

平成 30 年度

現況測量及び地質調査業務

地質調査報告書

豊橋市曙町南松原地内

平成 30 年 9 月

豊橋市教育委員会
栄土地測量設計株式会社

目 次

1	業務概要	1
2	調査方法	4
2.1	調査位置	4
2.2	機械ボーリング	5
2.3	標準貫入試験	6
2.4	乱れの少ない土質試料の採取	7
2.5	現場透水試験	8
2.6	室内土質試験	12
3	地形・地質概要	13
3.1	地形概要	13
3.2	地質概要	15
4	調査結果	18
4.1	ボーリング・標準貫入試験	18
4.2	地下水位と現場透水試験結果	26
4.3	室内土質試験結果	28
5	考 察	38
5.1	地盤定数の設定	38
5.2	支持層ラインと基礎形式について	42

< 添 付 図 表 >

・ 調査位置平面図	1 枚
・ 推定地層断面図	1 枚
・ ボーリング柱状図	3 枚
・ 現場透水試験結果データシート	1 式
・ 室内土質試験結果データシート	1 式
・ 現場記録写真	1 式
・ 室内土質試験写真	1 式

1 業務概要

(1) 委託業務名

現況測量及び地質調査業務

(2) 路線名等の名称

幸スポーツ広場

(3) 業務場所

豊橋市曙町南松原地内

(4) 業務期間

平成30年4月16日 ～ 平成30年9月28日

(5) 調査目的

本業務は、豊橋市が発注する新学校給食共同調理場（仮称）の整備等事業に関する現況測量と、地質調査業務を行って設計・施工のための資料を得ることを目的とする。

(6) 調査数量（詳細は表 1.1 に示す）

・調査ボーリング	3箇所	L= 32.0 m
・標準貫入試験	3箇所	N= 32 回
・現場透水試験	1箇所	N= 2 回
・サンプリング	1本	
・室内土質試験	一式	

(7) 監督機関

豊橋市 教育委員会 教育部

(8) 受注者

栄土地測量設計株式会社

表 1.1 調査数量表

項目・規格等		数 量							
		No.1	No.2	No.3	計				
土質ボーリング (m)	φ 66mm	シルト・粘土	4.4		4.0	0.0	8.4		
		砂・砂質土	1.4	0.8	4.4		0.0	6.6	
		礫混じり土砂	7.2	1.7	1.6		0.0	10.5	
		軟 岩							
		小 計	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	
	φ 116mm	シルト・粘土			2.4		0.0	2.4	
		砂・砂質土			3.3		0.0	3.3	
		礫混じり土砂			0.8		0.0	0.8	
		軟 岩					0.0	0.0	
		小 計	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	
	合 計		13.0	9.0	10.0		0.0	32.0	
	原位置試験 (回)	標準貫入試験	シルト・粘土	4	2	4		0	10
			砂・砂質土	1	4	5		0	10
			礫混じり土砂	8	3	1		0	12
軟 岩							0	0	
合 計			0	0	0		0	0	
現場透水試験					0	0	0		
試料採取 (本)		デニソンサンプリング				0	0	0	
土質試験	物理試験	土粒子の密度試験				0	0	0	
		土の含水比試験				3		3	
		土の粒度試験	ふるい				0	0	0
			ふるい +沈降				1		1
		土の液性限界試験				0		0	
		土の塑性限界試験				1		1	
		土の湿潤密度試験				0		0	
	力学試験	土の圧密試験				1		1	
		土の一軸圧縮試験				0		0	
							0	0	

上段：計画

下段：実績

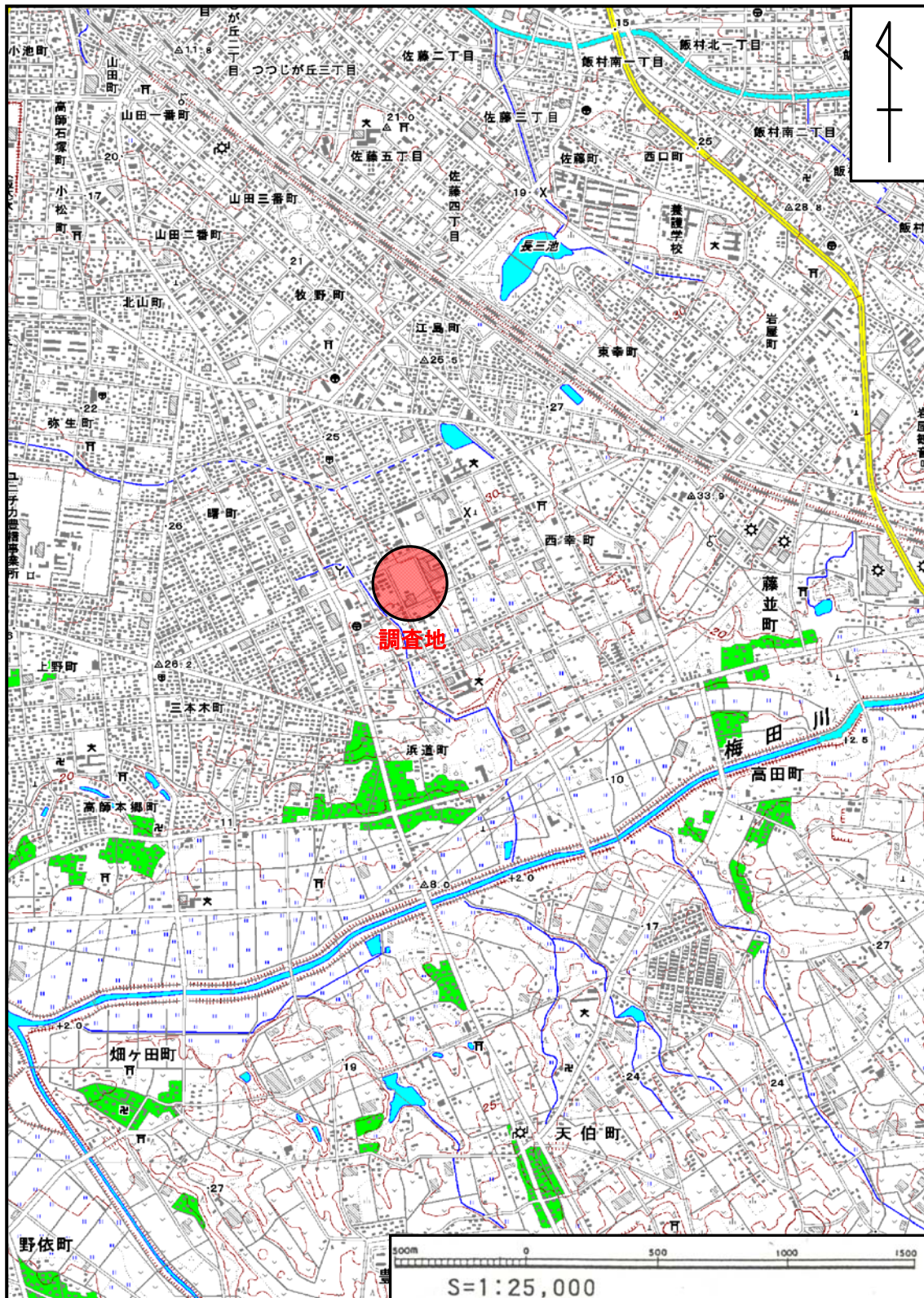


図 1.1 調査地点案内図 (縮尺 1:25,000) ※1-1

※1-1 国土地理院発行 2万5千分1地形図「二川」 使用

2 調査方法

本業務は設計書のほか、愛知県建設部監修「地質・土質調査業務共通仕様書」に基づいて実施した。ここでは、各調査・試験の方法について順次説明する。

2.1 調査位置

本調査では、「新学校給食共同調理場」（仮称）建設予定地（幸スポーツ広場）において、現況測量とともに原位置試験を伴うボーリング調査（3地点）と試料採取、および室内土質試験を実施した。調査地点の位置は、図 2.1 に示すとおりである。

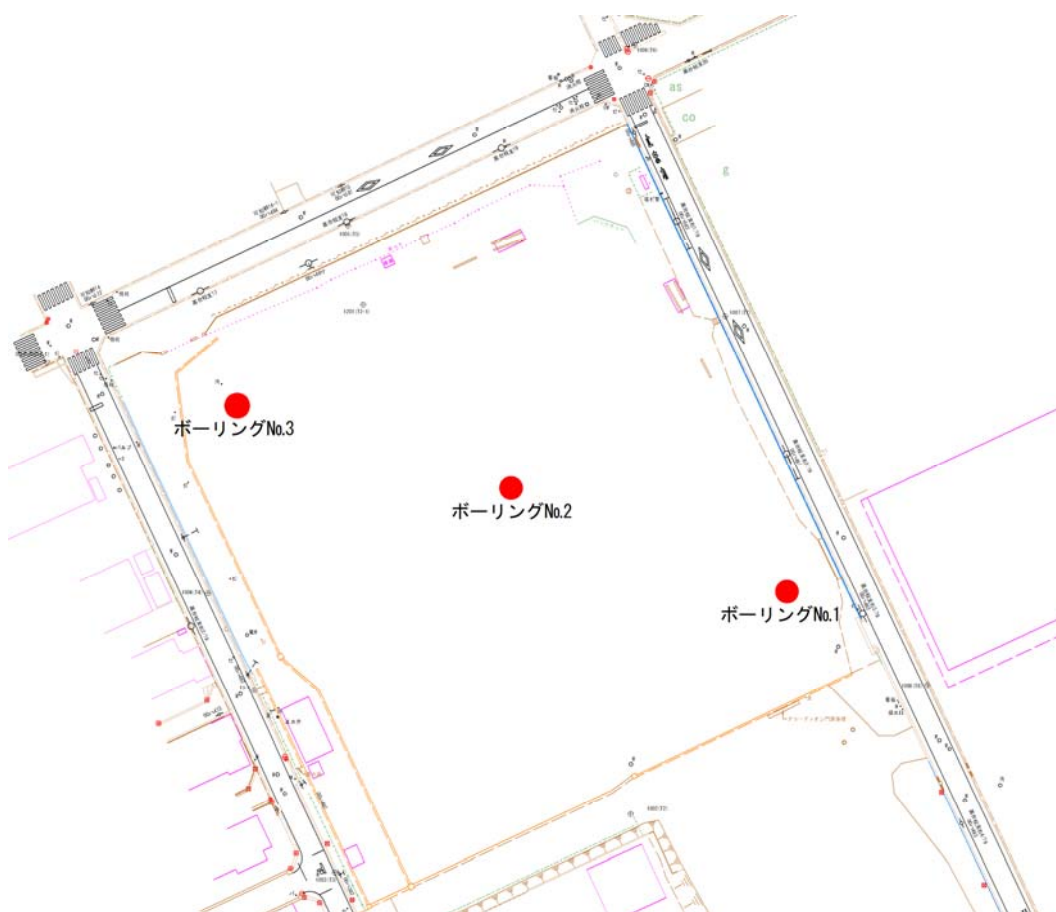


図 2.1 調査位置平面図

なお、豊橋市では民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律（平成 11 年 7 月 30 日 法律第 117 号）第 15 条および民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律施行規則（平成 23 年 内閣府令第 65 号）第 2 条により、「新学校給食共同調理場」（仮称）の施設整備と維持管理、および運営の各業務を、民間資金を活用して整備することが計画されている。

2.2 機械ボーリング

ボーリング調査は、ロータリー式のオイルフィード型ボーリングマシン（図 2.2 参照）を使用して、建設予定地の構成地質の分布・性状の詳細を明らかにすることを目的に実施した。

本業務におけるボーリング調査では、実施項目として標準貫入試験のほかに現場透水試験を実施した。掘削孔径は、 $\phi 66$ mmと $\phi 86$ mm、および $\phi 116$ mmとを併用した。

地下水位の測定には触針式水位計を使用し、初期水位が確認されるまでは原則として無水掘削で掘削することとし、以降は孔壁保護のため孔口にはケーシングパイプを挿入し、ベントナイト泥水を用いて掘削した。

また、掘削時にはボーリングロッドに伝わる掘削音、排水色、スライム内容物、逸水・湧水の有無、孔壁の崩壊状況等を観察した。

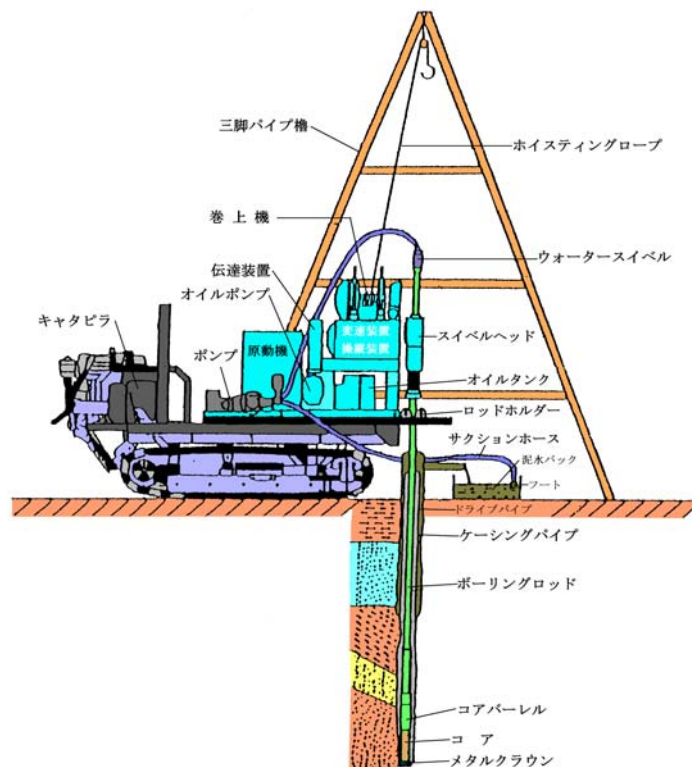


図 2.2 自走（キャタピラーマウント）式ボーリングマシン概要図

2.3 標準貫入試験

標準貫入試験は、JIS A 1219 の規定による試験で、貫入抵抗と同時に乱した試料を採取する試験である。試験は、ノッキングブロックの下方先端に標準貫入試験用サンプラーを取り付けたボーリングロッド (JIS M 1409) およびカップリング (JIS M 1410) を継ぎ足し、質量 63.5 ± 0.5 kg のドライブハンマーを 75 ± 1 cm の高さから自由落下させ、ノッキングブロックを打撃し、サンプラーが地中に 30 cm 貫入するときの打撃回数 (N 値) を測定した (図 2.3 参照)。

この時 10 cm 貫入に要する打撃回数も併せて記録し、また貫入長が 30 cm に満たさずに 50 回に達した場合は試験を打ち切り、その時の貫入長を記録した。

採取した試料は、肉眼・触感観察を行い土質・色調等を判別して柱状図を作成する資料とした。

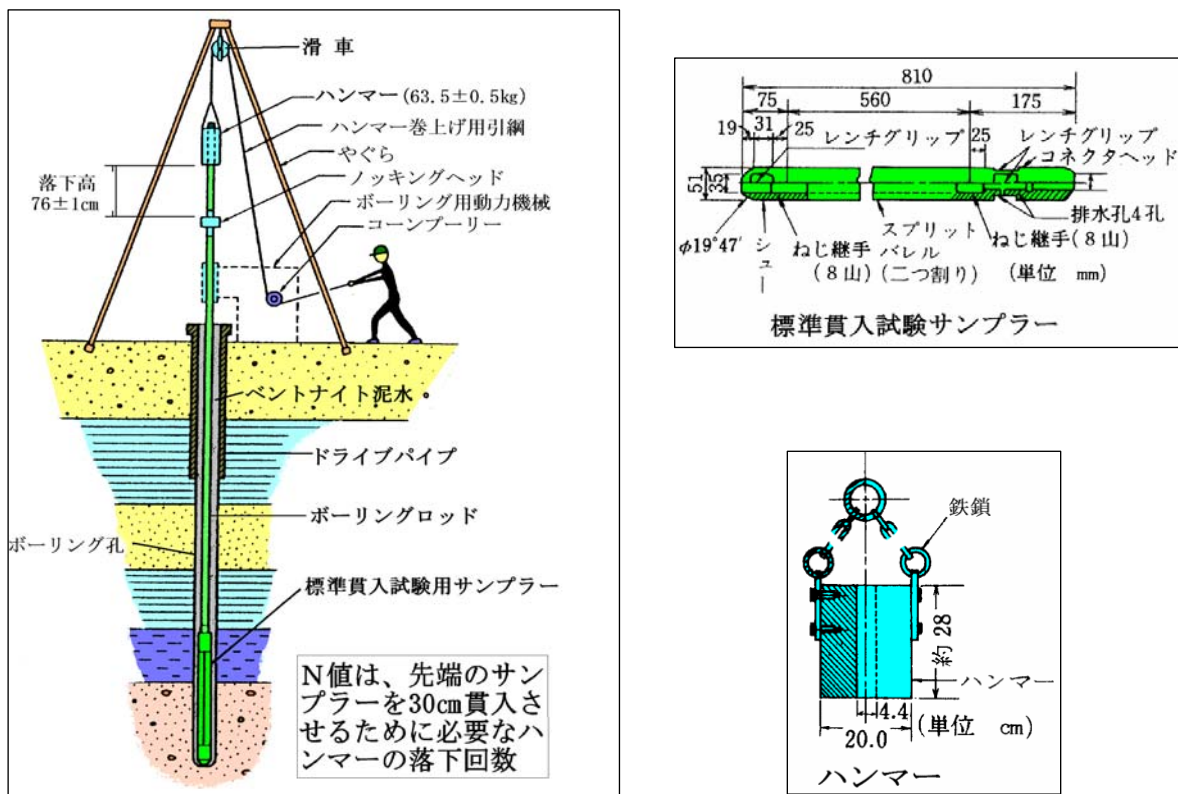


図 2.3 標準貫入試験装置概要図

2.4 乱れの少ない土質試料の採取

対象となる土層の変形特性確認のため、室内土質試験（力学試験）に供する乱れの少ない（土の構造と力学的性質をできるだけ原位置に近い状態の）土質試料を採取することを目的に、硬さが中位以上の粘性土に対してロータリー式二重管（デニソン）サンプラー（図 2.4 参照）を用いて試料採取を行った。

デニソンサンプラー（ボーリング孔径 $\phi 116$ mm）は外側の回転するアウターチューブで土を切削しながら、内側の回転しないインナーチューブを地盤に押し込み、インナーチューブ内に装着したライニングチューブ（ライナー）内に土を採取する二重管の構造で、アウターチューブとインナーチューブ内とはベアリングによって切られており、供回りしない構造となっている。

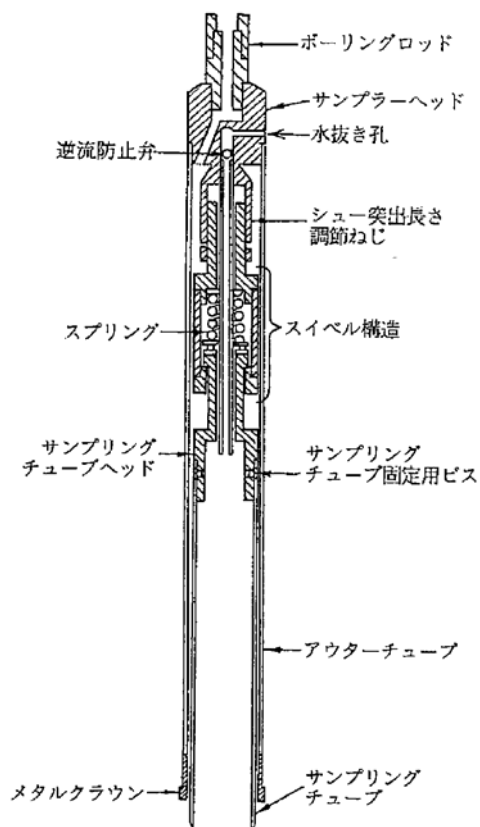


図 2.4 ロータリー式二重管サンプラー（デニソンサンプラー） ※2-1

サンプラーで採取した土質試料は両端を厳重にパラフィンでシールし、専用の試料運搬箱に入れて、標準貫入試験の際に採取したペネ試料とともに室内土質試験に供した。

※2-1 （社）地盤工学会：地盤調査の方法と解説（二分冊の1） 2013. P243

2.5 現場透水試験

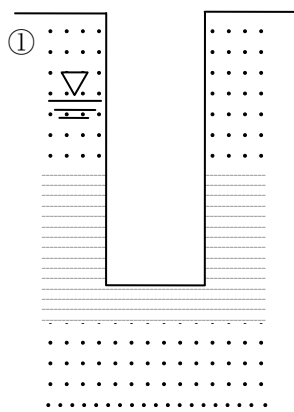
現場水試験は、地盤工学会基準 JGS 1314「単孔を利用した透水試験方法」のうちの非定常法に基づき、ボーリング調査孔を利用して測定対象層にφ86 mmのケーシングパイプを打ち込むケーシング法で実施した。

ケーシング法では、打ち込んだケーシングパイプの先端から50 cm程度掘削して試験区間とし、孔内を清水で十分に洗浄する。次いで孔内への注水後と孔内水の汲み揚げ後の水位の変動状況をそれぞれ測定する。

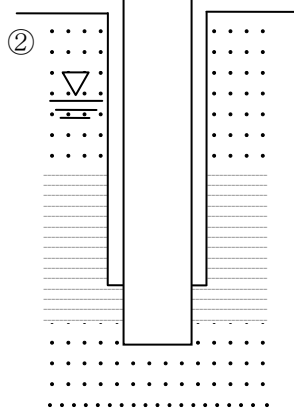
その後、長時間放置してから静水位を測定し、水位が安定したことを確認してから透水係数を算定する。

試験の手順と結果の整理方法は、次頁以降に示すとおりである(図2.5～図2.7参照)。

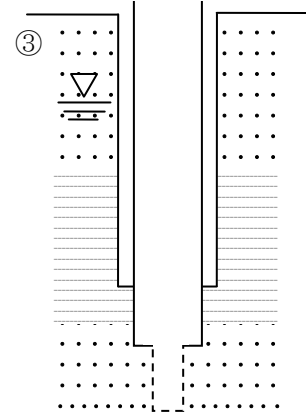
〈試験手順〉



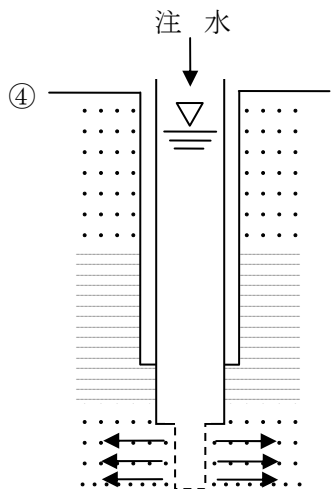
① 試験深度の手前まで掘進する。



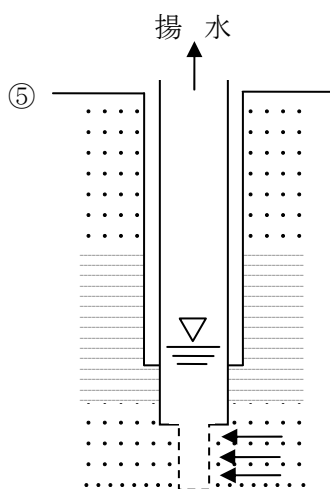
② 試験深度までφ86mmのケーシングパイプを打ち込む。



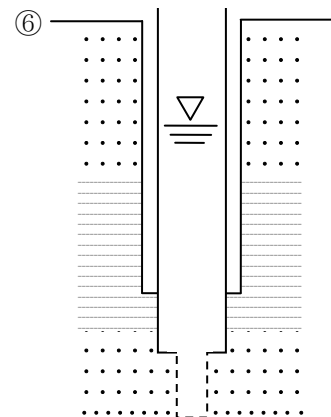
③ φ66mmのコアチューブでケーシングパイプ先端から50cm程度先掘し、孔内を清水で洗浄する。



④ 孔内に水を注水し、所定の時間毎に水位を測定する。(注水法)



⑤ 孔内水を汲み揚げ、所定の時間毎に水位を測定する。(回復法)



⑥ 翌朝の水位を確認し静水位とする。

図 2.5 現場透水試験方法

〈整理方法〉

片対数グラフ上に 測定模式図（図 2.6 参照）に示すように、平衡水位と経過時間 t における水位との差 h_1 、 h_2 ・・・を対数目盛にとり、経過時刻 t_1 、 t_2 ・・・を算術目盛りにとってプロットし t - $\log h$ グラフ（図 2.7 参照）を作成する。

このグラフのうち、測定の初期段階における直線部分の勾配から次式により透水係数を求める。

$$k = \frac{(2.3d_e)^2}{8L} \log_{10} \left(\frac{2L}{D} \right) a \quad a = \frac{\log_{10}(s_1/s_2)}{t_2 - t_1} \cdot \cdot \cdot \cdot [2-4-1] \quad \text{※2-2}$$

ただし、

$$\frac{L}{D} \geq 4$$

ここに、

d_e : 手動式水位測定器の場合、 $d_e = d$
水圧式測定器の場合、測定用パイプ内の断面積から水位測定ケーブルの断面積 $c(\text{m}^2)$ を差し引いて求めた有効断面積と等価な面積を有する円の直径

$$\left(= \sqrt{d^2 - \frac{4c}{\pi}} \right) (\text{m})$$

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外径 (m)

L : 試験区間の長さ(m)

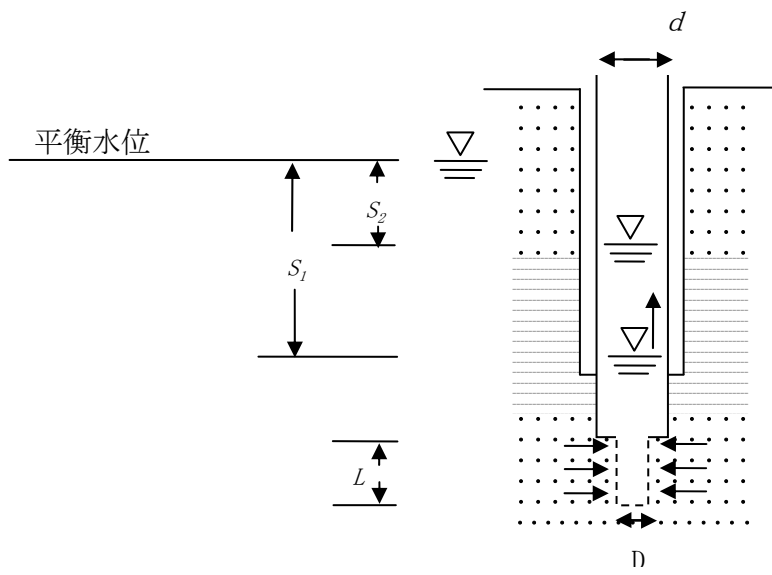


図 2.6 現場透水試験測定模式図

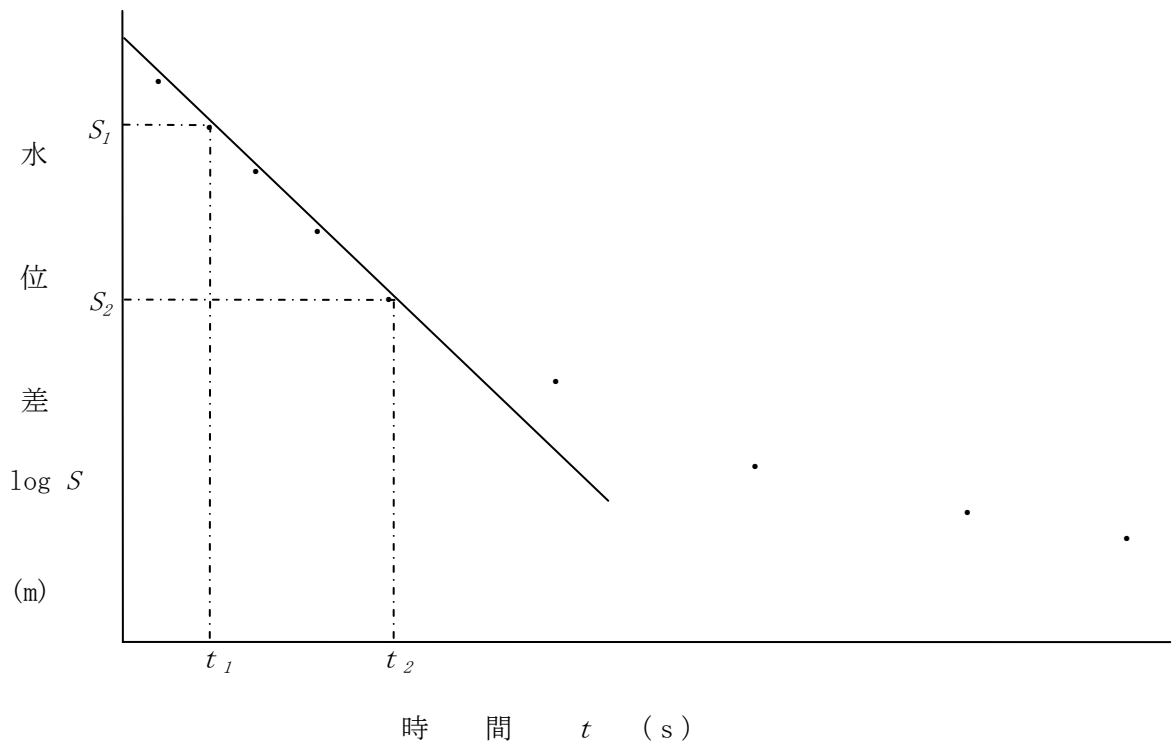


図 2.7 $t - \log S$ グラフ

2.6 室内土質試験

ボーリング調査の際に実施する標準貫入試験で採取した土質試料（ペネ試料）と、デニソンサンプラーで採取した乱れの少ない土質試料（不攪乱試料）とを用いて、下表に示す室内土質試験を行った。各試験項目は「地盤材料試験の方法と解説」（(社)地盤工学会）に基づいて実施した。

表 2.1 室内土質試験項目、目的と規格^{※2-3}

試料	試験項目	試験方法	目的
不攪乱＋ペネ	土粒子の密度試験	JIS A 1202	土の固体部分の単位体積当たりの質量を求める。
	土の含水比試験	JIS A 1203	土の乾燥質量に対する土中水の質量の比(含水比)を求める。
	土の粒度試験	JIS A 1204	土の工学的な土質分類を行って力学的性質を推定する。また液状化判定の基礎資料とする。
	土の液性限界試験	JIS A 1205	土が塑性状態から液状に移るときの含水比を求める。
	土の塑性限界試験	JIS A 1205	土が塑性状態から半固体の状態に移るときの含水比を求める。
不攪乱	土の一軸圧縮試験	JIS A 1216	拘束圧の作用しない状態で自立する供試体を圧縮し、圧縮応力の最大値を求める。
	土の湿潤密度試験	JIS A 1225	土粒子とその間隙に含まれる水の単位体積当たりの質量を求める。

※2-3 (社)地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説(二分冊の1) P8～P12, 2013.

3 地形・地質概要

調査地は愛知県の東三河地域で渥美半島基部の豊橋市曙町内にある、豊橋鉄道渥美線高師駅の東 約 2.2 km の距離に位置している。

3.1 地形概要

東三河地域の地形は、大きく山地、台地および低地に区分される。このうち本調査地は柳生川と梅田川とに挟まれた第四紀更新世の^{なかしほら}高師原台地内の西南部に位置している（図 3.1～図 3.2 参照）。同台地は東西約 6 km、南北約 4 kmの広がりを持ち、標高は約 15～30m である。

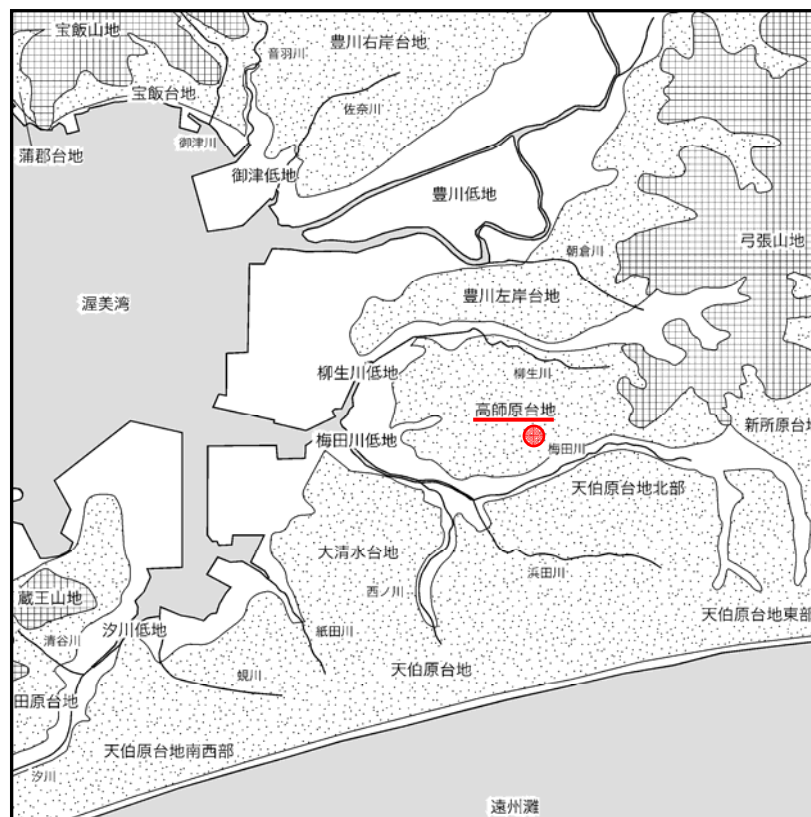


図 3.1 東三河地域の地形区分の名称^{※3-1}

※3-1 産総研地質調査総合センター：5万分の1地質図幅「豊橋および田原地域の地質」平成20年 P3



図 3.2 調査地点位置と柳生川・梅田川の流路 (Google Map より引用)

3.2 地質概要

調査地の位置する高師原台地西部を構成するのは第四紀後期更新世の**福江層**である（図 3.3～図 3.4 参照）。調査地における本層は、下位より層厚 5m 程度の砂礫層、層厚 15m の泥質砂層・砂質泥層、層厚 8m 程度の砂礫層、層厚 2～3m の泥質砂層・砂質泥層で構成され、このうち下部の砂礫層中の礫質土の N 値は 50 以上、砂質土は 30～40 で、中部の粘性土および砂質土の N 値は 10～20、上部の砂礫層中の礫質土の N 値は 30～50、砂質土・粘性土の N 値は 20～30 である。

実際に調査地で確認できるのは、中部の泥質層から上部の砂礫層、最上部の泥質層にかけての部分に相当する。

その構成土質や産出する化石等から、本層下位の砂礫層は低海面期の河成層、中位の砂質および泥質層は海進期の海成層、上位の砂礫層から泥質層は高海面期の河成—海成層と考えられ、1 回の海進海退によって形成された可能性がある^{※3-2}。

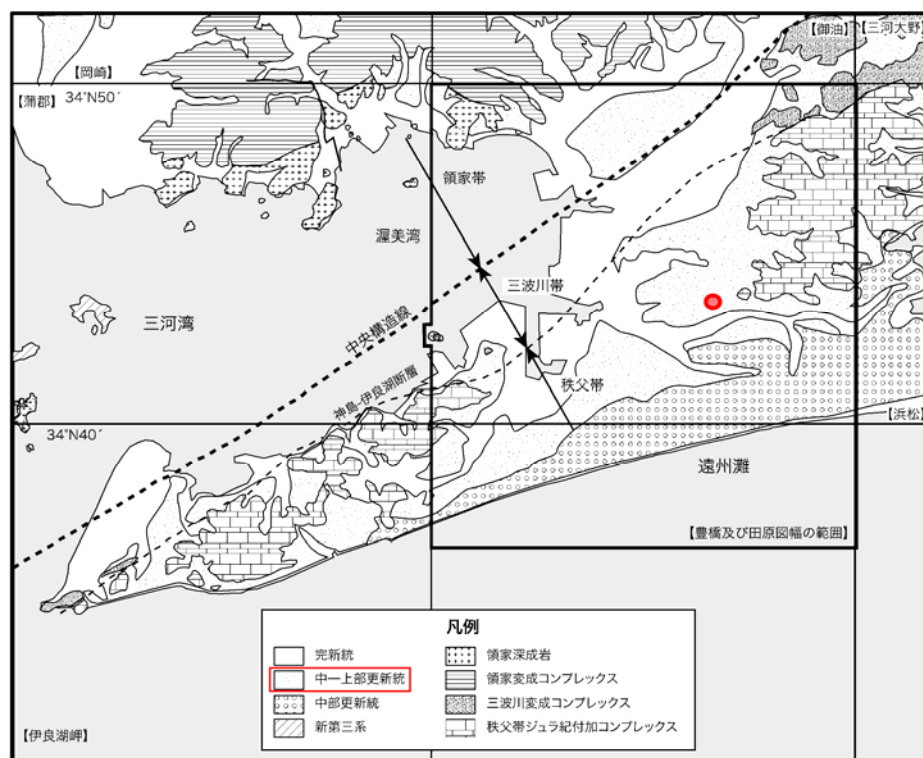


図 3.3 東三河地域の地質概略図 ^{※3-3}

※3-2 産総研地質調査総合センター：5 万分の 1 地質図幅「豊橋および田原地域の地質」平成 20 年 P73

※3-3 産総研地質調査総合センター：5 万分の 1 地質図幅「豊橋および田原地域の地質」平成 20 年 P9

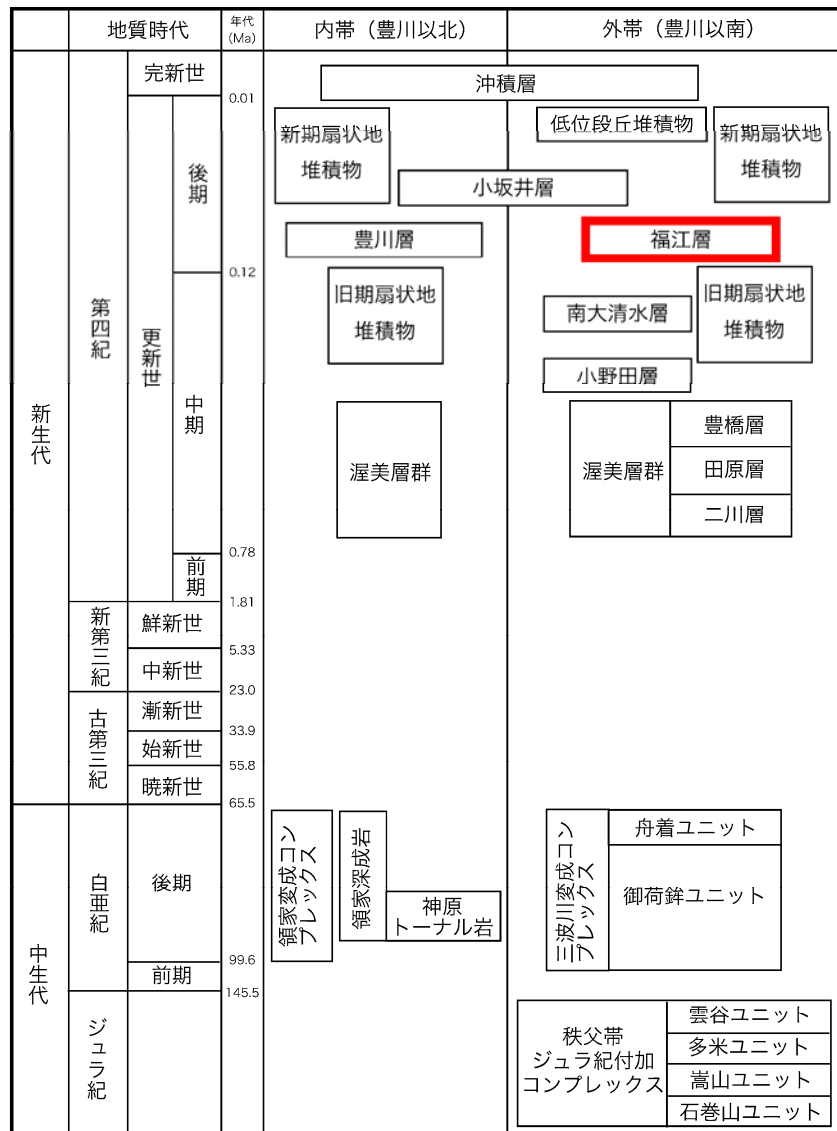


図 3.4 東三河地域の層序総括図※3-4

なお、調査地周辺の地質図は 図 3.5 に示すとおりである。

※3-4 産総研地質調査総合センター：5万分の1地質図幅「豊橋および田原地域の地質」平成20年 P8

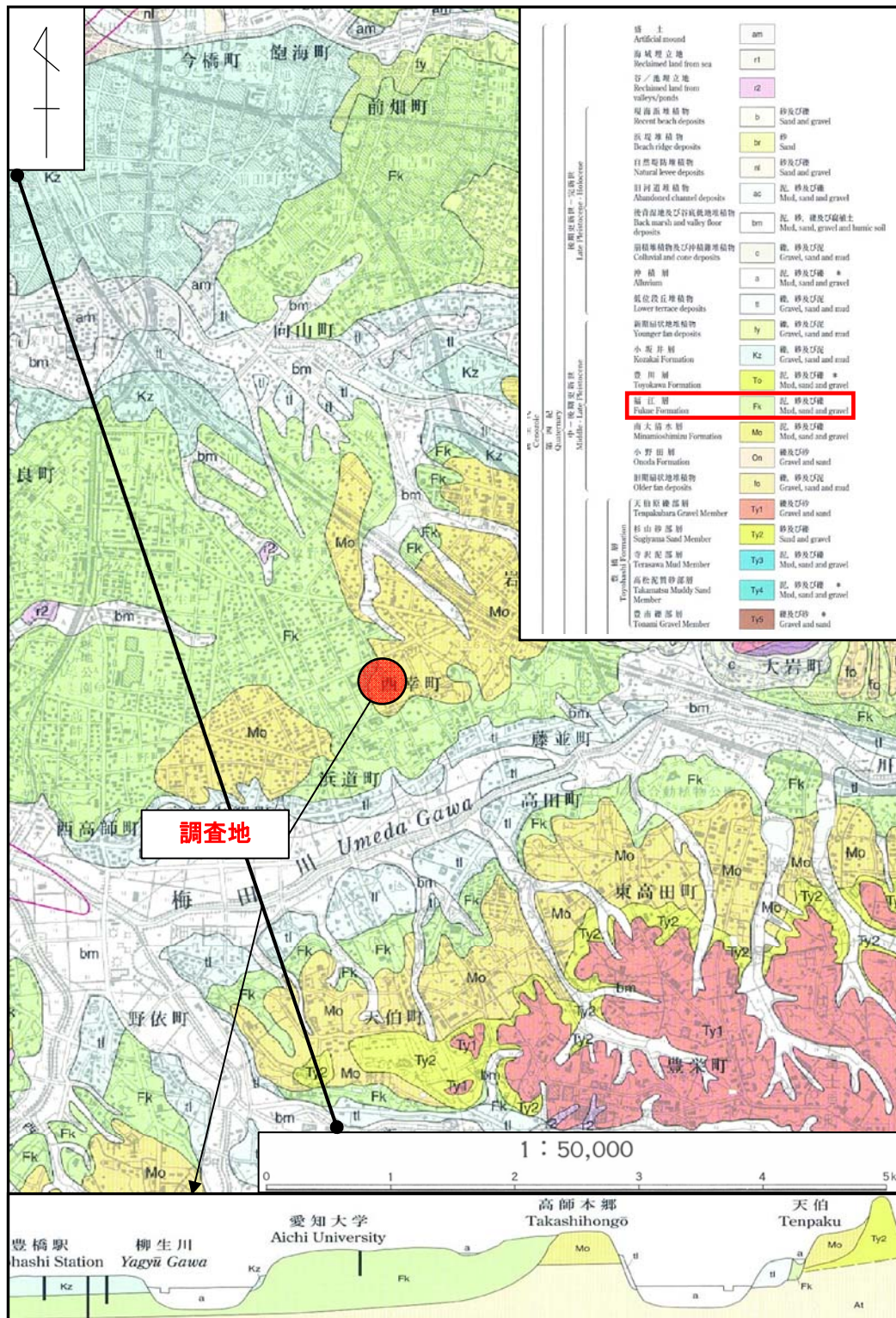


図 3.5 調査地付近の地質図 ※3-5

※3-5 産総研地質調査総合センター：5万分の1地質図幅「豊橋および田原地域の地質」平成20年より引用

4 調査結果

本業務では、原位置試験（標準貫入試験、現場透水試験）を併用した機械ボーリングと、乱れの少ない土質試料採取、および室内土質試験を実施した。

4.1 ボーリング・標準貫入試験

原位置試験を含む一連のボーリング調査結果の詳細を、巻末のボーリング柱状図に取りまとめた。なお、柱状図中に記載した相対密度と相対稠度（コンシステンシー）は、表 4.1～表 4.2 を参考に判定した。

さらに推定地層断面図を作成して巻末に取りまとめ、図 4.1 にも掲載した。

表 4.1 N 値と砂の相対密度の関係 ※4-1

N 値	相対密度 (Terzaghi and Peck)	現場判別方法
0～4	非常に緩い(Very loose)	鉄筋が容易に手で貫入
4～10	緩い (loose)	シャベル(スコップ)で掘削可能
10～30	中位の (medium)	鉄筋を5ポンドハンマで打込み容易
30～50	密な (dense)	同上, 30cm程度貫入
>50	非常に密な (Very dense)	同上, 5～6cm貫入, 掘削につるはし必要, 打込み時金属音

表 4.2 N 値と粘土のコンシステンシー, 圧縮強さの関係 ※4-2

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

※4-1 (社)地盤工学会：地盤調査の方法と解説(二分冊の1), P305, 2013.

※4-2 (社)地盤工学会：地盤調査の方法と解説(二分冊の1), P308, 2013.

調査箇所の構成土層の特徴やN値等をまとめて、表 4.3 の総括表に整理した。これらの調査結果によると、本調査地には現世（第四紀完新世）の埋土層の下位に更新世の福江層が分布しているのが確認された。

福江層はその層相（地層の特徴）によりさらに粘性土層 などの 4 層に細分化されることが判明した。地質構成は 表 4.3 に示すとおりである。

表 4.3 地質構成

地質時代	地層名	記号	層厚	N値 (平均N値)	主な土質	色調	特徴
新 第 四 紀 完 新 世	埋土層	B	0.80 ~ 2.40	3 ~ 6 (4)	シルト混じり砂 礫・シルト混じり細砂 砂質粘土	青灰～黄褐灰～暗灰～ 褐灰	φ2～40mm程度の円礫・垂円礫 を混入する。 含水少ない。
	粘性土層	Fk-c	3.00 ~ 4.80	3 ~ 8 (5)	砂質粘土 砂混じり粘土 粘土	黄褐灰～黄褐～淡褐灰	粘性高く、含水少ない。 含まれる砂分は細砂～微細砂。 一部にφ2～10mm程度の円礫を 混入。
	砂質土層-1	Fk-s ₁	0.35 ~ 0.60	6 (6)	シルト混じり細中砂	暗灰 淡黄灰	No.1地点～No.2地点にかけて分 布。 φ2～20mm程度の円礫を混入。 含水少ない～中位。
	礫質土層	Fk-g	7.70 ~	24 ~ 214 (74)	砂 礫 粘土混じり砂礫	暗灰～褐～淡黄褐 淡黄灰～淡灰	φ2～30mm程度の円礫主体で、 最大径はφ45mm程度。マトリク スは細砂。所々に砂を挟み、シ ルト分を含む。含水中位～少な い。No.2地点～No.3地点間は中間 部に砂質土層-2(Fk-s ₂)を挟む。 下限は未確認。
	砂質土層-2	Fk-s ₂	0.80 ~ 1.70	33 ~ 43 (37)	シルト混じり細中砂 シルト質細砂	褐～淡黄褐 褐～黄褐灰	含水少ない。雲母片を混入。上 部は小礫を少量混入。 No.2地点～No.3地点間で礫質土 層(Fk-g)中に挟まれる。

各土層の土質性状は、表層から順に次のとおりである。

・第四紀完新世：埋土層（B）

3 地点ともにシルトもしくは礫・シルト混じり砂と砂質粘土・シルトで構成され、φ2～40 mm程度の円礫・垂円礫を混入する。含水は少ない。層厚は 0.8 ～ 2.4m で、敷地の中央が最も厚い。観測されたN値は 3 ～ 6、平均N値は 4 である。

・第四紀更新世：福江層・粘性土層（Fk-c）

構成土質は砂質もしくは砂混じり粘土で、中間に均質な粘土を挟む。粘性は高く、含水は少ない。含まれる砂分は細砂～微細砂で、一部にφ2～10 mm程度の小円礫を少量混入する。層厚は 3.0 ～ 4.8m で、敷地の中央が最も薄い。観測されたN値は 3 ～ 8、平均N値は 5 である。

・ 第四紀更新世：福江層・砂質土層-1 (Fk-s₁)

No.1 地点～No.2 地点にかけて分布する。構成土質はシルト混じり細中砂で、φ2～20 mm程度の円礫を混入する。含水は少ない～中位。層厚は0.35 ～ 0.6m。観測された*N*値は1箇所のみで6、平均*N*値も6である。

・ 第四紀更新世：福江層・礫質土層 (Fk-g)

構成土質はφ2～30mm程度の円礫主体で、最大径はφ45mm程度。マトリックスは細砂。所々に砂を挟在し、部分的にシルト・粘土分を含む。含水は中位～少ない。3地点のうち、No.2 地点～No.3 地点間では本層の中間部に砂質土層-2 (Fk-s₂) を挟む。またNo.3 地点に向けてやや傾斜している。観測された*N*値は24 ～ 50以上(換算*N*値で214)、平均*N*値は換算*N*値で74である。層厚は7.7m以上で、下限は未確認である。

・ 第四紀更新世：福江層・砂質土層-2 (Fk-s₂)

構成土質はシルト質細砂・シルト混じり細中砂で、雲母片を混入する。また上部には小礫を少量混入する。No.2 地点～No.3 地点間で礫質土層 (Fk-g) 中に挟在される。層厚は0.8 ～ 1.7m で、No.3 地点に向かってやや傾斜しつつ厚くなっている。観測された*N*値は33 ～ 43、平均*N*値は37である。

凡 例

地質時代	地 層 名	記号	
新 第 生 四 代 紀	完新世	埋 土 層	B
	福 江 層	粘 性 土 層	Fk-c
		砂 質 土 層-1	Fk-s ₁
		礫 質 土 層	Fk-g
		砂 質 土 層-2	Fk-s ₂

推定地層断面図

鉛直1:100 水平1:500

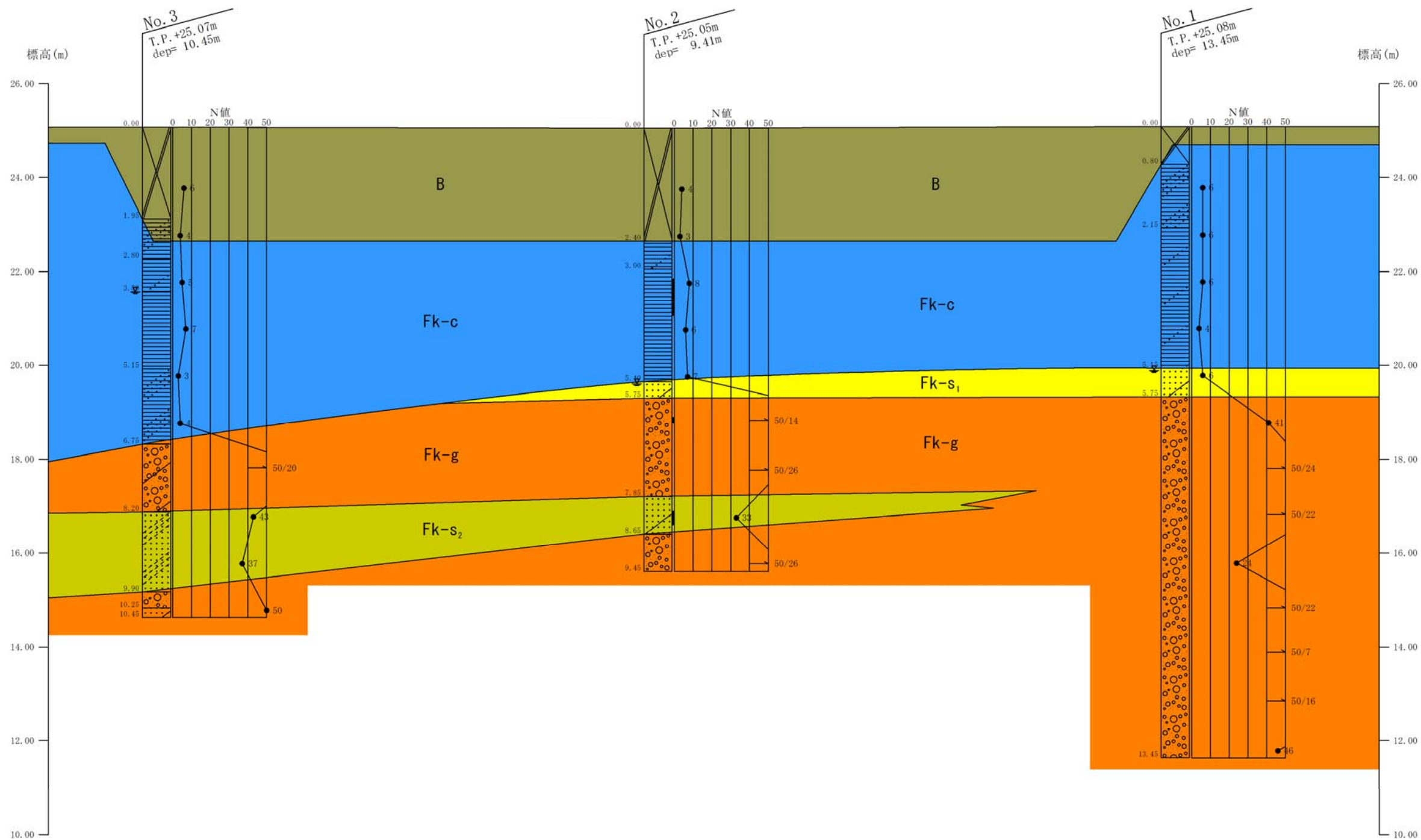


图 4.1 推定地層断面図

標準貫入試験により得られた N 値の土層別集計結果は表 4.4 に、 N 値の頻度分布は図 4.2(a)～図 4.2(b) に、さらに全観測値の深度分布は図 4.3 にそれぞれ示すとおりである。

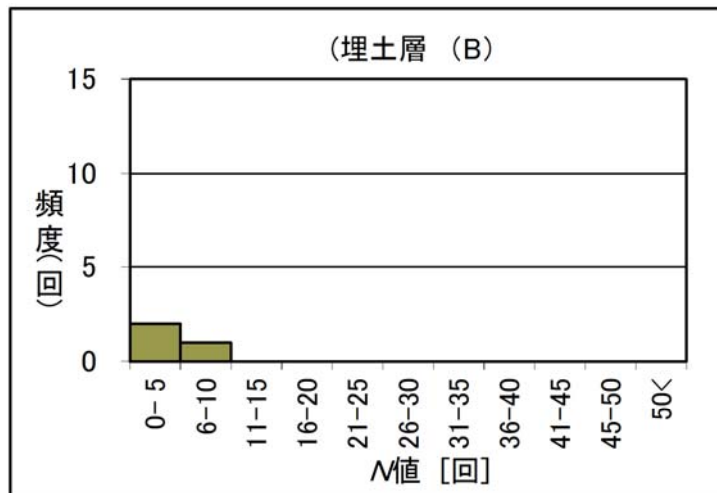
表 4.4 層別 N 値集計表

地質時代	地層名	記号	測定 個数	N 値				
				分布値	平均値 Ave	標準偏差 σ	設計 N 値	
新 生 代	埋 土 層	B	3	3 ~ 6	4	1.5	3	
		粘 性 土 層	Fk-c	12	3 ~ 8	5	1.5	4
	福 江 層	砂 質 土 層 -1	Fk-s ₁	1	6	6	0.0	6
		礫 質 土 層	Fk-g	13	24 ~ 214	74	47.2	50
		砂 質 土 層 -2	Fk-s ₂	3	33 ~ 43	37	5.0	35

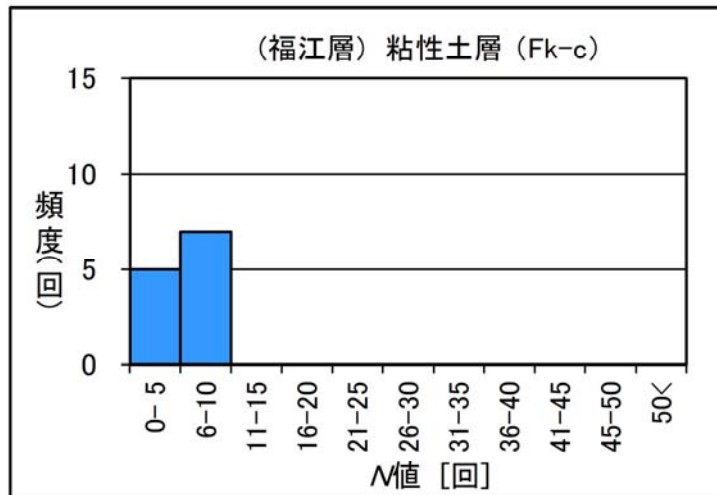
N 値の土層毎の分布状況は、

- ・埋 土 層 (B) : N 値の分布範囲は「3～6」の範囲内に収まっている。平均 N 値は「4」、標準偏差を考慮した設計 N 値は「3」である。
- ・粘 性 土 層 (Fk-c) : N 値の分布範囲は「3～8」の範囲内に収まっている。平均 N 値は「5」、標準偏差を考慮した設計 N 値は「4」である。
- ・砂質土層-1 (Fk-s₁) : 観測された N 値は1箇所のみで「6」だったため、平均 N 値と設計 N 値も同じく「6」である。
- ・礫 質 土 層 (Fk-g) : N 値の分布範囲は「24～50以上」でばらつく。平均 N 値は換算値で「74」、標準偏差を考慮した設計 N 値は「50」である。
- ・砂質土層-2 (Fk-s₂) : N 値の分布範囲は「33～43」、平均 N 値は「37」、標準偏差を考慮した設計 N 値は「35」である。

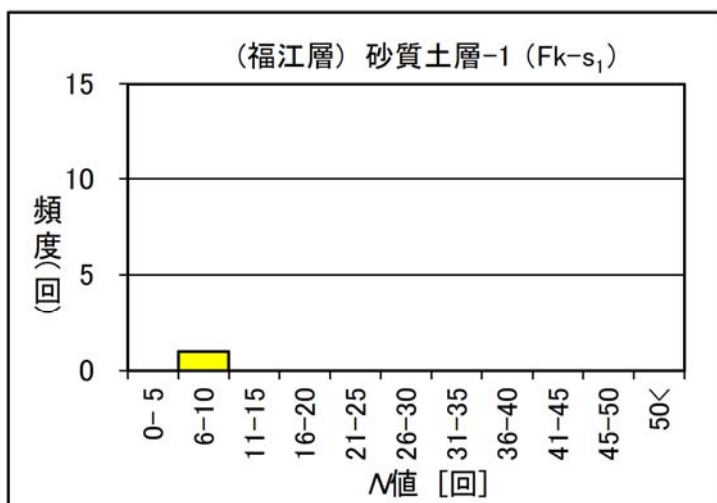
各土層ともに観測深度と N 値との間には必ずしも比例関係は認められなかった(図 4.3 参照)。



埋土層 (B)	
平均N値:	4.3
標準偏差:	1.5
測定個数:	3

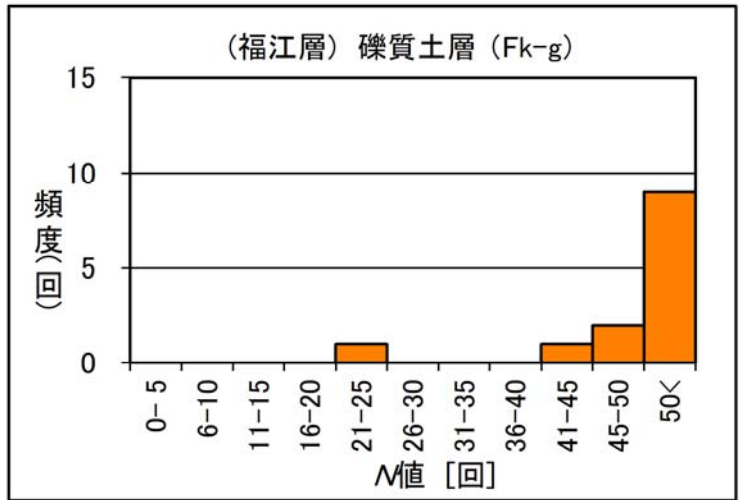


福江層 粘性土層 (Fk-c)	
平均N値:	5.5
標準偏差:	1.5
測定個数:	12

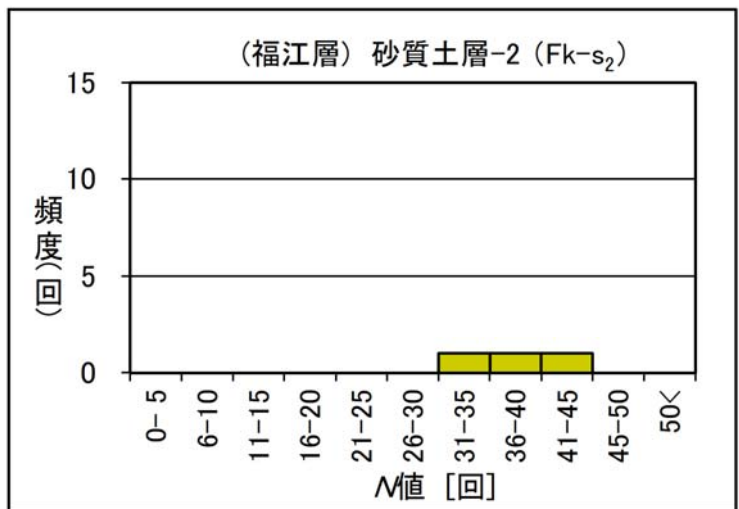


福江層 砂質土層-1 (Fk-s ₁)	
平均N値:	6.0
標準偏差:	0.0
測定個数:	1

図 4.2(a) N値の頻度分布(1)



福江層	
礫質土層 (Fk-g)	
平均N値:	74.3
標準偏差:	47.2
測定個数:	13



福江層	
砂質土層-2 (Fk-s ₂)	
平均N値:	37.7
標準偏差:	5.0
測定個数:	3

図 4.2 (b) N値の頻度分布 (2)

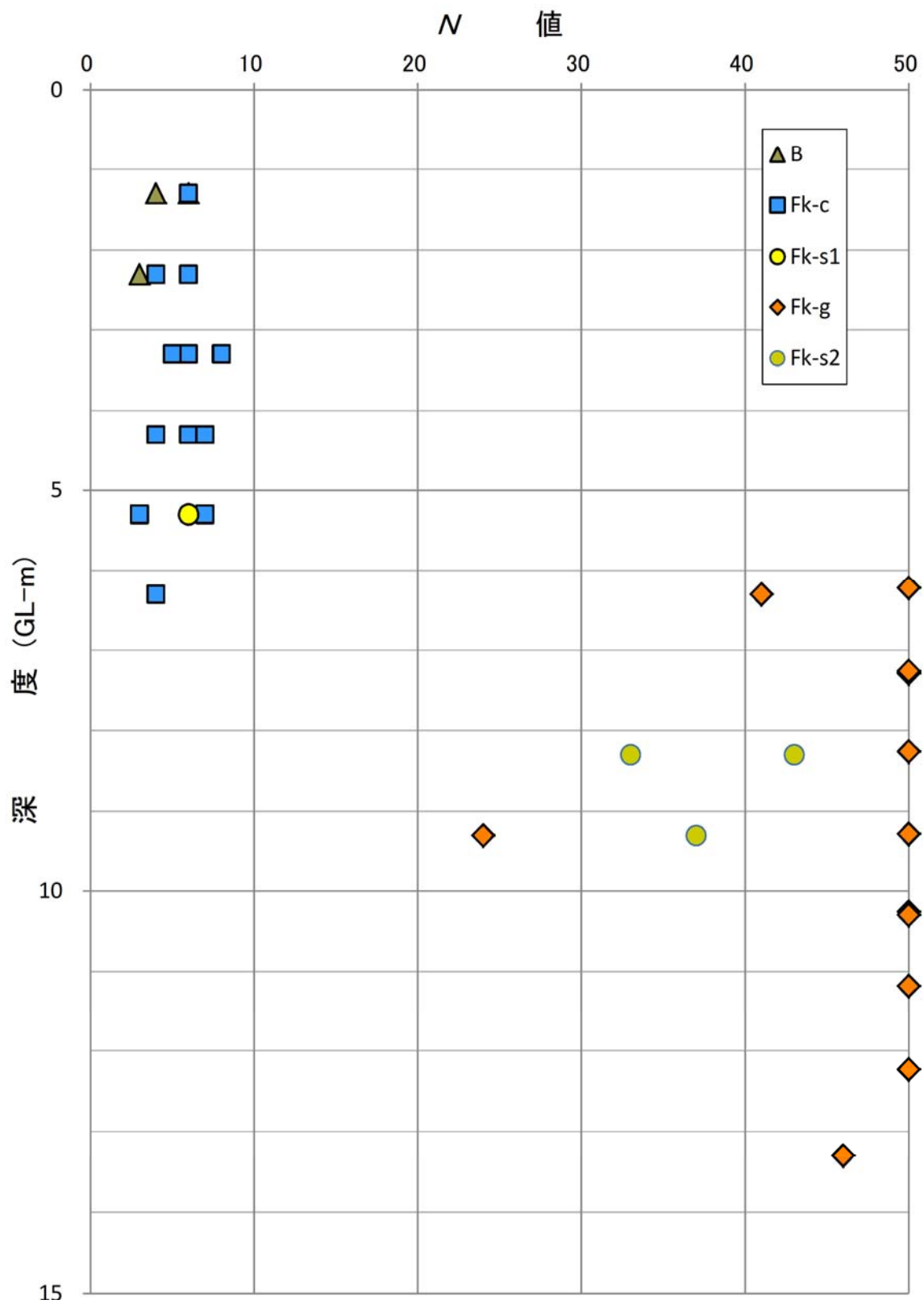


図 4.3 N値の深度分布

4.2 地下水位と現場透水試験結果

調査地における地下水位の状況を把握するために、ボーリング掘削時に無水掘りを行い、水位観測を実施した。

地下水位の観測に際しては、水位確認と同時に掘削作業を一時中断し、孔内で水位が安定したことを確認した後、改めて水位を観測した。

ボーリング孔で確認した孔内水位については、表 4.5 の孔内水位表と巻末に添付したボーリング柱状図、および推定地層断面図に記載したとおりである。

表 4.5 孔内水位表

地点番号	地盤高 T.P. (m)	水位深度 GL-(m)	水位標高 T.P. (m)	賦存土層名	土質記号
No.1	25.08	5.20	19.88	砂質土層-1	Fk-s ₁
No.2	25.05	5.45	19.60	砂質土層-1	Fk-s ₁
No.3	25.07	3.50	21.57	粘性土層	Fk-c

3地点のうち、No.1地点とNo.2地点の地下水はともに砂質土層-1 (Fk-s₁) 内で確認され、GL-5.20～-5.45m (水位標高 19.60～19.88m) で観測された。当該土層は不圧帯水層である。

2点間の距離 (約 55m) と水位差 (0.28m) とから、ボーリング地点付近の地下水の動水勾配 $\theta_{1\sim 2}$ は、次式のように推定される。

$$\theta_{1\sim 2} = \tan^{-1}(0.28/55.0) \times 180/\pi \doteq 17^\circ$$

浅層の不圧地下水であることから、これら2地点間の地下水は帯水層内を土層勾配なりに南東 → 北西方向へ、比較的緩い動水勾配を持って流下していると考えられる。

一方、No.3地点の地下水位は、粘性土層 (Fk-c) 内で確認された。他地点では同深度付近に地下水は確認されておらず、また粘性土は難透水性であることなどから、No.3地点の地下水はごく局所的な ちゅうすい 宙水^{※4-3} と考えられる。

※4-3 比較的浅い地層中に局地的に存在する不透水層上に、地表からの浸透水がレンズ状に溜まった不圧 (自由) 地下水の一種。通常は水の安定的な供給源がないため、揚水などで消失しやすい。

土の透水性は、土中における自由水の移動のしやすさを表す重要な指標の一つであり、土の粒度構成との相関性が非常に高いと言われている。

一般的な透水性と対応する土の種類については、図 4.4 に示すとおりである。

		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						

図 4.4 透水性と対応する土の種類 ※4-4

ボーリング調査時にはNo.2 地点で現場透水試験も実施した。計画されている共同調理場の詳細が現段階で不明なため、本試験は十分な支持力を有し基礎工の施工が想定される礫質土層 (Fk-g) 内で実施することとし、当該土層の透水性把握を目的として非常法 (変水位法) により行った。

試験結果は、巻末に添付した現場透水試験結果データシートに記載した。それによると、礫質土層 (Fk-g) の透水性は次表に示すように透水性は低いと想定される。

表 4.6 現場透水試験結果一覧

土質記号	地点No.	実施深度 GL- (m)	透水係数 k_{D20} (m/s)	透水性
Fk-g	No.2	5.50 ~ 6.00	2.04E-07	低い
		6.00 ~ 6.50	3.76E-06	低い

※4-4 (社) 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説(二分冊の1), P450, 2013.

4.3 室内土質試験結果

調査地に分布する各土層の物理・力学特性を把握するため、ボーリング調査の標準貫入試験時に採取した土質試料（ペネ試料）と、デニソンサンプラーにより採取した乱れの少ない土質試料（不攪乱試料）とを用いて室内土質試験を実施した。

試験は「地盤材料試験の方法と解説」（地盤工学会：平成 21 年 11 月）に示された手順に従って行った。試験結果の詳細は、室内土質試験結果データシートとして巻末に添付するとともに、これらの結果を取りまとめて表 4.8 に記載した。

なお、一般的な土の性質は表 4.7 に示すとおりである。

表 4.7 代表的な土の性質の測定例 ※4-5

土質名	土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	含水比 w (%)	液性限界 w_L (%)	塑性限界 w_p (%)	湿潤密度 γ_t (g/cm ³)
沖積砂質土	2.6 ~ 2.8	10 ~ 30	—	—	1.6 ~ 2.0
沖積粘性土	2.5 ~ 2.75	50 ~ 80	30 ~ 130	20 ~ 60	1.2 ~ 1.8
洪積砂質土	2.6 ~ 2.8	—	—	—	—
洪積粘性土	2.5 ~ 2.75	30 ~ 60	35 ~ 90	20 ~ 50	1.6 ~ 2.0
泥炭(PEAT)	1.4 ~ 2.3	110 ~ 1300	—	—	0.8 ~ 1.3
関東ローム	2.7 ~ 3.0	80 ~ 150	80 ~ 150	40 ~ 80	1.2 ~ 1.5
まさ土	2.6 ~ 2.8	6 ~ 30	—	—	—
しらす	1.8 ~ 2.4	15 ~ 33	—	—	—
黒ぼく	2.3 ~ 2.6	30 ~ 270	—	—	—

※4-5 (社) 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説(二分冊の1), P101・P110・P146・P181, 2013. より編集

表 4.8 室内土質試験結果一覧表

土質記号	試料番号		採取深度 GL-(m)	一般					粒 度										コンシステンシー特性				日本統一土質分類		一軸圧縮			
				湿潤密度	土粒子の密度	土の含水比	間隙比	飽和度	礫分	砂分	粗粒分	シルト分	粘土分	細粒分	最大粒径	均等係数	曲率係数	50%粒径	20%粒径	10%粒径	液性限界	塑性限界	塑性指数	コンシステンシー指数	分類記号	分類名	一軸圧縮強さ	破壊歪
				ρ_t (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	W_n (%)	e	S_r (%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(mm)	U_c	U_c'	(mm)	(mm)	(mm)	W_L (%)	W_p (%)	I_p	I_c			q_u kN/m ²	ϵ_f (%)
Fk-c	No.2	D2-3	3.20 ~ 4.00	1.746	2.594	44.1	1.141	100.2	0.1	2.9	3.0	44.0	53.0	97.0	4.75	—	—	0.0042	—	—	89.3	38.0	51.3	0.9	CH	粘土 (高液性限界)	197.0	8.44
Fk-g	No.2	P2-6	6.15 ~ 6.29	—	2.653	13.8	—	—	48.1	40.7	88.8	11.2		11.2	26.5	—	—	1.8	0.23	—	—	—	—	GS-F	細粒分混じり 砂質礫	—	—	
Fk-s2	No.2	P2-8	8.15 ~ 8.45	—	2.664	13.3	—	—	2.0	85.4	87.4	8.4	4.2	12.6	9.5	10.9	3.6	0.42	0.2	0.045	—	—	—	—	S-F	細粒分混じり 砂	—	—

(1) 土粒子の密度 (ρ_s) と自然含水比 (w_n)

土粒子の密度は JIS の旧基準でいう“比重”で、土塊の骨組みを形成している土粒子の群の平均密度のことである。

一般的な値は沖積砂質土で $\rho_s=2.60\sim 2.80$ (g/cm³)、粘性土で $\rho_s=2.50\sim 2.75$ (g/cm³) であり、この値より小さい場合には有機質または火山灰質、大きい場合には密度の大きい鉱物の混入が多いことを知る事ができる (表 4.9 参照)。

また、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、土粒子に対する水の質量比を百分率で表したもので、一般的に砂質土で $W_n = 10\sim 30\%$ 程度、沖積粘性土で $W_n = 50\sim 80\%$ 程度、洪積粘性土で $W_n = 30\sim 60\%$ 程度、PEAT で $W_n = 110\sim 1300\%$ 程度とされる (表 4.7 参照)。

試験の結果、ボーリング地点の各土層の土粒子の密度と自然含水比は何れも一般的な範囲内にあるが、砂質土層-1 (Fk-s₁) と礫質土層 (Fk-g) の自然含水比はかなり低い値を示していることが確認された (図 4.5 参照)。

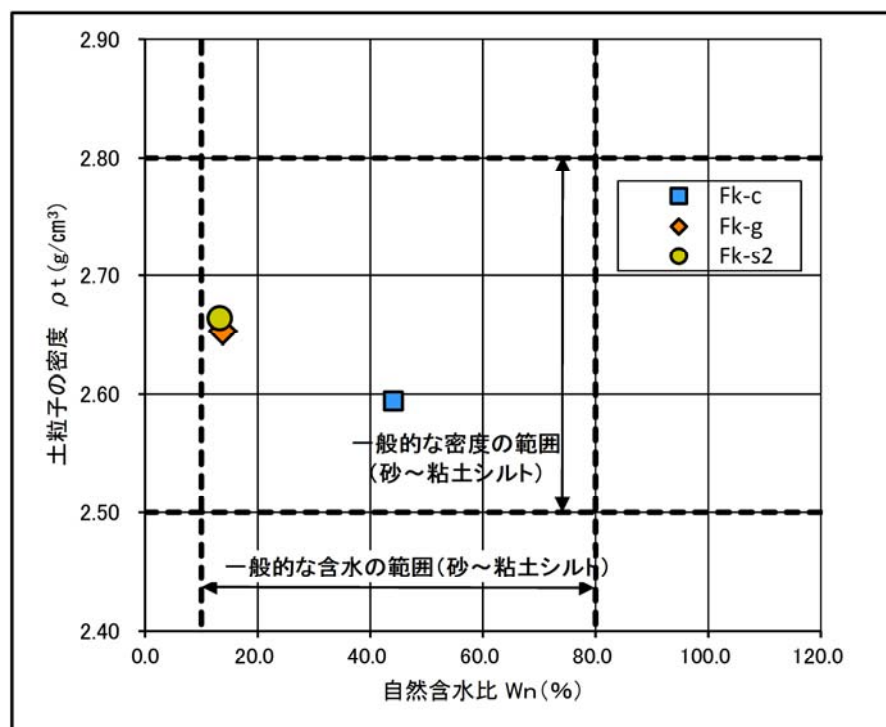


図 4.5 自然含水比と土粒子の密度との相関図

(2) 粒度組成

土の粒度は、地盤を構成する土粒子径の分布状態を全質量に対する百分率で表したものをいい、粒径が 0.075 mm未満の細粒分、0.075～75 mm未満までの粗粒分、および 75 mm以上の石分からなる。

土質試料の粒度分布の状態をグラフ上に表した粒径加積曲線について、曲線の広がりや形状を数値的に表す指数として、傾度を表す「均等係数 U_c 」と、なだらかさを表す「曲率係数 U_c' 」とがある。

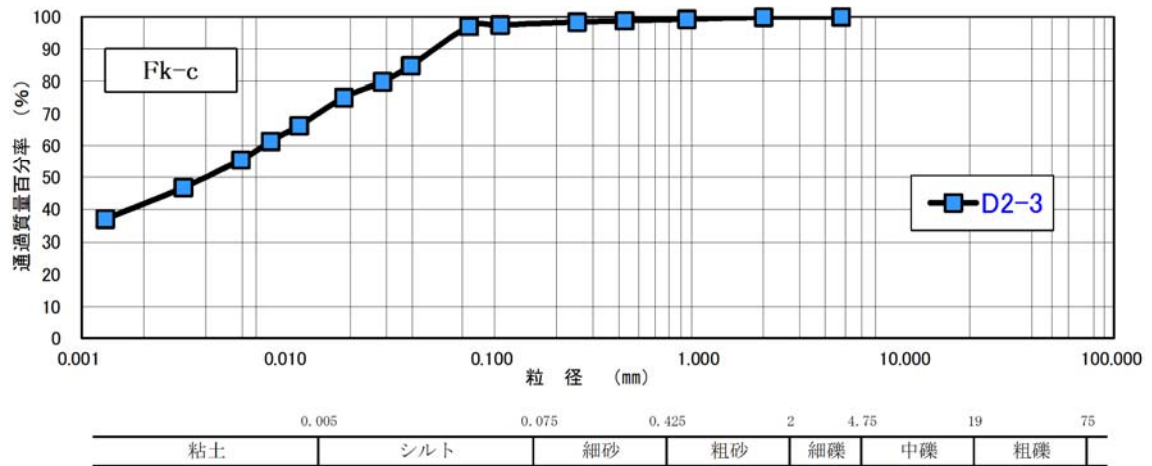
このうち均等係数 $U_c \geq 10$ の粒度を「粒径幅の広い」、 $U_c < 10$ の粒度を「分級された」と呼び、また曲率係数が $1 \leq U_c' \leq 3$ の場合を「粒径幅の広い」と呼ぶ。均等係数 U_c が大きくなるほど粒度分布が広いことを示す。

土の粒度組成が深い関係を持つ工学的性質には、液状化の可能性や凍上性、および透水性などが挙げられる。

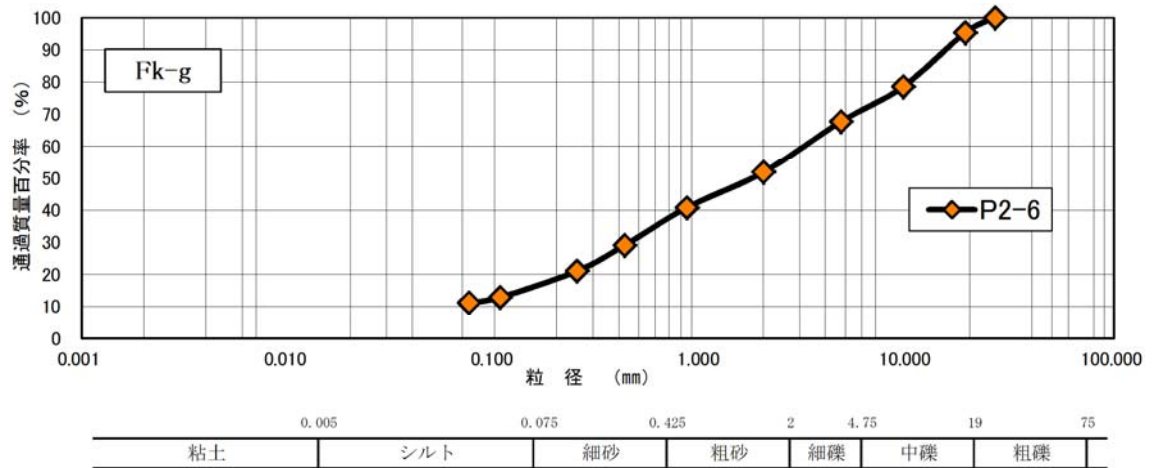
各調査地点で採取した土質試料の粒度組成と分布の特徴は表 4.9 に、各試料の粒径加積曲線は 図 4.6 にそれぞれ示すとおりである。

表 4.9 粒度組成一覧

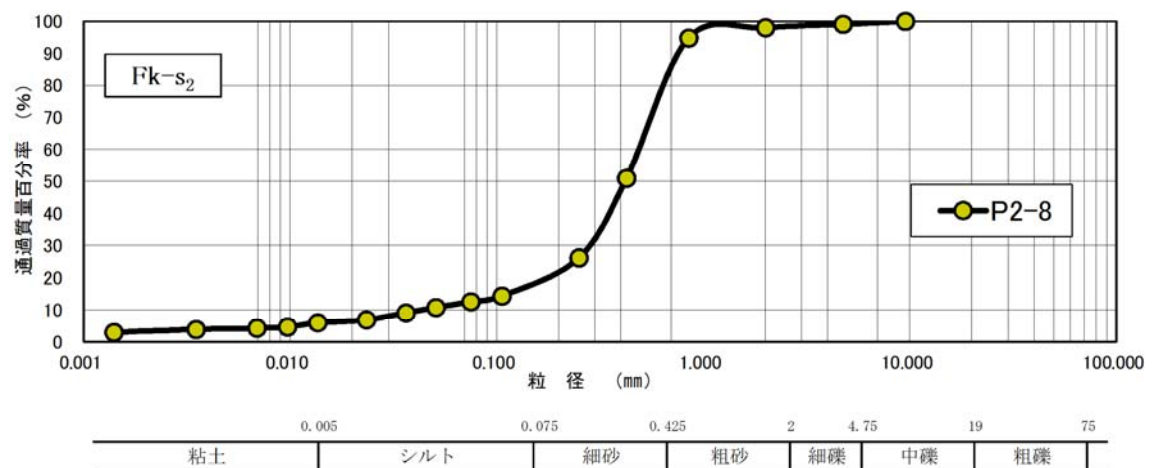
土質記号	試料番号		採取深度 GL-(m)	粗粒分(礫分+砂分) (%)	細粒分(シルト分+粘土分) (%)	特 徴
Fk-c	No.2	D2-3	3.20 ~ 4.00	3.0	97.0	粒径幅が広く細粒分が非常に優勢で、さらに粘土が多い「粘土(高液性限界)」に分類される。
Fk-g	No.2	P2-6	6.15 ~ 6.29	88.8	11.2	粗粒分が優勢で、かつ礫分が優位な「細粒分混じり砂質礫」に分類される。
Fk-s2	No.2	P2-8	8.15 ~ 8.45	87.4	12.6	粒径幅が非常に広く粗粒分が優勢で、かつ砂分が大部分を占める「細粒分混じり砂」に分類される。



粘性土層 (Fk-c)



礫質土層 (Fk-g)



砂質土層-2 (Fk-s₂)

図 4.6 粒径加積曲線図 (ボーリング調査箇所)

(3) コンシステンシー特性：液性限界 W_L ・塑性限界 W_p

土は含水比の違いにより状態が異なる。特にシルト粒子や粘土粒子を多く含む細粒土は、含水比が十分に高いと流動化を生じて液体と同様な性質を示し、含水比が低下すると力を加えた後の変形が残留する塑性状態に変わる。さらに含水比が低下すると、もろい半固体の状態を経て含水比が低下しても体積が変化しない固体の状態となる。

液性限界とは土が塑性状態から液体の状態に移る限界の含水比で、一般には多量の水分を含む土が塑性体として最小のせん断強さを示す状態にあるときの含水比をいい、塑性限界とは土の含水比がそれ以下になると脆くなり自由に変形しにくくなる状態、いわば塑性の状態から半固体の状態に移る限界の含水比をいうものである。

この液性限界と塑性限界との差 ($W_L - W_p$) を**塑性指数 I_p** といい、ある土が塑性の状態を保つ上限と下限の含水比の幅を示す指数、すなわち土の塑性範囲を定量的に示した数値であって、塑性指数の値が大きいほど塑性度が高く、より塑性的な土であるといえる。

また、液性限界と自然含水比 W_n との差と、塑性指数との比を**コンシステンシー指数 I_c** といい、粘性土の相対的な硬さや安定度を意味している。

$$\text{液性指数：} \quad I_L = \frac{W_n - W_p}{W_L - W_p} = \frac{W_n - W_p}{I_p} \quad \dots \quad [4-4-1] \quad \text{※4-6}$$

$$\text{コンシステンシー指数：} \quad I_c = \frac{W_L - W_n}{W_L - W_p} = \frac{W_L - W_n}{I_p} \quad \dots \quad [4-4-2] \quad \text{※4-6}$$

$I_c \geq 1$ である場合には自然含水比が塑性限界に近いかあるいはそれ以下ということになり、比較的安定した状態にあることを意味する。

$I_c \approx 0$ である場合には、自然含水比が液性限界に近く、このような土を乱せば、著しく不安定な状態になることを意味している。

これに対し自然含水比と塑性限界の差と塑性指数との比を、**液性指数 I_L** という。液性指数は相対含水比とも呼ばれ、与えられた自然含水比における土の相対的硬軟を示す指標であり、 $I_L = 0$ に近いほど安定した土といえる。

したがって、細粒土の目安としては、 $I_c \geq 1$ かつ $I_L = 0$ に近いほど安定であり、大きくなるほど圧縮性は大きく鋭敏なことを示す（表 4.10 参照）。

※4-6 (社)地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説(二分冊の1), P147, 2013.

表 4.10 コンシステンシーの目安

状態 指数	液性状	塑性状	半固結状
自然含水比	$W_L < W_n$	$W_p < W_n < W_L$	$W_n < W_p$
コンシステンシー	$I_c < 0$	$0 < I_c < 1$	$1 < I_c$
液性指数	$1 < I_L$	$0 < I_L < 1$	$I_L < 0$
分類	流動粘土	塑性粘土	弾性粘土

W_n : 自然含水比 W_L : 液性限界 W_p : 塑性限界
 I_c : コンシステンシー指数 I_L : 液性指数

No.2 地点で採取した土質試料のうち、粘性土層 (Fk-c) の細粒分は「塑性粘土」と判定された (表 4.11 参照)。

表 4.11 コンシステンシー指数と液性指数

土質記号	試料番号		採取深度 GL- (m)	土の含水比 W_n (%)	液性限界 W_L (%)	塑性限界 W_p (%)	塑性指数 I_p	コンシステンシー指数 I_c	液性指数 I_L	分類
Fk-c	No.2	D2-3	3.20 ~ 4.00	44.1	89.3	38.0	51.3	0.9	0.1	塑性粘土

(4) 透水性

前述したように土の透水性は、土中における自由水の移動のしやすさを表す重要な指標の一つであり、土の粒度構成との相関性が非常に高いと言われている（一般的な透水性とそれに対応する土の種類については 図 4.4 参照）。

砂質土の透水係数の概略値を推定する方法として、粒度試験で得られた粒径加積曲線の通過質量百分率を用いる方法があり、20%粒径（ D_{20} ）から、クレーガーの方法^{※4-7}（図 4.7 参照）により透水係数（ k_{D20} ）を推定し、各地点を構成する土質の透水性についての判定を行った。

それによると各土層の透水性は、礫質土層（Fk-g）および砂質土層-2（Fk-s₂）はともに「中位」と判定された（表 4.12 参照）。

表 4.12 クレーガーの方法による透水係数一覧

土質記号	試料番号		採取深度 GL-(m)	D ₂₀ (mm)	透水係数 k_{D20} (m/s)	透水性
					クレーガー法	
Fk-c	No.2	D2-3	3.20 ~ 4.00	—	—	—
Fk-g	No.2	P2-6	6.15 ~ 6.29	0.23	1.17E-04	中位
Fk-s ₂	No.2	P2-8	8.15 ~ 8.45	0.2	8.38E-05	中位

※4-7 (社)土質工学会：掘削のポイント(第1回改訂版)，P303, 1975.

D_{20} (mm)	k (cm/sec)	土質分類	D_{20} (mm)	k (cm/sec)	土質分類
0.005	3.00×10^{-6}	粗粒粘土	0.300	2.20×10^{-2}	中粒砂
0.010	1.05×10^{-5}		0.350	3.20×10^{-2}	
0.020	4.00×10^{-5}	粗粒シルト	0.400	4.50×10^{-2}	粗粒砂
0.030	8.50×10^{-5}		0.450	5.80×10^{-2}	
0.040	1.75×10^{-4}		0.500	7.50×10^{-2}	
0.050	2.80×10^{-4}	極微粒砂	0.600	1.10×10^{-1}	粗粒砂
0.060	4.60×10^{-4}		0.700	1.60×10^{-1}	
0.070	6.50×10^{-4}	微粒砂	0.800	2.15×10^{-1}	粗粒砂
0.080	9.00×10^{-4}		0.900	2.80×10^{-1}	
0.090	1.40×10^{-3}		1.000	3.60×10^{-1}	
0.100	1.75×10^{-3}	微粒砂	2.000	1.80	細レキ
0.120	2.60×10^{-3}				
0.140	3.80×10^{-3}				
0.160	5.10×10^{-3}				
0.180	6.85×10^{-3}				
0.200	8.90×10^{-3}				
0.250	1.40×10^{-2}				

$$k = 0.38 \times D_{20}^{2.37} \quad (D_{20} > 0.03\text{mm})$$

$$k = 0.06 \times D_{20}^{1.87} \quad (D_{20} \leq 0.03\text{mm})$$

ここに、 k ：透水係数（クレージャーの提案値）
 D_{20} ：20%粒径

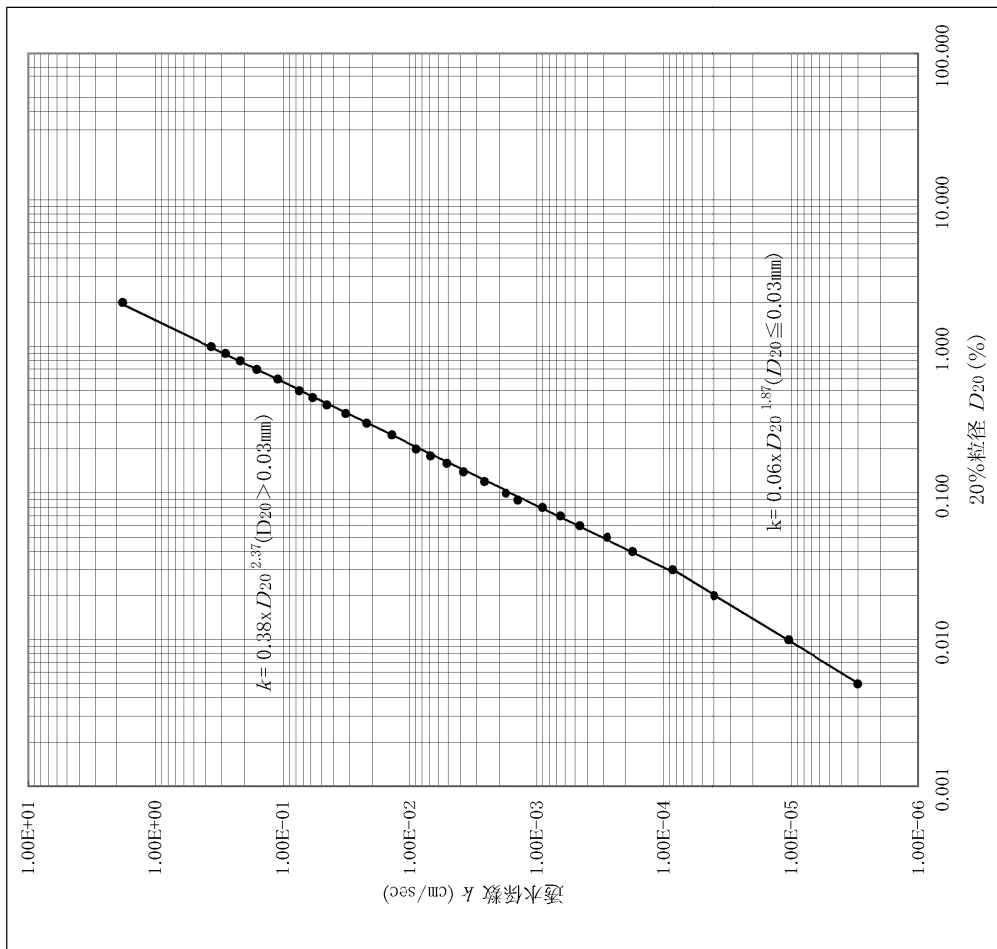
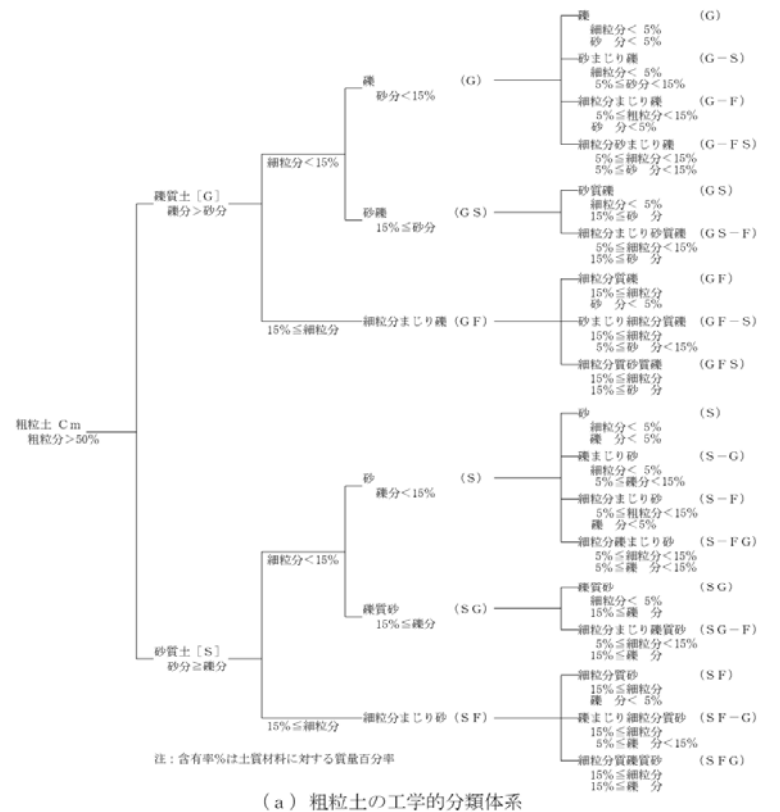


図 4.7 クレーガーによる粒径 (D_{20}) と透水係数の関係 ※4-7

(5) 日本統一土質分類

粒度試験、液性限界・塑性限界試験の結果に基づき、下図に示した土質材料の工学的分類(日本統一分類法)で土質分類を行った。分類結果は前述の表 4.9 に示すとおりである。

大分類	中分類	小分類
土質材料分類	土質区分	主に観察による分類
		三角座標上の分類



大分類	中分類	小分類
土質材料区分	土質区分	観察・塑性図上の分類
		観察・液性限界等に基づく分類

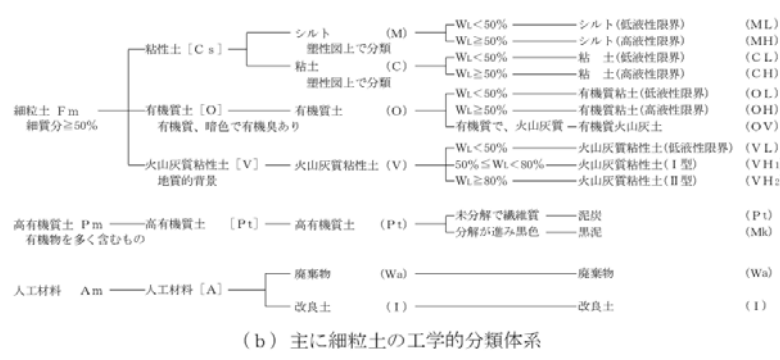


図 4.8 土の工学的分類体系※4-8

※4-8 (社)地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説(二分冊の1), P56, 2013.

5 考 察

5.1 地盤定数の設定

地盤定数は以下の方法によって設定した。

(1) 設計N値

設計N値は、本調査地でのN値データのばらつきを考慮して、各土層毎の平均N値と標準偏差とを用いて次式により算出した。

$$\text{設計N値} = \text{平均N値} - (\text{標準偏差}(\sigma_{n-1})) / 2$$

(2) 単位体積重量 (γt)

室内土質試験により湿潤密度の試験値が得られた粘性土層 (Fk-c) についてはこれを用いて算出し、それ以外の各土層については表 5.1～表 5.3 の文献値を参考に、N値やコア観察結果を勘案して、単位体積重量を設定した。

表 5.1 単位体積重量^{※5-1}

地 盤	土 質	ゆるいもの	密なもの
自然 地 盤	砂及び砂れき	18	20
	砂 質 土	17	19
	粘 性 土	14	18
盛 土	砂及び砂れき	20	
	砂 質 土	19	
	粘 性 土	18	

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

表 5.2 単位体積重量の設定値一覧表^{※5-2}

地層	沖 積 層				洪 積 層			
	砂質土	シルト	粘性土	腐植土	砂質土	シルト	粘性土	ローム
湿潤密度 γ (kN/m^3)	18 (17~19)	16 (15~17)	15 (14~16)	10 (8~13)	19 (18~20)	17 (16~18)	16 (15~17)	14 (12~15)

() : ばらつきの程度

※5-1 (社) 日本道路協会 : 道路橋示方書・同解説 I 共通編IV下部構造編, P47, 2012.

※5-2 (社) 日本建築学会 : 小規模建築物基礎設計指針, P77, 2008.

表 5.3 土質定数の一般値 ※5-3

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)}	やや軟らかいもの（指の中程度の力で貫入） ^{注1)}	18	25	50以下	{M}, {C}
			軟らかいもの（指が容易に貫入） ^{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)}	やや軟らかいもの（指の中程度の力で貫入） ^{注1)}	17	20	50以下	{M}, {C}
			軟らかいもの（指が容易に貫入） ^{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}		

注1：N値の目安は次の通りである。

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：地盤工学会の記号は、およその目安である。

各土層の単位体積重量の設定根拠は以下に示すとおりである。

- ・ 第四紀完新世：埋土層（B：礫・シルト混じり細砂）
 - ↳ 表 5.1 より、盛土・砂質土：締め固めたものとして「19」を採用。
- ・ 第四紀更新世：福江層・粘性土層（Fk-c：砂質粘土）
 - ↳ 室内土質試験結果の湿潤密度 ρ_t の実測値を用いて算出した「17.1」を採用。
- ・ 第四紀更新世：福江層・砂質土層-1（Fk-s₁：シルト混じり細中砂）
 - ↳ 表 5.1 より、自然地盤・砂質土：ゆるいものとして「17」を採用。
- ・ 第四紀更新世：福江層・礫質土層（Fk-g：砂礫・粘土混じり砂礫）
 - ↳ 表 5.1 より、自然地盤・砂および砂れき：密なものとして「20」を採用。
- ・ 第四紀更新世：福江層・砂質土層-2（Fk-s₂：シルト混じり細中砂）
 - ↳ 表 5.1 より、自然地盤・砂質土：密なものとして「19」を採用。

(3) せん断抵抗角 (ϕ)

岩盤を除く各土層のせん断抵抗角（内部摩擦角） ϕ は標準貫入試験結果から次式を用いて算定した。また、 N 値が 5 回以下を示す土層については、表 5.3 に示した一般値より、せん断抵抗角 ϕ を「25」として推定し、総合的に評価した。

$$\phi = \sqrt{20N_1} + 20^\circ \quad (3.5 \leq N_1 \leq 20) \quad \dots \dots \dots [5-1-1] \quad \text{※5-4}$$

$$\phi = 40^\circ \quad (20 < N_1) \quad \dots \dots \dots [5-1-1] \quad \text{※5-4}$$

ϕ : 砂のせん断抵抗角 ($^\circ$)

σ'_v : 有効上載圧 (kN/m²) で、標準貫入試験を実施した時点の値

N_1 : 有効上載圧100 (kN/m²) 相当に換算した N 値。 $N_1 = N \cdot \sqrt{98 / \sigma_{v0}}$

ただし、原位置の σ'_v が $\sigma'_v < 50$ (kN/m²) である場合には、
 $\sigma'_v = 50$ (kN/m²) として算出する。

N : 標準貫入試験から得られる N 値（設計 N 値を使用）

γ_{t1} : 地下水面より浅い位置での土の単位体積重量 (kN/m³)

γ'_{t2} : 地下水面より深い位置での土の単位体積重量 (kN/m³)

x : 地表面からの深さ (m)

hw : 地下水位の深さ (m)

(4) 粘着力 (C)

一般的に粘性土の粘着力 c は、室内土質試験の一軸圧縮強さ q_u から次式で求められる。

$$c = q_u / 2$$

なお、砂質土については $c = 0$ とする。

(5) 変形係数 (E)

土層の変形係数を求める方法としては、一般的にはボーリングによる孔内水平載荷試験や平板載荷試験からの推定式が知られる。

本調査では標準貫入試験で得られた N 値と、次に示すその他の原位置試験結果との関係式を用いて、土層の種類を問わず算出した。

$$E_s = 2.8 \times N \quad (\text{MN/m}^2) \quad \dots \dots \dots \text{ 平板載荷試験} \quad \text{※5-5}$$

※5-4 「建築基礎構造物設計指針」 (社)日本建築学会, P114, 2001

※5-5 (社)地盤工学会: 地盤調査の方法と解説(二分冊の1), P309, 2013.

以上により推定した調査地全体の地盤定数を、表 5.4 に示す。

なお、推定にあたっては原則として設計 N 値を採用する。また、せん断抵抗角の算出に際しての有効上載圧は、各土層の中心における値とする。

表 5.4 地盤定数一覧

地質時代	地層名	記号	平均 N 値	設計 N 値	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)		内部摩擦角 ϕ (度)	粘着力 C (kN/m ²)	変形係数 E_s (MN/m ²)	
			(回)	(回)	湿潤密度 $\rho_t \times 9.8$	一般値	$\phi = \sqrt{20N_t + 20}$ $\phi = 40$	$c = q_u / 2$	$E = 2.8 * N$	
新 第 生 四 代 紀	完 新 世 更 福 新 江 世 層	埋土層	B	4	3		19	29	0	8.4
		粘性土層	Fk-c	5	4	17.1		0	98	11.2
		砂質土層-1	Fk-s1	6	6		17	31	0	16.8
		礫質土層	Fk-g	74	50		20	40	0	140.0
		砂質土層-2	Fk-s2	37	35		19	40	0	98.0

赤字は室内土質試験による試験値からの換算値

5.2 支持層ラインと基礎形式について

調査結果により明らかとなった本調査地の支持層と基礎形式について述べる。

(1) 支持層の選定

構造物の基礎は、長期的に安定で十分な層厚を有する良質な支持層に支持されていなければならない。

「建築基礎構造設計指針」 ((社)日本建築学会) では、構造物の支持地盤や基礎の選定について次のように記述している。

1. 支持地盤や基礎の選定にあたっては、要求性能を満足する組合せを抽出し、その構造性能のほか、施工性や経済性等に関する比較を行った上で、最も合理的な基礎形式を選定する。
2. 基礎の選定にあたっては、敷地周辺に及ぼす影響を十分に考慮する。

「建築基礎設計のための地盤調査計画指針」 ((社)日本建築学会) によれば、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く、地盤条件や建物の要求性能、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としている。また、同指針によれば杭基礎を想定する場合の調査では、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確認するとしている。

上記の指針のうち、本調査地において支持力の目安となるN値の条件を満足する可能性のある深度は、各地点毎に下記のとおりである。

- ・No.1 地点：礫質土層 (Fk-g) 標高約 14.9m 付近 (深度約 10.15m)
- ・No.2 地点：礫質土層 (Fk-g) 標高約 15.9m 付近 (深度約 9.15m)
- ・No.3 地点：礫質土層 (Fk-g) 標高約 14.9m 付近 (深度約 10.15m)

これら3地点を結ぶ支持層ラインは、第四紀更新世の礫質土層 (Fk-g) 内のうち、挟在する砂質土層-2 (Fk-s₂) の下側の地層境界以深と推定され、深度は概ね10m前後である (図 5.1 参照)。ただし、当該土層の下限すなわち層厚は未確認のため、上記の目安となる層厚を確保できない可能性は残る。

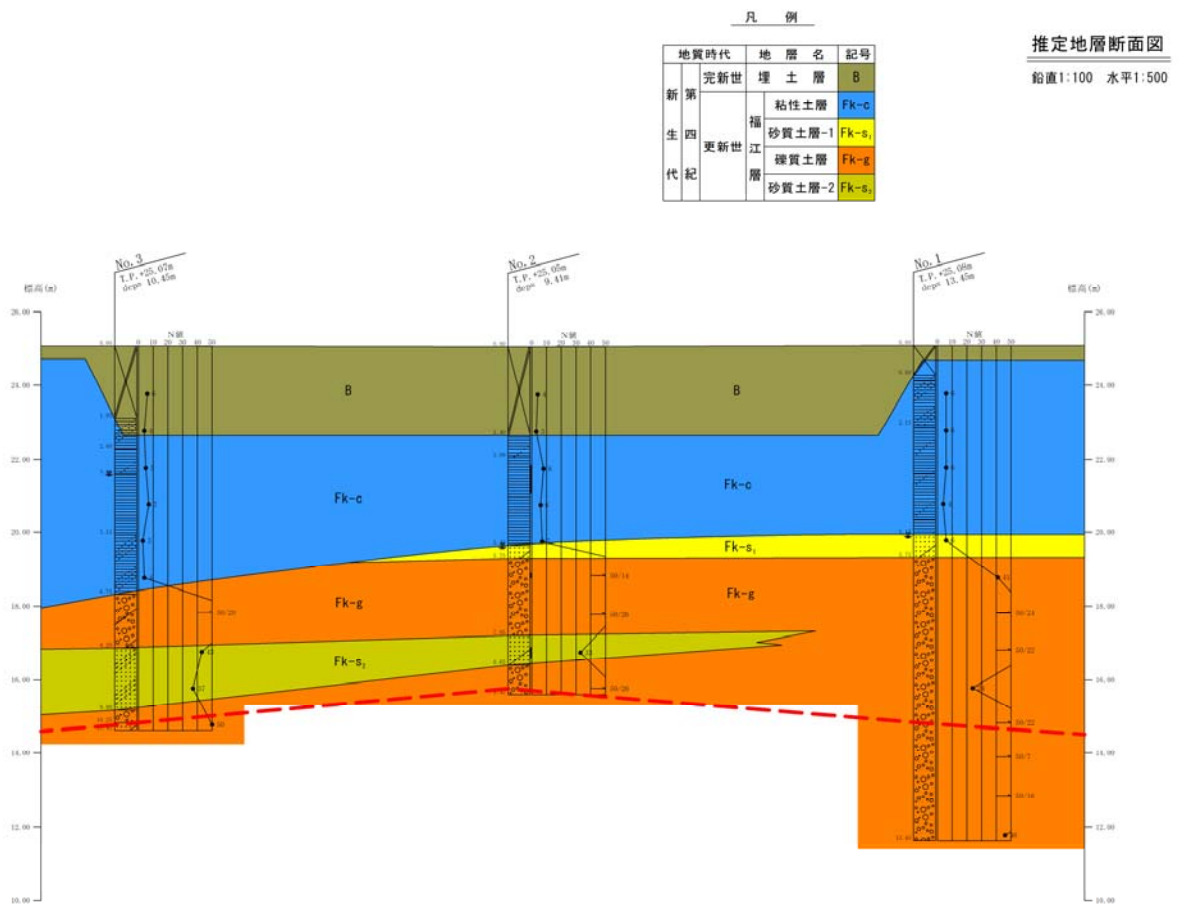


図 5.1 支持層ライン（赤の破線）

(2) 基礎形式について（参考）

建築物の基礎構造を検討する際の作業手順のフローを 図 5.2 に、各作業段階におけるチェック項目を 表 5.5 に、一般的な基礎形式の選定表を 表 5.6 に示す。さらに支持地盤深度により適用可能な基礎形式を 図 5.3 に、基礎形式毎に必要な検討事項を 表 5.7 にそれぞれ示す。

なお、本調査地に計画中の共同調理場の規模は不明であるが、支持層までの深度が-10m程度ある場合、基礎形式は杭基礎とするのが一般的である。

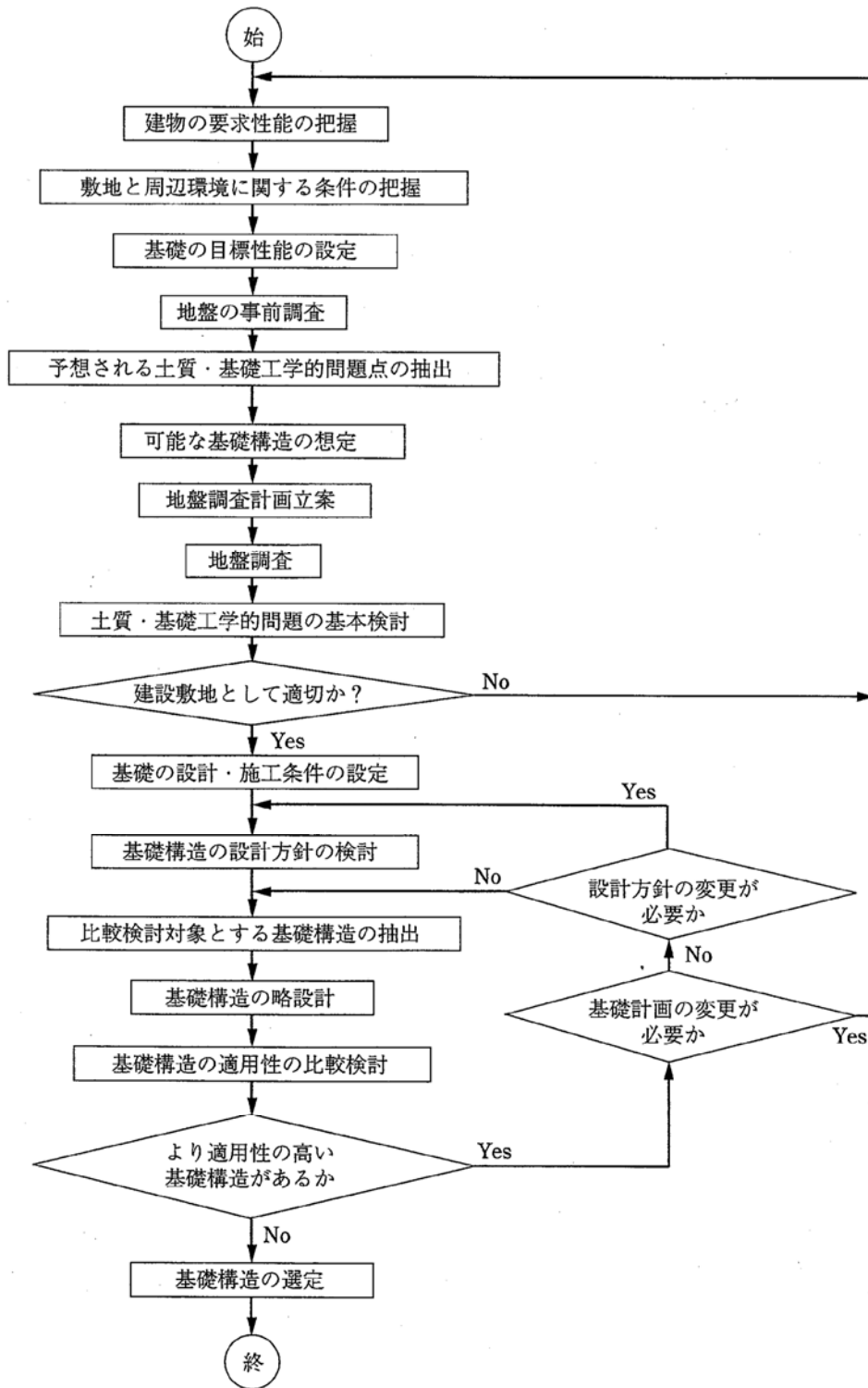


図 5.2 基礎の構造計画フロー ※5-6

※5-6 「建築基礎構造設計指針」 (社)日本建築学会, P48~P49, 2001

表 5.5 基礎構造の計画各段階での主なチェック項目 ※5-6

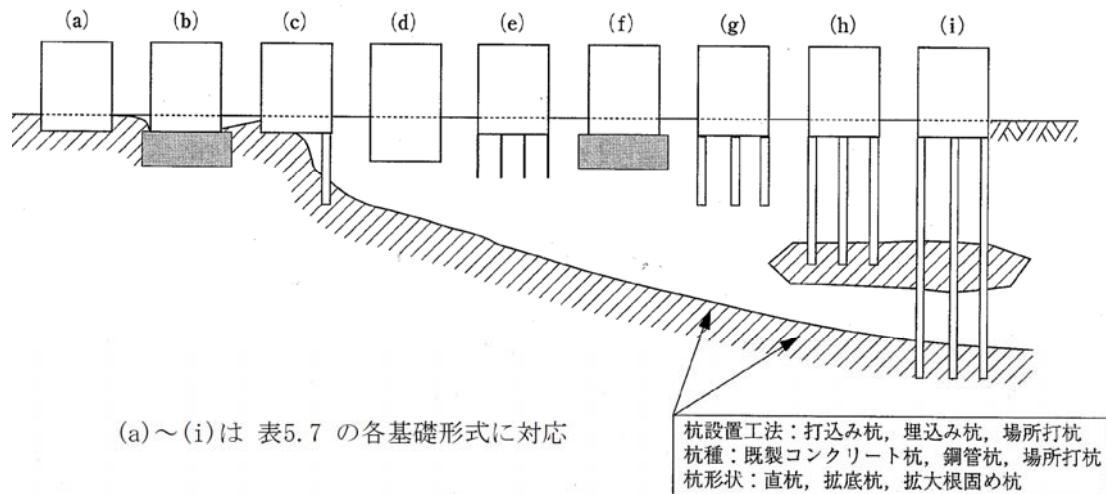
作業項目	チェック項目および該当図表・参考基準指針類
建物の要求性能の把握	建物の用途, 規模, 平面計画, 配置計画, 重要度, 耐用年数 建築計画上の要求性能, 建築設備計画上の要求性能, 什器等に対する要求性能
敷地と周辺環境に関する条件の把握	現地踏査, 敷地の状況 (広さ, 形状, 高低差, 地理的位置, 表層の状態など) 地中・地上障害物の状況, 近隣建造物の現状 (用途, 規模, 重要度, 構造) 敷地周辺の社会状況 (騒音・振動規制, 作業時間などの工事規制など), 周辺道路状況 (道路幅員, 交通規制, 交通事情など), 近隣工事の概要 (規模, 根切り深さ, 工法, 工程, 近接距離)
基礎の目標性能の設定	表 4.1.2, 表 5.1, 表 6.1, 表 8.1, 表 8.3
地盤の事前調査	既存地盤図・周辺地形図, 関連報文等の文献調査, 近隣での地盤調査結果の入手 パイロットボーリングの実施
予想される土質・基礎工学的問題点の抽出	敷地・地盤の構造安定性 (液状化の可能性, 支持地盤の連続性・層圧・深さ・傾斜・不陸, 凍結深度, 地盤沈下の影響, 傾斜地・崖の安定性, 地すべり地帯か, 地下水の影響等) 周辺環境への影響 (草案・振動, 有毒ガスの発生の有無, 掘削土砂, 産廃の搬出・処分方法, 地下水の影響, 掘削等に伴う近隣建造物への影響) 施工性 (敷地の作業性, 杭および掘削の施工性, 湧水量, 地中障害) 経済性 (工期, 工事費, 建設全体費用に対する比率)
可能な基礎構造の想定	基礎形式 (直接基礎, 杭基礎, 併用基礎) および工法, 地盤改良適用の有無と適用工法, 根切り山留工法, 地下躯体構築工法 (順打ち, 逆打ち, 潜函工法等)
地盤調査計画立案	日本建築学会「建築基礎計画のための地盤調査計画指針」(1995)
地盤調査	ボーリングや試料採取等の位置および深さの変更・追加および原位置試験・土質試験などの追加・変更等
土質・基礎工学的問題の基本検討	液状化判定, 傾斜地・盛土造成地等の安定解析, 圧密沈下検討, 基礎工法比較 (構造性能, 施工性, 施工確実性, 工期・経済性等)
基礎の計画・施工条件の設定	基礎構造の設計用外力 (鉛直・水平・引抜き力, 使用限界状態時・損傷限界状態時, 終局限界状態時の荷重強さと組合せ, 衝撃力, 繰返し力などその他の外力) と作用位置など, 許容変位量, 許容変形量など 施工空間, 施工環境, 工期など
基礎構造の設計方針の検討	基礎構造内での応力伝達処理と地盤内の発生応力制御, 変形・変位の制御, 基礎構造のモデル化と解析手法, 地盤定数等の評価, 施工時状態の検討の有無
比較検討対象とする基礎構造の抽出	想定される基礎構造から適用性が高いと思われる構造形式を1つ以上抽出. 略設計の条件設定 (直接基礎: 底盤深さ, 杭基礎: 形式・工法・杭種, 地盤改良: 目的, 改良範囲, 工法)
基礎構造の略設計	基礎: 鉛直・水平支持力と沈下・変形量の略検討, 断面・配筋等の略設計 追加・補足地盤調査の必要性の可否
基礎構造の適用性の比較検討	要求される構造性能が満足できるか 周辺環境への影響が少ないか 耐久性, 施工性, 工期, 経済性は満足できるか等
より適用性の高い基礎構造があるか	建物配置計画および地下階の階層・平面配置計画等の建築変更によりさらに合理的な計画が可能か (支持層の深さや傾斜状況に順応させて, 建物配置を移動させる, 地下階を深くして支持地盤に着層あるいはフローティング効果を発揮させる, 基礎を深くし浮上り対策としての抵抗重量の増加を図る) 設定方針の見直しによりさらに合理的な計画が可能か (逆打の採用を再検討する, 根切り山留計画に見直し)

表 5.6 基礎形式選定表 ※5-7

基礎形式		打込み杭工法			中掘り杭工法						鋼管ソイルセメント杭工法	プレボーリング杭工法	場所打ち杭工法			回転杭工法		
		PHC杭・SC杭	鋼管杭		最終打撃方式	噴出攪拌方式	コンクリート打設方式	最終打撃方式	噴出攪拌方式	コンクリート打設方式			オールケーシング工法	リバース工法	アースドリル工法			
			打撃工法	ハンマー工法														
適用条件		PHC杭・SC杭	鋼管杭	鋼管杭	最終打撃方式	噴出攪拌方式	コンクリート打設方式	最終打撃方式	噴出攪拌方式	コンクリート打設方式	鋼管ソイルセメント杭工法	プレボーリング杭工法	オールケーシング工法	リバース工法	アースドリル工法	回転杭工法		
地盤条件	支持層までの状態	表層近傍又は中間層にごく軟弱層がある		○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○		
		中間層にごく硬い層がある		△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	△	○	×	○	
		中間層にれきがある	れき径 50mm 以下	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			れき径 50~100mm	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	○	△	×	○	○
			れき径 100~500mm	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	×	×	×
	液状化する地盤がある		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	支持層の状態	深度	5m 未満	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
			5~15m	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○
			15~25m	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			25~40m	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○
			40~60m	△	○	○	△	△	△	○	○	○	○	○	△	○	×	○
			60m 以上	×	△	△	×	×	×	×	×	×	△	△	×	△	×	○
		土質	砂・砂れき (30≦N)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			粘性土 (20≦N)	○	○	○	○	△	×	○	△	×	△	△	○	○	○	△
			軟岩・土丹	×	○	△	○	△	×	○	△	×	△	△	○	○	○	△
			硬岩	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	△	△	×
	傾斜が大きい、層面の凹凸が激しい等、支持層の位置が同一深度では無い可能性が高い		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	○	○	○	
	地下水の状態	地下水水位が地表面近い	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	○	
		湧水量が極めて多い	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	○	
		地表より 2m 以上の被圧地下水	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	
地下水流速 3m/min 以上		○	○	○	○	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	○		
対掘式	支持杭	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	摩擦杭	○	○	○	×	×	×	×	×	×	○	×	○	○	○	×		
施工条件	水上施工	水深 5m 未満	○	○	○	△	△	△	△	△	△	×	×	×	×	○		
		水深 5m 以上	△	○	○	△	△	△	△	△	△	×	×	×	×	○		
	作業空間が狭い		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		
	斜杭の施工		○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○		
	有毒ガスの影響		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	周辺環境	振動騒音対策	×	×	△	△	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○		
		隣接構造物に対する影響	×	△	△	△	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○		

○：適用性が高い △：適用性がある ×：適用性が低い

※5-7 「杭基礎設計便覧」 (社)日本道路協会, P10, 2014



(a)～(i)は 表5.7 の各基礎形式に対応

杭設置工法：打込み杭，埋込み杭，場所打杭
 杭種：既製コンクリート杭，鋼管杭，場所打杭
 杭形状：直杭，拡底杭，拡大根固め杭

図 5.3 支持地盤の深度と適用可能な基礎形式 ※5-8

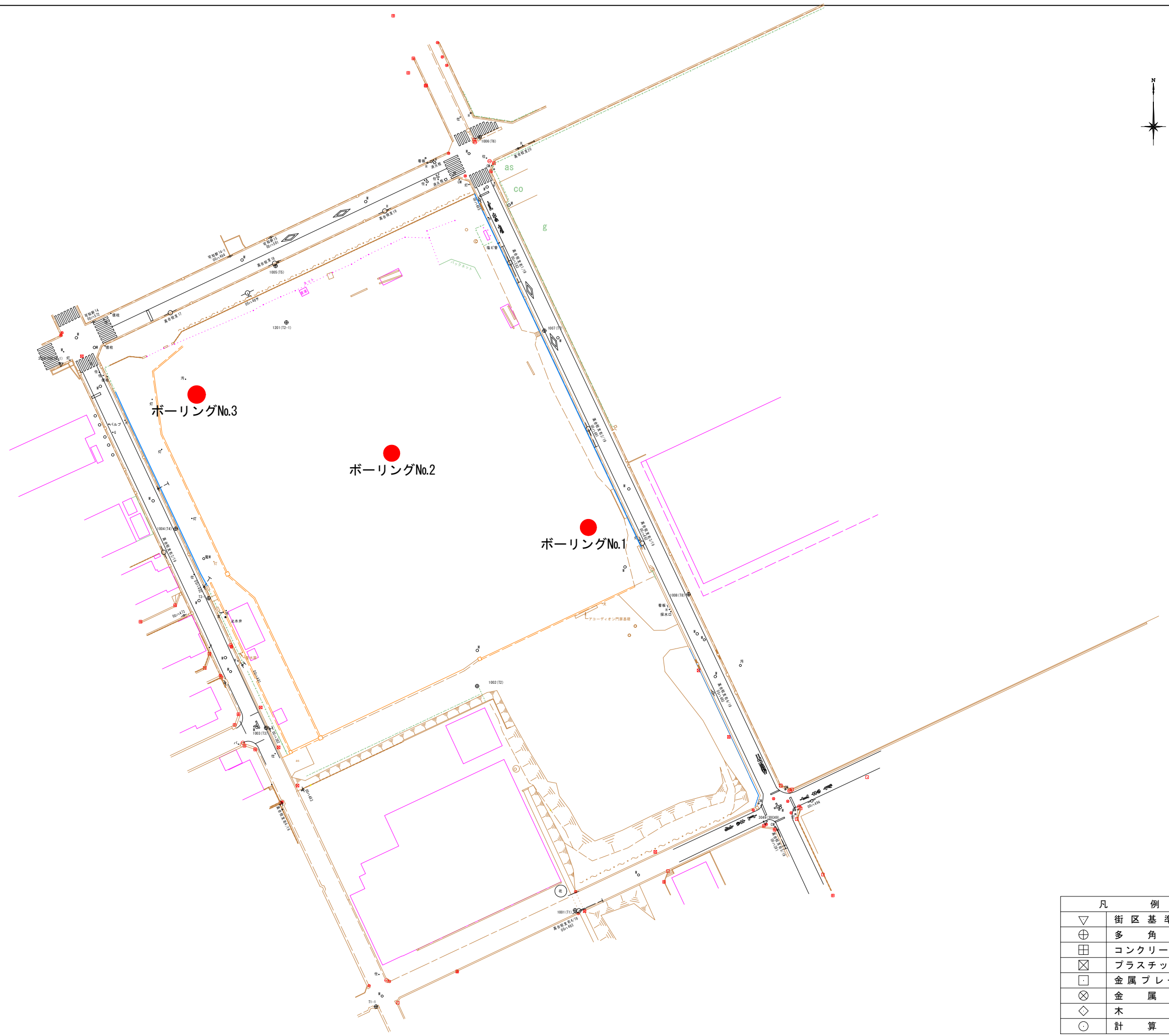
表 5.7 基礎形式毎の検討事項・チェック事項一覧 ※5-8

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	

※5-8 「建築基礎構造設計指針」 (社)日本建築学会，P58，2001

〈 添 付 図 表 〉

調 査 位 置 平 面 図



委託業務名	学校給食共同調理場予定地の 用地確定委託業務
路線等の名称	
委託業務場所	豊橋市曙町字南松原地内
図面の種類	調査位置平面図
縮尺	S = 1 / 500
作成者	栄土地測量設計株式会社
作成年月日	平成30年5月作成
図面番号	

世界測地系 平成30年4月23日 測量

凡 例	
▽	街区基準点
⊕	多角点
⊞	コンクリート杭
⊠	プラスチック杭
□	金属プレート
⊗	金属鉋
◇	木杭
○	計算点

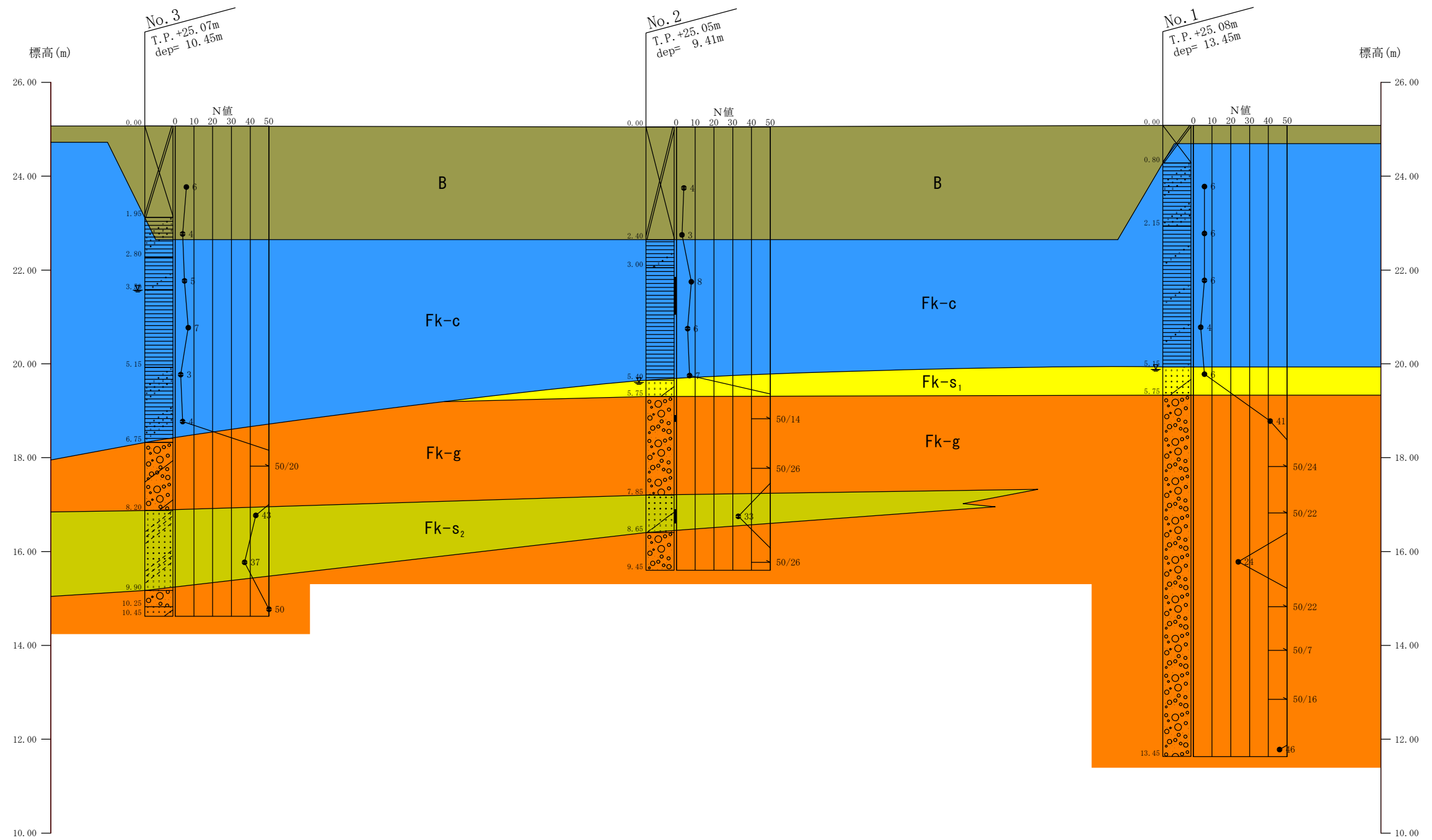
推 定 地 層 断 面 図

凡 例

地質時代	地層名	記号	
新 第 生 四 代 紀	完新世	埋土層	B
	福 江 更 新 世	粘性土層	Fk-c
		砂質土層-1	Fk-s ₁
		礫質土層	Fk-g
		砂質土層-2	Fk-s ₂

推定地層断面図

鉛直1:100 水平1:500



ボーリング柱状図

現場透水試験結果データシート

資料3

JGS 1314	単孔を利用した透水試験(非定常法)	
----------	-------------------	--

調査件名 現況測量及び地質調査業務

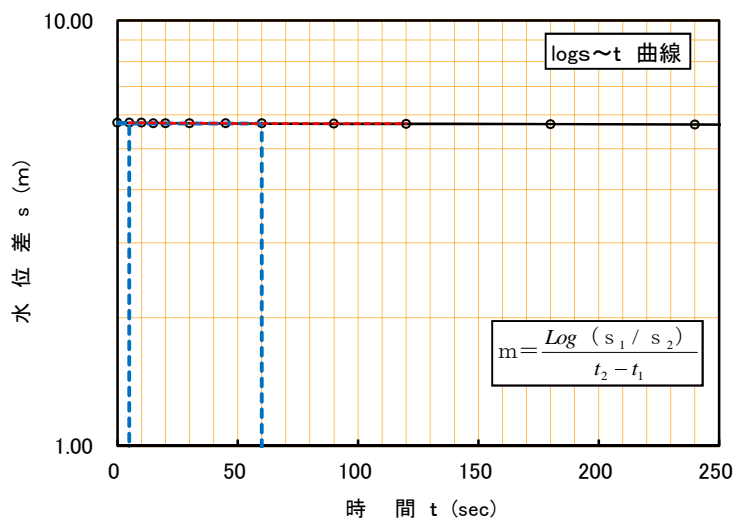
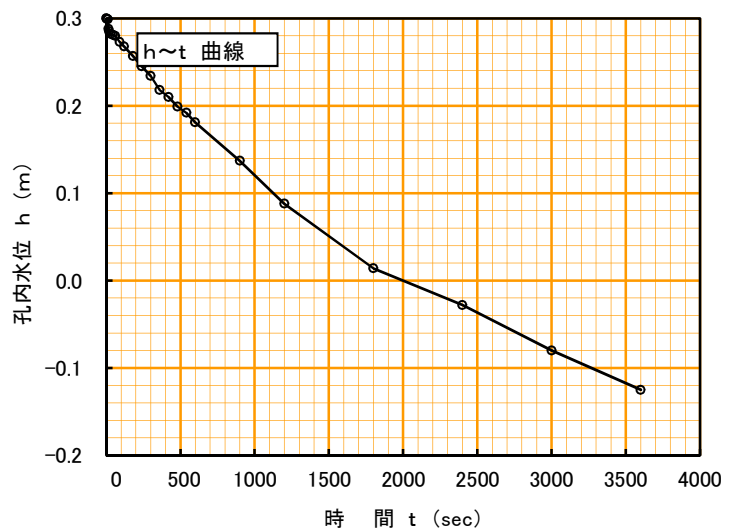
試験年月日 平成30年 5月30日

地点番号 No.2孔

試験者 小田 朋紀

試験方法	注水法	試験開始時間	00:00	天候	雨
試験区間 m	5.50 ~ 6.00	試験区間の長さ L m	0.5	試験区間の直径 D m	0.066
測定用パイプの内径 d m	0.0700	試験水頭 m	-5.45	帯水層区分	不圧
LogS~t曲線の直線部の勾配 m s ⁻¹	2.67E-05	透水係数 k m/sec	2.04E-07		

経過時間 t	孔内水位h	試験水頭との水位差
sec	m	m
0	0.300	5.750
5	0.299	5.749
10	0.299	5.749
15	0.288	5.738
20	0.285	5.735
30	0.282	5.732
45	0.281	5.731
60	0.280	5.730
90	0.273	5.723
120	0.268	5.718
180	0.257	5.707
240	0.245	5.695
300	0.234	5.684
360	0.218	5.668
420	0.210	5.660
480	0.199	5.649
540	0.192	5.642
600	0.181	5.631
900	0.137	5.587
1200	0.088	5.538
1800	0.014	5.464
2400	-0.028	5.422
3000	-0.080	5.370
3600	-0.125	5.325



透水係数計算採用値

t1	5	5.749
t2	60	5.730

特記事項

・地下水位h0、孔内水位hの基準点は地表面とした。

透水係数算定式

$$k = \frac{0.66 \times d^2 \times \text{Log}(2L/D)}{L} \times m$$

資料3

JGS 1314	単孔を利用した透水試験(非定常法)	
----------	-------------------	--

調査件名 現況測量及び地質調査業務

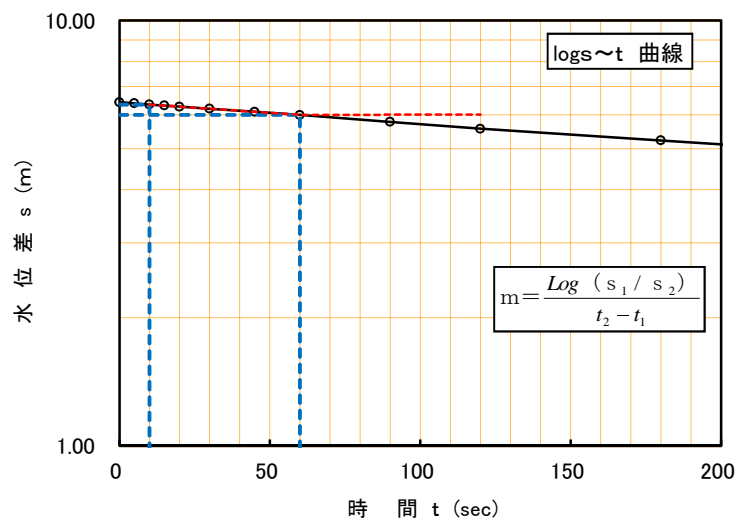
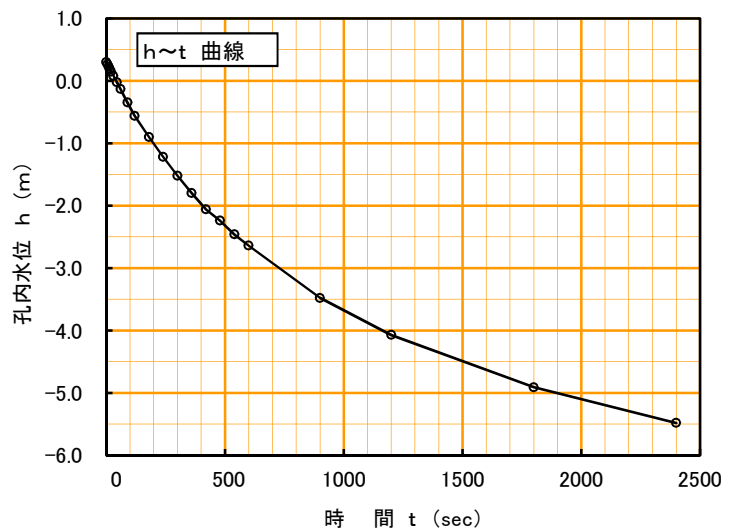
試験年月日 平成30年 5月31日

地点番号 No.2孔

試験者 小田 朋紀

試験方法	回復法	試験開始時間	00:00	天候	曇り時々雨
試験区間 m	6.00 ~ 6.50	試験区間の長さ L m	0.5	試験区間の直径 D m	0.066
測定用パイプの内径 d m	0.0700	試験水頭 m	-6.13	帯水層区分	不圧
LogS~t曲線の直線部の勾配 m s ⁻¹	4.92E-04	透水係数 k m/sec	3.76E-06		

経過時間 t	孔内水位h	試験水頭との水位差
sec	m	m
0	0.300	6.430
5	0.260	6.390
10	0.220	6.350
15	0.185	6.315
20	0.145	6.275
30	0.078	6.208
45	-0.025	6.105
60	-0.130	6.000
90	-0.350	5.780
120	-0.562	5.568
180	-0.900	5.230
240	-1.220	4.910
300	-1.520	4.610
360	-1.800	4.330
420	-2.060	4.070
480	-2.240	3.890
540	-2.460	3.670
600	-2.640	3.490
900	-3.480	2.650
1200	-4.070	2.060
1800	-4.910	1.220
2400	-5.480	0.650



透水係数計算採用値

t1	10	6.350
t2	60	6.000

特記事項

・地下水位h0、孔内水位hの基準点は地表面とした。

透水係数算定式

$$k = \frac{0.66 \times d^2 \times \text{Log}(2L/D)}{L} \times m$$

室内土質試験結果データシート

資料3

土質試験結果一覧表 (基礎地盤)

調査件名 現況測量及び地質調査業務

整理年月日

2018-06-08

整理担当者

中野 芳孝

試料番号 (深 さ)		D2-3 (3.20m~4.00m)	P2-6 (6.15m~6.29m)	P2-8 (8.15m~8.45m)			
一 般	湿潤密度 ρ_t g/cm ³	1.746					
	乾燥密度 ρ_d g/cm ³	1.212					
	土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	2.594	2.653	2.664			
	自然含水比 w_n %	44.1	13.8	13.3			
	間隙比 e	1.141					
	飽和度 S_r %	100.2					
粒 度	石分 (75mm以上) %						
	礫分 ¹⁾ (2~75mm) %	0.1	48.1	2.0			
	砂分 ¹⁾ (0.075~2mm) %	2.9	40.7	85.4			
	シルト分 ¹⁾ (0.005~0.075mm) %	44.0	11.2	8.4			
	粘土分 ¹⁾ (0.005mm未満) %	53.0		4.2			
	最大粒径 mm	4.75	26.5	9.5			
	均等係数 U_c	---	---	10.9			
	50%粒径 D_{50} mm	0.0042	1.8	0.42			
	20%粒径 D_{20} mm	---	0.23	0.2			
	10%粒径 D_{10} mm	---	---	0.045			
コン シ ス テ ン シ ー	液性限界 W_L %	89.3					
	塑性限界 W_P %	38.0					
	塑性指数 I_P	51.3					
分 類	地盤材料の 分類名	粘土 (高液性限界)	細粒分まじり砂 質礫	細粒分まじり砂			
	分類記号	(CH)	(GS-F)	(S-F)			
圧 密	試験方法						
	圧縮指数 C_c						
	圧密降伏応力 P_c kN/m ²						
一 軸 圧 縮	一軸圧縮強さ q_u kN/m ²	197					
	破壊歪 ϵ_f %	8.44					
せん 断	試験条件						
	全応力	c kN/m ²					
		ϕ °					
	有効応力	c' kN/m ²					
		ϕ' °					
強度増加率 S_u/p							

特記事項:

1) 石分を除いた75mm未満の土質材料
に対する百分率で表す。[1kN/m²≒0.0102kg/cm²]

資料3

JIS A 1202	土 粒 子 の 密 度 試 験 (検定、測定)
JGS 0111	

調査件名 現況測量及び地質調査業務 試験年月日 2018-06-04

試験者 中野 芳孝

試料番号(深さ)	D2-3 (3.20m~4.00m)					
ピクノメーターNo.	4	5	6			
ピクノメーターの質量 m_f g	48.474	37.218	40.494			
(蒸留水+ピクノメーター) 質量 m'_a g	149.021	143.958	145.425			
m'_a をはかったときの蒸留水の温度 T' °C	27	27	27			
T' °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T')$ g/cm ³	0.9965	0.9965	0.9965			
(試料+蒸留水+ピクノメータ) 質量 m_b g	166.168	162.199	162.712			
m'_b をはかったときの内容物の温度 T °C	28	28	28			
T °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm ³	0.9962	0.9962	0.9962			
温度 T °Cの蒸留水を満たしたときの (蒸留水+ピクノメーター) 質量 m_a g	148.991	143.926	145.393			
試料の 炉乾燥質量	容器No.	4	5	6		
	(炉乾燥試料+容器) 質量 g	154.230	112.695	108.980		
	容器質量 g	126.343	83.000	80.884		
	m_s g	27.887	29.695	28.096		
土 粒 子 の 密 度 ρ_s g/cm ³	2.594	2.590	2.597			
平 均 値 ρ_s g/cm ³	2.594					

試料番号(深さ)						
ピクノメーターNo.						
ピクノメーターの質量 m_f g						
(蒸留水+ピクノメーター) 質量 m'_a g						
m'_a をはかったときの蒸留水の温度 T' °C						
T' °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T')$ g/cm ³						
(試料+蒸留水+ピクノメータ) 質量 m_b g						
m'_b をはかったときの内容物の温度 T °C						
T °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm ³						
温度 T °Cの蒸留水を満たしたときの (蒸留水+ピクノメーター) 質量 m_a g						
試料の 炉乾燥質量	容器No.					
	(炉乾燥試料+容器) 質量 g					
	容器質量 g					
	m_s g					
土 粒 子 の 密 度 ρ_s g/cm ³						
平 均 値 ρ_s g/cm ³						

特記事項

$$m_a = \frac{\rho_w(T)}{\rho_w(T')} \times (m'_a - m_f) + m_f$$

$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + (m_a - m_b)} \times \rho_w(T)$$

資料3

JIS A 1202	土 粒 子 の 密 度 試 験 (検定、測定)
JGS 0111	

調査件名 現況測量及び地質調査業務 試験年月日 2018-06-04

試験者 中野 芳孝

試料番号(深さ)	P2-6 (6.15m~6.29m)					
ピクノメーターNo.	7	8	9			
ピクノメーターの質量 m_f g	38.673	33.393	29.785			
(蒸留水+ピクノメーター) 質量 m'_a g	136.001	141.492	129.808			
m'_a をはかったときの蒸留水の温度 T' °C	26	19	25			
T' °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T')$ g/cm ³	0.9968	0.9984	0.997			
(試料+蒸留水+ピクノメータ) 質量 m_b g	155.474	162.042	148.889			
m'_b をはかったときの内容物の温度 T °C	28	28	28			
T °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm ³	0.9962	0.9962	0.9962			
温度 T °Cの蒸留水を満たしたときの (蒸留水+ピクノメーター) 質量 m_a g	135.942	141.254	129.728			
試料の 炉乾燥質量	容器No.	7	8	9		
	(炉乾燥試料+容器) 質量 g	116.250	114.541	114.663		
	容器質量 g	84.918	81.283	84.015		
	m_s g	31.332	33.258	30.648		
土 粒 子 の 密 度 ρ_s g/cm ³	2.645	2.657	2.658			
平 均 値 ρ_s g/cm ³	2.653					

試料番号(深さ)						
ピクノメーターNo.						
ピクノメーターの質量 m_f g						
(蒸留水+ピクノメーター) 質量 m'_a g						
m'_a をはかったときの蒸留水の温度 T' °C						
T' °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T')$ g/cm ³						
(試料+蒸留水+ピクノメータ) 質量 m_b g						
m'_b をはかったときの内容物の温度 T °C						
T °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm ³						
温度 T °Cの蒸留水を満たしたときの (蒸留水+ピクノメーター) 質量 m_a g						
試料の 炉乾燥質量	容器No.					
	(炉乾燥試料+容器) 質量 g					
	容器質量 g					
	m_s g					
土 粒 子 の 密 度 ρ_s g/cm ³						
平 均 値 ρ_s g/cm ³						

特記事項

$$m_a = \frac{\rho_w(T)}{\rho_w(T')} \times (m'_a - m_f) + m_f$$

$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + (m_a - m_b)} \times \rho_w(T)$$

資料3

JIS A 1202	土 粒 子 の 密 度 試 験 (検定、測定)
JGS 0111	

調査件名 現況測量及び地質調査業務

試験年月日

2018-06-04

試験者

中野 芳孝

試料番号(深さ)	P2-8 (8.15m~8.45m)				
ピクノメーターNo.	10	11	12		
ピクノメーターの質量 m_f g	44.680	36.596	38.847		
(蒸留水+ピクノメーター) 質量 m'_a g	147.472	134.381	144.229		
m'_a をはかったときの蒸留水の温度 T' °C	19	25.5	19		
T' °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T')$ g/cm ³	0.9984	0.9968	0.9984		
(試料+蒸留水+ピクノメータ) 質量 m_b g	163.908	150.631	161.837		
m'_b をはかったときの内容物の温度 T °C	28	28	28		
T °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm ³	0.9962	0.9962	0.9962		
温度 T °Cの蒸留水を満たしたときの (蒸留水+ピクノメーター) 質量 m_a g	147.246	134.322	143.997		
試料の 炉乾燥質量	容器No.	10	11	12	
	(炉乾燥試料+容器) 質量 g	111.055	109.592	118.069	
	容器質量 g	84.380	83.612	89.560	
	m_s g	26.675	25.980	28.509	
土 粒 子 の 密 度 ρ_s g/cm ³	2.654	2.676	2.662		
平 均 値 ρ_s g/cm ³	2.664				

試料番号(深さ)					
ピクノメーターNo.					
ピクノメーターの質量 m_f g					
(蒸留水+ピクノメーター) 質量 m'_a g					
m'_a をはかったときの蒸留水の温度 T' °C					
T' °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T')$ g/cm ³					
(試料+蒸留水+ピクノメータ) 質量 m_b g					
m'_b をはかったときの内容物の温度 T °C					
T °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm ³					
温度 T °Cの蒸留水を満たしたときの (蒸留水+ピクノメーター) 質量 m_a g					
試料の 炉乾燥質量	容器No.				
	(炉乾燥試料+容器) 質量 g				
	容器質量 g				
	m_s g				
土 粒 子 の 密 度 ρ_s g/cm ³					
平 均 値 ρ_s g/cm ³					

特記事項

$$m_a = \frac{\rho_w(T)}{\rho_w(T')} \times (m'_a - m_f) + m_f$$

$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + (m_a - m_b)} \times \rho_w(T)$$

資料3

JIS A 1203	土 の 含 水 比 試 験
JGS 121	

調査件名 現況測量及び地質調査業務

試験年月日

2018-06-04

試験者

中野 芳孝

試料番号(深さ)	D2-3 (3.20m~4.00m)		
容器 No.	83	184	150
m _a g	412.9	416.7	414.8
m _b g	306.8	312.6	311.7
m _c g	72.6	75.3	71.9
w %	45.3	43.9	43.0
平均値w %	44.1		
特記事項			

試料番号(深さ)			
容器 No.			
m _a g			
m _b g			
m _c g			
w %			
平均値w %			
特記事項			

試料番号(深さ)			
容器 No.			
m _a g			
m _b g			
m _c g			
w %			
平均値w %			
特記事項			

試料番号(深さ)			
容器 No.			
m _a g			
m _b g			
m _c g			
w %			
平均値w %			
特記事項			

試料番号(深さ)			
容器 No.			
m _a g			
m _b g			
m _c g			
w %			
平均値w %			
特記事項			

$$w = \frac{m_a - m_b}{m_b - m_c} \times 100$$

m_a : (試料+容器) 質量
 m_b : (炉乾燥試料+容器) 質量
 m_c : 容器質量

資料3

JIS A 1203	土 の 含 水 比 試 験
JGS 121	

調査件名 現況測量及び地質調査業務

試験年月日

2018-06-04

試験者

中野 芳孝

試料番号(深さ)	P2-6 (6.15m~6.29m)					
容器 No.	359	301	281			
m _a g	216.8	218.6	219.2			
m _b g	200.6	200.2	200.2			
m _c g	77.6	68.1	68.6			
w %	13.2	13.9	14.4			
平均値w %	13.8					
特記事項						

試料番号(深さ)						
容器 No.						
m _a g						
m _b g						
m _c g						
w %						
平均値w %						
特記事項						

試料番号(深さ)						
容器 No.						
m _a g						
m _b g						
m _c g						
w %						
平均値w %						
特記事項						

試料番号(深さ)						
容器 No.						
m _a g						
m _b g						
m _c g						
w %						
平均値w %						
特記事項						

試料番号(深さ)						
容器 No.						
m _a g						
m _b g						
m _c g						
w %						
平均値w %						
特記事項						

$$w = \frac{m_a - m_b}{m_b - m_c} \times 100$$

m_a : (試料+容器) 質量
 m_b : (炉乾燥試料+容器) 質量
 m_c : 容器質量

資料3

JIS A 1203	土 の 含 水 比 試 験
JGS 121	

調査件名 現況測量及び地質調査業務

試験年月日

2018-06-04

試験者

中野 芳孝

試料番号(深さ)	P2-8 (8.15m~8.45m)		
容器 No.	315	321	148
m _a g	100.6	95.2	83.4
m _b g	98.4	92.0	81.7
m _c g	82.1	68.2	68.6
w %	13.5	13.4	13.0
平均値w %	13.3		
特記事項			

試料番号(深さ)			
容器 No.			
m _a g			
m _b g			
m _c g			
w %			
平均値w %			
特記事項			

試料番号(深さ)			
容器 No.			
m _a g			
m _b g			
m _c g			
w %			
平均値w %			
特記事項			

試料番号(深さ)			
容器 No.			
m _a g			
m _b g			
m _c g			
w %			
平均値w %			
特記事項			

試料番号(深さ)			
容器 No.			
m _a g			
m _b g			
m _c g			
w %			
平均値w %			
特記事項			

$$w = \frac{m_a - m_b}{m_b - m_c} \times 100$$

m_a : (試料+容器) 質量
 m_b : (炉乾燥試料+容器) 質量
 m_c : 容器質量

資料3

JIS A 1204	土の粒度試験 (粒径加積曲線)
JGS 0131	

調査件名 現況測量及び地質調査業務

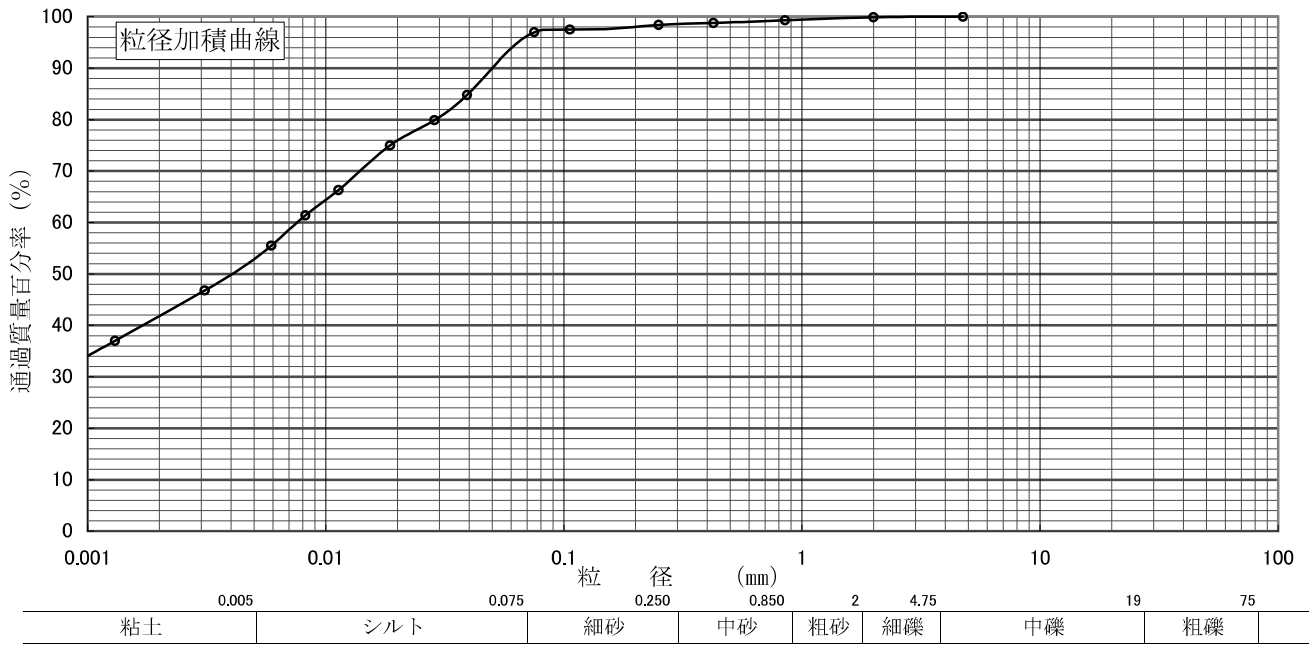
試験年月日

2018-06-04

試験者

中野 芳孝

試料番号 (深さ)	D2-3 (3.20m~4.00m)				試料番号 (深さ)	D2-3 (3.20m~4.00m)	
	粒径mm	通過質量百分率%	粒径mm	通過質量百分率%		粗 礫 分 %	0.0
ふるい 分析	75		75		中 礫 分 %	0.0	
	53		53		細 礫 分 %	0.1	
	37.5		37.5		粗 砂 分 %	0.6	
	26.5		26.5		中 砂 分 %	0.9	
	19		19		細 砂 分 %	1.4	
	9.5		9.5		シルト 分 %	44.0	
	4.75	100.0	4.75		粘 土 分 %	53.0	
	2	99.9	2		2mmふるい通過質量百分率 %	99.9	
	0.85	99.3	0.85		425μmふるい通過質量百分率 %	98.8	
	0.425	98.8	0.425		75μmふるい通過質量百分率 %	97.0	
	0.25	98.4	0.25		最大粒径 mm	4.75	
	0.106	97.5	0.106		60% 粒径 D ₆₀ mm	0.0077	
	0.075	97.0	0.075		50% 粒径 D ₅₀ mm	0.0042	
	沈降 分析	0.0392	84.8			30% 粒径 D ₃₀ mm	---
0.0286		79.9			20% 粒径 D ₂₀ mm	---	
0.0186		75.0			10% 粒径 D ₁₀ mm	---	
0.0113		66.3			均等係数 U _c	---	
0.0082		61.4			曲率係数 U _c '	---	
0.0059		55.5			土粒子の密度 ρ _s g/cm ³	2.594	
0.0031		46.8			使用した分散剤	ヘキサメタリン酸 ナトリウム	
0.0013		37.0			溶液濃度、溶液添加量	0.02, 10ml	
				記号	○		



資料3

JIS A 1204	土の粒度試験 (粒径加積曲線)
JGS 0131	

調査件名 現況測量及び地質調査業務

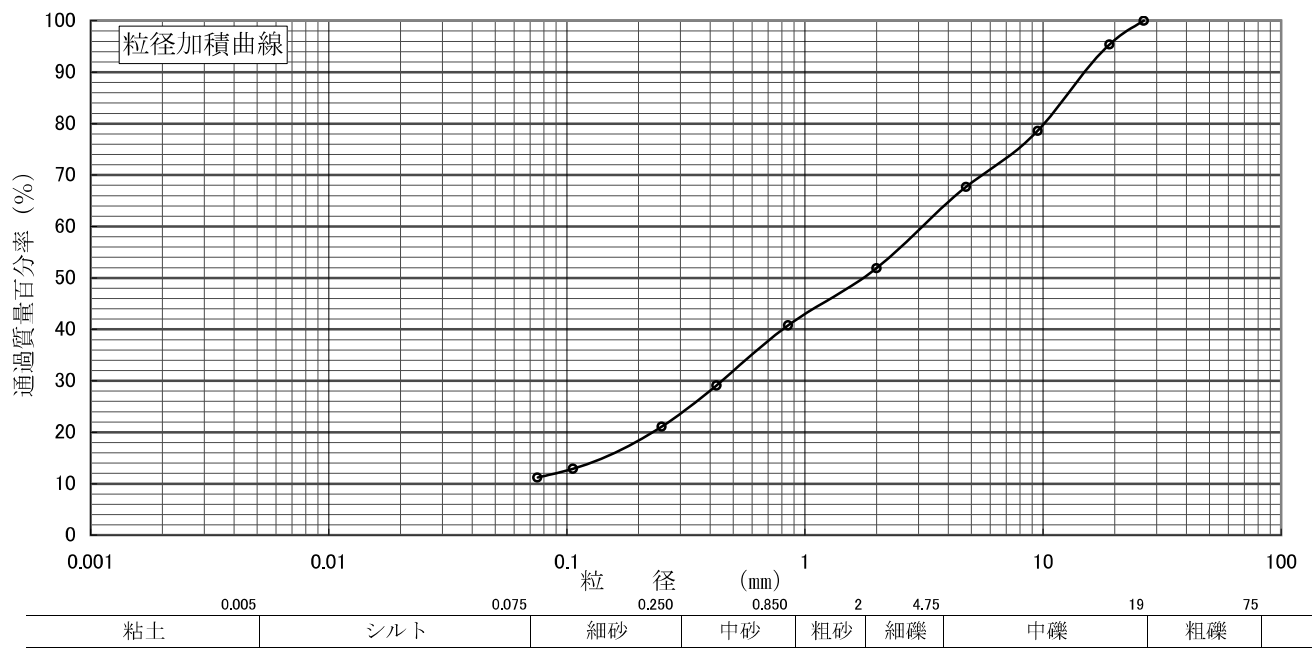
試験年月日

2018-06-04

試験者

中野 芳孝

試料番号 (深さ)	P2-6 (6.15m~6.29m)		試料番号 (深さ)	P2-6 (6.15m~6.29m)	
	粒径mm	通過質量百分率%		粒径mm	通過質量百分率%
ふるい分析			粗 礫 分 %	4.6	
	75		中 礫 分 %	27.7	
	53		細 礫 分 %	15.8	
	37.5		粗 砂 分 %	11.1	
	26.5	100.0	中 砂 分 %	19.7	
	19	95.4	細 砂 分 %	9.9	
	9.5	78.6	シルト 分 %	11.2	
	4.75	67.7	粘 土 分 %		
	2	51.9	2mmふるい通過質量百分率 %	51.9	
	0.85	40.8	425μmふるい通過質量百分率 %	29.1	
	0.425	29.1	75μmふるい通過質量百分率 %	11.2	
	0.25	21.1	最大粒径 mm	26.5	
	0.106	12.9	60% 粒径 D ₆₀ mm	3.2	
	0.075	11.2	50% 粒径 D ₅₀ mm	1.8	
沈降分析			30% 粒径 D ₃₀ mm	0.46	
			20% 粒径 D ₂₀ mm	0.23	
			10% 粒径 D ₁₀ mm	---	
			均等係数 U _c	---	
			曲率係数 U _c '	---	
			土粒子の密度 ρ _s g/cm ³		
			使用した分散剤		
			溶液濃度、溶液添加量		
		記号	○		



粘土	シルト	細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫
----	-----	----	----	----	----	----	----

資料3

JIS A 1204	土 の 粒 度 試 験 (粒径加積曲線)
JGS 0131	

調査件名 現況測量及び地質調査業務

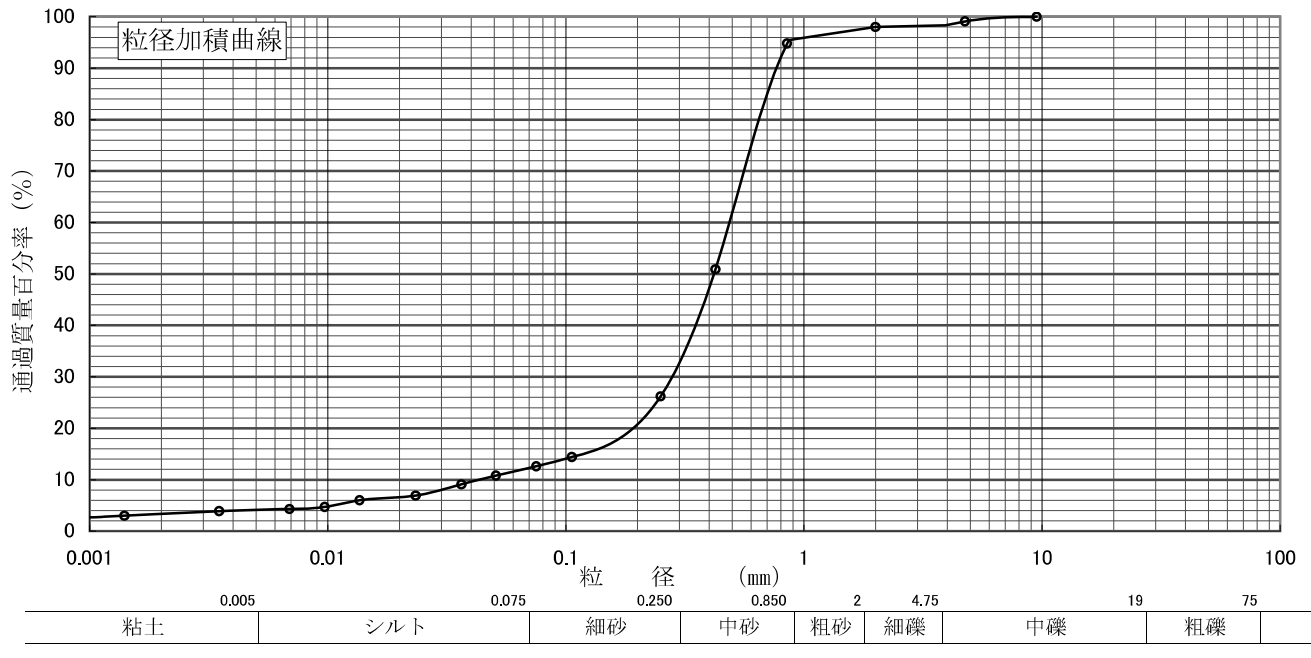
試験年月日

2018-06-04

試験者

中野 芳孝

試料番号 (深さ)	P2-8 (8.15m~8.45m)				試料番号 (深さ)	P2-8 (8.15m~8.45m)	
	粒径mm	通過質量百分率%	粒径mm	通過質量百分率%		粗 礫 分 %	
ふ る い 分 析	75		75		粗 礫 分 %	0.0	
	53		53		中 礫 分 %	0.9	
	37.5		37.5		細 礫 分 %	1.1	
	26.5		26.5		粗 砂 分 %	3.2	
	19		19		中 砂 分 %	68.6	
	9.5	100.0	9.5		細 砂 分 %	13.6	
	4.75	99.1	4.75		シルト分 %	8.4	
	2	98.0	2		粘 土 分 %	4.2	
	0.85	94.8	0.85		2mmふるい通過質量百分率 %	98.0	
	0.425	50.9	0.425		425μmふるい通過質量百分率 %	50.9	
	0.25	26.2	0.25		75μmふるい通過質量百分率 %	12.6	
	0.106	14.4	0.106		最大粒径 mm	9.5	
	0.075	12.6	0.075		60%粒径 D ₆₀ mm	0.49	
	沈 降 分 析	0.0508	10.8			50%粒径 D ₅₀ mm	0.42
0.0364		9.1			30%粒径 D ₃₀ mm	0.28	
0.0234		6.9			20%粒径 D ₂₀ mm	0.2	
0.0136		6.0			10%粒径 D ₁₀ mm	0.045	
0.0097		4.7			均等係数 U _c	10.9	
0.0069		4.3			曲率係数 U _c '	3.6	
0.0035		3.9			土粒子の密度 ρ _s g/cm ³	2.664	
0.0014		3.0			使用した分散剤	ヘキサメタリン酸 ナトリウム	
				溶液濃度、溶液添加量	0.02, 10ml		
				記号	○		



資料3

JIS A 1205 JGS 0141	土の液性限界試験・塑性限界試験 (測定)
------------------------	----------------------

調査件名 現況測量及び地質調査業務

試験年月日

2018-06-04

試験者

中野 芳孝

試料番号 (深さ)	D2-3	(3.20m~4.00m)
-----------	------	---------------

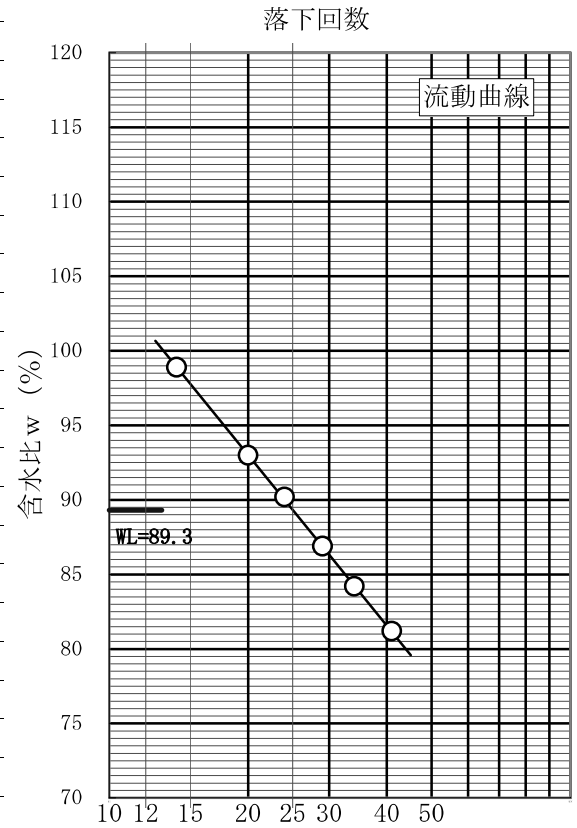
液性限界試験

落下回数		41	34	29
含水比	容器No.	521	143	542
	m _a g	24.826	25.760	26.766
	m _b g	21.911	22.327	22.758
	m _c g	18.321	18.250	18.145
w %	81.2	84.2	86.9	
落下回数		24	20	14
含水比	容器No.	188	539	523
	m _a g	26.178	27.691	25.514
	m _b g	23.208	23.678	21.906
	m _c g	19.914	19.364	18.258
w %	90.2	93.0	98.9	

塑性限界試験

含水比	容器No.	111	555	158
	m _a g	30.750	31.018	30.629
	m _b g	27.341	27.841	27.131
	m _c g	18.314	19.546	17.935
w %	37.8	38.3	38.0	

液性限界 w _L %	塑性限界 w _P %	塑性指数 I _P
89.3	38.0	51.3



試料番号 (深さ)	
-----------	--

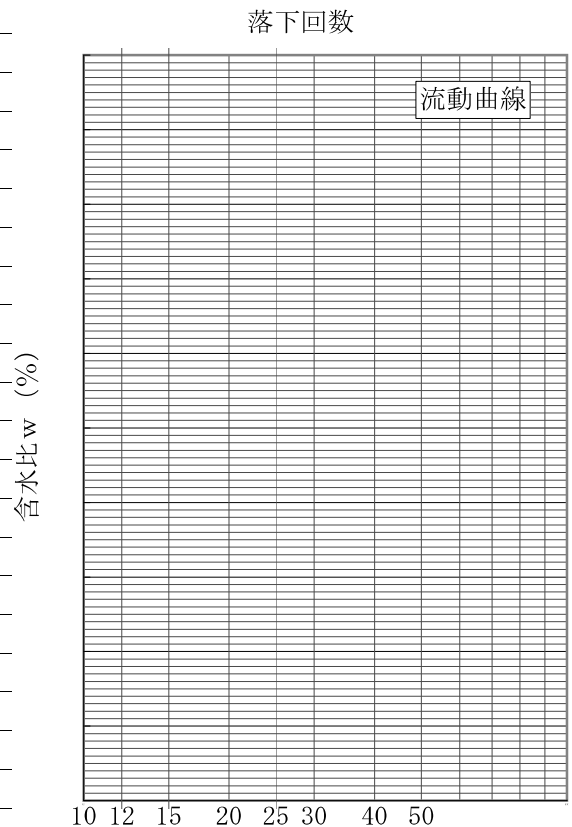
液性限界試験

落下回数				
含水比	容器No.			
	m _a g			
	m _b g			
	m _c g			
w %				
落下回数				
含水比	容器No.			
	m _a g			
	m _b g			
	m _c g			
w %				

塑性限界試験

含水比	容器No.			
	m _a g			
	m _b g			
	m _c g			
w %				

液性限界	塑性限界	塑性指数



特記事項

資料3

JIS JGS	A1225 0191	土の湿潤密度試験（ノギス法）	
------------	---------------	----------------	--

調査件名 現況測量及び地質調査業務 試験年月日 2018-06-04

試料番号（深さ） D2-3 (3.20m~4.00m) 試験者 中野 芳孝

供試体 No.		1	2	3				
供試体の質量 m		g	340.3	341.4	342.9			
供試体 体積	直 径	上 部	cm	4.990	4.990	5.000		
			cm	5.000	4.990	4.980		
		中 部	cm	4.990	4.990	5.000		
			cm	5.000	4.990	4.980		
		下 部	cm	4.990	4.990	4.980		
			cm	5.000	4.980	4.990		
	平均値 D		cm	4.995	4.988	4.988		
	高 さ			cm	10.000	10.000	10.000	
				cm	10.000	10.000	10.000	
		平均値 H		cm	10.000	10.000	10.000	
体積V= (π D ² /4)H		cm ³	196.00	195.40	195.40			
含 水 比	容 器 No.			83	184	150		
	m _a		g	412.9	416.7	414.8		
	m _b		g	306.8	312.6	311.7		
	m _c		g	72.6	75.3	71.9		
	w		%	45.3	43.9	43.0		
	容 器 No.							
	m _a		g					
	m _b		g					
	m _c		g					
	w		%					
平均値 w		%	45.3	43.9	43.0			
湿潤密度 ρ _t = m/V		g/cm ³	1.736	1.747	1.755			
乾燥密度 ρ _d = ρ _t / (1+w/100)		g/cm ³	1.195	1.214	1.227			
間隙比 e = (ρ _s / ρ _d) - 1			1.171	1.137	1.114			
飽和度 S _r = w ρ _s / (e ρ _w)		%	100.3	100.2	100.1			
土粒子の密度 ρ _s		g/cm ³	2.594	平均値 w %	44.1	平均値 ρ _t g/cm ³		
平均値 ρ _d		g/cm ³	1.212	平均値 e	1.141	平均値 S _r %		
平均値 ρ _d		g/cm ³	1.212	平均値 e	1.141	平均値 S _r %		

特記事項

資料3

JIS A1216	土の一軸圧縮試験 (強度・変形特性)
JGS 0511	

調査件名 現況測量及び地質調査業務 試験年月日 2018-06-04

試料番号 (深さ) D2-3 (3.20m~4.00m) 試験者 中野 芳孝

土質名称	粘土 (高液性限界)	供試体No.	1	2	平均
液性限界 $w_L^{1)}$ %	89.3	試料の状態	不攪乱	不攪乱	
塑性限界 $w_P^{1)}$ %	38.0	高さ H_0 cm	10.00	10.00	
ひずみ速度%/min	1.0	直径 D_0 cm	5.00	4.99	
特記事項1) 必要に応じて記載する。		質量 m g	340.3	341.4	
		湿潤密度 ¹⁾ ρ_t g/cm ³	1.736	1.747	1.742
		含水比 w %	45.3	43.9	44.6
		一軸圧縮強さ q_u kN/m ²	197	197	197
		破壊ひずみ ϵ_f %	8.76	8.12	8.44
		変形係数 ¹⁾ E_{50} MN/m ²	6.1	4.5	
		鋭敏比 ¹⁾ S_t			

$$E_{50} = \frac{qu}{\epsilon_{50}} / 10$$

