1.業務概要

業務名称：下山田(吉庵)地区事業用地地質等調査業務委託
業務場所：福岡県嘉麻市下山田249番地24
工　　期：当初)　令和 7年10月 7日 ～ 令和 8年 1月30日
　　変更)　令和 7年10月 7日 ～ 令和 8年 3月13日
業務目的：　本業務は、下山田(吉庵)地区市有地を工場等の敷地の用途のために企業に売却することを前提に、売却交渉にあたって企業側に地質等に関する情報を提供するための基礎資料を得ることを目的とした。
発 注 者：嘉麻市産業振興課企業誘致係
受 注 者：日本地研株式会社
　　土壌汚染対策法に基づく指定調査機関の指定番号：2014-7-2005
　　福岡市博多区諸岡五丁目25番25号
　　TEL　092-571-2764、FAX 092-571-2813
　　管理技術者　山下武志[RCCM(土質及び基礎),地質調査技士(土壌地下水汚染部門)]
　　担当技術者　庄籠志功[地質調査技士(現場技術・管理部門)]
　　〃　　中村駿
　　〃　　明石凌河
　　〃　　川﨑新吾[RCCM(土質及び基礎),地質調査技士(土壌地下水汚染部門)]
　　品質管理者　栗巣吉文[土壌汚染調査技術管理者]

調査数量：

弾性波探査	0.505 km
機械ボーリング(φ66mm，オールコア)	67.0 m(3地点)
標準貫入試験	50 回
トレンチ調査(0.75m×5.00m×1.00m×4箇所)	15 m^3
室内土質試験(土粒子の密度，土の粒度；沈降＋ふるい)	3 試料
室内分析試験(土対法，PFAS，フミン酸，pH，硫化物)	1 式
解析等調査	1 式

概　　要：　本業務は嘉麻市下山田(吉庵)地区の市有地を対象として、地盤の現況調査を実施した。当該用地は工場等用地としての用途を想定しており、売却交渉時に提供可能な地質等に関する情報を得ることを目的とした。
　現況地形は台地状の平坦地であるが、かつては近隣箇所で稼働していた炭鉱の掘削屑でボタ山が形成された履歴がある。造成履歴が不明のため旧地形の詳細も不明であり、支持層となりうる岩盤の出現深さも不明であった。また、ボタの物理的，化学的性状も不明であり、これらを把握する必要があった。
　机上調査で旧地形図の収集整理と地形判読、また現地調査で弾性波探査とボーリング調査、地表踏査を実施し、旧地形や支持層の推定を行った。また、室内土質試験で土粒子の密度と粒度試験を実施してボタの物理特性を把握し、土壌汚染対策法が定める特定有害物質，PFAS，フミン酸およびpH濃度と硫化物に関する室内分析を実施して化学的特性も把握した。
　分析の結果、特定有害物質とPFASは基準値未満、フミン酸は定量下限未満、炭質を多く含む箇所はpH=3～6程度の弱酸性を示した。そのため、構造物基礎に杭基礎を計画する場合は、化学特性も留意した工法や材料の選定が重要である。

2.業務内容

実施した業務項目と数量を表2-1に示す。

表2-1　実施数量表

種別	細別	規格	単位	調査箇所 R7-No.1	R7-No.2	R7-No.3	TA-60m～TA-90m	合計数量
機械ボーリング	オールコア φ66mm	砂・砂質土	m	0.00	4.40	4.35		8.75
		礫混じり土砂	m	2.80	16.05	15.80		34.65
		玉石混じり土砂	m	0.00	5.55	0.00		5.55
		軟岩	m	5.20	6.00	6.85		18.05
		計	m	8.00	32.00	27.00		67.00
原位置試験	標準貫入試験	砂・砂質土	回	1	3	4		8
		礫混じり土砂	回		6	15		21
		玉石混じり土砂	回		1			1
		軟岩	回	6	6	8		20
		計	回	7	16	27		50
	現場透水試験	ケーシング法	回	0				0
トレンチ調査	床掘	土砂　小規模	m^3				15	15
	埋戻し	最大埋戻し幅1m未満	m^3				15	15
サンプリング		シンウォールサンプリング	本					0
		トリプルサンプリング	本					0
室内土質試験	物理試験	土粒子の密度試験	試料		3			3
		土の含水比試験	試料					0
		土の粒度試験(沈降＋ふるい)	試料		3			3
		土の液性限界試験	試料					0
		土の塑性限界試験	試料					0
	力学試験	土の三軸圧縮試験(UU試験)	試料					0
		土の圧密試験	試料					0
	材料試験	土の締固め試験(A-b法)	試料					0
室内分析試験	土壌分析①	特定有害物質(法定26種+1種)	試料		6			6
	土壌分析②	フミン酸，PFAS(PFOS/PFOA)	試料		2			2
		pH測定，硫化イオン濃度測定	試料		5			5
	スレーキング試験		試料					0
解析等調査	資料整理とりまとめ		業務	1				1
	断面図の作成		業務	1				1
運搬費	ユニッククレーン	3t　2.9t吊	日	2	2	2		6
現場内小運搬	特装車	100m以下	t					0
		100m超～300m以下	t					0
		500m超	t					0
準備費	準備及び後片付け		業務	1				1
仮設費	平坦地	高さ0.3m超	箇所	1	1	1		3
	傾斜地	15～30°	箇所					0
その他	調査孔閉塞(別孔を含む)		箇所	1	1	1		3
	給水費	ポンプ運転20～150m	箇所	1	1	1		3
	水代金	水タンク+運搬費用	回					0
探査	弾性波探査①	測線設定	m	290.0				290.0
		観測	m	290.0				290.0
	弾性波探査②	測線設定	m	215.0				215.0
		観測	m	215.0				215.0
解析等調査	既存資料の取集・現地調査		業務	1				1
	資料整理とりまとめ		業務	1				1
	断面図の作成		業務	1				1
	総合解析とりまとめ		業務	1				1
打合せ等	打合せ	適宜	業務	1				1
3次元地盤モデル作成及び2次元FEM解析　共通	打合せ協議	2回	業務	0				0

3.既往資料の整理と現地調査結果

3.1　既往資料の整理

本業務を遂行するにあたり、現地地形や地質の既往資料として表3-1に示す資料を用いた。また、平面図，位置図は発注者提供の資料も参考にした。

表3-1　既往資料の一覧

資料名	発行者・作成者	年月
福岡地域の地質	地質調査所	H6
空中写真，地形	国土地理院	－
吉庵地区地質調査業務委託	株式会社野口ボーリング	H15.3

3.2　地質概説

「1:200,000地質図　福岡」によれば、調査地周辺は古第三紀の堆積岩(E2：砂岩・泥岩・礫岩および石炭)が分布する。この古第三紀層は調査地周辺を南端として、福岡県北部に南北に長く分布し、筑豊炭田を形成していた。

調査地は筑豊炭田の南端に位置する旧山田炭鉱に隣接しており、採炭に伴い発生するボタで盛土されており、基盤を石炭層や掘削屑を含んだ土砂が覆っている。

調査地の地質の詳細は「3.4　現地調査」に記述する。

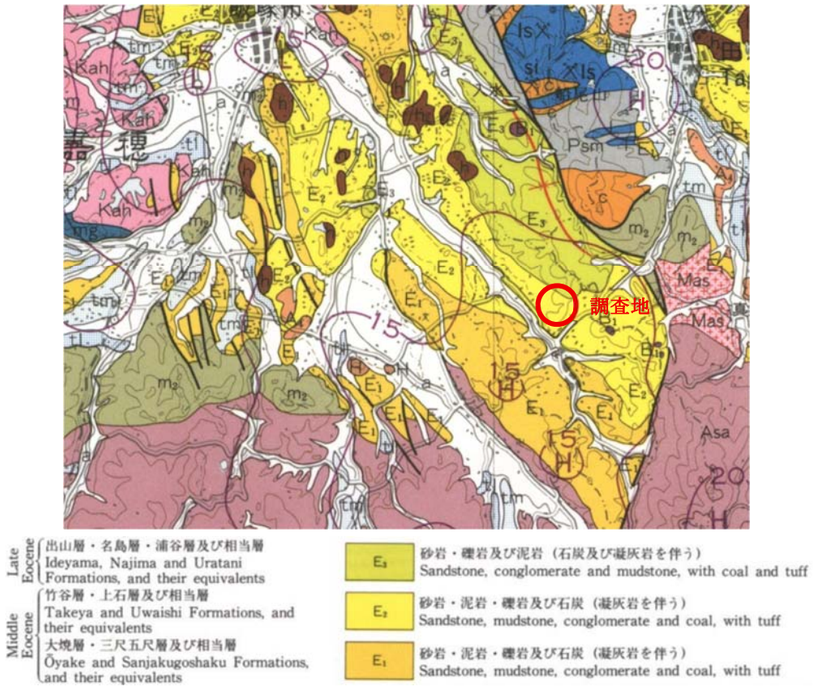


図3-1　調査地周辺の地質

出典：「1:200,000地質図　福岡」通商産業省工業技術院地質調査所，平成5年3月

3.3　地形概説

(1)旧地形と現地形の比較

現地形は台地状に造成された平坦地であり、対象地の東側は三高山(さんたかさん：標高251m)や白馬山(はくばさん：242m)，大法山(たいほうざん：232m)などが連なり、田川市との境界をなす山地が北西方向に延びている。

また、西側は遠賀川の支流である山田川が北西方向に流下し、狭い範囲であるが標高30m程度の平坦地を形成し、宅地や農地として利用されている。

図3-2は1900(明治33)年と2018(平成30)年の地形図を並べたものである。対象地は大正後期から昭和初期頃に山田炭鉱が操業開始し、積み上げられたボタで谷が埋められ、ボタ山となった。昭和30年代に閉山されたあとは、昭和50年ごろにはボタ山の解体が始まり、その後の整備を経て、現在の平坦地形となった。

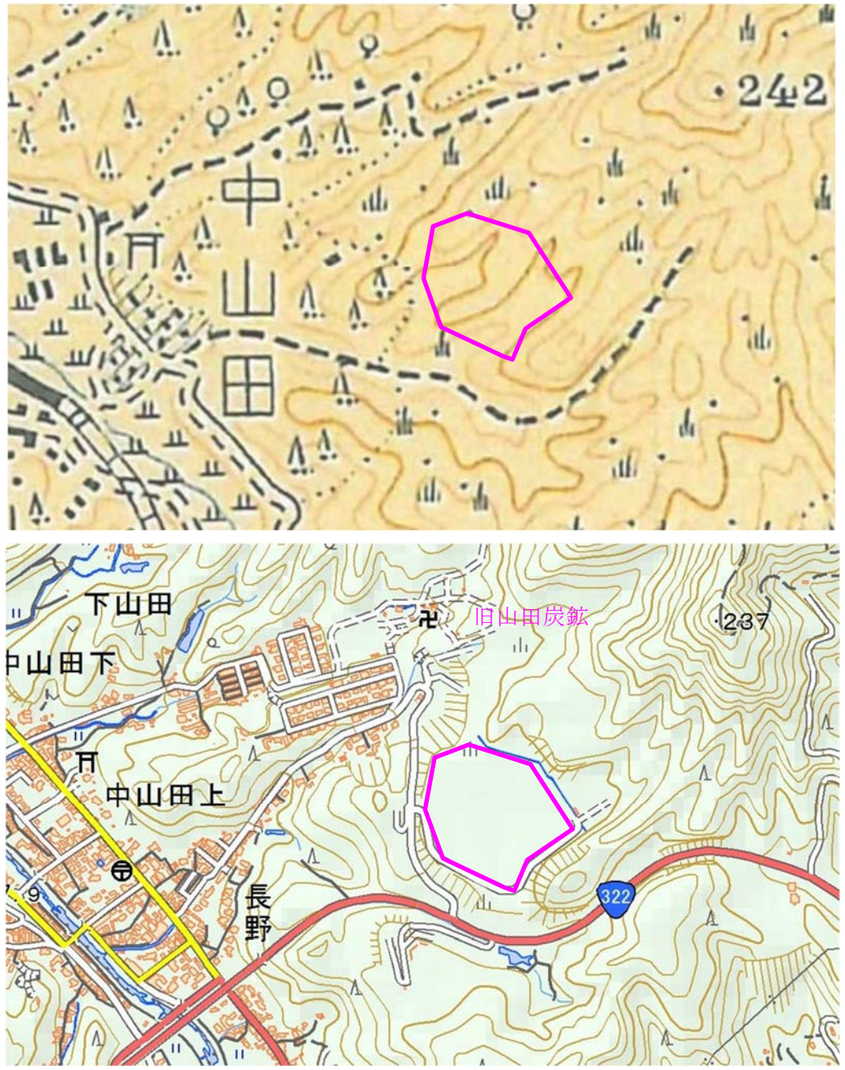


図3-2　周辺地の地形図[上：1900(明治33)年，下：2018(平成30)年]

4.調査結果

4.1　調査の目的と方法

対象地は、いわゆるボタ山の跡地であり、基盤岩を厚く採炭屑等が覆っている。ボタ山は機械的に締め固められていないため、地盤としては緩い状態であると考えられる。また、化学的側面では“一般に石炭層や狭炭層中には微細な硫化鉄が含まれている”[1)]ため、ボタは強酸性を示すことや硫酸を生じることも知られている。本業務は、工場等の建設設計を想定し、ボタの物理的，化学的特性および支持地盤となりうる地山の分布状況等を把握し、地盤リスクを整理することが課題である。

本業務における地盤リスクの整理に向けた問題点と調査の目的および方法を表4-1に整理した。

表4-1　調査の目的と調査方法の一覧

問題点	解決方法		
	調査の目的	調査方法	得られる結果
・ボタ造成の資料が無く、地山形状やボタ層の締まりが不明である ☞基礎型式の選定や地盤の変形，安定性を検討する基礎資料となる	・地盤の硬軟の把握 ☞地山は硬く，ボタ層は軟らかい（緩い）	弾性波探査	・P波の地中伝搬速度の分布図 ☞地山は速く，ボタ層は遅い
		ボーリング調査	・試料を採取し、構成する土砂や岩を目視確認
		標準貫入試験	・N値で硬軟や締まり具合を判断
・ボタの物理的，化学的性質が不明である ☞透水性検討や地盤リスクの種類，構造物の使用材料等を検討する基礎資料となる	・ボタの物理特性の把握	室内土質試験	・土粒子の密度と粒度 ☞有機物混入の有無や土質区分が可能になる
	・ボタの化学特性の把握	室内分析試験	
		・土対法に基づく分析	・特定有害物質の有無
		・pHと硫化物	・酸性度と硫酸塩の有無
		・フミン酸	・フミン酸の有無
		・PFAS	・PFASの有無
［追加調査］ ・弾性波探査の結果、表層付近に弾性波速度の上昇箇所があり、異物の埋設のおそれが考えられた ※参考として実施した電気探査も同範囲に高比抵抗区間があった	・地盤状況の目視確認	トレンチ調査	・対象地盤の目視確認と試料の採取 ☞トレンチ調査で鉱滓が確認され、深さ方向の分布はボーリング調査で確認した

出典

1）：「日本地方地質誌8　九州・沖縄地方」日本地質学会編集，p.493

4.2　弾性波探査

(1)調査位置と方法

対象地の旧地形は図4-1に示すように、古くは複数の尾根が延びていた。その後、炭鉱稼働に伴いボタで覆われ、いわゆるボタ山となっていた。その後、図4-1に地形図として示しているように、現在に至るまでに部分的な凹状の地形となった時期もあった。

対象地の東側(現在の白馬霊園)は既往のボーリング調査結果があったので、対象地の地山形状把握のための弾性波探査は、図4-1に示す2測線を設定した。

弾性波探査はハンマーや重錘を使用して起振し、受信機は5m毎に設置した。

なお、同測線で、参考として電気探査も実施したので、調査結果には電気探査の結果も併記した。

図4-1　対象地の旧地形と弾性波探査の測線との関係

出典

地　形　図：発注者提供

空中写真：「地図・空中写真閲覧サービス」国土地理院，「CKU747」1975(昭和50)年3月15日撮影

(2)調査結果

図4-2はA測線で実施した弾性波探査の結果図である。黒矢印の位置に弾性波速度の上昇があり、電気探査(参考として実施)でも高比抵抗が測定されたことから、この位置付近に岩盤の硬質部や埋設物が存在すると推定される。一方、白矢印の位置は弾性波速度が低下しており、電気探査の低比抵抗の深まりと一致しており、ボタが深く分布していると推定される。図4-5と図4-6にA測線とB測線の調査結果図を示す。

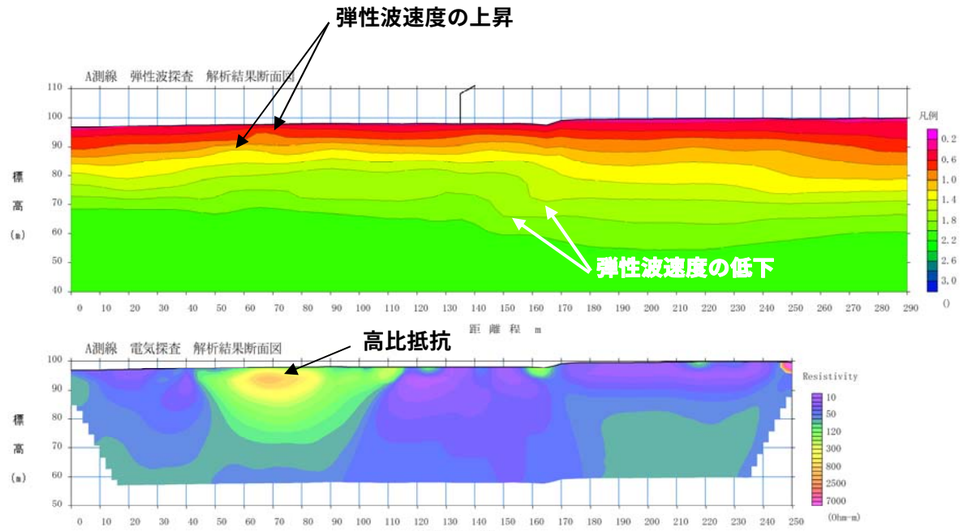


図4-2　弾性波探査の結果(A測線，上：弾性波探査，下：参考で実施した電気探査)

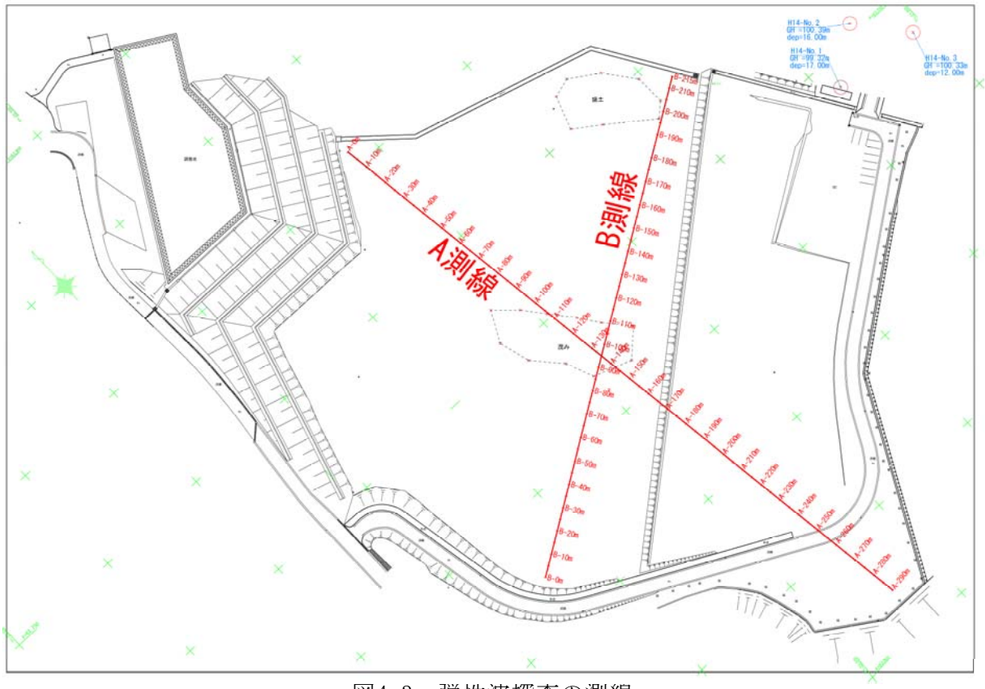


図4-3　弾性波探査の測線

4.3　トレンチ調査

トレンチ調査は、表層付近に弾性波速度の上昇(弾性波探査)や高比抵抗(電気探査)が確認された範囲(図4-4)を対象とした。調査はバックホウを用いて床掘し、目視確認および試料採取を行った。

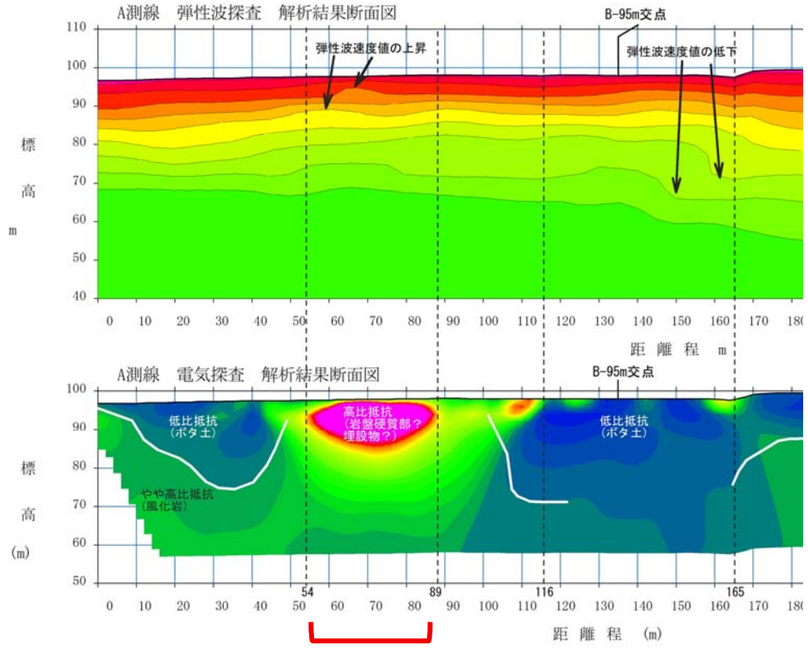
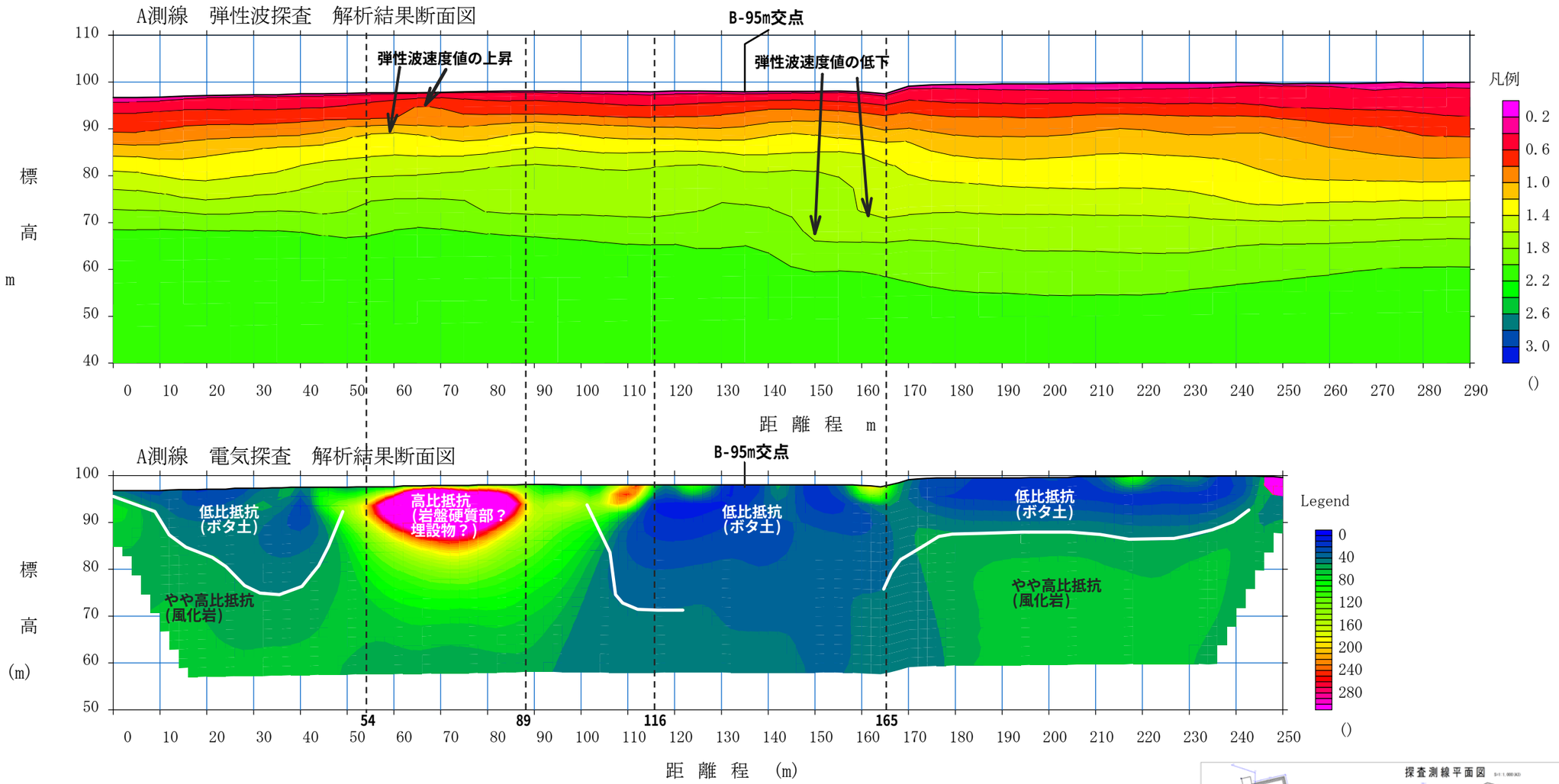


図 4-4　トレンチ調査の位置

A測線解析結果図　S=1:1,000



探査結果の解釈
- 距離程　0～54m：0m付近はやや高い比抵抗値で、風化岩が浅所に出現すると推定される。
  また35m付近を中心に凹状の低比抵抗を示し、風化岩の深まりが推定される。その上位はボタ土の分布が推定される。
- 距離程　54～89m：表層に弾性波速度値の上昇および比抵抗値の高まりが認められる。旧尾根地形の岩盤硬質部か、埋設物の可能性がある。
- 距離程116～165m：深部まで低比抵抗帯が分布し、弾性波速度値は局部的に低下している。掘削屑捨て場の掘削跡がボタ土で埋め戻された可能性がある。
- 距離程165～240m：深さ10～15m付近まで低速度帯と低比抵抗帯が分布し、ボタ土と推定される。以深は風化岩と推定される。
- 以上の結果から、基盤（風化岩）の出現深さは、電気探査解析断面図の白線のように推定される。

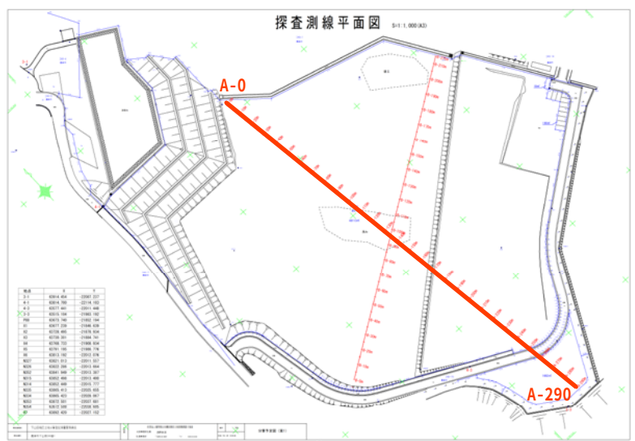
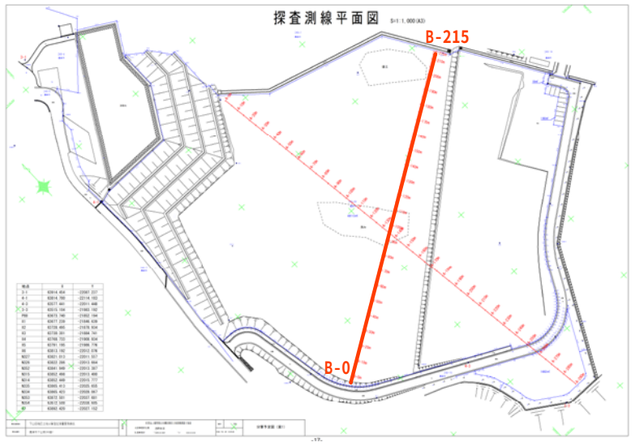
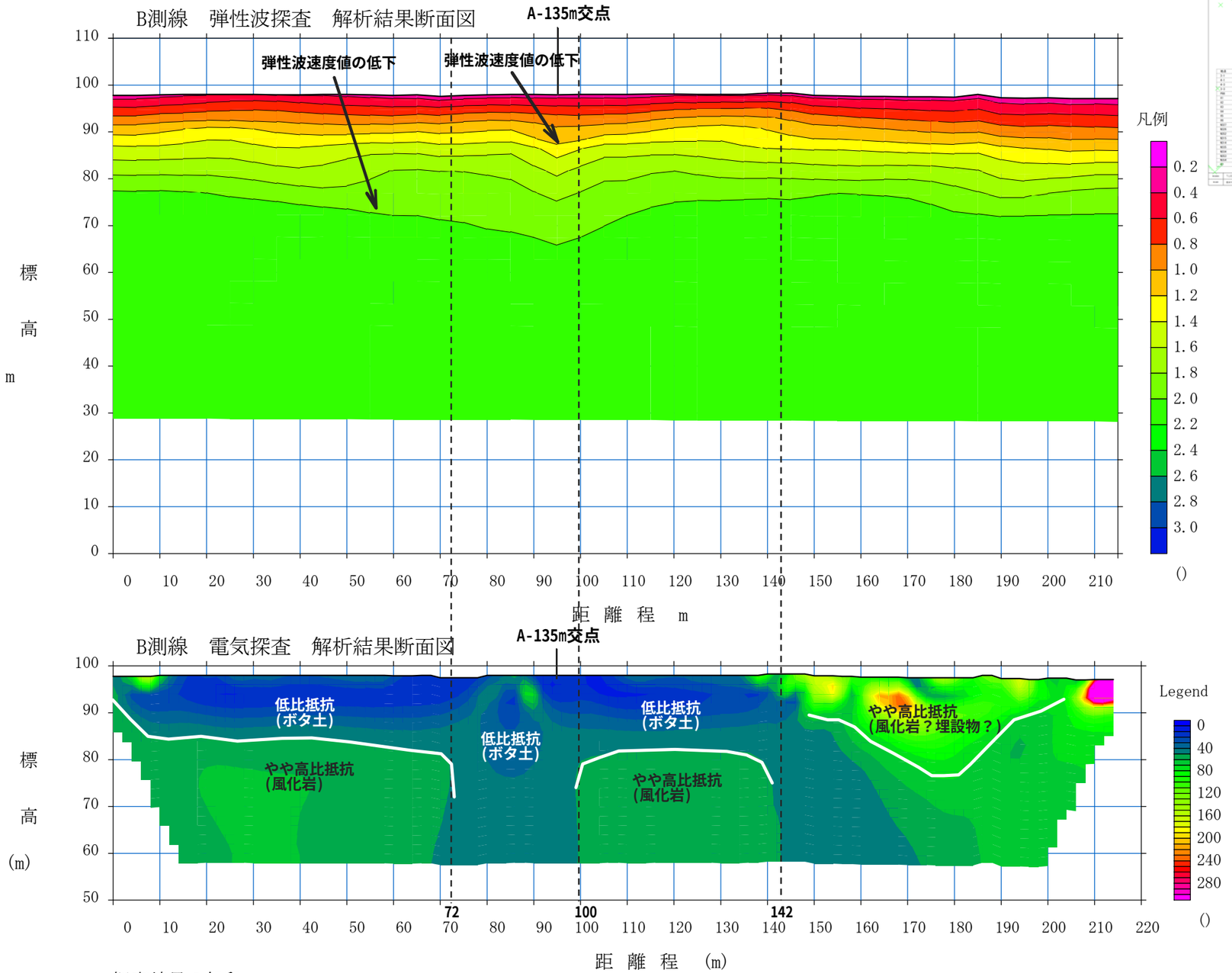


図4-5　弾性波探査の結果断面図(A測線)

B測線解析結果図　S=1:1,000





探査結果の解釈
- 距離程　0～72m：0～8m付近はやや高い比抵抗値で、風化岩が浅所に出現すると推定される。
  8～72mは深さ15m付近まで低速度帯と低比抵抗帯が分布し、ボタ土と推定される。以深は風化岩と推定される。
- 距離程 72～100m：深部まで低比抵抗帯が分布し、弾性波速度値は局部的に低下している。掘削屑捨て場の掘削跡がボタ土で埋め戻された可能性がある。
- 距離程100～142m：深さ15m付近まで低速度帯と低比抵抗帯が分布し、ボタ土と推定される。以深は風化岩と推定される。
- 距離程142～終点：やや高い比抵抗帯が浅所に認められ、風化岩あるいは掘削跡地の埋設物が浅所に分布すると推定される。
- 以上の結果から、基盤（風化岩）の出現深さは、電気探査解析断面図の白線のように推定される。

図4-6　弾性波探査の結果断面図(B測線)

4.4　ボーリング調査

(1)調査位置

ボーリング調査位置は、弾性波探査の結果と旧地形図を参考にして、表 4-2 に示す 3 地点で実施した。

表 4-2　ボーリング調査位置の一覧

地点	平面直角座標		緯度経度		地盤高
	X(m)	Y(m)	北緯	東経	T.P.(m)
No.1	63672.975	-21994.210	33° 34′ 26.14″	130° 45′ 47.09″	98.00
No.2	63620.329	-21985.625	33° 34′ 24.43″	130° 45′ 47.42″	99.60
No.3	63736.056	-22000.619	33° 34′ 28.19″	130° 45′ 46.83″	97.90

(2)掘進止め条件

掘進止めは「建築基礎設計のための地盤調査計画指針」を参考にして、$N \geqq 60$ を 5m 確認することを条件とした。

なお、地点 No.1 は浅部で基盤岩を確認したため、No.2 を室内土質試験と室内分析試験の対象とし、No.3 はオールコアボーリングと標準貫入試験(1m 毎に実施)の併用とした。

(3)調査結果

対象地の地質層序は表 4-3 に示すように、古第三紀の堆積岩類が調査地全体の基盤を成し、その上位をボタなどの盛土が覆っている。

表 4-3　地質層序

地質時代			地層名	記号	N値 ()内は既往調査		記事
新生代	第四紀	完新世	盛土	b	n=28個	4 ～ 44	本層はボタによる盛土からなり、泥岩や砂岩の強風化岩土起源の礫混じり土砂状で、炭質を含み黒褐～褐色を呈す。層厚は、R7-No.1地点は1m程度、R-No.3地点は20mであり、旧地形の尾根部や谷部に依存して層厚は大きく異なる。 $N \leqq 20$程度であり、緩い～中位程度の締まりである。
					(31個)	(3 ～ 52)	
			鉱滓スラグ	sl	n= 2個	67 ～ 69	R7-No.3で確認した。層厚は1.8m程度で、コアは角礫から短柱状で採取される。$\phi \leqq 40$mmの角礫が多く含まれる。 非常に硬く、$N \geqq 60$となる。
					(0個)	-	
	古第三紀	始新世	泥岩	T Ms	n= 0個	-	R7-No.1で盛土に接する1.5m程度の強風化泥岩。下部20cm程度は赤褐色を呈し、酸化鉄の影響が示唆される。
					(1個)	214	
			砂質泥岩	SMs	n=14個	14 ～ 900	R7-No.1とR7-No.3で確認し、コアは10cm～80cmの棒状で採取される。風化部はやや土砂化し、$N \leqq 20$である。 わずかに炭質が混入する。
					(0個)	-	
			細粒砂岩	Ss	n= 0個	-	既往調査で確認した。 棒状コアで採取され、所々ϕ=2mm～5mmの礫が混入。既往調査地のH14-No.2で砂岩に狭在する石炭層を1m程度確認した。
					(9個)	85 ～ 1500	
			礫岩	Cg	n= 6個	450 ～ 900	R7-No.2で確認した。 棒状コアで採取されるが、一部亀裂は土砂化し褐色を呈す。含有礫は亜円礫でϕ=20～40mm程度が主体。
					(0個)	-	

4.5　室内土質試験

室内土質試験の実施項目と対象試料を表4-4に整理した。

試験結果は表4-6に示す。粒度試験結果によると粒径幅が広く、試料ごとの相違も明確であり、調査地に盛立てられたボタの物理特性は不均質，不連続に変化すると考えられる。

表4-4　室内土質試験の項目と対象試料

地点	No.2			
	P1	P2	P3	P4
試料の中心深さ m (標高 T.P.m)	2.3 (97.3)	9.3 (90.3)	14.3 (85.3)	21.3 (78.3)
試験対象の地質	ボタ(炭質多)	ボタ(炭質少)	ボタ(玉石多)	ボタ(炭質多)
土粒子の密度	○	○	○	□
粒度	○	○	○	□
自然含水比	□	□	□	□
液性限界	□	□	□	□
塑性限界	□	□	□	□

※□：参考として実施した項目

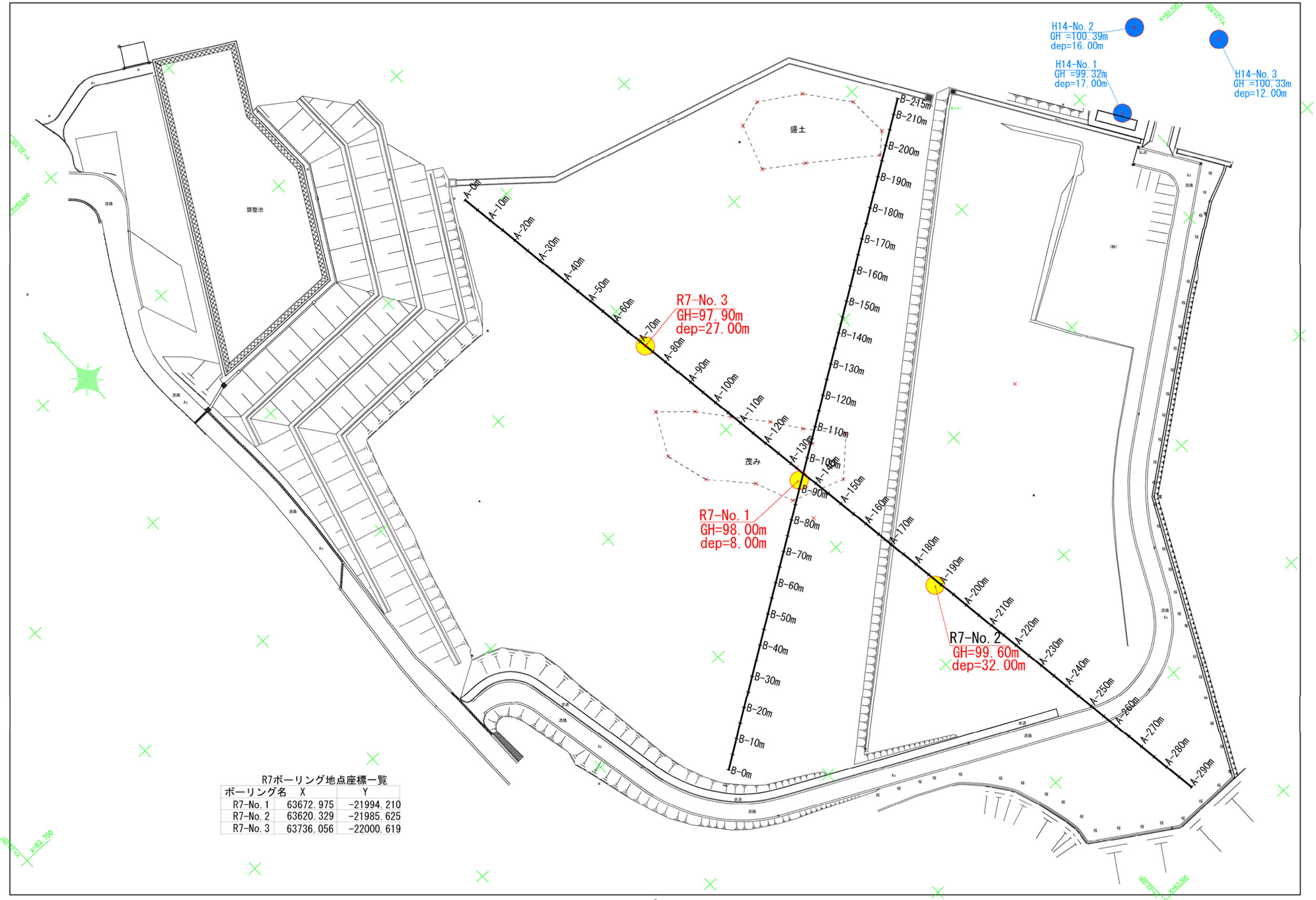
4.6　室内分析試験

対象地を造成して構造物の築造を行う場合を考慮して、下位項目の室内分析を実施した。

土対法とPFASは、分析した試料はすべて基準値を満足していた。pHは炭質を多く含む深さ7.2mまではpH=3.5～4.5の弱酸性であった。

表4-5　室内分析項目と対象

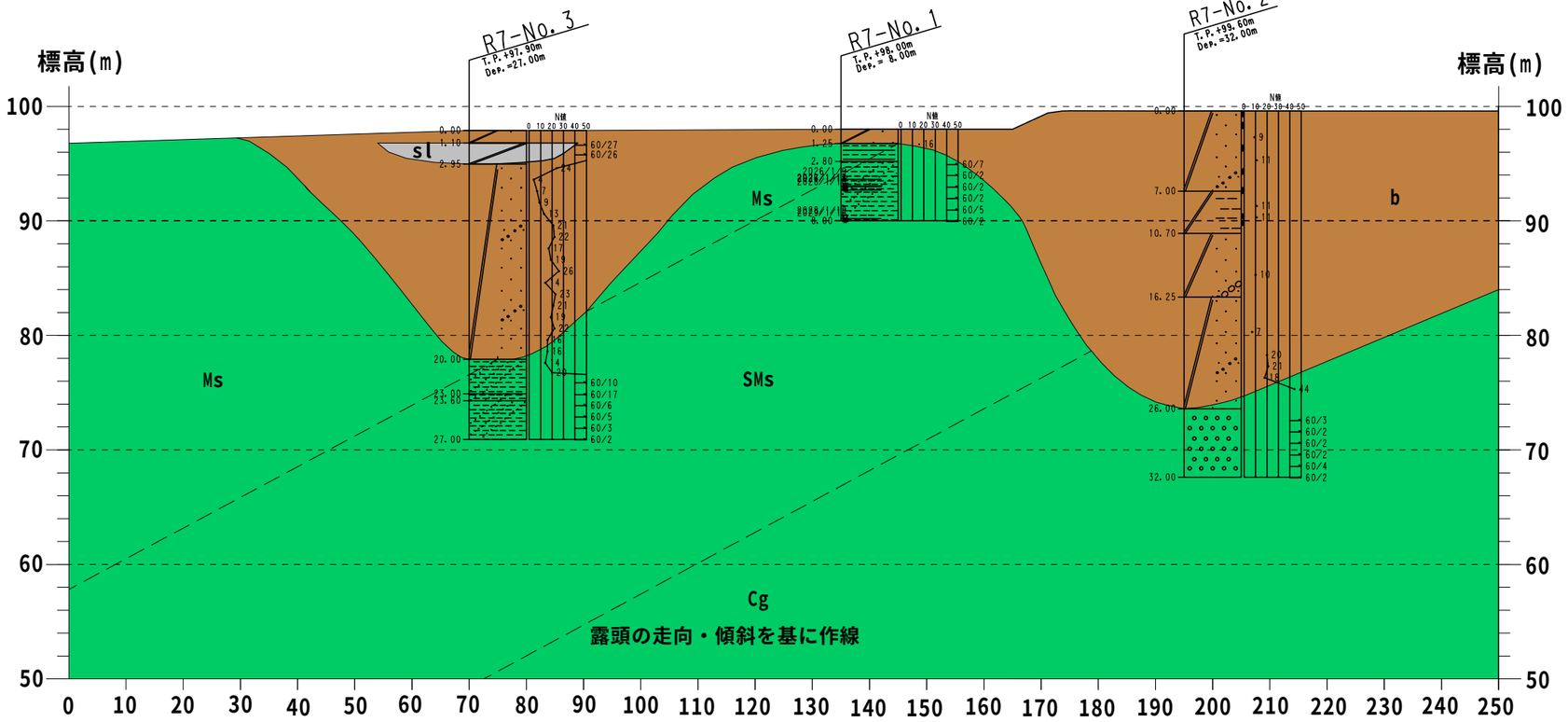
分析対象			分析項目 (○：実施)			
地点	深さ	土質	土対法27項目	PFAS	pH，硫化物	フミン酸
No.2	0.0～ 0.5m	礫混じり土砂(ボタ，炭質多)	○			
	1.0～ 1.5m	礫混じり土砂(ボタ，炭質多)	○			
	3.0～ 3.5m	礫混じり土砂(ボタ，炭質多)	○		○	
	4.0～ 4.5m	礫混じり土砂(ボタ，炭質多)		○	○	○
	5.0～ 5.5m	礫混じり土砂(ボタ，炭質多)	○		○	
	6.7～ 7.2m	礫混じり土砂(ボタ，炭質多)	○		○	
	9.5～10.0m	礫混じり土砂(ボタ，炭質少)	○	○	○	○

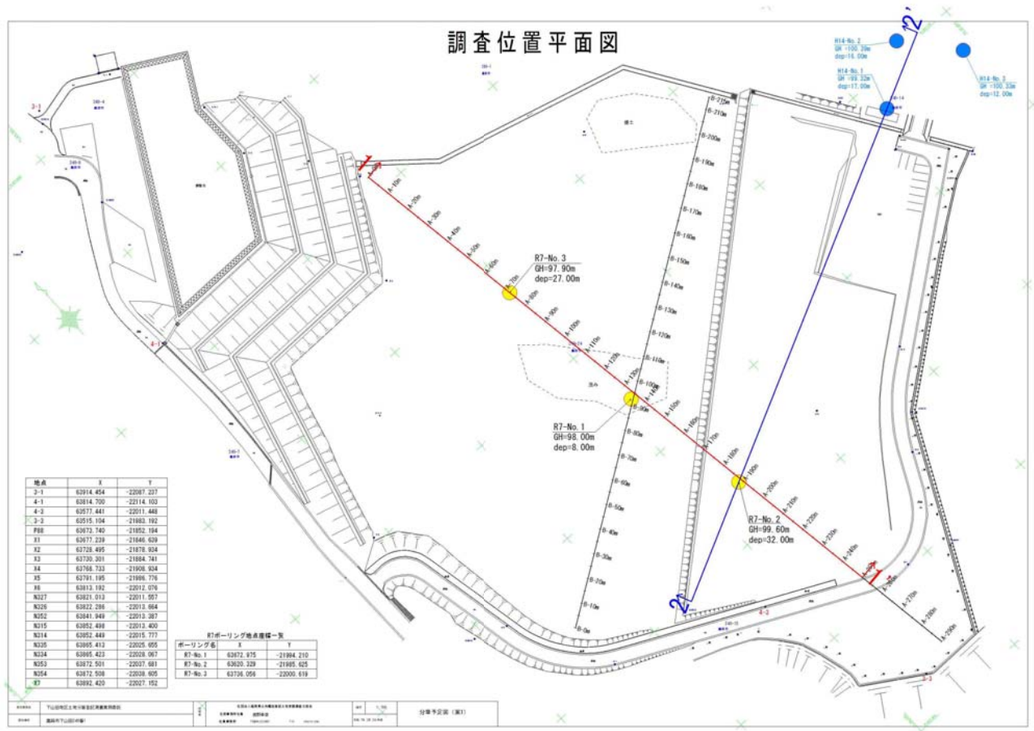


R7ボーリング地点座標一覧

ボーリング名	X	Y
R7-No.1	63672.975	-21994.210
R7-No.2	63620.329	-21985.625
R7-No.3	63736.056	-22000.619

推定地質断面図(1-1'断面)





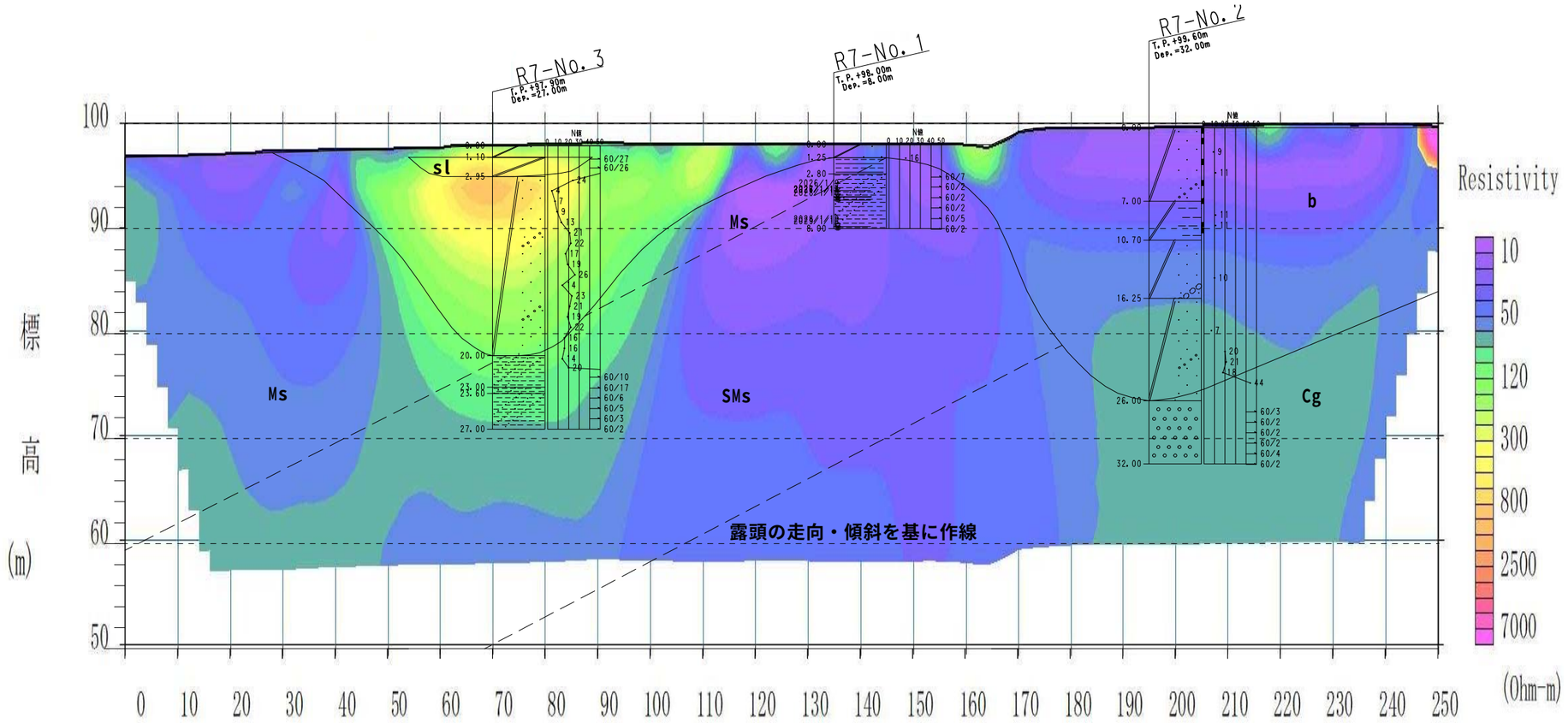
地質凡例

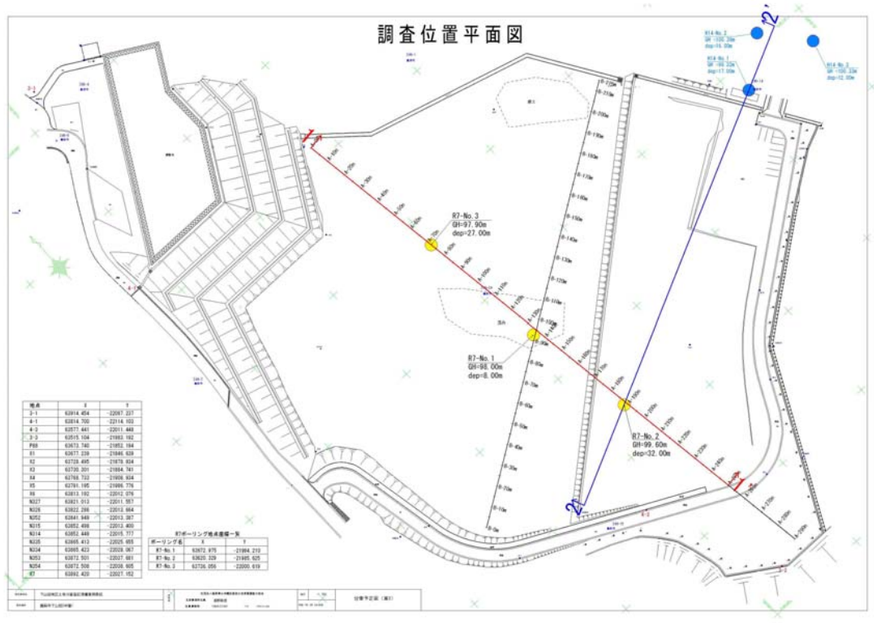
地質時代			地層名	記号		N値 ()内は既往調査		記事
新生代	第四紀	完新世	盛土	b		n=28個	4 ～ 44	本層はボタによる盛土からなり、泥岩や砂岩の強風化岩土起源の礫混じり土砂状で、炭質を含み黒褐～褐色を呈す。層厚は、R7-No.1地点は1m程度、R-No.3地点は20mであり、旧地形の尾根部や谷部に依存して層厚は大きく異なる。 N≦20程度であり、緩い～中位程度の締まりである。
						(31個)	(3 ～ 52)	
			鉱滓スラグ	s1		n= 2個	67 ～ 69	R7-No.3で確認した。層厚は1.8m程度で、コアは角礫から短柱状で採取される。φ≦40mmの角礫が多く含まれる。 非常に硬く、N≧60となる。
						(0個)	-	
	古第三紀	始新世	泥岩	T	Ms	n= 0個	-	R7-No.1で盛土に接する1.5m程度の強風化泥岩。下部20cm程度は赤褐色を呈し、酸化鉄の影響が示唆される。
						(1個)	214	
			砂質泥岩		SMs	n=14個	14 ～ 900	R7-No.1とR7-No.3で確認し、コアは10cm～80cmの棒状で採取される。風化部はやや土砂化し、N≦20である。 わずかに炭質が混入する。
						(0個)	-	
			細粒砂岩		Ss	n= 0個	-	既往調査で確認した。 棒状コアで採取され、所々φ=2mm～5mmの礫が混入。既往調査地のH14-No.2で砂岩に狭在する石炭層を1m程度確認した。
						(9個)	85 ～ 1500	
			礫岩		Cg	n= 6個	450 ～ 900	R7-No.2で確認した。 棒状コアで採取されるが、一部亀裂は土砂化し褐色を呈す。含有礫は亜円礫でφ=20～40mm程度が主体。
						(0個)	-	

図4-2　推定断面図
(1-1'断面：弾性波探査のA測線)

業務名	下山田（吉庵）地区事業用地地質等調査業務委託
図面名称	推定地質断面図（1-1'断面）
事業箇所	嘉麻市下山田249番地24
縮尺	V： 1/500 H：1/1000 （A3）

推定地質断面図(1-1'断面)





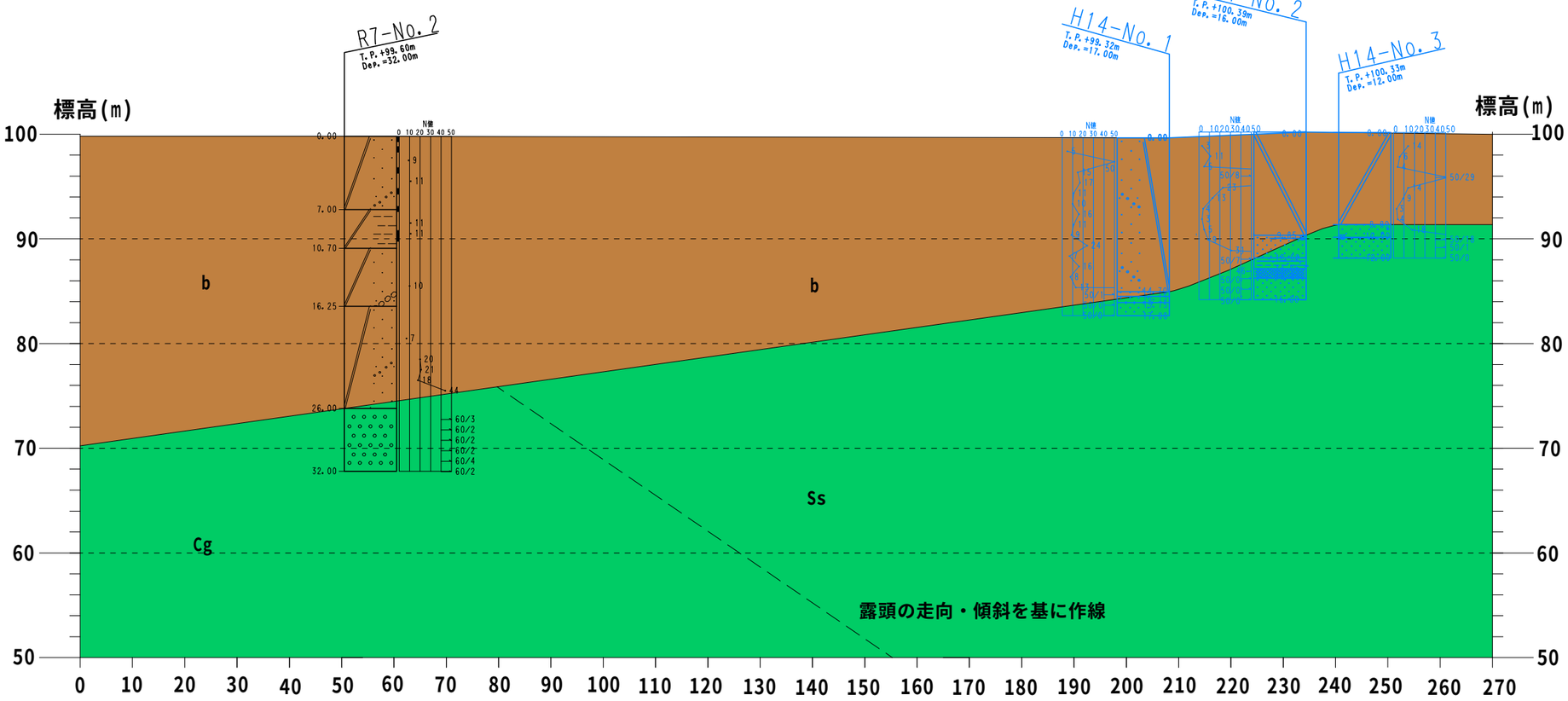
地質凡例

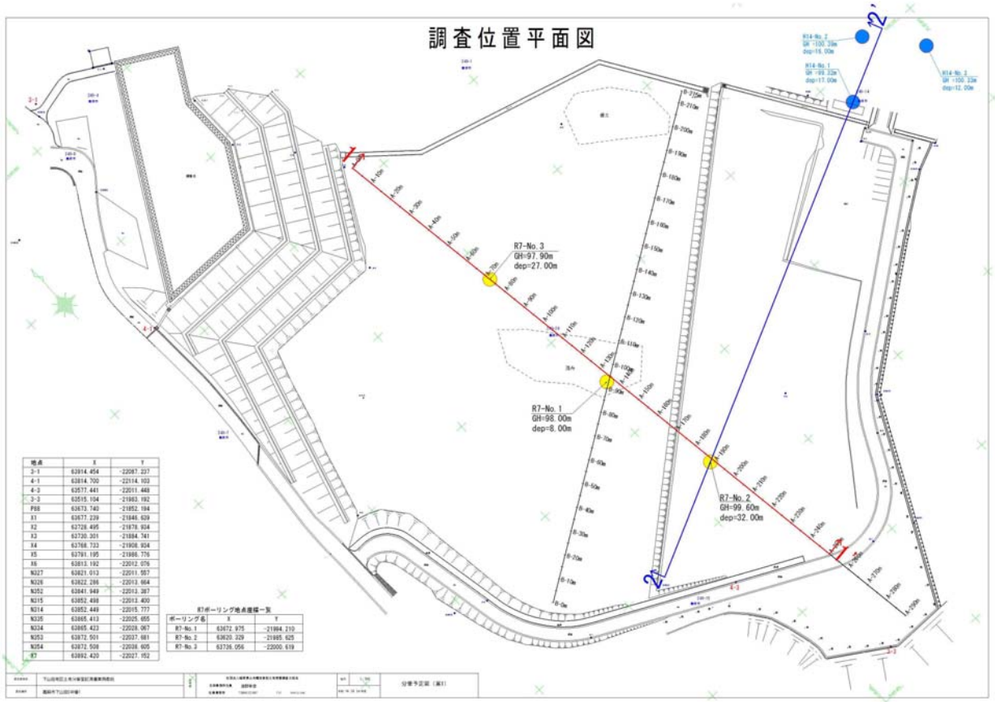
地質時代	地層名	記号	N値		記事
新生代 第四紀 完新世	盛土	b	n=28個	4 ～ 44	本層はボタによる盛土からなり、泥岩や砂岩の強風化岩土起源の礫混じり土砂状で、炭質を含み黒褐～褐色を呈す。層厚は、R7-No.1地点は1m程度、R-No.3地点は20mであり、旧地形の尾根部や谷部に依存して層厚は大きく異なる。 N≦20程度であり、緩い～中位程度の締まりである。
			(31個)	(3 ～ 52)	
	鉱滓スラグ	sl	n= 2個	67 ～ 69	R7-No.3で確認した。層厚は1.8m程度で、コアは角礫から短柱状で採取される。Φ≦40mmの角礫が多く含まれる。 非常に硬く、N≧60となる。
			(0個)	－	
新生代 古第三紀 始新世	泥岩	T Ms	n= 0個	－	R7-No.1で盛土に接する1.5m程度の強風化泥岩。下部20cm程度は赤褐色を呈し、酸化鉄の影響が示唆される。
			(1個)	214	
	砂質泥岩	T SMs	n=14個	14 ～ 900	R7-No.1とR7-No.3で確認し、コアは10cm～80cmの棒状で採取される。風化部はやや土砂化し、N≦20である。 わずかに炭質が混入する。
			(0個)	－	
	細粒砂岩	T Ss	n= 0個	－	既往調査で確認した。 棒状コアで採取され、所々φ2mm～5mmの礫が混入。既往調査地のH14-No.2で砂岩に狭在する石炭層を1m程度確認した。
			(9個)	85 ～ 1500	
	礫岩	T Cg	n= 6個	450 ～ 900	R7-No.2で確認した。 棒状コアで採取されるが、一部亀裂は土砂化し褐色を呈す。含有礫は亜円礫でφ=20～40mm程度が主体。
			(0個)	－	

図4-3　推定断面図
(1-1'断面：電気探査の結果との重ね図)

業務名	下山田（吉庵）地区事業用地地質等調査業務委託
図面名称	推定地質断面図（1-1'断面）
事業箇所	嘉麻市下山田249番地24
縮尺	V： 1/500　H：1/1000　(A3)

推定地質断面図(2-2'断面)





地質凡例

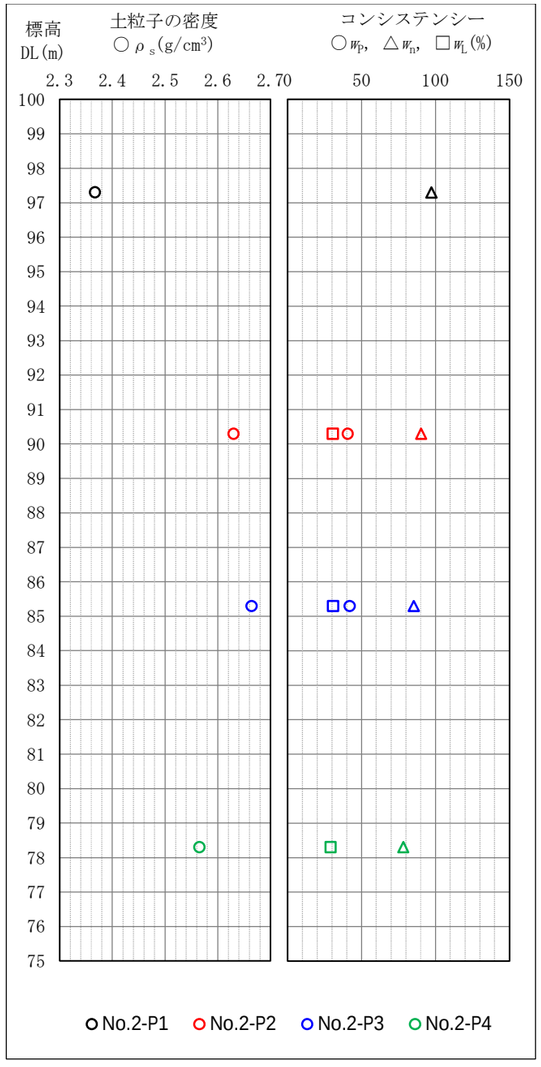
地質時代			地層名	記号		N値	()内は既往調査	記事
新生代	第四紀	完新世	盛土	b		n=28個	4 ～ 44	本層はボタによる盛土からなり、泥岩や砂岩の強風化岩土起源の礫混じり土砂状で、炭質を含み黒褐～褐色を呈す。層厚は、R7-No.1地点は1m程度、R-No.3地点は20mであり、旧地形の尾根部や谷部に依存して層厚は大きく異なる。 N≦20程度であり、緩い～中位程度の締まりである。
						(31個)	(3 ～ 52)	
			鉱滓スラグ	sl		n= 2個	67 ～ 69	R7-No.3で確認した。層厚は1.8m程度で、コアは角礫から短柱状で採取される。φ≦40mmの角礫が多く含まれる。 非常に硬く、N≧60となる。
						(0個)	-	
	古第三紀	始新世	泥岩	T	Ms	n= 0個	-	R7-No.1で盛土に接する1.5m程度の強風化泥岩。下部20cm程度は赤褐色を呈し、酸化鉄の影響が示唆される。
						(1個)	214	
			砂質泥岩		SMs	n=14個	14 ～ 900	R7-No.1とR7-No.3で確認し、コアは10cm～80cmの棒状で採取される。風化部はやや土砂化し、N≦20である。 わずかに炭質が混入する。
						(0個)	-	
			細粒砂岩		Ss	n= 0個	-	既往調査で確認した。 棒状コアで採取され、所々φ=2mm～5mmの礫が混入。既往調査地のH14-No.2で砂岩に狭在する石炭層を1m程度確認した。
						(9個)	85 ～ 1500	
			礫岩		Cg	n= 6個	450 ～ 900	R7-No.2で確認した。 棒状コアで採取されるが、一部亀裂は土砂化し褐色を呈す。含有礫は亜円礫でφ=20～40mm程度が主体。
						(0個)	-	

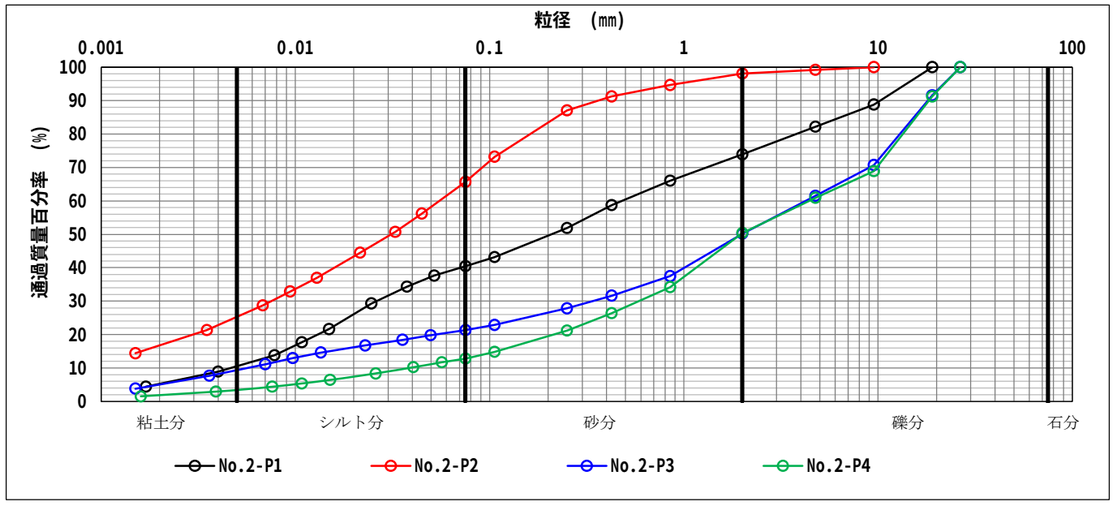
図4-4　推定断面図(2-2'断面)

業務名	下山田（吉庵）地区事業用地地質等調査業務委託
図面名称	推定地質断面図(2-2'断面)
事業箇所	嘉麻市下山田249番地24
縮尺	V： 1/500 H：1/1000　(A3)

表4-6　室内土質試験結果の一覧

試料番号				R7-No.2			
地盤高			T.P.m	99.6			
深さ	上端		m	2.15	9.15	14.15	21.15
	下端		m	2.45	9.45	14.45	21.45
	中心		m	2.30	9.30	14.30	21.30
標高	上端		m	97.45	90.45	85.45	78.45
	下端		m	97.15	90.15	85.15	78.15
	中心		m	97.30	90.30	85.30	78.30
地質				ボタ(炭質多)	ボタ(炭質少)	ボタ(玉石多)	ボタ(炭質多)
一般	湿潤密度	ρ_t	g/cm^3				
	乾燥密度	ρ_d	g/cm^3				
	土粒子の密度	ρ_s	g/cm^3	2.367	2.630	2.664	2.565
	自然含水比	W_n	%	16.5	18.1	14.9	22.7
	間隙比	e					
	飽和度	S_r	%				
粒度	石分　(75mm以上)		%	0.0	0.0	0.0	0.0
	礫分　(2～75mm)		%	26.1	1.9	49.8	49.6
	砂分　(0.075～2mm)		%	33.4	32.4	28.9	37.6
	シルト分　(0.005～0.075mm)		%	30.3	40.6	12.0	9.5
	粘土分　(0.005mm未満)		%	10.2	25.1	9.3	3.3
	細粒分含有率	Fc	%	40.5	65.7	21.3	12.8
	最大粒径		mm	19.0	9.5	26.5	26.5
	均等係数	U_C	-	98.90	-	728.39	110.14
	50%粒径	D_{50}	mm	0.2134	0.0313	1.9772	1.9616
	10%粒径	D_{10}	mm	0.0048	-	0.0057	0.0389
	20%粒径	D_{20}	mm	0.0132	0.0031	0.0526	0.2185
	透水係数(*Creager*法)			1.99×10^{-7}	-	3.27×10^{-6}	1.08×10^{-4}
コンシステンシー	液性限界	W_L	%		40.7	42.0	NP
	塑性限界	W_p	%		30.6	30.8	29.1
	塑性指数	I_P	%		10.1	11.2	NP
化学試験	pH			4.8	6.8	6.9	6.0
	強熱減量	L_i	%		8.2	5.4	17.5

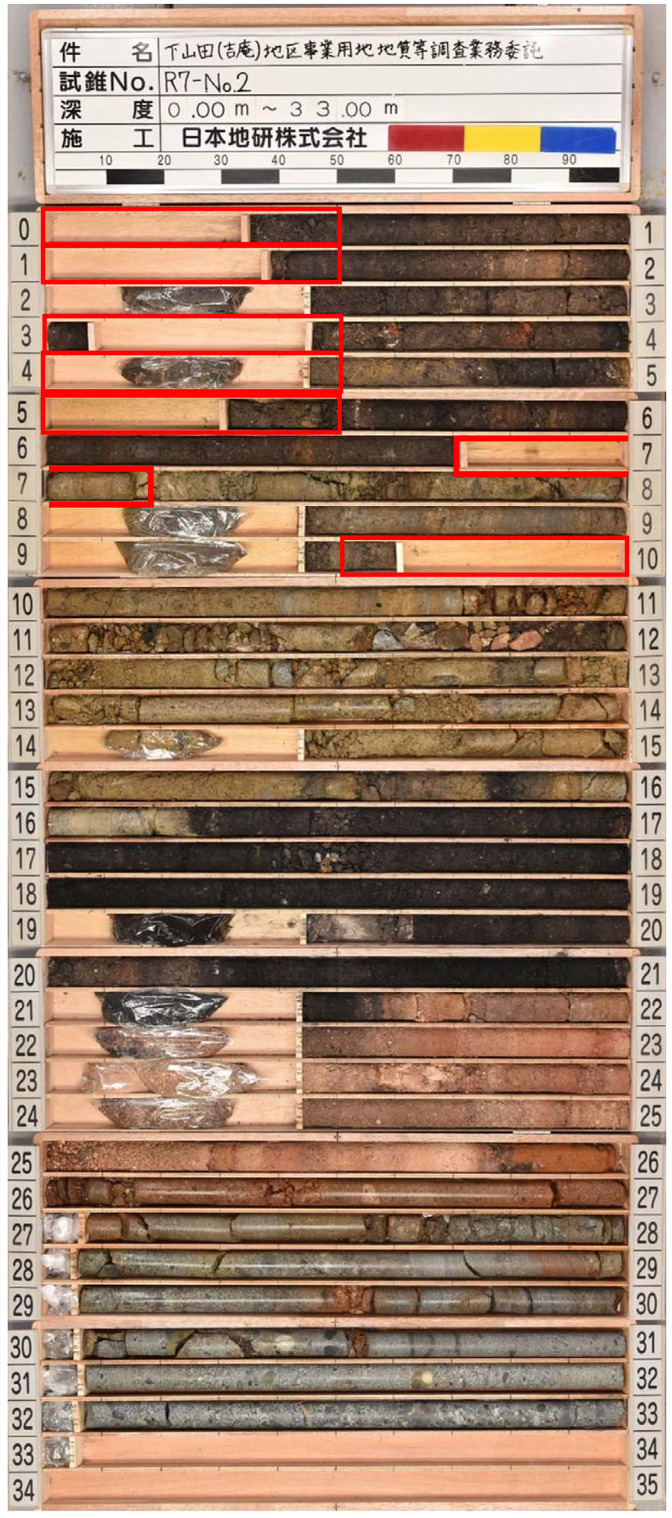




□ 土質試験の対象試料

表4-7　室内分析試験結果の一覧

計量の対象			単位	基準値（数値以下）	定量下限値	計量の結果						
						0.0～0.5m	1.0～1.5m	3.0～3.5m	4.0～4.5m	5.0～5.5m	6.7～7.2m	9.5～10.0m
						礫混じり土砂（ボタ，炭質多）	礫混じり土砂（ボタ，炭質多）	礫混じり土砂（ボタ，炭質多）	礫混じり土砂（ボタ，炭質多）	礫混じり土砂（ボタ，炭質多）	礫混じり土砂（ボタ，炭質多）	礫混じり土砂（ボタ，炭質少）
土壌汚染対策法	第1種 揮発性有機化合物	クロロエチレン	mg/L	0.002	0.0002	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
		四塩化炭素	mg/L	0.002	0.0002	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
		1,2-ジクロロエタン	mg/L	0.004	0.0004	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
		1,1-ジクロロエチレン	mg/L	0.1	0.002	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
		1,2-ジクロロエチレン	mg/L	0.04	0.004	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
		1,3-ジクロロプロペン	mg/L	0.002	0.0002	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
		ジクロロメタン	mg/L	0.02	0.002	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
		テトラクロロエチレン	mg/L	0.01	0.001	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
		1,1,1-トリクロロエタン	mg/L	1	0.001	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
		1,1,2-トリクロロエタン	mg/L	0.006	0.0006	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
		トリクロロエチレン	mg/L	0.01	0.001	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
		ベンゼン	mg/L	0.01	0.001	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
	第2種 重金属類	カドミウム及びその化合物	mg/L	0.003	0.0003	0.0004	0.0015	0.0013	－	0.0005	0.0010	＜LOQ
		六価クロム化合物	mg/L	0.05	0.02	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
		シアン化合物	mg/L	検出されない	0.1	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
		水銀及びその化合物	mg/L	0.0005	0.0005	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
		アルキル水銀	mg/L	検出されない	0.0005	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
		セレン及びその化合物	mg/L	0.01	0.001	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
		鉛及びその化合物	mg/L	0.01	0.001	0.004	0.004	0.001	－	＜LOQ	0.002	＜LOQ
		砒素及びその化合物	mg/L	0.01	0.001	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
		ふっ素及びその化合物	mg/L	0.8	0.08	0.17	0.19	0.17	－	＜LOQ	0.14	＜LOQ
		ほう素及びその化合物	mg/L	1	0.02	0.45	0.20	＜LOQ	－	0.11	＜LOQ	0.03
	第3種 農薬類	シマジン	mg/L	0.003	0.0003	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
		チオベンカルブ	mg/L	0.02	0.002	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
		チウラム	mg/L	0.006	0.0006	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
		PCB	mg/L	検出されない	0.0006	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
		有機りん化合物	mg/L	検出されない	0.1	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ	－	＜LOQ	＜LOQ	＜LOQ
PFAS （PFOS，PFOA）			ng/L	50	0.2	－	－	－	＜LOQ	－	－	＜LOQ
pH （水素イオン濃度）			－	－	－	－	－	3.6	3.5	4.5	3.9	7.1
硫化物			mg/g	－	0.01	－	－	0.03	0.04	0.01	0.03	0.06
フミン酸			wt%	－	0.01	－	－	－	＜LOQ	－	－	＜LOQ



□ が分析対象

5.総合解析とりまとめ

5.1　土質定数の設定

(1)土質定数の設定値

当該地の土質定数を表5.1-1に一覧表として示した。

表5.1-1　土質定数一覧

地層区分		設計用N値	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	内部摩擦角 ϕ (°)	粘着力 c (kN/m^2)
盛土	礫混まり土砂	16	19	35	0
堆積岩	砂岩・礫岩	300	21.2	41.9	98
	頁岩	300	21.2	21.5	513

5.2　地盤の工学的性質の検討と支持地盤の設定

対象地の地盤について、各層ごとに工学的性質を記載する。

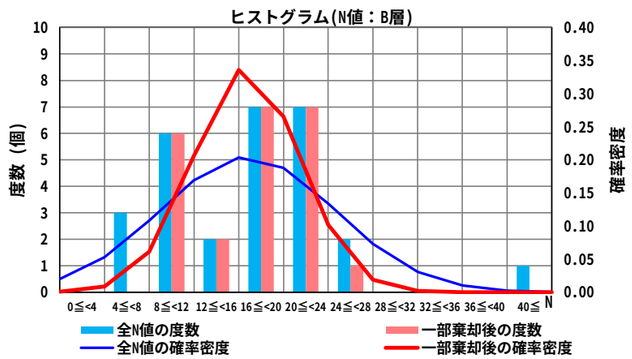
(1)盛土の工学的性質

ボタを主とし、炭質を多く含む部分と炭質が少なく玉石を多く含む部分が混在する。

①N値と物理的性質

炭質が多い部分は黒～黒褐の色調で細粒分が多く，炭質が少ない部分は褐灰～茶褐灰の色調で非狭炭層の掘削屑が多く玉石混じり状である。

標準貫入試験での玉石や礫の影響が小さかったため、炭質の多少によるN値の相違はなくN=4～26の範囲にある。



統計的判断

母集団の数	n=	28
単純平均値	$\bar{N}$=	16.8
標準偏差	σ=	7.8
最大値	Nmax=	44.0
最小値	Nmin=	4.0
最頻値	Nmode=	16.0
	Nmode2=	-

$\bar{N}$　±σの範囲外を棄却

平均値	$\bar{N}$=	16.7
標準偏差	σ=	4.7

B	0≦<4	4≦<8	8≦<12	12≦<16	16≦<20	20≦<24	24≦<28	28≦<32	32≦<36	36≦<40	40≦	度数合計
全N値	0	3	6	2	7	7	2	0	0	0	1	28
棄却後	0	0	6	2	7	7	1	0	0	0	0	23

図 5.2-1　ボタのN値のヒストグラム

②化学的特徴

化学的性質として、堆積岩類はふっ素やほう素、および硫化鉄などを含むことが多く、ボタにもそれら成分が含まれると言われる。また、硫化鉄が化学反応することで、硫酸の発生や他の硫化物が生成される。

今回の調査では、表5.2-1に示す試料で室内分析試験を実施し、土壌汚染対策法や水道水基準を超えるような成分が無いことを確認した。

ただし、pH=3.5～4.5の酸性を示す範囲があり、基礎構造物の工法や材料の選定に化学的性質での比較が必要となる。

なお、このpHは嘉麻市の下水排水基準値外となっており、造成工事等で排水を行う場合はpH調整が必要となる。

表5.2-1　室内分析試験の結果のまとめ

分析対象			分析項目　(-：分析の実施無し)			
地点	深さ	土質	土対法 27項目	PFAS	pH，硫化物	フミン酸
No.2	0.0～ 0.5m	礫混じり土砂 (ボタ，炭質多)	基準超過無し	-	-	-
	1.0～ 1.5m	礫混じり土砂 (ボタ，炭質多)	基準超過無し	-	-	-
	3.0～ 3.5m	礫混じり土砂 (ボタ，炭質多)	基準超過無し	-	弱酸性	-
	4.0～ 4.5m	礫混じり土砂 (ボタ，炭質多)	-	基準超過無し	弱酸性	定量下限値未満
	5.0～ 5.5m	礫混じり土砂 (ボタ，炭質多)	基準超過無し	-	弱酸性	-
	6.7～ 7.2m	礫混じり土砂 (ボタ，炭質多)	基準超過無し	-	弱酸性	-
	9.5～10.0m	礫混じり土砂 (ボタ，炭質少)	基準超過無し	基準超過無し	中性	定量下限値未満

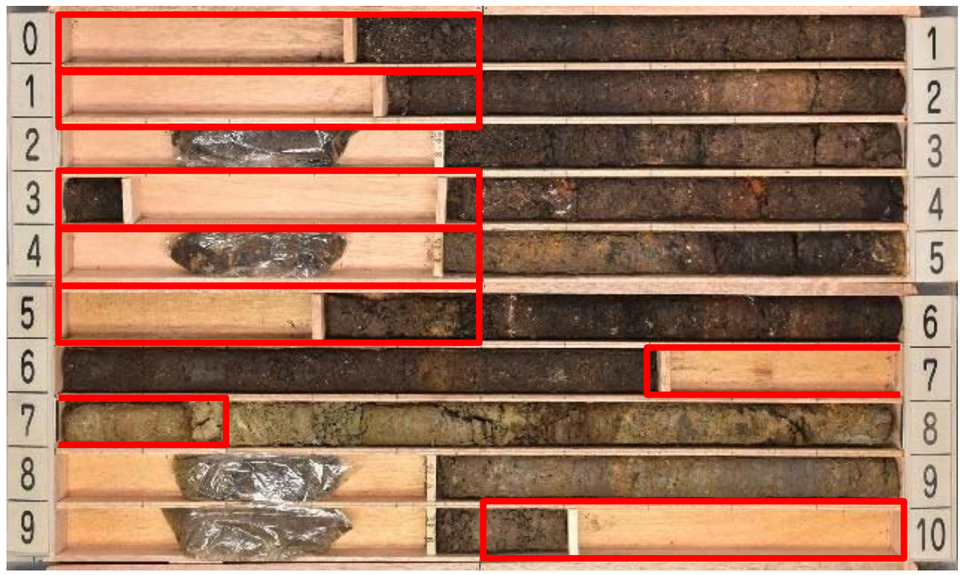


写真5.2-1　No.2地点の深さ10mまでのコア試料(□は分析対象区間)

(2) 基盤岩の工学的性質

対象地の基盤岩は石炭を含む堆積岩類であり、砂岩や頁岩および礫岩が確認された。

基盤岩を覆うボタの中にも堆積岩を起源とする玉石が含まれており、ボタ盛土時の自然転石や地山掘削や採炭に伴う掘削屑として混入したものと思われる。

①N値と物理的性質

ボタとの境界から数mは土砂化してN=14～20となる部分があるが、大部分はN=60/20～60/170(回/貫入長mm)であり、良質な支持層となりうる。

層理面の角度は25°～30°程度であり、地表踏査で測定した傾斜角と同程度である。

所々に褐色化が認められ、亀裂面に沿った地下水の流動があるものと推定される。

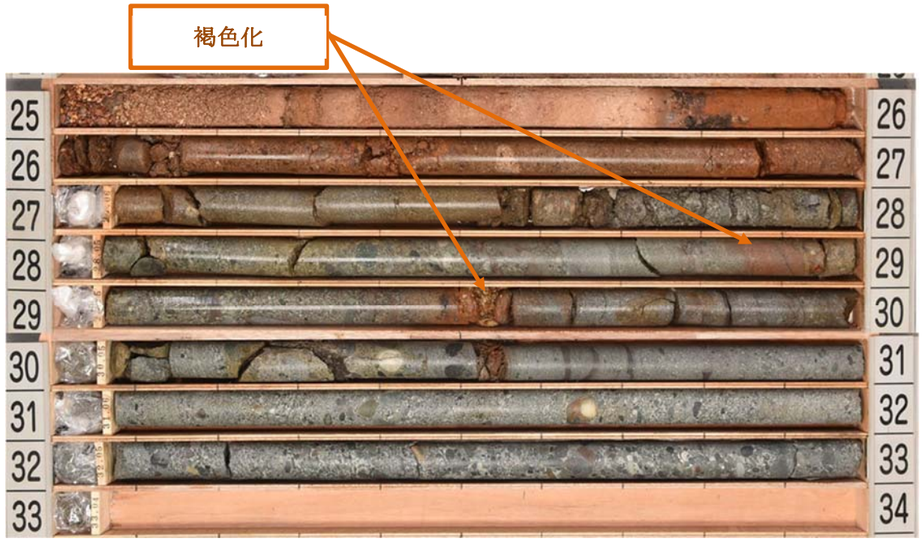


写真5.2-2　No.2地点の深さ25m以深のコア試料

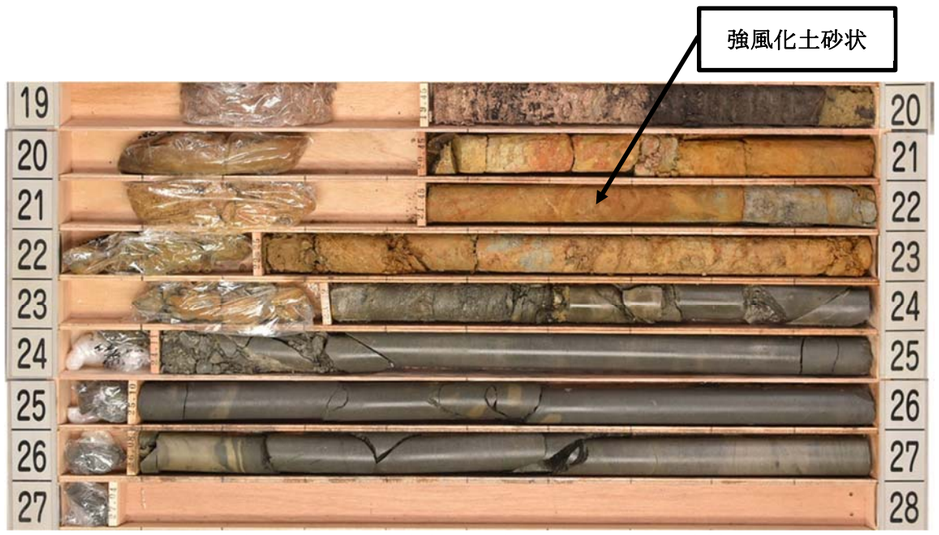


写真5.2-3　No.3地点の深さ19m以深のコア試料

(3)支持地盤の設定

「建築基礎構造設計指針」によれば、支持層は建物の要求性能などを考慮して設計者が適切に設定するとされるが、目安としてのN値が示されている。

・砂質土，礫質土　　N値50(または60)以上

・粘性土　　N値20～30以上

※地震応答解析を行う場合の工学的基盤はV_S=400m/s以上とされることがあり、この場合の目安となるN値は60以上とされる。

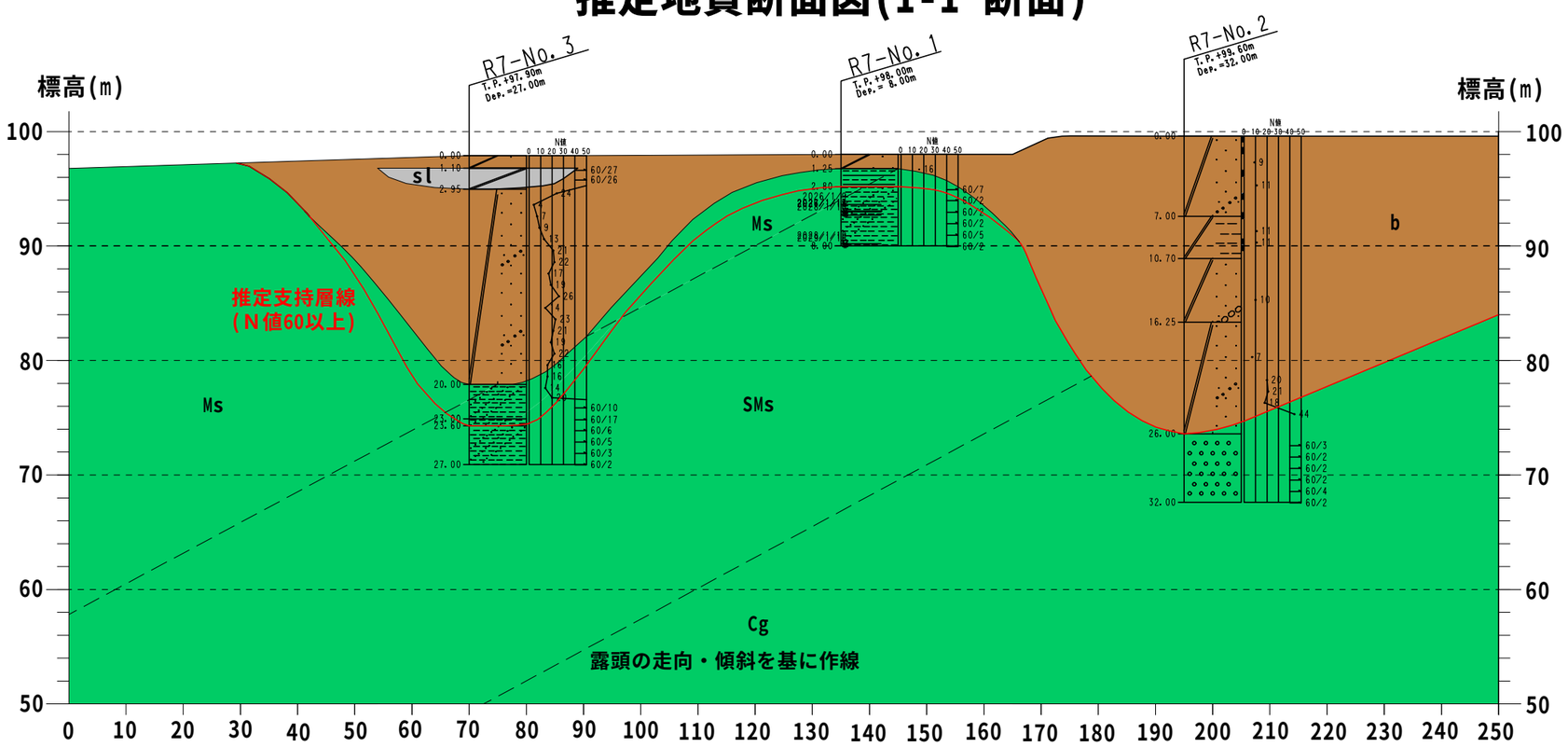
調査地の支持地盤は、工場等の大規模建築物を想定し、図5.2-2に示すN≧60となる位置を設定した。

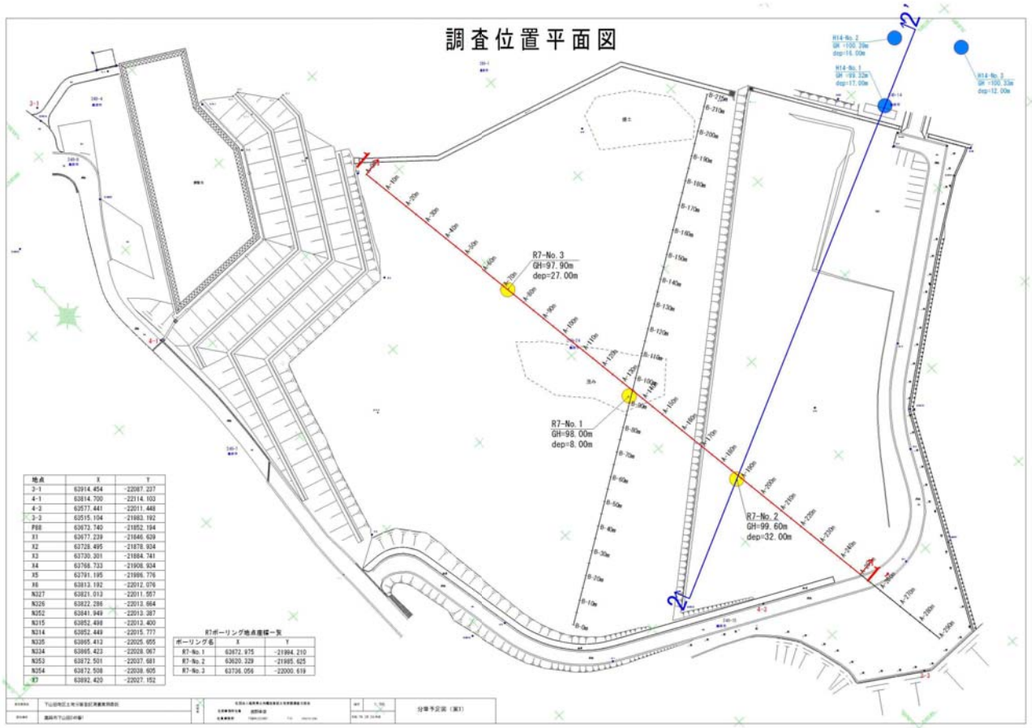
> 支持層は敷地内で実施されるすべてのボーリングで確認することが望ましいが，支持層より深い地盤性状の確認は少なくとも１本以上のボーリングで実施する．これには，信頼できる既存のデータを参照してもよい．支持層の目安は砂質土，礫質土ではN値 50（または 60）以上，粘性土では 20～30 以上であるが，建物の要求性能などを考慮して設計者が適切に設定する．薄層支持を検討する場合，詳細設計時に支持層位置が変更になる可能性に配慮し，薄層支持層の下部にある支持層候補となる深さまで複数本のボーリング調査を計画しておく．地震応答解析を行う場合は，工学的基盤を確認できる深さまで調査を行う．工学的基盤は一般にせん断波速度 V_S ＝300～700 m/s の層とされているが，V_S=400 m/s 以上で，厚さ５m 以上の層とする文献[2.6,9]もある．

図5.2-2　建築構造物における支持層の目安

出典：「建築基礎構造設計指針」日本建築学会，p.26

推定地質断面図(1-1'断面)





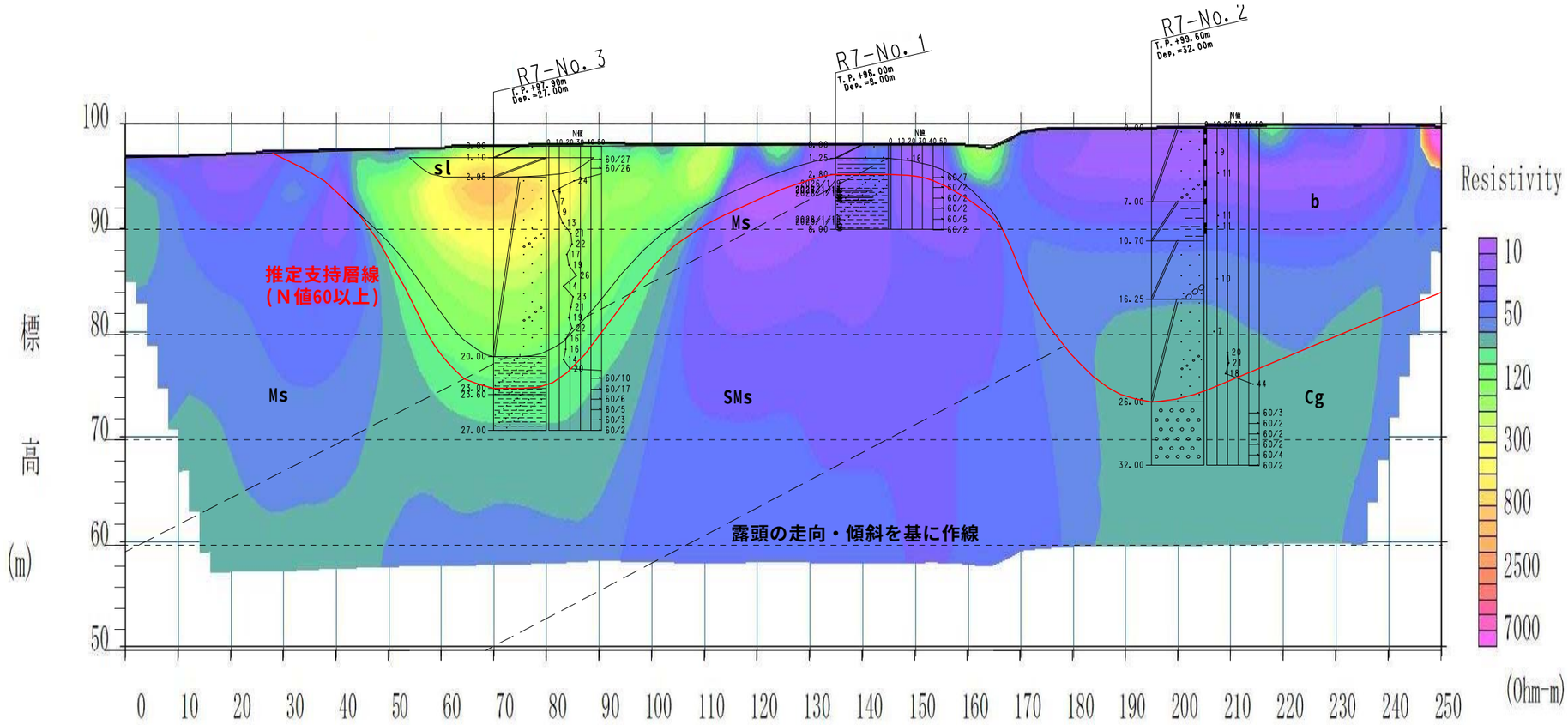
地質凡例

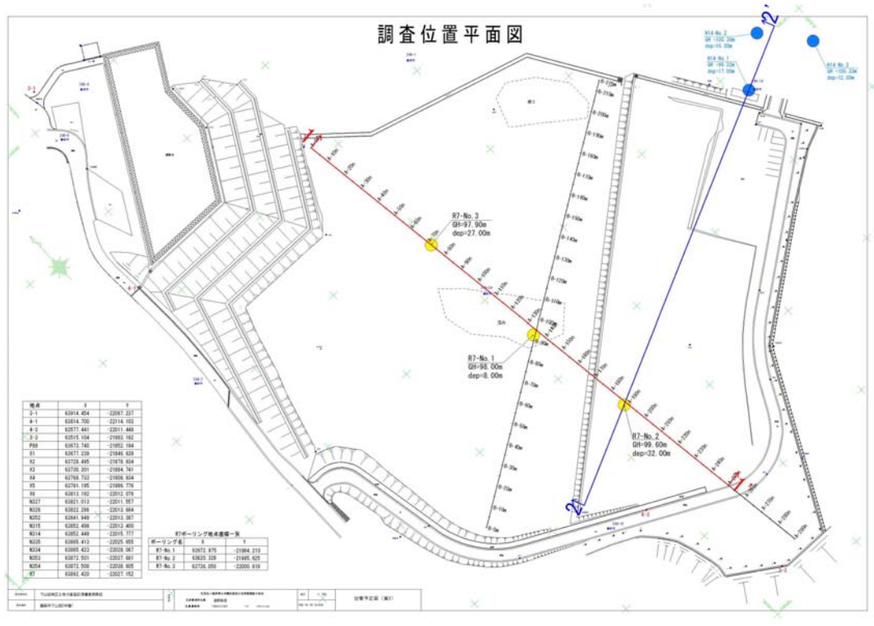
地質時代			地層名	記号		N値 ()内は既往調査		記事
新生代	第四紀	完新世	盛土	b		n=28個	4 ～ 44	本層はボタによる盛土からなり、泥岩や砂岩の強風化岩土起源の礫混じり土砂状で、炭質を含み黒褐～褐色を呈す。層厚は、R7-No.1地点は1m程度、R-No.3地点は20mであり、旧地形の尾根部や谷部に依存して層厚は大きく異なる。 N≦20程度であり、緩い～中位程度の締まりである。
						(31個)	(3 ～ 52)	
			鉱滓スラグ	s1		n= 2個	67 ～ 69	R7-No.3で確認した。層厚は1.8m程度で、コアは角礫から短柱状で採取される。φ≦40mmの角礫が多く含まれる。 非常に硬く、N≧60となる。
						(0個)	-	
	古第三紀	始新世	泥岩	T	Ms	n= 0個	-	R7-No.1で盛土に接する1.5m程度の強風化泥岩。下部20cm程度は赤褐色を呈し、酸化鉄の影響が示唆される。
						(1個)	214	
			砂質泥岩		SMs	n=14個	14 ～ 900	R7-No.1とR7-No.3で確認し、コアは10cm～80cmの棒状で採取される。風化部はやや土砂化し、N≦20である。 わずかに炭質が混入する。
						(0個)	-	
			細粒砂岩		Ss	n= 0個	-	既往調査で確認した。 棒状コアで採取され、所々φ=2mm～5mmの礫が混入。既往調査地のH14-No.2で砂岩に狭在する石炭層を1m程度確認した。
						(9個)	85 ～ 1500	
			礫岩		Cg	n= 6個	450 ～ 900	R7-No.2で確認した。 棒状コアで採取されるが、一部亀裂は土砂化し褐色を呈す。含有礫は亜円礫でφ=20～40mm程度が主体。
						(0個)	-	

図5.2-1 推定断面図
(1-1'断面：弾性波探査のA測線)

業務名	下山田（吉庵）地区事業用地地質等調査業務委託
図面名称	推定地質断面図（1-1'断面）
事業箇所	嘉麻市下山田249番地24
縮尺	V： 1/500 H：1/1000 (A3)

推定地質断面図(1-1'断面)





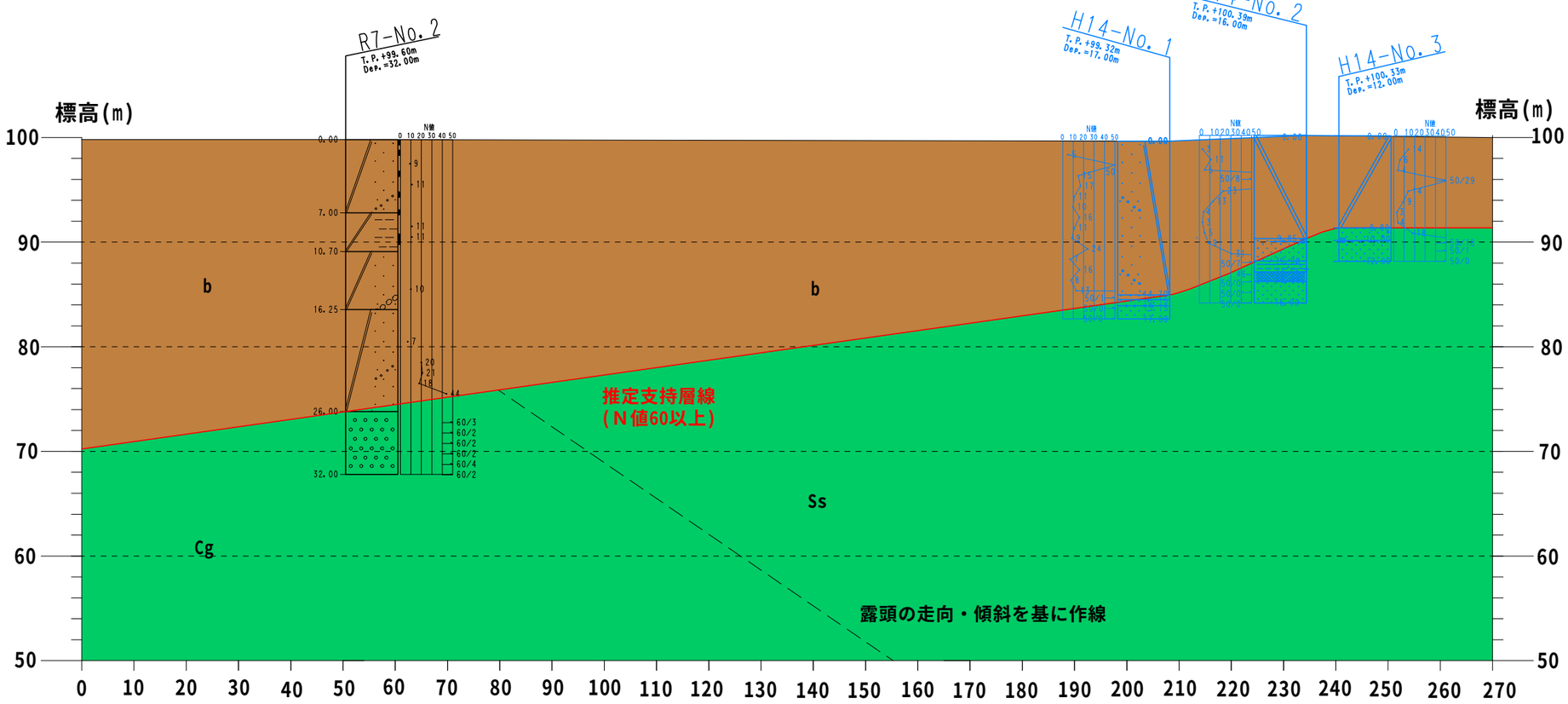
地質凡例

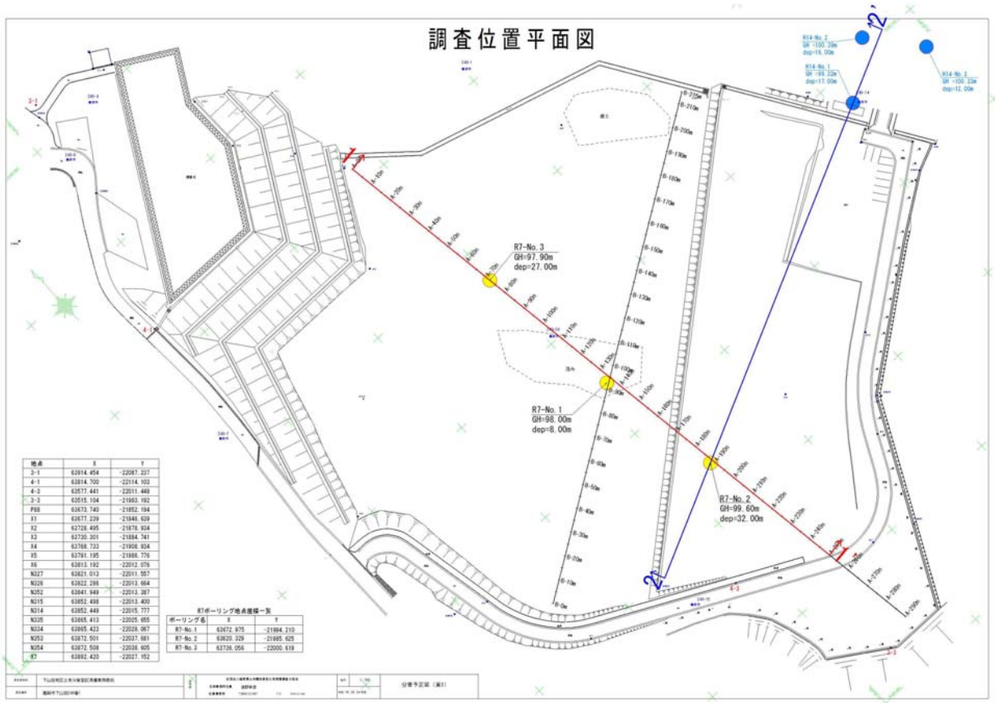
地質時代		地層名	記号		N値	()内は既往調査	記事
新生代 第四紀 完新世		盛土	b		n=28個	4 ～ 44	本層はボタによる盛土からなり、泥岩や砂岩の強風化岩土起源の礫混じり土砂状で、炭質を含み黒褐～褐色を呈す。層厚は、R7-No.1地点は1m程度、R-No.3地点は20mであり、旧地形の尾根部や谷部に依存して層厚は大きく異なる。 N≦20程度であり、緩い～中位程度の締まりである。
						(31個) (3 ～ 52)	
		鉱滓スラグ	sl		n= 2個	67 ～ 69	R7-No.3で確認した。層厚は1.8m程度で、コアは角礫から短柱状で採取される。Φ≦40mmの角礫が多く含まれる。 非常に硬く、N≧60となる。
					(0個)	－	
新生代 第四紀 古第三紀	始新世	泥岩	T	Ms	n= 0個	－	R7-No.1で盛土に接する1.5m程度の強風化泥岩。下部20cm程度は赤褐色を呈し、酸化鉄の影響が示唆される。
					(1個)	214	
		砂質泥岩		SMs	n=14個	14 ～ 900	R7-No.1とR7-No.3で確認し、コアは10cm～80cmの棒状で採取される。風化部はやや土砂化し、N≦20である。 わずかに炭質が混入する。
					(0個)	－	
		細粒砂岩		Ss	n= 0個	－	既往調査で確認した。 棒状コアで採取され、所々φ2mm～5mmの礫が混入。既往調査地のH14-No.2で砂岩に狭在する石炭層を1m程度確認した。
					(9個)	85 ～ 1500	
		礫岩		Cg	n= 6個	450 ～ 900	R7-No.2で確認した。 棒状コアで採取されるが、一部亀裂は土砂化し褐色を呈す。含有礫は亜円礫でφ=20～40mm程度が主体。
					(0個)	－	

図5.2-2　推定断面図
(1-1'断面：電気探査の結果との重ね図)

業務名	下山田（吉庵）地区事業用地地質等調査業務委託
図面名称	推定地質断面図（1-1'断面）
事業箇所	嘉麻市下山田249番地24
縮尺	V： 1/500　H：1/1000　(A3)

推定地質断面図(2-2'断面)





地質凡例

地質時代			地層名	記号		N値	()内は既往調査	記事
新生代	第四紀	完新世	盛土	b		n=28個	4 ～ 44	本層はボタによる盛土からなり、泥岩や砂岩の強風化岩土起源の礫混じり土砂状で、炭質を含み黒褐～褐色を呈す。層厚は、R7-No.1地点は1m程度、R-No.3地点は20mであり、旧地形の尾根部や谷部に依存して層厚は大きく異なる。 N≦20程度であり、緩い～中位程度の締まりである。
						(31個)	(3 ～ 52)	
			鉱滓スラグ	sl		n= 2個	67 ～ 69	R7-No.3で確認した。層厚は1.8m程度で、コアは角礫から短柱状で採取される。φ≦40mmの角礫が多く含まれる。 非常に硬く、N≧60となる。
						(0個)	-	
	古第三紀	始新世	泥岩	T	Ms	n= 0個	-	R7-No.1で盛土に接する1.5m程度の強風化泥岩。下部20cm程度は赤褐色を呈し、酸化鉄の影響が示唆される。
						(1個)	214	
			砂質泥岩		SMs	n=14個	14 ～ 900	R7-No.1とR7-No.3で確認し、コアは10cm～80cmの棒状で採取される。風化部はやや土砂化し、N≦20である。 わずかに炭質が混入する。
						(0個)	-	
			細粒砂岩		Ss	n= 0個	-	既往調査で確認した。 棒状コアで採取され、所々φ=2mm～5mmの礫が混入。既往調査地のH14-No.2で砂岩に狭在する石炭層を1m程度確認した。
						(9個)	85 ～ 1500	
			礫岩		Cg	n= 6個	450 ～ 900	R7-No.2で確認した。 棒状コアで採取されるが、一部亀裂は土砂化し褐色を呈す。含有礫は亜円礫でφ=20～40mm程度が主体。
						(0個)	-	

図5.2-3　推定断面図(2-2'断面)

業務名	下山田（吉庵）地区事業用地地質等調査業務委託
図面名称	推定地質断面図(2-2'断面)
事業箇所	嘉麻市下山田249番地24
縮尺	V： 1/500 H：1/1000　(A3)

5.3　地盤の透水性の検討

地盤の透水性は、室内土質試験の粒度試験結果を利用する*Creager*法の推定透水係数を基本として、表5.3-1に整理した。砂分が多い試料P4はk=1.08×10^{-4}(m/s)で中位の透水性を有する。一方で、細粒分の混入が多くなると10^{-7}～10^{-6}(m/s)オーダーとなり、透水性は低くなる。

対象地の盛土は主にボタが主体であり重機等で締め固められていないので、地盤としては緩い状態であり、ボーリング削孔中も、削孔水が地上に戻らず地盤に逸水する箇所が多かった。

表5.3-1　透水係数の一覧

対象		試験対象の地質	試料の中心深さ（標高 T.P.）	透水係数(*Creager*法)		細粒分混入率
				k (m/s)	D_{20} (mm)	Fc (%)
R7－No.2	P1	ボタ(炭質多)	2.3(97.3)	1.99×10^{-7}	0.0132	40.5
	P2	ボタ(炭質少)	9.3(90.3)	－	0.0031	65.7
	P3	ボタ(玉石多)	14.3(85.3)	3.27×10^{-6}	0.0526	21.3
	P4	ボタ(炭質多)	21.3(78.3)	1.08×10^{-4}	0.2185	12.8

表5.3-2　*Creager*よる20%粒径D_{20}と透水係数との関係

20%粒径 D20 (mm)	透水係数 k (m/s)	土質分類
0.005	3.00×10^{-8}	粗粒粘土
0.01	1.05×10^{-7}	細粒シルト
0.02	4.00×10^{-7}	粗砂シルト
0.03	8.50×10^{-7}	
0.04	1.75×10^{-6}	
0.05	2.80×10^{-6}	
0.06	4.60×10^{-6}	極微粒砂
0.07	6.50×10^{-6}	
0.08	9.00×10^{-6}	
0.09	1.40×10^{-5}	
0.10	1.75×10^{-5}	
0.12	2.60×10^{-5}	微粒砂
0.14	3.80×10^{-5}	
0.16	5.10×10^{-5}	

20%粒径 D20 (mm)	透水係数 k (m/s)	土質分類
0.18	6.85×10^{-5}	微粒砂
0.20	8.90×10^{-5}	
0.25	1.40×10^{-4}	
0.30	2.20×10^{-4}	中粒砂
0.35	3.20×10^{-4}	
0.40	4.50×10^{-4}	
0.45	5.80×10^{-4}	
0.50	7.50×10^{-4}	
0.60	1.10×10^{-3}	粗粒砂
0.70	1.60×10^{-3}	
0.80	2.15×10^{-3}	
0.90	2.80×10^{-3}	
1.00	3.60×10^{-3}	
2.00	1.80×10^{-2}	細礫

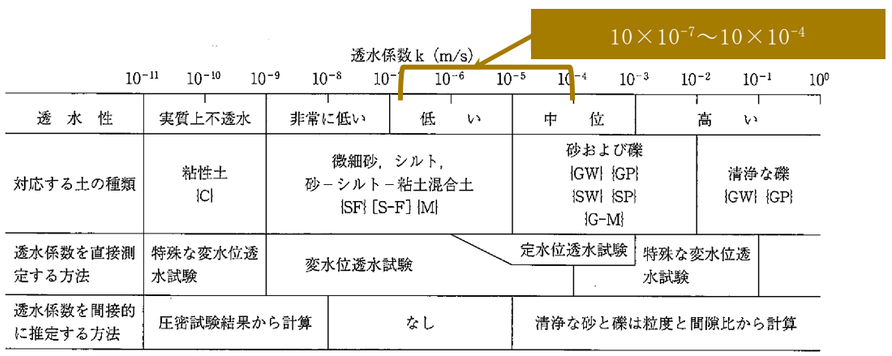


図5.3-1　透水性と土質区分

出典：「地盤調査の方法と解説」(公社)地盤工学会，p.488

5.4　液状化及び側方流動の検討

「建築基礎構造設計指針」によれば、図5.4-1に示すとおり、液状化の対象とすべき土層は下記の①～③のすべてに該当する土層，および④に該当する土層である。

①地表面から20m程度以浅の土層

※造成地盤で20m程度以深まで連続する場合は、その下端までを検討対象とする。

②細粒分含有率が35%以下の土

③造成地盤の場合、粘土分含有率が10%以下，または塑性指数が15以下

④細粒分を含む歴や透水性の低い土層に囲まれた礫や洪積層でN値の小さい土層

1. 液状化判定

（1） 対象とすべき土層

液状化の判定を行う必要がある飽和土層は，原則的に地表面から 20 m 程度以浅の土層で，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．ただし，埋立地盤等の造成地盤で地表面から 20 m 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以下の（2）の手順などにより液状化判定を行う必要がある．また，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持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（0.005 mm 以下の粒径を持つ土粒子）含有率が 10 % 以下，または塑性指数が 15 以下の埋立地盤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，20 m 以深に関しては，（2）の液状化危険度予測の精度が悪くなるので，地盤応答解析[3.2.3)]を用いることが推奨される．また，細粒分を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫，洪積層でも N 値が小さな土層で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．

図5.4-1　液状化判定の対象とする土層

出典：「建築基礎構造設計指針」(一社)日本建築学会，p.50

土質試験を実施した位置の土質について、液状化判定の必要性について表5.4-1に整理した。今回の調査期間中は、地下水位が認められなかったため、基本的には液状化のおそれは小さく、側方流動のおそれも小さいと考えられる。土質性状的には液状化判定を必要とする土質に該当する、あるいは近い性状を示すので、梅雨期などの豊水期の地下水位も参考にして、液状化判定の必要性を検討することが望まれる。

表5.4-1　液状化判定の必要性についての判断

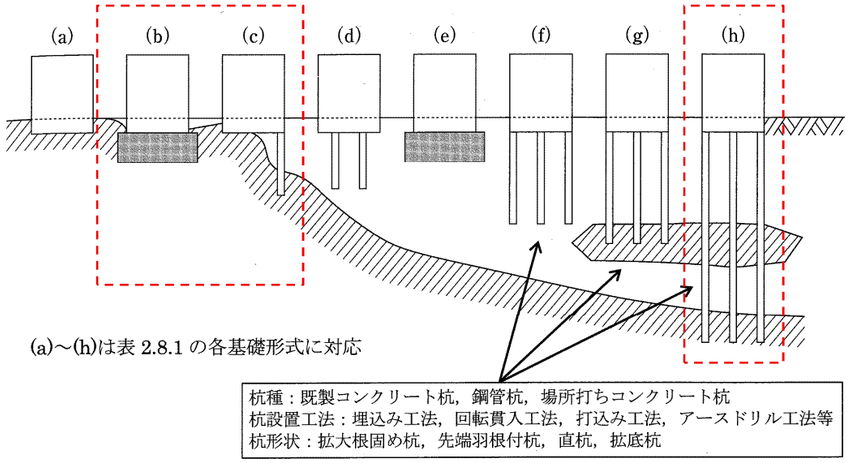
対象		①試料の中心深さ（標高 T.P.） m		②細粒分含有率 Fc %		③粘土分含有率 %		④塑性指数 IP	
R7－No.2	P1	2.3(97.3)	○	40.5	×	10.2	×	試験無し	－
	P2	9.3(90.3)	○	65.7	×	25.1	×	10.1	○
	P3	14.3(85.3)	○	21.3	○	9.3	○	11.2	○
	P4	21.3(78.3)	○	12.8	○	3.3	○	NP	－

○：液状化判定を必要とする

5.5　調査結果に基づく基礎型式の検討

対象地の旧地形は数筋の尾根が延びる凹凸のある地形であったが、ボタによる盛土やその後の造成によって、現在は台地上の平坦地となっている。そのため、支持層となりうる岩盤の出現深さが地表面から数mの範囲や20mを超える範囲がある。

図5.5-1は支持地盤の深度と適用可能な基礎型式を示した図である。対象地の基礎型式は、構造物の規模や要求性能および計画位置によって異なるが、図の(b)直接基礎，(c)異種基礎および(h)杭基礎が選定候補となる。



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） （g）杭基礎（薄層支持杭） （h）杭基礎（支持杭）	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

図5.5-1　支持地盤の深度と適用可能な基礎型式および基礎型式ごとの主な検討事項
出典：「建築基礎構造設計指針」日本建築学会，p.35

5.6　設計・施工上の留意点

(1)設計上の留意点

- 対象地はボタ山を掘削した造成地であり、地中に石炭層が不均質に含まれており、pH=3.5～4.3の弱酸性を示す範囲があったので、基礎構造物の設計にあたっては工法や材料の選定に耐環境性を考慮する必要がある。
- 「5.3　地盤の工学的性質の検討と支持地盤の設定」で設定した支持層ラインは、ボーリング調査と弾性波探査および電気探査の結果を基に推定したものであり、構造物の設計にあたっては、建設予定範囲でボーリング調査を実施した上で支持層深さの検証が必要である。
- 敷地の北側の盛土内に鉱滓(バックホウで床掘困難となる硬さを有する)を確認したが、その分布範囲や成分は不明のため、構造物基礎の範囲となる場合は、分布範囲の特定や成分分析が必要となる。図5.6-1に参考として、深さ1m程度に鉱滓が分布すると考えられる範囲を示した。

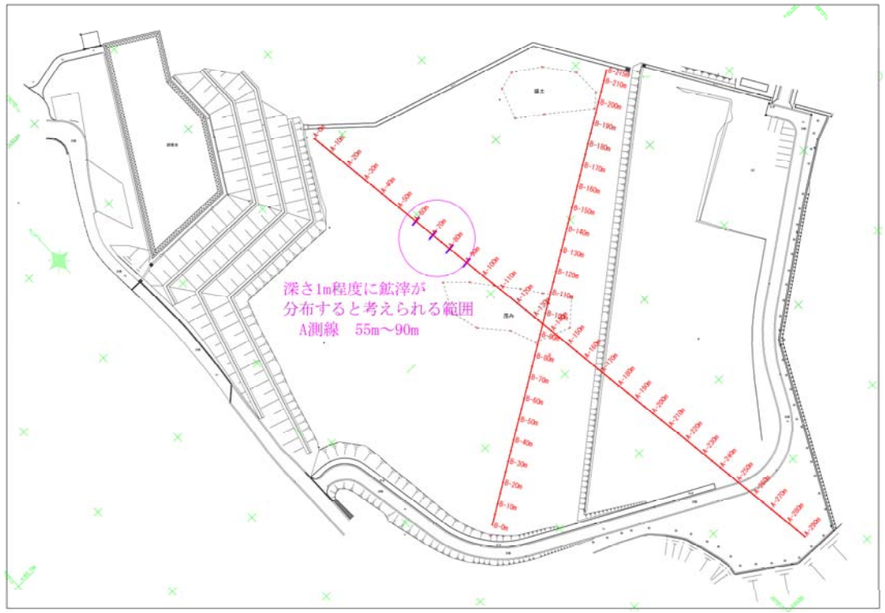


図5.6-1　鉱滓の分布範囲

(2)施工上の留意点

- 代表地点において、深さ10mまでの6試料で土壌汚染対策法施行令に規定される特定有害物質の溶出量試験を実施し、すべての項目で基準値を満足していたが、施工にあたって土砂を持ち出す場合は、追加調査が必要となる場合がある。
- 施工時に地下水や表層水を排水する場合は、嘉麻市の排水基準に従って、pHの調整等が必要となる場合がある。
- 盛土内に掘削ズリが転石，玉石の状態で混入していると考えられるため、基礎構造物の施工にあたっては、着底管理に注意が必要である。

以上