

知多市新庁舎等設計委託に伴う地盤調査

報 告 書

令和 5 年 8 月

株 式 会 社 ア オ イ テ ッ ク

名古屋市北区上飯田南町 2 丁目 45-1

TEL (052) 917-1821

(国土交通省 地質調査業登録 質 04-203)

目 次

	頁
まえがき	1
1 調査概要	1
2 調査方法	4
2.1 機械ボーリング	4
2.2 標準貫入試験	5
2.3 孔内水平載荷試験	6
2.4 現場透水試験	8
2.5 孔内検層	9
2.6 常時微動測定	15
2.7 室内土質試験	18
3 地形・地質概要	19
3.1 地形	19
3.2 地質	20
4 調査結果	22
4.1 ボーリング結果	22
4.2 地下水位について	25
4.3 標準貫入試験	26
4.4 孔内載荷試験結果	33
4.5 現場透水試験結果	34
4.6 孔内検層結果	35
4.7 常時微動測定結果	41
4.8 室内土質試験結果	60
5 考察	73
5.1 液状化の検討	73
5.2 支持地盤について	78
5.3 基礎形式について	81
5.4 土質面からみた設計・施工上の留意点	83

○調査資料一覧

- ・ 調査地点位置図 (S=1/600)
- ・ ボーリング柱状図
- ・ 地質推定断面図 (S=1/500)
- ・ 孔内水平載荷試験データシート
- ・ 現場透水試験データシート
- ・ PS 検層結果
- ・ 密度・キャリパー検層結果
- ・ 常時微動測定結果
- ・ 室内土質試験データシート
- ・ 液状化検討結果
- ・ 現場記録写真
- ・ 室内土質試験写真

まえがき

本報告書は、愛知県知多市緑町地内において行ったボーリングによる地盤調査の結果をまとめたものである。

1 調査概要

- (1) 調査件名 知多市新庁舎等設計委託に伴う地盤調査
- (2) 調査場所 愛知県知多市緑町 25 番地 1 他
- (3) 調査目的 知多市新庁舎等建設に伴い、基礎構造設計(免震)に必要な地盤の地質構成および土の力学的特性、変形特性等を明らかにすることを目的とする。
- (4) 調査期間 令和 5 年 6 月 15 日～令和 5 年 7 月 10 日 (現場作業)
- (5) 調査内容
 - ・ 標準貫入試験併用試錐 $\phi 86\sim 66\text{mm}$ 9 箇所延べ 203m (余掘り 5m 含む)
 - ・ 別孔 $\phi 116\sim 86\text{mm}$ 2 箇所延べ 10m
 - ・ 孔内水平載荷試験 1 回
 - ・ 現場透水試験 2 回
 - ・ 乱れの少ない試料採取 2 試料
 - ・ PS 検層 34 点
 - ・ 密度・キャリパー検層 34m
 - ・ 常時微動測定 地表 (1 秒計、10 秒計) 1 地点
孔中 (1 秒計) 1 深度
 - ・ 室内土質試験一式※詳細数量を表 1.1.1 に示す。
- (6) 発注者 知多市
- (7) 受注者 株式会社梓設計
- (8) 調査担当 株式会社アオイテック

○：調査場所



※地理院タイル（国土地理院）を利用して作成

縮尺：1/25,000

0 500m 1000m

図 1.1.1 案内図

表 1.1.1 調査数量表

地点	機械ボーリング (m)															合計
	φ 116mm					φ 86mm					φ 66mm					
	0～50m					0～50m					0～50m					
	粘性土・シルト	砂・砂質土	礫混り土砂	固結シルト・固結粘土	合計	粘性土・シルト	砂・砂質土	礫混り土砂	固結シルト・固結粘土	合計	粘性土・シルト	砂・砂質土	礫混り土砂	固結シルト・固結粘土	合計	
No. 1	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	0.00	0.50	14.05	0.35	5.10	20.00	20.00
No. 2	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	0.00	2.60	10.45	0.55	5.40	19.00	19.00
No. 3	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	0.00	0.95	13.20	-	5.85	20.00	20.00
No. 4	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	0.00	2.10	9.70	0.30	7.90	20.00	20.00
No. 5	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	0.00	0.60	11.50	0.00	7.90	20.00	20.00
No. 6	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	0.00	3.35	6.15	-	11.50	21.00	21.00
No. 7	-	-	-	-	0.00	4.10	17.05	-	17.85	39.00	-	-	-	-	0.00	39.00
No. 7別孔1	-	-	-	-	0.00	2.70	2.90	-	-	5.60	-	0.50	-	-	0.50	6.10
No. 7別孔2	2.10	1.80	-	-	3.90	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	0.00	3.90
No. 8	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	0.00	3.00	7.50	-	13.50	24.00	24.00
No. 9	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	0.00	0.80	12.40	-	6.80	20.00	20.00
合 計	2.10	1.80	0.00	0.00	3.90	6.80	19.95	0.00	17.85	44.60	13.90	85.45	1.20	63.95	164.50	213.00

地点	原位置試験												サンプリング（試料）		
	標準貫入試験（回）					孔内水平 載荷試験 （回）	現場透水 試験 （ケーシン グ法） （回）	PS検層 （点）	密度・孔径 検層 （m）	常時微動			シンウォー ルサンプリ ング	デニソンサ ンプリング	トリプルサ ンプリング
	粘性土・ シルト	砂・ 砂質土	礫混り 土砂	固結シルト ・固結粘土	合計					地表		孔中			
										1秒計	10秒計	1秒計			
No. 1	1	14	-	5	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 2	2	12	-	5	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 3	1	13	-	6	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 4	2	10	-	8	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 5	1	11	-	8	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 6	3	6	-	12	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 7	4	14	-	16	34	1	-	34	34	1	1	1	-	-	-
No. 7別孔1	-	-	-	-	0	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-
No. 7別孔2	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
No. 8	4	7	-	13	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 9	1	13	-	6	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
合 計	19	100	0	79	198	1	2	34	34	1	1	1	1	0	1

地点	土質試験 (試料)										
	土粒子の 密度	含水比	粒度	液性・塑性 限界	細粒分 含有率	湿潤密度	一軸	圧密	動の変形		液状化特性
			ふるい～沈降						粘性土	砂質土	
No. 1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
No. 2	3	-	3	-	2	-	-	-	-	-	-
No. 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 6	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
No. 7	2	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-
No. 7別孔1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	-	-
No. 7別孔2	1	1	1	-	-	1	-	-	-	1	1
No. 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
合 計	8	2	8	1	5	2	1	1	1	1	1

2 調査方法

2.1 機械ボーリング

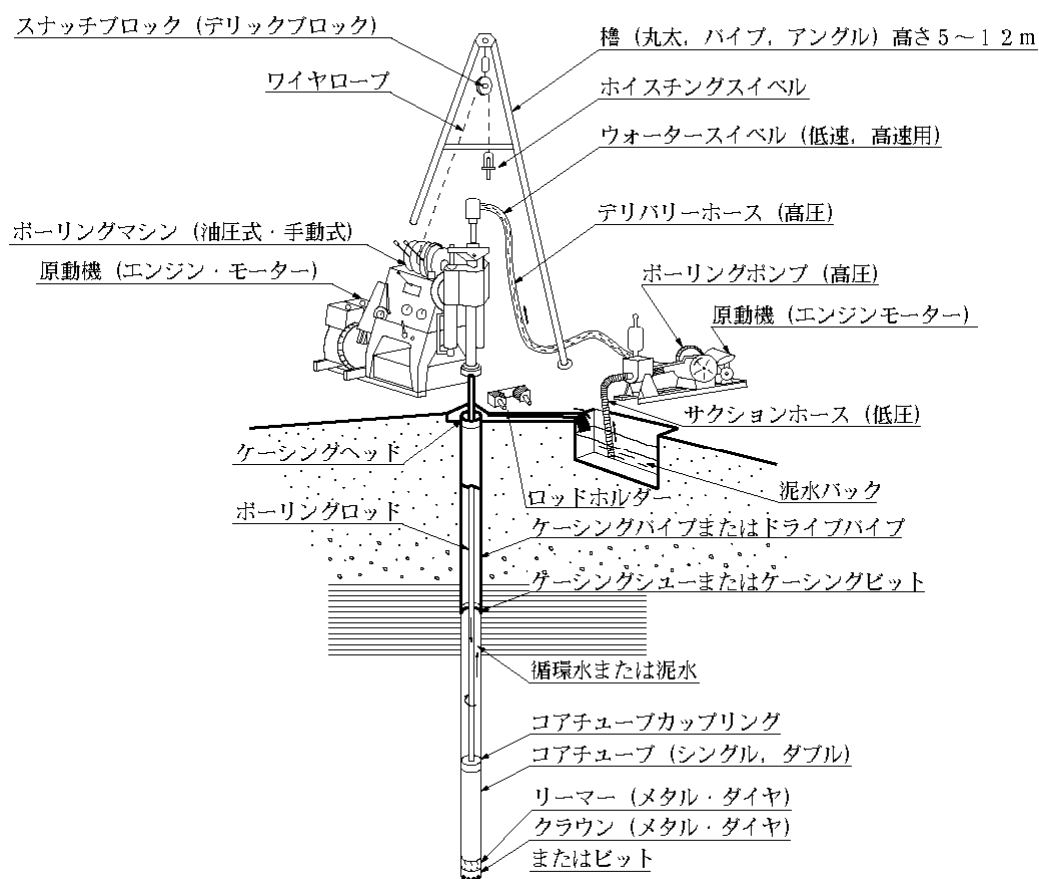
ボーリング機械は、ハイドロリックフィード型ロータリー式ボーリングマシンを使用した。

掘削孔径はφ66～116mmとした。

掘進に当たっては、地下水位を確認するまでは可能な限り無水掘りを行い、以後ケーシングパイプおよび泥水によって孔壁の安定を保ちながら掘進した。

また、土質区分は採取試料による確認、並びに掘削時に用いる循環水の給水圧、スライム、掘進速度等により判定した。

図 2.1.1に機械ボーリング概念図を示す。



(出典：http://www.mlit.go.jp/commom/001068062.pdf 第3編 地質調査業務)

図 2.1.1 機械ボーリング概念図

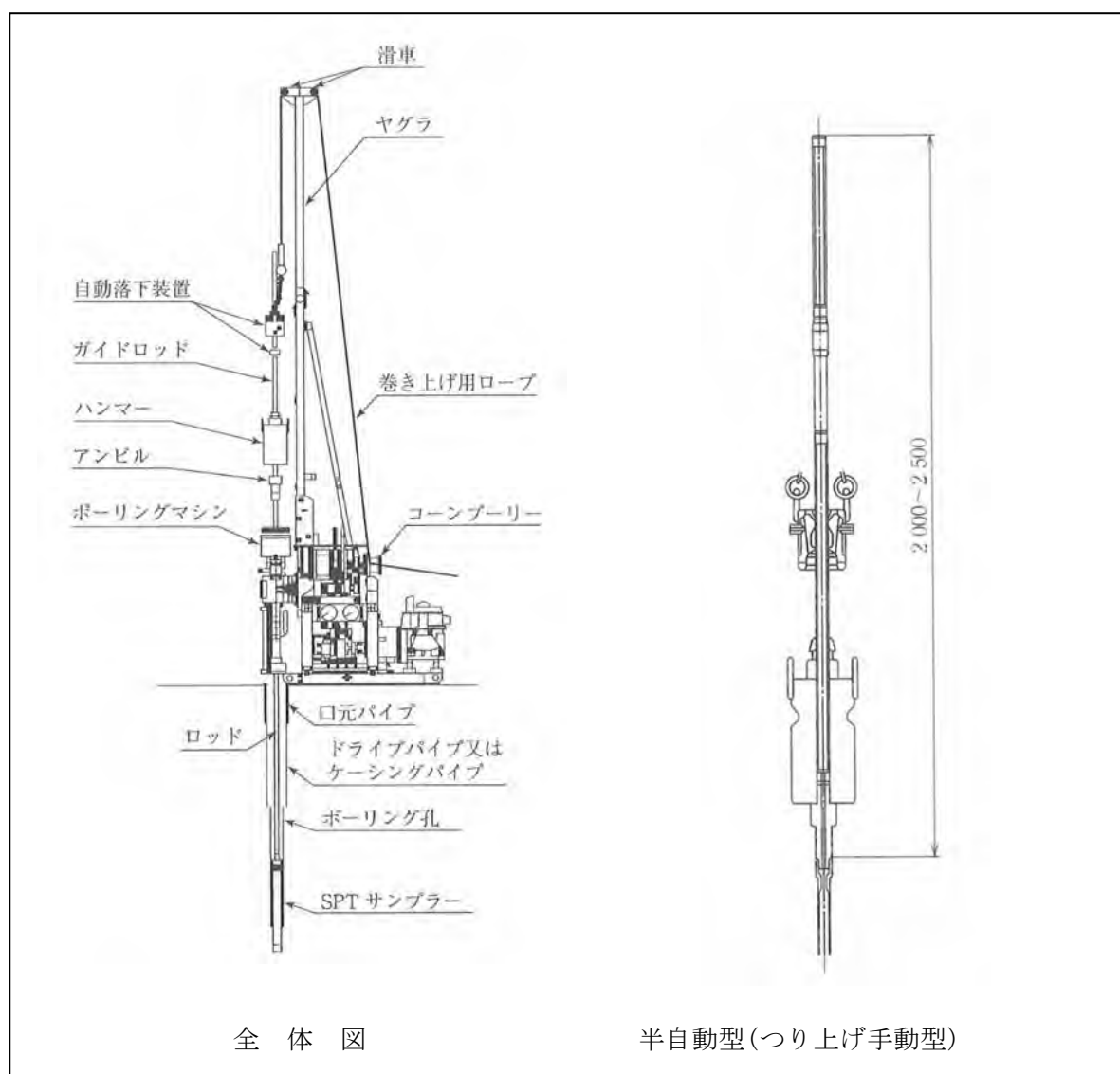
2.2 標準貫入試験

標準貫入試験は、原位置における土の硬軟、締まりぐあいの相対値を知るための N 値を求める試験で、JIS-A-1219 に従って実施した。

試験開始深度は、深度 1m より 1m 毎に実施した。 N 値は質量 $63.5\text{kg} \pm 0.5\text{kg}$ のハンマー（モンケン）を $76 \pm 10\text{mm}$ 自由落下させ、標準貫入試験サンプラーを 300mm 打ち込むのに必要とする打撃回数をいう。試験は掘削孔底より予備打ち 150mm、本打ち 300mm の打撃貫入で 1 回の標準貫入試験が終了する。また、本打ちの打撃回数の上限を 60 回とした。

サンプラーの内容物は、スライムの有無の確認後、土質・色調状態等を記録し、土質試験および保存用に代表的な試料を土質標本として整理した。

図 2.2.1 に標準貫入試験概要図を示す。本調査では半自動落下装置を使用した。



(出典：「地盤調査の方法と解説」 社団法人 地盤工学会 H25.3)

図 2.2.1 標準貫入試験概要図

2.3 孔内水平載荷試験

(1) 試験概要

孔内水平載荷試験は、ボーリング孔内において孔壁を加圧することによって地盤の変形係数、降伏圧力および極限圧力を求めることを目的とし、地盤工学会基準（JGS 1531）に準拠して実施した。

図 2.3.1 に普通圧試験器（LLT）の概要図を示す。

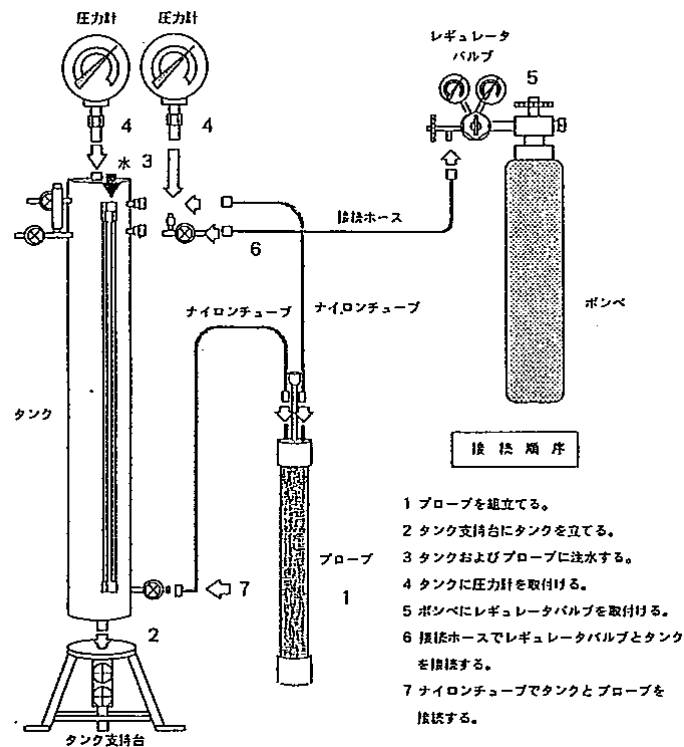


図 2.3.1 LLT 型試験器概略図の例（普通圧）

(2) 結果の整理

結果の整理方法は、測定管ゾンデの示す挙動を図に整理し、 $Pe-\Delta H$ 曲線、 $Pe-r$ 曲線の折点の形状から、次のような計算式を用いて諸定数を決定する。

$$\begin{aligned} \text{・ 降伏圧 } Py \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad & Py = Py' - P_0 \\ \text{・ 破壊圧 } Pl \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad & Pl = Pl' - P_0 \end{aligned}$$

※ P_0 : 静止土圧

$$\begin{aligned} \text{・ 地盤係数 } Km \text{ (kN/m}^3\text{)} \quad & Km = \frac{\Delta P}{\Delta r} = \frac{Py' - P_0}{ry' - r_0} \\ \text{・ 地盤の弾性係数 } Em \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad & Em = (1 + \nu) \cdot rm \cdot Km \end{aligned}$$

※ ν : ポアソン比

rm : 中心半径

- ゾンデ半径(r)の挙動
- (1) ゴムチューブ自身の自由膨張過程である
 - (2) ゴムチューブが孔壁に接する点
 - (3) 孔壁の再圧縮過程
 - (4) 初期の孔壁に達し、地盤の静止土圧と均衡を保つ点
 - (5) 地盤の一部が降伏し始める点
 - (6) 地盤の耐え得る最大圧力

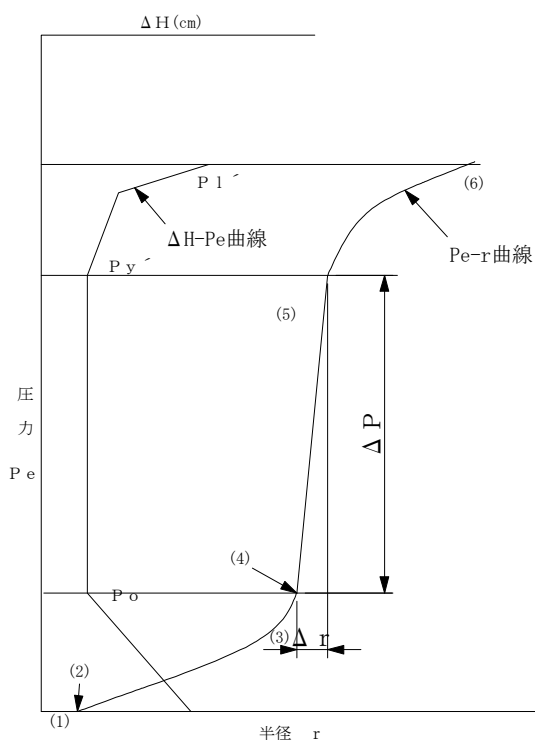


図 2.3.2 試験結果の整理図

2.4 現場透水試験

現場透水試験は、地盤工学会基準「ボーリング孔を利用した透水試験方法（JGS 1314）」に準拠して実施する。試験方法は非定常法と定常法とに大別できるが、その試験要領を図 2.4.1 に示す。

<非定常法による試験>

- ① 測定用パイプ内の水を汲み上げて一時的に水位を低下させるか、または水を注水して一時的に上昇させる。
- ② 測定用パイプ内の水位 h (m) を経時的に測定する。水位は cm 単位以下、時間は秒単位で測定する。

<定常法による試験>

- ① 測定用パイプ内から水を揚水、または水を注水する。
- ② 測定用パイプ内の水位 h (m) の変化を経時的に測定する。
- ③ 測定用パイプ内の水位が一定となった時の揚水流量または注入流量 Q_0 を測定する。

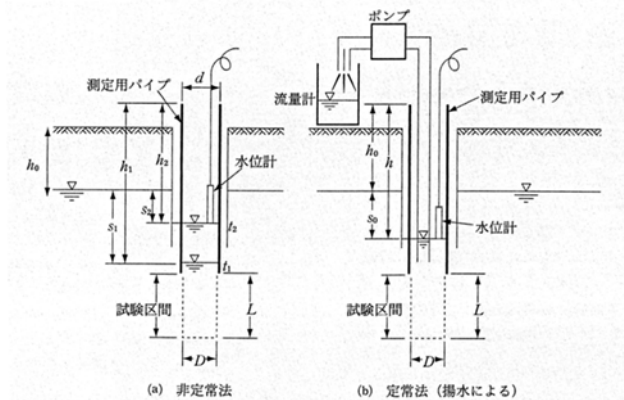


図 2.4.1 現場透水試験方法の要領図

この場合、透水係数 k (m/s) は、次式にて算定できる。

<非定常法>

$$k = \frac{(2.3de)^2}{8L} \log\left(\frac{2L}{D}\right)a$$

$$a = \frac{\log(s_1 / s_2)}{t_2 - t_1}$$

ここに、 k : 透水係数 (m/s)

de : 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 (孔) の直径 (m) L : 試験区間の長さ (m)

t : 経過時間 (s)

s : 測定用パイプ内水位と平衡水位 (地下水位) との差 (m)

Q_0 : 揚水流量または注入流量 (m³/s)

s_0 : 定常時の水位変動量 [平衡水位 (地下水位) からの変動量] (m)

<定常法>

$$k = \frac{2.3Q_0}{2\pi s_0 L} \log\left(\frac{2L}{D}\right)$$

※上部難透水層との離隔長 L_1' が $4D$ 未満の場合は、 L/D の項を $2L/D$ に置き換える

2.5 孔内検層

(1) PS 検層

速度検層（PS 検層）はボーリング孔を利用して地盤の P 波速度および S 波速度を求める物理探査手法である。本手法は、主に下記の目的で実施されている。

- ・液状化の判定
- ・構造物の耐震設計に必要な地盤構造と動的な地盤特性確認
- ・導水路トンネル、地下鉄、共同溝や埋設管等の地下線状構造物の施工や維持に必要な地盤状況確認
- ・橋梁基礎や高層建築物などの支持層の地盤状況確認
- ・地盤改良効果
- ・基礎杭の根入れ深度
- ・切土、造成など開削工事時の地盤状況確認

なお、PS 検層の方法は地表で起振するダウンホール法と孔内で起振するサスペンション法に大別できる。本調査は後者により実施しているが、地下水位以浅およびケーシング挿入区間はサスペンション法が適用できないため、ダウンホール法とした。

1) サスペンション法

サスペンション PS 検層は、ボーリング孔内において P 波（縦波）および S 波（横波）の速度分布を測定する手法である。本手法は孔内において起振部と受振部が近接しているため、収録データもダウンホール法よりも高速なサンプリングが可能で、測定精度も高い。

①起振方法

孔内のゾンデに内蔵された円筒型の電磁ハンマーを孔軸と直交方向に振動させて弾性波を発生させる。電磁ハンマーとは永久磁石によって作られた磁界（空隙部）中にコイルを巻いた円筒状の鉄芯を置き、コイルに電流を流すことにより、鉄芯を駆動させるものである。

②受振動方法

本手法で使用した浮遊型のゾンデは、P 波および S 波を受振するセンサーを水と同等の比重の筒に配することで、受振器の動きが地盤の振動にほぼ等しくなることを利用している。

③速度算定

発振源から発生した P 波および S 波を測定し、上下受振器間のこれらの波動の到達時間の差から区間速度を求める。

サスペンション PS 検層の測定概念図を図 2.5.1 に示す。

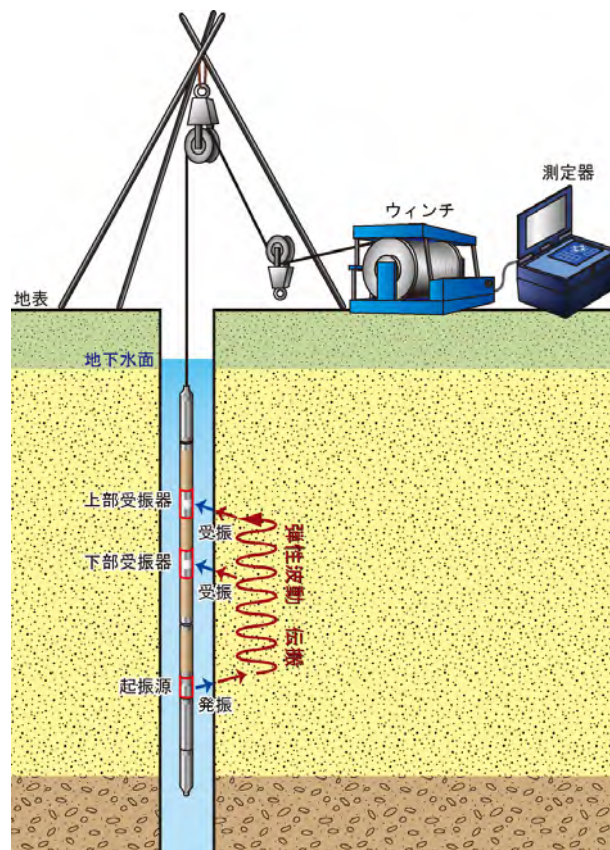


図 2.5.1 サスペンション PS 検層測定概念図

2) ダウンホール法

①起振方法

・ P 波起振

P 波はあらゆる弾性波のうち最初に到達する粗密波である。測定孔口より数 m 離れた地表面に設置した杭をカケヤで垂直に打撃することにより、P 波を発生させる。

・ S 波起振

地表面に密着させた板を水平に打撃することにより、振動方向が水平な地表面と平行した比較的単純なせん断波（S 波）を発生させる。

②受振方法

孔中受振器には、上下 1 成分、直交する水平 2 成分の 3 成分内蔵のものを使用し、ゴムパッカー等により任意の測定深度で、孔壁に圧着固定した。測定間隔に従って各測定深度に孔中受振器を移動し、起振・測定作業を繰り返し行った。

③速度算定

起振点で発生した波動が伝播して受振点に到達するまでの時間を記録から読み取り、縦軸に受振点深度、横軸に初動到達時間としてプロットを行う。プロットした結果に、ボーリング柱状図等を参考にして、同一の傾斜区間（速度層）を設定して近似線を引き、走時曲線を作成する。走時曲線では、各区間の傾斜が伝播速度となる。

ダウンホール PS 検層の測定概念図を図 2.5.2 に、P 波および S 波の伝搬概念図を図 2.5.3 に示す。

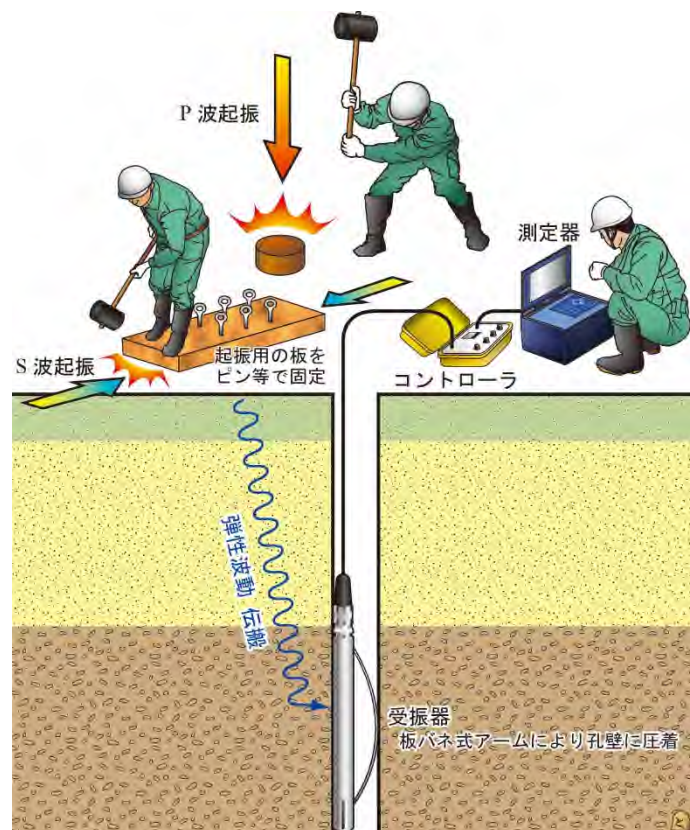


図 2.5.2 ダウンホール PS 検層測定概念図

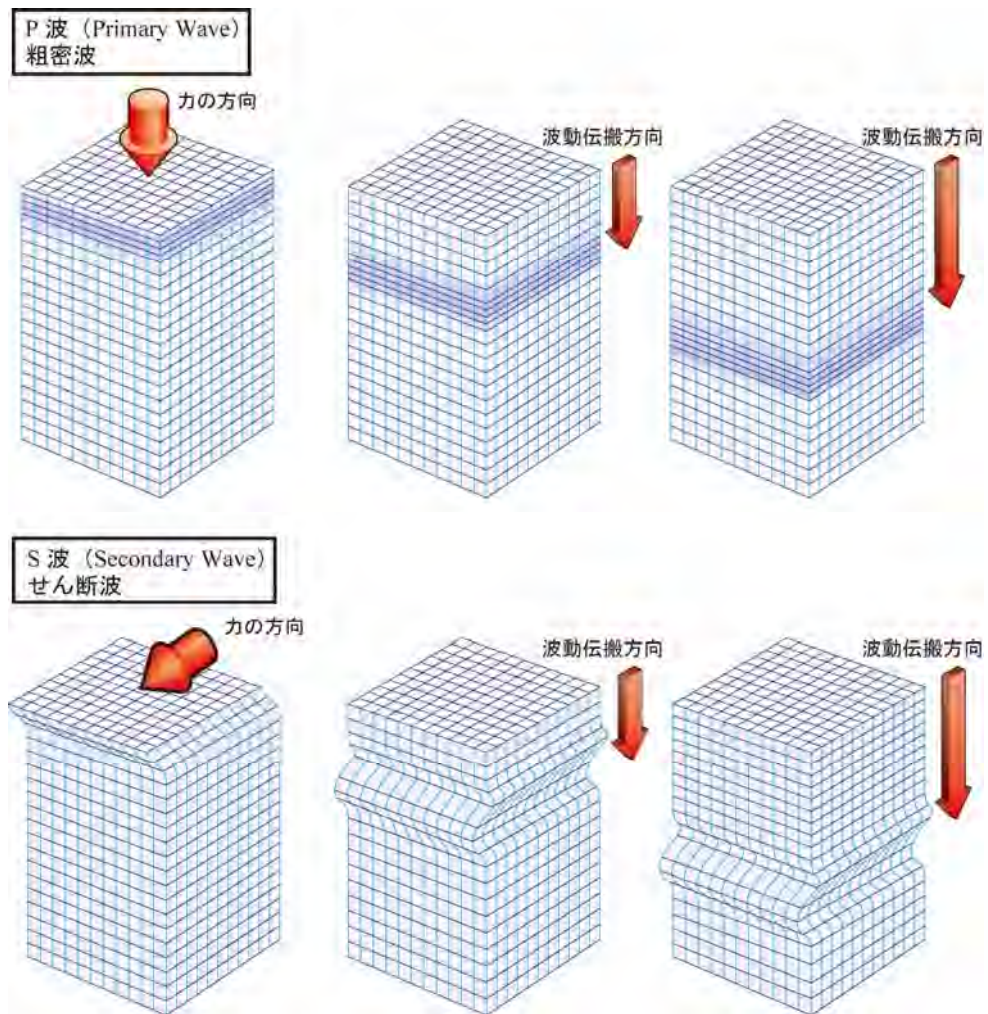


図 2.5.3 P 波および S 波の伝搬概念図（上図：P 波、下図：S 波）

(2) 密度・キャリパー検層

密度検層は、放射性同位体（ ^{60}Co など）のガンマ線源を用いて、ガンマ線と地層の物理的反応を利用して地層密度を測定する方法である。ガンマ線と地層の物理的反応には、ガンマ線が物質中を通過する際に認められる、光電効果、コンプトン効果および、電子対創生という3つの現象による吸収、散乱がある。このうちガンマ線のエネルギーが中程度の場合はコンプトン効果が支配的であり、このコンプトン効果によるガンマ線の吸収、散乱は物質の密度の変化を反映している。コンプトン効果とはガンマ線が原子中の電子と衝突してエネルギーの一部を失い、進路を変える現象のことで、コンプトン散乱と呼ばれる。

コンプトン散乱の場合、無限媒体中において強さ I_0 のガンマ線による距離 x におけるガンマ線のエネルギー I は

$$I = I_0 e^{-\mu x \rho}$$

となる。ここで、 ρ は物質の密度 μ は質量吸収係数である。

そのため、線源と検出器との距離 x を一定に保って、 I を測定すれば、 ρ （密度）を求めることができる。

①測定方法

ゾンデと孔壁間の隙間の影響を少なくするために、金属製のバネによってゾンデを孔壁に密着する。ゾンデをボーリング孔に挿入し、孔底から毎分 3m 以下の速度で巻き上げながら、5cm 間隔で連続測定を行った。線源には、コンプトン散乱が支配的なガンマ線エネルギーを測定すべく、 ^{60}Co を使用した。実際の測定量としては、ガンマ線のエネルギー（ I ）を計数率（以下、CPS 値）として表わしている。

測定概念図を図 2.5.4 に示す。

②解析方法

測定によって得られた計数率（ I ）を密度値（ ρ ）に変換するために、較正曲線を作成する。較正曲線の作成には以下の2つの方法がある。

・供試体による方法（較正試験）

密度の異なる数種類の供試体を用いてその密度値における CPS 値を測定し、較正曲線式を作成する方法である。

ドラム缶などの容器の中央に塩ビパイプを設置し、その周囲を砂や礫・泥等で埋め戻して供試体を作成する。塩ビパイプの内径を変えたり、試料の締め固め具合や配合を変えたりして密度を変化させる。現場と同じ密度検層機を用い、塩ビパイプ中での CPS 値とその密度の関係を求める。

塩ビパイプの影響はドラム缶に水を張った状態と、その中に塩ビパイプを挿入し

た状態との CPS 値の差で求める。

- ・コアの試験値を用いる方法

測定孔におけるコアの湿潤密度試験値、または見掛け密度試験値と、測定で得られた CPS 値の関係から、測定毎に較正曲線式を作成する方法である。

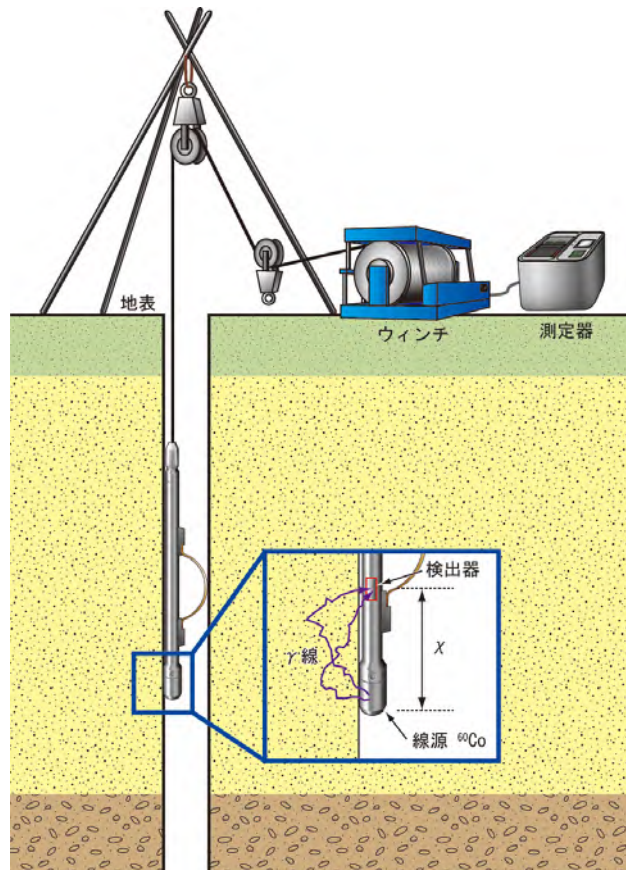


図 2.5.4 密度検層測定概念図

2.6 常時微動測定

高感度の地震計を用いると、地上のあらゆる場所で振幅が 0.001mm 程度と非常に小さい振動が観測される。この振動の発生源は、交通機関や建設工事・工場施設などの人工的な振動源から、海岸の波、風、火山活動などの自然現象まで様々で、振動の周期は 0.05 秒～数秒以上と広範囲に及ぶ。これらの微小振動は一般に微動と呼称されるが、このうち周期が 0.1 秒～数秒程度のものは常時微動として区別されている。この常時微動測定によって、地盤の地震工学的特性を推定することができる。

①測定方法

常時微動測定は、地表に短周期計（以下、1 秒計）および長周期計（以下、10 秒計）を各 1 点と、孔中 1 秒計（以下、孔中計）を工学的基盤内（30m）に設置して行った。地表計（1 秒計および 10 秒計）の設置に際しては地盤表面を平坦面に成形し、各受振器を水平に設置した。孔中計は測定箇所まで降下させ、エア圧により内蔵アームを開かせ孔壁に固定した。

測定は、20 分間～30 分間程度の観測を数回実施し、測定器に収録した。常時微動測定概念図を図 2.6.1 及び図 2.6.2 に示す。

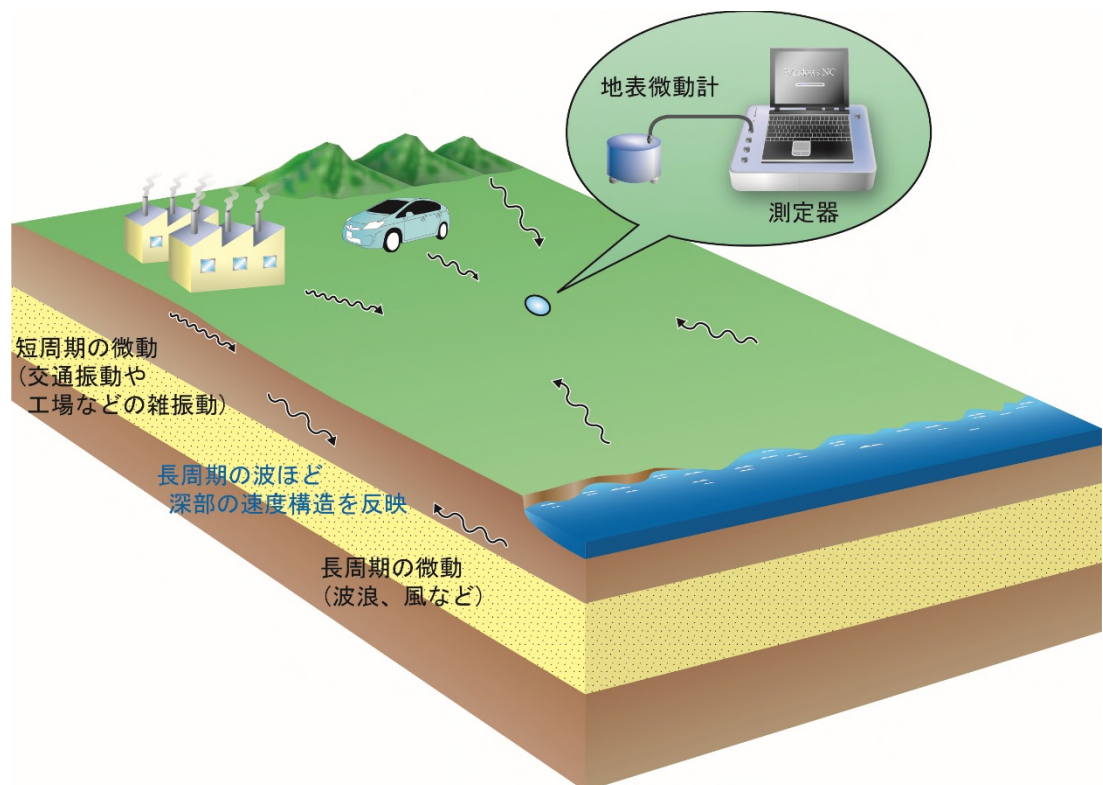


図 2.6.1 常時微動測定概念図

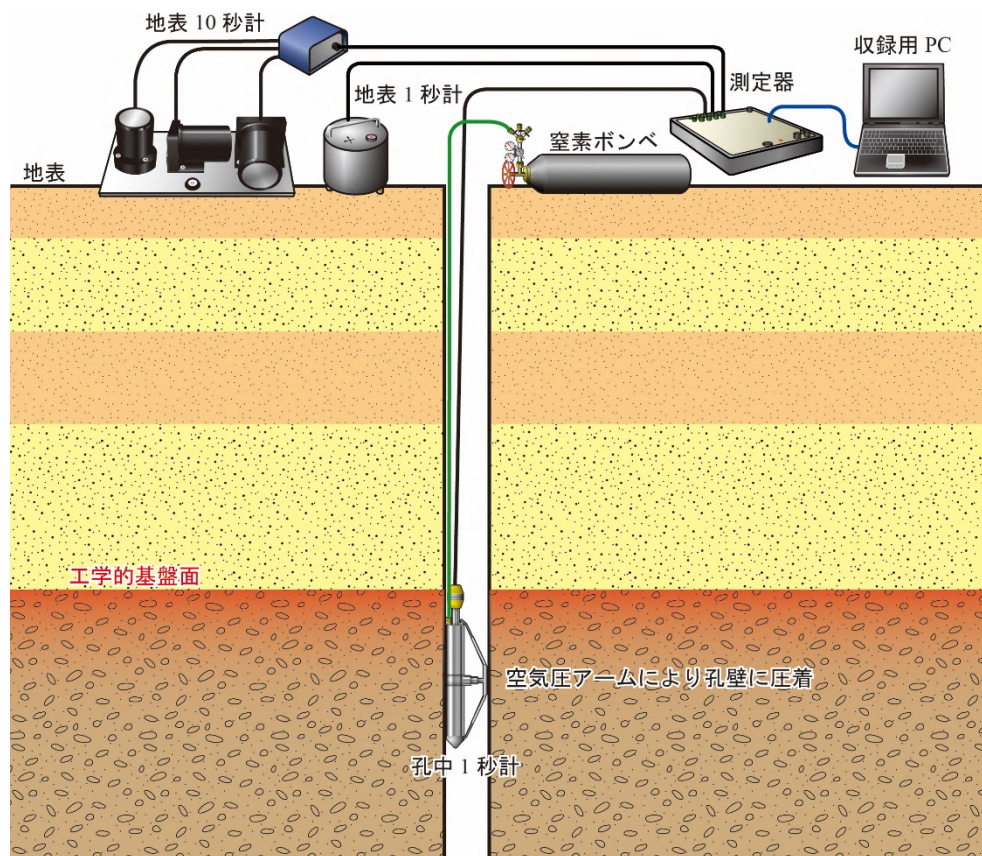


図 2.6.2 常時微動測定概念図（地表および孔中で同時測定の場合）

②解析方法

得した記録波形のうち、地表面付近の雑振動（以下、ノイズ）が少ない時間帯を選出し、変位波形および速度波形について1秒計は40.96秒間、10秒計は163.84秒間の解析をそれぞれ行った。表 2.6.1 に常時微動解析仕様、図 2.6.3 に常時微動解析フローをそれぞれ示す。

表 2.6.1 常時微動解析仕様

設定内容	1 秒計	10 秒計
サンプリング間隔(Δt)	0.01(秒)	0.01(秒)
サンプリング数(N)	4096(点)	16384(点)
解析時間長(T)	40.96(秒)	163.84(秒)
解析周期(秒)	0.05～1(秒)	0.1～10(秒)

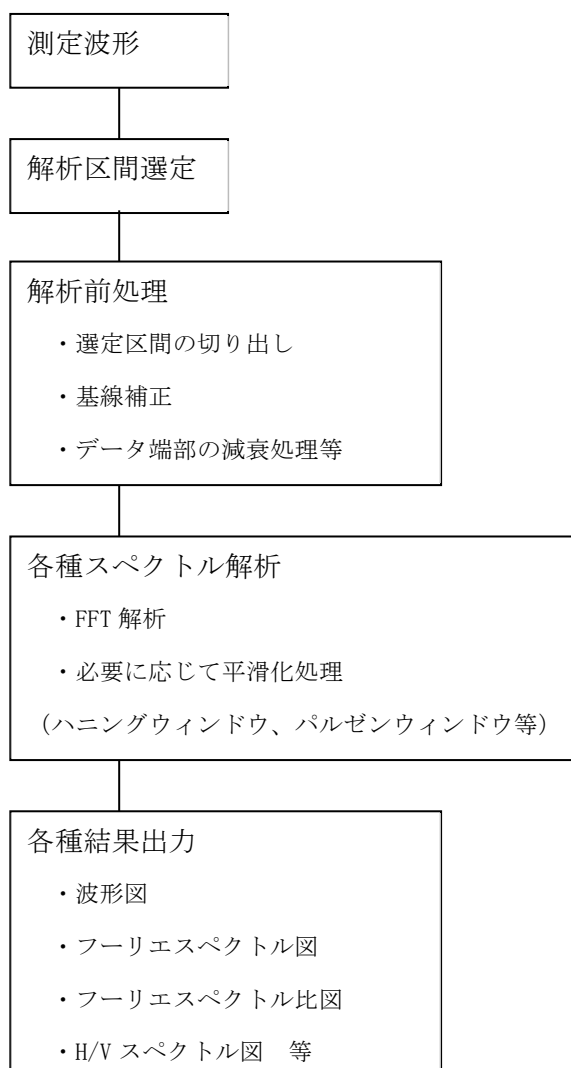


図 2.6.3 常時微動解析フロー

2.7 室内土質試験

室内土質試験は、下記の目的及び規格・基準（JIS・JGS）に準じて実施した。

(1) 物理試験

表 2.7.1 物理試験

種類	目的・利用	規格・基準
土粒子の密度試験	土の基本的性質の計算(間隙比、飽和度、圧密、粒度への流用)	JIS A 1202
土の含水比試験	土の基本的性質の計算	JIS A 1203
土の粒度試験	粒度による土の分類、材料としての土の規定	JIS A 1204
土の液性限界試験	コンシステンシーによる土の分類、土の工学的性質の推定 (圧縮性の判定等)	JIS A 1205
土の塑性限界試験		
土の細粒分含有率試験	細粒分（シルト+粘土分）の含有量の把握	JIS A 1223
土の湿潤密度試験	土の基本的性質の計算	JIS A 1225

(2) 圧密試験

表 2.7.2 圧密試験

種類	目的・利用	規格・基準
土の段階载荷による圧密試験	粘性土の圧縮性の把握	JIS A 1217

(3) 力学試験

表 2.7.3 力学試験

種類	目的・利用	規格・基準
土の一軸圧縮試験	粘性土の一軸圧縮強さの把握	JIS A 1216

(4) 変形特性・液状化特性試験

表 2.7.4 変形特性・液状化特性試験

種類	目的・利用	規格・基準
地盤材料の繰返し三軸試験 (動的変形試験)	繰返しせん断応力を求める。動的せん断定数 G、減衰比 hなどを求める。	JGS 0542
土の繰返し非排水三軸試験 (液状化特性試験)	主として飽和砂質土を対象とし、強度特性(液状化特性)を求める。	JGS 0541

3 地形・地質概要

3.1 地形

調査地は知多半島の中・北部地域にあたり、西側に伊勢湾、東側に境川が南流する。

調査地の地形は、図 3.1.1 に示すように、丘陵地、台地、低地に区分することができる。

調査地は埋立地上に位置し、図 3.1.2 に示す旧地形図との比較より、旧海岸線に近接していることがわかる。

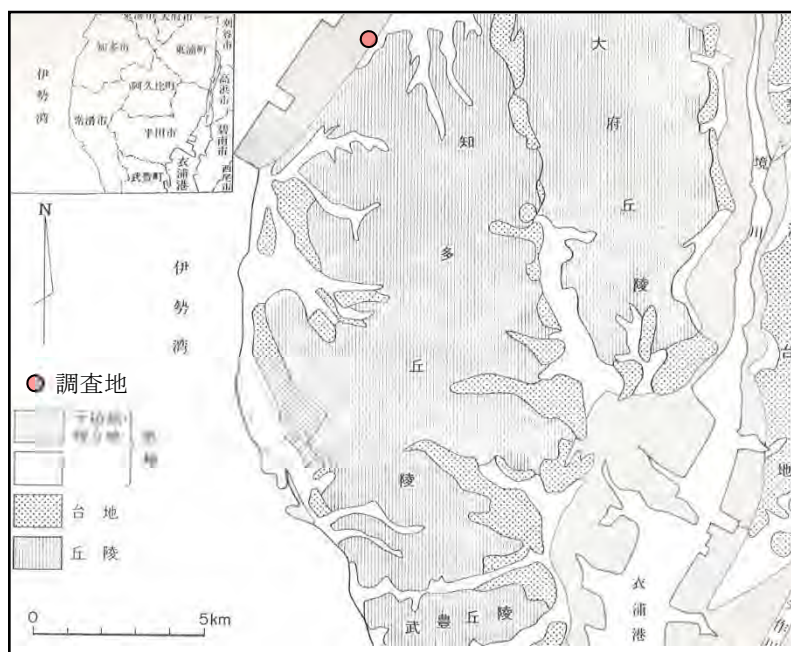


図 3.1.1 調査地付近の地形区分

(出典：「半田地域の地質」地質調査所 S61 一部追記)

知多半島中・北部の丘陵地は標高 90m 以下の小起伏の丘陵帯によって形成されている。この丘陵帯は名古屋市東方の猿投山麓から南西方向に延びつつ、知多半島北部で南北方向に転じ、更に半島南端へと連なる隆起帯の一部で、猿投-知多上昇帯と呼ばれる。

名古屋市大高から大府市街、及び東海市名和から加木屋町にかけては、直線的な谷地形が発達し、この 2 本の谷を境に東部の尾張丘陵、中部の大府丘陵、西部の知多丘陵に分けられる。

段丘は丘陵地と低地の境界付近に位置し、河成または海成段丘として発達する。半島東岸の半田面を除いて浸食段丘面であり、その構成層は極めて薄い。

低地は知多半島西岸、衣浦地区に分布するが、その発達はやや乏しい。

知多半島西岸に分布する沖積平野は、海岸・三角州平野に分けられる。しかし、丘陵地が海岸線にまで迫り、海岸・三角州平野の領域は狭い。また、伊勢湾沿岸部には、1960 年代から始まった臨海工業地帯の造成計画に基づき、広大な埋立地が造られている。

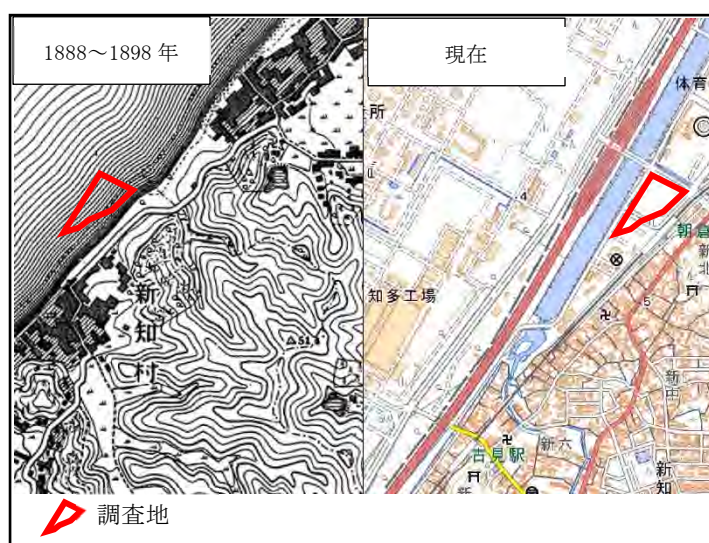


図 3.1.2 旧地形図との比較

(出典：「今昔マップ」 <https://ktgis.net/kjmapw/>)

3.2 地質

本調査地の地質は、下位より新第三紀鮮新世の常滑累層、第四紀更新世の段丘堆積物、同紀完新世の沖積層である。表 3.2.1 に地質層序表を示す。

図 3.2.1 に調査地付近の地質図を示し、各層の概要を述べる。

表 3.2.1 地質層序表

<常滑累層>

主に砂・粘土～シルト層の累重よりなり、薄い火山灰層・亜炭層・礫層を挟む。

・砂層

比較的良く淘汰されており、淡黄橙色～淡黄色を呈する。ほとんどの砂層が上方細粒化して、上部に粘土・シルト層を伴う。厚さ 5m 以下の場合にはあまり粗粒でなく、側方への連続性が悪い。層厚約 10m に達する場合は、幾つかの粒度変化を示す部分に分かれるが、一般に下位ほど粗粒で細礫・中礫を良く含んでいる。

・粘土・シルト層

砂から粘土・シルトへと細粒化する地層の上部に発達する。粘土層のほとんどは、上方へ細粒化する地層の最上部に限られている。粘土・シルト層は砂層に比べ多少固結しており、色は新鮮な部分で青灰色～

緑灰色、風化して明灰色を呈す。緑灰色を呈するものは主にシルトからなり、塊状で高い固結度を示す。青灰色粘土・シルト層は、緑灰色のものに比べ少し低い固結度を示す。砂層の中にレンズ状にあるいは薄層として挟まれる粘土・シルト層は、白色～明灰色で低い固結度を示す。

<段丘堆積物>

知多半島西岸に分布する段丘堆積物は、標高 20～40m の範囲にあり、チャートからなる厚さ 1～1.5m の薄い礫層により構成される。

<沖積層>

平野表層部を形成する谷底・氾濫・海岸・三角州平野堆積物は、泥・砂及び礫から構成される。

谷底・氾濫平野堆積物の層厚は薄く、規模の小さい開析谷では東海層群がそのまま地表面に露出している。一方、海岸・三角州平野堆積物は、主として砂州・砂堆堆積物より海岸線側に分布している。

地質時代	地質・地形区分	構造運動	その他
完新世	沖積層	積	観文海進 (砂州・浜堤列)
更新世	後期 緒川段丘堆積物 (礫層面) 岩滑段丘堆積物 (岩滑面) 平田段丘堆積物・碧海層 (平田面) (碧海面) 亀崎段丘堆積物 (亀崎面) (武豊面)	投 変 動 (断層地 震) 知多半島の形成	熱田海進 (永河性海水準変動) 海進
新世	中期 武豊層 加木屋層		
鮮新世	前期 東海層群 下部	知多変動 (曲降運動)	東海層群の堆積 東海湖(淡水湖)

(出典:「半田地域の地質」地質調査所)

4 調査結果

4.1 ボーリング結果

本調査は、巻末の調査地点位置図に示す9箇所（別孔は含まない）にて実施した。

ボーリング調査より明らかとなった土層構成は、表 4.1.1 に示す通り、下位より新第三紀鮮新世の常滑累層および第四紀完新世の盛土層である。

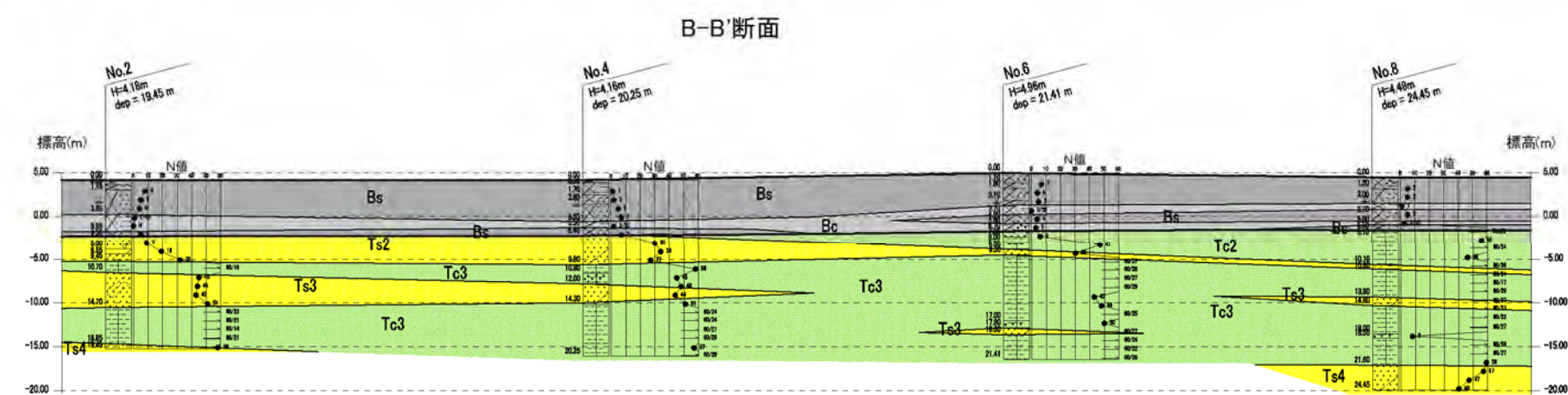
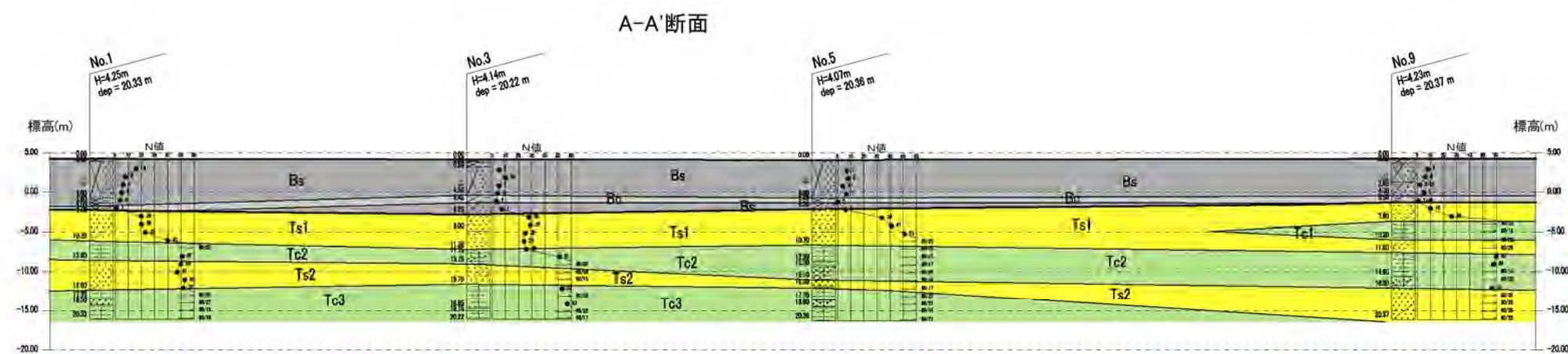
詳細は巻末のボーリング柱状図及び地質推定断面図を参照されたい。

表 4.1.1 土層構成

地質時代		地層名		地層記号	N値 ^{※1} (平均値)	下限標高 (H=m)	層厚 (m)	特 徴
第四紀	完新世	盛土層	粘性土	Bc	0～3 (1)	-2.59～-1.02	0.50～2.00	粘性高位 含水高位 貝殻片混入 Bs層内の介在層
			砂質土	Bs	1～16 (5)	-2.81～-0.47	4.70～6.95	表層、改良土、As、砂礫 粒子不均一な細砂～粗砂 φ2～5mmの細礫点在 貝殻片混入
新第三紀	鮮新世	常滑累層	第1砂質土	Ts1	7 ^{※2} ～60 (30)	-7.57～-2.99	3.85～6.30	粒子不均一な細砂～粗砂 全体にシルト分混在 φ2～5mmの細礫点在 含水高位
			第1粘性土	Tc1	60 (60)	-5.97	2.30	No.9のみで確認された 粘性低位 含水低位 固結シルト
			第2粘性土	Tc2	6～60 (52)	-12.07～-3.84	1.85～4.50	粘性低位 含水低位 固結シルト 所々、細砂混在
			第2砂質土	Ts2	9～60 (46)	-16.14～-4.54	0.50～4.07	粒子不均一な細砂～粗砂 所々、粒子細くなる φ2～5mmの細礫点在
			第3粘性土	Tc3	8～60 (57)	-17.89～-14.67	3.73～11.91	粘性低位 含水低位 固結シルト 所々、細砂混在 炭化物混入
			第3砂質土	Ts3	36 ^{※2} ～60 (51)	-15.09～-10.14	1.00～4.00	Tc3層内の介在層 粒子不均一な細砂～粗砂 所々、φ2～5mmの細礫点在
			第4砂質土	Ts4	40～60 (56)	-24.29～-15.27	0.60～6.40	粒子不均一な細砂～粗砂 全体にシルト分混在 φ2～5mmの細礫点在
			第4粘性土	Tc4	60 (60)	-29.29	5.00	No.7のみで確認された 粘性低位 含水低位 固結シルト 所々、細砂混在
			第5砂質土	Ts5	60 (60)	-34.59	5.30	No.7のみで確認された 粒子不均一な細砂～中砂 全体にシルト分を混在

※1: 上限のN値を60とした。

※2: 10cm貫入時の打撃回数より比例計算にて算出した。



凡 例

地質時代		地層名		地層記号
第四紀	全新世	黏性土	Bs	Bs
		砂質土	Bc	Bc
新第三紀	漸新世	常陸層	第1砂質土	Ts1
			第1黏性土	Tc1
			第2砂質土	Ts2
			第2黏性土	Tc2
			第3砂質土	Ts3
			第3黏性土	Tc3
			第4砂質土	Ts4
			第4黏性土	Tc4
			第5砂質土	Ts5

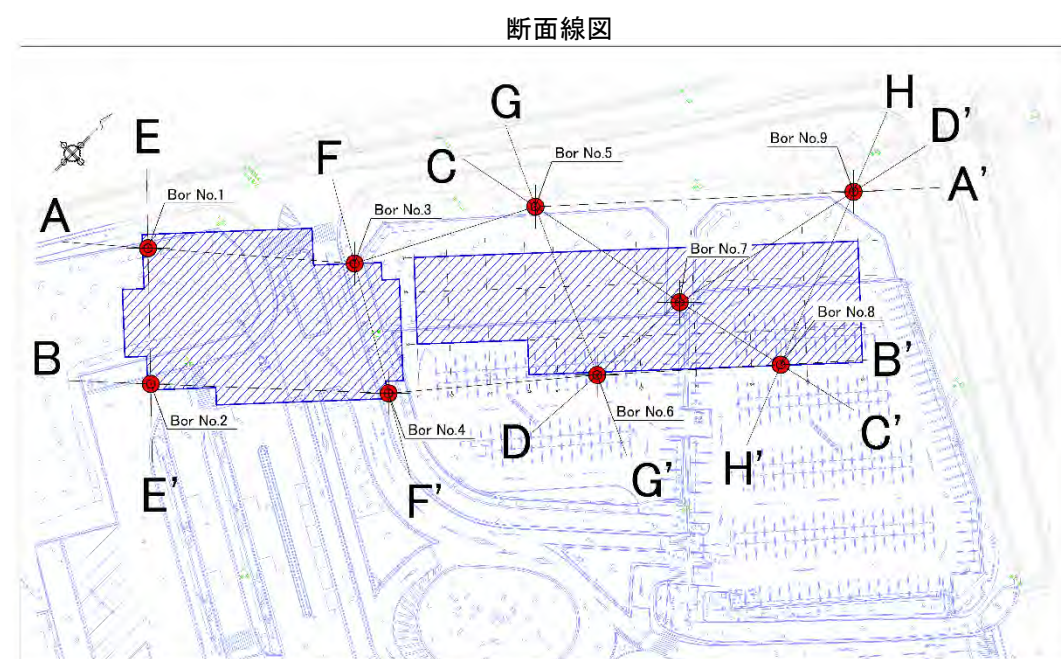


図 4.1.1 地質推定断面図1 (Not to Scale)

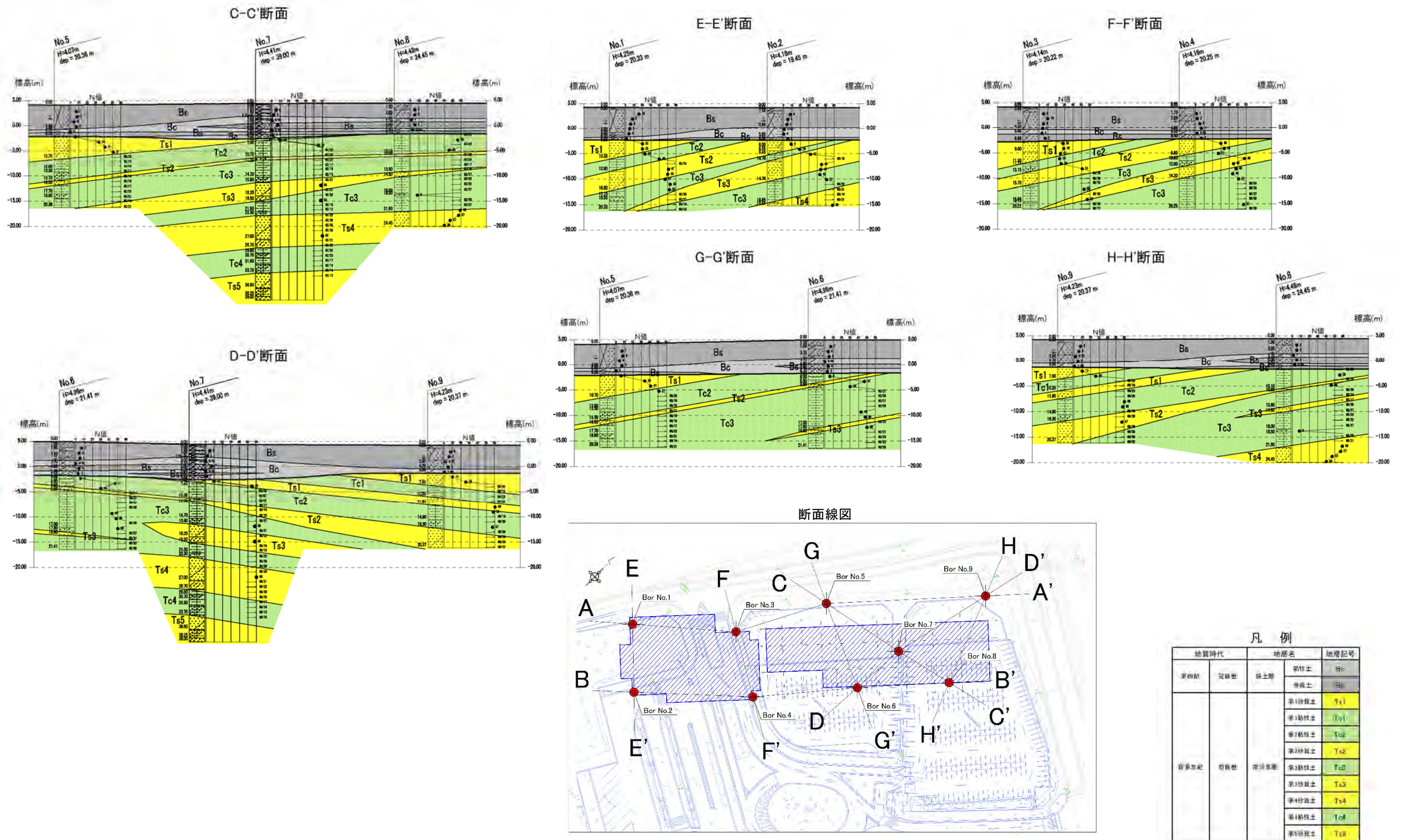


圖 4.1.2 地質推定断面圖 2 (Not to Scale)

4.2 地下水位について

本調査で確認された孔内水位を表 4.2.1 に示す。

本調査では、各孔とも無水掘りにより $H=0.98\sim 2.06\text{m}$ で孔内水位を確認した。

また、作業前泥水位は、無水掘りで確認された水位とほぼ同等であった。

調査地が埋立地であることと、標準貫入試験で得られた試料の含水状態から判断すると、確認された水位 ($H=1\sim 2\text{m}$ 付近) に地下水位が存在すると考えられる。

なお、地下水位は季節や降雨、潮の干満により変動がみられるため留意が必要である。

表 4.2.1 孔内水位確認状況

地点	孔内水位		確認された日付	確認条件
	GL-m	H=m		
No.1	3.12	1.13	6月15日	無水掘り4m
	3.14	1.11	6月16日	作業前泥水位
No.2	2.53	1.65	6月19日	無水掘り3m
	2.70	1.48	6月20日	作業前泥水位
No.3	3.16	0.98	6月20日	無水掘り3m
	2.87	1.27	6月21日	作業前泥水位
No.4	2.85	1.31	6月21日	無水掘り3.45m
	2.65	1.51	6月23日	作業前泥水位
No.5	2.70	1.37	6月20日	無水掘り3m
	2.70	1.37	6月21日	作業前泥水位
No.6	3.40	1.56	6月15日	無水掘り4m
	1.95	3.01	6月16日	作業前泥水位
No.7	2.35	2.06	6月23日	無水掘り3m
	1.95	2.46	6月24日	作業前泥水位
	2.45	1.96	6月26日	作業前泥水位
	2.10	2.31	6月27日	作業前泥水位
	2.55	1.86	6月29日	作業前泥水位
	2.60	1.81	6月30日	作業前泥水位
No.8	2.78	1.70	6月17日	無水掘り4m
	2.80	1.68	6月19日	作業前泥水位
	3.15	1.33	6月20日	作業前泥水位
No.9	2.50	1.73	6月15日	無水掘り3.47m
	2.40	1.83	6月16日	作業前泥水位
	2.20	2.03	6月17日	作業前泥水位

4.3 標準貫入試験

標準貫入試験による N 値は、土の相対的な硬軟を表す指標となるもので、土質特性値との関連性の検討例も多い。

調査より得られた N 値の上限は 50 とし、標準貫入試験が層境の場合は、100mm 貫入時の打撃回数より比例計算にて、300mm 貫入時の打撃回数に換算して用いた。

また、換算 N 値の集計を表 4.3.1 に、各層の頻度分布図(換算 N 値を使用)を図 4.3.1～図 4.3.10 に示す。なお、バラツキの程度に関しては表 4.3.2 に示す変動係数により判定した。

表 4.3.1 換算 N 値の集計

地層名	データ数	最小値	最大値	平均値	標準偏差	変動係数
Bc	11	0	3	1.2	1.21	1.04
Bs	37	1	16	5.6	2.64	0.47
Ts1	19	7	60	30.5	17.01	0.56
Tc1	2	60	60	60.0	0.00	0.00
Tc2	23	6	60	52.9	12.33	0.23
Ts2	21	9	60	46.8	16.37	0.35
Tc3	57	8	60	57.9	7.65	0.13
Ts3	13	36	60	51.3	8.43	0.16
Ts4	11	40	60	56.5	6.71	0.12
Tc4	5	60	60	60	0	0
Ts5	1	60	60	60	-	-

[バラツキの評価]

変動係数=標準偏差/平均値

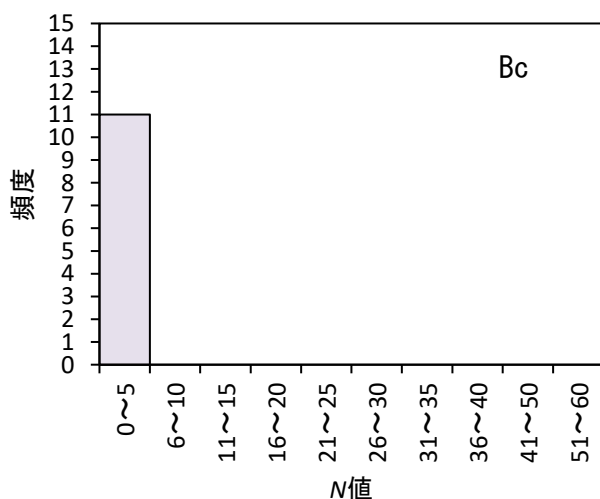
表 4.3.2 変動係数による判定 (諸岡)

変動係数	変動
0～0.2	ほとんどない
0.2～0.5	ややある
0.5～1.0	ある
1.0 以上	かなりある

各層の N 値の頻度分布を以下に示す。

(1) Bc 層

Bc 層は最小値 0、最大値 3、平均値 1.2、変動係数 1.04 を示す。変動係数から判断すればバラツキは「ある」と判断される。ただし、 N 値は 0～3 を示し、値の範囲は狭い。

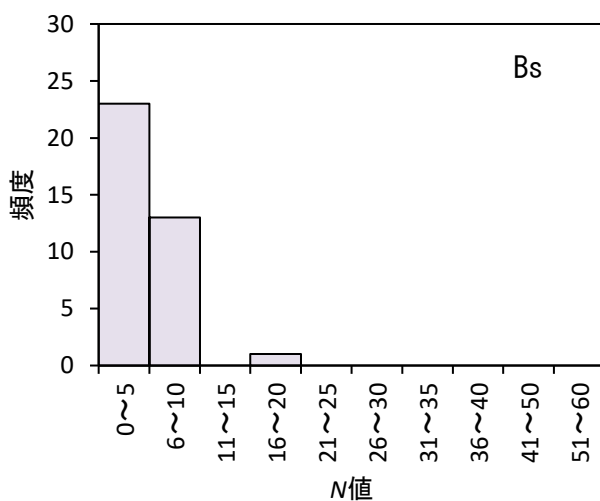


地層名	Bc
最小値	0
最大値	3
平均値	1.2
標準偏差	1.21
変動係数	1.04

図 4.3.1 N 値の頻度分布 (Bc)

(2) Bs 層

Bs 層は最小値 1、最大値 16、平均値 5.6、変動係数 0.47 を示す。変動係数から判断すればバラツキは「ややある」と判断される。

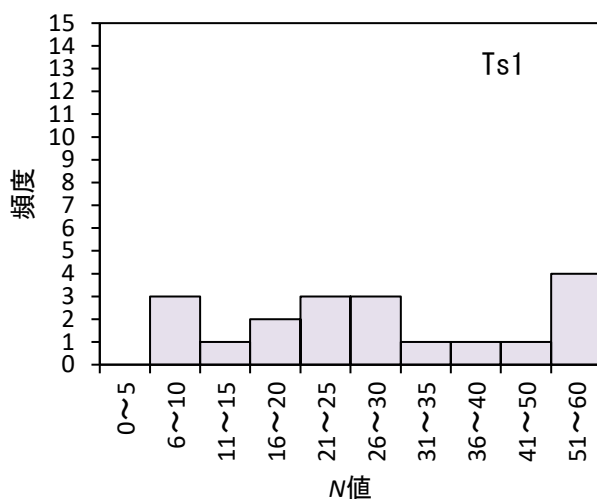


地層名	Bs
最小値	1
最大値	16
平均値	5.6
標準偏差	2.64
変動係数	0.47

図 4.3.2 N 値の頻度分布 (Bs)

(3) Ts1 層

Ts1 層は最小値 7、最大値 60、平均値 30.5、変動係数 0.56 を示す。変動係数から判断すればバラツキは「ある」と判断される。

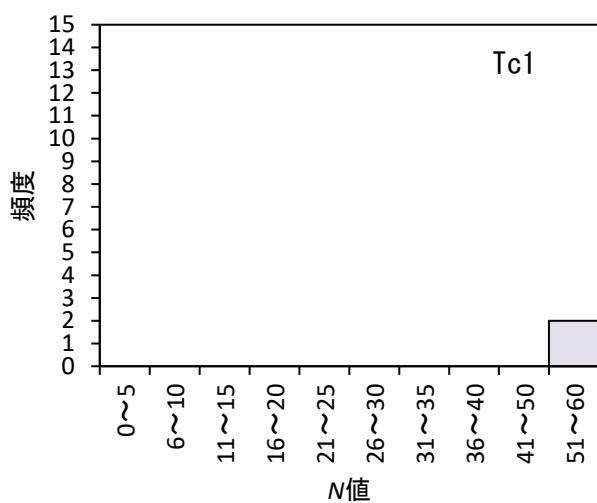


地層名	Ts1
最小値	7
最大値	60
平均値	30.5
標準偏差	17.01
変動係数	0.56

図 4.3.3 N 値の頻度分布 (Ts1)

(4) Tc1 層

Tc1 層は最小値 60、最大値 60、平均値 60 を示す。データ数が 2 であるため、バラツキの程度は明確ではない。



地層名	Tc1
最小値	60
最大値	60
平均値	60
標準偏差	0.00
変動係数	0.00

図 4.3.4 N 値の頻度分布 (Tc1)

(5) Tc2 層

Tc2 層は最小値 6、最大値 60、平均値 52.9、変動係数 0.23 を示す。変動係数から判断すればバラツキは「ややある」と判断される。

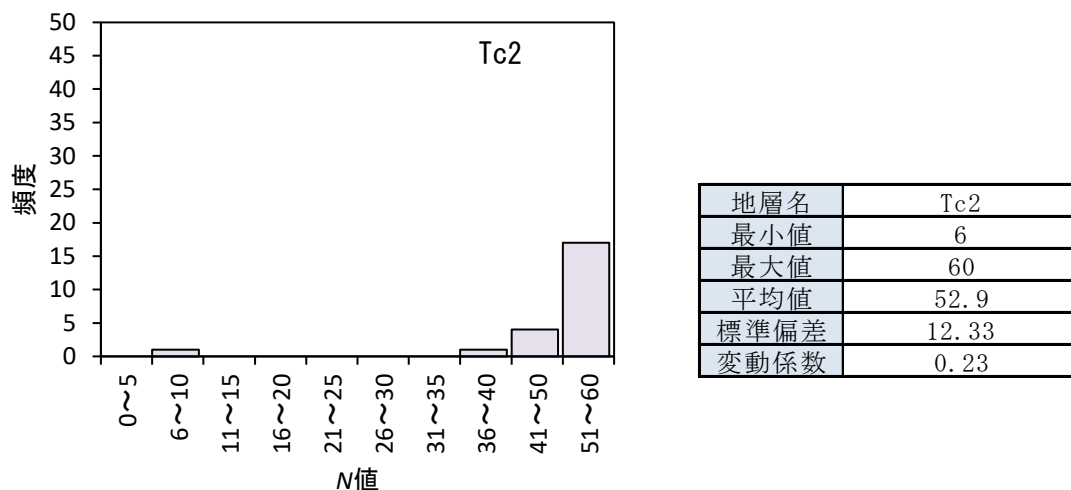


図 4.3.5 N 値の頻度分布 (Tc2)

(6) Ts2 層

Ts2 層は最小値 9、最大値 60、平均値 46.8、変動係数 0.35 を示す。変動係数から判断すればバラツキは「ややある」と判断される。

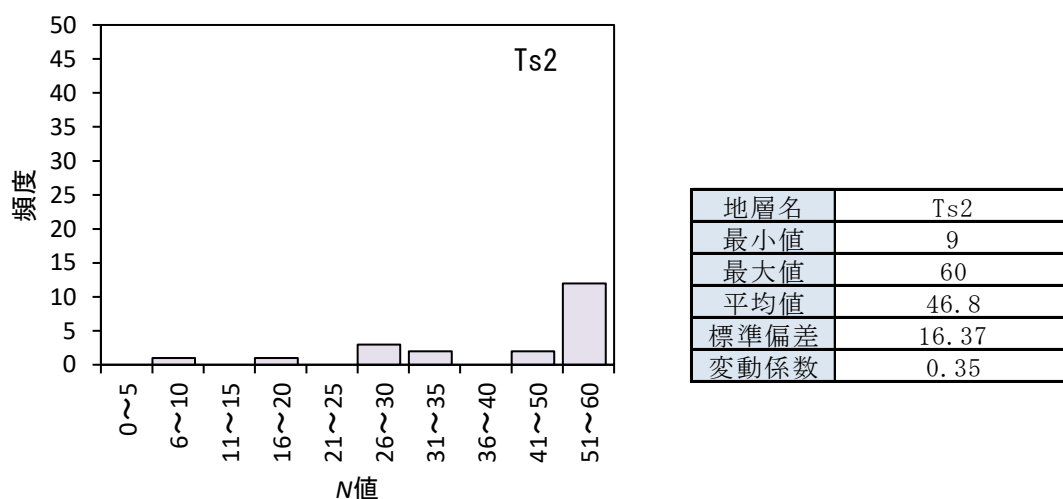


図 4.3.6 N 値の頻度分布 (Ts2)

(7) Tc3 層

Tc3 層は最小値 8、最大値 60、平均値 57.9、変動係数 0.13 を示す。変動係数から判断すればバラツキは「ほとんどない」と判断される。

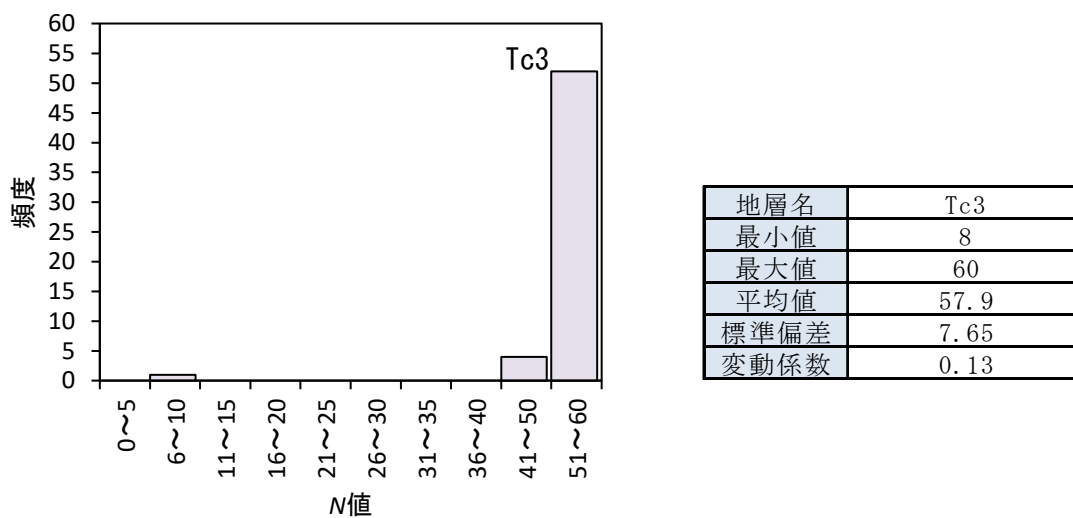


図 4.3.7 N 値の頻度分布 (Tc3)

(8) Ts3 層

Ts3 層は最小値 36、最大値 60、平均値 51.3、変動係数 0.16 を示す。変動係数から判断すればバラツキは「ほとんどない」と判断される。

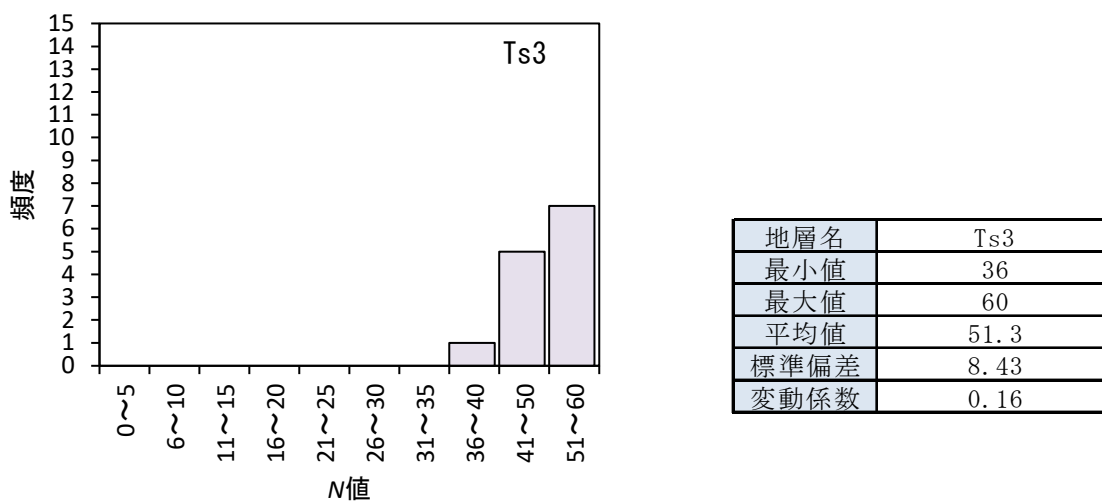


図 4.3.8 N 値の頻度分布 (Ts3)

(9) Ts4 層

Ts4 層は最小値 40、最大値 60、平均値 56.5、変動係数 0.12 を示す。変動係数から判断すればバラツキは「ほとんどない」と判断される。

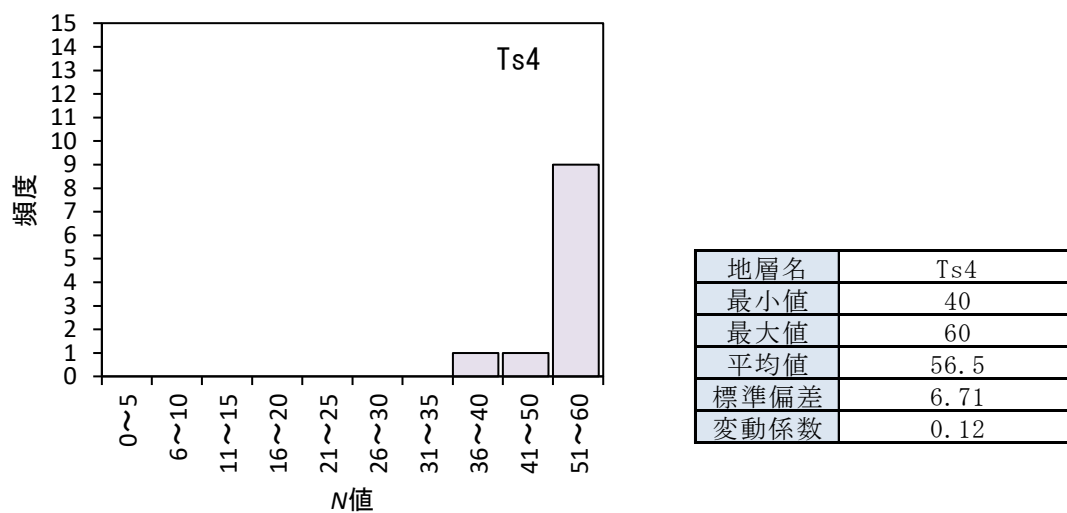


図 4.3.9 N 値の頻度分布 (Ts4)

(10) Tc4 層

Tc4 層は最小値 60、最大値 60、平均値 60、変動係数 0.00 を示す。データ数は少ないが、変動係数から判断すればバラツキは「ほとんどない」と判断される。

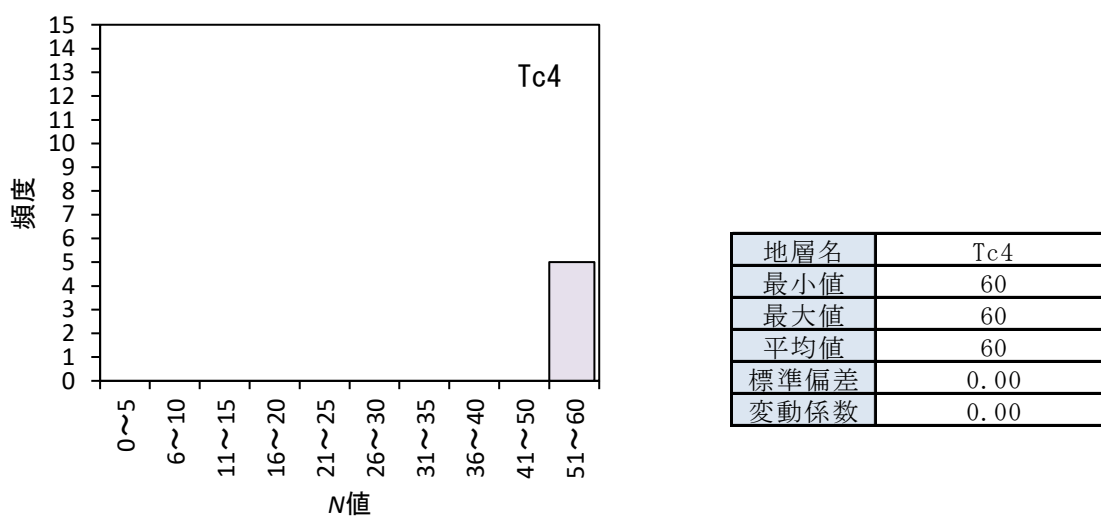
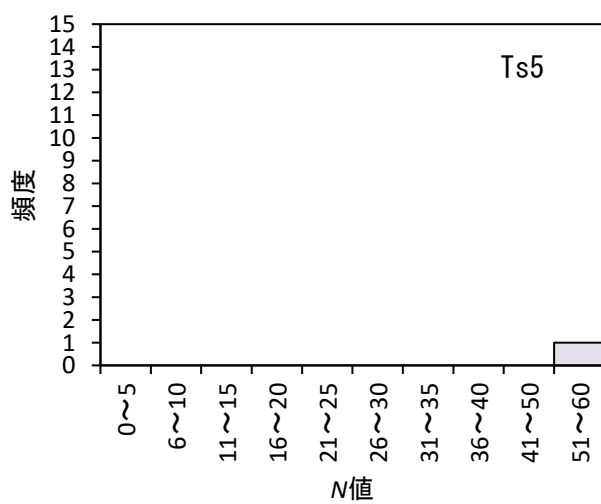


図 4.3.10 N 値の頻度分布 (Tc4)

(11) Ts5 層

Ts5 層は最小値 60、最大値 60、平均値 60、変動係数 0.00 を示す。データ数が 1 であるため、バラツキの程度は明確ではない。



地層名	Ts5
最小値	60
最大値	60
平均値	60
標準偏差	-
変動係数	-

図 4.3.11 N 値の頻度分布 (Ts5)

4.4 孔内載荷試験結果

孔内載荷試験は、No. 7 の GL-5.30m (Bc 層) で実施した。

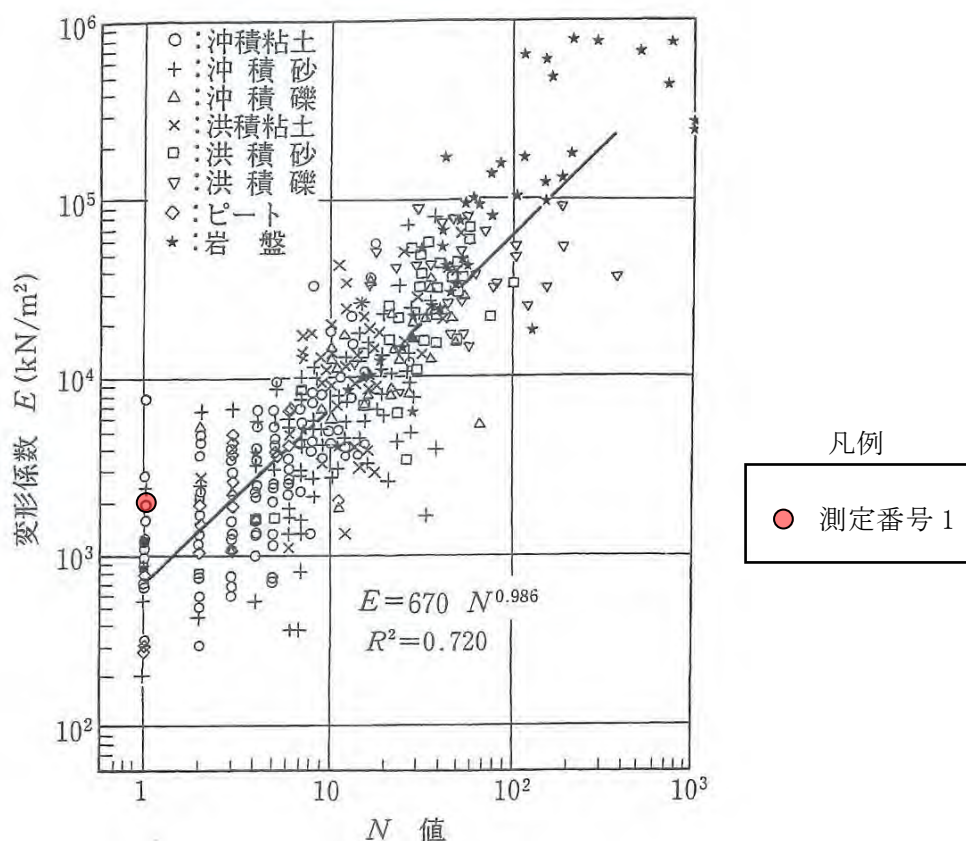
試験結果を表 4.4.1 に示す。

表 4.4.1 孔内水平載荷試験結果一覧表

地点	測定 番号	深度 GL-m	土質名	N 値	変形係数 (kN/m^2)	E / N^*
No. 7	1	5.30	シルト (Bc 層)	0/45	2,083	2,083

※ $N=1$ とした場合の値。

一般的に N 値と変形係数の関係は、土質の違いにかかわらず $E=670N^{0.986} \approx 700N$ の関係があるといわれている。本調査の変形係数と N 値の関係は、 $N=1$ とした場合（実測 N 値は 0/45）は、 $E \approx 2,083N$ (kN/m^2) を示し、一般値より非常に高い結果となった（図 4.4.1）。



（出典：「地盤調査の方法と解説」（地盤工学会）

図 4.4.1 N 値と変形係数の関係

4.5 現場透水試験結果

現場透水試験は No.7 別孔 1 の GL-4.00～4.50m (Bs 層)、GL-5.60～6.10m (Bs 層) で実施した。

現場透水試験の結果を表 4.5.1 に示す。

表 4.5.1 現場透水試験結果

地点	試験区間 深度 (GL-m)	土層	現場透水試験による 透水係数 k (m/s)		平衡水位	
					GL m	H=
No.7 別孔 1	4.00～4.50	砂 (Bs 層)	非定常 回復法	4.47×10^{-5}	-3.10	1.31
			非定常 注入法	1.17×10^{-6}	-3.10	1.31
	5.60～6.10	シルト質砂 (Bs 層)	非定常 回復法	2.91×10^{-5}	-3.10	1.31
			非定常 注入法	9.68×10^{-7}	-3.10	1.31

表 4.5.1 より、回復法と注入法の試験結果には 1 オーダー程度の相違がみられた。注入法は目詰まりが発生しやすく、回復法よりも透水性が悪くなる傾向にある。したがって、ここでは回復法の値を採用する。

Bs 層の透水係数 (回復法) は、 $k=2.91 \times 10^{-5} \sim 4.47 \times 10^{-5}$ (m/s) を示し、図 4.5.1 に照らし合わせると、地盤の透水性は「中位」に相当し、妥当性のある結果といえる。

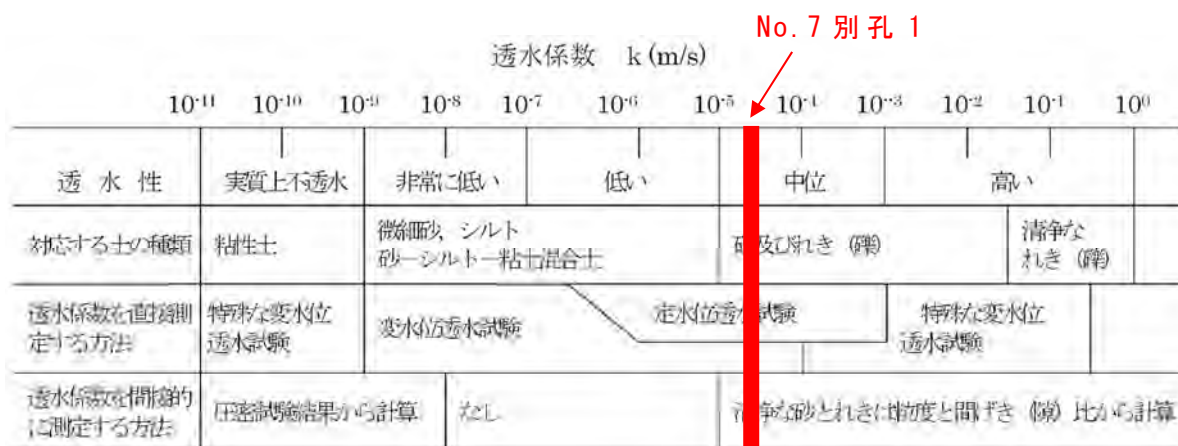


図 4.5.1 透水係数の概略値 (出典:「地盤材料試験の方法と解説」 社団法人地盤工学会 H21)

4.6 孔内検層結果

(1) PS 検層

測定方法はサスペンション式を基本とし、ケーシング挿入箇所はダウンホール式により測定した。

ダウンホール式による走時曲線を図 4.6.1 に、サスペンション式による速度値一覧表を表 4.6.1 に、結果図を図 4.6.2 に示す。詳細は巻末資料を参照されたい。

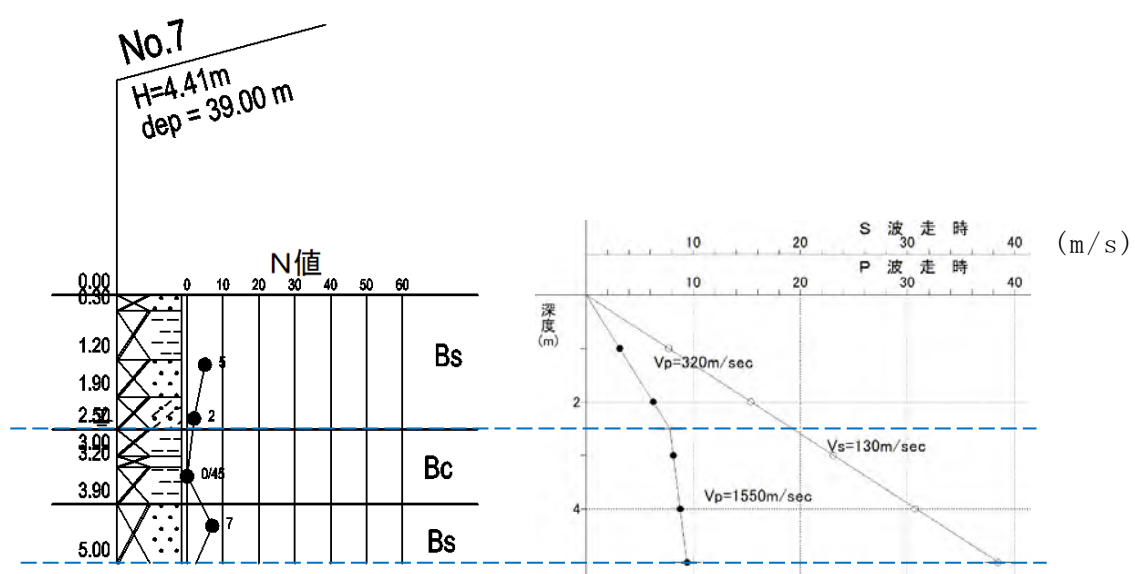


図 4.6.1 走時曲線（ダウンホール式）

表 4.6.1 速度値一覧表（サスペンション式）

深度 (m)	V _p (m/s)	V _s (m/s)
4	1497	122
5	1458	116
6	1618	124
7	1661	198
8	1684	351
9	1764	615
10	1739	461
11	1698	387
12	1661	494
13	1730	545
14	1748	532
15	1799	590
16	1712	470
17	1672	372
18	1727	433
19	1684	509
20	1715	490
21	1855	718
22	1880	762
23	1695	472
24	1730	448
25	1745	497
26	1767	492
27	1770	434
28	1715	422
29	1789	532
30	1931	799
31	1908	820
32	1876	725
33	1764	583
34	1706	482

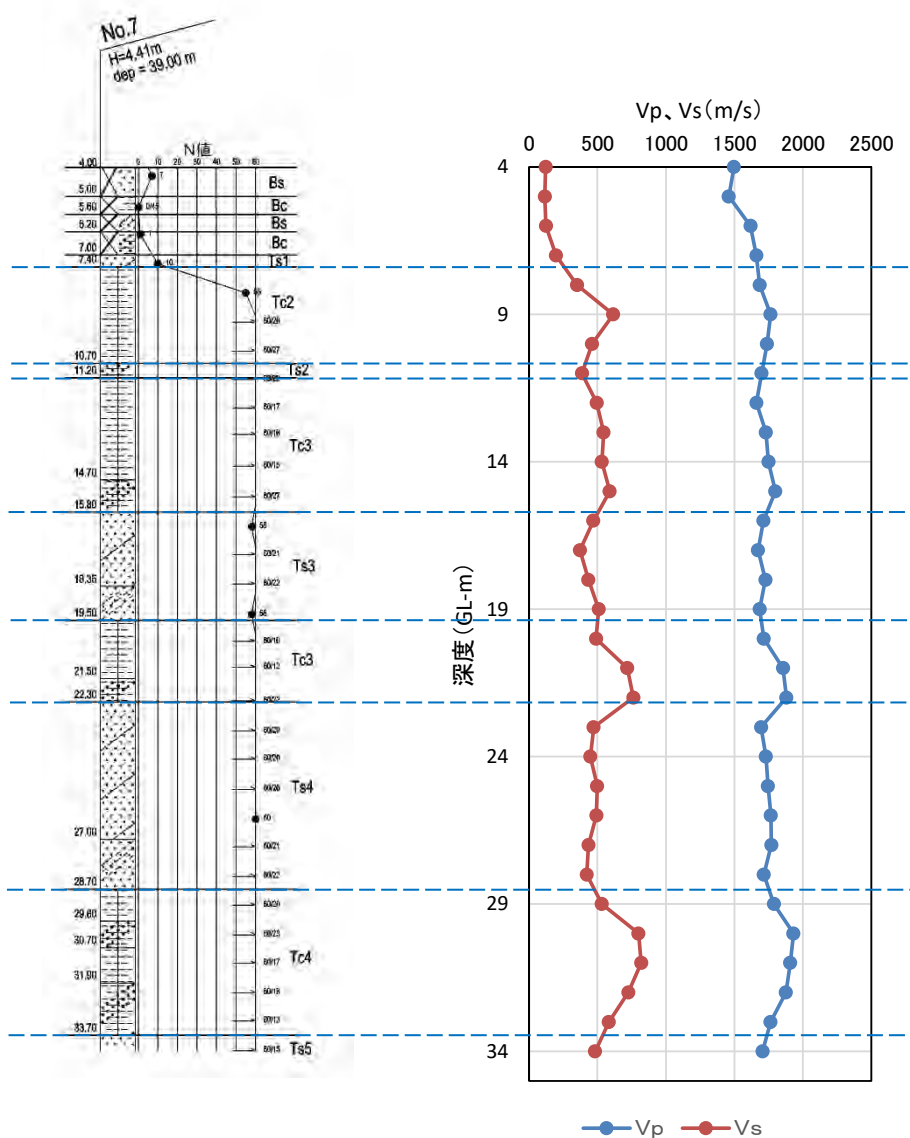


図 4.6.2 サスペンション結果図

(2) 密度・キャリパー検層

測定された計数率（CPS 値）および、CPS 値および孔径から密度値を算出した結果を図 4.6.3 の密度検層結果図（縮小版）に示す。

密度検層の結果、当該地盤の密度値は $1.52 \sim 2.11$ (t/cm^3) を示した。

密度は、地盤の締まり具合によって影響を受ける。盛土層は $1.7(\text{t}/\text{m}^3)$ 程度であるが、以深は粘性土でおよそ $1.8(\text{t}/\text{m}^3)$ 以上、砂質土でおよそ $2.0(\text{t}/\text{m}^3)$ 以上を示しており、比較的良好に締まった地盤といえる。

調査孔 No. 7

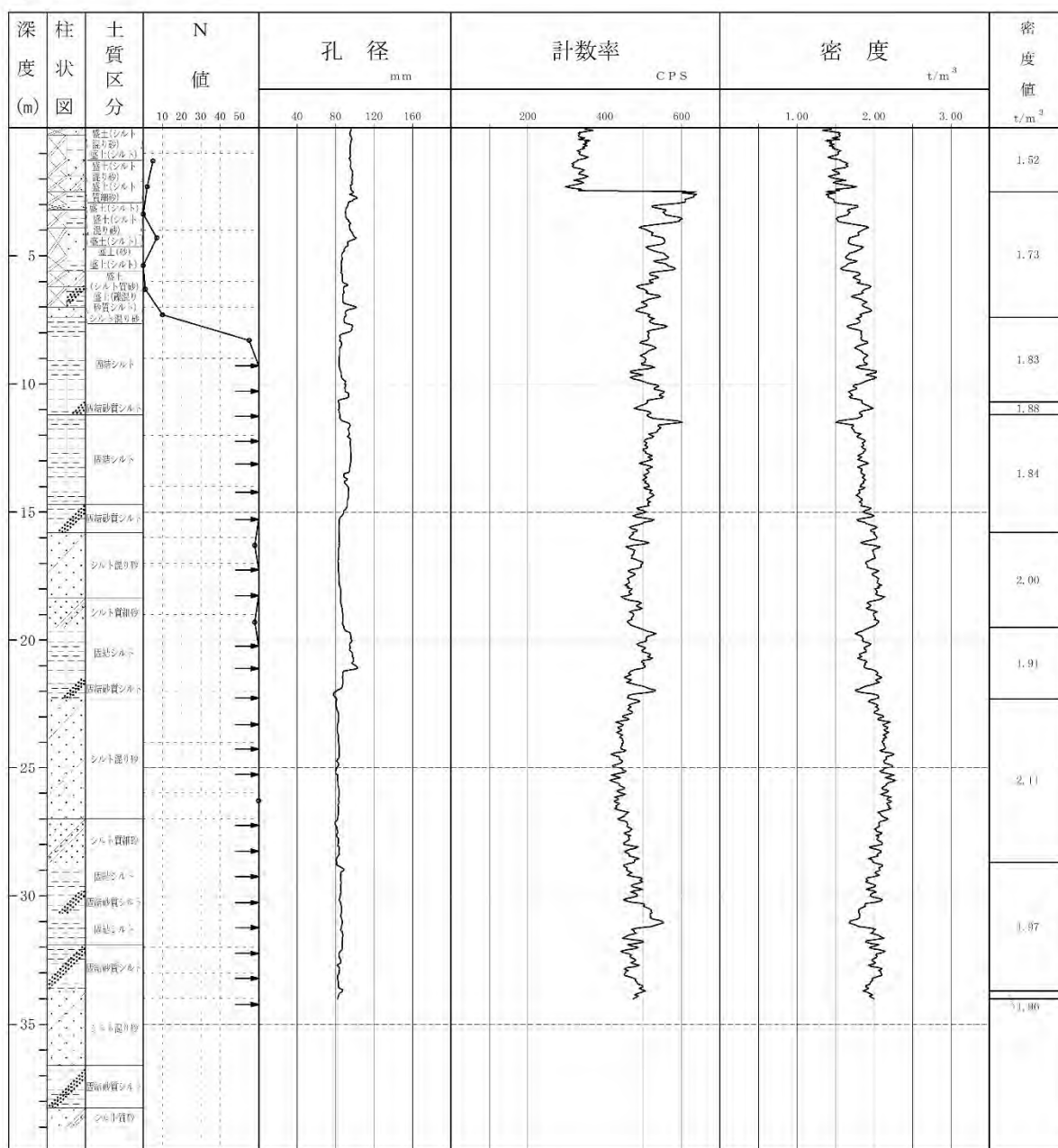


図 4.6.3 密度検層結果図（縮小版）

(3) 弾性定数の算出及び工学的基盤面について

PS 検層、密度検層、キャリパー検層の結果より速度値をグルーピングし、弾性定数を次式により算出した。

ポアソン比：

$$\nu = \frac{(V_p/V_s)^2 - 2}{2\{(V_p/V_s)^2 - 1\}}$$

剛性率 : $G = \rho \cdot V_s^2$ 【kN/m²】

ヤング率 : $E = 2(1 + \nu) G$ 【kN/m²】

ν : ポアソン比 V_s : S 波速度 (m/s) ρ : 密度 (g/cm³)

算出結果を表 4.6.2 の孔内検層結果一覧表に示し、次頁に PS 検層結果図を示す。

表 4.6.2 孔内検層結果一覧表

深 度 (m)	土質性状	地質 記号	V p (m/s)	V s (m/s)	密度 (kN/m ³)	ポアソン比	剛性率 (kN/m ²)	ヤング率 (kN/m ²)
0.00 - 2.50	盛土(シルト混り砂・シルト)	Bs	320	130	15	0.401	252,000	706,000
2.50 - 7.40	盛土(シルト混り砂・シルト)・シルト混り砂	Bc、Bs、Ts1	1550	130	17	0.496	287,000	858,000
7.40 - 10.70	固結シルト	Tc2	1720	430	18	0.467	3,320,000	9,730,000
10.70 - 11.20	固結砂質シルト	Ts2	1700	390	18	0.472	2,800,000	8,260,000
11.20 - 15.80	固結シルト・固結砂質シルト	Tc3	1730	520	18	0.450	4,880,000	14,200,000
15.80 - 19.50	シルト混り砂・シルト質細砂	Ts3	1700	440	20	0.464	3,800,000	11,100,000
19.50 - 22.30	固結シルト・固結砂質シルト	Tc3	1810	620	19	0.434	7,200,000	20,600,000
22.30 - 28.70	シルト混り砂・シルト質細砂	Ts4	1740	470	21	0.461	4,570,000	13,400,000
28.70 - 33.70	固結シルト・固結砂質シルト	Tc4	1850	670	19	0.425	8,670,000	24,700,000
33.70 - 34.00	シルト混り砂	Ts5	1710	480	19	0.457	4,430,000	12,900,000

※密度は、密度検層結果に9.807を乗じて単位換算している

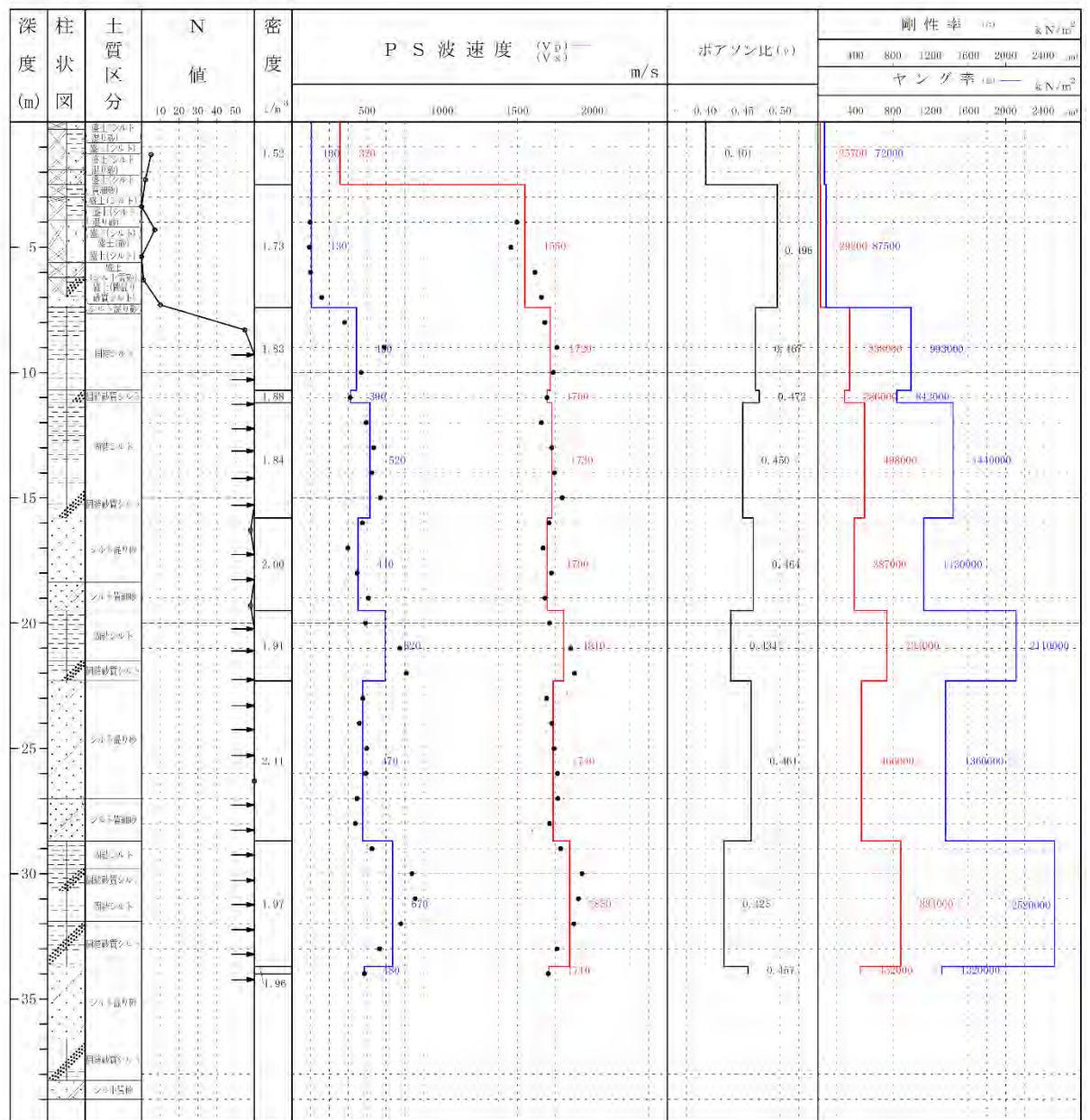


図 4.6.4 PS 検層結果図 (縮小版)

ここで、『建築基礎構造設計指針 2019』によると、地震応答解析や限界耐力計算などに用いられる工学的基盤面の決定条件として、PS 検層で得られるせん断波速度 (V_s 波速度= V_s) が $400(\text{m/s})$ を超えることとされている。

本調査地では、表 4.6.3 に示すように、GL-11.20m の Tc3 層以深で $V_s > 400(\text{m/s})$ を示した。

しかし、図 4.6.5 より、No.8 地点では Ts4 層で N 値が連続して 50 以下となり、 $V_s > 400(\text{m/s})$ を確認できない可能性があると考えられた。

そこで、本調査では Ts4 層より下位層で $V_s > 400(\text{m/s})$ を確認することとした。

その結果、 S 波速度 (V_s) は GL-28.70m 以深の固結粘性土 (Tc4 層) で $N \geq 60$ を示し、 $V_s > 400(\text{m/s})$ を示していることから、GL-28.70m が調査地の工学的基盤面として妥当であると考えられる。

表 4.6.3 孔内検層結果一覧表

深 度 (m)	土質性状	地質 記号	V_p (m/s)	V_s (m/s)	密度 (kN/m^3)	ポアソン比	剛性率 (kN/m^2)	ヤング率 (kN/m^2)
0.00 - 2.50	盛土(シルト混り砂・シルト)	Bs	320	130	15	0.401	252,000	706,000
2.50 - 7.40	盛土(シルト混り砂・シルト)・シルト混り砂	Bc、Bs、Ts1	1550	130	17	0.496	287,000	858,000
7.40 - 10.70	固結シルト	Tc2	1720	430	18	0.467	3,320,000	9,730,000
10.70 - 11.20	固結砂質シルト	Ts2	1700	390	18	0.472	2,800,000	8,260,000
11.20 - 15.80	固結シルト・固結砂質シルト	Tc3	1730	520	18	0.450	4,880,000	14,200,000
15.80 - 19.50	シルト混り砂・シルト質細砂	Ts3	1700	440	20	0.464	3,800,000	11,100,000
19.50 - 22.30	固結シルト・固結砂質シルト	Tc3	1810	620	19	0.434	7,200,000	20,600,000
22.30 - 28.70	シルト混り砂・シルト質細砂	Ts4	1740	470	21	0.461	4,570,000	13,400,000
28.70 - 33.70	固結シルト・固結砂質シルト	Tc4	1850	670	19	0.425	8,670,000	24,700,000
33.70 - 34.00	シルト混り砂	Ts5	1710	480	19	0.457	4,430,000	12,900,000

※密度は、密度検層結果に9.807を乗じて単位換算している

工学的基盤面 GL-28.70m

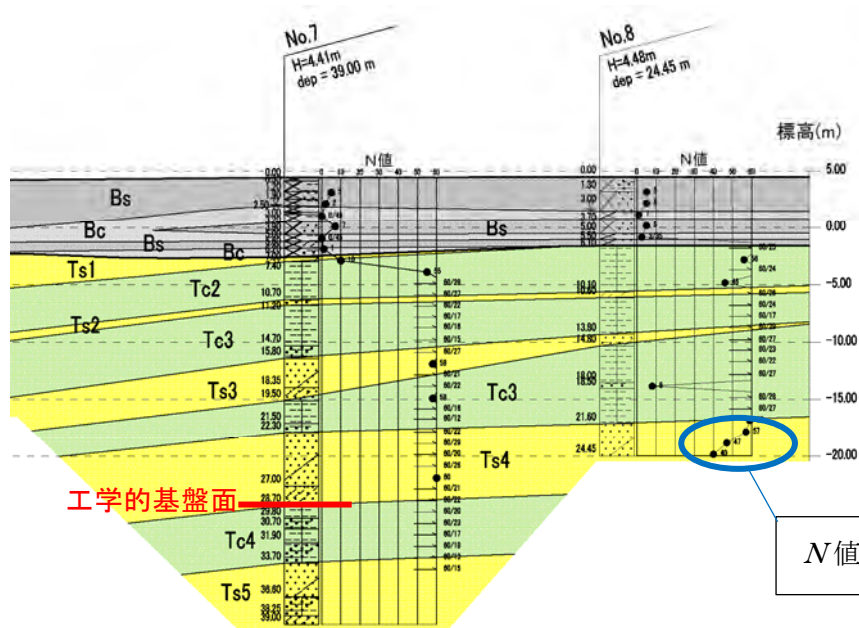


図 4.6.5 地質推定断面図 (NON-SCALE)

4.7 常時微動測定結果

(1) 各スペクトル図による卓越周期

本調査では、計画敷地内の地表（1 秒計、10 秒計使用）及び孔中 1 点（GL-31m）にて常時微動測定を実施した。

常時微動測定の解析はノイズの少ない任意箇所を選抜して行い、選抜した常時微動測定区間の記録波形を巻末資料に示す。

記録波形図は時間領域の振幅の変化を表わすものであり、縦軸は変位波形ではマイクロメートル（ μm ）・速度波形ではミリカイン（ $\text{mkine}=10^{-3}\text{cm/s}$ ）である。横軸は時間（秒）を表わしている。各波形図の右端の数字は+-の最大振幅値を表わしている。また、RMS 値（Root Mean Square）は平均振幅値である。

1 秒計、10 秒計および、各深度の孔中計の変位・速度それぞれの各成分（方向）について、時間領域を周期領域にフーリエ変換した結果をフーリエスペクトル図に、地表／孔中のそれぞれのスペクトル比をフーリエスペクトル比図に、 $\sqrt{(\text{NS}^2+\text{EW}^2)}$ ／上下（以下、UD）のスペクトル比を H/V スペクトル図に示す。

1 秒計の解析では 2 秒未満を、10 秒計の解析では 1 秒以上 10 秒程度までを読み取り対象とした。各スペクトル図の詳細については下記のとおりである。

(a) フーリエスペクトル図

フーリエスペクトル図は、時間領域から周波数領域への変換を行ったもので、時刻歴に含まれる振動数(あるいは周期)成分の検出を実施するための図である。縦軸にフーリエスペクトル振幅、横軸に周期(秒)を示している。これは解析波形がどのような周期の波長を有しているかおよび、どの周期の振幅が大きいかを示すものである。

フーリエスペクトル図を図 4.7.1～図 4.7.5 に示す。フーリエスペクトル図から読み取った代表的な卓越周期を表 4.7.1 および表 4.7.2 に示す。

表 4.7.1 卓越周期一覧表 (フーリエスペクトル 1 秒計 GL-0m、GL-31m)

卓越周期一覧表（1秒計 フーリエスペクトル）																
MODE	測定点	方向	（秒）											最大ピーク		
速度	GL- 0.0 m	NS	0.081	0.095	0.11	0.13	0.16	0.21	0.24	0.29	0.34	0.37	0.42	0.78	0.93	0.29
		EW	0.081	0.090	0.097	0.16	0.19	0.21	0.25	0.29	0.33	0.43	0.61	0.85	0.19	
		UD	0.067	0.078	0.084	0.11	0.13	0.14	0.22	0.31	0.42	0.56	0.83	0.084		
	GL- 31.0 m	NS	0.084	0.11	0.16	0.22	0.29	0.37	0.42	0.54	0.67	0.79	0.92	0.29		
		EW	0.086	0.19	0.22	0.28	0.33	0.43	0.61	0.83	0.43					
		UD	0.081	0.16	0.22	0.31	0.43	0.51	0.86	0.31						
MODE	測定点	方向	（秒）													
変位	GL- 0.0 m	NS	0.079	0.095	0.11	0.14	0.15	0.17	0.22	0.27	0.35	0.55	0.68	0.85	(1.1)	0.68
		EW	0.082	0.11	0.13	0.15	0.19	0.22	0.30	0.41	0.50	0.67	0.81	0.30		
		UD	0.084	0.094	0.11	0.19	0.22	0.26	0.34	0.44	0.55	0.79	0.94	0.79		
	GL- 31.0 m	NS	0.22	0.34	0.55	0.68	0.84	(1.1)	(1.1)							
		EW	0.22	0.31	0.41	0.50	0.66	0.81	(1.0)	0.81						
		UD	0.27	0.31	0.34	0.44	0.55	0.78	0.94	0.78						

表 4.7.2 卓越周期一覧表 (フーリエスペクトル 10 秒計 GL-0m)

卓越周期一覧表 (10秒計 フーリエスペクトル)																			
MODE	測定点	方向	(秒)												最大ピーク				
速度	GL- 0 m	NS	0.11	0.15	0.20	0.24	0.29	0.55	0.67	0.76	0.86	0.94	1.2	2.1	3.1	3.4	3.9	(13)	0.20
		EW	0.17	0.20	0.22	0.31	0.43	0.78	0.86	1.4	3.0	3.3	3.6	9.0	(12 17)	0.22			
		UD	0.11	0.23	0.32	0.39	0.56	0.80	0.85	1.5	3.1	0.11							
MODE	測定点	方向	(秒)												最大ピーク				
変位	GL- 0 m	NS	3.3 3.8 6.7 (16)												(16)				
		EW	3.7 9.6 (18)												(18)				
		UD	8.5 (20)												(20)				

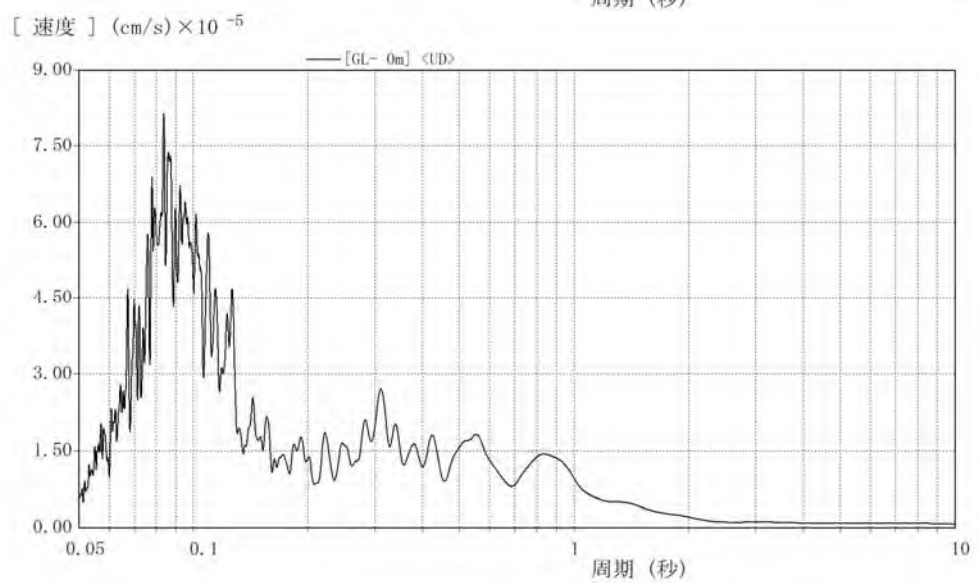
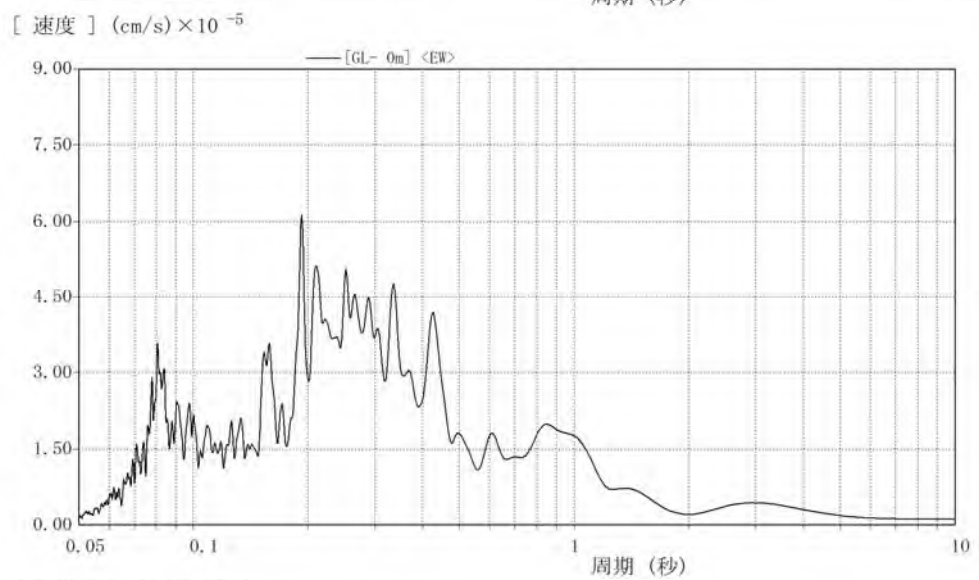
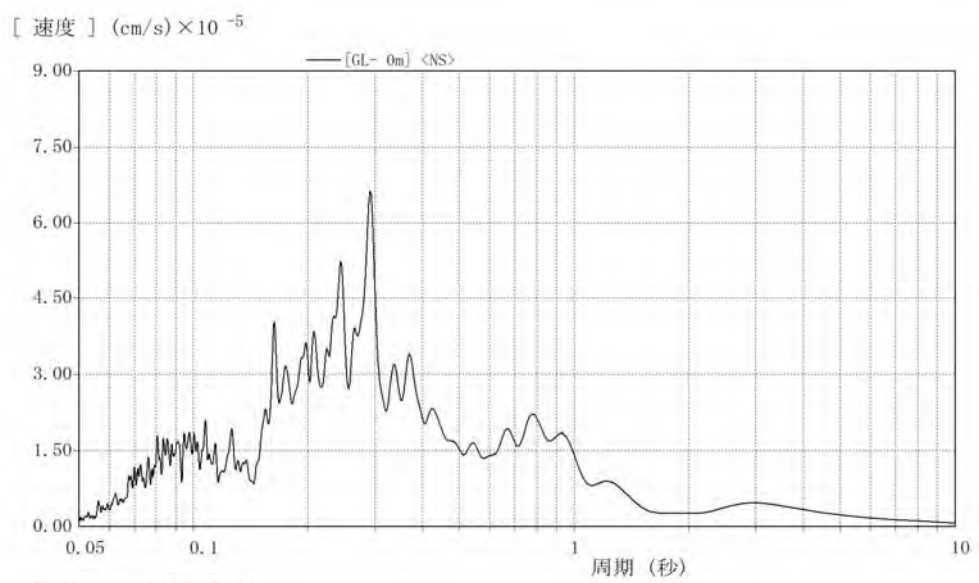


図 4.7.1 フーリエスペクトル図 (1 秒計 : 速度 GL-0m)

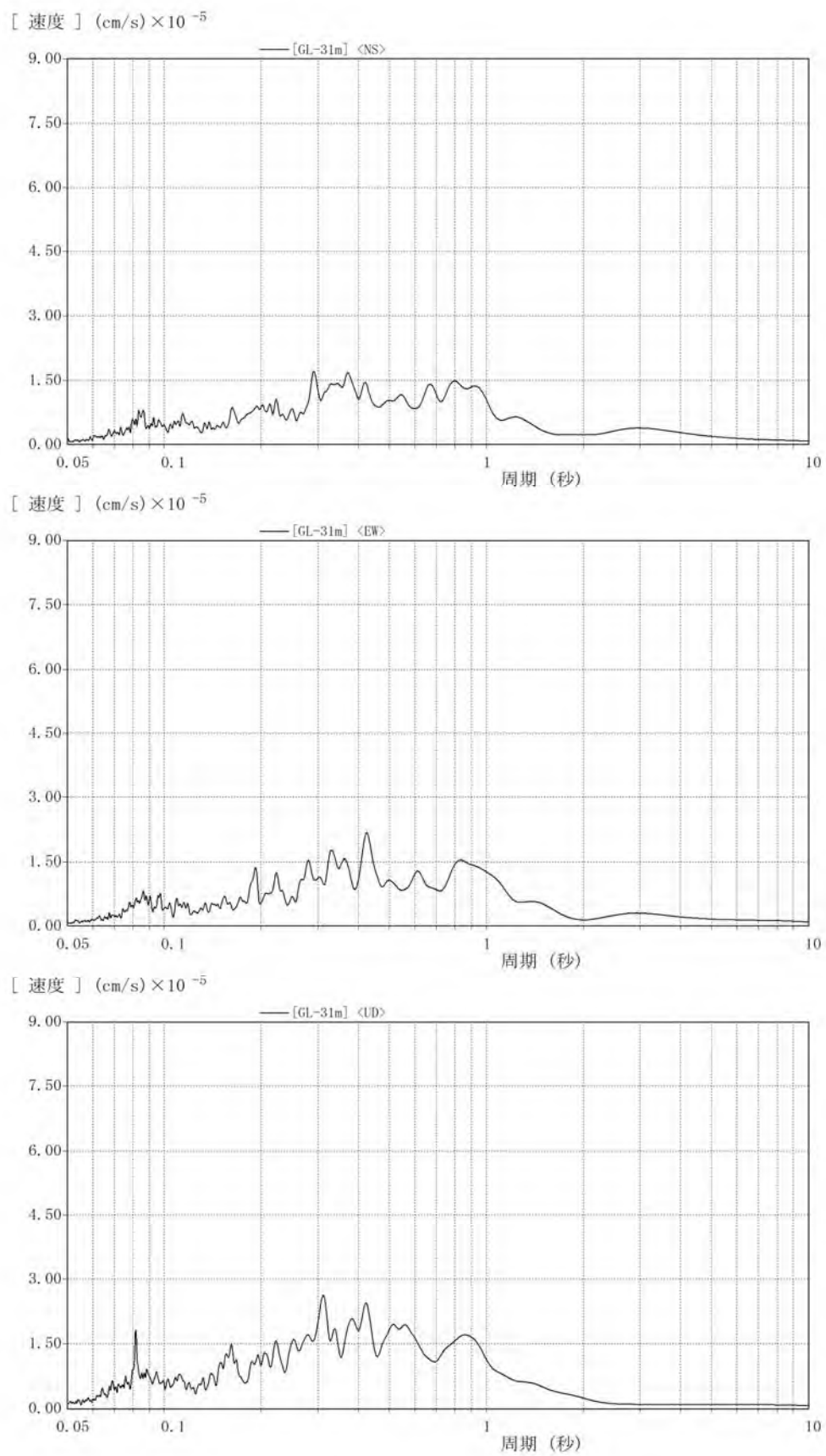


図 4.7.2 フーリエスペクトル図 (1 秒計 : 速度 GL-31m)

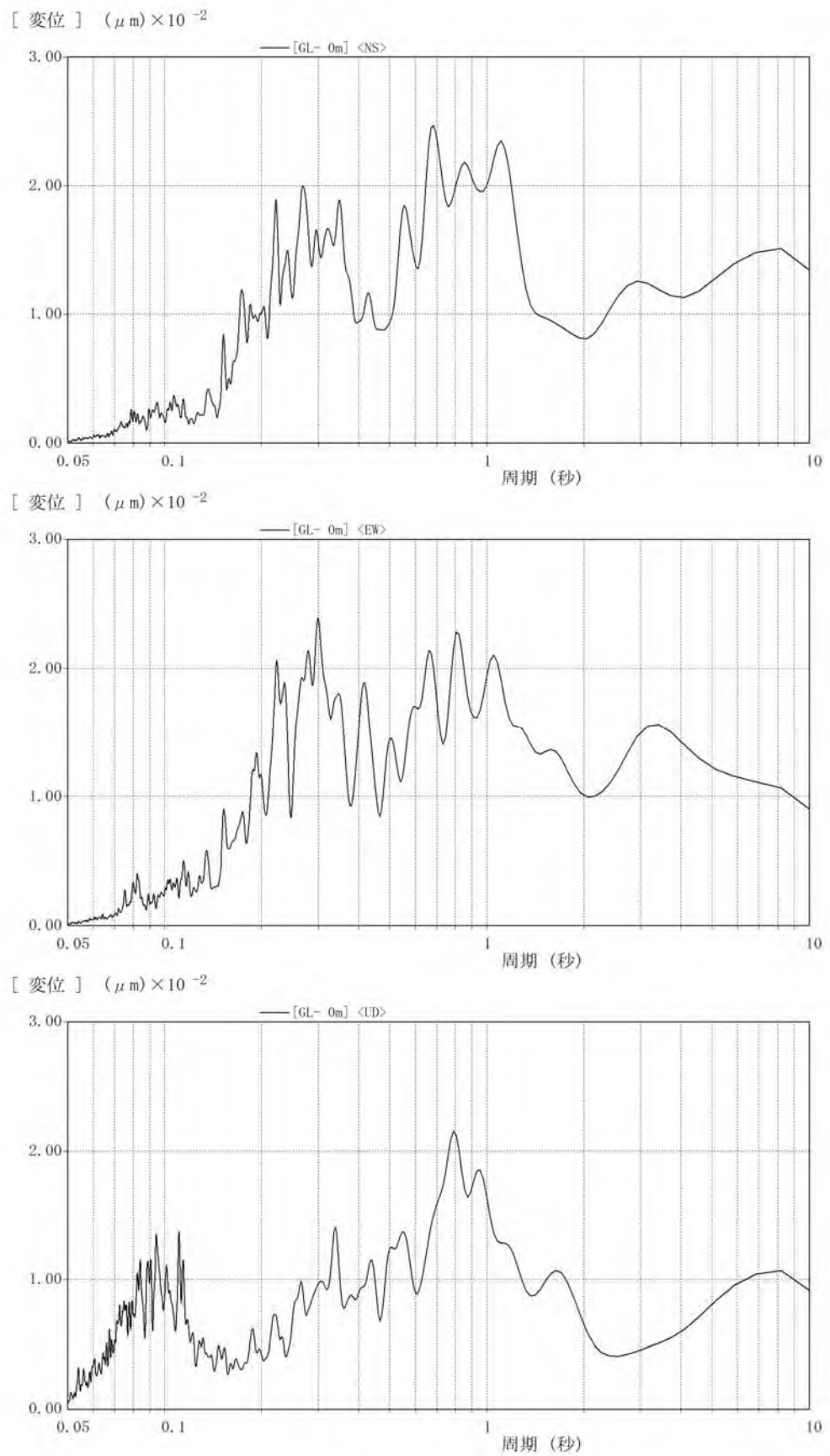


図 4.7.3 フーリエスペクトル図 (1 秒計 : 変位 GL-0m)

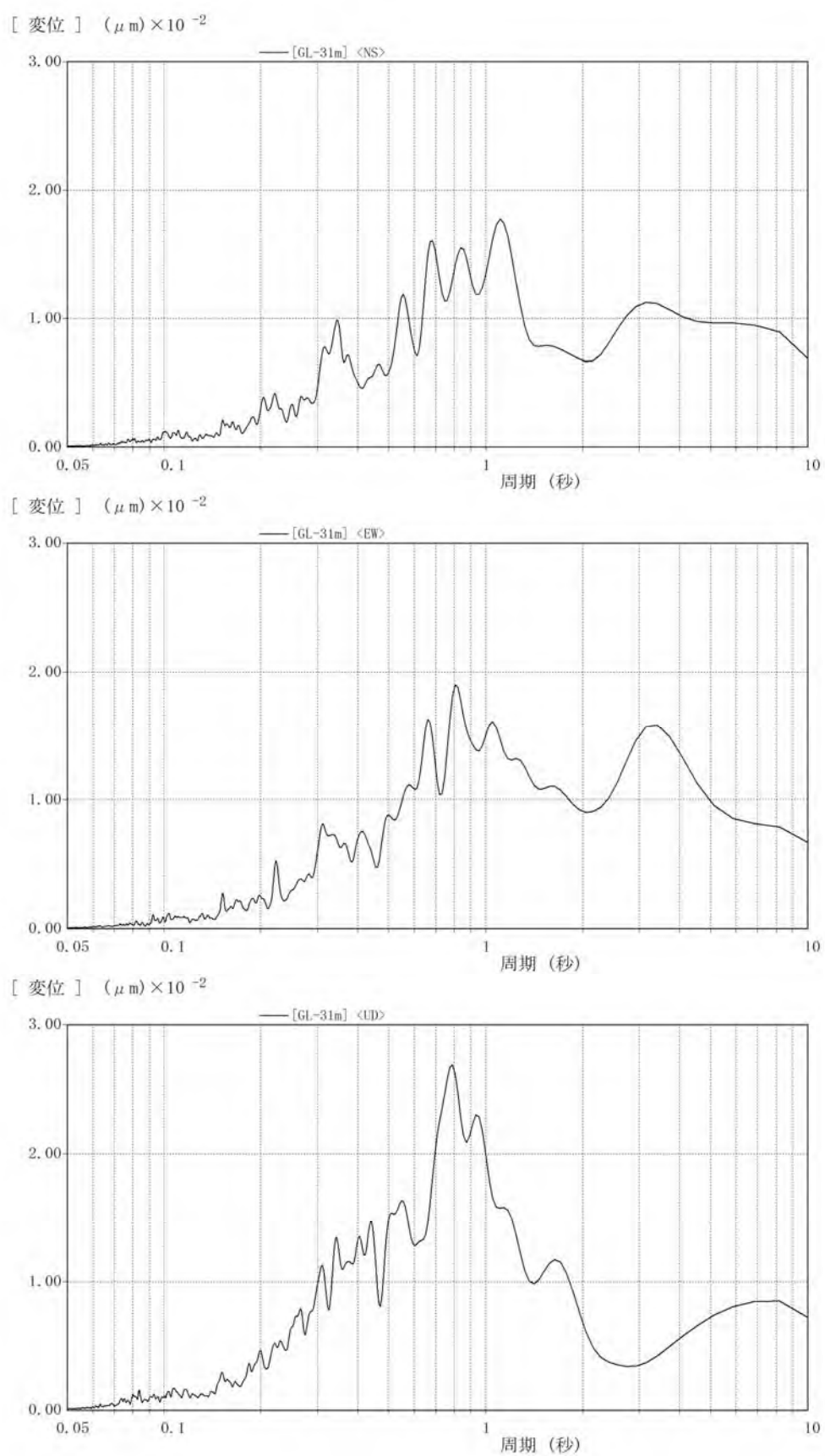


図 4.7.4 フーリエスペクトル図 (1 秒計 : 変位 GL-31m)

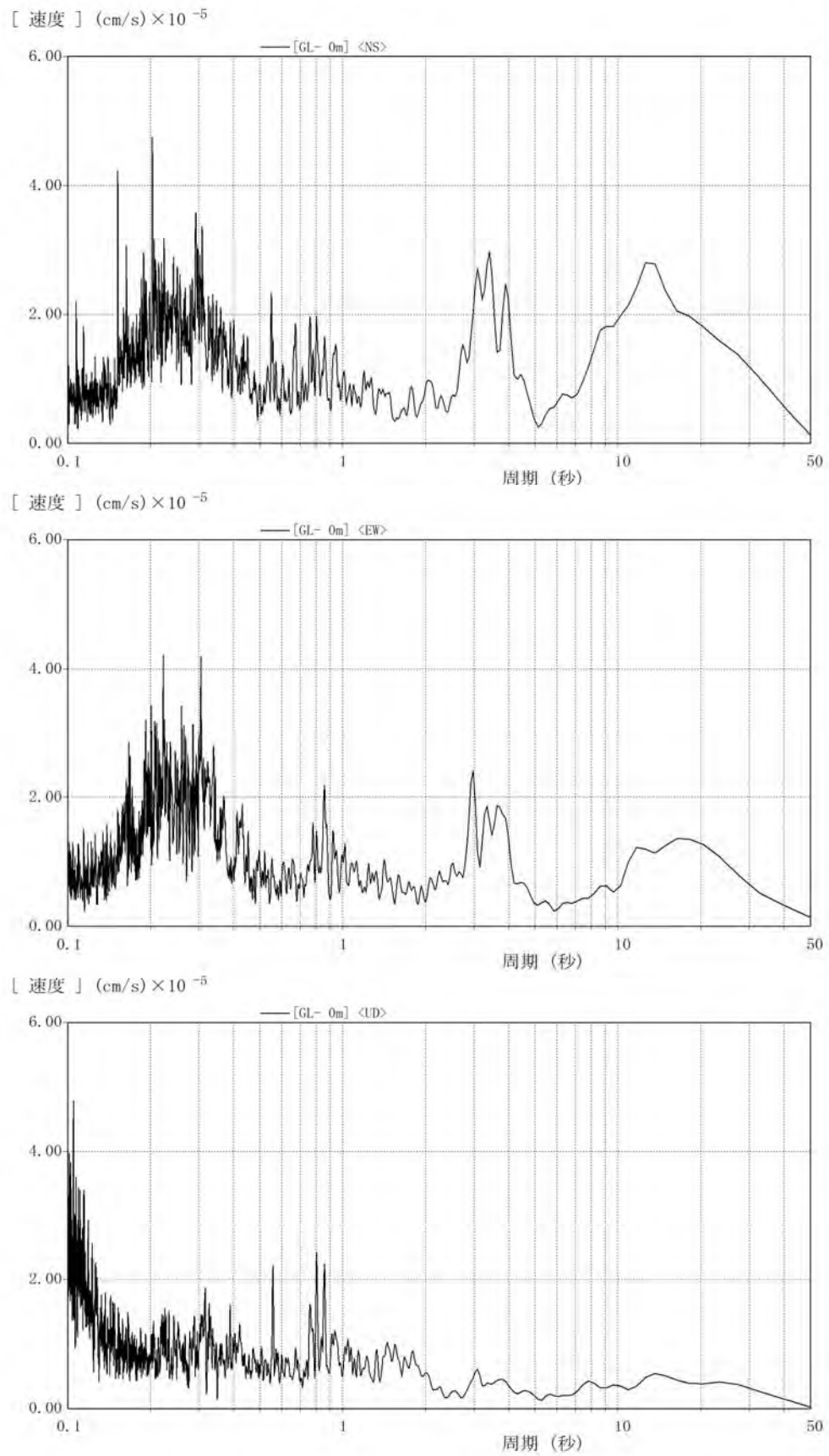


図 4.7.5 フーリエスペクトル図 (10 秒計 : 速度 GL-0m)

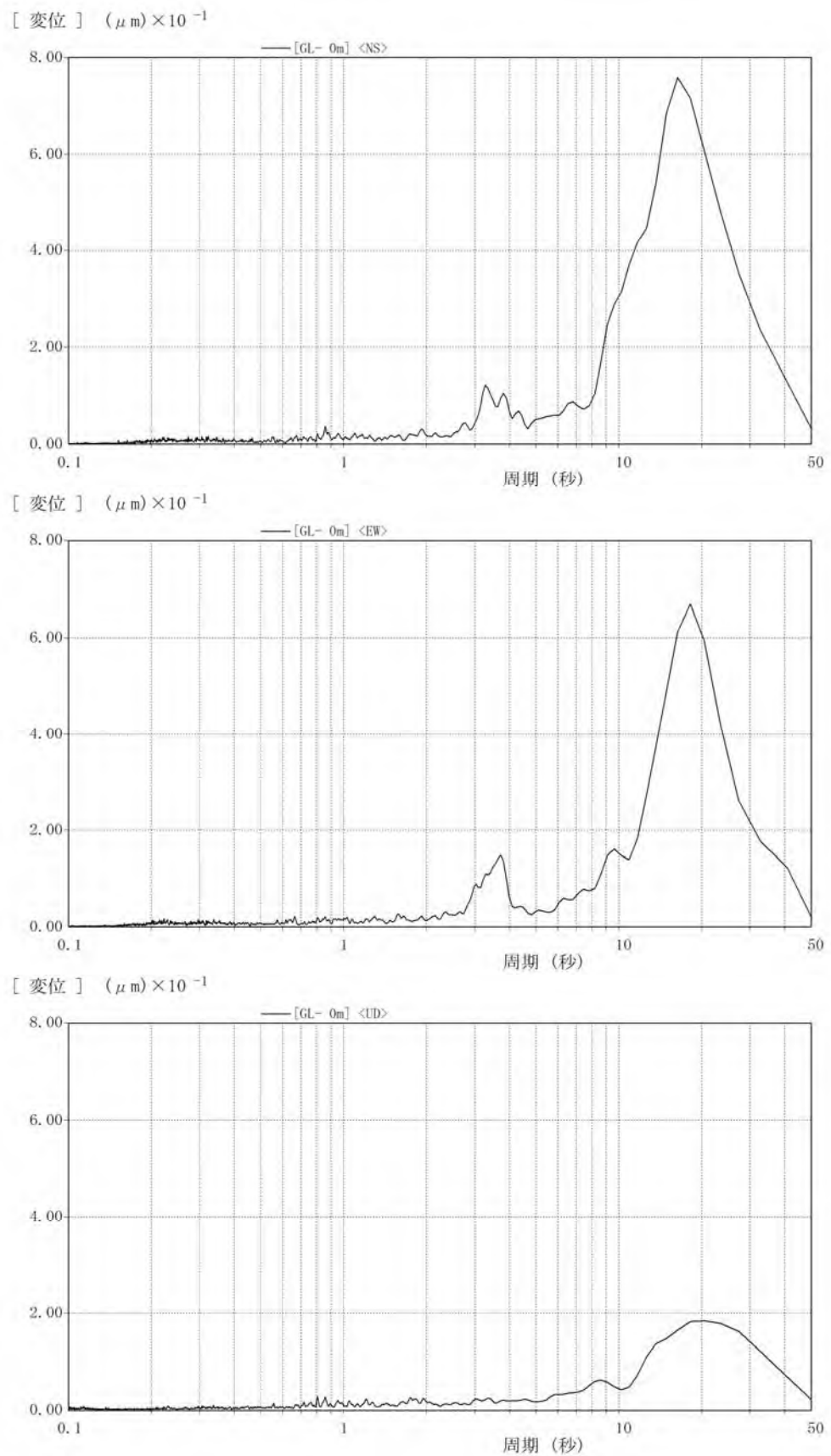


図 4.7.6 フーリエスペクトル図 (10 秒計 : 変位 GL-0m)

(b) フーリエスペクトル比図

フーリエスペクトル比図は、各深度におけるフーリエスペクトルから、地表／孔中の計算を行ったもので、地表／深度 31m の周期成分の増幅率を示している。これにより、地表と想定した基盤面との間で卓越する地盤周期特性を確認することができる。

フーリエスペクトル比図を図 4.7.7 に、フーリエスペクトル比図から読み取った代表的な卓越周期を表 4.7.3 に示す。

表 4.7.3 卓越周期一覧表（フーリエスペクトル比 GL-0m/GL-31m）

卓越周期一覧表（1秒計 フーリエスペクトル比）											
MODE	比	方向	（秒）								
速度	GL-0m/GL-31.0m	NS	0.056	0.073	0.10	0.13	0.15	0.17	0.21	0.24	0.27 0.30 (秒)付近
		EW	0.074	0.081	0.093	0.11	0.13	0.16	0.21	0.25	0.29-0.31 0.34 0.39 (秒)付近
		UD	0.055	0.067	0.078	0.092	0.10	0.13	0.14	0.18	(秒)付近
変位	GL-0m/GL-31.0m	NS	0.057	0.070	0.082	0.091	0.10	0.11	0.13	0.14	0.15 0.17 0.24 0.26 0.29 (秒)付近
		EW	0.057	0.064	0.075	0.080	0.090	0.10	0.11	0.13	0.15 0.18 0.19 0.21 0.24 0.28 0.29 (秒)付近
		UD	0.054	0.061	0.071	0.089	0.097	0.10	0.11	0.13	(秒)付近

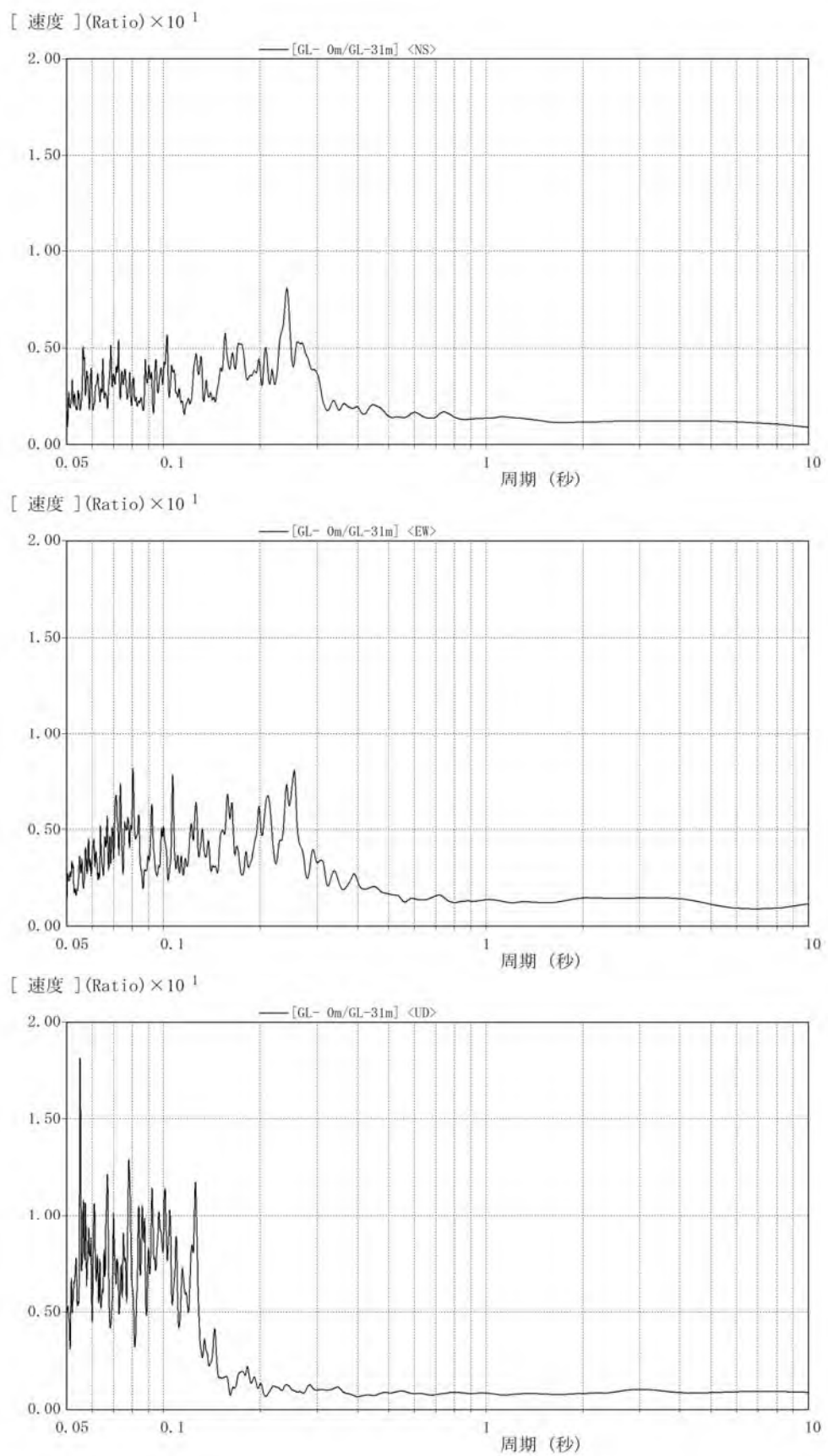


図 4.7.7 フーリエスペクトル比図 (速度 GL-0m/GL-31m)

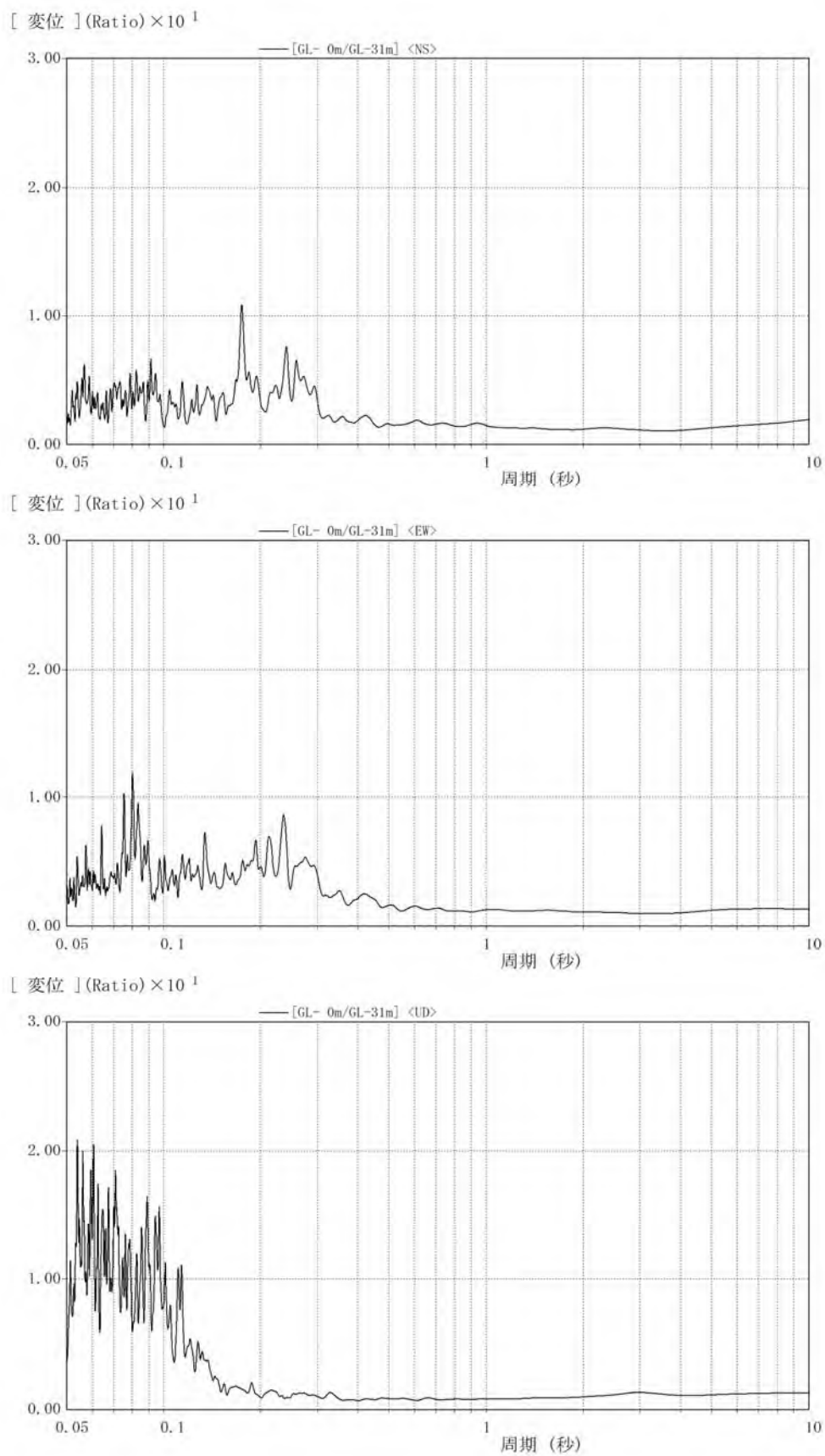


図 4.7.8 フーリエスペクトル比図 (変位 GL-0m/GL-31m)

(c) H/V スペクトル図

H/V スペクトルは、先に求めたフーリエスペクトルの3成分を利用して、水平動／上下動 ($\sqrt{(NS^2+EW^2)}/UD$) の計算を行ったものである。微動を構成する主成分は表面波であるが、表面波の一種であるレイリー波を利用して地盤情報を抽出するための簡便な方法の一つとして、H/V スペクトルは知られている。H/V スペクトルは、フーリエスペクトルと比較して日変化が少なく安定していることから、振動源の影響が少ないという特徴があり、広く利用されている。

H/V スペクトルは、振幅倍率の大きい周期と地盤の卓越周期とが一致しないことおよび、多層構造の場合、どの層を基盤としたS波の増幅特性を示しているかを判断するのが難しいこと等に注意が必要である。地盤の速度コントラストが小さい場合や層厚が十分でない場合も、そのピークが不明瞭となることが多い。そのため、H/V スペクトル解析においては、ピークの振幅倍率ではなくピークの卓越周期（秒）に着目することが重要であり、H/V スペクトルの結果については地盤種別の判定の参考情報とすることが望ましい。

H/V スペクトル図を図 4.7.9 および図 4.7.12 に、H/V スペクトル図から読み取った代表的な卓越周期を表 4.7.4 および表 4.7.5 に示す。

表 4.7.4 卓越周期一覧表 (H/V スペクトル 1 秒計 GL-0m)

卓越周期一覧表 (1秒計 H/Vスペクトル)														
MODE	観測深度	比	(秒)											
速度	GL-0m	H/V	0.13	0.16	0.19	0.21	0.23	0.26	0.29	0.33	0.36	0.45	0.68 (1.1)	(秒) 付近
MODE	観測深度	比	(秒)											
変位	GL-0m	H/V	0.14	0.17	0.20	0.24	0.28	0.30	0.35	0.42	0.61	0.65	(1.1)	(秒) 付近

表 4.7.5 卓越周期一覧表 (H/V スペクトル 10 秒計 GL-0m)

卓越周期一覧表 (10秒計 H/Vスペクトル)																								
MODE	観測深度	比	(秒)																					
速度	GL-0m	H/V	0.17	0.21	0.24	0.28	0.32	0.35	0.45	0.55	0.71	1.0	2.1	2.3	2.7	3.4	4.0	6.5	9.0	(11 18)	(秒) 付近			
MODE	観測深度	比	(秒)																					
変位	GL-0m	H/V	0.16	0.20	0.22	0.25	0.27	0.32	0.39	0.47	0.66	0.91	1.1	1.4	1.6	1.9	2.2	2.9	3.2	3.6	5.0	6.6	(11 16)	(秒) 付近

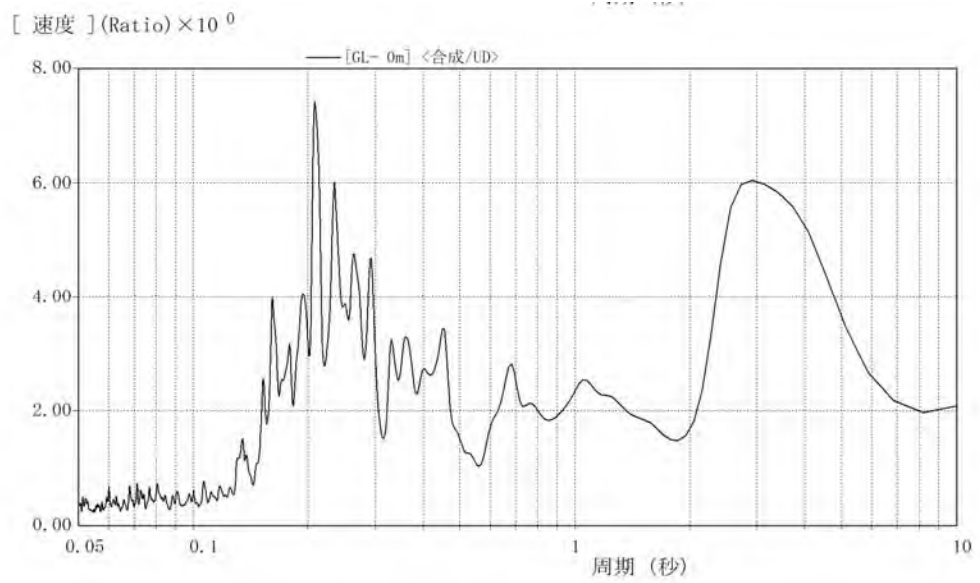


図 4.7.9 H/V スペクトル図 (1 秒計 速度 GL-0m)

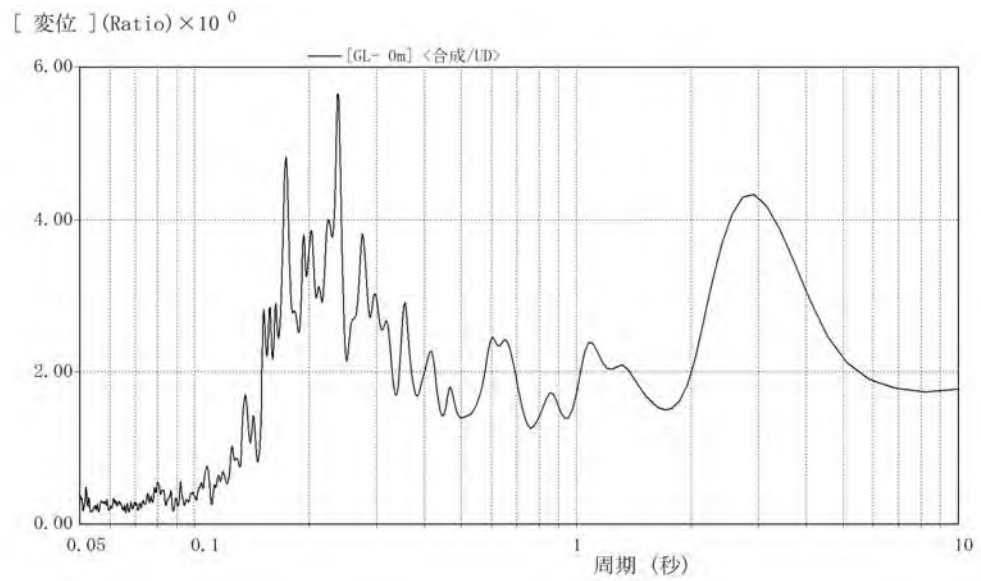


図 4.7.10 H/V スペクトル図 (1 秒計 変位 GL-0m)

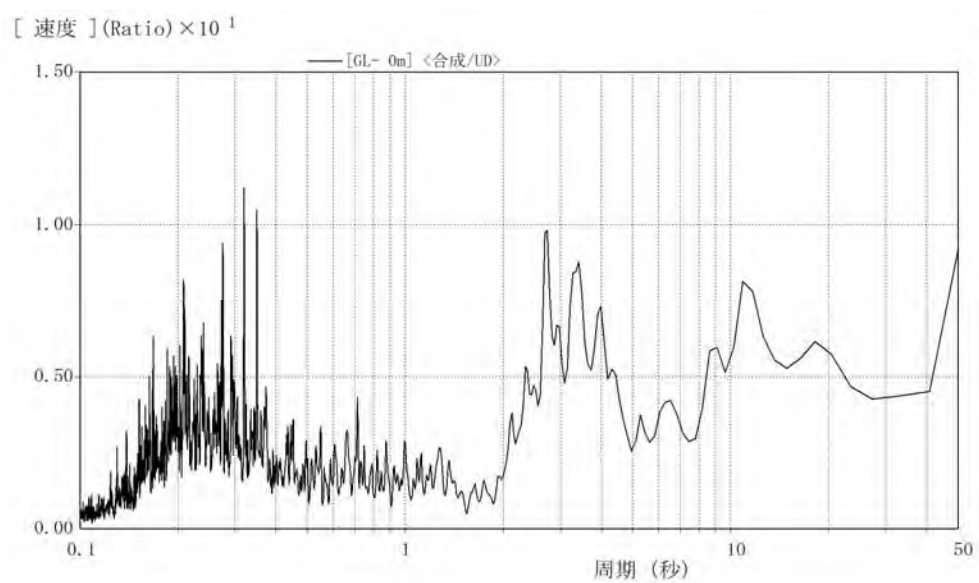


図 4.7.11 H/V スペクトル図 (10 秒計 速度 GL-0m)

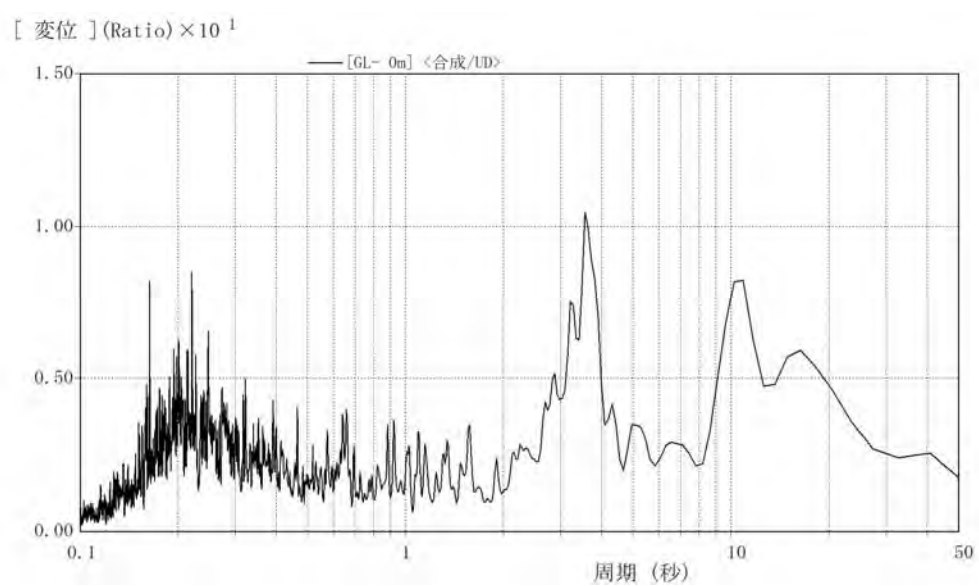


図 4.7.12 H/V スペクトル図 (10 秒計 変位 GL-0m)

(d) まとめ

以下に、短周期成分と長周期成分についてまとめる。

●短周期成分

以下に、フーリエスペクトル図、フーリエスペクトル比図、H/V スペクトル図で確認された短周期成分の主な卓越周期を以下に示す。

・フーリエスペクトル図、フーリエスペクトル比図、H/V スペクトル図

○フーリエスペクトル : 0.067～0.11 秒付近、0.13～0.22 秒付近、0.24～0.35 秒付近
0.37～0.86 秒付近、0.92～(1.1) 秒付近

○フーリエスペクトル比 : 0.055～0.11 秒付近、0.13～0.21 秒付近、0.24～0.39 秒付近

○H/V スペクトル : 0.13～0.21 秒付近、0.23～0.33 秒付近、0.35～0.45 秒付近
0.61～0.68 秒付近、(1.1) 秒付近

フーリエスペクトル、フーリエスペクトル比および H/V スペクトルでは、0.13～0.22 秒付近 0.24～0.33 秒付近が共通して卓越していることが認められた。

●長周期成分

フーリエスペクトル図、H/V スペクトル図で確認された長周期成分の主な卓越周期を以下に示す。

○フーリエスペクトル : 1.2～2.1 秒付近、3.0～3.9 秒付近、6.7～9.6 秒付近
(12～20 秒付近)

○H/V スペクトル : 1.0～2.1 秒付近、2.2～2.9 秒付近、3.2～3.6 秒付近
4.0～6.6 秒付近、9.0 秒付近、(11～18 秒付近)

フーリエスペクトルにおいては 3.0～3.9 秒付近、6.7～9.6 秒付近が顕著に卓越していることが認められた。

H/V スペクトルでは、3.2～3.6 秒付近が顕著に卓越していることが認められた。

長周期の卓越は、調査地付近の深層基盤 ($V_s=1000\sim4000\text{m/s}$) からの増幅または、遠方からの表面波の伝播等の影響が考えられる。長周期の卓越に関する考察を行うには、本調査地域周辺およびより深部の地質・地質構造を考慮した更なる検討が必要であると考ええる。

(2) SH 波重複反射による増幅特性の理論計算

本手法は調査ボーリング，表面波探査および PS 検層等で得られる S 波構造と、各層の密度値から地盤モデルを作成しこの地盤モデルから SH 波の重複反射理論による増幅特性を計算するものである。

SH 波の重複反射による増幅特性理論計算は、基盤とした層から真上に上昇してくる入力波を想定すると上部の各層を透過し上昇する波動と、各層境界で反射し下降する波動とに大別される。

反射して下降する波動は下部の層境界で一部が反射し再び上昇する波動となる。この現象は多層地盤の各層において繰り返し起こり、波動は上昇および下降を繰り返して複雑に重合する。

一般に硬質地盤から軟質地盤への波動の伝播においては層境界を透過する波動が優勢となり、逆に軟質地盤から硬質地盤への伝播では層境界で反射する波が優勢となる。このため表層部に軟弱層が存在する場合には、地中から伝播してきた波動は地表部に集中しその表層地盤の特性に基づいた固有の周期成分の波動が増幅されるようになる。

図 4.7.13 に重複反射の概念図を示す。

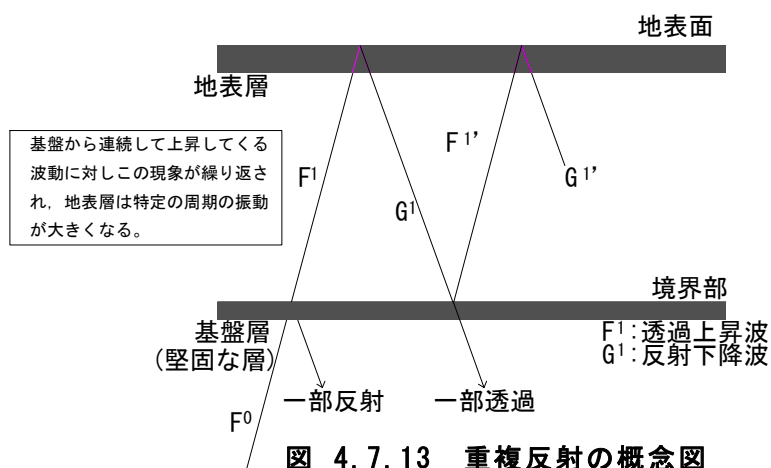


図 4.7.13 重複反射の概念図

本調査では、S 波速度、層厚密度、減衰特性 (Q 値) などを用いて、地盤の振動特性を理論的に計算した。表 4.7.6 に SH 波の重複反射による増幅特性の計算で用いた地盤モデルを示す。

本理論計算の入力基盤面は、PS 検層で工学的基盤と確認された GL-19.85m とした。得られた増幅特性を図 4.7.14 の SH 波の重複反射による増幅特性図に示す。Q 値は、主に振動の状態を表す無次元数のことで、弾性波動の伝搬においては、媒質の吸収によるエネルギーの減衰に関する値である。Q 値が大きいほど振動が安定する。本計算の Q 値は、仮定値 (5・10・20) を用いた。

SH 波の重複反射による増幅特性の理論計算で確認された卓越周期は、GL-28.70m で 0.29 秒付近であった。

表 4.7.6 SH 波の重複反射による増幅特性の計算で用いた地盤モデル

Layer	区 間 (m)		層厚 (m)	S 波速度 (m/s)	密 度 (t/m ³)	Q 値	主な土質
1	0.00	-	2.50	130	1.52	5, 10, 20	盛土(シルト混り砂・シルト)
2	2.50	-	4.90	130	1.73	5, 10, 20	盛土(シルト混り砂・シルト)・シルト混り砂
3	7.40	-	3.30	430	1.83	5, 10, 20	固結シルト
4	10.70	-	0.50	390	1.88	5, 10, 20	固結砂質シルト
5	11.20	-	4.60	520	1.84	5, 10, 20	固結シルト・固結砂質シルト
6	15.80	-	3.70	440	2.00	5, 10, 20	シルト混り砂・シルト質細砂
7	19.50	-	2.80	620	1.91	5, 10, 20	固結シルト・固結砂質シルト
8	22.30	-	6.40	470	2.11	5, 10, 20	シルト混り砂・シルト質細砂
9	28.70	-	5.00	670	1.97	5, 10, 20	固結シルト・固結砂質シルト
10	33.70	-	0.30	480	1.96	5, 10, 20	シルト混り砂

は伝達関数計算深度を示す。

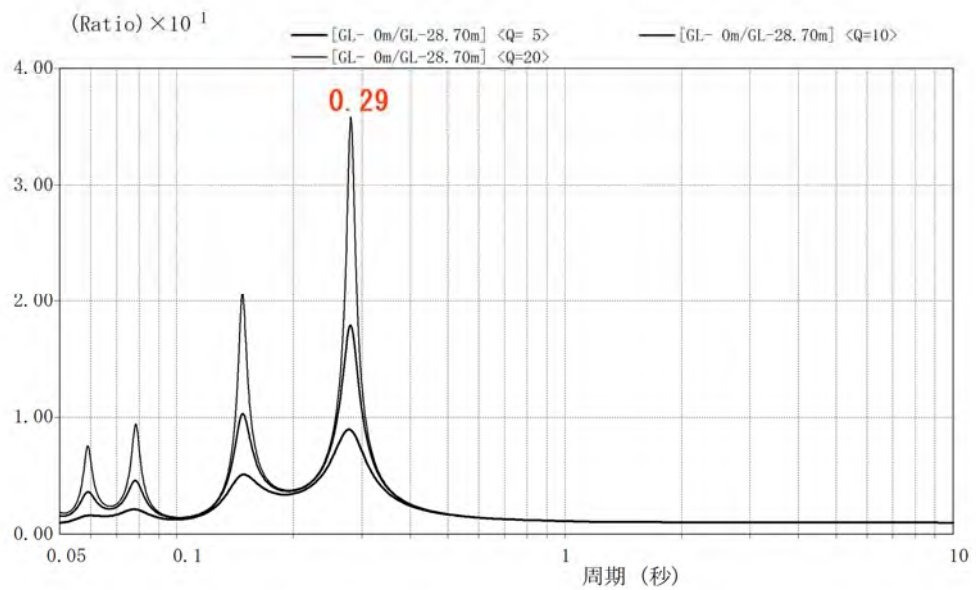


図 4.7.14 SH 波の重複反射による増幅特性

(3) セン断波速度による地盤周期判定

セン断波速度による地盤周期判定は次式（2020 年版建築物の構造関係技術解説書）を用いて行った。

$$T_g = \sqrt{32 \sum_{i=1}^n (h_i \cdot \left(\frac{H_{i-1} + H_i}{2} \right) / V_{si}^2)}$$

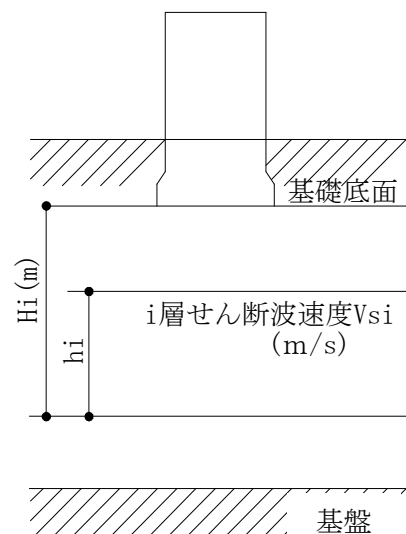
n : 基礎から基礎底面までの間の層数

T_g : 地盤周期 (秒)

H_i : 建築物の基礎底面あるいは剛強な
くいの支持層面から*i*層下面までの
深さ (m)

V_{si} : *i*層のセン断波 (m/s)

h_i : *i*層の厚さ (m)



地盤周期を求めるための参考図

※上図の基礎は工学的基礎を示す。

この式は、第一種地盤の重力式から一次固有周期を求めるものである。式の誘導に当たり、土の単位体積の重量は地層構成、深さによらず一定としてある。

セン断波による地盤周期判定結果を表 4.7.7 に示す。

表 4.7.7 セン断波による地盤周期判定結果

Layer (i)	主な土質	区 間 (m)	層厚 h_i (m)	地表面からの深さ H_i (m)	せん断波速度 V_{si} (m/s)	$A = h_i * \{ (H_{i-1} + H_i) / 2 \} / V_{si}^2$	ΣA	T_g (秒)
1	盛土(シルト混り砂・シルト)	0.00 - 2.50	2.50	2.50	130	0.000185	0.0002	0.08
2	盛土(シルト混り砂・シルト)・シルト質砂	2.50 - 7.40	4.90	7.40	130	0.001435	0.0016	0.23
3	固結シルト	7.40 - 10.70	3.30	10.70	430	0.000162	0.0018	0.24
4	固結砂質シルト	10.70 - 11.20	0.50	11.20	390	0.000036	0.0018	0.24
5	固結シルト・固結砂質シルト	11.20 - 15.80	4.60	15.80	520	0.000230	0.0020	0.26
6	シルト混り砂・シルト質細砂	15.80 - 19.50	3.70	19.50	440	0.000337	0.0024	0.28
7	固結シルト・固結砂質シルト	19.50 - 22.30	2.80	22.30	620	0.000152	0.0025	0.28
8	シルト混り砂・シルト質細砂	22.30 - 28.70	6.40	28.70	470	0.000739	0.0033	0.32
9	固結シルト・固結砂質シルト	28.70 - 33.70	5.00	33.70	670	0.000348	0.0036	0.34
10	シルト混り砂	33.70 - 34.00	0.30	34.00	480	0.000044	0.0037	0.34

■は、推定した工学的基礎深度

セン断波測定による地盤周期の推定では、PS 検層で工学的基礎と確認された GL-28.70m を入力地盤とした場合の地盤周期は $T_g=0.32$ 秒となった。

(4) 地盤種別

前述の (1) ～ (3) をまとめると各卓越周期は以下となる。

●短周期成分

・ 常時微動測定

0.13～0.22 秒付近、0.24～0.33 秒付近

・ SH 波重複反射による増幅特性の理論計算

0.29 秒

・ せん断波速度による地盤周期判定

0.32 秒

【地盤種別】

2020 年版建築物の構造関係技術解説書によると地盤種別を判定する基準として表 4.7.8 に示す通り定めている。

調査地の卓越周期（短周期）は 0.24～0.33 秒付近と考えられることから、地盤種別は第二種地盤と判断される。

表 4.7.8 地盤種別と地盤周期の対応

地盤周期 T_G (秒)	地盤種別
$T_G \leq 0.2$	第一種
$0.2 < T_G \leq 0.75$	第二種
$0.75 < T_G$	第三種

(2020 年版建築物の構造関係技術基準解説書)

4.8 室内土質試験結果

本調査では土の諸性質、力学、液状化特性および変形特性を求める目的で、乱した試料および乱れの少ない試料を用いて室土質内試験を実施した。

室内土質試験結果を表 4.8.1 に示す。

表 4.8.1 室内土質試験結果一覧表

地点		No.1	No.2					No.6		No.7				
試料名		1-P8	2-P3	2-P4	2-P6	2-P7	2-P8	6-P6	6-P7	7-T3	7-S4	7-P5	7-P6	7-P7
地層		Ts1	Bs	Bc	Bs	Ts2	Ts2	Bc	Tc2	Bc	Bs	Bc	Bc	Ts1
深度 (GL-m)		8.15～8.45	3.15～3.45	4.15～4.60	6.15～6.45	7.15～7.45	8.15～8.45	6.15～6.45	7.15～7.35	3.20～3.70	3.90～4.90	5.15～5.60	6.20～6.45	7.15～7.40
一般	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	-	-	-	-	-	-	-	-	1.610	1.750	-	-	-
	乾燥密度 ρ_s (g/cm ³)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.976	1.369	-	-	-
	土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	-	2.632	2.688	2.651	-	-	2.648	-	2.658	2.617	2.673	2.658	-
	自然含水比 w_n (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	67.0	18.7	-	-	-
	間隙比 e	-	-	-	-	-	-	-	-	1.735	0.917	-	-	-
	飽和度 S_r (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	100.1	79.3	-	-	-
粒度試験	礫分 (2～75mm)	-	0.4	0.0	9.6	-	-	1.9	-	0.0	1.6	0.0	20.0	-
	砂分 (0.075～2mm)	-	73.0	4.2	70.4	-	-	53.5	-	0.2	94.1	3.6	38.5	-
	シルト分 (0.005～0.075mm)	-	16.3	35.8	9.0	-	-	20.4	-	54.6	1.6	40.8	18.6	-
	粘土分 (0.005mm未満)	-	10.3	60.0	11.0	-	-	24.2	-	45.2	2.7	55.6	22.9	-
	50%粒径D50 (mm)	-	0.2588	0.0029	0.4617	-	-	0.1046	-	0.0066	0.4558	0.0033	0.1433	-
	20%粒径D20 (mm)	-	0.0227	-	0.0750	-	-	0.0033	-	-	0.2188	-	0.0031	-
	細粒分含有率 (%)	13.8	26.6	95.8	20.0	13.4	22.6	44.6	15.1	99.8	4.3	96.4	41.5	12.6
コンシステンシー特性	液性限界 w_L (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	62.4	-	-	-	-
	塑性限界 w_p (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	34.7	-	-	-	-
	塑性指数 I_p	-	-	-	-	-	-	-	-	27.7	-	-	-	-
分類	地盤材料の分類名	-	細粒分質砂	細粒土	礫まじり細粒分質砂	-	-	細粒分質砂	-	シルト (高液性限界)	分級された砂	細粒土	細粒分質礫質砂	-
	分類記号	-	(SF)	(F)	(SF-G)	-	-	(SF)	-	(MH)	(SP)	(F)	(SFG)	-
圧密	試験方法	-	-	-	-	-	-	-	-	土の段階載荷による 圧密試験		-	-	-
	圧縮指数 C_c	-	-	-	-	-	-	-	-	1.08		-	-	-
	圧密降伏応力 P_c (kN/m ²)	-	-	-	-	-	-	-	-	130		-	-	-
一軸圧縮	一軸圧縮強さ q_u (kN/m ²)	-	-	-	-	-	-	-	-	67.4	平均 68.2	-	-	-
										69.0				
液状化特性	繰り返し強さ応力比 RL=20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.214	-	-	-
動的変形	等価せん断剛性率 G_0 (MN/m ²)	-	-	-	-	-	-	-	-	13.148	26.153	-	-	-
	履歴減衰率 h_0	-	-	-	-	-	-	-	-	13.206	17.816	-	-	-

(1) 物理値

各試料で得られた土粒子の密度、自然含水比および湿潤密度の試験値を表 4.8.2 に示す。

表 4.8.2 物性値

地点	試料名	地層	深度 (GL-m)	一般		
				湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	自然含水比 w_n (%)
No.2	2-P3	Bs	3.15～3.45	—	2.632	—
	2-P4	Bc	4.15～4.60	—	2.688	—
	2-P6	Bs	6.15～6.45	—	2.651	—
No.6	6-P6	Bc	6.15～6.45	—	2.648	—
No.7	7-T3	Bc	3.20～3.70	1.610	2.658	67.0
	7-S4	Bs	3.90～4.90	1.750	2.617	18.7
	7-P5	Bc	5.15～5.60	—	2.673	—
	7-P6	Bc	6.20～6.45	—	2.658	—

①土粒子の密度

表 4.8.3 に土粒子の密度の一般値を示す。

Bc 層は $\rho_s=2.648\sim2.688$ (g/cm³) の範囲にあり、堆積年代は異なるが、表 4.8.3 に示す「沖積粘性土」の範囲にある。

Bs 層は $\rho_s=2.617\sim2.651$ (g/cm³) の範囲にあり、堆積年代は異なるが、表 4.8.3 に示す「沖積砂質土」の範囲にある。

表 4.8.3 主な鉱物と土粒子の密度の例(嘉門・浅川に加筆修正)

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

(出典:「地盤材料試験の方法と解説」(社)地盤工学会 H21.11)

②自然含水比

表 4.8.4 に含水比の一般値を示す。

Bc 層は $w_n=67.0$ (%)であり、堆積年代は異なるが、表 4.8.4 中の「沖積層粘性土」の範囲にある。

Bs 層は $w_n=18.7$ (%)であり、堆積年代は異なるが、表 4.8.4 中の「沖積砂質土」の範囲にある。

表 4.8.4 我が国における土の密度のおおよその範囲

項目	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			
含水比 w (%)	30～150	10～30	20～40	80～180	80～1200

(出典:「地盤材料試験の方法と解説」(社)地盤工学会 H21.11 含水比抜粋)

③湿潤密度

表 4.8.5 に湿潤密度の一般値を示す。

Bc 層は $\rho_t = 1.610 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ であり、堆積年代は異なるが、表 4.8.5 に示す「沖積層粘性土」の範囲にある。

Bs 層は $\rho_t = 1.750 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ であり、堆積年代は異なるが、表 4.8.5 に示す「沖積層砂質土」の範囲にある。

表 4.8.5 我が国における土の密度のおおよその範囲

項目	沖積層		洪積層 粘性土	関東ローム	高有機質土
	粘性土	砂質土			
湿潤密度 $\rho_t \text{ (g/cm}^3\text{)}$	1.2～1.8	1.6～2.0	1.6～2.0	1.2～1.5	0.8～1.6
乾燥密度 $\rho_d \text{ (g/cm}^3\text{)}$	0.5～1.4	1.2～1.8	1.1～1.6	0.6～0.7	0.1～0.6

(出典:「地盤材料試験の方法と解説」(社)地盤工学会 H21.11 湿潤密度抜粋)

(2) 粒度特性

粒度試験結果で得られた各層の粒径加積曲線図を図 4.8.1～図 4.8.2 に、その粒度構成状況と土質分類を表 4.8.6～表 4.8.7 に示す。

Bc 層は 5 箇所で試験を実施したが、試料名 2-P4、7-T3、7-P5 は曲線形状が同等であった。また、試料名 6-P6、7-P6 においては、砂分や礫分の影響はみられるが、比較的近い形状の曲線となった。

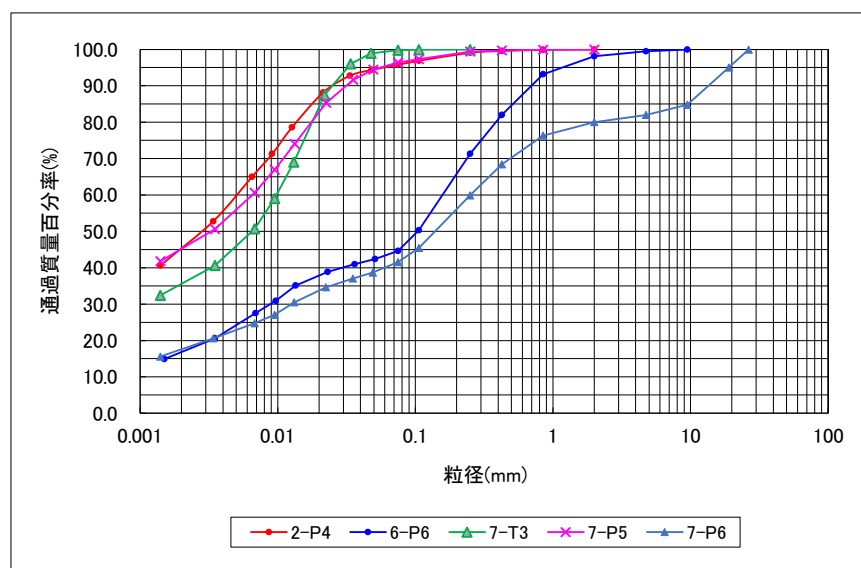


図 4.8.1 Bc 層の粒径加積曲線図

表 4.8.6 Bc 層の粒度構成

試料名	2-P4	試料名	6-P6	試料名	7-T3	試料名	7-P5	試料名	7-P6
粒径mm	%	粒径mm		粒径mm		粒径mm		粒径mm	
75		75		75		75		75	
53		53		53		53		53	
37.5		37.5		37.5		37.5		37.5	
26.5		26.5		26.5		26.5		26.5	100.0
19		19		19		19		19	95.0
9.5		9.5	100.0	9.5		9.5		9.5	84.8
4.75		4.75	99.5	4.75		4.75		4.75	82.0
2	100.0	2	98.1	2		2	100.0	2	80.0
0.85	99.9	0.85	93.2	0.85		0.85	99.9	0.85	76.3
0.425	99.6	0.425	82.0	0.425		0.425	99.7	0.425	68.4
0.25	99.1	0.25	71.3	0.25	100.0	0.25	99.4	0.25	59.9
0.106	96.9	0.106	50.3	0.106	99.9	0.106	97.3	0.106	45.4
0.075	95.8	0.075	44.6	0.075	99.8	0.075	96.4	0.075	41.5
0.0482	94.4	0.0511	42.4	0.0476	98.9	0.0496	94.5	0.0492	38.7
0.0335	92.8	0.0363	41.0	0.0339	96.0	0.0353	91.6	0.0351	37.0
0.0214	88.2	0.0231	38.9	0.0219	87.4	0.0225	85.3	0.0224	34.6
0.0127	78.6	0.0135	35.1	0.0131	69.0	0.0133	74.0	0.0132	30.5
0.0091	71.3	0.0097	30.9	0.0095	59.0	0.0095	66.9	0.0095	27.1
0.0065	65.0	0.0069	27.5	0.0068	50.7	0.0068	60.6	0.0068	24.7
0.0034	52.8	0.0035	20.6	0.0035	40.6	0.0035	50.6	0.0034	20.6
0.0014	40.6	0.0015	14.9	0.0014	32.4	0.0014	41.8	0.0014	15.6

Bs 層は、砂分の影響はみられるが、比較的近い形状の曲線となった。
 また、主に 0.1～0.8mm 付近の粒径が卓越していると判断できる。

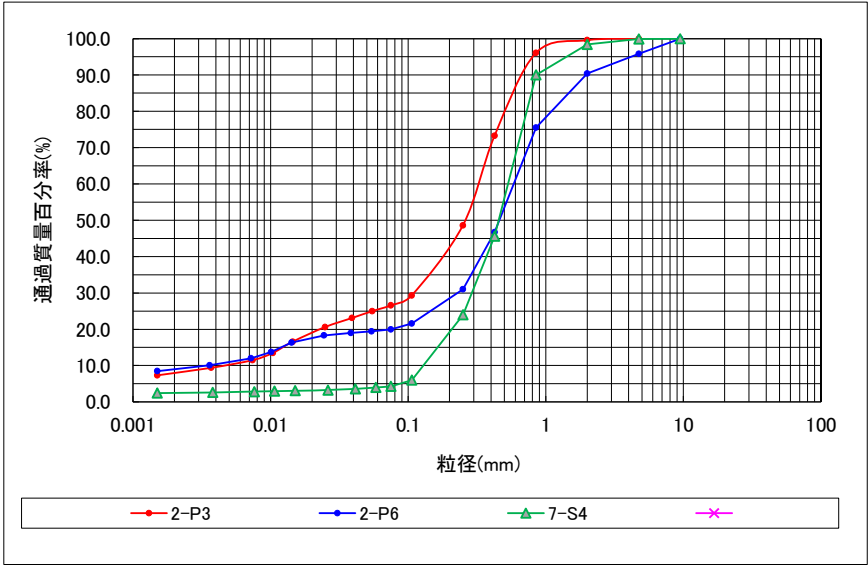


図 4.8.2 Bs 層の粒径加積曲線図

表 4.8.7 Bs 層の粒度構成

試料名	2-P3	試料名	2-P6	試料名	7-S4
粒径mm	%	粒径mm		粒径mm	
75		75		75	
53		53		53	
37.5		37.5		37.5	
26.5		26.5		26.5	
19		19		19	
9.5		9.5	100.0	9.5	100.0
4.75	100.0	4.75	95.8	4.75	99.9
2	99.6	2	90.4	2	98.4
0.85	96.1	0.85	75.5	0.85	90.0
0.425	73.3	0.425	46.7	0.425	45.6
0.25	48.6	0.25	31.0	0.25	24.0
0.106	29.3	0.106	21.6	0.106	6.0
0.075	26.6	0.075	20.0	0.075	4.3
0.0548	25.0	0.0542	19.4	0.0583	4.0
0.0390	23.1	0.0384	19.0	0.0413	3.6
0.0249	20.6	0.0244	18.3	0.0261	3.2
0.0145	16.6	0.0142	16.3	0.0151	3.1
0.0104	13.5	0.0101	13.7	0.0107	3.0
0.0074	11.5	0.0072	12.0	0.0076	2.8
0.0037	9.4	0.0036	10.1	0.0038	2.6
0.0015	7.3	0.0015	8.5	0.0015	2.4

表 4.8.8 に、粒度試験および細粒分含有率試験で得られた細粒分含有率 F_c を示す。

盛土層は細粒分含有率が 35%以上となる箇所が多々みられ、液状化検討対象かどうかは、粘土分含有率により判断することとなる。

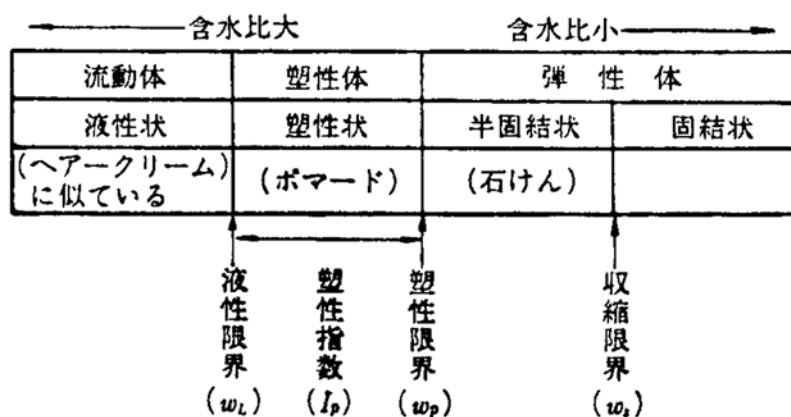
盛土以外の地山は、すべて細粒分含有率が 35%以下であったため、液状化検討対象層となった。

表 4.8.8 細粒分含有率

地点	試料名	地層	深度 (GL-m)	一般
				細粒分含有率 (%)
No.1	1-P8	Ts1	8.15～8.45	13.8
No.2	2-P3	Bs	3.15～3.45	26.6
	2-P4	Bc	4.15～4.60	95.8
	2-P6	Bs	6.15～6.45	20.0
	2-P7	Ts2	7.15～7.45	13.4
	2-P8	Ts2	8.15～8.45	22.6
No.6	6-P6	Bc	6.15～6.45	44.6
	6-P7	Tc2	7.15～7.35	15.1
No.7	7-T3	Bc	3.20～3.70	99.8
	7-S4	Bs	3.90～4.90	4.3
	7-P5	Bc	5.15～5.60	96.4
	7-P6	Bc	6.20～6.45	41.5
	7-P7	Ts1	7.15～7.40	12.6

(3) コンシステンシー特性

土は含水比の違いにより硬軟の程度が異なり、特に粘土やシルトなどの細粒土では含水量の大小によって練り返した際、その性質と挙動が著しく変化する(図 4.8.3 参照)。このように練り返した細粒土の性状は含水量の変化に伴い“液状”、“塑性状”、“半固体”、“固体状”と土の状態が変わり、これら4つの状態変化や変形抵抗の大小を総称してコンシステンシーと呼ぶ。



(出典：「わかりやすい土木技術 土質調査の基礎知識」鹿島出版会)

図 4.8.3 土の状態変化と限界の含水比

表 4.8.9 は、自然含水比(コンシステンシー指数 I_c および液性指数 I_L)をコンシステンシーで評価したものである。

表 4.8.9 自然含水比をコンシステンシーで評価した表

指 数	状 態		
	液性状	塑性状	半固結状
自然含水比	$w > w_L$	$w_L > w > w_p$	$w < w_p$
コンシステンシー	$I_c < 0$	$0 < I_c < 1$	$1 < I_c$
液性指数	$I_L > 1$	$1 > I_L > 0$	$0 > I_L$
分類	流動粘土	塑性粘土	弾性粘土

(出典：「わかりやすい土木技術 土質調査の基礎知識」鹿島出版会)

液性指数 I_L は、相対含水比とも呼ばれ、自然含水状態における土の相対的な硬さ・軟らかさを表す指数であり、この値が“0”に近いほど土は硬く、“1”に近いほど軟らかい状態にあることを示す。また、コンシステンシー指数 I_c は、粘性土の相対的な硬さや安定度を表す指数であり、 $I_c > 1$ の場合は安定して硬い状態にあることを示す。 I_c が小さな値である場合は、自然含水比(w_n)が液性限界(w_L)に近く、不安定な状態にあることになる。

$$\text{コンシステンシー指数 } I_c = \frac{w_L - w_n}{w_L - w_p} = \frac{w_L - w_n}{I_p}$$

$$\text{液性指数 } I_L = \frac{w_n - w_p}{w_L - w_p} = \frac{w_n - w_p}{I_p}$$

Bc 層のコンシステンシー特性を表 4.8.10 に、液性限界と自然含水比の関係を図 4.8.4 に示す。試験の結果、Bc 層は自然含水比 $w_n >$ 液性限界 w_L の関係があり、不安定状態（流動化しやすい状態）にあると考えられる。また、表 4.8.9 より、Bc 層は「流動粘土」に該当する。

表 4.8.10 Dc2 層のコンシステンシー特性

地点名	地層名	試料名	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
No.7別孔1	Bc	7-T3	67.0	62.4	34.7	27.7	-0.17	1.17

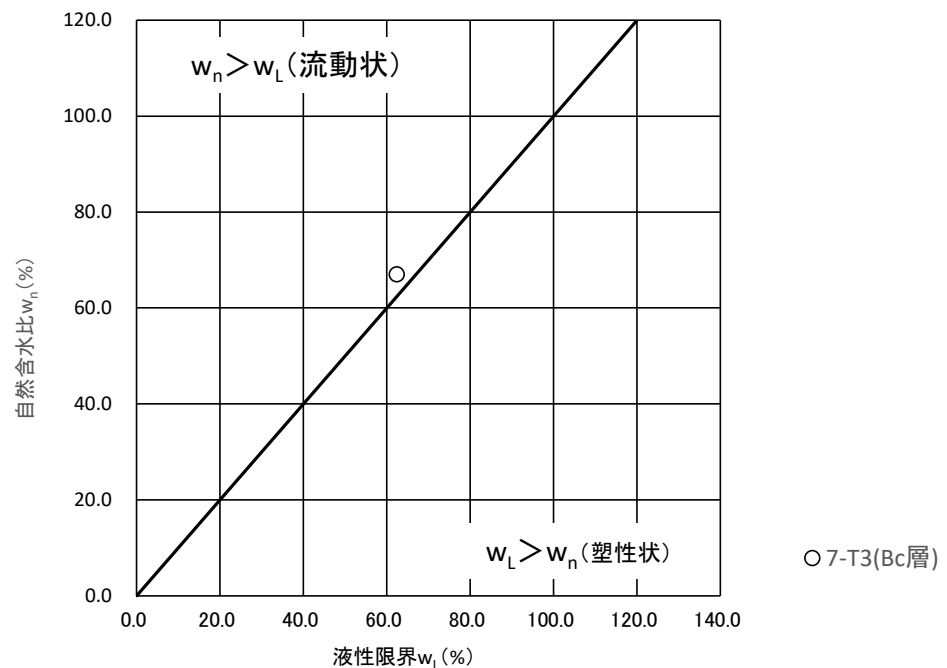


図 4.8.4 Dc2 層の液性限界 w_L と自然含水比 w_n の関係

(3) 力学特性

本調査で実施した一軸圧縮試験結果を表 4.8.11 に示す。

表 4.8.11 一軸圧縮試験結果

地点	地層	試料名	深度 (GL-m)	N 値 ^{※1}	一軸圧縮強度 q_u (kN/m ²)		
					1	2	平均値
No. 7別孔1	Bc	7-T3	3.20～3.70	0/45	67.4	69.0	68.2

※1：本孔の N 値

また、一軸圧縮試験で得られる一軸圧縮強さ q_u は、一般的に N 値からの推定式 $q_u=12.5N$ に対応している。

表 4.8.12 に q_u の比較表を示す。ここで、本調査における該当箇所の N 値は 0/45 であったため、仮に $N=1$ として比較している。

Bc 層の試験値は $q_u=68.2$ (kN/m²)、推定値は $q_u=12.5$ (kN/m²) を示し、試験値は推定値の 5.4 倍程度の大きな値を示した。

表 4.8.12 q_u の比較

地点	地層	試料名	深度 (GL-m)	N 値 ^{※1}	一軸圧縮強度 q_u (kN/m ²)		比較
					試験値 (平均値)	推定値 ^{※2}	
No. 7別孔1	Bc	7-T3	3.20～3.70	0/45	68.2	12.5	試験値＞推定値

※1：本孔の N 値

※2： $N=1$ とした場合

(4) 圧密特性

圧縮指数 C_c は、 $e - \log p$ (間隙比と垂直応力) 曲線に表れる直線部分の勾配である。したがって、勾配が大きくなると、垂直荷重の変化が小さくても体積変化、すなわち沈下量が大いことを意味する。

圧密降伏応力 P_c は、土が地中で過去に受けたことのある最大有効応力に相当する。したがって、圧密降伏応力が現在の有効土被り圧 P_0 よりも大きい地盤 ($P_c > P_0$) では、地下水位が上昇して有効土被り圧が小さくなったか、地盤が浸食されて現在の状態になったことを示す。圧密降伏応力と現在の有効土被り圧が等しければ ($P_c = P_0$)、既に圧密が完了していることを表す。一方、圧密降伏応力が有効土被り圧よりも小さい場合 ($P_c < P_0$) は、圧密が現在も進行していることを表している。以上のような状態をそれぞれ過圧密状態、正規圧密状態、未圧密状態という。

以下に全応力 σ_v ・有効応力 σ_v' と圧密降伏応力 P_c の関係を示す。

●No. 7 別孔 1

・盛土層・粘性土 (Bc) GL-3.20～3.70m

GL-3.45m の有効土被り圧 P_0 : 49.2 (kN/m²)

GL-3.45m の圧密降伏応力 P_c : 130 (kN/m²)

$P_c - P_0 = 130 - 49.2 = 80.8$ (kN/m²)・・・過圧密

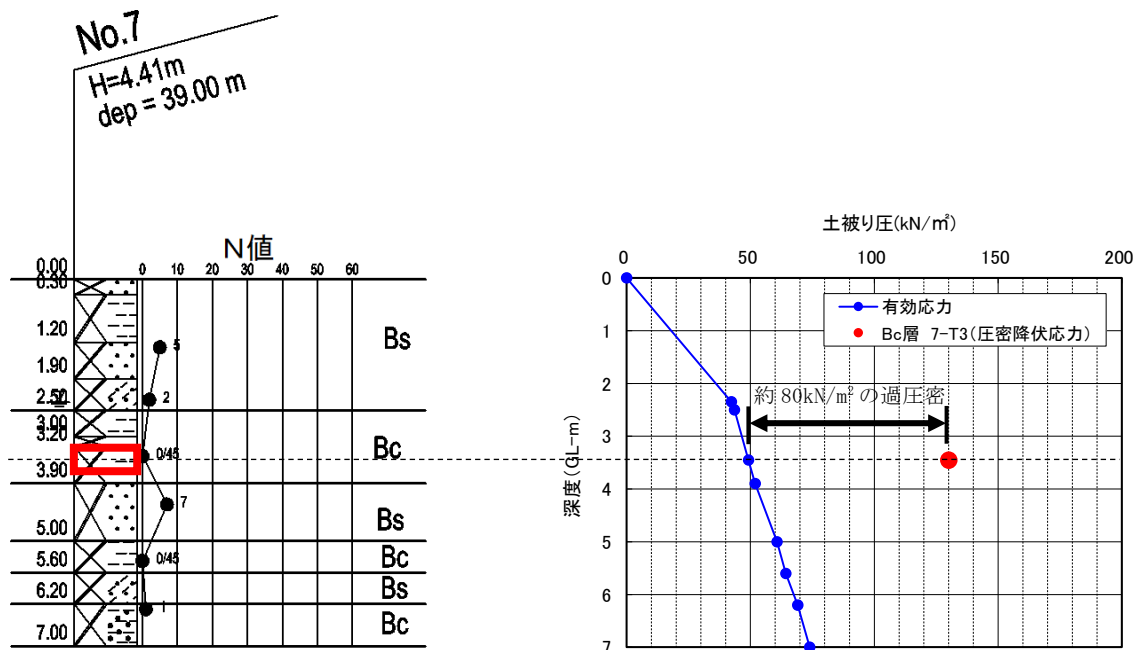
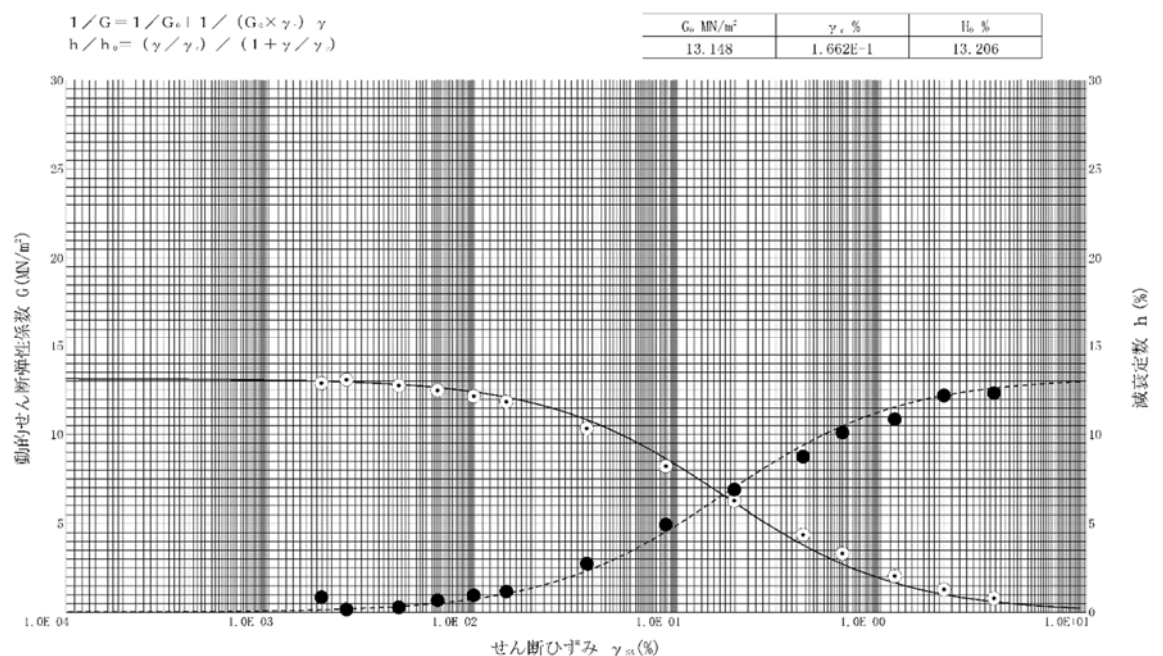


図 4.8.5 全応力・有効応力と圧密降伏応力の関係

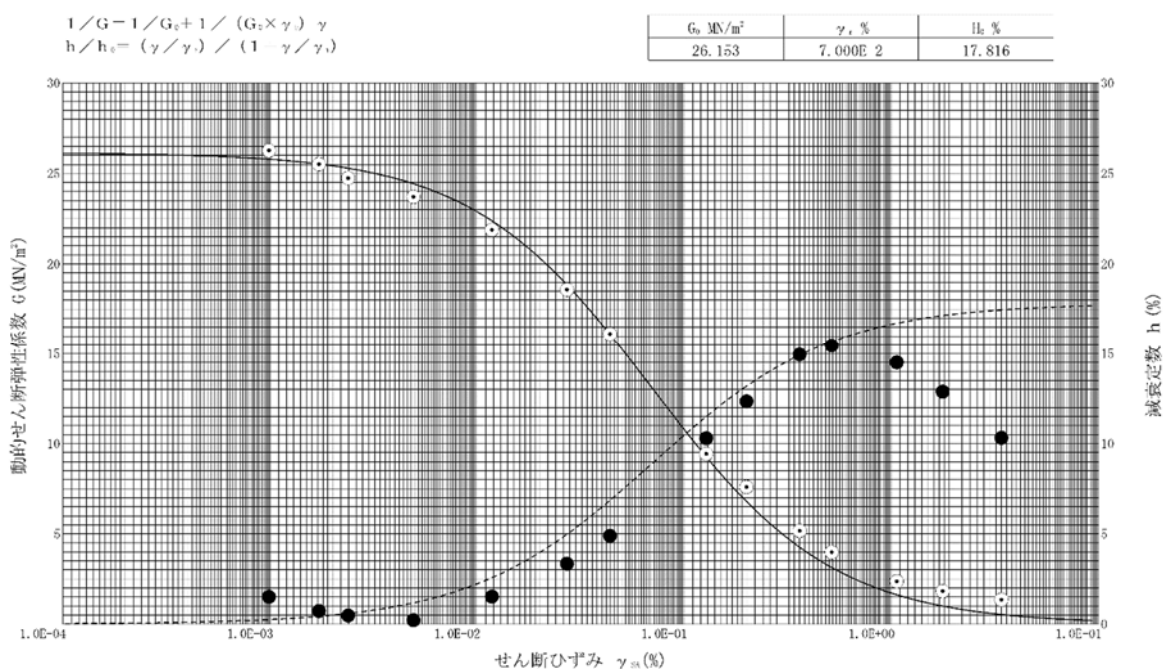
(5) 動的変形特性

地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験を Bc および Bs 層実施した。

試験より得られた動的せん断弾性係数・減衰定数とせん断ひずみの関係を図 4.8.6 に示す。



(1) Bc 層 試料名 7-T3 GL-3.20~-3.70m



(2) Bs 層 試料名 7-S4 GL-3.90~-4.90m

図 4.8.6 動的せん断弾性係数・減衰定数とせん断ひずみの関係図

(6) 液状化特性

本調査では液状化特性試験として、繰返し非排水三軸試験を実施した。

繰返し非排水三軸試験は、等方圧密した供試体の軸方向に一様振幅の繰返し荷重を非排水条件のもとで作用させる試験で、繰返し三軸試験装置を用いて複数回実施することにより、地震力や波浪力などの繰返し荷重に対する飽和度の非排水条件下での強度特性を求めることを目的としている。

試験結果は、繰返し応力振幅比と繰返し载荷回数の関係に対数グラフにまとめ、 $DA=5$ (%) の曲線において、繰返し载荷回数 N_c が 20 の場合の繰返し応力振幅比の値を読み取り、これを $RL=20$ として液状化判定に適用する。

試験結果を表 4.8.13 に示す。

表 4.8.13 繰返し非排水三軸試験結果

地点		No.7
試料名		7-S4
地層		Bs
深度 (GL-m)		3.90~4.90
液状化特性	繰返し強さ応力比 $RL=20$	0.214

また、繰返し強さ応力比の参考値として以下が示されている。これによれば、試験結果は $RL=0.214$ を示しており、液状化の強さは「小さい」と判断できる。

表 4.8.14 繰返し強さ応力比の参考値

液状化の強さ	液状化強度比 R_L			
	0.2	0.3	0.4	0.5
小 さ い				
中 位				
大 き い				

(出典:「液状化の調査から対策工まで」安田進 著 p. 59)

(6) 液状化特性

本調査では液状化特性試験として、繰返し非排水三軸試験を実施した。

繰返し非排水三軸試験は、等方圧密した供試体の軸方向に一様振幅の繰返し荷重を非排水条件のもとで作用させる試験で、繰返し三軸試験装置を用いて複数回実施することにより、地震力や波浪力などの繰返し荷重に対する飽和度の非排水条件下での強度特性を求めることを目的としている。

試験結果は、繰返し応力振幅比と繰返し载荷回数の関係に対数グラフにまとめ、 $DA=5$ (%) の曲線において、繰返し载荷回数 N_c が 20 の場合の繰返し応力振幅比の値を読み取り、これを $RL=20$ として液状化判定に適用する。

試験結果を表 4.8.13 に示す。

表 4.8.13 繰返し非排水三軸試験結果

地点		No.7
試料名		7-S4
地層		Bs
深度 (GL-m)		3.90~4.90
液状化特性	繰返し強さ応力比 $RL=20$	0.214

また、繰返し強さ応力比の参考値として以下が示されている。これによれば、試験結果は $RL=0.214$ を示しており、液状化の強さは「小さい」と判断できる。

表 4.8.14 繰返し強さ応力比の参考値

液状化の強さ	液状化強度比 R_L			
	0.2	0.3	0.4	0.5
小 さ い				
中 位				
大 き い				

(出典:「液状化の調査から対策工まで」安田進 著 p. 59)

5 考察

5.1 液状化の検討

(1) 対象とすべき土層

建築基礎構造設計指針(2019 年)によれば、液状化検討対象土層は以下としている(一部編集)。

「液状化の判定を行う必要がある飽和土層は、原則的に地表面から 20m 程度以浅の土層で、考慮すべき土の種類は、細粒分含有率が 35%以下の土とする。ただし、埋立地盤等の造成地盤で、地表面から 20m 程度以深まで連続している場合には、造成地盤の下端まで液状化判定を行う必要がある。また、埋立地盤等の造成地盤では、細粒分含有率が 35%以上の低塑性シルト、液性限界に近い含水比を持ったシルトなどが液状化した事例も報告されているので、粘土分(0.005mm 以下の粒径をもつ土粒子)含有率が 10%以下、または塑性指数が 15%以下の埋立地盤あるいは盛土地盤については液状化の検討を行う。ただし、20m 以深に関しては地盤応答解析を用いることが推奨される。また、細粒分を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫、洪積でも N 値が小さな土層では液状化の可能性が否定できないので、そのような場合にも液状化の検討を行う。」

本調査では 20m までを対象に『建築基礎構造設計指針』(日本建築学会 2019 年)に従って液状化の判定を行う。

(2) 液状化の判定方法

①各深度における液状化発生に対する安全率 FL による判定方法。

$FL > 1$ ・・・想定された地震力においては液状化発生の可能性はない

$FL \leq 1$ ・・・想定された地震力においては液状化発生の可能性がある

②液状化指数 PL による評価

PL とは国土交通省土木研究所の岩崎らの提案した液状化指数である。液状化発生に対する安全率 FL はある地点のある深さでの液状化の可能性を示すもので、 $FL \leq 1$ は液状化することを表す。

しかし、実際に構造物が液状化によって受ける被害は、各深さでの液状化の程度が総合されたものに左右されると考えられるので、液状化の激しさの程度を表すものとして、深さ方向にある重みを持たせて積分して得られる液状化指数 PL が提案された。

過去の被害事例から PL 値と液状化危険度の関係として表 5.1.1 のような対応が得られている。

$$\text{液状化指数 } PL = \int_0^{20} F \cdot (10 - 0.5z) dz$$

ただし、 $FL \leq 1$, $F = 1 - FL$ $FL > 1$, $F = 0$

表 5.1.1 液状化指数 PL 値の評価の目安

P_L	液状化の危険度
0	かなり低い
5 以下	低い
5 を超え 15 以下	高い
15 を超える	極めて高い

出典：2020 年版建築物の構造関係技術基準解説書（令和 2 年 10 月）

③地表変位 D_{cy} による評価

地表変位 D_{cy} は、図 5.1.1 から補正 N 値（ $=N_a$ ）、繰返しせん断応力比（ $=\tau_d/\sigma'_z$ ）に対応する各層の繰返しせん断ひずみ γ_{cy} を推定し、下記式により求める。

$$D_{cy} = \sum ((\gamma_{cyi} \times H_i) / 100)$$

ここで、 γ_{cyi} : i 層の繰返しせん断ひずみ (%)

H_i : i 層の液状化層厚さ (m)

地表変位 D_{cy} を指標とし、液状化の程度は表 5.1.2 より評価する。

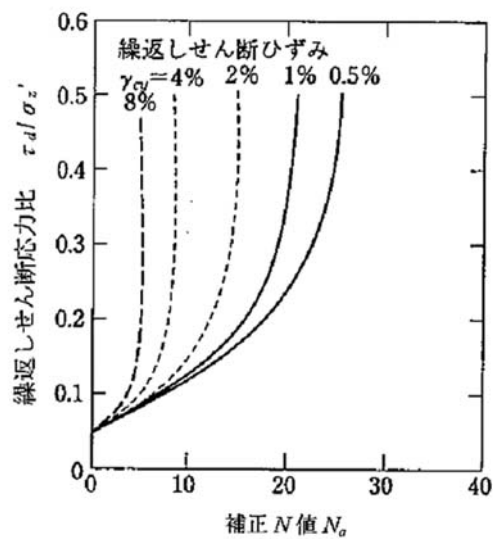


図 5.1.1 補正 N 値と繰返しせん断ひずみの関係

（出典：「建築基礎構造設計指針」日本建築学会 2019）

表 5.1.2 D_{cy} と液状化程度の関係

D_{cy} (m)	液状化の程度
0	なし
~0.05	軽微
0.05~0.10	小
0.10~0.20	中
0.20~0.40	大
0.40~	甚大

(3) 計算条件

①地表面における設計用水平加速度を 1.5m/s^2 、 2.0 m/s^2 、 3.5 m/s^2 とする。

②地震の想定マグニチュードを 7.5 とする。

③液状化特性試験を実施している箇所は試験値を使用する。

また、細粒分含有率(F_c)は試験値を用い、試験値がない部分については設計上の安全側を考慮し、 $F_c=0\%$ とする。

④単位体積重量は密度検層結果または表 5.1.3 に示す値を用いる。

⑤地下水位は、各地点とも無水掘りで確認された水位とする。

No. 1 : GL-3.12m (H=1.13m)

No. 2 : GL-2.53m (H=1.65m)

No. 3 : GL-3.16m (H=0.98m)

No. 4 : GL-2.85m (H=1.31m)

No. 5 : GL-2.70m (H=1.37m)

No. 6 : GL-3.40m (H=1.56m)

No. 7 : GL-2.35m (H=2.06m)

No. 8 : GL-2.78m (H=1.70m)

No. 9 : GL-2.50m (H=1.73m)

⑥標準貫入試験は半自動落下装置を使用したため、実測 N 値を用いる。

表 5.1.3 単位体積重量 (kN/m^3)

地 盤	土 質	ゆるいもの	密なもの
自然地盤	砂及び砂礫	18	20
	砂質土	17	19
	粘性土	14	18
盛 土	砂及び砂礫	20	
	砂質土	19	
	粘性土	18	

(出典「道路橋示方書・同解説・Ⅰ 共通編」(社) 日本道路協会 平成 29 年 11 月)

(4) 判定結果

液状化判定結果表を表 5.1.4 に、液状化判定結果図を図 5.1.2 に示す。詳細は巻末に示す液状化検討結果を参照されたい。

●1. 5m/s² の場合

FL 値・・・No. 3、6、8、9 で FL≤1 を示す箇所がみられ、液状化が発生する可能性があると判定された。

PL 値・・・PL=0.000～3.971 を示し、液状化の危険度は『かなり低い～低い』に該当する。

Dcy・・・Dcy=0.000～0.095m を示し、液状化の程度は『なし～小』に該当する

●2. 0m/s² の場合

FL 値・・・全地点で FL≤1 を示す箇所がみられ、液状化が発生する可能性があると判定された。

PL 値・・・PL=0.491～6.857 を示し、液状化の危険度は『低い～高い』に該当する。

Dcy・・・Dcy=0.006～0.104m を示し、液状化の程度は『軽微～中』に該当する。

●3. 5m/s² の場合

FL 値・・・全地点で FL≤1 を示す箇所がみられ、液状化が発生する可能性があると判定された。

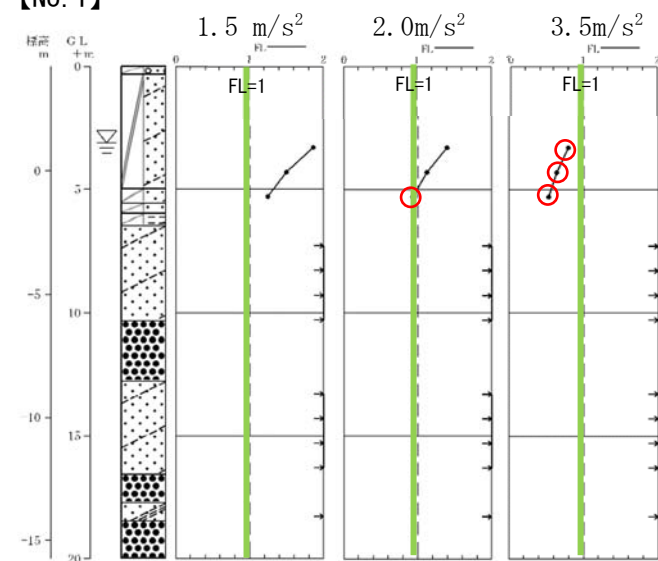
PL 値・・・PL=4.886～13.024 を示し、液状化の危険度は『低い～高い』に該当する。

Dcy・・・Dcy=0.043～0.153m を示し、液状化の程度は『軽微～中』に該当する。

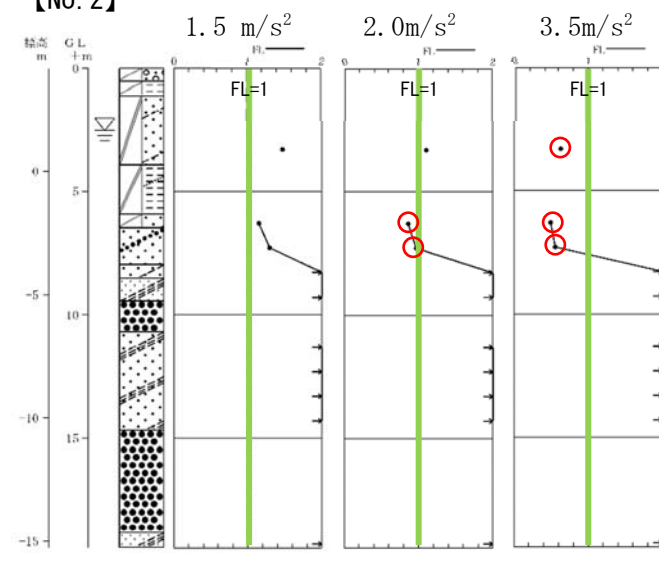
表 5.1.4 液状化判定結果表

地点名	水平加速度 (m/s ²)	FL値による判定	PL値による判定		Dcyによる判定	
		FL≤1となる深度 (GL-m)	PL値	液状化の 危険度	Dcy (m)	液状化の 程度
No. 1	1.5	－	0.000	かなり低い	0.000	なし
	2.0	5m	0.491	低い	0.006	軽微
	3.5	3m、4m、5m	7.245	高い	0.043	軽微
No. 2	1.5	－	0.000	かなり低い	0.000	なし
	2.0	6m、7m	1.138	低い	0.013	軽微
	3.5	3m、6m、7m	9.162	高い	0.069	小
No. 3	1.5	4m	1.245	低い	0.028	軽微
	2.0	3m、4m	3.735	低い	0.082	小
	3.5	3m、4m、6m	10.187	高い	0.097	小
No. 4	1.5	－	0.000	かなり低い	0.000	なし
	2.0	6m	1.356	低い	0.018	軽微
	3.5	3m、4m、6m	7.654	高い	0.047	軽微
No. 5	1.5	－	0.000	かなり低い	0.000	なし
	2.0	6m	0.615	低い	0.006	軽微
	3.5	3m、4m、6m	7.928	高い	0.045	軽微
No. 6	1.5	5m	1.645	低い	0.080	小
	2.0	5m、7m	4.211	低い	0.093	小
	3.5	5m、7m	8.249	高い	0.100	中
No. 7	1.5	－	0.000	かなり低い	0.000	なし
	2.0	4m	1.920	低い	0.033	軽微
	3.5	4m、7m	7.124	高い	0.048	軽微
No. 8	1.5	4m	0.803	低い	0.039	軽微
	2.0	4m	2.589	低い	0.052	小
	3.5	4m	4.886	低い	0.104	中
No. 9	1.5	3m、4m	3.971	低い	0.095	小
	2.0	3m、4m	6.857	高い	0.104	中
	3.5	3m、4m、6m	13.024	高い	0.153	中

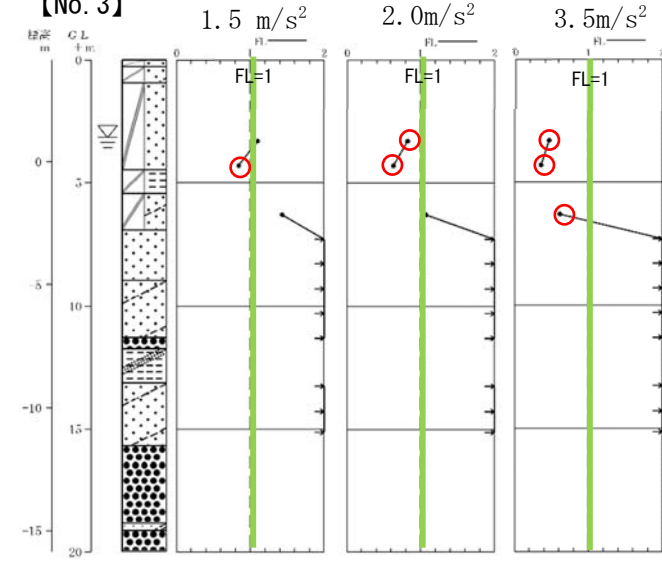
【No. 1】



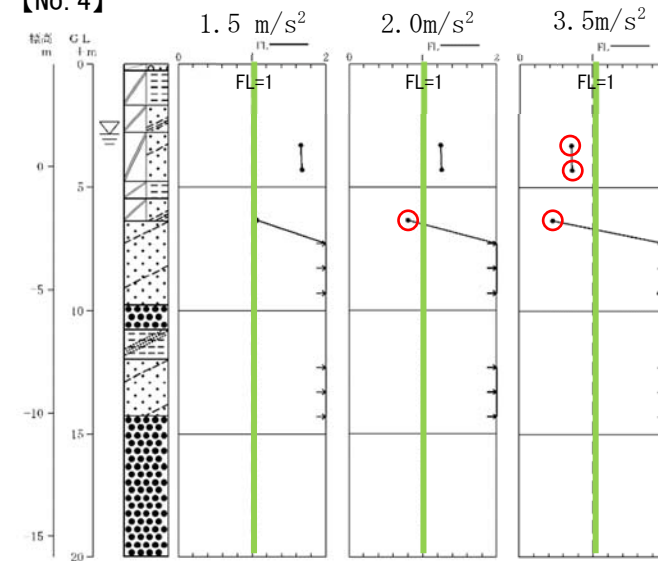
【No. 2】



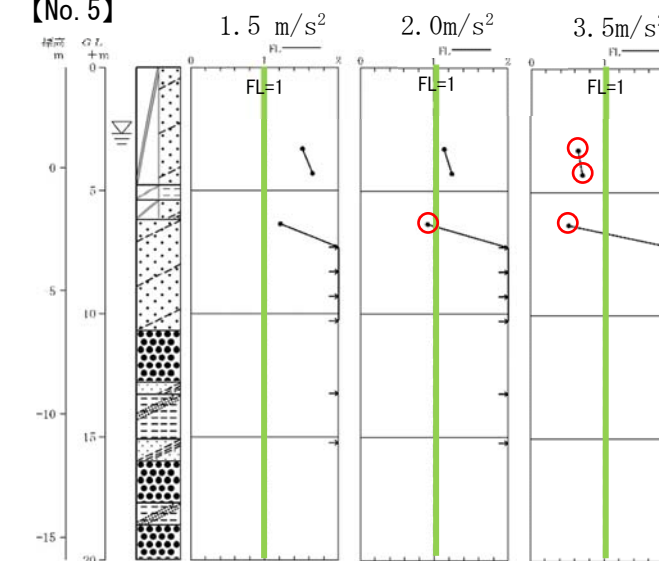
【No. 3】



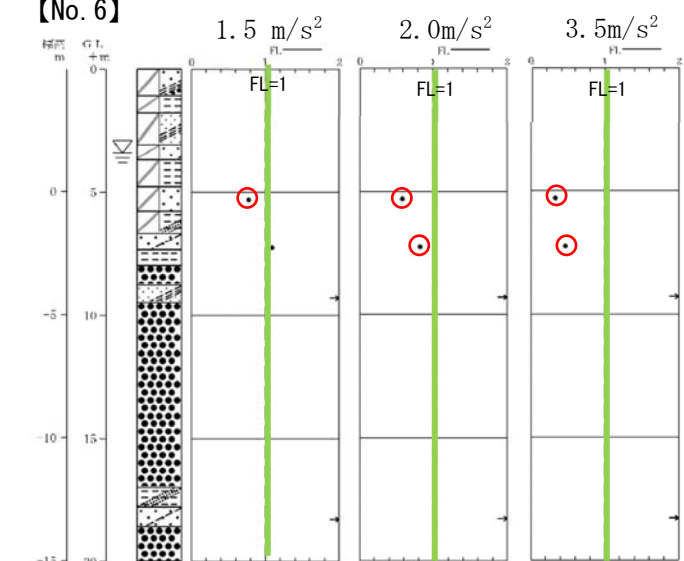
【No. 4】



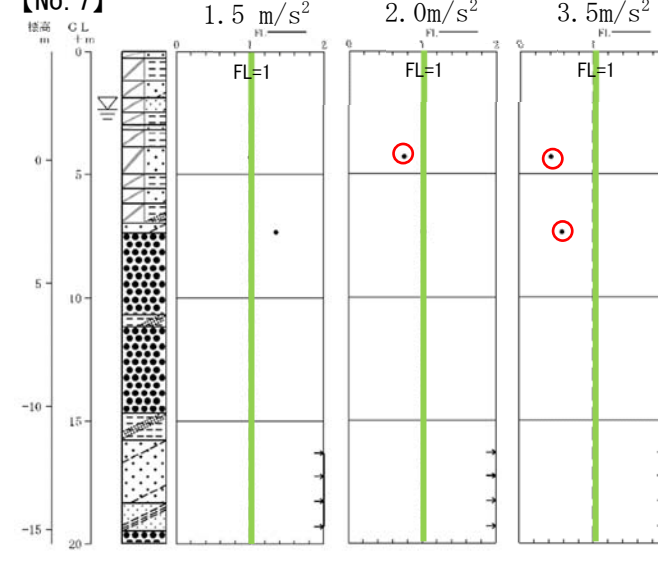
【No. 5】



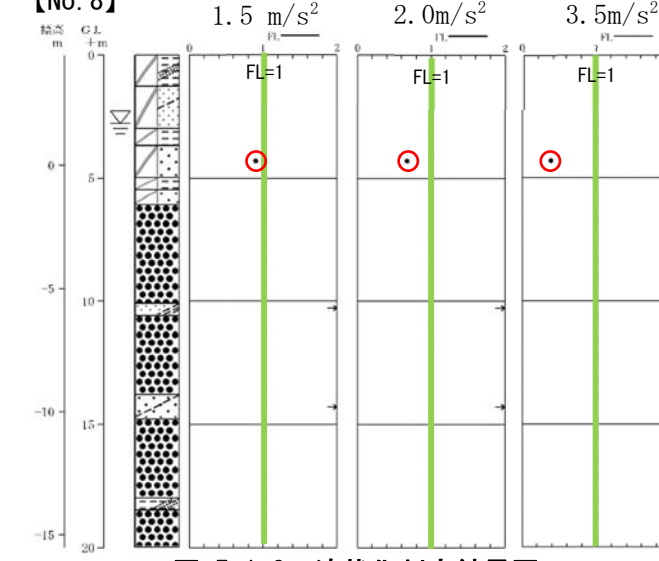
【No. 6】



【No. 7】



【No. 8】



【No. 9】

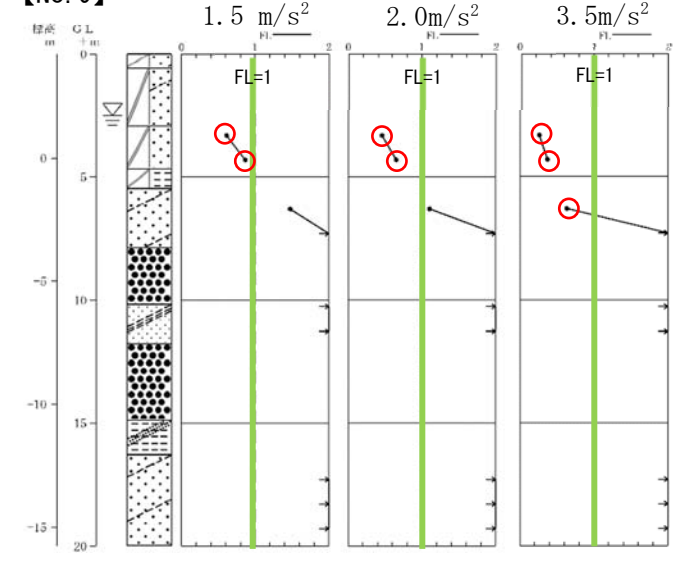


图 5.1.2 液状化判定結果図

○ $FL \leq 1$

5.2 支持地盤について

調査地に計画される建造物は、庁舎本体(Bor. No. 5～9)と立体駐車場 (Bor. No. 1～4) である。

調査地の地層は、新第三紀鮮新世の常滑累層が分布しており、支持地盤の候補となる。本層は地層構成がやや複雑で傾斜構造を有する特徴がある。

<庁舎本体>

建屋規模は SRC 造 5 階建てで、免震構造である。

基礎底盤位置は H=0m 付近に計画されており、それ以深が支持地盤の検討対象となる。

本調査で確認された常滑累層は、比較的堅固な地盤であるが、盛土との境界付近は N 値が 10 以下と低い傾向にある。これらを除外し、おおよそ $N \geq 30$ の深度を選定すると H=-4m 以深が支持地盤として考えられる (支持地盤①)。ただし、No. 3 付近では、H=-7m 付近まで $N < 30$ の Ts1 層が続くため留意が必要である。

また、特定の地層を支持地盤として選定する場合は、Tc2 層以深が $N \geq 30$ を示しているため、妥当であると考えられる (支持地盤②)。ただし、No. 6 の 7m (Tc2 層であり、盛土との層境) は $N=6$ と低強度を示すため留意が必要である。

<立体駐車場>

ボーリング No. 1～4 の結果より、計画建造物の規模を考慮すると、常滑累層の出現深度=支持地盤 (おおよそ $N \geq 20$) として挙げられる。

ただし、No. 2 の最上部は $N=9$ を示すため留意が必要である。

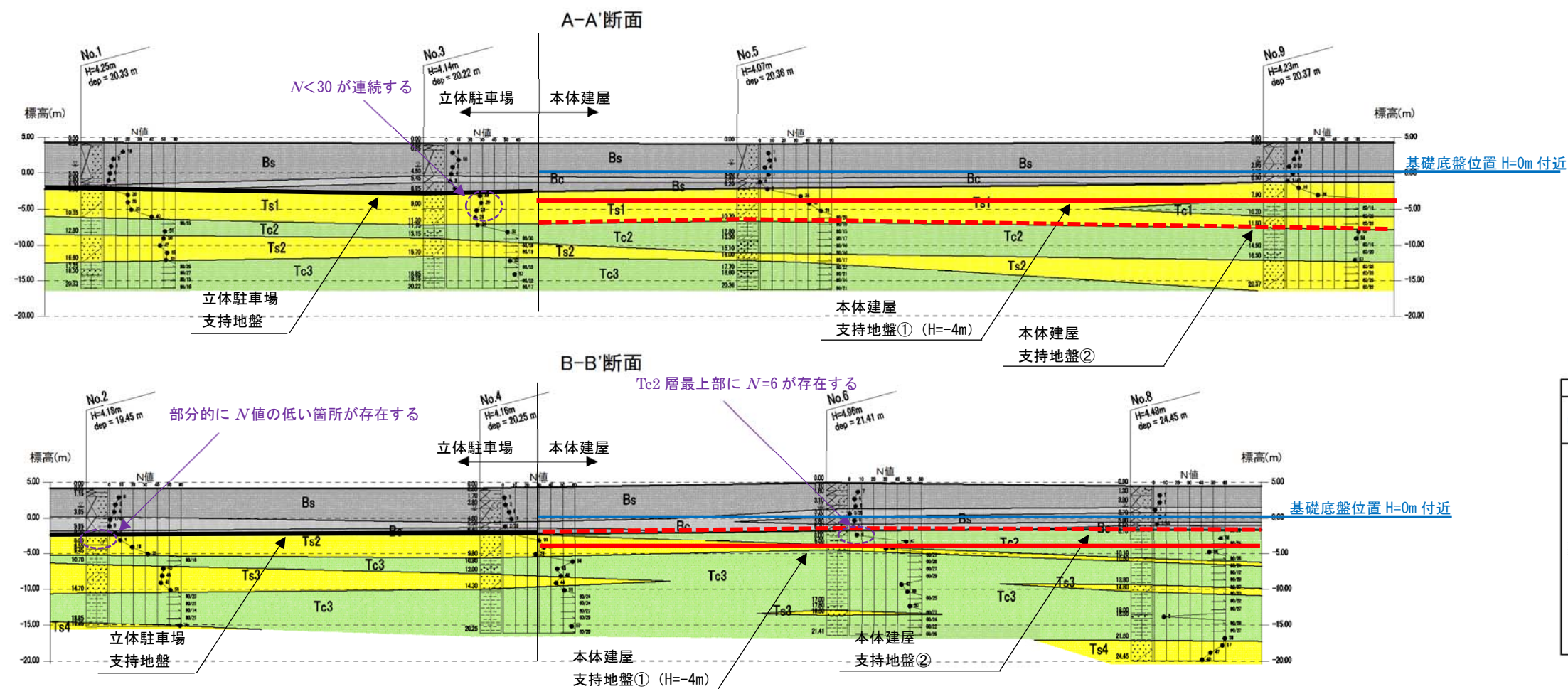


図 5.2.1 地質推定断面図 1 (Not to Scale)

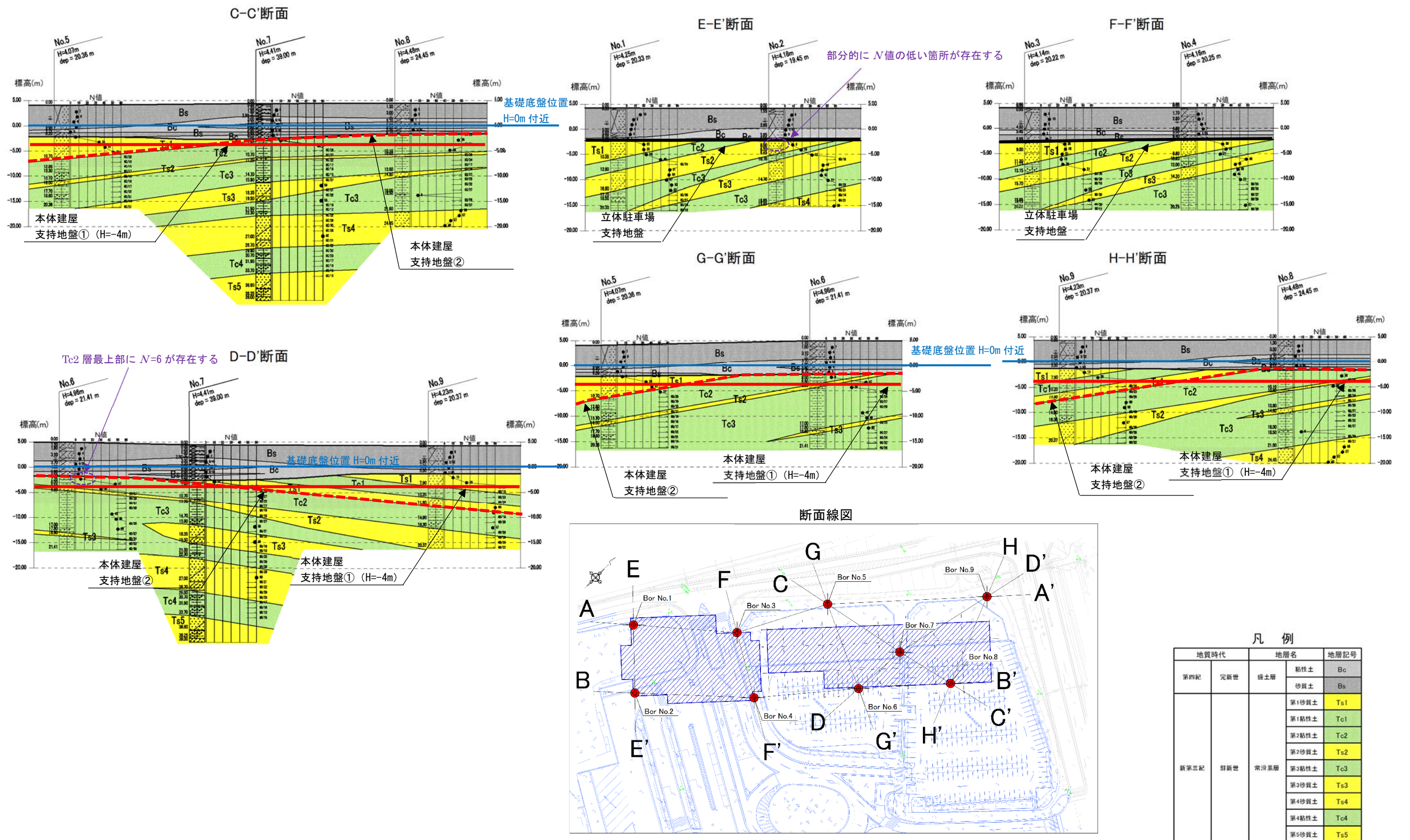
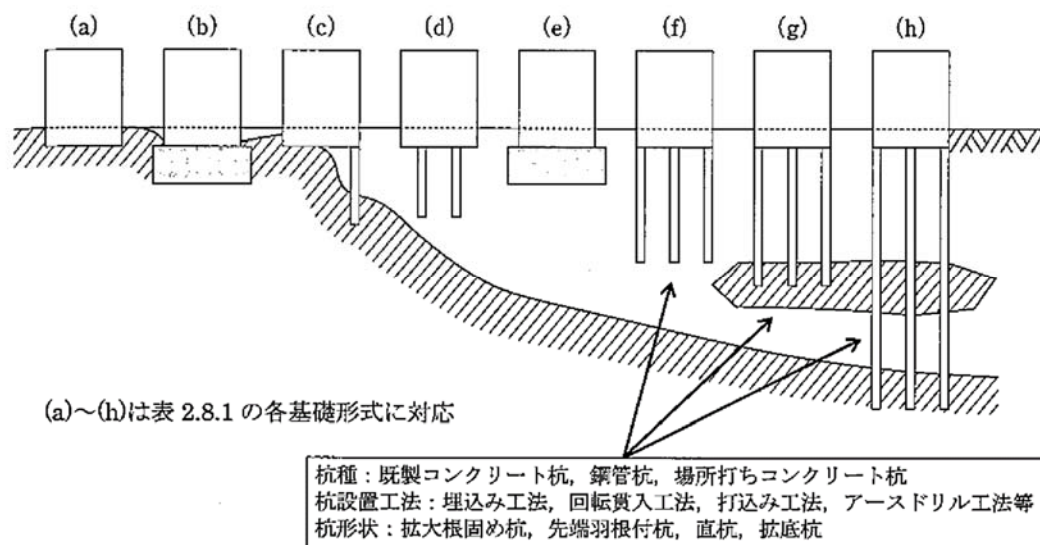


図 5.2.2 地質推定断面図 2 (Not to Scale)

5.3 基礎形式について

構造物の基礎形式は、支持地盤の状況によって区分される。以下、日本建築学会〔建築基礎構造設計指針（2019）〕から基礎の適用条件について抜粋する。



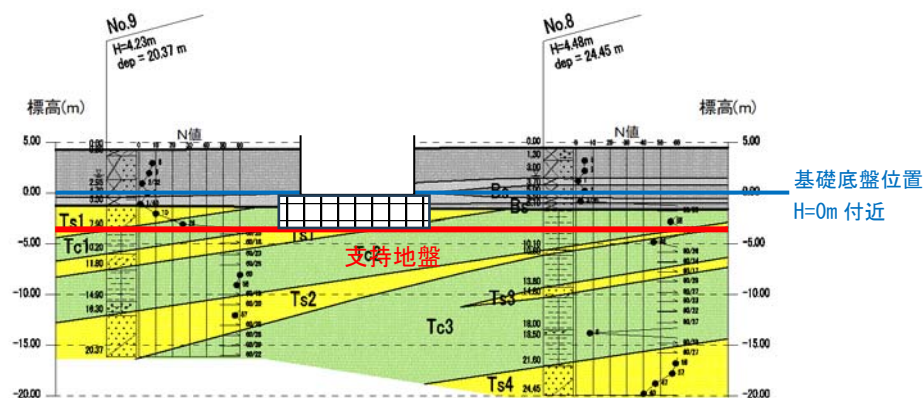
基礎形式	基礎部材	検討事項	本文該当章
(a) 直接基礎	基礎スラブ（べた基礎）、フーチング（連続基礎、独立基礎）、基礎梁	地盤の鉛直支持力、滑動抵抗力、即時沈下、圧密沈下、液状化、凍結深度、地下水位	5 章
(b), (e) 直接基礎＋地盤改良（ラップルコンクリート地盤を含む）	同上	改良地盤の鉛直（水平）支持力、改良地盤の滑動抵抗力、支持地盤の鉛直支持力、即時沈下、圧密沈下、液状化、凍結深度、地下水位	5 章
(c) 異種基礎	基礎スラブ（べた基礎）、フーチング（連続基礎、独立基礎）、基礎梁、杭基礎（摩擦杭、薄層支持杭、支持杭）	直接基礎、杭基礎の検討事項、境界部応力、基礎のねじれ	8 章
(d) バイルド・ラフト基礎	基礎スラブ、基礎梁、杭体	直接基礎、杭基礎の検討事項、杭とラフトの（鉛直・水平）荷重分担	7 章
(f) 杭基礎（摩擦杭）	パイルキャップ、杭頭接合部、基礎梁、杭体、杭体継手部	杭の鉛直支持力、引抜き抵抗力、水平抵抗力、負の摩擦力、即時沈下、圧密沈下、液状化、杭体（軸力、曲げ、せん断）応力、杭頭接合部応力、杭体継手部応力	6 章
(g) 杭基礎（薄層支持杭）			
(h) 杭基礎（支持杭）			

（出典：「建築基礎構造設計指針」日本建築学会 2019）

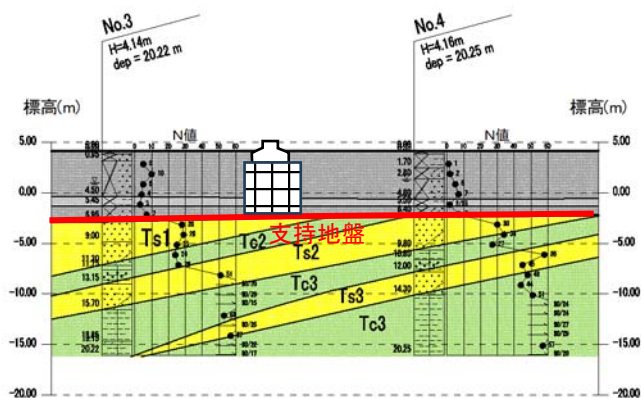
図 5.3.1 支持地盤の深度と適用可能な基礎形式

基礎形式としては、支持地盤までの深度を考慮すると、庁舎本体（支持地盤①②）および立体駐車場ともに、地盤改良併用の直接基礎形式が考えられる（図 5.3.1 (b)）。

図 5.3.2 に基礎形式図を示す。



(i) 庁舎本体（支持地盤①の場合、支持地盤②の場合も同様）



(ii) 立体駐車場

図 5.3.2 基礎形式図 (Not to Scale)

5.4 土質面からみた設計・施工上の留意点

(1) 支持地盤について

庁舎本体の支持地盤に関しては、 $H=-4\text{m}$ 以深は $N \geq 30$ が安定して続いてはいるが、No. 3 付近では、 $H=-7\text{m}$ 付近まで $N < 30$ の Ts1 層が続くため留意が必要である。Tc2 層以深を支持地盤とする場合は、No. 6 の 7m (Tc2 層であり、盛土との層境) は $N=6$ と低強度を示すため留意が必要である。

立体駐車場は常滑累層の出現深度=支持地盤として考えられるが、No. 2 の最上部は $N=9$ を示すため留意が必要である。

なお、盛土との層境部分は低強度を示す箇所がみられるため、施工時には改良機の掘削抵抗などにより高強度の地盤を確実に確認されたい。また、支持力チェックのために、平板載荷試験を実施することが望ましい。

(2) 地下水位について

地下水位は、 $H=1 \sim 2\text{m}$ 付近に存在すると考えられる。

調査地は海岸沿岸部の埋立地上にあり、地下水位は潮の干満や季節や降雨により影響を受ける。

地下水位は計画掘削深度より浅いため、排水工法や止水工法を適用する必要がある。

止水性の高い土留めを適用することが必須と考えられるが、盛土下位の常滑累層は地層が傾斜し、不透水層と透水層が互層になっているため、全域にわたって不透水層に根入れをすることが難しい。したがって、排水工法も併用する必要があると考えられる。なお、固結シルトは硬質であるため、剛性の高い土留めを適用されたい。また、地下水位を低下させる場合は、Bc 層で圧密沈下が発生する可能性があるため留意が必要である。

(3) Bc 層の圧密沈下について

圧密試験結果より、Bc 層は $80 (\text{kN/m}^2)$ 程度の過圧密状態であったため、過圧密分以上の上載荷重が発生しない限り、圧密沈下は発生しないといえる。

ただし、試験を実施した箇所は盛土層であるため、値のバラツキに留意が必要である。

(4) 工学的基盤面について

本調査では、No. 7 の GL-11.20m の Tc3 層以深で $V_s > 400 (\text{m/s})$ を示した。

しかし、No. 8 地点では Ts4 層で N 値が連続して 50 以下となり、 $V_s > 400 (\text{m/s})$ を確認できない可能性があると考えられた。

そこで、本調査では Ts4 層より下位層で $V_s > 400 (\text{m/s})$ を確認することとし、GL-28.70m 以深の固結粘性土 (Tc4 層) で $V_s > 400 (\text{m/s})$ を確認できたことから、GL-28.70m が調査地の工学的基盤面として妥当であると判断できる。

(5) 調査地の地盤種別について

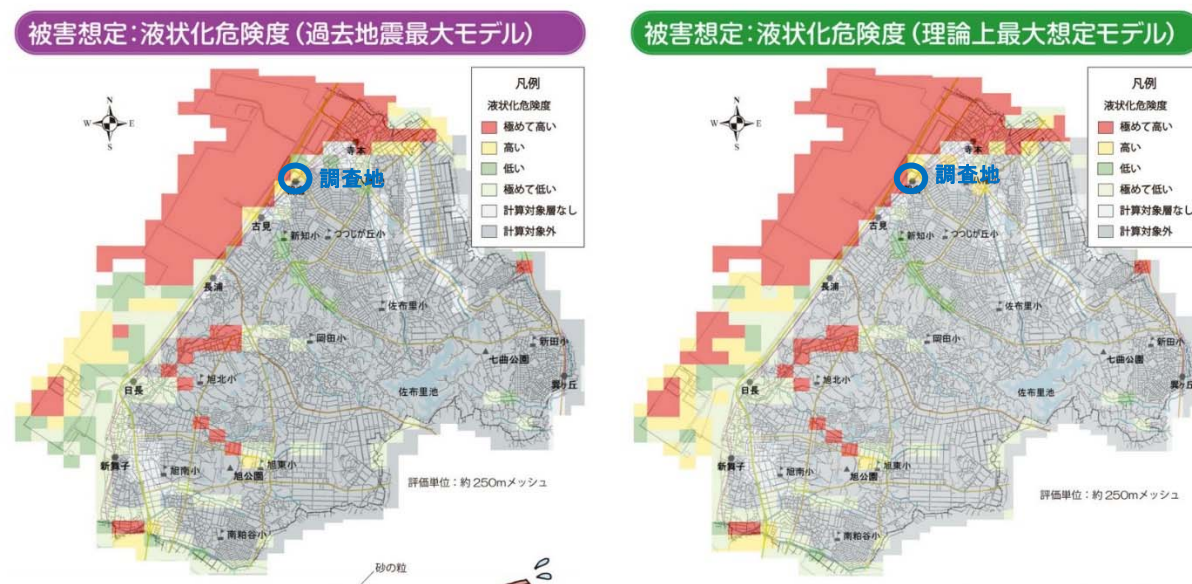
常時微動結果より、調査地における卓越周期は 0.24～0.33 秒付近であることから、地盤種別は第二種地盤であるといえる。

(6) 液状化について

液状化判定結果より、 1.5 、 2.0 、 3.5m/s^2 の場合は液状化が発生する可能性があるとは判定された。PL 値では、 1.5m/s^2 の場合は「液状化の危険度がかなり低い～低い」、 2.0 及び 3.5m/s^2 の場合は「液状化の危険度が低い～高い」であった。また、 D_{cy} では 1.5m/s^2 の場合は「液状化の程度はなし～小」、 2.0 及び 3.5m/s^2 の場合は「液状化の程度は軽微～中」であった。

ここで、知多市が提供している液状化ハザードマップを図 5.4.1 に示す。これによれば、過去地震最大モデルおよび理論上最大想定モデルともに、液状化危険度は「高い（一部極めて高い）」に該当し、調査結果の 3.5m/s^2 の場合とほぼ一致する結果となった。

なお、設計時には、杭の周面摩擦力を考慮しない等の配慮が必要である。

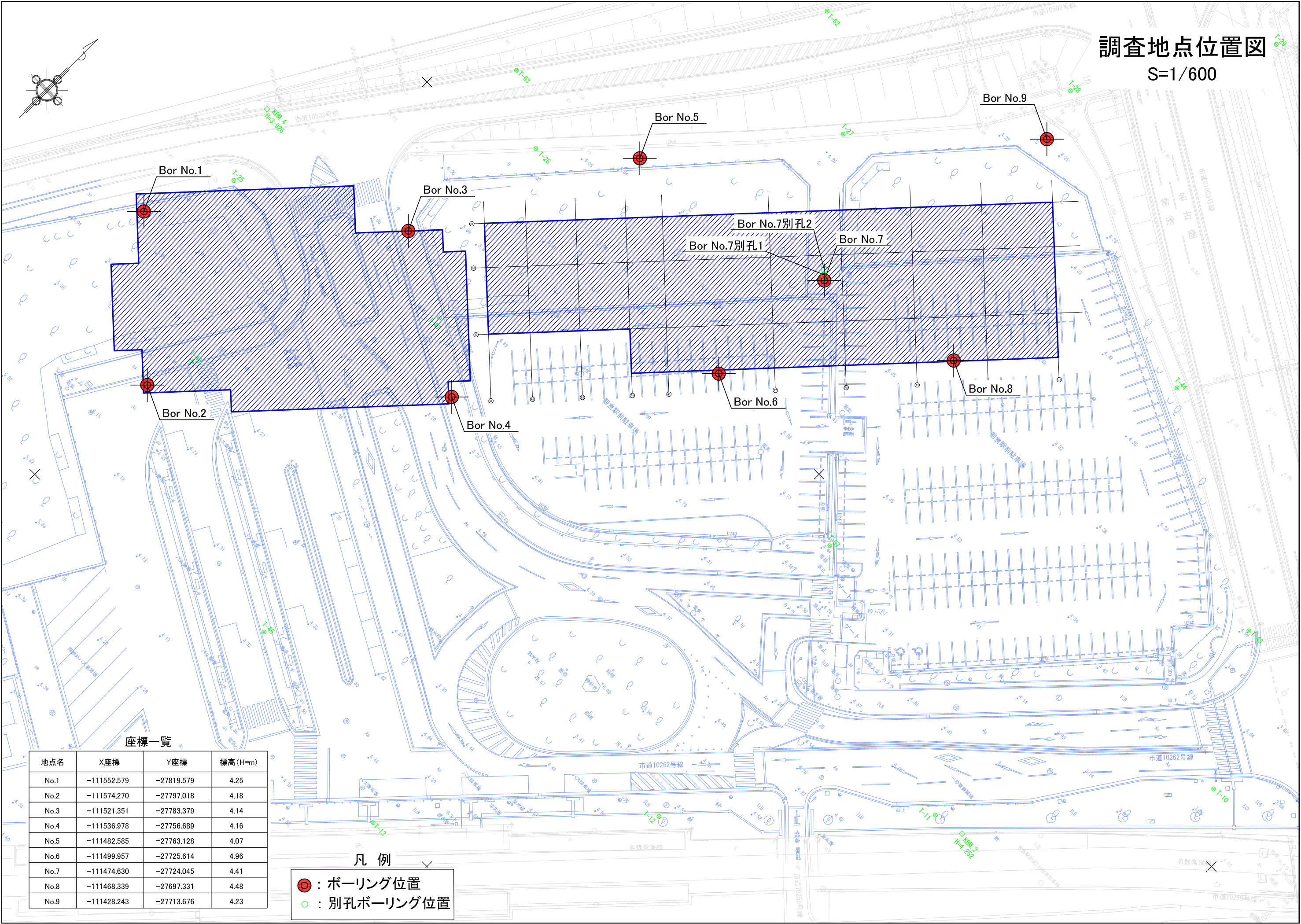


(出典: 知多市ホームページ)

図 5.4.1 液状化ハザードマップ

調査地点位置図

S=1/600



ボーリング柱状図

調 査 名 知多市新庁舎等設計委託に伴う地盤調査

ボーリングNo.	5	1	0	6	0	1	N	T			
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

事業・工事名

シート No.

ボーリング名	No. 1		調査位置		愛知県知多市緑町25番地1他						北緯	34° 59' 38.70"	
発注機関	知多市				調査期間		令和5年6月15日～5年6月19日				東経	136° 51' 42.89"	
調査業者名	株式会社アオイテック 電話(052-917-1821)		主任技師		現場代理人		桑原常晃		コア鑑定者 桑原常晃		ボーリング責任者	松本要	
孔口標高	H=4.25m	角 度	方 向	地盤勾配 鉛直 90°	使用機種	試錐機	カノKR-100H			ハンマー 落下用具	半自動落下装置		
総掘進長	20.33m					エンジン	ヤンマーNFD-10			ポンプ	カノV-6		

[illegible]

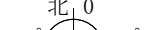
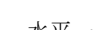
ボーリング柱状図

調 査 名 知多市新庁舎等設計委託に伴う地盤調査

ボーリングNo.	5	1	0	6	0	1	N	T			
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

事業・工事名

シート No.

ボーリング名	No.2			調査位置		愛知県知多市緑町25番地1他						北緯	34°59'38.00"			
発注機関	知多市					調査期間		令和5年6月19日～5年6月20日				東経	136°51'43.78"			
調査業者名	株式会社アオイテック 電話(052-917-1821)			主任技師		現代理人		桑原常晃		コ鑑定者		桑原常晃		ボーリング責任者	松本要	
孔口標高	H=4.18m	角 度		方 向		地盤勾配		使用機種	試錐機	カノKR-100H			ハンマー落下用具	半自動落下装置		
総掘進長	19.45m								エンジン	ヤンマーNFD-10			ポンプ	カノV-6		

[illegible]

ボーリング柱状図

調 査 名 知多市新庁舎等設計委託に伴う地盤調査

ボーリングNo.	5	1	0	6	0	1	N	T			
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

事業・工事名

シート No.

ボーリング名	No.3			調査位置		愛知県知多市緑町25番地1他						北緯		34°59'39.72"			
発注機関	知多市					調査期間		令和5年6月20日～5年6月21日				東経		136°51'44.31"			
調査業者名	株式会社アオイテック 電話(052-917-1821)			主任技師		現場代理人		桑原常晃		コア鑑定者		桑原常晃		ボーリング責任者		松本要	
孔口標高	H=4.14m	角 180° 上 90° 下 0° 度	方 北, 0° 270° 西 90° 東 180° 南 向	地盤勾配 鉛直 90° 水平 0°	使用機種	試錐機	カノKR-100H				ハンマー落下用具	半自動落下装置					
総掘進長	20.22m					エンジン	ヤンマーNFD-10				ポンプ	カノV-6					

[illegible]

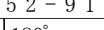
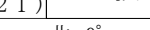
ボーリング柱状図

調 査 名 知多市新庁舎等設計委託に伴う地盤調査

ボーリングNo.	5	1	0	6	0	1	N	T			
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

事業・工事名

シート No.

ボーリング名	No.4				調査位置		愛知県知多市緑町25番地1他					北緯	34°59'39.21"		
発注機関	知多市						調査期間		令和5年6月20日～5年6月23日			東経	136°51'45.37"		
調査業者名	株式会社アオイテック 電話(052-917-1821)				主任技師		現場代理人		桑原常晃 コ鑑定者		桑原常晃		ボーリング責任者	野口恒雄	
孔口標高	H=4.16m	角 度		方 向		地盤勾配		使用機種	試錐機	カノKR-100H		ハンマー落下用具	半自動落下装置		
総掘進長	20.25m								エンジン	ヤンマーNFD-10		ポンプ	カノV-6		

[illegible]

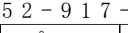
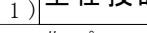
ボーリング柱状図

調 査 名 知多市新庁舎等設計委託に伴う地盤調査

ボーリングNo.	5	1	0	6	0	1	N	T			
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

事業・工事名

シート No.

ボーリング名	No.5				調査位置		愛知県知多市緑町25番地1他						北緯	34°59'40.98"			
発注機関	知多市						調査期間		令和5年6月17日～5年6月21日				東経	136°51'45.11"			
調査業者名	株式会社アオイテック 電話(052-917-1821)				主任技師		現場代理人		桑原常晃		コ鑑定者		桑原常晃		ボーリング責任者	梶原良仁	
孔口標高	H=4.07m	角 度		方 向		地盤勾配		使用機種	試錐機	カノKR-50H			ハンマー落下用具	半自動落下装置			
総掘進長	20.36m								エンジン	ヤンマーNFD-9			ポンプ	カノV-5			

標尺	標高	層厚	深度	柱状	土質区分	色調	相対密度	相対稠度	記事	孔内水位(m)／測定月日	標準貫入試験					原位試験		試料採取			室内試験(月日)	掘進						
											深	10cm ごと			打撃回数／貫入量 (cm)	N 値	深	試験名 および結果	深	試料番号			採取方法					
												度	0	10										20	度	度	度	
(m)	(m)	(m)	(m)	図	分	調	度	度	事		(m)	10	20	30		(m)		(m)	号	方	号	日	日					
1					盛土 (シルト混り砂)	褐灰	灰		0.20mまで木根混入 粒子不均一な細砂～粗砂 2mまで粒子細かい 全体にシルト分混在 φ2～5mmの細礫点在 貝殻片混入 3m付近より含水高位	6/20 2.70	1.15	2	2	3	7 30													
2												1.45	3	2	3								8 30					
3												2.15												2.45				
4												3.15	1	1	2								4 30	3.45				
5	-0.73	4.80	4.80									4.15	2	3	2								7 30	4.45				
6	-1.33	0.60	5.40	盛土 (シルト)	灰				粘性高位 含水高位 所々、シルト質砂を薄層に挟む	5.15	モンケン自沈				0 30													
7	-2.13	0.80	6.20	盛土 (シルト質砂)	暗灰				粒子不均一な細砂～粗砂 貝殻片混入	5.45	1	2	3	6 30														
8					シルト混り砂	黄灰	灰	黄緑	密な	非常に密な		6.15	9	11	14	34 30												
9													6.45	12	14	15							41 30					
10	-6.63	4.50	10.70										7.15	14	17	20							51 30					
11													8.15	11	23	26 8							60 28					
12													8.45	27	33 9								60 19					
13	-8.73	2.10	12.80	固結シルト	灰				粘性低位 含水低位 炭化物混入	11.34	29	31 5		60 15														
14	-9.23	0.50	13.30	シルト質細砂	緑灰				粒径均一な細砂 一様にシルト分混在 含水中位	12.15	24	36 7		60 17														
15					固結砂質シルト	暗青灰		非常に硬い	粘性低位 含水低位 全体に細砂混在 下部は少なくなる	13.32	22	38 6		60 16														
16	-11.03	1.80	15.10								14.15	23	37 6		60 16													
17											15.15	25	35 7		60 17													
18	-11.93	0.90	16.00							固結シルト	暗緑灰				粘性低位 含水低位	16.32	23	28	9 2	60 22								
19	-13.63	1.70	17.70							固結砂質シルト	暗灰				粘性低位 含水低位 全体に細砂混在 所々、砂質土優勢となる	17.15	16	38	6 1	60 21								
20	-14.53	0.90	18.60	固結シルト	暗緑灰				粘性低位 含水低位 炭化物混入	18.36	39	21 4		60 14														
	-16.29	1.76	20.36							19.05	24	31	5 1	60 21														
										19.19																		
										20.15																		
										20.36																		

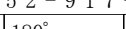
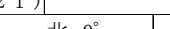
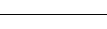
ボーリング柱状図

調 査 名 知多市新庁舎等設計委託に伴う地盤調査

ボーリングNo.	5	1	0	6	0	1	N	T			
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

事業・工事名

シート No.

ボーリング名	No.6			調査位置		愛知県知多市緑町25番地1他						北緯	34°59'40.42"	
発注機関	知多市					調査期間		令和5年6月15日～5年6月17日				東経	136°51'46.59"	
調査業者名	株式会社アオイテック 電話(052-917-1821)			主任技師		現場代理人		桑原常晃		コア鑑定者 桑原常晃		ボーリング責任者	野口恒雄	
孔口標高	H=4.96m	角 度		方 向		地盤勾配		使用機種	試錐機	カノKR-100H		ハンマー落下用具	半自動落下装置	
総掘進長	21.41m								エンジン	ヤンマーNFD-10		ポンプ	カノV-6	

標 尺	層 高 (m)	厚 (m)	深 度 (m)	柱 状 図	土 質 区 分	色 調	相 対 密 度	相 対 稠 度	記 事	孔内水位(m)／測定月日	標準貫入試験						原位置試験		試料採取			室内試験(掘進) 月日	
											深 度 (m)	10cmごとの打撃回数			打撃回数／貫入量(cm)		N値	深度(m)	試験名および結果	深度(m)	試験番号		採取方法
												0	10	20									
												〃	〃	〃									
(m)	(m)	(m)	(m)							(m)	(m)	(m)	号	方	()								
1	3.86	1.10	1.10	[Symbol]	盛土(礫混りシルト質砂)	灰			0.05mまでアスファルト 0.20mまで改良土 以深、粒子不均一な細砂～粗砂 φ2〜20mmの亜角〜角礫混在	6/15 3.40	1.15	2	3	2	7 / 30								
	3.16	0.70	1.80	[Symbol]	盛土(シルト)	灰			粘性高位 含水高位 全体に細砂混在		1.45												
2				[Symbol]	盛土(シルト質細砂)	褐灰			粒径均一な細砂 一樣にシルト分混在 含水低位		2.15	1	1	2	4 / 30								
				[Symbol]	盛土(シルト質砂)	灰			粒子不均一な細砂～中砂 全体にシルト分混在 貝殻片混入 含水中位		2.45												
3	1.86	1.30	3.10	[Symbol]	盛土(シルト質砂)	灰			粒子不均一な細砂～中砂 全体にシルト分混在 貝殻片混入 含水中位		3.15	1	2	2	5 / 30								
	1.26	0.60	3.70	[Symbol]	盛土(シルト)	灰			粘性高位 含水高位		3.45												
4				[Symbol]	盛土(シルト)	灰			粘性高位 含水高位		4.15					0 / 35							
	0.16	1.10	4.80	[Symbol]	盛土(砂)	暗灰			粒子不均一な細砂～中砂 含水高位		モシケン自沈	4.50											
5	-0.84	1.00	5.80	[Symbol]	盛土(砂)	暗灰			粒子不均一な細砂～中砂 含水高位		5.15	2	1	1	4 / 30								
				[Symbol]	盛土(砂質シルト)	緑灰			粘性中位 含水高位 全体に砂分混在 φ2mmの細礫点在 貝殻片混入	5.45													
6	-1.74	0.90	6.70	[Symbol]	盛土(砂質シルト)	緑灰			粘性中位 含水高位 全体に砂分混在 φ2mmの細礫点在 貝殻片混入	6.15	1	1	1	3 / 30						6-P6	○	密度、粒度	
	-2.39	0.65	7.35	[Symbol]	シルト混り砂	褐			粒子不均一な細砂～中砂 全体にシルト分混在 含水中位	6.45													
7	-2.39	0.65	7.35	[Symbol]	シルト混り砂	褐			粒子不均一な細砂～中砂 全体にシルト分混在 含水中位	7.15	2 / 15	1 / 5	3	6 / 30						6-P7	○	細粒分	
	-3.04	0.65	8.00	[Symbol]	シルト	灰			粘性中位 含水中位	7.45													
8	-3.04	0.65	8.00	[Symbol]	シルト	灰			粘性中位 含水中位	8.15	13	16	18	47 / 30									
	-3.84	0.80	8.80	[Symbol]	固結シルト	緑灰		非常に硬い	粘性低位 含水低位	8.45													
9	-4.54	0.70	9.50	[Symbol]	シルト質細砂	灰	中ぐらい		粒径均一な細砂 一樣にシルト分混在 含水高位	9.15	8	10	12	30 / 30									
				[Symbol]	シルト	灰			粘性低位 含水低位 全体に細砂混在 所々、細砂多く、固結砂質シルトとなる	9.45													
10				[Symbol]	シルト	灰			粒径均一な細砂 一樣にシルト分混在 含水高位	10.15	17	24	19 / 7	60 / 27									
				[Symbol]	シルト	灰			粘性低位 含水低位 全体に細砂混在 所々、細砂多く、固結砂質シルトとなる	10.42	12	16	32 / 8	60 / 28									
11				[Symbol]	シルト	灰			粒径均一な細砂 一樣にシルト分混在 含水高位	11.05	12	16	32 / 8	60 / 28									
				[Symbol]	シルト	灰			粘性低位 含水低位 全体に細砂混在 所々、細砂多く、固結砂質シルトとなる	11.33	16	23	21 / 7	60 / 27									
12				[Symbol]	シルト	灰			粒径均一な細砂 一樣にシルト分混在 含水高位	12.05	16	23	21 / 7	60 / 27									

ボーリング柱状図

調 査 名 知多市新庁舎等設計委託に伴う地盤調査

ボーリングNo.	5	1	0	6	0	1	N	T			
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

事業・工事名

シート No.

ボーリング名	No. 7				調査位置		愛知県知多市緑町25番地1他						北緯	34° 59' 41.24"		
発注機関	知多市						調査期間	令和 5年 6月 23日 ~ 5年 7月 3日					東経	136° 51' 46.65"		
調査業者名	株式会社アオイテック 電話 (052-917-1821)				主任技師		現 場 代 理 人		桑原常晃		コ 鑑 定 者	桑原常晃		ボーリング責任者	梶原良仁	
孔 口 標 高	H=4.41m	角 度		方 向		地盤勾配		使用機種	試 錐 機	カノKR-50H			ハンマー落下用具	半自動落下装置		
総掘進長	39.00m								エンジン	ヤンマーNFD-9			ポンプ	カノV-5		

標尺	標高 (m)	層厚 (m)	深度 (m)	柱状 図	土質 区分	色調	相対 密度	相対 稠度	記 事	孔内 水位 (m)／ 測定月日	標準貫入試験					原位試験		試験採取		室内 試験 (月 日	掘 進 月 日			
											深 度 (m)	10cm ごと の 打撃回数			打撃 回数／ 貫入量 (cm)	N 値	深 度 (m)	試験 名 および 結果	深 度 (m)			試験 料 番 号	採取 方 法	
												0 〃 10	10 〃 20	20 〃 30										
1	4.11	0.30	0.30		盛土(シルト混り砂)	茶褐			表層に木根混入 φ2〜30mmの亜角〜亜円礫点在	6/23	1.15	1	2	2	5 30									
2	3.21	0.90	1.20		盛土(シルト)	褐〜茶褐			粘性高位 含水高位 固結シルト片混在	2/35	1.45													
3	2.51	0.70	1.90		盛土(シルト混り砂)	褐灰			粒子不均一な細砂〜中砂		2.15	1 15	1 15		2 30									
4	1.91	0.60	2.50		盛土(シルト)	暗灰			粒子均一な細砂 全体にシルト分混在		2.45													
5	1.41	0.50	3.00		質細砂	暗灰			含水高位		3.15				0 45									
6	1.21	0.20	3.20		盛土(シルト)	灰			シルトと砂質シルトの互層状である		3.60		モンケン		自沈									
7	0.51	0.70	3.90		盛土(シルト混り砂)	暗灰			粒子不均一な細砂〜粗砂 全体にシルト分混在 貝殻片混入 含水高位		4.15	3	2	2	7 30									
8	-0.59	1.10	5.00		盛土(シルト)	暗灰			粘性高位 含水高位 貝殻片混入		4.45													
9	-1.19	0.60	5.60		盛土(砂)	暗灰			粒子不均一な細砂〜粗砂 貝殻片混入 含水高位		5.15				0 45									
10	-1.79	0.60	6.20		盛土(シルト)	暗灰			粘性高位 含水高位 所々、砂を互層状に挟む		5.60		モンケン		自沈									
11	-1.79	0.60	6.20		盛土(シルト質砂)	灰			粒子不均一な細砂〜粗砂 φ2〜5mmの細礫点在 貝殻片混入 含水高位		6.15	1 30			1 30									
12	-2.59	0.80	7.00		盛土(礫混り砂質シルト)	淡緑灰			粘性高位 含水高位 φ2〜20mm, max φ50mmの亜角〜亜円礫混在 6.80〜7.00m間は砂礫である		7.15	4	3	3	10 30									
13	-2.99	0.40	7.40		シルト混り砂	暗青灰			粒子不均一な細砂〜粗砂 全体にシルト分混在 φ2〜5mmの細礫点在 含水高位		7.45													
14					固結シルト	緑灰〜淡茶褐	非常に硬い		粘性低位 含水低位 炭化物混入		8.15	14	17	24	55 30									
15	-6.29	3.30	10.70		固結砂質シルト	灰〜暗灰			粘性低位 含水低位 所々、シルト質砂を薄層に挟む		8.45													
16	-6.79	0.50	11.20		シルト	黒灰〜緑灰	非常に硬い		粘性低位 含水低位 所々、炭化物混入 亜炭を薄層に挟む		9.15	18	20	22 8	60 28									
17					固結砂質シルト	緑灰	非常に硬い		粘性低位 含水低位 全体に砂分混在 炭化物混入		9.43													
18	-10.29	3.50	14.70		シルト混り砂	暗灰	非常に硬い		粒子不均一な細砂〜粗砂 全体にシルト分混在 φ2〜5mmの細礫点在 18.20〜18.35m間に固結シルトを挟む		10.15	15	19	26 7	60 27									
19	-11.39	1.10	15.80		シルト質細砂	灰〜暗灰	非常に密な		粒子均一な細砂 全体にシルト分混在 含水中位		10.42													
20	-15.09	1.15	19.50		固結シルト	緑灰	非常に硬い		粘性低位 含水低位 所々、若干の細砂混在		11.15	19	33	8 2	60 22									
21	-17.09	2.00	21.50		固結砂質シルト	灰	非常に硬い		粘性低位 含水低位 全体に細砂を混在するが、所々、シルト質細砂状となる		11.37													
22	-17.89	0.80	22.30		シルト混り砂	灰〜暗灰	非常に密な		粒子不均一な細砂〜粗砂 全体にシルト分混在 φ2〜5mmの細礫点在 28.00〜28.20m間はシルト質砂 含水															

[illegible]

ボーリング柱状図

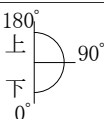
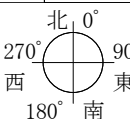
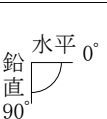
調 査 名 知多市新庁舎等設計委託に伴う地盤調査

ボーリングNo.	5	1	0	6	0	1	N	T			
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

事業・工事名

事業・工事名

シートNo.

ボーリング名	No.7別孔1				調査位置	愛知県知多市緑町25番地1他						北緯	34°59'41.24"	
発注機関	知多市					調査期間	令和5年7月4日～5年7月5日					東経	136°51'46.65"	
調査業者名	株式会社アオイテック 電話(052-917-1821)				主任技師			現場代理人	桑原常晃	コ鑑 定 者	桑原常晃	ボーリング責任者	梶原良仁	
孔口標高	H=4.41m	角 度		方 向		地盤勾配		使用機種	試錐機	カノKR-50H		ハンマー落下用具		
総掘進長	6.10m								エンジン	ヤンマーNFD-9		ポンプ	カノV-5	

標尺 (m)	標高 (m)	層厚 (m)	深度 (m)	柱状図	土質区分	色調	相対密度	相対稠度	記事	孔内水位(m)／測定月日	標準貫入試験										原位試験		試料採取			室内試験(月日)	掘進				
											深度 (m)	10cmごとの打撃回数			打撃回数／貫入量 (cm)	N 値	深度 (m)	試験名および結果	深度 (m)	試験番号	採取方法										
												0	10	20								0	10	20	30			40	50	60	
	4.11	0.30	0.30		盛土(シルト混り砂)					7/4 3.20																					
1	3.21	0.90	1.20		盛土(シルト混り砂)																										
2	2.51	0.70	1.90		盛土(シルト混り砂)																										
3	1.41	0.50	3.00		盛土(シルト質細砂)																										
	1.21	0.20	3.20		盛土(シルト質細砂)																										
4	0.51	0.70	3.90		盛土(シルト混り砂)																	4.00	現場透水試験 k=4.47E-05 (m/s)	3.20	7-T3	①	物理, 一軸, 圧密, 動的変形	7/4			
5	-0.59	1.10	5.00		盛土(シルト)																4.50		3.70								
6	-1.19	0.60	5.60		盛土(砂)																5.60	現場透水試験 k=2.91E-05 (m/s)									
7	-1.69	0.50	6.10		盛土(シルト質砂)																	6.10									

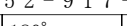
ボーリング柱状図

調 査 名 知多市新庁舎等設計委託に伴う地盤調査

ボーリングNo.	5	1	0	6	0	1	N	T			
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

事業・工事名

シート No.

ボーリング名	No.7 別孔2				調査位置		愛知県知多市緑町25番地1他					北緯	34° 59' 41.24"		
発注機関	知多市						調査期間		令和 5年 7月 5日 ~ 5年 7月 10日			東経	136° 51' 46.65"		
調査業者名	株式会社アオイテック 電話(052-917-1821)				主任技師		現代場 代理人		桑原常晃 コ鑑 定 者		桑原常晃		ボーリング 責 任 者	梶原良仁	
孔口標高	H=4.41m	角 度		方 向		地盤 勾配		使用 機種	試錐機	カノKR-50H		ハンマー 落下用具	カノV-5		
総掘進長	4.90m								エンジン	ヤンマーNFD-9		ポンプ			

[illegible]

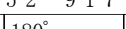
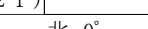
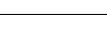
ボーリング柱状図

調 査 名 知多市新庁舎等設計委託に伴う地盤調査

ボーリングNo.	5	1	0	6	0	1	N	T			
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

事業・工事名

シート No.

ボーリング名	No. 8			調査位置		愛知県知多市緑町25番地1他					北緯	34° 59' 41.45"		
発注機関	知多市					調査期間		令和 5 年 6 月 17 日 ~ 5 年 6 月 20 日			東経	136° 51' 47.70"		
調査業者名	株式会社アオイテック 電話 (0 5 2 - 9 1 7 - 1 8 2 1)			主任技師		現場代理人		桑原常晃 コ 鑑 定 者		桑原常晃		ボーリング責任者	野口恒雄	
孔口標高	H=4.48m	角 度		方 向		地盤勾配		使用機種	試錐機	カノKR-100H		ハンマー落下用具	半自動落下装置	
総掘進長	24.45m								エンジン	ヤンマーNFD-10		ポンプ	カノV-6	

標尺	標高	層厚	深度	柱状図	土質区分	色調	相対密度	相対稠度	記事	孔内水位(m)／測定月日	標準貫入試験					原位試験		試料採取			室内試験(掘進月日)			
											深度	10cmごとの打撃回数			打撃回数／貫入量	深度	試験名および結果	深度	試験番号	採取方法				
												0	10	20										
																						〃	〃	〃
(m)	(m)	(m)	(m)							(m)		(m)		(m)										
1	3.18	1.30	1.30		盛土(砂質シルト)	暗灰			0.05mまでアスファルト 0.30mまで改良土 粘性中位 含水中位 不規則に砂分を混在	6/17 2.78 ▽	1.15	2 14	1 6	2	5 30									
2					盛土(シルト混り細砂)	灰			粒径均一な細砂 全体にシルト分混在 含水低位		1.45	2	2	1	5 30									
3	1.48	1.70	3.00		盛土(シルト)	灰			粘性高位 含水高位 貝殻片混入		2.15					5 30								
4	0.78	0.70	3.70		盛土(シルト)	灰			粘性高位 含水高位 貝殻片混入		2.45					5 30								
5	-0.52	1.30	5.00		盛土(砂)	暗灰			粒子不均一な細砂～粗砂 貝殻片混入		3.15	1 30				1 30								
6	-1.02	0.50	5.50		盛土(シルト)	灰			粘性高位 含水高位 貝殻片混入		3.45					1 30								
7	-1.62	0.60	6.10		盛土(シルト混り砂)	灰			粒子不均一な細砂～中砂 全体にシルト分混在		4.15	1	2	2		5 30								
8					固結シルト	暗青灰		非常に硬い	粘性低位 含水低位 一様に細砂を混在し、固結砂質シルトとなる箇所あり		4.45					5 30								
9					固結シルト	暗青灰		非常に硬い	粘性低位 含水低位 一様に細砂を混在し、固結砂質シルトとなる箇所あり		5.15	1	1 15	1		3 35								
10	-5.62	4.00	10.10		シルト質細砂	灰	非常に密な		粒径均一な細砂 一様にシルト分混在 含水低位		5.50	16	25	19 5		60 25								
11	-6.12	0.50	10.60		シルト質細砂	灰	非常に密な		粒径均一な細砂 一様にシルト分混在 含水低位		6.15													
12					固結シルト	灰		非常に硬い	粘性低位 含水低位 所々、細砂を混在		6.40	12	19	25		56 30								
13					固結シルト	灰		非常に硬い	粘性低位 含水低位 所々、細砂を混在		7.15													
14	-9.32	3.20	13.80		シルト混り砂	灰	非常に密な		粒子不均一な細砂～中砂 全体にシルト分混在 含水高位		7.45	17	26	17 4		60 24								
15	-10.32	1.00	14.80		シルト混り砂	灰	非常に密な		粒子不均一な細砂～中砂 全体にシルト分混在 含水高位		8.05													
16					固結シルト	灰		非常に硬い	粘性低位 含水低位 所々、細砂を混在		8.29													
17					固結シルト	暗青灰		非常に硬い	粘性低位 含水低位 所々、細砂を混在		9.15	13	16	17		46 30								
18	-13.52	3.20	18.00		砂質シルト	暗灰	締まった		粘性中位 含水中位 不規則に砂分混在		9.45													
19	-14.02	0.50	18.50		砂質シルト	暗灰	締まった		粘性中位 含水中位 不規則に砂分混在		10.15	12	28	20 6		60 26								
20					固結シルト	灰		非常に硬い	粘性低位 含水低位 所々、細砂を混在		10.41	19	24	17 4		60 24								

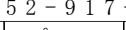
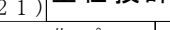
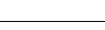
ボーリング柱状図

調 査 名 知多市新庁舎等設計委託に伴う地盤調査

ボーリングNo.	5	1	0	6	0	1	N	T			
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

事業・工事名

シート No.

ボーリング名	No.9			調査位置		愛知県知多市緑町25番地1他						北緯	34°59'42.75"	
発注機関	知多市					調査期間		令和5年6月15日～5年6月17日				東経	136°51'47.05"	
調査業者名	株式会社アオイテック 電話(052-917-1821)			主任技師		現場代理人		桑原常晃		コ鑑定者 桑原常晃		ボーリング責任者	梶原良仁	
孔口標高	H=4.23m	角 度		方 向		地盤勾配		使用機種	試錐機	カノKR-50H		ハンマー 落下用具	半自動落下装置	
総掘進長	20.37m								エンジン	ヤンマーNFD-9		ポンプ	カノV-5	

[illegible]