

清水住宅地質調査(第4次)

報告書

平成29年9月

愛知県建設部建築局公営住宅課
株式会社中部ウエルボーリング社

目次

1. 調査概要	
1.1 一般事項	1
1.2 調査数量	2
1.3 調査地案内図	3
1.4 調査地点位置図	4
2. 調査方法	
2.1 仮設工	5
2.2 機械ボーリング	6
2.3 標準貫入試験	7
2.4 孔内水平載荷試験	8
2.5 室内土質試験	9
2.6 使用機器	9
3. 地形地質概要	
3.1 地形	10
3.2 地質	13
4. 調査結果	
4.1 ボーリング調査結果	16
4.2 孔内水位	19
4.3 孔内水平載荷試験	20
4.4 室内土質試験	24
5. 考察	
5.1 地盤定数の提案	25
5.2 液状化の判定	31
5.3 支持地盤及び基礎形式	39
5.4 設計・施工上の留意点	43

[巻末資料]

- ・ ボーリング柱状図
- ・ 地質推定断面図(A3 縮小版)
- ・ 既存ボーリング柱状図【清水住宅地質調査(第1次), (第2次), (第3次)】
- ・ 孔内水平載荷試験データ
- ・ 室内土質試験データ
- ・ 液状化判定結果図
- ・ 調査記録写真
- ・ 採取試料写真
- ・ 打合せ・記録簿

1.調査概要

1.1 一般事項

- 1) 委託業務名：清水住宅地質調査（第4次）
- 2) 路線等の名称：清水住宅
東海市荒尾町地内
- 3) 履行期間：着手 平成29年5月27日
完了 平成29年9月29日
- 4) 調査目的：本業務は、清水住宅第4次建替工事に伴い、計画建物の基礎設計に必要な地盤情報を得ることを目的として実施した。
- 5) 調査内容：

ボーリング	80m(2箇所)
標準貫入試験	80回
孔内水平載荷試験	1回
室内土質試験	
土の細粒分含有率試験	4試料

(詳細は次頁の数量表に示す。)
- 6) 発注者：愛知県建設部建築局公営住宅課
〒460-8501 名古屋市中区三の丸三丁目1番2号
TEL 052-954-6577 FAX 052-951-3421
- 7) 受注者：株式会社 中部ウエルボーリング社
〒464-0027 名古屋市中区千種区新池町四丁目55番地
TEL 052-781-4131 FAX 052-781-4132
E-mail cwb@utopia.ocn.ne.jp
管理技術者 伊藤 博之
照査技術者 近藤 義明

1.2 調査数量

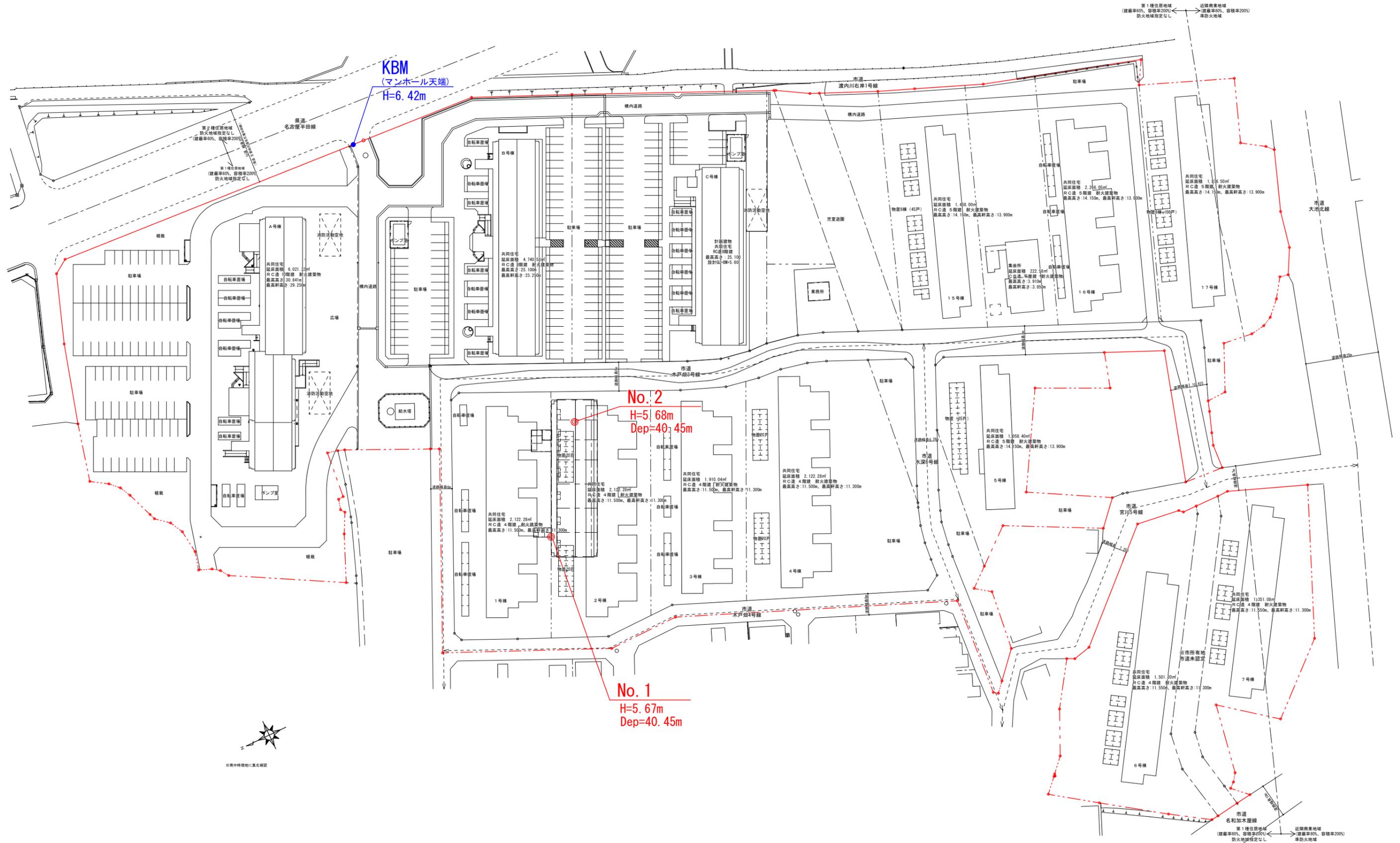
本業務の調査数量を下表にまとめた。

表 1.1 調査数量一覧表

項目・規格等			No.1	No.2	計
ボーリング (m)	φ66mm	シルト・粘土	7.90	8.25	16.15
		砂・砂質土	21.85	18.80	40.65
		礫混じり土砂	1.05	1.75	2.80
		固結シルト	9.20	11.20	20.40
		合計	40.00	40.00	80.00
原位置試験 (回)	標準 貫入試験	シルト・粘土	8	8	16
		砂・砂質土	23	20	43
		礫混じり土砂	0	1	1
		固結シルト	9	11	20
		合計	40	40	80
	孔内水平 載荷試験	普通載荷	0	1	1
室内土質試験 (試料)	物理試験	土の細粒分 含有率試験	0	4	4
足場仮設(箇所)	作業足場	平坦地	1	1	2
安全対策	仮囲い	ネットフェンス	1	1	2
調査孔閉塞			1	1	2

1.4 調査地点位置図

縮尺1:1,000



2.調査方法

2.1 仮設工

ボーリング機材はクレーン付きトラックで運搬し、調査地点に作業足場(自走式台車による平坦地足場)を仮設して設置した。また、安全対策としてネットフェンスによる仮囲いを設置した。

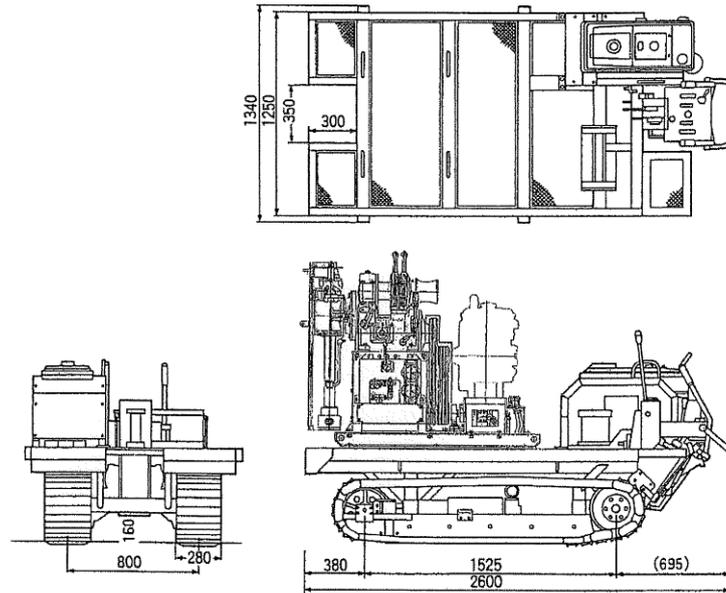


図 2.1 自走式台車の概念図

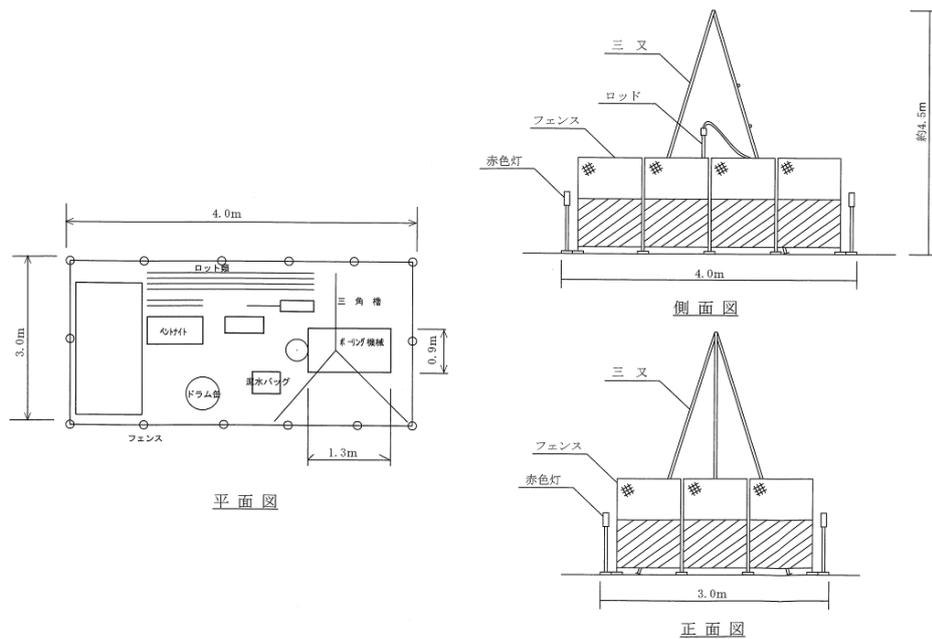


図 2.2 安全対策(仮囲い)の概念図

2.2 機械ボーリング

機械ボーリングはロータリー式ボーリング(オイルフィード)で実施した。ロータリー式ボーリングは、ロッドの先端に取り付けたビットを回転させることにより、地盤を破碎しながら掘進し、掘りくずは清水や他の掘削流体の循環により孔外に排出するボーリング方法である。

掘進にはメタルクラウン装着のシングルコアチューブを用いた。掘進孔径はφ66mmである。掘進時はベントナイト泥水を循環させ、ビットの冷却及びスライムの排除を行った。また、崩壊性の大きい土層ではケーシングパイプを設置し、孔壁の保護に努めた。地下水位は無水掘りで確認し、掘進中に地下水が認められた場合は水位の安定を待って記録した。

調査完了後は監督員または建築設計者立会いで検尺を受け、土砂にて調査孔を閉塞し、地表面は可能なかぎり現状復旧に努めた。

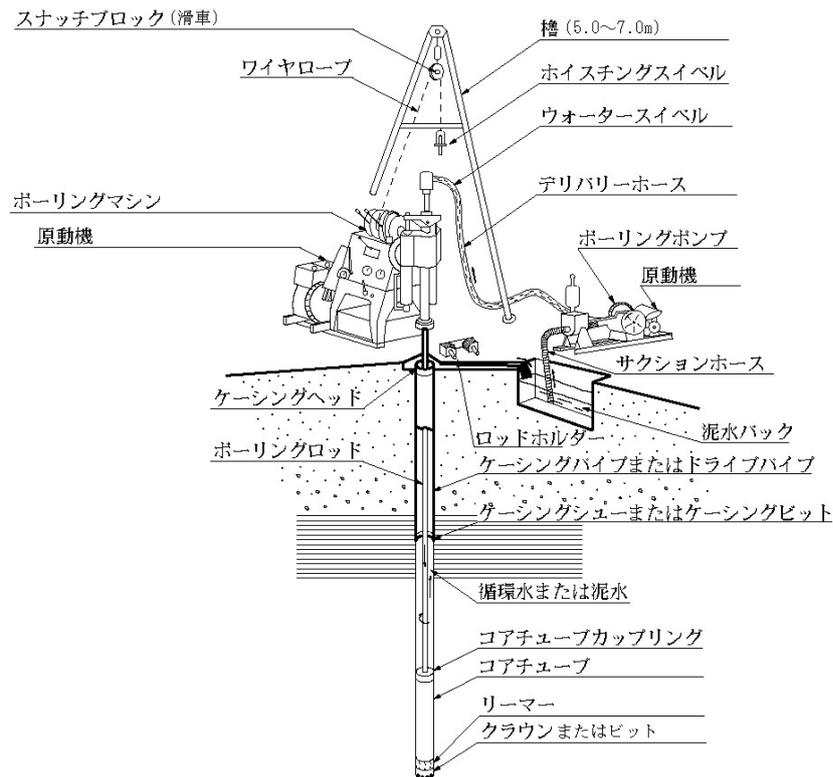


図 2.3 ボーリング装置の全体図

(出典:地質調査報告書のまとめ方 (社)全国地質調査業協会連合会 平成 14 年 6 月)

2.3 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値を求めるとともに、土試料を採取することを目的としている。試験は日本工業規格(JIS A 1219)に従い1m毎に実施した。作業手順を以下に示す。

試験方法は、中空の標準貫入試験用サンプラーを測定位置まで降ろし、63.5kg のハンマー(モンケン)を76cm(±1cm)の高さから自然落下させて孔底地盤中に打ち込むものである。

打ち込みは、予備打ち 15cm、本打ち 30cm を行い、このうち、本打ち 30cm の貫入における打撃回数を測定し、N値とした。打撃回数は最大 60 回とし、60 回を超える場合は 60 回打撃後の貫入量を記録した。

標準貫入試験用サンプラーにより採取した試料は、標本ビンに詰め土質標本箱に整理した。

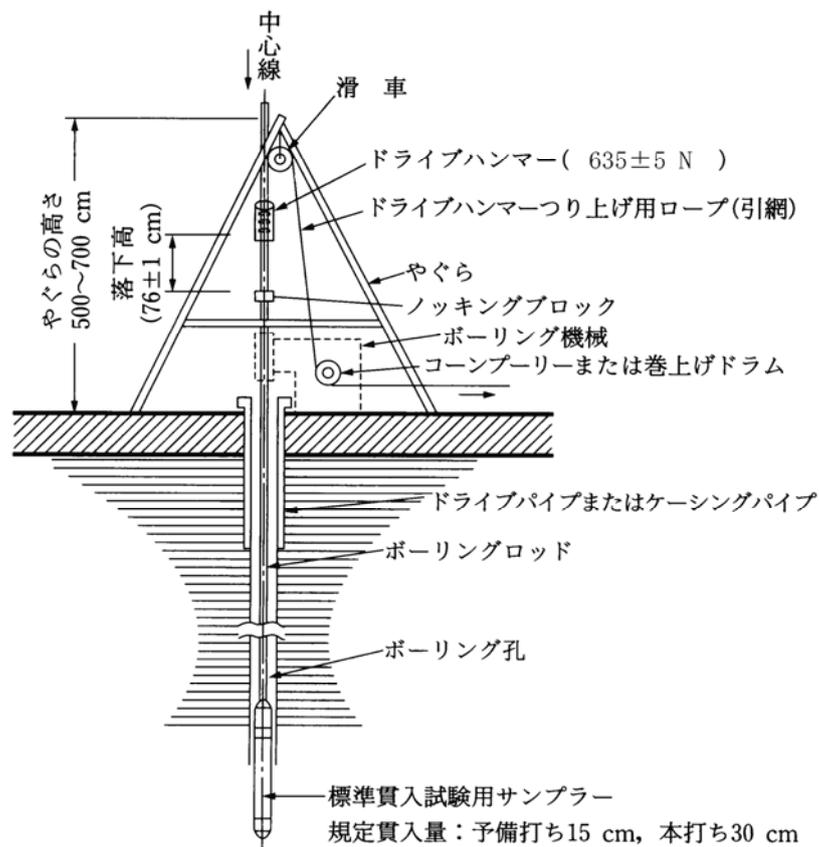


図 2.4 標準貫入試験の概要図

(出典:地質調査報告書のまとめ方 (社)全国地質調査業協会連合会 平成 14 年 6 月)

2.4 孔内水平載荷試験

孔内水平載荷試験はボーリング孔内でゴムチューブを膨張させて孔壁を載荷し、これによって生じる孔壁の変形量と加圧力の関係から地盤の変形係数、K値、降伏圧等の力学的性質を求めるものである。

測定装置は等分布荷重方式の「LLT」を使用し、地盤工学会基準(JGS1421:2003)に従って実施した。「LLT」はボーリング孔内に挿入したゴムチューブに、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って孔壁面を加圧し、このゴムセルへの注入水量を測定することによりその時の孔壁面の変位量を測定する試験機である。「LLT」の載荷圧力は最大 $2,500\text{kN/m}^2$ で、一般の軟弱地盤に適している。

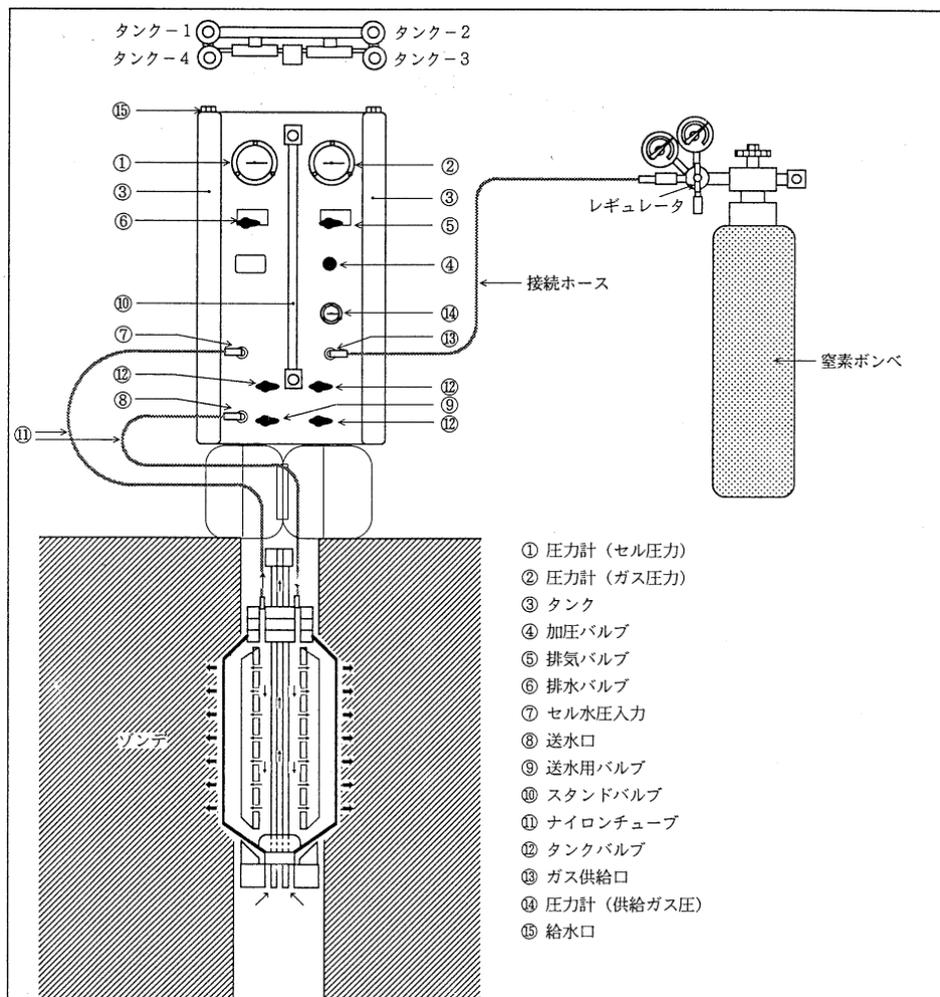


図 2.5 孔内水平載荷試験(LLT)の構成図

2.5 室内土質試験

室内土質試験は、液状化判定に必要な細粒分の含有率を把握するため、標準貫入試験のサンプラーで採取した試料を用いて、「土の細粒分含有率試験」を実施した。

試験は、表 2.1 に示す日本工業規格(JIS)に従って実施した。

表 2.1 試験項目及び規格

試験項目	試験規格・試験個数	
土の細粒分含有率試験	JIS A 1223:2009	1 試料につき 1 個

2.6 使用機器

今回の調査で使用した機器を表 2.2 に示す。

表 2.2 使用機器一覧表

使用区分	名称	形式	能力・寸法	数量	摘要
ボーリング	試錐機	ワイビーエム, YBM-05	掘進能力50m	1台	オイル フィード
	エンジン	ヤンマー, NFD8	ディーゼル8ps	1台	
	ポンプ	カノ, V-4	40L/min	1台	
	コアチューブ	カノ, シングル	φ 66mm	1式	
	ビット	メタル, JIS規格	φ 66mm	1式	
	ロッド	カノ, JIS規格	L=0.5~3.0m	1式	
	ケーシング	カノ, 逆ネジ	φ 86mm	1式	
	機材運搬	ヤンマー, キャタトラ	ディーゼル8ps	1台	
	作業足場	足場板、足場パイプ、クランプ等	—	1式	
標準貫入試験	ハンマー	カノ, JIS規格	63.5kg	1式	
	サンプラー	カノ, JIS規格	φ 51mm, L=810mm	1式	
孔内水平載荷試験	試験機	応用地質, LLT	2.5MN/m ²	1式	
	加圧源	窒素ボンベ	15.0MN/m ²	1本	
室内土質試験	土質試験器	丸東製作所等, JIS規格	—	1式	
その他	工具、三脚檯、水槽、ポンプ等			1式	

3.地形地質概要

3.1 地形

調査地は、知多半島の付け根にある東海市のほぼ中央部、東海市役所の東北東約 1.2km に位置している。

東海市の地形は、名古屋市東方の猿投山麓から知多半島南端へと連なる丘陵地、丘陵地内の大田川・渡内川などの沿岸に小規模に発達する中位段丘及び低位段丘、大田川・渡内川及びその支流によって形成された沖積低地よりなる。

愛知県の地形は、最高峰である茶臼山でさえもその標高が 1,415m にすぎないことが示すように、大規模な山岳地形は存在しないが、地形・地質構造の点では、本州のうちでもかなり激しい複雑な構造運動を受けた地域である。

まず、西南日本を南北に分ける中央構造線が、紀伊半島から伊勢湾口、渥美湾を通り、豊川平野とその河谷を経て天竜川を横切っている。県内では中央構造線の南側が相対的に低くなっており、赤石山脈の南側にあたる八名・弓張山地や渥美半島の山地は 700m 以下の低い山地となっている。一方、濃尾平野の西縁は本州を横断する敦賀伊勢湾線が走っており、養老断層はその一部である。

中央構造線の北の内帯側は、矢作川を境にして東部には三河山地が広がる。その西側から境川までは広い台地と沖積平野からなる西三河平野が広がる。西三河平野を包み込むようにして尾張丘陵と知多半島の丘陵性の土地が分布し、その西側は広大な濃尾平野が展開する。

一方、中央構造線の南の外帯側は、豊橋付近を付け根とした渥美半島がほぼ東西方向に突出して渥美湾を包み込んでいる。その渥美湾の奥には豊川平野が広がっている。伊勢湾、知多湾、渥美湾は、水深 20m を越える事が無い極めて浅い湾で、厚い浅海性堆積物で満たされている。

知多半島の地形は半島の先端に近い野間～片名を結ぶ線以北は尾張丘陵の延長部といえることができる。半島主部の標高は 60～80m で、各所に悪地状の地形がみられることなど、尾張丘陵に近似している。

図 3.1 に地形分類図を示す。同図によれば、調査地は「知多丘陵」に区分される。調査地

付近の丘陵地は標高 50m 以下で、丘陵地内は中小河川によってブロック状に区分され、各ブロック内は更に樹枝状に発達する支流によって幅の狭い谷底平野が密に発達しており、谷の上流部には大小数多くの溜池が点在している。この地域の丘陵は、最近の宅地開発や道路建設などで大規模な人工的地形改変が進み、かつての丘陵をうかがうことはかなり困難になっている。

図 3.1 地形分類図

縮尺 1:200,000

凡 例

- 山地**

大起伏山地 起伏量が600m以上の山地。800m~1400mの山頂をもち、山頂をとりまく斜面はきわめて急峻で、激しい地形を呈する。設楽山地、弓張山地などの愛知県東部に分布するが、それは本山地が木曾山脈の南端に位置するためである。

中起伏山地 起伏量が400m~600mの山地。この山地は設楽山地にも広く分布するが、主として三河山地に広大な面積を占める。三河山地はきわめて広大な準平原遺物があり、この山地は準平原面上に突出する残丘が、あるいは準平原面を割る幼年谷の斜面であることが多い。とくに北部では、幼年谷の性格が明瞭である。

小起伏山地 起伏量が200m~400mの山地。この山地は、県内の山地のほとんどを占める。山地斜面の傾斜は比較的ゆるやかで絶対高度も比較的低い。三河山地では、準平原面上に突出する比較的高い残丘として存在するか、山頂緩斜面には分類できない小起伏の山地のいずれかである。大起伏丘陵地との境は漸移するので、明確な境界線を引きにくい。

山麓地 大起伏、中起伏、小起伏山地末端と丘陵地や平野部との境あたりに見られる比較的起伏の小さな丘陵性の山地を山麓地とした。渰部山地や幡豆山地の縁辺部に多く分布する。小規模には、新城付近や渰美半島にも分布する。三河湾内の小島もこれに分類した。
 - 丘陵地**

山頂緩斜面 三河山地は、高原性の土地が広い面積をもつ。それらは三河小起伏帯群と呼ばれ、準平原遺物である。定高性が著しく、100m以下の起伏でならぬ丸味を持った斜面(従順地形)をもち、深い盆状の谷底には無数の水田が分布する。また、それらは深い幼年谷に刻まれている。きわめて深層風化の著しい花崗岩類から成るが、北部では瀬戸層群の砂礫層がその低所をうずめている。

大起伏丘陵地 起伏量が100m~200mの丘陵地。愛岐丘陵・西加茂丘陵・西三河丘陵がこれにあたる。愛岐丘陵・西加茂丘陵は新第三系瀬戸層群から成る丘陵で、丘陵の背面はきわめて定高性を保っている。それに対して西三河丘陵は三河山地の西縁をなすので、花崗岩類から成る丘陵である。これもきわめて定高性があり、瀬戸層群堆積期に形成された侵食性小起伏面と考えられている。

小起伏丘陵地 起伏量が100m以下の丘陵地。この丘陵地は瀬戸層群や常陸層群から成り、尾張丘陵・瀬戸・小牧丘陵および知多丘陵がこれに相当する。大起伏丘陵地とは漸移するが、陸崎丘陵とは地形的に明確な境をなす。比較的ならぬ丸味を帯びた斜面をもち、その背面も定高性がある。
 - 台地**

砂礫台地・段丘(上位) この台地面は、かなり開析されており原面の保存はよくない。とくに古い台地面では、平坦面がほとんど見られず、丘陵性の地形となる場合もある。名古屋東部の八事面、猪高面、知多半島では武蔵面、西三河平野では三好面、幸田面、渰美半島では牙臼原がこれに相当する。いずれも、きわめて厚い砂礫層から成る堆積段丘である。

砂礫台地・段丘(中位) 台地面は、小さな谷が入る程度できわめて平坦な台地面がかなり残されている。名古屋市の熱田台地、西三河平野に広大な面積を占める碧海台地・東三河平野の小坂井台地、高師原・渰美半島の赤羽原台地などがこれに相当する。熱田台地・碧海台地は、30m以上に達する海成の砂層と泥層の互層から成る段丘であるが、その他の台地は砂層ないし礫層から成る台地である。

砂礫台地・段丘(下位) 本台地は、中位砂礫台地よりも分布面積は狭く断片的であるが、ほとんど開析を受けていない平坦な台地面である。いずれも、河川の運搬作用によって堆積した粗砂の砂礫層から成る堆積段丘である。とくに広く分布するのは、名古屋北部の犬山・小牧・春日井の地域である。その他の地域では、中小河川の谷沿いに断片的に分布するにすぎない。
 - 低地**

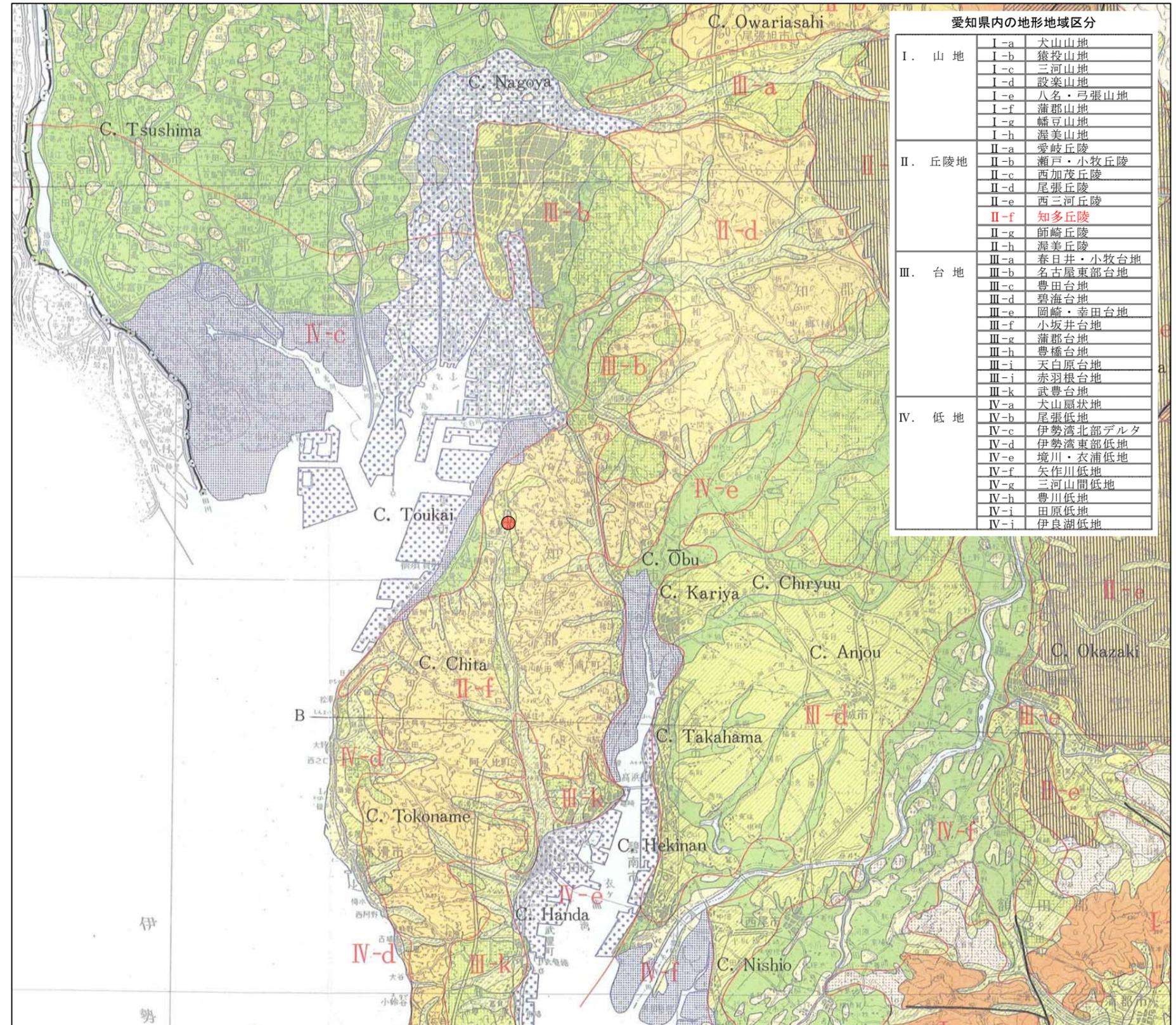
扇状地性低地(汎濫原性) これは、大山扇状地などの典型的な扇状地と、中小河川の谷底の砂礫質低地および山間部の狭い谷底である。一般に粗粒な砂礫から成る。大山扇状地は、木曾川の作った大規模な扇状地で、日本の有数の扇状地である。山間部の準平原遺物の地域では、盆状の浅い谷底に無数の小規模の扇状地が分布する。

自然堤防・砂州(砂丘) 扇状地等の下流側では、自然堤防と後背湿地が卓越する地帯となるが、自然堤防は沖積平野の0.5~5mの微高地帯を形成する。比較的排水性に富み、砂礫土質のきわめて生産性の高い地形である。木曾川低地・矢作川低地・豊川低地によく発達している。木曾川沿いには、日本ではめずらしい河畔砂丘がある。渰美半島の伊良湖低地は、きわめて砂州の発達が良い。

三角州性低地 本地形区には、三角州のほかには後背湿地や台地、丘陵地を割る小河川の谷底が含まれる。一般に高含水比の泥質堆積物から成る排水不良の低湿地である。とくに排水条件の悪いところでは、遊区が厚く堆積してきわめて地盤が悪い。木曾川低地・境川低地・矢作川低地・豊川低地などに広く分布する。

干拓地 本地形区は、デルタ性平野の前面の潮感帯に干拓によって造成した人工的低湿地である。伊勢湾奥の臨海低地や衣浦湾、矢作川低地臨海部に分布面積が広い。これらには、15世紀頃から造成された歴史の古いものもある。最近では、地下水のくみあげによって地盤沈下をおこし、0m地帯がひろがっている。また、高潮災害を受けやすい地域でもある。

埋立地・盛土 干拓地の更に前面には、埋立地がひろがる。昭和以後とくに戦後になってから造成されたものが多い。干拓地と同様に、きわめて低湿で高潮災害を受けやすく、0m地帯もひろがっており地盤もきわめて悪い。名古屋臨海部、衣浦湾に広く分布する。盛土の地域は、低湿地の人口密集地区とくに名古屋市街地と一致し、広い面積を占める。
- (付加記号)
- 構造性急斜面および凹地** 顕著な断層にともなう断層崖や構造性凹地。中央構造線、深津断層・猿投山断層・井風山断層・足助断層などがある。



区分	コード	名称
I. 山地	I-a	犬山山地
	I-b	猿投山地
	I-c	三河山地
	I-d	設楽山地
	I-e	八名・弓張山地
	I-f	蒲郡山地
	I-g	幡豆山地
	I-h	渰美山地
II. 丘陵地	II-a	愛岐丘陵
	II-b	瀬戸・小牧丘陵
	II-c	西加茂丘陵
	II-d	尾張丘陵
	II-e	西三河丘陵
	II-f	知多丘陵
	II-g	師崎丘陵
	II-h	渰美丘陵
III. 台地	III-a	春日井・小牧台地
	III-b	名古屋東部台地
	III-c	豊田台地
	III-d	碧海台地
	III-e	岡崎・幸田台地
	III-f	小坂井台地
	III-g	蒲郡台地
	III-h	豊橋台地
	III-i	天白原台地
	III-j	赤羽原台地
	III-k	武蔵台地
IV. 低地	IV-a	大山扇状地
	IV-b	尾張低地
	IV-c	伊勢湾北部デルタ
	IV-d	伊勢湾東部低地
	IV-e	境川・衣浦低地
	IV-f	矢作川低地
	IV-g	三河山間低地
	IV-h	豊川低地
	IV-i	田原低地
IV-i	伊良湖低地	

(出典:土地分類図(愛知県) 国土庁土地局国土調査課 平成3年6月)

3.2 地質

知多半島南部には中新統中・下部の師崎層群があり、標高 100m 内外の丘陵性山地を形成している。師崎層群は西南日本の瀬戸内区に生じた前期中新世末から中期中新世始めの海進によって堆積した、いわゆる第一瀬戸内累層群を構成する地層のうちのひとつである。師崎層群に不整合に載る東海層群(矢田川累層)は、知多半島中・北部の丘陵主部を形成する。調査地域に分布する最も古い地質系統はこの東海層群である。その他、東海層群より新しい地質系統として、中部更新統の加木屋層及び武豊層、中部～上部更新統の段丘堆積物、完新統の沖積層が分布する。以下に、各地層の特徴を述べる。

◎矢田川累層

矢田川累層は、砂層とシルト層の互層を主とする部分と、砂礫層とシルト層の互層を主とする部分とに 2 分される。両者の差異は明確なものではないが、大局的には前者が下位に、後者が上位にあり、この地域の矢田川累層が全体として上方へ粗粒化していく状況を示している。

砂層は花崗質で白色を呈することが多く、中粒ないし粗粒、しばしば 10-20mm 大のチャート細円礫を含む。

シルト層は灰白-灰色を呈する塊状のシルトを主とし、その中に亜炭薄層(厚さ 30cm 程度)を挟むこともある。時に植物破片を多く含んで暗褐色を呈するが、明瞭な亜炭層は挟まない。

砂礫層は花崗質で白色の粗粒砂を基質とし、20-30mm 大以下の円-亜円礫を含む。礫はチャートや白色風化の著しい流紋岩礫が多く、花崗岩やホルンフェルスの礫も含まれる。

◎加木屋層

加木屋層は、知多半島北部において、矢田川累層の上位に不整合に重なる礫層である。主として、名和-加木屋撓局に沿って南北に細長く分布している。また、名和東方の丘陵頂部に散点的に分布している。径数 cm 大のチャートの円-亜円礫を主材とした礫層を主としている。チャート礫は、溶脱作用のため、表面が白色化していることが多い。流紋岩や中・古生層の砂岩・頁岩の礫は、著しい風化のため、くさり礫となっている。

◎中位段丘層

中位段丘層は、丘陵地内の中・小河川に沿って分布する。市街化の進行のため、その地形も構成層も判然としないことが多いが、主として粗粒砂を基質とする層厚 3-5m 程度の砂礫層より

なる。

◎低位段丘層

低位段丘層は、丘陵を刻む中・小河川に沿って分布する段丘のうち、中位段丘より新しいものをいう。層厚は 3m 前後で、チャート円礫を主とする砂礫層よりなる。

◎沖積層

沖積層は、谷底平野堆積物と自然堤防・砂州堆積物に区分される。谷底平野堆積物は丘陵地内の中・小河川沿いに分布し、砂・礫及びシルトよりなる。自然堤防・砂州堆積物は淡褐色を呈する中粒-細粒砂を主とする。

表 3.1 に地質総括表を示し、図 3.2 に地質図を示す。

調査地の地表部には、図 3.2 に示すように完新世の沖積層(後背湿地・河道堆積物)、更新世の中位段丘層が分布している。また、丘陵部には鮮新世の矢田川累層が分布している。

表 3.1 名古屋南部地域の地質総括表

地質時代		濃尾平野	尾張・知多丘陵	地 史		
新 生 代	第 四 新 世	完新世	南陽層	沖積層	現濃尾平野面の形成 縄文海進 更新世最末期小海面上昇	
		後 期	濃尾層	第一礫層 (埋没低位 段丘群)	大曾根礫層 (低位段丘)	最終氷期海面最低下期 海面低下期の海面小変動
			熱田層 上部 P m 3 熱田層、その相当層 P m 1 (中位段丘)	第二礫層	熱田期の濃尾平野面の形成 海面小変動期 御岳火山の活動活発化 熱田海進(最終間氷期)	
			熱田層 下部	水期海面低下期	熱田海進(最終間氷期)	
	中 期	海部累層 (覚王山面・高位面)	第三礫層	水期	小氷期・間氷期の繰り返し	
		弥富累層	八事層(加木 唐山層(屋層)	氷河性海面変動 の繰り返し	氷期	
	鮮 新 世	東海層群	矢田川累層	湖盆の消滅	湖盆沈降軸 の北遷 (萌芽期)	
		(瀬戸陶土層)		湖盆の発生	湖盆沈降軸 の北遷	
		平坦化期		湖盆の発生	湖盆沈降軸 の北遷	
	中 新 世	(中新統)		第一瀬戸内海 の海進期	中新世の断裂運動	
古第三紀						
中 生 代	白亜紀					
	ジュラ紀					
	三畳紀	美濃帯の中・古生層				
古 生 代	二畳紀			地向斜時代		

(出典:名古屋南部地域の地質 地質調査所 1986.3)

図 3.2 調査地周辺の地質図

縮尺 1:50,000

凡 例

埋立地 Reclaimed land	r	
自然堤の・砂州堆積物 Natural levee and sand bar deposits	a ₂	細粒～中粒砂 Fine-to medium-grained sand
潮汐低地・後背湿地・河道堆積物 Tidal flat, back swamp and channel deposits	a ₁	粘土及びシルト Clay and silt
谷底平野堆積物 Valley plain deposits	a ₁	砂・礫及びシルト Sand, gravel and silt
沖積層 Alluvium	a	砂・礫及びシルト Sand, gravel and silt
低位段丘層 Lower terrace deposits	tl	礫 Gravel
大曾根礫層 Ōzōne Gravel Bed	Oz	礫 Gravel
熱田層 Atsuta Formation	At	砂及びシルト Sand and silt
碧海層 Hekikai Formation	He	砂及び礫 Sand and gravel
中段段丘層 Middle terrace deposits	tm	礫 Gravel
加木屋層 Kagiya Formation	Kg	礫 Gravel
八事層 Yagoto Formation	Yg	礫 Gravel
唐山層 Karayama Formation	Kr	礫 Gravel
矢田川累層 Yadagawa Formation	Y ₂	砂及び礫 Sand and gravel
	Y ₁	砂及びシルト Sand and silt
火山灰層 (Ot: 大田火山灰層, Sr: 佐布里火山灰層, Ys: 横須賀火山灰層) Volcanic ash layer (Ot: Ōta, Sr: Sōri, Ys: Yokosuka Tuff)		



(出典: 日本地質図体系 中部地方 地質調査所 平成3年9月)

4.調査結果

4.1 ボーリング調査結果

今回実施した 2 箇所のボーリング結果は、巻末のボーリング柱状図にまとめた。この 2 箇所のボーリング結果から、図 4.1 に地質推定断面図を作成した。また、既存のボーリング結果(第 1 次～第 3 次)を加えた地質断面図を作成した。この縮小版を巻末に添付した。

今回の調査で確認された地層は、上位から盛土層(B)、完新世の沖積層(A)及び鮮新世の矢田川累層(T)である。表 4.1 に地層区分をまとめ、以下に地層毎の調査結果をまとめて述べる。

表 4.1 調査地の地層区分

地点	標高 T.P (m)	地層区分深度 (m)		
		盛土層 (B)	沖積層 (A)	矢田川累層 (T)
No.1	5.67	0.00 ～3.35	3.35 ～5.25	5.25 ～40.45
No.2	5.68	0.00 ～2.25	2.25 ～5.25	5.25 ～40.45

盛土層(B)

盛土層は粘性土層が主体で、地表部を 0.30～0.40m の厚さで礫質土層が覆っている。盛土層全体の層厚は 2.25～3.35m で、地表部に連続性良く分布する。

礫質土層の土質は礫・砂を主体として、粘土分を混入する。礫はφ2～30mm の円～亜角礫で、砂は細～中砂が多い。No.2 地点にはφ100mm の玉石が混入する。含水量は少なく、比較的良く締まっている。色調は茶灰色を呈する。

粘性土層の土質はシルト・粘土を主体として、砂分や礫分を混入する。礫はφ2～10mm の円～亜円礫、砂は細～中砂である。含水量は中位～少なく、軟らかい。色調は茶灰～褐灰～灰色を呈する。標準貫入試験のN値は3～4、平均 3.3 である。

沖積層(A)

沖積層は砂礫層(Ag)が主体で、No.2 地点には 0.55m の厚さで粘性土層(Ac)が分布する。沖積層全体の層厚は 1.90～3.00m で、連続性良く分布する。

礫質土層の土質は礫・砂を主体とする。礫はφ2～30mmの円～垂角礫で、砂は中～粗砂が多い。含水量は中位～多い。良く締まっているが、細粒分が少なく、掘削時は孔壁の崩壊性が高い(ケーシングが必要)。色調は茶灰～暗灰色を呈する。N値は32～48,平均40.0である。

粘性土層の土質はシルトを主体として、腐植物を多く混入する。含水量は中位で、軟らかい。色調は黒灰色を呈する。N値は4である。

矢田川累層(T)

矢田川累層は砂質土層(Ts)と粘性土層(Tc)で構成され、砂質土層と粘性土層が互層をなしている。調査深度まででは、砂質土層の層厚は0.35～12.60m、粘性土層は0.70～11.20mである。いずれも概ね連続性良く分布しているが、層厚の薄い層はレンズ状に途切れるものがある。砂質土層の土質は砂を主体として、部分的に粘土分や礫分を混入する。砂は細砂が多く、中～粗砂も混入する。礫はφ2～5mmの小礫が多い。含水量は上部ほど多く、深くなるに従い少なくなる。色調は茶灰～淡灰～白灰色を呈する。N値は5～54,平均22.8である。

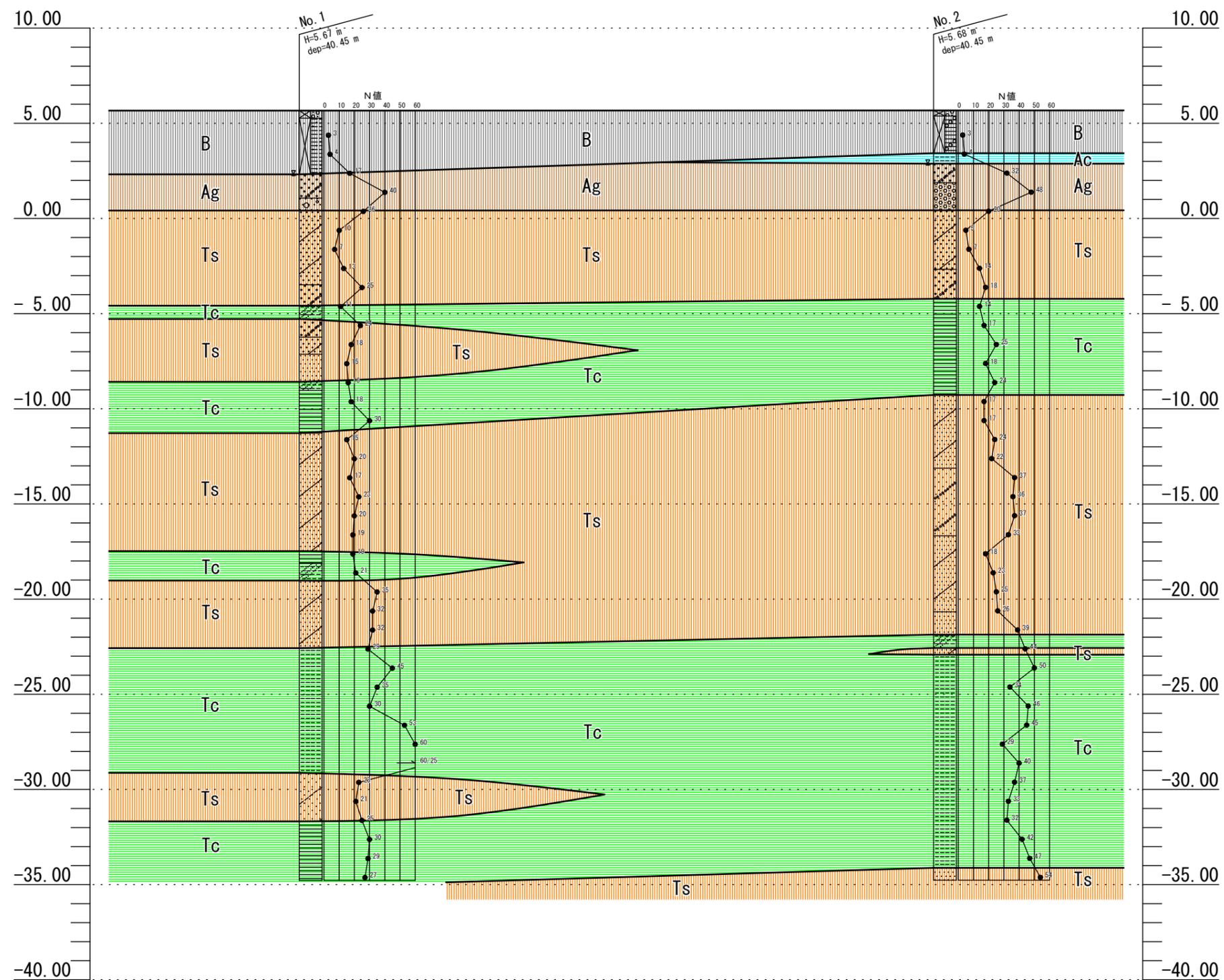
粘性土層の土質はシルト・粘土を主体として、部分的に砂分を多く混入する。砂分は細砂が多い。腐植炭化物を少量混入する。含水量は中位～少なく、硬い。色調は淡黄灰～淡灰～淡緑灰～青灰色を呈する。炭化物の多い部分は黒灰色となる。N値は14～60,平均34.1である。

表 4.2 土層毎の標準貫入試験N値

地層名	土質名	記号	N値				
			総数	最小値	最大値	平均値	標準偏差
盛土層	粘性土	B	3	3	4	3.3	0.47
沖積層	粘性土	Ac	1	4	4	4.0	0.00
	礫質土	Ag	3	32	48	40.0	6.53
矢田川累層	砂質土	Ts	36	5	54	22.8	10.19
	粘性土	Tc	29	14	60	34.1	12.54

図4.1 地質推定断面図

縮尺1:250



地層区分凡例

地質年代		地層区分	記号
第四紀	現世	盛土層	B
	完新世	沖積層	粘性土 Ac
		砂質土 As	
		礫質土 Ag	
三新紀第	鮮新世	矢野層川	砂質土 Ts
		粘性土 Tc	

4.2 孔内水位

表 4.3 にボーリング調査時の孔内水位を示す。この水位は無水で掘削し、水位の確認後、水位の安定を待って記録したものである。

調査時期は地下水位の高い時期(豊水期)であるため、渇水期には水位が下がるものと考えられる。

表 4.3 地点毎の孔内水位

地点	孔内水位		測定年月日
	GL (m)	TP (m)	
No.1	-3.35	+2.32	平成29年7月10日
No.2	-2.80	+2.88	平成29年7月13日

4.3 孔内水平載荷試験

孔内水平載荷試験は矢田川累層砂質土層(Ts)を対象として実施した。試験結果は表 4.4 の一覧表にまとめた。また、詳細な試験データを巻末に付した。

以下に測定結果の整理方法、地盤の諸定数の決定方法及び計算結果について述べる。

表 4.4 孔内水平載荷試験結果一覧表

地点	測定深度 (m)	土層区分	N値	静止土圧 Po (kN/m ²)	降伏圧 Py (kN/m ²)	破壊圧 Pl (kN/m ²)	地盤係数 Km (kN/m ³)	弾性係数 E (kN/m ²)
No.2	-6.50	Ts	5	265.1	335.2	550.8	228,500	11,260

1) 測定結果の整理

LLT試験は、掘削されたボーリング孔内にプローブ(ゾンデ)が挿入された状態で開始される。この状態においては、孔壁は孔壁背面の主動土圧によって押し出されており、本来の孔径より小さな径の孔を形作っている。更に、多少のクリアランスを有して孔の中心にプローブが設置されている。 载荷の進行につれ、プローブの膨張ならびに地盤の挙動は次の過程をたどる。

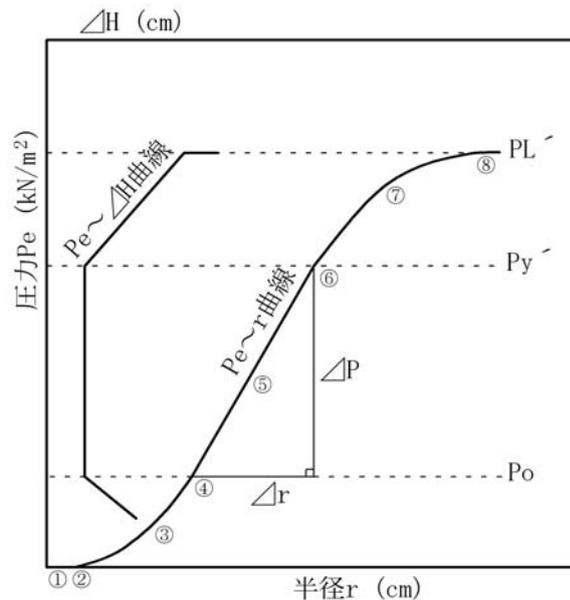


図 4.2 試験結果模式図

- ①ゴムチューブ自身の自由膨張過程で、孔壁には接しておらず、地盤への応力伝達はない。
- ②ゴムチューブが孔壁に接する点。
- ③押し出された孔壁を、主動土圧に抗して押し戻す孔壁の再圧縮過程で、地盤反力は徐々に増大し、変形速度 ΔH は減少する。
- ④初期の孔壁に達し、地盤の静止土圧と均衡を保つ点で、この時の圧力を見掛け上の静止土圧 P_o とみなすことができる。この状態で地盤反力は急激に増大する変曲線をなし、変形速度は最小値を示す。
- ⑤受動土圧が地盤内に生ずる载荷過程の初期直線段階で、いわば地盤の擬似弾性変形領域である。
 $P_e \sim r$ 曲線はほぼ直線をなし、変形速度もほぼ一定値を示す。
- ⑥地盤の降伏点で、 $P_e \sim r$ 曲線は直線区間をはずれて右に湾曲し、変形速度 $P_e \sim \Delta H$ 曲線は明瞭な折点を示す。
- ⑦地盤の流動、変形が徐々に増大進行し、破壊に至る過程。
- ⑧地盤の破壊点。

2) 地盤の諸定数の決定

地盤の力学的特性は、 $P_e \sim \Delta H$ 曲線の折点と $P_e \sim r$ 曲線の形状と併せ決定することができる。これらの折点として、グラフ上から読み取る圧力をそれぞれ P_o 、 P_y' 、 P_l' とすると、真の降伏圧 P_y 、破壊圧 P_l は次式で表される。

$$P_y = P_y' - P_o, \quad P_l = P_l' - P_o$$

K_m 値は、 $P_e \sim r$ 曲線上での⑤の変形過程(直線区間)の勾配として定める。 K_m 値は、単位変位量に対する荷重強度で、単位は kN/m^3 で表される。

$$K_m = \frac{\Delta P}{\Delta r}$$

E 値は、地盤の弾性係数で、LLTの試験から求めるには、応力分布の状態あるいは歪みの条件によって2次元的に取扱うか、3次元取扱いを必要とするか、極めて複雑な問題を有している。したがって、近似的にある仮定をおいて解くのが实际的である。一般的には次の平面歪の仮定に基づく解法を用いる。

測定時の土の挙動を、ある水平面で切った2次元変形問題として取扱う。応力が弾性領域内にあり、半径方向の面に関して平面歪の条件が満たされていると仮定すれば、弾性係数 E は次式で表される。

$$E = (1 + \nu) r_m \cdot K_m$$

ここで、 ν :ポアソン比

K_m :先に求めた K_m 値

r_m : K_m 値算出区間の中間半径

ポアソン比 ν は、通常の軟弱地盤においては0.3~0.5程度と考えられるが、一般には0.3と仮定する。

LLT試験結果から E_m 値を求めるには、半径方向の面に関してほぼ平面歪の条件が満たされているとしている。この時、留意すべき点は、ポアソン比の仮定に伴う E_m の決定誤差で、 $\nu = 0.3$ として求めた E_m 値に対し、実際の ν が0.3~0.5と変化する時、 E_m の誤差は10%程度のもとなる。したがって、この方法から算出した E の信頼度は、有効数字で一桁、よくてもせいぜい二桁とみるのが正しいようである。

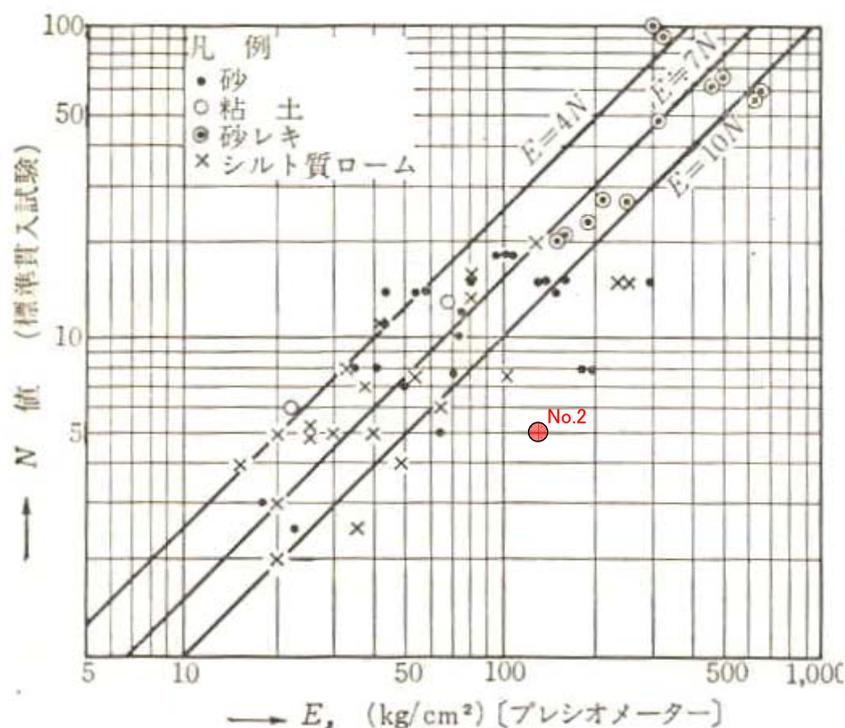
(出典:ボーリング孔を利用する原位置試験についての技術マニュアル 関東地質調査業協会 1995.10)

3) 計算結果

一般に、孔内水平載荷試験で求めた変形係数Eと標準貫入試験のN値には相関性が認められる。EとNについては、 $E=700N(\text{kN/m}^2)$ の関係式が「道路橋示方書・同解説 (社)日本道路協会」に示され、一般に良く用いられている。また、図 4.3 に示すように「 $E(\text{kgf/cm}^2) \doteq 7N$ [$E(\text{MN/m}^2) \doteq 0.7N$]」を中心に $E(\text{kgf/cm}^2) \doteq 4N \sim 10N$ [$E(\text{MN/m}^2) \doteq 0.4N \sim 1.0N$]の間にあつて、土質の違いによる差がほとんど認められない。」とされている。(「土質調査試験結果の解釈と適用例」:地盤工学会を引用)

本試験の変形係数とN値の関係は、 $E(\text{MN/m}^2)=2.2N$ とかなり大きい値を示した。これは、土質が粘土混じり細砂で、硬い粘土分を層状に多く混入していることが原因と考えられる。

図 4.3 N値とプレシオメーターによる変形係数(E)の関係



(出典:土質調査試験結果の解釈と適用例に加筆 (社)地盤工学会 1998.3)

4.4 室内土質試験

室内土質試験は、標準貫入試験のサンプラーで採取した試料を使用して行なった。試験は、液状化判定に必要となる土の細粒分含有率試験を実施した。試験試料は、孔内水位以深でGL-20m以浅に分布する矢田川累層の砂質土層(Ts)を対象とした。

試験結果は表 4.5 にまとめた。また、詳細な試験データは巻末に付した。

表 4.5 室内土質試験結果一覧表

調査地点	No.2			
試料番号 (深さ)	2P-6 (6.15~6.45m)	2P-9 (9.15~9.45m)	2P-16 (16.15~16.45m)	2P-19 (19.15~19.45m)
細粒分含有率 Fc %	31	19	29	16
地層区分	Ts	Ts	Ts	Ts

砂分を主体とする砂質土である。細粒分(シルト分・粘土分)を多く混入し、礫分も少量混入する。日本統一分類法では、細粒分質砂に分類されると考えられる。

5.考察

5.1 地盤定数の提案

調査結果を基に、基礎設計に用いる地盤定数を求め、表 5.5～表 5.6 に示すように提案する。

以下に地盤定数の決定方法を示す。

1) 設計N値

設計N値は原則として、標準貫入試験結果の平均値とする。ただし、N値のばらつきを考慮して、標準偏差を用いて平均値を補正した。

表 5.1 土層毎の設計N値(No.1)

下限 深度 (m)	土質名	記号	N値						
			総数	最小 値	最大 値	平均 値	標準 偏差	変動 係数	設計 N値
0.40	礫質土	B	0	-	-	-	-	-	-
3.35	粘性土	B	2	3	4	3.5	0.50	0.14	3
5.25	礫質土	Ag	1	40	40	40.0	0.00	0.00	40
10.25	砂質土	Ts	4	7	25	13.7	6.83	0.50	10
10.95	粘性土	Tc	1	6	6	6.0	0.00	0.00	6
14.25	砂質土	Ts	3	15	24	19.0	3.74	0.20	19
16.95	粘性土	Tc	2	18	30	24.0	6.00	0.25	21
23.15	砂質土	Ts	6	15	23	19.0	2.52	0.13	19
24.70	粘性土	Tc	2	19	21	20.0	1.00	0.05	20
28.25	砂質土	Ts	3	32	35	33.0	1.41	0.04	33
34.80	粘性土	Tc	6	30	60	47.1	11.62	0.25	41
37.35	砂質土	Ts	2	21	23	22.0	1.00	0.05	22
40.45	粘性土	Tc	3	27	30	28.6	1.25	0.04	28

表 5.2 土層毎の設計N値(No.2)

下限深度 (m)	土質名	記号	N値						
			総数	最小値	最大値	平均値	標準偏差	変動係数	設計N値
0.30	礫質土	B	0	-	-	-	-	-	-
2.25	粘性土	B	1	3	3	3.0	0.00	0.00	3
2.80	粘性土	Ac	1	4	4	3.0	0.00	0.00	3
5.25	礫質土	Ag	2	32	48	40.0	8.00	2.00	36
9.90	砂質土	Ts	4	5	18	11.0	5.24	0.48	8
14.95	粘性土	Tc	5	14	25	19.6	4.22	0.22	17
27.55	砂質土	Ts	13	17	39	27.2	7.83	0.29	23
28.25	粘性土	Tc	1	21	21	21.0	0.00	0.00	21
28.60	砂質土	Ts	1	44	44	44.0	0.00	0.00	44
39.80	粘性土	Tc	11	29	50	39.5	6.68	0.17	39
40.45	砂質土	Ts	1	54	54	54.0	0.00	0.00	54

ばらつきの補正

・ばらつきが小さい場合

標準偏差 $\sigma \leq 1$ もしくは標準偏差 $\sigma > 1$ かつ変動係数 $CV \leq 0.2$ であれば、平均N値の小数点以下を切り捨てた値を設計N値とする。

・ばらつきが大きい場合

標準偏差 $\sigma > 1$ で変動係数 $CV > 0.2$ の場合は、平均N値から標準偏差 σ の 1/2 を引いたものを設計N値とする。

2) 単位体積重量

単位体積重量は湿潤密度試験結果を採用し、試験を行っていない土層については表 5.3 の値を参考にして設定した。

表 5.3 土の単位重量 (kN/m³)

地盤	土質	ゆるいもの	密なもの
自然地盤	砂及び砂れき	18	20
	砂質土	17	19
	粘性土	14	18
盛土	砂及び砂れき	20	
	砂質土	19	
	粘性土	18	

(出典:道路橋示方書・同解説 I 共通編 (社)日本道路協会 平成 24 年 3 月)

- (注) (1) 地下水位以下にある土の単位重量は、それぞれの表中の値から 9 を差し引いた値としてよい。
 (2) 砕石は砂利と同じ値とする。また、ずり、岩塊等の場合は種類、形状、大きさ及び間隙等を考慮して定める必要がある。
 (3) 砂利まじり砂質土、あるいは砂利まじり粘性土にあつては、混合割合及び状態に応じて適当な値を定める。
 (4) 地下水位は施工後における平均値を考える。

表 5.4 本調査における自然地盤の土の単位体積重量(kN/m³)

砂及び砂礫・砂質土				粘性土			表 5.3 による分類
相対密度	N値	単位体積重量 (kN/m ³)		コンシステンシー	N値	単位体積重量 (kN/m ³)	
		砂・砂礫	砂質土				
非常に緩い	0~4	18	17	非常に軟らかい	0~2	14	ゆるいもの
緩い	4~10			軟らかい	2~4	15	
中位の	10~30	19	18	中位の	4~8	16	中位*
密な	30~50	20	19	硬い	8~15	17	密なもの
非常に密な	50 以上			非常に硬い	15~30	18	
				固結した	30 以上		

* 「ゆるいもの」と「密なもの」の中間的なものは「中位」とした。

3) 粘着力 c (kN/m²)

粘着力は設計N値から下式を用いて設定する。

$$c = qu/2 \text{ (kN/m}^2\text{)} \text{ および } qu = 12.5N \text{ (kN/m}^2\text{)} \text{ より}$$

(出典: 地盤調査の方法と解説 (社)地盤工学会 平成 16 年 6 月)

$$c = 6N \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

なお、一般的な考えに従い、礫質土と砂質土については $c=0$ とする。

4) 内部摩擦角 ϕ (°)

内部摩擦角は設計N値から下式を用いて設定する。

$$\phi = \sqrt{20N} + 15 \text{ (}^\circ\text{)}$$

(出典: 建築基礎構造設計指針 (社)日本建築学会 平成 13 年 10 月)

なお、一般的な考えに従い、粘性土については $\phi=0$ とする。

5) 変形係数

変形係数は孔内水平載荷試験を実施している土層についてはその値を採用し、実施していない土層については設計N値から下式を用いて設定する。

一般に、孔内水平載荷試験で求めた変形係数Eと標準貫入試験のN値には相関性が認められ、従来から両者を比較した例は多い。ここでは設計N値から図 5.1 に示される次式により変形係数を求めた。

$$E = 670N^{0.986} \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

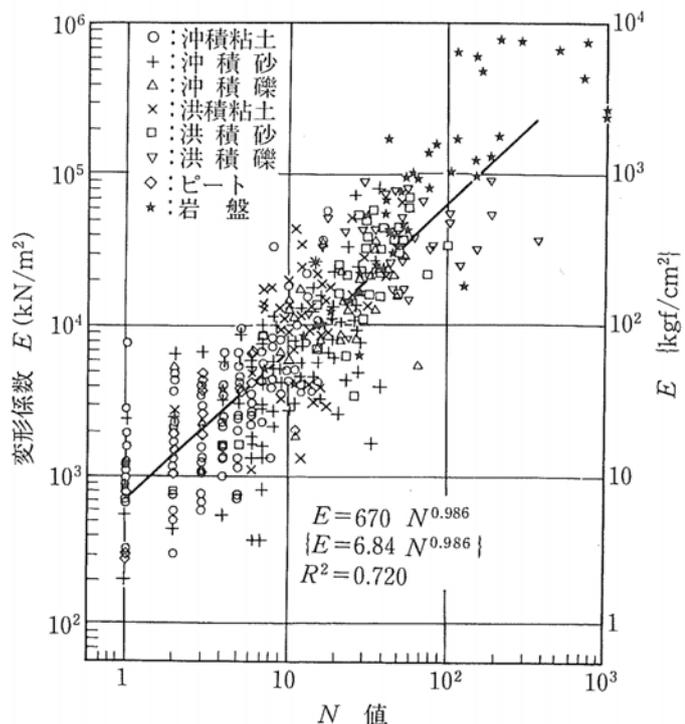


図 5.1 孔内水平載荷試験より得られた変形係数とN値との関係
(出典: 地盤調査法 (社)地盤工学会 平成 16 年 4 月)

表5.5 地盤定数一覧表 (No. 1)

No. 1

孔口標高 : 5.67m

孔内水位 : 3.35m

標尺 m	標高 m	層厚 m	深度 m	柱状 図	土質 区分	色調	地層 名	土質 名	記 号	標準貫入試験		設計 N 値	単位体積 重量 γ kN/m ³	粘着 力 c kN/m ²	内部 摩擦角 φ °	変形 係数 E kN/m ²						
										中心 深度 m	打撃 回数											
1	5.27	0.40	0.40		盛土・粘土 混じり砂礫	茶灰	盛土層	礫質土	B	1.30	3	3	20	-	-	-						
2					盛土・砂混 じりシルト	茶灰～褐 灰～灰		粘性土		2.30	4											
3	2.32	2.95	3.35							3.30	17											
4	1.07	1.25	4.60		礫混じ り粗砂	黄茶 灰	沖積層	礫質土	Ag	4.30	40	40	20	0	43	25,000						
5	0.42	0.65	5.25		砂礫	茶灰				5.30	26											
6					粘土混じ り中砂	淡茶灰 ～白灰	矢田川 累層	砂質土	Ts	6.30	10	10	18	0	29	6,400						
7										7.30	7											
8										8.30	13											
9	-3.48	3.90	9.15		礫混じ り中砂	白灰				9.30	25											
10	-4.58	1.10	10.25		砂質粘土	淡灰		粘性土		Tc	10.30						11	6	16	36	0	3,900
11	-5.28	0.70	10.95		砂質粘土	淡灰				11.30	24											
12	-6.23	0.95	11.90		礫混じ り粗砂	淡灰		砂質土		Ts	12.30						18	19	18	0	34	12,000
13	-7.13	0.90	12.80		粘土混じ り中砂	淡茶灰											13.30					
14	-8.58	1.45	14.25		中粗 砂	淡茶 灰		粘性土		Tc	14.30						16	21	18	108	0	13,000
15	-9.03	0.45	14.70		砂質粘土	淡灰											15.30					
16					粘土	淡灰	矢田川 累層	粘性土	Ts	16.30	30	19	18	0	34	12,000						
17	-11.28	2.25	16.95							17.30	15											
18					粘土混じ り細砂	淡茶灰～ 淡灰				18.30	20											
19										19.30	17											
20										20.30	23											
21										21.30	20											
22										22.30	19											
23	-17.48	6.20	23.15		粘土	淡茶灰		粘性土		Tc	23.30						19	20	18	120	0	12,000
24	-18.13	0.65	23.80		砂質 粘土	淡青灰											24.30					
25					粘土混じ り細砂	茶灰～ 淡灰		砂質土		Ts	25.30						35	33	19	0	40	21,000
26									26.30		32											
27									27.30		32											
28	-22.58	3.55	28.25				粘性土	Tc	28.30	29	41	18	246	0	26,000							
29										29.30						45						
30										30.30						35						
31					固結 シルト	淡青灰～黒 灰～淡緑灰				31.30						30						
32										32.30						53						
33										33.30						60						
34	-29.13	6.55	34.80				砂質土	Ts	34.27	60	22	18	0	35	14,000							
35					シルト混 じり細砂	青灰～ 茶灰				35.30						23						
36							粘性土	Tc	36.30	21	28	18	168	0	17,000							
37	-31.68	2.55	37.35							37.30						25						
38					固結 粘土	暗灰～ 暗青灰		38.30	30													
39								39.30	29													
40	-34.78	3.10	40.45					40.30	27													

表5.6 地盤定数一覧表 (No. 2)

No. 2

孔口標高 : 5.68m

孔内水位 : 2.80m

標尺 m	標高 m	層厚 m	深度 m	柱状 図	土質 区分	色調	地層 名	土質 名	記 号	標準貫入試験		設計 N 値	単位 体積 重量 γ kN/m ³	粘着 力 c kN/m ²	内部 摩擦 角 φ°	変形 係数 E kN/m ²
										中心 深度 m	打撃 回数					
1	5.38	0.30	0.30		盛土・粘土 混じり砂礫	茶灰	盛土層	礫質土					20			
2	3.43	1.95	2.25		盛土・礫混 じり粘土	淡茶 灰		粘性土	B	1.30	3	3	18	18	0	1,900
3	2.88	0.55	2.80		シルト 礫混じり 粗砂	黒灰 茶灰 暗灰	沖積層	粘性土	Ac	2.30	4	3	15	18	0	1,900
4	1.88	1.00	3.80		砂礫	黄茶 灰		礫質土	Ag	3.30	32	36	20	0	41	22,000
5	0.43	1.45	5.25				矢田川 累層	砂質土	Ts	5.30	20	8	17	0	27	11,000 <small>(孔内水平載荷試験)</small>
6					粘土混じり 細砂	淡茶灰 ~ 淡灰				6.30	5					
7								7.30	7							
8	-2.67	3.10	8.35					8.30	14							
9					礫混じり 粗砂	淡灰~ 白灰		9.30	18							
10	-4.22	1.55	9.90					10.30	14							
11								11.30	17							
12					粘土	淡黄灰 ~ 淡灰		12.30	25							
13								13.30	18							
14								14.30	24							
15	-9.27	5.05	14.95				15.30	17								
16					粘土混じり 細砂	淡茶灰 ~ 淡灰	16.30	17								
17							17.30	24								
18							18.30	22								
19	-13.12	3.85	18.80				19.30	37								
20					礫混じり 中砂	淡灰 ~ 灰	20.30	36								
21							21.30	37								
22	-16.67	3.55	22.35				22.30	33								
23							23.30	18								
24					粘土混じり 細砂	淡茶灰 ~ 淡灰	24.30	23								
25							25.30	25								
26	-20.67	4.00	26.35				26.30	26								
27	-21.87	1.20	27.55		中砂	灰	27.30	39								
28	-22.57	0.70	28.25		砂質粘土	淡灰	粘性土	Tc	28.30	44	21	18	126	0	13,000	
29	-22.92	0.35	28.60		粘土混じり 細砂	淡茶 灰	砂質土	Ts	29.30	50	44	19	0	44	27,000	
30									30.30	34						
31									31.30	46						
32									32.30	45						
33					固結シルト	青灰~ 淡緑灰	粘性土	Tc	33.30	29	39	18	234	0	24,000	
34									34.30	40						
35									35.30	37						
36									36.30	33						
37									37.30	32						
38									38.30	42						
39							39.30	47								
40	-34.12	11.20	39.80				砂質土	Ts	40.30	54	54	19	0	47	34,000	
	-34.77	0.65	40.45		細砂	青灰~ 褐灰										

5.2 液状化の判定

地下水位面以深にある飽和砂質土層および軟弱な飽和中間土層については、地震時における液状化発生の可能性およびその程度を判定し、基礎構造の設計の際に、その結果を考慮する必要がある。

「建築基礎構造設計指針 日本建築学会 平成 13 年 10 月」では、液状化判定の対象とすべき土層について以下のように記述している。

液状化の判定を行う必要がある飽和土層は、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、細粒分含有率が 35% 以上の低塑性シルト、液性限界に近い含水比を持ったシルトなどが液状化した事例も報告されているので、粘土分(0.005 mm 以下の粒径を持つ土粒子)含有率が 10% 以下、または塑性指数が 15% 以下の埋立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。

1) 液状化判定条件

- ・液状化の対象土層は沖積層であるが、当該地では沖積層が薄く、矢田川累層砂質土が比較的ゆるく堆積しているため、同層についても液状化の検討を実施した。
- ・地下水位はボーリング調査時に無水掘りで確認した水位とした。
- ・細粒分含有率は室内土質試験を実施した土層についてはその値を用い、土質試験を実施していない土層については土質試験結果及び表 5.7 に示す概略値を参考に推定した。
- ・マグニチュードは 7.5 とした。
- ・設計用水平加速度は 200 Gal 及び 350 Gal とした。

表 5.7 土質分類と単位重量、平均粒径、細粒分含有率の概略値

土質分類	地下水位面下の単位重量 γ_{t2} (kN/m ²)	地下水位面上の単位重量 γ_{t1} (kN/m ²)	平均粒径 D ₅₀ (mm)	細粒分含有率 FC(%)
表土	17.0	15.0	0.02	80
シルト	17.5	15.5	0.025	75
砂質シルト	18.0	16.0	0.04	65
シルト質細砂	18.0	16.0	0.07	50
微細砂	18.5	16.5	0.1	40
細砂	19.5	17.5	0.15	30
中砂	20.0	18.0	0.35	10
粗砂	20.0	18.0	0.6	0
砂れき	21.0	19.0	2.0	0

(出典:道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編 (社)日本道路協会 平成 14 年 3 月)

2) 液状化判定方法

液状化判定は図 4.5.1～4.5.4 を用い、以下の手順により行ってよい。

(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。

$$\frac{\tau_d}{\sigma'_z} = r_n \frac{\alpha_{\max}}{g} \frac{\sigma_z}{\sigma'_z} r_d \quad (4.5.1)$$

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)、 r_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 (鉛直全応力) (kPa)、 r_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。

$$r_d = 1 - 0.015z \quad (4.5.2)$$

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 M 値 (N_a) を、次式から求める。

$$N_I = C_N \cdot N \quad (4.5.3)$$

$$C_N = \sqrt{98 / \sigma'_z} \quad (4.5.4)$$

$$N_a = N_I + \Delta N_f \quad (4.5.5)$$

ここに、 N_I は換算 M 値、 C_N は拘束圧に関する換算係数、 ΔN_f は細粒土含有率 FCI に応じた補正 N 値増分で、図 4.5.2 による。 M はトンビ法または自動落下法による実測 M 値とする。

(c) 図 4.5.1 中の限界せん断ひずみ曲線 5% を用いて、補正 M 値 (N_a) に対応する飽和土層の液状化抵抗比 $R = \tau_1 / \sigma'_z$ を求める。ここに、 τ_1 は、水平面における液状化抵抗である。

(d) 各深さにおける液状化発生に対する安全率 F_l を次式により計算する。

$$F_l = \frac{\tau_1 / \sigma'_z}{\tau_d / \sigma'_z} \quad (4.5.6)$$

(4.5.6) 式から求めた F_l 値が 1 より大きくなる土層については液状化発生の可能性はないものと判定し、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状化発生危険度が高く、また、 F_l 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。

上記手順中、繰返しせん断応力比 (τ_d / σ'_z) の算定における地表面水平加速度値は、本来、地盤応答の結果であり、地盤特性に大きく影響を受ける。しかし、以下では、損傷限界検討用として $150 \sim 200\text{cm/s}^2$ 、終局限界検討用として 350cm/s^2 程度と推奨する。 350cm/s^2 は、1995 年兵庫県南部地震などの際、液状化した地盤上で観測された最大値にほぼ対応している。より適切にせん断応力を求めたい場合、工学的基盤に対する入力地震動を最大速度やスペクトルで定義し、(1) 応答解析を行ってせん断応力の深度分布を求める、(2) 地表加速度を推定した後、上記 (a) の方法によりせん断応力を求めるなどの方法をとることができる。なお、(4.5.1) 式の r_d の精度は、深度が深くなるほど悪くなる。

このような事態が予想される場合も、応答解析を用いることが推奨される。これらの解析は等価線形解析でも許されるものと考えられる。この場合、求められた最大せん断応力比に(4.5.1)式の r_n を乗じて (τ_d/σ'_z) とし、以下指針の手順にしたがうことができる。また、計算された地震波形の有効繰返し回数と地盤密度を考慮して図 4.5.3 から r_n を決定することも可能である。

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 4.5.4 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。しかし、その信頼性に鑑み、大型貫入試験による推定法、S波速度を用いた推定法などにより総合的に検討することが望まれる。また、細粒土含有率が比較的高く、N値の信頼性が低いと考えられる土に対してはN値を用いた推定法に頼らず、例えばコーン貫入試験を用いた推定法または不かく乱試料に対する室内試験法を用いて液状化抵抗を求めることが望ましい。

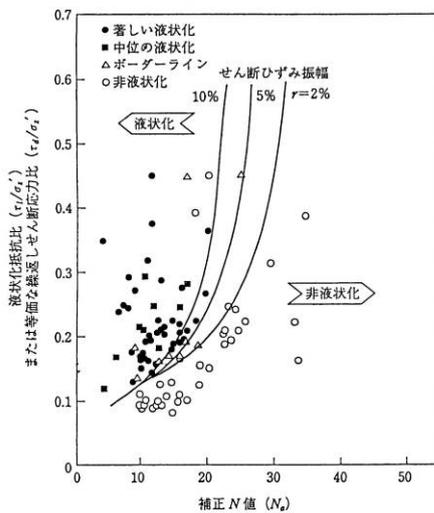


図 4.5.1 補正N値と液状化抵抗、動的せん断ひずみの関係^(4.5.2)

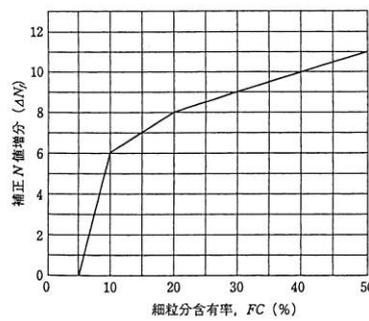


図 4.5.2 細粒分含有率とN値の補正係数^(4.5.2)

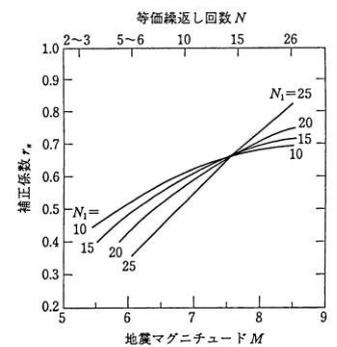


図 4.5.3 補正N値、マグニチュード、繰返し回数と補正係数の関係^(4.5.2)

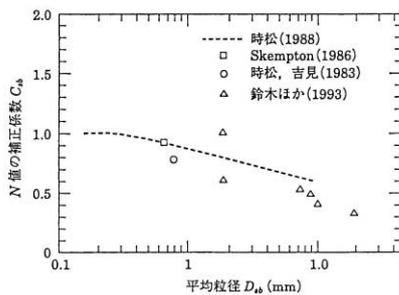


図 4.5.4 砂礫地盤のN値補正係数^(4.5.2)

(出典:建築基礎構造設計指針 日本建築学会 平成 13 年 10 月 4.5 節より抜粋)

3) 液状化判定結果

液状化の判定結果を表 5.8～表 5.9 に、詳細な計算結果は巻末の「液状化簡易判定結果」に示した。

液状化発生に対する安全率 F_L が 1 より大きくなる土層については、液状化発生の可能性はないものと判定し、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状化発生危険度が高く、また、 F_L 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。

計算結果より、設計用水平加速度を 200Gal とした場合、1 箇所液状化すると判定された。設計用水平加速度を 350Gal とした場合、10 箇所液状化すると判定された。液状化判定箇所はいずれも矢田川累層砂質土(Ts)である。

No. 1

孔口標高 : 5.67m

孔内水位 : 3.35m

表5.8 液状化判定結果 (No. 1)

標尺 m	標高 m	層厚 m	深度 m	柱状 図	土質 区分	色調	地層 名	土質 名	記 号	標準貫入試験		液状化判定								
										中心 深度 m	打撃 回数	設計用水平加速度 200Gal				設計用水平加速度 350Gal				
												液状化 抵抗比 R	繰返し せん断 応力比 L	安全率 FL	判定	液状化 抵抗比 R	繰返し せん断 応力比 L	安全率 FL	判定	
1	5.27	0.40	0.40		盛土・粘土 混じり砂礫	茶灰	盛土層	礫質土	B	1.30	3	-	-	-	○	-	-	-	○	
2					盛土・砂混 じりシルト	茶灰～褐 灰～灰		粘性土		2.30	4	-	-	-	○	-	-	-	○	
3	2.32	2.95	3.35							3.30	17	-	-	-	○	-	-	-	○	
4	1.07	1.25	4.60		礫混じり 粗砂	黄茶 灰	沖積層	礫質土	Ag	4.30	40	19.89	0.141	141.5	○	19.89	0.246	80.84	○	
5	0.42	0.65	5.25		砂礫	茶灰				5.30	26	4.290	0.151	28.41	○	4.290	0.264	16.24	○	
6					粘土混じり 中砂	淡茶灰 ～白灰	矢田川 累層	砂質土	Ts	6.30	10	0.222	0.159	1.398	○	0.222	0.278	0.799	×	
7										7.30	7	0.175	0.165	1.063	○	0.175	0.288	0.607	×	
8										8.30	13	0.270	0.169	1.600	○	0.270	0.295	0.914	×	
9	-3.48	3.90	9.15							9.30	25	1.196	0.171	6.974	○	1.196	0.300	3.985	○	
10	-4.58	1.10	10.25		礫混じり 中砂	白灰				10.30	11	-	-	-	○	-	-	-	○	
11	-5.28	0.70	10.95		砂質粘土	淡灰			粘性土	Tc	11.30	24	0.778	0.175	4.448	○	0.778	0.306	2.542	○
12	-6.23	0.95	11.90		礫混じり 粗砂	淡灰			砂質土	Ts	12.30	18	0.376	0.175	2.146	○	0.376	0.307	1.226	○
13	-7.13	0.90	12.80		粘土混じり 中砂	淡茶灰					13.30	15	0.199	0.175	1.133	○	0.199	0.307	0.647	×
14	-8.58	1.45	14.25		中粗 砂	淡茶 灰				14.30	16	-	-	-	○	-	-	-	○	
15	-9.03	0.45	14.70		砂質粘土	淡灰			粘性土	Tc	15.30	18	-	-	-	○	-	-	-	○
16					粘土	淡灰			16.30	30	-	-	-	○	-	-	-	○		
17	-11.28	2.25	16.95						17.30	15	0.227	0.171	1.330	○	0.227	0.299	0.760	×		
18					粘土混じり 細砂	淡茶灰～ 淡灰	矢田川 累層	砂質土	Ts	18.30	20	0.328	0.169	1.941	○	0.328	0.296	1.109	○	
19										19.30	17	0.247	0.167	1.483	○	0.247	0.292	0.847	×	
20										20.30	23									
21									21.30	20										
22									22.30	19										
23	-17.48	6.20	23.15		粘土	淡茶灰			粘性土	Tc	23.30	19								
24	-18.13	0.65	23.80		砂質 粘土	淡青灰			24.30	21										
25	-19.03	0.90	24.70					砂質土	Ts	25.30	35									
26					粘土混じり 細砂	茶灰～ 淡灰				26.30	32									
27									27.30	32										
28	-22.58	3.55	28.25						28.30	29										
29								粘性土	Tc	29.30	45									
30								30.30		35										
31					固結 シルト	淡青灰～黒 灰～淡緑灰		31.30		30										
32								32.30		53										
33								33.30	60											
34								34.27	60											
35	-29.13	6.55	34.80						35.30	23										
36					シルト混 じり細砂	青灰～ 茶灰		砂質土	Ts	36.30	21									
37	-31.68	2.55	37.35					37.30		25										
38								粘性土	Tc	38.30	30									
39					固結 粘土	暗灰～ 暗青灰		39.30		29										
40	-34.78	3.10	40.45						40.30	27										

孔内水位
(GL-3.35m)

GL-20m

FL値による判定
 × - 液状化すると判定
 ○ - 液状化しないと判定

No. 2

孔口標高 : 5.68m

孔内水位 : 2.80m

表5.9 液状化判定結果 (No. 2)

標尺 m	標高 m	層厚 m	深度 m	柱状 図	土質 区分	色調	地層 名	土質 名	記号	標準貫入試験		液状化判定							
										中心 深度 m	打撃 回数	設計用水平加速度 200Gal				設計用水平加速度 350Gal			
												液状化 抵抗比 R	繰返し せん断 応力比 L	安全率 FL	判定	液状化 抵抗比 R	繰返し せん断 応力比 L	安全率 FL	判定
1	5.38	0.30	0.30		盛土・粘土 混じり砂礫	茶灰	盛土層	礫質土	B	1.30	3	-	-	-	○	-	-	-	○
2	3.43	1.95	2.25		盛土・粘土 混じり粘土	淡茶灰	沖積層	粘性土	B	2.30	4	-	-	-	○	-	-	-	○
3	2.88	0.55	2.80		シルト 礫混じり粗砂	黒灰 茶灰~ 暗灰		粘性土	Ac	3.30	32	10.46	0.138	17.72	○	10.69	0.241	44.41	○
4	1.88	1.00	3.80		砂礫	黄茶灰		礫質土	Ag	4.30	48	94.25	0.152	618.6	○	94.25	0.267	353.5	○
5	0.43	1.45	5.25		粘土混じり 細砂	淡茶灰 ~淡灰		矢田川 累層	砂質土	Ts	5.30	20	1.488	0.162	9.192	○	1.488	0.283	5.252
6					粘土混じり 細砂	淡茶灰 ~淡灰	6.30				5	0.162	0.170	0.952	×	0.162	0.297	0.544	×
7					粘土混じり 細砂	淡茶灰 ~淡灰	7.30		7	0.178	0.175	1.013	○	0.178	0.307	0.579	×		
8	-2.67	3.10	8.35		礫混じり 粗砂	淡灰~ 白灰	8.30		14	0.325	0.180	1.811	○	0.325	0.314	1.035	○		
9	-4.22	1.55	9.90		礫混じり 粗砂	淡灰~ 白灰	9.30		18	0.436	0.182	2.390	○	0.436	0.319	1.365	○		
10					粘土	淡黄灰 ~淡灰	粘性土		Tc	10.30	14	-	-	-	○	-	-	-	○
11					粘土	淡黄灰 ~淡灰				11.30	17	-	-	-	○	-	-	-	○
12					粘土	淡黄灰 ~淡灰				12.30	25	-	-	-	○	-	-	-	○
13					粘土	淡黄灰 ~淡灰				13.30	18	-	-	-	○	-	-	-	○
14					粘土	淡黄灰 ~淡灰	14.30		24	-	-	-	○	-	-	-	○		
15	-9.27	5.05	14.95		粘土混じり 細砂	淡茶灰 ~淡灰	砂質土	Ts	15.30	17	0.294	0.181	1.623	○	0.294	0.317	0.927	×	
16					粘土混じり 細砂	淡茶灰 ~淡灰			16.30	17	0.282	0.179	1.570	○	0.282	0.314	0.897	×	
17					粘土混じり 細砂	淡茶灰 ~淡灰			17.30	24	0.579	0.177	3.265	○	0.579	0.310	1.866	○	
18					粘土混じり 細砂	淡茶灰 ~淡灰			18.30	22	0.425	0.175	2.425	○	0.425	0.306	1.386	○	
19	-13.12	3.85	18.80		礫混じり 中砂	淡灰~ 灰			19.30	37	1.989	0.173	11.51	○	1.989	0.302	6.578	○	
20					礫混じり 中砂	淡灰~ 灰			20.30	36									
21					礫混じり 中砂	淡灰~ 灰			21.30	37									
22	-16.67	3.55	22.35		礫混じり 中砂	淡灰~ 灰			22.30	33									
23					粘土混じり 細砂	淡茶灰 ~淡灰	23.30	18											
24					粘土混じり 細砂	淡茶灰 ~淡灰	24.30	23											
25					粘土混じり 細砂	淡茶灰 ~淡灰	25.30	25											
26	-20.67	4.00	26.35		中砂	灰	26.30	26											
27	-21.87	1.20	27.55		中砂	灰	27.30	39											
28	-22.57	0.70	28.25		砂質粘土	淡灰	粘性土	Tc	28.30	44									
29	-22.92	0.35	28.60		粘土混じり 細砂	淡茶灰	砂質土	Ts	29.30	50									
30					粘土混じり 細砂	淡茶灰	粘性土	Tc	30.30	34									
31					粘土混じり 細砂	淡茶灰			31.30	46									
32					固結シルト	青灰~ 淡緑灰			32.30	45									
33					固結シルト	青灰~ 淡緑灰			33.30	29									
34					固結シルト	青灰~ 淡緑灰			34.30	40									
35					固結シルト	青灰~ 淡緑灰			35.30	37									
36					固結シルト	青灰~ 淡緑灰	36.30	33											
37					固結シルト	青灰~ 淡緑灰	37.30	32											
38					固結シルト	青灰~ 淡緑灰	38.30	42											
39	-34.12	11.20	39.80		細砂	青灰~ 褐灰	砂質土	Ts	39.30	47									
40	-34.77	0.65	40.45		細砂	青灰~ 褐灰			40.30	54									

孔内水位
(GL-2.80m)

GL-20m

FL値による判定

× - 液状化すると判定

○ - 液状化しないと判定

4) 液状化指数 P_L による判定方法

液状化抵抗率 F_L による判定方法は、いわゆる F_L 法と呼ばれるもので、計算実施深度毎に液状化抵抗率 F_L が求められ、液状化発生可能性のある部分の深度分布状況が明らかになる。ただし、 F_L 値である深さにおける液状化発生の可能性は判定出来るが、地盤内に液状化部分が存在しても、その深さ、液状化層厚、不透水層の有無とその位置関係等の条件により液状化現象が地上構造物に与える影響は異なる。

これに対し「地震防災振動研究室：地震時における砂質地盤の液状化判定方法と耐震設計への適用に関する研究 建設省土木研究所 昭和 56 年 9 月」に示される液状化抵抗指数 P_L による液状化の判定方法は、液状化の影響を総合的に評価して地盤の液状化危険度を判定するものである。その方法は浅い部分の液状化が被害程度に大きな影響を与えるものとして、以下の式に示すように土層毎に求めた F_L に重み関数 $w(z)$ を乗じ、これを深さ方向に積分して P_L を求め、この P_L 値を基に表 5.10 に示す基準によって液状化発生危険度の高低を判定する。

判定結果を表 5.11 にまとめた。設計用水平加速度を 200Gal とした場合、 $PL=0.00\sim 0.33$ となった。 $PL=0$ または $PL\leq 5$ のため、液状化危険度はかなり低い～低いと判定される。設計用水平加速度を 350Gal とした場合、 $PL=6.14\sim 6.60$ となった。 $5 < PL \leq 15$ のため、液状化危険度は高いと判定される。

$$P_L = \int_0^{20} F \cdot w(z) dz$$

$$F = \begin{cases} 1 - F_L & (F_L < 1.0) \\ 0 & (F_L \geq 1.0) \end{cases}$$

$$w(z) = 10 - 0.5z$$

ここに、

P_L : 液状化指数

F_L : 深度 z (m)における液状化に対する抵抗率

$w(z)$: 深度方向の重み係数

z : 深度(m)

表 5.10 液状化指数 P_L による液状化判定基準

P_L の範囲	判定基準
$P_L=0$ の時	液状化の危険度はかなり低い。 液状化に関する詳細な調査は不要。
$0 < P_L \leq 5$ の時	液状化の危険度は低い。特に重要な構造物の設計に際しては、より詳細な調査が必要。
$5 < P_L \leq 15$ の時	液状化の危険度は高い。 重要な構造物の設計に際しては、より詳細な調査が必要。 液状化対策が一般に必要。
$15 < P_L$ の時	液状化の危険度がきわめて高い。 液状化に関する詳細な調査と液状化対策は不可避。

(出典: 地震時における砂質地盤の液状化判定方法と耐震設計への適用に関する研究
土木研究所地震防災振動研究室 1981.9)

表 5.11 調査地点毎の P_L 値

地 点	P_L 値	
	200Gal	350Gal
No.1	0.00	6.60
No.2	0.33	6.14

5.3 支持地盤及び基礎形式

1) 支持地盤

構造物の支持地盤は、以下の項目を満足させる必要がある。

- ① 上部構造物の荷重を安全に支持させること。
- ② 上部構造物に対して有害となる障害を生じないこと。
- ③ 基礎の施工が確実にできること。

①、「支持力」のことであり、道路橋示方書・同解説では、砂質土で $N \geq 30$ 、粘性土で $N \geq 20$ であることが支持地盤の目安とされている。

②は、「圧密沈下」および「即時沈下」のことである。圧密沈下は沈下時間が長く、沈下量も大きくなることが多い。これに対し、即時沈下は沈下時間が短く、沈下量も小さいことから、圧密沈下に比べてあまり大きな問題とはならない。

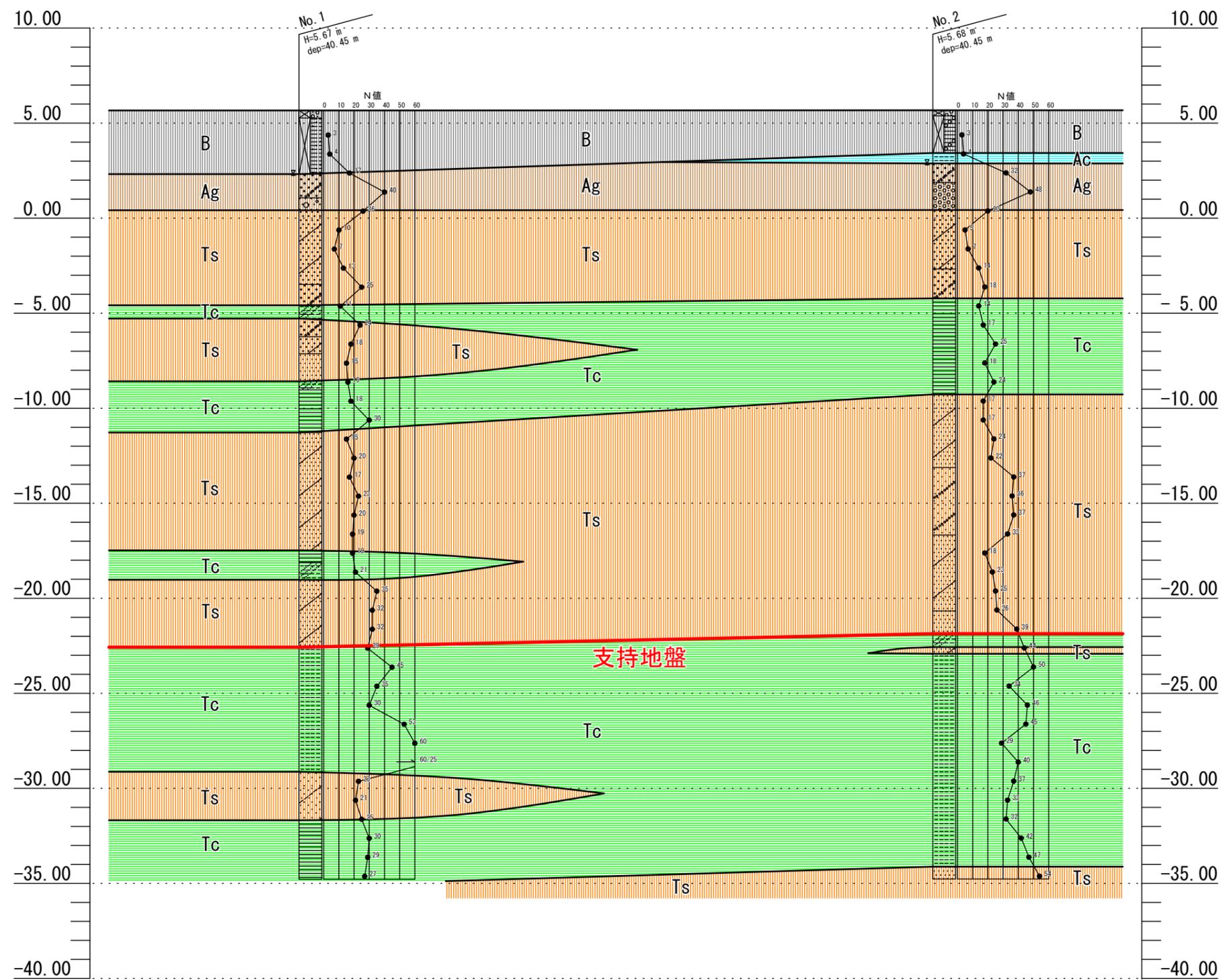
今回の調査で確認された地層は、上位から盛土層(B)、完新世の沖積層(A)及び鮮新世の矢田川累層(T)である。この内、上記の支持地盤の条件に該当するのは、GL-27.55m～28.25m以深に分布する矢田川累層の粘性土(Tc)で、薄く砂質土(Ts)も挟まれる。同層はN値が概ね40程度で安定しており、良好な支持層であると言える。支持地盤は図 5.2 に示す様に、ほぼ水平～西方向へ緩く傾斜している。

表 5.12 調査地の支持層

地点	地層区分	分布深度 GL-(m)	層厚 (m)	N値
No.1	矢田川累層 粘性土(Tc)	28.25～34.80	6.55	41
No.2		27.55～40.45	12.90 以上	39

図5.2 支持地盤

縮尺1:250



地層区分凡例

地質年代		地層区分		記号
第四紀	現世	盛土層		B
	完新世	沖積層	粘性土	Ac
			砂質土	As
			礫質土	Ag
三新紀第	鮮新世	矢野層川	砂質土	Ts
			粘性土	Tc

表 5.14 杭の各施工法の概略的特徴

	長 所	短 所	問題を生じやすい地盤
打込み杭	<ul style="list-style-type: none"> •施工時に1本1本の杭についての支持力管理が可能 	<ul style="list-style-type: none"> •騒音・振動が大きい •ため、市街地での施工が困難 	<ul style="list-style-type: none"> •支持地盤が傾斜している場合→杭の曲がり、破損を生じる。 •リバウンドの大きい地盤(細砂、シルト)で先端閉塞杭を用いると貫入困難となる。 •転石のある地盤→杭が曲がる。破損する。
埋込み杭	<ul style="list-style-type: none"> •騒音・振動が比較的小さい 	<ul style="list-style-type: none"> •施工方法・施工者によるばらつきが大きい •廃泥水処理が困難 	<ul style="list-style-type: none"> •被圧水を持つ砂層→ボイリングを生じる。 •転石のある地盤→掘削に時間がかかる。施工不可能な場合も多い。
場所打ち杭	<ul style="list-style-type: none"> •騒音・振動が比較的小さい 	<ul style="list-style-type: none"> •施工者によるばらつきが大きい •廃泥水処理が困難 •スライム処理が複雑で熟練を要す 	<ul style="list-style-type: none"> •被圧水を持つ砂層→ボイリングを生じる。 •水位の低い砂、砂礫層→泥水が流出し、孔壁が崩壊する。 •転石のある地盤→掘削に時間がかかる。 •地下水流のある地盤→セメント分が流出する。

(杭基礎の調査・設計から施工まで 地盤工学会 1993.5)

5.4 設計・施工上の留意点

1) 支持地盤と基礎形式について

支持地盤の条件に該当するのは、GL-27.55m～28.25m 以深に分布する矢田川累層の粘性土(Tc)で、薄く砂質土(Ts)も挟まれる。同層はN値が概ね 40 程度で安定しており、良好な支持層であると言える。層厚は 6m 以上であり、十分な層厚を有する。支持地盤の上面は、ほぼ水平～西方向へ緩く傾斜している。

基礎形式としては、杭基礎の採用が考えられる。杭の施工方法としては、調査地が県営住宅に囲まれているため、プレボーリング杭基礎、中掘り杭基礎または場所打ち杭基礎などの騒音・振動の小さい工法の採用が適していると考えられる。

2) 液状化について

FL 法による液状化判定結果では、設計用水平加速度を 200Gal とした場合、1 箇所液状化すると判定された。設計用水平加速度を 350Gal とした場合、10 箇所液状化すると判定された。液状化判定箇所はいずれも矢田川累層砂質土(Ts)である。

PL 法による液状化判定結果では、設計用水平加速度を 200Gal とした場合、 $PL=0.00\sim0.33$ となった。 $PL=0$ または $PL\leq 5$ のため、液状化危険度はかなり低い～低いと判定される。設計用水平加速度を 350Gal とした場合、 $PL=6.14\sim6.60$ となった。 $5 < PL \leq 15$ のため、液状化危険度は高いと判定される。

3) 地下水について

調査地は地下水位が高く(GL-2.80～3.35m)、沖積層やゆるく堆積した矢田川累層砂質土が分布していることから、掘削時には掘削底面のボーリング等に対する検討が必要と考えられる。その結果から必要に応じて止水・排水等の対策をとり、掘削底面や支持層を緩めて地盤の支持力・沈下性状等に悪影響を及ぼさないようにするとともに、作業が安全かつ容易にできるようにする必要がある。

以上