

大崎広域斎場整備事業地質調査等業務

報 告 書 【地質調査編】

令和 3年 3月

大崎地域広域行政事務組合



調査位置案内図(全体)



調査位置案内図(拡大)

報告書 目次

	PAGE
1. 業務概要	1
1.1. 地質調査の目的	1
1.2. 業務概要	1
2. 本調査の流れ	4
3. 調査・試験方法	7
3.1. 運搬・仮設	7
3.2. 機械ボーリング・調査地点標高	9
3.3. 標準貫入試験	10
3.4. サンプリング	11
3.5. 室内土質試験	12
4. 土・岩の分類およびコアの観察基準	15
5. 調査結果	18
5.1. 地形・地質概要	18
5.2. 本地区における地質状況	20
5.3. 地下水位	30
5.4. 室内土質試験結果	31
6. 地盤調査の考察	36
6.1. 設計地盤定数の提案値	36
6.2. 盛土材料試験結果	46
6.3. 評価・考察	53

調査データ集目次

調 査 実 施 数 量	.....	1
コア写真・ボーリング柱状図	.....	10
室内土質試験データ	.....	24
写 真 集	.....	63
現 場 作 業	.....	64
室 内 土 質 試 験	.....	87

1. 業務概要

1.1. 地質調査の目的

本業務は、大崎地域広域行政事務組合が計画する斎場整備について、平成24年度に策定した「大崎広域斎場基本計画」の内容を、想定する候補地にあわせて再度精査し改めて基本計画を策定するとともに「民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律」が定める事業手法の導入を検討するものである。ここでは、検討に必要な地盤情報を得ることを目的として実施した、ボーリング調査及び室内土質試験（盛土材料試験を含む）結果について取りまとめたものである。なお、具体的な調査項目・内容は以下の通りである。

- ・ボーリング調査：6箇所
計画地全体の地層構成を把握するため、4隅+沢部2箇所
- ・サンプリング：3箇所
軟弱な粘性土・有機質土、岩盤の強風化粘性土部で各1箇所の計3箇所
室内土質試験：物理試験1式、一軸圧縮試験、圧密試験を実施。
- ・盛土材料試験：1箇所
切土が想定されるR1B-6の上部〔N値10～20程度の強風化(軽石質)凝灰岩〕
盛土材料試験：物理1式、締固め試験、コーン指数試験

1.2. 業務概要

業 務 名：大崎広域斎場整備事業地質調査等業務

業務場所：宮城県大崎市古川小野字新田裏 地内

(巻頭「調査位置案内図」および図-1.2.1調査位置図参照)

工 期：令和 元年 11月 20日～令和 3年 3月 31日

調査項目・数量：調査、試験項目と実施数量は表-1.2.1に示したとおりである。

発 注 者：大崎地域広域行政事務組合

受 注 者：株式会社 復建技術コンサルタント

表-1.2.1 実施調査数量表

調査番号			R1B-1	R1B-2	R1B-3	R1B-4	R1B-5	R1B-6	実施	当初	増減	
足場仮設			平坦地足場	平坦地足場	平坦地足場	平坦地足場	平坦地足場	平坦地足場				
機材運搬			小運搬片道500m	←	←	小運搬片道600m	←	←				
調査孔閉塞			1	1	1	1	1	1	6	6	0	
機械ボーリング掘進長(m)	φ66mm	オールコア	粘土・シルト	-	5.7	5.2	0.2	4.5	2.5	18.0	54.0	-36.0
			砂・砂質土	3.00	2.60	0.65	-	0.50	-	6.8	24.0	-17.3
			礫混じり土砂	-	0.85	-	-	-	-	0.9	12.0	-11.2
			固結シルト：固結粘土	-	-	-	-	-	-	0.0	6.0	-6.0
			軟岩	12.00	8.90	18.20	8.80	8.00	16.50	72.4	0.0	72.4
	小計			15.0	18.0	24.0	9.0	13.0	19.0	98.0	96.0	2.0
	φ86mm(別孔)	ノンコア ※サンプリングによる 試料採取	粘土・シルト	-	3.9	3.4	7.0	-	-	14.2	0.0	14.2
			砂・砂質土	-	2.60	0.65	-	-	-	3.3	0.0	3.3
			礫混じり土砂	-	0.55	-	-	-	-	0.6	0.0	0.6
			小計	0.0	7.0	4.0	7.0	0.0	0.0	18.0	0.0	18.0
			粘土・シルト	-	-	-	-	-	2.5	2.5	0.0	2.5
	オールコア ※盛土材料試験用 試料採取	砂・砂質土	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	
		礫混じり土砂	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	
		軟岩	-	-	-	-	-	4.5	4.5	0.0	4.5	
		小計	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	7.0	0.0	7.0	
合計			15.0	25.0	28.0	16.0	13.0	26.0	123.0	96.0	27.0	
標準貫入試験(回)			粘土・シルト	-	5	5	-	4	2	16	54	-38
			砂・砂質土	2	3	-	-	-	-	5	24	-19
			礫混じり土砂	-	-	-	-	-	-	0	12	-12
			固結シルト：固結粘土	-	-	-	-	-	-	0	6	-6
			軟岩	13	10	19	9	9	17	77	0	77
			合計	15	18	24	9	13	19	98	96	2
孔内水平載荷試験			普通載荷	-	-	-	-	-	-	0	6	-6
サンプリング			シウォールサンプリング	-	2	1	-	-	-	3	3	0
室内土質試験(試料)			土粒子の密度	-	2	1	-	-	1	4	0	4
			含水比	-	2	1	-	-	1	4	0	4
			粒度(沈降)	-	2	1	-	-	1	4	0	4
			粒度(フルイ)	-	-	-	-	-	-	0	4	-4
			液性限界	-	2	1	-	-	1	4	4	0
			塑性限界	-	2	1	-	-	1	4	4	0
			湿潤密度	-	2	1	-	-	-	3	0	3
			一軸圧縮	-	2	-	-	-	-	2	0	2
			三軸UU試験	-	-	1	-	-	-	1	0	1
			圧密	-	2	1	-	-	-	3	0	3
			土の透水試験	-	-	-	-	-	-	0	4	-4
			締固め	-	-	-	-	-	1	1	0	1
コーン指数	-	-	-	-	-	-	1	1	0	1		

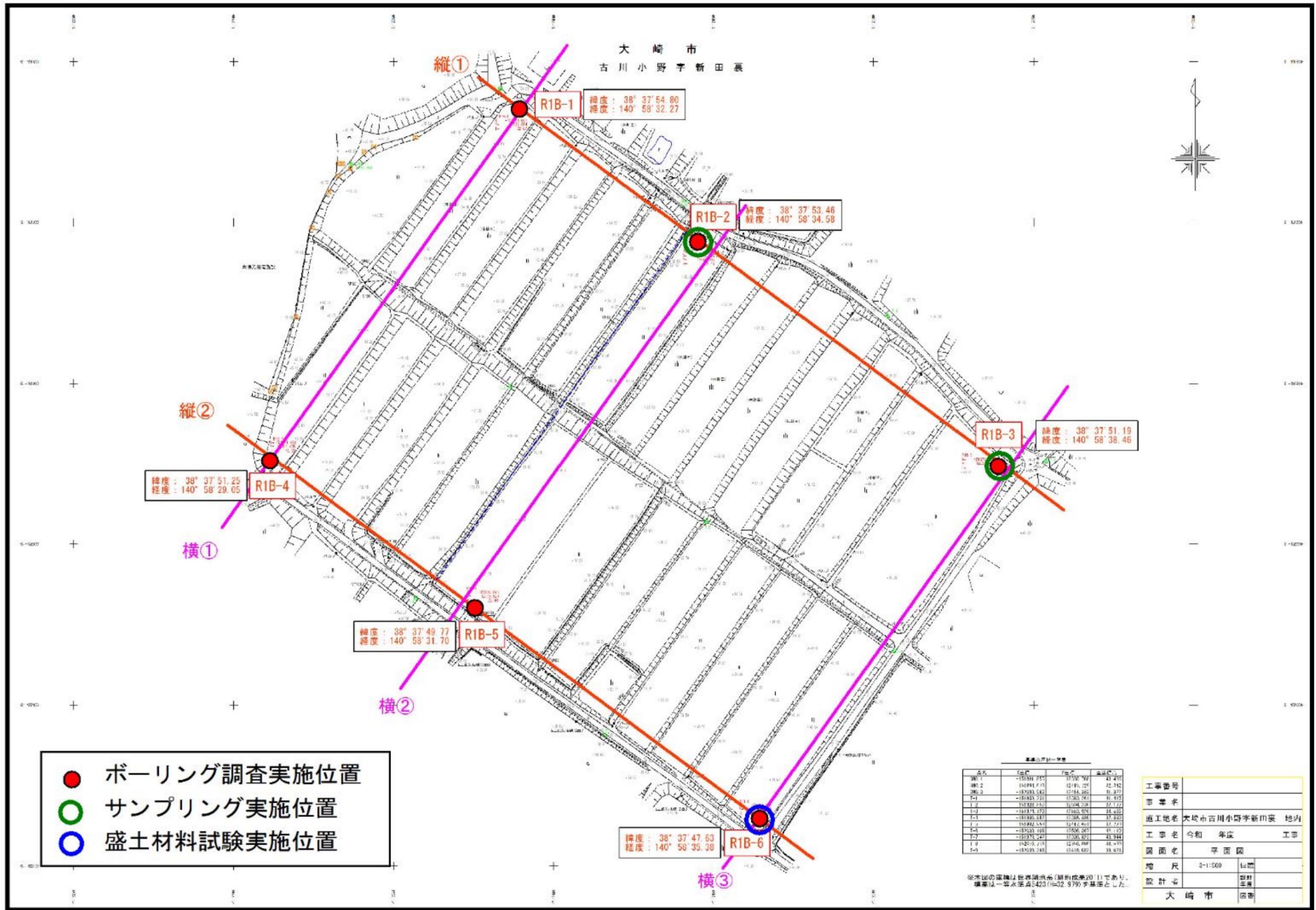


図-1.2.1(a) 調査位置図(縮尺:任意)1/2

2. 本調査の流れ

本調査における作業の流れは下図に示したとおりである。

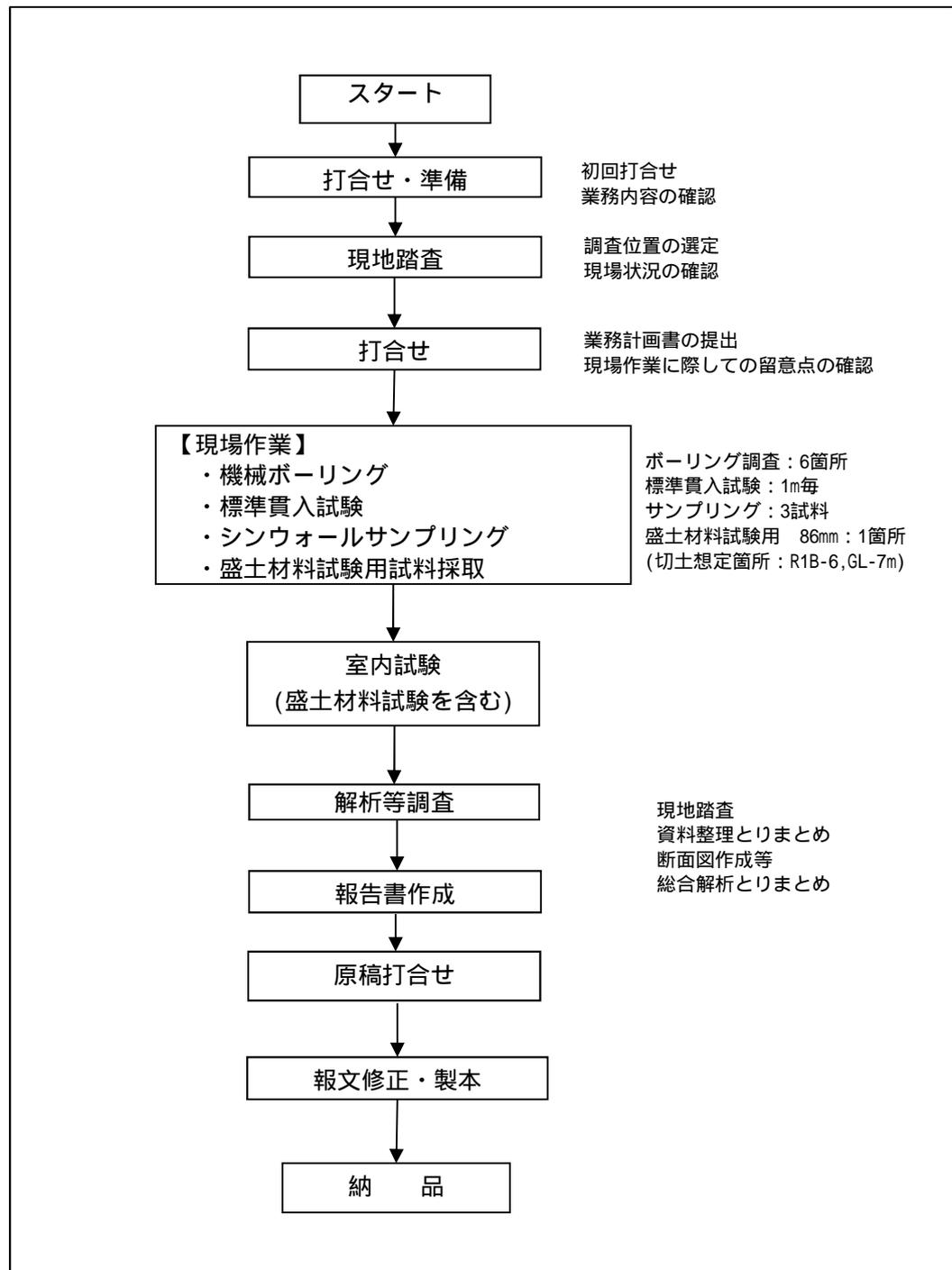


図-2.1 本調査の流れ

【現地踏査結果(調査計画位置平面図)】

現地踏査を行い、調査実施位置及び機材運搬経路、給水方法を計画した。

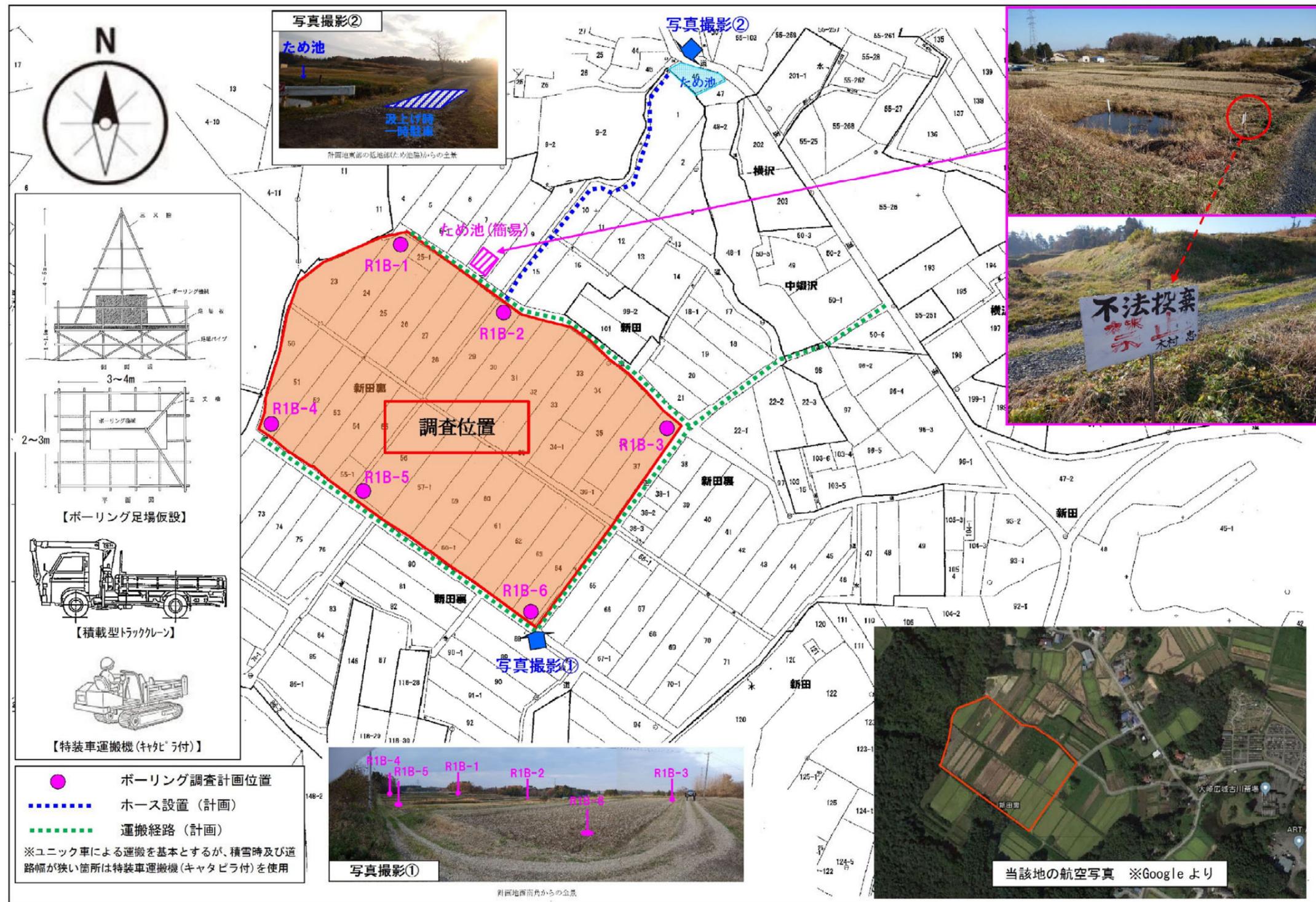
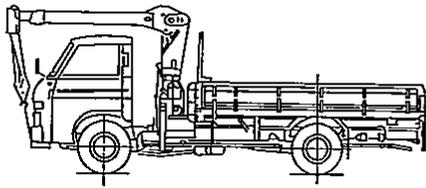


図-2.2(a) 現地踏査結果(調査計画平面図)

3. 調査・試験方法

3.1. 運搬・仮設

機械ボーリングをはじめとする地盤調査に必要な資材は、調査地付近の農道における積載形トラッククレーンの走行が不可能であったため、特装車運搬機にて資材を小分けして運搬した。下図参照。

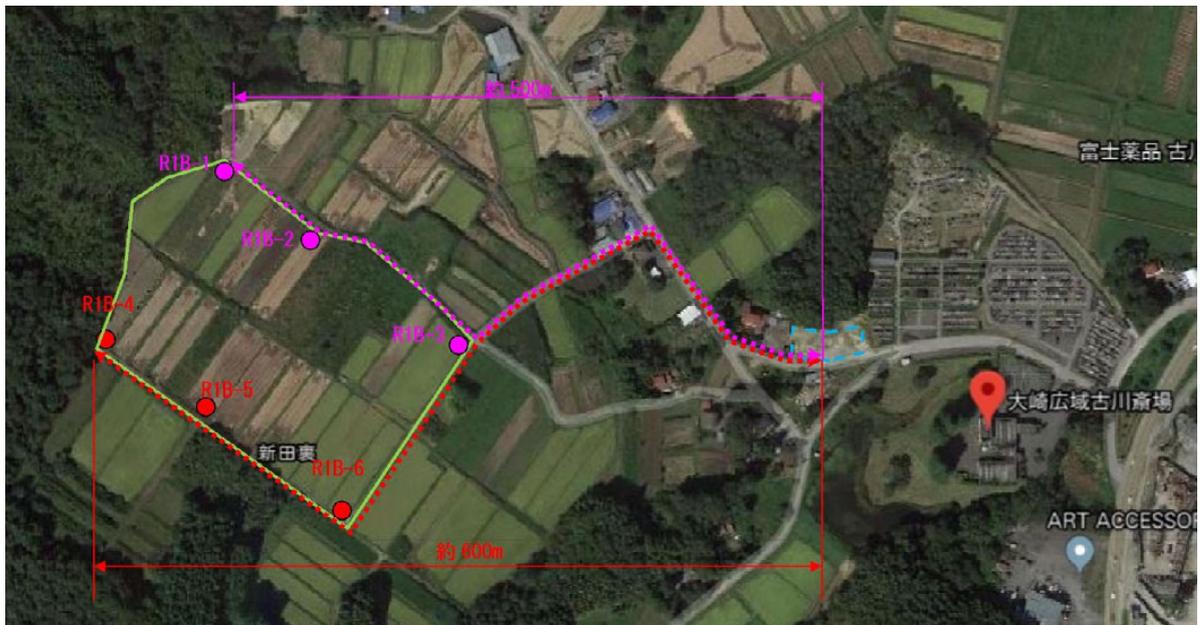


〔積載型トラッククレーン〕



〔特装車運搬機〕

図-3.1.1 積載型トラッククレーン及び特装車運搬機概念図



【特装車運搬状況写真】

機械ボーリング作業に当たっては、ケーシング挿入作業の安全性確保と作業効率を向上させること、調査地点の踏み荒しを少なくすることを意図して図-3.1.2に示すような作業足場を仮設した。

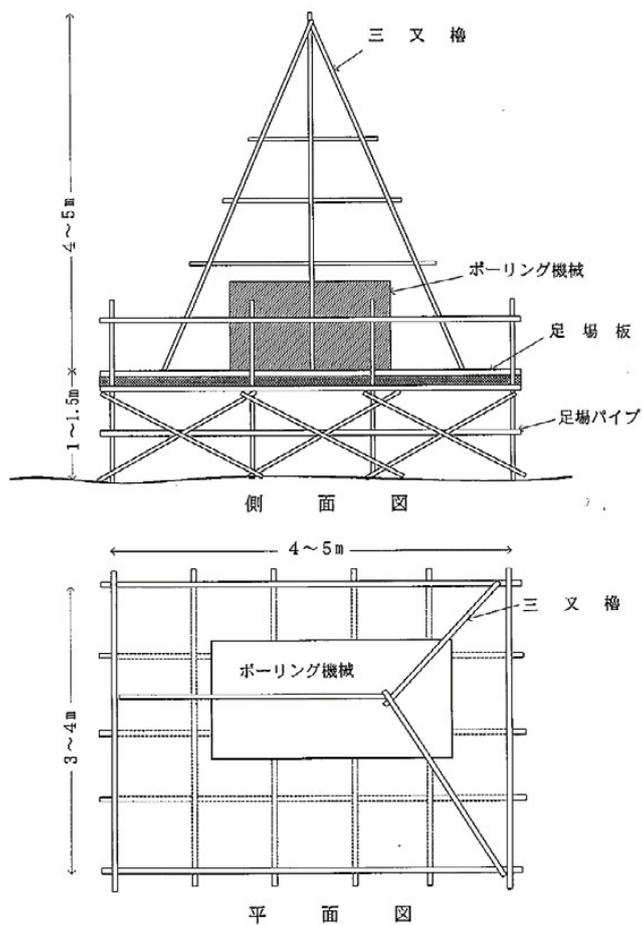


図-3.1.2 機械ボーリング足場仮設概念図

3.2. 機械ボーリング・調査地点標高

〈機械ボーリング〉

(1) 目的

計画道路箇所の詳細な土層構成確認を主目的とし、標準貫入試験およびサンプリングの補助的手段として実施した。

(2) 使用機械・方法・成果品

ロータリー式オイルフィード型機械を使用し、オールコアリングとした。

地層確認のために標準貫入試験を併用して掘削し、掘削孔径は 66mmとし、サンプリングを実施するための掘削孔径(別孔)は 86mm(ノンコア)、盛土材料試験を実施するための試料採取として 86mm(オールコア)とした。

採取したコアは、5 m用コア箱に整理収納し、コア観察・写真撮影を実施した。

コアの観察結果は、ボーリング柱状図(日本建設情報総合センターによる土質ボーリング様式)²⁾に整理するとともに、コア写真を添付した。

(3) 調査終了の判断基準

建築物の設計検討に必要な地盤情報を得ることを目的として、N値50程度の地層を5m(N値で6回)確認するまでを基本とした。なお、掘止め深度は発注担当者との打合せにて決定し立会い検尺を行った。

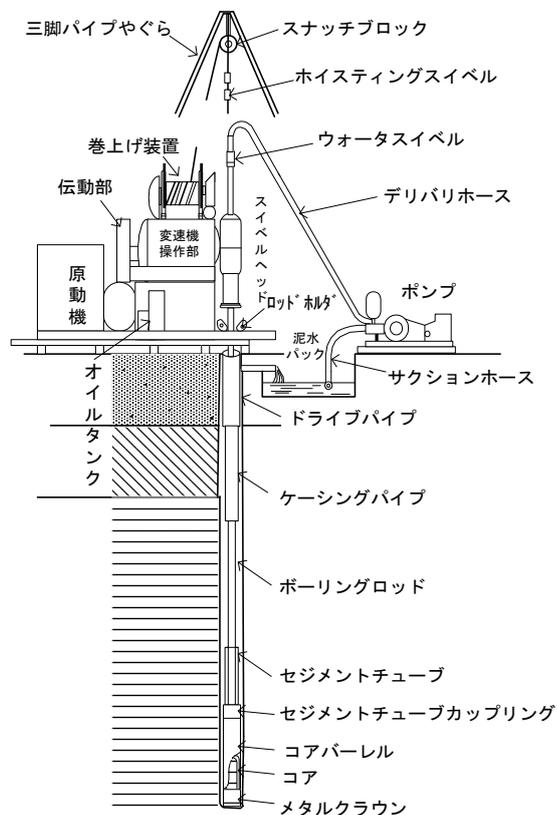


図-3.2.1 ロータリー式オイルフィード型機械概念図

3.3. 標準貫入試験

(1) 目的

N値から地盤の力学特性の概略値を求めること、および物理的に乱さない試料の採取を目的とした。

(2) 使用機械・方法・成果品

JIS A 1219に定められている標準貫入試験機器一式を使用し、1m毎に実施した。

試験結果は、ボーリング柱状図(日本建設情報総合センターによる土質ボーリング様式)²⁾に整理した。

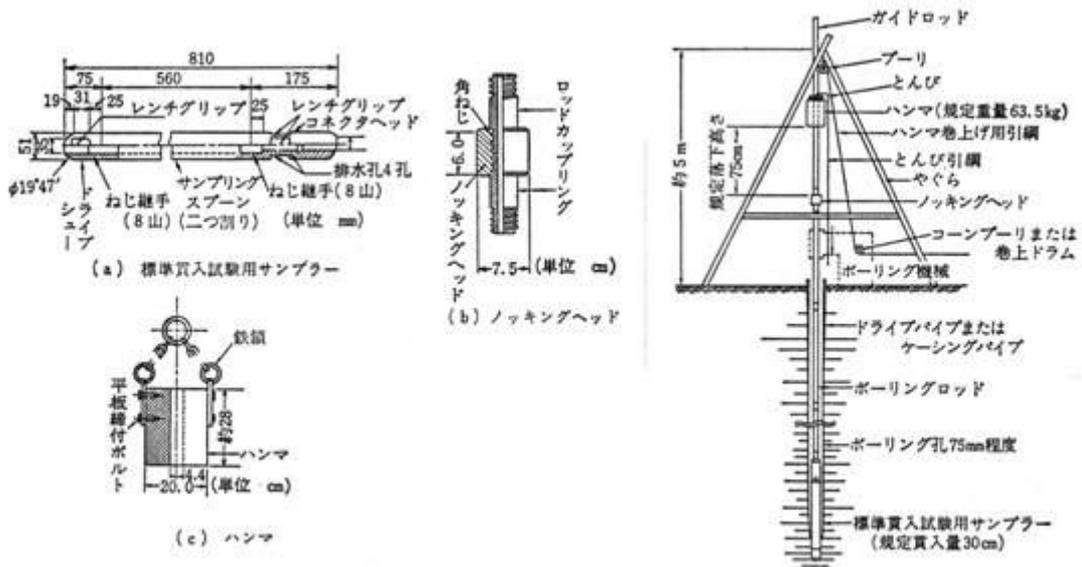


図-3.3.1 標準貫入試験装置および主な試験用具概念図

3.4. サンプリング

(1) 目的

軟弱な粘性土・有機質土（主にN値4以下）を対象に、軟弱地盤技術解析に必要な地盤の工学的諸特性を判定するための室内土質試験に供する試料を得るために実施した。

(2) 使用機械・方法・成果品

水圧式サンプラーを使用し、地盤工学会基準 JGS 1221-2003に準じて採取した。

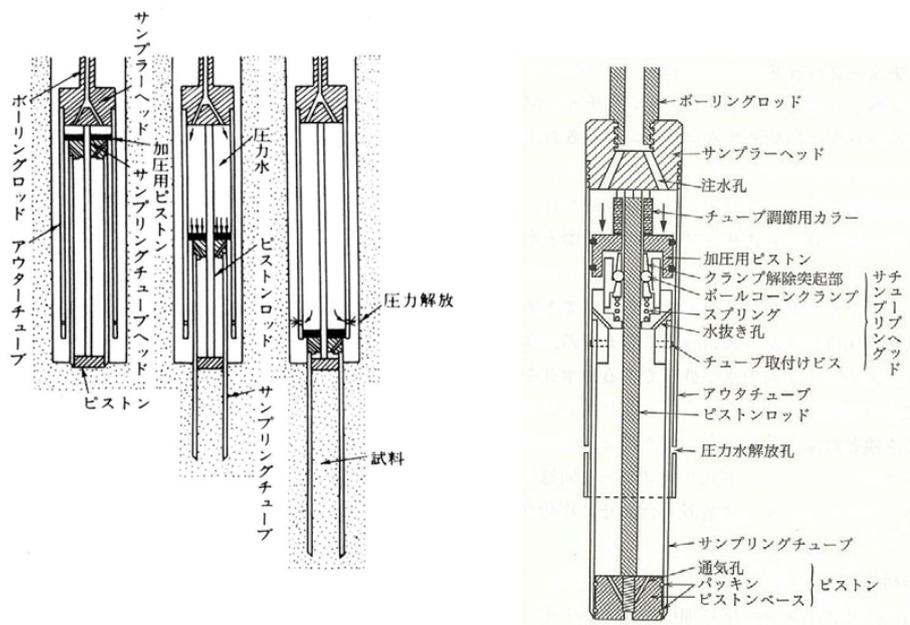


図-3.4.1 水圧式サンプラーによる試料採取概念図

3.5. 室内土質試験

室内土質試験の目的・項目・成果品は次のとおりである。

【物理試験】

物理試験の項目・方法・目的は表-3.7.1のとおりである。

表-3.5.1 室内物理試験の項目・方法・目的

試験の名称	方法	目的
土粒子の密度試験	JIS A 1202:1999	細粒土を対象とした粒度試験(沈降分析)のデータ整理に必要な土粒子の密度を把握するための試験。
土の含水比試験	JIS A 1203:1999	土の基本的特性の把握。
土の粒度試験	JIS A 1204:2000	土の判別分類資料。
土の液性・塑性限界試験	JIS A 1205:1999	土の判別分類資料。

試験結果は地盤工学会様式に整理した。

【湿潤密度試験】

(1) 目的

地盤の湿潤密度評価資料を得るために実施した。

(2) 方法・成果品

シンウォールサンプリング試料を対象に、JIS A 1255 ノギス法に準じて実施し、試験結果は、地盤工学会様式に整理した。

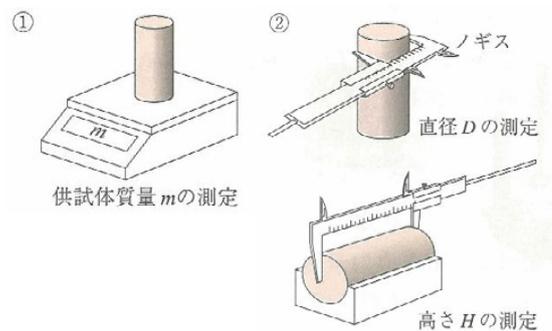
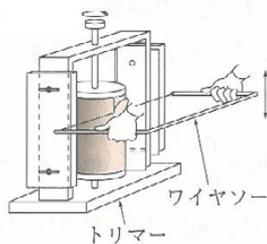


図-3.5.1 (a) 供試体作成手法概念図

図-3.5.1 (b) 湿潤密度試験概念図

【土の一軸圧縮試験】

(1) 目的

軟弱な粘性土層を対象に初期強度(粘着力)の判定資料を得るために実施した。

(2) 方法・成果品

JIS A 1216に準じて実施し、試験結果は、地盤工学会様式に整理した。

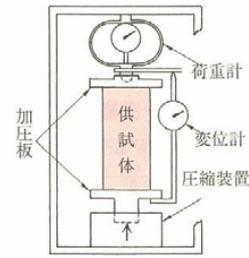


図-3.5.2 一軸圧縮試験概念図

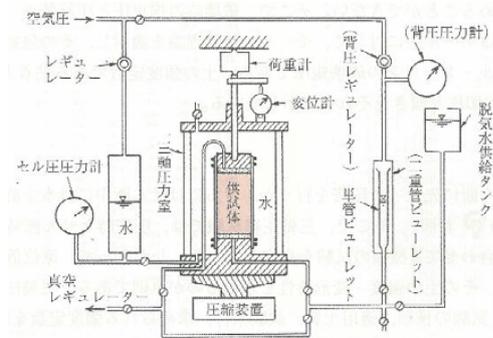
【土の非圧密非排水三軸圧縮(UU)試験】

(1) 目的

軟弱な粘性土・有機質層のうち、礫分、細粒分の混入が多い試料については、一軸圧縮試験では過小評価となるため、三軸圧縮(UU)試験を実施して地盤の初期強度(粘着力)の判断材料とした。

(2) 方法・成果品

地盤工学会基準 JGS 0521-2000に準じて実施し、試験結果は、地盤工学会様式に整理した。



せん断に先立って圧密をしない。せん断中の排水は許さない

図-3.5.3 三軸試験装置概念図

【土の圧密試験】

(1) 目的

盛土による沈下検討に必要な圧密特性を把握するために実施した。

(2) 方法・成果品

JIS A 1217 : 2000に規定されている土の段階載荷による圧密試験法に準じて実施し、試験結果は、地盤工学会様式に整理した。

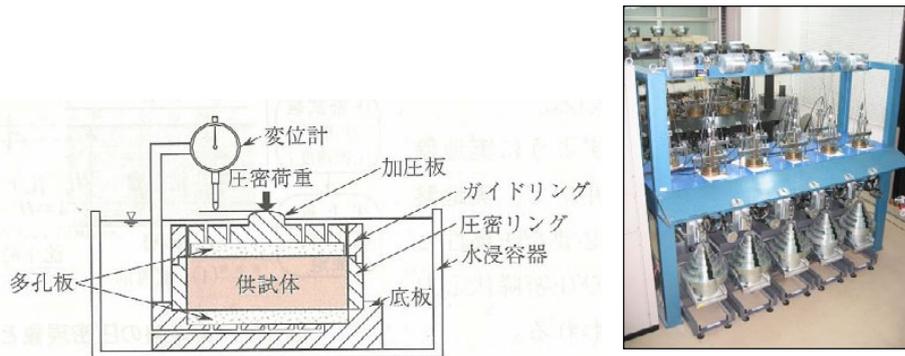


図-3.5.4 圧密試験装置概念図

【突固めによる土の締固め試験(コーン指数試験)】

(1) 目的

切土が想定される箇所の地盤上図 (R1B-6 : GL-7m以浅) にてオールコア(86mm)で採取した試料(盛土・強風化岩盤)を対象に、突固めによる締固め試験を実施し、乾燥密度と含水比の関係から、最大乾燥密度、最適含水比及び自然含水比状態における締固め度やコーン指数を把握し、盛土材料として使用する場合における発生土区分や適用の可否、土質改良の必要性を判定するための基礎資料とすることを目的とした。

なお、施工機械のトラフィカビリティ判定資料、発生土区分の指標とすることを目的として、コーン指数試験を併用した。

(2) 方法・成果品

JIS A 1210:1999に準じて実施し、試験結果は、地盤工学会様式に整理した。なお、締固め方法・試料の準備方法は、以下のとおりとした。

- ・締固め方法：B法【2.5kgランマー,15cmモールド,3層、55回】
- ・試料の準備方法：c法【湿潤法、非繰り返し法】

また、コーン指数試験は、JIS A 1228:2000に準じた。

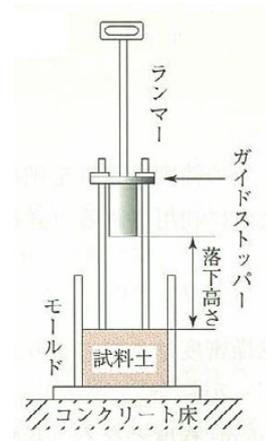


図-3.5.6 締固め試験概念図

4. 土・岩の分類およびコアの観察基準

前掲表-1.2.1調査実施数量表に示した土砂区分は、表-4.1.1に示す山形県における分類表¹⁾に準じたものである。ボーリング柱状図は(財)日本建設情報センターによるボーリング柱状図作成要領(案)²⁾に準じて作成しており、柱状図に示した土質および岩盤区分は室内試験結果とボーリング時に採取した試料の観察結果を総合し表-4.1.2に示す地盤材料の工学的分類表³⁾、図-4.1.1に示す三角座標による地盤材料の分類表³⁾に準じている。

表-4.1.1 土および岩の分類表¹⁾

名 称			説 明	摘 要	
A	B	C			
土	礫質土	礫混じり土	礫の混入があつて掘削時の能率が低下するもの	礫の多い砂、礫の多い砂質土 礫の多い粘性土	礫 (G) 礫 質 土 (GF)
	砂質土 及び砂	砂	バケツ等に山盛り形状になりにくいもの	海岸砂丘の砂 マサ土	砂 (S)
		砂 質 土 (普通土)	掘削が容易で、バケツ等に山盛り形状にし易く、空げきの少ないもの	砂質土、マサ土 粒度分布の良い砂 条件の良いロ - ム	砂 (S) 砂 質 土 (SF) シルト (M)
	粘性土	粘 性 土	バケツ等に附着し易く、空げきの多い状態になり易いもの トラフィカビリティが問題となり易いもの	ロ - ム 粘性土	シルト (M) 粘 性 土 (C)
		高含水比 粘 性 土	バケツ等に附着し易く、特にトラフィカビリティが悪いもの	条件の悪いロ - ム 条件の悪い粘性土 火山灰質粘性土	シルト (M) 粘 性 土 (C) 火山灰質粘性土 (V) 有機質土 (O)
岩	岩 塊 玉 石	岩塊・玉石	岩塊、玉石が混入して掘削しにくく、バケツ等に空げきのでき易いもの 岩塊・玉石は粒径 7.5cm以上とし、まるみのあるものを玉石とする	玉石まじり土 岩塊、破碎された岩 ごろごろした河床	
	軟 岩	軟 岩	第三紀の岩石で固結の程度が弱いもの 風化がはなはだしくきわめてもろいもの 指先で離し得る程度のもので、き裂の間隔は1 ~ 5 cmぐらいのもの 第三紀の岩石で固結の程度が良好なもの 風化が相当進み多少変色を伴い軽い打撃で容易に割れるもの、割れ易いもので、き裂間隔は5 ~ 10cm程度のもの	地山弾性波速度 700 ~ 2,800m/sec	
			凝灰質で堅く固結しているもの 風化が目によって相当進んでいるもの き裂間隔が10 ~ 30cm程度で軽い打撃により離し得る程度、異質の硬い互層をなすもので層面を楽に離し得るもの		
	硬 岩	硬 岩	中 硬 岩	石灰石、多孔質安山岩のように、特にち密でなくても相当の硬さを有するもの 風化の程度があまり進んでいないもの 硬い岩石で間隔30 ~ 50cm程度のき裂を有するもの	地山弾性波速度 2,000 ~ 4,000m/sec
硬 岩			花崗岩、結晶片岩等で全く変化していないもの き裂間隔が1 m以内で相当密着しているもの 硬い良好な石材を取り得るようなもの けい岩、角岩などの石英質に富む岩質で最も硬いもの 風化していない新鮮な状態のもの き裂が少なくよく密着しているもの	地山弾性波速度 3,000m/sec以上	

表-4.1.2(a) 粗粒土の工学的分類表³⁾

大分類		中分類	小分類
土質材料区分	土質区分	主に観察による分類	三角座標上の分類

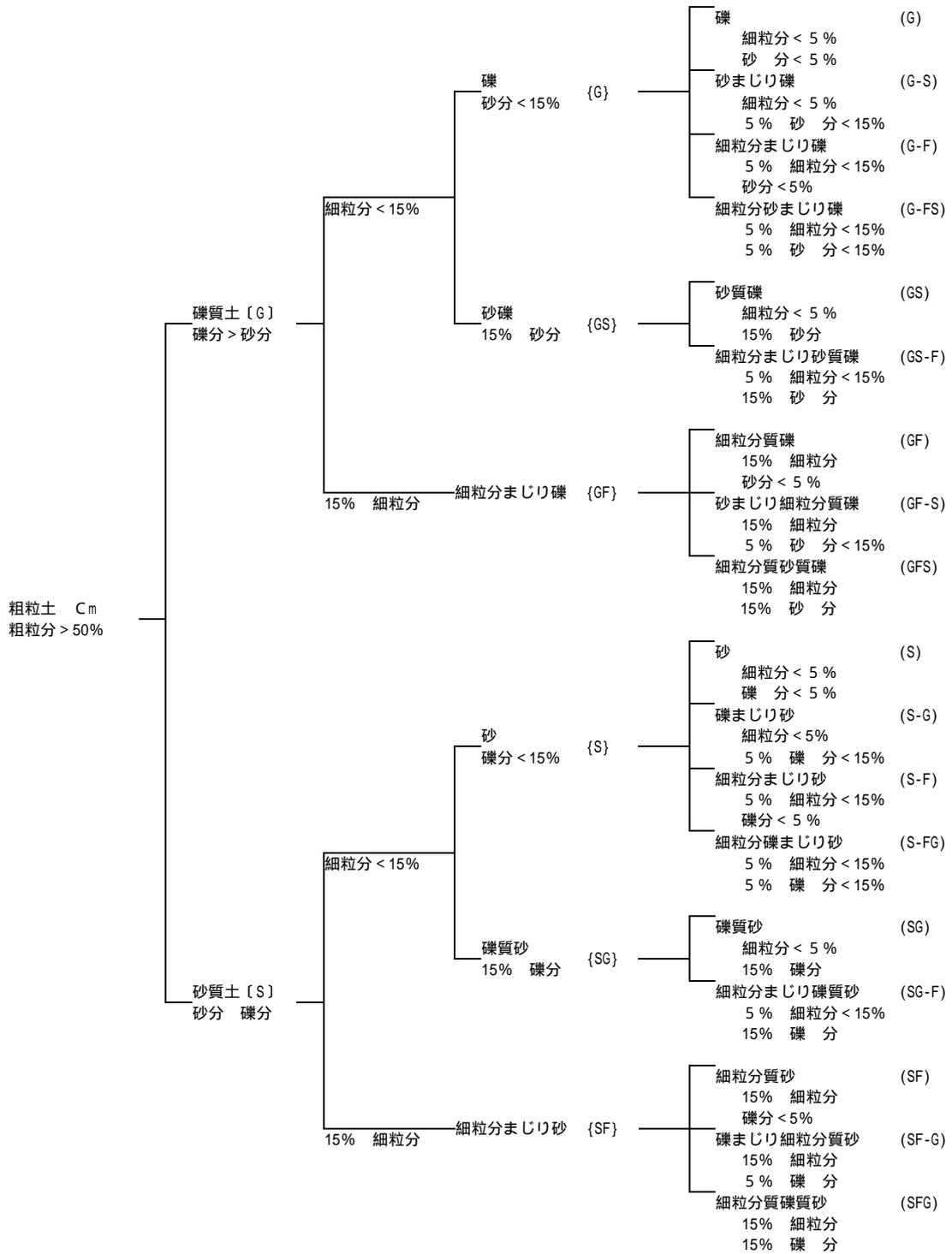


表-4.1.2(b) 主に細粒土の工学的分類表³⁾

大分類		中分類	小分類			
土質材料区分	土質区分	観察・塑性図上の分類	観察・液性限界等に基づく分類			
細粒土 細粒分 50%	粘性土 [Cs]	シルト {M}	WL < 50%	シルト (低液性限界)	(ML)	
			WL 50%	シルト (高液性限界)	(MH)	
		粘土 {C}	WL < 50%	粘土 (低液性限界)	(CL)	
			WL 50%	粘土 (高液性限界)	(CH)	
		有機質土 [O] 有機質、暗灰で有機臭あり	有機質土 {O}	WL < 50%	有機質粘土 (低液性限界)	(OL)
				WL 50%	有機質粘土 (高液性限界)	(OH)
	火山灰質粘性土 [V] 地質的背景	火山灰質粘性土 {V}	WL < 50%	火山灰質粘性土 (低液性限界)	(VL)	
			50% WL < 80%	火山灰質粘性土 (型)	(VH1)	
			WL 80%	火山灰質粘性土 (型)	(VH2)	
			有機質で、火山灰質	有機質火山灰土	(OV)	
高有機質土 Pm 有機物を多く含むもの	高有機質土 [Pt]	高有機質土 {Pt}	未分解で繊維質	泥炭	(Pt)	
			分解が進み黒色	黒泥	(Mk)	
人工材料 Am	人工材料 [A]	廃棄物 {Wa}	廃棄物 (Wa)			
			改良土 {I}	改良土 (I)		

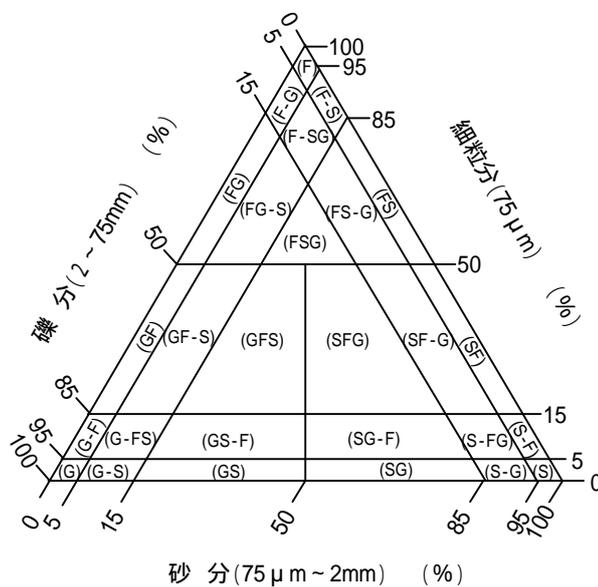


図-4.1.1 粗粒土の小分類および細粒土の細分類用三角座標³⁾

5. 調査結果

5.1. 地形・地質概要

本業務対象位置は、東北自動車道古川ICの北北東約6kmの国道4号と化女沼間にある“大崎市古川小野北裏地内”である。

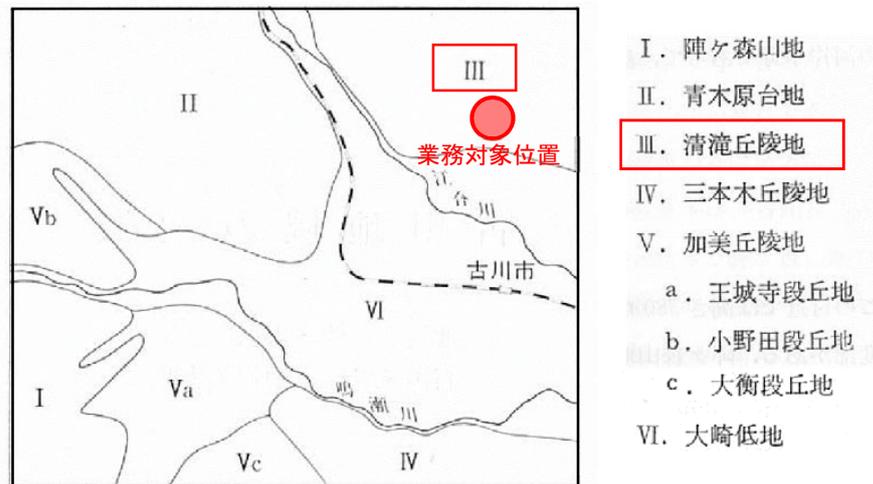
<地形>

大崎地域は南方の鳴瀬川、北方の江合川の流域であり、これら二河川沿いに発達する低平地(大崎低地)、その周囲は丘陵地からなる。業務対象位置は清滝丘陵地【Ⅲ】に相当し、この丘陵地の標高は120m以下で、頂部に平坦面をもつ部分は青木原台地【Ⅱ】と同様の高さ・傾斜分布を示す。当該地周辺は標高30～65mで緩やかな傾斜を示す部分が大半を占める。

<地質>

当該地周辺の地質図(5万分の1図幅,古川地域の地質)によると、清滝丘陵地は新第三紀鮮新世の小野田層が分布する範囲である。小野田層は竜の口層を被覆し、軽石凝灰岩・シルト岩及び砂岩を主とし、礫岩や亜炭を挟んでいる。

今回のボーリング調査で確認された岩盤は上部が小野田層の軽石凝灰岩【Ot₄】、下部がシルト岩および砂岩(礫岩・軽石凝灰岩および亜炭を伴う)【Os】に相当するものと考えられる。



第1図 古川図幅地域の地形区分図

5.2. 本地区における地質状況

本調査では、計画地全体の地層状況を把握するため、ボーリング調査を6箇所（4隅+沢部2箇所）で実施した。

本地区における地層区分については、ボーリングコア観察や土の種類・硬軟および分布深度を勘案して表-5.2.1のように区分し、土層の連続性を示すものとして図-5.3.2の土層想定断面図を作成した。

なお、今回実施したボーリング調査結果および室内試験の詳細については、巻末「調査データ集」に整理して示してある。

<当該地区の地盤状況>

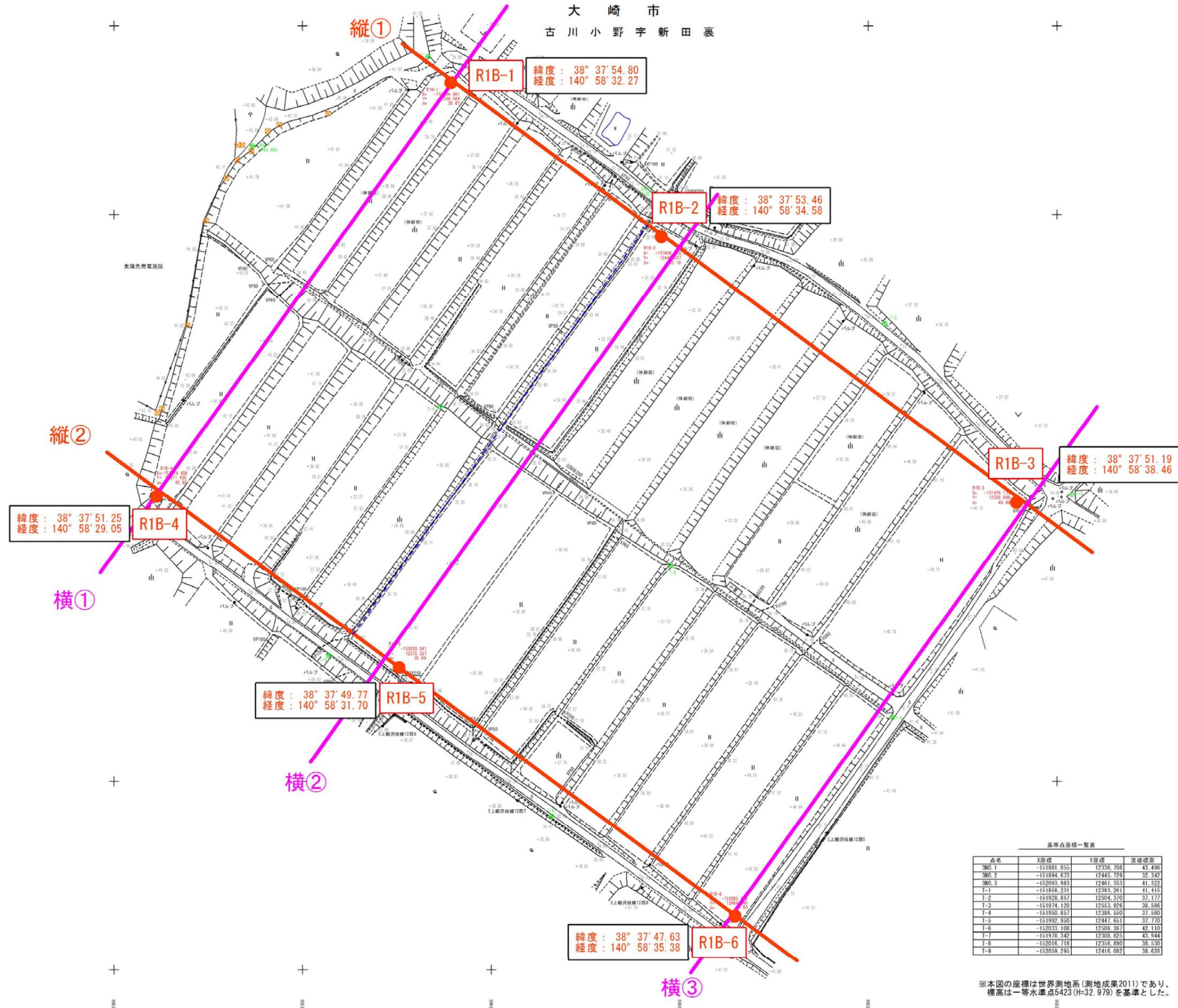
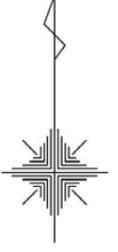
ボーリング調査の結果、本計画地の地盤は概ね地表面付近より岩盤が分布しており、軟弱層の分布は旧沢部に限定（R1B-2地点で軟弱層を8m程度確認）される。また、建物の支持層として期待できる地層（砂質土・礫質土でN値 50、粘性土でN値 20～30）は、バラツキがみられるもののGL-2～17mと比較的浅い位置に出現することが判明した。

ただし、詳細設計時には追加調査を実施した上で、建物の要求性能、建物配置・規模・荷重などの条件を踏まえた基礎形式の選定が必要である。

土層想定断面図 凡例

年代	地質記号	地質名	N値の範囲	記事	
現世	Bn	盛土・礫混じり土砂	1～8	開田時の盛土と想定される。現地発生土(切土)による盛土と想定され、当該地区で確認された(軽石質)凝灰岩と同様な粒度構成である。礫・砂・細粒分を混在し、非常に不均質である。	
沖積世	Ao	有機質粘土	3	旧沢部と想定されるR1B-2地点の表層のみで確認されている。黒色を呈する有機質粘土であり、有機物の分解度は高い。全体に砂分を多く混入する。	
	As	凝灰質砂	5	旧沢部と想定されるR1B-2地点のみで確認されている。細粒分(凝灰質・シルト質)を多く混入し、砂質土と粘性土の中間的な土性を示す。一部、塊状の細粒砂岩(固結土)を混入する。	
	Ac	礫混じり砂質粘土	2～4	旧沢部と想定されるR1B-2地点のみで確認されている。全体に砂分を多く混入し、粘性土と砂質土の中間的な土性を示す。細礫を微量点在する。	
	Ag	シルト混じり砂礫	-	旧沢部と想定されるR1B-2地点の岩盤との境界部で確認されている。礫・砂・細粒土を混在し、不均質であり、層厚は0.3mと薄く、連続性は不明である。	
新第三紀	小野田層	Ot1	(軽石質)凝灰岩	10～45	(軽石質)凝灰岩の内、N値30未満を主体とする土層を当該層に区分した。強風化部と想定され、概ね指圧で容易に崩れる程度の硬さである。礫・砂・細粒分を不規則に混在し不均質である。
		Ot2		30～50以上	(軽石質)凝灰岩の内、N値30～50を主体とする土層を当該層に区分した。風化～強風化部と想定され、概ね強い指圧で崩れる程度の硬さである。礫・砂・細粒分を不規則に混在し不均質である。
		Ot3		46～50以上	(軽石質)凝灰岩の内、N値50以上を主体とする土層を当該層に区分した。風化部と想定され、概ねハンマー軽打で崩れる程度の硬さである。礫・砂・細粒分を不規則に混在し不均質である。
	Os	砂岩	Os1	19～38	砂岩の内、N値30未満を主体とする土層を当該層に区分した。強風化部と想定され、概ね指圧で容易に崩れる程度の硬さである。粒子は細粒で、部分的に凝灰岩・シルト岩を挟む。
			Os2	41～50以上	砂岩の内、N値50以上を主体とする土層を当該層に区分した。風化部と想定され、概ねハンマーの打撃で崩れる程度の硬さである。R1B-2地点では部分的に亜炭を挟む。

大崎市
古川小野字新田裏



緯度 : 38° 37' 51.25
経度 : 140° 58' 29.05

緯度 : 38° 37' 54.80
経度 : 140° 58' 32.27

緯度 : 38° 37' 53.46
経度 : 140° 58' 34.58

緯度 : 38° 37' 51.19
経度 : 140° 58' 38.46

緯度 : 38° 37' 49.77
経度 : 140° 58' 31.70

緯度 : 38° 37' 47.63
経度 : 140° 58' 35.38

基準点座標一覧表

点名	X座標	Y座標	面積(㎡)
SNO.1	-151881.855	12336.708	43.496
SNO.2	-151894.673	12445.729	32.342
SNO.3	-152093.983	12461.353	41.322
T-1	-151858.231	12383.261	41.415
T-2	-151928.857	12504.370	37.177
T-3	-151974.120	12553.976	38.586
T-4	-151930.857	12386.550	37.580
T-5	-151992.950	12447.651	37.770
T-6	-152033.158	12506.387	42.110
T-7	-151978.342	12308.825	43.944
T-8	-152016.718	12356.890	38.530
T-9	-152059.295	12416.082	38.626

※本図の座標は世界測地系(測地成果2011)であり、
標高は一等水準点5423(H=32.979)を基準とした。

工事番号	
事業名	
施工地名	大崎市古川小野字新田裏 地内
工事名	令和 年度 工事
図面名	平面図
縮尺	S=1:500
位置	
設計者	設計年度
大崎市	図番

縦①(東側)

縦②(西側)

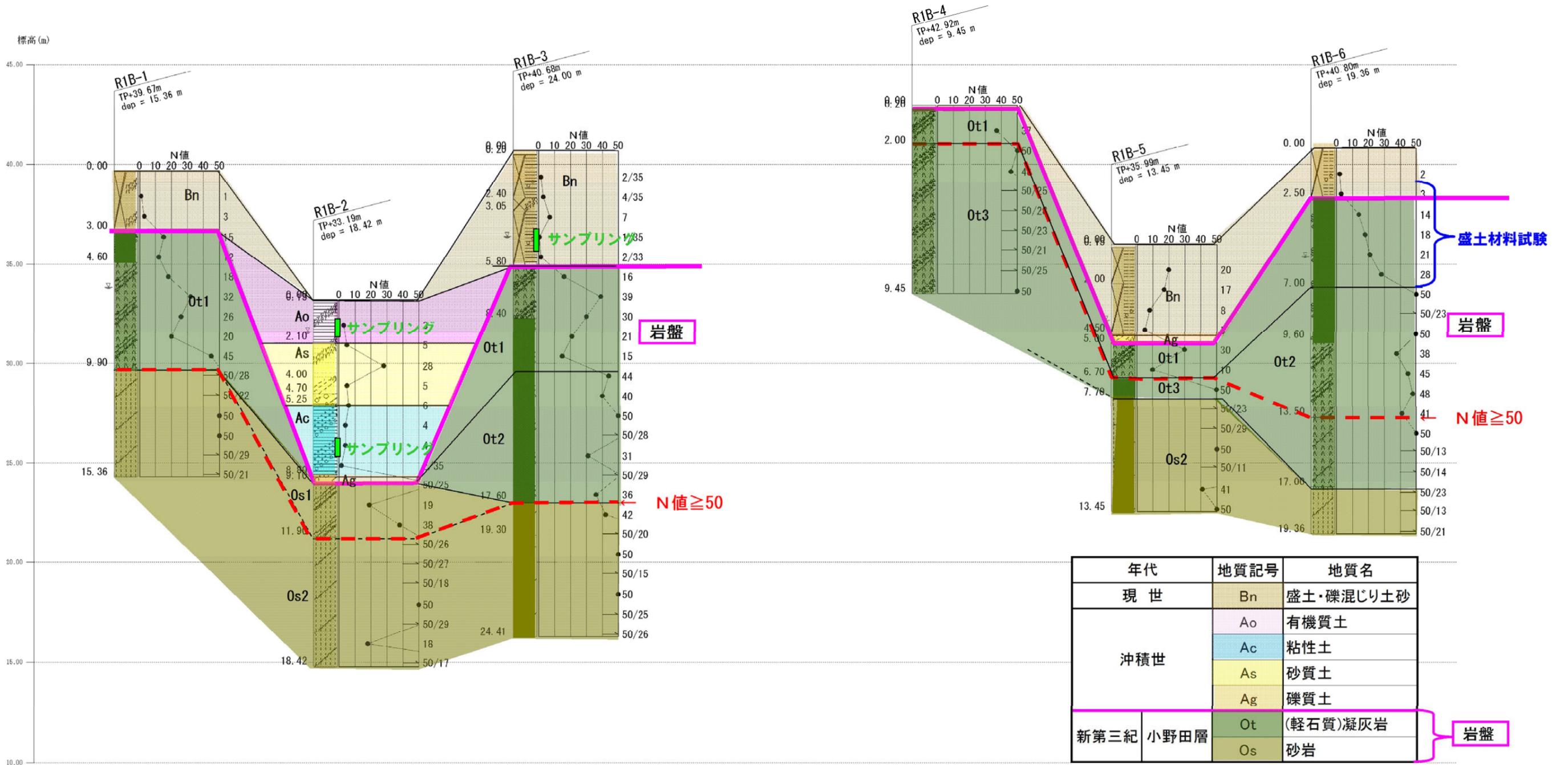


図-5.3.2(a) 地層想定断面図【縦断方向】

横①(北側)

横②(沢部)

横③(南側)

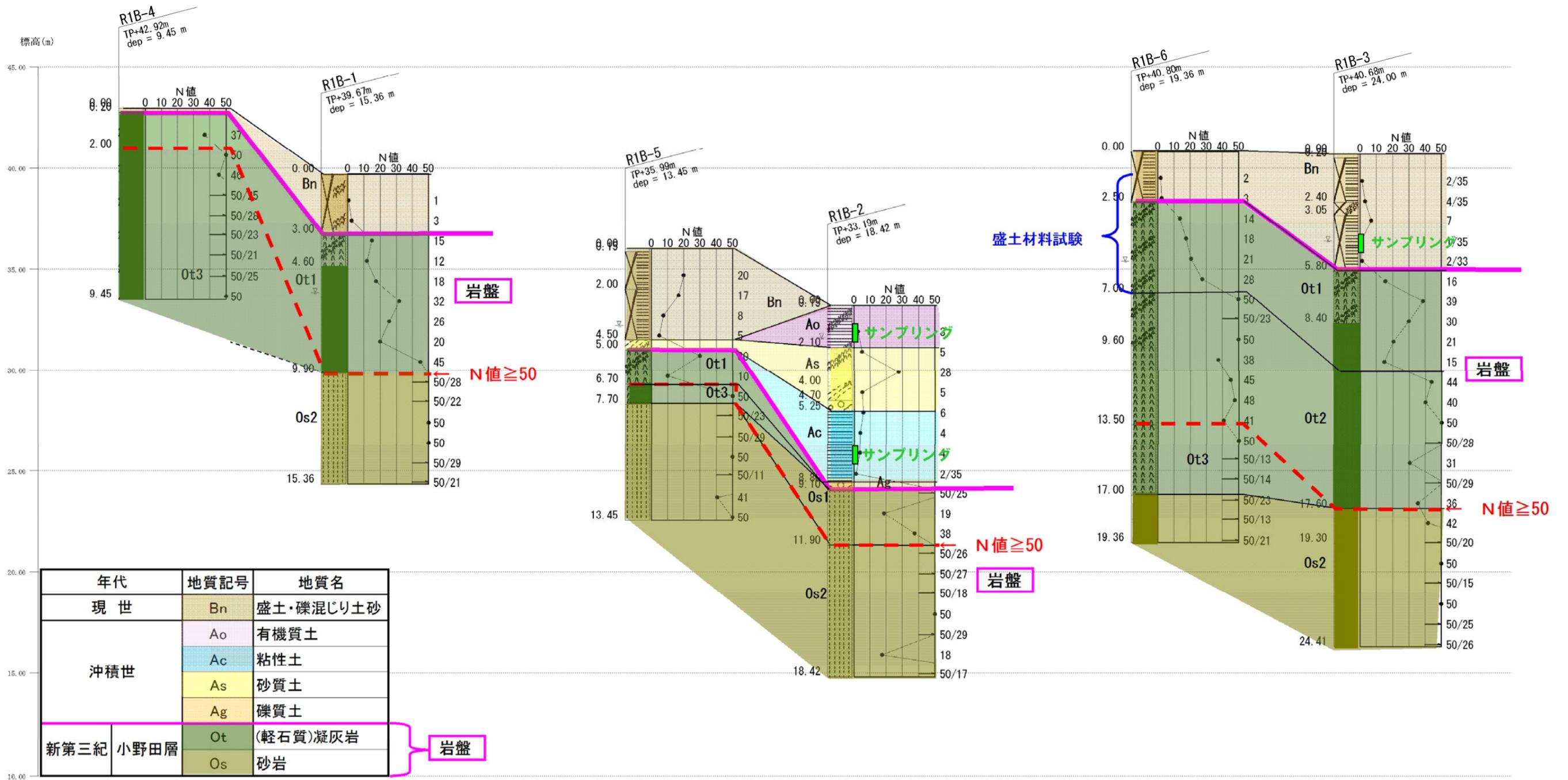


図-5.3.2(a) 地層想定断面図【横断方向】

ボーリング柱状図

調査名 大崎広域斎場整備事業地質調査等業務

ボーリングNo

事業・工事名

シートNo

ボーリング名	R1B-2	調査位置	宮城県大崎市古川小野字新田裏 地内	北緯	38° 37' 53.46"
発注機関	大崎広域広域行政事務組合		調査期間	令和2年1月9日～2020年1月16日	
調査業者名	株式会社 復建技術コンサルタント 電話(022-217-2041)	主任技師	高橋 雄志	現場代理人	佐藤 淳
孔口標高	TP +33.19m	角	150° 0' 0"	方	北 0° 0' 0" 東 90° 0' 0" 南 180° 0' 0" 西 270° 0' 0"
総掘進長	18.42m	地盤勾配	水没0°	使用機種	東邦製D0
				エンジン	NS75
				ハンマー落下用具	半自動式
				ポンプ	東邦製BG-3型

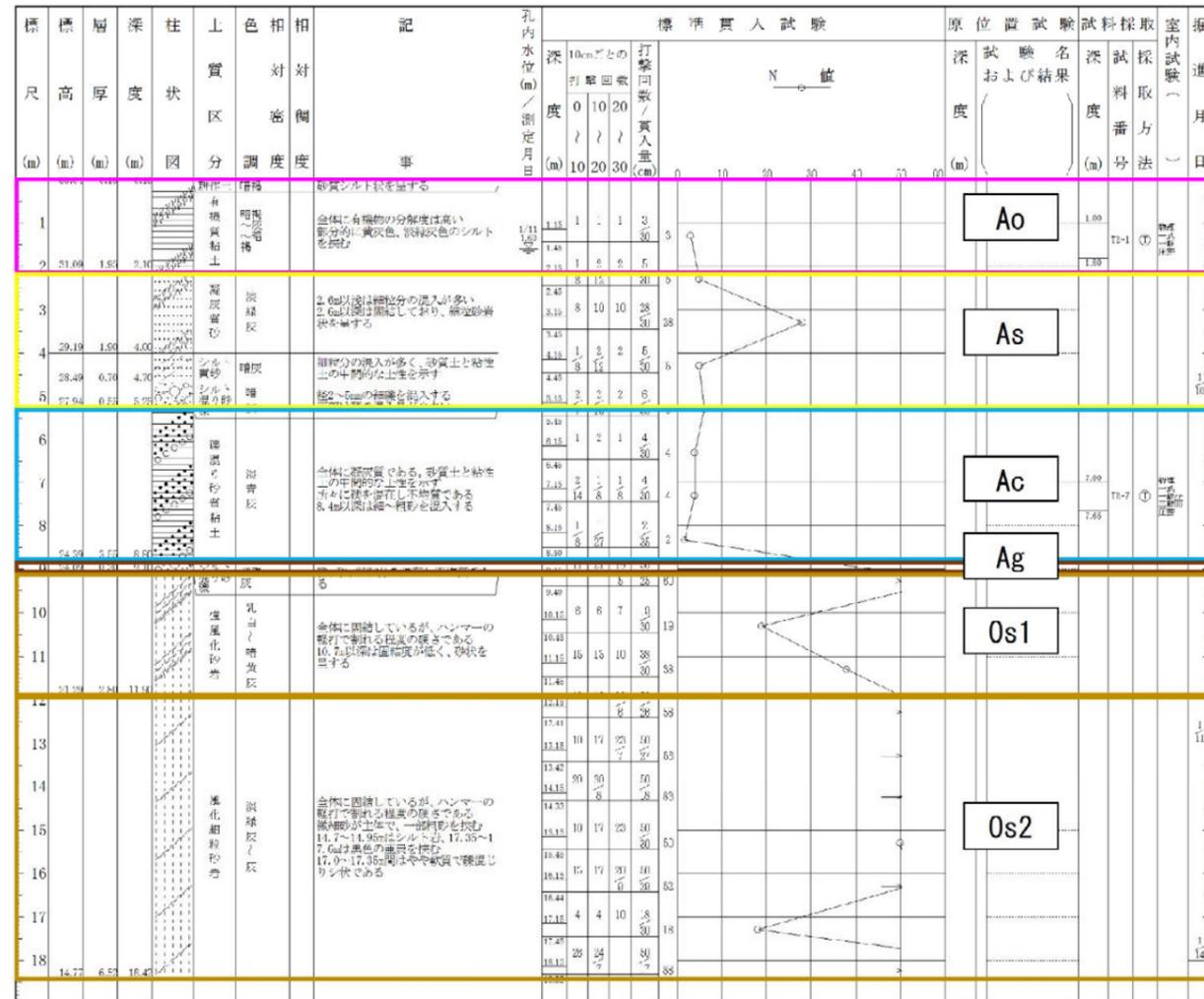
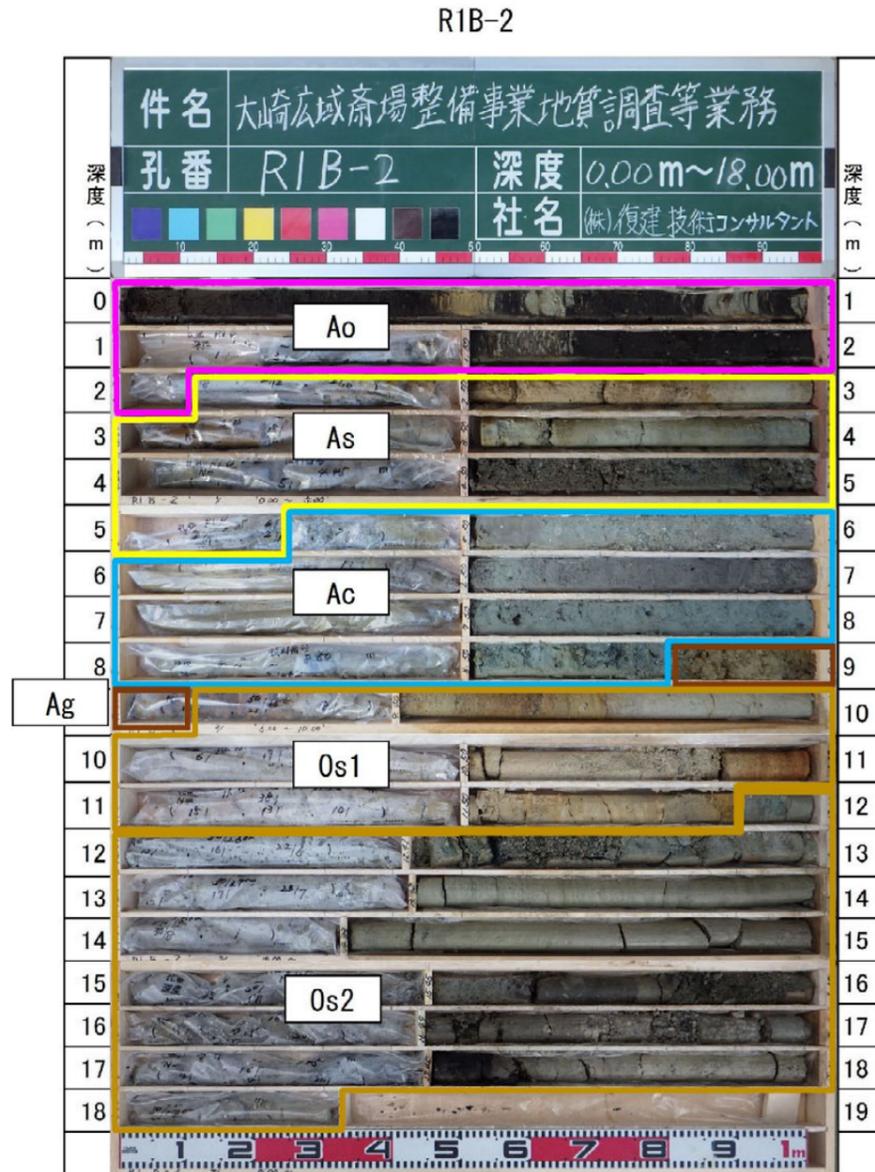


図-5.3.3(b) コア写真・ボーリング柱状図【R1B-2】

ボーリング柱状図

調査名 大崎広域斎場整備事業地質調査等業務

ボーリングNo

事業・工事名

シートNo

ボーリング名	R1B-3	調査位置	宮城県大崎市古川小野字新田裏 地内	北緯	38° 37' 51.19"		
発注機関	大崎広域行政事務組合		調査期間	令和 2年 1月 16日 ~ 2年 1月 23日	東経	140° 58' 38.46"	
調査業者名	株式会社 復建技術コンサルタント 電話 (022-217-2041)	主任技師	高橋 雄志	現場代理人	佐藤 淳	コシ定者	佐藤 淳
孔口標高	1P +40.68m	角	180°	方	北	地盤勾配	水平0°
総掘進長	24.41m	下	90°	向	東	使用機種	東邦製D-0
		度	0°	向	南	エンジン	NS75
						ハンマー落下用具	半自動式
						ポンプ	東邦製BG-3型

R1B-3

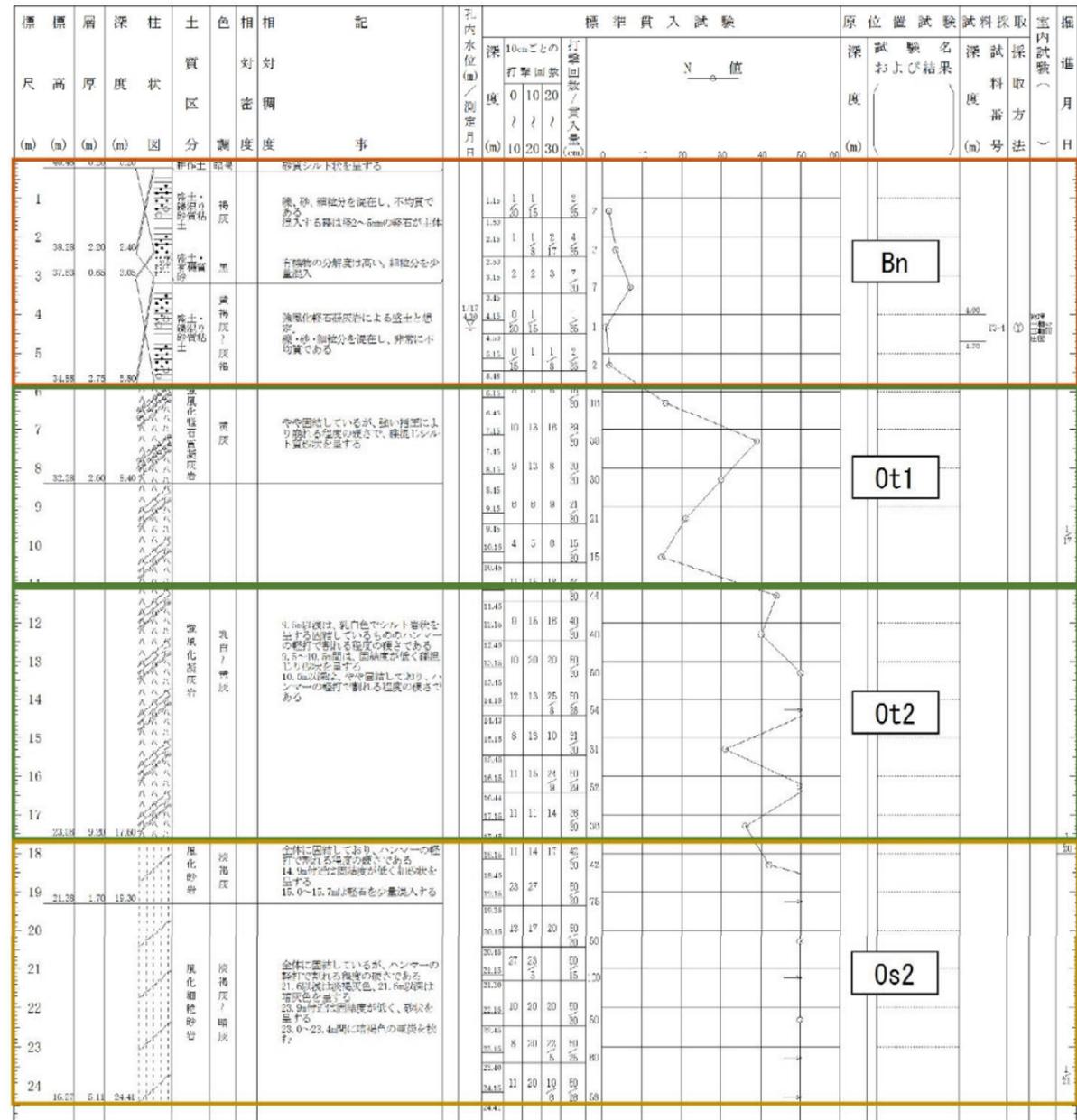
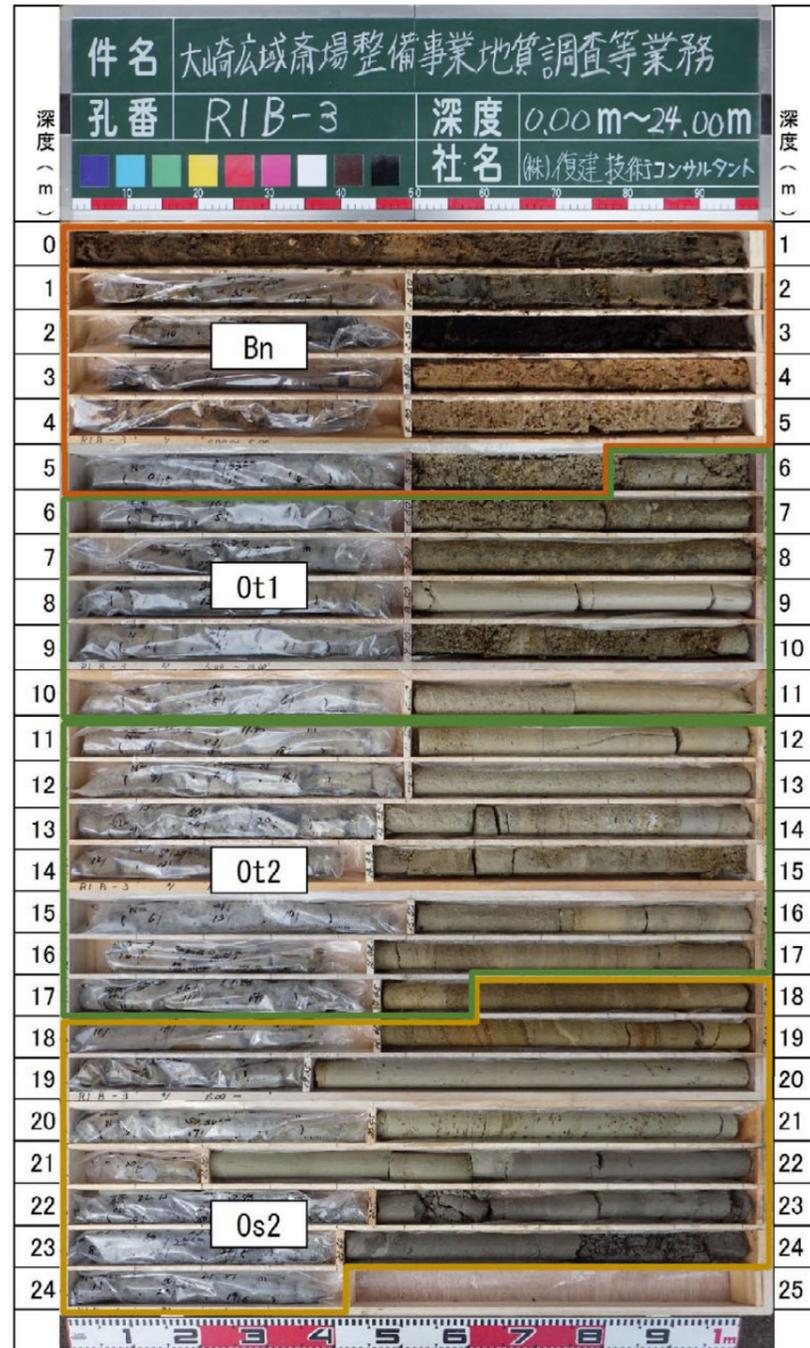
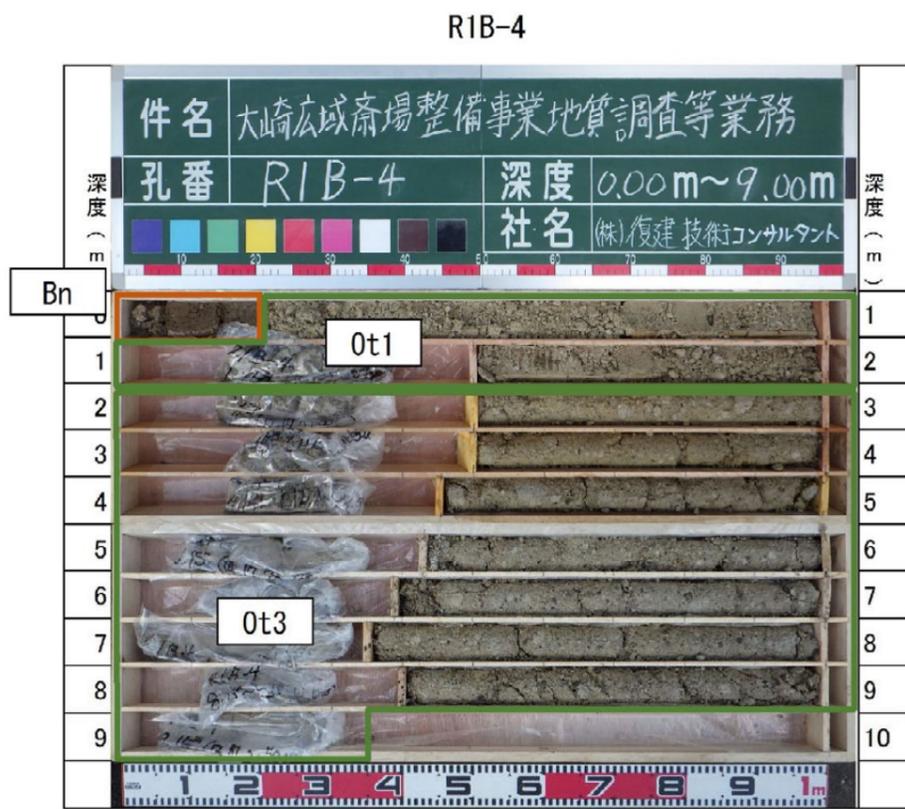


図-5.3.3(c) コア写真・ボーリング柱状図【R1B-3】

ボーリング柱状図



調査名		大崎広域斎場整備事業地質調査等業務		ボーリングNo			
事業・工事名				シートNo			
ボーリング名	R1B-4	調査位置	宮城県大崎市古川小野字新田裏 地内			北緯	38° 37' 51.25"
発注機関	大崎地域広域行政事務組合		調査期間	令和 2年 1月 7日 ~ 2年 1月 9日		東経	140° 58' 29.05"
調査業者名	株式会社 復建技術コンサルタント 電話 (022-217-2041)	主任技師	高橋 雄志	現代理人	佐藤 淳 コア 佐藤 淳 ア 佐藤 淳	ボーリング責任者	岩原 龍輔
孔口標高	TP +42.92m	角	180° 上 90° 下 0°	方	北 0° 東 90° 西 180° 南 270°	地盤勾配	水平 0° 鉛直 90°
総掘進長	9.46m	度	0°	向	西 180°	使用機種	東邦製 D-0 ハンマー 落下用具 半自動式
						エンジン	ヤンマー製 NFD9 ポンプ 東邦製 BG-3 型

標高 (m)	層厚 (m)	深さ (m)	柱状図	土質	色	相対密度	相対含水量	記号	標準貫入試験				N 値	原位置試験	試験名および結果	採取方法	室内試験
									深さ (m)	10m以下の打撃回数	10m以上の打撃回数	貫入量 (cm)					
42.92	0.00	0.00		砂													
42.92	1.80	2.00		砂													
41.12	1.80	3.80		砂													
39.32	1.80	5.60		砂													
37.52	1.80	7.40		砂													
35.72	1.80	9.20		砂													

図-5.3.3(d) コア写真・ボーリング柱状図【R1B-4】

ボーリング柱状図

調査名 大崎広域斎場整備事業地質調査等業務

ボーリングNo

事業・工事名

シートNo

ボーリング名	R1B-5	調査位置	宮城県大崎市古川小野字新田裏 地内	北緯	38° 37' 49.77"
発注機関	大崎広域行政事務組合	調査期間	令和 2年 1月 9日 ~ 2年 1月 11日	東経	140° 58' 31.70"
調査業者名	株式会社 復建技術コンサルタント 電話 (022-217-2041)	主任技師	高橋 雄志	現場代理人	佐藤 淳
コピャ	佐藤 淳	コピャ	佐藤 淳	ボーリング責任者	菅原 龍輔
孔口標高	TP +36.99m	角	180° 上 90° 下 0°	方	北 0° 西 270° 東 90° 南 180°
総掘進長	13.45m	地盤勾配	水平 0° 垂直 90°	使用機種	東邦製 D-0
				エンジン	ヤンマー製 NFD9
				ハンマー	落下用具
				ポンプ	東邦製 BG-3型

R1B-5

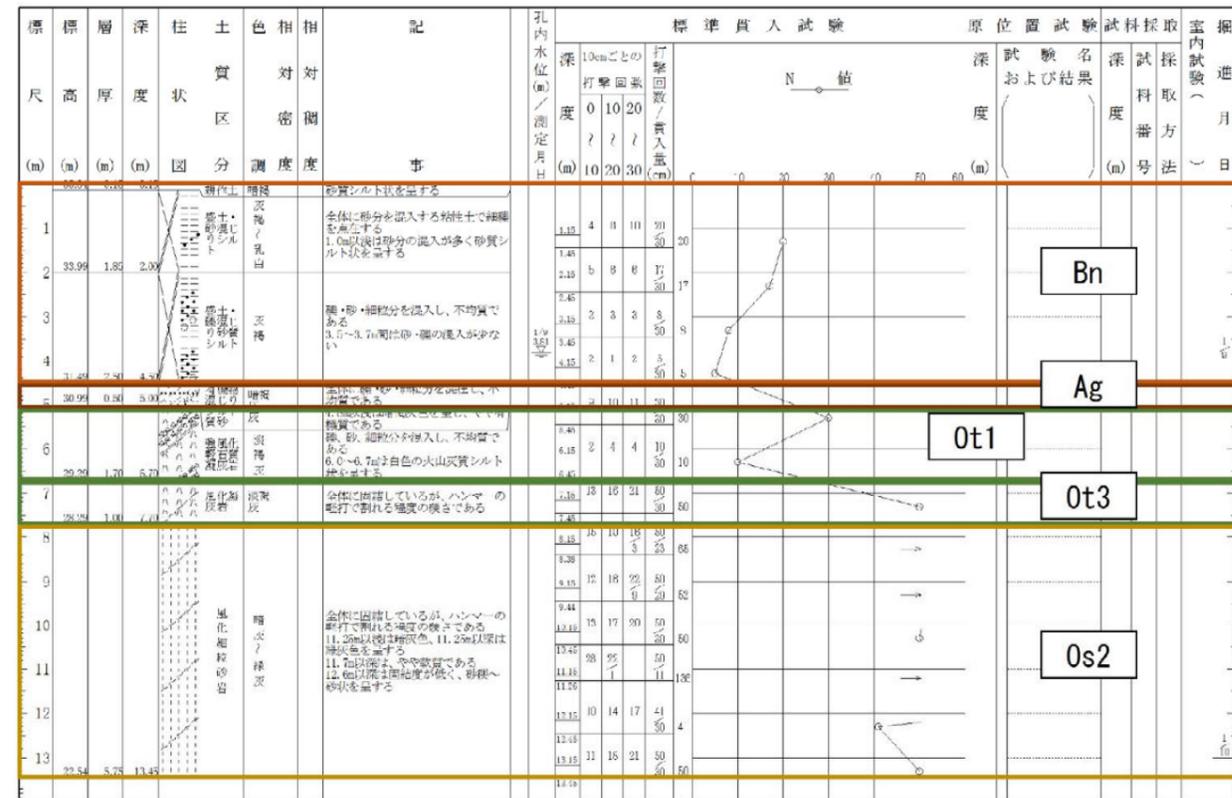
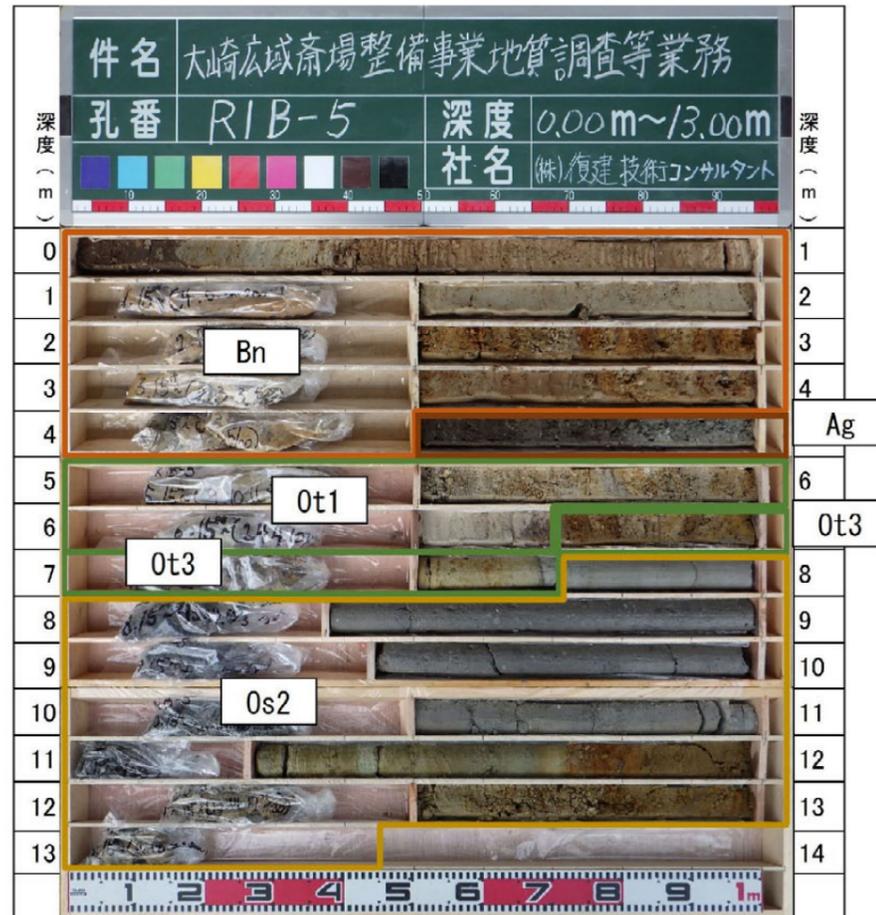


図-5.3.3(e) コア写真・ボーリング柱状図【R1B-5】

ボーリング柱状図

調査名 大崎広域斎場整備事業地質調査等業務

ボーリングNo

事業・工事名

シートNo

ボーリング名	R1B-6	調査位置	宮城県大崎市古川小野字新田裏 地内	北緯	38° 37' 17.63"						
発注機関	大崎地域広域行政事務組合		調査期間	令和 2年 1月 11日 ~ 2年 1月 16日	東経	140° 58' 35.38"					
調査業者名	株式会社 復建技術コンサルタント 電話 (022-217-2041)	主任技師	高橋 雄志	現代場 代理人	佐藤 淳 コ ア ア 定 者	佐藤 淳					
ボーリング 責任者						菅原 龍輔					
孔口標高	TP +10.80m	角	180° 上 90° 下 0°	方	北 0° 東 90° 南 180° 西 270°	地盤勾配	約 10° 約 90°	使用機種	東邦製 D 0	ハンマー 落下用具	半自動式
総掘進長	19.30m			エンジン	ヤンマー製 NFD9	ポンプ	東邦製 BG-3型				

R1B-6

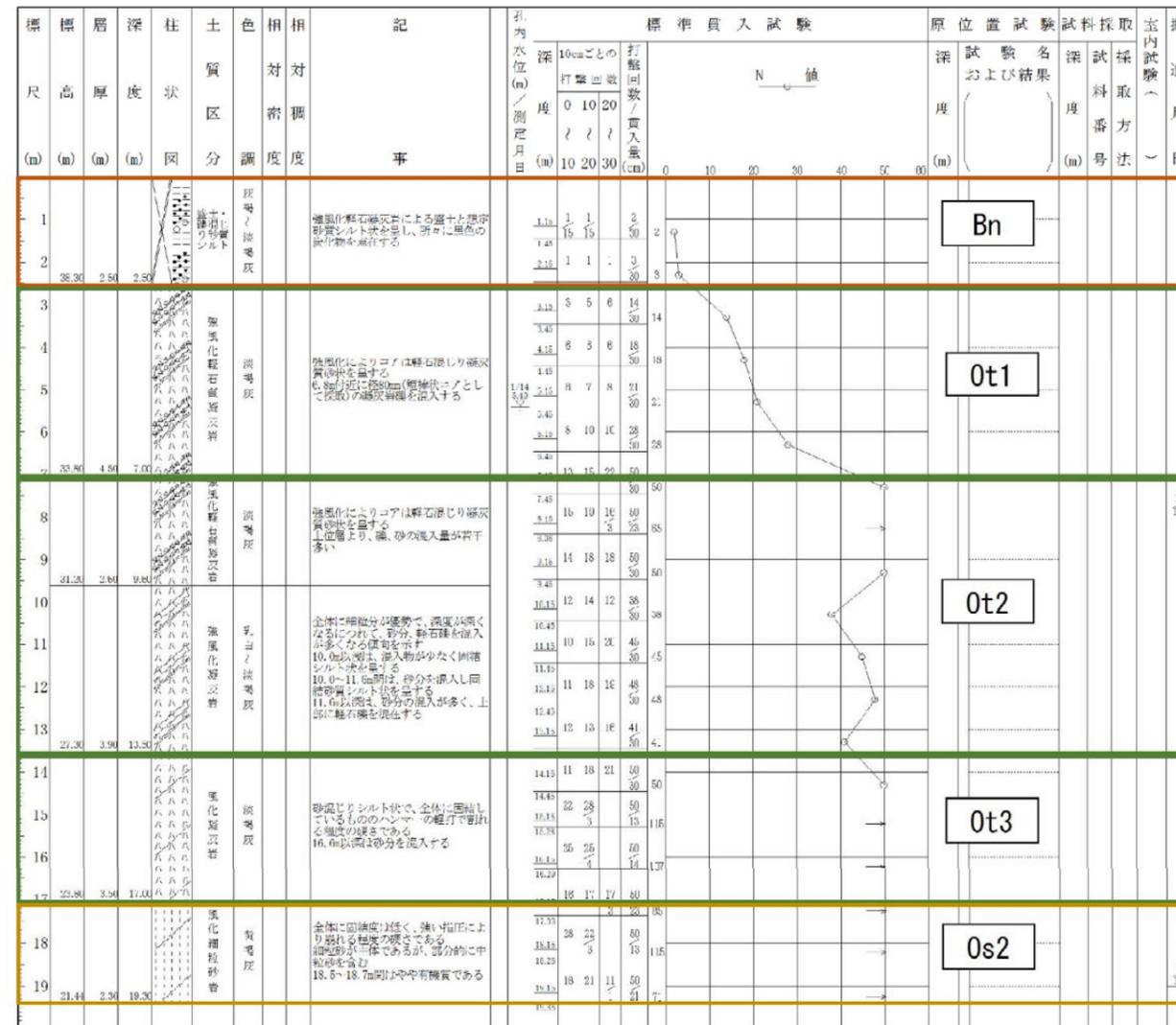
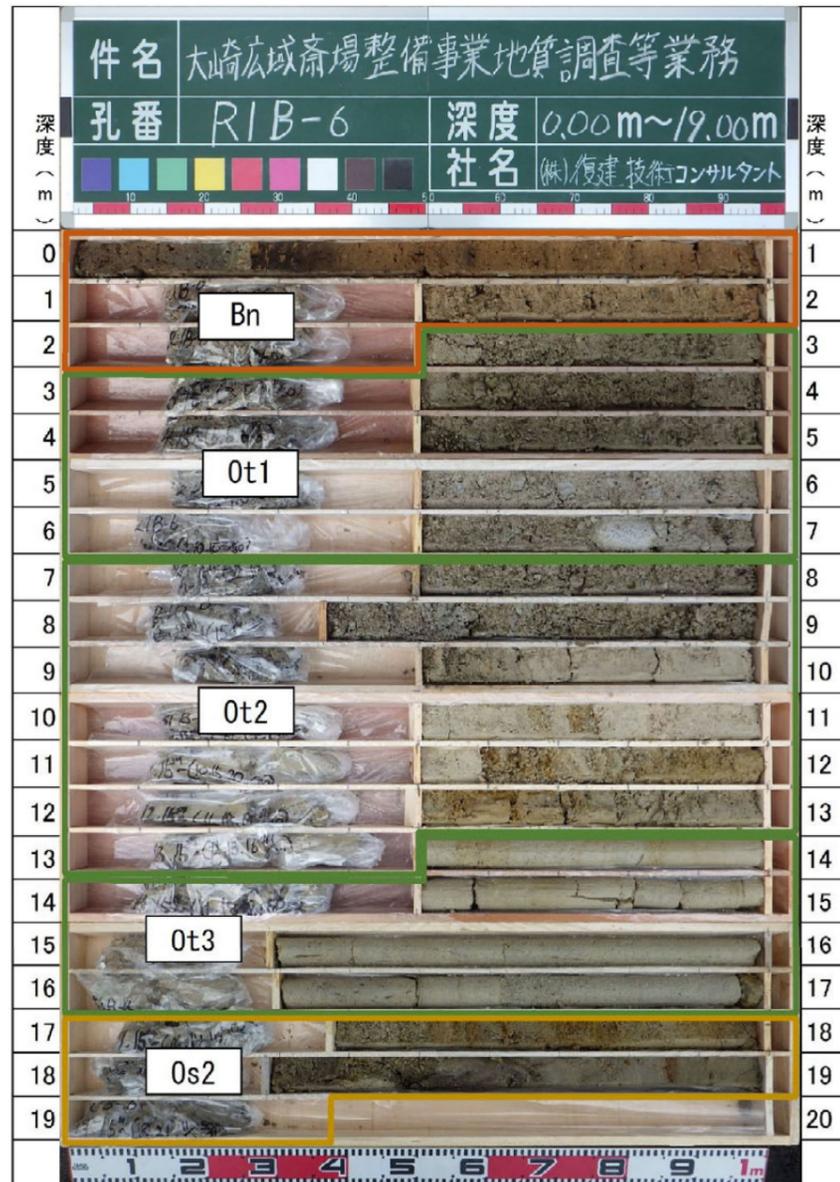


図-5.3.3(f) コア写真・ボーリング柱状図【R1B-6】

5.3. 地下水位

ボーリング(無水掘削)で確認された地下水位(孔内水位)は、表-5.3.1に示すとおりであり、水田部はほぼ地表面付近に存在する。

H29B-4地点(丘陵地)では、GL-23m(標高514m付近)まで掘進したが、孔内水位(地下水位)は確認されていない。

表-5.3.1 ボーリングで確認された地下水位

地点名	土地利用状況	孔口高標高 GH(m)	地下水位		測定日
			GL - (m)	TP+(m)	
H29B-1	水田	498.350	0.40	497.950	H28.1.28
H29B-2	水田	500.224	0.10	500.124	H28.1.31
H29B-3	水田	512.641	0.10	512.541	H28.2.03
H29B-4	丘陵地	537.360	水位なし		

5.4. 室内土質試験結果

本調査では、計画道路設計および軟弱地盤技術解析のための地盤定数設定の基礎資料を得るを目的として、サンプリング試料および標準貫入試験時に採取した試料を適用して室内土質試験を実施した。その試験結果については、以下の図表に整理して示した。

なお、試験結果の詳細については、巻末「調査データ集」に一括掲載してある。

- ・表-5.4.1 室内土質試験結果一覧表
- ・図-5.4.1 粒径加積曲線図
- ・図-5.4.2 圧密曲線～Log P 曲線総合図
- ・図-5.4.3 圧密係数Log C_v～Log P 曲線総合図

表-5.4.1 室内土質試験一覧表

調査地点			R1B-2		R1B-3	R1B-6
試料番号			T2-1	T2-6	T3-4	P3-7
孔口標高 TP m			33.19		40.68	40.80
採取深度	上端深度 m		1.00	7.00	4.00	1.00
	～下端深度 m		～ 1.80	～ 7.65	～ 4.70	～ 7.00
中間標高 TP m			31.79	25.87	36.33	36.80
実測N値			3	4	1	3～28
土層記号			Ao	Ac	Bn	Bn～Ot
一般	湿潤密度 ρ_t g/cm ³		1.717	1.945	1.566	-
	乾燥密度 ρ_d g/cm ³		1.190	1.547	1.013	-
	土粒子の密度 ρ_s g/cm ³		2.501	2.581	2.589	2.513
	自然含水比 W _n %		44.3	25.8	54.7	46.0
	間隙比 e		1.103	0.669	1.560	-
	飽和度 Sr %		100.0	99.6	91.0	-
粒度特性	礫分 %		0.0	5.1	13.3	21.0
	砂分 %		33.2	37.6	32.9	46.0
	シルト分 %		24.3	22.3	40.2	22.9
	粘土分 %		42.5	35.0	13.6	10.1
	細粒分含有率 F _c %		66.8	57.3	53.8	33.0
	最大粒径 mm		2.0	19.0	19.0	26.5
	均等係数 U _c		-	-	65.23	79.29
	曲率係数 U _{c'}		-	-	-	-
	50%粒径 D50 mm		0.0105	0.0370	0.0569	0.2305
	20%粒径 D20 mm		-	-	0.0107	0.0252
10%粒径 D10 mm		-	-	0.0022	0.0049	
スコーン	液性限界 W _L %		44.0	26.9	57.5	43.0
	塑性限界 W _p %		24.6	16.4	29.4	25.9
	塑性指数 I _p		19.4	10.5	28.1	17.1
分類	地盤材料の分類名		砂質粘土 (低液性限界)	礫まじり砂質粘土 (低液性限界)	礫まじり砂質 火山灰質粘性土 (I型)	火山灰質 礫質砂
	分類記号		(CLS)	(CLS-G)	(VH ₁ S-G)	(SV-G)
締め	試験方法		-	-	-	B-c
	最大乾燥密度 ρ_{damx} g/cm ³		-	-	-	1.170
	最適含水比 W _{opt} %		-	-	-	33.9
コーン指数	突固め回数 回/層		-	-	-	55/3
	コーン指数 qc kN/m ²		-	-	-	246.9
	土質区分		-	-	-	第4a種
圧密	試験方法		段階載荷	段階載荷	段階載荷	-
	圧縮指数 C _c		0.31	0.17	0.50	-
	圧密降伏応力 P _c kN/m ²		81.2	249.0	167.7	-
	一軸圧縮強さ q _u kN/m ²		76.7	105.0	-	-
			64.3	120.0	-	-
			73.1	133.0	-	-
一軸圧縮	破壊ひずみ ϵ_f %		11.5	3.8	-	-
			13.6	7.3	-	-
			12.6	7.7	-	-
	変形係数 E ₅₀ MN/m ²		1.10	4.34	-	-
			1.30	5.17	-	-
			0.89	5.97	-	-
せん断	試験条件				UU三軸	
	全応力	c φ	kN/m ²		47.7 0.0	

室内試験結果から、Ao,Ac,Bn層ともに礫分を15%未満、砂分を30~40%含んだ粘性土であり、砂質土と粘性土の中間的な土性を示す土といえる。

孔番	土層	試料番号	試料採取深 (m)	N値 (回)	粒度構成 (%)				粒径D (mm)			試験深度 (m)	粒度構成 (%)		
					礫分	砂分	シルト分	粘土分	50%	20%	10%		0%	50%	100%
R1B-2	Ao	T1-5	1.00 ~ 1.80	3	0.0	33.2	24.3	42.5	0.0105	-	-	1.4	[Bar chart showing 0%, 50%, 100% gradation]		
	Ac	T1-9	7.00 ~ 7.65	4	5.1	37.6	22.3	35.0	0.0370	-	-	7.3	[Bar chart showing 0%, 50%, 100% gradation]		
R1B-3	B	T3-4	4.00 ~ 4.70	1	13.3	32.9	40.2	13.6	0.0157	0.0107	0.0022	4.4	[Bar chart showing 0%, 50%, 100% gradation]		

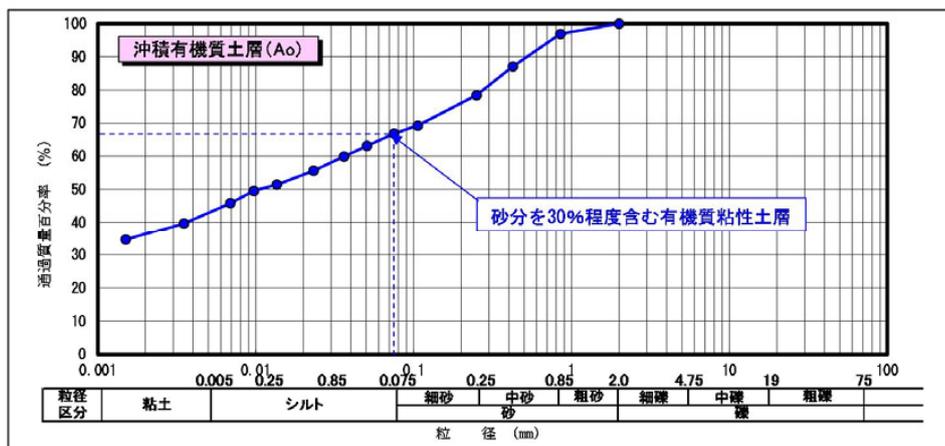


図-5.4.1(a) 粒径加積曲線図【Ao】

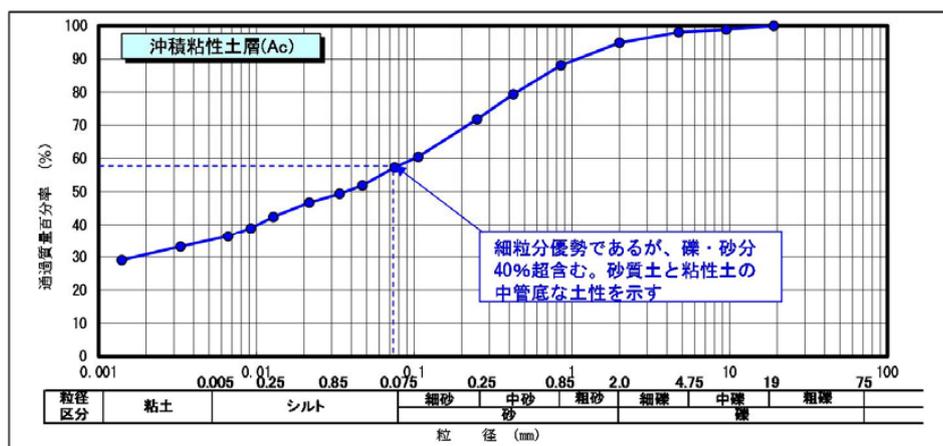


図-5.4.1(b) 粒径加積曲線図【Ac】

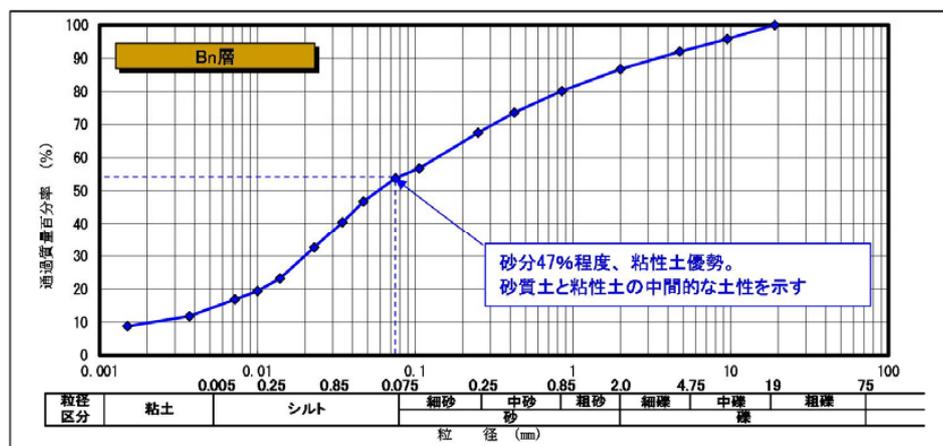
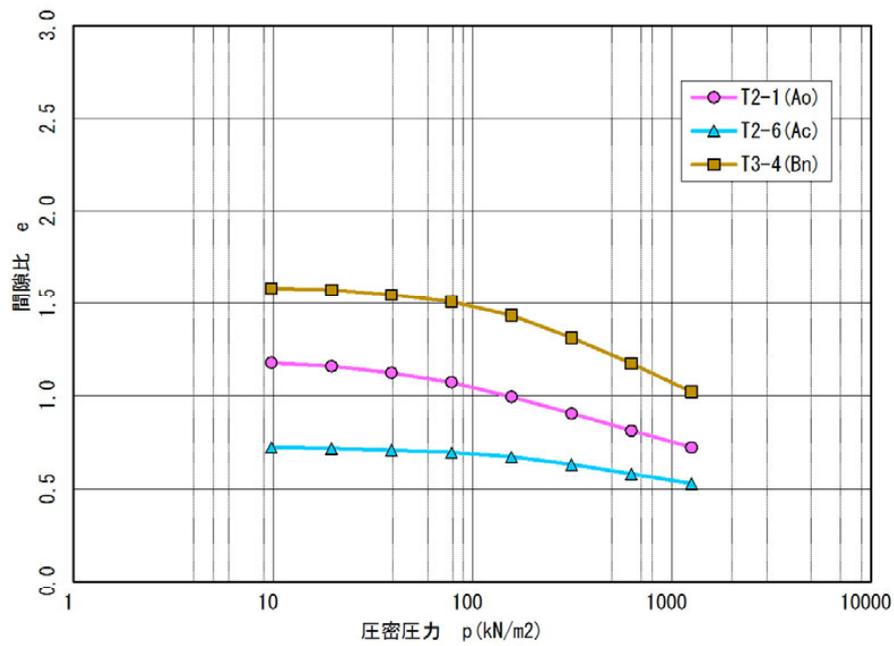
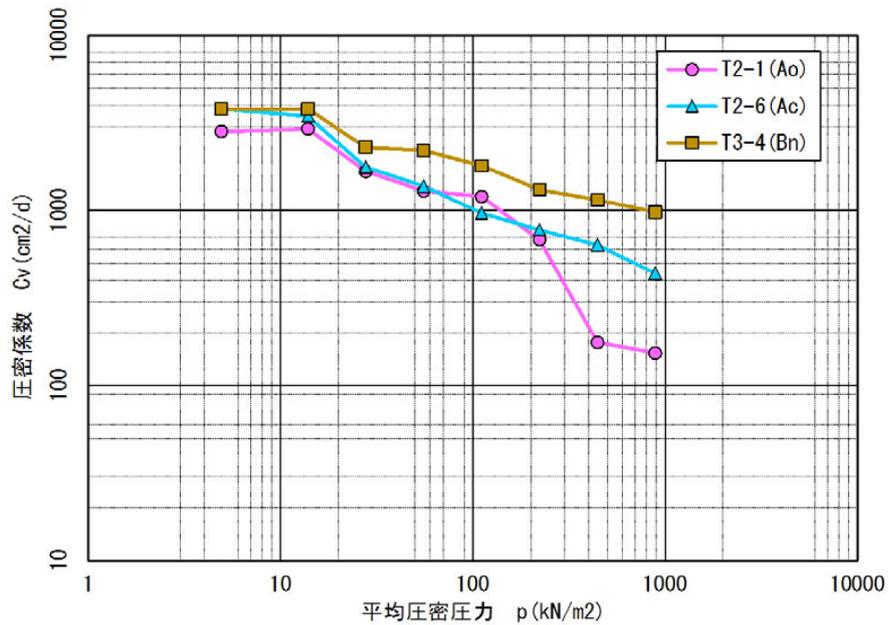


図-5.4.1(c) 粒径加積曲線図【Bn-粘性土】



地点番号	試料番号	圧密圧力 P (kN/m ²)	0.0	9.8	19.6	39.2	78.5	157.0	314.0	628.0	1256.0
R1B-2	T2-1 (Ao)	間隙比 e	1.184	1.178	1.16	1.124	1.073	0.994	0.904	0.812	0.722
R1B-2	T2-6 (Ac)		0.725	0.722	0.716	0.707	0.694	0.671	0.630	0.579	0.528
R1B-3	T3-4 (Bn)		1.584	1.580	1.573	1.545	1.507	1.432	1.312	1.173	1.022

図-5.4.2 圧密曲線 e ~ Log P 曲線総合図【全体】



地点番号	試料番号	平均 圧密圧力 P (kN/m ²)	4.9	13.859	27.719	55.473	111.016	222.032	444.063	888.126
R1B-2	T2-1 (Ao)	圧縮指数 cm ² /d	2831.9	2936.8	1677.8	1295.4	1202.7	680.1	177.1	154
R1B-2	T2-6 (Ac)		3808.4	3463.5	1767	1378.7	967.7	775.9	635.8	437.9
R1B-3	T3-4 (Bn)		3810.3	3793.1	2302.3	2200.8	1798.3	1318.9	1149.4	981.4

図-5.4.3 圧密係数Log Cv ~ Log P 曲線総合図【全体】

〔粘性土の強度特性〕

本業務ではAc層(粘性土)を対象にサンプリングを実施し、室内土質試験(物理1式、一軸圧縮or三軸圧縮UU試験、圧密試験)を実施している。なお、採取土が砂分の混入が多い粘性土であったことから、一軸圧縮試験を実施した場合、過小な値が得られる可能性があることから、三軸UU試験を合わせて実施した。

【提案の関係式】

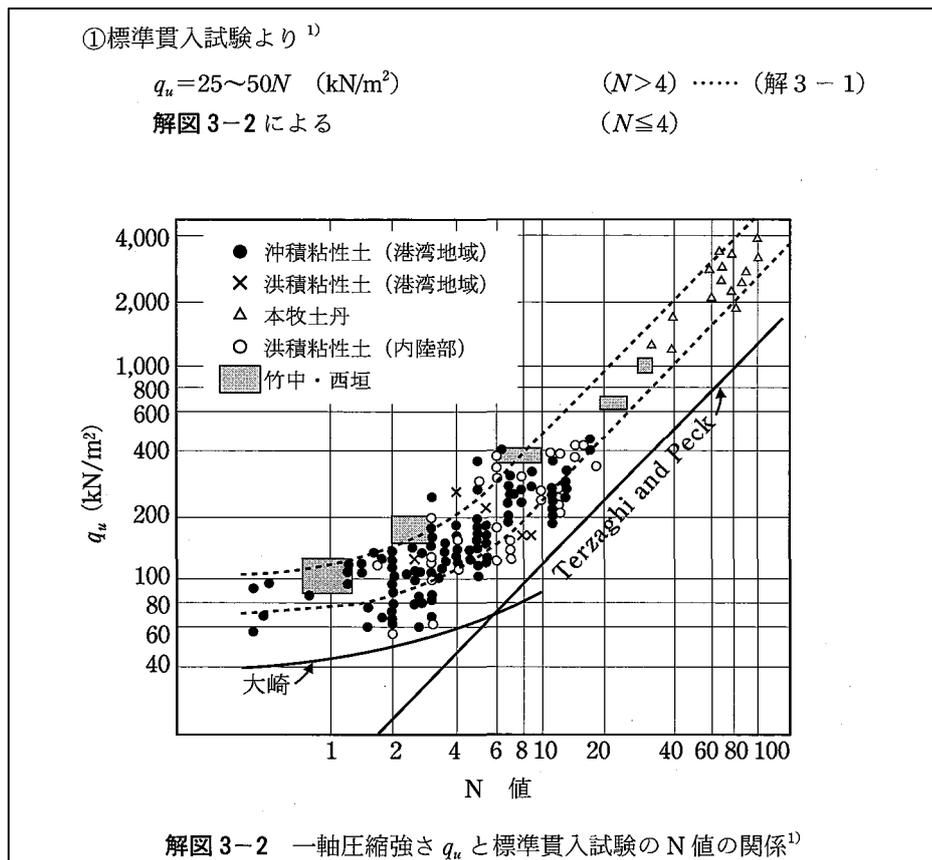
Ac層の粘着力Cは、一軸圧縮試験から得られた一軸圧縮試験強度 q_u とN値の関係が、道路土工軟弱地盤対策工指針で提示している関係の範囲にあり、妥当な関係と評価し、一軸圧縮結果から粘着力Cを求めることとした。

・ 一軸圧縮試験

室内試験結果(一軸圧縮試験)

土層記号	孔番号	試料番号	試験深度(GL-m)			N値 (回)	変形係数 E (kN/m ²)	一軸圧縮強度 q_u (kN/m ²)
			上端	下端	中心			
Ao	R1B-2	T2-1	1.00	~1.80	1.4	3	1100	76.7
							1300	64.3
							891	73.1
			平均値			-	1097	71.4
Ac	R1B-2	T2-6	7.00	~7.65	7.3	4	4340	105.0
							5170	120.0
平均値			-	5160	119.3			

道路土工軟弱地盤対策工指針p45



・ 三軸圧縮 (UU)

三軸試験から得られた粘着力Cは、N値=1の粘性土に対しC=47kN/m²(換算qu=94kN/m²)と非常に大きい値(一般的な関係の上限に近い)を示している。

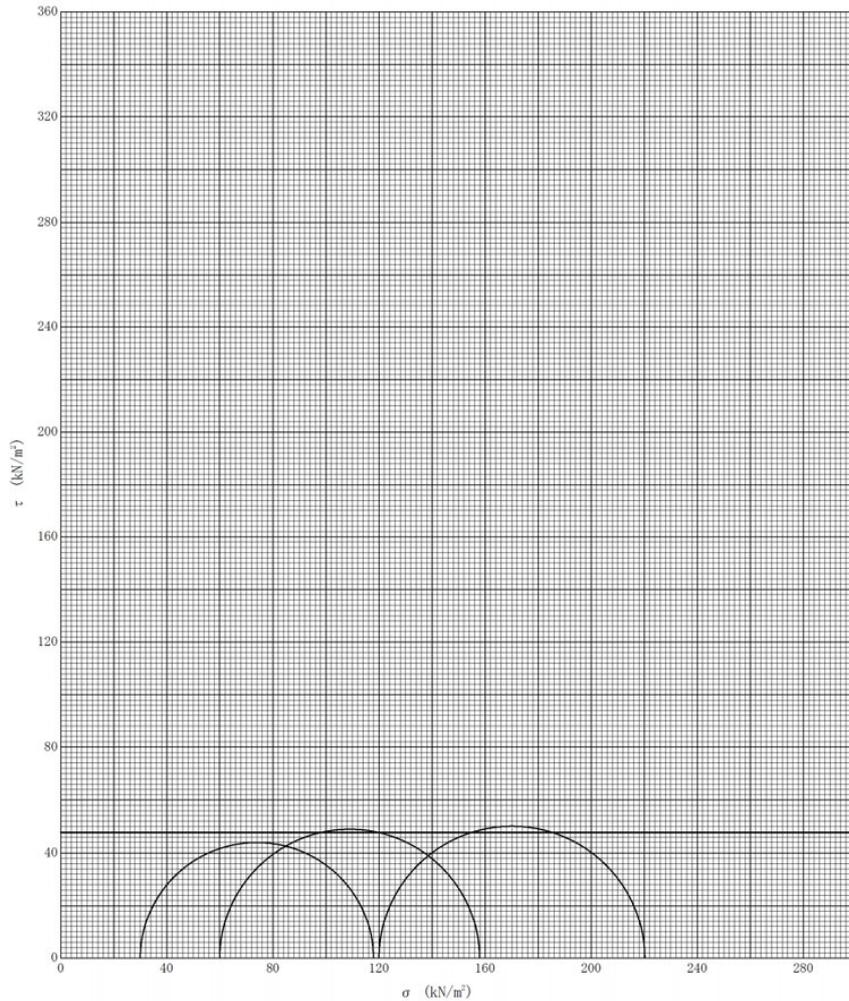
室内試験結果(三軸圧縮UU試験 : Bn層)の整理表

【粘着力】

孔番号	土層記号	試験深度 (GL-m)			N 値 (回)	粘着力 C (kN/m ²)	N 値と Cの関係
		上端	下端	中心			
R1B-3	Bn	4.00	~4.70	4.4	1	47.7	C=47.7・N
提案値						47	C=47・N

室内試験結果(三軸圧縮試験)

JGS	0521	土の強度特性 土の三軸圧縮試験 [UU]			
調査件名	大崎広域斎場整備事業地質調査等業務		試験年月日	令和 2年 2月 5日	
試料番号 (深さ)	T3-4 (4.00~4.70m)		試験者	八銀啓一	
強度定数	全 応 力			有 効 応 力	
応力範囲	c kN/m ²	φ °	tan φ	c' kN/m ²	φ' °
正規圧密領域	47.7	0.0	0.00		
過圧密領域					



特記事項

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

6. 地盤調査の考察

6.1. 設計地盤定数の提案値

当該地区における造成設計に必要な地盤定数は、単位体積重量 γ 、粘着力 C 、内部摩擦角 ϕ 、変形係数 E である。

本業務では、土質区分、標準貫入試験及び室内試験結果を勘案して、設計地盤定数を設定した。なお、室内試験を実施している有機質土(Ao)、粘性土(Ac)、盛土(Bn-c)層は試験結果を重視した。地盤定数の提案値は、概略的な土質定数表やN値との関係等から地盤定数を推定した。設定方法については下表に示してある。

表-6.1.1 当該地区における地盤定数の提案値

年代	土質区分	主な土質	設計N値 (回)	単位体積重量 γ t (kN/m^3)	粘着力 C (kN/m^2)	せん断抵抗角 ϕ (度)	変形係数 E (MN/m^2)	備考
現世	Bn-s	盛土 凝灰質砂	2	17	0	28	2.8	γ : 建築基礎構造設計指針「砂-ゆるい-飽和単位体積重量」 ϕ : 建築基礎構造設計指針 E : $1.4 \cdot N$ (建築基礎指針-沖積砂質土)
	Bn-c	盛土 粘性土	3	15	45	0	$1.0^{※1}$	γ : 室内試験の平均値 C : 室内試験の平均値 E : Ao層と同値(設計N値が同じ)
沖積世	Ao	有機質粘土	3	17	35	0	$1.0^{※1}$	γ : 室内試験の平均値 C : 室内試験の平均値 E : 室内試験の平均値(一軸圧縮試験から得られた変形係数)
	As	凝灰質砂	5	17	0	31	7.0	γ : 建築基礎構造設計指針「砂-ゆるい-飽和単位体積重量」 ϕ : 建築基礎構造設計指針 E : $1.4 \cdot N$ (建築基礎指針-沖積砂質土)
	Ac	礫混じり砂質粘土	3	19	55	0	$5.0^{※1}$	γ : 室内試験の平均値 C : 室内試験の平均値 E : 室内試験の平均値(一軸圧縮試験から得られた変形係数)
	Ag	シルト混じり砂礫	(5)	19	0	35	7.0	γ : 建築基礎構造設計指針「砂-ゆるい-飽和単位体積重量」 ϕ : 盛土工指針「自然地盤-礫混じり砂-密実でないもの」 E : $1.4 \cdot N$ (建築基礎指針-沖積砂質土)
新第三紀	小野田層	Ot1	23	17	42	36	64.4	γ : NEXCO設計要領第二集-単位体積重量の測定例 C, ϕ : NEXCO設計要領第二集 E : $2.8 \cdot N$ (建築基礎指針-洪積砂質土)
		Ot2	46	18	53	38	128.8	γ : NEXCO設計要領第二集-単位体積重量の測定例 C, ϕ : NEXCO設計要領第二集 E : $2.8 \cdot N$ (建築基礎指針-洪積砂質土)
		Ot3	55	18	56	38	154.0	γ : NEXCO設計要領第二集-単位体積重量の測定例 C, ϕ : NEXCO設計要領第二集 E : $2.8 \cdot N$ (建築基礎指針-洪積砂質土)
	Os	Os1	28	17	45	37	78.4	γ : NEXCO設計要領第二集-単位体積重量の測定例 C, ϕ : NEXCO設計要領第二集 E : $2.8 \cdot N$ (建築基礎指針-洪積砂質土)
		Os2	60	18	58	38	168.0	γ : NEXCO設計要領第二集-単位体積重量の測定例 C, ϕ : NEXCO設計要領第二集 E : $2.8 \cdot N$ (建築基礎指針-洪積砂質土)

¹ E: 粘性土、有機質土…一軸圧縮試験から求められた変形係数の平均値。 [E: 沖積砂質土… $E=1.4 \cdot N(\text{MN/m}^2)$ 、洪積砂質土… $E=2.8 \cdot N(\text{MN/m}^2)$]

以下に、地盤定数の設定根拠について整理する。

(1) 設計N値

設計N値は次式により算出した。

設計N値(回)=実測N値の平均 ※少数点以下は切捨てとした。

なお、分析の際は異常値や層境界部のN値は除外した。

表-6.1.2 本調査におけるN値の分析結果表

土層区分	換算N値																								個数 n (個)	N値(回)							
	R1B-1				R1B-2				R1B-3				R1B-4				R1B-5				R1B-6					最小	最大	平均	提案値				
Bn-s	1	3																									2	1	3	2.0	2		
Bn-c																												9	1	8	3.7	3	
Ao																												1	3	3	3.0	3	
As																												2	5	5	5.0	5	
Ac																												3	2	4	3.3	3	
Ag																												0				-	
Ot1	15	12	18	32	26	20	45																					19	10	45	23.6	23	
Ot2																													14	31	65	46.0	46
Ot3																													10	46	71	55.6	55
Os1																													2	19	38	28.5	28
Os2	54	68	50	50	52	71																							26	41	100	60.9	60

※赤数値：分析から除外したもの

(2) 単位体積重量 γ_t

室内土質試験を実施している土層【Bn-c, Ao, Ac】については試験値を平均値を提案値とした。室内土質試験を実施していない砂質土【Bn-s, As】、礫質土【Ag】については機械ボーリングにより採取した土の種類、N値（標準貫入試験値）を指標とした土の締めまり具合や硬軟を判断材料として、表-6.1.3に示す建築基礎構造設計指針p30で示される土の単位体積重量表を参考に設定した。

また、当該地区で確認された岩盤〔軽石質凝灰岩(砂質)【0t】、砂岩【0s】〕の設計地盤定数は設計要領第二集橋梁建設編¹²⁾に示されている提案式を用いて推定した。

○未固結粘性土 (Bn-c, Ac) ・ 有機質土 (Ao) : 室内試験実施

《Bn-c層》 湿潤密度試験の平均値 $1.566 \times 9.81 = 15.4 \div 15$ $\gamma_t = 15 \text{ kN/m}^3$

土層記号	孔番号	試料番号	試験深度 (GL-m)			N 値 (回)	N 値 (回)	単位体積重量	
			上端	下端	中心			(g/cm3)	(kN/m2)
Bn-c	R1B-3	T3-4	4.00	~4.70	4.4	1	1	1.541	15.1
							1	1.604	15.7
							1	1.552	15.2
	平均値						1.0	1.566	15.4
提案値						-	-	15	

《Ao層》 湿潤密度試験の平均値 $1.718 \times 9.81 = 16.8 \div 17$ $\gamma_t = 17 \text{ kN/m}^3$

土層記号	孔番号	試料番号	試験深度 (GL-m)			N 値 (回)	N 値 (回)	単位体積重量	
			上端	下端	中心			(g/cm3)	(kN/m2)
Ao	R1B-2	T2-1	1.00	~1.80	1.4	3	3	1.734	17.0
							3	1.732	17.0
							3	1.687	16.5
	平均値						3.0	1.718	16.84
提案値						-	-	17	

《Ac層》 湿潤密度試験の平均値 $1.947 \times 9.81 = 19.1 \div 19$ $\gamma_t = 19 \text{ kN/m}^3$

土層記号	孔番号	試料番号	試験深度 (GL-m)			N 値 (回)	N 値 (回)	単位体積重量	
			上端	下端	中心			(g/cm3)	(kN/m2)
Ac	R1B-2	T2-6	7.00	~7.65	7.3	4	4	1.926	18.9
							4	1.956	19.2
							4	1.960	19.2
	平均値						4.0	1.947	19.1
提案値						-	-	19	

○未固結砂質土 (Bn-s, As) ・ 礫質土 (Ag) : 表-6.1.3からの推定

《Bn-s層》 表-6.1.3 「砂-ゆるい-飽和単位体積重量」 $\gamma_t = 17 \text{ kN/m}^3$

《As層》 表-6.1.3 「砂-ゆるい-飽和単位体積重量」 $\gamma_t = 17 \text{ kN/m}^3$

《Ag層》 表-6.1.3 「礫-ゆるい-飽和単位体積重量」 $\gamma_t = 19 \text{ kN/m}^3$

表-6.1.3 土の単位体積重量 ※建築基礎構造設計指針

表 2.7.3 土の単位体積重量 (kN/m³)

土質	湿潤単位体積重量 (地下水位以浅)		飽和単位体積重量 (地下水位以深)		水中単位体積重量 (地下水位以深)	
	ゆるい (やわらかい)	密な (かたい)	ゆるい (やわらかい)	密な (かたい)	ゆるい (やわらかい)	密な (かたい)
礫	18	20	19	21	9	11
砂	16	18	17	19	7	9
シルト	14	16	15	17	5	7
粘土	13	15	14	16	4	6
関東ローム	12	14	13	15	3	5
高有機質土	9	12	10	13	0	3

Ag
Bn-s, As

○岩盤【(軽石質)凝灰岩：0t1, 0t2, 0t3】、【砂岩：0s1, 0s2】

《0t1層：設計N値=23》単位体積重量 $\gamma = (1.173 + 0.4 \cdot \text{Log } N) \times 9.807 = 16.85 \approx 17 \text{ kN/m}^3$

《0t2層：設計N値=46》単位体積重量 $\gamma = (1.173 + 0.4 \cdot \text{Log } N) \times 9.807 = 18.03 \approx 18 \text{ kN/m}^3$

《0t3層：設計N値=55》単位体積重量 $\gamma = (1.173 + 0.4 \cdot \text{Log } N) \times 9.807 = 18.33 \approx 18 \text{ kN/m}^3$

《0s1層：設計N値=28》単位体積重量 $\gamma = (1.173 + 0.4 \cdot \text{Log } N) \times 9.807 = 17.18 \approx 17 \text{ kN/m}^3$

《0s2層：設計N値=60》単位体積重量 $\gamma = (1.173 + 0.4 \cdot \text{Log } N) \times 9.807 = 18.48 \approx 18 \text{ kN/m}^3$

岩盤の概略的な単位体積重量として、設計要領第二集 橋梁建設編で提示している式(6.1.1)および図-6.1.1 に示す値より推定した。

$$\text{平均単位体積重量 } t \text{ (kN/m}^2\text{)} = (1.173 + 0.4 \cdot \text{Log } N) \times 9.807 \dots \dots (6.1.1)$$

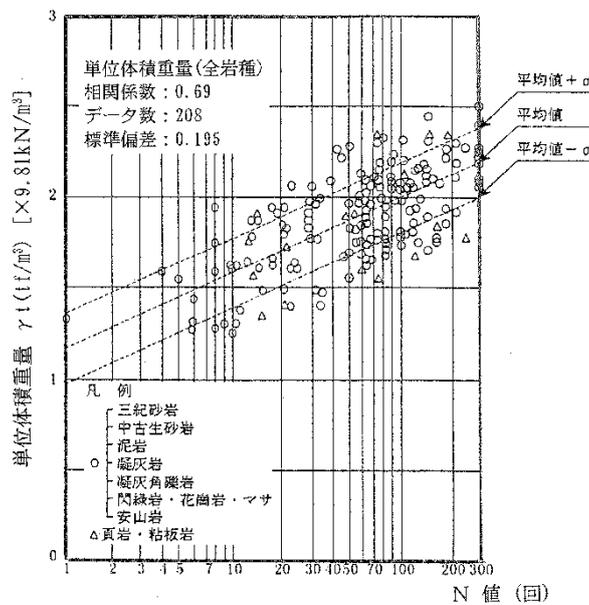


図-6.1.1 岩盤の単位体積重量の測定例¹²⁾

(3) 粘着力C

粘性土に対して内部摩擦角 $\phi=0$ 条件として粘着力Cを設定し、試験を実施している有機質土【Ao】層、粘性土層【Ac】層については、「一軸圧縮試験値×1/2」より設定した。また、盛土・粘性土【Bn-c】層については礫・砂分の混入が多く、一軸圧縮試験では過小評価となるため、三軸圧縮(UU)試験を実施しており、この試験から得られた粘着力を提案値とした。

岩盤のせん断定数(粘着力C、せん断抵抗角 ϕ)は、NEXCOで提示している関係式を用いて推定した。なお、軽石質凝灰岩(砂質系)【Ot】、砂岩【Os】ともに砂質土系の岩盤であることから、「砂岩・礫岩・深成岩類」の関係式より推定した。

《Bn-c層》室内試験値を重視して設定した $\Rightarrow C=45\text{kN/m}^2$

土層記号	孔番号	試料番号	試験深度 (GL-m)			N 値 (回)	三軸圧縮強度 $\sigma_a - \sigma_r$ (kN/m ²)
			上端	下端	中心		
Bn-c	R1B-3	T3-4	4.00	~4.70	4.4	1	87.9
							97.9
							100.2
	平均値					1.0	95.3
提案値					-	C=47.7 \approx 45	

《Ao層》室内試験値を重視して設定した $\Rightarrow C=35\text{kN/m}^2$

土層記号	孔番号	試料番号	試験深度 (GL-m)			N 値 (回)	一軸圧縮強度 q_u (kN/m ²)
			上端	下端	中心		
Ao	R1B-2	T2-1	1.00	~1.80	1.4	3	76.7
							64.3
							73.1
	平均値					3.0	71.4
提案値					-	70 (C=35)	

《Ac層》室内試験値を重視して設定した $\Rightarrow C=55\text{kN/m}^2$

土層記号	孔番号	試料番号	試験深度 (GL-m)			N 値 (回)	一軸圧縮強度 q_u (kN/m ²)
			上端	下端	中心		
Ac	R1B-2	T2-6	7.00	~7.65	7.3	4	105.0
							120.0
							133.0
	平均値					4.0	119.3
提案値					-	110 (C=55)	

岩盤(Gr)のせん断定数(粘着力C、せん断抵抗角)は、NEXCOで提示している関係式を用いて推定した。

表-6.1.4 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	15.2N ^{0.327}	25.3N ^{0.334}	16.2N ^{0.666}	
	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	5.10LogN +29.3	6.82LogN +21.5	0.888LogN +19.3	Logの底は10
	標準偏差	4.40	7.85	9.78	

《0t1層：設計N値=23》

表-6.1.4 NEXCOの関係式(砂岩・礫岩・深成岩岩)⇒C=42N/m²

《0t2層：設計N値=46》

表-6.1.4 NEXCOの関係式(砂岩・礫岩・深成岩岩)⇒C=53N/m²

《0t3層：設計N値=55》

表-6.1.4 NEXCOの関係式(砂岩・礫岩・深成岩岩)⇒C=56N/m²

《0s1層：設計N値=28》

表-6.1.4 NEXCOの関係式(砂岩・礫岩・深成岩岩)⇒C=45N/m²

《0s2層：設計N値=60》

表-6.1.4 NEXCOの関係式(砂岩・礫岩・深成岩岩)⇒C=60N/m²

(4) 内部摩擦角 ϕ

未固結砂質土、礫質土に対して粘着力 $C=0$ 条件として内部摩擦角 ϕ を設定し、砂質土【Bn-s,As】層、礫質土【Ag】層については設計N値から建築基礎構造設計指針p30に掲載されている式を用いて推定した。

岩盤のせん断定数(粘着力 C 、せん断抵抗角 ϕ)は、NEXCOで提示している関係式を用いて推定した。なお、軽石質凝灰岩(砂質系)【0t】、砂岩【0s】ともに砂質土系の岩盤であることから、「砂岩・礫岩・深成岩類」の関係式より推定した。

b) 強度特性

強度特性は主に地盤の支持力や液状化判定などに用いられる。ここでは、粘着力、内部摩擦角について述べる。なお、液状化強度は3.2節を参照されたい。

粘性土の強度特性である粘着力は、原位置で採取した乱さないサンプリング試料を用いた一軸圧縮試験や三軸圧縮試験から求めることが基本である。粘性土の一軸圧縮強さと N 値の関係に関する経験式^{27.3)}も提案されているが、 N 値が小さいところで信頼性が低いため、用いるべきではない。一方、砂質土の内部摩擦角については、圧密排水(CD)三軸圧縮試験から求めることが基本であるが、事前調査段階などの概略検討では N 値による関係式から推定してもよい。一般には式 2.7.1 の大崎の提案式^{27.4)}が広く利用されているが、当時の実験値にはかなりのばらつきが含まれている。これに対して畑中ら^{27.5)}は細粒分含有率 20% 以下の砂質土について、凍結サンプリング試料などの試験結果に基づいた実験式である式 2.7.2 を提案している [図 2.7.1 参照]。

$$\phi_d = \sqrt{20N} + 15 \quad (2.7.1)$$

$$\phi_d = \sqrt{20N_1} + 20 \quad (3.5 \leq N_1 \leq 20), \quad \phi_d = 40 \quad (N_1 > 20) \quad (2.7.2)$$

$$N_1 = \frac{N}{\frac{\sigma'_z}{\sqrt{100}}} \quad (2.7.3)$$

ここに、 ϕ_d (°) : 内部摩擦角, N_1 : N 値を有効上載圧で補正した換算 N 値, σ'_z (kN/m²) : 有効上載圧

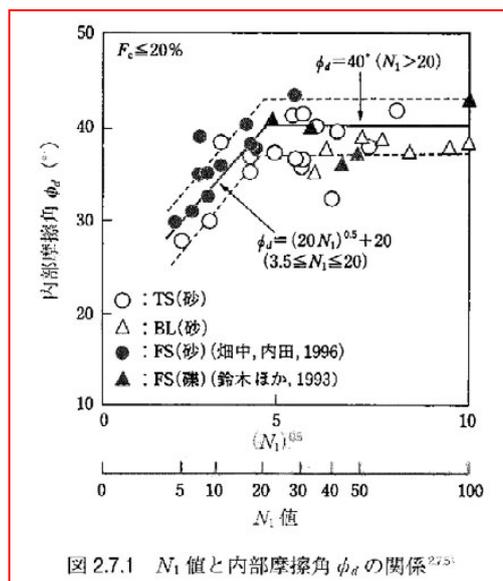


図 2.7.1 N_1 値と内部摩擦角 ϕ_d の関係^{27.5)}

《Bn-s層：設計N値=2の盛土・砂質土》

表-6.1.5(a) 建築基礎構造設計指針 内部摩擦角 $\phi=28.9 \cong 28^\circ$

《As層：設計N値=5の砂質土》

表-6.1.5(b) 建築基礎構造設計指針 内部摩擦角 $\phi=31.7 \cong 31^\circ$

表-6.1.5(a) 建築基礎構造設計指針p30による内部摩擦角 ϕ の計算【Bn-s】

地盤モデル：R1B-1

		水位 GL-(m)	5.850	浮力=	10.0	kN/m ²					
層 No	土層区分	N 値 (回)	深 度 m	層 厚 m	γt kN/m ³	$\gamma t'$ kN/m ³	$\gamma t' \cdot H$ kN/m ²	$\sum \gamma t' \cdot H$ kN/m ²	層中央 $\sigma z'$ kN/m ²	換算N値 N1	内 部 摩擦角 $\phi d(^{\circ})$
0			0.00					0.00			計算値
1	Bn-s	2	3.00	3.00	17.0	17.0	51.00	51.00	25.50	3.96	28.9
2	0t1	23	5.85	2.85	17.0	17.0	48.45	99.45	75.23	23.06	40.0
3	0t1	23	9.90	4.05	17.0	7.0	28.35	127.80	113.63	20.35	40.0
4	0s2	60	15.00	5.10	18.0	8.0	40.80	168.60	148.20	46.21	40.0

表-6.1.5(b) 建築基礎構造設計指針p30による内部摩擦角 ϕ の計算【As】

地盤モデル：R1B-2

		水位 GL-(m)	1.600	浮力=	10.0	kN/m ²					
層 No	土層区分	N 値 (回)	深 度 m	層 厚 m	γt kN/m ³	$\gamma t'$ kN/m ³	$\gamma t' \cdot H$ kN/m ²	$\sum \gamma t' \cdot H$ kN/m ²	層中央 $\sigma z'$ kN/m ²	換算N値 N1	内 部 摩擦角 $\phi d(^{\circ})$
0			0.00					0.00			計算値
1	Ao	3	1.60	1.60	17.0	17.0	27.20	27.20	13.60	8.13	32.8
2	Ao	3	2.10	0.50	17.0	7.0	3.50	30.70	28.95	5.41	30.4
3	As	5	5.25	3.15	17.0	7.0	22.05	52.75	41.73	6.88	31.7
4	Ac	3	8.80	3.55	19.0	9.0	31.95	84.70	68.73	3.26	22.7
5	Ag	5	9.10	0.30	19.0	9.0	2.70	87.40	86.05	5.35	30.3
6	0s1	28	11.90	2.80	17.0	7.0	19.60	107.00	97.20	27.07	40.0
7	0s2	60	18.00	6.10	18.0	8.0	48.80	155.80	131.40	48.07	40.0

《0t1層：設計N値=23》

前掲表-6.1.4 NEXCOの関係式(砂岩・礫岩・深成岩岩) $\Rightarrow \phi=36^\circ$

《0t2層：設計N値=46》

前掲表-6.1.4 NEXCOの関係式(砂岩・礫岩・深成岩岩) $\Rightarrow \phi=38^\circ$

《0t3層：設計N値=55》

前掲表-6.1.4 NEXCOの関係式(砂岩・礫岩・深成岩岩) $\Rightarrow \phi=38^\circ$

《0s1層：設計N値=28》

前掲表-6.1.4 NEXCOの関係式(砂岩・礫岩・深成岩岩) $\Rightarrow \phi=37^\circ$

《0s2層：設計N値=60》

前掲表-6.1.4 NEXCOの関係式(砂岩・礫岩・深成岩岩) $\Rightarrow \phi=38^\circ$

(5) 変形係数 E

室内土質試験を実施している粘性土【Bn-c,Ac】層及び有機質土【Ao】層は、一軸・三軸圧縮(UU)試験より得られた変形係数の平均値を提案値とした。砂質土層及び礫質土層の変形係数は、設計N値を媒介として建築基礎構造設計指針p32に提示されている式(2.7.6)及び式(2.7.7)の関係式を用いて推定した。

岩盤の変形係数は、NEXCOで提示している関係式を用いて推定した。

変形係数は地盤の沈下と水平変位の検討などに用いられる。これらの変形係数が対象とする変位のオーダーは数 mm から数 cm 程度となり、G-γ曲線では0.1%を超えるひずみレベルに対応する。変形係数を原位置試験および室内試験から求める方法として、平板載荷試験、孔内水平載荷試験、一軸・三軸圧縮試験などがある。一軸・三軸圧縮試験から求めた E_{30} は軸ひずみ0.3~2%、孔内水平載荷試験による E は軸ひずみ1~6%の範囲にあると想定され、ひずみレベルに違いがあることから、変形係数の値にも差がある²⁷²⁾。したがって、変形係数は想定するひずみレベルに合った値を設定する必要がある。なお、地下水位以浅の砂質土に対して沈下量を求める場合の変形係数として、標準貫入試験の N 値から推定する次式が用いられている。

$$\text{沖積砂質土 (正規圧密砂質土)} \quad E=1.4N \quad (\text{MN/m}^2) \quad (2.7.6)$$

$$\text{洪積砂質土 (過圧密砂質土)} \quad E=2.8N \quad (\text{MN/m}^2) \quad (2.7.7)$$

建築基礎構造設計指針p32

〔岩盤の変形係数〕

$$\text{平均変形係数} = 27.1 \cdot N^{0.69} \times 98.1 (\text{kN/m}^2) \dots\dots\dots \text{式-6.1.2}$$

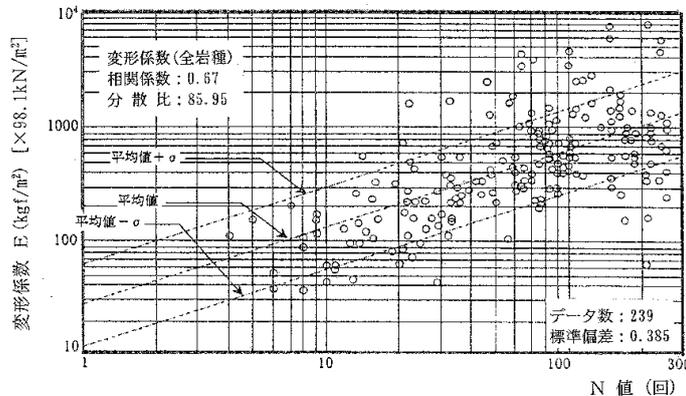


図-6.1.2 換算N値と変形係数(孔内水平載荷試験結果相当値)の関係¹²⁾ (p. 4-14)

○未固結粘性土【Bn-c, Ac】、有機質土【Ao】

《Bn-c層、設計N値=3》 変形係数 $E=2.9 \text{ MN/m}^2 (2900\text{kN/m}^2)$

※盛土であり拘束圧が小さい範囲の値を採用、

土層記号	孔番号	試料番号	試験深度 (GL-m)			N 値 (回)	変形係数 E (kN/m ²)	セル圧 (kN/m ²)
			上端	下端	中心			
Bn-c	R1B-3	T3-4	4.00	~4.70	4.4	1	2970	30
							3920	60
							4450	120
	平均値			1.0			3780	-
提案値			-			2900 (min)	-	

《Ao層、設計N値=3》 変形係数 $E=1.0 \text{ MN/m}^2 (1000\text{kN/m}^2)$

土層記号	孔番号	試料番号	試験深度 (GL-m)			N 値 (回)	変形係数 E (kN/m ²)
			上端	下端	中心		
Ao	R1B-2	T2-1	1.00	~1.80	1.4	3	1100
							1300
							891
	平均値			3.0			1097
提案値			-			1000	

《Ac層、設計N値=3》 変形係数 $E=5.0 \text{ MN/m}^2 (5000\text{kN/m}^2)$

土層記号	孔番号	試料番号	試験深度 (GL-m)			N 値 (回)	変形係数 E (kN/m ²)
			上端	下端	中心		
Ac	R1B-2	T2-6	7.00	~7.65	7.3	4	4340
							5170
							5970
	平均値			4.0			5160
提案値			-			5000	

○未固結砂質土 (Bn-s, As) ・礫質土 (Ag) : 式(2.7.6)、式(2.7.6)

《Bn-s層、設計N値=2》 「沖積砂質土-E=1.4・N」 $E=1.4 \times 2=2.8\text{MN/m}^2$

《As層、設計N値=5》 「沖積砂質土-E=1.4・N」 $E=1.4 \times 5=6.0\text{MN/m}^2$

《Ag層、設計N値=5(仮定)》 「沖積砂質土-E=1.4・N」 $E=1.4 \times 5=6.0\text{MN/m}^2$

○岩盤 (0t, 0s) : 図-6.1.2 孔内水平載荷試験結果相当値

《0t1層：設計N値=23》

式-6.1.2 NEXCOの関係式 ⇒ 変形係数 $E=64.4\text{MN/m}^2$

《0t2層：設計N値=46》

式-6.1.2 NEXCOの関係式 ⇒ 変形係数 $E=128.8\text{MN/m}^2$

《0t3層：設計N値=55》

式-6.1.2 NEXCOの関係式 ⇒ 変形係数 $E=154.0\text{MN/m}^2$

《0s1層：設計N値=28》

式-6.1.2 NEXCOの関係式 ⇒ 変形係数 $E=78.4\text{MN/m}^2$

《0s2層：設計N値=60》

式-6.1.2 NEXCOの関係式 ⇒ 変形係数 $E=168.0\text{MN/m}^2$

6. 2. 盛土材料試験結果

盛土材料は計画敷地内で発生した切土材を利用することを基本にしている。ただし、地盤調査実施段階では、計画敷地内の造成計画は行われておらず、盛土・切土の範囲や高さについては不明な状況である。よって、ここでは想定される切土箇所（地盤標高が高い地点の地盤上部）として“R1B-6のGL-1.0～7.0m”を代表箇所として盛土材料試験を1試料実施し、盛土材として利用の可否を簡易的な判定を行ったものである。

1) 試料採取位置

試料採取位置は下図に示す通りである。

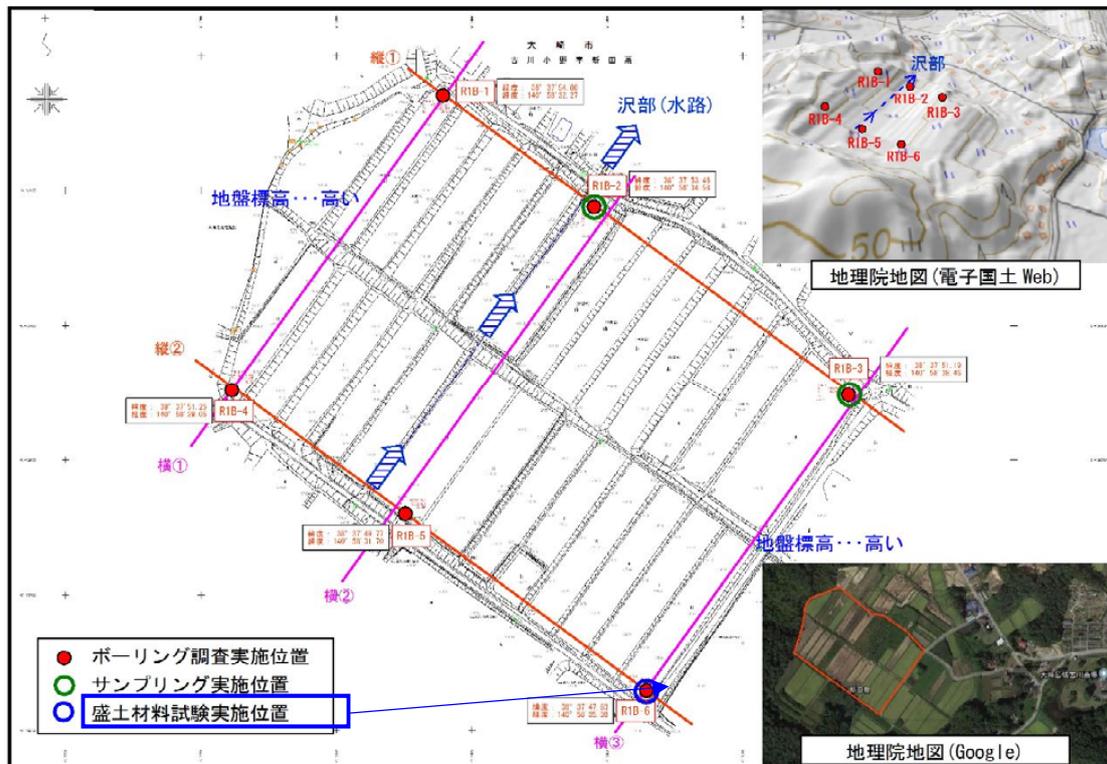


図-6. 2. 1 盛土材料試験試料採取位置平面図

ボーリング柱状図

調査名 大崎広域斎場整備事業地質調査等業務

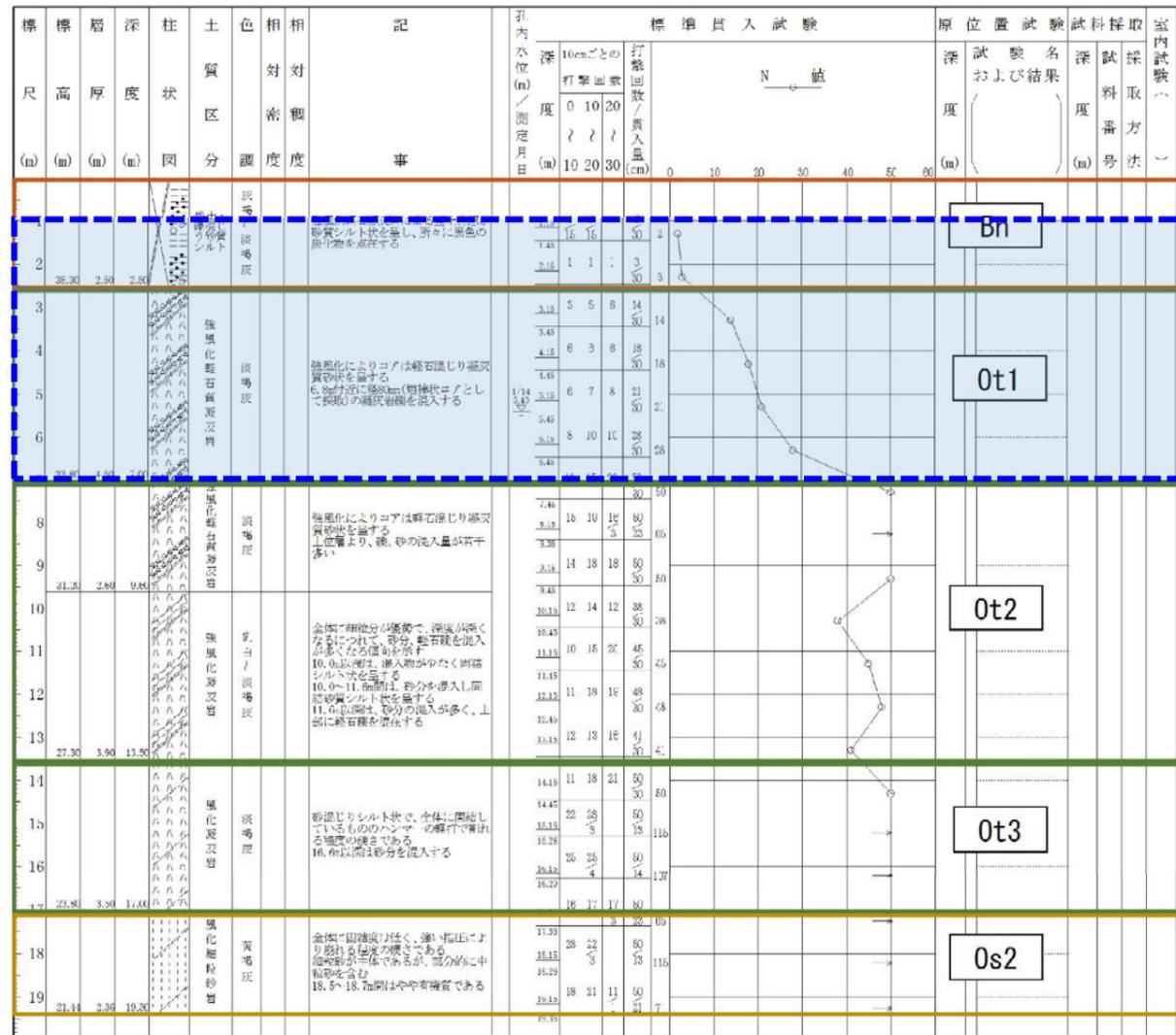
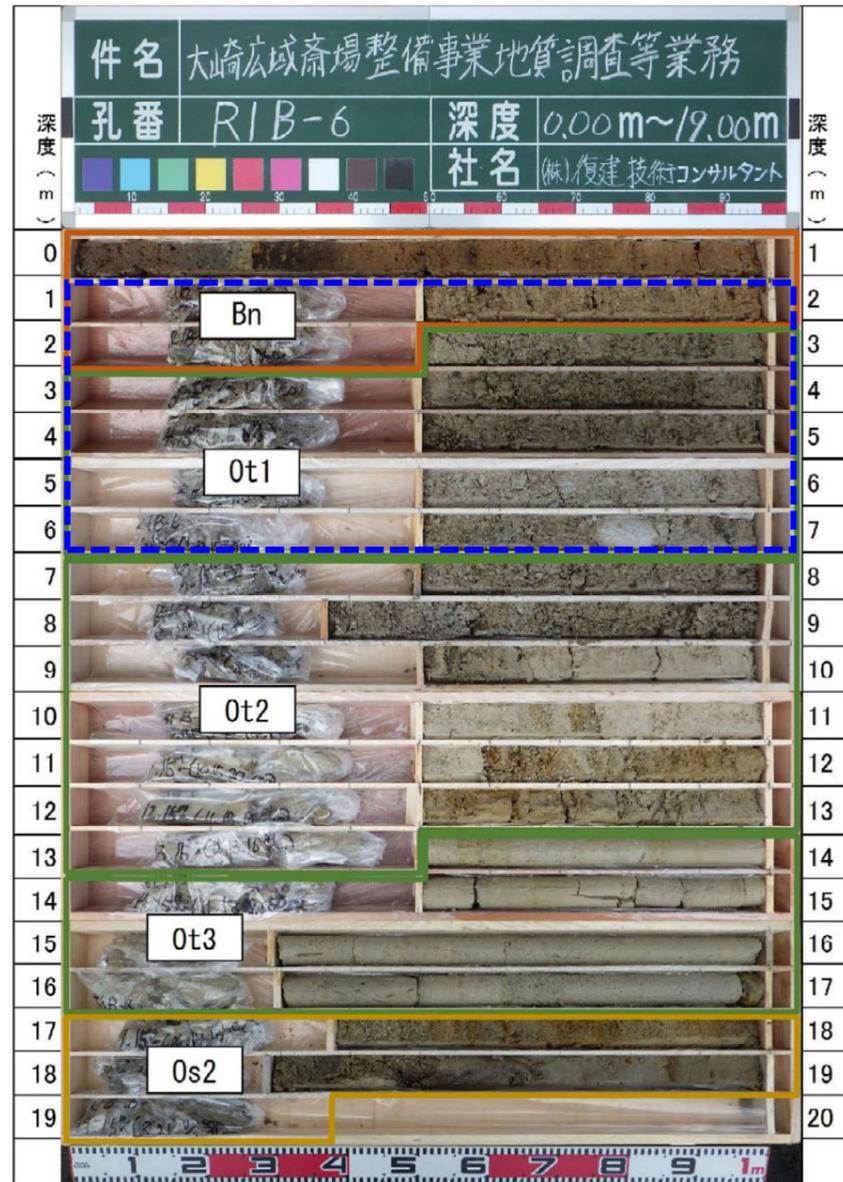
ボーリングNo

事業・工事名

シートNo

ボーリング名	R1B-6	調査位置	宮城県大崎市古川小野字新田裏 地内	北緯	38° 37' 47.63"		
発注機関	大崎地域広域行政事務組合		調査期間	令和 2年 1月 11日 ~ 2年 1月 16日	東経	140° 58' 35.38"	
調査業者名	株式会社 復建技術コンサルタント 電話(022-217-2041)	主任技師	高橋 雄志	現場代理人	佐藤 淳	ボーリング責任者	菅原 龍輔
孔口標高	TP +40.50m	角	150° 上 90° 下 0°	方	北 0° 西 270° 東 90°	地盤勾配	水平 0°
総掘進長	19.36m	度	0°	向	西 180° 東 0°	使用機種	東邦製 D 0
						エンジン	ヤンマー製 NFD9
						ポンプ	東邦製 BG-3型

R1B-6



◆試料採取位置
切土となる可能性が高い地盤上部 (GL-1.0~7.0m) を対象。(φ86mmで採取)
※表層1mは耕作土等と想定されるため、除外。

2) 室内試験項目

当該地区における想定切土部(地盤標高が高い箇所)の地盤上部：R1B-6, GL-1.0~7.0m)を対象に盛土材料試験を実施し、当該計画箇所の切土材を盛土材として利用できるか否かを簡易判定することを目的とした。代表箇所としてR1B-6孔を選定し、近傍に別孔を掘削(86mmオールコア)して試験試料を採取した。試験は解表5-4-2を参考に道路盛土路体を目安とした室内試験項目(物理試験1式、土の締固め試験、コーン指数試験)を実施し、試験結果から造成盛土及び道路盛土(路体)として使用可能か否かの簡易判定(締固め度、建設発生土の土質区分基準)結果にいて整理したものである。

道路土工盛土工指針p217

(1) 基準試験

品質管理の基準となる試験は施工当初、及び材料が明らかに変化した場合に、解表5-4-2のとおり実施する。なお、必要に応じて、路体においてはコーン指数試験(JIS A 1228)、路床においてはCBR試験(JIS A 1211)を実施する。

解表5-4-2 基準試験項目・方法と頻度

区分	路体	路床	摘要
試験項目	自然含水比 (JIS A 1203)		施工当初及び材料が変わる毎に1回
	土粒子の密度 (JIS A 1202)		
	土の粒度 (JIS A 1204)		
	コンシステンシー (JIS A 1205)		
	土の締固め (JIS A 1210)		
	コーン指数 (JIS A 1228)	—	必要に応じて実施
	—	CBR (JIS A 1211)	
試験盛土 (締固め)	—		

〈建設発生土の土質区分基準〉

表 3-1 土質区分基準

区分 (国土交通省令) ^{*1)}	細区分 ^{*2), 3), 4)}	コーン 指数 qc ^{*5)} kN/m ²	土質材料の工学的分類 ^{*6), 7)}		備考 ^{*6)}	
			大分類	中分類 土質 [記号]	含水比 (地山) w _n (%)	掘削 方法
第1種建設発生土 (砂、礫及びこれ らに準ずるもの)	第1種	—	礫質土	礫 [G] 砂礫 [GS]	—	*排水に考慮するが、降水、 浸出地下水等により含水比 が増加すると予想される場 合は、1ランク下の区分と する。 *水中掘削等による場合は、 2ランク下の区分とする。
	第1種改良土 ^{*8)}		砂質土	砂 [S] 礫質砂 [SG]		
第2種建設発生土 (砂質土、礫質土 及びこれらに準 ずるもの)	第2a種	800 以上	人工材料	改良土 [II]	—	
	第2b種		礫質土	細粒分まじり礫 [GF]	—	
	第2種改良土		砂質土	細粒分まじり砂 [SF]	—	
第3種建設発生土 (通常の施工性が 確保される粘性 土及びこれに準 ずるもの)	第3a種	400 以上	人工材料	改良土 [II]	—	
	第3b種		砂質土	細粒分まじり砂 [SF]	—	
	第3種改良土		粘性土	シルト [M]、粘土 [C]	40%程度以下	
			火山灰質粘性土	火山灰質粘性土 [V]	—	
第4種建設発生土 (粘性土及びこれ に準ずるもの (第3種建設 発生土を除く))	第4a種	200 以上	人工材料	改良土 [II]	—	
	第4b種		砂質土	細粒分まじり砂 [SF]	—	
			粘性土	シルト [M]、粘土 [C]	40~80%程度	
	第4種改良土		火山灰質粘性土	火山灰質粘性土 [V]	—	
			有機質土	有機質土 [O]	40~80%程度	
泥土 ^{*1), *9)}	泥土 a	200 未満	人工材料	改良土 [II]	—	
	泥土 b		砂質土	細粒分まじり砂 [SF]	—	
			粘性土	シルト [M]、粘土 [C]	80%程度以上	
	泥土 c		火山灰質粘性土	火山灰質粘性土 [V]	—	
			有機質土	有機質土 [O]	80%程度以上	
			高有機質土	高有機質土 [Pd]	—	

ここでは、本地区で実施した室内試験(物理試験1式、土の締固め試験、コーン試験)結果を示すものとして、以下の図表を示してある。

表-6.2.1 室内土質試験結果整理一覧表【盛土材料試験】

図-6.2.1 突固めによる土の締固め試験データ【盛土材料試験】

図-6.2.2 突固めによる土の締固め試験及びコーン指数試験データ【盛土材料試験】

表-6.2.1 室内土質試験結果整理一覧表【盛土材料試験】

土質試験結果一覧表(材料)			
調査件名	八崎広域斎場整備事業地質調査等業務	整理年月日	令和 24年 2月 13日
		整理担当者	八瀬啓一
試料番号 (深 さ)	R1B-6' (1.00~7.00m)		
湿潤密度 ρ_w g/cm ³			
乾燥密度 ρ_d g/cm ³			
十進7の密度 $\rho_{7.0}$ g/cm ³	2.513		
自然含水比 w_n %	46.0		
空隙比 e			
飽和度 S_r %			
石分 (75mm以下) %			
礫分 (2~75mm) %	21.0		
砂分 (0.075~2mm) %	46.0		
シルト分 (0.0075~0.075mm) %	22.9		
粘土分 (0.002~0.075mm) %	10.1		
最大粒径 mm	26.5		
均等係数 U_c	79.29		
液性限界 w_L %	43.0		
塑性限界 w_p %	25.9		
塑性指数 I_p	17.1		
地盤材料の分類名	火山灰質 礫質砂		
分類記号	(SVG)		
試験方法	B-c	自然含水比状態 ($w_n=46.0\%$) の試験値	
最大乾燥密度 ρ_{dm} g/cm ³	1.170	・乾燥密度 $\rho_{dn}=1.098\text{g/cm}^3$	
最適含水比 w_{opt} %	33.9	・締固め土 $D_c=93.8\%$	
試験方法			
膨張比 r_c %			
貫入試験含水比 w_i %			
平均 CBR			
修正 CBR			
突固め回数 Int/層	55/3		
コーン指数 q_c kN/m ²	246.9		
土質区分	第4a種	第4a種	
締固め度 %	93.8		

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

○締固め度Dc 自然含水比状態で締固め度Dc=93.8% ≥ 90% OK

JIS A 1210	突固めによる土の締固め試験 (締固め特性)
------------	-----------------------

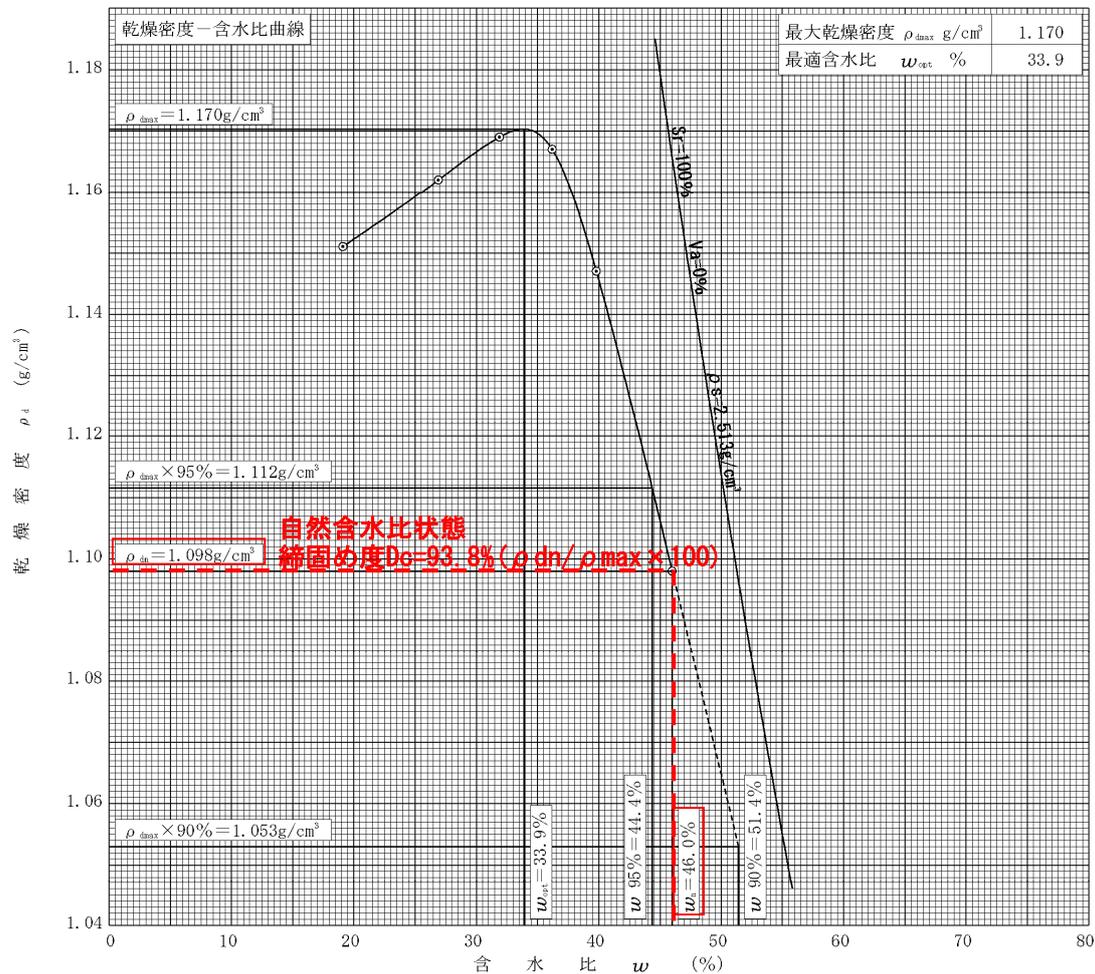
調査件名 大崎広域斎場整備事業地質調査等業務

試験年月日 令和 2年 2月 10日

試料番号 (深さ) R1B-6' (1.00~7.00m)

試験者 八嶽啓一

試験方法	B-c		土質名称	火山灰質礫質砂 (SVG)				
試料の準備方法	乾燥法, 湿潤法		ランマー質量 kg	2.5	土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	2.513		
試料の使用方法	繰返し法, 非繰返し法		落下高さ cm	30	試料調製前の最大粒径 mm	26.5		
含水比	試料分取後 w_0 %	46.0	突固め回数 回/層	55	モールド	内径 cm	15	
	乾燥処理後 w_1 %	19.1	突固め層数 層	3		高さ ¹⁾ cm	12.50	
測定 No.	1	2	3	4	5	6	7	8
平均含水比 w %	19.1	26.9	31.9	36.2	39.8	46.0		
乾燥密度 ρ_d g/cm ³	1.151	1.162	1.169	1.167	1.147	1.098		



特記事項 測定No. 5及びNo. 6はオーバーコンパクションとなる。

1) 内径15cmのモールドの場合はスペーサーディスクの高さを差引く。

ゼロ空気間隙曲線の計算式

$$\rho_{\text{ssat}} = \frac{\rho_w}{\rho_w/\rho_s + w/100}$$

図-6.2.1 突固めによる土の締固め試験データ【盛土材料試験】

○コーン指数 q_c 自然含水比状態でコーン指数=246kN/m²<400 **OUT**

突固めによる土の締固め試験及びコーン指数試験

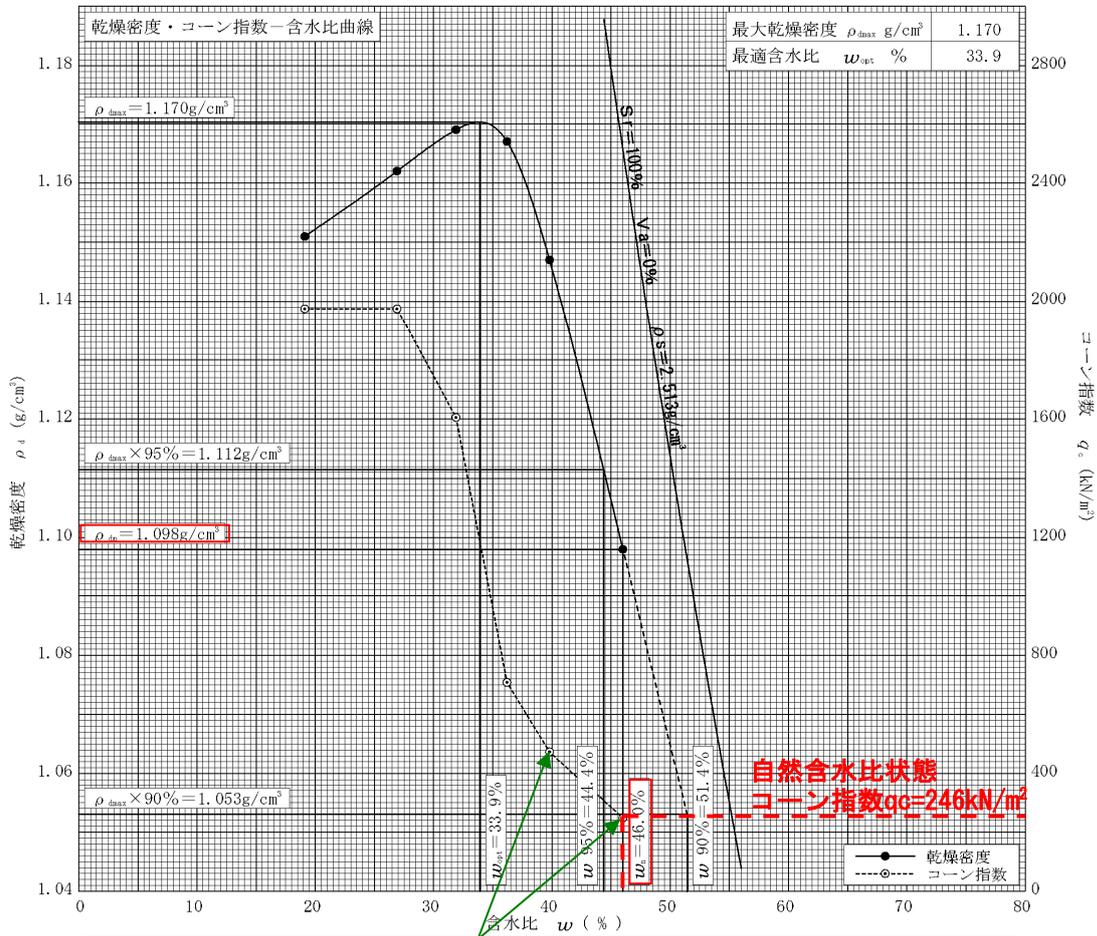
調査件名 大崎広域斎場整備事業地質調査等業務

試験年月日 令和 2年 2月 10日

試料番号 (深さ) R1B-6' (1.00~7.00m)

試験者 八鍬啓一

土質名称		火山灰質礫質砂 (SVG)		土粒子の密度 ρ_s g/cm ³		2.513				
締固め試験	試験方法	B-c		ランマー質量 kg	2.5	モールド	内径 cm	15		
	試料の準備方法	乾燥法・湿潤法		突固め回数 回/層	55		高さ cm	12.50		
	試料の使用法	繰り返し法・非繰り返し法		突固め層数 層	3	コーンの底面積 cm ²	3.24			
測定 No.		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	
コーン指数試験	抵抗力	貫入量	貫入抵抗力	貫入抵抗力	貫入抵抗力	貫入抵抗力	貫入抵抗力	貫入抵抗力	貫入抵抗力	貫入抵抗力
		5.0 cm	640.0	640.0	400.0	160.0	120.0	68.0		
		7.5 cm			640.0	228.0	160.0	80.0		
		10.0 cm				300.0	180.0	92.0		
平均貫入抵抗力 N		640.0	640.0	520.0	229.3	153.3	80.0			
平均含水比 w	%	19.1	26.9	31.9	36.2	39.8	46.0			
乾燥密度 ρ_d	g/cm ³	1.151	1.162	1.169	1.167	1.147	1.098			
コーン指数 q_c	kN/m ²	1975.3	1975.3	1604.9	707.7	473.1	246.9			



特記事項 測定No. 5及びNo. 6はオーバーコンパクションとなる。

図-6.1.2 突固めによる土の締固め試験及びコーン指数試験データ

6.3. 評価・考察

【締固め度の評価】

本業務においては、“道路用盛土（路体）”及び“土地造成（宅地造成）”の要求事項を目安とした。

建設発生土利用技術マニュアル 独立行政法人土木研究所では、用途ごとの要求性能として下表(参考)を提示している。締固め度Dcは“道路用盛土（路体）でDc90%以上”、土地造成（宅地造成）でDc87%以上（宅地造成マニュアルではDc90%以上）であることから、ここではDc≥90%を目標値として評価した。

本盛土材は、自然含水比状態状態で締固め度Dc=93.8%(≥90%)であり目標値を満足する結果となった。

締固め試験結果について前掲図-6.1.1を参照

表4-2 用途ごとの要求品質（参考）

用途	工作物の埋戻し	土木構造物の表込め	道路用盛土		河川築堤		土地造成		水面埋立	
			路床	路体	高規格堤防	一般堤防	宅地造成	公園・緑地造成		
材料規定	最大粒径	30mm以下	(100mm以下)	-	-	100mm以下	(150mm以下)	100mm以下 (転石300mm以下)	-	-
	粒度	Fe≦25%	(細線分以下 ≧25%) (Fe≦25%)	-	-	φ37.5mm以上の 混入率40%以下	(Fe=15~50%)	φ37.5mm以上の 混入率40%以下	-	-
	コンシステンシー	-	(PI≦10)	-	-	-	-	-	-	-
	強度	[規定の CBR以上]	圧縮性の小さい 材料	[規定の CBR以上]	-	qc≧400kN/m ²	-	qc≧400kN/m ² 場合により qc≧200kN/m ²	発生土-第3種発生土 qc≧400kN/m ²	
用途ごとの要求品質	施工含水比	監督員の指示	最適含水比と Dc90%の得られる 湿潤側の含水比の範囲	最適含水比と Dc90%の得られる 湿潤側の含水比の範囲	最適含水比と Dc90%の得られる 湿潤側の含水比の範囲	最適含水比より 湿潤側で、規定の 乾燥密度が得られる 範囲	Dc≧90%の締固め度 が得られる 湿潤側の含水比の 範囲	最適含水比に近い 状態	-	-
		締固め度	Dc≧90%	Dc≧90~95%	Dc≧90~95%	Dc≧90%	RI計器： 締固め度平均値 Dc ≧90% 砂置換法： 締固め度最低値 Dc ≧83%	平均締固め度： Dc ≧90% 締固め度品質下限 値：Dc≧80% RI計器： Dc ≧87% 砂置換法： Dc ≧85% Dc≧90%	-	-
	空気間隙率 または飽和度	-	-	-	粘性土 Va≦10% Sr ≧85% 砂質土 Va≦15%	粘性土 Va =2~10% Sr =85~95% 砂質土 Va≦15%	粘性土 Va =2~10% Sr =85~95% 砂質土 Va≦15%	RI計器： Va ≧13% 砂置換法： Va ≧15%	-	-
	1層の 仕上り厚さ	30cm [路床部] 20cm以下	20cm以下	20cm以下	30cm以下	30cm以下	30cm以下	まき出し厚さ 30~50cm	-	-
	その他	-	-	-	-	qc≧400kN/m ²	-	-	-	-
	基準等	建設省： 「建設省総合技術 開発プロジェクト 建設事業への廃棄 物利用技術の開発 概要報告書」、 昭和61年11月	社団法人日本道路 協会： 「道路土工-施工 指針 改訂版」、 昭和61年11月	社団法人日本道路 協会： 「道路土工-施工 指針 改訂版」、 昭和61年11月	社団法人日本道路 協会： 「道路土工-施工 指針 改訂版」、 昭和61年11月	財団法人リバーフ ロント整備センター： 「高規格堤防盛土 設計・施工マニ ュアル」、 平成12年3月	財団法人国土開発 技術研究センター： 「河川土工マニ ュアル」、 平成5年6月	都市基盤整備公団： 「工事共通仕様 書」、 平成12年9月	-	-

※) 本表に示した要求品質は、本マニュアルでは参考扱いとしており、実際の適用にあたっては、利用側で定められている諸基準等に依ることとする。
なお、RI計器とは、放射性同位元素 (radioisotope, RI) を利用して土の湿潤密度および含水量を測定するための計器である。

凡例 Fe: 細粒分含有率
PI: 塑性指数
qc: コーン指数
Dc: 締固め度
Dc: 平均締固め度

Va: 空気間隙率
Sr: 飽和度

-: 特に規定なし
(): 望ましい値

(1) 締固め度管理の場合

締固め度管理は次式に示す締固め度Dcで管理する。

$$Dc = \frac{\rho_d}{\rho_{dmax}} \times 100 \quad (\%)$$

ここに、 ρ_d : 測定された最大乾燥密度 (g/cm³)

ρ_{dmax} : 土の締固め試験で求められた最大乾燥密度 (g/cm³)

地表より0.5m~2.5m区間の宅地地盤の締固め度Dcは平均90%以上を目標とする。地表より0m~0.5mならびに2.5m~5.5m区間および戸建用地以外の造成地盤では最大乾燥密度の平均87%以上を目標とする。

【発生土の適用】

建設発生土マニュアルでは、建設発生土は土の性状(土質)とコーン指数により表3-1より発生土区分される。また、表3-1の道路盛土等の適用用途標準を目安に盛土材料として適する土質であるか否かを判定することになる。本対象土の室内試験結果は以下の通りであり、**表3-1の「土質：火山灰質礫質砂 [SVG]⇒砂質土」、「コーン指数qc=246kN/m²(200以上)に該当することから、「第4種建設発生土-第4a種」に区分される。**

〈試験結果〉

- ・工学的分類 : 火山灰質礫質砂 [SVG] ⇒ 砂質土
- ・コーン指数qc : 246kN/m²

また、表4-1(次ページ)より「**第4種建設発生土-第4a種**」の場合には、**道路用盛土-路体及び土地造成-宅地造成に適用する場合は、「○：適切な土質改良(含水比調整、粒度調整、安定処理等)」が必要と判断される。**

第3種-改良土(qc400以上)に土質改良することで、道路用盛土-路体及び土地造成-宅地造成に適用する場合は「○：そのまま使用可能なもの」に区分される。

表3-1 土質区分基準

区分 (国土交通省令)*1)	細区分*2), 3), 4)	コーン 指数 qc*3) kN/m ²	土質材料の工学的分類*6), 7)		備考*6)		
			大分類	中分類 土質 |記号|	含水比 (地山) w _n (%)	掘削 方法	
第1種建設発生土 (砂、礫及びこれらに準ずるもの)	第1種	—	礫質土	礫 |G| 砂礫 |GS|	—		
			砂質土	砂 |S| 礫質砂 |SG|			
	第1種改良土*3)	人工材料	改良土 |II|	—			
第2種建設発生土 (砂質土、礫質土及びこれらに準ずるもの)	第2a種	800 以上	礫質土	細粒分まじり礫 |GF|	—	*排水を考慮するが、降水、浸出地下水等により含水比が増加すると予想される場合は、1ランク下の区分とする。	
	第2b種		砂質土	細粒分まじり砂 |SF|			
	第2種改良土		人工材料	改良土 |II|			
第3種建設発生土 (通常の施工性が確保される粘性土及びこれに準ずるもの)	第3a種	400 以上	砂質土	細粒分まじり砂 |SF|	—		
	第3b種		粘性土	シルト |M|、粘土 |C|			40%程度以下
	第3種改良土		人工材料	改良土 |II|			—
第4種建設発生土 (粘性土及びこれに準ずるもの(第3種建設発生土を除く))	第4a種	200 以上	砂質土	細粒分まじり砂 |SF|	—	*水中掘削等による場合は、2ランク下の区分とする。	
	第4b種		粘性土	シルト |M|、粘土 |C|			40~80%程度
			火山灰質粘性土	火山灰質粘性土 |V|			—
第4種改良土	人工材料	改良土 |II|	—				
粘土*1), *3)	粘土 a	200 未満	砂質土	細粒分まじり砂 |SF|	—		
	粘土 b		粘性土	シルト |M|、粘土 |C|			80%程度以上
			火山灰質粘性土	火山灰質粘性土 |V|		—	
	粘土 c		有機質土	有機質土 |O|		80%程度以上	
			高有機質土	高有機質土 |PI|	—		

土質改良

現況試験結果

土質改良

(2) 掘削した発生土への適用工法

1) 含水比低下

・水切り・天日乾燥 ⇒**対象外?**火山灰質であり、含水比の低下が困難

第4種建設発生土以下の発生土で、自然含水比が高く十分な締固め度が得られない発生土では、工期や敷地に余裕がある場合には、天日乾燥による含水比低下が合理的である。

2) 粒度調整

・良質土混合 ⇒**対象外?**良質材の入手が困難。火山灰質であり混合が困難

第1種および第2a種建設発生土については、礫の最大寸法および礫混入率に留意する程度で、ほぼそのまま利用することができる。第2b種、第3a種および第4a種は砂質土材料であり、そのまま土地造成の盛土に利用できることが多いが、粒径が均一で締め固めにくい場合には細粒土等を混合して粒度組成を改善する方法もある。

第4b種および粘土のような細粒分が多く、かつ含水比の高い土の場合には、砂質系の土と混合することで含水比を下げることができる。しかし、敷地に余裕のある宅地造成の場合には、使用場所や使用時期を選択することでそのまま利用できる場合が多いので工夫が必要である。

3) 安定処理等 ⇒**対象 ※実績多く、確実に**

積極的な改良を行う場合には、セメントや石灰等の固化材を添加する安定処理工法や種々の改良材混合を採用することで宅地造成の盛土材料として利用できる。

コーン指数qc

- ① 高含水比粘性土の場合は、監督官の承認を得て、コーン指数(qc)の値を200 kN/m²まで下げることができる。
- ② 敷地内の流用土を盛土材とする場合には、盛土材の最大寸法は300 mm(搬入盛土材の場合は100 mm)を原則とする。ただし、仕上げ面から深さ1 m未満の盛土材の最大寸法は100 mm以内とし、かつ、径が37.5 mm以上の混入率は40%以下とする。また、仕上げ面から深さ1 m以上で、盛土材寸法300 mm以内の材料が一部混入する場合は、構造物の基礎及び地下埋設物に悪影響を及ぼさない範囲とし、周囲を細かい材料で充填し、空隙を生じないように施工しなければならない。
- ③ 盛土材が高含水比の粘性土(400 kN/m²>qc≥200 kN/m²)の場合、または水による侵食を受けやすい砂質土の場合は、のり面付近に用いないものとする。
- ④ 試験盛土は、工事区域の代表的な土質ごとについて行う。数種の土が混合されて盛土される場合には、モデル施工によって混合された材料について試験盛土を行う。

4-2 適用用途標準

発生土の利用用途は、土質区分に基づき、表4-1に示す適用用途標準を目安とする。現状の発生土の土質区分基準では、利用用途に対して○や△の場合は、安定処理等の土質改良を行って◎となる区分にして利用する。

表4-1(1) 適用用途標準

区分	適用用途	工作物の埋戻し		建築物の埋戻し ^{※1}		土木構造物の表込め		道路用盛土	
		評価	留意事項	評価	留意事項	評価	留意事項	路床	
								評価	留意事項	評価	留意事項
第1種建設発生土 (砂、礫及びこれらに準ずるもの)	第1種	◎	最大粒径注意 粒度分布注意	◎	最大粒径注意 粒度分布注意	◎	最大粒径注意 粒度分布注意	◎	最大粒径注意 粒度分布注意
	第1種改良土	◎	最大粒径注意	◎	最大粒径注意	◎	最大粒径注意	◎	最大粒径注意
第2種建設発生土 (砂質土、礫質土及びこれらに準ずるもの)	第2a種	◎	最大粒径注意 細粒分含有率注意	◎	最大粒径注意	◎	最大粒径注意 細粒分含有率注意	◎	最大粒径注意
	第2b種	◎	細粒分含有率注意	◎		◎	細粒分含有率注意	◎	
	第2種改良土	◎		◎	表層利用注意	◎		◎	
第3種建設発生土 (通常の施工性が確保される粘性土及びこれらに準ずるもの)	第3a種	○		○	施工機械の選定注意	○		○	施工機械の選定注意
	第3b種	○		○	施工機械の選定注意	○		○	施工機械の選定注意
	第3種改良土	○		◎	表層利用注意 施工機械の選定注意	○		◎	施工機械の選定注意
第4種建設発生土 (粘性土及びこれらに準ずるもの)	第4a種	○		○		○		○	
	第4b種	△		○		△		○	
粘土	粘土a	△		○		△		△	
	粘土b	△		△		△		△	
	粘土c	×		×		×		△	

【評価】

- ◎：そのまま使用が可能なもの。留意事項に使用時の注意を示した。
- ：適切な土質改良（含水比低下、粒度調整、機能付加・補強、安定処理等）を行えば使用可能なもの。
- △：評価が○のものに比較して、土質改良にコスト及び時間がより必要なもの。
- ×：良質土との混合などを行わない限り土質改良を行っても使用が不適なもの。

【土質改良の定義】

- 含水比低下：水切り、天日乾燥、水位低下掘削等を用いて、含水比の低下を図ることにより利用可能となるもの。
- 粒度調整：利用場所や目的によっては細粒分あるいは粗粒分の付加やふるい選別を行うことにより利用可能となるもの。
- 機能付加・補強：固化材、水や軽量材等を混合することにより発生土に流動性、軽量性などの付加価値をつけることや補強材等による発生土の補強を行うことにより利用可能となるもの。
- 安定処理等：セメントや石灰による化学的安定処理と高分子系や無機材料による水分の土中への固定を主目的とした改良材による土質改良を行うことにより利用可能となるもの。

【留意事項】*表4-4参照

- 最大粒径注意：利用用途先の材料の最大粒径、または一層の仕上り厚さが規定されているもの。
- 細粒分含有率注意：利用用途先の材料の細粒分含有率の範囲が規定されているもの。
- 礫混入率注意：利用用途先の材料の礫混入率が規定されているもの。
- 粒度分布注意：液状化や土粒子の流出などの点で問題があり、利用場所や目的によっては粒度分布に注意を要するもの。
- 透水性注意：透水性が高く、不透水性が要求される部位への利用は適さないもの。
- 表層利用注意：表面への露出により植生や築造等に影響を及ぼすおそれのあるもの。
- 施工機械の選定注意：過転圧などの点で問題があり、締固め等の施工機械の接地圧に注意を要するもの。
- 淡水域利用注意：淡水域に利用する場合、水域のpHが上昇する可能性があり、注意を要するもの。

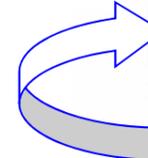
【備考】

- 本表に例示のない適用用途に発生土を使用する場合は、本表に例示された適用用途の中で類似するものを準用する。
- ※1 建築物の埋戻し：一定の強度が必要な埋戻しの場合は、工作物の埋戻しを準用する。
- ※2 水面埋立て：水面上へ土砂等が出た後については、利用目的別の留意点（地盤改良、締固め等）を別途考慮するものとする。

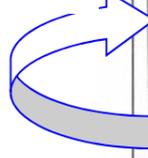
表4-1(2) 適用用途標準

区分	適用用途	河川築堤				土地造成			
		高規格堤防		一般堤防		宅地造成		公園・緑地造成	
		評価	留意事項	評価	留意事項	評価	留意事項	評価	留意事項
第1種建設発生土 (砂、礫及びこれらに準ずるもの)	第1種	◎	最大粒径注意 礫混入率注意 透水性注意 表層利用注意	○		◎	最大粒径注意 礫混入率注意 表層利用注意	◎	表層利用注意
	第1種改良土	◎	最大粒径注意 礫混入率注意 透水性注意 表層利用注意	○		◎	最大粒径注意 礫混入率注意 表層利用注意	◎	表層利用注意
第2種建設発生土 (砂質土、礫質土及びこれらに準ずるもの)	第2a種	◎	最大粒径注意 礫混入率注意 粒度分布注意 透水性注意 表層利用注意	◎	最大粒径注意 粒度分布注意 透水性注意	◎	最大粒径注意 礫混入率注意 表層利用注意	◎	表層利用注意
	第2b種	◎	粒度分布注意	◎	粒度分布注意	◎		◎	
	第2種改良土	◎	表層利用注意	◎	表層利用注意	◎	表層利用注意	◎	表層利用注意
第3種建設発生土 (通常の施工性が確保される粘性土及びこれらに準ずるもの)	第3a種	○	粒度分布注意 施工機械の選定注意	○	粒度分布注意 施工機械の選定注意	○	施工機械の選定注意	○	施工機械の選定注意
	第3b種	○	粒度分布注意 施工機械の選定注意	○	粒度分布注意 施工機械の選定注意	○	施工機械の選定注意	○	施工機械の選定注意
	第3種改良土	◎	表層利用注意 施工機械の選定注意	◎	表層利用注意 施工機械の選定注意	◎	表層利用注意 施工機械の選定注意	◎	表層利用注意 施工機械の選定注意
第4種建設発生土 (粘性土及びこれらに準ずるもの)	第4a種	○		○		○		○	
	第4b種	○		○		○		○	
粘土	粘土a	○		○		○		○	
	粘土b	△		△		△		△	
	粘土c	×		×		×		△	

土質改良



土質改良



参 考 文 献

- 1) 宮城県土木部：共通仕様書
- 2) (財)日本建設情報センター：ボーリング柱状図作成要領(案)解説書
- 3) 地盤工学会編：地盤材料試験の方法と解説、2009
- 4) 地盤工学会編：地盤調査の方法と解説、2004
- 5) 地質調査所：5万分の1図幅「古川地域の地質」、昭和56年
- 6) 日本建築学会編：建築基礎構造設計指針 2019
- 7) 日本高速道路株式会社：設計要領第一集、土工編、平成18年4月
- 8) 日本高速道路株式会社：設計要領第二集、橋梁建設編、平成18年4月
- 9) 社団法人 日本道路協会：道路土工 軟弱地盤対策工指針,昭和 61 年 11 月
- 10) 社団法人 日本道路協会：道路土工 軟弱地盤対策工指針,平成 24 年 8 月
- 11) 日本道路協会編：道路橋示方書・同解説 共通編 下部構造編,平成24年3月