

地質等調査業務委託（その2）

調 査 報 告 書

令和 元年 9月

西 知 多 医 療 厚 生 組 合



調査位置案内図

(地理院地図 電子国土Web)

【 目 次 】
調査位置案内図

	PAGE
1. 業務概要	1
1.1 業務の目的	1
1.2 業務概要	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 室内土質試験	6
3. 地形・地質概要	7
3.1 地形概要	7
3.2 地質概要	9
4. 調査結果	13
4.1 機械ボーリング及び標準貫入試験結果	13
4.2 室内土質試験結果	25
5. 考察	46
5.1 地盤定数の設定	46
5.2 支持層及び支持形式について	58
5.3 地盤の液状化検討	63
5.4 基礎掘削施工について	76

巻末資料

1. ボーリング柱状図（コア写真）
2. 室内土質試験データシート
3. 地盤定数の設定値の詳細
4. 液状化計算結果
5. 記録写真

1. 業務概要

1.1 業務の目的

本業務は、西知多医療厚生組合健康増進施設（仮称）整備事業の実施に当たり、地層構成及び地震時の地盤の液状化特性を把握することを目的とした。

1.2 業務概要

(1) 業 務 名：地質等調査業務委託（その２）

(2) 路 線 名：西知多医療厚生組合健康増進施設（仮称）建設予定地

(3) 業 務 場 所：知多市緑町地内（現知多市営海浜プール敷地内）

図1.2.1に調査位置図を示す。

(4) 工 期：自）平成 31年 4 月 26 日

至）令和 元年 9 月 30 日

(5) 業 務 内 容：

業務内容を以下に示す。表1.2.1に詳細数量を示す。

・ 機械ボーリング	5本、延べ194m
・ 標準貫入試験	合計193回
・ 室内土質試験	一式
・ 軟弱地盤技術解析（地盤液状化）	一式

(6) 発 注 者：西知多医療厚生組合建設課

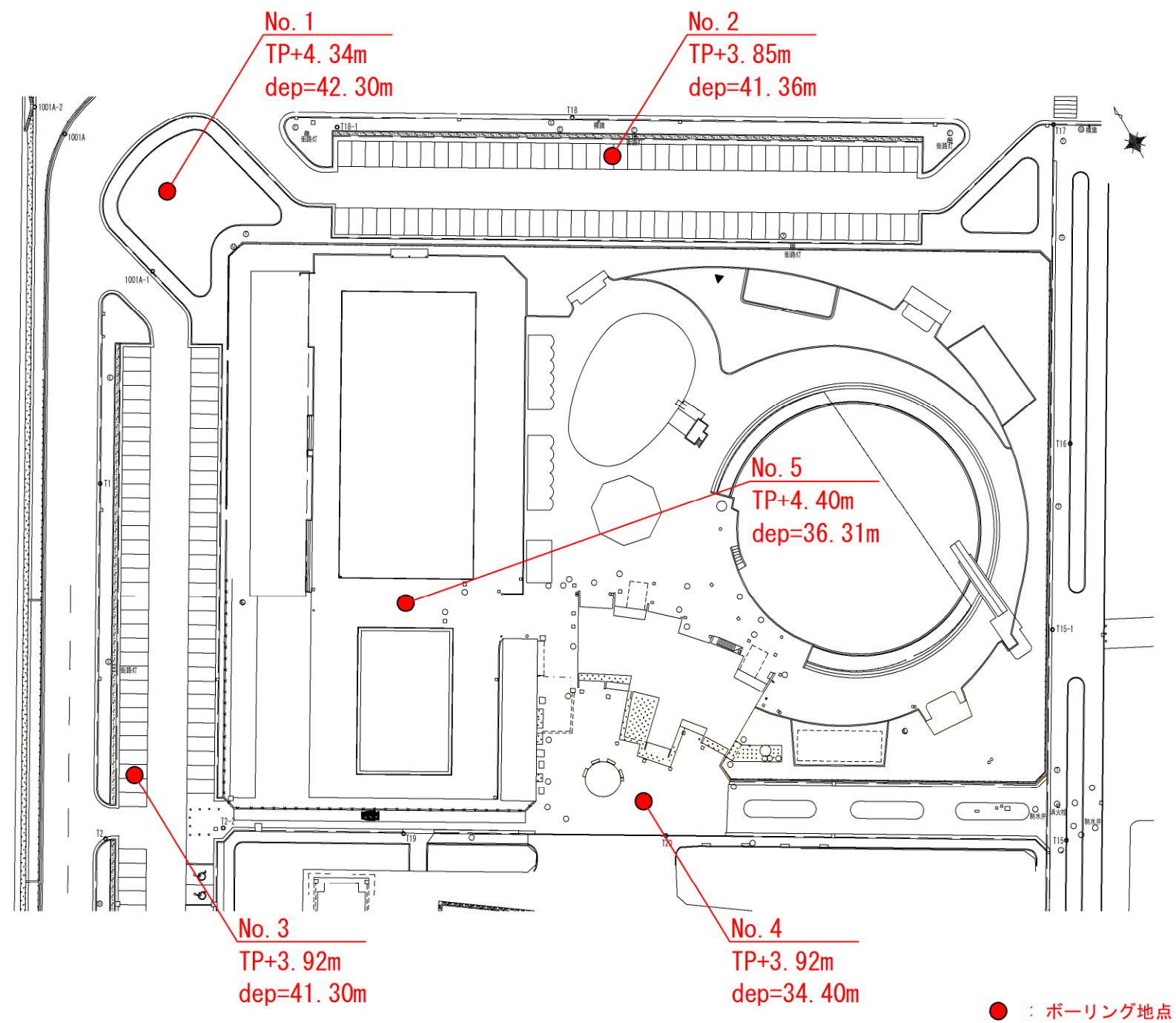


図1.2.1 調査位置図 (1/1000)

表1.2.1 調査数量表

孔 番			No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	計
(ボーリングコア)	φ 66 mm	シルト・粘土	11.20	14.90	15.9	2.7	7.6	52.3
		砂・砂質土	25.60	24.30	21.7	19.9	21.9	113.4
		固結シルト	5.20	1.80	3.4	11.4	6.5	28.3
	φ 86mm粘性土・シルト		－	－	－	－	－	－
	合 計		42.0	41.0	41.0	34.0	36.0	194.0
標準貫入試験	シルト・粘土		10	14	16	2	8	50
	砂・砂質土		26	26	21	19	21	113
	固結シルト		6	1	4	12	7	30
	合 計		42	41	41	33	36	193
シンウォールサンプリング			－	－	－	－	－	－
土質試験	土粒子の密度		20	20	20	19	20	99
	含水量		20	20	20	19	20	99
	粒度		20	20	20	19	20	99
	液・塑性限界		1	3	4	4	3	15
	湿潤密度		－	－	－	－	－	－
	一軸圧縮		－	－	－	－	－	－
	圧密		－	－	－	－	－	－
調査孔閉塞			1	1	1	1	1	5
仮囲い			1	1	1	1	－	4

2.1 機械ボーリング

本機械は、ロッドの先端に取り付けられたビットにスピンドルを経て回転と給圧（油圧）を与えて土砂を掘進するものである。

調査後の調査孔の閉塞は、セメント充填とし、地表部については発生土で埋め戻した。



図2.1.1 オイルフィード式ロータリー型試験機の機械図及び設置状況図

標準貫入試験は、土質の判別・分類、地層の相対密度・相対稠度などの力学的特性を把握することを目的として実施した。

採取した試料は、土質・色調・混入物・臭気等を観察・記録した。

5

2.3 室内土質試験

調査地内に分布する砂質土・粘性土層の物理的性質を把握することを目的に、標準貫入試験時の乱した試料を用いて室内土質試験を行った。

表2.3.1に室内土質試験の試験項目・方法、表2.3.2に試験の使用機械・器具一覧を示す。

表2.3.1 室内土質試験項目・方法一覧表

試 験 項 目	試験方法
土粒子の密度試験	JIS A 1202
土の含水比試験	JIS A 1203
土の粒度試験	JIS A 1204
土の液性限界試験 土の塑性限界試験	JIS A 1205

表 2.3.2 使用機械・器具一覧表

試 験 項 目	使 用 機 器・使 用 器 具
土粒子の密度試験	ゲイリュック型比重びん 脱気装置、デシケータ 他
土の含水比試験	アルミ容器、乾燥炉 他
土の粒度試験	標準網フルイ、メスシリンダー ホイコス型比重浮標
土の液性限界試験 土の塑性限界試験	液性限界測定器、溝切り、ゲージ スリガラス、ヘラ、蒸留水、丸棒、ガラス板
そ の 他	恒温乾燥炉、ハカリ、乳鉢、温度計、ノギス、筆記 用具、定規 ストップウォッチ 他

3. 地形・地質概要

調査地は、知多半島北端の名古屋港東岸にあり、伊勢湾岸自動車道「東海 J C T」の南南西約6 k m、名鉄常滑線「寺本駅」の北約0.6 k mの知多運動公園敷地内に位置する。

3.1 地形概要

名古屋南部地域の地形区分を図3.1.1、伊勢湾北部における干拓・埋立の進展を図3.1.2及び調査地周辺の在来海底等深線を図3.1.3に示す。

調査地は名古屋港南東岸の埋立地に位置しており、その東側にはかなり開析された海拔55m以下のなだらかな知多丘陵（新第三紀鮮新世の常滑層群よりなる）が分布する。調査地の標高はT P +4m前後にあり、1951年以降に埋め立てられたものである。

調査地の在来海底深度は、N P ±0m（T P -1.4m）以浅にあったものと推定される。

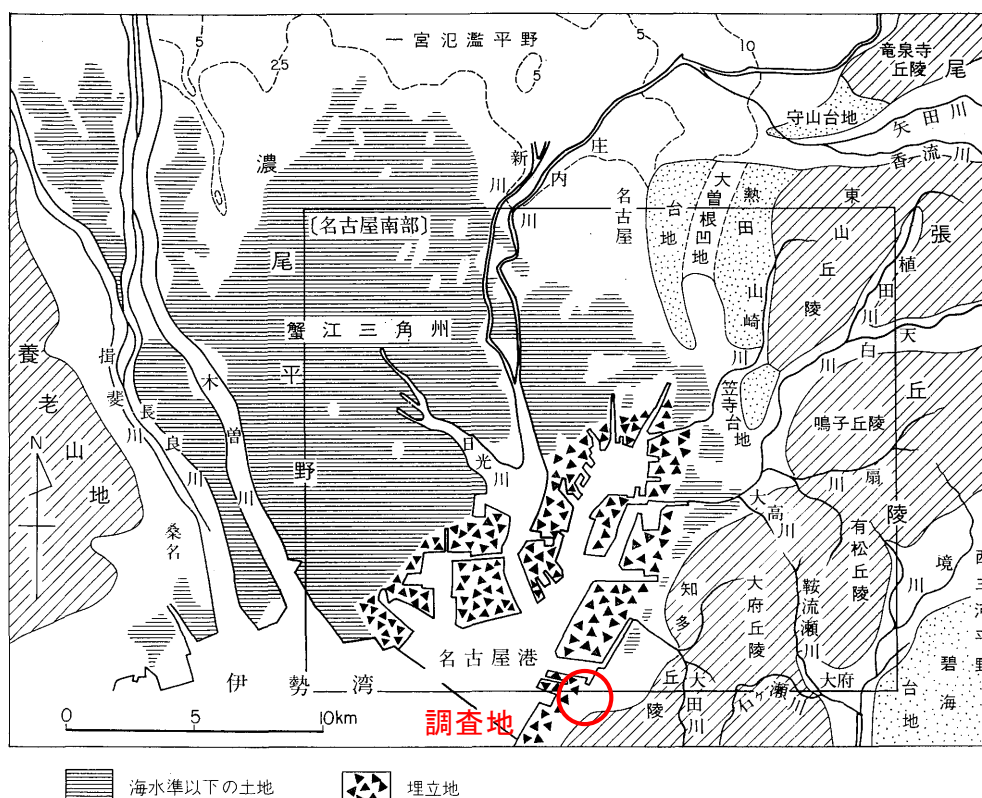


図3.1.1 名古屋南部地域の地形区分

（出典：名古屋南部地域の地質、地質調査所、1986）

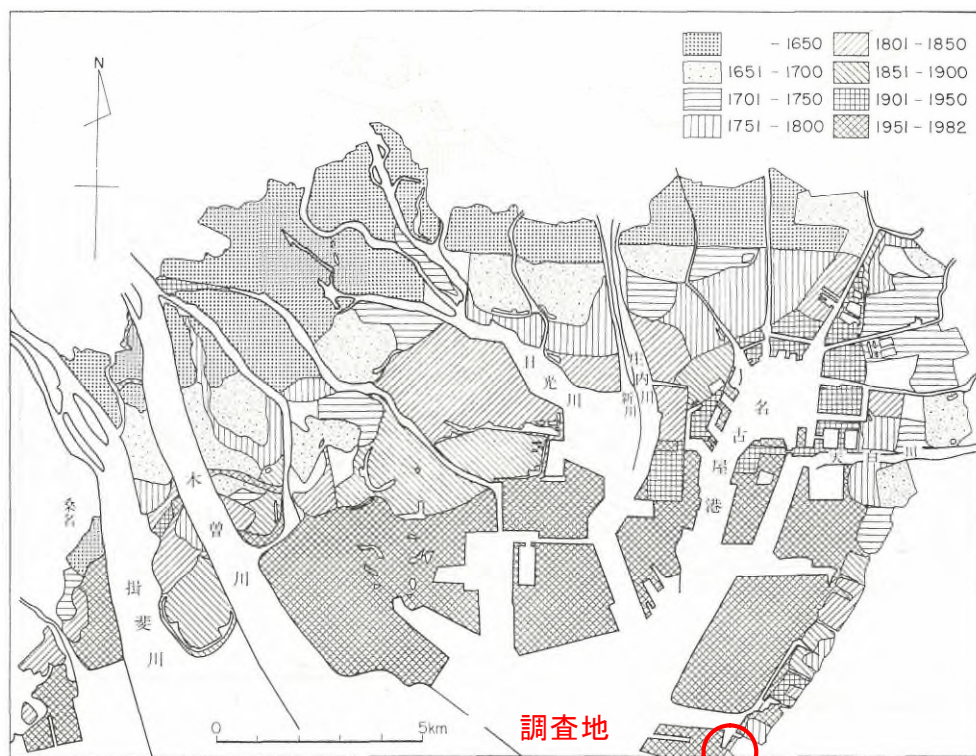


図3.1.2 伊勢湾北部における干拓・埋立の進展

(出典：名古屋南部地域の地質、地質調査所、1986)

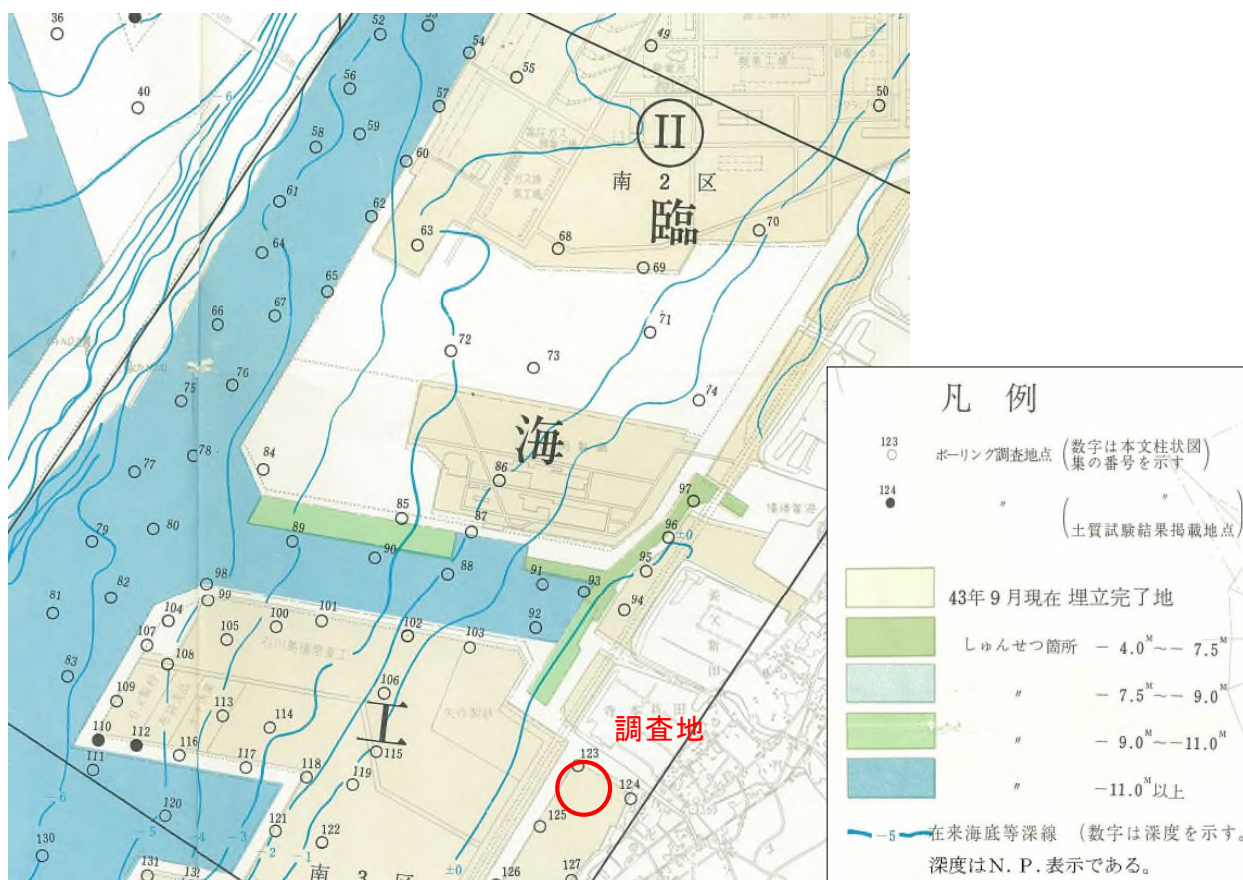


図3.1.3 調査地周辺の在来海底等深線図（N P 表示）

(出典：名古屋港臨海工業地帯の地盤、名古屋港管理組合、1968)

3.2 地質概要

名古屋南部地域の地史略表を表 3.2.1 に示す。また、濃尾平野南部の地下地質断面を図 3.2.1、調査地周辺の地質図を図 3.2.2 及び沖積層下地質図を図 3.2.3 に示す。

調査地の地質は、表層の埋立て盛土下に第四紀・完新世の沖積層が堆積し、その下位には基盤をなす新第三紀・鮮新世の東海層群が分布する。

東海層群は、尾張丘陵に分布するものが矢田川累層、南部の知多半島のものが常滑累層と呼ばれることが多い。常滑累層は知多半島丘陵地に広く分布し、主としてシルト岩層や砂岩層で構成されているが、凝灰岩層や亜炭層を挟むこともある。

表 3.2.1 名古屋南部地域の地史略表

(出典：名古屋南部地域の地質、地質調査所、1986)

地質時代		濃尾平野	尾張・知多丘陵	地 史
新 生 代	地 代	新 四 新 世	完新世	現濃尾平野面の形成 縄文海進 更新世最末期小海面上昇 最終氷期海面最低下期 海面低下期の海面小変動 熱田期の濃尾平野面の形成 海面小変動期 御岳火山の活動 熱田海進(最終間氷期)
			後期	濃尾層 第一礫層 (埋没低位段丘群) 大曾根礫層 (低位段丘) 上部 Pm3 熱田層, その相当層 Pm1 (中位段丘) 熱田層 下部
			中期	第二礫層 氷期海面低下期
			前期	海部累層 (覚王山面・高位面) 第三礫層 氷期 氷河性海面変動の繰り返し 湖盆の消滅 湖盆沈降軸の北遷 湖盆の発生 平坦化期
			鮮新世	東海層群 矢田川累層 東海湖期 湖盆の発生 平坦化期
			中新世	(瀬戸陶土層) 第一瀬戸内海の高進期
			中新統	
			古第三紀	
			中生代	白亜紀 ジュラ紀 三疊紀 美濃帯の中・古生層
			古生代	二疊紀 地角斜時代

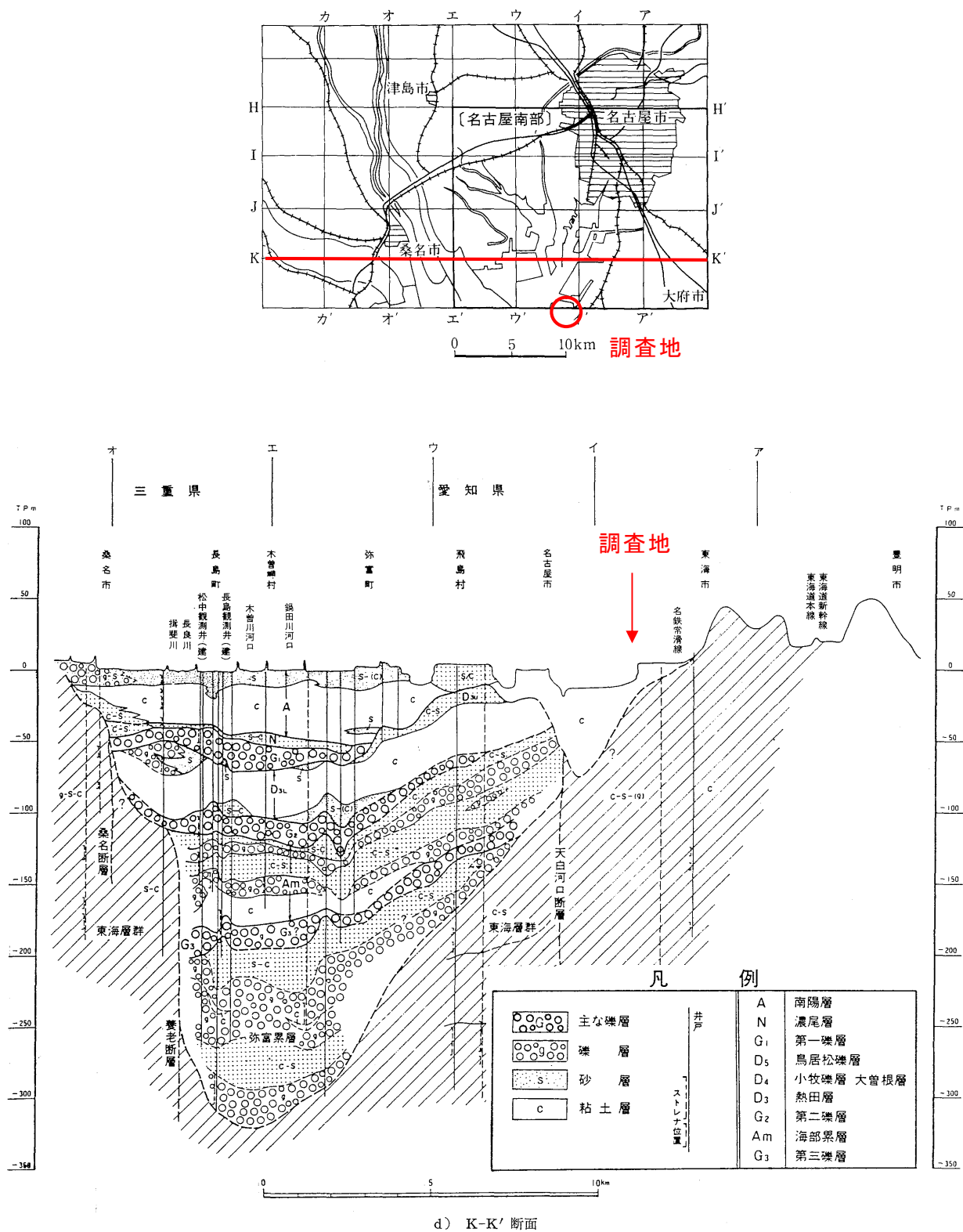


図3.2.1 濃尾平野南部の地下地質断面
(出典：名古屋南部地域の地質、地質調査所、1986)

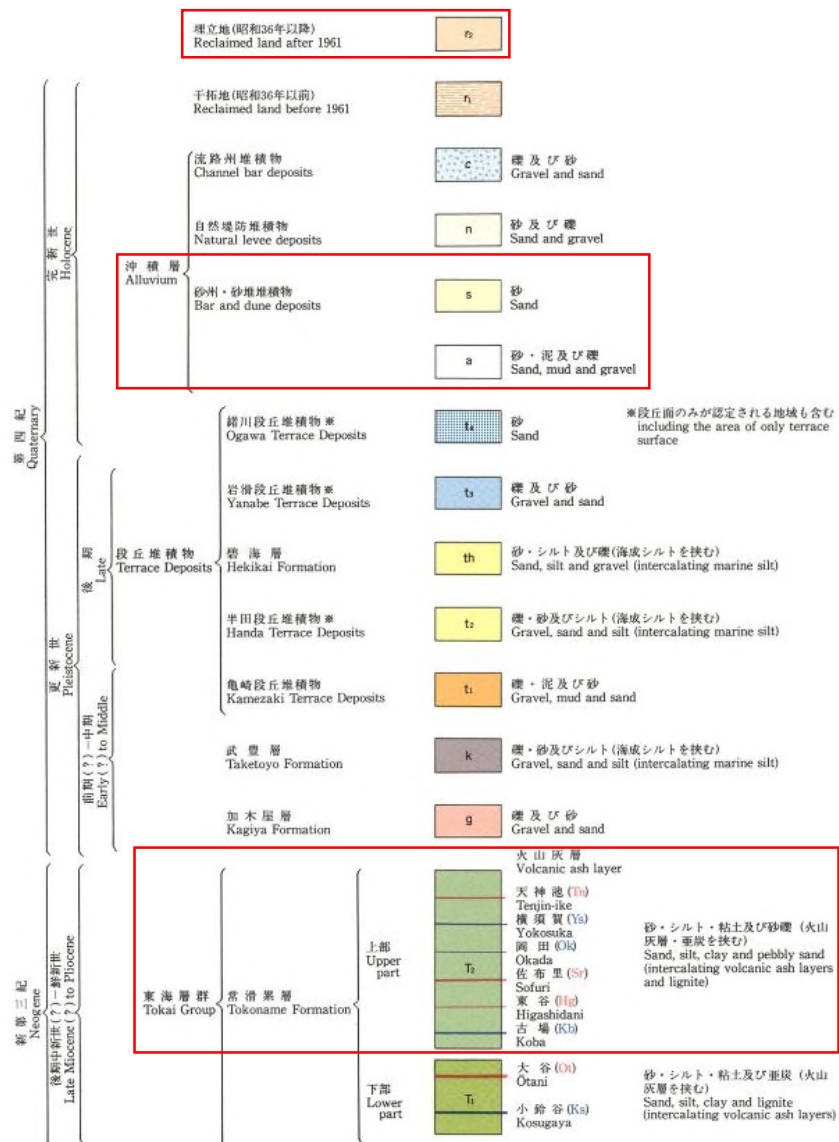


図3.2.2 調査地周辺の地質図

(出典：5万分の1地質図幅(半田1986)、地質調査総合センターHP)

1. 大曾根層 2. 熱田層 3. 八事層・唐山層・
加木屋層 4. 常滑群層

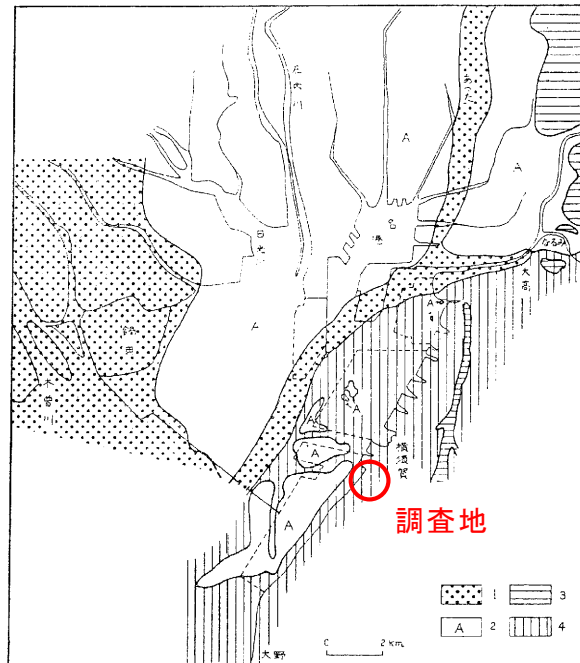


図3.2.3 沖積層下地質図

(出典：名古屋港臨海工業地帯の地盤、名古屋港管理組合、1968)

4. 調査結果

4.1 ボーリング及び標準貫入試験結果

調査地に分布する地質の層序表を表 4.1.1 に、図 4.1.1 に示す断面方向線の推定される地質断面図を図 4.1.2～4.1.4 に、沖積層の基底面標高コンターを図 4.1.5 に示す。

また、地層別N値の頻度分布図を図 4.1.6 に、N値の深度分布図を図 4.1.7 に示す。なお、巻末に「ボーリング柱状図（コア写真）」を添付した。

表 4.1.1 地質層序表

地質時代		地層区分	地層記号	N 値 (平均値)	記事
第四紀	完新世	埋土	砂質土	Bs	1～16 (6)
		沖積層	砂質土	As1	0～>60 (19)
			粘性土	Ac	0～12 (4)
			砂質土	As2	4～60 (18)
新第三紀	鮮新世	東海層群 常滑累層	粘性土	Tc	26～>60 (80)
			砂質土	Ts	40～>60 (65)

※ N 値平均値：N 値 60 以上は 30cm 貫入換算した値の平均値。

図 4.1.6、図 4.1.7 に示した N 値データのうち、地層境データは 10cm ごとの打撃回数を参考として 30cm 貫入換算し、N 値 60 を超えるものは 30cm 貫入換算した。

調査地の地層構成は、おおむね以下のとおりである。

表層には、砂質土からなる埋土 (Bs) が、約 4m の層厚で分布する。

その下位には、第四紀・完新世の沖積層 (A) 及び基盤となる新第三紀・鮮新世の東海層群常滑累層 (T) が分布する。

沖積層 (A) は、上部の砂質土層 (As1) と下部の粘性土層 (Ac) に区分され、Ac 層中には約 0.5～3m の層厚で砂質土層 (As2) が分布する。上部の砂質土層 (As1) は 13.0～15.6 m の層厚で分布するが、N 値にばらつきがあるため、おおむね①N 値 10 未満、②N 値 10～30 及び③N 値 30 以上の 3 つの部分にゾーニングした。おおまかには、層上部が①に区分され、①区分の下位の海側 (西側) が③に区分され、陸側 (東側) に向かって②に区分される。As1 層の下位の粘性土層 (Ac) は約 2.5～14.5m の層厚で堆積し、敷地中央付近から北西側及び北東側に向かって層厚が厚くなる。

東海層群常滑累層 (T) は、固結シルトからなる粘性土層 (Tc) を主体とし、砂質土層 (Ts) が狭在する。図 4.1.5 に示すとおり層の出現深度は南～北方向に尾根状になっており、北西側及び北東側に向かって深くなっている。なお、地層の傾斜は調査地周辺地質図 (図 3.2.2 参照) を基に想定した (北西に向かって 12° 傾斜)。

なお、ボーリング掘削時に確認された地下水位 (自然水位) を整理すると表 4.1.2 のとおりであり、埋土 (Bs) と沖積層砂質土 (As1) の境付近の埋土内の標高 TP+0.37～0.80m に位置している。

表 4.1.2 地下水位 (自然水位)

地点番号	地盤標高 (TP+m)	地下水位		測定日
		(GL-m)	(TP+m)	
No. 1	4.34	3.75	0.59	2019/5/23
No. 2	3.85	3.40	0.45	2019/5/23
No. 3	3.92	3.55	0.37	2019/5/31
No. 4	3.92	3.27	0.65	2019/5/31
No. 5	4.40	3.60	0.80	2019/6/10

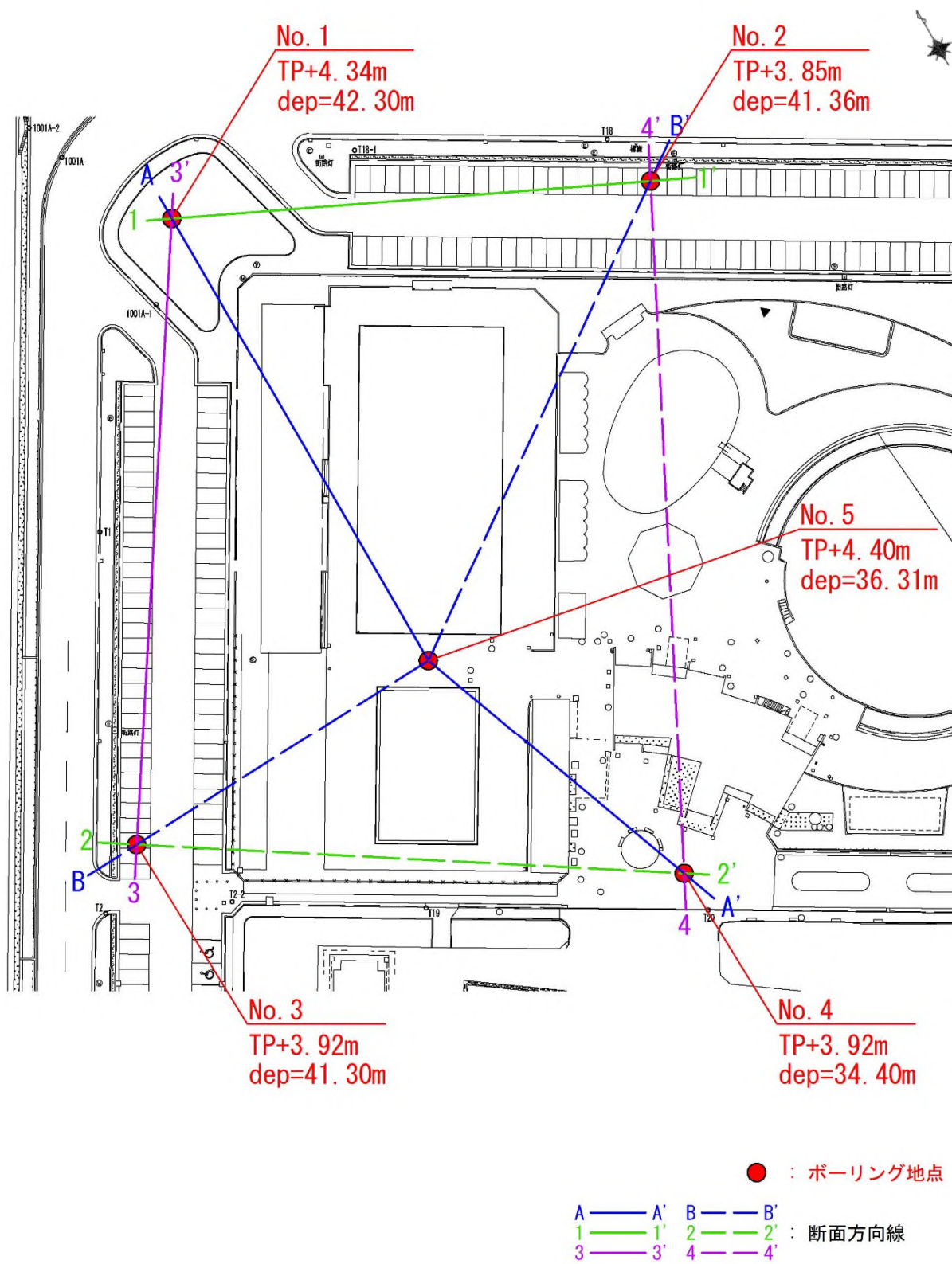


図 4.1.1 調査地点位置図 (S=1/1,000)

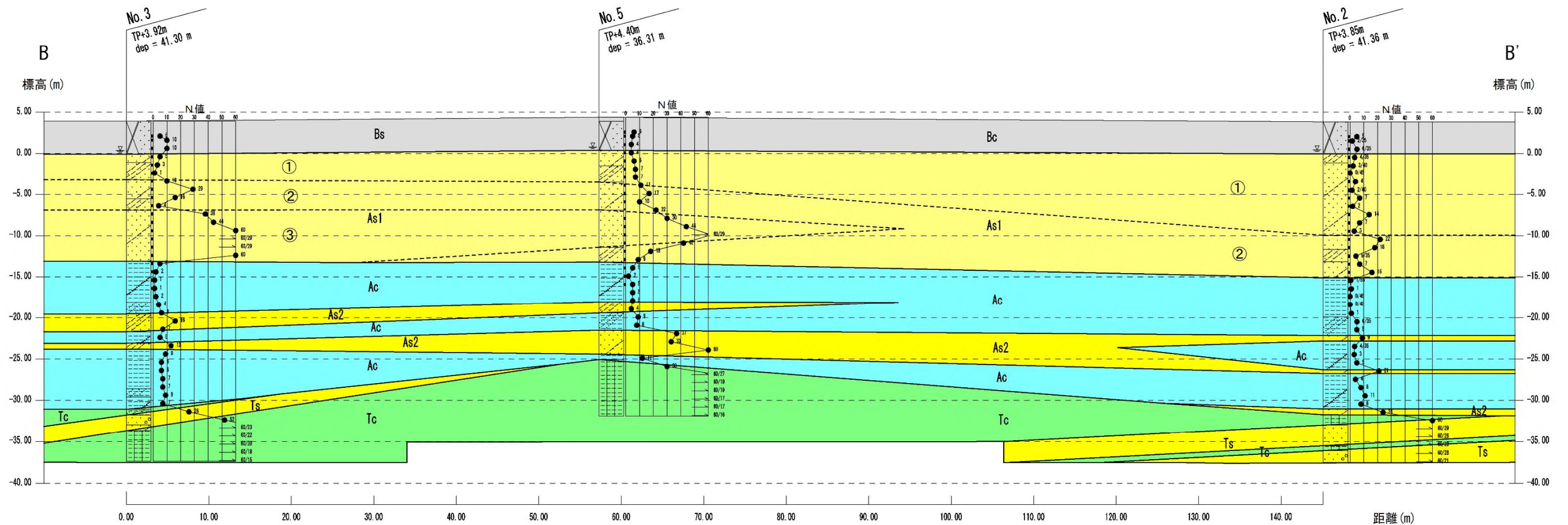
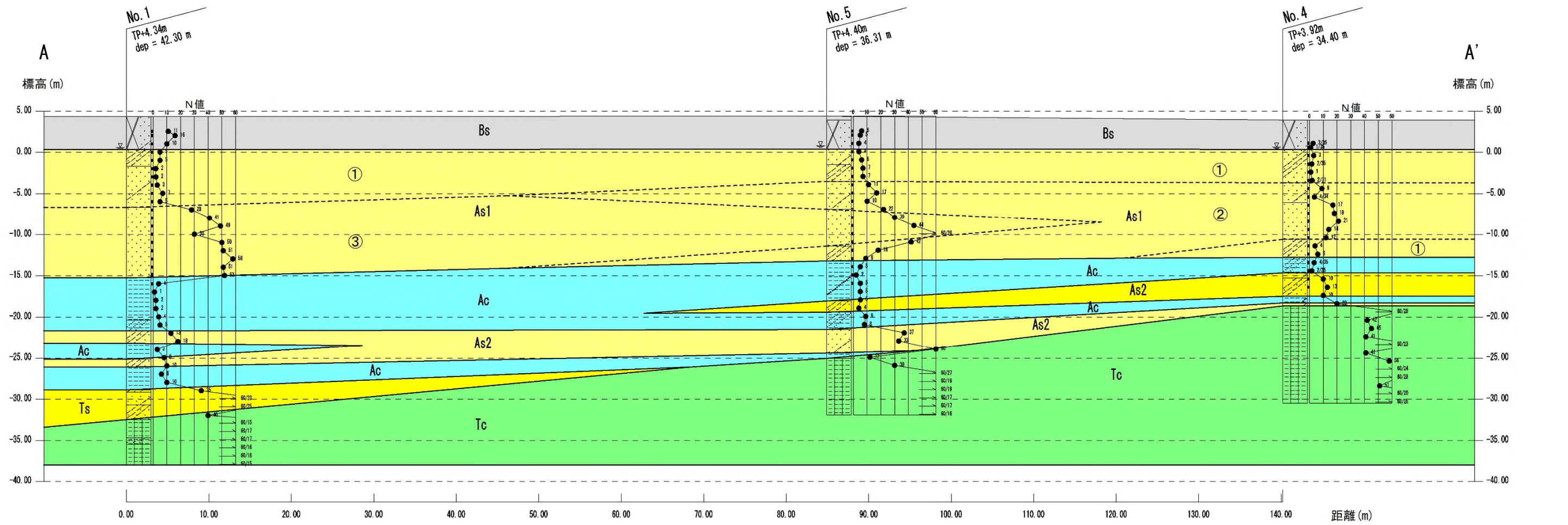


圖 4.1.2 地質断面圖 (A—A' B—B' 断面)

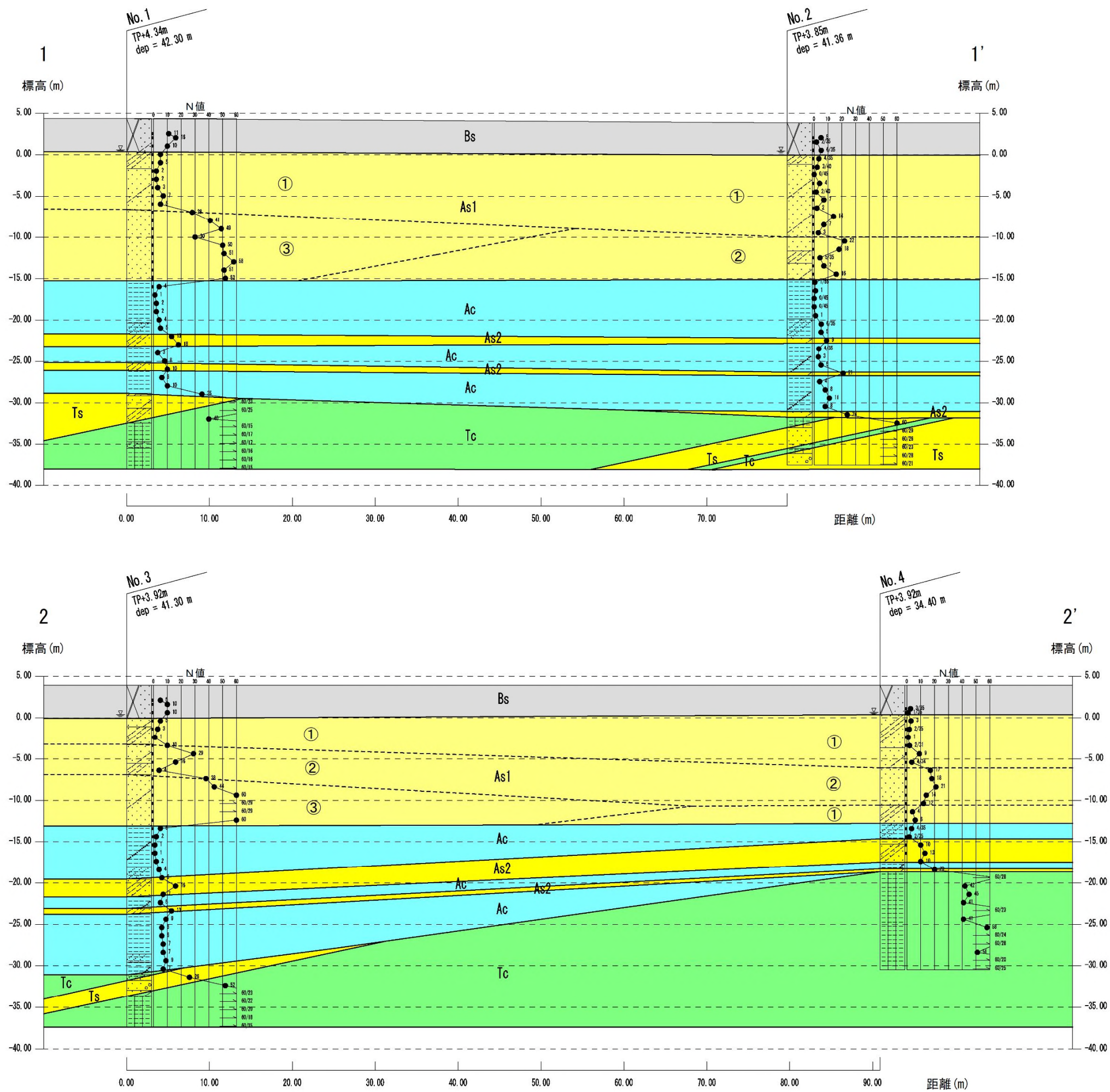


图 4.1.3 地質断面图 (1—1' 2—2' 断面)

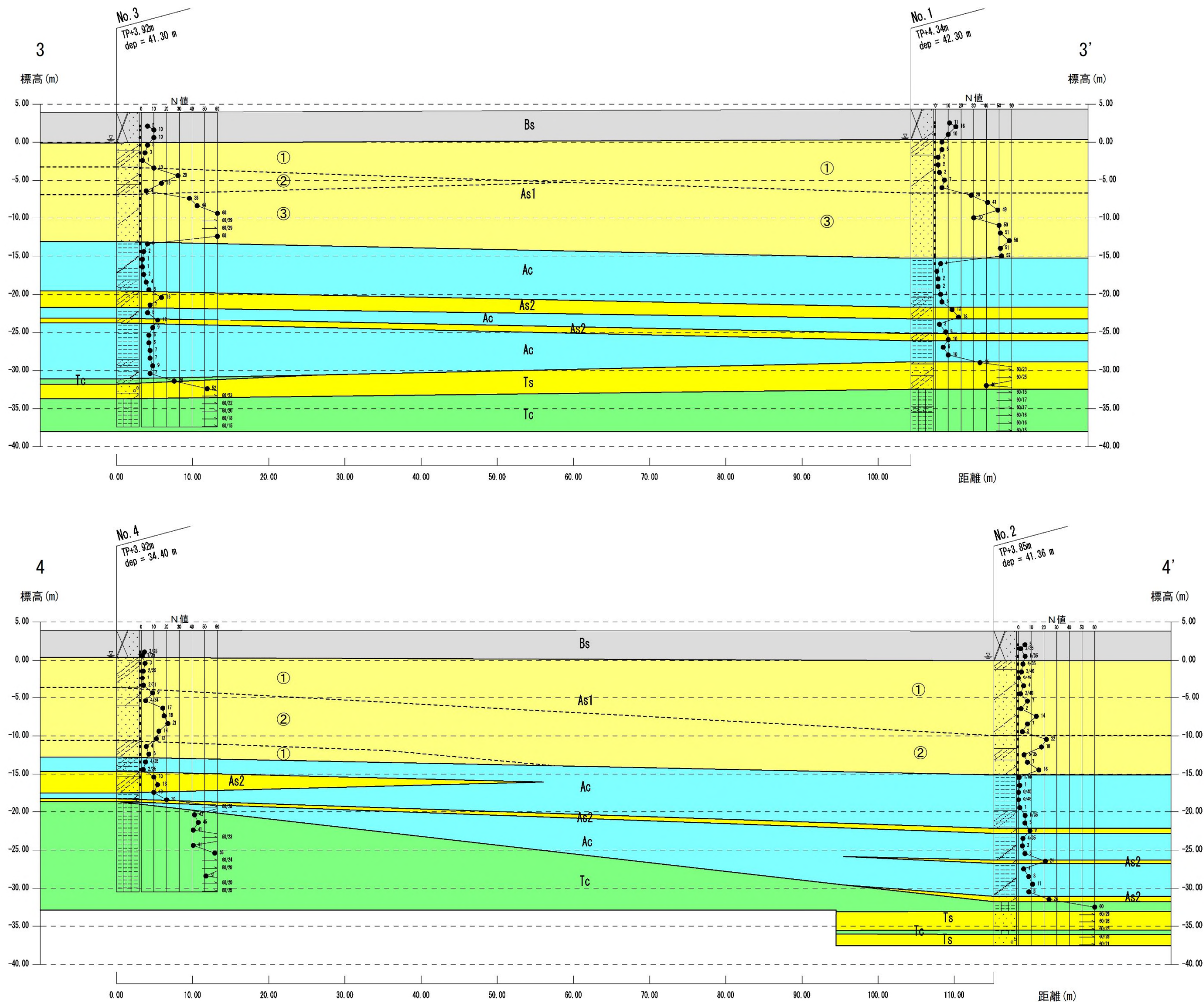


图 4.1.4 地质断面图 (3—3' 4—4' 断面)

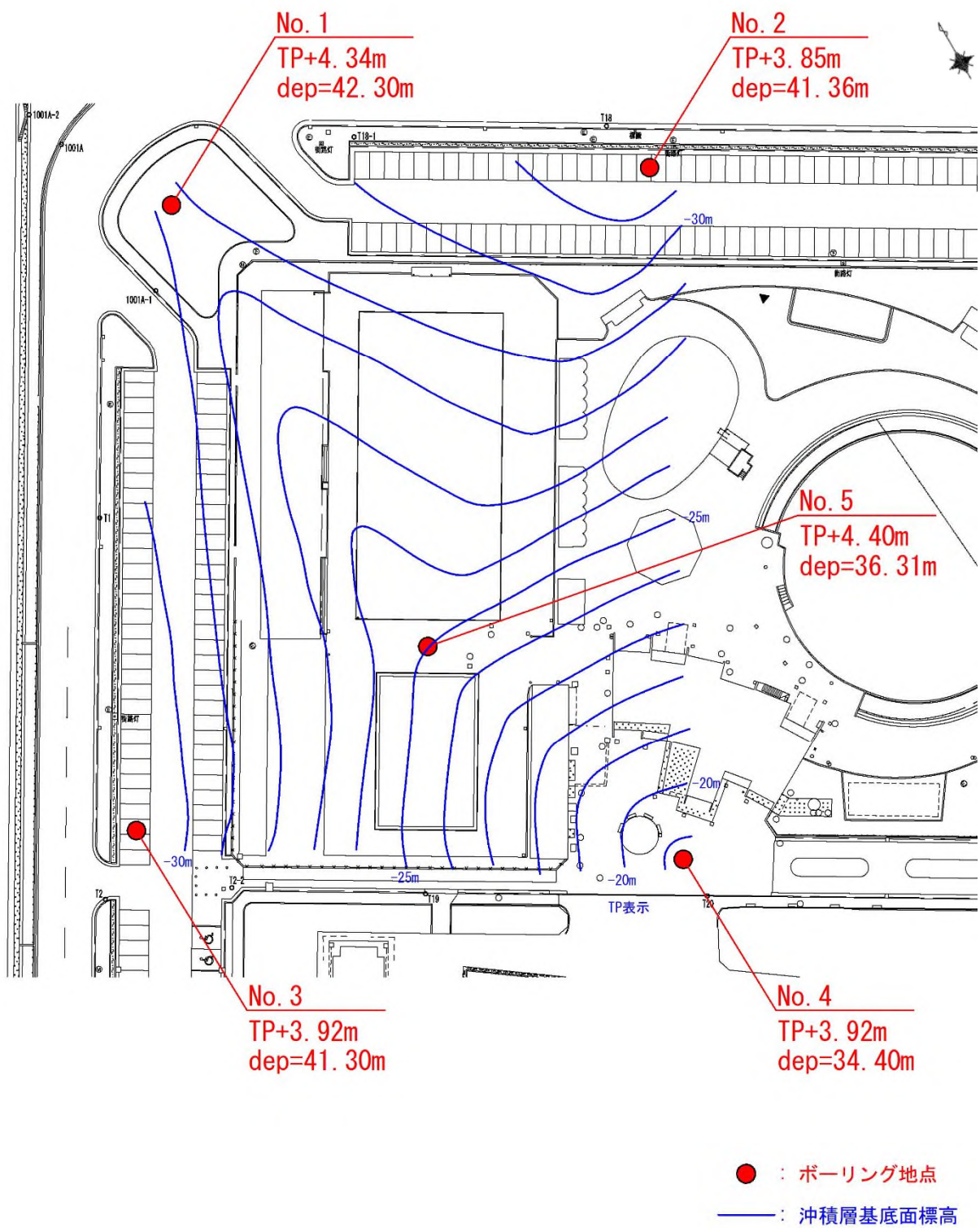
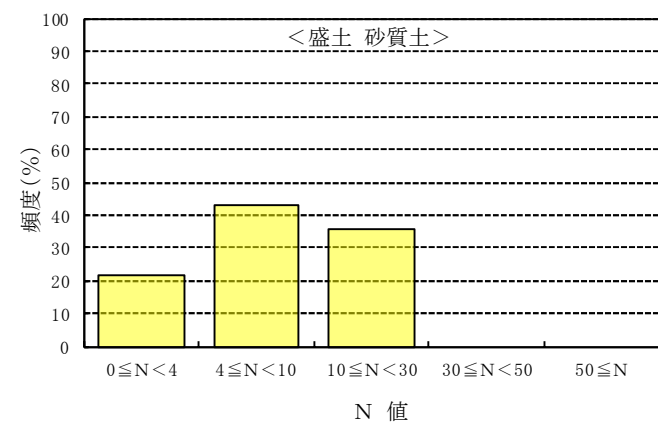
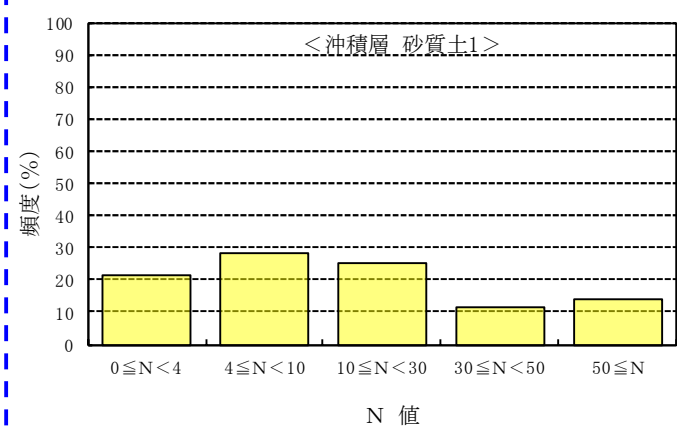


図 4.1.5 沖積層基底面コンター（TP 表示）

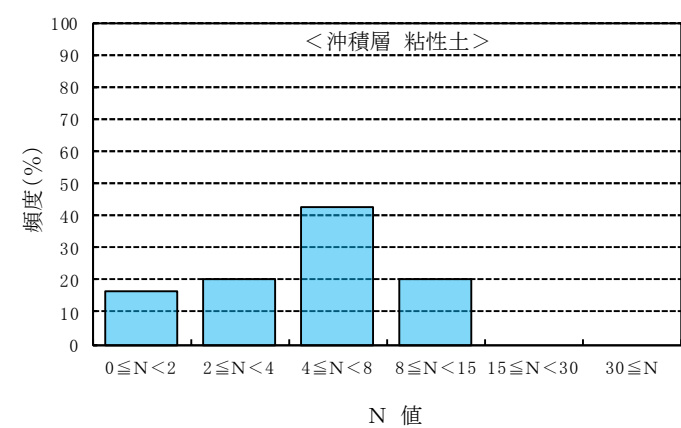
地層名	総 数	最大N値	最小N値	平均N値	標準偏差
Bs	14	16	1	6.6	4.16



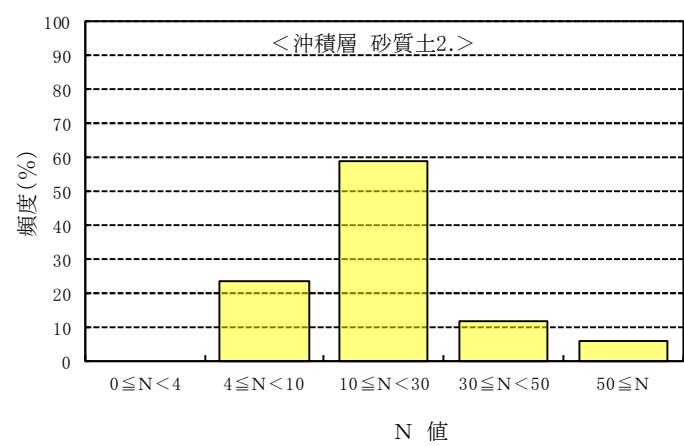
地層名	総 数	最大N値	最小N値	平均N値	標準偏差
As1	71	62	0	19.0	19.53



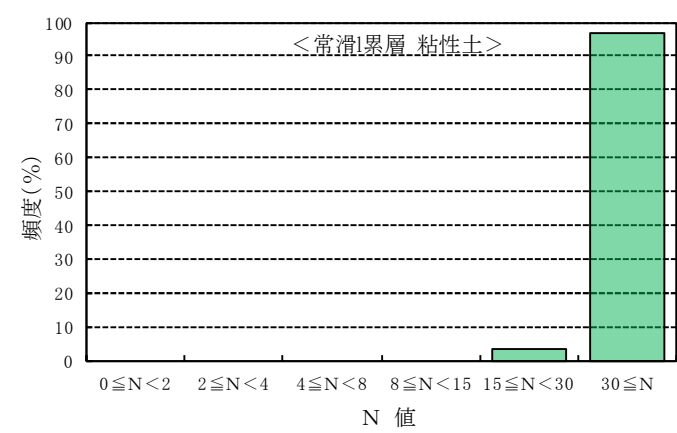
地層名	総 数	最大N値	最小N値	平均N値	標準偏差
Ac	49	12	0	4.8	2.98



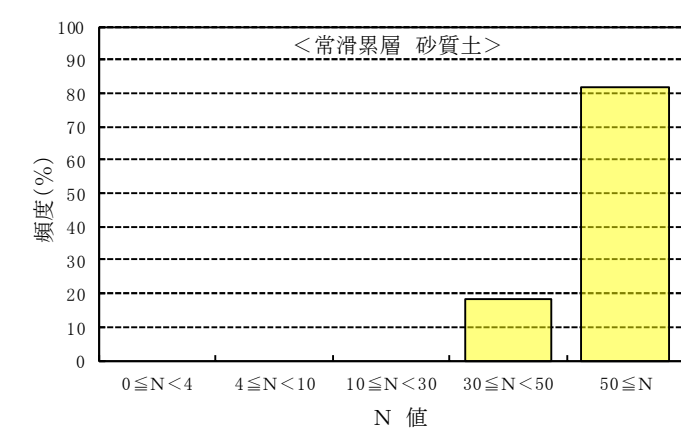
地層名	総 数	最大N値	最小N値	平均N値	標準偏差
As2	17	60	4	18.5	13.87



地層名	総 数	最大N値	最小N値	平均N値	標準偏差
Tc	32	120	26	80.9	28.86

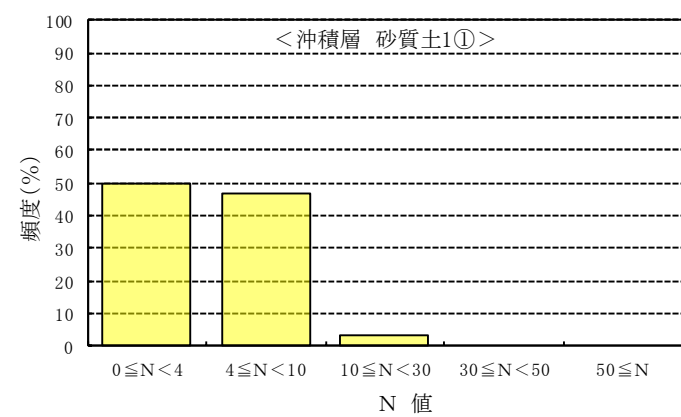


地層名	総 数	最大N値	最小N値	平均N値	標準偏差
Ts	11	86	40	65.4	14.94

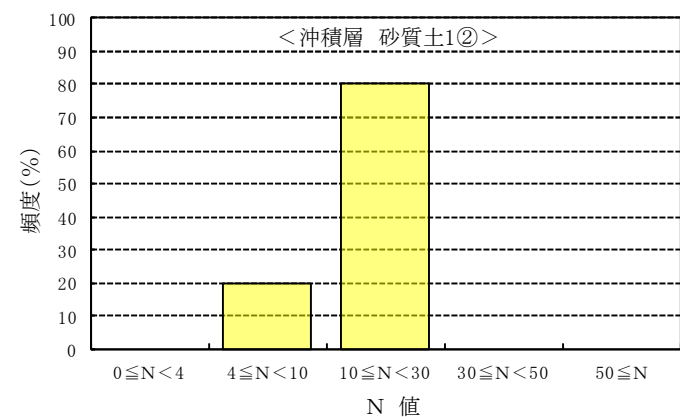


【As1 層を①～③に区分した場合】

地層名	総 数	最大N値	最小N値	平均N値	標準偏差
As1①	30	14	0	4.2	2.90



地層名	総 数	最大N値	最小N値	平均N値	標準偏差
As1②	20	29	4	14.8	6.42



地層名	総 数	最大N値	最小N値	平均N値	標準偏差
As1③	21	62	4	44.0	16.80

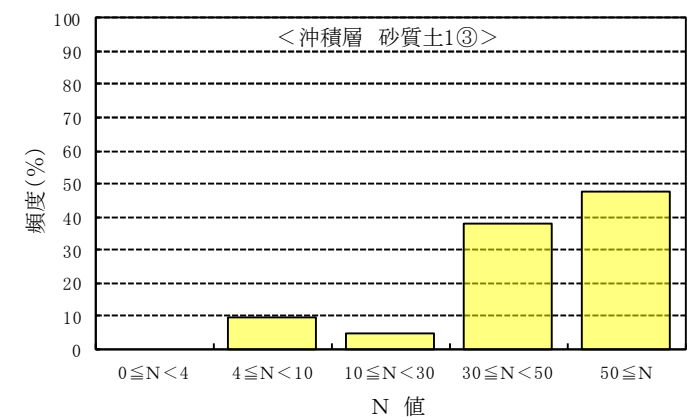


図 4.1.6 地層別N値の頻度分布図

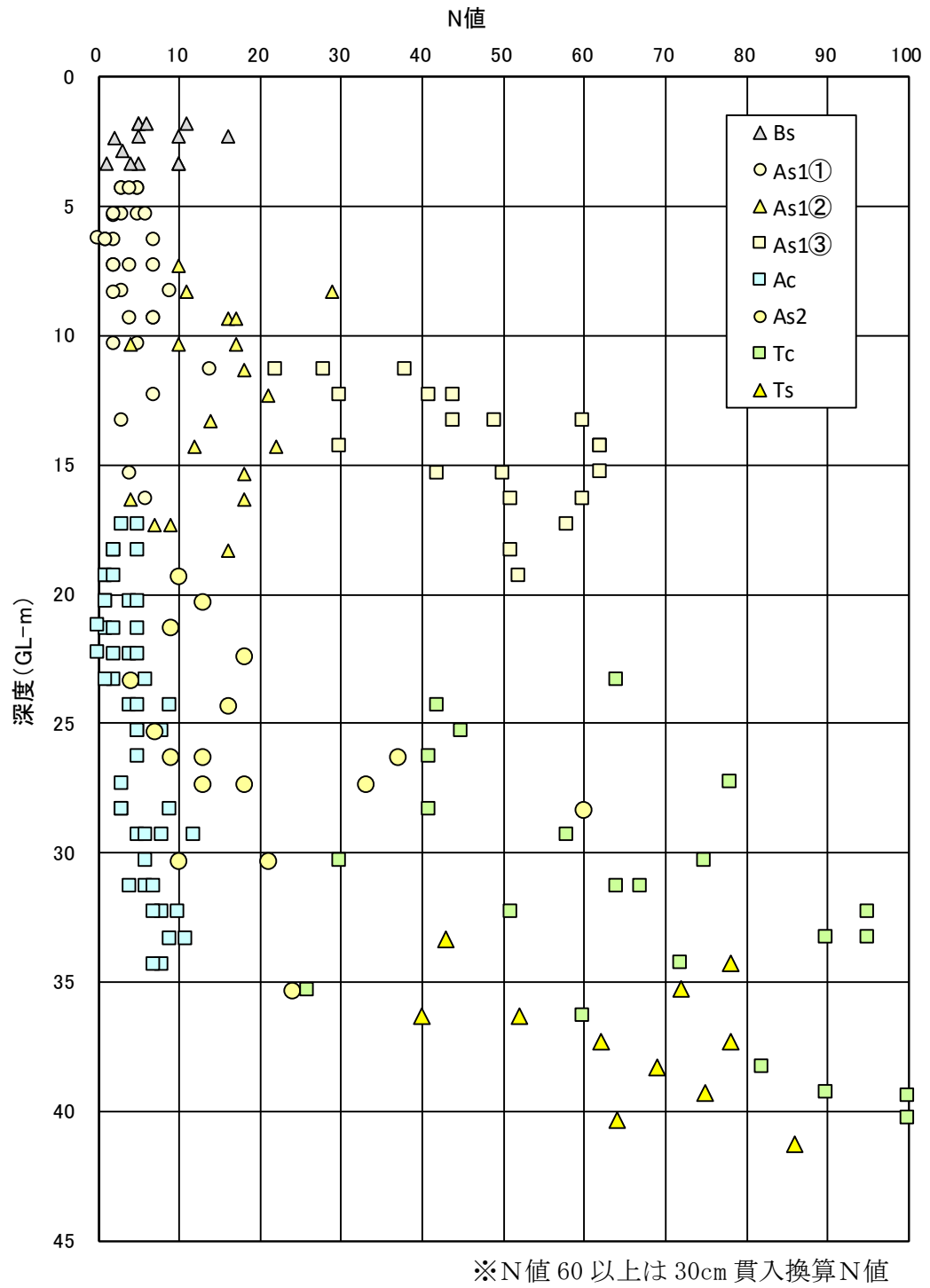


図 4. 1. 7 N値の深度分布図

調査地に分布する各地層の特徴は、おおむね以下のとおりである。

参考として、N値と「相対密度」、「コンシステンシー」の関係を表 4.1.3 及び表 4.1.4 に示す。

(1) 埋土 (Bs)

シルト混り砂～砂からなる。

細～中砂が主体で、シルト分を混える部分、塊状に粘土が混入する部分がある。φ2～5mm 程の垂角～垂円礫を多く混える部分、φ40～60mm 程の角～垂角礫が点在する部分がある。

貝殻片が多量混入ないし点在する。

地下水位以浅は含水量が少ない。

N値は 1～16、平均N値 6 で、おおむね緩い締まりの層といえる。

色調は灰褐～暗褐色を呈する。

(2) 沖積層 (A)

① 上部砂質土 (As1)

N値にかなりばらつきがあるため、おおむね①N値 10 未満、②N値 10～30 及び③N値 30 以上の 3 つの部分にゾーニングした。

区分①はシルト質～シルト混り砂からなる。

細砂が主体で、全体にシルトを増減しながら混える。φ2～10mm 程度の垂円～垂角礫が混入する。

貝殻片が点在ないし多量混入する。層下部に炭化物が点在する部分がある。

N値は 0～14、平均N値 4 で、おおむね緩い締まりの層といえる。

色調は暗灰色を呈する。

区分②はシルト質～シルト混り砂、砂からなる。

細～中砂が主体で、粒径不均一である。シルトを混える部分がある。φ2～12mm 程度の垂円礫が混入する。

貝殻片が混入する。

N値は 4～29、平均N値 14 で、おおむね中位の締まりの層といえる。

色調は暗灰色を呈する。

区分③はシルト混り砂、砂からなる。

細～粗砂からなり、粒径不均一である。シルトを混える部分がある。全体に φ2～10mm 程度の垂角～垂円礫が混入する。

貝殻片が点在する。

N値は 4～60 以上、平均換算N値 44 で、おおむね密な締まりの層といえる。

色調は暗灰色を呈する。

②粘性土 (Ac)

シルト、砂混り～砂質シルトからなる。

シルトからなる部分は均質である。細～中砂を多く混える部分は、やや不均質で砂分が増減する。中～高塑性である。層下部に $\phi 7\text{mm}$ の角礫混入する部分がある。

全体に腐植物、有機物が混入する。

貝殻片が点在する部分がある。

N値は 0～12、平均N値 4 で、おおむね軟らかい層といえる。

色調は暗灰色を呈する。

③下部砂質土 (As2)

シルト混り～シルト質砂からなる。

細～中砂が主体で、粒径不均一である。シルトを混える部分、粗砂、 $\phi 2\sim 15\text{mm}$ 程度の亜角～亜円礫が点在する部分がある。

木片、炭化物が混入する。

N値は 4～60、平均N値 18 で、中位の締まりの層といえる。

色調は暗灰～灰～褐灰色を呈する。

(3) 東海層群常滑累層 (T)

①粘性土 (Tc)

固結シルト、砂質シルトからなる。

含水が少なく固結している。均質なシルトが主体で、細砂を混える部分がある。やや低塑性である。

炭化物片が点在する。有機物、貝殻片が混入する部分がある。

N値は 26～60 以上、平均換算N値 80 で、おおむね固結した層である。

色調は青灰～暗灰色を呈する。

②砂質土 (Ts)

シルト混り～シルト質砂からなる。

細～中砂が主体で、粒径不均一である。シルトを多く混える部分がある。 $\phi 2\sim 5\text{mm}$ 程度の亜角～亜円礫が点在する部分がある。 $\phi_{\text{max}}=31\text{mm}$ である。

N値は 40～60 以上、平均換算N値 65 で、おおむね非常に密な締まりの層といえる。

色調は灰～青灰～暗灰色を呈する。

表 4.1.3 N値と砂の相対密度の関係 (Terzaghi and Peck)

N値	相対密度 (relative density)	現場判別法	内部摩擦角 ϕ (度)
0～4	非常に緩い (very loose)	鉄筋が容易に手で貫入	28.5以下
4～10	緩い (loose)	スコップで掘削可能	28.5～30
10～30	中位の (medium)	鉄筋を5ポンドハンマーで打込み容易	30～36
30～50	密な (dense)	同上, 30cm程度貫入	36～41
50以上	非常に密な (very dense)	同上, 5～6cm貫入掘削につるはし 必要, 打込み時に金属音	41以上

(地盤工学会編「地盤調査の方法と解説p305」による)

表 4.1.4 N値と粘性土のコンシステンシーの関係 (Terzaghi and Peck)

N 値	q_u (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

(地盤工学会編「地盤調査の方法と解説p308」による)

4.2 室内土質試験結果

室内土質試験は、深度 GL-20m までの埋土 (Bs) および沖積層 (As1, Ac, As2) を対象に実施した。各地点の試験実施深度を図 4.2.1 に示す。なお、液性・塑性限界試験は、液状化検討のため細粒分含有率 FC が 35% を超える土層の塑性指数 I_p を得るために実施した。

地層別の土質試験結果一覧表を表 4.2.1～4.2.7 に示す。また、巻末に「室内土質試験データシート」を添付した。

なお、試験結果をまとめるにあたり、実施した試料ごとに試料番号を与えた。試料番号の与え方は以下の通りである。

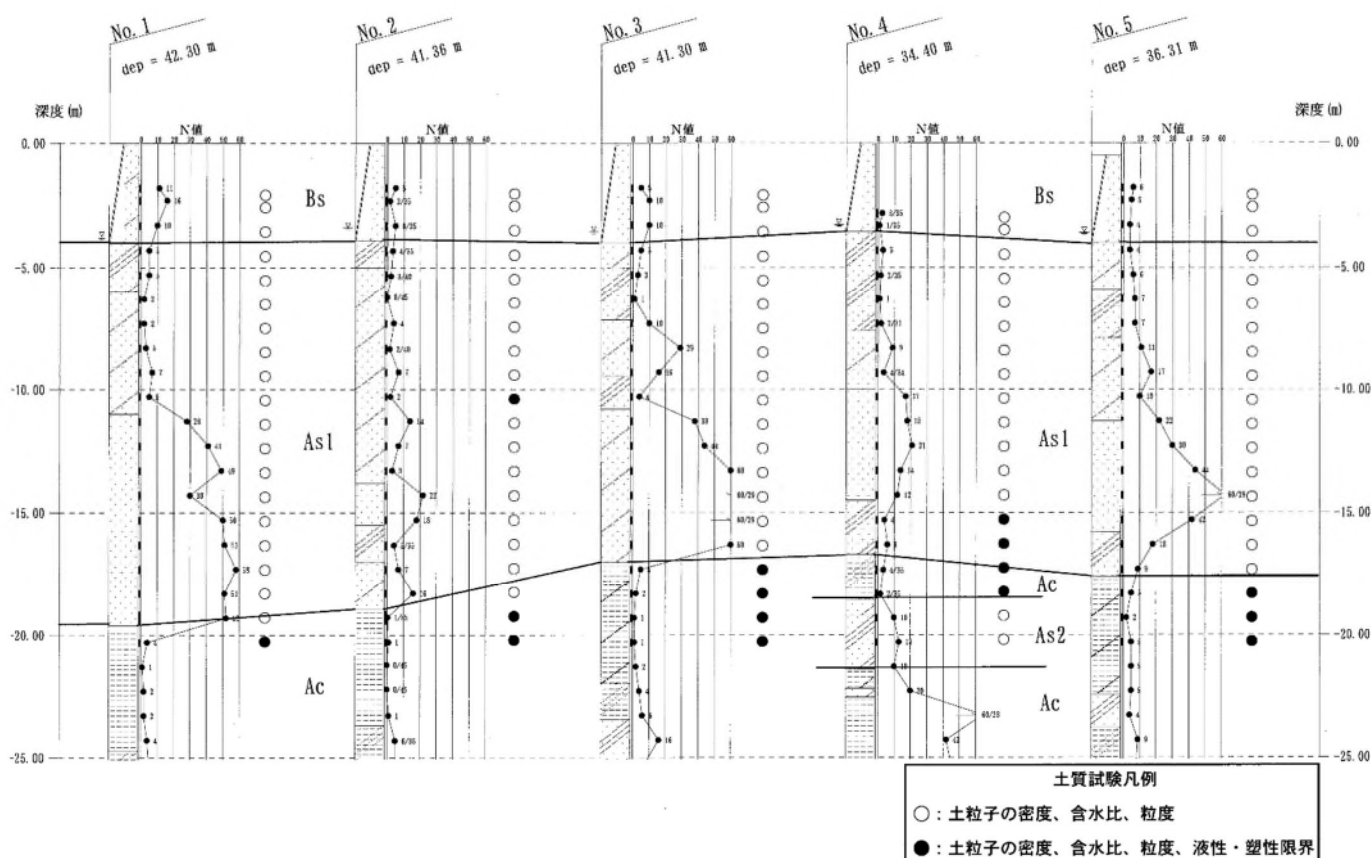
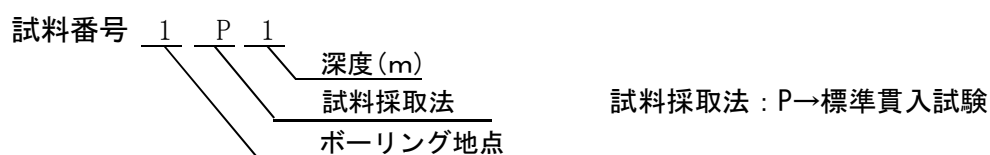


図 4.2.1 各地点の試験実施深度

表 4. 2. 1 室内土質試験結果一覧表（地層別：Bs 層）

地層記号			砂質土															
			Bs															
地点			No.1	No.1	No.1	No.2	No.2	No.2	No.3	No.3	No.3	No.4	No.4	No.5	No.5	No.5	平均値	
地盤高さ TP m			H= 4. 34	H= 4. 34	H= 4. 34	H= 3. 85	H= 3. 85	H= 3. 85	H= 3. 92	H= 3. 92	H= 3. 92	H= 3. 92	H= 3. 92	H= 4. 40	H= 4. 40	H= 4. 40		
試料番号			1P1	1P2	1P3	2P1	2P2	2P3	3P1	3P2	3P3	4P2	4P3	5P1	5P2	5P3		
深 度	GL－m		1. 65 ～ 1. 95	2. 15 ～ 2. 45	3. 15 ～ 3. 45	1. 65 ～ 1. 95	2. 15 ～ 2. 50	3. 15 ～ 3. 50	1. 65 ～ 1. 95	2. 15 ～ 2. 45	3. 15 ～ 3. 45	2. 65 ～ 3. 00	3. 15 ～ 3. 50	1. 65 ～ 1. 95	2. 15 ～ 2. 45	3. 15 ～ 3. 45		
	TP m		2. 69 ～ 2. 39	2. 19 ～ 1. 89	1. 19 ～ 0. 89	2. 20 ～ 1. 90	1. 70 ～ 1. 35	0. 70 ～ 0. 35	2. 27 ～ 1. 97	1. 77 ～ 1. 47	0. 77 ～ 0. 47	1. 27 ～ 0. 92	0. 77 ～ 0. 42	2. 75 ～ 2. 45	2. 25 ～ 1. 95	1. 25 ～ 0. 95		
土質名称			埋土、シルト混り砂	埋土、シルト混り砂	埋土、シルト混り砂	埋土、砂	埋土、砂	埋土、砂	埋土、砂	埋土、砂	埋土、砂	埋土、砂	埋土、砂	盛土、砂	盛土、砂	盛土、砂		
N 値			11	16	10	5	2	5	5	10	10	3	1	6	5	4		
室内土質試験分類	一般	一	湿潤密度 ρ _t g/ cm ³															
			乾燥密度 ρ _d g/ cm ³															
			土粒子の密度 ρ _s g/ cm ³	2. 640	2. 645	2. 753	2. 621	2. 627	2. 660	2. 638	2. 634	2. 655	2. 656	2. 655	2. 639	2. 634	2. 644	2. 650
			自然含水比 ω _n %	4. 0	4. 4	3. 3	9. 4	9. 2	10. 5	8. 4	7. 6	14. 1	9. 3	8. 2	13. 2	18. 9	15. 9	9. 7
			間隙比 e															
			飽和度 S _r %															
			飽和密度 ρ _{sat} g/ cm ³															
	粒度		礫分 2mm～ %	1. 8	3. 3	0. 3	1. 3	1. 1	2. 8	3. 5	1. 7	2. 8	4. 7	3. 7	2. 3	2. 0	1. 8	2. 4
			砂分 75 μ m～2mm %	92. 4	87. 1	97. 6	93. 2	94. 3	94. 3	94. 4	93. 0	84. 8	86. 2	89. 1	71. 3	67. 7	69. 0	86. 7
			シルト分 5～75 μ m %	2. 1	5. 1	0. 5	2. 3	1. 5	0. 5	0. 4	2. 1	6. 5	4. 9	3. 3	15. 1	17. 9	16. 6	5. 6
			粘土分 5 μ m未満 %	3. 7	4. 5	1. 6	3. 2	3. 1	2. 4	1. 7	3. 2	5. 9	4. 2	3. 9	11. 3	12. 4	12. 6	5. 3
			細粒分含有率 F _c %	5. 8	9. 6	2. 1	5. 5	4. 6	2. 9	2. 1	5. 3	12. 4	9. 1	7. 2	26. 4	30. 3	29. 2	10. 9
			最大粒径 mm	9. 5	19	9. 5	4. 75	9. 5	9. 5	9. 5	19	19	19	9. 5	9. 5	9. 5	4. 75	11. 54
			均等係数 U _c	2. 84	4. 42	2. 45	2. 91	2. 34	3. 03	2. 29	2. 85	7. 65	5. 37	3. 33	140	－	－	14. 96
	質性		50%通過粒径 D50 mm	0. 3419	0. 3178	0. 5129	0. 3322	0. 3360	0. 5694	0. 4231	0. 4077	0. 2742	0. 3640	0. 3343	0. 2204	0. 1794	0. 1928	0. 3433
			20%通過粒径 D20 mm	0. 2011	0. 1896	0. 3403	0. 1883	0. 2194	0. 3428	0. 2864	0. 2400	0. 1357	0. 1690	0. 1783	0. 0245	0. 0187	0. 0270	0. 1829
			10%通過粒径 D10 mm	0. 1411	0. 0821	0. 2313	0. 1359	0. 1632	0. 2134	0. 2141	0. 1673	0. 0463	0. 0866	0. 1225	0. 0022	－	－	0. 1338
			クレーカの透水係数 k m/sec	8. 6E-05	7. 5E-05	2. 9E-04	7. 4E-05	1. 1E-04	3. 0E-04	2. 0E-04	1. 3E-04	3. 4E-05	5. 7E-05	6. 5E-05	5. 9E-07	3. 5E-07	7. 1E-07	1. 0E-04
	試験	コン	液性限界 wL %															
		ステ	塑性限界 wp %															
		ン	塑性指数 Ip															
	分類		分 類 名	細粒分まじり砂	細粒分まじり砂	分級された砂	細粒分まじり砂	分級された砂	分級された砂	分級された砂	細粒分まじり砂	細粒分まじり砂	細粒分まじり砂	細粒分まじり砂	細粒分質砂	細粒分質砂	細粒分質砂	
			分類記号	(S-F)	(S-F)	(SP)	(S-F)	(SP)	(SP)	(SP)	(S-F)	(S-F)	(S-F)	(S-F)	(SF)	(SF)	(SF)	

表 4.2.2 室内土質試験結果一覧表（地層別：As1①層 1/2）

地層記号			砂質土																	
			As1①																	
地点			No.1	No.1	No.1	No.1	No.1	No.1	No.1	No.2	No.2	No.2	No.2	No.2	No.2	No.2	No.2	No.2	平均値	
地盤高さ TP m			H= 4.34	H= 4.34	H= 4.34	H= 4.34	H= 4.34	H= 4.34	H= 4.34	H= 3.85	H= 3.85	H= 3.85	H= 3.85	H= 3.85	H= 3.85	H= 3.85	H= 3.85	H= 3.85		
試料番号			1P4	1P5	1P6	1P7	1P8	1P9	1P10	2P4	2P5	2P6	2P7	2P8	2P9	2P10	2P11	2P12		2P13
深 度	GL－m		4.15 ～ 4.45	5.15 ～ 5.45	6.15 ～ 6.45	7.15 ～ 7.45	8.15 ～ 8.45	9.15 ～ 9.45	10.15 ～ 10.45	4.15 ～ 4.50	5.15 ～ 5.55	6.00 ～ 6.45	7.15 ～ 7.45	8.15 ～ 8.55	9.15 ～ 9.45	10.15 ～ 10.45	11.15 ～ 11.45	12.15 ～ 12.45	13.15 ～ 13.45	
	TP m		0.19 ～ -0.11	-0.81 ～ -1.11	-1.81 ～ -2.11	-2.81 ～ -3.11	-3.81 ～ -4.11	-4.81 ～ -5.11	-5.81 ～ -6.11	-0.30 ～ -0.65	-1.30 ～ -1.70	-2.15 ～ -2.60	-3.30 ～ -3.60	-4.30 ～ -4.70	-5.30 ～ -5.60	-6.30 ～ -6.60	-7.30 ～ -7.60	-8.30 ～ -8.60	-9.30 ～ -9.60	
土質名称			シルト質砂	シルト質砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト質砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト混り砂	
N値			5	5	2	2	3	7	5	3	2	0	4	2	7	2	14	7	3	
室内土質試験	一般	湿潤密度 ρ _t g/ cm ³																		
		乾燥密度 ρ _d g/ cm ³																		
		土粒子の密度 ρ _s g/ cm ³	2.663	2.672	2.666	2.647	2.644	2.634	2.624	2.643	2.650	2.659	2.664	2.649	2.642	2.660	2.639	2.632	2.636	2.649
		自然含水比 ω _n %	31.0	17.8	20.0	30.5	27.2	24.4	35.1	26.6	32.2	33.6	26.8	31.0	35.5	34.8	31.4	41.5	49.2	32.2
		間隙比 e																		
		飽和度 S _r %																		
		飽和密度 ρ _{sat} g/ cm ³																		
	粒度	礫分 2mm～ %	1.3	9.3	4.6	0.7	0.8	3.8	1.2	1.4	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
		砂分 75μm～2mm %	85.6	87.9	74.2	87.4	82.7	84.3	89.2	94.0	80.2	76.4	85.1	71.8	87.4	62.6	90.3	86.4	71.1	78.8
		シルト分 5～75μm %	6.0	0.5	11.2	6.5	7.2	5.8	5.1	1.7	9.8	6.8	7.3	9.1	6.0	15.5	3.5	6.1	10.2	9.4
		粘土分 5μm未満 %	7.1	2.3	10.0	5.4	9.3	6.1	4.5	2.9	9.4	16.2	7.6	19.1	6.6	21.9	6.2	7.5	18.7	10.4
		細粒分含有率 F _c %	13.1	2.8	21.2	11.9	16.5	11.9	9.6	4.6	19.2	23.0	14.9	28.2	12.6	37.4	9.7	13.6	28.9	19.8
		最大粒径 mm	9.5	9.5	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	9.5	4.75	4.75	4.75	2	2	2	2	2	2	5.46
		均等係数 U _c	17.6	3.59	56.50	7.98	52.8	11.6	2.46	2.16	34.3	－	22.7	－	8.14	－	2.27	12.2	－	18.35
	質性	50%通過粒径 D50 mm	0.2605	0.5503	0.2201	0.2956	0.2916	0.3336	0.1841	0.3006	0.1969	0.2163	0.2613	0.2110	0.1656	0.1387	0.1746	0.1590	0.1451	0.2234
		20%通過粒径 D20 mm	0.1329	0.2747	0.0565	0.1788	0.1386	0.1704	0.1360	0.2128	0.0843	0.0301	0.1401	0.0060	0.1245	0.0024	0.1301	0.1213	0.0066	0.0939
		10%通過粒径 D10 mm	0.0185	0.1831	0.0050	0.0415	0.0064	0.0343	0.0821	0.1506	0.0067	－	0.0132	－	0.0221	－	0.0839	0.0141	－	0.0428
		クレーガ [*] の透水係数 k m/sec	3.3E-05	1.8E-04	4.0E-06	6.6E-05	3.6E-05	5.9E-05	3.5E-05	9.8E-05	1.1E-05	8.9E-07	3.7E-05	4.1E-08	2.8E-05	－	3.1E-05	2.7E-05	5.0E-08	9.6E-06
	試験	コンシ	液性限界 w _L %														37.6			38.1
		ステシ	塑性限界 w _p %														24.4			26.4
		シー	塑性指数 I _p														13.2			11.7
	分類	分類名	細粒分まじり砂	分級された礫まじり砂	細粒分質砂	細粒分まじり砂	細粒分質砂	細粒分まじり砂	細粒分まじり砂	分級された砂	細粒分質砂	細粒分質砂	細粒分質砂	細粒分まじり砂	細粒分質砂	細粒分まじり砂	細粒分質砂	細粒分まじり砂	細粒分まじり砂	細粒分質砂
		分類記号	(S-F)	(SP-G)	(SF)	(S-F)	(SF)	(S-F)	(S-F)	(SP)	(SF)	(SF)	(SF)	(S-F)	(SF)	(S-F)	(SF)	(S-F)	(S-F)	(SF)

表 4.2.3 室内土質試験結果一覧表（地層別：As1①層 2/2）

地層記号			砂質土																
			As1①																
地点			No.3	No.3	No.3	No.4	No.4	No.4	No.4	No.4	No.4	No.4	No.4	No.5	No.5	No.5	No.5	平均値	
地盤高さ TP m			H= 3.92	H= 3.92	H= 3.92	H= 3.92	H= 3.92	H= 3.92	H= 3.92	H= 3.92	H= 3.92	H= 3.92	H= 3.92	H= 4.40	H= 4.40	H= 4.40	H= 4.40		
試料番号			3P4	3P5	3P6	4P4	4P5	4P6	4P7	4P8	4P9	4P15	4P16	5P4	5P5	5P6	5P7		
深 度	GLーm		4.15 ～ 4.45	5.15 ～ 5.45	6.15 ～ 6.45	4.15 ～ 4.45	5.15 ～ 5.50	6.15 ～ 6.45	7.15 ～ 7.46	8.15 ～ 8.45	9.15 ～ 9.49	15.15 ～ 15.45	16.15 ～ 16.45	4.15 ～ 4.45	5.15 ～ 5.45	6.15 ～ 6.45	7.15 ～ 7.45		
	TP m		-0.23 ～ -0.53	-1.23 ～ -1.53	-2.23 ～ -2.53	-0.23 ～ -0.53	-1.23 ～ -1.58	-2.23 ～ -2.53	-3.23 ～ -3.54	-4.23 ～ -4.53	-5.23 ～ -5.57	-11.23 ～ -11.53	-12.23 ～ -12.53	0.25 ～ -0.05	-0.75 ～ -1.05	-1.75 ～ -2.05	-2.75 ～ -3.05		
土質名称			シルト混り砂	シルト質砂	シルト質砂	シルト質砂	シルト質砂	シルト質砂	シルト質砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト質砂	シルト質砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト質砂	シルト質砂		
N値			5	3	1	3	2	1	2	9	4	4	6	4	6	7	7		
室内土質試験	一般	湿潤密度 ρ _t g/ cm ³																	
		乾燥密度 ρ _d g/ cm ³																	
		土粒子の密度 ρ _s g/ cm ³	2.660	2.648	2.582	2.662	2.658	2.659	2.640	2.630	2.621	2.673	2.664	2.652	2.664	2.668	2.656	2.649	
		自然含水比 ω _n %	26.0	40.2	25.2	45.3	41.8	36.5	37.0	25.5	36.3	38.1	36.6	26.5	26.3	31.8	29.5	32.2	
		間隙比 e																	
		飽和度 S _r %																	
		飽和密度 ρ _{sat} g/ cm ³																	
	粒度	礫分 2mm～ %	1.4	0.5	0.8	2.2	0.4	1.7	0.0	3.3	0.3	0.0	0.3	5.2	2.6	0.7	0.2	1.4	
		砂分 75μm～2mm %	89.7	79.7	77.1	68.9	67.3	72.3	66.9	84.7	83.3	50.4	52.3	79.1	86.1	85.6	81.4	78.8	
		シルト分 5～75μm %	4.7	12.2	8.6	15.1	19.0	8.7	11.2	5.8	7.6	32.2	28.6	8.9	6.1	5.1	8.4	9.4	
		粘土分 5μm未満 %	4.2	7.6	13.5	13.8	13.3	17.3	21.9	6.2	8.8	17.4	18.8	6.8	5.2	8.6	10.0	10.4	
		細粒分含有率 F _c %	8.9	19.8	22.1	28.9	32.3	26.0	33.1	12.0	16.4	49.6	47.4	15.7	11.3	13.7	18.4	19.8	
		最大粒径 mm	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	19	2	9.5	4.75	2	4.75	19	4.75	4.75	4.75	5.46	
		均等係数 U _c	3.81	15.2	－	－	－	－	－	11.0	20.4	－	－	19.8	5.88	15.7	59.2	18.35	
	質性	50%通過粒径 D50 mm	0.2841	0.1803	0.2165	0.1340	0.1656	0.2067	0.2320	0.2675	0.1696	0.0762	0.0847	0.3565	0.2345	0.1793	0.2552	0.2234	
		20%通過粒径 D20 mm	0.1564	0.0773	0.0268	0.0275	0.0209	0.0087	0.0031	0.1430	0.1178	0.0085	0.0069	0.1248	0.1249	0.1119	0.0992	0.0939	
		10%通過粒径 D10 mm	0.0899	0.0135	－	－	－	－	－	0.0315	0.0092	－	－	0.0238	0.0506	0.0131	0.0049	0.0428	
		クレーガ [*] の透水係数 k m/sec	4.8E-05	8.3E-06	7.0E-07	7.3E-07	4.4E-07	8.4E-08	－	3.9E-05	2.5E-05	8.0E-08	5.4E-08	2.8E-05	2.8E-05	2.2E-05	1.7E-05	9.6E-06	
	験	コンシ	液性限界 wL %										38.5	N P					38.1
		ステン	塑性限界 wp %										28.3	N P					26.4
		シー	塑性指数 Ip										10.2	－					11.7
	分 類	分 類 名		細粒分まじり砂	細粒分質砂	細粒分質砂	細粒分質砂	細粒分質砂	細粒分質砂	細粒分質砂	細粒分まじり砂	細粒分質砂	細粒分質砂	細粒分質砂	礫まじり 細粒分質砂	細粒分まじり 砂	細粒分まじり 砂	細粒分質砂	
		分類記号		(S-F)	(SF)	(SF)	(SF)	(SF)	(SF)	(SF)	(S-F)	(SF)	(SF)	(SF)	(SF-G)	(S-F)	(S-F)	(SF)	

表 4. 2. 4 室内土質試験結果一覧表（地層別：As1②層）

地層記号			砂質土																				
			As1②																				
			No.2	No.2	No.2	No.2	No.2	No.3	No.3	No.3	No.3	No.4	No.4	No.4	No.4	No.4	No.5	No.5	No.5	No.5	No.5	No.5	平均値
地点	TP	m	H= 3. 85	H= 3. 85	H= 3. 85	H= 3. 85	H= 3. 85	H= 3. 92	H= 3. 92	H= 3. 92	H= 3. 92	H= 3. 92	H= 3. 92	H= 3. 92	H= 3. 92	H= 4. 40	H= 4. 40	H= 4. 40	H= 4. 40	H= 4. 40	H= 4. 40	H= 4. 40	
地盤高さ	TP	m	H= 3. 85	H= 3. 85	H= 3. 85	H= 3. 85	H= 3. 85	H= 3. 92	H= 3. 92	H= 3. 92	H= 3. 92	H= 3. 92	H= 3. 92	H= 3. 92	H= 3. 92	H= 4. 40	H= 4. 40	H= 4. 40	H= 4. 40	H= 4. 40	H= 4. 40	H= 4. 40	
試料番号			2P14	2P15	2P16	2P17	2P18	3P7	3P8	3P9	3P10	4P10	4P11	4P12	4P13	4P14	5P8	5P9	5P10	5P11	5P16	5P17	
深 度	GL－m		14. 15 ～ 14. 45	15. 15 ～ 15. 45	16. 15 ～ 16. 50	17. 15 ～ 17. 45	18. 15 ～ 18. 45	7. 15 ～ 7. 45	8. 15 ～ 8. 45	9. 15 ～ 9. 45	10. 15 ～ 10. 45	10. 15 ～ 10. 45	11. 15 ～ 11. 45	12. 15 ～ 12. 45	13. 15 ～ 13. 45	14. 15 ～ 14. 45	8. 15 ～ 8. 45	9. 15 ～ 9. 45	10. 15 ～ 10. 45	11. 15 ～ 11. 30	16. 15 ～ 16. 45	17. 15 ～ 17. 45	
	TP m		-10. 30 ～ -10. 60	-11. 30 ～ -11. 60	-12. 30 ～ -12. 65	-13. 30 ～ -13. 60	-14. 30 ～ -14. 60	-3. 23 ～ -3. 53	-4. 23 ～ -4. 53	-5. 23 ～ -5. 53	-6. 23 ～ -6. 53	-6. 23 ～ -6. 53	-6. 23 ～ -6. 53	-7. 23 ～ -7. 53	-8. 23 ～ -8. 53	-9. 23 ～ -9. 53	-10. 23 ～ -10. 53	-3. 75 ～ -4. 05	-4. 75 ～ -5. 05	-5. 75 ～ -6. 05	-6. 75 ～ -6. 90	-11. 75 ～ -12. 05	-12. 75 ～ -13. 05
土質名称			砂	砂	シルト質砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト質砂	砂	砂	砂	砂	砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト質砂	シルト質砂
N 値			22	18	4	7	16	10	29	16	4	17	18	21	14	12	11	17	10	22	18	9	
室内土質試験	一般	湿潤密度 ρ _t g/ cm ³																					
		乾燥密度 ρ _d g/ cm ³																					
		土粒子の密度 ρ _s g/ cm ³	2. 632	2. 651	2. 672	2. 641	2. 646	2. 623	2. 625	2. 627	2. 636	2. 613	2. 631	2. 625	2. 638	2. 626	2. 635	2. 634	2. 622	2. 633	2. 662	2. 637	2. 635
		自然含水比 ω _n %	19. 7	21. 6	38. 1	32. 4	30. 3	29. 2	22. 1	27. 2	30. 3	22. 0	18. 8	19. 8	26. 2	21. 4	23. 1	23. 5	38. 5	25. 4	35. 5	22. 1	26. 4
		間隙比 e																					
		飽和度 S _r %																					
		飽和密度 ρ _{sat} g/ cm ³																					
	粒度	礫分 2mm～ %	5. 1	1. 4	0. 0	0. 0	0. 0	0. 1	1. 1	0. 4	0. 8	0. 2	2. 6	2. 4	1. 4	0. 0	1. 6	0. 9	0. 0	1. 6	0. 1	1. 5	1. 1
		砂分 75 μ m～2mm %	89. 8	89. 8	65. 4	86. 6	85. 2	86. 9	88. 2	87. 0	77. 9	90. 3	87. 3	94. 8	93. 2	97. 3	85. 9	88. 1	69. 9	68. 3	80. 6	78. 1	84. 5
		シルト分 5～75 μ m %	1. 3	4. 4	14. 9	6. 8	7. 5	6. 0	5. 6	6. 5	9. 9	5. 3	6. 1	0. 5	1. 9	0. 4	6. 4	5. 8	9. 8	14. 1	9. 3	11. 2	6. 7
		粘土分 5 μ m未満 %	3. 8	4. 4	19. 7	6. 6	7. 3	7. 0	5. 1	6. 1	11. 4	4. 2	4. 0	2. 3	3. 5	2. 3	6. 1	5. 2	20. 3	16. 0	10. 0	9. 2	7. 7
		細粒分含有率 F _c %	5. 1	8. 8	34. 6	13. 4	14. 8	13. 0	10. 7	12. 6	21. 3	9. 5	10. 1	2. 8	5. 4	2. 7	12. 5	11. 0	30. 1	30. 1	19. 3	20. 4	14. 4
		最大粒径 mm	9. 5	4. 75	2	2	2	4. 75	4. 75	4. 75	4. 75	4. 75	4. 75	4. 75	4. 75	9. 5	2	4. 75	4. 75	2	4. 75	4. 75	9. 5
	土性	均等係数 U _c	3. 23	5. 11	－	13. 5	21. 5	13. 1	6. 61	6. 84	46. 1	7. 66	9. 24	2. 09	3. 42	2. 64	12. 1	8. 18	－	－	35. 5	88. 4	16. 78
		50%通過粒径 D50 mm	0. 6206	0. 4107	0. 1404	0. 2488	0. 2946	0. 2964	0. 3676	0. 2073	0. 1557	0. 6097	0. 5911	0. 8030	0. 4803	0. 5745	0. 3337	0. 3290	0. 1440	0. 1762	0. 1633	0. 4067	0. 3677
20%通過粒径 D20 mm		0. 3911	0. 1628	0. 0053	0. 1359	0. 1528	0. 1781	0. 2092	0. 1322	0. 0546	0. 2262	0. 1895	0. 5523	0. 2528	0. 3720	0. 1775	0. 1856	0. 0048	0. 0146	0. 0842	0. 0693	0. 1775	
10%通過粒径 D10 mm		0. 2157	0. 0951	－	0. 0219	0. 0156	0. 0253	0. 0628	0. 0352	0. 0037	0. 0876	0. 0733	0. 4329	0. 1595	0. 2431	0. 0320	0. 0464	－	－	0. 0051	0. 0058	0. 0918	
クレーガ [○] の透水係数 k m/sec		4. 1E-04	5. 3E-05	3. 3E-08	3. 5E-05	4. 5E-05	6. 5E-05	9. 4E-05	3. 2E-05	3. 7E-06	1. 1E-04	7. 5E-05	9. 0E-04	1. 5E-04	3. 6E-04	6. 4E-05	7. 1E-05	－	2. 2E-07	1. 1E-05	6. 4E-06	1. 3E-04	
試験	コンシ	液性限界 w _L %																					
	ステン	塑性限界 w _p %																					
	シー	塑性指数 I _p																					
分類	分 類 名		細粒分礫まじり砂	細粒分まじり砂	細粒分質砂	細粒分まじり砂	細粒分まじり砂	細粒分まじり砂	細粒分まじり砂	細粒分まじり砂	細粒分質砂	細粒分まじり砂	細粒分まじり砂	分級された砂	細粒分まじり砂	分級された砂	細粒分まじり砂	細粒分まじり砂	細粒分質砂	細粒分質砂	細粒分質砂	細粒分質砂	
		分類記号	(S-FG)	(S-F)	(SF)	(S-F)	(S-F)	(S-F)	(S-F)	(S-F)	(SF)	(S-F)	(S-F)	(SP)	(S-F)	(SP)	(S-F)	(S-F)	(SF)	(SF)	(SF)	(SF)	

表 4.2.5 室内土質試験結果一覧表（地層別：As1③層）

地層記号			砂質土																				
			As1③																				
			No.1	No.1	No.1	No.1	No.1	No.1	No.1	No.1	No.1	No.1	No.3	No.3	No.3	No.3	No.3	No.3	No.5	No.5	No.5	No.5	平均値
地点	TP	m	H= 4.34	H= 4.34	H= 4.34	H= 4.34	H= 4.34	H= 4.34	H= 4.34	H= 4.34	H= 4.34	H= 3.92	H= 3.92	H= 3.92	H= 3.92	H= 3.92	H= 3.92	H= 4.40	H= 4.40	H= 4.40	H= 4.40		
試料番号			1P11	1P12	1P13	1P14	1P15	1P16	1P17	1P18	1P19	3P11	3P12	3P13	3P14	3P15	3P16	5P12	5P13	5P14	5P15		
深 度	GL—m		11.15 ～ 11.45	12.15 ～ 12.45	13.15 ～ 13.45	14.15 ～ 14.45	15.15 ～ 15.45	16.15 ～ 16.45	17.15 ～ 17.45	18.15 ～ 18.45	19.00 ～ 19.55	11.15 ～ 11.45	12.15 ～ 12.45	13.15 ～ 13.45	14.15 ～ 14.44	15.15 ～ 15.44	16.15 ～ 16.45	12.15 ～ 12.45	13.15 ～ 13.45	14.15 ～ 14.44	15.15 ～ 15.45		
	TP m		-6.81 ～ -7.11	-7.81 ～ -8.11	-8.81 ～ -9.11	-9.81 ～ -10.11	-10.81 ～ -11.11	-11.81 ～ -12.11	-12.81 ～ -13.11	-13.81 ～ -14.11	-14.66 ～ -15.21	-7.23 ～ -7.53	-8.23 ～ -8.53	-9.23 ～ -9.53	-10.23 ～ -10.52	-11.23 ～ -11.52	-12.23 ～ -12.53	-7.75 ～ -8.05	-8.75 ～ -9.05	-9.75 ～ -10.04	-10.75 ～ -11.05		
土質名称			砂	砂	砂	砂	砂	砂	砂	砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト混り砂	シルト混り砂	砂	砂	砂	砂			
N 値			28	41	49	30	50	51	58	51	52	38	44	60	62	62	60	30	44	62	42		
室内土質試験	一般	一	湿潤密度 ρ_t g/ cm ³																				
			乾燥密度 ρ_d g/ cm ³																				
			土粒子の密度 ρ_s g/ cm ³	2.641	2.630	2.619	2.644	2.639	2.661	2.645	2.637	2.643	2.622	2.621	2.627	2.625	2.624	2.632	2.625	2.618	2.619	2.616	2.631
			自然含水比 ω_n %	20.7	15.6	15.0	18.8	17.0	13.7	13.3	17.4	17.6	17.0	15.4	16.3	17.1	16.3	17.6	18.3	15.9	16.9	17.1	16.7
			間隙比 e																				
			飽和度 S_r %																				
			飽和密度 ρ_{sat} g/ cm ³																				
	粒度	粒	礫分 2mm～ %	3.2	5.6	5.8	4.8	12.3	10.7	2.3	1.6	2.0	6.1	7.6	8.2	4.0	6.9	3.3	1.3	9.3	11.2	3.2	5.8
			砂分 75μm～2mm %	90.1	88.9	86.6	86.7	82.7	83.2	86.6	91.5	89.2	84.1	82.6	83.6	85.9	84.3	88.5	91.7	84.0	81.9	90.4	86.4
			シルト分 5～75μm %	2.9	1.6	3.7	4.3	1.4	2.5	5.7	3.1	4.6	5.4	4.8	4.4	5.7	4.9	4.3	3.3	3.0	3.1	2.6	3.8
			粘土分 5μm未満 %	3.8	3.9	3.9	4.2	3.6	3.6	5.4	3.8	4.2	4.4	5.0	3.8	4.4	3.9	3.9	3.7	3.7	3.8	3.8	4.0
		度	細粒分含有率 F_c %	6.7	5.5	7.6	8.5	5.0	6.1	11.1	6.9	8.8	9.8	9.8	8.2	10.1	8.8	8.2	7.0	6.7	6.9	6.4	7.8
		土 特	最大粒径 mm	4.75	4.75	9.5	9.5	19	19	19	9.5	4.75	19	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	4.75	19	19	4.75	11.25
			均等係数 U_c	4.02	4.94	5.27	5.65	5.48	4.28	12.9	4.53	5.39	8.11	10.2	7.31	8.00	7.32	5.12	4.44	5.55	5.08	5.01	6.24
	質 性		50%通過粒径 D50 mm	0.5048	0.7539	0.6480	0.5250	0.7517	0.6671	0.5818	0.6268	0.5389	0.5209	0.6897	0.6351	0.5017	0.6601	0.5879	0.6004	0.7426	0.6215	0.6918	0.6237
			20%通過粒径 D20 mm	0.2550	0.3816	0.3730	0.2512	0.2948	0.3952	0.2538	0.3896	0.2954	0.2265	0.2942	0.3251	0.2199	0.2625	0.3265	0.3382	0.3993	0.3115	0.4129	0.3161
			10%通過粒径 D10 mm	0.1461	0.1802	0.1395	0.1081	0.1609	0.1786	0.0503	0.1529	0.1094	0.0792	0.0797	0.1032	0.0736	0.1034	0.1294	0.1532	0.1559	0.1439	0.1559	0.1265
		試	クレーガの透水係数 k m/sec	1.5E-04	3.8E-04	3.6E-04	1.4E-04	2.1E-04	4.2E-04	1.5E-04	4.0E-04	2.1E-04	1.1E-04	2.1E-04	2.6E-04	1.1E-04	1.6E-04	2.7E-04	2.9E-04	4.3E-04	2.4E-04	4.6E-04	2.6E-04
験	コンシステンシー		液性限界 w_L %																				
			塑性限界 w_p %																				
			塑性指数 I_p																				
	分 類 名		細粒分まじり砂	細粒分礫まじり砂	細粒分礫まじり砂	細粒分まじり砂	細粒分礫まじり砂	細粒分礫まじり砂	細粒分まじり砂	細粒分まじり砂	細粒分まじり砂	細粒分まじり砂	細粒分礫まじり砂	細粒分礫まじり砂	細粒分礫まじり砂	細粒分まじり砂	細粒分まじり砂	細粒分まじり砂	細粒分まじり砂	細粒分礫まじり砂	細粒分礫まじり砂	細粒分まじり砂	
分類記号		(S-F)	(S-FG)	(S-FG)	(S-F)	(S-FG)	(S-FG)	(S-F)	(S-F)	(S-F)	(S-FG)	(S-FG)	(S-FG)	(S-F)	(S-FG)	(S-F)	(S-F)	(S-FG)	(S-FG)	(S-F)			

表 4.2.6 室内土質試験結果一覧表（地層別：Ac 層）

地層記号			粘性土														
			Ac														
地点			No.1	No.2	No.2	No.3	No.3	No.3	No.3	No.4	No.4	No.5	No.5	No.5	平均値		
地盤高さ TP m			H= 4.34	H= 3.85	H= 3.85	H= 3.92	H= 3.92	H= 3.92	H= 3.92	H= 3.92	H= 3.92	H= 4.40	H= 4.40	H= 4.40			
試料番号			1P20	2P19	2P20	3P17	3P18	3P19	3P20	4P17	4P18	5P18	5P19	5P20			
深 度	GLーm		20.15 ～ 20.45	19.00 ～ 19.55	20.15 ～ 20.45	17.15 ～ 17.45	18.15 ～ 18.45	19.15 ～ 19.45	20.15 ～ 20.45	17.15 ～ 17.50	18.15 ～ 18.50	18.15 ～ 18.45	19.15 ～ 19.45	20.15 ～ 20.45			
	TP m		-15.81 ～ -16.11	-15.15 ～ -15.70	-16.30 ～ -16.60	-13.23 ～ -13.53	-14.23 ～ -14.53	-15.23 ～ -15.53	-16.23 ～ -16.53	-13.23 ～ -13.58	-14.23 ～ -14.58	-13.75 ～ -14.05	-14.75 ～ -15.05	-15.75 ～ -16.05			
土質名称			シルト	シルト	シルト	砂混りシルト	砂混りシルト	砂混りシルト	砂混りシルト	砂質シルト	砂質シルト	砂混りシルト	砂混りシルト	砂混りシルト			
N 値			4	1	1	5	2	1	1	3	2	5	2	5			
室内土質試験	一般	湿潤密度 ρ _t g/ cm ³															
		乾燥密度 ρ _d g/ cm ³															
		土粒子の密度 ρ _s g/ cm ³	2.686	2.680	2.679	2.669	2.682	2.673	2.670	2.682	2.659	2.678	2.677	2.662	2.675		
		自然含水比 ω _n %	55.3	61.0	57.1	50.4	54.3	50.1	49.9	43.9	36.0	54.7	50.6	47.4	50.9		
		間隙比 e															
		飽和度 S _r %															
	粒度	飽和密度 ρ _{sat} g/ cm ³															
		礫分 2mm～ %	0.4	0.0	0.1	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.1	0.2		
		砂分 75μm～2mm %	16.2	3.0	4.1	15.1	10.0	14.3	9.3	12.7	32.8	6.4	5.7	5.7	11.3		
		シルト分 5～75μm %	37.1	33.9	38.7	44.4	44.5	45.1	47.5	52.5	49.1	42.8	46.3	49.4	44.3		
		粘土分 5μm未満 %	46.3	63.1	57.1	40.5	45.2	40.6	43.2	34.8	16.7	50.8	47.9	44.8	44.3		
		細粒分含有率 F _c %	83.4	97.0	95.8	84.9	89.7	85.7	90.7	87.3	65.8	93.6	94.2	94.2	88.5		
		最大粒径 mm	4.75	2	4.75	2	4.75	2	2	2	9.5	2	4.75	4.75	3.77		
		均等係数 U _c	－	－	－	－	－	－	－	－	57.5	－	－	－	57.5		
		50%通過粒径 D50 mm	0.0061	0.0017	0.0028	0.0093	0.0069	0.0091	0.0074	0.0179	0.0494	0.0048	0.0055	0.0071	0.0107		
		20%通過粒径 D20 mm	－	－	－	－	－	－	－	－	0.0089	－	－	－	0.0089		
	質 性	10%通過粒径 D10 mm	－	－	－	－	－	－	－	－	0.0011	－	－	－	0.0011		
		クレーガ [※] の透水係数 k m/sec	－	－	－	－	－	－	－	－	8.7E-08	－	－	－	8.7E-08		
		験	コンシ	液性限界 w _L %	65.7	68.8	62.7	58.0	59.2	55.0	55.2	56.3	39.8	60.4	57.0	56.7	57.9
			ステン	塑性限界 w _p %	30.2	33.1	31.9	31.6	25.6	26.8	31.4	29.6	23.7	34.3	27.4	29.2	29.6
	シー		塑性指数 I _p	35.5	35.7	30.8	26.4	33.6	28.2	23.8	26.7	16.1	26.1	29.6	27.5	28.3	
	分 類	分 類 名	砂質粘土 (高液性限界)	粘土 (高液性限界)	シルト (高液性限界)	砂質シルト (高液性限界)	砂まじり粘土 (高液性限界)	砂まじり粘土 (高液性限界)	砂まじりシルト (高液性限界)	砂まじり粘土 (高液性限界)	砂質粘土 (低液性限界)	砂まじりシルト (高液性限界)	砂まじり粘土 (高液性限界)	砂まじり粘土 (高液性限界)			
			分類記号	(CHS)	(CH)	(MH)	(MHS)	(CH-S)	(CH-S)	(MH-S)	(CH-S)	(CLS)	(MH-S)	(CH-S)	(CH-S)		

表 4. 2. 7 室内土質試験結果一覧表（地層別：As2 層）

地層記号			砂質土		
			As2		
地点			No.4	No.4	平均値
地盤高さ TP m			H= 3.92	H= 3.92	
試料番号			4P19	4P20	
深 度	GL－m		19.15 ～ 19.45	20.15 ～ 20.45	
	TP m		-15.23 ～ -15.53	-16.23 ～ -16.53	
土質名称			シルト混り砂～シルト質砂	シルト質砂	
N 値			10	13	
室内土質試験	一 般	湿潤密度 ρ_t g/ cm ³			
		乾燥密度 ρ_d g/ cm ³			
		土粒子の密度 ρ_s g/ cm ³	2.654	2.684	2.669
		自然含水比 ω_n %	21.6	23.4	22.5
		間隙比 e			
	粒 度	飽和度 S_r %			
		飽和密度 ρ_{sat} g/ cm ³			
		礫分 2mm～ %	9.9	12.5	11.2
		砂分 75μm～2mm %	75.8	59.1	67.5
		シルト分 5～75μm %	7.6	17.8	12.7
		粘土分 5μm未満 %	6.7	10.6	8.7
		細粒分含有率 F_c %	14.3	28.4	21.4
		最大粒径 mm	9.5	19	14.25
		均等係数 U_c	22.1	125	73.55
		特 性	50%通過粒径 D_{50} mm	0.4810	0.3119
	20%通過粒径 D_{20} mm		0.1840	0.0355	0.1098
	10%通過粒径 D_{10} mm		0.0279	0.0039	0.0159
	クレガ [*] の透水係数 k m/sec		7.0E-05	1.3E-06	3.6E-05
	コンシステンシー	液性限界 w_L %			
		塑性限界 w_p %			
		塑性指数 I_p			
		分 類	分 類 名	細粒分礫まじり砂	礫まじり細粒分質砂
	分類記号		(S-FG)	(SF-G)	

以下、試験項目ごとに結果をまとめた。

(1) 土粒子の密度

土粒子の密度は、土を形成する固体部分の単位体積あたりの平均質量であり、土は無機質分と有機質分に分かれる。

無機質の土粒子は、岩石が物理的な風化を受けて細粒化した造岩鉱物と、細粒化後に化学的な風化を受けて分解・変質した二次鉱物(粘土鉱物)に別れ、前者は概ね $5\mu\text{m}$ 以上、後者は概 $5\mu\text{m}$ 以下の大きさが主体である。各鉱物の土粒子の密度は、平均的には 2.7g/cm^3 程度であり、このため無機質土の土粒子の密度は $2.6\sim 2.8\text{ g/cm}^3$ の範囲にあることが多い。有機質の土粒子は、主に腐植物である。有機物を含む土の土粒子の密度は、その含有量が多いほど小さくなり、 $1.4\sim 2.3\text{ g/cm}^3$ 程度を示すことが多い。

このため、土粒子の密度は土粒子を形成する鉱物の組成や有機物含有量の多少を推定する指標になる。

試験結果を表 4.2.8 に、深度(標高)分布図を図 4.2.2 に示す。また、参考として主な鉱物と土粒子の密度の一般値を表 4.2.9 に示す。

土粒子の密度は、おおむね $\rho_s=2.6\sim 2.7\text{ g/cm}^3$ の範囲にあり、無機質土の標準的な値といえる。試料番号 1P3 は盛土(Bs)であり何らかの鉱物の混入が考えられる。また、試料番号 3P6 は沖積層砂質土(As1①)であり有機物の含有が推定される。

表 4.2.8 土粒子の密度試験結果一覧表

地層区分	試料数	土質	土粒子の密度 $\rho_s\text{ g/cm}^3$		
			最小値	最大値	平均値
Bs	14	砂質土	2.621	2.753	2.650
As1①	32	砂質土	2.582	2.673	2.649
As1②	20	砂質土	2.613	2.672	2.635
As1③	19	砂質土	2.616	2.661	2.631
Ac	12	粘性土	2.659	2.686	2.675
As2	2	砂質土	2.654	2.684	2.669

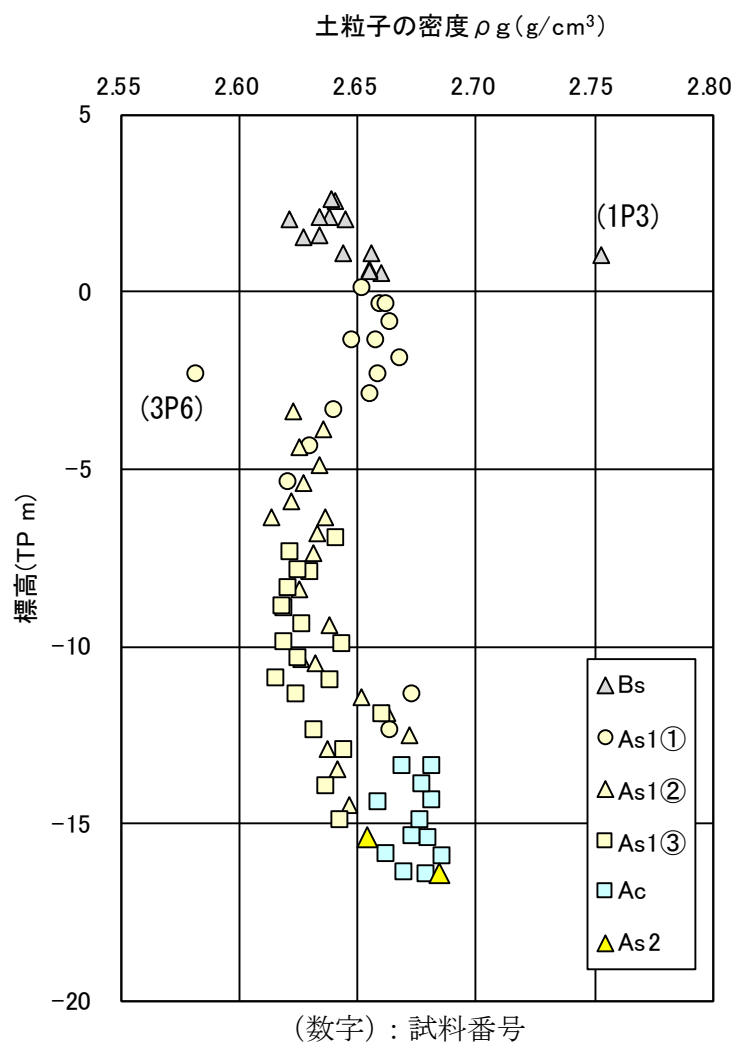


図 4.2.2 土粒子の密度の深度（標高）分布図

表 4.2.9 主な鉱物と土粒子の密度の例

（出典：地盤材料試験の方法と解説、地盤工学会、2009.11）

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（PEAT）	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

(2) 自然含水比

自然状態の土は、土質と含水比の関係から概略の力学特性を知ることができ、飽和した土は含水比と間隙比が一義的であり、その土の圧縮性や強度特性と密接な関係にあると考えられている。一般に粘性土の含水比は20～30%程度以上を、砂質土は10～30%を示すものが多く、細粒分が多いほど含水比も大きくなる。

試験結果を表4.2.10に、深度（標高）分布図を図4.2.3に示す。また、参考として我が国における土の含水比のおおよその範囲を表4.2.11に示す。

自然含水比はおおむね一般的な値といえる。また、沖積層上部砂質土（As1）は区分①～③（N値が小～大・緩い～密な締まり）の順に自然含水比が小さくなっている。

表4.2.10 土の含水比試験結果一覧表

地層区分	試料数	土質	自然含水比 W_n %		
			最小値	最大値	平均値
Bs	14	砂質土	3.3	18.9	9.7
As1①	32	砂質土	17.8	49.2	32.2
As1②	20	砂質土	18.8	38.5	26.4
As1③	19	砂質土	13.3	20.7	16.7
Ac	12	粘性土	36.0	61.0	50.9
As2	2	砂質土	21.6	23.4	22.5

表 4.2.11 我が国における土の含水比のおおよその範囲

（出典：地盤材料試験の方法と解説、地盤工学会、2009.11）

	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 $\rho_t(\text{g/cm}^3)$	1.2～1.8	1.6～2.0	1.6～2.0	1.2～1.5	0.8～1.3
乾燥密度 $\rho_d(\text{g/cm}^3)$	0.5～1.4	1.2～1.8	1.1～1.6	0.6～0.7	0.1～0.6
含水比 $w(\%)$	30～150	10～30	20～40	80～180	80～1 200

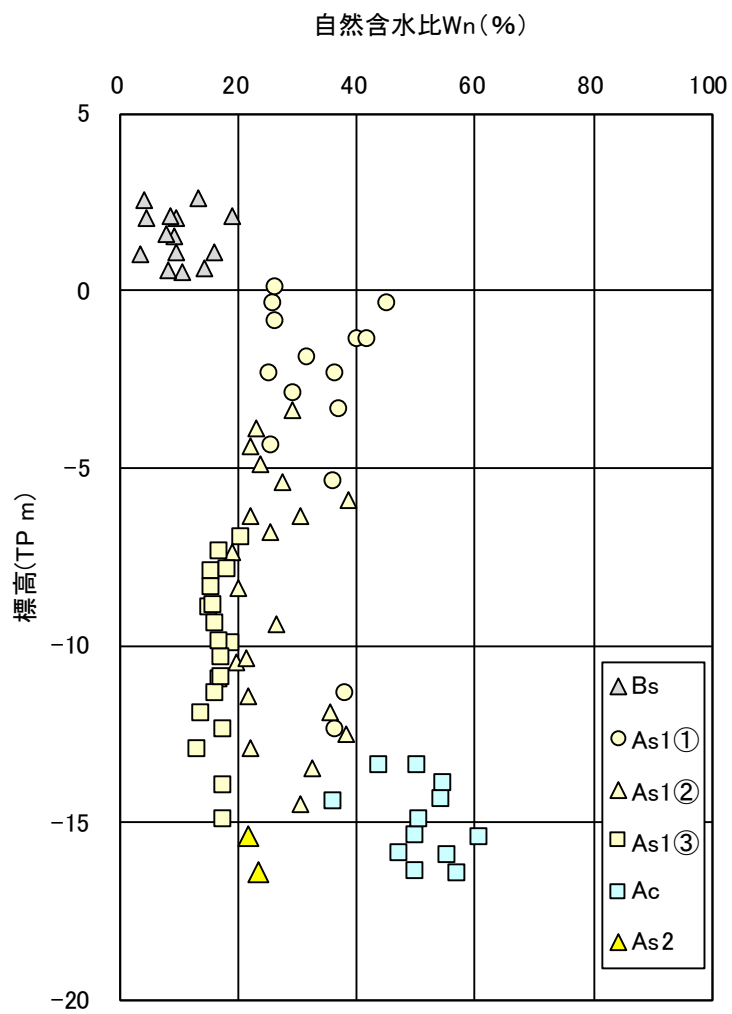


図 4. 2. 3 自然含水比の深度（標高）分布図

(3) 粒度特性

粒度とは土を構成する種々の粒径にある土粒子の分布を全質量に対する百分率で表すもので、その土の工学的性質を知るための基礎となる物理量である。

試験結果を基に、粒度特性一覧表を表 4.2.12 に、地層別粒径加積曲線を図 4.2.4 に、As1 層を①～③区分した粒径加積曲線を図 4.2.5 に示す。また、細粒分含有率 F_c の深度（標高）分布図を図 4.2.6 に示す。なお、参考として図 4.2.6 に日本統一分類法による土質区分を示す。

砂質土については、As1 層のうち区分③が①②と比べ若干礫分の含有量が多く、細粒分（シルト分+粘土分）の含有量が少ない。図 4.2.5 の粒径加積曲線からも区分①～③（N 値が小～大・緩い～密な締まり）の順に右側（粗粒側）に分布する傾向がうかがえる。As2 層については、礫分と細粒分の含有量がやや多い。

粘性土である Ac 層については、平均ではシルト分と粘土分の含有割合がほぼ同じである。

表 4.2.12 粒度特性一覧表

地層区分	試料数	土質	粒度組成(平均値) %			
			礫分	砂分	シルト分	粘土分
Bs	14	砂質土	2.4	86.7	5.6	5.3
As1①	32	砂質土	1.4	78.8	9.4	10.4
As1②	20	砂質土	1.1	84.5	6.7	7.7
As1③	19	砂質土	5.8	86.4	3.8	4.0
Ac	12	粘性土	0.2	11.3	44.3	44.3
As2	2	砂質土	11.2	67.5	12.7	8.7

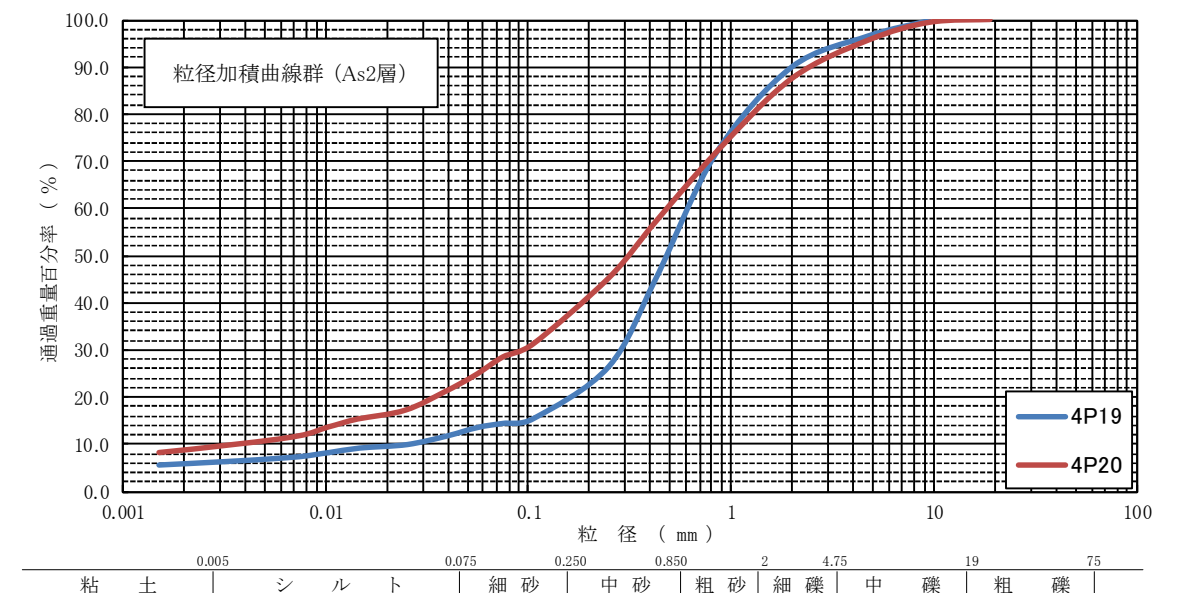
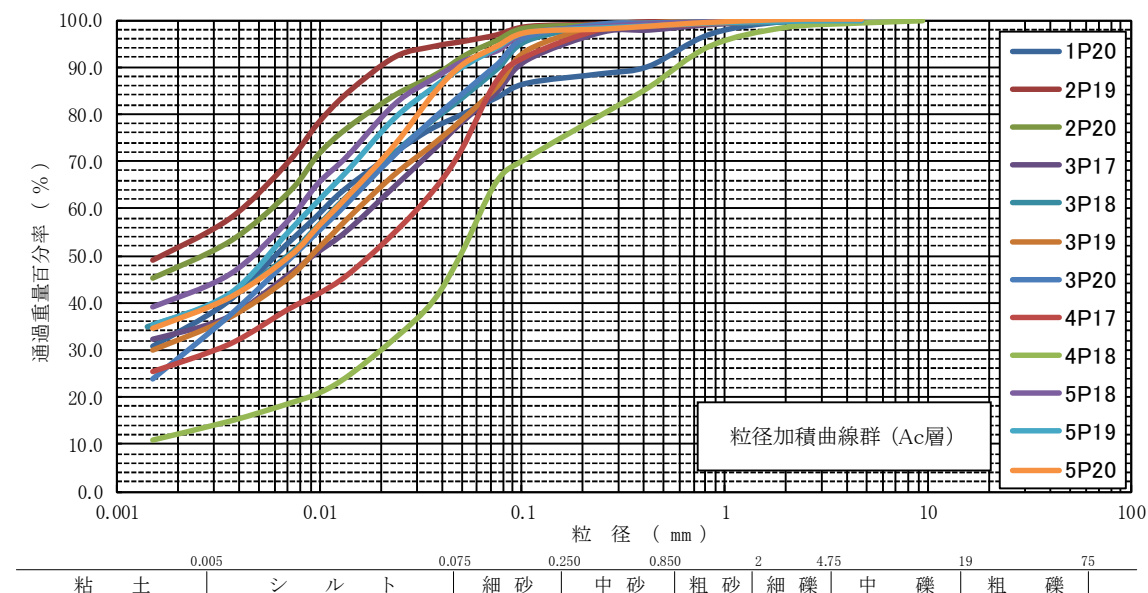
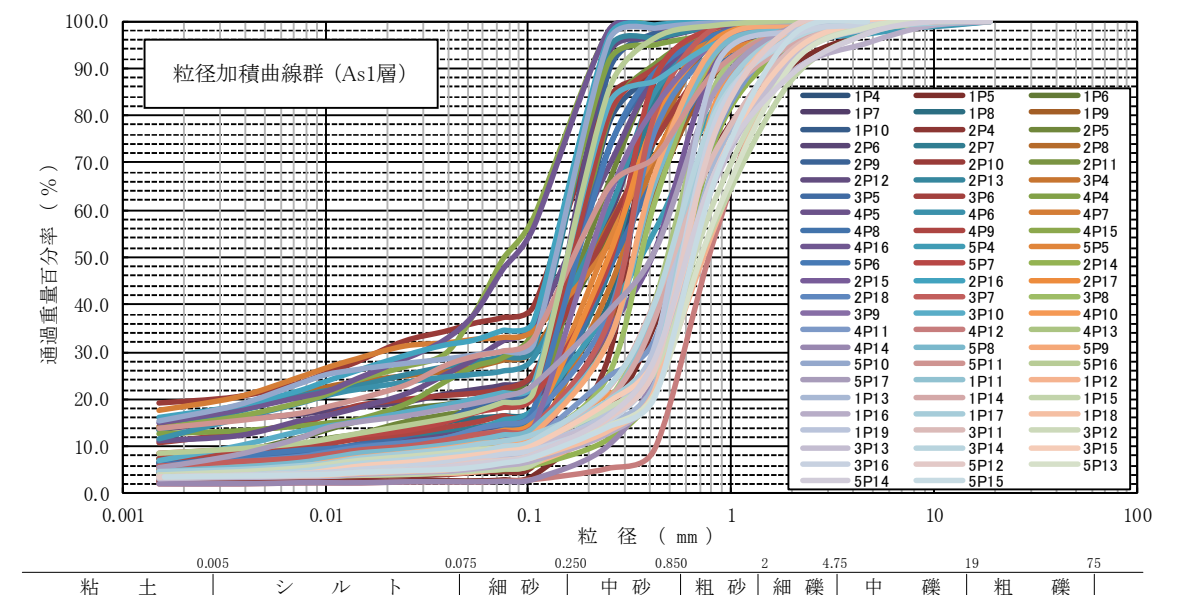
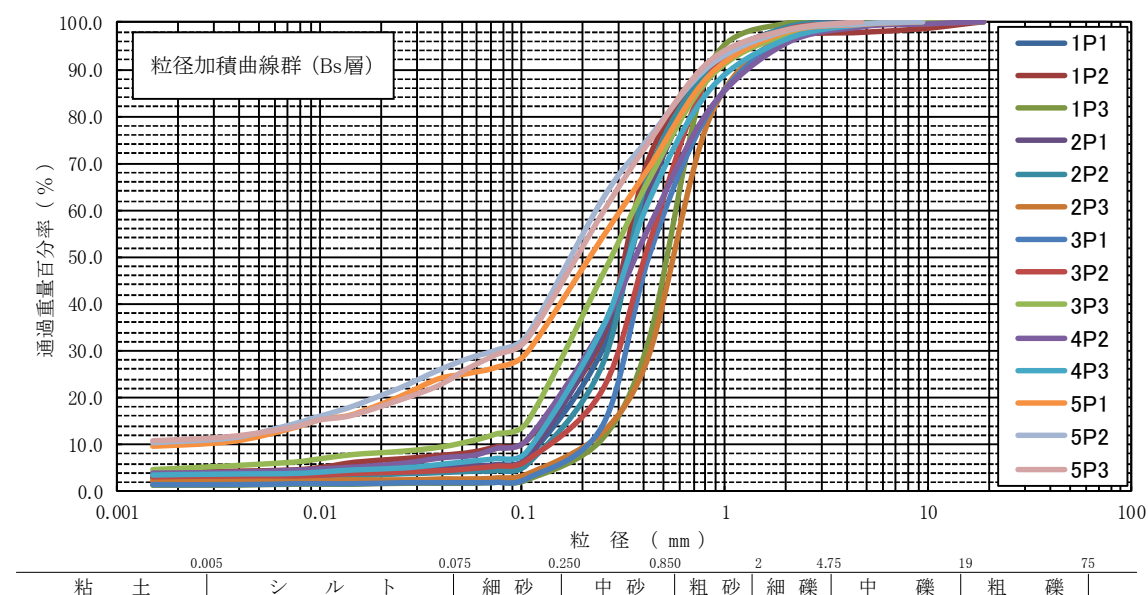


図 4.2.4 地層別粒径加積曲線

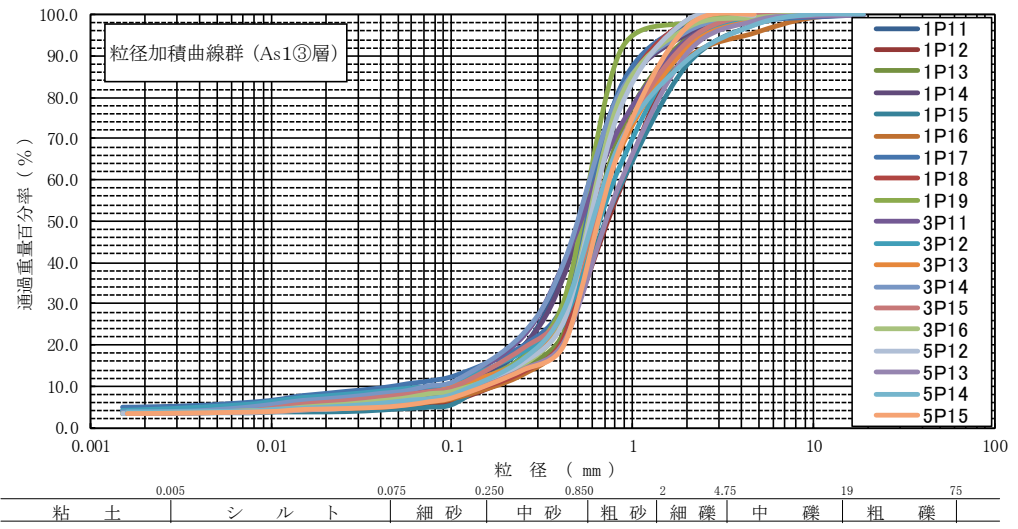
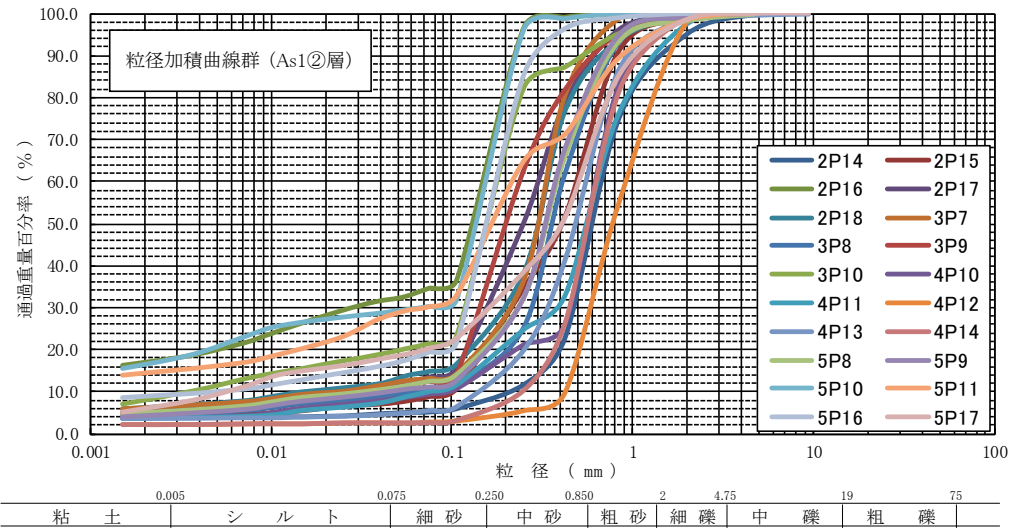
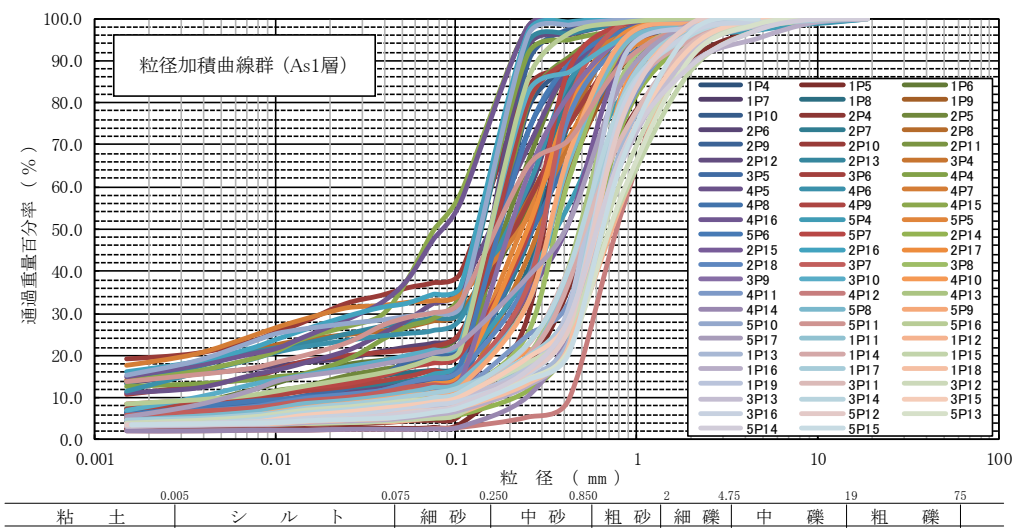
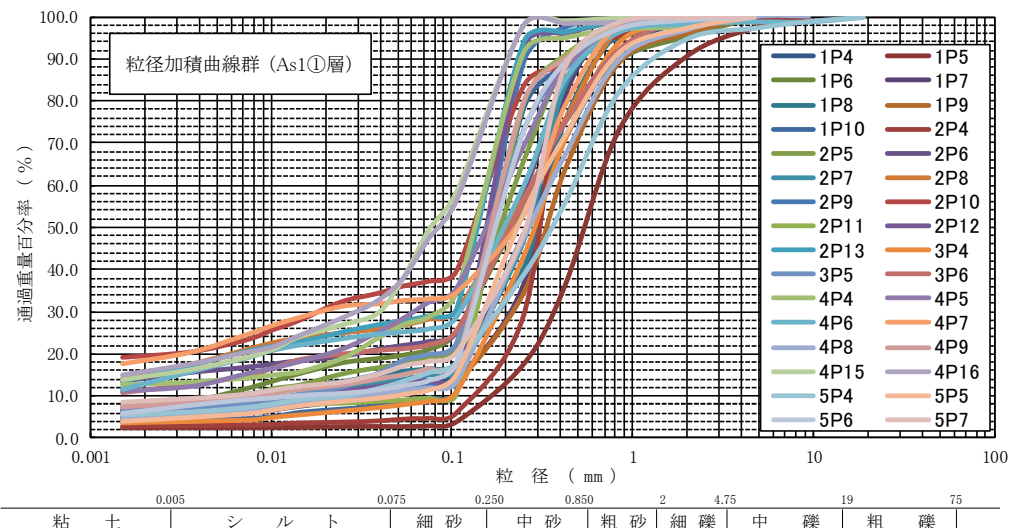


図 4.2.5 As1 層区分①～④粒径加積曲線

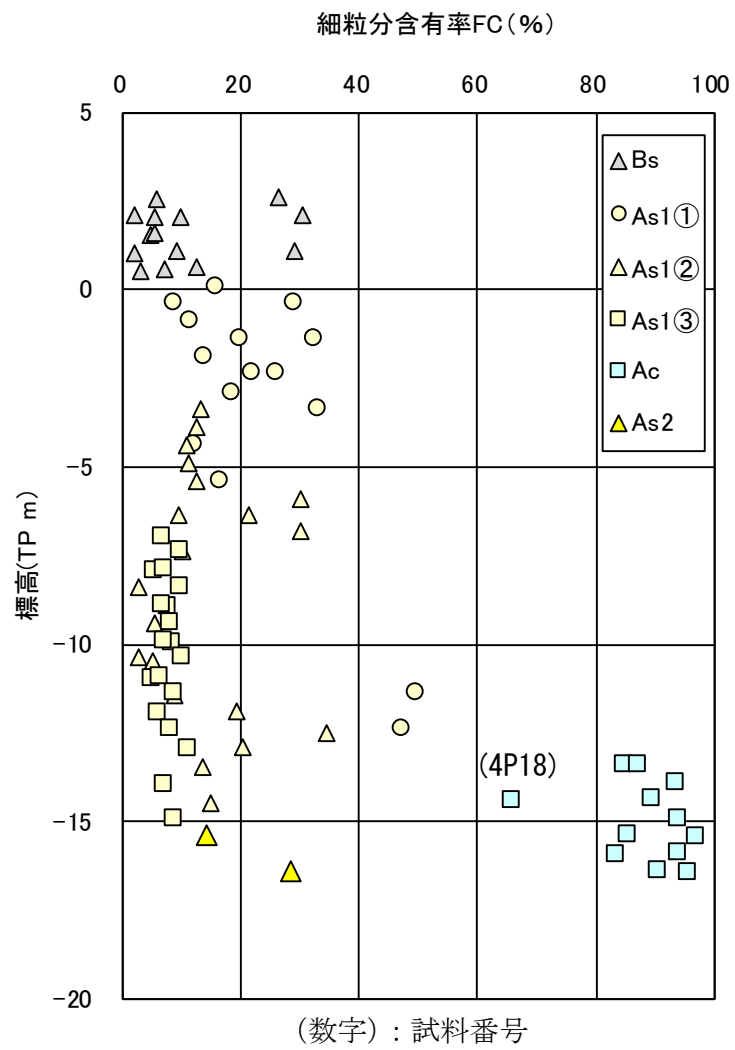


図 4. 2. 6 細粒分含有率 FC の深度（標高）分布図

大 分 類		中 分 類	小 分 類
土質材料区分	土質区分	主に観察による分類	三角座標上の分類
粗粒土 Cm 粗粒分>50%	礫質土 [G] 礫分>砂分	細粒分<15%	礫 (G)
			細粒分<5% 砂 分<5% (G)
			砂まじり礫 (G-S)
			細粒分<5% 5%≦砂 分<15% (G-F)
			5%≦細粒分<15% 砂 分<5% (G-FS)
			細粒分砂まじり礫 (G-FS)
			5%≦細粒分<15% 5%≦砂 分<15%
			砂質礫 (GS)
			細粒分<5% 15%≦砂 分 (GS)
			細粒分まじり砂質礫 (GS-F)
粗粒土 Cm 粗粒分>50%	砂質土 [S] 砂分≧礫分	細粒分<15%	細粒分質礫 (GF)
			15%≦細粒分 砂 分<5% (GF-S)
			砂まじり細粒分質礫 (GF-S)
			15%≦細粒分 5%≦砂 分<15% (GFS)
			細粒分質砂質礫 (GFS)
			15%≦細粒分 15%≦砂 分
			砂 (S)
			細粒分<5% 礫 分<5% (S-G)
			礫まじり砂 (S-G)
			細粒分<5% 5%≦礫 分<15% (S-F)
粗粒土 Cm 粗粒分>50%	砂質土 [S] 砂分≧礫分	細粒分<15%	5%≦細粒分<15% 礫 分<5% (S-FG)
			細粒分礫まじり砂 (S-FG)
			5%≦細粒分<15% 5%≦礫 分<15%
			礫質砂 (SG)
			細粒分<5% 15%≦礫 分 (SG)
			細粒分まじり砂質礫 (SG-F)
			5%≦細粒分<15% 15%≦礫 分
			細粒分質砂 (SF)
			15%≦細粒分 礫 分<5% (SF-G)
			砂まじり細粒分質砂 (SF-G)
粗粒土 Cm 粗粒分>50%	砂質土 [S] 砂分≧礫分	細粒分<15%	15%≦細粒分 5%≦礫 分<15% (SFG)
			細粒分質礫質砂 (SFG)
			15%≦細粒分 15%≦礫 分

注:含有率は土質材料に対する質量百分率

(a) 粗粒土の工学的分類体系

大 分 類		中 分 類	小 分 類
土質材料区分	土質区分	主に観察による分類	三角座標上の分類
細粒土 Fm 細粒分>50%	粘性土 [Cs]	シルト 塑性図上で分類	WL<50% — シルト(低液性限界) (ML)
			WL≧50% — シルト(高液性限界) (MH)
			WL<50% — 粘土(低液性限界) (CL)
			WL≧50% — 粘土(高液性限界) (CH)
			WL<50% — 有機質粘土(低液性限界) (OL)
			WL≧50% — 有機質粘土(高液性限界) (OH)
			有機質で火山灰質 — 有機質火山灰土 (OV)
			WL<50% — 火山灰質粘性土(低液性限界) (VL)
			50%≦WL≦80% — 火山灰質粘性土(I型) (VH1)
			WL≧80% — 火山灰質粘性土(II型) (VH2)
高有機質土 Pm 有機物を多く含むもの	高有機質土 [Pt]	未分解で繊維質 分解が進み黒色	泥炭 (Pt)
			黒泥 (Mk)
人工材料 Am	人工材料 [A]	廃棄物 改良土	廃棄物 (wa)
			改良土 (I)

(b) 主に細粒土の工学的分類体系

図 4.2.7 日本統一分類法による土質

(出典: 地盤材料試験の方法と解説、地盤工学会、2009)

(4) コンシステンシー特性

一般に、土は含水量の大小によって硬軟の程度が異なり、特にシルトや粘土などの細粒土では含水量の大小によって練り返し時の性質と挙動が大きく異なる。練り返した細粒土は、含水量の変化に伴って固体状、半固体状、塑性体状、液体状のように変化する。このような含水量の大小による細粒土の状態の変化や変形抵抗の大きさを総称してコンシステンシーといい、各状態の変移点の含水比をコンシステンシー限界という。これらのコンシステンシー限界のうち、液性限界(WL)は「土が塑性体状から液体状に移るときの境界の含水比」、塑性限界(W_p)は「土が塑性体状から半固体状に移るときの境界の含水比」と定義される。また、液性限界塑性限界の差を塑性指数(I_p)といい、これは「細粒土が塑性を示す範囲(幅)」を示す数値で、細粒土の分類上重要な指標として利用される。

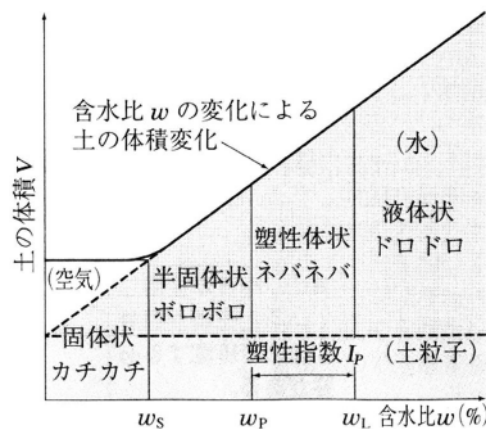


図 4.2.8 コンシステンシー限界

細粒土は小さな土粒子の集合体であるため、コンシステンシー限界は土粒子個々の物理化学的界面作用の影響を強く受け、具体的な因子としては、粒度組成、粒子形状、比表面積、粘土鉱物の種類と含有量、間隙中の塩類の種類と濃度、粒子表面の電荷の強さと吸着水層の厚さ、有機物の種類と含有量に影響される。一般に、土粒子の粒径が小さく比表面積が大きいほど液性限界と塑性限界が大きくなること、吸着陽イオンのイオン価数および塩類濃度が増加するほど土粒子間の引力が低下して液性限界が低下すること、有機質土においては有機物の含有量が多いほど液性限界と塑性限界が大きくなることが知られている。

沖積層粘性土 (Ac) の液性限界・塑性限界試験結果を表 4.2.13 に、液性限界・塑性限界の一般的な値を表 4.2.14 に示す。

試験値はおおむね一般的な値を示した。

表 4.2.13 液性限界・塑性限界試験結果

地層区分	試料数	項目	最小値	最大値	平均値
Ac	12	自然含水比 W_n (%)	36.0	61.0	50.9
		液性限界 WL (%)	39.8	68.8	57.9
		塑性限界 WP (%)	23.7	34.3	29.6
		塑性指数 I_p	16.1	35.7	28.3

表 4.2.14 液性限界・塑性限界の測定例

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

地盤工学会「地盤材料試験の方法と解説P146」

液性限界と塑性指数から、図 4.2.9 に示す塑性図によって細粒土を分類することができる。

塑性図による土の分類は、A 線と B 線によって 4 つの区画に分け、その土がどの区画にあるかによって工学的性質の概略を知るものである。これは、A 線 ($I_p=0.73(WL-20)$) の上にあるか下にあるかによって粘土とシルトを区分し、B 線 ($WL=50$) の縦線を境にしてその左側にあるか右側にあるかによって圧縮性の大小が区別されるようになっている。

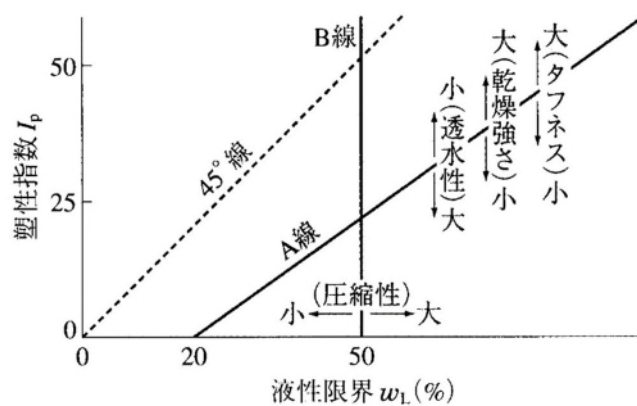


図 4.2.9 塑性図による土の分類 (地盤工学会「土質試験の方法と解説」)

Ac 層の塑性図を図 4.2.10 に示す。

地盤材料分類としては、おおむね「高液性限界のシルト (MH)」及び「高液性限界の粘土 (CH)」に分類される。試料番号 4P18 は粗粒分 (礫分+砂分) の含有量が 34.2% と最も多く「低液性限界の粘土 (CL)」に分類された。

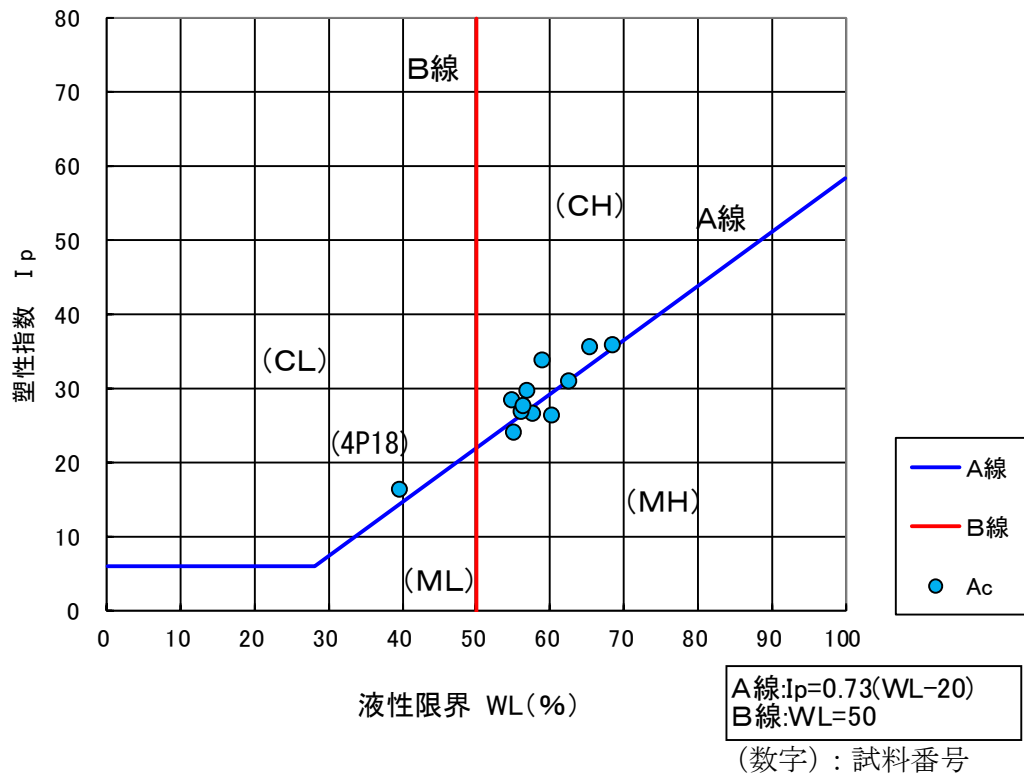


図 4.2.10 塑性図

図 4.2.11 は細粒分含有率 F_c 、塑性指数 I_p の深度分布を示すものである。

「5.3 地盤の液状化検討」で後述する液状化の判定を行う必要がある土層として、「建築基礎構造設計指針」では、埋立地盤などの人工造成地盤で F_c が 35% 以下の土層又は F_c が 35% を超えても I_p が 15 以下の土層が対象となる。また、「道路橋示方書」では沖積層の土層で上記土層が液状化の判定を行う必要がある土層としている。

$F_c \geq 35\%$ の沖積層砂質土 (As1①) が 3 試料あるがいずれも $I_p \leq 15$ であり液状化判定を行う必要がある。また、沖積層粘性土 (Ac) はいずれも $I_p > 15$ であり液状化の判定対象外である。

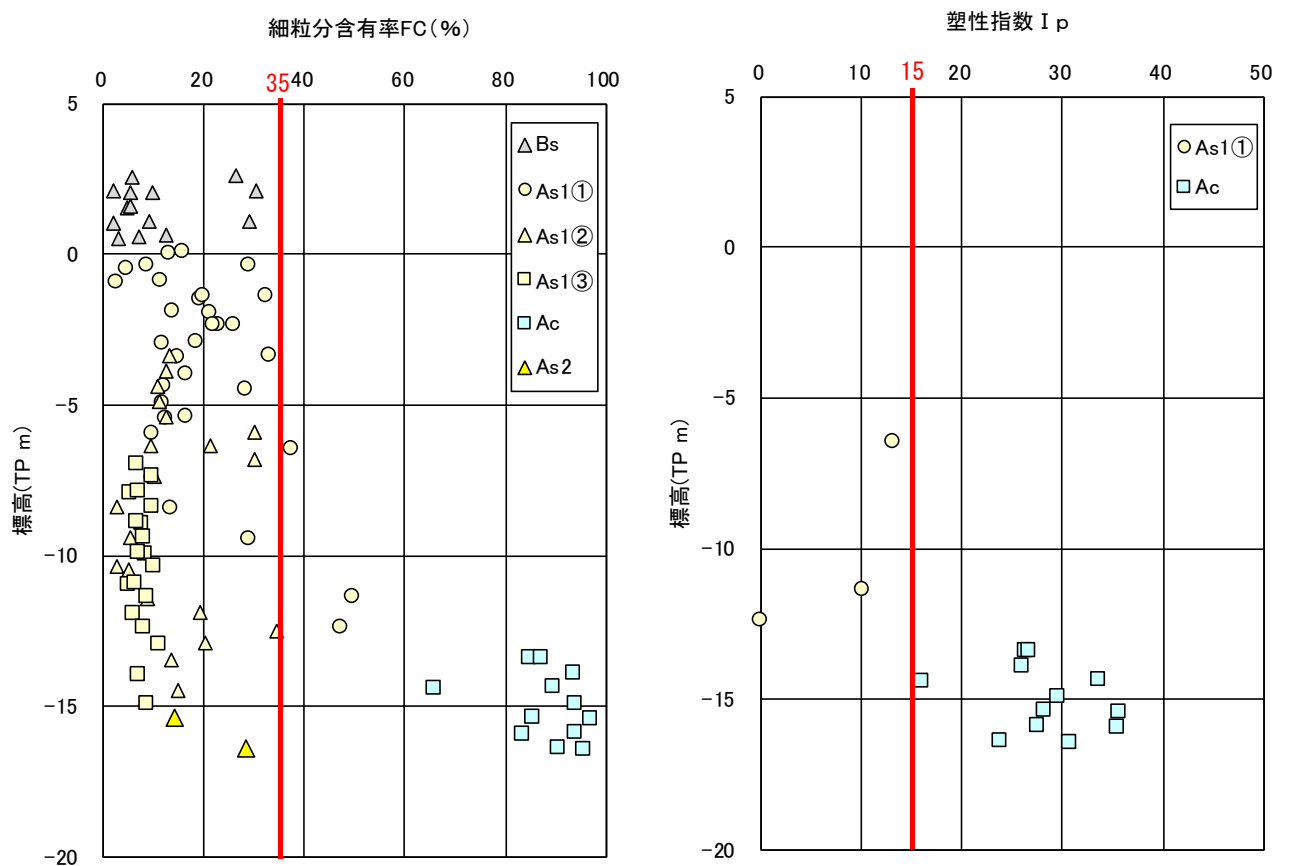


図 4.2.11 細粒分含有率 F_c 、塑性指数 I_p の深度（標高）分布図

5. 考察

5.1 地盤定数の設定

各地層の設計用地盤定数の代表値（平均値）を表 5.1.1 に、地点別地盤定数の設定値を表 5.1.2 ～5.1.6 に示す。なお、沖積層上部砂質土（As1）は区分①～③に分けて設定した。

地盤定数の設定方法を以下に示す。なお、巻末に「地盤定数の設定値の詳細」を添付した。

表 5.1.1 各地層の地盤定数の代表値

地層区分	湿潤重量 γ_t (kN/m^3)	水中重量 γ' (kN/m^3)	N値	せん断抵抗角 ϕ ($^\circ$)	粘着力 C (kN/m^2)	変形係数 E (MN/m^2)	透水係数 k (m/s)
Bs	19	10	6	25	0	4.4	9.8E-05
As1①	17	8	4	23	0	3.0	2.4E-05
As1②	18	9	14	31	0	9.8	1.1E-04
As1③	19	10	46	40	0	32.6	2.5E-04
Ac	16	7	5	0	40	4.1	—
As2	18	9	16	31	0	11.4	—
Tc	18	9	55	0	485	54.4	—
Ts	19	10	60	40	0	46.7	—

表 5.1.2 地盤定数の設定値（地点 No.1）

地点	No.1		地下水位	GL- 3.75m		TP+ 0.59m				
深度 (GL-m)	層厚 (m)	地層区分	湿潤重量 γ_t (kN/m ³)	水中重量 γ' (kN/m ³)	N値	せん断抵抗角 ϕ (°)	粘着力 C (kN/m ²)	変形係数 E (MN/m ²)	透水係数 k (m/s)	標高 (TP m)
0.00										4.34
4.00	4.00	Bs	19	10	12	30	0	8.6	1.5E-04	0.34
11.00	7.00	As1①	17	8	4	23	0	2.9	5.9E-05	-6.66
19.60	8.60	As1③	19	10	45	40	0	31.8	2.7E-04	-15.26
26.00	6.40	Ac	15	6	3	0	27	2.1	-	-21.66
27.50	1.50	As2	18	9	15	32	0	10.8	-	-23.16
29.50	2.00	Ac	15	6	5	0	38	3.8	-	-25.16
30.45	0.95	As2	18	9	10	29	0	7.0	-	-26.11
33.20	2.75	Ac	17	8	8	0	50	5.6	-	-28.86
36.80	3.60	Ts	19	10	58	40	0	40.7	-	-32.46
42.30	5.50	Tc	18	9	60	0	704	78.8	-	-37.96

表 5.1.3 地盤定数の設定値（地点 No.2）

地点	No.2		地下水位	GL- 3.40m		TP+ 0.45m				
深度 (GL-m)	層厚 (m)	地層区分	湿潤重量 γ_t (kN/m ³)	水中重量 γ' (kN/m ³)	N値	せん断抵抗角 ϕ (°)	粘着力 C (kN/m ²)	変形係数 E (MN/m ²)	透水係数 k (m/s)	標高 (TP m)
0.00										3.85
3.90	3.90	Bs	19	10	4	23	0	2.8	1.6E-04	-0.05
13.80	9.90	As1①	17	8	4	23	0	3.4	2.6E-05	-9.95
18.95	5.15	As1②	18	9	13	30	0	9.3	1.1E-04	-15.10
26.00	7.05	Ac	15	6	1	0	24	1.8	-	-22.15
26.65	0.65	As2	17	8	9	28	0	6.3	-	-22.80
30.15	3.50	Ac	15	6	3	0	29	2.5	-	-26.30
30.60	0.45	As2	18	9	21	35	0	14.7	-	-26.75
34.90	4.30	Ac	17	8	7	0	49	5.4	-	-31.05
35.60	0.70	As2	18	9	24	36	0	16.8	-	-31.75
36.85	1.25	Tc	18	9	60	0	375	42.0	-	-33.00
39.35	2.50	Ts	19	10	60	40	0	48.0	-	-35.50
39.95	0.60	Tc	18	9	60	0	625	70.0	-	-36.10
41.36	1.41	Ts	19	10	60	40	0	52.5	-	-37.51

表 5.1.4 地盤定数の設定値（地点 No. 3）

地点	No.3		地下水位	GL- 3.55m		TP+ 0.37m				
深度 (GL-m)	層厚 (m)	地層区分	湿潤重量 γ_t (kN/m ³)	水中重量 γ' (kN/m ³)	N値	せん断抵抗角 ϕ (°)	粘着力 C (kN/m ²)	変形係数 E (MN/m ²)	透水係数 k (m/s)	標高 (TP m)
0.00										3.92
4.00	4.00	Bs	19	10	8	27	0	5.8	1.2E-04	-0.08
7.15	3.15	As1①	17	8	3	22	0	1.5	1.9E-05	-3.23
10.80	3.65	As1②	18	9	14	31	0	10.3	4.9E-05	-6.88
17.00	6.20	As1③	19	10	54	40	0	38.0	1.9E-04	-13.08
23.45	6.45	Ac	15	6	3	0	27	2.1	-	-19.53
25.60	2.15	As2	17	8	11	29	0	8.0	-	-21.68
27.00	1.40	Ac	16	7	5	0	32	3.5	-	-23.08
27.70	0.70	As2	18	9	13	31	0	9.1	-	-23.78
35.00	7.30	Ac	17	8	7	0	45	5.1	-	-31.08
35.70	0.70	Tc	18	9	26	0	162	18.2	-	-31.78
37.60	1.90	Ts	19	10	60	40	0	45.5	-	-33.68
41.30	3.70	Tc	18	9	60	0	612	68.6	-	-37.38

表 5.1.5 地盤定数の設定値（地点 No. 4）

地点	No.4		地下水位	GL- 3.27m		TP+ 0.65m				
深度 (GL-m)	層厚 (m)	地層区分	湿潤重量 γ_t (kN/m ³)	水中重量 γ' (kN/m ³)	N値	せん断抵抗角 ϕ (°)	粘着力 C (kN/m ²)	変形係数 E (MN/m ²)	透水係数 k (m/s)	標高 (TP m)
0.00										3.92
3.55	3.55	Bs	19	10	2	21	0	1.4	6.1E-05	0.37
10.00	6.45	As1①	17	8	3	22	0	2.4	1.3E-05	-6.08
14.50	4.50	As1②	18	9	16	33	0	11.4	3.2E-04	-10.58
16.70	2.20	As1①	17	8	5	24	0	3.5	6.7E-08	-12.78
18.55	1.85	Ac	14	5	2	0	26	1.7	-	-14.63
21.40	2.85	As2	18	9	10	29	0	7.4	-	-17.48
22.20	0.80	Ac	17	8	8	0	53	5.9	-	-18.28
22.55	0.35	As2	18	9	18	34	0	12.6	-	-18.63
34.40	11.85	Tc	18	9	60	0	375	42.0	-	-30.48

表 5.1.6 地盤定数の設定値（地点 No.5）

地点	No.5		地下水位	GL- 3.60m		TP+ 0.80m				
深度 (GL-m)	層厚 (m)	地層区分	湿潤重量 γ_t (kN/m ³)	水中重量 γ' (kN/m ³)	N値	せん断抵抗角 ϕ (°)	粘着力 C (kN/m ²)	変形係数 E (MN/m ²)	透水係数 k (m/s)	標高 (TP m)
0.00										4.40
4.00	4.00	Bs	19	10	5	24	0	3.5	5.5E-07	0.40
7.90	3.90	As1①	17	8	6	25	0	4.2	2.4E-05	-3.50
11.30	3.40	As1②	18	9	12	30	0	8.8	6.8E-05	-6.90
15.80	4.50	As1③	19	10	40	39	0	28.0	2.8E-04	-11.40
17.60	1.80	As1②	18	9	13	31	0	9.4	8.9E-06	-13.20
22.45	4.85	Ac	16	7	4	0	31	3.0	-	-18.05
23.80	1.35	As2	17	8	4	23	0	2.8	-	-19.40
25.90	2.10	Ac	17	8	8	0	53	5.9	-	-21.50
28.80	2.90	As2	19	10	43	39	0	30.3	-	-24.40
29.45	0.65	Ac	18	9	12	0	75	8.4	-	-25.05
36.31	6.86	Tc	18	9	60	0	545	61.1	-	-31.91

(1) 設計 N 値

設計 N 値は、各地層の実測 N 値の平均値を用い設定した。

なお、地層境データは 10cm ごとの貫入量から 30cm 貫入換算した値とし、N 値 60 以上は 60 とした。

(2) 単位体積重量（湿潤重量、水中重量）

単体体積重量は、表 5.1.7～5.1.9 を参考として、表 5.1.10 に示す一般値を採用した。水中重量は、湿潤重量から 9 を差し引いた値とした。

また、表 5.1.11 に示す一般値も参考とした。

表 5.1.7 概略設計で用いる土の単位体積重量 (kN/m³) の例

(出典：道路橋示方書・同解説 I 共通編、日本道路協会、2017.11)

地盤	土質	緩いもの	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体積重量は、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、又は砂利まじり粘性土については、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 5.1.8 N 値と粘土のコンシステンシー、一軸圧縮強さの関係 (Terzaghi and Peck)

(出典：地盤調査の方法と解説、地盤工学会、2013.3)

N 値	q_u (kN/m ²)	コンシステンシー
0～2	0.0～24.5	非常に柔らかい
2～4	24.5～49.1	柔らかい
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

表 5.1.9 N 値と砂の相対密度の関係 (Terzaghi and Peck)

(出典：地盤調査の方法と解説、地盤工学会、2013.3)

N 値	相対密度 (Terzaghi and Peck)	現場判別法
0～4	非常に緩い (very loose)	鉄筋が容易に手で貫入
4～10	緩い (loose)	ショベル (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, 30 cm 程度貫入
>50	非常に密な (very dense)	同上, 5～6 cm 貫入, 掘削につるはし必要, 打込み時金属音

注) 鉄筋は $\phi 13$ mm

表 5.1.10 土の単位体積重量 γ_t (kN/m³)

地盤	土質	ゆるいもの	中位なもの	密なもの
自然地盤	砂および砂礫	18	19	20
	砂質土	17	18	19
	粘性土	14	16	18
盛土	砂および砂礫	20		
	砂質土	19		
	粘性土	18		
N値の目安	砂および砂礫	30未満	30～50未満	50以上
	砂質土	10未満	10～30未満	30以上
	粘性土	4未満	4～8未満	8以上

地下水位以下にある土の単体重量は、それぞれの表中の値から9を差し引いた値とする。

表 5.1.11 土の単位体積重量 (kN/m³)

(出典：設計要領 第一集 土工編、NEXCO 中日本、2006)

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		2.0	40	0	{G}
	砂	締固めたもの	粒径幅の広いもの	2.0	35	0	{S}
			分級されたもの	1.9	30	0	
	砂質土	締固めたもの		1.9	25	30以下	{SF}
	粘性土	締固めたもの		1.8	15	50以下	{M}、{C}
自 然 地 盤	礫	密実なものまたは粒径幅の広いもの		2.0	40	0	{G}
		密実でないものまたは分級されたもの		1.8	35	0	
	礫まじり砂	密実なもの		2.1	40	0	{G}
		密実でないもの		1.9	35	0	
	砂	密実なものまたは粒径幅の広いもの		2.0	35	0	{S}
		密実でないものまたは分級されたもの		1.8	30	0	
	砂質土	密実なもの		1.9	30	30以下	{SF}
		密実でないもの		1.7	25	0	
	粘性土	固いもの(指で強く押し多少へこむ) ^{注1)}		1.8	25	50以下	{M}、{C}
		やや軟らかいもの(指の中程度の力で貫入) ^{注1)}		1.7	20	30以下	
		軟らかいもの(指が容易に貫入) ^{注1)}		1.6	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)}		1.7	20	50以下	{M}、{C}
		やや軟らかいもの(指の中程度の力で貫入) ^{注1)}		1.6	15	30以下	
		軟らかいもの(指が容易に貫入) ^{注1)}		1.4	10	15以下	
	関東ローム			1.4	5(ϕ u)	30以下	{V}

注1；N値の目安は次のとおりである。

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

注2；地盤工学会基準の記号は、およその目安である。

(3) せん断強度

① せん断抵抗角

せん断抵抗角 ϕ は、 N 値を用いて次式より推定する値と有効上載圧を補正した換算 N 値を用いて推定する値の小さい方の値を採用した。

【 N 値を用いた場合】

$$\phi = \sqrt{20N} + 15^\circ \quad (\text{大崎の式})$$

【有効上載圧を補正した換算 N 値を用いた場合】

$$\phi = \sqrt{20N_1} + 20^\circ \quad (3.5 \leq N_1 \leq 20)$$

$$\phi = 40^\circ \quad (20 < N_1)$$

ただし、 $N_1 = N \cdot \sqrt{98/\sigma_{v0}'}$ (有効上載圧を補正した換算 N 値、 σ_{v0}' : kN/m^2)

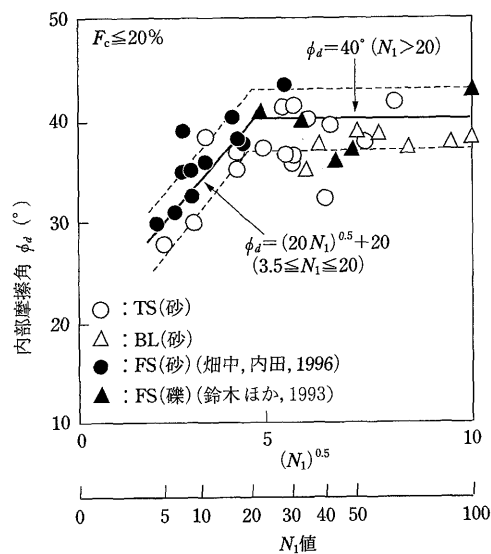


図 5.1.1 N_1 値と ϕ の関係

(出典：建築基礎構造設計指針、日本建築学会、2001.10)

なお、粘性土層については、安全側を考慮して ϕ は見込まないものとした。

②粘着力

粘着力 C は、 N 値を用いて次式より推定する値を採用した。

【 $N < 6$ の場合】

$$q_u = 40 + 5N \quad (\text{大崎の式})$$

$$C = q_u / 2 = 20 + 2.5N$$

【 $N \geq 6$ の場合】

$$q_u = 12.5N \quad (\text{Terzaghi and Peck の式})$$

$$C = q_u / 2 = 6.25N$$

ここに、 C : 粘着力 (kN/m^2)

N : N 値

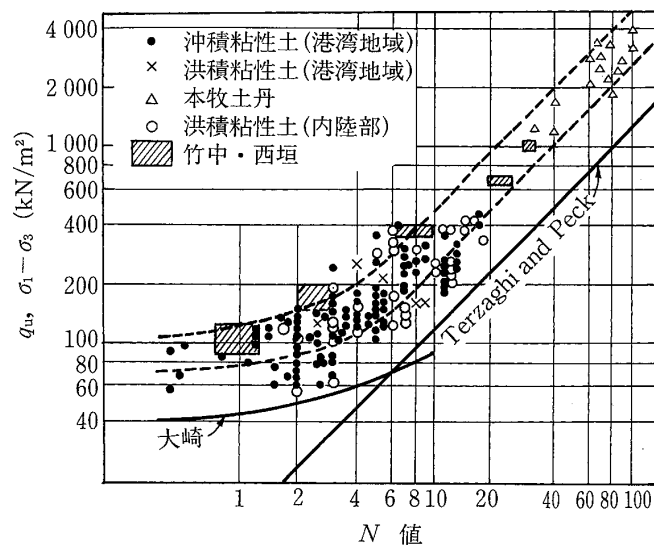


図 5.1.2 $q_u, \sigma_1 - \sigma_3$ 値と N 値の関係

(出典：地質調査の方法と解説、地盤工学会、2013.3)

なお、砂質土層については、安全側を考慮して C は見込まないものとした。

(4) 変形係数

変形係数 E は、 N 値を用いて次式より推定する値を採用した。

$$E = 0.7 N$$

ここに、 E : 変形係数 (MN/m^2)

N : 標準貫入試験から得られる N 値

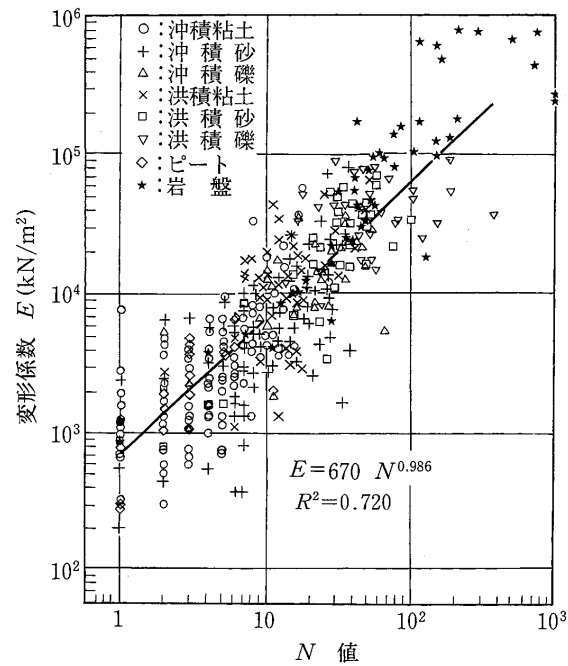


図 5.1.3 孔内水平載荷試験より得られた変形係数と N 値との関係

(出典：地盤調査の方法と解説、地盤工学会、2013.3)

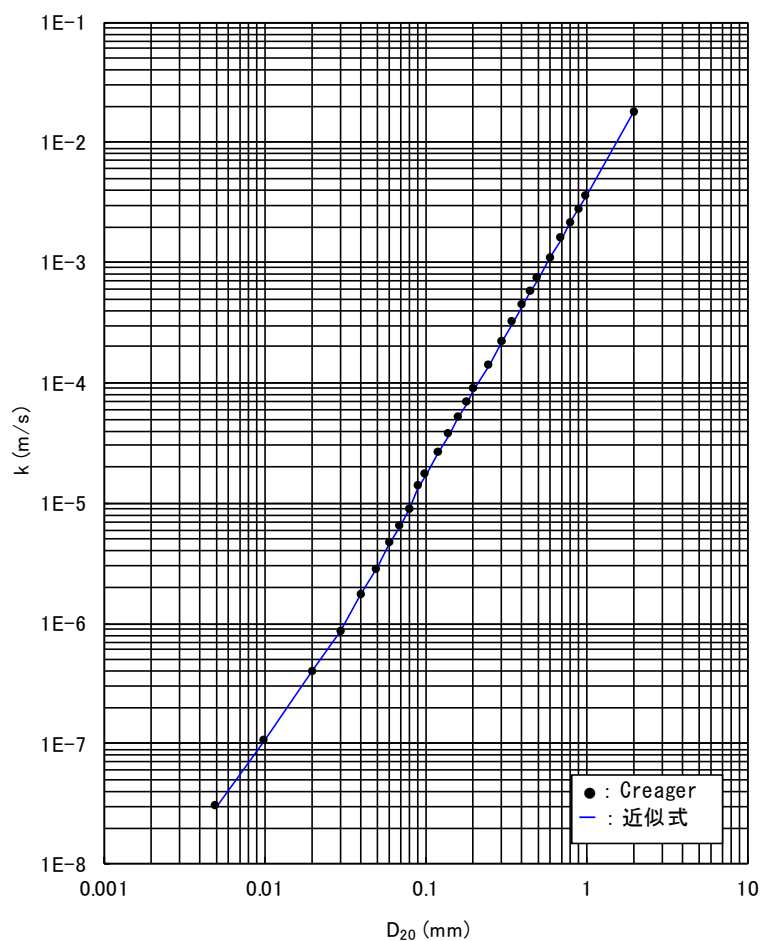
(5) 透水係数 k

透水係数 k は、Creager による粒度試験の 20% 粒径 D_{20} から推定した値を採用した。

表 5.1.12 Creager による D_{20} と透水係数の関係

(出典：地質調査の方法と解説、地盤工学会、2013.3)

D_{20} (mm)	k (m/sec)	D_{20} (mm)	k (m/sec)
0.005	3.00×10^{-8}	0.18	6.85×10^{-5}
0.01	1.05×10^{-7}	0.20	8.90×10^{-5}
0.02	4.00×10^{-7}	0.25	1.40×10^{-4}
0.03	8.50×10^{-7}	0.30	2.20×10^{-4}
0.04	1.75×10^{-6}	0.35	3.20×10^{-4}
0.05	2.80×10^{-6}	0.40	4.50×10^{-4}
0.06	4.60×10^{-6}	0.45	5.80×10^{-4}
0.07	6.50×10^{-6}	0.50	7.50×10^{-4}
0.08	9.00×10^{-6}	0.60	1.10×10^{-3}
0.09	1.40×10^{-5}	0.70	1.60×10^{-3}
0.10	1.75×10^{-5}	0.80	2.15×10^{-3}
0.12	2.60×10^{-5}	0.90	2.80×10^{-3}
0.14	3.80×10^{-5}	1.00	3.60×10^{-3}
0.16	5.10×10^{-5}	2.00	0.018



D_{20} と透水係数 k の関係

Creager		
D_{20} (mm)	k (m/s)	近似式 k (m/s)
0.005	3.00E-08	2.94E-08
0.01	1.05E-07	1.09E-07
0.02	4.00E-07	4.01E-07
0.03	8.50E-07	8.62E-07
0.04	1.75E-06	1.75E-06
0.05	2.80E-06	2.97E-06
0.06	4.60E-06	4.58E-06
0.07	6.50E-06	6.59E-06
0.08	9.00E-06	9.05E-06
0.09	1.40E-05	1.33E-05
0.10	1.75E-05	1.70E-05
0.12	2.60E-05	2.59E-05
0.14	3.80E-05	3.71E-05
0.16	5.10E-05	5.06E-05
0.18	6.85E-05	6.66E-05
0.20	8.90E-05	8.51E-05
0.25	1.40E-04	1.43E-04
0.30	2.20E-04	2.19E-04
0.35	3.20E-04	3.13E-04
0.40	4.50E-04	4.27E-04
0.45	5.80E-04	5.61E-04
0.50	7.50E-04	7.17E-04
0.60	1.10E-03	1.10E-03
0.70	1.60E-03	1.57E-03
0.80	2.15E-03	2.14E-03
0.90	2.80E-03	2.82E-03
1.00	3.60E-03	3.60E-03
2.00	1.80E-02	1.81E-02

【近似式】 $k=0.064 D_{20}^{1.885}/100$ ($0.005 \leq D_{20} \leq 0.03$)
 $k=0.360 D_{20}^{2.370}/100$ ($0.03 < D_{20} \leq 0.08$)
 $k=0.360 D_{20}^{2.327}/100$ ($0.08 < D_{20} \leq 2.00$)

図 5.1.4 Creager による D_{20} と透水係数 k の関係

5.2 支持層及び支持形式について

(1) 支持層について

建屋規模等が未定であることから、ここでは一般的な土木構造物の支持層について示す。

「道路橋示方書・同解説（社団法人日本道路協会）」では、一般的な支持層の目安として以下の記載がある。

一般的な支持層の目安について、以下に示す。				
i)	粘性土層	は砂質土層に比べて大きな支持力が期待できず、沈下量も大きい場合が多いため支持層とする際には十分な検討が必要であるが、 <u>N 値が 20 程度以上</u> （一軸圧縮強度 q_u が 0.4N/mm^2 程度以上）あれば支持層と考えてよい。		
ii)	砂層、砂れき層	は <u>N 値が 30 程度以上</u> あれば支持層と考えてよい。ただし、砂れき層ではれきをたたいて N 値が過大に出る傾向があるので、支持層の決定には十分な注意が必要である。		

（出典：道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編、日本道路協会、2017.11 抜粋）

これを当該地の地盤に適用すると、表 5.2.1 及び図 5.2.1～5.2.2 に示す新第三紀・鮮新世の東海層群常滑累層（Tc、Ts）が良質な支持層といえる。

支持層出現深度は、地点 No. 4 が最も浅く、地点 No. 2、No. 3 が最も深く、おおむね南～北側に向かって尾根状となっており、北西側、北東側に深くなっているものと想定される。

なお、沖積層上部砂質土（As1③）は N 値 30 程度以上であるが、As1 層の部分的なもので地層として連続性に欠けるため、支持層としては不適當である。

表 5.2.1 良質な支持層

地点番号	地層区分	支持層上面		確認層厚 (m)
		深度 (GL-m)	標高 (TP-m)	
No. 1	Ts・Tc	33.20	-28.86	9.10
No. 2	Tc・Ts	35.60	-31.75	5.76
No. 3	Tc・Ts	35.00	-31.08	6.30
No. 4	Tc	22.55	-18.63	11.85
No. 5	Tc	29.45	-25.05	6.86

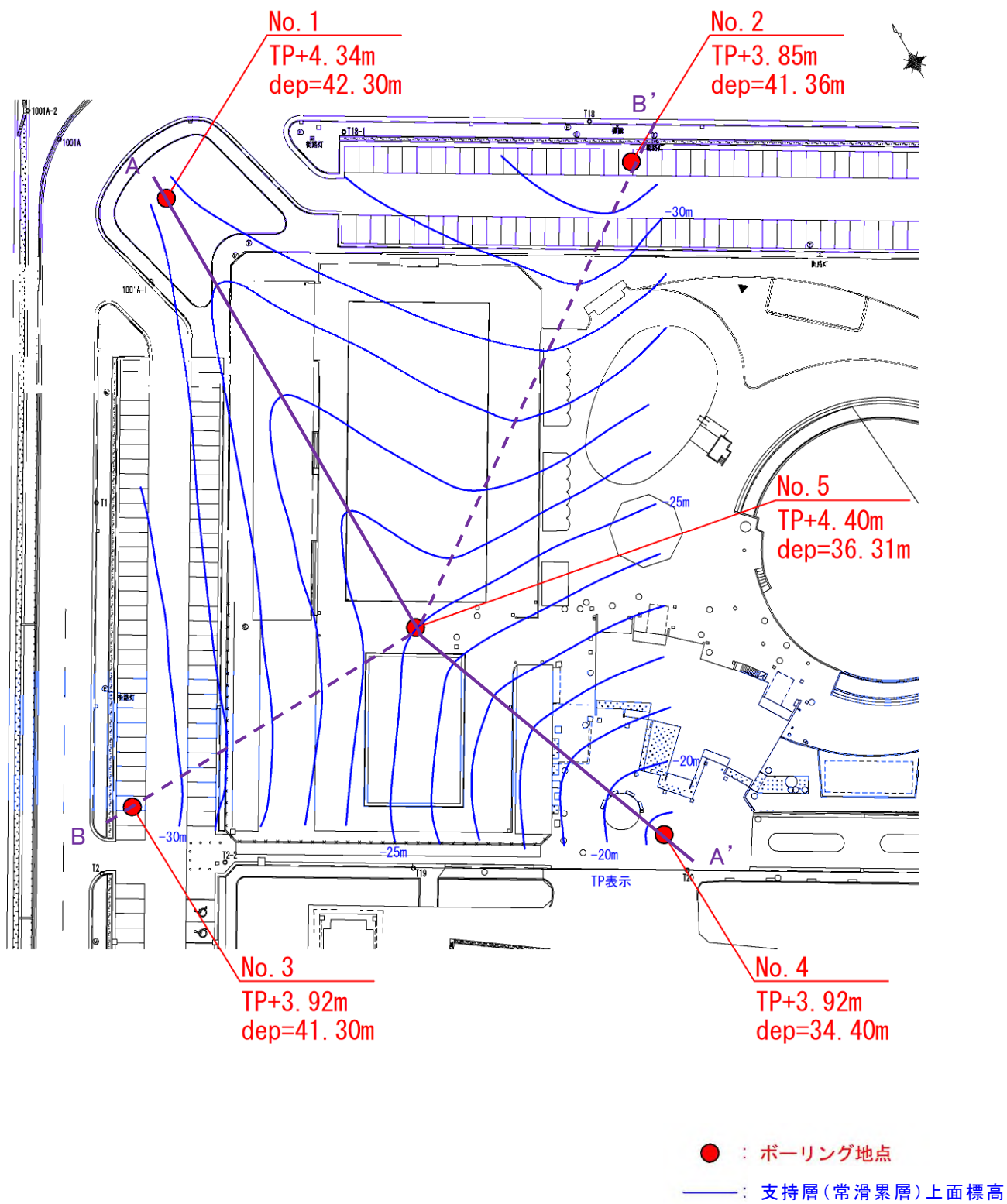


図 5.2.1 支持層（常滑累層）上面コンター（TP 表示）

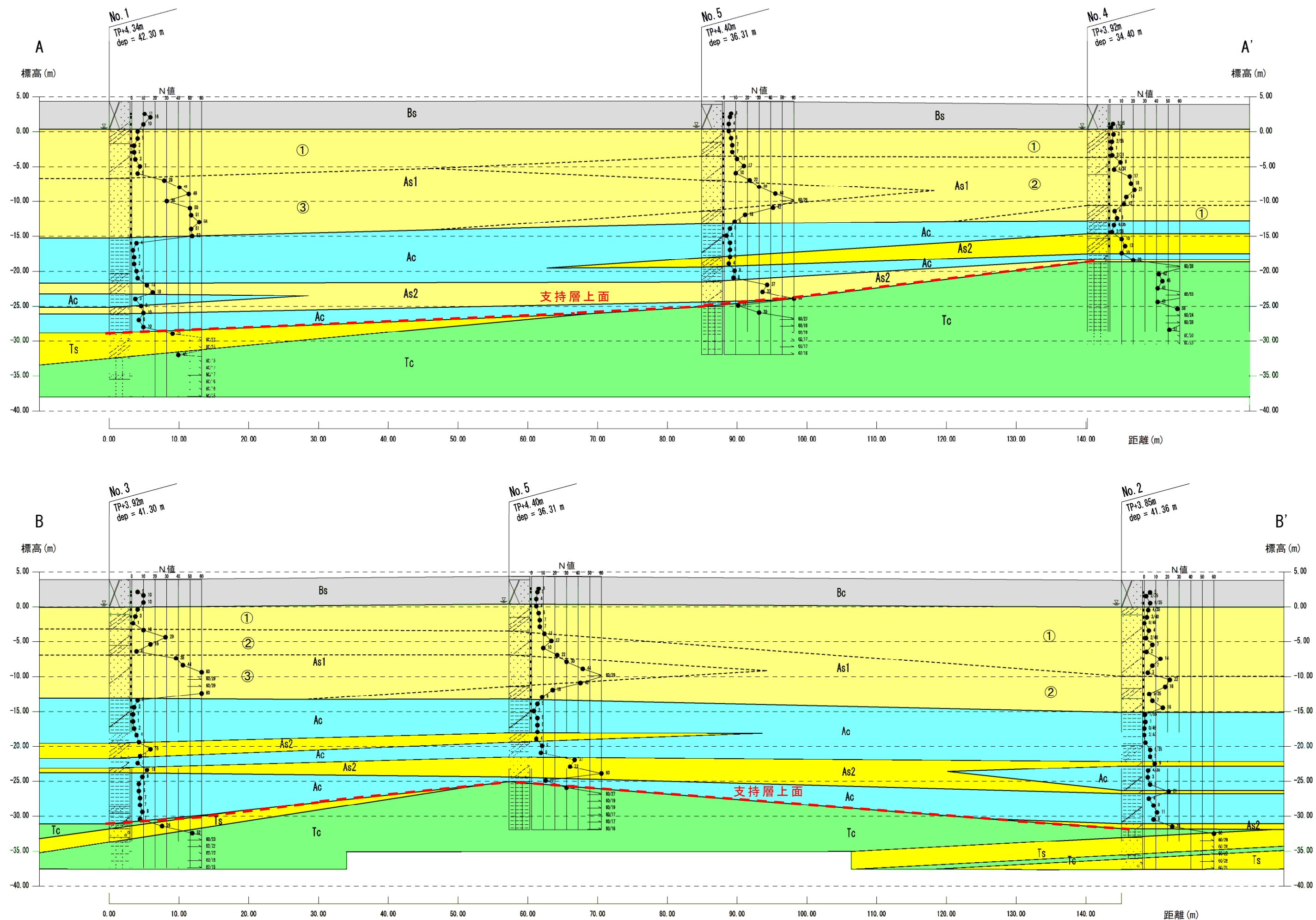


図 5.2.2 良質な支持層の目安

(2) 支持形式について

表 5.2.2 に各基礎形式の適用性の目安を示す。

良質な支持層となる東海層群常滑累層 (T) の出現深度が GL-22.55～-35.60m (標高 TP-18.63～-31.75m) と深いため、基礎形式としては杭基礎が適当と考える。

支持層の位置が同一深度ではない可能性が高いこと (地点 No. 2 と No. 4 の支持層出現深度の比高 13m) を配慮すると、杭基礎としては、場所打ち杭工法のうちリバース工法が「適用性が高い」、回転杭工法が「適用性がある」といえる。

当該地の地盤条件・施工条件の他、経済性、既設構造物の施工実績等を踏まえた工法の選定が望ましい。

表 5.2.2 各基礎形式の適用性の目安

(出典：杭基礎設計便覧、日本道路協会、2015.3)

適用条件		基礎形式	直接基礎	杭基礎												深礎基礎	ケーソン基礎		鋼管矢板基礎（打込み工法）	地中連続壁基礎					
				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	組杭深礎			柱状体深礎	ニューマチック	オープン		
				PHC杭・SC杭	鋼管杭		PHC杭・SC杭			鋼管杭					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	ハンマ工法	パイプロ	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													
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	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	×	×	×	○	○	○	△	×	△	
	支持層の状態	液状化する地盤がある	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
		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		×	○	○	○	○	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	○	×	×	○	△	○	×		
支持形式	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		○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	○	△	△	×	△		
	斜杭の加工		○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○		
	有害ガスの影響		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	○	○	○	
	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

5.3 地盤の液状化検討

(1) 建築基礎構造設計指針による液状化判定

① 液状化判定方法

「建築基礎構造設計指針、(社)日本建築学会、2001」によると、液状化の判定を行う必要がある土層として、以下のような記載がある。

液状化の判定を行う必要がある飽和土層は、一般に地表面から 20 m 程度以浅の沖積層で、考慮すべき土の種類は、細粒土含有率が 35% 以下の土とする。ただし、埋立地盤など人工造成地盤では、細粒土含有率が 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 (0.005 mm 以下の粒径を持つ土粒子) 含有率が 10% 以下、または塑性指数が 15% 以下の埋立あるいは盛土地盤については液状化の検討を行う。細粒土を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫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。

(出典：建築基礎構造設計指針、(社)日本建築学会、2001 抜粋)

当該地盤においては、地下水位以深に分布する第四紀・完新世の盛土 (Bs) と沖積層砂質土 (As1, As2) が判定対象となる。なお、As1層のうちAs1①の3試料で細粒分含有率が35%を超えているが塑性指数が15%以下となるため、人工造成地盤には該当しないが安全側の配慮から判定対象とした (図4.2.11参照)。

表 5.3.1 に液状化判定方法の概要を示す。

地震外力のうち、地震のマグニチュードM、地表面における設計用水平加速度 α_{max} は以下の 2 種類とした。

地震のマグニチュード：M=7.5

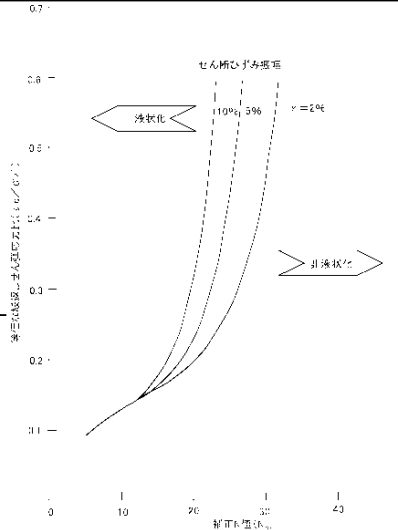
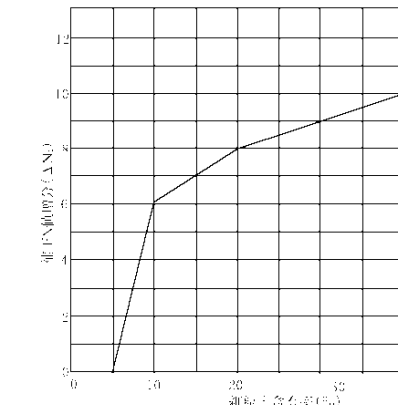
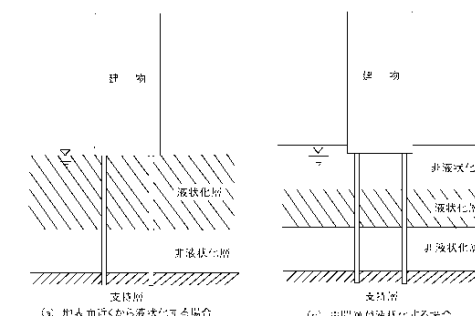
$\alpha_{max}=200 \text{ cm/s}^2$ (レベル 1：損傷限界検討用)

350 cm/s^2 (レベル 2：終局限界検討用)

ボーリング掘削時に確認された地下水位 (自然水位) は、深度 GL-3.27~-3.75 m (標高 TP+0.37~+0.80m) の埋土 (Bs) 内にある。当該地は海に近く、地下水位は潮位の影響を受けることが考えられるものの、平均海面 (TP±0m) より高い位置にあることから、液状化検討にはボーリング掘削時に確認された地下水位を採用した。

表 5.3.1 建築基礎構造設計指針

(出典：土木学会建設技術研究委員会HPより抜粋)

基準	建築基礎構造設計指針 1988																																												
対象土層	①地表面から20m程度以浅の沖積飽和土層																																												
	③粘土(0.005mm以下の粒径をもつ土粒子)分含有率が10%以下、または塑性指数が15%以下の低塑性シルト層の場合は液状化の判定を行った方がよい 粘土含有率が20%を超える飽和土層が液状化した事例は皆無なので、この種の飽和土層は液状化判定の対象から除外する。																																												
液状化の判定方法	各深さにおける液状化発生に対する安全率FLは次式により計算する。 FL値が1より大きくなる土層については液状化発生の可能性はないものと判断する。 FL値が1以下となる場合は、値が小さくなるほどその土層の液状化発生危険度は高いと判定する。																																												
	$FL = \frac{\tau_L / \sigma'_z}{\tau_a / \sigma'_z}$																																												
	ここに τ_L / σ'_z : 液状化抵抗比 τ_a / σ'_z : 等価な繰返しせん断応力比																																												
	液状化強度は図-1の $\gamma=5\%$ の曲線を用いて求める。 補正N値(N_b)は次式を用いて計算を行う。 $N_b = N_1 + \Delta N_f$ $N_1 = C_N \cdot N$ $C_N = \sqrt{98 / \sigma'_z}$ ここに、 N_1 : 換算N値 ΔN_f : 細粒分含有率FCに応じた補正N値増分(図-2) C_N : 拘束圧に関する換算係数 N : とんび法または自動落下法による実測N値																																												
地震外力 τ_a / σ'_z は次式によって求める。	$\frac{\tau_a}{\sigma'_z} = r_n \cdot \frac{\alpha_{max}}{g} \times \frac{\sigma_z}{\sigma'_z} \cdot r_d$																																												
	ここに、 τ_a : 水平面に生じる等価な一定繰返しせん断応力振幅(kPa) σ'_z : 検討深さにおける有効土被り圧(鉛直有効応力)(kPa) r_n : 等価な繰返し回数に関する補正係数で、 $r_n=0.1(M-1)$ 、ただし、Mは地震のマグニチュード α_{max} : 地表面における設計用水平加速度(cm/s^2) g : 重力加速度(980 cm/s^2) σ_z : 検討深さにおける全土被り圧(鉛直全応力)(kPa) r_d : 地盤が剛体でないことによる低減係数で(1-0.015z)、zはメートル単位で表した地表面からの検討深さ α_{max} は以下の値を推奨する。 ・損傷限界検討用(レベル1): 150~200 cm/s^2 ・終局限界検討用(レベル2): 350 cm/s^2 程度																																												
																																													
	図-1 飽和土の液状化条件																																												
図-2 細粒土含有率と補正N値増分 ΔN_f の関係																																													
	図-2 細粒土含有率と補正N値増分 ΔN_f の関係																																												
	(1) 水平地盤反力係数の低減 杭の水平耐力の検討には、水平地盤反力係数の低減を考慮する必要がある。補正N値 N_a の値が小さい土層では、FLの値が0.5~0.75あるいはそれ以下になると、地盤は液体状態になり、水平地盤反力はほとんど期待できなくなる。 一方、 N_a の値が大きい土層では安全率FLの値が0.5~0.75あるいはそれ以上であれば、FLの程度に応じて水平地盤反力が確保できる。 下表に水平地盤反力係数の低減係数を示す。																																												
	表-1 水平地盤反力係数の低減係数																																												
構造物等への影響評価	<table><tr><th rowspan="2">F_Lの範囲</th><th rowspan="2">地表面からの深度 x (m)</th><th colspan="4">水平地盤反力係数に乘じる低減係数γ_k</th></tr><tr><th>$N_a \leq 8$</th><th>$8 < N_a \leq 14$</th><th>$14 < N_a \leq 20$</th><th>$20 < N_a$</th></tr><tr><td rowspan="2">$F_L \leq 1/3$</td><td>$0 \leq x \leq 10$</td><td>0</td><td>0</td><td>0.05</td><td>0.1</td></tr><tr><td>$10 < x \leq 20$</td><td>0</td><td>0.05</td><td>0.1</td><td>0.2</td></tr><tr><td rowspan="2">$1/3 < F_L \leq 2/3$</td><td>$0 \leq x \leq 10$</td><td>0</td><td>0.05</td><td>0.1</td><td>0.2</td></tr><tr><td>$10 < x \leq 20$</td><td>0.05</td><td>0.1</td><td>0.2</td><td>0.5</td></tr><tr><td rowspan="2">$2/3 < F_L < 1$</td><td>$0 \leq x \leq 10$</td><td>0.05</td><td>0.1</td><td>0.2</td><td>0.5</td></tr><tr><td>$10 < x \leq 20$</td><td>0.1</td><td>0.2</td><td>0.5</td><td>1.0</td></tr></table>		F_L の範囲	地表面からの深度 x (m)	水平地盤反力係数に乘じる低減係数 γ_k				$N_a \leq 8$	$8 < N_a \leq 14$	$14 < N_a \leq 20$	$20 < N_a$	$F_L \leq 1/3$	$0 \leq x \leq 10$	0	0	0.05	0.1	$10 < x \leq 20$	0	0.05	0.1	0.2	$1/3 < F_L \leq 2/3$	$0 \leq x \leq 10$	0	0.05	0.1	0.2	$10 < x \leq 20$	0.05	0.1	0.2	0.5	$2/3 < F_L < 1$	$0 \leq x \leq 10$	0.05	0.1	0.2	0.5	$10 < x \leq 20$	0.1	0.2	0.5	1.0
	F_L の範囲	地表面からの深度 x (m)			水平地盤反力係数に乘じる低減係数 γ_k																																								
			$N_a \leq 8$	$8 < N_a \leq 14$	$14 < N_a \leq 20$	$20 < N_a$																																							
	$F_L \leq 1/3$	$0 \leq x \leq 10$	0	0	0.05	0.1																																							
		$10 < x \leq 20$	0	0.05	0.1	0.2																																							
	$1/3 < F_L \leq 2/3$	$0 \leq x \leq 10$	0	0.05	0.1	0.2																																							
		$10 < x \leq 20$	0.05	0.1	0.2	0.5																																							
	$2/3 < F_L < 1$	$0 \leq x \leq 10$	0.05	0.1	0.2	0.5																																							
		$10 < x \leq 20$	0.1	0.2	0.5	1.0																																							
																																													
図-3 液状化層の発生様式の差異																																													
なお、図-3に示すように、液状化層がどの位置にあるかによって、低減の対象とする層への配慮が必要である。 図-3(a)のように、地表面付近から液状化層が存在する場合、その層のみを対象とする。 図-3(b)のように、液状化層が中間層である場合、その上層部への配慮が必要となる。ここで、対象となる非液状化層が粘土層などで、透水係数が小さければ、低減の対象とする必要はないが、透水性があり、単にFL値が1以上であるため、非液状化層と判断された層などである場合には、地震の主要動中に進行性の液状化を起こす可能性があり得るので、十分な注意が必要となる。																																													

②液状化判定結果

表 5.3.2 に液状化判定結果を示すとともに、巻末に「液状化計算結果」を添付した。

【水平加速度 ($\alpha_{\max}=200\text{cm/s}^2$)】

盛土 (Bs) は、地点 No. 4 の地下水位以深にある一部の層で液状化発生に対する安全率 F_L が 1 を下回り液状化すると判定される。

沖積層上部砂質土 (As1①) は、地点 No. 5 を除くほぼ全層で F_L が 1 を下回り液状化すると判定される。

沖積層上部砂質土 (As1②) は、一部の層で F_L が 1 を下回り液状化すると判定される。

沖積層上部砂質土 (As1③) は、全層で F_L が 1 を上回る。

沖積層下部砂質土 (As2) は、地点 No. 4 に分布し、一部の層で F_L が 1 を下回り液状化すると判定される。

【水平加速度 ($\alpha_{\max}=350\text{cm/s}^2$)】

盛土 (Bs) は、地点 No. 4 の地下水位以深にある一部で液状化発生に対する安全率 F_L が 1 を下回り液状化すると判定される。

沖積層上部砂質土 (As1①) は、全層で F_L が 1 を下回り液状化すると判定される。

沖積層上部砂質土 (As1②) は、地点 No. 3 の一部を除く全層で F_L が 1 を下回り液状化すると判定される。

沖積層上部砂質土 (As1③) は、全層で F_L が 1 を上回る。

沖積層下部砂質土 (As2) は、地点 No. 4 に分布し、全層で F_L が 1 を下回り液状化すると判定される。

液状化が生じると判定された土層は、算出した液状化発生に対する安全率 FL の値、深度及び補正 N 値 N_a に応じて水平地盤反力係数を低減させる必要がある (図 5.3.1 参照)。

表 5.3.2 に示す水平地盤反力係数の低減係数 β は、1m 間隔で計算した値と土層ごとの平均値である。

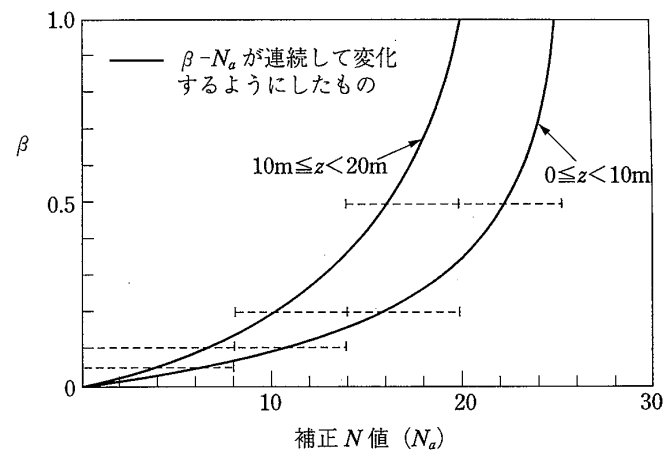


図 5.3.1 地盤反力係数の低減率

(出典：建築基礎構造設計指針、(社)日本建築学会、2001)

表 5.3.2 液状化検討結果（建築基礎）

地点 番号	地層 区分	深度 (m)	N値	レベル1(200cm/s ²)			レベル2(350cm/s ²)			
				補正N値 Na	液状化 安全率 FL	地盤反力係数 低減係数 β	補正N値 Na	液状化 安全率 FL	地盤反力係数 低減係数 β	
No.1	Bs	1.8	11	－	－		－	－		
	Bs	2.3	16	－	－		－	－		
	Bs	3.3	10	－	－		－	－		
	As1㊴	4.3	5	12.292	1.101		12.292	0.629	0.131	0.111
	As1㊴	5.3	5	5.072	0.649	0.040	5.072	0.371	0.040	
	As1㊴	6.3	2	10.183	0.876	0.098	10.183	0.500	0.098	
	As1㊴	7.3	2	8.358	0.762	0.075	8.358	0.436	0.075	
	As1㊴	8.3	3	10.156	0.819	0.098	10.156	0.468	0.098	
	As1㊴	9.3	7	12.802	0.912	0.140	12.802	0.521	0.140	
	As1㊴	10.3	5	9.962	0.785	0.194	9.962	0.449	0.194	
	As1㊴	11.3	28	24.899	2.550		24.899	1.457		1
	As1㊴	12.3	41	30.000	6.220		30.000	3.554		
	As1㊴	13.3	49	30.000	6.241		30.000	3.566		
	As1㊴	14.3	30	26.212	3.184		26.212	1.819		
	As1㊴	15.3	50	30.000	6.326		30.000	3.615		
	As1㊴	16.3	51	30.000	6.386		30.000	3.649		
	As1㊴	17.3	58	30.000	6.457		30.000	3.690		
	As1㊴	18.3	51	30.000	6.538		30.000	3.736		
	As1㊴	19.3	52	30.000	6.628		30.000	3.787		
	Ac	20.3	4	－	－		－	－		

地下水位：GL-3.75m

地点 番号	地層 区分	深度 (m)	N値	レベル1(200cm/s ²)			レベル2(350cm/s ²)			
				補正N値 Na	液状化 安全率 FL	地盤反力係数 低減係数 β	補正N値 Na	液状化 安全率 FL	地盤反力係数 低減係数 β	
No.2	Bs	1.8	5	－	－		－	－		
	Bs	2.3	1.71	－	－		－	－		
	Bs	3.3	5.14	－	－		－	－		
	As1㊴	4.3	3.43	3.974	0.592	0.030	3.974	0.338	0.030	0.199
	As1㊴	5.4	2.25	10.312	0.891	0.100	10.312	0.509	0.100	
	As1㊴	6.2	0	8.300	0.764	0.075	8.300	0.436	0.075	
	As1㊴	7.3	4	11.005	0.850	0.110	11.005	0.486	0.110	
	As1㊴	8.4	1.5	10.268	0.799	0.099	10.268	0.456	0.099	
	As1㊴	9.3	7	13.045	0.897	0.144	13.045	0.513	0.144	
	As1㊴	10.3	2	11.541	0.827	0.249	11.541	0.473	0.249	0.497
	As1㊴	11.3	14	17.852	1.139		17.852	0.651	0.650	
	As1㊴	12.3	7	12.645	0.862	0.294	12.645	0.493	0.294	
	As1㊴	13.3	3	11.358	0.812	0.242	11.358	0.464	0.242	
	As1㊴	14.3	22	16.407	1.042		16.407	0.596	0.519	
	As1㊴	15.3	18	18.188	1.176		18.188	0.672	0.688	
	As1㊴	16.3	4.29	12.703	0.882	0.297	12.703	0.504	0.297	
	As1㊴	17.3	7	11.841	0.856	0.261	11.841	0.489	0.261	
	As1㊴	18.3	16	18.472	1.238	0.722	18.472	0.708	0.722	
	Ac	19.3	0.55	－	－		－	－		
	Ac	20.3	1	－	－		－	－		

地下水位：GL-3.40m

地点 番号	地層 区分	深度 (m)	N値	レベル1(200cm/s ²)			レベル2(350cm/s ²)			
				補正N値 Na	液状化 安全率 FL	地盤反力係数 低減係数 β	補正N値 Na	液状化 安全率 FL	地盤反力係数 低減係数 β	
No.3	Bs	1.8	5	－	－		－	－		
	Bs	2.3	10	－	－		－	－		
	Bs	3.3	10	－	－		－	－		
	As1㊴	4.3	5	10.420	0.982	0.102	10.420	0.561	0.102	0.100
	As1㊴	5.3	3	11.233	0.951	0.114	11.233	0.544	0.114	
	As1㊴	6.3	1	9.251	0.817	0.085	9.251	0.467	0.085	
	As1㊴	7.3	10	16.575	1.134		16.575	0.648	0.224	0.224
	As1㊴	8.3	29	30.000	6.380		30.000	3.646	0.098	1
	As1㊴	9.3	16	21.195	1.578		21.195	0.902	0.424	0.339
	As1㊴	10.3	4	11.665	0.849	0.254	11.665	0.485	0.254	
	As1㊴	11.3	38	30.000	6.198		30.000	3.542		1
	As1㊴	12.3	44	30.000	6.204		30.000	3.545		
	As1㊴	13.3	60	30.000	6.227		30.000	3.558		
	As1㊴	14.3	62.07	30.000	6.265		30.000	3.580		
	As1㊴	15.3	62.07	30.000	6.315		30.000	3.609		
	As1㊴	16.3	60	30.000	6.377		30.000	3.644		
	Ac	17.3	5	－	－		－	－		
	Ac	18.3	2	－	－		－	－		
	Ac	19.3	1	－	－		－	－		
	Ac	20.3	1	－	－		－	－		

地下水位：GL-3.55m

地点 番号	地層 区分	深度 (m)	N値	レベル1(200cm/s ²)			レベル2(350cm/s ²)			
				補正N値 Na	液状化 安全率 FL	地盤反力係数 低減係数 β	補正N値 Na	液状化 安全率 FL	地盤反力係数 低減係数 β	
No.4	Bs									
	Bs	2.8	2.57	－	－		－	－		
	Bs	3.3	0.86	3.714	0.623	0.028	3.714	0.356	0.028	0.028
	As1㊴	4.3	3	12.416	1.043	0.133	12.416	0.596	0.133	0.123
	As1㊴	5.3	1.71	11.133	0.915	0.112	11.133	0.523	0.112	
	As1㊴	6.3	1	9.662	0.810	0.090	9.662	0.463	0.090	
	As1㊴	7.3	1.94	11.281	0.849	0.114	11.281	0.485	0.114	
	As1㊴	8.3	9	15.182	0.998	0.187	15.182	0.570	0.187	
	As1㊴	9.3	3.53	10.596	0.789	0.104	10.596	0.451	0.104	
	As1㊴	10.3	17	19.703	1.310		19.703	0.749	0.924	0.562
	As1㊴	11.3	18	20.680	1.432		20.680	0.818	1.000	
	As1㊴	12.3	21	15.896	1.005		15.896	0.574	0.478	
	As1㊴	13.3	14	11.437	0.814	0.245	11.437	0.465	0.245	
	As1㊴	14.3	12	8.915	0.718	0.162	8.915	0.410	0.162	
	As1㊴	15.3	4	14.057	0.929	0.364	14.057	0.531	0.364	0.401
	As1㊴	16.3	6	15.276	0.993	0.437	15.276	0.567	0.437	
	Ac	17.3	3.43	－	－		－	－		
	Ac	18.3	1.71	－	－		－	－		
	As2	19.3	10	13.713	0.938	0.346	13.713	0.536	0.346	0.346
	As2	20.3	13	17.948	1.202		17.948	0.687		

地下水位：GL-3.27m

地点 番号	地層 区分	深度 (m)	N値	レベル1(200cm/s ²)			レベル2(350cm/s ²)			
				補正N値 Na	液状化 安全率 FL	地盤反力係数 低減係数 β	補正N値 Na	液状化 安全率 FL	地盤反力係数 低減係数 β	
No.5	Bs	1.8	6	－	－		－	－		
	Bs	2.3	5	－	－		－	－		
	Bs	3.3	4	－	－		－	－		
	As1㊴	4.3	4	11.677	1.050		11.677	0.600	0.120	0.150
	As1㊴	5.3	6	12.788	1.029		12.788	0.588	0.140	
	As1㊴	6.3	7	14.012	1.035		14.012	0.591	0.163	
	As1㊴	7.3	7	14.652	1.029		14.652	0.588	0.176	
	As1㊴	8.3	11	17.004	1.139		17.004	0.651	0.237	0.453
	As1㊴	9.3	17	21.812	1.694		21.812	0.968	0.470	
	As1㊴	10.3	10	17.857	1.173		17.857	0.670	0.651	
	As1㊴	11.3	22	27.810	4.151		27.810	2.372		1
	As1㊴	12.3	30	25.396	2.752		25.396	1.573		
	As1㊴	13.3	44	30.000	6.227		30.000	3.558		
	As1㊴	14.3	62.07	30.000	6.264		30.000	3.580		
	As1㊴	15.3	42	30.000	6.315		30.000	3.608		
	As1㊴	16.3	18	21.007	1.569		21.007	0.896	1.000	0.689
	As1㊴	17.3	9	14.301	0.992	0.378	14.301	0.567	0.378	
	Ac	18.3	5	－	－		－	－		
	Ac	19.3	2	－	－		－	－		
	Ac	20.3	5	－	－		－	－		

地下水位：GL-3.60m

(2) 道路橋示方書による液状化判定

① 液状化判定方法

「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編（社団法人日本道路協会）」によると、液状化の判定を行う必要がある土層として、以下のような記載がある。

- (2) 沖積層の土層で以下の1)から3)の条件全てに該当する場合には、地震時に橋に影響を与える液状化が生じる可能性があるため、液状化の判定を行わなければならない。
- 1) 地下水位が地表面から10m以内にあり、かつ、地表面から20m以内の深さに存在する飽和土層
 - 2) 細粒分含有率 FC が35%以下の土層又は FC が35%を超えても塑性指数 I_p が15以下の土層
 - 3) 50%粒径 D_{50} が10mm以下で、かつ、10%粒径 D_{10} が1mm以下である土層

（出典：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編、日本道路協会、2017.11 抜粋）

当該地盤においては、地下水位以深に分布する第四紀・完新世の盛土（Bs）と沖積層砂質土（As1, As2）が判定対象となる（図4.2.11参照）。

表5.3.3に「道路橋示方書」の液状化の判定法を示す。また、表5.3.4に液状化の判定に用いる地盤面の設計水平震度の標準値 k_{hgl0} を決めるために必要となる耐震設計上の地盤種別を示す。

表5.3.5は、表5.3.4を基に各地点の地盤の基本固有周期を算定したものであり、地盤種別はすべてⅢ種地盤に区分される。なお、耐震設計上の基盤面は、新第三紀・鮮新世の奄芸層群上面と想定して算定した。また、せん断弾性波速度の算定では、適用範囲を超えるN値も便宜上採用した。

当該地の地盤種別はⅢ種地盤であることから、液状化の判定に用いる基盤面の設計水平深度 K_{hgl} は以下の3ケースとした。

レベル1地震動： $K_{hgl} = C_z$ (地域別補正係数：愛知県知多市 1.0) $\times 0.18 = 0.18$

レベル2地震動(タイプⅠ)： $K_{hgl} = C_{Iz}$ (愛知県知多市 1.2) $\times 0.40 = 0.48$

レベル2地震動(タイプⅡ)： $K_{hgl} = C_{IIz}$ (愛知県知多市 1.0) $\times 0.60 = 0.60$

表 5.3.3 液状化の判定法

(道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編、日本道路協会、2017.11 抜粋)

- (3) 液状化に対する抵抗率 F_L をレベル 1 地震動及びレベル 2 地震動のそれぞれに対して式 (7.2.1) により算出し、この値が 1.0 以下の土層については橋に影響を与える液状化が生じると判定する。

$$F_L = R/L \dots\dots\dots (7.2.1)$$

ここに、

F_L : 液状化に対する抵抗率

R : 動的せん断強度比で、(4)により算出する。

L : 地震時せん断応力比で、(5)により算出する。

- (4) 動的せん断強度比 R は、レベル 1 地震動及びレベル 2 地震動のそれぞれに対して式 (7.2.2) によることを標準とする。

$$R = c_W R_L \dots\dots\dots (7.2.2)$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{(レベル 1 地震動及びレベル 2 地震動 (タイプ I) の場合)} \\ c_W = 1.0 \\ \text{(レベル 2 地震動 (タイプ II) の場合)} \\ c_W = \begin{cases} 1.0 & (R_L \leq 0.1) \\ 3.3R_L + 0.67 & (0.1 < R_L \leq 0.4) \\ 2.0 & (0.4 < R_L) \end{cases} \end{array} \right\} \dots\dots\dots (7.2.3)$$

$$R_L = \begin{cases} 0.0882 \sqrt{(0.85N_a + 2.1)/1.7} & (N_a < 14) \\ 0.0882 \sqrt{N_a/1.7 + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5}} & (14 \leq N_a) \end{cases} \dots\dots\dots (7.2.4)$$

$$N_a = \begin{cases} c_{FC}(N_1 + 2.47) - 2.47 & (D_{50} < 2\text{mm}) \\ \{1 - 0.36 \log_{10}(D_{50}/2)\}N_1 & (D_{50} \geq 2\text{mm}) \end{cases} \dots\dots\dots (7.2.5)$$

$$N_1 = 170N/(\sigma_{vb}' + 70) \dots\dots\dots (7.2.6)$$

$$c_{FC} = \begin{cases} 1 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (FC + 20)/30 & (10\% \leq FC < 40\%) \\ (FC - 16)/12 & (40\% \leq FC) \end{cases} \dots\dots\dots (7.2.7)$$

ここに、

c_W : 地震動特性による補正係数

R_L : 繰返し三軸強度比

N : 標準貫入試験から得られる N 値

N_1 : 有効上載圧 100kN/m^2 相当に換算した N 値

N_a : 粒度の影響を考慮した補正 N 値

σ_{vb}' : 標準貫入試験を行ったときの地表面からの深さにおける有効上載圧 (kN/m^2)

c_{FC} : 細粒分含有率による N 値の補正係数

FC : 細粒分含有率 (%) (粒径 $75\mu\text{m}$ 以下の土粒子の通過質量百分率)

D_{50} : 50% 粒径 (mm)

- (5) 地震時せん断応力比 L は、レベル 1 地震動及びレベル 2 地震動のそれぞれに対して式 (7.2.8) によることを標準とする。

$$L = r_d k_{hgL} \sigma_v / \sigma'_v \quad \dots\dots\dots (7.2.8)$$

$$r_d = 1.0 - 0.015x \quad \dots\dots\dots (7.2.9)$$

$$k_{hgL} = c_z k_{hgL0} \quad \dots\dots\dots (7.2.10)$$

ここに、

r_d ：地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数

k_{hgL} ：液状化の判定に用いる地盤面の設計水平震度（四捨五入により小数点以下 2 桁とする）

c_z ：地域別補正係数で、レベル 1 地震動に対しては 3.4 に規定するレベル 1 地震動の地域別補正係数 c_z とする。レベル 2 地震動（タイプ I）に対しては 3.4 に規定する c_{1z} 、また、レベル 2 地震動（タイプ II）に対しては 3.4 に規定する c_{2z} とする。

k_{hgL0} ：液状化の判定に用いる地盤面の設計水平震度の標準値で、表 -7.2.1 の値とする。

σ_v ：地表面からの深さ x における全上載圧 (kN/m^2)

σ'_v ：地表面からの深さ x における有効上載圧 (kN/m^2)

x ：地表面からの深さ (m)

表-7.2.1 液状化の判定に用いる地盤面の設計水平震度の標準値 k_{hgL0}

地盤種別	レベル 1 地震動	レベル 2 地震動	
		タイプ I	タイプ II
I 種地盤	0.12	0.50	0.80
II 種地盤	0.15	0.45	0.70
III 種地盤	0.18	0.40	0.60

表 5.3.4 耐震設計上の地盤種別

(道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編、日本道路協会、2017.11 抜粋)

耐震設計上の地盤種別は、3.7に規定する耐震設計上の基盤面から地表面までの範囲の地盤の基本固有周期 T_G に応じ、表-3.6.1により区別する。ただし、地表面が耐震設計上の基盤面と一致する場合には、耐震設計上の地盤種別をⅠ種とする。

表-3.6.1 耐震設計上の地盤種別

地盤種別	地盤の基本固有周期 T_G (s)
Ⅰ種	$T_G < 0.20$
Ⅱ種	$0.20 \leq T_G < 0.60$
Ⅲ種	$0.60 \leq T_G$

- (1) 地盤の基本固有周期 T_G は、地盤調査等に基づき、適切に算出しなければならない。
- (2) 地盤の基本固有周期 T_G を、式 (3.6.1) により算出する場合には、(1)を満足するとみなしてよい。

$$T_G = 4 \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{V_{si}} \dots\dots\dots (3.6.1)$$

ここに、

T_G : 地盤の基本固有周期 (s)

H_i : i 番目の地層の厚さ (m)

V_{si} : i 番目の地層の平均せん断弾性波速度 (m/s)

i : 当該地盤が地表面から耐震設計上の基盤面まで n 層に区分される場合の地表面から i 番目の地層の番号

- (3) 式 (3.6.1) で用いる平均せん断弾性波速度 V_{si} は、橋の建設地点における地層のせん断弾性波速度を適切な方法で測定又は推定して求めなければならない。
- (4) 平均せん断弾性波速度 V_{si} を、弾性波探査、PS 検層等の適切な手法で直接計測して求める場合又は式 (3.6.2) により推定する場合には、(3)を満足するとみなしてよい。

$$\left. \begin{array}{l} \text{粘性土層の場合} \\ V_{si} = 100 N_i^{1/3} \quad (1 \leq N_i \leq 25) \\ \text{砂質土層の場合} \\ V_{si} = 80 N_i^{1/3} \quad (1 \leq N_i \leq 50) \end{array} \right\} \dots\dots\dots (3.6.2)$$

ここに、

N_i : 標準貫入試験による i 番目の地層の平均 N 値

表 5.3.5 地盤の基本固有周期 T_G の算定

地点番号	No.1						
層番号	地層区分	層境界深度 (GL-m)	土質	層厚 H(m)	N値	せん断弾性波速度 Vs(m/s)	H/Vs
1	Bs	4.00	砂質土	4.00	12	183	0.022
2	As1①	11.00	砂質土	7.00	4	127	0.055
3	As1③	19.60	砂質土	8.60	45	285	0.030
4	Ac	26.00	粘性土	6.40	3	144	0.044
5	As2	27.50	砂質土	1.50	15	197	0.008
6	Ac	29.50	粘性土	2.00	5	171	0.012
7	As2	30.45	砂質土	0.95	10	172	0.006
8	Ac	33.20	粘性土	2.75	8	200	0.014
基盤	Ts						$T_G=4 \times \sum H_i/V_{si}$ 0.760

$0.6 \leq T_G$: Ⅲ種地盤

地点番号	No.3						
層番号	地層区分	層境界深度 (GL-m)	土質	層厚 H(m)	N値	せん断弾性波速度 Vs(m/s)	H/Vs
1	Bs	4.00	砂質土	4.00	8	160	0.025
2	As1①	7.15	砂質土	3.15	3	115	0.027
3	As1②	10.80	砂質土	3.65	14	193	0.019
4	As1③	17.00	砂質土	6.20	54	302	0.021
5	Ac	23.45	粘性土	6.45	3	144	0.045
6	As2	25.60	砂質土	2.15	11	178	0.012
7	Ac	27.00	粘性土	1.40	5	171	0.008
8	As2	27.70	砂質土	0.70	13	188	0.004
9	Ac	35.00	粘性土	7.30	7	191	0.038
基盤	Tc						$T_G=4 \times \sum H_i/V_{si}$ 0.794

$0.6 \leq T_G$: Ⅲ種地盤

地点番号	No.5						
層番号	地層区分	層境界深度 (GL-m)	土質	層厚 H(m)	N値	せん断弾性波速度 Vs(m/s)	H/Vs
1	Bs	4.00	砂質土	4.00	5	137	0.029
2	As1①	7.90	砂質土	3.90	6	145	0.027
3	As1②	11.30	砂質土	3.40	12	183	0.019
4	As1③	15.80	砂質土	4.50	40	274	0.016
5	As1②	17.60	砂質土	1.80	13	188	0.010
6	Ac	22.45	粘性土	4.85	4	159	0.031
7	As2	23.80	砂質土	1.35	4	127	0.011
8	Ac	25.90	粘性土	2.10	8	200	0.011
9	As2	28.80	砂質土	2.90	43	280	0.010
10	Ac	29.45	粘性土	0.65	12	229	0.003
基盤	Tc						$T_G=4 \times \sum H_i/V_{si}$ 0.662

$0.6 \leq T_G$: Ⅲ種地盤

地点番号	No.2						
層番号	地層区分	層境界深度 (GL-m)	土質	層厚 H(m)	N値	せん断弾性波速度 Vs(m/s)	H/Vs
1	Bs	3.90	砂質土	3.90	4	127	0.031
2	As1①	13.80	砂質土	9.90	4	127	0.078
3	As1②	18.95	砂質土	5.15	13	188	0.027
4	Ac	26.00	粘性土	7.05	1	100	0.071
5	As2	26.65	砂質土	0.65	9	166	0.004
6	Ac	30.15	粘性土	3.50	3	144	0.024
7	As2	30.60	砂質土	0.45	21	221	0.002
8	Ac	34.90	粘性土	4.30	7	191	0.022
9	As2	35.60	砂質土	0.70	24	231	0.003
基盤	Tc						$T_G=4 \times \sum H_i/V_{si}$ 1.049

$0.6 \leq T_G$: Ⅲ種地盤

地点番号	No.4						
層番号	地層区分	層境界深度 (GL-m)	土質	層厚 H(m)	N値	せん断弾性波速度 Vs(m/s)	H/Vs
1	Bs	3.55	砂質土	3.55	2	101	0.035
2	As1①	10.00	砂質土	6.45	3	115	0.056
3	As1②	14.50	砂質土	4.50	16	202	0.022
4	As1①	16.70	砂質土	2.20	5	137	0.016
5	Ac	18.55	粘性土	1.85	2	126	0.015
6	As2	21.40	砂質土	2.85	10	172	0.017
7	Ac	22.20	粘性土	0.80	8	200	0.004
8	As2	22.55	砂質土	0.35	18	210	0.002
基盤	Tc						$T_G=4 \times \sum H_i/V_{si}$ 0.666

$0.6 \leq T_G$: Ⅲ種地盤

②液状化判定結果

表 5.3.6 に液状化の判定結果を示すとともに、巻末に「液状化計算結果」を添付した。

【レベル 1 地震動】

盛土 (Bs) は、地点 No. 4 の地下水位以深にある一部の層で液状化に対する抵抗率 F_L が 1 を下回り液状化すると判定される。

沖積層上部砂質土 (As1①) は、一部を除くほぼ全層で F_L が 1 を下回り液状化すると判定される。

沖積層上部砂質土 (As1②) は、一部の層で F_L が 1 を下回り液状化すると判定される。

沖積層上部砂質土 (As1③) は、全層で F_L が 1 を上回る。

沖積層下部砂質土 (As2) は、地点 No. 4 に分布し、一部の層で F_L が 1 を下回り液状化すると判定される。

【レベル 2 地震動 (タイプ I)】

盛土 (Bs) は、地点 No. 4 の地下水位以深にある一部の層で液状化に対する抵抗率 F_L が 1 を下回り液状化すると判定される。

沖積層上部砂質土 (As1①) は、全層で F_L が 1 を下回り液状化すると判定される。

沖積層上部砂質土 (As1②) は、地点 No. 3 の一部を除く全層で F_L が 1 を下回り液状化すると判定される。

沖積層上部砂質土 (As1③) は、一部の層で F_L が 1 を下回り液状化すると判定される。

沖積層下部砂質土 (As2) は、地点 No. 4 に分布し、全層で F_L が 1 を下回り液状化すると判定される。

【レベル 2 地震動 (タイプ II)】

盛土 (Bs) は、地点 No. 4 の地下水位以深にある一部の層で液状化に対する抵抗率 F_L が 1 を下回り液状化すると判定される。

沖積層上部砂質土 (As1①) は、全層で F_L が 1 を下回り液状化すると判定さ

れる。

沖積層上部砂質土（As1②）は、地点 No. 3 の一部を除く全層で F_L が 1 を下回り液状化すると判定される。

沖積層上部砂質土（As1③）は、一部の層で F_L が 1 を下回り液状化すると判定される。

沖積層下部砂質土（As2）は、地点 No. 4 に分布し、全層で F_L が 1 を下回り液状化すると判定される。

液状化が生じると判定された土層は、レベル 1 地震動およびレベル 2 地震動のそれぞれに対して算出した液状化に対する抵抗率 F_L 、深度及び動的せん断強度比 R の値に応じて耐震設計上土質定数を低減させる必要がある（表 5.3.7 参照）。

表 5.3.6 に示した土質定数の低減係数 D_E は、1m 間隔で計算した F_L と R から表 5.3.7 により求めたものを土層ごとにまとめたものである。

表 5.3.7 土質定数の低減係数 D_E

（出典：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編、日本道路協会、2017.11）

F_L の範囲	地表面からの深さ x (m)	動的せん断強度比 R	
		$R \leq 0.3$	$0.3 < R$
$F_L \leq 1/3$	$0 \leq x \leq 10$	0	1/6
	$10 < x \leq 20$	1/3	1/3
$1/3 < F_L \leq 2/3$	$0 \leq x \leq 10$	1/3	2/3
	$10 < x \leq 20$	2/3	2/3
$2/3 < F_L \leq 1$	$0 \leq x \leq 10$	2/3	1
	$10 < x \leq 20$	1	1

表 5.3.6 液状化検討結果（道路橋）

地点 番号	地層 区分	深度 (m)	N値	レベル1地震動			レベル2地震動(タイプⅠ)			レベル2地震動(タイプⅡ)		
				動的せん断 強度比 R	液状化 抵抗率 FL	低減係数 D _E	動的せん断 強度比 R	液状化 抵抗率 FL	低減係数 D _E	動的せん断 強度比 R	液状化 抵抗率 FL	低減係数 D _E
No.1	Bs	1.8	11	－	－		－	－		－	－	
	Bs	2.3	16	－	－		－	－		－	－	
	Bs	3.3	10	－	－		－	－		－	－	
	As1①	4.3	5	0.189	1.052	1	0.189	0.394	1/3	0.189	0.408	1/3
	As1①	5.3	5	0.176	0.912	2/3	0.176	0.342		0.176	0.343	
	As1①	6.3	2	0.156	0.767		0.156	0.288	0	0.156	0.273	0
	As1①	7.3	2	0.136	0.643	1/3	0.136	0.241		0.136	0.216	
	As1①	8.3	3	0.159	0.731	2/3	0.159	0.274		0.159	0.262	
	As1①	9.3	7	0.191	0.864		0.191	0.324		0.191	0.338	1/3
	As1①	10.3	5	0.163	0.727	1	0.163	0.273	1/3	0.163	0.264	
	As1③	11.3	28	0.368	1.626	1	0.368	0.610	2/3	0.368	0.918	1
	As1③	12.3	41	1.246	5.515		1.246	2.068	1	1.246	3.309	
	As1③	13.3	49	2.733	12.136		2.733	4.551		2.733	7.281	
	As1③	14.3	30	0.334	1.493		0.334	0.560	2/3	0.334	0.794	
	As1③	15.3	50	1.831	8.242	1	1.831	3.091	1	1.831	4.945	1
	As1③	16.3	51	1.621	7.367		1.621	2.763		1.621	4.420	
	As1③	17.3	58	3.543	16.282		3.543	6.106		3.543	9.769	
	As1③	18.3	51	1.057	4.917		1.057	1.844		1.057	2.950	
	As1③	19.3	52	0.969	4.570		0.969	1.714		0.969	2.742	
	Ac	20.3	4	－	－		－	－		－	－	

地下水位：GL-3.75m

地点 番号	地層 区分	深度 (m)	N値	レベル1地震動			レベル2地震動(タイプⅠ)			レベル2地震動(タイプⅡ)		
				動的せん断 強度比 R	液状化 抵抗率 FL	低減係数 D _E	動的せん断 強度比 R	液状化 抵抗率 FL	低減係数 D _E	動的せん断 強度比 R	液状化 抵抗率 FL	低減係数 D _E
No.2	Bs	1.8	5	－	－		－	－		－	－	
	Bs	2.3	1.71	－	－		－	－		－	－	
	Bs	3.3	5.14	－	－		－	－		－	－	
	As1①	4.3	3.43	0.160	0.851	2/3	0.160	0.319	0	0.160	0.306	0
	As1①	5.4	2.25	0.159	0.792		0.159	0.297		0.159	0.284	
	As1①	6.2	0	0.117	0.558	1/3	0.117	0.209		0.117	0.177	
	As1①	7.3	4	0.172	0.788	2/3	0.172	0.296		0.172	0.293	
	As1①	8.4	1.5	0.157	0.699		0.157	0.262	1/3	0.157	0.249	1/3
	As1①	9.3	7	0.195	0.855	2/3	0.195	0.321		0.195	0.337	
	As1①	10.3	2	0.178	0.772		0.178	0.290	1/3	0.178	0.291	
	As1①	11.3	14	0.237	1.022	1	0.237	0.383	2/3	0.237	0.445	2/3
	As1①	12.3	7	0.189	0.813		0.189	0.305	1/3	0.189	0.316	1/3
	As1①	13.3	3	0.175	0.753	1	0.175	0.282	1/3	0.175	0.282	1/3
	As1②	14.3	22	0.277	1.195		0.277	0.448	2/3	0.277	0.568	2/3
	As1②	15.3	18	0.247	1.072		0.247	0.402		0.247	0.477	
	As1②	16.3	4.29	0.197	0.864	1/3	0.197	0.324	1/3	0.197	0.342	1/3
	As1②	17.3	7	0.177	0.783		0.177	0.294	1/3	0.177	0.295	
	As1②	18.3	16	0.242	1.084	2/3	0.242	0.406	2/3	0.242	0.477	2/3
	Ac	19.3	0.55	－	－		－	－		－	－	
	Ac	20.3	1	－	－		－	－		－	－	

地下水位：GL-3.40m

地点 番号	地層 区分	深度 (m)	N値	レベル1地震動			レベル2地震動(タイプⅠ)			レベル2地震動(タイプⅡ)		
				動的せん断 強度比 R	液状化 抵抗率 FL	低減係数 D _E	動的せん断 強度比 R	液状化 抵抗率 FL	低減係数 D _E	動的せん断 強度比 R	液状化 抵抗率 FL	低減係数 D _E
No.3	Bs	1.8	5	－	－		－	－		－	－	
	Bs	2.3	10	－	－		－	－		－	－	
	Bs	3.3	10	－	－		－	－		－	－	
	As1①	4.3	5	0.180	0.982	2/3	0.180	0.368	1/3	0.180	0.373	1/3
	As1①	5.3	3	0.173	0.878		0.173	0.329	0	0.173	0.327	0
	As1①	6.3	1	0.139	0.669	1	0.139	0.251		0.139	0.226	
	As1②	7.3	10	0.232	1.077		0.232	0.404	1/3	0.232	0.464	2/3
	As1②	8.3	29	0.629	2.854		0.629	1.070	1	0.629	1.713	1
	As1②	9.3	16	0.271	1.212		0.271	0.455	1/3	0.271	0.569	2/3
	As1②	10.3	4	0.178	0.790	1	0.178	0.296		0.178	0.298	1/3
	As1③	11.3	38	1.009	4.452		1.009	1.670	1	1.009	2.671	1
	As1③	12.3	44	1.762	7.779		1.762	2.917		1.762	4.668	
	As1③	13.3	60	9.088	40.273		9.088	15.103		9.088	24.164	
	As1③	14.3	62.07	8.764	39.073		8.764	14.652		8.764	23.444	
	As1③	15.3	62.07	6.612	29.716		6.612	11.143		6.612	17.829	
	As1③	16.3	60	4.156	18.862		4.156	7.073		4.156	11.317	
	Ac	17.3	5	－	－		－	－		－	－	
	Ac	18.3	2	－	－		－	－		－	－	
	Ac	19.3	1	－	－		－	－		－	－	
	Ac	20.3	1	－	－		－	－		－	－	

地下水位：GL-3.55m

地点 番号	地層 区分	深度 (m)	N値	レベル1地震動			レベル2地震動(タイプⅠ)			レベル2地震動(タイプⅡ)		
				動的せん断 強度比 R	液状化 抵抗率 FL	低減係数 D _E	動的せん断 強度比 R	液状化 抵抗率 FL	低減係数 D _E	動的せん断 強度比 R	液状化 抵抗率 FL	低減係数 D _E
No.4	Bs											
	Bs	2.8	2.57	－	－		－	－		－	－	
	Bs	3.3	0.86	0.118	0.684	2/3	0.118	0.256	0	0.118	0.217	0
	As1①	4.3	3	0.196	1.032	1	0.196	0.387	1/3	0.196	0.408	1/3
	As1①	5.3	1.71	0.173	0.847	2/3	0.173	0.318	0	0.173	0.315	0
	As1①	6.3	1	0.146	0.680		0.146	0.255		0.146	0.235	
	As1①	7.3	1.94	0.175	0.792	2/3	0.175	0.297	1/3	0.175	0.297	2/3
	As1①	8.3	9	0.217	0.955		0.217	0.358		0.217	0.397	
	As1①	9.3	3.53	0.165	0.716		0.165	0.269	0	0.165	0.261	0
	As1②	10.3	17	0.264	1.135		0.264	0.426	2/3	0.264	0.525	2/3
	As1②	11.3	18	0.266	1.139	1	0.266	0.427		0.266	0.529	
	As1②	12.3	21	0.281	1.203		0.281	0.451		0.281	0.576	
	As1②	13.3	14	0.229	0.982	1	0.229	0.368		0.229	0.420	
	As1②	14.3	12	0.212	0.913		0.212	0.343	2/3	0.212	0.375	
	As1①	15.3	4	0.242	1.050	1	0.242	0.394		0.242	0.463	2/3
	As1①	16.3	6	0.262	1.146		0.262	0.430		0.262	0.528	
	Ac	17.3	3.43	－	－		－	－		－	－	
	Ac	18.3	1.71	－	－		－	－		－	－	
	As2	19.3	10	0.200	0.890	1	0.200	0.334	2/3	0.200	0.355	2/3
	As2	20.3	13	0.260	1.173		0.260	0.440	1	0.260	0.538	1

地下水位：GL-3.27m

地点 番号	地層 区分	深度 (m)	N値	レベル1地震動			レベル2地震動(タイプⅠ)			レベル2地震動(タイプⅡ)		
				動的せん断 強度比 R	液状化 抵抗率 FL	低減係数 D _E	動的せん断 強度比 R	液状化 抵抗率 FL	低減係数 D _E	動的せん断 強度比 R	液状化 抵抗率 FL	低減係数 D _E
No.5	Bs	1.8	6	－	－		－	－		－	－	
	Bs	2.3	5	－	－		－	－		－	－	
	Bs	3.3	4	－	－		－	－		－	－	
	As1①	4.3	4	0.182	0.998	2/3	0.182	0.374	1/3	0.182	0.380	1/3
	As1①	5.3	6	0.193	0.981		0.193	0.368		0.193	0.384	
	As1①	6.3	7	0.208	1.005	1	0.208	0.377		0.208	0.409	
	As1①	7.3	7	0.218	1.016		0.218	0.381		0.218	0.423	2/3
	As1②	8.3	11	0.234	1.066	1	0.234	0.400	1/3	0.234	0.461	2/3
	As1②	9.3	17	0.272	1.217		0.272	0.456		0.272	0.572	
	As1②	10.3	10	0.272	1.208		0.272	0.453	2/3	0.272	0.568	
	As1③	11.3	22	1.141	5.032		1	1.141	1.887	1	1.141	3.019
	As1③	12.3	30	0.376	1.662	0.376		0.623	2/3	0.376	0.954	
	As1③	13.3	44	1.380	6.117	1.380		2.294	1	1.380	3.670	
	As1③	14.3	62.07	8.759	39.046	8.759		14.642		8.759	23.428	
	As1③	15.3	42	0.703	3.157	0.703	1.184		0.703	1.894		
	As1②	16.3	18	0.275	1.249	1	0.275	0.468	2/3	0.275	0.591	2/3
	As1②	17.3	9	0.208	0.954		0.208	0.358		0.208	0.388	
	Ac	18.3	5	－	－		－	－		－	－	
	Ac	19.3	2	－	－		－	－		－	－	
Ac	20.3	5	－	－		－	－		－	－		

5.4 基礎掘削施工について

地下室等を設ける場合には、地盤の基礎掘削が必要となる。掘削の進行に伴い、掘削底面の安定が損なわれると、地盤の状況に応じた種々の現象が発生する。

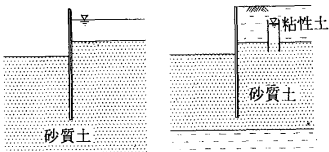
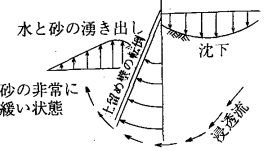
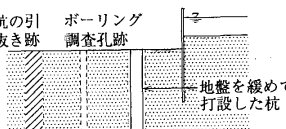
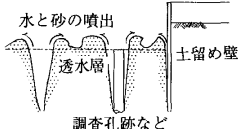
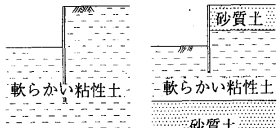
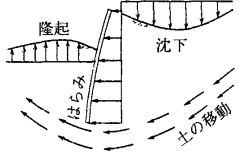
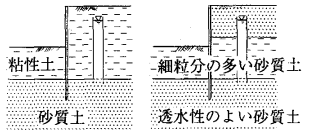
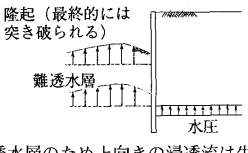
表 5.4.1 に一般的な掘削底面の崩壊現象を示す。

掘削底面の安定を図ることは土留めの基本であり、施工中は掘削底面の安定を確保する必要がある。

よって、基礎底面の安定性として、沖積層砂質土 (As) の場合は「ボイリング」の検討が必要であり、沖積層粘性土 (Ac) の場合は「ヒービング」、「盤ぶくれ」の検討が必要となる。

表 5.4.1 掘削底面の破壊現象

(出典：道路土工—仮設構造物工指針，日本道路協会，1999.3)

分類	地盤の状態	現象
ボイリング	 地下水位の高い場合、あるいは土留め付近に河川、海など地下水の供給源がある砂質土の場合。	 遮水性の土留め壁を用いた場合、水位差により上向きの浸透流が生じる。この浸透圧が土の有効重量をこえると、沸騰したように沸き上がり掘削底面の土がせん断抵抗を失い、急激に土留めの安定性が損なわれる。
パイピング	 ボーリング、盤ぶくれと同じ地盤で、水みちがしやすい状態がある場合、人工的な水みちとしては上図に示すものなどがある。	 地盤の弱い箇所の細かい土粒子が浸透流により洗い流され、地中に水みちが形成され、それが荒い粒子をも流し出し、水みちが拡大する。最終的にはボイリング状の破壊に至る。
ヒービング	 掘削底面付近に軟らかい粘性土がある場合、主として沖積粘性土地盤で、含水比の高い粘性土が厚く堆積する場合。	 土留め背面の土の重量や土留めに近接した地表面での土上載荷重などにより、掘削底面の隆起、土留め壁のはらみ周辺地盤の沈下が生じ最終的には土留めの崩壊に至る。
盤ぶくれ	 掘削底面付近が難透水層、水圧の高い透水層の順で構成されている場合、難透水層には粘性土だけでなく、細粒分の多い砂質土も含まれる。	 難透水層のため上向きの浸透流は生じないが難透水層下面に上向きの水圧が作用し、これが上方の土の重さ以上となる場合は、掘削底面が浮き上がり、最終的には難透水層が突き破られボイリング状の破壊に至る。

また、基礎掘削施工時には、剛性が高く、止水性の高い山留め壁が必要であり、地下水処理対策の検討が必要となる。

表 5.4.2 に山留め壁選定基準の目安、表 5.4.3 に地下水処理工法の種類を示す。

土留め壁の選定および設計にあたっては、設計条件・地盤条件・周辺環境条件等に応じて適切な工法を選定する必要がある。また、検討結果によっては地盤改良や地下水位低下工法等の検討が必要となる。

表 5.4.2 与条件に対する山留め壁選定基準の目安

(出典：山留め設計施工指針、日本建築学会、2002.9)

与条件 山留め壁の種類	地盤条件			工事規模				周辺環境			工期	工費
	軟弱な 地盤	砂礫 地盤	地下水位が 高い地盤	根切り深さ		平面規模		騒音・ 振動	地盤 沈下	排泥 処理		
				浅い	深い	狭い	広い					
親杭横矢板壁	△	◎	△	◎	△	○	○	○	△	◎	◎	◎
鋼矢板壁	◎	○	○	◎	○	○	○	○	○	◎	◎	○
銅管矢板壁	◎	○	○	△	◎	○	○	○	◎	◎	◎	△
ソイルセメント壁	◎	○	◎	○	○	○	○	◎	○	△	○	○
RC 地中壁	◎	○	◎	△	◎	△	○	◎	◎	△	△	△

◎：有利，○：普通，△：不利

表 5.4.3 地下水処理工法の種類

(出典：根切り工事と地下水、地盤工学会、1999.8)

