

平成30年度
まち委第30003号
(仮称)田名部まちなか団地敷地内
地質調査業務委託

報 告 書

平成31年2月

む つ 市
有 限 会 社 三 陽 技 研

はじめに

今般、むつ市より承りました地質調査の結果を、本書をもって御報告致します。

本書についてのご質問、本書の提案に基づき設計・施工される場合の照会は、弊社担当職員が誠意をもって応じますので随時お申しつけ下さい。

この度のご依頼に対し厚くお礼申し上げますとともに種々ご配慮下さいました関係各位の皆様へ深謝いたします。

今後とも変わらぬよう御指導御鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

平成31年2月

有限会社 三陽技研
代表取締役 渡辺 秀寿

「まち委第30003号(仮称)田名部まちなか団地敷地内地質調査業務委託」概要版

1.業務目的

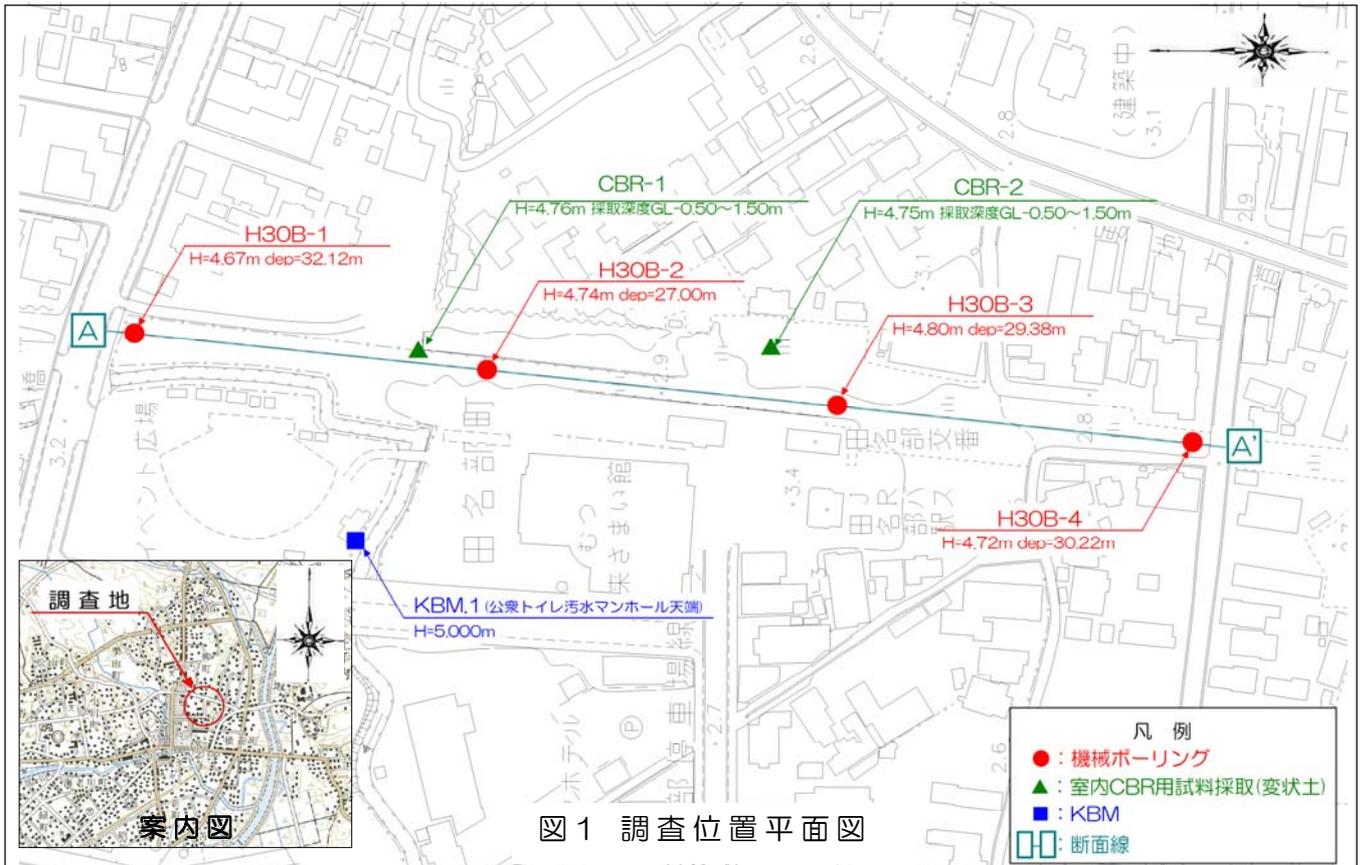
本業務は、(仮称)田名部まちなか団地建設に伴い敷地内の地盤情報を把握し、設計・施工に必要な地盤資料(地層構成・地下水位・支持層・工学的特性・設計CBR)を得ることを目的とする。

概略数量:①機械ボーリング:φ66mm4孔(延118.0m)

②標準貫入試験:4孔(延118回) ③室内土質試験:1式(20試料)

④室内CBR用試料採取:2箇所(4試料) ⑤変状土CBR試験:4試料

2.調査位置平面図(S=1:non)



3.地形・地質概要

調査地は、むつ警察署田名部交番の直近の旧田名部駅に位置する。

調査地周辺の地形は、高位～低位面で構成される田名部台地・大湊台地と、谷底平野・三角州・砂礫堆・後背湿地で構成される田名部低地に区分される。このうち調査地は田名部低地の三角州に位置する。

調査地周辺の地質は、第四紀沖積世の未固結堆積物(沖積低地堆積物・段丘堆積物)である泥がち堆積物・礫がち堆積物・火山灰と第四紀洪積世の新时期火山噴出物(恐山火山噴出物)である角礫凝灰岩等で構成される。

4.調査結果のまとめ

4.1 地盤構成と層相

- ① 調査地盤は、盛土(砂質土)[Bs]・沖積粘性土層(Ac1~3)3層・沖積砂質土層(As)・沖積礫質土層(Ag)・基盤岩(風化部)[BR-w]・(亜新鮮部)[BR]の計8層で構成される。また沖積砂質土層(As)は、*N*値強度によりAs-1~5に細分される。
- ② 盛土(砂質土)[Bs]は、層厚0.80~1.90mで調査地全体に盛土されている。
- ③ 沖積第1粘性土層(Ac1)は、*N*値=1を示し層厚0.45~0.85mでH30B-1~2に堆積する。
- ④ 沖積砂質土層(As)は、*N*値=1~35を示し層厚10.65~19.35mで堆積し、*N*値強度によりAs-1~5に細分される。
- ⑤ 沖積第2粘性土層(Ac2)は、*N*値=3~16を示し層厚1.25~8.80mで沖積砂質土層(As)に挟在する様に堆積する。
- ⑥ 沖積第3粘性土層(Ac3)は、*N*値=3~9を示し層厚4.40mでH30B-1に堆積する。
- ⑦ 沖積礫質土層(Ag)は、*N*値=2~39を示し層厚0.55~3.35mで堆積する。
- ⑧ 基盤岩(風化部)[BR-w]は、*N*値=2~39を示し層厚3.35mでH30B-4の基盤岩(亜新鮮部)[BR]の上部に堆積する。
- ⑨ 基盤岩(亜新鮮部)[BR]は、*N*値=48~60<(換算*N*値=48~300)を示し層厚4.70~5.87mで堆積する。また岩級区分は「D~C_L級」, 岩の分類は「軟岩I」, 岩盤良好度は「非常に悪い~普通」と判定される。
- ⑩ 孔内水位は、GL-0.50~1.60mの盛土(砂質土)[Bs]内で測定され、降雨等により変動する自由面地下水位と推察される。なお、被圧による湧水等は認められていない。

表1 調査地の地盤構成

地質時代	土層・地層区分	記号	主な土質・地質	層厚(m)	<i>N</i> 値(回)	
第四紀	盛土(砂質土)	Bs	礫混じり砂	0.80~1.90	1~4	
	第1粘性土層	Ac1	有機質シルト シルト	0.45~0.85	1	
	砂質土層	As	-1	細砂・粗砂 シルト混じり砂 礫混じり砂 シルト質砂	1.60~3.05	1~5
			-2		2.50~6.50	10~35
			-3		3.00~9.05	4~26
			-4		6.80	12~31
	第2粘性土層	Ac2	シルト 砂混じりシルト 礫混じり砂質シルト	1.25~8.80	3~16	
	第3粘性土層	Ac3	シルト	4.40	3~9	
	礫質土層	Ag	砂礫	0.55~3.35	2~39	
	洪積世	基盤岩(風化部)	BR-w	火山灰質砂 軽石質砂	3.35	14~33
基盤岩(亜新鮮部)		BR	角礫凝灰岩	4.70~5.87	48~60	

※赤字は層境界の計算*N*値を示す。

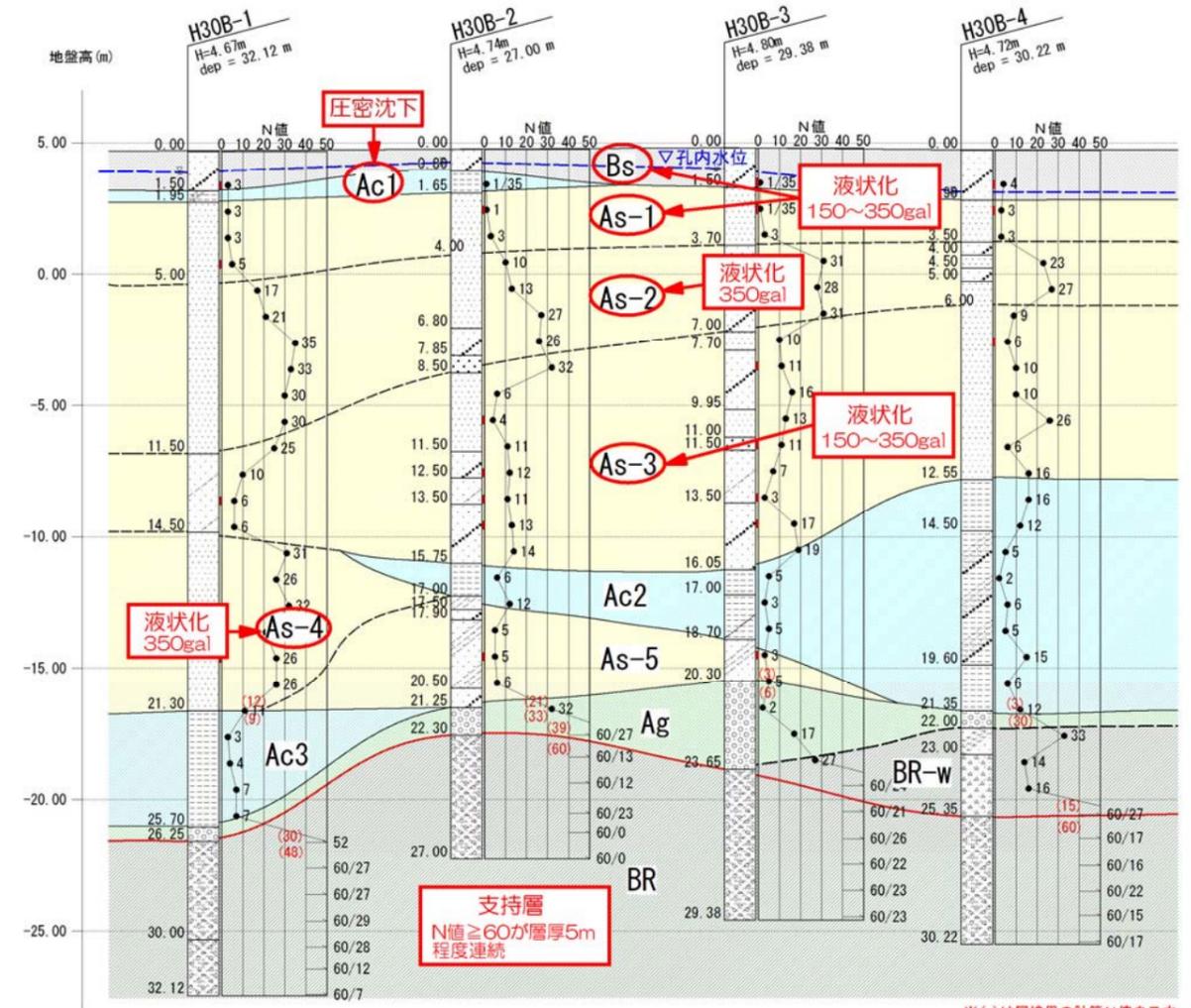
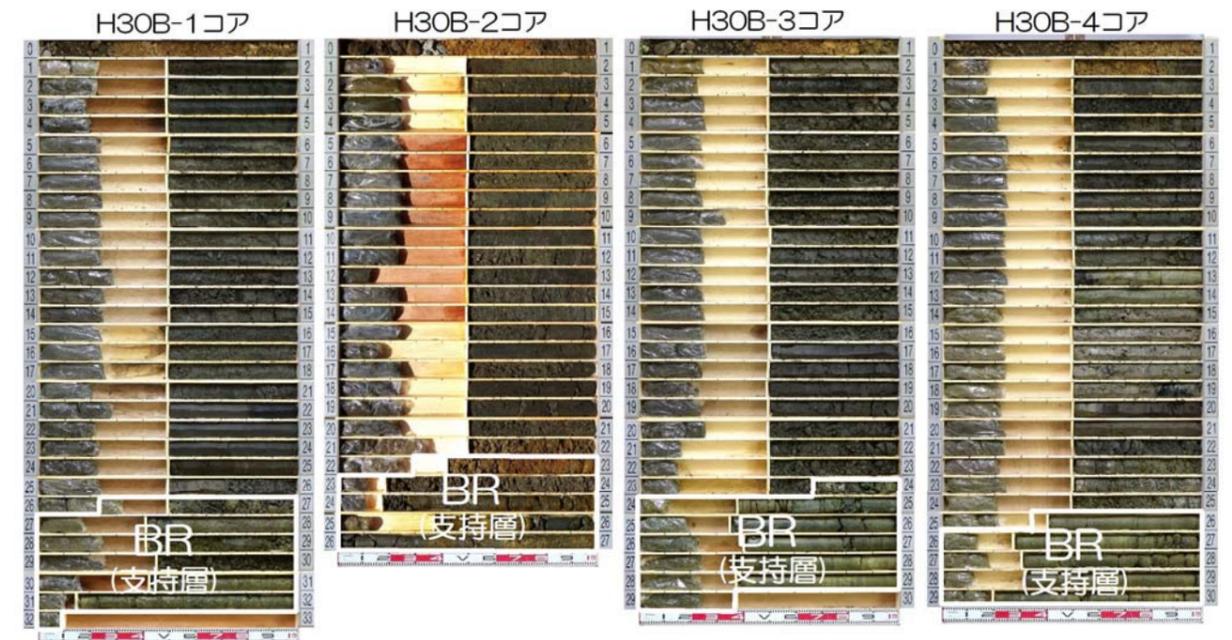


図2 推定地層断面図(支持層と留意点)



4.2 支持層

- ① N 値 ≥ 60 が層厚5m程度連続する良好な支持層は、基盤岩(亜新鮮部)(BR)と判断される。また支持層は、H30B-2からH30B-1方向、H30B-3からH30B-4方向へ緩く傾斜しているものと推察される。

4.3 設計・施工上の留意点

- ① 沖積第1粘性土層(Ac1)は、圧密沈下による不同沈下が懸念される。
- ② 盛土(砂質土)[Bs]・沖積砂質土層1(As-1)・沖積砂質土層3(As-3)は、 $\alpha_{\max}=150\sim 350\text{gal}$ で液状化発生の可能性がある。また沖積砂質土層2(As-2)と沖積砂質土層4(As-4)は、 $\alpha_{\max}=350\text{gal}$ で液状化発生の可能性がある。なお液状化危険度PLは、 $\alpha_{\max}=150\text{gal}$ で「低い」、 $\alpha_{\max}=200\sim 350\text{gal}$ で「極めて高い」と判断される。
- ③ 地下水位は、GL-0.50~1.60mと浅い深度に位置する。
- ④ 基礎形式は、基盤岩(亜新鮮部)[BR]を支持層とする杭基礎が提案される。

4.4 調査地の設計CBR

- ① 調査地は、区間のCBRが0.35と求められ、軟弱路床と判断され、設計CBRを求めることが出来ない。よって路床再構築として置換工法や地盤改良の検討が必要と考える。

4.5 今後の課題

- ① 路床再構築の地盤改良の検討に必要な、路床土の安定処理CBR試験を実施することが提案される。

以 上

目 次

1.調査概要	1
1.1 調査目的	1
1.2 一般事項	1
1.3 調査位置案内図	2
1.4 調査数量	3
1.5 主な基準と図書	4
2.調査方法	5
2.1 業務フローチャート	5
2.2 調査地への立ち入り	6
2.3 調査地点の選定と地盤高	6
2.4 運搬・搬入	7
2.5 足場仮設	7
2.6 機械ボーリング	8
2.7 標準貫入試験	10
2.8 室内土質試験	12
2.9 室内 CBR 試験	13
3.地形・地質概要	15
3.1 地形概要	15
3.2 地質概要	17
4.調査結果	19
4.1 調査ボーリング結果	22
4.2 孔内水位結果(初期水位).....	26
4.3 室内土質試験結果	28
5.地盤構成と工学的特性	30
6.地盤定数	39
6.1 算定式	39
6.2 地盤定数の提案値	45
6.3 地盤定数の設定根拠	46
7.液状化の概略検討	51
8.設計 CBR	61
8.1 室内 CBR 用試料採取	61
8.2 土層構成	61
8.3 変状土 CBR 試験結果	61
8.4 設計 CBR の検討	62
9.まとめ	66
9.1 地盤構成と堆積状況	66
9.2 支持層	67
9.3 設計・施工上の留意点	67
9.4 調査地の設計 CBR	67
9.5 今後の課題	67

＜巻末資料＞

ボ ー リ ン グ 柱 状 図
C B R 土 質 柱 状 図
室 内 土 質 試 験 デ ー タ シ ー ト
室 内 C B R 試 験 デ ー タ シ ー ト
液 状 化 検 討 結 果 図
現 場 記 録 写 真
室 内 土 質 試 験 写 真
参 考 資 料
打 合 せ 協 議 記 録 簿

1.調査概要

1.1 調査目的

本業務は、(仮称)田名部まちなか団地建設に伴い敷地内の地盤情報を把握し、設計・施工に必要な地盤資料(地層構成・地下水位・支持層・工学的特性・設計 CBR)を得ることを目的とする。

1.2 一般事項

委 託 番 号 : まち委第30003号

委 託 名 : (仮称)田名部まちなか団地敷地内地質調査業務委託

業 務 場 所 : 青森県むつ市田名部町 地内

履 行 期 限 : 自 平成30年10月10日

至 平成31年 2月28日

発 注 者 : むつ市

受 注 者 : 有限会社 三陽技研

青森市久須志四丁目19番33号

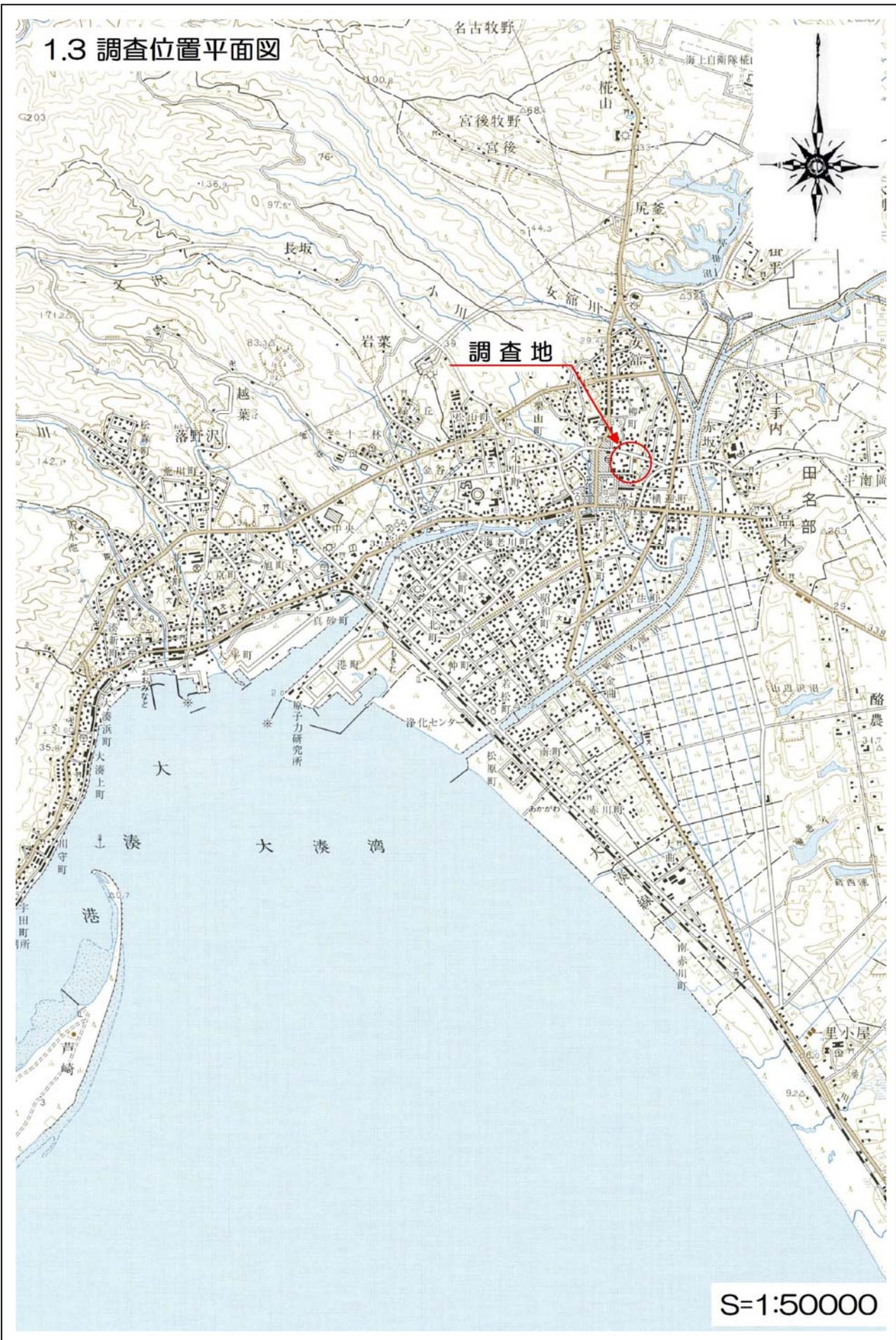
TEL 017(766)9912

FAX 017(782)0843

主任担当者 : 山 崎 純 (地質調査技士第 21868 号)

担 当 者 : 鳴海 博喜 (地質調査技士第 21629 号)

佐々木 恵一 (地質調査技士第 22464 号)



1.4 調査数量

表 1.1 調査数量

工種・細目				孔番		H30B-1	H30B-2	H30B-3	H30B-4	合計
				当初	実施					
足場仮設	平坦地	箇所	当初		1	1	1	1	4	
			実施		1	1	1	1	4	
機械 掘り ン	φ66mm	粘土	当初		7.0	7.0	7.0	7.0	28.0	
			実施		4.9	2.1	2.7	8.8	18.5	
		砂質土	当初		15.0	15.0	15.0	15.0	60.0	
			実施		20.8	19.2	17.6	15.9	73.5	
		礫混じり砂	当初		1.0	1.0	1.0	1.0	4.0	
			実施		0.6	1.0	3.4	0.7	5.7	
軟岩	当初		7.0	7.0	7.0	7.0	28.0			
	実施		5.7	4.7	5.3	4.6	20.3			
合計	当初		30.0	30.0	30.0	30.0	120.0			
	実施		32.0	27.0	29.0	30.0	118.0			
原位 貫 試 験	標準貫入	粘土	当初		7	7	7	7	28	
			実施		5	2	3	9	19	
		砂質土	当初		15	15	15	15	60	
			実施		20	19	17	16	72	
		礫混じり砂	当初		1	1	1	1	4	
実施			1	1	3	0	5			
軟岩	当初		7	7	7	7	28			
	実施		6	5	6	5	22			
合計	当初		30	30	30	30	120			
	実施		32	27	29	30	118			
調査孔閉塞	孔	当初		1	1	1	1	4		
		実施		1	1	1	1	4		
土質 試験	土の細粒含有率試験	試料	当初		2	2	2	2	8	
			実施		4	6	7	3	20	

工種・細目			孔番		CBR-1	CBR-2	合計
			当初	実施			
室内CBR用試料採取	箇所	当初		1	1	2	
		実施		2	2	4	
変状土CBR試験 (2モールド)	試料	当初		1	1	2	
		実施		2	2	4	

1.5 主な基準と図書

- ① (仮称)田名部まちなか団地敷地内地質調査業務委託 特記仕様書
- ② 敷地調査共通仕様書
国土交通省大臣官房官庁営繕部 監修(平成27年10月改訂版)
- ③ 地盤調査の方法と解説(平成24年版) (社)地盤工学会
- ④ 地盤材料試験の方法と解説 (社)地盤工学会
- ⑤ 新版ボーリングポケットブック(平成4年版)
(社)全国地質調査業協会連合会
- ⑥ ボーリング柱状図作成及びボーリングコア取扱い
・保管要領(案)・同解説(平成27年版)
(社)全国地質調査業協会連合会
- ⑦ 土地分類基本調査 大湊(1971年版) 青森県
- ⑧ 建築設計のための地盤調査計画指針(2009年版) 日本建築学会
- ⑨ 道路橋示方書(平成29年版) (社)日本道路協会
- ⑩ 設計要領第二集(平成23年7月版)
東日本・中日本・西日本高速道路(株)
- ⑪ その他関連図書

2.調査方法

2.1 業務フローチャート

本調査は、特記仕様書と敷地調査共通仕様書に準じて実施した。
以下に本調査業務の作業フローを下図に示す。

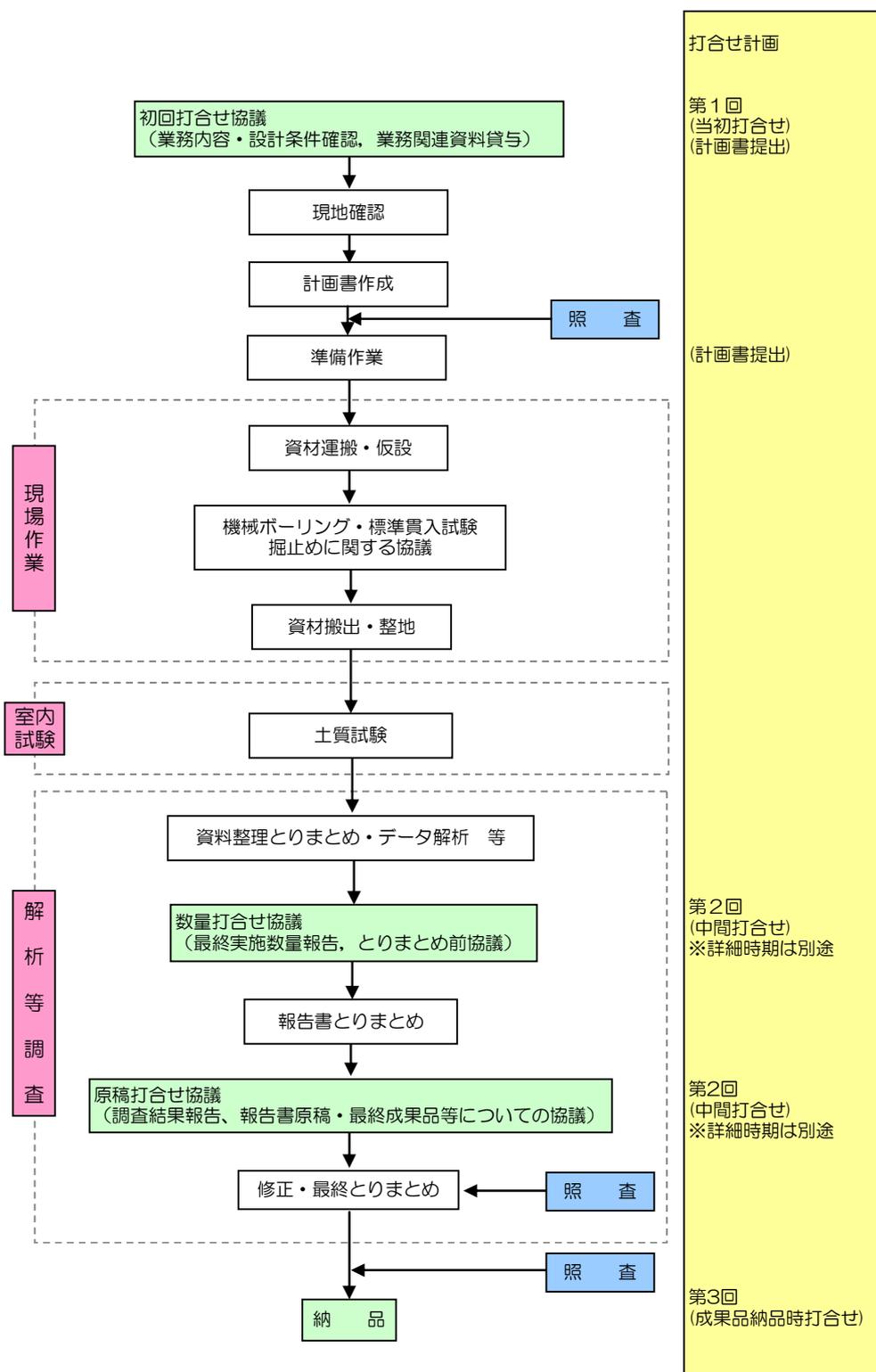


図2.1 業務のフローチャート

2.2 調査地への立ち入り

調査地は市有地となっており、監督職員へ確認の上、立ち入りを行った。

2.3 調査地点の選定と地盤高

調査地点は、搬入前に担当職員と現地にて確認した位置とした。ボーリング孔口地盤高は、既存調査報告書「平成16年度 産業振興拠点施設地質調査業務委託」で設定されたKBM1 H=5.00m(むつ市イベント広場公衆トイレ裏の下水マンホール天端)を基に、計測を実施した。



写真1 KBM1(遠景)



写真2 KBM1(近景)

2.4 運搬・搬入

調査地点は、平坦地である。資機材は、調査地周辺までトラックで運搬し、直接搬入とする。

2.5 足場仮設

ボーリング地点の足場仮設は、2.0m～2.5m四方形のパイプ足場を組んでマシンを設置する。足場仮設の概略を下図に示す。

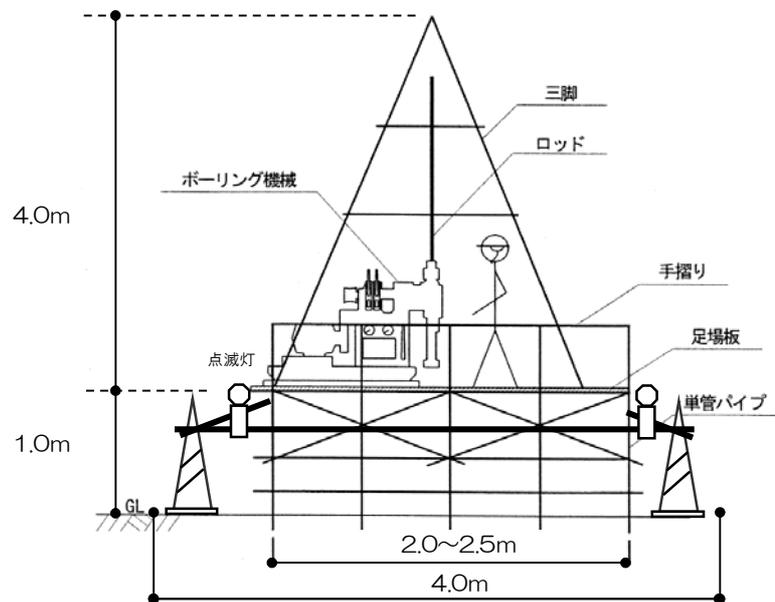


図2.2 足場仮設の概略

2.6 機械ボーリング

2.6.1 目的

採取したコアの観察を行い，土質構成の確認と地下水位を把握するとともに，土質試験用の試料採取孔とすることを目的とする。

2.6.2 使用機械

ハイドロリックフィード式ロータリーボーリング機械を使用する。

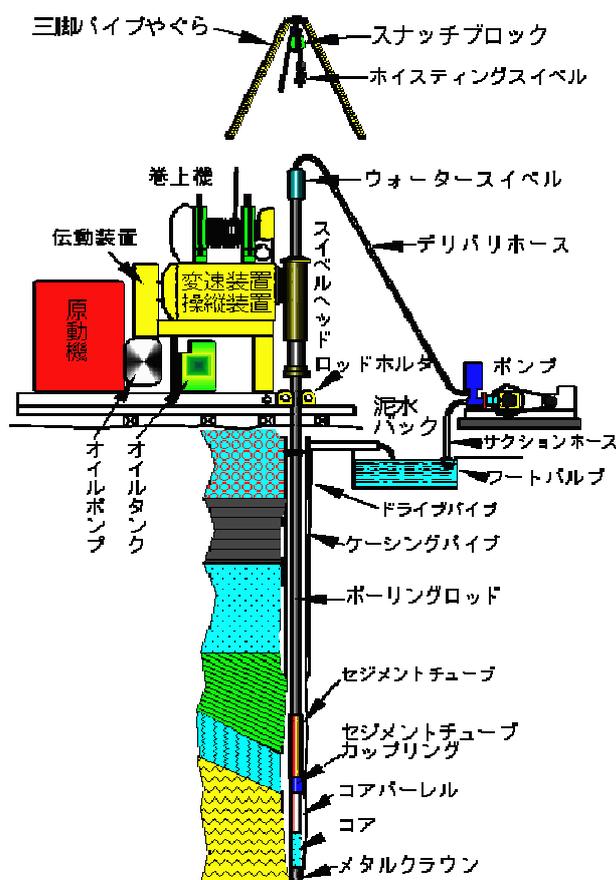


図2.3 ハイドロリックフィード式モデル

2.6.3 原 理

掘削方法は、泥水循環方式による。ロッドの先端に取り付けられたコアチューブおよびビットに回転と圧力を与えて土～岩を掘進する。掘り屑は、清水または泥水の循環で孔外に排除する。

2.6.4 品質管理その他

- ①採取したコアの土質・色調・混入物および混入状態を観察してボーリング柱状図に整理する。
- ②採取したコア試料はコア箱に保管する。
- ③原則として地下水位が確認できるまで無水掘りとする。
- ④高速回転のため、掘削には清水～泥水の循環が不可欠であり、周辺の清掃に注意する。

2.7 標準貫入試験

2.7.1 目的

- ①採取した試料による土の判別，分類。
- ②原位置における土の硬軟，締まりぐあいの判定。
- ③ N 値と試料による土質柱状図，土質断面図の作成。
- ④ N 値と試料による地盤の総合判定，概略支持力の算定。

2.7.2 使用機械

標準貫入試験は，日本工業規格 JIS A 1219:2013による標準貫入試験機を使用する。

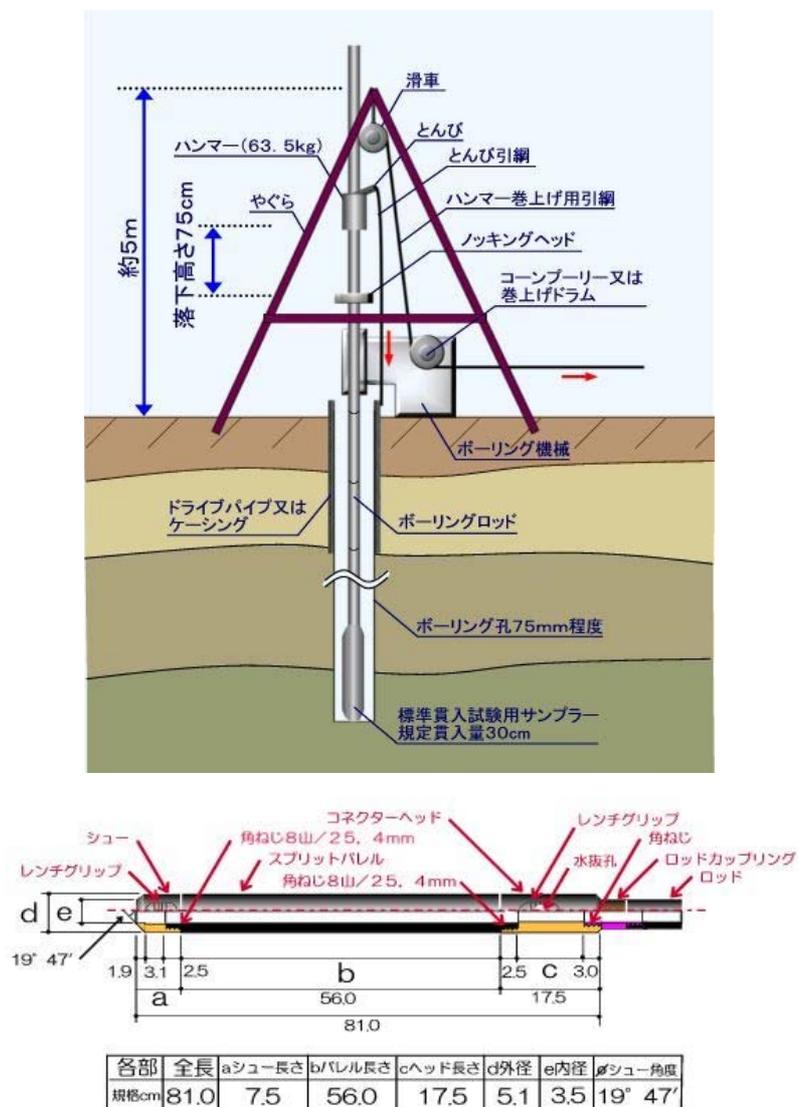


図2.4 標準貫入試験モデル

2.7.3 原 理

標準貫入試験用サンプラーを所定の深さの孔底におろし、重量 63.5 ± 0.5 kgのハンマーを 76 ± 1 cmの高さから自由落下させてハンマーの打撃により、原則 15 cmの予備打ち後に本打ちとして 30 cm貫入させる。

30 cm貫入の際の打撃回数(N 値)を測定するとともに、その深さの試料を採取する。

2.7.4 品質管理その他

- ① 試験は、スライムを十分除去した後に実施する。
- ② 採取した試料の土質・色調・混入物および混入状態を観察してボーリング柱状図に整理する。
- ③ 採取した試料は、観察後に代表試料として一部を標本ビンに詰めて標本箱に収納し、残りは初期状態が変化しないようにビニール袋に入れコア箱に保管する。なお、ビニール袋にボーリングNo.・採取深度を記入する。
- ④ 一般に砂質土は粘性土より高い N 値を示し、砂と粘土の混合割合によって N 値も変化する。また、きわめて軟弱な粘性土などでは N 値=0となり、正確な判定はできない。
- ⑤ 打撃回数の上限は、特に必要のない限り、60回の打撃で打ち止めにする。その時の累計貫入量をcm単位で測定する。
- ⑥ 深さ方向の試験間隔は調査目的によって異なるが、原則として1 m 毎に行なうものとする。

2.8 室内土質試験

室内土質試験は、当該地盤に出現する砂質土・礫質土に対し、液状化検討を実施する目的として物理試験を実施する。

試験項目と試験方法は、下表に示す日本工業規格(JIS)と地盤工学会基準(JGS)に準拠する。

表 2.1 試験項目と試験方法

	試験項目	日本工業規格(JIS)	地盤工学会基準(JGS)
物 試 理 験	土の細粒分含有率試験	JIS A 1223:2009	JGS 0135-2009

〔物理試験〕

①土の細粒分含有率試験

土を細粒分と粗粒分に分類し、液状化強度を推定する際のパラメータとして用いられる。

2.9 室内CBR試験

2.9.1 室内CBR用試料採取

室内CBR試験用試料採取は，室内CBR試験を実施することを目的とし，乱した試料(変状土)を採取する。また，採取時に土質状況等を観察して土質柱状図に記載する。作業終了後は現状に復旧を行う。なお，採取した試料は，含水比を変化させないようにビニール袋に詰めて密封し，試験室に搬入する。

2.9.2 変状土CBR試験

2.9.2.1 試験の目的

路床土の設計CBRを求めることを目的とする。

2.9.2.2 試験方法の概略

試験は，JIS A 1211：2009に準ずる。試験手順とCBR試験の装置を下図に示す。



図2.5 試験手順フロー

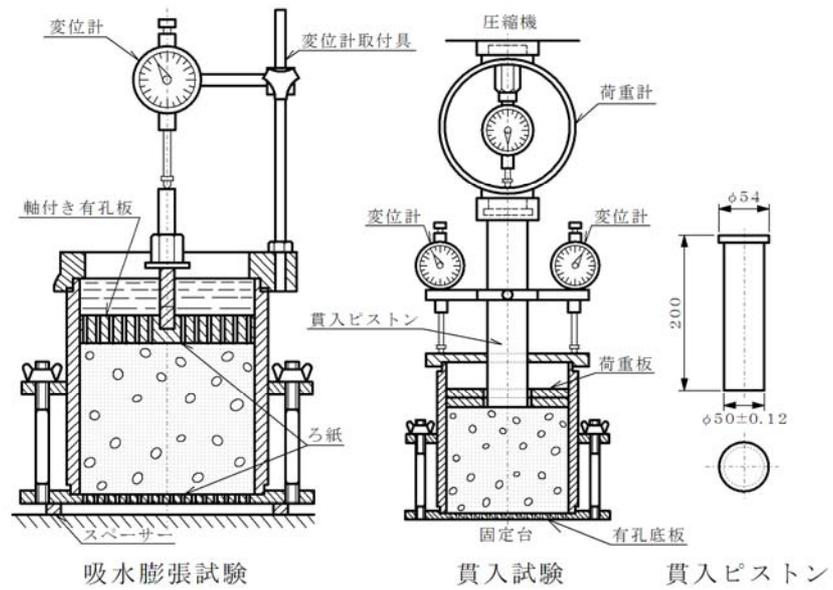


図 2.6 CBR試験装置

2.9.3 結果の整理

試験結果は，以下の項目を整理し，試験データとする。

- ① 初期状態，吸水膨張試験記録表
- ② 貫入試験測定記録表
- ③ 室内試験結果表

3.地形・地質概要

3.1 地形概要

調査地は，むつ警察署田名部交番の直近の旧田名部駅に位置する。

調査地周辺の地形は，台地と低地に区分される。

台地は，田名部台地(Ⅲa)・大湊台地(Ⅲb)と呼称される。各台地は，砂礫台地でGt I・II・II⁺・III⁺の計4面で構成される

低地は，田名部低地(Ⅳa)と海岸低地(Ⅳf)と呼称される。

田名部低地(Ⅳd)は，田名部川本支流沿岸の谷底平野(P)と三角州(D)，河口付近より南東へ延びる砂礫堆(Br)，砂礫堆(Br)背後の后背湿地で構成される。

海岸低地(Ⅳf)は，田名部低地(Ⅳd)の砂礫堆(Br)と汀線との間および大湊港付近から宇田にかけての段丘崖下などに細長く分布する。

このうち調査地は，田名部低地(Ⅳa)の三角州(D)に位置する。

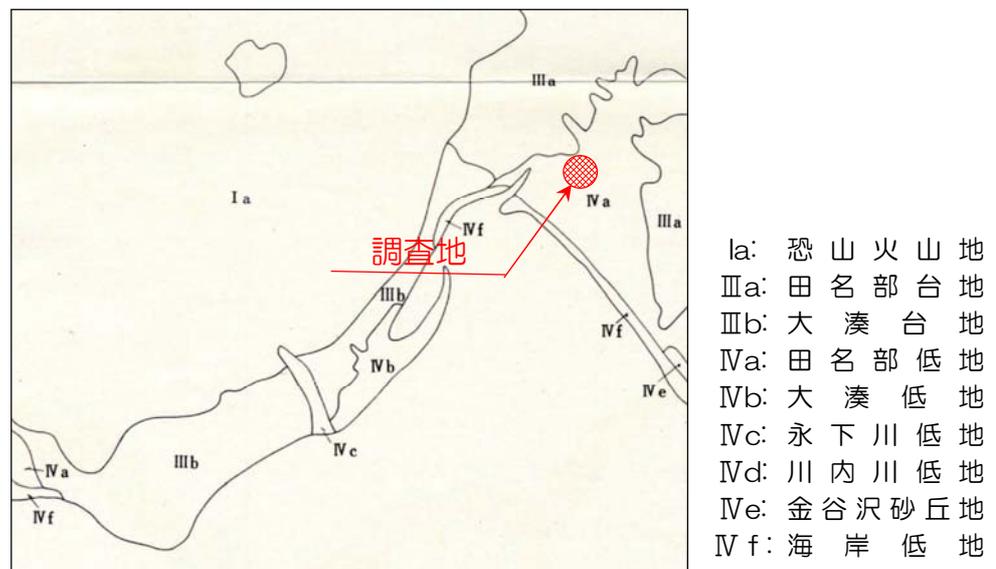


図3.1 地形区分図

「土地分類基本調査:大湊(1971)」

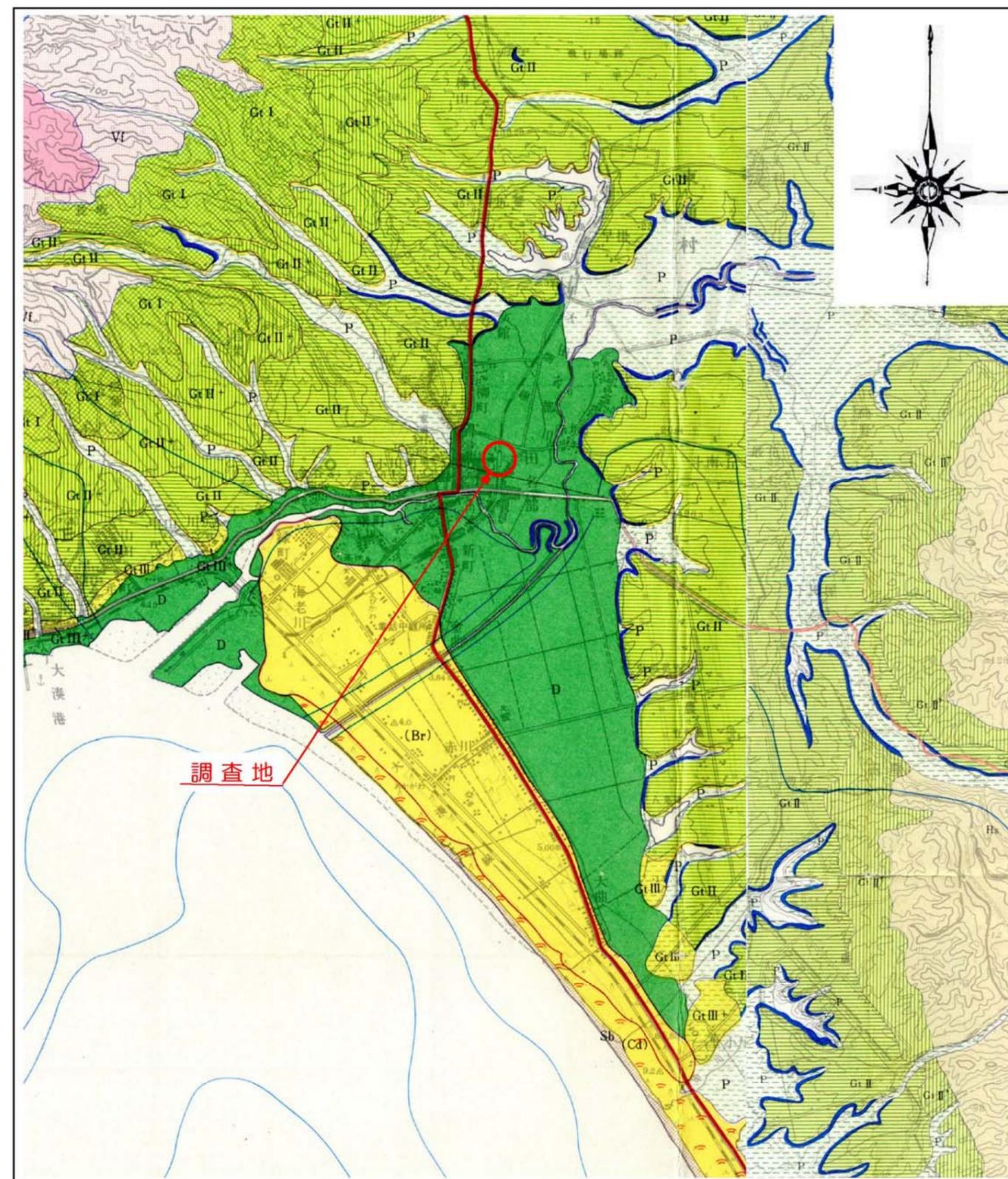


図3.2 地形分類図 S=1:50000
「土地分類基本調査：大湊(1971)」

3.2 地質概要

調査地周辺の地質は、第四紀沖積世と洪積世の未固結堆積物と洪積世の新时期火山噴出物で構成される。

以下に、調査地周辺における構成地質の概略を記述する。

a 泥がち堆積物(m):沖積低地堆積物

陸奥湾沿岸に形成された砂州(礫州)の内側の後背湿地帯である潟場に泥・細粒砂・泥炭が堆積したもので、軟弱地盤を形成している。

b 礫がち堆積物(g):沖積低地堆積物

田名部川河口南部の陸奥湾沿岸の国道付近より海岸までの間に形成された砂州(礫州)に堆積した砂礫で、地表より十数mの層厚を有する。

c 火山灰-砂・粘土(As-sc)

火山灰(ローム)と細礫をわずかに混入する砂で構成されている。恐山から供給された数層の軽石質火山灰(ローム)と段丘堆積物の砂と粘土が、比較的厚く互層状に堆積している。

d 角礫凝灰岩・集塊岩(Ag):恐山火山噴出物

恐山西南および東部の山麓に広く分布する。東部の山麓では第三系の各放射谷の谷壁に見られるのみであるが、かなり山裾まで延びている。この山頂に近いところでは、安山岩の火山弾を混入する集塊岩となっているが、山頂から遠ざかるに従い礫も小さくなり、末端では細角礫凝灰岩となっている。

凡例 LEGEND

未固結堆積物 Unconsolidated sediments	cl	崖 錐 Talus	沖積低地堆積物 Alluvial lowland sediments	第四紀 Quaternary		
	si	湖水堆積物 Lacustrine sediments				
	s	砂丘砂 Dune sand				
	m	泥がら堆積物 Mud-rich sediments				
	g	礫がら堆積物 Gravel-rich sediments				
	cg	粘土・礫 Clay and gravel				
	As-g	火山灰-礫 Ash-gravel				
	As-sc	火山灰-砂・粘土 Ash-sand-clay				
	As	火山灰 Ash				
	As-sc	火山灰-砂・粘土 Ash-sand-clay				
半固結堆積物 mi-consolidated sediments	s	砂 Sand	田名部層 Tanabu formation	第四紀 Quaternary		
	Pt	浮石質凝灰岩 Pumiceous tuff	湯ノ股川層 Yunomatagawa formation			
	Ag	安山岩質集塊岩 Andesitic agglomerate	脇野沢層 Wakinosawa formation			
	Dt	石英安山岩質凝灰岩 Dacitic tuff	銀杏木層 Ginnanboku formation			
固結堆積物 Consolidated sediments	Rt	流紋岩質凝灰岩 Rhyolitic tuff	檜川 Hinogigawa formation	中新世 Miocene		
	As	火山灰 Ash				
	P	浮石流堆積物 Pumice flow sediments				
	M-A	火山泥流A Mud flow A				
	M-B	火山泥流B Mud flow B				
新期火山噴出物 Neo-volcanic products	Ag	角礫凝灰岩・集塊岩 Tuff breccia and agglomerate	恐山火山噴出物 Osorezan volcanic products	第四紀 Quaternary		
	Ab-A	安山岩熔岩A Andesite lava A				
	Ab-B	安山岩熔岩B Andesite lava B				
	Dv	石英安山岩熔岩 Dacite lava				
	Wt	熔結凝灰岩 Welded tuff				
	T	温泉沈澱物 Travertine				
	火山性岩石 Pyroclastic rocks	Ab	安山岩 Andesite			第四紀 Quaternary
		Ry	流紋岩 Rhyolite			
	×	廃業鉱山 Closed mine				
	/	採石場 Quarry				
③	露頭番号 Number of outcrops					
⑦	井戸番号 Number of deep wells					
⑩	試錐番号 Number of test boring					

垂直的分類 (境界は赤の実線)		風化殻の深度
a	浅い (約3m以浅)	
β	中程度	
γ	深い (約10m以深)	
岩片のかたさ		
a	軟 (耐圧強度100kg/cm)	地下40mまで
b	中 (耐圧強度100~400kg/cm ²)	
c	硬 (耐圧強度400kg/cm ² 以上)	
岩体のかたさ		
1	軟 (弾性波伝播速度1.5km/sec未満)	地下40mまで
2	中 (弾性波伝播速度1.5~3.0km/sec)	
3	硬 (弾性波伝播速度3.0km/sec以上)	
丘陵地・台地		
AS	火山灰-第四系(砂)	地下40mまで
AG	火山灰-第四系(礫)	
A	火山灰	
TR	崖錐-岩盤	
沖積低地帯		
M	泥層を主とする地域	地下40mまで
S	砂層を主とする地域	
G	礫層を主とする地域	
10	岩盤までの未固結堆積物の厚さ (m)	
100	岩盤までの未固結-半固結堆積物の厚さ (m)	



図3.3 地質分類図 S=1:50000
「土地分類基本調査：大湊(1971)」

4.調査結果

調査ボーリングは、図4.1 調査位置平面図に示す4地点で実施した。また室内土質試験は、土の細粒分含有率試験を合計20試料実施した。

なお、詳細は巻末のボーリング柱状図と室内土質試験データシートのとおりである。

調査地点の地盤高と実施数量を下表に示す。

表4.1 調査地点の標高と実施数量

孔 番	地 盤 高 H(m)	ボーリング 深 度 L(m)	標 準 貫 入 試 験 (回)	室 内 土 質 試 験 (試 料)
H30B-1	4.67	32.0	32	4
H30B-2	4.74	27.0	27	6
H30B-3	4.80	29.0	29	7
H30B-4	4.72	30.0	30	3
合 計		118.0	118	20

調査ボーリング結果に、地盤構成と各地層の層相および N 値特性について簡単に記述する。なお、土の相対密度と土の相対稠度は、下表に従った。

表4.2 土の相対密度 (Terzaghi and Peck)

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

注) 鉄筋は ϕ 13mm

「地盤工学会：地盤調査の方法と解説 P305」より

表4.3 土の相対稠度 (Terzaghi and Peck)

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

「地盤工学会：地盤調査の方法と解説 P308」より

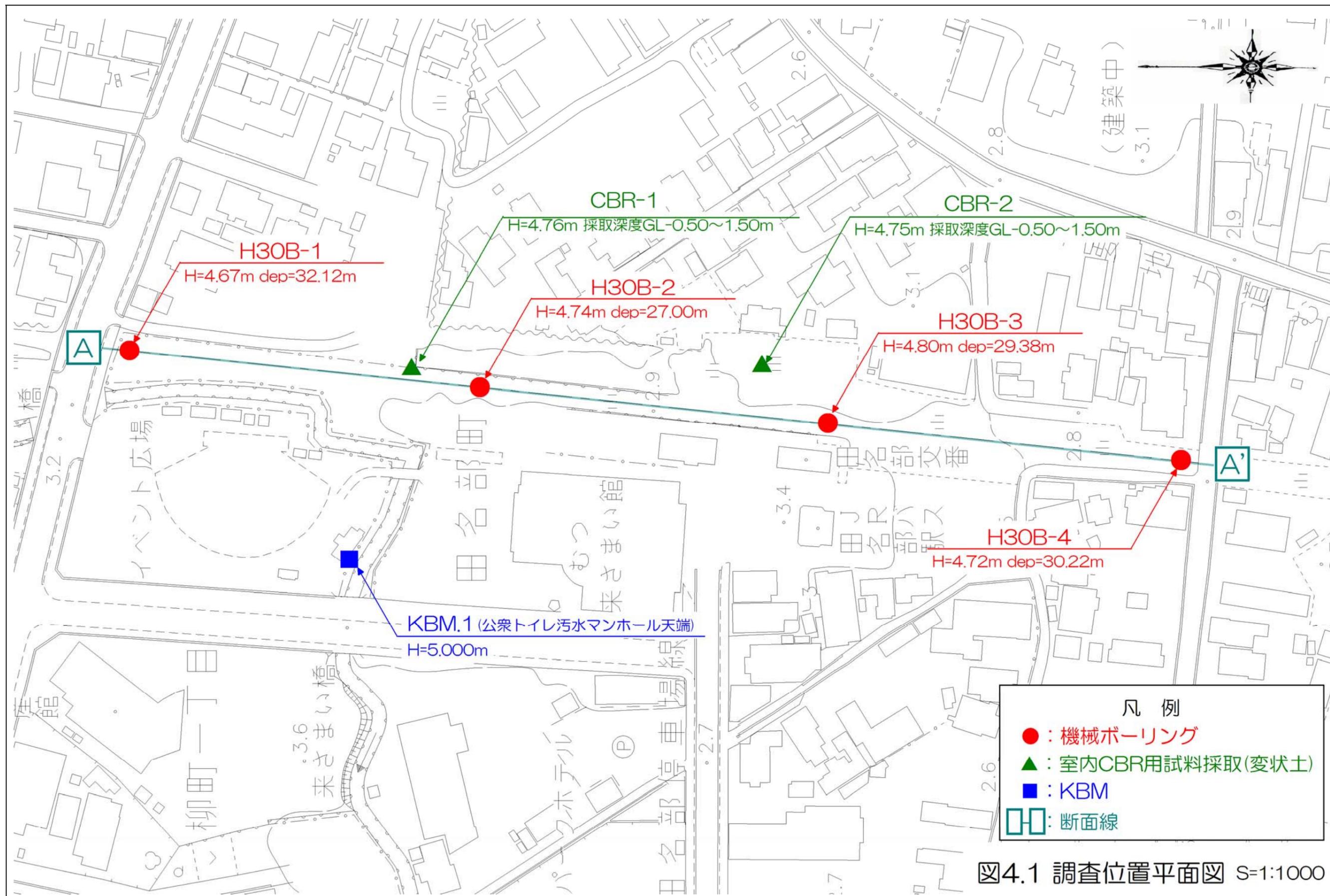


図4.1 調査位置平面図 S=1:1000

4.1 調査ボーリング結果

以下に調査ボーリング結果を示す。

①H30B-1

(地盤高H=4.67m 深度dep=32.12m)

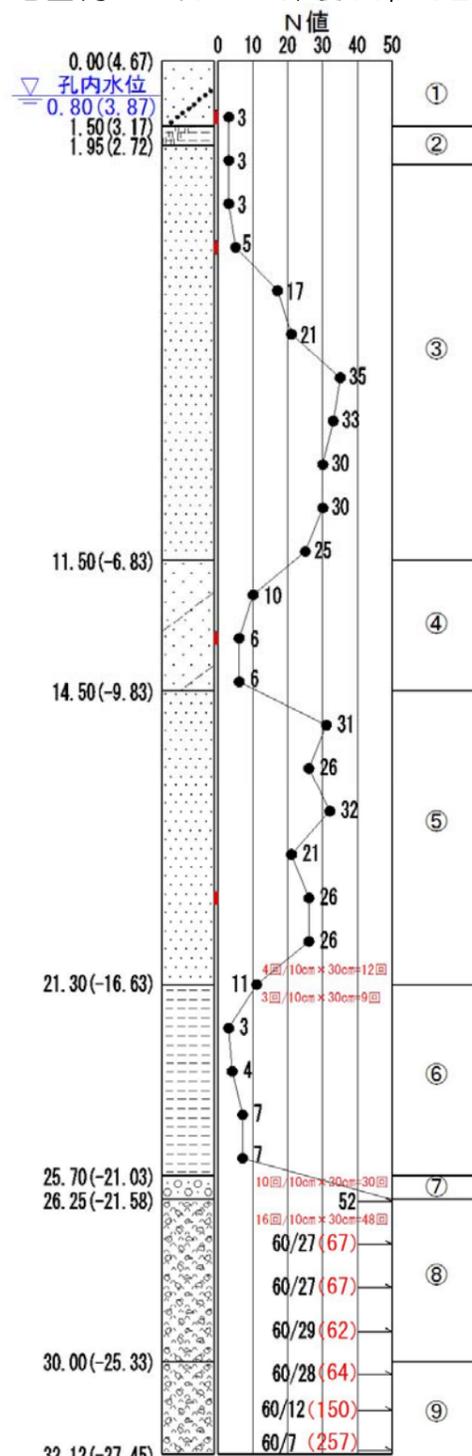


表 4.4 地盤構成

番号	主な土質・地質	深度 (m)	層厚 (m)	N 値 (回)	色調	相対密度	相対稠度	特 徴
①	礫 混 じ り 砂	1.50	1.50	3	暗褐色 ~ 淡黄褐色	非常に緩い		全体に砂は細砂を主体とする。 全体にφ40mm以下の碎石とφ2mm以下の石英を混入する。 0.00~0.30m間はφ40mm以下の碎石である。 0.80~1.00m間に火山灰質粘性土を挟む。
②	有機質シルト	1.95	0.45	-	黒褐色			全体に未分解の有機物を多く混入する。 有機臭が有る。
③	細 砂	11.50	9.55	3~35	暗青灰 ~ 暗緑灰	非常に緩い ~ 密な		全体に粒子はほぼ均一である。 全体にφ2mm以下の石英と砂鉄を混入する。 6.00~6.50m間に未分解の有機物をわずかに混入する。 9.85m付近に腐木片を混入する。 10.00m以深に貝殻片を混入する。
④	シルト混じり砂	14.50	3.00	6~10	暗青灰	緩い		全体に砂は細砂を主体とする。 全体にシルト分とφ2mm以下の石英を混入する。 全体に貝殻片と砂鉄を混入する。 φ2~10mmの亜角~亜円礫と未分解の有機物および腐木片をわずかに混入する。 13.60~13.75m間にφ2~30mmの亜角~亜円礫を多く混入する。
⑤	細 砂	21.30	6.80	12~32	暗緑灰	中位の ~ 密な		全体に粒子はほぼ均一である。 全体にφ2mm以下の石英と砂鉄を混入する。 φ2~10mmの亜角~亜円礫をわずかに混入する。 18.20~18.40m間と19.50~19.80m間にφ2~10mmの亜角~亜円礫を多く混入し砂礫状を呈する。
⑥	シ ル ト	25.70	4.40	3~9	暗青灰 ~ 暗褐色 ~ 淡灰		軟らかい ~ 硬い	全体にほぼ均質である。 24.50~24.75m間に腐植物を多く混入する。 24.75m以深に腐植物をわずかに混入する。
⑦	砂 礫	26.25	0.55	30	淡灰	中位の		全体に礫はφ2~30mmの亜角~亜円礫で構成される。 マトリックスは細砂を主体とする。 全体にφ2mm以下の石英を混入する。 礫の混入割合は目視で70%程度である。
⑧	角 礫 凝 灰 岩 部 風 化	30.00	3.75	48~60< (48~ 257)	暗緑灰 ~ 暗褐色			全体に固結度低く砂状コアで採取される。 全体に基質は細砂と火山灰およびφ2~10mmの角~亜角礫で構成される。 全体にφ2mm以下の石英を混入する。 所々棒状コアで採取される。
⑨	角 礫 凝 灰 岩	32.12	2.12	60< (64~ 257)	暗緑灰			全体に短棒~棒状コアで採取される。 全体に基質は細砂と火山灰およびφ2~20mmの角~亜角礫で構成される。 全体にφ2mm以下の石英を混入する。 ハンマーで容易に割れる。 30.00~31.00mはRQD=40% (max=40cm) である。 31.00~32.00mはRQD=60% (max=34cm) である。

※赤字は層境界の計算N値を示す。
※(赤字)は岩盤の換算N値を示す。

※()内は標高を示す。
※赤字は層境界の計算N値を示す。
※(赤字)は岩盤の換算N値を示す。
※ ■ は土質試験位置を示す。

②H30B-2

(地盤高H=4.74m 深度dep=27.00m)

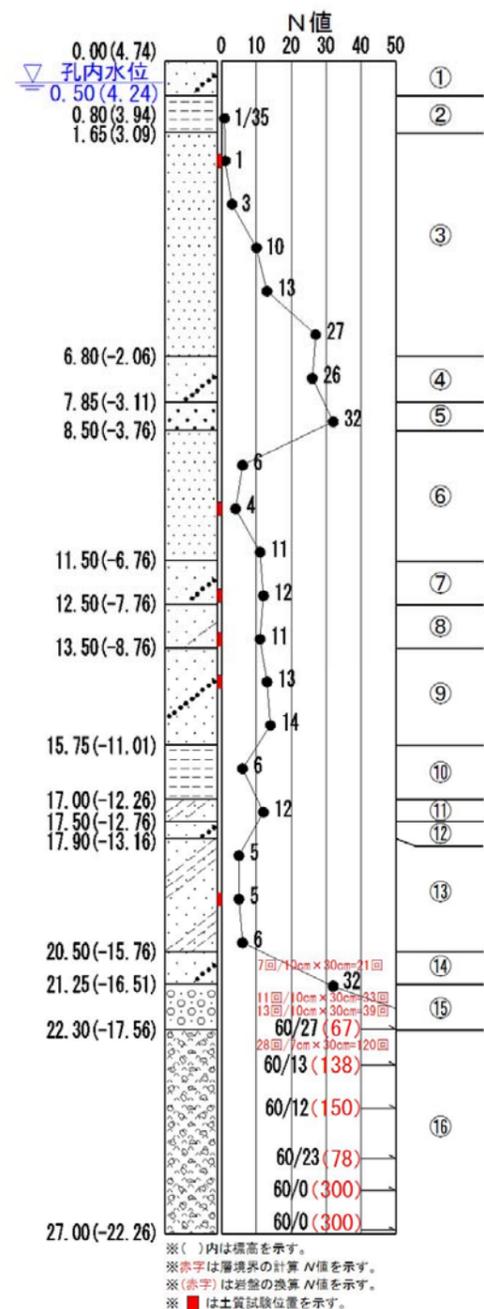


表4.5 地盤構成

番号	主な土質・地質	深度 (m)	層厚 (m)	N 値 (回)	色 調	相対密度	相対稠度	特 徴
①	礫 混 じ り 砂	0.80	0.80	-	暗褐灰 ～ 淡黄褐			全体に砂は細砂を主体とする。 全体にφ40mm以下の碎石とφ2mm以下の石英を混入する。 0.00～0.30m間はφ80mm以下の碎石する。 0.30～0.40m間にコンクリート片を混入する。
②	シ ル ト	1.65	0.85	1	暗褐灰		非常に軟らかい	未分解の有機物と細砂をわずかに混入する。
③	細 砂	6.80	5.15	1～27	暗緑灰	非常に緩い ～ 中位の		全体に粒子はほぼ均一である。 全体にφ2mm以下の石英と砂鉄を混入する。
④	礫 混 じ り 砂	7.85	1.05	26	暗緑灰	中位の		全体に砂は粗砂を主体とする。 全体にφ2～10mmの亜円～扁平礫とφ2mm以下の石英および砂鉄を混入する。 貝殻片をわずかに混入する。
⑤	粗 砂	8.50	0.65	32	暗緑灰	密な		全体にφ2mm以下の石英と砂鉄を混入する。 φ2～10mmの亜円～扁平礫と貝殻片をわずかに混入する。
⑥	細 砂	11.50	3.00	4～11	暗青灰	非常に緩い ～ 中位の		全体に粒子はほぼ均一である。 全体にφ2mm以下の石英と砂鉄を混入する。 シルト分と貝殻片をわずかに混入する。
⑦	礫 混 じ り 砂	12.50	1.00	12	暗緑灰	中位の		全体に砂は細砂を主体とする。 全体にφ2～30mmの亜角～亜円礫とφ2mm以下の石英および砂鉄を混入する。 貝殻片をわずかに混入する。
⑧	シルト混じり砂	13.50	1.00	11	暗褐灰	中位の		全体に砂は細砂を主体とする。 全体にシルト分とφ2mm以下の石英および砂鉄を混入する。 貝殻片をわずかに混入する。
⑨	礫 混 じ り 砂	15.75	2.25	13～14	暗緑灰	中位の		全体に砂は粗砂を主体とする。 全体にφ2～10mmの亜角～亜円礫とφ2mm以下の石英および砂鉄を混入する。
⑩	シ ル ト	17.00	1.25	6	暗青灰		中位の	全体にほぼ均質である。 16.80m付近に細砂を挟む。
⑪	シルト質砂	17.50	0.50	12	暗青灰	中位の		全体に砂は細砂を主体とする。 全体にシルト分を多く混入する。 全体にφ2mm以下の石英と砂鉄を混入する。
⑫	礫 混 じ り 砂	17.90	0.40	-	暗緑灰			全体に砂は細砂を主体とする。 全体にφ2～10mmの亜角～亜円礫とφ2mm以下の石英および砂鉄を混入する。 φ2～10mmの軽石をわずかに混入する。
⑬	シルト質砂	20.50	2.60	5～6	暗褐灰	緩い		全体に砂は細砂を主体とする。 全体にシルト分を多く混入する。 全体にφ2mm以下の石英と砂鉄を混入する。
⑭	礫 混 じ り 砂	21.25	0.75	21	暗緑灰	中位の		全体に砂は細砂を主体とする。 全体にφ2～20mmの亜角～亜円礫とφ2mm以下の石英および砂鉄を混入する。 21.00～21.25m間にシルト分を多く混入する。
⑮	砂 礫	22.30	1.05	33～39	暗褐灰	密な		全体に礫はφ2～30mmの亜角～亜円礫で構成される。 マトリックスは細砂を主体とする。 全体にφ2mm以下の石英を混入する。 礫の混入割合は目視で80%程度である。
⑯	角 礫 凝 灰 岩	27.00	4.70	60< (78～ 150)	暗褐灰 ～ 褐灰 ～ 暗黄灰 ～ 暗黄褐			22.30～24.25m間は砂～礫状コアで採取される。 24.25m以深は短棒～棒状コアで採取される。 全体に基質は細砂と火山灰およびφ2～50mmの角～亜角礫で構成される。 全体にφ2mm以下の石英を混入する。 24.90～25.80m間にφ2～30mmの軽石を混入する。 25.80～25.95m間と26.10～26.20m間にφ100～150mmの玉石を混入する。 26.60～27.00m間にφ2～30mmの軽石を混入する。 ハンマーで容易に割れる。 24.00～25.00mはRQD=46%(max=35cm)である。 25.00～26.00mはRQD=20%(max=10cm)である。 26.00～27.00mはRQD=73%(max=46cm)である。

※赤字は層境界の計算N値を示す。
 ※(赤字)は岩盤の換算N値を示す。

③ H30B-3

(地盤高H=4.80m 深度dep=29.38m)

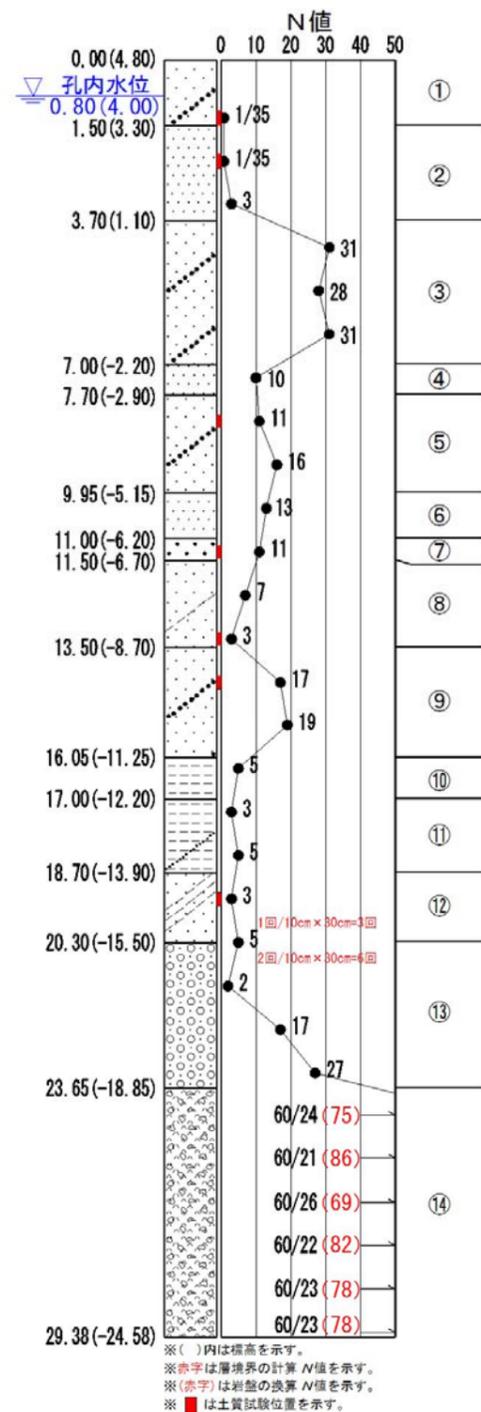


表4.6 地盤構成

番号	主な土質・地質	深度 (m)	層厚 (m)	N 値 (回)	色 調	相対密度	相対稠度	特 徴
①	礫 混 じ り 砂	1.50	1.50	1	暗褐灰 ~ 淡黄褐	非常に緩い		全体に砂は細砂を主体とする。 全体にφ40mm以下の碎石とφ2mm以下の石英を混入する。 0.00~0.35m間はφ80mm以下の碎石とする。 0.70~0.85m間に火山灰質粘性土を挟む。
②	細 砂	3.70	2.20	1~3	暗緑灰 ~ 暗青灰	非常に緩い		全体に粒子はほぼ均一である。 全体にφ2mm以下の石英と砂鉄を混入する。
③	礫 混 じ り 砂	7.00	3.30	28~31	暗緑灰	中位の ~ 密な		全体に砂は細砂を主体とする。 全体にφ2~30mmの亜円~扁平礫とφ2mm以下の石英および砂鉄を混入する。
④	細 砂	7.70	0.70	10	暗緑灰	緩い		全体に粒子はほぼ均一である。 全体にφ2mm以下の石英と砂鉄を混入する。 φ2~10mmの亜円礫をわずかに混入する。
⑤	礫 混 じ り 砂	9.95	2.25	11~16	暗緑灰	中位の		全体に砂は細砂を主体とする。 全体にφ2~30mmの亜円~扁平礫とφ2mm以下の石英および砂鉄を混入する。
⑥	細 砂	11.00	1.05	13	暗緑灰	中位の		全体に粒子はほぼ均一である。 全体にφ2mm以下の石英と砂鉄を混入する。 φ2~20mmの亜円礫をわずかに混入する。 10.90m付近にφ40mm程度の亜円礫を混入する。
⑦	粗 砂	11.50	0.50	11	暗緑灰	中位の		全体にφ2mm以下の石英と砂鉄を混入する。 φ2~5mmの亜角~亜円礫をわずかに混入する。
⑧	シルト混じり砂	13.50	2.00	3~7	暗青灰	非常に緩い ~ 緩い		全体に砂は細砂を主体とする。 全体にφ2mm以下の石英および砂鉄を混入する。 貝殻片をわずかに混入する。
⑨	礫 混 じ り 砂	16.50	3.00	17~19	暗緑灰	中位の		全体に砂は粗砂を主体とする。 全体にφ2~30mmの亜角~亜円礫とφ2mm以下の石英および砂鉄を混入する。 15.70m以深の砂は細砂を主体とする。
⑩	シ ル ト	17.00	0.50	5	暗青灰		中位の	全体にほぼ均質である。 未分解の有機物をわずかに混入する。
⑪	砂混じりシルト	18.70	1.70	3~5	暗青灰		軟らかい ~ 中位の	全体に細砂を混入する。 未分解の有機物をわずかに混入する。 下方に従い砂分が多い。
⑫	シルト質砂	20.30	1.60	3	暗青灰	非常に緩い		全体に砂は細砂を主体とする。 全体にシルト分を多く混入する。 全体にφ2mm以下の石英と砂鉄を混入する。
⑬	砂 礫	23.65	3.35	2~27	暗青灰	非常に緩い ~ 中位の		全体にφ2~40mmの亜角~亜円礫で構成され最大φ50mm程度である。 マトリックスは細砂を主体とする。 全体にφ2mm以下の石英を混入する。 20.85~21.10m間に有機質シルトを挟む。 21.10~21.50m間は礫分が少なく細砂状を呈する。 23.50~23.65m間はシルト分が多く混入しシルト混じり砂礫状を呈する。
⑭	角 礫 凝 灰 岩	29.38	5.73	60< (69~86)	暗緑灰 ~ 淡緑灰			23.65~24.85m間は砂~礫状コアで採取される。 24.85m以深は短棒~棒状コアで採取される。 全体に基質は細砂と火山灰およびφ2~10mmの角~亜角礫で構成される。 全体にφ2mm以下の石英を混入する。 23.65~24.60m間にφ2~20mmの軽石を混入する。 23.80~24.60m間と26.40~26.80m間および27.60~29.00m間は礫の混入が少なく砂岩状を呈する。 ハンマーで容易に割れる。 24.00~25.00mはRQD=14%(max=14cm)である。 25.00~26.00mはRQD=49%(max=36cm)である。 26.00~27.00mはRQD=36%(max=36cm)である。 27.00~28.00mはRQD=69%(max=45cm)である。 28.00~29.00mはRQD=60%(max=60cm)である。

※ 赤字は層境界の計算 N値を示す。
 ※ (赤字)は岩盤の換算 N値を示す。

④H30B-4

(地盤高H=4.72m 深度dep=30.22m)

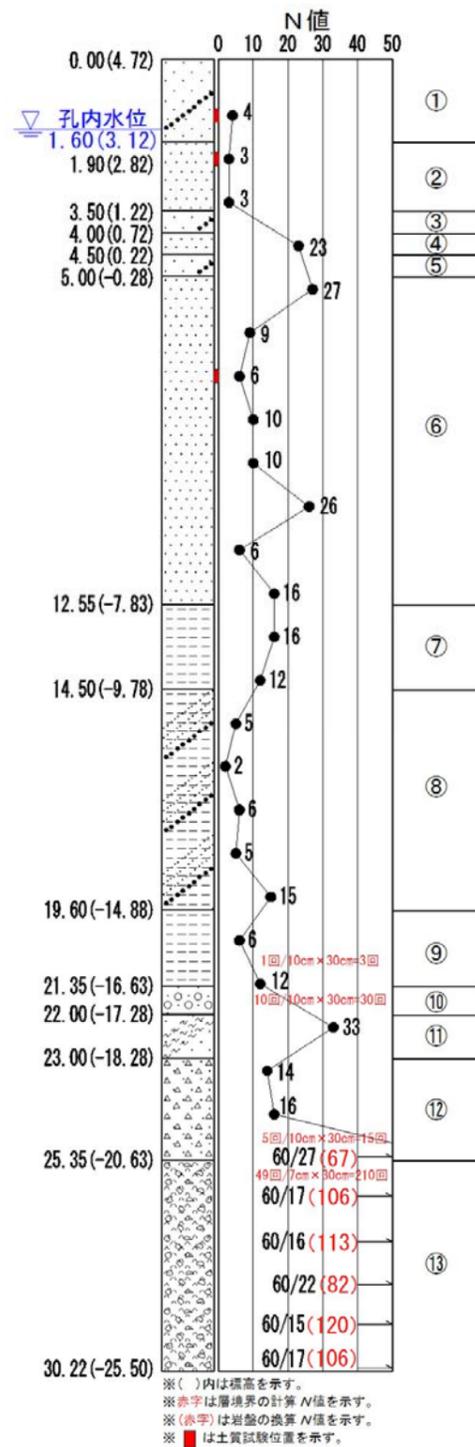


表4.7 地盤構成

番号	主な土質・地質	深度 (m)	層厚 (m)	N 値 (回)	色 調	相対密度	相対稠度	特 徴
①	礫 混 じ り 砂	1.90	1.90	4	暗褐色 ~ 淡黄褐	非常に緩い		全体に砂は細砂を主体とする。 全体にφ40mm以下の碎石とφ2mm以下の石英を混入する。 0.00~0.25m間はφ40mm以下の碎石する。 0.00~0.40m間に草根を混入する。
②	細 砂	3.50	1.60	3	暗緑灰	非常に緩い		全体に粒子はほぼ均一である。 全体にφ2mm以下の石英と砂鉄を混入する。
③	礫 混 じ り 砂	4.00	0.50	-	暗青灰			全体に砂は細砂を主体とする。 全体にφ2~30mmの亜円~扁平礫とφ2mm以下の石英および砂鉄を混入する。
④	細 砂	4.50	0.50	23	暗緑灰	中位の		全体に粒子はほぼ均一である。 全体にφ2mm以下の石英と砂鉄を混入する。
⑤	礫 混 じ り 砂	5.00	0.50	-	暗青灰			全体に砂は細砂を主体とする。 全体にφ2~30mmの亜円~扁平礫とφ2mm以下の石英および砂鉄を混入する。
⑥	細 砂	12.55	7.55	6~27	暗青灰 ~ 暗緑灰	緩い ~ 中位の		全体に粒子はほぼ均一である。 全体にφ2mm以下の石英と砂鉄を混入する。 7.60~7.90m間に未分解の有機物と腐木片を混入する。 11.00m以深に貝殻片をわずかに混入する。
⑦	シ ル ト	14.50	1.95	12~16	淡緑褐 ~ 淡緑灰		硬い ~ 非常に硬い	全体にほぼ均質である。 粘性が強い。
⑧	礫 混 じ り 砂 質 シ ル ト	19.60	5.10	2~15	淡褐色		非常に 軟らかい ~ 硬い	全体に細砂を多く混入する。 全体にφ2~30mmの亜角~亜円礫を混入する。 φ2~20mmの軽石をわずかに混入する。 17.75m付近にφ50mmの軽石を混入する。 18.80~19.00m間に暗緑色の細砂を挟む。
⑨	シ ル ト	21.35	1.75	3~6	暗褐色		軟らかい ~ 中位の	所々未分解の有機物を多く混入する。 有機臭が有る。
⑩	砂 礫	22.00	0.65	30	暗青灰	中位の		全体に礫はφ2~40mmの亜角~亜円礫で構成される。 マトリックスは細砂を主体とする。 全体にφ2mm以下の石英を混入する。 礫の混入割合は目視で70%程度である。
⑪	火 山 灰 質 砂	23.00	1.00	33	暗緑灰	密な		角礫凝灰岩の風化部である。 全体に砂は細砂を主体とする。 全体に火山灰を多く混入する。 全体にφ2mm以下の石英とφ2~20mmの軽石を混入する。
⑫	軽 石 質 砂	25.35	2.35	14~16	暗緑灰 ~ 淡緑灰	中位の		角礫凝灰岩の風化部である。 全体に砂は細砂を主体とする。 全体にφ2~20mmの軽石を多く混入する。 全体にφ2mm以下の石英と火山灰を混入する。
⑬	角 礫 凝 灰 岩	30.22	4.87	60< (82~ 210)	淡緑灰			全体に短棒~棒状コアで採取される。 全体に基質は細砂と火山灰およびφ2~10mmの角~亜角礫で構成される。 全体にφ2mm以下の石英を混入する。 25.35~26.75m間にφ2~5mmの軽石を混入する。 25.35~26.75m間と27.90~28.75m間および29.35~29.55m間は礫の混入が 少なく砂岩状を呈する。 ハンマーで容易に割れる。 24.00~25.00mはRQD=57%(max=19cm)である。 25.00~26.00mはRQD=37%(max=23cm)である。 26.00~27.00mはRQD=23%(max=13cm)である。 27.00~28.00mはRQD=53%(max=21cm)である。 28.00~29.00mはRQD=48%(max=23cm)である。

※(赤字)は層境界の計算N値を示す。
※(赤字)は岩盤の換算N値を示す。

4.2 孔内水位結果(初期水位)

孔内水位(初期水位)は、無水掘りによる掘削作業を行い確認した。また、初期水位確認後は、泥水掘りによる掘削作業を行い、泥水位を確認している。

なお泥水位は、掘削作業終了後ケーシング内を泥水で満たし、翌日の作業前に計測した水位である。

今回測定された水位を表4.8～4.9に、孔内水位変動図を図4.2～4.3に示す。

表4.8 孔内水位(1)

孔番	測定月日		地盤高 H(m)	ケーシング 深度 GL(m)	掘削深度 GL(m)	孔内水位 GL(m)	水位高 H(m)	水位の位置 する土質	備考
H30 B-1	10月24日	作業中	4.67	0.00	-1.00	-0.80	3.87	礫混じり砂	初期水位 (無水)
		作業後		-1.50	-10.50	0.00	4.67	ケーシング 頂部	泥水位
	10月25日	作業前		-1.00	-1.00	3.67	礫混じり砂		
		作業後		0.00	4.67	ケーシング 頂部			
	10月26日	作業前		-12.50	-26.50	-1.20	3.47	礫混じり砂	
		作業後		0.00	4.67	ケーシング 頂部			
10月29日	作業前	-26.00	-30.43	-1.80	2.87	有機質 シルト			
	作業後	-30.00	-32.12	-1.70	2.97				
H30 B-2	10月30日	作業中	4.74	0.00	-0.50	-0.50	4.24	礫混じり砂	初期水位 (無水)
		作業後		-2.00	-11.50	0.00	4.74	ケーシング 頂部	泥水位
	10月31日	作業前		-0.70	4.04	礫混じり砂			
		作業後		-22.40	-22.42	0.00	4.74	ケーシング 頂部	
	11月1日	作業前		0.00	4.74	ケーシング 頂部			
		作業後		-24.00	-27.00				

孔内水位(初期水位)は、H30B-1でGL-0.80m、H30B-2でGL-0.50mの礫混じり砂内で測定された。なお、被圧による湧水は認められていない。

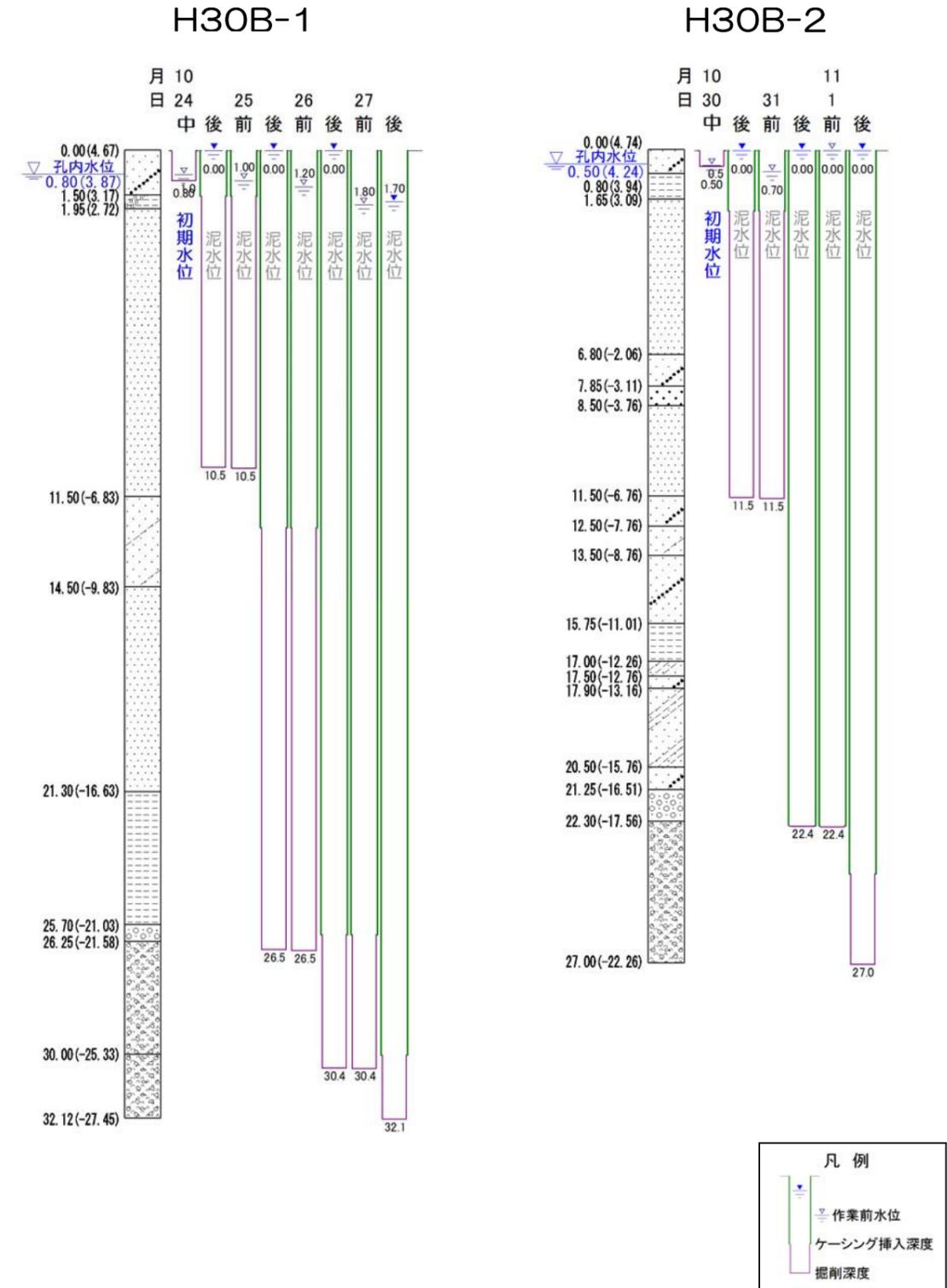


図4.2 孔内水位変動図(1)

表 4.9 孔内水位 (2)

孔番	測定月日		地盤高 H(m)	ケーシング 深度 GL(m)	掘削深度 GL(m)	孔内水位 GL(m)	水位高 H(m)	水位の位置 する土質	備考
H30 B-3	10月24日	作業中	4.80	0.00	-1.00	-0.80	4.00	礫混じり砂	初期水位 (無水)
		作業後		-3.00	-6.50	0.00	4.80	ケーシング 頂部	泥水位
	10月25日	作業前		-12.50	-19.50	-1.35	3.45	礫混じり砂	
		作業後		0.00	4.80	ケーシング 頂部			
	10月26日	作業前		-20.00	-24.39	-2.10	2.70	細砂	
		作業後		0.00	4.80	ケーシング 頂部			
	10月29日	作業前		-24.00	-29.38	-2.30	2.50	細砂	
		作業後		-24.00	-29.38	-2.10	2.70	細砂	
H30 B-4	10月24日	作業中	4.72	-1.00	-2.00	-1.60	3.12	礫混じり砂	初期水位 (無水)
		作業後		-2.50	-6.50	0.00	4.72	ケーシング 頂部	泥水位
	10月25日	作業前		-10.50	-20.50	-1.40	3.32	礫混じり砂	
		作業後		0.00	4.72	ケーシング 頂部			
	10月26日	作業前		-28.32	-28.32	0.00	4.72	ケーシング 頂部	
		作業後		-28.32	-28.32	0.00	4.72	ケーシング 頂部	
	10月29日	作業前		-30.22	-30.22	-1.85	2.87	礫混じり砂	
		作業後		-30.22	-30.22	-1.80	2.92	礫混じり砂	

孔内水位(初期水位)は、H30B-3でGL-0.80m、H30B-4でGL-1.60mの礫混じり砂内で測定された。なお、被圧による湧水は認められていない。

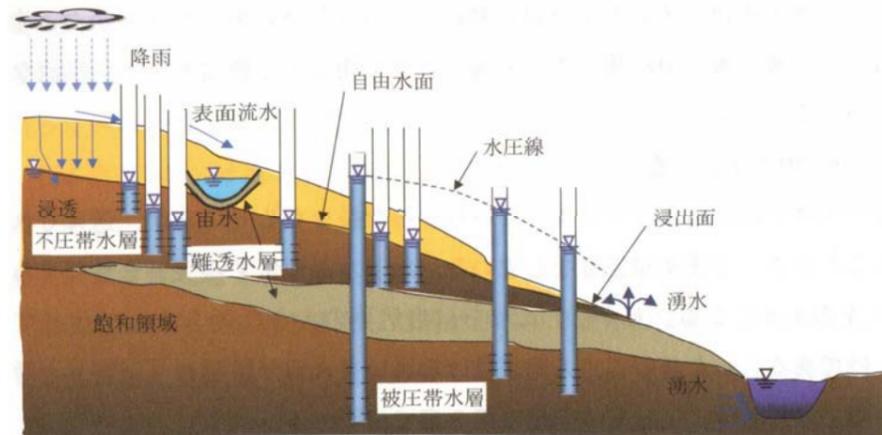


図 4.4 地下水がある地層のモデル図

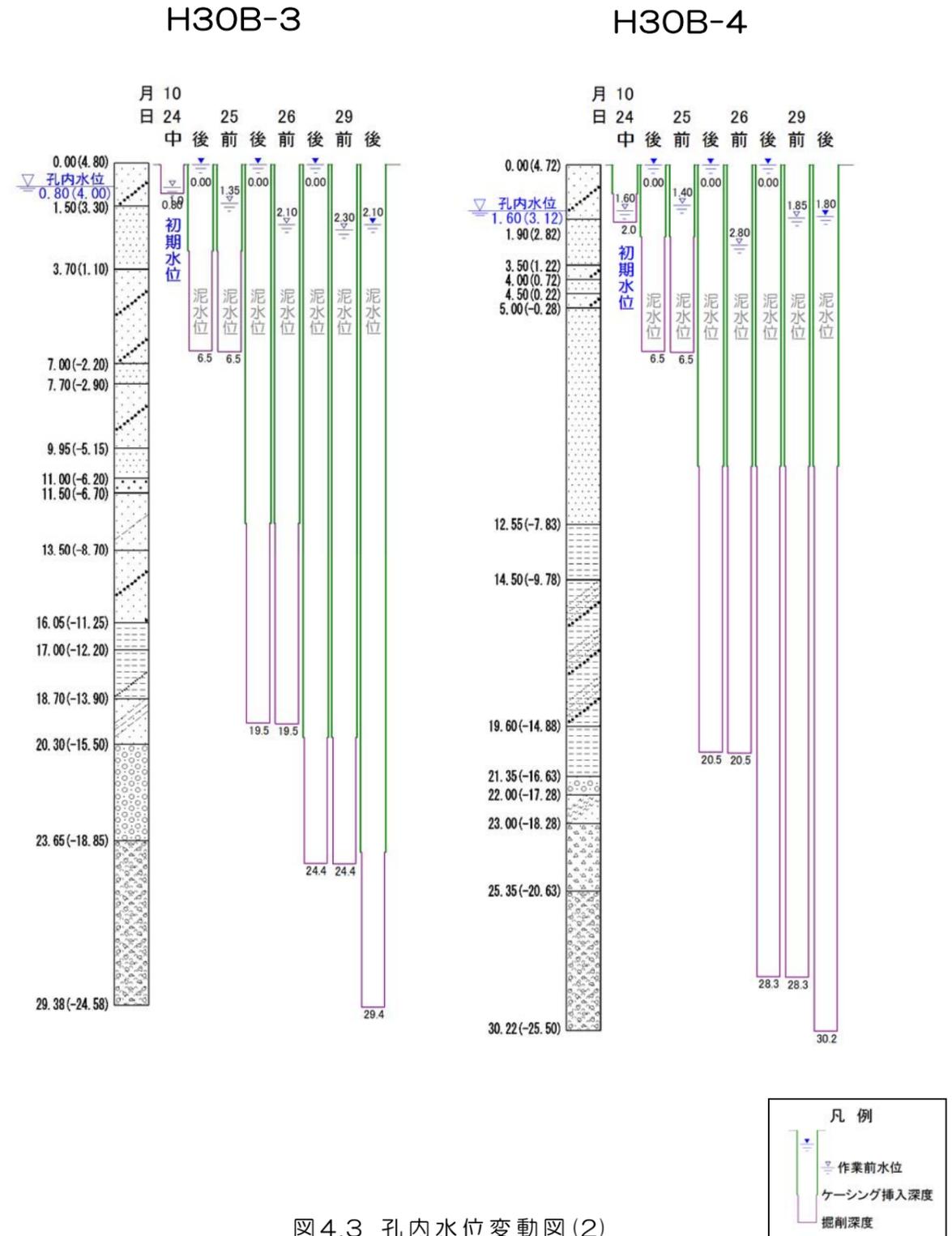


図 4.3 孔内水位変動図 (2)

4.3 室内土質試験結果

試験は、調査地盤に出現する砂質土に対し、液状化の概略検討を目的として、土の細粒分含有率試験を20試料実施した。なお試験試料は、標準貫入試験で採取した乱した土試料を用いた。

表4.10 試験項目と試験規格

試験項目	日本工業規格(JIS)	地盤工学会基準(JGS)	試料数
土の細粒分含有率試験	JIS A 1223:2009	JGS 0135-2009	20

試験結果を次頁の表4.11にまとめた。なお詳細は、巻末の室内土質試験データシートのとおりである。



表4.11 室内土質試験結果

孔 土 試 深	番 質 料 番 号 度 (m)	H30B-1					H30B-2					
		礫 混 じり 砂	細 砂	シル ト 混 じり 砂	細 砂	シル ト 混 じり 砂	礫 混 じり 砂	細 砂	シル ト 混 じり 砂	細 砂	シル ト 混 じり 砂	
一般	自然含水比 W_n (%)	P1-1 1.15 ~ 1.45	P1-4 4.15 ~ 4.45	P1-13 13.15 ~ 13.45	P1-19 19.15 ~ 19.45	P1-19 18.5	P2-2 2.15 ~ 2.45	P2-10 10.15 ~ 10.45	P2-12 12.15 ~ 12.45	P2-13 13.15 ~ 13.45	P2-14 14.15 ~ 14.45	P2-19 19.15 ~ 19.45
粒度	最大粒径 mm	19	2	26.5	4.75	4.75	4.75	2	26.5	4.75	26.5	9.5
	細粒分含有率 F_c (%)	35.8	8.7	18.4	10.0	10.0	12.5	29.0	10.3	20.7	5.8	40.1

孔 土 試 深	番 質 料 番 号 度 (m)	H30B-3					H30B-4					
		礫 混 じり 砂	細 砂	礫 混 じり 砂	粗 砂	シル ト 混 じり 砂	礫 混 じり 砂	細 砂	シル ト 混 じり 砂	細 砂	シル ト 混 じり 砂	
一般	自然含水比 W_n (%)	P3-1 1.15 ~ 1.45	P3-2 2.15 ~ 2.45	P3-8 8.15 ~ 8.45	P3-11 11.15 ~ 11.45	P3-11 15.2	P3-13 13.15 ~ 13.45	P3-14 14.15 ~ 14.45	P3-19 19.15 ~ 19.45	P4-1 1.15 ~ 1.45	P4-2 2.15 ~ 2.45	P4-7 7.15 ~ 7.45
粒度	最大粒径 mm	19	4.75	19	3.9	19	4.75	19	4.75	26.5	4.75	4.75
	細粒分含有率 F_c (%)	22.6	10.0	9.2	3.9	3.9	28.1	7.1	48.5	33.5	16.0	16.5

5.地盤構成と工学的特性

調査地盤は、盛土(砂質土)[Bs]・沖積粘性土層(Ac1～Ac3)3層・沖積砂質土層(As)・沖積礫質土層(Ag)・基盤岩(風化部)[BR-w]・基盤岩(亜新鮮部)[BR]の計8層で構成される。また沖積砂質土層(As)は、 N 値強度により5区分(As-1～As-5)される。

調査地の地盤構成を下表に示す。

表5.1 調査地の地盤構成

地質時代	土層・地層区分	記号	主な土質・地質	層厚(m)	N 値(回)	
第四紀	盛土(砂質土)	Bs	礫混じり砂	0.80～1.90	1～4	
	第1粘性土層	Ac1	有機質シルト シルト	0.45～0.85	1	
	砂質土層	As	-1	細砂・粗砂 シルト混じり砂 礫混じり砂 シルト質砂	1.60～3.05	1～5
			-2		2.50～6.50	10～35
			-3		3.00～9.05	4～26
			-4		6.80	12～31
			-5		1.60～4.25	3～21
	第2粘性土層	Ac2	シルト 砂混じりシルト 礫混じり砂質シルト	1.25～8.80	3～16	
	第3粘性土層	Ac3	シルト	4.40	3～9	
	礫質土層	Ag	砂礫	0.55～3.35	2～39	
洪積世	基盤岩(風化部)	BR-w	火山灰質砂 軽石質砂	3.35	14～33	
	基盤岩(亜新鮮部)	BR	角礫凝灰岩	4.70～5.87	48～60	

※赤字は層境界の計算 N 値を示す。

調査地は、地表部に N 値=1～4を示す砂質土(Bs)が層厚0.80～1.90mで調査地全体に盛土されている。以深は、H30B-1とH30B-2に N 値=1を示す沖積第1粘性土層(Ac1)が層厚0.45～0.85mで堆積、 N 値のバラツキが大きく N 値強度が5区分される沖積砂質土層(As)が層厚10.65～19.35mで堆積し、H30B-2～H30B-4に N 値=3～16を示す沖積第2粘性土層(Ac2)が層厚1.25～8.80mで沖積砂質土層(As)に挟在する様に堆積する。下位は、H30B-1に N 値=3～9を示す沖積第3粘性土層(Ac3)が層厚4.40mで堆積し、 N 値=2～39を示す沖積礫質土層(Ag)が層厚0.55～3.35mで堆積する。最下位は、 N 値=48～60<を示す基盤岩(亜新鮮部)[BR]が層厚4.70～5.87mで堆積する。なお、H30B-4の基盤岩(亜新鮮部)[BR]の上部には、 N 値=14～33を示す基盤岩(風化部)[BR-w]が層厚3.35mで堆積する。

孔内水位は、GL-0.50～1.60mの盛土(砂質土)[Bs]内で測定された。なお、被圧による湧水等は認められていない。

なお、地盤構成を明らかにするために作成した推定地層断面図を図5.1に示す。

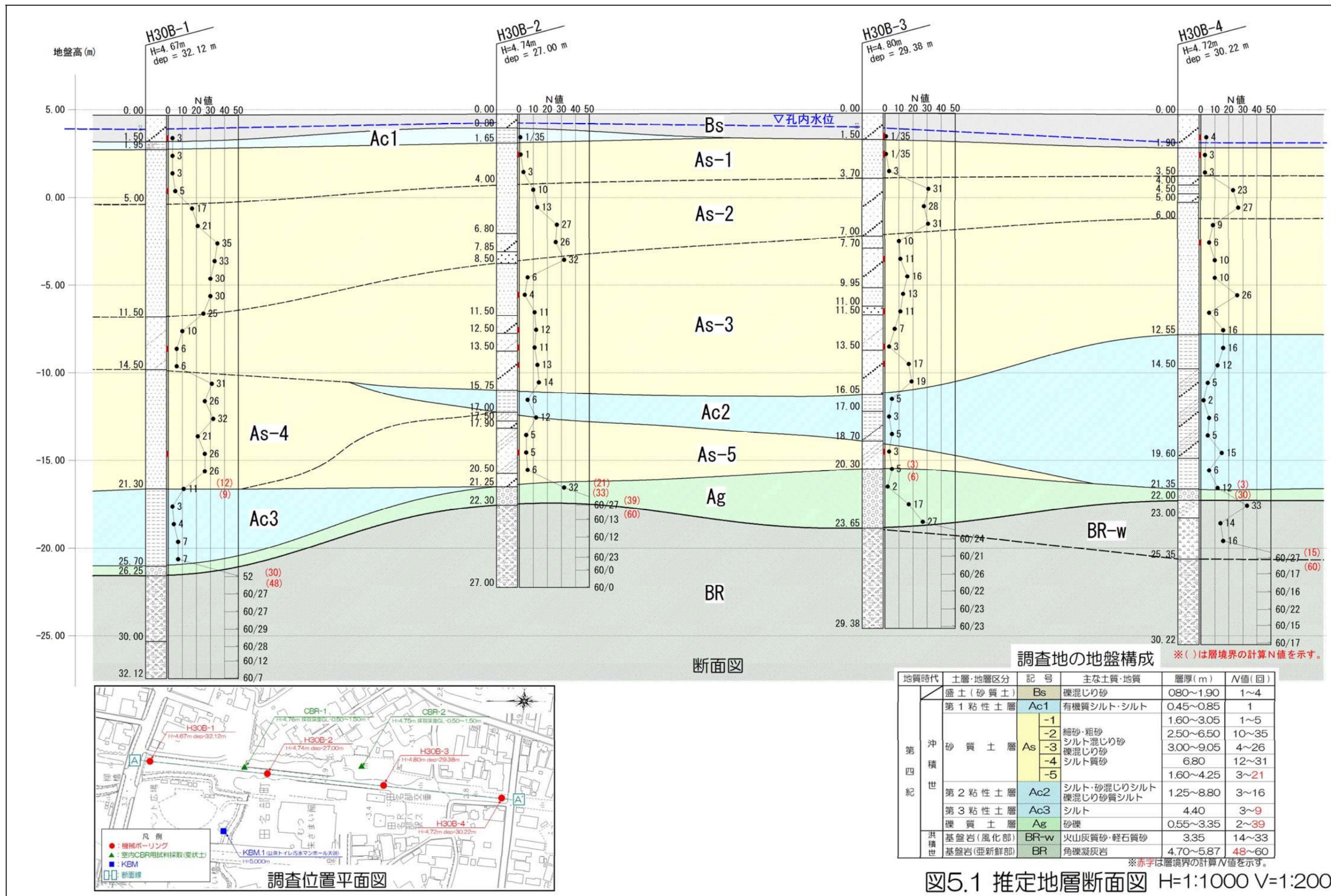


図5.1 推定地層断面図 H=1:1000 V=1:200

各土層・地層状況と工学的特性を記述する。なお、物理特性における一般値として、自然状態の土の性質と土粒子の密度の値を下表に示す。

表5.2 自然状態の土の性質

特性 土質	自然含水比 (%)	土粒子の 密度 (真比重)	液性限界 (WL) (%)	塑性限界 (Wp) (%)	湿潤密度 (t/m^3)	自然間隙比
砂	5 ~ 20	2.6 ~ 2.8	—	—	1.6 ~ 2.0	0.5 ~ 1.0
砂質土	20 ~ 40	2.5 ~ 2.7	30 ~ 50	20 ~ 40	1.6 ~ 1.8	1.1 ~ 2.0
砂質シルト	30 ~ 60	2.5 ~ 2.7	40 ~ 70	30 ~ 50	1.5 ~ 1.6	1.5 ~ 2.5
粘土シルト	50 ~ 100	2.5 ~ 2.7	40 ~ 120	30 ~ 70	1.4 ~ 1.7	1.5 ~ 3.0

「土質工学会編：土質試験法 - 第2回改訂版- P6」より

表5.3 土粒子の密度の例

鉱物名	密度 ρ_s (g/cm^3)	土質名	密度 ρ_s (g/cm^3)
石英	2.6 ~ 2.7	豊浦砂	2.64
長石	2.5 ~ 2.8	沖積砂質土	2.6 ~ 2.8
雲母	2.7 ~ 3.2	沖積粘性土	2.50 ~ 2.75
閃石	2.9 ~ 3.5	洪積砂質土	2.6 ~ 2.8
輝石	2.8 ~ 3.7	洪積粘性土	2.50 ~ 2.75
磁鉄鉱	5.1 ~ 5.2	泥炭(ピート)	1.4 ~ 2.3
クォライト	2.6 ~ 3.0	関東ローム	2.7 ~ 3.0
イライト	2.6 ~ 2.7	まさ土	2.6 ~ 2.8
カオリライト	2.5 ~ 2.7	しらす	1.8 ~ 2.4
モンモリロナイト	2.0 ~ 2.4	黒ぼく	2.3 ~ 2.6

「地盤工学会編：地盤材料試験の方法と解説 P101」より

表5.4 我が国における土の密度のおおよその範囲

特性	土質	沖積層		洪積層 粘性土	関東ローム	高有機質土
		粘性土	砂質土			
湿潤密度 ρ_t (g/cm^3)		1.2 ~ 1.8	1.6 ~ 2.0	1.6 ~ 2.0	1.2 ~ 1.5	0.8 ~ 1.3
乾燥密度 ρ_d (g/cm^3)		0.5 ~ 1.4	1.2 ~ 1.8	1.1 ~ 1.6	0.6 ~ 0.7	0.1 ~ 0.6
含水比 W (%)		30 ~ 150	10 ~ 30	20 ~ 40	80 ~ 180	80 ~ 1200

「地盤工学会編：地盤材料試験の方法と解説P181」より

また、基盤岩の岩盤等級と分類は、下表により判定する。

表5.5 ボーリングコア鑑定における岩級区分要素

符号	風化状態 標準区分	岩石それ自体の硬さ		節理の分布状態			
		標準区分	目安	標準区分	目安 平均 コア長	節理の 開口性 標準区分	節理面の状態 標準区分
○	新鮮である (節理面も風化していない)	堅固である	岩盤の乾燥 一軸圧縮強度 800kgf/cm ² 以上	ほとんど 分布して いない	60cm以上	全く間隔 がない	全く風化してい ない
△	概ね新鮮 (節理部分だけ風化している)	おおむね 堅固である	岩盤の乾燥 一軸圧縮強度 800~ 400kgf/cm ²	疎らで ある	30~60cm	ほとんど 間 隔がない	やや風化し汚染 されている場合 もある
▲	風化している (節理に沿って風化している)	やや軟質 である	岩盤の乾燥 一軸圧縮強度 400~ 200kgf/cm ²	分布して いる	10~30cm	若干間隔 が生じる	風化汚染され、 風化物質が薄く 付着する
●	極めて風化し ている(新鮮 部が認められない)	軟質である	岩盤の乾燥 一軸圧縮強度 200kgf/cm ² 以下	著しく 分布して いる	10cm以下	かみ合わ ない	極めて風化汚染 され、粘土ある いは風化物質が 著しく挟在して いる

「日本建設情報総合センター：ボーリング柱状図作成要領 P21」

表5.6 ボーリングコア鑑定における岩盤等級区分要素一覧

岩盤 等級	区分要素				
	造岩鉱物または構成粒子の状態		節理の状態		
	風化状態	岩石それ自体の硬さ	節理密度	節理の開口性	節理面の状態
A	○	○	○	○	○
B	○	○	△	△	○または△
C _H	○または△	○または△	▲	▲	△または▲
C _M	△または▲	△または▲	▲または●	▲または●	▲または●
C _L	▲または●	▲または●	●	●	●
D	●	●(きわめて軟質)	(-)	(-)	(-)

「日本建設情報総合センター：ボーリング柱状図作成要領 P21」

表5.7 岩の分類

岩 分 類				説 明	摘 要
名 称			A		
B	C				
岩 ま た は 石	岩 塊 玉	岩 塊 石		岩塊、玉石が混入して掘削しにくく、バケット等に空けきのでき易いもの。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	I	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極めてもろいもの。指先で離しうる程度のものでクラック間の間隔は1~5cmくらいのものおよび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衝撃で容易に割れるもの、離れ易いもので、きれつ間隔は5~10cmのもの。	地山弾性波探査 700~2,800m/sec
			II	凝灰質でかたく固結しているもの、風化が目にして相当進んでいるもの。きれつ間隔が10~30cm程度で軽い打撃により離しうる程度。異質の硬い互層をなすもので層面を楽に離しうるもの。	
	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かたさを有するもの、風化の程度があまり進んでいないもの、かたい岩石で間隔30~50cm程度の、きれつを有するもの。	地山弾性波探査 2,000~4,000m/sec
I			花こう岩、結晶片岩などで全く変化していないもの、きれつ間隔が1m以内で相当密着しているもの、かたい良好な石材を取り得るようなもの。	地山弾性波探査 3,000m/sec以上	
II	けい岩、角岩などの石英質に富む岩質で最もかたいもの、風化しておらず新鮮な状態にあるもの、きれつが少なく、よく密着しているもの。				

「青森県土木部：共通仕様書 土木工事編 I P108」

①盛土(Bs)[砂質土]

- ・土質は、礫混じり砂を主体とする。
- ・層厚0.80～1.90mで盛土されている。
- ・全体に砂は細砂を主体とし、 ϕ 40mm以下の碎石と ϕ 2mm以下の石英を混入する

< N値特性 >

- ・N値は1～4を示し、「非常に緩い」の相対密度で表される。

< 物理特性 >

- ・土の細粒分含有率(F_c)は、22.6～35.8%を示す。

②沖積第1粘性土層(Ac1)

- ・土質は、有機質シルトとシルトで構成される。
- ・層厚0.45～0.85mで堆積する。
- ・全体に未分解の有機物を混入する。

< N値特性 >

- ・N値は1を示し、「非常に軟らかい」の相対稠度で表される。

③沖積砂質土層(As)

③-1 沖積砂質土層1(As-1)

- ・土質は、細砂を主体とする。
- ・層厚1.60～3.05mで堆積する。
- ・全体にほぼ粒子均一で、 ϕ 2mm以下の石英と砂鉄を混入する。

< N値特性 >

- ・N値は1～5を示し、「非常に緩い～緩い」の相対密度で表される。

< 物理特性 >

- ・土の細粒分含有率(F_c)は、8.7～16.0%を示す。

③-2 沖積砂質土層2(As-2)

- ・土質は、細砂と礫混じり砂および粗砂で構成される。
- ・層厚2.50～6.50mで堆積する。
- ・全体に ϕ 2mm以下の石英と砂鉄を混入する。
- ・ ϕ 2～30mmの亜円～扁平礫を混入する。

< N値特性 >

- ・N値は10～35を示し、「緩い～密な」の相対密度で表される。

③-3 沖積砂質土層3(As-3)

- ・土質は、シルト混じり砂・細砂・礫混じり砂・粗砂で構成される。
- ・層厚3.00～9.05mで堆積する。
- ・全体に ϕ 2mm以下の石英と砂鉄を混入する。
- ・ ϕ 2～30mmの亜角～扁平礫を混入する。
- ・貝殻片をわずかに混入する。

< N値特性 >

- ・N値は4～26を示し、「非常に緩い～中位の」の相対密度で表される。

< 物理特性 >

- ・土の細粒分含有率(F_c)は、3.9～29.0%を示す。

③-4 沖積砂質土層4(As-4)

- ・土質は、細砂を主体とする。
- ・層厚6.80mで堆積する。
- ・全体にほぼ粒子均一で、 ϕ 2mm以下の石英と砂鉄を混入する。
- ・ ϕ 2～10mmの亜角～亜円礫をわずかに混入する。

< N値特性 >

- ・N値は12～31を示し、「中位の～密な」の相対密度で表される。

< 物理特性 >

- ・土の細粒分含有率(F_c)は、10.0%を示す。

③-5 沖積砂質土層5(As-5)

- ・土質は、シルト質砂と礫混じり砂で構成される。
- ・層厚1.60～4.25mで堆積する。
- ・全体に砂は細砂を主体とする
- ・シルト分・ ϕ 2mm以下の石英・砂鉄・ ϕ 2～20mmの亜角～亜円礫を混入する

< N値特性 >

- ・N値は3～21を示し、「非常に緩い～中位の」の相対密度で表される。

< 物理特性 >

- ・土の細粒分含有率(F_c)は、40.1～48.5%を示す。

④ 沖積第2粘性土層 (Ac2)

- ・土質は、シルトと砂混じりシルトおよび礫混じり砂質シルトで構成される。
- ・層厚1.25～8.80mで堆積する。
- ・未分解の有機物・細砂・ ϕ 2～30mmの亜角～亜円礫・ ϕ 2～20mmの軽石を混入する。

< N値特性 >

- ・N値は3～16を示し、「軟らかい～非常に硬い」の相対稠度で表される。

⑤ 沖積第3粘性土層 (Ac3)

- ・土質は、シルトを主体とする。
- ・層厚4.40mで堆積する。
- ・全体にほぼ均質である。
- ・所々に腐植物を混入する。

< N値特性 >

- ・N値は3～9を示し、「軟らかい～硬い」の相対稠度で表される。

⑥ 沖積礫質土層 (Ag)

- ・土質は、砂礫を主体とする。
- ・層厚0.55～3.35mで堆積する。
- ・全体に礫は ϕ 2～50mmの亜角～亜円礫で構成される。
- ・マトリックスは細砂を主体とする。
- ・礫の混入割合は、目視で70～80%である。

< N値特性 >

- ・N値は2～39を示し、「非常に緩い～密な」の相対密度で表される。

⑦基盤岩(風化部)[BR-w]

- ・土質は，火山灰質砂と軽石質砂で構成される。
- ・層厚0.55～3.35mで堆積する。
- ・角礫凝灰岩の風化部で砂質土状を呈する。
- ・全体に砂は細砂主体で，火山灰とφ2～20mmの軽石およびφ2mm以下の石英を混入する。

< N値特性 >

- ・N値は14～33を示し，「中位の～密な」の相対密度で表される。

⑧基盤岩(亜新鮮部)[BR]

- ・地質は，角礫凝灰岩を主体とする。
- ・層厚5.87m以上で堆積する。
- ・全体に短棒～棒状コアで採取され，上部は砂～礫状で採取される箇所がある。
- ・基質は細砂と火山灰およびφ2～10mmの角～亜角礫で構成される。
- ・全体にハンマーで容易に割れる。

< N値特性 >

- ・N値は48～60<(換算N値=48～300)を示す。

< 岩級区分と岩の分類 >

- ・岩級区分は，軟質～やや軟質であることから「D～C_L級」と判定される。
- ・岩の分類は，ハンマーで容易に割れることから「軟岩I」と判定される。

< 岩盤良好度 >

- ・岩盤良好度は，RQD=0～73%より「非常に悪い～普通」と判定される。

6.地盤定数

前述で作成した推定地層断面図に基づき、地層・土層毎に以下の定数を算定する。

- ① 設計用 N 値 ② 単位体積重量 ③ 粘着力 ④ 内部摩擦角
⑤ 地盤反力係数

6.1 算定式

① 設計用 N 値 (N)

設計用 N 値は、各層毎の N 値の平均を採用する。

$B_s \cdot A_{c1} \sim 3 \cdot A_{s-1} \sim 5 \cdot A_g$ は、土砂として取り扱い、 N 値の上限を50とする。

BR-wは、基盤岩の風化部で土砂状(砂質土)であることから、土砂として取り扱う。

BRは、基盤岩の垂新鮮部であることから、岩盤として取り扱い、 N 値 ≥ 60 を示す部分は、下式により換算 N 値を算出し、上限は300として取り扱う。

$$\text{換算}N\text{値} = 60\text{回} \times \frac{0.30\text{m}}{60\text{回打撃時の貫入量(m)}} \dots\dots\dots \text{①-1式}$$

「東日本・中日本・西日本高速道路設計要領・第二集・橋梁建設編・P4-8に加筆修正」

なお、 N 値のサンプル数が10個以上となる場合は、バラツキを考慮し、標準偏差を用い設定する。

$$\text{設計用}N\text{値} = \text{平均}N\text{値} - \frac{\text{標準偏差}}{2} \text{ (回)} \dots\dots\dots \text{①-2式}$$

② 単位体積重量 (γ t)

単位体積重量は，土質試験結果と N 値等層々の観察に基づき，下表を勘案して設定した。

表6.1 単位体積重量の目安 (kN/m³)

土質	N値	単位体積重量	土質	N値	単位体積重量
砂質土	<10	17	粘性土	<10	14~16
	10~30	18		10~20	15~17
	30~50	19		20~30	17
	>50	20		>30	19

*地下水以下は，1(水中単位体積重量)を差引く。

*ピート・ローム・シラス等の特殊土については実態による。

「土質工学会・基礎の設計資料集 P21」

また，岩盤の単位体積重量は，下図を参考に次式より算出する。

$$\gamma t = (1.173 + 0.4 \log N) \times 9.807 \text{ (kN/m}^3) \dots\dots\dots \text{②-1式}$$

ここに，

γ t：単位体積重量 (kN/m³)

N：換算 N 値

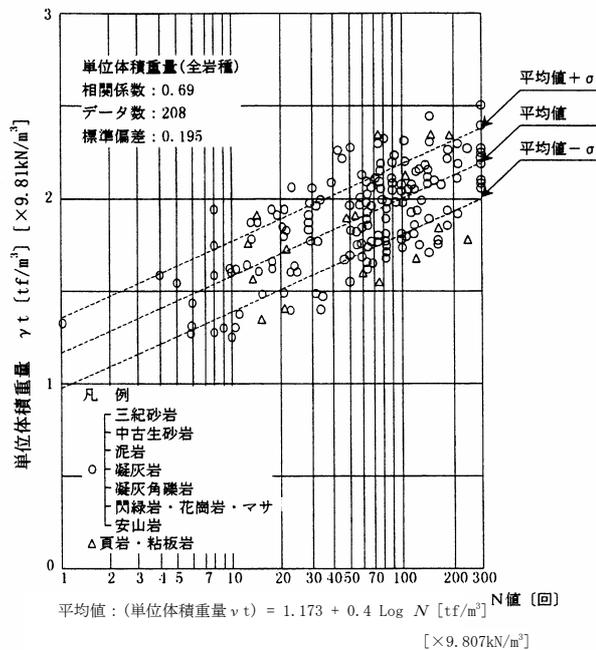


図6.1 岩盤の単位体積重量と換算 N 値

「東日本・中日本・西日本高速道路株式会社 設計要領・第二集・橋梁建設編・4-12」

③粘着力(c)

粘着力は、土質試験結果と以下に示す関係式より求める。

ただし、砂質土は $c=0$ とする。

$$c = qu/2 \quad (\text{kN/m}^2) \quad \dots\dots\dots \text{③-1式}$$

「公共建築学会・建築構造設計基準の資料(平成27年版) P57」

$$qu = 12.5N \quad (\text{kN/m}^2) \quad \dots\dots\dots \text{③-2式}$$

ここに、 qu ：一軸圧縮強度(kN/m^2)

N ：設計用 N 値 (回)

「地盤工学会：地盤調査の方法と解説(平成25年3月) P308」

また、岩盤の粘着力は、下表を参考に次式より算出する。

$$\text{角礫凝灰岩} : c = 16.2N^{0.606} \quad (\text{kN/m}^2) \quad \dots\dots\dots \text{③-3式}$$

ここに、 c ：粘着力 (kN/m^2)

N ：換算 N 値

表6.2 換算 N 値より推定される粘着力 (c)

岩区分 粘着力(kN/m^2)	砂岩・礫岩 深成岩類	安山岩	泥岩・凝灰岩 凝灰角礫岩	備考
換算 N 値と平均値の関係	$15.2N^{0.327}$	$25.3N^{0.334}$	$16.2N^{0.606}$	
標準偏差	0.218	0.384	0.464	log軸上の値

「東日本・中日本・西日本高速道路株式会社 設計要領・第二集・橋梁建設編・4-11」

④ 内部摩擦角 (ϕ)

内部摩擦角は、以下に示す関係式より求める。

ただし、粘性土は $\phi = 0$ とする。

$$\phi = \sqrt{15 \times N + 15} \leq 45 (\text{度}) \quad c=0 \text{ ただし } N > 5 \cdots \textcircled{4}-1 \text{ 式}$$

ここに、 N ：設計用 N 値 (回)

「公共建築学会・建築構造設計基準の資料(平成27年版) P57」

また、岩盤の内部摩擦角は、下表を参考に次式より算出する。

$$\text{角礫凝灰岩} : \phi = 0.888 \log N + 19.3 (^\circ) \cdots \cdots \textcircled{4}-2 \text{ 式}$$

ここに、 ϕ ：内部摩擦角 ($^\circ$)

N ：換算 N 値

表 6.3 換算 N 値より推定される内部摩擦角 (ϕ)

せん断抵抗角($^\circ$)	岩区分	砂岩・礫岩 深成岩類	安山岩	泥岩・凝灰岩 凝灰角礫岩	備考
換算 N 値と平均値の関係		$5.10 \log N + 29.3$	$6.82 \log N + 21.5$	$0.888 \log N + 19.3$	
標準偏差		4.40	7.85	9.78	

「東日本・中日本・西日本高速道路株式会社 設計要領・第二集・橋梁建設編・4-11」

⑤地盤反力係数 (αE_0)

標準貫入試験による設計用 N 値を用いて算出する。また、孔内載荷試験や一軸圧縮試験を実施している場合は、下表に基づき算出する。

$$\alpha E_0 = 2800 \times N \quad (\text{kN/m}^3) \quad \dots\dots\dots \text{⑤-1式}$$

ここに、 αE_0 : 地盤反力係数 (kN/m^3)

N : 設計用 N 値

表6.4 変形係数 E_0 と α

変形係数 E_0 の推定方法	地盤反力係数の推定に用いる係数 α	
	常時	地震時
直径0.3mの剛体円板による平板載荷試験の繰返し曲線から求めた変形係数の1/2	1	2
孔内水平載荷試験で測定した変形係数	4	8
供試体の一軸圧縮試験または三軸圧縮試験から求めた変形係数	4	8
標準貫入試験の N 値より $E_0 = 2800N$ で推定した変形係数	1	2

注) 暴風時は、常時の値を用いるものとする。

「道路橋示方書・同解説・IV下部構造編(平成29年11月) P188」

また、岩盤の地盤反力係数は、下図を参考に次式より算出する。

$$\alpha E_0 = 4 \times (27.1 N^{0.69}) \times 98.1 \quad (\text{kN/m}^3) \quad \dots\dots \text{⑤-2式}$$

ここに、 αE_0 : 地盤反力係数 (kN/m^3)

N : 換算 N 値

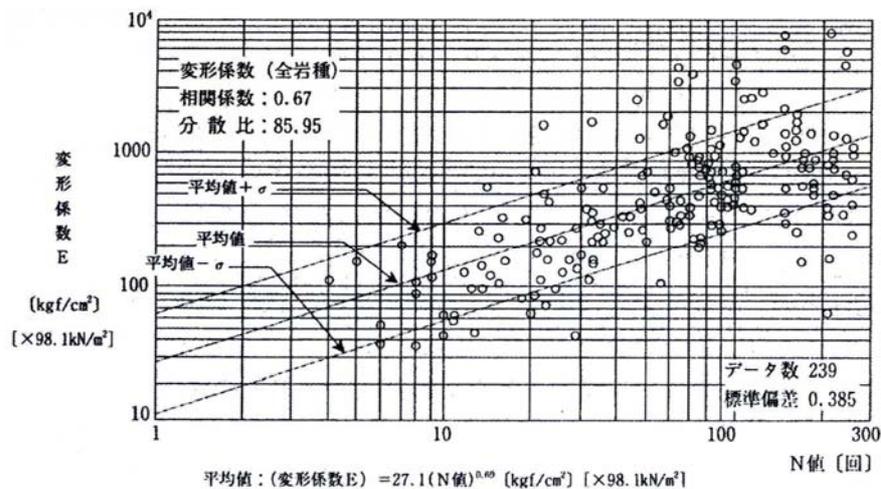


図6.2 岩盤の変形係数の測定例

次頁より，各計算式により地盤定数を算定するが，やむを得ず地盤定数を算定しがたい場合は，下表により設定するものとする。

表6.5 土質毎の土質定数

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 (注 ₂)		
盛土	礫および礫混じり砂	締固めたもの	20	40	0	{G}	
	砂	締固めたもの	粒径幅の広いもの	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	{SF}	
	粘性土	締固めたもの	18	15	50	{M} {C}	
関東ローム	締固めたもの	14	20	10	{V}		
自然地盤	礫	密実なものまたは粒径幅の広いもの	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径幅の広いもの	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	{SF}	
		密実でないもの	17	25	0		
	粘性土	固いもの(注 ₁) (指で強く押し多少へこむ)	18	25	50	{M} {C}	
		やや軟らかいもの(注 ₁) (指の中程度の力で貫入)	17	20	30		
		軟らかいもの(注 ₁) (指が容易に貫入)	16	15	15		
	粘土およびシルト	固いもの(注 ₁) (指で強く押し多少へこむ)	17	20	50	{M} {C}	
		やや軟らかいもの(注 ₁) (指の中程度の力で貫入)	16	15	30		
		軟らかいもの(注 ₁) (指が容易に貫入)	14	10	15		
関東ローム		14	5(ϕ u)	30	{V}		

注1: N 値の目安は次のとおりである。

固いもの($N=8\sim 15$)，やや軟らかいもの($N=4\sim 8$)，軟らかいもの($N=2\sim 4$)

注2: 地盤工学会基準の記号はおよその目安である。

6.2 地盤定数の提案値

調査結果を基に設定した地盤定数の提案値を下表に示す。

表6.6 地盤定数の提案値

記号	土層区分	設計用値 N (回)	単体積重量 γ_t (kN/m^3)	粘着力 c (kN/m^2)	内摩擦角 ϕ ($^\circ$)	地盤反力係数 αE_o (kN/m^3)	
Bs	盛土 (砂質土)	3	17	0	25	8400	
Ac1	沖積第1粘性土層	1	14	6	0	2800	
As	沖積砂質土層	-1	3	17	0	25	8400
		-2	22	18	0	33	61600
		-3	8	17	0	26	22400
		-4	25	18	0	34	70000
		-5	8	17	0	26	22400
Ac2	沖積第2粘性土層	4	15	25	0	11200	
Ac3	沖積第3粘性土層	6	15	38	0	16800	
Ag	礫質土層	23	18	0	34	64400	
BR-w	基盤岩 (風化部)	20	18	0	32	56000	
BR	基盤岩 (亜新鮮部)	84	19	238	21	226200	

6.3 地盤定数の設定根拠

表6.7 設計用N値(N)

土層・地層記号	Bs	Ac1	As-1	As-2		As-3		As-4	As-5	Ac2		Ac3	Ag	BR-w	BR				
				17	26	10	10			6	15				6	15	48	78	
	3	1	3	3	17	26	10	10	6	31	12	6	15	9	30	33	48	78	106
	1		3	21	32	6	11	10	10	26	5	5	6	3	33	14	67	300	113
	4		5	35	31	6	16	10	32	5	3	3	3	4	39	16	67	300	82
			1	33	28	6	13	26	21	6	5	5	7	6	6	15	62	75	120
			3	30	31	4	11	6	26	21	16	7	2	2	64	86	106		
			1	30	23	11	7	16	26	3	12	17	17	17	150	69			
			3	25	27	12	3		3	3	5	5	27	27	257	82			
			3	10		11	17		12		2	2	30	30	120	78			
			3	13		13	19				6	6			138	78			
				27		14	9				5	5			150	210			
個数	3	1	9	17		26			7	7	13	5	8	4	8	4	25		
最大N値	4	1	5	35		26			32	21	16	9	39	33	300				
最小N値	1	1	1	10		3			12	3	2	3	2	14	48				
平均N値	2.7	1.0	2.8	25.8		10.9			24.9	7.9	6.5	6.0	23.0	19.5	120.2				
標準偏差	-	-	-	7.0		5.1			-	-	4.5	-	-	-	72.3				
設計用N値	3	1	3	22		8			25	8	4	6	23	20	84				

※赤字は層境界の設計N値を示す

表6.8 単位体積重量 (γ_t)

記号	設計用 N (回)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	設定根拠
Bs	3	17	表6.1より, 砂質土N値<10の値を採用。
Ac1	1	14	表6.1より, 粘性土N値<10の値の最小値を採用。
As	-1	3	表6.1より, 砂質土N値<10の値を採用。
	-2	22	表6.1より, 砂質土N値=10~30の値を採用。
	-3	8	表6.1より, 砂質土N値<10の値を採用。
	-4	25	表6.1より, 砂質土N値=10~30の値を採用。
	-5	8	表6.1より, 砂質土N値<10の値を採用。
Ac2	4	15	表6.1より, 粘性土N値<10の値の中間値を採用。
Ac3	6	15	表6.1より, 粘性土N値<10の値の中間値を採用。
Ag	23	18	表6.1より, 砂質土N値=10~30の値を採用。
BR-w	20	18	表6.1より, 砂質土N値=10~30の値を採用。
BR	84	19	②-1式より, $\gamma_t = (1.173 + 0.4 \times \log 84) \times 9.807 \div 19.1 \text{ kN/m}^3$

表6.9 粘着力(C)

記号	設計用値 (回)	粘着力 c (kN/m ²)	設定根拠
Bs	3	0	砂質土より, c=0
Ac1	1	6	③-1式, ③-2式より, $c=(12.5 \times 1)/2=6.3$
As	-1	3	砂質土より, c=0
	-2	22	砂質土より, c=0
	-3	8	砂質土より, c=0
	-4	25	砂質土より, c=0
	-5	8	砂質土より, c=0
Ac2	4	25	③-1式, ③-2式より, $c=(12.5 \times 4)/2=25$
Ac3	6	38	③-1式, ③-2式より, $c=(12.5 \times 6)/2=37.5$
Ag	23	0	礫質土より, c=0
BR-w	20	0	砂質土より, c=0
BR	84	238	③-3式より, $c=16.2 \times 84^{0.606} \doteq 237.5$

表6.10 内部摩擦角(ϕ)

記号	設計用 N 値 (回)	内 摩 擦 ϕ 部 角 ($^{\circ}$)	設定根拠
Bs	3	25	設計用N値<5より, ④-1式の適用外。コア観察より, 盛土であるが, 緩い砂質土であることから表6.5の, 自然地盤 砂質土 密実でないものを採用。
Ac1	1	0	粘性土より, $\phi=0^{\circ}$
As	-1	3	設計用N値<5より, ④-1式の適用外。よって表6.5より, 自然地盤 砂質土 密実でないものを採用。
	-2	22	④-1式より, $\phi=\sqrt{15 \times 22+15} \div 33.2$
	-3	8	④-1式より, $\phi=\sqrt{15 \times 8+15} \div 26.0$
	-4	25	④-1式より, $\phi=\sqrt{15 \times 25+15} \div 34.4$
	-5	8	④-1式より, $\phi=\sqrt{15 \times 8+15} \div 26.0$
Ac2	4	0	粘性土より, $\phi=0^{\circ}$
Ac3	6	0	粘性土より, $\phi=0^{\circ}$
Ag	23	34	④-1式より, $\phi=\sqrt{15 \times 23+15} \div 33.6$
BR-w	20	32	④-1式より, $\phi=\sqrt{15 \times 20+15} \div 32.3$
BR	84	21	④-2式より, $\phi=0.888 \times \log 84+19.3 \div 21.0$

表6.11 地盤反力係数(αE_0)

記号	設計用 N 値 (回)	地盤反力係数 αE_0 (kN/m ³)	設定根拠	
Bs	3	8400	⑤-1式より, $\alpha E_0 = 2800 \times 3 = 8400$	
Ac1	1	2800	⑤-1式より, $\alpha E_0 = 2800 \times 1 = 2800$	
As	-1	3	8400	⑤-1式より, $\alpha E_0 = 2800 \times 3 = 8400$
	-2	22	61600	⑤-1式より, $\alpha E_0 = 2800 \times 22 = 61600$
	-3	8	22400	⑤-1式より, $\alpha E_0 = 2800 \times 8 = 22400$
	-4	25	70000	⑤-1式より, $\alpha E_0 = 2800 \times 25 = 70000$
	-5	8	22400	⑤-1式より, $\alpha E_0 = 2800 \times 8 = 22400$
Ac2	4	11200	⑤-1式より, $\alpha E_0 = 2800 \times 4 = 11200$	
Ac3	6	16800	⑤-1式より, $\alpha E_0 = 2800 \times 6 = 16800$	
Ag	23	64400	⑤-1式より, $\alpha E_0 = 2800 \times 23 = 64400$	
BR-w	20	56000	⑤-1式より, $\alpha E_0 = 2800 \times 20 = 56000$	
BR	84	226200	⑤-1式より $\alpha E_0 = 4 \times (27.1 \times 84^{0.69}) \times 98.1 \div 226178.3$	

7.液状化の概略検討

「建築基礎構造設計指針」に基づき地盤の液状化の概略検討を行う。

1. 飽和砂質土においては，地震時における液状化発生の可能性を適切な方法により評価する。
2. 液状化の可能性が高いと判断された地盤においては，液状化の程度，液状化後の地盤変形，変状の程度と地盤剛性，地盤反力の低下などを適切な方法により評価する。
3. 液状化の可能性が高いと判断された地盤における基礎構造設計の際には，液状化による影響を考慮して基礎形式の選定を行うとともに，必要に応じて適切な対策を講じるようにする。

「建築基礎構造設計指針 P61」

液状化の危険度は，液状化発生に対する安全率(FL)により評価する。各深度における液状化発生に対する安全率 FL を求め， FL 値が1より大きくなる土層については，液状化発生の可能性は無いものと判定し，1以下となる場合は可能性があり，その値が小さくなるほど液状化発生危険度が高くなる。また， FL の値が1を切る土層が厚くなるほど危険度が高くなるものと判断する。

(1)液状化判定が必要な土層

本基準は以下の土層を液状化判定の対象とする。

- ・対象深度：GL±0～－20m
- ・粘土分含有率 $P_c \leq 20\%$
- ・細粒分含有率 $F_c \leq 35\%$

(ただし $35\% \leq F_c$ でも $P_c \leq 10\%$ または塑性指数 $I_p \leq 15$ の土層)

(2) 地震時せん断応力比の算定

等価な繰返しせん断応力比 L を次式で算定する。

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

$$\gamma_n = 0.1(M-1)$$

$$\gamma_d = 1 - 0.015z$$

ここに、

τ_d : 水平面に生じる等価な一定繰返しせん断応力振幅 (kN/m²)

σ'_z : 検討深さにおける有効土被り圧 (kN/m²)

γ_n : 等価な繰返し回数に関する補正係数

M : 地震のマグニチュード

α_{\max} : 地表面における設計用水平加速度 (gal)

g : 重力加速度 (980gal)

σ_z : 検討深さにおける全土被り圧 (kN/m²)

γ_d : 地盤が剛体でないことによる低減係数

z : 地表面からの検討深さ (m)

建築基礎構造設計指針では、設計水平加速度 α_{\max} について、損傷限界検討用として 150~200gal、終局限界検討用として 350gal を推奨している。

(3) 液状化抵抗比の算定

次式より補正 N 値 N_a を求め、 N_a と液状化抵抗比 R ($=\tau_l/\sigma'_z$) 関係図のせん断ひずみ振幅 5% 曲線を用いて液状化抵抗比 R を求める。

$$N_a = N_1 + \Delta N_f$$

$$N_1 = C_N \times N$$

$$C_N = \sqrt{10/\sigma'_z}$$

ここに、

N_a : 補正 N 値

N_1 : 換算 N 値

ΔN_f : 細粒分含有率に応じた補正 N 値増分

C_N : 換算 N 値係数 (σ'_z の単位は kN/m^2)

N : とんび法または自由落下による実測 N 値 (ただし、コーンブーリ法を用いたときは、ロープをブーリから外してハンマを自由落下させる努力をした場合、1割程度、自由落下の努力をしなかった場合、2割程度割り引くこととする。)

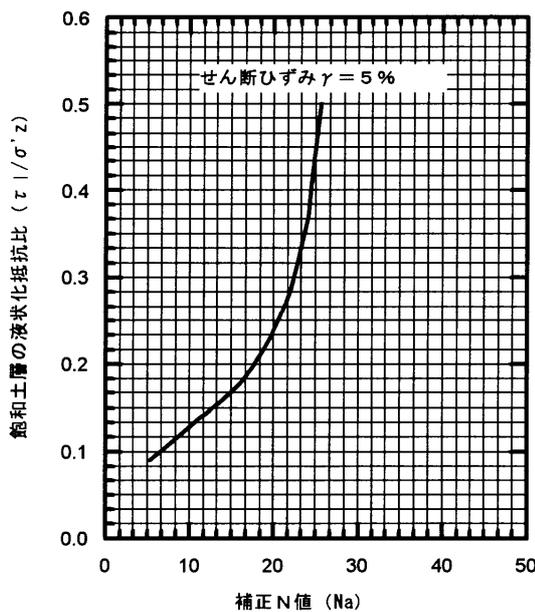


図 7.1 N_a と τ_l/σ'_z の関係

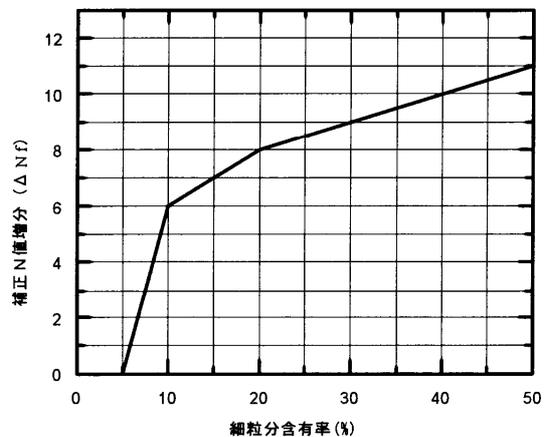


図 7.2 F_c と ΔN_f の関係

(4) 液状化の判定

液状化発生に対する安全率 FL を次式で算出する。

$$FL = \frac{\tau l / \sigma'_z}{\tau d / \sigma'_z} = \frac{\tau l}{\tau d}$$

$FL \leq 1.0$ …… 液状化発生の可能性あり，値が小さくなるほど液状化発生危険度が高い。

$1.0 < FL$ …… 液状化発生の可能性はない。

(5) 水平地盤反力係数の低減

$FL \leq 1.0$ となる地盤に対しては，杭基礎を用いる場合に水平地盤反力係数の低減を考慮する必要がある。本指針では FL 値，地表面からの深さ，補正 N 値 Na をパラメータとして下表に示す低減係数を与えている。

表 7.1 水平地盤反力係数の低減係数

液状化発生に対する安全率 FL の値	地表面からの深さ z (m)	水平地盤反力係数に乗じる低減係数 r_k			
		$Na \leq 8$	$8 < Na \leq 14$	$14 < Na \leq 20$	$20 < Na$
$FL \leq 0.5$	$0 \leq z \leq 10$	0	0.0	0.05	0.1
	$10 < z \leq 20$	0	0.05	0.1	0.2
$0.5 < FL \leq 0.75$	$0 \leq z \leq 10$	0	0.05	0.1	0.2
	$10 < z \leq 20$	0.05	0.1	0.2	0.5
$0.75 < FL \leq 1.0$	$0 \leq z \leq 10$	0.05	0.1	0.2	0.5
	$10 < z \leq 20$	0.1	0.2	0.5	1.0

「埋立て地の液状化対策ハンドブック(改訂版)平成9年 P368: 沿岸開発技術センター」

(6) 液状化の検討条件

- ① マグニチュード=7.5M(中規模地震を想定)
- ② 損傷限界検討用 設計用水平加速度 $\alpha_{max}=150 \cdot 200gal$
- ③ 終局限界検討用 設計用水平加速度 $\alpha_{max}=350gal$
- ④ 地下水位は, 安全側にGL±0.00mと設定する。
- ⑤ 液状化検討対象層は, GL-20.0mまでの盛土(砂質土)[Bs]・沖積砂質土層(As-1・As-2・As-3・As-4・As-5)5層の計6層とする。
- ⑥ 細粒分含有率(Fc)は, 土質試験結果を使用する。

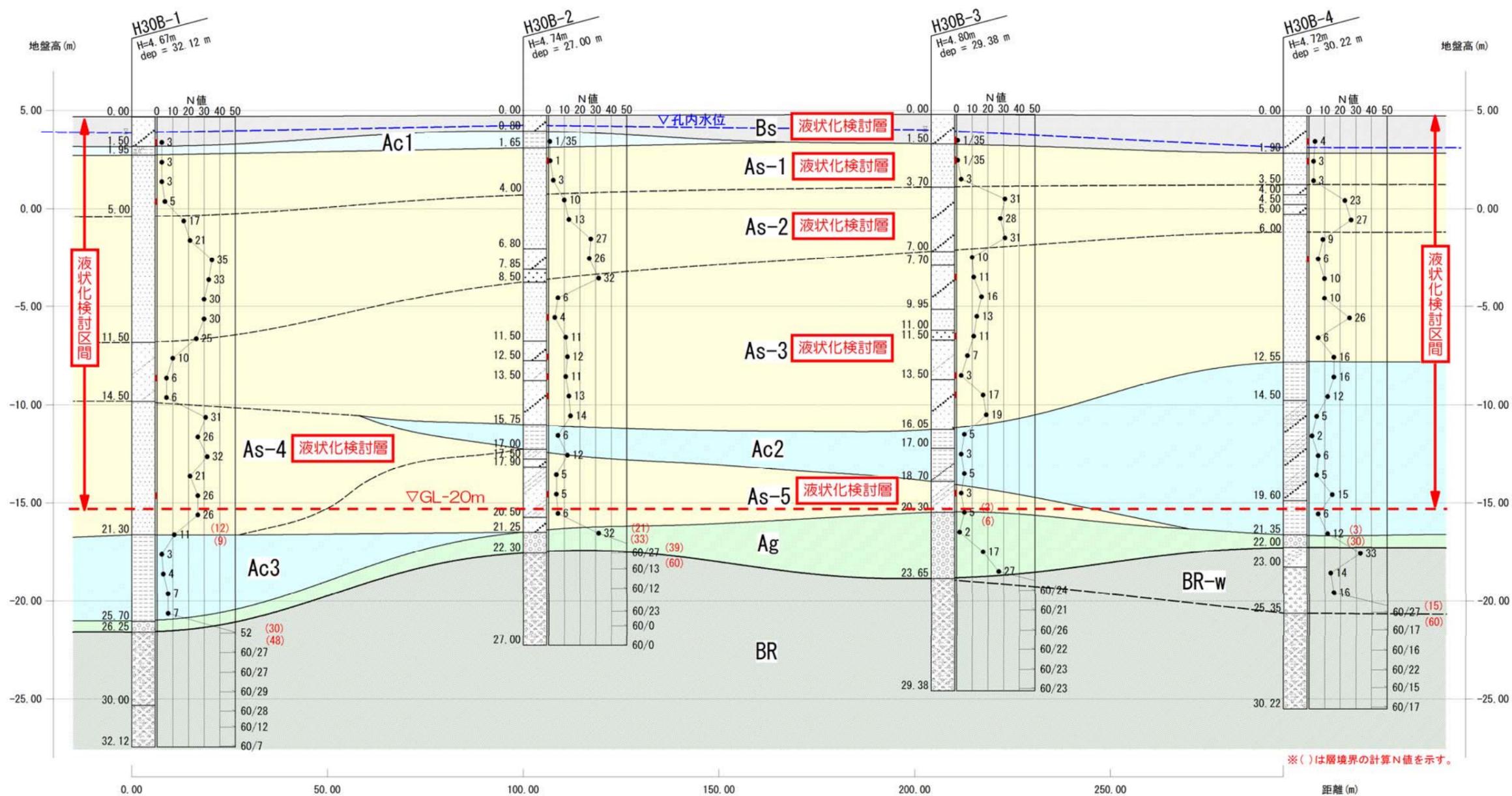


図 7.3 液状化検討モデル図

(7) 液状化の検討結果

検討結果は、下記と表7.2～7.5に示す通りである。なお計算結果の詳細は、巻末の液状化検討結果図の通りである。

[FL法]

- ① 盛土(砂質土)[Bs]は、各孔の $\alpha_{\max}=150\sim 350\text{gal}$ において、 $FL \leq 1.0$ と求められ液状化発生の可能性があるとして判定される。
- ② 沖積砂質土層1(As-1)は、各孔の $\alpha_{\max}=150\sim 350\text{gal}$ において、 $FL \leq 1.0$ と求められ液状化発生の可能性があるとして判定される。
- ③ 沖積砂質土層2(As-2)は、H30B-2の $\alpha_{\max}=350\text{gal}$ において、局部で $FL \leq 1.0$ と求められ液状化発生の可能性があるとして判定される。
- ④ 沖積砂質土層3(As-3)は、各孔の $\alpha_{\max}=150\sim 350\text{gal}$ において、大部分で $FL \leq 1.0$ と求められ液状化発生の可能性があるとして判定される。
- ⑤ 沖積砂質土層4(As-4)は、 $\alpha_{\max}=350\text{gal}$ において、局部で $FL \leq 1.0$ と求められ液状化発生の可能性があるとして判定される。
- ⑥ 沖積砂質土層5(As-5)は、細粒分含有率 $F_c \geq 35\%$ であり、液状化判定が不要である。

[PL法]

- ① $\alpha_{\max}=150\text{gal}$ は、各孔において「高い」と判定される。
- ② $\alpha_{\max}=200\text{gal}$ は、各孔において「極めて高い」と判定される。
- ③ $\alpha_{\max}=350\text{gal}$ は、各孔において「極めて高い」と判定される。

表 7.2 計算結果 (H30B-1)

記号	計算 深度	N値	FL		
			M7.5 150gal	M7.5 200gal	M7.5 350gal
Bs	1.30	3	-	-	-
As-1	2.30	3	0.625	0.469	0.268
	3.30	3	0.605	0.454	0.259
	4.30	5	0.703	0.528	0.301
As-2	5.30	17	5.555	4.166	2.381
	6.30	21	10.270	7.702	4.401
	7.30	35	136.5	102.4	58.49
	8.30	33	62.34	46.75	26.72
	9.30	30	24.72	18.54	10.59
	10.30	30	18.36	13.77	7.868
As-3	11.30	25	5.511	4.133	2.362
	12.30	10	1.066	0.799	0.457
	13.30	6	0.873	0.655	0.374
As-4	14.30	6	0.880	0.660	0.377
	15.30	31	10.98	8.238	4.708
	16.30	26	4.335	3.251	1.858
	17.30	32	9.700	7.275	4.157
	18.30	21	1.971	1.478	0.845
	19.30	26	3.341	2.506	1.432
PL法(液状化危険度)			高い	極めて 高い	極めて 高い

$F_L \leq 1.0$ 液状化発生の可能性あり

$F_L > 1.0$ 液状化発生の可能性なし

表 7.3 計算結果 (H30B-2)

記号	計算深度	N値	FL		
			M7.5 150gal	M7.5 200gal	M7.5 350gal
Ac1	1.30	1	-	-	-
As-1	2.30	1	0.523	0.392	0.224
	3.30	3	0.654	0.491	0.280
As-2	4.30	10	1.696	1.272	0.727
	5.30	13	2.660	1.995	1.140
	6.30	27	61.87	46.40	26.52
	7.30	26	29.54	22.15	12.66
	8.30	32	24.83	18.62	10.64
As-3	9.30	6	0.902	0.677	0.387
	10.30	4	0.812	0.609	0.348
	11.30	11	1.285	0.964	0.551
	12.30	12	1.084	0.813	0.464
	13.30	11	1.153	0.865	0.494
	14.30	13	0.858	0.644	0.368
	15.30	14	0.895	0.671	0.384
Ac2	16.30	6	-	-	-
As-5	17.30	12	-	-	-
	18.30	5	-	-	-
	19.30	5	-	-	-
PL法(液状化危険度)			高い	極めて高い	極めて高い

$F_L \leq 1.0$ 液状化発生の可能性あり

$F_L > 1.0$ 液状化発生の可能性なし

表 7.4 計算結果 (H30B-3)

記号	計算 深度	N値	FL		
			M7.5 150gal	M7.5 200gal	M7.5 350gal
Bs	1.30	1	0.633	0.475	0.271
As-1	2.30	1	0.548	0.411	0.235
	3.30	3	0.668	0.501	0.286
As-2	4.30	31	253.2	189.9	108.5
	5.30	28	62.91	47.18	26.96
	6.30	31	68.16	51.12	29.21
As-3	7.30	10	1.063	0.797	0.456
	8.30	11	1.037	0.778	0.445
	9.30	16	1.720	1.290	0.737
	10.30	13	1.236	0.927	0.530
	11.30	11	0.760	0.570	0.326
	12.30	7	0.955	0.716	0.409
	13.30	3	0.801	0.601	0.343
	14.30	17	1.140	0.855	0.488
Ac2	15.30	19	1.278	0.958	0.548
	16.30	5	-	-	-
	17.30	3	-	-	-
As-5	18.30	5	-	-	-
	19.30	3	-	-	-
PL法 (液状化危険度)			高い	極めて 高い	極めて 高い

$F_L \leq 1.0$ 液状化発生の可能性あり
 $F_L > 1.0$ 液状化発生の可能性なし

表 7.5 計算結果 (H30B-4)

記号	計算深度	N値	FL		
			M7.5 150gal	M7.5 200gal	M7.5 350gal
Bs	1.30	4	1.244	0.933	0.533
As-1	2.30	3	0.733	0.550	0.314
	3.30	3	0.706	0.529	0.302
As-2	4.30	23	74.6	55.9	32.0
	5.30	27	100.4	75.31	43.04
As-3	6.30	9	1.124	0.843	0.482
	7.30	6	0.845	0.634	0.362
	8.30	10	1.125	0.843	0.482
	9.30	10	1.086	0.814	0.465
	10.30	26	14.73	11.05	6.314
	11.30	6	0.838	0.629	0.359
	12.30	16	1.811	1.358	0.776
Ac2	13.30	16	-	-	-
	14.30	12	-	-	-
	15.30	5	-	-	-
	16.30	2	-	-	-
	17.30	6	-	-	-
	18.30	5	-	-	-
	19.30	6	-	-	-
PL法(液状化危険度)			高い	極めて高い	極めて高い

$F_L \leq 1.0$ 液状化発生の可能性あり
 $F_L > 1.0$ 液状化発生の可能性なし

8.設計CBR

8.1 室内CBR用試料採取

試料採取は，図4.1 調査位置平面図に示す2箇所て乱した試料(変状土)を4試料採取した。なお採取試料は，含水比を変化させないよ
うに密封して試験室に搬入した。

8.2 土層構成

試料採取地点の土層構成と採取深度を下表に示す。なお土層構成
と土質状況等の詳細は，巻末のCBR土質柱状図のとおりである。

表8.1 土層構成と試料採取深度

地点	深 度 (GL- m)	土質名	色 調	採取深度 (GL- m)	備考
CBR-1	0.00 ~ 0.60	玉石混じり砂礫	暗褐灰		
	0.60 ~ 1.20	礫混じり砂	淡褐灰	0.60 ~ 1.20	変状土
	1.20 ~ 1.50	シルト混じり砂	暗灰	1.20 ~ 1.50	変状土
CBR-2	0.00 ~ 0.15	有機質シルト	黒灰		
	0.15 ~ 0.35	玉石混じり砂礫	暗褐灰		
	0.35 ~ 1.00	礫混じり砂	淡褐灰	0.50 ~ 1.00	変状土
	1.00 ~ 1.40	有機質シルト	暗褐灰	1.00 ~ 1.40	変状土
	1.40 ~ 1.50	細砂	暗青灰		

8.3 変状土CBR試験結果

変状土CBR試験の結果を下表に示す。なお試験結果の詳細は，巻
末の変状土CBR試験データシートの通りである。

表8.2 CBR試験結果

地 点	土 質 名	自然含水比 W _n (%)	膨張比 r _e (%)	乾燥密度 ρ _t (t/m ³)	CBR (%)
CBR-1 上	礫混じり砂	39.6	-0.836	1.294	0.3
CBR-1 下	シルト混じり砂	47.1	-2.404	1.171	0.2
CBR-2 上	礫混じり砂	40.3	-0.066	1.328	0.6
CBR-2 下	有機質シルト	134.9	-0.058	0.531	0.3

8.4 設計CBRの検討

設計CBRの検討は、以下の手順で行う。

- ①地点のCBR
- ②最大値・最小値の棄却検定
- ③区間のCBR
- ④設計CBR

①地点のCBR

地点のCBRは、路床が単一層の場合には、CBR試験で求められた値をそのまま採用する。路床が深さ方向に異なる複数層で構成されている場合は、次式により地点のCBRを求めて採用する。なお、層厚が20 cm未満の場合は、上層または下層のうち小さい方に含めて計算する。

$$CBR_m = \left\{ \frac{h_1 CBR_1^{1/3} + h_2 CBR_2^{1/3} + \dots + h_n CBR_n^{1/3}}{100} \right\}^3$$

ここに、

CBR_m : m 地点のCBR

$CBR_1, CBR_2, \dots, CBR_n$: m 地点の各層のCBR

h_1, h_2, \dots, h_n : m 地点の各層の厚さ (cm)

$h_1 + h_2 + \dots + h_n = 100$

CBR_m の計算は、通常、路床が上部ほど高いCBRを示している場合に適用することができる。路床の上部に下部と比べ極端に弱い層がある場合には、舗装構造はこの影響を受けることになるので、 CBR_m を用いてはならない。このような場合には全層が弱い層でできていると考えるか、またはその層を安定処理するか良質な材料で置き換えて計算を行う。

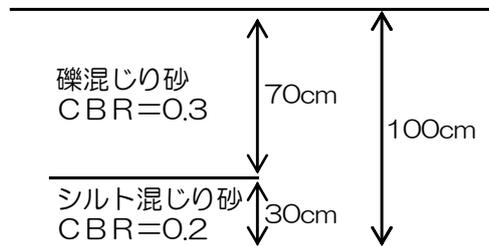
(社)日本道路協会「舗装設計施工指針」 P168～169

各地点のCBRの結果を下表に示す。

表8.3 各地点のCBR計算結果

地点	土質名	CBR (%)	採用根拠
CBR-1	礫混じり砂 シルト混じり砂	0.27	CBR _m を採用
CBR-2	礫混じり砂 有機質シルト	0.43	CBR _m を採用

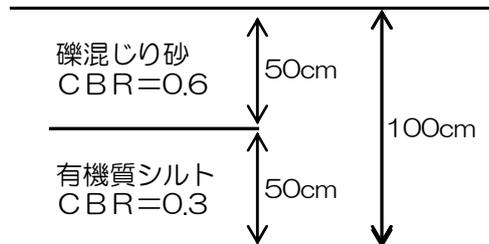
CBR-1



2層で構成されているため、試験結果の CBR_m を採用する。

$$CBR_m = \left(\frac{70 \times 0.3^{1/3} + 30 \times 0.2^{1/3}}{100} \right)^3 = 0.27$$

CBR-2



2層で構成されているため、試験結果の CBR_m を採用する。

$$CBR_m = \left(\frac{50 \times 0.6^{1/3} + 50 \times 0.3^{1/3}}{100} \right)^3 = 0.43$$

② 最大値・最小値の棄却検定

棄却検定は，最大値と最小値の検定を行い，それぞれの γ が下表に示した $\gamma(n, 0.05)$ より小さい場合には採用し，大きい場合は棄却する。

1) 最大値の検定

$$\gamma = \frac{\chi_n - \chi_{n-1}}{\chi_n - \chi_1} < \gamma(n, 0.05)$$

2) 最小値の検定

$$\gamma = \frac{\chi_2 - \chi_1}{\chi_n - \chi_1} < \gamma(n, 0.05)$$

ここに， $X(n)$ ：CBRの最大値

$X(1)$ ：CBRの最小値

$X(2)$ ：CBRの最小値の次の値

表8.4 棄却検定に用いる $\gamma(n, 0.05)$ の値

個数(n)	3	4	5	6	7	8
$\gamma(n, 0.05)$	0.941	0.765	0.642	0.56	0.507	0.468
個数(n)	9	10	11	12	13	14
$\gamma(n, 0.05)$	0.437	0.412	0.392	0.376	0.361	0.349
個数(n)	15	16	17	18	19	20
$\gamma(n, 0.05)$	0.338	0.329	0.320	0.313	0.306	0.300

CBRを小さい順に並べると 0.27 0.43 である。

棄却検定は，値が3個以上の場合に対象となる。よって今回は，値が2個の為，棄却検定を行わず最小値・最大値共に採用する。

③ 区間の C B R

個数が2個のため，平均値を採用する。

$$\text{区間の C B R} = (0.27 + 0.43) / 2 = 0.35$$

④ 設計CBR

設計CBRは，下表により求める。

表8.5 区間のCBRと設計CBRの関係

区間のCBR	設計CBR
(2以上 3未満)	(2)
3以上 4未満	3
4以上 6未満	4
6以上 8未満	6
8以上 12未満	8
12以上 20未満	12
20以上	20

注) ()は，修繕工事等で既存の路床の設計CBRが2であるものの，路床を改良することが困難な場合に適用する。

(社)日本道路協会「舗装設計施工指針」

区間のCBRは0.35と求められ，上表より設計CBRを求めることが出来ない。よって路床再構築の検討が必要である。

9.まとめ

9.1 地盤構成と堆積状況

- ① 調査地盤は、盛土(砂質土)[Bs]・沖積粘性土層(Ac1~3)3層・沖積砂質土層(As)・沖積礫質土層(Ag)・基盤岩(風化部)[BR-w]・(亜新鮮部)[BR]の計8層で構成される。また沖積砂質土層(As)は、N値強度によりAs-1~5に細分される。
- ② 調査地は、地表部にN値=1~4を示す砂質土(Bs)が調査地全体に盛土されている。以深は、H30B-1~2にN値=1を示す沖積第1粘性土層(Ac1)が層厚0.45~0.85m、N値=1~35を示す沖積砂質土層(As)が層厚10.65~19.35m、H30B-2~4にN値=3~16を示す沖積第2粘性土層(Ac2)が層厚1.25~8.80mで沖積砂質土層(As)に挟在する様に堆積する。下位は、H30B-1にN値=3~9を示す沖積第3粘性土層(Ac3)が層厚4.40mで堆積し、N値=2~39を示す沖積礫質土層(Ag)が層厚0.55~3.35mで堆積する。最下位は、N値=48~60<を示す基盤岩(亜新鮮部)[BR]が層厚4.70~5.87mで堆積する。なお、H30B-4の基盤岩(亜新鮮部)[BR]の上部は、N値=14~33を示す基盤岩(風化部)[BR-w]が層厚3.35mで堆積する。
- ③ 孔内水位は、GL-0.50~1.60mの盛土(砂質土)[Bs]内で測定され、降雨等により変動する自由面地下水位と推察される。なお、被圧による湧水等は認められていない。

表9.1 調査地の地盤構成と工学的特性

地質時代	土層区分	記号	主な土質	層厚(m)	N値(回)	地盤定数							
						設定N値(回)	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	粘着力 c (kN/m ²)	内摩擦角 ϕ (°)	盤反力係数 αE_0 (kN/m ³)			
第四紀	盛土(砂質土)	Bs	礫混じり砂	0.80~1.90	1~4	3	17	0	25	8400			
	沖積世	第1粘性土層	Ac1	有機質シルト	0.45~0.85	1	1	14	6	0	2800		
				砂質土層	As	-1	1.60~3.05	1~5	3	17	0	25	8400
						-2	2.50~6.50	10~35	22	18	0	33	61600
						-3	3.00~9.05	4~26	8	17	0	26	22400
						-4	6.80	12~31	25	18	0	34	70000
	-5	1.60~4.25	3~21	8	17	0	26	22400					
	第2粘性土層	Ac2	シルト 砂混じりシルト 礫混じり砂質シルト	1.25~8.80	3~16	4	15	25	0	11200			
	第3粘性土層	Ac3	シルト	4.40	3~9	6	15	38	0	16800			
	礫質土層	Ag	砂礫	0.55~3.35	2~39	23	18	0	34	64400			
洪積世	基盤岩(風化部)	BR-w	火山灰質砂 軽石質砂	3.35	14~33	20	18	0	32	56000			
	基盤岩(亜新鮮部)	BR	角礫凝灰岩	4.70~5.87	48~60	84	19	238	21	226200			

※赤字は層境界の計算N値を示す。

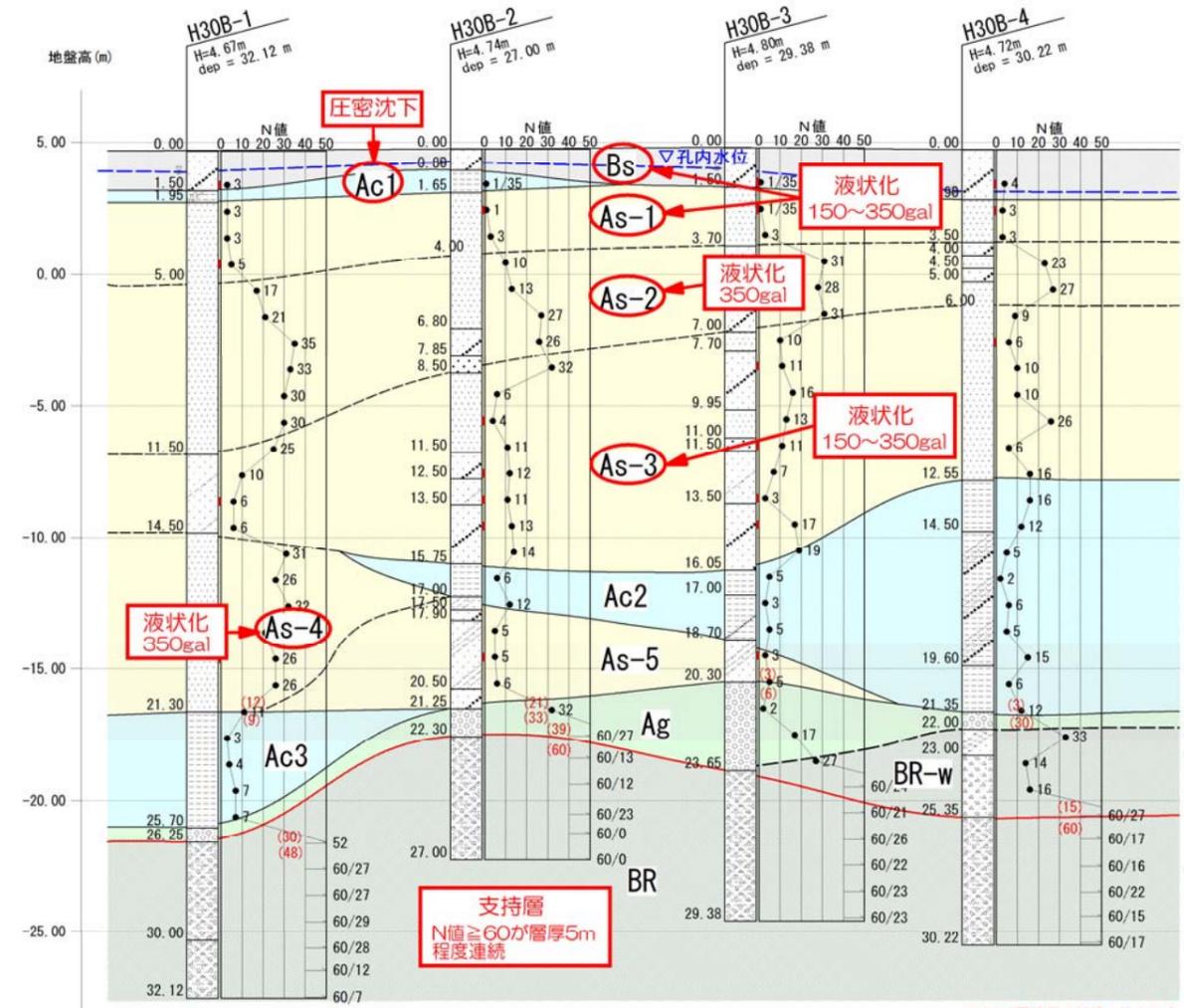
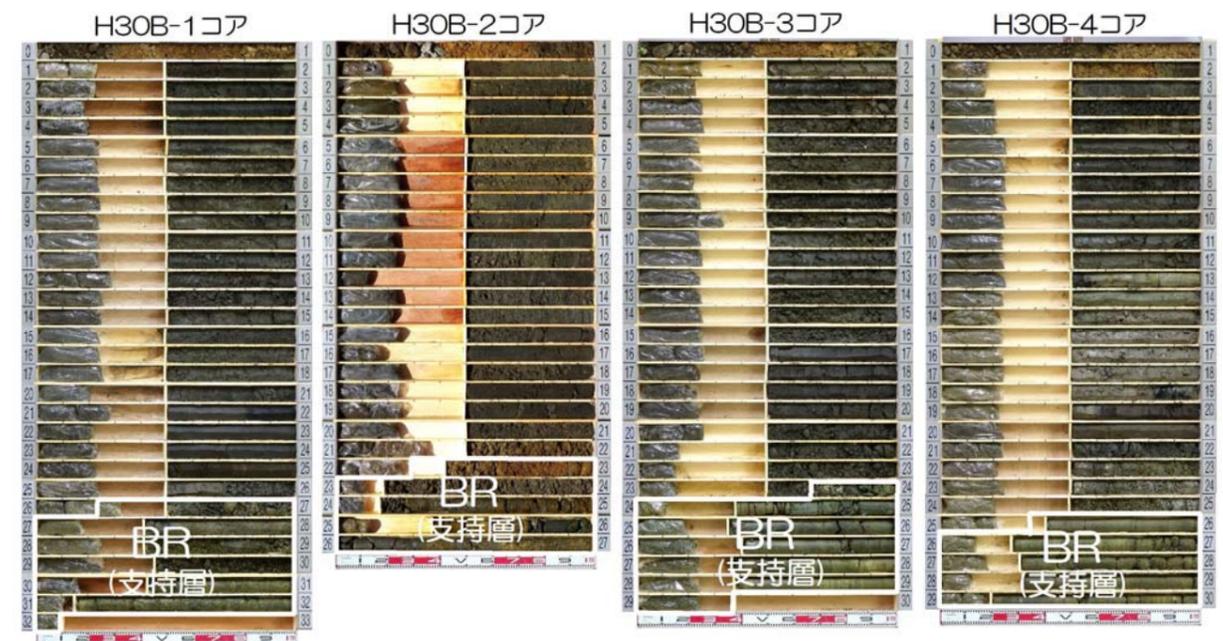


図9.1 推定地層断面図(支持層と留意点)[V:H=1:10]



9.2 支持層

- ① 基盤岩(亜新鮮部)(BR)は、 N 値 ≥ 60 が層厚5m程度連続することから、支持層として良好と判断される。また支持層は、H30B-2からH30B-1方向、H30B-3からH30B-4方向へ緩く傾斜しているものと推察される。

9.3 設計・施工上の留意点

- ① 沖積第1粘性土層(Ac1)は、 N 値=1を示し非常に軟らかいことから、圧密沈下による不同沈下が懸念される。
- ② 盛土(砂質土)[Bs]・沖積砂質土層1(As-1)・沖積砂質土層3(As-3)は、 $\alpha_{max}=150\sim 350\text{gal}$ で液状化発生の可能性がある。また沖積砂質土層2(As-2)と沖積砂質土層4(As-4)は、 $\alpha_{max}=350\text{gal}$ で液状化発生の可能性がある。なお液状化危険度PLは、 $\alpha_{max}=150\text{gal}$ で「低い」、 $\alpha_{max}=200\sim 350\text{gal}$ で「極めて高い」と判断される。
- ③ 地下水位は、GL-0.50~1.60mと浅い深度に位置する。
- ④ 基礎形式は、基盤岩(亜新鮮部)[BR]を支持層とする杭基礎が提案される。

9.4 調査地の設計CBR

- ① 調査地は、区間のCBRが0.35と求められ、設計CBRを求めることが出来ず軟弱路床と判断される。よって路床再構築として置換工法や地盤改良の検討が必要と考える。

9.5 今後の課題

- ① 今後の課題として、調査地の設計CBRを求めることが出来なかったことから、路床再構築の地盤改良の検討に必要な、路床土の安定処理CBR試験を実施することが提案される。

最後に基礎工・舗装工の設計・施工される際は、安全性・経済性・施工性等々について、総合的な検討を行い決定していただきたい。

以 上