

大手町地区4街区立体駐車場整備に伴う
地質調査業務委託

報 告 書

令和 7年 6月

香川県丸亀市都市整備部建築住宅課
株式会社日産技術コンサルタント

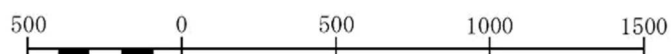


※地理院タイル（国土地理院）を利用して作成

縮尺:1/25,000

案内図

S=1 : 25,000



報 告 書 目 次

§－1 工事概要

1.1 調査目的	1
1.2 調査概要	1
1.3 調査数量	1
1.4 調査位置	1
1.5 調査方法	4
1.5.1 ボーリング調査	4
1.5.2 標準貫入試験	5
1.5.3 室内土質試験	7

§－2 地盤概要

2.1 地形概要	8
2.2 地質概要	10

§－3 調査結果及び総括考察

3.1 ボーリング調査結果	11
3.2 標準貫入試験結果	16
3.3 室内土質試験結果	19
3.4 総 括 考 察	20
3.4.1 土質定数の推定	20
3.4.2 地震時の液状化判定	25
3.4.3 支持層について	33

【巻末資料】

ボ ー リ ン グ 柱 状 図
室 内 土 質 試 験 結 果
液 状 化 判 定 結 果
作 業 記 録 写 真

§ ー1 工事概要

1.1 調査目的

本地質調査業務は、用地敷地内に建設される建物の基礎構造の設計および施工に必要な地質資料を求めることを目的として、ボーリング調査、原位置試験、室内土質試験を行い、地盤の地層構成ならびに土質工学的特性を把握し、設計・施工に必要な地質データを得ることを目的に実施した。

1.2 調査概要

- (1) 調 査 名： 大手町地区4街区立体駐車場整備に伴う地質調査業務委託
- (2) 調査場所： 香川県丸亀市大手町二丁目 地内
- (3) 履行期間： 令和 7年 2月 28日 ～ 令和 7年 6月 30日
令和 7年 4月 17日 ～ 令和 7年 4月 26日（現場調査期間）
- (4) 業務内容： 機械ボーリング 掘削孔径φ66mm 6箇所 延べ62.0m
原位置試験
標準貫入試験 深度1.0m毎 計 62回
室内土質試験
物理的性質試験 細粒分含有率試験 計 10試料
- (5) 発 注 者： 香川県丸亀市都市整備部建築住宅課
- (6) 受 注 者： 株式会社 日産技術コンサルタント
四国事務所
〒763-0034
香川県丸亀市大手町一丁目4番23号
TEL 0877-21-4368 FAX 0877-21-4370
管理技術者：福永 剛

1.3 調査数量

地質調査業務の実施数量は、当初計画数量との増減を併せて表1.3.1に示す。

1.4 調査位置

図1.4.1に調査位置図に示す。

表1.3.1 地質調査実施数量表

工種、種別、細別、規格				単位	地点毎数量		地点毎数量		地点毎数量		合計		増減
					No. 1		No. 2		No. 3				
					計画	実施	計画	実施	計画	実施	計画	実施	
現場調査	ボーリング	孔径 φ 66mm	粘性土・シルト	m	6.0	0.30	6.0	2.05	4.0	2.90	16.0	5.25	-10.75
			砂・砂質土	m	6.0		6.0	2.65	4.0	1.30	16.0	3.95	-12.05
			礫混じり土砂	m	3.0	19.70	3.0	15.30	10.0	17.80	16.0	52.80	36.80
			玉石混じり土砂	m	5.0		5.0		2.0		12.0		-12.00
		孔径 φ 116mm	粘性土・シルト	m									
			砂・砂質土	m									
			礫混じり土砂	m									
			玉石混じり土砂	m									
		合 計			m	20.0	20.00	20.0	20.00	20.0	22.00	60.0	62.00
	標準貫入試験	粘性土・シルト		回	6		6	2	4	3	16	5	-11
		砂・砂質土		回	6		6	2	4	1	16	3	-13
		礫混じり土砂		回	3	20	3	16	10	18	16	54	38
		玉石混じり土砂		回	5		5		2		12		-12
		合計		回	20	20	20	20	20	22	60	62	2
	孔内水平載荷試験			回									
	現場透水試験			回									
	水位測定(回)			回	1	1	1	1	1	1	3	3	0
	サンプリング(本)	シンウォール		回				-					
		デニソン		回									
		トリプル		回									
	PS検層 (回)			回									
	密度検層 (回)			回									
	常時微動測定 (点)			回									
室内土質試験	物理試験	土粒子の密度試験		試料									
		含水比試験		試料									
		粒度試験	粘性土(フルイ・沈降)	試料									
			砂質土(フルイ)	試料									
		細粒分含有率試験		試料	2	3	2	4	2	3	6	10	4
		液性限界試験		試料									
		塑性限界試験		試料									
		湿潤密度試験		試料									
	力学試験	一軸圧縮試験		試料									
		三軸圧縮試験	UU	試料									
			CU	試料									
			CD	試料									
		標準圧密試験		試料									
	動的試験	繰り返し三軸液状化試験	砂質土	試料									
		動的ねじり せん断試験	粘性土	試料									
		動的変形特性試験	砂質土	試料									

* 書式は業務図面資料より引用

1.5 調査方法

1.5.1 ボーリング調査

ボーリング調査は、ハイドロリック式ロータリーボーリング機械を使用して掘削し、必要に応じてベントナイト泥水あるいはケーシングパイプを使用して孔壁崩壊を防止した。また、JIS A 1219に基づき、深度1.5m以深より1.0m毎に標準貫入試験を実施して、地盤の相対密度及び相対稠度を測定した。

SPTサンプラーによって採取された試料については、肉眼観察にて判別分類し、掘進状況と併せてボーリング柱状図を作成した。

なお、ボーリング削孔においては、各種原位置試験および乱れの少ない試料採取方法などに応じて必要削孔径が異なり、当業務では原位置試験として標準貫入試験を実施しているため、削孔径はφ66mm削孔とした。

ボーリング位置は、業務計画に応じて発注者との協議により決定した位置において行い、対象地近接に設けられた仮ベンチマークを基準点として水準測量を行い、その地表部の座標、標高を求めた。

ボーリング装置概念図を図1.5.1に示す。

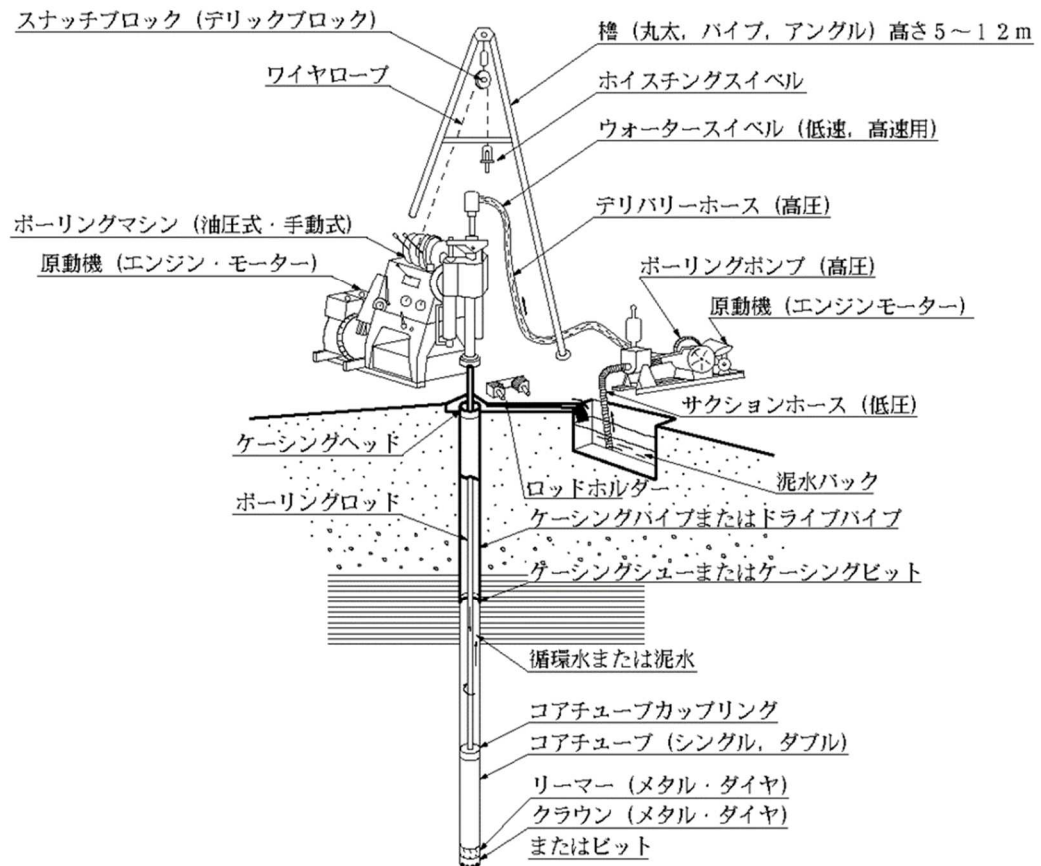


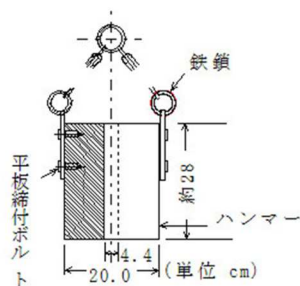
図1.5.1 ボーリング装置概念図

標準貫入試験は、原位置における地盤の密実度を求めることを目的として、JIS A 1219に基づき深度1.0m毎に実施した。当試験は、重量 $63.5 \pm 0.5\text{kg}$ のハンマーを $76 \pm 1\text{cm}$ の高さから自由落下させて、SPTサンプラーを300mm(30cm)貫入させるのに必要な落下回数をN値として記録するものであり、その結果をボーリング柱状図に示した。

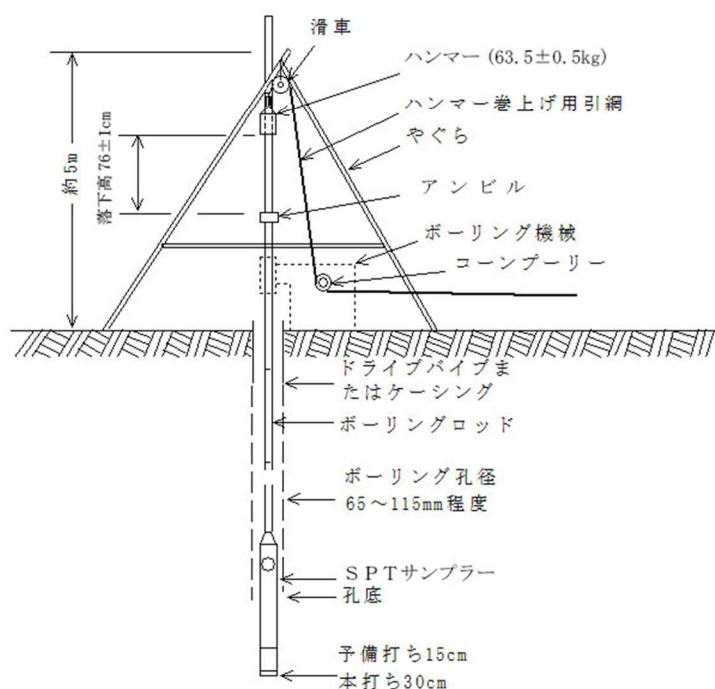
SPTサンプラーにより採取した土質標本は、含水が変化しないようにビニール袋に入れて保存し、現地および室内にて観察を行った。なお、採取した土質試料は、標本ビンに入れ土質標本として整理した。

Technical drawing of a split barrel (スプリットバレル) showing side and cross-sectional views. The side view includes dimensions: total length 810 mm, segments of 75 mm, 560 mm, and 175 mm. It shows a lens grip (レンチグリップ) with a 19 mm hole, a connector head (コネクタヘッド) with a 25 mm hole, and a split barrel (スプリットバレル) with a 35 mm hole. The cross-sectional view shows the barrel assembly with a 5.0 mm gap, a 7.5 mm diameter, and a 19° 47' angle. Labels include '角ねじ' (corner screw), 'アンビル' (anvil), 'ロッドカップリング' (rod coupling), and '排水孔4孔' (4 drainage holes).

(b) アンビル



(c) ハンマー -



- 5 -

表1.5.1 N値と砂の相対密度の関係 (Terzaghi and Peck)

M値	相対密度 (Terzaghi and Peck)	現場判別法
0～4	非常に緩い(very loose)	鉄筋が容易に手で貫入
4～10	緩い(loose)	ショベル (スコップ) で掘削可能
10～30	中位の(medium)	鉄筋を5ポンドハンマで打込み容易
30～50	密な(dense)	同上, 30cm程度貫入
>50	非常に密な(very dense)	同上, 5～6cm貫入, 掘削につるはし 必要, 打込み時金属音

注) 鉄筋は $\phi 13\text{mm}$

「地盤調査の方法と解説 (公益社団法人地盤工学会)」

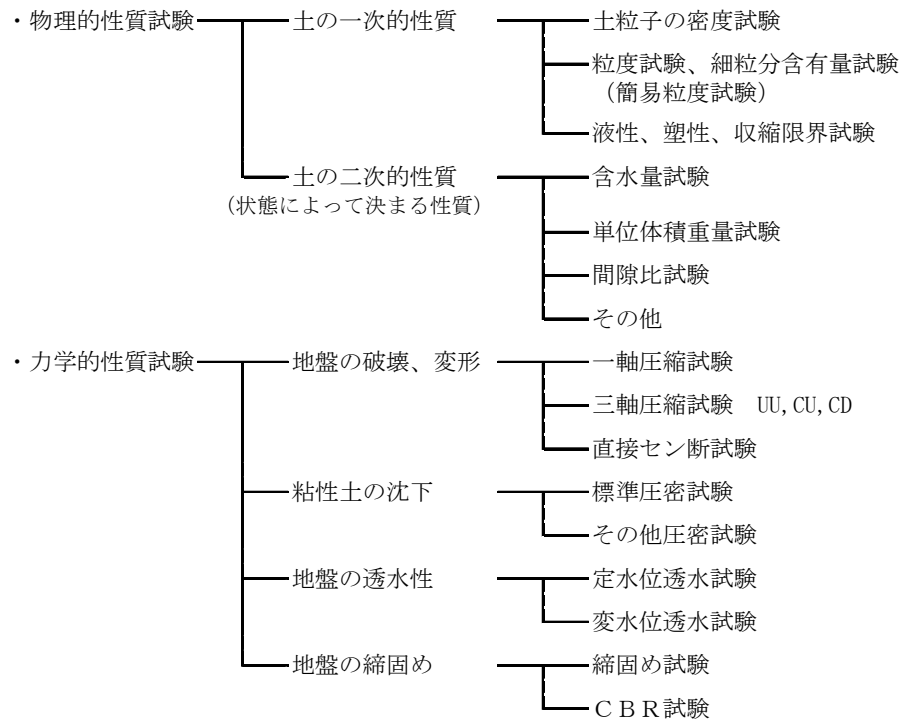
表1.5.2 N値と粘土のコンシステンシー, 一軸圧縮強さの関係
(Terzaghi and Peck)

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

「地盤調査の方法と解説 (公益社団法人地盤工学会)」

1.5.3 室内土質試験

室内土質試験は、土の判別分類を目的とした物理的性質試験と、その強度・変形特性などの力学特性を明らかにする力学的性質試験があり、下記に示すとおり分類される。



室内土質試験は、標準貫入試験により採取した土質試料を用いて、以下の項目の物理的・力学的性質試験について、日本産業規格(JIS)および地盤工学会基準(JGS)にもとづく方法で実施した。

今回実施した試験項目は、以下のとおりである。

・物理的性質試験

土の細粒分含有率試験 (JIS A 1223)

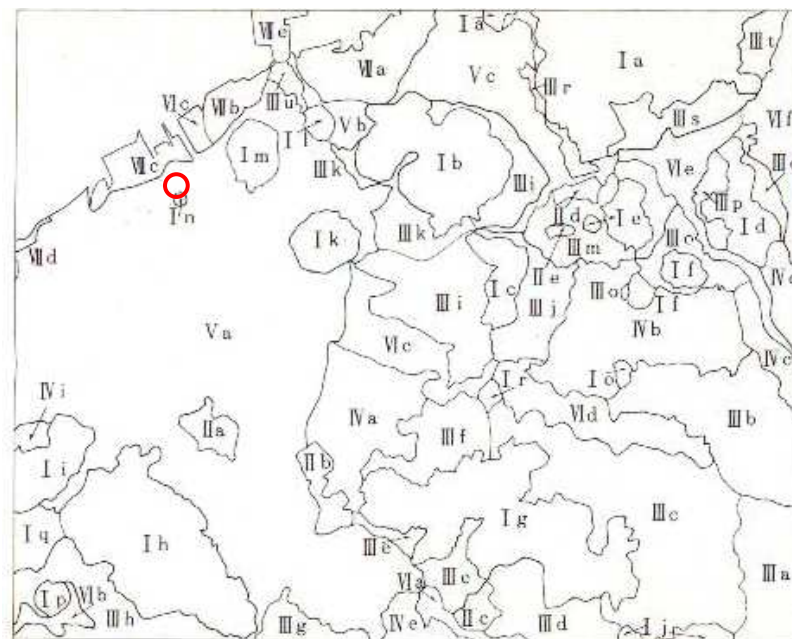
§ 2 地形・地質概要

2.1 地形概要

調査地は、香川県丸亀市大手町二丁目地内の丸亀市市民交流活動センター「マルタス」南面の駐車場敷地内に位置する。

丸亀市は、四国東北部にて円弧状を呈す讃岐半島の北西部にあり、香川県の海岸線側の中央部付近において東西約24km、南北約23kmに広がり、北は瀬戸内海国立公園、南は讃岐山脈に連なる山々、陸地部は讃岐平野の一部に含まれる。また、平野部では、中央部に標高422mの飯野山がそびえ、その北方には栗ノ山、中心には土器川が流れる。

図2.1.1に示すとおり、調査地を含む一帯は、丸亀低地(平野)と呼ばれる平野部にあたる。



山地 (溶岩台地起源)	台地A (上位台地を広く含む)	台地B (下位台地を広く含む)
Ia 五色台山地	IIIa 粉河台地	IVa 岡田台地
Ib 城山山地	IIIb 千正台地	IVb 滝宮台地
Ic 横山山地	IIIc 高鉢山東麓台地	IVc 香南台地
Id 堂山山地	IIId 高鉢山南麓台地	IVd 岡本台地
Ie 鷺の山山地	IIIe 高鉢山西麓台地	IVe 高屋原台地
If 火の山・十瓶山山地	IIIf 高鉢山北麓台地	IVf 吉原台地
Ig 高鉢山山地	IIIg 仲南台地	低地A (海岸平野・三角洲を広く含む)
Ih 大瀬山山地	IIIh 高瀬台地	Va 丸亀低地
Ii 我拝師山地	IIIi 横山西麓台地	Vb 坂出低地
Ij 陣が峰山地	IIIj 横山東麓台地	Vc 綾川下流低地
Ik 飯の山山地	IIIk 城山西麓台地	低地B (谷底平野・氾濫原を広く含む)
Il 角の山山地	IIIl 城山東麓台地	VIa 土器川上流低地
Im 青の山山地	IIIm 鷺山西麓台地	VIb 高瀬川上流低地
In 亀山山地	IIIn 鷺山東麓台地	VIc 大東川上流低地
Io 鞍掛山山地	IIIo 火の山山麓台地	VId 綾川上流低地
Ip 朝日山山地	IIIp 堂山西麓台地	VIe 本津川上流低地
Iq 東部山山地	IIIq 堂山東麓台地	VI f 本津川下流低地
Ir 堤山山地	IIIr 五色台西麓台地	低地C (人工埋立地)
丘陵地	III s 五色台南麓台地	VIIa 坂出埋立地
IIa 如意山丘陵	III t 五色台東麓台地	VIIb 宇多津埋立地
IIb 中津山丘陵	III u 聖通寺山台地	VIIc 丸亀埋立地
IIc 扇山山地		VII d 多度津埋立地
IId 府中山地		VII e 番の州埋立地

○：調査地

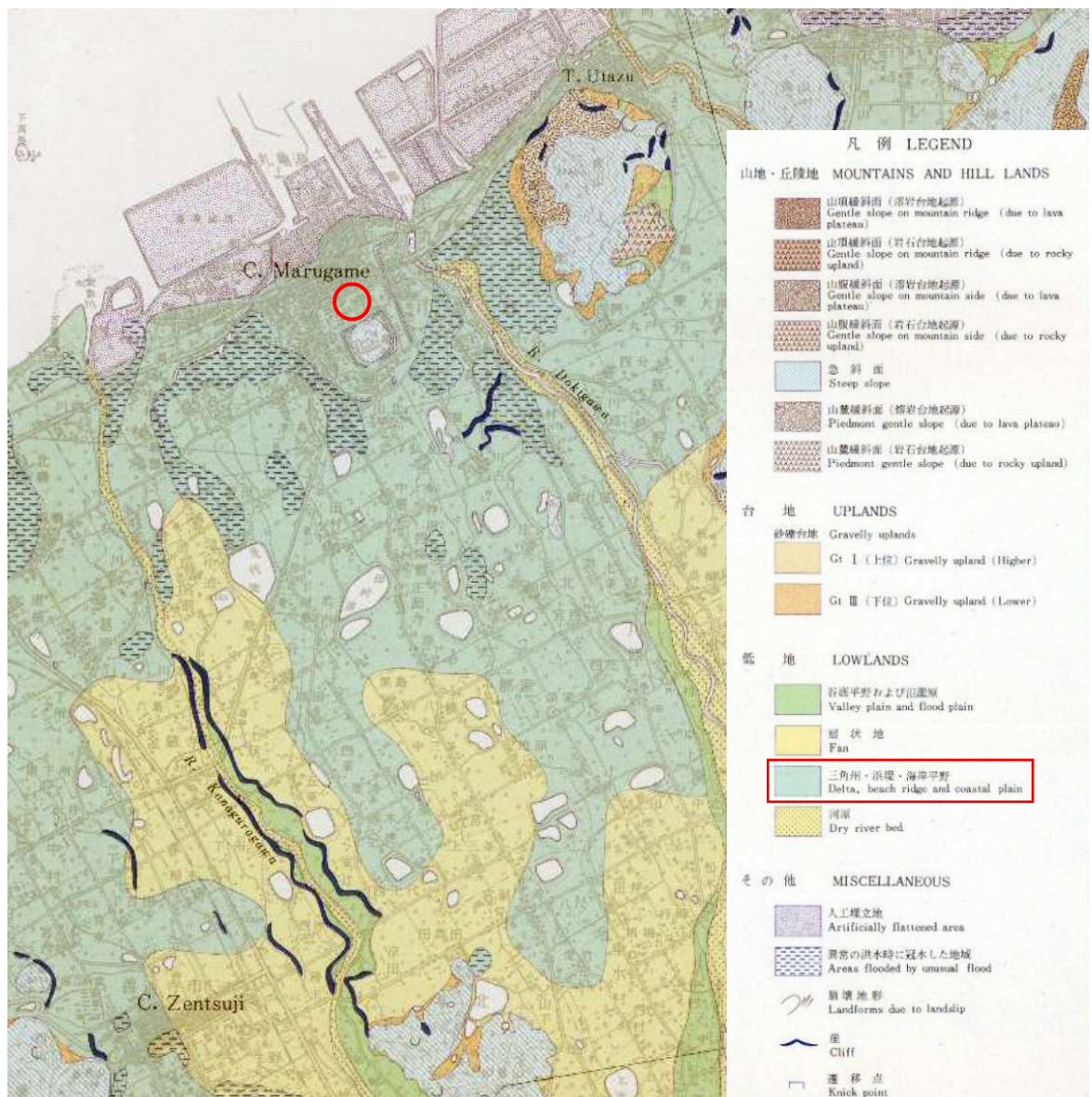
「土地分類基本調査簿(国土調査)第95号

表層地質各論 丸亀 5万分の1 国土調査経済企画庁(1969年)」

図2.1.1 調査地を含む一帯の地形区分図

丸亀低地は、土岐川沿い東西20km、南北10kmに発達した扇状地性の沖積低地であり、南の頂部は標高約40m程度、北の扇端部は標高約5m程度からなる概ね平坦な地形を形成する。その起源は、土岐川の古扇状地が沖積世初頭の海進により浅海の底に沈み、その後の海退に伴って再び海面上に現れた海岸平野をさらに河川の運搬する礫質土が被覆して、その上に新しい扇状地の形成によるものである。

特に、図2.1.2に示すとおり調査地は、丸亀平野の北部域の扇端部付近にあたり、真南には丸亀城として存在する高さ60m程度の丘陵部が近接するものの、河川上流の山地の基盤である花崗岩類を基質とした砂・礫を主体とする河川成堆積物から形成された先端部地域にあり、その周囲は、概ね平坦地形が形成される。

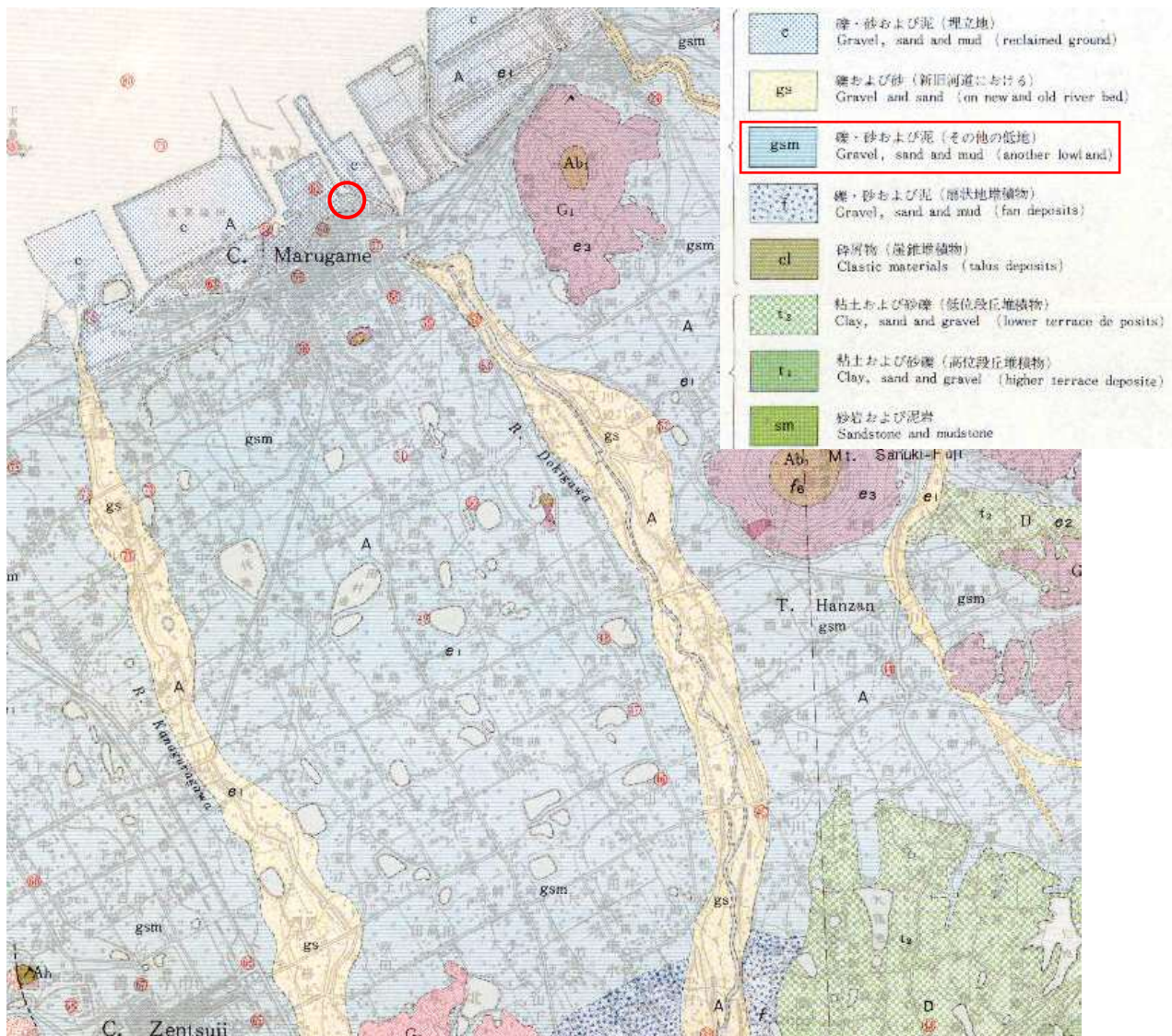


○：調査地

「土地分類基本調査簿(国土調査)第95号
表層地質各論 丸亀 5万分の1 国土調査経済企画庁(1969年)」
図2.1.2 調査地周辺部の地形図

2.2 地質概要

図2.2.1に示すとおり、調査地を含む周辺部は、扇状地性の沖積低地からなり、その表層部の形成は、調査地の東側を流れる土器川により運搬・堆積された砂・礫を主体とする。したがって、その礫質土等の分布は、河川の勾配および規模などに影響されるものであり、土器川は河川規模が大きく、河川上流に分布する山地の基盤となる和泉層群・安山岩および花崗岩類を起源とする礫質土からなる。特に、調査地が含まれる下流域は、砂礫層が深度20～30mまで分布する地域であり、調査地においてもこの礫質土が表層部付近より分布することが確認される。また、調査結果において調査地は、礫質土が主体の地層構成であることが確認されるが、盛土以下最上位には、沖積層が深度3.8～4.7m程度まで分布し、その下位は、古扇状地性堆積物からなる段丘層が続くものと区分される。



○ 調査地

「土地分類基本調査簿(国土調査)第95号

表層地質各論 丸亀 5万分の1 国土調査経済企画庁(1969年)」

図2.1.2 調査地周辺部の表層地質図

§ 3 調査結果及び総括考察

3.1 ボーリング調査結果

ボーリング調査結果の詳細は、巻末の「ボーリング柱状図」に示すとおりである。また、対象地に分布する地層の連続性や傾斜性を把握するため、図3.1.1に示す測線において、図3.1.2に示す地質想定断面図を作成した。

図3.1.2より、対象地における地層構成は、平坦な分布状況からなると想定され、深度1.6～2.7mまで確認される盛土(B)層下位は、沖積層が深度3.7～4.7mまで分布する。沖積層は、砂・礫質土(Asg)層からなり、Asg層は、概ね $\phi 2\sim 30\text{mm}$ 程度の亜角・亜円礫が主体の礫質土が優勢であり、部分的に細～中砂が主体となる砂質土が混在する。

沖積層下位は、礫質土が主体となる段丘層が調査最下深度まで続く。段丘層は、上位Tg1層および下位Tg2層の2層の礫質土に大別され、部分的に不連続な薄層状あるいはレンズ状に分布する粘性土(Tc1・Tc2)層および砂質土(Ts)層が分布する。

Tg1およびTg2層は、ともに $\phi 2\sim 20\text{mm}$ 程度の亜角・亜円礫が主体であり、概ね相似する粒度分布からなるが、分布N値では、上位Tg1層が $N=30$ 程度、下位Tg2層が $N\geq 30$ の傾向に区分されることから、Tg2層がより密実な地層であることが確認された。

以下、各地層概要について表3.1.1に示す。

表3.1.1 地質層序表							
地 層 区 分		記号	分布高さ (H= m)			層 厚 (m)	層 相
			No. 1	No. 2	No. 3		
盛 土		B	5.41 ～2.61	5.83 ～4.23	5.47 ～3.77	1.60 ～2.80	全般にはφ30mm程度までの礫分が主体である礫質土が優勢であるが、不均質にシルト分の主体部が混在する。また、コンクリート・レンガ片が点在する。 含水量は少ない。色調は暗黄灰～黄灰、褐灰色を呈す。
沖積層	砂・礫質土層	Asg	2.61 ～0.71	4.23 ～2.08	3.77 ～1.57	1.90 ～2.20	土質区分は、「シルト混り砂礫」～「シルト混り砂」である。φ2～30mm程度の亜角・亜円礫が主体であり、φ40mm程度までの礫分が点在する。砂は細～粗砂が主体である。不均質にシルト分を含む。また、部分的には細～中砂が主体の砂質土が混在する。 含水量は多い。色調は黄灰～黄褐灰～褐灰、青灰色を呈す。 N値はN=9～26であり、「緩い」～「中位の」相対密度に区分される。
段 丘 層	第1礫質土層	Tg1	0.71 ～-8.04	2.08 ～-7.57	1.57 ～-8.78	8.75 ～10.35	土質区分は、概ね「砂礫」～「シルト混り砂礫」である。φ2～30mm程度の亜角・亜円礫が主体であり、φ60mm程度までの礫分が点在する。砂は中～粗砂が主体である。部分的にシルト分を含む。 なお、不規則にシルト分を含む細砂主体部がレンズ状に分布し、特にNo.2地点では、細～中砂が主体の「シルト混り砂」からなるTs層がレンズ状に挟在する。さらにTs層中には粘土分の優勢部が混在する。 含水量は多い。色調は灰～暗灰色を呈す。 N値はN=13～60以上であり、「中位の」～「密な」～「非常に」相対密度に区分され、実測値に差異がみられる。
	第1粘性土層	Tc1	-8.04 ～-8.34	***	-8.78 ～-9.33	0.30 ～0.55 不連続	不連続な薄層状にてNo.1、No.3にて分布する。 土質区分は、「粘土」～「砂質粘土」である。粘性が強い粘土が主体であり、部分的に細砂が混入する。 含水量は中位である。色調は暗青灰色を呈す。 N値はN=9程度であり、概ね「硬い」相対稠度に区分される。
	砂質土層	Ts	***	-2.07 ～-3.87	***	1.80 レンズ状	Tg1層中にてレンズ状に挟在し、No.2地点にて分布する。 土質区分は、「シルト混り砂」である。細～中砂が主体であり、部分的にシルト分を多く含む、また、薄層状に粘土分の優勢部が混在する。 含水量は多い。色調は灰色を呈す。 N値はN=13～15であり、「中位の」相対密度に区分される。
	第2礫質土層	Tg2	-8.34 ～-15.02	-7.57 ～14.53	-9.33 ～-16.97	最大 7.64	土質区分は、概ね「砂礫」～「シルト混り砂礫」である。φ2～30mm程度の亜角・亜円礫が主体であり、φ50mm程度までの礫分が点在し、局所的にφ50mm以上の礫に密集が混在する。砂は中～粗砂が主体である。部分的に少量のシルト分を含む。また、不規則に細砂、粘土主体部が混在し、特にNo.3地点では、粘性が強い粘土が主体の「砂混り粘土」からなる。 N値はN=26～60以上であり、「中位の」～「密な」～「非常に」相対密度に区分され、実測値に差異がみられる。 含水量は多い。色調は灰～淡青灰～青灰色を呈す。
	第2粘性土層	Tc2	***	***	-11.98 ～-13.33	1.35 レンズ状	Tg2層中にてレンズ状に挟在し、No.3地点にて分布する。 土質区分は、「砂混り粘土」である。粘性が強い粘土が主体であり、不規則に細砂優勢部が混在し、一部薄層状に挟む。下部にて有機物を含む。 含水量は中位である。色調は暗緑灰～灰～褐色を呈す。 N値はN=10であり、「硬い」相対密度に区分される。

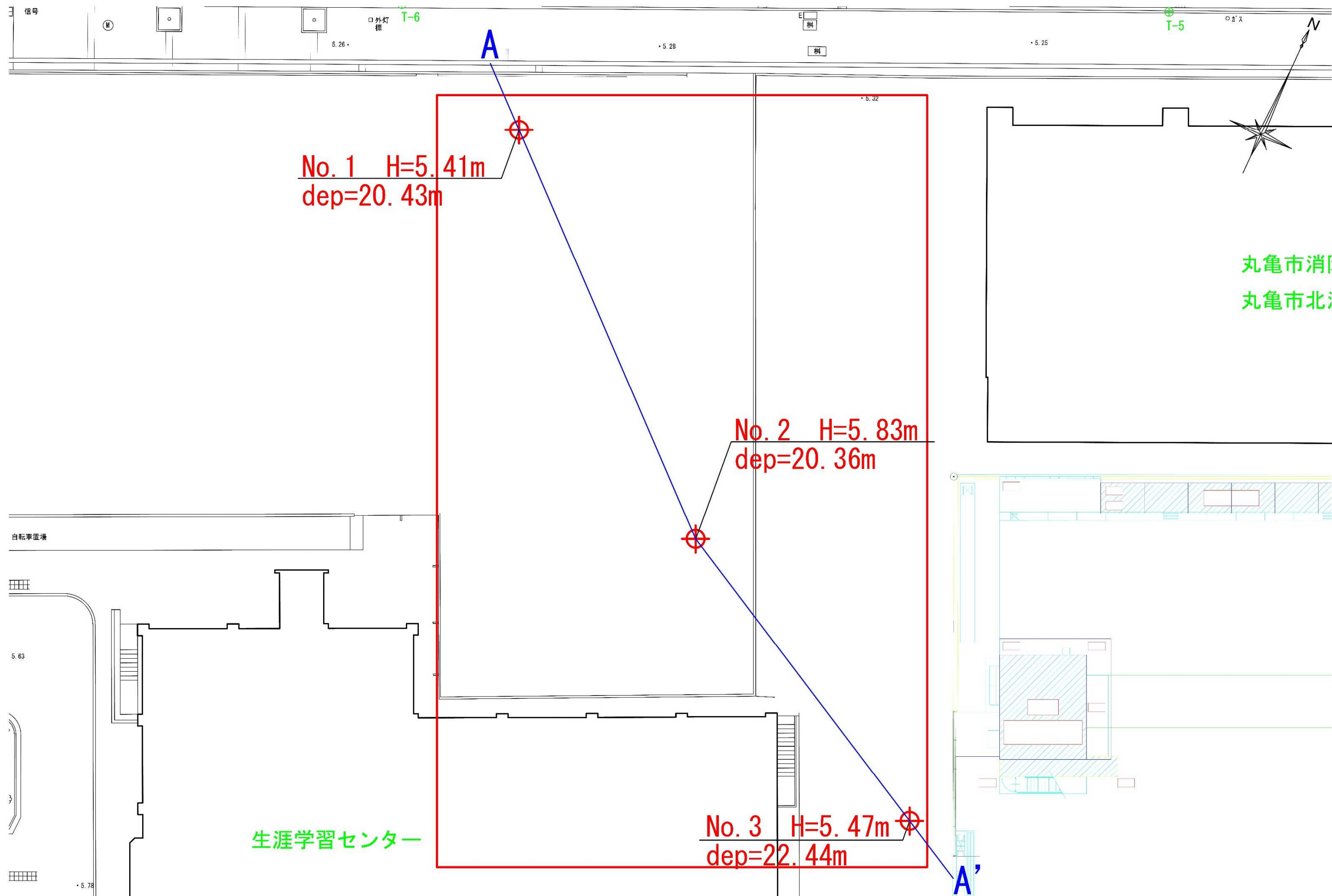


図3.1.1 地質想定断面図測線図 (S=1 : 250)

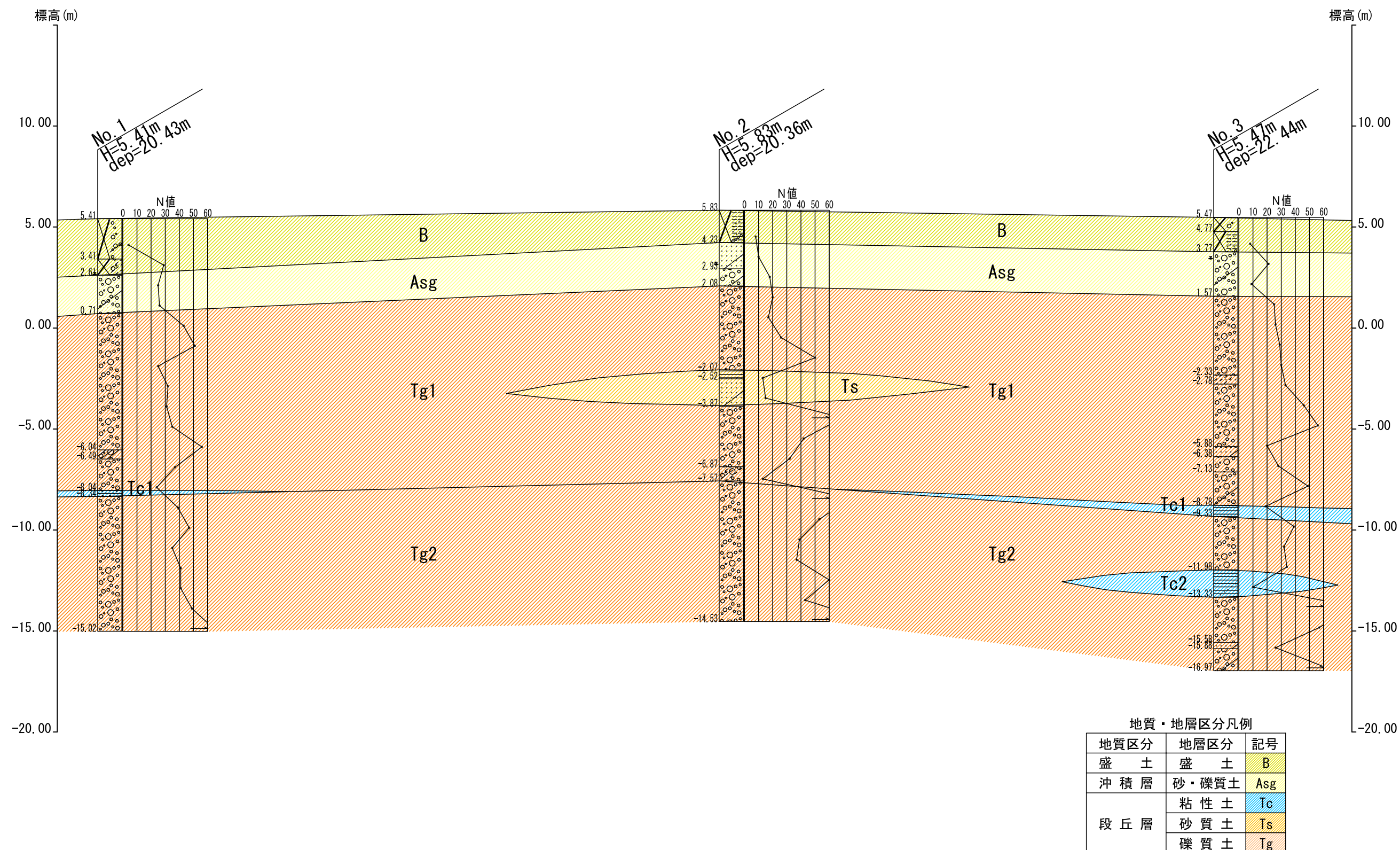


図3.1.2 地質想定断面図 (S=1 : 200)

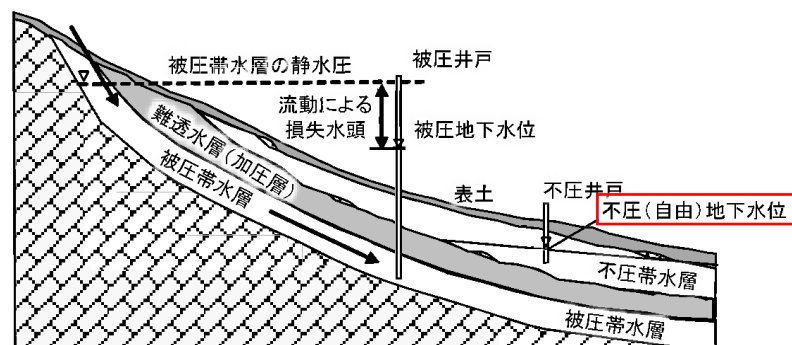
ボーリング調査時において初期無水削孔により確認した孔内水位を表3.1.2に示す。

表3.1.2より、対象地における地下水位は、B層より下位1m程度までに分布するものと想定される。また、この地下水位は、降雨等の天候および季節により上下変位の可能性を伴う自由地下水位に分類される。

参考として、地下水位に関するモデル図を図3.1.3に示す。

表 3.1.2 無水削孔による孔内水位確認状況

地 点 (No.)	孔口標高 (H= m)	孔内水位		備 考
		GL- m	H= m	
1	5.41	2.76	2.65	GL-3.0m 掘進時確認
2	5.83	2.67	3.16	GL-3m 標準貫入試験時確認
3	5.47	2.03	3.44	GL-3m 標準貫入試験時確認



: 今回確認した孔内水位

「地圏の水環境科学 東京大学出版会」

図3.1.3 地下水位のモデル図

3.2 標準貫入試験結果

標準貫入試験結果の詳細は、巻末資料の「ボーリング柱状図」に示すとおりである。各地層のN値について、最小・最大値および平均値を表3.2.1、分布値および確認N値の一覧を表3.2.2に示す。

なお、最大N値はN=60とし、Tc1層については、下記に示す算出式を用いて対象部の打撃数と貫入量の実測値より30cmあたりの換算打撃数を求めて換算N値とした。

$$\text{換算N値} = \frac{\text{貫入量に対する打撃回数(回)}}{\text{貫入量(cm)}} \times 30$$

ただし、最大N=60

また、実測N値には差異が確認されるため、複数の試験数を有する地層の代表N値は、標準偏差を算出し、平均N値より標準偏差/2を減じた値を代表N値として、その整数値を採用値とした。

以下、表3.2.1に地層毎の分布N値、平均N値および代表N値、表3.2.2に標準貫入試験結果、図3.2.1に各地層の分布N値におけるヒストグラムを示す。

$$\text{代表N値} = \text{平均N値} - (\sigma_{n-1}/2)$$

ここに

σ_{n-1} ：標準偏差

ただし、

代表N値の採用値は整数値とする

表3.2.1 地層毎の分布N値、平均N値および代表N値

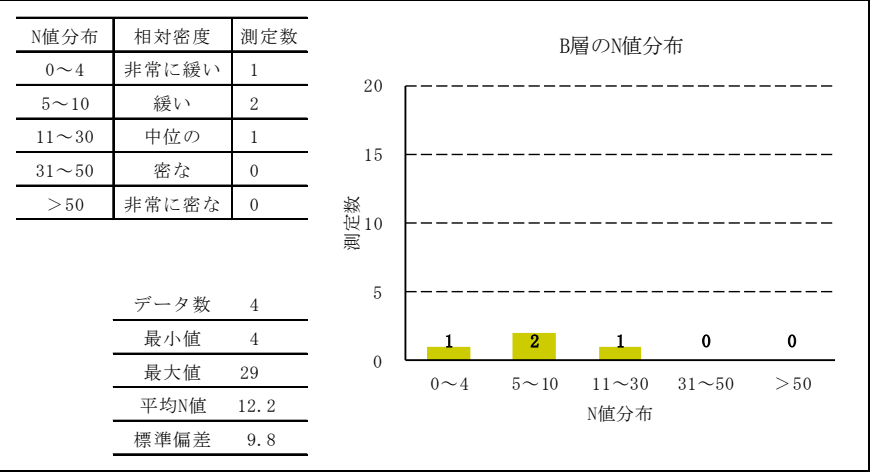
地層 区分	試験数	分布N値			標準偏差 σ_{n-1}	代表N値	
		最小	最大	平均N		$N - (\sigma_{n-1}/2)$	採用値
B	3	4	29	12.2	9.8	7.3	7
Asg	5	10	26	20.0	5.7	17.2	17
Tg1	27	13	60	34.6	12.6	28.3	28
Ts	2	13	15	14.0	1.0	13.5	13
Tc1	1	—	—	9	—	9	9
Tg2	22	26	60	46.9	11.0	41.4	41
Tc2	1	—	—	10	—	10	10

最大N値：N=60

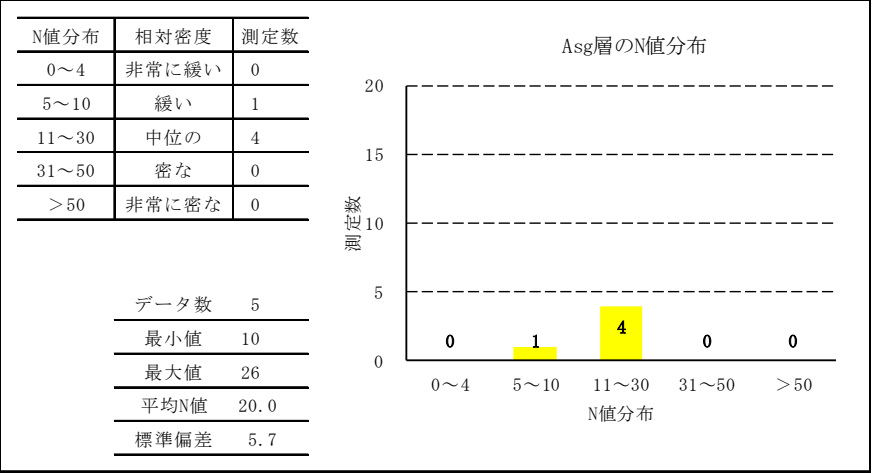
表 3.2.2 標準貫入試験結果一覧

地層 区分	地点 No.	実測N値	試験数		平均N値			標準偏差 σ_{n-1}	標準偏差/2 $\sigma_{n-1}/2$	代表N値	
			地点	地層	最小値	最大値	平均値			平均N-($\sigma_{n-1}/2$)	採用値
B	1	4, 29,	1	3	4	29	12.2	9.8	4.9	7.3	7
	2	8,	1								
	3	8,	1								
Asg	1	25, 26,	2	5	10	26	20.0	5.7	2.8	17.2	17
	2	10, 18,	2								
	3	21, 9,	1								
Tg1	1	43, 51, 25, 32, 31, 35, 56, 37, 24,	9	27	13	60	34.6	12.6	6.3	28.3	28
	2	20, 17, 26, 50, 60, 42, 32, 13,	8								
	3	25, 26, 29, 30, 33, 46, 56, 20, 28, 49,	10								
Ts	1	－	－	2	13	15	14.0	1.0	0.5	13.5	13
	2	13, 15,	2								
	3	－	－								
Tc1	1	－	－	1	－	－	9.0	－	－	9.0	9
	2	－	－								
	3	9,	1								
Tg2	1	39, 47, 35, 41, 41, 49, 60,	7	22	26	60	46.9	11.0	5.5	41.4	41
	2	60, 53, 39, 37, 60, 43, 60,	7								
	3	39, 32, 34, 60, 57, 26, 60, 60,	8								
Tc2	1	－	－	1	－	－	10.0	－	－	10.0	10
	2	－	－								
	3	10,	1								

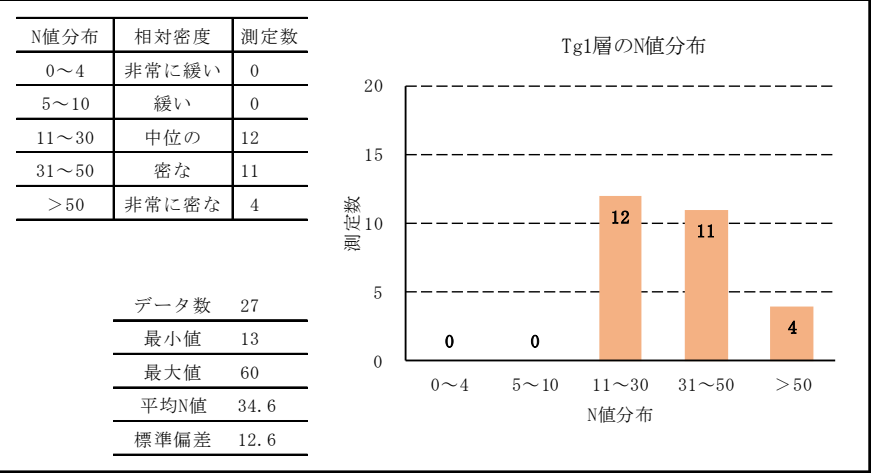
最大N値 : N=60
赤字 : 換算N値
代表N値
(採用値) : N-($\sigma_{n-1}/2$)の整数値



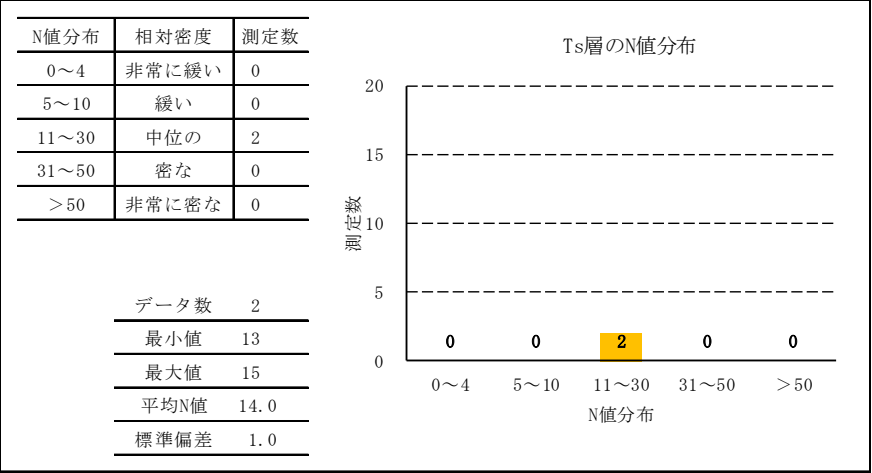
B層のヒストグラム



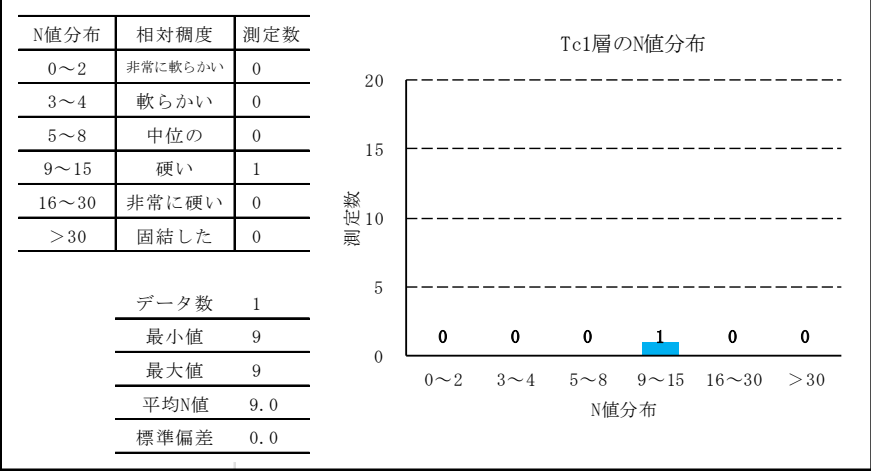
Asg層のヒストグラム



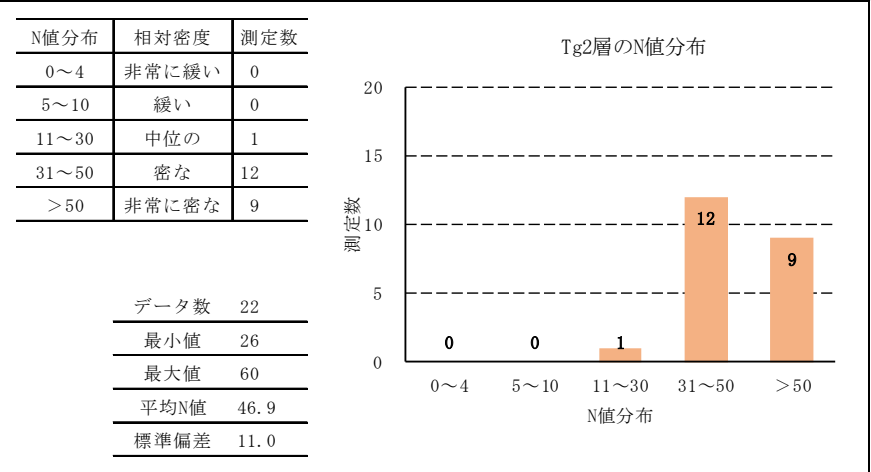
Tg1層のヒストグラム



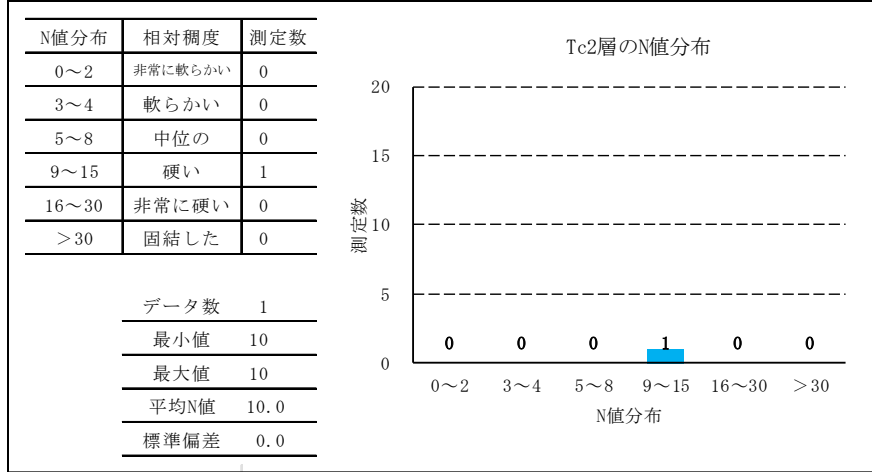
Ts層のヒストグラム



Tc1層のヒストグラム



Tg2層のヒストグラム



Tc2層のヒストグラム

図 3.2.1 各地層のヒストグラム

3.3 室内土質試験結果

室内土質試験結果の詳細は、巻末資料の「室内土質試験結果」に示すとおりである。

試験は、標準貫入試験実施時に採取した土質試料を用いて、対象土の細粒分含有率を求めた。なお、試験結果は、液状化判定に用いる粒度分布資料として用いた。

表3.3.1に室内土質試験結果一覧表を示す。

表3.3.1 細粒分含有率試験結果

地 点 No.	深 度 (GL-m)	試料 番号	地層 記号	粒 度	
				最大粒径 (mm)	細粒分含有率 Fc (%)
1	4.15～ 4.45	1P-1	Asg	26.5	10.7
	7.15～ 7.45	1P-2	Tg1	26.5	7.3
	16.15～16.45	1P-3	Tg2	26.5	6.7
2	3.15～ 3.45	2P-1	Asg	37.5	13.0
	5.15～ 5.45	2P-2	Tg1	26.5	6.6
	9.15～ 9.45	2P-3	Ts	19	36.0
	17.15～17.45	2P-4	Tg2	26.5	7.4
3	3.15～ 3.45	3P-1	Asg	37.5	16.3
	7.15～ 7.45	3P-2	Tg1	37.5	6.2
	16.15～16.45	3P-3	Tg2	26.5	8.7

3.4 総括考察

3.4.1 土質定数の推定

調査結果より、設計に必要となる土質強度定数（設計定数）の提案値を表3.4.1に示す。
以下、各種定数の算出方法および算出結果の詳細は、(1)～(4)に示す。

表3.4.1 設計用土質定数の提案値一覧表

地層 区分	代表 N値	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	粘着力 c (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	変形係数 E (MN/m ²)
B	7	20	0	26	4.9
Asg	17	19	0	33	11.9
Tg1	28	19	0	38	19.6
Ts	13	18	0	31	9.1
Tc1	9	18	54	0	6.3
Tg2	41	20	0	40	28.7
Tc2	10	18	60	0	7.0

(1) 代表N値

対象地層における実測N値には差異が確認されるため、代表N値は、平均値より標準偏差/2を減じた値の整数値を採用した。

なお、最大N値はN=60とした。

各地層の分布N値、標準偏差および代表N値を表3.4.2に示す。

表3.4.2 各地層の分布N値および代表N値(*1: P-16 表3.2.1再掲)

地層 区分	試験数	分布N値			標準偏差 σ_{n-1}	代表N値	
		最小	最大	平均N		$N - (\sigma_{n-1}/2)$	採用値
B	3	4	29	12.2	9.8	7.3	7
Asg	5	10	26	20.0	5.7	17.2	17
Tg1	27	13	60	34.6	12.6	28.3	28
Ts	2	13	15	14.0	1.0	13.5	13
Tc1	1	—	—	9	—	9	9
Tg2	22	26	60	46.9	11.0	41.4	41
Tc2	1	—	—	10	—	10	10

最大N値：N=60

(2) 単位体積重量 γ_t (kN/m³)

単位体積重量は、表3.4.3に示す一般値を参考として提案値を設定した。

表3.4.3 土の単位体積重量 (kN/m³)

地 盤	土 質	ゆるいもの	密なもの
自然 地 盤	砂および砂れき	18	20
	砂 質 土	17	19
	粘 性 土	14	18
盛 土	砂および砂れき	20	
	砂 質 土	19	
	粘 性 土	18	

- (注) 1) 地下水位以下にある土の単位重量は、それぞれ表中の値から9を差し引いた値としてよい。
 2) 碎石は砂利と同じ値とする。また、ずり、岩塊などの場合は種類形状、大きさおよび間隙などを考慮して定める必要がある。
 3) 砂利混じり砂質土、あるいは砂利混じり粘性土にあつては、混合割合および状態に応じて適当な値を定める。
 4) 地下水位は施工後における平均値を考える。

「道路橋示方書・同解説Ⅰ共通編（公益社団法人日本道路協会 平成29年11月）」

なお、表3.4.3中における“緩いもの”と“密なもの”の区分は、表3.4.4及び表3.4.5を参考にする。各地層の単位体積重量について表3.4.6に示す。

表3.4.4 N値と砂の相対密度の関係 (Terzaghi and Peck)

	N 値	相対密度 (Terzaghi and Peck)	現場判別法
緩いもの	0～4	非常に緩い(very loose)	鉄筋が容易に手で貫入
↑	4～10	緩 い(loose)	ショベル（スコップ）で掘削可能
中位	10～30	中 位 の(medium)	鉄筋を5ポンドハンマで打込み容易
↓	30～50	密 な(dense)	同上、30cm程度貫入
密なもの	>50	非常に密な(very dense)	同上、5～6cm貫入、掘削にはし必要、打込み時金属音

(公益社団法人地盤工学会「地盤調査の方法と解説に加筆」)

表3.4.5 N値と粘土のコンシステンシー、一軸圧縮強さの関係
(Terzaghi and Peck)

	N 値	q_u (kN/m ²)	コンシステンシー
緩いもの	0～2	0.0～ 24.5	非常に柔らかい
↑	2～4	24.5～ 49.1	柔らかい
中位	4～8	49.1～ 98.1	中位の
↓	8～15	98.1～196.2	硬い
密なもの	15～30	196.2～392.4	非常に硬い
	30～	392.4～	固結した

(公益社団法人地盤工学会「地盤調査の方法と解説に加筆」)

表3.4.6 単位体積重量一覧表

地 層 区 分	代表 N 値・土質区分		密 度 又は コンシステンシー	単位体積重量 γ (kN/m ³)
	代表N値	土質区分		
B	7	盛土(礫質土)		20
Asg	17	砂・礫質土	中位 ^{*1}	19
Tg1	28	礫質土	中位 ^{*1}	19
Ts	13	砂質土	中位 ^{*1}	18
Tc1	9	粘性土	密なもの	18
Tg2	41	礫質土	密なもの	20
Tc2	10	粘性土	密なもの	18

*1：表3.4.4および表3.4.5に示す土質区分のうち「ゆるい」～「密な」の中間値を採用

(3)せん断定数

【粘着力 c (kN/m²) ・ 内部摩擦角(せん断抵抗角) ϕ (°)】

■土の粘着力 c (kN/m²)

土の粘着力は、Terzaghi&Peckによる粘性土の一軸圧縮強さ q_u と N 値の関係式を用いて推定する。

$$q_u = 12.5 \times N \quad (\text{kN/m}^2) \quad \cdots \cdots \text{Terzaghi\&Peckの提案式}$$

$$c = 1/2 \times q_u \quad (\text{kN/m}^2) \quad \text{※ } \phi = 0^\circ \text{ の場合}$$

$$c = 6.25 \times N$$

$$c \doteq 6 \times N \quad (\text{kN/m}^2) \quad \cdots \cdots \text{式3.1}$$

なお、砂質土層については $c=0$ とする。

■土の内部摩擦角 ϕ (度)

砂質土・礫質土の内部摩擦角(せん断抵抗角)は、「建築基礎構造設計指針」に示される推定方法により、 N 値から推定する。

ただし、 ϕ の上限は $\phi = 40^\circ$ とし、粘性土については $\phi = 0$ (°)とする。

$$\phi = 15 + \sqrt{20 \cdot N} \quad (^\circ) \quad \cdots \cdots (\text{建築基礎構造設計指針より}) \text{式3.2}$$

これより、粘性土の粘着力 c 、砂質土の内部摩擦角 ϕ の提案値一覧を表3.4.7に示す。

表3.4.7 c 、 ϕ の提案値

地層区分	代表 N 値・土質区分		粘着力 c (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (°)
	代表 N 値	土質区分	式 3.1	式 3.2
B	7	盛土(礫質土)	0	26.8
Asg	17	砂・礫質土	0	33.4
Tg1	28	礫質土	0	38.6
Ts	13	砂質土	0	31.1
Tc1	9	粘性土	54	0
Tg2	41	礫質土	0	40 ^{*1}
Tc2	10	粘性土	60	0

*1：上限値 $\phi = 40^\circ$

(4) 変形係数 E (MN/m²)

地盤の変形係数は、「地盤調査の方法と解説（公益社団法人地盤工学会）」に示されるN値と試験から求めた変形係数の関係式 $E_p = 678 \times N^{0.9985} \div 700 \times N$ (kN/m²) より代表N値を利用して求めた。

$$E = 700 \times N \text{ (kN/m}^2\text{)} = 0.7 \times N \text{ (MN/m}^2\text{)} \cdots \cdots \text{式3.3}$$

ここに、

E ：変形係数

N ：標準貫入試験から得られるN値(代表N値を用いる)

以下、各地層における変形係数の推定値を表3.4.8に一覧する。

表3.4.8 各地層における変形係数一覧表

地 層 区 分	代表 N 値・土質区分		変形係数 E (MN/m ²)
	代表N値	土質区分	式 3.3
B	7	盛土(礫質土)	4.9
Asg	17	砂・礫質土	11.9
Tg1	28	礫質土	19.6
Ts	13	砂質土	9.1
Tc1	9	粘性土	6.3
Tg2	41	礫質土	28.7
Tc2	10	粘性土	7.0

3.4.2 地震時の液状化判定

地震時における地盤の液状化については、「建築基礎構造設計指針(2019年度版)一般社団法人日本建築学会」に、液状化の判定を行うべき土層の条件が下記のように記載されている。

- ・液状化の判定を行う必要がある飽和土層は、一般に地表面から20m程度以浅の飽和土で、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。
- ・埋立地盤など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。
- ・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も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以下の粒径をもつ土粒子)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。

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。

対象地の地層構成は、盛土(B)層以深、礫質土層を優勢土とする沖積層および段丘層からなり、不連続またはレンズ状に砂質土および粘性土層が分布する。また、N値の分布については、比較的大きく差異がみられることが確認される。

これより、対象地における液状化判定は、地下水位以深より深度20m以内に分布する地層を対象として、室内土質試験結果を用いて、以下に示す手順により計算を行った。

1) 液状化の判定手順

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り計算する。

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

τ_d : 水平面に生ず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 : 等価繰返し回数に対する補正係数で、 $\gamma_N = 0.1 (M - 1)$

ただし、Mは地震のマグニチュード。ここではM=7.5とする。

α_{max} : 地表面における設計用水平加速度 (m/s²)

今回は $\alpha_{max} = 1.5 \cdot 2.0 \cdot 3.5 \text{ m/s}^2$ に対して検討する

g : 重力加速度 (m/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 : 地盤が剛体でない事による補正係数で $(1 - 0.015 z)$ 、

z はメートル単位で表した地表面からの検討深さ。

各深さにおける補正N値 (N_a) を下式及び図3. 4. 1を用いて計算する。

$$N_1 = C_N \cdot N$$

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

$$N_a = N_1 + \Delta N_f$$

N_a : 補正N値

N_1 : 換算N値

C_N : 拘束圧に関する換算係数

ΔN_f : 細粒分含有率に応じた補正N値増分

N : 実測N値

- 図3. 4. 2中の限界せん断ひずみ曲線5%を用いて、補正N値 (N_a) に対応する飽和土層液状化抵抗比 $R = \tau_1 / \sigma_z'$ を求める。ここで、 τ_1 は水平断面における液状化抵抗である。
- 各深さにおける液状化発生に対する安全率 F_L を次式により計算する。

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

上式から求めた F_L 値が1より大きくなる土層については液状化発生の可能性はないものと判定し、逆に1以下となる場合は、その可能性があり、値が小さくなるほど液状化発生危険度が高く、また、 F_L の値が1を切る土層が厚くなるほど危険度が高くなるものと判断する。

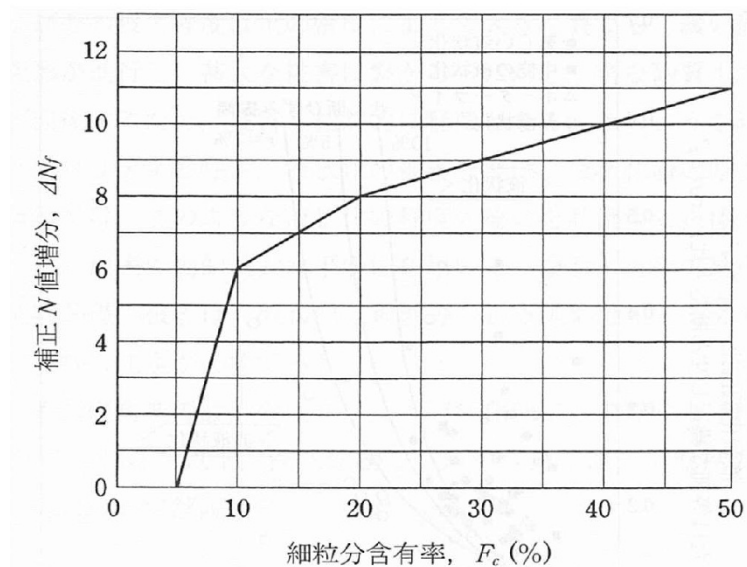


図3. 4. 1 細粒分含有率とN値の補正係数

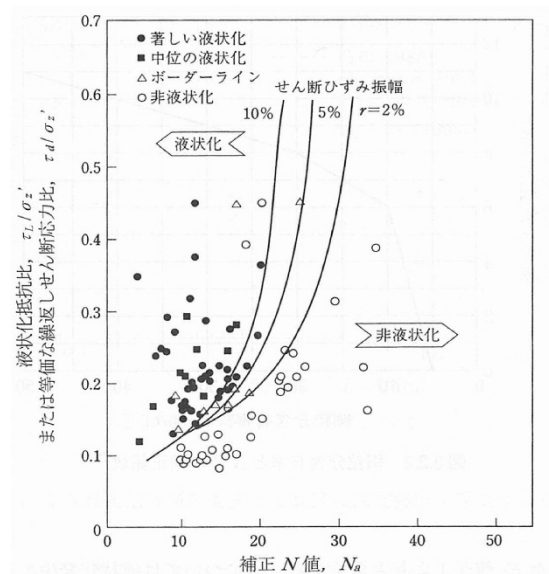


図3.4.2 補正N値と液状化抵抗、動的せん断ひずみの関係

【液状化指数 P_L について】

前述した液状化抵抗率 F_L は、ある地点の計算深度毎の液状化に対する安全率を示す指数であるのに対して、液状化指数 P_L は計算深度ではなく計算地点（地盤全体として）での液状化の程度を示す指数を表すものである。

P_L の算定式は次のように規定されている。

$$P_L = \int_0^{20} (1 - F_L) (10 - 0.5z) dz \quad (\text{道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編})$$

P_L ：液状化指数

F_L ：液状化に対する抵抗率で、 $F_L > 1.0$ のとき $F_L = 1$ とする

z ：地表面からの深さ（m）

また、「建設省土木研究所，土木研究所資料第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（昭和56年9月）」によると、 P_L の評価基準は次の表3.4.9のように示される。

表3.4.9 P_L による液状化の判定

P_L 値	液状化の判定
$P_L = 0$	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一般に不要。
$0 < P_L \leq 5$	液状化危険度は低い。 特に重要な構造物の設計に際しては、より詳細な調査が必要。
$5 < P_L \leq 15$	液状化危険度が高い。 重要な構造物に対して、より詳細な調査が必要。
$15 < P_L$	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。

【地表変位 D_{cy} について】

F_L 値による判定結果、液状化の可能性があると判断された地盤においては、建築基礎構造設計指針により、下記の手順によって液状化に伴う地盤変位の予測を行う。

- ・ 図3.4.3から補正N値(N_a) τ_d / σ'_z に対応する各層の繰返しせん断ひずみ γ_{cy} を推定する。
- ・ 各層のせん断ひずみ γ_{cy} が同一方向に発生すると仮定して、これを鉛直方向に積分して振動中の最大水平変位分布とする。

$$D_{cy} = \sum (\gamma_{cy} \times H) \quad (\text{m})$$

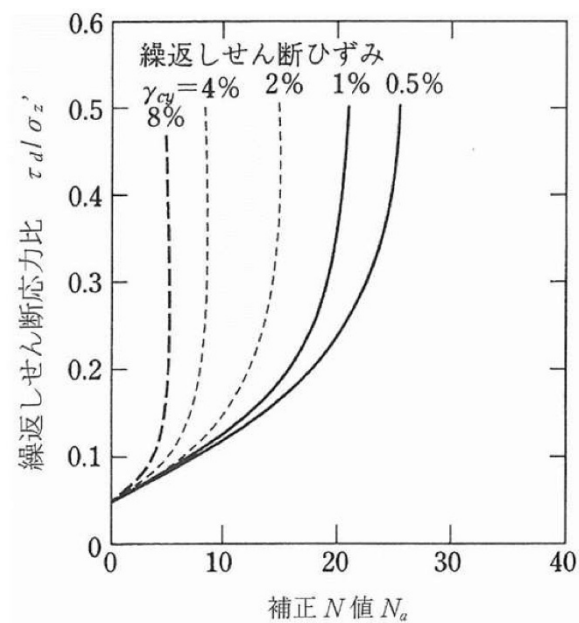


図3.4.3 補正N値と繰返しせん断ひずみとの関係

地表変位 D_{cy} は液状化程度の指標であり、液状化の程度は、 D_{cy} の値により表3. 4. 10のように評価される。

表3. 4. 10 D_{cy} と液状化の程度の関係

D_{cy} (m)	液状化の程度
0	なし
～0. 05	軽微
0. 05～0. 10	小
0. 10～0. 20	中
0. 20～0. 40	大
0. 40～	甚大

2) 液状化の判定結果

対象地における液状化の判定は、地下水位以深より深度20m内に分布する砂質土および礫質土からなるAsg、Tg1、Ts、Tg2層を判定対象として実施した。なお、対象土の細粒分含有率は、表3. 4. 11に示すとおりであり、Ts層は $F_c > 35\%$ であり判定対象外とした。

表3. 4. 11 細粒分含有率試験結果 (*1 : P-19 表3. 3. 1再掲)

地 点 No.	深 度 (GL-m)	試料 番号	地層 記号	粒 度
				細粒分含有率 F_c (%)
1	4. 15～ 4. 45	1P-1	Asg	10. 7
	7. 15～ 7. 45	1P-2	Tg1	7. 3
	16. 15～16. 45	1P-3	Tg2	6. 7
2	3. 15～ 3. 45	2P-1	Asg	13. 0
	5. 15～ 5. 45	2P-2	Tg1	6. 6
	9. 15～ 9. 45	2P-3	Ts	36. 0
	17. 15～17. 45	2P-4	Tg2	7. 4
3	3. 15～ 3. 45	3P-1	Asg	16. 3
	7. 15～ 7. 45	3P-2	Tg1	6. 2
	16. 15～16. 45	3P-3	Tg2	8. 7

: $F_c > 35\%$ につき判定対象外

また、対象土のN値は、差異がみられる結果であったことから、検討に用いる補正N値 N_a は、安全側に最大 $N_a = 30$ として検討した。

これより、液状化判定結果の詳細は、巻末資料「液状化判定結果」に示すとおりであり、各地点の判定結果概要を表3. 4. 12、判定結果の総括を表3. 4. 13に示す。

全体的な結果としては、設計用水平加速度 $\alpha_{\max}=2.0 \cdot 3.5\text{m/s}^2$ のケースでは、液状化の発生の可能性がある $FL < 1$ を示す結果が一部にて確認される。

ただし、地表変位 D_{cy} は、 $D_{cy}=0.000 \sim 0.019\text{m}$ の範囲であり、液状化の程度は「なし」～「軽微」の判定として確認される。

* 液状化判定ソフト：商標登録：第56323682号

「Kiso-Cloud 液状化簡易判定サービス LIQ.NET version2.0.0.1」
基礎地盤コンサルタンツ株式会社

表3.4.12(1) 液状化判定結果1(No. 1)

深 度 (GL- m)	地層 記号	No. 1		地下水位：GL-2.76m			
		$\alpha_{\max}=1.5\text{m/s}^2$		$\alpha_{\max}=2.0\text{m/s}^2$		$\alpha_{\max}=3.5\text{m/s}^2$	
		F _L	低減係数 β	F _L	低減係数 β	F _L	低減係数 β
1.30	B	***	***	***	***	***	***
2.30		***	***	***	***	***	***
3.30	Asg	○	1.00	○	1.00	○	1.00
4.30		○	1.00	○	1.00	○	1.00
5.30	Tg1	○	1.00	○	1.00	○	1.00
6.30		○	1.00	○	1.00	○	1.00
7.30		○	1.00	○	1.00	○	1.00
8.30		○	1.00	○	1.00	○	1.00
9.30		○	1.00	○	1.00	○	1.00
10.30		○	1.00	○	1.00	○	1.00
11.30		○	1.00	○	1.00	○	1.00
12.30		○	1.00	○	1.00	○	1.00
13.30		○	1.00	○	1.00	× (0.940)	1.00
14.30		Tg2	○	1.00	○	1.00	○
15.30	○		1.00	○	1.00	○	1.00
16.30	○		1.00	○	1.00	○	1.00
17.30	○		1.00	○	1.00	○	1.00
18.30	○		1.00	○	1.00	○	1.00
19.30	○		1.00	○	1.00	○	1.00
20.29	○		1.00	○	1.00	○	1.00
地表変位 Dcy (m)			0.000		0.000		0.003
液状化指数 P _L		0.000		0.000		0.135	

○ ：判定対象で $F_L > 1.0$ を示すもの

× () ：判定対象で $F_L < 1.0$ を示すもの () は F_L の数値

*** ：判定対象外(地下水位以浅また粒度組成より)

表3. 4. 12 (2) 液状化判定結果2 (No. 2)

深 度 (GL- m)	地層 記号	No. 2		地下水位 : GL-2. 67m			
		$\alpha \max = 1.5\text{m/s}^2$		$\alpha \max = 2.0\text{m/s}^2$		$\alpha \max = 3.5\text{m/s}^2$	
		F _L	低減係数 β	F _L	低減係数 β	F _L	低減係数 β
1. 30	B	***	***	***	***	***	***
2. 30	Asg	***	***	***	***	***	***
3. 30		○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
4. 30	Tg1	○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
5. 30		○	1. 00	○	1. 00	× (0. 927)	0. 439
6. 30		○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
7. 30		○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
8. 30	Ts	***	***	***	***	***	***
9. 30		***	***	***	***	***	***
10. 28	Tg1	○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
11. 30		○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
12. 30		○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
13. 30		○	1. 00	× (0. 844)	0. 341	× (0. 940)	0. 341
14. 27	Tg2	○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
15. 30		○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
16. 30		○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
17. 30		○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
18. 30		○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
19. 30		○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
20. 25		○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
地表変位 Dcy (m)		0. 000		0. 007		0. 019	
液状化指数 P _L		0. 000		0. 515		2. 245	

○ : 判定対象で $F_L > 1.0$ を示すもの× () : 判定対象で $F_L < 1.0$ を示すもの ()は F_L の数値

*** : 判定対象外(地下水位以浅また粒度組成より)

表3. 4. 12(3) 液状化判定結果3(No. 3)

深 度 (GL- m)	地層 記号	No. 3		地下水位 : GL-2. 03m			
		$\alpha \max = 1.5\text{m/s}^2$		$\alpha \max = 2.0\text{m/s}^2$		$\alpha \max = 3.5\text{m/s}^2$	
		F _L	低減係数 β	F _L	低減係数 β	F _L	低減係数 β
1. 30	B	***	***	***	***	***	***
2. 30	Asg	○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
3. 30		○	1. 00	○	1. 00	× (0. 824)	0. 342
4. 30	Tg1	○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
5. 30		○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
6. 30		○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
7. 30		○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
8. 30		○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
9. 30		○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
10. 30	Tg1	○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
11. 30		○	1. 00	○	1. 00	× (0. 651)	0. 863
12. 30		○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
13. 30		○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
14. 30	Tc1	***	***	***	***	***	***
15. 30	Tg2	○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
16. 30		○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
17. 30		○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
18. 30	Tc2	***	***	***	***	***	***
19. 26	Tg2	○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
20. 30		○	1. 00	○	1. 00	○	1. 00
地表変位 Dcy (m)		0. 000		0. 000		0. 017	
液状化指数 P _L		0. 000		0. 000		2. 991	

○ : 判定対象で $F_L > 1.0$ を示すもの× () : 判定対象で $F_L < 1.0$ を示すもの ()は F_L の数値

*** : 判定対象外(地下水位以浅また粒度組成より)

表3. 4. 13 液状化計算結果のまとめ

地点 (No.)	$\alpha \max = 1.5 \text{m/s}^2$		$\alpha \max = 2.0 \text{m/s}^2$		$\alpha \max = 3.5 \text{m/s}^2$	
	PL	Dcy (m)	PL	Dcy (m)	PL	Dcy (m)
1	0. 000	0. 000	0. 000	0. 000	0. 135	0. 003
2	0. 000	0. 000	0. 515	0. 007	2. 245	0. 019
3	0. 000	0. 000	0. 000	0. 000	2. 991	0. 017

3.4.3 支持層について

建物や構造物を支持する地盤は、良好な地盤を支持層とするとされている。この良好な地盤というのは一般に調査ボーリングを実施してN値を測定し、このN値の大きい地盤で、しかも層厚の厚い連続した地盤であることを指す。

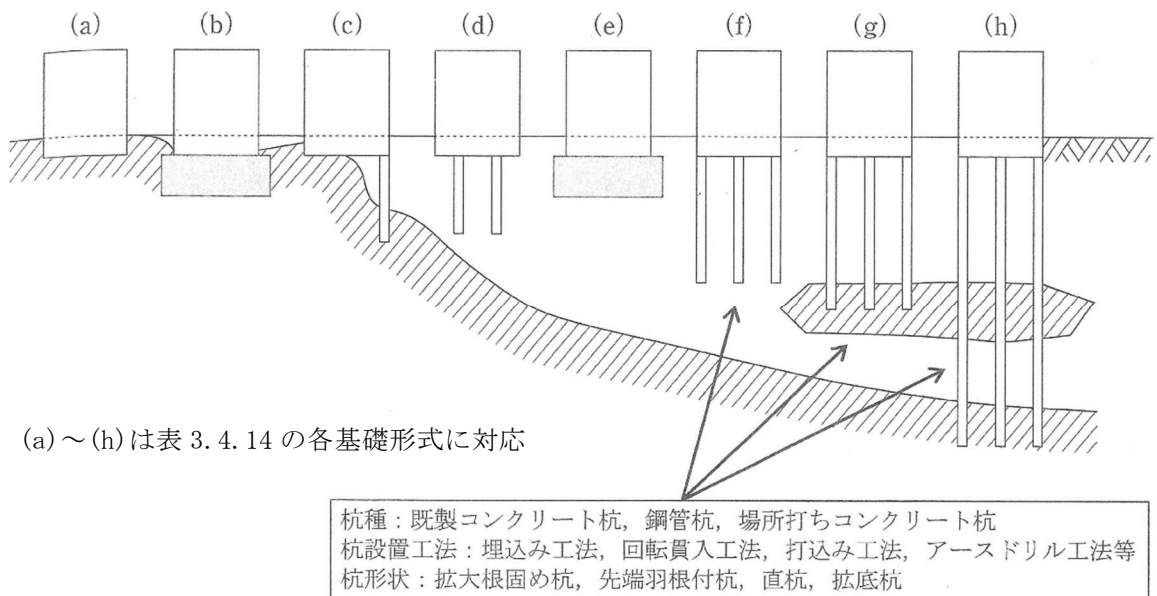
基礎とは、構造物の重さを地盤に伝える工作物そのものであるが、ある時はその下の地盤も含めて指すこともある。

したがって、満足な基礎の条件としては、以下の項目が挙げられる。

- 1) 安全に荷重を支えること
- 2) 基礎構造そのものの強度が十分で変形がないこと
- 3) 耐久性と安全性があること
- 4) 既存及び将来の隣接構造物に支障を与えたり受けたりしないこと
- 5) 施工が容易で経済的に安く、かつ工期の短いもの

このうち1)は、支持地盤に関する地盤の支持力についての問題である。

「建築基礎構造設計指針(2019年度版)一般社団法人日本建築学会」では、支持地盤の深さに合わせた基礎形式の例について図5.2.1、基礎形式ごとの主な検討事項について表5.2.1のとおり示される。また、基礎形式と支持地盤の深度には密接な関係にあり、それぞれの組み合わせとして(a)～(h)の基礎形式が選定され、支持地盤が深くなるにつれて、適用可能な基礎形式が複数候補となる。



「建築基礎構造設計指針 一般社団法人日本建築学会」

図3.4.4 支持地盤の深度と適用可能な基礎形式

表3.4.14 基礎形式ごとの主な検討事項

基礎形式	基礎部材	検討事項
(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
(b)、(e) 直接基礎+地盤改良（ラップルコンクリート地業を含む）	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
(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、薄層支持杭、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
(d) パイルド・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
(f) 杭基礎（摩擦杭）	パイルキャップ、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
(g) 杭基礎（薄層支持杭）		
(h) 杭基礎（支持杭）		

「建築基礎構造設計指針 一般社団法人日本建築学会」

対象部における地層構成において、 $H=-7.5\sim-9.3\text{m}$ 程度以深より分布するTg2層は、概ね水平に分布する地層であり、代表N値は $N=41$ 、層厚5m以上であることから、構造物の支持層として検討可能な地層となる。これより、Tg2層を支持層として検討する場合の留意事項としては、レンズ状または薄層状に粘性土であるTc2層が挟在することが挙げられ、基礎工施工時には、杭先端部の土質性状確認が必要であると考えられる。

また、上位のTg1層については、分布N値においてバラつきのある差異がみられるため、代表N値は $N=28$ であるが、 $H=2.1\sim0.7\text{m}$ 程度以深より表層付近より分布し、下位Tg2層が概ね連続して分布することから、十分な層厚を有する地層として分類されることから、計画構造物の規模によっては、支持層として検討可能である判断される。

以上より、対象地における一般的な基礎形式としては、

1. Tg2層を支持層とする場合 → (h) 杭基礎
2. Tg1層を支持層とする場合 → (a) 直接基礎あるいは (b) 直接基礎+地盤改良

に区分され、対象地においては液状化発生の可能性は非常に低く、その影響は軽微であることが予想される。

なお、基礎施工時における掘削等の留意事項としては、表層のB層以下、 $GL-2.0\sim3.0\text{m}$ にて地下水位の分布が確認されることから、湧水を含む止水対策の検討が必要である。

以上、対象地における基礎設計については、現地の施工条件のもと、安全性・施工性・経済性に優れた基礎形式・工法が選択されることが望まれる。