

大田小学校屋内運動場改築工事に伴う地質調査

報 告 書

平成22年 3月

世羅郡世羅町教育委員会

株式会社 堀江建築設計事務所

業務場所案内図

S=1:25,000



目 次

調査地案内図

§ 1. 調査概要 -----	(4)
§ 2. 調査方法	
1) 機械ボーリング -----	(6)
2) 標準貫入試験 -----	(7)
3) 土の粒度試験 -----	(9)
4) 使用機械器具 -----	(10)
§ 3. 調査結果	
1) 地形地質の概要 -----	(11)
2) 機械ボーリング -----	(16)
3) 地下水位測定 -----	(18)
4) 土の粒度試験 -----	(18)
§ 4. 考 察	
1) 地盤の液状化について -----	(19)
2) 水平地盤反力係数 -----	(28)
3) 水平地盤反力係数の低減係数 -----	(29)
4) 換算剪断波速度の算定 -----	(31)

※添付資料

1. 調査位置図
2. 地質推定成層断面図
3. ボーリング柱状図
4. 土の粒度試験データシート
5. 現場記録写真

§ 1. 調査概要

本報告書は、世羅郡世羅町大字本郷地内において実施した地質調査結果をとりまとめたものである。

本件調査の概要は下記の通りであるが、実施に当たっては担当各位による打合せ指示に基づいたものであります。

以下、こゝにボーリング調査結果をとりまとめ御報告申し上げます。

1. 調査件名：大田小学校屋内運動場改築工事に伴う地質調査
2. 調査場所：広島県世羅郡世羅町大字本郷 891 番地 1
3. 調査期間：自 平成 21 年 9 月 8 日
至 平成 22 年 3 月 19 日
4. 調査内容：

▶機械ボーリング (φ66 mm)	3 箇所	計 31.00m
▶標準貫入試験		計 31 回
▶土質試験 (土の粒度試験：JISA1204)		計 5 試料
▶資料整理、報告書作成業		1 式

※尚、詳細は、表-1. 調査実績数量表に示す通りである。
5. 調査担当：株式会社 堀江建築設計事務所
〒720-0805 福山市御門町三丁目 3 番 6 号
TEL (084) 922-5575 FAX (084) 931-2560
 - ・ ボーリング担当：宮本 成章
 - ・ 土質試験担当：吉岡 昌剛
 - ・ コア鑑定者：浅田 充男
 - ・ 主任技師：岡田 秀仁

表-1 調査実績数量表
「大田小学校屋内運動場改築工事に伴う地質調査」

		実績数量				
敷地区分		体育館用地内		校舎敷地内	合計	
ボーリングNo.		No.1	No.2	No.3		
機械ボーリング(m)	φ 66mm	粘性土・シルト	1.10	0.50	0.90	2.50
		砂・砂質土	4.50	7.90	5.50	17.90
		礫混り土砂	0.60	—	2.10	2.70
		玉石混り土砂	—	2.00	—	2.00
		軟岩 I	1.80	1.60	2.50	5.90
		計	8.00	12.00	11.0	31.00
標準貫入試験 (回)		粘性土・シルト	—	—	1	1
		砂・砂質土	4	8	6	18
		礫混り土砂	1	—	1	2
		玉石混り土砂	—	2	—	2
		軟岩 I	3	2	3	8
		計	8	12	11	31
土質試験 (試料)		粒度(フルイ)	—	2	3	5

§ 2. 調査方法

1) 機械ボーリング

調査は、後添「調査位置図」に示す3箇所に於て、ロータリー式オイルフィード型高速ボーリング機械を用いて、図2-1に示す装置により行ったが、それらの結果は後添「ボーリング柱状図」に詳細を記録した。

目的としては、

- ①地層の状態、土性の把握。
 - ②試料採取（地震時液状化検討用の粒度試験試料に一部供用）
 - ③土のせん断強度及び相対密度を推定するための標準貫入試験の実施。
 - ④孔内水位の測定。
- 等である。

掘進は、孔径 $\phi 66\text{m/m}$ コアチューブを、また孔壁保護は孔径 $\phi 86\text{m/m}$ ケーシングパイプを用い、地層に応じて掘削ビットやコアチューブを適宜選択した。

調査終了ボーリング孔は、継続測定を行った孔内水位測定終了とともに閉塞工を実施した。尚、検尺に際しては、監督職員の現地立会のうえ、確認を受け、その後に撤去作業を行った。

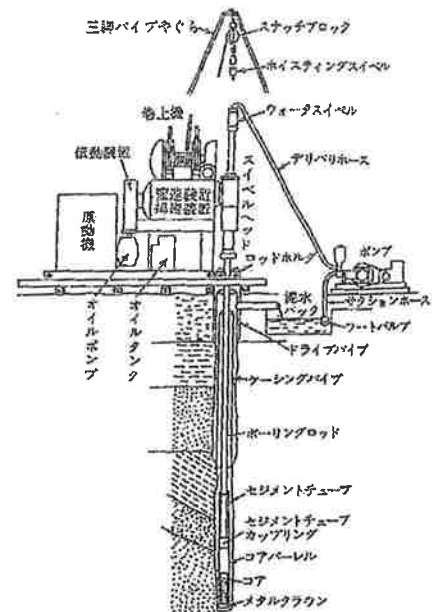


図 2 - 1 油圧式ボーリング装置概念図

2) 標準貫入試験

JIS・A1219：2001「地盤の標準貫入試験方法」の規定に準じ、ボーリング孔においてGL-1.0mより1.0m深毎に実施した。

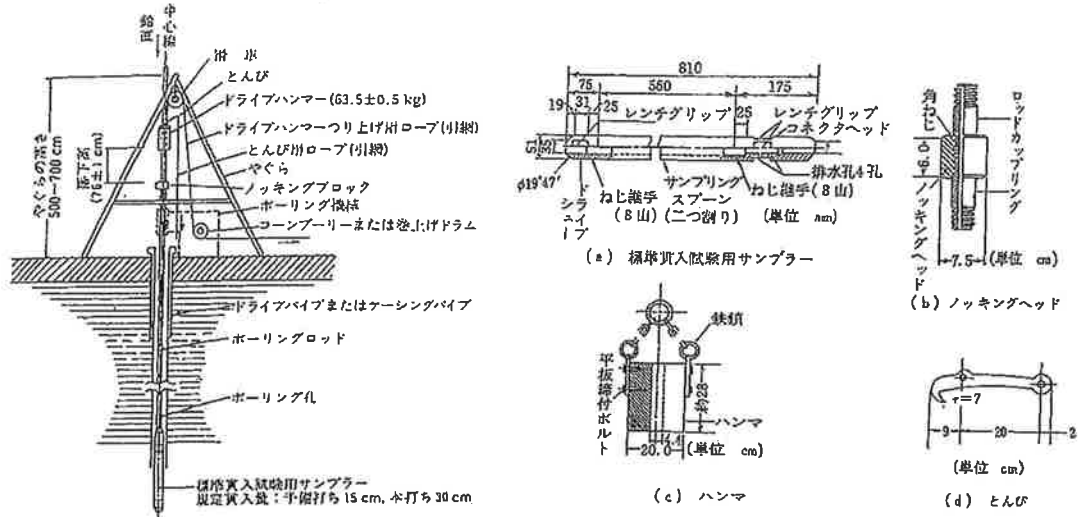
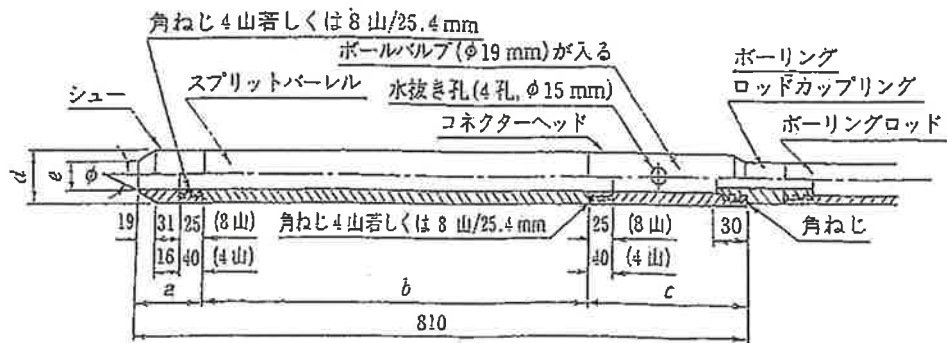


図2-2 標準貫入試験装置及び主な試験用具

この規格は原位置における土の硬軟・締り具合の相対値を知るため、N値を求める原位置試験について規定したものである。尚、N値とは重量 63.5 ± 0.5 kg のドライブハンマーを 76 ± 1 cm自由落下させ、標準貫入試験用サンプラー (図 2-2, a) を 30 cm打込むに要する打撃数をいう。

標準貫入試験用サンプラー及びシューは二つ割りにできるスプリットバレル及びコネクターヘッドからなる鋼製のサンプラーであり、その仕様は次の通りである。



単位 mm (φ以外)

各部	全長	シュー長 a	ハッセル長 b	ヘッド長 c	外径 d	内径 e	シュー角度 φ	刃先肉厚 t
寸法	810±1.0	75±1.0	560±1.0	175±1.0	51±1.0	35±1.0	19° 45' ±8'	1.15±0.05

その手順は、

- ① 所定の深さまでボーリング孔を掘削する。
- ② ボーリング孔底のスライムを取り除く。そのとき、孔底以下の地盤を乱さないよう注意する事。
- ③ 試験用サンプラーをロッドに接続し、静かに孔底に降ろしロッド上部にノッキングブロック及びガイド用のヘッドを取り付け、ドライブハンマー打撃によってまず 15 cm 予備打ち、30 cm 本打ち並びに、約 5 cm の後打ちを行う。本打ちの場合はドライブハンマーの落下高 76±1 cm としてドライブハンマーは自由落下（今回はトンビを使用）させた。本打ち試験に於ては打撃数を記録し、N 値 50 を限度とした。
- ④ 試験終了と共に地表にサンプラーを上げ、シュー及びコネクターヘッドを取りはずし、スプリットバレルを2つに割り採取試料の観察を行い、試料は標本箱に納めた。

以上の試験結果は添付資料の内、「ボーリング柱状図」右側部分に折線グラフ等で記載した如くである。

3) 土の粒度試験

当該沖積地盤の粒度特性（地盤の液状化検討資料）を捉える目的で、ボーリングNo.2 孔及びNo.3 孔で採取した攪乱土（コアチューブ及び標準貫入試験器採取試料）を室内土質試験に供した。

―― 試験試料の位置及び数量 ――

孔番	試料番号	試料採取深度 (GL-m)	現場判定 土質名	数量 (試料)	試験項目
2	2-1	2.00～2.50	玉石混り砂礫	1	粒度試験(フルイのみ)
	2-2	3.00～3.50	礫混り粘土質砂	1	粒度試験(フルイのみ)
3	3-1	2.00～2.50	礫混り砂	1	粒度試験(フルイのみ)
	3-2	3.00～3.50	粘土質砂	1	粒度試験(フルイのみ)
	3-3	4.00～4.50	粘土	1	粒度試験(フルイのみ)
合 計			5 試料		

① 土の粒度試験（JIS A 1204）

土の粒度は、粗粒度の判別分類及び土の工学的性質を判断する基準となるもので、土を構成する土粒子の粒径と各粒径に対する重量分布で表し、JISでは「土粒子の大きさが分布する状態を重量百分率で表したもの」と定義している。試験は、フルイ分析として、各フルイに残留した試料の乾燥重量を測定した。

試験は、1 試料につき 1 個とした。この試験結果は、地震時の液状化検討を行う計算に用いる。

4) 使用機械器具

今回調査で使用した主要な機械器具類は下表の如くである。

機 器 名	形 式 及 び 能 力	数 量	備 考
試 錐 機	東邦地下工機 D2-G 型	1 台	オイルフィード 掘進能力 150m
ポ ン プ	東邦地下工機 BG-3 型 (45 ㄩ/分)	1 台	試錐機付属
エ ン ジ ン	ヤンマー NFD-13 型 (9PS/2200rpm)	1 台	試錐機用
送 水 ポ ン プ	ヤンマーパールD (30 ㄩ/分)	1 式	水仮設用
仮 設 用 足 場 材	角材、丸太、杉板	1 式	
ボーリングロッド	40.5 ^m / _m もの、0.5m、1.0m、 1.5m、2.0m、3.0m	1 式	
ケーシングパイプ	89.1 ^m / _m ×1.0mもの	1 式	
コアチューブ	66 ^m / _m 、60 ^m / _m (シングル)	1 式	
標準貫入試験	JIS・A1219、レイモンドサンプラー モンケン、トンビ 他	1 式	
土 質 試 験	マルイ製作所	1 式	JIS・JGS 規格もの

§ 3. 調査結果

1) 地形地質の概要

本調査地は広島県世羅郡世羅町大字本郷地内にして、世羅町役場の西北西約 1 km 付近に立地し、国道 184 号線と市街地を 2 分して流下する芦田川とに挟まれた沖積平野上に位置している。

当地域は、標高 400~600m 付近に中位平坦面を有する吉備高原面の一連で形成された世羅台地の一部に属し、構造線群に支配されて蛇行流下する芦田川により広く侵食開析された山間地の氾濫平野部にして、市街地は標高 340m 付近でその平野面を構成している。尚、第四紀層は土砂供給の程度により、その層厚は 2~4m 程度で、場所的に水流及び分級淘汰作用によって上部に軟質な土層の薄層もみられるが、調査地付近の如き場所では、浅所で基盤岩の風化土砂であるマサ土に移行しているようである。

巨視的にこの地方は、後成断層及び岩石の削剥に対する抵抗性の違いに由来して形成された地質構造を反映する侵食地形にして、全体的になだらかな丸味を有する塊状山地が多いものの、その形は規則性がなく、狭小な低地と老年期の侵食起伏面からなり、かなり複雑化している。(広島県はほとんど山地でみたされ、早くから隆起準平原遺物と考えられてきた侵食平坦山地が広く発達することや、日本中で最も密に平行している直線状の構造谷群の発達していることは、大きな特質とされている)そして、このように複雑な地形発達は、おそらく古第三紀に陸化していた中国山地が削剥されて老年山地となり、道後山脈が形成され、その後、中国山地は隆起して、侵食は復活したが、このときその南縁に沿う断層連動によって脊梁山地が吉備高原よりも隆起してやがて脊梁山地には、かなり幅の広い谷が作られ、いくつかの小山地に分断されると共に、吉備高原では、かなりの起伏を残しつつも、その結果、中国地方は、多島海となり脊梁山地には、“おぼれ谷”が造られ、中新世層が各地(三次、庄原、津山盆地等)に堆積した。その後、海退とともに陸化した山地は再び削剥され脊梁山地に深く入り込んだ谷に沿っても侵食小起伏状面が発達するようになり、八幡高原面が形成される。

その後、脊梁山地南縁における断層運動を伴って、山地は再び隆起し、すでにある程度起伏の小さい山地となっていた世羅台地は更に削剥されて広い老年山地となり、一連の吉備高原面の形成となっているようである。尚、「西村（1963）」によると、県下を3断面に分類し、その分布高度、形成時代を下記の如くに発表している。

表3-1 中国山地の浸食小起伏面（西村 1963）

浸食小起伏面	分布高度	形成時代
道後山面	1000m±	中新世以前
吉備高原面	400~600m	中新世末~鮮新世
瀬戸内面	< 200m	鮮新世末~最新世初期

地質的には、古生代後期秩父地向斜の一部に属し、元々は比較的深い海底を成していた当時の堆積物と考えられる古生層岩類の底盤化を背景として、その後の中生代に於ける火成活動や中国地方の内海時代である中新世にわたっての地質時代を経て現在に至っている。

古生界を構成する岩石には主に砂岩、粘板岩、チャート、石灰岩、輝緑凝灰岩等により構成されているが、石灰岩が圧倒的に卓越する相、砂岩と粘板岩とチャートが卓越する相、輝緑凝灰岩~輝緑岩が極めて多い相の三つが明瞭な対照を成し、地域を異にして現れている。局部的変化を除けば古生界は西北西から東南東に近い一般走向をとり、走向方向に軸をもつ褶曲を形成したり、同じく西北西の構造線で切られたりして現地形に大きな影響を与えている。この他に北東性の後成断層による変位変形もみられるが、全てもともとは、一連の地向斜的領域の堆積物であったと考えられている。

尚、この古生層は調査地の北、新山（635.0m）を除く山地に粘板岩を主体として断片的に現存している。

その後、中生代白亜紀に入り、西南日本内帯は激しい火山及び火成活動の場となる。吉舎安山岩類で一括される安山岩質熔岩及び火山砕屑岩、引き続き高田流紋岩一ぱく大量の流紋岩質火山砕屑岩がその激しさを物語り、本調査地の南部地方の宇根山（698.8m）を中心に西方向へ広大に貫入噴出している。高田流紋岩にやゝおくれてこれと同源のマグマの上昇貫入により、古期花崗岩（比婆郡付近に多く分布）が形成される。やがて、これらは隆起侵食を受け、その上に安山岩とその火山砕屑岩から始まり石英安山岩、流紋岩に至る一連の火山岩層（作木火山岩層……作木村を中心とする）が累積する。その後、作木火山岩類を貫入し、本調査地の基盤岩を成す新期花崗岩類を形成するが、本花崗岩は、黒雲母花崗岩を主とするも最末期に貫入底盤化した広島型花崗岩（瀬戸内面を中心に県南部に広く分布）とは区別され、中生代白亜紀・中央型花崗岩類に分類されている。一般的には世羅台地には高田系の流紋岩が多く本調査地の如き東部は花崗岩で構成されているようである。

花崗岩の風化作用は一般には、標高の高い所ほど風化の程度が著しい傾向を示す。そのため、山地等に於ては、谷に面した斜面では河床部に良質な岩が露出しているも、山腹の高所に行くに従って風化の進んでいる事が多く、風化深度は比較的深く、厚さ数十メートルに及ぶ事が多い。この様に花崗岩の風化層が他の岩石に比べて厚く分布する理由は、岩石の組織が他の岩石に比べて異なり、結晶粒径が大きく、各鉱物の物性が異なる事にある。結晶の物性が異なれば温度変化による応力集中によって破壊され易い。結晶中でも、石英は細粒化して比較的安定であるのに対し、長石、雲母は物理的にも化学的にも二次鉱物（斜長石……カオリナイト、黒雲母……パーミキュライト）に変化する。従って石英が安定であるから、これが骨格となって弱い結晶を保護するため厚い風化土層（深層風化）が形成される。

つまりマサ土は、地表から物理、化学的風化によって土粒子の変質が著しく、粘着力は少なく、透水性は大きい表面侵食を受け易い特徴を帯びている。

また、世羅台地で注目すべき事は、構造線に支配されて点々と噴出している第四紀更新世の玄武岩ドーム（本調査の北にそびえる新山（635.0m）…かんらん石玄武岩）と点在する甲立礫層（段丘堆積物）も見のがせない地質現象である。

图3-1 当地地质构成图

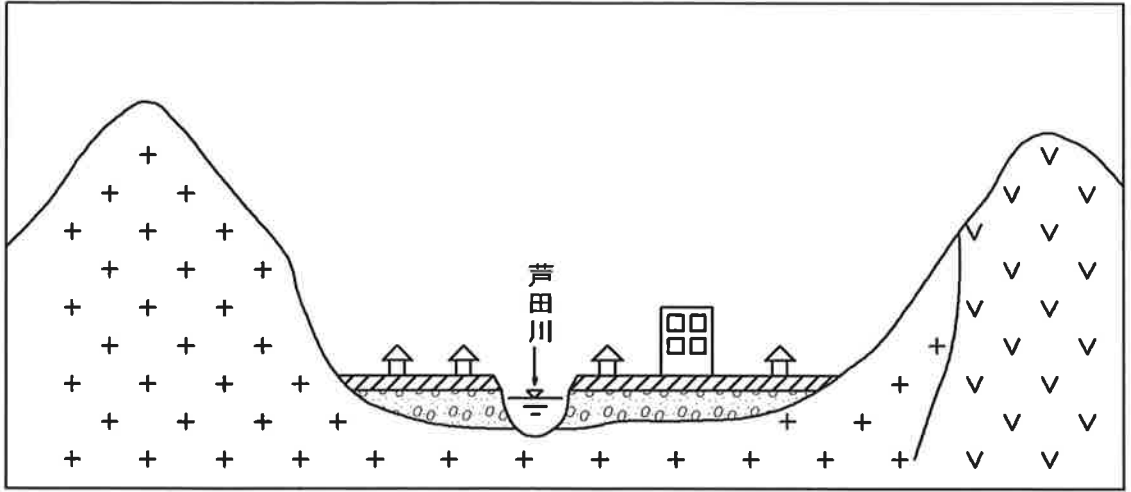


表3-2 広島県の地史<鷹村 權 (1979) >

(日曜の地学、広島の地質をめぐって、築地書館、1979)

地質時代		山口県東部	広島県			岡山県西部	地史				
			西部	東部	南部						
新紀	沖積	宍野山火山岩	沖積層			三瓶火山灰層 玄武岩 段丘礫層	ひろ山火山岩類	上楓断層			
			洪積	伊佐層							
				冠山安山岩 玄武岩	西条礫層				尾道礫層	新期山砂利層 玄武岩	
	積	2				玄武岩	旧期山砂利層	中国準平原			
		6	瀬戸内層群 瀬戸内安山岩	備北層群			勝田層群	古瀬戸内海			
	中生代	漸新	23	壇町層							
			38	田万川層群 宇部層群	川内石英安山岩						
		始新	55	因美花崗岩			新期花崗岩		広島変動		
			70	口羽深成岩							
		白	ヘトナイ	作木火山岩							
中生代	白	浦河	広島型花崗岩								
		深成岩	井原市深成岩								
	ギリヤク	阿武層群	藤原層	高田流紋岩類							
		吉部深成岩 周南層群	吉舎安山岩類								
	宮古	関門層群	稻倉層			観石層					
		有田	飯家花崗岩類								
	ジュラ紀	後期	130	豊西層群							
		中期	豊浦層群								
		前期	180	成羽層群							
	三疊紀	後期	180	向畑層				本州造山 三郡変成作用			
中期		玖珂層群	共和層群 正寺層群								
二疊紀	後期	220	夜久野複合岩類 (菱はんれい岩類)								
	中期	鹿足層群	錦層群	太田川流域	刈田層群	芳井層群	山野層群	押ヶ谷層	野旅山層 前谷層	宇治層	湯川層群
	前期	?	都濃層群				宇山野層	有頭層	高山石灰岩	佐伏層群	
古生代	石炭紀	280				永明寺層 断魚溪層	猪谷山層	日南石灰岩	光遠層群	本州地内斜	
	デボン紀	350									
	シルル紀	400									
	オルドビス紀	500									
カンブリア紀	600										

2) 機械ボーリング

調査は後添「調査位置図」に示す2箇所において、標準貫入試験などを併用するテストボーリングを行った。その調査箇所及び数量は次の如くである。

調査結果は、「ボーリング柱状図」詳細を記し、また全体的な地層状況は「地質推定成層断面図」として図示した。

表3-3 テストボーリング結果一覧表(体育館用地内)

地質名	層相	伏在深度				N値	相対稠密度
		Bor. No. 1		Bor. No. 2			
		GL-m	標高 m	GL-m	標高 m		
盛土	表土 (粘性土)	0.00 ~ 1.10	345.11 ~ 344.01	0.00 ~ 0.50	344.69 ~ 344.19	—	—
		1.10 ~ 1.70	344.01 ~ 343.41	0.50 ~ 2.50	344.19 ~ 342.19		
新生代 第四紀	砂礫~ 玉石混り砂礫	1.10 ~ 1.70	344.01 ~ 343.41	0.50 ~ 2.50	344.19 ~ 342.19	22~25	中ぐらい
	礫混り 粘土質砂	—	—	2.50 ~ 3.90	342.19 ~ 340.79	16	中ぐらい
中生代 白亜紀	強風化花崗岩 (砂質土)	1.70 ~ 6.20	343.41 ~ 338.91	3.90 ~ 10.40	340.79 ~ 334.29	12~44	中ぐらい~密な
	中風化花崗岩 (軟岩 I)	6.20 ~ 8.00 まで確認	338.91 ~ 337.11 まで確認	10.40 ~ 12.00 まで確認	334.29 ~ 332.69 まで確認	50以上	非常に密な

表3-4 テストボーリング結果一覧表(校舎敷地内)

地質名	層相	伏在深度		N値	相対稠密度
		Bor. No. 3			
		GL-m	標高 m		
盛土	盛土 (礫混り土砂)	0.00 ~ 1.00	344.36 ~ 343.36	—	—
		1.00 ~ 2.10	343.36 ~ 342.26		
新生代 第四紀	砂礫	1.00 ~ 2.10	343.36 ~ 342.26	36	密な
	礫混り砂	2.10 ~ 2.80	342.26 ~ 341.56	13	中ぐらい
	粘土質砂	2.80 ~ 3.80	341.56 ~ 340.56	9	緩い
	粘土	3.80 ~ 4.70	340.56 ~ 339.66	32	非常に硬い
中生代 白亜紀	強風化花崗岩 (砂質土)	4.70 ~ 8.50	339.66 ~ 335.86	28~42	密な
	中風化花崗岩 (軟岩 I)	8.50 ~ 11.00 まで確認	335.86 ~ 333.36 まで確認	50以上	非常に密な

表3-5 N値より推定される土質常数

(土質工学会編：土質調査法より)

砂の相対密度、内部摩擦角 ϕ とN値との関係

(Terzaghi, Peck, Meyerhoff, Dunham)

N 値	相対密度 D_r		内部摩擦角 ϕ	
	$D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$		ペックによる範囲	マイヤホフによる範囲
0～4	非常に緩い	0.0～0.2	28.5以下	30以下
4～10	緩い	0.2～0.4	28.5～30	30～35
10～30	中位の	0.4～0.6	30～36	35～40
30～50	密な	0.6～0.8	36～41	40～45
50以上	非常に密な	0.8～1.0	41以上	45以上

粘土地盤に於けるN値とコンシステンシーの関係

コンシステンシー	非常に 柔らかい	柔らかい	中位の	堅い	非常に 堅い	固結した
N 値	2 以下	2～4	4～8	8～15	15～30	30 以上
qu (kg/cm ²)	0.25 以下	0.25 ～0.5	0.5 ～1.0	1.0 ～2.0	2.0 ～4.0	4.0 以上

2) 地下水位測定

今回のボーリング中、確認した孔内水位（自由面不圧地下水）は下記の如くであった。

(1) 自由面不圧地下水

◎Bor.No.1	GL-1.85m (標高：343.26m)	11月18日測定
◎Bor.No.2	GL-1.65m (標高：343.04m)	11月16日測定
◎Bor.No.3	GL-2.10m (標高：342.26m)	11月21日測定

3) 土の粒度試験

土質試験は、地震時の液状化が問題となりうる沖積軟弱地盤の粒度特性を捉える目的で、ボーリングNo.2及びNo.3孔で採取した攪乱土を用いて行った。

① 粒度特性一覧表

孔番	試験深度 (GL-m)	現場判定 土質名	粒度構成 (%)			最大粒径 (mm)	D ₅₀ % 粒径 (mm)	土質分類名
			粘土分 シルト分	砂分	礫分			
No.2	2.00～ 2.50	玉石混り 砂礫	37.5	28.5	58.2	37.5	3.4533	細粒分混り砂質礫
	3.00～ 3.50	礫混り 粘土質砂	26.5	37.0	40.2	26.5	0.8807	細粒分質砂質礫
No.3	2.00～ 2.50	礫混り砂	13.2	48.9	37.9	26.5	1.1239	細粒分混り礫質砂
	3.00～ 3.50	粘土質砂	30.6	60.0	9.4	19	0.2455	礫混り細粒分質砂
	4.00～ 4.50	粘土	82.1	17.6	0.3	4.75	—	砂質細粒土

液状化を来し易い土層としては、地下水位が現地盤面から10m以内にある沖積層で、かつ現地盤面から20m以内における平均粒径D₅₀が0.02mm以上2.0mm以内である飽和砂質土層で、細粒土含有率が35%以下の土質に集中するといわれている。

§4. 考 察

1) 地盤の液状化について

<1>対象とすべき土層

① 建築基礎構造設計指針（2001年，第2版，（社）日本建築学会）の場合

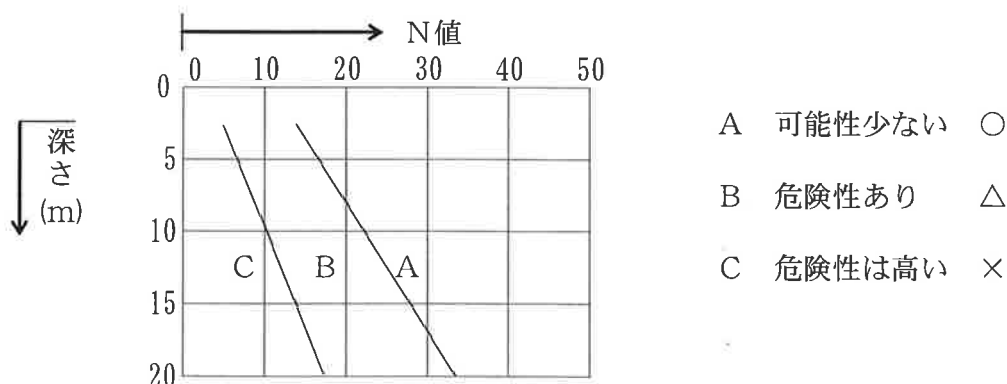
指針では液状化の判定を行う必要がある飽和土層として、地表面から20m以浅の沖積層で下記に該当する土層について液状化検討を行うとしている。

- ① 細粒土含有率が35%以下の土
- ② 粘土分（0.005mm以下の粒径をもつ土粒子）含有率が10%以下、又は塑性指数が15%以下の埋立あるいは盛土地盤
- ③ 細粒土を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫

② 郵政省建築基礎設計基準，同解説及び資料の場合

液状化現象を起こしやすい地盤とは、次の諸条を満たす純粋な砂地盤をいう。

- ① 地表面から15～20mの深さ以内にある
- ② 粒径が均一な中粒砂である
- ③ 地下水位以下にあって水で飽和している
- ④ 締まり方が緩くN値が次図の範囲にある。



以上の関係より、

液状化の問題が介在する土層は、地下水位下～GL-20.0mまでの沖積砂質土層が対象となる。当該敷地地盤に於ては、Bor. No.2 では、地下水位以下 GL-1.65m～GL-3.90mまでの砂質土層が対象となり、GL-3.90m以下の強風化花崗岩は砂質土であるが、地山の中生代白亜紀層であるため検討から除外する。同様に Bor. No.3 では GL-2.10m～GL-4.70mまでが検討の対象となる。

検討は、「建築基礎構造設計指針」（2001年，第2版（社）日本建築学会）に従って検討する。

<2>液状化危険度予測

検討は、「建築基礎構造設計指針」(2001年、第2版(社)日本建築学会)に従って検討する。

㊸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力比 L を(4.1)式により求める。

$$L = \frac{\tau_d}{\sigma'_z} = \gamma_n \cdot \frac{\alpha_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_z}{\sigma'_z} \cdot \gamma_d \quad (4.1)$$

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)

γ_n : 等価な繰返し回数に関する補正係数
[$= 0.1 \cdot (M - 1)$ ただし、 M は地震のマグニチュードを示す]
一般には $M = 7.5$ とする。

α_{max} : 地表面における設計用水平加速度 (cm/s²)
指針では損傷限界検討用として $\alpha_{max} = 150 \sim 200$ gal、終局限界検討用として $\alpha_{max} = 350$ gal を推奨している。

g : 重力加速度 (980 cm/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
[$= 1 - 0.015 \cdot z$ ただし、 z は地表面からの検討の深さ (m) を示す]

㊹各深さにおける補正N値 (N_a) を、(4.2)式により求める。

$$N_a = N_1 + \Delta N_f \quad (4.2)$$

$$N_1 = C_N \cdot N$$

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

N_a : 補正N値

N_1 : 換算N値

ΔN_f : 細粒土含有率 F_c に応じた補正N値増分 (図 4-2 参照)

C_N : 拘束圧に関する換算係数

N : 標準貫入試験のN値

㊺図 4-1 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 $R = \tau_l / \sigma'_z$ を求める。ここに、 τ_l は、水平面における液状化抵抗である。

①各深さにおける液状化発生に対する安全率 F_l を (4.3) 式により計算する。

$$F_l = \frac{R}{L} = \frac{\tau_l / \sigma'_z}{\tau_d / \sigma'_z} \quad (4.3)$$

(4.3) 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断し、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その土層の液状化発生危険度は高いと判定する。

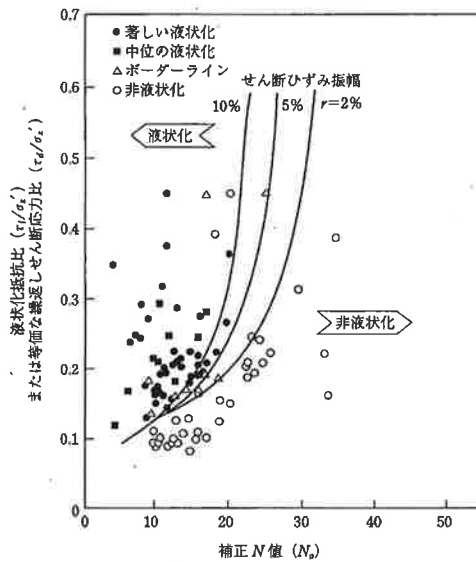


図4-1 補正N値と液状化抵抗、動的せん断ひずみの関係

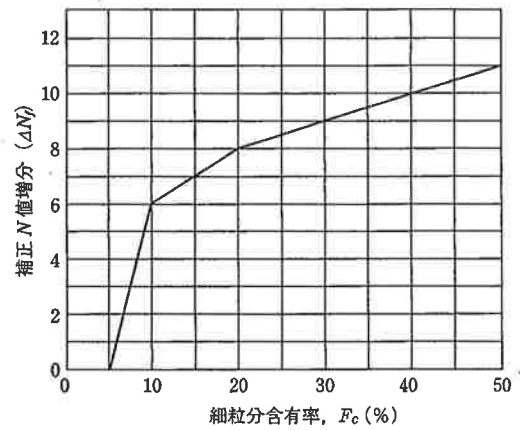


図4-2 細粒分含有率とN値と補正係数

N値が大きくなりやすい礫質土に対しては、その50%粒径 D_{50} により図4-3のようなN値補正係数 C_{sb} を暫定的に用いることができる。

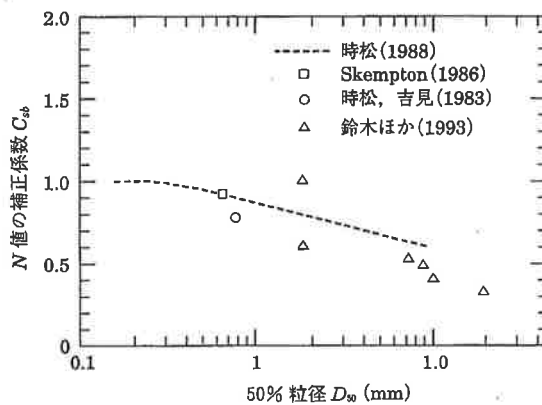


図4-3 砂礫地盤のN値補正係数

液状化指数 P_l は、 F_l 法で算定した液状化抵抗力 (F_l 値) に、深さの重み関数をかけることにより、その地点での液状化危険度を表す指標である。

$$P_l = \int_0^{20} F \cdot W(z) dz$$

$$F = \begin{cases} 1 - F_l & (F_l < 1.0) \\ 0 & (F_l \geq 1.0) \end{cases}$$

$$W(z) = 10 - 0.5z$$

表 4-1 P_l 値による危険度の判定

P_l 値	液状化危険度
$P_l \leq 0$	かなり低い
$0 < P_l \leq 5$	低い
$5 < P_l \leq 15$	中位
$15 < P_l \leq 30$	高い
$30 < P_l$	かなり高い

液状化判定の計算に用いる単位体積重量は、下表より推定した。

表 4-2 基礎の設計に用いる土の単位体積重量 (kN/m³)
「新・土と基礎の設計計算演習」: (社) 土質工学会 P5

	N 値	単位体積重量	
		一般	水中
砂質土	50 以上	20	20
	30~50	19	9
	10~30	18	8
	10 未満	17	7
粘性土	30 以上	19	9
	20~30	17	7
	10~20	15~17	5~7
	10 未満	14~16	4~6

表4-3 震度階と振動レベルとの関係

(日本道路公団設計要領第2集 P5-53 昭和55年4月)

気象庁 震度階	呼び名	加 速 度 gal	振動加速度 レベル or 振動レベル (4~8Hz)	振動速度 mm/sec (4~8Hz)	地 震 動 の 震 度 階
0	無感	0.8 以下	55 以下 dB	0.18 以下	地震計には感じるが、人体には感じない。
I	微震	0.8~2.5	55~65	0.18~0.55	静止せる人、または地震に特に敏感な人の 感じる程度
II	軽震	2.5~8.0	65~75	0.55~1.8	一般の人々が感じ、戸障子がわずかに動 く。
III	弱震	8.0~25.0	75~85	1.8~5.6	家屋が動き戸障子が鳴り振り時計が止り、 電灯のような吊下物および水面が動く。
IV	中震	25.0~80.0	85~95	5.6~18.0	家屋が激しく動き座りの悪い器物は倒れ、 八分目に入った器の水があふれでる。
V	強震	80.0~250.0	95~105	18.0~60	壁にき裂ができ、墓石、石灯籠等が倒れ、 煙突や土蔵倉に破損が生じる。
VI	烈震	250.0~400.0	105~	60~	家屋が倒壊し、山くずれ等が起り、平地に き裂ができる。
VII	激震	400.0 以上			建物がほとんど破壊し、物体が投げ出さ れ、地平線に波形の変化がみられる。

(注) 振動レベル、振動速度の値は上下振動について振動数が4~8Hzに限定した場合のものである。

建設経理 1973.11 より

— 粒 度 分 析 試 験 結 果 —

孔番	深度 GL-m	土 質 名	平均粒径 D ₅₀ mm	細粒土分 含有率(%)	実測N値
2	2.00~2.50	玉石混り砂礫	3.4533	37.5	25
	3.00~3.50	礫混り粘土質砂	0.8807	26.5	16
3	2.00~2.50	礫混り砂	1.1239	13.2	13
	3.00~3.50	粘土質砂	0.2455	30.6	9
	4.00~4.50	粘土	—	82.1	32

— 各深度における検討 —

i) ボーリングNo.2 地点 (体育館用地内)

(設計条件)

適用式	建築基礎構造設計指針式 (2001)
ボーリング名	Bor.No.2
孔口標高 (m)	344.69 (m)
地下水水位	GL-1.65 (m)
水平加速度	150, 200, 350 (gal)
計算対象範囲	地下水水位以深 (補正N値の上限を 30 とした)

(地盤条件)

下限深度 (m)	γ_t (kN/m ³)	σ_z (kN/m ²)	土質区分
0.50	16	8.00	表土 (粘性土)
2.50	18	44.00	玉石混り砂礫
3.90	18	69.20	礫混り粘土質砂

表 4-4 砂質土地盤の液状化判定計算表 (Bor. No.2)

計算深度 (GL-m)	N値 (回)	σ_z (kN/m ²)	σ'_z (kN/m ²)	D_{50} (mm)	F_C (%)	砂礫地盤 補正係数 C_{sb}	補正N値 N_a	R
2.300	25	40.40	34.02	3.4533	13.3	0.725	30.000	1.036
3.300	16	58.40	42.21	0.8807	22.8	0.885	29.863	1.010

表 4-5 砂質土地盤の液状化安全率 (F_l) 検討結果一覧表 (Bor. No.2)

	損傷限界				終局限界	
	水平加速度 150gal		水平加速度 200gal		水平加速度 350gal	
計算深度 (GL-m)	外力係数 L	液状化係数 F_l	外力係数 L	液状化係数 F_l	外力係数 L	液状化係数 F_l
2.300	0.114	9.079	0.152	6.809	0.266	3.891
3.300	0.131	7.717	0.174	5.788	0.305	3.307
液状化指数 P_l	$P_l = 0.000$		$P_l = 0.000$		$P_l = 0.000$	

ii) ボーリングNo.3 地点 (校舎敷地内)

(設計条件)

適用式	建築基礎構造設計指針式 (2001)
ボーリング名	Bor.No.3
孔口標高 (m)	344.36 (m)
地下水水位	GL-2.10 (m)
水平加速度	150, 200, 350 (gal)
計算対象範囲	地下水水位以深 (補正N値の上限を 30 とした)

(地盤条件)

下限深度 (m)	γ_t (kN/m ³)	σ_z (kN/m ²)	土質区分
1.00	18	18.00	盛土 (礫混り土砂)
2.10	19	38.90	砂礫
2.80	18	51.50	礫混り砂
3.80	17	68.50	粘土質砂
4.70	19	85.60	粘土

表 4-6 砂質土地盤の液状化判定計算表 (Bor. No.3)

計算深度 (GL-m)	N値 (回)	σ_z (kN/m ²)	σ'_z (kN/m ²)	D_{50} (mm)	F_c (%)	補正N値 N_a	R
2.300	13	42.50	40.53	1.1239	13.2	0.856	23.957
3.300	9	60.00	48.23	0.2455	30.6	1.000	21.896
4.300	32	78.00	56.42	-----	82.1	-----	30.000

表 4-7 砂質土地盤の液状化安全率 (F_l) 検討結果一覧表 (Bor. No.3)

計算深度 (GL-m)	損 傷 限 界				終 局 限 界	
	水平加速度 150gal		水平加速度 200gal		水平加速度 350gal	
	外力係数 L	液状化係数 F_l	外力係数 L	液状化係数 F_l	外力係数 L	液状化係数 F_l
2.300	0.101	3.662	0.134	2.747	0.235	1.569
3.300	0.118	2.393	0.157	1.795	0.275	1.025
3.300	0.129	8.048	0.172	6.036	0.300	3.449
液状化指数 P_l	$P_l=0.000$		$P_l=0.000$		$P_l=0.000$	

各深度ごとの液状化抵抗の程度を、安全率 F_l として求めた結果、体育館用地内の Bor. No.2 及び校舎敷地内の Bor. No.3 共に、水平加速度 $\alpha_{max}=150、200、350 \text{ gal}$ 、いずれの場合においても $F_l > 1.0$ を示している。

よって、計算地点の地盤全体での液状化の程度を表す液状化指数 P_l からも、すべての深度で $P_l = 0.000$ となり、当該敷地地盤に関しては、液状化の危険性はかなり低いもしくは皆無な地盤といえる。

表4-8 基礎構造の要求性能

性能レベル (限界状態)	性能内容		
	基礎構造全体の性能（上部構造への影響に関する性能）	個々の基礎に関する性能	
		基礎部材に関する性能	地盤の強度・変形に関する性能
終局限界状態	基礎の破壊または変位によって、建物が破壊または転倒しない	基礎部材が脆性的に破壊しない 変形性能の限界に達して耐力の低下を生じない	地盤の極限抵抗力を超過しない
損傷限界状態	基礎の変位によって、建物の損傷を生じない 基礎の残留変形によって、建物の使用性や機能性・耐久性に支障を生じない	基礎部材に構造上の補修・補強を必要とするような損傷が生じない	上部構造や基礎の耐久性に有害な残留変形を生じない
使用限界状態	基礎の変形によって、建物の使用性や機能性・耐久性を生じない	基礎部材の耐久性に支障が生じない	上部構造の使用性・機能性や耐久性に障害を生じるとような過大な沈下・変形を生じない

注) ◦終局限界状態：安全性……人命への影響の防止

◦損傷限界状態：修復性……建築物の損傷防止

◦使用限界状態：使用性……機能性の確保

○液状化現象

砂質土地盤は一般に強い地盤とされているが、その唯一の弱点は地震時の液状化現象が発生することである。水で飽和した緩い砂質土地盤は最も液状化しやすい。

緩い砂質土に繰り返し荷重や衝撃荷重を与えると、砂粒子の配列が変化して密に詰まり体積が減少する。土の体積は間隙流体の排出量に等しいが、間隙流体が空気の場合には急速に排出される。しかし、水で飽和されている場合には、透水性の大きな砂質土でも短時間内では十分に排出されない。地震時のように、短時間内に十分に排出ができない場合には、間隙水圧が高いままの状態になる。外部の荷重が変化せずに間隙水圧だけが增大する場合には、間隙水圧の上昇分だけの土中の有効応力（土粒子骨格内の応力）が減少する。この減少が進んで有効応力がゼロに近くなると、土粒子同士の接触がない状態になり、地盤全体が液体のような状態になる。地盤が液状化するとそのせん断抵抗が消え、地盤は一種の泥水のような状態になる。したがって、軽い構造物はこの泥水の浮力で浮き上がり、重いものは沈むことになる。

2) 水平地盤反力係数

「建築基礎構造設計指針」(2001年、第2版)では、クイの基準水平地盤反力係数 k_{h0} は次式によって求められる。

$$k_{h0} = \alpha \cdot \xi \cdot E_0 \cdot \bar{B}^{-3/4}$$

k_{h0} : 基準水平地盤反力係数 (kN/m³)

α : 評価法によって決まる定数 (m⁻¹)

- ・ ボーリング孔内で測定した地盤の変形係数……………
- ・ 一軸または三軸圧縮試験から求めた地盤の変形係数……………
- ・ 対象土層の平均N値より $E_0 = 700 \cdot N$ で推定した地盤の変形係数…

{ 粘性土 $\alpha = 80$
 砂質土 $\alpha = 80$
 粘性土 $\alpha = 80$
 粘性土 $\alpha = 60$
 砂質土 $\alpha = 80$

ξ : 群杭の影響を考慮した係数。単杭の場合は、 $\xi = 1.0$ とする。

E_0 : 変形係数 (kN/m²)

\bar{B} : 無次元化杭径 (杭径をcmで表した無次元数値)

今回調査に於ては、調査ボーリングのN値より地盤の変形係数を求め、クイ基礎の基準水平地盤反力係数を試算したものを下表に示す。

表4-9 杭の基準水平地盤反力係数

地区	孔番	GL-m 深度	地層区分	N 値	変形係数 E_0 (KN/m ²)	基準水平地盤反力係数 k_{h0} (kN/m ³)		
						$\phi 350$ mm	$\phi 400$ mm	$\phi 450$ mm
体育館用地内	No.1	3.00	礫混り粘土質砂 ~強風化花崗岩	16	11,200	62,266	56,333	51,570
		4.00	強風化花崗岩 (砂質土)	18	12,600	70,050	63,374	58,016
	No.2	5.00	強風化花崗岩 (砂質土)	28	19,600	108,967	98,582	90,247
校舎敷地内	No.3	3.00	粘土質砂	9	6,300	35,025	31,687	29,008
		4.00	粘土	32	22,400	124,533	112,666	103,140
		5.00	強風化花崗岩 (砂質土)	28	19,600	108,967	98,582	90,247

※ 変形係数の算定式： $E_0 = 700 \cdot N$ (KN/m²)

※ N値は、安全側を考慮して、Bor. No.1 とNo.2 で低い方を採用した。

3) 水平地盤反力係数の低減係数

地震時に地盤の変形による抗体への影響が無視できない地盤に設置される杭においては、水平抵抗力及び水平変位の評価にあたって、水平地盤反力係数の低減を考慮する必要がある。こゝに F_l (液状化発生に対する安全率) が 0.5~0.75 あるいは、それ以下になると地盤は液状化状態になり、水平地盤反力は殆ど期待できなくなるが、 F_l が 0.5~0.75 あるいは、それ以上であれば、サイクリックモビリティ (密な砂質地盤では、正のダイレイタンシイ「セン断による体積の膨張」の影響で、セン断応力が大きくなるにつれて有効応力が回復するので、地盤に生じるセン断ヒズミは極端に大きくなることはなく、従ってセン断抵抗が 0 になることはない。このような現象を液状化と区別する意味で、サイクリックモビリティと呼ぶ。) の影響で、 F_l の程度に応じて水平地盤反力が確保できると考えられている。

当該敷地地盤では、 $F_l \geq 1.0$ であるため、水平地盤反力係数の低減を考慮する必要はない。

(表 4-5、表 4-7 液状化安全率検討結果一覧表参照)

1988 年版の旧指針においては、水平地盤反力係数の低減係数は液状化発生に対する安全率 (F_l)、地表面からの深さ (z)、補正N値 (N_a) に応じ、表 4-10 による。

表 4-10 水平地盤反力係数の低減係数

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

出典先：日本建築学会；建築基礎構造設計指針 PP.163~169, 1988

2001年版の新指針においては、液状化地盤における杭の水平抵抗の検討では、水平地盤反力係数 k_h および塑性水平地盤反力 p_y を次式により低減する。

$$k_{hl} = \beta k_{h0} \cdot y_r^{-1/2}$$

$$p_{yl} = \alpha p_{y0}$$

ここに、 β は補正係数であり、 N_a 値との関係として下図で、 k_{h0} は水平地盤反力係数、 y_r は液状化を考慮した杭と地盤の相対変位、また、 p_{y0} は砂質土地盤の塑性水平地盤反力である。

塑性水平地盤反力の低減値 α については、杭基礎の測定変形モードの逆算から0.05~0.2程度の値が推定されている。したがって、暫定的に $\alpha = \beta$ とする。

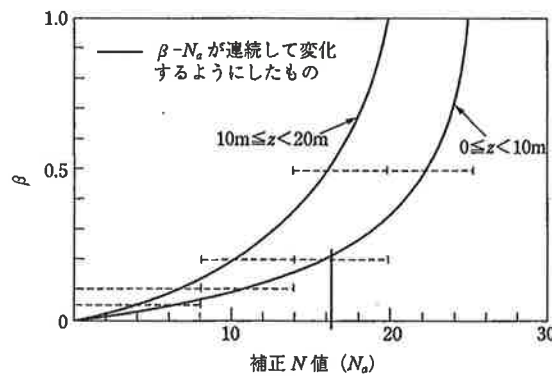


図4-4 水平地盤反力係数の低減率

出典先：日本建築学会；建築基礎構造設計指針 P.69, 2001

4) 換算剪断波速度の算定

今回調査に於ては、孔内速度検層を実施していないが、測定されたN値よりS波（横波、せん断波）を推定する。

表4-11 P波およびS波利用の適用性

調査目的・対象		P波速度	S波速度
岩盤	トンネル・ダム・切り土などの岩盤区分	◎	○
	風化・変質・破碎部の力学的性状	○	◎
土質岩盤	土質区分（粘土・砂礫）・強度	△	◎
耐震関連	（設計入力値）	△	◎
地下水の有無		○	
水溶性ガス層の検出		◎	

◎非常に有効 ○有効 △一部有効

出典先：物理探査学会；物理探査適用の手引き（とくに土木分野への利用） PP.176, 2000

表4-12 P波およびS波速度の目安

	不飽和土質地盤	飽和土質地盤	堆積軟岩	硬岩
P波速度(m/s)	100～1000	1400～1900	1200～2500	3000～5000
S波速度(m/s)	50～500		500～1500	1500～2500

換算剪断波速度(V'_s)の算定に当っては、下式を引用する。

$$V'_s = 68.79 \cdot N^{0.171} \cdot H^{0.199} \cdot Yg \cdot St \cdots \text{改正建築基準法の構造関係規定の技術的背景より}$$

ここに、 V'_s : 換算剪断波速度(m/s)

N : N値

H : 地表面からの深さ(m)

Yg : 地質年代係数

St : 土質に応じた係数

地質年代係数

	沖積層	洪積層
Yg	1.000	1.303
入力値	1	2

土質に応じた係数

	粘土	砂			砂礫	礫
		細砂	中砂	粗砂		
St	1.000	1.086	1.066	1.135	1.153	1.448
入力値	1	2	3	4	5	6

▶ボーリングNo.1 地点

地層名	深度(m)	層厚(m)	時代区分	土質区分	N値	Yg	St	V _s ' (m/s)
	H	d	Yg	St				
砂礫	1.15	1.15	1	5	24	1.000	1.153	140.43
強風化花崗岩(砂質土)	2.15	1.00	2	4	12	1.303	1.135	181.20
強風化花崗岩(砂質土)	3.15	1.00	2	4	19	1.303	1.135	211.49
強風化花崗岩(砂質土)	4.15	1.00	2	4	23	1.303	1.135	230.84
強風化花崗岩(砂質土)	5.15	1.00	2	4	39	1.303	1.135	263.75
中風化花崗岩(軟岩 I)	6.15	1.00	2	6	65.2	1.303	1.448	380.59
中風化花崗岩(軟岩 I)	7.15	1.00	2	6	100	1.303	1.448	421.93
中風化花崗岩(軟岩 I)	8.15	1.00	2	6	107.1	1.303	1.448	438.18

▶ボーリングNo.2 地点

地層名	深度(m)	層厚(m)	時代区分	土質区分	N値	Yg	St	V _s ' (m/s)
	H	d	Yg	St				
玉石混り砂礫	1.15	1.15	1	6	22	1.000	1.448	173.75
玉石混り砂礫	2.15	1.00	1	6	25	1.000	1.448	201.14
礫混り粘土質砂	3.15	1.00	1	2	16	1.000	1.086	150.81
強風化花崗岩(砂質土)	4.15	1.00	2	2	18	1.303	1.086	211.81
強風化花崗岩(砂質土)	5.15	1.00	2	2	28	1.303	1.086	238.46
強風化花崗岩(砂質土)	6.15	1.00	2	2	27	1.303	1.086	245.50
強風化花崗岩(砂質土)	7.15	1.00	2	2	33	1.303	1.086	261.80
強風化花崗岩(砂質土)	8.15	1.00	2	3	38	1.303	1.066	270.20
強風化花崗岩(砂質土)	9.15	1.00	2	3	37	1.303	1.066	275.24
強風化花崗岩(砂質土)	10.15	1.00	2	3	44	1.303	1.066	289.43
中風化花崗岩(軟岩 I)	11.15	1.00	2	6	55.6	1.303	1.448	416.92
中風化花崗岩(軟岩 I)	12.00	0.85	2	6	62.5	1.303	1.448	431.61

▶ボーリングNo.3 地点

地層名	深度(m)	層厚(m)	時代区分	土質区分	N値	Yg	St	V _s ' (m/s)
	H	d	Yg	St				
砂礫	1.15	1.15	1	5	36	1.000	1.153	150.51
礫混り砂	2.15	1.00	1	3	13	1.000	1.066	132.41
粘土質砂	3.15	1.00	1	2	9	1.000	1.086	136.68
粘土	4.15	1.00	1	1	32	1.000	1.000	165.16
強風化花崗岩(砂質土)	5.15	1.00	2	2	28	1.303	1.086	238.46
強風化花崗岩(砂質土)	6.15	1.00	2	2	31	1.303	1.086	251.37
強風化花崗岩(砂質土)	7.15	1.00	2	3	40	1.303	1.066	265.57
強風化花崗岩(砂質土)	8.15	1.00	2	3	42	1.303	1.066	274.87
中風化花崗岩(軟岩I)	9.15	1.00	2	6	62.5	1.303	1.448	408.94
中風化花崗岩(軟岩I)	10.15	1.00	2	6	100	1.303	1.448	452.40
中風化花崗岩(軟岩I)	11.15	1.00	2	6	88.2	1.303	1.448	451.15

以上、3箇所の特テストボーリング、室内土質試験結果を基に若干の検討を行ったが、基礎工法の選定に当たっては、経済性・施工性・地盤条件を考慮して、最も合理的な工法を採用されたい。

最後に今回調査の実施に当たっては、関係御各位に御高配を賜りました。こゝに記して深く謝意を表します。

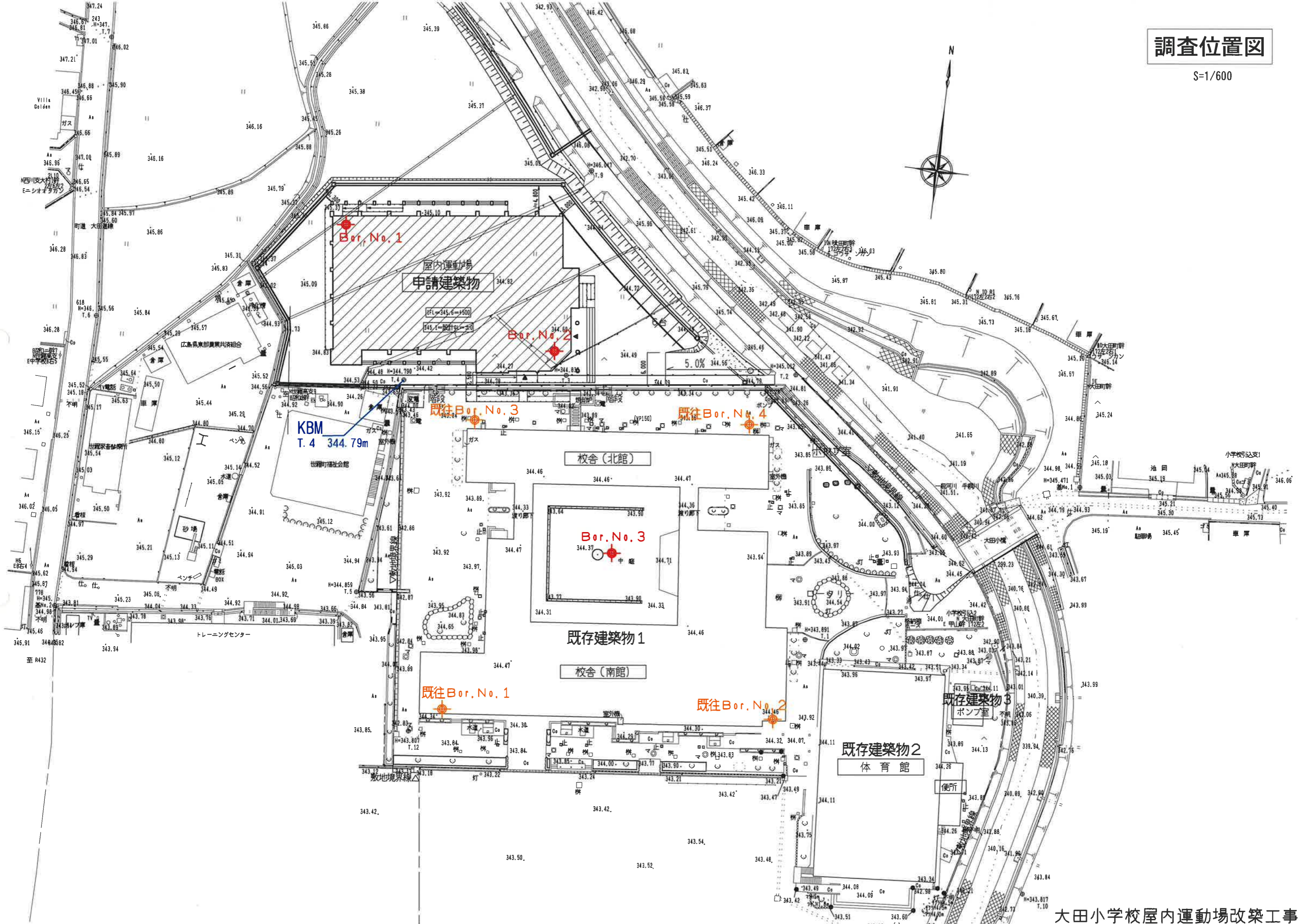
——以上——

添 付 資 料

調 査 位 置 図

調査位置図

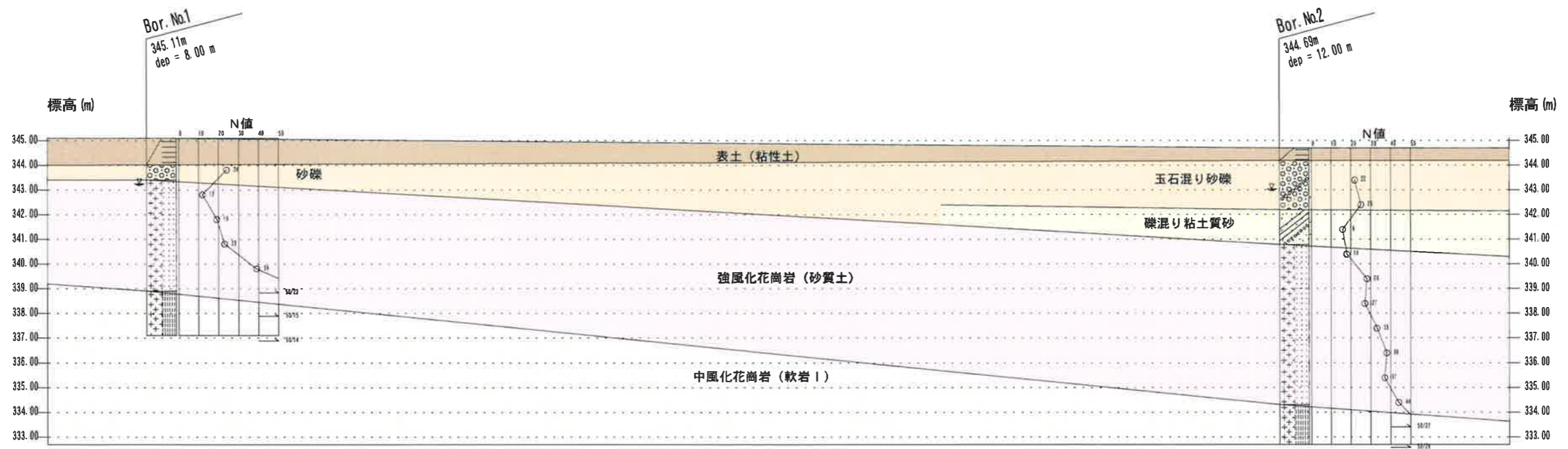
S=1/600



地質推定成層断面図

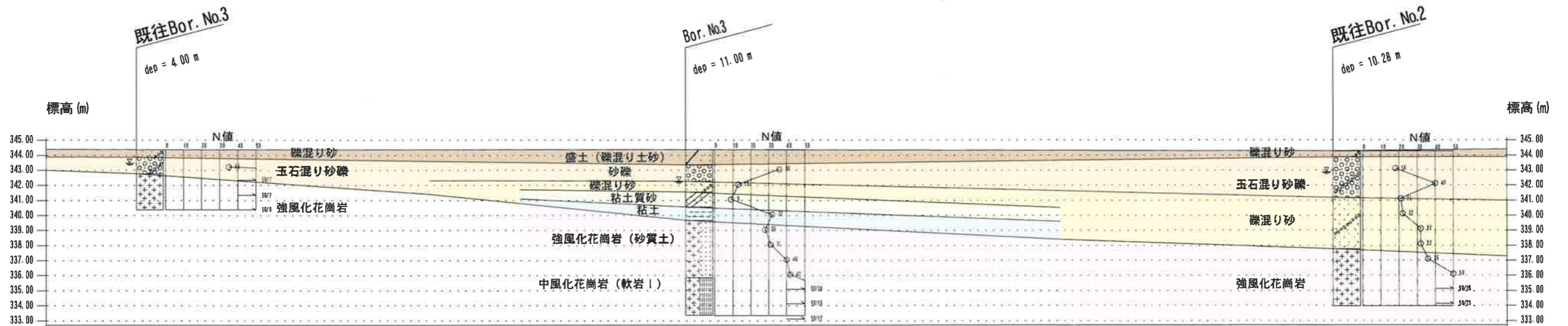
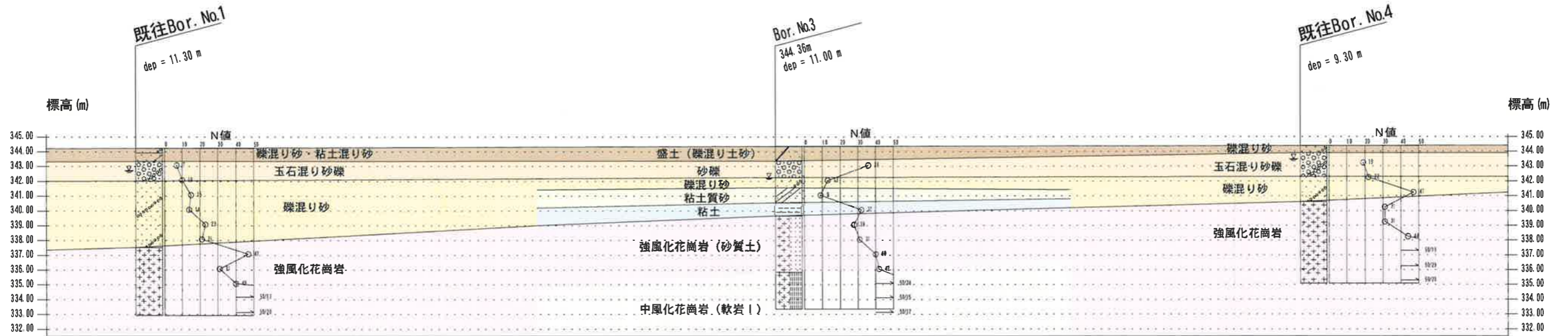
地質推定成層断面図

S=1/200



地質推定成層断面図

S=1/300



ボーリング柱状図
(既往ボーリングデータ含む)

ボーリング柱状図

調査名 大田小学校屋内運動場改築工事に伴う地質調査

ボーリングNo. 3

事業・工事名 校舎敷地内

シートNo. 6709-3

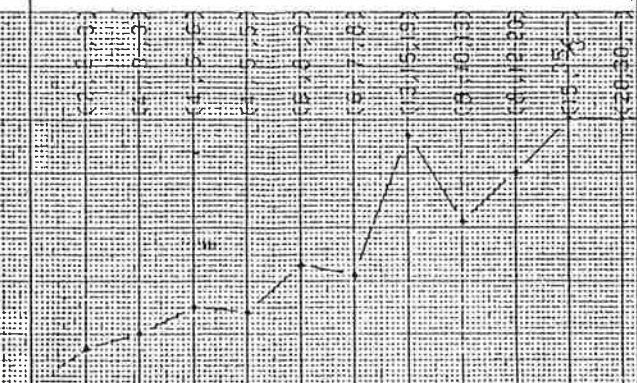
ボーリング名	Bor, No. 3		調査位置		世羅郡世羅町大字本郷891番地1		北緯
発注機関	世羅郡世羅町教育委員会施設整備課		調査期間		平成21年11月21日～22年3月22日		東経
調査者名	株式会社 堀江建築設計事務所 電話(084-922-5575)	主任技師	岡田秀仁		現場代理人	アア者 浅田充男	
孔口標高	344.36m	方角	北0° 西270° 東90° 南180°	地盤勾配	ハンマー落下用具		ボーリング責任者
総掘進長	11.00m	角	180°上 90°下	使用機種	エンジン		東邦地下工機BG-3型

標尺 (m)	層厚 (m)	標高 (m)	柱状図	土質区分	色調	相対密度	相対稠度	記	標準貫入試験			原位置試験		室内試験		掘進月日	
									深 (m)	10cmごとの打撃回数	打撃回数/貫入量 (cm)	深 (m)	試験名および結果	深 (m)	試験番号		採取方法
1	1.00	343.36		盛土(礫混り土砂)	暗茶褐			0.0~0.3m間、インターロックング、軟均し砂層。 0.3m以深、碎石及び礫混り土砂による盛土層。	1.15	13	36	36					
2	1.10	342.26		砂礫	暗茶褐	密な		φ10~60mm大の円礫を30~60%含有した河川性砂利層でよく締まる。	1.45	5	13	13					
3	0.70	341.56		礫混り砂	養茶褐	中ぐらい		φ8~60mm大の円礫を10~30%含有した均一な粗中砂で水分量多い。	2.45	3	9	9					
4	1.00	340.56		粘土質砂	養茶褐	緩い		含水量: 中位~やや大。 粘土分を30~50%含有した細砂主体の中間土。	3.15	3	30	30					
4	0.90	339.66		粘土	緑青灰		非常に硬い	不均一に礫混り粘土質砂を互層状に介在した半固結状粘土で硬い。	3.45	9	32	32					
5	4.70	335.86		強風化花崗岩(砂質土)	帯緑褐灰〜灰褐	密な		軟質地山相当のマサ砂質土化帯。 当域の基盤層をなす中生代白亜紀剱黒雲母花崗岩の原状風化残積土砂層で、花崗岩独特の組織は明瞭である。 4.7~6.5m間、シルト粉状化著しい加級軟質硬土層で、サラサラ観著しい。 6.5m以深、粒状化著しい加級の硬土層で硬くなる。	5.15	7	28	28					
6	3.80	335.86		中風化花崗岩(軟岩I)	黄褐〜淡褐灰	非常に密な		概ね一様に粉状化の進行したマサ砂状軟岩帯で節理面を残存して強い岩塊構造をみせるが、一部で細粒片とどともにも、一部でシルト混り細砂状の強風化帯帯も挟む。 岩級区分: 加級土砂状軟岩。	7.15	11	40	40					
7	3.80	335.86		中風化花崗岩(軟岩I)	黄褐〜淡褐灰	非常に密な		概ね一様に粉状化の進行したマサ砂状軟岩帯で節理面を残存して強い岩塊構造をみせるが、一部で細粒片とどともにも、一部でシルト混り細砂状の強風化帯帯も挟む。 岩級区分: 加級土砂状軟岩。	7.45	10	42	42					
8	3.80	335.86		中風化花崗岩(軟岩I)	黄褐〜淡褐灰	非常に密な		概ね一様に粉状化の進行したマサ砂状軟岩帯で節理面を残存して強い岩塊構造をみせるが、一部で細粒片とどともにも、一部でシルト混り細砂状の強風化帯帯も挟む。 岩級区分: 加級土砂状軟岩。	8.15	14	42	42					
9	2.50	333.36		中風化花崗岩(軟岩I)	黄褐〜淡褐灰	非常に密な		概ね一様に粉状化の進行したマサ砂状軟岩帯で節理面を残存して強い岩塊構造をみせるが、一部で細粒片とどともにも、一部でシルト混り細砂状の強風化帯帯も挟む。 岩級区分: 加級土砂状軟岩。	8.45	17	50	50					
9	2.50	333.36		中風化花崗岩(軟岩I)	黄褐〜淡褐灰	非常に密な		概ね一様に粉状化の進行したマサ砂状軟岩帯で節理面を残存して強い岩塊構造をみせるが、一部で細粒片とどともにも、一部でシルト混り細砂状の強風化帯帯も挟む。 岩級区分: 加級土砂状軟岩。	9.15	21	50	50					
10	2.50	333.36		中風化花崗岩(軟岩I)	黄褐〜淡褐灰	非常に密な		概ね一様に粉状化の進行したマサ砂状軟岩帯で節理面を残存して強い岩塊構造をみせるが、一部で細粒片とどともにも、一部でシルト混り細砂状の強風化帯帯も挟む。 岩級区分: 加級土砂状軟岩。	9.39	26	50	50					
10	2.50	333.36		中風化花崗岩(軟岩I)	黄褐〜淡褐灰	非常に密な		概ね一様に粉状化の進行したマサ砂状軟岩帯で節理面を残存して強い岩塊構造をみせるが、一部で細粒片とどともにも、一部でシルト混り細砂状の強風化帯帯も挟む。 岩級区分: 加級土砂状軟岩。	10.15	5	15	100.0					
11	2.50	333.36		中風化花崗岩(軟岩I)	黄褐〜淡褐灰	非常に密な		概ね一様に粉状化の進行したマサ砂状軟岩帯で節理面を残存して強い岩塊構造をみせるが、一部で細粒片とどともにも、一部でシルト混り細砂状の強風化帯帯も挟む。 岩級区分: 加級土砂状軟岩。	10.30	24	50	50					
11	2.50	333.36		中風化花崗岩(軟岩I)	黄褐〜淡褐灰	非常に密な		概ね一様に粉状化の進行したマサ砂状軟岩帯で節理面を残存して強い岩塊構造をみせるが、一部で細粒片とどともにも、一部でシルト混り細砂状の強風化帯帯も挟む。 岩級区分: 加級土砂状軟岩。	11.15	26	50	50					
11	2.50	333.36		中風化花崗岩(軟岩I)	黄褐〜淡褐灰	非常に密な		概ね一様に粉状化の進行したマサ砂状軟岩帯で節理面を残存して強い岩塊構造をみせるが、一部で細粒片とどともにも、一部でシルト混り細砂状の強風化帯帯も挟む。 岩級区分: 加級土砂状軟岩。	11.32	7	17	38.2					

土質柱状図

試錐No. : 1 測点No. : _____
 昭和60年度世羅町立 昭和60年度世羅町立 標高: +10.00mとする
 調査名 : 大田小学校校舎改築工事土質調査業務委託 標高: +9.87 (m)
 調査位置 : 世羅郡世羅町大字本郷891 試錐口径: $\phi 86\%$, $\phi 66\%$
 現地状況 : 平地 試錐機種: 油圧式 建設コンサルタント
 調査深度 : 11.30m 調査期間: 自60年4月27日 外業担当: 中井俊二
 内業担当: 吉岡喜文

標尺 (m)	深度 (m)	標高 (m)	層厚	試料採取法	試料番号	土質記号	地質名	土質名	色調	相對密度 (總度)	地下水位	地中水	記 事	標準貫入試験結果			機械掘進結果						
														試験深度 (m)	実測 N 値	補正 N 値	給圧	ビット回転数	掘進時間	給水量	排水量	ビット径	試料採取長
0.00	0.30	9.87	0.30	OA			黄砂																
0.30	0.90	8.97	0.60	OB			黄砂																
0.90	2.20	7.67	1.40	OC			緑灰																
2.20	3.00		0.80	OD			中位の																
3.00	4.00		1.00	OE			緑灰																
4.00	5.00		1.00	OF			黄砂																
5.00	6.00		1.00	OG			黄砂																
6.00	7.00		1.00	OH			黄砂																
7.00	8.00		1.00	OI			黄砂																
8.00	9.00		1.00	OJ			黄砂																
9.00	10.00		1.00	OK			黄砂																
10.00	11.00		1.00	OL			黄砂																
11.00	11.30	4.30	0.30	OM			黄砂																
12																							



30 25 86 20
 SSSSS
 35 30 66 30

標高: +10.01 (m)
 既BM名+10.00mとする
 建設コンサルタント
 中国技術工業株式会社
 外業担当: 中井俊二
 内業担当: 吉岡喜文

測点No.: 3
 試錐口径: $\phi 86\%$, $\phi 66\%$
 試錐機種: 油圧式
 調査位置: 世羅郡世羅町大字本郷891
 調査期間: 自60年4月27日
 至60年5月10日
 現地状況: 平地
 調査深度: 4.00 m

試錐No.: 3
 昭和60年度世羅町立
 調査名: 大田小学校改舎改築工
 調査位置: 世羅郡世羅町大字本郷891
 現地状況: 平地
 調査深度: 4.00 m

標尺	深度 (m)	標高深度 (m)	層厚	試料採取法	試料番号	土質記号	土質名	土質名	色調	相対密度 (%)	地孔	記号	標準貫入試験結果				機械掘進結果						
													試験深度 (m)	実測 N 値 /cm	補正 N 値 /cm	試料採取長 /cm	給圧 /kg/cm ²	ビット回転数 /r.p.m	掘進時間 /min	給水量 /cm ³	排水量 /cm ³	ビット径 /cm	試料採取長 /cm
1	0.00-0.50	0.00-9.51	0.50	CA	0	○	硬砂	黄褐	密	0.90	0.90	50%程度のレキを 含む	35	1.00	30	100	30	25	86	20	30	30	
2	0.50-1.50	1.50-8.41	1.00	CB	1	○	硬砂	茶褐	密	0.90	0.90	地下1.60~3.40m以内 掘削にて50%程度のレキを 含む	50	2.00	7	70	50	50	50	50	50	50	50
3	1.50-3.00	3.00-7.00	1.50	CC	2	○	緑灰	緑	非常に密	0.90	0.90	地下3.40m以内 掘削にて50%程度のレキを 含む	50	3.00	7	70	50	50	50	50	50	50	50
4	3.00-4.00	4.00-6.01	1.00	CD	3	○	風化花崗岩	黄褐	密	0.90	0.90	地下6.00m以内掘削を 含む	50	4.00	0	0	50	50	50	50	50	50	50

土の粒度試験データシート

土質試験結果一覧表 (基礎地盤)

調査件名 大田小学校屋内運動場改築工事

整理年月日 21年 12月 11日

整理担当者 吉岡 昌剛

試料番号 (深 さ)		No. 2-1 (2.00~2.50m)	No. 2-2 (3.00~3.50m)			
一般	湿潤密度 ρ_w g/cm ³					
	乾燥密度 ρ_d 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 ¹⁾ (2~75mm) %	58.2	40.2			
	砂分 ¹⁾ (0.075~2mm) %	28.5	37.0			
	シルト分 ¹⁾ (0.005~0.075mm) %	13.3	22.8			
	粘土分 ¹⁾ (0.005mm未満) %					
	最大粒径 mm	37.5	26.5			
	均等係数 U_c	*	*			
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					
分 類	地盤材料の 分類名	細粒分まじり 砂質礫	細粒分質 砂質礫			
	分類記号	(GS-F)	(GFS)			
圧 密	試験方法					
	圧縮指数 C_c					
	圧密降伏応力 p_c 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_u kN/m ²					
	一軸圧縮強さ q_u kN/m ²					
	一軸圧縮強さ q_u 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。

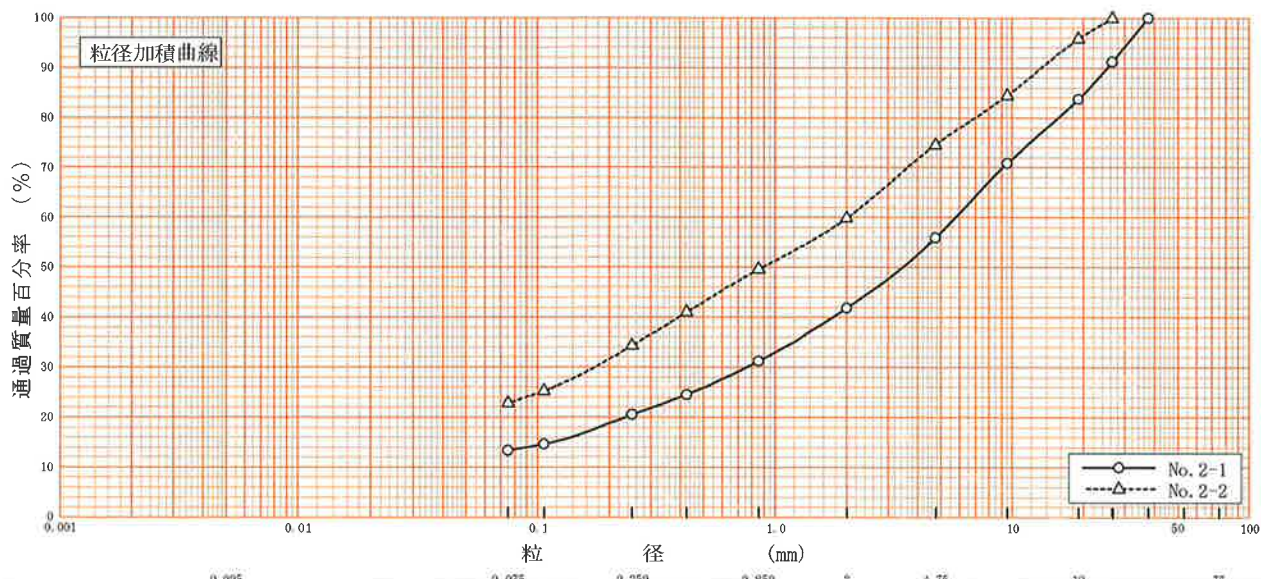
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

調査件名 大田小学校屋内運動場改築工事

試験年月日 21年 12月 7日

試験者 吉岡 昌剛

試料番号 (深さ)	No. 2-1 (2.00~2.50m)		No. 2-2 (3.00~3.50m)		試料番号 (深さ)	No. 2-1 (2.00~2.50m)	No. 2-2 (3.00~3.50m)
	粒径 mm	通過質量百分率%	粒径 mm	通過質量百分率%		粗礫分 %	4.2
ふるい 分析	75		75		中礫分 %	16.3	21.2
	53		53		細礫分 %	14.1	14.8
	37.5	100.0	37.5		粗砂分 %	10.6	10.2
	26.5	91.2	26.5	100.0	中砂分 %	10.7	15.3
	19	83.7	19	95.8	細砂分 %	7.2	11.5
	9.5	70.8	9.5	84.4	シルト分 %	13.3	22.8
	4.75	55.9	4.75	74.6	粘土分 %		
	2	41.8	2	59.8	2mmふるい通過質量百分率 %	41.8	59.8
	0.850	31.2	0.850	49.6	425μmふるい通過質量百分率 %	24.5	41.0
	0.425	24.5	0.425	41.0	75μmふるい通過質量百分率 %	13.3	22.8
	0.250	20.5	0.250	34.3	最大粒径 mm	37.5	26.5
	0.106	14.6	0.106	25.2	60% 粒径 D_{60} mm	5.7671	2.0267
	0.075	13.3	0.075	22.8	50% 粒径 D_{50} mm	3.4533	0.8807
	沈降 分析					30% 粒径 D_{30} mm	0.7612
					10% 粒径 D_{10} mm	*	*
					均等係数 U_c	*	*
					曲率係数 U'_c	*	*
					土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	*	*
					使用した分散剤 溶液濃度, 溶液添加量	*	*
				20% 粒径 D_{20} mm	0.2351	*	



特記事項

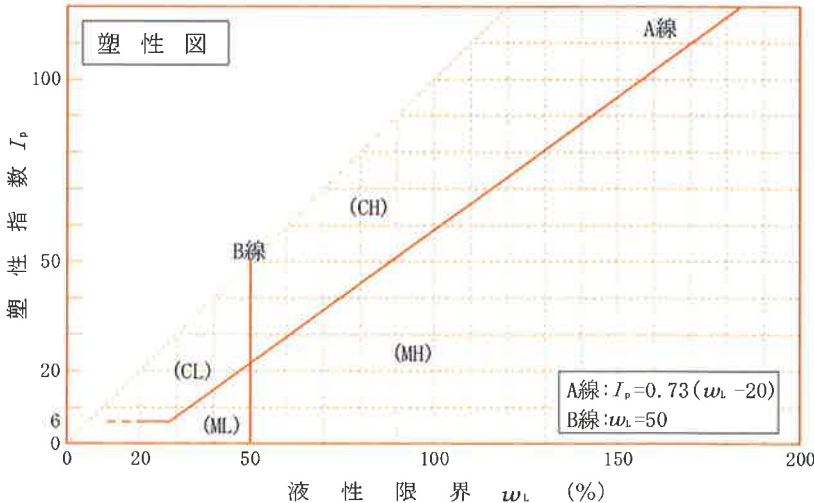
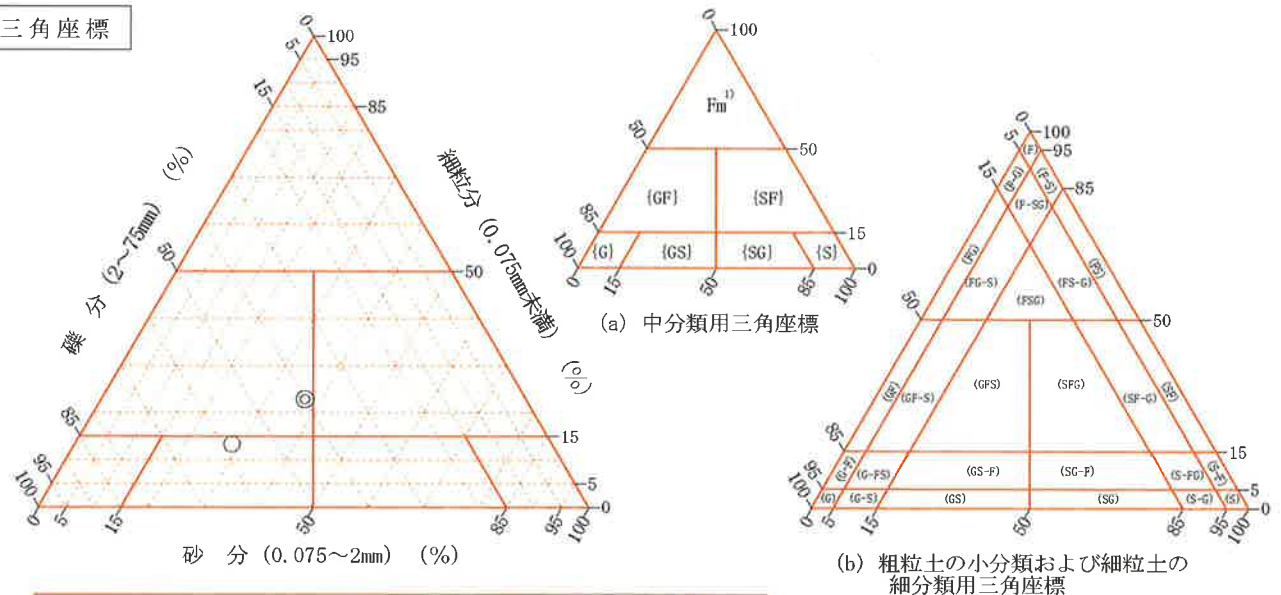
調査件名 大田小学校屋内運動場改築工事

試験年月日 21年 12月 11日

試験者 吉岡 昌剛

試料番号 (深さ)	No. 2-1 (2.00~2.50m)	No. 2-2 (3.00~3.50m)				
石分(75mm以上) %						
礫分(2~75mm) %	58.2	40.2				
砂分(0.075~2mm) %	28.5	37.0				
細粒分(0.075mm未満) %	13.3	22.8				
シルト分(0.005~0.075mm) %						
粘土分(0.005mm未満) %						
最大粒径 mm	37.5	26.5				
均等係数 U_e	*	*				
液性限界 w_L %						
塑性限界 w_p %						
塑性指数 I_p						
地盤材料の分類名	細粒分まじり 砂質礫	細粒分質 砂質礫				
分類記号	(GS-F)	(GFS)				
凡例記号	○	◎				

三角座標



特記事項 1) 主に観察と塑性図で判別分類

土質試験結果一覧表 (基礎地盤)

調査件名 大田小学校屋内運動場改築工事

整理年月日

21年 12月 11日

整理担当者

吉岡 昌剛

試料番号 (深 さ)		No. 3-1 (2.00~2.50m)	No. 3-2 (3.00~3.50m)	No. 3-3 (4.00~4.50m)			
一般	湿潤密度 ρ_t g/cm ³						
	乾燥密度 ρ_d g/cm ³						
	土粒子の密度 ρ_s g/cm ³						
	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 ¹⁾ (2~75mm) %	37.9	9.4	0.3			
	砂分 ¹⁾ (0.075~2mm) %	48.9	60.0	17.6			
	シルト分 ¹⁾ (0.005~0.075mm) %	13.2	30.6	82.1			
	粘土分 ¹⁾ (0.005mm未満) %						
	最大粒径 mm	26.5	19	4.75			
	均等係数 U_c	*	*	*			
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						
分類	地盤材料の分類名	細粒分まじり礫質砂	礫まじり細粒分質砂	砂質細粒土			
	分類記号	(SG-F)	(SF-G)	(FS)			
	試験方法						
圧密	圧縮指数 C_c						
	圧密降伏応力 p_c 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_u kN/m ²						
	一軸圧縮強さ q_u kN/m ²						
	一軸圧縮強さ q_u 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。

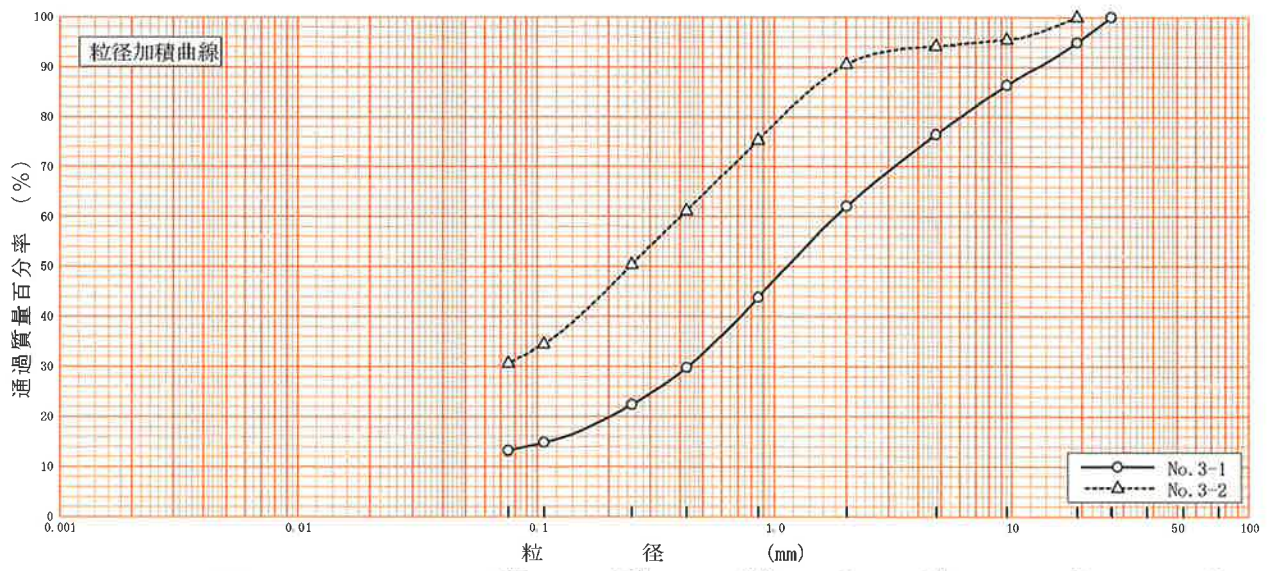
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

調査件名 大田小学校屋内運動場改築工事

試験年月日 21年 12月 7日

試験者 吉岡 昌剛

試料番号 (深さ)	No. 3-1 (2.00~2.50m)		No. 3-2 (3.00~3.50m)		試料番号 (深さ)	No. 3-1 (2.00~2.50m)	No. 3-2 (3.00~3.50m)
	粒径 mm	通過質量百分率%	粒径 mm	通過質量百分率%		粗礫分 %	*
ふるい 分析	75		75		中礫分 %	5.1	*
	53		53		細礫分 %	18.5	5.8
	37.5		37.5		粗砂分 %	14.3	3.6
	26.5	100.0	26.5		中砂分 %	18.3	15.3
	19	94.9	19	100.0	細砂分 %	21.4	24.9
	9.5	86.3	9.5	95.5	シルト分 %	9.2	19.8
	4.75	76.4	4.75	94.2	粘土分 %	13.2	30.6
	2	62.1	2	90.6	2mmふるい通過質量百分率 %	62.1	90.6
	0.850	43.8	0.850	75.3	425μmふるい通過質量百分率 %	29.8	61.2
	0.425	29.8	0.425	61.2	75μmふるい通過質量百分率 %	13.2	30.6
	0.250	22.4	0.250	50.4	最大粒径 mm	26.5	19
	0.106	14.8	0.106	34.5	60% 粒径 D_{60} mm	1.7978	0.4010
	0.075	13.2	0.075	30.6	50% 粒径 D_{50} mm	1.1239	0.2455
沈降 分析					30% 粒径 D_{30} mm	0.4301	*
					10% 粒径 D_{10} mm	*	*
					均等係数 U_c	*	*
					曲率係数 U'_c	*	*
					土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	*	*
					使用した分散剤 溶液濃度, 溶液添加量	*	*
				20% 粒径 D_{20} mm	0.2027	*	



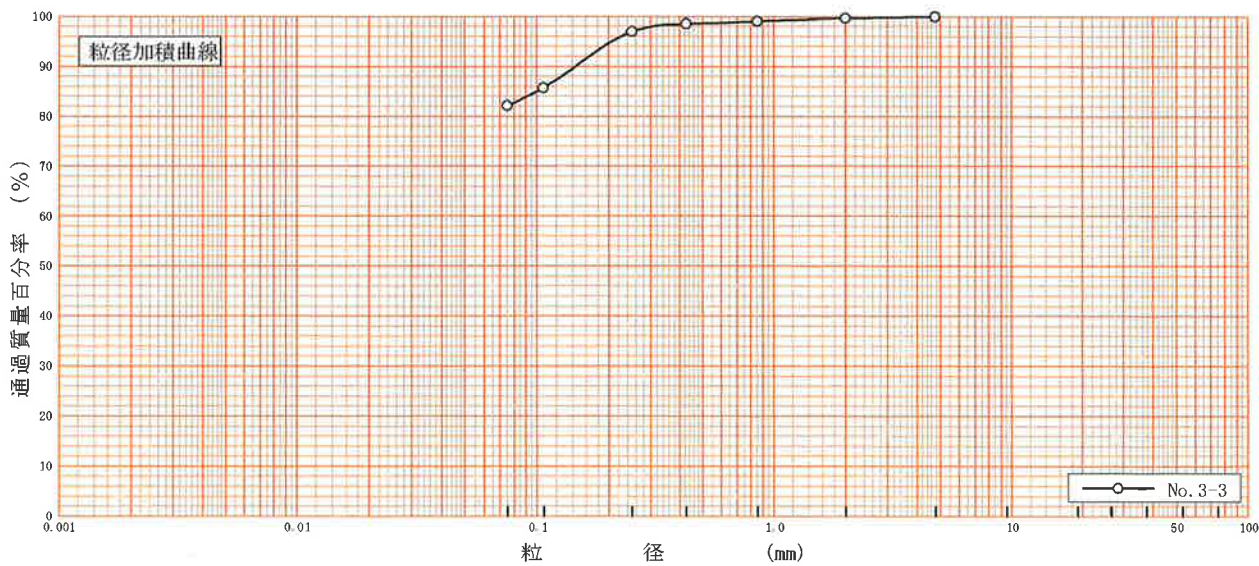
特記事項

調査件名 大田小学校屋内運動場改築工事

試験年月日 21年 12月 7日

試験者 吉岡 昌剛

試料番号 (深さ)	No. 3-3 (4.00~4.50m)		試料番号 (深さ)		No. 3-3 (4.00~4.50m)	
	粒径 mm	通過質量百分率%	粒径 mm	通過質量百分率%	粗 礫 分 %	*
ふ る い 分 析	75		75		中 礫 分 %	*
	53		53		細 礫 分 %	0.3
	37.5		37.5		粗 砂 分 %	0.6
	26.5		26.5		中 砂 分 %	2.1
	19		19		細 砂 分 %	14.9
	9.5		9.5		シ ル ト 分 %	82.1
	4.75	100.0	4.75		粘 土 分 %	
	2	99.7	2		2mmふるい通過質量百分率 %	99.7
	0.850	99.1	0.850		425 μ mふるい通過質量百分率 %	98.5
	0.425	98.5	0.425		75 μ mふるい通過質量百分率 %	82.1
	0.250	97.0	0.250		最大粒径 mm	4.75
	0.106	85.7	0.106		60 % 粒径 D_{60} mm	*
	0.075	82.1	0.075		50 % 粒径 D_{50} mm	*
沈 降 分 析					30 % 粒径 D_{30} mm	*
					10 % 粒径 D_{10} mm	*
					均等係数 U_c	*
					曲率係数 U_c'	*
					土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	*
					使用した分散剤 溶液濃度, 溶液添加量	*
				20 % 粒径 D_{20} mm	*	



特記事項

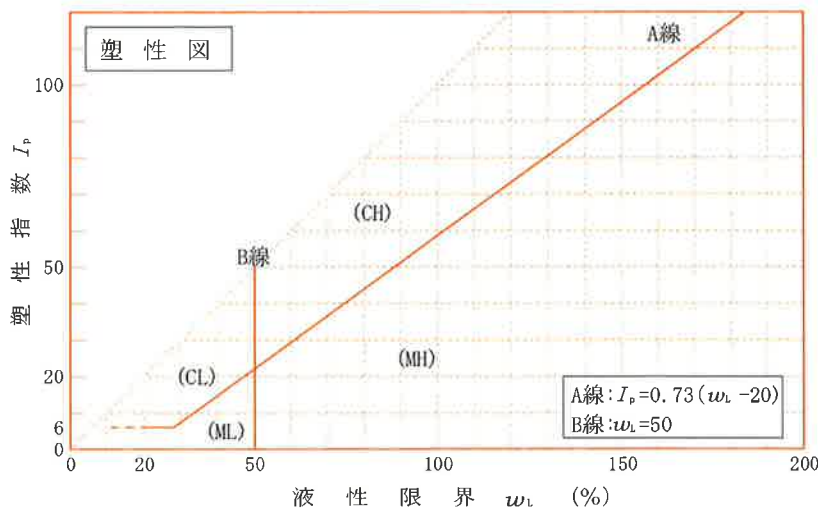
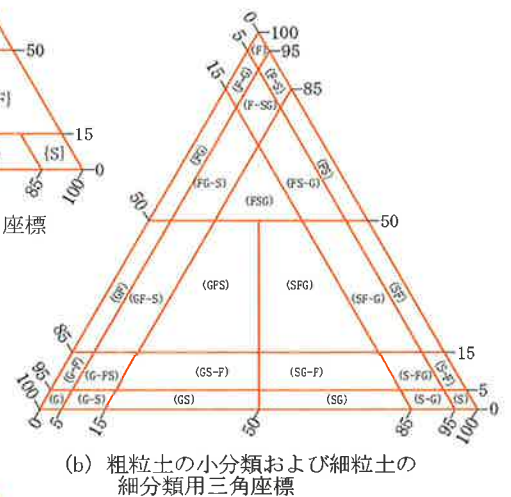
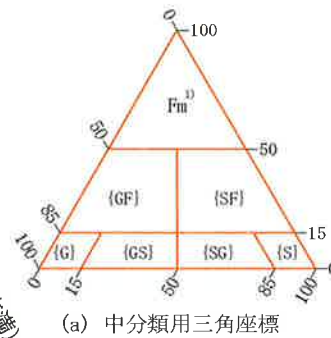
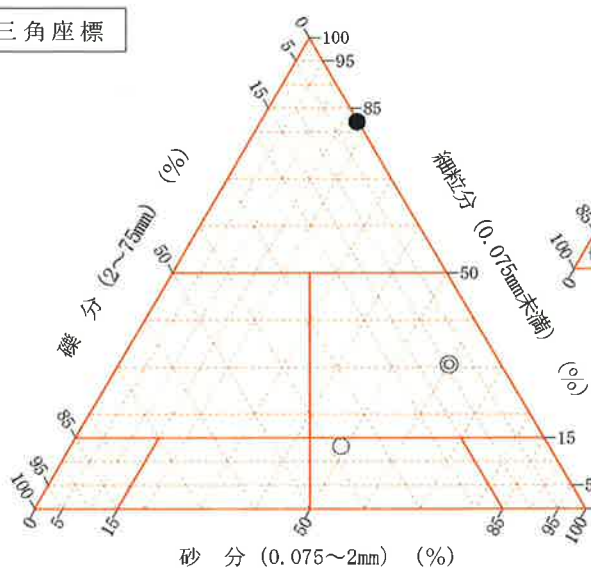
調査件名 大田小学校屋内運動場改築工事

試験年月日 21年 12月 11日

試験者 吉岡 昌剛

試料番号 (深さ)	No. 3-1 (2.00~2.50m)	No. 3-2 (3.00~3.50m)	No. 3-3 (4.00~4.50m)			
石分(75mm以上) %						
礫分(2~75mm) %	37.9	9.4	0.3			
砂分(0.075~2mm) %	48.9	60.0	17.6			
細粒分(0.075mm未満) %	13.2	30.6	82.1			
シルト分(0.005~0.075mm) %						
粘土分(0.005mm未満) %						
最大粒径 mm	26.5	19	4.75			
均等係数 U_c	*	*	*			
液性限界 w_L %						
塑性限界 w_p %						
塑性指数 I_p						
地盤材料の分類名	細粒分まじり 礫質砂	礫まじり 細粒分質砂	砂質細粒土			
分類記号	(SG-F)	(SF-G)	(FS)			
凡例記号	○	◎	●			

三角座標



特記事項 1) 主に観察と塑性図で判別分類