

業務名 令和元年度知名町役場
新庁舎地質調査委託業務

業務場所 大島郡知名町瀬利覚 2362 番地

調査報告書

令和 2年 3月

発注者 知 名 町

受注者 ユニオン技術株式会社

調査地案内図



目 次

調査地案内図(国土地理院電子国土Web地形図より引用)————— 巻頭

1. 調査概要	1
1.1 調査の目的	1
1.2 業務の基本事項	1
1.3 調査内容	2
2. 調査方法	4
2.1 調査ボーリング	4
2.2 標準貫入試験	6
3. 地形・地質概要	8
3.1 地形概要	8
3.2 地質概要	9
4. 調査結果	11
4.1 調査ボーリング及び標準貫入試験	11
5. 結果の考察	20
5.1 調査地の地盤状況	20
5.2 土質定数の設定	26
5.3 支持層及び基礎工について	41

《《《 巻 末 資 料 》》》

- 調査位置図(縮尺 S=1:300)
- ボーリング柱状図(全 5 孔)
- 地質断面図(6 断面、縮尺 S=1:200)
- 記録写真
- 打合せ・協議書類

1. 調査概要

本報告書は、知名町の御発注により、ユニオン技術株式会社が実施した「令和元年度知名町役場新庁舎地質調査委託業務」の地質調査結果を取りまとめたものです。ここに、調査結果を御報告致します。

1.1 調査の目的

本調査は、知名町瀬利覚 2362 番地に計画されている知名町役場新庁舎の建設予定地において、地盤の地質構成や土の締まり具合を把握し、建築物の基礎設計・施工に必要な地盤の基礎資料を得ることを目的として、標準貫入試験を併用した調査ボーリングを実施して、調査地の基礎地盤状況及び土質定数の設定、基礎工の検討等の地盤工学的な検討を行うものである。

1.2 業務の基本事項

(1) 発注者

知名町(総務課)

(2) 業務名

令和元年度知名町役場新庁舎地質調査委託業務

(3) 業務場所

大島郡知名町瀬利覚 2362 番地(巻頭の調査地案内図参照)

(4) 工期

自：令和2年2月25日 }
至：令和2年3月27日 } 32日

(5) 提出成果品

① 調査報告書(A4版製本, 簡易加除式ファイル) 3部

(報告書、調査位置図、ボーリング柱状図、地質断面図、調査記録写真等)

② 地質標本箱 1式

(6) 受注者

ユニオン技術株式会社

鹿児島市東谷山3丁目24番11号

TEL;099-268-0956、FAX;099-267-5871

E-mail;union.te@ml.satsuma.ne.jp

- ・管理技術者：松山義高（技術士-建設部門、RCCM-地質）
- ・担当技術者：末吉哲也（RCCM-地質、技術士補-応用理学部門）
- ・試錐担当者：胸元 滋（地質調査技士）ほか

1.3 調査内容

(1) 調査ボーリング(ノンコアボーリング)	φ 66mm, 5箇所	合計113.00m
(2) 標準貫入試験(規格：JIS S 1219)	1m毎, 5箇所	計 113回
(3) ボーリング足場仮設	平坦地足場	計 5箇所
(4) 資料整理とりまとめ		1 式
(5) 技術解析		1 式
(6) 調査報告書作成(A4版)		1 式

調査内容の詳細は、表 1.3.1 の調査数量一覧表に示す通りである。

表 1.3.1 調 査 数 量 一 覧 表

種 別		ボーリング孔					合 計
		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	
ボーリング延長計(m)		18.0	23.0	25.0	22.0	25.0	113.0
調査ボーリング φ66mm (m)	粘性土・シルト	7.9	0.0	1.0	0.0	4.5	13.4
	砂・砂質土	4.5	21.6	15.6	12.0	14.9	68.6
	礫混じり土砂	2.6	0.0	6.4	8.6	3.1	20.7
	軟 岩	3.0	1.4	2.0	1.4	2.5	10.3
標準貫入試験計(回)		18	23	25	22	25	113
標準貫入試験 (回)	粘性土・シルト	8	0	1	0	4	13
	砂・砂質土	4	21	15	12	15	67
	礫混じり土砂	2	0	6	8	3	19
	軟 岩	4	2	3	2	3	14
足場仮設 (箇所)	平坦地足場	1	1	1	1	1	5

2. 調査方法

2.1 調査ボーリング

- (1) 調査ボーリングは、計画建築物の基礎地盤状況を把握する目的で、調査職員との協議により、巻末資料の「調査位置図」に示す5箇所(No.1孔, No.2孔, No.3孔, No.4孔, No.5孔)において、ロータリー式試錐機及びボーリング機材一式を用いてノンコアボーリングで実施した。駐車場内の作業にあたっては、ボーリング足場をフェンス等で囲み、安全に留意した。
- (2) 調査地点の標高は、巻末資料の「調査位置図」に示す基準点(KBM H=51.500m)を基準に水準測量により求めた。
- (3) ボーリングにあたっては、下表に示す機材を使用し、掘削は口径φ66mmのシングルコアチューブ及びダブルコアチューブを地質の硬軟状態により使い分けながら実施した。また、孔壁の崩壊防止及びスライムの除去の為に、φ86mmのケーシングパイプやベントナイト泥水を用いた。

表 2.1.1 ボーリング・調査使用機材一覧表

機材・機器名	製造元・型式	数量
試錐機	YBM製 YBM-05型	2台
試錐ポンプ	YBM製 GP-5型	2台
発動機	ヤンマー製 NFAD9型	2台
標準貫入試験器	JIS規格品(JIS-A-1219)	2式
三脚檜、単管パイプ足場、仮設資材、フェンス、ロッド、コアチューブ、ケーシング、その他ボーリング資機材		2式
測量道具一式		

- (4) ボーリング掘進中は、掘削時の抵抗・掘削音・回転速度・泥水の色・スライム等に留意するとともに、次項に示す標準貫入試験に伴って採取された深度ごとの貫入試料を観察して地層境界の区分や地層の判定を行い、諸記事をボーリング柱状図に記載整理した。

(5) 採取した試料は、地層判定後 1m 毎に全国地質調査業協会連合会規格のプラスチック容器(試料ビン)に封入し、土質標本箱に整理した。

(6) 調査職員との協議により所定の深度まで掘削が完了したら、臨場にて検尺立会を行い、検尺後は土砂充填等適切な方法で速やかに調査孔の埋戻しを行うと共に周辺部の清掃を行う等、原形復旧に努めた。

図 2.1.1 には、ロータリー式試錐機による掘進作業の一般図を示す。

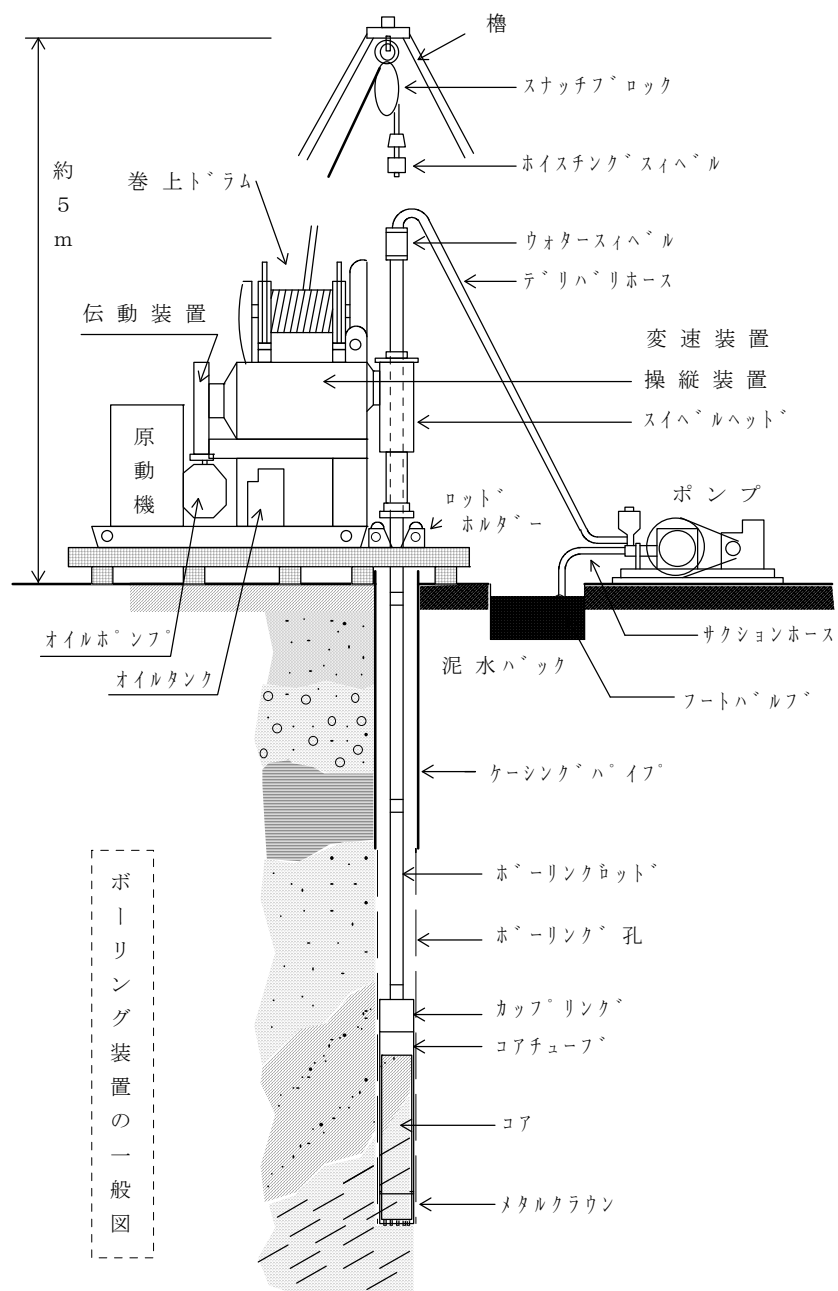


図 2.1.1 ボーリング装置の全体図

2.2 標準貫入試験

標準貫入試験(SPT)は、JIS-A-1219:2013の規定に従い、自動落下装置(半自動落下型)を利用して深度1m毎に実施した。試験は、現地盤面より1mの深度から行い、本打ちの打撃回数は60回(国交省告示による)を限度とした。

この試験は、SPT サンプラーを動的貫入させることによって地盤の硬軟、締めまり具合の判定、*N値の測定及び土層構成を把握するための試料の採取を目的とする。

N値とは、

質量 $63.5\text{kg} \pm 0.5\text{kg}$ の鋼製ハンマーを $760\text{mm} \pm 10\text{mm}$ の高さからロッドの揺れ等を引き起こさずにアンビルに自由落下させて、SPT サンプラーを地盤に300mm打込むのに必要な打撃回数をいう。

試験方法は、以下の通りである。

- (1) ロッドの先端にSPT サンプラーを取り付け、試験孔底へ降ろす。
- (2) 打撃装置を取り付け、この時点での貫入量を記録する。
- (3) 63.5kg のハンマーを 760mm の高さから自由落下させ、試験孔底から150mmまで(自沈を含む)予備打ちを行う。
- (4) 予備打ち後、 63.5kg のハンマーを 760mm の高さから自由落下させ、SPT サンプラーを300mm貫入する。予備打ち後に300mm貫入させるのに必要な全打撃回数とその試験区間のN値となる。必要な打撃回数は100mmごとに記録する。ただし、打撃1回ごとの貫入量が100mmを超えた場合は、その貫入量を記録する。

N値は、土の工学的性質を推定し、設計施工の検討資料を与えるものとして、広く一般に利用され、次のような性質等を推定できる。

- **砂地盤の場合**：相対密度、内部摩擦角、沈下に対する許容支持力、支持力係数、弾性係数
- **粘土地盤の場合**：コンシステンシー(相対稠度)、一軸圧縮強度(粘着力)、破壊に対する極限及び許容支持力

砂の相対密度と粘土のコンシステンシーは、柱状図に記載する例が多いので、標準的な表現法を表 2.2.1 及び表 2.2.2 に示す。また、図 2.2.1～図 2.2.5 には、標準貫入試験装置並びに測定器具の一般図を示す。

表 2.2.1 N 値と砂の相対密度の関係 (Terzaghi and Peck¹⁾)

N 値	相対密度 (Terzaghi・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 ボンドハンマで打込み容易
30～50	密な (dense)	同上、30 cm 程度貫入
>50	非常に密な (very dense)	同上、5～6 cm 貫入、掘削につるはし必要、打込み時金属音

注) 鉄筋はφ13 mm

表 2.2.2 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 Peck¹⁾)

N 値	q_u (kN/m ²)	コンシステンシー
0～2	0.0～24.5	非常に軟らかい
2～4	24.5～49.1	軟らかい
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

「地盤調査法の方法と解説-二分冊の 1-」(社)地盤工学会, H25.3 p305, p308 より抜粋

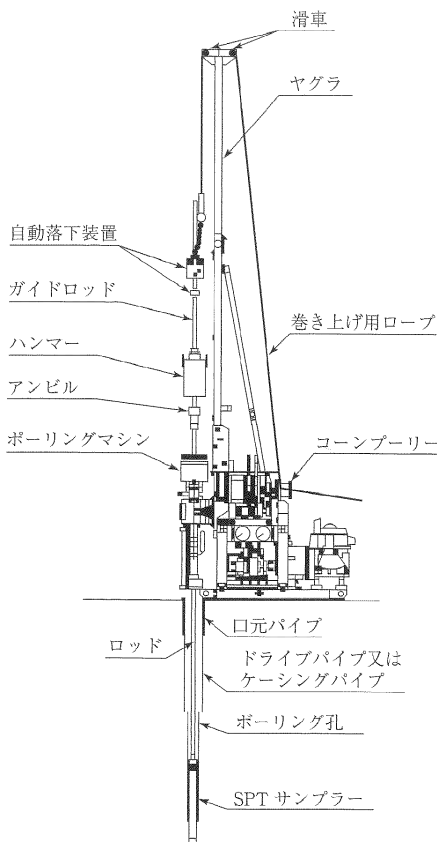


図 2.2.1 標準貫入試験装置及び器具の名称

「地盤調査法の方法と解説」p 295 より抜粋

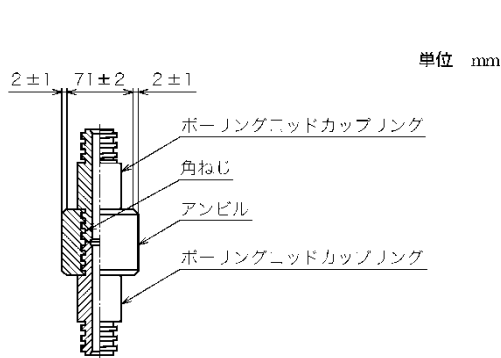


図 2.2.2 アンビルの標準形状 (JIS 規格より抜粋)

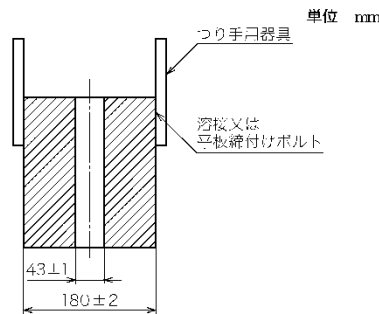


図 2.2.3 ハンマーの標準形状 (JIS 規格より抜粋)

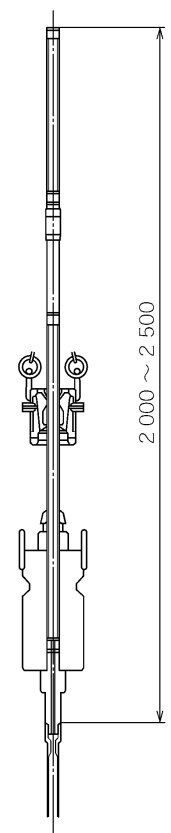
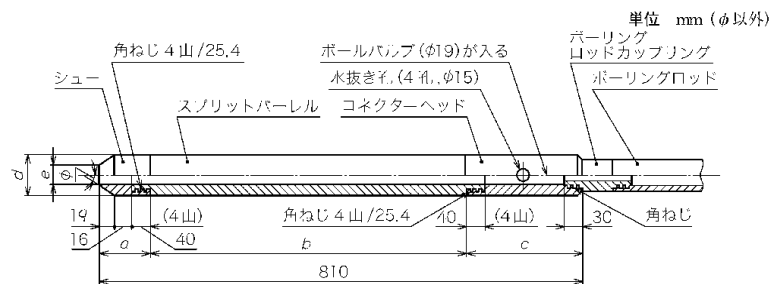


図 2.2.4 半自動落下装置の例 (JIS 規格より抜粋)



各部	全長	シュー長 a	バレル長 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

図 2.2.5 SPT サンプラー (JIS 規格より抜粋)

3. 地形・地質概要

3.1 地形概要

調査地のある沖永良部島は、鹿児島県本土と沖縄本島との間にあり、九州から台湾にかけて弧状に連なる琉球列島に位置する。一連の列島は、その周辺海域を含めた地質学的特色から琉球弧と呼ばれている。図 3.1.1 には、海底地形を含めた地体構造を示した。この図に示す通り、弧の内側にあたる西から外側東に向かって旧期・新期の火山列が弧に沿って並び、さらにこの外側に中・古生界からなる大小の非火山性島々が海面に突出して連なっている。沖永良部島は、新期火山が分布する火山フロントより外側の中・古生界に区分されている。

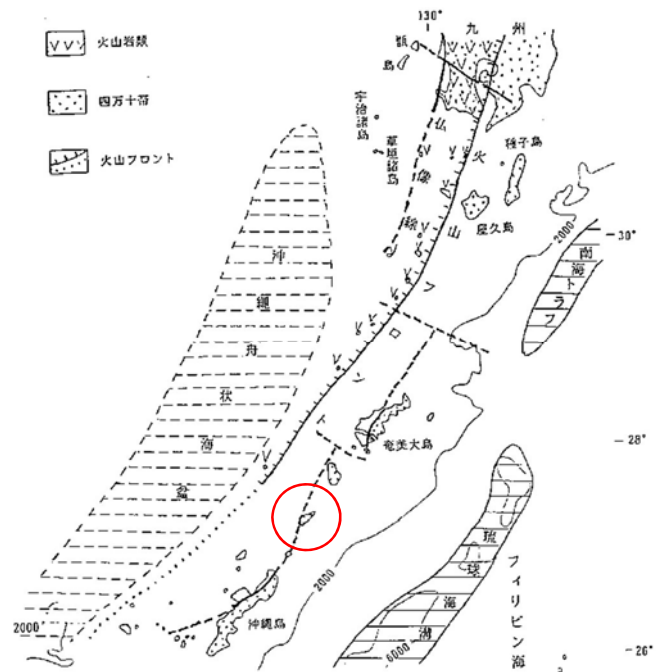


図 3.1.1 鹿児島県の地体構造
(鹿児島県地質図編集委員会, 1990)

沖永良部島は、らっきょうのような形をなしており、島の西側で太いほうにあるのが、調査地の知名町である。島の地形は、大山(標高 246m)を頂点として、円錐状になだらかな丘陵地状地形が広がっている。また、海岸沿いは隆起サンゴ礁が発達する隆起した台地地形が形成されている。なお、沖永良部島の沖積低地の発達は、極めて貧弱であり、海岸付近や河川流域などにわずかに認められる程度である。

今回の調査地は、巻頭の案内図に示すように、現在の知名町役場から直線距離でほぼ北方向へ約 380m に位置する。今回当敷地内においては、知名町役場の新庁舎の建設が計画されている。調査地は、もともとなだらかな丘陵地形を造成して平坦地へ造成された所であり、その標高は約 50m である。敷地南側にはブロック積擁壁が施されており、つま先方向に民家が隣接している。また、敷地の東側にはあしびの郷・ちな、北側には九州農政局沖永良部農業水利事業所がある。当地は、現知名町庁舎位置より標高で約 25m 高いところに位置している。

3.2 地質概要

沖永良部島の地質は、次頁の『沖永良部島の地質図』に示すように、基盤岩である根折層（四万十層群）や花崗岩類の上位に、琉球層群に属する石灰岩層を主体とする地層がこれらの地層を覆うように堆積している。

島の骨格をなす基盤岩類は、大山周辺と島の北東部の尾根に分布する根折層で、鹿児島県本土の四万十層群に属する地層と考えられる。この根折層は粘板岩・砂岩・砂岩粘板岩互層・塩基性～中性火山岩類を主とし、弱い変成作用を受けて千枚岩・緑色岩となっている。また、一部（主に島の中央部）にはこれに花崗閃緑岩が貫入している。

琉球層群は、堆積時代や分布状況等により幾つかの部層に細分され、沖永良部島の大山大付近を除く地域の表層の大部分を占めている。一般に、場所や深度によって岩相が著しく変化しているが、概ね陸源砂礫岩、含大型有孔虫石灰岩、石灰藻球石灰岩、石灰砂礫岩、石灰藻～サンゴを主とした生砕屑岩が累重しており、締まりのない礫質土や砂質土、粘性土が成層している。層中には石灰岩礫も含まれる。また、表層の風化の進んだ部分は粘土状を呈している。

なお、完新世の未固結堆積物は海岸付近に分布する現世サンゴ礁堆積物、砂丘砂層、ビーチロックや小河川沿いに分布する沖積堆積物（シルト）がわずかに確認される程度である。

調査地は、沖永良部島の中央南部に位置し、図 3.2.1 の地質図に示すように琉球層群の分布域にあたる。また、現地踏査で、琉球層群石灰岩が露頭する区域（No.3～No.5 方向）が確認されている。一方、No.2 付近を中心にはほぼ南方向へ沢状地形が刻まれていると推察される。

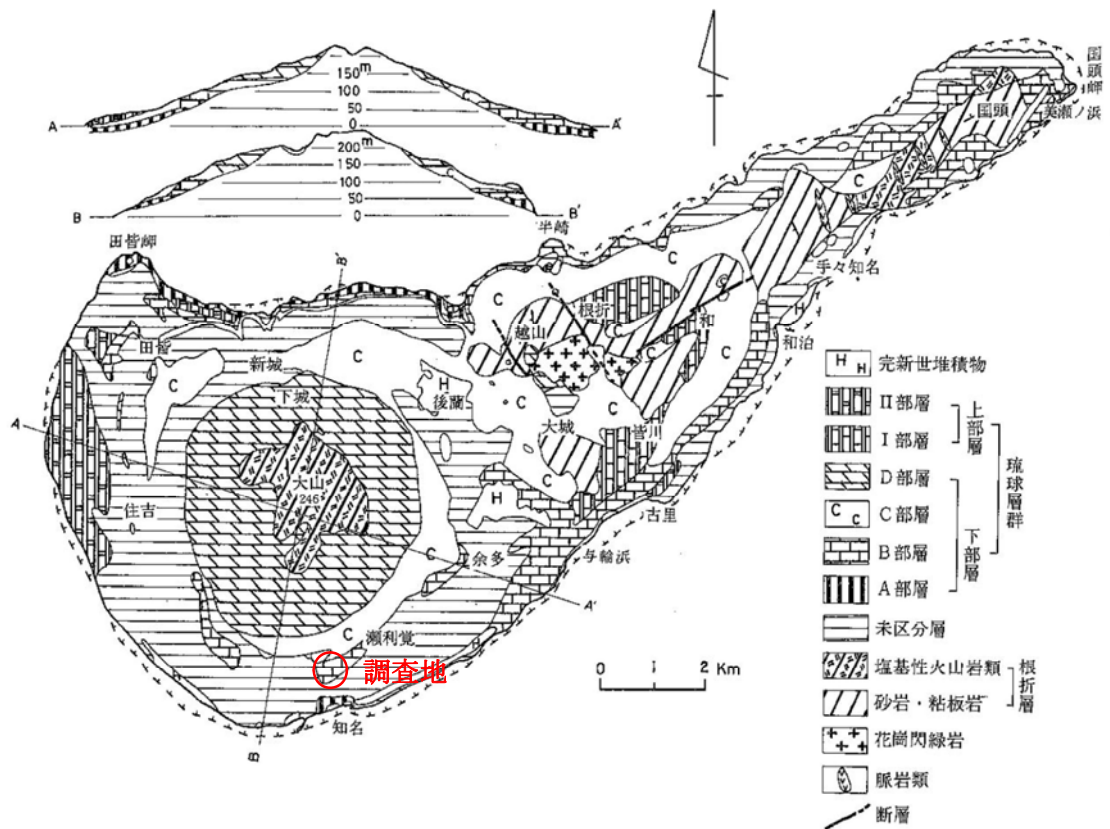


図 3.2.1 沖永良部島の地質図(琉球弧の地質誌, 1985)

4. 調査結果

4.1 調査ボーリング及び標準貫入試験結果

調査地は、知名町瀬利覚 2362 番地の知名町新庁舎建設予定地である。調査地の地形は、前述したように、南向きの緩斜面の一部を造成した平坦地となっており、その標高は約 51m である。

調査ボーリングは、新庁舎建設予定地の地質状況を把握し、建築物の基礎の設計・施工に必要な地質資料を得ることを目的として、図 4.1.1 及び巻末資料の「調査位置図」に示す 5 箇所(No.1 孔～No.5 孔)において標準貫入試験を併用したノンコアボーリング(貫入試料のみの採取)を実施した。

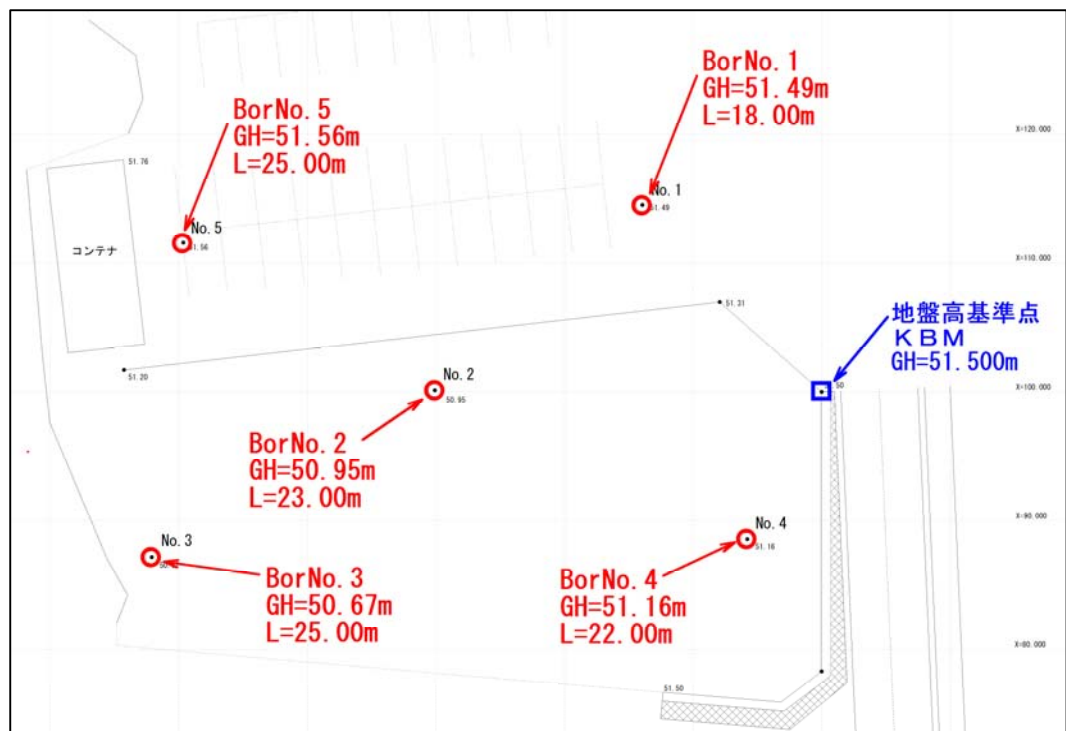


図 4.1.1 調査位置図

調査ボーリング結果の詳細は、巻末資料の「ボーリング柱状図」に記載整理した通りである。柱状図の作成にあたっては、(財)日本建設情報総合センター(JACIC)の柱状図作成要領に準拠した。また、今回の調査ボーリング結果を基に、建築物建設予定地の地盤状況を推定して「地質断面図」(後掲する)を作成した。

今回の調査ボーリング結果より、調査地の地盤を構成する地層は、表 4.1.1 の地質構成表に示すように 9 層に区分される。

表 4.1.1 地質構成表

地質区分		記号	土質名	層厚 (m)	N値 (平均)	
新 生 代	現世	B	盛 土	1.0~5.0	1~60/0 (7.5)	
	第 四 紀 ・ 更 新 世	琉 球 層 群	Lr	石 灰 岩	3.0~6.4	39~60/0 (199.7)
			Lg1	第1礫質土	1.3~6.0	2~27 (13.8)
			Ls1	第1砂質土	1.4~2.3	8~19 (13.0)
			Lc	粘 土	6.4	2~6 (3.9)
			Lg2	第2礫質土	1.5~13.2	1~60/2 (45.1)
			Ls2	第2砂質土	2.1~2.2	6~60/28 (25.5)
中 生 代	根 折 層	wGr	風化緑色岩	0.8	60/29 (62.0)	
		Gr	緑 色 岩	1.4~2.8 (確認厚)	60/2~60/0 (300.0)	

・平均N値は、換算N=300を上限として算出した。なお、60/0は除外した。

調査地の地質は、基盤岩として緑色岩が深度約 15~23m 以深に存在しており、その上位に粘土・砂・礫・石灰岩で成る、地層変化の大きい琉球層群が厚く分布している。さらに、表層は、敷地南西部を除いて盛土層で覆われているのが確認された。

以下、今回調査ボーリングで判明した地層ごとに土質状況(分布深度・層厚・色調・N値・土質等)についてまとめた。

① B (盛土)

敷地の大部分で確認された第1層である。敷地南西側の No.3 では確認されなかった。土質は、粘土混じり砂礫や玉石混じり砂で成る。No.1 では、10～20cm の石灰岩柱状コアが玉石状に混じる。砂礫部の礫はφ2～50mm で、上部の粘土は含水量が低く硬い。旧地形の低地部を埋めているため、層厚にバラツキがある。

【分布】孔番	深度 (標高 KBM)	層厚
No.1	0.00～ 1.30m (51.49～50.19m)	1.30m
No.2	0.00～ 5.00m (50.95～45.95m)	5.00m
No.4	0.00～ 1.00m (51.16～50.16m)	1.00m
No.5	0.00～ 2.80m (51.56～48.76m)	2.80m

【色調】 灰～暗茶灰～黄茶灰～茶褐～淡茶褐色

【N値】 2～60/0 (平均=7.5) 60/0 は除外して平均値を算出

【層相】 周辺に産する琉球層群の礫質土を流用した盛土である。土質は、粘土混じり砂礫や玉石混じり砂で成る。層厚はバラツキがある。
全体的には、緩い地層である。

② Lr (石灰岩)

琉球層群の上位にある石灰岩層で、採取コアは非常に硬い。ほぼ水平に成層すると推察されるが、平面的な分布範囲は明確でない。一部で礫層もある。No.3 では地表部から本層で成る。No.1 と No.2 では確認されなかった。

【分布】孔番	深度 (標高 KBM)	層厚
No.3	0.00～ 6.40m (50.67～44.27m)	6.40m
No.4	1.00～ 4.00m (50.16～47.16m)	3.00m
No.5	4.10～ 7.60m (47.46～43.96m)	3.50m

【色調】 暗黄灰～淡黄灰～白灰～茶褐色

【N値】 39～60/0 (平均=199.7) 60/0 は除外して平均値を算出

【層相】 琉球層群の石灰岩である。5～10cm の柱状コアが主体で成るが、No.4 では若干風化しているため砂礫状を呈するところがある。
全体的に、ほぼ N>40～60 以上で強度が高い。

③ Lg1 (第1礫質土)

No.3を除く4孔で確認された。琉球層群の砂礫層である。土質は粘土混じり砂礫主体で、粘土分が変化しており、ほとんど含まれない部分がある。礫はφ2～50mmで、5～10cmの石灰岩柱状コアが玉石状に点在している。No.5では石灰岩層の上位にあるが、他はその下位に存在する。

【分布】孔番	深度 (標高 KBM)	層厚
No.1	1.30～ 7.30m (50.19～44.19m)	6.00m
No.2	5.00～ 6.70m (45.95～44.25m)	1.70m
No.4	4.00～ 7.70m (50.16～43.46m)	3.70m
No.5	2.80～ 4.10m (48.76～47.46m)	1.30m

【色調】 褐～淡黄灰～黄茶灰～茶褐～淡茶褐色

【N値】 2～27 (平均=13.8)

【層相】 琉球層群の礫質土である。土質は、砂礫・粘土混じり砂礫・粘土質砂礫で成る。層厚は変化が大きく、No.1では6mである。

全体的には、やや緩い地層である。

④ Ls1 (第1砂質土)

敷地南側のNo.3及びNo.4の2孔で確認された。琉球層群の砂質土部である。石灰岩礫や粘土分を混入し、土質は礫質砂や礫混じり粘土質砂で成る。No.4では半固結状を呈する。また、砂礫状部もみられる。混入礫はφ2～30mmで、やや脆い。層厚はNo.4側で厚い。

【分布】孔番	深度 (標高 KBM)	層厚
No.3	6.40～ 7.80m (44.27～42.87m)	1.40m
No.4	7.70～10.00m (43.46～41.16m)	2.30m

【色調】 淡黄灰～淡褐灰色

【N値】 8～19 (平均=13.0)

【層相】 琉球層群の砂質土である。土質は、礫質砂や礫混じり粘土質砂で成る。

層厚はNo.4側で大きい。

全体的には、やや緩い地層である。

⑤ Lc (粘土)

敷地北東側の No. 1 のみで確認された粘性土である。琉球層群の粘性土部である。部分的に砂分が混じり、砂混じり粘土状を呈するが、大半はほぼ均質である。全体に粘性が大きい。

【分布】孔番	深度 (標高 KBM)	層厚
No.1	7.30～13.70m (44.19～37.79m)	6.40m

【色調】茶褐色

【N値】2～6 (平均=3.9)

【層相】琉球層群の粘性土である。No. 1 のみで確認された。層厚は 6.4m の大厚をなす。全体的に、軟らかい地層である。

⑥ Lg2 (第2礫質土)

全孔で確認された。琉球層群の砂礫層である。土質は砂礫・粘土混じり砂礫・粘土質砂礫で成り、粘土分が変化している。しかし、粘土分がほとんど含まれない部分もみられる。礫はφ2～50mmで、5～10cmの石灰岩柱状コアが玉石状に点在している。なお、No. 2の10m付近と17m付近では、掘進用具が落下したことから、ごく軟弱部もしくは空洞が存在するものと推察される。

【分布】孔番	深度 (標高 KBM)	層厚
No.1	13.70～15.20m (37.79～36.29m)	1.50m
No.2	6.70～19.40m (44.25～31.55m)	12.70m
No.3	7.80～23.00m (42.87～27.67m)	15.20m
No.4	10.00～20.60m (41.16～30.56m)	10.60m
No.5	7.60～19.60m (43.96～31.96m)	12.00m

【色調】黄褐～黄茶灰～茶褐～淡褐灰～褐灰～淡黄灰～淡茶褐色

【N値】1～60/2 (平均=45.1)

【層相】琉球層群の礫質土である。土質は、砂礫・粘土混じり砂礫・粘土質砂礫で成る。層厚はばらついており、北東側の No. 1 では 1.5m 程度であるが、他の 4 孔では 10～15m の大厚をなす。また、締め具合にもバラツキがあり、No. 1・No. 4 は中位程度、No. 2・No. 3 は緩い、と判断される。なお、No. 5 の N 値は礫障害が多いことから、中位程度と推定される。

⑦ Ls2 (第2砂質土)

敷地中央から北西側の No. 2 及び No. 5 のみで確認された。琉球層群の砂質土部である。φ2~30mm 石灰岩礫や粘土分を混入し、土質は粘土混じり砂や礫混じり砂で成る。No. 5 下部では半固結状を呈する。層厚は、ほぼ等厚を示す。

【分布】孔番	深度 (標高 KBM)	層厚
No.2	19.40~21.60m (31.55~29.35m)	2.20m
No.5	19.60~21.70m (31.96~29.86m)	2.10m

【色調】淡緑灰~緑黄灰色

【N値】6~60/28 (平均=25.5)

【層相】琉球層群の砂質土である。土質は、粘土混じり砂や礫混じり砂で成る。層厚はほぼ等厚をなす。No. 5 の下部(N=60/28)を除くと、N=6~20 (平均 N=12.7) で、全体的には、やや緩い地層と判断される。

⑧ wGr (風化緑色岩)

敷地北西側の No. 5 のみで確認された。当地の基盤岩である緑色岩の強風化部である。土質は粘土混じり砂礫状を呈する。

【分布】孔番	深度 (標高 KBM)	層厚
No.5	21.70~22.50m (29.86~29.06m)	0.80m

【色調】茶褐色

【N値】60/29 (平均=62.0)

【層相】根折層の強風化部であり、粘土混じり砂礫状を呈する。No. 5 のみで確認された。他の4孔では、浸食されたものと思われる。

層厚は0.8mが確認された。N>60の堅固層である。

⑨ Gr (緑色岩)

全孔で確認された。当地の基盤岩で、根折層相当の緑色岩である。全体に亀裂がやや多く、短柱状や片状のコアで採取される。No. 5 の上部では若干風化し、やや脆いが、他は硬い。硬さはCM~CH程度であるが、亀裂が多いため、軟岩程度(一部、中硬岩)と判断される。概ね、新鮮堅硬であるといえる。

【分布】 孔番	深度 (標高 KBM)	層厚
No.1	15.20～18.00m (36.29～33.49m)	2.80m
No.2	21.60～23.00m (29.35～27.95m)	1.40m
No.3	23.00～25.00m (27.67～25.67m)	2.00m
No.4	20.60～22.00m (30.56～29.16m)	1.40m
No.5	22.50～25.00m (29.06～26.56m)	2.50m

【色調】 緑灰～淡緑灰～灰～帯緑灰～黄茶色

【N値】 60/2～60/0 (平均=300.0) 60/0は除外、換算 N=300として算出

【層相】 当地の基盤岩である。No.5の上部で風化部があるものの、他は新鮮堅硬である。亀裂が多いため、短柱状～片状のコアで採取される。全体に軟岩程度と判断される。当地で最も良好な地層である。

今回の調査ボーリングはノンコア（コアを採取しない）方式で実施したが、玉石状の石灰岩や、基盤の緑色岩は柱状のコアとして採取される。これを一般に残コアと呼んでいる。ここで、参考までに残コアの写真を添付する。これにより、琉球層群中に石灰岩玉石が多く含まれることや、緑色岩のコア状況や亀裂状況がわかる。



No. 3 石灰岩残コア

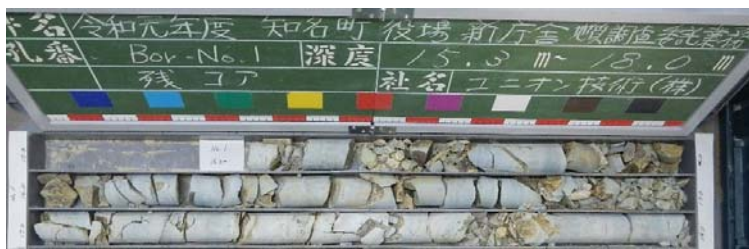


No. 4 石灰岩残コア



No. 5 石灰岩残コア

(なお、No. 1 及び No. 2 では、石灰岩残コア量が少なかった。)



No. 1 緑色岩残コア



No. 2 緑色岩残コア



No. 3 緑色岩残コア



No. 4 緑色岩残コア



No. 5 緑色岩残コア

※ 地下水位について

今回のボーリング作業時に確認された孔内水位は、深度 15.40~22.09m にあった。しかし、当地では、石灰岩や礫質土が主体の地層で成るため、送水掘りとせざるを得なかった。このため、測定した孔内水位が自然水位でない“溜まり水”の可能性が高く、自然水位はさらに深いものと推察される。

よって、当地の自然水位は測定水位より深い位置に存在するものと判断される。

自然水位が深度 20m 以内にある場合は地震時の液状化検討を行う必要がある。当地の場合、No. 1 の水位 GL-15.4m は岩盤内、No. 2・No. 3 の水位は 20m 以深であるため、3 箇所とも問題ない。No. 4 (GL-19.6m) と No. 5 (GL-19.8m) の水位はほぼ 20m であり、溜まり水と判断されるため、この 2 箇所も問題ない。

従って、当地では地震時に液状化を起こす危険性はない、と判断される。

5. 結果の考察

調査地の知名町瀬利覚 2362 番地においては、知名町役場新庁舎の建設が計画されている。

今回の調査は、建築物建設予定地において、基礎地盤状況を把握することにより建築物の設計・施工に必要な地質資料を得ることを目的として、標準貫入試験を併用した調査ボーリング 5 箇所を実施したものである。

ここでは、今回の調査結果を踏まえて、当該建築物の設計・施工上の基礎資料になると考えられる下記の事項について説明を行う。

5.1 調査地の地盤状況

5.2 土質定数の設定

5.3 支持層及び基礎工について

5.1 調査地の地盤状況

調査地は、現在の知名町庁舎から北へ約 380m の南向き緩斜面上にある平坦地であり、標高は約 51m である。

今回実施した 5 箇所の調査ボーリング結果から当敷地内に計画されている建築物建設予定地の地盤状況を地質断面図 6 枚に整理した。地質断面図は後掲するが、ここで、数例を縮小図で示す。

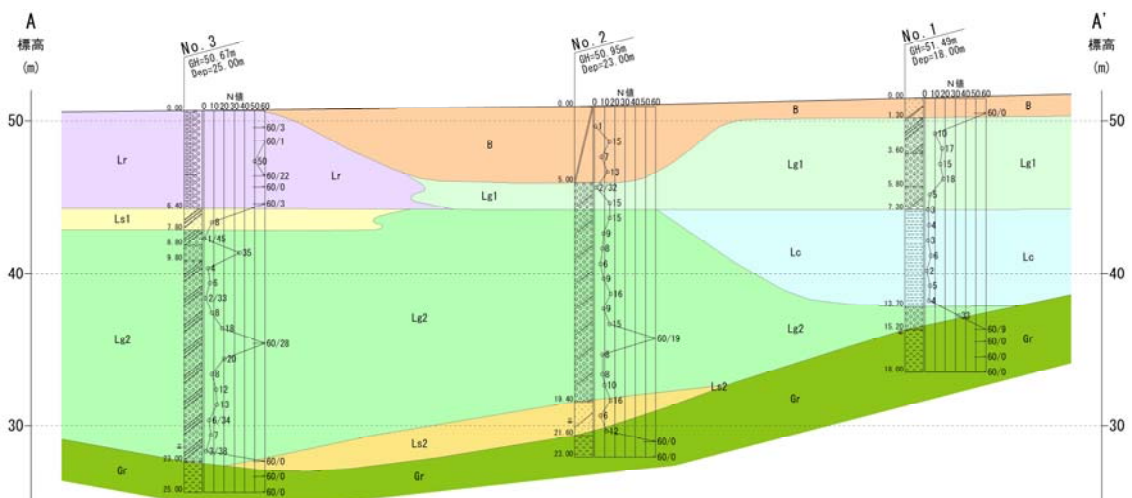


図 5.1.1 地質断面縮小図 (No. 3-2-1 方向)

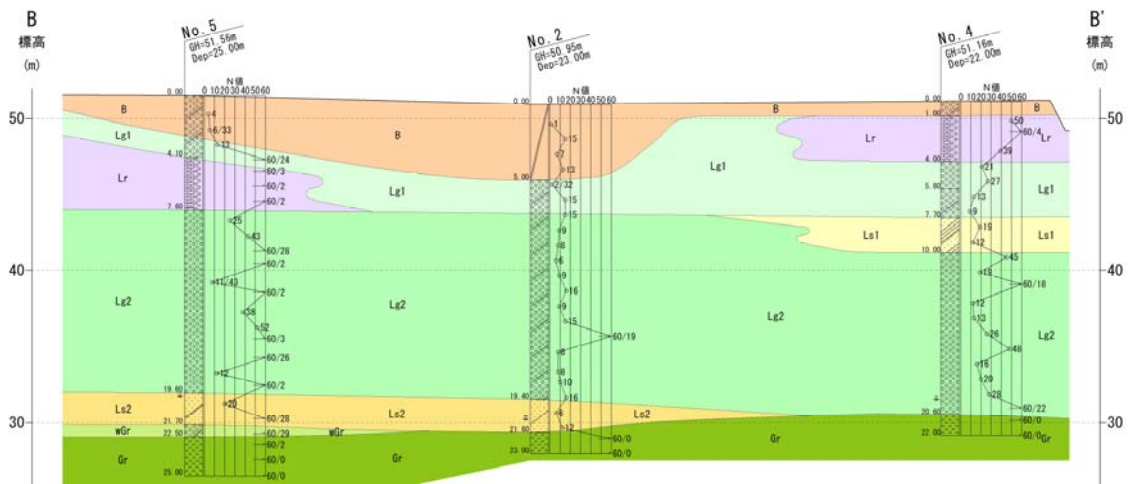


图 5.1.2 地質断面縮小図 (No. 5-2-4 方向)

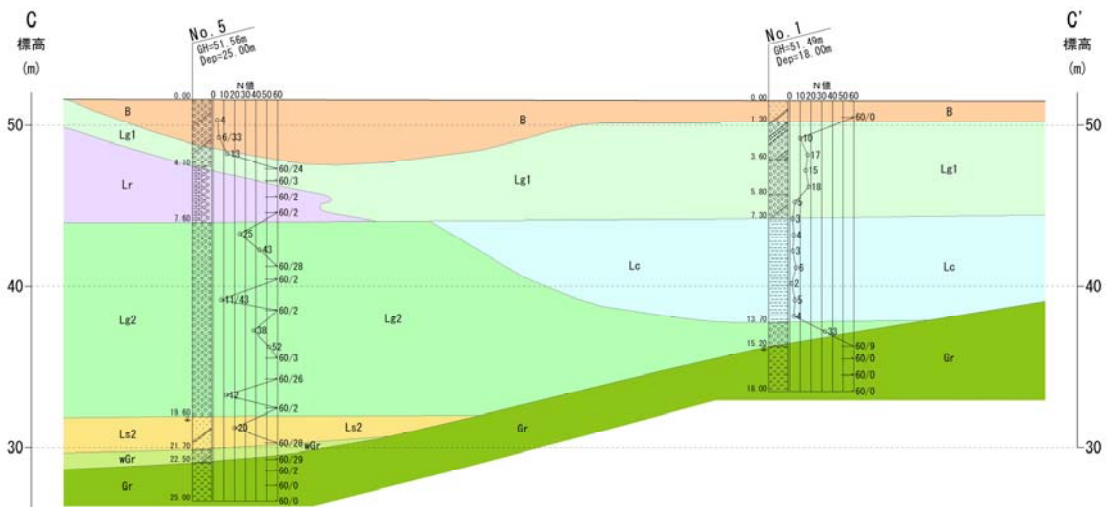


图 5.1.3 地質断面縮小図 (No. 5-1 方向)

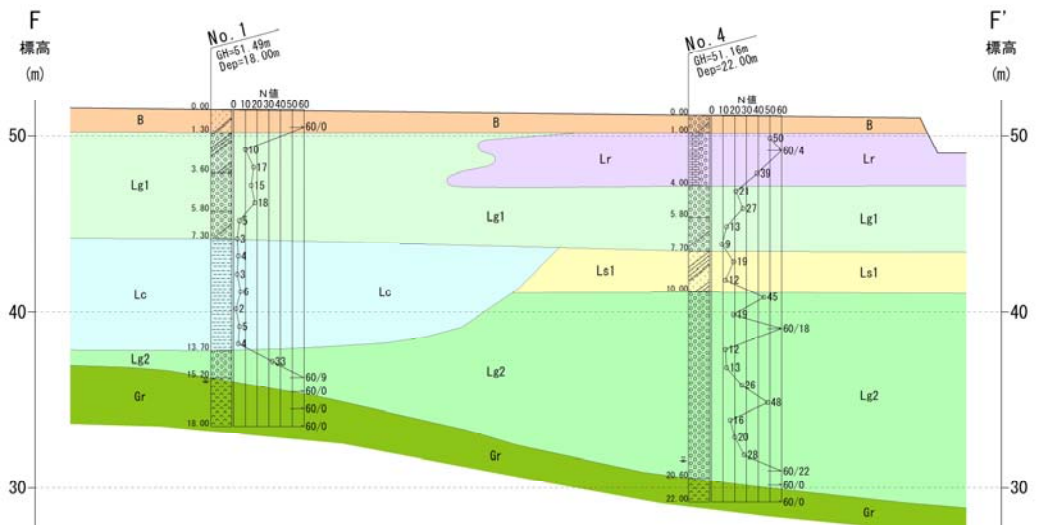


图 5.1.4 地質断面縮小図 (No. 1-4 方向)

また、これらの地質層序と土質工学的分類は、表 5.1.1 のようにとりまとめられる。

表 5.1.1 調査地の地質層序表

地質区分		記号	地層名	土質名	層厚 (m)	N 値 (平均)	
新 生 代	現世	B	盛 土	粘土混じり砂礫	1.0~5.0	1~60/0 (7.5)	
	第 四 紀 ・ 更 新 世	琉 球 層 群	Lr	石 灰 岩	石灰岩・礫	3.0~6.4	39~60/0 (199.7)
			Lg1	第1礫質土	砂礫、粘土質砂礫、 粘土混じり砂礫	1.3~6.0	2~27 (13.8)
			Ls1	第1砂質土	礫質砂、 礫混じり粘土質砂	1.4~2.3	8~19 (13.0)
			Lc	粘 土	粘土	6.4	2~6 (3.9)
			Lg2	第2礫質土	砂礫、粘土質砂礫、 粘土混じり砂礫	1.5~15.2	1~60/2 (45.1)
			Ls2	第2砂質土	粘土混じり砂、 礫混じり砂	2.1~2.2	6~60/28 (25.5)
中 生 代	根 折 層	wGr	風化緑色岩	粘土混じり砂礫	0.8	60/29 (62.0)	
		Gr	緑 色 岩	緑色岩	1.4~2.8 (確認厚)	60/2~60/0 (300.0)	

・平均N値は、換算N=300を上限として算出した。なお、60/0は除外した。

上記の図表に基づいて、調査地に分布する地盤の地質構成及び分布状況並びに地質状況についてまとめる。

- 調査地の地盤は、表 5.1.1 と地質断面図から、盛土層、琉球層群、根折層の 3 層に大区分することができる。盛土層はごく最近の施工と考えられるが、琉球層群は更新世、根折層は中生代のいずれもかなり古い地層である。
- 盛土(B)は、付近に産する琉球層群由来の石灰岩礫まじり土を利用している。土質は、粘土混じり砂礫で成り、大半が N<10 であることから、緩い地層であると判断される。層厚は、1.0~5.0m で、No.2 で最も厚い。なお、No.3 では存在しないものと考えられる。

- 琉球層群は、上位から石灰岩、第1礫質土、第1砂質土、粘土、第2礫質土、第2砂質土の順に成層している。礫と砂とが互層状をなしているようである。琉球層群のうち、石灰岩は固結しているが、そのほかの地層は未固結のまま堆積し現在に至っているものと考えられる。以下、琉球層群の各層について述べる。
- 石灰岩(Lr)は、No.3・4・5の3孔で確認された。いずれも石灰岩の岩盤状を呈するものの、風化部や砂礫など土砂状部も多く見受けられる。No.3では地表面から存在しており、6.4mの層厚が確認された。No.4では深度1.0mから層厚3.0m、No.5では深度4.1mから層厚3.5mが、それぞれ確認された。N値は大半が60以上を示すが、一部でN=39となっている。石灰は、良好な地層ではあるが、平面的な広がり不明であり、薄い部分もしくは欠如する部分があることなどから、支持層とするには大きな懸念がある。なお、No.3とNo.5の断面では、連続的に分布すると推定されるが、No.3とNo.4の断面では中間に谷地形が存在することから連続していないものと推定される。
- 第1礫質土(Lg1)は、No.3以外の4孔で確認された。粘土混じり砂礫を主体とし、粘土分の混入量が増える。石灰岩礫はφ2～50mmで、5～10cm程度の短柱状コアが玉石状に点在する。層厚はNo.1で6.0mの最大厚を示し、そのほかは1.3～3.7mである。N値はN=2～27とバラツキが大きい、平均で13.8である。どちらかといえば、緩い地層と判断される。
- 第1砂質土(Ls1)は、No.3とNo.4の2孔で確認された。土質は、礫質砂と礫混じり粘土質砂で成る。層厚は、1.4～2.3mでNo.4側が大きい。N値は、8～19で、平均13.0である。Lg1と同様、ほぼ緩い地層と判断される。
- 粘土(Lc)は、No.1のみで確認された。水平方向の分布範囲は不明である。層厚は6.4mで、若干の砂分が混じる粘土である。N値は2～6で、平均3.9を示す。軟らかい粘土と判断される。
- 第2礫質土(Lg2)は、全孔で確認された。粘土混じり砂礫を主体とし、粘土分の混入量が増える。石灰岩礫はφ2～50mmで、5～10cm程度の短柱状コアが玉石状に点在する。層厚は1.5～15.2mであり、No.1で最も薄い。その他は10m以上の層厚である。N値は1～60/2でバラツキが非常に大きい。全体的にはN<15程度が多いようである。

- 第2砂質土(Ls2)は、No.2とNo.5の2孔で確認された。土質は粘土混じり砂と礫混じり砂で成る。層厚は2.1～2.2mのほぼ等厚である。N値は孔ごとに差異がみられる。No.2ではN=6～12、No.5ではN=20～60/28を示し、No.5側で締まりがよい。
- 風化緑色岩(wGr)は、No.5のみで確認された。下位の基盤岩・緑色岩の強風化部で、粘土混じり砂礫状を呈する。層厚は0.8mで、N=60/29を示し、よく締まっている。
- 緑色岩(Gr)は、当地の基盤岩であり、全孔で確認された。N値はいずれも、60以上で大半が貫入不能である。コア自体は新鮮なものが多く、非常に硬い。しかし、亀裂が多いため、片状～短柱状のコアで採取される。層厚は1.4～2.8mが確認されているが、鉛直方向及び水平方向に十分な広がりを持って分布する岩盤であるため、当地で最も良好な地層である。

次に、断面図に基づき全体的な成層状況について述べる。

- 標高44m付近にほぼ水平の成層面が存在するものと推定される。これは、石灰岩Lr層下面もしくは第1礫質土Lg1層下面であり、第1砂質土Ls1層上面・粘土Lc層上面・第2礫質土Lg2層上面でもある。
- 第2礫質土Lg2層と緑色岩Gr層は水平方向への連続性がよいが、この他の各層は分布範囲が限られているため連続性に乏しい。
- 基盤の緑色岩Gr層は、No.1で最も浅く標高36.29m以下に存在している。一方、No.3では標高27.67m以下に存在しており、その標高差は約8.6mである。断面図に示したように、Gr層は、No.1付近からNo.3・No.4・No.5方向へ、10～20°程度の勾配で傾斜して分布するものと考えられる。また、No.2とNo.3の間では谷状をなして存在すると推定される。また、No.3とNo.4及びNo.5方向でも、No.3近くに小さい谷状部の存在が推定される。このほか、No.4からNo.5方向ではごく緩く傾斜するようである。

基盤岩の緑色岩の分布状況を推定し、平面コンター図を作成し、次ページに示す。これより、No.3近くに谷状地形の存在が確認できる。

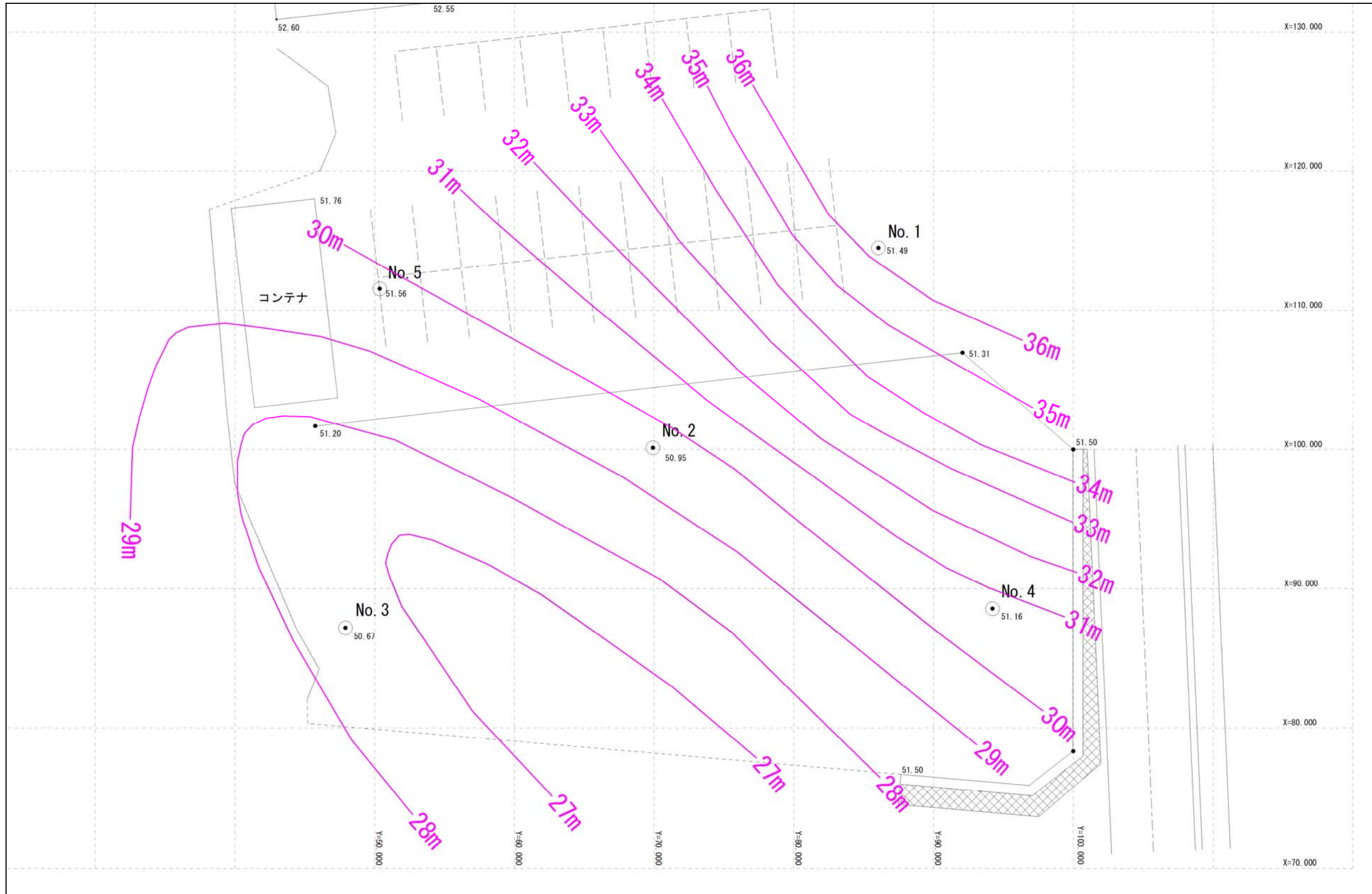


図 5.1.5 基盤岩（綠色岩）出現等高線図 S=1:300 (標高表示)

5.2 土質定数の設定

ここでは、今回の調査結果を基に当該計画建築物の基礎工の設計に際して必要になると考えられる基礎地盤の物性値(土質定数)を検討する。

構造物に作用する外圧(土圧)の計算、基礎地盤の支持力や安定の検討等を行う際には、調査地の地盤を工学的に評価し、土層ごとに物理定数を設定する必要がある。

設定にあたっては、下記の各種指針を参考図書として利用した。

- ・「建築基礎構造設計指針」(2019.11, 日本建築学会)
- ・「設計要領 第一集(土工編)」(H18.4, NEXCO 中央研究所)
- ・「設計要領 第一集(橋梁建設編)」(H20.8, NEXCO 中央研究所)
- ・「地盤調査の方法と解説-二分冊の1-」(H25.3, 地盤工学会)
- ・「公営住宅基礎設計マニュアル」(H8.12, 鹿児島県土木部)

「建築基礎構造設計指針」によると、建築物基礎の設計検討を行うために必要となる地盤の諸定数は、地盤調査及び室内土質試験の結果に基づいて適切に設定しなければならないとされている。しかし、今回の調査においては、乱れの少ない試料(サンプリング試料)を対象とした土質試験(力学試験)は実施していない。よって、当該地における設計用地盤定数は、今回の調査ボーリング結果や標準貫入試験により得られた測定N値並びに上記の参考図書等と併せて検討し、次に示す表 5.2.1 の地層ごと(9層)に提案する。

表 5.2.1 地質層序表

地質区分		記号	土質名	N 値	平均N 値	
新 生 代	現世	B	盛 土	1~60/0	7.5	
	第 四 紀 ・ 更 新 世	琉 球 層 群	Lr	石 灰 岩	39~60/0	199.7
			Lg1	第1礫質土	2~27	13.8
			Ls1	第1砂質土	8~19	13.0
			Lc	粘 土	2~6	3.9
			Lg2	第2礫質土	1~60/2	45.1
			Ls2	第2砂質土	6~60/28	25.5
中 生 代	根 折 層	wGr	風化緑色岩	60/29	62.0	
		Gr	緑 色 岩	60/2~60/0	300.0	

・平均N値は、換算N=300を上限として算出した。なお、60/0は除外した。

一般に建築構造物の基礎工検討や支持力の検討等を行うために必要となる土質定数は、次のようなものが考えられる。

- (1) N 値 : (a) 代 表 N 値
- (2) 土の物理的性質 : (b) 単位体積重量 γ_t (kN/m³)
- (3) 土の力学的性質 : (c) 内部摩擦角 ϕ (°)
: (d) 粘 着 力 c (kN/m²)

ここで、検討結果として、表 5.2.2 に当該地に分布する地盤の土質定数の参考値を提案する。算出過程等はこれのあとに示す。

表 5.2.2 調査地の地盤定数一覧表（提案値）

土質名	記号	代表 N 値	単位体積重量 (湿 潤) (kN/m ³)	内部摩擦角 (°)	粘着力 (kN/m ²)
			γ_t	ϕ	c
盛土	B	7	19	26	0
石灰岩	Lr	146	22	40	77
第1礫質土	Lg1	10	19	29	0
第1砂質土	Ls1	10	18	29	0
粘土	Lc	3	16.5	0	18
第2礫質土	Lg2	9	19	28	0
第2砂質土	Ls2	9	18	28	0
風化緑色岩	wGr	62	21	20	197
緑色岩	Gr	300	27	21	513

以下、表 5.2.2 に示した各層の土質定数の設定手法等について説明を加える。

(1) N 値

(a) 代表 N 値

N 値(標準貫入試験値)は、基礎の検討や室内土質試験を実施していない場合の土質定数の推定等に用いられる。ここでは、今回の調査ボーリング結果を基に区分した地層毎に平均 N 値を算出し、「設計要領 第二集 橋梁建設編」等にも示されている N 値のバラツキを考慮し標準偏差を利用した算出式(式 5.2.1)に代入して求めた値を設計用の代表 N 値とした。

・代表 N 値 = 平均 N 値 - α 標準偏差 …… (式 5.2.1)

$$\cdot \text{標準偏差}(\sigma_{n-1}) : \sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum x^2 - n\bar{x}^2}{n-1}}$$

α : 補正係数(一般的には 0.5 を採用する場合が多い)

n : 試験数

x : 試験値

代表 N 値の試算結果は、表 5.2.3 に示す通りである。なお、平均 N 値の算出にあたっては、礫打ちの影響等で同一地層内において過大な値(特異値)を示していると判断されるものは除外した上で計算した。算出過程については、表 5.2.4-(1)~(2)の通りである。

表 5.2.3 各層の代表N値表

土質名	土質記号	測定数 n0	採用数 n	最小値 Min	最大値 Max	平均 N値 \bar{N}	標準 偏差 σ_n	N- $\sigma_n/2$	代表 N値
盛土	B	7	5	4	15	9.75	5.12	7.2	7
石灰岩	Lr	13	13	39	300	207.38	122.39	146.2	146
第1礫質土	Lg1	12	11	2	21	12.55	5.66	9.7	10
第1砂質土	Ls1	3	3	8	19	13.00	5.57	10.2	10
粘土	Lc	7	7	2	6	3.86	1.35	3.2	3
第2礫質土	Lg2	52	38	1	38	13.68	9.15	9.1	9
第2砂質土	Ls2	4	3	6	20	12.67	7.02	9.2	9
風化緑色岩	wGr	1	1	62	62	62.00	0.00	62.0	62
緑色岩	Gr	14	14	300	300	300.00	0.00	300.0	300

※ 平均N値の算出にあたっては、明らかに礫打ちの影響を受けていると考えられる値や同一地層内の特異値については除外した。換算N値は300を上限とした。

表 5.2.4-(1) 代表N値算出表

地層名 (土質名)	記号	孔番	深度 (m)	測定N値	最小値	最大値	平均値	標準偏差	代表 N値
盛土 (礫質土)	B	No. 1	1	300	4	15	9.75	5.12	7
		No. 2	1	1					
			2	15					
			3	7					
			4	13					
		No. 5	1	4					
			2	5					
石灰岩	Lr	No. 3	1	300	39	300	207.38	122.39	146
			2	300					
			3	50					
			4	82					
			5	300					
			6	300					
		No. 4	1	50					
			2	300					
			3	39					
		No. 5	4	75					
			5	300					
			6	300					
			7	300					
第1礫質土 (砂礫)	Lg1	No. 1	2	10	2	21	12.55	5.66	10
			3	17					
			4	15					
			5	18					
			6	5					
		No. 2	5	2					
			6	15					
			7	15					
		No. 4	4	21					
			5	27					
6	13								
7	9								
No. 5	3	13							
	4	13							
第1砂質土 (砂質土)	Ls1	No. 3	7	8	8	19	13.00	5.57	10
			8	19					
		No. 4	9	12					
10	12								
粘土 (粘性土)	Lc	No. 1	7	3	2	6	3.86	1.35	3
			8	4					
			9	3					
			10	6					
			11	2					
			12	5					
			13	4					

※ 平均N値の算出にあたっては、明らかに礫打ちの影響を受けていると考えられる値や同一地層内の特異値(赤字)については除外した。なお、換算N値は300を上限として示した。

表 5.2.4-(2) 代表N値算出表

地層名 (土質名)	記号	孔番	深度 (m)	測定N値	最小値	最大値	平均値	標準偏差	代表 N値
第2礫質土 (礫質土)	Lg2	No. 1	14	33	1	38	13.68	9.15	9
		No. 2	7	15					
			8	9					
			9	8					
			10	6					
			11	9					
			12	16					
			13	9					
			14	15					
			15	95					
			16	8					
		17	8						
		18	10						
		19	16						
		No. 3	8	1					
			9	35					
			10	4					
			11	6					
			12	2					
			13	8					
			14	18					
			15	64					
			16	20					
			17	8					
			18	12					
		19	13						
		20	5						
		21	7						
		22	2						
		No. 4	10	45					
			11	19					
			12	100					
			13	12					
			14	13					
			15	26					
			16	48					
			17	16					
			18	20					
			19	28					
		20	82						
		No. 5	8	25					
9	43								
10	64								
11	300								
12	8								
13	300								
14	38								
15	52								
16	300								
17	69								
18	12								
19	300								
第2砂質土 (砂質土)	Ls2	No. 2	20	6	6	20	12.67	7.02	9
			21	12					
		No. 5	20	20					
			21	64					
風化緑色岩(礫質土)	wGr	No. 5	22	62	62	62	62.00	0.00	62

※ 平均N値の算出にあたっては、明らかに礫打ちの影響を受けていると考えられる値や同一地層内の特異値(赤字)については除外した。なお、換算N値は300を上限として示した。

(2) 土の物理的性質

(b) 単位体積重量 γ_t (kN/m³)

地盤の湿潤単位体積重量 γ_t については、今回の調査では土質試験(力学試験)を実施していないため、一般的な土の単位体積重量を示す表 5.2.5「土質定数」(「設計要領 第一集 土工編」p1-44)により各層の土質に相当する値を参考に地層の堆積状況や礫の混入量、N値、細粒分の含有量等を考慮した上で推定し設定した。ただし、岩盤部については残コアを用いて実測した。

なお、地下水位下にある各層の水中単位体積重量は、飽和土の場合は湿潤単位体積重量より 10kN/m³を、不飽和土の場合は 9kN/m³を差し引くものとする。

表 5.2.5 土質定数 (NEXCO中央研究所 設計要領 第一集 土工編p1-44一部加筆)

種類	状態	単位体積重量 kN/m ³	せん断抵抗角 (度)	粘着力 kN/m ²	地盤工学会 基準	調査地の 土質記号		
盛土	礫及び砂 礫混じり砂	締固めたもの	20	40	0	{G}		
	砂	締固めたもの	粒度幅の広いもの	20	35	0	{S}	
			分級されたもの	19	30	0		
	砂質土	締固めたもの	19	25	30以下	{SF}		
	粘性土	締固めたもの	18	15	50以下	{M}, {C}		
関東ローム	締固めたもの	14	20	10以下	{V}			
自然	礫	密実なものまたは粒度幅の広いもの	20	40	0	{G}		
		密実でないものまたは分級されたもの	18	35	0			
	礫混じり砂	密実なもの	21	40	0	{G}		
		密実でないもの	19	35	0			
	砂	密実なものまたは粒度幅の広いもの	20	35	0	{S}		
		密実でないものまたは分級されたもの	18	30	0			
砂質土	密実なもの	19	30	30以下	{SF}			
	密実でないもの	17	25	0				
地盤	粘性土	固いもの (指で強く押し多少へこむ)	18	25	50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以下			
		軟らかいもの (指が容易に貫入)	16	15	15以下			
粘土及びシルト	固いもの (指で強く押し多少へこむ)	17	20	50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以下				
	軟らかいもの (指が容易に貫入)	14	10	15以下				
関東ローム		14	5(ϕ_u)	30以下	{V}			

- ① 地下水位以下にある土の単位体積重量は、それぞれの表中の値から飽和土の場合10kN/m³を、不飽和土の場合は9kN/m³を差し引いた値とする。
- ② 土の単位体積重量を決定する場合は、次の点に注意するものとする。
- i) 砕石は、礫と同じ値とする
 - ii) トンネルずりや岩塊などでは、粒径や間隙により異なるので既往の実積や現場試験により決定する。
 - iii) 礫混じり砂質土や礫混じり粘性土は、礫の混合割合および状態により適宜値を定める。
- ③ せん断抵抗角及び粘着力の値は、圧密非排水せん断に対する概略的な値である。この場合、盛土に対する地下水、湧水などの影響は考慮していない。
- ④ 砕石・トンネルずり、岩塊などのせん断抵抗角及び粘着力は、礫の値を用いてよい。
- ⑤ 粒度幅の広い土とは、さまざまな粒径の土粒子を適当な割合で含んだ土で締固めが行いやすいものをいう。
分級された土とは、ある狭い範囲に粒径のそろった土で、密な締固めが行いにくいものをいう。
- ⑥ 地盤工学会基準の記号は、およその目安である。
- 注: N値の目安は次のとおりである。
- 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)

各層の単位体積重量 γ_t の採用値の設定根拠は、下記の通りである。

- ・ **B層**：本層は、N値＝4～15程度、代表N値＝7を示し、全体的に緩い相対密度を有する締まり具合の一様でない不均質な礫質土を主体とするため、表 5.2.5 より「自然地盤、礫混じり砂で密実でないもの」の値 (19kN/m³)を参考に次の値を提案値とした。

湿潤単位体積重量 $\gamma_t = 19\text{kN/m}^3$

- ・ **Lr層**：本層については、石灰岩コアを実測した。その結果、24kN/m³が得られた。一部で、礫状部もあることから、この値から2を減じて、次の値を提案値とした。

湿潤単位体積重量 $\gamma_t = 22\text{kN/m}^3$

- ・ **Lg1層**：本層は、N値＝2～27、代表N値＝10を示し、緩い相対密度を有する、粘土混じりの礫質土で構成されるため、表 5.2.5 より「自然地盤、礫混じり砂で密実でないもの」の値 (19kN/m³)を参考に次の値を提案値とした。

湿潤単位体積重量 $\gamma_t = 19\text{kN/m}^3$

- ・ **Ls1層**：本層は、N値＝8～19、代表N値＝10を示し、緩い相対密度を有する砂質土で構成されるため、表 5.2.5 より「自然地盤、砂で密実でないもの」の値 (18kN/m³)を参考に次の値を提案値とした。

湿潤単位体積重量 $\gamma_t = 18\text{kN/m}^3$

- ・ **Lc層**：本層は、N値＝2～6、代表N値＝3を示し、軟らかいコンシステンスを有する軟弱な粘性土と判断されることから、表 5.2.5 より「自然地盤、粘性土でやや軟らかいもの」の値 (17kN/m³)と「自然地盤、粘性土で軟らかいもの」の値 (16kN/m³)の中間値を参考に次の値を提案値とした。

湿潤単位体積重量 $\gamma_t = 16.5\text{kN/m}^3$

- ・ **Lg2層**：本層は、N値＝1～300以上で、バラツキが大きいものの（代表N値＝9）、緩い相対密度を有する礫質土を主体とする土層と判断されることから、表 5.2.5 より「自然地盤、礫混じり砂で密実でないもの」の値(19kN/m³)を参考に次の値を提案値とした。

湿潤単位体積重量 $\underline{\underline{\gamma_t = 19\text{kN/m}^3}}$

- ・ **Ls2層**：本層は、N値＝6～20（一部でN>60）、代表N値＝9を示し、緩い相対密度を有する砂質土と判断されることから、表 5.2.5 より「自然地盤、砂で密実でないもの」の値(18kN/m³)を参考に次の値を提案値とした。

湿潤単位体積重量 $\underline{\underline{\gamma_t = 18\text{kN/m}^3}}$

- ・ **wGr層**：本層は、N値＝62を示し、非常に密な砂礫状であると判断されることから、表 5.2.5 より「自然地盤、礫混じり砂で密実なもの」の値(21kN/m³)を参考に次の値を提案値とした。

湿潤単位体積重量 $\underline{\underline{\gamma_t = 21\text{kN/m}^3}}$

- ・ **Gr層**：本層については、実測した。その結果、28kN/m³が得られた。全体的に亀裂が多いことから、この値から1を減じて、次の値を提案値とした。

湿潤単位体積重量 $\underline{\underline{\gamma_t = 27\text{kN/m}^3}}$

(3) 土の力学的性質

地盤のせん断強度(ϕ , c)の設定にあたっては、室内試験を行っていない場合には、表 5.2.5 に示した推定値や標準貫入試験によるN値からの推定式により設定する方法が一般的である。

(c) 内部摩擦角 ϕ (度)

土質分類が粗粒土(砂質土または礫質土)に区分されると判断される土層については、粘着力を $c = 0\text{kN/m}^2$ として内部摩擦角 ϕ のみで評価する。

砂質土の内部摩擦角 ϕ は、「建築基礎構造設計指針」(p30)や「地盤調査の方法と解説-二分冊の 1-」(p305)では標準貫入試験により得られるN値による内部摩擦角 ϕ の推定方法として、平均的な値を与える式(表 5.2.6 参照)として大崎の式(式 5.2.2)が提案されている。

◎ 砂質土の内部摩擦角 ϕ の推定式

$$\phi = \sqrt{20N+15} \quad \dots \text{(式 5.2.2 大崎の式)}$$

表 5.2.6 N値とせん断抵抗角の関係

N値 (相対密度)	内部摩擦角 ϕ (度)				
	Terzaghi ・ Peck	Meyerhof	Dunhum	大崎*1	道路橋*2
0~4 (非常に緩い)	28.5>	30>	①粒子丸・ 粒度一様 $\sqrt{12N+15}$ ②粒子丸・ 粒度良 $\sqrt{12N+20}$ ③粒子角・ 粒度一様 $\sqrt{12N+25}$	$\sqrt{20N+15}$	$\sqrt{15N+15}$ ($N \geq 5$)
4~10 (緩い)	28.5~30	30~35			
10~30 (中位の)	30~36	35~40			
30~50 (密な)	36~41	40~45			
>50 (非常に密な)	>41	>45			

※1：建築基礎構造設計指針に引用されている。

※2：道路橋示方書1996年版以前で採用されていた。

「地盤調査の方法と解説-二分冊の 1-」(p305)より抜粋

(d) 粘着力 c (kN/m^2)

土質分類が細粒土(粘性土)に区分されると判断される土層については、内部摩擦角 ϕ を $\phi = 0^\circ$ として粘着力 c のみで評価する。

粘性土地盤の粘着力 c は、「建築基礎構造設計指針」(旧版 p115)によると、

式 5.2.3 のように一軸圧縮強度 q_u の 1/2 とする方法が示されている。

また、室内土質試験(土の一軸圧縮試験)を実施していない場合の一軸圧縮強度 q_u は、式 5.2.3 のように標準貫入試験から得られる N 値により推定する方法が「公営住宅基礎設計マニュアル」(p13)や「地盤調査の方法と解説」(p308)等に示されている。

◎ 粘性土の粘着力の推定式

$$c = q_u / 2 \quad \dots (式 5.2.3)$$

ここに、

c : 土の粘着力 (kN/m²)

q_u : 一軸圧縮強度 (kN/m²)

$N = 0.08 q_u$ (Terzghi-Peck の式, N : 標準貫入試験から得られる N 値)

$q_u = 12.5 N$ (「公営住宅基礎設計マニュアル」 p13 を SI 単位変換)

◎ 岩盤の内部摩擦角 ϕ と粘着力 c の推定

岩の内部摩擦角 ϕ 及び粘着力 c は、「設計要領 第二集」の P4-11 及び P4-12 に岩の不均質性を考慮した安全側の値として示されているせん断定数の測定例(表 5.2.7)を参考に、設定を行った。この際、石灰岩は砂岩欄、緑色岩は泥岩欄をそれぞれ用いた。

表 5.2.7 岩盤の換算 N 値による場合の測定例

		砂岩・礫岩 深成岩類	安山岩	泥岩・凝灰岩 凝灰角礫岩	備考
粘着力 (kN/m ²)	換算 N 値と 平均値の関係	$15.2 N^{0.327}$	$25.3 N^{0.334}$	$16.2 N^{0.606}$	
	標準偏差	0.218	0.384	0.464	・Log軸上の値
せん断 抵抗角 (度)	換算 N 値と 平均値の関係	$5.10 \text{Log} N$ + 29.3	$6.82 \text{Log} N$ + 21.5	$0.888 \text{Log} N$ + 19.3	
	標準偏差	4.40	7.85	9.78	

設計要領 第二集 橋梁建設編」(H20.8), NEXCO 総研 (p4-11)より抜粋

各層の強度定数(内部摩擦角 ϕ 並びに粘着力 c)の採用値の設定根拠は、下記の通りである。

- ・ **B層**：本層は、礫質土に分類されると判断されるため、式 5.2.2 の推定式へ本層の代表N値=7 を代入して求めた値($\phi = 26.83^\circ$)を参考に次の値を提案値とした。なお、粘着力 c については、粗粒土であるため見込まない。

$$\text{内部摩擦角 } \underline{\underline{\phi = 26^\circ}}$$

$$\text{粘着力 } \underline{\underline{c = 0\text{kN/m}^2}}$$

- ・ **Lr層**：本層は、表 5.2.7 の砂岩欄へ代表N=146 を代入して求めた値($\phi = 40.34^\circ$ 、 $c = 77.55\text{kN/m}^2$)を参考に次の値を提案値とした。

$$\text{内部摩擦角 } \underline{\underline{\phi = 40^\circ}}$$

$$\text{粘着力 } \underline{\underline{c = 77\text{kN/m}^2}}$$

- ・ **Lg1層**：本層は、礫質土に分類されると判断されるため、式 5.2.2 の推定式へ本層の代表N値=10 を代入して求めた値($\phi = 29.14^\circ$)を参考に次の値を提案値とした。なお、 c については、粗粒土であるため見込まない。

$$\text{内部摩擦角 } \underline{\underline{\phi = 29^\circ}}$$

$$\text{粘着力 } \underline{\underline{c = 0\text{kN/m}^2}}$$

- ・ **Ls1層**：本層は、砂質土に分類されると判断されるため、式 5.2.2 の推定式へ本層の代表N値=10 を代入して求めた値($\phi = 29.14^\circ$)を参考に次の値を提案値とした。なお、 c については、粗粒土であるため見込まない。

$$\text{内部摩擦角 } \underline{\underline{\phi = 29^\circ}}$$

$$\text{粘着力 } \underline{\underline{c = 0\text{kN/m}^2}}$$

- **Lc 層**：本層は、粘性土に分類されると判断されるため、式 5.2.3 の推定式へ本層の代表N値=3 を代入して求めた値 ($c = 18.75\text{kN/m}^2$) を参考に次の値を提案値とした。なお、 ϕ は、細粒土であるため見込まない。

内部摩擦角 $\underline{\underline{\phi = 0^\circ}}$

粘着力 $\underline{\underline{c = 18\text{kN/m}^2}}$

- **Lg2 層**：本層は、礫質土に分類されると判断されるため、式 5.2.2 の推定式へ本層の代表N値=9 を代入して求めた値 ($\phi = 28.42^\circ$) を参考に次の値を提案値とした。なお、 c は、粗粒土であるため見込まない。

内部摩擦角 $\underline{\underline{\phi = 28^\circ}}$

粘着力 $\underline{\underline{c = 0\text{kN/m}^2}}$

- **Ls2 層**：本層は、砂質土に分類されると判断されるため、式 5.2.2 の推定式へ本層の代表N値=9 を代入して求めた値 ($\phi = 28.42^\circ$) を参考に次の値を提案値とした。なお、 c は、粗粒土であるため見込まない。

内部摩擦角 $\underline{\underline{\phi = 28^\circ}}$

粘着力 $\underline{\underline{c = 0\text{kN/m}^2}}$

- **wGr 層**：本層は、岩盤の強風化部であることから、表 5.2.7 の泥岩欄の推定式へ本層の代表N値=62 を代入して求めた値 ($\phi = 20.89^\circ$ 、 $c = 197.56\text{kN/m}^2$) を参考に次の値を提案値とした。

内部摩擦角 $\underline{\underline{\phi = 20^\circ}}$

粘着力 $\underline{\underline{c = 197\text{kN/m}^2}}$

- **Gr 層**：本層は、表 5.2.7 の泥岩欄の推定式へ本層の代表N値=300 を代入して求めた値 ($\phi = 21.50^\circ$ 、 $c = 513.63\text{kN/m}^2$) を参考に次の値を提案値とした。

内部摩擦角 $\underline{\underline{\phi = 21^\circ}}$

粘着力 $\underline{\underline{c = 513\text{kN/m}^2}}$

5.3 支持層及び基礎工について

ここでは、今回の調査結果に基づき当該地に分布する地盤の基礎地盤としての適性を判断し、建築構造物の支持層並びに基礎工について検討する。

(1) 支持層について

支持地盤の選定に当たっての原則は、上部構造の特性・想定しうる基礎の形式・敷地の状況及び地盤条件等から見て建築構造物そのもの並びにその機能に有害な障害が生じないように構造物を安全かつ確実に支持し得る地盤を選定することとされている。

一般的に、良質な支持層とされるのは「 $30 \leq N$ 値 < 50 の砂質土・礫質土及び $20 \leq N$ 値 < 30 の粘性土」、堅固な支持層とされるのは「 $50 \leq N$ 値の岩盤や砂質土・礫質土、 $30 \leq N$ 値の粘性土」で、いずれも 3~5m 以上の層厚を有する地層である。

今回の調査ボーリングの結果、調査地の地盤は、下表の通り、9層により構成されることがわかった。

表 5.3.1 調査地の地質構成一覧表

地層名(土質名)		土質記号	N値(代表N値)	確認した分布上面深度	ボーリングにより確認した層厚	出現孔
①	盛土(礫質土)	B	1~60/0 (19)	地表面	1.0~5.0m	No. 1, 2, 4, 5
②	石灰岩(石灰岩・礫)	Lr	39~60/0 (146)	地表面~ -4.1m	3.4~6.4m	No. 3, 4, 5
③	第1礫質土(礫質土)	Lg1	2~27 (10)	GL-1.3~-5.0m	1.3~6.0m	No. 1, 2, 4, 5
④	第1砂質土(砂質土)	Ls1	8~19 (10)	GL-6.4~-7.7m	1.4~2.3m	No. 3, 4
⑤	粘性土(粘土)	Lc	2~6 (3)	GL-7.3m	6.4m	No. 1
⑥	第2礫質土(礫質土)	Lg2	1~60/2 (9)	GL-6.7~-13.7m	1.5~15.2m	全5孔
⑦	第2砂質土(砂質土)	Ls2	6~60/28 (9)	GL-19.4~-19.6m	2.10~2.2m	No. 2, 5
⑧	風化緑色岩(礫質土)	wGr	60/29 (62)	GL-21.70m	0.8m	No. 5
⑨	緑色岩(岩盤)	Gr	60/2~60/0 (300)	GL-15.2~-23.0m	1.4~2.8m	全5孔

前記の地層の中で、①B層、③Lg1層、④Ls1層、⑤Lc層、⑥Lg2層、⑦Ls2層の6層については、代表N値=3~19を示し、緩い~中位の相対密度を示す砂質土層及び礫質土層、または軟らかいコンシステンシーを有する粘性土層であり、6層は締まり具合のわるい地層である。また、②Lr層は代表N値=146の堅固な地層であるが、No.3,4,5の3箇所のみで確認されており、水平方向の分布範囲は不明である。また、No.3からNo.5方向では連続性を有するものと推定されるが、No.3とNo.4の間では連続していないものと推定される。

以上のように、①~⑦の7層は、全体に締まりがないか、連続性に乏しい。この際、計画建築物は知名町役場の新庁舎であり、不特定多数の町民等が利用する重要な公共建築物であることから、将来にわたって、その機能に影響を与えるような変状は許されないものと考えられる。よって、以上の7層に関しては、不同沈下や支持力不足が懸念されることから、構造物の支持層として妥当ではないものと判断される。

一方、⑨Gr層は、 $N > 60$ の堅固な岩盤であり、全孔で確認されていることから、連続性のある地層である。また、No.5のみで確認されている⑧wGr層は⑨の風化部であるため、⑨へ連続する地層である。よって、⑧と⑨は同一層とみなしてよいものと判断される。これら2層は、当地で最も締まりがよく、良好な地層であるといえる。

よって、当地の計画建築物の支持層としては、GL-15.2~-23.0m以深に分布する⑧wGr層及び⑨Gr層が選定されよう。この2層は、安全かつ確実な支持層であるといえる。なお、この2層以外を支持層とする場合には、十分な検討が必要となる。

(2) 基礎工について

建築構造物の基礎形式は、上部構造の条件、地盤状況、周辺環境、経済性、施工条件等を総合的に検討した上で適切な基礎形式を選定する必要がある。

図 5.3.1 及び表 5.3.2 に、参考資料として支持地盤の深度と適用可能な基礎形式を「建築基礎構造設計指針」(2019.11, 日本建築学会 p35)より抜粋して示す。

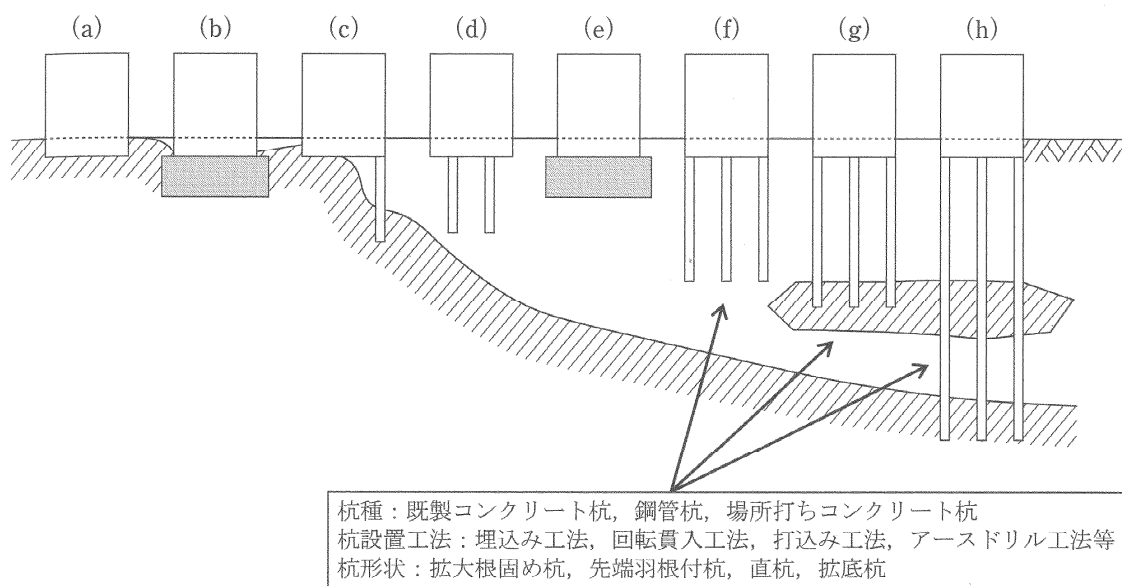


図 5.3.1 支持地盤の深度と適用可能な基礎形式

表 5.3.2 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	本文該当章
(a) 直接基礎	基礎スラブ（べた基礎）、フーチング（連続基礎、独立基礎）、基礎梁	地盤の鉛直支持力、滑動抵抗力、即時沈下、圧密沈下、液状化、凍結深度、地下水位	5章
(b), (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	5章
(c) 異種基礎	基礎スラブ（べた基礎）、フーチング（連続基礎、独立基礎）、基礎梁、杭基礎（摩擦杭、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	8章
(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	7章
(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	6章
(g) 杭基礎（薄層支持杭）			
(h) 杭基礎（支持杭）			

建築構造物における基礎形式は、図 5.3.1 及び表 5.3.2 に示したように、一般に直接基礎(べた基礎及び布基礎並びに独立基礎等)と杭基礎、さらにその併用基礎、地盤改良工法との併用基礎等に大別される。

基礎工は、構造物の荷重を、安全かつ確実に支持させ得るものとする必要がある。

当地では、2階建てが計画されているが、以下に、今回の調査地において建築構造物の基礎形式を選定する上で留意する諸条件について述べる。

① 地盤条件

- ・ 前述したように、調査地において支持層の検討対象となる緑色岩(風化部を含む)は、深度 15.2~23.0m 以下の深部に存在する。
- ・ 緑色岩(風化部を含む)は、いずれも $N > 60$ を示す堅固層であり、当地で最も良好な支持層であるといえる。
- ・ 支持層までの中間層は、礫質土がちの地層である。礫質土に含まれる石灰岩礫は 5~10cm 程度の玉石状で非常に硬く、特に No. 3, 4, 5 で多く混入する。
- ・ このほか中間層には、石灰岩層や粘土層もある。石灰岩層は地表近くの浅部にあり、概ね $N > 60$ で、硬い。粘土層は No. 1 のみで確認された局在層である。
- ・ 当該地の地下水は、地表面より深度 15.40~22.09m の深部で確認されたが、これは送水掘進に起因する溜まり水である可能性が高いと判断され、自然水位はこれより深い位置に存在するものと思われる。地震時における液状化の懸念はないと判断される。

② 周辺環境・施工条件

- ・ 調査地の東側には「あしびの郷・ちな」が、北側に農政局沖永良部農業水利事業所が、南側に民家があり、それぞれ隣接するように建っている。また西側でも近くに民家がある。このような周辺状況から、基礎工等の施工に際しては振動・騒音に十分な配慮をする必要があるといえる。
- ・ 調査地の地盤中には、硬質の石灰岩玉石が多く含まれるところがある。また、支持層である緑色岩も硬質である。よって、施工機械はこれらの硬質地盤に対応できる機種を選定することが肝要である。
- ・ 計画建物は、重要性の高い公共建築物(役場庁舎)であることを配慮する必要がある。

以上の諸条件から判断すると、当該計画建築物の基礎形式は、緑色岩層（風化部を含む）を支持層とする支持杭工法による杭基礎（図 5.3.1 の（h））の採用が検討の対象になると考えられる。

杭施工法の分類を下の図 5.3.2 に示す。

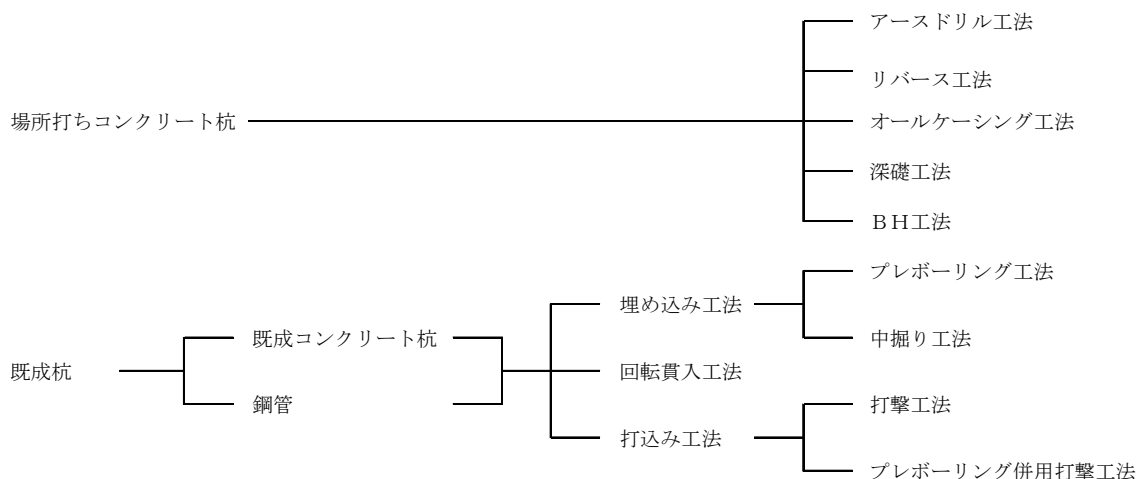


図 5.3.2 代表的な杭の施工法の分類

「建築基礎構造設計指針」（2019.11.P189）

また、参考資料として、表 5.3.3 に地盤条件に対する各種工法の選定表を示す。これによると、基礎形式に杭基礎を採用した場合の工法は、周辺環境や施工条件、構造物規模等から既製杭の埋め込み工法（セメントミルク工法、プレボーリング工法、中掘り工法）のような低騒音・低振動工法が選定されよう。なお、同じく環境性に優れた場所打ちコンクリート杭工法は大規模構造物のような重量構造物によく用いられる工法である。埋め込み杭工法を採用する場合は、調査地の中間地盤層には、5～10cm 程度の玉石大の硬質サンゴ礫や石灰岩が混在することから、オーガーの選定について留意する必要がある。

実際の基礎形式の選定にあたっては、前記したような地盤状況や環境性のほか、計画建築物の規模、重要性、経済性、地域性（離島）、施工条件等も考慮し詳細に比較検討した上で最適な基礎工法を決定するのが望ましい。

表 5.3.3 地盤条件に対する各種工法の適応性

杭の種類及び杭工法		既製杭			場所打コンクリート杭					備考
		打込杭			セメントミルク工法	アースドリル工法	オールケーシング工法	リバーシブル工法	深礎工法	
		RC杭	PC杭	PHC杭						
選定項目		RC杭	PC杭	PHC杭	セメントミルク工法	アースドリル工法	オールケーシング工法	リバーシブル工法	深礎工法	備考
杭径	可能杭径 cm	20~60	30~60	30~60	20~60	60~ (2)170	80~ 200	80~ (1)300	120~ 400	(1) 大口径のものもある。 (2) リーマーによる拡大径は認めない。
	常用杭径 cm	25~35	30~50	30~60	20~50	80~ 150	100~ 200	100~ 300	140~ 300	
荷重規模	1.9MN 以下 (200 t 以下)	○	○	○	○	△	△	△	△	(1) 杭1本当りの軸力を示す。
	1.9 ~ 4.9MN (200 ~ 500 t)	×	○	○	△	○	○	○	○	
	4.9 ~ 11.7MN (500 ~ 1200 t)	×	△	○	△	○	○	○	○	
	11.7MN 以上 (1200 t 以上)	×	×	△	×	△	△	△	○	
支持層の深さ	5 m 以下	○	△	△	△	△	△	×	○	(1) セメントミルク工法においては継手が2ヵ所以上となることは好ましくない。
	5 ~ 18 m	○	○	○	○	○	○	×	○	
	10 ~ 20 m	△	○	○	○	○	○	○	○	
	20 ~ 30 m	×	○	○	△	○	○	○	×	
	30 ~ 40 m	×	△	○	×	△	○	○	×	
	40 ~ 50 m	×	×	△	×	△	△	○	×	
中間層の状態 (層厚 4 m ~ 5 m)	粘性土 N値 4 以下	○	○	○	○	○	○	○	○	・ 既製杭で中間層の打ち抜きについては試験杭で確認することが望ましい。 ・ セメントミルク工法で、砂または礫の場合、逸水に注意すること。 (1) 細砂層が水位以下で、5m以上続くと締固効果によりケーシングの引き抜きが困難な場合がある。 (2) GL-10m迄に緩い層があると施工が困難な場合がある。
	4~10	△	○	○	○	○	○	○	○	
	10~20	×	△	○	○	○	○	○	○	
	砂質土 N値 15 以下	△	○	○	△	○ ⁽²⁾	○	○ ⁽²⁾	○	
	15~30	×	△	○	○	○	△ ⁽¹⁾	○	○	
	30以上	×	×	△	△	△	△ ⁽¹⁾	○	○	
	礫(玉石) 5cm以下	×	△	○	△	○	○	○	○	
	5~10cm	×	×	△	×	△	○	○	○	
10~15cm	×	×	△	×	×	○	△	○		
15cm以上	×	×	×	×	×	△	×	○		
支持層の状態	軟岩	-	-	-	-	×	×	△	△	
	砂質土 N値 30 ~ 50	△	○	○	○ ⁽²⁾	○	○	○	○	
	50以上	×	△	○	○ ⁽²⁾	○	○	○	○	
	礫(玉石) 5cm以下	×	△	○	○ ⁽²⁾	○	○	○	○	
	5~18cm	×	△	△	△ ⁽²⁾	△	○	○	○	
	10~15cm	×	×	△	×	×	○	△	○	
	15cm以上	×	×	×	×	×	△	×	○	
支持層確認	○	○	○	×	○	○	△	○		
地下水	先端被圧水	○	○	○	○	○	△ ⁽¹⁾	○	×	(1) 杭先端が緩む可能性有の場合。 (2) 0.3m/sec以上の場合で、コンクリート打設が難しい場合。
	伏流水	○	○	○	△	△ ⁽²⁾	△ ⁽²⁾	△ ⁽²⁾	×	
	逸水	○	○	○	△	△	○	×	○	
公害	油煙 騒音・振動	×	×	△ ⁽²⁾	○	△	△	○	(1) ジーゼルハンマー。	
	地下水汚染		○		△	△	△	△	△	(2) 油圧ハンマー。
作業スペース			△		△	△	△	△	○	

「公営住宅基礎設計マニュアル」(H8.12), (財)鹿児島県住宅・建築総合センターの表の一部をSI単位へ変更