

平成 28 年度
エネルギー回収型廃棄物処理施設整備
に係る地質調査業務委託

報 告 書

平成 2 8 年 1 2 月

我 孫 子 市
国 際 航 業 株 式 会 社

ま え が き

本報告書は、「エネルギー回収型廃棄物処理施設整備に係る地質調査業務委託」の地質調査結果をまとめたものであります。

本調査は、千葉県我孫子市中峠 2264 番地及び中峠 2274 番地のクリーンセンター内に計画されるエネルギー回収型廃棄物処理施設等の整備を進めていくうえで必要となる建設用地造成設計及び施設計画設計のために地質調査を行うものである。

本調査に当たり、御指導、御協力を賜った我孫子市並びに関係各位に深く感謝いたします。

平成 2 8 年 1 2 月

国際航業株式会社
社会インフラ部 地質マネジメントグループ
〒183-0057 東京都府中市晴見町 2-24-1
TEL 042-307-7434
FAX 042-330-0027

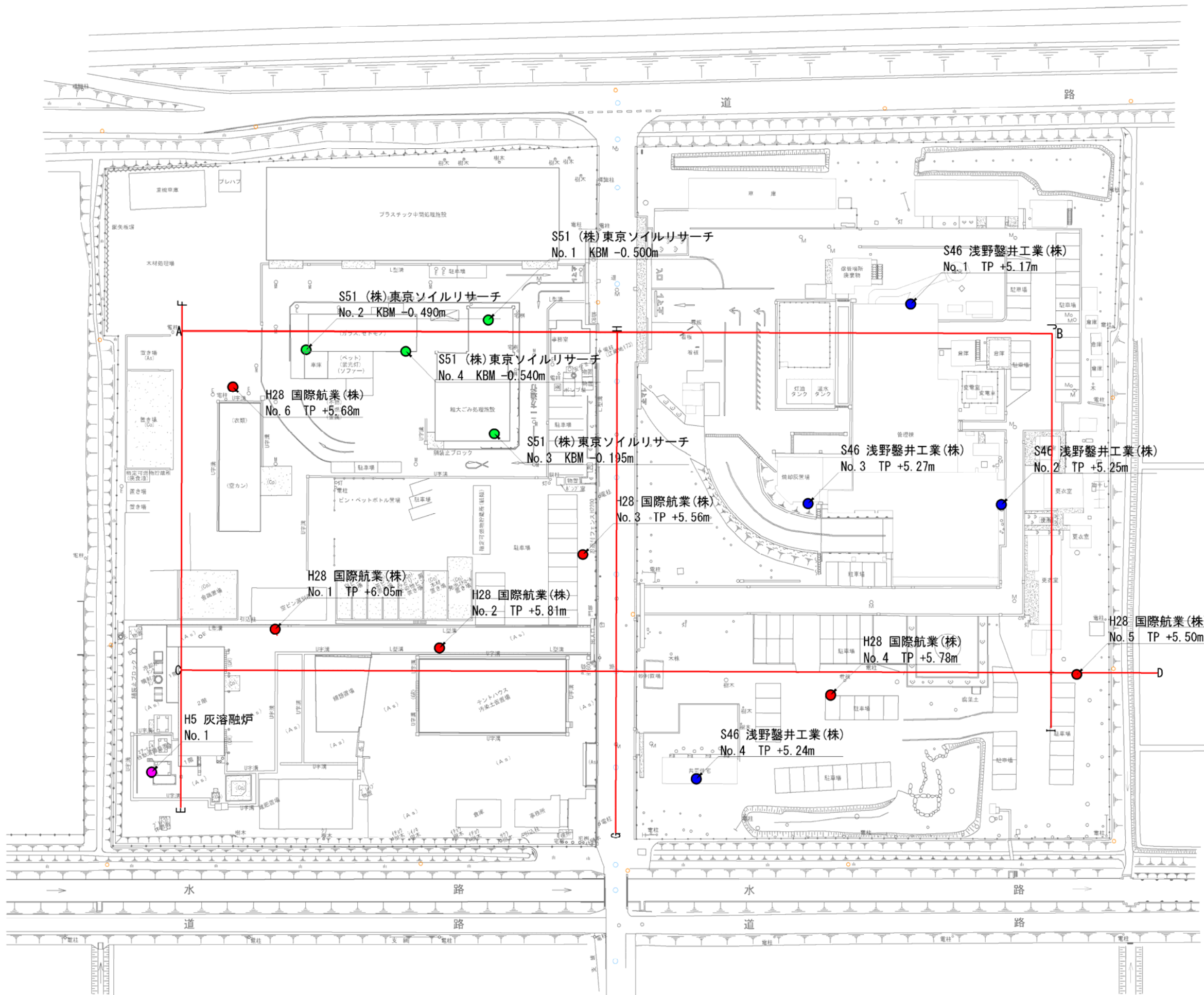
調査地案内図

S=1:25,000



調査位置図

S=1:400 (A1)
S=1:800 (A3)



- 今回調査
●
既存調査
● S46
● S51
● H5

目 次

まえがき	
調査地案内図	
§ 1. 業務概要	1
1-1 業務概要	1
1-2 調査数量	2
§ 2. 調査方法	3
2-1 ロータリー式機械ボーリング	3
2-2 標準貫入試験	5
2-3 孔内水平載荷試験	6
2-4 乱れの少ない試料採取	7
2-5 室内土質試験	8
§ 3. 調査結果	9
3-1 地形及び地質概要	9
3-2 地質分布	15
3-3 孔内水位	39
3-4 孔内水平載荷試験結果	40
3-5 室内土質試験結果	42
§ 4. 調査結果に基づく考察	56
4-1 土質定数の提案	56
4-2 液状化の検討	62
4-3 調査結果に基づく考察	89
巻末資料	
・ 調査位置図	
・ 地質想定断面図	
・ 沖積層基底等深線図	
・ ボーリング柱状図	
・ 孔内水平載荷試験データ	
・ 室内土質試験データ	
・ 液状化の検討結果	
・ 記録写真	
・ 打合せ協議記録簿	

§ 1. 業務概要

1-1 業務概要

- (1) 調査業務名 : 平成 28 年度エネルギー回収型廃棄物処理施設整備に係る地質調査業務委託
- (2) 調査場所 : 千葉県我孫子市中峠 2264 番地及び中峠 2274 番地
クリーンセンター内
- (3) 調査年月 : 自) 平成 28 年 12 月 1 日
至) 平成 28 年 12 月 28 日
- (4) 調査目的 : 千葉県我孫子市中峠 2264 番地及び中峠 2274 番地のクリーンセンター内に計画されるエネルギー回収型廃棄物処理施設等の整備を進めていくうえで必要となる建設用地造成設計及び施設計画設計のために地質調査を行った。
- (5) 調査数量 : 機械ボーリング 6 箇所 延べ 247 m
標準貫入試験 239 回
孔内水平載荷試験 6 回
シンウォールサンプリング 6 試料
室内土質試験 48 試料
詳細を表 1-1 の実施数量表に示す。
- (6) 使用機械 : ロータリー式ボーリングマシン 3 台
- (7) 調査者 : 国際航業株式会社
主任技術者 森田祥子
現場代理人 伊東広敏
現場担当者 田島智子

1-2 調査数量

本業務で実施した調査数量をまとめ、表 1-1 に示す。

表 1-1 実施数量表

調査地点		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	合計	単位	
機械ボーリング	φ 86mm	砂質土	4.10	4.75	4.95	11.65	10.40	0.20	36.05	m
		粘性土	2.70	2.05	1.85	7.35	9.20	2.60	25.75	m
	φ 66mm	砂質土	21.50	30.4	30.70	19.10	17.90	34.40	154.00	m
		粘性土	5.70	3.8	0.50	3.90	12.50	4.80	31.20	m
	小計		34.00	41.00	38.00	42.00	50.00	42.00	247.00	m
標準貫入試験		砂質土	26	36	37	31	29	35	194	回
		粘性土	7	4	0	8	20	6	45	回
		小計	33	40	37	39	49	41	239	回
孔内水平載荷試験		1	1	1	1	1	1	6	回	
シンウォールサンプリング		0	0	0	2	4	0	6	試料	
土粒子の密度試験		5	6	9	10	11	7	48	試料	
土の含水比試験					2	4		6	試料	
土の粒度試験		フルイ						0	試料	
		フルイ+沈降	5	6	9	10	11	7	48	試料
土の液性限界試験		5	6	9	10	11	7	48	試料	
土の塑性限界試験		5	6	9	10	11	7	48	試料	
土の湿潤密度試験					2	4		6	試料	
土の一軸圧縮試験					2	2		4	試料	
土の三軸圧縮試験		UU法				2		2	試料	
土の圧密試験					2	4		6	試料	

§ 2. 調査方法

2-1 ロータリー式機械ボーリング

ボーリングの実施位置は、巻末の調査位置図に示した地点において全 6 箇所で行った。

ボーリング方法は、ロータリー式ボーリングマシンを使用した。ボーリング調査はシンウォールサンプリングや孔内水平載荷試験を行う深度まで $\phi 86\text{mm}$ で掘削し、それ以深 $\phi 66\text{mm}$ で行った。掘削に際しては、孔壁の保護と逸水防止のためにベントナイト泥水を循環させる事で、掘削土砂の排土を行った。

なお孔壁の崩壊が著しく、孔壁の維持が困難な所では、ケーシングを使用して孔壁の保護を行った。

ボーリングの掘進は、N値が 50 回以上 5m 連続しているの確認するまで行った。ただし No.5 地点では、計画数量まで掘進しても上記の地層が確認できなかったため、GL-50m で市と協議の上、掘進を終了した。

図 2-1 には、ロータリー式ボーリングマシンの掘削要領を示す一般図を示す。

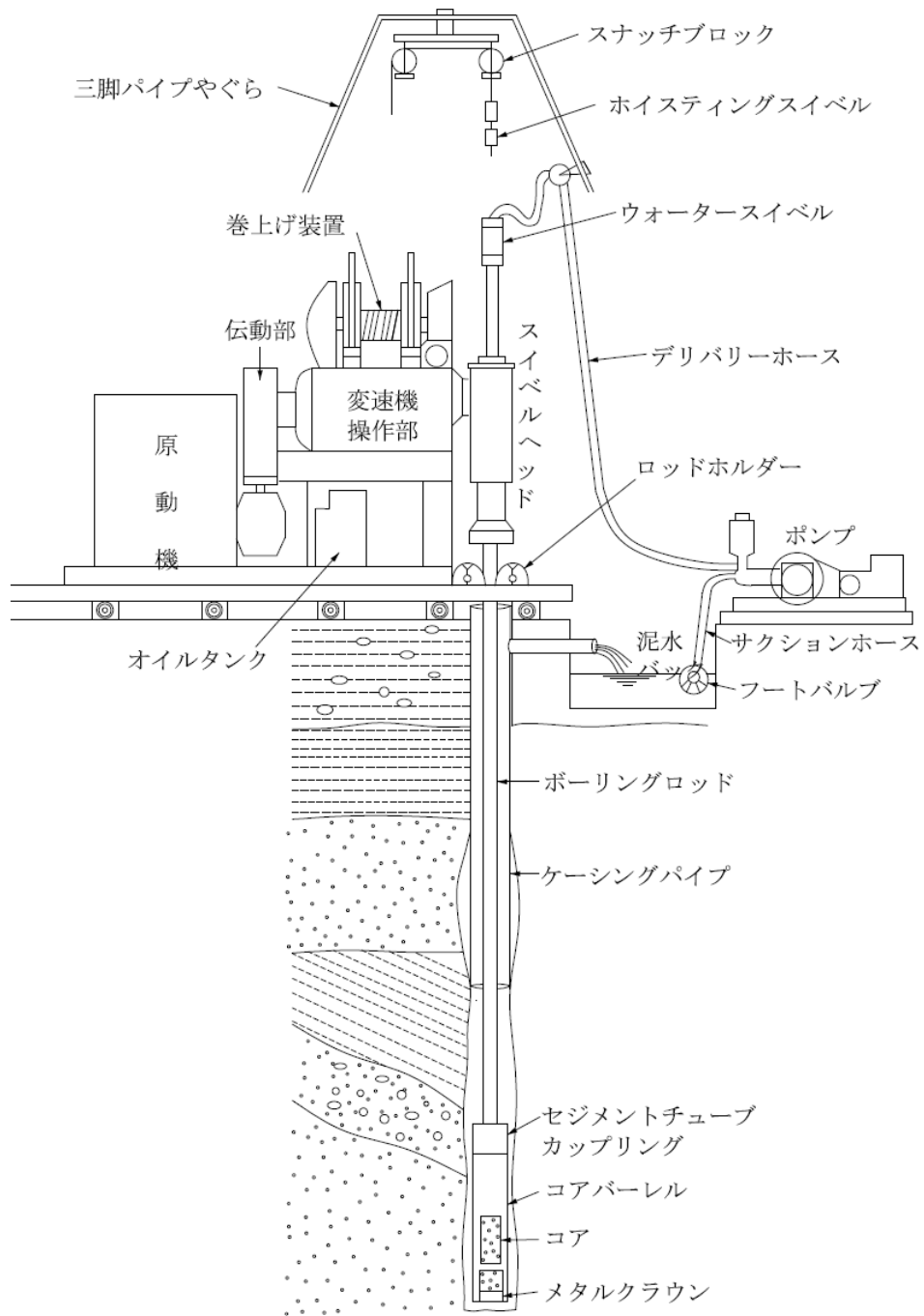


図 2-1 ロータリー式ボーリングマシン一般図
 (地盤工学会：地盤調査の方法と解説 より)

2-2 標準貫入試験

標準貫入試験は、ボーリング孔を利用して、原位置における土の硬軟、締め具合又は土層の構成を判定するためのN値を求める方法で、日本工業規格(JIS A 1219-2013)の規定に基づいて行った。試験の位置は、ボーリングの掘進に伴って通常深度1m毎に実施した。また、N値を記録し、サンプラーの中に採取された土試料(サンプル)を鑑別する事で地質構成の把握を行った。

図2-2は、標準貫入試験の要領を示す一般図である。

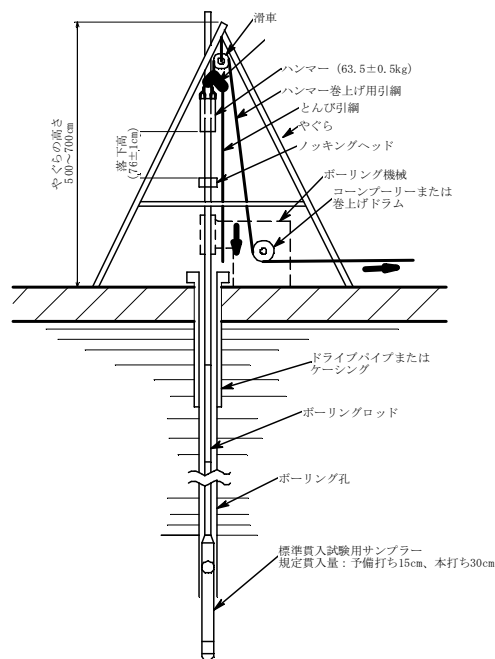


図 2-2 標準貫入試験装置の概要図 (地盤工学会：地盤調査の方法と解説 より)

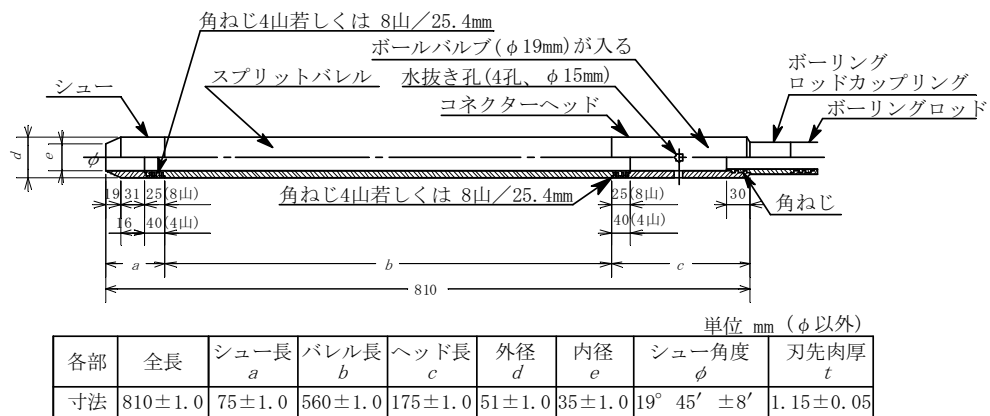


図 2-3 標準貫入試験用サンプラー (地盤工学会：地盤調査の方法と解説 より)

2-3 孔内水平載荷試験

孔内水平載荷試験を地盤工学会基準（JGS 1531-2012）に基づいて等分布荷重方式・1室型で行った。今回の孔内水平載荷試験には、施工実績の高いLLT 4188型孔内水平載荷装置を使用した。

図 2-4 に装置構成図を示す。

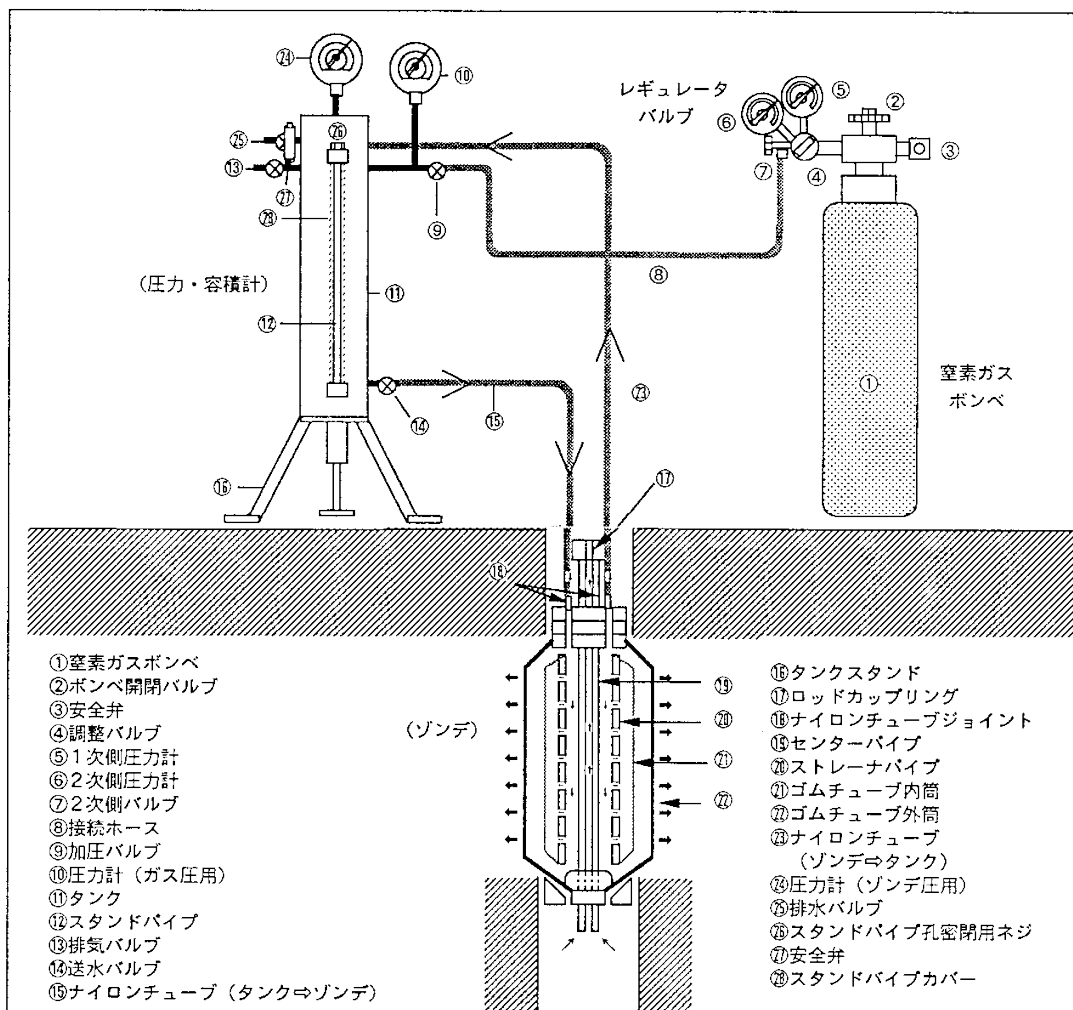


図 2-4 L.L.T 装置構成図(LLT Model-4188 OPERATION MANUAL より)

LLT 4188型孔内水平載荷試験装置はボーリング孔内にゴムチューブを挿入して、高压ガスを圧力源とする圧力水の流入によってこのチューブを加圧膨張させる。この時の圧力と孔内におけるチューブの膨張量の関係により、地盤の変形特性を求める装置である。

2-4 乱れの少ない試料採取

(1) 水圧式シンウォールサンプラーによる土の乱れの少ない試料の採取

水圧式シンウォールサンプラーによる土の乱れの少ない試料の採取は、主として軟弱粘性土層（N値=0～4程度）を対象にした試料採取の方法であり、地盤工学会基準（JGS 1221-2012）の規定に基づく水圧式サンプラーを使用して行った。この際、試料に衝撃を与えないように注意しながら丁寧にサンプリングチューブを取り扱ると共に、試料の両端をパラフィン等でシールして試料の状態が変化しないようにして土質試験室に運んだ。（図 2-5 参照）

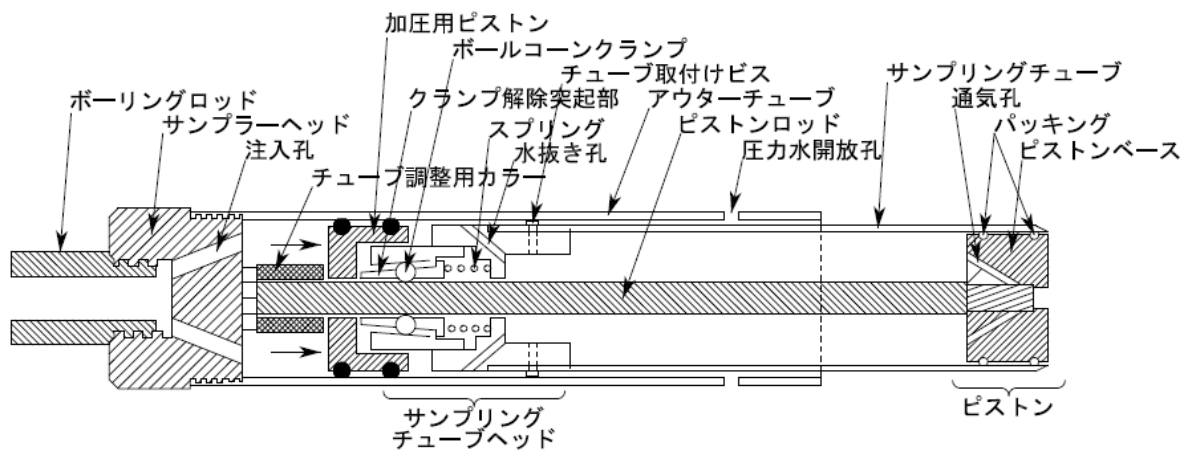


図 2-5 水圧式サンプラーの例

〔地盤工学会：地盤調査の方法と解説より〕

2-5 室内土質試験

室内土質試験は、標準貫入試験による乱した試料を用いて表 2-1 に示す規格に準じて実施した。

表 2-1 室内土質試験規格

試験項目		日本工業規格	地盤工学会基準
物理試験	土粒子の密度試験	JIS A 1202	JGS 0111
	土の含水比試験	JIS A 1203	JGS 0121
	土の粒度試験	JIS A 1204	JGS 0131
	土の液性限界試験	JIS A 1205	JGS 0141
	土の塑性限界試験	JIS A 1205	JGS 0141
	土の湿潤密度試験	JIS A 1225	JGS 0191
力学試験	土の一軸圧縮試験	JIS A 1216	JGS 0511
	土の三軸圧縮試験(UU)	—	JGS 0521
	土の圧密試験	JIS A 1217	JGS 0411

§ 3. 調査結果

3-1 地形及び地質概要

本調査地は、JR 成田線「湖北駅」の南西方約 1.9km の利根川に沿って広がる氾濫平野を盛り立てた盛土地に位置している。

図 3-1 には、調査地付近の明治初期から中期にかけて作製された迅速測図を示した。調査地がある氾濫平野の南側には、東西に伸びて下総台地がみられる。この下総台地は、利根川に注ぐ沢により削られて小さな谷がいくつも形成され、樹枝状に開析されている。明治の頃の調査地は、南西側の畑地と北東側の水田により区分されていた。従来の利根川は、この畑地を堤防として地形を区分していたようである。また畑地部分に沿うように街道も描かれている。畑地の南側には、台地を樹枝状に開析してきた河川が、当初北東に流下していたが、畑地にあたり東南東に屈曲し、調査地の東側で利根川の氾濫平野に注いでいたようである。

また図 3-2 には調査地付近の土地条件図を示した。土地条件図では、調査地の南側に東西に伸びる下総台地があり、利根川に注ぐ中小河川により樹枝状に開析されている様子がみられる。調査地付近は利根川に沿って広がる氾濫平野として一括されているが、迅速測図を見るとのような微細な小地形を読み取れていなかった。これは、現況地形が、盛土造成されてしまい、自然地形の読み取りが難しくなっているためと考えられる。

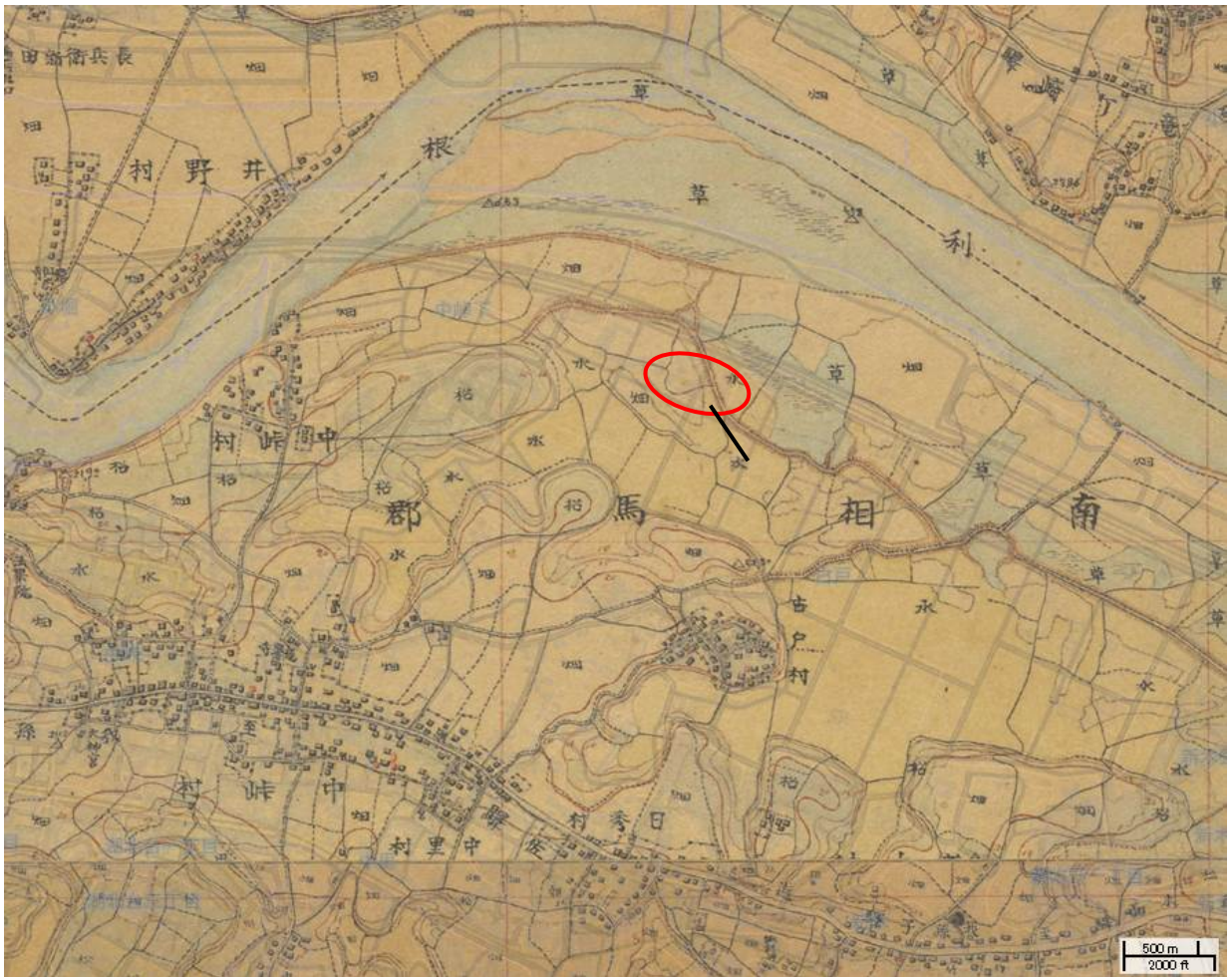


図 3-1 迅速測図

(歴史的農業環境閲覧システム <http://habs.dc.affrc.go.jp/index.html> より)

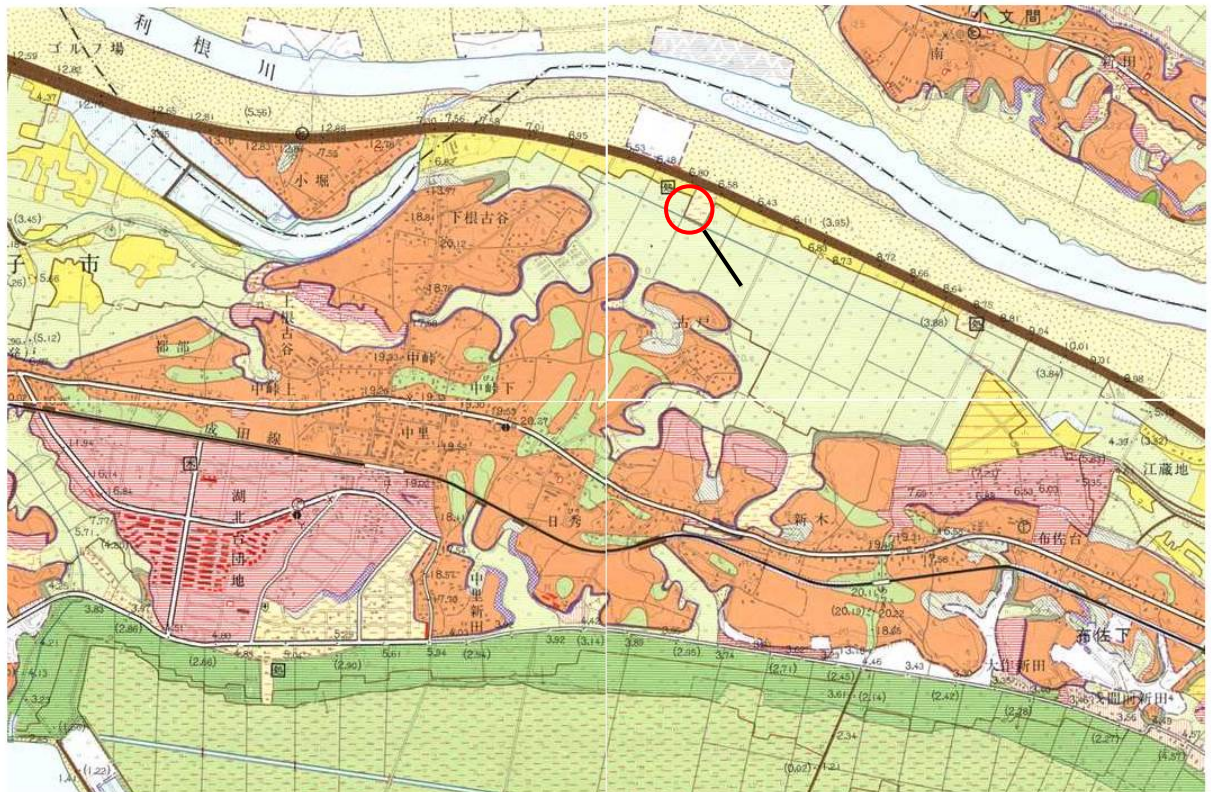


図 3-2 土地条件図

(<http://www.kanto-geo.or.jp/kaitai/index.htm> 大地の解体新書 HP より)

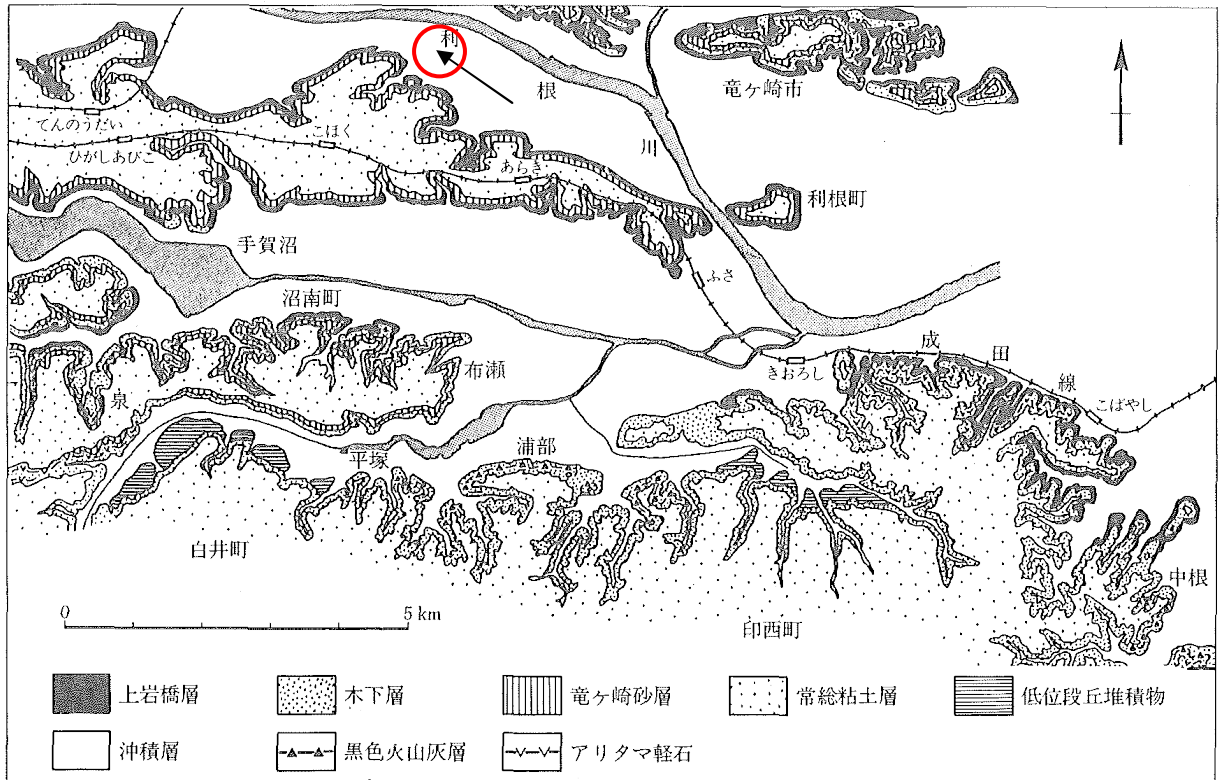


図 3-4 模式地付近の木下層の地質図（日本の地質3 関東地方より）

図 3-4 に調査地付近の台地の基底に分布する地層の地質図を示した。調査地付近の台地には、表層が関東ローム層に覆われ、その下に下総層群の常総層、竜ヶ崎砂層、木下層、上岩橋層が分布している。しかし図 3-4 に示すように手賀沼や手賀川の北側の台地周辺には、木下層は確認できない。また、調査地がある氾濫平野では、台地の上部に分布する関東ローム層や下総層群の常総層、竜ヶ崎砂層はみられない。このため上岩橋層よりも古い堆積物を基底として、その上に軟弱な沖積層が不整合関係で覆っていることがわかる。

調査地の沖積層の下に分布する砂や粘性土により構成される地層は、上岩橋層よりも古い地層と考えられるが、地層との詳細な対比ができないため、本報告書では洪積層として一括して取り扱う。

表 3-1 千葉県層序表 (日曜の地学 19 千葉の自然をたずねて より)

時代 (年) 1万	地層名		鍵層(年代)	おもな化石	できごと	
	西部	中・東部				
更新世	下総群	沖積層	←AT (約2万年)	オオガハス 沼サンゴ礁	(縄文海進) (ワム水期) 海面低下により全面陸化 →沼・湿地・河の時代→	
		新期ローム層	←TP (約5万) ←MP ←OP (約6.5万) ←Pm-1			
		常総粘土層	←Kmp-1 (An-1) ←SIP (約13万)	ナウマンゾウ		
		木下層	←Tau-12 (Ko-1) ←黒色火山灰層	ナウマンゾウ ニホンムカシジカ アヲワンスイシカ ゲカイ	↓下末吉海進 氷河性海面変動により、 浅海→陸化をくりかえす	
		上岩橋層	←コウジミン軽石	ナウマンゾウ チョウセンゴヨウ ヒメハラモミ		
		清川層	←Gap 1 (約31万) ¹⁾ ←SY	トウヨウゾウ セイウチ トウキョウホタテ	→内湾の時代→	
		藪層	←泉谷泥層			
		地藏堂層				
		周南層	笠森層			
		佐貫層	笠森層	←Ks11 (約57万) ²⁾ ←Ks18 (約62万) ²⁾	ムカシマンモス トド・トウヒ コメツガ・フナ	→浅海の時代→ (万田野寒冷却)
		長浜乱堆積層	万田野層			
		市宿層	長南層 柿ノ木台層	←Ku 2 ←Ku 5 ←U1 (約100万) ³⁾ ←U6 ←U8 (約147万) ⁴⁾ ←U7 (約90万) ⁴⁾ ←Kd18 (約171万) ⁵⁾ ←Kd23 (約194万) ⁵⁾ ←Kd38 (約202万) ⁵⁾	カズサジカ ムカシマンモス ワタセトド	→「更底海不整合」
		岩坂層	梅ヶ瀬層 大田代層			
		十宮層	飯岡層 黄和田層			
		鮮新世	上総群	竹岡層		
大原層						
浪花層						
勝浦層						
黒海層						
萩生層	安野層			←HK (約500万) ⁶⁾ ←OK (約630万) ⁶⁾	シロウリガイの仲間 カルカロドン メガロドン(サメ)	
桐子沢層 (千代レキ層)	清澄層					
天津層						
木ノ根層	夫婦ヶ原層					
中尾原層						
中新世	三浦群	奥山層			レビドシクリナ (有孔虫)	
		大崩層				
		保田層群				
漸新世	三浦群	横岡層群			カンラン岩 玄武岩の 貫入	
		銚子層群				
白亜紀	銚子層群			アンモナイト イノセラムス トリゴニア		
?	愛宕山層群					

千葉県の地層と化石

層序表は、「日本の地質・関東地方」を基本にして作成した。

①三梨 (1973) ②榎井 (1981)

※従来、第2海底谷と第4海底谷の堆積物(砂れき層)を「長浜層」と呼んでいたが、

そのうち第2海底谷の堆積物のみを「長浜乱堆積層」とする。

- 1) 鈴木正男・杉原重夫, 1983. 日本第四紀学会講演要旨, 13, 69-70.
- 2) 徳橋秀一・榎原徹・遠藤秀典・磯田邦俊・西村進, 1983. 地調月報, 34, 241-269.
- 3) 原 雄・榎井久, 1991. 日本地質学会講演要旨, 215.
- 4) ———, 1990. 地質学雑誌, 96, 397-400.
- 5) Kasuya, M., 1987. Tohoku Univ., Sci. Rep., 2nd Ser., (Geol), 58, 93-106.
- 6) 巖好幸・石坂恭一, 1979. 地質学雑誌, 85, 538-585.

3-2 地質分布

本業務では、ボーリング調査を6箇所で行った。これらの地質状況は巻末のボーリング柱状図に記載している。またボーリング孔を利用して実施した標準貫入試験の結果も柱状図に併記した。

本業務では、今回の地質調査結果と既存資料の調査結果を用いて作成した地質想定断面図を図3-5～図3-6に示し、表3-3に地質層序表に示した。また洪積層の出現深度を示す沖積層基底等深線図を図3-7に示した。

地質想定断面図及び沖積層基底等深線図を作成するに既存資料として、表3-2に示したものを利用した。

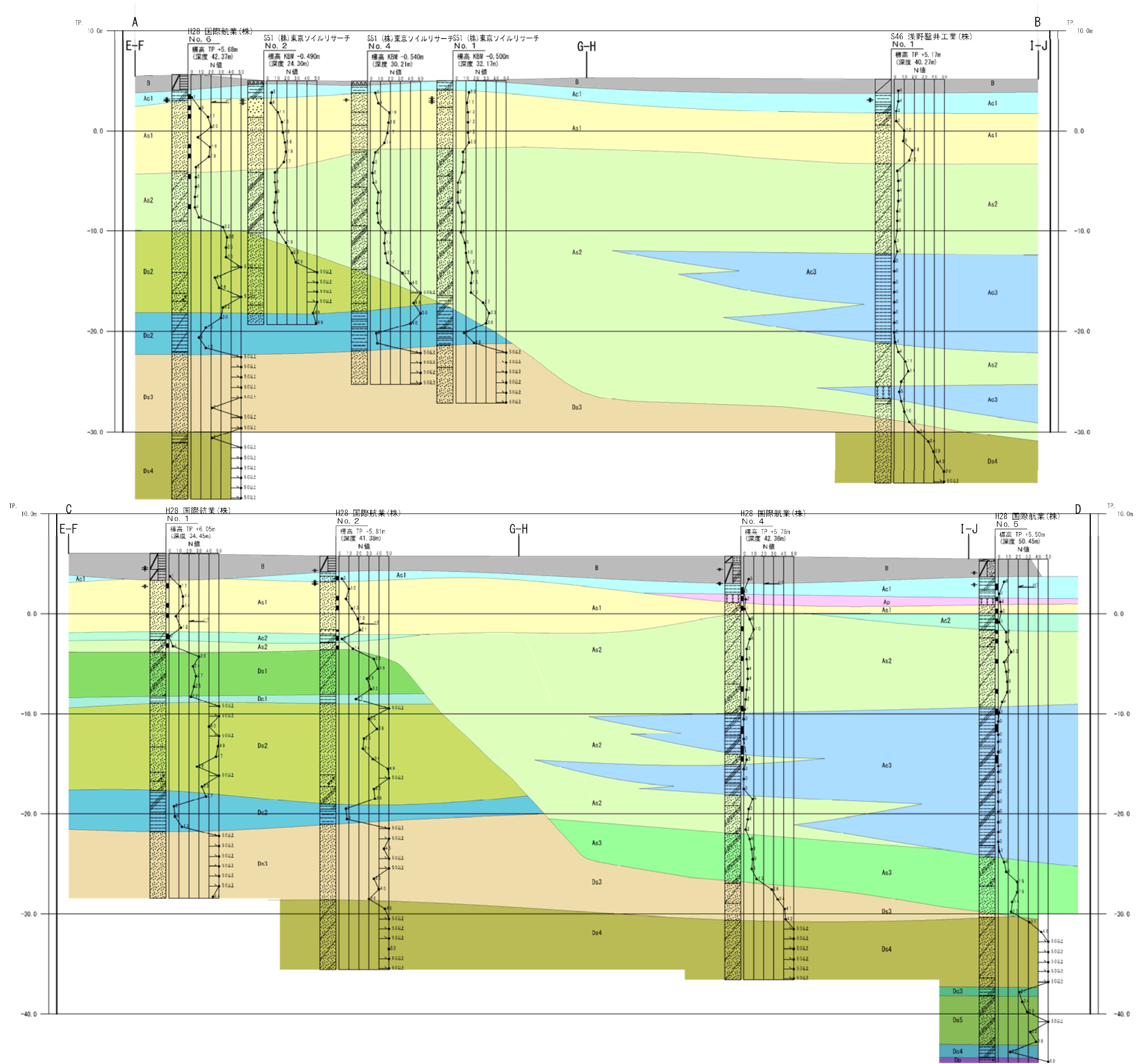
表 3-2 既存資料一覧

業 務 名：我孫子クリーンセンター 調査業者名：浅野鑿井工業株式会社 調 査 年 月：昭和 46 年 11 月 調 査 地 点：No.1～No.4 計 4 本
業 務 名：我孫子市粗大ゴミ処理施設建設工事に伴う地質調査 調査業者名：株式会社東京ソイルリサーチ 調 査 年 月：昭和 51 年 11 月 調 査 地 点：No.1～No.4 計 4 本 KBM を TP+5.50m と仮定
業 務 名：焼却灰溶融リサイクルシステム実証試験棟新築工事 調査業者名：日立造船株式会社 調 査 年 月：平成 5 年 6 月 調 査 地 点：No.1 計 1 本 隣接して今回調査を行った No.1 地点の標高より TP+6.05m と仮定

表 3-3 地質層序表

地質時代	地層名	地質記号	土質名	色類	下限標高 TP. m	層厚 (m)	分布N値	地層の主な特徴
現世	盛土層	B	粘性土 砂混じりシルト 砂質シルト シルト混じり細砂	暗茶褐 暗灰 茶灰 黄褐	+3.03 ~ +4.21	1.60 ~ 2.75	1~5 (1.5)	調査地全域の表層に分布。粘性土を主体としているが、No.5地点のみ砂質土が主体。部分的に礫の混入がみられ、改良されている箇所もある。No.4地点では、微細な腐植物を混入。
完 新 世	沖 積 層	Ac1	シルト 砂質シルト	淡青灰 暗灰	+1.60 ~ +3.21	1.00 ~ 2.10	0~6 (0.9)	調査地全域に分布。No.2、No.6地点で分布下限標高が高く、No.1、No.3地点で欠損。有機質土や腐植物が混入する粘性土を主体。植物根跡がみられる。
		Ap	腐植土	暗褐灰 黒褐	+0.90 ~ +1.08	0.70 ~ 0.90	2 (1.8)	表層の浅い谷地形にあたるNo.4、No.5地点の底部にほぼ水平に分布。繊維質の残る腐植物を主体。部分帯に有機質土やシルトを挟む。下部では砂を含有。
		As1	シルト質細砂 シルト混じり細砂 細砂 中砂	暗灰	-4.02 ~ 0.00	0.90 ~ 7.10	1~28 (8.3)	調査地全域に分布。分布下限標高は、東に向かって高くなる傾向がみられる。全体的に均質な砂を主体。所々に腐植物や木片を混入。No.2、No.3、No.6地点の上部では、パミスを多く混入しラミナを形成。
		Ac2	砂混じりシルト 砂質シルト	暗灰 暗黄褐	-2.89 ~ -1.60	0.80 ~ 1.60	0~3 (0.5)	No.1、No.2、No.5地点にほぼ水平に分布。腐植物や微細砂を挟む粘性土を主体。No.2地点では円礫を混入。
		As2	礫混じり細砂 シルト混じり細砂 シルト質細砂 細砂	暗灰 暗青灰	-24.64 ~ -3.59	0.70 ~ 22.80	1~14 (4.3)	調査地全域に分布。埋没谷斜面に近いほど厚く堆積。Ac3層と漸移関係。固結シルト円礫を混入する微細~細砂を主体。No.1、No.2地点の埋没波食台では、砂の粒径が粗い。埋没谷のNo.4、No.5地点の中~上部にかけて貝殻片混入。
		Ac3	砂質シルト 粘土質シルト	暗灰	-24.30 ~ -18.12	7.20 ~ 15.00	0~1 (0.0)	埋没谷にあたるNo.4、No.5地点で分布を確認。埋没谷斜面から離れるほど厚く堆積。As2層と漸移関係。貝殻片を混入する均質な粘性土を主体。微細砂を部分的に多く挟む。所々に腐植物・木片を混入。
		As3	シルト質細砂 細砂	暗褐灰 黄褐 黄褐	-30.30 ~ -26.92	4.95 ~ 6.00	6~19 (8.8)	埋没谷にあたるNo.4、No.5地点で、洪積層の不整合面に沿って南東側に傾斜して分布。No.4地点では、砂の粒径が若干粗くなり、色類に黄褐色を帯び固結シルト亜角~円礫が点在する砂質土を主体。No.5地点では、偽環状の粘性土や砂質土が点在。
更 新 世	洪 積 層	Ds1	シルト質細砂 シルト混じり細砂	黄褐 黄褐灰 黄灰 褐灰	-8.20 ~ -8.04	4.35 ~ 4.45	18~39 (25.5)	埋没残丘にあたるNo.1、No.2地点にほぼ水平に分布。不規則にシルトを挟む微細~細砂を主体。No.2地点の下部では、生物擾乱される。部分的に固結状を呈す。
		Dc1	シルト	淡灰 淡褐灰	-8.99 ~ -8.90	0.70 ~ 0.95	17~24 (18.0)	埋没残丘にあたるNo.1、No.2地点にほぼ水平に分布。比較的均質~若干不均質なシルトを主体。部分的に若干の砂分を含有。
		Ds2	細砂 貝殻混じり細砂 シルト混じり細砂 シルト質細砂	褐灰 暗灰 茶褐 黄褐灰	-19.04 ~ -17.65	8.75 ~ 10.05	24~50< (34.9)	埋没残丘にあたるNo.1、No.2、No.6地点にほぼ水平に分布。上~中部はラミナの発達する微細~細砂を主体。TP.-16m付近で貝殻片を多く混入。下部では、生物擾乱されシルトを不規則に混入する。TP.-12~-14mでは、微細パミスを混入。
		Dc2	砂質シルト 砂混じりシルト シルト 粘土	褐灰 黄褐灰 暗灰 淡茶褐灰	-22.02 ~ -20.99	1.95 ~ 4.10	5~37 (9.0)	埋没残丘にあたるNo.1、No.2、No.6地点にほぼ水平に分布。No.1、No.2地点では、パミスを混入するシルトを主体。No.6地点では、微細砂を挟む不均質なシルト。No.1、No.6地点のTP.-20m付近には、腐植物、木片を混入。
		Ds3	シルト混じり細砂 細砂	暗黄褐灰 暗黄褐 暗黄灰 褐灰	-30.62 ~ -27.79	3.15 ~ 8.20	21~50< (43.8)	調査地全域に分布。分布下限深度に若干起伏がみられる。沖積層が厚いNo.5地点で欠損。所々にラミナが発達する均質な細砂を主体。下部では中~粗砂を挟み、亜角~円礫が混入。No.1、No.2地点では、所々に微細な貝殻片が点在。
		Ds4	砂質シルト シルト混じり細砂	褐灰 暗灰	-37.30 ~ -32.83	5.04< ~ 7.00	21~50< (50.3)	調査地全域のDs3層の下位に分布。No.5地点のみで分布下限深度を確認。全体的に均質な微細砂を主体。所々に若干のラミナが発達。最深度で色類が暗灰色に変化。No.2、No.5、No.6地点の中~下部で貝殻片混入。
		Dc3	砂質シルト	暗灰	-38.20	0.90	21	No.5地点のみで分布を確認。貝殻片が少量点在する比較的均質なシルトを主体。微細砂を多く含有。サンドパイプがみられる。
		Ds5	シルト質細砂	暗灰	-43.10	4.90	24~50< (29.4)	No.5地点のみで分布を確認。貝殻片が多く点在する若干不均質な微細砂を主体。最上部では、微細な腐植物を少量混入。
		Dc4	砂質シルト	暗灰	-44.40	0.90	12	No.5地点のみで分布を確認。貝殻片が点在する若干不均質なシルトを主体。
		Dp	有機質シルト	暗褐	-44.95	0.55<	50	No.5地点の最深度で分布を確認。淡灰色のシルトと暗褐色の有機質土が互層状に分布。若干のラミナが発達。
		Ds6	細砂	暗青灰	-44.04	1.23<	50< (88.0)	既存資料のS46-No.2地点の最深度で分布が確認されている。

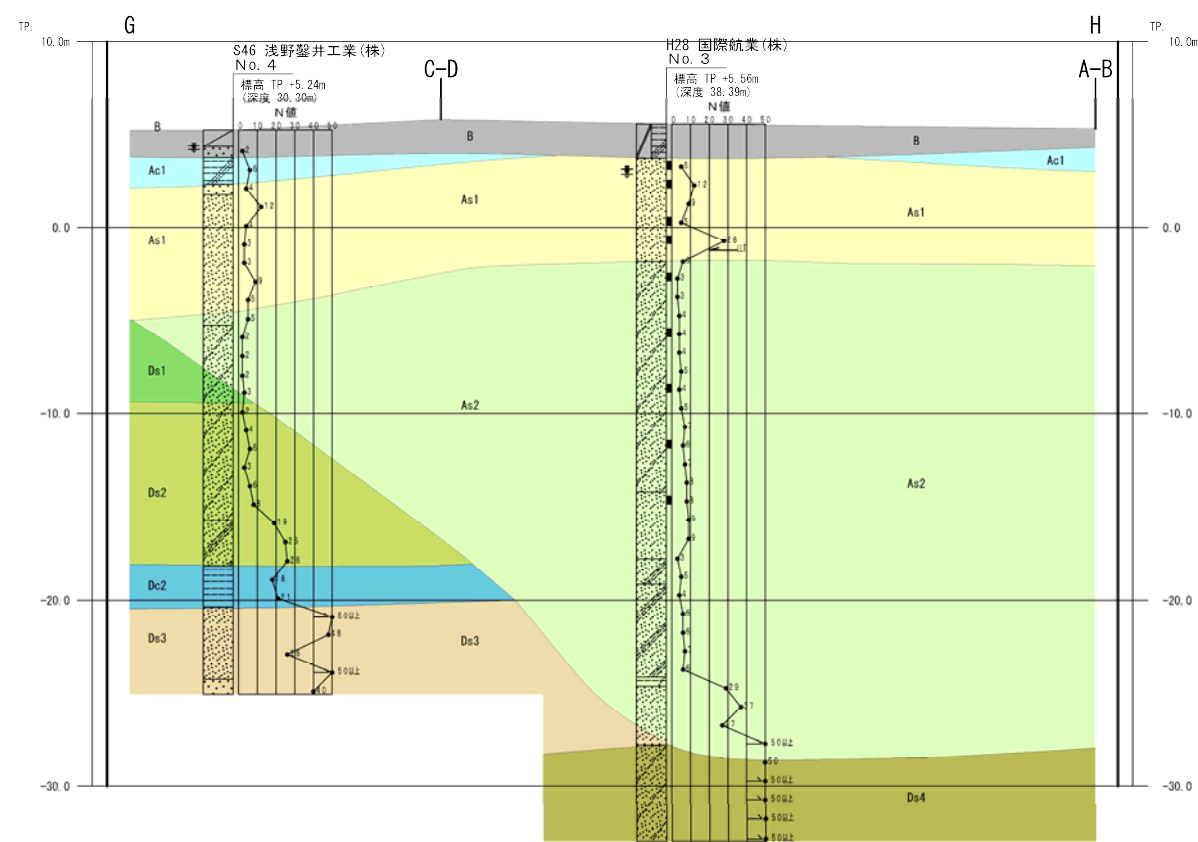
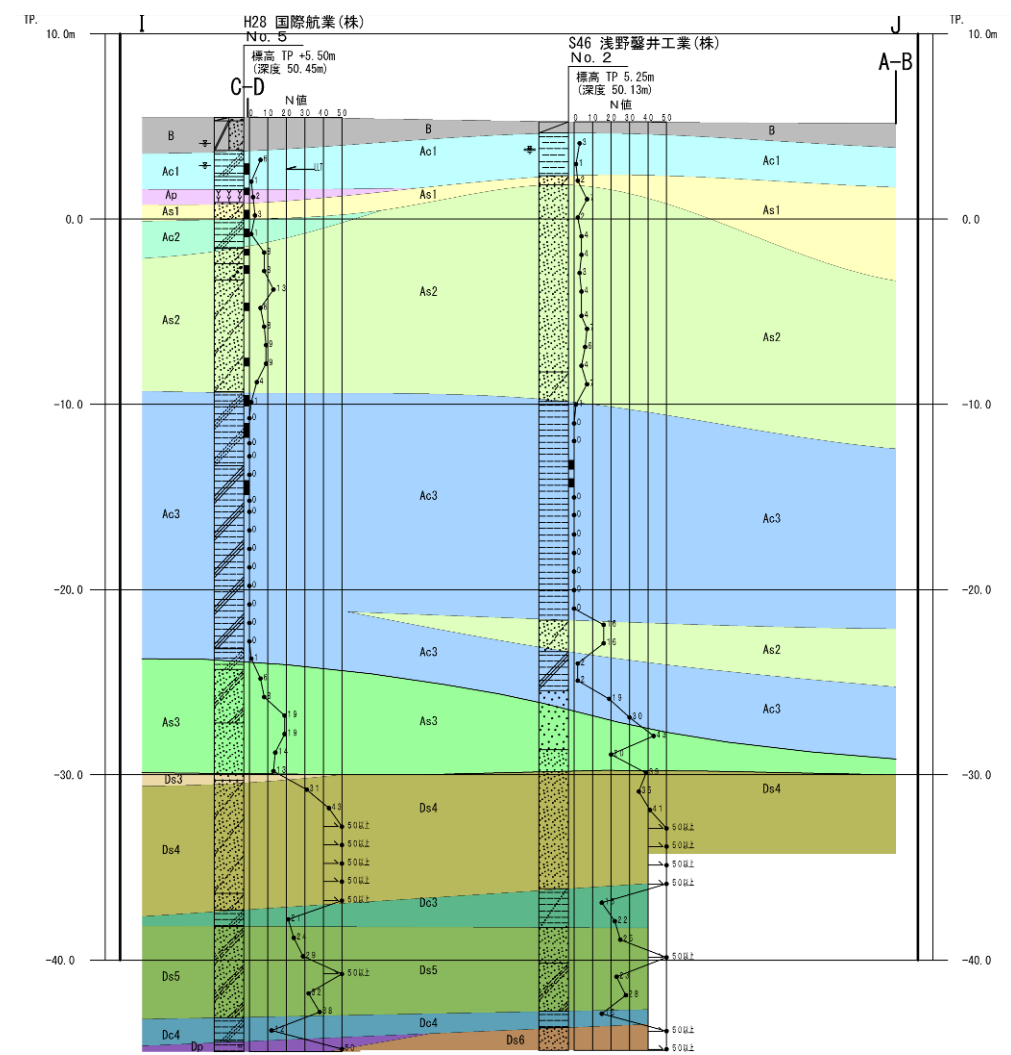
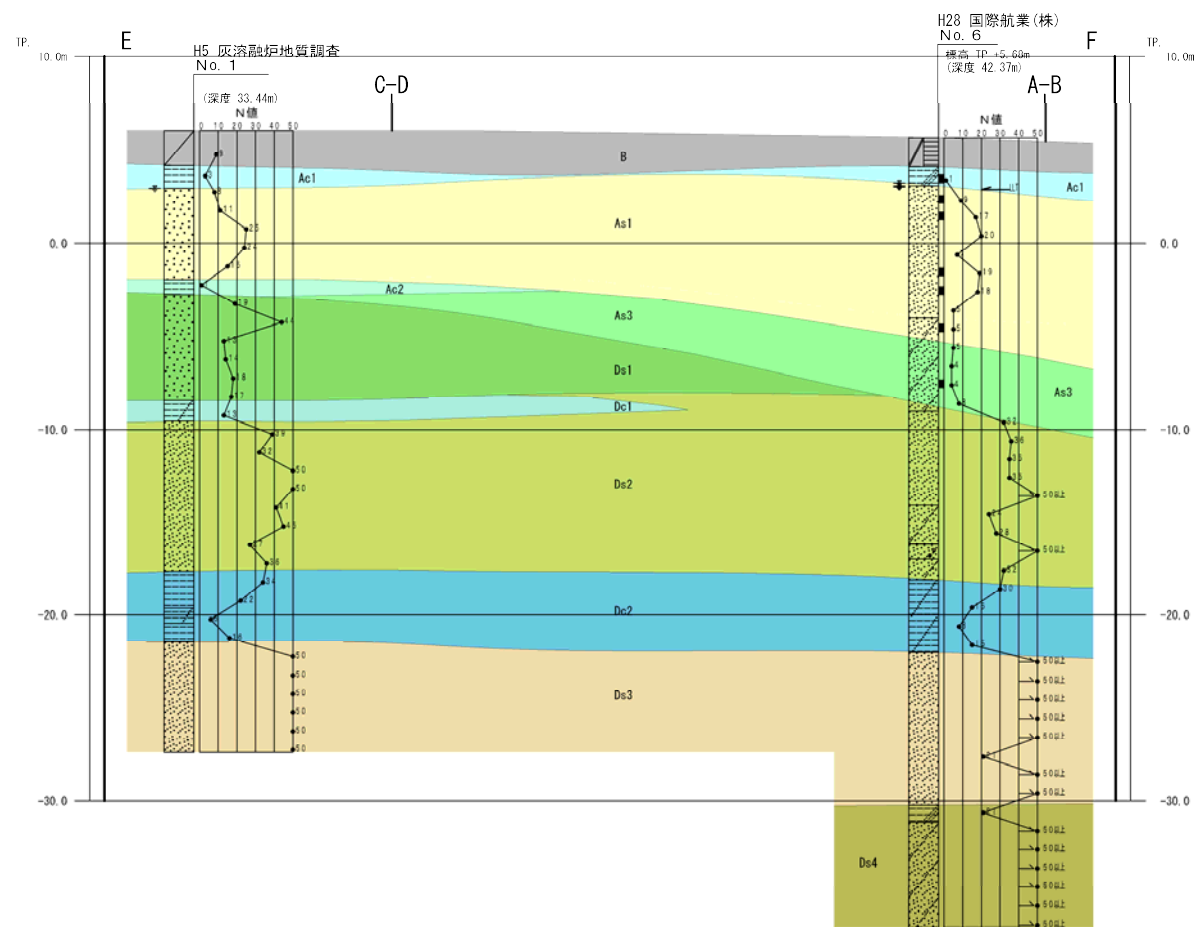
分布N値の欄で（）内に示した数値は代表値



S51 (株)東京ソイルリサーチのデータは、KBM を TP+5.50m と仮定し作成した。

H5 灰溶融炉地質調査のデータは、TP+6.05m と仮定し作成した。

図 3-5 地質想定断面図 (A-B、C-D)



S51 (株)東京ソイルリサーチのデータは、KBM を TP+5.50m と
 仮定し作成した。
 H5 灰溶融炉地質調査のデータは、TP+6.05m と仮定し作成した。

図 3-6 地質想定断面図 (E-F、G-H、I-J)

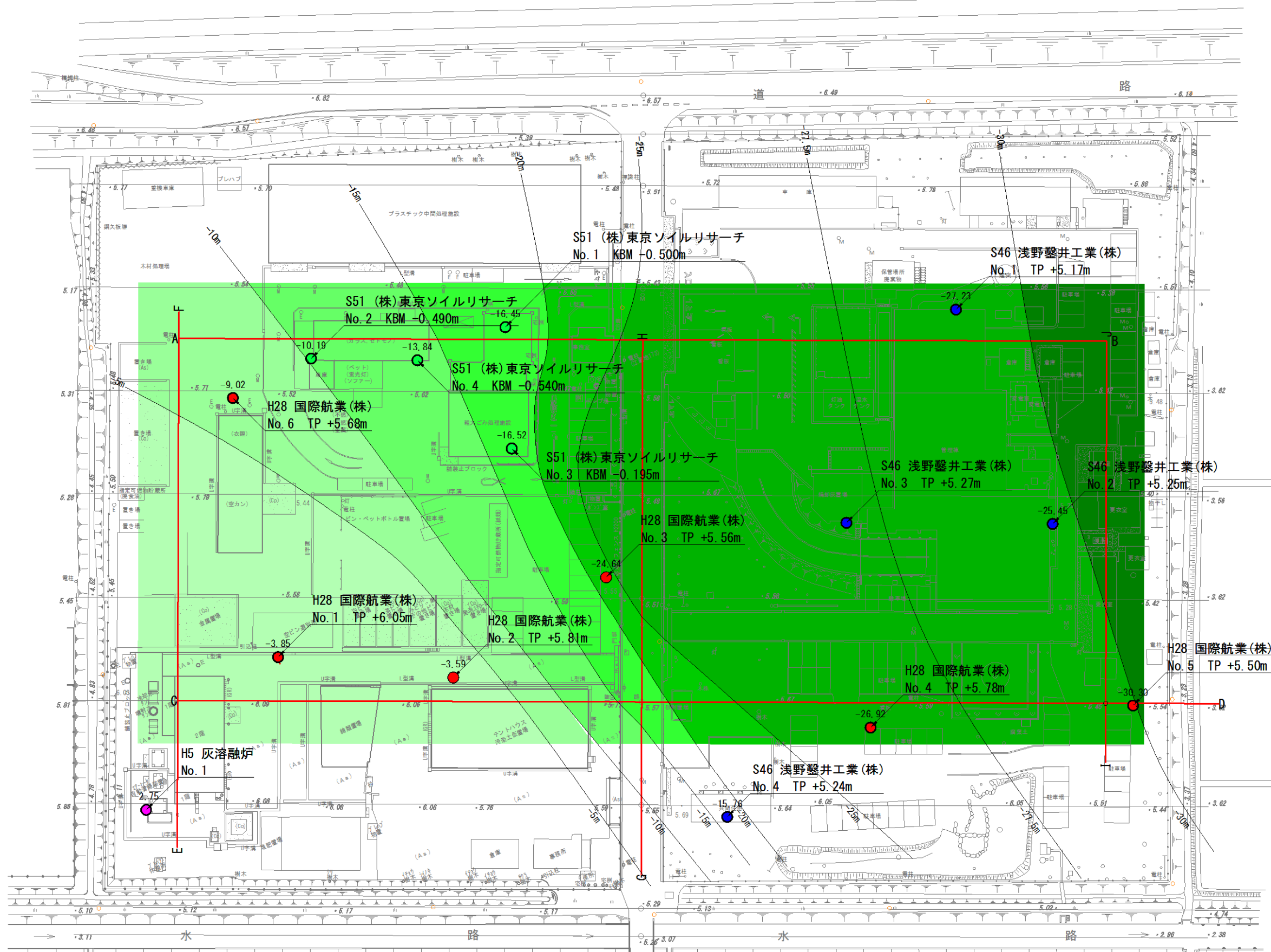


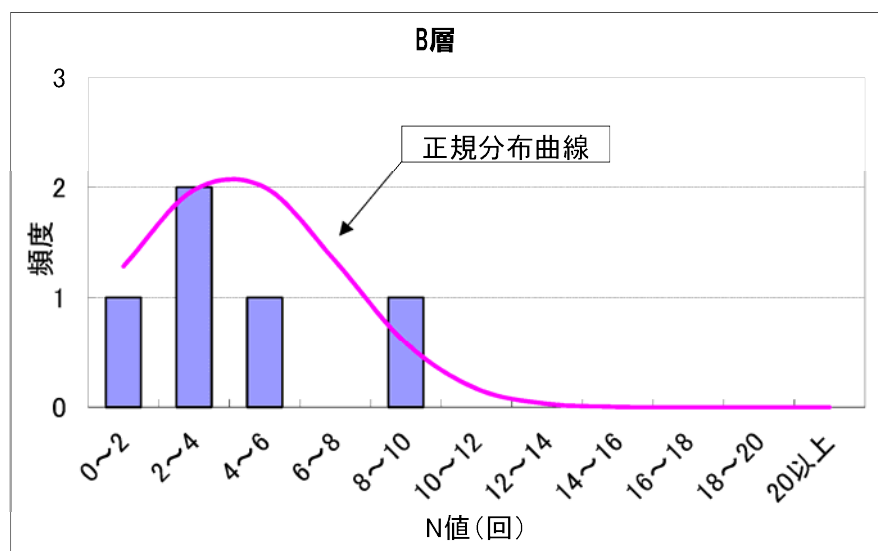
図 3-7 沖積層基底等深線図

調査地に分布する沖積層は、図 3-7 の沖積層基底等深線図に示すように南西側で薄く、東側で厚く堆積していた。調査地の南西側の沖積層が薄い部分は、埋没残丘地形とみられる。この残丘地形の頂点にあたる TP+3m 付近は、平坦面が形成され、埋没波食台の様相を呈しているものと推察される。

洪積層は上位の Ds1 層から砂層優勢の砂泥互層となっており、上部に分布する砂層 Ds1 層、Ds2 層は風化による影響で N 値が小さく、Ds3 層以深は比較的に N 値が大きくなっている。以下、各層ごとの分布状況及びその特徴について詳述する。

1) 盛土層 (B)

- ・ B 層は盛土層であり、調査地全域に分布しており、その層相は粘性土、砂質シルトが主体となるが、調査地南東部のボーリング No5 のみ砂質土を主体とする。
- ・ また、対象地北西部となるボーリング No. 2、No. 3、No. 6 地点ではセメント改良も見られた。
- ・ N 値は、全般に N = 2 ~ 4 程度を示すところが多く、砂分を多く含有するボーリング No. 4 地点では N = 5 を示した。
- ・ このため、N 値の代表値はこれを除外し N = 3 回を代表値として設定する。



平均値 4.1
 標準偏差 3.1
 $\text{平均値} - \text{標準偏差} / 2 = 2.5$

図 3-8 (1) N 値の頻度分布図 (B 層)

2) 沖積層 (Ac1、Ap、As1、Ac2、As2、Ac3、As3)

沖積層は、図 3-7 の沖積層基底等深線図に示すように、南西側で薄く、東側で厚く堆積する。特にボーリング No.2 地点 (基底標高 TP-3.59m) からボーリング No.3 地点 (標高-24.64m) への落ち込みが激しく、この付近が埋没残丘の斜面部にあたるものと推察される。

沖積層は、土質の層相の違いにより、粘性土を主体とする地層を Ac 層として 3 層に、砂質土を主体とするものを As 層として 3 層に、腐植物を多く含有する粘性土を Ap 層に区分した。

① Ac1 層

- ・ Ac1 層は、軟弱なシルト、砂質シルトからなり、層厚 1～2 m 程度と薄いものの調査地全域に分布している。
- ・ 層相は、部分的に砂分が混入されるほか、有機質土や繊維質の残る腐植物が鉛直方向やレンズ状に挟んでおり、全体的に不均質な地層である。
- ・ N 値は砂分を多く含むところで N 値が大きくなる所もあるが、N=0 回となるところが圧倒的に多い。
- ・ このため代表値は N = 0 回とする。

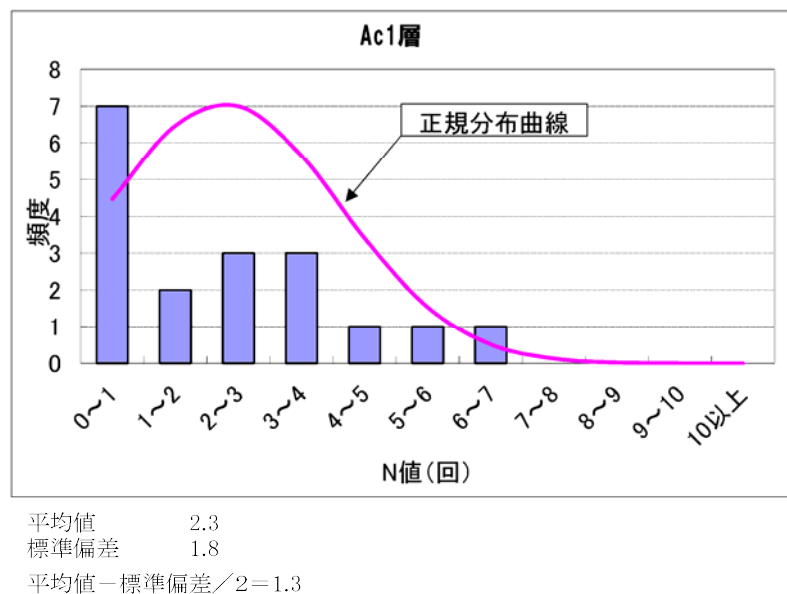


図 3-8 (2) N 値の頻度分布図 (Ac1 層)

② Ap 層

- Ap 層は、繊維質の残る腐植物を主体とする地層であり、層厚 1 m 程度と薄く調査地南西部に分布している。
- 層相は、未分解の繊維質を残す腐植物を主体とし、部分的に分解の進んだ有機質土層やシルトを狭在するほか、最下部では砂分の含有も見られる。
- N 値は 2 回しか実施されていないがいずれも N = 2 回となっている。
- このため代表値は N = 2 回とする。

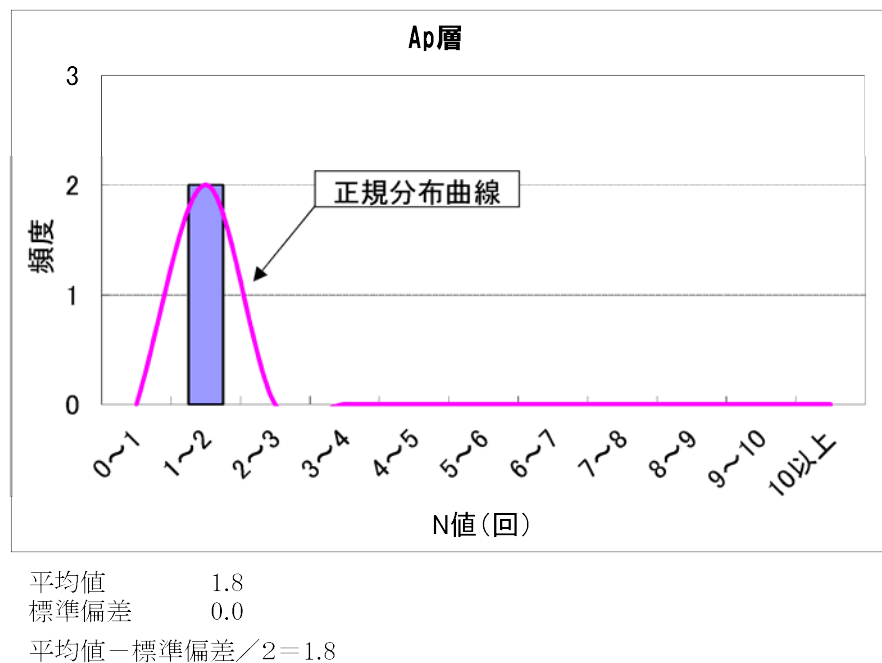
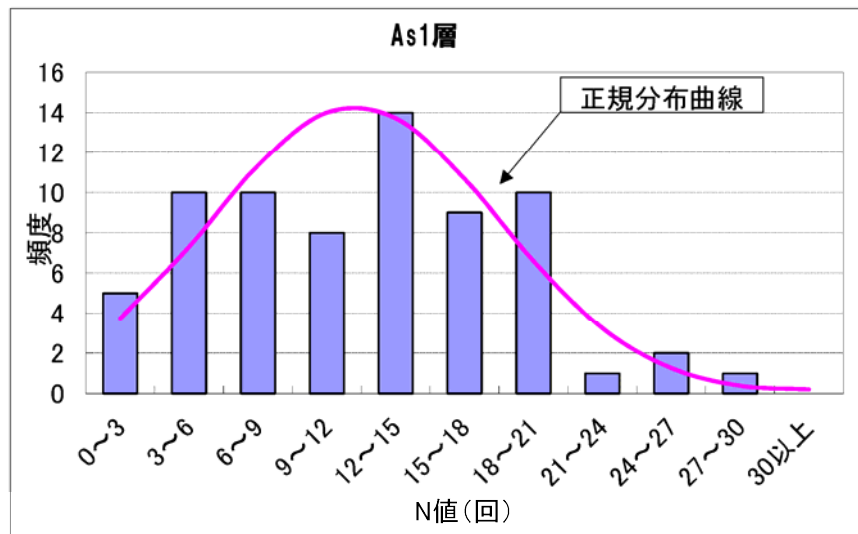


図 3 - 8 (3) N 値の頻度分布図 (Ap 層)

③ As1 層

- As1 層は、暗灰色の砂質土からなる地層であり、層厚 1～7 m 程度で調査地全域に分布している。
- 層相は、均質な細砂からなるが深くなるに従い粒径が粗くなり、中～粗砂の混入が見られる。また、場所によりシルト分の混入や、腐植物や木片等の混入も見られる地層である。
- N 値は粘性土や粗粒分の混入による大小はあるものの、概ね $N = 12$ 回付近を中心とする正規分布となっていると思われる。
- このため、代表 N 値は、平均 N 値から標準偏差 (σ_{n-1}) / 2 を引いた値として、 $N = 8$ 回を代表 N 値とした。

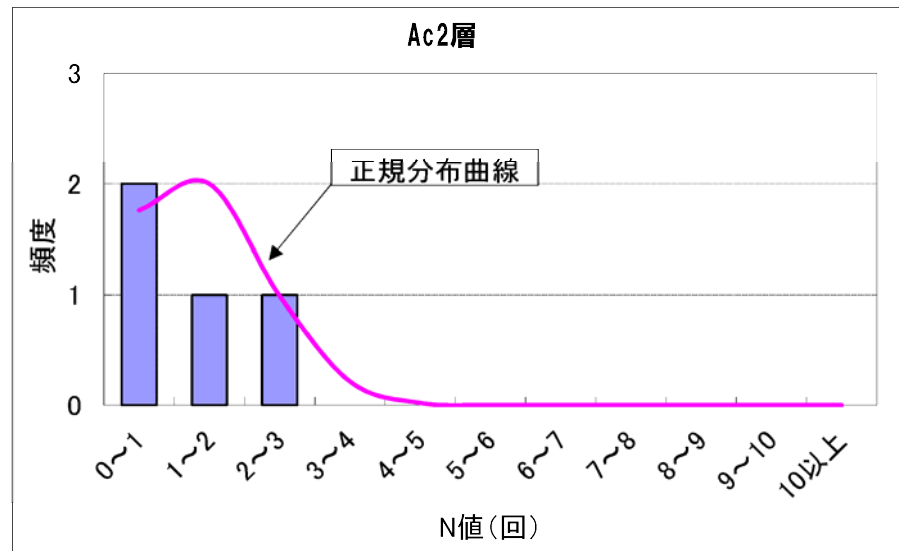


平均値 11.7
標準偏差 6.2
平均値－標準偏差/2=8.6

図 3-8(4) N 値の頻度分布図 (As1 層)

④ Ac2 層

- Ac2 層は、暗灰～暗黄灰色の腐植物や微細砂を狭在する粘性土からなる地層であり、As1 層と As2 層の境界に層厚 1 m 程度と薄層に分布する。
- 地層の連続性はなく、所々で欠如しているほか、埋没残丘部では $\phi 5\text{mm}$ 程度の円礫の混入も見られる。
- N 値は $N = 2$ 回以下となっており、 $N = 0$ 回となる所が多い。
- このため代表値は $N = 0$ 回とする。

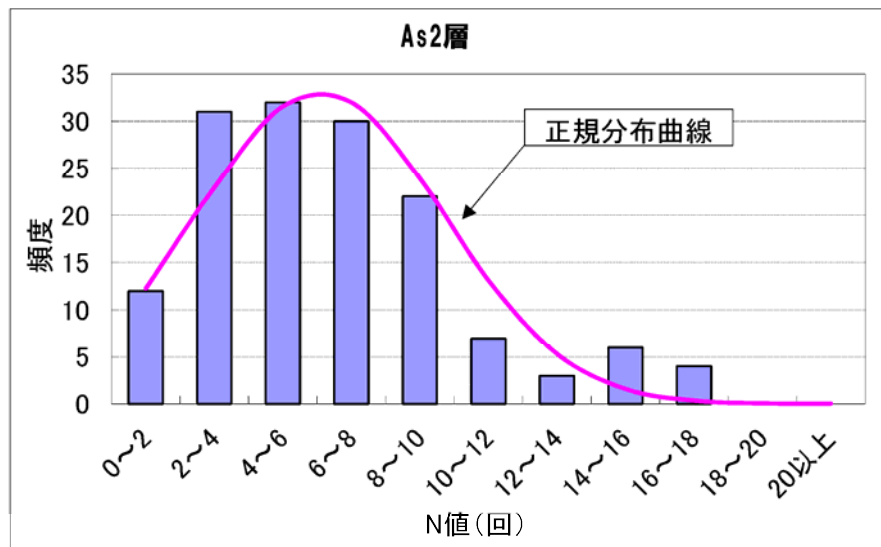


平均値 1.2
標準偏差 1.1
平均値 - 標準偏差 / 2 = 0.6

図 3 - 8 (5) N 値の頻度分布図 (Ac2 層)

⑤ As2 層

- As2 層は、細砂を主体とする地層であり、調査地全域に厚く堆積し、粘性土層である Ac3 層とは漸移関係となっている。
- 層相は固結シルト礫を混入する微細砂～細砂を主体とし、埋没残丘面上では砂分の粒径が粗く、φ30mm 程度の円礫も混入する。
- N 値はシルト分の混入により、やや小さい値に偏りが見られるものの、N = 4～6 回を中心とした正規分布となっている。
- このため、安全側となるようにシルト分の混入により小さくなる値を含めた平均 N 値から標準偏差 (σ n-1) /2 を引いた値を代表 N 値 (N = 4 回) として設定した。

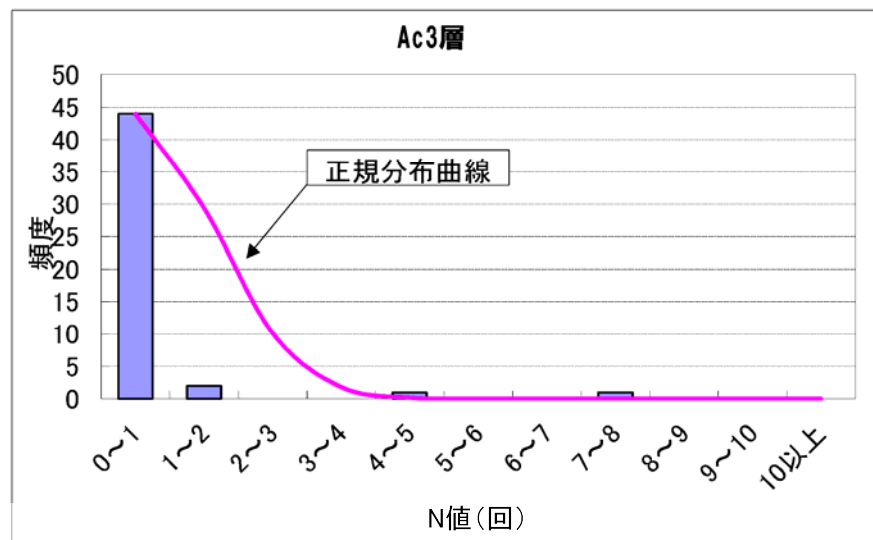


平均値 6.1
 標準偏差 3.6
 平均値－標準偏差／2＝4.3

図 3 - 8 (6) N 値の頻度分布図 (As2 層)

⑥ Ac3 層

- Ac3 層は、砂質シルト～粘土質シルトからなる地層であり、As2 層と漸移関係となっている。層厚は埋没谷となるボーリング No4 及び No5 地点で厚く、最大 15m 程度の厚さで堆積している。
- 層相は、貝殻片を混入する均質な粘性土を主体とし、微細砂を部分的に多く混入するほか、所々に腐植物・木片の混入も見られる。
- N 値はほぼ N=0 回を示し、非常に軟弱な地層である。
- このため代表値は N=0 回とする。

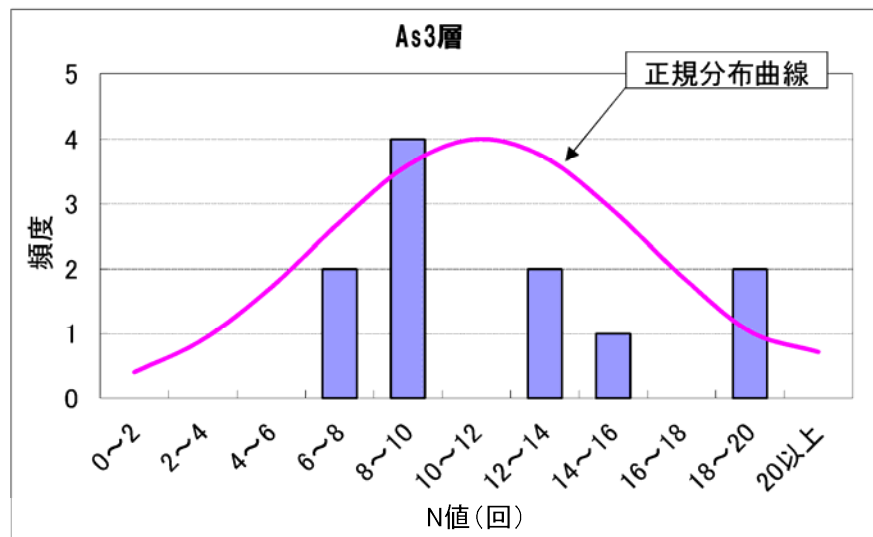


平均値 0.4
 標準偏差 1.2
 平均値－標準偏差／2＝-0.2

図 3 - 8 (7) N 値の頻度分布図 (Ac3 層)

⑦ As3 層

- As3 層は、シルト室細砂～細砂からなり、沖積層最下部に層厚最大 6m 程度分布する地層である。
- 砂分の粒径は微細砂～細砂と比較的に細粒であり、φ 20mm 程度の固結シルト礫や木片、パミスの混入もみられ、全体的に不均質な様相を呈している。
- N 値は、礫分等の混入によりバラツキを示すものの概ね N = 8 ~ 10 回程度を示すところが多くなっている。
- 代表 N 値は、再頻度値であり、かつ、平均 N 値から標準偏差 (σ_{n-1}) / 2 を引いた値でもある N = 8 回とした。



平均値 11.2
 標準偏差 4.8
 平均値 - 標準偏差 / 2 = 8.8

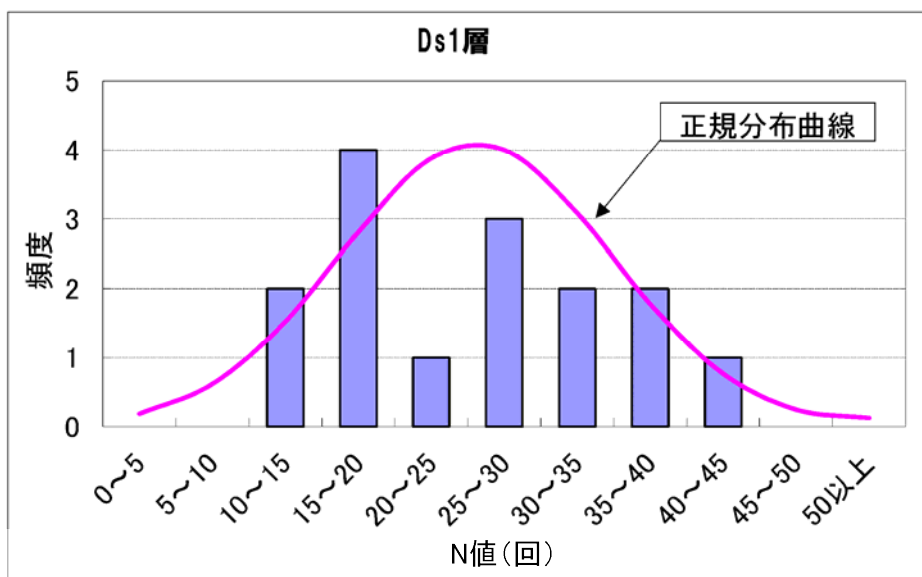
図 3 - 8 (8) N 値の頻度分布図 (As3 層)

3) 洪積層 (Ds1、Dc1、Ds2、Dc2、Ds3、Ds4、Dc3、Ds5、Dc4、Dp、Ds6)

洪積層は、調査地の基盤となる地層であり、周辺の地質図から下総層群の上岩橋層よりも古い地層と考えられるが、地層との詳細な対比ができないため、本報告書では洪積層として一括して取り扱う。洪積層は、土質の層相の違いにより、粘性土を主体とする地層を Dc 層として 4 層に、砂質土を主体とするものを Ds 層として 6 層に、腐植物を多く含有する粘性土を Dp 層に区分した。

① Ds1 層

- ・ Ds1 層は、不規則にシルト分を混入する砂質土を主体とする地層であり、埋没残丘最上部に分布する地層である。
- ・ 砂分の粒径は微細砂～細砂と比較的に細粒であり、比較的に粒径は均一である。最上部ではφ5～20mm程度の円礫やシルト片の混入が見られる。
- ・ N値は、シルト分の混入により N=20 以下となる所も多いが、その他は N = 25 回以上となっている。
- ・ 代表N値は、安全側に配慮してシルト分が混入するところの代表値として N ≥ 25 回を除外した平均値及び標準偏差を用い、N = 16 回を採用した。

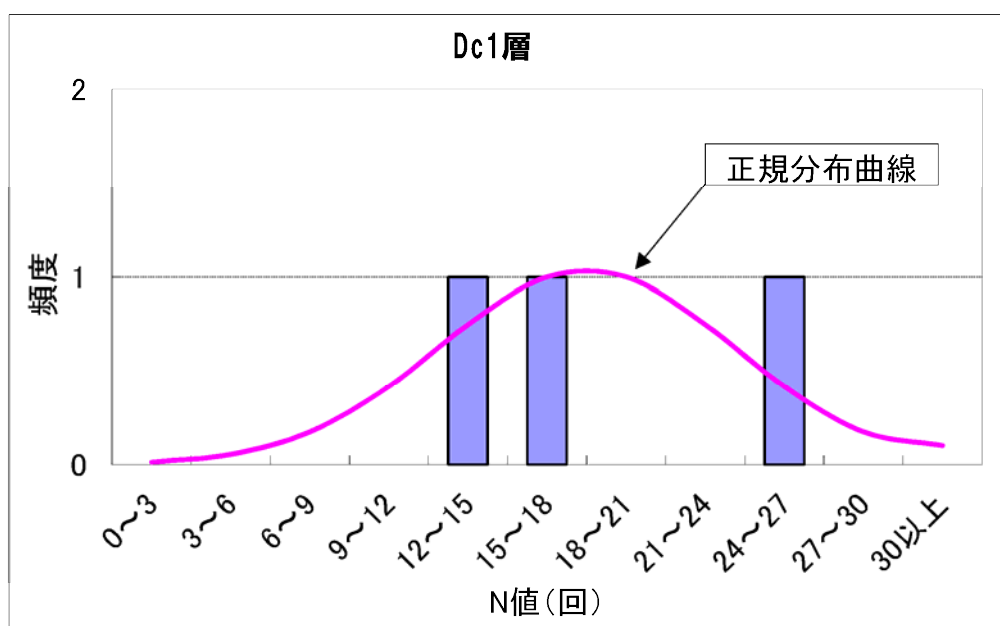


平均値 25.5
 標準偏差 9.3
 平均値－標準偏差／2＝20.9

図 3 - 8 (9) N 値の頻度分布図 (Ds1 層)

② Dc1 層

- Dc1 層は、淡灰～淡褐灰色を呈すシルトからなり、埋没残丘部にて Ds1 層の下位に分布する地層である。
- シルト分は比較的均質であり、若干の砂分を含有している。
- N 値は、標準貫入試験が 3 回と少なく N = 13 ~ 24 回となっている。
- このため、代表 N 値は最小値である N = 13 回を採用した。

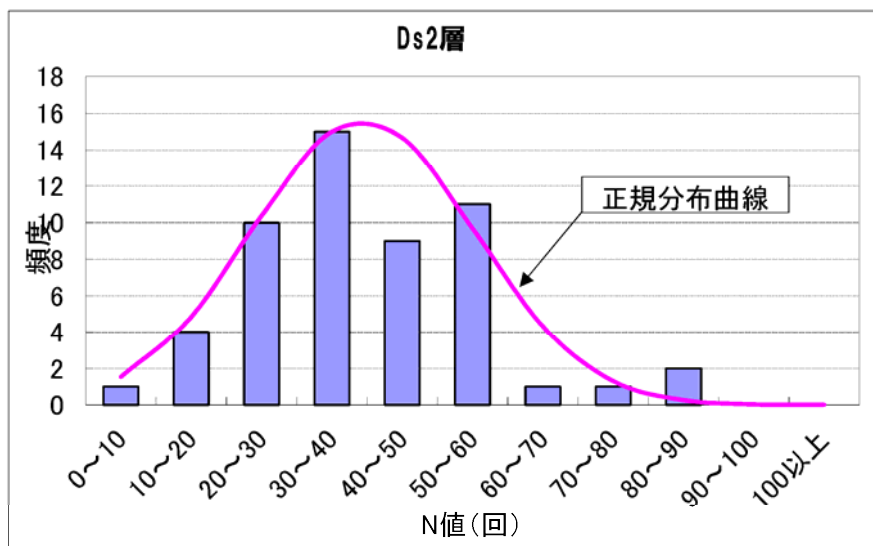


平均値 18.0
標準偏差 5.6
平均値 - 標準偏差 / 2 = 15.2

図 3 - 8 (10) N 値の頻度分布図 (Dc1 層)

③ Ds2 層

- Ds2 層は、シルト質細砂～細砂からなる地層であり、埋没残丘部における標高-9～-19m程度で分布する地層である。
- 層相は全体的に均質な細砂からなり、所々でパミスの混入や火山灰を起源とする粘性土を狭在するほか、標高-16～-17m付近には多量の貝殻片が混入していることが特徴的である。
- N値はN=40回付近を中心とする正規分布を示している。
- このため、代表N値は、平均N値から標準偏差 (σ_{n-1}) /2 を引いた値として、N=31回を代表N値とした。

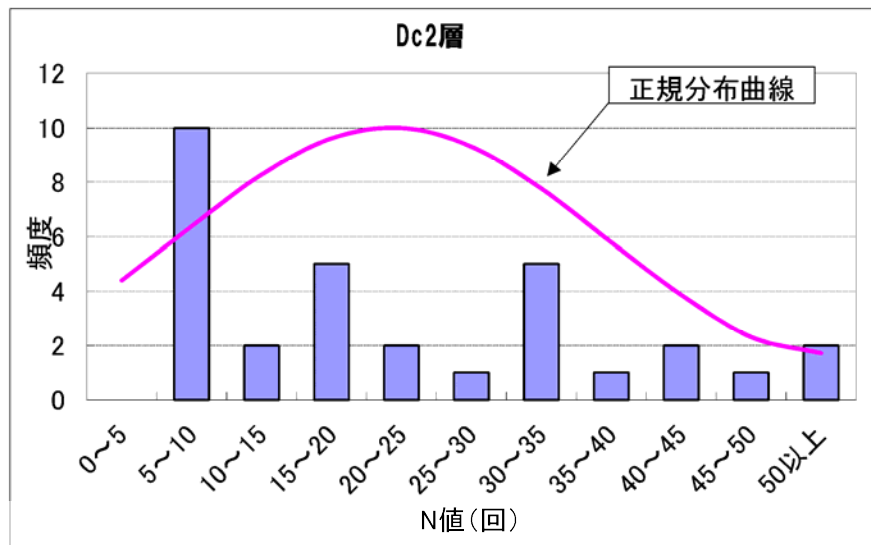


平均値 39.4
 標準偏差 16.0
 平均値－標準偏差／2＝31.4

図 3－8(11) N値の頻度分布図(Ds2層)

④ Dc2 層

- Dc2 層は、やや凝灰質なシルト～粘土を主体とする地層であり、埋没残丘部における標高-19～-21m付近に連続して分布する地層である。
- 層相は比較的均質であり、 $\phi 1\sim 3\text{mm}$ 程度のパミスを混入する。
- N値は地層中心部では、 $N=5\sim 8$ 回程度と小さく、上位のDs2層もしくは下位のDs3層の境界部付近では $N=20$ 回以上と大きな値を示す傾向が伺える。
- このため、代表N値は、地層中心部における平均N値から標準偏差 (σ_{n-1}) /2 を引いた値として、 $N=6$ 回を代表N値とした。

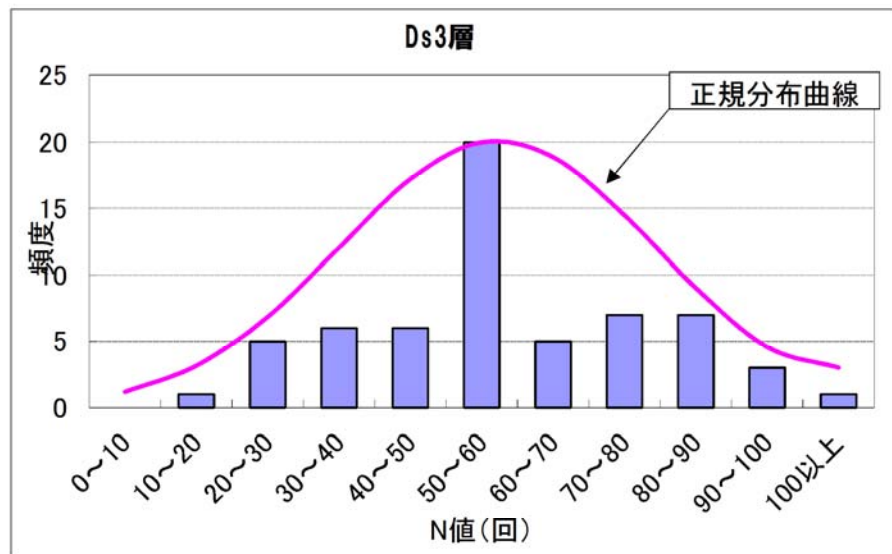


平均値 21.8
 標準偏差 15.0
 平均値－標準偏差／2＝14.3

図 3－8 (12) N 値の頻度分布図(Dc2 層)

⑤ Ds3 層

- Ds3 層は、細砂を主体とし、調査地全域に分布する地層である。Dc2 層や沖積層の下位に、標高-30.62~-27.79m までみられ、沖積層が特に厚く堆積する No.5 地点では欠損していた。層厚は、3.15~8.20m で No.6 地点で厚くなっていた。
- 層相は均質な細砂からなり、所々にラミナが発達する。下部では中~粗砂を挟み、亜角~円礫が混入していた。
- No.1、No.2 地点では、所々に微細な貝殻片が点在し、標高-25~-24m では生痕化石がみられた。
- N 値はほぼ 50 以上であることから、代表 N 値は N = 50 回とする。

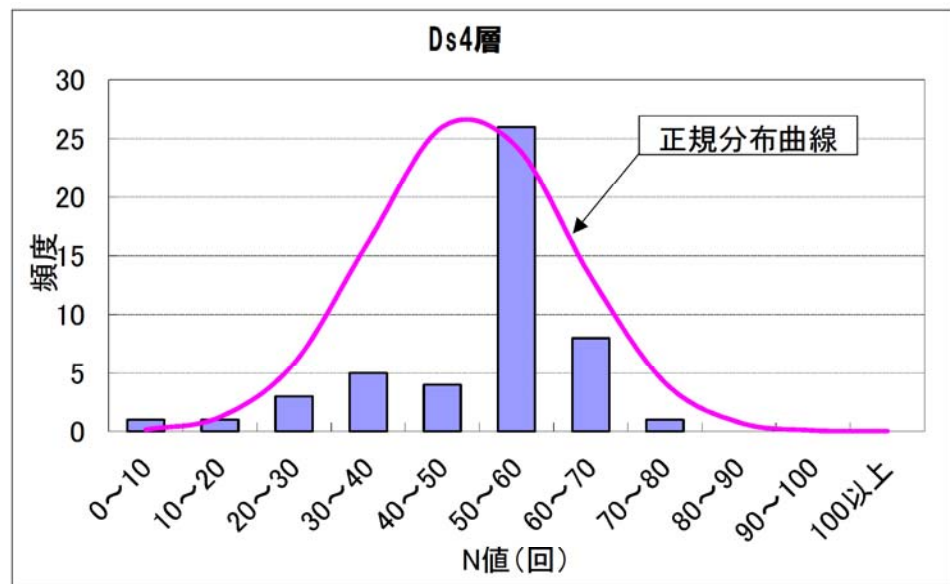


平均値 57.2
 標準偏差 21.9
 平均値 - 標準偏差 / 2 = 46.2

図 3 - 8 (13) N 値の頻度分布図(Ds3 層)

⑥ Ds4 層

- Ds4 層は、微細砂を主体とし、調査地全域の Ds3 層の下位に分布していた。No. 5 地点では標高-37.30m まで分布し、層厚は 7.00m あった。
- 層相は全体的に均質な微細砂からなる。Ds3 層に比べ粒径が細くなり、所々に若干のラミナが発達していた。No. 2、No. 5、No. 6 地点の中～下部で貝殻片点在しており、No. 6 地点の最上部には、0.90m の層厚で粘性土を挟んでいた。
- N 値はほぼ 50 以上であることから、代表 N 値は N = 50 回とする。

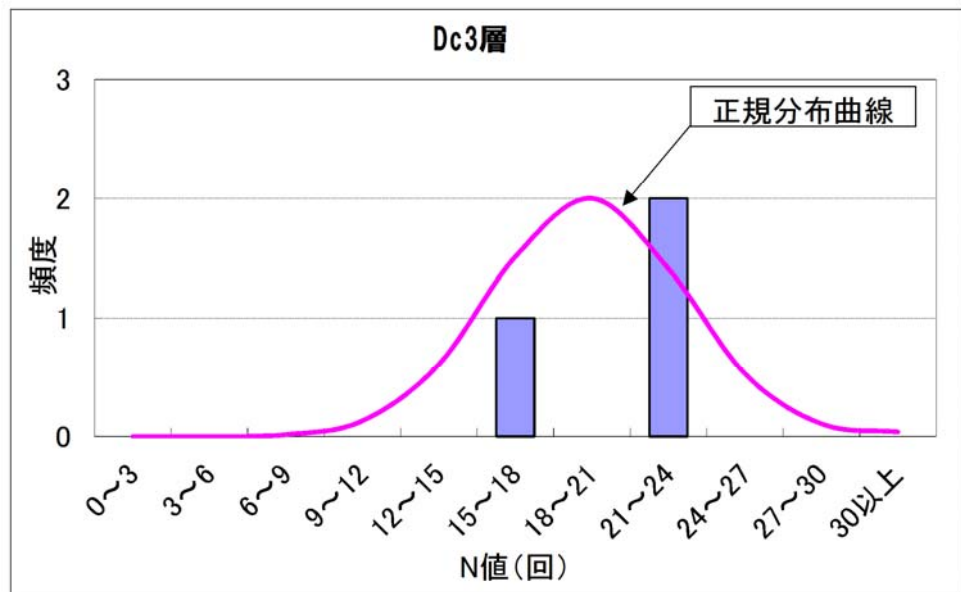


平均値 48.8
 標準偏差 13.6
 平均値 - 標準偏差 / 2 = 42.0

図 3 - 8 (14) N 値の頻度分布図(Ds4 層)

⑦ Dc3 層

- Dc3 層は、No. 5 地点のみで標高-38.20m まで分布し、層厚は 0.90m あった。
- 層相は比較的均質なシルトを主体とし、貝殻片が少量点在していた。微細砂を多く含有し、サンドパイプがみられた。
- N 値は最小値として N = 15 回とする。

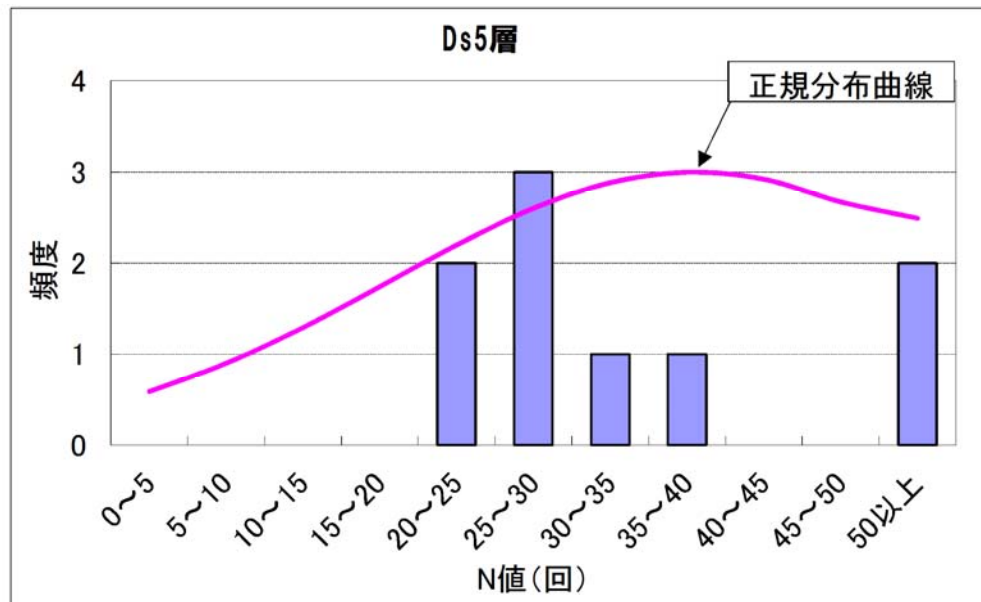


平均値 19.3
標準偏差 3.8
平均値－標準偏差／2＝17.4

図 3 - 8 (15) N 値の頻度分布図(Dc3 層)

⑧ Ds5 層

- Ds5 層は、No. 5 地点のみで標高-43.10m まで分布し、No. 5 地点での層厚は 4.90m あった。
- 層相は若干不均質な微細砂を主体とし、貝殻片が多く点在していた。最上部では、微細な腐植物を極少量混入していた。
- N 値は安全側として $N \geq 50$ を除き、平均 N 値から標準偏差 $(\sigma_{n-1}) / 2$ を引いた値として、 $N = 26$ 回とする。

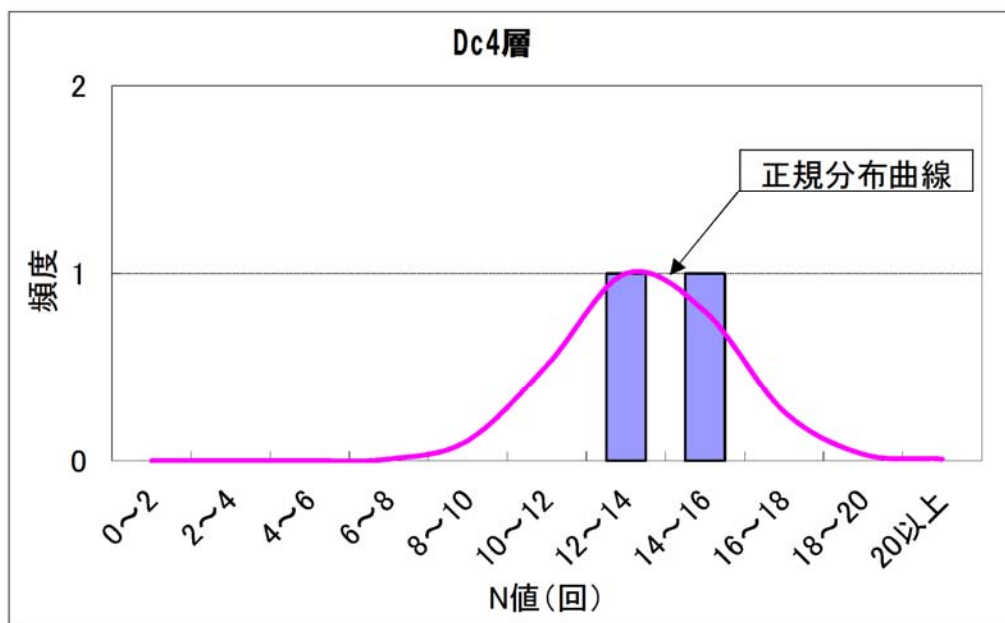


平均値 38.0
 標準偏差 19.6
 平均値 - 標準偏差 / 2 = 28.2

図 3 - 8 (16) N 値の頻度分布図(Ds5 層)

⑨ Dc4 層

- Dc4 層は、No. 5 地点のみで標高-44.40m まで分布していた。• No. 5 地点での層厚は 0.90m あった。
- 層相は、若干不均質なシルトを主体とする、硬い粘性土地盤である。所々に貝殻片が点在していた。
- N 値は最小値として N = 1 2 回とする。



平均値 13.5
標準偏差 2.1
平均値 - 標準偏差 / 2 = 12.4

図 3 - 8 (17) N 値の頻度分布図(Dc4 層)

⑩ Dp 層

- Dp 層はNo. 5 地点で、標高-44.95m まで分布しており、層厚は0.55m あった。
- 層相は、淡灰色のシルトと暗褐色の有機質土が互層状に分布しており、若干のラミナが発達していた。
- N 値は標準貫入試験結果が1 試料しかいないため、この値（N = 50）を採用する。

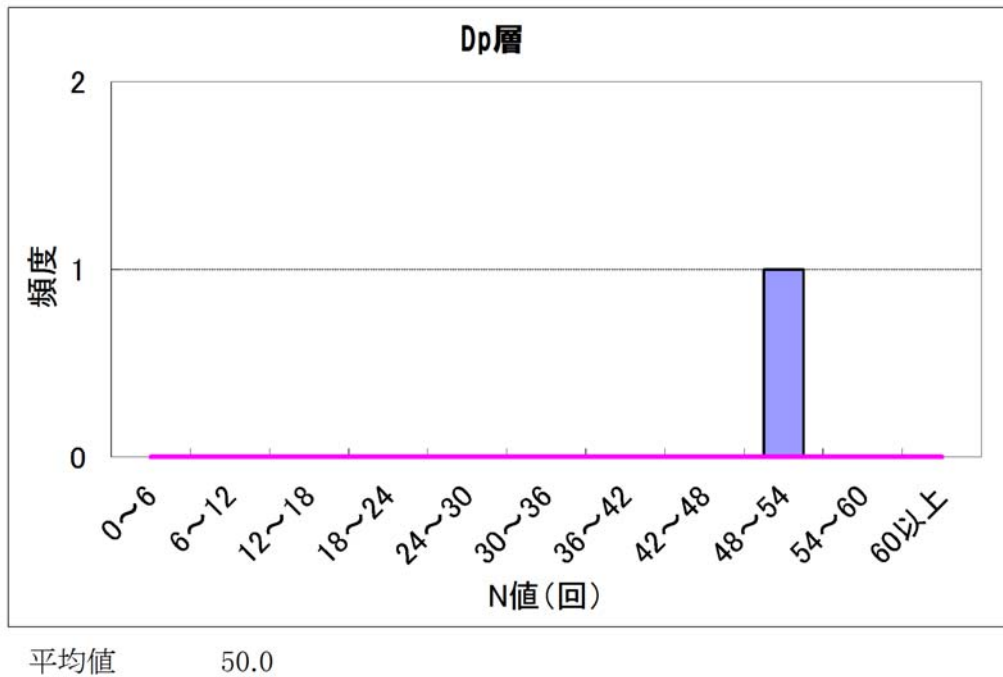
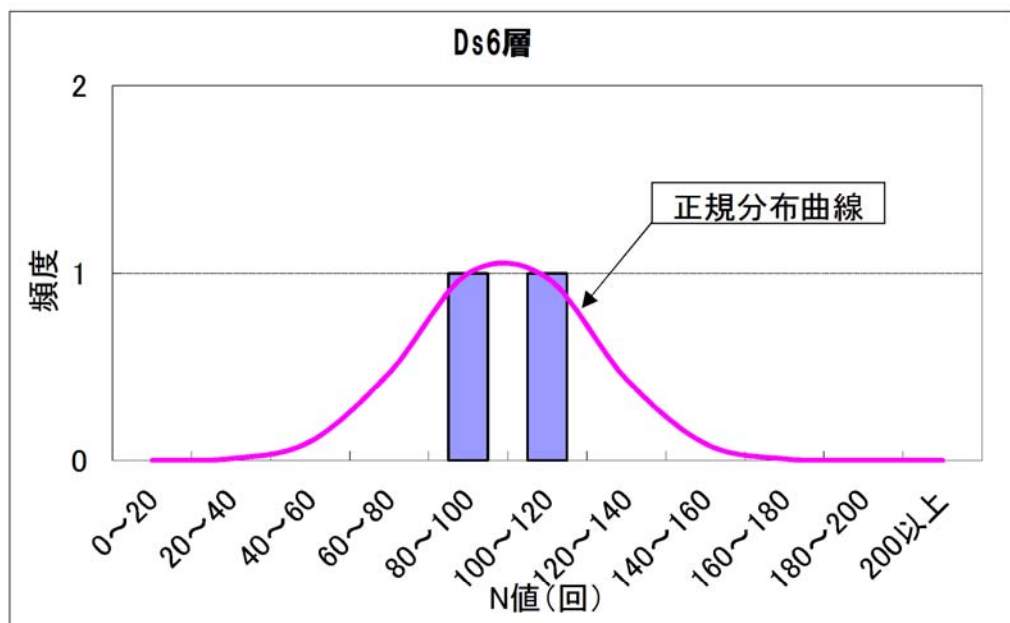


図 3 - 8 (18) N 値の頻度分布図 (Dp 層)

⑪ Ds6 層

- Ds6 層は、既存資料の S46-No. 2 地点の最深部で分布が確認されている。
- 層相は、水分の多い均質な細砂を主体とする非常に密に締まった砂質土地盤である。
- S46-No. 2 地点での層厚は 1.23m を確認していた。
- N 値は最小値として N = 83 回を採用する。



平均値 99.4

標準偏差 22.7

平均値 - 標準偏差 / 2 = 88.0

図 3 - 8 (19) N 値の頻度分布図(Ds6 層)

3-3 孔内水位

本業務区において確認された孔内水位は表 3-4 に示すとおりである。

表 3-4 孔内水位

調査地点	測定日	孔内水位		備考
No. 1	2016/12/3	GL- 1.40 m	TP. 4.65 m	清水位
	2016/12/5	GL- 1.60 m	TP. 4.45 m	泥水位
	2016/12/6	GL- 3.30 m	TP. 2.75 m	泥水位
No. 2	2016/12/1	GL- 1.46 m	TP. 4.35 m	清水位
	2016/12/2	GL- 2.80 m	TP. 3.01 m	泥水位
	2016/12/3	GL- 2.61 m	TP. 3.20 m	泥水位
	2016/12/5	GL- 2.84 m	TP. 2.97 m	泥水位
No. 3	2016/12/7	GL- 2.71 m	TP. 2.85 m	清水位
	2016/12/8	GL- 2.41 m	TP. 3.15 m	泥水位
	2016/12/9	GL- 2.44 m	TP. 3.12 m	泥水位
No. 4	2016/12/12	GL- 1.33 m	TP. 4.45 m	清水位
	2016/12/13	GL- 2.75 m	TP. 3.03 m	泥水位
	2016/12/14	GL- 2.77 m	TP. 3.01 m	泥水位
No. 5	2016/12/2	GL- 1.40 m	TP. 4.10 m	清水位
	2016/12/5	GL- 2.60 m	TP. 2.90 m	泥水位
	2016/12/6	GL- 2.60 m	TP. 2.90 m	泥水位
No. 6	2016/12/8	GL- 2.45 m	TP. 3.23 m	清水位
	2016/12/9	GL- 2.60 m	TP. 3.08 m	泥水位
	2016/12/10	GL- 2.65 m	TP. 3.03 m	泥水位
	2016/12/12	GL- 2.65 m	TP. 3.03 m	泥水位

表 3-4 の備考欄に「清水位」と記してある水位は、無水掘りにて確認した第一帯水層にある不圧地下水(自由地下水)を示しており、調査地ではほぼ TP+4m 付近に分布する。

「泥水位」と記してある水位は、泥水掘削を行っている時の作業前に確認した孔内水位であり、ボーリング孔壁に付着しているベントナイト等による影響もあるため、参考値である。

3-4 孔内水平載荷試験結果

孔内水平載荷試験は、構造物の基礎に対する地盤の変形特性を把握するために実施した。試験結果を表 3-5 に示す。

表 3-5 孔内水平載荷試験結果

調査地点	深 度 (GL-m)	土質名	地質 記号	N 値	静止土圧 P_o (kPa)	降伏圧 P_y (kPa)	破壊圧 P_L (kPa)	地盤係数 K_m (MN/m ³)	変形係数 E (MPa)	中間半径 r_m (cm)
No. 1	6.80	細砂	As1	7/30	22.8	300.2	515.0	92.470	5.081	4.23
No. 2	6.80	細砂	As1	19/30	127.9	321.7	794.6	166.400	9.254	4.28
No. 3	6.80	細砂	As1	28/30	167.5	424.0	862.2	198.800	11.040	4.27
No. 4	2.80	シルト	Ac1	0/60	9.88	31.0	49.4	15.790	0.912	4.44
No. 5	2.80	砂質 シルト	Ac1	6/30	26.4	64.1	118.1	43.820	2.391	4.20
No. 6	2.80	細砂	As1	9/30	28.1	78.5	113.7	34.390	1.995	4.46

一般に、孔内水平載荷試験における変形係数 E は、 N 値との間に $E=700 \cdot N$ (kPa) の相関関係があると言われており、今回の試験結果を一般値に重ねた(図 3-9 参照)。

この結果、多少のバラツキはあるものの、一般値とほぼ同様の傾向を示しており、孔内水平試験は適切に実施出来ていることが推察される。

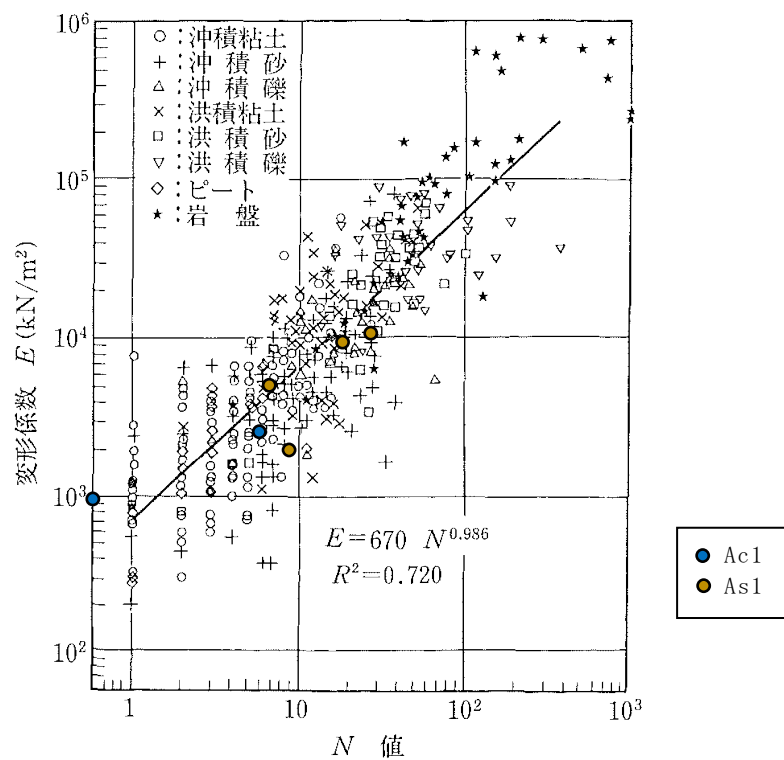


図 3-9 孔内载荷試験より得られた変形係数と N 値との関係(土谷・豊岡に加筆修正)
 (地盤工学会：地盤調査の方法と解説より)

3-5 室内土質試験結果

(1) 採取試料

室内土質試験は、構造物の基礎や盛土造成を検討するのに必要な物理・力学試験を実施した。その試験結果は巻末資料の土質試験データシートに示した。

室内土質試験結果をまとめるにあたり、採取した試料を表 3-6 に示す。

表 3-6 試験試料一覧表

調査地点	試料番号	採取深度 GL- m	地質記号	土質名	採取状況	調査地点	試料番号	採取深度 GL- m	地質記号	土質名	採取状況
No. 1	1P-1	3.00 ~ 3.45	As1	細砂	乱した	No. 4	4P-5	10.00 ~ 10.45	As2	シルト混じり細砂	乱した
	1P-2	5.00 ~ 5.45	As1	細砂	乱した		4P-6	13.00 ~ 13.52	As2	シルト質細砂	乱した
	1P-3	6.00 ~ 6.45	As1	細砂	乱した		4P-7	15.00 ~ 15.53	As2	シルト質細砂	乱した
	1P-4	8.00 ~ 8.60	Ac2	砂混じりシルト	乱した		4T-1	17.00 ~ 17.80	Ac3	砂質シルト	乱れの少ない
	1P-5	9.00 ~ 9.45	As2	シルト質細砂	乱した		4T-2	19.00 ~ 19.80	Ac3	粘土質シルト	乱れの少ない
No. 2	2P-1	2.05 ~ 2.45	Ac1	シルト質細砂	乱した	4P-8	20.00 ~ 20.51	As2	シルト質細砂	乱した	
	2P-2	4.00 ~ 4.45	As1	細砂	乱した	5T-1	2.50 ~ 3.10	Ac1	砂質シルト	乱れの少ない	
	2P-3	5.00 ~ 5.45	As1	細砂	乱した	5T-2	3.80 ~ 4.20	Ap	腐植土	乱れの少ない	
	2P-4	7.35 ~ 7.55	As1	中砂	乱した	5P-1	5.00 ~ 5.45	As1	シルト混じり細砂	乱した	
	2P-5	8.00 ~ 8.49	Ac2	砂質シルト	乱した	5P-2	6.00 ~ 6.46	Ac2	砂質シルト	乱した	
	2P-6	9.00 ~ 9.40	As2	シルト混じり細砂	乱した	5P-3	7.10 ~ 7.45	As2	シルト混じり細砂	乱した	
No. 3	3P-1	2.00 ~ 2.45	As1	細砂	乱した	No. 5	5P-4	8.00 ~ 8.45	As2	礫混じり細砂	乱した
	3P-2	3.00 ~ 3.45	As1	細砂	乱した		5P-5	10.00 ~ 10.45	As2	シルト混じり細砂	乱した
	3P-3	5.00 ~ 5.47	As1	細砂	乱した		5P-6	13.00 ~ 13.45	As2	シルト混じり細砂	乱した
	3P-4	6.00 ~ 6.45	As1	細砂	乱した		5P-7	15.00 ~ 15.60	Ac3	砂質シルト	乱した
	3P-5	8.00 ~ 8.45	As2	シルト混じり細砂	乱した	5T-3	16.50 ~ 17.30	Ac3	砂質シルト	乱れの少ない	
	3P-6	11.00 ~ 11.45	As2	シルト混じり細砂	乱した	5T-4	19.60 ~ 20.40	Ac3	粘土質シルト	乱れの少ない	
	3P-7	14.00 ~ 14.45	As2	シルト混じり細砂	乱した	6P-1	2.00 ~ 2.46	Ac1	砂質シルト	乱した	
	3P-8	17.00 ~ 17.45	As2	シルト混じり細砂	乱した	6P-2	3.10 ~ 3.55	As1	細砂	乱した	
	3P-9	20.00 ~ 20.45	As2	細砂	乱した	6P-3	4.00 ~ 4.45	As1	細砂	乱した	
No. 4	4P-1	3.10 ~ 3.80	Ac1	シルト	乱した	No. 6	6P-4	7.00 ~ 7.45	As1	細砂	乱した
	4P-2	4.00 ~ 4.48	Ap	腐植土	乱した		6P-5	8.00 ~ 8.45	As1	細砂	乱した
	4P-3	5.00 ~ 5.47	As1	シルト質細砂	乱した		6P-6	10.00 ~ 10.45	As2	シルト混じり細砂	乱した
	4P-4	7.00 ~ 7.45	As2	シルト混じり細砂	乱した		6P-7	13.00 ~ 13.45	As2	シルト混じり細砂	乱した

(2) 粒度特性

粒度試験は土粒子の粒径別の含有割合を質量百分率によって示したものである。

粒度試験結果から得られた粒径区分を表 3-7 に示し、粒径加積曲線を図 3-10 に示した。

表 3-7 粒径区分一覧表

地質記号	土質	分布範囲 (%)				均等係数 Uc	曲率係数 Uc'	最大粒径 Dmax (mm)	平均粒径 D50 (mm)
		礫	砂	シルト	粘土				
Ac1	粘性土	0.0	1.2~ 16.6	32.3~ 48.9	37.8~ 66.5	—	—	0.25~ 0.425	0.0013~ 0.0119
Ap	腐植土	0.0	1.0~ 1.1	12.7~ 24.2	74.8~ 86.2	—	—	0.25	—
As1	砂質土	0.0~ 0.3	63.2~ 93.2	5.4~ 23.3	1.1~ 13.6	2.43~ 74.80	1.13~6.40	0.425~9.5	0.1234~ 0.4620
Ac2	粘性土	0.0~ 1.1	27.8~ 51.1	34.7~ 53.7	13.1~ 30.1	40.52~—	2.97~—	0.25~9.5	0.0235~ 0.0831
As2	砂質土	0.0~ 13.3	69.5~ 83.8	7.9~ 22.0	1.8~ 10.6	4.25~ 34.11	1.30~7.74	0.85~19	0.1338~ 0.2879
Ac3	粘性土	0.0	17.1~ 62.8	26.6~ 46.1	8.1~ 49.2	17.76~—	2.81~—	0.425~0.85	0.0054~ 0.1164

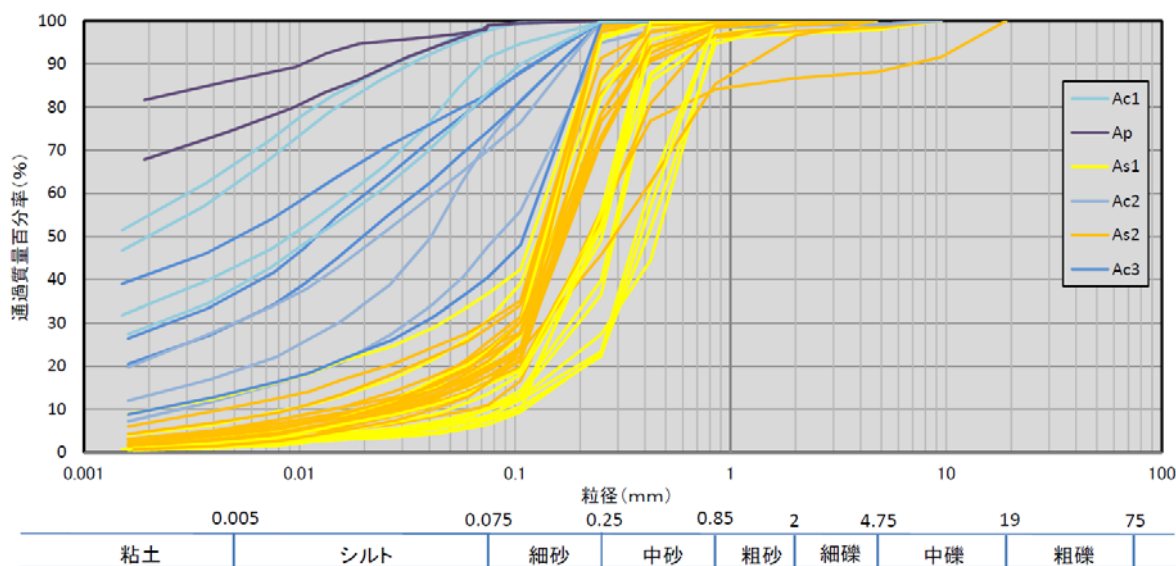


図 3-10 各層の粒径加積曲線

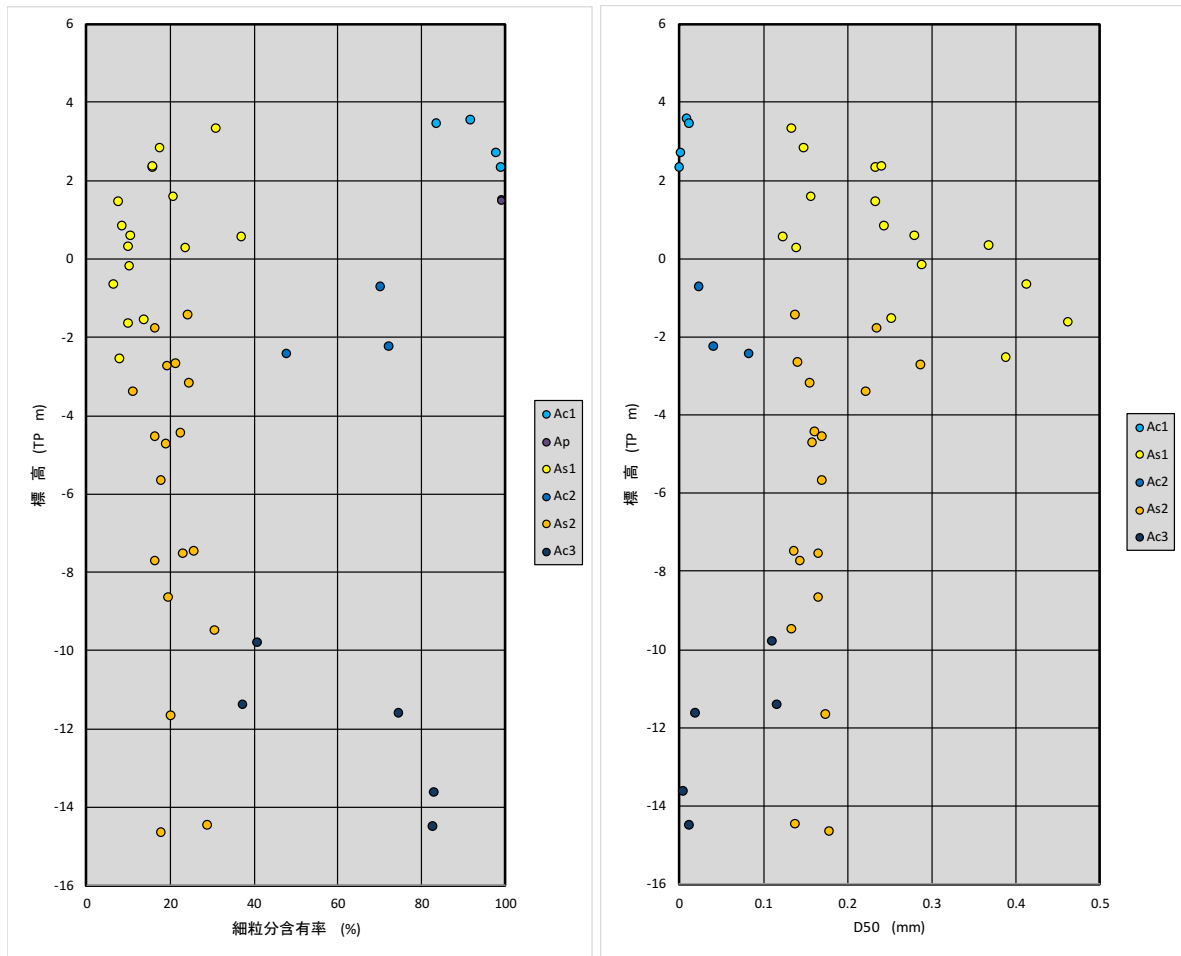


図 3-1-1 各層の細粒分含有率と D50 の深度分布

As1 層は、細粒分を 10～20%程度含有する砂質土であり、粒度分布も As2 層に比べてなだらかとなっていることからやや幅の広い粒度分布を有する砂であることが伺える。

一方、As2 層は粒度分布が非常に立っていることから、粒径が均質な砂質土であることがわかる。

粘性土層は Ac1 層と Ac2 層及び Ac3 層の傾向が異なっており、Ac1 層は Ac2 層や Ac3 層に比べて粒径加積曲線が上方に位置しており、粘性土分の混入量が多いことがわかる。Ac2 層と Ac3 層の粒度分布は同程度であり、工学的に同一の地盤と評価しても差し支えないと思われる。

Ap 層は、腐植物を主体にする地層であることから粘性土と同様の評価をすることは難しいが、砂分をほとんど含んでいない試料であることがわかる。

(3) 土粒子の密度・自然含水比

土質試験結果より得られた各地層における物理試験の一般項目の値は、表 3-8 に示すとおりである。

表 3-8 一般項目の物理特性

地質記号	土質	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	自然含水比 W _n (%)	間隙比 e	飽和度 S _r (%)
Ac1	粘性土	1.730	1.187	2.662~2.770 (2.700)	45.8	1.254	97.7
Ap	腐植土	1.163	0.357	2.095~2.146 (2.121)	225.7	4.868	97.1
As1	砂質土	—	—	2.603~2.700 (2.661)	—	—	—
Ac2	粘性土	—	—	2.656~2.677 (2.671)	—	—	—
As2	砂質土	—	—	2.668~2.713 (2.689)	—	—	—
Ac3	粘性土	1.508~1.690 (1.572)	0.824~1.134 (0.931)	2.688~2.723 (2.706)	49.0~82.9 (70.4)	1.367~2.246 (1.921)	96.2~98.7 (98.0)

土粒子の密度 (ρ_s) と土の種類との間にはほぼ次のような関係がある。

$\rho_s=2.00$ (以下) ~ 2.50 (g/cm³) 腐植物を多く含有する土

$\rho_s=2.60$ ~ 2.80 (g/cm³) 普通の土

$\rho_s=2.80$ ~ 3.00 (以上) (g/cm³) 砂鉄などの重鉱物を含む土

Ap 層の土粒子の密度は、腐植物や有機質土を多く含有しているため、小さい値を示していた。

また As1 層では、パミスを多く混入する部分で若干小さい値を示していた。また Ac1 層の 2P-1 試料は、酸化物を多く混入するためか、 $\rho_s=2.770$ g/cm³ と他の試料よりも大きい値となっている。

他の試料の土粒子の密度は、大きな差が無く、東京湾周辺に分布する海成層の一般的な値である $\rho_t=2.7$ g/cm³ を示していた。

次に自然含水比、湿潤密度の一般的な値を表 3-9 に示す。

表 3-9 土の物理的性質の経験値（土質調査の基礎知識より）

項目	沖積層			洪積層		
	粘土	砂	腐植土	粘土	砂	ローム
自然含水比 W_n (%)	60~90	30~50	150 ~300	40~60	20~30	100 ~130
湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	1.45 ~1.60	1.60 ~1.80	1.00 ~1.20	1.60 ~1.70	1.80 ~2.00	1.25 ~1.35
間隙比 e	1.60 ~2.40	0.75 ~1.50	3.80 ~8.20	1.30 ~1.70	0.40~1.00	3.00 ~4.00
飽和度 S_r	100	85~100	100	85~100	60~80	80~95
備考				N=10内外 の粘土	地下水位下 では $S_r=100$	

一般に含水比は土の間隙の大小や粘性土分の混入量を想定する指標となり、洪積層は低く、沖積層は高い値を示すことが多い。湿潤密度は土の単位体積重量となることから設計上で重要な土質定数となるものである。

Ac1層は、砂分を10%程度しか含有しない細粒土であるが、5T-1試料の物理的性質をみると、表3-9に示した「沖積層粘土」の一般値と比較すると試験値の湿潤密度が大きく、間隙比や自然含水比が小さくなっており、「沖積層砂」のような値を示す。

この要因は不明であるが、不攪乱試料の観察結果によるとパミスや砂が含有が確認されており、採取試料の不均質性に起因するものと思われる。

Ap層は、植物繊維を多く混入しており、表3-9に示した「沖積層腐植土」の一般値と同程度の値を示した。他の粘性土に比べ自然含水比・間隙比が極端に大きく、湿潤密度が小さく、腐植土の特徴的な傾向を示している。

Ac3層は、大半の試料が表3-9に示した「沖積層粘土」の一般値を示した。ただし5T-3試料は、砂分を多く含有するため「沖積層粘土」の一般値よりも湿潤密度が大きく、間隙比や自然含水比が小さくなっている。

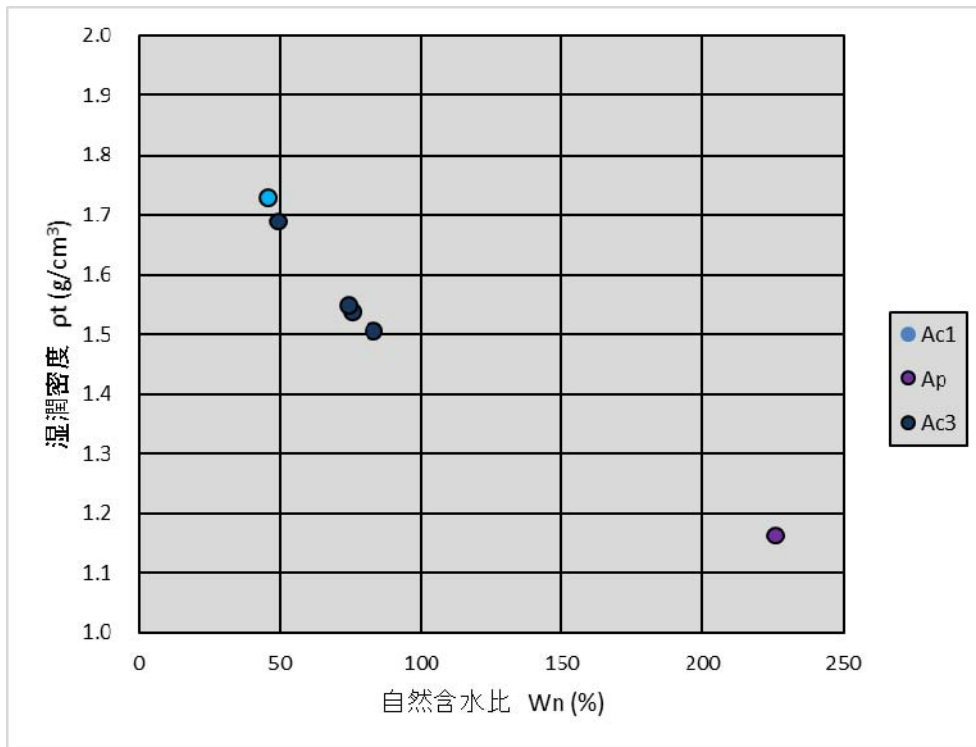


図 3-1-2 各層の自然含水比と湿潤密度の関係

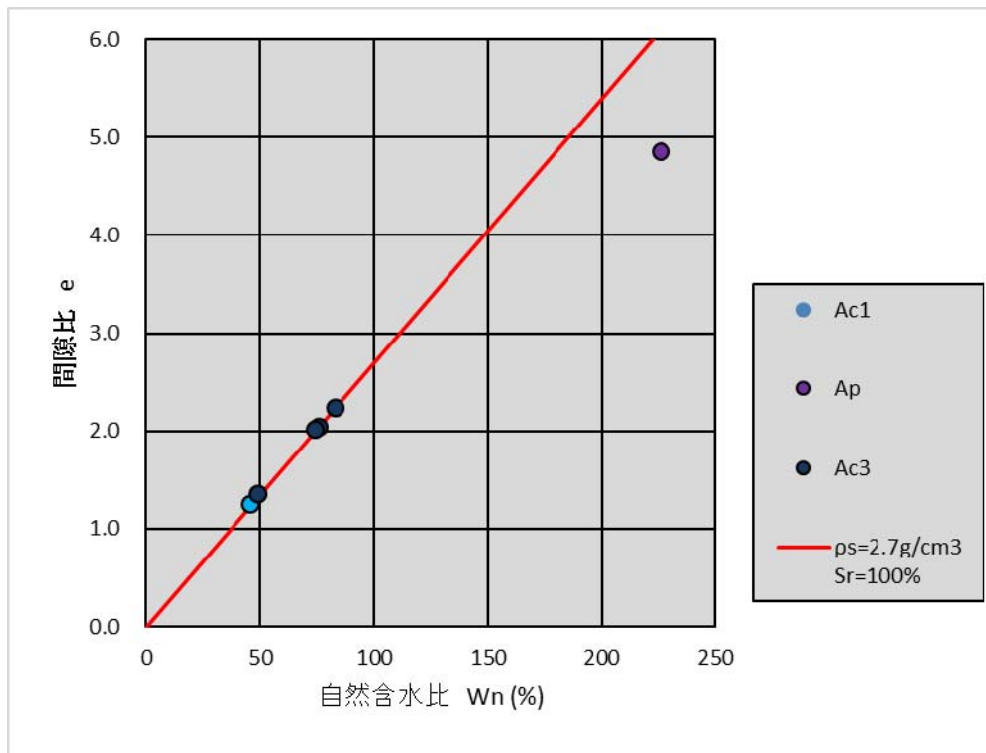


図 3-1-3 各層の自然含水比と間隙比の関係

(4) コンシステンシー特性

コンシステンシー特性として土の液性限界試験及び塑性限界試験を実施した。

表 3-10 コンシステンシー特性

地質記号	液性限界 W_L (%)	塑性限界 W_P (%)	塑性指数 I_P	自然含水比 W_n (%)
Ac1	54.5~105.9	29.4~41.4	25.1~68.1	45.8
Ap	264.5~287.6	111.2~112.9	153.3~174.7	225.7
As1	61.6	39.1	22.5	—
Ac2	46.4~84.6	25.5~42.7	20.9~45.4	—
As2	44.0	30.4	13.6	—
Ac3	39.7~75.5	27.0~37.9	11.6~37.6	49.0~82.9

砂質土を主体とする As1 層と As2 層では、粘性土分があまり含まれないために多くの地点で NP (non-plastic:非塑性) となっており、この他の層は液状化の検討対象土となる $IP < 15$ と判定された。

コンシステンシー特性を用いて図 3-14 に塑性図を示した。粗性図は粘性土の物理特性を表す使用であり、試験結果はほぼ A 線上 (赤線) に位置している。

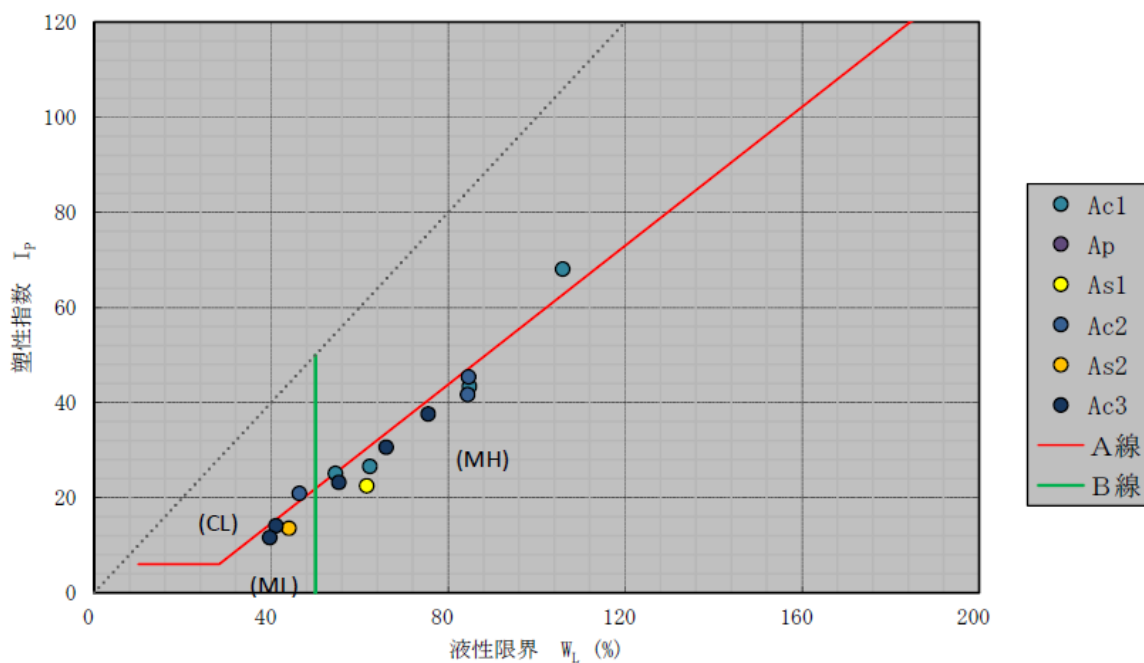


図 3-14 塑性図

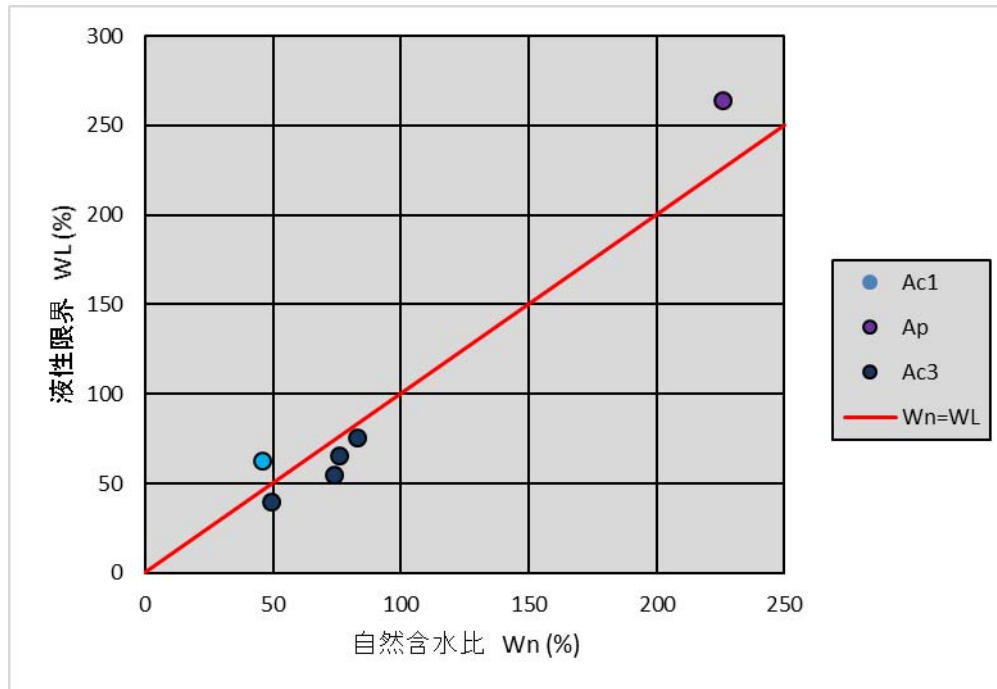


図 3-15 各層の自然含水比と液性限界の関係

また、土の液性限界(WL)と自然含水比(Wn)の関係は上記のとおりであり、ほぼを $Wn=WL$ となっていることから、乱すことにより不安定化する土質であることが伺える。

(5) 一軸圧縮試験

一軸圧縮試験は、柱状の供試体を拘束しない状態で圧縮・破壊することで、土の圧縮強度を求めるものである。試験結果を表 3-1 1 に示すとおりである。

表 3-1 1 一軸圧縮試験結果

地質記号	採取地点	試料番号	採取深度 GL- m	一軸圧縮強さ (kN/m ²)		破壊ひずみ ϵ_f (%)	変形係数 (MN/m ²)	
				範囲	平均		範囲	平均
Ac3	No. 4	4T-1	17.00 ~ 17.80	123.0 ~ 138.8	130.9	2.23 ~ 2.26	7.92 ~ 9.4	8.66
		4T-2	19.00 ~ 19.80	155.4 ~ 163.2	159.3	1.87 ~ 2.14	10.02 ~ 10.8	10.41
	No. 5	5T-3	16.50 ~ 17.30	53.1 ~ 68.0	60.6	2.48 ~ 2.57	2.63 ~ 3.65	3.14
		5T-4	19.60 ~ 20.40	125.1 ~ 140.5	132.8	2.49 ~ 2.83	6.09 ~ 7.96	7.03

一軸圧縮試験における応力-ひずみ曲線は、試験試料に乱れが生じている場合や砂分が混入していると破壊曲線のピークが不明瞭になる。本試験結果を見る限り、ピークは明瞭であり、適切な試験結果が得られたことが伺える。

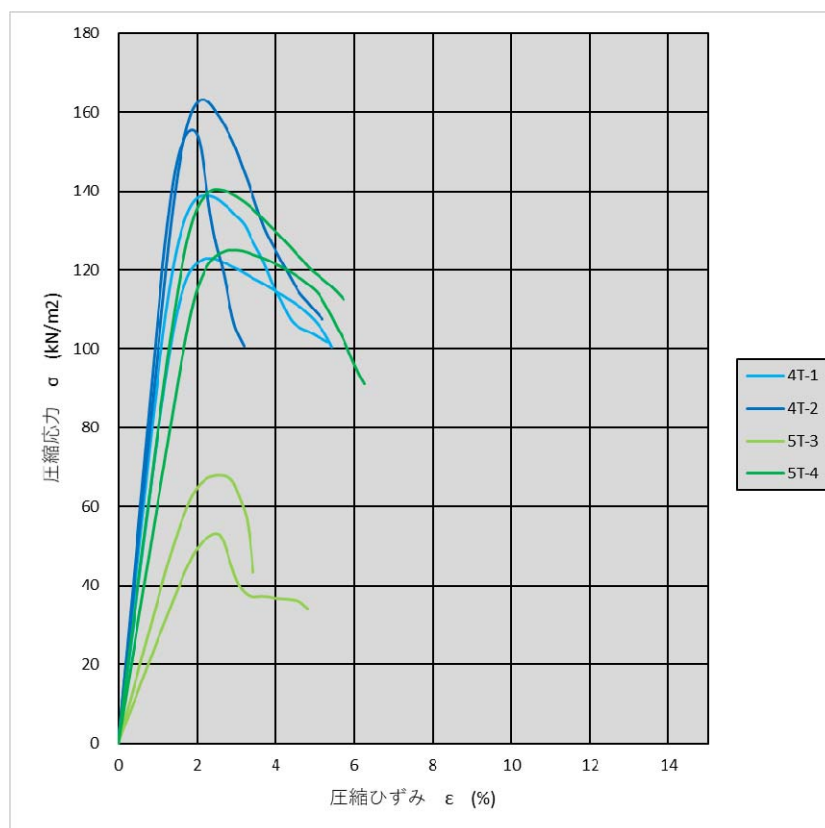


図 3-1 6 各層の自然含水比と液性限界の関係

(6) 三軸圧縮試験 (UU)

三軸圧縮試験 (UU) は、供試体からの水の出入りのない状態で、等方圧を作用させ、圧密を行わず、直ちに非排水条件下で軸方向に圧縮を行い、応力-ひずみ曲線を求め、圧縮強さを測定する試験である。

この試験は、盛土造成直後の安定問題など、土の短期的な強度特性を把握するために実施されるものであり、設計にて使用する、粘着力 (c)、内部摩擦角 (ϕ) を得ることができる。

試験結果は、表 3-12 に示すとおりである。

表 3-12 三軸圧縮試験 (UU) 結果

地質記号	採取地点	試料番号	採取深度 GL- m	粘着力 C kN/m ²	せん断抵抗角 ϕ 度
Ac1	No.5	5T-1	2.50 ~ 3.10	55.3	7.86
Ap	No.5	5T-2	3.80 ~ 4.20	63.2	0.00

5T-1 試料 (Ac1 層) は、砂分が 2.2% しか含まれない土質であるが、前項にて説明したとおり、採取試料の不均質性により、砂質土部での試験となった可能性がある。

また Ap 層は、腐植土からなる地層であるため、三軸圧縮試験の応力-ひずみ曲線の破壊ピークは不明瞭となっている。

この原因は、今回実施した試験が短期的な強度を求めるため非排水条件下での試験であるがせん断に伴い供試体内で間隙水の移動が生じ、圧密沈下による強度増加効果が含まれてしまったことによると推察される。

このため試験強度をそのまま用いることは、危険側の定数設定となってしまう可能性があるため、沖積粘土の一般的なピーク値 (3~5% 程度) を参考に、破壊ひずみ 5% 時の応力を読み取りモールを作成し、粘着力及び内部摩擦角の算出を行った。

この結果は、図 3-17 に示すとおりであり、粘着力は $c = 45.3 \text{ kN/m}^2$ 、内部摩擦角は $\phi = 2.96^\circ$ となった。

表 3-13 変形係数と破壊ひずみの経験値（土質調査の基礎知識より）

分類	変形係数 E_s (kg/cm^2)	破壊ひずみ ϵ (%)	土の状態
弾性的な粘土	40以上 (大)	3以下 (小)	洪積粘土、ローム、乱さない土
塑性的な粘土	10~40 (中)	3~5 (中)	沖積粘土
流動的な粘土	10以下 (小)	5以上 (大)	軟弱粘土、乱した土

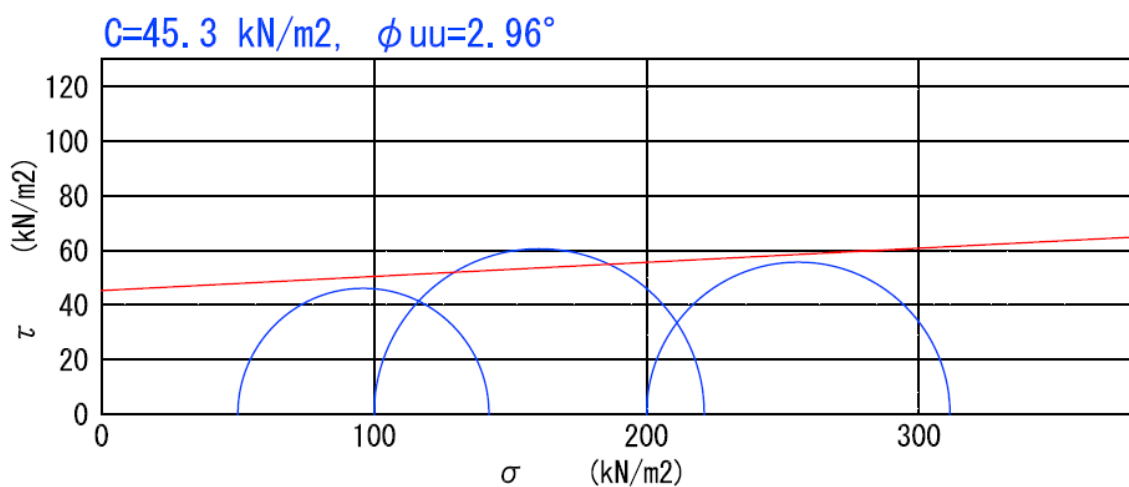


図 3-17 Ap 層のモールの円

(7) 圧密試験

圧密試験結果からは、圧密降伏応力(P_c)及び圧縮指数(C_c)が求められる。圧密試験結果より求められた圧密降伏応力(P_c)及び圧縮指数(C_c)は表 3-14 のようになった。

表 3-14 圧密試験結果

地質記号	採取地点	試料番号	採取深度 GL- m	圧密降伏応力 P_c kN/m ²	圧縮指数 C_c	全応力 P_o kN/m ²	有効土被り応力 P_o' kN/m ²
Ac1	No. 5	5T-1	2.50 ~ 3.10	261.1	0.405	49.4	35.7
Ap	No. 5	5T-2	3.80 ~ 4.20	74.7	3.171	69.2	43.7
Ac3	No. 4	4T-1	17.00 ~ 17.80	151.6	0.921	298.8	141.2
Ac3	No. 4	4T-2	19.00 ~ 19.80	146.8	1.090	329.6	152.4
Ac3	No. 5	5T-3	16.50 ~ 17.30	223.2	0.379	286.5	134.5
Ac3	No. 5	5T-4	19.60 ~ 20.40	146.7	0.695	334.3	151.8

圧密試験結果から得られた圧縮曲線と C_v - P 関係のグラフをまとめて図 3-18 に示した。

圧密試験結果は、一般的に圧密降伏応力を境に過圧密領域 ($P_o \leq P_c$) では、ほぼ水平、正規圧密領域では $\log P$ に対して直線的に間隙比 e が減少していく。

しかし、5T-1 試料(Ac1 層)ではこの境界が明瞭となっていない。

この原因は、前項に示した採取試料の不均質性によるものであり、砂分を多く含む試料で試験が実施されたためと想定される。

また、Ap 層は、他の沖積層粘土に比べて間隙比が大きく、正規圧密領域の e - $\log P$ 曲線が、上に凸の曲線となる、典型的な腐植土の試験結果となっている。

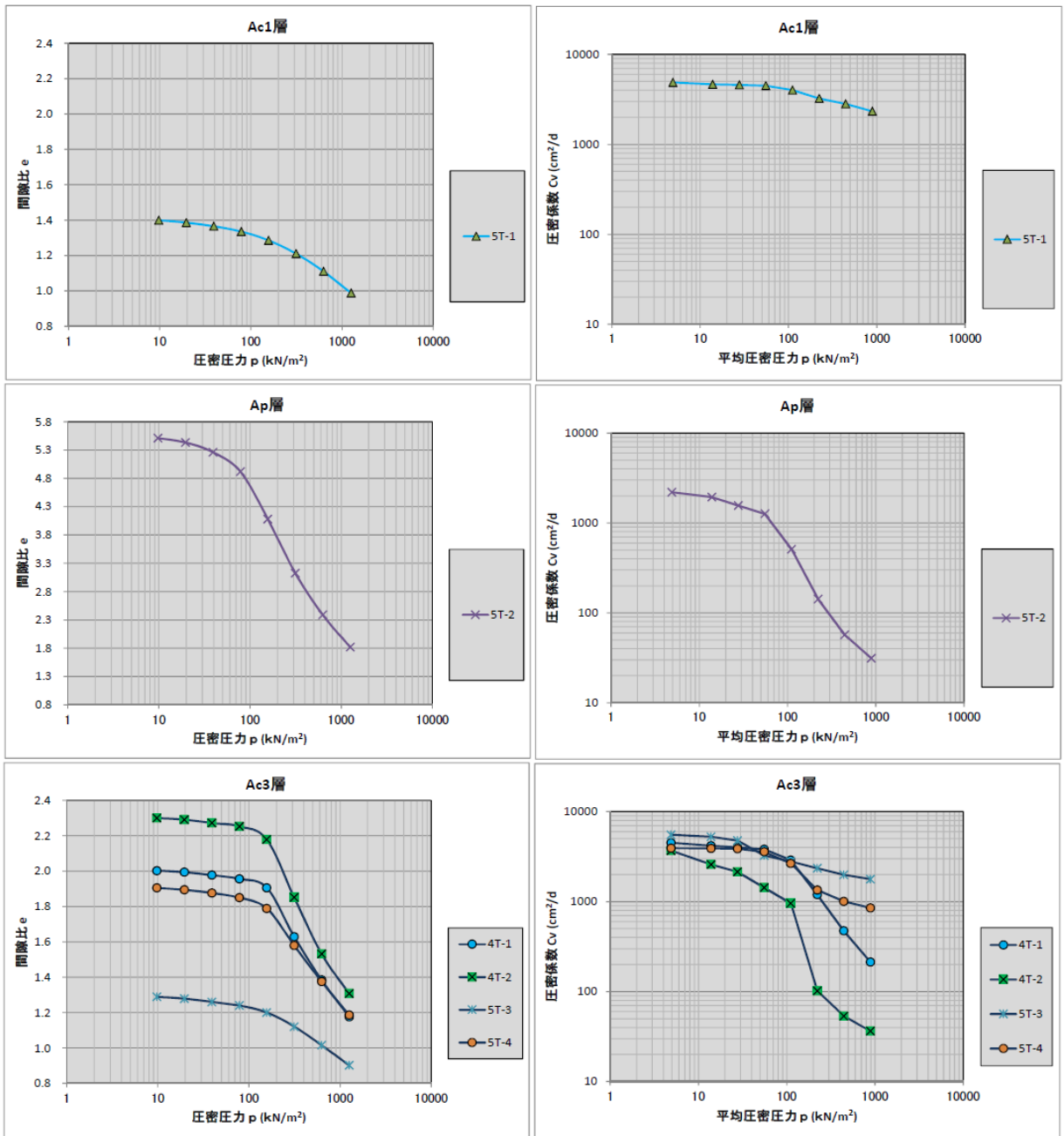


図 3-18 各層の e-log P 曲線と Cv-P 関係

また、試験試料位置における現在の土被り圧(P_0)を算出し、図 3-19 に有効土被り応力(P_0')と圧密降伏応力(P_c)の関係を示した。

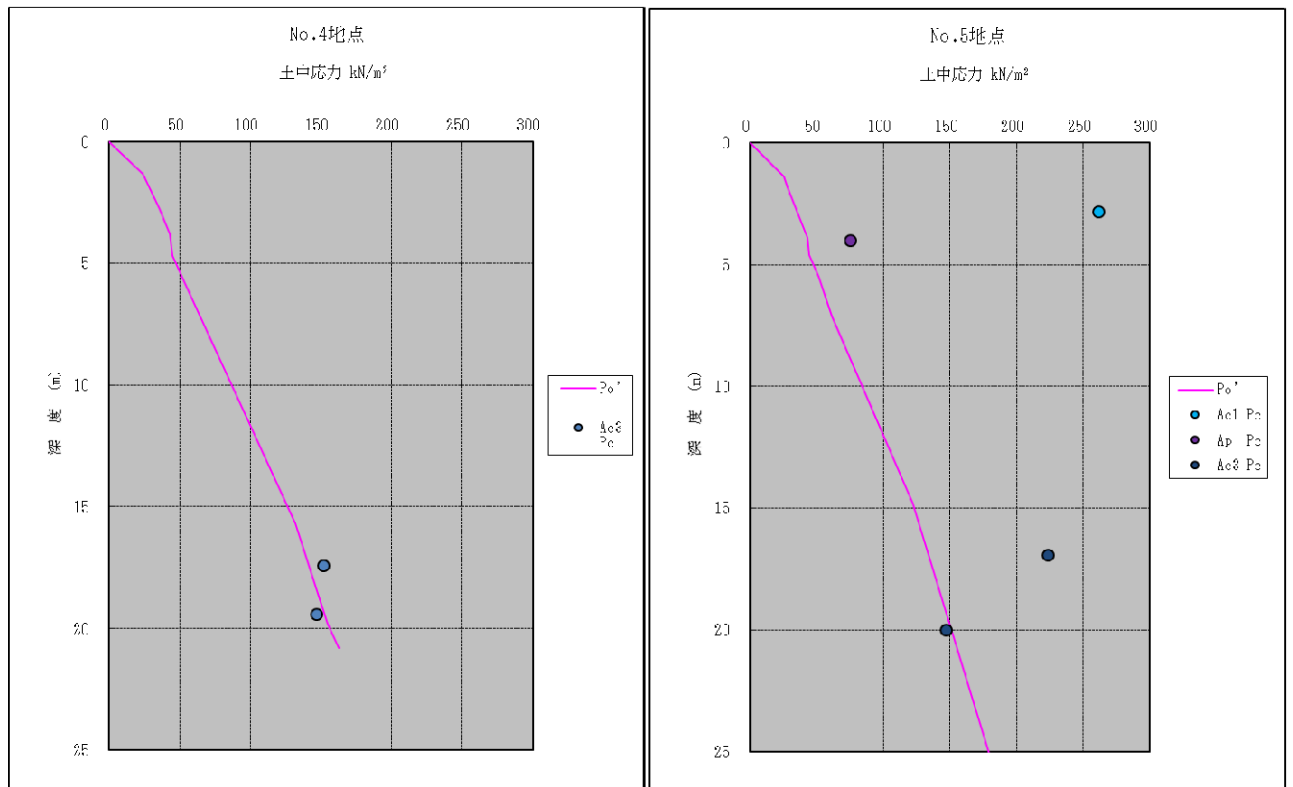


図 3-19 各層の有効土被り応力(P_0')と圧密降伏応力(P_c)の関係

この結果は以下のとおりである。

- ・砂分が多い試験結果である Ac1 層では e-logP 曲線により圧密降伏応力が正しく求められないため、極端な過圧密となっている
- ・Ap 層は、圧密降伏応力が全応力を超えており、過圧密土になっていると判断できる。しかし圧密降伏応力が小さく、圧縮指数が大きいことから、圧密沈下に対し注意が必要な地層と評価できる。
- ・Ac3 層は図 3-19 に示すように、圧密降伏応力がほぼ $P_0'=P_c$ の正規圧密状態となっている。このことから、盛土等の荷重を載荷することにより再び沈下が発生することが懸念される。