

令和 5・6・7 年度債務負担行為
環境衛生センター緑泉園施設更新
に係る基本計画等業務委託

(京 田 辺 市 草 内 地 内)

報 告 書

(地質調査編)

令和 7 年 3 月

京田辺市経済環境部清掃衛生課
環境衛生センター緑泉園



株式会社 ウエスコ

目 次(地質調査編)

第1章 業務等概要	1
1.1 業務概要	1
1.2 調査位置	3
1.3 業務実施数量	5
第2章 地形・地質概要	6
2.1 地形概要	6
2.2 地質概要	8
第3章 調査方法	10
3.1 ボーリング調査方法	10
3.2 標準貫入試験方法	11
3.3 孔内水平載荷試験方法	13
3.4 現場透水試験方法	14
3.5 室内土質試験方法	15
第4章 調査結果	16
4.1 ボーリング結果	16
4.2 標準貫入試験結果	23
4.3 孔内水平載荷試験結果	25
4.4 現場透水試験結果	30
4.5 室内土質試験結果	32
第5章 総合解析とりまとめ	38
5.1 地層構成	38
5.2 地盤定数の設定	40
5.3 透水性評価	58
5.4 支持地盤の選定	60
5.5 液状化判定	61

添付資料～

- ・調査位置図
- ・断面図
- ・ボーリング柱状図及びコア写真
- ・標準貫入試験データシート
- ・孔内水平載荷試験データシート
- ・現場透水試験データシート
- ・室内土質試験データシート
- ・液状化判定計算結果書
- ・ボーリング作業現場記録写真
- ・実施作業計画書
- ・KY写真

第1章 業務等概要

1.1 業務概要

1) 業務名：令和5・6・7年度債務負担行為環境衛生センター
緑泉園施設更新に係る基本計画等業務委託

2) 履行場所：京都府京田辺市草内地内

3) 履行期間：自) 令和6年3月15日
至) 令和8年1月15日

4) 業務目的：本業務は、環境衛生センター緑泉園の更新に向けた工事発注のための基本計画・発注仕様書作成・発注支援及び建設用地の条件把握に向けた測量調査・地質調査を行うものである。本報告書では設計に必要な基礎資料を得るためにボーリング調査を基本とした地質調査結果をとりまとめた。

5) 履行内容：本業務の主な履行内容を以下にまとめる。詳細は『1.3 業務実施数量』にまとめる。

表1.1-1 主な履行内容

履行内容の項目	数量
調査業務（地質調査一般）	
土質ボーリング(オールコア) 粘性土・シルト	21.5m
土質ボーリング(オールコア) 砂・砂質土	25.9m
土質ボーリング(オールコア) 磯混じり土砂	4.6m
標準貫入試験 粘性土・シルト	23回
標準貫入試験 砂・砂質土	26回
標準貫入試験 磯混じり土砂	3回
孔内水平載荷試験	3回
現場透水試験	4回
室内土質試験	
物理試験	1式
解析等調査	1業務
軟弱地盤技術解析	1式
報告書作成	1件

6) 発注者：京田辺市経済環境部清掃衛生課

住所：京都府京田辺市田辺ボケ谷58 TEL: 0774-68-1288

7) 受注者: 株式会社ウエスコ 京滋支店

住所: 京都府福知山市篠尾新町 4-68 TEL: 0773-23-2840

支店長: 日吉 健一

8) 組織体制: 本業務では以下の技術者により業務を遂行した。

表1.1-2 配置技術者一覧

区分	氏名	部署・役職	技術者資格
担当技術者	武内 周	関西支社 大阪地盤調査課 技師	地質調査技士
担当技術者	藤澤 大悟	関西支社 大阪地盤調査課 課長	技術士:建設部門 (土質及び基礎)

【担当部署】

株式会社ウエスコ 関西支社

住所: 大阪府大阪市西区南堀江 1 丁目 18-4 Osaka Metro 南堀江ビル 7 階

TEL: 06-4393-8014 (代表)

FAX: 06-4393-8024

1.2 調査位置



図 1.2-1 調査位置案内図

(出典) 国土地理院 地理院地図

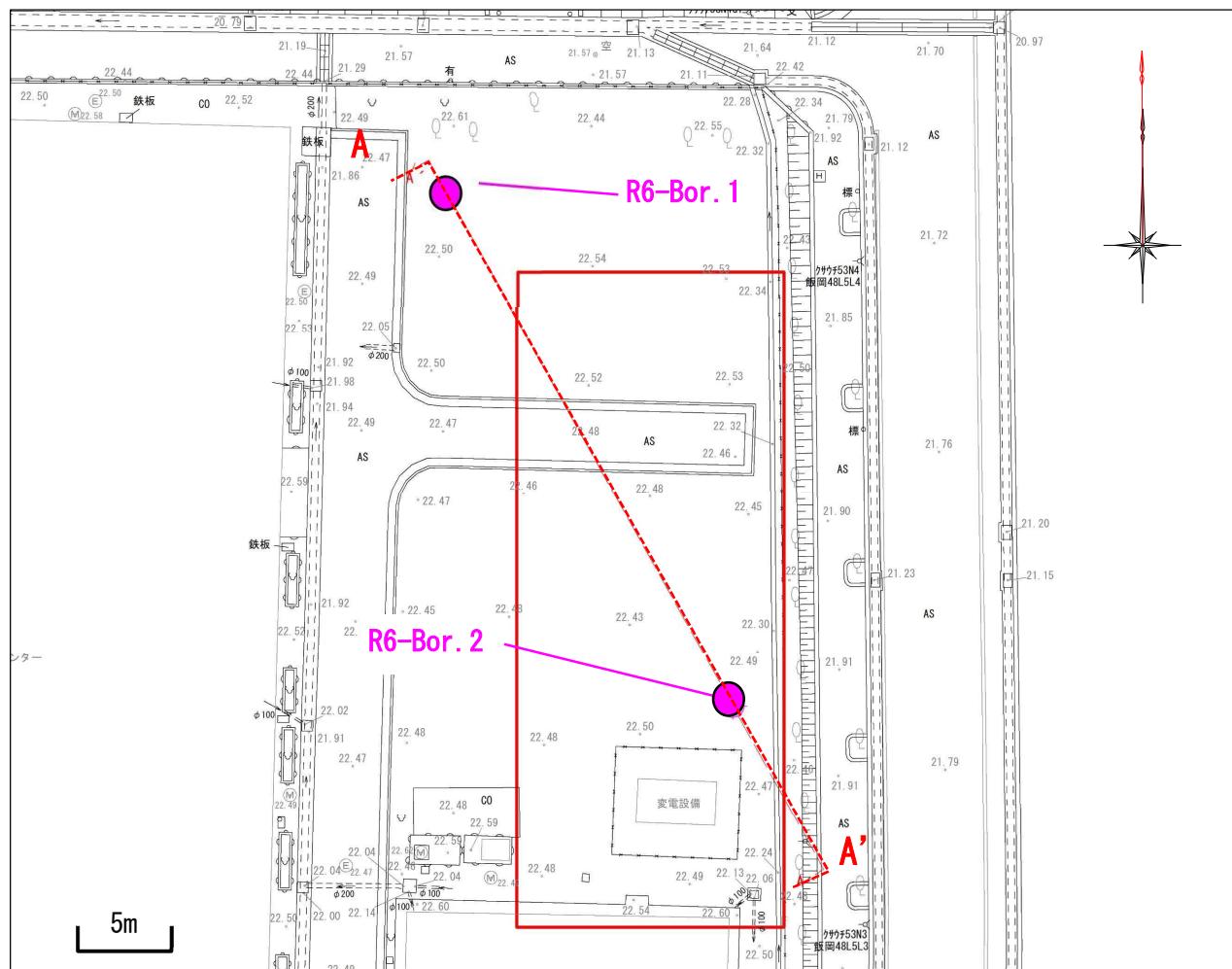


図 1.2-2 ボーリング調査位置図

1.3 業務実施数量

本業務の数量を以下にまとめる。

表 1.3-1 本業務の数量一覧表(地質調査)

青 : 減少

赤 : 増加

項目	種別・条件	単位	当初設計 (A)	数量内訳		全体 実施数量 (B)	増減 (B)-(A)
				R6-Bor.1	R6-Bor.2		
機械ボーリング（鉛直下方）							
土質ボーリング（オールコア）	孔径66mm 粘性土・シルト	m	10.00	9.60	8.50	18.10	+8.10
土質ボーリング（オールコア）	孔径66mm 砂・砂質土	m	4.00	8.90	6.00	14.90	+10.90
土質ボーリング（オールコア）	孔径66mm 礫混じり土	m	14.00	0.00	0.00	0.00	-14.00
土質ボーリング（ノンコア）	孔径86mm 粘性土・シルト	m	6.00	2.00	1.40	3.40	-2.60
土質ボーリング（ノンコア）	孔径86mm 砂・砂質土	m	12.00	6.70	4.30	11.00	-1.00
土質ボーリング（ノンコア）	孔径86mm 礫混じり土	m	4.00	0.80	3.80	4.60	+0.60
サウンディング及び原位置試験							
標準貫入試験	粘性土・シルト	回	16	12	11	23	+7
標準貫入試験	砂・砂質土	回	16	16	10	26	+10
標準貫入試験	礫混じり土砂	回	18	0	3	3	-15
現場透水試験	ケーシング法	GL-10m以内	回	4	2	2	4
孔内水平載荷試験	水平載荷試験	回	4	2	1	3	-1
室内土質試験							
土粒子の密度試験		試料	8	4	4	8	±0
土の含水比試験		試料	8	4	4	8	±0
土の粒度試験	フルイのみ	試料	2	2	2	4	+2
	フルイ+沈降	試料	6	2	2	4	-2
土の液性限界試験		試料	2	2	2	4	+2
土の塑性限界試験		試料	2	2	2	4	+2
解析等調査業務							
既存資料の収集・現地調査		業務	1	1	1	1	±0
資料整理とりまとめ	土質ボーリング2本	業務	1	1	1	1	±0
断面図作成	土質ボーリング2本	業務	1	1	1	1	±0
総合解析とりまとめ	試験項目4~5種	土質Bor2本	業務	1	1	1	±0
準備費							
準備及び跡片付け		業務	1	1	1	1	±0
調査孔閉塞		箇所	2	1	1	2	±0
給水費（ポンプ運転）	20m以上	箇所	2	1	1	2	±0
仮設費							
足場仮設	平坦地足場	箇所	2	1	1	2	±0
運搬費							
資機材運搬	クレーン付トラック2t積、2.9t吊、1h	回	2	2	2	2	±0
軟弱地盤技術解析							
現況地盤液状化	簡便法	式	0	1	1	1	+1

第2章 地形・地質概要

2.1 地形概要

調査地は、JR 東西線・学研都市線「京田辺」駅から東へ 1.5 km 程度にある京田辺市草内に位置する。

調査地一帯は、北東の信楽山地と南西の生駒山地に挟まれた木津川谷低地に属し、木津川沿いに奈良盆地と京都盆地の比較的広い低地が発達している。特に奈良盆地の低地には奈良盆地東縁の急崖に発達する断層の活動による凹地に、洪積層が堆積する。京都盆地の南端部では、木津川に沿って幅 1-2km の低地が形成されている。

調査地周辺の低地は木津川やその支流による氾濫平野を主とし、自然堤防や後背湿地、人口改変地が分布し、その中でも調査地は標高 50m の低地で、南東から北西へ木津川が大きく蛇行する中心地に位置する。付近は木津川をはじめ、防賀川、普賢寺川等の一級河川やその支流による地形の変遷により肥沃な土地が拡がり、田園地帯となっている。

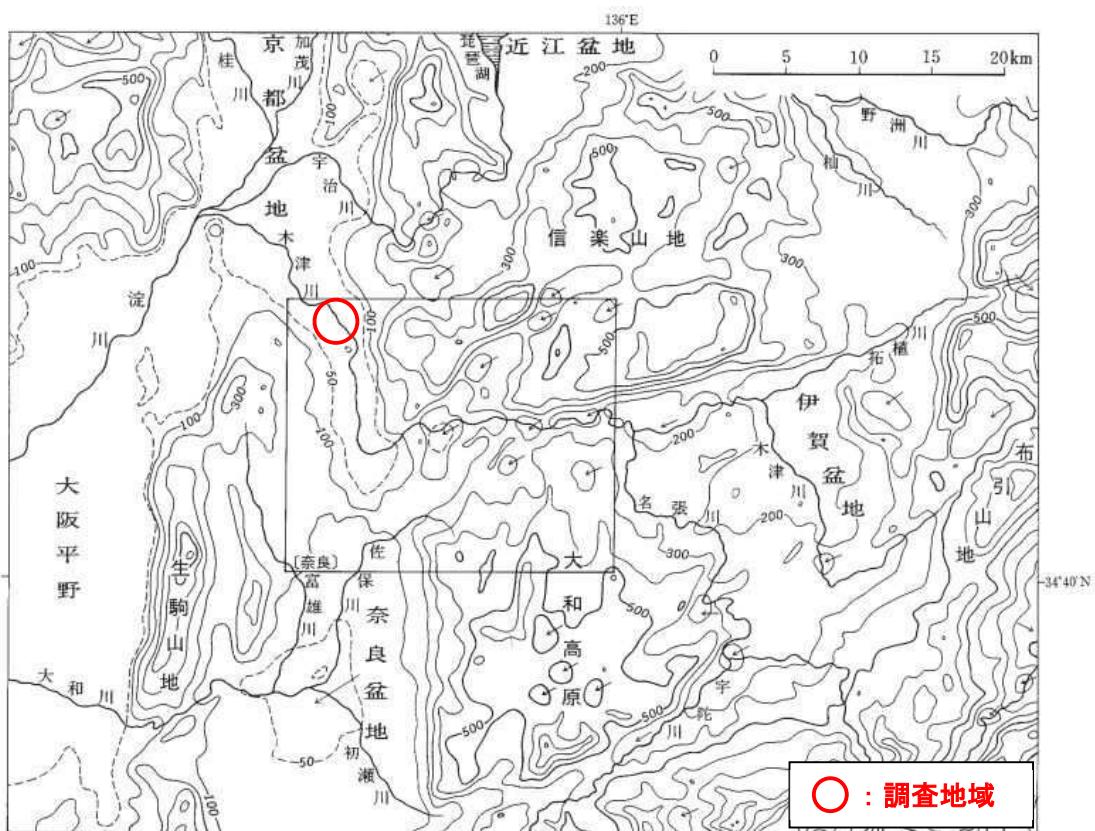
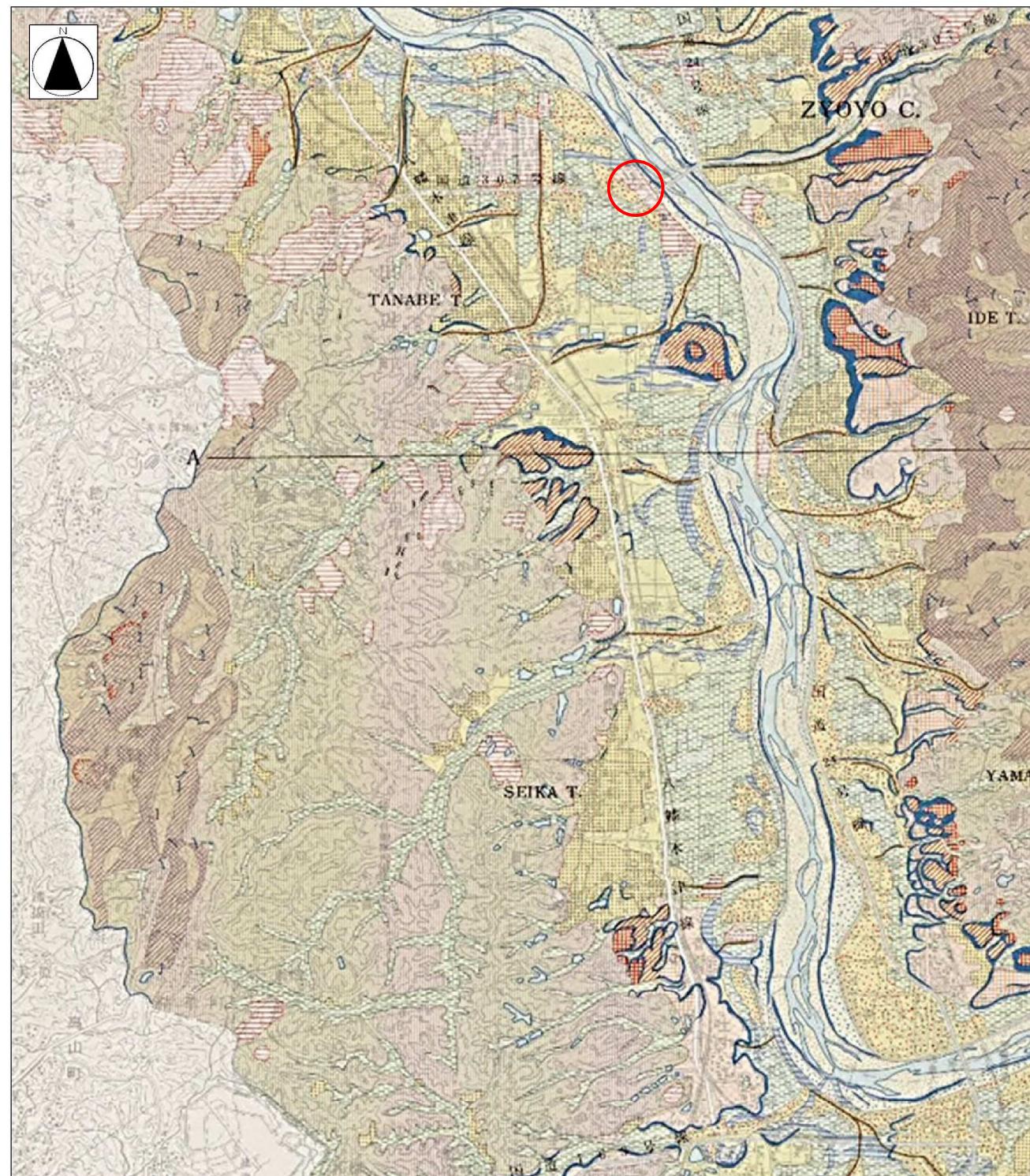


図 2.1-1 奈良図幅及び周辺地域の埋谷面図の水系

出典：奈良地域の地質, 地質調査所, 平成 12 年



○ : 調査地域

参考文献) 国土庁 (昭和58年) : 地形分類図 大阪東部・奈良・上野、5万分の1

図 2.1-2 土地利用分類図

2.2 地質概要

調査地周辺の地質構成は、生駒山脈に代表される中生代白亜紀の花崗岩類が基盤岩として山地を構成している。基盤岩を被覆する土層は、新第三紀鮮新世～第四紀更新世の大阪層群と段丘堆積層及び現世河床堆積物の砂・砂礫優位層で構成され、その堆積層厚は200～300m以上になる場合もある。調査地周辺では、地表面付近から大阪層群の非海成の砂・砂礫層が発達し、これらを被覆して丘陵裾部には段丘礫層が分布し、低平地には木津川上流からの中生代・古生代の基盤岩を侵食した土砂や、東西山地の花崗岩類を侵食した砂が厚く堆積する。また、調査地一帯は東部に断層、西部は撓曲が数多く分布し、断層運動により地形・地質が形成されている。

調査地の主な地質は、洪積層上位に木津川水系の氾濫原及び谷底平野の堆積物の粘土・シルト・砂・砂礫からなる沖積層が分布している。

洪積層は、旧氾濫性堆積物を主とし、亜円・亜角の花崗岩礫が厚く分布する。

沖積層は、氾濫原堆積物を主とし、奈良盆地北部及び京都盆地南部に広く分布する。厚さ5-20mの砂層、粘土-シルト層、礫層からなる。

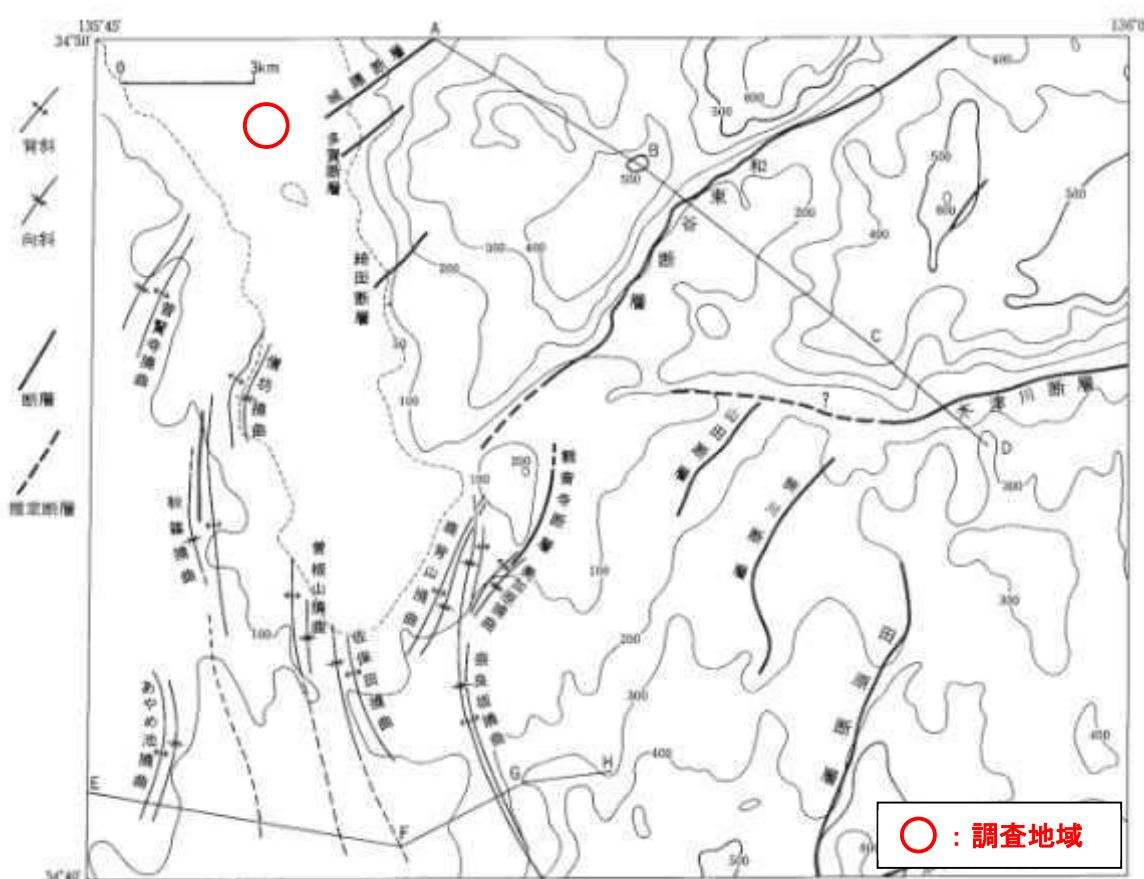


図 2.2-1 奈良図幅地域の中新統-更新統下部に発達する断層及び撓曲

出典：奈良地域の地質、地質調査所、平成12年

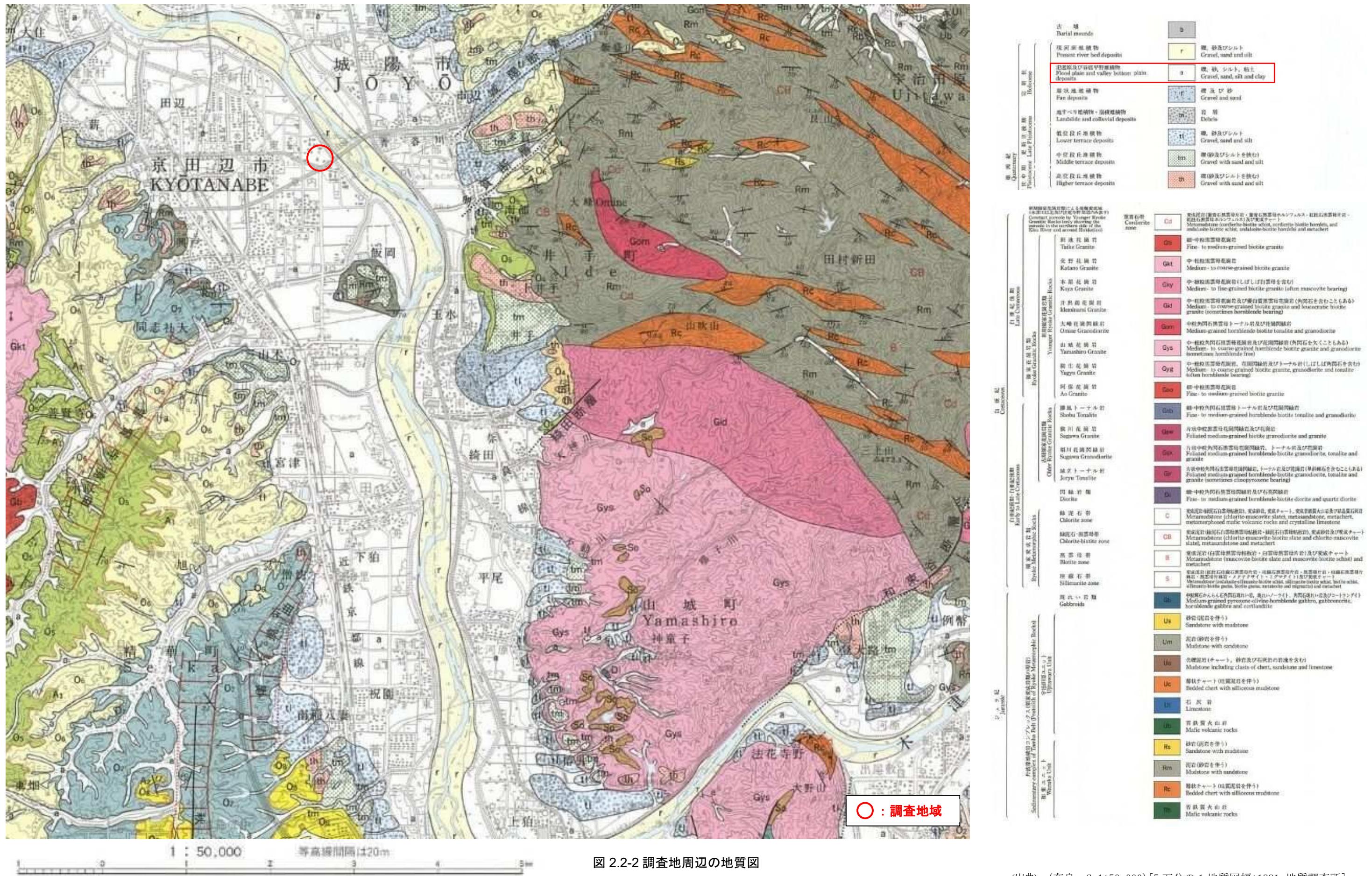


図 2.2-2 調査地周辺の地質図

(出典) : (奈良 S=1:50,000) [5万分の1地質図幅; 1991 地質調査所]

第3章 調査方法

3.1 ポーリング調査方法

1) 目的

コアバーレルあるいは標準貫入試験用サンプラーによって採取した地質・土質試料を直接肉眼判定して層の構成や地質・土質の性状などを明らかにすることを目的とした。

2) 調査方法

調査ボーリングは、一般に広く用いられている油圧式ロータリーボーリング試錐機によって行った。図3.1-1に油圧式ロータリーボーリング試錐機の概念図を示す。

掘進は原動機(エンジン)によってボーリングマシンのスピンドルを回転させ、ロッドを介してロッド先端に取り付けたコアチューブおよびメタルビットあるいはダイヤモンドビッドにより先端の土砂あるいは岩盤を掘削する方法である。

土砂部の掘削では、可能な限り無水掘りを行い、地下水位の確認を試みた。掘進中の土質の判定はガイドパイプ頭部より流出するスライムによって行った。作業中は毎日作業前・後に地下水位を確認した。なお、作業中湧水・逸水現象のあった場合には、これを記録している。

3) 使用機器

本調査では表に示す機器を用いて調査を行った。

表 3.1-1 調査ボーリングに使用した主な機器

種 別	形 式 ・ 規 格	数 量
試錐機	YBM-05型	1台
試錐ポンプ	有光 J-2E型	1台
原動機	ヤマーティーゼル(株)製 TF90V-E型	1台
コアチューブ	Φ66m/m、シングル、ダブル	1式
ケーシング	Φ86m/m×1.00m、Φ116m/m×1.00m 他	1式
ロッド	Φ40.5m/m×3.00m、Φ40.5m/m×1.00m 他	1式
ビット	メタルクラウン、ダイヤモンドクラウン	1式
試錐櫓	鋼製櫓	1式
その他	仮設用資材、運搬機、小道具・工具類、他	1式

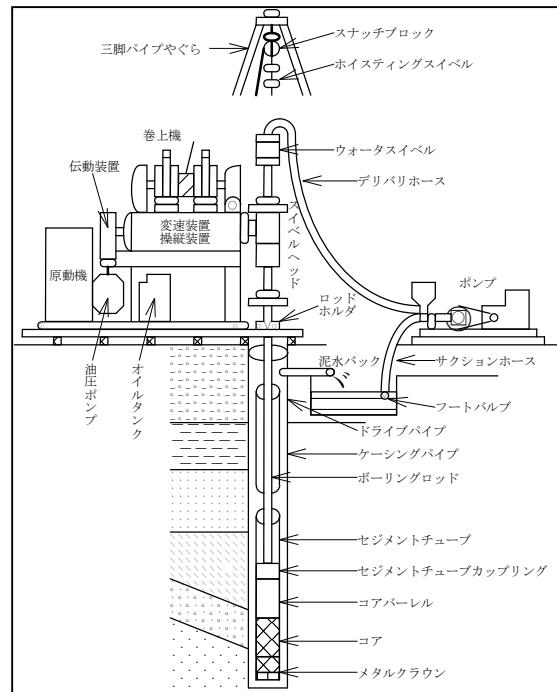


図 3.1-1 油圧式ロータリーボーリング試錐機

3.2 標準貫入試験方法

1) 目的

原位置における土の硬軟、締まり具合又は土層の構成を判定するための N 値の測定と同時に標準貫入試験用サンプラーによる土の代表的試料の採取を目的としている。JIS A 1219「標準貫入試験方法」で規定されている器具と方法により実施する。

2) 方法

- 試験深度までボーリング孔を掘削する。
- ボーリング孔底のスライムを取り除く。
- SPTサンプラーをボーリングロッドに接続し、静かに孔底におろす。

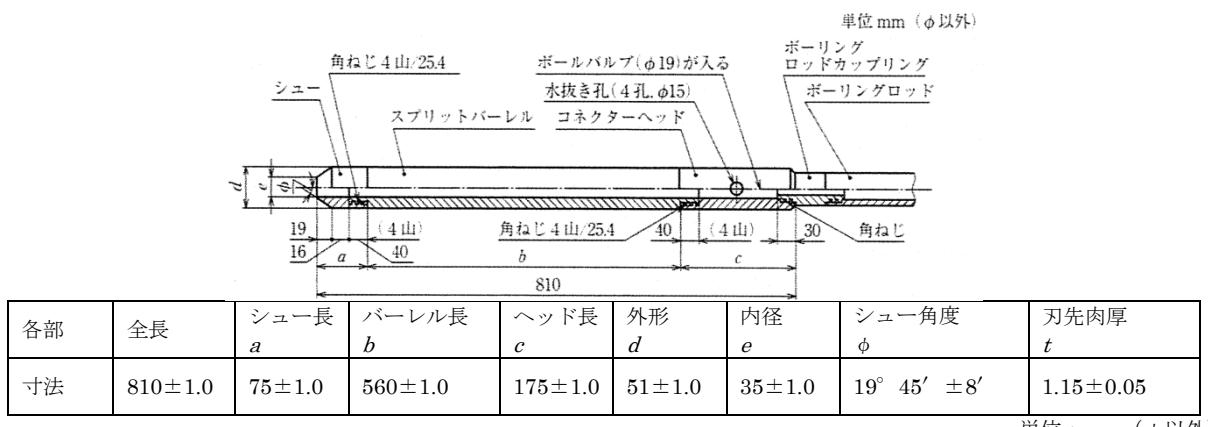


図 3.2-1 設計に用いる N 値のための SPT サンプラーの標準形状
(地盤工学会; 地盤調査の方法と解説、p.284、平成 25 年 3 月)

- ボーリングロッド上部にアンビル及びガイド用のボーリングロッドを付ける。

備考 c)もしくは d)の時点で自沈した場合は、ロッド自沈とし、自沈深さを測定する。ロッド自沈で 45cm に達した場合は本打ちを行わない。

- ハンマーを静かにアンビルにセットする。

備考 この時点で自沈した場合はハンマー自沈とし、自沈深さを測定する。ハンマー自沈で 45cm に達した場合は本打ちを行わない。なお、d)及び e) の時点において自沈量の累計は 60cm を超えないようにする。

- ハンマーの打撃によって 15cm の予備打ち、30cm の本打ちを行う。

g. 予備打ちはハンマー落下高を小さくして軽打撃によって貫入抵抗を確認しながら貫入する。ただし、 N 値 50 回以上を想定される地盤ではハンマー落下高を $76 \text{cm} \pm 1 \text{cm}$ とし、ドライブハンマーを自由落下させ、本打ちに代えることができる

備考 予備打ち段階で自沈した場合はハンマー自沈とし、自沈深さを測定する。ハンマー自沈で 45cm に達した場合は本打ちを行わない。

- 本打ちハンマーの落下高は $76 \pm 1 \text{cm}$ とし、自動落下装置を用いてハンマーは自由落下させる。

i. 本打ちにおいては、打撃 1 回毎に累計貫入量を測定する。ただし、 N 値の利用に応じ、貫入量 10cm 毎の打撃回数を測定してもよい。

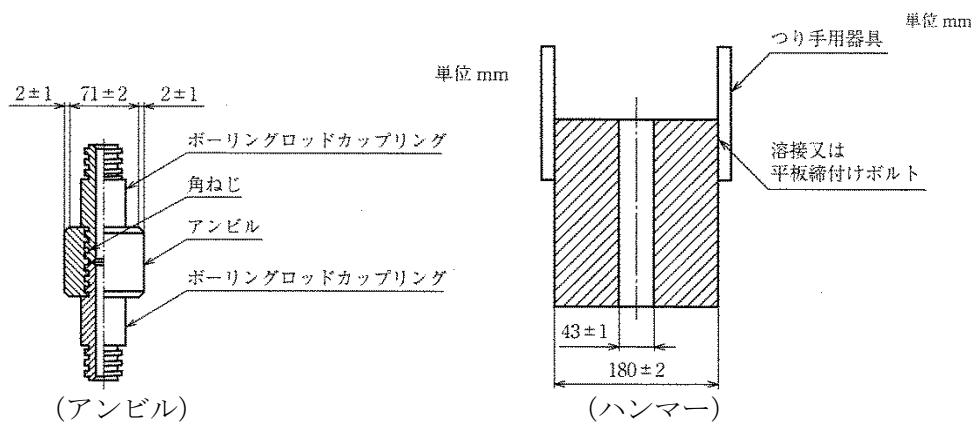


図 3.2-2 アンビルおよびハンマーの標準形状
(地盤工学会; 地盤調査の方法と解説、p.285、平成 25 年 3 月)

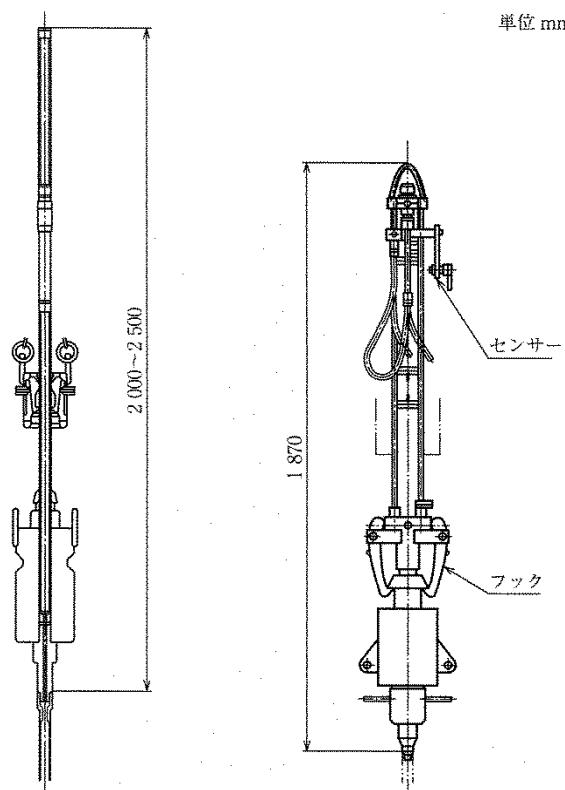


図 3.2-3 自動落下装置の例
(地盤工学会; 地盤調査の方法と解説、p.286、平成 25 年 3 月)

- j. 本打ちの打撃回数は、特に必要のない限り 50 回を限度とし、その時の累計貫入量を測定する。ただし、予備打ちの段階で 50 回に達した場合は、その時の累計貫入量を測定し、 N 値とする。また、予備打ち段階で貫入不能の場合は、その結果を採用する。
- k. 地表に SPT サンプラーを上げ、シャー及びコネクターへッドを取り外し、スプリットバーレルを二つに割り、採取試料の観察を行う。

3) 結果の整理

JIS A 1219 及びボーリング柱状図作成要領（案）に従って整理する。

3.3 孔内水平載荷試験

1) 試験目的

横方向荷重に対する地盤の変形特性を把握する目的で実施する。

2) 試験方法

a) LLT-M [応用地質(株)社製]

試験装置は、a)圧力-容積計、b)ゾンデ及び連結用ナイロンパイプ、c)窒素ガスボンベにより構成されている。

試験時には特殊ゴムチューブ(アメゴム及びハイカーパ)がセットされたゾンデをボーリング孔内に挿入し、ガスによって加圧された水を地上部から高圧ホースを介してゾンデ内に送り込むことにより特殊ゴムチューブを膨張させ、この時の圧力とチューブの膨張量の関係から地盤の変形特性を求める。

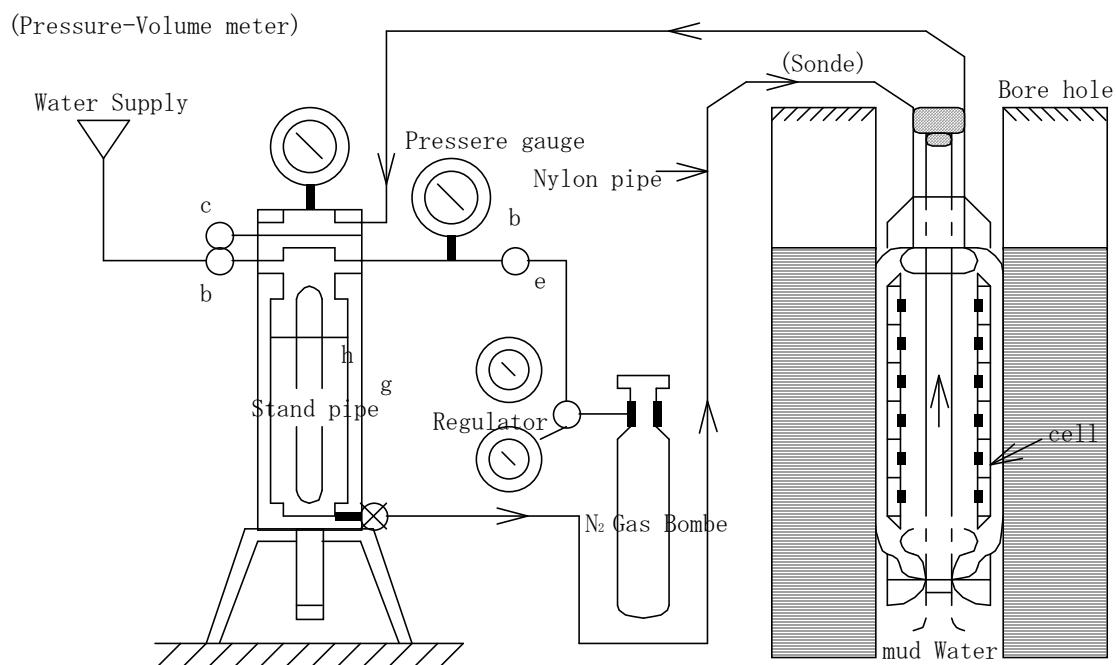


図 3.3-1 孔内水平載荷試験の装置模式図

3.4 現場透水試験

単孔を利用した現場透水試験は、試験孔の仕様によりオーガー法、ピエゾメーター法、チューブ法およびパッカー法の4つに分類される(図 3.4-1 参照)。

今回は、孔底および孔壁を試験区間としたピエゾメーター法を想定している。

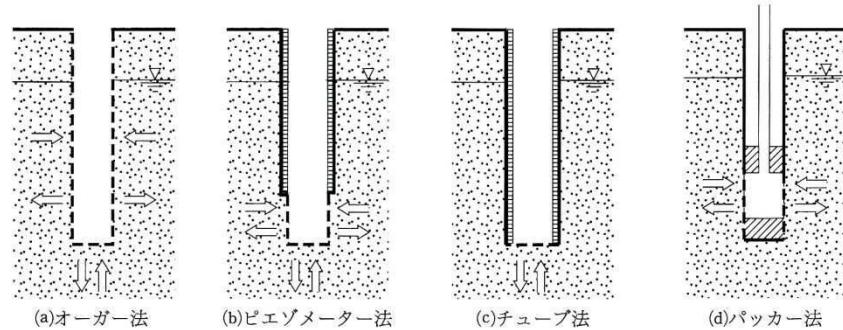


図 3.4-1 試験孔仕様による試験法の分類

((社)地盤工学会:地盤調査の方法と解説, p.521, 2013.)

透水試験には、非定常法と定常法の2種類の試験方法がある。それぞれについて以下に説明する(図 3.4-2 参照)。

(1) 試験方法

a) 非定常法

- 測定用パイプ内の水位を、水を汲み上げて一時的に低下させるか、または水を投入して一時的に上昇させる。
- 測定用パイプ内の水位 $h(m)$ を経時的に測定する。水位は、cm 単位以下、時間は秒単位で測定する。

b) 定常法

- 測定用パイプ内から揚水、または測定用パイプ内に注水する。
- 測定用パイプ内の水位 $h(m)$ を経時的に測定する。
- 測定用パイプ内の水位が一定となった時の揚水流量または注水流量 $Q_0(m^3/s)$ を測定する。

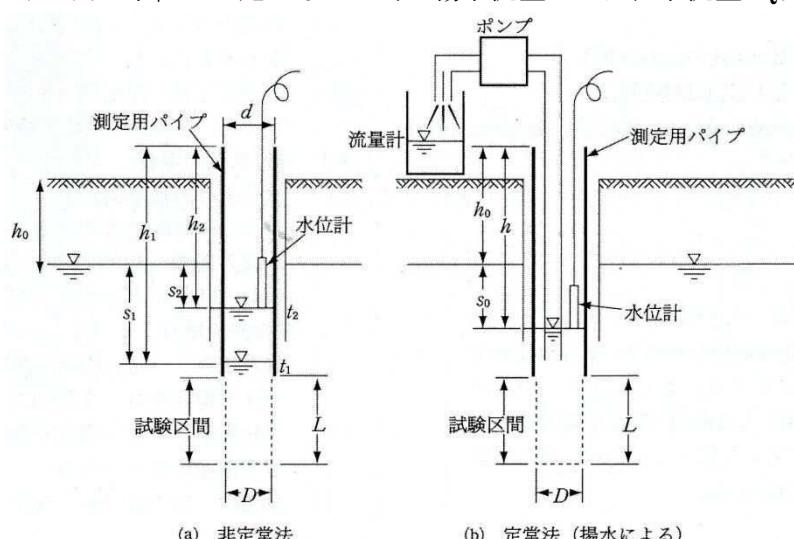


図 3.4-2 試験方法の概要

((社)地盤工学会:地盤調査の方法と解説, p.519, 2013.)

3.5 室内土質試験

下表に、今回実施する室内土質試験の試験名と日本工業規格(JIS)などによる基準を示す。各試験方法の詳細については、「土質試験の方法と解説(第2回改訂版)」(地盤工学会編)を参照されたい。

表 3.5-1 各室内土質試験の基準

調査項目	利用・目的
土粒子の密度試験 (JIS A 1202)	<ul style="list-style-type: none">・土の物性の判断・間隙比、飽和度など基本的性質の計算・他の試験値の計算(粒度の沈降分析)
土の含水比試験 (JIS A 1203)	<ul style="list-style-type: none">・土の物性の判断・間隙比、飽和度など基本的性質の計算
土の粒度試験 (JIS A 1204)	<ul style="list-style-type: none">・地盤材料の工学的分類・粒度分布の良否(淘汰度、分級度)・透水性の推定
土の液性限界試験 土の塑性限界試験 (JIS A 1205)	<ul style="list-style-type: none">・土の安定性判定・塑性図における土の工学的性質の把握・液性指数、塑性指数、コンシステンシー指数の把握

第4章 調査結果

4.1 ボーリング結果

4.1.1 調査ボーリング実施位置

ボーリングは、し尿処理施設更新の設計に必要な基礎資料を得ることを目的とし、図 4.1-1 に示す箇所で実施した。

本業務では、ボーリング地点の配置図は図 4.1-2 に示すように建物の形状により調査位置を設定した。R6-Bor.1 については、埋め殺しの既設構造物を避けた位置で実施した。R6-Bor.2 については、隅に該当する位置に既設構造物(キュービクル)があるため、近傍の平坦地で実施した。また、掘削前に手掘りで試掘を 1m 行い、地下埋設物の有無を確認した。

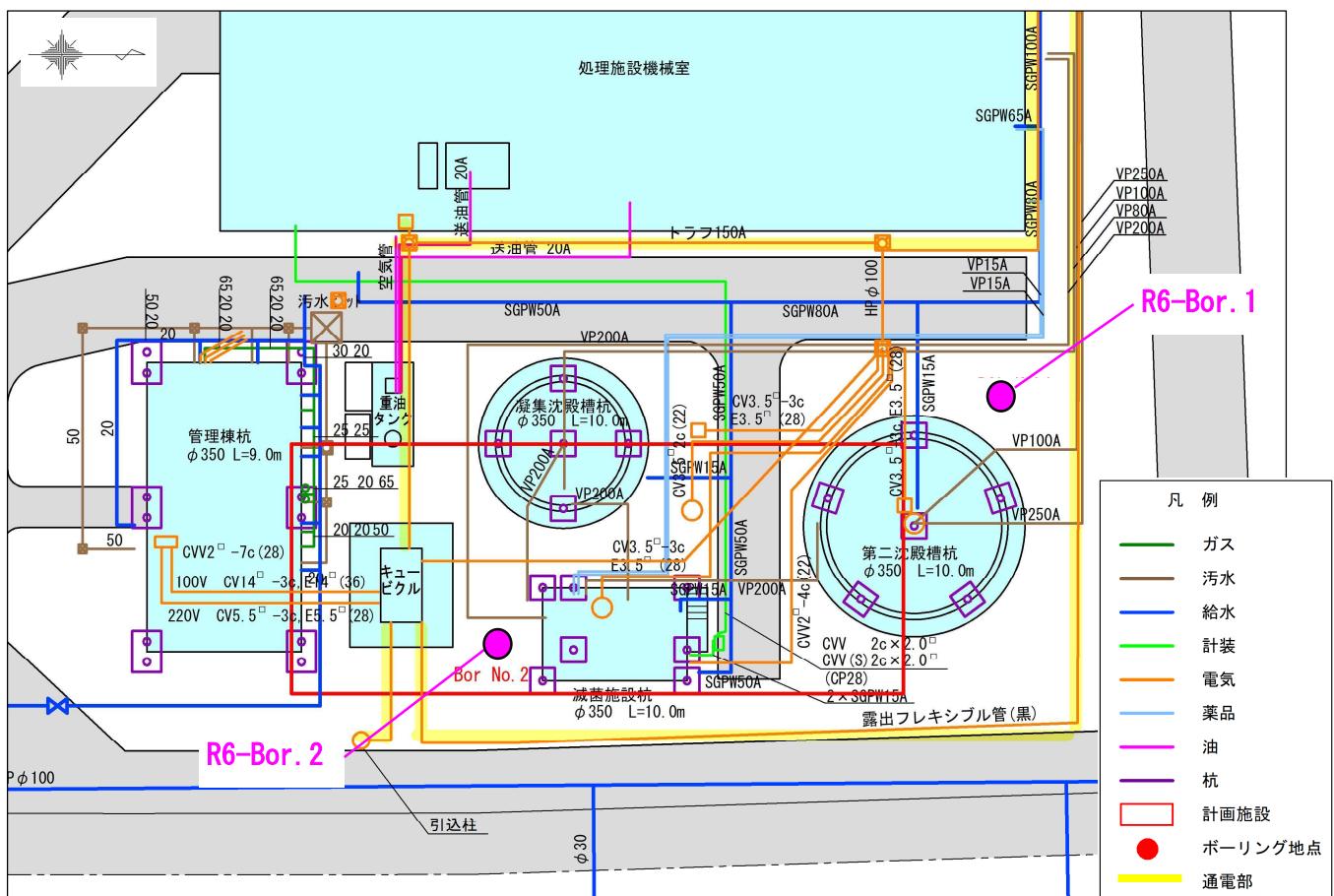


図 4.1-1 ボーリング調査位置図 (任意スケール)

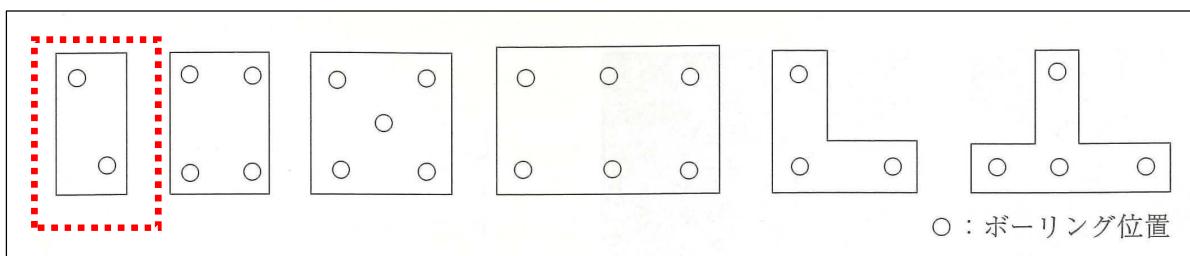


図 4.1-2 建物の形状とボーリング調査位置

((社)日本建築学会 建築基礎設計のための地盤調査計画指針 2020.9 p24)



図 4.1-3 R6-Bor.1 での試掘確認状況(埋設管なし)



図 4.1-4 R6-Bor.2 での試掘確認状況(埋設管なし)

4.1.2 調査地点の掘止め深度

調査ボーリングの掘削長と掘止め理由について、表 4.1-1 に整理した。

表4.1-1 調査ボーリングの掘削長と掘り止め理由

孔番号	標高 (m)	掘削孔径 (mm)	掘削長 (m)	調査目的	掘り止め理由
R6-Bor. 1	22.54	86 ～ 66	28	・地質性状の把握 ・N値の取得 ・LLT実施 ・現場透水試験実施	N値50以上を5m確認できたため、GL-28mで掘り止めとした。
R6-Bor. 2	22.53	86 ～ 66	24	・地質性状の把握 ・N値の取得 ・LLT実施 ・現場透水試験実施	GL-20mで、N値50以上を5m確認できているが、R6-Bor. 1のN値50以上の出現深度付近(GL-24m)まで地層確認して掘り止めとした。

4.1.3 資材搬入方法

ボーリング地点までは、付近までユニックを横付けして直接資材を搬入した。掘削水については、現地周辺にあった水道蛇口を利用した。

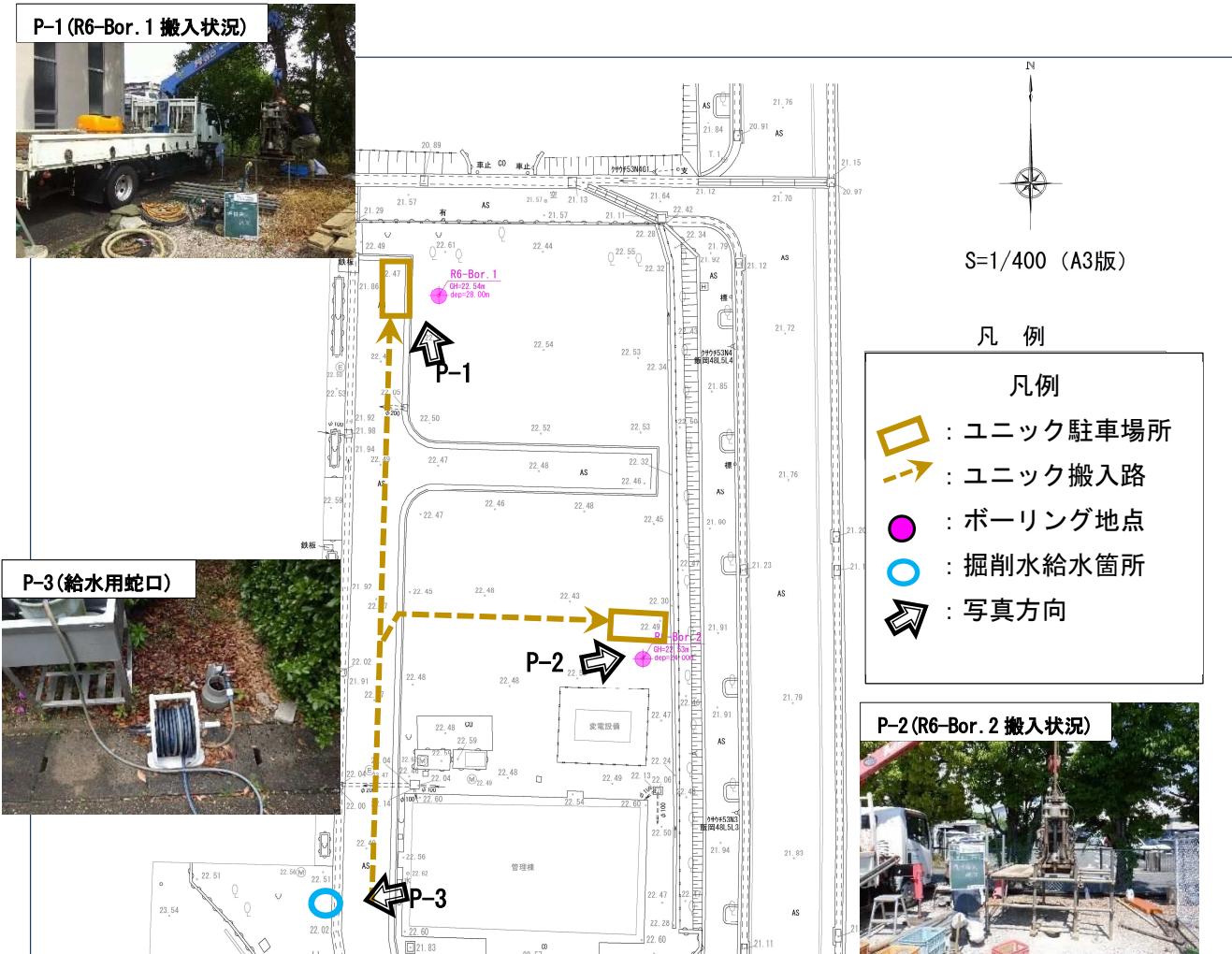


図 4.1-5 ボーリング位置、および資材搬入経路

4.1.4 柱状図と地層構成

1-1 R6-Bor. 1

表4.1-2 R6-Bor. 1 孔の簡略柱状図と土質区分及び記事 (GL-0.00~28.00m)

簡易柱状図	深度	土質区分	色調	相対密度	相対稠度	記事
	GL-0.00~0.80m	盛土・砂礫	茶褐	—	—	φ 10~20mm の亜角礫主体。砂は細砂。GL-0.2m に φ 50 mm の角礫混入。
	GL-0.80~3.00m	礫混じり砂	黄褐~褐灰	緩い~中ぐらい	—	中~細砂主体。粘性中位の粘土が全体に混入する。 φ 3~5 mm の亜円礫を所々に挟む。
	GL-3.00~5.00m	砂質粘土	淡黄灰~暗灰	—	非常に軟らかい	粘性中位の粘土主体。 細砂が全体に混入する。 上部は細砂と粘土の互層状を呈する。
	GL-5.00~7.80m	礫混じり砂	褐灰~茶褐	中ぐらい	—	中~細砂主体。 φ 3~5 mm の亜角~亜円礫が全体に混入する。 GL-5.5~5.7m、6.7~7.0m は粘性土分が多い。
	GL-7.80~13.00m	粘土混じり礫質砂	茶褐~暗灰	中ぐらい	—	中~細砂主体。 φ 3~5 mm の亜角~亜円礫主体。 粘性中~小位の粘土が全体に混入する。 GL-8.8m に φ 50 mm の亜角礫。 GL-9.5~9.7m は細砂分が多い。 GL-12.85m に φ 50 mm の玉石。
	GL-13.00~16.25m	砂質粘土	緑青灰	—	非常に硬い~固結	粘性中位の粘土主体。 細砂が全体に混入する。 GL-13.70m までは、亜角礫が混じる。 GL-15m 以深より砂分が多くなる。 含水小位。
	GL-16.25~17.45m	シルト質砂	暗灰	中ぐらい	—	中~細砂主体。粘性中位のシルトが全体に混入。 GL-17.15m 以深は粗砂~中砂主体となる。
	GL-17.45~20.45m	砂混じり粘土	暗青灰	—	固結	粘性中~小位の粘土主体。 細砂が全体に混入する。 GL-21m まで、φ 2~4 mm の亜角礫が所々に混じる。
	GL-20.45~22.40m	砂質シルト	暗青灰~暗灰	—	固結	粘性中位のシルトが全体に混入する。 細砂主体。 φ 2~4 mm 程度の亜角礫が所々に混入する。
	GL-22.40~24.00m	シルト質砂	褐灰~明灰	非常に密な	—	中~細砂主体。粘性中位のシルトが全体に混入する。
	GL-24.00~25.37m	砂質粘土	暗褐灰	—	固結	粘性中位の粘土主体。細砂が全体に混入する。 GL-24.5~24.6m は細砂主体。
	GL-25.37~28.00m	粘土混じり砂	褐灰	非常に密な	—	細砂主体。 粘性中位の粘土を全体に混入する。 GL-27.4m 以深より、中~細砂主体となる。

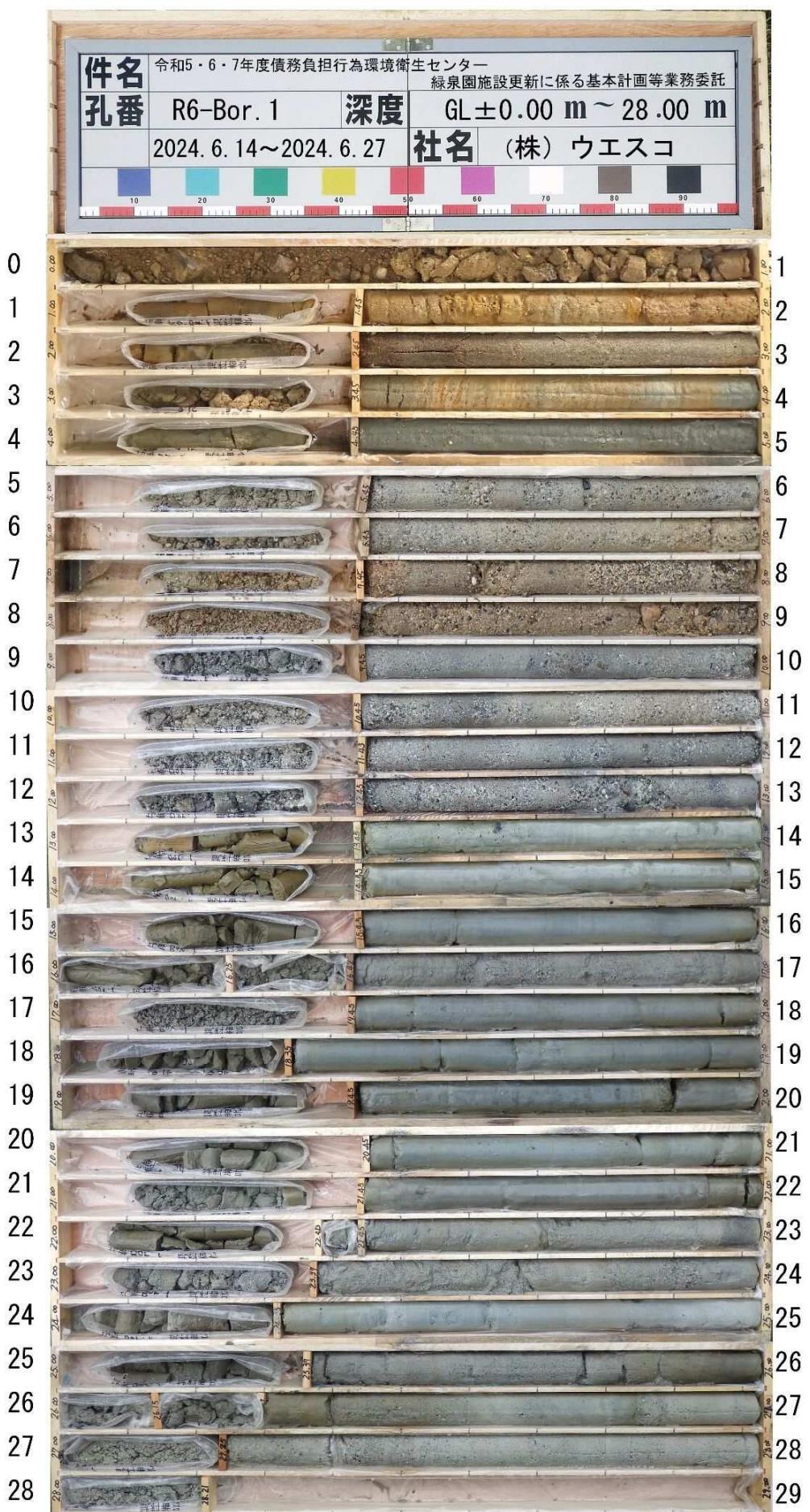


図 4.1-6 R5-Bor. 1 のコア写真

表4.1-3 R6-Bor. 2 孔の簡略柱状図と土質区分及び記事 (GL-0.00~24.00m)

簡易柱状図	深度	土質区分	色調	相対密度	相対稠度	記事
2024/6/17 	GL-0.00~0.15m	盛土・砂礫	茶褐	—	—	φ 10~20 mmの亜円礫主体。砂は細砂。
	GL-0.15~0.90m	盛土・粘土混じり砂礫	茶褐	—	—	φ 20~40 mmの亜角礫主体。砂は中~細砂。粘性小位の粘土が全体に混入する。
	GL-0.90~3.70m	礫混じり粘土質砂	黄褐~褐灰	緩い~中ぐら い	—	中~細砂主体。粘性中位の灰色粘土が部分的に混入する。 GL-1.15, 1.60, 2.15m に φ 30mm の亜角礫 GL-2.25m 以深より、礫分・粘性土分が少なくなる。 GL-2.25m 以深より、φ 5 mm程度の亜円礫が所々に混入する。
	GL-3.70~5.10m	砂質粘土	淡黄褐~暗灰	—	軟らか い	粘性中位の粘土主体。 含水中~小位。細砂が全体に混入する。 GL-4.0m 以深は暗灰色を呈する。 GL-4.55~4.65m はシルト質細砂。
	GL-5.10~8.00m	砂質礫	褐灰~茶褐	緩い~中ぐら い	—	φ 2~5 mmの亜角~亜円礫主体。 砂は中~細砂。 GL-7.00~7.45m に礫分が集中する。
	GL-8.00~13.25m	粘土混じり礫質砂	茶褐~褐灰	中ぐら い~密な	—	砂は中~粗砂主体。 φ 3~8 mmの亜角~亜円礫が全体に混入する。 粘性小位の粘土が全体に混入する。 GL-9.5m に φ 10 mmの亜角礫 GL-10m に強風化泥岩の角礫 GL-10.5 と 11.7m 付近は細砂状を呈する。 GL-12m に φ 50 mmの亜角礫 GL-12.8m に φ 20~30 mmの亜円礫
	GL-13.25~14.00m	粘土	褐灰	—	固結	粘性中~小位の粘土。含水小位。
	GL-14.00~15.00m	砂質粘土	褐灰	—	固結	粘性中位の粘土主体。細砂が全体に混入する。含水小位。
	GL-15.00~17.25m	シルト混じり砂	明灰	非常に 密な	—	中~細砂主体。 粘性小位のシルトが全体に混入する。 深度が深くなるにつれ、細砂が多くなる。
	GL-17.25~19.00m	粘土	緑青灰	—	固結	粘性中位の粘土。 含水中~小位。 GL-18.5~18.9m は砂分を含む。
	GL-19.00~24.00m	砂質粘土	暗青灰~褐灰	—	固結	GL-19.3m 近は中砂状を呈する。 GL-21.5m 以浅は粘性中位の粘土。 GL-21.5m 以深は粘性中位~小位の粘土主体。 細砂が全体に混入する。 GL-23.37~23.80m は細砂状を呈する。

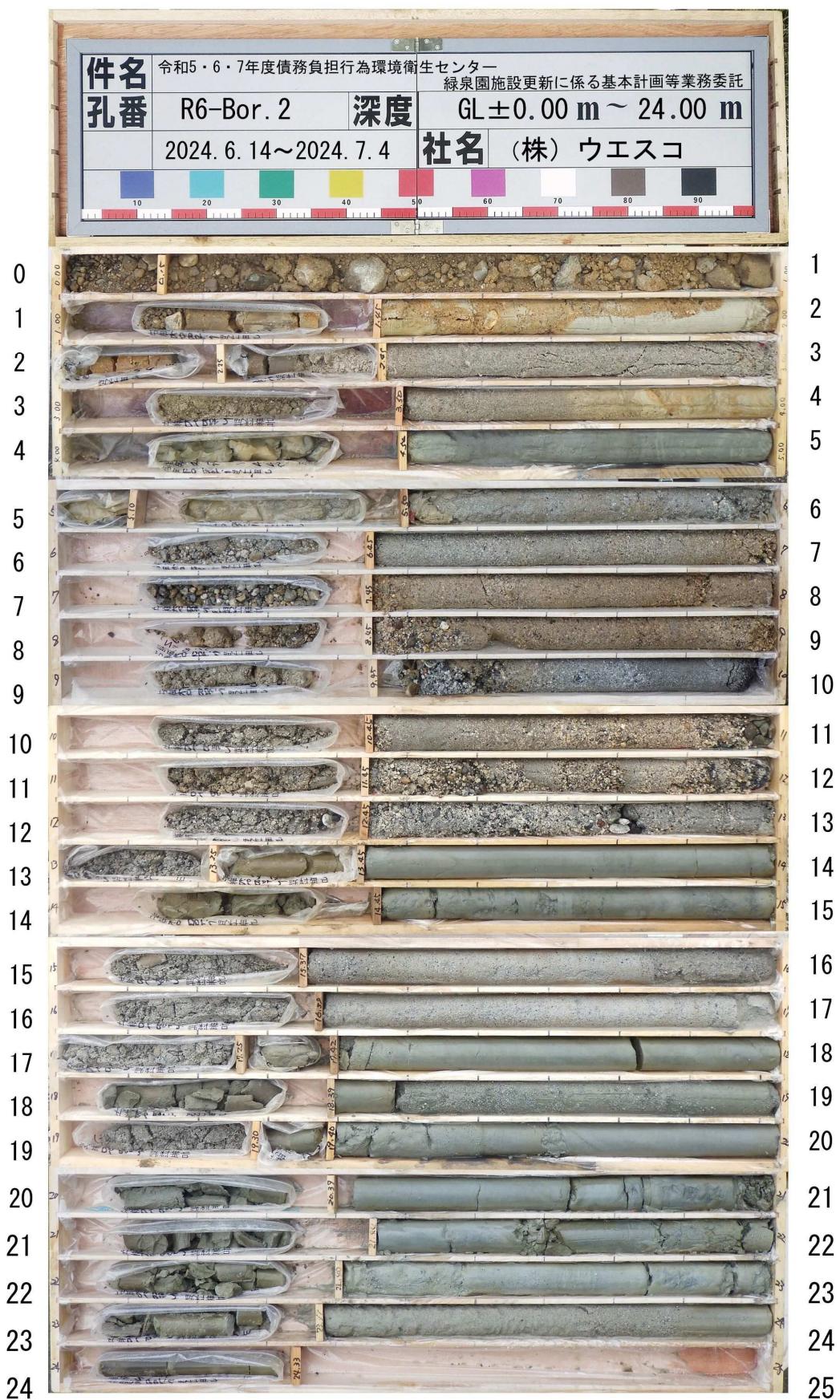


図 4.1-7 R6-Bor. 2 のコア観察結果とコア写真

4.2 標準貫入試験結果

当該地で実施した標準貫入試験結果を以下にまとめます。

表 4.2-1 R6-Bor. 1 孔の標準貫入試験結果

試験深度 (GL- m)	地層区分	土質区分	10cmごとの打撃回数			実測N値	換算N値	補正N値	備考
			10cm	20cm	30cm				
1m 1.15 ~ 1.45	沖積砂質土層1	礫混じり砂	3	3	3	9	9	—	補正なし
2m 2.15 ~ 2.45			6	6	6	18	18	—	
3m 3.15 ~ 3.45		砂質粘土	1/15	1/15	—	2	2	—	
4m 4.15 ~ 4.45			1	1	1	3	3	—	
5m 5.15 ~ 5.45		礫混じり砂	7	6	5	18	18	—	
6m 6.15 ~ 6.45			4	5	5	14	14	—	
7m 7.15 ~ 7.45			6	4	6	16	16	—	
8m 8.15 ~ 8.45			4	4	5	13	13	—	
9m 9.15 ~ 9.45			11	10	13	34	34	—	
10m 10.15 ~ 10.45	沖積砂質土層3	粘土混じり礫質砂	11	11	12	34	34	—	地層境界
11m 11.15 ~ 11.45			6	9	7	22	22	—	
12m 12.15 ~ 12.45			10	9	10	29	29	—	
13m 13.15 ~ 13.45			5	7	9	21	21	—	
14m 14.15 ~ 14.45			12	17	17	46	46	—	
15m 15.15 ~ 15.45		砂質粘土	11	13	14	38	38	—	
16m 16.15 ~ 16.42			7			50/27	56	21	地層境界
17m 17.15 ~ 17.45	洪積粘性土層1			15	28/7			76	
18m 18.15 ~ 18.35	シルト質砂	13	8	8	29	29	—	地層境界	
19m 19.15 ~ 19.45		23	27	—	50/20	75	—		
20m 20.15 ~ 20.45		12	13	13	38	38	—		
21m 21.15 ~ 21.45		11	13	13	37	37	—		
22m 22.15 ~ 22.45	砂質シルト	14	15	15	44	44	—		
23m 23.15 ~ 23.37		13	16	7/5	45	45	43	地層境界	
24m 24.15 ~ 24.35				9/5			54		
25m 25.15 ~ 25.37	洪積粘性土層2	シルト質砂	17	24	9/2	50/22	68	—	補正なし
26m 26.15 ~ 26.29			22	28	—	50/20	75	—	
27m 27.10 27.25			20	23	7/2	50/22	68	—	
28m 28.05 ~ 28.21		粘土混じり砂	31	19/4	—	50/14	107	—	
			31	19/5	—	50/15	100	—	
			29	21/6	—	50/16	94	—	

表 4.2-2 R6-Bor. 2 孔の標準貫入試験結果

試験深度 (GL- m)	地層区分	土質区分	10cmごとの打撃回数			実測N値	換算N値	補正N値	備考	
			10cm	20cm	30cm					
1m	1.15 ~ 1.45	沖積砂質土層1	礫混じり粘土質砂	3	2	3	8	8	—	補正なし
2m	2.15 ~ 2.45			3	6	6	15	15	—	
3m	3.15 ~ 3.50			1/20	1/15	—	2/35	2	—	
4m	4.15 ~ 4.45	沖積粘性土層	砂質粘土	1/15	1/15	—	2/30	2	—	
5m	5.15 ~ 5.45			1	2	3	6	6	—	
6m	6.15 ~ 6.45	沖積礫質土層	砂質礫	5	6	6	17	17	—	
7m	7.15 ~ 7.45			4	5	5	14	14	—	
8m	8.15 ~ 8.45			9	6	5	20	20	—	
9m	9.15 ~ 9.45		粘土混じり礫質砂	9	9	8	26	26	—	
10m	10.15 ~ 10.45			4	4	6	14	14	—	
11m	11.15 ~ 11.45			16	13	14	43	43	—	
12m	12.15 ~ 12.45	沖積砂質土層3	粘土混じり礫質砂	10	12	13	35	35	—	
13m	13.15 ~ 13.45			7			25	25	21	地層境界
14m	14.15 ~ 14.45	洪積粘性土層1	粘土						27	地層境界
15m	15.15 ~ 15.37			12	13	15	40	40	—	補正なし
16m	16.15 ~ 16.39	洪積砂質土層2	シルト混じり砂	21	24	5/2	50/22	68	—	
17m	17.15 ~ 17.42			17	24	9/4	50/24	63	—	
18m	18.15 ~ 18.39			25			50/27	56	75	地層境界
19m	19.15 ~ 19.40		洪積粘性土層2		15	10/7			44	地層境界
20m	20.15 ~ 20.39		砂質粘土	19	23	8/4	50/24	63	—	補正なし
21m	21.15 ~ 21.44			12	22	16/5	50/25	60	—	
22m	22.15 ~ 22.39			16	19	15/4	50/24	63	—	
23m	23.15 ~ 23.37			15	16	19/9	50/29	52	—	
24m	24.15 ~ 24.32			19	21	10/4	50/24	63	—	
				18	27	5/2	50/22	68	—	
				24	26/7	—	50/17	88	—	

4.3 孔内水平載荷試験結果

試験深度は、参考文献 4.3-1 の通り、杭体の発生曲げモーメントに大きく影響する地層に対して実施する。モーメントが大きく影響する地層 (R6-Bor.1 : GL-3.0~4.0m, 6.0~7.0m, R6-Bor.2 : GL-4.0~5.0m の計 3 地点) で孔内水平載荷試験を実施した。R6-Bor.2 孔の GL-6.0~7.0m 地点でも実施予定であったが、対象区間の孔壁が崩れるほど土質がもろかったため、ゾンデ挿入不可となり実施できなかった。孔内水平載荷試験結果を図 4.3-1~図 4.3-3 に示す。なお、変形係数に乘じる換算係数 α は、参考文献 4.3-2 を参考に設定した。

られている (表 -10.8.2(b))。ここで、表中の標準貫入試験に加えて室内試験又は孔内水平載荷試験を行って求める場合とは、例えば室内試験結果のみから単純に地盤の変形係数を算出するのではなく、必要に応じて標準貫入試験等の結果も踏まえたうえで、当該地盤に対して適切と思われる変形係数を設定することを意味している。室内試験や孔内水平載荷試験は地中のある特定の深度で実施されるが、杭体の発生曲げモーメントに大きく影響する地層に対して実施し、変形係数を推定することが条件となる。ここで杭頭部では杭径の 5 倍程度の範囲が目安となる。なお、4 章の解説に示すように、 N 値が 5 未満の場合には N 値から変形係数を推定することは適切ではないが、例えば予備設計等の予備的な検討で標準貫入試験しか実施していない場合も考慮して、 N 値 5 未満の地盤に対して標準貫入試験から変形係数を推定した場合の値も示している。なお、表 -10.8.2(a) に示されるように、調査・解析係数は抵抗係数と異なり、作用の組合せに応じて変わることはないことに注意する。

参考文献 4.3-1 道路橋示方書 (IV下部構造編) p274、平成 29 年 11 月

変形係数 E_0 の推定方法	地盤反力係数の換算係数 α	
	作用の組合せに地震の影響を含まない場合	作用の組合せに地震の影響を含む場合
直径 0.3m の剛体円板による平板載荷試験の繰返し曲線から求めた変形係数の 1/2	1	2
孔内水平載荷試験から求めた変形係数	4	8
供試体の一軸圧縮試験又は三軸圧縮試験から求めた変形係数	4	8
標準貫入試験の N 値より $E_0 = 2,800N$ で推定した変形係数	1	2

参考文献 4.3-2 道路橋示方書 (IV下部構造編) p188、平成 29 年 11 月

図 孔内水平載荷試験整理図

令和5・6・7年度債務負担行為環境衛生センター緑泉園施設更新に係る
調査名・地点：基本計画等業務委託

試験孔(測点)番号：R6-Bor.1

測定深度(中心深度)：GL -4.50 m

試験者氏名：末福 亮

試験年月日：2024年6月18日

自然水位：GL -3.50 m

孔内水位：GL -3.50 m

【備考】

N値：3

静止土圧 P_0 kN/m ²	降伏圧 P_y kN/m ²	破壊圧 P_1 kN/m ²	地盤係数 K_m MN/m ³	弾性係数 E_m MN/m ²	中間半径 r_m cm
11.31	89.37	142.31	19.996	0.924	3.55

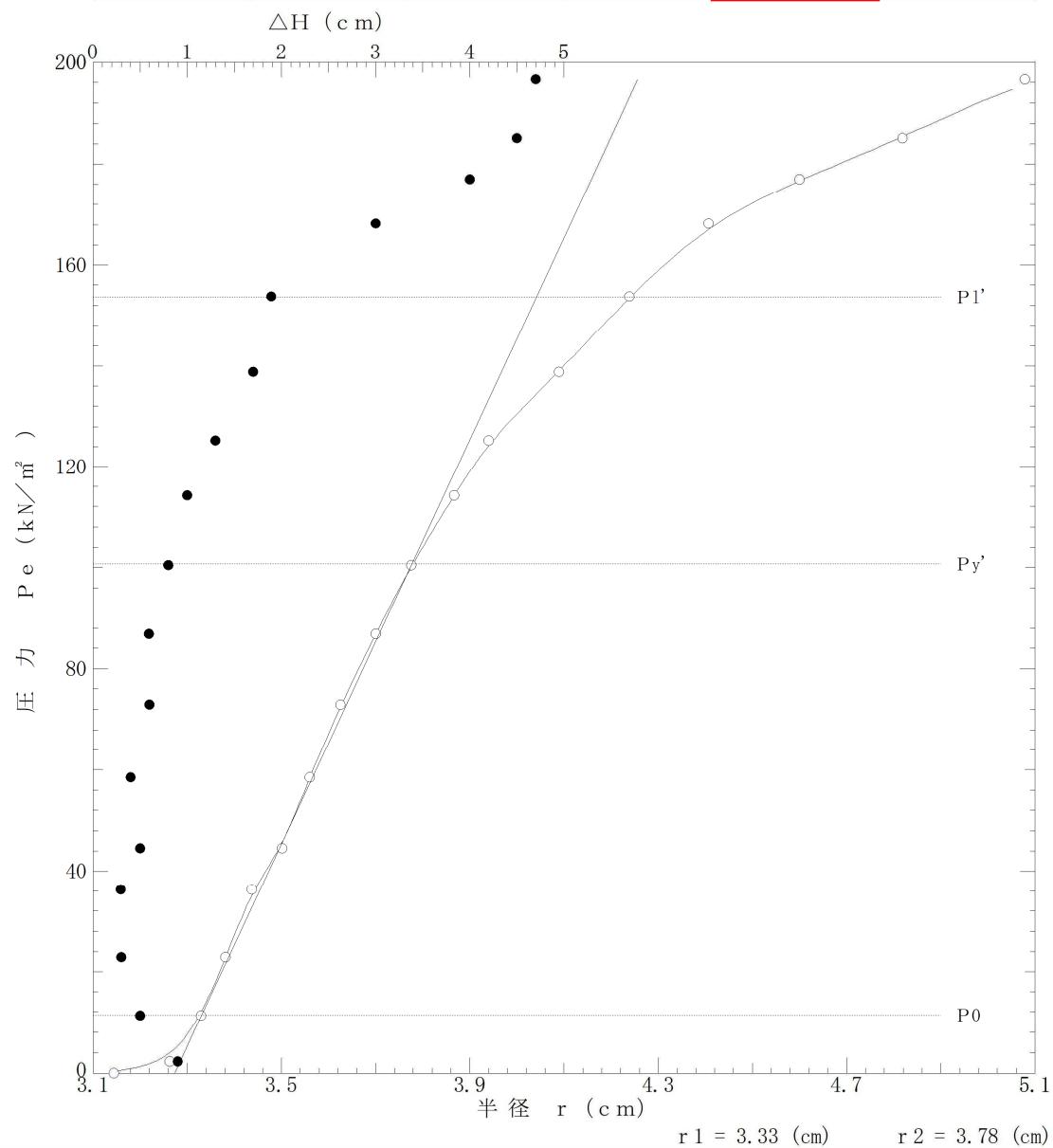


図 4.3-1 孔内水平載荷試験結果 (R6-Bor.1 GL-4.50m)

図 孔内水平載荷試験整理図

調査名・地点：令和5・6・7年度債務負担行為環境衛生センター緑泉園施設更新に係る
試験孔（測点）番号：R6-Bor. 1

測定深度（中心深度）：GL -6.50 m
試験者氏名：末福亮
試験年月日：2024年7月2日
自然水位：GL -2.85 m
孔内水位：GL -2.85 m

【備考】

N値：14

静止土圧 P_0 kN/m ²	降伏圧 P_y kN/m ²	破壊圧 P_I kN/m ²	地盤係数 K_m MN/m ³	弾性係数 E_m MN/m ²	中間半径 r m cm
132.08	482.71	572.04	142.283	7.007	3.79

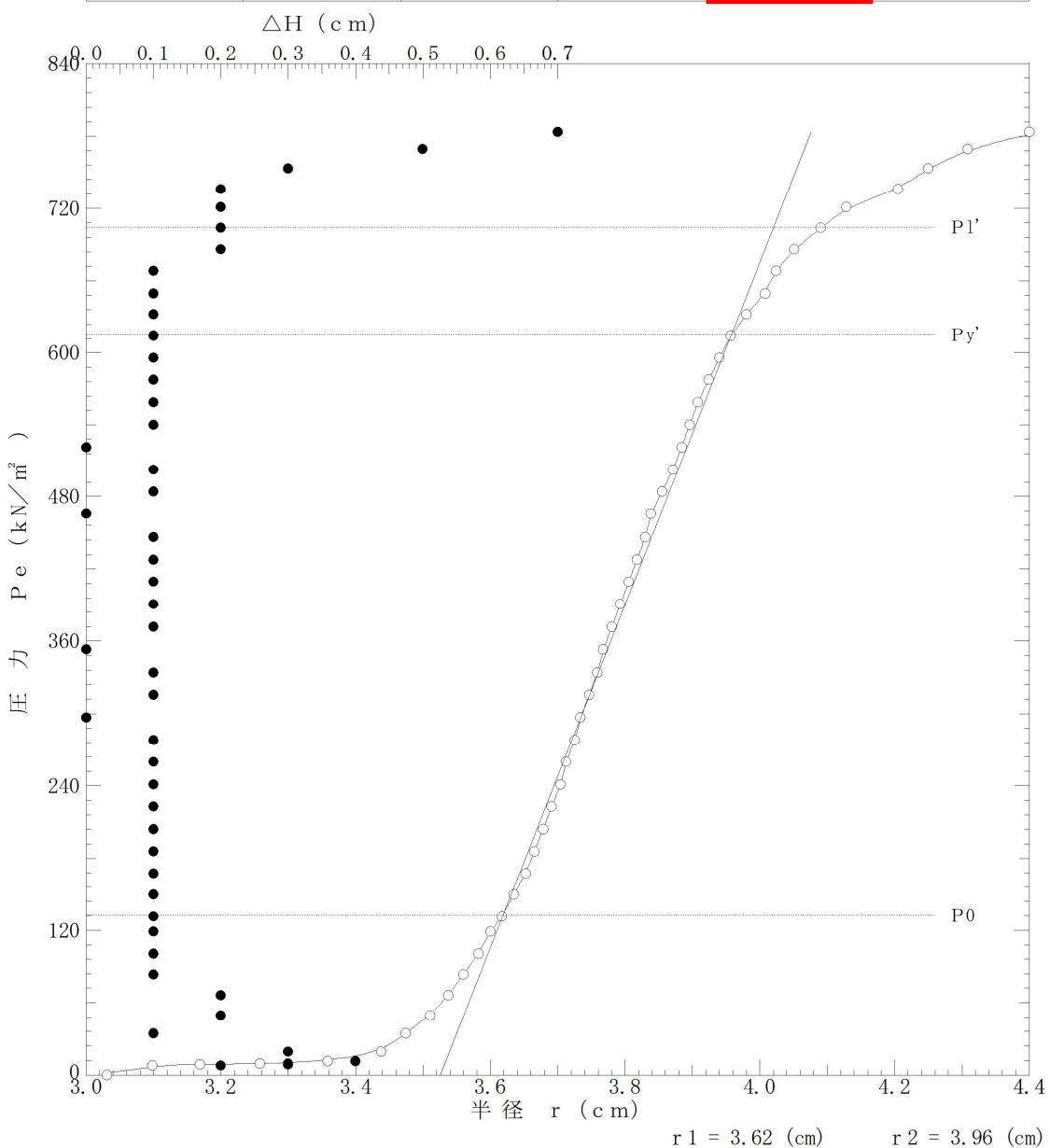


図 4.3-2 孔内水平載荷試験結果 (R6-Bor. 1 GL-6.50m)

図 孔内水平載荷試験整理図

令和5・6・7年度債務負担行為環境衛生センター緑泉園施設更新に係る
調査名・地点：基本計画等業務委託

試験孔(測点)番号：R6-Bor.2

測定深度(中心深度)：GL -4.50 m

試験者氏名：末福亮

試験年月日：2024年6月18日

自然水位：GL -3.50 m

孔内水位：GL -3.50 m

【備考】

N値：2

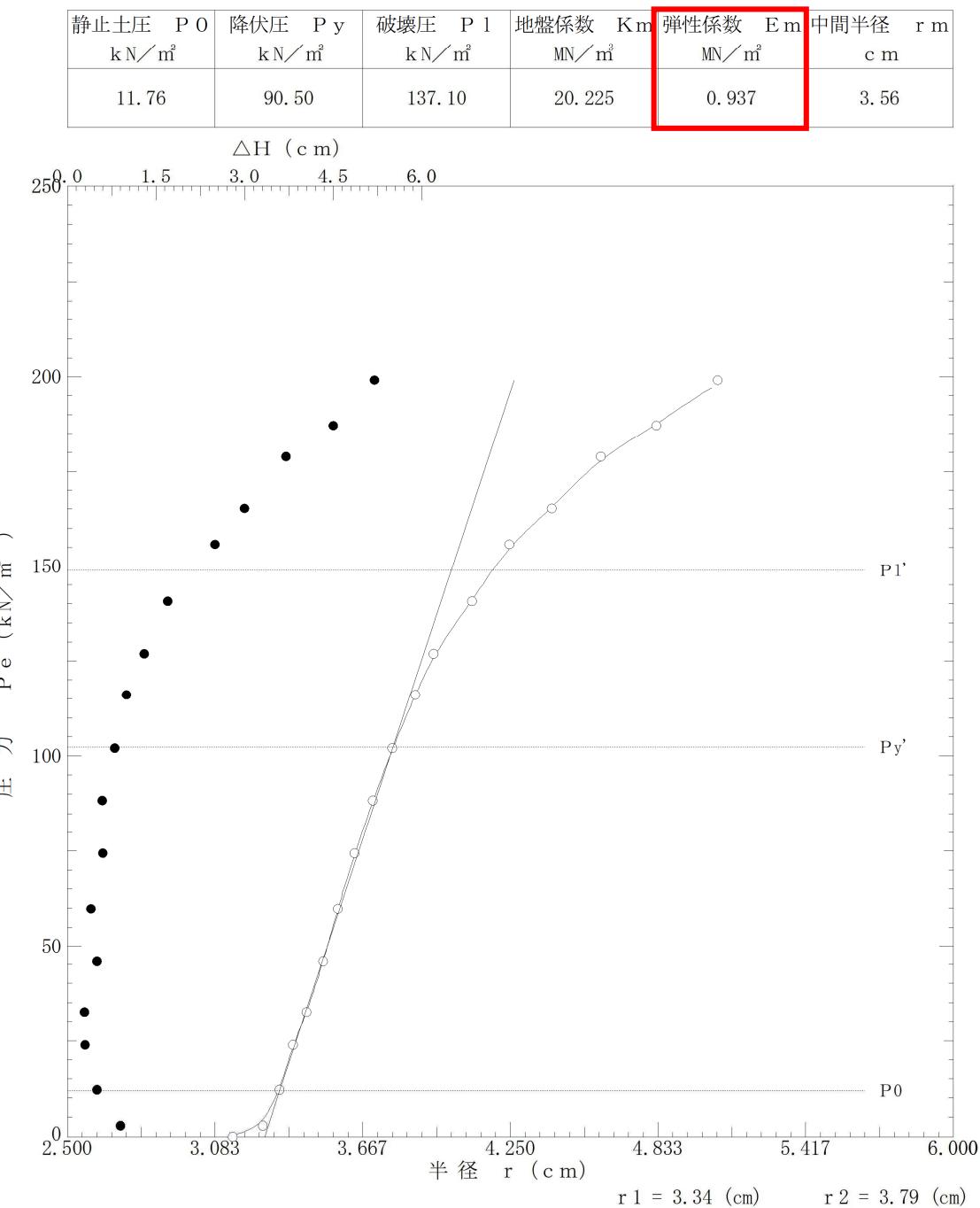


図 4.3-3 孔内水平載荷試験結果 (R6-Bor.2 GL-4.50m)

孔内水平載荷試験結果が妥当かどうか、変形係数EとN値の関係から検証を行った。孔内水平載荷試験結果とN値の関係を図4.3-4に示す。

『地盤調査の方法と解説、2013、p687』によると、変形係数EとN値の結果については、 $E = 670N^{0.986} \approx 700N(kN/m^2)$ の関係にある。今回、R6-Bor.1のGL-3.50mとGL-6.50m、R6-Bor.2のGL-4.50mで行った試験結果は関係式より求められる値に比べてやや小さいが、N値と変形係数の関係図の範囲内に収まる値である。このことから、今回の試験結果は妥当な数値であると考えられる。

表4.3-1 孔内水平載荷試験結果一覧

孔番	地層名	試験深度	N値	変形係数 $E_0(MN/m^2)$
R6-Bor.1	沖積粘性土層 Ac	GL-3.00~ 4.00m	3	0.924
	沖積礫質土層 Ag3	GL-6.00~ 7.00m	14	7.007
R6-Bor.2	沖積粘性土層 Ac	GL-4.00~ 5.00m	2	0.937

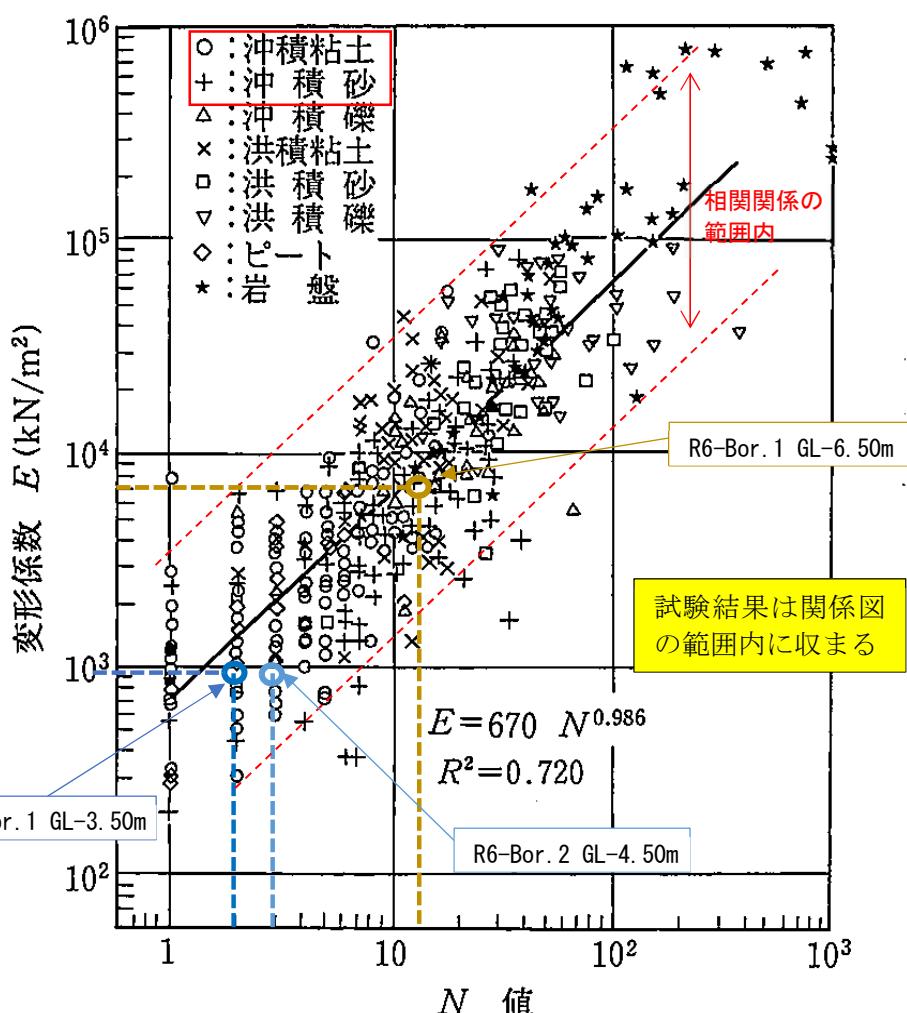


図4.3-4 孔内水平載荷試験から求まる変形係数とN値との関係

出典：地盤調査の方法と解説、P687、2004年

4.4 現場透水試験結果

現場透水試験によって得られた透水係数についてまとめる。詳細は巻末の「現場透水試験データシート」に示す。

調査地周辺の地中に埋め殺しとなった、旧貯水槽の基礎埋設深度に分布する地層の透水係数を把握するために実施した。これらの埋設基礎は施設更新時の工事で撤去されるが、調査地の近傍に木津川が流れていることから、埋設深度周辺の地下水位が高い懸念がある。透水試験は、埋設深度(GL-11m)までの各地層(地下水位以深)で実施した。

なお、透水試験における計算上の水位は、各試験深度での平衡水位を計測しその値で計算した。現場透水試験結果を表4.3-1～表4.3-2に示す。

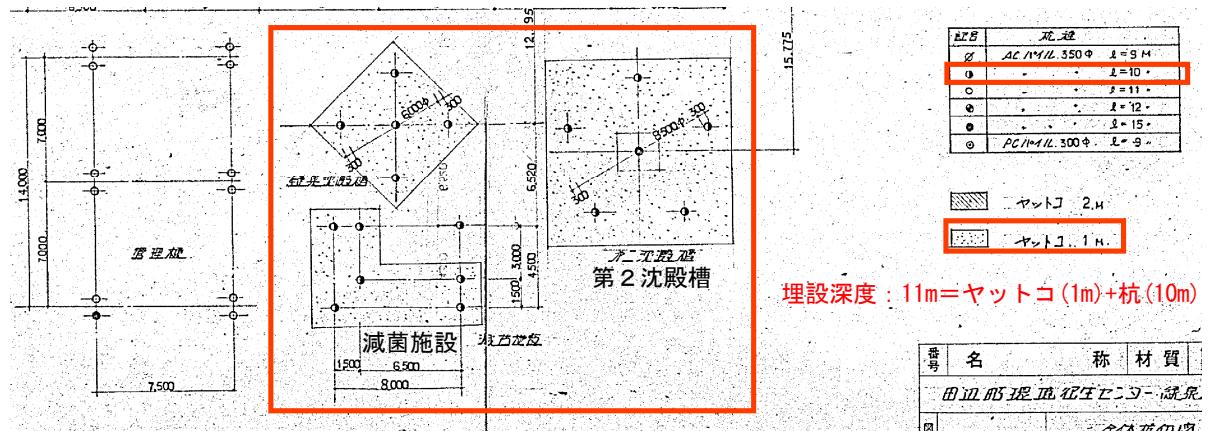


図 4.4-1 旧既設構造物の基礎配置図

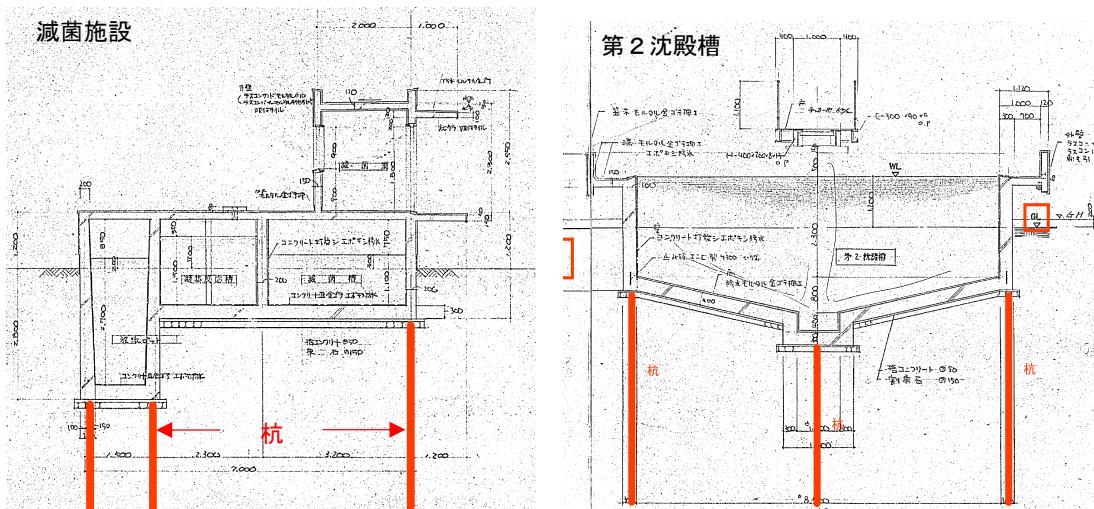


図 4.4-2 旧既設構造物の竣工断面図

表 4.4-1 現場透水試験の整理表 (R6-Bor.1)

試験区間 (GL-:m)	地層 記号	土質・岩質区分	透水係数 (m/sec)	平衡水位 (GL±:m)	試験法
7.00～7.50	As2	礫混じり砂	1.10E-04	-3.85	JGS1314 非定常法(ケーシング)
9.50～10.00	As3	粘土混じり礫質砂	1.80E-05	-3.95	

表 4.4-2 現場透水試験の整理表 (R6-Bor.2)

試験区間 (GL-:m)	地層 記号	土質・岩質区分	透水係数 (m/sec)	平衡水位 (GL±:m)	試験法
7.00～7.50	Ag	砂質礫	2.97E-04	-2.95	JGS1314 非定常法(ケーシング)
9.50～10.00	As3	粘土混じり礫質砂	1.00E-04	-4.38	

4.5 室内土質試験結果

室内土質試験は、各調査孔において地下水位以深の未固結層(ペネ試料)で実施した。表 4.5-1～表 4.5-2 に全試験の結果一覧を示す。数量として計上されているのは表中の赤枠部分である。残りの地点については、自主的に実施した。

表 4.5-1 室内土質試験結果一覧(R6-Bor.1)

試料番号	P1-1	P1-2	P1-3	P1-4	P1-5	P1-6	P1-7	P1-8	P1-9
地層名	沖積粘性土層	沖積砂質土層2	沖積砂質土層3	洪積粘性土層1	洪積砂質土層1	洪積粘性土層2	洪積粘性土層2	洪積粘性土層2	洪積砂質土層4
採取したときの状態	4.15～4.45m	6.15～6.45m	8.15～8.45m	13.15～13.45m	17.15～17.45m	19.15～19.45m	21.15～21.45m	24.15～24.45m	26.15～26.29m
一般									
湿潤密度 ρ_t g/cm ³									
乾燥密度 ρ_d g/cm ³									
土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	2.639	2.626	2.636	2.629	2.629	2.639	2.654	2.599	2.621
自然含水比 w_n %	29.0	10.0	12.2	40.9	11.3	28.5	25.8		
間隙比 e									
飽和度 S_r %									
粒度									
石分(75mm以上) %	—	—	—	—	—	—	—	—	—
礫分(2～75mm) %	0.0	29.2	19.9	6.9	21.1	0.0	0.0	0.0	4.6
砂分(0.075～2mm) %	20.7	62.3	74.8	15.0	69.8	7.2	33.8	26.8	80.5
シルト分(0.005～0.075mm未満) %	52.6	8.5	5.3	54.3	9.1	69.4	44.7	53.3	10.7
粘土分(0.005mm未満) %	26.7			23.8		23.4	21.5	19.9	4.2
最大粒径 mm	2	19	19	19	9.5	0.85	0.850	0.850	9.5
均等係数 U_c		7.86	5.22		10.31		34.17		24.58
50%粒径 D_{50} mm	0.025	0.81	0.93	0.019	0.73	0.019	0.022	0.029	0.49
20%粒径 D_{20} mm	0.0028	0.31	0.44	0.0031	0.27	0.0035	0.0045	0.005	0.16
シンシン特性テクニクス									
液性限界 w_L %	44.5	—	—	73.3	—	54.4	NP	—	—
塑性限界 w_p %	20.2	—	—	22.0	—	18.7	NP	—	—
塑性指数 I_p	24.3	—	—	51.3	—	35.7	NP	—	—
コンシスティンシー指数 I_c	—	—	—	—	—	—	—	—	—
分類									
地盤材料の分類	砂質粘土(低液性限界)	粘性土混じり礫質砂	粘性土混じり礫質砂	礫混じり砂質粘土(高液性限界)	粘性土混じり砂質粘土(高液性限界)	砂混じり粘土(高液性限界)	砂質シルト	砂質粘性土	粘性土混じり砂
分類記号	(CLS)	(SG-Cs)	(SG-Cs)	(CHS-G)	(SG-Cs)	(CH-S)	(MS)	(OsS)	(S-Cs)

表 4.5-2 室内土質試験結果一覧(R6-Bor.2)

試料番号	P2-1	P2-2	P2-3	P2-4	P2-5	P2-6	P2-7	P2-8
地層名	沖積砂質土層1	沖積粘性土層	沖積礫質土層	沖積砂質土層3	洪積粘性土層1	洪積砂質土層2	洪積粘性土層2	洪積粘性土層2
深度	3.15～3.45m	4.15～4.45m	7.15～7.45m	10.15～10.45m	14.15～14.45m	16.15～16.39m	20.15～20.39m	22.15～22.39m
一般								
湿潤密度 ρ_t g/cm ³								
乾燥密度 ρ_d g/cm ³								
土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	2.603	2.604	2.636	2.648	2.613	2.629	2.622	2.573
自然含水比 w_n %	7.6	44.4	7.4	10.5	34.2	13.8		
間隙比 e								
飽和度 S_r %								
粒度								
石分(75mm以上) %								
礫分(2～75mm) %	10.1	0.0	64.1	36.9	0.9	4.2	0.0	1.0
砂分(0.075～2mm) %	81.0	17.1	33.8	57.3	36.7	86.0	35.5	25.7
シルト分(0.005～0.075mm未満) %		67.0			36.6		51.9	47.1
粘土分(0.005mm未満) %	8.9	15.9	2.1	5.8	25.8	9.8	12.6	26.2
最大粒径 mm	19	2	26.5	26.5	9.5	9.5	2	4.75
均等係数 U_c	5.31	16.43	15.00	8.50		6.59	21.92	
50%粒径 D_{50} mm	0.61	0.017	4.4	1.1	0.027	0.44	0.038	0.023
20%粒径 D_{20} mm	0.39	0.0065	0.73	0.44	0.0029	0.23	0.0095	0.0021
シンシン特性テクニクス								
液性限界 w_L %		45.7			49.7			
塑性限界 w_p %		20.2			17.9			
塑性指数 I_p		25.5			31.8			
コンシスティンシー指数 I_c								
分類								
地盤材料の分類	粘性土礫まじり砂	砂質粘土(低液性限界)	粒径幅の広い砂質礫	粘性土混じり礫質砂	砂質粘土(低液性限界)	粘性土混じり砂	砂質粘性土	砂質粘性土
分類記号	(S-CsG)	(CLS)	(GWS)	(SG-Cs)	(CLS)	(S-Cs)	(CsS)	(CsS)

4.5.1 土粒子の密度の結果

一般に沖積層や洪積層の土粒子の密度は $2.60\sim2.80\text{g}/\text{cm}^3$ 程度を示すことが多く、これより高い場合には鉄分、これより低い場合には有機物を混入している場合がある。

今回試験を実施した土粒子の密度は、砂質土では下限値付近、粘性土では中間値付近を示す。

表 4.5-3 各層の土粒子の密度 ρ_s

孔番号	試料番号	地層名	深さ(上) (GL-m)	深さ(下) (GL-m)	土粒子の密度 $\rho_s(\text{g}/\text{cm}^3)$
R6-Bor.1	P1-1	沖積粘性土層	4.15	4.45	2.639
R6-Bor.1	P1-2	沖積砂質土層2	6.15	6.45	2.626
R6-Bor.1	P1-3	沖積砂質土層3	8.15	8.45	2.636
R6-Bor.1	P1-4	洪積粘性土層1	13.15	13.45	2.629
R6-Bor.1	P1-5	洪積砂質土層1	17.15	17.45	2.629
R6-Bor.1	P1-6	洪積粘性土層2	19.15	19.45	2.639
R6-Bor.1	P1-7	洪積粘性土層2	21.15	21.45	2.654
R6-Bor.1	P1-8	洪積粘性土層2	24.15	24.45	2.599
R6-Bor.1	P1-9	洪積砂質土層4	26.15	26.29	2.621
R6-Bor.2	P2-1	沖積砂質土層1	3.15	3.45	2.603
R6-Bor.2	P2-2	沖積粘性土層	4.15	4.45	2.604
R6-Bor.2	P2-3	沖積礫質土層	7.15	7.45	2.636
R6-Bor.2	P2-4	沖積砂質土層3	10.15	10.45	2.648
R6-Bor.2	P2-5	洪積粘性土層1	14.15	14.45	2.613
R6-Bor.2	P2-6	洪積砂質土層2	16.15	16.39	2.629
R6-Bor.2	P2-7	洪積粘性土層2	20.15	20.39	2.622
R6-Bor.2	P2-8	洪積粘性土層2	22.15	22.39	2.573

表 4.5-4 主な鉱物と土粒子の密度の測定例 (嘉門・浅川に加筆修正)

鉱物名	密度 (g/cm^3)	土質名	密度 (g/cm^3)
石英	2.6~2.7	豊浦標準砂	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	2.5~2.75
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	真砂土	2.6~3.0
カオリナイト	2.5~2.7	しらす	1.8~2.4
モンモリナイト	2.0~2.4	黒ボク	2.3~2.6

出典) 社団法人地盤工学会 ; 地盤材料試験の方法と解説-二冊分の 1-, 2013, p101