

明石商業高等学校エレベーター棟増築ほか工事に伴う調査業務
(土質調査)

報 告 書

2013年11月18日

株式会社 神戸調査設計



目 次

§ 1 . 調 査 概 要	(1)
§ 2 . 調 査 結 果	(3)
2 - 1) 地 形 ・ 地 質 概 要	
2 - 2) ボ ー リ ン グ 調 査	
2 - 3) 土 質 試 験	
§ 3 . 調 査 結 果 の 検 討	(7)
○ 液 状 化 の 判 定	

巻 末 資 料

- ・ 調 査 位 置 図
- ・ 土 質 柱 状 図
- ・ 土 質 試 験 結 果 測 定 記 録 表
- ・ 現 場 記 録 写 真

この報告書は、明石市都市整備部建築室耐震推進課殿の御依頼により実施した、明石商業高等学校エレベーター棟増築ほか工事に伴う調査業務の結果についてまとめたものである。これは、当該敷地の土質構成を明らかにすると共に、計画されている工事の設計施工に必要な資料を得る目的で実施した。

§ 1. 調査概要

◎ 調 査 名：明石商業高等学校エレベーター棟増築ほか工事に伴う調査業務

◎ 調査場所：兵庫県明石市魚住町長坂寺 1 2 5 0

◎ 調査期間：現場調査 2 0 1 3 年 1 1 月 8 日～2 0 1 3 年 1 1 月 9 日

室内試験 2 0 1 3 年 1 1 月 1 4 日～2 0 1 3 年 1 1 月 1 8 日

◎ 調査項目：ロータリーボーリング(φ 66mm)

標準貫入試験 (JIS A 1219)

土の細粒分含有率試験(JIS A 1223)

◎ 調査数量：下表参照

測 点	ロータリーボーリング (m)	標準貫入試験 (回)	土質試験 (試料)
N o . 1	1 7 . 0 0	1 8	4
合 計	1 7 . 0 0	1 8	4

◎ 調査担当：(株) 神戸調査設計

〒 651-2117 神戸市西区北別府 2 丁目 5 - 3

TEL (078)-975-3385

FAX (078)-975-3341

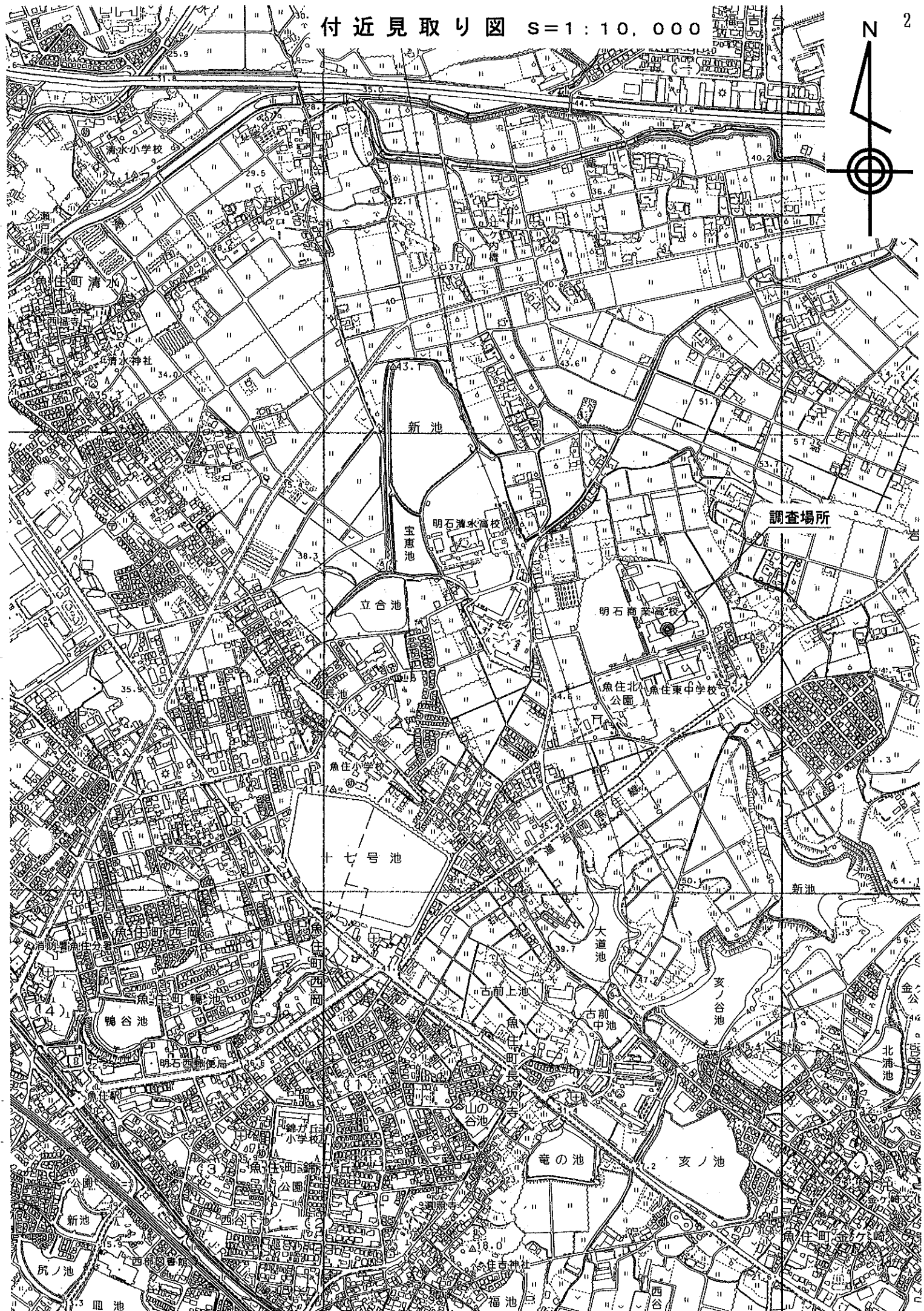
地 質 調 査 業 者 登 録 番 号 質 2 3 第 1 9 8 9 号

環境省土壤汚染指定調査機関 指定番号 環 2 0 0 3 - 2 - 9 6

試錐担当者

報告書作成

2

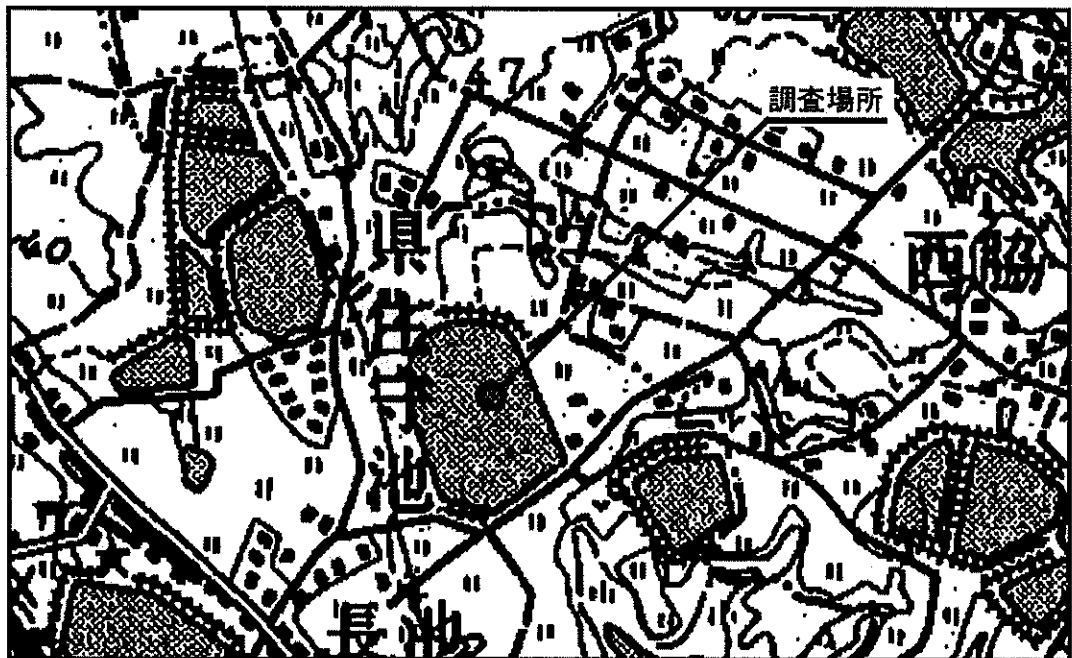


§ 2. 調査結果

2-1) 地形・地質概要

本調査地は、J R 山陽本線魚住駅の北東約 1.6 km 付近にあり、地形的には、印南野と呼ばれる東播台地の南部に位置している。台地上は、大小多数のため池が散在しており、調査地も昭和 44 年頃まではため池であったが、学校建設時に造成され平坦となっている。また、地質学的には、地表面にため池埋立土が分布しているが、その下部より中期更新世に堆積・形成された高位段丘層の地層が存在している。

旧地形図



2-2) ボーリング調査

調査結果の詳細は、巻末資料にある土質柱状図に示したとおりであるが、その概要を以下に述べる。

地表面付近よりGL-1.80m間は埋土～旧表土と思われる粘性土である。粘性は中位を示し、砂分・ $\phi 2 \sim 30$ mm位の礫を点在している。N値は2～6を示す。

GL-1.80m～-3.80m間は粘性土である。粘性は中位を示し、砂分・ $\phi 2 \sim 30$ mm位の礫を点在している。N値は9～19を示し硬い状態である。

GL-m3.80m～-5.75m間は礫質土である。礫は $\phi 5 \sim 40$ mm位の亜角礫主体であり、砂分は細砂主体である。また、全体に粘土分を混入している。含水量は少ない。N値は50以上を示し非常に密な状態である。

GL-5.75m～-6.25m間は砂質土である。砂分は細砂主体であり、全体に粘土分を混入している。含水量は中位を示す。N値は27程度と推定され中位の締まりである。

GL-m6.25m～-6.60m間は礫質土である。礫は $\phi 5 \sim 40$ mm位の角礫主体であり、所々粘土分を混入している。含水量は少ない。N値は60以上と推定され非常に密な状態である。

GL-6.60m～-12.55m間は砂質土である。砂分は細砂主体である。また、不規則に粘土分を混入しており、GL-11.5m付近は層厚50cmのN値15程度を示す硬い粘土層を挟む。含水量は小～中を示す。N値は20前後を示し中位の締まりである。

GL-12.55m以深は礫質土である。礫は $\phi 5 \sim 40$ mm位の角・亜角礫主体であり、GL-14.55m～-15.30m間は礫量がやや減少している。砂分は細砂主体である。また、全体に粘土分を混入している。含水量はやや小～中を示す。N値は40～56を示し密な状態～非常に密な状態である。

（地下水について）

本調査地は自然水位を確認する為に下表の深度まで無水掘りを行ったが、地下水が確認されなかった為泥水を循環させた。よって孔内水位は泥水位であり、自然水位は少なくとも無水掘りの深度以深であると推定される。

測 点	深 度 (m)	
	無 水 掘	泥 水 位
N o . 1	G L - 1 . 5 0	G L - 7 . 0 5

2-3) 土質試験

今回、液状化の検討をする目的で、標準貫入試験時に採取した試料のうち、指示された深度について細粒分含有率試験を行った。

試験結果の詳細は巻末資料に示したとおりであるが、以下にその概略を記す。

試料番号	深 度 G L - (m)	細粒分含有率 F c %
P - 1	7 . 1 5 ~ 7 . 4 5	3 3 . 0
P - 2	8 . 1 5 ~ 8 . 4 5	3 0 . 8
P - 3	9 . 1 5 ~ 9 . 4 5	2 8 . 0
P - 4	1 0 . 1 5 ~ 1 0 . 4 5	2 9 . 6

§ 3. 調査結果の検討

○液状化の判定

液状化の判定は、「建築基礎構造設計指針」に基づき、指示された水平加速度（150 Gal, 350 Gal）について行う。以下にGL-7m（150 Gal）を例として計算過程を示す。

◎計算条件を以下のように仮定する

- ・ 検討深度(z)を GL- 7.30 mとする(細粒分含有率試験をした標準貫入試験の中心深度)
- ・ 地下水位(w)を GL- 7.05 mとする
- ・ 想定する地震のマグニチュードを 7.5 とする
- ・ 地表面における設計用水平加速度を 150 Galとする
- ・ 土の単位重量を 18 kN/m³とする 水中(-10kN/m³)
- ・ せん断ひずみ振幅5%の時の値を採用する

(1) 繰返しせん断応力比の算定

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

記号 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 (鉛直有効応力) (kN/m²)

$$\sigma'_z = 18 \cdot w + (18 - 10) \cdot (z - w) = 128.9$$

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

$$M = 7.5 \quad \text{と仮定すれば、} \quad \gamma_n = 0.65$$

$\alpha_{\max}$: 地表面における設計用水平加速度 (Gal)

g : 重力加速度 (980 Gal)

σ_z : 検討深さにおける全土被り圧 (鉛直全応力) (kN/m²)

$$\sigma_z = 18 \cdot z = 131.4$$

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した地表面からの検討深さ

$$\gamma_d = 0.89 \quad z = 7.3 \text{ m}$$

$$\therefore \tau_d / \sigma'_z = 0.090$$

(2) 液状化抵抗比の算定

- ・ 補正N値の (Na) の算定

$$N_a = N_1 + \Delta N_f$$

$$N_1 = C_N \cdot N$$

$$C_N = (98 / \sigma' z)^{1/2}$$

記号 N_a : 補正N値

N_1 : 換算N値

ΔN_f : 細粒土含有率に応じた補正N値増分で図3-1による

C_N : 換算N値係数 ($\sigma' z$ の単位は kN/m^2)

N : とんび法または自動落下法による実測N値、ただし、コーンブーリ法を用いたときは、ロープをブーリ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

$$N \text{ 値} = 21 \quad \text{細粒土含有率} = 33.0 \% \quad \Delta N_f = 9.3$$

$$C_N = 0.9$$

$$N_1 = 18.9$$

$$N_a = 28.2$$

図3-2よりせん断ひずみ5%時の $\tau_l / \sigma' z$ は 0.600

(3) 液状化安全率

$$F_l = (\tau_l / \sigma' z) / (\tau_d / \sigma' z) = \tau_l / \tau_d = 6.65$$

$F_l \leq 1.0$ ……液状化発生の可能性があり、値が小さくなるほど液状化発生危険度が高い。

$1.0 < F_l$ ……液状化発生の可能性はない。

但し、 $F_l \leq 1.0$ でもサイクリックモビリティの影響で地盤のひずみがある範囲内に納まる可能性もある。

(4) 水平地盤反力係数の低減

$F1 \leq 1.0$ となる地盤に対しては、杭基礎を用いる場合に水平地盤反力係数の低減を考慮する必要がある。本指針では $F1$ 値、地表面からの深さ、補正 N 値 N_a をパラメータとして下表に示す低減係数を与えている。

液状化発生に対する安全率 $F1$ の範囲	地表面からの深さ z (m)	水平地盤反力係数に乘じる低減係数 γ_k			
		$N_a \leq 8$	$8 < N_a \leq 14$	$14 < N_a \leq 20$	$20 < N_a$
$F1 \leq 0.5$	$0 \leq z \leq 10$	0	0	0.05	0.1
	$10 < z \leq 20$	0	0.05	0.1	0.2
$0.5 < F1 \leq 0.75$	$0 \leq z \leq 10$	0	0.05	0.1	0.2
	$10 < z \leq 20$	0.05	0.1	0.2	0.5
$0.75 < F1 \leq 1.0$	$0 \leq z \leq 10$	0.05	0.1	0.2	0.5
	$10 < z \leq 20$	0.1	0.2	0.5	1.0

(5) 結果のまとめ

各試料についての算定結果及び液状化簡易判定結果を次頁表に示す。

これから判る様に、各加速度 (150 Gal , 350 Gal) において対象土の $F1$ 値は 1 以上を示し、液状化発生の可能性は無いという結果が得られた。

液状化簡易判定結果表

【150G a lで検討】

対象層	計算	値	細粒分	全応力	有効応力	低減	換算	N値	補正	繰返しせん断応力比	液状化抵抗比	安全率	F1値による判定	水平地盤反力低減係数
深度 GL-m	深度 GL-m	N 値	Fc (%)	σL (kN/m ²)	$\sigma' L$ (kN/m ²)	係数 γd	N1	増分	Na	$\tau d / \sigma' L$	$\tau l / \sigma' L$	F1	※	γk
6.6 ~ 11.2	7.3	21	33.0	131.40	128.90	0.89	18.9	9.3	28.2	0.090	0.600	6.65	無	—
	8.3	22	30.8	149.40	136.90	0.88	17.6	9.1	26.7	0.096	0.600	6.28	無	—
	9.3	20	28.0	167.40	144.90	0.86	16.0	8.8	24.8	0.099	0.435	4.40	無	—
	10.3	18	29.6	185.40	152.90	0.85	14.4	9.0	23.4	0.103	0.337	3.28	無	—

【350G a lで検討】

対象層	計算	値	細粒分	全応力	有効応力	低減	換算	N値	補正	繰返しせん断応力比	液状化抵抗比	安全率	F1値による判定	水平地盤反力低減係数
深度 GL-m	深度 GL-m	N 値	Fc (%)	σL (kN/m ²)	$\sigma' L$ (kN/m ²)	係数 γd	N1	増分	Na	$\tau d / \sigma' L$	$\tau l / \sigma' L$	F1	※	γk
6.6 ~ 11.2	7.3	21	33.0	131.40	128.90	0.89	18.9	9.3	28.2	0.211	0.600	2.85	無	—
	8.3	22	30.8	149.40	136.90	0.88	17.6	9.1	26.7	0.223	0.600	2.69	無	—
	9.3	20	28.0	167.40	144.90	0.86	16.0	8.8	24.8	0.231	0.435	1.89	無	—
	10.3	18	29.6	185.40	152.90	0.85	14.4	9.0	23.4	0.239	0.337	1.41	無	—

※ F1値による判定

無：液状化発生の可能性はないと判断
有：液状化発生の可能性があるとして判断

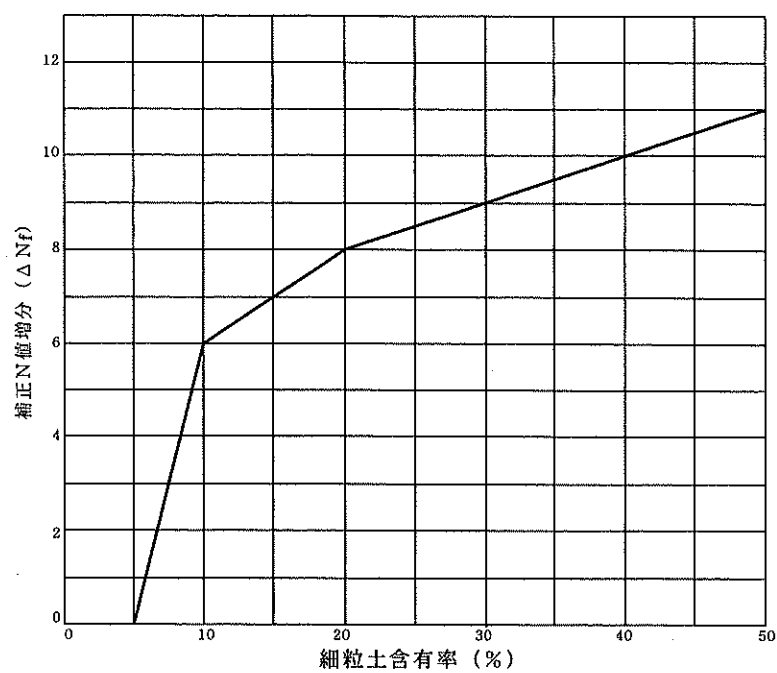


図3-1 細粒土含有率と補正N値増分 ΔN_f の関係

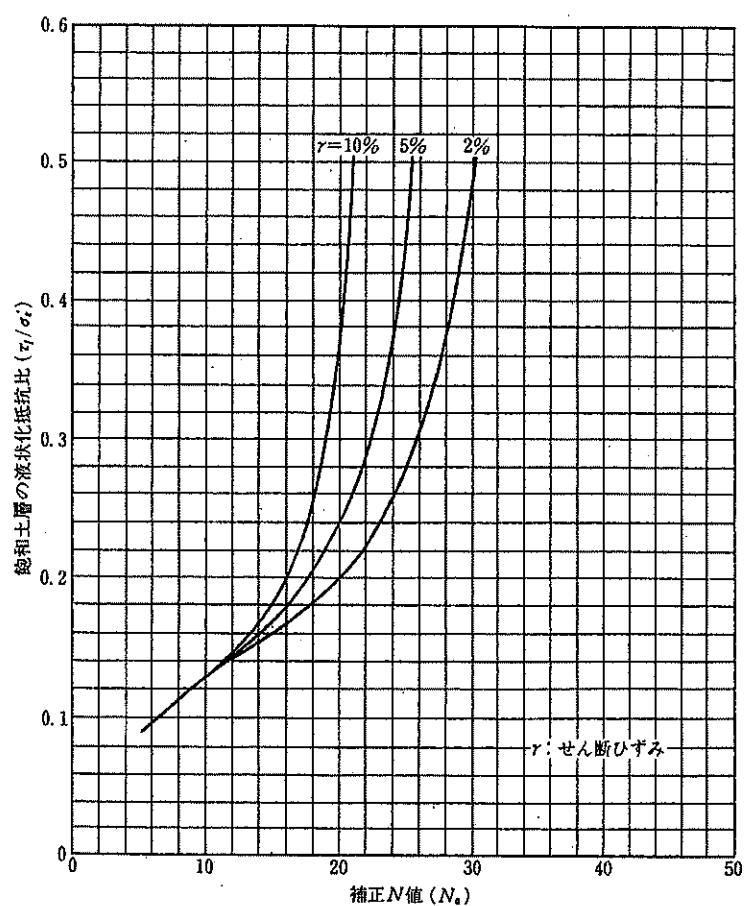
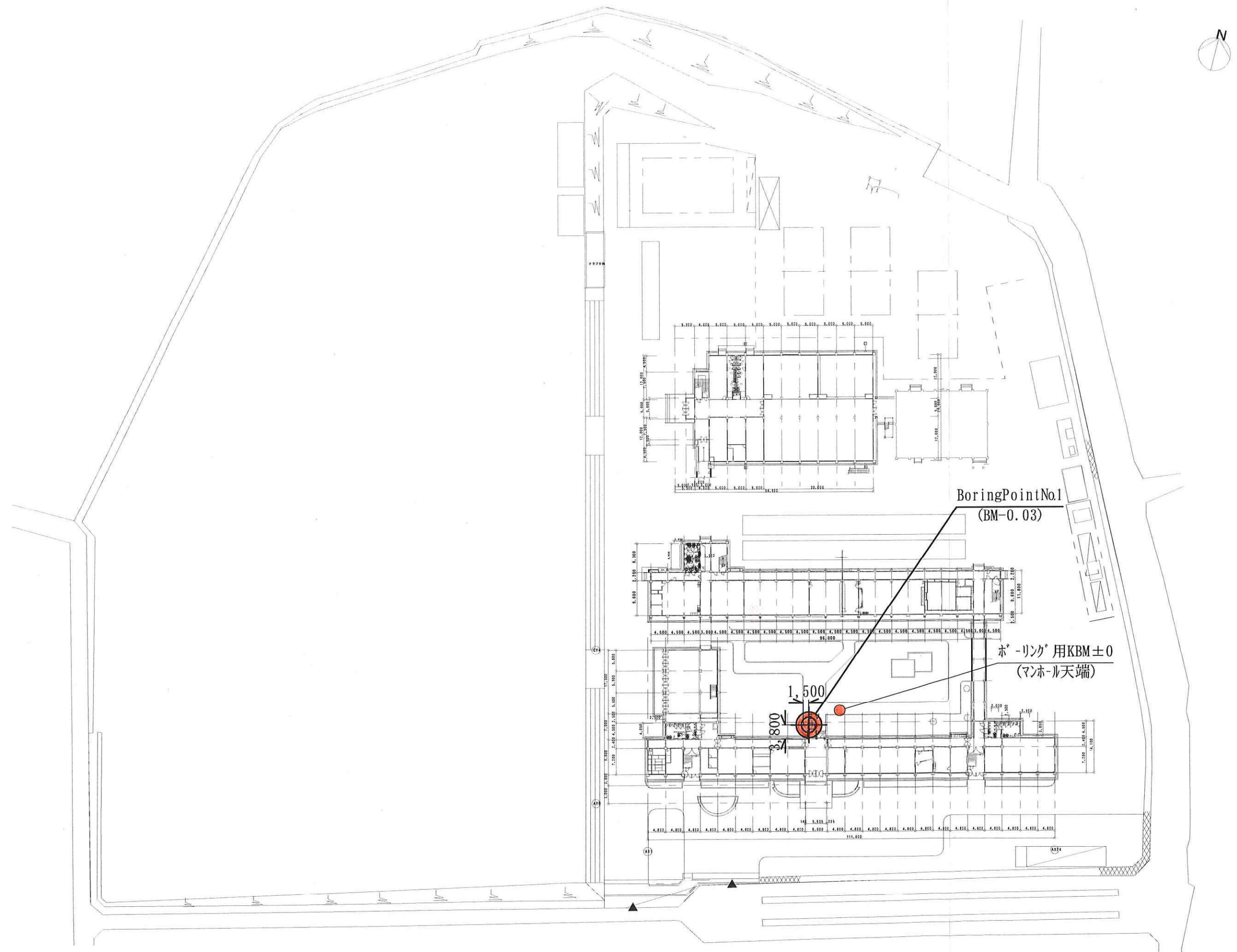
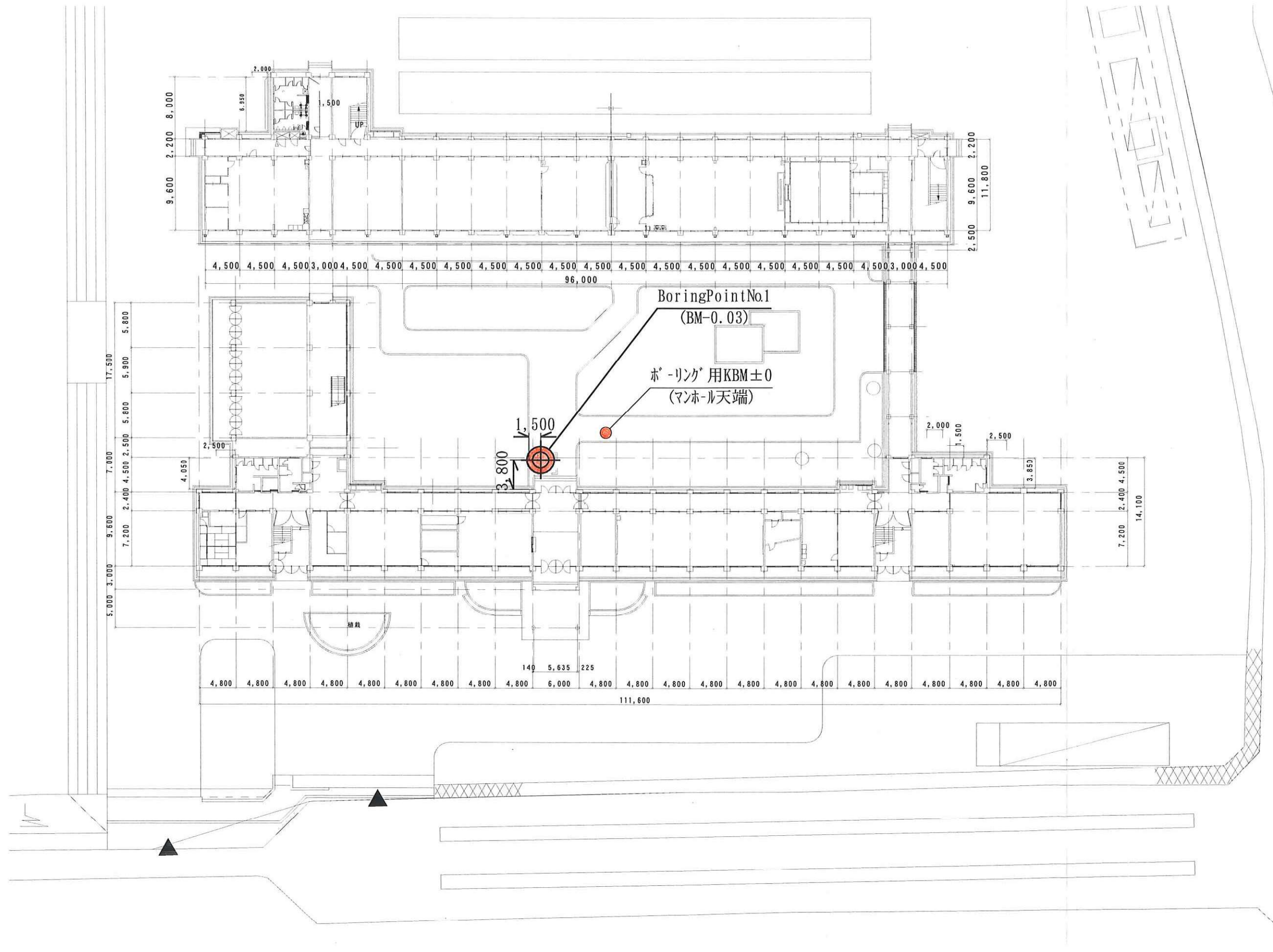


図3-2 補正N値(N_a)と飽和土層の液状化抵抗比 τ_1/σ'_z の関係

調 査 位 置 図

$$S = 1 : 1 \ 0 \ 0 \ 0$$




土 質 柱 状 図

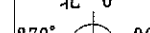
ボーリング柱状図

調 査 名 明石商業高等学校エレベーター棟増築ほか工事に伴う調査業務

ボーリングNo. 1 3 1 4 5 7 0 1

事業・工事名

シート NO. 13145701

ボーリング名	N o . 1		調査位置	兵庫県明石市魚住町長坂寺 1 2 5 0				北 緯	34° 42' 9.0"	
発 注 機 関	明石市都市整備部建築室耐震推進課				調査期間	平成 25年 11月 8日 ~ 25年 11月 9日			東 経	134° 55' 22.5"
調査業者名	株式会社 神戸調査設計 電話 (078-975-3385)		主任技師	[REDACTED]		現 代 理 人	[REDACTED]	コ ア 鑑 定 者	ボーリング責任者	[REDACTED]
孔 口 標 高	BM -0.03m	角  度	方  向	地盤勾配  鉛直 90°	使用機種	試 錐 機	カノKR-50HCW		ハンマー 落下用具	コーンプーリ
総 掘 進 長	17.50m					エ ン ジ ン	ヤンマ-NFD9		ポ ン プ	カノV6-B

標尺	層高	厚	深	柱状	土質	色	相対	相対	記	標準貫入試験					原位置試験		試験採取			掘進	
										深	10cmごとの			打撃回数／貫入量	深	試験名	深	試験番号	採取方法		
											度	0	10								20
(m)	(m)	(m)	(m)	図	分	調	度	度	事	孔内水位(m)／測定月日	(m)	10	20	30	(cm)	(m)	(m)	号	法	(m)	日
1	-0.93	0.90	0.90		礫混り粘土	暗黄灰		非常に軟らかい	0.08mmコンクリート 0.08mm粘土中 mm重角礫点在 微細砂少量混入	11/9 7.05	0.25	1	1	2	2	2					
2	-1.83	0.90	1.80		砂混り粘土	暗黄灰		中位	粘性中 含水小 微細砂・φ2~10mm細礫少量混入		0.55	2	2	2	6	6					
3					礫混り粘土	赤褐～黄灰		硬い非に硬い	粘性中 微細砂混入 φ2~30mm重角礫・重角礫所々混入 含水小		1.15	2	3	4	9	9					
4	-3.83	2.00	3.80		粘土質砂礫	赤褐灰～黄灰		非常に密な	φ5~40mm重角礫主体 砂は細砂主体少量混入 粘土ほぼ全体に混入しやや固結している 含水小		1.45	2	3	4	9	19					
5	-5.78	1.95	5.75		粘土混り砂	明黄灰		中位	細砂主体 粒子不均一 粘土全体に混入 φ2~10mm細礫点在 含水中		2.15	6	6	7	19	56					
6	-6.28	0.50	6.25		粘土混り砂礫	黄褐灰		非常に密な	φ5~40mm角礫主体 細砂混入 粘土所々混入 含水小		3.15	6	6	7	19	75					
7	-6.63	0.35	6.60		粘土	淡黄灰		硬い	粘性やや大 含水小 11.45m付近微細砂少量混入		3.45	18	18	20	56						
8	-11.23	4.60	11.20		粘土混り砂	淡茶褐灰		中位	細砂主体 粒子不均一 含水中 粘土不規則に混入上部若干多い		4.15	18	18	20	56						
9	-12.58	0.85	12.55		粘土質砂礫	褐灰～淡黄灰		密な非に密な	φ5~40mm重角礫主体 砂は細砂主体 粘土全体に混入 含水やや小		4.45	21	24	15	60						
10	-14.58	2.00	14.55		礫混り粘土	淡茶褐灰		中位	細砂主体 礫はφ5~20mm重角礫主体 所々混入 粘土部分的に多い 含水中		5.15	21	24	15	60						
11	-15.33	0.75	15.30		粘土質砂礫	淡黄灰～茶灰		非常に密な	φ5~40mm角礫主体 砂は細砂主体 粘土ほぼ全体に混入 含水やや小		5.39	9	17	21	47						
12	-17.53	2.20	17.50								6.15	9	17	21	47						
13											6.45	6	7	8	21						
14											7.15	6	7	8	21						
15											7.45	5	7	10	22						
16											8.15	5	7	7	20						
17											8.45	6	7	7	20						
18											9.15	6	7	7	20						
19											9.45	5	6	7	18						
20											10.15	5	6	7	18						
21											10.45	4	5	5	14						
22											11.15	4	5	5	14						
23											11.45	4	6	8	18						
24											12.15	4	6	8	18						
25											12.45	12	13	15	40						
26											13.15	12	13	15	40						
27											13.45	17	18	21	56						
28											14.15	17	18	21	56						
29											14.45	8	15	30	53						
30											15.15	8	15	30	53						
31											15.45	12	17	25	54						
32											16.15	12	17	25	54						
33											16.45	10	28	17	55						
34											17.15	10	28	17	55						
35											17.45										

土質試驗結果測定記錄表

土質試驗結果一覽表 (基礎地盤)

調査件名 明石商業高等学校エレベーター棟増築ほか工事

整理年月日

平成 25年 11月 18日

整理担当者

試料番号 (深さ)			No.1 P-1 (7.15～7.45m)	No.1 P-2 (8.15～8.45m)	No.1 P-3 (9.15～9.45m)	No.1 P-4 (10.15～10.45m)		
一般	湿潤密度 ρ_w g/cm ³							
	乾燥密度 ρ_s g/cm ³							
	土粒子の密度 ρ_s g/cm ³							
	自然含水比 w_n %							
	間隙比 e							
	飽和度 S_r %							
粒度	石分 (75mm以上) %							
	礫分 [〃] (2～75mm) %							
	砂分 [〃] (0.075～2mm) %							
	シルト分 [〃] (0.005～0.075mm) %							
	粘土分 [〃] (0.005mm未満) %							
	最大粒径 mm		9.50	26.5	4.75	4.75		
	均等係数 U_c							
	細粒分含有率 F_c %		33.0	30.8	28.0	29.6		
コンシステンシー特性	液性限界 w_L %							
	塑性限界 w_p %							
	塑性指数 I_p							
	コンシステンシー指数 I_c							
分類	地盤材料の分類名							
	分類記号							
圧密	試験方法							
	圧縮指数 C_c							
	圧密降伏応力 p_v kN/m ²							
一軸圧縮	一軸圧縮強さ q_u kN/m ²							
	一軸圧縮強さ q_v kN/m ²							
	一軸圧縮強さ q_v kN/m ²							
	一軸圧縮強さ q_v kN/m ²							
せん断	試験条件							
	全応力	c kN/m ²						
		ϕ °						
	有効応力	c' kN/m ²						
		ϕ' °						

特記事項

1) 石分を除いた75mm未満の土質材料に対する百分率で表す。

 $[1\text{kN/m}^2 \doteq 0.102\text{kgf/cm}^2]$

JIS A 1223 JGS 0135	土の細粒分含有率試験	
------------------------	------------	--

調査件名 明石商業高等学校エレベーター棟増築ほか工事

試験年月日 平成 25年 11月 14日

試験者 XXXXXXXXXX

試料番号(深さ)		No.1 P-1 (7.15~7.45m)		No.1 P-2 (8.15~8.45m)		No.1 P-3 (9.15~9.45m)	
含水比	容器 No.	177		123		191	
	m_s g	301.0		242.1		294.6	
	m_w g	268.5		219.3		264.5	
	m_c g	105.2		101.2		104.1	
	w %	19.90		19.31		18.77	
平均値 w %		19.90		19.31		18.77	
試料の 炉乾燥 質量	容器 No.	177		123		191	
	(試料+容器) 質量 g	301.0		242.1		294.6	
	容器 質量 g	105.2		101.2		104.1	
	試料の質量 m g	195.8		140.9		190.5	
	試料の炉乾燥質量 m_s g	163.3		118.1		160.4	
ふるい 残 留 分	ふるい	425 μ m	75 μ m	425 μ m	75 μ m	425 μ m	75 μ m
	容器 No.	177	161	123	176	191	146
	(炉乾燥試料+容器) 質量 g	159.1	159.3	162.6	123.8	167.3	154.3
	容器 質量 g	105.2	103.8	101.2	103.5	104.1	102.0
	炉乾燥試料質量 g	53.9	55.5	61.4	20.3	63.2	52.3
	組ふるいに残留した 炉乾燥質量 m_{os} g	109.4		81.7		115.5	
細粒分含有率 F_c %		33.0		30.8		28.0	
試料の最大粒径 mm		9.50		26.5		4.75	

特記事項

$$m_s = \frac{m}{1 + w/100}$$

$$F_c = \frac{m_s - m_{os}}{m_s} \times 100$$

JIS A 1223 JGS 0135	土の細粒分含有率試験	
------------------------	------------	--

調査件名 明石商業高等学校エレベーター棟増築ほか工事

試験年月日 平成 25年 11月 14日

試験者 XXXXXXXXXX

試料番号(深さ)		No.1 P-4 (10.15~10.45m)					
含水比	容器 No.	121					
	m_s g	278.8					
	m_b g	249.0					
	m_c g	102.9					
	w %	20.40					
平均値 w %		20.40					
試料の 炉乾燥質量	容器 No.	121					
	(試料+容器) 質量 g	278.8					
	容器質量 g	102.9					
	試料の質量 m g	175.9					
	試料の炉乾燥質量 m_s g	146.1					
ふるい 残留分	ふるい	425 μ m	75 μ m	425 μ m	75 μ m	425 μ m	75 μ m
	容器 No.	121	159				
	(炉乾燥試料+容器) 質量 g	135.9	173.7				
	容器質量 g	102.9	103.8				
	炉乾燥試料質量 g	33.0	69.9				
	組ふるいに残留した 炉乾燥質量 m_{0s} g	102.9					
細粒分含有率 F_c %		29.6					
試料の最大粒径 mm		4.75					

特記事項

$$m_s = \frac{m}{1 + w/100}$$

$$F_c = \frac{m_s - m_{0s}}{m_s} \times 100$$

現 場 記 録 写 真

作業地点全景



残 尺



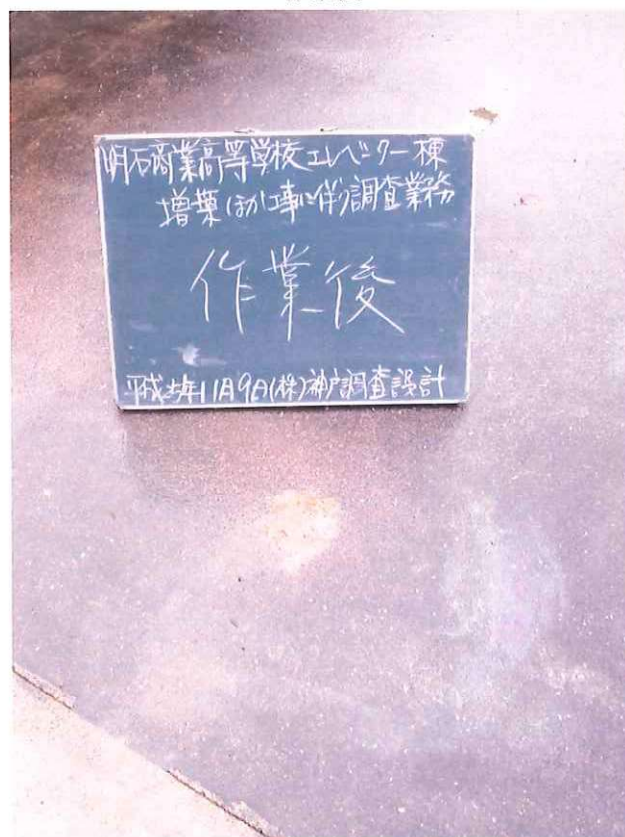
検 尺



作業前



作業後



KBM



細粒分含有率試験
JIS A 1223



$$S = 1 : 1 \ 0 \ 0 \ 0$$
