

令和7年度
睦沢町立睦沢中学校地質調査業務委託
長生郡睦沢町上市場地先

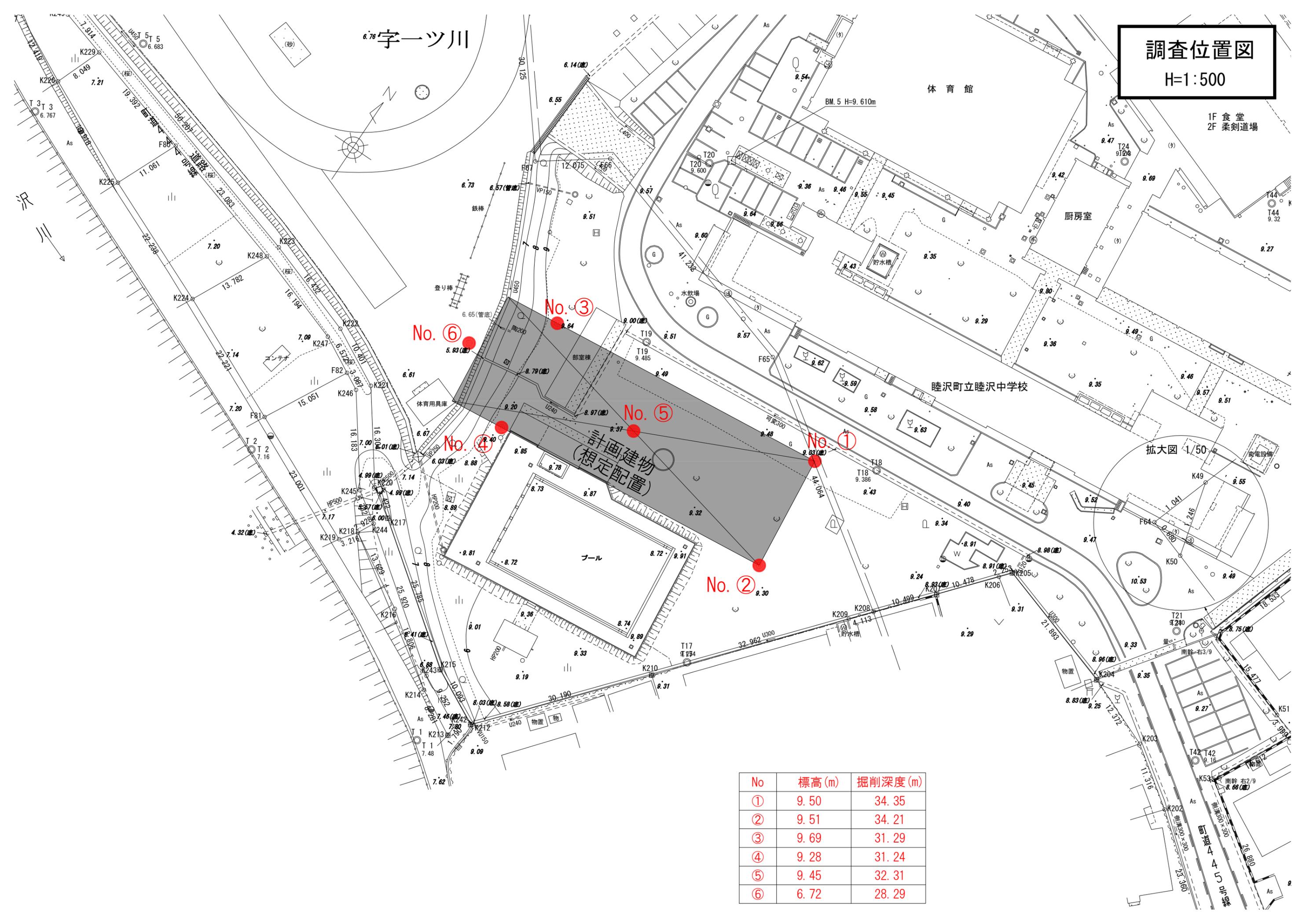
地質調査報告書

令和8年2月

睦 沢 町 役 場
正 和 技 術 株 式 会 社

調査位置図

H=1:500



No	標高 (m)	掘削深度 (m)
①	9.50	34.35
②	9.51	34.21
③	9.69	31.29
④	9.28	31.24
⑤	9.45	32.31
⑥	6.72	28.29

目 次

案 内 図

調査位置図(1/500)

1. 調査概要

1-1 一般事項 p. 1

2. 調査及び試験方法

2-1 機械ボーリング p. 3

2-2 標準貫入試験 p. 4

2-3 孔内水平載荷試験 p. 6

2-4 乱れの少ない試料採取 p. 8

2-5 室内土質試験 p. 10

3. 地形・地質の概要

3-1 千葉県の地形・地質 p. 11

3-2 調査地付近の地質 p. 13

4. 調査結果

4-1 ボーリング及び標準貫入試験結果 p. 17

4-2 ボーリング孔内水位 p. 24

4-3 孔内水平載荷試験結果 p. 25

4-4 室内土質試験結果 p. 27

5. 考 察

5-1 設計用土質定数の設定 p. 49

5-2 地震時の液状化について p. 54

5-3 支持地盤及び基礎工法 p. 62

5-4 設計・施工上の留意点 p. 66

《巻末資料》

- ①ボーリング柱状図
- ②推定地層断面図(①-①'～②-②')
- ③孔内水平載荷試験データ
- ④室内土質試験データ
- ⑤液状化計算データ
- ⑥現場及び室内記録写真

《別途提出》

土質標本一式

1.調査概要

1-1 一般事項

(1) 調査件名：睦沢町立睦沢中学校地質調査業務委託

(2) 調査場所：長生郡睦沢町上市場地先

(3) 調査期間：自) 令和 7年10月 4日
至) 令和 8年 2月13日

(4) 調査目的：本調査は、町立睦沢中学校校舎改築工事に先立ち、計画地にてボーリングを中心とした地質調査を実施し、地盤の構成・物理特性・強度特性等を明らかにし、今後の設計・施工の基礎資料とすることを目的とする。

(5) 調査内容：機械ボーリング	6箇所(延べ226.5m)
標準貫入試験 (JIS A 1219)	1 m 毎(延べ190回)
孔内水平載荷試験 (LLT)	2箇所
乱れの少ない試料採取(シウォール)	6試料
室内土質試験 (JIS規格及び地盤工学会基準)	1式

※詳細は、表-1.1.1 調査実施数量表に示す。

(6) 委託機関：睦 沢 町 役 場

(7) 受託機関：正 和 技 術 株 式 会 社

代表取締役 太田和雄
地質調査業者登録 質03-第1939号
本 社 〒299-4112千葉県茂原市西野9-3
TEL 0475(34)3861(代表)
FAX 0475(34)4366

表-1.1.1 調査実施数量表

項目				ボーリング調査											合計		
				No.①		No.②		No.③		No.④		No.⑤		No.⑥			
				本孔	別孔	本孔	別孔	本孔	別孔	本孔	別孔	本孔	別孔	本孔		別孔	
ロータリー式 機械ボーリング	ノンコア	粘性土 φ66	m	15.60		15.80		9.70		9.35		10.60		8.85		69.9	
		粘性土 φ86	m		3.10						2.30				2.25		7.65
		粘性土 φ116	m														0
		砂質土 φ66	m	14.40		14.80		16.50		16.35		16.90		13.95		92.9	
		砂質土 φ86	m		8.10						7.70				4.25		20.05
		砂質土 φ116	m		2.80						3.00				3.00		8.8
		固結シルト φ66	m	4.00		3.40		4.80		5.30		4.50		5.20		27.2	
合計			m	34.00	14.00	34.00		31.00		31.00	13.00	32.00		28.00	9.50	226.50	
サンプリング (乱れの少ない試料採取)	シンウォールサンプリング (固定ピストン式シンウォールサンプラー)		本		1						1			1		3	
	トリプルサンプリング (ロータリー式三重管サンプラー)		本		1						1			1		3	
現位置試験	標準貫入試験	粘性土	回	15		17		9		9		12		9		71	
		砂質土	回	14		13		16		16		15		13		87	
		固結シルト	回	5		4		6		6		5		6		32	
	合計			回	34		34		31		31		32		28		190
	孔内載荷試験	プレッシャーメータ試験(普通載荷)	回								1				1		2
室内土質試験	物理	土粒子の密度試験	個		2	10					2			2		16	
		含水比試験	個		2	10					2			2		16	
		土の粒度試験(ふるい)	個		1	10					1			1		13	
		土の粒度試験(沈降)	個		1						1			1		3	
		液性限界試験	個		2						2			2		6	
		塑性限界試験	個		2						2			2		6	
	湿潤密度試験	個		2						2			2		6		
	力学	三軸圧縮試験(UU条件)	組		1						1			1		3	
		三軸圧縮試験(CD条件)	組		1						1			1		3	
土の圧密試験		試料		2						2			2		6		
その他	準備費	準備後片付け	業務	1											1		
		調査孔閉塞	個	1		1		1		1		1		1		6	
	仮設費	平地足場(0.3m以下)	箇所	1		1		1		1		1		1		6	

2.調査及び試験方法

2-1 機械ボーリング

本調査では、直接観察する事の出来ない地下の地質構成を明らかにするとともに、現位置試験に必要な試験孔を掘削する事を目的として、ロータリー式ハンドフィード型試錐機を用い掘削を行った。掘削はφ66～116mmのコアチューブを用いて掘削し、上部の崩壊性のある土砂についてはケーシングパイプを打設し孔壁の崩壊を防ぐとともに、孔内にベントナイト溶液を循環させ孔壁を保護するとともにスライムを孔外へ除去した。掘進時には掘削循環水の色、掘進速度、給圧等によって知らされる地層の変化等にも十分注意し作業を進めた。

作業完了後は、孔を発生土及びセメントミルクを使用し埋め戻して作業場所を復旧した。

ボーリングの概念図を下記に示す。

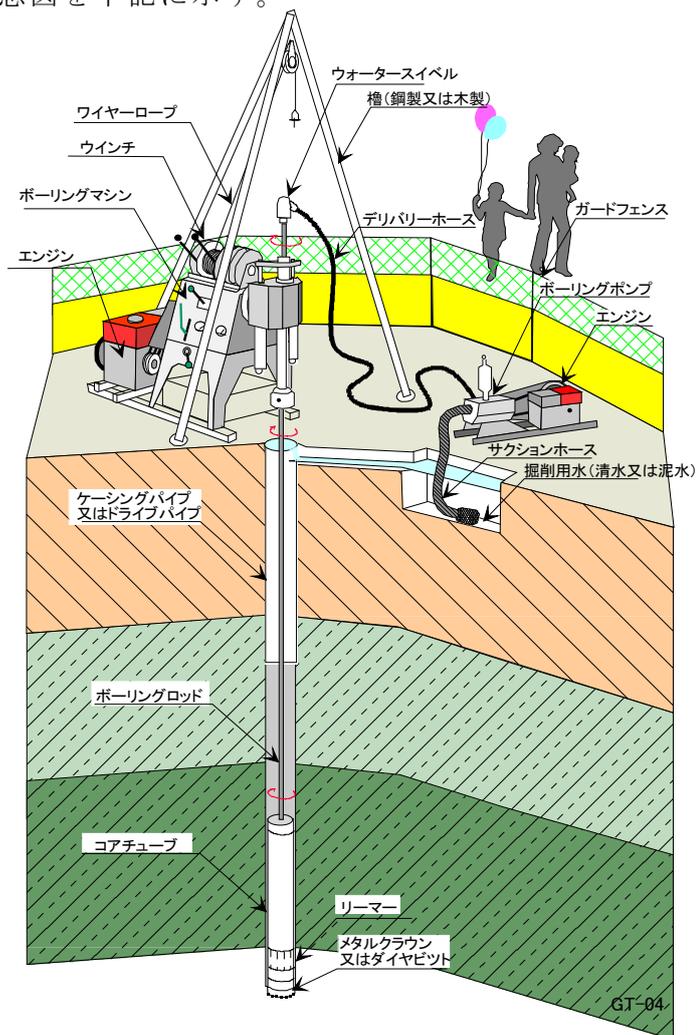


図-2.1.1 ボーリング機械設備一般図

2-2 標準貫入試験

標準貫入試験はJIS-A-1219に規定される土の硬軟・締り具合(N値)を調べる現位置試験である。

試験方法は、機械ボーリングにより所定の深度まで掘削した後、試験器具をセットし、15cmの予備打ちを行った後、質量63.5kg±0.5kgのハンマーを高さ76cm±1cmより自由落下させ、試験器を30cm貫入させるのに必要な打撃回数Nを測定する。

打撃回数は60回を上限とし30cmに達しない場合は、60回打撃に対する貫入量を記録した。(N/Lcm)

試験は、1 m毎に実施し、試験後、試験器を引き上げ、採取された土の種類色調・混入物・臭い等を観察・記録した。試験結果は「土質柱状図」に標準貫入試験結果として貫入量10cm毎の打撃回数とともにN値曲線として記入した。

また、観察した試料の状態は記事として示した。尚、貫入試験時に採取された土質試料は、試料ビンに封入し「土質標本」として別途提出した。

標準貫入試験の概念図を下記に示す。

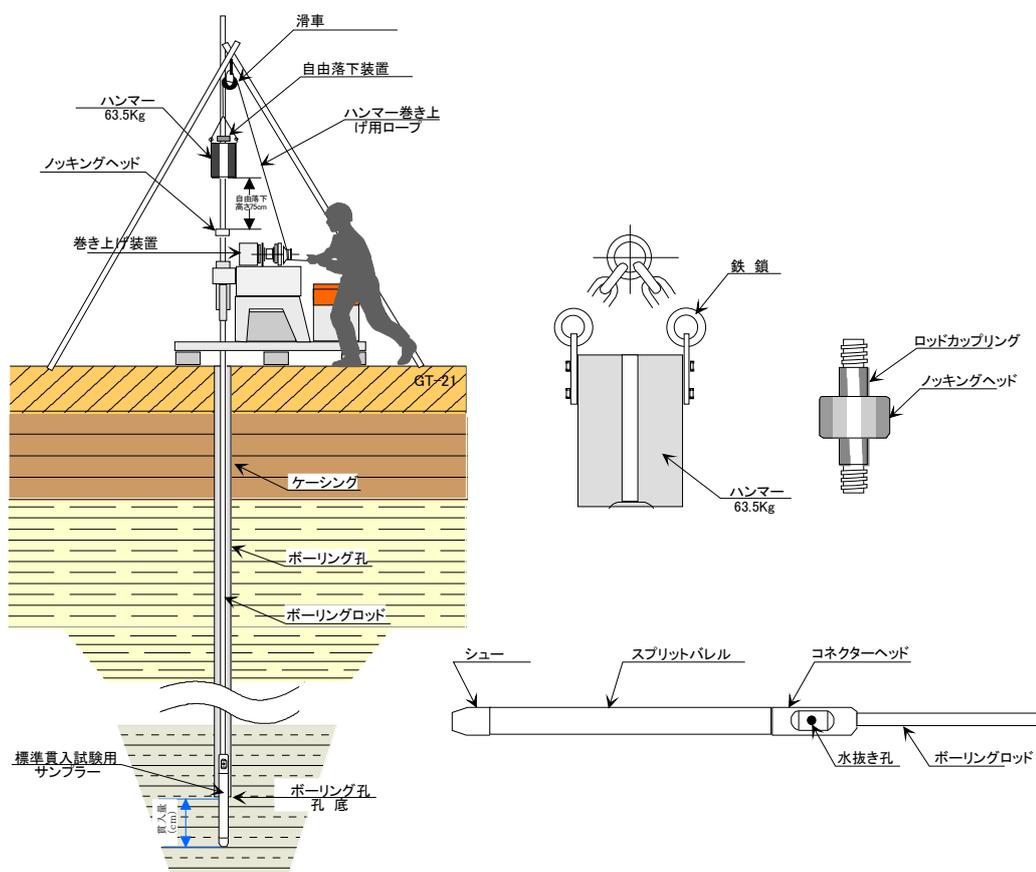


図-2.2.1 標準貫入試験概念図 装置・器具一般図

表-2.2.1 標準貫入試験による調査結果から判明する事項

区 分		判定・推定事項
調査結果を一覧図から総合判定する事項		<ul style="list-style-type: none"> ・構成土層、深さ方向の強度変化 ・支持層の位置（地表からの深さと配列） ・軟弱層の有無（圧密沈下計算の対象となる土層の厚さ） ・排水条件 ・液状化対策の有無
N 値から直接推定される事項	砂地盤	<ul style="list-style-type: none"> ・相対密度、せん断抵抗角 ・沈下に対する許容支持力 ・支持力係数、弾性係数 ・液状化強度
	粘土地盤	<ul style="list-style-type: none"> ・コンシステンシー、一軸圧縮強さ（粘着力） ・破壊に対する極限及び許容支持力

表-2.2.2 砂の相対密度・せん断抵抗角とN値との関係

N 値	相対密度 $D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$	せん断抵抗角 ϕ	
		Peckによる	Meyerhofによる
0～4	非常に緩い Very Loose 0.0～0.2	28.5° 以下	30° 以下
4～10	緩い Loose 0.2～0.4	28.5° ～30°	30° ～35°
10～30	中位の Mediam 0.4～0.6	30° ～36°	35° ～40°
30～50	密な Dense 0.6～0.8	36° ～41°	40° ～45°
50 以上	非常に密な Very Dense 0.8～1.0	41° 以上	45° 以上

表-2.2.3 粘土のコンシステンシー・一軸圧縮強度とN値の関係

N 値	コンシステンシー (Consistency)	一軸圧縮強さ (kN/m ²)
2 以下	非常に軟らかい Very Soft	25 以下
2～4	軟らかい Soft	25 ～ 50
4～8	中位の Mediam	50 ～100
8～15	硬い Stiff	100 ～200
15～30	非常に硬い Very Stiff	200 ～400
30 以上	固結状 Hard	400 以上°

2-3 孔内水平載荷試験

孔内水平載荷試験はボーリング孔の孔壁面を加圧し、その時の孔壁面の変化量を測定することにより、地盤の性質（地盤の強度・変形特性）を把握する試験である。

孔内水平載荷試験には、加圧の方法や孔内に入れる測定ゾンデの形状などにより、LLT・KKT・プレシオメーターなどに区分されるが、今回の調査では低圧用のLLTにより試験を実施した。

LLT (Lateral Load Tester) は、ボーリング孔内に挿入したゴムチューブ（ゾンデ）に高圧ガス（窒素ガス）を圧力源とする圧力水を注入することにより孔壁面を加圧し、その時のゾンデ内への注水量を測定し壁面の変位量を測定する試験である。試験装置は下図に示すように圧力源（窒素ガス）・圧力容器計・ゾンデの3つの部分からなっている。

測定は、エアを完全に抜いたゾンデを所定の深度までおろし、その深度の土質・N値より載荷圧力を決め、その載荷ステップ毎に載荷後、15秒・30秒・60秒・120秒の水変位（注水量）をスタンドパイプにより読みとる。

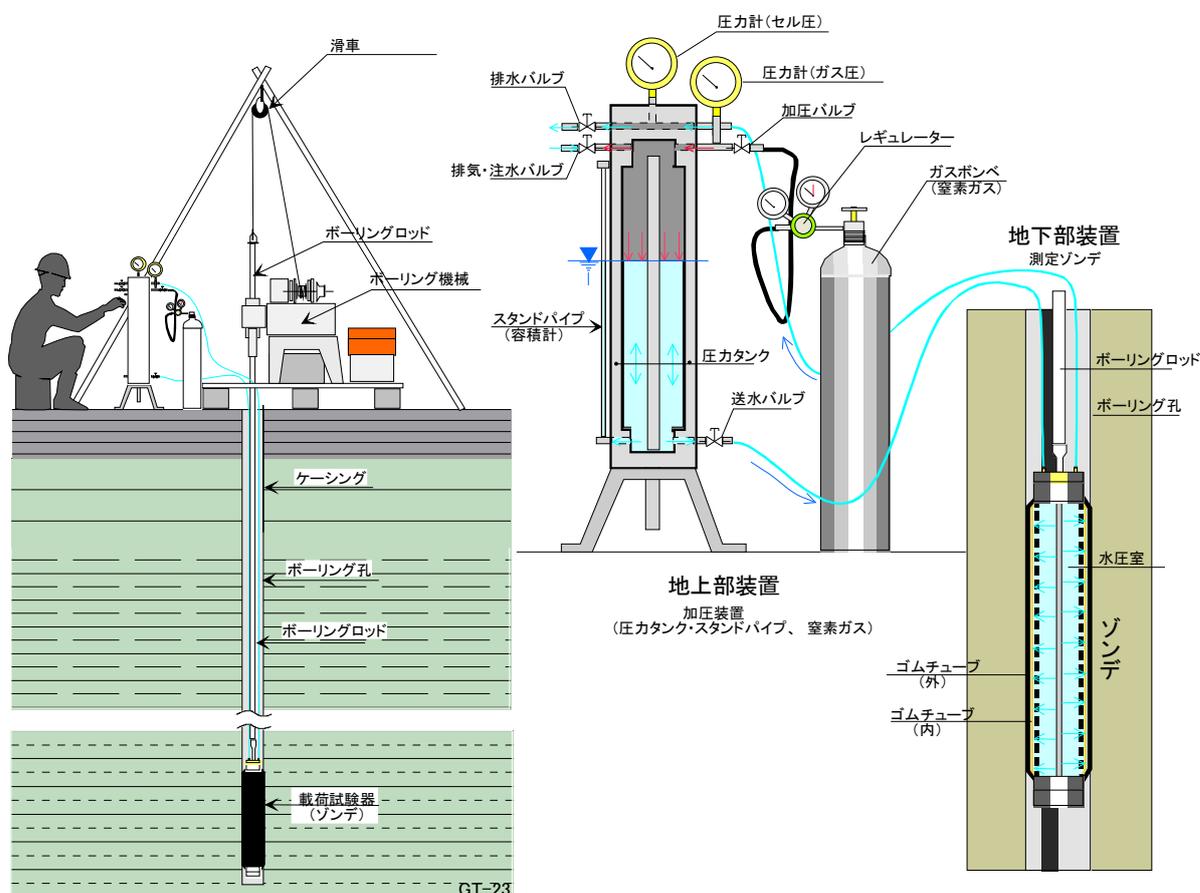


図-2.3.1 孔内水平載荷試験装置一般図 (LLT)

第 3-3 図 L L T 試験結果図

調査件名		試験地の地質状況 並びに試験時の状況
測定 No.	2-2	
深 度	GL-10.00 m	
地質名	シルト質粘土	
N 値	1~2	

静止土圧 P_0 (kg/cm ²)	降伏圧 P_y (kg/cm ²)	破壊圧 P_L (kg/cm ²)	地盤係数 K_0 (kg/cm ²)	弾性係数 E_m (kg/cm ²)	K値を求めた 中間半径 r_m (cm)
0.20	1.56	2.16	2.13	1335	4.83

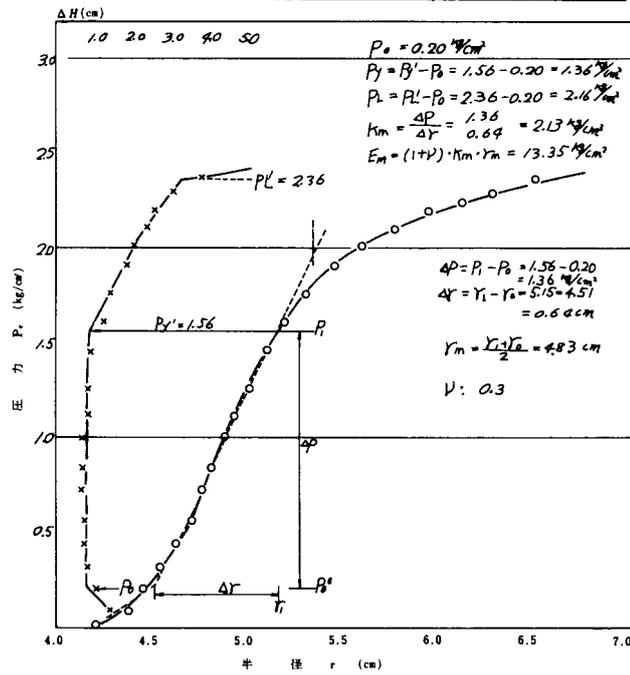


図-2.3.2 孔内水平載荷試験結果の整理例

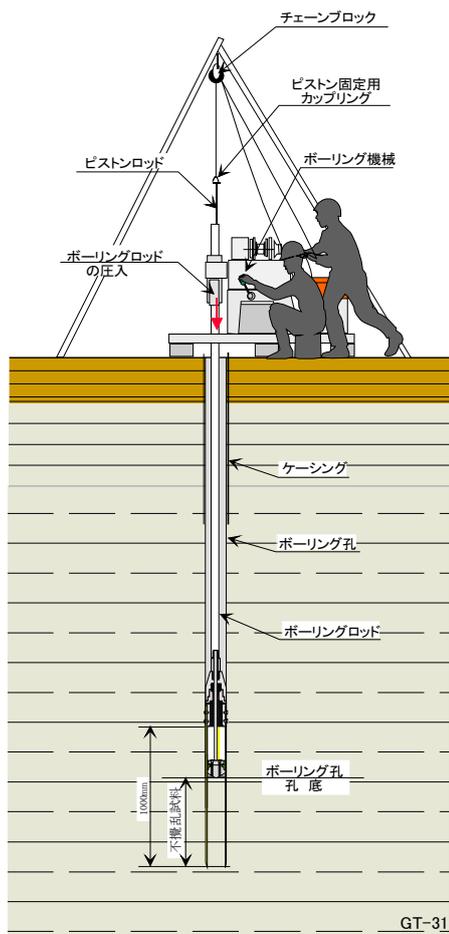
2-4 乱れの少ない試料採取

室内試験で、土の密度や力学特性・圧密特性などを求めるためには、土の組織や構造を地盤中から乱さない状態(地盤中にあったと同じ状態)の試料が必要である。

土を乱さない状態で採取するためには、土の状態(土質・硬さなど)により採取方法を選択することが必要であり、試料採取の方法としては次のような方法がある。

粘性土層では、目的とする地盤の硬さから、一般に $N \leq 4$ の地層では、固定ピストン式サンプラーや水圧式サンプラー、 $N > 4$ の地層ではデニソン式サンプラーによる採取が、試料の乱れが少ないとされている。又、砂質土については三重管(トリプルチューブサンプラー)によることが多い。

今回の調査では、目的とする地層(地盤)が軟らかい粘性土層では水圧式サンプラー、砂質土については、トリプルチューブサンプラーを用い乱れの少ない試料を採取した。



サンプラーの種類	ピストンの有無と状態	適心土質	採取試料の状態*	特徴
オープンドライブサンプラー (図 2.3-2)	なし	N=0~4 の柔らかい 粘性土	C	試料の脱落や圧縮を生じやすい、操作は簡単である。
フリーピストン式 シンウォールサンプラー	自由		B	ピストンは下向きに固定されているが上向きには自由なので、サンプラー押込み時に試料を圧縮する事がある。また、サンプラー降下中のピストンの移動が、確認出来ない。
固定ピストン式 シンウォールサンプラー (図 2.3-3)	固定		A	チューブ押込み時にピストンが固定され、高品質の試料が採取出来る。最も普及し、信頼度も高い。
追切りサンプラー	固定		A	機構・性能は上記と同じであるが、サンプラーリング後周辺の土を追切り除去し、試料下端に生ずる真空を除去する。
水圧式 サンプラー	固定	N=4~20 の硬質な 粘性土	A~B	サンプラーチューブを水圧で地盤に圧入する。ピストンはサンプラーヘッドに固定されている。普及度は低い。
デニソン型 サンプラー (図 2.3-4)	なし		B	二重管式のサンプラーで、内管はオープンドライブサンプラーと同じ作用をする。外管先端のクラウンより、内管が突出してより密着な地盤に貫入する。外管で周りの地盤を削り取る。硬質粘土の採取に多く用いられる。

(注) *A: ほぼ原地盤の状態を保つとみてよいもの。
B: AIに比べやや乱れやすいが、注意深い操作が行われた場合、比較的良いサンプルが得られるもの。
C: 乱れの影響を受けやすいもの。

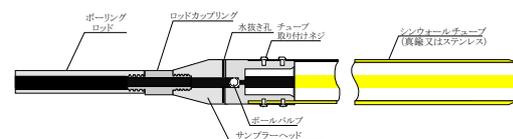


図 2.3-2 オープンドライブサンプラー

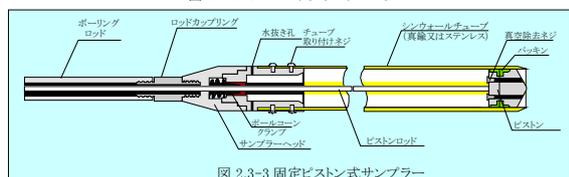


図 2.3-3 固定ピストン式サンプラー

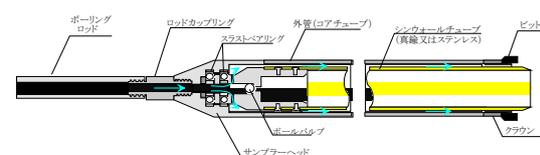


図 2.3-4 デニソン型サンプラー

図-2.4.1 粘性土を対象とする主なサンプラーとその特徴

表-2.4.1 標準化されたサンプラーの構造と摘要地盤の関係

サンプラーの種類		構造	地盤の種類										
			粘性土			砂質土			砂礫		岩盤		
			軟質	中くらい	硬質	ゆるい	中くらい	密な	ゆるい	密な	軟岩	中硬岩	硬岩
			N値の目安										
0~4	4~8	8以上	10以下	10~30	30以上	30以下	30以上						
固定ピストン式シンウォールサンプラー	エクステンションロッド式	単管	◎	○		○							
	水圧式	//	◎	◎		○							
ロータリー式二重管サンプラー		二重管		◎	○								
ロータリー式三重管サンプラー		三重管		◎	◎	○	◎	◎		○			
ロータリー式スリーブ内蔵二重管サンプラー		二重管		○	○			○			◎	◎	◎
ブロックサンプリング		—	◎	◎	◎	○	○	◎		○	○		

◎ 最適, ○ 適

表-2.4.2 一般的なサンプラーの必要な孔径

名称	必要な孔径 (mm)
標準貫入試験サンプラー	66
固定ピストン式サンプラー	86
デニソン式サンプラー	116
トリプルチューブサンプラー	116

2-5 室内土質試験

土の物理特性及び力学特性を明らかにするために標準貫入試験により乱した状態で採取された試料及びシンウォールサンプラーを用いて得られた乱さない状態の試料にて下記の試験を実施した。

室内土質試験は、日本工業規格(JIS)及び地盤工学会基準(JGS)に準拠し試験を実施した。

各試験の規格は次のとおりである。

〈物理試験〉

- ・土粒子の密度試験 JIS A 1202 (JGS 0111)
- ・含水量試験 JIS A 1203 (JGS 0121)
- ・土の粒度試験 JIS A 1204 (JGS 0131)
- ・液性・塑性限界試験 JIS A 1205 (JGS 0141)
- ・湿潤密度試験 JIS A 1225 (JGS 0191)

〈力学試験〉

- ・一軸圧縮試験 JIS A 1216 (JGS 0511)
- ・三軸圧縮試験(UU) (JGS 0521)
- ・土の圧密試験 JIS A 1217 (JGS 0411)

3.地形・地質概要

3-1 千葉県地形・地質

千葉県の地形は、嶺岡山系の愛宕山(標高408m)を最高峰としているが、千葉県の大部分は標高200m以下の平坦な地形を成している。

千葉県全体の地形は図-3.1.1に示す様に、磯根-茂原を結ぶラインを境界として、平坦な地形面を成す北側の平野部と、起伏に富んだ地形面を成す丘陵部と大きく地形区分される。

このうち、北側の平野部は、

- ①地域の主体を成す「台地」 (下総台地)
- ②海岸部や河川沿いに発達する「低地」 (東京湾岸低地、九十九里低地、利根川低地、江戸川低地 等)

に細分され、又、南側の丘陵部は、

- ①地域の主体を成す「丘陵」 (上総丘陵、安房丘陵、白浜丘陵)
- ②海岸部や河川沿いに発達する「低地」 (鴨川低地、館山低地)に細分される。

千葉県の地質は図-3.1.2に示すように、前述した地形区分と密接な関係を有しており、

①低地

完新世に入って堆積した極めて新しい時代の堆積物(沖積層)が分布しており、軟弱な粘性土や締まりの緩い砂が分布する所が多い。

地盤沈下や地震時の液状化等の問題を有する地域である。

②台地

更新世の地層群が分布しており、表層は関東ローム層と呼ばれる風化火山灰層に覆われている。締まった砂や圧密脱水の進んだ粘土からなり、比較的安定した地山からなる地域である。

③丘陵

第三紀・中新世～鮮新世の地層群が分布しており、軟岩からなる安定した地山をなすが、地形が急峻であることから風化に伴う地すべりや崩壊等の危険を有する所がある。

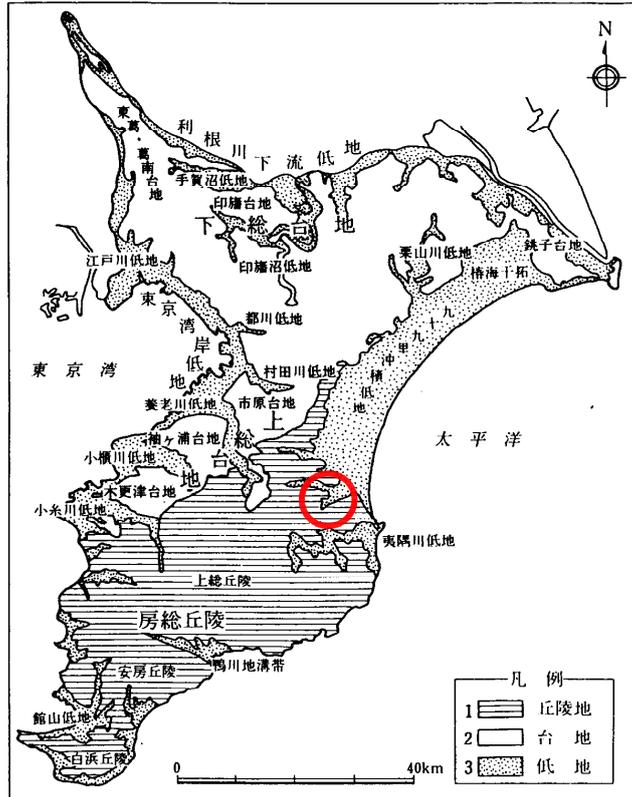


図-3.1.1 千葉県の地形 [コロナ社：新・千葉県の地学のガイド]

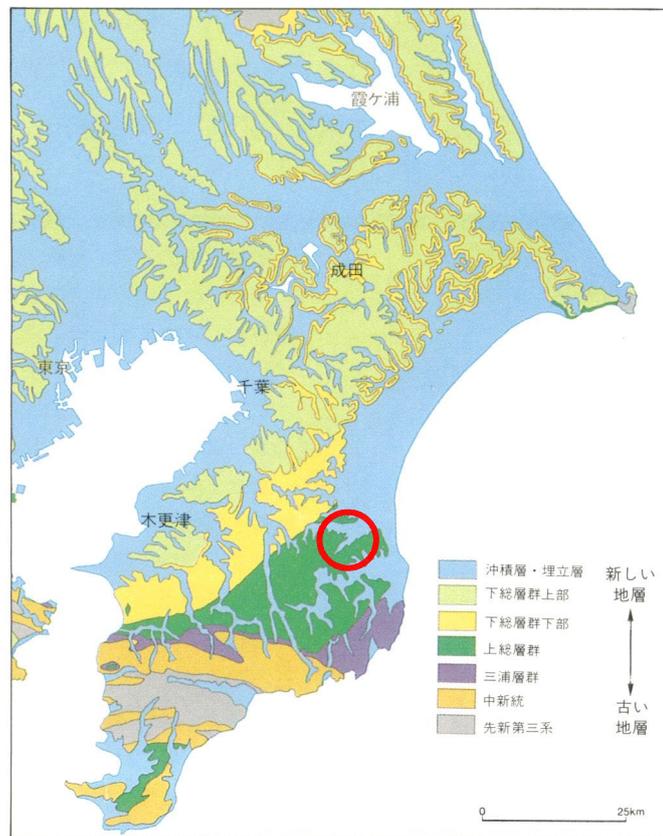


図-3.1.2 千葉県の地質 [コロナ社：新・千葉県の地学のガイド]

3-2 調査地付近の地質

調査地は、睦沢町役場の北東約1.2kmの町立睦沢中学校の敷地内にあたり、行政的には長生郡睦沢町上市場地先に位置する。

調査地付近の地形は、千葉県南部に主体をなす上総丘陵と呼ばれ、標高は100前後を有する丘陵地にあたる。

この地質区は、房総半島の南部を占める上総丘陵地区に位置し、上総層群と呼ばれる第四紀中・前期頃の砂岩・泥岩互層からなる深海成～浅海成の地層が分布する。

調査地付近の地形は、①上総丘陵と呼ばれる標高200m前後を有する丘陵地と②丘陵地を開析して樹枝状に発達する開析谷低地地区とに大きく地形区分することができる。

今回の調査地は、上総丘陵に近接する②の開析谷低地地区に位置する。

丘陵部の地質は、地形区分と密接な関係を有しており、「第四紀更新世上総層群梅ヶ瀬層」を基盤層とし、一部で欠層となっているが上位より関東ローム層・常総粘土層・上総層群と続き安定した地盤を形成している。

一方、低地部では、一宮川の支流である瑞沢川等により開析され、基盤層(上総層群梅ヶ瀬層)を覆うように、第四紀完新世に堆積した軟弱かつ締まりの緩い沖積層が地表下から分布し、調査地周辺は起伏に富んだ地形を呈している。

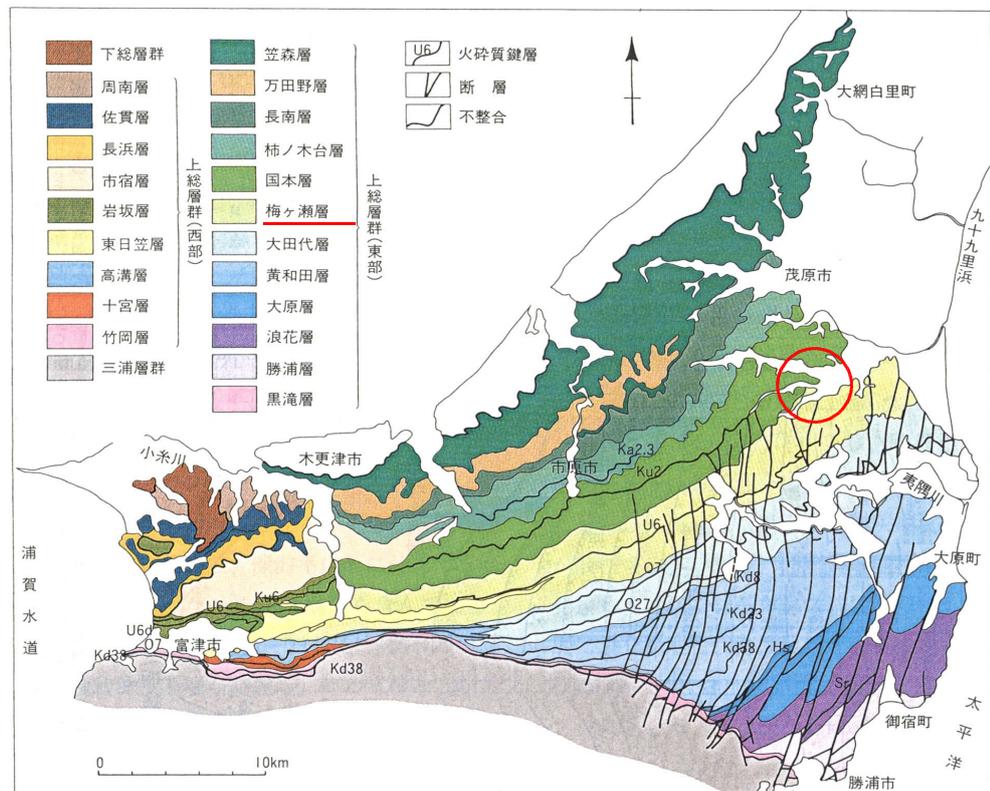


図-3.2.1 房総半島中部の地質図(千葉県の自然誌:本編2)

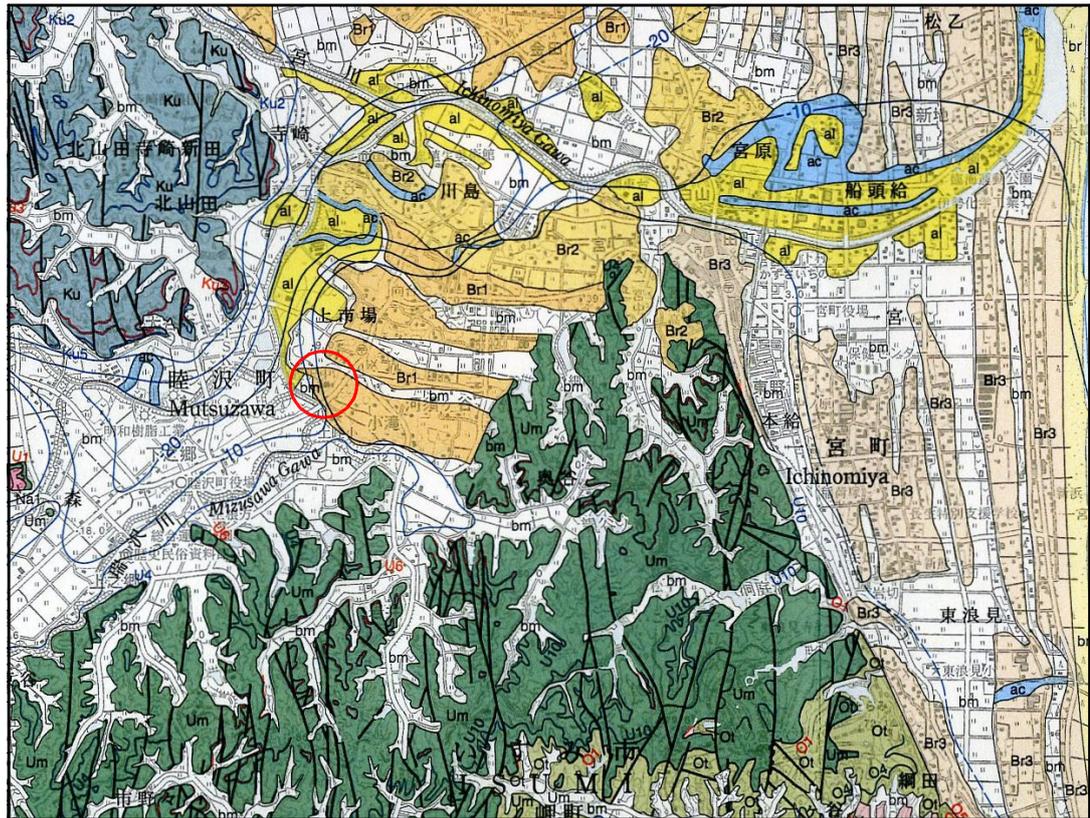
<上総層群梅ヶ瀬層>

模式地は、養老川沿いの市原市朝生原西方の梅ヶ瀬、主として砂岩がちの砂岩泥岩互層で数mの細～中流砂岩に数～数十cmの泥岩を挟む。東部には泥岩がち互層も挟まれる。

模式地付近から北東に大多喜町北部、夷隅町北部及び長生郡一宮町にかけて分布する。

層厚は最大で530mを有し、火山灰鍵層が多数存在する。

調査地付近の地質は、砂岩を挟むが泥岩が卓越する層準でこの上総層群は、調査地域では単斜構造をなしている。



下総層群 Shimoso Group	姉崎層 Anesaki Formation	An	砂、泥及び礫 Sand, mud and gravel	
	木下層 Kioroshi Formation	Ko	砂、泥及び礫 Sand, mud and gravel	
	地藏堂層 Jizodo Formation	J	砂、泥及び礫 Sand, mud and gravel	
	金剛地層 Kongochi Formation	Kg	砂及び砂泥互層 Sand and alternation of sand and	
		Kou	砂 Sand	
	上総層群 Kazusa Group	笠森層 Kasamori Formation	Kou	砂 Sand
		国府里砂部層 Kouri Sand Member		
		長南層 Chonan Formation	Ch	泥岩、砂泥互層及びスランプ層 Mudstone, alternation of sand and
		柿ノ木台層 Kakinokidai Formation	Ka	砂質泥岩 Sandy mudstone
		国本層 Kokumoto Formation	Ku	砂、泥岩及び砂泥互層 Sand, mudstone and alternation of
梅ヶ瀬層 Umegase Formation	Um	砂勝ち砂泥互層 Sand-dominated alternation of sand and		
大田代層 Otadai Formation	Ot	砂泥互層及びスランプ層 Alternation of sand and mudstone		

沖積表層堆積物 Surface deposits of Alluvium	人工堆積物 Artificial mound	am	
	現世の海浜及び砂丘堆積物 Modern beach and dune deposits	br	砂 Sand
	後背湿地及び谷底低地堆積物 Backmarsh and Valley fill deposits	bm	砂及び泥 Sand and mud
	自然堤防堆積物 Natural levee deposits	al	砂 Sand
	旧河道堆積物 Abandoned channel deposits	ac	砂、泥及び礫 Sand, mud and gravel
	第Ⅲ浜堤堆積物 Beach ridges deposits III	Br3	砂 Sand
	第Ⅱ浜堤堆積物 Beach ridges deposits II	Br2	砂 Sand
第Ⅰ浜堤堆積物 Beach ridges deposits I	Br1	砂 Sand	

図-3.2.4 地質図「茂原」(産業技術総合研究所)

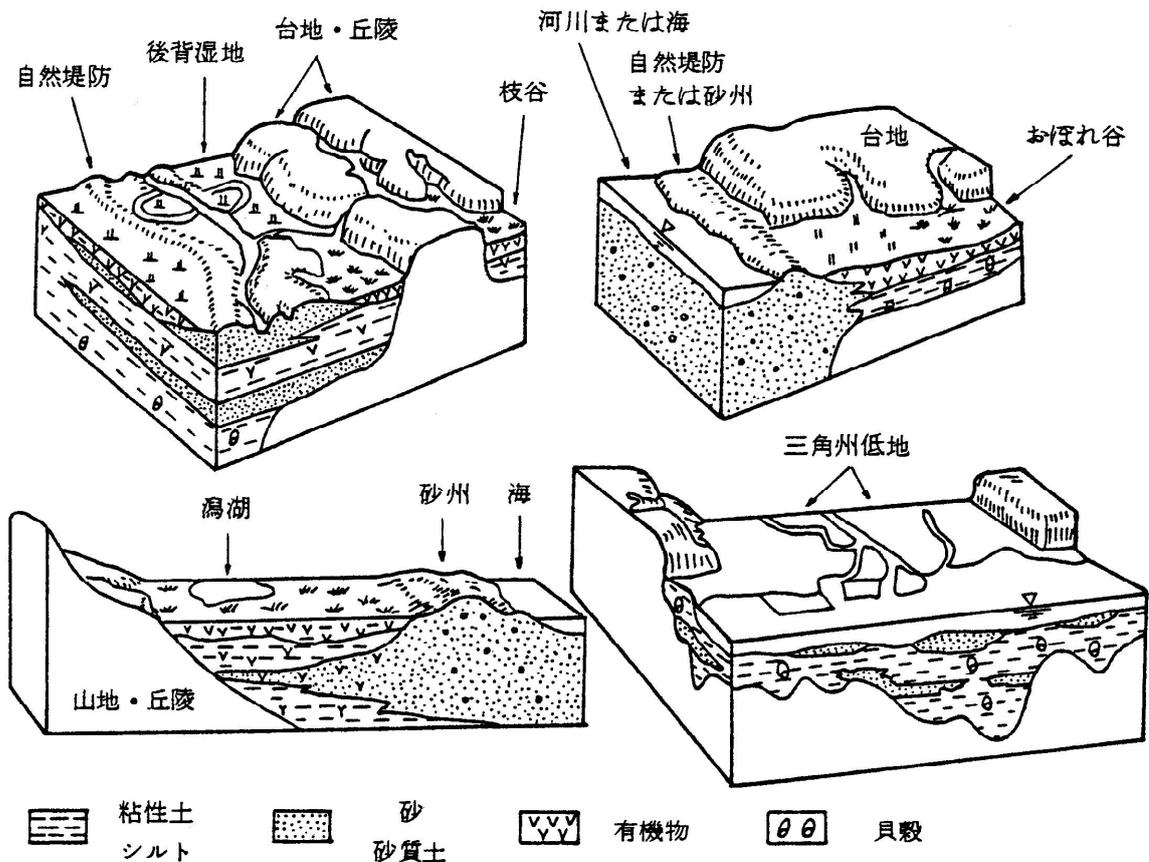
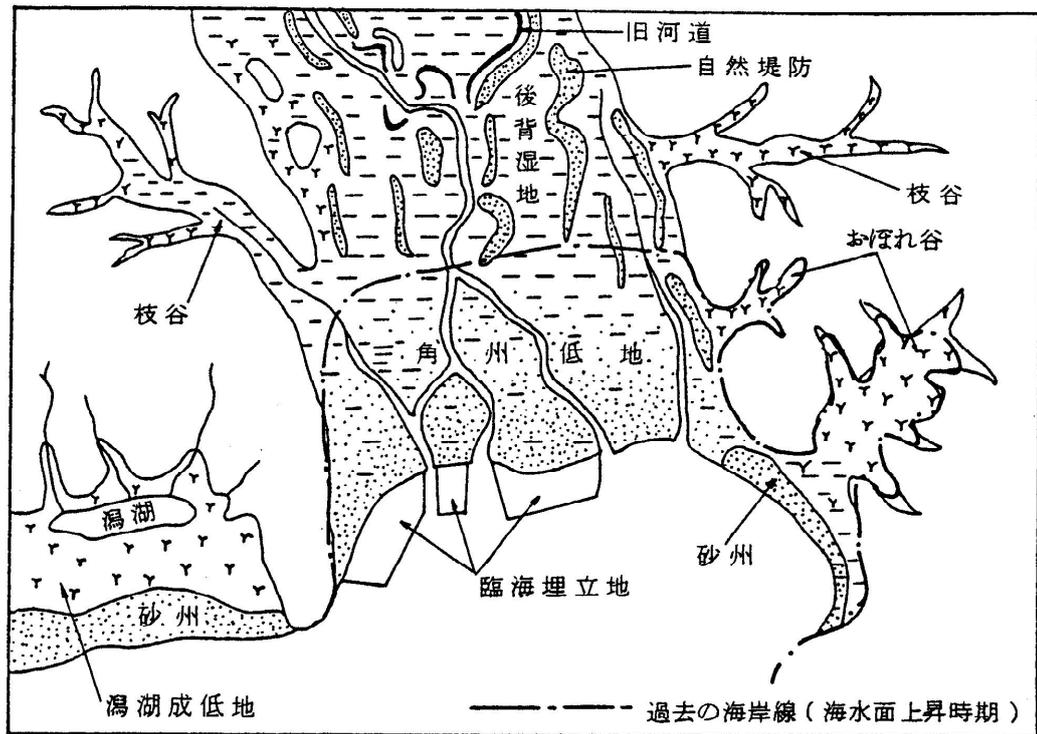


図-3.2.4 地形と土層構成の模式 (軟弱地盤技術指針：住宅都市整備公団S59.4)

4. 調査結果

4-1 ボーリング及び標準貫入試験結果

調査地では、睦沢町立睦沢中学校校舎の建築が計画されており、建築予定地の地盤状況を明らかにするために標準貫入試験などの原位置試験や乱さない試料採取を併用し調査ボーリングを6箇所にて実施した。

調査結果は、標準貫入試験結果と併せて「ボーリング柱状図」に示し、又、水平方向垂直の地層の連続性については、巻末の「推定地層断面図」を参照されたい。

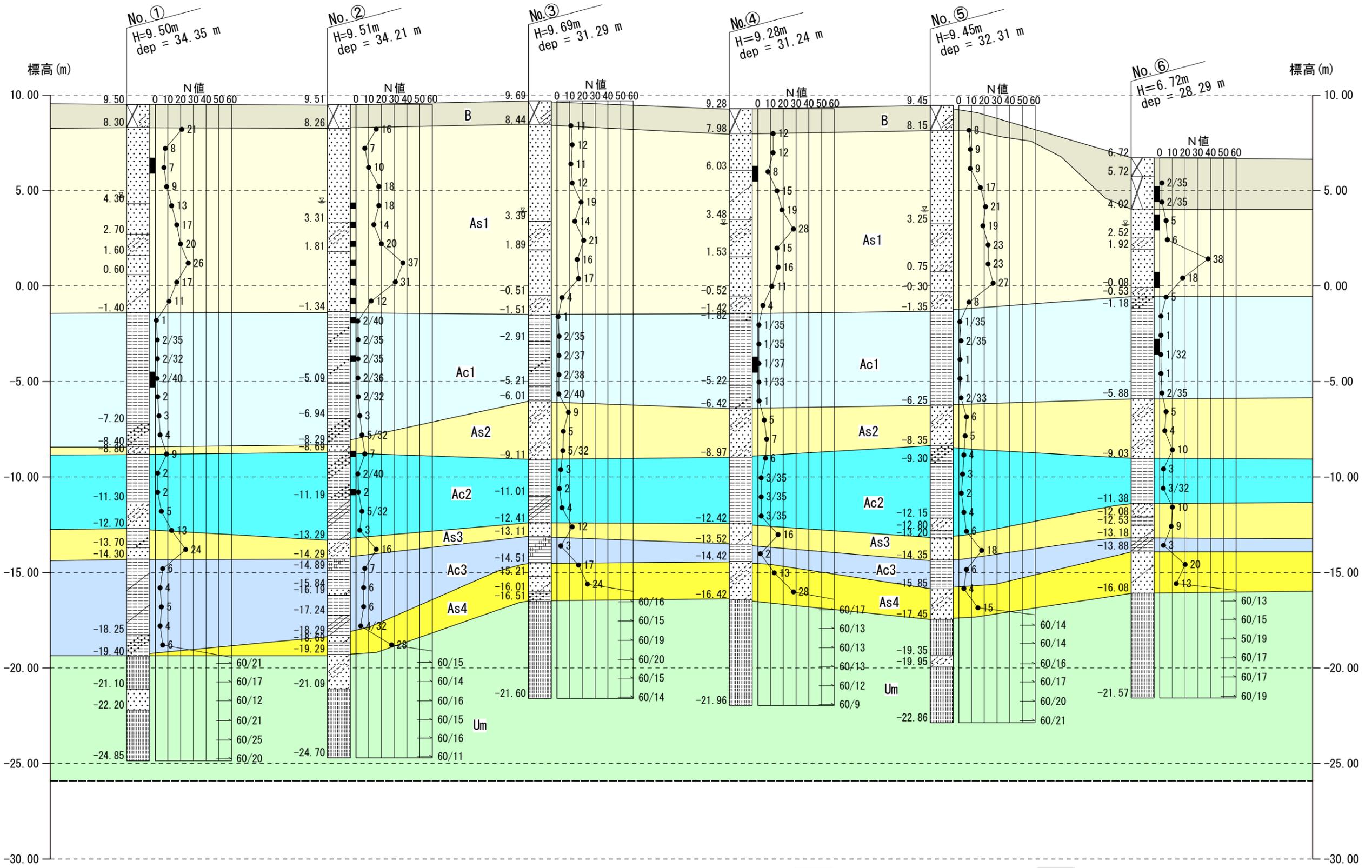
今回の調査地点においては下表のような地層構成となっている。

表-4.1.1 調査地の地質層序表

地質時代	地層区分	土質記号	主な土質	上限分布深度 H=(m)						N値	
				No.①	No.②	No.③	No.④	No.⑤	No.⑥		
第四紀	沖積層	盛土層	Bs	シルト質細砂 粘土混じり細砂	9.50 (1.20)	9.51 (1.25)	9.69 (1.25)	9.28 (1.30)	9.45 (1.30)	6.72 (2.70)	2
		第一砂質土層	As1	細砂 シルト質細砂	8.30 (9.70)	8.26 (9.60)	8.44 (9.95)	7.98 (9.40)	8.15 (9.50)	4.02 (4.55)	4~38 (15.4)
		第一粘性土層	Ac1	シルト 砂混じりシルト 砂質シルト	-1.40 (7.00)	-1.34 (6.95)	-1.51 (4.50)	-1.42 (5.00)	-1.35 (4.90)	-0.53 (5.35)	1~5 (1.8)
		第二砂質土層	As2	シルト質細砂	-8.40 (0.40)	-8.29 (0.40)	-6.01 (3.10)	-6.42 (2.55)	-6.25 (2.10)	-5.88 (3.15)	4~10 (6.4)
		第二粘性土層	Ac2	シルト 砂質シルト	-8.80 (3.90)	-8.69 (4.60)	-9.11 (3.30)	-8.97 (3.45)	-8.35 (4.85)	-9.03 (2.35)	2~6 (3.2)
		第三砂質土層	As3	細砂 シルト質細砂	-12.70 (1.60)	-13.29 (1.00)	-12.41 (0.70)	-12.42 (1.10)	-13.20 (1.15)	-11.38 (1.80)	9~24 (14.8)
		第三粘性土層	Ac3	シルト 有機質シルト 砂質シルト	-14.30 (5.10)	-14.29 (4.00)	-13.11 (1.40)	-13.52 (0.90)	-14.35 (1.50)	-13.18 (0.70)	2~8 (4.9)
		第三砂質土層	As4	細砂 シルト質細砂	-	-18.29 (1.00)	-14.51 (2.00)	-14.42 (2.00)	-15.85 (1.60)	-13.88 (2.20)	13~28 (19.8)
更新統	上総層群 梅ヶ瀬層	Um	細砂 固結シルト	-19.40 (5.45)	-19.29 (5.41)	-16.51 (5.09)	-16.42 (5.54)	-17.45 (5.41)	-16.08 (5.49)	60 (115.6)	

[注] 1.N値の枠のカッコ内は、平均値を示し、Um層については換算Nを示している。
2.上限分布深度の枠のカッコ内は、層厚を示す。
3.Um層の層厚は調査範囲までのものである。

次頁に調査地における調査ボーリング6所の「推定地層一覧図」を示し、各層の土性・特徴などについて説明を加える。



- B: 盛土層
- As1: 沖積第一砂質土層
- Ac1: 沖積第一粘性土層
- As2: 沖積第二砂質土層
- Ac2: 沖積第二粘性土層
- As3: 沖積第三砂質土層
- Ac3: 沖積第三粘性土層
- As4: 沖積第四砂質土層
- Um: 上総層群梅ヶ瀬層

図-4.1.1 推定地層一覽図 (V=1:200)

(1) 盛土層 [B]

本層は地表部を覆う人為的な盛土で過去の造成により施されたものと推定される。

層内は、含水量中位でロームなどの粘土分やシルト分を少量からやや多く混入した細砂が主体でありNo. ⑥地点の下部は均一な砂を主体とする。

部分的に上部に碎石・コンクリート片等少量混入し全体的に不均質な状態である。

層厚は、1.20m～2.70mを有し、色調は暗褐灰～黄褐灰色を示す。

標準貫入試験では、N=2が得られており緩い相対密度となっている。

(2) 沖積層

調査地では、図-4.1.1推定地層一覧図に示すとおり盛土層(B)以深より上総層群梅ヶ瀬層分布深度(H=-16m～-20m付近)まで約2万年前以降の海面上昇によって、古い谷地形や浸食面に堆積した沖積層に相当する砂質土及び粘性土層が堆積している。

今回は土質及び標準貫入試験のN値より7層に区分した。

① 第一砂質土層 [As1]

本層は、盛土層(B)以下H=8.30m～4.02m付近より分布する砂質土層である。

本層は、含水量中～やや多く粒子均一な細砂を主体とし、部分的にシルト分を少量混入し、貝殻片が少量点在する。

層厚は、4.55m～9.95mを有し、色調は、黄褐灰～暗灰色を示す。

標準貫入試験では、N=4～38とばらつきがあり、平均ではN=15.4とゆるい中位の相対密度となっている。

沖積第一砂質土層

As1

	データ数	割合
0～4	2	3.6%
4～10	13	23.6%
10～30	37	67.3%
30～50	3	5.5%
50以上	0	0.0%
総データ数	55	
最大値	38	
最小値	4	
平均値	15.4	
標準偏差	7.66	

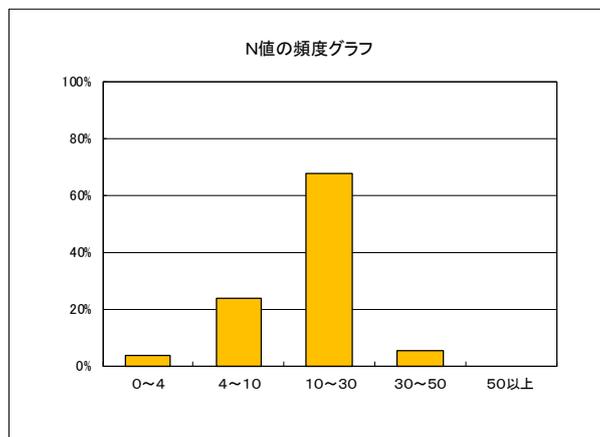


図-4.1.2 As1層のN値頻度分布

② 第一粘性土層 [Ac1]

本層は、As1層以下H=-0.53m~-1.51m付近より分布する粘性土層である。
 層内は、含水量中位で粘性中位の均質なシルト主体で砂分を少量混入する。
 所々に貝殻片・浮石が少量点在し一部で層下部にてすなを混入する。
 層厚は、4.50m~7.00mを有し、色調は、暗灰色を示す。
 標準貫入試験では、N=1~5の範囲にあり、平均ではN=1.8と軟らかい。

沖積第一粘性土層 Ac1

	データ数	割合
0~2	30	88.2%
2~4	3	8.8%
4~8	1	2.9%
8~15	0	0.0%
15~30	0	0.0%
30以上	0	0.0%
総データ数	34	
最大値	5	
最小値	1	
平均値	1.8	
標準偏差	0.91	

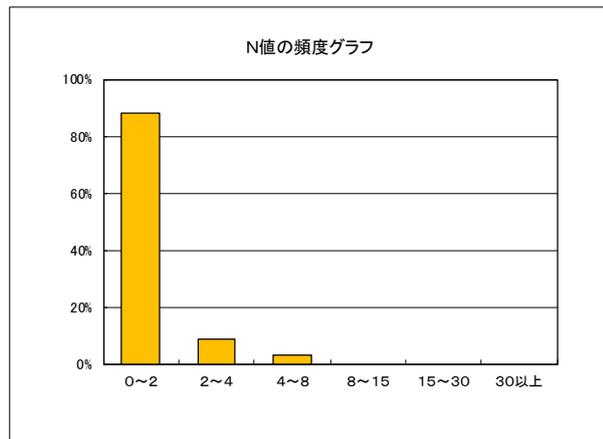


図-4.1.3 Ac1層のN値頻度分布

③ 第二砂質土層 [As2]

本層は、Ac1層以下H=-5.88m~-8.40m付近より分布する砂質土層である。
 層内は、含水量やや多く粒子均一な細砂を主体とし、全体にシルト分を多く混入している。
 層厚は、0.40m~3.15mを有し、色調は、暗灰色を示す。
 標準貫入試験では、N=4~10の範囲にあり、平均ではN=6.4とゆるい相対密度となっている。

沖積第二砂質土層 As2

	データ数	割合
0~4	1	7.7%
4~10	12	92.3%
10~30	0	0.0%
30~50	0	0.0%
50以上	0	0.0%
総データ数	13	
最大値	10	
最小値	4	
平均値	6.4	
標準偏差	1.89	

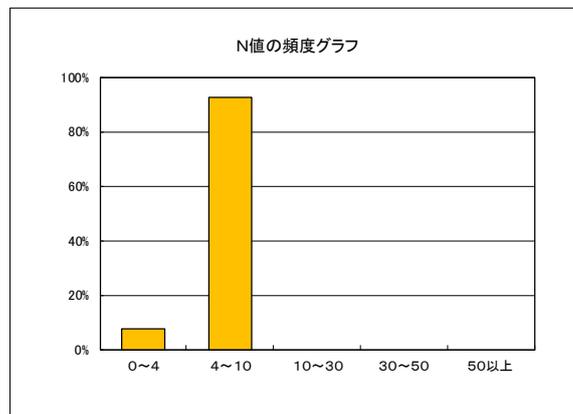


図-4.1.4 As2層のN値頻度分布

④第二粘性土層 [Ac2]

本層は、As2層以下H=-8.35m~-9.03m付近より分布する粘性土層である。

層内は、含水量中~やや強いシルト主体であるが部分的に砂分を非常に多く混入する。所々に貝殻片・腐植物を少量点在する。

層厚は、2.35m~4.85mを有し、色調は、暗灰色を示す。

標準貫入試験では、N=2~6の範囲にあり、平均ではN=3.2と軟らかい。

沖積第二粘性土層

Ac2

	データ数	割合
0~2	6	30.0%
2~4	11	55.0%
4~8	3	15.0%
8~15	0	0.0%
15~30	0	0.0%
30以上	0	0.0%
総データ数	20	
最大値	6	
最小値	2	
平均値	3.2	
標準偏差	1.15	

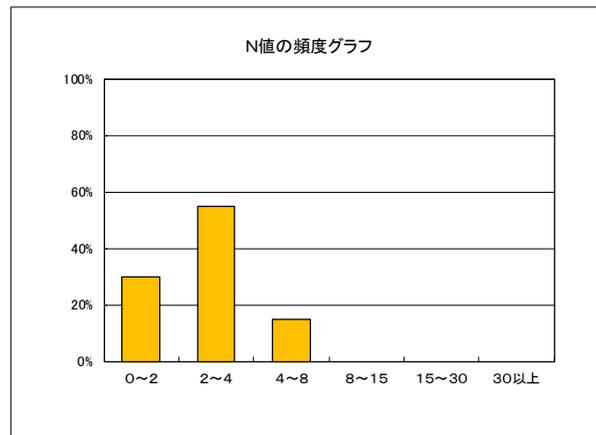


図-4.1.5 Ac2層のN値頻度分布

⑤沖積第三砂質土層 [As3]

本層はAc2層以深、H=-11.38m~-13.29m付近より分布する砂質土層である。

層内は、含水量が多く粒子均一な細砂を主体とするが全体にシルトを互層状に混入ないし薄く多く挟む。

層厚は、0.70m~1.80mを有し、色調は暗灰色を示す。

標準貫入試験では、N=9~24の範囲にあり、平均ではN=14.8と全体的には中位の相対密度となっている。

沖積第三砂質土層

As3

	データ数	割合
0~4	0	0.0%
4~10	2	25.0%
10~30	6	75.0%
30~50	0	0.0%
50以上	0	0.0%
総データ数	8	
最大値	24	
最小値	9	
平均値	14.8	
標準偏差	4.86	

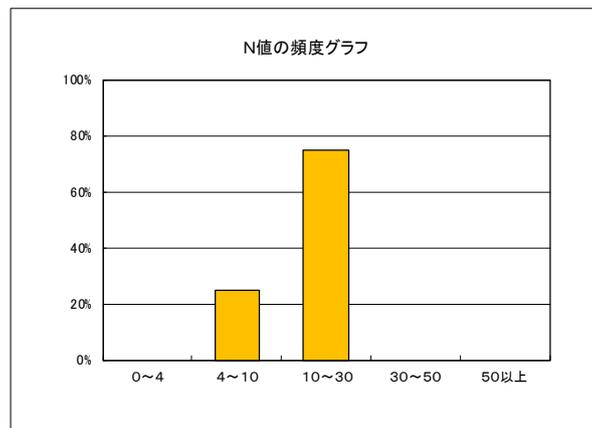


図-4.1.6 As3層のN値頻度分布

⑥ 沖積第三粘性土層 [Ac3]

本層はAs3層以深、H=-13.18m~-14.35m付近より分布する粘性土層である。

層内は、含水量中位で粘性やや強いシルトを主体とし粘土分や砂分を混入する。

部分的に有機物を多く混入している。

層厚は、0.70m~5.10mを有し、色調は暗灰~暗緑灰色を示す。

標準貫入試験では、N=2~8の範囲にあり平均ではN=4.9と中位の相対稠度となっている。

沖積第三粘性土層 Ac3

	データ数	割合
0~2	1	7.1%
2~4	6	42.9%
4~8	7	50.0%
8~15	0	0.0%
15~30	0	0.0%
30以上	0	0.0%
総データ数	14	
最大値	8	
最小値	2	
平均値	4.9	
標準偏差	1.70	

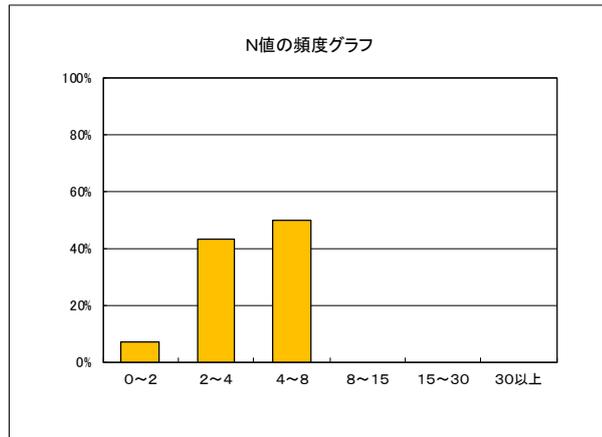


図-4.1.7 Ac3層のN値頻度分布

⑦ 沖積第四砂質土層 [As4]

本層は、No. ①地点を除きAc3層以深、H=-13.88m~-18.29m付近より分布する砂質土層である。

層内は、含水量が中位で粒子均一な細砂を主体とするが全体にシルトを多く混入する。

部分的にシルト分が卓越する部分もあり、No. ③地点では泥岩礫が少量点在する。

層厚は、1.00m~2.20mを有し、色調は暗灰色を示す。

標準貫入試験では、N=13~28の範囲にあり、平均ではN=19.8と中位の相対密度となっている。

沖積第四砂質土層 As4

	データ数	割合
0~4	0	0.0%
4~10	0	0.0%
10~30	8	100.0%
30~50	0	0.0%
50以上	0	0.0%
総データ数	8	
最大値	28	
最小値	13	
平均値	19.8	
標準偏差	6.27	

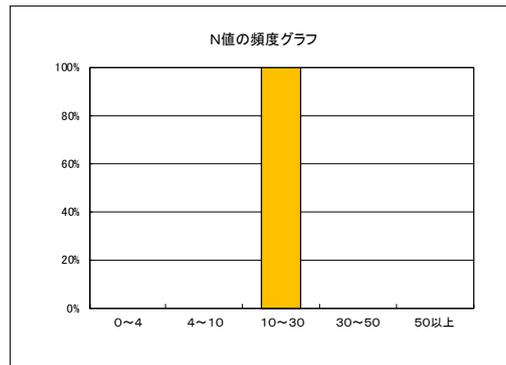


図-4.1.8 As層のN値頻度分布

(3) 上総層群梅ヶ瀬層 [Um]

本層は、調査地周辺の基盤層となる第四紀更新統の上総層群梅ヶ瀬層に相当する泥岩を主体とする層である。

上限分布深度はH=-19.40m~-16.08m付近より分布が確認された。

層内は、固結状のシルトを主体とし微量の貝殻片が所々に点在し、少量の微細砂が挟在している。

また、部分的に固結状の砂分を挟む。

層厚は、5.09m~5.49mで確認され、色調は暗緑灰~暗灰色を示す。

標準貫入試験ではすべてN=60以上の範囲にあり換算N値の平均はN=115.6を示しかなり安定した土層である。

上総層群梅ヶ瀬層 Um

	データ数	割合
0~2	0	0.0%
2~4	0	0.0%
4~8	0	0.0%
8~15	0	0.0%
15~30	0	0.0%
30以上	35	100.0%
総データ数	35	
最大値	200	
最小値	72	
平均値	115.6	
標準偏差	26.19	

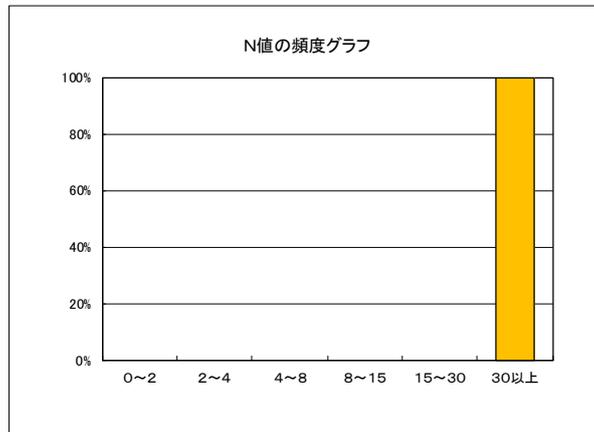


図-4.1.9 Um層のN値頻度分布

4-2 ボーリング孔内水位

今回の調査地で確認されたボーリング孔内水位は下表のようにまとめられる。

表-4.2.1 各地点のボーリング孔内水位

調査地点 (No.)	地盤高 H=(m)	ボーリング孔内水位		確認状態	確認土質
		G.L.(m)	H=(m)		
No.①	9.50	-4.80	4.70	孔内洗淨	第一砂質土層(As1)
No.②	9.51	-5.10	4.41	孔内洗淨	第一砂質土層(As1)
No.③	9.69	-5.80	3.89	孔内洗淨	第一砂質土層(As1)
No.④	9.28	-6.00	3.28	孔内洗淨	第一砂質土層(As1)
No.⑤	9.45	-5.50	3.95	孔内洗淨	第一砂質土層(As1)
No.⑥	6.72	-3.50	3.22	孔内洗淨	第一砂質土層(As1)

各地点のボーリング孔内水位は表-4.2.1に示すとおり、 $H=3.22\text{m}\sim 4.70\text{m}$ の範囲にあり、平均で $H=3.99\text{m}$ と比較的に浅い深度で沖積第一砂質土層(As1)内に確認された。

これらの水位は、調査地が沖積低地上にあることを考えると、付近の自然水位と思われる。

尚、地下水位は、天候や季節によって変化するものであり、農繁期及び農閑期で水位の変動による影響が多少あるものと推定されるので土工の際には注意が必要である。

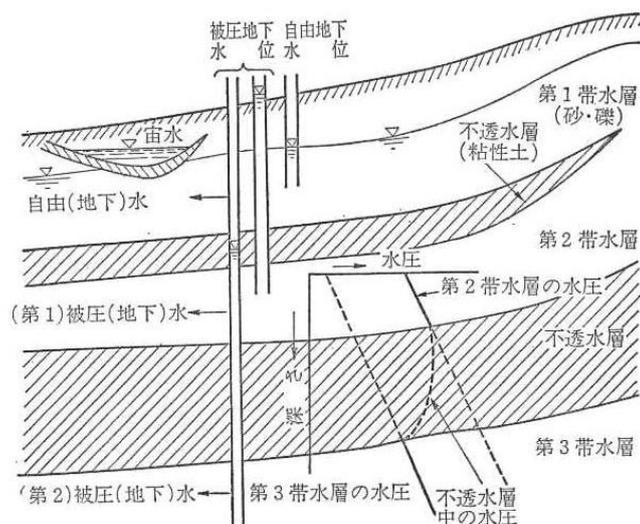


図-4.2.1 地下水位の模式図

4-3 孔内水平載荷試験結果

今回の調査地点の内、No. ④、No. ⑥地点において、地盤の水平方向の支持力を把握するために孔内水平載荷試験(LLT)を実施した。

試験結果は巻末の試験データに示すとおりであるが、下表のようにまとめられる。

表-4.3.1 孔内水平載荷試験結果

調査地点		No. ④	No. ⑥
試験 深度	G.L- (m)	4.00	4.30
	H= (m)	5.28	2.42
地層区分		沖積第一砂質土層 (As1)	沖積第一砂質土層 (As1)
N値		8~15	6
静止土圧 Po kN/m ²		110.98	57.32
降伏圧 Py kN/m ²		245.12	104.88
破壊圧 Pl kN/m ²		563.41	353.66
地盤係数 km MN/m ³		449.46	134.74
変形係数 Em MN/m ²		24.60	7.32
K値を求めた 中間半径r(cm)		4.21	4.18

以上の測定結果をもとに、「地震力に対する建築物の基礎設計指針」(日本建築センター)に基づき地盤の水平方向地盤反力係数khを算出する。

$$kh = \alpha \cdot \xi \cdot E_o \cdot \bar{B}^{-3/4} \text{ (MN/m}^3\text{)}$$

・算定条件

α : 変形係数を孔内水平載荷試験で求めていることから80とする。

ξ : 単杭と仮定して1.0とする。

E_o : 孔内水平載荷試験結果で求めた変形係数24.60MN/m²と7.32MN/m²とする。

\bar{B} : 無次元化杭径40・50・60・70(杭径400mm・500mm・600mm・700mm)と仮定する。

○地盤の水平方向地盤反力係数khの算定

表－4.3.2 No. ④地点kh算定結果

杭径 (mm)	$B^{-3/4}$	$80E_o$	水平方向地盤反力係数kh MN/m ³
400	0.063	1968.0	123.98
500	0.053		104.30
600	0.046		90.53
700	0.041		80.69

表－4.3.3 No. ⑥地点kh算定結果

杭径 (mm)	$B^{-3/4}$	$80E_o$	水平方向地盤反力係数kh MN/m ³
400	0.063	585.6	36.89
500	0.053		31.04
600	0.046		26.94
700	0.041		24.01

4-4 室内土質試験結果

調査地に分布する各層を対象に標準貫入試験により乱した状態の試料及びサンプラーにて採取した乱れの少ない試料にて物理及び力学試験を実施した。

試験結果は、巻末の室内土質試験データに示すとおりであるが、表-4.4.1のようにまとめられる。

表-4.4.1 室内土質試験総括表-1(乱れの少ない試料)

土層名		盛土層	沖積第一砂質土層					沖積第一粘性土層			
記号		B	As1					Ac1			
ボーリング No.		No.⑥	No.①	No.④	No.⑥	No.⑥	No.①	No.④	No.⑥		
試料 No.		6-S-1	1-S-1	4-S-1	6-S-2	6-S-3	1-T-1	4-T-1	6-T-1		
土質名		細砂	細砂	細砂	細砂	細砂	シルト	シルト	シルト		
試料採取深度	m	1.50~2.30	2.80~3.60	3.00~3.80	3.00~3.80	6.00~6.80	14.00~14.80	13.00~13.80	9.50~10.30		
N値	回	2	7	8	5	18	2	1	1		
一般	土粒子の密度 ρ_s	g/cm ³	2.662	2.666	2.565	2.657	2.660	2.646	2.602	2.635	
	自然含水比 W _n	%	24.5	38.9	44.9	33.4	35.4	75.7	70.7	65.8	
	飽和度 S _r	%	75.3	84.5	85.6	97.2	96.2	99.1	99.4	99.1	
	飽和湿潤密度 ρ_{sat}	g/cm ³	1.777	1.663	1.585	1.853	1.821	1.539	1.558	1.589	
	飽和単位重量 γ_t	KN/m ³	17.4	16.3	15.5	18.2	17.8	15.1	15.3	15.6	
	平均飽和単位重量 γ_t	KN/m ³	17.4	17.0					15.3		
粒度	礫分	%	0.3	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	
	砂分	%	72.2	92.8	87.7	88.8	91.8	2.0	11.4	15.9	
	シルト分	細粒分	%	19.1	7.2	8.5	8.1	8.1	61.6	52.6	50.0
	粘土分			8.4	-	3.6	3.1	-	36.4	36.0	34.1
	最大粒径	mm	4.75	2.00	4.75	2.00	4.75	2.00	0.85	2.00	
	均等係数 U _c		23.50	1.85	3.61	2.58	2.00	-	-	-	
	曲率係数 U _{c'}		7.18	1.00	2.02	1.44	1.10	-	-	-	
	20%粒径 D ₂₀	mm	0.0336	0.1207	0.1223	0.1101	0.1348	0.0018	0.0018	0.0018	
コンシステンシー	液性限界 W _L	%	NP	NP	NP	NP	NP	79.2	77.5	69.7	
	塑性限界 W _p	%	NP	NP	NP	NP	NP	32.2	32.3	25.3	
	塑性指数 I _p		-	-	-	-	-	47.0	45.2	44.4	
分類	分類名	粘性土質砂	粘性土混じり砂	粘性土混じり砂	粘性土混じり砂	粘性土混じり砂	粘土	砂混じり粘土	砂質粘土		
	分類記号	(SCs)	(S-Cs)	(S-Cs)	(S-Cs)	(S-Cs)	(CH)	(CH-S)	(CHS)		
一軸圧縮試験	一軸圧縮強さ q _u (kN/m ²)						95.6	92.1	138.0		
	一軸圧縮強さ q _u (kN/m ²)						88.9	105.0	129.0		
三軸圧縮試験	試験条件	CD	CD	CD	CD	CD	UU	UU	UU		
	粘着力 C (kN/m ²)	3.4	19.6	19.4	8.6	26.6	50.8	47.1	65.0		
	せん断抵抗角 ϕ (度)	38	38.6	35.3	39.4	38.0	0.3	0.7	0.0		
圧密試験	試験条件	段階載荷	段階載荷	段階載荷			段階載荷	段階載荷	段階載荷		
	圧縮指数 C _c	0.096	0.252	0.229			0.927	0.734	0.694		
	圧密降伏応力 P _c (kN/m ²)	533.4	477.3	603.5			184.4	200.2	220.3		

表-4.4.2 室内土質試験総括表-2(貫入試験試料の乱した試料)

土層名		沖積第一砂質土層					沖積第一粘性土層		沖積第二砂質土層		沖積第二粘性土層		
記号		As1					Ac1		As2		Ac2		
ボーリング No.		No.②											
試料 No.		2-P-1	2-P-2	2-P-3	2-P-4	2-P-5	2-P-6	2-P-7	2-P-8	2-P-9	2-P-10		
土質名		細砂	シルト質細砂	シルト質細砂	細砂	細砂	細砂	砂混りシルト	貝殻混じり細砂	シルト混じり細砂	砂質シルト		
試料採取深度	m	5.15~5.45	6.15~6.45	7.15~7.45	8.15~8.45	9.15~9.45	10.15~10.45	11.15~11.45	13.15~13.45	18.15~18.45	20.15~20.45		
N 値	回	18	14	20	37	31	12	2	2	7	2		
一般	土粒子の密度 ρ_s	g/cm^3	2.654	2.645	2.650	2.685	2.678	2.666	2.636	2.644	2.693	2.616	
	自然含水比 W_n	%	35.1	47.4	39.0	28.8	34.3	38.5	47.6	47.2	30.6	60.9	
	飽和度 S_r	%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	飽和湿潤密度 ρ_{sat}	g/cm^3	1.856	1.730	1.811	1.950	1.875	1.822	1.726	1.731	1.928	1.623	
	飽和単位重量 γ_t	KN/m^3	18.2	17.0	17.8	19.1	18.4	17.9	16.9	17.0	18.9	15.9	
	平均飽和単位重量 γ_t	KN/m^3	18.0					16.9					
粒度	礫分	%	0.0	0.1	0.1	0.0	0.8	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	
	砂分	%	95.4	39.8	31.8	95.3	94.0	80.2	55.4	47.2	72.9	7.4	
	シルト分	細粒分	%	4.6	53.4	59.0	4.7	5.2	13.3	27.5	33.2	18.1	57.3
				4.6	60.1	68.1	4.7	5.2	19.8	44.6	52.6	26.8	92.6
	粘土分	%	—	6.7	9.1	—	—	6.5	17.1	19.4	8.7	35.3	
	最大粒径	mm	2.00	4.75	4.75	0.85	4.75	2.00	2.00	4.75	4.75	0.85	
	均等係数 U_c		1.59	8.51	11.0	1.71	2.32	14.00	59.30	68.10	28.90	—	
	曲率係数 U_c'		1.00	2.1	2.1	1.00	1.04	7.14	0.77	0.42	9.64	—	
20%粒径 D_{20}	mm	0.1201	0.0236	0.0164	0.1382	0.1773	0.0773	0.0065	0.0053	0.0287	0.0018		
コンシステンシー	液性限界 W_L	%	—	NP	NP	—	—	—	39.0	40.0	—	66.3	
	塑性限界 W_p	%	—	NP	NP	—	—	—	24.0	24.2	—	29.7	
	塑性指数 I_p		—	—	—	—	—	—	15.0	15.8	—	36.6	
分類	分類名		分級された砂	砂質シルト	砂質シルト	分級された砂	粘性土混じり砂	粘性土質砂	粘性土質砂	砂質粘土	粘性土質砂	砂混じり粘土	
	分類記号		(SP)	(MS)	(MS)	(SP)	(S-Gs)	(SCs)	(SCs)	(CLS)	(SCs)	(CH-S)	
一軸圧縮試験	一軸圧縮強さ q_u (kN/m^2)		—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	一軸圧縮強さ q_u (kN/m^2)		—	—	—	—	—	—	—	—	—		
三軸圧縮試験	試験条件		—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	粘着力 C (kN/m^2)		—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	せん断抵抗角 ϕ (度)		—	—	—	—	—	—	—	—	—		
圧密試験	試験条件		—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	圧縮指数 C_c		—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	圧密降伏応力 P_c (kN/m^2)		—	—	—	—	—	—	—	—	—		

$$\rho_{sat} = \frac{[1+(W_n/100)] \cdot \rho_s \cdot \rho_w}{\rho_w + (W_n/S_r) \cdot \rho_s}$$

$$\gamma_{sat} = \rho_{sat} \times 9.8$$

ここに

ρ_{sat} : 飽和湿潤密度

ρ_s : 土粒子の密度

ρ_w : 水の密度

W_n : 自然含水比

S_r : 飽和度

(地下水位下の場合100%と考える)

γ_{sat} : 飽和単位重量

(換算係数 9.8)

以下、試験結果について各層毎に若干の説明を加える。

(1) 物理特性

① 土粒子の密度 ρ_s

土粒子の密度（比重）は、土粒子と有機物からなる土の固体部分の単位体積あたりの平均質量をいう。

一般的な土粒子の密度は、下表の通りであり今回の試料は、

B層…………… $\rho_s = 2.662 \text{g/cm}^3$

As1層…………… $\rho_s = 2.565 \sim 2.685 \text{g/cm}^3$ （平均 $\rho_s = 2.653 \text{g/cm}^3$ ）

Ac1層…………… $\rho_s = 2.602 \sim 2.646 \text{g/cm}^3$ （平均 $\rho_s = 2.633 \text{g/cm}^3$ ）

As2層…………… $\rho_s = 2.693 \text{g/cm}^3$

Ac2層…………… $\rho_s = 2.616 \text{g/cm}^3$

青字は粘性土

とB層及びAs1, As2層は沖積砂質土、Ac1, Ac2は沖積粘性土のそれぞれ一般値を示す。

表-4.4.3 主な鉱物及び土粒子の密度

土質名	密度 ρ_s (g/cm^3)
豊浦標準砂	2.64
沖積砂質土	2.6 ~ 2.8
沖積粘性土	2.5 ~ 2.75
洪積砂質土	2.6 ~ 2.8
洪積粘性土	2.5 ~ 2.75
泥炭（PEAT）	1.4 ~ 2.3
関東ローム	2.7 ~ 3.0
まさ土	2.6 ~ 2.8
しらす	1.8 ~ 2.4
黒ボク	2.3 ~ 2.6

地盤工学会：地盤材料の方法と解説（H21.11）

②含水比及び湿潤密度

表-4.4.4 主な土質の湿潤密度と含水比

	沖積世		洪積世		関東ローム	高有機質土
	粘性土	砂質土	粘性土	砂質土		
湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	1.2~1.6	1.6~1.8	1.6~1.8	1.8~2.0	1.2~1.5	0.8~1.3
含水比 W (%)	60~90	30~50	40~60	20~40	80~180	80~1200

地盤工学会：土質試験の基本と手引き (H17.9)

土の含水比は、土粒子・水・空気の3つの要素のうち、水と土粒子の質量比を百分率で表したものである。一般に粘性土は含水比が大きく、砂質土は小さい。

今回の試料は、

$$B層 \cdots \cdots W_n = 24.5\%$$

$$As1層 \cdots \cdots W_n = 28.8 \sim 47.4\% \quad (\text{平均 } W_n = 37.6\%)$$

$$Ac1層 \cdots \cdots W_n = 47.2 \sim 75.7\% \quad (\text{平均 } W_n = 61.4\%)$$

$$As2層 \cdots \cdots W_n = 30.6\%$$

$$Ac2層 \cdots \cdots W_n = 60.9\%$$

青字は粘性土

B層は沖積砂質土の一般値より小さめな値を示すがAs1, As2層は概ね沖積砂質土の一般値を示す。

Ac1Ac2層は、砂分が多い部分は沖積粘性土の一般値より少なめな値を示すがその他は沖積粘性土の一般値を示す。

土の湿潤密度は、土の単位体積あたりの質量をいい、土の基本的な物性値の一つで、各種の計算に用いられている。

今回実施した湿潤密度は、

$$Bs層 \cdots \cdots \rho_t = 1.777 \text{ g/cm}^3$$

$$As1層 \cdots \cdots \rho_t = 1.585 \sim 1.853 \text{ g/cm}^3 \quad (\text{平均 } \rho_t = 1.731 \text{ g/cm}^3)$$

$$Ac1層 \cdots \cdots \rho_t = 1.539 \sim 1.589 \text{ g/cm}^3 \quad (\text{平均 } \rho_t = 1.562 \text{ g/cm}^3)$$

青字は粘性土

Bs, As1層は、概ね沖積砂質土の一般値を示す。

Ac1層は、沖積粘性土の一般値を示す。

また、地下水位以下の試料は土粒子間の間隙はすべて水で満たされていたものと考えられる。

すなわち飽和度 $S_r=100\%$ である。

湿潤密度 ρ_t , 自然含水比 W_n , 土粒子の密度 ρ_s , 飽和度 S_r の関係は下式で表せる。

$$\rho_t = \frac{[1+(W_n/100)] \cdot \rho_s \cdot \rho_w}{\rho_w + (W_n/S_r) \cdot \rho_s}$$

地盤工学会：地盤材料の方法と解説 (H21. 11)

前述の式で飽和度 $S_r=100\%$ では湿潤密度 ρ_t =飽和湿潤密度 ρ_{sat} となる。

従って水の単位重量 $\rho_w=1(\text{g}/\text{cm}^3)$ とすれば、地下水面下の試料の場合、測定された自然含水比 W_n をもって、飽和度 $S_r=100\%$ と考えれば、飽和湿潤密度 ρ_{sat} が推定できる。

No. ②地点にて乱した試料による推定された湿潤密度を下記に示す。

As1層…………… $\rho_t = 1.730 \sim 1.950 \text{g}/\text{cm}^3$ (平均 $\rho_t = 1.841 \text{g}/\text{cm}^3$)

Ac1層…………… $\rho_t = 1.726 \sim 1.731 \text{g}/\text{cm}^3$ (平均 $\rho_t = 1.729 \text{g}/\text{cm}^3$)

As2層…………… $\rho_t = 1.928 \text{g}/\text{cm}^3$

Ac2層…………… $\rho_t = 1.623 \text{g}/\text{cm}^3$

青字は粘性土

とAs1, As2層については沖積砂質土の一般値よりやや大きめな値となり、Ac1, Ac2層においても沖積粘性土の一般値よりやや大きめな値を示す。

③ 粒度試験

粒度は、土粒子径の分布状態を全質量に対する百分率で表したもので粒径75 μ m以上はふるい分けにより、また、75 μ m以下は沈降分析により試験を行い、粒度試験の結果は、粒径により礫・砂・シルト・粘土の含有率によって表され、粒径加積曲線により表される。

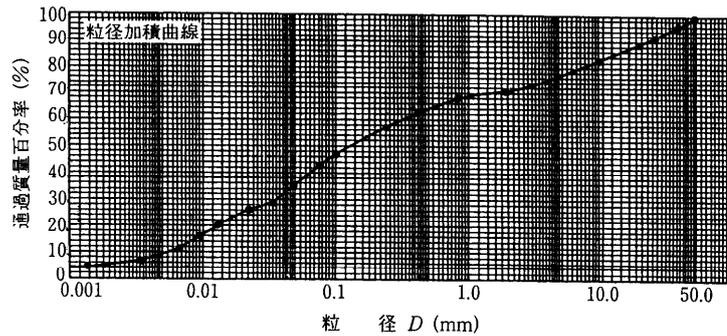


図-4.4.1 粒径加積曲線の例

地盤工学会：地盤材料の方法と解説 (H21.11)

表-4.4.5 粒径による土粒子の区分と工学的分類に用いる構成物の呼び名

粒 径	5 μ m		75 μ m	425 μ m	2mm	4.75mm	19mm	75mm
粒径区分	粘土	シルト	細砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫	
			砂		礫			
構成分	細粒分		砂分		礫分			
			粗粒分					

地盤工学会：地盤材料の方法と解説 (H21.11)

粒径加積曲線より、通過質量百分率の10, 30, 50, 60%に対する粒径D mmを読みとり、それぞれD₁₀～D₆₀とし、10%粒径・60%粒径等と称する。

土の粒度分布の良否を判定する均等係数U_cや曲率係数U_{c'}は次式によって与えられる。

$$\text{均等係数 } U_c = D_{60} / D_{10}$$

$$\text{曲率係数 } U_{c'} = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$$

均等係数 U_c は、粒径加積曲線の傾きを表し、均等係数が大きくなるほど粒径幅が広いことを表している。

細粒分5%未満の粗粒土に対しては、 $U_c \geq 10$ の土は「粒径幅の広い」といい、 $U_c < 10$ の土を「分級された」という。

又、曲率係数 U_c' は粒径加積曲線のなだらかさを示すもので、 U_c' が1～3の場合「粒径幅の広い」とされる。

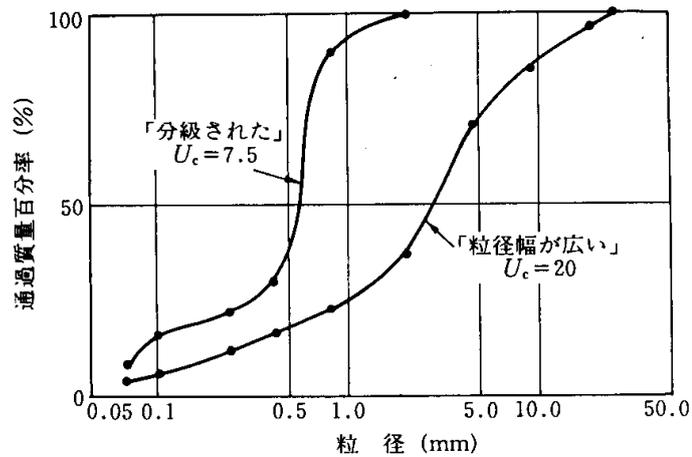


図-4.4.2 「粒径幅の広い」場合と「分級された」場合の例

地盤工学会：地盤材料の方法と解説 (H21. 11)

これより各層毎に試験結果を述べる。

○盛土層(B)

表-4.4.6 B層の粒度分布

地層名	試料番号	粗粒分(%)		細粒分(%)		細粒分含有率 F_c (%)
		礫分	砂分	シルト分	粘土分	
B層	6-S-1	0.3	72.2	19.1	8.4	27.5

B層は全体の72.2%が砂分で構成され、粘土・シルトなどの細粒分は27.5%と砂分主体の粒度分布を示す。

粒度分布の状態の目安となる均等係数は、 $U_c=23.5$ と粒径幅が比較的広く粒度分布が良い土と言える。

地盤材料の工学的分類では粘性土質砂(SCs)に区分される。

下記にB層の粒径加積曲線を下記に示す。

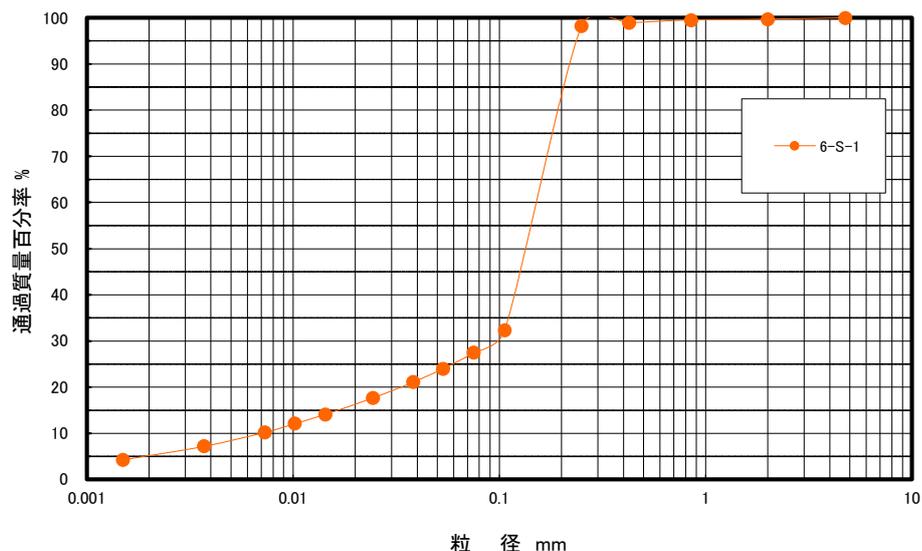


図-4.4.3 B層の粒径加積曲線

○沖積第一砂質土層 (As1)

表-4.4.7 As1層の粒度分布

地層名	試料番号	粗粒分 (%)		細粒分 (%)		細粒分 含有率F _c (%)
		礫分	砂分	シルト分	粘土分	
As2層	1-S-1	0.0	92.8	7.2	-	7.2
	4-S-1	0.0	87.7	8.5	3.6	12.1
	6-S-2	0.0	88.8	6.1	3.1	9.2
	6-S-3	0.1	91.8	8.1	-	8.1
	2-P-1	0.0	95.4	4.6	-	4.6
	2-P-2	0.1	39.8	53.4	6.7	60.1
	2-P-3	0.1	31.8	59.0	9.1	68.1
	2-P-4	0.0	95.3	4.7	-	4.7
	2-P-5	0.8	94.0	5.2	-	5.2
	2-P-6	0.1	80.2	13.3	6.5	19.8
	最大値	0.80	95.4	59.0	9.1	68.1
	最小値	0.00	31.8	4.6	3.1	4.6
	平均値	0.12	79.8	17.0	5.8	19.9

As1層は全体的には80%以上が砂分で構成され、粘土・シルトなどの細粒分は10%前後と砂分主体が殆どであるが2-P-2, 2-P-3は砂に近いシルトが多く結果的に中間土的な粒度分布を示す。

粒度分布の状態の目安となる均等係数は、 $U_c=3$ 以下を示す試料が多く粒径幅が狭く粒度分布が悪い土と言える。

地盤材料の工学的分類では全体には分級された砂(SP)、粘性土混じり砂(S-Cs)に区分されるが2-P-2, 2-P-3は砂質シルト(MS)に区分される。

次頁にAs1層の粒径加積曲線を下記に示す。

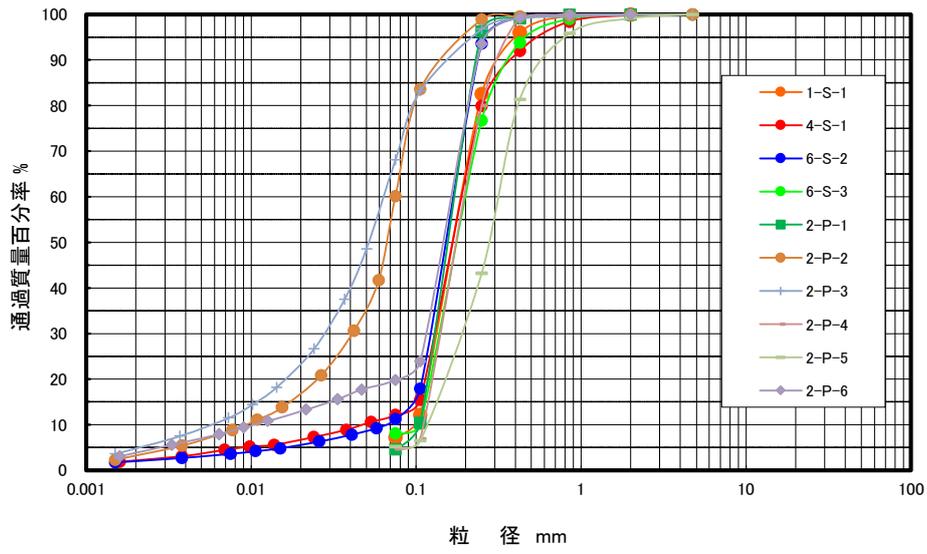


図-4.4.4 As1層の粒径加積曲線

○沖積第一粘性土層 (Ac1)

表-4.4.8 Ac1層の粒度分布

地層名	試料番号	粗粒分 (%)		細粒分 (%)		細粒分含有率 F_c (%)
		礫分	砂分	シルト分	粘土分	
Ac1層	1-T-1	0.0	2.0	61.6	36.4	98.0
	4-T-1	0.0	11.4	52.6	36.0	88.6
	6-T-1	0.0	15.9	50.0	34.1	84.1
	2-P-7	0.0	55.4	27.5	17.1	44.6
	2-P-8	0.2	47.2	33.2	19.4	52.6
	最大値	0.2	55.4	61.6	36.4	98.0
	最小値	0.0	2.0	27.5	17.1	44.6
	平均値	0.0	26.4	45.0	28.6	73.6

Ac1層は全体的には52.6～98.0%が粘土・シルトなどの細粒分で構成され粘性土主体の粒度分布となっているが2-P-7の試料は部分的に砂分が多くなっている。

粒度分布の状態の目安となる均等係数は、乱れの少ない試料では10%粒径にいたっておらず求められていないが2-P-7, 2-P-8の試料では $U_c=24$ 程度を示し粒径が広い試料となっている。

地盤材料の工学的分類では全体的に粘土(CH)、砂混じり粘土(CH-S)、砂質粘土(CHS)に区分される。

下記にAc1層の粒径加積曲線を示す。

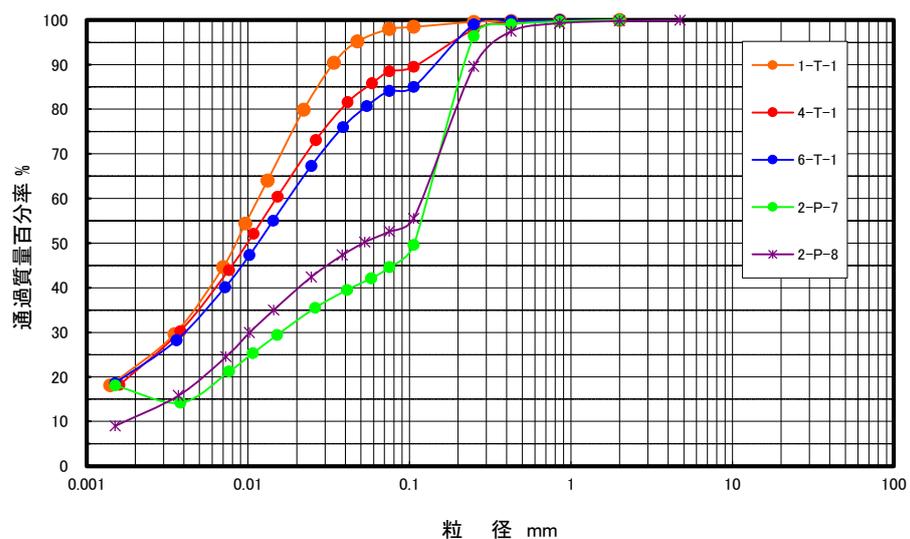


図-4.4.5 Ac1層の粒径加積曲線

○沖積第二砂質土層 (As2)

表-4.4.9 As2層の粒度分布

地層名	試料番号	粗粒分 (%)		細粒分 (%)		細粒分 含有率Fc (%)
		礫分	砂分	シルト分	粘土分	
As2層	2-P-9	0.3	72.9	18.1	8.7	26.8

As2層は全体の72.9%が砂分で構成され粘土・シルトなどの細粒分は26.8%と砂分主体の粒度組成となっている。

粒度分布の状態の目安となる均等係数は $U_c=28.9$ と粒径幅が広い土となっている。地盤材料の工学的分類では粘性土質砂(SCs)に区分される。

下記にAs2層の粒径加積曲線を示す。

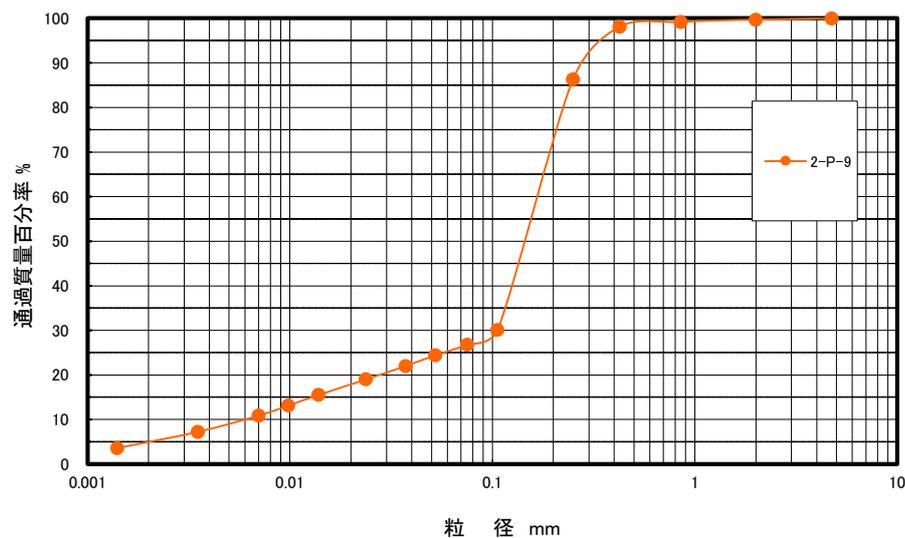


図-4.4.6 As2層の粒径加積曲線

○沖積第二砂質土層 (As2)

表-4.4.10 Ac2層の粒度分布

地層名	試料番号	粗粒分(%)		細粒分(%)		細粒分含有率Fc (%)
		礫分	砂分	シルト分	粘土分	
Ac2層	2-P-10	0.0	7.4	57.3	35.3	92.6

Ac2層は全体の92.6%が粘土・シルトなどの細粒分で構成され砂分は7.4%と粘性土主体の粒度組成となっている。

粒度分布の状態の目安となる均等係数は10%粒径に至っておらず求められていない。地盤材料の工学的分類では砂混じり粘土(CH-S)に区分される。

下記にAc2層の粒径加積曲線を示す。

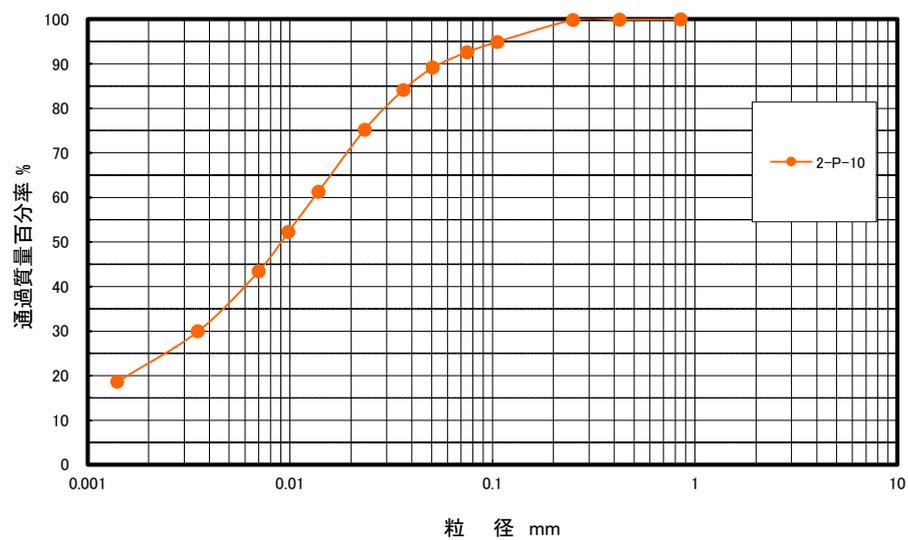


図-4.4.7 Ac2層の粒径加積曲線

尚、透水性を判断するために粗粒土(砂質土)を対象として、粒度試験結果から透水係数を推定する方法がある。

代表的なものに10%粒径D10を用いたHazen (ヘーゼン) の方法、20%粒径D20を用いたCreager (クレーガー) の方法がある。

ここでは後者のクレーガーの方法にて下表に示す「D20と透水係数の関係」より透水係数kを推定する。

表4.4.11 D20と透水係数の関係

D ₂₀ (mm)	k(cm/s)	土質	D ₂₀ (mm)	k(cm/s)	土質
0.005	3.0×10^{-6}	粘土	0.30	2.2×10^{-2}	中粒砂
0.01	1.0×10^{-5}	シルト	0.35	3.2×10^{-2}	
0.02	4.0×10^{-5}		0.40	4.5×10^{-2}	
0.03	8.5×10^{-5}		0.45	5.8×10^{-2}	
0.04	1.7×10^{-4}		0.50	7.5×10^{-2}	
0.05	2.8×10^{-4}		粗粒砂	0.6	1.1×10^{-1}
0.06	4.6×10^{-4}	極微粒砂		0.7	1.6×10^{-1}
0.07	6.5×10^{-4}			0.8	2.1×10^{-1}
0.08	9.0×10^{-4}			0.9	2.8×10^{-1}
0.09	1.4×10^{-3}			1.0	3.6×10^{-1}
0.10	1.7×10^{-3}		2.0	1.8	細礫
0.12	2.6×10^{-3}	微粒砂			
0.14	3.8×10^{-3}				
0.16	5.1×10^{-3}				
0.18	6.8×10^{-3}				
0.20	8.9×10^{-3}				
0.25	1.4×10^{-2}				

表-4.4.12 透水係数の概略値

		透水係数k (cm/s)											
		10 ⁻⁹	10 ⁻⁸	10 ⁻⁷	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹	10 ⁰	10 ⁺¹	10 ⁺²
透水性		実質上不透水			非常に低い	低い	中位		高い				
対応する土の種類		粘性土		微細砂, シルト 砂-シルト-粘土混合土			砂および礫		清浄な礫				
透水係数を直接測定する方法		特殊な変水位透水試験		変水位透水試験			定水位透水試験		特殊な変水位透水試験				
透水係数を間接的に測定する方法		圧密試験結果から計算			なし		清浄な砂と礫は粒度と間隙比から計算						

以下、粒度試験結果より砂質土層(B, As1, As2)の透水係数 k を推定し下表に示す。

表-4.4.13 粒度試験から推定したAs層の透水係数

地層区分	試料番号	深度 GL-(m)	20%粒径D20 (mm)	透水係数k (cm/s)
B	6-S-1	1.50~2.30	0.0336 → 0.03	8.5×10^{-5}
As1	1-S-1	2.80~3.60	0.1207 → 0.12	2.6×10^{-3}
	4-S-1	3.00~3.80	0.1223 → 0.12	2.6×10^{-3}
	6-S-2	3.00~3.80	0.1101 → 0.10	1.7×10^{-3}
	6-S-3	6.00~6.80	0.1348 → 0.12	2.6×10^{-3}
	2-P-1	5.15~5.45	0.1201 → 0.12	2.6×10^{-3}
	2-P-2	6.15~6.45	0.0236 → 0.02	4.0×10^{-5}
	2-P-3	7.15~7.45	0.0164 → 0.02	4.0×10^{-5}
	2-P-4	8.15~8.45	0.1382 → 0.12	2.6×10^{-3}
	2-P-5	9.15~9.45	0.1773 → 0.16	5.1×10^{-3}
As2	2-P-6	10.15~10.45	0.0773 → 0.07	6.5×10^{-4}
	2-P-9	18.15~18.45	0.0287 → 0.03	8.5×10^{-5}

以上の結果、細粒分含有率により若干ばらつきがあるがAs層は $\times 10^{-3}$ のオーダーが多く概ね砂及び微細砂の一般的な値と推定される。

細粒分の多くなる2-P-2, 2-P-3, 2-P-9では推定される透水係数は小さくなる。

④コンシステンシー特性

シルト分や粘土分を多く含む細粒土は、図-4.4.8に示すように含水量に応じて液体から固体まで状態が変化する。含水量による状態変化や変形のしやすさを総称してコンシステンシーといい、液性限界・塑性限界・塑性指数は次のように定義される。

液性限界 w_L (%) : 土が液体から塑性体に移る境界の含水比をいう。

塑性限界 w_p (%) : 土が塑性体から半固体上に移る境界の含水比。

塑性指数 I_P (%) : 液性限界と塑性限界の差をいい、塑性限界が大きいほど塑性的な土であることを示す。

表-4.4.14 液性・塑性限界の測定例

土の種類	液性限界 w_L %	塑性限界 w_p %
粘土(沖積層)	50~130	30~60
シルト(沖積層)	30~80	20~50
粘土(洪積層)	35~90	20~50
関東ローム	80~150	40~80



図-4.4.8 土の状態とコンシステンシー限界

地盤工学会：地盤材料の方法と解説 (H21.11)

又、コンシステンシー限界より、土の工学的特性を推定することができ土の安定性(コンシステンシー指数 I_c)や盛土材料としての適否、非排水せん断強度・せん断抵抗角や静止土圧係数の推定などが挙げられる。

今回は、乱れの少ない試料及びNo. ②地点の乱した試料にて細粒分35%以上の試料で行い試験結果を次頁の表-4.4.15に示す。

表-4.4.15 各試料のコンシステンシー特性

地層名	試料番号	自然含水比 W _n (%)	液性限界 WL (%)	塑性限界 WP (%)	塑性指数 IP
B	6-S-1	24.5	NP	NP	—
As1	1-S-1	38.9	NP	NP	—
	4-S-1	44.9	NP	NP	—
	6-S-2	33.4	NP	NP	—
	6-S-3	35.4	NP	NP	—
	2-P-2	47.4	NP	NP	—
	2-P-3	39.0	NP	NP	—
Ac1	1-T-1	75.7	79.2	32.2	47.0
	4-T-1	70.7	77.5	32.3	25.3
	6-T-1	65.8	69.7	25.3	44.4
	2-P-7	47.6	39.0	24.0	15.0
	2-P-8	47.2	40.0	24.2	15.8
Ac2	2-P-10	60.9	66.3	29.7	36.6

砂質土主体のB層及びAs1層は砂質土主体でNPとなっている。

Ac1及びAc2層の液性限界WLは概ね沖積シルトの一般値の範囲にあるが自然含水比が液性限界に近い値もしくは大きい値を示しており、この土を掘削作業などで練り返した場合には不安定になる要素を多分にもった土と思われる。

(2) 力学特性

① 一軸圧縮試験

一軸圧縮試験は、側圧を受けない状態で自立する供試体の圧縮強度を求める試験で、一軸圧縮強さ (q_u) とは、側圧を受けない供試体の最大圧縮応力をいう。

この試験は、主として乱さない粘性土が対象となるが締め固めた土や砂質土等の自立した供試体にも適用される。

一軸圧縮試験結果からは、土の粘着力 ($c=q_u/2$)、また、変形係数 (E_{50}) からの土の乱れ具合判定が行われているが一軸圧縮試験は試料の乱れの影響を受けやすいので試料の取り扱い及び試験値の利用には十分注意が必要とされる。

今回は、Ac1層の乱れの少ない試料にて実施した。

1-T-1 (Ac1層) $q_u = 88.9 \sim 95.6 \text{ kN/m}^2$
4-T-1 (Ac1層) $q_u = 92.1 \sim 105.0 \text{ kN/m}^2$
6-T-1 (Ac1層) $q_u = 129.0 \sim 138.0 \text{ kN/m}^2$

と深度がやや深い影響でやや大きめの値となっている。

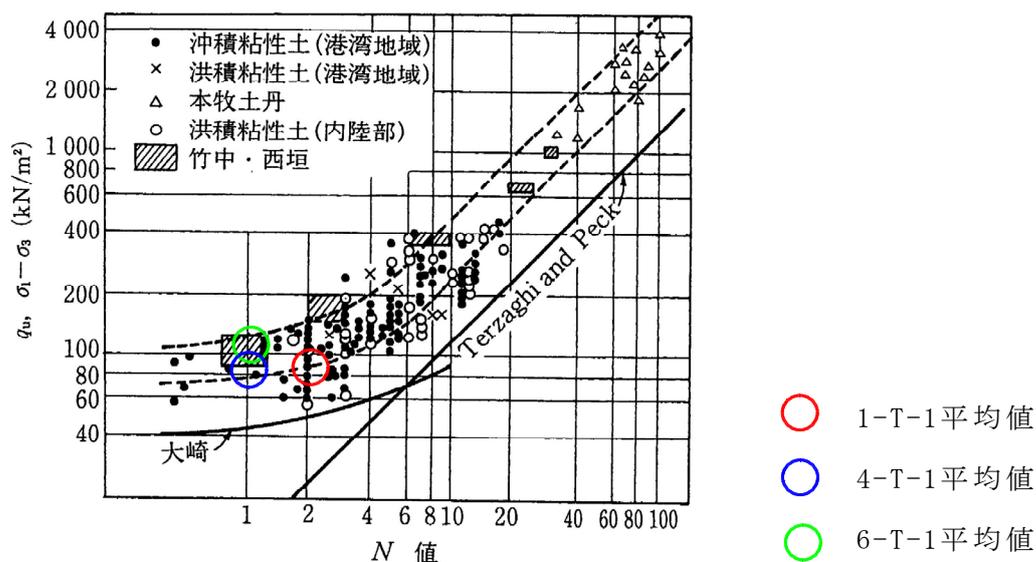


図-4.4.9 q_u とN値との関係

(社)地盤工学会：地盤調査の方法と解説 (H25.3)

表-4.4.16 基礎地盤の種類と許容鉛直支持力度(常時値)

支持地盤の種類		許容鉛直支持力度 qa (kN/m ²)	目安とする値	
			一軸圧縮強度 qu (kN/m ²)	N 値
岩盤	亀裂の少ない均一な硬岩	1000	10000 以上	——
	亀裂の多い硬岩	600	10000 以上	——
	軟岩・土丹	300	1000 以上	——
礫層	密なもの	600	——	——
	密でないもの	300	——	——
砂質地盤	密なもの	300	——	30 ~ 50
	中位なもの	200	——	20 ~ 30
粘性土地盤	非常に堅いもの	200	200 ~ 400	15 ~ 30
	堅いもの	100	100 ~ 200	10 ~ 15

「道路土工・擁壁工指針(平成24年7月)」

一般に $\phi = 0^\circ$ とみなせる粘性土については一軸圧縮強度と粘着力の間には経験上 $C=qu/2$ となる関係式が成立するとされており、この関係式より、平均 qu を参考に粘着力 C を推定した。

$$1-T-1(Ac1層) \quad \dots\dots C = 44.5 \sim 47.8 \text{ kN/m}^2$$

$$4-T-1(Ac1層) \quad \dots\dots C = 46.1 \sim 52.5 \text{ kN/m}^2$$

$$6-T-1(Ac1層) \quad \dots\dots C = 64.5 \sim 69.0 \text{ kN/m}^2$$

②三軸圧縮試験

三軸圧縮試験は、拘束圧を作用させた状態での圧縮強度で、側圧 σ_3 を変えながら3供試体以上の試験を行い、それぞれの破壊強さ σ_1 を求める。この結果によりモールの応力円を作図し、粘着力C及び内部摩擦角 ϕ を求める。

試験結果は、地盤の支持力、斜面の安定、土圧の算定等に用いられる。

今回は、粘性土についてはUU条件(非圧密非排水)、砂質土については排水条件CD(圧密排水)にて試験を実施した。

試験結果を下記に示す。

表-4.4.17 各試料の三軸圧縮試験結果

地層名	試料番号	試験条件	粘着力 C (KN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (°)
B層	1-S-1	CD	3.4	38.0
As1	1-S-1	CD	19.6	38.6
	4-S-1	CD	19.4	35.3
	6-S-2	CD	8.6	39.4
	6-S-3	CD	26.6	38.0
Ac1	1-T-1	UU	50.8	0.3
	4-T-2	UU	47.1	0.7
	6-T-1	UU	65.0	0.0

盛土層(B)及び沖積第一砂質土層(As1)については粘着力Cは3.4~26.6kN/m²、内部摩擦角 $\phi = 35.3 \sim 39.4^\circ$ と内部摩擦角を有する砂質土特有の強度特性を示すが粘着力も若干有している。

沖積第一粘性土層(Ac1)については粘着力C=47.1~65.0kN/m²、内部摩擦角 $\phi = 0 \sim 0.3^\circ$ と強度定数は小さい。

C=2/quより推定された粘着力に比べ比較的に近い値となっている。

③ 圧密試験

圧密とは、飽和した粘性土に荷重が作用したときに、粘土中の間隙水が排出されるために生じる体積変化であり、この現象を予測するための試験が圧密試験である。

圧密試験によって得られる常数は、圧密降伏応力 P_c 、圧縮指数 C_c 、体積圧縮係数 m_v 、圧密係数 C_v などである。

圧密降伏応力 P_c は、過去にうけた応力の大きさを示すものであり、今回はNo. ①、No. ④、No. ⑥地点で採取した下記の6試料を対象に実施した。
今回の結果は次のとおりである。

表-4.4.18 各試料の圧密特性

地点名	地層名	試料番号	採取深度 (m)	圧縮指数 C_c	圧密降伏応力 P_c (KN/m^2)
No. ⑥	B層	6-S-1	1.50~2.30	0.096	533.4
No. ①	As1層	1-S-1	2.80~3.60	0.252	477.3
No. ④	As1層	4-S-1	3.00~3.80	0.229	603.5
No. ①	Ac1層	1-T-1	14.00~14.80	0.927	184.4
No. ④	Ac1層	4-T-1	13.00~13.80	0.734	200.2
No. ⑥	Ac1層	6-T-1	9.50~10.30	0.694	220.3

と比較的深度が浅い砂質土については砂分主体であることから非常に大きな値を示す。

沖積第一粘性土については、As1層以深のやや深い新しい時代の層であることから $P_c=184.4\sim 220.3\text{kN/m}^2$ の結果が得られた。

また、圧密降伏応力 P_c とその土を採取した深度の有効土被り圧 P_o を比較すれば、その土の現在の圧密状態が分かるが、 P_c と P_o の関係から分類されるそれぞれの土についての工学的な意味を次頁に示す。

・ 正規圧密粘性土 ($P_c \doteq P_o$)

最近堆積して自重のもとで平衡に至ったもので、二次圧縮をそれほど受けていない粘性土。

現位置地盤の土被り荷重 (P_c 点付近) まで圧密は生じないが、それに付加荷重が加わると大きな沈下を生ずる。

・ 過圧密粘性土 ($P_c > P_o$)

現行有効上載圧より大きな有効上載圧を過去に受けたことのある粘性土。

付加荷重を加えても、 P_c 点付近までは沈下が発生しない。

土被り荷重 P_o と圧密降伏応力 P_c の関係から過圧密比 OCR を算定し、表-4.4.20 に示す。

表-4.4.19 OCR と圧密状態

OCR: 過圧密比	
OCR = P_c / P_o	∴ OCR と圧密状態
	OCR < 1 圧密未了
	OCR = 1 正規圧密
	OCR = 1 ~ 2 軽い過圧密
	OCR = 2 ~ 8 過圧密
	OCR > 8 強い過圧密

4.4.20 各試料の P_c と P_o の関係

調査地点	No.⑥	No.①	No.④	No.①	No.④	No.⑥
	6-S-1 盛土層 (B) 1.50m~2.30m	1-S-1 沖積第一砂質土層 (As1) 2.80m~3.60m	4-S-1 沖積第一砂質土層 (As1) 3.00m~3.80m	1-T-1 沖積第一粘性土層 (Ac1) 14.00m~14.80m	4-T-1 沖積第一粘性土層 (Ac1) 13.00m~13.80m	6-T-1 沖積第一粘性土層 (Ac1) 9.50m~10.30m
算定深度 GL-m	2.00	3.20	3.40	14.40	13.40	10.00
圧密降伏応力 P_c (kN/m^2)	533.4	477.3	603.5	184.4	200.2	220.3
有効土被り荷重 P_o (kN/m^3)	34.8	54.9	52.7	143.4	149.7	101.4
OCR	15.33	8.69	11.45	1.29	1.34	2.17
$P_c - P_o$ (kN/m^2)	498.6	422.4	550.8	41.0	50.5	118.9

B層及びAs1層は砂分主体で砂の即時沈下となり非常に大きな値を示す。

今回の調査地に分布する沖積粘性土層 (Ac) の P_c は、現行の有効上載圧 P_o に比べて若干大きい値となっており、軽い過圧密ないし過圧密状態である。

尚、有効土被り圧 P_o は、表-5.1.2各層の土質定数の単位体積重量を参考とし、地下水位以下は、 -10 kN/m^3 とした。

5.調査結果からの考察

5-1 設計用土質定数の設定

(1) 土質定数の設定方法

調査結果を基に、建築予定地に分布する各層の土質定数を提案する。

尚、定数の設定に当たっては実測値があるものについては実測値を採用し、ないものについては土質やN値から「建築基礎構造設計指針：日本建築学会」及び「地盤調査法：(社)地盤工学会」など諸基準に提唱されている経験式や経験値等を参考にして土質定数を推定する。

①設計N値 : 《標準貫入試験結果より》

$$\text{設計N} = \text{平均N} - 1/2 \text{ (標準偏差)}$$

②内部摩擦角 ϕ

設計Nより次式を用いる。

$$\phi = \sqrt{20 \cdot N + 15}^\circ$$

この場合砂質土に適用され、粘着力Cは0 kN/m²として扱う。

③粘着力C

判断材料がN値のみである場合は次式を用いる。

$$q_u = 12.5N \quad (\text{kN/m}^2) \quad \text{《地盤調査法より》}$$

$$C = q_u/2 = 6.25N \quad (\text{kN/m}^2)$$

ただし、 $\phi = 0^\circ$ とする。

尚、実測値のない粘性土層の土質定数は粘着力Cのみを考慮し、せん断抵抗角 ϕ は0 $^\circ$ として扱うこととする。

尚、建築基礎構造設計指針では、原位置で採取した乱さないサンプリング試料から求めることが基本とされ、経験式はN値の小さいところでは信頼性が低いことから注意が必要とされている。

④ 湿潤密度 ρ_t

乱れの少ない試料採取を実施していない場合、表-5.1.1を及び物理試験結果からの推定式を参考とする。

表-5.1.1 設計に用いる土質定数

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

建築基礎構造設計指針2019: 日本建築学会

乱れの少ない試料採取を実施していない場合、湿潤密度は測定していないが、試験試料はすべて地下水位以下であるため、土粒子間の間隙はすべて水で満たされていたものと考えられる。すなわち飽和度 $S_r = 100\%$ である。

湿潤密度 ρ_t , 自然含水比 W_n , 土粒子の密度 ρ_s , 飽和度 S_r の関係は下式で表せる。

$$\rho_t = \frac{[1 + (W_n/100)] \cdot \rho_s \cdot \rho_w}{\rho_w + (W_n/S_r) \cdot \rho_s}$$

土質工学会：土質試験の方法と解説 P51 1990年7月

上式で飽和度 $S_r = 100\%$ では湿潤密度 $\rho_t =$ 飽和湿潤密度 ρ_{sat} となる。

従って水の単位重量 $\rho_w = 1 (\text{g/cm}^3)$ とすれば、地下水面下の試料の場合、測定された自然含水比 W_n をもって、飽和度 $S_r = 100\%$ と考えれば、飽和湿潤密度 ρ_{sat} が推定でき、表-4.4.1の土質試験結果に示すとおりである。

また、物理試験を実施していない層および粗粒分主体で含水分が絞れている試料については、表-5.1.1を参考とする。

⑤ 変形係数 E

設計Nを参考に土質調査法に示されている吉中の式から推定する。

$$E = 0.678 N^{0.9985} (\text{MN/m}^2) \approx 0.7 N (\text{MN/m}^2)$$

(2) 各層の土質定数の設定

① 盛土層 (B)

- ・ 設計N値 = 2
- ・ 単位体積重量 γ = 17.4 kN/m³ (6-S-1の実測値×9.8とした。)
- ・ 粘着力 C = 0kN/m² (6-S-1の実測値は小値であり見込まない。)
- ・ せん断抵抗角 ϕ = 38.0→35° (6-S-1の実測値を参考とし細粒分の混入を考慮し低減した。)
- ・ 変形係数 E = 1.4 MN/m² (経験式0.7N (MN/m²) より)

② 沖積第一砂質土層 (As1)

- ・ 設計N値 = 11.6→11 (設計N=平均N-1/2 (標準偏差) より。)
- ・ 単位体積重量 γ = 17.0 kN/m³ (As1層の実測値から平均値を参考とし×9.8とした。)
- ・ 粘着力 C = 15.0 kN/m² (As1層の実測値から平均値を参考とし丸めた。)
- ・ せん断抵抗角 ϕ = 37.8→38° (As1層の実測値から平均値を参考とした。)
- ・ 変形係数 E = 7.3 MN/m² (実測値の最小値を参考とした。)

③ 沖積第一粘性土層 (Ac1)

- ・ 設計N値 = 1.3→1 (設計N=平均N-1/2 (標準偏差) より。)
- ・ 単位体積重量 γ = 15.3 kN/m³ (Ac1層の実測値の平均値を参考とし×9.8とした。)
- ・ 粘着力 C = 54.3→54 kN/m² (Ac1層の実測値の平均値を参考とした。)
- ・ せん断抵抗角 ϕ = 0° (Ac1層の実測値は小値であることから見込まない。)
- ・ 変形係数 E = 3.0 MN/m² (Ac1層の一軸圧縮試験結果のE50より最小値を参考とした。)

④ 沖積第二砂質土層 (As2)

- ・ 設計N値 = 5.5→5 (設計N=平均N-1/2 (標準偏差) より。)
- ・ 単位体積重量 γ = 18.9→18.0 kN/m³ (土粒子の密度試験結果の換算値を参考に丸めた。)
- ・ 粘着力 C = 0kN/m² (砂質土であることから安全側に0kN/m²とした。)
- ・ せん断抵抗角 ϕ = 25.0→25° (建築基礎構造設計指針に示す経験式より。)
- ・ 変形係数 E = 3.5 MN/m² (経験式0.7N (MN/m²) より)

⑤ 沖積第二粘性土層 (Ac2)

- ・ 設計N値 = 2.7 → 2 (設計N=平均N-1/2 (標準偏差) より。)
- ・ 単位体積重量 γ = 15 kN/m³ (表-5.1.1より地下水位以深のゆるいシルトを参考とした。)
- ・ 粘着力 C = 12.5 → 12 kN/m² (設計Nを参考に経験式C=6.25を参考とした。)
- ・ せん断抵抗角 ϕ = 0° (粘性土であることから見込まない。)
- ・ 変形係数 E = 1.4 MN/m² (経験式0.7N (MN/m²) より)

⑥ 沖積第三砂質土層 (As3)

- ・ 設計N値 = 12.4 → 12 (設計N=平均N-1/2 (標準偏差) より。)
- ・ 単位体積重量 γ = 18.0 kN/m³ (表-5.1.1より地下水位以深の砂の平均値を参考とした。)
- ・ 粘着力 C = 0kN/m² (砂質土であることから安全側に0kN/m²とした。)
- ・ せん断抵抗角 ϕ = 30.5 → 31° (建築基礎構造設計指針に示す経験式より。)
- ・ 変形係数 E = 8.4 MN/m² (経験式0.7N (MN/m²) より)

⑦ 沖積第三粘性土層 (Ac3)

- ・ 設計N値 = 4.1 → 4 (設計N=平均N-1/2 (標準偏差) より。)
- ・ 単位体積重量 γ = 15.0 kN/m³ (表-5.1.1より地下水位以深のゆるいシルトを参考とした。)
- ・ 粘着力 C = 25.0 → 25 kN/m² (設計Nを参考に経験式C=6.25を参考とした。)
- ・ せん断抵抗角 ϕ = 0° (粘性土であることから見込まない。)
- ・ 変形係数 E = 2.8 MN/m² (経験式0.7N (MN/m²) より)

⑧ 沖積第四砂質土層 (As4)

- ・ 設計N値 = 16.7 → 16 (設計N=平均N-1/2 (標準偏差) より。)
- ・ 単位体積重量 γ = 18.0 kN/m³ (表-5.1.1より地下水位以深の砂の平均値を参考とした。)
- ・ 粘着力 C = 0 kN/m² (砂質土であることから安全側に0kN/m²とした。)
- ・ せん断抵抗角 ϕ = 32.9 → 33° (建築基礎構造設計指針に示す経験式より。)
- ・ 変形係数 E = 11.2 MN/m² (経験式0.7N (MN/m²) より)

⑥上総層群梅ヶ瀬層(Um)

- ・ 設計N値 = 60
- ・ 単位体積重量 γ = 17.0 kN/m³ (表-5.1.1.1飽和単位体積重量(地下水位以深)の注:かたいものより。)
- ・ 粘着力 C = 375→380 kN/m² (経験式C=6.25Nとした。)
- ・ せん断抵抗角 ϕ = 0° (粘性土であることから無視する。)
- ・ 変形係数E = 42.0 MN/m² (経験式0.7N(MN/m²)より)

○地層別設計用土質定数

提案した各地層毎の土質定数は表-5.1.2のようにまとめられる。

表-5.1.2 地層別設計用土質定数

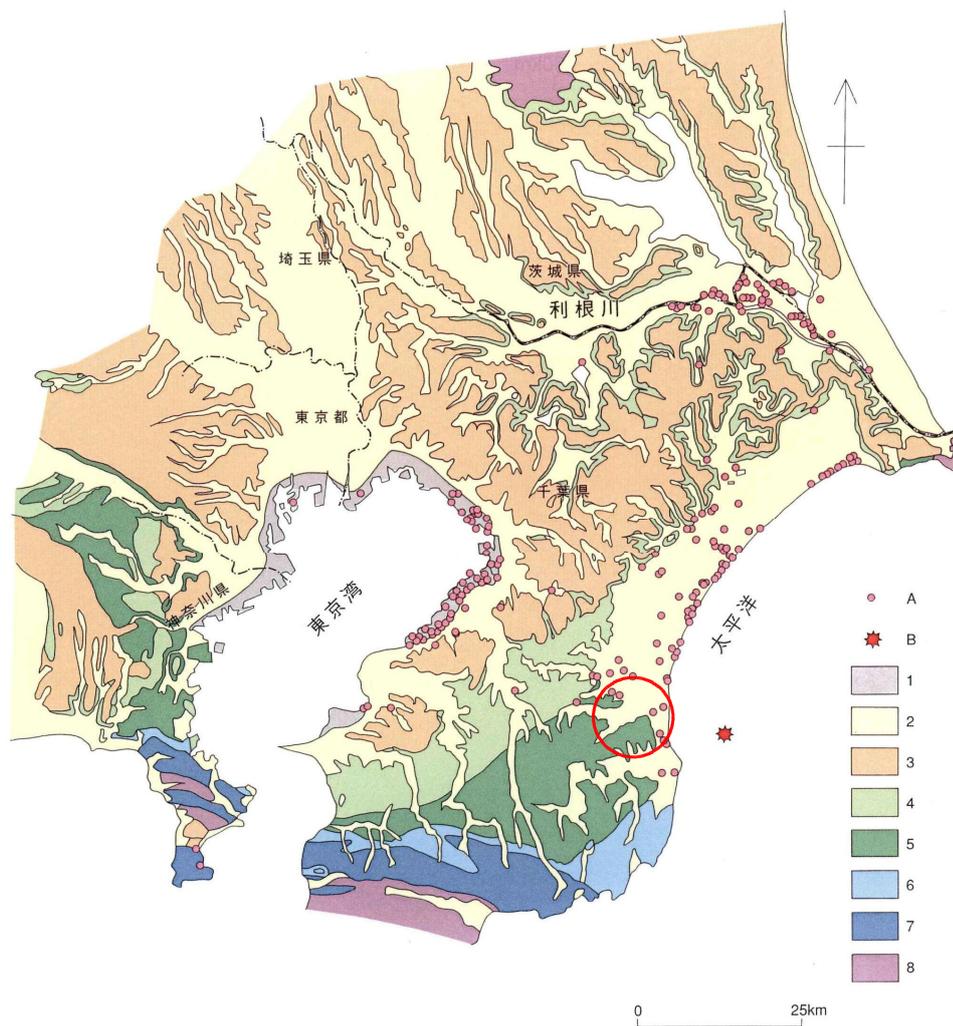
地質時代	地層区分	土質記号	設計N値	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	せん断抵抗角 ϕ (度)	変形係数 E (MN/m ²)	
第四紀	完新統 沖積層	盛土層	B	2	17.4	0	35	1.4
		第一砂質土層	As1	11	17.0	15	38	7.3
		第一粘性土層	Ac1	1	15.3	54	0	3.0
		第二砂質土層	As2	5	18.0	0	25	3.5
		第二粘性土層	Ac2	2	15.0	12	0	1.4
		第三砂質土層	As3	12	18.0	0	31	8.4
		第三粘性土層	Ac3	4	15.0	25	0	2.8
		第四砂質土層	As4	16	18.0	0	33	11.2
	洪新統	上総層群 梅ヶ瀬層	Um	60	17.0	380	0	42.0

5-2 地震時の液状化について

2011年3月11日に発生した東日本大震災(M9.2)においてはまだ記憶に新しいところであり、東北～千葉県の太平洋岸及び東京湾岸や利根川沿岸の広い範囲で過去最大の液状化現象が発生した。

また、千葉県においても東京湾岸の埋立地で噴砂・噴水が確認されている。

液状化による構造物への大きな被害は報告も報告され千葉市～浦安市や佐原市にかけて軒並み液状化が発生した。



A：噴砂口 B：1987年千葉県東方沖地震の震央 1：埋立人工地層 2：完新統 3：上部更新統 4：中部更新統 5：下部更新統
6：鮮新統 7：中新統 8：先第三系 液状化・流動化現象の認められた地域はすべて人自不整合上の人工地層のところであった。すなわち、東京湾岸の埋立地、九十九里地域では砂鉄採取跡地、利根川下流域では利根川河川改修に伴ってできた三日月湖の埋立地、内陸部では内陸造成地の盛り土部分である

図-5.2.1 千葉県東方沖地震における主な液状化・流動化現象が認められた地点

今回の調査地は、九十九里低地に近接した河川により開析された低地部に位置しており、計画地で実施したボーリング調査結果によれば、盛土層以下には堆積年代の新しい沖積砂質土層及び粘性土層が存在しており、加えてそれらが地下水位以下に分布していることから地震時の液状化が懸念される。

ここで、液状化の生じやすい地形と地盤を以下に示す。

○自然な地形

湾岸、三角州、河口、砂丘の後背低地、砂丘間低地、砂丘の裾、潟・湖・沼の沿岸、旧河道、河川沿い、扇状地の末端、自然堤防の周囲、谷底低地。

○人工の地形

干拓地、浚渫による埋立・盛土、潟・湖沼・湿地・水田・谷地形の盛土、砂の盛土の港湾・道路・鉄道・堤防など

○液状化現象の生じやすい地盤

- ①地下水位が浅い（水で飽和されている場所）
- ②締まりの緩い砂質土（沖積層）
- ③粒径のそろった粒度分布の悪い砂質土

今回の調査では、No. ②地点を対象にGL-20mまでの標準貫入試験時に採取された乱した試料に対して数試料の粒度試験を実施していることから、これらの試験結果をもとに液状化の判定を行う。

液状化の判定に当たっては「建築基礎構造設計指針 2019改訂」（日本建築学会）に準ずるものとする。

1. 液状化判定方法

(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は、一般に地表面から20m程度以浅の沖積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、埋立地盤など人工造成地盤では細粒土含有率が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(0.005mm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%以下の埋立あるいは盛土地盤については液状化の検討を行う。

細粒土を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫は液状化の可能性が否定できないのでそのような場合にも液状化の検討を行う。

(2) 液状化危険度予測

液状化判定は図-5.2.2～図-5.2.4を用いて以下の手順によって行ってよい。

(a) 検討地点の地盤内の各深さに発生する等価な繰返しせん断応力比を次式から求める。

$$\frac{\tau_d}{\sigma_z'} = \gamma_n \frac{\alpha_{\max}}{g} \cdot \frac{\sigma_z}{\sigma_z'} \gamma_d \quad (5.1)$$

ここに、 τ_d は水平面に生じる等価な一定繰返しせん断応力振幅(KPa)、 σ_z' は検討深さにおける有効土被り圧(鉛直有効応力)(KPa)、 γ_n は等価の繰返し回数に関する補正係数で0.1(M-1)、Mはマグニチュード、 α_{\max} は地表面における設計用水平加速度(cm/s^2)、 g は重力加速度(980cm/s^2)、 σ_z は検討深さにおける全土被り圧(鉛直応力)(KPa)、 γ_d は地盤が剛体でないことによる低減係数で次式で与えられる。

$$\gamma_d = 1 - 0.015z \quad (5.2)$$

ここに、 z はメートル単位で表した地表面からの検討深さである。

(b) 対応する深度の補正N値(N_a)を次式から求める。

$$N_1 = C_N \cdot N \quad (5.3)$$

$$C_N = \sqrt{98 / \sigma_z'} \quad (5.4)$$

$$N_a = N_1 + \Delta N_f \quad (5.5)$$

ここに、 N_1 は換算N値、 C_N は拘束圧に関する換算係数、 ΔN_f は細粒土含有率FCに応じた補正N値増分で、図-5.2.2による。

Nはトンビ法または自動落下による実測N値とする。

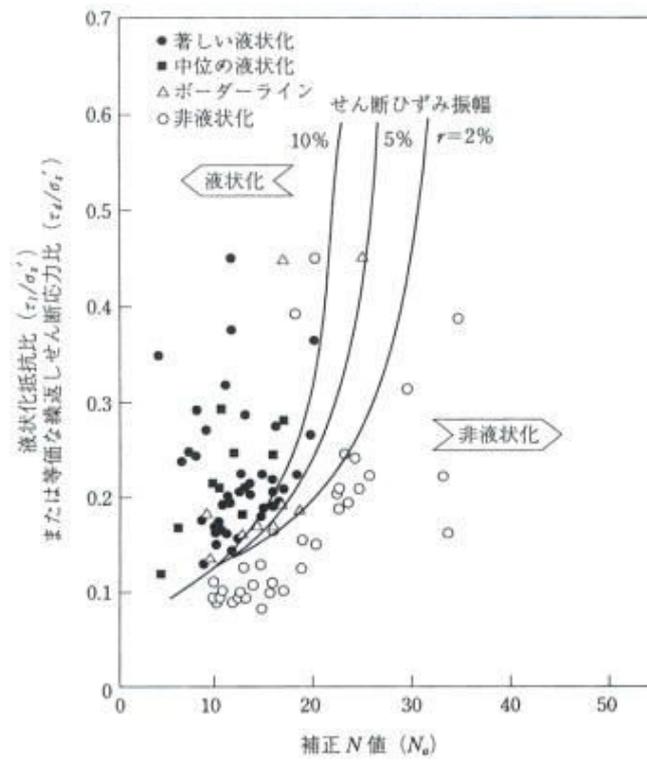


図-5.2.2 補正N値と液状化抵抗，動的せん断ひずみの関係

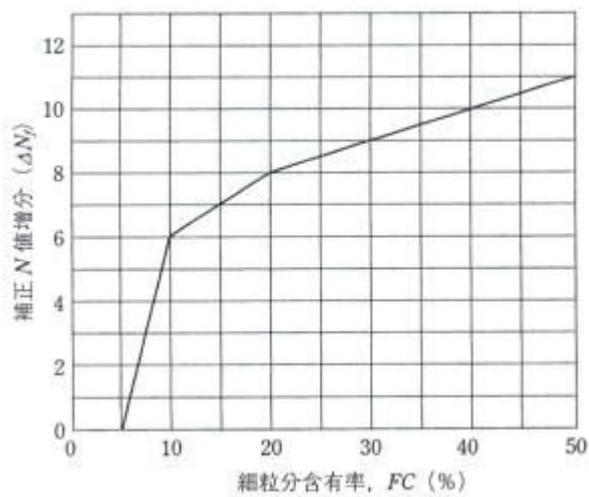


図-5.2.3 細粒分含有率とN値の補正係数

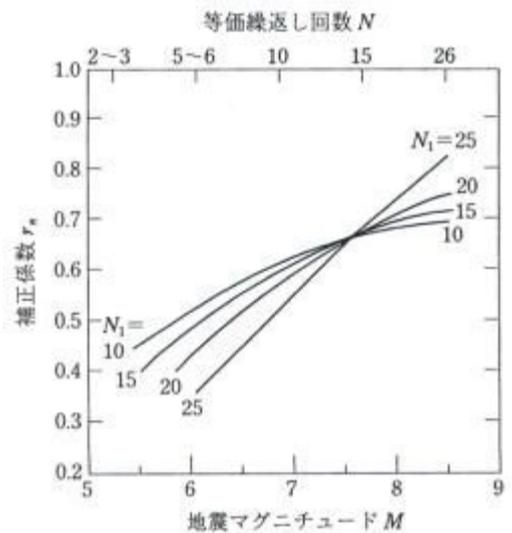


図-5.2.4 補正N値，マグニチュード，繰り返し回数と補正係数の関係

また、N値が大きくなりやすい礫質土に対しては、その平均粒径 D_{50} により図-5.2.4のようなN値補正係数 C_{sb} を暫定的に用いることができる。

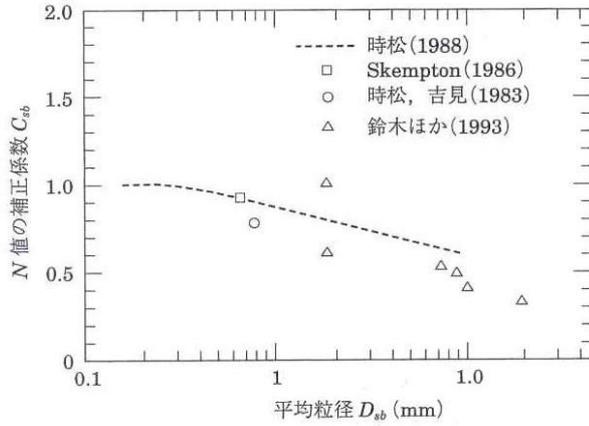


図-5.2.5 砂礫地盤のN値補正係数

(c) 図-5.2.2中の限界せん断ひずみ曲線5%を用いて、補正N値(N_a)に対応する飽和土層の液化抵抗比 $R = \tau_1 / \sigma_z'$ を求める。

ここに τ_1 は、水平面における液化抵抗である。

$$F_1 = \frac{\tau_1 / \sigma_z'}{\tau_d / \sigma_z'} \quad (5.6)$$

(5.6)式から求めた F_1 値が1より大きくなる土層については液化発生の可能性はないものと判定し、逆に1以下となる場合はその可能性があり、値が小さくなるほど液化発生危険度が高く、また、 F_1 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。

2. 検 討

(1) モデル地盤について

液状化判定用のモデル地盤は、No. ②地点とする。

尚、前述のとおり、各地点では液状化判定のための室内土質試験(粒度試験)を実施している。

(2) 検討に用いる土質定数

「建築基礎構造設計指針」では液状化判定の対象層の条件として、「細粒土含有率が35%以下の土」としている。

各地点における粒度試験結果によればBs層、As1層～As3層上部で細粒土含有率は35%以下となっており、液状化判定の対象となる。

今回はNo. 1、No. 5地点の地下水位下20m以浅に分布する層を対象とし、実施した室内土質試験結果及び5-1にて設定した土質定数を参考に検討に用いる定数を表-5.2.1に示す。

表-5.2.1 No. ②地点：検討に用いる土質定数

調査地点	地層区分	主な土質	計算深度 G.L-(m)	N値	単位体積重量 γ (kN/m ³)	細粒分含有率 Fc (%)	
No. ② 地下水位 GL-5.10m	第一砂質土層(As1)	細砂 シルト質細砂	5.30	18	17.0	4.6	
			6.30	14	17.0	60.1	
			7.30	20	17.0	68.1	
			8.30	37	17.0	4.7	
			9.30	31	17.0	5.2	
			10.30	12	17.0	19.8	
	第一粘性土層(Ac1)	シルト	11.30	2	15.3	44.6	
			12.30	2	15.3	44.6	
			13.30	2	15.3	52.6	
			14.30	2	15.3	52.6	
			15.30	2	15.3	52.6	
			16.30	3	15.3	52.6	
			17.30	5	15.3	52.6	
	第二砂質土層(As2)	シルト混じり細砂	18.30	7	18.0	26.8	
第二粘性土層(Ac2)			砂質シルト	19.30	2	15.0	92.6
				20.30	2	15.0	92.6

(3) 液状化の計算結果

液状化の判定にあたっては、地表面における設計用水平加速度は $\alpha_{max}=150gal$ より50gal毎に350galまでの5ケースについて検討した（マグニチュード $M=7.5$ ）。

各ケースの計算結果は巻末の計算データ及び表-5.2.2に示すとおりであるが、参考としてFL値（液状化係数）による評価について行くと、水平加速度が大きくなるとFLが1未満を示す部分が増し概ねNが小さい深度でFLが1未満を示す傾向にある。

表-5.2.2 No. ②地点の液状化の算定結果

計算深度 G.L-(m)	N値	単位体積重量 γ (kN/m^3)	細粒分含有率 Fc (%)	液状化指数 FL				
5.30	18	17.0	4.6	2.287	1.715	1.372	1.143	0.980
6.30	14	17.0	60.1	—	—	—	—	—
7.30	20	17.0	68.1	—	—	—	—	—
8.30	37	17.0	4.7	9.202	6.902	5.521	4.601	3.944
9.30	31	17.0	5.2	7.320	5.490	4.392	3.660	3.137
10.30	12	17.0	19.8	1.740	1.305	1.044	0.870	0.746
11.30	2	15.3	44.6	—	—	—	—	—
12.30	2	15.3	44.6	—	—	—	—	—
13.30	2	15.3	52.6	—	—	—	—	—
14.30	2	15.3	52.6	—	—	—	—	—
15.30	2	15.3	52.6	—	—	—	—	—
16.30	3	15.3	52.6	—	—	—	—	—
17.30	5	15.3	52.6	—	—	—	—	—
18.30	7	18.0	26.8	1.226	0.920	0.736	0.613	0.526
19.30	2	15.0	92.6	—	—	—	—	—
20.30	2	15.0	92.6	—	—	—	—	—
水平加速度gal				150.0	200.0	250.0	300.0	350.0
液状化指数PL				0.000	0.070	0.229	0.981	1.763
最大水平変位Dcy(m)				0.000	0.006	0.013	0.018	0.029

※使用ソフト：Kiso-Cloud® 液状化簡易判定サービス

〈PL法による判定〉

地盤全体の液状化の発生程度の指標となる液状化指数PLが提案されており次式により求めることができる。

《判定式》

$$PL = \int_0^{20} F \cdot W(z) dz$$

ここに PL:液状化指数

F:液状化に対する安全率

$$F = 1 - FL \quad (FL \leq 1.0)$$

$$F = 0 \quad (FL > 1.0)$$

W(z):重み係数(10-0.5・z)

z:地表面からの深さ(m)

《PLの判定基準》

PL= 0 : 地盤全体として液状化の危険性は極めて低い。

0 < PL ≤ 5 : 液状化の危険性は低い。特に重要な構造物の設計については、細密な調査が必要である。

5 < PL ≤ 15 : 液状化の危険性は大きい。重要な構造物に対し、より詳細な調査と対策が必要とされる。

PL > 15 : 地盤全体として液状化の危険性が極めて高い。

No. ②地点ではケース1(αmax=150gal)～ケース5(αmax=300gal)ではPL値が0 < PL ≤ 5と液状化の危険性は極めて低い～低いと推定される。

FLが1未満の層は沖積第一及び二砂質土層(As1, As2)のN20以下で見られるので設計時には留意されたい。

5-3 支持地盤及び基礎工法

(1) 支持地盤の選定

調査地における地盤状況は先に述べたとおり、調査範囲にて沖積層と呼ばれる堆積年代の新しい砂質土層及び粘性土層が周辺の基盤層となる上総層群梅ヶ瀬を覆うように分布している。

表-5.3.1 調査地の地盤状況

地質時代	地層区分	土質記号	主な土質	上限分布深度 H=(m)						N値
				No.①	No.②	No.③	No.④	No.⑤	No.⑥	
第四紀 完新統	沖積層	盛土層	Bs シルト質細砂 粘土混じり細砂	9.50 (1.20)	9.51 (1.25)	9.69 (1.25)	9.28 (1.30)	9.45 (1.30)	6.72 (2.70)	2
		第一砂質土層	As1 細砂 シルト質細砂	8.30 (9.70)	8.26 (9.60)	8.44 (9.95)	7.98 (9.40)	8.15 (9.50)	4.02 (4.55)	4~38 (15.4)
		第一粘性土層	Ac1 シルト 砂混じりシルト 砂質シルト	-1.40 (7.00)	-1.34 (6.95)	-1.51 (4.50)	-1.42 (5.00)	-1.35 (4.90)	-0.53 (5.35)	1~5 (1.8)
		第二砂質土層	As2 シルト質細砂	-8.40 (0.40)	-8.29 (0.40)	-6.01 (3.10)	-6.42 (2.55)	-6.25 (2.10)	-5.88 (3.15)	4~10 (6.4)
		第二粘性土層	Ac2 シルト 砂質シルト	-8.80 (3.90)	-8.69 (4.60)	-9.11 (3.30)	-8.97 (3.45)	-8.35 (4.85)	-9.03 (2.35)	2~6 (3.2)
		第三砂質土層	As3 細砂 シルト質細砂	-12.70 (1.60)	-13.29 (1.00)	-12.41 (0.70)	-12.42 (1.10)	-13.20 (1.15)	-11.38 (1.80)	9~24 (14.8)
		第三粘性土層	Ac3 シルト 有機質シルト 砂質シルト	-14.30 (5.10)	-14.29 (4.00)	-13.11 (1.40)	-13.52 (0.90)	-14.35 (1.50)	-13.18 (0.70)	2~8 (4.9)
		第三砂質土層	As4 細砂 シルト質細砂	-	-18.29 (1.00)	-14.51 (2.00)	-14.42 (2.00)	-15.85 (1.60)	-13.88 (2.20)	13~28 (19.8)
更新統	上総層群 梅ヶ瀬層	Um 細砂 固結シルト	-19.40 (5.45)	-19.29 (5.41)	-16.51 (5.09)	-16.42 (5.54)	-17.45 (5.41)	-16.08 (5.49)	60 (115.6)	

[注] 1.N値の枠のカッコ内は、平均値を示し、Um層については換算Nを示している。
2.上限分布深度の枠のカッコ内は、層厚を示す。

一般に「良質な支持地盤」とは、構造物の重要性や基礎に作用する荷重の大きさなどにより異なるためいちがいにはいえないが、砂質土：N値 \geq 30、粘性土：N値 \geq 20の地盤は、良質な支持地盤とされている。

表-5.3.2 支持層とN値(日本道路公団：設計要領第二集)

支持層 層相	良質な層	堅固な層
	砂質土層	$30 \leq N < 50$
粘性土層	$20 \leq N < 30$	$30 \leq N$

今回の調査結果からこの目安に該当する地層は、N値60以上が連続する上総層群梅ヶ瀬層(Um)となる。

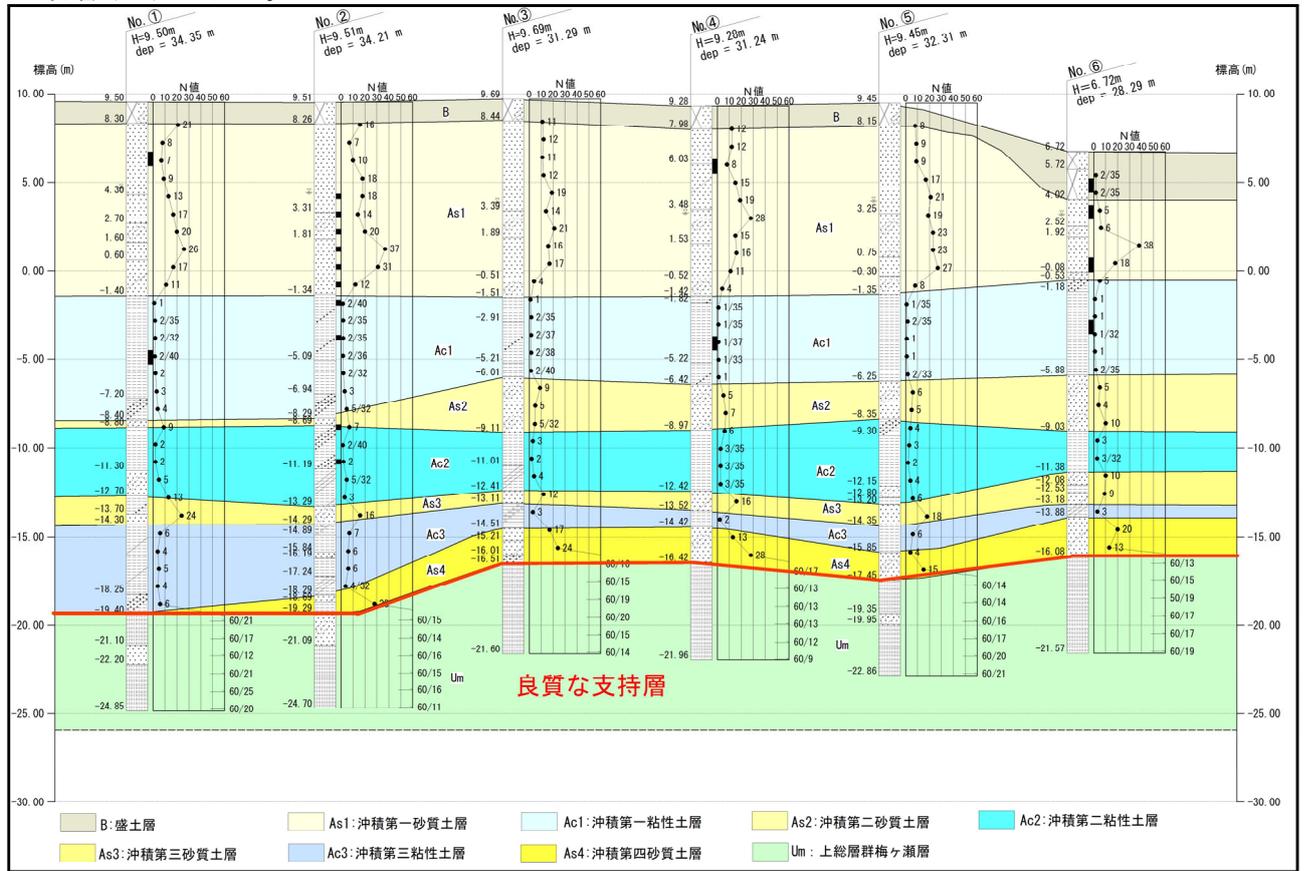


図-5.3.1 調査地の推定地層一覧図

(2) 基礎工法について

基礎形式の選定にあたっては、地形条件・構造物の特性・施工条件・環境条件等を考慮して選定しなければならない。

計画されている構造物は、公共性の高い建物であり基礎形式を決定する際には、計画構造物の必要地盤反力を有し構造物に有害な不同沈下を生じないように計画することが必要である。

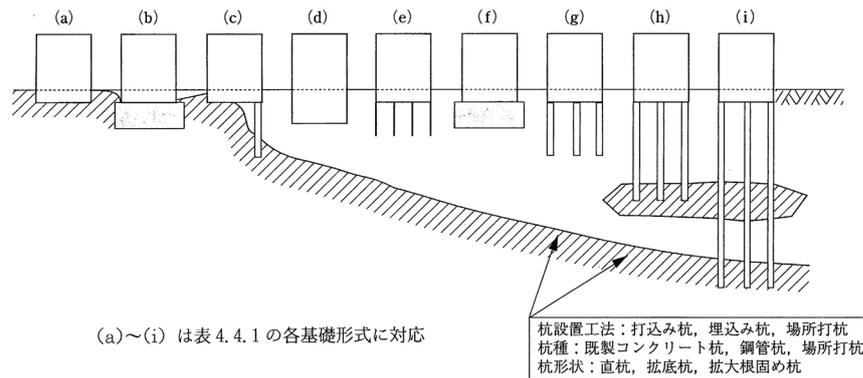


図 4.4.1 支持地盤の深度と適用可能な基礎形式

表 4.4.1 基礎形式ごとの検討事項・チェック事項一覧

基礎形式	基礎部材	検討事項	本文該当節
(a) 直接基礎	基礎スラブ／べた基礎・布基礎・独立基礎等	地盤の鉛直支持力, 滑動抵抗力, 浮上がり抵抗力 即時沈下, 圧密沈下 凍結震度, 地下水位	5章
(b) 直接基礎+地盤改良工法 (ラップルコンクリート地業を含む)	同上+改良体, 改良地盤	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 改良体の設計基準強度, 発生 (圧縮・せん断) 応力度	4.8 5.5 9.4
(c) 併用基礎 (異種基礎)	基礎スラブ, 改良体, 改良地盤, 杭基礎 (摩擦杭, 中間支持層への支持杭, 支持杭)	直接基礎, 地盤改良工法, 杭基礎の該当欄のほか, 傾斜地盤の鉛直支持力, 境界部応力, 基礎のねじれ	7.2
(d) フローティング基礎	基礎スラブ	直接基礎の項のほか, 排土重量, 地中応力など	
(e) 併用基礎 (パイルドラフト基礎)	べた基礎, 摩擦杭	同上+平均鉛直ばね定数, ラフトの相対剛性	7.3
(f) 直接基礎+地盤改良工法	同上+改良体, 改良地盤	(b) 直接基礎+地盤改良工法の検討事項+層状地盤の鉛直支持力	4.8 5.5 9.4
(g) 杭基礎 (摩擦杭)	パイルキャップ, 杭頭接合部各種の杭種, 杭工法	杭の鉛直支持力, 引抜き抵抗力, 水平抵抗力 群杭効率, 負の摩擦力, 地盤変位を考慮した耐震設計, 液状化地盤の水平抵抗, 傾斜地盤の鉛直支持力・水平抵抗力	6章
(h) 杭基礎 (中間支持層への支持杭)	同上	杭基礎の即時沈下, 圧密沈下, 基礎の変形角・傾斜角 杭体 (圧縮, 曲げ, せん断) 耐力, 杭頭接合部耐力	
(i) 杭基礎 (支持杭)	同上		

図-5.3.2 支持地盤の深度と適応可能な基礎形式

基礎計画としては浅い基礎工(直接基礎)の採用が最も経済的であるが、この場合の支持地盤は、盛土層(Bs)ないし沖積第一砂質土層(As1)がその対象となると考えられる。

低層構造物の場合は、荷重規模によっては経済的に有利な浅い基礎(直接基礎)の採用も考えられる。

表-5.3.1 長期許容地耐力表

地 盤	長期許容地耐力 (kN/m ²)	備考		
		N値	Nsw値	
土 丹 盤	300	30以上		
礫 層	密実なもの	600	50以上	
	密実でないもの	300	30以上	
砂 質 地 盤	密なもの	300	30~50	400以上
	中 位	200	20~30	250~400
	〃	100	10~20	125~250
	ゆるい※ ¹	50	5~10	50~125
	非常にゆるい※ ¹	30以下	5以下	50以下
粘 土 質 地 盤	非常に硬い	200	15~30	250以上
	硬 い	100	8~15	100~250
	中 位	50	4~8	40~100
	軟らかい※ ²	30	2~4	0~40
	非常に軟らかい※ ²	20以下	2以下	Wsw100以下
関 東 ロ ー ム	硬 い	150	5以上	50以上
	やや硬い	100	3~5	0~50
	軟らかい※ ³	50以下	3以下	Wsw100以下

[注] ※¹ 液状化の検討を要す。

※² 過大な沈下に注意を要す。

※³ 2次堆積土では長期許容地耐力20kN/m²のこともある。

 B層 As1層

出典：(社) 日本建築学会小規模建築物基礎設計の手引き

各層の設計N値を参考に上表より長期許容支持力はB層(N=2)で30kNm²以下、As1層(N=1)であるが安全側にN=10とし50kN/m²以下が目安となる。

設計荷重は不明であるが調査地での表層地盤では支持力不足が懸念されることや水平加速度によってはAs1層上部で液状化の危険性があり、建築物に有害な沈下が生じる可能性も否めないことから浅い基礎工(直接基礎)の採用は 困難と考えられる場合がある。

よって、経済的に不利であることは否めないが調査地で確認された地層中でN=60以上が連続する上総層群梅ヶ瀬層(Um)を支持地盤とするのが考えられ、その場合の基礎形式としてはその分布深度から深い基礎(杭基礎)となる。

杭基礎の採用にあたっては、計画地には住宅が近接していることから振動や騒音の少ない工法を選定する必要がある。

基礎を計画するにあたっては、経済性、計画地周辺の環境や地盤条件、構造物の規模などを考慮し、これらを総合的に判断して最適な施工法を決定されたい。

以 上

5-4 設計・施工での留意点

調査地では中学校増築に伴い構造物設置に伴う掘削などが計画されている。

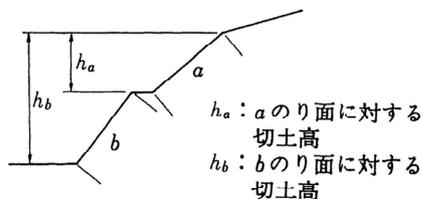
敷地西側のNo. ⑥地点付近は傾斜地となっており、盛土及び切土の設計・施工にあたっては安定対策や排水対策に十分留意する必要がある。

表-5.4.1 切土に対する標準のり面勾配

地山の土質		切土高	勾配
硬岩			1 : 0.3 ~ 1 : 0.8
軟岩			1 : 0.5 ~ 1 : 1.2
砂	密実でない粒度分布の悪いもの		1 : 1.5 ~
砂質土	密実なもの	5m以下	1 : 0.8 ~ 1 : 1.0
		5~10m	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
	密実でないもの	5m以下	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
		5~10m	1 : 1.2 ~ 1 : 1.5
砂利または岩塊混じり砂質土	密実なもの、または粒度分布のよいもの	10m以下	1 : 0.8 ~ 1 : 1.0
		10~15m	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
	密実でないもの、または粒程度の分布の悪いもの	10m以下	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
		10~15m	1 : 1.2 ~ 1 : 1.5
粘性土		10m以下	1 : 0.8 ~ 1 : 1.2
岩塊または玉石混じりの粘性土		5m以下	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
		5~10m	1 : 1.2 ~ 1 : 1.5

注) ① 上表の標準勾配は地盤条件、切土条件等により適用できない場合があるので本文を参照すること。

② 土質構成等により単一勾配としないときの切土高及び勾配の考え方は下図のようになる。



- ・勾配は小段を含めない。
- ・勾配に対する切土高は当該切土のり面から上部の全切土高とする。

③シルトは粘性土に入れる。

④上表以外の土質は別途考慮する。

⑤のり面緑化工を計画する場合には参表8-2も考慮する。

道路土工：切土工・斜面安定工指針P. 136(社)日本道路協会(H21.6)

法面掘削にあたっては盛土層(B)、沖積第一砂質土層(As1)が対象と思われる。

法面を崩壊に最も影響する要因は、水的作用であり法面の安定を確保するためには水に対する対策が最も重要である。

切土面は、砂質土主体と考えられ雨水による流出による崩壊が懸念されることから何らかの法面保護工が必要と思われる。

下記の表-5.6.2にのり面保護工選定図表を挙げるので参考とされたい。

表-5.4.2 法面保護工の工種と目的

分類	工種	目的	
のり面緑化工(植生工)	播種工 種子散布工 客土吹付工 植生基材吹付工(厚層基材吹付工) 植生シート工 植生マット工	浸食防止, 凍上崩落抑制, 植生による早期全面被覆	
	植生筋工	盛土で植生を筋状に成立させることによる浸食防止, 植物の侵入・定着の促進	
	植生土のう工 植生基材注工	植生基盤の設置による植物の早期生育 厚い生育基盤の長期間安定を確保	
	植栽工	張芝工	芝の全面張り付けによる浸食防止, 凍上崩落抑制, 早期全面被覆
		筋芝工	盛土で芝の筋状張り付けによる浸食防止, 植物の侵入・定着の促進
		植栽工	樹木や草花による良好な景観の形成
	苗木設置吹付工	早期全面被覆と樹木等の生育による良好な景観の形成	
	構造物工	金網張工 繊維ネット張工	生育基盤の保持や流下水によるのり面表層部のはく落の防止
		柵工 じゃかご工	のり面表層部の浸食や湧水による土砂流出の抑制
		プレキャスト枠工	中詰の保持と浸食防止
モルタル・コンクリート吹付工 石張工 ブロック張工		風化, 浸食, 表流水の浸透防止	
コンクリート張工 吹付枠工 現場打ちコンクリート枠工		のり面表層部の崩落防止, 多少の土圧を受ける恐れのある箇所の土留め, 岩盤はく落防止	
石積, ブロック積擁壁工 かご工 井桁組擁壁工 コンクリート擁壁工 連続長繊維補強土工		ある程度の土圧に対抗して崩壊を防止	
地山補強土工 グラウンドアンカー工 杭工		すべり土塊の滑動力に対抗して崩壊を防止	

道道路土工: 切土工・斜面安定工指針P. 192 (社) 日本道路協会 (H21. 6)

○建設発生土について

前述のとおり今回の調査結果から切土掘削工事にて発生する建設発生土は、盛土層(B)、沖積第一砂質土層(As1)がその対象と思われる。

建設発生土は、土質性状により区分しそれにより適用用途が判定される。

表-5.4.3 建設発生土の土質区分基準

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 ^{*8)}	
			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 ^{*8)}		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。
	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	-	*水中掘削等による場合は、2ランク下の区分とする。
	第3b種		粘性土	シルト M 、粘土 C	40%程度	
	第3種改良土		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	-	
第4種建設発生土 〔粘性土及びこれに準ずるもの(第3種発生土を除く)〕	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	-	
			有機質土	有機質土 O	40~80%程度	
第4種改良土	人工材料	改良土 II	-			
泥土 ^{*1), *9)}	泥土a	200 未満	砂質土	細粒分まじり砂 SF	-	
	泥土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	-	
			有機質土	有機質土 O	80%程度以上	
泥土c		高有機質土	高有機質土 Pt	-		

- *1) 国土交通省令(建設業に属する事業を行う者の再生資源の利用に関する判断の基準となるべき事項を定める省令 平成13年3月29日 国交令 59、建設業に属する事業を行う者の指定副産物に係る再生資源の利用の促進に関する判断の基準となるべき事項を定める省令 平成13年3月29日 国交令60) においては区分として第1~4種建設発生土が規定されている。
- *2) この土質区分基準は工学的判断に基づく基準であり、発生土が産業廃棄物であるか否かを定めるものではない。
- *3) 表中の第1種~第4種改良土は、土(泥土を含む)にセメントや石灰を混合し、化学的安定処理したものである。例えば第3種改良土は、第4種建設発生土または泥土を安定処理し、コーン指数400kN/m²以上の性状に改良したものである。
- *4) 含水比低下、粒度調整などの物理的な処理や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った場合には、改良土に分類されないため、処理後の性状に応じて改良土以外の細区分に分類する。
- *5) 所定の方法でモールドに締め固めた試料に対し、コーンペネトロメーターで測定したコーン指数(表3~4参照)。
- *6) 計画段階(掘削前)において発生土の区分を行う必要があり、コーン指数を求めるときに必要な試料を得られない場合には、土質材料の工学的分類体系((社)地盤工学会)と備考欄の含水比(地山)、掘削方法から概略の区分を選定し、掘削後所定の方法でコーン指数を測定して発生土の区分を決定する。
- *7) 土質材料の工学的分類体系における最大粒径は75mmと定められているが、それ以上の粒径を含むものについても本基準を参照して区分し、適切に利用する。
- *8) 砂及び礫と同等の品質が確保できているもの。
- *9) ・港湾、河川のしゅんせつに伴って生ずる土砂その他これに類するものは廃棄物処理法の対象となる廃棄物ではない。(廃棄物の処理及び清掃に関する法律の施行について 昭和46年10月16日 環整43 厚生省通知)
・地山の掘削により生じる掘削物は土砂であり、土砂は廃棄物処理法の対象外である(建設工事等から生じる廃棄物の適正処理について 平成13年6月1日 環廃産276 環境省通知)
・建設汚泥に該当するものについては、廃棄物処理法に定められた手続きにより利用が可能となる。

建設発生土利用マニュアル:(独)土木研究所編(H25.12)

掘削計画で調査地にて想定される発生土(盛土層(B)及び沖積第一砂質土層(As1))の土質は、コーン指数試験を実施していないが下記のように推定される。

①第3a種ないし第4a種発生土・・・

表-5.4.4 建設発生土の適用用途基準-1

適用用途		工作物の埋戻し		建築物の埋戻し ^{※1}		土木構造物の裏込め		道路用盛土			
								路床		路体	
		評価	留意事項	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 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	◎	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	◎	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	◎	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	△		○		△		△		○	
	第4種改良土	△		○		△		△		○	
泥土	泥土a	△		○		△		△		○	
	泥土b	△		△		△		△		△	
	泥土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○のものと比較して、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で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、難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。

建設発生土利用マニュアル：(独)土木研究所編（H25.12）

第4種発生土より下位の場合は、土質改良コスト及び時間が必要となる。

ストックヤードにおいて仮置きし含水比低下などの土質改良やシートやシートをかけるなどの管理も必要となる。

次頁に主な土質改良工法の分類及び掘削した発生土への適用工法を示す。

表-5.4.5 建設発生土の適用用途基準-2

適用用途		河川築堤				土地造成				水面埋立	
		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	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	◎	粒度分布注意
	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	◎	淡水域利用注意
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 透水性注意 表層利用注意	◎	最大粒径注意 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
	第2種改良土	◎	表層利用注意	◎		◎	表層利用注意	◎	表層利用注意	◎	淡水域利用注意
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	◎	施工機械の選定注意	◎	施工機械の選定注意	◎	粒度分布注意
	第3b種	◎	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	◎	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	◎	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	◎	淡水域利用注意
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	○		○		○		○		○	粒度分布注意
	第4b種	○		○		○		○		○	
	第4種改良土	○		○		○		○		○	淡水域利用注意
泥土	泥土a	○		○		○		○		○	
	泥土b	△		△		△		△		○	
	泥土c	×		×		×		△		△	

凡例〔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事項を示した。
- ：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○のものと比較して、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で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や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4-2参照

- 最大粒径注意：利用用途先の材料の最大粒径、または1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：透水性が高いため、難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：表面への露出などで植生や築造等に影響を及ぼす恐れのあるもの。
- 施工機械の選定注意：過転圧などの点で問題があるため、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。

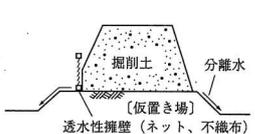
表-5.4.6 主な土質改良工法の分類

工法分類	(1)掘削前の適用工法	(2)掘削した発生土への適用工法	(3)利用時における適用工法
含水比低下	水位低下掘削	水切り 天日乾燥 強制脱水 良質土混合	袋詰脱水処理工法
粒度調整	—	ふるい選別 良質土混合 分別搬出	—
機能付加・補強	—	—	袋詰脱水処理工法 サンドイッチ工法 流動化処理工法 気泡混合土工法 軽量材混合土工法 繊維混合土工法 補強土工法
安定処理等	改良材混合掘削 ¹⁾	安定処理等	流動化処理工法 気泡混合土工法 各種地盤改良工法 ²⁾ 事前混合処理工法 原位置安定処理 ³⁾

- *1 改良材混合掘削とは、原地盤で原位置安定処理をした後に掘削を行うものをいう
 *2 各種地盤改良工法とは、低品質な発生土で一旦地盤造成を行った後に実施する各種の深層混合処理工法やドレーン工法あるいは締め固め工法である。
 *3 原位置安定処理とは、対象土に対して改良機械を移動させながらセメントや石灰等の固化材を添加混合して安定処理をすることをいう。低品質な土を利用場所に撒きだしておいてからスタビライザー等で安定処理を行うこと等がこれに当たる。
 —: 適用工法のない区分

建設発生土利用マニュアル：(独)土木研究所編 (H25.12)

表-5.4.7 掘削した発生土への適用工法

工法・施工法	工法原理・特徴			
水切り (含水比低下)	 <p>水を多量に含んだ掘削土を、水はけの良い地盤上に山状に仮置きして、自然重力による脱水を図る。 ・安価である ・大量の掘削土を比較的早期に脱水できる ・特別な設備は不要である ・流動性のある土の場合は、仮置き場周囲を透水性のある擁壁で囲む等の工夫をする</p>			
	適用条件			
	土の性状	所要面積	所要時間	機械設備
	礫、砂礫、砂などの粗粒土	1日～数日間の掘削土量に対応した仮置きができる敷地が必要である。	1日～数日	不要
天日乾燥 (含水比低下)	 <p>土を平面上に薄く広げ(厚さ数10cm)、天日にさらして乾燥を待つ。 数日ごとに油圧ショベル等で攪拌や天地返しを行う。 ・安価である ・特別な設備は不要 ・天候、季節、地域などで効果に差が出る</p>			
	適用条件			
	土の性状	所要面積	所要時間	機械設備
	砂質土 粘性土も適用可能であるが、攪拌(曝気)を行わないと効果が低い。	広大な敷地があり、できるだけ薄く広げられるほど有効である。	数日	油圧ショベル

建設発生土利用マニュアル：(独)土木研究所編 (H25.12)

基礎を計画するにあたっては、経済性、計画地周辺の環境や地盤条件、構造物の規模などを考慮し、これらを総合的に判断して最適な施工法を決定されたい。

以上

【 参 考 文 献 】

- ・ 地質図：茂原（国立研究開発法人産業技術研究所：H28. 3）
- ・ 地盤調査法（社団法人地盤工学会：H25. 3）
- ・ 地盤調査基本と手引き（社団法人地盤工学会：H25. 9）
- ・ 千葉県自然史本編2千葉県の大地（千葉県：H9. 3）
- ・ 地盤材料の方法と解説（社団法人地盤工学会：H21. 11）
- ・ 新千葉県地学のガイド（コロナ社：H8. 8）
- ・ 千葉の自然をたずねて（築地書館：H4. 8）
- ・ 設計要領第一集・第二集（NEXCO旧日本道路公団：H28. 8）
- ・ 道路土工－盛土工指針（社団法人日本道路協会：H22. 4）
- ・ 新体系土木工学16土の力学（I）：（（公社）土木学会：R3. 9）
- ・ 小規模建築物基礎設計の手引き：（（社）日本建築学会：H20. 9）
- ・ 建築基礎構造設計指針：（（社）日本建築学会：R1. 11）
- ・ 建設発生土利用マニュアル：（（独）土木研究所編：H25. 12）
- ・ 道路土工－切土工・斜面安定工指針（社団法人日本道路協会：H21. 6）