

令和 6 年度 総政社委第 6 号
JR 東静岡駅北口市有地地質調査業務委託

報 告 書

令和 7 年 2 月

静 岡 市

株 式 会 社 ジ ー ベ ッ ク

<目 次>

◇◇◇	調査位置案内図	◇◇◇
◇◇◇	調査位置配置図	◇◇◇

1.	業務概要	1
2.	実施方針	4
2-1.	調査目的	4
2-2.	ボーリング調査	4
2-3.	実施方針まとめ	6
3.	調査方法	7
3-1.	ボーリング調査	7
3-2.	標準貫入試験	8
3-3.	室内土質試験	10
4.	地形・地質概要	11
4-1.	地 形	11
4-2.	地 質	11
5.	調査結果	13
5-1.	既存資料の収集	13
5-2.	ボーリング調査結果	18
5-3.	室内土質試験結果	24
6.	総合解析とりまとめ	26
6-1.	地形・地質の検討	27
6-2.	基礎の検討に必要な土質定数	29
6-3.	液状化の検討（軟弱地盤解析）	35
6-4.	調査結果に基づく支持地盤の設定	44
6-5.	設計・施工上における留意点	46

< 巻 末 資 料 >

1. ボーリング柱状図
2. 推定地質断面図
3. 室内土質試験結果
4. 液状化検討計算書
5. 現場写真(土質試験写真含む)

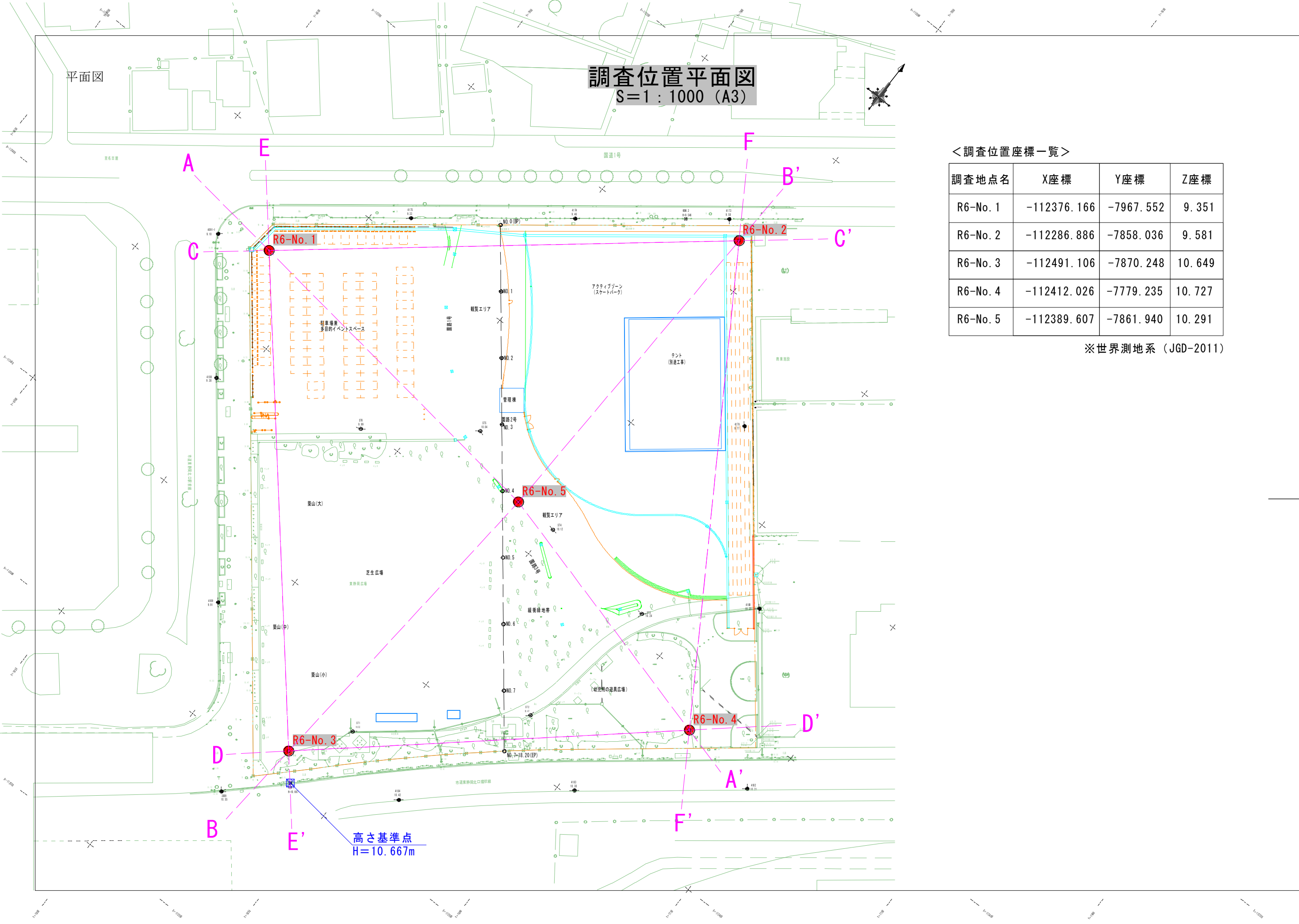
調査位置案内図



S = 1 : 25,000



※国土地理院発行の2万5千分の1地形図



＜調査位置座標一覧＞

調査地点名	X座標	Y座標	Z座標
R6-No. 1	-112376.166	-7967.552	9.351
R6-No. 2	-112286.886	-7858.036	9.581
R6-No. 3	-112491.106	-7870.248	10.649
R6-No. 4	-112412.026	-7779.235	10.727
R6-No. 5	-112389.607	-7861.940	10.291

※世界測地系（JGD-2011）

1. 業務概要

調 査 名 称：令和 6 年度 総政社委第 6 号 JR 東静岡駅北口市有地地質調査業務委託

施 行 箇 所：静岡市葵区東静岡一丁目 地内

履 行 期 間：着手 令和 6 年 9 月 13 日

完了 令和 7 年 2 月 25 日

調 査 目 的：本業務は、東静岡駅北口市有地の中長期的な利活用を踏まえて、当該敷地の地盤状況および液状化の有無について概略的に把握することを目的とする。

調 査 内 容：ボーリング調査(鉛直方向 孔径φ66mm) 5 箇所 延べ 265m

標準貫入試験(JIS A 1219) 延べ 265 回

室内土質試験(細粒分含有率試験) 1 式

調 査 数 量：表 1-2 に示す。

発 注 者：静岡市役所

担当課：社会共有資産利活用推進課

TEL:054-221-1166

FAX:054-221-1295

受 注 者：株式会社 ジーベック

本社 住所：静岡市葵区唐瀬一丁目 17 番 34 号

TEL:054-246-7741

FAX:054-246-9481

主任技術者 白鳥 正浩(RCCM:第 01-22-13002472 号)
(地質調査技士:第 10941 号)

業務代理人 安竹 正嗣(RCCM:第 21-34-13005944 号)
(地質調査技士:第 24068 号)

適用仕様書・基準類：表 1-1 に示す。

表 1-1 適用仕様書・基準書一覧

仕様書の名称	編集・発行所	発行日
地質・土質調査業務共通仕様書	静岡県	R2. 9
地質調査特記仕様書	静岡市 建築部 公共建築課	R3. 7
地盤調査の方法と解説	(社)地盤工学会	H25. 3
地盤材料試験の方法と解説	(社)地盤工学会	H21. 11
道路橋示方書・同解説Ⅰ 共通編	(社)日本道路協会	H29. 11
道路橋示方書・同解説Ⅳ 下部構造編	(社)日本道路協会	H29. 11
道路土工 軟弱地盤対策工指針	日本道路協会	H24. 8
建築基礎構造設計指針	日本建築学会	R1. 11
小規模建築物基礎設計指針	日本建築学会	H20. 2
建築物の構造関係技術基準解説書	建築行政情報センター	R2. 10
静岡県建築構造設計指針・同解説 2014 年版	静岡県くらし・環境部建築住宅局 建築安全推進課	H27. 1

表 1-2 調査数量表

工種	種別		細別	単位	R6-No. 1	R6-No. 2	R6-No. 3	R6-No. 4	R6-No. 5	実施数量	設計数量	増減
機械ボーリング (ノンコア)	土質ボーリング	φ 66mm (鉛直下方)	粘性土・シルト	m	24.05	31.45	27.15	29.90	27.20	139.75	139.75	±0.00
			砂・砂質土	m	20.45	8.85	9.90	9.55	13.90	62.65	62.65	±0.00
			礫混じり土砂	m	2.45	6.45	9.75	14.25	9.00	41.90	41.90	±0.00
			固結シルト	m	2.05	4.25	2.20	9.30	2.90	20.70	20.70	±0.00
			小計	m	49.00	51.00	49.00	63.00	53.00	265.00	265.00	±0.00
		合計		m	49.00	51.00	49.00	63.00	53.00	265.00	265.00	±0.00
サウンディング及び 原位置試験	標準貫入試験	JIS A 1219	粘性土・シルト	回	24	31	29	29	27	140	140.00	±0.00
			砂・砂質土	回	20	9	8	11	15	63	63.00	±0.00
			礫混じり土砂	回	2	6	9	13	7	37	37.00	±0.00
			固結シルト	回	3	5	3	10	4	25	25.00	±0.00
		合計		回	49	51	49	63	53	265	265.00	±0.00
室内土質試験	土の細粒分含有率試験(0.5kg以下)		JIS A 1223	試料	10	6	5	6	8	35	35.00	±0.00
共通仮設	平坦地足場		0.30m以下	箇所	1	1	1	1	1	5	5.00	±0.00
	調査孔閉塞			箇所	1	1	1	1	1	5	5.00	±0.00
	準備及び跡片付け			業務	1					1	1.00	±0.00
解析等調査業務	既存資料の収集・現地調査			業務	1					1	1.00	±0.00
	資料整理とりまとめ			業務	1					1	1.00	±0.00
	断面図等の作成			業務	1					1	1.00	±0.00
	軟弱地盤解析 現状地盤解析 地盤液状化(簡便法) 5断面			業務	1					1	1.00	±0.00
	総合解析取りまとめ			業務	1					1	1.00	±0.00
	打ち合わせ協議		中間1回	業務	1					1	1.00	±0.00
	報告書作成			業務	1					1	1.00	±0.00
	電子成果品作成			業務	1					1	1.00	±0.00

2. 実施方針

2-1. 調査目的

東静岡駅北口の静岡市有地の中長期的な利活用を踏まえて、当該敷地内の土層分布状況や液状化の可能性について、予備設計段階における概略的な地盤情報の収集を主な目的とした。

2-2. ボーリング調査

2-2-1. 高さ基準点とボーリング孔口高さ

発注者より提供された平面図資料に記載される KBM. 1 (H=10.667m) を基準とし、水準測量により各調査地点の孔口標高を測量した。高さ基準点の位置については以下の平面図および写真に掲載するとおり。

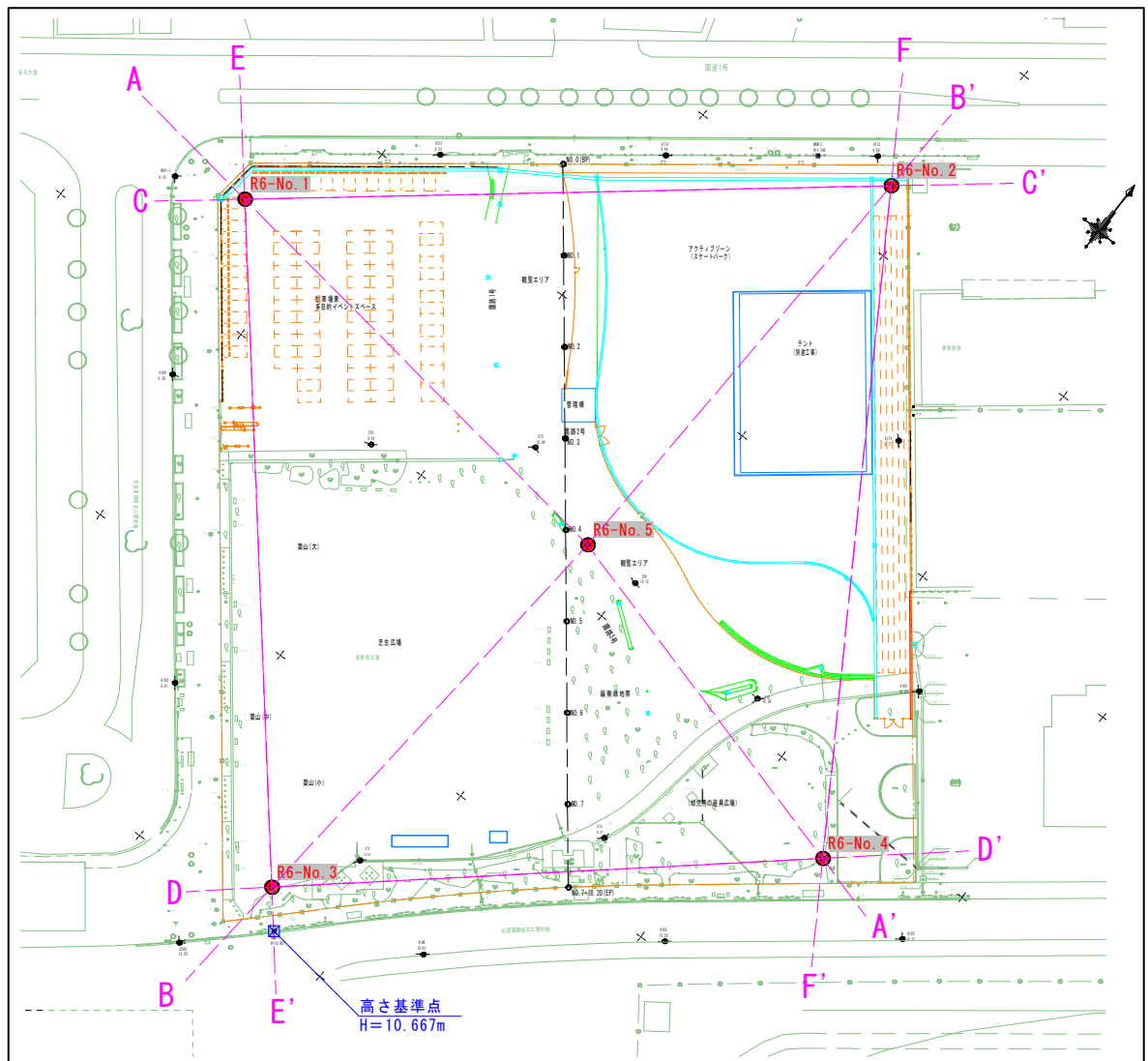


図 2-1 高さ基準点箇所位置

表 2-1 高さ基準点箇所の写真



表 2-2 R3-No. 1 地点の孔口標高(m)

調査地点名	孔口標高(m)
R6-No. 1	9. 35
R6-No. 2	9. 58
R6-No. 3	10. 65
R6-No. 4	10. 73
R6-No. 5	10. 29

2-2-2. ボーリング調査深さ

当該敷地内における中長期的な利活用に伴い、支持地盤と評価できる土層厚 5m 以上の連続性が確認できる深度までを本業務における調査深さとして設定した。

表 2-3 掘止目安

調査地点名	調査深さ (m)	調査深さの定義
R6-No. 1	49.45	建築基礎構造設計指針 R1.11 に示される支持層の目安 <u>砂・礫質土：N$\geq$60</u> <u>粘性土：N$\geq$20</u>
R6-No. 2	51.45	
R6-No. 3	49.45	
R6-No. 4	63.45	
R6-No. 5	53.45	土層厚にして 5m 以上確認

2-2-3. 室内土質試験

室内土質試験は、標準貫入試験で採取した試料を対象に細粒分試験結果を行った。

2-3. 実施方針まとめ

実施方針について以下にまとめる。

表 2-4 必要な地盤資料と確認事項及び調査方法

目的	対象	確認事項	調査・試験方法
土層分布の把握	土層区分	1. 深さ 2. 土層状態 3. 層厚 4. 粒度特性	1. ボーリング 2. 室内土質試験 3. ボーリング 4. 室内土質試験
地下水位の状況把握	地下水位	1. 自由地下水位	1. ボーリング
液状化の検討	粒度・N 値	1. 粒度特性 2. 締まり具合	1. 室内土質試験 2. 標準貫入試験の N 値

3. 調査方法

3-1. ボーリング調査

掘削には、ロータリー型試錐機を用いた。掘削孔径は、各調査地点をφ66mmで掘削した。

掘削に際しては、原則として地下水位を確認するまでは無水掘りで行い、以深では泥水を使用して、スライムの除去および孔壁の保護を行った。

また、孔壁の崩壊、はらみ出し等を防ぐために、孔壁崩壊が疑われる深度までケーシングパイプを挿入する。なお、掘削時には、ロッドを伝わる削孔音、排水色、スライム内容物、逸水、湧水、孔壁の崩壊やはらみ出し等の状況を極力観察し、柱状図作成の補助とした。

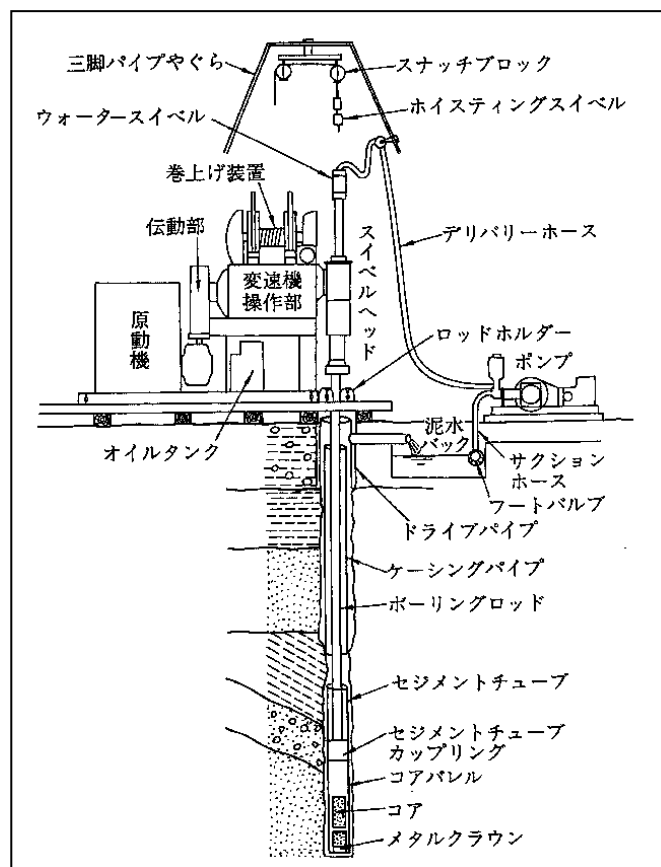


図 3-1 ボーリング調査図

「地盤調査の方法と解説(P-193)：H25.3（社） 地盤工学会」より抜粋

使用機械：形式：KANO KR-100 型、TOHO D0-D 型

給圧方式：オイルフィード

原動機：ディーゼルエンジン 8.8KW

ポンプ：V5-P、BG-4

掘削孔径：φ66mm

3-2. 標準貫入試験

試験方法は、調査ボーリングにより所定の深度まで掘削した後、試験器具をセットし、15cmの予備打ちを行った。次に落下高 76 ± 1 cm より、重量 63.5 ± 0.5 kg のドライブハンマーを自由落下させて 30cm の本打ちを行い、打込みに必要な打撃回数（N 値）を測定した。なお、測定は 10cm 貫入毎の打撃回数並びに貫入量を正確に記録した。ただし、60 回打撃時の貫入量が 30cm に達しない場合は、60 回に対する貫入量を測定した。本打ちにおいて 1 回の貫入量が 2cm 以上の場合には、約 5cm の後打ちを行った。

貫入が終了した後に、静かにサンプラーを地表に上げて採取試料を十分観察し野帳へ記録した。なお、ドライブハンマー（モンケン）の落下は、打撃効率の一定と N 値のバラツキ・精度を向上させるため、半自動落下装置を用いて行った。

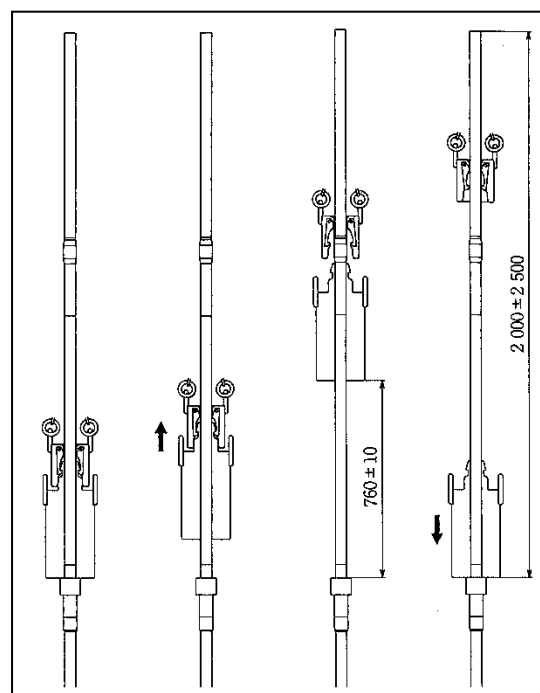
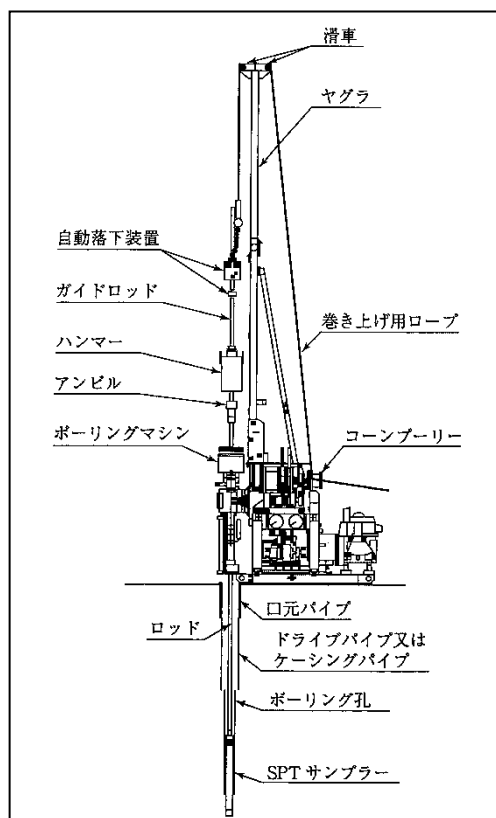


図 3-2 標準貫入試験装置全体図

図 3-3 自動落下装置 (単位 mm)

「地盤調査の方法と解説」 H25.3 (社)地盤工学会」図 2.4.1, 2.4.4 抜粋

N 値は、地盤の特性を判断する指標として幅広く利用されているが、その値は有効上載圧によって変化するといわれ、相対密度・せん断強さ・内部摩擦角などの土の強度を導き出す方法は、数多くの研究機関・研究者によって提唱されているものの、今なお研究過程ともいえる。次表には、N 値と砂の相対密度及び粘土のコンシステンシーと、現場における判定方法の一例を紹介する。なお、N 値は、有効上載圧の大きさによって変化するので、分類方法・土質定数の利用については必要に応じて補正するものとし、次表における現場判定方法は、直接基礎などにおける上載圧の小さな場合の判定指標として利用される。

表 3-1 N 値と砂の相対密度の関係（砂質土）

N 値	相対密度	記号	現場判定法
0～4	非常に緩い	rd1	鉄筋が容易に手で貫入
4～10	緩い	rd2	シャベル(スコップ)で掘削可能
10～30	中位の	rd3	鉄筋を 5 ポンドハンマで打込み容易
30～50	密な	rd4	同上、30 cm 程度貫入
50 以上	非常に密な	rd5	同上で 5～6 cm 貫入、掘削にはつるはし必要、打込み時金属音

注)鉄筋は $\phi 13$ mm

「地盤調査の方法と解説：H25.3（社）地盤工学会」表 2.5.3 抜粋

表 3-2 N 値と粘土のコンシステンシー、一軸圧縮強さの関係

N 値	q_u (kN/m ²)	コンシステンシー	記号
0～2	0.0～24.5	非常に柔らかい	rd1
2～4	24.5～49.1	柔らかい	rd2
4～8	49.1～98.1	中位の	rd3
8～15	98.1～196.2	硬い	rd4
15～30	196.2～392.4	非常に硬い	rd5
30～	392.4～	固結した	－

「地盤調査の方法と解説：H25.3（社）地盤工学会」表 2.5.4 抜粋

3-3. 室内土質試験

3-3-1. 細粒分含有率試験 (JIS-A-1223)

細粒分含有率試験は、土の炉乾燥質量に対して試験用網ふるい 75 μ m 通過分の炉乾燥質量が占める割合を、百分率で表したものである。試験結果は、建築構造物の地震時における砂質土層の液状化発生の検討を行う際に利用される。

4-1. 地 形

静岡平野を大局的にみた場合、安倍川扇状地性の平野となっており、扇状地の頂点は賤機山の先端辺りから扇状に広がりを見せる。この扇状地の頂点（扇頂部）付近となる浅間神社一帯では標高 27m 程度を有し、平均勾配 5‰程度で北方・東方・南方の末端に向かって徐々に高度を減じている。

調査地の東静岡駅周辺地区は、幹線道路や鉄道に接し、静岡駅周辺の静岡市中心部に次ぐ、中心市街地として活性化している地域である。

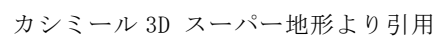


図 4-1 調査地付近の地形

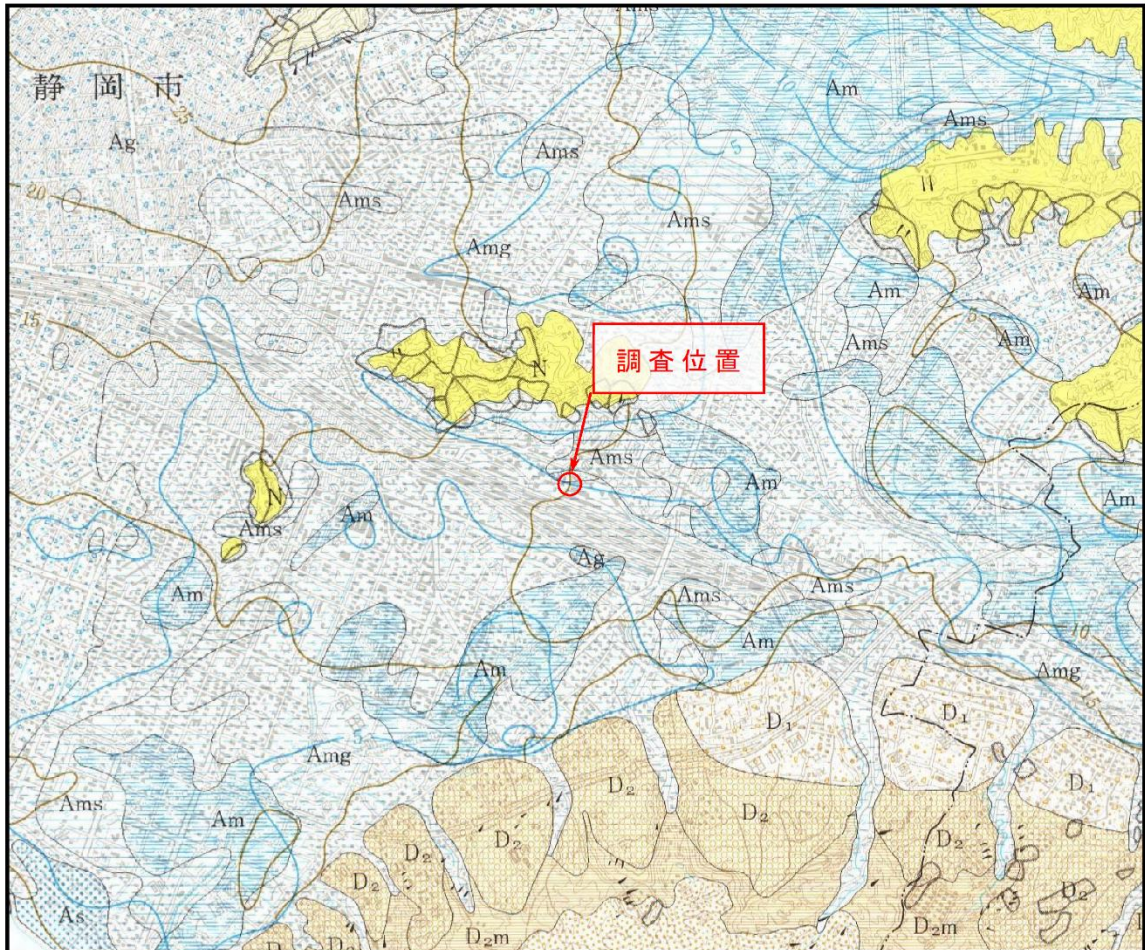
4-2. 地 質

調査地は、静岡平野東方に位置しており、Amg（泥砂礫質地盤）～Ams（砂泥質地盤）を指交状に分布する地域と考えられる。

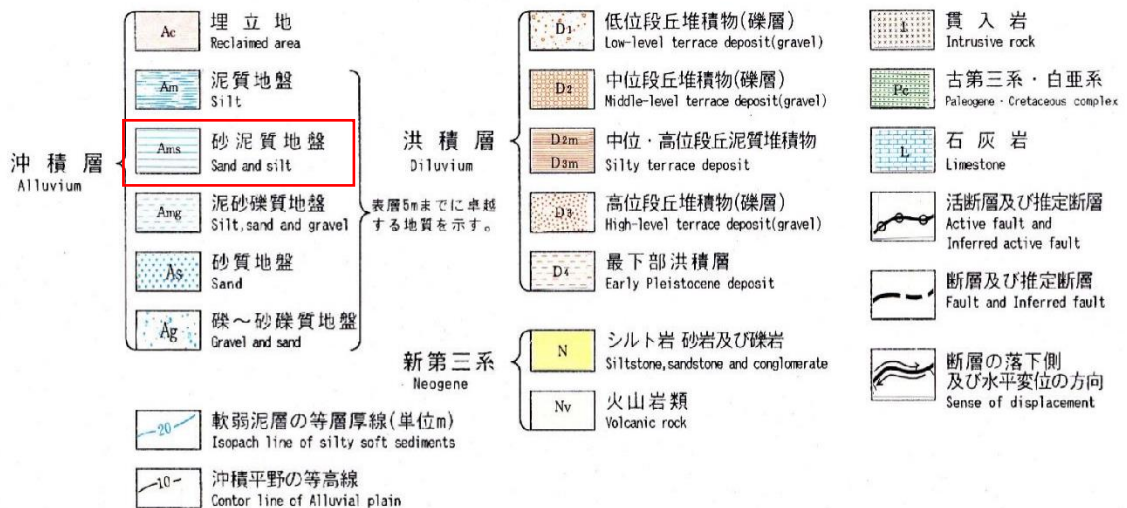
調査位置周辺地質図



S = 1 : 50,000



凡 例



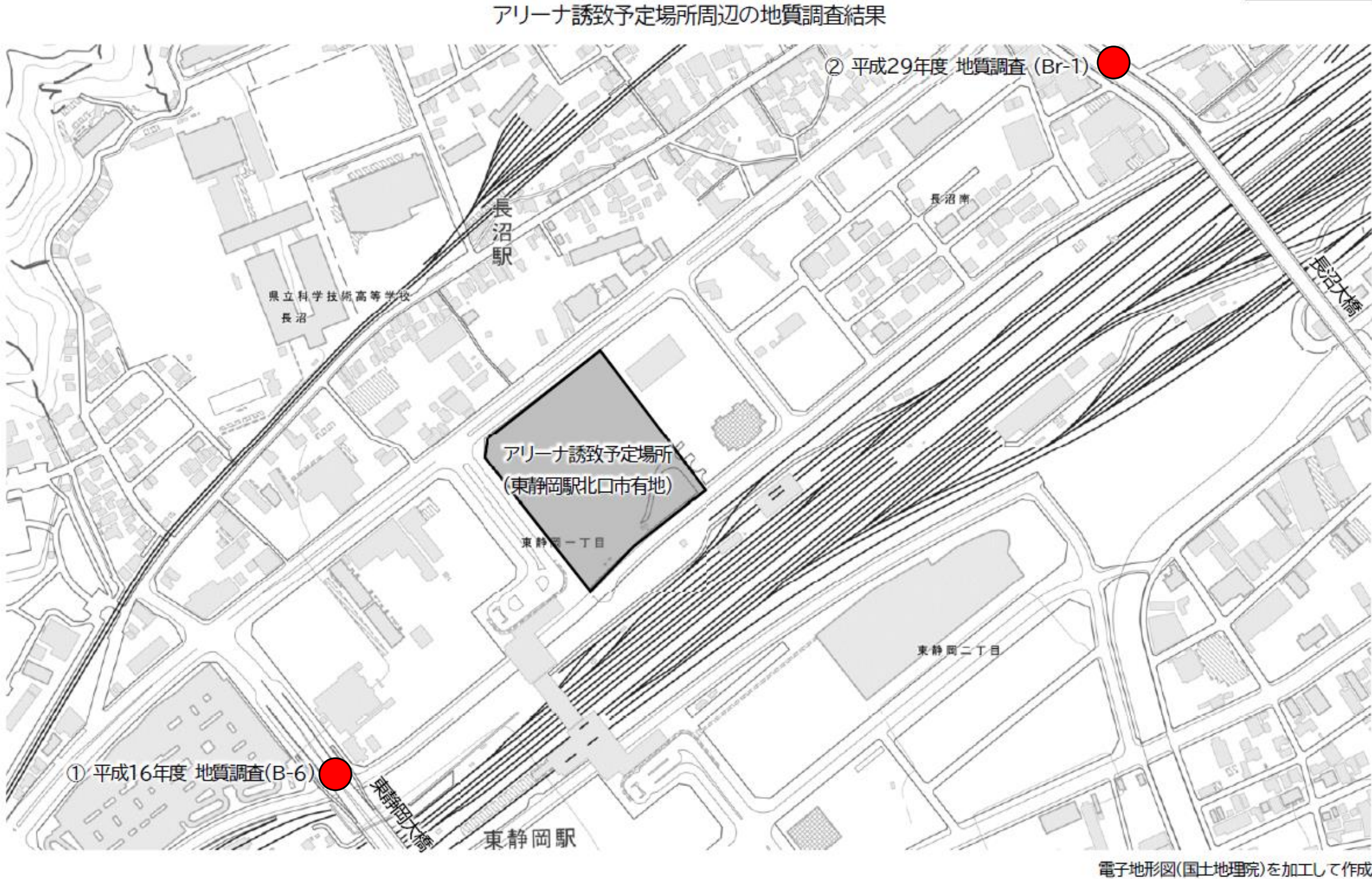
※調査編集 静岡県地震対策課「静岡県地震対策地質条件図3(静岡一御前崎地域)」

5. 調査結果

5-1. 既存資料の収集

既存資料については、本業務の発注担当課からの提供資料を基に、事前に調査地一帯の土層分布状況を把握した。以下に提供資料一式を掲載する。

資料4-3

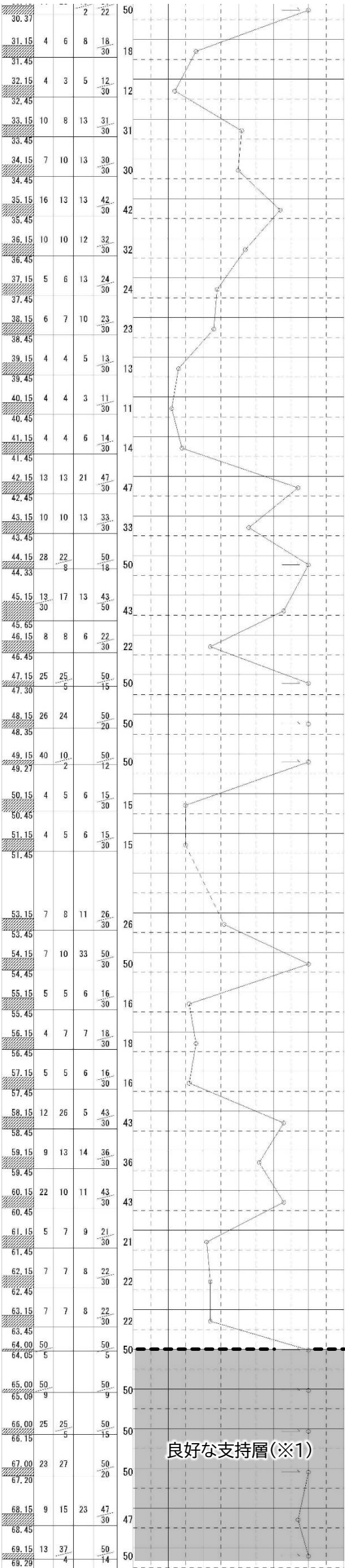


① ボーリング柱状図（東静岡大橋）

ボーリング名		B-6		調査位置		静岡市長沼地内				北緯		34° 58' 51.3500"			
発注機関						調査期間		平成16年11月 1日～平成16年11月11日				東経		138° 24' 50.9600"	
調査業者名				主任技師		現代場人		コ鑑定者		ボーリング責任者					
孔口標高		II=11.21m		角 180° 上 下 0° 90° 0° 度	方 0°北 270°西 180°南 90°東 向	地盤勾配 0° 鉛直 90°	使用機種 試錐機 YBM-05 エンジン NS80	ハンマ落下用具		半自動落下装置					
総掘進長		69.29m						ポンプ		SP30					

標尺	標高	層厚	深度	柱状図	土質区分	土色	相対密度	相対稠度	記号	粒状試験による土質区分	孔内水位／測定月日	標準貫入試験				原位置試験	試料採取	室掘						
												深	10cm毎の打撃回数						N	度	試験名及び結果	深	試験採取番号	進捗
													度	0	10									
m	m	m	m	図	分	調	度	度	事			m	10	20	30	m	号	法	日					
	10.51	0.70	0.70		埋土(砂)	淡褐黒褐			上部コンクリート片が混在する。中砂～粗砂を主体とする。 φ3～15mmの礫が混在する。		11/ 1 0.85													
1	9.86	0.65	1.35		埋土(礫混り砂)	褐灰黄褐			中砂～粗砂を主体とする。 φ2～40mmの円礫少量混在する。			1.15	3	6	2	11	30	6-1						
	9.41	0.45	1.80		砂混りシルト	暗灰			0.80～0.90m間：淡黒色を呈する。 含水量少なく粘性低い。 粗砂を少量混入する。			1.45						1.45						
2									粒径均一な細砂を主体とする。 所々でシーム状にシルトを挟入する。		11/ 3 2.50	2.15	2	2	4	8	30	6-2						
					砂	暗灰			腐植物、有機物(木片等)を少量混在する。			2.45						2.45						
3												3.15	5	4	4	13	30	6-3						
	7.31	2.10	3.90									3.45						3.45						
4					腐植土	暗灰黒褐			含水量少なく、粘性低い。 φ2～20mmの円礫が微量混在する。			5.15	8	12	12	32	30	4.70						
	6.71	0.60	4.50						φ2～10mm程度の円礫を主体とする。			5.45						5.15						
5									マトリクス(礫間充填物)は、粗砂により構成される。			6.15	17	16	17	50	27	6.15						
					砂礫	暗灰			所々で薄層状に砂層を挟入する。			6.42						6.42						
6												7.15	8	10	14	32	30	7.15						
												7.45						7.45						
7												8.15	12	13	10	35	30	8.15						
												8.45						8.45						
8																								
9	2.26	4.45	8.95		砂混りシルト	暗灰			含水量少なく、粘性低い。 細砂～中砂を少量混入する。			10.15	1	2	2	5	30	10.15						
	0.51	1.75	10.70									10.45						10.45						
10												11.15	17	19	14	50	30	11.15						
11									φ2～8mm程度の円礫を主体とする。 マトリクス(礫間充填物)は粗砂・シルトにより構成される。			11.45						11.43						
					砂礫	暗灰			所々でシルト・砂を薄層状に挟入する。			12.15	14	10	5	29	30	12.15						
12												12.45						12.45						
13												13.15	7	22	15	44	30	13.15						
												13.45						13.45						
14	-3.04	3.55	14.25		砂	暗灰			粒径均一な細砂を主体			14.15	14	10	10	34	30	14.15						
	-3.39	0.35	14.60						均質なシルト。 含水量少なく粘性低い。			14.45						14.45						
15					シルト	暗灰						15.15	2	2	2	6	30	15.15						
												15.45						15.45						
16	-4.99	1.60	16.20						上部、粒径均一な細砂を主体とする。			16.15	2	4	5	11	30	16.15						
					礫混り砂				17.0m付近より、φ3～9mmの円礫が混在する。 所々で細粒分の多い箇所が認められる。			16.45						16.45						
17									17.90～18.20m間：シルト層を挟入する。			17.15	11	14	16	41	30	17.15						
												17.45						17.45						
18												18.15	2	17	18	37	30	18.15						
												18.45						18.45						
19												19.15	13	22	15	50	28	19.15						
												19.43						19.45						
20	-8.79	3.80	20.00						含水量少なく粘性低い。 均質である。			20.15	2	2	2	6	30	20.15						
					シルト	暗灰						20.45						20.45						
21	-9.79	1.00	21.00									21.15	5	5	5	15	30	21.15						
												21.45						21.45						
22									φ3～9mm程度の円礫が混在する。 粒子不均一な粗砂を主体とする。			22.15	11	8	8	27	30	22.15						
					礫混り砂							22.45						22.45						
23												23.15	9	14	15	38	30	23.15						
												23.45						23.45						
24												24.15	9	10	10	29	30	24.15						
												24.45						24.45						
25	-13.59	3.80	24.80		シルト質砂	暗灰			粒径均一な細砂を主体とする。 シルト層をシーム状に挟入する。			25.15	3	4	6	13	30	25.15						
												25.45						25.45						
26	-14.69	1.10	25.90						含水量少なく粘性低い。 27.0m付近より白色の貝殻片が少量混在する。			26.15	3	3	3	9	30	26.15						
					シルト	暗灰						26.45						26.45						
27												27.15	6	6	4	16	30	27.15						
	-16.39	1.70	27.60									27.45						27.45						
28					砂	暗灰			粒径均一な細砂を主体とする。 少量の細粒分を混入する。			28.15	6	8	12	26	30	28.15						
	-17.59	1.20	28.80									28.45						28.45						
29									φ2～8mmの円礫を主体とする。マトリクス(礫間充填物)は粗砂・シルトにより構成される。			29.15	15	25	10	50	24	29.15						
					砂礫	暗灰						29.39						29.39						
30												30.15	14	26	10	50	22	30.15						
												30.45						30.45						

31	-19.64	2.05	30.85	砂	暗灰	粒径均一な細砂を主体とする。 所々で細粒分を混入する。 31.90～32.30m間シルト層を挟在する。
32	-21.39	1.75	32.60	砂	暗灰	
33	-22.69	1.30	33.90	礫混り砂	暗灰	細砂～中砂を主体とする。 所々礫が混入し、一部で砂礫状を呈する。 含水量少なく粘性低い。
34	-23.04	0.35	34.25	シルト	暗灰	含水量少なく粘性低い。
35				砂	暗灰	細砂を主体とする。 シーム状にシルト層を挟在する。 腐食物を微量混在する。 礫が少量混在する。
36				砂	暗灰	36m付近よりシルト質砂～砂質シルト状を呈する。
37				砂	暗灰	
38				砂	暗灰	
39	-27.59	4.55	38.80	シルト	暗灰	含水量少なく粘性低い。 所々で白色の貝殻片および腐食物が混在する。 若干、砂層を挟在する。
40				シルト	暗灰	
41				シルト	暗灰	
42	-30.69	3.10	41.90	砂	暗灰	粒径均一な細砂を主体とする。 所々でシーム状にシルトを挟在する。
43				砂	暗灰	
44	-33.54	2.85	44.75	砂	暗灰	44.00m以深、中砂～粗砂を主体とする。 φ2～10mm程度の円礫が多く混在する。 φ3～12mm程度の円礫を主体とする。
45				砂	暗灰	礫間充填物は、粗砂を主体とする。 含水量少なく粘性低い。
46	-34.94	1.40	46.15	シルト	暗灰	
47	-35.49	0.55	46.70	砂	暗灰	φ3～8mmの円礫を主体とする。 少量の細粒分の混入が認められる。 礫間充填物は粗砂・シルトにより構成される。
48				砂	暗灰	
49	-38.59	3.10	49.80	砂	暗灰	
50				シルト	暗灰	中砂～粗砂を少量混入する。 少量の腐植物が混在する。 含水量少なく、粘性低い。 51m以深より、暗緑灰色を帯びる。
51				シルト	暗灰	
52				シルト	暗灰	
53				シルト	暗灰	
54	-43.14	4.55	54.35	砂	暗灰	φ3～10mmの円礫を主体とする。 礫間充填物は粗砂により構成される。
55	-43.49	0.35	54.70	砂	暗灰	
56				シルト	暗灰	含水量少ない。 粘性低い。 所々で腐植物が少量混入する。
57	-46.49	3.00	57.70	砂	暗灰	φ3～10mmの円礫を主体とする。
58	-47.14	0.65	58.35	砂	暗灰	
59	-47.94	0.80	59.15	シルト	暗灰	含水量少なく粘性低い。 少量の腐植物が混入する。
60	-48.19	0.25	59.40	砂	暗灰	含水量少なく粘性低い。 細砂分を多く含む。 粒径不均一な粗砂を主体とする。 φ2～10mmの円礫を主体とする。
61	-48.34	0.15	59.55	砂	暗灰	粒径均一な細砂を主体とする。
62	-49.19	0.85	60.40	砂	暗灰	
63	-49.69	0.50	60.90	砂	暗灰	
64	-50.59	0.90	61.80	有機質シルト	暗灰	含水量少なく粘性低い。 少量の腐植物・木片が混入する。
65				砂	暗灰	含水量少なく粘性低い。所々で砂層を薄く挟在する。 腐植物が少量混入する。
66	-52.69	2.10	63.90	砂	暗灰	φ2～8mmの円礫を主体とする。 マトリックス（礫間充填物）は粗砂および少量のシルトにより構成される。 固結シルトを所々で薄層状で挟在する。 最大礫径φ50mm
67				砂	暗灰	
68				砂	暗灰	68.0～68.5m間、固結シルト層（含水量少なく非常に硬い）を挟在する。
69	-58.08	5.39	69.29	砂	暗灰	
70				砂	暗灰	
71				砂	暗灰	

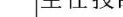


深度64.0m

良好な支持層(※1)

(※1)支持層・・・重量建築物を支えるのに適した硬い地盤
(砂質土・礫質土はN値(※2)50以上、粘性土はN値20～30以上を目安)
(※2)N値・・・地盤の強度を示す数値(N値が大きいほど、地盤が強く硬いことを表す)

② ボーリング柱状図（長沼大橋）

ボーリング名		Br - 1		調査位置		静岡市葵区長沼 地内						北 緯		34° 59' 24.7"											
発注機関								調査期間		平成 30年 1月 9日 ~ 30年 1月 31日						東 経		138° 25' 7.7"							
調査業者名				主任技師				現場代理人		コ ア 鑑 定 者				ボーリング責任者											
孔口標高		9.30m		角				方				地盤勾配				使用機種		試錐機		YBM - 05		ハンマー落下用具		半自動落下装置	
総掘進長		53.27m		度		0°		向						エンジン		NF - 08		ポンプ		GS - 30					

標尺	標高	層厚	深度	柱状図	土質区分	色	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(一)	掘進月口				
											深 度	10cmごとの打撃回数			打撃回数／貫入量(cm)	N 値	深 度	試験名および結果	深 度			試料採取方法			
												0	10	20											
(m)	(m)	(m)	(m)								(m)	0	10	20	30	(m)		(m)							
地表面																									
1	8.70	0.60	0.60		埋土	暗褐灰			地表10cmはAS。下部、シルト混り砂礫状。φ100mmの玉石混入。	1/9	1.15	7	14	12	33	33			1.15	1	密度試験	9			
	8.00	0.70	1.30		シルト	暗灰			粘性中位、含水比中位を示す。腐植物を混入する。	1/9	1.30				30				1.30			10			
2					埋土コンクリート混り砂礫	暗灰			φ30mm以下の粗円〜円礫を主体とする砂礫。深度2.50mより、鉄筋コンクリートを混入。	1/9	2.15	6	8	10	24	24			2.15	2	密度試験	11			
3									深度3.15〜3.45mはシルトを堆積する。	1/9	2.45				30				2.45			12			
									深度3.75〜4.25m間、鉄筋コンクリート塊。	1/9	3.15	4	4	3	11	11			3.15	3	密度試験	13			
										1/9	3.45				30				3.45			14			
4	5.05	2.95	4.25		シルト	暗灰			粘性中位、含水比中位を示す。	1/9	4.40	3	2	5	10	10			4.40			15			
	4.53	0.32	4.77		砂	暗灰			細砂を主体に、シルト分混入多い。	1/9	4.70				30				4.70	4	密度試験	16			
5					砂礫	暗灰	密な		φ10mm以下の粗円礫を主体に、φ70mm前後の礫が点在する。	1/9	5.15	12	15	17	44	44			5.15			17			
	3.40	1.13	5.90						礫間充填物は、細砂〜粗砂。礫混り砂を挟む。孔壁は崩れやすい。	1/9	5.45				30				5.45	5	密度試験	18			
6	2.80	0.60	6.50		礫混り砂	暗灰	密な		細砂〜粗砂を主体に、φ2〜5mm以下の礫を多く混入。	1/9	6.15	12	12	13	37	37			6.15	6	密度試験	19			
										1/9	6.45				30				6.45			20			
7	1.70	1.10	7.60		シルト	暗灰		硬い	粘性中位〜やや高位、含水比中位を示す。腐植物を混入。細砂を挟む。	1/9	7.15	3	3	3	9	9			7.15			21			
										1/9	7.45				30				7.45			22			
8					礫混り砂	暗灰	密な		細砂を主体に、φ5〜10mmの礫を混入。	1/9	8.15	11	12	13	36	36			8.15			23			
	0.40	1.30	8.90							1/9	8.45				30				8.45			24			
9					砂質シルト	暗灰		軟らかい	粘性中位〜やや低位、含水比中位を示す。細砂〜微細砂を混入や挟む。深度9.70m以深、砂分の混入少ない。	1/9	9.15	1	1	1	3	3			9.15			25			
	-0.70	1.10	10.00		礫混り砂	暗灰	密な		細砂を主体に、φ5mm以下の礫を混入。	1/9	9.45				30				9.45			26			
10	-1.15	0.45	10.45						粘性中位、含水比中位を示す。砂分を混入。	1/9	10.15	11	17	16	44	44			10.15			27			
	-1.70	0.55	11.00		シルト	暗灰			細砂を主体に、φ5〜10mmの礫を少量混入。	1/9	10.45				30				10.45			28			
11	-2.15	0.45	11.45		礫混り砂	暗灰	中位			1/9	11.15	4	6	8	18	18			11.15			29			
										1/9	11.45				30				11.45			30			
12					砂混りシルト	暗灰		硬い〜非常に硬い	粘性中位〜やや低位、含水比中位を示す。細砂〜微細砂を混入や挟む。	1/9	12.15	4	6	6	16	16			12.15			31			
										1/9	12.45				30				12.45			32			
13	-4.40	2.25	13.70		シルト	暗灰				1/9	13.15	3	3	4	10	10			13.15			33			
										1/9	13.45				30				13.45			34			
14									細砂を主体に、粗砂を薄層に挟む。深度14.60〜14.70mにシルトを挟む。	1/9	14.15	8	9	9	26	26			14.15			35			
					砂	暗灰	中位〜密な			1/9	14.45				30				14.45			36			
15	-6.30	1.90	15.60							1/9	15.15	9	10	12	31	31			15.15			37			
										1/9	15.45				30				15.45			38			
16					砂質シルト	暗灰	暗黒灰	硬い〜非常に硬い	粘性中位〜やや低位、含水比中位を示す。貝殻片混入。微細砂を挟む。深度17m付近、微細砂の混入が多い。	1/9	16.15	4	7	8	19	19			16.15			39			
										1/9	16.45				30				16.45			40			
17										1/9	17.15	4	5	5	14	14			17.15			41			
										1/9	17.45				30				17.45			42			
18	-9.50	3.20	18.80		砂質シルト	暗黒灰				1/9	18.15	4	4	6	14	14			18.15			43			
										1/9	18.45				30				18.45			44			
19					砂混りシルト	暗黒灰				1/9	19.15	3	4	4	11	11			19.15			45			
										1/9	19.45				30				19.45			46			
20					砂混りシルト	暗灰		硬い	粘性中位、含水比中位を示す。細砂を混入。	1/9	20.15	3	3	3	9	9			20.15			47			
										1/9	20.45				30				20.45			48			
21	-12.45	2.95	21.75							1/9	21.15	3	3	3	9	9			21.15			49			
	-13.10	0.65	22.40		砂	暗灰	中位		細砂を主体に、シルト分を混入。	1/9	21.45	7	9	8	24	24			21.45			50			
22										1/9	22.15				30				22.15			51			
23					砂質シルト	暗灰			粘性中位、含水比中位を示す。部分的に、粘性やや高位を示す。細砂〜微細砂を混入。深度24.0m付近、砂分の混入多い。	1/9	22.45	3	4	5	12	12			22.45			52			
										1/9	23.15				30				23.15			53			
24					砂混りシルト	暗灰		硬い	粘性中位、含水比中位を示す。部分的に、粘性やや高位を示す。細砂〜微細砂を混入。深度24.0m付近、砂分の混入多い。	1/9	23.45	2	4	4	10	10			23.45			54			
										1/9	24.15				30				24.15			55			
25					砂混りシルト	暗灰				1/9	24.45	3	5	5	13	13			24.45			56			
										1/9	25.15				30				25.15			57			
26					砂混りシルト	暗灰				1/9	25.45	2	5	6	13	13			25.45			58			
										1/9	26.15				30				26.15			59			
27					砂混りシルト	暗灰				1/9	26.45	4	4	5	13	13			26.45			60			
										1/9	27.15				30				27.15			61			
										1/9	27.45				30				27.45			62			

5-2. ボーリング調査結果

東静岡駅北口市有地における土層分布状況把握のため、敷地内の四隅付近、中心の計5か所でボーリング調査を実施した。

5-2-1. 土層層序

調査敷地内の地盤状況は、大局的には扇状地性堆積物を標高-15m内外まで分布し、以深は海成の堆積物により構成される。扇状地性の堆積物については第一土層とし、少なからず第二、第三土層は海成堆積物と推測しておく。

表 5-1 土層層序表

地質年代			土層名	記号	N値			コンシステンシー 相対密度
					範囲	平均	評価	
現世			盛土	Bs	8.0～45.0	19.2	12	相対密度 「緩い」～「密な」
第四紀	完新世	第一土層	粘性土1	Am1	0.9※1～18.0※1	7.7	6	コンシステンシー 「非常に柔らかい」～「非常に硬い」
			有機質粘性土1	Apt1	0.9※1～6.0※1	2.6	2	コンシステンシー 「非常に柔らかい」～「中位の」
			砂質土1	As1	4.0～41.0	19.3	14	相対密度 「非常に緩い」～「密な」
			礫質土1	Ag1	34.0～60以上	46.1	46	相対密度 「密な」～「非常に密な」
		第二土層	砂質土2	As2	10.0～60以上※2	27.2	21	相対密度 「緩い」～「非常に密な」
			粘性土2	Am2	7.0～38.0	12.6	10	コンシステンシー 「中位の」～「固結した」
		第三土層	礫質土3	Ag3	60以上※2	60.0	60	相対密度 「非常に密な」
			粘性土3	Am3	13.0～50.0	23.2	20	コンシステンシー 「硬い」～「固結した」

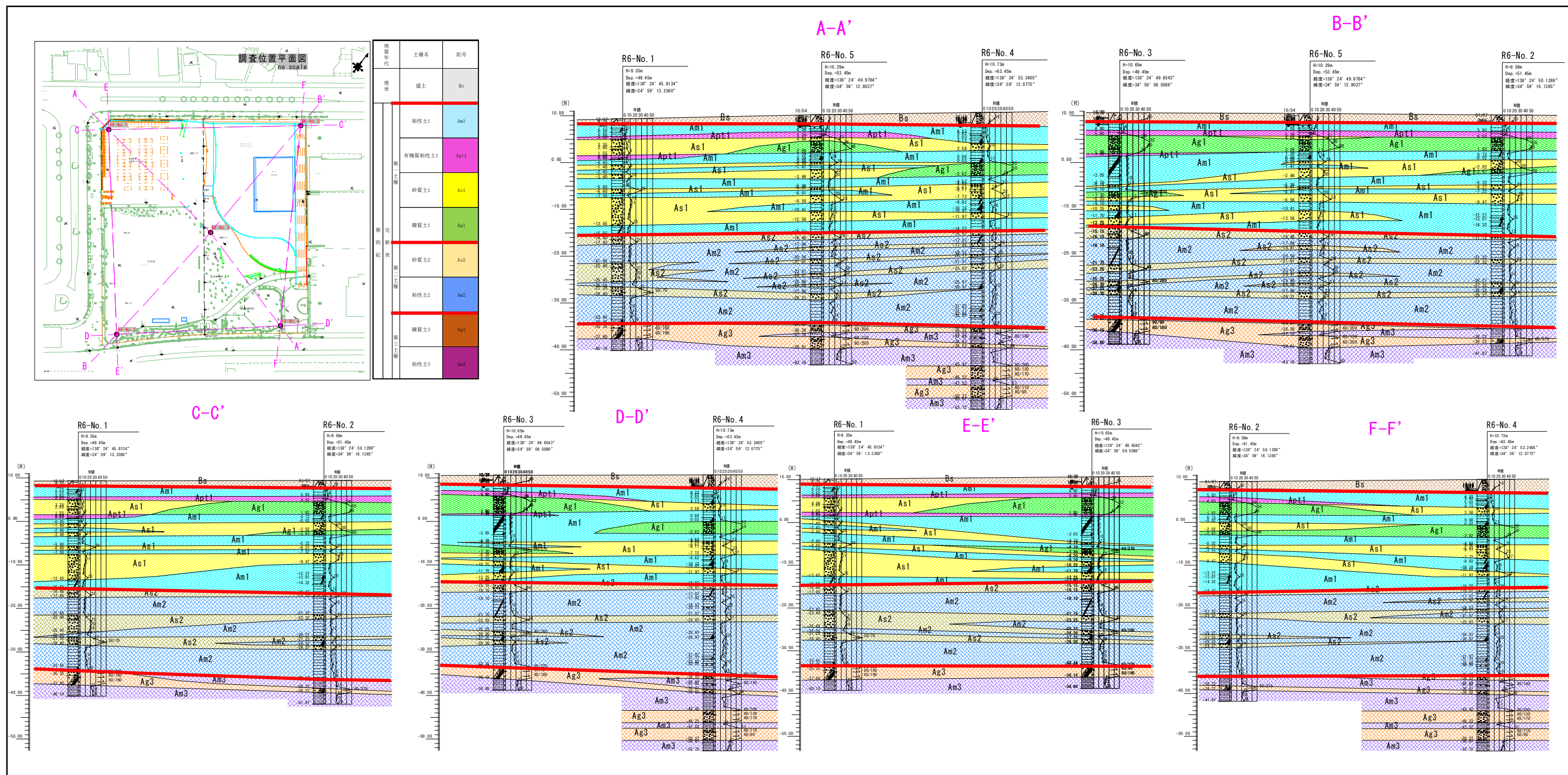


図 5-1 推定地質断面図(no scale)

第一土層を河成堆積物（扇状地性堆積物）とし、第二、第三土層を海成堆積物に大別しており、それぞれの土層毎にその堆積特徴を掲載する。

＜第一土層＞：As1 層、Am1 層の互層状を呈す土層である。中～上部には、粗粒の礫が供給され、河川営力が強大な時期であったことも考えられる。これに乗じて礫供給の前後に流木といった有機漂流物を分布する。

＜第二土層＞：貝殻片を混入するようになることから、縄文海進・海退期に堆積した土層と推測される。土層内は粘性土優勢であるものの、中間層や堆積前には砂の薄層を不規則な互層状に介在する。

＜第三土層＞：風化礫の混入が多くなり、極僅かに貝殻片を混入している。この深度域までくると、相当な圧密を受けており、シルトのほとんどは板状に固結する。本土層より暗灰⇒暗青灰への色調変化や固結度、低含水状態が明瞭に認められたため、上位層（第二土層）とは区別した。以上の特徴から、第四紀 更新世の土層とも考えられるが、シルトの固結度に安定性がないため、完新世の土層と評価しておく。

5-2-2. 土質観察

ボーリング調査により確認された各土層について、標準貫入試験試料の観察結果を以下に掲載する。

=== 現 世 ===

<盛土：Bs>

コインパーキングとして利用されている R6-No. 1 地点では、礫混じりシルト主体の盛土（層厚 1m 未満のため N 値記録無し）であるが、その他調査地点では、砂礫主体の盛土を確認している。ここでは、調査敷地内の大半は砂礫質の盛土優勢と考え、礫質土として取り扱う。

層中はコンクリート片といった人工物を混入しており、不均質な盛土を呈す。掘削長 L=80～250 mm 程度の玉石をほとんどの地点で確認されている。

=== 第四紀 完新世 ===

～ 第一土層 ～

氾濫源となる一級河川 安倍川から供給された河成堆積層である。本層は、粘性土 1（Am1）と砂質土 1（As1）の互層状を主体としている。本層の浅層部には Ag1 層や Apt1 層といった挟在層を分布する。Apt1 層については 1m 未満の薄層状である。

<粘性土 1：Am1>

第一土層内において、As1 層との互層状を呈す、本層の代表的な土層である。

全体に粘性が強く、浅層部は含水量が多い印象を受ける。深部ほど僅かに極碎片された貝殻片の混入が認められ、土質性状は不規則に砂分や礫分の混入が目立つ深度が確認される。不均質性が高い土層となっている。砂分の混入については、互層状に挟在する As1 層との互層状の堆積環境による影響と思われる。

<有機質粘性土 1：Apt1>

第一土層内の浅層部において、安倍川の強い氾濫時期に砂や礫といった粗粒の土砂が供給された前後に同時に供給された流木などを非常に多く混入する土層である。未分解の繊維や木片といった、有機物を非常に多く混入する。基質は細粒分により構成されるものの、砂分や礫分も混じり、非常に不均質性が高い土層である。

＜砂質土 1 : As1＞

第一土層内において、Am1 層との互層状を呈す、本層の代表的な土層である。

全体に微砂～細砂を主体としており、まれに 1m 内外の層厚で中砂～粗砂を主体とした砂質土を呈す深度も認められる。土質性状としては、シルト混じり砂やシルト質砂を呈すものが大半で、互層状に挟在する Am1 層との互層状の堆積環境による影響と思われる。

＜礫質土 1 : Ag1＞

第一土層内の中層～浅層部において、不規則に介在し、1～3m 内外の層厚を有す土層である。標高 2～6m 間においては、調査敷地内の北～南へのラインに一樣な分布が認められる。

φ 10 mm 以下の亜角～亜円礫主体で、やや円礫優勢の印象を受ける。礫間は細砂により充填され、締まりが強い。N 値結果からも密実性の高い礫質土と評価できる。

～ 第二土層 ～

縄文海進・海退期に堆積したと考えられる汽水～浅海性の堆積層と考えられる。Am2 層と As2 層の互層状が主体となり、相対的には Am2 層の粘性土優勢の層相を呈す。As1 層の砂質土の挟在は全体的に 1m 内外の薄層状が主である。

＜砂質土 2 : As2＞

貝殻片の混入が目立ち始め、縄文海進期の海成砂質土と考えられ第二土層に大別した。第二土層以深については海成堆積物と思われる。

相対的には細砂を主体としており、砂の粒径は概ね均一なものである。第一土層の砂質土に比較すれば、締まりは強くなる。層中には細粒分の不均一な混入が認められブロック状の混入が目立つ。

＜粘性土 2 : Am2＞

As2 層との互層状を呈し、最下部には層厚 8m 内外の層厚を有し、固結シルトを不規則に介在する。粘性は中ぐらい～弱く、概ね均質なシルトである。混入する有機物は大半が極碎片、炭化しており、圧密により脱水している。不規則に砂の薄層を互層状に介在する深度も認められる。

～ 第三土層 ～

風化礫の混入が多くなり、極僅かに貝殻片を混入している。この深度域までくると、相当な圧密を受けており、シルトのほとんどは板状に固結する。本層より暗灰⇒暗青灰への色調変化や固結度、低含水状態が明瞭に認められたため、上位層（第二土層）とは区別した。

以上の特徴から、第四紀 更新世の土層とも考えられるが、シルトの固結度にバラツキがあるため、完新世の土層と評価しておく

<礫質土 3 : Ag3>

φ 20 mm以下の亜角～亜円礫主体で、風化礫を目立って混入している。礫間は細砂～粗砂により充填されており、シルト混じり砂礫～シルト質砂礫主体の土質性状を呈す。全体に細粒分を一樣に混入し、礫間の充填状況からも粒径幅の広い礫質土といえる。

<粘性土 2 : Am2>

シルトはほとんどが固結し、非常に硬質である。標準貫入試験試料はコア状に採取されており、圧密脱水により、含水は低い。

粘性は弱く極砕片された炭化物を微量に混入し、風化礫や砂分を不規則に混入する。色調は暗青灰を基調とする。

5-2-3. 孔内水位

孔内水位は、初期水位が観測されるまでは、無水掘削を行った。初期水位が確認されるまでに孔壁崩壊などにより掘進不能となった場合には、ケーシングを挿入してベントナイト泥水を送水して翌朝以降の孔内水位を測定した。

各調査地点の孔内水位を次表にまとめる。

表 5-2 孔内水位の観測記録

地点名	確認水位			備考
	土質名(記号)	深度(m)	標高(m)	
R6-No. 1	粘性土 1 (Am1)	1. 25	8. 10	初期水位-自然水位
R6-No. 2	盛土 (Bs)	1. 30	8. 28	初期水位-自然水位
R6-No. 3	粘性土 1 (Am1)	2. 55	8. 10	初期水位-自然水位
R6-No. 4	盛土 (Bs)	2. 45	8. 28	初期水位-自然水位
R6-No. 5	粘性土 1 (Am1)	2. 50	7. 79	初期水位-自然水位

全ての調査地点で無水掘削により初期孔内水位を観測した。ベントナイト泥水やケーシング挿入前に確認した水位であるため、比較的信頼性の高い自然水位と思われる。孔内水位の観測結果より、標高 7. 79～8. 10m 間に推移しており、概ね一定の水位を観測した。ただし、調査地で観測した地下水位はあくまで浅層部の自由地下水位であることから、降雨による地下水位変動の影響を強く受ける。

調査期間 (R6. 10. 3～R6. 1. 14) が渇水期であったことから、特筆した地下水変動は生じていないが、一般的にいわれる出水期 (6 月～10 月) に差しかかれば、自由地下水位は降雨量に連動して想定以上の上昇を伴うことが考えられることに留意されたい。

5-3. 室内土質試験結果

室内土質試験は、液状化の検討対象土層を判定するために、細粒分含有率試験を行った。

5-3-1. 地震時の液状化判定に必要な物理試験

液状化の検討対象土層の判定については次に示す指針に基づいて実施した。

<建築基礎構造設計指針(改定)：2019 年 11 月(社)日本建築学会>

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、埋立地盤などの造成地盤で、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 以下の埋立てあるいは盛土地盤については液状化の検討を行う。また細粒分を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫、洪積層でも N 値が小さい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。

以上、同指針 P50 より抜粋

<静岡県建築構造設計指針・同解説 2014 年版：平成 27 年 1 月

静岡県くらし・環境部建築住宅局建築安全推進課>

液状化の検討は、地下水位以深の砂質土を対象として、次の 3 条件のいずれかに該当する飽和土層について行う。

- 1) 一般に、地表面から 20m 程度以浅の沖積層で、細粒分含有率が 35%以下の土
- 2) (細粒分含有率が 35%以上であっても、)粘土分(0.005mm 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 以下の埋立てあるいは盛土地盤
- 3) 細粒分を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫

以上、同指針 P7-6 より抜粋

<建築物の構造関係技術基準解説書 2020 年版 国土交通省国土技術政策総合研究所 監修>

地震時の恐れのある地盤は、概ね次に該当する砂質地盤としている。

- 条件 1) 地表面から 20m 以内の深さにあること
- 条件 2) 砂質土で粒径は比較的均一な中粒砂等からなること
- 条件 3) 地下水で飽和していること
- 条件 4) N 値が概ね 15 以下であること

以上に示す指針に加えて、礫質土については、N 値 40 未満の深度を対象として実施した。細粒分含有率試験は標準貫入試験で採取した試料を用いた。

なお、目視判定から砂質土、粘性土の区別が困難な深度については、追加で細粒分含有率試験を実施した。 注) 追加試験については、設計数量には含めない

表 5-3 液状化の検討対象

試料名	1-5	1-7	1-10	1-12	1-15	1-17	1-18	1-20	1-21	1-22
深度	5.35～5.50m	7.15～7.45m	10.15～10.45m	12.15～12.45m	15.15～15.45m	17.15～17.45m	18.15～18.45m	20.15～20.45m	21.15～21.45m	22.15～22.45m
土層名	As1	As1	As1	As1	As1	As1	As1	As1	As1	As1
細粒分含有率Fc (%)	46.8	47.8	42.7	47.2	11.2	56.2	53.4	58.9	36.2	23.9
判定事由	Fc>35%	Fc>35%	Fc>35%	Fc>35%	Fc≦35%	Fc>35%	Fc>35%	Fc>35%	Fc>35%	Fc≦35%
液状化検討対象土層判定	対象外	対象外	対象外	対象外	対象	対象外	対象外	対象外	対象 ※近似値のため	対象

試料名	2-5	2-10	2-11	2-15	2-17	2-18
深度	5.15～5.45m	10.15～10.45m	11.15～11.45m	15.15～15.45m	17.15～17.45m	18.15～18.45m
土層名	Ag1	As1	As1	As1	As1	As1
細粒分含有率Fc (%)	12.2	19.7	15.8	19.9	20.2	37.1
判定事由	Fc≦35%	Fc≦35%	Fc≦35%	Fc≦35%	Fc≦35%	Fc>35%
液状化検討対象土層判定	対象	対象	対象	対象	対象	対象 ※近似値のため

試料名	3-5	3-8	3-15	3-18	3-20
深度	5.15～5.45m	8.15～8.45m	15.35～15.45m	18.15～18.45m	20.15～20.45m
土層名	Ag1	Ag1	As1	As1	As1
細粒分含有率Fc (%)	9.3	8.5	21.7	16.7	52.9
判定事由	Fc≦35%	Fc≦35%	Fc≦35%	Fc≦35%	Fc>35%
液状化検討対象土層判定	対象	対象	対象	対象	対象外

試料名	4-7	4-13	4-15	4-16	4-17	4-18
深度	7.15～7.45m	13.15～13.45m	15.25～15.50m	16.40～16.50m	17.15～17.45m	18.15～18.45m
土層名	As1	Ag1	As1	As1	As1	As1
細粒分含有率Fc (%)	30.9	10.1	27.2	19.2	13.9	12.7
判定事由	Fc≦35%	Fc≦35%	Fc≦35%	Fc≦35%	Fc≦35%	Fc≦35%
液状化検討対象土層判定	対象	対象	対象	対象	対象	対象

試料名	5-3	5-5	5-6	5-8	5-10	5-12	5-13	5-17	5-18
深度	3.00～3.10m	5.15～5.45m	6.15～6.45m	8.00～8.20m	10.20～10.50m	12.15～12.45m	13.15～13.45m	17.20～17.50m	18.15～18.45m
土層名	Ag1	As1	Ag1	Ag1	As1	As1	As1	As1	As1
細粒分含有率Fc (%)	17.2	16.0	10.0	7.1	29.0	33.1	54.3	36.7	17.4
判定事由	Fc≦35%	Fc≦35%	Fc≦35%	Fc≦35%	Fc≦35%	Fc≦35%	Fc>35%	Fc>35%	Fc≦35%
液状化検討対象土層判定	対象	対象	対象	対象	対象	対象	対象外	対象 ※近似値のため	対象

細粒分含有率 Fc を把握することにより、液状化検討対象土層を選定した。

R6-No.1 地点の砂質土 1 (As1) 層については、細粒分含有率 $F_c \geq 40$ (%) がほとんどであったことから、液状化検討対象外の土層と判定されている。

R6-No.1 地点を除けば、ほとんどの As1 層、Ag1 層が液状化検討対象土層となり、以降の液状化計算を行う。

6. 総合解析とりまとめ

総合解析とりまとめは、次の項目について行う。

(1) 調査地周辺の地形・地質の検討

調査地周辺の地形と地質を参考文献や近隣のボーリングデータを活用し、調査敷地内の地形地質状況を今回確認された土層と照合して考察する。

(2) 調査結果に基づく土質定数の設定

ボーリング調査により確認された土層を対象として標準貫入試験によるN値から土質定数を推定して設定する。

(3) 液状化の検討（軟弱地盤解析）

ボーリング調査結果、地盤の工学的性質および物理特性値に基づいて、現状地盤における液状化の簡易的な検討を行う。

注）本項については「軟弱地盤解析業務」に該当するが、本稿では「総合解析とりまとめ」内に掲載しておく

(4) 調査結果に基づく支持地盤の設定

現段階における上部構造物の荷重規模などは決定していないが、現段階で考えられる支持層について検討する。

(5) 設計・施工上の留意点

今後の設計・施工計画において加味すべき事項を抜粋して留意点として掲載する。

6-1. 地形・地質の検討

調査地一帯は、沖積低地に分類され、地形的な分類としては氾濫平野に属し、地質的には軟弱地盤地帯を形成している。

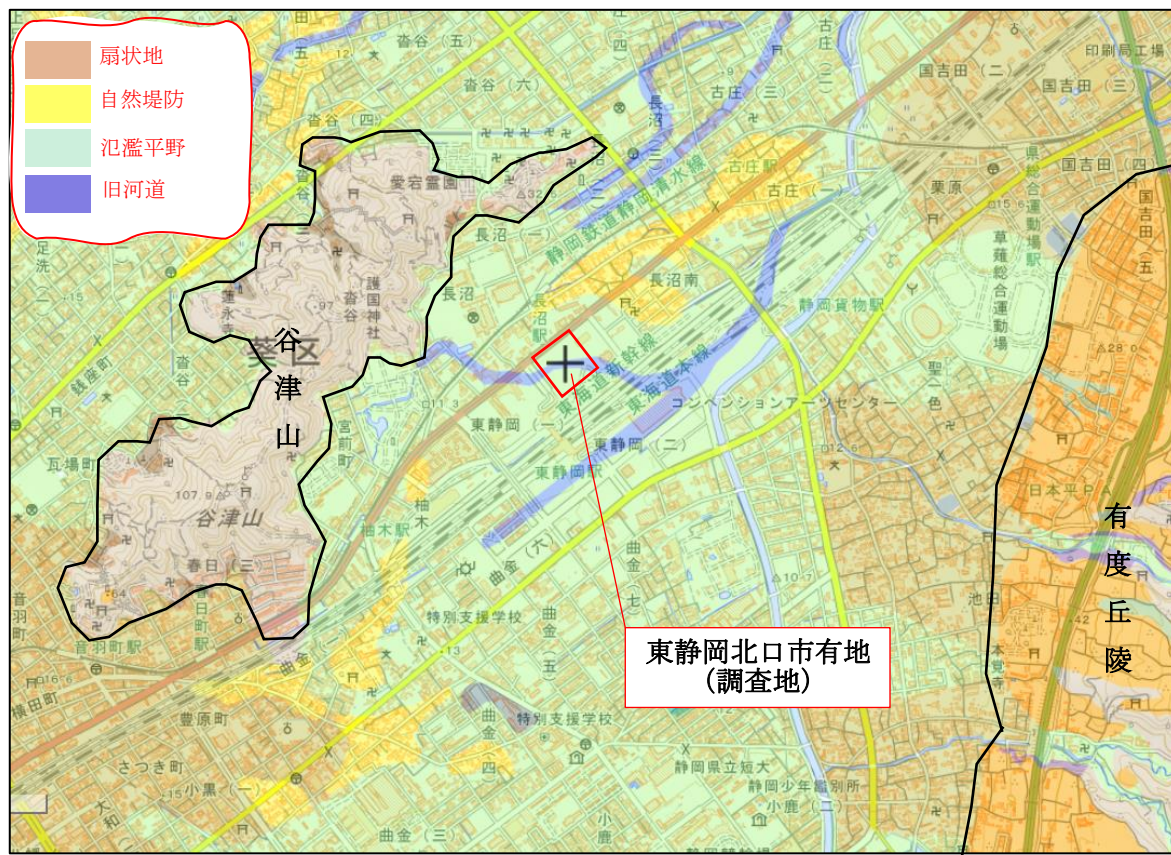


図 6-1 地形分類図

国土地理院地図（電子国土 Web）より引用・加筆

上図の地形分類図によれば、前述のとおり、調査地の大部分は氾濫平野に分類されるが、調査敷地の東西方向へ横断するようにかつての河川流路（旧河道）が存在していたとされている。これは、かつての巴川の支流（大谷川）であったことも推測される。

旧河道地形については、かつての河床であることから、周辺よりも低い土地を一時的に形成し、ここに二次的な堆積を伴い埋積された地形で、水平成層により堆積された地盤よりも軟弱地盤が形成される。自然災害のリスクとして、地震動に対する耐性が低く、揺れを増幅しやすいことから、液状化の発生リスクが非常に高い地形的要因を有している。

また、調査地一帯は、氾濫源となる現河道の安倍川河川流路より、5 km程度、東方へ距離をおき、調査地までに北東～南西方向へ延びる小高い丘陵地である谷津山や八幡山といった、残丘状の小高い丘陵が存在する。これにより、安倍川の河川氾濫による土質の広がり徐々に減衰し、調査地一帯に到達する頃には、細粒の土砂を主体とした地質が主体となっている。

なお、調査地よりさらに2.5 km東方には、有度丘陵がドーム状に隆起することで、調査地からすれば北西～東方へ向けて、微地形的な窪地を形成し、ここに軟弱な土砂が溜まりやすくなる地形的環境にあったものと推測する。

地質状況としては、発注者提供資料である「平成 29 年度地質調査 (Br-1)」～以降、H29-Br-1～ および、「平成 16 年度地質調査 (B-6)」～以降、H16-B-6～のボーリングデータが参考となる。

これらのデータは、前述 5-1「既存資料の収集」に示すとおり、調査敷地を經由して北東～南西への地質断面を以下のように推定することができる。

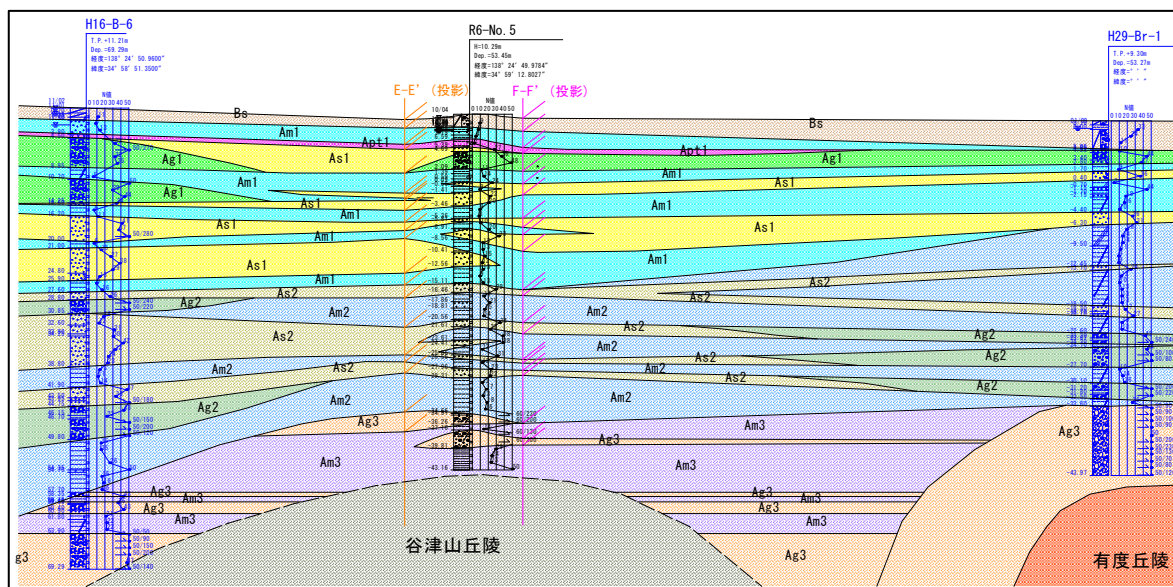


図 6-2 調査地の広域的な推定地質断面図（北東～南西）

調査地より北東側の長沼大橋で実施している H29-Br-1 地点のボーリング柱状図によれば、玉石混じり砂礫状を呈し、有度丘陵を構成する小鹿礫層の特徴に類似する土層なので、丘陵地からの扇状地性堆積物の二次的堆積物 (Ag3 層) を分布していることが推測される。南西側の東静岡大橋～調査敷地内までについては、直ぐ北方を谷津山丘陵が存在することから、この丘陵地麓が埋没しているものと考えられるが、今回の調査では未確認。

ここに、色調の変化や風化礫の混入が認められる山地起源の混入物が目立つ第三土層に覆われ、さらに上位は海進海退期に堆積した海成堆積土層の第二土層を分布している。第二土層については、清水平野へ近づくにつれて厚くなることが推測される。

最上位は安倍川起源の河成堆積層が分布し、安倍川に近い南西側の東静岡大橋のボーリングデータによれば、砂礫が卓越していることが分かる。ただし、北東の長沼大橋～調査地にかけて 1～2m 程度の層厚で一様に水平堆積する Ag1 層については、巴川支川である大谷川からの流れ込みの影響とも考えられ、東静岡大橋にみられる安倍川起源の礫とは異なるものと考えられる。

6-2. 基礎の検討に必要な土質定数

基礎の検討に必要な土質定数を次のように設定する。

6-2-1. 土質定数の設定方法

(1) 設計 N 値

今回調査で標準貫入試験により得られた N 値を基に土層毎の代表 N 値を設定する。不均一な土層における N 値を求める方法としては一般に次の 4 つによることが多い。

1. 実測 N 値を用いる。
データの少ない場合に有効である。
2. データの最小値を採用する。
データが少ないときに有効であるが、値を過小評価する恐れがある。
3. 平均 N 値を採用する。
データのバラツキが小さいときに有効である。
4. 標準偏差を考慮する。
データの数が多く且つバラツキが多い場合に有効である。
以下の式を用いて算定する。

設計用 N 値 = 平均値 $\bar{x}$ - (標準偏差 σ) / 2

「土質データのばらつきと設計」(社団法人地盤工学会)

$$\text{ここで：標準偏差 } \sigma = \sqrt{\frac{\sum X^2 - (\sum X)^2 / n}{n - 1}}$$

調査地に確認される礫質土 (Ag) は不均質性が高く、N 値記録にもバラツキがみられることから、「4. 標準偏差を考慮する」を基本として設定した。この際に、次に示す条件も加味した。

- ・ N 値 60 以上については、安全側に 60 を上限として設定する。
- ・ N 値は整数で示されるため、小数点以下は安全側に考えて切り捨てる。
- ・ 標準偏差 5 未満の土層は平均値を採用し、標準偏差 5 以上の土層については、バラツキが大きいと判断して標準偏差を用いる。
- ・ 標準貫入試験を 2 層に跨る場合は、貫入量 10、20cm における打撃回数を貫入量 30cm の打撃回数に換算する。

なお、調査地に分布する土層は、不均質性が非常に高いことに加え、N 値データも豊富に取得していることから、標準偏差の算定以降、変動係数を用いてさらに定量化した統計的な処理により N 値記録を設定する。下図のフローチャートに準拠する。

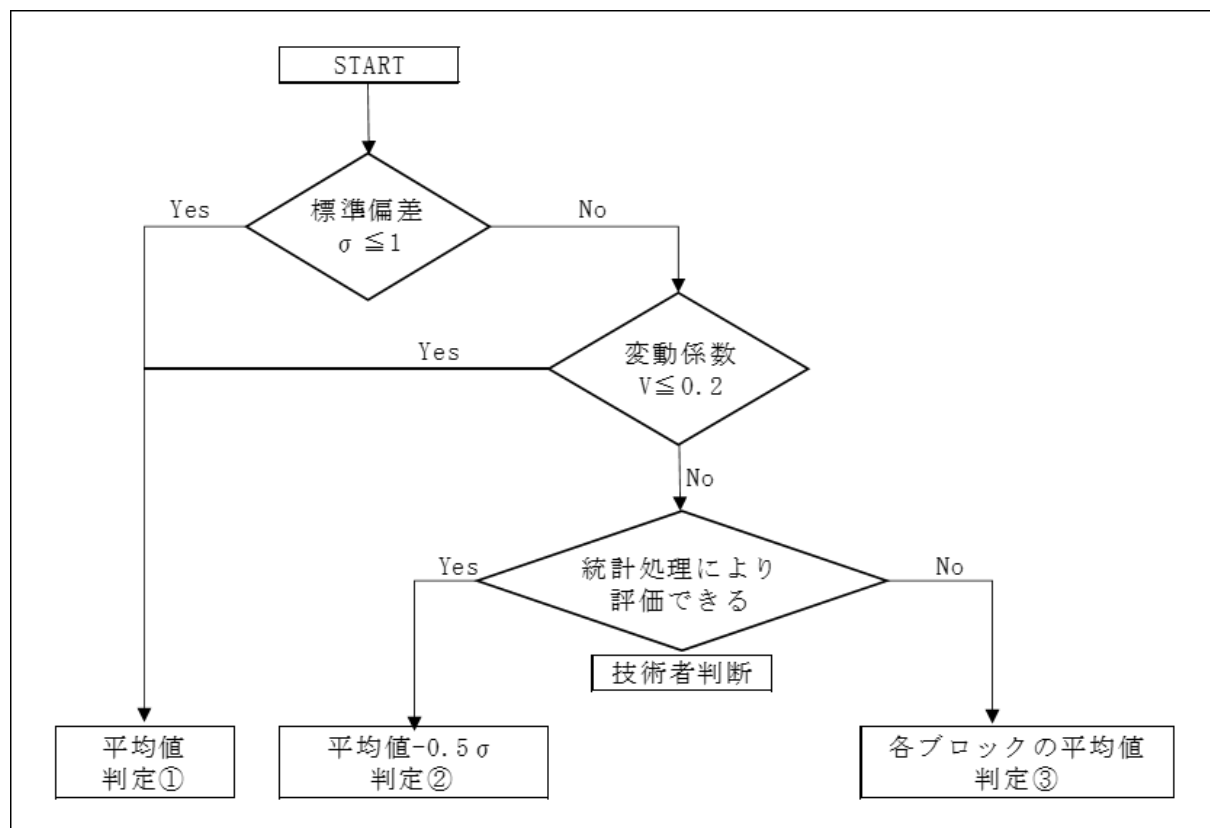


図 6-3 設計 N 値を決定するためのフロー

「基礎工（株）総合土木研究所 2009 年 4 月号 P9～P10」

(2) 単位体積重量： γ_t

単位体積重量は、次表に示す一般値を参考にして設定する。

表 6-1 土の単位体積重量の目安値

土質	湿潤単位体積重量 (地下水位以浅)		飽和単位体積重量 (地下水位以深)		水中単位体積重量 (地下水位以深)	
	ゆるい (やわらかい)	密な (かたい)	ゆるい (やわらかい)	密な (かたい)	ゆるい (やわらかい)	密な (かたい)
礫	18	20	19	21	9	11
砂	16	18	17	19	7	9
シルト	14	16	15	17	5	7
粘土	13	15	14	16	4	6
関東ローム	12	14	13	15	3	5
高有機質土	9	12	10	13	0	3

「建築基礎構造設計指針 R1. 11 (社)日本建築学会」表 2. 7. 3 抜粋

表 6-2 土の単位重量(kN/m³)

地盤	土質	緩いもの	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	

「道路橋示方書・同解説 I 共通編 H29. 11(社)日本道路協会」表-解 8. 7. 2 抜粋

表 6-3 N 値による目安

土質	ゆるいもの やわらかい	中間値	密なもの かたい
粘性土	$N < 4$	$4 \leq N < 15$	$15 \leq N$
砂質土	$N < 10$	$10 \leq N < 30$	$30 \leq N$
礫質土	$N < 10$	$10 \leq N < 30$	$30 \leq N$

注) N 値と相対密度・コンシステンシーの関係による目安

(3) 粘着力 : C

粘着力の設定には N 値との関係式より次式から設定する。

$$C = 6.25N \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

砂質土、礫質土 = 0

「小規模建築物設計指針 : H20.2 (社)日本建築学会 P40」より抜粋

(4) 内部摩擦角 : ϕ

内部摩擦角の設定には N 値との関係式より次式から設定する。

$$\phi = 15 + \sqrt{15N} \text{ (}^\circ\text{)}$$

粘性土 = 0

「静岡県建築構造設計指針・同解説 (P7, 9) : H27.2 発行 (社)静岡県建築士事務所協会」より引用

(5) 変形係数 : E_0

N 値から E_0 を評価する方法は原則として砂質土を対象とするが、一般的に N 値に基づいた粘性土の変形係数は、他の方法で評価した変形係数より小さいため、薄い互層が続き孔内水平載荷試験や室内土質試験を行うことが難しい場合等は、粘性土に関しても安全側の評価として N 値に基づく基準水平地盤反力係数を採用してもよいとされている。

また、基準水平地盤反力係数 k_{h0} を求めるための係数 α を次に従って併記する。

その他の土層は N 値との相関性より次式により設定する。

$$E_0 = 700N \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

また、基準水平地盤反力係数 k_{h0} を求めるための係数 α を次に従って併記する。

・ボーリング孔内で測定した地盤の変形係数	: 粘性土 $\alpha = 80$
	: 砂質土 $\alpha = 80$
・一軸または三軸圧縮試験方求めた地盤の変形係数	: 粘性土 $\alpha = 80$
・対象土層の平均 N 値より $E_0 = 700N$ で推定した地盤の変形係数	: 粘性土 $\alpha = 80$
	: 砂質土 $\alpha = 80$
・PS 検層から求めた微小ひずみ時の地盤の変形係数 E_{ps} より	: 粘性土 $\alpha = 80$
$E_0 = E_{ps}/30$ として求めた変形係数	: 砂質土 $\alpha = 80$

なお、変形係数を杭基礎における水平変位に使用する場合には、設定方法や土質により定数 α を併記する。

6-2-2. 各土層の土質定数

各土層の土質定数の設定値を次表に示す。

表 6-4 各土層の土質定数

地質年代		土層名	記号	提案N値		単位体積重量 γ_t (kN/m ³)		内部摩擦角 ϕ (°)		粘着力C (kN/m ²)		変形係数E ₀ (kN/m ²)		α (常時)
現世		盛土	Bs	12	データ個数＝5 最小値＝8 最大値＝45 平均値＝19.2 標準偏差 σ ＝15.11 変動係数V＝0.79 採用値＝11.6	20	表6-2より 「盛土：砂および砂礫」	28	N値より $\phi = \sqrt{15N+15}$	0	礫質土＝0	8,400	N値より E ₀ ＝700N	80
第四紀	完新世	粘性土1	Am1	6	データ個数＝67 最小値＝0.9 最大値＝18 平均値＝7.7 標準偏差 σ ＝3.70 変動係数V＝0.48 採用値＝5.8	15	表6-1より 「シルト：中間値」	0	粘性土＝0	37	N値より C＝6.25N	4,060	N値より E ₀ ＝700N	80
		有機質粘性土1	Apt1	2	データ個数＝6 最小値＝0.9 最大値＝6.0 平均値＝2.6 標準偏差 σ ＝1.83 変動係数V＝0.72 採用値＝2	14	表6-1より 「シルト：やわらかい」	0	粘性土＝0	12	N値より C＝6.25N	1,400	N値より E ₀ ＝700N	80
		砂質土1	As1	14	データ個数＝35 最小値＝4 最大値＝41.0 平均値＝19.3 標準偏差 σ ＝9.91 変動係数V＝0.51 採用値＝14	17	表6-1より 「砂：中間値」	29	N値より $\phi = \sqrt{15N+15}$	0	砂質土＝0	9,800	N値より E ₀ ＝700N	80
		礫質土1	Ag1	46	データ個数＝14 最小値＝34.0 最大値＝60.0 平均値＝46.1 標準偏差 σ ＝9.21 変動係数V＝0.20 採用値＝46	20	表6-1より 「礫：密なもの」	40	N値より $\phi = \sqrt{15N+15}$ $\phi = 41^\circ$ 安全側に $\phi = 40^\circ$ に低減	0	礫質土＝0	32,200	N値より E ₀ ＝700N	80
		砂質土2	As2	21	データ個数＝30 最小値＝10.0 最大値＝60.0 平均値＝27.2 標準偏差 σ ＝11.84 変動係数V＝0.44 採用値＝21	17	表6-1より 「砂：中間値」	33	N値より $\phi = \sqrt{15N+15}$	0	砂質土＝0	14,700	N値より E ₀ ＝700N	80
		粘性土2	Am2	11	データ個数＝72 最小値＝7.0 最大値＝38.0 平均値＝13.2 標準偏差 σ ＝4.64 変動係数V＝0.35 採用値＝11	16	表6-1より 「シルト：かたい」	0	粘性土＝0	68	N値より C＝6.25N	7,700	N値より E ₀ ＝700N	80
		礫質土3	Ag3	60	データ個数＝20 最小値＝60.0 最大値＝60.0 平均値＝60.0 標準偏差 σ ＝0.00 変動係数V＝0.00 採用値＝60	20	表6-1より 「礫：密なもの」	40	N値より $\phi = \sqrt{15N+15}$ $\phi = 45^\circ$ 安全側に $\phi = 40^\circ$ に低減	0	礫質土＝0	42,000	N値より E ₀ ＝700N	80
		粘性土3	Am3	20	データ個数＝27 最小値＝13.0 最大値＝50.0 平均値＝23.2 標準偏差 σ ＝7.16 変動係数V＝0.31 採用値＝20	16	表6-1より 「シルト：かたい」	0	粘性土＝0	125	N値より C＝6.25N	14,000	N値より E ₀ ＝700N	80

注) 地下水以深の単位体積重量は、表中の値より 10(kN/m³)を差し引く

表 6-5 N 値の集計表

土層	Bs			換算値	土層	Am1			換算値	土層	Apt1			換算値	土層	As1			換算値	土層	Ag1			換算値	土層	As2			換算値	土層	Am2			換算値	土層	Ag3			換算値	土層	Am3			換算値	
データ数	5				データ数	67				データ数	6				データ数	35				データ数	14				データ数	30				データ数	72				データ数	20				データ数	27				
最小値	8.0				最小値	0.9				最小値	0.9				最小値	4.0				最小値	34.0				最小値	10.0				最小値	7.0				最小値	60.0				最小値	13.0				
最大値	45.0				最大値	18.0				最大値	6.0				最大値	41.0				最大値	60.0				最大値	60.0				最大値	38.0				最大値	60.0				最大値	50.0				
平均	19.2				平均	7.7				平均	2.6				平均	19.3				平均	46.1				平均	27.2				平均	13.2				平均	60.0				平均	23.2				
標準偏差	15.11				標準偏差	3.70				標準偏差	1.83				標準偏差	9.91				標準偏差	9.21				標準偏差	11.84				標準偏差	4.64				標準偏差	0.00				標準偏差	7.16				
変動係数	0.79				変動係数	0.48				変動係数	0.72				変動係数	0.51				変動係数	0.20				変動係数	0.44				変動係数	0.35				変動係数	0.00				変動係数	0.31				
採用値	12				採用値	6				採用値	2				採用値	14				採用値	46				採用値	21				採用値	11				採用値	60				採用値	20				
地点	打撃	貫入量	換算値	地点	打撃	貫入量	換算値	地点	打撃	貫入量	換算値	地点	打撃	貫入量	換算値	地点	打撃	貫入量	換算値	地点	打撃	貫入量	換算値	地点	打撃	貫入量	換算値	地点	打撃	貫入量	換算値	地点	打撃	貫入量	換算値	地点	打撃	貫入量	換算値	地点	打撃	貫入量	換算値		
R6-No. 2	15	30	15.0	R6-No. 1	2	30	2.0	R6-No. 1	1	32	0.9	R6-No. 1	4	30	4.0	R6-No. 2	39	30	39.0	R6-No. 1	10	30	10.0	R6-No. 1	8	30	8.0	R6-No. 1	60	22	60.0	R6-No. 1	21	30	21.0										
R6-No. 3	45	30	45.0		3	30	3.0		3	30	3.0		8	30	8.0		55	30	55.0		21	30	21.0		8	30	8.0		60	16	60.0		24	30	24.0										
R6-No. 4	19	30	19.0		1	31	0.9	R6-No. 2	2	31	1.9		9	30	9.0		45	30	45.0		13	30	13.0		8	30	8.0		60	19	60.0		25	30	25.0										
	8	30	8.0		3	30	3.0	R6-No. 3	2	30	2.0		12	30	12.0		60	30	60.0		21	30	21.0		7	30	7.0	R6-No. 2	60	27	60.0	R6-No. 2	20	30	20.0										
R6-No. 5	9	30	9.0		3	30	3.0		2	10	6.0		29	30	29.0	R6-No. 3	36	30	36.0		20	30	20.0		14	30	14.0	R6-No. 3	50	12	60.0		21	30	21.0										
					3	30	3.0	R6-No. 5	2	40	1.5		12	30	12.0		52	30	52.0		19	30	19.0		12	30	12.0		60	9	60.0		22	30	22.0										
					4	30	4.0						11	30	11.0		45	30	45.0		27	30	27.0		9	30	9.0		60	18	60.0		20	30	20.0										
					4	30	4.0						9	30	9.0		34	30	34.0		60	7	60.0		10	30	10.0	R6-No. 4	60	10	60.0		24	30	24.0										
					5	30	5.0						7	30	7.0		60	27	60.0	R6-No. 2	30	30	30.0		13	30	13.0		60	14	60.0	R6-No. 3	23	30	23.0										
					6	30	6.0						6	30	6.0	R6-No. 4	52	30	52.0		22	30	22.0		12	30	12.0		22	10	60.0		22	30	22.0										
					5	30	5.0						15	30	15.0		50	30	50.0		18	30	18.0		16	30	16.0		60	20	60.0		25	30	25.0										
				R6-No. 2	2	31	1.9					R6-No. 2	20	30	20.0		34	30	34.0		19	30	19.0	R6-No. 2	7	30	7.0		60	13	60.0	R6-No. 4	22	30	22.0										
					4	30	4.0						30	30	30.0	R6-No. 5	36	30	36.0	R6-No. 3	18	30	18.0		18	30	18.0		60	17	60.0		15	20	22.5										
					6	30	6.0						22	30	22.0		48	30	48.0		40	30	40.0		9	30	9.0		45	20	60.0		24	20	36.0										
					7	30	7.0						25	30	25.0						44	30	44.0		8	30	8.0		60	11	60.0		13	30	13.0										
					8	30	8.0						23	30	23.0						60	28	60.0		9	30	9.0		60	6	60.0		17	30	17.0										
					7	30	7.0					R6-No. 3	8	10	24.0						18	30	18.0		9	30	9.0	R6-No. 5	60	23	60.0		17	30	17.0										
					8	30	8.0						17	30	17.0						16	20	24.0		12	30	12.0		60	20	60.0		16	30	16.0										
					7	30	7.0						9	30	9.0						5	10	15.0		9	30	9.0		60	13	60.0		6	10	18.0										
					6	30	6.0						11	10	33.0						28	30	28.0		12	30	12.0		60	20	60.0		27	30	27.0										
					7	30	7.0						9	30	9.0						10	10	30.0		10	30	10.0						27	30	27.0										
					15	30	15.0					R6-No. 4	10	30	10.0						10	10	30.0		10	30	10.0						23	30	23.0										
					7	30	7.0						26	30	26.0						27	30	27.0		11	30	11.0																		
					5	30	5.0						14	30	14.0						R6-No. 5	29	30	29.0		13	30	13.0																	
					12	30	12.0						33	30	33.0							21	30	21.0		11	30	11.0																	
				R6-No. 3	2	31	1.9						37	30	37.0						34	30	34.0		15	30	15.0																		
					4	30	4.0						41	30	41.0						38	30	38.0		16	30	16.0																		
					6	20	9.0					R6-No. 5	27	30	27.0						31	30	31.0	R6-No. 3	8	30	8.0																		
					9	30	9.0						19	20	28.5						18	20	27.0		9	30	9.0																		
					9	30	9.0						22	30	22.0						22	30	22.0		9	30	9.0																		
					9	30	9.0						20	30	20.0										10	30	10.0																		
					9	30	9.0						15	20	22.5										13	30	13.0																		
					10	30	10.0						33	30	33.0										6	20	9.0																		
					5	20	7.5																																						

6-3. 液状化の検討（軟弱地盤解析）

室内土質試験は、液状化の検討を行うために必要な土層を対象として実施した。

6-3-1. 液状化の検討方法

液状化の検討方法は、標準貫入試験による N 値と、同時に採取された土質試料を用いた粒度試験結果より次の要領に従って行った。

(1) 検討地点の地盤内の各深さに発生する等価な繰返しせん断応力比を次式から求める。

$$\frac{\tau_d}{\sigma_z'} = \gamma_n \frac{\alpha_{\max}}{g} \frac{\sigma_z}{\sigma_z'} \gamma_d$$

ここに、
 τ_d ：水平面に生じる等価な一定繰返しせん断応力振幅（kN/m²）、
 σ_z' ：検討深さにおける有効土被り圧（鉛直有効圧力）（kN/m²）
 γ_n ：は等価の繰返し回数に関する補正係数で 0.1(M-1)
M：マグニチュード(通常は 7.5)
 $\alpha_{\max}$ ：地表面における設計用水平加速度(m/s²)
g：重力加速度(9.8m/s²)
 σ_z ：検討深さにおける全土被り圧（鉛直全応力）（kN/m²）
 γ_d ：地盤が剛体でないことによる低減係数で、次式により与えられる
 $\gamma_d = 1 - 0.015z$
z：メートル単位で表した地表面からの検討深さ(m)

(2) 対応する深度の補正 N 値(N_a)を次式から求める。

$$N_a = N_1 + \Delta N_f$$

$$N_1 = C_N N$$

$$C_N = \sqrt{100 / \sigma_z'}$$

ここに、
N₁：換算 N 値
C_N：拘束圧に関する換算係数
 ΔN_f ：細粒分含有率 FC に応じた補正 N 値増分で、図 6-6 より
N：半自動落下による実測 N 値とする

(3) 図 6-5 中の限界せん断ひずみ曲線 5%を用いて、補正 N 値(N_a)に対応する飽和土層

の液状化抵抗比 R を次式から求める

$$R = \tau_1 / \sigma_z'$$

ここに、 τ_1 : 水平面における液状化抵抗

(4) 各深さにおける液状化発生に対する安全率 F_L を次式により計算する。

$$F_L = \frac{\tau_1 / \sigma_z'}{\tau_d / \sigma_z'}$$

上式により求めた F_L 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定し、逆に 1 以下となる場合は、その可能性があり、値が小さくなるほど液状化発生危険度が高く、また、 F_L の値が 1 を切る土層が厚くなるほど危険度が高くなるものと判断する。

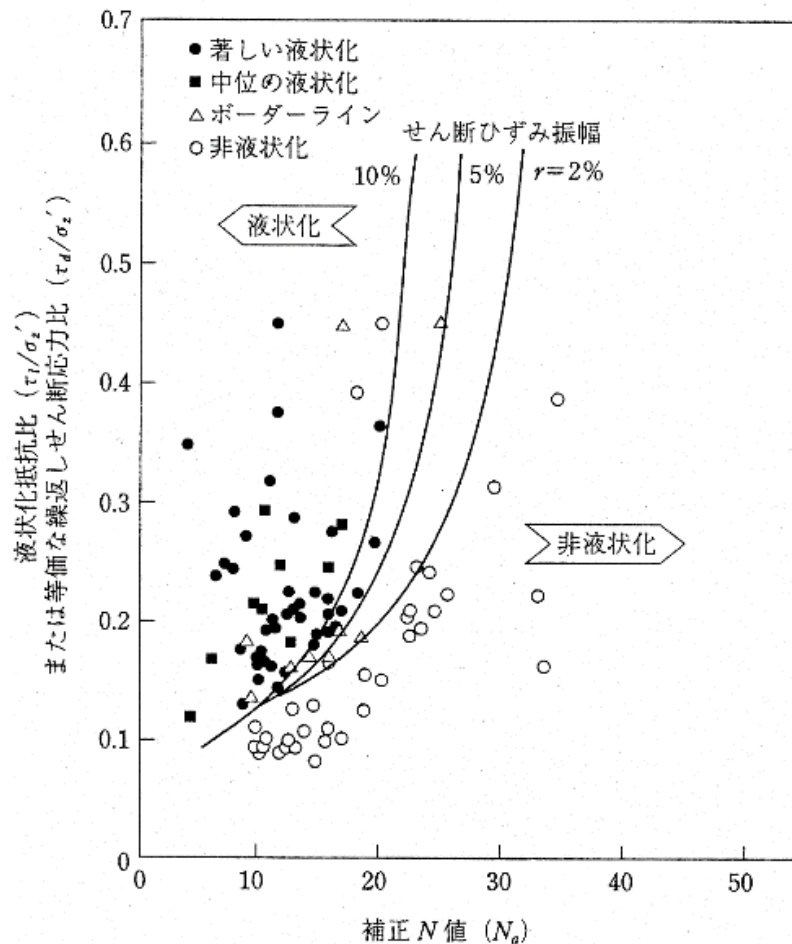


図 6-4 補正 N 値と液状化抵抗、動的せん断ひずみの関係

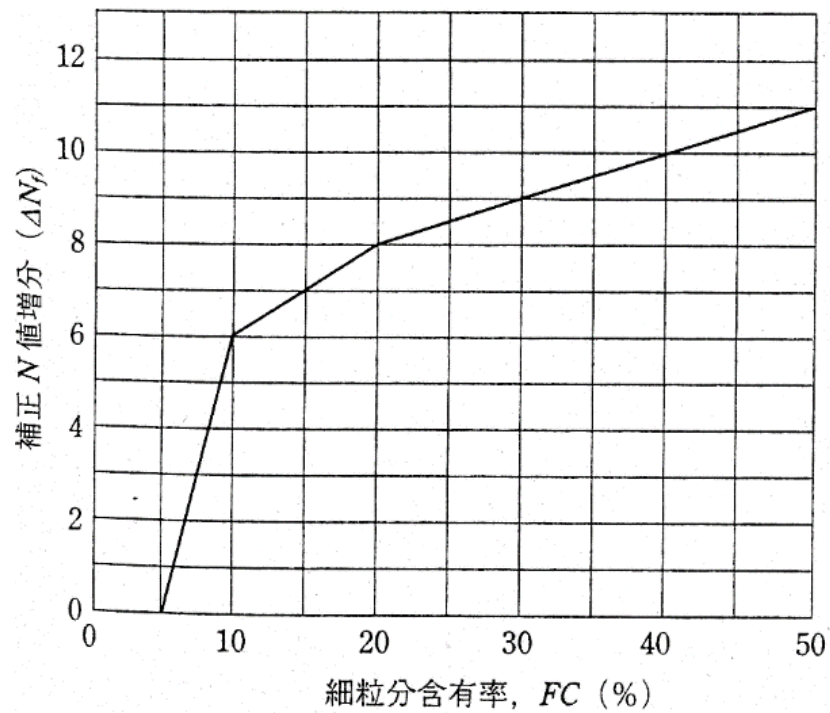


図 6-5 細粒分含有率と N 値の補正係数

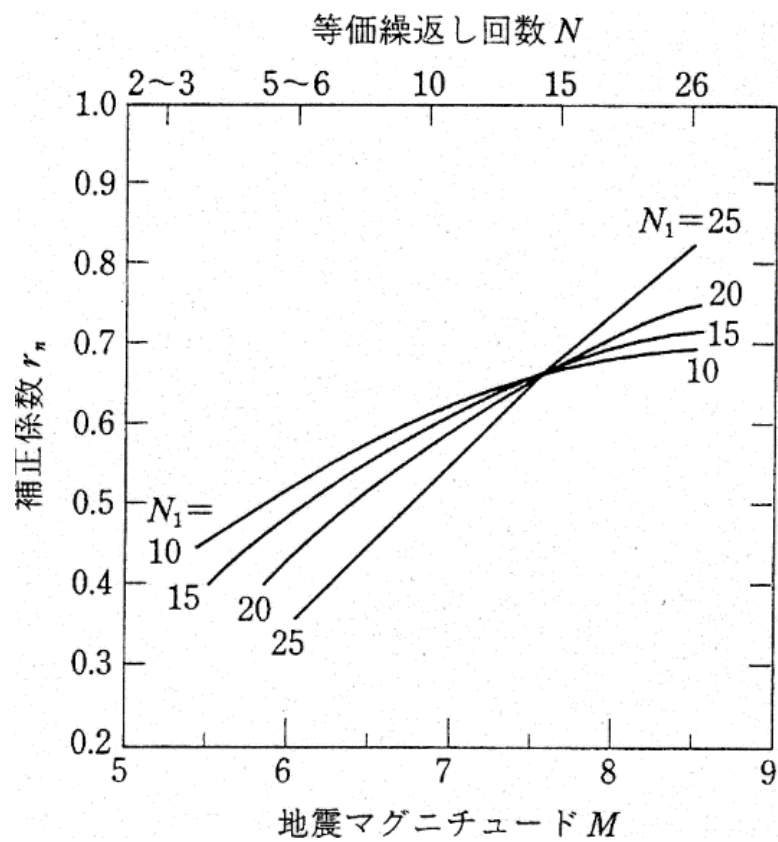


図 6-6 補正 N 値、マグニチュード、繰り返し回数と補正係数の関係

6-3-2. 検討条件

(1) N 値及び土質条件

液状化の検討はボーリング調査地点毎に行う。N 値は実測値を用い、細粒分含有率 F_c は土質試験結果を用いる。

表 6-6 液状化検討土質条件

項目	検討条件	備考
N 値	実測 N 値	薄層として挟在している場合には、主たる土層の N 値を用いる
単位体積重量 γ_t	表 6-4	地下水位以深では水の単位体積重量 $10(\text{kN}/\text{m}^3)$ を差し引く
砂質土 1 (As1)	一部対象	地下水以深に分布する N 値 40 未満の砂、礫質土を対象とした 礫質土においては、N 値 40 以上の深度は除外した R6-No. 1 の As1 層はほとんどが対象外
礫質土 1 (Ag1)	一部対象	

前項 5-3-1 項「地震時の液状化判定に必要な物理試験」で決定した液状化検討対象深度の試料を以下に掲載する。

表 6-7 液状化検討対象試料

地点	試料名							
R6-No. 1	1-15	1-21	1-22	-	-	-	-	-
R6-No. 2	2-5	2-10	2-11	2-15	2-17	2-18	-	-
R6-No. 3	3-5	3-8	3-15	3-18	-	-	-	-
R6-No. 4	4-7	4-13	4-15	4-16	4-17	4-18	-	-
R6-No. 5	5-3	5-5	5-6	5-8	5-10	5-12	5-17	5-18

(2) 地震外力の設定

地震外力は、マグニチュードを $M=7.5$ とする。建築基礎構造設計指針 2019 では地表面における設計用水平加速度値は、レベル 1 荷重検討用として $1.5 \sim 2.0 (\text{m/s}^2)$ 、レベル 2 荷重検討用として $3.5 (\text{m/s}^2)$ 程度とされているため、これに準拠して設定する。

なお、静岡県建築構造設計指針・同解説では、 $1.5 \sim 2.0 (\text{m/s}^2)$ 及び $3.5 (\text{m/s}^2)$ は、それぞれ損傷限界検討用 (200 cm/s^2)、安全限界検討用 (350 cm/s^2) に相当する。

表 6-8 地震外力設定一覧

基準書等	マグニチュード	地表面加速度 (m/s^2)
建築基礎構造設計指針 (日本建築学会)	7.5	1.5 2.0 3.5
静岡県建築構造設計指針 (静岡県くらし・環境部建築住宅局建築安全推進課)	7.5	2.0 3.5

本業務段階では、建築規模について決定されていないため、中長期的な利活用を考慮にいれ、建築基礎構造設計指針に準拠して地震外力となる地表面加速度を設定した。

6-3-3. 液状化の程度と危険度

液状化の検討の結果、液状化の可能性があると判定された土層を対象とし、その程度、危険度について次の方法により行う。

(1) PL 法による液状化の危険度

主に土木分野で用いられる液状化の危険度判定 (PL 法) で、調査地の液状化の危険度を判定する。

$$PL = \sum_{i=1}^n F \cdot W(z) \cdot \Delta Z$$

$$F = 1.0 - FL \quad (\geq 0.0)$$

$$W(Z) = 10.0 - 0.5 \cdot Z$$

ここで、FL:FL 値

$W(z)$: 深さ方向の重み関数

z : 地表面からの深さ (m)

Δz : ある深度の FL が分布すると想定される土層厚

危険度の判定は、次表を参考にする。

表 6-9 PL 値と液状化の危険度の関係

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

2020 年版 建築物の構造関係技術基準解説書 R2.10 国立研究開発法人建築研究所

P478 表 7.3-2 抜粋

(2) 液状化に伴う鉛直変位量(D_{cy})の予測

水平地盤での地盤変形量は液状化判定の後、以下の手順で推定することができる。

- ① 図 6-7 から $N_a - \tau_d / \sigma_z$ に対応する各層の繰返しせん断ひずみ γ_{cy} を推定する。
- ② 各層のせん断ひずみ γ_{cy} が同一方向に発生すると仮定し、次式により下層から鉛直方向に積分して、振動中の最大水平変位 D_{cy} (m) を算定する。

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

ここに、

γ_{cyi} (%) : i 層の繰返しせん断ひずみ

H_i (m) : i 層の層厚

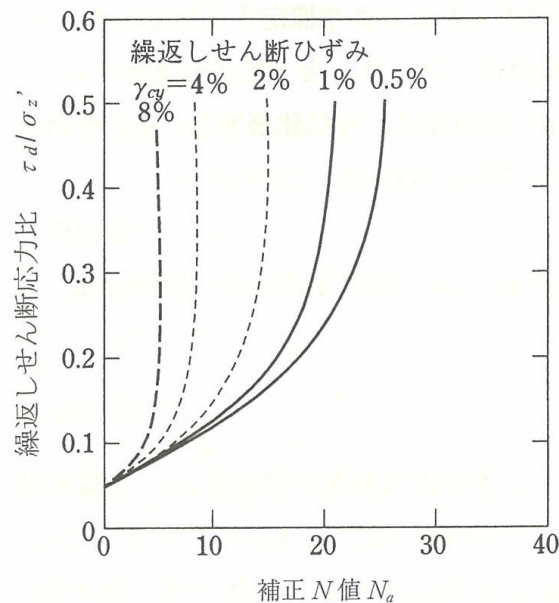


図 6-7 補正 N 値と繰返しせん断ひずみの関係

建築基礎構造設計指針 R1.11 日本建築学会 図 3.2.6 抜粋

- ③ 地表最大水平変位 D_{cy} を液状化程度の指標とする。液状化の程度は、表 6-9 より評価する。

表 6-10 D_{cy} と液状化の程度の関係

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

建築基礎構造設計指針 R1.11 日本建築学会 表 3.2.1 抜粋

6-3-4. 検討結果

以下に、液状化検討結果を掲載する。液状化の判定には、計算ソフト「地震応答解析および液状化判定システム FCENA/X シリーズ LIQUEUR：富士通エフ・アイ・ピー株式会社」を使用する。

表 6-11 液状化検討結果一覧

R6-No. 1 地点				
R6-No. 1				
土層記号	試料名 (中心深度)	地表面加速度g (m/s ²)		
		1.5 FL値	2.0 FL値	3.5 FL値
As1	1-15 (15.3m)	3.558	2.669	1.525
	1-21 (21.3m)	1.064	0.798	0.456
	1-22 (22.3m)	1.585	1.189	0.679
PL値		0	0	0
液状化の危険度		かなり低い	かなり低い	かなり低い
地表変位 Dcy (m)		0	0.014	0.031
液状化の程度		なし	軽微	軽微
水平地盤反力係数の 低減係数 β		1-21 (1.000) 1-22 (1.000)		

R6-No. 2 地点				
R6-No. 2				
土層記号	試料名 (判定深度)	地表面加速度g (m/s ²)		
		1.5 FL値	2.0 FL値	3.5 FL値
Ag1	2-5 (5.3m)	3.717	2.798	1.593
As1	2-10 (10.3m)	3.683	2.762	1.579
	2-11 (11.3m)	3.704	2.778	1.587
	2-15 (15.3m)	3.831	2.874	1.642
	2-17 (17.3m)	3.918	2.939	1.679
	2-18 (18.3m)	3.982	2.987	1.707
	PL値		0	0
液状化の危険度		かなり低い	かなり低い	かなり低い
地表変位 Dcy (m)		0	0	0
液状化の程度		なし	なし	なし
水平地盤反力係数の 低減係数 β				

R6-No. 3 地点				
R6-No. 3				
土層記号	試料名 (判定深度)	地表面加速度g (m/s ²)		
		1.5 FL値	2.0 FL値	3.5 FL値
Ag1	3-5 (5.3m)	4.633	3.475	1.986
	3-8 (8.3m)	4.364	3.273	1.870
As1	3-15 (15.3m)	1.498	1.124	0.642
	3-18 (18.3m)	1.776	1.332	0.761
PL値		0	0	0.64
液状化の危険度		かなり低い	かなり低い	低い
地表変位 Dcy (m)		0	0	0.020
液状化の程度		なし	なし	軽微
水平地盤反力係数の 低減係数 β		3-15 (0.812) 3-18 (1.000)		

R6-No. 4 地点				
R6-No. 4				
土層記号	試料名 (判定深度)	地表面加速度g (m/s ²)		
		1.5 FL値	2.0 FL値	3.5 FL値
As1	4-7	1.708	1.281	0.732
Ag1	4-13	4.138	3.103	1.773
As1	4-15	4.157	3.118	1.782
	4-16	1.532	1.149	0.657
	4-17	4.243	3.183	1.819
	4-18	4.296	3.222	1.841
PL値		0	0	3.11
液状化の危険度		かなり低い	かなり低い	低い
地表変位 Dcy (m)		0	0	0.020
液状化の程度		なし	なし	軽微
水平地盤反力係数の 低減係数 β		4-7 (0.355) 4-16 (0.832)		

R6-No. 5 地点				
R6-No. 5				
土層記号	試料名 (判定深度)	地表面加速度g (m/s ²)		
		1.5 FL値	2.0 FL値	3.5 FL値
Ag1	5-3	5.697	4.273	2.442
As1	5-5	4.545	3.408	1.948
Ag1	5-6	4.390	3.293	1.882
	5-8	2.932	2.199	1.256
As1	5-10	4.129	3.097	1.769
	5-12	4.093	3.070	1.754
	5-17	3.616	2.712	1.550
	5-18	4.227	3.171	1.812
PL値		0	0	0
液状化の危険度		かなり低い	かなり低い	かなり低い
地表変位 Dcy (m)		0	0	0
液状化の程度		なし	なし	なし
水平地盤反力係数の 低減係数 β				

□ は FL<1 が計算され、液状化の可能性のある試料を示しており、R6-No. 3、R6-No. 4 地点の砂質土 1（As1）層内において、地表面加速度 3.5（m/s²）の大規模地震を想定した場合、液状化層が存在することを把握した。礫質土 1（Ag1）層については、全体的に N $\geq$ 30 以上の密な土層であることに加え、細粒分含有率 Fc $\geq$ 10(%)程度は平均的に含有することが影響し、補正 N 値(N_a)は大きく算出されたものと考えられる。砂質土においても、後背湿地的な地形条件にあることで、細粒分を非常に多く混入することで液状化しにくい地盤状況となったことが推測される。なお、深度 20m 以浅から連続する砂質土についても液状化検討を実施する必要があるため、R6-No. 1 地点の深度 21、22m でも計算を実施したところ、地表面加速度 2.0（m/s²）から FL<1 となり、深部にも液状化層が存在する計算結果となっているが、液状化危険度はかなり低く、液状化の程度 Dcy は軽微なものであるため問題としない。全体が非液状化層優勢の地盤状態であるため、ここまでの深部で液状化現象が生じたとしても、地表面まで変位する可能性は考えにくいため、問題としない。

液状化の危険性は PL 値から判定しており、地表面加速度 350gal(大規模地震時)を設定すると、R6-No. 3、R6-No. 4 地点において、PL 値 0.64～3.11 が計算され、その危険度は低いものである。併せて、液状化による鉛直変位 Dcy は最大地表面加速度となる 3.5（m/s²）を想定した場合、R6-No. 3、R6-No. 4 地点において、0.02m（2 cm）程度なので、液状化の程度の評価は「軽微」と判定される。全体の地盤として深さ方向への重みを考慮した評価（PL、Dcy）を行った場合、液状化により建物へ甚大な影響が生じる可能性は、比較的少ない結果となった。

ただし、今回の計算結果を除外して地形的観点にのみ着目した場合、前述の地形分類図によれば旧河道地形を当該敷地内に横断（東～西方）している可能性がある。このような地形下に局所的にはさらに緩い砂質土 1（As1）を分布する可能性が考えられることに留意が必要となる。この場合、計画建物の配置が決定した段階で、改めて追加のボーリング調査を実施しておくことが望ましい。

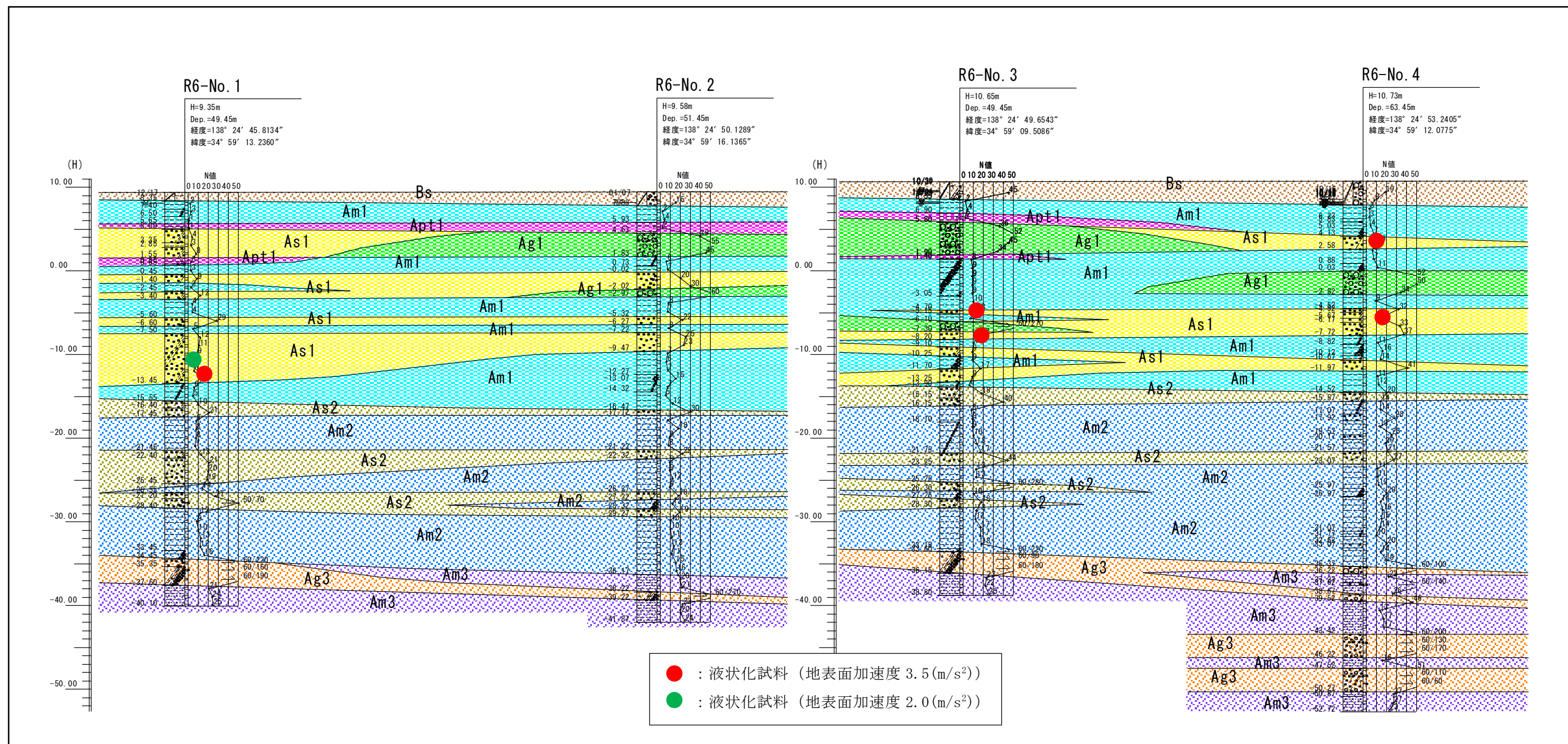


図 6-8 液状化判定深度の分布図

調査敷地内南東側（鉄道側）の中間層の砂質土 1（As1）で液状化層が存在する一方、北東側（国道一号線側）については、液状化の可能性はほぼないと考えられる。前述の調査地東～西方向へ横断することが想定される旧河道については、液状化判定結果より、調査敷地内の南東域に分布していたことも推測される。

6-4. 調査結果に基づく支持地盤の設定

一般的に支持地盤・基礎の設定条件として次のような項目が挙げられる。

- ・ 支持地盤と基礎形式の選定にあたっては、その構造性能や施工性、経済性等に関する比較検討を行ったうえで、支持層までの深さを考慮し要求性能を満足する組合せを選定する。
- ・ 支持地盤が傾斜している地盤では、基礎の沈下剛性や地震時の杭応力などが基礎の位置により異なることに留意する。
- ・ 敷地内に既存基礎がある場合は、それらが新設の基礎構造に与える影響を考慮する。

「建築基礎構造設計指針 R1.11 (社)日本建築学会」P34 抜粋

支持層の選定は上記の通り、上部構造物の特性、想定し得る基礎の形式、敷地の状況および地盤の条件などからみて、建物そのもの並びにその機能に有害な障害を生じないように建物を確実に支持し得る地盤を選ぶことが原則であり、基礎形式を選定する手順としては、支持層を選定した後に、その支持層に支持させることのできる基礎形式を選定することが原則となる。

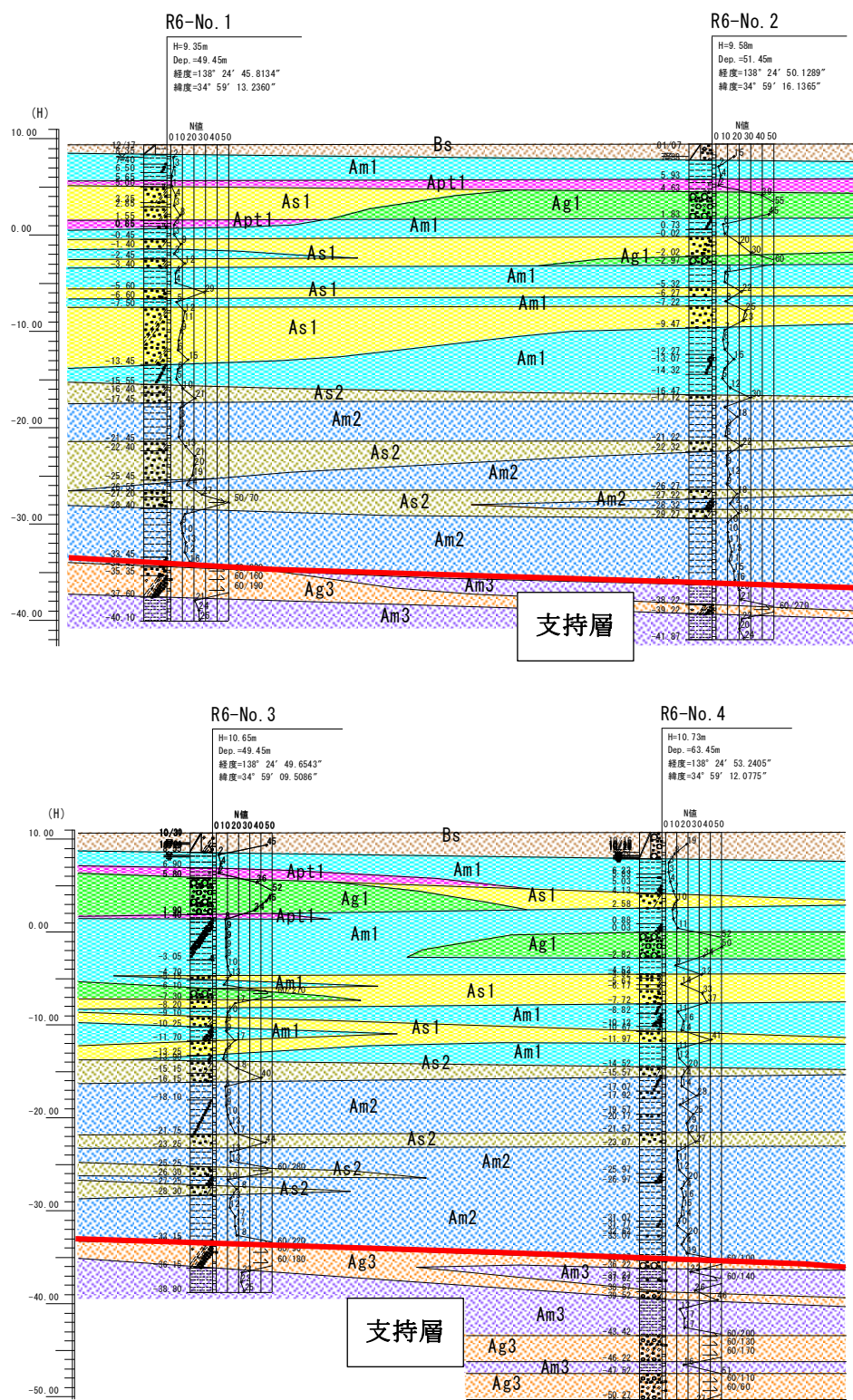
建築基礎構造設計指針 2019 では、支持層の目安は砂質土、礫質土では N 値 50(または 60)以上・粘性土では 20～30 以上とされており、建物の要求性能などを考慮して設計者が適切に設定すると示されている。

加えて、基礎地盤および基礎の選定の留意点として①建物の要求を満たすこと②施工性に優れ、施工品質に対する信頼性が高いこと③敷地周辺への環境保全上の影響が小さいこと④合理性があることとされている。

なお、公共性が高く、完全な支持層を要求される土木構造物（橋梁など）を対象とした道路橋示方書・同解説Ⅳ下部構造編 H29.11 でも支持層の目安に N 値が用いられ、砂層、砂れき層では N 値 30 程度以上・粘性土層では N 値 20 程度以上(一軸圧縮強度 q_v が $0.4N/mm^2$)が示されている。

以上より、基礎形式・支持層については、支持力・構造物の規模・経済性等の様々な要因から総合的なバランスをとりつつ決定されるべきであるといえる。

前述の支持地盤の目安から支持地盤を設定すると Am3 層、Ag3 層の粘性土、礫質土を交えた二層地盤の支持層が選定される。



巻末資料の C, D 断面を模式図としたもの

図 6-9 支持地盤の選定

6-5. 設計・施工上における留意点

設計・施工上の留意点を次に示す。

6-5-1. 地下水状況について

浅層部の自由地下水位については、渇水期において十分な精度で観測できたものの、出水期の全盛には、どこまでの地下水上昇が見込まれるかについては不明である。また、相対的にみれば、当地は難透水層（粘性土層）主体の地盤構成となっており、地形的にも扇状地の端部域に位置することからも、深部の恒常的な地下水は被圧している可能性も十分に考えられる。

自由地下水が想定よりも上昇した場合、基礎の根切掘削時に湧水が発生し、施工性に影響を及ぼす可能性がある。また、杭基礎工を選定した場合、被圧層に杭が到達した時点で、急激な地下水上昇が発生することもあると考えられる。（被圧については、掘削期間中に急激な上昇を確認していない）

今後、柔軟な設計・施工計画を検討するためには、年間を通じた地下水状況について把握しておくことや、施工性を担保するための地下水低下工法や揚水ポンプ性能の想定に必要な地盤の透水性（透水係数）についても把握しておくことも一考として挙げられる。

6-5-2. 地盤状況について

調査地の土層分布状況については、敷地内で実施した 5 箇所ボーリング調査結果から 6 断面を作成している。（巻末：推定地質断面図-参照）

今回の調査業務段階では、詳細な設計検討に入っておらず、計画建物の配置も決定していないため、建物の配置計画が決定した段階では、今回作成した 6 断面の地質断面図を概略的な参考資料として流用されたい。その後、詳細な位置が決定したら、改めて、追加のボーリング調査を実施し、今回設定した各土層の地盤定数や液状化について再度検討して、より精度の高い地盤資料を把握する必要がある。この際、基礎の根切掘削に先立ち、前述の地盤の透水性について、ボーリング孔を利用した現場透水試験の実施も検討されたい。

6-5-3. 粘性土のせん断特性について

支持層の目安としては、前項 6-4 項「調査結果に基づく支持地盤の設定」に掲載したが、支持層相当の地盤は第三土層にまで達するため、杭基礎は必須となり、現地盤面からにしてもおよそ 40～45m 程度の杭長を想定する必要がある。

この場合、経済性の観点からすれば、周面摩擦力を考慮した摩擦杭の検討も必要と考えられる。仮に摩擦杭を検討する可能性も考慮に入れる場合、中間層の粘性土でサンプリングを実施し、粘着力 C の把握や一軸圧縮強さ、圧密特性について把握するため、室内土質試験（一軸、三軸、圧密）を実施することが望ましい。

6-5-4. 地震時の液状化について

液状化検討結果によれば、調査敷地内の南東側（鉄道側）において、中間層の砂質土 1 (As1) 層で $FL < 1$ となる深度を 6 箇所確認している。

表 6-12 液状化検討対象試料一覧

地点	試料名							
R6-No. 1	1-15	1-21	1-22	-	-	-	-	-
R6-No. 2	2-5	2-10	2-11	2-15	2-17	2-18	-	-
R6-No. 3	3-5	3-8	3-15	3-18	-	-	-	-
R6-No. 4	4-7	4-13	4-15	4-16	4-17	4-18	-	-
R6-No. 5	5-3	5-5	5-6	5-8	5-10	5-12	5-17	5-18

: $FL < 1$ の液状化と判定された試料

地形的観点からは当該敷地内には旧河道地形の東西方向への横断が考えられる。今回の液状化検討結果を考慮すれば、調査敷地内の南～南東域に分布していたことも推測されるため、この一帯に計画建物の配置を計画する場合、改めて各地点で液状化検討を実施しておくことが必要と考えられる。

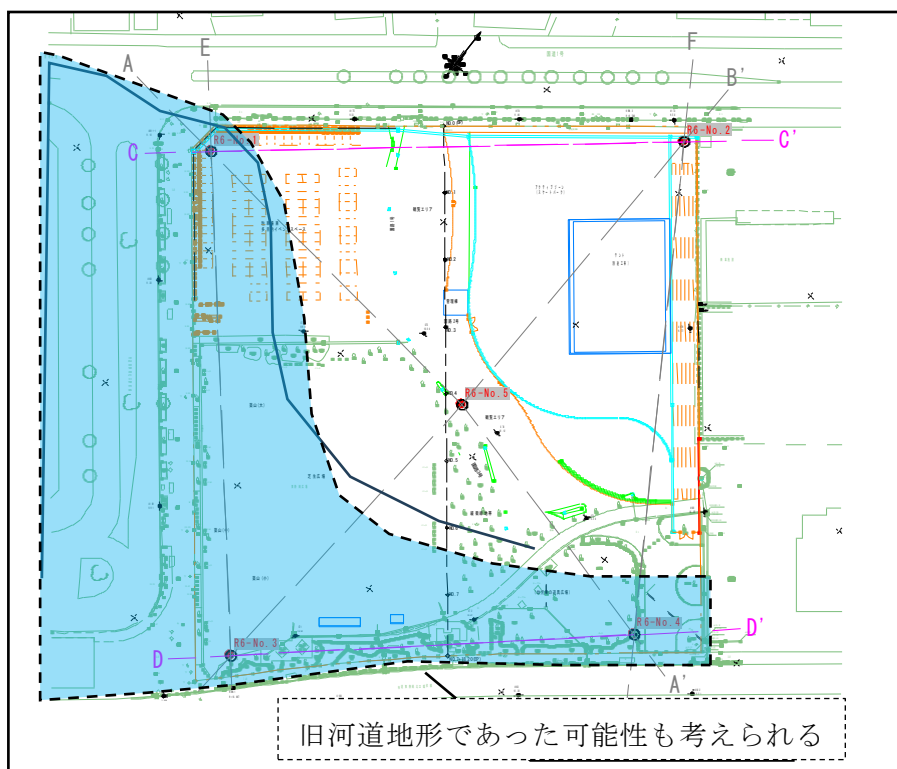


図 6-10 旧河道地形の分布想定図

= 以上 =