

吉久工業団地地質調査委託業務

報告書概要版 (抜粋)

<目 次>

1. 業務概要	1
1. 1 業務内容	1
1. 2 実施数量・位置	2
2. 実施手順	8
3. 地形・地質概要	9
4. 調査結果	12
4. 1 調査ボーリング結果	12
4. 2 標準貫入試験結果	19
4. 3 室内土質試験結果	21
5. 総合解析	28
5. 1 地盤状況	28
5. 2 地盤定数の推定	34
5. 3 液状化の検討	41
5. 4 支持層と基礎形式の検討	44
5. 5 設計・施工上の留意点	47

令和5年1月

1.2 実施数量・位置

調査実施数量を表-1.2.1 に示す。根拠数量は図-1.2.1～図-1.2.4 の数量柱状図に示す。また、調査ボーリング位置は「図-1.2.5 調査位置平面図」に示す。

表-1.2.1 調査実施数量一覧表

項目			単位	孔 番				合計
				No.1	No.2	No.3	No.4	
土質ボーリング (オールコアボーリング) φ66mm	土質	粘性土・シルト	m	—	0.5	0.2	0.4	1.1
		砂・砂質土		0.5	—	—	—	0.5
		礫混じり土砂		1.1	1.0	1.7	—	3.8
		玉石混じり土砂		12.2	3.4	2.8	5.6	24.0
		軟岩		1.2	0.6	0.4	1.3	3.5
		中硬岩		2.0	4.5	4.9	2.7	14.1
	合 計			17.0	10.0	10.0	10.0	47.0
	標準貫入試験	土質	回	礫混じり土砂	1	1	1	—
玉石混じり土砂				12	3	3	5	23
軟岩				1	1	1	1	4
合 計		14		5	5	6	30	
土質試験	土粒子の密度試験		試料	6	2	2	2	12
	土の含水比試験			6	2	2	2	12
	土の粒度試験(フルイ分析)			12	3	4	5	24
	土の粒度試験(フルイ+沈降分析)			—	1	—	—	1
	合 計			24	8	8	9	49
運搬費	資機材運搬(トラック運搬経費)		日	2				
	現場内小運搬(特装車運搬) 往復距離		t	2.2				
			m	—	20	30	54	104
準備費	準備及び後片付け		業務	1				
	調査孔閉塞		箇所	4				
仮設費	平坦地足場		箇所	1	1	1	1	4
安全費	環境保全(仮囲い)		箇所	1	1	1	1	4
解析等調査	既存資料の収集・現地調査		業務	1				
	資料整理とりまとめ			1				
	断面図等作成			1				
	総合解析とりまとめ			1				
打合せ等	打合せ(業務着手時)		業務	1				
	打合せ(中間打合せ)		回	3				
	打合せ(成果物納入時)		業務	1				

4. 調査結果

4.1 ボーリング結果

図-4.1.1(図-1.2.5の再掲) 調査位置平面図 s=1:1500

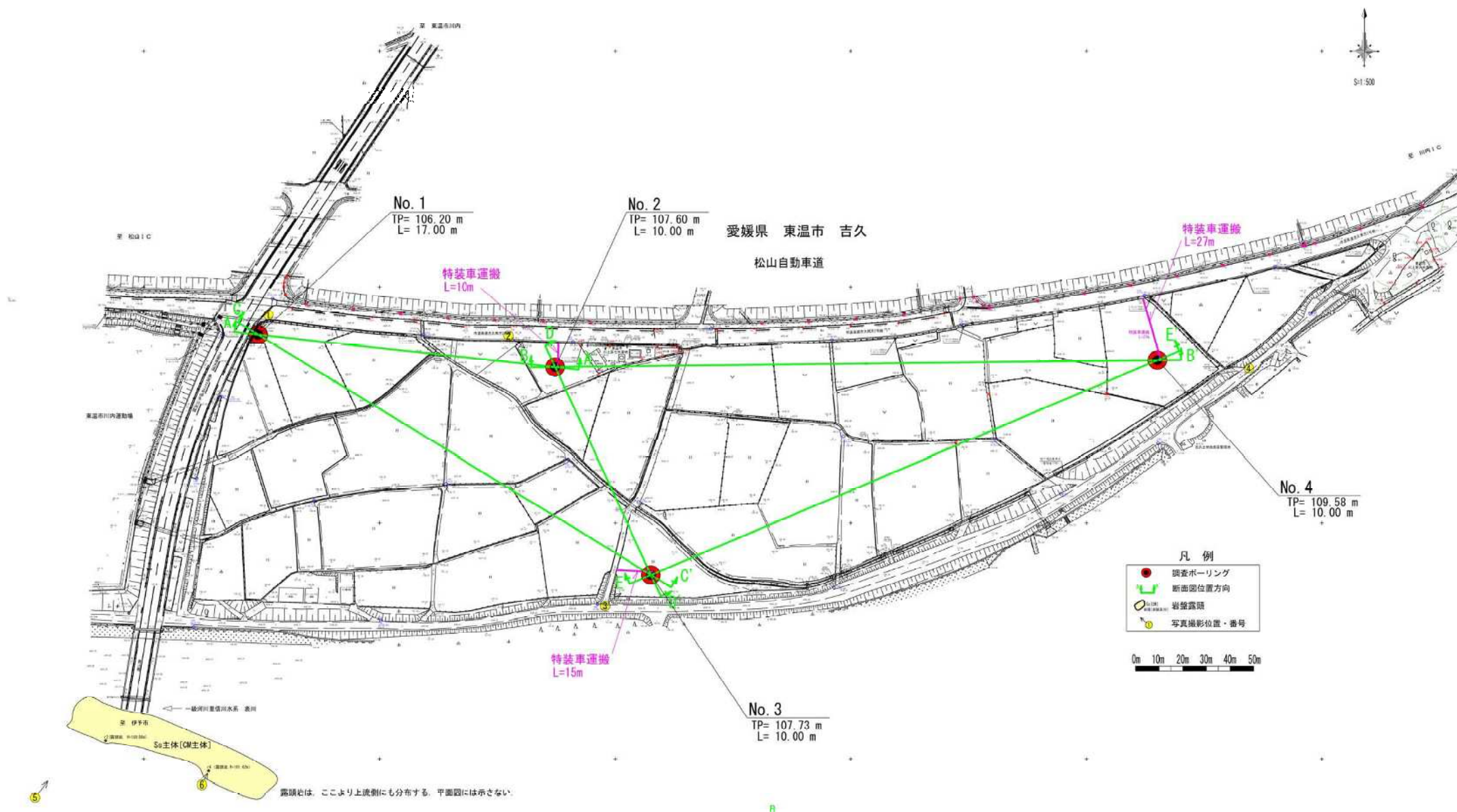


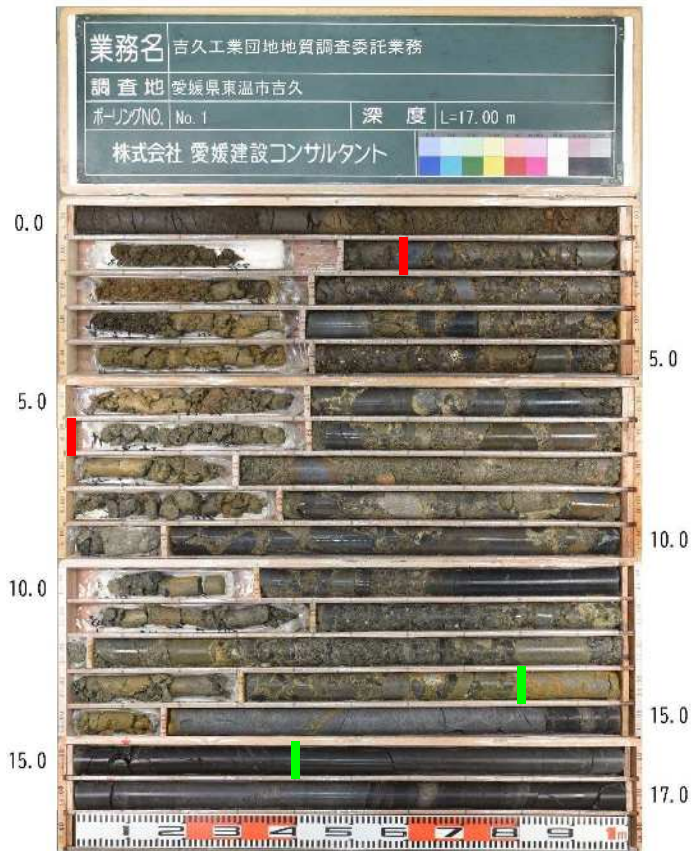
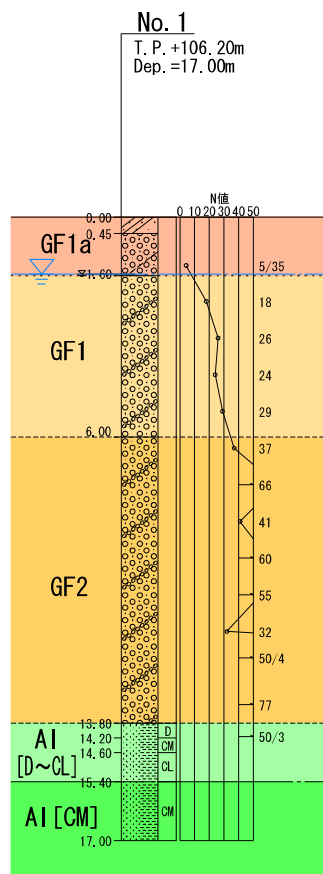
図-4.1.2 ボーリング結果総括図【No.1】

諸 元

孔 番 : No.1
 孔口標高 : TP = 106.20m
 掘進長 : 17.00m
 位 置 : 北緯 33 度 47 分 17.499 秒
 東経 132 度 53 分 13.792 秒
 原位置試験 : 標準貫入試験
 地下水位 : GL-1.56m.
 掘 止 め : ボーリングの掘止めは, N 値 50 以上を 5m 厚確認した。

概略状況 No. 1

- ① GL-0.00~0.45 : GF1a (礫質土 1 層)
 暗褐色の粘土質砂。草根混じる。耕作土である。
- ② GL-0.45~1.60m : GF1a (礫質土 1 層)
 褐〜灰褐色のシルト混じり砂礫。
 礫径は $\phi 5 \sim 35\text{mm}$ 亜角〜亜円礫を主体とする。
 砂は細砂〜粗砂からなる。
 N 値は 4 を得、相対密度は“緩い”に相当する。
- ③ GL-1.60~6.00m : GF1 (礫質土 1 層)
 褐茶色の玉石混じり砂礫。
 混入礫は $\phi 5 \sim 35\text{mm} \times 50\text{mm}$ の亜角〜亜円礫を主体とする。
 砂分は中砂〜粗砂からなる。マトリックスはシルト混じり砂からなる。
 砂岩の硬質玉石 (最大コア長 120mm) が点在する。
 掘進時には、3.0m 以深で含水量多く、中量の逸水が見られた。
 N 値は 18~29 を得、相対密度は“中ぐらい”に相当する。
- ④ GL-6.00~13.80m : GF2 (礫質土 2 層)
 灰褐〜淡青灰色の玉石混じり砂礫。
 混入礫は $\phi 5 \sim 35\text{mm}$, max50mm の亜角〜亜円礫を主体とする。
 砂は中砂〜粗砂からなる。
 礫種は砂岩礫を主体とし、礫質は比較的硬い。
 全体的に玉石の含有量多く、硬質な砂岩玉石 (コア長 70~330mm) が散在する。全体的に細粒分の含有量多くなる。
 掘進時の孔壁崩壊は著しい。
 N 値は 32~50 以上を得、相対密度は“密な〜非常に密な”
- ⑤ GL-13.80~17.00m : AI (砂岩・泥岩互層)
 黄灰〜灰〜黒灰色の砂岩・泥岩互層。
 13.8~14.2m, コアは風化進行し岩片状〜砂状を呈す。D 級。
 14.2~14.6m, コアは短柱状を呈し、亀裂面の褐色化が認められる。CM 級。
 14.6~15.4m, 岩片状コア主体。CL 級。14.85~14.95m, 礫状コア。
 15.4~17.0m, コアは短柱状主体で、コア表面はなめらかで比較的硬質である。CM 級。
 層理面は $10 \sim 30^\circ$ で、所々、 $60 \sim 70^\circ$ 程度の縦亀裂が認められる。砂は粗砂主体。礫径 $\phi 2 \sim 5\text{mm}$ 程度が混じる。



孔内水位一覧表

孔番	月/日	初期水位 (GL-m)	作業前水位 (GL-m)	作業後水位 (GL-m)	ベラーによる 汲み上げ 水位低下 (GL-m)	掘進長 ($\phi 66\text{mm}$) m	ケーシング 挿入長 (GL-m)	備考
							$\phi 89\text{mm}$	
No. 1	10/7	—	—	1.60	—	2.45	1.00	—
	10/10	—	1.98	0.92	3.40	6.45	6.00	—
	10/11	—	1.56	1.24	3.24	9.18	9.00	—
	10/12	—	1.60	5.08	7.02	13.32	10.00	
	10/13	—	4.98	4.32	6.21	17.00	14.00	
	10/14	—	4.82	1.56	—	17.00	14.00	

翌日朝に水位上昇した最高水位 GL-1.56m (赤字) を地下水位とする。

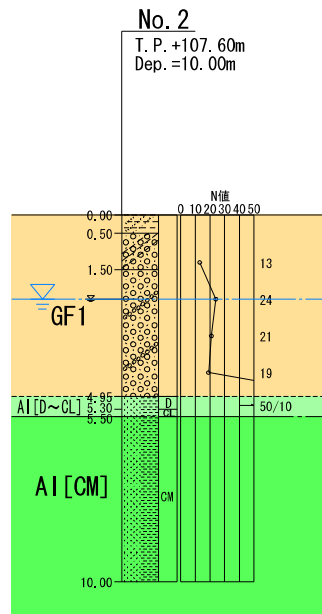
図-4.1.3 ボーリング結果総括図【No.2】

諸 元

孔 番 : No.2
 孔口標高 : TP = 107.60m
 掘進長 : 10.00m
 位 置 : 北緯 33 度 47 分 17.076 秒
 東経 132 度 53 分 18.695 秒
 原位置試験 : 標準貫入試験
 地下水位 : GL-2.30m.
 掘 止 め : ボーリングの掘止めは, N値 50 以上を 5m 厚確認した.

概略状況 No. 2

- ① GL-0.00~0.50 : GF1 (礫質土 1 層)
 暗褐色の砂質粘土. 草根混じる. 耕作土である.
- ② GL-0.50~1.50m : GF1 (礫質土 1 層)
 褐色のシルト質砂礫. 礫はφ5~30mm が混じる.
 0.5~0.75m, 細粒分の含有量多い.
 N値は 13 を得, 相対密度は”中ぐらい”に相当する.
- ③ GL-1.50~4.95m : GF1 (礫質土 1 層)
 褐茶色の玉石混じり砂礫.
 混入礫はφ5~40mm, max60mm の亜角~亜円礫を主体とする.
 砂は中砂~粗砂からなる.
 礫種は砂岩及び泥岩が混じる. 礫質は硬いものが多い.
 マトリックスはシルト混じり砂からなる.
 硬質な砂岩玉石 (最大コア長 60mm 程度) が混じる.
 2.0m 以深, 掘進時に完全漏水する. 含水量は中位である.
 N値は 19~24 を得, 相対密度は”中ぐらい”に相当する.
- ④ GL-4.95~10.00m : AI (砂岩・泥岩互層)
 灰褐~黒灰色の砂岩・泥岩互層.
 4.95~5.3m, 礫状コア. D 級. N値は 50 以上 (50 回/10cm) を得た.
 5.3~5.5m, 岩片状コア. CL 級.
 5.5~10.0m, 棒状コア主体で採取される. CM 級. コア表面の風化が認められるが, 岩質は比較的硬質である.
 層理面の角度は 10° 前後で, 縦亀裂は 70~80° 程度が認められる.
 亀裂面の褐色化が認められ, 所々, 亀裂面に沿って砂状化する.
 7.75~7.8m, 粘土状コア.
 8.3~8.4m 及び 9.2~9.3m, 礫状コア.



孔内水位一覧表

孔番	月/日	初期水位 (GL-m)	作業前水位 (GL-m)	作業後水位 (GL-m)	ベアラーによる 汲み上げ 水位低下 (GL-m)	掘進長 (φ66mm) m	ケーシング 挿入長 (GL-m)	備考
							φ89mm	
No. 2	10/4	—	—	1.45	2.40	4.45	3.00	—
	10/5	—	2.33	2.22	5.63	9.25	6.00	—
	10/6	—	2.30	2.40	—	10.00	6.00	作業後水位はケーシング 抜管後の水位

汲み上げ後の翌日朝に水位上昇した最高水位 GL-2.30m (赤字) を地下水位とする.

図-4.1.4 ボーリング結果総括図【No. 3】

諸 元

孔 番 : No.3

孔口標高 : TP = 107.73m

掘進長 : 10.00m

位 置 : 北緯 33 度 47 分 14.225 秒

東経 132 度 53 分 20.299 秒

原位置試験：標準貫入試験

地下水位 : GL-3.21m.

掘 止 め : ボーリングの掘止めは、N値 50 以上を 5m 厚確認した。

概略状況 No. 3

① GL-0.00～0.15 : GF1 (礫質土 1 層)

暗褐色の砂質粘土。草根混じる。耕作土である。

② GL-0.15～1.80m : GF1 (礫質土 1 層)

褐色のシルト混じり砂礫。

混入礫はφ5～30mmの亜角～亜円礫がじる。砂は中砂～粗砂からなる。層下部、細粒分の含有量多い。

N値は 13 を得、相対密度は”中ぐらい”に相当する。

③ GL-1.80～4.65m : GF1 (礫質土 1 層)

褐茶色の玉石混じり砂礫。

混入礫はφ5～35mm, max60mmの亜角～亜円礫を主体とする。礫種は砂岩及び泥岩主体で、礫質は比較的硬い。

砂は中砂～粗砂からなる。

マトリックスはシルト混じり砂からなる。

硬質な砂岩玉石（コアの最大鉛直径φ120mm）が混じる。

N値は 27～31 を得、相対密度は”中ぐらい～密な”に相当する。

④ GL-4.65～10.00m : AI (砂岩・泥岩互層)

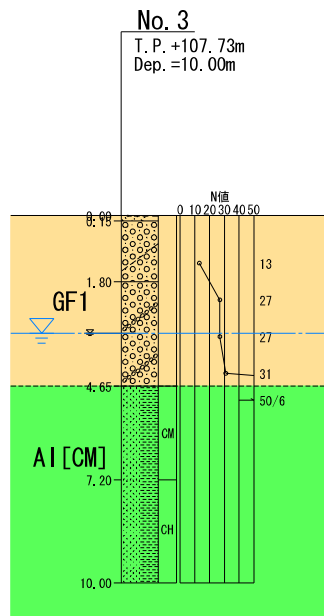
灰～暗灰色の砂岩・泥岩互層。

4.65～7.2m, 短柱状コア主体で、コア表面はなめらかで新鮮硬質である。CM 級。局所的にN値は 50 以上（50 回/6cm）を得る。

亀裂面の褐色化が 5.3m 付近で部分的に認められる。

7.2～10.0m, 棒状コア主体で、コア表面はなめらかで新鮮硬質である。CH 級。亀裂の褐色化は認められない。

層理面の角度は 10° 前後で、所々、60～80° 程度の縦亀裂が認められる。



孔内水位一覧表

孔 番	月 / 日	初期水位 (GL-m)	作業前水位 (GL-m)	作業後水位 (GL-m)	ベラーによる 汲み上げ 水位低下 (GL-m)	掘進長 (φ66mm) m	ケーシング 挿入長 (GL-m)	備考
							φ89mm	
No. 3	9/29	—	—	—	—	2.45	2.00	—
	9/30	—	—	1.25	5.70	6.00	5.00	—
	10/1	—	3.24	2.25	5.05	10.00	5.00	—
	10/3	—	3.31	3.21	—	10.00	5.00	作業後水位はケーシング抜管後の水位

作業終了後のケーシング抜管後の最高水位 GL-3.21m (赤字) を地下水位とする。

諸 元

孔 番 : No.4

孔口標高 : TP = 109.58m

掘進長 : 10.00m

位 置 : 北緯 33 度 47 分 17.222 秒

東経 132 度 53 分 28.634 秒

原位置試験 : 標準貫入試験

地下水位 : GL-1.95m.

掘 止 め : ボーリングの掘止めは、*N* 値 50 以上を 5m 厚確認した。

概略状況 No. 4

① GL-0.00~0.40 : GF1 (礫質土 1 層)

暗褐色の砂質粘土。

草根混じる。耕作土である。

層下部、砂分の含有量多くなる。

② GL-0.40~6.00m : GF1 (礫質土 1 層)

褐茶色の玉石混じり砂礫。

混入礫はφ5~35mm, max50mmの亜角~亜円礫を主体とする。

砂は中砂~粗砂からなる。

礫種は砂岩主体で、礫質は硬い。

マトリックスはシルト混じり砂からなる。

全体的に玉石の混在量多く、硬質な砂岩玉石 (コア長 50~300mm) が混じる。

2.0m 以深、掘進時に完全漏水する。

N 値は 16~50 以上 (50 回/11cm) を得、相対密度は”中ぐらい~密な~非常に密な”に相当する。

③ GL-6.00~10.00m : AI (砂岩・泥岩互層)

灰褐~黒灰色の砂岩・泥岩互層。

6.00~6.25m, 礫状コア主体。D 級。*N* 値は 50 以上 (50 回/11cm) を得た。

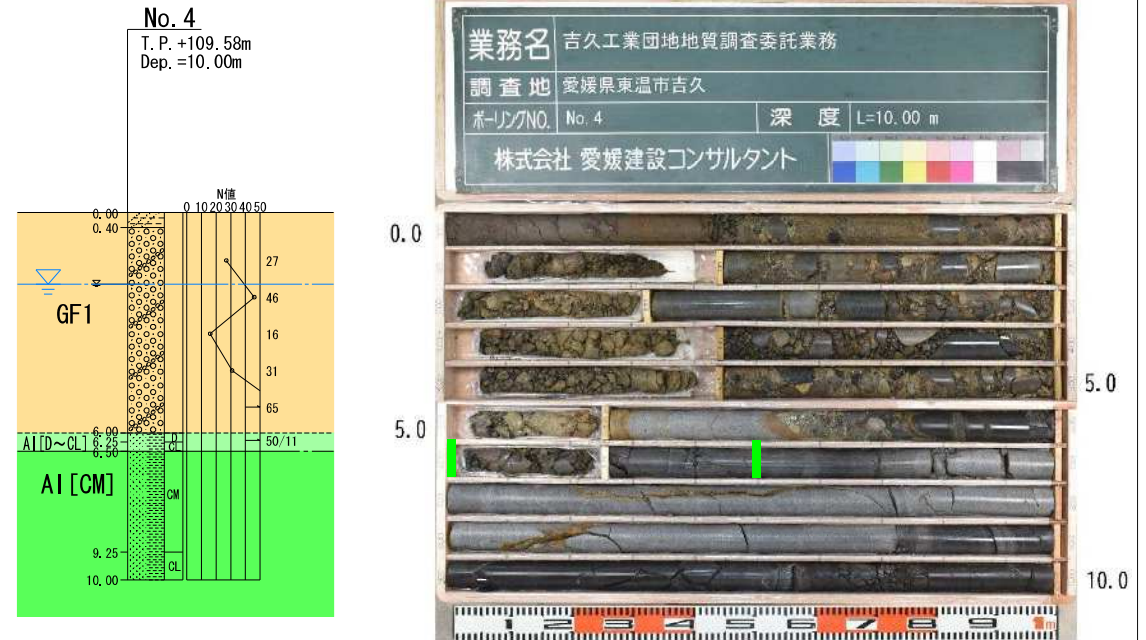
6.25~6.50m, 岩片状コア主体。CL 級。

6.50~9.25m, 短柱状~棒状コア主体で採取される。CM 級。亀裂面の酸化が一部認められるが、コア表面はなめらかで硬質である。

9.25~10.0m, 全体的に亀裂発達し岩片状コア主体で採取される。CL 級。9.55~9.75m, 破碎され軟質化 (粘土状~礫状)。

層理面は 10~20° 程度、所々、70~80° の縦亀裂が認められる。

図-4.1.5 ボーリング結果総括図【No. 4】



孔内水位一覧表

孔番	月/日	初期水位 (GL-m)	作業前水位 (GL-m)	作業後水位 (GL-m)	ベアラーによる 汲み上げ 水位低下 (GL-m)	掘進長 (φ66mm) m	ケーシング 挿入長 (GL-m)	備考
							φ86mm	
No. 4	10/12	—	—	1.10	—	2.00	1.00	—
	10/13	—	1.70	—	3.67	6.00	5.00	—
	10/14	—	2.09	—	3.40	10.00	5.00	—
	10/17	—	2.53	1.95	—	10.00	5.00	作業後水位はケーシング抜管後の水位

作業終了後のケーシング抜管後の最高水位 GL-1.95m (赤字) を地下水位とする。

4.2 標準貫入試験結果

標準貫入試験の結果を各孔別に一覧表（表-4.2.2～表-4.2.5）に整理する。N値は実測N値、補正N値、換算N値がある。実測N値は、貫入量30cmに要する打撃回数で、N値の補正やN値の換算をしていないN値である。補正N値は、未固結堆積物層で礫打ちによる補正や地層の境界を考慮して、N値の補正・措置を行った値である（N値の補正は、表4.2.1から「土質によるN値の補正・措置例」に準じて行う）。なお、補正の根拠は、巻末の「標準貫入試験 打撃数－貫入量曲線」に示す。換算N値は、貫入量が300mm以外となる場合については、貫入量をもとに貫入量300mmに要する打撃回数を次式から求めた値である。換算N値＝打撃回数×300(mm)/打撃回数の貫入量(cm)。

N値は未固結土層および基盤岩で得た。表-4.2.2～表-4.2.5に示すように、採用N値は実測N値、補正N値、換算N値から決定した。

表-4.2.1 土質によるN値の補正・措置例

状況	理 由	打撃数－貫入量曲線図
礫層におけるN値の補正	玉石や大きい礫を含む地層では、サンブラーの先端が礫などに当たったり、サンブラー開口部が閉塞したりすることにより、地層全体の強さに比べ過大なN値となることがある。これに対して、打撃数と貫入量の関係をプロットすることにより補正することができる。 右図では、実測N値は「50以上(50/17cm)」であるが、正しくは45程度のN値となる。	礫層におけるN値の補正
地層の境界におけるN値の措置	N値は、貫入量30cmの間における打撃回数であるから、この間で地層が変化している場合には、上下両層の強さが混合した結果として表現される。これに対しては、打撃数と貫入量の関係をプロットすることにより分離が可能である。 右図では、安易に判定するとN値は25であるが、上部粘土層は打撃5回で貫入量15cmであるから、N値10、下部砂層では同様に20回で15cmであるから、N値は40と区分して判定することができる。	層境付近のN値

【(公社)地盤工学会：設計による強度定数－C、φ、N値、pp.46-47.】

(1) No. 1

表-4.2.2 標準貫入試験結果 (No. 1)

孔番	地層区分	土質名	深度(m)	100mm毎の打撃回数(回)			実測N値	補正N値	換算N値	採用N値
No. 1	硬質土1層 [GF1a] (0.00～1.80m)	シルト混じり砂礫	1.15～1.50	1	2	2/150	5/350	-	4	4
	硬質土1層 [GF1] (1.60～6.00m)	玉石混じり砂礫	2.15～2.45	6	10	12	28	18	-	18
			3.15～3.45	9	16	25/80	50/280	26	83	26
			4.15～4.45	8	8	8	24	-	-	24
			5.15～5.45	10	13	25	48	29	-	29
	硬質土2層 [GF2] (6.00～13.80m)	玉石混じり砂礫	6.15～6.45	9	20	8	37	-	-	37
			7.15～7.31	22	28/60	-	50/160	66	93	66
			8.15～8.39	13	16	21/40	50/240	41	62	41
			9.15～9.18	50/30	-	-	50/30	60	500	60
			10.15～10.35	30	30	-	50/200	55	75	55
			11.15～11.45	10	17	23	50	32	-	32
			12.00～12.04	50/40	-	-	50/40	-	375	375
			13.15～13.32	26	24/70	-	50/170	77	88	77
	砂岩・泥岩互層 [A1] (13.80～15.40m)	砂岩・泥岩互層	14.15～14.18	50/30	-	-	50/30	-	500	500

GF1a層のN値は4を得、相対密度は「緩い」に評価される。GF1層のN値は18～29を得、相対密度は「中位」に評価される。GF2層のN値は32～50以上を得、相対密度は「密な～非常に密な」に評価される。A1層（砂岩・泥岩互層）のD～CL級のN値は50以上となる。

(2) No. 2

表-4.2.3 標準貫入試験結果 (No. 2)

孔番	地層区分	土質名	深度(m)	100mm毎の打撃回数(回)			実測N値	補正N値	換算N値	採用N値
No. 2	硬質土1層 [GF1] (0.00～4.95m)	シルト質砂礫	1.15～1.45	4	13	10	27	13	-	13
			2.15～2.45	9	9	6	24	-	-	24
			3.15～3.45	6	7	8	21	-	-	21
			4.15～4.45	6	9	12	27	19	-	19
	砂岩・泥岩互層 [A1] (4.95～5.50m)	砂岩・泥岩互層	5.15～5.25	50	-	-	50/100	-	150	150

GF1層のN値は13～24を得、相対密度は「中位」に評価される。A1層（砂岩・泥岩互層）のD～CL級のN値は50以上となる。

(3) No. 3

表-4.2.4 標準貫入試験結果 (No.3)

孔番	地層区分	土質名	深度 (m)	100mm毎の打撃回数 (回)			実測 N値	補正 N値	換算 N値	採用 N値
No.3	礫質土1層【GF1】 (0.00~4.65m)	シルト混じり砂礫	1.15~1.45	4	5	6	15	13	—	13
			2.15~2.45	8	10	16	34	27	—	27
		玉石混じり砂礫	3.15~3.45	9	14	15	38	27	—	27
			4.15~4.45	10	11	10	31	—	—	31
	砂岩・泥岩互層【A1】 (4.65~10.00m)	砂岩・泥岩互層	8.90~9.96	50/60	—	—	5/90	—	250	250

GF1層のN値は13~31を得、相対密度は「中位~密な」に評価される。A1層（砂岩・泥岩互層）のCM級のN値は50以上となる。

(4) No. 4

表-4.2.5 標準貫入試験結果 (No.4)

孔番	地層区分	土質名	深度 (m)	100mm毎の打撃回数 (回)			実測 N値	補正 N値	換算 N値	採用 N値
No.4	礫質土1層【GF1】 (0.00~6.00m)	玉石混じり砂礫	1.15~1.45	10	7	17	34	27	—	27
			2.15~2.33	15	35/80	—	50/180	46	—	46
			3.15~3.45	6	10	10	26	16	—	16
			4.15~4.45	25	12	9	46	31	—	31
			5.15~5.28	38	12/10	—	50/110	65	136	65
	砂岩・泥岩互層【A1】 (6.00~6.50m)	砂岩・泥岩互層	6.15~6.26	45	5/10	—	50/110	—	136	136

GF1層のN値は16~50以上を得、相対密度は「中位~非常に密な」に評価される。
A1層（砂岩・泥岩互層）のD~CL級のN値は50以上となる。

4.3 室内土質試験結果

a. 試験方針

室内土質試験は、土の基本的性質や土の種類等を把握し、地盤定数 ϕ の算定式の選定に利用し、液状化検討の基礎試料とするために実施した。

【試験項目】

- ・試験項目は、物理試験（土粒子の密度試験、土の含水比試験、土の粒度試験）の3項目を実施した。

【試験実施箇所】

- ・室内土質試験は、基盤岩上位の未固結土層（GF1層[GF1a層を含む]及びGF2層）の標準貫入試験試料を用いて実施した。
- ・土の密度試験は及び土の含水比試験は、柱状図に示す各層で1箇所以上を実施し、層厚が厚い場合（5m程度）は2～3mに1箇所を目安に実施した。
- ・土の粒度試験は、未固結土層の全試料（試料量が少なく試験を実施できなかったNo.1[GL-12.0～12.04m]を除く）で実施した。
- ・試験に用いた標準貫入試験試料数は、No.1孔は12試料、No.2孔は4試料、No.3孔は4試料、No.4孔は5試料の全25試料である。試験実施箇所は、前掲の図-1.2.2～図-1.2.5のコア写真及び数量柱状図に示す。

b. 試験結果

試験方針に従い土質試験を実施した。試験結果は、表-4.3.1に土質試験結果一覧表として整理した。なお、各ボーリングの土質試験結果の詳細は巻末資料の「室内土質試験データシート」を参照されたい。

表-4.3.1 土質試験結果一覧表

孔番	試料番号	試料採取深度 (GL-m)				N値	地層名	土質名	物理特性																	透水係数k (Creager表 推定値)
									一般		粒度分布										材料分類					
		土粒子密度		自然含水比	礫分				砂分	シルト分	粘土分	細粒分 含有率	均等 係数	曲率 係数	最大 粒径	50% 粒径	20% 粒径	10% 粒径	土の分類名	分類 記号						
		ρ_s	w	Fe								Uc	Uc'	D50		D20	D10									
		m	%	g/cm ³	%				%	%	%	mm	mm	mm	mm	cm/sec										
No. 1	P1-1	1.00	~	1.50	1.25	4	GF1a	シルト混じり砂礫	2.685	8.5	64.4	28.6	7.0	7.0	72.66	1.01	26.5	6.5906	0.4384	0.1346	細粒分まじり砂質礫	GS-F	4.97.E-02			
	P1-2	2.00	~	2.45	2.23	18	GF1	玉石混じり砂礫			60.2	29.1	10.7	10.7	※	※	37.5	4.6252	0.3709	※	細粒分まじり砂質礫	GS-F	3.33.E-02			
	P1-3	3.00	~	3.43	3.22	26	GF1	玉石混じり砂礫	2.682	11.9	69.1	23.1	7.8	7.8	47.52	2.69	26.5	5.0908	0.8763	0.1680	細粒分まじり砂質礫	GS-F	2.62.E-01			
	P1-4	4.00	~	4.45	4.23	24	GF1	玉石混じり砂礫			72.1	17.1	10.8	10.8	※	※	37.5	6.3357	0.6430	※	細粒分まじり砂質礫	GS-F	1.25.E-01			
	P1-5	5.00	~	5.45	5.23	29	GF1	玉石混じり砂礫	2.691	10.7	71.0	18.4	10.6	10.6	※	※	26.5	6.5084	0.6664	※	細粒分まじり砂質礫	GS-F	1.36.E-01			
	P1-6	6.00	~	6.45	6.23	37	GF2	玉石混じり砂礫			56.8	32.4	10.8	10.8	※	※	26.5	3.5425	0.3301	※	細粒分まじり砂質礫	GS-F	2.52.E-02			
	P1-7	7.00	~	7.31	7.16	66	GF2	玉石混じり砂礫	2.691	11.4	66.1	24.2	9.7	9.7	132.49	2.11	37.6	6.6591	0.4519	0.0811	細粒分まじり砂質礫	GS-F	5.35.E-02			
	P1-8	8.00	~	8.39	8.20	41	GF2	玉石混じり砂礫			65.5	24.4	10.1	10.1	※	※	37.5	6.4051	0.3879	※	細粒分まじり砂質礫	GS-F	3.71.E-02			
	P1-9	9.00	~	9.18	9.09	60	GF2	玉石混じり砂礫			55.2	32.9	11.9	11.9	※	※	37.6	3.7129	0.2673	※	細粒分まじり砂質礫	GS-F	1.52.E-02			
	P1-10	10.00	~	10.35	10.18	55	GF2	玉石混じり砂礫	2.704	12.9	59.8	29.4	10.8	10.8	※	※	37.5	4.6593	0.3431	※	細粒分まじり砂質礫	GS-F	2.39.E-02			
	P1-11	11.00	~	11.45	11.23	32	GF2	玉石混じり砂礫			67.6	22.3	10.1	10.1	※	※	26.5	5.4519	0.4077	※	細粒分まじり砂質礫	GS-F	4.18.E-02			
P1-13	13.00	~	13.32	13.16	77	GF2	玉石混じり砂礫	2.681	10.8	71.4	19.2	9.4	9.4	100.25	6.63	26.5	6.1393	0.3518	0.0864	細粒分まじり砂質礫	GS-F	1.11.E-01				
No. 2	P2-1	1.00	~	1.45	1.23	13	GF1	シルト質砂礫	2.672	7.8	36.2	32.4	17.9	13.5	31.4	820.25	3.53	19.0	0.2521	0.0137	0.0012	細粒分質砂質礫	GFS	1.21.E-05		
	P2-2	2.00	~	2.45	2.23	24	GF1	玉石混じり砂礫			65.5	26.3	8.2	8.2	52.01	2.35	37.5	4.6709	0.6050	0.1338	細粒分まじり砂質礫	GS-F	1.08.E-01			
	P2-3	3.00	~	3.45	3.23	21	GF1	玉石混じり砂礫	2.679	10.8	74.5	20.7	4.8	4.8	50.58	3.27	26.5	8.6551	1.0326	0.2250	砂質礫	GS	3.89.E-01			
	P2-4	4.00	~	4.45	4.23	19	GF1	玉石混じり砂礫			75.7	17.4	6.9	6.9	39.55	3.60	26.5	7.7175	1.3502	0.2570	細粒分まじり砂質礫	GS-F	7.40.E-01			
No. 3	P3-1	1.00	~	1.45	1.23	13	GF1	シルト混じり砂礫	2.683	4.0	61.3	33.5	5.2	5.2	24.84	1.07	26.5	3.7640	0.6239	0.2324	細粒分まじり砂質礫	GS-F	1.16.E-01			
	P3-2	2.00	~	2.45	2.23	27	GF1	玉石混じり砂礫			65.2	26.2	8.6	8.6	63.94	2.06	26.5	5.0643	0.4836	0.1154	細粒分まじり砂質礫	GS-F	6.30.E-02			
	P3-3	3.00	~	3.45	3.23	27	GF1	玉石混じり砂礫	2.674	7.7	63.1	28.9	8.0	8.0	49.52	1.66	26.5	4.5518	0.4604	0.1257	細粒分まじり砂質礫	GS-F	5.60.E-02			
	P3-4	4.00	~	4.45	4.23	31	GF1	玉石混じり砂礫			63.7	27.6	8.5	8.5	46.44	2.30	19.0	3.9855	0.6441	0.1345	細粒分まじり砂質礫	GS-F	1.25.E-01			
No. 4	P4-1	1.00	~	1.45	1.23	27	GF1	玉石混じり砂礫	2.684	8.0	73.4	21.0	5.6	5.6	46.61	2.78	26.5	7.3828	0.9893	0.2384	細粒分まじり砂質礫	GS-F	3.51.E-01			
	P4-2	2.00	~	2.33	2.17	46	GF1	玉石混じり砂礫			62.7	27.9	9.4	9.4	59.70	3.08	26.5	3.7533	0.5095	0.0924	細粒分まじり砂質礫	GS-F	7.14.E-02			
	P4-3	3.00	~	3.45	3.23	16	GF1	玉石混じり砂礫			73.5	20.1	6.4	6.4	37.34	2.96	37.5	6.9862	1.0758	0.2500	細粒分まじり砂質礫	GS-F	4.29.E-01			
	P4-4	4.00	~	4.45	4.23	31	GF1	玉石混じり砂礫	2.693	10.4	74.2	20.6	5.2	5.2	19.98	3.15	19.0	5.1390	1.2660	0.3236	細粒分まじり砂質礫	GS-F	6.34.E-01			
	P4-5	5.00	~	5.26	5.13	65	GF1	玉石混じり砂礫			65.0	25.8	9.2	9.2	83.68	2.14	37.5	5.0924	0.4892	0.0991	細粒分まじり砂質礫	GS-F	6.47.E-02			

(1) 土粒子の密度 ρ_s (g/cm³)

土粒子の密度は、土の基本的性質の指標の一つで、土の構成物質の平均的な密度を示しており、粘土鉱物や岩石を構成する鉱物の場合 2.50～3.00 (g/cm³) 程度のものが多い。代表的な土粒子の密度は表-4.3.2 に示されており、一般的な無機質土（沖積砂質土や粘性土等）では 2.6～2.8 (g/cm³) のごく狭い範囲の値を示す。土に有機物が含まれる場合は、一般に密度が 2.6 (g/cm³) より小さな値を示し、沈下変形等の問題を生じやすい土性になる場合が多いとされている。

表-4.3.2 から、沖積砂質土が $\rho_s=2.60\sim2.80$ (g/cm³) の一般値の範囲が示されている。

試験結果は下記のとおりで（表-4.3.3 の試験結果一覧表参照）、一般的な土の性状を示す。

- ・ GF1a 層（礫質土 1a 層）…………… $\rho_s=2.685$ (g/cm³)
- ・ GF1 層（礫質土 1 層）…………… $\rho_s=2.672\sim2.693$ (g/cm³)
- ・ GF2 層（礫質土 2 層）…………… $\rho_s=2.681\sim2.704$ (g/cm³)

表-4.3.2 主な鉱物と土粒子の密度の例（嘉門・浅川に加筆修正）

鉱物名	密度 ρ_s (g/cm ³)	土質名	密度 ρ_s (g/cm ³)
石英	2.6～2.7	豊浦砂	2.64
長石	2.5～2.8	沖積砂質土層	2.6～2.8
雲母	2.7～3.2	沖積粘土層	2.50～2.75
角閃石	2.9～3.5	洪積砂質土層	2.6～2.8
輝石	2.8～3.7	洪積粘性土層	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	まき土	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

【(公社)地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説-二分冊の1-, p.101, 2009.】

表-4.3.3 土粒子の密度試験結果一覧表

孔番	試料番号	試料採取深度 (G.L-m)			N値	地層名	土質名	物理特性				
								一般				
								土粒子密度 ρ (g/cm ³)				
		上部	下部	平均				試験値	平均値	最小値	最大値	
		m	~	m	m							
No.1	P1-1	1.00	~	1.50	1.25	4	GF1a	シルト混じり砂礫	2.685	2.685	2.685	2.685
No.1	P1-3	3.00	~	3.43	3.22	26	GF1	玉石混じり砂礫	2.682	2.682	2.672	2.693
	P1-5	5.00	~	5.45	5.23	29	GF1	玉石混じり砂礫	2.691			
No.2	P2-1	1.00	~	1.45	1.23	13	GF1	シルト質砂礫	2.672			
	P2-3	3.00	~	3.45	3.23	21	GF1	玉石混じり砂礫	2.679			
No.3	P3-1	1.00	~	1.45	1.23	13	GF1	シルト混じり砂礫	2.683			
	P3-3	3.00	~	3.45	3.23	27	GF1	玉石混じり砂礫	2.674			
No.4	P4-1	1.00	~	1.45	1.23	27	GF1	玉石混じり砂礫	2.684			
	P4-4	4.00	~	4.45	4.23	31	GF1	玉石混じり砂礫	2.693			
No.1	P1-7	7.00	~	7.31	7.16	66	GF2	玉石混じり砂礫	2.694	2.693	2.681	2.704
	P1-10	10.00	~	10.35	10.18	55	GF2	玉石混じり砂礫	2.704			
	P1-13	13.00	~	13.32	13.16	77	GF2	玉石混じり砂礫	2.681			

(2) 自然含水比 W_n (%)

自然含水比は土の状態を表す基本的なものであり、土の強度の定性的な判断の参考になる。表-4.3.4に、含水比の一般値が示されている。沖積砂質土は $W=10\sim30$ (%) の範囲である。

試験結果は下記のとおりである(表-4.3.5の試験結果一覧表参照)。GF1a層及びGF1層では、一般値の下限值 10%程度をやや下回る値を示す。GF2層では、一般値の下限值 10%程度であった。全体的に含水比が低いのは、細粒分の含有量が少なく、礫分の含有量が多いことなどが理由と考えられる。

- ・GF1a層(礫質土1a層) $W_n=8.5\%$
- ・GF1層(礫質土1層) $W_n=4.0\sim11.9\%$
- ・GF2層(礫質土2層) $W_n=10.8\sim12.9\%$

表-4.3.4 土の密度と含水比の概略値

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

【(公社)地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説-二分冊の1-, p.181, 2009.】

表-4.3.5 土の含水比試験結果一覧表

孔番	試料番号	試料採取深度 (GL-m)				N値	地層名	土質名	物理特性			
									一般			
									自然含水比 W (%)			
		上部	下部	平均					試験値	平均値	最小値	最大値
No. 1	P1-1	1.00	～	1.50	1.25	4	GF1a	シルト混じり砂礫	8.5	8.5	8.5	8.5
No. 1	P1-3	3.00	～	3.43	3.22	26	GF1	玉石混じり砂礫	11.9	8.9	4.0	11.9
	P1-5	5.00	～	5.45	5.23	29	GF1	玉石混じり砂礫	10.7			
No. 2	P2-1	1.00	～	1.45	1.23	13	GF1	シルト質砂礫	7.8			
	P2-3	3.00	～	3.45	3.23	21	GF1	玉石混じり砂礫	10.8			
No. 3	P3-1	1.00	～	1.45	1.23	13	GF1	シルト混じり砂礫	4.0			
	P3-3	3.00	～	3.45	3.23	27	GF1	玉石混じり砂礫	7.7			
No. 4	P4-1	1.00	～	1.45	1.23	27	GF1	玉石混じり砂礫	8.0			
	P4-4	4.00	～	4.45	4.23	31	GF1	玉石混じり砂礫	10.4			
No. 1	P1-7	7.00	～	7.31	7.16	66	GF2	玉石混じり砂礫	11.4	11.7	10.9	12.9
	P1-10	10.00	～	10.95	10.18	55	GF2	玉石混じり砂礫	12.9			
	P1-13	13.00	～	13.32	13.16	77	GF2	玉石混じり砂礫	10.8			

(3) 土の粒度試験

【粒度加積曲線】

粒度加積曲線から土粒子の粒径の分布範囲と分布の特徴がわかり、土の粒度特性が判断できる。粒度による土の一般的特徴を図-4.3.2に示す。

- A : 粒径が広い範囲にわたって分布する締固め特性の良い土。
「粒度が良い土」といわれる。
- B : 粒径が狭い範囲に集中している締固め特性の悪い土。
「粒度が悪い土」といわれる。
- C : 細粒分が多い土。

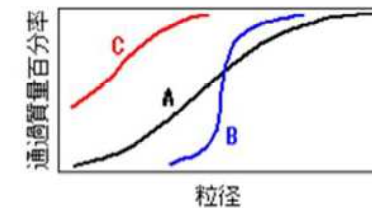


図-4.3.2 粒度加積曲線の例

【粒度分布の良否の判定】

粒度加積曲線より求められる均等係数 U_c (値が大きいほど傾きが緩い)・曲率係数 U_c' (値が大きいほどなだらかな)は、粒度分布の状態を知るために、粒度加積曲線の広がりや形状を数値的に表した指数であり、「日本統一土質分類法」での粒度分布の良否の判定は、下記のとおりとしている。

$$\begin{aligned}
 U_c \geq 10, 1 < U_c' &\leq \sqrt{U_c} && \text{:「粒度が良い」} \\
 U_c < 10 &&& \text{:「均等粒度, 粒度が悪い」} \\
 U_c \geq 10, U_c' \leq 1 \text{ 又は } U_c' > \sqrt{U_c} &&& \text{:「階段粒度, 粒度が悪い」}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ここに, } U_c &= \frac{D_{60}}{D_{10}} && D_{10}: 10\% \text{ 粒径 (mm)} \\
 U_c' &= \frac{(D_{30})^2}{(D_{10} \times D_{60})} && D_{30}: 30\% \text{ 粒径 (mm)} \\
 &&& D_{60}: 60\% \text{ 粒径 (mm)}
 \end{aligned}$$

次頁以降に粒度試験結果を示す。各層毎に図-4.3.3～図-4.3.6の粒度加積曲線図として整理した。均等係数 U_c 及び曲率係数 U_c' は、表-4.3.6の粒度分布の良否判定結果一覧表として整理した。また、図-4.3.7に土質材料の工学的分類体系図を示す。

① GF1a層(礫質土1a層)

粒度組成は、礫分 64.4%、砂分 28.6%、細粒分 7.0%で、日本統一土質分類では、細粒分混じり砂質礫(GS-F)に分類される。粒度分布は、「粒度が良い」の性状を示す(表-4.3.6 参照)。

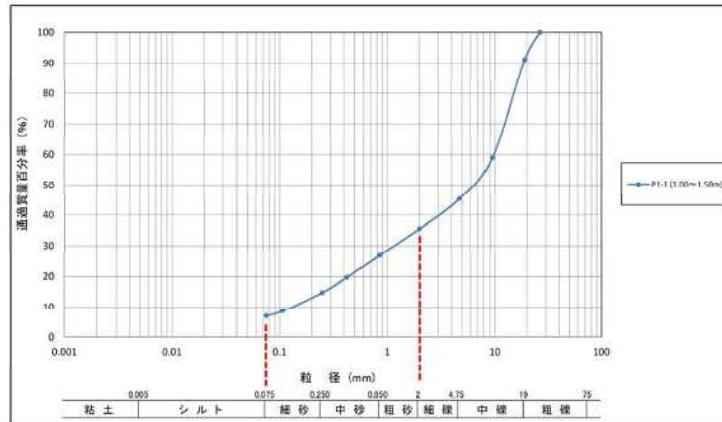


図-4.3.3 GF1a層粒度加積曲線図

③ GF2層(礫質土2層)

粒度組成は、礫分 55.2~71.4%、砂分 19.2~32.9%、細粒分 9.4~11.9%で、日本統一土質分類では、細粒分混じり砂質礫(GS-F)に分類される。粒度分布は「粒度が良い」の性状を示す(表-4.3.6 参照)。

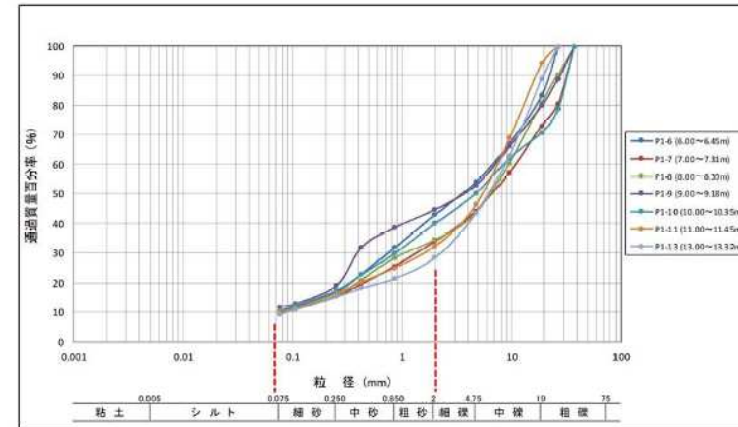


図-4.3.5 GF2層粒度加積曲線図

② GF1層(礫質土1層)

粒度組成は、礫分 36.2~75.7%、砂分 17.1~33.5%、細粒分 4.8~31.4%で、日本統一土質分類では、細粒分質砂質礫(GSF)~細粒分混じり砂質礫(GS-F)~砂質礫(GS)に分類される。粒度分布は、「粒度が良い」の性状を示す(表-4.3.6 参照)。

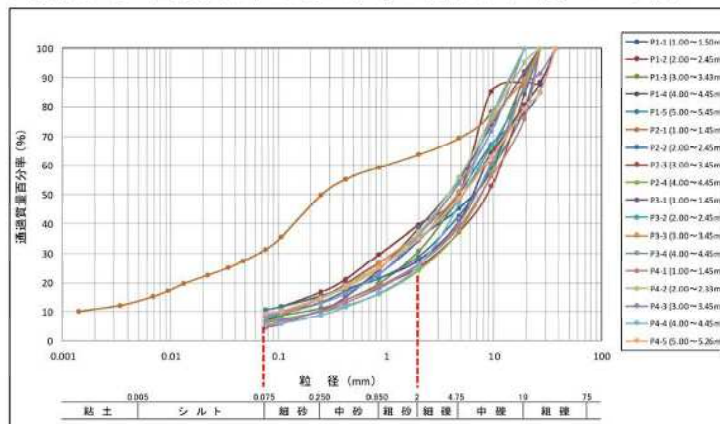
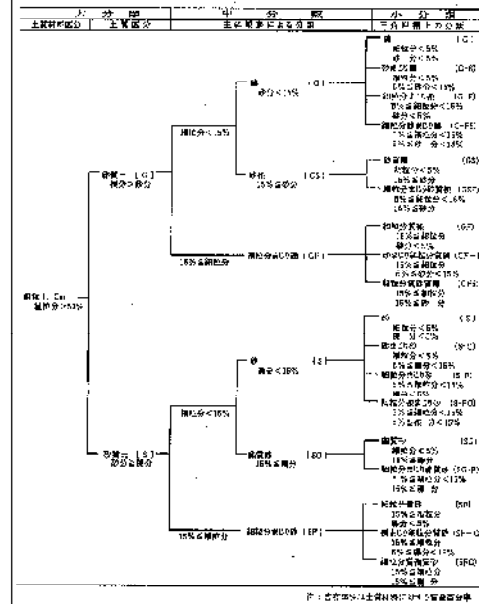


図-4.3.4 GF1層粒度加積曲線図

表-4.3.6 粒度分布の良否判定結果一覧表

孔番	試料番号	試料採取深度 (Gt-m)				N値	地層名	土質名	物理特性			粒度分布の 良否判定		
		上部	下部	平均	粒度分布									
					均等 係数				曲率 係数					
											Uc		Uc'	√Uc
											試験値			
No. 1	P1-1	1.00	～	1.50	1.25	4	GF1a	シルト混じり砂礫	72.66	1.01	8.52	粒度が良い		
No. 1	P1-2	2.00	～	2.45	2.23	18	GF1	玉石混じり砂礫	※	※	※	-		
	P1-3	3.00	～	3.43	3.22	26	GF1	玉石混じり砂礫	47.52	2.69	6.89	粒度が良い		
	P1-4	4.00	～	4.45	4.23	24	GF1	玉石混じり砂礫	※	※	※	-		
	P1-5	5.00	～	5.45	5.23	29	GF1	玉石混じり砂礫	※	※	※	-		
	P2-1	1.00	～	1.45	1.23	13	GF1	シルト質砂礫	820.25	3.53	28.64	粒度が良い		
No. 2	P2-2	2.00	～	2.45	2.23	24	GF1	玉石混じり砂礫	52.01	2.35	7.21	粒度が良い		
	P2-3	3.00	～	3.45	3.23	21	GF1	玉石混じり砂礫	50.58	3.27	7.11	粒度が良い		
	P2-4	4.00	～	4.45	4.23	19	GF1	玉石混じり砂礫	39.55	3.60	6.29	粒度が良い		
	P3-1	1.00	～	1.45	1.23	13	GF1	シルト混じり砂礫	24.84	1.07	4.98	粒度が良い		
No. 3	P3-2	2.00	～	2.45	2.23	27	GF1	玉石混じり砂礫	63.94	2.06	8.00	粒度が良い		
	P3-3	3.00	～	3.45	3.23	27	GF1	玉石混じり砂礫	49.52	1.66	7.64	粒度が良い		
	P3-4	4.00	～	4.45	4.23	31	GF1	玉石混じり砂礫	46.44	2.30	6.81	粒度が良い		
	P4-1	1.00	～	1.45	1.23	27	GF1	玉石混じり砂礫	46.61	2.78	6.83	粒度が良い		
No. 4	P4-2	2.00	～	2.33	2.17	46	GF1	玉石混じり砂礫	59.70	3.08	7.73	粒度が良い		
	P4-3	3.00	～	3.45	3.23	16	GF1	玉石混じり砂礫	37.34	2.96	6.11	粒度が良い		
	P4-4	4.00	～	4.45	4.23	31	GF1	玉石混じり砂礫	19.98	3.15	4.47	粒度が良い		
	P4-5	5.00	～	5.26	5.13	65	GF1	玉石混じり砂礫	83.68	2.14	9.15	粒度が良い		
	P1-6	6.00	～	6.45	6.23	37	GF2	玉石混じり砂礫	※	※	※	-		
No. 1	P1-7	7.00	～	7.31	7.16	66	GF2	玉石混じり砂礫	132.49	2.11	11.51	粒度が良い		
	P1-8	8.00	～	8.39	8.20	41	GF2	玉石混じり砂礫	※	※	※	-		
	P1-9	9.00	～	9.18	9.09	60	GF2	玉石混じり砂礫	※	※	※	-		
	P1-10	10.00	～	10.35	10.18	55	GF2	玉石混じり砂礫	※	※	※	-		
	P1-11	11.00	～	11.45	11.23	32	GF2	玉石混じり砂礫	※	※	※	-		
	P1-12	13.00	～	13.32	13.16	77	GF2	玉石混じり砂礫	100.25	6.63	10.01	粒度が良い		

(b-1) 粗粒土の工学的分類体系



(c) 細粒分 5%未満の粗粒土の細分類

均等係数の範囲	分類記号	記号
$U_c \geq 10$	粒徑の広い	W
$U_c < 10$	分級された	P

(d) 細粒分 5%以上混入粗粒土の細分類

細粒分の別結果	記号	分類記号
粘性土	Cs	粘性土混じり○○ 粘性土混じり○
有機質土	O	有機質土混じり○○ 有機質土混じり○
火山灰質土	V	火山灰質土混じり○○ 火山灰質土混じり○

(e) 細粒分 5%以上混入細粒土の細分類

砂分混入率	砂分混入率	土質名称	分類記号
砂分 < 5%	砂分 < 5%	粗粒土	D
砂分 < 5%	5% < 砂分 < 15%	砂質粗粒土	D-G
5% < 砂分 < 15%	砂分 < 5%	砂質粗粒土	D-G
5% < 砂分 < 15%	5% < 砂分 < 15%	砂質粗粒土	D-G
5% < 砂分 < 15%	5% < 砂分 < 15%	砂質粗粒土	D-G
5% < 砂分 < 15%	5% < 砂分 < 15%	砂質粗粒土	D-G
5% < 砂分 < 15%	5% < 砂分 < 15%	砂質粗粒土	D-G
5% < 砂分 < 15%	5% < 砂分 < 15%	砂質粗粒土	D-G
5% < 砂分 < 15%	5% < 砂分 < 15%	砂質粗粒土	D-G
5% < 砂分 < 15%	5% < 砂分 < 15%	砂質粗粒土	D-G

注: 含有率は土質材料に対する質量百分率

(b-2) 主に細粒土の工学的分類体系

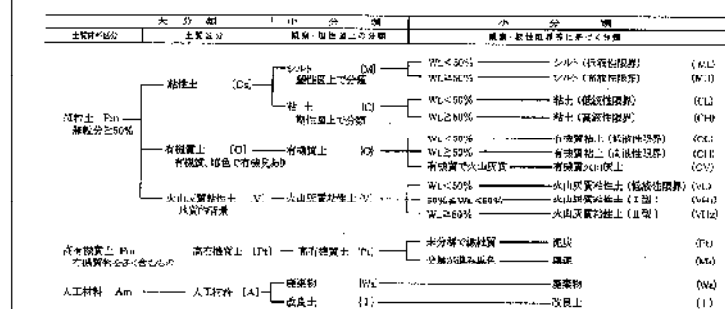


図-4.3.6 土質材料の工学的分類体系図

(公社)地盤工学会: 地盤材料試験の方法と解説-二分冊の1-, p56, 2009.

(4) Creager 法による透水係数の推定

参考までに、粒度試験結果から D_{20} (20% 粒径) を用いて、表-4.3.7 に示す Creager の表より各層の透水係数 k (cm/s) の推定を行った。透水係数の推定値は、前出の表-4.3.1 の室内土質試験一覧表に示す。ここでは、表-4.3.6 に各層別の透水係数推定値を一覧表として示す。透水度の判定は表-4.3.8 を参考とした。

表-4.3.6 各層別の透水係数(推定値)一覧表

記号	地層区分	土質名	透水係数 k		透水度の判定
			範囲 (Creager 表から推定値) (cm/s)	平均値 (cm/s)	
GF1a	礫質土1a層	シルト混じり砂礫	4.97.E-02 ~ 4.97.E-02	4.97.E-02	中位
GF1	礫質土1層	シルト混じり砂礫～ 玉石混じり砂礫～ シルト質砂礫	1.21.E-05 ~ 7.40.E-01	2.18.E-01	高い
GF2	礫質土2層	玉石混じり砂礫	1.52E-02 ~ 1.11E-01	4.39E-02	中位

表-4.3.7 Creager による D_{20} と透水係数

D_{20} (mm)	k (cm/sec)	土質分類	D_{20} (mm)	k (cm/sec)	土質分類
0.005	3.00×10^{-6}	粗粒粘土	0.18	6.85×10^{-3}	微粒砂
0.01	1.05×10^{-5}	細粒シルト	0.20	8.90×10^{-3}	
			0.25	1.40×10^{-2}	
0.02	4.00×10^{-5}	粗砂シルト	0.3	2.20×10^{-2}	中粒砂
0.03	8.50×10^{-5}		0.35	3.20×10^{-2}	
0.04	1.75×10^{-4}		0.4	4.50×10^{-2}	
0.05	2.80×10^{-4}		0.45	5.80×10^{-2}	
0.06	4.60×10^{-4}	極微粒砂	0.5	7.50×10^{-2}	
0.07	6.50×10^{-4}		0.6	1.10×10^{-1}	粗粒砂
0.08	9.00×10^{-4}		0.7	1.60×10^{-1}	
0.09	1.40×10^{-3}		0.8	2.15×10^{-1}	
0.10	1.75×10^{-3}		0.9	2.80×10^{-1}	
0.12	2.6×10^{-3}	微粒砂	1.0	3.60×10^{-1}	
0.14	3.8×10^{-3}		2.0	1.80	細レキ
0.16	5.1×10^{-3}				

建設産業調査会:地下水ハンドブック, p.286, 1982.

表-4.3.8 透水係数の概略値

透 水 度	透水係数の範囲 k (cm/sec)	土 質
高 い	10^{-1} 以上	レキ
中 位	$10^{-4} \sim 10^{-3}$	粗砂, 中砂, 微砂
低 い	$10^{-3} \sim 10^{-5}$	極微砂, シルト質砂, ゆるいシルト
きわめて低い	$10^{-5} \sim 10^{-7}$	かたいシルト, 粘土質シルト, 粘土
不 透 水	10^{-7} 以下	完全な均一粘土

土質(地盤)工学会:掘削のポイント, p.253, 1982

5. 総合解析

5.1 地盤状況

5.1 地盤状況

調査ボーリング結果等から、図-5.1.1～5.1.3の地層推定断面図を作成した。以下に調査地の地層構成と地下水状況について整理する。

(1) 地層構成

調査ボーリングによって確認された調査地の地層構成は表-5.1.1に表わす。当地の地層構成は未固結堆積物の3層及び基盤岩の2層の合計5層からなる。未固結堆積物は、No.1付近に限定されて地表面から深度1.6mに設計N値4のGF1a層が部分的に分布する。調査地全域には、地表面から深度4.6～6mに設計N値20のGF1層（礫質土1層）が分布する。GF1層の下位には、分布がNo.1付近に限定されて設計N値44と縮まったGF2層（礫質土2層）が分布する。

未固結土堆積物の下位には、深度5～14m以深に基盤岩が分布する。基盤岩は砂岩泥岩互層で、岩級区分によりD～CL級主体のA1[D～CL]層とCM級を主体としたA1[CM]層に分けられる。

表-5.1.1 地層構成表

記号	地層区分	設計N値 (N値の範囲)	出現 孔番	記事
GF1a	礫質土1a層	4 (4)	No.1孔	GL-0.45mまで耕作土。 褐～灰褐色シルト混まり砂礫からなる。 礫はφ5～35mmが混じる。
GF1	礫質土1層	20 (13～46)	全孔	GL-0.15～0.5m前後まで耕作土。 褐茶色の玉石混じり砂礫である。 砂は中砂～粗砂主体。 礫はφ5～40mm, max60mm混じる。 硬質な玉石（最大コア長300mm）の混入量が多い。
GF2	礫質土2層	44 (32～50以上)	No.1孔	灰褐～淡青灰色の玉石混じり砂礫からなる。 砂は中砂～粗砂主体。 礫はφ5～35mm, max50mmが混じる。 硬質な玉石（最大コア長330mm）の混入量が多い。
A1[D～CL]	砂岩泥岩互層 [D～CL級]	158 (136～300以上) (参考値)	No.1孔 No.2孔 No.4孔	礫状～岩片状コア主体である。 岩級区分はD級及びCL級主体で構成される。 層厚は0.5～1.6m程度と比較的薄い。
A1[CM]	砂岩泥岩互層 [CM級]	3 (参考値)	全孔	短柱状～棒状コア主体である。 コア表面はなめらかで、岩質は比較的新鮮で硬質。 岩級区分はCM主体で構成される。

① GF1a層（礫質土1a層）

当層は深度0.45mまで耕作土（粘土質砂）からなり、その下位は褐～灰褐色のシルト混じり砂礫からなる。当層の分布はNo.1付近に限定される。層厚は1.6m程度で、N値は4を得、相対密度は“緩い”に相当する。混入礫は最大礫径φ35mm程度で全般に硬い。全体的に細粒分の含有量は少なく、透水性は「中位」（粒度試験からの推定値の透水係数kは 10^{-2} (cm/s)程度）に相当する。

② GF1層（礫質土1層）

当層は深度0.15～0.5m前後まで耕作土（砂質粘土）からなり、その下位は褐茶色のシルト混じり砂礫～シルト質砂礫～玉石混じり砂礫からなる。当地の全域に分布し、層厚は4.5～6.0m程度で、設計N値20（N値13～46とバラツキあり）で相対密度は“緩い～密な”に相当する。混入礫は最大礫径φ60mm程度で全般に硬い。また、砂岩を主体とした硬質な玉石が多数混じる。玉石の最大コア長は300mm（玉石の最大推定径はφ900mm程度）であった。全体的に細粒分の含有量は少なく、透水性は「高い」（粒度試験からの推定値の透水係数kは 10^{-1} (cm/s)程度）に相当する。

なお、当層ではNo.1付近に限ってGF1a層が部分的に分布する。褐～灰褐色のシルト混じり砂礫からなる。N値は4を得、相対密度は“緩い”に相当する。

③ GF2層（礫質土2層）

当層は灰褐～淡青灰色の玉石混じり砂礫主体である。Bor.No.1付近に限って分布し、当層の上面は概ね水平に分布すると想定される。層厚はNo.1付近では8m程度と比較的厚いが、No.2及びNo.3へと層厚は減少し、No.2及びNo.3付近で当層は消失する。設計N値44（N値32～50以上とバラツキがあり）で相対密度は“中位～非常に密な”に相当し、縮まった土層である。礫の最大礫径はφ50mm程度で硬質なものが多い。また、砂岩を主体とした硬質な玉石が多数混在し、玉石の最大コア長は330mm（玉石の最大推定径はφ900mm程度）である。全体的に細粒分の含有量は少なく、透水性は「中位」（粒度試験からの推定値の透水係数kは 10^{-2} (cm/s)程度）に相当する。

④ A1層（砂岩泥岩互層）[D～CL級]

基盤岩のD～CL級層は、砂岩泥岩互層からなる。コア性状は、礫状～岩片状主体で、部分的に短棒状が認められる。設計N値158（N値50以上）を得る。当層は深度4.65～13.8m以深に分布する。当層の上面は、河川縦断、横断方向でNo.1に向かって緩やかに傾斜（3～5°程度）するが、No.2、No.3付近から上流側では概ね水平である。層厚は0.5～1.6m程度と比較的薄く、水平方向の連続性はNo.3まで達していない。

⑤ A1層（砂岩泥岩互層）[CM級]

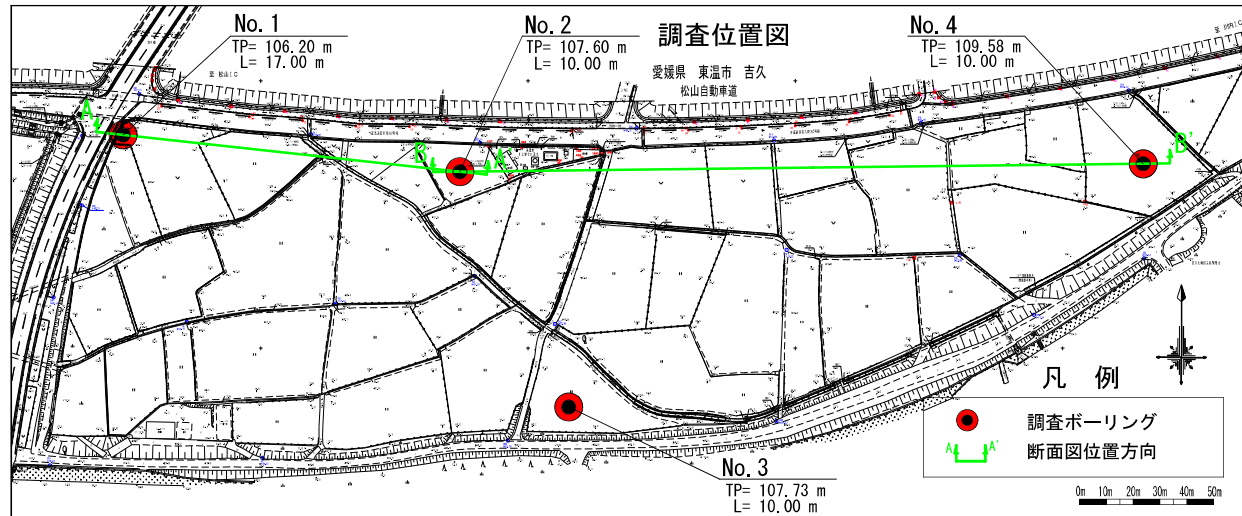
基盤岩のCM級層は、砂岩泥岩互層からなる。コア性状は、短柱状～棒状主体で、コ

ア表面はなめらかで、岩質は比較的新鮮で硬質である。N値は局所的に 250 を得る。当層は全域に分布し、上面形状は A1[D~CL]層と同様の傾斜である。層厚は 1.6~5m 程度を確認した。

(2) 地下水状況

ボーリング掘進時の最高水位は GL-1.56~3.21m 付近で確認され、地下水位は地表近くに分布する。調査時期は、令和 4 年 9 月下旬~10 月中旬で比較的雨量の少ない時期であったため、多雨期では地下水位がさらに上昇する可能性がある。地下水位の上面は、GF1 層に位置する。GF1 層は、全般に細粒分の少ない砂礫主体の土層であり、透水性は「高い」（粒度試験からの推定値の透水係数 k は 10^{-1} (cm/s) 程度）に相当する。よって、地下水は流動しやすい地盤状況と考えられる。

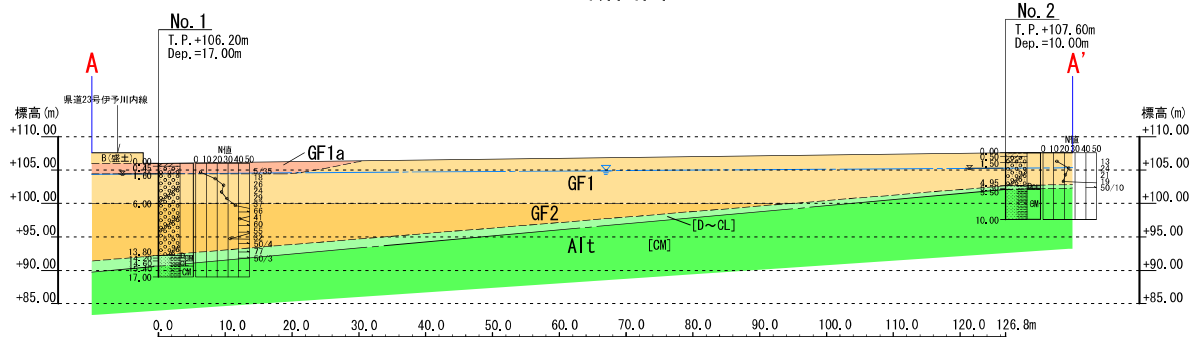
図-5.1.1 地層推定断面図(1) [A-A'断面,B-B'断面] s=1:800



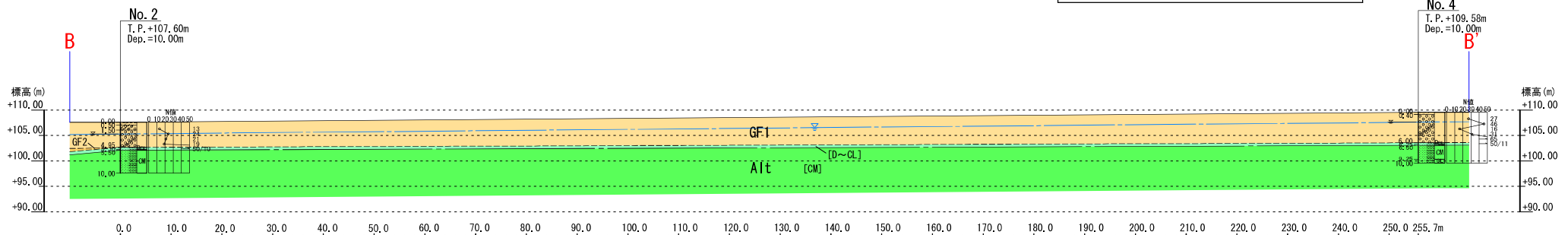
地層凡例

記号	地層区分	設計N値 (N 値)	出現 孔番	記 事
GF1a	礫質土1a層	4 (4)	No. 1孔	GL~0.45mまで耕作土、層厚は1.6m程度と薄い、 褐～灰褐色のシルト混じり砂礫からなる。 礫はφ5~35mmが混じる。
GF1	礫質土1層	20 (13~46)	全孔	GL~0.15~0.5mまで耕作土、 褐褐色の玉石混じり砂礫主体である。 砂は中砂~粗砂主体、 礫はφ5~40mm、max60mmが混じる。 硬質な玉石(最大コア長300mm)の混入量が多い。
GF2	砂質土2層	44 (32~50以上)	No. 1孔	灰褐～淡青灰色の玉石混じり砂礫からなる。 砂は中砂~粗砂主体、 礫はφ5~35mm、max50mmが混じる。 硬質な玉石(最大コア長330mm)の混入量が多い。
A1 [D~CL]	砂岩 泥岩互層 [D~CL級]	158 (136~ ~300以上) <参考値>	No. 1孔 No. 2孔 No. 4孔	礫状～岩片状コア主体である。 岩級区分はD級及びCL級主体で構成される。 層厚は0.5~1.6m程度と比較的薄い。
A1 [CM]	砂岩 泥岩互層 [CM級]	250 <参考値>	全孔	短棒状～棒状コア主体である。 コア表面はなめらかで、岩質は比較的新鮮硬質。 岩級区分はCM級主体で構成される。

A-A' 断面図



B-B' 断面図



断面図凡例

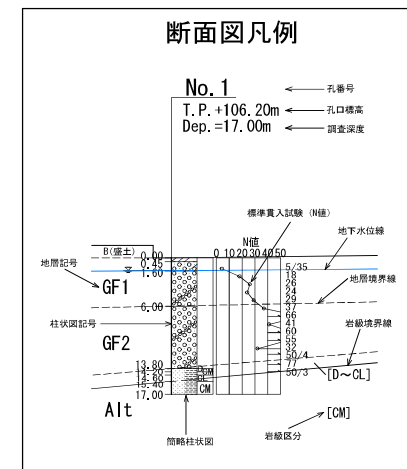
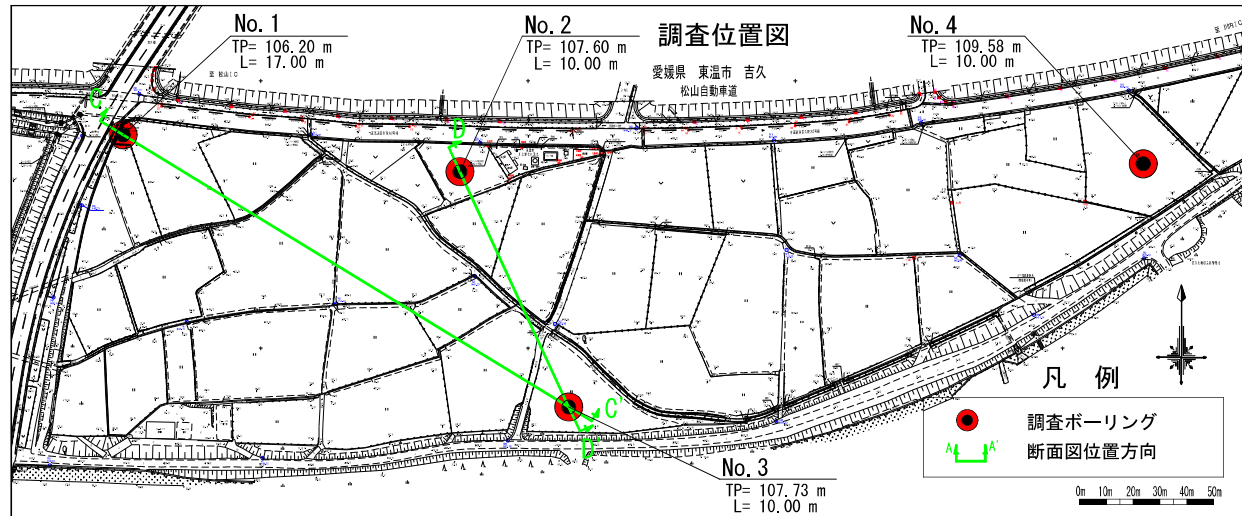


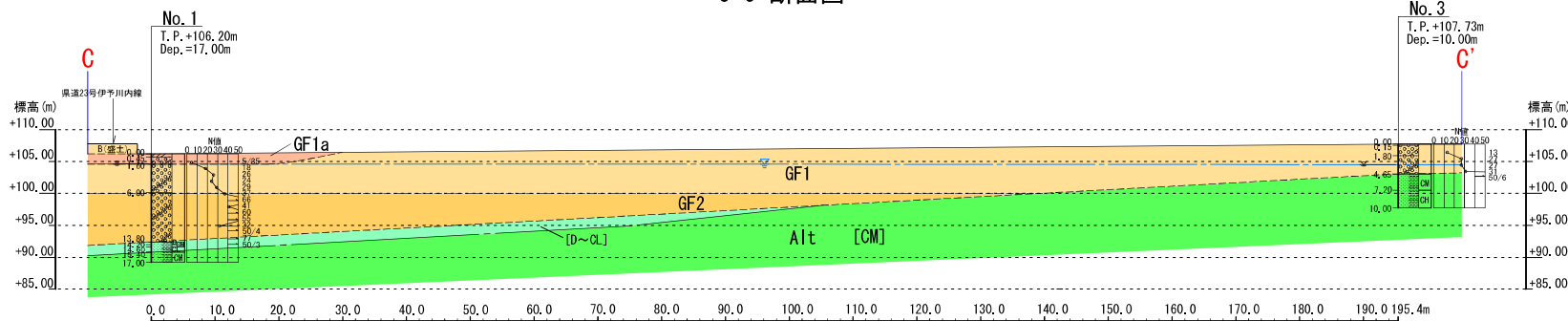
図-5.1.2 地層推定断面図 (2) [C-C' 断面, D-D' 断面] s=1:800



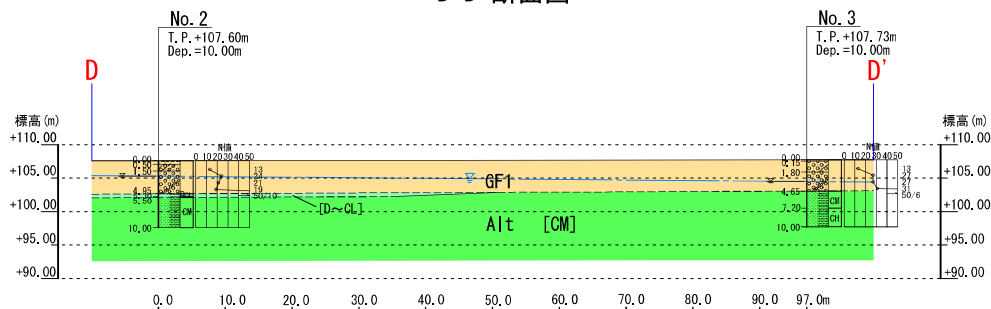
地層凡例

記号	地層区分	設計N値 (N 値)	出現 孔番	記 事
GF1a	礫質土1a層	4 (4)	No. 1孔	GL~0.45mまで耕作土、層厚は1.6m程度と薄い。 褐～灰褐色のシルト混じり砂礫からなる。 礫はφ5~35mmが混じる。
GF1	礫質土1層	20 (13~46)	全孔	GL~0.15~0.5mまで耕作土。 褐茶色の玉石混じり砂礫主体である。 砂は中砂~粗砂主体、 礫はφ5~40mm, max60mmが混じる。 硬質な玉石（最大コア長300mm）の混入量が多い。
GF2	砂質土2層	44 (32~50以上)	No. 1孔	灰褐～淡青灰色の玉石混じり砂礫からなる。 砂は中砂~粗砂主体。 礫はφ5~35mm, max50mmが混じる。 硬質な玉石（最大コア長330mm）の混入量が多い。
A1 [D~CL]	砂岩 泥岩互層 [D~CL級]	158 (136~300以上) <参考値>	No. 1孔 No. 2孔 No. 4孔	礫状～岩片状コア主体である。 岩級区分はD級及びCL級主体で構成される。 層厚は0.5~1.6m程度と比較的薄い。
A1 [CM]	砂岩 泥岩互層 [CM級]	250 <参考値>	全孔	短棒状～棒状コア主体である。 コア表面はなめらかで、岩質は比較的新鮮硬質。 岩級区分はCM級主体で構成される。

C-C' 断面図



D-D' 断面図



断面図凡例

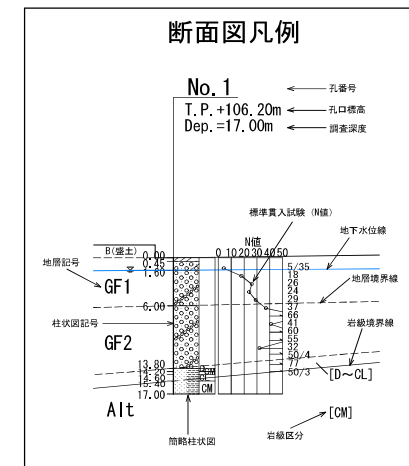
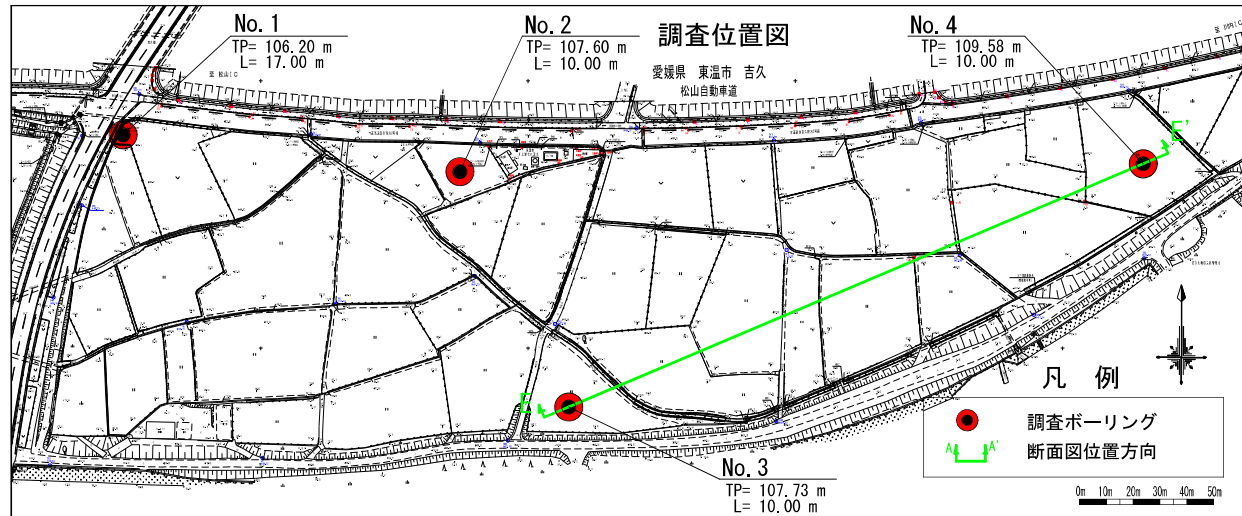


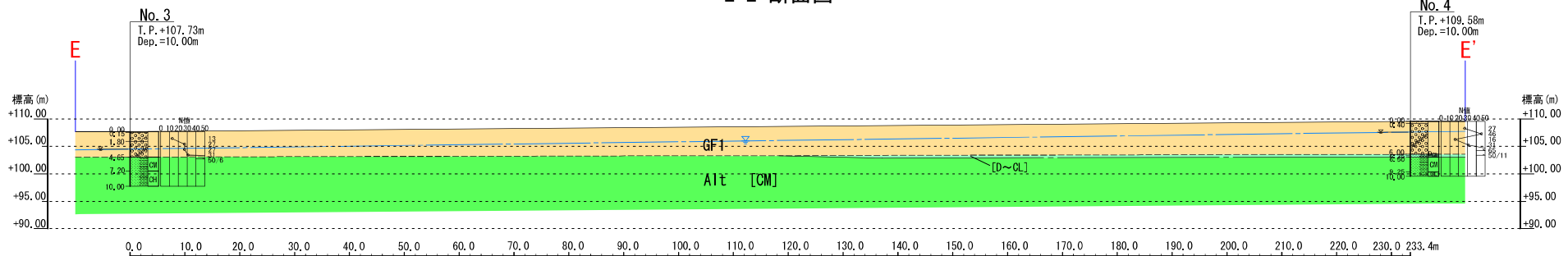
図-5.1.3 地層推定断面図 (3) [E-E' 断面図] s=1:800



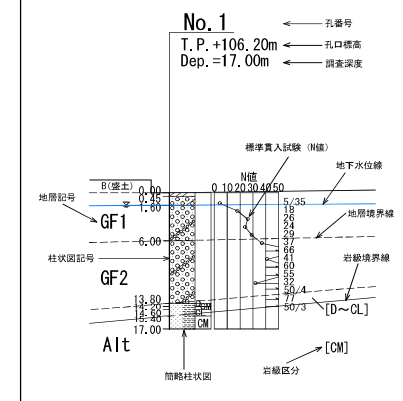
地層凡例

記号	地層区分	設計N値 (N 値)	出現 孔番	記 事
GF1a	礫質土1a層	4 (4)	No. 1孔	GL~0.45mまで耕作土、層厚は1.6m程度と薄い、 褐～灰褐色のシルト混じり砂礫からなる。 礫はφ5～35mmが混じる。
GF1	礫質土1層	20 (13~46)	全孔	GL~0.15~0.5mまで耕作土、 褐茶色の玉石混じり砂礫主体である。 砂は中砂～粗砂主体、 礫はφ5～40mm、max50mmが混じる。 硬質な玉石（最大コア長300mm）の混入量が多い。
GF2	砂質土2層	44 (32~50以上)	No. 1孔	灰褐～淡青灰色の玉石混じり砂礫からなる。 砂は中砂～粗砂主体、 礫はφ5～35mm、max50mmが混じる。 硬質な玉石（最大コア長330mm）の混入量が多い。
A1 [D~CL]	砂岩 泥岩互層 [D~CL級]	158 (136~ ~300以上) <参考値>	No. 1孔 No. 2孔 No. 4孔	礫状～岩片状コア主体である。 岩級区分はD級及CL級主体で構成される。 層厚は0.5~1.6m程度と比較的薄い。
A1 [CM]	砂岩 泥岩互層 [CM級]	250 <参考値>	全孔	短棒状～棒状コア主体である。 コア表面はなめらかで、岩質は比較的新鮮硬質。 岩級区分はCM級主体で構成される。

E-E' 断面図



断面図凡例



5.3 液状化の検討

液状化の検討は「建築基礎構造設計指針，日本建築学会，2019，pp49～55」に準拠し実施した。まず，液状化判定が必要な対象土層の判定を行い，以降，液状化判定の方法（ F_L 値， P_L 値， D_{eq} 値），液状化判定条件を示し，対象土層に対して液状化判定結果を整理した，なお，液状化の検討は，調査ボーリング結果および土質試験結果，ボーリング掘削時の孔内水位などの情報を基に行った。

(1) 液状化判定が必要な対象土層

液状化判定が必要な土層（飽和土層）は，「建築基礎構造設計指針，日本建築学会，2019，p50」に，次のように示されている。

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

① 地表面から 20m 程度以浅の地下水位以下の飽和土層

調査ボーリングの結果，ボーリング掘進時の地下水位は GL-1.56m～3.21m の比較的浅い位置で確認された。しかし，多雨期の地下水位上昇を考慮して地下水位は地表面に設定する。地表面から深度 20m 以浅に分布する飽和土層は，GF1a 層（礫質土 1a 層），GF1 層（礫質土 1 層），GF2 層（礫質土 2 層）の 2 層である。

② 液状化判定が必要な対象土層

土質試験実施箇所は，各ボーリングの未固結土層で 1m あたり 1 箇所とした。土質試験結果から，液状化判定が必要な対象土層かどうか判定を行い，表-5.3.1 に判定結果を整理した。当地に分布する未固結土層（GF1a 層及び GF1 層，GF2 層）は全て液状化判定対象層に「該当」する。

表-5.3.1 室内土質試験結果による液状化対象層の判定表

孔番	試料番号	試料採取深度 (GL-m)				N値	地層名	土質名	物理特性															液状化 対象層
									一般		粒度分布										材料分類			
		土粒子密度	自然含水比	礫分	砂分				シルト分	粘土分	細粒分含有率	均等係数	曲率係数	最大粒径	50%粒径	20%粒径	10%粒径	土の分類名	分類記号					
		ρ_s	W	%	%				%	%	Fe	Uc	Uc'	mm	mm	mm	mm							
		g/cm ³	%								%	%	%							%	%	%	%	
No. 1	P1-1	1.00	～	1.50	1.25	4	GF1a	シルト混じり砂礫	2.685	8.5	64.4	28.6	7.0	7.0	72.66	1.01	26.5	6.5906	0.4384	0.1346	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
No. 1	P1-2	2.00	～	2.45	2.23	18	GF1	玉石混じり砂礫			60.2	29.1	10.7	10.7	※	※	37.5	4.6252	0.3709	※	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
	P1-3	3.00	～	3.43	3.22	26	GF1	玉石混じり砂礫	2.682	11.9	69.1	23.1	7.8	7.8	47.52	2.69	26.5	5.0908	0.8763	0.1680	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
	P1-4	4.00	～	4.45	4.23	24	GF1	玉石混じり砂礫			72.1	17.1	10.8	10.8	※	※	37.5	6.3357	0.6430	※	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
	P1-5	5.00	～	5.45	5.23	29	GF1	玉石混じり砂礫	2.691	10.7	71.0	18.4	10.6	10.6	※	※	26.5	6.5084	0.6664	※	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
	No. 2	P2-1	1.00	～	1.45	1.23	13	GF1	シルト質砂礫	2.672	7.8	36.2	32.4	17.9	13.5	31.4	820.25	3.53	19.0	0.2521	0.0137	0.0012	細粒分質砂質礫	GFS
P2-2		2.00	～	2.45	2.23	24	GF1	玉石混じり砂礫			65.5	26.3	8.2	8.2	52.01	2.35	37.5	4.6709	0.6050	0.1338	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
P2-3		3.00	～	3.45	3.23	21	GF1	玉石混じり砂礫	2.679	10.8	74.5	20.7	4.8	4.8	50.58	3.27	26.5	8.6551	1.0326	0.2250	砂質礫	GS	○	
P2-4		4.00	～	4.45	4.23	19	GF1	玉石混じり砂礫			75.7	17.4	6.9	6.9	39.55	3.60	26.5	7.7175	1.3502	0.2570	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
No. 3	P3-1	1.00	～	1.45	1.23	13	GF1	シルト混じり砂礫	2.683	4.0	61.3	33.5	5.2	5.2	24.84	1.07	26.5	3.7640	0.6239	0.2324	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
	P3-2	2.00	～	2.45	2.23	27	GF1	玉石混じり砂礫			65.2	26.2	8.6	8.6	63.94	2.06	26.5	5.0643	0.4836	0.1154	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
	P3-3	3.00	～	3.45	3.23	27	GF1	玉石混じり砂礫	2.674	7.7	63.1	28.9	8.0	8.0	49.52	1.66	26.5	4.5518	0.4604	0.1257	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
	P3-4	4.00	～	4.45	4.23	31	GF1	玉石混じり砂礫			63.7	27.8	8.5	8.5	46.44	2.30	19.0	3.9855	0.6441	0.1345	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
No. 4	P4-1	1.00	～	1.45	1.23	27	GF1	玉石混じり砂礫	2.684	8.0	73.4	21.0	5.6	5.6	46.61	2.78	26.5	7.3828	0.9893	0.2384	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
	P4-2	2.00	～	2.33	2.17	46	GF1	玉石混じり砂礫			62.7	27.9	9.4	9.4	59.70	3.08	26.5	3.7533	0.5095	0.0924	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
	P4-3	3.00	～	3.45	3.23	16	GF1	玉石混じり砂礫			73.5	20.1	6.4	6.4	37.34	2.96	37.5	6.9862	1.0758	0.2500	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
	P4-4	4.00	～	4.45	4.23	31	GF1	玉石混じり砂礫	2.693	10.4	74.2	20.6	5.2	5.2	19.98	3.15	19.0	5.1390	1.2660	0.3236	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
	P4-5	5.00	～	5.26	5.13	65	GF1	玉石混じり砂礫			65.0	25.8	9.2	9.2	83.68	2.14	37.5	5.0924	0.4892	0.0991	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
No. 1	P1-6	6.00	～	6.45	6.23	37	GF2	玉石混じり砂礫			56.8	32.4	10.8	10.8	※	※	26.5	3.5425	0.3301	※	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
	P1-7	7.00	～	7.31	7.16	66	GF2	玉石混じり砂礫	2.694	11.4	66.1	24.2	9.7	9.7	132.49	2.11	37.5	6.6591	0.4519	0.0814	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
	P1-8	8.00	～	8.39	8.20	41	GF2	玉石混じり砂礫			65.5	24.4	10.1	10.1	※	※	37.5	6.4051	0.3879	※	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
	P1-9	9.00	～	9.18	9.09	60	GF2	玉石混じり砂礫			55.2	32.9	11.9	11.9	※	※	37.5	3.7129	0.2673	※	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
	P1-10	10.00	～	10.35	10.18	55	GF2	玉石混じり砂礫	2.704	12.9	59.8	29.4	10.8	10.8	※	※	37.5	4.6593	0.3231	※	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
	P1-11	11.00	～	11.45	11.23	32	GF2	玉石混じり砂礫			67.6	22.3	10.1	10.1	※	※	26.5	5.4519	0.4077	※	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	
	P1-13	13.00	～	13.32	13.16	77	GF2	玉石混じり砂礫	2.681	10.8	71.4	19.2	9.4	9.4	100.25	6.63	26.5	6.1393	0.6118	0.0864	細粒分まじり砂質礫	GS-F	○	

 ・・・液状化対象層の判定結果

液状化判定の対象土層は、GF1層、GF1a層及びGF2層である。各ボーリング地点における各ケース（地表面水平加速度 1.5, 3.5 m/s²）により、 F_l 値（液状化の判定）、 P_L 値（地表面への液状化の影響）、 D_{cy} 値（液状化による地表最大水平変位と液状化の程度）の液状化判定結果を表-5.3.4 に示す。

表-5.3.2 P_L 値による液状化危険度判定区分

P_L 値	$P_L=0$	$0 < P_L \leq 5$	$5 < P_L \leq 15$	$15 < P_L$
P_L 値による液状化危険度判定	液状化危険度はかなり低い。液状化に関する詳細な調査は不要	液状化危険度は低い。特に重要な建築物に対して、より詳細な調査が必要	液状化危険度は高い。重要な建築物に対してはより詳細な調査と液状化対策が必要。液状化対策が一般に必要	液状化危険度が極めて高い。液状化に関する詳細な調査と液状化対策は不可避

【独立行政法人土木研究所：土木研究資料第 1729 号，地震時における砂質地盤の液状化判定法と耐震設計への適用に関する研究，1981】

表-5.3.3 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

液状化の判定結果を以下に示す。

【日本建築学会著：建築基礎構造設計指針，p 55，2019】

【ケース 1 (1.5 m/s²)】

- ・GF1a 層は、 F_l 値 ≤ 1 となり液状化する可能性があるとして評価される。GF1 層及び GF2 層では、 F_l 値は 1 以上であり液状化しないと評価される。
- ・ P_L 値は 0.000～3.480 で、液状化の危険度は「かなり低い～低い」と判定される。
- ・ D_{cy} 値は 0.000～0.020m で、No. 1 地点で液状化の程度は「軽微」と評価され、No. 2～No. 3～No. 4 地点では「なし」となる。

【ケース 2 (3.5 m/s²)】

- ・GF1a 層は、 F_l 値 ≤ 1 となり液状化する可能性があるとして評価される。GF1 層及び GF2 層では、 F_l 値は 1 以上であり液状化しないと評価される。
- ・ P_L 値は 0.000～10.030 で、No. 1 地点で液状化の危険度は「高い」となり、No. 2～No. 3～No. 4 地点で「かなり低い」と判定される。
- ・ D_{cy} 値は 0.000～0.029m で、No. 1 地点で液状化の程度は「軽微」と評価され、No. 2～No. 3～No. 4 地点では「なし」となる。

表-5.3.4 液状化判定結果表 (F_l 値, P_L 値, D_{cy})

記号 (地層区分)	ボーリ ング名	ボーリング 位置の地層 分布深度 (※液状化の検討 対象深度は深 度20mまで)	深度 (GL-m)	N値	設定地下水位高：No. 1, No. 2, No. 3, No. 4ともに地表面				
					(1) F_l 値による液状化の判定 $F_l \leq 1$				
					ケース1 水平加速度1.5m/s ²		ケース2 水平加速度3.5m/s ²		
					F_l	液状化の判定	F_l	液状化の判定	
GF1a (礫質土1a層)	No. 1	0.00～1.60m	1.325	4	0.767	液状化する可能性 がある	0.329	液状化する可能性 がある	
GF1 (礫質土1層)	No. 1	1.60～6.00m	2.300	18	3.011	液状化しない	1.29	液状化しない	
			3.290	26	3.093		1.326		
			4.300	24	3.162		1.355		
			5.300	29	3.226		1.382		
	No. 2	0.00～4.95m	1.300	13	3.075	液状化しない	1.318	液状化しない	
			2.300	24	3.123		1.338		
			3.300	21	3.172		1.360		
			4.300	19	3.223		1.381		
	No. 3	0.00～4.65m	1.300	13	3.075	液状化しない	1.318	液状化しない	
			2.300	27	3.123		1.338		
			3.300	27	3.172		1.360		
			4.300	31	3.223		1.381		
	No. 4	0.00～6.00m	1.300	27	3.075	液状化しない	1.318	液状化しない	
			2.240	46	3.120		1.337		
			3.300	16	3.172		1.360		
			4.300	31	3.223		1.381		
	GF2 (礫質土2層)	No. 1	6.00～13.80m	5.205	65	3.271	液状化しない	1.402	液状化しない
				6.300	37	3.295		1.412	
				7.230	66	3.374		1.446	
				8.270	41	3.456		1.481	
9.165				60	3.526	1.511			
10.250				55	3.609	1.547			
11.300				32	3.689	1.581			
12.020				375	3.745	1.605			
P _L 値による液状化の判定									
ボーリング名		ケース1 水平加速度1.5m/s ²		ケース2 水平加速度3.5m/s ²					
		P _L	危険度判定	P _L	危険度判定				
(2) P _L 値による地表面に対しての 液状化の危険度判定 (表-5.3.3による)		No. 1	3.480	低い	10.030	高い			
		No. 2	0.090	かなり低い	0.000	かなり低い			
		No. 3	0.000	かなり低い	0.000	かなり低い			
		No. 4	0.000	かなり低い	0.000	かなり低い			
		D _{cy} 値による液状化の程度							
(3) 地表変位D _{cy} 値 による液状化の程度判定 (表-5.3.3による)		ボーリング名	ケース1 水平加速度1.5m/s ²		ケース2 水平加速度3.5m/s ²				
			D _{cy} (m)	液状化の程度	D _{cy} (m)	液状化の程度			
			No. 1	0.020	軽微	0.029			軽微
			No. 2	0.000	なし	0.000			なし
			No. 3	0.000	なし	0.000			なし
		No. 4	0.000	なし	0.000	なし			

5.4 支持層と基礎型式

当地の地層はGF1a層（礫質土1a層）、GF1層（礫質土1層）、GF2層（礫質土2層）、A1[D~CL]層（砂岩泥岩互層[D~CL級]）、A1[CM]層（砂岩泥岩互層[CM級]）の5層で構成される。

当地には工業団地整備事業に伴い企業建物の建設が計画されている。現在、建物の規模は計画段階である。表-5.4.1の直接基礎の選定表および表-5.4.2の杭基礎の選定表に各建物規模に対する一般的な支持層の目安が示されている。

ここでは低層建物（RC造：2階以下、S造：3階以下）と中低層建物（RC造：3～6階、S造：4～6階）の支持層と基礎形式について検討する。また、参考に地盤条件、構造物の特徴、施工条件による各基礎形式の適用性の目安を表-5.4.4に示す。表-5.4.4から、基礎型式を選定する深度の目安は、深度5m以浅に分布する地層は直接基礎の支持層として、深度5m以深に分布する地層は杭基礎の支持層として考察する。

なお、液状化の検討の結果、分布がNo.1付近に限定されるGF1a層（礫質土1a層）は、液状化の危険性が指摘される。

以下に各地層の特徴（N値等）と支持層および基礎形式について述べる。なお、図-5.4.2に支持層境界線図（当地の代表地層推定断面図A-A'）を示す。

① GF1a層（礫質土1a層）

当層の分布はNo.1付近に限定される。N値は4（相対密度：緩い）で、地表面付近に分布する。層厚は1.60m程度で、N値が低く、液状化する危険性が高い。基礎底面は当層下位に分布するGF1層に設置することが望ましいが、当層に基礎底面を設ける場合は、置換工法又は地盤改良工法が必要になると考えられる。なお、置換工法又は地盤改良工法を採用する場合は、建物規模等を考慮し十分な検討が必要である。

② GF1層（礫質土1層）

当層のN値は13～46（相対密度：中位～密な）とバラツキがあり、設計N値20を示す。層厚は4.4～4.65m程度である。

低層建物及び中低層建物の支持層としては、支持層として選定可能である。基礎型式は直接基礎が考えられる。

③ GF2層（礫質土2層）

当層の分布はNo.1付近に限定される。N値は32～50以上（相対密度：密な～非常に密な）とバラツキがあり、設計N値44で、地層境界上面深度はGL-6m付近に位置する。層厚はNo.1地点では8m程度と比較的厚いが、No.2及びNo.3に向かって消失する。当層の分布領域は限定され水平方向に層厚は薄くなるが、当層の下位には基盤岩が分布し、その中間に軟弱層（支持地質として不適となる地層）は存在しないと考えられる。また、基盤岩は次に述べるように支持層になり得る層であることから、低

層建物及び中低層建物の支持層としては、良質な支持層として選定可能である。基礎型式は杭基礎が考えられる。

④ A1[D~CL]層（砂岩・泥岩互層 [D~CL級]）

当層は砂岩・泥岩互層からなり、地層境界上面深度はGL-4.95～13.8m付近に位置する。コアは礫状～岩片状コア主体で、N値50以上（設計N値158）を得、岩級区分としてはD級及びCL級で構成される。層厚は0.5～1.6m程度で薄く、No.2付近に向かって消失する。当層の層厚は全体的に薄く分布領域は限定されるが、当層と当層の下位に分布するA1[CM]層を一つのグループとして扱えば、低層建物及び中低層建物の支持層としては、良質な支持層として選定可能である。基礎型式は杭基礎が考えられる。

⑤ A1[CM]層（砂岩・泥岩互層 [CM級]）

当層は砂岩・泥岩互層からなり、地層境界上面深度はGL-4.65～15.4m付近に位置する。コアは短棒状～棒状主体で、岩質は比較的新鮮で硬質である。局所的にN値50以上を得、岩級区分としてはCM級主体で構成される。低層建物及び中低層建物の支持層としては、当地で最も信頼性の高い支持層として選定可能である。基礎型式は杭基礎が考えられる。

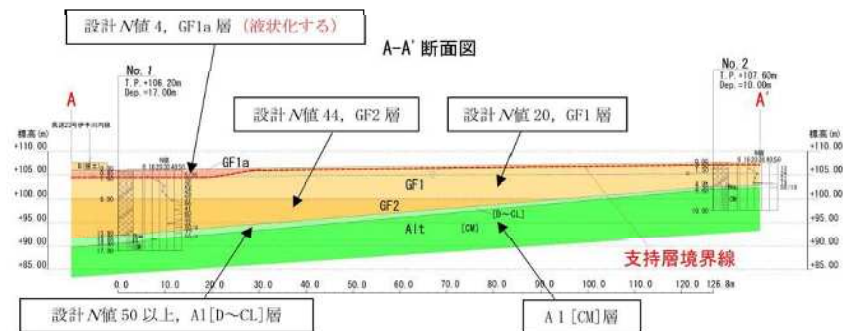


図-5.4.2 支持層境界線図

以上より、低層建物及び中低層建物の支持層及び基礎形式は、次頁に提案する。

支持層・・・・・・GF1層（礫質土1層）[全点に分布]

GF2層（礫質土2層）

[No.1付近に分布，地層境界上面深度はGL-6m付近]

A1[D~CL]層（砂岩・泥岩互層[D~CL級]）

[No.1, No.2, No.4に分布，地層境界上面深度はGL-4.95~13.8m付近]

A1[CM]層（砂岩・泥岩互層[CM級]）

[全点に分布，地層境界上面深度はGL-4.65~15.4m付近]

基礎型式・・・・・・GF1層を支持層とした場合：直接基礎。

※GF1a層はN値が低く液状化の危険性が高いことから，当層を基礎底面とする場合は置換工法又は地盤改良工法が必要となる。

GF2層，A1[D~CL]層，A1[CM]層を支持層とした場合：杭基礎。

なお，基礎形式選定の検討では，図-5.4.3，表-5.4.3，表-5.4.4を参考にされたい。
 当地の支持層の分布状況から，図-5.4.3に示す基礎形式が考えられる。ただし，その際には，表-5.4.3に示される検討事項について十分な検討を行い，周辺環境や経済性等の比較検討を行い，基礎形式を選定されたい。なお，表-5.4.4の基礎形式の選定表に示すように，杭基礎で中掘り杭工法を採用する場合は，事前に玉石を砕くような特殊工法により対応する必要がある。

表-5.4.1 直接基礎の選定表

●以下の条件に当てはまるときは，直接基礎とする，当てはまらないときは杭基礎とする。

構 造 規 模	低 層 RC造：2階以下 S造：3階以下	中 低 層 RC造：3～6階 S造：4～6階	中 高 層 各種構造 7～9階	超高層～中高層 地下室有	備 考
必要な地耐力	50 kN/m ² 以上	100 kN/m ² 以上	200～300 kN/m ² 以上	100～200～300 kN/m ² 以上	地耐力 $f_d > 200$ kN/m ² の場合は，原則として平板載荷試験を行う。
地質例	砂質地盤 50 kN/m ² μ-Δ層 50 kN/m ²	硬い粘土質地盤 100 kN/m ² 硬いμ-Δ層 100 kN/m ²	密実な砂質地盤 200 kN/m ² 密実な礫層 300 kN/m ² 固結した砂 500 kN/m ² 礫層 1000 kN/m ²		
必要なN値の目安	$N \geq 5$ $N \geq 15$	$N \geq 10$ $N \geq 20$	$N \geq 20$ $N \geq 25$	$N \geq 10 \sim 20$ $N \geq 20 \sim 25$	建築物の耐震した市街地においては， D_L 効果は他の値を採用することが望ましい。
必要な支持地盤の深さ	1.0～1.5 m (3m)	1.0～1.8 m (4m)	1.5～2.5 m (5m)		() は地盤改良または薬コシの場合。
必要な支持層の厚さ	2～3 m 以上	3 m 以上	3 m 以上 5～10 m が望ましい	3～5 m 以上 5～10 m が望ましい	
選定する基礎の種類	独立基礎 布基礎	独立基礎 布基礎	独立基礎 布基礎，べた基礎 独立基礎＋耐圧板	べた基礎 独立基礎＋耐圧板	

●地耐力：建築物の構造・屋敷によって，その建築物に相応した地盤（地耐力）を示したものである。その必要地耐力に「中」38条（基礎）の条項を参考にした。
 ●地質例：調査の必要地耐力に相当する地質を，「中」39条【地盤及び基礎ぐい】に示されている地盤の種類に応じた値により示したものである。
 ●必要なN値の目安：必要調査報告書等により，砂質土・粘土土かを判別して，その地質，構造環境に相応するN値によって選定する。
 ● D_L 効果：土の群れ効果である。したがって，建築物が発生している市街地においては，地盤が低切りされると D_L 効果がなくなるおそれがあるので， D_L 効果が「無」の場合の値を採用するのが望ましい。

●必要な支持地盤の深さ：基礎基礎の条件として，基礎を支える地盤の深さおよびその厚さが重要である。その支持地盤の深さの限度は4～5 mが目安である。

【学芸出版社：実務から見た基礎構造設計，p.51，2006】

表-5.4.2 杭基礎の選定表

（原則として深さ5m以内に支持地盤がない場合）

構 造 規 模	低 層 RC造：2階以下 S造：3階以下	中 低 層 RC造：3～6階 S造：4～6階	中 高 層 各種構造 7～9階	超高層～中高層 地下室有
杭の種類	支持杭 摩擦杭	支持杭 摩擦杭	支持杭	支持杭
必要なN値の目安	$N \geq 20$ $N \geq 15$	液状化のおそれのあるものを除く $N \geq 30$ 地盤沈下のおそれのあるものを除く $N \geq 20$	$N \geq 50$ $N \geq 30$	$N \geq 20 \sim 30 \sim 50$ $N \geq 15 \sim 20 \sim 30$
必要な支持地盤の深さ	5～10 m 10 m 以上	5～20 m 20 m 以上	7～30 m	10～30 m
必要な支持層の厚さ	2～3 m 以上	3 m 以上	3 m 以上 5～10 m が望ましい	3～5 m 以上 5～10 m が望ましい
杭の径別	既製杭 鋼管打込コンクリート杭	$\phi 300 \sim 450$ mm $\phi 400 \sim 1000$ mm	$\phi 450 \sim 600$ mm $\phi 1000 \sim 2000$ mm	$\phi 450 \sim 600$ mm $\phi 1000 \sim 2000$ mm
選定する基礎の種類	独立基礎 布基礎 独立基礎	独立基礎 布基礎 独立基礎	独立基礎	独立基礎＋耐圧板

●必要なN値の目安：地盤調査の結果，支持地盤が深い場合には，杭基礎を採用することになるが，杭先端の支持地盤のN値が小さいと，杭の支持力も小さく，不経済な設計となる。
 ●摩擦杭は，地盤調査のデータにより判断すべきであるが，一般には中低層以下の構造・用途の建築物で市街地として採用される事例が多い。

●必要な支持地盤の深さ：杭は，地盤とも関係しているが，杭長が短い「短杭」については原則として地盤改良を行う。
 ●必要な支持層の厚さ：支持層の厚さは，3 m 以上あるのが理想である。地耐力にも関係する。実務図表より「地耐力に係わる地盤種類の判定表」（p.17）も参考にして判断する。

【学芸出版社：実務から見た基礎構造設計，p.53，2006】

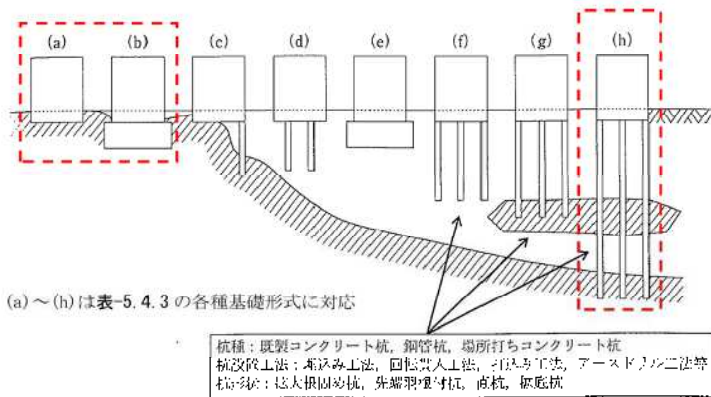


図-5.4.3 支持地盤の深度と適用可能な基礎形式
 【(社)日本建築学会：建築基礎構造設計指針，p.35，2019】

表-5.4.3 基礎形式ごとの検討事項

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

【(社)日本建築学会：建築基礎構造設計指針，p.35，2019】

表-5.4.4 各基礎形式の適用性の目安

基礎形式		杭基礎										深層基礎		ケーソン基礎		鋼管先駆基礎（打込み工法）	地中連続壁基礎（打込み工法）	
		打込み杭工法		中掘り杭工法				場所打ち杭工法		鋼管基礎	ケーソン基礎							
		PHC杭・SC杭	鋼管杭	PHC杭	SC杭	鋼管杭	鋼管杭	コンクリート	コンクリート									
適用条件	直接支障	打撃工法	パイプ工法	最終掘削方式	噴出掘削方式	最終掘削方式	噴出掘削方式	最終掘削方式	噴出掘削方式	コンクリート	プレボーリング工法	プレボーリング工法	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート	
		打撃工法	パイプ工法	最終掘削方式	噴出掘削方式	最終掘削方式	噴出掘削方式	最終掘削方式	噴出掘削方式	コンクリート	プレボーリング工法	プレボーリング工法	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート	
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	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
		中間層にれき径 50mm 以下	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
		中間層にれき径 50～100mm	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
		中間層にれき径 100～500mm	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
		液状化する地盤がある	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		5m未満	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
		5～15m	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		15～25m	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		25～40m	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
地下水位の状態	深度	40～60m	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
		60m以上	×	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
		砂・砂れき (30 ≦ N)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		粘性土 (20 ≦ N)	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
		軟弱・土層	○	×	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
		硬岩	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
		傾斜が大きい、断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	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
		地下水位が地表に近い	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		湧水量が極めて多い	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		地盤より2m以上の浸透地下水	×	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
支持形式	地下水位の状態	地下水流速 3m/min 以上	×	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
		支持杭	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		摩擦杭	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
		水深5m未満	△	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
		水深5m以上	×	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
		作業空間が狭い	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
		鋼材の加工	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
		有害ガスの影響	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		振動被害対策	○	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
		隣接建築物に対する影響	○	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△

○：適用性が高い △：適用性がある ×：適用性が低い

【日本道路協会：杭基礎設計便覧，p.444，2015.】

※中掘り杭工法又は場所打ち杭工法を採用する場合は、当地には硬質な玉石が混入するため、事前に玉石を砕いたり、特殊工法により対応する必要がある。

5.5 設計・施工上の留意点

設計・施工に際しては、以下の事項に留意されたい。

(1) 未固結土の礫径及び玉石

GF1層およびGF2層では硬質な玉石が確認されており、ボーリングコア状況から混入量は比較的多いと推定される。地層内の玉石の大きさはボーリングで確認されるものよりも大きいことから、杭工法等の施工方法を選定する際には、十分注意されたい。なお、設計・施工時に特に注意を要する玉石は混入量や最大径を完全に把握することは困難であり、施工時には玉石の混入量や推定径より大きいものが存在する可能性があることに注意が必要である。以下に、各地層に存在する礫の最大径および玉石の最大推定径を示す。

- ・GF1層に混じる玉石の最大推定径は $\phi_{\max}$ =約900mm（玉石の鉛直コア長300mm×3倍=約 ϕ 900mm）と推定される。また、礫の最大径は $\phi_{\max}$ =60mm程度である。
- ・GF2層に混じる玉石の推定径は $\phi_{\max}$ =約990mm（玉石の鉛直コア長330mm×3倍=約 ϕ 990mm）と推定される。また、礫の最大径は $\phi_{\max}$ =50mm程度である。
- ・床掘等の地盤掘削を行う場合、浅所から硬質な玉石の出現が予想されるため注意が必要である。

(2) 液状化の検討結果

- ・液状化判定の対象土層は、基盤岩上位に分布するGF1a層、GF1層、GF2層である。液状化の判定結果は、分布がNo.1付近に限定されるGF1a層が液状化の危険性が高いと判定される。

(3) 地下水

- ・ボーリング孔内地下水位は、地表面からGL-1.56m～3.21m付近の浅所で確認された。調査ボーリングを実施した時期は、令和3年9月下旬～10月中旬で比較的雨量の少ない時期であったため、多雨期ではさらに上昇する可能性がある。多雨期の施工では地下水の上昇に注意し、床掘等の掘削を実施し掘削面が地下水位より深くなる場合には、地下水の流入が予想され、排水対策による対応が必要と考えられる。

(4) 支持層及び基礎形式

- ・支持層は、設計N値20のGF1層、設計N値44のGF2層、設計N値50以上を得た基盤岩（A1[D～CL]層及びA1層[CM]）が選定可能である。は、建物規模等を考慮し慎重な検討が必要である。
- ・基礎型式は、GF1層の場合は支持層深度が浅いため直接基礎が考えられる。なお、No.1付近の地層構成は液状化の危険性が高いGF1a層の下位にGF1層が分布する。基礎底面はGF1層に設置することが望ましいが、GF1a層に基礎底面を設ける場合は、置換工法又は地盤改良工法が必要と考えられる。
- ・GF2層及び基盤岩（A1[D～CL]層及びA1層[CM]）の場合は支持層深度がやや深くなるため杭基礎が考えられる。なお、基礎形式の選定にあたっては、地盤状況、経済比較、周辺環境への配慮等を十分に検討されたい。
- ・基礎を確実に支持層に設置することは重要であり、施工時には支持層を確認しながらの施工が重要である。
- ・当地は主に水田等として利用され、地表付近には厚さ0.15～0.5m前後で耕作土（粘土質砂～砂質粘土）が分布する。基礎底面は耕作土に深に設置することが重要である。
- ・支持層候補の基盤岩（A1[D～CL]層及びA1[CM]層）の上面形状は、No.1が位置する調査地西側ではNo.2及びNo.3地点からNo.1地点に向かって、3～5°程度の緩い傾斜（断面上の見かけの傾斜勾配）で分布すると想定される。当層を支持層に選定した場合は、支持層の上面形状が傾斜していることに注意が必要である。
- ・No.1が位置する調査地の西側は、液状化の危険性が高いGF1a層が部分的に分布していたり、GF2層が挟在したり、基盤岩の上面形状が傾斜するなどして、調査地の中央～東側と地盤状況が異なっている。調査地の南西端部で調査ボーリングを実施していないため、No.1地点から南方向、No.3地点から西方向の地盤状況は不明である。このことから、地質断面図が作成されていない箇所の建物の建設にあたっては、地層構成の把握及び支持層確認のためにチェックボーリングの実施が望まれる。

(5) 周辺既設井戸等への影響

- ・調査地には2つの水源地（深井戸）があり、既往資料によれば基盤岩内から地下水を取水している。No.2地点から東方約24mに川上第七水源地（深井戸全長L=56m）が位置し、No.4地点から東北東方約113mに川上第六水源地（深井戸全長96.5m）が位置する。施工時には、井戸の濁りなどの地下水汚染等に注意する必要がある。

～以上調査結果を御報告いたします。