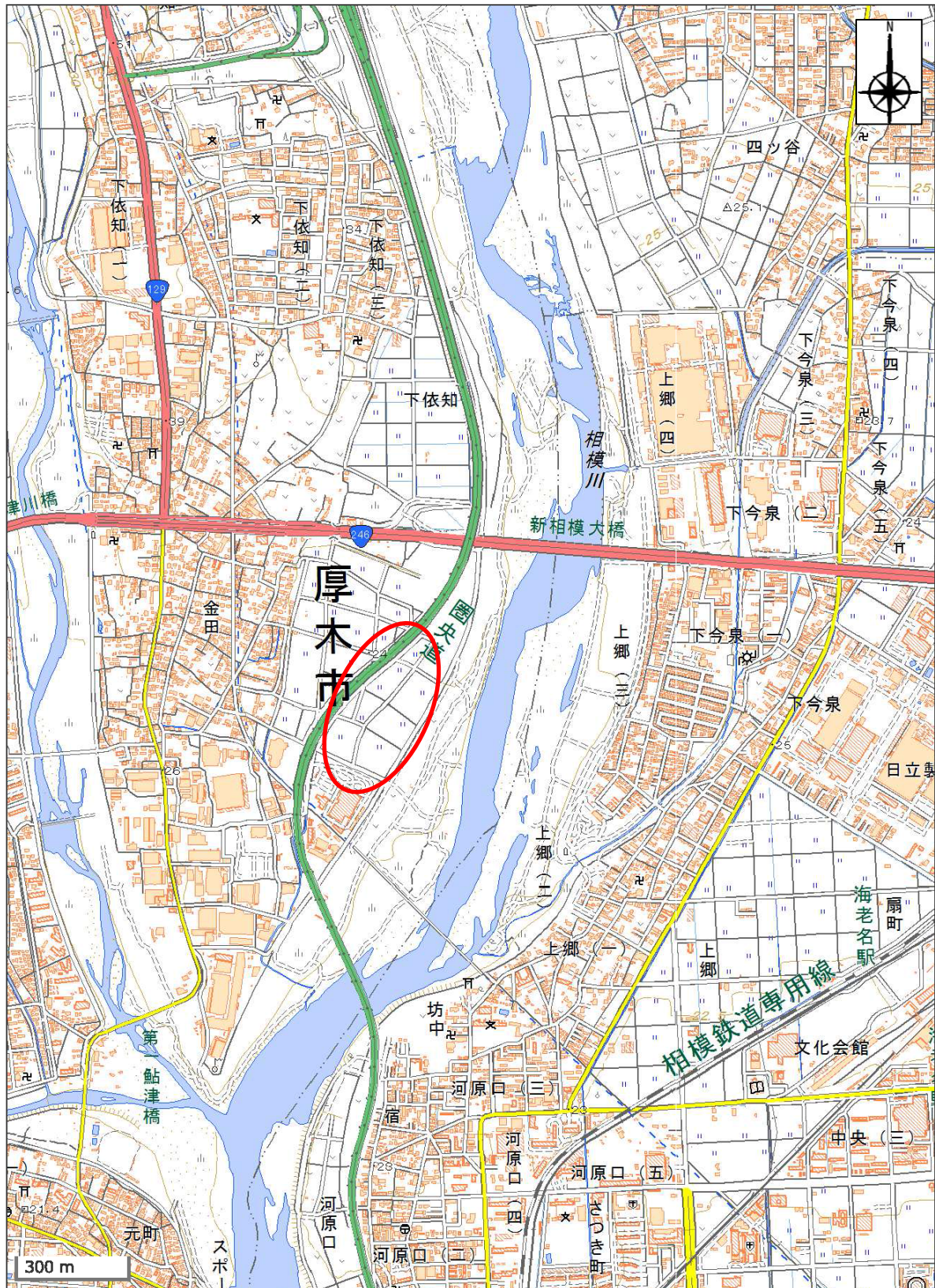


ごみ中間処理施設整備に係る環境影響評価等
支援業務委託（地質調査）

報告書

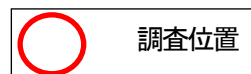
平成 29 年 5 月

厚木愛甲環境施設組合
国際航業株式会社



調査位置案内図

(国土地理院, 地理院地図, <http://maps.gsi.go.jp/>, 2016.2.7)



目 次

1. 業務概要	1
2. 調査方法	6
2.1 機械ボーリング	6
2.2 標準貫入試験	7
2.3 サンプルング	8
2.4 孔内水平載荷試験	9
2.5 現場透水試験	10
2.6 土質試験	11
2.7 観測井設置	12
2.8 水質分析	14
3. 地形・地質概要	16
3.1 地形概要	16
3.2 地質概要	20
4. 調査結果	27
4.1 ボーリング調査結果	27
4.2 標準貫入試験結果	34
4.3 孔内水平載荷試験結果	40
4.4 現場透水試験結果	41
4.5 室内土質試験結果	43
4.6 観測井設置	57
4.7 水質分析結果	59
5. 考察	62
5.1 地盤定数の設定	62
5.2 地盤の工学的性質の検討と支持地盤の設定	72
5.3 地盤の透水性の検討	78
5.4 掘削底面の安定の問題	79
5.5 盛土基礎地盤の圧密沈下	83
5.6 盛土基礎地盤の安定	86
5.7 設計施工上の留意点	88

【巻末資料】

1. 調査位置図
2. ボーリング柱状図
3. 想定地質断面図
4. 孔内水平載荷試験データシート
5. 現場透水試験データシート
6. 土質試験データシート
7. 水道水質分析結果
8. ボイラ用水のための水質分析結果
9. 室内土質試験写真
10. 現場記録写真

1. 業務概要

(1) 業務名 : ごみ中間処理施設整備に係る環境影響評価等支援業務委託
(地質調査)

(2) 作業範囲 : 神奈川県厚木市金田地内

(3) 作業期間 : 自 平成29年 2月 9日
至 平成29年 5月 31日

(4) 業務目的

本調査は、ごみ中間処理施設及び緑地の計画地における地盤の工学的特性を把握し、環境アセスメントに必要な観測井戸の設置、地盤沈下等の情報を得ることを目的とした。

(5) 調査位置

調査位置を図-1.1に示す。



図-1.1 調査位置図

(6) 内容・数量

調査数量を以下に示す。

1) 機械ボーリング

施設敷地部：1箇所（1孔：調査孔1、観測井戸1）、計25m【B-1地点】

※25mは、ごみピット設置工事における掘削深さを想定。

緑地敷地部：1箇所（1孔：調査孔1、観測井戸1）、計15m【B-2地点】

2) サンプルリング

施設敷地部：シンウォールサンプルリング 1本、デニソンサンプルリング 1本

緑地敷地部：シンウォールサンプルリング 1本

3) サウンディング

施設敷地部：標準貫入試験 25回

緑地敷地部：標準貫入試験 14回

4) 原位置試験

施設敷地部：孔内水平載荷試験（低圧） 2回、現場透水試験 1回

緑地敷地部：現場透水試験 1回

5) 室内土質試験

一式

6) 水質分析

施設敷地部：水質基準（51項目） 1検体

ボイラの給水及びボイラ水 1検体

ボイラ的设计に関連する項目 1検体

緑地敷地部：水質基準（51項目） 1検体

7) 解析等調査

一式

表-1.1 ボーリング調査数量表

孔番				実施数量			設計数量	増減
				B-1	B-2	合計		
土質 ボーリング	φ116mm	粘性土・シルト	(m)	3.15		3.15	2.00	1.15
		砂・砂質土	(m)			0.00	0.00	0.00
		礫混じり土砂	(m)	5.25		5.25	0.00	5.25
		玉石混じり土砂	(m)	6.10		6.10		6.10
	φ86mm	粘性土・シルト	(m)	5.55	0.75	6.30	28.00	-21.70
		砂・砂質土	(m)	0.90	0.40	1.30	0.00	1.30
		礫混じり土砂	(m)		13.85	13.85	2.00	11.85
		玉石混じり土砂	(m)	4.05		4.05	2.00	2.05
	φ66mm	粘性土・シルト	(m)			0.00	0.00	0.00
		砂・砂質土	(m)			0.00	0.00	0.00
		礫混じり土砂	(m)			0.00	3.00	-3.00
		玉石混じり土砂	(m)			0.00	3.00	-3.00
	計			(m)	25.00	15.00	40.00	40.00
原位置 試験	標準貫入 試験	粘性土・シルト	(回)	8		8	23	-15.00
		砂・砂質土	(回)	1	1	2	0	2.00
		礫混じり土砂	(回)	7	13	20	6	14.00
		玉石混じり土砂	(回)	9		9	6	3.00
		計	(回)	25	14	39	35	4.00
	孔内水平載荷試験(低圧)	(回)	2		2	2	0.00	
	現場透水試験	(回)	1	1	2	2	0.00	
サンプリング	シンウオール	(本)	1	1	2	2	0.00	
	デニソン	(本)	1		1	1	0.00	
室内試験	土質試験	土粒子の密度試験	(試料)	2	1	3	3	0.00
		含水比試験	(試料)	2	1	3	3	0.00
		粒度試験(粘性土)	(試料)	2	1	3	3	0.00
		液性・塑性限界試験	(試料)	2	1	3	3	0.00
		湿潤密度試験	(試料)	2	1	3	3	0.00
		圧密試験	(試料)	2	0	2	3	-1.00
		三軸UU試験	(試料)	2	1	3	3	0.00
観測井仕上げ			(式)	1	1	2	2	0.00
備考				施設敷地	緑地敷地			

(7) 調査担当

国際航業株式会社 神奈川支店

〒231-0021 神奈川県横浜市中区日本大通 17 番地

(JPR 横浜日本大通ビル)

TEL : 045-212-1796 FAX : 045-212-2628

担当責任者	<small>もりとも</small> 森友	<small>ようすけ</small> 洋亮	(測量士)
担当技術者	<small>わたなべ</small> 渡辺	<small>みゆき</small> 美行	(技術士／建設-土質及び基礎：応用理学-地質)
担当技術者	<small>いはら</small> 井原	<small>しゅんいち</small> 俊一	(技術士／総合技術監理部門：建設-土質及び基礎)

2. 調査方法

2.1 機械ボーリング

ボーリングに先立ち、既設基準点から測量により孔口標高を求めた。

機械ボーリングは、調査地に分布する地盤の種別・構造を把握するとともに、ボーリング孔を用いて行う各種の原位置試験により地盤の性状を確認することを目的とした。

本調査においては、ロータリー式ボーリングマシンを用いた。

掘削孔径は、原位置試験やサンプリング、観測井作成の必要に応じ、 $\phi 116\text{mm}$ ～ $\phi 86\text{mm}$ とした。

掘削中の土質判定は標準貫入試験により採取された攪乱試料を目視することで行った。

以下に、一般的な機械ボーリングの概念を示す。

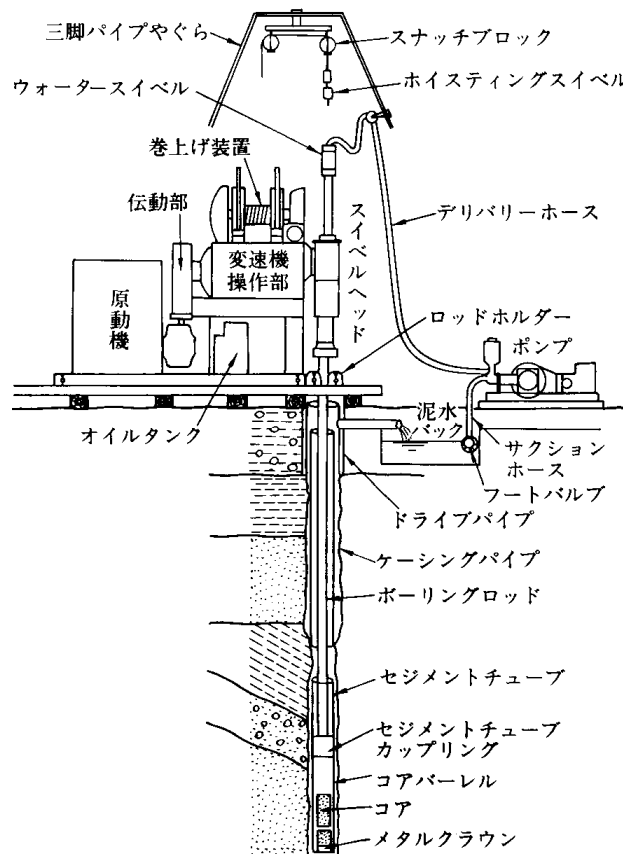


図-2.1.1 ボーリング概念図

(地盤工学会：地盤調査の方法と解説、P193、2013)

2.2 標準貫入試験

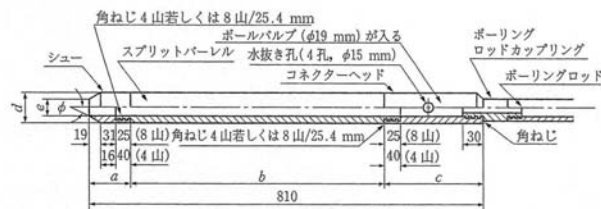
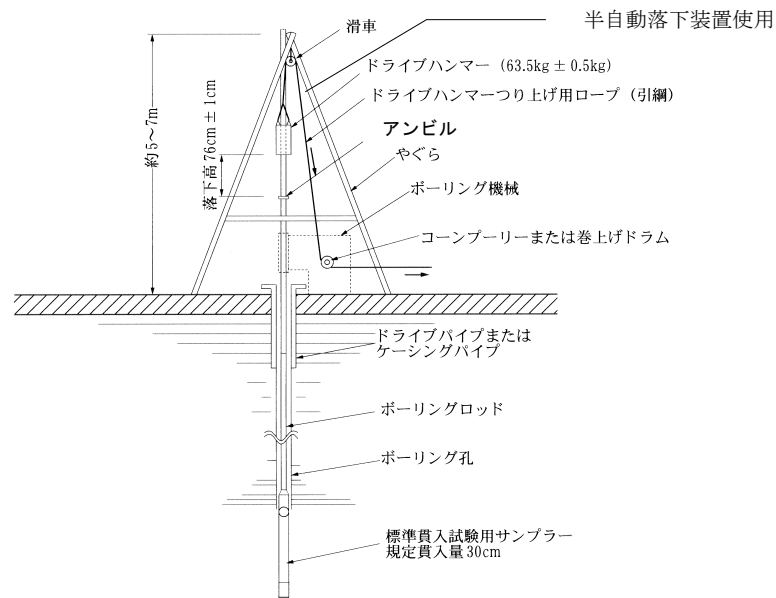
標準貫入試験は、原位置における土の硬軟・締まり具合を知る指標である N 値を求めるとともに、サンプラーにて得られる土質試料より土層区分を行うために実施した。

試験方法は JIS-A-1219 「標準貫入試験方法 附属書 A (規定) 設計に用いる N 値を求めるための標準貫入試験仕様」に準拠して行った。

この試験は、ロッド先端に取り付けた 2 つ割りのスプリットサンプラーを孔底に下ろし、 $63.5(\pm 0.5)$ kg のハンマーの打撃により 15cm の予備打ち、30cm の本打ち、5cm の後打ちを行う。本打ちでは、ハンマーを $76(\pm 1)$ cm の高さより自由落下させて、10cm 毎の打撃回数および 30cm 区間の累計打撃回数を記録し、その値を N 値とする。ただし、硬質地盤への打撃回数は 50 回を上限とし、貫入量を併記して記録報告する。

採取した試料については、土質の判定を行なえるよう、ビニール袋等により密閉し含水量の変化を防止して保存した。

試験の概要を以下に示す。



単位 mm (φ以外)

各部	全長	シュー長 a	バレル長 b	ヘッド長 c	外径 d	内径 e	シュー角度 ϕ	刃先肉厚 t
寸法	810 ± 1.0	75 ± 1.0	560 ± 1.0	175 ± 1.0	51 ± 1.0	35 ± 1.0	$19'45' \pm 8'$	1.15 ± 0.05

図-2.2.1 標準貫入試験装置概要図

(地盤工学会：地盤調査の方法と解説、P247、P251、2007)

2.3 サンプリング

サンプリングは、土の構造と工学的性質を明らかにするため、できるだけ原位置の状態のまま維持し、乱れを最小限にとどめた室内土質試験用の試料を採取するものである。

本調査では、シンウォールサンプラー、デニソンサンプラーを用いた。

シンウォールサンプラーは、JGS 1221 に準拠し、軟らかい粘性土を採取するための標準的なサンプラーとして、現在わが国で最も広く用いられている。試料採取は、まず所定の深度までボーリングを行い、孔底を入念に清掃してからサンプラーを下ろし、その後、サンプリングチューブを地盤に押し込んで試料を採取するものである。水圧式サンプラーでは、ピストンをサンプラーヘッドで固定し、水圧を利用して押し込む。

デニソンサンプラーは、JGS 1222 に準拠し、硬さが中位～硬い範囲の粘性土を対象とした乱れの少ない土質試料を採取するサンプラーである。地盤に適したサンプリングチューブ（刃先を有する）の突出長を、調節ネジで調整して使用する。適用地盤の硬さは、 N 値 4～15 程度を目安とする。

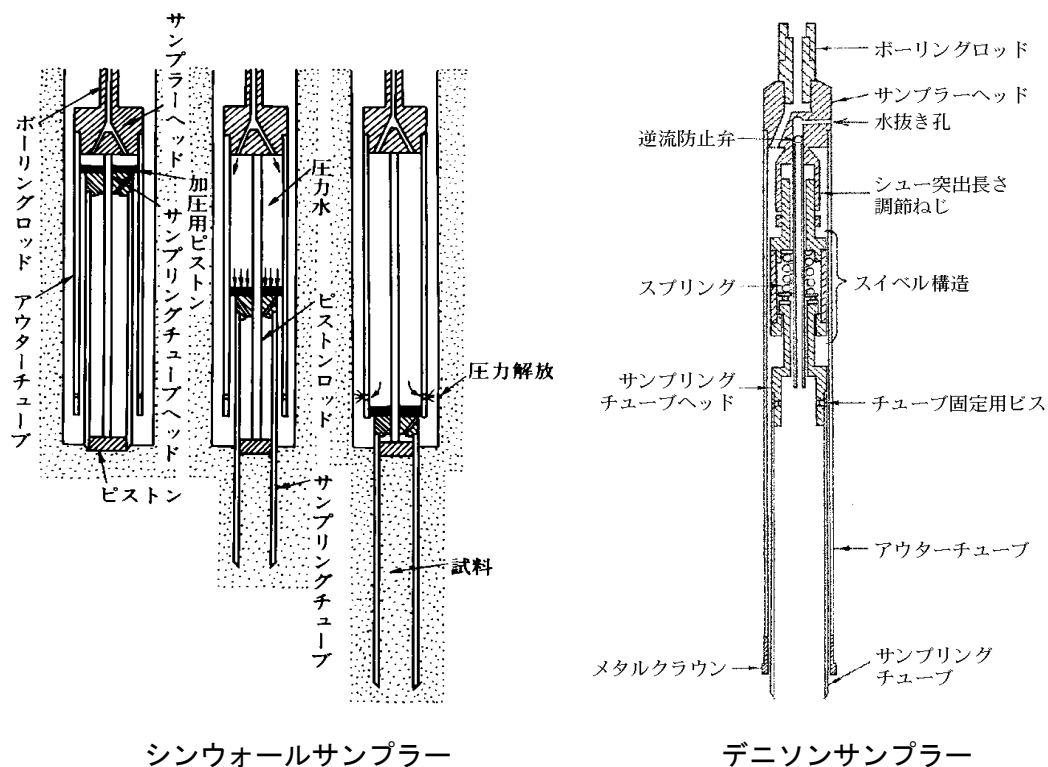


図-2.3.1 使用したサンプラーの概要
(地盤工学会：地盤調査の方法と解説、P234、P243、2013)

2.4 孔内水平载荷試験

孔内水平载荷試験（地盤の横方向変形係数の測定）は、ボーリング孔の側面を加圧し、孔壁の変形量（孔壁の拡大量）を測定することによって地盤の強度及び変形係数を求める試験であり、試験結果は、地震力その他の水平力を受ける杭基礎等の水平耐力を設計すること等に利用される。

この試験は、試験深度のボーリング孔内にゴムチューブ（载荷セル）を挿入し、ガス圧を利用してセルに送水し、膨張させて孔壁を同心円状に押し広げ、ゴムチューブ（载荷セル）の体積増加量を求める。このガス圧と孔壁の変形量の関係から、地盤反力係数（K値）、変形係数を次式により算出する。測定は、スタンドパイプ内の水位低下量（ゴムチューブの体積増加量は、スタンドパイプ内の水位低下量の読み取り値から換算される）、圧力（ガス圧とセル内の圧力）を読み取る。試験は、2分間に生じる変形が著しく増大する荷重まで载荷し、測定を終了する。

以下に、測定装置の概略を示す。

$$K = \frac{\Delta P}{\Delta r}$$

ここで、K：地盤反力係数
E：弾性係数
 ΔP ：直線部分の圧力の増分（kPa）
 Δr ：直線部分の半径の増分（cm）
 ν ：ポアソン比（0.3と仮定）
 r_m ：K値を求めた中間半径（cm）

$$E = (1 + \nu) \cdot r_m \cdot K$$

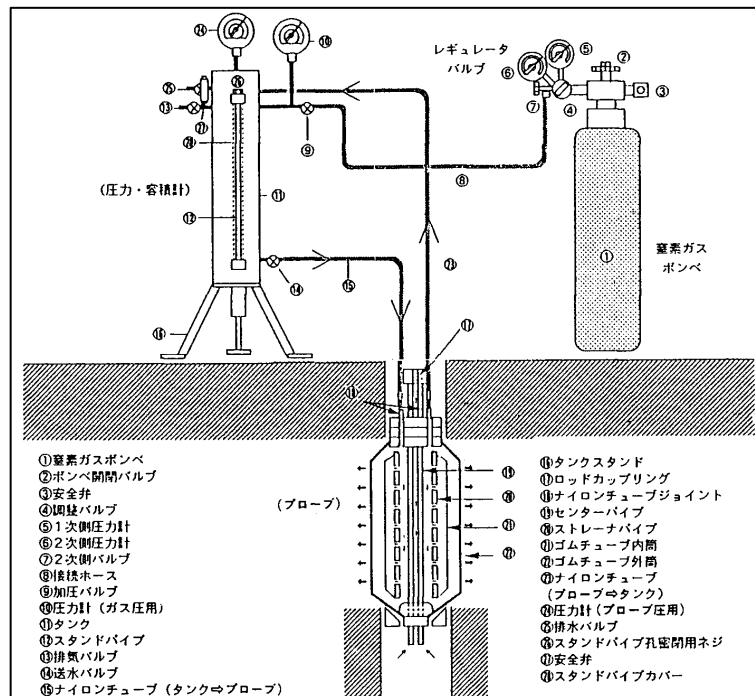


図-2.4.1 測定装置の概略図

（関東地質調査業協会：ボーリング孔を利用する原位置試験についての技術マニュアル、P120、1995）

2.5 現場透水試験

試験はピエゾメーター法（ケーシング法）と呼ばれる単孔式現場透水試験を実施した。

ケーシングパイプを地盤に打ち込み孔内を洗浄、ケーシングパイプの先端を清水で掘進して裸孔部をつくり試験を実施した。

試験方法には、注入法と回復法があり、注入法は地下水位が低いか又は見られない場合、また孔内水が汲みきれない場合に実施される方法であり、孔内に水を注入し、水位の低下状況を記録する。回復法は、孔内に十分な地下水位が確認された場合に実施する。

試験方法はベラー等を用いパイプ内の水を汲み上げて水位を低下させ、水位の回復状況を記録していく。一定時間を経過すると、水位は平衡状態に達する。

透水係数は、測定結果から時間－水位差を作成し、この曲線の傾きから算出する。

以下に、現場透水試験概要図と計算式を示す。

$$a = \frac{\text{Log}_{10}(s_1/s_2)}{t_2 - t_1}$$

$$k = \frac{(2.3d_e)^2}{8L} \text{Log}_{10} \left[\frac{2L}{D} \right] a$$

ただし、 $\frac{L}{D} \geq 4$

ここに、

- d_e : 手動指式水位測定器の場合、 $d_e = d$
- d : 水位変動区間における測定用パイプの内径 (m)
- D : 試験区間の孔径あるいは測定用パイプのスクリーンの外径 (m)
- L : 試験区間の長さ (m)

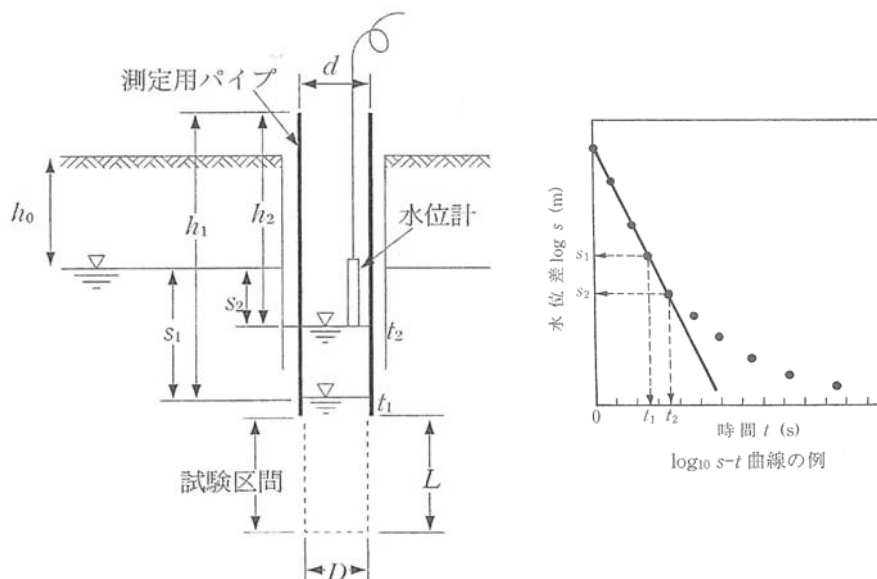


図-2.5.1 現場透水試験概要図および計算式
(地盤工学会：地盤調査の方法と解説、P519、2013)

2.6 土質試験

室内土質試験は、調査地に分布する地盤の工学的特性を把握することを目的として実施した。

試験は、JIS規格、および「土質試験の方法と解説」（地盤工学会）に準拠した方法で実施した。各試験項目のJIS規格等は、下記に示すとおりである。

表-2.6.1 土質試験の基準

土質試験項目	試験方法		
	規格・基準名	地盤工学会基準	JIS規格
土粒子の密度試験	土粒子の密度試験方法	JGS 0111-2009	JIS A 1202:2009
含水比試験	土の含水比試験方法	JGS 0121-2009	JIS A 1203:2009
粒度試験	フルイ+沈降	土の粒度試験方法	JGS 0131-2009
	フルイ		
液性限界試験	土の液性限界・塑性限界試験方法	JGS 0141-2009	JIS A 1205:2009
塑性限界試験			
湿潤密度試験	土の湿潤密度試験方法	JGS 0191-2009	JIS A 1225:2009
圧密試験	土の段階載荷による圧密試験方法	JGS 0411-2009	JIS A 1217:2009
三軸圧縮試験(UU)	土の非圧密非排水(UU)三軸圧縮試験方法	JGS 0521-2009	-

2.7 観測井設置

地質調査を行ったボーリング孔を用いて、環境アセスメントに必要な観測井戸を設置した。地下水位観測井の概要を表-2.7.1に、使用した資材を表-2.7.1に示す。

表-2.7.1 観測井戸使用材料の諸元

使用区分	名称	型式	能力・寸法
観測井	無孔 PVC 管	VP50	ネジ継 0.5・1・2m
	有孔 PVC 管	VP50	ネジ継 開口率 10%
	PVC 蓋	VP50	—
	PVC 先端キャップ	VP50	—
	珪砂	3号	—
	ベントナイトペレット	—	遮水材

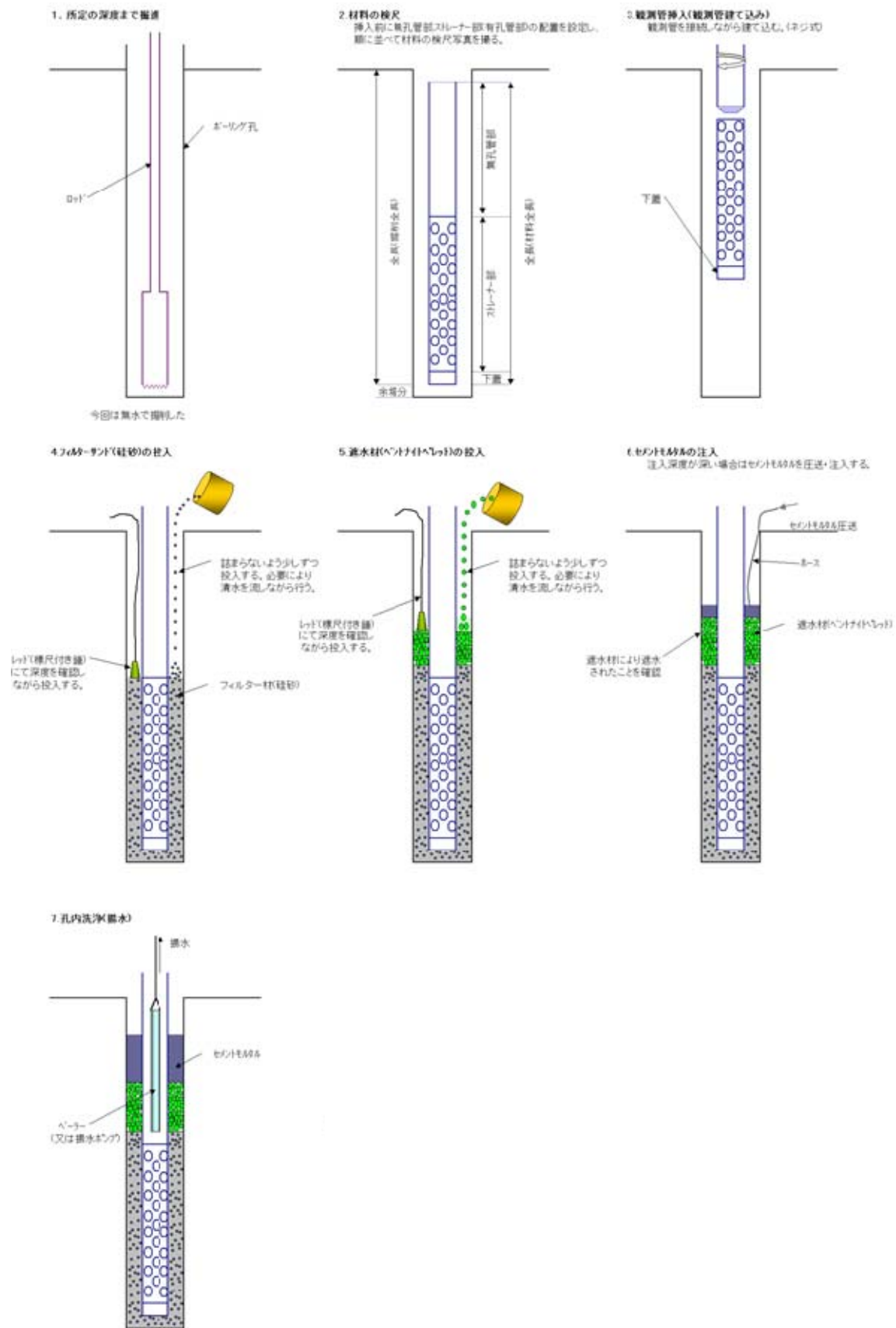


表-2.7.1 地下水位観測井戸設置手順

2.8 水質分析

飲用としての利用の可能性を確認するために、水質基準51項目の分析を行った。また、ボイラ水としての利用を想定した項目についての水質分析を行った。分析項目については以下に示す。

【水質基準 51項目】

項目	基準
一般細菌	1mlの検水で形成される集落数が100以下であること。
大腸菌	検出されないこと。
カドミウム及びその化合物	カドミウムの量に関して、0.003mg/l以下であること。
水銀及びその化合物	水銀の量に関して、0.0005mg/l以下であること。
セレン及びその化合物	セレンの量に関して、0.01mg/l以下であること。
鉛及びその化合物	鉛の量に関して、0.01mg/l以下であること。
ヒ素及びその化合物	ヒ素の量に関して、0.01mg/l以下であること。
六価クロム化合物	六価クロムの量に関して、0.05mg/l以下であること。
亜硝酸態窒素	0.04mg/l以下であること。
シアン化物イオン及び塩化シアン	シアンの量に関して、0.01mg/l以下であること。
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	0.0mg/l以下であること。
フッ素及びその化合物	フッ素の量に関して、0.8mg/l以下であること。
ホウ素及びその化合物	ホウ素の量に関して、1.0mg/l以下であること。
四塩化炭素	0.002mg/l以下であること。
1,4-ジオキサン	0.05mg/l以下であること。
シス-1,2-ジクロロエチレン及びトランス-1,2-ジクロロエチレン	0.04mg/l以下であること。
ジクロロメタン	0.02mg/l以下であること。
テトラクロロエチレン	0.01mg/l以下であること。
トリクロロエチレン	0.01mg/l以下であること。
ベンゼン	0.01mg/l以下であること。
塩素酸	0.6mg/l以下であること。
クロロ酢酸	0.02mg/l以下であること。
クロホルム	0.06mg/l以下であること。
ジクロロ酢酸	0.03mg/l以下であること。
ジブロモクロロメタン	0.01mg/l以下であること。
臭素酸	0.01mg/l以下であること。
総トリハロメタン	0.01mg/l以下であること。
トリクロロ酢酸	0.03mg/l以下であること。
ブロモジクロロメタン	0.03mg/l以下であること。
ブロモホルム	0.09mg/l以下であること。
ホルムアルデヒド	0.08mg/l以下であること。
亜鉛及びその化合物	亜鉛の量に関して、1.0mg/l以下であること。
アルミニウム及びその化合物	アルミニウムの量に関して、0.2mg/l以下であること。
鉄及びその化合物	鉄の量に関して、0.3mg/l以下であること。
銅及びその化合物	銅の量に関して、1.0mg/l以下であること。
ナトリウム及びその化合物	ナトリウムの量に関して、200mg/l以下であること。
マンガン及びその化合物	マンガンの量に関して、0.05mg/l以下であること。
塩化物イオン	200mg/l以下であること。
カルシウム、マグネシウム等(硬度)	300mg/l以下であること。
蒸発残留物	500mg/l以下であること。
陰イオン界面活性剤	0.2mg/l以下であること。
(四S・四aS・八aR)-オクタヒドロ-四・八a-ジメチルナフタレン-四a(二H)-オール(別名ジェオスミン)	0.00001mg/l以下であること。
1,2,7,7-テトラメチルピシクロ[2,2,1]ヘプタン-2-オール(別名ニ-メチルイソボルネオール)	0.00001mg/l以下であること。
非イオン界面活性剤	0.02mg/l以下であること。
フェノール類	フェノールの量に換算して、0.005mg/l以下であること。
有機物(全有機炭素(TOC)の量)	3mg/l以下であること。
pH値	5.8以上8.6以下であること。
味	異常でないこと。
臭気	異常でないこと。
色度	五度以下であること。
濁度	二度以下であること。

【ボイラの給水及びボイラ水試験（JIS B 8223）】

種別	項目
給水	pH
	電気伝導率
	全硬度
	酸消費量(pH4.8)
	酸消費量(pH8.3)
	ヒドラジン
	塩化物イオン
	りん酸イオン
	鉄
ボイラ水	pH
	電気伝導率
	全硬度
	酸消費量(pH4.8)
	酸消費量(pH8.3)
	ヒドラジン
	塩化物イオン
	りん酸イオン
	亜硫酸イオン
	ナトリウム
シリカ	

ただし、今回の調査は、既存のボイラ施設の「ボイラの給水及びボイラ水試験」では無い為、上記のJIS規格のうち、ヒドラジン、亜硫酸イオン（各ボイラ維持薬品）の分析については除外した。

【ボイラの設計に関連する項目】

項目
外観
硫酸イオン
濁度
色度
カリウム
マンガン
懸濁物質(SS)
安定度指数(RSI)
全りん
アンモニウムイオン
硝酸イオン
硝酸性窒素(N)
カルシウム
マグネシウム
全有機炭素(TOC)

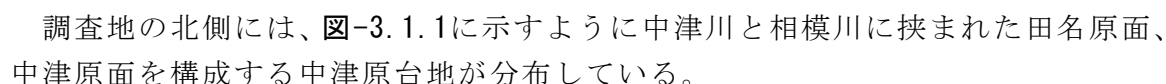
3. 地形・地質概要

3.1 地形概要

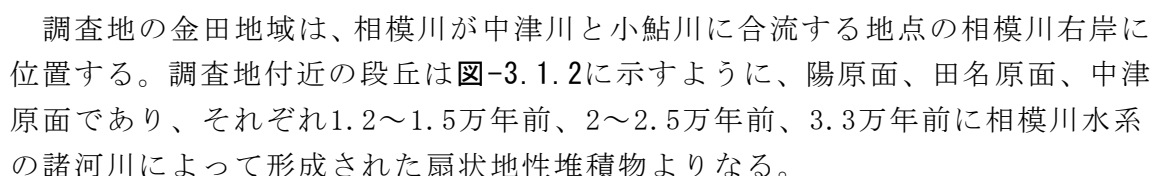
(1) 調査地周辺の地形

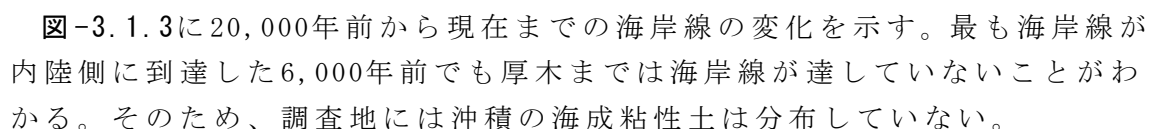
調査地は、相模川中流域の神奈川県厚木市金田（相模川右岸）にある。小田急線海老名駅の北西約1.7kmに位置し、近くには相模大橋が位置している。

相模川は丹沢山地北部～東部の広い範囲を集水域とする河川であり、調査地付近で相模川は中津川、小鮎川と合流する。調査地が位置する中流域では、その流域に多くの丘陵、段丘、平坦面の発達が見られる。

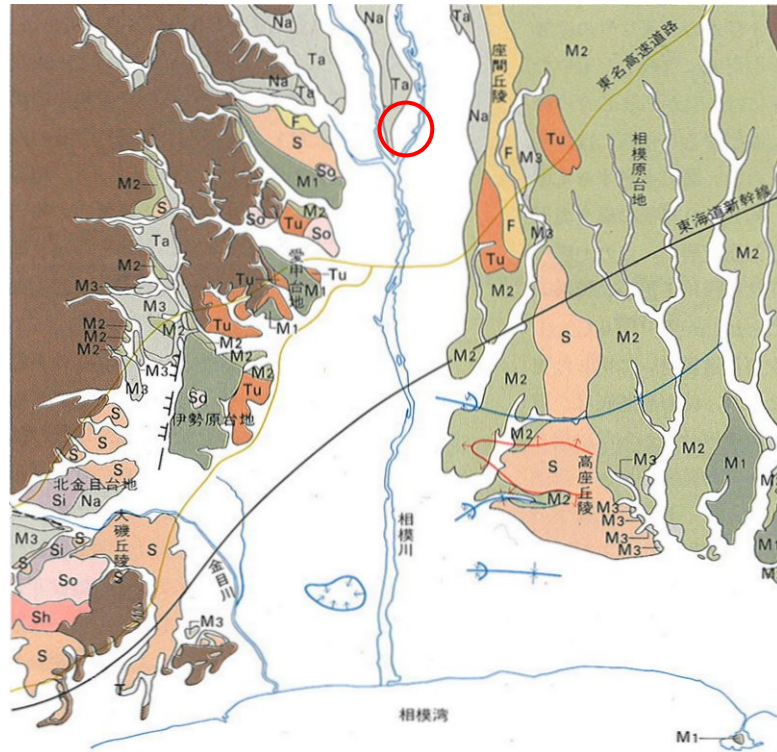
調査地の北側には、-3.1.1に示すように中津川と相模川に挟まれた田名原面、中津原面を構成する中津原台地が分布している。

(2) 調査地の地形

調査地の金田地域は、相模川が中津川と小鮎川に合流する地点の相模川右岸に位置する。調査地付近の段丘は-3.1.2に示すように、陽原面、田名原面、中津原面であり、それぞれ1.2～1.5万年前、2～2.5万年前、3.3万年前に相模川水系の諸河川によって形成された扇状地性堆積物よりなる。

-3.1.3に20,000年前から現在までの海岸線の変化を示す。最も海岸線が内陸側に到達した6,000年前でも厚木までは海岸線が達していないことがわかる。そのため、調査地には沖積の海成粘性土は分布していない。

本調査地に隣接する厚木市環境センターでは、昭和58年度に地質調査が行われている。それによると、敷地の表層には過去に砂利採取をした際の埋め戻し土が1.5～9.1m程度に不均一に地表部を覆っているとされている。



Mi	陽原面	Sh	七国峠面
Ta	田名原面	So	早田面
Na	中津原面	F	藤沢面
M3	台面	Si	下庭面
M2	相模野面	T	多摩面
M1	喜行面		山地
S	下末吉面		
Tu	土屋面		

図-3.1.1 調査地周辺の地形面区分
 (株式会社クボタ：アーバンクボタ18関東堆積盆地、P29、1980)

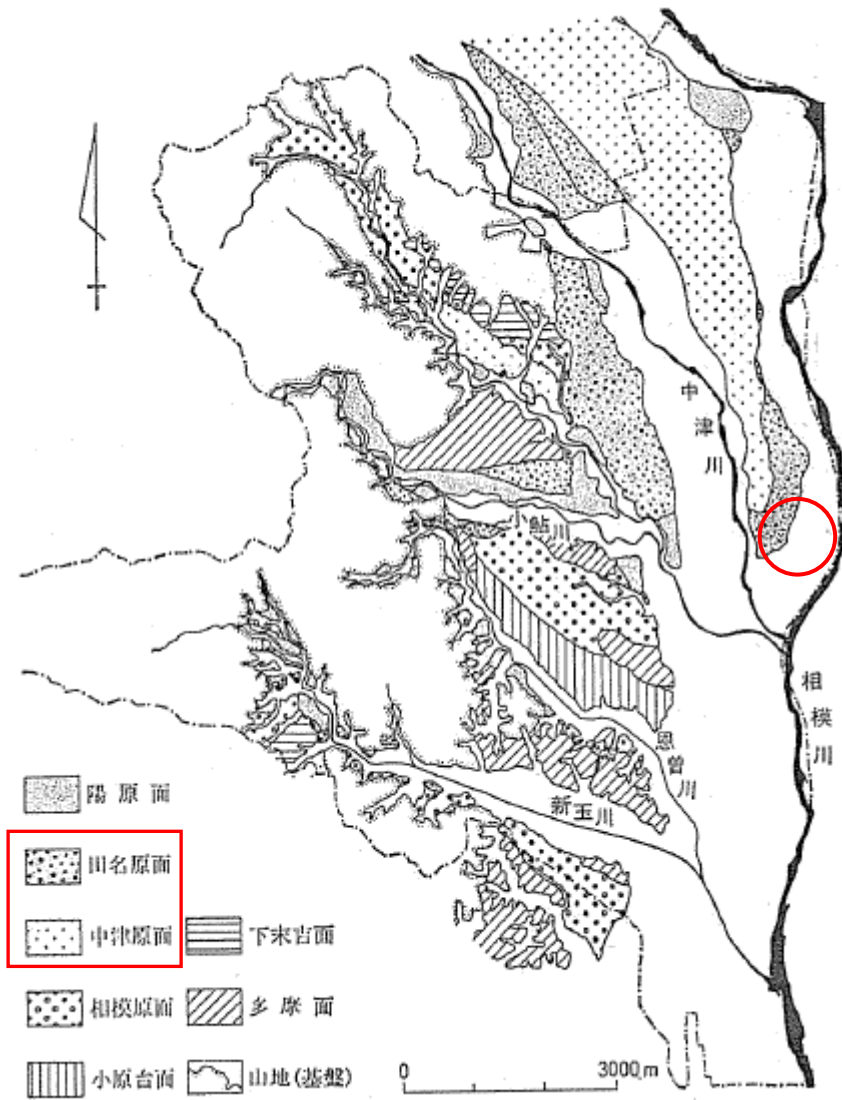


図-3.1.2 厚木市域の地形面分類図
 (厚木市：厚木市史 地形・地質編・原始編、P62、1985)

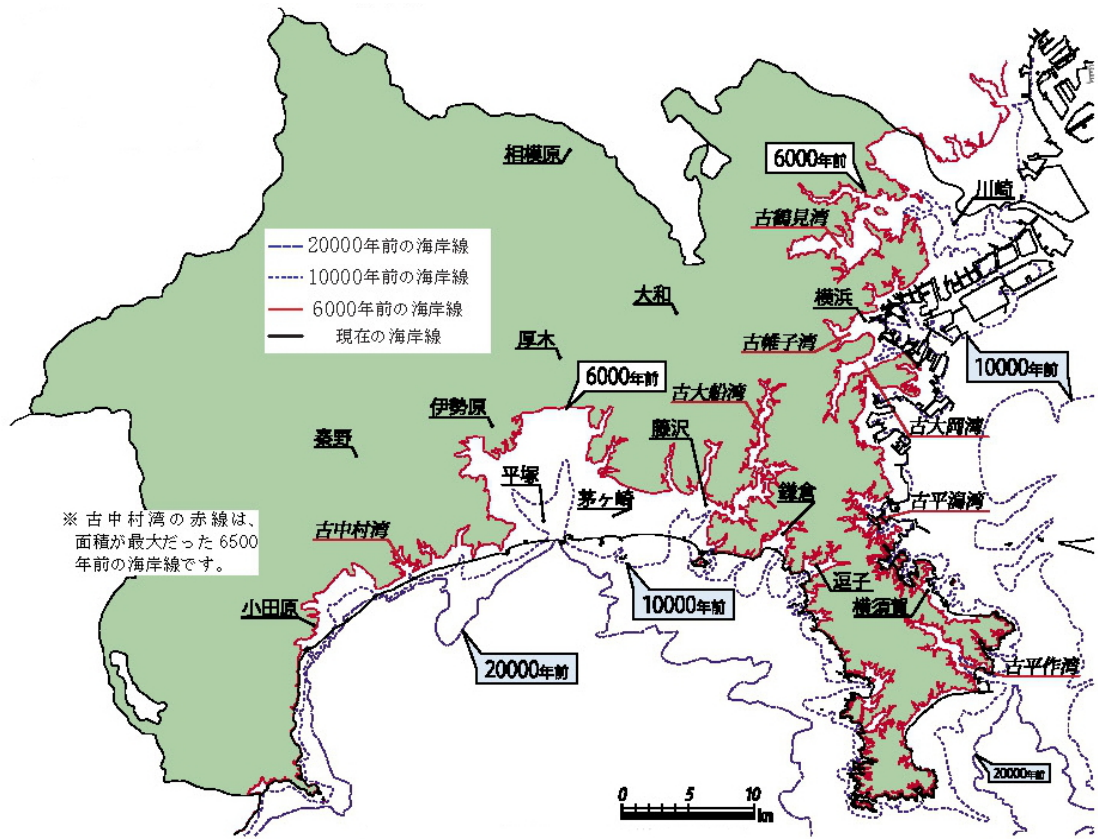


図-3.1.3 2万年前からの神奈川の海岸線変化
 (神奈川県生命の星・地球科学館：ワークテキスト1+2°Cの世界、P2、2004)

3.2 地質概要

(1) 調査地周辺の地質

神奈川県中西部の地質は、丹沢山地を構成する新第三紀中新統の丹沢層群、多摩丘陵を構成する新第三紀末鮮新世～第四紀更新世の中津層～上総層群等、相模原台地～相模平野にかけて分布する相模層群、新期段丘堆積物、沖積層などの第四紀層分布域に分けられる（図-3.2.1）。表-3.2.1には相模川流域の地質層序表を示す。図-3.2.2に相模川中流域の地質図を示す。調査地付近の表層堆積物は、砂利採取前は低湿地性堆積物が分布していたと想定される。

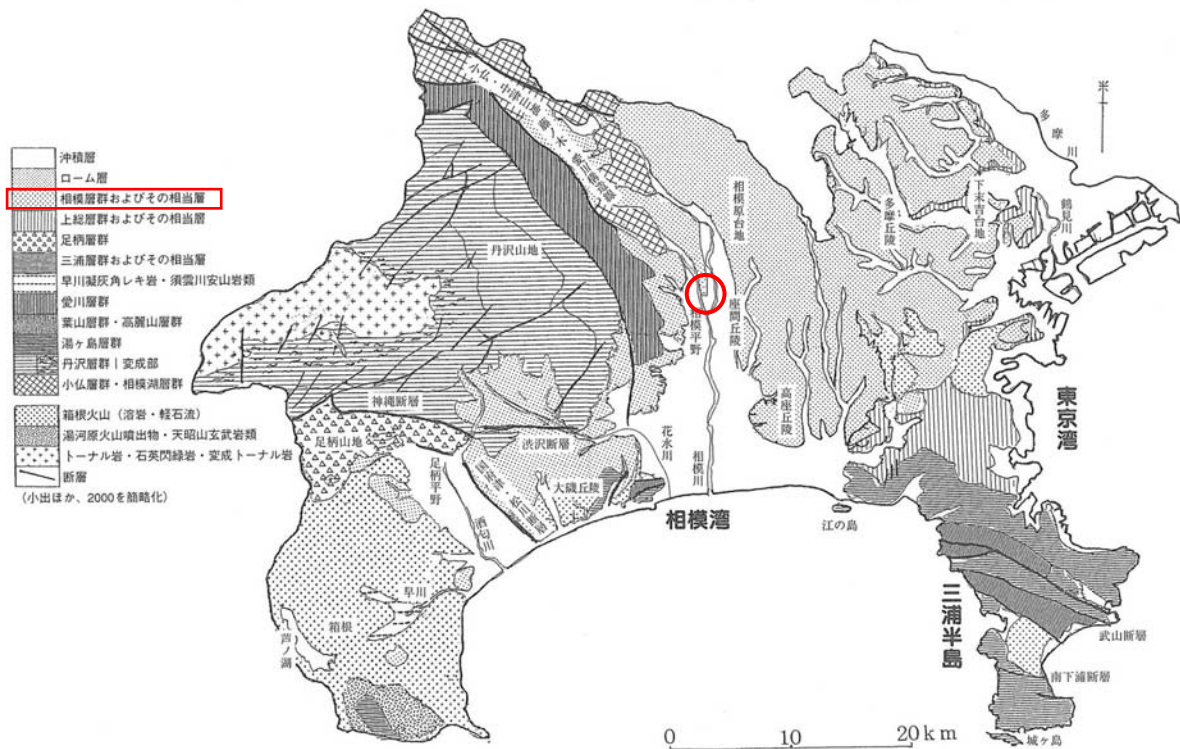


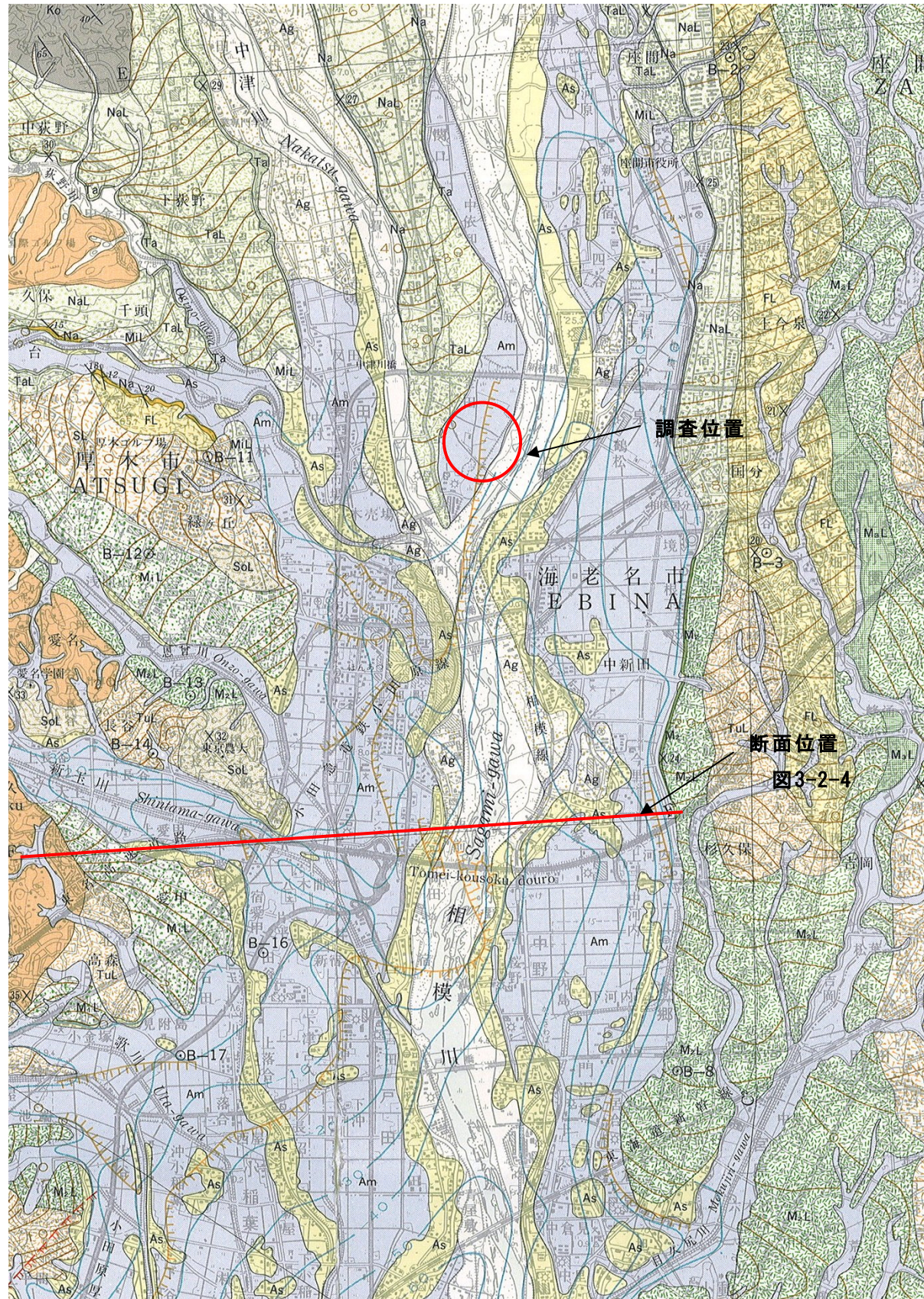
図-3.2.1 神奈川県の地質図

(神奈川の自然をたずねて編集委員会：神奈川の自然をたずねて、2003)

表-3.2.1 相模川流域の地質層序表

時代	地層名		岩層	層厚		
第四紀	更新世	沖積層	泥・砂・礫			
		新期段丘堆積層	陽原礫層	礫	降下火山灰(スコリヤ・ 軽石)および軽石流堆積物	
	田名原礫層		礫			
	中津原礫層		礫			
	台砂礫層		礫			
	相模野礫層		礫			
	善行礫層		礫			
	新世	相模層群	下末吉層	泥・砂・礫	降下火山灰(スコリヤ・ 軽石)および軽石流堆積物	
			土屋層	泥・砂・礫		
			七園峠層	砂・礫		
			早田層	シルト・砂		
			座間丘陵礫層	シルト・砂・礫		
			下庭層	シルト・砂・礫		
			大庭砂礫層	砂・礫		
屏風ガ浦層		シルトおよびスコリヤ質砂				
長沼層	シルト・砂および礫					
新第三紀	前期更新世	蔵取山層	礫岩・砂岩・安山岩熔岩・火山角礫岩			
		上総層群 (KS ₁) (KS ₂)	(KS ₁) シルト岩・砂岩互層 (KS ₂) 凝灰質粗粒砂岩			
		中津層	礫岩・泥質砂岩・砂質泥岩・シルト岩			
	中新世	愛川層群	中津峽層	安山岩凝灰岩・火山角礫岩・火山礫凝灰岩	礫岩・砂岩互層 泥岩・砂岩互層	
			中津峽層			泥岩・凝灰質泥岩・安山岩凝灰岩・凝灰質泥岩・デイサイト凝灰岩
			舟沢層			
		宮ヶ瀬層	安山岩火山礫凝灰岩・凝灰質泥岩・砂岩・デイサイト凝灰岩	200~400		
		新第三紀	丹沢層群	煤ヶ谷層	泥岩・砂岩互層・安山岩凝灰岩	200
				谷太郎層	安山岩火山礫凝灰岩・デイサイト~安山岩凝灰岩・泥岩・凝灰質泥岩	400
				大沢層	デイサイト粗粒~火山礫凝灰岩・凝灰角礫岩・安山岩凝灰岩~凝灰質礫岩	1,000
不動尻層	デイサイト粗粒~火山礫凝灰岩(泥岩)			900		
新第三紀	大山亜層群	唐沢川層	安山岩凝灰角礫岩~火山礫凝灰岩・安山岩溶岩	1,000+		
			玄武岩凝灰角礫岩~粗粒凝灰岩・デイサイト凝灰岩・泥岩・安山岩凝灰角礫岩			
白亜紀	小仏層群	頁岩・砂岩				

(地質調査所：地域地質研究報告 藤沢地域の地質、P11、1979)



現河床堆積物 Flood plain deposits	砂および礫 Sand and gravel	下末吉ローム層 Shimosueyoshi Loam	火山灰（軽石およびスコリア層を夾む） Volcanic ash (with pumice and scoria layers)
砂丘堆積物 Dune Sand	Ass 砂 Sand	下末吉層 Shimosueyoshi Formation	S 泥・砂・礫および火山灰（軽石およびスコリア層を夾む） Mud, sand, gravel and volcanic ash (with pumice and scoria layers)
低湿地堆積物 Back marsh deposits	Am 泥 Mud	土屋ローム層 Tsuchiya Loam	TuL 火山灰（軽石およびスコリア層を夾む） Volcanic ash (with pumice and scoria layers)
自然堤防堆積物 Natural levee deposits	As 砂 Sand	土屋層 Tsuchiya Formation	Tu 泥・砂・礫および火山灰 Mud, sand, gravel and volcanic ash
扇状地堆積物 Fan deposits	Ag 礫 Gravel	七国峠ローム層 Shichikunitoge Loam	ShL 火山灰（軽石およびスコリア層を夾む） Volcanic ash (with pumice and scoria layers)
立川ローム層上部 Upper Tachikawa Loam	MiL 火山灰（スコリア層を夾む） Volcanic ash (with scoria layers)	七国峠層 Shichikunitoge Formation	Sh 砂および礫（断面図のみに示す） Sand and gravel (shown only in profile)
立川ローム層中部 Middle Tachikawa Loam	TaL 火山灰（スコリア層を夾む） Volcanic ash (with scoria layers)	早田ローム層 Sōda Loam	SoL 火山灰（軽石およびスコリア層を夾む） Volcanic ash (with pumice and scoria layers)
田名原礫層 Tanahara Gravel	Ta 礫 Gravel	早田層 Sōda Formation	So シルト・砂および火山灰（軽石およびスコリア層を夾む） Silt, sand and volcanic ash (with pumice and scoria layers)
立川ローム層下部 Lower Tachikawa Loam	NaL 火山灰（スコリア層を夾む） Volcanic ash (with scoria layers)	藤沢ローム層 Fujisawa Loam	FL 火山灰（軽石およびスコリア層を夾む） Volcanic ash (with pumice and scoria layers)
中津原礫層 Nakatsuhara Gravel	Na 礫 Gravel	座間丘陵礫層 Zama-kyūryō Gravel	F シルト・砂および礫 Silt, sand and gravel
武蔵野ローム層上部 Upper Musashino Loam	M ₃ L 火山灰（軽石層を夾む） Volcanic ash (with pumice layers)	下庭ローム層 Shimoniwa Loam	SiL 火山灰（スコリア層を夾む） Volcanic ash (with scoria layers)
台砂礫層 Dai Gravel	M ₃ 礫および砂 Gravel and sand	下庭層 Shimoniwa Formation	Si シルト・砂および礫 Silt, sand and gravel
武蔵野ローム層中部 Middle Musashino Loam	M ₂ L 火山灰（軽石層を夾む） Volcanic ash (with pumice layers)	大庭砂礫層 Ōba Gravel	Zo 砂・礫および火山灰（スコリア層を夾む） Sand, gravel and volcanic ash (with scoria layers)
相模野礫層 Sagamino Gravel	M ₂ 礫 Gravel	長沼層 Naganuma Formation	Na シルト・砂および礫 Silt, sand and gravel
武蔵野ローム層下部 Lower Musashino Loam	M ₁ L 火山灰（軽石層を夾む） Volcanic ash (with pumice layers)		
善行礫層 Zengyō Gravel	M ₁ 礫 Gravel		

図-3.2.2 相模川中流域の地質図
 (地質調査所：地域地質研究報告 藤沢地域の地質、1979)

(2) 調査地周辺の地下水

調査地付近の沖積層の地下水は自由面状態、洪積層中のものは被圧状態にある。水位は全般に高く、水質は良好である。図-3.2.3に調査地付近の水理地質図を示す。

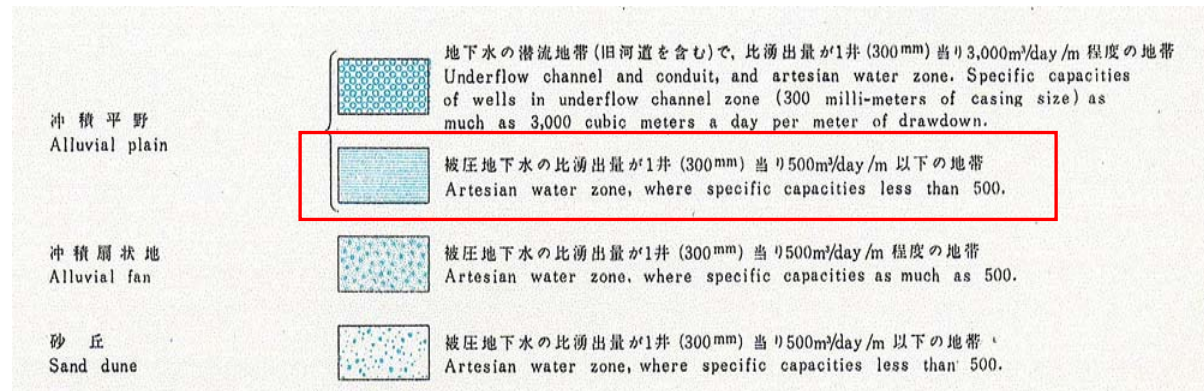


図-3.2.3 調査地付近の水理地質図
(地質調査所：日本水理地質図9、1965)

(3) 調査地の地質

調査地の基盤となる地質は、更新世の相模層群である。基盤の上位には新期段丘堆積物の中津原礫層と新期ローム層が堆積している。本調査地では砂礫層しか確認されていないが、隣接する厚木市環境センターでは礫層の上に凝灰質シルトと腐植土が確認されている。低地部は扇状地性の砂礫層、自然堤防を構成する砂質土、低湿地性堆積物の粘性土が分布する。図-3.2.4に調査地付近の東西方向の断面図を示す。断面位置は図-3.2.2に示す。

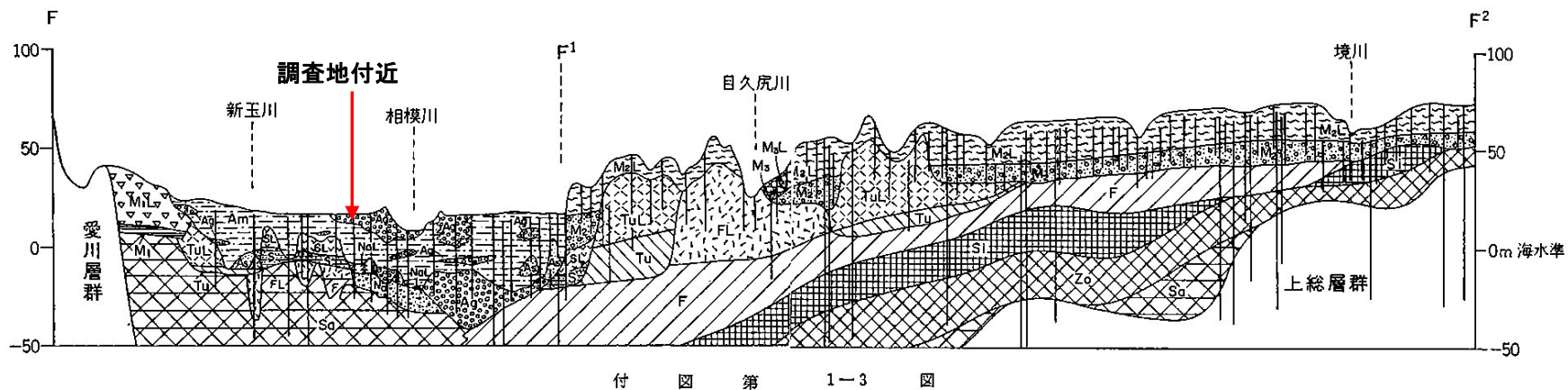


図-3.2.4 調査地付近の東西地質模式断面図

(地質調査所：地域地質研究報告 藤沢地域の地質、1979)

4. 調査結果

4.1 ボーリング調査結果

本調査のボーリング結果にもとづく地質層序を表-4.1.1に示した。

また、図-4.1.1に想定地質断面位置図を、図-4.1.2に想定地質断面図を示す。

今回の調査で確認された地層は、上位より埋土層（礫質土・粘性土）、沖積砂礫層、洪積粘性土、洪積砂礫層の計4層である。

次頁以降に層毎の特徴を述べる。

表-4.1.1 調査地の地質層序

地質時代	地層名	土質名	記号	本調査で確認されたN値	記事
第四紀	埋土	礫質土	F	4-14 (6.8)	本調査では砂礫からなり、所々粘性土を混入する。 φ2mm～50mm程度の垂円礫が主体であり、マトリックスは細砂である。所により礫やコンクリートガラに当たりN値50以上を示すところがある。 B-1地点では玉石を混入する。
		粘性土		1	
	沖積砂礫層	砂礫	Ag	12-50以上 (37.8)	本調査では砂礫からなり、φ2mm～40mm程度の垂円礫が主体であり、マトリックスは細砂である。 不均一で含水量は多い。
	洪積砂礫層	粘性土	Dc	4-5 (4.6)	本調査ではシルトで均質である。 上部は砂質シルトを状を呈し、細礫を点在する。 下部は火山灰質である。
砂・砂礫		Dg	27-50以上 (46.2)	本調査では砂礫からなり、B-1地点では玉石を混入する。φ2mm～40mm程度の垂円礫が主体であり、マトリックスは細砂である。 含水量は多い。	

※N値の最大値は50とする

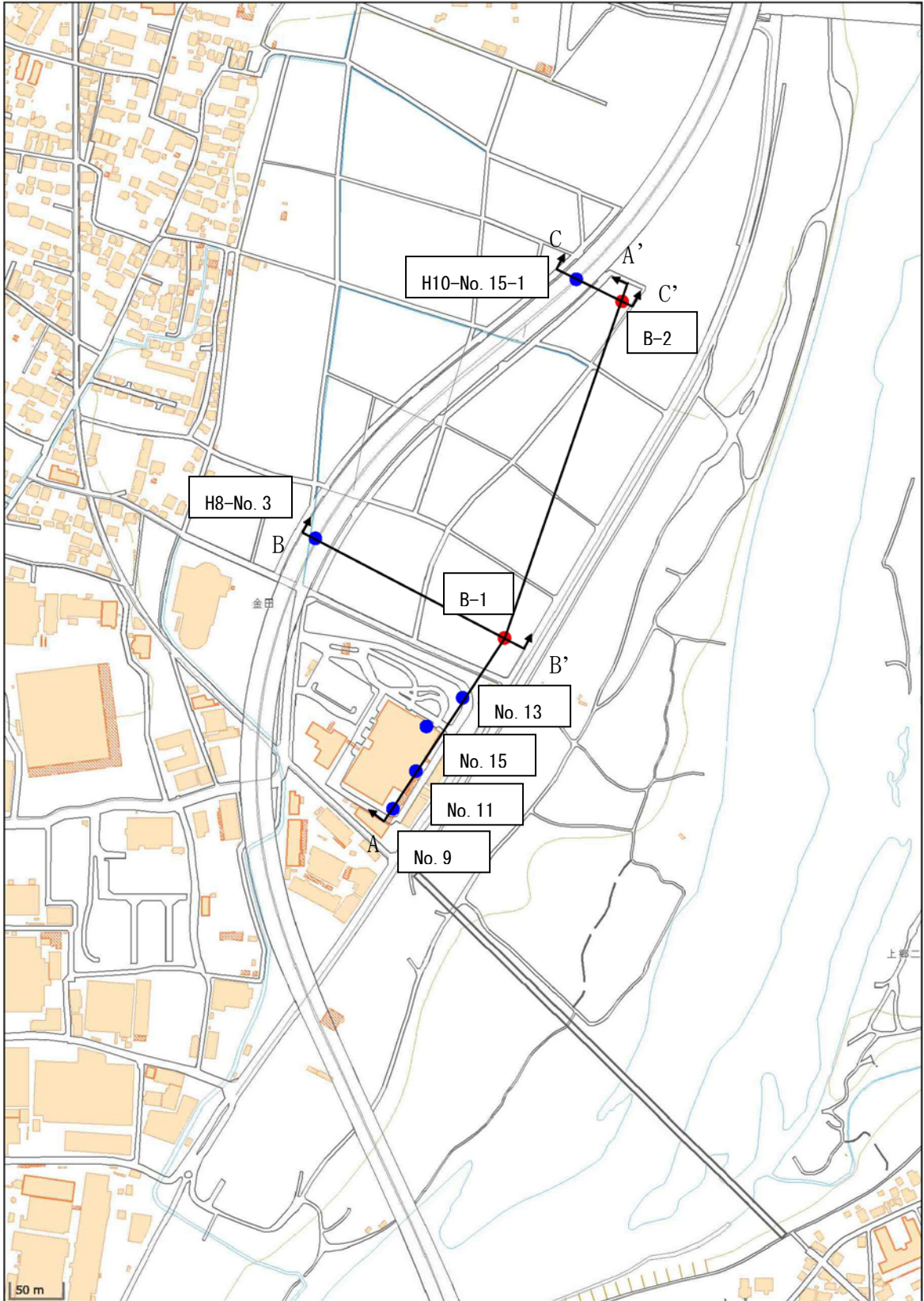
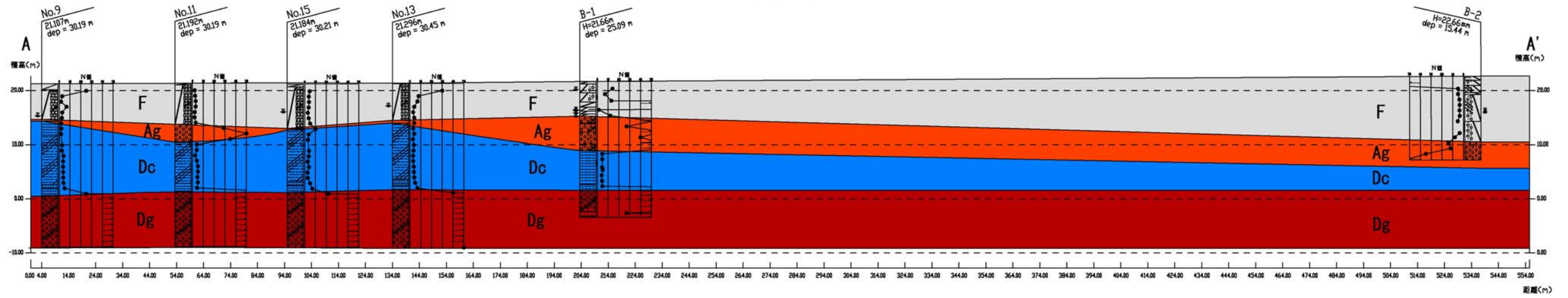
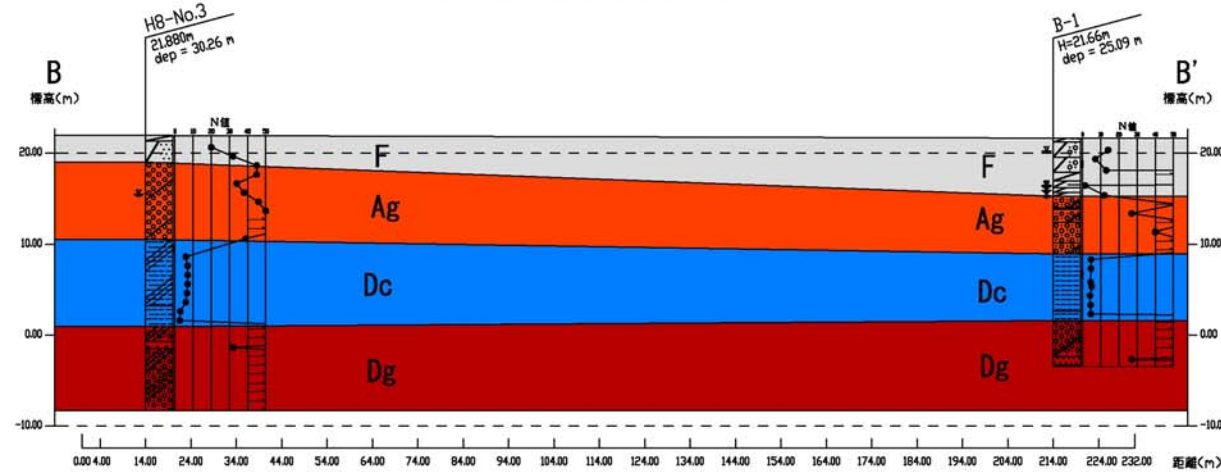


図-4.1.1 想定地質断面位置図

A-A' 地質想定断面图



B-B' 地質想定断面图



C-C' 地質想定断面图

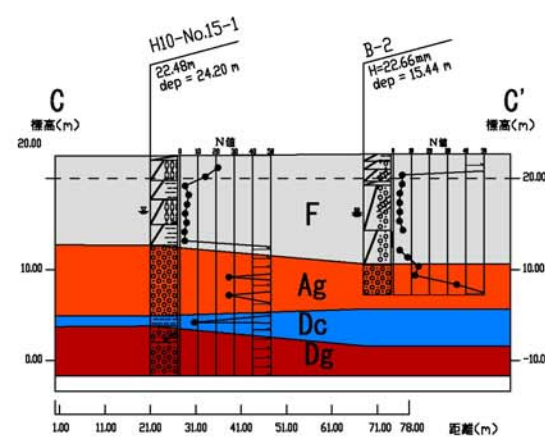


图-4.1.2 地質想定断面图 (non scale)

(1)各層の特徴

各層の特徴について以下に述べる。

・埋土層 (F)

主に本調査では砂礫からなり、所々粘性土を混入する。φ2mm～50mm 程度の亜円礫が主体でありマトリックスは細砂である。所により礫やコンクリートガラに当たり N 値 50 以上を示すところがある。また火山灰質粘土も混入する。



B-2 孔の標準貫入試験試料写真 (GL-3.15～3.45m) 火山灰質粘土



B-2 孔の標準貫入試験試料写真 (GL-6.15～6.47m) 粘土質砂礫

・沖積砂礫層 (Ag)

主に砂礫からなり、φ2mm～40mm 程度の亜円礫が主体でありマトリックスは細砂である。粒径は不均一で含水量は多い。



B-1 孔の標準貫入試験試料写真 (GL-7.15～7.45m) 砂礫

・洪積粘性土 (Dc)

主に均質なシルトである。上部は砂質シルト状をなし、細礫を点在する。下部は火山灰質である。



B-1 孔の標準貫入試験試料写真 (GL-17.15~17.45m) シルト

・洪積砂礫層 (Dg)

主に砂礫からなり、2mm~40mm 程度の亜円礫が主体でありマトリックスは細砂である。粒径は不均一で含水量は多い。全体に玉石を混入する。

B-1 地点の G. L. -24.0m~24.9m の間、細砂である。



B-1 孔の標準貫入試験試料写真 (GL-24.15~24.45m) 細砂

(2) 孔内水位

各孔の掘進中の孔内水位の変化を図-4.1.3～図-4.1.4に示す。自然水位を確認するまでは無水掘りで掘削した。

B-1は無水掘りで自然水位 GL-6.35m を確認した。その後の掘進中はケーシング内に孔内水が溜まっていたため水位が浅かったが、観測井戸設置後は GL-5.78m となった。

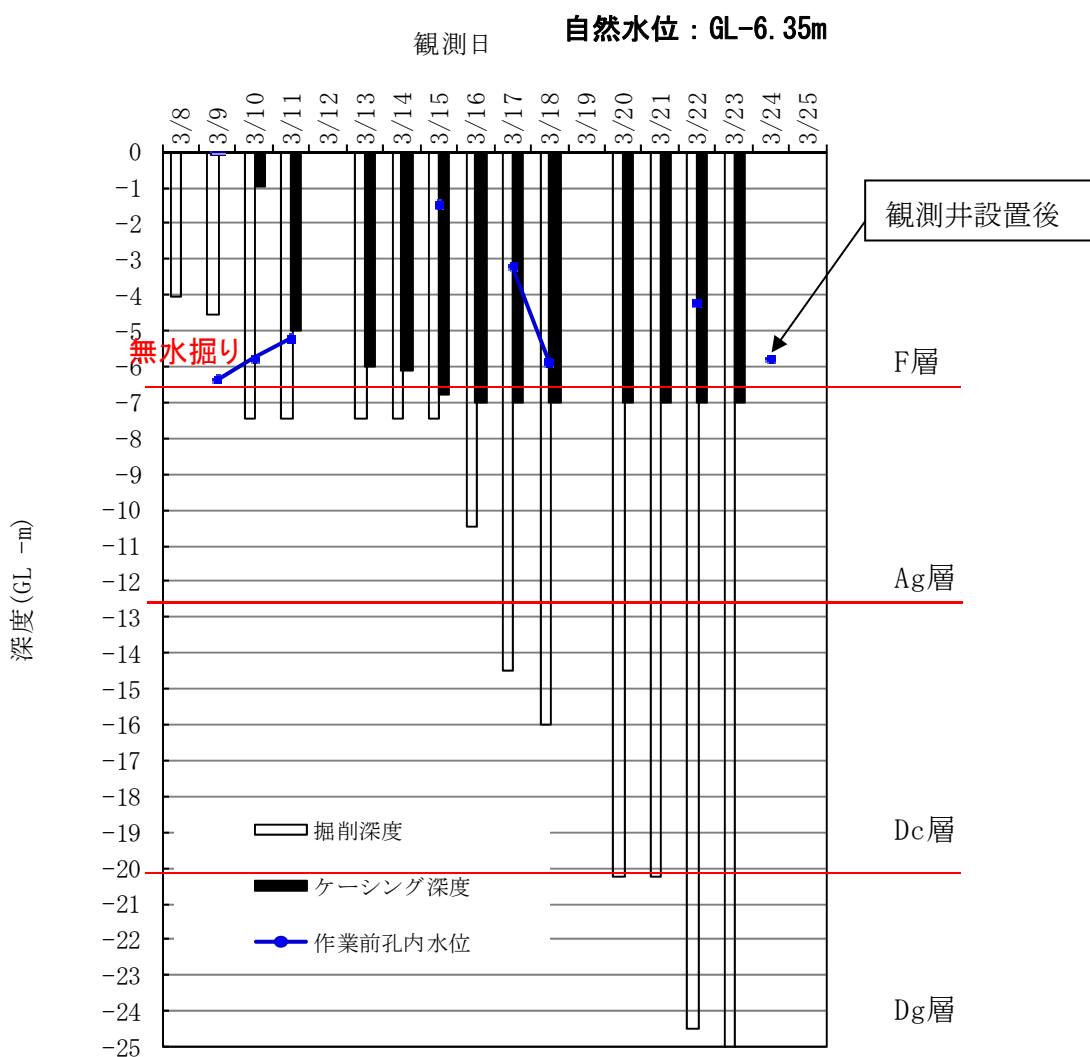


図-4.1.3 B-1の掘削中の孔内水位の変化

B-2は無水掘りで自然水位 GL-6.73m を確認した。2/28 はケーシング内に孔内水が溜まっていたため水位が浅かったが、現場透水試験後の平衡水位は GL-6.39m、観測井戸設置後は GL-6.634m となった。

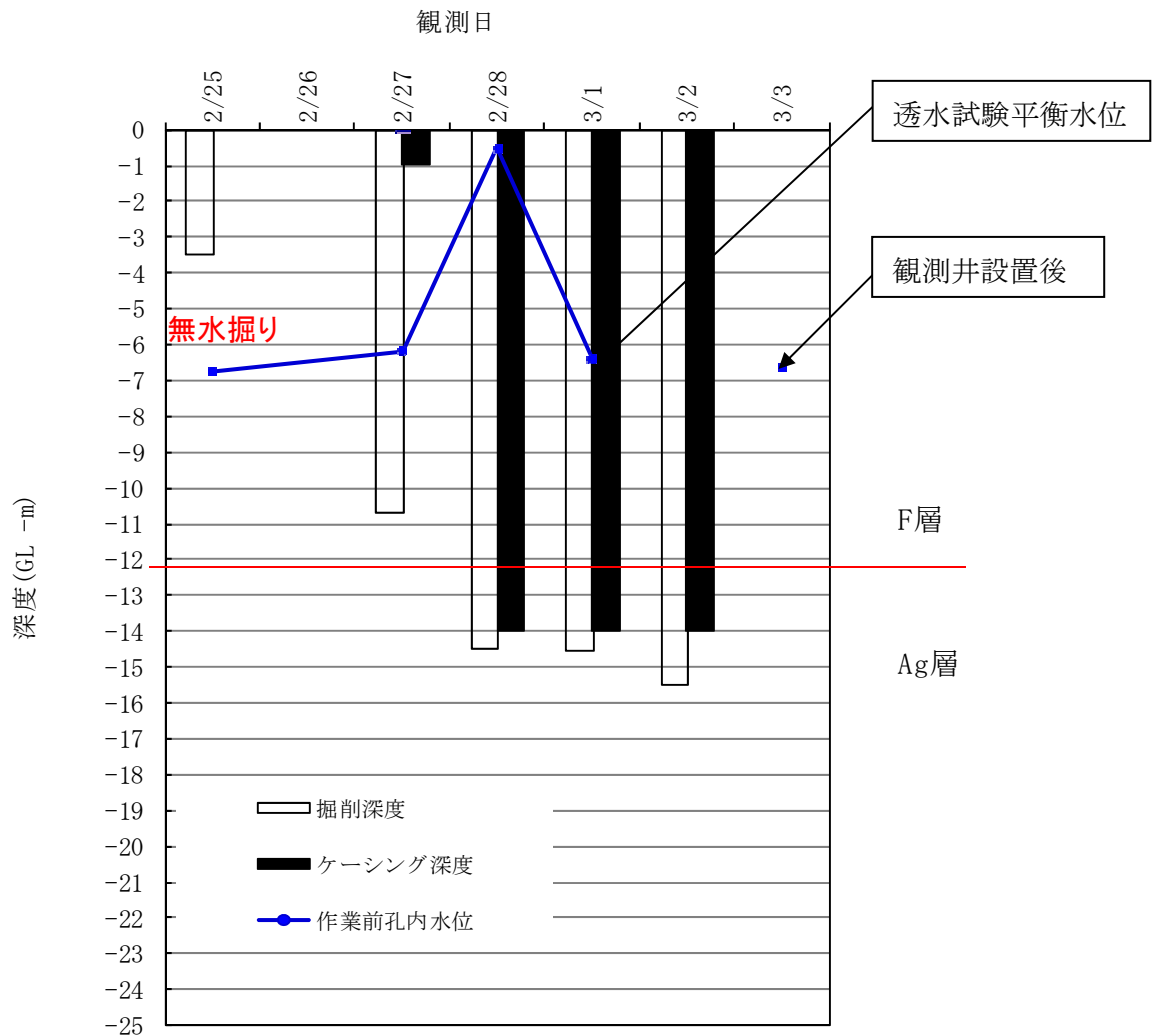


図-4.1.4 B-2 の掘削中の孔内水位の変化

4.2 標準貫入試験結果

標準貫入試験は、サンプリング位置を除き深度 1m 毎を基本に実施した。異常値と思われる N 値は除外した。

表-4.2.1 に各層の N 値範囲と平均値を、表-4.2.2 に N 値を整理したものを示す。また、各層の N 値の頻度分布（ヒストグラム）を図-4.2.1～図-4.2.5 に示す。

表-4.2.1 標準貫入試験結果

	記号	最大値	最小値	平均値	データ数	標準偏差
埋土（礫質土）	F	14	4	6.8	13	3.59
埋土（粘性土）	F	1		-	1	0.00
沖積砂礫層	Ag	50以上	12	37.8	10	14.51
洪積粘性土層	Dc	5	4	4.6	7	0.49
洪積粘砂礫層	Dg	50以上	27	46.2	6	8.57

粘性土の相対稠度（コンシステンシー）および砂の相対密度については、 N 値を基にして、表-4.2.2 および表-4.2.3 により判断して巻末の土質柱状図に併記した。

表-4.2.2 N値の整理

孔番	深度(m)	F(礫質土)	F(粘性土)	Ag	Dc	Dg	除外値
B-1	1	14					
	2	7					
	3	13					
	4						50コンクリートガラ
	5		1				
	6	12					
	7				50		
	8				27		
	9				50		
	10				40		
	11				50		
	12				50		
	13					5	
	14					5	
	15					4	
	16					5	
	17					4	
	18					4	
	19					5	
	20						50
	21						50
	22						50
	23						50
	24						27
	25						50
B-2	1						50礫当たり
	2	5					
	3	5					
	4	4					
	5	4					
	6	4					
	7	4					
	8	5					
	9						
	10	4					
	11	8					
	12				14		
	13				12		
	14				35		
	15				50		
最大値		14	1	50	5	50	
最小値		4	1	12	4	27	
平均値		6.8	1.0	37.8	4.6	46.2	
データ数		13	1	10	7	6	
標準偏差		3.59	0.00	14.51	0.49	8.57	

・埋土層 (F) 砂礫層

図-4.2.1 に本層の N 値のヒストグラムを示す。 N 値は 4~14 を示し、平均 N 値は 6.8 を示す。相対密度は「緩い」に相当する。

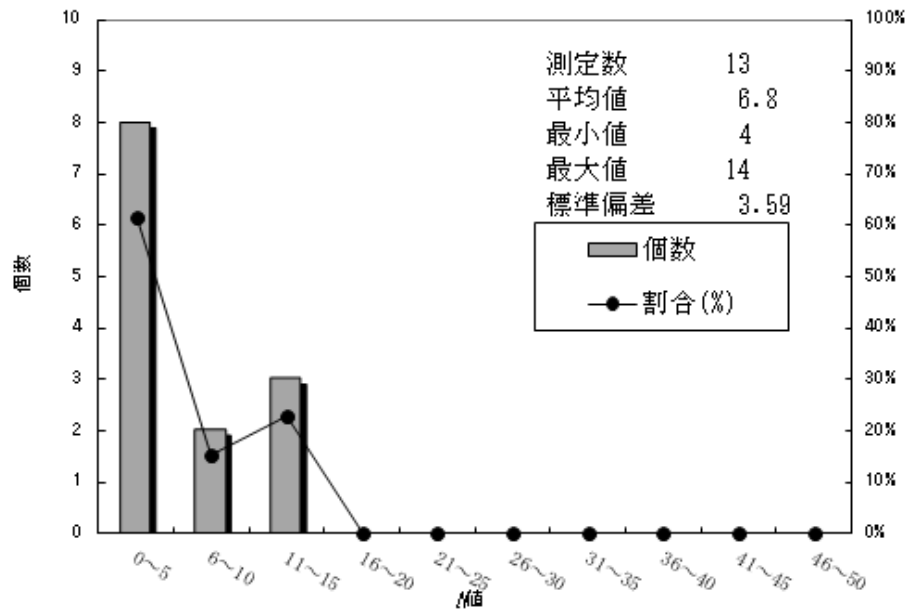


図-4.2.1 F層 (砂礫土) の N 値ヒストグラム

・埋土層 (F) 粘性土

図-4.2.2 に本層の N 値のヒストグラムを示す。 N 値は 1 を示し、コンシステンシーは「非常に軟らかい」に相当する。

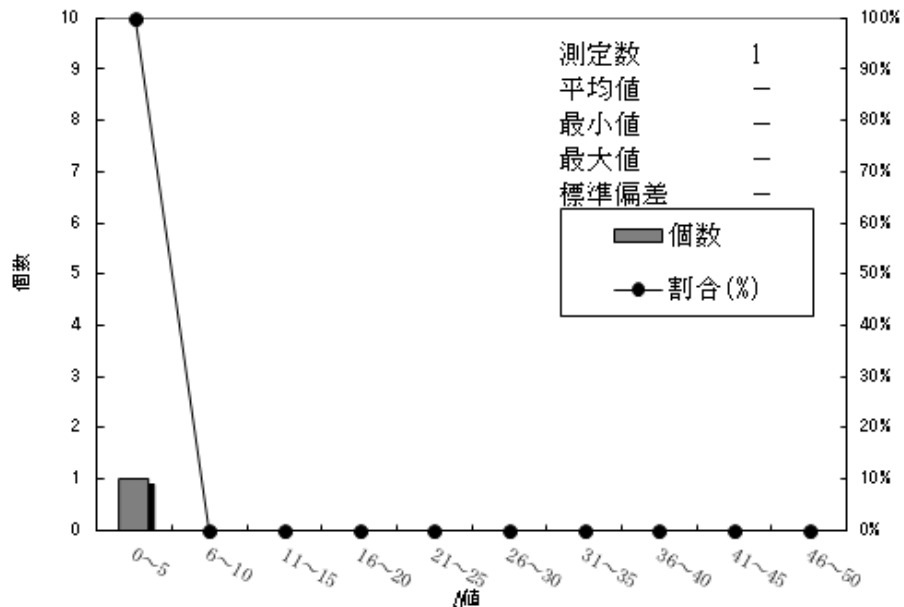


図-4.2.2 F層 (粘性土) の N 値ヒストグラム

・沖積砂礫層 (Ag)

図-4.2.3 に本層の N 値のヒストグラムを示す。 N 値は 12~50 以上を示し、平均 N 値は 37.8 を示す。相対密度は「密な」に相当する。

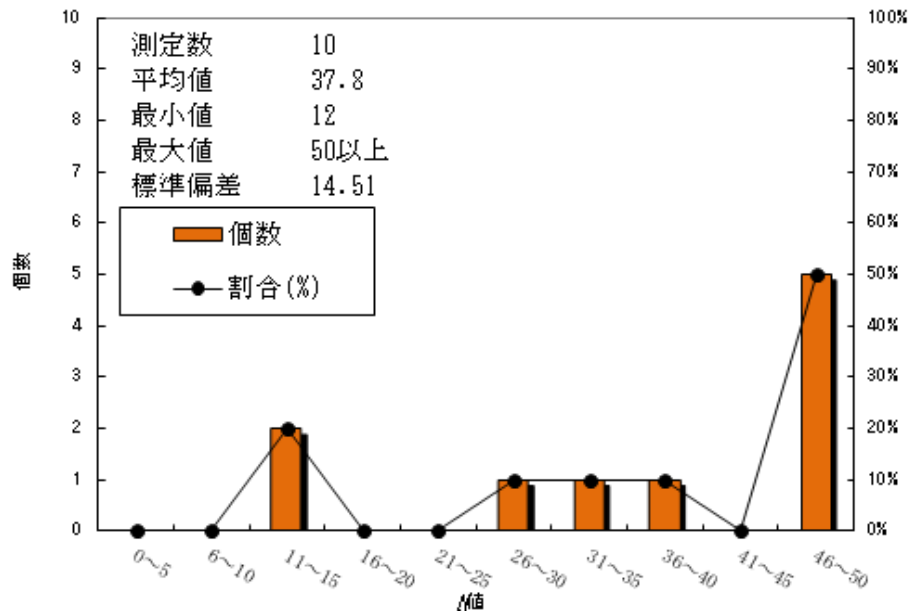


図-4.2.3 Ag 層の N 値ヒストグラム

・洪積粘性土層 (Dc)

図-4.2.4 に本層の N 値のヒストグラムを示す。 N 値は 4~5 を示し、平均 N 値は 4.6 を示す、コンシステンシーは「軟らかい~中位」に相当する。

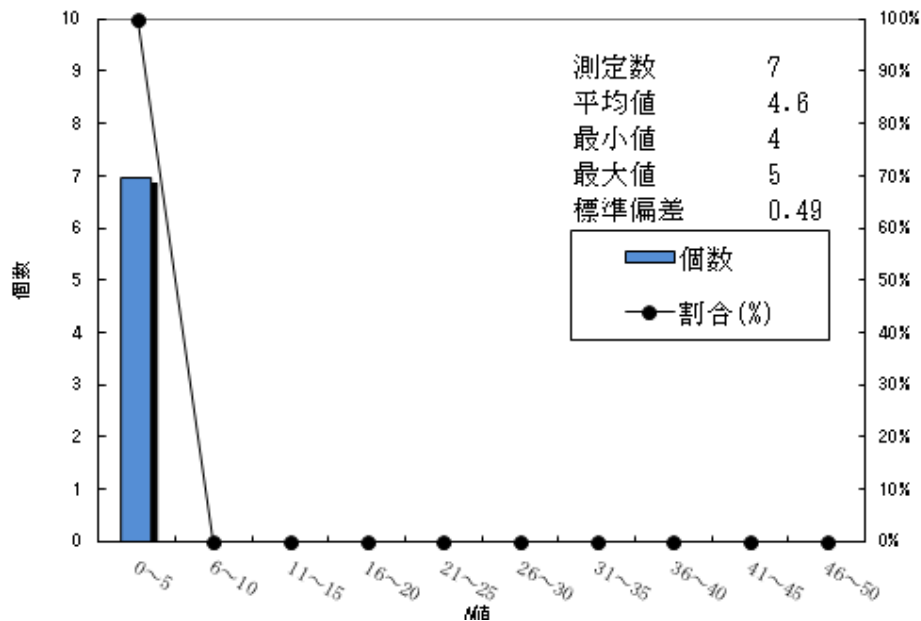


図-4.2.4 Dc 層の N 値ヒストグラム

・洪積砂礫層 (Dg)

図-4.2.5 に本層の N 値のヒストグラムを示す。 N 値は 27~50 以上を示し、平均 N 値は 46.2 を示す、相対密度は「非常に密な」に相当する。

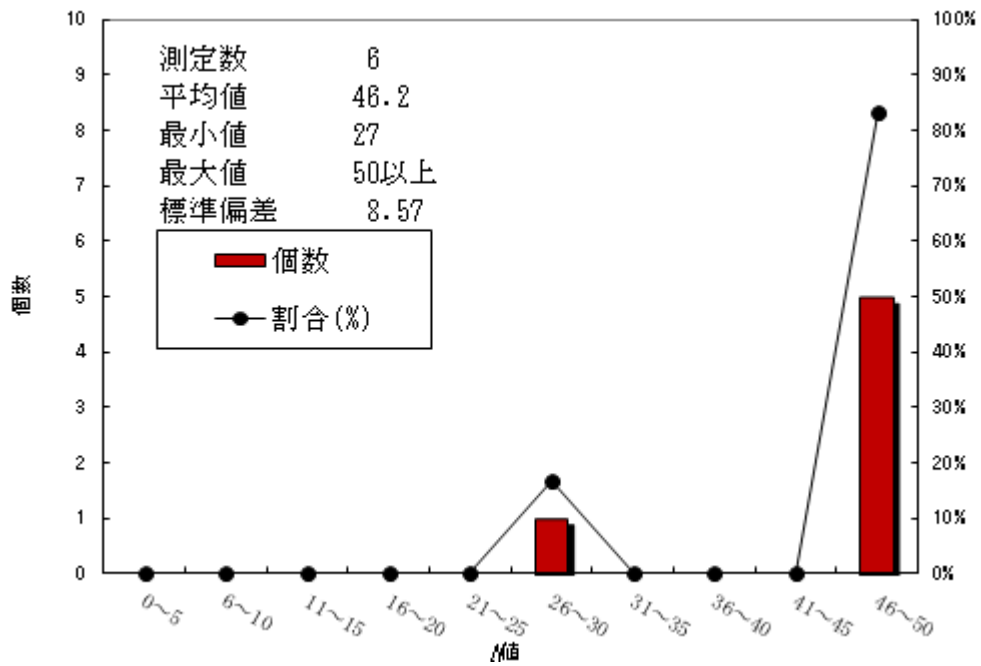


図-4.2.5 Dg 層の N 値ヒストグラム

表-4.2.2 粘性土のコンシステンシーと N 値との関係表 (Terzaghi による)

コンシステンシー	非常に軟らかい	軟らかい	中位	硬い	非常に硬い	固結した
N 値	2 以下	2~4	4~8	8~15	15~30	30 以上
q_u (kN/m ²) {kgf/cm ² }	24.5 以下 {0.25 以下}	24.5~49.1 {0.25~0.5}	49.1~98.1 {0.5~1.0}	98.1~196.2 {1.0~2.0}	196.2~392.4 {2.0~4.0}	392.4 以上 {4.0 以上}

(地盤工学会、地盤調査の方法と解説、P267、2004 に一部加筆)

表-4.2.3 砂の相対密度、内部摩擦角と N 値との関係表 (Peck、Meyerhof)

N 値	相対密度 (Relative Density)		内部摩擦角 ϕ (°)		
	$D_r = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}}$		Peck による	Meyerhof による	
0~4	非常に緩い	(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

(地盤工学会、地盤調査の方法と解説、P264、2004)

4.3 孔内水平載荷試験結果

孔内水平載荷試験は地盤の原位置における地盤反力係数（K 値）および変形係数（E）を求めるために行った。試験結果は次のように模式化される。

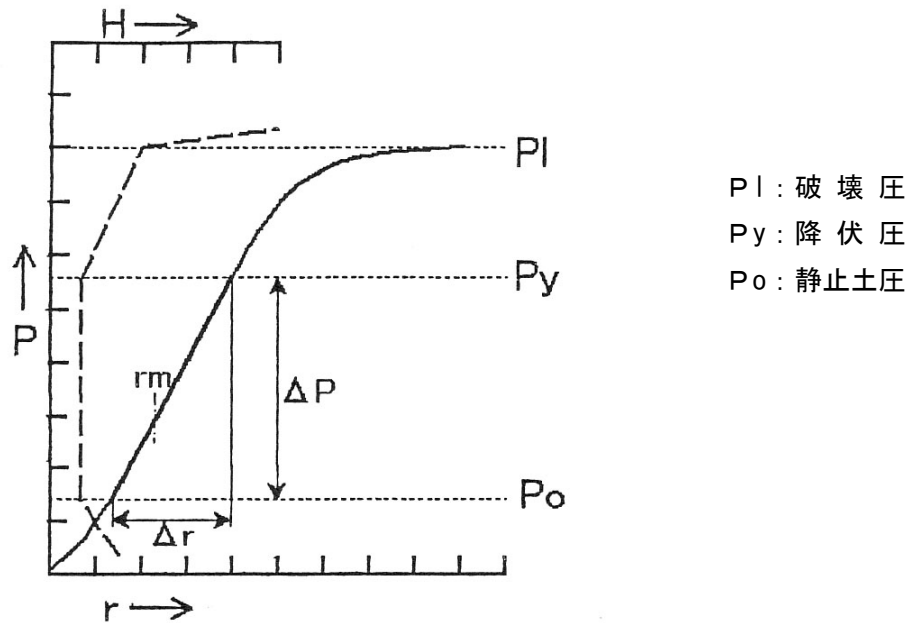


図-4.3.1 孔内水平載荷試験模式図

孔内水平載荷試験では、荷重（P）と変位（r）の関係において、 $P_0 \sim P_y$ 間を弾性域と見なすが、この区間は各荷重段階のクリープ変位（H）が最も小さい区間と一致する。

$P_0 \sim P_y$ の荷重、変位の増分より、地盤反力係数（k）は $k = \Delta P / \Delta r$ として表せるが、これより変形係数は次式によって求められる。

$$E = (1 + \nu) \cdot r_m \cdot k \quad \dots \text{式-4.3.1}$$

ここに、

- E : 変形係数 (MN/m^2)
- ν : ポアソン比 (平均的に 0.3 と仮定する)
- r_m : 平均変位量 (cm)
- k : 地盤反力係数 (MN/m^3)

孔内水平載荷試験の試験結果一覧表を表-4.3.1に示す。一般に N 値と孔内水平載荷試験による変形係数との間には、図-4.3.2に示すような「 $E=670 \times N^{0.986}$ (kN/m²)」の関係が近似的に成立するとされている。図-4.3.2には、本調査における結果もプロットした。F層及びDc層の試験結果は、値のばらつきの範囲に位置する。

表-4.3.1 孔内水平載荷試験結果一覧表 (LLT)

地点番号	試験深度 (GL- m)	記号	層相	M値	降伏応力 Py (kN/m ²)	地盤反力係数 K (kN/m ²)	変形係数 E (kN/m ²)
B-1	5.75	F	埋土(玉石混じり砂礫)	1	60.39	9847	655
B-1	14.00	Dc	シルト	5	255.82	50120	2954

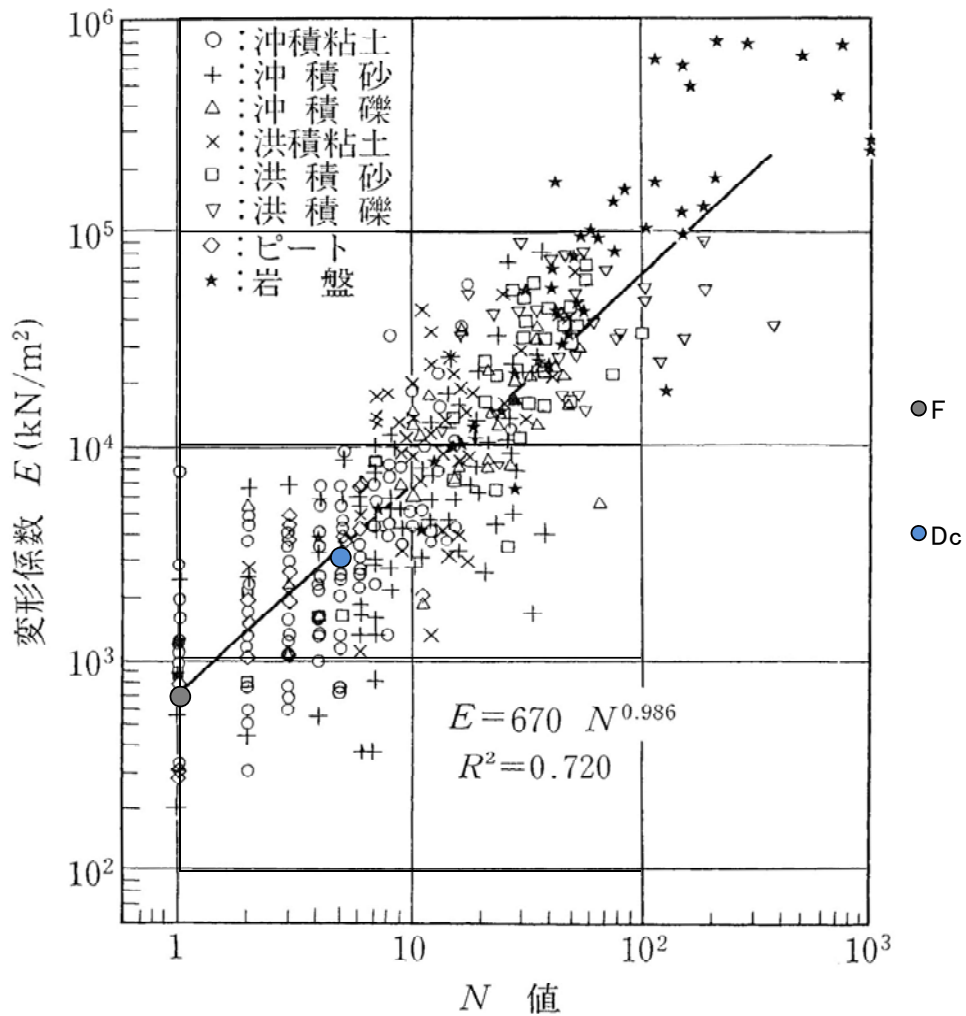


図-4.3.2 孔内水平載荷試験の変形係数と N 値の関係

(地盤工学会、地盤調査の方法と解説、P687、2013 に一部加筆)

4.4 現場透水試験結果

現場透水試験は、観測井を設置する砂礫層を対象に実施した。B-1 については孔壁に崩壊性があったため、観測井を設置してから現場透水試験を実施した。現場透水試験 (JGS1312、JGS1314) は、観測井を用いて試験を行うことも想定されており、スクリーンの開孔率は10%以上が望ましいとされている。本調査でも、観測井のスクリーンの開孔率は10%とした。

B-1 については、水位の回復が早く回復法で実施することが困難なことから、注水法で実施した。

測定結果の詳細は、巻末の試験データに示した。試験結果を一覧として表-4.4.1 にまとめる。

表-4.4.1 現場透水試験結果

地点番号	試験深度 (GL- m)	記号	層相	試験方法	透水係数 k (m/s)	平衡水位 GL- m
B-1	20.50~ 25.00	Dg	玉石混じり砂礫 ~細砂	注水法	3.08×10^{-6}	5.725
B-2	14.00~ 14.50	Ag	砂礫	回復法	2.54×10^{-4}	6.390

B-1 の Dg 層については 3.08×10^{-6} m/s、B-2 の Ag 層については 2.54×10^{-4} m/s という結果が得られた。注水法による結果は一般に回復法による結果より小さい傾向があり、試験区間の目詰まりの影響と考えられている。本調査結果でも B-1 の注水法で実施したものは、同じ地層ではないが B-2 よりも小さい値が得られた。水位の回復が早く回復法で実施することが困難だったことを考慮すると、B-1 の Dg 層の透水係数は、試験結果よりも高い可能性がある。

表-4.4.2 土質と透水係数の関係

透水性	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	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 [SF] [S-F] [M]					砂および礫 [GW] [GP] [SW] [SP] [G-M]	清浄な礫 [GW] [GP]			
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					

(地盤工学会、地盤調査の方法と解説、P488、2013)

4.5 室内土質試験結果

(1) 試験結果一覧

室内土質試験は、採取した試料の物理的・力学的性質を明らかにするために、サンプルリングにより採取した乱れの少ない試料を用いて実施した。

各試験結果を一覧としてまとめたものを表-4.5.1に示す。

表-4.5.1 試験結果一覧表

調査地点		B-1	B-1	B-2	
試料番号		1-T-1	1-D-1	2-T-1	
地盤高 T.P. m		21.66	21.66	22.66	
採取位置	G.L.- m	上端	2.50	14.5	8.50
		下端	3.25	15.45	10.20
	T.P. m	上端	19.16	7.16	14.16
		下端	18.41	6.21	12.46
中心深度 G.L.- m		2.88	14.98	9.35	
中心標高 T.P. m		18.79	6.69	13.31	
記号		F	Dc	F	
一般	湿潤密度 ρ_t g/cm ³	1.963	1.703	1.917	
	乾燥密度 ρ_d g/cm ³	1.604	1.135	1.620	
	土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	2.771	2.714	2.722	
	自然含水比 w_n %	22.4	50.1	18.3	
	間隙比 e	0.728	1.391	0.680	
	飽和度 S_r %	85.3	97.8	73.3	
粒度	礫分 G %	49.3	0.0	35.8	
	砂分 S %	24.4	0.6	34.2	
	シルト分 M %	14.0	32.1	17.2	
	粘土分 C %	12.3	67.3	12.8	
	最大粒径 D_{max} mm	37.5	0.250	19	
	均等係数 U_c	4094.00	-	627.59	
コンシステンシー	液性限界 w_L %	38.4	61.5	NP	
	塑性限界 w_P %	23.1	33.7	NP	
	塑性指数 I_P	15.3	27.8	-	
分類	地盤材料の分類名	細粒分質砂質礫	シルト (高液性限界)	細粒分質砂質礫	
	分類記号	(GFS)	(MH)	(GFS)	
圧密	試験方法	段階載荷	段階載荷		
	圧縮指数 C_c	0.169	0.425		
	圧密降伏応力 P_c kN/m ²	536.1	276.0		
せん断	試験条件		UU	UU	UU
	全応力	c kN/m ²	30.1	62.6	20.5
		ϕ °	8.04	1.32	26.2

以下に、試験結果についてまとめる。

<物理試験結果>

1) 湿潤密度 ρ_t (g/cm³)

湿潤密度は、土の基本的性質を示す指標の一つであり、その値の大きいことは、一般に地盤が堅固で良く締まっていることを意味し、逆に小さいことは軟弱で緩い地盤であることを意味している。

湿潤密度試験結果を表-4.5.2に示す。

表-4.5.2 湿潤密度試験結果

地点番号	深度(GL- m)	地盤材料の分類名	記号	湿潤密度 ρ_t g/cm ³	湿潤密度平均 ρ_t g/cm ³
B-1	2.50~3.25m	細粒分質砂質礫	F	1.963	1.940
B-2	8.50~10.20m	細粒分質砂質礫	F	1.917	
B-1	14.50~15.45m	シルト (高液性限界)	Dc	1.703	1.703

表-4.5.3に我が国における土の湿潤密度のおおよその範囲を示す。洪積粘性土はおおよその範囲内を示した。埋土については礫を含むことからやや大きい値となっている。

表-4.5.3 土の湿潤密度のおおよその範囲

	沖積層		洪積層	関 東 ローム	高有機 質 土
	粘性土	砂質土	粘性土		
湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	1.2~1.8	1.6~2.0	1.6~2.0	1.2~1.5	0.8~1.3
乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	0.5~1.4	1.2~1.8	1.1~1.6	0.6~0.7	0.1~0.6
含水比 W(%)	30~150	10~30	20~40	80~180	80~1200

(地盤工学会、地盤材料試験の方法と解説、P181、2009)

2) 土粒子の密度 ρ_s (g/cm³)

土粒子の密度は、土の固体部分の単位体積当たりの平均質量である。土の鉱物組成によってその値は異なり、密度の高い金属鉱物などを多く含んでいる土ほど高く、有機物を含む土は逆に低い値を示す。土粒子の密度のみで土の特性を表すことはほとんどないが、土の基本的な性質を表すために他の物性値と併せて用いることが多く、土の状態を評価する場合の基礎となる。無機質土の土粒子の密度は、一般に 2.60~2.75 (g/cm³) の値を示し、土を構成している鉱物のほとんどが 2.7 (g/cm³) 付近の密度を示している。

土粒子の密度試験結果を表-4.5.4 に示す。

表-4.5.4 土粒子の密度試験結果

地点番号	深度 (GL- m)	地盤材料の分類名	記号	土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	土粒子の密度 平均 ρ_s g/cm ³
B-1	2.50~3.25m	細粒分質砂質礫	F	2.771	2.736
B-2	8.50~10.20m	細粒分質砂質礫	F	2.722	
B-1	14.50~15.45m	シルト (高液性限界)	Dc	2.714	2.714

参考として、表-4.5.5 に土粒子の密度の測定例及び土を構成する主な鉱物の密度を示す。本調査結果は概ね $\rho_s = 2.7$ g/cm³ 程度を示し、表-4.5.5 に示す一般的な土粒子の密度の値と同等の結果を得た。

表-4.5.5 土粒子の密度の測定例と土を構成する主な鉱物の密度

鉱物名	密度 ρ_s (g/cm ³)	鉱物名	密度 ρ_s (g/cm ³)
石英	2.6~2.7	豊浦砂	2.64
長石	2.5~2.8	沖積砂質土	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

(地盤工学会、地盤材料試験の方法と解説、P101、2009)

3) 自然含水比 W_n (%)

土の含水比は、土塊を構成している土粒子・水・空気の三要素のうち水と土粒子の質量比を百分率で表したものである。土が自然状態のまま保持している含水量を自然含水比 W_n という。

$$\text{含水比 } W_n = \frac{\text{間隙に含まれる水の質量}}{\text{土粒子部分の質量}} \times 100 = \frac{m_w}{m_s} \times 100 \quad (\%)$$

含水比試験結果を表-4.5.6に示す。

表-4.5.6 含水比試験結果

地点番号	深度 (GL- m)	地盤材料の分類名	記号	自然含水比 W_n %	自然含水比平均 W_n %
B-1	2.50~3.25m	細粒分質砂質礫	F	22.4	30.3
B-2	8.50~10.20m	細粒分質砂質礫	F	18.3	
B-1	14.50~15.45m	シルト (高液性限界)	Dc	50.1	50.1

参考として、表-4.5.7に一般的な土の含水比を示す。

表-4.5.7 一般的な土の含水比

	沖積層		洪積層 粘性土	関東 ローム	高有機 質土
	粘性土	砂質土			
湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	1.2~1.8	1.6~2.0	1.6~2.0	1.2~1.5	0.8~1.3
乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	0.5~1.4	1.2~1.8	1.1~1.6	0.6~0.7	0.1~0.6
含水比 W(%)	30~150	10~30	20~40	80~180	80~1200

(地盤工学会、地盤材料試験の方法と解説、P181、2009)

調査地の Dc 層の自然含水比は、表-4.5.7に示す一般的な値よりやや大きい。埋土については粗粒分が多いため小さい値となっている。

4) 粒度特性

土の粒度とは、土を構成する土粒子の粒径の分布状態を全質量に対する百分率で示したものをいう。粒度試験の結果は土の分類に用いられ、これをもとに土の工学的性質の基礎的な判断が行われる。

本調査における試料の粒度試験結果を表-4.5.8に、粒度組成を図-4.5.1に示す。

表-4.5.8 粒度試験結果

地点番号	深度(GL- m)	地盤材料の分類名	記号	礫 (2~75mm) %	砂分 (0.075~2mm) %	シルト分 (0.005~ 0.075mm) %	粘土分 (0.005mm未満) %
B-1	2.50~3.25m	細粒分質砂質礫	F	49.3	24.4	14.0	12.3
B-2	8.50~10.20m	細粒分質砂質礫	F	35.8	34.2	17.2	12.8
B-1	14.50~15.45m	シルト (高液性限界)	Dc	0.0	0.6	32.1	67.3

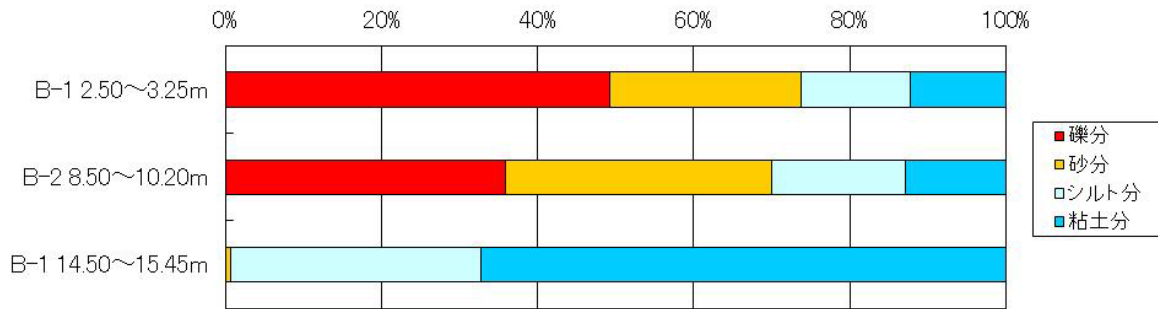


図-4.5.1 粒度組成

図-4.5.2にF層とDc層の粒径加積曲線を示す。

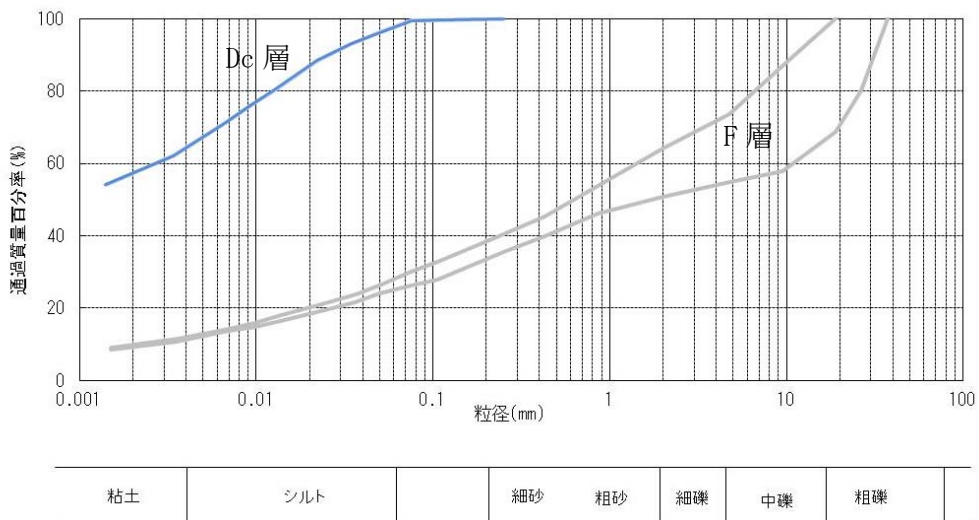


図-4.5.2 F層とDc層の粒径加積曲線

埋土 (F 層) には多くの礫、砂分が含まれており、細粒分は比較的少ない。Dc 層については粗粒分がほとんど含まれていない。

粒度試験の結果から土質分類を行った。分類結果を表-4.6.1の試験結果一覧表に示す。また、図-4.5.3~4.5.4に、日本統一土質分類による土の工学的分類体系を示す。

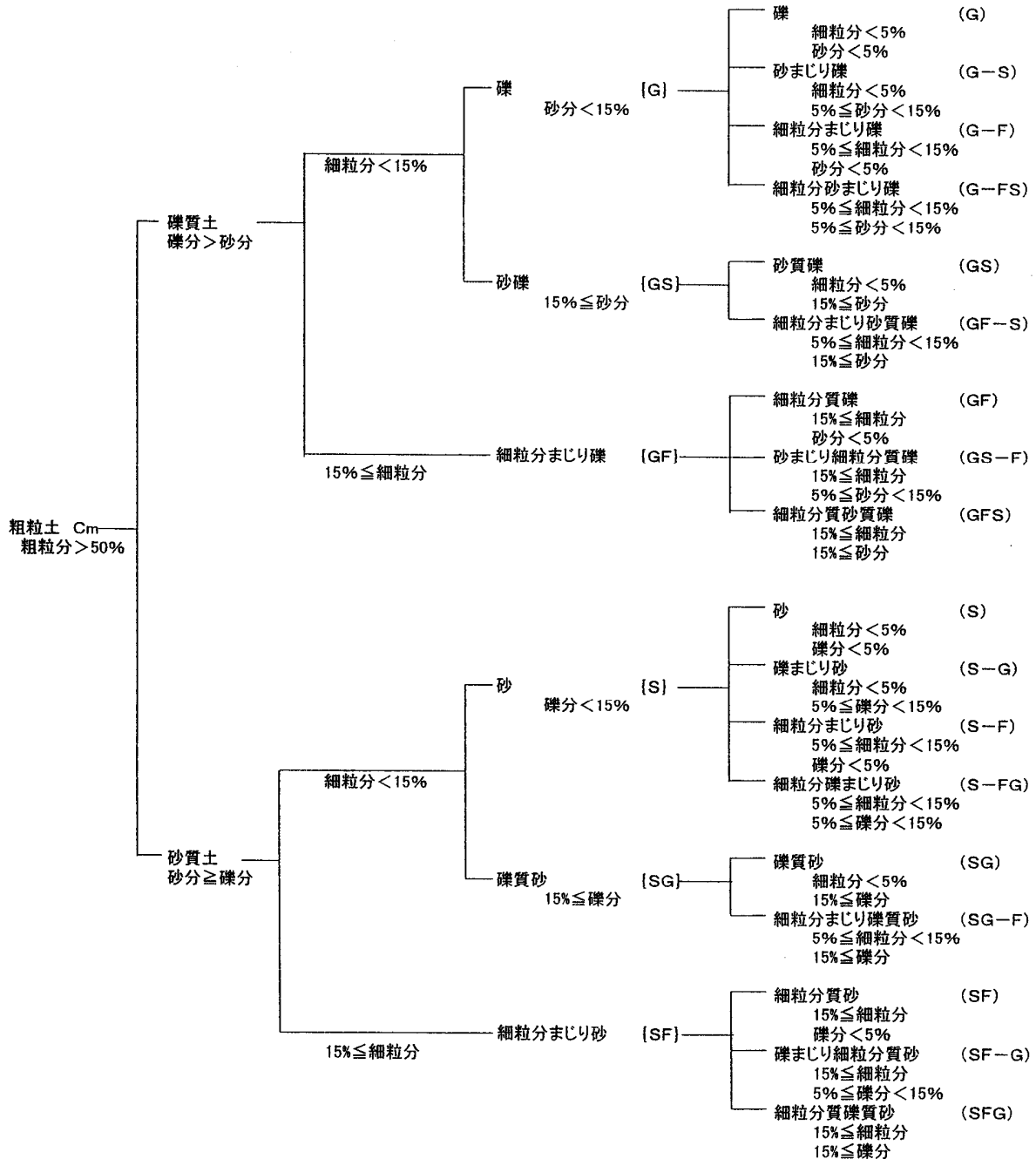


図-4.5.3 土質材料の工学的分類体系 粗粒土
(地盤工学会、地盤材料試験の方法と解説、P56、2009)

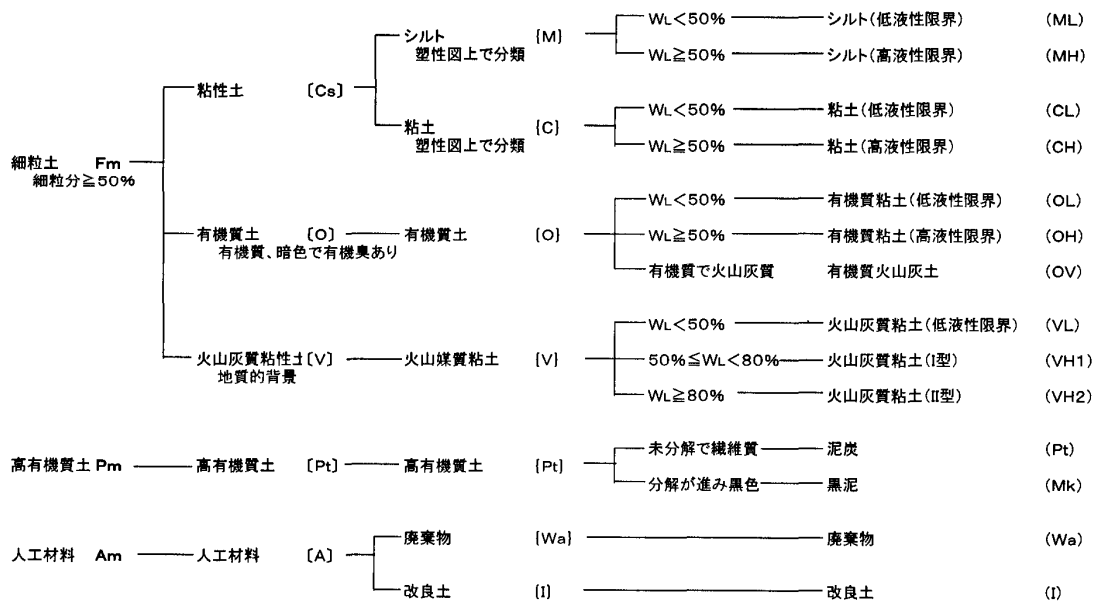


図-4.5.4 土質材料の工学的分類体系 細粒土
(地盤工学会、地盤材料試験の方法と解説、P56、2009)

5) 液性・塑性限界試験

シルト粒子や粘土粒子を多く含む細粒土は、含水量の大小によって液体から固体まで状態が変化する。含水量が極端に高いと流動化を生じて液体と同じような性質を示し、反対に含水量が低下すると力を加えた後に変形が残留する塑性状態に変わる。このような状態変化による硬さや変形に対する抵抗の大きさを総称してコンシステンシーとよび、各状態の変換点をコンシステンシー限界という。これらの値は土の工学的分類に用いられる。図-4.5.5に各状態の変換点を示す。

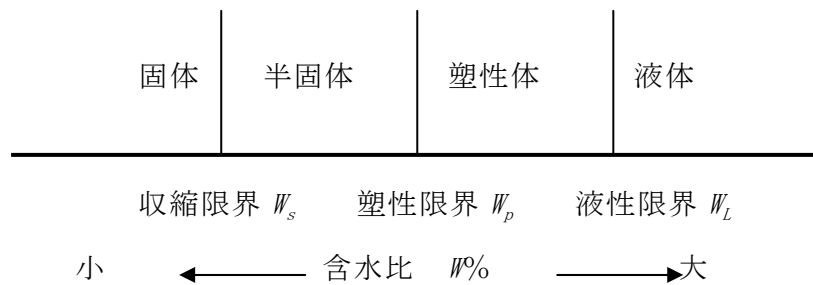


図-4.5.5 土の状態とコンシステンシー

本試験は、粘性土の特性を示す地層を対象とするもので、主に日本統一分類に示される土の分類に用いられる。

試験結果を表-4.5.9に示す。

表-4.5.9 液性限界・塑性限界試験結果

試料番号	深度 G.L.- m	地盤材料 の分類名	記号	自然含水比wn(%)	液性限界wL(%)	塑性限界wp(%)	塑性指数Ip	コンシステン シー指数
1-T-1	2.50~3.25m	細粒分質砂質礫	F	22.4	38.4	23.1	15.3	1.05
1-D-1	3.50~10.20m	細粒分質砂質礫	F	18.3	NP	NP	-	-
2-T-1	4.50~15.45m	シルト (高液性限界)	Dc	50.1	61.5	33.7	27.8	0.41

以下に一般的な液性限界・塑性限界の値を示す。

表-4.5.10 一般的な液性限界・塑性限界の測定例

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

(地盤工学会、地盤材料試験の方法と解説、P146、2009)

次に、本調査結果による塑性図を図-4.5.6に示す。

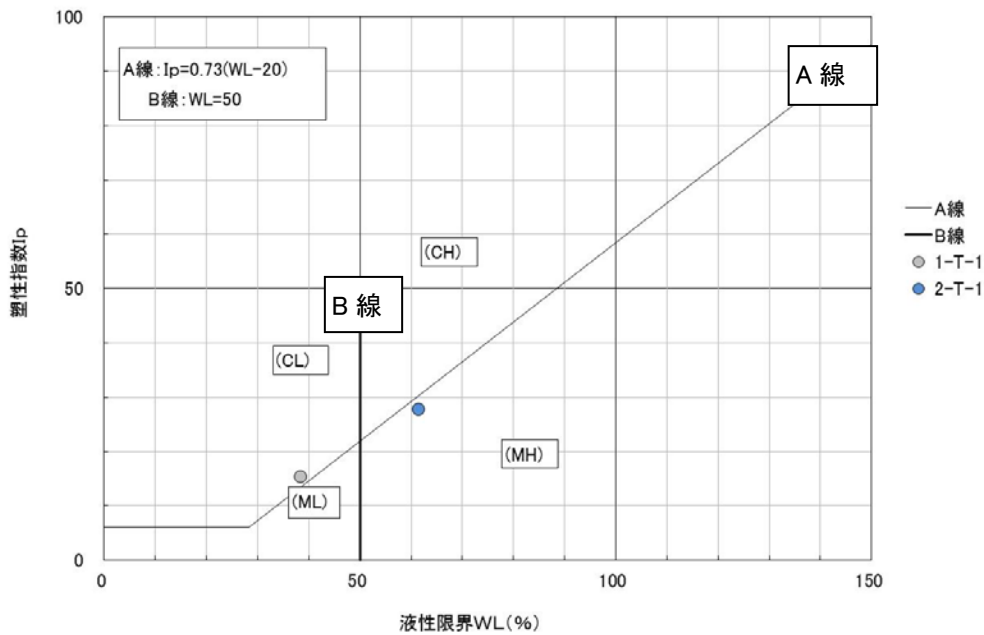


図-4.5.6 塑性図

コンシステンシーを表す指標として、コンシステンシー指数 I_c と液性指数 I_L がある。土は自然含水比が塑性限界 (W_p) に近いほど安定であり、液性限界 (W_L) に近いほど不安定である。コンシステンシー指数や液性指数は、自然含水比が W_L と W_p の範囲内でいずれの側にあるか $W_L - W_n$ 、 $W_n - W_p$ で表し、 I_p に対する比で表す。

すなわち、

$$\text{コンシステンシー指数 } I_c = (W_L - W_n) / I_p$$

$$\text{液性指数 } I_L = (W_n - W_p) / I_p$$

したがって粘性土地盤においては、 $I_c = 1$ に近い場合は、土は比較的安定状態にあるが、 $I_c = 0$ に近い場合は自然含水比が液性限界に近く、このような土を乱せば液状を呈することを示し不安定となる。一方 I_L は 0 に近いほど安定していることを示している。

<力学試験結果>

1) 三軸圧縮試験 (UU)

三軸圧縮試験 (UU) は、非圧密非排水状態で圧縮されるとき土の強度、変形特性を求めるためのものである。

飽和度の高い粘土は、複数の供試体について側方応力を変えて UU 試験を行うと、全応力に関するモールの破壊応力円の包絡線はほぼ水平 ($\phi = 0$) となる。飽和度の高い粘性土のせん断強さは側方応力の大きさにかかわらず、ほぼ一定となるので $\phi = 0$ で強度を扱うことができる。飽和度が低い土の UU 三軸圧縮試験結果では包絡線は勾配をもつ。

本調査における三軸圧縮試験 (UU) の結果を表-4.5.11 に示す。

表-4.5.11 三軸圧縮 (UU) 試験結果

試料番号	深度 G.L.- m	地盤材料 の分類名	記号	三軸(UU) 全応力			
						平均	
				c kN/m ²	ϕ °	c kN/m ²	ϕ °
B-1	2.50~3.25m	細粒分質砂質礫	F	30.1	8.04	25.3	17.1
B-2	8.50~10.20m	細粒分質砂質礫	F	20.5	26.2		
B-1	14.50~15.45m	シルト (高液性限界)	Dc	62.6	1.32	62.6	1.32

2) 圧密試験

圧密試験は粘性土地盤の圧密沈下量や沈下に要する時間の予測等に用いられる。

得られる値として、圧密降伏応力 P_c 、圧縮指数 C_c 、圧密係数 C_v 、及び体積圧縮係数 m_v などがあり、それぞれ以下の用途に使われる。

P_c : 地盤の圧密状態（未圧密、正規圧密、過圧密）の判定

C_c m_v : 圧密沈下量の計算

C_v : 沈下に要する時間の計算

圧密試験の結果を表-4.5.12に示す。

表-4.5.12 圧密試験結果

地点番号	深度 (GL- m)	地盤材料の分類名	記号	圧縮指数 C_c	圧密降伏応力 P_c kN/m ²
B-1	2.50~3.25m	細粒分質砂質礫	F	0.169	536.1
B-1	14.50~15.45m	シルト (高液性限界)	Dc	0.425	276.0

①密降伏応力 P_c

圧密降伏応力 P_c は、その土が過去に受けた最大圧密圧力を示すとされている。

実際には、圧密降伏応力は砂分含有率や年代効果などにより、正確にその粘性土の応力履歴を示しているとはいえないが、その土が正規圧密状態か過圧密状態かの判断基準となる。

粘土地盤の圧密状態は P_c と現在の有効土被り圧 σ'_v により、以下のように判定される。

$P_c < \sigma'_v$ 未圧密状態

$P_c \doteq \sigma'_v$ 正規圧密状態

$P_c > \sigma'_v$ 過圧密状態

ここで、 $\sigma'_v = \gamma_{t1} Z_1 + \gamma'_{t2} Z_2$

γ_{t1} : 地下水面より上の単位体積重量

Z_1 : 地下水面より上の層厚

γ'_{t2} : 地下水面以下の水中単位体積重量

Z_2 : 地下水面より下の層厚

②圧縮指数 C_c

圧縮指数は圧密試験から得られる $e-\log p$ 曲線において圧密降伏応力 P_c より大きい荷重領域での直線部の勾配である。土の密度あるいは圧密圧力の増加に対してもあまり大きく変動しないことから、応力レベルによらない土の圧縮性の指標とされている。

③体積圧縮係数 m_v

体積圧縮係数は C_c と同様に土の圧縮性を示す指標であるが、 m_v は荷重によって変化する。

④圧密係数 C_v

圧密係数 C_v は、沈下と時間の関係を求めるために用いられる係数で、この C_v が大きいほど圧密の速度が早く、圧密終了に要する時間が短いといえる。砂のように透水性が大きいほど C_v は大きく、粘土分が多くなると C_v は小さくなる。

図-4.5.7 に、圧密降伏応力及び過圧密比 (OCR) の深度分布図を示す。

過圧密比とは圧密降伏応力とサンプリング位置での有効土被り圧との比であり、1 より大きいものを過圧密粘土という。粘性土は過去の長い歴史の中で上部地層が浸食されたり、地下水が下がったり氷河が載ったりと、現在の有効土被り圧よりも大きな荷重を受けていた可能性がある。

同図をみると、Dc 層の OCR が 1.3 で過圧密粘土になっていることがわかる。F 層の判定については、砂分礫分が多く含まれるため、見かけ上 P_c が過大評価になっていると考えられる。

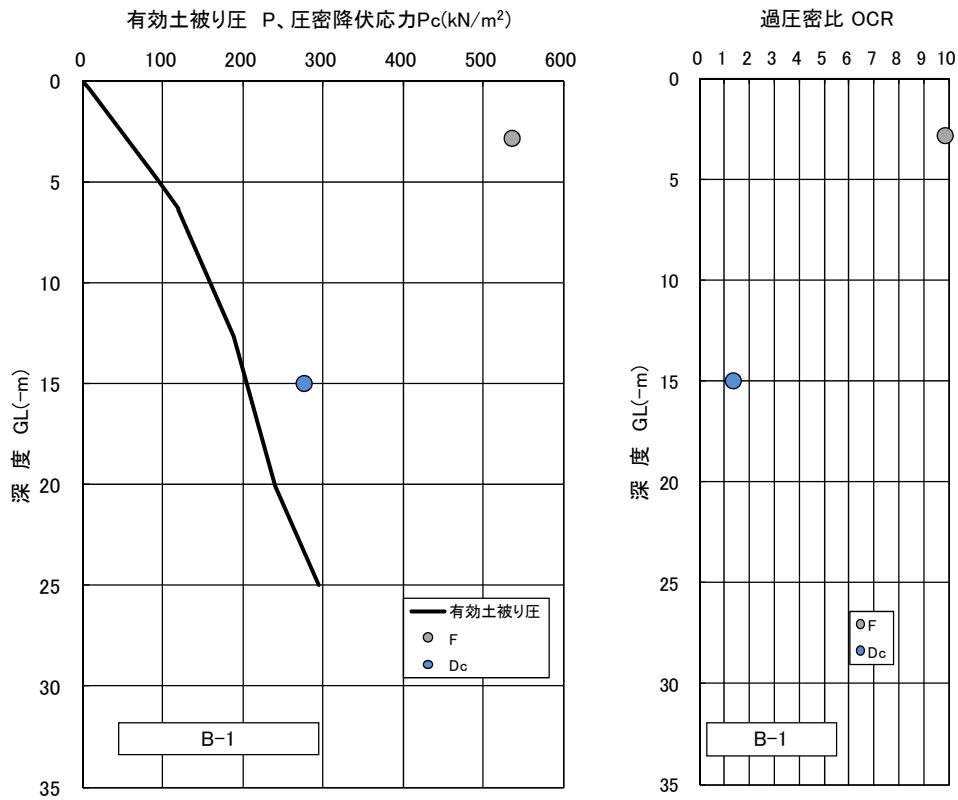


図-4.5.7 圧密降伏応力と過圧密比

図-4.5.8には $e \sim \log p$ 曲線、図-4.5.9には $m_v \sim p$ 曲線、図-4.5.10には $C_v \sim p$ 曲線を地層別にまとめたものを示す。

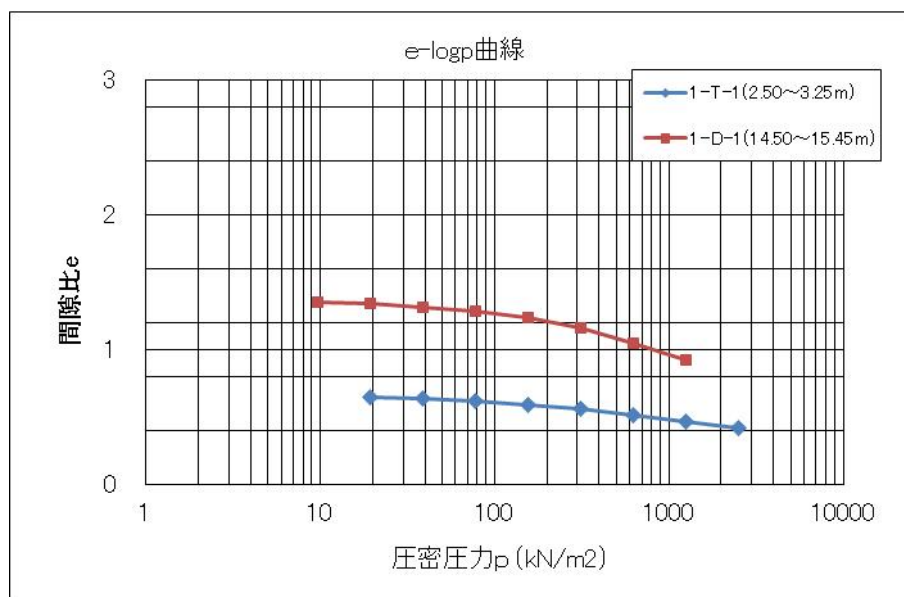


図-4.5.8 各層における $e \sim \log p$ 曲線

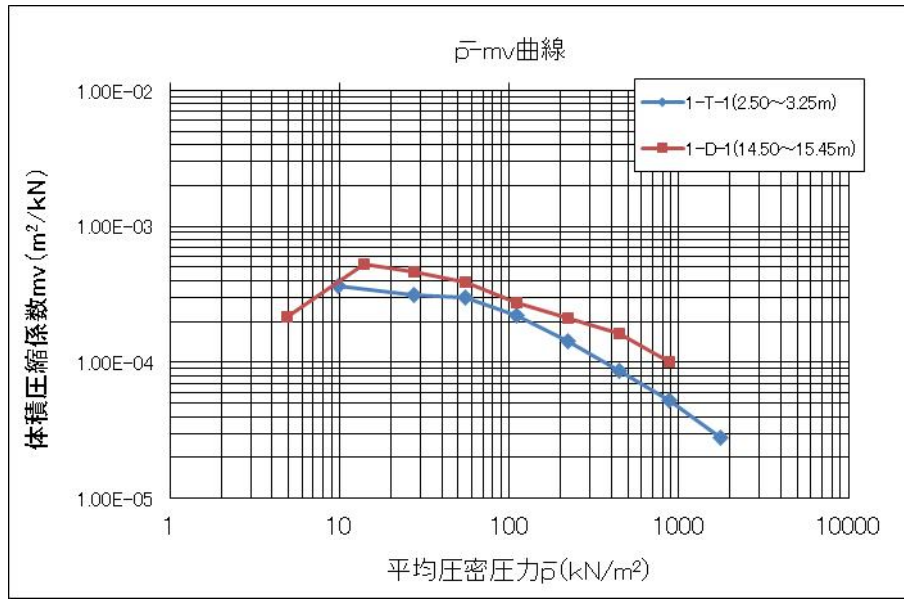


図-4.5.9 各層における $m_v \sim p$ 曲線

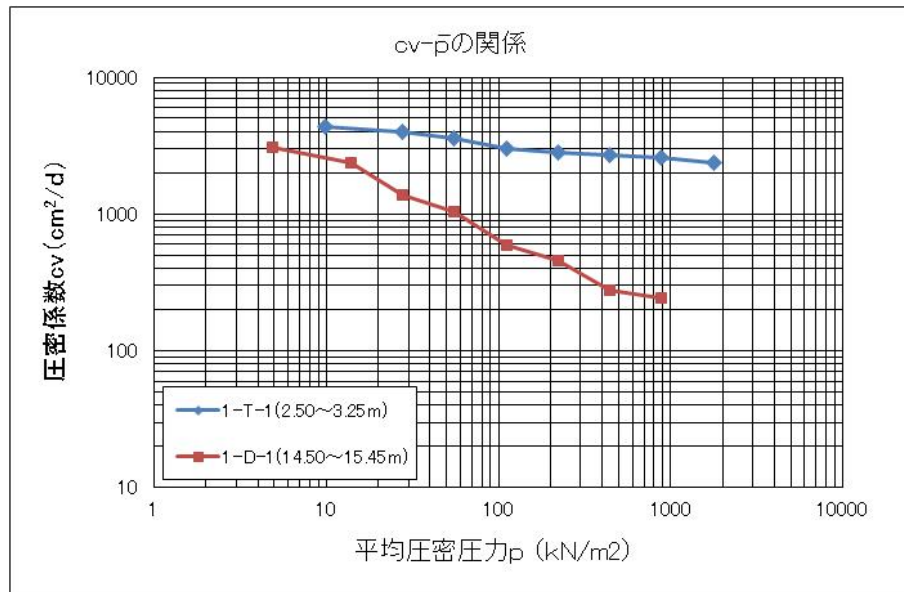


図-4.5.10 各層における $c_v \sim p$ 曲線

4.6 観測井設置

設置した観測井の構造図を図-4.6.1～図-4.6.2に示す。

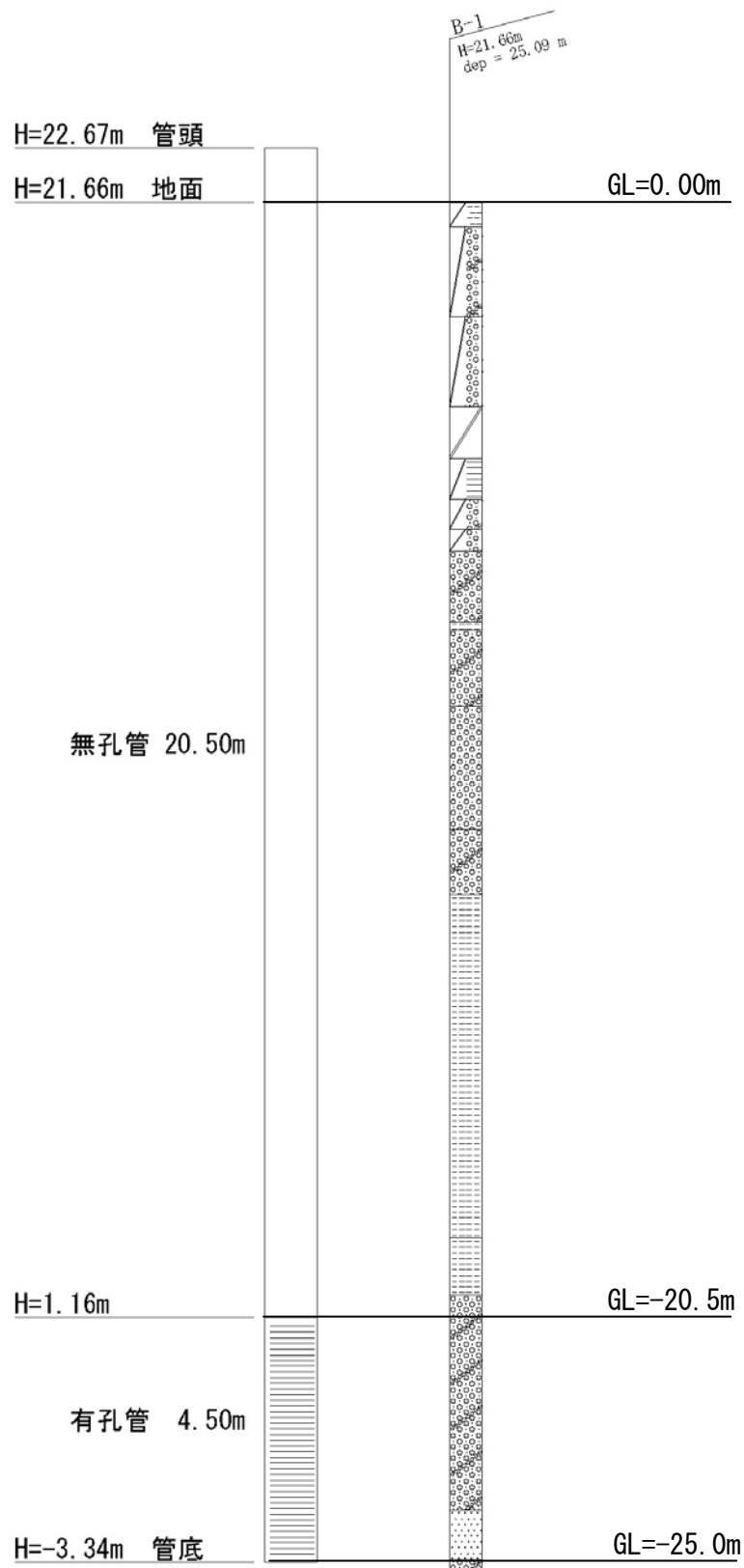


図-4.6.1 B-1 井戸構造図 (non scale)

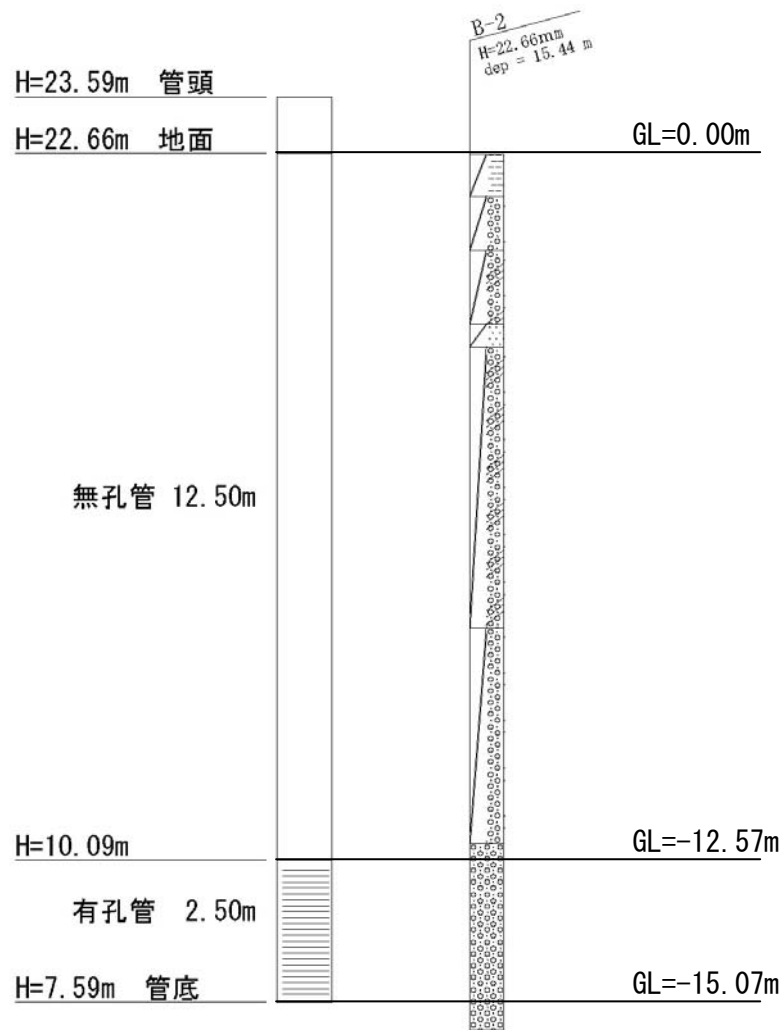


図-4.6.2 B-2 井戸構造図 (non scale)

4.7 水質分析

飲用としての利用の可能性を確認するために、水質基準 51 項目の分析を行った。分析結果を表-4.7.1 に示す。赤字は基準値超過のものを示す。2 地点とも一般細菌が基準値を超過した。また B-1 (緑地帯) ではその他にマンガン、味、臭気、色度、濁度が基準値を超過した。

ボイラ水としての利用を想定した水質項目については、表-4.7.2 に示す。硬度成分が高めであるが、その他は関東地区の標準的な水質と考えられる。

表-4.7.1 水質基準 51 項目

項目	B-1 (新ごみ中間処理施設)	B-2 (緑地帯)	基準
1 一般細菌	6400	3800	1mlの検水で形成される集落数が100以下
2 大腸菌	不検出	不検出	検出されないこと
3 カドミウム及びその化合物	0.0003未満	0.0003未満	カドミウムの量に関して、0.003mg/L以下
4 水銀及びその化合物	0.00005未満	0.00005未満	水銀の量に関して、0.0005mg/L以下
5 セレン及びその化合物	0.001未満	0.001未満	セレンの量に関して、0.01mg/L以下
6 鉛及びその化合物	0.001未満	0.001未満	鉛の量に関して、0.01mg/L以下
7 ヒ素及びその化合物	0.001未満	0.001未満	ヒ素の量に関して、0.01mg/L以下
8 六価クロム化合物	0.005未満	0.005未満	六価クロムの量に関して、0.05mg/L以下
9 亜硝酸態窒素	0.005	0.010	0.04mg/L以下
10 シアン化物イオン及び塩化シアン	0.001未満	0.001未満	シアンの量に関して、0.01mg/L以下
11 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	1	3	10mg/L以下
12 フッ素及びその化合物	0.08未満	0.08未満	フッ素の量に関して、0.8mg/L以下
13 ホウ素及びその化合物	0.1未満	0.1未満	ホウ素の量に関して、1.0mg/L以下
14 四塩化炭素	0.0002未満	0.0002未満	0.002mg/L以下
15 1,4-ジオキサン	0.005未満	0.005未満	0.05mg/L以下
16 シス-1,2-ジクロロエチレン及びトランス-1,2-ジクロロエチレン	0.004未満	0.004未満	0.04mg/L以下
17 ジクロロメタン	0.002未満	0.002未満	0.02mg/L以下
18 テトラクロロエチレン	0.001未満	0.001未満	0.01mg/L以下
19 トリクロロエチレン	0.001未満	0.001未満	0.01mg/L以下
20 ベンゼン	0.001未満	0.001未満	0.01mg/L以下
21 塩素酸	0.04未満	0.12	0.6mg/L以下
22 クロロ酢酸	0.002未満	0.002未満	0.02mg/L以下
23 クロロホルム	0.001未満	0.001未満	0.06mg/L以下
24 ジクロロ酢酸	0.002未満	0.002未満	0.03mg/L以下
25 ジプロモクロロメタン	0.001未満	0.001未満	0.1mg/L以下
26 臭素酸	0.001未満	0.001未満	0.01mg/L以下
27 総トリハロメタン	0.01未満	0.01未満	0.1mg/L以下
28 トリクロロ酢酸	0.002未満	0.002未満	0.03mg/L以下
29 プロモジクロロメタン	0.001未満	0.001未満	0.03mg/L以下
30 プロモホルム	0.001未満	0.001未満	0.09mg/L以下
31 ホルムアルデヒド	0.008未満	0.008未満	0.08mg/L以下
32 亜鉛及びその化合物	0.01未満	0.01未満	亜鉛の量に関して、1.0mg/L以下
33 アルミニウム及びその化合物	0.02未満	0.14	アルミニウムの量に関して、0.2mg/L以下
34 鉄及びその化合物	0.02	0.12	鉄の量に関して、0.3mg/L以下
35 銅及びその化合物	0.01未満	0.01未満	銅の量に関して、1.0mg/L以下
36 ナトリウム及びその化合物	7.5	12.1	ナトリウムの量に関して、200mg/L以下
37 マンガン及びその化合物	0.005未満	0.072	マンガンの量に関して、0.05mg/L以下
38 塩化物イオン	4.3	11.2	200mg/L以下
39 カルシウム、マグネシウム等(硬度)	102	156	300mg/L以下
40 蒸発残留物	125	227	500mg/L以下
41 陰イオン界面活性剤	0.02未満	0.02未満	0.2mg/L以下
42 ジェオスミン	0.000001未満	0.000001未満	0.00001mg/L以下
43 2-メチルイソボルネオール	0.000001未満	0.000001未満	0.00001mg/L以下
44 非イオン界面活性剤	0.005未満	0.005未満	0.02mg/L以下
45 フェノール類	0.0005未満	0.0005未満	フェノールの量に換算して、0.005mg/L以下
46 有機物(全有機炭素(TOC)の量)	0.2未満	0.7	3mg/L以下
47 pH値	7.5	7.0	5.8以上8.6以下
48 味	異常なし	測定不能	異常でないこと
49 臭気	異常なし	土臭いにおい	異常でないこと
50 色度	1.9	10	5度以下
51 濁度	0.7	3.5	2度以下

表-4.7.2 ボイラ水としての利用を想定した水質項目

	項 目	B-1 (新ごみ中間処理施設)	単位
1	電気伝導率	23.5	mS/m
2	pH(25°C)	8.0	
3	酸消費量(8.3)(CaCO ₃)	2未満	mg/L
4	酸消費量(4.8)(CaCO ₃)	94	mg/L
5	全硬度(CaCO ₃)	106	mg/L
6	カルシウム硬度(CaCO ₃)	74	mg/L
7	塩化物イオン	4	mg/L
8	硫酸イオン	18.4	mg/L
9	イオン状シリカ	28	mg/L
10	りん酸イオン(PO ₄ ³⁻)	1未満	mg/L
11	全りん	0.03	mg/L
12	鉄	0.1	mg/L
13	マンガン	0.05未満	mg/L
14	アンモニウムイオン	0.1未満	mg/L
15	硝酸イオン	6.2	mg/L
16	濁度	1.1	度
17	色度	5.0未満	度
18	TOC	0.3未満	mg/L
19	ナトリウム	7.76	mg/L
20	カリウム	0.94	mg/L
21	懸濁物質	2.0未満	mg/L
22	外観	黒粒あり	
23	水温	25	°C
24	溶解性蒸発残留物	165	mg/L
25	安定度指数	8.0	

※試験方法については、巻末のデータシート参照のこと

5. 考察

5.1 地盤定数の設定

設計に用いる地盤定数は、地盤調査の結果を総合的に判断して設定した。

原位置試験を実施したものについては、その結果に基づいて設定することを基本とした。

設定した定数は以下の通りである。

- ① 設計 N 値
- ② 単位体積重量 γ_t
- ③ 粘着力 c
- ④ せん断抵抗角 ϕ
- ⑤ 変形係数 E

以下に各定数の設定根拠を述べる。

5.1.1 設計 N 値

設計 N 値は本調査で得られた各層の N 値を集計し、その平均 N 値を設定する。 N 値の上限は50とした。また、標準貫入試験が2層にまたがる場合や異常値は除外した。設計 N 値の設定結果を表-5.1.1.1に示す。

表-5.1.1.1 設計 N 値の設定結果

地質時代		地層名	土質名	記号	N 値
第四紀	完新世	埋土	礫質土	F	7
			粘性土		1
		沖積砂礫層	砂礫	Ag	38
	更新世	洪積粘性土	粘性土	Dc	5
		洪積砂礫層	砂・砂礫	Dg	46

※ N 値の上限は50としている

※推定値は赤字

5.1.2 単位体積重量 (γ_t)

単位体積重量は各層の湿潤密度試験結果の平均値を基本として設定した。

単位換算は 9.81 を乗じることで行った。

例： $1\text{g}/\text{cm}^3=9.81\text{kN}/\text{m}^3$

土質試験を実施していない Ag 層、Dg 層の単位体積重量は、表-5.1.2.1 に基づいて設定した。

表-5.1.2.1 推定地盤定数

種類	状態		単位体積重量 (kN/m^3)	せん断抵抗角 (度)	粘着力 (kN/m^2)	地盤工学会基準 ^(注2)	
盛土	礫および礫まじり砂	締固めたもの	20	40	0	[G]	
	砂	締固めたもの	粒径幅の広いもの	20	35	0	[S]
			分級されたもの	19	30	0	
	砂質土	締固めたもの	19	25	30以下	[SF]	
	粘性土	締固めたもの	18	15	50以下	[M]、[C]	
関東ローム	締固めたもの	14	20	10以下	[V]		
自然地盤	礫	密実なものまたは粒径幅の広いもの	20	40	0	[G]	
		密実でないものまたは分級されたもの	18	35	0		
	礫まじり砂	密実なもの	21	40	0	[G]	
		密実でないもの	19	35	0		
	砂	密実なものまたは粒径幅の広いもの	20	35	0	[S]	
		密実でないものまたは分級されたもの	18	30	0		
	砂質土	密実なもの	19	30	30以下	[SF]	
		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) ^(注1)	18	25	50以下	[M]、[C]	
		やや軟らかいもの(指の中程度の力で貫入) ^(注1)	17	20	30以下		
		軟らかいもの(指が容易に貫入) ^(注1)	16	15	15以下		
	粘土およびシルト	固いもの(指で強く押し多少へこむ) ^(注1)	17	20	50以下	[M]、[C]	
		やや軟らかいもの(指の中程度の力で貫入) ^(注1)	16	15	30以下		
軟らかいもの(指が容易に貫入) ^(注1)		14	10	15以下			
関東ローム		14	5(ϕ_u)	30以下	[V]		

F 層

Ag 層

Dg 層

注1；N値の目安は次のとおりである。

固いもの(N=8~15)、やや軟らかいもの(N=4~8)、軟らかいもの(N=2~4)

注2；地盤工学会基準の記号は、およその目安である。

(日本道路協会、道路土工 盛土工指針、P101、2010)

単位体積重量の設定結果を表-5.1.2.2に示す。

表-5.1.2.2 単位体積重量の設定結果

地質時代		地層名	土質名	記号	単位体積重量 $\gamma_t(\text{kN/m}^3)$	備考
第 四 紀	完 新 世	埋土	礫質土	F	19	
			粘性土		18	表-5.1.2.1より盛土 粘性土 締め固めたもの
		沖積砂礫層	砂礫	Ag	20	表-5.1.2.1より 自然地盤 礫 密 実なものまたは粒 径幅の広いもの
	更 新 世	洪積粘性土	粘性土	Dc	17	
		洪積砂礫層	砂・砂礫	Dg	20	表-5.1.2.1より 自然地盤 礫 密 実なものまたは粒 径幅の広いもの

※推定値は赤字

5.1.3 粘着力 (c)

土砂部の粘着力は、土質試験を実施しているものは試験値を参考に設定した。土質試験を実施していないF層（粘性土）は、N値により式-5.1.3.1～式-5.1.3.2を用いて設定した。Ag層とDg層は砂質土であるため、 $c=0$ (kN/m²)とした。

粘着力を設定した結果を表-5.1.3.1に示す。

粘性土の粘着力 $c = qu/2$ (kN/m²) (式-5.1.3.1)

このとき、 $\phi = 0^\circ$

(地盤工学会：地盤調査の方法と解説、P308、2013)

$qu = 12.5N$ (kN/m²) (式-5.1.3.2)

このとき、 $\phi = 0^\circ$

(地盤工学会：地盤調査の方法と解説、P308、2013)

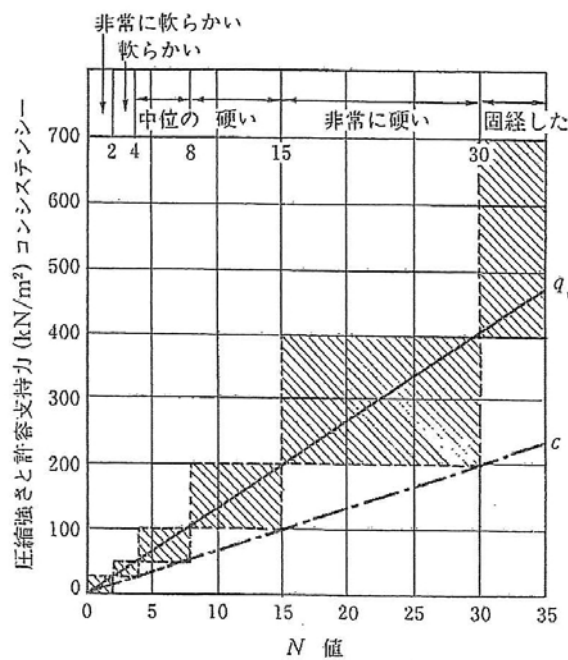


図-5.1.3.1 N値と粘土のコンシステンシー・一軸圧縮強さとの関係

(地盤工学会：地盤調査の方法と解説、P308、2013)

表-5.1.3.1 粘着力の設定結果

地質時代		地層名	土質名	記号	粘着力 c (kN/m ²)	備考
第四紀	完新世	埋土	礫質土	F	25	
			粘性土		6	$q_u=12.5N$ より
		沖積砂礫層	砂礫	Ag	0	
	更新世	洪積粘性土	粘性土	Dc	63	
		洪積砂礫層	砂・砂礫	Dg	0	

※推定値は赤字

5.1.4 せん断抵抗角 (φ)

砂質土のせん断抵抗角は、大崎の式により推定した。設定したN値から、次の関係式によって求められる値を基本とするが、この時の上限値はφ = 40° とする (建築基礎構造設計指針、P114、1988)

$$\phi = \sqrt{20 \cdot N + 15} \quad \dots \dots \dots \quad \text{“大崎の式”}$$

(日本建築学会、建築基礎構造設計指針、P113、2001)

せん断抵抗角の設定結果を表-5.1.4.1に示す。

表-5.1.4.1 せん断抵抗角の設定結果

地質時代	地層名	土質名	記号	せん断抵抗角 (°)	備考	
第四紀	完新世	埋土	F	17		
		粘性土		0		
	沖積砂礫層	砂礫	Ag	40	大崎の式	
	更新世	洪積粘性土	粘性土	Dc	1	
		洪積砂礫層	砂・砂礫	Dg	40	大崎の式

※推定値は赤字

5.1.5 地盤の変形係数 (E)

地盤の変形係数は、孔内水平載荷試験を実施した層は試験結果を参考に設定した。試験を行っていない Ag 層と Dg 層については、*N* 値との関係 (図-5.1.5.1) を参考に推定した。式-5.1.5.1 は近似的に $E = 700N$ とした。

$$\text{地盤の変形係数 } E = 670 \times N^{0.986} \cong 700 \times N \text{ (kN/m}^2\text{)} \dots\dots\dots \text{(式-5.1.5.1)}$$

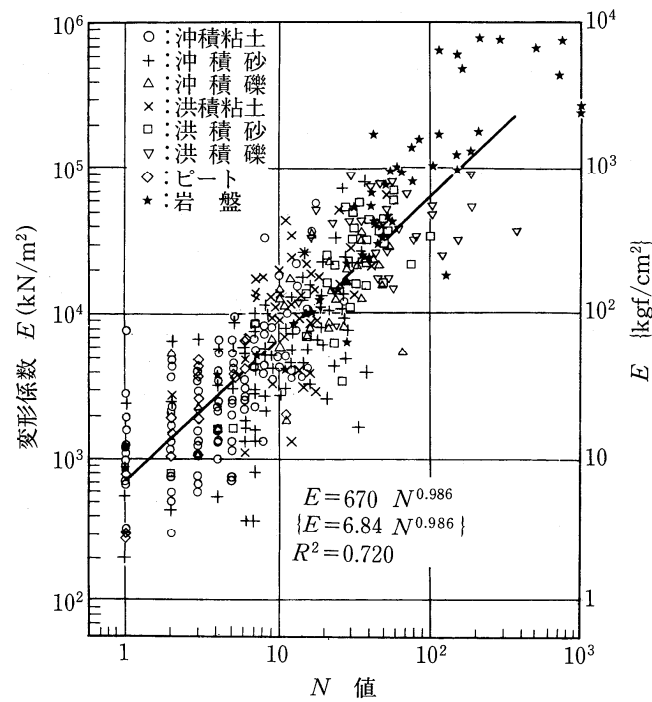


図-5.1.5.1 地盤の変形係数と *N* 値との関係
(地盤工学会、地盤調査の方法と解説、P324、2013)

地盤の変形係数の設定結果を表-4.1.5.1に示す。

表-4.1.5.1 地盤の変形係数の設定結果

地質時代		地層名	土質名	記号	変形係数 (kN/m ²)	備考
第四紀	完新世	埋土	礫質土	F	650	
			粘性土		700	E=700Nより
		沖積砂礫層	砂礫	Ag	25,900	E=700Nより
	更新世	洪積粘性土	粘性土	Dc	2,900	
		洪積砂礫層	砂・砂礫	Dg	32,200	E=700Nより

※推定値は赤字

5.1.6 地盤定数の設定結果

以上により設定した各土層の地盤定数を表-5.1.6.1に示す。

表-5.1.6.1 設定した地盤定数

地質時代	地層名	土質名	記号	N値	単位体積重量 $\gamma_t(\text{kN/m}^3)$	粘着力 $c(\text{kN/m}^2)$	せん断抵抗角 $\phi(^{\circ})$	変形係数 $E(\text{kN/m}^2)$
第四紀 更新世	埋土	礫質土	F	7	19	25	17	650
		粘性土		1	18	6	0	700
	沖積砂礫層	砂礫	Ag	38	20	0	40	25,900
	洪積粘性土	粘性土	Dc	5	17	63	1	2,900
	洪積砂礫層	砂・砂礫	Dg	46	20	0	40	32,200

※N値の上限は50としている

※推定値は赤字

5.2 地盤の工学的性質の検討と支持地盤の設定

各種施設の支持地盤と基礎形式は、それぞれの構造物に固有の荷重条件に応じて、設計時に決定されるものである。

土木・建築系の指針類における支持地盤と基礎形式に関する記述を以下に示す。

- ・盛土の支持層（道路土工－盛土工指針、平成 22 年、P48）

「・・・、盛土の支持層として N 値が 5 以上の層が連続して 5m 以上存在していることが確認される深度まで標準貫入試験を実施すればよい。ただし、ゆるい砂層が 10m 程度以浅に存在する場合は、地震時の液状化について検討する必要があることから、ゆるい砂層部の N 値の深度分布を求め、さらに深いところの N 値 20 以上の層を確認しておくことが望ましい。」

- ・良質な支持層（道路橋示方書 IV 下部構造編・同解説、平成 24 年、P278）

「粘性土層は・・・、 N 値が 20 程度以上（一軸圧縮強度 q_u が 0.4N/mm^2 程度以上）あれば良質な支持層と考えてよい。」

「砂層、砂れき層は N 値が 30 程度以上あれば良質な支持層と考えてよい。」

- ・耐震設計上の基盤面（道路橋示方書 V 耐震設計編・同解説、平成 24 年、P33）

「耐震設計上の基盤面とは、対象地点に共通する広がりを持ち、耐震設計上振動するとみなす地盤の下に存在する十分賢固な地盤の上面を想定している。ここで、十分賢固な地盤とは、せん断弾性波速度 300m/s 程度（式（解 4.5.1）より、粘性土層では N 値 25、砂質土層では N 値 50 以上の値を有している剛性の高い地層と考えてよい。」

- ・建築基礎構造の設計方針（建築基礎構造設計指針、2001 年、P55-P61）

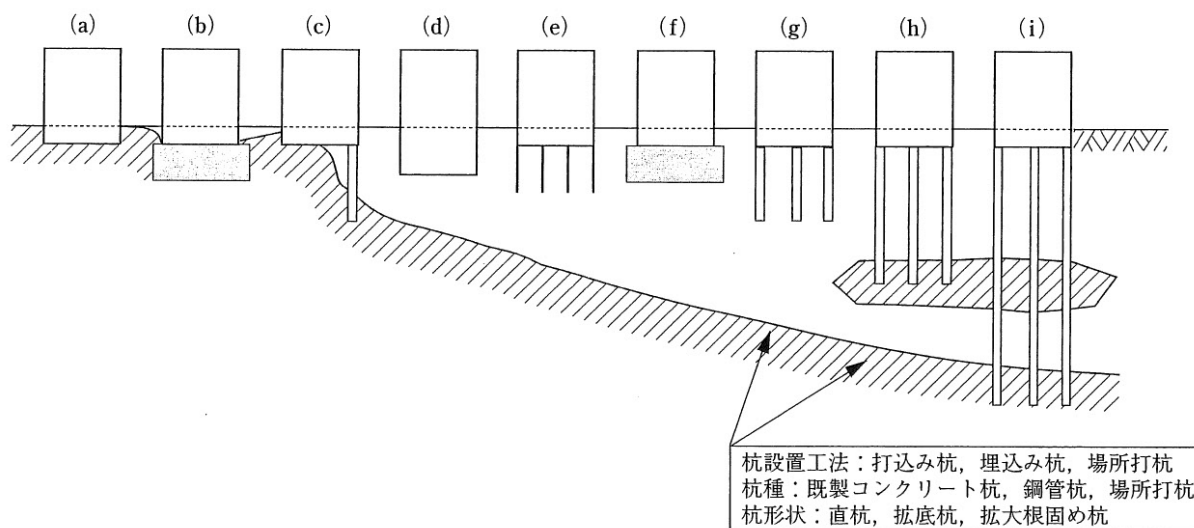
「施設の支持地盤の深度と支持形式は、一般に下図に示す組み合わせが適用可能である。杭基礎を選択する場合、深い支持層まで達する先端支持主体の長尺な杭基礎から、やや浅い深度に出現する中間的な支持層に根入れした先端支持主体の杭基礎、あるいは杭周摩擦力に主に期待する摩擦杭等も選択肢となる。」

「基礎形式と支持地盤は密接な関係にあり、それぞれ別個に選定するものではなく、両者の組み合わせとして基礎構造をとらえることが肝要である。」

- ・日本建築学会（建築基礎設計のための地盤調査計画指針、2009 年、P25）

杭基礎を想定する場合、建物規模や杭仕様にもよるが、支持層に相当する地層の厚さを 5～10m 程度以上確認する。（中略）基礎形式に係わらず、支持層以深に沈下が懸念される層の存在が想定される場合には、そのような地層の有無が確認できるまで調査する。

支持層の目安は砂質土、礫質土では N 値 50（または 60）以上、粘性土では 20～30 以上とすることが多いが、地盤条件や建築物の要求性能、想定される複数の基礎形式を勘案して設計者が適切に判断する。



基礎形式	基礎部材	検討事項
(a) 直接基礎	基礎スラブ／べた基礎・布基礎・独立基礎等	地盤の鉛直支持力，滑動抵抗力，浮上がり抵抗力 即時沈下，圧密沈下 凍結震度，地下水位
(b) 直接基礎＋地盤改良工法（ラップルコンクリート地業を含む）	同上＋改良体，改良地盤	改良地盤の鉛直（水平）支持力，改良地盤の滑動抵抗力，支持地盤の鉛直支持力 即時沈下，圧密沈下 改良体の設計基準強度，発生（圧縮・せん断）応力度
(c) 併用基礎（異種基礎）	基礎スラブ，改良体，改良地盤，杭基礎（摩擦杭，中間支持層への支持杭，支持杭）	直接基礎，地盤改良工法，杭基礎の該当欄のほか，傾斜地盤の鉛直支持力，境界部応力，基礎のねじれ
(d) フローティング基礎	基礎スラブ	直接基礎の項のほか，排土重量，地中応力など
(e) 併用基礎（パイルドラフト基礎）	べた基礎，摩擦杭	同上＋平均鉛直ばね定数，ラフトの相対剛性
(f) 直接基礎＋地盤改良工法	同上＋改良体，改良地盤	(b) 直接基礎＋地盤改良工法の検討事項＋層状地盤の鉛直支持力
(g) 杭基礎（摩擦杭）	パイルキャップ，杭頭接合部各種の杭種，杭工法	杭の鉛直支持力，引抜き抵抗力，水平抵抗力 群杭効率，負の摩擦力，地盤変位を考慮した耐震設計，液状化地盤の水平抵抗，傾斜地盤の鉛直支持力・水平抵抗力
(h) 杭基礎（中間支持層への支持杭）	同上	杭基礎の即時沈下，圧密沈下，基礎の変形角・傾斜角杭体（圧縮，曲げ，せん断）耐力，杭頭接合部耐力
(i) 杭基礎（支持杭）	同上	

図-5.2.1 支持地盤の深度と適用可能な支持形式
 （日本建築学会：建築基礎構造設計指針、P58、2001）

【支持地盤の評価と基礎形式の検討】

以上のことより、支持層としての地盤の評価を行い、基礎形式の検討を行う。

本報告書では良質な支持層として N 値 50 以上の地盤とした。ただし、構造物の支持地盤は、構造物荷重と基礎形式の組み合わせに応じて選定できるので、十分な検討の上、 N 値 50 以上を有する地盤面より浅く設定することも可能である。

・ごみ中間処理施設

B-1 地点では現在の地表面から深度 20.05m 程度（標高 1.61m）以深の砂礫層が支持層として適当である。その際には Dc 層における負の周面摩擦力（ネガティブフリクション）を考慮する必要がある。また、構造物の条件によっては摩擦杭の選択や、Ag 層に対する中間支持層への支持杭も想定される。この場合、Dc 層の沈下の可能性について考慮する必要がある。

液状化については、緩い砂質土が分布していないことから、可能性は低いと考えられる。

図-5.2.2 に支持地盤の検討結果および、杭基礎を想定した場合の支持地盤の位置を示す。

表-5.2.1～表-5.2.2 に杭の選定表を示す。支持層を Dg 層と想定した場合の地質条件に合致する部分に赤枠を付した。これによると、プレボーリング併用打撃工法、プレボーリング最終打撃工法、オールケーシング工法などが対象となると考えられる。打ち込み杭の採用については周辺環境への考慮が必要である。

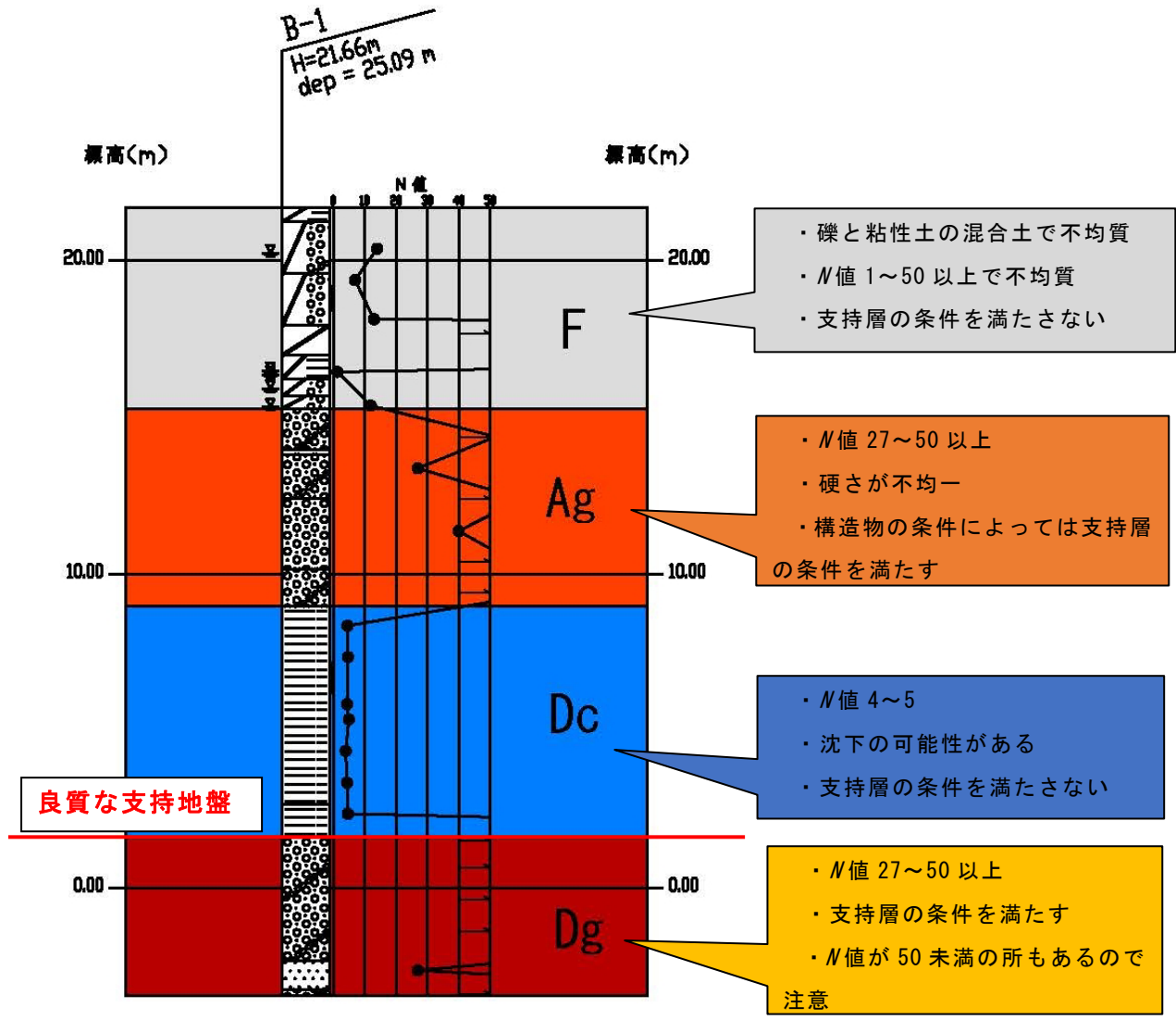


図-5.2.2 ごみ中間処理施設の地質断面図 (B-1)

表-5.2.1 地盤条件による既製杭選定表

工 法 名 称		ド ロ ッ プ ハ ン マ ー 打 撃 工 法	デ ィ ゼ ル ハ ン マ ー 打 撃 工 法	油 圧 ハ ン マ ー 打 撃 工 法	プ レ ボ ー リ ン グ 併 用 打 撃 工 法	プ レ ボ ー リ ン グ 最 終 打 撃 工 法	セ メ ン ト ミ ル ク 工 法	ダ ブ ル オ ー ガ ー 工 法	プ レ ボ ー リ ン グ 拡 大 根 固 め 工 法	中 掘 り 打 撃 工 法	中掘り根固め工法		中掘り拡大根固め工法		回 転 根 固 め 工 法	備 考		
											P H C 杭	鋼 管 杭	P H C 杭	鋼 管 杭				
杭 種 類		※ P H C 杭	※ P H C 杭	※ P H C 杭	※ P H C 杭	※ P H C 杭	※ P H C 杭	P H C 杭	※ P H C 杭	P H C 杭	鋼 管 杭	P H C 杭	鋼 管 杭	P H C 杭	P H C 杭	※ ST杭、SC杭、PRC杭、MC杭を含む		
地 盤 条 件	上層および中間層の状態	5 cm以下の礫層がある	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	杭径の大径化に伴う範囲の拡大により、礫に対応できる	
		30cm以上の礫層がある	×	×	×	×	○	○	○	△	○	△	△	△	△	△		
		礫層の礫径	5~10cmの礫・玉石	△	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		◎
			10~30cmの礫・玉石	△	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		◎
			10~50cmの礫・玉石	×	×	×	×	△	△	△	×	△	△	△	△	△		×
		上層軟弱で下層良好	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		◎
		極めて軟弱な層がある	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		◎
		軟弱な層がある	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		◎
	極めて硬い層がある	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△		
	大砂利層がある	×	×	×	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		
	5m以上の粘着性のない緩い砂層がある	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
	液状化する地盤	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
	中間層の状態	粘性土のN値	2以下	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	施工実績による
			2~10	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
10~20			○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
砂のN値 砂質土		15以下	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
		15~30	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
		30以上	△	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
支の持状層状態	30度以上傾斜している	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎ 最適 ○ 適 △ 検討 × 不適		
	凹凸が激しい	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎			
	傾斜、凹凸が未確認	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎			
地下水の状態	地下水位	フーチング下面以上	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	施工実績による	
		フーチング下面以下	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
		杭先端以下	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
	被圧地下水	地上より2m未満	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○	○	○	○	○	○		
地上より2m以上		◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	×	×	×	○	×	×	×			
地下流速 3m/min 以上	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	△	△	◎	◎	△	△	△			
湧水量が極めて多い	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	×	×	×	○	○	×	×	×			

(日本建築構造技術者協会：杭の工事管理チェックリスト、P27、1998)

表-5.2.2 場所打ちコンクリート杭選定表

特性・条件			工法名	アースドリル	リハース	オールケーシング (掃動式)	オールケーシング (回転式)	アースドリル式 拡底	リハース式 拡底	深礎	BH	
構造物特性	荷重規模	柱軸力	200tf以下	◎	◎	◎	◎	○	○	○	◎	
			200～500tf	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
			500～1200tf	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	
			1200tf以上	○	○	○	○	◎	◎	◎	△	
		水平荷重	小さい	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
			大きい	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
	支持方法	完全支持	支持層までの深さ	0～5m	○	×	○	○	△	×	◎	○
				5～10m	◎	△	◎	◎	○	△	◎	◎
				10～20m	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
				20～30m	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
30～40m				◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
40～50m				◎	◎	○	○	◎	◎	△	○	
50～60m				○	◎	△	△	○	◎	×	△	
60～70m				○	◎	×	×	○	◎	×	×	
70m以上		△	◎	×	×	△	◎	×	×			
不完全支持			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
周面支持			◎	◎	◎	◎	○	○	△	○		
地盤条件	上層および中間層の状態	5cm以下の礫層がある		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
		30cm以上の礫層がある		△	△	◎	◎	△	△	◎	×	
		礫層の礫径	5～10cmの礫・玉石	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
			10～30cmの礫・玉石	○	○	◎	◎	○	○	◎	△	
			30～50cmの礫・玉石	△	△	◎	◎	△	△	◎	×	
		上層軟弱で下層良好		◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	
		極めて軟弱な層がある		○	○	◎	◎	○	○	△	○	
		軟弱な層がある		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
		極めて硬い層がある		△	△	○	◎	△	△	◎	×	
		大砂利層がある		△	△	○	◎	△	△	△	×	
	5m以上の粘着性のない緩い層がある		○	◎	○	◎	○	◎	○	◎		
	液状化する地盤		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
	中間層の状態	粘性土のN値	2以下	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
			2～10	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
10～20			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○		
砂のN値 砂質土		15以下	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
		15～30	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
		30以上	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
支の持状態	30度以上傾斜している		△	△	○	○	△	△	◎	×		
	凸凹が激しい		○	○	◎	◎	○	○	◎	○		
	傾斜、凸凹が未確認		△	△	◎	◎	△	△	◎	△		
地下水の状態	地下水位	フーチング下面以上	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎		
		フーチング下面以下	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎		
		杭先端以下	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		
	被圧地下水	地上より2m未満	△	△	×	×	△	△	×	×		
		地上より2m以上	×	×	×	×	×	×	×	×		
	地下流速3m/min以上		×	×	△	△	×	×	×	×		
湧水量が極めて多い		○	○	○	○	○	○	×	○			

(日本建築構造技術者協会：杭の工事管理チェックリスト、P84、1998)

5.3 地盤の透水性の検討

4.4章にも述べたが、本調査で実施した現場透水試験では、 $\times 10^{-4} \sim \times 10^{-6}$ オーダーの透水係数が確認された。Dg層では水位の回復が早く回復法で現場透水試験を実施することが困難だったことを考慮すると、Dg層の透水係数は、試験結果よりも大きい可能性がある。そのため、排水計画に際しては余裕をもった設計が望ましい。

表-5.3.1 現場透水試験結果（再掲）

地点 番号	試験深度 (GL- m)	記号	層 相	試験方法	透水係数 k (m/s)	平衡水位 GL- m
B-1	20.50～ 25.00	Dg	玉石混じり砂礫 ～細砂	注水法	3.08×10^{-6}	5.725
B-2	14.00～ 14.50	Ag	砂礫	回復法	2.54×10^{-4}	6.390

5.4 掘削底面の安定の問題

新ゴミ中間処理施設には GL-20m 程度の地下ピットの計画がある。掘削にあたっては地下水に起因する問題が発生する恐れがある。図-5.4.1 に根切りに伴う地盤の諸現象を示す。

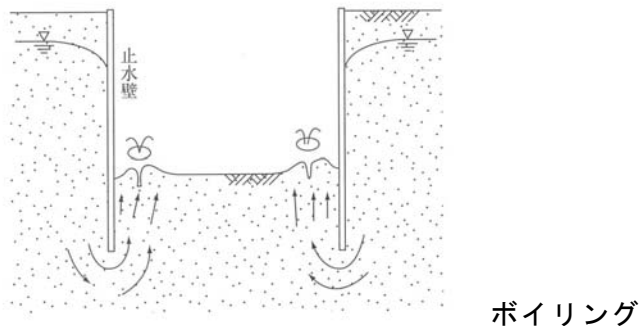
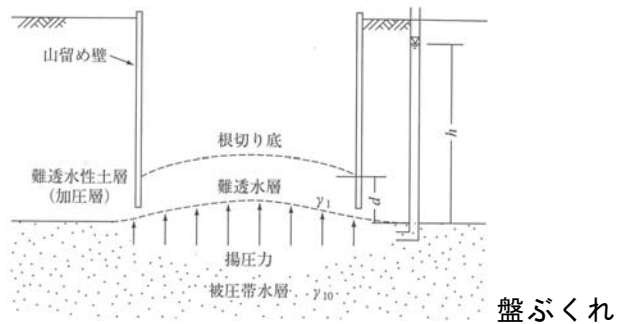
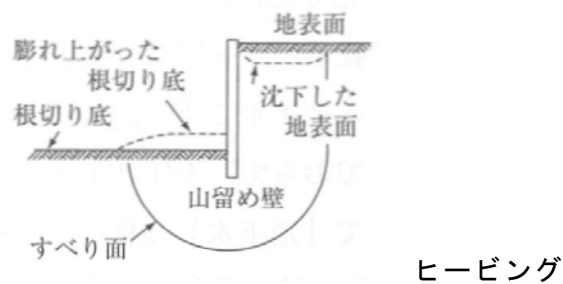
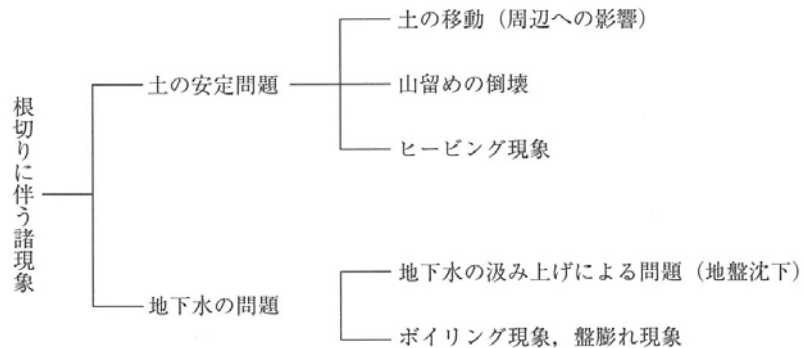


図-5.4.1 根切りに伴う地盤の諸現象

(地盤工学会：知っておきたい根切り山留めの基本、P5、P9、2004)

- ・ヒービング

ヒービングは軟弱な粘性土地盤を根切りした場合、掘削の外側の土の重量によって、根切り底面の土がすべりせん断破壊を起こし、掘削の内側に土が回りこみ、盛り上がってくる現象。

- ・盤ぶくれ

掘削底面に不透水層を介して被圧水層がある場合、被圧水の圧力が被圧水層より上部の地盤の重量を上回ると、掘削底面の地盤が押し上げられ破壊される現象。

- ・ボイリング

地下水が豊富な砂質地盤を掘削した場合に、山留め壁背面側と掘削側の水頭差が一定以上になると背面側の地下水が掘削側の地盤に上向きに流れ込み、この水流の圧力によって砂粒がかき乱され、土砂が沸き上がるようになる現象。

本調査地では、軟弱粘性土の根切りには該当しないので、ヒービングの恐れはほとんどないと考えられる。

盤ぶくれについては、図-5.4.2に示すように掘削底面にわずかにDc層が残る状態となり（不陸があると想定されるが）、盤ぶくれの懸念がある。

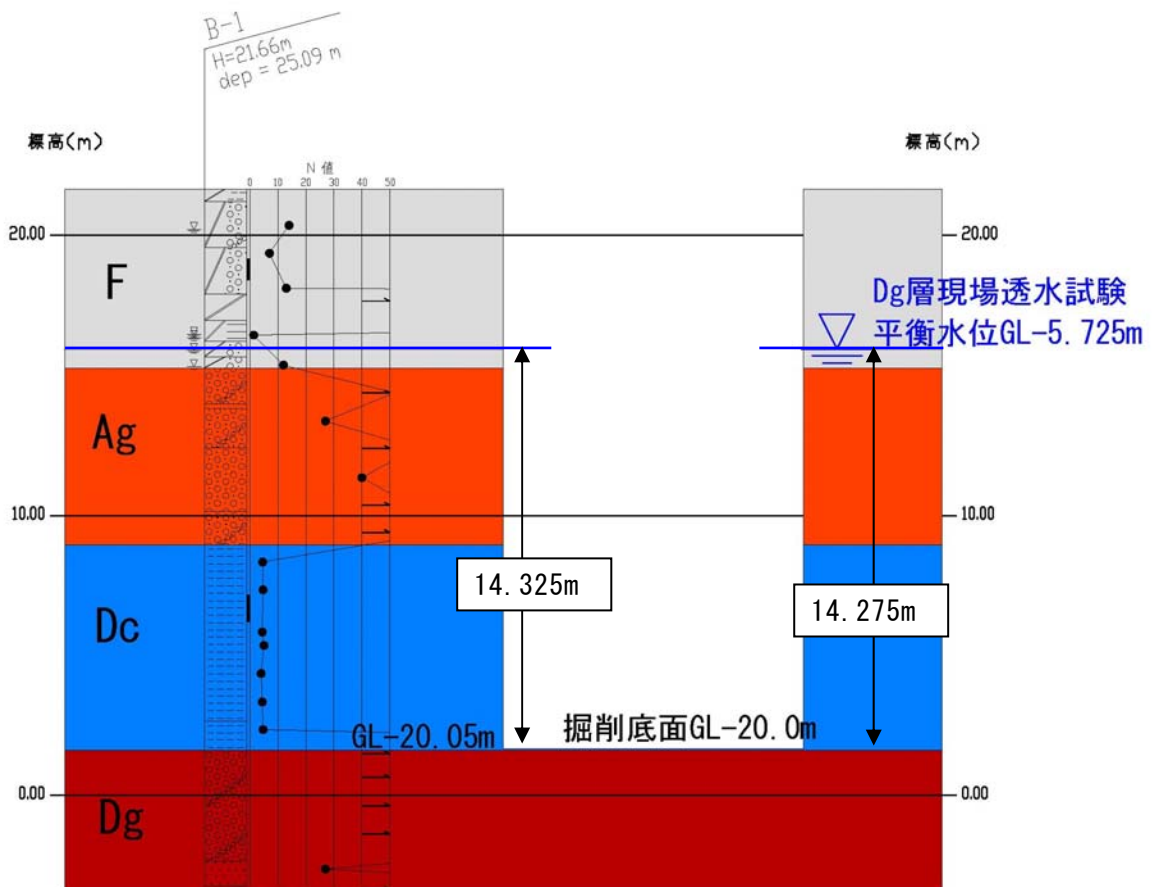


図-5.4.2 掘削のモデル

式-5.4.1により盤ぶくれの検討を行う。

$$U \leq \frac{W}{F} \quad \dots \dots \dots \text{式-5.4.1}$$

ここで、 U : 被圧帯水層の揚圧力 ($= \gamma_w h_w$)

W : 根切り底面から難透水層下端までの土被り圧 ($= \gamma_t d$)

F : 安全率

$$U = 9.8 \text{ kN/m}^3 \times 14.325 \text{ m} \quad \doteq 140.39 \text{ kN/m}^2$$

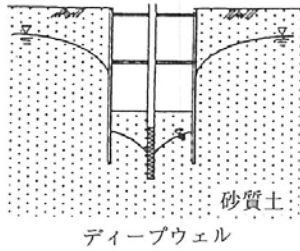
$$W/F = (17 \text{ kN/m}^3 \times 0.05 \text{ m}) / 1.1 \doteq 0.77 \text{ kN/m}^2$$

$U \gg W/F$ であり、盤ぶくれが生じて掘削底面の安定が確保できないものと想定されるため、対策が必要である。

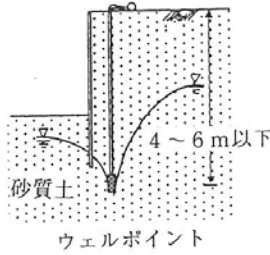
盤ぶくれ対策としては地下水位低下工法や地盤改良工法が考えられるが、周辺への影響等を検討したうえで、慎重に工法を選定する必要がある。対策工の例を図-5.4.3に示す。

①地下水位低下工法

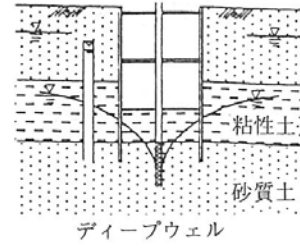
・ボイリングの防止



・ボイリングの防止

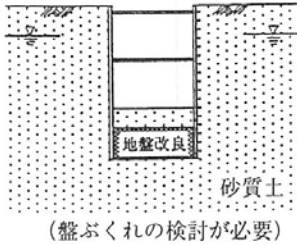


・盤ぶくれの防止
(被圧帯水層の減圧)

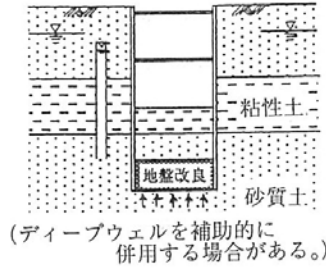


②薬液注入工法

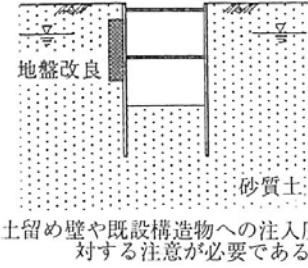
・ボイリングの防止



・盤ぶくれの防止

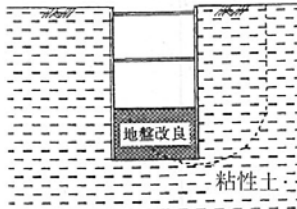


・土留め壁欠陥部の止水処理

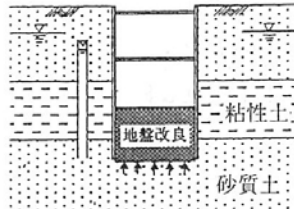


③深層混合処理工法

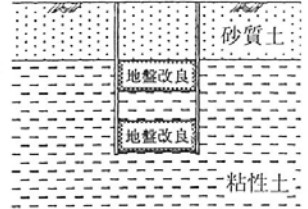
・ヒービングの防止
(底盤改良)



・盤ぶくれの防止
(底盤止水改良)



・受働抵抗の増強
(先行地中ばり)



④生石灰杭工法

・受働抵抗の増強
・ヒービングの防止
・トラフィカビリティーの向上

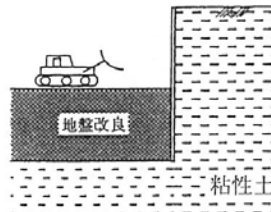


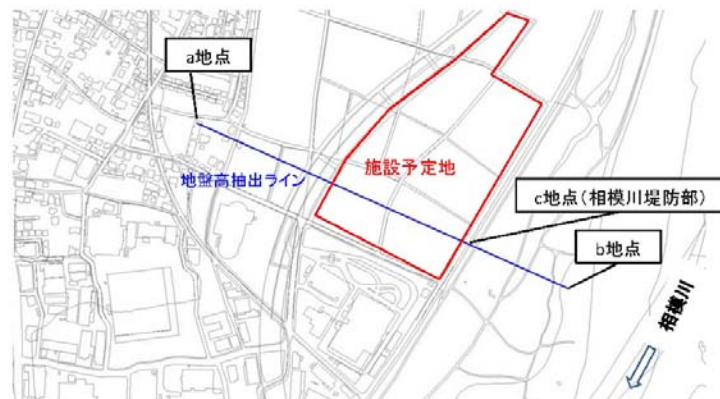
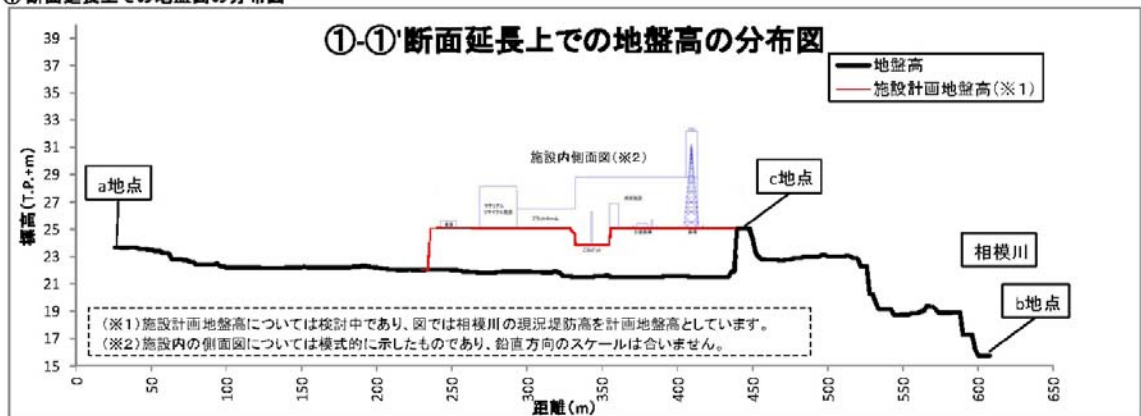
図-5.4.3 土留め工の補助工法の適用例

(日本道路協会：道路土工 仮設構造物工指針、P22、1999)

5.5 盛土基礎地盤の圧密沈下

調査地は約 3m の盛土が計画されている。図-5.5.1～図-5.5.2 に氾濫解析で用いた盛土のイメージ図を示す。計画では計画堤防高まで盛土することとなっている。計画堤防高さとボーリングの B-1 地点の標高差は 2.94m であるため、盛土厚さ 3.00m として圧密沈下について検討する。

①-①'断面延長上での地盤高の分布図



作成に関する注記

- ・施設内側面図は別コンサルタントが盛土高2mを前提として作成したものであり、図中のFL値(GL値)に関しては全て上からテキストボックスを被せている。
- ・施設計画地盤高は検討中とし、当地点の現況堤防高に合わせた。
- ・A案、B案①-①'測線位置は概ね同じ場所である。
- ・施設内側面図のスケールと周辺地盤高のスケールを合わせようとすると、地盤高が表示上つぶれるためスケールは合せていない。

図-5.5.1 氾濫解析で用いた盛土のイメージ図

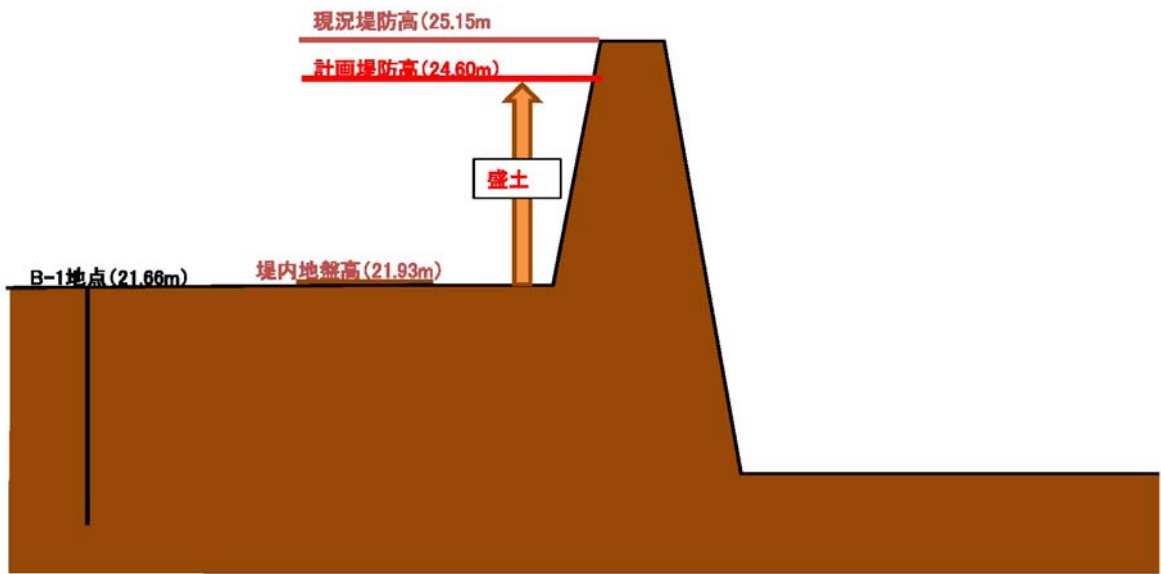


図-5.5.2 盛土高さのイメージ

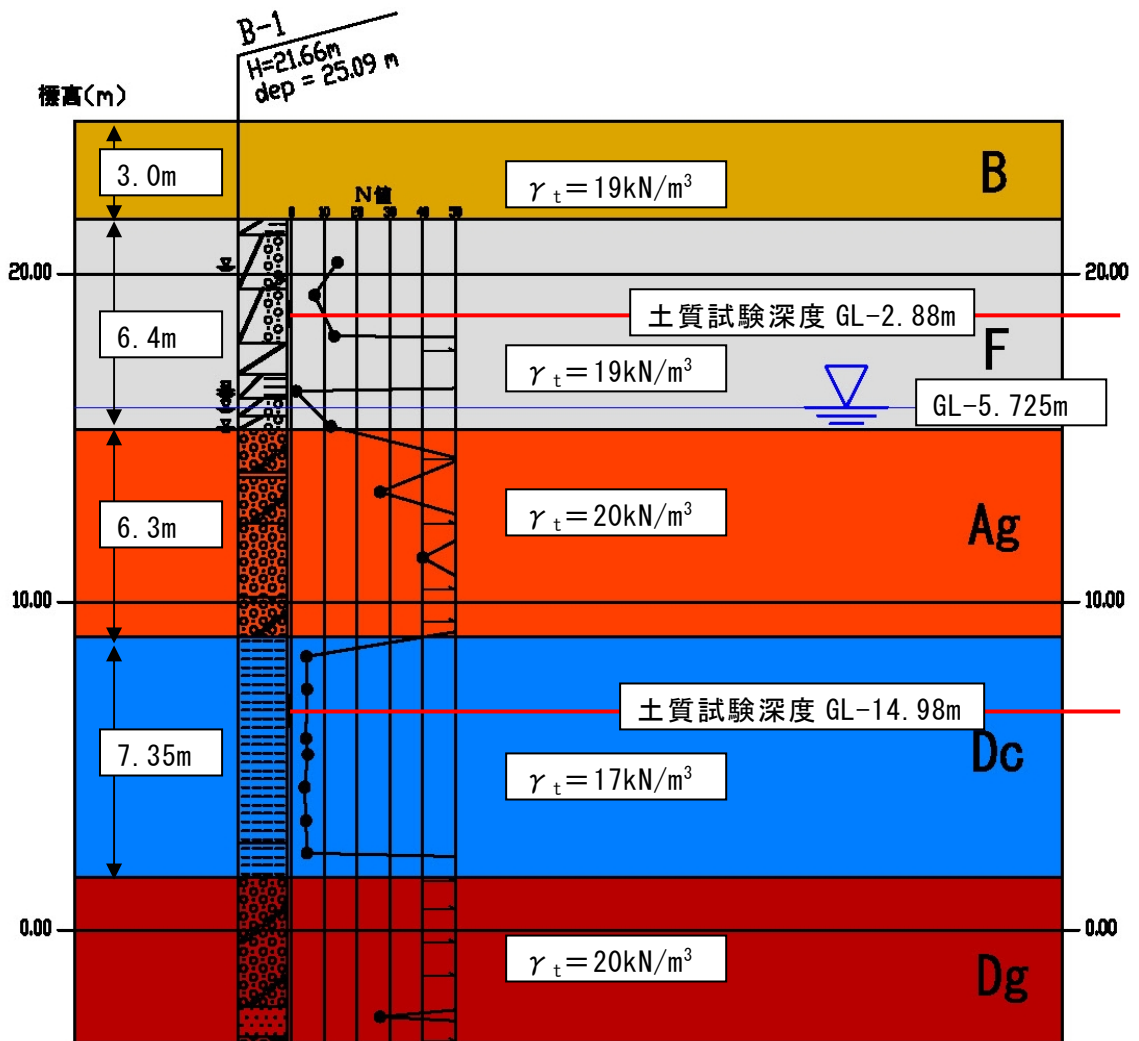


図-5.5.3 圧密沈下検討モデル

計算に用いた単位体積重量は、表-5.1.6.1で設定したものをを用いた。新規盛土（B層）については、砂質土と想定し 19.0kN/m^3 とした。

モデルより F 層の有効土かぶり圧を算定すると、

$$\sigma v' = (19.0\text{kN/m}^3 \times 3.0\text{m}) + (19.0\text{kN/m}^3 \times 2.88\text{m}) = 111.72 \text{ kN/m}^2$$

圧密降伏応力は、 $p_c = 536.1 \text{ kN/m}^2$ であり、 $\sigma v' < p_c$ となるため圧密による沈下量は大きくないと考えられる。

また、モデルより Dc 層の有効土かぶり圧を算定すると、

$$\begin{aligned} \sigma v' &= (19.0\text{kN/m}^3 \times 3.0\text{m}) + (19.0\text{kN/m}^3 \times 5.725\text{m}) + (9.0\text{kN/m}^3 \times 0.675\text{m}) \\ &\quad + (10.0\text{kN/m}^3 \times 6.30\text{m}) + (7.0\text{kN/m}^3 \times 2.28\text{m}) = 250.81 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

圧密降伏応力は、 $p_c = 276.0 \text{ kN/m}^2$ であり、 $\sigma v' < p_c$ となるため圧密による沈下量は大きくないと考えられる。ただし、盛土の層厚が約 1m 増えると沈下が生じるレベルであり、注意が必要である。

注意事項として、今回の検討は地下水位が調査時に確認された GL-5.725m での想定であり、地下水低下工法などを採用し、地下水位を大きく低下させる場合には沈下が発生する可能性があり、十分な検討が必要である。

5.6 盛土基礎地盤の安定

盛土基礎地盤の安定について、限界盛土高さを推定することで検討した。限界盛土高の計算は図-5.6.1を使って、式-5.6.1により算定できる。

$$H_{EC} = q_d / \gamma_E \quad \dots \dots \text{式-5.6.1}$$

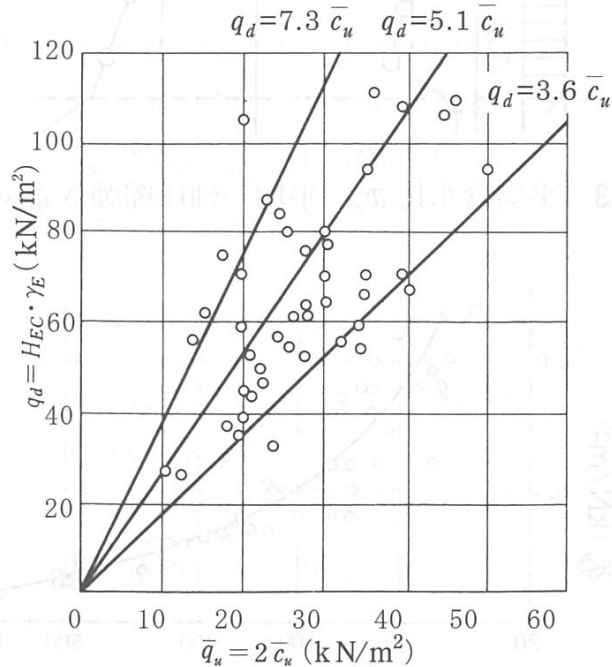
このとき、

H_{EC} : 限界盛土高 (m)

q_d : 地盤の限界支持力度 (kN/m²)

γ_E : 盛土材の単位体積重量 (kN/m³)

(日本道路協会：道路土工軟弱地盤対策工指針、P47、2012)



地盤条件	q_d (kN/m ²)
厚い粘性土地盤及び黒泥、または有機質土が厚く堆積した泥炭質地盤	$3.6 \bar{c}_u$
普通の粘性土地盤	$5.1 \bar{c}_u$
薄い粘性土地盤及び黒泥、または有機質土をほとんど挟まない薄い泥炭質地盤	$7.3 \bar{c}_u$

図-5.6.1 平均一軸圧縮強さと限界支持力と q_d の関係
(日本道路協会：道路土工軟弱地盤対策工指針、P48、2012)

限界盛土高の算定結果を表-5.6.1に示す。

表-5.6.1 限界盛土高

地点	F層のCu kN/m ²	係数	q _d	γ _E kN/m ³	H _{EC} m
B-1	30.1	5.1	153.51	19	8.08
B-2	20.5	5.1	104.55	19	5.50

算定された限界盛土高は5.50～8.08mであり、想定される盛土高3.00mより十分大きく、基礎地盤の安定については心配ないものと考えられる。

5.7 設計施工上の留意点

設計施工上の留意点について、前述したことも含めて以下に記す。

表-5.7.1 設計・施工上の留意点

対象	設計・施工上の留意点
埋土 (F層)	<p>調査地の表層部をなす埋土層は、礫、砂、粘土の混合土であり、中間土である。層相は不均一でコンクリートガラの混入などもある。</p> <p>盛土 (3.0m) による圧密沈下の懸念は少ないと考えられる。また、限界盛土高が5.50m~8.08mと想定され、盛土基礎地盤の安定についての心配はないと考えられる。</p> <p>本調査ではボーリングの本数が少ないため明確なことは言えないが隣接地の地質調査結果を見ても、数mオーダーの層厚変化が想定される。地下水位が低いことから、液状化の懸念は少ないと考えられる。</p>
中間層 (Ag層)	<p>M値50を超える部分を含む礫層である。施工機械の選定に注意が必要である。φ80mm以上の玉石が確認されており、最大3倍程度の玉石が混入している可能性がある。透水性が良いこと、M値が大きいため、液状化の懸念は少ないと考えられる。</p> <p>透水性が良いため、施工方法の検討には注意が必要である。</p>
中間層 (Dc層)	<p>洪積層であるが、M値4~5と軟弱である。盛土厚さ3.0m程度であれば圧密沈下の懸念は少ないが、盛土厚さが厚くなる場合には沈下を生じる恐れがある。また、地下水低下工法など地下水位を低下させる工法を採用する場合には沈下を生じる可能性があるため、検討が必要である。</p> <p>根切り底のDc層の層厚が薄くなると、盤ぶくれの懸念がある。Dc層/Dg層の境界深度についても不陸の有無については不明である。</p>
支持地盤 (Dg層)	<p>良質な支持地盤である。透水性が良いため、基礎選定の際には考慮する必要がある。</p> <p>本調査では建物敷地の中で1本のボーリングしか実施していないため、支持地盤上面深度の不陸の有無については不明である。</p>