

4. 調査結果

4.1 ボーリング結果

ボーリング結果は巻末のボーリング柱状図にまとめた。

なお、ボーリング孔口標高は、現児童会館前道路上の下水マンホール蓋の中心点を KBM(H=0.00m)として求めた。

表-4.1-1 ボーリング掘進長、地盤高一覧表

孔番号	地盤高(m)	掘進長(m)	孔内水位
No.1	0.27	33.00	GL-1.75m

本調査によって確認された地層は上位より盛土層と沖積層及び洪積層に区分される。さらに沖積層は N 値により上下部 2 層に区分した。また洪積層は粘性土層と砂質土層の互層をなしており、N 値により上下部の 2 層ずつに区分した。

詳細は巻末のボーリング柱状図に示すとおりであるが、表-4.1-2 に調査地の地層構成をまとめ、次頁以降に各地層状況を述べる。

表-4.1-2 調査地の地層構成

地質時代	地層名	記号	層相	N 値
	埋土	B	礫混り砂	13
新生代 第四紀	完新世	UAs	礫混り砂、シルト混り砂	8～22
		LAAs	礫混り砂	22～45
	更新世	UDc	粘土、砂混り粘土	8～18
		UDs	粘土混り砂、シルト混り砂	10～50
		LDc	砂混り粘土	19～21
		LDs	礫混り砂	50/30～50/24

【地層構成】

○埋土層 (b)

- ・層厚 1.50m。
- ・0.25m まではタイル及び土間コンクリートからなる。
- ・レンガ片やコンクリート片、陶器片等が混じる。
- ・砂は中～粗砂で、良く締まっている。

- ・ N 値は N=13 を示す。

○沖積上部砂質土層 (UAs)

- ・ 層厚 6.20m で分布する。
- ・ 上部 GL-4.80m までは礫混り砂状。礫の大部分が $\phi 5\text{mm}$ 以下の石英礫であり、20～30%程度含む。
- ・ 基質は粗砂を主とする。
- ・ 下位は少量の細粒分が混じるようになってくる。
- ・ 下部の 4.80～7.70m 間はシルト混り砂状であり、所によりシルトをブロック上に挟む。砂は上部では細～中砂を主とし、下部は $\phi 5\text{mm}$ 以下の小礫及び粗砂を多く含むようになる。腐植物や貝殻片が少量混じる。
- ・ N 値は N=8～22 を示す。

○沖積下部砂質土層 (LAs)

- ・ 層厚 3.20m で分布する。
- ・ 礫混り砂層である。
- ・ 礫は $\phi 30\text{mm}$ 以下の花崗岩や石英礫等。大部分は $\phi 5\text{mm}$ 以下で 20～30%含む。
- ・ 9m 付近には礫分が多く含まれており砂礫状を呈する。
- ・ 砂は中～粗砂を主とし、少量の細粒分が含まれる。
- ・ N 値は N=22～45 を示す。

○洪積上部粘性土層 (UDc)

- ・ 層厚 1.00～2.70m で洪積砂質土層と互層状をなす。
- ・ 粘土や砂混り粘土からなる。
- ・ やや固結状を呈しており、所により少量の砂分や小礫が混じる。
- ・ 粘性は大きい。
- ・ N 値は N=8～18 を示す。

○洪積上部砂質土層 (UDs)

- ・ 層厚 0.70～5.90m で洪積粘性土層と互層状をなす。
- ・ 粘土混り砂やシルト混り砂からなる。
- ・ 全体に細粒分(粘土・シルト)を含む。
- ・ 砂は細～中砂を主とする部分や粗砂を主とする部分が見られ不均一である。
- ・ N 値は N=10～50 を示す。

○洪積下部粘性土層 (LDc)

- ・ 層厚 2.70m の砂混り粘土層である。
- ・ 固結状を呈しており、粘性は大きい。
- ・ N 値は N=19～21 を示す。

○洪積下部砂質土層 (LDs)

- ・ 層厚 3.40m で確認した。
- ・ 礫混り砂層であり、礫は $\phi 20\text{mm}$ 以下、大部分は $\phi 5\text{mm}$ 以下の花崗岩や石英礫で 20～30%程含み、所により礫分多く混じる。
- ・ 砂は中～粗砂を主とし、所々細砂をブロック状に挟む。
- ・ N 値は N=50/30～50/24 を示す。

表-4.1-3 調査結果のまとめ

孔番：No.1	孔口標高：0.27m 掘進長：33.00m 孔内水位：GL-1.75m			
	深度 (m)	地(土)質	記号	記事
	1.50	盛土	B	0.25m まではタイル及び土間コンクリート。以下は礫混り砂状。レンガ片やコンクリート片、陶器片等が混じる。砂は中～粗砂で、良く締まっている。
	4.80	礫混り砂	UAs	礫の大部分がφ5mm 以下の石英礫で 20～30%程度含む。基質は粗砂を主とする。3.70m 付近より下位は少量の細粒分が混じるようになってくる。
	7.70	シルト混り砂		全体にシルト混じりであり、所によりシルトをブロック状に挟む。砂は上部を細～中砂を主とし、下部はφ5mm 以下の小礫及び粗砂を多く含むようになる。腐植物や貝殻片が少量混じる。
	10.90	礫混り砂	LAs	礫はφ30mm 以下の花崗岩や石英礫等。大部分はφ5mm 以下で 20～30%含む。9m 付近には礫分が多く含まれており砂礫状を呈する。砂は中～粗砂を主とし、少量の細粒分が含まれる。
	12.80	砂混り粘土	UDc	やや固結状を呈する。粘性大。少量の砂分や小礫が混じる。所々に細砂を層状に挟む。
	13.50	粘土混り砂	UDs	粘土分も多く含み粘性がある。砂は粗砂。
	14.70	粘土	UDc	固結状。粘性大。
	16.00	シルト混り砂	UDs	全体にシルト分少量混じる。砂は細～中砂を主とし、良く締まっている。
	18.70	粘土	UDc	固結状を呈している。少量の砂や小礫が含まれる。粘性大。極少量の腐植物が混じる。
	20.00	粘土混り砂	UDs	中～粗砂を主体とし、φ5mm 以下の石英礫が混じる。所々に粘土を薄層状に挟む。
	21.00	粘土	UDc	やや固結状を呈する。粘性大。
	26.90	粘土混り砂	UDs	全体に粘土分も多く含み、手で握ると塊となる。所により粘土をブロック状に挟む。砂は中～粗砂を主とし、φ5mm 以下の石英礫が 10～20%程混じる。25.80m 付近より粘土分多く含むようになり、また層状に挟むようになる。
	29.60	砂混り粘土	LDc	固結状。粘性大。上部砂及び小礫やや多く含む。
	33.00	礫混り砂	LDs	礫はφ20mm 以下、大部分はφ5mm 以下の花崗岩や石英礫で 20～30%程含む。所により礫分多く混じる。砂は中～粗砂を主とする。所々に細砂をブロック状に挟む。

4.2 標準貫入試験結果

標準貫入試験結果は、巻末のボーリング柱状図に示す通りであるが、表-4.2-1 に深度毎の N 値を示す。また、地層毎の N 値分布図を図-4.2-1～図-4.2-7 に示し、集計表を表-4.2-2 に示す。なお、9m 貫入と 15m 貫入値は礫の影響を受けているものと思われる。

表-4.2-1 深度毎の N 値

深度(m)	N 値			
	10cm	20cm	30cm	計
1.15～1.45	5	3	5	13
2.15～2.45	5	5	6	16
3.15～3.45	5	4	5	14
4.15～4.45	3	2	3	8
5.15～5.45	3	3	3	9
6.15～6.45	3	4	5	12
7.15～7.45	7	7	8	22
8.15～8.45	7	8	10	25
9.15～9.45	11	13	21	45
10.15～10.45	7	7	8	22
11.15～11.45	5	4	5	14
12.15～12.45	5	4	4	13
13.15～13.45	6	7	13	26
14.15～14.45	9	5	3	17
15.15～15.45	13	17	20	50/30
16.15～16.45	3	3	2	8
17.15～17.45	3	2	3	8
18.15～18.45	6	6	6	18
19.15～19.45	10	9	9	28
20.15～20.45	4	3	5	12
21.15～21.45	8	6	6	20
22.15～22.45	9	11	13	33
23.15～23.45	15	14	16	45
24.15～24.45	6	4	11	21
25.15～25.45	3	4	3	10
26.15～26.45	4	3	5	12
27.15～27.45	5	6	10	21
28.15～28.45	8	6	6	20
29.15～29.45	6	7	6	19
30.15～30.44	15	15	20/9	50/29
31.15～31.45	19	16	15	50/30
32.15～32.39	20	23	7/4	50/24
33.15～33.45	12	12	26	50/30

礫当たり

礫当たり

表-4.2-2 N 値集計表

地層		記号	N 値	
			測定個数	範囲
盛土層		B	1	13
沖積層	沖積上部砂質土層	UAs	6	9～22
	沖積下部砂質土層	LAs	3	22～45
洪積層	洪積上部粘性土層	UDc	7	8～18
	洪積上部砂質土層	UDs	9	10～50
	洪積下部粘性土層	LDc	3	19～21
	洪積下部砂質土層	LDs	4	50/30～50/24

4.3 自然水位

自然水位は、測定時期・時間によって変動があるものと想定されるが、今回はボーリングにおける掘進完了後の孔内水位を自然水位とみなした。

測定結果を表-4.3-1 にまとめる。

表-4.3-1 孔内水位

	地盤高	掘進長 (m)	孔内水位			土質
			測定日	深度 (GL-m)	標高 (m)	
No.1	0.27	33.00	11/5	1.75	-1.48	礫混り砂

*地盤高は児童会館前の下水マンホール蓋の天端を KBM(H=0.00m)として求めた。

4.4 孔内水平載荷試験結果

孔内水平載荷試験は、地盤の強度・変形特性を調べるために実施した。
試験結果の一覧表を表-4.4-1 に示す。

表-4.4-1 孔内水平載荷試験結果一覧表

孔番	測定深度 GL-(m)	地 質	N値	降伏圧 Py(kN/m ²)	地盤係数 K _m (MN/m ³)	変形係数 E ₀ (kN/m ²)
No.1	3.00～3.60	礫混り砂	14	348.6	158.5	9702

一般にN値と孔内水平載荷試験より求めた変形係数の関係には、図-4.4-1 に示すような関係があり、地盤材料に関わらず $E_0=400\sim1,000\text{N(kN/m}^2\text{)}$ 、平均的には $E_0\approx700\text{N(kN/m}^2\text{)}$ という関係が近似的に成立する。

今回の載荷試験結果を下図にプロットするとほぼ直線上に重なり、良い相関関係を示す。

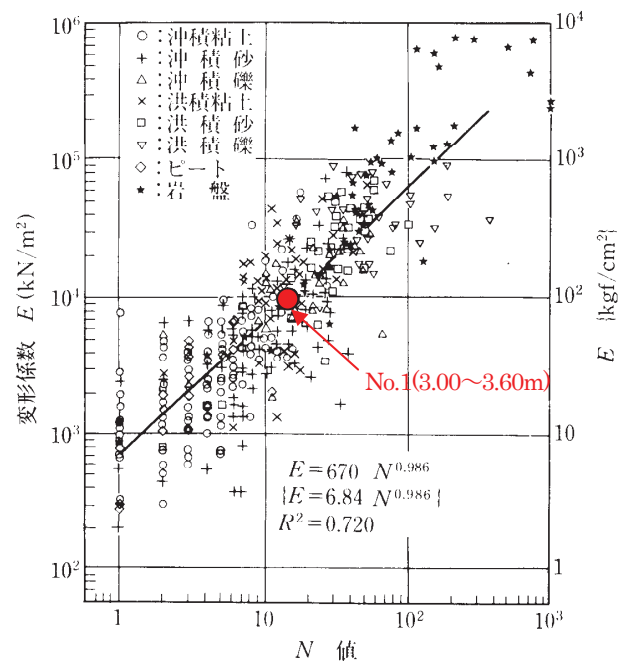


図-4.4-1 孔内水平載荷試験より得られた変形係数とN値の関係
「地盤調査の方法と解説」(地盤工学会)

4.5 室内土質試験結果

沖積砂質土層は地震時に液状化の恐れがある。液状化検討のために標準貫入試験試料（攪乱試料）を用いて細粒分含有率試験を実施した。

試験結果は、表-4.4-1に室内土質試験結果一覧表としてとりまとめ、その詳細については、巻末資料に室内土質試験データとして添付している。

表-4.4-1 室内土質試験結果一覧表

孔番	No.1	No.2	No.3
深度(m)	3.15～3.45	6.15～6.45	9.15～9.45
細粒分(%) (シルト+粘土)	1.9	12.8	3.3
最大粒径(mm)	9.5	19	26.5

5. 考察

5.1 地盤定数の設定

調査結果を基に、設計時に必要な地盤定数の設定を行う。

地盤の強度定数については、各種土質試験から求めるのを原則とする。また、各種文献には標準貫入試験から得られる N 値を用いて推定式が示されている。このため、ここではそれらを参考に各地層の地盤定数を推定する。

地盤定数としては、以下の 5 つとする。

- (1) 代表 N 値 : N
- (2) 単位体積重量 : γ (kN/m³)
- (3) せん断抵抗角 : ϕ (°)
- (4) 粘着力 : c (kN/m²)
- (5) 変形係数 : E_0 (kN/m²)

下表に地層毎の地盤定数の提案値を示し、以降にその算定根拠を示す。

表-5.1-1 地盤定数の提案値

地層	記号	代表 N 値	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	せん断抵抗 角 ϕ (°)	粘着力 c (kN/m ²)	変形係数 E_0 (kN/m ²)
盛土層	B	13	19	31	0	9.1
沖積上部砂質土層	UAs	13	18	31	0	9.1
沖積下部砂質土層	LAs	23	19	36	0	16.1
洪積上部粘性土層	UDc	12	17	0	75	8.4
洪積上部砂質土層	UDs	24	18	36	0	16.8
洪積下部粘性土層	LDc	20	18	0	125	14.0
洪積下部砂質土層	LDs	50	20	45	0	35.0

(1)代表 N 値

各地層で計測された N 値を地層別に区分して表-5.1-2 に示す。また同時に各地層の代表 N 値を示す。

表-5.1-2 地層別 N 値一覧表

地層	記号	N 値		
		測定個数	範囲	代表値
盛土層	B	1	13	13
沖積上部砂質土層	UAs	6	9～22	13
沖積下部砂質土層	LAs	3	22～45	23
洪積上部粘性土層	UDc	7	8～18	12
洪積上部砂質土層	UDs	9	10～50	24
洪積下部粘性土層	LDc	3	19～21	20
洪積下部砂質土層	LDs	4	50/30～50/24	50

埋土層(B)：測定回数 1 回で 13 を示す。代表値はこの値とする。

沖積上部砂質土層 (UAs)：測定回数 6 回で 9～22 を示す。代表値は平均値である N=13 とする。

沖積下部砂質土層 (LAs)：測定回数 3 回で 25～45 を示す。礫の影響が大きい N=45 を除いた平均値である N=23 を代表 N 値とする。

洪積上部粘性土層 (UDc)：測定回数 7 回で 8～18 を示す。代表値は平均値である N=12 とする。

洪積上部砂質土層 (UDs)：測定回数 9 回で 6～13 を示す。礫の影響が大きい N=50 を除いた平均値である N=24 を代表 N 値とする。

洪積下部粘性土層 (LDc)：測定回数 3 回で 19～21 を示す。代表値は平均値である N=20 とする。

洪積下部砂質土層 (LDs)：測定回数 4 回で 50/30～50/24 を示す。礫の影響を考慮して N 値の上限を 50 とし、平均値である N=50 を代表値とする。

注)安全側に平均値の小数点以下は切り捨てとした。

(2)土の単位体積重量

土質試験を実施していないものは、参考値として「設計要領第一集」(日本道路公団)に示される次表をもとに設定する。

ここに、粘性土、粘土及びシルトの区分でN値の目安は、おおむね次のとおりである。

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

表-5.1-3 土の単位体積重量及びせん断強さ

種 類		状 態		湿潤 密度 (kN/m^3)	せん断 抵抗角 (度)	粘着力 (kN/m^2) [t f/m^2]	地盤工学会 基準
盛 土	礫および 礫まじり砂	締固めたもの		20	40	0 [0]	{G}
	砂	締固めたもの	粒径幅の広いもの	20	35	0 [0]	{S}
			分級されたもの	19	30	0 [0]	
	砂質土	締固めたもの		19	25	30 [3] 以下	{SF}
	粘性土	締固めたもの		18	15	50 [5] 以下	{M} , {C}
	関東ローム	締固めたもの		14	20	10 [1] 以下	{V}
自 然 地 盤	礫	密実なものまたは粒径幅の広いもの		20	40	0 [0]	{G}
		密実でないものまたは分級されたもの		18	35	0 [0]	
	礫まじり砂	密実なもの		21	40	0 [0]	{G}
		密実でないもの		19	35	0 [0]	
	砂	密実なものまたは粒径幅の広いもの		20	35	0 [0]	{S}
		密実でないものまたは分級されたもの		18	30	0 [0]	
	砂質土	密実なもの		19	30	30 [3] 以下	{SF}
		密実でないもの		17	25	0 [0]	
	粘性土	固いもの (指で強く押し多少へこむ)		18	25	50 [5] 以下	{M}, {C}
		やや軟らかいもの (指の中程度の力で貫入)		17	20	30 [3] 以下	
		軟らかいもの (指が容易に貫入)		16	15	15 [1.5] 以下	
	粘土および シルト	固いもの (指で強く押し多少へこむ)		17	20	50 [5] 以下	{M}, {C}
		やや軟らかいもの (指の中程度の力で貫入)		16	15	30 [3] 以下	
		軟らかいもの (指が容易に貫入)		14	10	15 [1.5] 以下	
	関東ローム			14	5 (ϕu)	30 [3] 以下	{V}

出典：日本道路公団「設計要領第一集」

B : $\gamma=19\text{kN/m}^3$ (表-5.1-3 の盛土-砂質土の締固めたものより)

UAs : $\gamma=18\text{kN/m}^3$ (表-5.1-3 の自然地盤-砂質土-密実でないものより)

LAAs : $\gamma=19\text{kN/m}^3$ (表-5.1-3 の自然地盤-砂-密実なものと密実でないものとの中間値より)

UDc : $\gamma=17\text{kN/m}^3$ (表-5.1-3 の自然地盤-粘土-固いものより)

UDs : $\gamma=18\text{kN/m}^3$ (表-5.1-3 の自然地盤-砂質土-密実なものと密実でないものとの中間値より)

LDc : $\gamma=18\text{kN/m}^3$ (表-5.1-3 の自然地盤-粘性土-固いものより)

LDs : $\gamma=20\text{kN/m}^3$ (表-5.1-3 の自然地盤-砂-密実なものより)

(3) 土のせん断抵抗角の算定方法

「建築基礎構造設計指針」(日本建築学会)の N 値からの推定式を用いて砂質土のせん断抵抗角 ϕ の推定を行う。

$$\phi = 15 + \sqrt{20N} \quad \text{ただし、} N > 5$$

ここに、 ϕ : 砂のせん断抵抗角 (°)

N : 標準貫入試験から得られる N 値

$$B : \phi = 31^\circ (\phi = 15 + \sqrt{20 \times 13})$$

$$UAs : \phi = 31^\circ (\phi = 15 + \sqrt{20 \times 13})$$

$$LAs : \phi = 36^\circ (\phi = 15 + \sqrt{20 \times 23})$$

$$UDc : \phi = 0^\circ (\text{粘性土地盤であるため})$$

$$UDs : \phi = 36^\circ (\phi = 15 + \sqrt{20 \times 24})$$

$$LDc : \phi = 0^\circ (\text{粘性土地盤であるため})$$

$$LDs : \phi = 45^\circ (\phi = 15 + \sqrt{20 \times 50}) \quad \text{ただし、} \phi \leq 45^\circ \text{ とする}$$

(4) 粘性土の粘着力の算定方法

「建築基礎構造設計指針」(日本建築学会)の N 値からの推定式を用いて砂質土のせん断抵抗角 ϕ の推定を行う。

$$q_u = 12.5N$$

$$c = q_u / 2 = 6.25N$$

なお、砂質土は $c = 0$ とする。

$$B : c = 0 \text{ kN/m}^2 (\text{砂質土地盤であるため})$$

$$UAs : c = 0 \text{ kN/m}^2 (\text{砂質土地盤であるため})$$

$$LAs : c = 0 \text{ kN/m}^2 (\text{砂質土地盤であるため})$$

$$UDc : c = 75 \text{ kN/m}^2 (c = 6.25 \times 12)$$

$$UDs : c = 0 \text{ kN/m}^2 (\text{砂質土地盤であるため})$$

$$LDc : c = 125 \text{ kN/m}^2 (c = 6.25 \times 20)$$

$$LDs : c = 0 \text{ kN/m}^2 (\text{砂質土地盤であるため})$$

(5)土の変形係数の算定方法

N 値からの推定式変形係数の提案を行う。

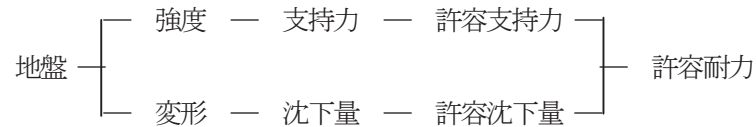
$$E_0=700N$$

「建築基礎構造設計指針」(日本建築学会)

B	:	$E_0=9.1\text{MN/m}^2$	($700 \times 13=9,100 \text{ kN/m}^2$)
UAs	:	$E_0=9.1\text{MN/m}^2$	($700 \times 13=9,100 \text{ kN/m}^2$)
LAs	:	$E_0=16.1\text{MN/m}^2$	($700 \times 23=16,100 \text{ kN/m}^2$)
UDc	:	$E_0=8.4\text{MN/m}^2$	($700 \times 12=8,400 \text{ kN/m}^2$)
UDs	:	$E_0=16.8\text{MN/m}^2$	($700 \times 24=16,800 \text{ kN/m}^2$)
LDc	:	$E_0=14.0\text{MN/m}^2$	($700 \times 20=14,000 \text{ kN/m}^2$)
LDs	:	$E_0=35.0\text{MN/m}^2$	($700 \times 50=35,000 \text{ kN/m}^2$)

5.2 基礎形式の検討

地盤の支持力を安全率で除したものが許容支持力であり、上部構造の変位が許容する限度を超えない沈下量を許容沈下量と言う。この両者を合わせ考慮したものが許容地耐力であって、これらの関係は次の通りである。



基礎の設計は上記のように上部構造からの荷重が地盤の許容支持力を越えず、また、各基礎の沈下量が許容限度内に収まるように基礎の形式を決めることは勿論であるが、さらに各基礎の沈下ができるだけ一様となって、不同沈下を生じさせないことが必要である。

一般に良質な支持層としては、砂層・砂礫層では大略N値が30以上、粘性土層では20以上とされている。

当該地では

①深度 26.9～29.60m 間の粘性土層(Dc5)：層厚 2.7m、N 値 20 程度

②深度 29.60m 以深の礫混り砂層(Ds5)：層厚 3.40m、N 値 50 以上

が支持層となり得る。

この場合深度が深くなることから基礎形式としては杭基礎が考えられる。ただし上部荷重が小さい場合には上部層を支持層とすることも考えられる。この場合には詳細な検討が必要である。

基礎形式には、表-5.2-1 に示すような工法があるが、採用に当たっては選定条件や経済性を十分に検討して決定する必要がある。

表-5.2-1 基礎形式の選定表

基礎形式 選定条件			直接基礎	打ち込み基礎			中掘り杭基礎						場所打ち杭基礎				ケーソン基		鋼管矢板基礎		
				R C 杭	PC・ PHC 杭	鋼 管 杭	最終 打撃 方式	噴 出 攪 拌 工 法	方 式 コン クリ ート 打 設	最終 打撃 方式	噴 出 攪 拌 工 法	方 式 コン クリ ート 打 設	オール ケー シン グ	リ バ ー ス	ア ー ス ド リ ル	深 礎	ニ ュー マ チ ツ ク	オ ー プ ン			
地盤条件	支持層までの状態	中間層に極軟弱層がある	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	
		中間層に極硬い層がある	○	×	△	△	○	○	○	○	○	○	○	△	○	△	○	○	△	△	
		中間層にれきがある	れき径 5cm以下	○	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			れき径5cm～10cm	○	×	△	△	△	△	△	△	△	△	○	○	△	○	○	○	△	
			れき径10cm～50cm	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	×	×	○	○	△	×	
		液状化する地盤がある	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	支持層の状態	支持層の深度	5m未満	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	×	×	×	
			5～15m	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○	△	
			15～25m	×	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
			25～40m	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	○	○	○	
			40～60m	×	×	△	○	△	△	△	○	○	○	△	○	×	×	△	○	○	
			60m以上	×	×	×	△	×	×	×	×	×	×	×	△	×	×	×	△	△	
		支持層の土質	粘性土 (20≦N)	○	○	○	○	○	×	△	○	×	△	○	○	○	○	○	○	○	
			砂・砂れき (30≦N)	○	○	○	○	○	○	×	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	
		傾斜が大きい(30程度以上)	○	×	△	○	△	△	△	○	○	○	○	△	△	○	○	△	△		
		支持層面の凸凹が激しい	○	△	△	○	△	△	△	○	△	△	△	○	○	○	○	○	△	△	
	地下水の状態	地下水位が地表面近い	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	○	○	○		
		湧水量が極めて多い	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	×	○	○	○		
		地表より2m以上の被圧地下水	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	△	○		
		地下水流速3m/min以上	×	○	○	○	○	×	×	○	×	×	×	×	×	×	○	△	○		
構造物の特性	荷重規模	鉛直過重が小さい(支間20m以下)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	△	×		
		鉛直過重が普通(支間20～50m)	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
		鉛直過重が大きい(支間50m以上)	○	×	△	○	△	△	△	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○		
		鉛直過重に比べ水平過重が小さい	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△		
		鉛直過重に比べ水平過重が大きい	○	×	△	○	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	支持形式	支持杭	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△		
摩擦杭		△	○	○	○	△	△	△	△	△	△	○	○	○	△	△	△	△			
施工条件	水上施工	水深 5m 未満	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	×	○	△	×	△	△	○		
		水深 5m 以上	×	△	△	○	△	△	△	△	△	△	×	△	×	×	△	△	○		
	作業空間が狭い		○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	△	△	×		
	斜杭の施工		△	△	○	○	×	×	×	△	△	△	△	×	×	×	△	△	△		
	有毒ガスの影響		△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	○	○		
	周辺環境	振動騒音対策	○	×	×	×	△	○	○	△	○	○	△	○	○	○	○	○	×		
隣接構造物に対する影響		○	×	×	△	△	○	○	△	○	○	○	○	○	△	△	△	△			

○：適合性が高い △：適合性がある ×：適合性が低い

5.3 液状化の検討

地下水面下の飽和した締りの緩い砂では、地震時の繰返しせん断応力が作用すると、間隙水圧が増加する。間隙水圧が増加し、ある値以上になると、砂粒子は浮遊状となり、液体状を呈して地上に噴出する。この現象が地盤の液状化と呼ばれるものであり、液状化が生じると、地盤は支持力を失い、構造物の倒壊や沈下、浮上り等を生じる。

今回の調査地には上部に砂質土層が堆積しており、液状化の可能性があることから、その検討を行う。

(1)対象とするべき土層

建築基礎構造設計指針によると以下の条件を掲げている。

液状化の判定を行う必要がある飽和土層は、**地表面から 20m 程度以浅の沖積層**で、考慮すべき土の種類は、**細粒土含有率が 35%以下の土**とする。ただし、埋立地盤など人工造成地盤では、細粒土含有率が 35%以上の低塑性シルト、液性限界に近い含水比を持ったシルトなどが液状化した事例も報告されているので、粘土分(0.005mm 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%以下の埋立あるいは盛土地盤については液状化の検討を行う。細粒土を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫は液状化の可能性が否定できないので、そのような場合にも液状化の検討を行う。

当該地の液状化対象地盤を上記から判断すると、

地下水位以下、深度 10.90m までの沖積砂質土層(UAs、LAs)が対象とすべき土層となる。

(2)液状化危険度予測

(a)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によって求める

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

τ_d : 水平面に生じる等価な一定繰返しせん断応力振幅(kPa)

σ'_z : 検討深さにおける有効土被り圧 (鉛直有効応力) (kPa)

γ_n : 等価な繰返し回数に関する補正係数で、 $\gamma_n=0.1(M-1)$
ただし、 M は地震のマグニチュード($M=7.5$ とする)

$\alpha_{\max}$: 地表面における設計用水平加速度(cm/s^2)

g : 重力加速度(980cm/s^2)

σ_z : 検討深さにおける全土被り圧 (鉛直全応力) (kPa)

γ_d : 地盤が剛体でないことによる低減係数で $(1-0.015z)$ 、 z はメートル単位で表わした地表面からの検討深さ

(b)各深さにおける補正N値 (N_a) を、次式から求める

$$N_a = N_1 + \Delta N_f$$

$$N_1 = C_N \cdot N$$

$$C_N = \sqrt{98 / \sigma'_z}$$

N_a : 補正 N 値

N_1 : 換算 N 値

ΔN_f : 細粒土含有率(FC)に応じた補正 N 値増分で、図 5-1 による

C_N : 拘束圧に関する換算係数(σ'_z の単位は kPa)

N : とんび法または自動落下法による実測 N 値。ただし、コーンプリー法を用いたときは、ロープをプリーから外してハンマを自由落下させる努力をした場合、1 割程度、自由落下の努力をしなかった場合、2 割程度割り引くこととする。

(c)図-5.3-1 中のせん断ひずみ振幅 5%曲線を用いて、補正 N 値(N_a)に対応する飽和土層の液状化抵抗比 $R = \tau_1 / \sigma'_z$ を求める。ここに、 τ_1 は、地盤の水平断面における液状化抵抗である。

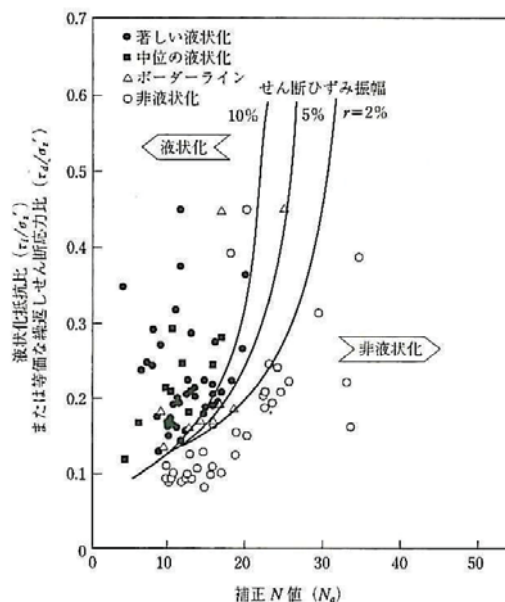


図-5.3-1 補正 N 値(N_a)と飽和土層の液状化抵抗比、動的せん断ひずみの関係

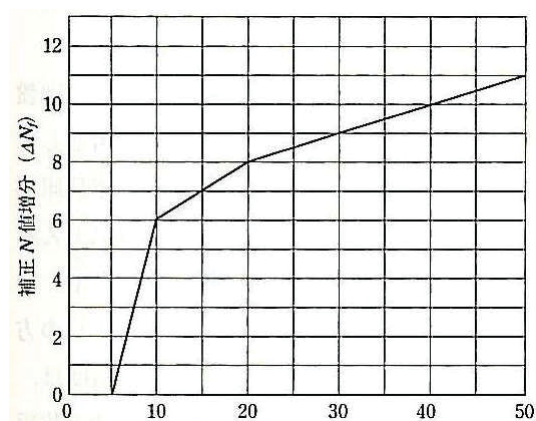


図-5.3-2 細粒分含有率と N 値の補正係数

(d)各深さにおける液状化発生に対する安全率F1を次式により計算する。

$$F1 = \frac{\tau_d / \sigma'_z}{\tau_{dL} / \sigma'_z}$$

上式より求めたF1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、F1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。

(3)液状化判定結果

液状化の検討は沖積砂質土層を対象としてUAs層、LAs層とした。(液状化検討は、中央開発社製 液状化判定プログラムCKC_Liqによる)

次頁以降の判定結果図に示したように地震のマグニチュードをM=7.5と想定した際の判定結果は、

水平加速度 $\alpha_{max}=200 \text{ cm/s}^2$ とした場合、
LAs層の上部で液状化の可能性がある。
水平加速度 $\alpha_{max}=350 \text{ cm/s}^2$ とした場合、
UAs層及びLAs層下位において液状化の可能性がある。

ただし、PL法による判定では、水平加速度 $\alpha_{max}=200 \text{ cm/s}^2$ において $PL<5$ であり、地点での液状化危険度は低い。

上記のように液状化の可能性は、地表面水平加速度値の想定によって判定が異なる。

建築基礎構造設計指針では損傷限界検討用として $150\sim 200 \text{ cm/s}^2$ 、終局限界検討用として 350 cm/s^2 程度を推奨している。

なお、 350 cm/s^2 は1995年兵庫県南部地震などの際液状化した地盤上で観測された、最大値にほぼ対応し、 $150\sim 200 \text{ cm/s}^2$ は中小地震に対応している。

液状化が生じると判定された地盤における基礎構造設計の際には、液状化による影響を考慮して基礎形式の選定を行うとともに、適切な対策を講じる必要がある。

件名：中央児童会館等建替え整備地質調査業務

ボーリングNo. No. 1

地盤標高：0.27m

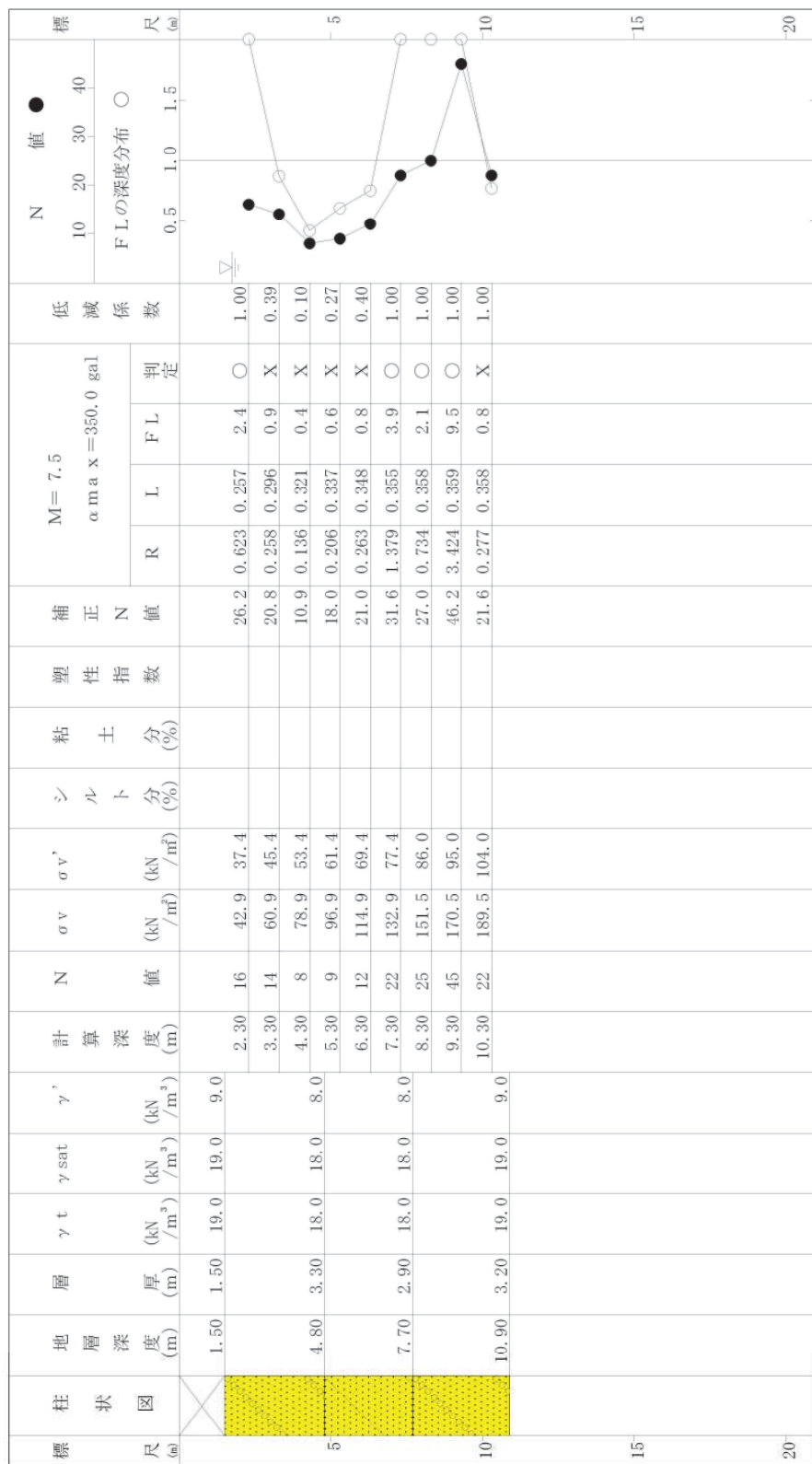
地下水位：GL- 1.75m

標尺 (m)	柱状図	地層深度 (m)	層厚 (m)	γ_t (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	計算深度 (m)	N 値	σ_v (kN/m ²)	σ_v' (kN/m ²)	シルト分 (%)	粘土分 (%)	塑性指数	補正 N 値	M= 7.5 $\alpha max=200.0 \text{ gal}$				低減係数	N 値		標尺 (m)	
															R	L	FL	判定		0.5	1.0		1.5
5		1.50	1.50	19.0	19.0	9.0	2.30	16	42.9	37.4					26.2	0.623	0.147	4.2	○	1.00			
					3.30	14	60.9	45.4						20.8	0.258	0.169	1.5	○	1.00				
		4.80	3.30	18.0	18.0	8.0	4.30	8	78.9	53.4				10.9	0.136	0.183	0.7	X	0.10				
					5.30	9	96.9	61.4						18.0	0.206	0.193	1.1	○	1.00				
					6.30	12	114.9	69.4						21.0	0.263	0.199	1.3	○	1.00				
10		7.70	2.90	18.0	18.0	8.0	7.30	22	132.9	77.4				31.6	1.379	0.203	6.8	○	1.00				
					8.30	25	151.5	86.0						27.0	0.734	0.205	3.6	○	1.00				
					9.30	45	170.5	95.0						46.2	3.424	0.205	16.7	○	1.00				
15		10.90	3.20	19.0	19.0	9.0	10.30	22	189.5	104.0				21.6	0.277	0.204	1.4	○	1.00				
20																							

FL 値による判定
X-液状化すると判定
○-液状化しないと判定

PL 法による判定
X-PL>1.5 液状化危険度が極めて高い
△-1.5≧PL>5 液状化危険度が高い
○-PL≦5 液状化危険度が低い

件名： 中央児童会館等建替え整備地質調査業務
 ボーリング No. No. 1
 地盤標高： 0.27m
 地下水位： GL- 1.75m



5.4 設計・施工上の留意点

調査結果のまとめを記し、設計・施工上の留意点を以下に述べる。

- ①当該地の地層は、上位より盛土層と新生代第四紀完新世及び更新世の堆積物である砂質土層や粘性土層が分布している。自然水位は標高1.75mで確認された。
- ②地下水位は比較的浅部に分布している。低平地であり、潮汐の影響を受けている可能性もある。上部の沖積砂質土層は特に“緩い～中位の”地層であり、大量の出水やボーリング発生の可能性も考えられる。掘削時等の可能性がある場合には補助工法を含めて対策工法の検討が必要である。
- ③地下水面下の飽和した締まりの緩い砂質土層では、地震時の繰り返しせん断応力が作用すると液状化を生じる恐れがある。調査地では沖積砂質土層(緩い砂質土層)が分布しており、大きな地震に対して液状化の可能性はある。設計にあたっては留意しておく必要がある。
- ④市街地でもあることから、施工時の騒音・振動に考慮した工法の検討が必要となる。

実施設計に当たっては、現地状況・地質状況・周囲の環境等の諸条件を考慮し、最も安全で確実な施工が出来、かつ経済的な工法を選択することが肝要である。

以 上