貫入量が 1 cm 未満の場合を貫入不能とする。標準貫入試験により得られた試料は、直ちに試料観察を行い、含水比が変化しないようにビニール袋に密封し、コア箱に納め標本とする。



N 値と相対密度（砂質土）及びコンシステンシー（粘性土）等の関係を表 3.2.1, 2、標準貫入試験の概略図を図 3.2.1 に示す。

図 3.2.1 標準貫入試験の概要

表 3.2.1 砂の相対密度、内部摩擦角とN値との関係（Terzaghi and Peck, Meyerhof）

N 値	相対密度 (Relative Density)		$D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$	内部摩擦角（度）	
	非常な緩い	Very Loose		Peck による	Meyerhof による
0 ~ 4	非常な緩い	Very Loose	0.0 ~ 0.2	28.5 以下	30 以下
4 ~ 10	緩い	Loose	0.2 ~ 0.4	28.5 ~ 30	30 ~ 35
10 ~ 30	中位の	Medium	0.4 ~ 0.6	30 ~ 36	35 ~ 40
30 ~ 50	密な	Dense	0.6 ~ 0.8	36 ~ 41	40 ~ 45
50 以上	非常に密な	Very Dense	0.8 ~ 1.0	41 以上	45 以上

表 3.2.2 コンシステンシー、N 値および一軸圧縮強さの関係（Terzaghi and Peck）

コンシステンシー	非常に軟らかい	やわらかい	中位の	かたい	非常にかたい	固結した	
N	2 以下	2 ~ 4	4 ~ 8	8 ~ 15	15 ~ 30	30 以上	
qu	(kN/m <sup>2</sup> )	25 以下	25 ~ 50	0 ~ 100	100 ~ 200	200 ~ 400	400 以上
	{kgf/cm <sup>2</sup> }	0.25 以下	0.25 ~ 0.5	0.5 ~ 1.0	1.0 ~ 2.0	2.0 ~ 4.0	4.0 以上

### 3.3 孔内水平載荷試験

孔内水平載荷試験は、地盤の変形特性を把握するために実施した。

#### a) 試験方法

本試験はボーリング孔内の所定の位置に挿入したゾンデを高圧ガス（窒素ガス）を介して送水・加圧膨張させ、この時の圧力とゴムチューブの膨張量、すなわち土に与えた変形量の関係から地盤の変形特性を求めるものである。

試験装置はタンク、ゾンデ（載荷部）、ガスボンベ（給圧部）と各々連結するナイロンチューブから構成されている(図 3.3.1 参照)。

試験は急速載荷（時間制御）で行い、加圧後 15 秒、30 秒、60 秒、120 秒の各時点でスタンドパイプの水位を読み、105 秒でセル圧（ゾンデ内圧力）を記録した。1 段階の載荷は 120 秒で終了し、直ちに次の加圧段階に入る方法で行い、明らかに地盤が破壊状態になるか、タンク内の水が全てゾンデに注入された時点で終了とした。

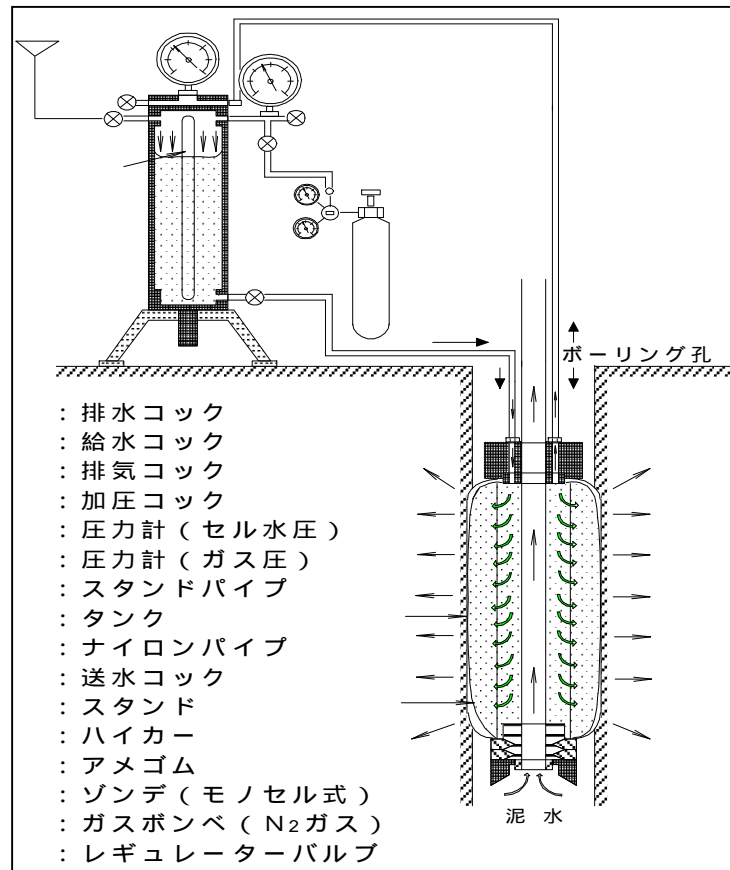


図 3.3.1 孔内水平載荷試験装置(LLT)

b) 解析方法

試験結果は、 $P_e$  (載荷圧力) ~  $H$  曲線 (変形速度) と  $P_e$  (載荷圧力) ~  $r$  (半径) 曲線として整理する。

地盤の力学的特性点 (静止土圧  $P_0$ 、降伏圧  $P_y$ 、破壊圧  $P_1$ ) は、 $P_e - H$  曲線、 $P_e - r$  曲線の形状から決定され、 $P_y$  と  $P_1$  は次式で表わされる。

$$P_y = P_{y'} - P_0$$

$$P_1 = P_{1'} - P_0$$

測定  $K$  値 ( $K_m$ ) は、初期半径以降の疑似弾性領域、すなわち  $P_e - r$  曲線がほぼ直線をなす部分の勾配として次式で表される。

$$K_m = \frac{P}{r}$$

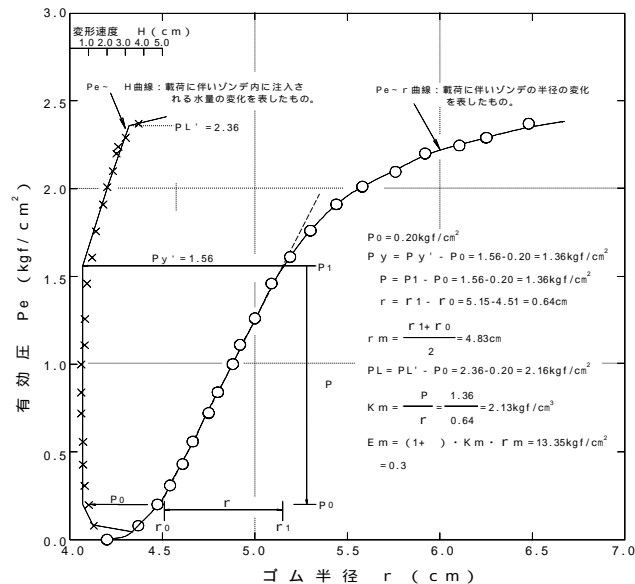
変形係数 ( $E_m$ ) は弾性論から 2 次元変形問題として取扱う。すなわち、応力は弾性領域内にあり、半径方向の面に関して平面歪の条件が満たされていると仮定すると、次式で表わされる。

$$E_m = (1 + \nu) \cdot r_m \cdot K_m$$

ここに、 $r_m$  :  $K_m$  を求めた中間半径

$\nu$  : ポアソン比 (0.3)

$K_m$  : 測定  $K$  値



(参考文献:「地盤調査の方法と解説」 社団法人地盤工学会)

### 3.4 シンウォールサンプリング

乱れの少ない試料採取は、力学試験を含む室内土質試験に供する試料を得ることを目的として、粘性土を対象に実施する。

採取した試料は、室内土質試験を行うまでにその性質が変わらないように、十分注意して取り扱う。すなわち、試料採取後速やかにパラフィンでシールを行い、試料の膨張、移動および含水比の変化を防止することに努め、試料の運搬、保管にあたっては、衝撃、振動、温度変化を与えないように注意を払う。

図 3.4.1 に、水圧式サンプラーの構造図を示す。

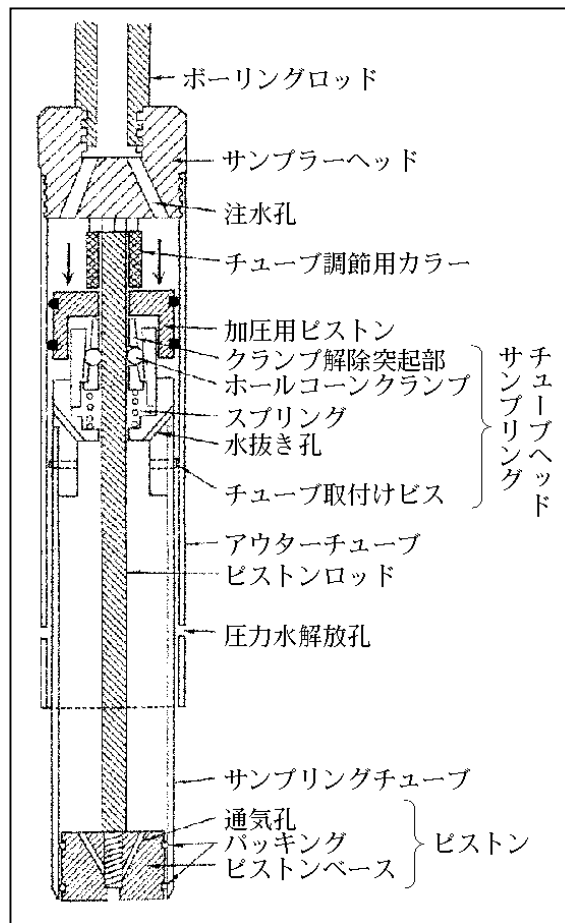


図 3.4.1 水圧式サンプラーの構造模式図



### 3.5 室内土質試験

室内土質試験は、物理特性及び力学特性を把握する事を目的とし実施する。  
土質試験の項目、方法ならびに規格は、表 3.5.1 に示すとおりである。

表 3.5.1 室内土質試験の項目と方法・規格

試験項目		試験方法・規格
物 理	土粒子の密度試験	JIS A 1202
	土の含水比試験	JIS A 1203
	土の粒度試験	JIS A 1204
	土の液性限界試験	JIS A 1205
	土の塑性限界試験	JIS A 1205
	土の湿潤密度試験	JIS A 1225
力 学	土の三軸圧縮試験(UU)	JGS 0521
	土の圧密試験	JIS A 1217
安 定 化	突き固めによる土の締固め試験	JIS A 1210
	CBR 試験	JIS A 1211

### 3.6 現場浸透試験

#### 1) 調査方法

雨水浸透施設を計画するにあたり、簡易型施設を用いて浸透試験を実施し、対象地盤の浸透能力を直接測定する。

簡易型試験方法には、ボアホール法と土研法があり、原則として定水位法で実施するものとした。なお、今回の調査においては、試験方法は「土研法」で実施した。(図 3.6.1 土研法で用いる試験施設図 参照)

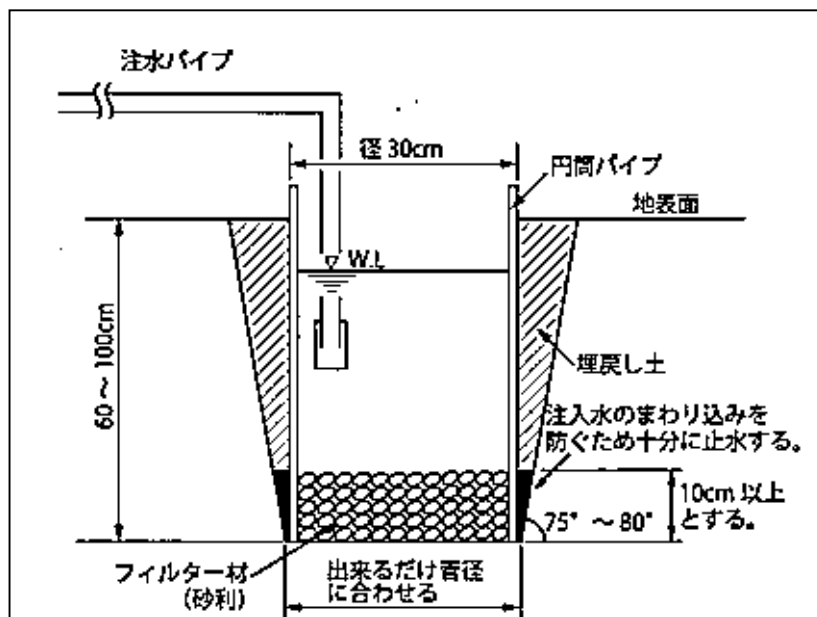


図 3.6.1 土研法で用いる試験施設図

## 2) 試験方法

下記の手順により土研法による試験を実施した。

### 掘削

浸透試験箇所の掘削を行う。浸透面直前まで、バックホウ等による機械掘削及びスコップ等で人力掘削を行う。

### 浸透面の手入れ

浸透面は、熊手やワイヤブラシ、直ナイフ等で目荒らしを行い、本来の浸透能を把握できるよう丹念に手入れする。

### 円筒パイプのセット

円筒パイプは、若干地中に押し込むようにセットする。

1. パイプ先端からの水のまわり込みを防ぐため、パイプ外側のピット底部分に粘土などを投入し、強く踏み固めてシールする。
2. 更に、掘削土をパイプ外側に埋め戻し、締め固める。
3. パイプ内底部に砂利あるいは砕石を静かに入れる。この際、浸透面をいためないように注意する。

### 定水位試験

1. 湛水深に相当する水位まで水を注入し、初期条件とする。
2. 水源からの注水量をバルブなどで調整し、湛水深 80cm を維持する。
3. 経過時間ごとに流量計で注水量を測定する。測定時間間隔は 10 分を目安とするが、変化の著しい場合には測定時間間隔を細かくする。
4. 注水量がほぼ一定になるまで、2~3 を継続する。試験継続時間の目安は 2 時間程度である。

### 原状復帰

最後に円筒パイプを引き抜き、掘削土を埋め戻し、締め固めて原状復帰し試験を終了する。

参考文献 社団法人 雨水貯留浸透技術協会

「増補改訂 雨水浸透施設技術指針[案]調査・計画編 平成 18 年 9 月」

- 第 2 編 現地調査 第 4 章 現地浸透試験 P.33 ~ 34 参照 -

### 3) 試験結果の整理

#### データシートと記録

測定値は、データシートに記録し、整理・保存する。データシートには、施設形状、設定湛水深ならびに注水時の単位時間当り浸透量及び累加浸透量などの記録の他に、目詰まりや浸透能力との関係把握に必要な注入水の水質（濁り）、水温（気温）なども記録する。

#### 終期浸透量

浸透試験結果は、単位時間当り浸透量と注水時間の関係図として整理する。注水を継続すると単位時間当り浸透量はほぼ一定値に近づくので、この量を終期浸透量とする。

なお、2時間の注水を行っても浸透量が一定にならない場合は、注水を打ち切り、その時の浸透量を終期浸透量とする。（図3.6.2 浸透量の時間変化図 参照）

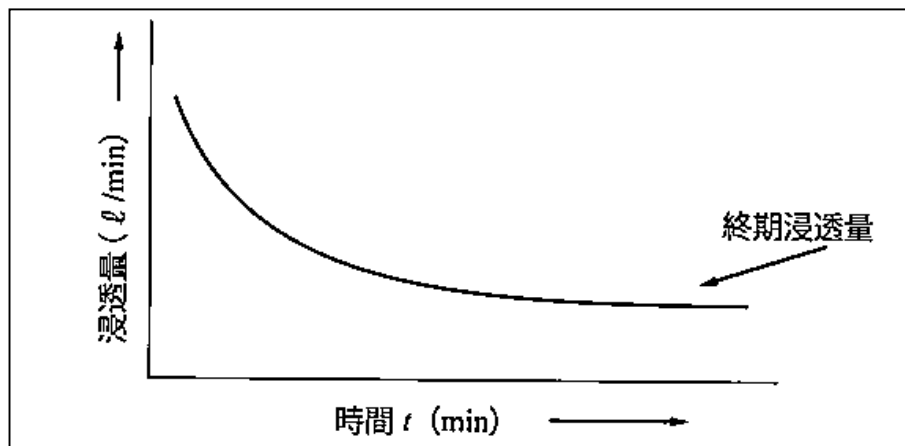


図 3.6.2 浸透量の時間変化図

参考文献 社団法人 雨水貯留浸透技術協会

「増補改訂 雨水浸透施設技術指針[案]調査・計画編 平成 18 年 9 月」

- 第 2 編 現地調査 第 4 章 現地浸透試験 P.34 参照 -

## 4. 調査結果

### 4.1 調査ボーリング

調査ボーリングは、調査位置平面図（図 1.2）に示すように BorNo.5～BorNo.9 の 5 箇所で行った。その概要を表 4.1.1 に示す。

表 4.1.1 調査ボーリングの概要

孔番	深度 (m)	標高 (m)	標準貫入試験 (回)	孔内水平 載荷試験 (回)	土質試験 (試料)	計画施設
No.5	63.00	99.70	63	3	3	浸出水処理施設
No.6	61.00	106.70	60	4	3	管理棟
No.7	52.00	106.00	52	3	-	焼却処理施設
No.8	65.00	108.73	65	4	-	最終処分場
No.9	60.00	107.19	60	4	-	最終処分場
計	301.00		300	18	6	

また、ボーリング結果の詳細は、巻末の「ボーリング柱状図」に示すが、BorNo.5～BorNo.9 で確認された地層は、表 4.1.2 の「地質層序表」に示すように 9 層に区分される。

次に、各層の地質状況及び N 値の状況について述べる。

表 4.1.2 地質層序表

地質時代	地層名	土質	記号	N 値	特 徴	
新生代	完新世	黒ボク	ローム	Kb	2～6	黒褐色～暗褐色を呈する有機質の火山灰質粘性土で、粘性は弱い～中位。植物根を混入する。 「軟らかい～中位の粘性土」地盤。
		赤ボク	ローム	Ab	2～7	褐色～赤褐色等を呈する不均質な火山灰質粘性土で、粘性は中位から強い。 「非常に軟らかい～中位の粘性土」地盤。
	第四紀	阿蘇4火砕流堆積物	火山灰質シルト	A4-c	0～5	褐灰色や赤褐色を呈する火山灰質粘性土で、粘性は中位から強く、小礫や軽石を若干混入する。細～中粒砂が混入する。 「非常に軟らかい～中位の粘性土」地盤。
			火山灰質砂～礫混り火山灰質砂	A4-s	1～44	灰色や褐灰色等を呈する細粒砂主体の火山灰質砂で、小礫や軽石を若干混入する。軽石を多く混入する所もある。 「中くらい～密な砂質土」地盤。
			火山灰質砂礫	A4-g	18～50/1	暗褐色や赤褐色等を呈する中～粗粒砂主体の砂と 4cmまでの角礫からなる火山灰質の砂礫。スコリアや軽石を多く混入する。 「中くらい～非常に密な礫質土」地盤。
	更新世	阿蘇4/3間堆積物	固結シルト	A4/3-h	21～50/10	褐灰色や茶褐色等を呈する固結した火山灰質粘性土で、棒状コアとして採取される。砂分や小礫を混入する。 「固結した粘性土」地盤。
			火山灰質シルト	A4/3-l	1～17	褐色や赤褐色を呈する火山灰質粘性土で、粘性は中位で含水量が多い。 「かたい粘性土」地盤。
		阿蘇3火砕流堆積物	火山灰質砂	A3-s	13～50/20	褐灰色から黒褐色を呈する中～粗粒砂主体の火山灰質砂で、3cmまでの角礫を混入する。部分的にシルト分を多く混入する所もある。 「中くらい～非常に密な砂質土」地盤。
			火山灰質砂礫	A3-g	10～50/10	黒褐色を呈する中～粗粒砂主体の砂と 3cmまでの角礫からなる火山灰質の砂礫。1cm程度の軽石が点在する。 「密な～非常に密な礫質土」地盤。

(1)黒ボク(Kb)：ローム

	孔 番	分布深度(m)	分布標高(m)	層 厚(m)	N 値
既往調査	No.1	0.00～3.60	105.56～101.96	3.60	2～5
	No.2	0.00～2.15	114.14～111.99	2.15	4
	No.3	0.00～3.40	92.46～89.06	3.40	2～6
	No.4	0.00～1.00	102.81～101.81	1.00	-
本調査	No.5	0.00～0.40	99.70～99.30	0.40	-
	No.6	0.00～2.00	106.70～104.70	2.00	-
	No.7	0.00～1.45	106.00～104.55	1.45	6
	No.8	0.00～1.50	108.73～107.23	1.50	4
	No.9	0.00～0.20	107.19～106.99	0.20	-

調査地付近の地表面を覆うように分布する地層で、層厚 0.20～3.60mを有している。  
 土質は、弱い～中位の粘り気を有する火山灰質粘性土で、含水量は少ない～中位である。  
 色調は黒褐～暗褐色を呈する。最上部には植物根を含んでいる。  
 N 値は 2～6 回を示し、相対稠度「軟らかい～中位の粘性土」に対比される。

(2)赤ボク(Ab)：ローム

	孔 番	分布深度(m)	分布標高(m)	層 厚(m)	N 値
既往調査	No.1	3.60～5.80	101.96～99.76	2.20	3
	No.2	2.15～5.90	111.99～108.24	3.75	2～5
	No.3	3.40～7.50	89.06～84.96	4.10	2～5
	No.4	1.00～3.40	101.81～99.41	2.40	3～4
本調査	No.5	0.40～2.50	99.30～97.20	2.10	3
	No.6	2.00～4.70	104.70～102.00	2.70	2
	No.7	1.45～5.50	104.55～100.50	4.05	2～7
	No.8	1.50～3.80	107.23～104.93	2.30	2～5
	No.9	0.20～3.00	106.99～104.19	2.80	3

Kb 層の下位に分布する地層で、層厚 2.10～4.10mを有している。  
 土質は、中位～強い粘り気を有する火山灰質粘性土で、含水量は中位～やや多い状態である。  
 色調は褐～赤褐色を呈する。わずかに細粒砂を含んでいる。  
 N 値は 2～7 回を示し、相対稠度「非常に軟らかい～中位の粘性土」に対比される。

(3)阿蘇 4 火砕流堆積物(A4-c)：火山灰質シルト

	孔 番	分布深度(m)	分布標高(m)	層 厚(m)	N 値
既往調査	No.1	5.80～17.00	99.76～88.56	11.20	0～3
	No.2	5.90～19.55	108.24～94.59	13.65	0～3
	No.3	7.50～14.30	84.96～78.16	6.80	0～1
	No.4	3.40～10.90	99.41～91.91	7.50	2～4
本調査	No.5	2.50～10.70	97.20～89.00	8.20	0～4
	No.6	4.70～17.50	102.00～89.20	12.80	0～5
	No.7	5.50～14.30	100.50～91.70	8.80	2～4
	No.8	3.80～15.45	104.93～93.28	11.65	0～5
	No.9	3.00～11.60	104.19～95.59	8.60	1～4

Ab 層の下位に分布する地層で、層厚 6.80～13.65mを有している。

土質は、中位～やや強い粘り気を有する火山灰質粘性土で、含水量は中位～やや多い状態である。特に下部では含水量が多くなる傾向がある。炭化物やくされ軽石，角閃石などを含んでいる。

N 値は 0～5 回を示し、相対稠度「非常に軟らかい～中位の粘性土」に対比される。

(4)阿蘇 4 火砕流堆積物(A4-s)：火山灰質砂～礫混り火山灰質砂

	孔 番	分布深度(m)	分布標高(m)	層 厚(m)	N 値
既往調査	No.1	17.00～41.95	88.56～63.61	24.95	1～26
	No.2	19.55～45.00	94.59～69.14	25.45	7～24
	No.3	14.30～31.40	78.16～61.06	17.10	6～24
	No.4	10.90～27.00	91.91～75.81	16.10	8～37
本調査	No.5	10.70～42.70	89.00～57.00	32.00	11～44
	No.6	17.50～45.90	89.20～60.80	28.40	5～37
	No.7	14.30～45.45	91.70～60.55	31.15	1～28
	No.8	15.45～42.00	93.28～66.73	26.55	15～27
	No.9	11.60～37.60	95.59～69.59	26.00	14～43

A4-c 層の下位に分布する地層で、層厚 16.10～32.00mを有している。

土質は、細粒砂主体の火山灰質砂からなり、含水量は少ない状態である。数 mm～2cm 程度の軽石やスコリアを含んでおり、下部でやや軽石や礫の含有量が多くなる傾向がある。

N 値は 1～44 回を示し、最上部で N 値が低い他は、全体的には相対密度「中位～密な砂」に対比される。

(5)阿蘇 4 火砕流堆積物(A4-g)：火山灰質砂礫

	孔 番	分布深度(m)	分布標高(m)	層 厚(m)	N 値
既往調査	No.1	41.95 ~ 45.85	63.61 ~ 59.71	3.90	25 ~ 43
	No.2	45.00 ~ 45.65	69.14 ~ 68.49	0.65	32
	No.3	31.40 ~ 33.00	61.06 ~ 59.46	1.60	50/26
	No.4	-	-	-	-
本調査	No.5	42.70 ~ 52.80	57.00 ~ 46.90	10.10	23 ~ 50/12
	No.6	45.90 ~ 47.60	60.80 ~ 59.10	1.70	30 ~ 50/27
	No.7	-	-	-	-
	No.8	42.00 ~ 45.08	66.73 ~ 63.65	3.08	18 ~ 42
	No.9	37.60 ~ 45.80	69.59 ~ 61.39	8.20	25 ~ 50/1

A4-s 層の下位に分布する地層で、層厚 0.65 ~ 10.10mを有しているが、No.7 孔では分布を確認できなかった。

土質は、中粒砂 ~ 粗粒砂主体の砂と 0.5 ~ 4cm 程度の礫からなる火山灰質の砂礫であり、含水量はやや少ない ~ やや多い状態である。スコリアや軽石を多く含んでいる。

また、No.9 孔では長さ 10 ~ 20cm 程度の安山岩玉石を含んでおり、マトリックス部は固結している。

N 値は 18 ~ 50/1 回を示し、相対密度「中位 ~ 非常に密な砂」に対比される。

(6)阿蘇 4/3 間堆積物(A4/3-h)：固結シルト

	孔 番	分布深度(m)	分布標高(m)	層 厚(m)	N 値
既往調査	No.1	45.85 ~ 50.00	59.71 ~ 55.56	4.15	31 ~ 50/10
	No.2	45.65 ~ 50.00	68.49 ~ 64.14	4.35	50/29 ~ 50/10
	No.3	33.00 ~ 34.90	59.46 ~ 57.56	1.90	31
	No.4	-	-	-	-
本調査	No.5	52.80 ~ 58.00	46.90 ~ 41.70	5.20	29 ~ 50/19
	No.6	47.60 ~ 51.00	59.10 ~ 55.70	3.40	21 ~ 26
	No.7	-	-	-	-
	No.8	45.08 ~ 47.00	63.65 ~ 61.73	1.92	50 ~ 50/28
	No.9	45.80 ~ 49.85	61.39 ~ 57.34	4.05	31 ~ 38

A4-g 層の下位に分布する地層で、層厚 1.90 ~ 5.20mを有しているが、No.7 孔では分布を確認できなかった。



土質は、固結した火山灰質の粘性土からなり、含水量は少ない状態である。 0.5～2cm 程度の礫を含んでいる。

N 値は 21～50/10 回を示し、相対稠度「固い～固結した粘性土」に対比される。

(7)阿蘇 4/3 間堆積物(A4/3-1)：火山灰質シルト

	孔 番	分布深度(m)	分布標高(m)	層 厚(m)	N 値
既往調査	No.1	-	-	-	-
	No.2	-	-	-	-
	No.3	34.90～44.40	57.56～48.06	9.50	1～17
	No.4	-	-	-	-
本調査	No.5	-	-	-	-
	No.6	51.00～54.00	55.70～52.70	3.00	10～14
	No.7	45.45～45.60	60.55～60.40	0.15	-
	No.8	47.00～53.60	61.73～55.13	6.60	7～14
	No.9	-	-	-	-

A4/3-h の下位に分布する地層で、層厚 0.15～9.50m を有しているが、No.5 孔と No.9 孔では分布が確認されず、No.7 孔では分布が非常に薄くなっている。

土質は、中位の粘り気を有する火山灰質の粘性土からなり、含水量はやや多い～多い状態である。細～中粒砂や 1～3cm 程度の礫を含んでいる。

N 値は 1～17 回を示し、一部 N 値が低い他はおおむね相対稠度「固い粘性土」に対比される。

(8)阿蘇3火砕流堆積物(A3-s)：火山灰質砂

	孔 番	分布深度(m)	分布標高(m)	層 厚(m)	N 値
既往調査	No.1	-	-	-	-
	No.2	-	-	-	-
	No.3	44.40～48.40	48.06～44.06	4.00	13～20
	No.4	-	-	-	-
本調査	No.5	58.00～60.00	41.70～39.70	2.00	50/25～50/20
	No.6	54.00～56.00	52.70～50.70	2.00	22～50/25
	No.7	45.60～47.00	60.40～59.00	1.40	35
	No.8	53.60～56.60	55.13～52.13	3.00	18～23
	No.9	49.85～53.00	57.34～54.19	3.15	17～48

A4/3-1の下位に分布する地層で、層厚1.40～4.00mを有している。

土質は、中粒砂～粗粒砂主体の火山灰質の砂からなり、含水量は少ない状態である。1～3cm程度の角礫やスコリアを含んでいる。部分的にはシルト分を含んでおり、含水量が多くなる。

N値は13～50/20回を示し、相対密度「中位～非常に密な砂」に対比される。

(9)阿蘇3火砕流堆積物(A3-g)：火山灰質砂礫

	孔 番	分布深度(m)	分布標高(m)	層 厚(m)	N 値
既往調査	No.1	-	-	-	-
	No.2	-	-	-	-
	No.3	48.40～54.00	44.06～38.46	5.60	50～50/10
	No.4	-	-	-	-
本調査	No.5	60.00～63.00	39.70～36.70	3.00	50/27～50/18
	No.6	56.00～61.00	50.70～45.70	5.00	47～50/16
	No.7	47.00～52.00	59.00～54.00	5.00	50/27～50/20
	No.8	56.60～65.00	52.13～43.73	8.40	10～50/15
	No.9	53.00～60.00	54.19～47.19	7.00	30～50/20

本調査で確認した地層の中で最も下位に分布する地層で、層厚3.00m以上を有している。

土質は、中粒砂～粗粒砂主体の火山灰質砂と1～4cm程度の角礫からなる砂礫で、含水量は中位の状態である。1～4cm程度のスコリアを含んでいる。

N値は10～50/10回を示し、一部でN値が低い他は相対密度「密な～非常に密な砂」に対比される。

## 4.2 標準貫入試験

ボーリング調査と並行し、JIS-A-1219(2001)に準拠して標準貫入試験を実施した。試験結果は、巻末資料のボーリング調査柱状図に併記しているが、一覧にして表 4.2.2 に示し、整理結果を表 4.2.1 に示す。

なおN値の整理にあたっては、N値 50 以上の箇所については次式を用いて換算したN値を用いる事とし、5cm 未満の貫入量のN値や礫障害などの異常値と判断されるN値は棄却した。

$$\text{換算N値} = 50 \text{ 回} \times \frac{30 \text{ (cm)}}{50 \text{ 回打撃時の貫入量 (cm)}} \quad (\text{但し } 300 \text{ が上限})$$

表 4.2.1 標準貫入試験結果整理一覧表

地層名 (土質)	記号	測定 個数	N値範囲			代表 N値 (回)
			最小 N値 (回)	最大 N値 (回)	平均 N値 (回)	
黒ボク (ローム)	Kb	9	2	6	3.7	3.7
赤ボク (ローム)	Ab	26	2	7	3.4	3.4
阿蘇4火砕流堆積物 (火山灰質シルト)	A4-c	88	0	5	1.4	1.4
阿蘇4火砕流堆積物 (火山灰質砂～ 礫混り火山灰質砂)	A4-s	228	1	44	23.2	23.2
阿蘇4火砕流堆積物 (火山灰質砂礫)	A4-g	24	18	125	42.8	42.8
阿蘇4/3間堆積物 (固結シルト)	A4/3-h	26	21	150	61.3	61.3
阿蘇4/3間堆積物 (火山灰質シルト)	A4/3-l	20	1	17	10.4	13.7
阿蘇3火砕流堆積物 (火山灰質砂)	A3-s	15	13	75	31.5	31.5
阿蘇3火砕流堆積物 (火山灰質砂礫)	A3-g	39	10	150	66.7	66.7

表 4.2.2 標準貫入試験結果一覧表

地層名 (土質)	記号	No1	No2	No3	No4	No5	No6	No7	No8	No9	測定個数	最小N値	最大N値	平均
黒ボク (ローム)	Kb	2	4	2				6	4		9	2	6	3.7
		2		2										
		5		6										
赤ボク (ローム)	Ab	3	2	5	3	3	2	7	5	3	26	2	7	3.4
		3	5	2	3	3	2	6	2	3				
		3	3	3	4		2	4						
阿蘇1火砕流堆積物 (火山灰質シルト)	A1-c	3	3	1	3	3	1	3	1	4	88	0	5	1.1
		1	1	0	2	4	5	4	5	3				
		1	1	0	3	2	2	2	2	4				
		2	1	0	2	1	2	2	2	1				
		3	1	0	2	1	1	2	2	1				
		1	1	0	2	1	1	2	3	2				
		0	0	0	4	0	1	2	0	1				
		0	1			0	1	2	0	1				
		0	0				1		0	1				
		0	0				1		0					
		0	0				1		0					
		0	0				1		0					
		0	0				1		0					
		0	0				0							
阿蘇1火砕流堆積物 (火山灰質砂～ 微泥り火山灰質砂)	A1-s	1	7	6	8	11	5	2	15	14	228	1	44	23.2
		14	16	9	19	12	16	1	18	16				
		17	21	15	19	20	21	9	19	19				
		21	18	15	20	21	26	10	18	19				
		19	17	19	22	21	26	13	18	20				
		19	20	18	23	22	28	15	20	21				
		20	20	21	25	22	28	17	21	23				
		25	21	21	24	23	31	19	24	29				
		24	22	20	26	22	31	19	22	28				
		23	21	21	26	23	28	13	23	40				
		23	22	20	28	24	34	11	21	32				
		24	23	24	31	25	33	18	21	33				
		26	23	24	33	26	35	27	24	32				
		26	23	24	35	26	32	25	23	34				
		26	24	21	35	26	33	26	21	20				
		26	23	21	39	28	34	22	24	29				
		25	21	20	37	30	36	19	26	33				
		25	22			31	35	19	24	41				
		23	23			30	33	20	24	30				
		23	22			28	33	25	27	27				
		23	16			25	33	28	23	30				
		22	20			25	31	25	21	28				
		26	17			24	34	23	22	27				
		21	17			24	34	22	19	31				
		19	15			23	37	20	23	24				
						25	33	19	17	43				
						24	26	17						
						23	27	17						
				27		16								
				31		14								
				44		12								
				38		11								
阿蘇1火砕流堆積物 (火山灰質砂礫)	A4-s	32	32	58		125	30		18	25	24	18	125	42.8
		38				46	56		42	50				
		25				23			41	75				
		43				24				1500				
						23				1500				
						25				750				
						41				300				
						42				750				
阿蘇4/3間堆積物 (固結シルト)	A4/3 h	150	125	31		29	26		54	34	26	21	150	61.3
		150	150	31		79	26		50	36				
		125	125			23	21			38				
		31	60			40				31				
		33	52			43								
阿蘇4/3間堆積物 (火山灰質シルト)	A4/3-l			1			12		7		20	1	17	10.4
				12			14		11					
				17			10		9					
				16					12					
				10					9					
				10					11					
				10					14					
阿蘇3火砕流堆積物 (火山灰質砂)	A3-s			6		60	22	35	18	48	15	13	75	31.5
				18		75	60		23	30				
				13					21	17				
				20										
阿蘇3火砕流堆積物 (火山灰質砂礫)	A3-k			50		56	94	65	10	30	39	10	150	66.7
				94		66	75	58	45	47				
				100		68	47	63	47	71				
				150		83	71	75	100	52				
				75			50	65	75	60				
				83			71	56	62	60				
									75	65				
							47	75						

※   異常値と判断し棄却したN値。

### 4.3 孔内水位

ボーリング掘進中には、毎日作業開始前に孔内水位を測定している。その測定水位をまとめて示したのが表 4.3.1 及び図 4.3.1「掘進中の孔内水位変化図」で、以下に各孔の孔内水位状況について記述する。

表 4.3.1 ボーリング作業中の孔内水位測定表

孔番	測定日	前日の掘進 深度	前日のケーシングパイプ 挿入深度 (GL-.)	作業前の 孔内水位	備考
BorNo.5	1月22日	7.00	2.00		無水掘進
	1月26日	16.00	2.00		無水掘進
	1月28日	22.00	2.00		無水掘進
	1月29日	30.00	2.00		無水掘進
	1月30日	35.00	2.00		無水掘進
	2月1日	41.00	2.00	38.85	無水掘進(自然水位)
	2月2日	42.00	42.00	39.35	送水作業
	2月3日	45.00	44.00	39.85	送水作業
	2月4日	48.00	48.00	32.10	送水作業
	2月8日	52.00	51.00	38.55	送水掘進
	2月9日	54.00	53.00	14.80	送水掘進
	2月10日	58.00	54.00	22.55	送水掘進
	2月11日	60.00	54.00	36.95	送水掘進
2月12日	63.00	54.00	34.45	送水掘進・検尺実施・検尺後水位	
BorNo.6	1月14日	1.50	0.00		無水掘進
	1月15日	2.00	0.00		無水掘進
	1月16日	10.00	2.00		無水掘進
	1月18日	20.00	2.00		無水掘進
	1月19日	25.00	2.00		無水掘進
	1月20日	33.00	2.00		無水掘進
	1月21日	38.00	2.00		無水掘進
	1月22日	43.00	2.00		無水掘進
	1月23日	47.00	2.00	46.39	無水掘進(自然水位)
	1月24日	48.00	47.00	27.85	送水掘進
	1月26日	51.00	47.00	44.32	送水掘進
	1月27日	53.00	47.00	46.41	送水掘進
	1月29日	55.00	47.00	55.73	送水掘進
1月30日	60.00	55.00		送水掘進	
2月1日	61.00	55.00	60.40	送水掘進・検尺実施・検尺後水位	
BorNo.7	2月18日	8.00	1.50		無水掘進
	2月19日	15.00	1.50		無水掘進
	2月22日	22.00	1.50		無水掘進
	2月23日	29.00	1.50		無水掘進
	2月24日	35.00	1.50		無水掘進
	2月25日	41.00	1.50		無水掘進
	2月26日	47.00	1.50	45.30	無水掘進(自然水位)
	2月27日	47.00	47.00	47.25	送水掘進
	2月29日	51.00	47.00	43.65	送水掘進
3月1日	51.00	47.00	46.25	送水掘進・検尺実施・検尺後水位	
BorNo.8	2月1日	3.00	0.00		無水掘進
	2月2日	9.00	1.00		無水掘進
	2月5日	15.00	1.00		無水掘進
	2月6日	20.00	1.00		無水掘進
	2月8日	27.00	1.00		無水掘進
	2月9日	33.00	1.00		無水掘進
	2月10日	38.00	1.00		無水掘進
	2月11日	42.00	1.00		無水掘進
	2月12日	45.40	43.00	45.10	無水掘進(自然水位)
	2月13日	46.00	45.00	26.70	送水掘進
	2月15日	48.00	43.00	45.35	送水掘進
	2月16日	53.00	45.00	51.50	送水掘進
	2月17日	58.00	45.00	54.40	送水掘進
	2月18日	59.00	53.50	1.85	送水掘進
2月19日	60.00	56.00	54.95	送水掘進	
2月20日	62.00	56.00	62.50	送水掘進	
2月22日	65.00	56.00		送水掘進・検尺実施・検尺後水位	
BorNo.9	3月1日	4.00	1.00		無水掘進
	3月2日	10.00	1.00		無水掘進
	3月3日	15.00	1.00		無水掘進
	3月4日	21.00	1.00		無水掘進
	3月5日	27.00	1.00		無水掘進
	3月7日	31.00	1.00		無水掘進
	3月8日	37.00	1.00		無水掘進
	3月9日	40.00	1.00		無水掘進
	3月10日	41.00	40.00		送水掘進
	3月11日	45.00	40.00	46.80	送水掘進
	3月14日	60.00	40.00		送水掘進

(1) BorNo.5 孔

深度 41m まで無水掘りにより掘削を行い、深度 38.85m で自然水位を確認した。その後は、深度 39～40m でほぼ平衡した水位が測定されており、地下水位は深度 39m 付近に存在すると判断される。これらより浅い深度の水位は、作業用水のたまり水である。

(2) BorNo.6 孔

深度 47m まで無水掘りにより掘削を行い、深度 46.39m で自然水位を確認した。その後は、深度 44～46m でほぼ平衡した水位が測定されており、地下水位は、深度 46m 付近に存在すると判断される。これらより浅い水位は、作業用水のたまり水である。

なお、A3-s 層については掘進とともに水位が低下しており、A3-s 層、および A3-g 層以下の地層には掘進深度まで地下水位が存在しないと判断される。

(3) BorNo.7 孔

深度 47m まで無水掘りにより掘削を行い、深度 45.30m で自然水位を確認した。その後は、深度 44～47m でほぼ平衡した水位が測定されており、地下水位は深度 45m 付近に存在すると判断される。

(4) BorNo.8 孔

深度 45.4m まで無水掘りにより掘削を行い、深度 45.1m で自然水位を確認した。その後は、概ね掘進に伴い低下する水位を捉えた。地下水位は、深度 45m 付近に存在すると判断され、これらより浅い水位は、作業用水のたまり水である。

なお、A3-s 層については掘進とともに水位が低下しており、A3-s 層、および A3-g 層以下の地層には掘進深度まで地下水位が存在しないと判断される。

(5) BorNo.9 孔

深度 40.0m まで無水掘りにより掘削を行ったが、自然水位を確認できず、硬質な礫にあたったために送水掘進に切り替え、また昼夜連続作業を行ったことなどから、正確な自然水位を確認できていない。

しかし、他の調査孔で A4-g 層付近に自然水位を認めたことから、本孔においても深度 42～45m 付近に地下水位があるものと想定される。

図 4.3.1(1) BorNo.5 孔 掘進中の孔内水位変化図

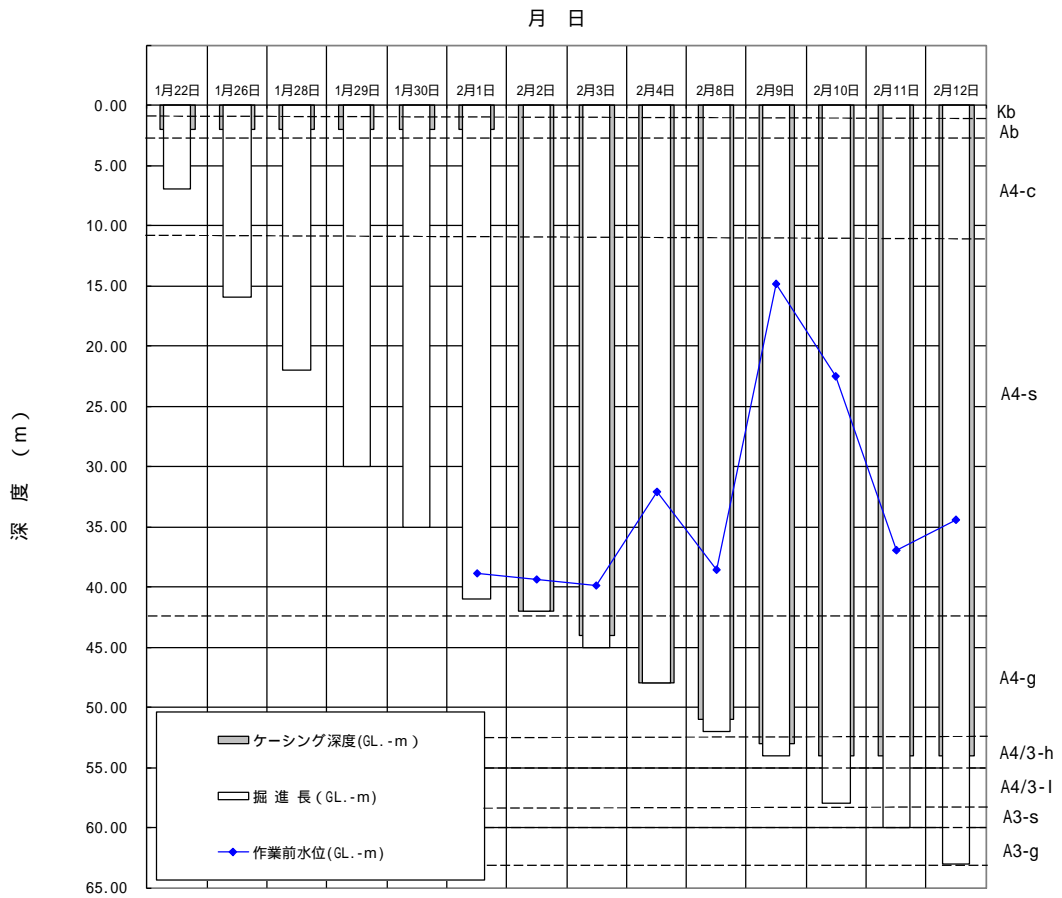




図 4.3.1(2) BorNo.6 孔 掘進中の孔内水位変化図

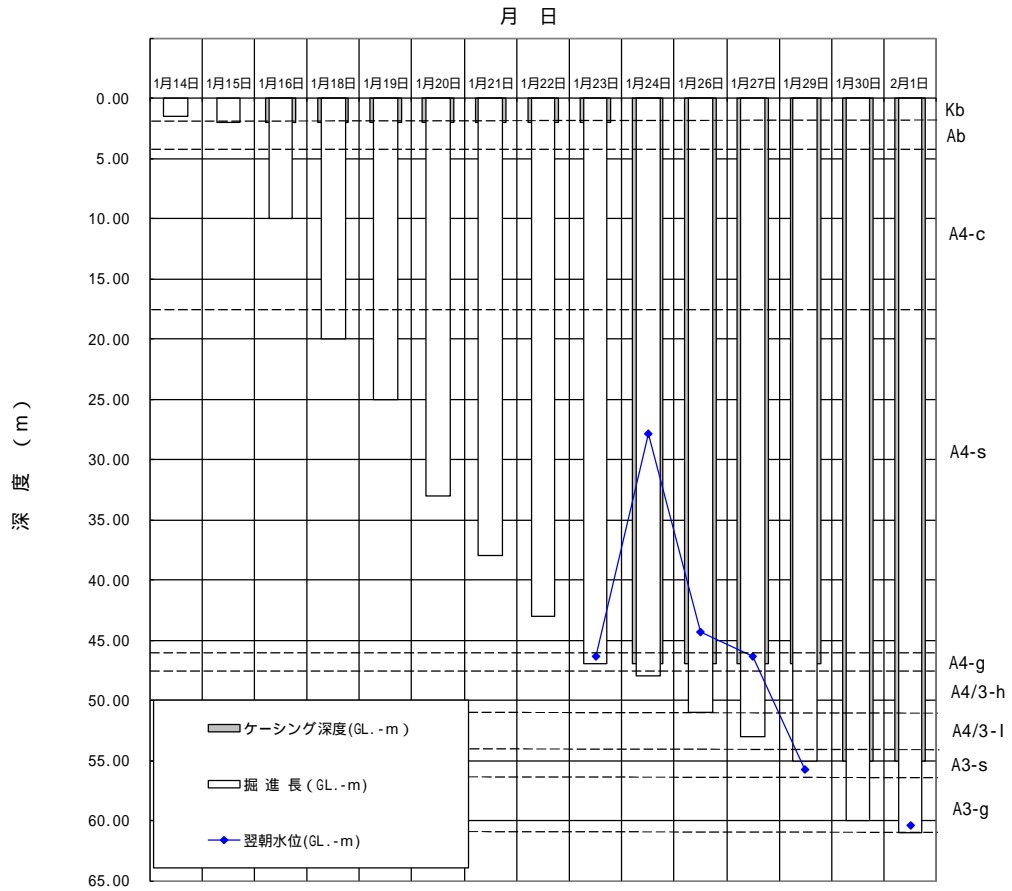


図 4.3.1(3) BorNo.7 孔 掘進中の孔内水位変化図

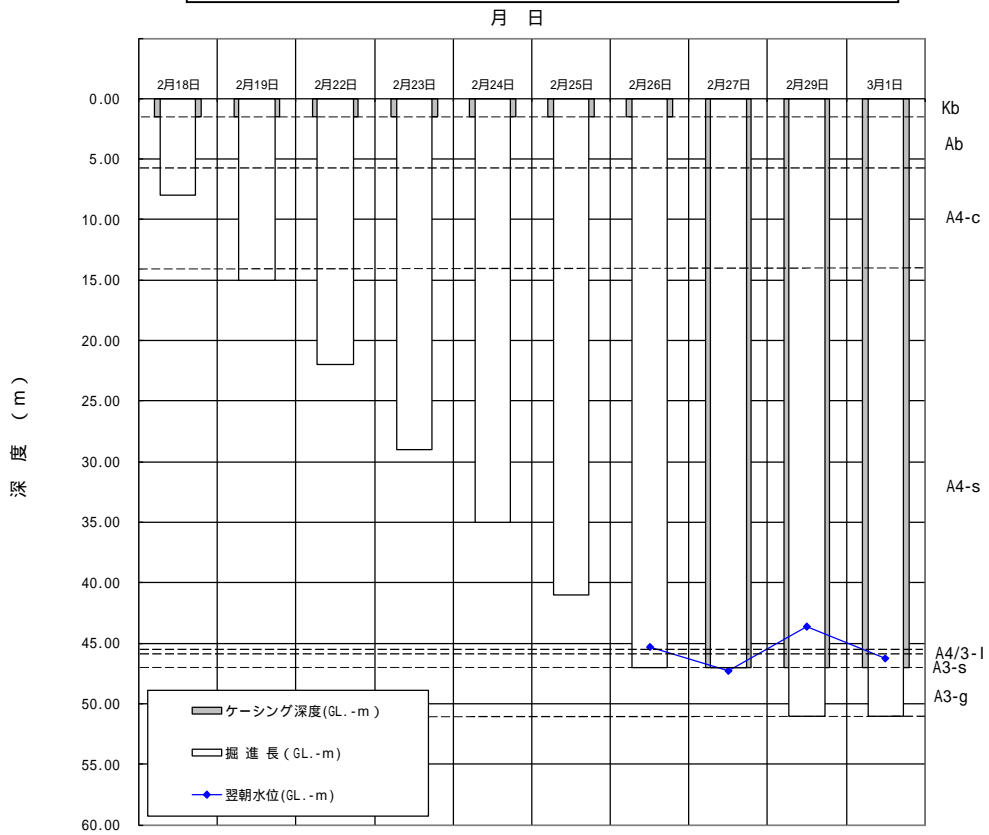


図 4.3.1(4) BorNo.8 孔 掘進中の孔内水位変化図

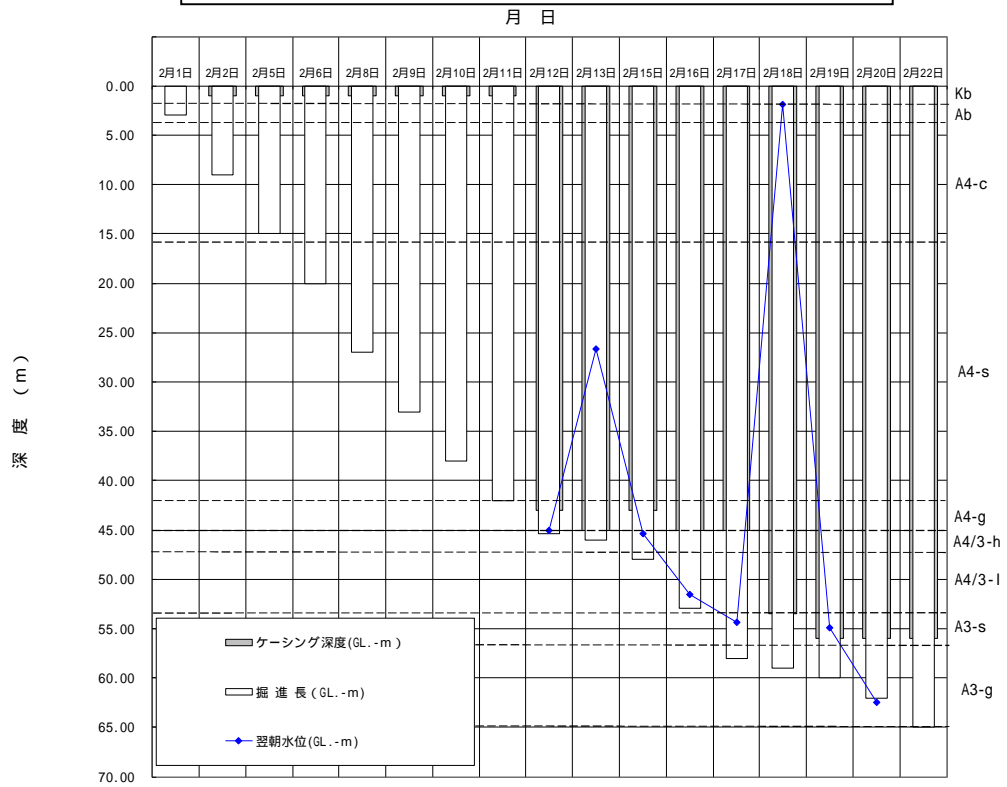
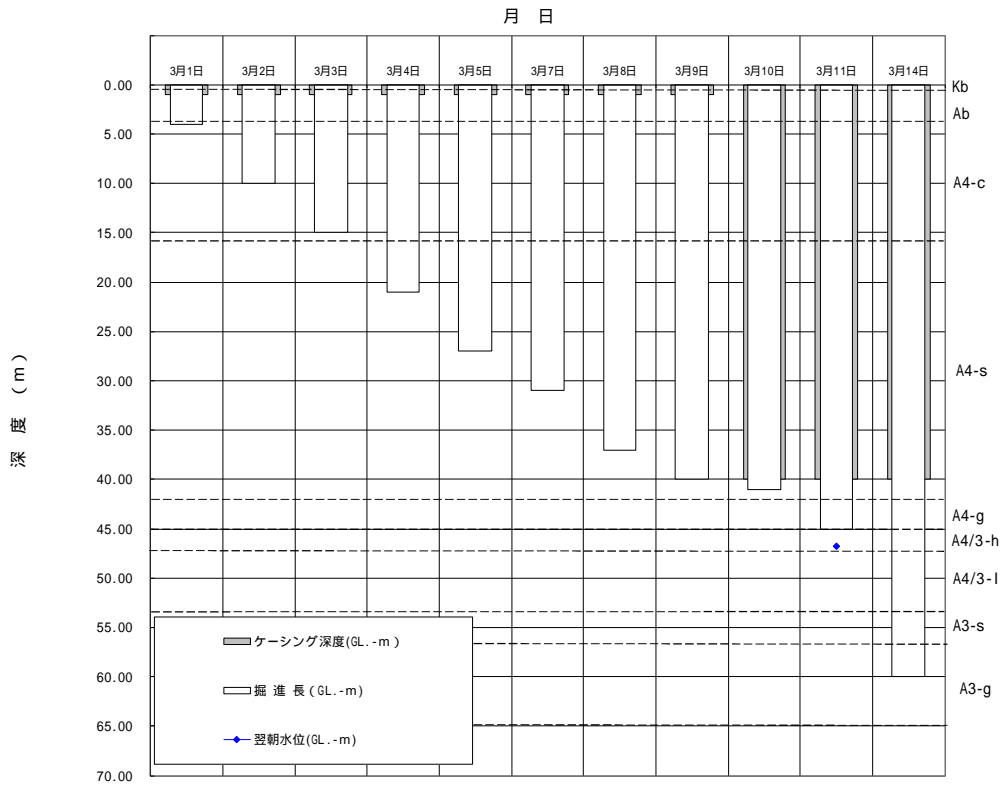


図 4.3.1(5) BorNo.9 孔 掘進中の孔内水位変化図



#### 4.4 孔内水平載荷試験

孔内水平載荷試験は、地盤の変形係数、降伏圧等を把握する試験であり、A4-c層，A4-s層，A4/3-h層，A4/3-l層，A3-s層，A3-g層で実施した。

試験結果は、表 4.4.1、図 4.4.1 および巻末の「孔内水平載荷試験データシート」に示す通りである。

以下、各地層毎に試験結果について述べる。

表 4.4.1 孔内水平載荷試験結果一覧表

孔番	試験深度 (GL-:m)	対象層 (記号)	N値	地盤係数 Km(kN/m <sup>3</sup> )	変形係数 E(kN/m <sup>2</sup> )
No.5	6.5	阿蘇4火砕流堆積物 (A4-c)	1	230,700	9,399
	16.5	阿蘇4火砕流堆積物 (A4-s)	22	933,600	39,320
	58.0	阿蘇3火砕流堆積物 (A3-s)	60	2,635,000	118,000
No.6	6.0	阿蘇4火砕流堆積物 (A4-c)	5	321,300	12,780
	22.0	阿蘇4火砕流堆積物 (A4-s)	26	367,500	15,860
	51.0	阿蘇4/3間堆積物 (A4/3-l)	12	1,994,000	84,230
	61.0	阿蘇3火砕流堆積物 (A3-g)	50/21	1,448,000	68,420
No.7	10.5	阿蘇4火砕流堆積物 (A4-c)	2	201,200	8,274
	19.5	阿蘇4火砕流堆積物 (A4-s)	15	312,200	14,830
	52.0	阿蘇3火砕流堆積物 (A3-g)	50/27	3,062,000	139,200
No.8	6.0	阿蘇4火砕流堆積物 (A4-c)	2	281,200	11,880
	16.5	阿蘇4火砕流堆積物 (A4-s)	15	387,100	16,170
	47.0	阿蘇4/3間堆積物 (A4/3-l)	7	780,600	35,820
	58.0	阿蘇3火砕流堆積物 (A3-g)	45	3,490,000	149,900
No.9	4.0	阿蘇4火砕流堆積物 (A4-c)	3	199,300	8,314
	12.5	阿蘇4火砕流堆積物 (A4-s)	14	239,800	11,960
	49.0	阿蘇4/3間堆積物 (A4/3-h)	31	4,205,000	185,900
	60.0	阿蘇3火砕流堆積物 (A3-g)	50/20	7,097,000	303,500

#### 1)A4-c 層

A4-c 層における変形係数は、 $E_m=8,274 \sim 12,780\text{kN/m}^2$  が得られた。

試験実施深度の N 値は 1～5 を得ており、 $E_m$  と N 値の関係は、 $E_m = 2,556 \sim 9,399\text{N}$  であった。

これは、一般的に知られる N 値と  $E_m$  の関係式  $E_m = 400 \sim 1,000\text{N}$  と比較するとかなり大きな値となっており、N 値の割には  $E_m$  が高い性質を有しているといえる。

#### 2)A4-s 層

A4-s 層における変形係数は、 $E_m=11,960 \sim 39,320\text{kN/m}^2$  が得られた。

試験実施深度の N 値は 14～26 を得ており、 $E_m$  と N 値の関係は、 $E_m = 610 \sim 1,787\text{N}$  であった。

これは、一般的に知られる N 値と  $E_m$  の関係式  $E_m = 400 \sim 1,000\text{N}$  と比較すると、一部でやや大きな値となる他は、ほぼこの範囲内の値となっている。

#### 3)A4/3-h 層

A4/3-h 層における変形係数は、 $E_m=185,900\text{kN/m}^2$  が得られた。

試験実施深度の N 値は 31 を得ており、 $E_m$  と N 値の関係は、 $E_m = 5,996\text{N}$  であった。

これは、一般的に知られる N 値と  $E_m$  の関係式  $E_m = 400 \sim 1,000\text{N}$  と比較するとかなり大きな値となっており、N 値の割には  $E_m$  が高い性質を有しているといえる。

#### 4)A4/3-l 層

A4/3-l 層における変形係数は、 $E_m=35,820 \sim 84,230\text{kN/m}^2$  が得られた。

試験実施深度の N 値は 7～12 を得ており、 $E_m$  と N 値の関係は、 $E_m = 5,117 \sim 7,019\text{N}$  であった。

これは、一般的に知られる N 値と  $E_m$  の関係式  $E_m = 400 \sim 1,000\text{N}$  と比較するとかなり大きな値となっており、N 値の割には  $E_m$  が高い性質を有しているといえる。

#### 5)A3-s 層

A3-s 層における変形係数は、 $E_m=118,000\text{kN/m}^2$  が得られた。

試験実施深度の換算 N 値は 60 を得ており、 $E_m$  と N 値の関係は、 $E_m = 1,966\text{N}$  であった。

これは、一般的に知られる N 値と  $E_m$  の関係式  $E_m = 400 \sim 1,000\text{N}$  と比較するとやや大きな値となっており、N 値の割には  $E_m$  が高い性質を有しているといえる。

#### 5)A3-g 層

A3-g 層における変形係数は、 $E_m=68,420 \sim 303,500\text{kN/m}^2$  が得られた。

試験実施深度の換算 N 値は 45～75 を得ており、 $E_m$  と N 値の関係は、 $E_m = 963 \sim 4,046\text{N}$  であった。

これは、一般的に知られる N 値と  $E_m$  の関係式  $E_m = 400 \sim 1,000\text{N}$  と比較するとやや大きな値となっており、N 値の割には  $E_m$  が高い性質を有しているといえる。

### 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	新環境工場等建設に伴う地質調査業務			試験装置	L L T	
測定番号	N05-1	深度	GL- 6.50 m	試験時の 状況		
測定月日	平成28年 1月22日	時間	8 : 30			
使用ゴム筒	生ゴムハイカー	N 値	1			
地質名	Aso-4c					

静止土圧 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏圧 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	破壊圧 $P_L$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (kN/m <sup>3</sup> )	変形係数 $E$ (kN/m <sup>2</sup> )	K値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
55.3	134.7	201.8	230,700	9,399	3.13

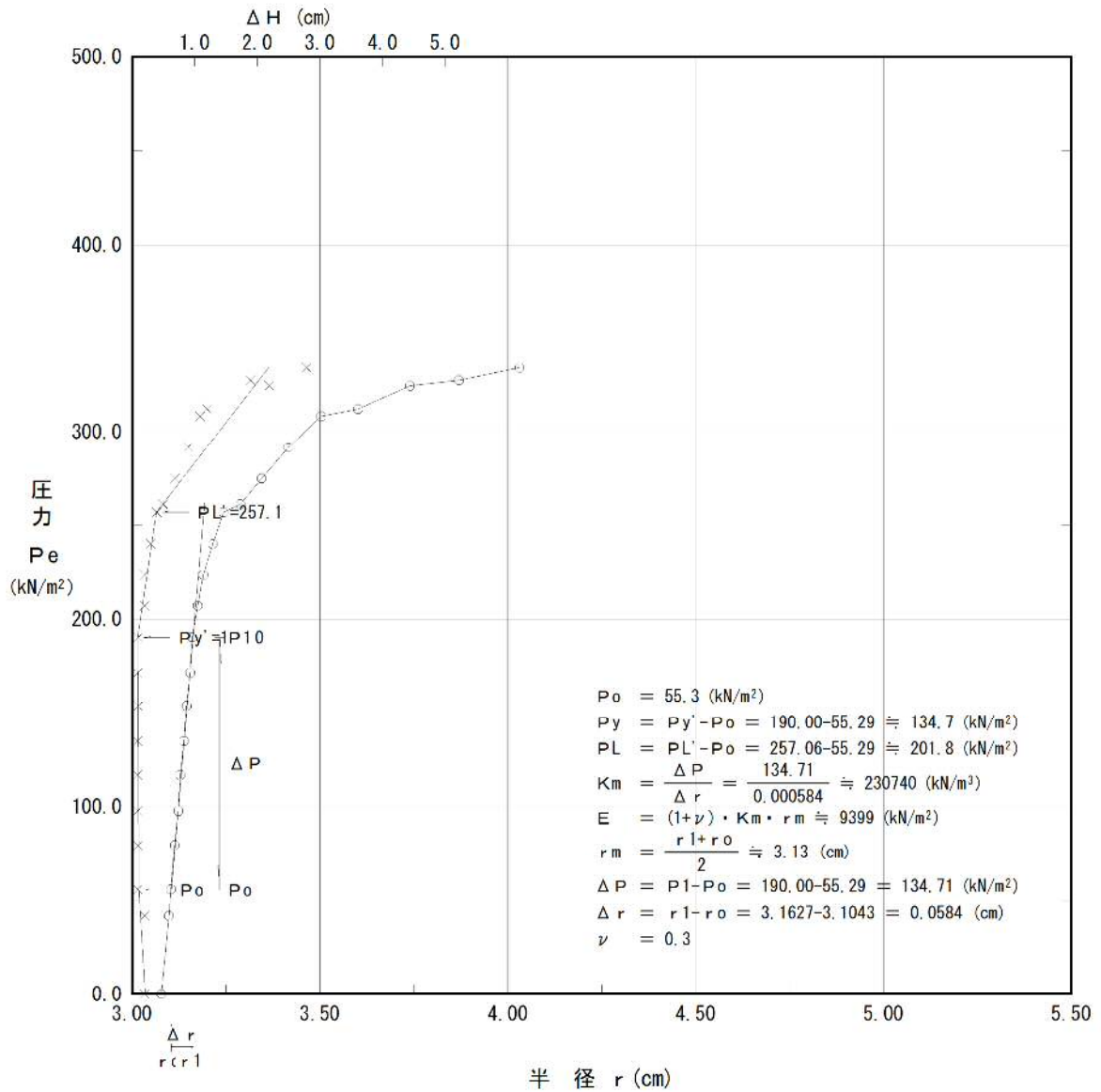


図 4.4.1(1) 孔内水平載荷試験の解析図 (調査ボーリング No.5, GL-6.50m)

### 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	新環境工場等建設に伴う地質調査業務			試験装置	LLT
測定番号	N05-2	深度	GL- 16.50 m	試験時の 状況	
測定月日	平成28年 1月26日	時間	10:00		
使用ゴム筒	生ゴムハイカー	N 値	22		
地質名	Aso-4s				

静止土圧 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏圧 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	破壊圧 $P_L$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (kN/m <sup>3</sup> )	変形係数 $E$ (kN/m <sup>2</sup> )	K値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
455.9	588.2	738.2	933,600	39,320	3.24

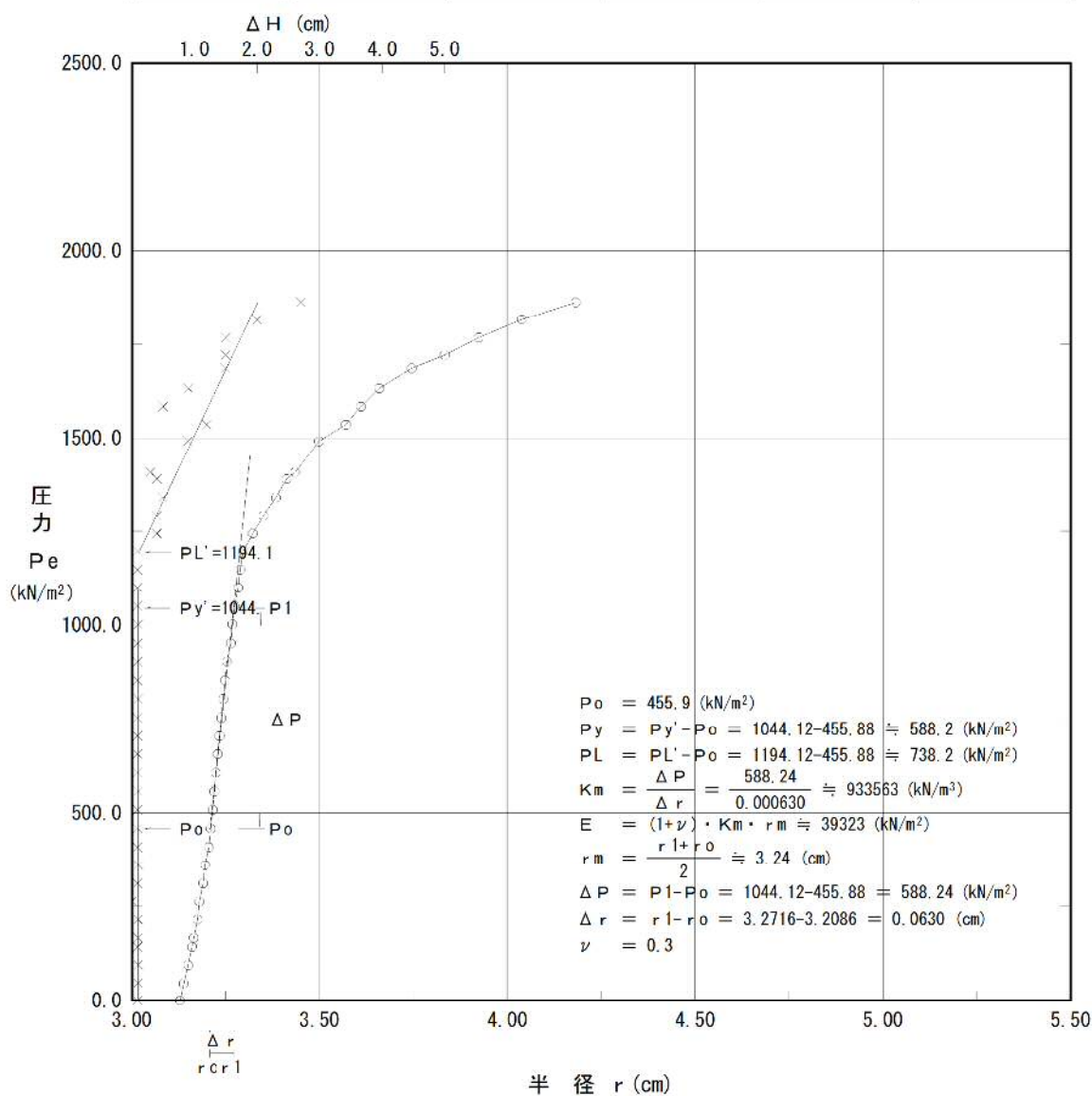


図 4.4.1(2) 孔内水平載荷試験の解析図 (調査ボーリング No.5, GL-16.50m)



### 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	新環境工場等に伴う地質調査業務委託			試験装置	エラストメータ
測定番号	5-1	深度	GL -58.00 m	試験時の 状況	
測定月日	平成28年 2月10日	時間	13:23**		
使用ゴム筒	BX	孔径	mm		
地質名					

	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	K値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	1,924.2	1,021.4	2,635	118.0	3.45

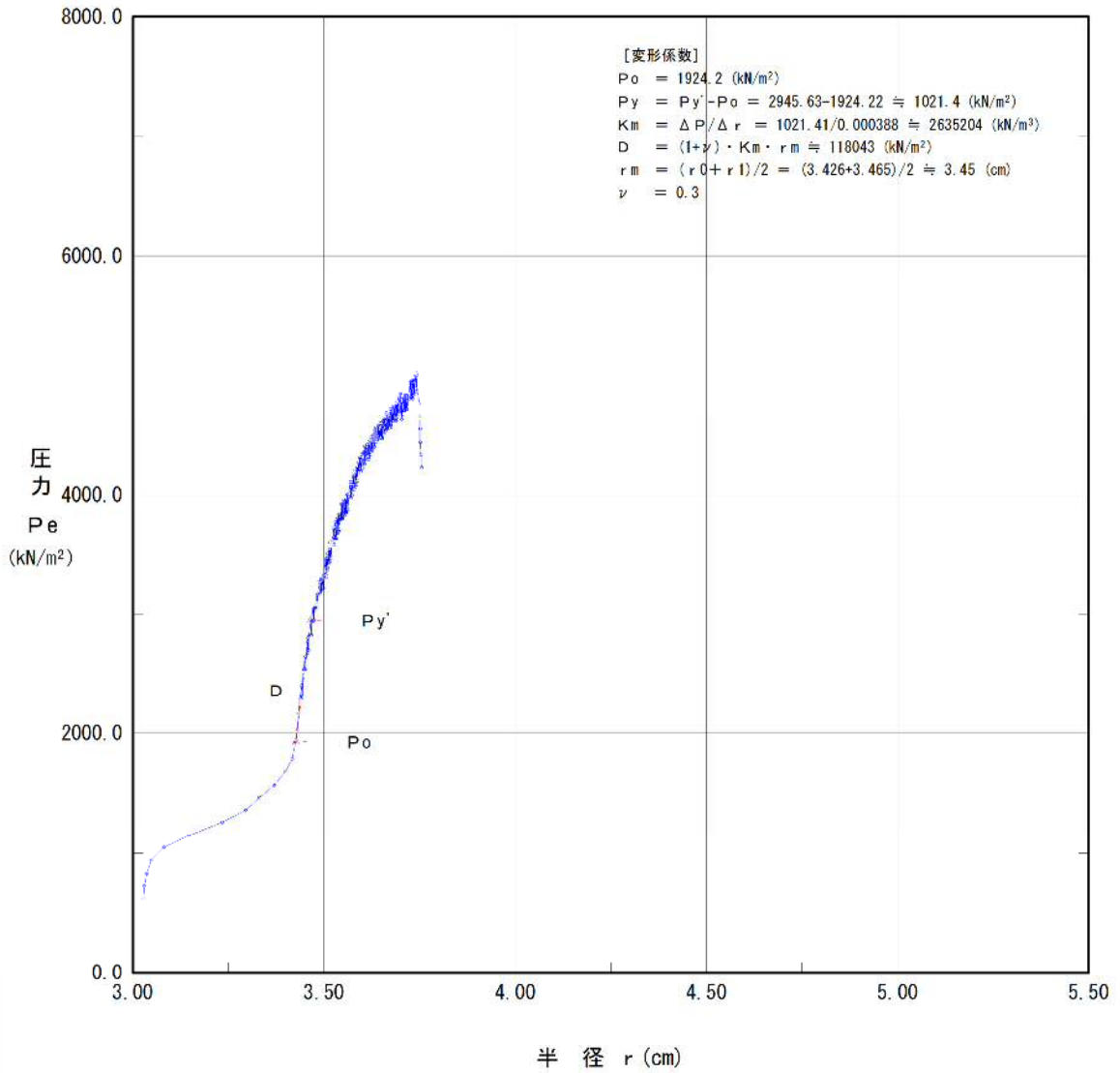


図 4.4.1(3) 孔内水平載荷試験の解析図 (調査ボーリング No.5 , GL-58.00m)

### 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	新環境工場等建設に伴う地質調査業務			試験装置	L L T	
測定番号	N06-1	深度	GL- 6.00 m	試験時の 状況		
測定月日	平成28年 1月15日	時間	16:30			
使用ゴム筒	生ゴムハイカー	N 値	5			
地質名	Aso-4c					

静止土圧 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏圧 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	破壊圧 $P_L$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (kN/m <sup>3</sup> )	変形係数 $E$ (kN/m <sup>2</sup> )	K 値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
17.6	138.8	296.5	321,300	12,780	3.06

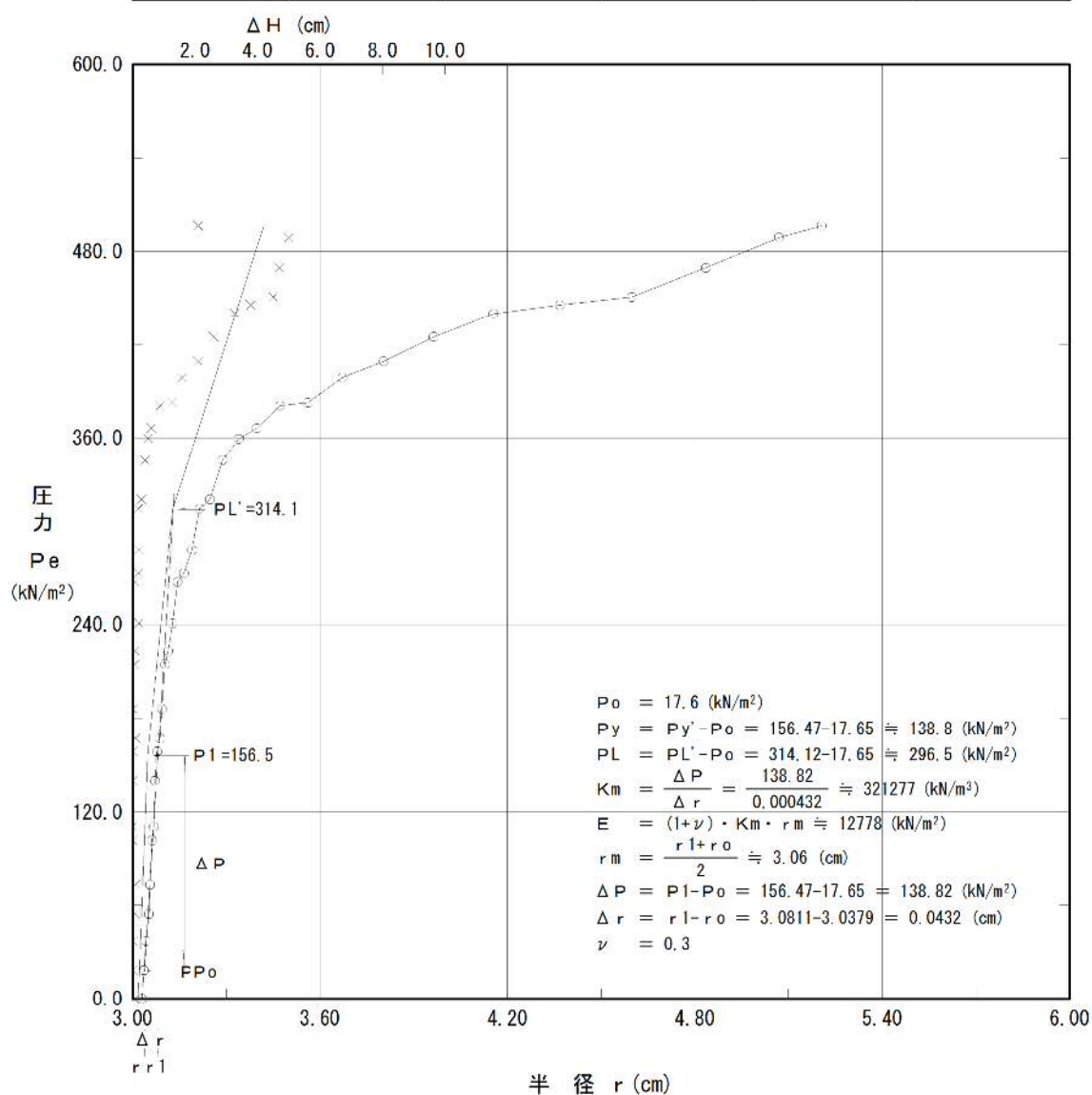


図 4.4.1(4) 孔内水平載荷試験の解析図 (調査ボーリング No.6, GL-6.00m)

### 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	新環境工場等建設に伴う地質調査業務			試験装置	L L T	
測定番号	N06-2	深度	GL- 22.00 m	試験時の 状況		
測定月日	平成28年 1月15日	時間	16:00			
使用ゴム筒	生ゴムハイカー	N 値	26			
地質名	Aso-4s					

静止土圧 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏圧 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	破壊圧 $P_L$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (kN/m <sup>3</sup> )	変形係数 $E$ (kN/m <sup>2</sup> )	K値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
222.4	635.3	732.4	367,500	15,860	3.32

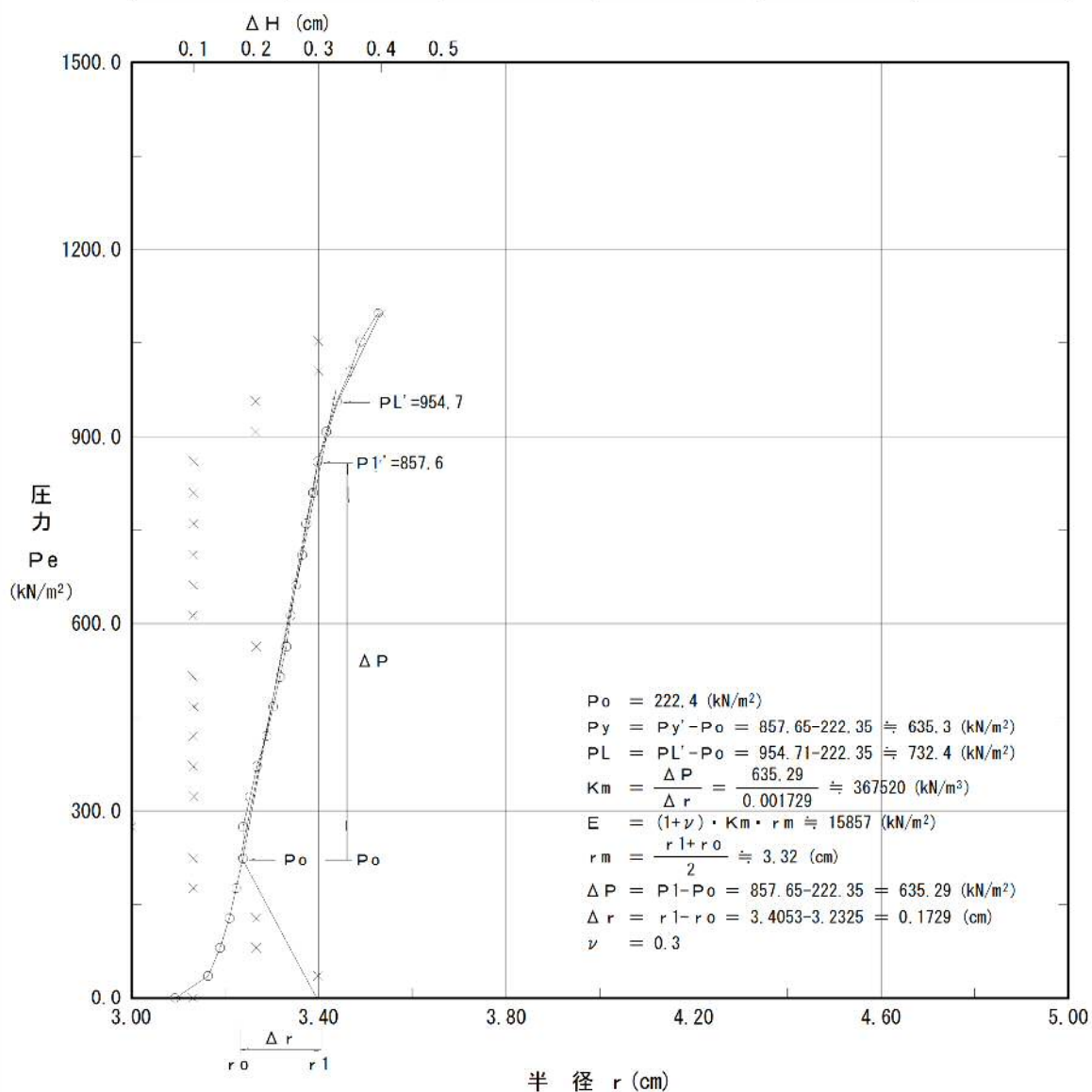


図 4.4.1(5) 孔内水平載荷試験の解析図 (調査ボーリング No.6 , GL-22.00m)

### 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	新環境工場等に伴う地質調査業務委託			試験装置	エラストメータ
測定番号	6-1	深度	GL -51.00 m	試験時の 状況	
測定月日	平成28年 1月26日	時間	14:49**		
使用ゴム筒	BX	孔径	mm		
地質名					

	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	K値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	847.1	964.7	1,994	84.23	3.25

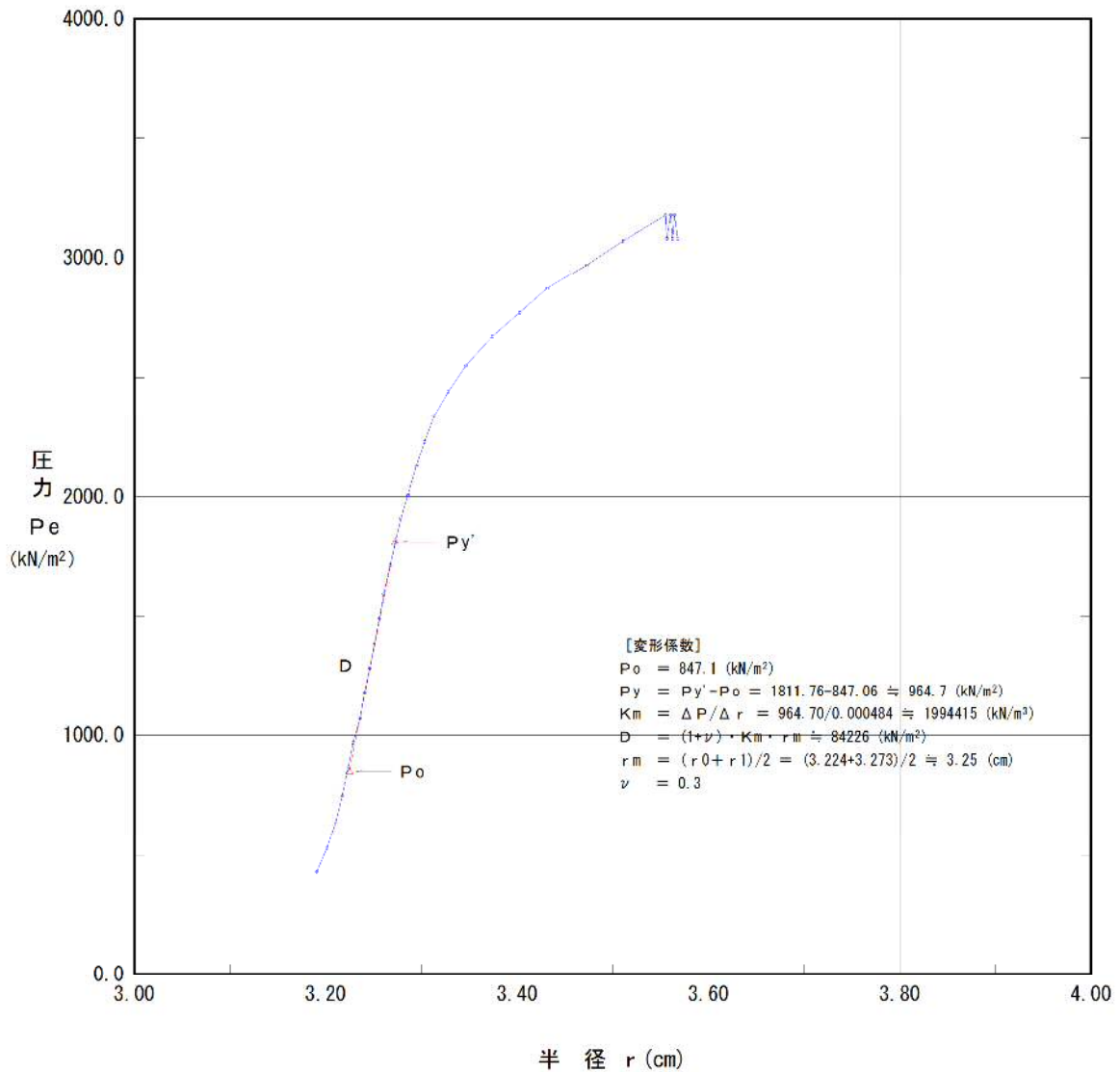


図 4.4.1(6) 孔内水平載荷試験の解析図 (調査ボーリング No.6 , GL-51.00m)

### 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	新環境工場等に伴う地質調査業務委託			試験装置	エラストメータ
測定番号	6-2	深度	GL -61.00 m	試験時の 状況	
測定月日	平成28年 1月30日	時間	14:37**		
使用ゴム筒	BX	孔径	mm		
地質名					

	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	K値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	1,901.2	1,920.0	1,448	68.42	3.63

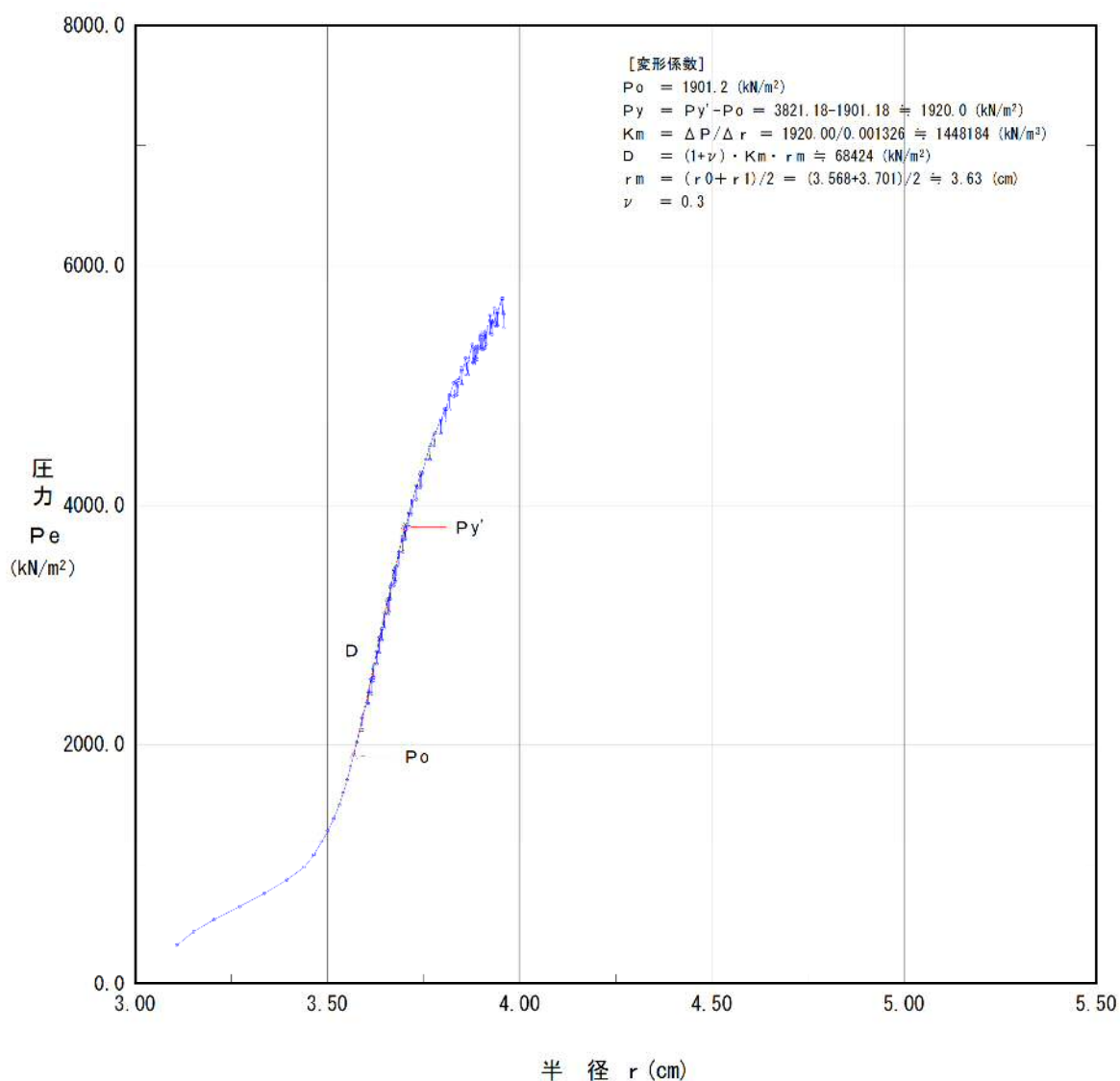


図 4.4.1(7) 孔内水平載荷試験の解析図 (調査ボーリング No.6 , GL-61.00m)

### 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	新環境工場等建設に伴う地質調査業務			試験装置	L L T
測定番号	N07-1	深度	GL- 10.50 m	試験時の 状況	
測定月日	平成28年 2月18日	時間	11:00		
使用ゴム筒	生ゴムハイカー	N 値	2		
地質名	Aso-4c				

静止土圧 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏圧 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	破壊圧 $P_L$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (kN/m <sup>3</sup> )	変形係数 $E$ (kN/m <sup>2</sup> )	K値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
50.0	107.6	179.4	201,200	8,274	3.16

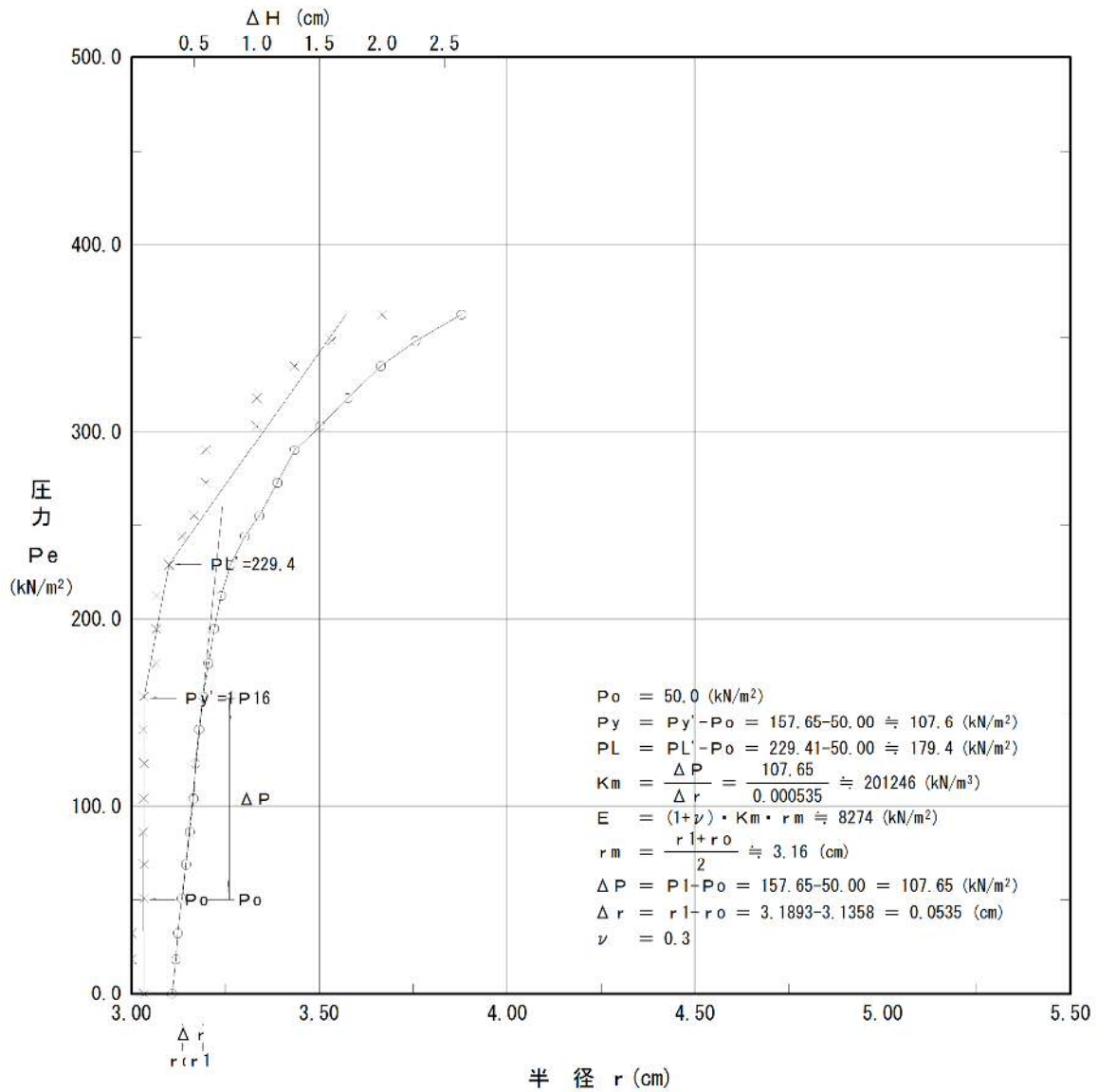


図 4.4.1(8) 孔内水平載荷試験の解析図 (調査ボーリング No.7, GL-10.50m)

### 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	新環境工場等建設に伴う地質調査業務			試験装置	L L T
測定番号	N07-2	深度	GL- 19.50 m	試験時の 状況	
測定月日	平成28年 2月19日	時間	13:00		
使用ゴム筒	生ゴムハイカー	N 値	19		
地質名	Aso-4s				

静止土圧 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏圧 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	破壊圧 $P_L$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (kN/m <sup>3</sup> )	変形係数 $E$ (kN/m <sup>2</sup> )	K 値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
261.8	338.2	485.3	312,200	14,830	3.65

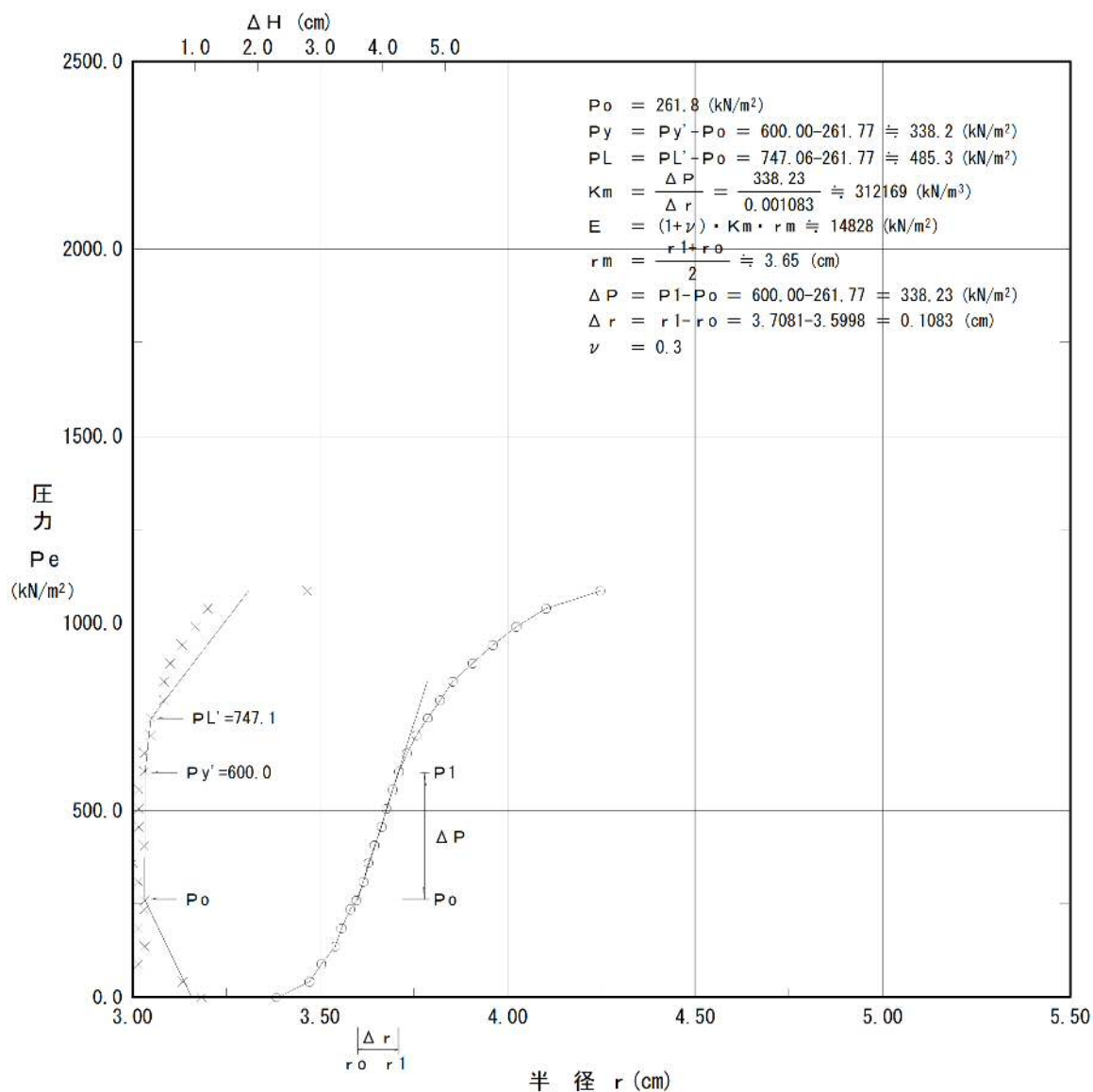


図 4.4.1(9) 孔内水平載荷試験の解析図 (調査ボーリング No.7, GL-19.50m)

### 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	新環境工場等に伴う地質調査業務委託			試験装置	エラストメータ
測定番号	7-1	深度	GL -52.00 m	試験時の 状況	
測定月日	平成28年 2月29日	時間	13:42**		
使用ゴム筒	BX	孔径	mm		
地質名					

	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	K値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	630.6	1,712.9	3,062	139.2	3.50

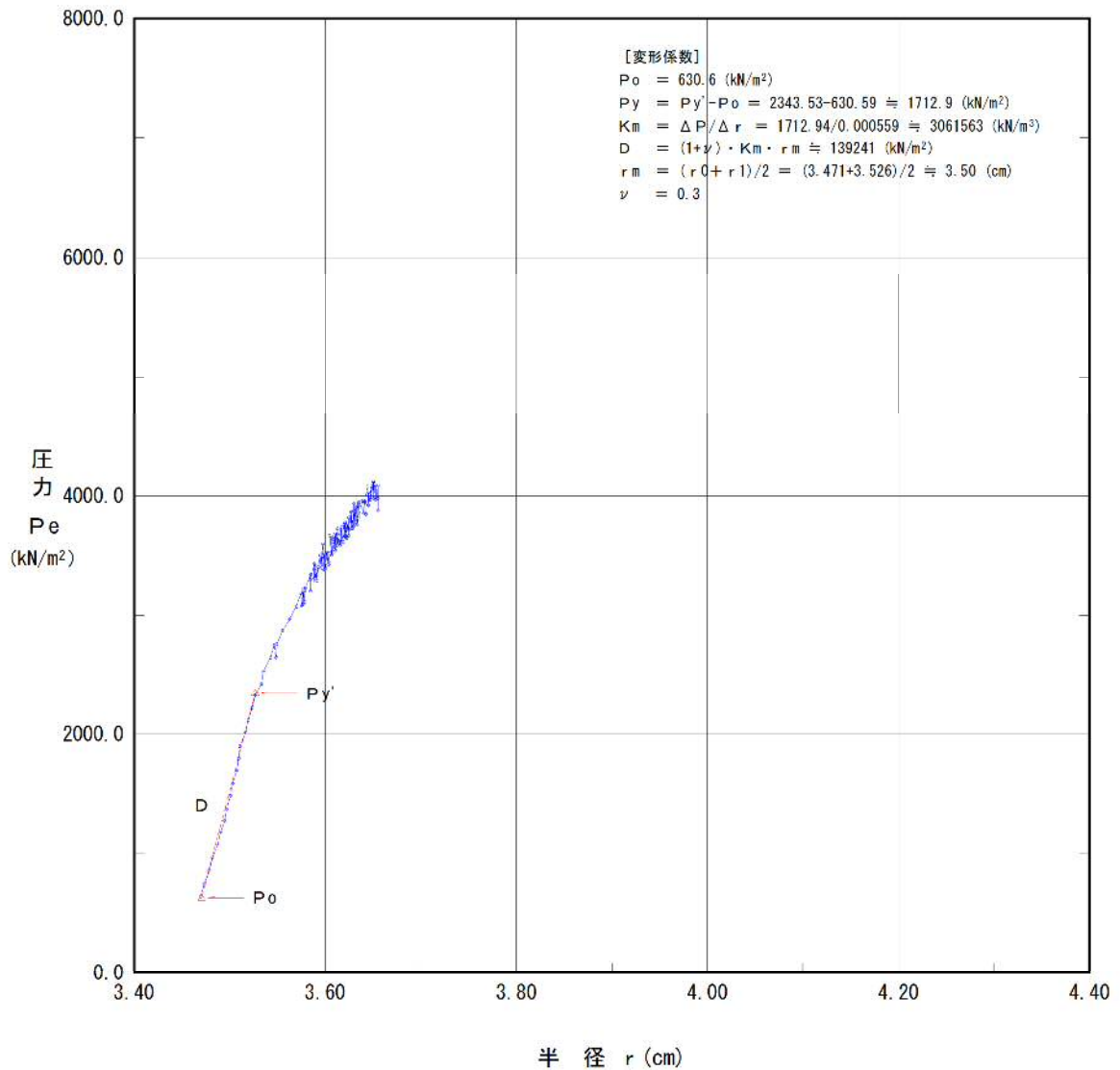


図 4.4.1(10) 孔内水平載荷試験の解析図 (調査ボーリング No.7, GL-52.00m)



### 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	新環境工場等建設に伴う地質調査業務			試験装置	LLT
測定番号	N08-1	深度	GL- 6.00 m	試験時の 状況	
測定月日	平成28年 2月24日	時間	14:45		
使用ゴム筒	生ゴムハイカー	N 値	2		
地質名	Aso-4c				

静止土圧 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏圧 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	破壊圧 $P_L$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (kN/m <sup>3</sup> )	変形係数 $E$ (kN/m <sup>2</sup> )	K 値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
52.9	182.4	240.0	281,200	11,880	3.25

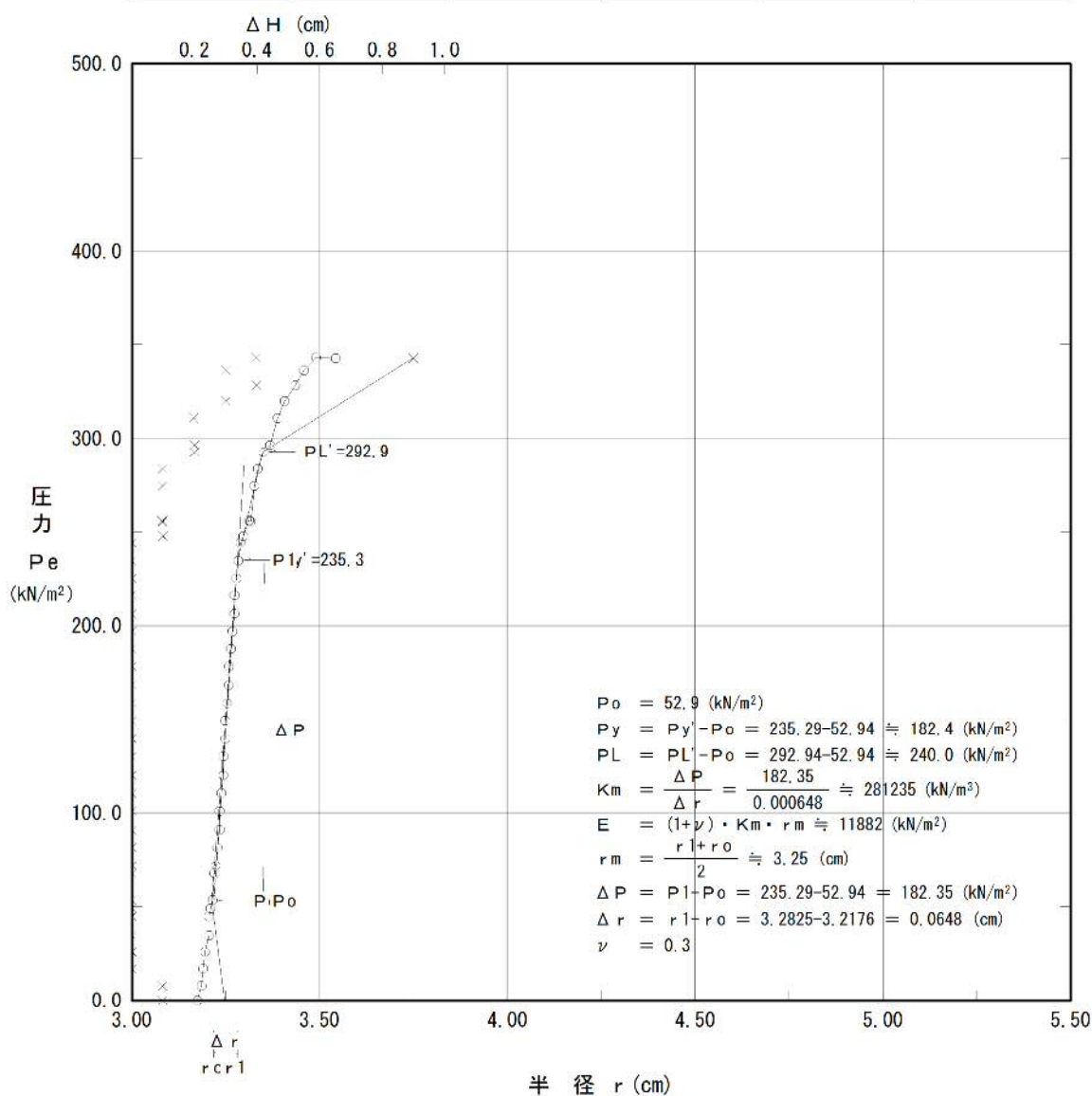


図 4.4.1(11) 孔内水平載荷試験の解析図 (調査ボーリング No.8, GL-6.00m)

### 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	新環境工場等建設に伴う地質調査業務			試験装置	L L T
測定番号	NO8-2	深度	GL- 16.50 m	試験時の 状況	
測定月日	平成28年 2月 5日	時間	11:20		
使用ゴム筒	生ゴムハイカー	N 値	15		
地質名	Aso-4s				

静止土圧 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏圧 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	破壊圧 $P_L$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (kN/m <sup>3</sup> )	変形係数 $E$ (kN/m <sup>2</sup> )	K値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
45.9	143.5	332.9	387,100	16,170	3.21

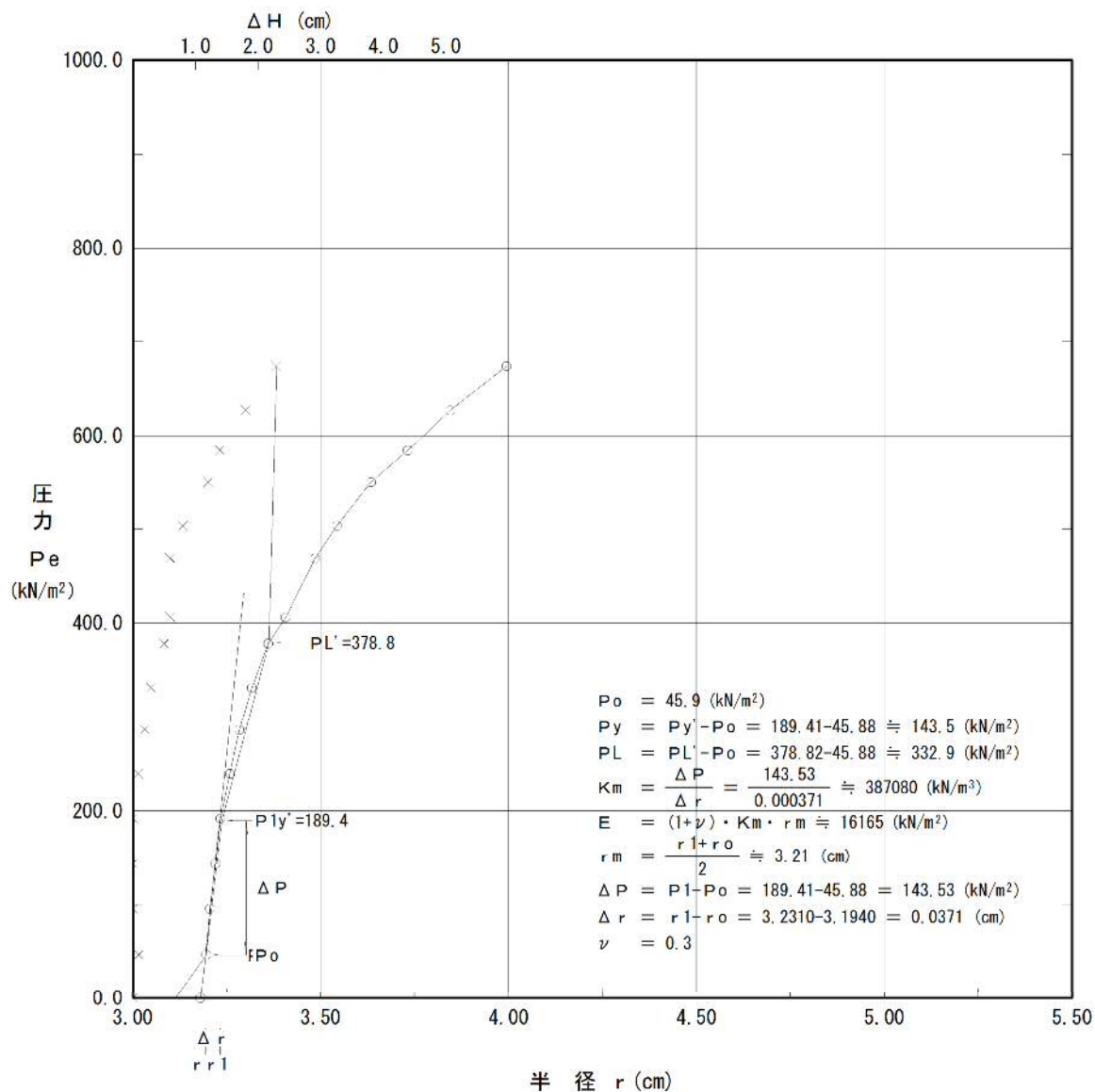


図 4.4.1(12) 孔内水平載荷試験の解析図 (調査ボーリング No.8, GL-16.50m)

### 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	新環境工場等に伴う地質調査業務委託			試験装置	エラストメータ
測定番号	8-1	深度	GL -47.00 m	試験時の 状況	
測定月日	平成28年 2月13日	時間	17:04**		
使用ゴム筒	BX	孔径	mm		
地質名					

	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	K値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	1,044.7	955.3	780.6	35.82	3.53

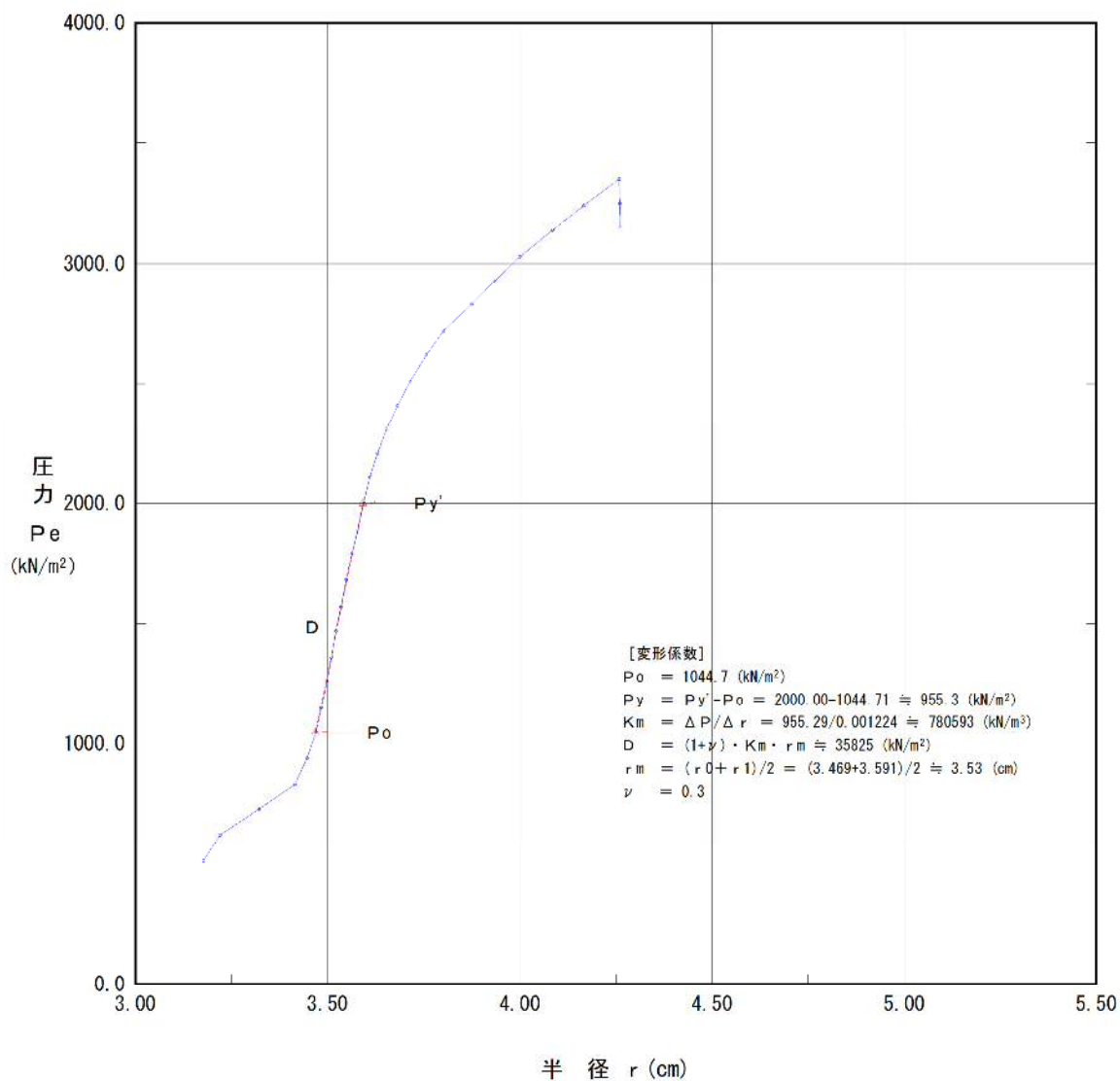


図 4.4.1(13) 孔内水平載荷試験の解析図 (調査ボーリング No.8, GL-47.00m)

### 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	新環境工場等に伴う地質調査業務委託			試験装置	エラストメータ
測定番号	8-2	深度	GL -58.00 m	試験時の 状況	
測定月日	平成28年 2月18日	時間	17:29**		
使用ゴム筒	BX	孔径	mm		
地質名					

	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	K値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	1,327.1	1,647.1	3,490	149.9	3.31

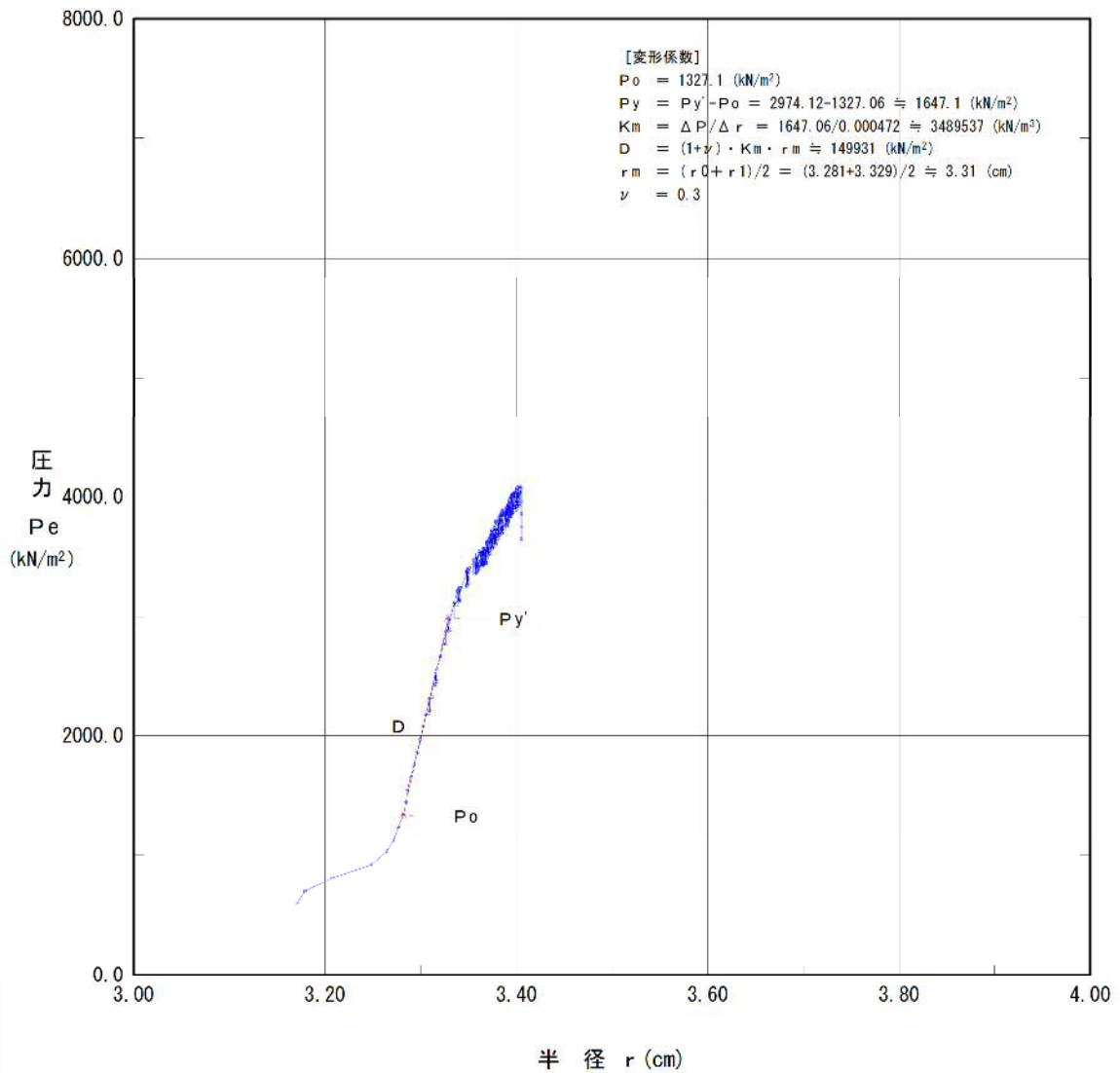


図 4.4.1(14) 孔内水平載荷試験の解析図 (調査ボーリング No.8, GL-58.00m)

### 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	新環境工場等建設に伴う地質調査業務			試験装置	L L T
測定番号	N09-1	深度	GL- 4.00 m	試験時の 状況	
測定月日	平成28年 3月 1日	時間	12:50		
使用ゴム筒	生ゴムハイカー	N 値	3		
地質名	Aso-4c				

静止土圧 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏圧 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	破壊圧 $P_L$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (kN/m <sup>3</sup> )	変形係数 $E$ (kN/m <sup>2</sup> )	K 値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
48.8	149.4	222.4	199,300	8,314	3.21

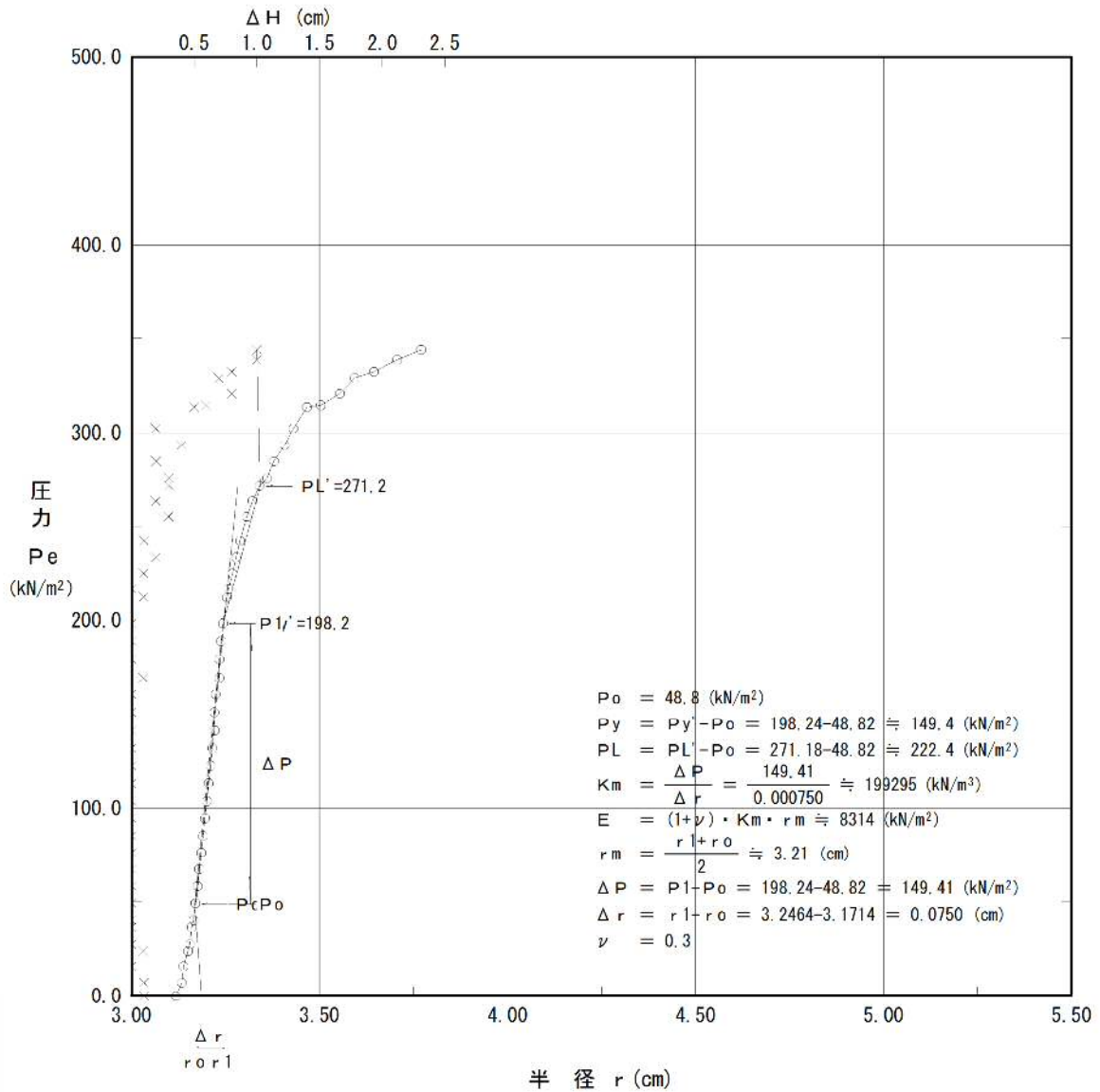


図 4.4.1(15) 孔内水平載荷試験の解析図 (調査ボーリング No.9, GL-4.00m)

### 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	新環境工場等建設に伴う地質調査業務			試験装置	L L T
測定番号	N09-2	深度	GL- 12.50 m	試験時の 状況	
測定月日	平成28年 3月 2日	時間	13:55		
使用ゴム筒	生ゴムハイカー	N 値	14		
地質名	Aso-4s				

静止土圧 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏圧 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	破壊圧 $P_L$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (kN/m <sup>3</sup> )	変形係数 $E$ (kN/m <sup>2</sup> )	K 値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
111.8	294.1	457.6	239,800	11,960	3.84

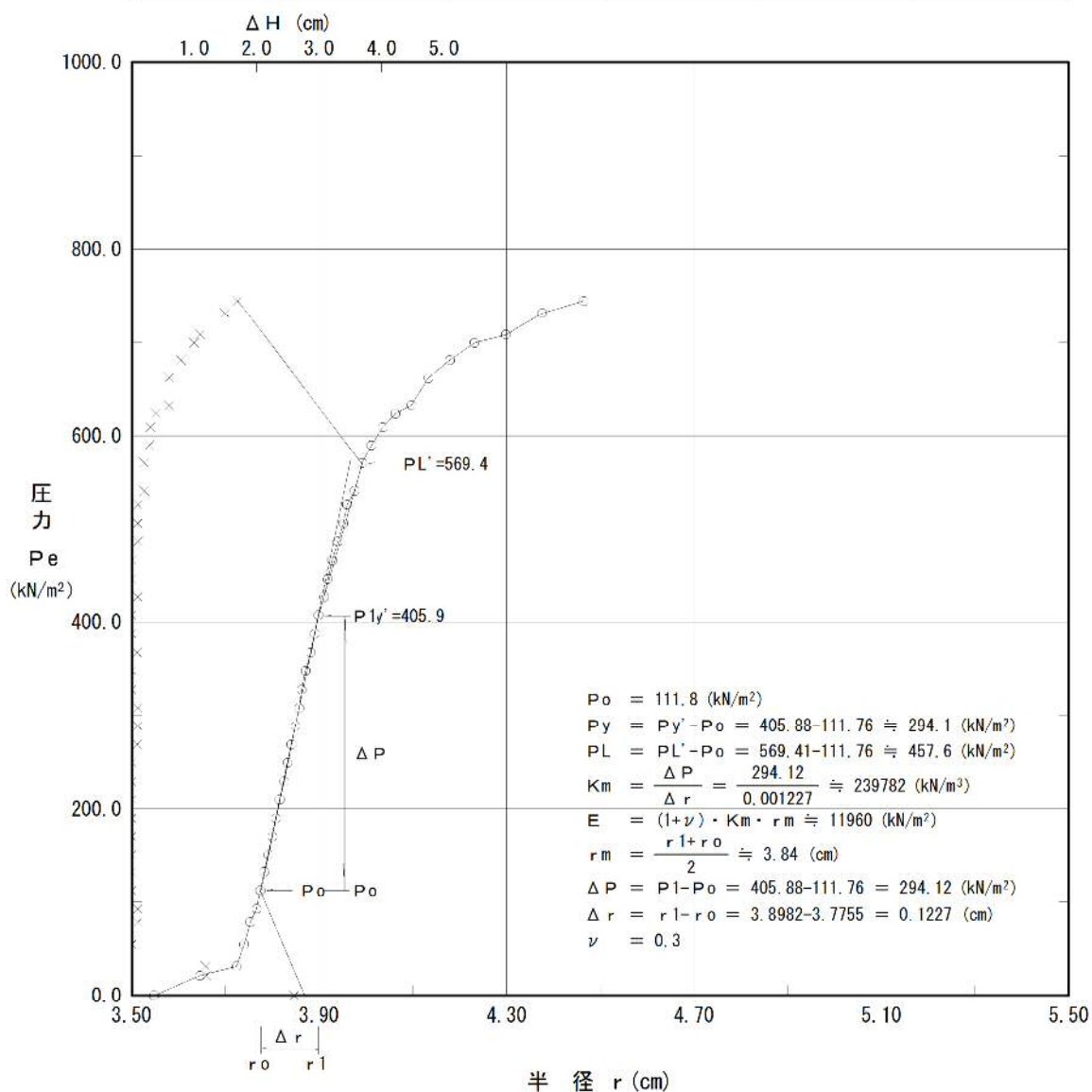


図 4.4.1(16) 孔内水平載荷試験の解析図 (調査ボーリング No.9, GL-12.50m)

### 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	新環境工場等に伴う地質調査業務委託			試験装置	エラストメータ
測定番号	9-1	深度	GL -49.00 m	試験時の 状況	
測定月日	平成28年 3月12日	時間	17:10**		
使用ゴム筒	BX	孔径	mm		
地質名					

	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	K値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	978.8	832.9	4,205	185.9	3.40

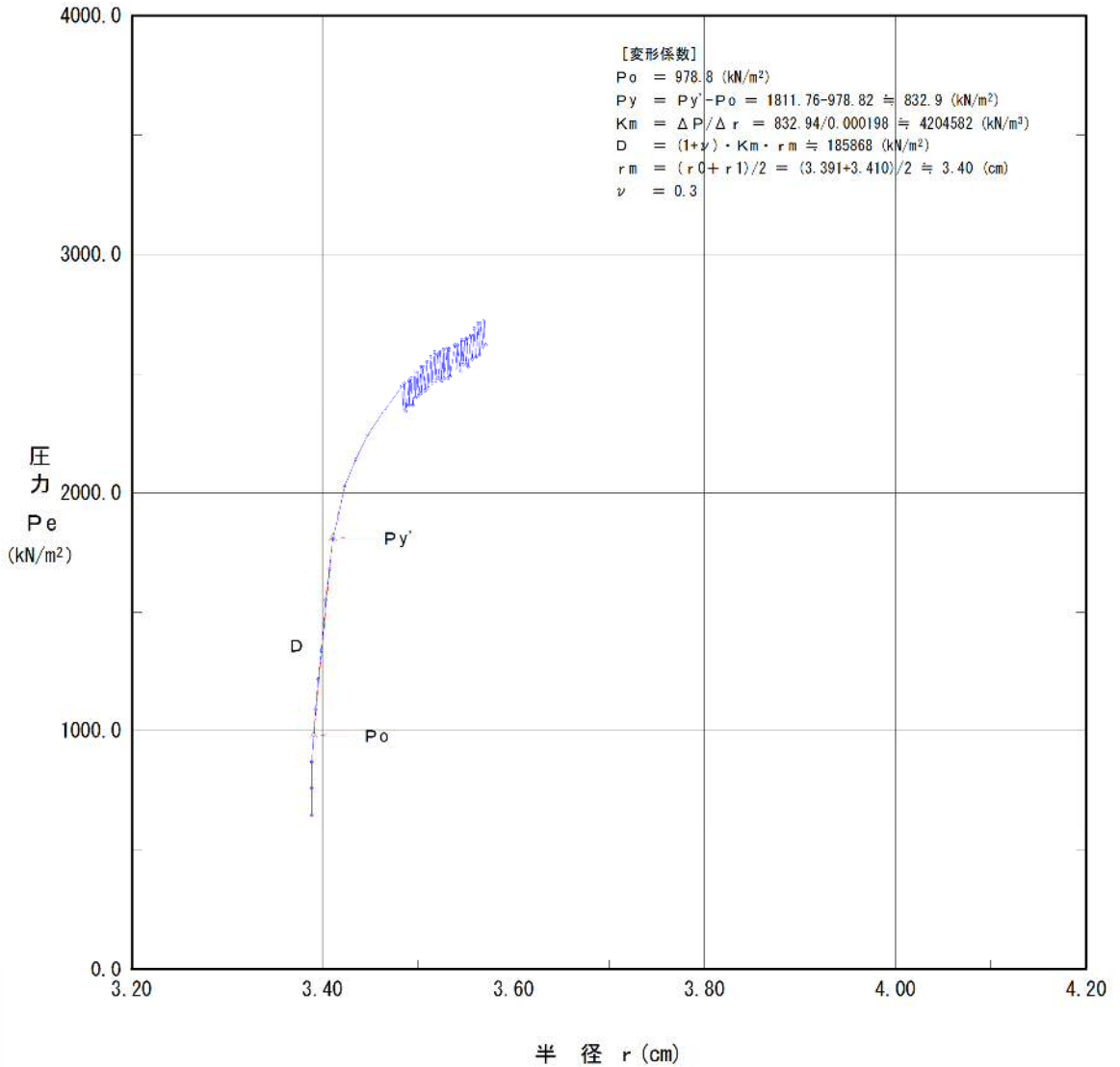


図 4.4.1(17) 孔内水平載荷試験の解析図 (調査ボーリング No.9, GL-49.00m)

### 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	新環境工場等に伴う地質調査業務委託			試験装置	エラストメータ
測定番号	9-2	深度	GL -60.00 m	試験時の 状況	
測定月日	平成28年 3月12日	時間	16:37**		
使用ゴム筒	BX	孔径	mm		
地質名					

	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	K値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	1,694.1	1,261.2	7,097	303.5	3.29

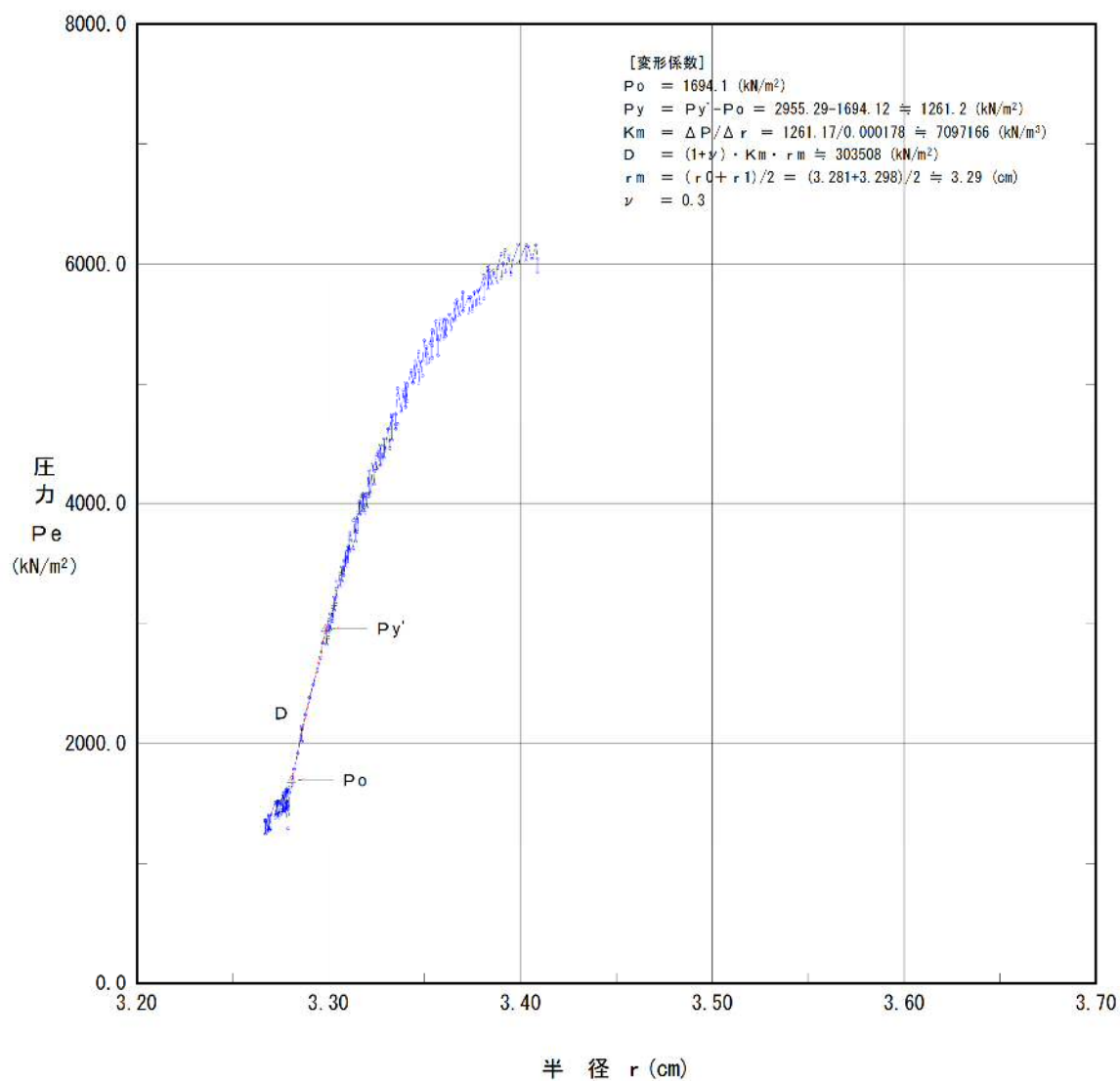


図 4.4.1(18) 孔内水平載荷試験の解析図 (調査ボーリング No.9, GL-60.00m)



#### 4.5 室内土質試験

今回実施した室内土質試験結果の詳細は巻末の「室内土質試験データシート」に示した。なお、今回行った室内土質試験の実施数量は以下のとおりである。

次頁、表 4.5.2 に既存調査結果(No.1, No.2 孔)を含めて一覧表に整理した。

表 4.5.1 室内土質試験の実施数量一覧

試験項目		実施数量(試料)		
		No.5	No.6	計
物理特性	土粒子の密度	3	3	6
	含水比	3	3	6
	粒度	3	3	6
	液性限界	3	3	6
	塑性限界	3	3	6
	湿潤密度	3	3	6
力学特性	圧密試験	3	3	6

表 4.5.2 土質試験結果総括表

孔番	深度 (GL- m ~ m)		柱状図の 土質名称 [地層,区分記号]	N値 (回)	土粒子 の密度 s (g/cm <sup>3</sup> )	含水比 (%)	湿潤密度 t (g/cm <sup>3</sup> )	粒 度 試 験															地盤材料の 工学的分類名	コンシステンシー試験			三軸圧縮試験 (UU)		圧密試験						
								粒度分布 (%)					ふるい通過百分率 (%)			粒 径 (mm)					均等 係数	曲率 係数		粒度組成 (%)			全応力		圧縮 指数 Cc	圧密 降伏 応力 Pc (kN/m <sup>2</sup> )					
								礫分	砂分	シルト分	粘土分	細粒分Fc	2mm	0.425mm	0.075mm	D <sub>max</sub>	D <sub>60</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>30</sub>	D <sub>20</sub>	D <sub>10</sub>	U <sub>c</sub>		U <sub>c</sub> '	■礫分 ■砂分 □細粒分Fc	液性 限界 WL (%)	塑性 限界 Wp (%)	塑性 指数 Ip (%)			C (kN/m <sup>2</sup> )	(°)			
No.1	1.00	~	1.35	ローム [黒ボク層 Kb]	2	2.492	134.7	1.259	0.2	6.1	86.1	7.6	93.7	99.8	99.1	93.7	4.75	0.0380	0.0330	0.0240	0.0190	0.0086	4.42	1.76	6.4	93.7	砂まじり火山灰質粘性土(型)黒ぼく [VH <sub>2</sub> -S]	191.6	118.4	73.2	63.7	7.68	1.053	134.6	
	4.90	~	5.80	ローム [赤ボク層 Ab]	3	2.856	57.7	1.616	2.8	24.4	42.0	30.8	72.8	97.2	89.5	72.8	9.5	0.0390	0.0200	0.0047	0.0011	-	-	-	2.8	24.4	72.8	砂質火山灰質粘性土(型)赤ぼく [VH <sub>1</sub> S]	66.4	42.3	24.1	37.7	3.6	0.581	155.9
	7.00	~	8.00	火山灰質シルト [阿蘇4火砕流堆積物 A4-c]	1	2.832	77.1	1.458	2.1	28.7	44.6	24.6	69.2	97.9	88.6	69.2	9.5	0.0420	0.0240	0.0078	0.0030	-	-	-	2.1	28.7	69.2	砂質火山灰質粘性土(型)灰土 [VH <sub>1</sub> S]	59.6	39.1	20.5	41.5	4.0	0.462	214.5
	12.00	~	13.10	火山灰質シルト [阿蘇4火砕流堆積物 A4-c]	0	2.853	65.3	1.551	5.3	36.1	39.6	19.0	58.6	94.7	83.3	58.6	9.5	0.0830	0.0460	0.0110	0.0055	-	-	-	5.3	36.1	58.6	礫まじり火山灰質粘性土(型)灰土 [VH <sub>1</sub> S-G]	52.0	31.7	20.3	42.6	3.99	0.601	275.1
No.2	1.30	~	2.10	ローム [黒ボク層 Kb]	2	2.601	122.5	1.291	0.0	15.7	62.7	21.6	84.3	100.0	97.7	84.3	2.0	0.0370	0.0270	0.0150	0.0041	-	-	-	0.0	15.7	84.3	砂質火山灰質粘性土(型)黒ぼく [VH <sub>2</sub> S]	214.0	92.2	121.8	59.8	9.48	1.196	211.3
	4.00	~	5.10	ローム [赤ボク層 Ab]	3	2.783	102.1	1.401	0.4	6.9	86.2	6.5	92.7	99.6	97.7	92.7	4.75	0.0340	0.0290	0.0210	0.0170	0.0110	3.09	1.18	0.4	6.9	92.7	砂まじり火山灰質粘性土(型)赤ぼく [VH <sub>2</sub> -S]	170.9	70.7	100.2	44.2	8.7	1.525	165.0
	10.00	~	10.85	火山灰質シルト [阿蘇4火砕流堆積物 A4-c]	1	2.867	62.8	1.531	1.6	34.4	30.0	34.0	64.0	98.4	87.2	64.0	9.5	0.0490	0.0170	0.0039	0.0011	-	-	-	1.6	34.4	64.0	砂質火山灰質粘性土(型)灰土 [VH <sub>1</sub> S]	54.3	33.0	21.3	36.1	5.47	0.757	301.5
	14.00	~	14.85	火山灰質シルト [阿蘇4火砕流堆積物 A4-c]	0	2.854	62.5	1.525	2.5	33.6	29.9	34.0	63.9	97.5	86.8	63.9	9.5	0.0550	0.0210	0.0037	-	-	-	-	-	2.5	33.6	63.9	砂質火山灰質粘性土(型)灰土 [VH <sub>1</sub> S]	58.4	33.7	24.7	46.9	3.8	0.718
No.5	2.00	~	3.00	ローム [赤ボク層 Ab]	3	2.865	61.9	1.625	2.5	38.7	35.0	23.8	58.8	97.5	85.2	58.8	9.5	0.0814	0.0464	0.0093	0.0029	-	-	-	2.5	38.7	58.8	砂質火山灰質粘性土(型) [VH <sub>1</sub> S]	70.8	46.9	23.9	-	-	0.438	339.0
	4.00	~	5.00	火山灰質シルト [阿蘇4火砕流堆積物 A4-c]	4	2.827	66.7	1.579	2.2	32.2	36.4	29.2	65.6	97.8	86.7	65.6	9.50	0.0547	0.0250	0.0053	0.0022	-	-	-	2.2	32.2	65.6	砂質火山灰質粘性土(型) [VH <sub>1</sub> S]	56.1	38.3	17.8	-	-	0.671	245.2
	6.00	~	7.00	火山灰質シルト [阿蘇4火砕流堆積物 A4-c]	1	2.839	70.3	1.567	2.1	32.5	34.9	30.5	65.4	97.9	87.4	65.4	9.5	0.0503	0.0222	0.0048	0.0018	-	-	-	2.1	32.5	65.4	砂質火山灰質粘性土(型) [VH <sub>1</sub> S]	61	39	22	-	-	0.711	219.4
No.6	2.00	~	3.00	ローム [赤ボク層 Ab]	2	2.771	116.6	1.406	0.0	5.6	71.0	23.4	94.4	100.0	99.3	94.4	2.0	0.0194	0.0152	0.0083	0.0037	-	-	-	0.0	5.6	94.4	砂混り火山灰質粘性土(II型) [VH <sub>2</sub> -S]	202.1	78	124.1	-	-	1.09	140.9
	4.00	~	5.00	火山灰質シルト [阿蘇4火砕流堆積物 A4-c]	2	2.784	61.2	1.647	11.2	40.3	25.7	22.8	48.5	88.8	71.2	48.5	19.00	0.2286	0.0856	0.0102	0.0032	-	-	-	11.2	40.3	48.5	礫混り火山灰質砂 [SV-G]	72.1	50.9	21.2	-	-	0.322	363.2
	6.00	~	6.80	火山灰質シルト [阿蘇4火砕流堆積物 A4-c]	5	2.816	59.3	1.614	2.0	26.5	26.1	45.4	71.5	98.0	88.6	71.5	9.5	0.0176	0.0071	-	-	-	-	-	2.0	26.5	71.5	砂質火山灰質粘性土(型) [VH <sub>1</sub> S]	58.3	40.6	17.7	-	-	0.591	191.1

#### 4.5.1 物理試験結果

物理試験は、土の基本的性質や地層判別等の検討に必要な物理性状を把握する目的で、乱れの少ない試料を用いて、土粒子の密度試験、含水比試験、粒度試験、液性限界試験、塑性限界試験及び土の湿潤密度試験の計6項目を実施した。

以下、それぞれの物理試験結果について述べる。

##### (1) 土粒子の密度

土粒子の密度は、土粒子の基本物性量で鉄分や有機物を極端に含まなければ土によって大きな差はない。一般的な無機質土であれば  $s = 2.6 \sim 2.8 \text{g/cm}^3$  の値を示すものが多い。表4.5.3に土粒子の密度の測定例を、今回の試験結果を表4.5.4にそれぞれ示す。

今回試験を実施した主な土質は、ロームと火山灰質シルトである。試験で得られた値はいずれの土質も  $2.5 \sim 2.9 \text{g/cm}^3$  の範囲を示しており、一般的な値よりやや大きい値の傾向があるが、大差はない。

表 4.5.3 土粒子の密度の測定例

	密度 $s(\text{g/cm}^3)$	土質名	密度 $s(\text{g/cm}^3)$
石英	2.6~2.7	豊浦砂	2.64
長石	2.5~2.8	沖積砂質土	2.6~2.8
雲母	2.7~3.2	沖積粘性土	2.50~2.75
角閃石	2.9~3.5	洪積砂質土	2.6~2.8
輝石	2.8~3.7	洪積粘性土	2.50~2.75
磁鉄鉱	5.1~5.2	泥炭(ピート)	1.4~2.3
クロライト	2.6~3.0	関東ローム	2.7~3.0
イライト	2.6~2.7	まさ土	2.6~2.8
カオリナイト	2.5~2.7	しらす	1.8~2.4
モンモリロナイト	2.0~2.4	黒ぼく	2.3~2.6

社団法人地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説，p101，2010.

表 4.5.4 地層別土粒子の平均密度

柱状図の土質名称	地層区分 [記号]	土粒子の密度 平均値 (g/cm <sup>3</sup> )	密度の範囲 (g/cm <sup>3</sup> )	細粒分含有率 F <sub>c</sub> (%)	調査孔 (No.)
ローム	黒ボク [Kb]	2.547	2.492 ~ 2.601	84.3 ~ 93.7	No.1 ~ No.2
ローム	赤ボク [Ab]	2.819	2.771 ~ 2.865	58.8 ~ 94.4	No.1 ~ No.6
火山灰質シルト	阿蘇 4 火砕流堆積物 [A4-c]	2.834	2.784 ~ 2.867	48.5 ~ 71.5	No.1 ~ No.6

既存 No.1 ~ No.2 の土質試験データを含む

(2) 含水比

わが国における土の含水比は、沖積層の砂質土で 10 ~ 30%程度、粘性土では 30 ~ 150%程度、高有機質土で 80 ~ 1200%程度がおおよその範囲であり、細粒分、有機分が多くなると含水比は高くなる傾向にある。

今回の試験結果を表 4.5.5 にまとめて示し、細粒分含有率との関係をまとめて図 4.5.1 に示す。これより、調査地付近の土質については、細粒分が増えると含水比が高くなることが確認できる。

表 4.5.5 地層別土の含水比の試験結果

柱状図の土質名称	地層区分 [記号]	含水比平均値 (%)	含水比の範囲 (%)	細粒分含有率 F <sub>c</sub> (%)	調査孔 (No.)
ローム	黒ボク [Kb]	128.6	122.5 ~ 134.7	84.3 ~ 93.7	No.1 ~ No.2
ローム	赤ボク [Ab]	84.6	57.7 ~ 116.6	58.8 ~ 94.4	No.1 ~ No.6
火山灰質シルト	阿蘇 4 火砕流堆積物 [A4-c]	65.7	59.3 ~ 77.1	48.5 ~ 71.5	No.1 ~ No.6

既存 No.1 ~ No.2 の土質試験データを含む

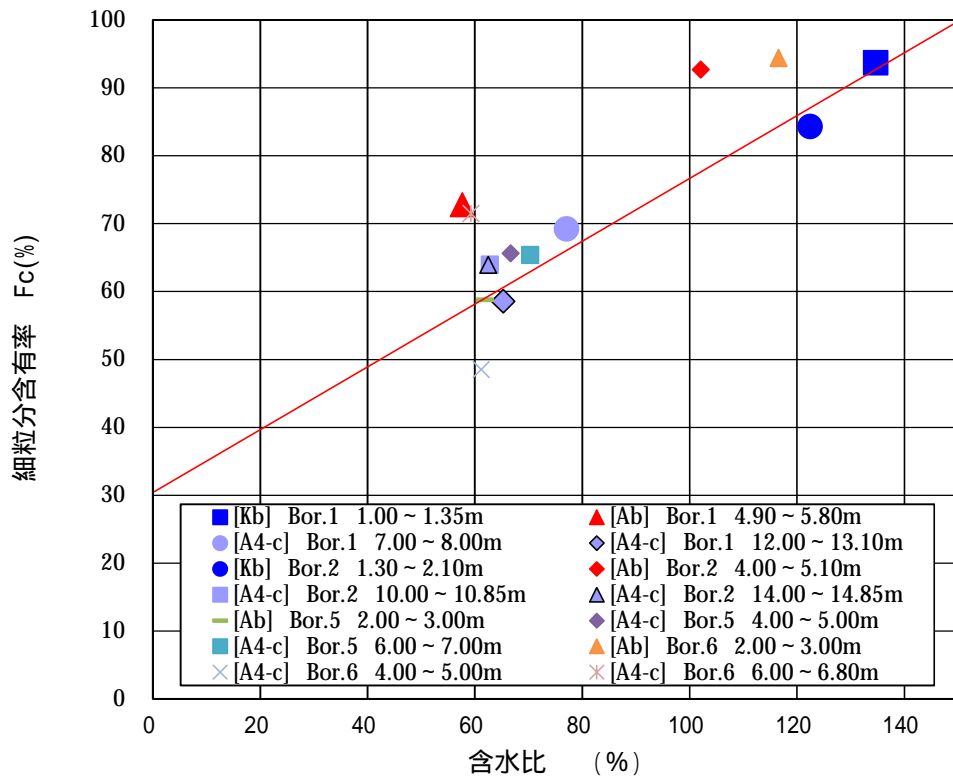


図 4.5.1 含水比と細粒分含有率の関係図

### (3) 粒度

粒度試験の目的は、主として土を構成する粒子の構成割合を調べて土の分類に使用することであり、また砂質土の透水性の推定、液状化の推定などに使われる。

本試験の結果、得られた層別の粒度特性及び工学的分類について、以下に取りまとめた。

黒ボク[Kb]：ローム（試料数 2：既存 No.1～No.2 の土質試験データ）

- ・全質量の 80～90%を細粒分(粒径 0.075mm 未満)が占める、細粒分に偏った粒径幅の狭い粒度分布を示す。
- ・地盤材料の工学的分類上「砂まじり火山灰質粘性土(II型)(VH<sub>2</sub>-S)」もしくは「砂質火山灰質粘性土(II型)(VH<sub>2</sub>S)」に分類される。

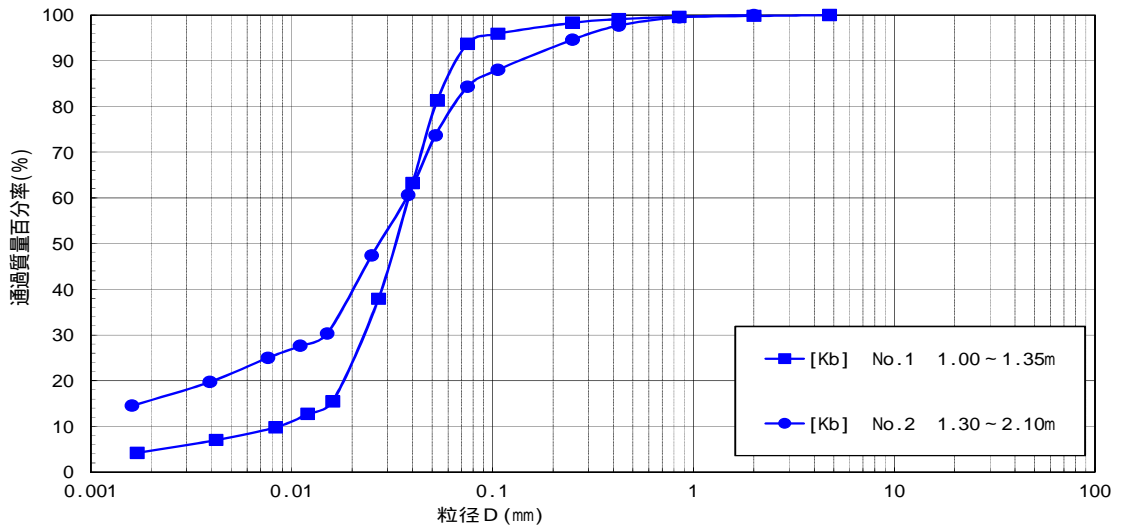


図 4.5.2 黒ボク粒径加積曲線

赤ボク[Ab]：ローム（試料数 4：既存 No.1～No.2、今回 No.5～No.6）

- ・全質量の約 60～95%を細粒分(粒径 0.075mm 未満)が占める。No.1、No.5 付近では粒径幅の広い分布を示すが、No.2、No.6 付近では細粒分に偏った粒度分布を示す。
- ・地盤材料の工学的分類上「砂質火山灰質粘性土 (I 型) (VH<sub>1</sub>-S)」もしくは「砂まじり火山灰質粘性土 (II 型) (VH<sub>2</sub>-S)」に分類される。

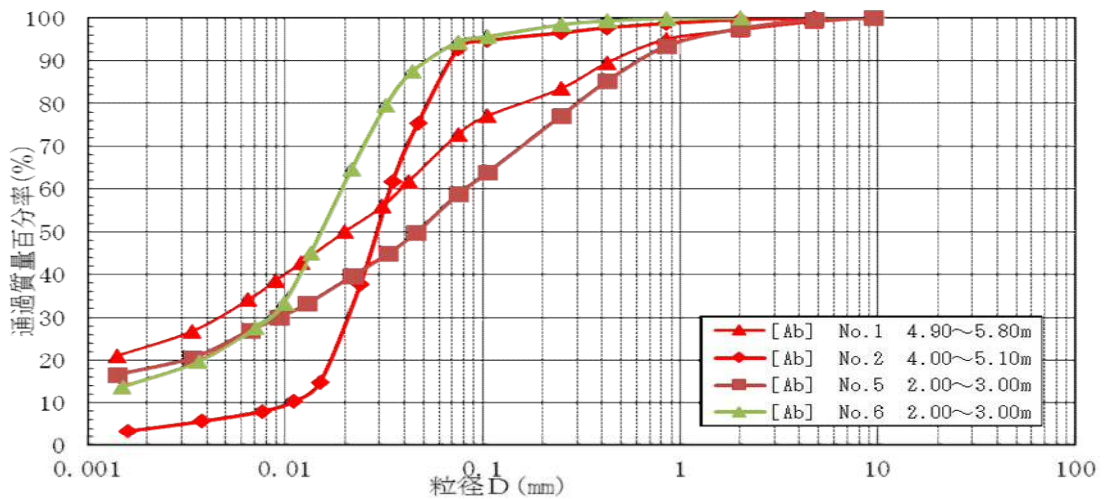


図 4.5.3 赤ボク粒径加積曲線

阿蘇 4 火砕流堆積物[A4-c]：火山灰質シルト

(試料数 8：既存 No.1～No.2、今回 No.5～No.6)

- ・全質量の約 50～70%を細粒分(粒径 0.075mm 未満)が占める。粒径加積曲線がなだらかな事から均等係数が大きい粘土から粗礫までを含む粒径幅の広い粒度分布を示す。
- ・地盤材料の工学的分類上「砂質火山灰質粘性土 (I 型) (VH<sub>1</sub>S)」もしくは「礫まじり火山灰質粘性土 (I 型) (VH<sub>1</sub>S-G)」「礫まじり火山灰質砂 (SV-G)」に分類される。

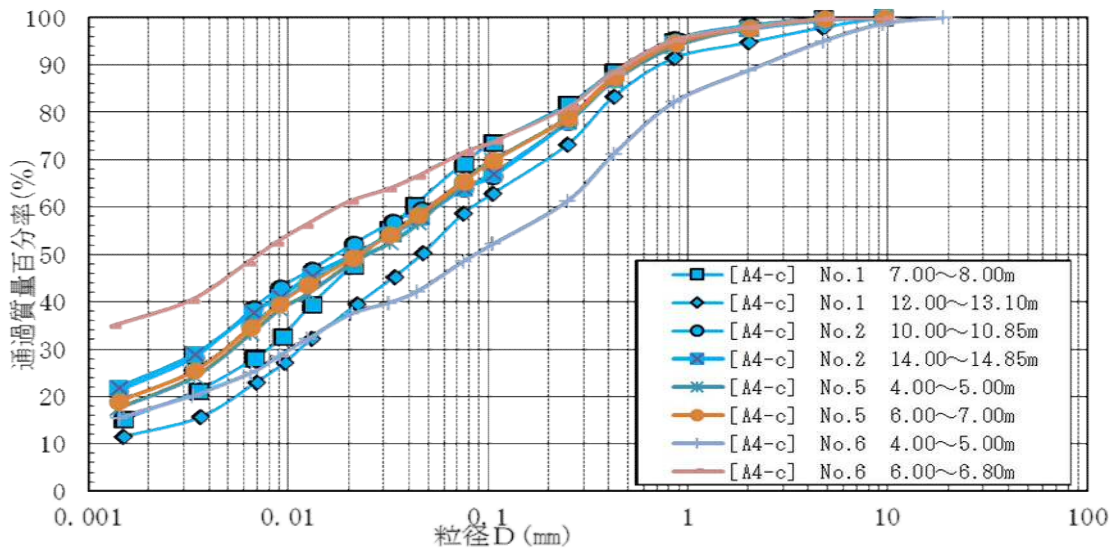


図 4.5.4 阿蘇 4 火砕流堆積物(火山灰質シルト)粒径加積曲線

(4) 液性限界・塑性限界

表 4.5.6 に土の液性・塑性限界値の事例を、表 4.5.7 に試験結果を示す。

今回の試験では液性限界、塑性限界ともに一般的な数値からそれよりも大きな値が得られている。液性限界が自然含水比を上回ることから、現状土としては比較的安定した状態にある土層と言えるが、A4-c では自然含水比と液性限界が近いいため、乱したときに強度が極端に低下するおそれがあるといえる。

表 4.5.6 土の液性・塑性限界値の事例

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

社団法人地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説，p146，2010.を参考

表 4.5.7 コンシステンシー試験結果

柱状図の土質名称 [地層区分, 記号]	地層区分 [記号]	液性限界 $w_L$ の範囲 (%) [平均値]	塑性限界 $w_P$ の範囲 (%) [平均値]	塑性指数 $I_p$ の範囲 [平均値]	調査孔 (No.)
ローム	黒ボク [Kb]	191.6 ~ 214.0 [202.8]	92.2 ~ 118.4 [105.3]	73.2 ~ 121.8 [97.5]	No.1 ~ No.2
ローム	赤ボク [Ab]	66.4 ~ 202.1 [127.6]	42.3 ~ 78.0 [59.5]	23.9 ~ 124.1 [68.1]	No.1 ~ No.6
火山灰質シルト	阿蘇4火砕流 堆積物 [A4-c]	52.0 ~ 72.1 [59.0]	31.7 ~ 50.9 [38.3]	17.7 ~ 24.7 [20.7]	No.1 ~ No.6

既存 No.1 ~ No.2 の土質試験データを含む



(5) 湿潤密度

表 4.5.8 に土の密度のおおよその範囲を、試験結果を表 4.5.9 に示す。

表 4.5.8 我が国における土の密度のおおよその範囲<sup>註1)</sup>

	沖積層		洪積層 粘性土	関 東 ローム	高有機 質 土
	粘性土	砂質土			
湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.2~1.8	1.6~2.0	1.6~2.0	1.2~1.5	0.8~1.3
乾燥密度 $\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	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

社団法人地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説，p181，2010.を参考

表 4.5.9 土の湿潤密度試験結果

孔番	深 度 (GL-m)	土質名 [断面図記号]	湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	乾燥密度 $\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	間隙比 e	飽和度 S <sub>r</sub> (%)
No.1	1.00 ~ 1.35	黒ボク [Kb]	1.259	0.539	3.670	92.0
	4.90 ~ 5.80	赤ボク [Ab]	1.616	1.021	1.797	92.6
	7.00 ~ 8.00	阿蘇4 火砕流堆積物 [A4-c]	1.458	0.826	2.435	89.3
	12.00 ~ 13.10	阿蘇4 火砕流堆積物 [A4-c]	1.551	0.935	2.051	91.6
No.2	1.30 ~ 2.10	黒ボク [Kb]	1.291	0.581	3.482	91.4
	4.00 ~ 5.10	赤ボク [Ab]	1.401	0.692	3.031	94.4
	10.00 ~ 10.85	阿蘇4 火砕流堆積物 [A4-c]	1.531	0.941	2.054	88.0
	14.00 ~ 14.85	阿蘇4 火砕流堆積物 [A4-c]	1.525	0.937	2.053	87.5
No.5	2.00 ~ 3.00	赤ボク [Ab]	1.625	1.012	1.880	94.8
	4.00 ~ 5.00	阿蘇4 火砕流堆積物 [A4-c]	1.579	0.946	2.000	95.1
	6.00 ~ 7.00	阿蘇4 火砕流堆積物 [A4-c]	1.567	0.919	2.096	95.8
No.6	2.00 ~ 3.00	赤ボク [Ab]	1.406	0.650	3.265	98.7
	4.00 ~ 5.00	阿蘇4 火砕流堆積物 [A4-c]	1.647	1.023	1.738	98.7
	6.00 ~ 6.80	阿蘇4 火砕流堆積物 [A4-c]	1.614	1.013	1.786	93.8

既存 No.1 ~ No.2 の土質試験データを含む

本試験の結果、以下のような特徴が得られた。

・黒ボク[Kb]：ローム

本層の湿潤密度は  $1.259 \sim 1.291 \text{ g/cm}^3$  であり、一般的な堆積土層の範囲では、関東ロームの範囲内の値を示す。

・赤ボク[Ab]：ローム

本層の湿潤密度は  $1.401 \sim 1.625 \text{ g/cm}^3$  であり、一般的な堆積土層の範囲では、関東ロームの範囲内からやや大きめの値を示す。これは、大きめの値を示した試料が砂分などの粗粒分をやや多く含んでいるためであると推測される。

・阿蘇4火砕流堆積物[A4-c]：火山灰質シルト

本層の湿潤密度は  $1.458 \sim 1.647 \text{ g/cm}^3$  であり、赤ボクと同様に砂分などの粗粒分の含有量が相対的に多いため、関東ロームの一般値と比べてやや大きめの値を示す。

#### 4.5.2 力学試験結果

力学試験は、計画構造物の基礎構造の検討に必要なせん断特性や圧密特性を把握する目的で、乱れの少ない試料を用いて、段階載荷による圧密試験を実施した。

(前回調査による非圧密非排水(UU)三軸圧縮試験を始めに示す。)

以下、それぞれの力学試験結果について述べる。

##### (1) 非圧密非排水(UU)三軸圧縮試験

非圧密非排水三軸圧縮試験結果を表 4.5.10 および図 4.5.5 にそれぞれ示す。

###### 黒ボク[Kb]

Kb 層より採取した「乱れの少ない試料」の試験結果からは、全応力で  $c = 59.8 \sim 63.7 \text{ kN/m}^2$ 、 $= 7.68 \sim 9.48^\circ$  が得られた。

###### 赤ボク[Ab]

Ab 層より採取した「乱れの少ない試料」の試験結果からは、全応力で  $c = 37.7 \sim 44.2 \text{ kN/m}^2$ 、 $= 3.60 \sim 8.70^\circ$  が得られた。

###### 阿蘇4火砕流堆積物[A4-c]

A4-c 層より採取した「乱れの少ない試料」の試験結果からは、全応力で  $c = 36.1 \sim 46.9 \text{ kN/m}^2$ 、 $= 3.80 \sim 5.47^\circ$  が得られた。

表 4.5.10 非圧密非排水三軸圧縮試験結果

孔番	試験条件	深度 (GL- m ~ m)	柱状図の 土質名称 [地層, 区分記号]	土粒子 の密度 $S$ ( $g/cm^3$ )	セル圧 $c$ ( $kN/m^2$ )	主応力差最大時		強度定数	
						軸ひずみ $\epsilon_{af}$ (%)	圧縮強さ ( $\sigma_a - \sigma_r$ ) <sub>max</sub> ( $kN/cm^2$ )	全応力	
								$C_u$ ( $kN/m^2$ )	$\phi_u$ ( $^\circ$ )
No.1	UU	1.00 ~ 1.35	ローム [黒ボク層 Kb]	2.492	20	7.40	150.9	63.7	7.68
					40	7.10	160.7		
					60	6.10	163.2		
		4.90 ~ 5.80	ローム [赤ボク層 Ab]	2.856	40	9.00	85.8	37.7	3.6
					80	7.20	90.4		
					120	12.30	96.5		
		7.00 ~ 8.00	火山灰質シルト [阿蘇4火砕流堆積物 A4-c]	2.832	50	6.80	96.1	41.5	4.0
					100	4.80	104.6		
					150	6.60	111.1		
		12.00 ~ 13.10	火山灰質シルト [阿蘇4火砕流堆積物 A4-c]	2.853	100	2.10	105.1	42.6	3.99
					200	1.80	123.7		
					300	2.00	135.0		
No.2	UU	1.30 ~ 2.10	ローム [黒ボク層 Kb]	2.601	20	8.60	150.6	59.8	9.48
					40	8.60	154.8		
					60	7.80	166.2		
		4.00 ~ 5.10	ローム [赤ボク層 Ab]	2.783	30	11.30	111.8	44.2	8.7
					60	13.40	129.7		
					90	7.70	133.0		
		10.00 ~ 10.85	火山灰質シルト [阿蘇4火砕流堆積物 A4-c]	2.867	80	9.20	95.5	36.1	5.47
					160	8.90	114.6		
					240	7.70	129.2		
		14.00 ~ 14.85	火山灰質シルト [阿蘇4火砕流堆積物 A4-c]	2.854	100	9.20	115.4	46.9	3.8
					200	8.50	127.0		
					300	7.40	143.8		

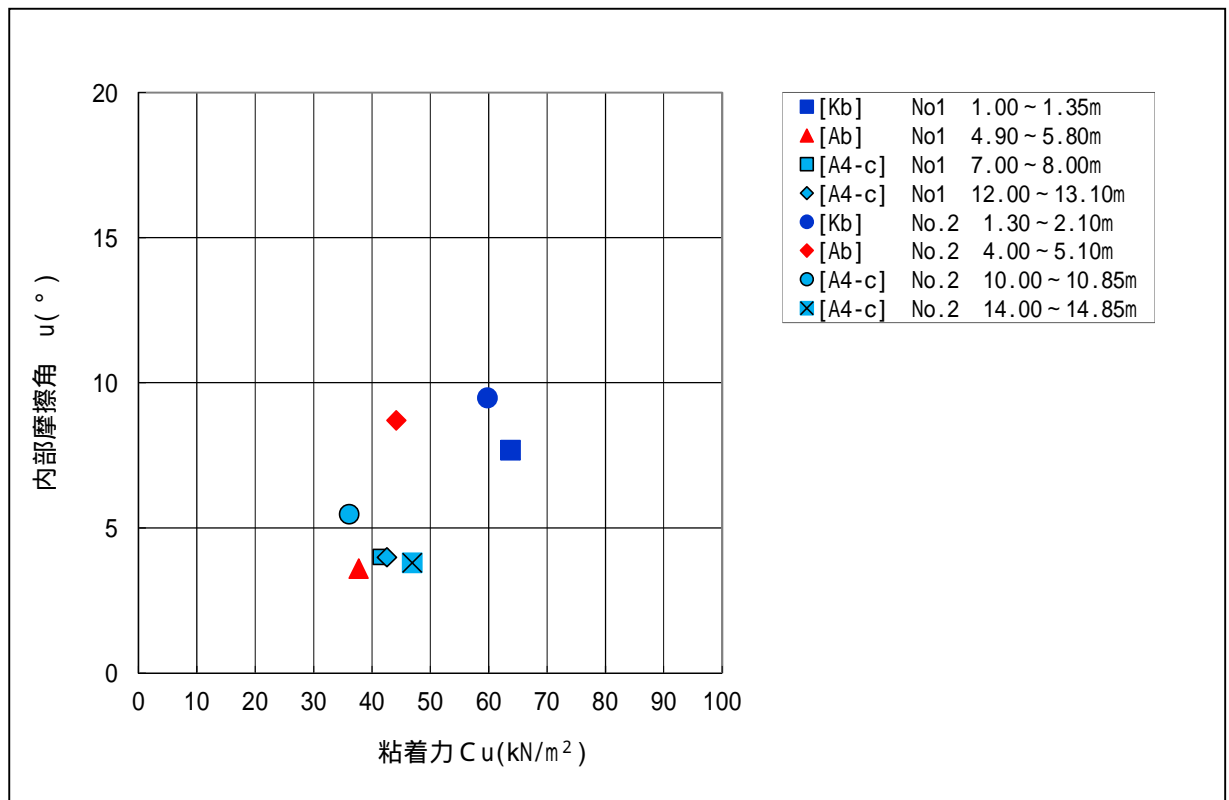


図 4.5.5 c - 関係図

## (2) 圧密試験

黒ボク [Kb] ( 試料数 2 : 既存 No.1 ~ No.2 の土質試験データ )

Kb 層の圧密試験では、圧縮指数  $C_c = 1.053 \sim 1.196$ 、圧密降伏応力  $p_c = 134.6 \sim 211.3 \text{ kN/m}^2$  が得られた。

圧密の変形特性  $e - \text{Log}P$  ,  $\text{Log}C_v - \text{Log}P$  ,  $\text{Log}M_v - \text{Log}P$  の各曲線をそれぞれ図 4.5.6 に示す。

なお単位体積重量 による有効土被り圧  $P_0$  と対比すると、圧密降伏応力  $p_c$  は大きな値を示しており、過圧密状態であると判断される。

( 過圧密状態 : 圧密対象層が過去に現在の有効土被り圧以上の荷重を受けており、現在、圧密は完了しており、圧密降伏応力  $p_c$  以下の荷重では新たな圧密沈下は生じないものと判断される。 )

有効土被り圧  $P_0$

・ No.1 地点

$$\text{サンプ リング 深度 } 1.17\text{m} \quad P_0 = 12.4 \times 1.17 \quad 14.1 \text{ kN/m}^2 < 134.6 \text{ kN/m}^2 = P_c$$

・ No.2 地点

$$\text{サンプ リング 深度 } 1.70\text{m} \quad P_0 = 12.7 \times 1.70 \quad 21.6 \text{ kN/m}^2 < 211.3 \text{ kN/m}^2 = P_c$$

赤ボク [Ab] ( 試料数 4 : 既存 No.1 ~ No.2、今回 No.5 ~ No.6 )

Ab 層の圧密試験では、圧縮指数  $C_c = 0.438 \sim 1.525$ 、圧密降伏応力  $p_c = 140.9 \sim 339.0 \text{ kN/m}^2$  が得られた。

圧密の変形特性  $e - \text{Log}P$  ,  $\text{Log}C_v - \text{Log}P$  ,  $\text{Log}M_v - \text{Log}P$  の各曲線をそれぞれ図 4.5.7 に示す。

なお単位体積重量 による有効土被り圧  $P_0$  と対比すると、圧密降伏応力  $p_c$  は大きな値を示しており、過圧密状態であると判断される。

有効土被り圧  $P_0$

・ No.1 地点

$$\text{サンプ リング 深度 } 5.35\text{m} \quad P_0 = 12.4 \times 3.6 + 15.9 \times 1.75 \quad 72.5 \text{ kN/m}^2 < 155.9 \text{ kN/m}^2 = P_c$$

・ No.2 地点

$$\text{サンプ リング 深度 } 4.55\text{m} \quad P_0 = 12.7 \times 2.15 + 13.7 \times 2.40 \quad 60.2 \text{ kN/m}^2 < 165.0 \text{ kN/m}^2 = P_c$$

・ No.5 地点

$$\text{サンプリング深度 } 2.50\text{m} \quad P_0 = 12.6 \times 0.4 + 15.9 \times 2.10 \quad 38.4 \text{ kN/m}^2 < 339.0 \text{ kN/m}^2 = P_c$$

・ No.6 地点

$$\text{サンプリング深度 } 2.50\text{m} \quad P_0 = 18.0 \times 1.20 + 12.6 \times 0.80 + 13.8 \times 0.50$$

$$38.6 \text{ kN/m}^2 < 140.9 \text{ kN/m}^2 = P_c$$

阿蘇 4 火砕流堆積物[A4-c] ( 試料数 8 : 既存 No.1 ~ No.2、今回 No.5 ~ No.6 )

A4-c 層の圧密試験では、圧縮指数  $C_c = 0.322 \sim 0.757$ 、圧密降伏応力  $p_c = 191.1 \sim 363.2 \text{ kN/m}^2$  が得られた。

圧密の変形特性  $e - \log P$  ,  $\log C_v - \log P$  ,  $\log M_v - \log P$  の各曲線をそれぞれ図 4.5.8 に示す。

なお単位体積重量 による有効土被り圧  $P_0$  と対比すると、圧密降伏応力  $p_c$  は大きな値を示しており、過圧密状態であると判断される。

有効土被り圧  $P_0$

・ No.1 地点

$$\text{サンプリング深度 } 7.5\text{m} \quad P_0 = 12.4 \times 3.6 + 15.9 \times 2.2 + 14.8 \times 1.7 \quad 104.8 \text{ kN/m}^2 < 214.5 \text{ kN/m}^2 =$$

$$P_c$$

$$\text{サンプリング深度 } 12.55\text{m} \quad P_0 = 12.4 \times 3.6 + 15.9 \times 2.2 + 14.8 \times 6.75 \quad 179.52 \text{ kN/m}^2 <$$

$$275.1 \text{ kN/m}^2 = P_c$$

・ No.2 地点

$$\text{サンプリング深度 } 10.4\text{m} \quad P_0 = 12.7 \times 2.15 + 13.7 \times 3.75 + 15.0 \times 4.5 \quad 146.2 \text{ kN/m}^2 <$$

$$301.5 \text{ kN/m}^2 = P_c$$

$$\text{サンプリング深度 } 14.4\text{m} \quad P_0 = 12.7 \times 2.15 + 13.7 \times 3.75 + 15.0 \times 8.5 \quad 206.18 \text{ kN/m}^2 <$$

$$316.6 \text{ kN/m}^2 = P_c$$

・ No.5 地点

サンプ リング 深度 4.5m  $P_0 = 12.6 \times 0.4 + 15.9 \times 2.10 + 15.5 \times 2.0$  69.43 kN/m<sup>2</sup>  
< 245.2 kN/m<sup>2</sup> = Pc

サンプ リング 深度 6.5m  $P_0 = 12.6 \times 0.4 + 15.9 \times 2.10 + 15.5 \times 2.5 + 15.4 \times 1.50$  100.3  
kN/m<sup>2</sup> < 219.4 kN/m<sup>2</sup> = Pc

・ No.6 地点

サンプ リング 深度 4.5m  $P_0 = 18.0 \times 1.20 + 12.6 \times 0.80 + 13.8 \times 2.50$  66.18 kN/m<sup>2</sup>  
< 363.2 kN/m<sup>2</sup> = Pc

サンプ リング 深度 6.4m  $P_0 = 18.0 \times 1.20 + 12.6 \times 0.80 + 13.8 \times 2.70 + 16.2 \times 0.8 + 15.8$   
 $\times 0.9$  96.1kN/m<sup>2</sup> < 191.1 kN/m<sup>2</sup> = Pc



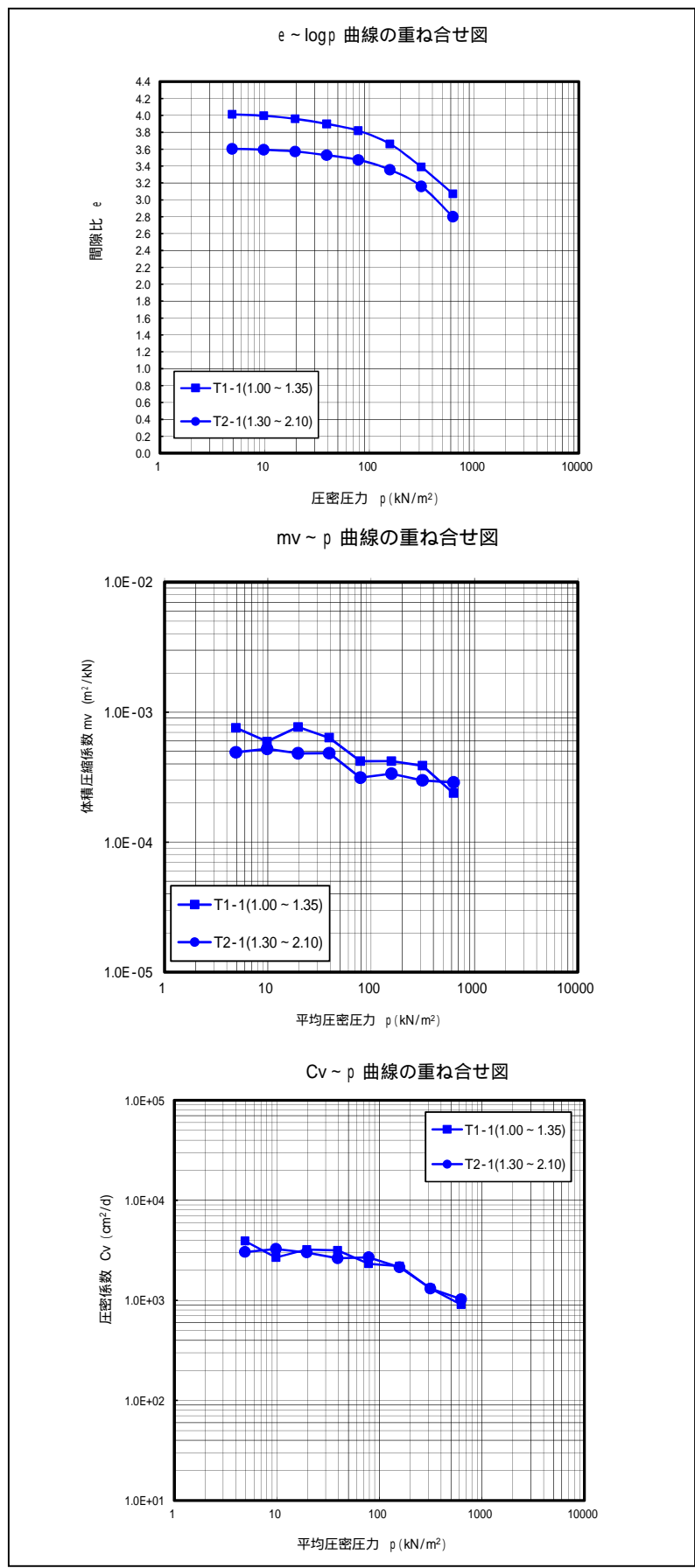
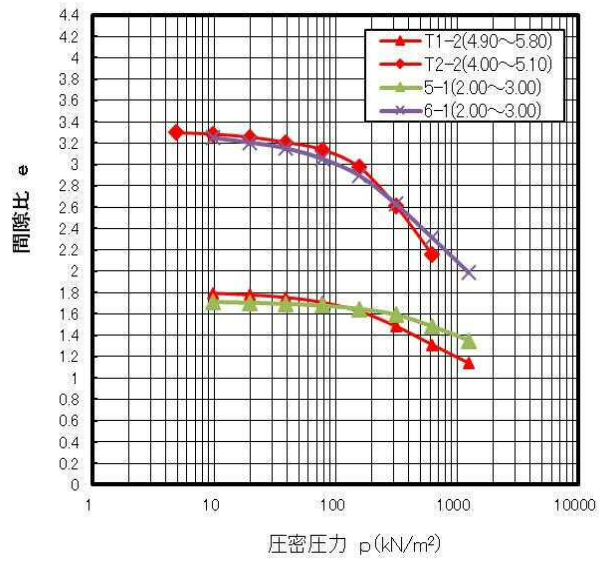
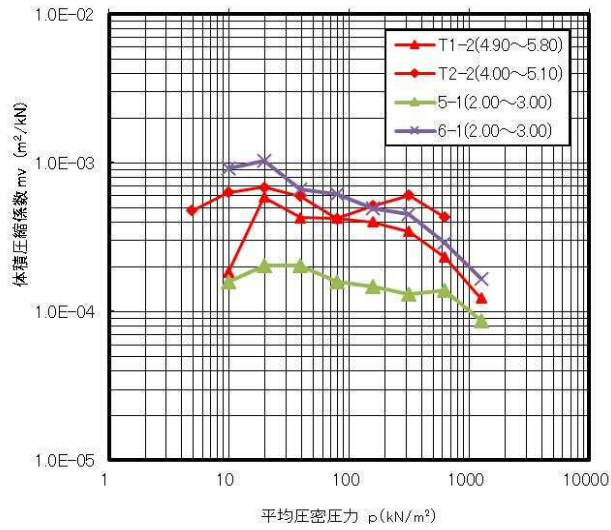


図 4.5.6 圧密曲線 (Kb 層)

e~logp 曲線の重ね合せ図(赤ボク)



mv~p 曲線の重ね合せ図(赤ボク)



Cv~p 曲線の重ね合せ図(赤ボク)

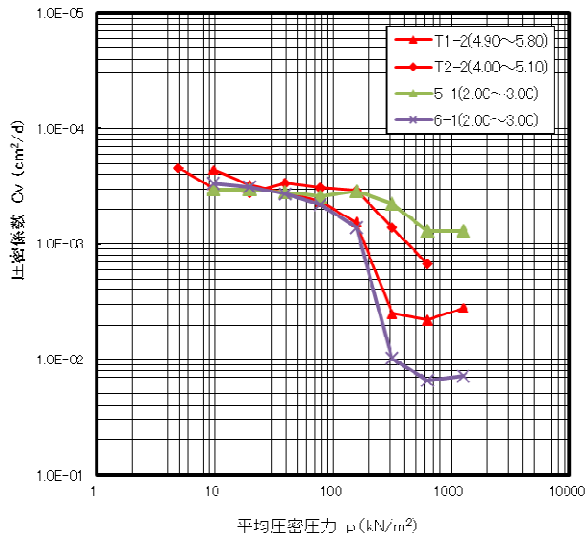


図 4.5.7 圧密曲線 (Ab 層)

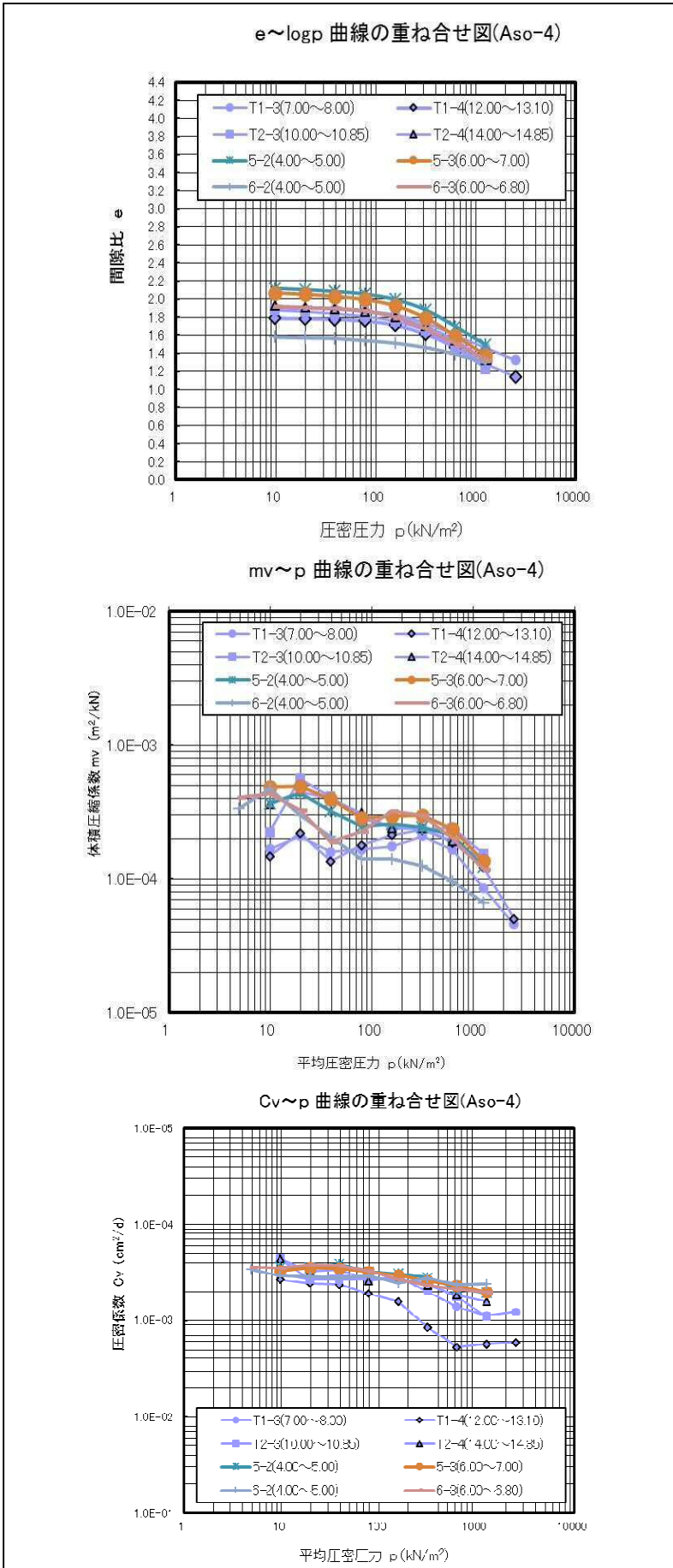


図 4.5.8 圧密曲線 (A4-c 層)

### 4.5.3 盛土材料試験

#### (1) 物理試験結果

図 4.5.9 に示す位置から採取した盛土材料 7 試料 (黒ボク 5 試料、赤ボク 1 試料、阿蘇 4 火砕流堆積物 1 試料) を用いて、土粒子の密度試験、含水比試験、粒度試験、液性限界試験、塑性限界試験の計 5 項目を実施した。

表 4.5.12 に盛土材料土質試験結果を一覧表に整理した。

以下、それぞれの物理試験結果について述べる。

#### 土粒子の密度

土粒子の密度は、土粒子の基本物性量で鉄分や有機物を極端に含まなければ土によって大きな差はない。一般的な黒ボクであれば  $s = 2.3 \sim 2.6 \text{g/cm}^3$  の値を示すものが多い。

今回の試験結果を表 4.5.11 にそれぞれ示す。試験で得られた値はいずれの土質も  $2.3 \sim 2.6 \text{g/cm}^3$  の範囲を示しており、一般的な値が確認された。また、表 4.5.3 によれば赤ぼく、阿蘇 4 火砕流堆積物と同じ火山灰質粘性土の関東ロームの土粒子密度が  $2.7 \sim 3.0$  とされており今回試験結果もその範囲で確認された。

表 4.5.11 材料別土粒子の密度

試料名	地層区分 [記号]	土粒子の密度 ( $\text{g/cm}^3$ )	細粒分含有率 $F_c(\%)$
D-1	黒ボク [Kb]	2.420	57.5
D-2	黒ボク [Kb]	2.423	80.6
D-3	黒ボク [Kb]	2.220	74.5
D-4-1	黒ボク [Kb]	2.463	91.3
D-5	黒ボク [Kb]	2.513	86.2
D-4-2	赤ボク [Ab]	2.778	92.4
D-4-3	阿蘇 4 火砕流堆積物 [A4-c]	2.804	62.6

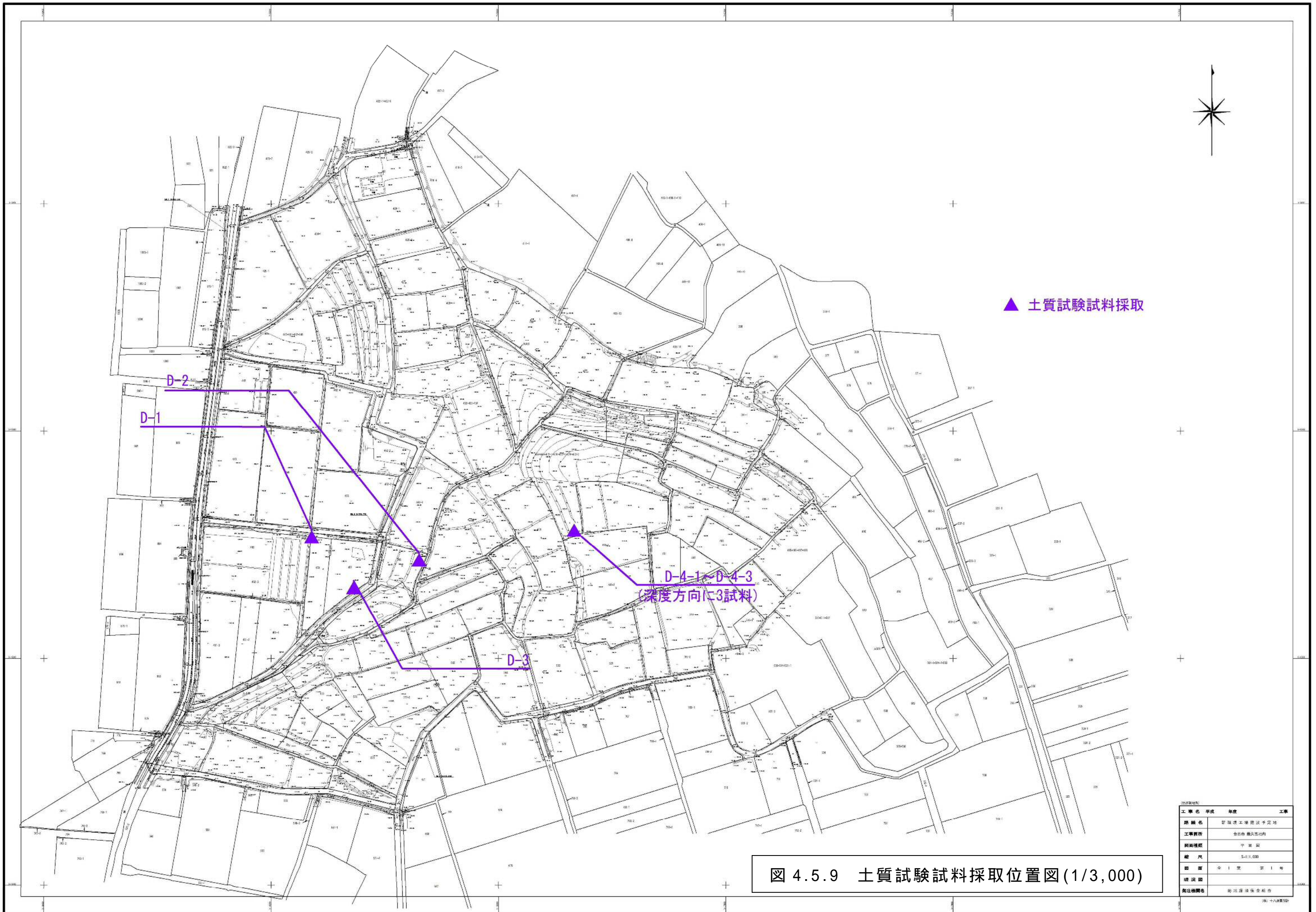


図 4.5.9 土質試験試料採取位置図(1/3,000)

表 4.5.12 盛土材料 土質試験結果総括表

試料名	柱状図の 土質名称 [地層,区分記号]	土粒子 の密度 s (g/cm <sup>3</sup> )	含水比 (%)	粒 度 試 験														コンスタンシー試験			締固め試験		CBR試験			三軸圧縮試験 (UU)								
				粒度分布 (%)					ふるい通過百分率 (%)			粒 径 (mm)						均等 係数 U <sub>c</sub>	曲率 係数 U <sub>c'</sub>	粒度組成 (%)			液性 限界 WL (%)	塑性 限界 W <sub>p</sub> (%)	塑性 指数 I <sub>p</sub> (%)	最大乾燥 密度 d <sub>max</sub> g/cm <sup>3</sup>	最適含 水比 W <sub>opt</sub> (%)	膨張比 re (%)	貫入試 験後含 水比 W <sub>2</sub> (%)	平均 CBR (%)	全応力		含水比 W <sub>i</sub> (%)	乾燥密 度 d <sub>i</sub> g/cm <sup>3</sup>
				礫分	砂分	シルト分	粘土分	細粒分F <sub>c</sub>	2mm	0.425mm	0.075mm	D <sub>max</sub>	D <sub>60</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>30</sub>	D <sub>20</sub>	D <sub>10</sub>			■礫分	□砂分	■細粒分F <sub>c</sub>									C (kN/m <sup>2</sup> )	φ (°)		
D-1	ローム [黒ボク層 Kb]	2.420	71.6	6.8	35.7	48.6	8.9	57.5	93.2	84.3	57.5	19.00	0.0810	0.0610	0.0281	0.0144	0.0061	13.00	1.60	6.8	35.7	57.5	99.7	71	28.7	0.960	56.5	-0.124	72.7	0.5	36.8	1.3	72.3	0.864
D-2	ローム [黒ボク層 Kb]	2.423	98.8	0.0	19.4	73.7	6.9	80.6	100.0	99.1	80.6	2.0	0.0618	0.0552	0.0337	0.0247	0.0099	6.00	1.90	0.0	19.4	80.6	144.8	94.1	50.7	0.695	85.4	0.364	101.8	1.8	40.8	17.2	106.3	0.626
D-3	ローム [黒ボク層 Kb]	2.220	127.9	0.0	25.5	69.0	5.5	74.5	100.0	97.3	74.5	2.0	0.0619	0.0554	0.0426	0.0321	0.0150	4.00	2.00	0.0	25.5	74.5	165.6	114.1	51.5	0.595	103.4	0.248	134.1	0.9	31.0	15.9	125.9	0.535
D-4-1	ローム [黒ボク層 Kb]	2.463	133.3	0.6	8.1	76.8	14.5	91.3	99.4	97.9	91.3	9.5	0.0249	0.0203	0.0129	0.0084	0.0026	10.00	2.60	0.6	8.1	91.3	169.7	97.8	71.9	0.705	89.0	-0.06	134.6	0.4	54.9	19.3	106.1	0.637
D-5	ローム [黒ボク層 Kb]	2.513	108.8	0.0	13.8	78.1	8.1	86.2	100.0	97.7	86.2	2.0	0.0429	0.0354	0.0214	0.0162	0.0075	6.00	1.40	0.0	13.8	86.2	166.8	97.5	69.3	0.715	85.9	0.236	111.0	1.0	53.4	11.5	107.5	0.644
D-4-2	ローム [赤ボク層 Ab]	2.778	135.7	1.1	6.5	78.6	13.8	92.4	98.9	97.4	92.4	9.50	0.0233	0.0182	0.0110	0.0074	0.0024	10.00	2.20	1.1	6.5	92.4	167.7	81.9	85.8	0.783	73.5	-0.212	137.0	0.4	68.1	11.0	100.0	0.708
D-4-3	火山灰質シルト [阿蘇4火砕流堆積物 A4-c]	2.804	77.8	4.3	33.1	31.5	31.1	62.6	95.7	82.5	62.6	9.5	0.0615	0.0274	0.0045	-	-	-	-	4.3	33.1	62.6	76.5	51.8	24.7	1.159	38.8	-1.784	77.0	0.2	34.8	12.3	57.0	1.041

## 自然含水比

黒ボクの自然含水比は、一般的に 100～250%程度の範囲にあり、細粒分や有機分が多くなると含水比は高くなる傾向にある。

今回の試験結果を表 4.5.13 にまとめて示し、細粒分含有率との関係をまとめて図 4.5.10 に示す。これより、調査地表層の黒ボクは、細粒分が増えると含水比が高くなることが確認できる。

表 4.5.13 材料別の自然含水比

試料名	地層区分 [記号]	自然含水比 (%)	細粒分含有率 F <sub>c</sub> (%)
D-1	黒ボク [Kb]	71.6	57.5
D-2	黒ボク [Kb]	98.8	80.6
D-3	黒ボク [Kb]	127.9	74.5
D-4-1	黒ボク [Kb]	133.3	91.3
D-5	黒ボク [Kb]	108.8	86.2
D-4-2	赤ボク [Ab]	135.7	92.4
D-4-3	阿蘇 4 火砕流堆積物 [A4-c]	77.8	62.6

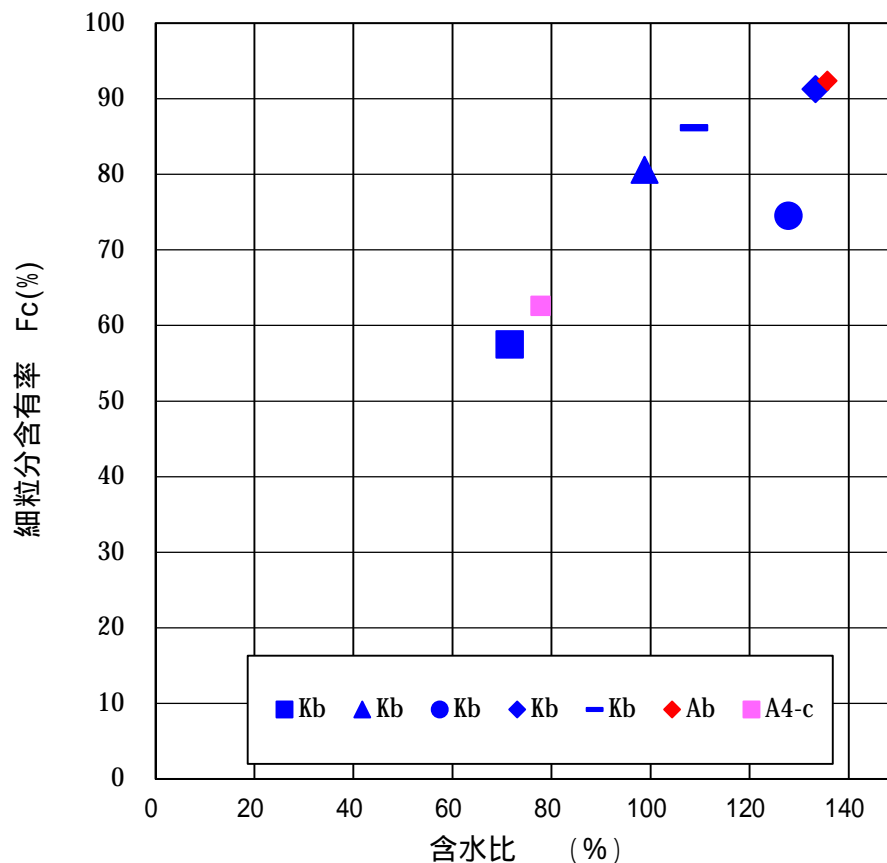


図 4.5.10 含水比と細粒分含有率の関係図

## 粒度

粒度試験の目的は、主として土を構成する粒子の構成割合を調べて土の分類に使用することであり、また砂質土の透水性の推定、液状化の推定などに使われる。

本試験の結果、得られた層別の粒度特性及び工学的分類について、以下に取りまとめた。

イ. 黒ボク[Kb]：ローム（試料数 2：既存 No.1～No.2 の土質試験データ）

- ・全質量の約 60～80%を細粒分(粒径 0.075mm 未満)が占める、細粒分に偏った粒径幅の狭い粒度分布を示す。
- ・地盤材料の工学的分類上「礫まじり砂質火山灰質粘性土(II型)(VH<sub>2</sub>S-G)」もしくは「砂質火山灰質粘性土(II型)(VH<sub>2</sub>S)」に分類される。



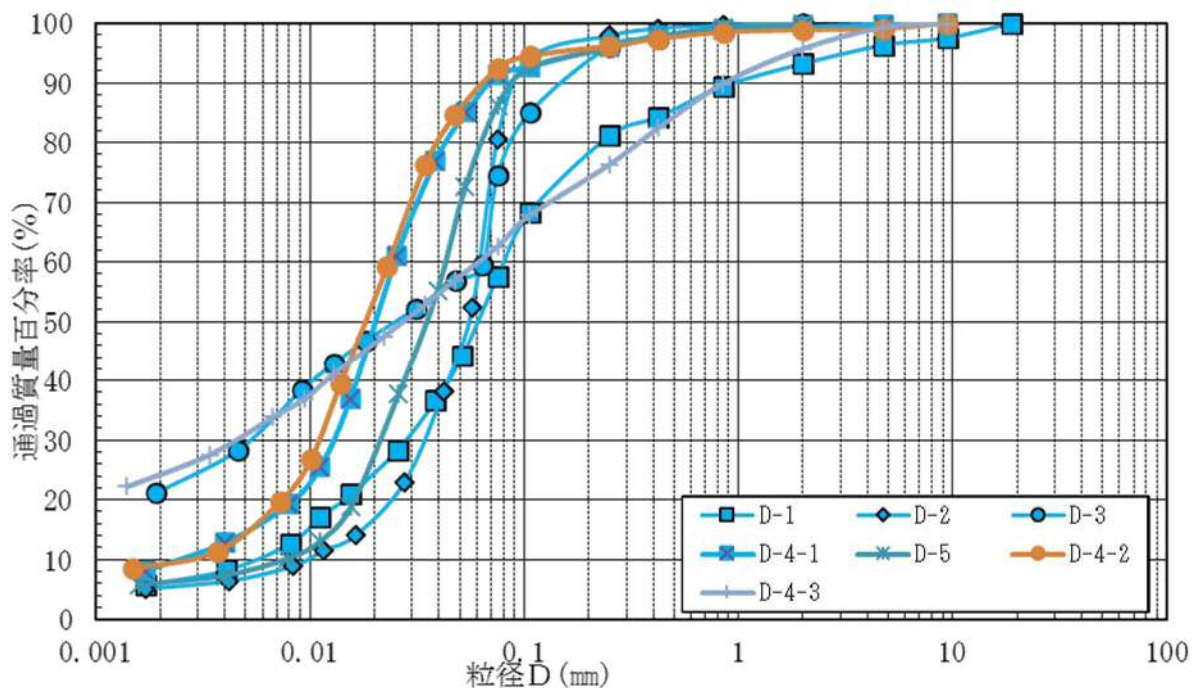


図 4.5.11 盛土材料粒径加積曲線

### 液性限界・塑性限界

表 4.5.14 に土の液性・塑性限界値の事例を、表 4.5.15 に試験結果を示す。

今回の試験では液性限界、塑性限界ともに関東ロームにほぼ近似した値が得られている。液性限界が自然含水比を上回ることから、現状土としては比較的安定した状態にある土層と言えるが、阿蘇 4 火砕流堆積物 A4-c では自然含水比と液性限界が近いため、乱したときに強度が極端に低下するおそれがあるといえる。

表 4.5.14 土の液性・塑性限界値の事例

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

社団法人地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説，p146，2010.を参考

表 4.5.15 コンシステンシー試験結果

試料名	地層区分 [記号]	自然含水比 W <sub>n</sub> (%)	最適含水比 W <sub>opt</sub> (%)	液性限界 L (%)	塑性限界 P (%)	塑性指数 I <sub>p</sub>
D-1	黒ボク [Kb]	71.6	56.5	99.7	71.0	28.7
D-2	黒ボク [Kb]	98.8	85.4	144.8	94.1	50.7
D-3	黒ボク [Kb]	127.9	103.4	165.6	114.1	51.5
D-4-1	黒ボク [Kb]	133.3	89.0	169.7	97.8	71.9
D-5	黒ボク [Kb]	108.8	85.9	166.8	97.5	69.3
D-4-2	赤ボク [Ab]	135.7	73.5	167.7	81.9	85.8
D-4-3	阿蘇 4 火砕流 堆積物 [A4-c]	77.8	38.8	76.5	51.8	24.7

## (2) 力学試験結果

力学試験は、盛土構造物の検討に必要な締固め特性やせん断特性を把握する目的で、盛土材料 7 試料（黒ボク 5 試料、赤ボク 1 試料、阿蘇 4 火砕流堆積物 1 試料）を用いて、締固め試験、CBR 試験、非圧密非排水(UU)三軸圧縮試験を実施した。

以下、それぞれの力学試験結果について述べる。

### 締固め試験

締固め試験結果を表 4.5.16 および図 4.5.12～図 4.5.18 にそれぞれ示す。

#### 1)黒ボク[Kb]

黒ボク材料に対し実施した突き固めによる締め固め試験の結果を表 4.5.16 に、また締固め曲線を図 4.5.13～4.5.17 に示す。

表 4.5.16 突き固めによる土の締固め試験結果（黒ボク Kb）

試料名	自然含水比 $W_n$ (%)	最適含水比 $W_{opt}$ (%)	$W_n - W_{opt}$ (%)	最大乾燥密度 $d_{max}$ ( $g/cm^3$ )	締固度 90(%)	
					含水比 $W_{opt90}$ (%)	乾燥密度 $d_{max90}$ ( $g/cm^3$ )
D-1	71.6	56.5	15.1	0.960	72.3	0.864
D-2	98.8	85.4	13.4	0.695	106.3	0.626
D-3	127.9	103.4	24.5	0.595	125.9	0.535
D-4-1	133.3	89.0	44.3	0.705	106.1	0.637
D-5	108.8	85.9	22.9	0.715	107.5	0.644

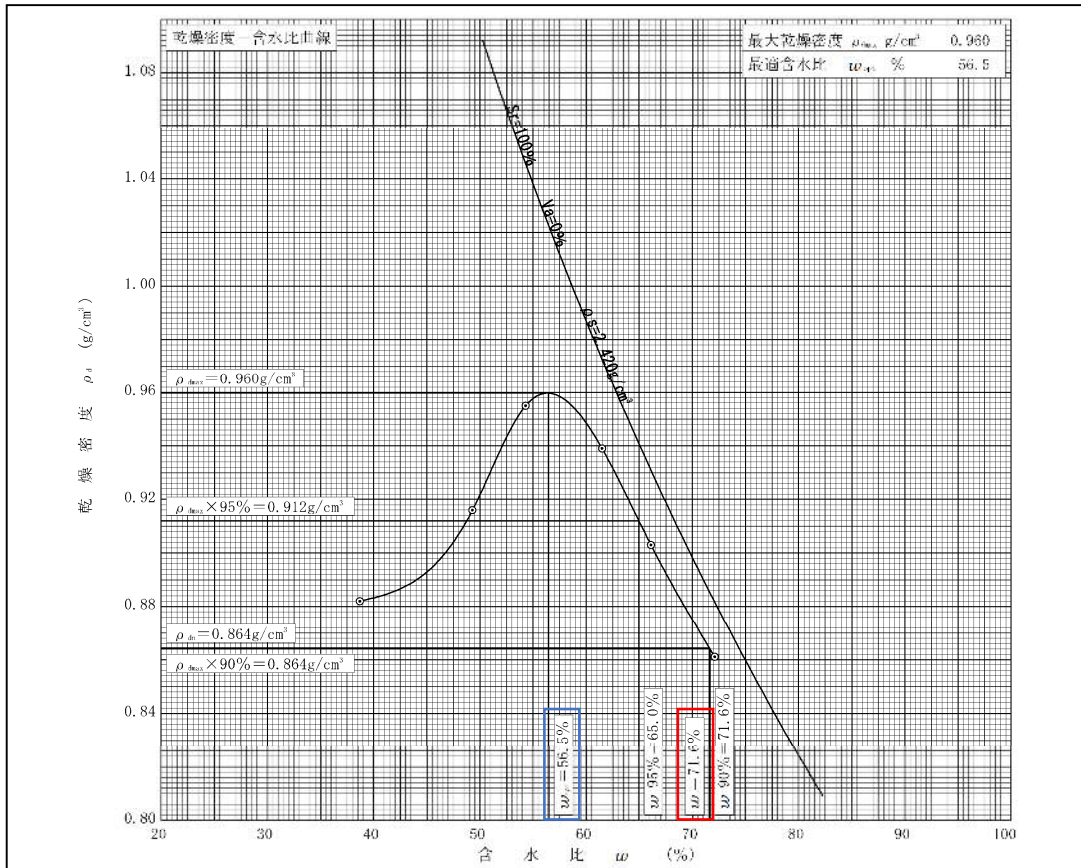


図 4.5.12 締固め曲線(D-1 材料)

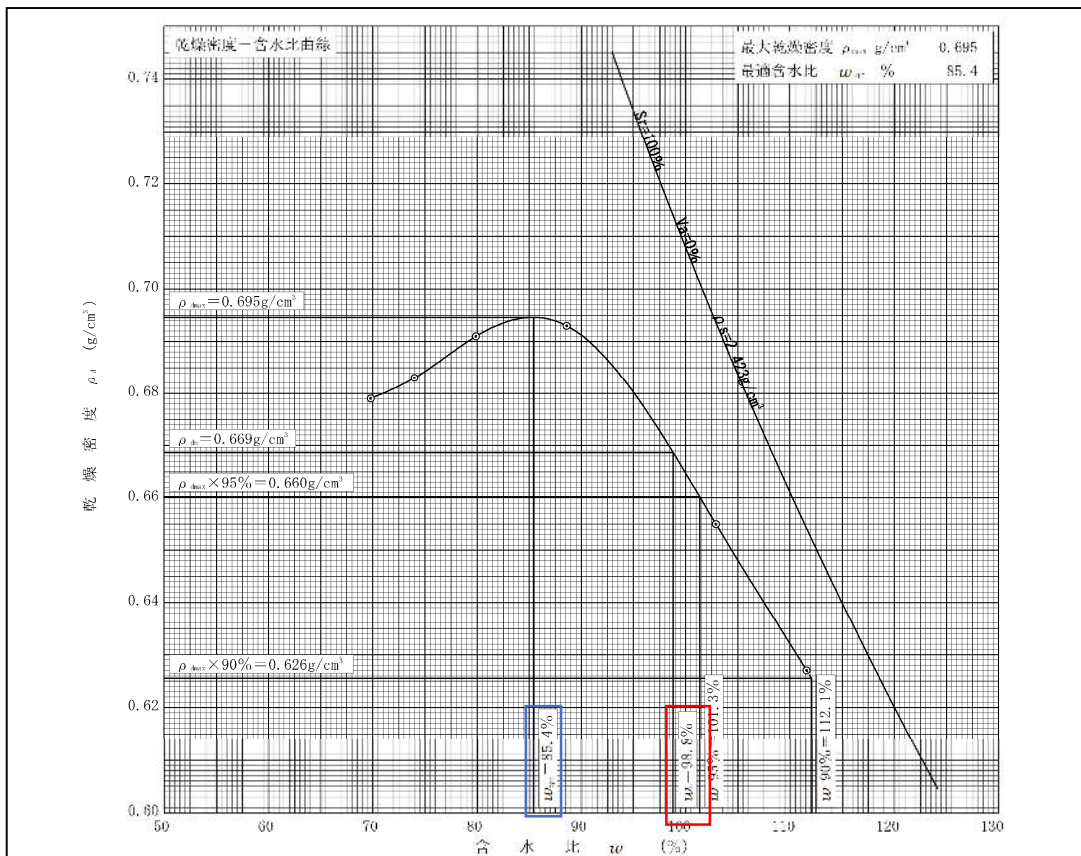


図 4.5.13 締固め曲線(D-2 材料)

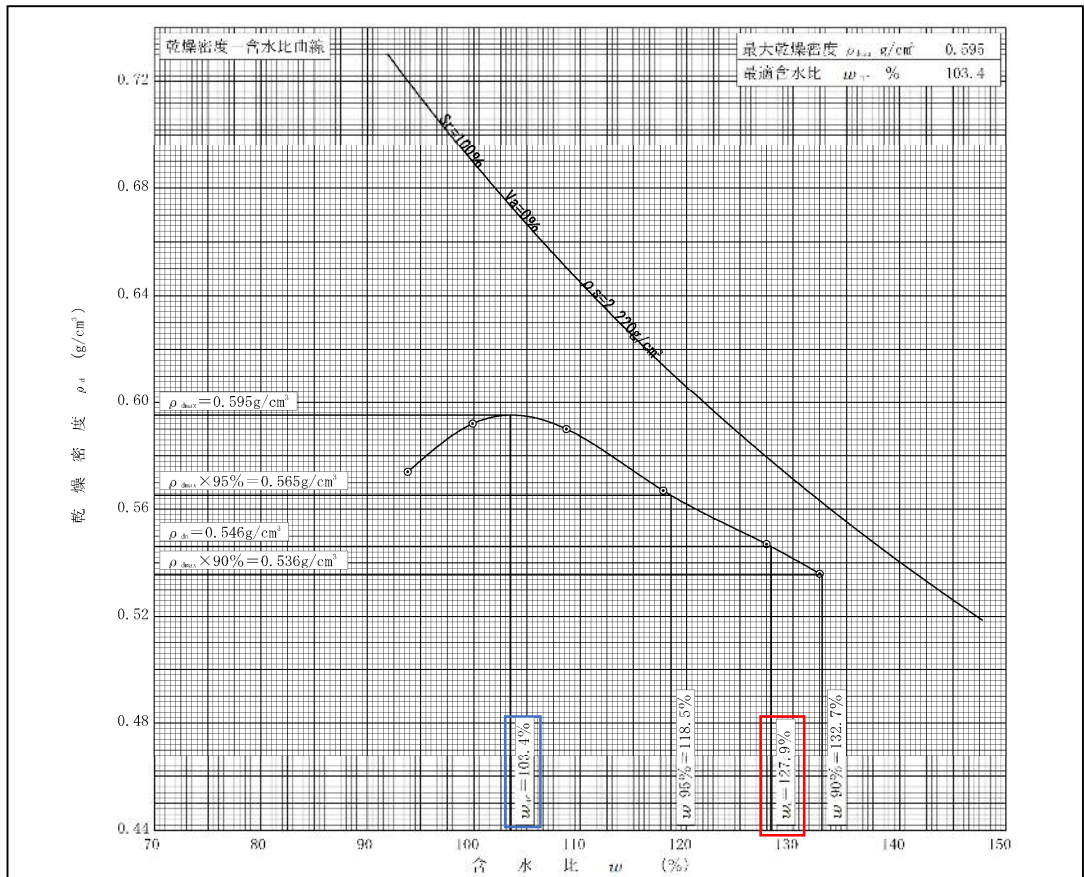


図 4.5.14 締固め曲線(D-3 材料)

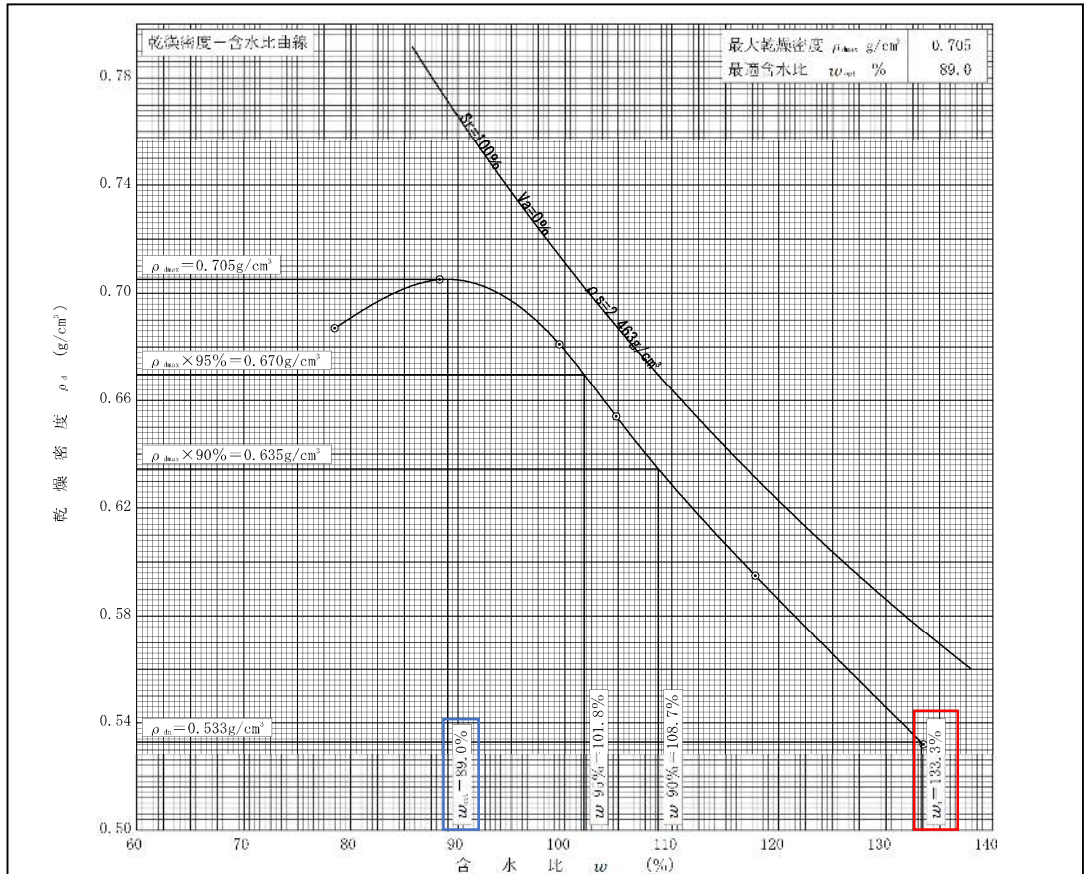


図 4.5.15 締固め曲線(D-4-1 材料)

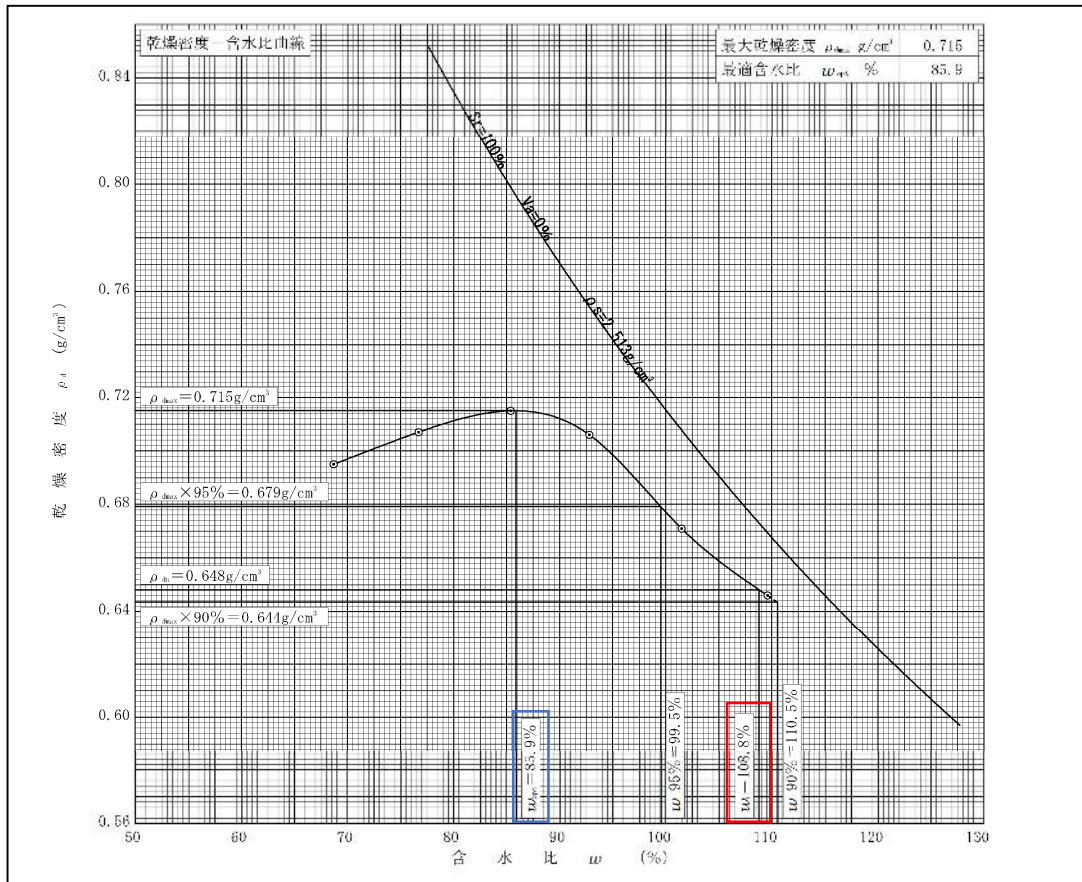


図 4.5.16 締固め曲線(D-5 材料)

本試験の結果得られた、黒ボク材の盛土材料としての土の特徴を以下に示す。

1.  $w_{opt}$ (最適含水比)を得るためには、自然含水比( $w_n$ )から 10(%)程度以上(13.4 ~ 44.3%)の含水比の低下が必要である。
2. 自然含水比  $w_n$ (%)は、概ね締固度 90%(  $d_{max90}$ )以上が確保できる含水量に相当し、 $d_{max90}$  の含水量より低含水比側である。  
(ただし、D-4-1 材料は自然含水比が最適含水比よりも 44.3%も高いため、自然含水比での締固めでは最大乾燥密度の 75.6%の締固め度しか得られない。)
3. 前記、物理特性で記述したが、地盤材料の工学的分類上では「礫混り砂質火山灰質粘性土(VH<sub>2</sub>S-G)」や「砂質火山灰質粘性土(VH<sub>2</sub>S)」に分類され、黒ボク材の粒度分布にはバラツキが認められる。

得られた試験結果からは、自然含水比状態での盛土転用が可能な材料と言える。

但し、施工段階での含水比上昇(降雨等)には注意する必要がある、施工時期の選定に留意する必要がある。

2)赤ボク[Ab]

1.  $W_{opt}$ (最適含水比)を得るためには、自然含水比( $W_n$ )から 60(%)程度以上(62.2%)の含水比の低下が必要である。

得られた試験結果からは、自然含水比状態での盛土転用がかなり困難な材料と言える。

表 4.5.17 突き固めによる土の締固め試験結果(赤ボク Ab)

試料名	自然含水比 $W_n$ (%)	最適含水比 $W_{opt}$ (%)	$W_n - W_{opt}$ (%)	最大乾燥密度 $d_{max}$ ( $g/cm^3$ )	締固度 90(%)	
					含水比 $W_{opt90}$ (%)	乾燥密度 $d_{max90}$ ( $g/cm^3$ )
D-4-2	135.7	73.5	62.2	0.783	100.0	0.708

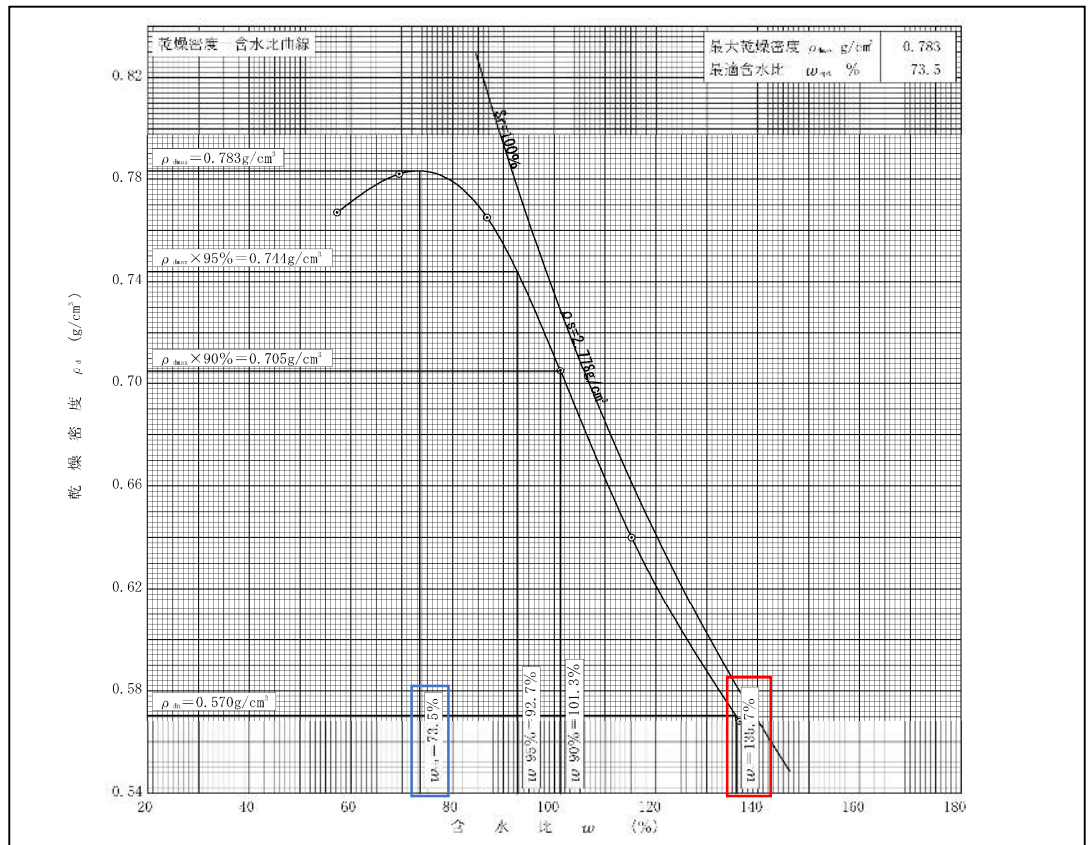


図 4.5.17 締固め曲線(D-4-2 材料)

3)阿蘇 4 火砕流堆積物[A4-c]

1.  $W_{opt}$ (最適含水比)を得るためには、自然含水比( $W_n$ )から 40(%)程度以上(39.0%)の含水比の低下が必要である。

得られた試験結果からは、自然含水比状態での盛土転用が困難な材料と言える。

表 4.5.18 突き固めによる土の締固め試験結果(阿蘇 4 火砕流堆積物 A4- c )

試料名	自然含水比 $W_n$ (%)	最適含水比 $W_{opt}$ (%)	$W_n - W_{opt}$ (%)	最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ ( $g/cm^3$ )	締固度 90 (%)	
					含水比 $W_{opt90}$ (%)	乾燥密度 $\rho_{dmax90}$ ( $g/cm^3$ )
D-4-3	77.8	38.8	39.0	1.159	57.0	1.041

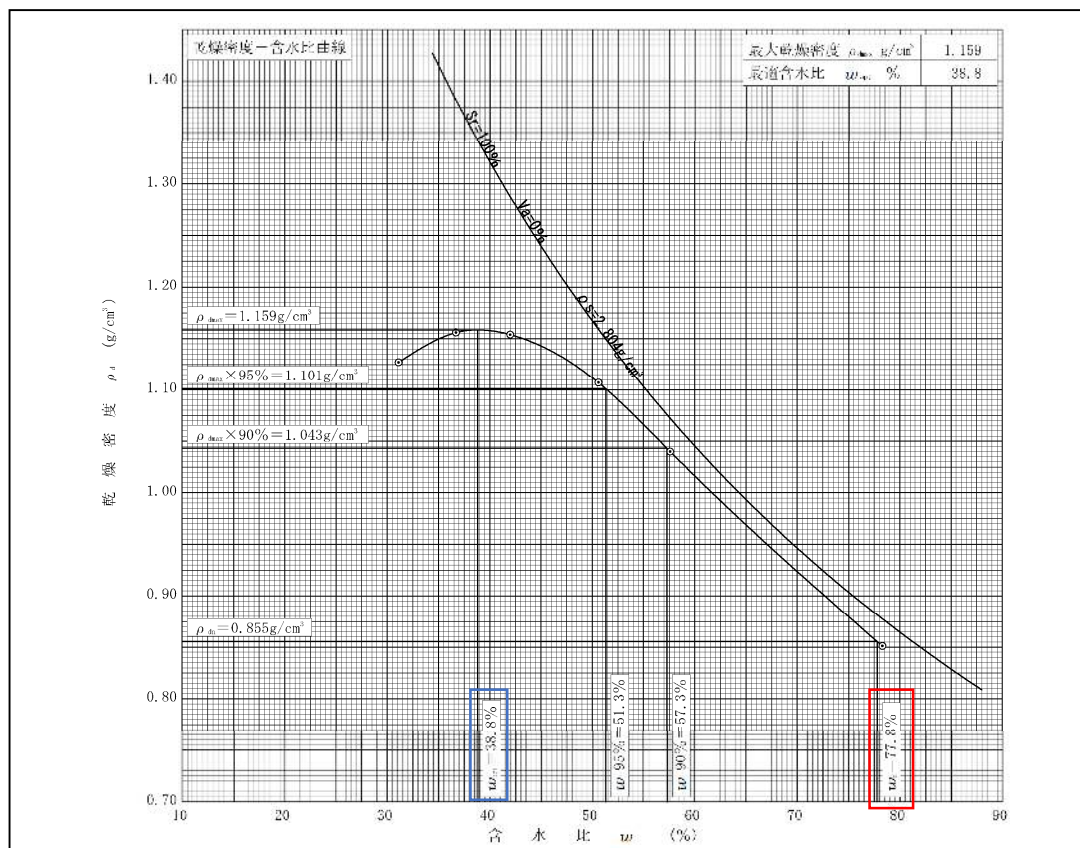


図 4.5.18 締固め曲線(D-4-3 材料)



## CBR試験結果

各地点の CBR 試験結果を表 4.5.19 に示す。

表 4.5.19 CBR 試験結果一覧表

試料名	D-1 (黒ボク Kb)	D-2 (黒ボク Kb)	D-3 (黒ボク Kb)	D-4-1 (黒ボク Kb)	D-5 (黒ボク Kb)	D-4-2 (赤ボク Ab)	D-4-3 (A4-c)
土質分類	礫混り砂質 火山灰質 粘性土	砂質 火山灰質 粘性土	砂質 火山灰質 粘性土	砂混り 火山灰質 粘性土	砂混り 火山灰質 粘性土	砂混り 火山灰質 粘性土	砂質 火山灰質 粘性土
自然含水比 Wn %	71.6	98.8	127.9	133.3	108.8	135.7	77.8
最適含水比 Wopt %	56.5	85.4	103.4	89.0	85.9	73.5	38.8
試験含水比 Wn %	72.7	101.8	134.1	134.6	111.0	137.0	77.0
試験乾燥密度 d(g/cm <sup>3</sup> )	0.841	0.664	0.537	0.546	0.629	0.559	0.848
最大乾燥密度 dmax(g/cm <sup>3</sup> )	0.960	0.695	0.595	0.705	0.715	0.783	1.159
D値(%) d / dmax(%)	87.6%	95.5%	90.3%	77.4%	88.0%	71.4%	73.2%
平均CBR %	0.5	1.8	0.9	0.4	1.0	0.4	0.2

対象となる黒ボク材は、いわゆる火山灰質粘性土で、自然含水比 71.6～133.3%、平均 CBR 値は 0.5～1.8%の範囲にある軟弱なものである。

なお、地下水位は本層には存在しない。

黒ボク材の盛土材としての評価をCBR試験結果に基づいて行う。

今回のCBR試験は5箇所より実施した。5箇所から得られた平均CBR値を小さい順に並べると、

平均 CBR 値 0.4 , 0.5 , 0.9 , 1.0 , 1.8

5 箇所の平均 CBR 値にバラツキが少ないことから、平均値 0.92% を採用する。

$$(0.4+0.5+0.9+1.0+1.8)/5 = 0.92$$

赤ボク材(D-4-2)の平均 CBR 値 0.4%

A4-c (D-4-3)の平均 CBR 値 0.2%

平均 CBR 値=0.92% ,0.4% , 0.2% の値は表4.5.20 (舗装設計便覧 (平成18年2月 社団法人 日本道路協会) P71) を用いて評価すると、設計CBR、3未満の軟弱な盛土とされ、調査地表層付近に広く分布する、黒ボク、赤ボク、阿蘇火砕流堆積物は盛土材として流用するためには、地盤改良等の対策が必要と判断される。

表 4.5.20 路床の評価上の留意点

条 件	留 意 点
路床が深さ方向にいくつかの層をなしており、厚さ20cm未満の層がある場合	厚さ20cm未満の層はCBRの小さいほうの層に含めて計算してCBR <sub>m</sub> を求める。
CBRが3未満の現状路床を改良して構築路床を設ける場合	改良厚さは、一般的な作業のできる路床の安定処理の場合は30～100cmの間で、十分な締固め作業ができないような非常に軟弱な現状路床での安定処理や置換工法による場合は50～100cmの間で設定する。
CBRが3未満の現状路床を改良した場合のCBR設定方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>改良した層厚から20cm減じたものを有効な構築路床の層として扱う。</li> <li>改良した層の下から20cmの層は、安定処理の場合、安定処理した層のCBRと現状路床土のCBRとの平均値をその層のCBRとする。置換えの場合は現状路床土と同じCBRとして計算を行う。</li> <li>CBRが3以上の現状路床を改良して構築路床を設ける場合は、このような低減を行わなくてよい。</li> </ul>
改良した層のCBRの上限	<ul style="list-style-type: none"> <li>改良した層のCBRの上限は20とする。</li> <li>自然地盤の層については、CBRの上限は設けない。</li> </ul>
置換材料のCBR	<ul style="list-style-type: none"> <li>置換材料のCBRは、本来、設計CBRを求める際のCBR試験によって評価を行う。</li> <li>良質な盛土材料や碎石等の粒状材料を使用する場合、その材料の修正CBRによって評価してよい。この場合、施工基盤となる現状路床部分の状態によって作業性が左右されることから、修正CBRを求めるための所要の締固め度は、使用する箇所で実際に確保できるものでなければならない。</li> <li>一般に、置換材料の修正CBRを求める場合の所要の締固め度は、90%とする。なお、修正CBRが20を超える場合は、20として評価する。</li> </ul>
CBR <sub>m</sub> の計算	<ul style="list-style-type: none"> <li>CBR<sub>m</sub>の計算は、通常、路床が上部ほど高いCBRを示している場合に適用することができる。</li> <li>路床の上部に下部と比べ極端に弱い層がある場合には、舗装構造はこの影響を受けることになるので、CBR<sub>m</sub>を用いてはならない。</li> <li>このような場合には全層が弱い層でできていると考えるか、またはその層を安定処理するか良質な材料で置き換えて計算を行う。</li> </ul>
設計CBRの設定	<ul style="list-style-type: none"> <li>舗装構造を短区間で変えることは、施工が繁雑となるので好ましくない。舗装構造は少なくとも200mの区間は変えないように設計することが望ましい。</li> </ul>
区間のCBRの計算	<p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ある区間で7地点のCBR<sub>m</sub>を求めたら、4.8, 3.9, 4.6, 5.9, 4.8, 7.0, 3.3であった。</li> <li>これらの平均値は4.9, 標準偏差 (<math>\sigma_{n-1}</math>) は1.2であるから、この区間のCBRは、<math>4.9 - 1.2 = 3.7</math>となる。</li> </ul>
データの確認と判断	<ul style="list-style-type: none"> <li>路床の土質が同一の区間で、極端な値が得られた地点では試験法などに誤りがなかったかどうかを確認する。</li> <li>極端な値として棄却する必要があるか、あるいは局所的に改良する必要があるか、またはその付近の舗装厚を変える必要があるかなどを判断しなければならない。</li> <li>極端な値を棄却してよいかどうかの判断には、 を利用するとよい。</li> </ul>

### 非圧密非排水(UU)三軸圧縮試験

非圧密非排水三軸圧縮試験結果を表 4.5.21 に示す。

#### 1)黒ボク[Kb]

Kb 層より採取した乱した試料の試験結果からは、全応力で粘着力  $c = 31.0 \sim 54.9 \text{ kN/m}^2$ 、せん断抵抗角  $= 1.3 \sim 19.3^\circ$  が得られた。

#### 2)赤ボク[Ab]

Ab 層より採取した乱した試料の試験結果からは、全応力で粘着力  $c = 68.1 \text{ kN/m}^2$ 、せん断抵抗角  $= 11.0^\circ$  が得られた。

#### 3)阿蘇 4 火砕流堆積物[A4-c]

A4-c 層より採取した乱した試料の試験結果からは、全応力で粘着力  $c = 34.8 \text{ kN/m}^2$ 、せん断抵抗角  $= 12.3^\circ$  が得られた。

図 4.5.19 に塑性指数と粘着力、図 4.5.20 に塑性指数とせん断抵抗角の関係を示した。これより塑性指数の増加に伴い粘着力及びせん断抵抗角が大きくなる傾向が読み取れる。特に粘着力に関しては塑性指数の増加すなわち材料の粘性が強くなれば粘着力もその分大きくなることが明らかとなった。

表 4.5.21

盛土材料 三軸圧縮試験結果

孔番	試験条件	分類名 [土質名称 記号]	自然含水比 Wn (%)	含水比 Wi (%)	最大乾燥密度 dmax (g/cm3)	乾燥密度 di (g/cm3) (D値%)	塑性指数 Ip	強度定数	
								全応力	
								粘着力 Cu (kN/m <sup>2</sup> )	せん断抵抗角 u (°)
D-1	UU	礫混り砂質 火山灰質粘性土 [黒ボク層 Kb]	71.6	72.3	0.960	0.864 (90%)	28.7	36.8	1.3
D-2		砂質火山灰質 粘性土 [黒ボク層 Kb]	98.8	106.3	0.695	0.626 (90%)	50.7	40.8	17.2
D-3		砂質火山灰質 粘性土 [黒ボク層 Kb]	127.9	125.9	0.595	0.535 (90%)	51.5	31.0	15.9
D-4-1		砂混り 火山灰質粘性土 [黒ボク層 Kb]	133.3	106.1	0.705	0.637 (90%)	71.9	54.9	19.3
D-5		砂混り 火山灰質粘性土 [黒ボク層 Kb]	108.8	107.5	0.715	0.644 (90%)	69.3	53.4	11.5
D-4-2		砂混り 火山灰質粘性土 [赤ボク層 Ab]	135.7	100.0	0.783	0.708 (90%)	85.8	68.1	11.0
D-4-3		砂質火山灰質 粘性土 [阿蘇4火砕流堆 積物 A4-c]	77.8	57.0	1.159	1.041 (90%)	24.7	34.8	12.3

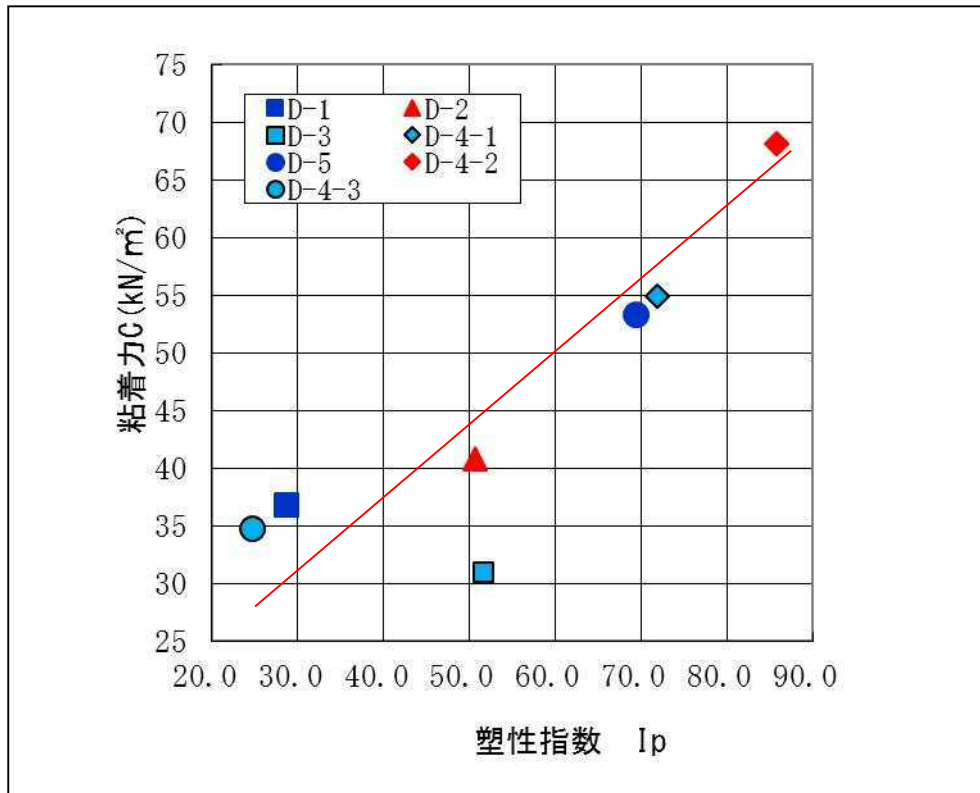


図 4.5.19 塑性指数と粘着力の関係

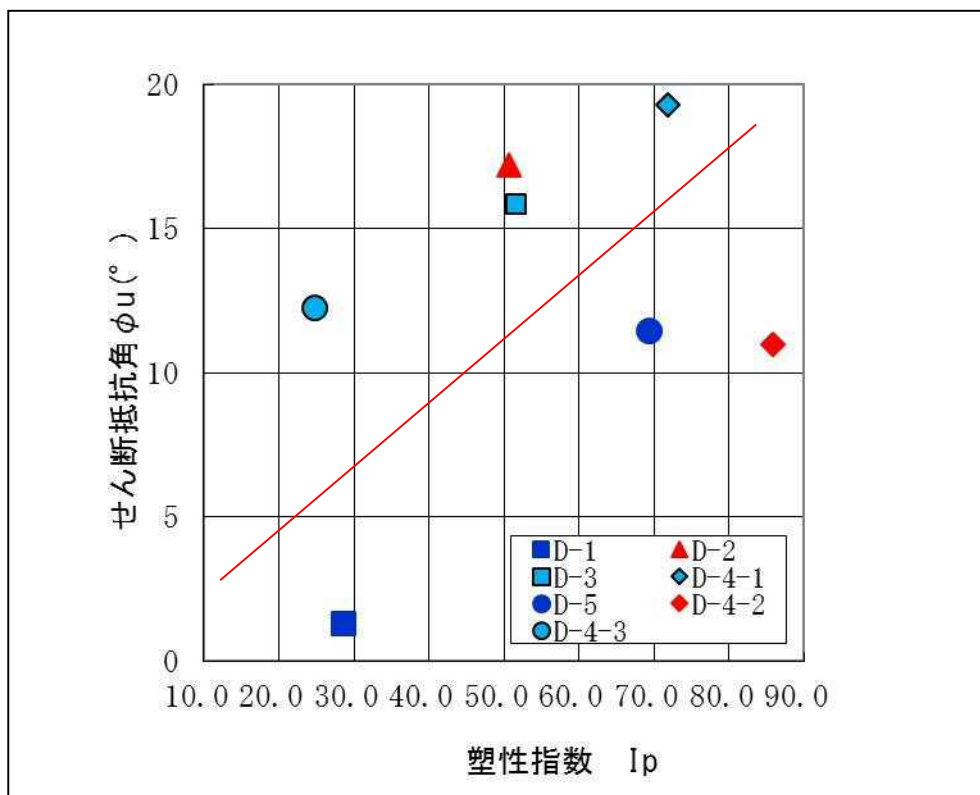


図 4.5.20 塑性指数とせん断抵抗角の関係

#### 4.6 現場浸透試験

現地浸透試験は、雨水調整池の設置が検討されている、図 1.2 に示す位置で行った。試験データは巻末：現場浸透試験データに示し、それをまとめて表 4.6.1 に示す。

表 4.6.1 現地浸透試験結果一覧表

試験位置		試験深度 (GL- :m)	飽和浸透係数 (m/hr)
本調査	浸透試験-4	2.00	$5.18 \times 10^{-1}$
	浸透試験-5	2.00	$1.98 \times 10^{-1}$
既往調査	浸透試験-1	1.50	$3.46 \times 10^{-1}$
	浸透試験-2	1.00	$4.30 \times 10^{-1}$
	浸透試験-3	1.00	$1.19 \times 10^{-1}$

## 5 , 総合解析とりまとめ

### 5 . 1 地形地質概要

#### (1) 広域的な地形地質

調査地は、合志市役所の北北東約 3.0km に位置しており、北の合志川と南の堀川に挟まれた合志台地にある。

#### 地 形

調査地の合志台地は、阿蘇火砕流堆積物の堆積面で、東側にある阿蘇外輪山から西側に下る緩斜面の一画をなすものである。白川、合志川などの主要河川はほぼ東から西に流下している。合志川の支流である日向川や峠川は、上流部では東西に流下するが、途中で北西に流路を変えて本流の合志川に合流している。

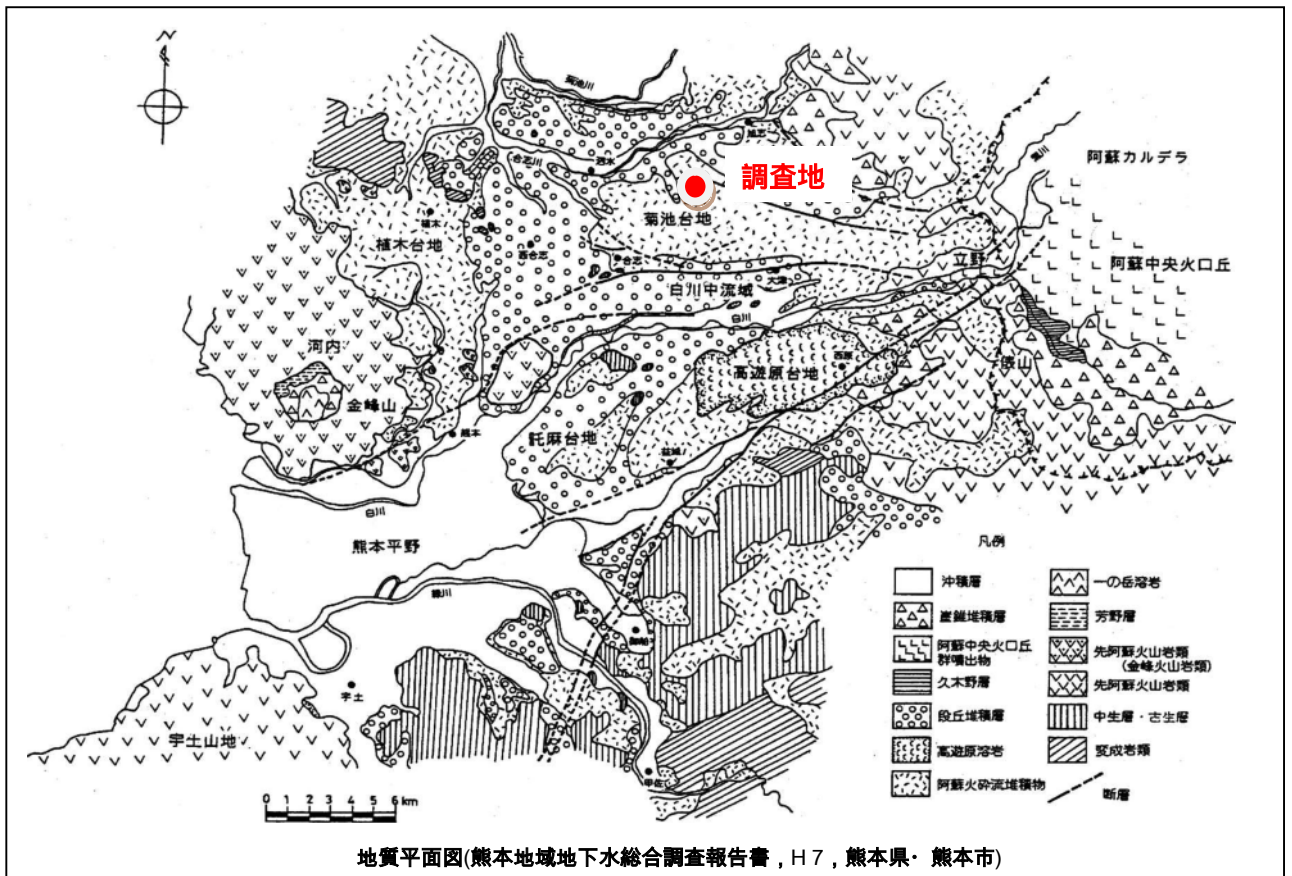


図 5.1.1 調査地周辺の地質平面図

#### 地 質

調査地周辺の地質は、台地主部を構成する阿蘇 4 火砕流堆積物 (A4 : 第 1 帯水層) 台地縁辺部に分布する中位段丘堆積物 (t2) 及び低地部に分布する低位段丘堆積物 (t1) と沖積層 (a) からなる。

阿蘇 4 火砕流堆積物 (A4) の下位には、阿蘇 3 火砕流堆積物 (A3 : 第 2 帯水層) が分布し、阿蘇 3 火砕流堆積物 (A3) と阿蘇 4 火砕流堆積物 (A4) の間には泥、砂、礫、火山灰からなる布田



層(FH)が挟まれている。布田層(FH)は、湖水性の薄い堆積物であり、下位の火山砕屑物から供給された礫、砂、泥からなる堆積物及び火山灰層からなる。

調査地内の台地部に広く分布する阿蘇 4 火砕流堆積物 (A4) は、火山灰と角礫からなる淘汰不良の火砕流堆積物である。角礫として安山岩以外に変成岩類を特徴的に含み、カルデラ縁付近ではそれらの濃集した角礫層を形成することがある。岩質は流紋岩質を主とするが、塩基性安山岩質の部分も少量存在する。

表 5.1.1 調査地周辺の地質層序

地質時代			地 層 名	地質記号	構 成 物
新 生 代	第 四 紀	完 新 世	沖積層	a	未固結の礫、砂、泥
		更 新 世	低位段丘堆積物	t1	未固結の礫、砂、泥
	中位段丘堆積物		t2	未固結の礫、砂、泥	
	阿蘇 4 火砕流堆積物		A4	非溶結～弱溶結の軽石、凝灰角礫岩、 溶結凝灰岩 (第 1 帯水層)	
	布田層		FH	未固結の礫、砂、泥	
		阿蘇 3 火砕流堆積物	A1～A3	軽石、凝灰角礫岩、溶結凝灰岩 (第 2 帯水層)	
中 生 代	白 亜 紀	熊本層群	Kum	礫岩、砂岩、泥岩	

## (2) 調査地の地形地質

### 調査地の地形

調査地周辺の地形を、図 5.1.2、図 5.1.3 に示す。

調査地は、標高 120m 程度を有する台地地形の北縁付近にあたり、敷地全体が北側に向かって緩やかに傾斜している。敷地の南東端付近の標高は 120m 程度、北端付近の標高は 100 m 弱となっている。

また、敷地中央付近に南北に延びる緩い谷地形があり、表流水は北北西に向かって流下している。

調査敷地内や調査地北西の敷地近傍に「シラスドリーネ」と呼ばれる難透水性地盤上の透水層におけるパイピングを原因とした陥没地形が確認される (写真 5.1)。

これは、本地区阿蘇 4/3 間堆積物である布田層の固結シルト層 (難透水層) 上に分布する阿蘇 4 火砕流堆積物の浸透性が比較的高いことを主因として最下端の砂礫様の部分にいわゆるパイプ流が発生して浸食穴が陥没してシラスドリーネが形成されていると推定される。

(図 5.1.4 参照)

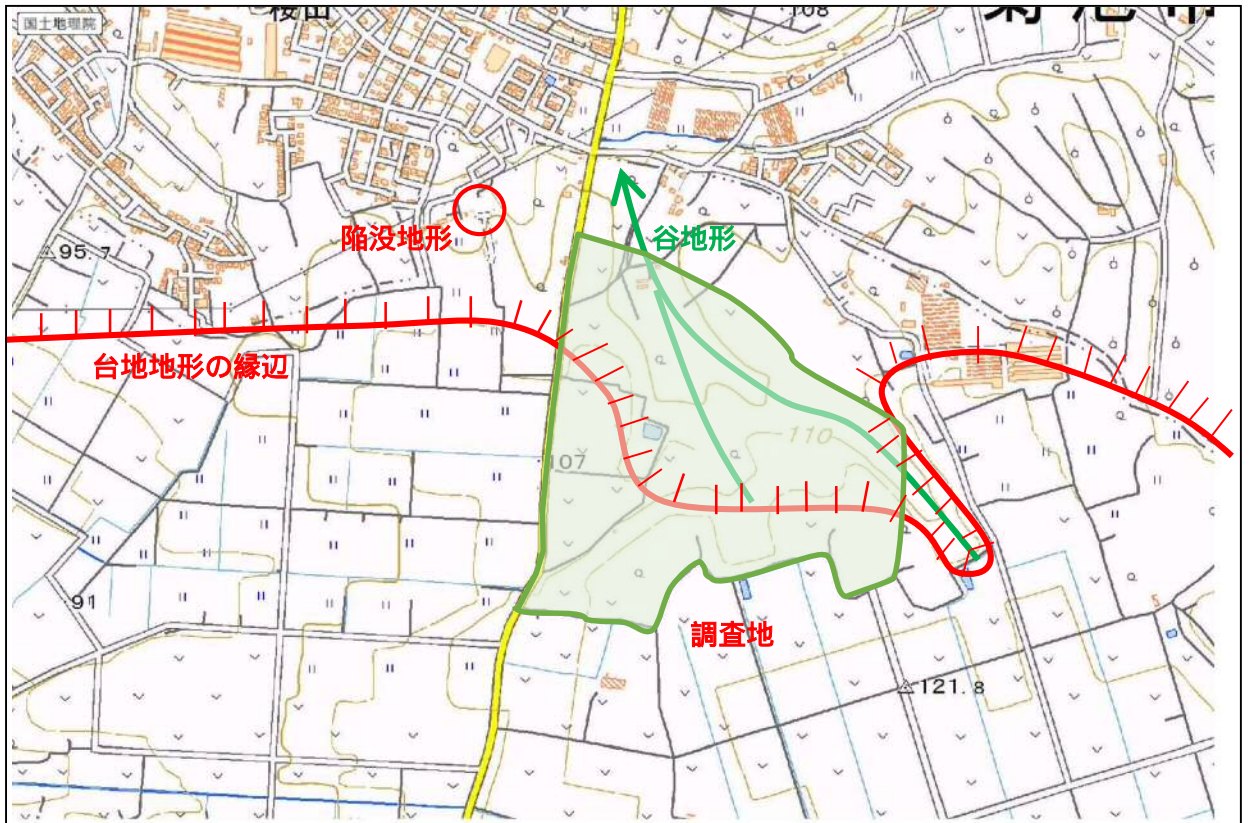


図 5.1.2 調査地周辺の地形

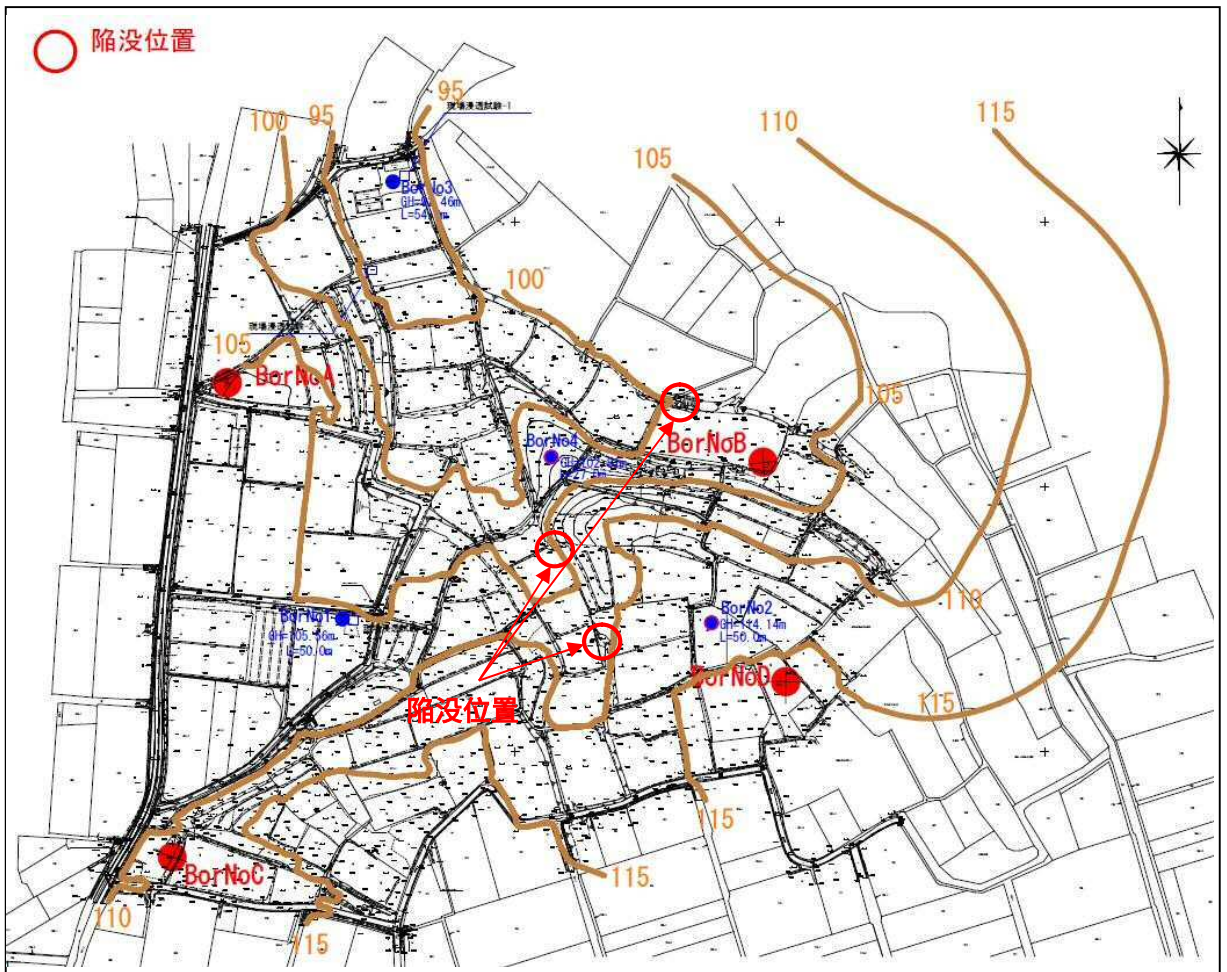
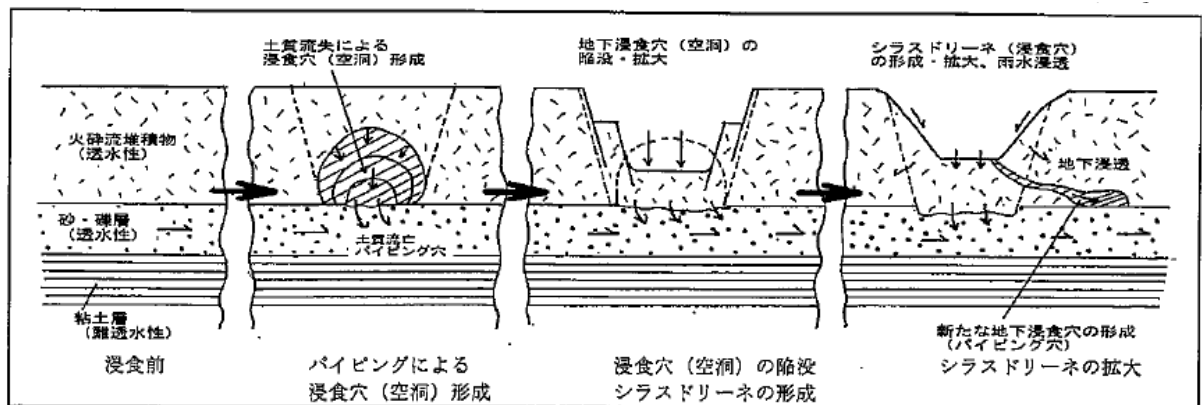


図 5.1.3 調査地周辺の現地形の等高線図



写真 5.1 地表の陥没状況



地中の浸食によるシラスドリーネの形成モデル図

第 11 回(平成 14 年度)熊本自然研究会研究発表会要旨集 P.61

図 5.1.4 シラスドリーネの形成モデル図

調査地の地質

本調査ボーリング結果と既往調査ボーリングを合わせて検討した結果、調査地付近には表 5.1.2 の地質層序表に示す 9 層が確認されている。

表 5.1.2 調査ボーリング結果による地質層序表

地質時代	地層名	土質	記号	N値	特 徴	
新生代	完新世	黒ボク	ローム	Kb	2~6	黒褐色～暗褐色を呈する有機質の火山灰質粘性土で、粘性は弱い～中位。植物根を混入する。 「軟らかい～中位の粘性土」地盤。
		赤ボク	ローム	Ab	2~7	褐色～赤褐色等を呈する不均質な火山灰質粘性土で、粘性は中位から強い。 「非常に軟らかい～中位の粘性土」地盤。
	第四紀	阿蘇4火砕流堆積物	火山灰質シルト	A4-c	0~5	褐色や赤褐色を呈する火山灰質粘性土で、粘性は中位から強く、小礫や軽石を若干混入する。細～中粒砂が混入する。 「非常に軟らかい～中位の粘性土」地盤。
			火山灰質砂～礫混り火山灰質砂	A4-s	1~44	灰色や褐色等を呈する細粒砂主体の火山灰質砂で、小礫や軽石を若干混入する。軽石を多く混入する所もある。 「中くらい～密な砂質土」地盤。
			火山灰質砂礫	A4-g	18~50/1	暗褐色や褐色等を呈する中～粗粒砂主体の砂と 4cmまでの角礫からなる火山灰質の砂礫。スコリアや軽石を多く混入する。 「中くらい～非常に密な礫質土」地盤。
	更新世	阿蘇4/3間堆積物	固結シルト	A4/3-h	21~50/10	褐色や茶褐色等を呈する固結した火山灰質粘性土で、棒状コアとして採取される。砂分や小礫を混入する。 「固結した粘性土」地盤。
			火山灰質シルト	A4/3-l	1~17	褐色や赤褐色を呈する火山灰質粘性土で、粘性は中位で含水量が多い。 「かたい粘性土」地盤。
	阿蘇3火砕流堆積物	火山灰質砂	A3-s	13~50/20	褐色から黒褐色を呈する中～粗粒砂主体の火山灰質砂で、3cmまでの角礫を混入する。部分的にシルト分を多く混入する所もある。 「中くらい～非常に密な砂質土」地盤。	
		火山灰質砂礫	A3-g	10~50/10	黒褐色を呈する中～粗粒砂主体の砂と 3cmまでの角礫からなる火山灰質の砂礫。1cm程度の軽石が点在する。 「密な～非常に密な礫質土」地盤。	

## 5.2 敷地内の地質分布

### (1) A-A' 断面(No.A-No.5-No.4-No.B)【敷地北側，東西方向】

A-A' 断面は、敷地北側を東西方向に切った地質断面図である(図 1.2、図 5.2.1 参照)。

この断面図では、地表部付近に層厚 3m~10mのローム層(Ab層、Kb層)が現地形にそって分布しており、その下位に阿蘇4火砕流堆積物が分布している。阿蘇4火砕流堆積物は中央部で50mと厚く、西側と東側では40m程度となっている。阿蘇4火砕流堆積物は、層相により下位から火山灰質砂礫(A4-g)、火山灰質砂~礫混り火山灰質砂(A4-s)、そして火山灰質シルト(A4-c)に3区分される。それぞれの層厚は、A4-g層で6.3~10.1m、A4-s層で16.1~32m、A4-c層で6.5~8.2mとなっている。

阿蘇4火砕流堆積物の下部にある火山灰質砂礫(A4-g)の下位には阿蘇4/3間堆積物(A4/3-h、A4/3-l)が分布しており、その上面は中央部でやや深くなっている。

阿蘇4/3間堆積物の下位には、阿蘇3火砕流堆積物(A3-s、A3-g)を確認している。

地下水位は、阿蘇4火砕流堆積物の火山灰質砂(A4-s)の最下部に確認される。地下水位の標高は概ね61mである。

### (2) B-B' 断面(No.6-No.1-No.8-No.9-No.2)【敷地南側，東西方向】

B-B' 断面は、敷地南側を東西方向に切った地質断面図である(図 1.2、図 5.2.2 参照)。

この断面図では、地表部付近に層厚 3m~6mのローム層(Ab層、Kb層)が現地形にそって分布しており、その下位に阿蘇4火砕流堆積物が分布している。阿蘇4火砕流堆積物は、多少層厚が変化するものの概ね40~43m程度の層厚を有する。阿蘇4火砕流堆積物は、層相により下位から火山灰質砂礫(A4-g)、火山灰質砂~礫混り火山灰質砂(A4-s)、そして火山灰質シルト(A4-c)に3区分される。それぞれの層厚は、A4-g層で0.65~8.2m、A4-s層で24.95~28.40m、A4-c層で11.20~13.65mとなっている。

阿蘇4火砕流堆積物の下部にある火山灰質砂礫(A4-g)の下位には阿蘇4/3間堆積物が分布しており、全体的には東側から西側に向かって傾斜しており、No.9孔付近がややくぼんでいる。阿蘇4/3間堆積物は、その固結度により下位から固い粘性土(A4/3-l)と固結シルト(A4/3-h)に区分される。それぞれの層厚は、A4/3-l層で0~6.6m程度、A4/3-h層で2~4mとなっている。

阿蘇4/3間堆積物の下位には、阿蘇3火砕流堆積物を確認しており、全体的に東側から西側に向かって傾斜している。阿蘇3火砕流堆積物は、層相により下位から火山灰質砂礫(A3-g)と火山灰質砂(A3-s)に区分される。それぞれの層厚は、A3-gで5m以上、A3-sで2~3m程度となっている。

地下水位は、阿蘇4火砕流堆積物の下位にある不透水層の阿蘇4/3間堆積物の上面付近に確認される。地下水位の標高は概ね63.6mである。

(3) C - C' 断面(No.3-No.1-No.7)【敷地西側，南北方向】

C-C' 断面は、敷地西側を南北方向に切った地質断面図である(図 1.2、図 5.2.3 参照)。

この断面図では、地表部付近に層厚 5.5m~7.5mのローム層(Ab 層、Kb 層)が現地形にそって分布しており、その下位に阿蘇 4 火砕流堆積物が分布している。阿蘇 4 火砕流堆積物は、南側で層厚 40m程度と厚く、北側では層厚 26m程度と薄くなっている。阿蘇 4 火砕流堆積物は、層相により下位から火山灰質砂礫(A4-g)、火山灰質砂~礫混り火山灰質砂(A4-s)、そして火山灰質シルト(A4-c)に3区分される。それぞれの層厚は、A4-g 層で 0~3.9m、A4-s 層で 17~31m、A4-c 層で 7~11m程度となっている。

阿蘇 4 火砕流堆積物の下部にある火山灰質砂礫(A4-g)の下位には阿蘇 4/3 間堆積物が分布しており、全体的にはほぼ水平に分布しているものの、No.7 孔付近では極端に薄くなっている。阿蘇 4/3 間堆積物は、その固結度により下位から固い粘性土(A4/3-l)と固結シルト(A4/3-h)に区分される。それぞれの層厚は、A4/3-l 層で 0.15~9.5m程度、A4/3-h 層で 0~4m程度となっている。

阿蘇 4/3 間堆積物の下位には、阿蘇 3 火砕流堆積物を確認しており、No.7 孔付近から西に向かって急傾斜しているが、それ以外の部分ではほぼ水平に分布していると推測される。阿蘇 3 火砕流堆積物は、層相により下位から火山灰質砂礫(A3-g)と火山灰質砂(A3-s)に区分される。それぞれの層厚は、A3-g で 5.5m以上、A3-s で 2~4m程度となっている。

地下水位は、阿蘇 4 火砕流堆積物の下位にある不透水層の阿蘇 4/3 間堆積物の直上付近に確認される。地下水位の標高は概ね 60.7mである。

(4) D - D' 断面(No.3-No.5-No.8)【敷地東側，南北方向】

D-D' 断面は、敷地西側を南北方向に切った地質断面図である(図 1.2、図 5.2.4 参照)。

この断面図では、地表部付近に層厚 2.5m~7.5mのローム層(Ab 層、Kb 層)が現地形にそって分布しており、その下位に阿蘇 4 火砕流堆積物が分布している。阿蘇 4 火砕流堆積物は、全体的には南から北に向かって傾斜しているが、中央付近で層厚が厚くなっている。阿蘇 4 火砕流堆積物は、層相により下位から火山灰質砂礫(A4-g)、火山灰質砂~礫混り火山灰質砂(A4-s)、そして火山灰質シルト(A4-c)に3区分される。それぞれの層厚は、A4-g 層で 1.6~10.1m、A4-s 層で 17~32m、A4-c 層で 7~12m程度となっている。

阿蘇 4 火砕流堆積物の下部にある火山灰質砂礫(A4-g)の下位には阿蘇 4/3 間堆積物が分布しており、中央部が大きくくぼんだ分布形状をなす。阿蘇 4/3 間堆積物は、その固結度により下位から固い粘性土(A4/3-l)と固結シルト(A4/3-h)に区分される。それぞれの層厚は、A4/3-l 層で 0~9.5m程度、A4/3-h 層で 2~5m程度となっている。

阿蘇 4/3 間堆積物の下位には、阿蘇 3 火砕流堆積物を確認しており、全体的には東から西に向かって傾斜しているが、中央付近がややくぼんだ形状をなす。阿蘇 3 火砕流堆積物は、層相によ

り下位から火山灰質砂礫（A3-g）と火山灰質砂（A3-s）に区分される。それぞれの層厚は、A3-gで3m以上，A3-sで2～4m程度となっている。

地下水位は、阿蘇4火砕流堆積物の下位にある不透水層の阿蘇4/3間堆積物の上面付近またはA4-s層の最下部に確認される。地下水位の標高は概ね60.7～63.6mである。

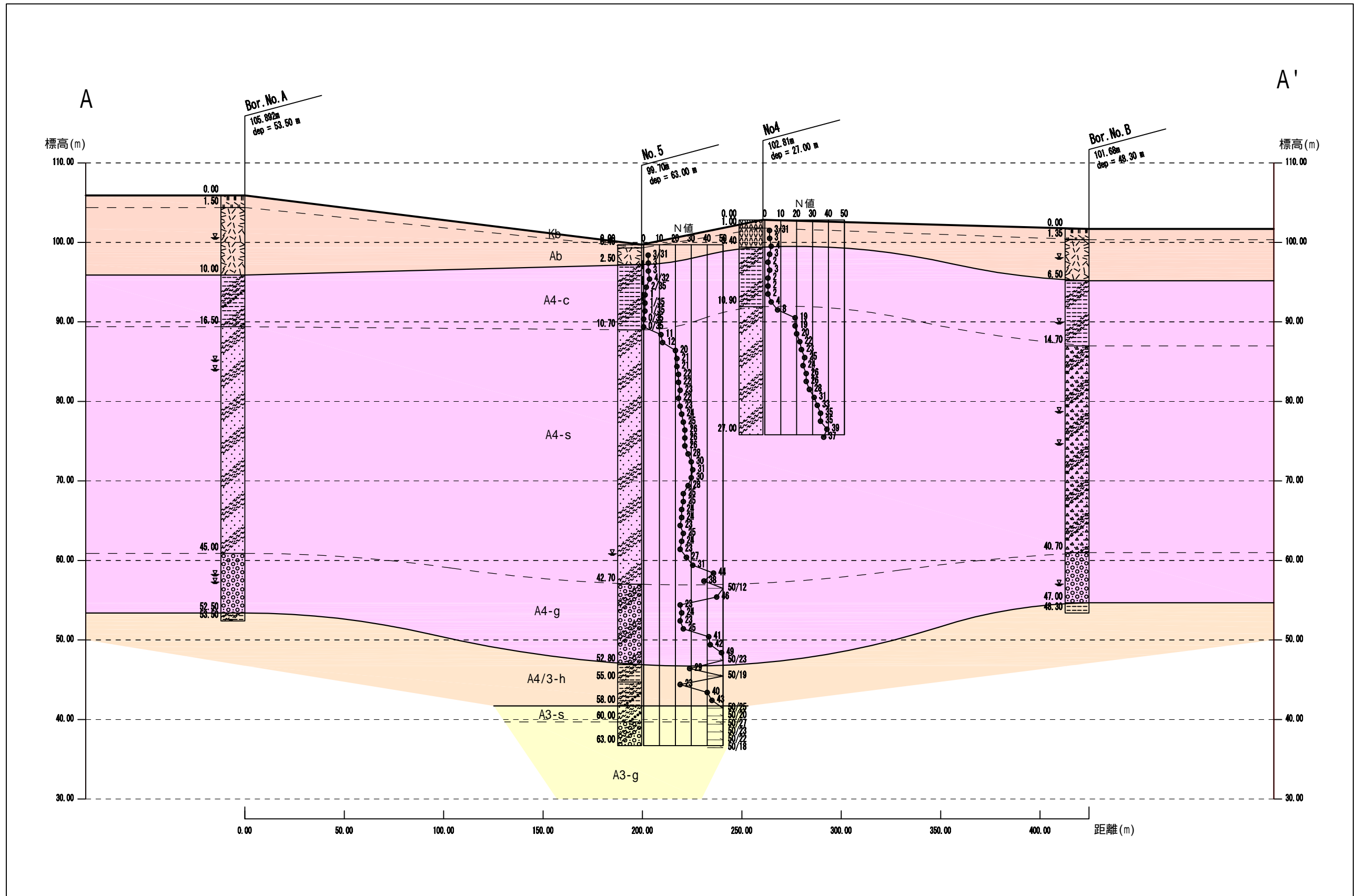


図5.2.1 地質断面図 (A-A'断面)  
(V=1/500, H=1/2,000)





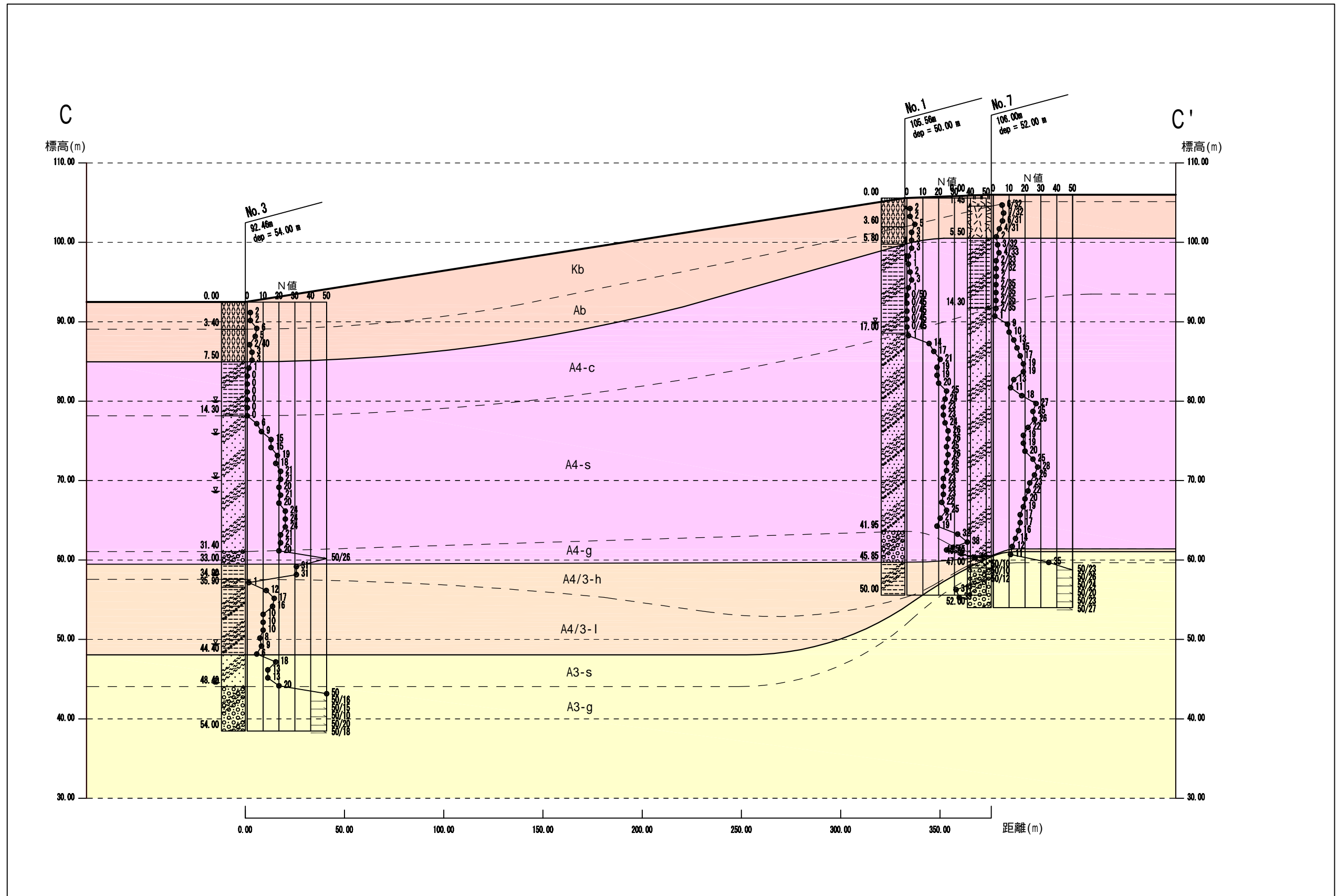


図5.2.3 地質断面図 (C-C'断面)  
(V=1/500, H=1/2,000)

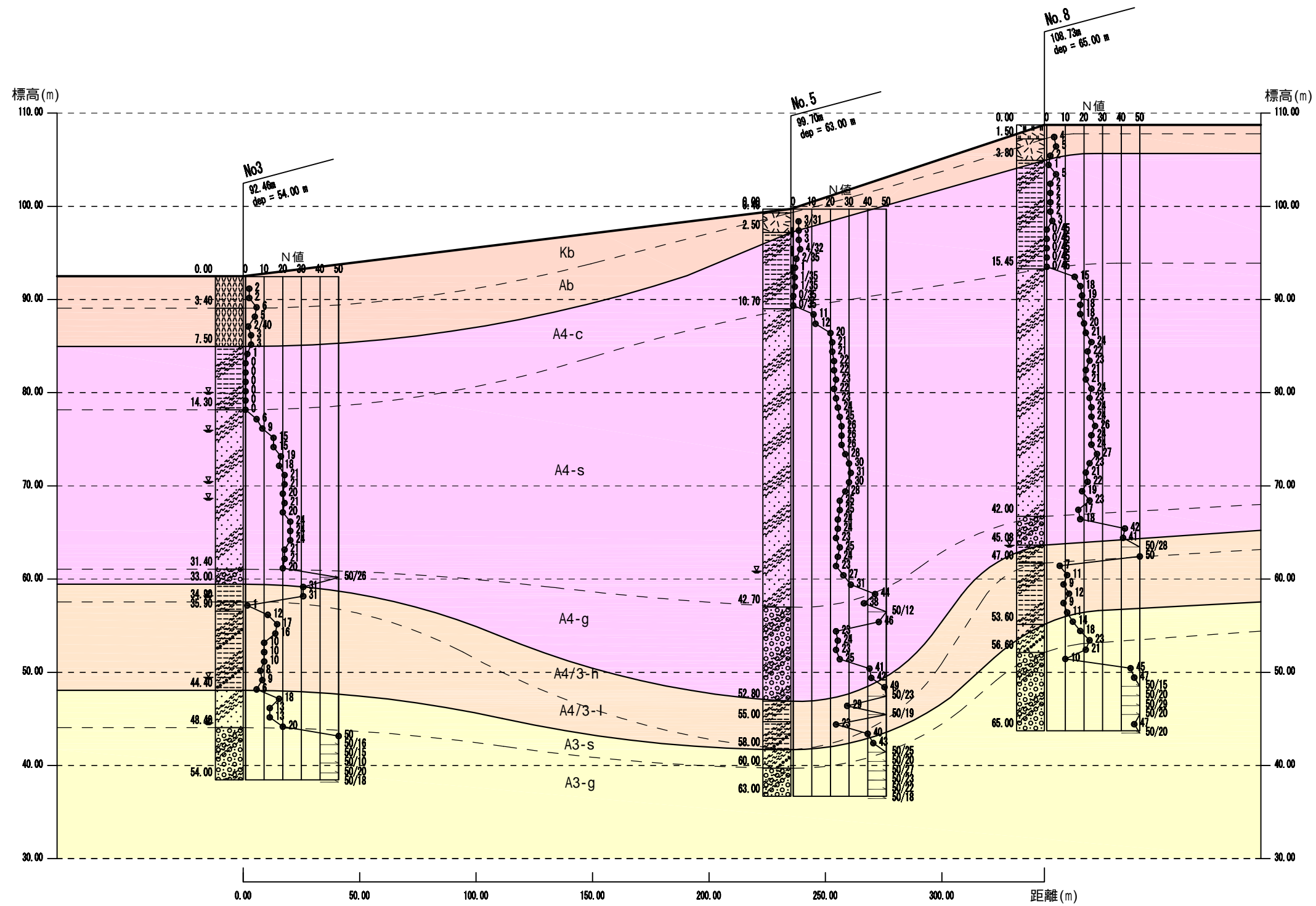


图5.2.4 地質断面图 (D-D' 断面)  
(V=1/500, H=1/2,000)

### 5.3 地盤定数の設定

調査ボーリング No.1～No.4 で確認された各地層について地盤定数を検討する。

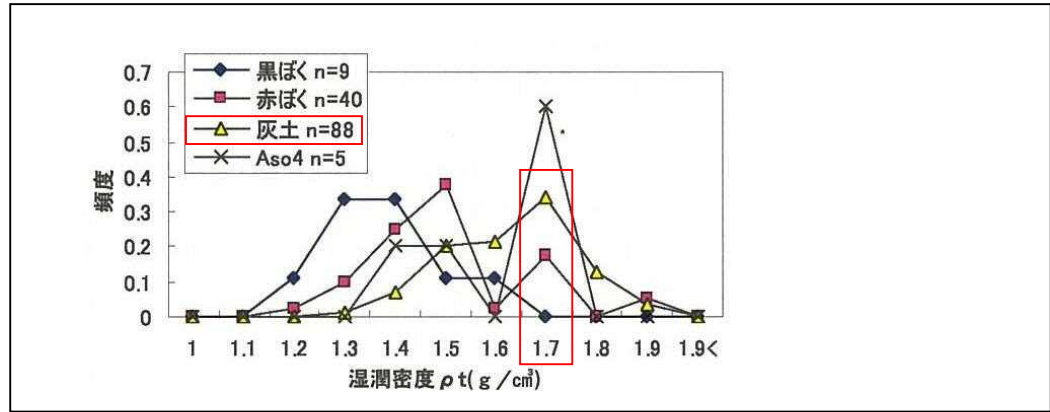
すなわち、室内土質試験結果や N 値からの推定式、文献等に示されている一般値等により地盤定数を設定する。

なお、地盤定数は、単位体積重量、粘着力、せん断抵抗角、変形係数について求める。

#### (1) 土質の地盤定数の一般値及び換算式

##### 土の単位体積重量

種類		状態	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kN/m <sup>2</sup> )	適用 (統一分類)	
盛土	礫及び礫混じり砂	締固めたもの	20	40	0	(GW)・(GP)	
	砂	締固めたもの	粒度のよいもの	20	35	0	(SW)・(SP)
			粒度の悪いもの	19	30	0	
	砂質土	締固めたもの	19	25	30以下	(SM)・(SC)	
	粘性土	＃	18	15	50以下	(ML)・(CL) (MH)・(CH)	
関東ローム	＃	14	20	10以下	(VII)		
自然地盤	礫	密実なものまたは粒度のよいもの	20	40	0	(GW)・(GP)	
		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	(SW)・(SP)	
		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	(SM)・(SC)	
		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	(ML)・(CL)	
		やや軟らかいもの(指の中程度で貫入)	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	(CI)・(MI) (ML)	
		やや軟らかいもの(指の中程度で貫入)	16	15	30以下		
軟らかいもの(指が容易に貫入)		14	10	15以下			
関東ローム		14	5(φ <sub>u</sub> )	30以下	(VII)		



「熊本市周辺地盤図」P.139

N 値からの換算式

・粘性土の粘着力 c

$$c = 6 \sim 10N (\text{kN/m}^2) \quad ( \phi = 0^\circ \text{ とする} )$$

・砂質土・礫質土のせん断抵抗角

$$= 20N + 15 (^\circ) \quad \text{ただし} \quad 45^\circ$$

粘着力 C は、安全側を考慮して一般的に  $C=0 \text{ kN/m}^2$  とする。

(建築基礎構造設計指針 p113)

(2) 岩盤定数の換算 N 値からの推定式

・岩盤の単位体積重量

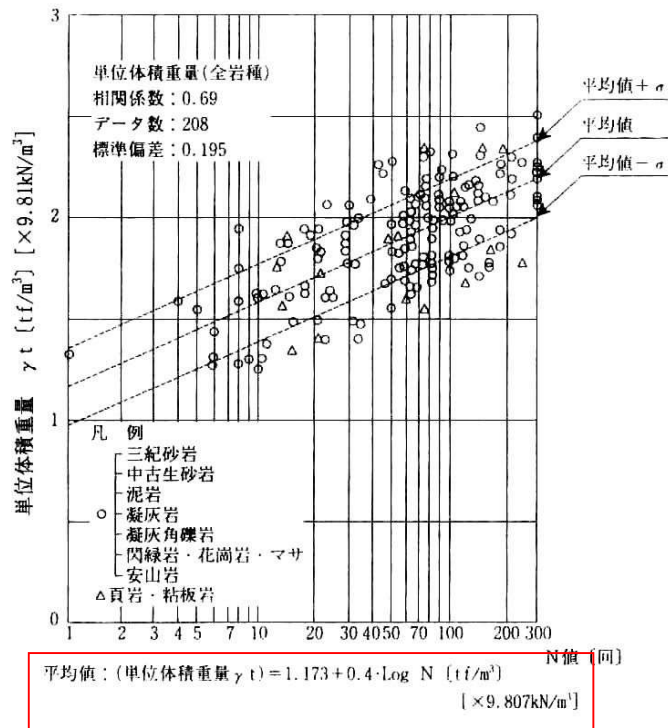


図 4-2-3 岩盤の単位体積重量の測定例

「設計要領第 2 集」P4-7

・岩盤のせん断強度

表 4-2-5 換算 N 値による場合の測定例

		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 <sup>2</sup> )	換算 N 値と 平均値の関係	15.2N <sup>0.327</sup>	25.3N <sup>0.334</sup>	16.2N <sup>0.606</sup>	
	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	5.10LogN +29.3	6.82LogN +21.5	0.888LogN +19.3	
	標準偏差	4.40	7.85	9.78	

「設計要領第 2 集」P4-9

・岩盤の変形係数

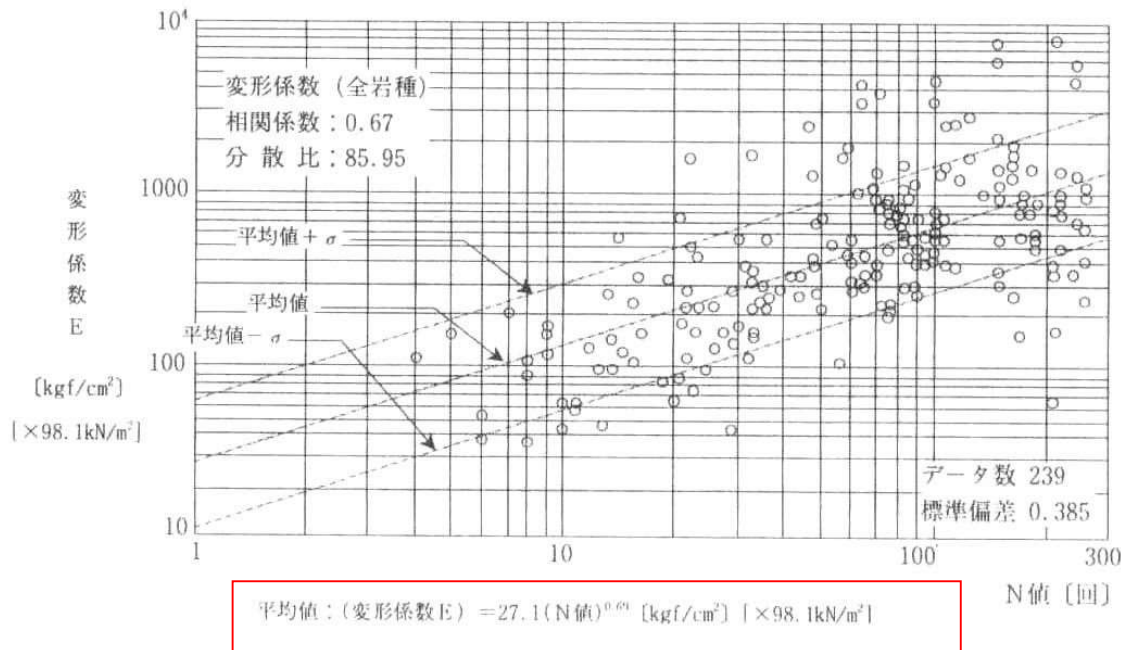


図 4-2-9 岩の変形係数の測定例

「設計要領第 2 集」P4-12

(3) 各層の代表 N 値

標準貫入試験結果に基づく各層の代表 N 値については表 4.2.1 でまとめて整理したが、設定した代表 N 値の一覧表を表 5.3.1 に示す。

表 5.3.1 各層の代表 N 値

地層名 (土質)	記号	代表 N 値 (回)
黒ボク (ローム)	Kb	3.3
赤ボク (ローム)	Ab	3.4
阿蘇4火砕流堆積物 (火山灰質シルト)	A4-c	1.4
阿蘇4火砕流堆積物 (火山灰質砂～ 礫混り火山灰質砂)	A4-s	23.2
阿蘇4火砕流堆積物 (火山灰質砂礫)	A4-g	42.8
阿蘇4/3間堆積物 (固結シルト)	A4/3-h	61.3
阿蘇4/3間堆積物 (火山灰質シルト)	A4/3-l	10.4
阿蘇3火砕流堆積物 (火山灰質砂)	A3-s	31.5
阿蘇3火砕流堆積物 (火山灰質砂礫)	A3-g	66.7

(4) 地盤定数の提案値

(1) ~ (3)より、各層の地盤定数について検討した結果を表 5.3.2 に示す。

表 5.3.2 地盤定数の提案値

地層名	記号	代表 N値 (回)	単位体 積重量 ( $\text{kN/m}^3$ )	粘着力 $c$ ( $\text{kN/m}^2$ )	内部 摩擦角 ( $^\circ$ )	変形係数 $E_m$ ( $\text{MN/m}^2$ )
黒ボク (ローム)	Kb	3.7	12.5	61.8	8.6	10
赤ボク (ローム)	Ab	3.4	14.8	41.0	6.2	18
阿蘇4火砕流堆積物 (火山灰質シルト)	A4-c	1.4	15.3	41.8	4.3	40
阿蘇4火砕流堆積物 (火山灰質砂～ 礫混り火山灰質砂)	A4-s	23.2	17	0	37	78
阿蘇4火砕流堆積物 (火山灰質砂礫)	A4-g	42.8	19	0	44	119
阿蘇4/3間堆積物 (固結シルト)	A4/3-h	61.3	19	196	21	743
阿蘇4/3間堆積物 (火山灰質シルト)	A4/3-l	10.4	18	83.2	0	240
阿蘇3火砕流堆積物 (火山灰質砂)	A3-s	31.5	19	0	40	472
阿蘇3火砕流堆積物 (火山灰質砂礫)	A3-g	66.7	21	0	45	661



Kb . . . N=3.7

(単位体積重量)

湿潤密度試験結果より

$$t = \{(1.259+1.291)/2\} \times 9.81 = 1.275 \times 9.81 \quad 12.5\text{kN/m}^3$$

(粘着力)

三軸圧縮強度試験結果より

$$c = (63.7 + 59.8)/2 = 61.75 \quad 61.8\text{kN/m}^2$$

(せん断抵抗角)

三軸圧縮強度試験結果より

$$= (9.48 + 7.68)/2 = 8.58 \quad 8.6^\circ$$

(変形係数)

$$E_s = 2800N = 10,360 \quad 10,300\text{kN/m}^2$$

Ab . . . N=3.4

(単位体積重量)

湿潤密度試験結果より

$$t = \{(1.616+1.401+1.625+1.406)/4\} \times 9.81 = 1.512 \times 9.81 \quad 14.8\text{kN/m}^3$$

(粘着力)

三軸圧縮強度試験結果より

$$c = (37.7 + 44.2)/2 = 40.95 \quad 41.0\text{kN/m}^2$$

(せん断抵抗角)

三軸圧縮強度試験結果より

$$= (3.60 + 8.70)/2 = 6.15 \quad 6.2^\circ$$

(変形係数)

孔内水平載荷試験結果より

$$E_b = (3,349 + 5,689)/2 = 4,519\text{kN/m}^2$$

$$E_s = 4E_b = 18,076 \quad 18,000\text{kN/m}^2$$

A4-c . . . N=1.4

(単位体積重量)

湿潤密度試験結果より

$$t = \{(1.458+1.551+1.531+1.525+1.579+1.567+1.647+1.614)/8\} \times 9.81 \\ = 1.559 \times 9.81 \quad 15.3\text{kN/m}^3$$

(粘着力)

三軸圧縮強度試験結果より

$$c = (36.1+46.9+41.5+42.6)/4 = 41.775 \quad 41.8\text{kN/m}^2$$

(せん断抵抗角)

三軸圧縮強度試験結果より

$$= (5.47+3.80+4.00+3.99)/4 = 4.315 \quad 4.3^\circ$$

(変形係数)

孔内水平載荷試験結果より

$$E_b = (9,399 + 12,780+8,274+11,880+8,314)/5 = 10,129\text{kN/m}^2$$

$$E_s = 4E_b = 40,517 \quad 40,000\text{kN/m}^2$$

A4-s . . . N=23.2

(単位体積重量)

熊本市周辺地盤図の「灰土」より

$$t = 17\text{kN/m}^3$$

(粘着力)

砂質土であるため、 $c = 0\text{kN/m}^2$

(せん断抵抗角)

$$= (20\text{N}) + 15 = (20 \times 23.2) + 15 \quad 36.54 \quad 37^\circ$$

(変形係数)

孔内水平載荷試験結果より

$$E_b = (39,320 + 15,860+14,830+16,170+11,960)/5 = 19,628\text{kN/m}^2$$

$$E_s = 4E_b = 78,512 \quad 78,000\text{kN/m}^2$$

A4-g . . . N=42.8

(単位体積重量)

「礫混り砂」の「密実でないもの」より

$$t = 19\text{kN/m}^3$$

(粘着力)

砂質土であるため、 $c = 0\text{kN/m}^2$

(せん断抵抗角)

$$= (20\text{N}) + 15 = (20 \times 34.0) + 15 \quad 44.26 \quad 44^\circ$$

(変形係数)

$$E_s = 2800\text{N} = 119,840 \quad 119,000\text{kN/m}^2$$

A4/3-h・・・N=61.3

本層はN値が高いため、凝灰岩の軟岩に相当すると判断し、定数を設定した。

(単位体積重量)

$$t = 1.173 \times 0.4 \log N \times 9.81 \quad 18.9 \quad 19\text{kN/m}^3$$

(粘着力)

$$c = 16.2\text{N}^{0.606} \quad 196.2 \quad 196\text{kN/m}^2$$

(せん断抵抗角)

$$= 0.888 \log N + 19.3 \quad 20.8^\circ \quad 21^\circ$$

(変形係数)

孔内水平載荷試験結果より

$$E_b = 185,900\text{kN/m}^2$$

$$E_s = 4E_b \quad 743,600 \quad 743,000\text{kN/m}^2$$

A4/3-l・・・N=10.4

(単位体積重量)

「粘性土」の「固いもの」より

$$t = 18\text{kN/m}^3$$

(粘着力)

$c = 6 \sim 10\text{N}$  から、 $c = 8\text{N}$  として算出。

$$c = 8\text{N} = 83.2\text{kN/m}^2$$

(せん断抵抗角)

$$= 0^\circ$$

(変形係数)

孔内水平載荷試験結果より

$$E_b = (84,230 + 35,820) / 2 = 60,025\text{kN/m}^2$$

$$E_s = 4E_b = 240,100 \quad 240,000\text{kN/m}^2$$

A3-s・・・N=31.5

(単位体積重量)

「砂質土」の「密実なもの」より

$$t = 19\text{kN/m}^3$$

(粘着力)

砂質土であるため、 $c = 0\text{kN/m}^2$

(せん断抵抗角)

$$= (20N) + 15 = (20 \times 16.0) + 15 \quad 40.1 \quad 40^\circ$$

(変形係数)

孔内水平載荷試験結果より

$$E_b = 118,000\text{kN/m}^2$$

$$E_s = 4E_b = 472,000\text{kN/m}^2$$

A3-g・・・N=66.7

(単位体積重量)

「礫混り砂」の「密実なもの」より

$$t = 21\text{kN/m}^3$$

(粘着力)

砂質土であるため、 $c = 0\text{kN/m}^2$

(せん断抵抗角)

$$= (20N) + 15 = (20 \times 66.7) + 15 \quad 51^\circ$$

$> 45^\circ$  となるので、 $= 45^\circ$  とする。

(変形係数)

孔内水平載荷試験結果より

$$E_b = (68,420 + 139,200 + 149,900 + 303,500) / 4 = 165,255\text{kN/m}^2$$

$$E_s = 4E_b = 661,020 \quad 661,000\text{kN/m}^2$$

## 5.4 盛土材料の検討

現在の計画では計画構造物建設のための基礎掘削によって大量の黒ボク材料(Kb)と若干の赤ボク(Ab)及び火山灰質シルト(A4-c)の発生が想定される。

ここでは、調査地内 5ヶ所から採取した同材料を用いて行った、締固め試験、C B R 試験、三軸圧縮試験結果を用いて掘削材料の盛土への流用について検討する。

### (1) 締固め特性

黒ボク材料 Kb : D- 1,2,3,4-1,5

赤ボク材料 Ab : D- 4-2

火山灰質シルト A4-c : D- 4-3

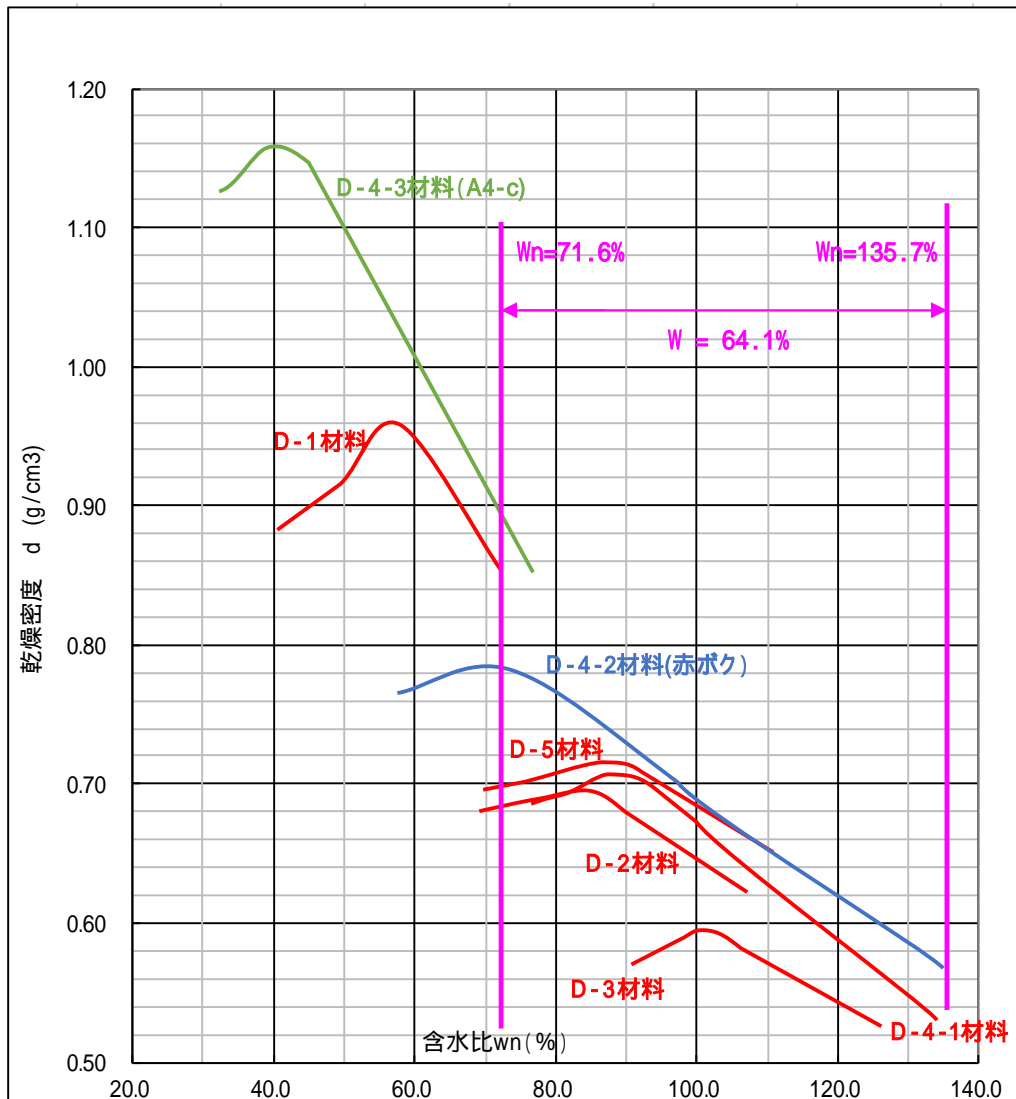


図 5.4.1 盛土材の乾燥密度-含水比曲線

上図に明らかなように、本調査地表層に分布する黒ボク、赤ボク、火山灰質シルトの締固め特性に関しては以下のようなバラツキが認められる。

自然含水比が黒ボクの  $W_n=71.6\%$  から赤ボクの  $W_n=135.7\%$  まで  $64.1\%$  の開きがある。  
それによって、締固め乾燥密度も  $d=0.533 \sim 0.864(\text{g}/\text{cm}^3)$  まで開きがある。

表 5.4.1 自然含水比による締固め時の乾燥密度 (黒ボク Kb)

試料名	自然含水比 $W_n$ (%)	最適含水比 $W_{opt}$ (%)	$W_n - W_{opt}$ (%)	最大乾燥密度 $d_{max}$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	自然含水比での締固め時	
					乾燥密度 $n$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	D 値 $n / d_{max}$ (%)
D-1	71.6	56.5	15.1	0.960	0.864	90.0
D-2	98.8	85.4	13.4	0.695	0.669	96.3
D-3	127.9	103.4	24.5	0.595	0.546	91.8
D-4-1	133.3	89.0	44.3	0.705	0.533	75.6
D-5	108.8	85.9	22.9	0.715	0.648	90.6

表 5.4.2 突き固めによる土の締固め試験結果 (赤ボク Ab)

試料名	自然含水比 $W_n$ (%)	最適含水比 $W_{opt}$ (%)	$W_n - W_{opt}$ (%)	最大乾燥密度 $d_{max}$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	自然含水比での締固め時	
					乾燥密度 $n$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	D 値 $n / d_{max}$ (%)
D-4-2	135.7	73.5	62.2	0.783	0.570	72.8

表 5.4.3 突き固めによる土の締固め試験結果(阿蘇4火砕流堆積物 A4-c)

試料名	自然含水比 W <sub>n</sub> (%)	最適含水比 W <sub>opt</sub> (%)	W <sub>n</sub> -W <sub>opt</sub> (%)	最大乾燥密度 d <sub>max</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	自然含水比での締固め時	
					乾燥密度 n (g/cm <sup>3</sup> )	D 値 n/d <sub>max</sub> (%)
D-4-3	77.8	38.8	39.0	1.159	0.855	73.8

上表に明らかなように D-4 地点以外の材料は自然含水比状態での締固めで、D 値(乾燥密度/最大乾燥密度)が 90.0 ~ 96.3% が得られ良好な締固め特性を示す。

D-4 地点掘削材の自然含水比での締固めでは、D 値(乾燥密度/最大乾燥密度)が 72.8 ~ 75.6% と黒ボク、赤ボク、A4-c とともに低密度の締固めとなる。

これは、D-4 地点付近掘削材を乾燥なしに通常の締固めによる盛土を行った場合、締固め度は最も締まった状態に比べて 70 ~ 75% 程度の締まりの悪い盛土となることを示している。

## (2) C B Rの向上

試験結果を下表に示す。

平均 C B R = 0.4 ~ 1.8% と本試験材料による C B R は 3 未満であり、路床や路盤材料としては問題のある材料と判断された。

しかし、何れの材料も自然含水比状態では、最適含水比に比べ、湿潤側となり締固め効果が得られず必ずと C B R も小さくなる特性を持つ。そのため、試験時乾燥密度を最大乾燥密度と比べた D 値 (  $d / d_{max}(\%)$  ) は 71.4 ~ 95.5% とかなり小さい値となっている。

自然含水比状態で通常の締固めを行えば D 値 90% 程度は確保される場合が多いため、本試験は現場での最低 C B R と判断される。すなわち、現場掘削材を可能な範囲で乾燥させた試料を用いた場合には C B R の向上は大幅に期待できるものと想定される。

詳細な掘削計画が確定した段階での経済的で施工性に優れた C B R 向上への対策に向けた調査試験が必要と判断される。

表 5.4.4 CBR 試験結果一覧表

試料名	D-1 (黒ボク Kb)	D-2 (黒ボク Kb)	D-3 (黒ボク Kb)	D-4-1 (黒ボク Kb)	D-5 (黒ボク Kb)	D-4-2 (赤ボク Ab)	D-4-3 (A4-c)
土質分類	礫混り砂質 火山灰質 粘性土	砂質 火山灰質 粘性土	砂質 火山灰質 粘性土	砂混り 火山灰質 粘性土	砂混り 火山灰質 粘性土	砂混り 火山灰質 粘性土	砂質 火山灰質 粘性土
自然含水比 W <sub>n</sub> %	71.6	98.8	127.9	133.3	108.8	135.7	77.8
最適含水比 W <sub>opt</sub> %	56.5	85.4	103.4	89.0	85.9	73.5	38.8
試験含水比 W <sub>n</sub> %	72.7	101.8	134.1	134.6	111.0	137.0	77.0
試験乾燥密度 d(g/cm <sup>3</sup> )	0.841	0.664	0.537	0.546	0.629	0.559	0.848
最大乾燥密度 d <sub>max</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	0.960	0.695	0.595	0.705	0.715	0.783	1.159
D値(%) d / d <sub>max</sub> (%)	87.6%	95.5%	90.3%	77.4%	88.0%	71.4%	73.2%
平均CBR %	0.5	1.8	0.9	0.4	1.0	0.4	0.2



### (3) 許容支持力の検討

#### 許容支持力提案値

ここでは、計画地床掘り深さ 2.0~5.0mとして火山灰質シルト(A4-c)を基礎支持地盤とする場合の許容支持力を下表を用いて提案する。

ここで、火山灰質シルトの粘着力は

$$C = 41.8 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad (\text{表 5.4.6 参照})$$

$$q_u = C \times 2$$

$$= 41.8 \times 2$$

$$= 83.6 \text{ kN/m}^2 \quad (C=q_u/2 \text{ の関係より})$$

下表によれば、 $q_u=83.6\text{kN/m}^2$  では、許容支持力は  $q_a=100\text{kN/m}^2$  を満足しない。

現時点で安全側を考慮した値を示すとすれば、約半分を見込んで  $q_a=50\text{kN/m}^2$  程度が提案される。

$$q_a = 100 \times 1/2$$

$$= 50 \text{ kN/m}^2$$

表 5.4.5 支持地盤の種類と許容支持力度（常時）

基礎地盤の種類		許容支持力度	備 考	
		$q_a$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$q_u$ ( $\text{kN/m}^2$ )	N 値
岩 盤	亀裂の少ない均一な硬岩	1000	10000 以上	-
	亀裂の多い硬岩	600	10000 以上	-
	軟岩、土丹	300	1000 以上	-
礫 層	密なもの	600	-	-
	密でないもの	300	-	-
砂質地盤	密なもの	300	-	30 ~ 50
	中位なもの	200	-	20 ~ 30
粘性土	非常に堅いもの	200	200 ~ 400	15 ~ 30
地 盤	堅いもの	100	100 ~ 200	10 ~ 15

(「道路土工・カルバート工指針 p75」(社)日本道路協会)

表 5.4.6 地盤定数の提案値

地層名	記号	代表 N値 (回)	単位体 積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	粘着力 c (kN/m <sup>2</sup> )	内部 摩擦角 (°)	変形係数 Em(MN/m <sup>2</sup> )
黒ボク (ローム)	Kb	3.7	12.5	61.8	8.6	10
赤ボク (ローム)	Ab	3.4	14.8	41.0	6.2	18
阿蘇4火砕流堆積物 (火山灰質シルト)	A4-c	1.4	15.3	41.8	4.3	40
阿蘇4火砕流堆積物 (火山灰質砂～ 礫混り火山灰質砂)	A4-s	23.2	17	0	37	78
阿蘇4火砕流堆積物 (火山灰質砂礫)	A4-g	42.8	19	0	44	119
阿蘇4/3間堆積物 (固結シルト)	A4/3-h	61.3	19	196	21	743
阿蘇4/3間堆積物 (火山灰質シルト)	A4/3-l	10.4	18	83.2	0	240
阿蘇3火砕流堆積物 (火山灰質砂)	A3-s	31.5	19	0	40	472
阿蘇3火砕流堆積物 (火山灰質砂礫)	A3-g	66.7	21	0	45	661

圧密降伏応力 Pc の確認

前回及び今回行われた圧密試験から得られた圧密降伏応力 Pc(kN/m<sup>2</sup>)を以下に整理する。

- ・黒ボク層 Kb :  $(134.6+211.3)/2 = 173.0$
- ・赤ボク層 Ab :  $(155.9+165.0+339.0+140.9)/4 = 200.2$
- ・火山灰質シルト A4-c :  $(214.5+275.1+301.5+316.6+245.2+219.4+363.2+191.1) / 8$   
= 265.8

圧密降伏応力は圧密試験において漸増していく上載荷重によって供試体が降伏する(変位が大きくなる)時の応力であり、一般的には

許容支持力  $q_a(50)$       圧密降伏応力  $P_c(265.8)$       の関係にある。

これより、許容支持力提案値は十分余裕のある値と判断される。

構造物建設計画決定段階で支持力公式等を適用した詳細な許容支持力の再度検討が必要と判断される。

## 5.5 地盤の工学的性質と支持地盤の設定

### (1) 支持層の一般的な評価

構造物に対する一般的な支持層としては、基礎に作用する荷重の規模によって異なるので一概には決めがたいが、目安としては砂・砂礫層に於いては概ねN値が30以上、粘土層では概ねN値が20以上であれば支持層と考えられる。もちろん良好な岩盤であれば問題は少ない。また、荷重の規模に応じた層厚が必要となる。

表 5.5.1 良好な支持層の目安

地質名	良好な支持層の条件
粘性土層	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大略的にN値が20程度以上。</li> <li>・大きな支持力は期待できず、沈下量も大きい場合がある。</li> </ul>
砂・砂礫層	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大略的にN値が30程度以上。</li> <li>・砂礫層では礫打ちの影響により大きめなN値となる場合がある。</li> </ul>
岩盤	<ul style="list-style-type: none"> <li>・均質な岩盤であれば大きな支持力が期待できる。</li> <li>・岩体の不連続面、破碎・風化帯は十分な検討が必要である。</li> </ul>
層厚	<ul style="list-style-type: none"> <li>・荷重の規模に応じた層厚が必要となる。</li> </ul>

### (2) 地盤の工学的性質と支持層の判定

調査の結果、確認された地層は、上位より、黒ボク(Kb)、赤ボク(Ab)、阿蘇4火砕流堆積物(A4-c, A4-s, A4-g)、阿蘇4/3間堆積物(A4/3-h, A4/3-l)、阿蘇3火砕流堆積物(A3-s, A3-g)の各層である。

まず、新規の降下火山灰である黒ボク(Kb)や赤ボク(Ab)はGL-2.50~7.50mまで分布するが、N値が2~7と低い値を示す軟らかい土質である。このため、大規模な構造物の支持層としては利用できないと判断される。

その下位の地層である阿蘇4火砕流堆積物のうち、粘性土層であるA4-c層はGL-10.9~19.55mまで分布するが、N値が0~5と非常に低く軟らかい地層であり、上位の層と同様に大規模な構造物の支持層としては利用できないと判断される。しかし、GL-31.4~45.9mまで分布する砂質土層であるA4-s層や、GL-33.00~52.80mまで分布する礫質土層であるA4-g層ではN値が20~50以上の中位~密な地層となり、20~30回程度の部分はそれほど大きな規模の構造物で無ければ、30回以上の部分については大規模な構造物でも支持層として利用できる。なお、A4-g層についてはNo.7孔では分布が途切れており、支持層として採用する場合には注意が必要である。

さらにその下位の地層である阿蘇4/3間堆積物のうち、上位のA4/3-h層はGL-34.90~58.00m以深まで分布するが、N値は30以上の固い地層であり、大規模な構造物の支持層として利用できる。一方、下位のA4/3-l層はGL-44.4~54.0mまで分布するが、おおむねN値10回以下

のやややわらかい地層であり、大規模な構造物の支持層としては利用できないと判断される。  
 なお、A4/3-h 層についても No.7 孔付近では分布が途切れており、支持層として採用する場合には注意が必要である。

今回の調査で確認した最も下位の地層である阿蘇 3 火砕流堆積物のうち、上位の A3-s 層 GL-47.00 ~ 60.00mまで分布するが、N 値 20 に満たない地層で大規模な構造物の支持層としては利用できないと判断される。一方、下位の A4-g 層は N 値が上部のごく一部を除いて 50 回以上であり、大規模な構造物の支持層として利用できる。

### (3) 支持層の分布状況

(2)より、支持層として問題がなく安定した支持力が期待できる地層が調査地点によって異なることが判明した。

表 5.5.2 に調査地点毎の支持層とその分布深度をまとめて示す。

表 5.5.2 各地点の支持層分布深度

孔番		分布深度 (GL- :m)	分布標高 (m)	地層記号	現計画構造物
本調査結果	No.5	58.00	41.70	A3-s	浸出水処理施設
	No.6	56.00	50.70	A3-g	管理棟
	No.7	47.00	59.00	A3-g	ごみ処理施設
	No.8	60.00	48.73	A3-g	最終処分場
	No.9	39.00	68.19	A4-g	最終処分場
既存(参考)調査結果	No.1	45.85	59.71	A4/3-h	ごみ処理施設
	No.2	45.65	68.29	A4/3-h	最終処分場
	No.3	48.40	44.06	A3-g	雨水調整池
	No.4	22.00	80.81	A4-s	-

## 5.6 地盤の透水性の検討

本調査では、Kb層、Ab層、A4-c層を対象とした粒度試験を実施しており、その粒度から地盤の透水性を評価した。(既存調査結果も含む)

粒度試験結果から得られる20%粒径D20と透水性の間には、表5.6.1に示す様な関係が知られており、粒度試験結果から透水性を推測することができる。

粒度試験結果から得られたD20とそれから推測された透水係数をまとめて表5.6.2に示す。

表5.6.1 CreagerによるD20と透水係数の関係

$D_{20}$ (mm)	$k$ (m/s)	土質分類	$D_{20}$ (mm)	$k$ (m/s)	土質分類
0.005	$3.00 \times 10^{-8}$	粗粒粘土	0.18	$6.85 \times 10^{-5}$	微粒砂
0.01	$1.05 \times 10^{-7}$	細粒シルト	0.20	$8.90 \times 10^{-5}$	
0.02	$4.00 \times 10^{-7}$	粗粒シルト	0.25	$1.40 \times 10^{-4}$	中粒砂
0.03	$8.50 \times 10^{-7}$		0.3	$2.20 \times 10^{-4}$	
0.04	$1.75 \times 10^{-6}$		0.35	$3.20 \times 10^{-4}$	
0.05	$2.80 \times 10^{-6}$		0.4	$4.50 \times 10^{-4}$	
0.06	$4.60 \times 10^{-6}$	極微細砂	0.45	$5.80 \times 10^{-4}$	粗粒砂
0.07	$6.50 \times 10^{-6}$		0.5	$7.50 \times 10^{-4}$	
0.08	$9.00 \times 10^{-6}$		0.6	$1.10 \times 10^{-3}$	
0.09	$1.40 \times 10^{-5}$		0.7	$1.6 \times 10^{-3}$	
0.10	$1.75 \times 10^{-5}$	微粒砂	0.8	$2.15 \times 10^{-3}$	粗粒砂
0.12	$2.6 \times 10^{-5}$		0.9	$2.8 \times 10^{-3}$	
0.14	$3.8 \times 10^{-5}$		1.0	$3.60 \times 10^{-3}$	
0.16	$5.1 \times 10^{-5}$		2.0	$1.80 \times 10^{-2}$	

表5.6.2 D20から推測される透水係数

対象土質	試料番号	20%粒径 D20(mm)	透水係数 k(m/s)
黒ボク(Kb)	T1-1、T2-1、 D-1～D-5	0.0041～0.0321	<b>3.00E-8～8.50E-7</b>
赤ボク(Ab)	T1-1、T2-1、 No.5、No.6、 D-4-2	0.0011～0.0170	<b>3.00E-8～1.05E-7</b>
阿蘇火砕流堆積物(A4-c)	T1-3、T1-4、 T2-3、T2-4、 No.5、No.6、 D-4-3	0.0011～0.0055	<b>3.00E-08</b>

これらの透水性と表 5.6.3 を比較し、各層の透水性を評価した。

1) Kb 層

Kb 層の透水係数は  $k = 3.00 \times 10^{-8} \sim 8.50 \times 10^{-7} (m/s)$  程度であると推測され、これは「非常に低い～低い」透水性であると評価される。

2) Ab 層

Ab 層の透水係数は  $k = 3.00 \times 10^{-8}$  以下  $\sim 1.05 \times 10^{-7} (m/s)$  程度であると推測され、これは「非常に低い～低い」透水性であると評価される。

3) A4-c 層

A4-c 層の透水係数は  $k = 3.00 \times 10^{-8}$  以下  $(m/s)$  程度であると推測され、これは「非常に低い」透水性であると評価される。

以上の検討の結果、調査地付近の表層近くに分布する地層は、いずれも透水性の低いことが判明した。

表 5.6.3 透水性と土質区分

		透水係数 $k (m/s)$											
		$10^{-11}$	$10^{-10}$	$10^{-9}$	$10^{-8}$	$10^{-7}$	$10^{-6}$	$10^{-5}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$	$10^0$
透水性		実質上不透水		非常に低い		低い	いい	中位		高い			
対応する土の種類	粘性土 { C }	微細砂, シルト, 砂-シルト-粘土混合土 { S F } [ S - F ] { M }					砂および礫 ( G W ) ( G P ) ( S W ) ( S P ) ( G - M )			清浄な礫 ( G W ) ( G P )			
透水係数を直接測定する方法	特殊な変水位透水試験	変水位透水試験				定水位透水試験		特殊な変水位透水試験					
透水係数を間接的に推定する方法	圧密試験結果から計算					なし	清浄な砂と礫は粒度と間隙比から計算						

「地盤調査の方法と解説」P.488

## 5.7 基礎形式の検討

一般に、構造物の基礎形式は基礎スラブからの荷重を直接地盤に伝える「直接基礎形式」と基礎スラブからの荷重を杭を介して地盤に伝える「杭基礎形式」に区分される。

直接基礎形式の場合、浅部に支持層が存在し、下部に圧密沈下や不同沈下の対象層が分布しない事が条件である。一方、杭基礎形式は直接基礎形式で不適と判断され、比較的深い地層を支持層とする場合に用いられる。また、地盤改良工法を併用した直接基礎形式や異種基礎を組合せた併用基礎形式も挙げられる。

これらの基礎形式の概要を図5.7.1, 2示す。

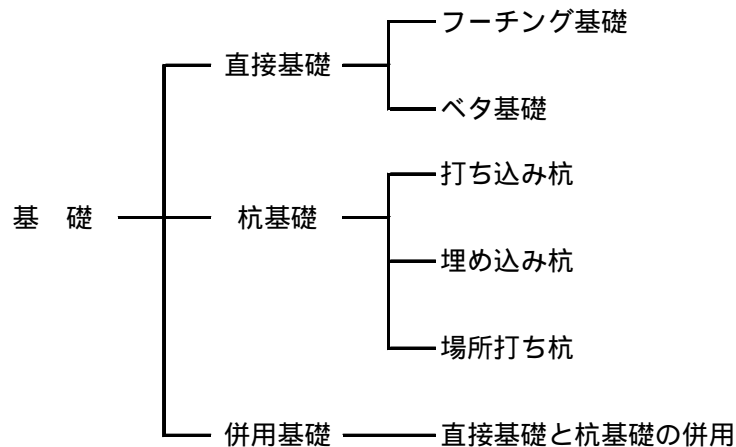


図 5.7.1 基礎工の種類

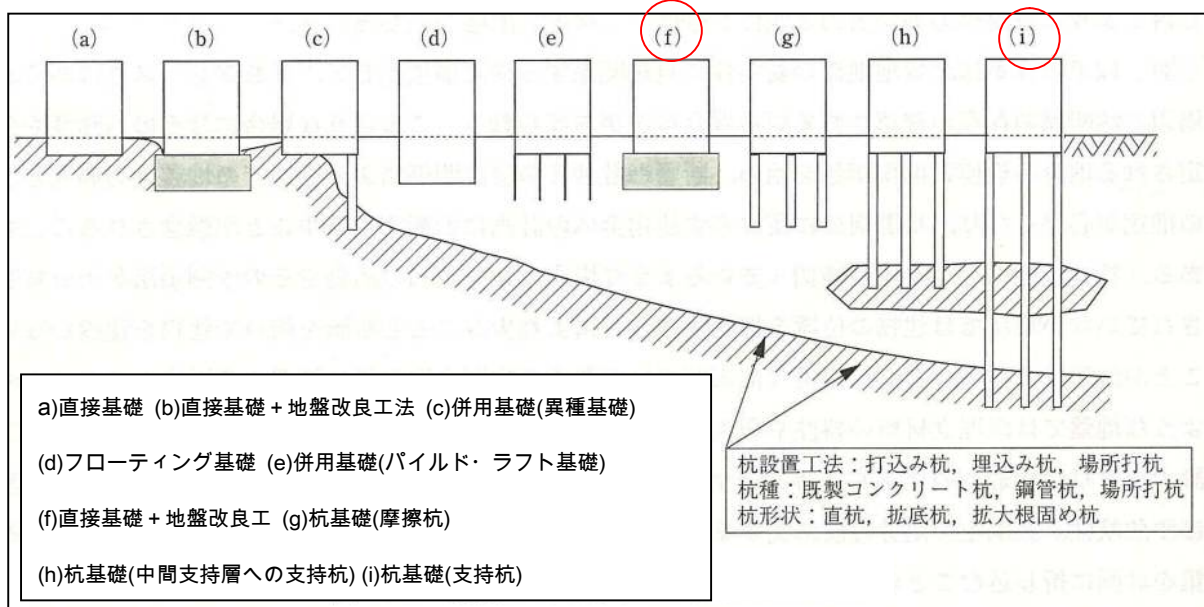


図 5.7.2 支持地盤の深度と適用可能な基礎形式

当地で計画されている建物は、環境工場で公共性が高い。したがって、建物の規模が小さい場合には、「直接基礎 + 地盤改良工」も提案されるが、建物の規模が大きい事や安全性を重視すると5.5(2)章で選定した良好な支持層に達する「杭基礎形式」が採用される。

## 5.8 設計・施工上の留意点

- (1) 本調査ボーリング結果と既往調査結果を併せて検討した結果、新規の降下火山灰(黒ボク・赤ボク)と阿蘇4火砕流堆積物(A4-c, A4-s, A4-g), 阿蘇4/3間堆積物(A4/3-h, A4/3-l)および阿蘇3火砕流堆積物(A3-s, A3-g)が確認された。このうち、良好な支持層と判断されるのは、表5.5.2に示すようにA4-s層, A4-g層, A4/3-h, A3-g層であり、調査地点毎に支持層として期待される地層が異なる。また、A4-s層は一部でN値30以上を有する他は、ほとんどがN値20程度であるため良好な支持地盤とはいえないが、層厚も厚く20前後の安定したN値を有するため構造物の規模によっては支持層として利用できる。  
なお、A3-g層を支持層とした場合には、支持層深度が50m以深とかなり深いことや、上位に固い礫を含むA4-g層が分布することを踏まえた施工方法を選択することが肝要である。
- (2) 調査ボーリングで確認した阿蘇4/3間堆積物は、熊本市周辺域の第一帯水層と第二帯水層を区分する遮水層である。ここで、計画されている施設が環境工場であるため、地下水汚染の可能性なども考慮すると、できるだけ阿蘇3火砕流堆積物に達するような構造物を構築するのは避けることが望ましい
- (3) 調査ボーリング時に確認された地下水位(自然水位)はGL-39~45m付近と深い深度にあるため、掘削に伴う掘削面からの湧水のおそれは無い。
- (4) 液状化のおそれのある地盤の条件は、GL-20m以内にある飽和砂質土であるが、調査地付近の地下水位は前述したとおりGL-39~45m付近に位置するため、調査地周辺の地盤では液状化のおそれは無い。



- (5) 既往調査において調査対象敷地西側の図 5.8.1 に示す位置に、写真 5.8.1 に示す様な陥没地形が確認されていたが、敷地内を概査した結果、既往調査で確認したもの程新しくはないが、これと同様の地形が敷地内にもあることがわかった。今回の調査で確認した陥没地形をまとめて図 5.8.2 に示す。



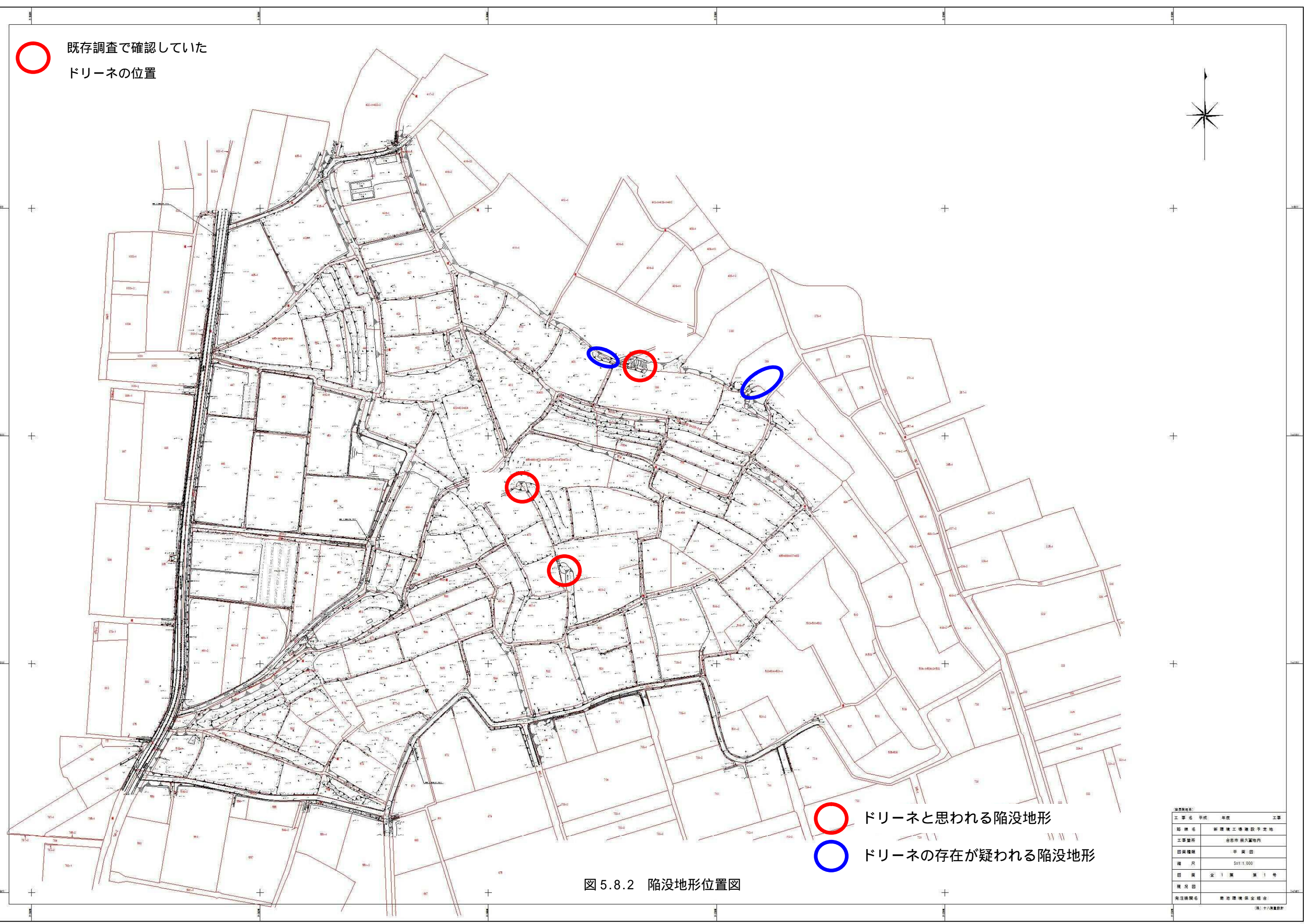
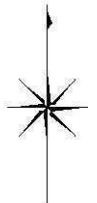
図 5.8.1 位置図

写真 5.8.1 地表の陥没状況

5.1 項で述べたように、これらの陥没地形は「シラスドリーネ」と呼ばれる現象である。

このような地質条件を有した地域であるため、浸透施設を設置すると浸透地点に水みちが発生し、浸透施設およびその周辺に陥没を発生させるおそれがある。このため、浸透施設の設置は避けることが望ましい。

○ 既存調査で確認していた  
ドリーネの位置



○ ドリーネと思われる陥没地形  
○ ドリーネの存在が疑われる陥没地形

図 5.8.2 陥没地形位置図

工事名	平成	年度	工事
路線名	新築工事用地予定地		
工事箇所	谷田井戸内用地内		
図面種類	平面図		
縮尺	S1:1,000		
図面	第 1 葉	第 1 号	
発行日			
発注機関名	東海建設株式会社		



写真 5.8.2 ドリーネと思われる陥没地形



写真 5.8.3 ドリーネと思われる陥没地形



写真 5.8.4 ドリーネと思われる陥没地形



写真 5.8.5 ドリーネの存在が疑われる陥没地形



写真 5.8.6 ドリーネの存在が疑われる陥没地形

## 5.9 今後の調査計画について

1) 今回の調査では、浸出水処理施設で1本、管理棟で1本、ごみ処理施設で1本、最終処分場で2本の合計5本の調査ボーリングを実施した。このなかで、ごみ処理施設で実施したNo.7孔と、同じく既往調査ボーリングにおいてごみ処理施設計画地内で実施したNo.1孔とではA4-g層以下の地層の分布状況が大きく異なっていた。ごみ処理施設は現在計画されている施設の中で最も大きな構造物となるため、支持層としてはN値50回以上となる地層を採用することが考えられるが、No.1孔でN値50回以上を有していたA4/3-h層はNo.7孔では確認されず、No.7孔ではN値50回以上となるのはA3-g層のみであった。このため、支持層の分布状況の推測が困難な状態となっており、施設の重要度も踏まえると、調査の実施されていない施設の南端付近や東端付近、No.1孔とNo.7孔の間などに追加調査を実施し、支持層の分布状況を把握することが望ましい。図5.9.1に調査提案平面図を示す。

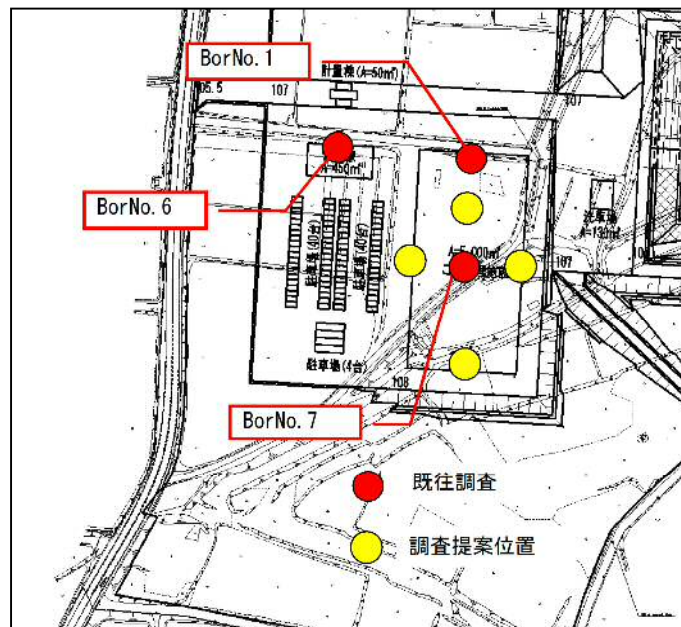


図 5.9.1 調査提案平面図

- 2) これまでの調査ボーリングで阿蘇4火砕流堆積物の最下部に第一帯水層の地下水位を確認しており、現在これを対象とした地下水モニタリングが実施されている。しかし、基礎構造等が阿蘇3火砕流堆積物にまで達するようであれば、これとは別に第二帯水層のモニタリングを目的とした観測井の設置を要する。
- 3) これまでの調査の結果で、地層分布の大きな起伏や、地下水が集中すると思われる遮水層の凹みなどが確認された。地層の分布は基礎構造等を決定するのに影響し、遮水層の凹みの分布は、シラスドリーネの発達に影響を与えている可能性がある。敷地内でのボーリング本数もこれまで13本となったため、ここで3次元的地質構造の解析を実施し、今後の調査計画立案や基礎構造検討等に役立てることが望ましい。

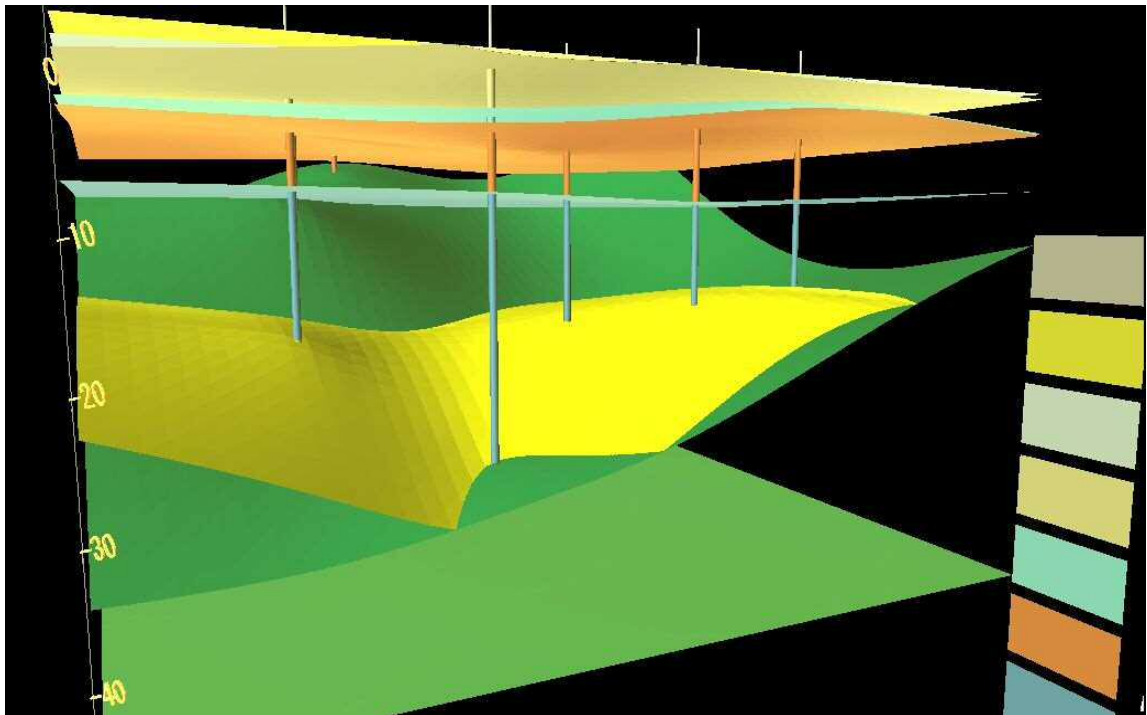


図 5.9.2 3 次元的な地質構造解析の例

以上