

大東市宮深野園住宅建替えに係る  
地盤調査業務委託

報 告 書

令和 7 年 12 月

大東市

株式会社 アサノ大成基礎エンジニアリング



※地理院タイル（国土地理院）を利用して作成

縮尺:1/10,000



調査位置案内図



## 目 次

|                                      | page   |
|--------------------------------------|--------|
| 1. 業務概要.....                         | - 1 -  |
| 2. 実施方針.....                         | - 2 -  |
| 2.1 調査方針.....                        | - 2 -  |
| 2.2 業務フロー.....                       | - 4 -  |
| 2.3 調査方法.....                        | - 5 -  |
| 3. 地形・地質概要.....                      | - 15 - |
| 3.1 地形概要.....                        | - 15 - |
| 3.2 地質概要.....                        | - 17 - |
| 4. 調査結果.....                         | - 19 - |
| 4.1 ボーリング調査結果.....                   | - 19 - |
| 4.2 地下水位.....                        | - 23 - |
| 4.3 標準貫入試験.....                      | - 24 - |
| 4.4 現場透水試験.....                      | - 26 - |
| 4.5 孔内載荷試験.....                      | - 27 - |
| 4.6 室内土質試験.....                      | - 28 - |
| 5. 考察.....                           | - 40 - |
| 5.1 地盤定数の提案.....                     | - 40 - |
| 5.2 基礎形式の検討.....                     | - 45 - |
| 5.2.1 建造物の基礎形式と支持層.....              | - 45 - |
| 5.2.2 杭の支持力算定方法.....                 | - 49 - |
| 5.2.3 杭の支持力の算定（地盤から求まる杭の支持力の算定）..... | - 51 - |
| 5.3 液状化の検討.....                      | - 64 - |
| 5.4 設計・施工時の留意点.....                  | - 69 - |

### <巻末資料>

- 巻末1 ボーリング柱状図
- 巻末2 孔内載荷試験結果
- 巻末3 土質試験結果一覧
- 巻末4 液状化判定結果一覧
- 巻末5 現場透水試験結果
- 巻末6 調査記録写真
- 巻末7 打ち合せ記録簿

## 1. 業務概要

(1) 業 務 名：大東市営深野園住宅建替えに係る地盤調査業務委託

(2) 調査場所：大阪府大東市深野3丁目他地内

(3) 調査期間：自) 令和7年 7月 29日

至) 令和7年 12月 26日

(4) 業務目的： 本業務は、大東市深野三丁目他地内の住宅建替え事業に伴い、設計に必要な土質状況、土質の力学的特性等を把握することを目的とした。

(5) 業務内容：調査ボーリング 計2箇所 144.3m (別孔含む)

標準貫入試験 計133回

孔内横方向載荷試験 計2回

現場透水試験 計2回

乱れの少ない試料採取 計2試料

室内土質試験(物理試験、力学試験) 計1式

※詳細は、表1-1 実施数量表に示す。

(6) 発 注 者：大東市都市経営部 資産経営課

(7) 請 負 者：株式会社アサノ大成基礎エンジニアリング 関西支社

〒553-0001 大阪府大阪市福島区海老江 5-2-2

TEL 06-6456-1531/FAX 06-6456-1532

主任技術者： (技術士「建設」、地質調査技士)

担当技術者： (地質調査技士)

： (技術士「建設」「応用理学」、地質調査技士)

：

： (技術士補)

：

照査技術者： (技術士「建設」「応用理学」、地質調査技士)

(8) 調査期間

- ・機械ボーリング 自) 令和7年9月29日～至) 令和7年10月28日
- ・室内土質試験 自) 令和7年10月24日～至) 令和7年12月1日

表 1-1 実施数量表

| 項目                         | 名 称          | 細目         | 単位 | 計画            |               |               |               |       | 実施            |               |               |               | 合計    | 増減<br>(実績－計画) |
|----------------------------|--------------|------------|----|---------------|---------------|---------------|---------------|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------|---------------|
|                            |              |            |    | No. 1<br>(本孔) | No. 1<br>(別孔) | No. 2<br>(本孔) | No. 2<br>(別孔) | 合計    | No. 1<br>(本孔) | No. 1<br>(別孔) | No. 2<br>(本孔) | No. 2<br>(別孔) |       |               |
| ボー<br>リ<br>ン<br>グ          | φ66mmノンコア    | 粘性土・シルト    | m  | 35.00         | －             | 20.00         | －             | 55.00 | 47.15         | －             | 21.10         | －             | 68.25 | 13.25         |
|                            |              | 砂・砂質土      |    | 30.00         | －             | 5.00          | －             | 35.00 | 17.65         | －             | 9.40          | －             | 27.05 | -7.95         |
|                            |              | 礫混じり土砂     |    | －             | －             | －             | －             | 0.00  | 1.20          | －             | 0.00          | －             | 1.20  | 1.20          |
|                            | φ86mmノンコア    | 粘性土・シルト    | m  | －             | 2.00          | －             | 2.00          | 4.00  | －             | 2.40          | －             | 2.60          | 5.00  | 1.00          |
|                            |              | 砂・砂質土      |    | －             | 3.00          | －             | 3.00          | 6.00  | －             | 1.70          | －             | 2.40          | 4.10  | -1.90         |
|                            |              | 礫混じり土砂     |    | －             | －             | －             | －             | 0.00  | －             | 1.20          | －             | 0.00          | 1.20  | 1.20          |
|                            | φ116mmノンコア   | 粘性土・シルト    | m  | －             | －             | 20.00         | －             | 20.00 | －             | －             | 23.80         | －             | 23.80 | 3.80          |
|                            |              | 砂・砂質土      |    | －             | －             | 20.00         | －             | 20.00 | －             | －             | 13.70         | －             | 13.70 | -6.30         |
|                            |              | 礫混じり土砂     |    | －             | －             | －             | －             | 0.00  | －             | －             | 0.00          | －             | 0.00  | 0.00          |
|                            | 計            | φ66mm      | m  | 65.00         | 0.00          | 25.00         | 0.00          | 90.00 | 66.00         | 0.00          | 30.50         | 0.00          | 96.50 | 6.50          |
|                            |              | φ86mm      |    | 0.00          | 5.00          | 0.00          | 5.00          | 10.00 | 0.00          | 5.30          | 0.00          | 5.00          | 10.30 | 0.30          |
|                            |              | φ116mm     |    | 0.00          | 0.00          | 40.00         | 0.00          | 40.00 | 0.00          | 0.00          | 37.50         | 0.00          | 37.50 | -2.50         |
| 総掘進長                       |              | 65.00      |    | 5.00          | 65.00         | 5.00          | 140.00        | 66.00 | 5.30          | 68.00         | 5.00          | 144.30        | 4.30  |               |
| 原<br>位<br>置<br>試<br>験      | 標準貫入試験       | 粘性土・シルト    | 回  | 35            | －             | 35            | －             | 70    | 40            | －             | 45            | －             | 85    | 15            |
|                            |              | 砂・砂質土      |    | 30            | －             | 30            | －             | 60    | 25            | －             | 22            | －             | 47    | -13           |
|                            |              | 礫混じり土砂     |    | －             | －             | －             | －             | 0     | 1             | －             | 0             | －             | 1     | 1             |
|                            | 計            |            | 回  | 65            | 0             | 65            | 0             | 130   | 66            | 0             | 67            | 0             | 133   | 3             |
|                            | シンウォールサンプリング |            | 試料 | －             | －             | 1             | －             | 1     | －             | －             | 1             | －             | 1     | 0             |
|                            | デニソンサンプリング   |            |    | －             | －             | 1             | －             | 1     | －             | －             | 1             | 0             |       |               |
|                            | 現場透水試験       |            | 回  | －             | 1             | －             | 1             | 2     | －             | 1             | －             | 1             | 2     | 0             |
| 孔内水平載荷試験                   |              | 回          | －  | 1             | －             | 1             | 2             | －     | 1             | －             | 1             | 2             | 0     |               |
| 室<br>内<br>土<br>質<br>試<br>験 | 物理試験         | 土粒子の密度試験   | 試料 | 5             | －             | 7             | －             | 12    | 5             | －             | 6             | －             | 11    | -1            |
|                            |              | 土の含水比試験    | 試料 | 5             | －             | 7             | －             | 12    | 5             | －             | 6             | －             | 11    | -1            |
|                            |              | 土の湿潤密度試験   | 試料 | －             | －             | 2             | －             | 2     | －             | －             | 2             | －             | 2     | 0             |
|                            |              | 土の液性限界試験   | 試料 | 5             | －             | 7             | －             | 12    | 5             | －             | 6             | －             | 11    | -1            |
|                            |              | 土の塑性限界試験   | 試料 | 5             | －             | 7             | －             | 12    | 5             | －             | 6             | －             | 11    | -1            |
|                            |              | 土の粒度試験(沈降) | 試料 | 5             | －             | 7             | －             | 12    | 5             | －             | 6             | －             | 11    | -1            |
|                            | 力学試験         | 土の一軸圧縮試験   | 試料 | －             | －             | 2             | －             | 2     | －             | －             | 2             | －             | 2     | 0             |
|                            |              | 圧密試験       | 試料 | －             | －             | 2             | －             | 2     | －             | －             | 2             | －             | 2     | 0             |
| 仮設                         | 仮設足場         | 平坦地足場      | 箇所 | 1             | －             | 1             | －             | 2     | 1             | －             | 1             | －             | 2     | 0             |
| 運搬                         | 移動式クレーン (2t) |            | 日  | 1             | －             | 1             | －             | 2     | 1             | －             | 1             | －             | 2     | 0             |
| 準備                         | 準備跡片付け       |            | 業務 | 1             |               |               |               | 1     | 1             |               |               |               | 1     | 0             |
|                            | 調査孔内閉塞       |            | 箇所 | 1             | －             | 1             | －             | 2     | 1             | －             | 1             | －             | 2     | 0             |



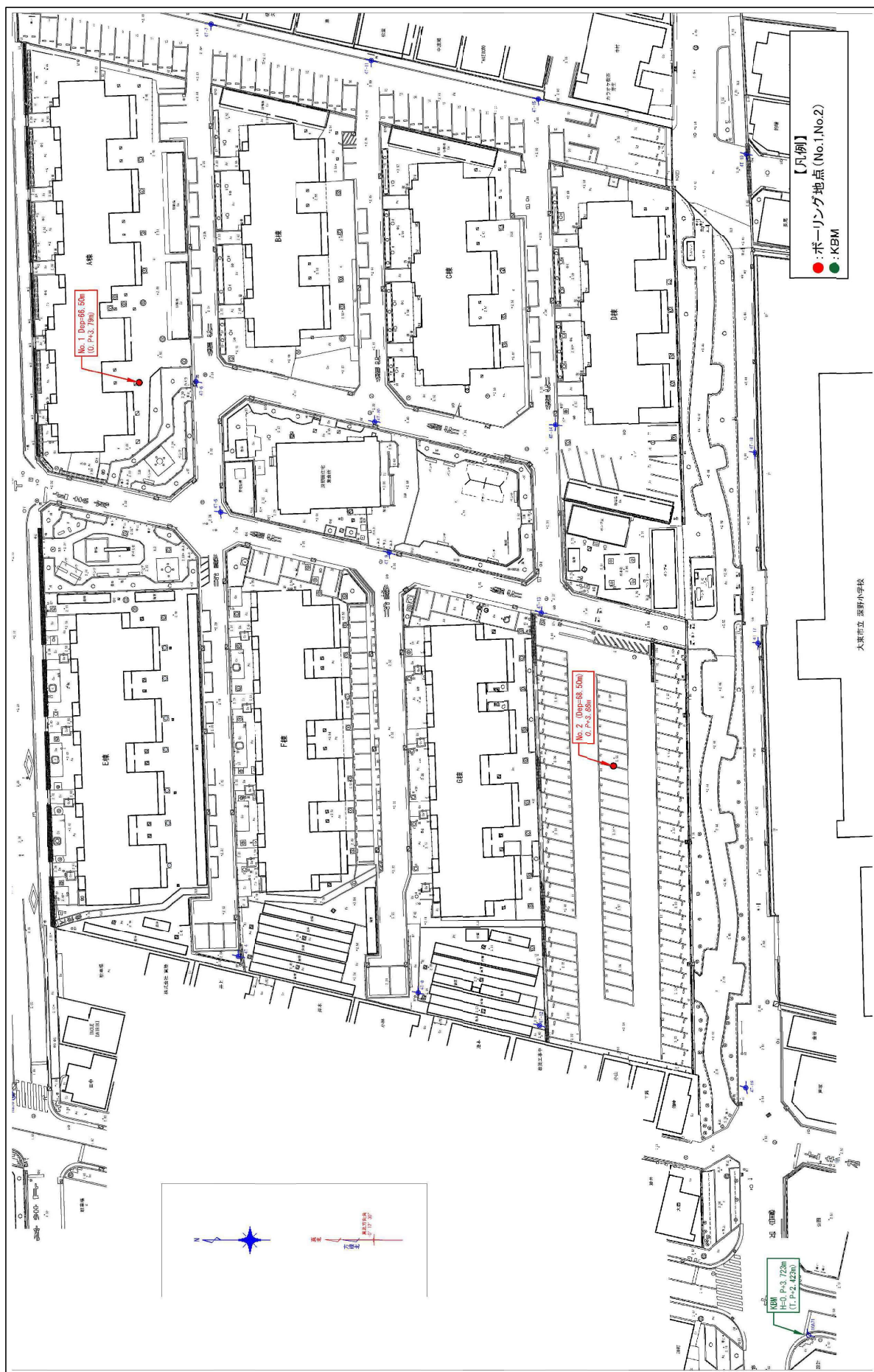


図 1-1 調査位置平面図 (1/600)

## 2. 実施方針

### 2.1 調査方針

#### (1) ボーリング位置

ボーリングは2箇所で行った。調査地点は仕様書にもとづき、発注者の立会のもと決定した。

#### (2) 試験掘り

ボーリング調査箇所の2箇所および別孔2箇所の計4箇所において、手掘り（ダブルスコップ）によって試験掘りを行った。試験掘りはGL-1.10mまで行い、発注者の立会をうけた。

#### (3) 標準貫入試験

標準貫入試験は、JIS A 1219に準拠して行い、サンプリングおよび孔内載荷試験実施箇所を除き、原則として1m毎に所定の深度まで行った。打撃回数は60回を限度とした。

#### (4) 現場透水試験

試験深度は、監督職員と協議し決定し、試験時は発注者の立会をうけた。

#### (5) プレッシャーメーター試験（孔内載荷試験）

試験に先立ち、試験装置の点検とキャリブレーションを実施した。試験深度は、監督職員と協議し決定した。試験時は発注者の立会をうけた。

#### (6) サンプリング

乱れの少ない試料採取は、想定される土質やその硬さに応じて、適切な器具を使用してサンプリングを実施した。サンプリング深度は、発注者と協議して決定した。

#### (7) 室内土質試験

室内土質試験の実施位置は、ボーリング後に土質・地質状況から実施深度の提案を行い、発注者と協議し決定した。

#### (8) 掘り止め基準

掘り止め深度は、発注者と協議し決定した。掘り止め時は発注者立会のもと検尺を実施した。

#### (9) 環境保全

ボーリング調査箇所は、環境保全のためネットフェンスにより仮囲いを実施した

#### (10) 解析等調査

解析等調査は、ボーリング結果をもとに地層推定断面図等を作成し、総合解析をおこなった。得られた各地質情報にもとづき、資料をとりまとめ、設計に必要な地質情報について整理検討した。

## 2.2 業務フロー

本業務における業務フローを以下に示す。

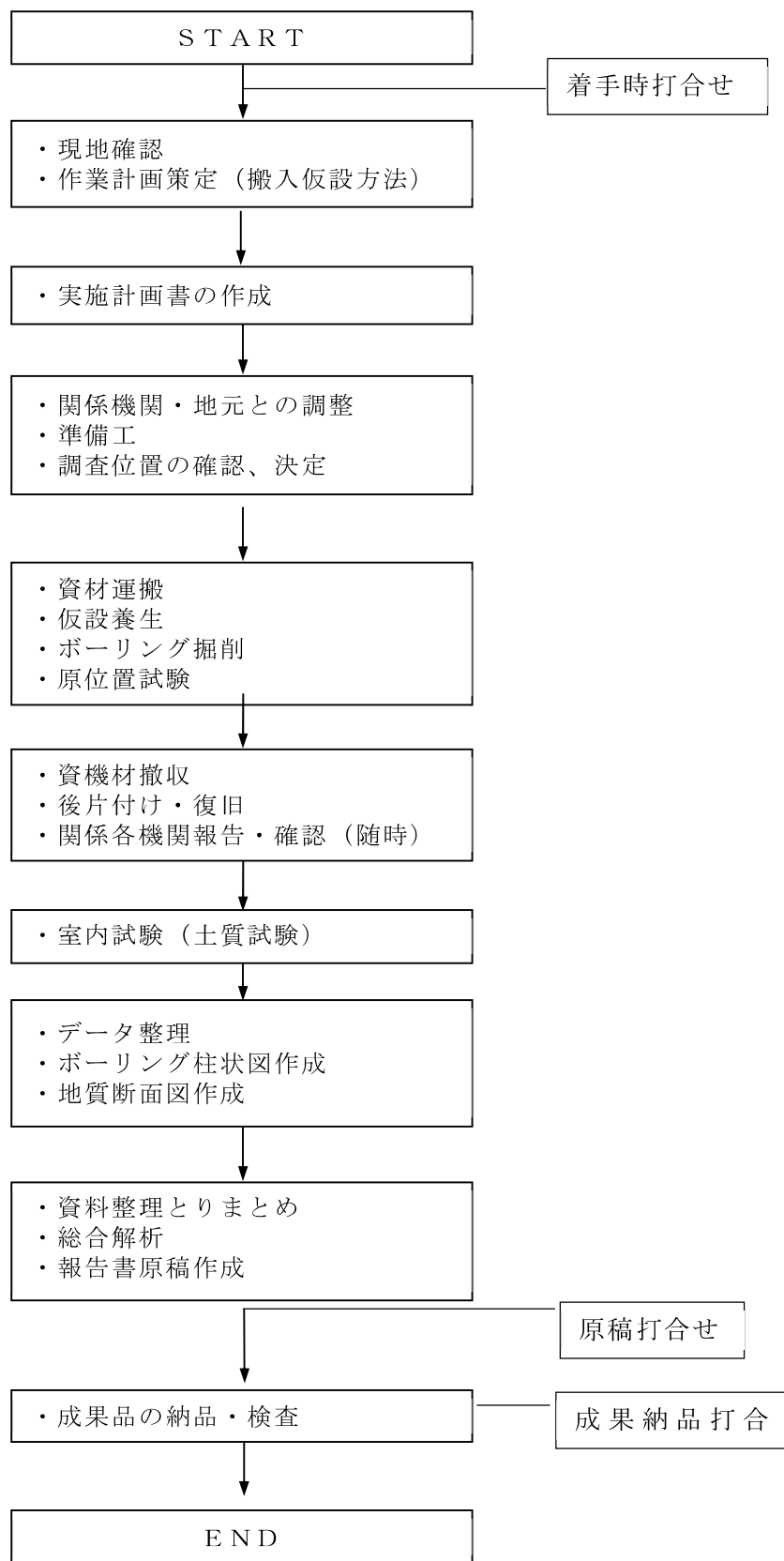


図2.2-1 業務フロー

## 2.3 調査方法

### (1) 機械ボーリング

ボーリング機械は油圧式ロータリー型試錐機を使用した。掘削孔径は $\phi 66\sim 116\text{mm}$ を原則とした。掘削はノンコアボーリングによって行った。掘削に際して、スライムの除去、漏水防止、孔壁の保護のために送水し掘進した。また、表層の崩壊し易い土層においてはケーシングパイプを打設した。

ボーリングの掘進状況は随時、発注者へ報告し、予定深度に達した時は指示を受けて検尺をおこなった。

ボーリング終了後は、掘削孔をセメントミルクで埋め戻し、地表面付近は原形の復旧を行った。図2.3-1にボーリング機械の概念図を示す。

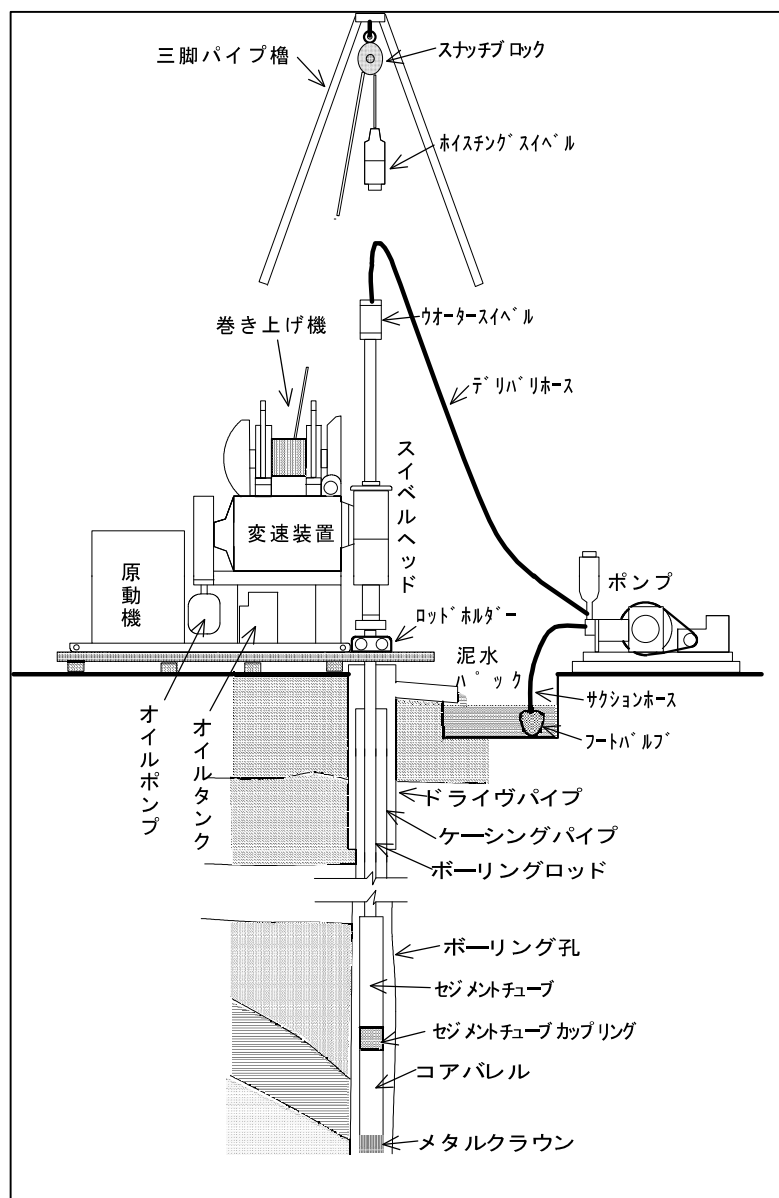


図 2.3-1 ボーリング機械の一般図

## (2) 標準貫入試験

標準貫入試験は、土の硬軟や締まり具合を明らかにするとともに、採取した試料から土質を判断するために行った。試験は JIS-A-1219 に基づき、原則として 1m ごとに実施した。ハンマーの落下は、半自動型落下装置を使用した。

図 2.3-2 に試験器具・方法、また試験手順の概略を以下に示す。

- ① ロッドの先端に SPT サンプラーを取り付けボーリング孔底まで静かに降ろす。
- ② 15cm の予備打ちを行った後、ハンマー（自重  $63.5 \pm 0.5\text{kg}$ ）を  $76 \pm 1\text{cm}$  の高さから自由落下させる。
- ③ サンプラーが 30cm 貫入するのに要した打撃回数を N 値として測定する。
- ④ 硬質または締まった地盤で打撃回数が 60 を超える場合は、60 回を限度として打撃を打ち切り、60 回の打撃時の貫入量を記録する。

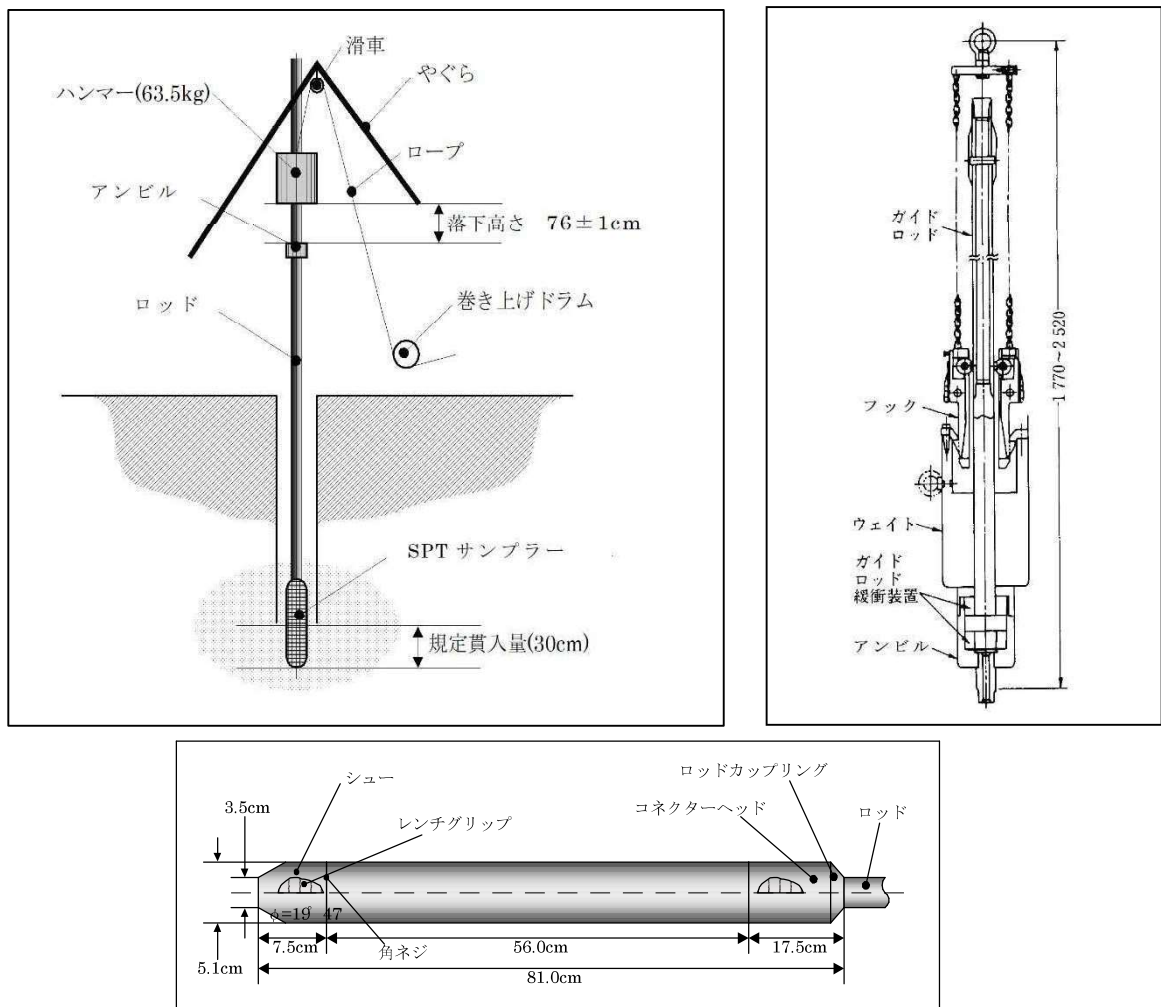


図 2.3-2 標準貫入試験の概念図とサンプラー図

(※出典：「地盤調査の方法と解説」(2013) 地盤工学会)



なお、粘性土の相対稠度と砂質土および礫質土の相対密度は、N 値をもとに表2.3-1を参考に評価し、柱状図に記載した。

表2.3-1 相対密度と相対稠度の区分

粘性土

| 記号  | Description            | Criteria                                                                                 |
|-----|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| rc1 | Very soft<br>(非常に軟らかい) | Thumb will penetrate soil more than 1 in.(25mm)<br>(親指を25mm以上押し込める)                      |
| rc2 | Soft<br>(軟らかい)         | Thumb will penetrate soil about 1 in.(25mm)<br>(親指を25mm程度押し込める)                          |
| rc3 | Firm<br>(締まった)         | Thumb will penetrate soil about 1/4 in.(6mm)<br>(親指を6mm程度押し込める)                          |
| rc4 | Hard<br>(硬い)           | Thumb will not indent soil but readily indented with thumbnail.<br>(親指を押し込めないが、爪はたやすく入る) |
| rc5 | Very hard<br>(非常に硬い)   | Thumb will not indent soil.<br>(親指の爪も入らない)                                               |

砂質土

| 記号  | 相対密度  | N値    |
|-----|-------|-------|
| rd1 | 非常に緩い | 0～4   |
| rd2 | 緩い    | 4～10  |
| rd3 | 中ぐらい  | 10～30 |
| rd4 | 密な    | 30～50 |
| rd5 | 非常に密な | 50以上  |

※出典：ボーリング柱状図作成及びボーリングコア取扱い・保管要領(案)・同解説  
(2015) (社)全国地質調査業協会連合会)

### (3) 現場透水試験

現場透水試験は、地盤の透水係数を得るために実施し、測定方法は非定常法（変水位法）を採用した。

#### 1) 測定方法（非定常法）

図 2.3-3 に示すように、ケーシングを地盤中に打ち込み後、コアチューブによりスクリーン部分（図中斜線部分）を削孔し、清水を循環させて十分スライムを取り除き、泥水を清水に置換してから試験を実施した。平衡水位は試験前に一晩おいた水位とした。試験は、透水管内の水を汲み上げ（または管内に注水し）、水位を低下（上昇）させたのち、時間とともに上昇（低下）する水位変化を測定した。

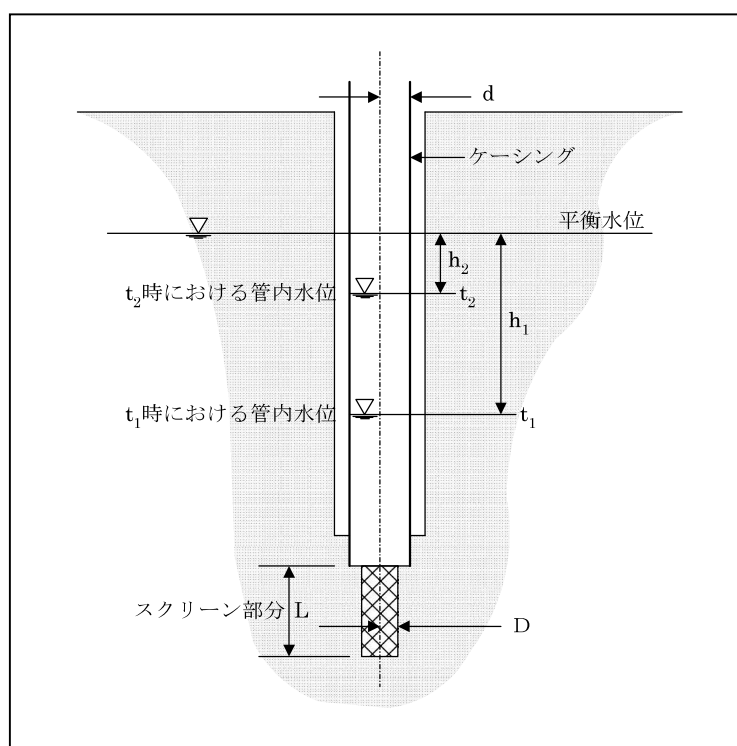


図 2.3-3 現場透水試験（非定常法）概念図

#### 2) 解析方法

片対数紙の対数目盛（縦軸）に地下水位と測定用パイプ内水位との差  $s$ 、算術目盛り（横軸）に時間  $t$  をとって、測定値をプロットし、 $\log s - t$  曲線図を作成した。その曲線において初期の直線部分で勾配  $a$  ( $\text{sec}^{-1}$ ) の値を次式で求めた。

$$a = \frac{\log(s_1/s_2)}{t_2 - t_1}$$

透水係数  $k$  ( $\text{m/sec}$ ) を次式で算出した。

$$k = \frac{(2.3de)^2}{8L} \log\left(\frac{2L}{D}\right) a$$

ここに、

$de$  : 測定用パイプの内径 ( $\text{m}$ )

$D$  : 試験区間（孔）の直径 ( $\text{m}$ )

$L$  : 試験区間の長さ ( $\text{m}$ )

$a$  :  $\log s \cdot t$  曲線の直線部の勾配 ( $\text{sec}^{-1}$ )

#### (4) 孔内載荷試験

##### 1) 試験装置と測定方法

プレッシャーメーター試験は、地盤の水平方向の変形特性を知るために、ボーリング孔を利用して実施するものであり、LLT(Lateral Load Tester)を用いて、以下に示す普通載荷の試験方法で行った。

この機種の構成は、圧力源・圧力-容積計・ゾンデの3部分からなる。

測定原理は、ボーリング孔内に挿入したゾンデ(ゴムチューブ)に、高圧ガスを圧力源とした水を注入することで孔壁面を加圧し、ゾンデへの注入水量を測定することで、孔壁面の変位量を求めるものである。

試験機器の組み立ては、試験区間の削孔前に済ませておき、削孔後直ちに測定が実施できるように準備する。また、試験区間は孔壁崩壊防止も考慮して掘進し、丁寧に仕上げる。

圧力段階は地盤の強さに応じて設定し、各段階の変位量の測定は圧力を維持した状態で15秒、30秒、60秒、120秒時点の4回を測定する。120秒時の測定後に次の測定荷重段階に移行する。今回使用するLLTの装置図を図2.3-4に示す。

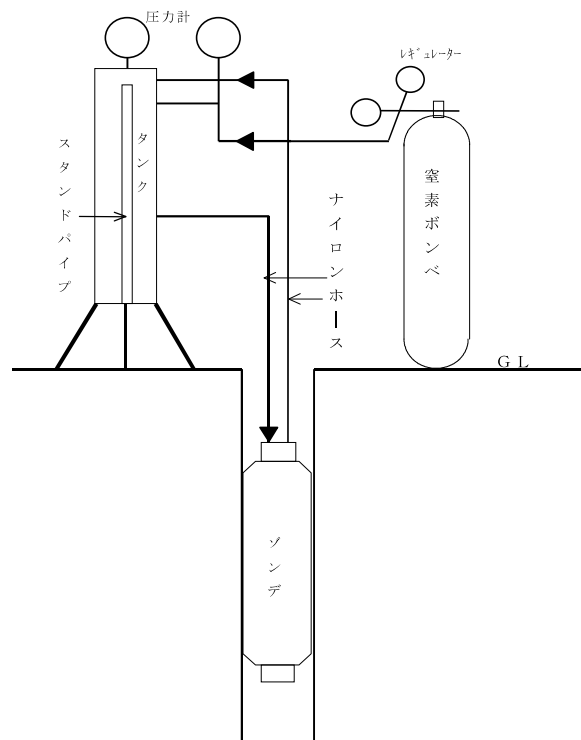


図 2.3-4 LLT 装置概略図

## 2) 測定結果の解析方法

測定結果は図 2.3-5 に示すように整理し、地盤の諸定数を次式より求めた。

<地盤係数  $K_m$ >

$$K_m = \frac{\Delta P}{\Delta r} = \frac{P_1 - P_0}{r_1 - r_0}$$

<変形係数  $E_m$ >

$$\begin{aligned} E_m &= (1 + \nu) \times r_m \times K_m \quad (\text{kgf/cm}^2) \\ &= (1 + \nu) \times r_m \times K_m \times 98.0665 \quad (\text{kN/m}^2) \end{aligned}$$

ここに、 $K_m$  : 地盤係数 ( $\text{kgf/cm}^3$ ) {  $\text{kN/m}^3$  }  
 $E_m$  : 変形係数 ( $\text{kgf/cm}^2$ ) {  $\text{kN/m}^2$  }  
 $r_m$  :  $K_m$  値算出区間 ( $r_1 \sim r_0$ ) の中間半径  
 $\nu$  : ポアソン比

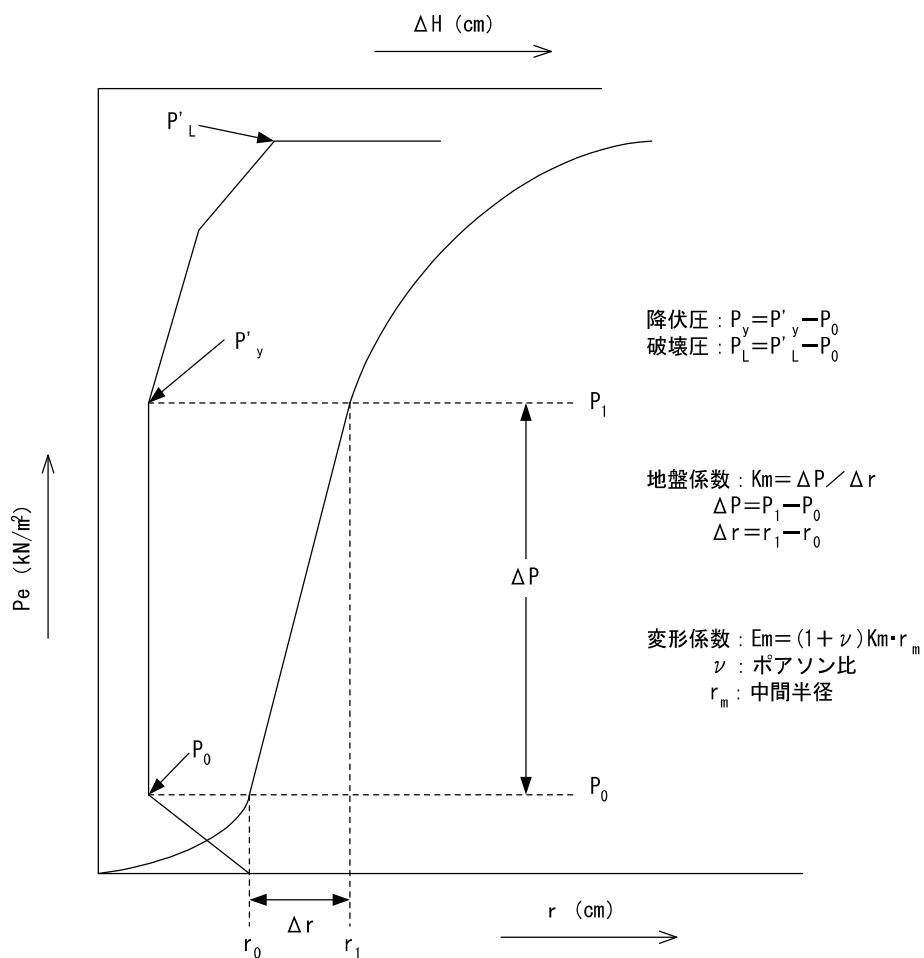


図 2.3-5 結果解析模式図

## (5) 乱れの少ない試料採取

乱れの少ない試料採取は、力学試験を実施するための試料を採取するために実施した。サンプラーは表 2.3-2 に示すように土質に応じ適切な機材を用いて採取した。

試料採取に際して、孔底のスライムを十分取り除いた後、サンプラーを静かに孔底まで降ろし、試料を乱さないよう十分注意を払い採取した。採取後は直ちにチューブの変形の有無、土質等を調べ、含水量が変わらないように密封して輸送箱に詰め、衝撃、温度変化を与えないように留意しながら、速やかに試験室に運搬して試験を実施した。

以下に各サンプラーの特徴と操作手順を述べる。

表 2.3-2 基準化されたサンプリング方法とサンプラーの構造と適用地盤

| サンプリング法                              |                  | サンプリング<br>カテゴリー | 構<br>造 | 地盤の種類  |      |                   |                   |                 |                 |      |      |   |   | 岩 盤 |   |  |
|--------------------------------------|------------------|-----------------|--------|--------|------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|------|------|---|---|-----|---|--|
|                                      |                  |                 |        | 粘性土    |      |                   | 砂質土               |                 |                 | 砂礫   |      |   |   |     |   |  |
|                                      |                  |                 |        | 軟 質    | 中くらい | 硬 質               | ゆるい               | 中くらい            | 密 な             | ゆるい  | 密 な  |   |   |     |   |  |
|                                      |                  |                 |        | 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<br>ウォールサンプラー<br>(JGS 1221) | 水圧式              | A               | 単管     | ◎      | ◎    | ○、◎ <sup>1)</sup> | ○、◎ <sup>1)</sup> | ◎ <sup>1)</sup> | ◎ <sup>1)</sup> |      |      |   |   |     |   |  |
|                                      | エキステンシ<br>ョンロッド式 | A               | 々      | ◎      | ○    |                   | ○                 |                 |                 |      |      |   |   |     |   |  |
| ロータリー式二重管サンプラー<br>(JGS 1222)         |                  | A               | 二重管    |        | ◎    | ○                 |                   |                 |                 |      |      |   |   |     |   |  |
| ロータリー式三重管サンプラー<br>(JGS 1223)         |                  | A               | 三重管    |        | ◎    | ◎                 | ○                 | ◎               | ◎               |      | ○    |   |   |     |   |  |
| ロータリー式スリーブ内蔵二重管サン<br>プラー (JGS 1224)  |                  | A, B            | 二重管    | ○      | ○    | ○                 | ○                 | ○               | ○               | ○    | ○    | ○ | ◎ | ◎   | ◎ |  |
| ブロックサンプリング (JGS 1231)                |                  | A               | ー      | ◎      | ◎    | ◎                 | ○                 | ○               | ◎               |      | ○    |   | ○ |     |   |  |
| ロータリー式チューブサンプリング<br>(JGS 3211)       |                  | A               | 多重管    |        |      | ○                 |                   |                 |                 |      |      |   | ◎ | ○   |   |  |

◎適用している ○適用可能 1) 小径倍圧水圧式サンプラー

◎適している, ○適用可能, 1) 小径倍圧型水圧式サンプラー

※出典：「地盤調査の方法と解説 平成 25 年 3 月」 地盤工学会)

### 1) 固定ピストン式シンウォールサンプラー

固定ピストン式シンウォールサンプラーは、サンプリングチューブ、サンプラーヘッド、ピストンで構成されている。サンプリングチューブとサンプラーヘッドは一体になるよう十分強固に接合することができる。ピストンはサンプリングチューブ内の気密を保持し、かつスムーズに動くようになっている。図 2.3-6 に固定ピストン式シンウォールサンプラーの構造図を示す。

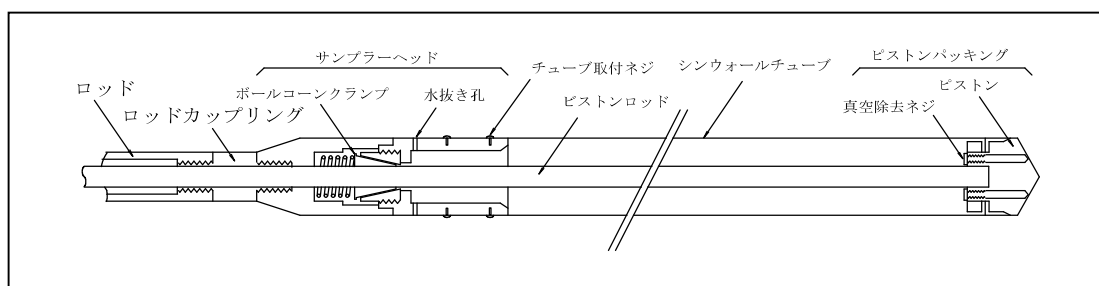


図 2.3-6 固定ピストン式シンウォールサンプラーの構造図

## 2) ロータリー式二重管（デニソン型）サンプラー

ロータリー式二重管サンプラーは、試料の外周を掘削しながら採取する２重管構造となっている。内管のシンウォールチューブの先端が外管の先端よりも若干突き出ることにより、試料の乱れを防ぐだけでなく、循環泥水に洗われにくい構造となっている。ロータリー式二重管サンプラーの構造図を図 2.3-7 に示す。

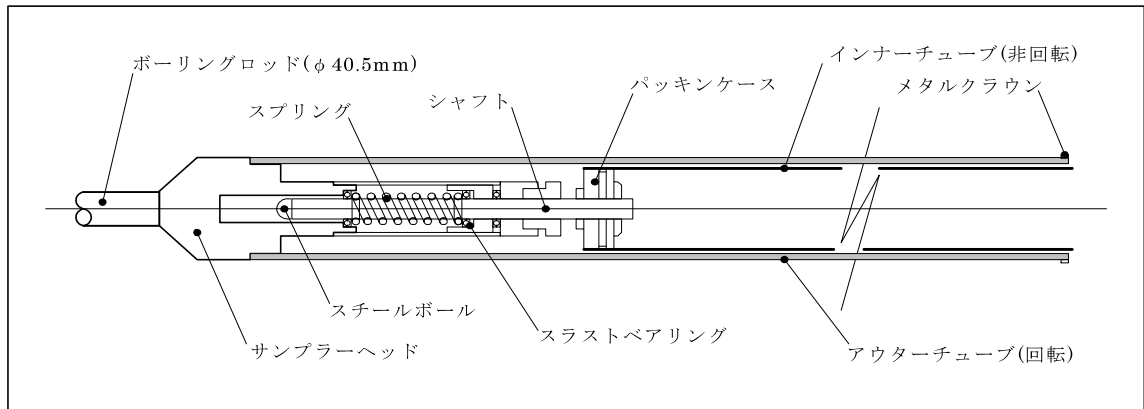


図 2.3-7 ロータリー式二重管サンプラーの構造図

)

#### (6) 室内土質試験

乱れた試料および乱れの少ない試料を用いて、以下に示す試験を実施した。試験方法は表 2.3-3 に示す規格・基準に準拠した。

表 2.3-3 室内土質試験項目と目的

|       | 試 験 項 目        | 規 格・基 準    |
|-------|----------------|------------|
| 物理    | 土粒子の密度試験       | JIS A 1202 |
|       | 土の含水比試験        | JIS A 1203 |
|       | 土の粒度試験（フルイ・沈降） | JIS A 1204 |
|       | 土の液性・塑性限界試験    | JIS A 1205 |
|       | 土の湿潤密度試験       | JIS A 1225 |
| 変形・強度 | 土の一軸圧縮試験       | JIS A 1216 |
| 圧密    | 土の段階載荷による圧密試験  | JIS A 1217 |

※JIS：日本産業規格

※JGS：地盤工学会基準

## (7) レベル測量

ボーリング地点の孔口標高は、写真 2. 3-1 に示す街区多角点を KBM(0. P+3. 723m)として算出した。



図 2. 8-1 KBM の位置

※ KBM ±0. 00m = T. P+2. 423 = 0. P+3. 723m

※ 街区多角点 (国土交通省) 大東市 27218 No. 10A71

※ 標高は「大東市営深野園住宅建替えに係る現況測量及び境界確定等業務委託」の現況平面図から引用



### 3. 地形・地質概要

#### 3.1 地形概要

調査地の大東市深野3丁目は、JR学研都市線「野崎駅」の西方約0.3kmに位置し、付近は標高2m(TP)前後の河内平野とよばれる沖積平野が広がっている。調査地は、このうち氾濫平野や後背湿地にあたり、付近は軟弱な泥層が厚く堆積し低地を形成している。

図3.1-1に大阪平野の地質概略図を示す。大阪平野は、西側の大阪湾、北側の北摂山地、東側の生駒・金剛山地、南側の和泉山地に囲まれ、台地・丘陵地と沖積低地から構成されている。大阪平野の中央部は、南北に細長く延びる上町台地によって東西に二分された沖積低地が広がっており、西側の低地は西大阪平野、東側は河内平野と呼ばれる。図3.1-2に調査地周辺の地形分類図を示す。

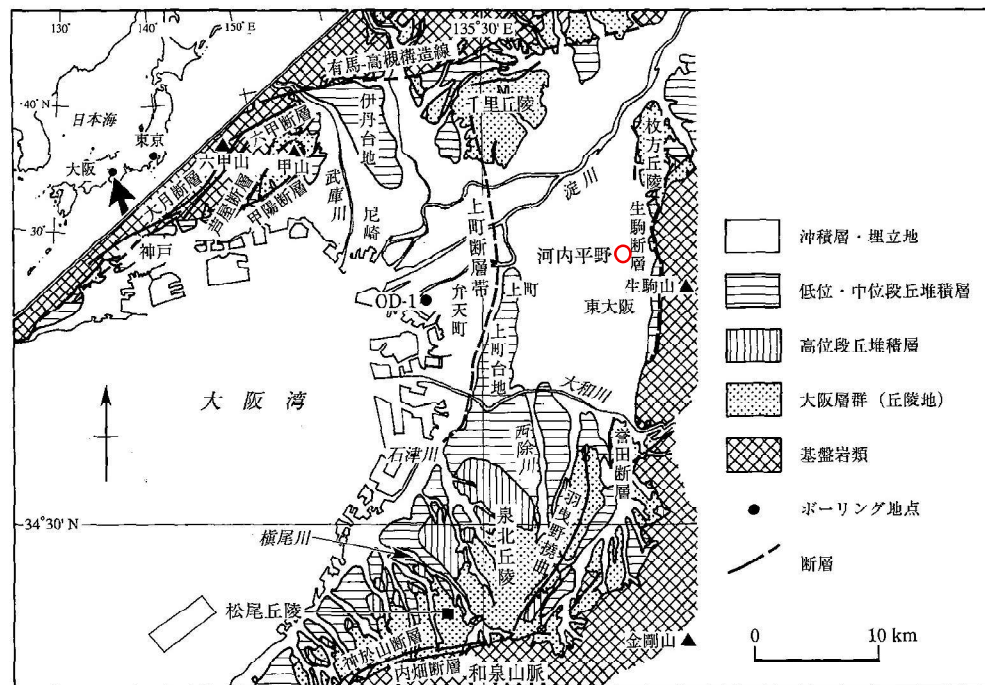


図 3.1-1 大阪平野の地質概略図

※出典：「日本の地形6 近畿・中国・四国」より転載加筆

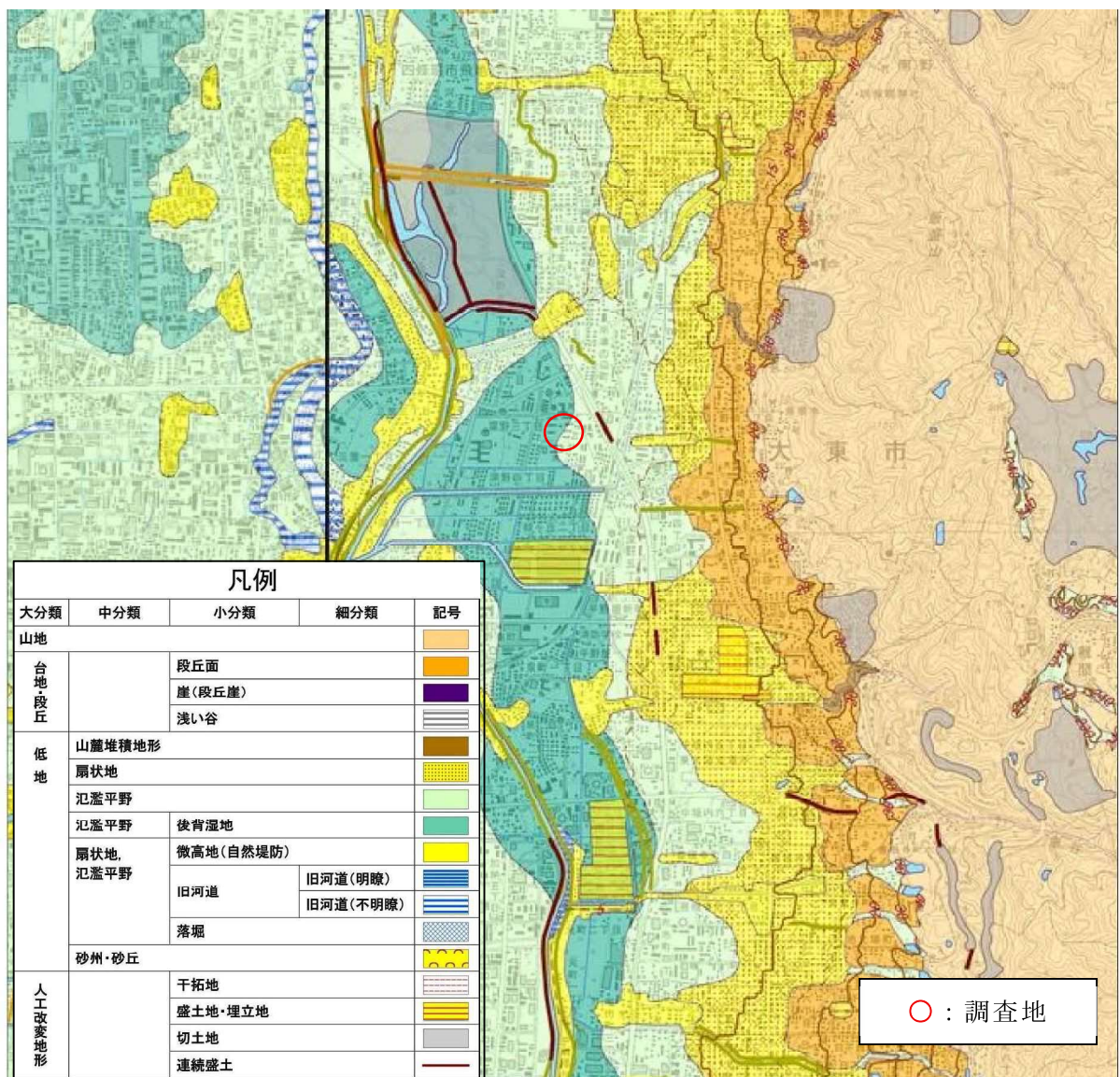


図3.1-2 調査地周辺の地形分類図

※出典：治水地形分類図 国土地理院HP [https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/fc\\_index.html](https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/fc_index.html))

### 3.2 地質概要

表 3.2-1 に大阪平野の層序表、図 3.2-1 に調査地付近の東西方向の断面図を示す。調査地付近では、上位より海成粘土 (Ma13) を含む沖積層が約 18m 前後、上部洪積層の第 1 洪積砂礫層 (砂と粘土の互層) が 20m 前後、洪積層の最上部海成粘土である Ma 12 層が 15m 前後の層厚で分布しているものと考えられる。

これらの沖積層、第 1 洪積砂礫層、Ma12 層は層厚や分布深度に変化はあるものの、大東市付近ではよく連続して分布しており、調査地でも同様の地層構成となっている。また、Ma12 層の下位には、粘土と砂の互層状を呈す大阪層群が連続する。

表 3.2-1 大阪平野の層序表

※出典：新編 大阪地盤図」土質工学会関西支部・関西地質調査業界 1987

| 時 代         |             |                  | 層序区分             |                                     | テフラ | ×10 <sup>4</sup> y. B.P<br>放射年代 |
|-------------|-------------|------------------|------------------|-------------------------------------|-----|---------------------------------|
| 第<br>四<br>紀 | 完<br>新<br>世 | 沖<br>積<br>層      | 上 部 層            |                                     |     | 0.2                             |
|             |             |                  | 中部粘土層<br>(Ma13層) | 横大路火山灰層<br>(アカホヤ T.)                | 0.7 |                                 |
|             |             |                  | 下 部 層            | 港火山灰層                               | 1.0 |                                 |
|             | 後<br>期      | 上部洪積層            | 天 満 層            | 鬼虎川火山灰層<br>平安神宮火山<br>灰層<br>(アイラ T.) | 2.0 |                                 |
|             |             |                  | Ma 12 層          |                                     | 10  |                                 |
|             |             |                  | 砂・礫・粘土層          |                                     |     |                                 |
|             |             |                  | Ma11層            |                                     |     |                                 |
|             |             |                  | 砂・礫・粘土層          |                                     |     |                                 |
|             |             |                  |                  |                                     |     |                                 |
|             | 中<br>期      | 大<br>阪<br>層<br>群 | Ma 10 層          | 八田火山灰層                              |     |                                 |
|             |             |                  | Ma 9 層           | 和田火山灰層                              | 34  |                                 |
|             |             |                  | Ma 8 層           |                                     |     |                                 |
|             |             |                  | Ma 7 層           | カスリ<br>火山灰層                         |     |                                 |
|             |             |                  | Ma 6 層           | 八町池                                 |     |                                 |
|             |             |                  | Ma 5 層           | 火山灰層                                |     |                                 |
|             |             |                  | Ma 4 層           | 狭山火山灰層                              | 77  |                                 |
|             |             |                  | Ma 3 層           | アズキ<br>火山灰層                         |     |                                 |
|             |             |                  | Ma 2 層           | ピンク<br>火山灰層                         |     |                                 |
|             |             |                  | Ma 1 層           | イエロー<br>火山灰層                        |     |                                 |
|             |             |                  | Ma 0 層           |                                     | 106 |                                 |
|             |             |                  | Ma -1 層          |                                     |     |                                 |
| 前<br>期      |             |                  |                  |                                     |     |                                 |
|             |             |                  |                  |                                     |     |                                 |
|             |             |                  |                  |                                     |     |                                 |

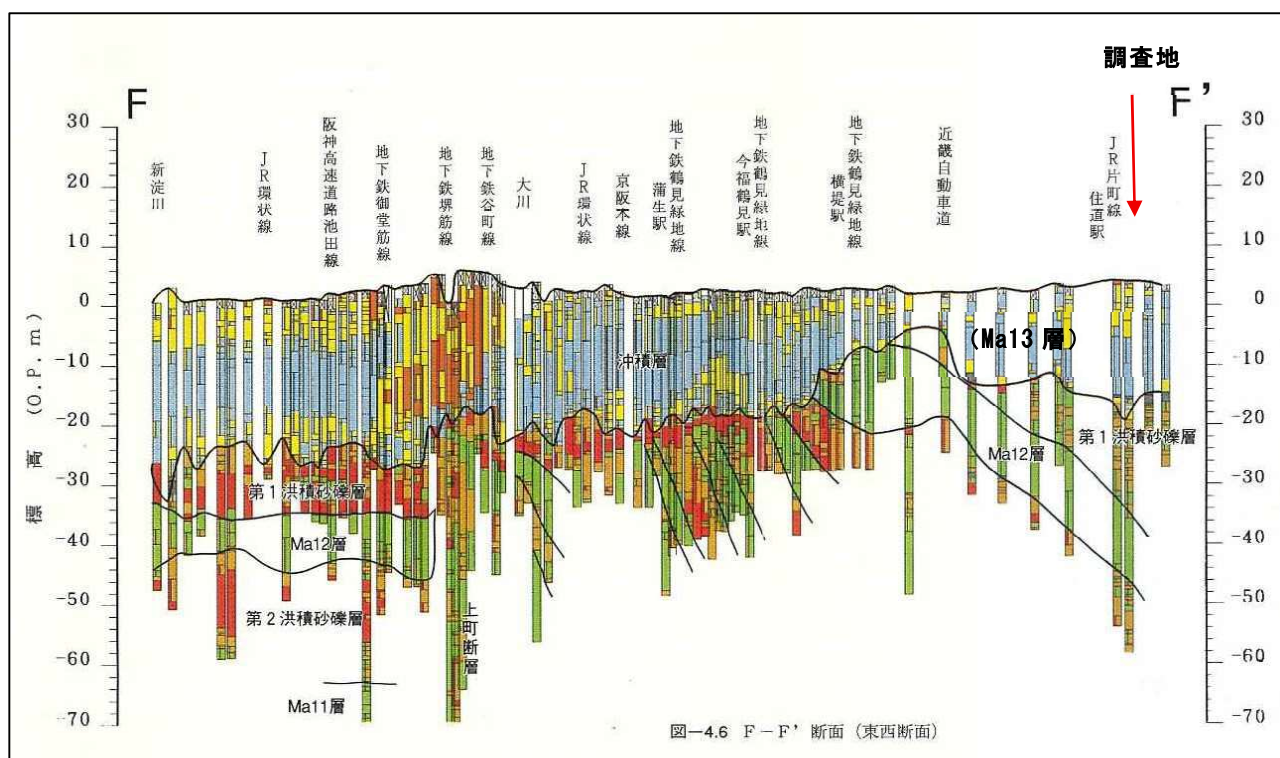


図 3.2-1 東大阪市付近の東西断面図  
「関西地盤」土質工学会関西支部 1992 から引用



#### 4. 調査結果

##### 4.1 ボーリング調査結果

調査地では、表 4.1-1 に示す位置においてボーリングを 2 箇所実施した。ボーリング調査の詳細は巻末の「ボーリング柱状図」に示す。表 4.1-2 に調査地の地質構成、図 4.1-1 に調査地の地層推定断面図を示す。調査地は主に砂や粘土が互層状を呈し構成される。以下、地層毎に概要を述べる。

表 4.1-1 ボーリングの位置の諸元

| 孔番    | 標高<br>(O. P m) | 調査深度<br>(GL-m) | 北緯            | 東経            |
|-------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| No. 1 | +3.79          | 66.50          | 34° 39' 59.9" | 135° 38' 3.6" |
| No. 2 | +3.88          | 68.50          | 34° 43' 5.0"  | 135° 38' 0.3" |

表 4.1-2 調査地の地質構成

| 地質時代       |     | 土質区分           | 記号     | 層厚<br>(m)   | 土質名                              |
|------------|-----|----------------|--------|-------------|----------------------------------|
| 現世         |     | 盛土層            | B層     | 1.8 ~ 2.0   | 盛土（砂礫、砂、礫混じり砂）                   |
| 新生代<br>第四紀 | 完新世 | 沖積粘性土層         | Ac層    | 14.0 ~ 15.1 | 粘土、砂混じり粘土                        |
|            |     | 沖積砂質土層         | As層    | 0.4 ~ 1.1   | 砂、礫混じり粘土質砂                       |
|            | 更新世 | 上部洪積層 互層（粘土優勢） | Dc/Ds層 | 8.5 ~ 10.9  | 有機質粘土、粘土、砂混じり粘土、礫混じり砂、礫混じり粘土質砂、砂 |
|            |     | 上部洪積層 互層（砂優勢）  | Ds/Dc層 | 9.7 ~ 10.3  | 粘土質砂、粘土混じり砂、砂、礫混じり砂、粘土、砂混じり粘土    |
|            |     | 上部洪積層 粘性土層     | Dc層    | 16.1 ~ 17.9 | 砂質粘土、砂混じり粘土、粘土                   |
|            |     | 上部洪積層 砂質土層     | Ds層    | 0.9 ~ 1.8   | 粘土質砂                             |
|            |     | 大阪層群 砂質土層      | Os層    | 8.2 ~ 8.6   | 礫混じり砂、礫混じり粘土質砂                   |
|            |     | 大阪層群 粘性土層      | Oc1層   | 2.5 ~ 3.6   | 有機質粘土、砂質粘土、粘土                    |
|            |     | 大阪層群 第二粘性土土層   | Oc2層   | 0.8 ~ 2.5   | 粘土                               |

**(1) 盛土層 : B 層**

砂や砂礫状の盛土から構成される。層厚は 1.8m~2.0m 程度を有す。No.1 地点は、主に砂礫で構成され、 $\phi 2\sim 40\text{mm}$  程度の角礫が主体となる。No.2 地点は駐車場の舗装に該当し表層はアスファルトや碎石が 0.3m まで分布し、以深は中砂や粗砂が分布する。

**(2) 沖積粘性土層 : Ac 層**

土質は主に粘土、砂混じり粘土から構成される。本層は全地点に分布する。層厚は 14m~15m 程度を有す。N値=0~5 の範囲を示し、相対稠度は「非常に軟らかい」~「軟らかい」。ほぼ均質な暗灰色の粘土を主体として、含水中位、粘性中位を示す。

**(3) 沖積砂質土層 : As 層**

土質は、『礫混じり粘土質砂』、『砂』等からなる。本層は全地点に分布する。層厚は 0.4m~1.1m を有す。N値=3~6 の範囲を示し、相対密度は「緩い」。中砂~粗砂を主体として含水が多い。色調は「暗灰」色を呈す。

**(4) 上部洪積層 互層（粘土優勢層） : Dc/Ds 層**

土質は、粘性土（有機質粘土、粘土）と砂質土（礫混じり砂、砂）の互層状で構成され、割合は粘土層が優勢である。本層は全地点に分布する。層厚は 9~11m を有す。N値=8~38 の範囲を示す。有機質粘土は多量の腐植物が混入する。砂は細砂~粗砂からなり、礫（ $\phi 2\sim \phi 8\text{mm}$ ）を混入し不均一である。含水は中位である。色調は「黒褐~暗灰~暗青灰」色を呈す。

**(5) 上部洪積層 互層（砂優勢） : Ds/Dc 層**

土質は『粘土質砂、砂、粘土混じり砂、礫混じり砂』等からなる。本層内には粘土、砂混じり粘土が挟在している。本層は全地点に分布する。層厚は 10m 程度を有す。N値=21~60 以上の範囲を示し、相対密度は「中ぐらい」~「非常に密な」を示す。砂は細砂~中砂主体で粒径不均一である。含水中位を示す。色調は「暗灰」~「暗青灰」色を呈す。

**(6) 上部洪積層 粘性土層（Dc 層）**

土質は『砂質粘土』『粘土』『砂混じり粘土』等からなる。本層は全地点に分布する。層厚は 16m~18m 程度を有す。N値=11~24 を示し、相対稠度は「硬い」~「非常に硬い」を示す。大半が均質な粘土で、含水と粘性は中位を示す。所々に貝殻片や砂を混入する。色調は「暗灰~暗青灰~暗緑灰」色を呈す。

**(7) 上部洪積層 砂質土層 (Ds 層)**

土質は『粘土質砂』を主体とする。本層は Dc 層に挟存する。層厚は 0.9m～1.8m 程度を有す。細砂～中砂主体で粒径不均一、含水小～中位を示す。貝殻片を含む。N値=23～27 の範囲を示し、相対密度は「中ぐらい」を示す。色調は「暗灰」色を呈す。

**(8) 大阪層群 砂質土層 (Os 層)**

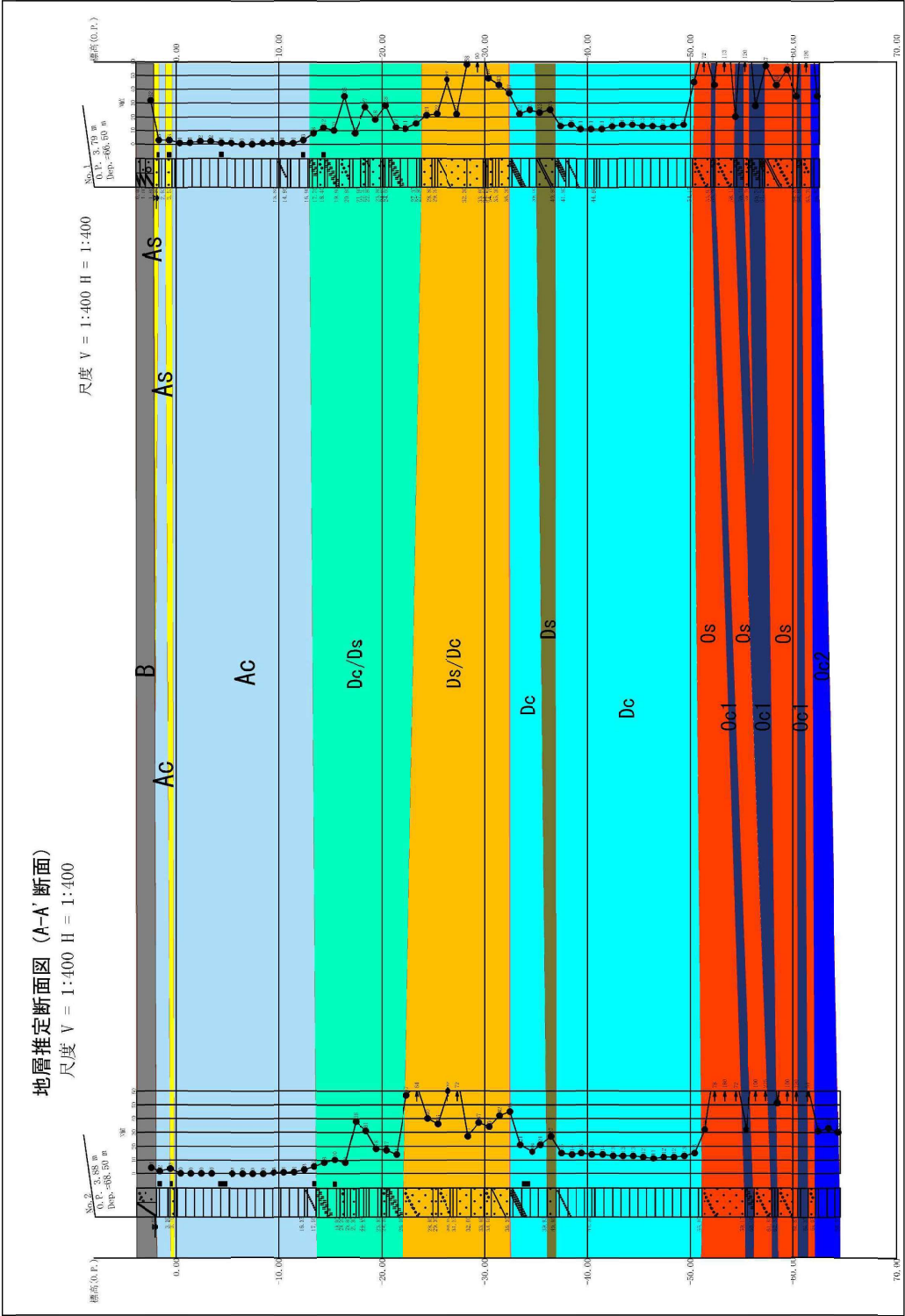
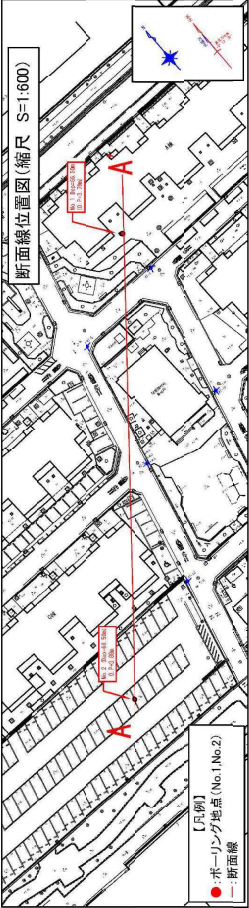
土質は『礫混じり砂』～『礫混じり粘土質砂』を主体とする。本層には、数枚の 0c1 層(有機質粘土、粘土)を挟む。全地点に分布する。層厚は 8.2m～8.6m を有す。全体に粒径不均一な中砂～粗砂を主体とする。φ2～φ8mm の礫が混入する。N値=32～60 以上を示し、相対密度は「密な」～「非常に密な」を示す。色調は「暗灰」～「暗緑灰」色を呈す。

**(9) 大阪層群 粘性土層 (0c1 層)**

土質は『有機質粘土、砂質粘土、粘土』からなる。本層は Os 層に挟存し互層状を呈している。全地点に分布する。層厚は 2.5～3.6m を有す。有機質粘土は多量の腐植物が混入し、粘土は不均質で礫（φ2～φ8mm）を多く含む。N値=20～37 を示し、相対密度は「硬い」～「非常に硬い」を示す。色調は「暗灰」～「黒褐」色を呈す。

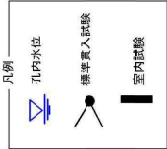
**(10) 大阪層群 第二粘性土層 (0c2 層)**

土質は『粘土』からなる。本層は全地点に分布し、最下位に分布する。層厚は 0.8～2.5m 以上を有す。全体に粘土が主体で砂を混入し、上部は腐植物を部分的に含む。N値=30～35 を示し、相対稠度は「非常に硬い」を示す。色調は「暗青灰」色を呈す。



土質凡例

| 地質時代 | 土質区分            | 記号               |
|------|-----------------|------------------|
| 更新世  | 沖積粘性土層          | B層               |
|      | 沖積砂質土層          | A層               |
|      | 沖積砂質土層          | A <sub>2</sub> 層 |
| 第四紀  | 上部洪積層 互層 (粘土優勢) | Dc/Ds層           |
|      | 上部洪積層 互層 (砂優勢)  | Ds/Dc層           |
|      | 上部洪積層 粘性土層      | Dc               |
|      | 上部洪積層 砂質土層      | Ds               |
|      | 大礫層群 砂質土層       | Ds               |
|      | 大礫層群 粘性土層       | Oc1              |
|      | 大礫層群 第二粘性土層     | Oc2              |



地質推定断面図(縮尺 縦 1:400、横 1:400)

図 4.1-1 地層推定断面図 A—A' 断面



## 4.2 地下水位

ボーリングで確認した孔内水位を表 4.2-1 に示す。

ボーリングでは、原則、無水掘削によって自然水位を確認し、No.1 では GL-2.06m、No.2 では GL-1.87m に存在した。

調査時期は渇水期の 10 月～11 月にかけての水位であり、降雨が多い時期には地下水面が上昇し、恒常的な水位としては、現レベルよりも浅い位置になると想定される。

表 4.2-1 ボーリングによる孔内水位

| 調査地点 | 地盤高さ<br>(O.P m) | 孔内水位<br>(GL m) | 水位標高<br>(OP m) | 水位が<br>位置する<br>地層 | 備考                |
|------|-----------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|
| No.1 | 3.79            | -2.06          | 1.73           | As 層              | 無水掘削時に水位を確認（自然水位） |
| No.2 | 3.88            | -1.87          | 2.01           | B 層               | 無水掘削時水位を確認（自然水位）  |

### 4.3 標準貫入試験

標準貫入試験で得た  $N$  値を地層ごとに取りまとめた。表 4.3-1 に地層毎の  $N$  値の範囲、図 4.3-1 に  $N$  値の頻度分布を示す。

調査の結果、Dc/Ds 層、Ds/Dc 層及び 0s 層において  $N$  値の頻度分布が大きく、バラつきがみられた。

＜標準貫入試験の評価方法について＞

平均  $N$  値は下記方針に従い算出を行った。

- ・標準貫入試験の打撃回数の上限は 60 とした
- ・貫入量が 30 cm 未満（60 回以上の  $N$  値）に関しては、30 cm 当りに換算した換算  $N$  値を使用した。

表 4.3-1 地層毎の  $N$  値の範囲

| 地層名 | 層相             | 記号     | データ数 | N値（換算N値） |     | 平均<br>N値 | 標準<br>偏差 | 代表<br>N値 |
|-----|----------------|--------|------|----------|-----|----------|----------|----------|
|     |                |        |      | 最小値      | 最大値 |          |          |          |
| 盛土  | 盛土層            | B層     | 2    | 4        | 9   | 6.5      | 2.5      | 6        |
| 沖積層 | 沖積粘性土層         | Ac層    | 27   | 0        | 5   | 1.0      | 1.2      | 1        |
|     | 沖積砂質土層         | As層    | 3    | 3        | 6   | 4.0      | 1.4      | 4        |
|     | 上部洪積層 互層（粘土優勢） | Dc/Ds層 | 19   | 8        | 38  | 17.3     | 9.5      | 17       |
| 洪積層 | 上部洪積層 互層（砂優勢）  | Ds/Dc層 | 18   | 21       | 90  | 45.6     | 18.1     | 45       |
|     | 上部洪積層 粘性土層     | Dc層    | 34   | 11       | 45  | 15.7     | 6.8      | 15       |
|     | 上部洪積層 砂質土層     | Ds層    | 3    | 23       | 27  | 25.0     | 1.6      | 25       |
|     | 大阪層群 砂質土層      | 0s層    | 16   | 32       | 100 | 78.8     | 23.9     | 78       |
|     | 大阪層群 粘性土層      | 0c1層   | 7    | 20       | 37  | 30.1     | 5.5      | 30       |
|     | 大阪層群 第二粘性土層    | 0c2層   | 4    | 30       | 35  | 32.3     | 1.9      | 32       |

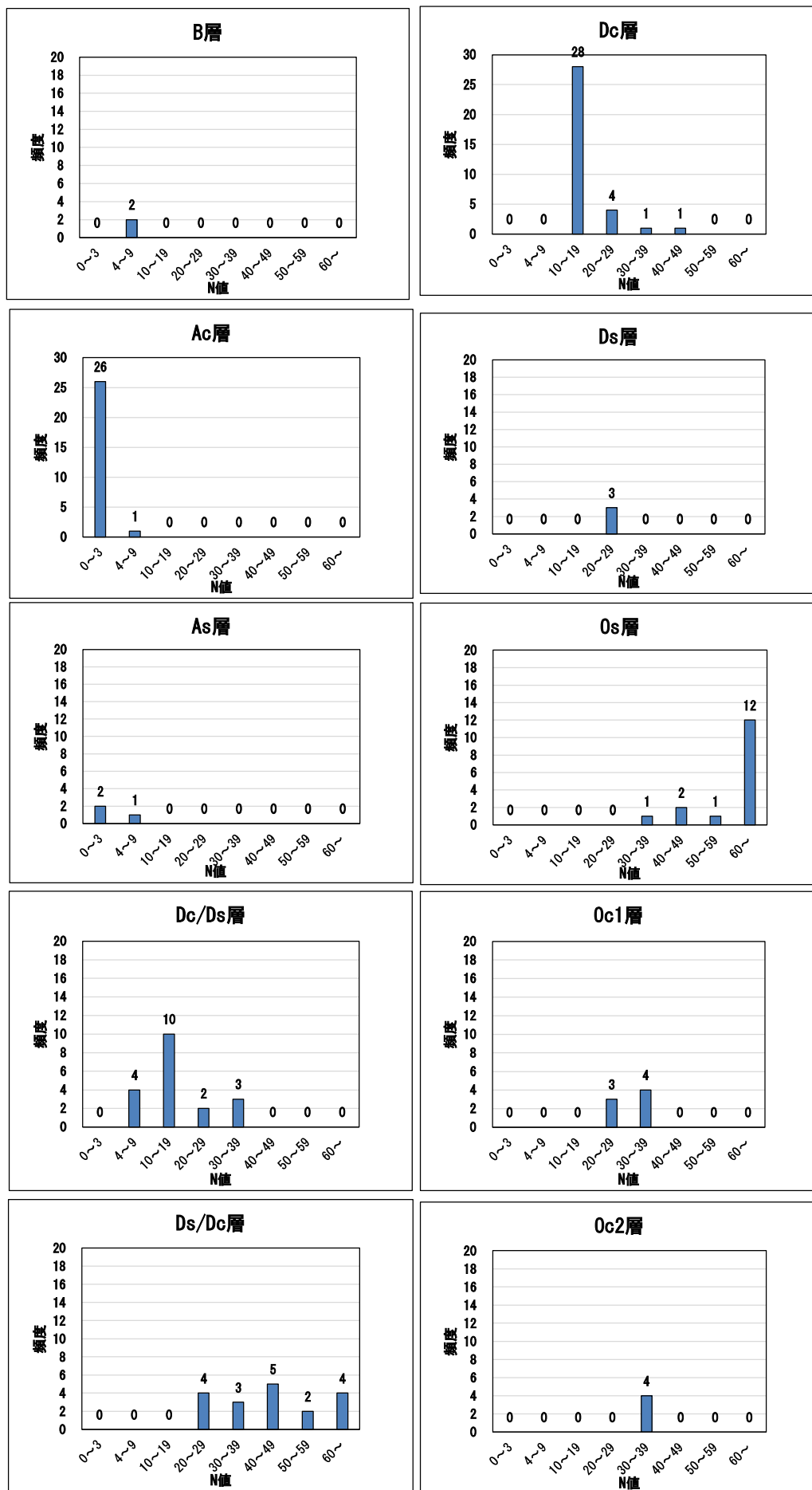


図 4.3-1 N 値の頻度分布

#### 4.4 現場透水試験

現場透水試験は、施工時の地下水の影響を予測するために必要な地下水位（平衡水位）や透水係数を把握する目的で実施した。表 4.4-1 に現場透水試験結果を示す。本調査における試験結果の詳細は巻末に示す。

表 4.4-1 現場透水試験結果一覧

| 孔番    | 測定深度 (GL-m) |        | 土質 | 地層<br>記号 | 現場透水試験   |      |      |          |
|-------|-------------|--------|----|----------|----------|------|------|----------|
|       | 上端          | 下端     |    |          | 試験<br>方法 | 平衡水位 |      | 透水係数     |
|       |             |        |    |          |          | GL-m | OP+m | K (m/s)  |
| No. 1 | 3.00        | ～ 3.50 | 砂  | As       | 揚水法      | 1.76 | 2.03 | 3.01E-05 |
|       |             |        |    |          | 注水法      | 1.76 | 2.03 | 3.22E-05 |
| No. 2 | 3.30        | ～ 3.70 | 砂  | As       | 揚水法      | 1.51 | 2.37 | 1.78E-05 |
|       |             |        |    |          | 注水法      | 1.51 | 2.37 | 1.21E-05 |

現場透水試験の結果、沖積砂質土層の透水係数は、 $1.21 \times 10^{-5} \text{m/s} \sim 3.22 \times 10^{-5} \text{m/s}$  の値が得られた。

表 4.4-2 に示す土質と透水係数の関係から、沖積砂質土層の透水性は中位と判断される。ただし、地層の透水性を評価する場合においては、土質の不均一性を考慮し、透水性に幅を持たせることが肝要と考えられる。

表 4.4-2 土質と透水係数の関係

| 透水係数 $k$ (m/s)    |  |                   |  |                  |  |                                            |  |                  |  |                  |  |                  |  |                                          |  |                  |  |                  |  |                  |  |                   |  |  |  |   |  |  |  |
|-------------------|--|-------------------|--|------------------|--|--------------------------------------------|--|------------------|--|------------------|--|------------------|--|------------------------------------------|--|------------------|--|------------------|--|------------------|--|-------------------|--|--|--|---|--|--|--|
| 10 <sup>-11</sup> |  | 10 <sup>-10</sup> |  | 10 <sup>-9</sup> |  | 10 <sup>-8</sup>                           |  | 10 <sup>-7</sup> |  | 10 <sup>-6</sup> |  | 10 <sup>-5</sup> |  | 10 <sup>-4</sup>                         |  | 10 <sup>-3</sup> |  | 10 <sup>-2</sup> |  | 10 <sup>-1</sup> |  | 10 <sup>0</sup>   |  |  |  |   |  |  |  |
| 透 水 性             |  | 実質上不透水            |  |                  |  | 非常に低い                                      |  |                  |  | 低                |  |                  |  | 中                                        |  |                  |  | 位                |  |                  |  | 高                 |  |  |  | い |  |  |  |
| 対応する土の種類          |  | 粘性土<br>{C}        |  |                  |  | 微細砂, シルト,<br>砂-シルト-粘土混合土<br>{SF} [S-F] {M} |  |                  |  |                  |  |                  |  | 砂および礫<br>{GW} {GP}<br>{SW} {SP}<br>{G-M} |  |                  |  |                  |  |                  |  | 清浄な礫<br>{GW} {GP} |  |  |  |   |  |  |  |
| 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推定する方法   |  | 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                        |  |                  |  |                  |  |                  |  |                   |  |  |  |   |  |  |  |

：本試験による透水係数（As 層）

※出典：地盤調査の方法と解説（2004） 地盤工学会

#### 4.5 孔内載荷試験

表4.5-1に孔内載荷試験の結果を、詳細は巻末のデータシートに示す。今回、GL-4.5～5m付近の沖積粘性土層(Ac)を対象に実施した。試験結果は表4.5-1の一覧表に示す。なお、試験結果の詳細は巻末に示す

表 4.5-1 孔内水平載荷試験結果一覧表

| 孔番         | 測定深度<br>(GL-m) | N値<br>(回) | 地層<br>記号 | 孔内水平載荷試験 |                             |                  |
|------------|----------------|-----------|----------|----------|-----------------------------|------------------|
|            |                |           |          | 試験区分     | 変形係数<br>E kN/m <sup>2</sup> | 変形係数Eと<br>N値との関係 |
| No.1       | 5.00           | 1         | Ac       | 低圧(LLT)  | 1,409                       | E=1409N          |
| No.2       | 4.50           | 0         | Ac       | 低圧(LLT)  | 1,606                       | -                |
| 平均値 (Ac) = |                |           |          |          | 1,508                       | -                |

沖積粘性土層 (Ac) の変形係数は、1409～1606kN/m<sup>2</sup>を示す。一般に孔内水平載荷試験の変形係数と標準貫入試験のN値とは、地盤材料にかかわらず、 $E=700N$  kN/m<sup>2</sup>という関係が近似的に成立していることが知られている(図 4.5-1)。今回の調査結果における変形係数とN値の関係は、 $E=1409N$ であり、一般的な $E=700N$ に近い相関関係よりも高い値が確認された。

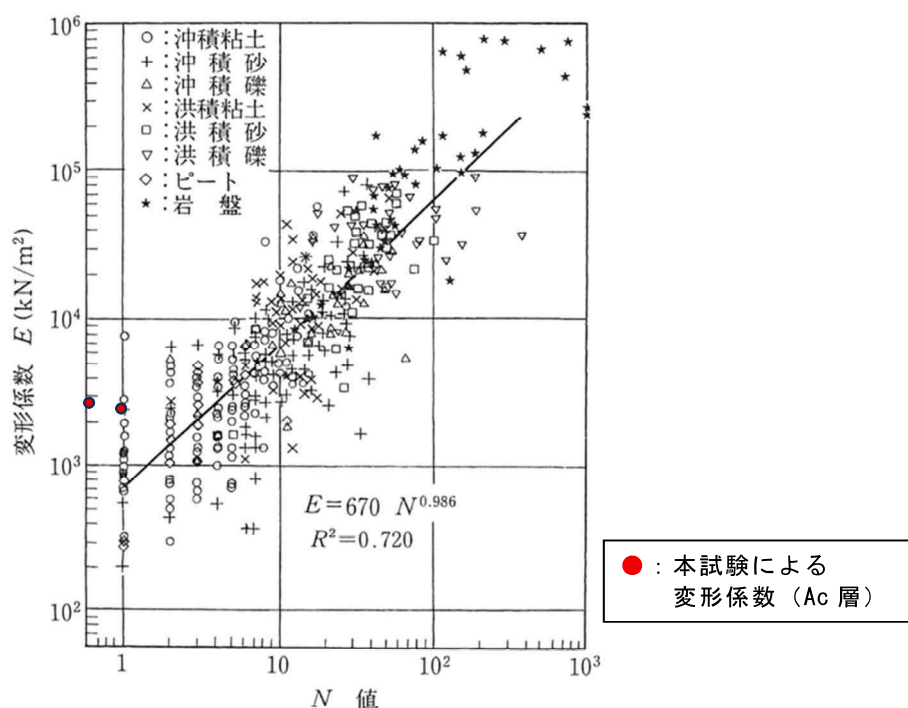


図 4.5-1 孔内水平載荷試験より得られた変形係数とN値の関係

※出典：「地盤調査の方法と解説」(2013) (社)地盤工学会)

#### 4.6 室内土質試験

乱した試料および乱れの少ない試料を用いて物理試験および力学試験を行った。試験結果の詳細は、巻末のデータシートに示した。

表 4.6-1 に室内土質試験結果一覧を示す。

表 4.6-1 土質試験結果一覧（物理試験および力学試験）

| 孔番          |                                        | No. 1             |                   |                   |                     |                     |                   | No. 2             |                   |                     |                     |                     |     |
|-------------|----------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----|
| 地質記号        |                                        | As層               | As層               | Ac層               | Ac層                 | De/Ds層              | Ac層               | As層               | Ac層               | Ac層                 | Ac層                 | De/Ds層              | De層 |
| 試料番号        |                                        | 1P-2              | 1P-3              | 1P-8              | 1P-16               | 1P-18               | 2P-2              | 2P-3              | 2P-8              | 2P-17               | 2P-19               | 2P-38               |     |
| 採取深度 (G1-m) |                                        | 2.15<br>～<br>2.30 | 3.15<br>～<br>3.45 | 8.15<br>～<br>8.50 | 16.15<br>～<br>16.45 | 18.15<br>～<br>18.40 | 2.15<br>～<br>2.45 | 3.30<br>～<br>3.50 | 8.00<br>～<br>8.80 | 17.15<br>～<br>17.45 | 19.15<br>～<br>19.45 | 37.50<br>～<br>38.20 |     |
| 分類          | 地盤材料の分類名                               | 礫混じり粘性土質砂         |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
|             | 分類記号                                   | (SCs-G)           |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
| 一般          | 湿潤密度<br>$\rho_t$ (Mg/m <sup>3</sup> )  |                   |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
|             | 乾燥密度<br>$\rho_d$ (Mg/m <sup>3</sup> )  |                   |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
|             | 土粒子密度<br>$\rho_s$ (Mg/m <sup>3</sup> ) | 2.643             |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
|             | 自然含水比<br>$w_n$ (%)                     | 16.2              |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
|             | 空隙比<br>$e$ (%)                         |                   |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
|             | 飽和度<br>$S_r$ (%)                       |                   |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
| 粒 度         | 繰分<br>2mm～75mm (%)                     | 11.3              |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
|             | 砂分<br>75μm～2mm (%)                     | 61.3              |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
|             | シルト分<br>5μm～75μm (%)                   | 18.3              |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
|             | 粘土分<br>5μm未満 (%)                       | 9.1               |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
|             | 最大粒径 (mm)                              | 9.5               |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
|             | 均等係数<br>$U_c$                          | 77.9              |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
| 特 性         | 50%粒径<br>$d_{50}$ (mm)                 | 0.33              |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
|             | 20%粒径<br>$d_{20}$ (mm)                 | 0.034             |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
|             | 細粒分含有率<br>$F_c$ (%)                    | 27.4              |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
|             | 液性限界<br>$w_L$ (%)                      | NP                |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
|             | 塑性限界<br>$w_p$ (%)                      | NP                |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
|             | 塑性指数<br>$I_p$                          | —                 |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
| 圧 縮         | コンパクション指数<br>$I_c$                     | 0.1               |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
|             | 試験方法                                   |                   |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
| 圧 縮         | 圧密指数<br>$C_c$                          |                   |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
|             | 圧密降伏応力<br>$p_c$ (kN/㎡)                 |                   |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
| 圧一縮軸        | 一軸圧縮強さ<br>$q_u$ (kN/㎡)                 |                   |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |
|             | 一軸圧縮強さ<br>$qu$ (kN/㎡)                  |                   |                   |                   |                     |                     |                   |                   |                   |                     |                     |                     |     |



(1) 土粒子の密度 ( $\rho_s$ ) ・ 自然含水比 (Wn) ・ 湿潤密度 ( $\gamma_t$ )

表 4.6-2 に本調査で確認できた土粒子の密度、自然含水比及び湿潤密度試験結果を示す。

表 4.6-2 物理試験結果一覧（密度、含水比、湿潤密度）

| 試料番号  | 採取深度 (GL-m) |       | N値     | 地層記号   | 地盤材料の分類名             | 分類記号    | 湿潤密度                             | 土粒子の密度                           | 自然含水比   |
|-------|-------------|-------|--------|--------|----------------------|---------|----------------------------------|----------------------------------|---------|
|       | 上端          | 下端    | 回      |        |                      |         | $\rho_t$<br>(Mg/m <sup>3</sup> ) | $\rho_s$<br>(Mg/m <sup>3</sup> ) | wn<br>% |
| 1P-2  | 2.15        | 2.30  | 3      | As層    | 礫混じり粘性土質砂            | (SCs-G) |                                  | 2.643                            | 16.2    |
| 1P-3  | 3.15        | 3.45  | 3      | As層    | 粘性土まじり砂              | (S-Cs)  |                                  | 2.645                            | 20.6    |
| 1P-8  | 8.15        | 8.50  | 1      | Ac層    | 粘土<br>(高液性限界)        | (CH)    |                                  | 2.651                            | 62.3    |
| 1P-16 | 16.15       | 16.45 | 3      | Ac層    | 粘土<br>(高液性限界)        | (CH)    |                                  | 2.649                            | 48.9    |
| 1P-18 | 18.15       | 18.40 | 12     | Dc/Ds層 | 礫まじり粘性土質砂            | (SCs-G) |                                  | 2.636                            | 20.2    |
| 2P-2  | 2.15        | 2.45  | 2      | Ac層    | 砂まじり粘土<br>(高液性限界)    | (CH-S)  |                                  | 2.615                            | 49.2    |
| 2P-3  | 3.30        | 3.50  | 4      | As層    | 粘性土まじり砂              | (S-Cs)  |                                  | 2.646                            | 23.4    |
| 2T-8  | 8.00        | 8.80  | 0※     | Ac層    | 粘土<br>(高液性限界)        | (CH)    | 1.620                            | 2.647                            | 63.2    |
| 2P-17 | 17.15       | 17.45 | 5      | Ac層    | 砂質粘土<br>(高液性限界)      | (CHS)   |                                  | 2.611                            | 38.1    |
| 2P-19 | 19.15       | 19.45 | 10     | Dc/Ds層 | 砂まじり有機質粘土<br>(高液性限界) | (OH-S)  |                                  | 1.859                            | 228.6   |
| 2D-38 | 37.50       | 38.20 | 16~21※ | Dc層    | 砂質粘土<br>(高液性限界)      | (CHS)   | 1.988                            | 2.652                            | 24.5    |

※上下の深度で考慮した推定したN値

<土粒子の密度>

表 4.6-3 に一般的な各土質の土粒子の密度を示す。土粒子の密度 ( $\rho_s$ ) は、一般に土の鉱物組成に影響され、密度の高い鉄鉱物などを多く含んでいる土ほど大きくなり、有機物を含む土ほど小さくなるとされている。本調査では、有機物が多く含まれる有機質粘土の 2P-19 試料では  $\rho_s=1.86$  (Mg/m<sup>3</sup>) を示し、それ以外は 2.61~2.65 (Mg/m<sup>3</sup>) の範囲を示した。

表 4.6-3 主な鉱物と土粒子の密度

※出典：「地盤材料試験の方法と解説」（2020）地盤工学会）

| 鉱物名      | 密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> ) | 土質名      | 密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> ) |
|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|
| 石英       | 2.6~2.7                          | 豊浦砂      | 2.64                             |
| 長石       | 2.5~2.8                          | 沖積砂質土    | 2.6~2.8                          |
| 雲母       | 2.7~3.2                          | 沖積粘性土    | 2.50~2.75                        |
| 角閃石      | 2.9~3.5                          | 洪積砂質土    | 2.6~2.8                          |
| 輝石       | 2.8~3.7                          | 洪積粘性土    | 2.50~2.75                        |
| 磁鉄鉱      | 5.1~5.2                          | 泥炭（PEAT） | 1.4~2.3                          |
| クロライト    | 2.6~3.0                          | 関東ローム    | 2.7~3.0                          |
| イライト     | 2.6~2.7                          | まさ土      | 2.6~2.8                          |
| カオリナイト   | 2.5~2.7                          | しらす      | 1.8~2.4                          |
| モンモリロナイト | 2.0~2.4                          | 黒ぼく      | 2.3~2.6                          |

#### <湿潤密度>

湿潤密度  $\rho_t$  は、土の締まり具合によってばらつきはあるものの、一般には有機質土などでは小さく、砂・礫分が多いほど、あるいは粘土が硬質になるほど値が大きくなる傾向がある。今回、湿潤密度 ( $\rho_t$ ) は Ac 層で  $\rho_t = 1.620$  (Mg/m<sup>3</sup>)、Dc 層で  $\rho_t = 1.988$  (Mg/m<sup>3</sup>) の値を示した。このうち洪積粘性土 (Dc 層) は表 4.6-4 に示す一般値より高い値を示した。

表 4.6-4 湿潤密度  $\rho_t$  の一般値

※出典：「土質調査の基礎知識」 鹿島出版会

|          |       |                                             |
|----------|-------|---------------------------------------------|
| 1. 沖積粘性土 | ----- | $\rho_t = 1.45 \sim 1.60$ g/cm <sup>3</sup> |
| 2. 沖積砂質土 | ----- | $\rho_t = 1.60 \sim 1.80$ g/cm <sup>3</sup> |
| 3. 腐植土   | ----- | $\rho_t = 1.00 \sim 1.20$ g/cm <sup>3</sup> |
| 4. 洪積粘性土 | ----- | $\rho_t = 1.60 \sim 1.70$ g/cm <sup>3</sup> |
| 5. 洪積砂質土 | ----- | $\rho_t = 1.80 \sim 2.00$ g/cm <sup>3</sup> |

#### <自然含水比>

自然含水比は一般に粒度組成や圧密の程度により異なり、粘土分が多いと大きく、砂分が多いと小さい値を示す。また、圧密が進行するほど小さい値を示す。

本試験結果では、As 層で  $W_n = 16.2\% \sim 23.4\%$ 、Ac 層で  $W_n = 38.1 \sim 63.2\%$ 、Dc/Ds 層で  $W_n = 20.2\% \sim 228.6\%$ 、Dc 層で  $W_n = 24.5\%$  を示した。Dc/Ds 層においては有機質粘土では腐植物が多く含まれ、土質特有の高い含水比を示した。

表 4.6-5 土の物理的性質の経験値

※出典：「土質調査の基礎知識」 鹿島出版会

| 地 層<br>物理的性状                       | 沖 積 層     |           |           | 洪 積 層     |           |           |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                    | 粘 土       | 砂         | 腐植土       | 粘 土       | 砂         | ローム       |
| 含 水 比 $w_n$ (%)                    | 60~90     | 30~50     | 150~300   | 40~60     | 20~30     | 100~130   |
| 湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> ) | 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     |

## (2) 土の粒度試験

表 4.6-6 に粒度試験結果を、図 4.6-1 に粒径加積曲線の一覧を示す。以下、各地層の結果を示す。また、図 4.6-2(1)～図 4.6-2(4)に地層毎の粒径加積曲線を示す。

表 4.6-6 粒度試験結果一覧

| 試料番号  | 採取深度 (GL-m) |       | N値<br>回 | 地層<br>記号 | 地盤材料の分類名             | 分類<br>記号 | 粒度組成 (%)         |                     |                           |                      |                           |
|-------|-------------|-------|---------|----------|----------------------|----------|------------------|---------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|
|       | 上端          | 下端    |         |          |                      |          | 礫分<br>2～<br>75mm | 砂分<br>0.075～<br>2mm | シルト分<br>0.005～<br>0.075mm | 粘土分<br>0.005mm<br>未満 | 細粒分<br>含有率<br>0.075<br>未満 |
| 1P-2  | 2.15        | 2.30  | 3       | As層      | 礫混じり粘性土質砂            | (SCs-G)  | 11.3             | 61.3                | 18.3                      | 9.1                  | 27.4                      |
| 1P-3  | 3.15        | 3.45  | 3       | As層      | 粘性土まじり砂              | (S-Cs)   | 1.8              | 91.3                | 1.5                       | 5.4                  | 6.9                       |
| 1P-8  | 8.15        | 8.50  | 1       | Ac層      | 粘土<br>(高液性限界)        | (CH)     | 0.0              | 0.8                 | 65.2                      | 34.0                 | 99.2                      |
| 1P-16 | 16.15       | 16.45 | 3       | Ac層      | 粘土<br>(高液性限界)        | (CH)     | 0.6              | 4.6                 | 38.8                      | 56.0                 | 94.8                      |
| 1P-18 | 18.15       | 18.40 | 12      | Dc/Ds層   | 礫まじり粘性土質砂            | (SCs-G)  | 8.3              | 75.9                | 8.2                       | 7.6                  | 15.8                      |
| 2P-2  | 2.15        | 2.45  | 2       | Ac層      | 砂まじり粘土<br>(高液性限界)    | (CH-S)   | 0.4              | 9.5                 | 33.3                      | 56.8                 | 90.1                      |
| 2P-3  | 3.30        | 3.50  | 4       | As層      | 粘性土まじり砂              | (S-Cs)   | 0.1              | 85.8                | 7.7                       | 6.4                  | 14.1                      |
| 2T-8  | 8.00        | 8.80  | 0※      | Ac層      | 粘土<br>(高液性限界)        | (CH)     | 0.0              | 0.7                 | 58.7                      | 40.6                 | 99.3                      |
| 2P-17 | 17.15       | 17.45 | 5       | Ac層      | 砂質粘土<br>(高液性限界)      | (CHS)    | 0.9              | 17.5                | 26.9                      | 54.7                 | 81.6                      |
| 2P-19 | 19.15       | 19.45 | 10      | Dc/Ds層   | 砂まじり有機質粘土<br>(高液性限界) | (OH-S)   | 0.7              | 11.5                | 87.8                      |                      | 87.8                      |
| 2D-38 | 37.50       | 38.20 | 16～21※  | Dc層      | 砂質粘土<br>(高液性限界)      | (CHS)    | 0.0              | 24.0                | 29.0                      | 47.0                 | 76.0                      |

※上下あるいは他地点を考慮した推定値

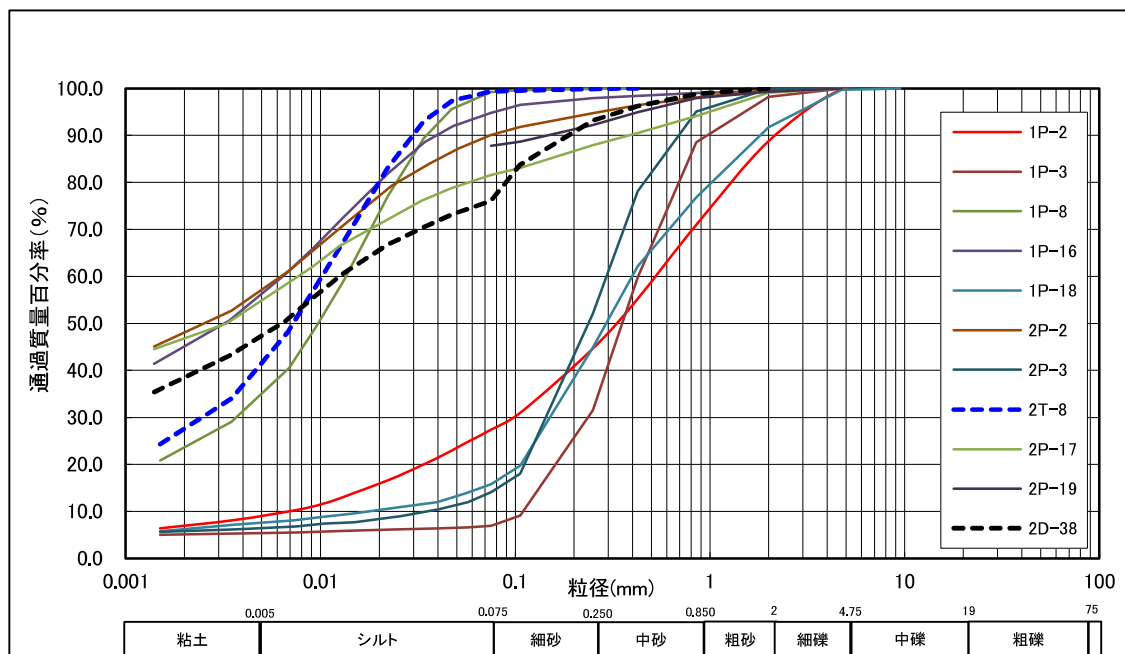


図 4.6-1 粒径加積曲線一覧(全試料)

## 1) 沖積粘性土層 (Ac 層)

Ac 層の粒度組成は、礫分 0～1%、砂分 1～18%、シルト分 27～65%、粘土分 34～59%である。このうち細粒分(Fc)は 81～99%を占め、全体に  $FC \geq 35$  の粘土であるため、液状化検討の対象外となる。

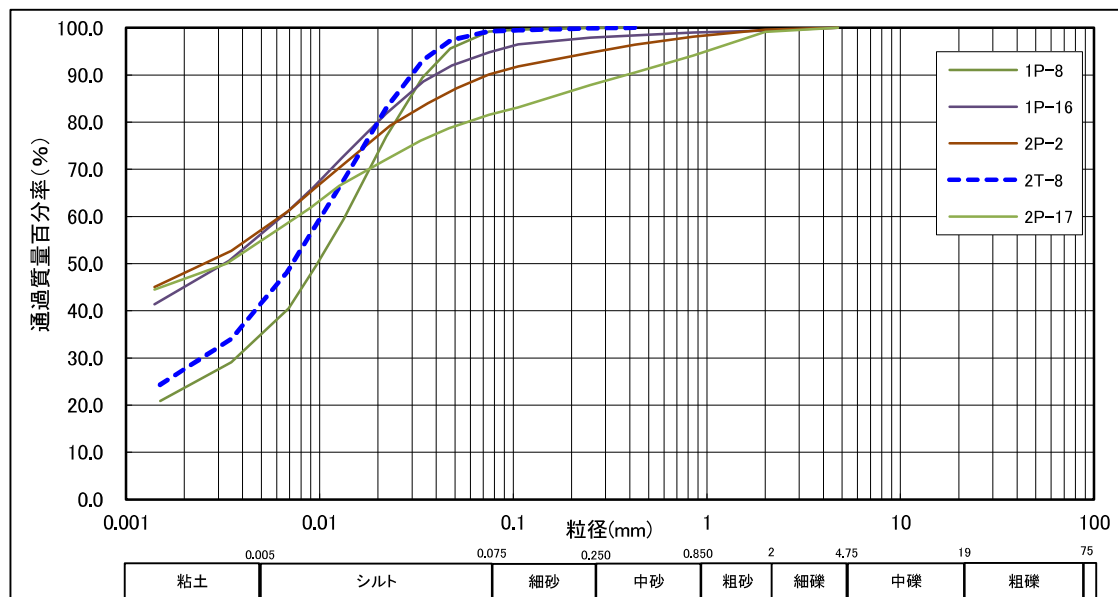


図 4.6-2(1) Ac 層の粒径加積曲線

## 2) 沖積砂質土層 (As 層)

As 層の粒度組成は、礫分 0.1%～11%、砂分 61%～91%、シルト分 2%～18%、粘土分 5%～9%であり、ほぼ砂分主体で、礫分や細粒分が少し含まれる。1P-2 は盛土直下の試料で他の試料とくらべ、粒径幅が広く粒度組成が異なる。

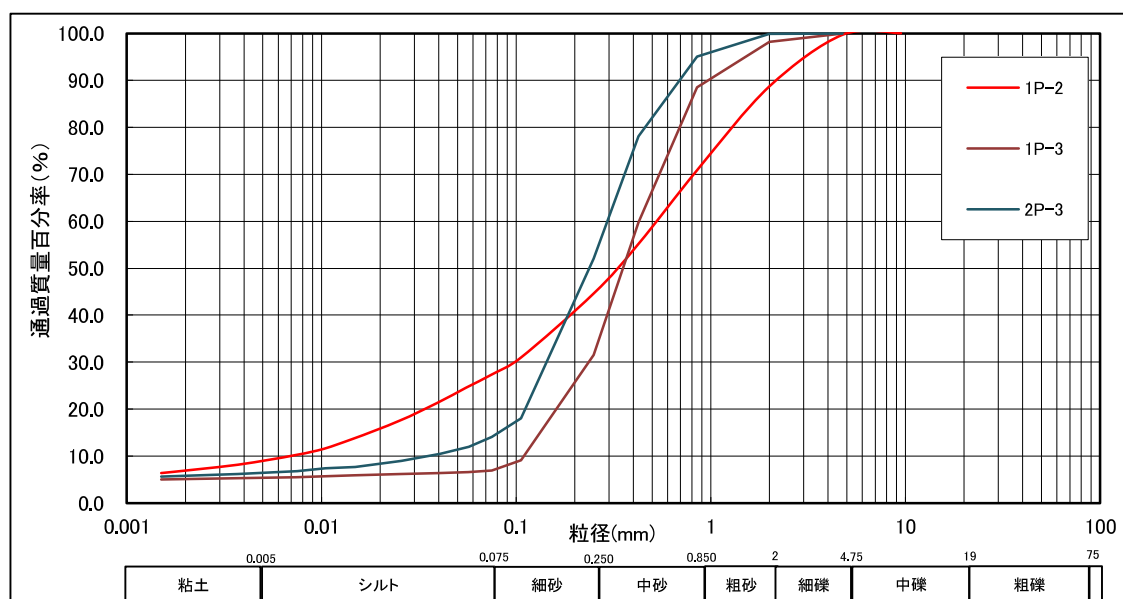


図 4.6-2(2) As 層の粒径加積曲線

### 3) 上部洪積層 互層 粘土優勢 (Dc/Ds 層)

Dc/Ds 層の粒度組成は、礫分 1%~8%、砂分 12%~76%、細粒分 16%~88%である。Dc/Ds 層は、主に粘土と砂の互層状で一部の土質で  $F_c < 35\%$  となるため、液状化検討の対象となる。

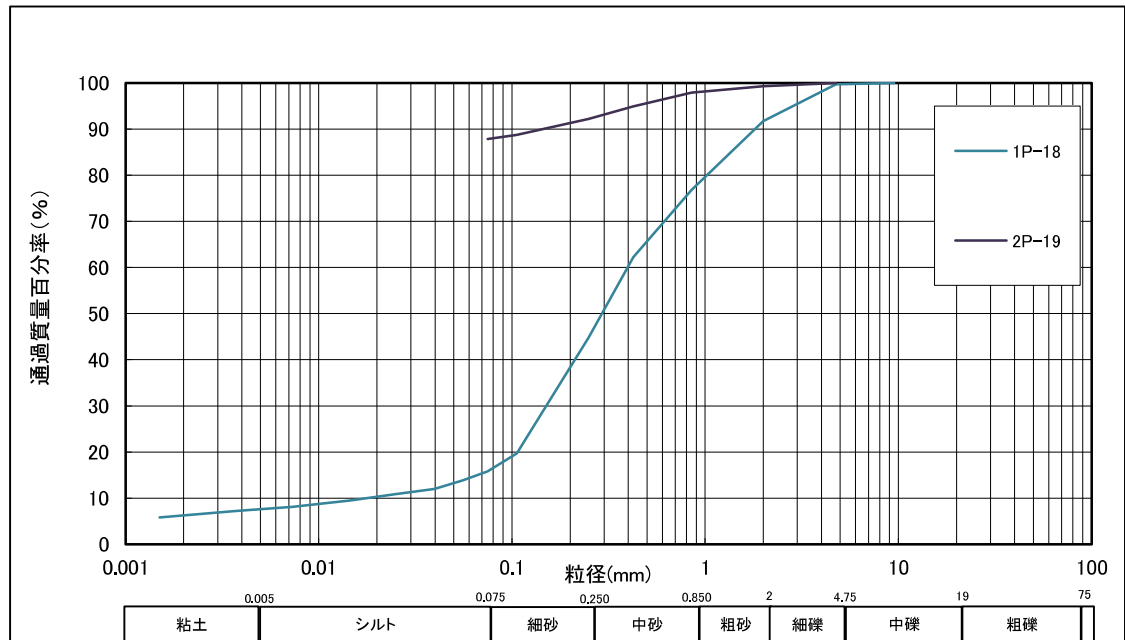


図 4.6-2 (3) Dc/Ds 層の粒径加積曲線

### 4) 上部洪積層 粘性土層 (Dc 層)

Dc 層の粒度組成は、礫分 0%、砂分 24%、シルト分 29%、粘土分 47%で、砂分が多く含まれる。細粒分は  $FC \geq 35$  となるため、液状化検討の対象外となる。

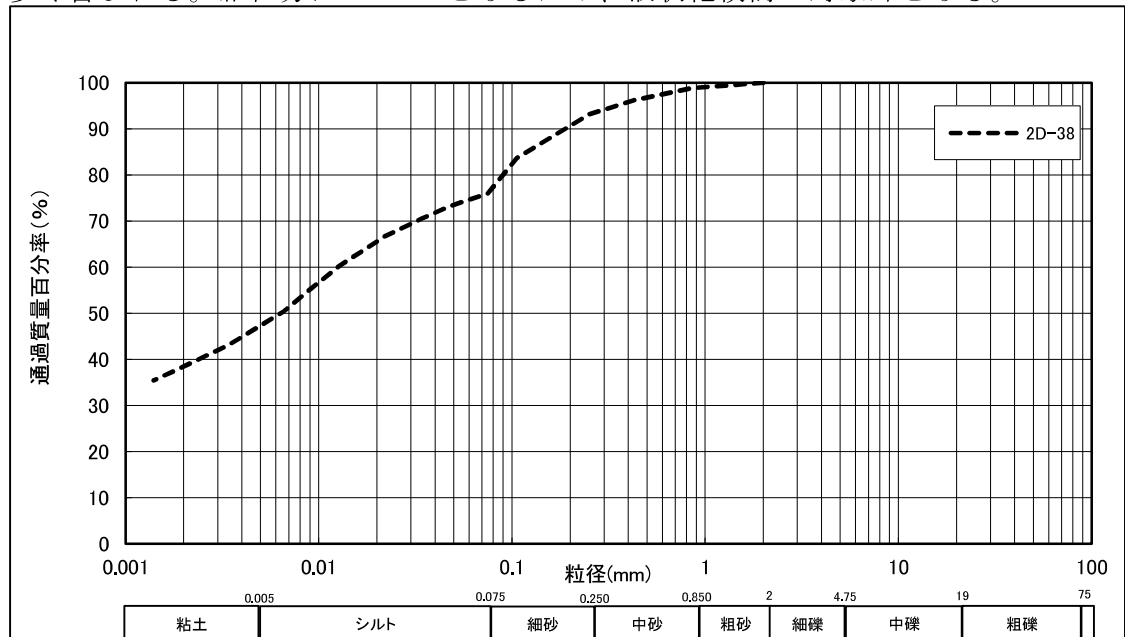


図 4.6-2 (4) Dc 層の粒径加積曲線

### (3) コンシステンシー特性 ( $W_L \cdot W_P \cdot I_P$ )

土は含水量変化により、液性状・塑性状・半固結状・固結状の状態変化を起こす(図 4.6-3 参照)。この状態変化を含水比で評価したものがコンシステンシー特性である。一般に自然含水比  $W_n$  は、 $W_n$  が塑性限界  $W_p$  に近ければ、その土は流動変形に対して安定であり、 $W_n > W_L$  であれば、その土は不安定であるといえる。液性限界  $W_L$  と塑性限界  $W_p$  の差を示すのが塑性指数  $I_p$  で、一般的に塑性指数が高いほど可塑性で水も通しにくい。 $I_p$  は土の分類の指標として利用され、液状化の判断にも利用される。

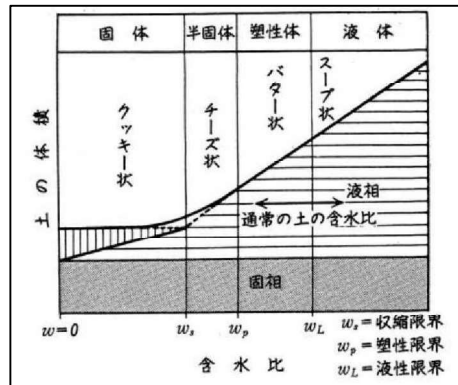


図 4.6-3 土の含水比と堆積変化の関係

コンシステンシー指数( $I_c$ )

$$I_c = (W_L - W_n) / (W_L - W_p) = (W_L - W_n) / I_p$$

$W_n$  : 自然含水比 (%)

$W_L$  : 液性限界 (%)

$W_p$  : 塑性限界 (%)

$I_p$  : 塑性指数

$$I_c < 0$$

液性状

$$0 < I_c < 1$$

塑性状

$$1 < I_c$$

半固結状

表 4.6-7 自然含水比とコンシステンシー

※「土質調査の基礎知識」 鹿島出版会

| 状態<br>指数 | 液性状         | 塑性状               | 半固結状        |
|----------|-------------|-------------------|-------------|
| 自然含水比    | $W_n > W_L$ | $W_L > W_n > W_p$ | $W_n < W_p$ |
| コンシステンシー | $I_c < 0$   | $0 < I_c < 1$     | $I_c > 1$   |
| 液性指数     | $I_L > 1$   | $0 < I_L < 1$     | $I_L < 0$   |
| 分類       | 流動粘土        | 塑性粘土              | 弾性粘土        |

表 4.6-8 に液性塑性限界試験の結果を示す。コンシステンシー指数  $I_c$  は  $I_c=0.0\sim0.9$  を示した。このうち Ac 層は低塑性の土質で  $I_c=0.0\sim0.3$  の範囲を示すものが大半であり、一度乱せば著しく不安定化する。

表 4.6-7 液性・塑性限界結果一覧

| 試料番号  | 採取深度 (GL-m) |       | N値     | 地層<br>記号 | 地盤材料の分類名             | 分類<br>記号 | 土の含水比                        | 液性限界        | 塑性限界        | 塑性指数  | コンシステンシー指数 |
|-------|-------------|-------|--------|----------|----------------------|----------|------------------------------|-------------|-------------|-------|------------|
|       | 上端          | 下端    | 回      |          |                      |          | $w_n$<br>( $\text{Mg/m}^3$ ) | $WL$<br>(%) | $WP$<br>(%) | $I_p$ | $I_c$      |
| 1P-2  | 2.15        | 2.30  | 3      | As層      | 礫混じり粘性土質砂            | (SCs-G)  | 16.2                         | N P         | N P         | —     |            |
| 1P-3  | 3.15        | 3.45  | 3      | As層      | 粘性土まじり砂              | (S-Cs)   | 20.6                         | N P         | N P         | —     |            |
| 1P-8  | 8.15        | 8.50  | 1      | Ac層      | 粘土<br>(高液性限界)        | (CH)     | 62.3                         | 66.7        | 29.9        | 36.8  | 0.1        |
| 1P-16 | 16.15       | 16.45 | 3      | Ac層      | 粘土<br>(高液性限界)        | (CH)     | 48.9                         | 58.3        | 27.8        | 30.5  | 0.3        |
| 1P-18 | 18.15       | 18.40 | 12     | Dc/Ds層   | 礫まじり粘性土質砂            | (SCs-G)  | 20.2                         | N P         | N P         | —     |            |
| 2P-2  | 2.15        | 2.45  | 2      | Ac層      | 砂まじり粘土<br>(高液性限界)    | (CH-S)   | 49.2                         | 54.2        | 26.0        | 28.2  | 0.2        |
| 2P-3  | 3.30        | 3.50  | 4      | As層      | 粘性土まじり砂              | (S-Cs)   | 23.4                         | N P         | N P         | —     |            |
| 2T-8  | 8.00        | 8.80  | 0※     | Ac層      | 粘土<br>(高液性限界)        | (CH)     | 63.2                         | 61.8        | 29.9        | 31.9  | 0.0        |
| 2P-17 | 17.15       | 17.45 | 5      | Ac層      | 砂質粘土<br>(高液性限界)      | (CHS)    | 38.1                         | 57.0        | 26.5        | 30.5  | 0.6        |
| 2P-19 | 19.15       | 19.45 | 10     | Dc/Ds層   | 砂まじり有機質粘土<br>(高液性限界) | (OH-S)   | 228.6                        | 315.1       | 144.9       | 170.2 | 0.5        |
| 2D-38 | 37.50       | 38.20 | 16~21※ | Dc層      | 砂質粘土<br>(高液性限界)      | (CHS)    | 24.5                         | 50.1        | 20.8        | 29.3  | 0.9        |

※上下あるいは他地点を参考とした推定値

#### (4) 力学特性

強度特性を把握するため、粘性土（Ac 層、Dc 層）を対象に力学試験（圧密、一軸）を実施した。試験結果を表 4.6-9 に示す。

表 4.6-9 力学試験結果一覧（圧密試験、一軸圧縮試験）

| 試料<br>番号 | 採取深度 (GL-m) |       | N値<br>回 | 地層<br>記号 | 地盤材料<br>の分類名    | 分類<br>記号 | 圧密試験 |            |                                   | 一軸圧縮強さ                     |                             |
|----------|-------------|-------|---------|----------|-----------------|----------|------|------------|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|          | 上端          | 下端    |         |          |                 |          | 試験方法 | 圧縮指数<br>Cc | 圧密降伏応力<br>Pc (kN/m <sup>2</sup> ) | qu<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | 平均値<br>(kN/m <sup>2</sup> ) |
| 2T-8     | 8.00        | 8.80  | 0※      | Ac層      | 粘土<br>(高液性限界)   | (CH)     | 段階載荷 | 0.74       | 103                               | 89.7<br>93.0               | 91.4                        |
| 2D-38    | 37.50       | 38.20 | 16~21※  | Dc層      | 砂質粘土<br>(高液性限界) | (CHS)    | 段階載荷 | 0.34       | 594                               | 356<br>311                 | 334                         |

##### 1) 圧密試験

圧密試験の結果から、圧密状態を把握するため、次式より過圧密比 OCR を求め、各ボーリング地点の現在の応力状態を推定した。土の圧密状態は圧密降伏応力 Pc と、現在受けている有効応力 Po（地中応力）との関係で土を分類することが出来る。過圧密比 OCR と圧密状態の関係は表 4.6-10 に示す。

$$\text{過圧密比 OCR} = \frac{\text{圧密降伏応力 } p_c}{\text{有効土被り圧 } p_o}$$

表 4.6-10 過圧密比 OCR と圧密状態の関係

| 過圧密比 OCR | 圧密状態  |
|----------|-------|
| <1       | 圧密未了  |
| =1       | 正規圧密  |
| =1~2     | やや過圧密 |
| =2~8     | 過圧密   |
| >8       | 強過圧密  |

※出典：技術手帳 2（1995） 地盤工学会

##### ・ $P_c < P_o$ の関係 (OCR<1)

圧密未了状態（現在の有効応力状態においても圧密沈下が起こることを意味する）

##### ・ $P_c = P_o$ の関係 (OCR=1)

正規圧密状態（現状の有効応力状態ではほぼ安定した状態にあることを意味する）

##### ・ $P_c > P_o$ の関係 (OCR>1)

過圧密状態（現状の有効応力状態で安定した状態にあることを意味する）



表 4.6-11 及び図 4.6-4 に有効土被り圧( $P_0$ )と圧密降伏応力 ( $P_c$ ) の関係を示す。

過圧密比は、Ac 層で  $OCR=1.25$ 、Dc 層で  $OCR=1.73$  を示し、やや過圧密状態と判断される。

表 4.6-11 圧密試験結果と過圧密比

| 試料<br>番号 | 採取深度 (GL-m)<br>上端 ～ 下端 | N値<br>回 | 地層<br>記号 | 地盤材料の分類名        | 分類<br>記号 | 圧密特性 |            |                                          |                                          |                   |
|----------|------------------------|---------|----------|-----------------|----------|------|------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------|
|          |                        |         |          |                 |          | 試験方法 | 圧縮指数<br>Cc | 圧密<br>降伏応力<br>$P_c$ (kN/m <sup>2</sup> ) | 有効<br>土被り圧<br>$P_0$ (kN/m <sup>2</sup> ) | 過圧密比<br>$P_c/P_0$ |
| 2T-8     | 8.00 ～ 8.80            | 0※      | Ac層      | 粘土<br>(高液性限界)   | (CH)     | 段階載荷 | 0.74       | 103                                      | 82.5                                     | 1.25              |
| 2D-38    | 37.50 ～ 38.20          | 16～21※  | Dc層      | 砂質粘土<br>(高液性限界) | (CHS)    | 段階載荷 | 0.34       | 594                                      | 343.5                                    | 1.73              |

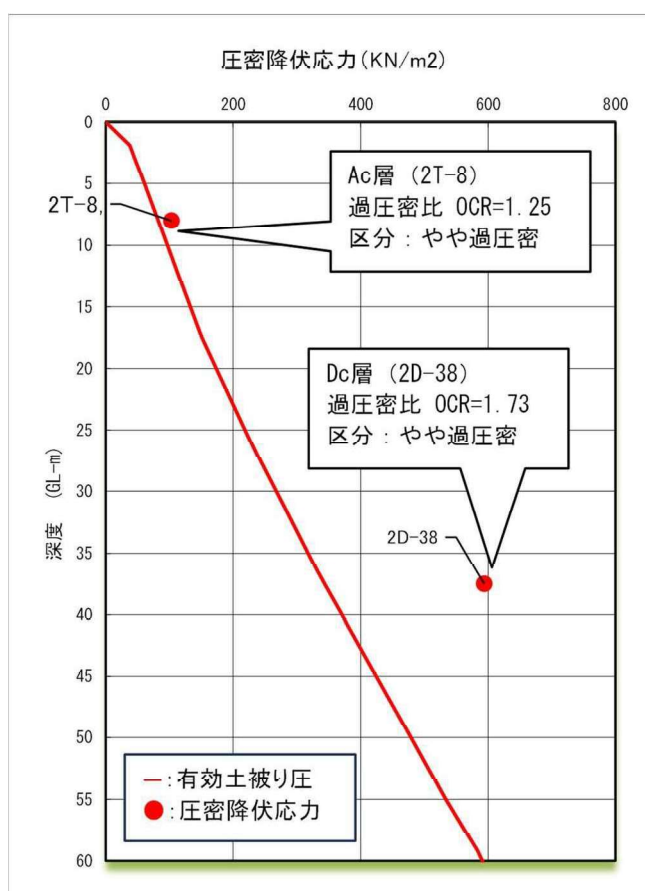


図 4.6-4 圧密降伏応力と有効土被り圧の関係

## 2) 一軸圧縮試験

一軸圧縮試験は、拘束圧の作用しない状態で自立する供試体を、長軸方向に圧縮することで、圧縮応力の最大値である一軸圧縮強度  $q_u$  を求める試験で、比較的、簡単に土のせん断強度及び応力と変形の関係を求めることができる。モールの応力円より  $\phi = 0^\circ$  の場合、粘着力  $C = 1/2 \cdot q_u$  となる。また、変形係数  $E$  は、一軸圧縮強度  $q_u$  の  $1/2$  と、これに対応するヒズミ  $\varepsilon$  の比で表わされ、 $E_{50}$  で表現される。

$$E_{50} = \frac{q_u \times (1/2)}{q_u \text{ の } 1/2 \text{ に対応するヒズミ } (\%) \times 10} \quad (\text{MN/m}^2)$$

表 4.6-12 に一軸圧縮試験結果を示す。今回、一軸圧縮強度から粘着力および変形係数を求めた。一軸圧縮強度は深度が深い土質ほど、比較的高い値が確認された。

表 4.6-12 一軸圧縮試験から求まる強度特性  
(一軸圧縮強度、粘着力、変形係数)

| 試料<br>番号 | 採取深度 (GL-m)         | N値     | 地層<br>記号 | 地盤材料の<br>分類名    | 分類<br>記号 | 一軸圧縮試験               |      |                 |                      |      |                        |      |
|----------|---------------------|--------|----------|-----------------|----------|----------------------|------|-----------------|----------------------|------|------------------------|------|
|          | 上端    ～    下端       | 回      |          |                 |          | 一軸圧縮強さ               |      | 破壊ひずみ           | 粘着力                  |      | 変形係数                   |      |
|          |                     |        |          |                 |          | (kN/m <sup>2</sup> ) |      | (%)             | (kN/m <sup>2</sup> ) |      | MN/m <sup>2</sup>      |      |
|          |                     |        |          |                 |          | <i>qu</i>            | 平均値  | $\varepsilon_f$ | <i>qu</i> /2=c       | 平均値  | <i>E</i> <sub>50</sub> | 平均値  |
| 2T-8     | 8.00    ～    8.80   | 0※     | Ac層      | 粘土<br>(高液性限界)   | (CH)     | 89.7<br>93.0         | 91.4 | 3.77<br>3.14    | 44.9<br>46.5         | 45.7 | 5.27<br>6.11           | 5.69 |
| 2D-38    | 37.50    ～    38.20 | 16～21※ | Dc層      | 砂質粘土<br>(高液性限界) | (CHS)    | 356<br>311           | 334  | 4.90<br>3.11    | 178<br>156           | 167  | 22.1<br>26.7           | 24.4 |

※上下あるいは他地点を考慮した推定値

## 5. 考察

### 5.1 地盤定数の提案

地盤定数の提案は、ボーリング、土質試験結果に基づき、以下の項目について検討した。

表 5.1-1 に地盤定数の提案値一覧を示す。

表 5.1-1 地盤定数一覧

| 地層区分            | 記号     | 代表N値 | 単位体積重量<br>$\gamma_t$<br>( $\text{kN}/\text{m}^3$ ) | 粘着力<br>$C$<br>( $\text{kN}/\text{m}^2$ ) | せん断抵抗角<br>$\phi$<br>( $^\circ$ ) | 変形係数<br>$E$<br>( $\text{MN}/\text{m}^2$ ) |
|-----------------|--------|------|----------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|
| 盛土層             | B層     | 6    | 20.0                                               | 0                                        | 26                               | 4.06                                      |
| 沖積粘性土層          | Ac層    | 1    | 16.2                                               | 45                                       | 0                                | 1.51                                      |
| 沖積砂質土層          | As層    | 4    | 17.4                                               | 0                                        | 24                               | 2.71                                      |
| 上部洪積層 互層 (粘土優勢) | Dc/Ds層 | 17   | 18.0                                               | 106                                      | 0                                | 11.48                                     |
| 上部洪積層 互層 (砂優勢)  | Ds/Dc層 | 45   | 19.0                                               | 0                                        | 40                               | 30.34                                     |
| 上部洪積層 粘性土層      | Dc層    | 15   | 19.9                                               | 167                                      | 0                                | 24.40                                     |
| 上部洪積層 砂質土層      | Ds層    | 25   | 19.0                                               | 0                                        | 37                               | 16.87                                     |
| 大阪層群 砂質土層       | Os層    | 78   | 21.0                                               | 0                                        | 40                               | 52.54                                     |
| 大阪層群 粘性土層       | Oc1層   | 30   | 18.0                                               | 187                                      | 0                                | 20.24                                     |
| 大阪層群 第二粘性土層     | Oc2層   | 32   | 18.0                                               | 200                                      | 0                                | 21.58                                     |

以下、(1)～(4)項において、代表N値、単位体積重量、強度定数 ( $C$ 、 $\phi$ )、変形係数 ( $E$ ) の算定方法を示す

(1) 代表  $N$  値

表 5.1-2 に各層の代表  $N$  値を示す。

代表  $N$  値の設定方法は、計測された実測  $N$  値から平均  $N$  値を求め、小数点以下は切り捨てた。ただし、代表  $N$  値の上限は 100 とした。

表 5.1-2 代表  $N$  値

| 地層名 | 層相             | 記号     | データ数 | N値（換算N値） |     | 平均<br>N値 | 標準<br>偏差 | 代表<br>N値 |
|-----|----------------|--------|------|----------|-----|----------|----------|----------|
|     |                |        |      | 最小値      | 最大値 |          |          |          |
| 盛土  | 盛土層            | B層     | 2    | 4        | 9   | 6.5      | 2.5      | 6        |
| 沖積層 | 沖積粘性土層         | Ac層    | 27   | 0        | 5   | 1.0      | 1.2      | 1        |
|     | 沖積砂質土層         | As層    | 3    | 3        | 6   | 4.0      | 1.4      | 4        |
|     | 上部洪積層 互層（粘土優勢） | Dc/Ds層 | 19   | 8        | 38  | 17.3     | 9.5      | 17       |
| 洪積層 | 上部洪積層 互層（砂優勢）  | Ds/Dc層 | 18   | 21       | 90  | 45.6     | 18.1     | 45       |
|     | 上部洪積層 粘性土層     | Dc層    | 34   | 11       | 45  | 15.7     | 6.8      | 15       |
|     | 上部洪積層 砂質土層     | Ds層    | 3    | 23       | 27  | 25.0     | 1.6      | 25       |
|     | 大阪層群 砂質土層      | Os層    | 16   | 32       | 100 | 78.8     | 23.9     | 78       |
|     | 大阪層群 粘性土層      | Oc1層   | 7    | 20       | 37  | 30.1     | 5.5      | 30       |
|     | 大阪層群 第二粘性土層    | Oc2層   | 4    | 30       | 35  | 32.3     | 1.9      | 32       |

## (2) 単位体積重量

表 5. 1-3 に単位体積重量一覧を示す。単位体積重量は表 5. 1-4 の一般値を参考として、各地層の「代表  $N$  値」を考慮し算定した。

表 5. 1-3 単位体積重量 ( $\text{kN/m}^3$ ) の設定

| 地層名            | 記号     | 代表 $N$ 値 | 単位体積重量<br>( $\text{kN/m}^3$ ) | 土質                               | 相対密度・相対稠度からの推定                                      |
|----------------|--------|----------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 盛土層            | B層     | 6        | 20.0                          | 盛土（砂礫、砂、礫混じり砂）                   | 盛土「礫及び礫混じり砂」／締め固めたもの                                |
| 沖積粘性土層         | Ac層    | 1        | 16.2                          | 粘土、砂混じり粘土                        | 室内土質試験：湿潤密度試験 $\rho_t=1.6220\text{Mg/M}^3$ の実測値から換算 |
| 沖積砂質土層         | As層    | 4        | 17.4                          | 砂、礫混じり粘土質砂                       | 自然地盤「砂」／密実でないもの又は分級されたもの                            |
| 上部洪積層 互層（粘土優勢） | Dc/Ds層 | 17       | 18.0                          | 有機質粘土、粘土、砂混じり粘土、礫混じり砂、礫混じり粘土質砂、砂 | 自然地盤「粘性土」／固いもの                                      |
| 上部洪積層 互層（砂優勢）  | Ds/Dc層 | 45       | 19.0                          | 粘土質砂、粘土混じり砂、砂、礫混じり砂、粘土、砂混じり粘土    | 自然地盤「砂質土」／密実なもの                                     |
| 上部洪積層 粘性土層     | Dc層    | 15       | 19.9                          | 砂質粘土、砂混じり粘土、粘土                   | 室内土質試験：湿潤密度試験 $\rho_t=1.988\text{Mg/M}^3$ の実測値から換算  |
| 上部洪積層 砂質土層     | Ds層    | 25       | 19.0                          | 粘土質砂                             | 自然地盤「砂質土」／密実なもの                                     |
| 大阪層群 砂質土層      | Os層    | 78       | 21.0                          | 礫混じり砂、礫混じり粘土質砂                   | 自然地盤「礫混じり砂」／密実なもの                                   |
| 大阪層群 粘性土層      | Oc1層   | 30       | 18.0                          | 有機質粘土、砂質粘土、粘土                    | 自然地盤「粘性土」／固いもの                                      |
| 大阪層群 第二粘性土層    | Oc2層   | 32       | 18.0                          | 粘土                               | 自然地盤「粘性土」／固いもの                                      |

表 5. 1-4 土の単位体積重量の一般値

（設計要領 第一集 土工編：東日本高速道路株式会社 2006. 4）

| 種 類      |         | 状 態                  |          | 単位体積重量<br>( $\text{k N/m}^3$ ) | せん断抵抗角<br>(度) | 粘着力<br>( $\text{kN/m}^2$ ) | 地盤工学会基準 |     |
|----------|---------|----------------------|----------|--------------------------------|---------------|----------------------------|---------|-----|
| 盛土       | 礫及び礫混り砂 | 締固めたもの               |          | 20                             | 40            | 0                          | {G}     |     |
|          | 砂       | 締固めたもの               | 粒径幅の広いもの | 20                             | 35            | 0                          | {S}     |     |
|          |         |                      | 分級されたもの  | 19                             | 30            | 0                          |         |     |
|          | 砂 質 土   | 締固めたもの               |          | 19                             | 25            | 30 以下                      | {SF}    |     |
|          | 粘 性 土   | 締固めたもの               |          | 18                             | 15            | 50 以下                      | {M}、{C} |     |
|          | 関東ローム   | 締固めたもの               |          | 14                             | 20            | 10 以下                      | {V}     |     |
| 自然<br>地盤 | 礫       | 密実なもの又は粒径幅の広いもの      |          | 20                             | 40            | 0                          | {G}     |     |
|          |         | 密実でないもの又は分級されたもの     |          | 18                             | 35            | 0                          |         |     |
|          | 礫混り砂    | 密実なもの                |          | 21                             | 40            | 0                          | {G}     |     |
|          |         | 密実でないもの              |          | 19                             | 35            | 0                          |         |     |
|          | 砂       | 密実なもの又は粒径幅の広いもの      |          | 20                             | 35            | 0                          | {S}     |     |
|          |         | 密実でないもの又は分級されたもの     |          | 18                             | 30            | 0                          |         |     |
|          | 砂 質 土   | 密実なもの                |          | 19                             | 30            | 30 以下                      | {SF}    |     |
|          |         | 密実でないもの              |          | 17                             | 25            | 0                          |         |     |
|          | 粘 性 土   | 固いもの（指で強く押し多少へこむ）    |          | 18                             | 25            | 50 以下                      | {M}、{C} |     |
|          |         | やや軟らかいもの（指の中等度の力で貫入） |          | 17                             | 20            | 30 以下                      |         |     |
|          |         | 軟らかいもの（指が容易に貫入）      |          | 16                             | 15            | 15 以下                      |         |     |
|          | 粘土及びシルト | 固いもの（指で強く押し多少へこむ）    |          | 17                             | 20            | 50 以下                      | {M}、{C} |     |
|          |         | やや軟らかいもの（指の中等度の力で貫入） |          | 16                             | 15            | 30 以下                      |         |     |
|          |         | 軟らかいもの（指が容易に貫入）      |          | 14                             | 10            | 15 以下                      |         |     |
|          |         | 関東ローム                |          |                                | 14            | 5 ( $\phi u$ )             | 30 以下   | {V} |

### (3) 強度定数 $c$ 、 $\phi$

一般に未固結土砂の粘着力  $c$  およびせん断抵抗角  $\phi$  は、室内土質試験等により測定することが望ましいとされている。室内土質試験が実施されている地層については、一軸圧縮強度の試験値から粘着力を推定した。室内土質試験を行っていない地層は、下記経験式をもとに設定した。表 5.1-5 に強度定数一覧表を示す。小数点以下は四捨五入した。

#### 1) 粘着力 $c$

粘性土の粘着力  $c$  ( $\text{kN/m}^2$ ) は、 $N$  値と一軸圧縮強度との関係から下式が提案されている。

$$q_u = 12.5 \times N \quad c = \frac{q_u}{2} \quad \begin{array}{l} \text{ここに、} \\ N: \text{設計 } N \text{ 値} \\ q_u: \text{一軸圧縮強度} (\text{kN/m}^2) \\ c: \text{粘着力} (\text{kN/m}^2) \end{array}$$

$$c = 6.25 \times N$$

※ 出典：建築基礎構造設計指針（2001）日本建築学会

Ac層およびDc層の粘着力は試験値から得られた値を採用した。Dc/Ds層、Dc層、Oc1層およびOc2層は $N$ 値から換算して算定した。それ以外の地層は砂層のため粘着力は見込まない。

#### 2) せん断抵抗角 $\phi$

砂質土および礫質土のせん断抵抗角  $\phi$  は、大崎の式から設定した（上限 $40^\circ$ ）。粘性土のせん断抵抗角は $\phi = 0^\circ$ とした。

$$\phi = \sqrt{20N + 15} \text{-----} \quad (\text{式 5.4.1})$$

ここに、 $N$ : 設計  $N$  値

※ 出典：建築基礎構造設計指針（2001）日本建築学会

表 5.1-5 強度定数 ( $c$ 、 $\phi$ ) 一覧

| 地層名             | 記号     | 代表 $N$ 値 | 粘着力 $c$ ( $\text{kN/m}^2$ ) |              |     | せん断抵抗角 $\phi$ ( $^\circ$ ) |     |
|-----------------|--------|----------|-----------------------------|--------------|-----|----------------------------|-----|
|                 |        |          | 室内土質試験<br>一軸圧縮 $q_u/2$      | $N$ 値<br>推定値 | 提案値 | $N$ 値<br>推定値               | 提案値 |
| 盛土層             | B層     | 6        | —                           | —            | 0   | 26.0                       | 26  |
| 沖積粘性土層          | Ac層    | 1        | 45.7                        | 6.3          | 45  | —                          | 0   |
| 沖積砂質土層          | As層    | 4        | —                           | —            | 0   | 23.9                       | 24  |
| 上部洪積層 互層 (粘土優勢) | Dc/Ds層 | 17       | —                           | 106.3        | 106 | —                          | 0   |
| 上部洪積層 互層 (砂優勢)  | Ds/Dc層 | 45       | —                           | —            | 0   | 45.0                       | 40  |
| 上部洪積層 粘性土層      | Dc層    | 15       | 166.8                       | 93.8         | 167 | —                          | 0   |
| 上部洪積層 砂質土層      | Ds層    | 25       | —                           | —            | 0   | 37.4                       | 37  |
| 大阪層群 砂質土層       | Os層    | 78       | —                           | —            | 0   | 54.5                       | 40  |
| 大阪層群 粘性土層       | Oc1層   | 30       | —                           | 187.5        | 187 | —                          | 0   |
| 大阪層群 第二粘性土層     | Oc2層   | 32       | —                           | 200.0        | 200 | —                          | 0   |

#### (4) 変形係数

表 5. 1-6 に変形係数の提案値を示す。

変形係数は、一般に孔内載荷試験等の原位置試験を実施するか、一軸圧縮試験等の土質試験から求める。もしくは試験を実施しない場合は、標準貫入試験から得られたN値から推定して求める。本調査では、孔内載荷試験および一軸圧縮試験によって得られた変形係数を採用し、試験を実施していない地層はN値から推定した。

N値から推定する算定式は「 $E=700N(\div 678N^{0.9985})$ 」とした。

表 5. 1-6 変形係数の設定

| 地層名             | 記号     | 代表N値 | 変形係数 E (MN/m <sup>2</sup> ) |        |            |        | 備 考        |
|-----------------|--------|------|-----------------------------|--------|------------|--------|------------|
|                 |        |      | 実測値                         |        | 推定式        | 提案値    |            |
|                 |        |      | 一軸圧縮試験 (E <sub>50</sub> )   | 孔内載荷試験 | 地盤調査の方法と解説 |        |            |
| 盛土層             | B層     | 6    | －                           | －      | 4. 06      | 4. 06  | N値より推定     |
| 沖積粘性土層          | Ac層    | 1    | 5. 69                       | 1. 508 | 0. 68      | 1. 51  | 孔内載荷試験より採用 |
| 沖積砂質土層          | As層    | 4    | －                           | －      | 2. 71      | 2. 71  | N値より推定     |
| 上部洪積層 互層 (粘土優勢) | Dc/Ds層 | 17   | －                           | －      | 11. 48     | 11. 48 | N値より推定     |
| 上部洪積層 互層 (砂優勢)  | Ds/Dc層 | 45   | －                           | －      | 30. 34     | 30. 34 | N値より推定     |
| 上部洪積層 粘性土層      | Dc層    | 15   | 24. 40                      | －      | 10. 13     | 24. 40 | 一軸圧縮試験より採用 |
| 上部洪積層 砂質土層      | Ds層    | 25   | －                           | －      | 16. 87     | 16. 87 | N値より推定     |
| 大阪層群 砂質土層       | Os層    | 78   | －                           | －      | 52. 54     | 52. 54 | N値より推定     |
| 大阪層群 粘性土層       | Oe1層   | 30   | －                           | －      | 20. 24     | 20. 24 | N値より推定     |
| 大阪層群 第二粘性土土層    | Oe2層   | 32   | －                           | －      | 21. 58     | 21. 58 | N値より推定     |

## 5.2 基礎形式の検討

### 5.2.1 構造物の基礎形式と支持層

基礎設計にあたっては、計画する建物規模に基づき、構造耐力上の安全性と経済性を考慮して選定する必要がある。

調査地の地質構成は、上位より沖積粘性土層（Ac）、沖積砂質土層（As）、上部洪積層（Ds/Dc、Dc）、大阪層群（Os、Oc1、Oc2）から成る。沖積粘性土層は層厚 15m 程度の軟弱地盤である。上部洪積層は GL-17m 付近より分布し、粘性土と砂質土の互層構成（Ds/Dc）で、上部の粘性土優勢互層と下部の砂質土優勢互層に区分される。砂質土優勢互層の下位は層厚 18m 程度を有する洪積粘性土層（Dc）である。その下位には、大阪層群が GL-55m 付近より分布し、密実な砂質土層（Os）と硬い粘性土層（Oc1, Oc2）の互層からなる。各土層は層厚の変化を伴うが、全体的に水平方向の成層状況は良好である。

#### 1) 基礎形式

基礎形式を直接基礎として考えた場合、次のような課題が挙げられる。

- ・ 沖積砂質土層（As）および沖積粘性土層（Ac）の *N* 値が小さく、建物規模によっては十分な支持力が得られない。
- ・ 沖積砂質土層（As）が地震時に液状化する可能性がある。
- ・ 沖積粘性土層（Ac）は軟弱であり圧密沈下が発生する可能性がある。

このことから基礎形式としては、杭基礎（支持杭）の採用が適切である。杭基礎は、使用される材料や施工法によって多くの種類に分類され、地盤条件、建物規模、周辺状況及び確実性と経済性を検討し、最適なものを選定しなければならない。

表 5.2.1-1 に杭基礎の種類と支持地盤の条件に関する一例を示す。杭基礎の種類（工法）としては、既製杭（認定工法含む）あるいは場所打ち杭のいずれかが考えられるが、対象地が住宅地であることから、騒音・振動に配慮した工法の選定が望まれる。



表 5.2.1-1 杭基礎の種類

| 設計条件<br>杭の種類<br>及び工法 |                      | 既 製 杭            |                                                 |                  |                                           |                                                 |                  | 場所打ちコン<br>クリート杭                      |                                                     |                            |                 | 備 考                                                                                        |
|----------------------|----------------------|------------------|-------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |                      | 打込み杭             |                                                 | 埋込み杭             |                                           |                                                 |                  | ア<br>ー<br>ス<br>ド<br>リ<br>ル<br>工<br>法 | オ<br>ー<br>ル<br>ス<br>ケ<br>ー<br>シ<br>ン<br>グ<br>工<br>法 | リ<br>バ<br>ー<br>ス<br>工<br>法 | 深<br>礎          |                                                                                            |
|                      |                      | 打<br>撃<br>工<br>法 | プレ<br>ボ<br>ー<br>リ<br>ン<br>グ<br>打<br>撃<br>工<br>法 | 中<br>掘<br>工<br>法 | セ<br>メ<br>ン<br>ト<br>ミ<br>ル<br>ク<br>工<br>法 | プレ<br>ボ<br>ー<br>リ<br>ン<br>グ<br>根<br>固<br>工<br>法 |                  |                                      |                                                     |                            |                 |                                                                                            |
|                      |                      |                  |                                                 |                  |                                           |                                                 | P<br>H<br>C<br>杭 |                                      |                                                     |                            |                 |                                                                                            |
| 杭<br>径               | 施工可能<br>杭径 (cm)      | 30<br>〜<br>60    | 35<br>〜<br>120                                  | 30<br>〜<br>60    | 40<br>〜<br>120                            | 20<br>〜<br>60                                   | 30<br>〜<br>80    | 60<br>〜<br>200                       | 80<br>〜<br>200                                      | 70<br>〜<br>400             | 120<br>〜<br>456 |                                                                                            |
|                      | 一般的に使用される<br>杭径 (cm) | 30<br>〜<br>60    | 50<br>〜<br>80                                   | 30<br>〜<br>60    | 40<br>〜<br>60                             | 30<br>〜<br>50                                   | 30<br>〜<br>60    | 80<br>〜<br>200                       | 100<br>〜<br>200                                     | 100<br>〜<br>300            | 140<br>〜<br>360 |                                                                                            |
| 1) 荷重規模              | 200 t 以下             | ○                | △                                               | ○                | ○                                         | ○                                               | ○                | △                                    | △                                                   | △                          | △               | 1) 柱 1 本当たりの軸力を示す。                                                                         |
|                      | 200 t ～ 500 t        | ○                | ○                                               | ○                | ○                                         | △                                               | ○                | ○                                    | ○                                                   | ○                          | ○               |                                                                                            |
|                      | 500 t ～ 1200 t       | ○                | ○                                               | △                | △                                         | △                                               | △                | ○                                    | ○                                                   | ○                          | ○               |                                                                                            |
|                      | 1200 t 以上            | △                | △                                               | ×                | ×                                         | ×                                               | ×                | △                                    | △                                                   | △                          | ○               |                                                                                            |
| 杭先端深さ                | 5 m 以下               | △                | ×                                               | △                | ×                                         | △                                               | ×                | △                                    | △                                                   | ×                          | ○               | 杭先端深さは、基礎底面からの値とする。<br>1) セメントミルク工法は継手が 2 箇所以上となることは好ましくない。                                |
|                      | 5 ～ 10m              | ○                | ×                                               | ○                | △                                         | ○                                               | △                | △                                    | △                                                   | ×                          | ○               |                                                                                            |
|                      | 10 ～ 20m             | ○                | △                                               | ○                | ○                                         | ○                                               | ○                | ○                                    | ○                                                   | ○                          | ○               |                                                                                            |
|                      | 20 ～ 30m             | ○                | ○                                               | △                | ○                                         | △ <sup>1)</sup>                                 | ○                | ○                                    | ○                                                   | ○                          | ×               |                                                                                            |
|                      | 30 ～ 40m             | ○                | ○                                               | ×                | △                                         | ×                                               | △                | △                                    | △                                                   | ○                          | ×               |                                                                                            |
|                      | 40 ～ 50m             | △                | △                                               | ×                | △                                         | ×                                               | △                | △                                    | △                                                   | ○                          | ×               |                                                                                            |
|                      | 50 ～ 60m             | △                | △                                               | ×                | ×                                         | ×                                               | ×                | ×                                    | ×                                                   | ○                          | ×               |                                                                                            |
| 中間層の状態               | 粘性土 N 値 20 以下        | ○                | ○                                               | ○                | ○                                         | ○                                               | ○                | ○                                    | ○                                                   | ○                          | ○               | 1) GL-10m までゆるい砂層があると、施工が困難になる場合がある。<br>2) 地下水以下に細砂層が 3 m 以上ある場合には、ケーシングの引抜きが不能になることがある。   |
|                      | 砂質土 N 値 15 以下        | ○                | ○                                               | △                | ○                                         | △                                               | △                | ○ <sup>1)</sup>                      | ○                                                   | ○ <sup>1)</sup>            | ○               |                                                                                            |
|                      | 15 ～ 30              | ○                | ○                                               | ○                | ○                                         | ○                                               | ○                | ○                                    | △ <sup>2)</sup>                                     | ○                          | ○               |                                                                                            |
|                      | 30 以上                | △                | ○                                               | △                | △                                         | △                                               | △                | △                                    | △ <sup>2)</sup>                                     | ○                          | ○               |                                                                                            |
|                      | れき (玉石) 径 5 cm 以下    | ○                | ○                                               | △                | △                                         | △                                               | △                | ○                                    | ○                                                   | ○                          | ○               |                                                                                            |
|                      | 5 ～ 10cm             | △                | △                                               | ×                | △                                         | ×                                               | △                | △                                    | ○                                                   | ○                          | ○               |                                                                                            |
|                      | 10 ～ 15cm            | △                | △                                               | ×                | ×                                         | ×                                               | ×                | ×                                    | ○                                                   | △                          | ○               |                                                                                            |
| 15cm 以上              | ×                    | ×                | ×                                               | ×                | ×                                         | ×                                               | ×                | △                                    | ×                                                   | ○                          |                 |                                                                                            |
| 杭先端地盤の状態             | 軟岩                   | —                | —                                               | —                | —                                         | —                                               | —                | △                                    | △                                                   | △                          | △               | 岩・土丹の場合打込み杭は当該層中に貫入させることはしない。<br>1) 根固め液の流出には注意すること。                                       |
|                      | 土丹 (N 値 < 75)        | —                | —                                               | —                | —                                         | —                                               | —                | ○                                    | △                                                   | ○                          | ○               |                                                                                            |
|                      | 砂質土 N 値 30 以上        | ○                | ○                                               | ○                | ○                                         | ○ <sup>1)</sup>                                 | ○ <sup>1)</sup>  | ○                                    | ○                                                   | ○                          | ○               |                                                                                            |
|                      | れき (玉石) 5 cm 以下      | ○                | ○                                               | ○                | ○                                         | ○ <sup>1)</sup>                                 | ○ <sup>1)</sup>  | ○                                    | ○                                                   | ○                          | ○               |                                                                                            |
|                      | 〃 〃 5 ～ 10cm         | △                | △                                               | △                | △                                         | △ <sup>2)</sup>                                 | △ <sup>2)</sup>  | △                                    | ○                                                   | ○                          | ○               |                                                                                            |
|                      | 〃 〃 10 ～ 15cm        | △                | △                                               | ×                | ×                                         | ×                                               | ×                | ×                                    | ○                                                   | △                          | ○               |                                                                                            |
|                      | 〃 〃 15cm 以上          | ×                | △                                               | ×                | ×                                         | ×                                               | ×                | ×                                    | △                                                   | ×                          | ○               |                                                                                            |
|                      | 傾斜 30° 以下            | △                | ○                                               | △                | △                                         | △                                               | △                | △                                    | △                                                   | △                          | ○               |                                                                                            |
| 地下水の状態               | 〃 〃 30 ～ 45°         | △                | △                                               | △                | △                                         | △                                               | △                | ×                                    | ×                                                   | ×                          | ○               |                                                                                            |
|                      | 先端の被圧水               | ○                | ○                                               | ○                | △ <sup>1)</sup>                           | ○                                               | △ <sup>1)</sup>  | ○                                    | △ <sup>1)</sup>                                     | ○                          | ×               | 1) ボイリングにより、杭先端の地盤がゆるむ可能性がある。(被圧水でない場合も要注意。)<br>2) 0.3m/sec 以上の場合は、コンクリートの打設が難しいので避けた方がよい。 |
|                      | 伏流水                  | ○                | ○                                               | ○                | ○                                         | △                                               | ×                | △ <sup>2)</sup>                      | △ <sup>2)</sup>                                     | △ <sup>2)</sup>            | ×               |                                                                                            |
|                      | 逸水 (周囲)              | ○                | ○                                               | ○                | ○                                         | ×                                               | ×                | △                                    | ○                                                   | ×                          | ○               |                                                                                            |
| 逸水 (下方)              | ○                    | ○                | ○                                               | ○                | △                                         | △                                               | △                | ○                                    | ×                                                   | ○                          |                 |                                                                                            |
| 環境                   | 騒音・振動                | △                | △                                               | △                | △                                         | ○                                               | ○                | ○                                    | △                                                   | ○                          | ○               |                                                                                            |

※出典：学校建築構造設計指針・同解説：文教ニュース社

## 2) 杭の支持層

建築基礎構造設計指針 日本建築学会（2019）によると、支持層の目安は、砂質土、礫質土では  $N$  値 50（または 60）以上、粘性土では 20～30 以上であるが、建物の要求性能などを考慮して設計者が適切に設定するとされている。

本調査地の地盤構成から、支持層として下記の土層が考えられる。

### ① 上部洪積層 互層（砂優勢）（GL-26～32m）

No. 1 では GL-32.3m、No. 2 では GL-26.0m 程度以深に分布する洪積粘性土・砂質土互層（砂質土優勢）は、 $N$  値は砂質土で 50 以上、粘性土で 22～37 とばらつきを示し、当該地既存建築物の杭基礎の支持層とされている。5m 程度の層厚を有し、中間支持層として期待される。ただし、杭先端より下位粘土層への影響が懸念される。

杭工法は、既成杭または場所打ち杭となる。

### ② 大阪層群砂質土層（GL-61.2m 付近）

No. 1 では GL-55.15m、No. 2 では GL-56.0m 程度以深に分布する洪積粘性土・砂質土互層は、密実な砂質土と硬い粘性土の互層から成る。GL-60m 程度以深は  $N$  値が 30～50 以上を示し、十分な層厚を有することから支持層として期待される。大阪層群粘性土層（0c）を互層上に挟むが、0c 層は  $N$  値 30 以上を示す固結状の粘土で土質工学的に安定していると想定されるが、設計  $N$  値の設定や杭基礎を採用する場合の先端支持深度について留意が必要である。

杭工法は、杭先端深度が深いことから、既製杭は適合性が低く、場所打ち杭の適用となる。また、杭基礎の施工にあたっては、30m 付近の中間層の洪積粘性土・砂質土層を掘り抜くことが可能な工法を選定する必要がある。

杭基礎の検討にあたり条件を以下に示す。検討は杭基礎の支持力と下位粘性土層への影響の観点で、支持層N値と支持層層厚を考慮し2つの地盤モデルで試算する。

#### <支持力の計算>

建築基礎構造設計指針 日本建築学会（2019）に準拠

#### <地盤モデル・杭長条件>

中間支持層（Ds/Dc 層）：GL-26～32m付近を中間支持層として採用

- ① 支持力確認・下位粘土層影響検討用（中間支持層N値の低く、層厚の薄い No.1 地点において検討）

支持層（Os 層）：GL-61.2m付近を支持層として採用

- ① 支持力確認（支持層内に粘性土層挟む No.1 地点において検討）

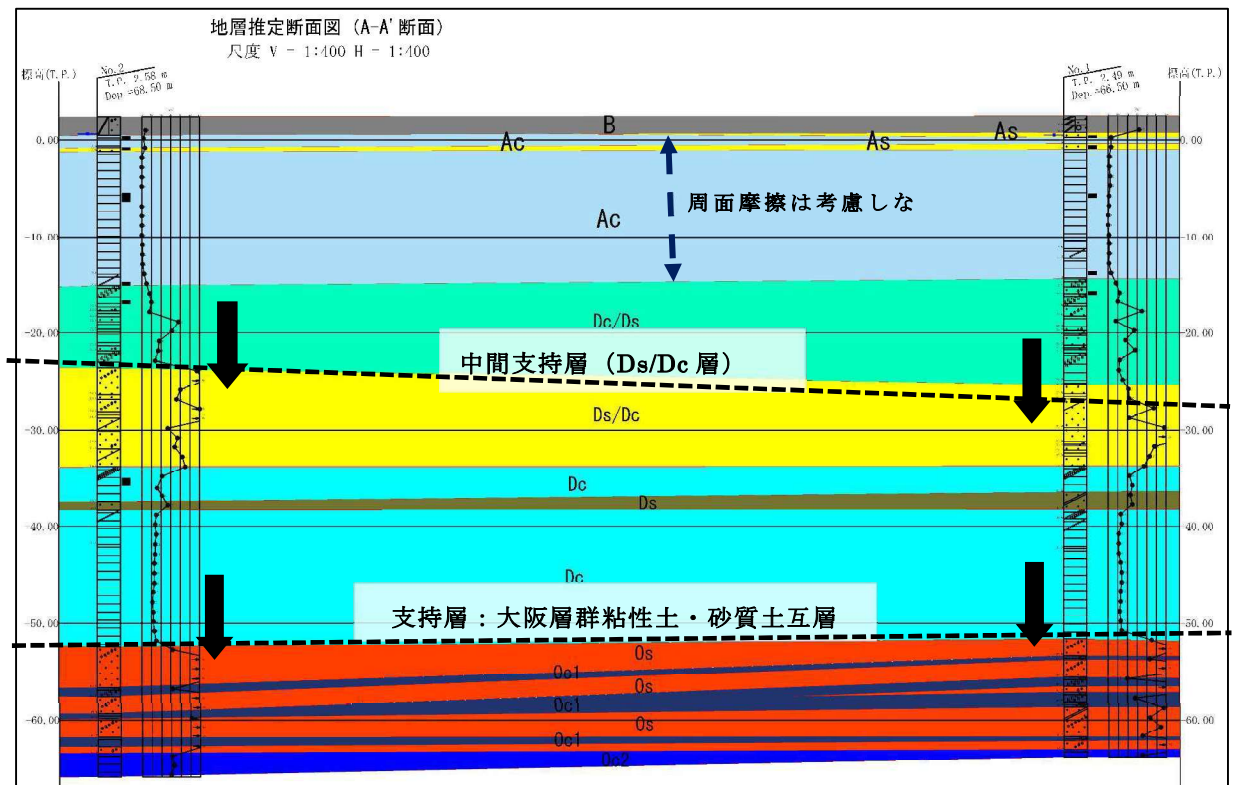


図 5.2.1-1 杭基礎の支持層モデル

#### <杭径条件>

- ・ 杭種および杭径：既成杭  $\phi 800\text{mm}$ 、 $\phi 1000\text{mm}$ 、 $\phi 1200\text{mm}$   
場所打ち杭  $\phi 1500\text{mm}$ 、 $\phi 2000\text{mm}$ 、 $\phi 2500\text{mm}$
- ・ 支持層への根入れ長：1m 又は杭径
- ・ 周面摩擦：Ac 層以深を対象にN値で算定
- ・ 杭先端N値：各地盤モデル条件、杭径で算定、杭先端から下に1d上に1d間  
※既成杭の継ぎ手の低減、杭耐力等は考慮しない

### 5.2.2 杭基礎の支持力算定方法

建築基礎構造設計指針（2019 改定版）に準拠して、杭基礎による鉛直支持力の算定を行う。

#### (1) 設計用限界値 $R_d$

地盤から定まる単杭の鉛直支持力の設計用限界値  $R_d$  は、極限鉛直支持力  $R_u$  に耐力係数  $\phi_R$  を乗じて算定する。

$$R_d = \phi_R \cdot R_u$$

ここに、 $R_d$  (kN) 設計用限界値 : 地盤から定める杭の鉛直支持力  
 $\phi_R$  耐力係数 : 検討する限界状態に応じて定める。通常の使用限界状態（長期）では 1/3、損傷限界状態（短期）では 2/3、終局限界状態では 1.0。  
 $R_u$  (kN) 極限鉛直支持力 : 先端支持力と周面摩擦力の合計。

#### (2) 極限鉛直支持力 $R_u$ の算定

極限鉛直支持力  $R_u$  は、杭の先端支持力  $R_p$  と周面摩擦力  $R_f$  の合計として算定する。

$$R_u = R_p + R_f$$

ここに、 $R_p$  (kN) 先端極限支持力、 $R_f$  (kN) 極限周面抵抗力

#### (3) 極限先端支持力 $R_p$ の算定

先端支持力の算定式は以下とする。

$$R_p = q_p \cdot A$$

ここに、 $q_p$  (kN/m<sup>2</sup>) 極限先端支持力度 : 表 5.2.1-1 による  
 $A$  (m<sup>2</sup>) 杭先端の閉塞断面積

#### (4) 極限周面抵抗力 $R_f$ の算定

周面抵抗力の算定式は以下とする。

$$R_f = R_{fs} + R_{fc}$$

$$R_{fs} = \tau_s \cdot L_s \cdot \psi$$

$$R_{fc} = \tau_c \cdot L_c \cdot \psi$$

ここに、 $R_{fs}$  (kN) 砂質土部分の周面抵抗力  
 $\tau_s$  (kN/m<sup>2</sup>) 砂質土部分の周面抵抗力度  
 $L_s$  (m) : 砂質土部分の長さ  
 $\phi$  (m) : 杭の周長  
 $R_{fc}$  (kN) : 粘性土部分の周面抵抗力  
 $\tau_c$  (kN/m<sup>2</sup>) : 粘性土部分の周面抵抗力度  
 $L_c$  (m) : 粘性土部分の長さ

したがって、(1)～(4)より、地盤から定める杭の鉛直支持力  $R_d$  (設計用限界値 (kN)) は

$$\begin{aligned} R_d &= \phi_R \cdot R_u \\ &= \phi_R (R_p + R_f) \\ &= \phi_R \{ (q_p \cdot A) + (R_{fs} + R_{fc}) \} \\ &= \phi_R \{ (q_p \cdot A) + (\tau_s \cdot L_s \cdot \psi + \tau_c \cdot L_c) \psi \} \text{ (kN) } \quad \text{となる。} \end{aligned}$$

杭種ごとの先端支持力および周面抵抗力の算定方法を表 5.2.2-1 に示す。

本件では以下参考までに、①場所打ちコンクリート杭、②埋込み杭 (プレボーリング) を採用した場合の、杭の鉛直支持力を算定する。

表 5.2.2-1 杭種ごとの先端支持力度および周面抵抗力度の算定方法

※出典：建築基礎構造設計指針(2019 改定) 表 6.3 より転載加筆

| 杭種                | 極限先端支持力度 $q_p$ (kN/m <sup>2</sup> ) |                      |            | 極限周面抵抗力度 (kN/m <sup>2</sup> ) |             |              |             |
|-------------------|-------------------------------------|----------------------|------------|-------------------------------|-------------|--------------|-------------|
|                   | 砂質土                                 | 粘性土                  | 上限         | 砂質土 $\tau_s$                  | $\tau_s$ 上限 | 粘性土 $\tau_c$ | $\tau_c$ 上限 |
| 場所打ちコンクリート杭       | $120\bar{N}$                        | 6Cu                  | 7500       | $3.3 N_s$                     | 165         | cu           | 100         |
| 埋込み杭<br>(プレボーリング) | $150\bar{N}$                        | $150\bar{N}$         | 9000       | $2.5 N_s$                     | 125         | cu           | 125         |
| 埋込み杭 (中掘り)        | $150\bar{N}$                        | 6Cu                  | 9000       | $1.5 N_s$                     | 75          | 0.4cu        | 50          |
| 回転貫入杭             | $150\eta\bar{N}$                    | $150\eta\bar{N}$     | $9000\eta$ | $2.0 N_s$                     | 100         | 0.5cu        | 62.5        |
| 打ち込み杭             | $300\eta\bar{N}$<br>( $0.7q_c$ )*   | 6cu<br>( $0.7q_c$ )* | 18000      | $2.0 N_s$                     | 100         | 0.8cu        | 100         |

※： $q_c$ を用いる場合 ( $q_c$ は杭先端から下に1d上に4d間のコーン貫入抵抗の平均値)

$\bar{N}$ ：杭先端から下記区間における標準貫入試験のN値の平均値 (個々のN値の上限は100)

- ・打込み杭：杭先端から下に1d上に4d間
- ・打込み杭以外：杭先端から下に1d上に1d間

$N_s$ ：砂質土層の杭周面のN値

Cu (kN/m<sup>2</sup>)：粘性土層の非排水せん断強さ

$\eta$ ：杭先端の閉塞効率であり以下の方法で求める

- ・回転貫入杭：閉塞杭で1.0、開端杭で0.8
- ・打込み杭：閉塞杭で1.0、開端杭では下式による。

$2 \leq (L_s/d_i) \leq 5$  の場合  $\eta = 0.16 (LB/d_i)$

$5 < L_s/d_i$  の場合  $\eta = 0.80$

LB(m)：支持層への根入れ深さ (m)

$d_i$  (m)：杭の内径

### 5.2.3 杭の支持力の算定（地盤から求まる杭の支持力の算定）

杭の支持力の算定にあたり、場所打ち杭コンクリート、埋込み杭の支持力算定式は以下を用いる。耐力係数  $\phi_R$  は使用限界状態を想定し、 $\phi_R=1/3$  を採用する。

$$R_d = \frac{1}{3} \{ (q_p \cdot A) + (\tau_s \cdot L_s \cdot \psi + \tau_c \cdot L_c) \cdot \psi \} \quad (\text{kN})$$

< 場所打ち杭コンクリートの支持力算定式 >

$$R_d = \frac{1}{3} (120 \cdot \bar{N} \cdot A_p + (3.3 \bar{N}_s L_s + \frac{1}{2} \bar{q}_u L_c) \cdot \psi) \quad (\text{kN})$$

※杭先端の支持層を砂質土とする

※ $C_u=1/2q_u$  とする

< 埋め込み杭（プレボーリング）の支持力算定式 >

$$R_d = \frac{1}{3} (150 \cdot \bar{N} \cdot A_p + (2.5 \bar{N}_s L_s + \frac{1}{2} \bar{q}_u L_c) \cdot \psi) \quad (\text{kN})$$

※杭先端の支持層を砂質土とする

※ $C_u=1/2q_u$  とする

杭の支持力の算定結果を表 5.2.3-1～表 5.2.3-5 に示す

表 5.2.3-1 杭基礎の支持力算定結果 (kN/本)

上部洪積層 五層(砂優勢) : Ds/Dc層 GL-32.3m支持

| 地点 : No. 1                              |                                                                                                                          | 既成杭     |         |         | 場所打ち杭   |         |         |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 杭径D (mm)                                |                                                                                                                          | 800     | 1000    | 1200    | 1500    | 2000    | 2500    |
| 杭周長 $\phi$ (m)                          |                                                                                                                          | 2.5132  | 3.1415  | 3.7698  | 4.71225 | 6.283   | 7.85375 |
| $\Delta p$ (杭先端有効断面積) (m <sup>2</sup> ) |                                                                                                                          | 0.50264 | 0.78538 | 1.13094 | 1.76709 | 3.14150 | 4.90859 |
| フーチング深度 (GL-m)                          |                                                                                                                          | 2.50    | 2.50    | 2.50    | 2.50    | 2.50    | 2.50    |
| 支持層深度 (GL-m)                            |                                                                                                                          | 30.25   | 30.25   | 30.25   | 30.25   | 30.25   | 30.25   |
| 杭先端深度 (GL-m)                            |                                                                                                                          | 32.30   | 32.30   | 32.30   | 32.30   | 32.30   | 32.30   |
| 周面摩擦力開始深度 (GL-m)                        |                                                                                                                          | 16.90   | 16.90   | 16.90   | 16.90   | 16.90   | 16.90   |
| 算定値                                     | $\bar{N}$ (杭先端から上方1D、下方1Dの平均N値) 上限60                                                                                     | 47      | 47      | 47      | 47      | 47      | 47      |
|                                         | 極限先端支持力度 $q_p$<br>150* $\bar{N}$ (kN/m <sup>2</sup> ) ; 既製杭 上限9000<br>120* $\bar{N}$ (kN/m <sup>2</sup> ) ; 場所打ち杭 上限7500 | 7050    | 7050    | 7050    | 5640    | 5640    | 5640    |
|                                         | 極限先端支持力 $R_p$<br>150* $\bar{N} \cdot \Delta p$ (kN) ; 既製杭<br>120* $\bar{N} \cdot \Delta p$ (kN) ; 場所打ち杭                  | 3544    | 5537    | 7973    | 9966    | 17718   | 27684   |
|                                         | 極限周面摩擦力 $R_f$<br>既設杭 (2.5* $\bar{N}$ *LS+0.5*qu*LC)* $\Psi$ (kN)<br>場所打ち杭 (3.3* $\bar{N}$ *LS+0.5*qu*LC)* $\Psi$ (kN)    | 2651    | 3314    | 3955    | 5714    | 7619    | 9524    |
|                                         | 極限鉛直支持力 $R_u = R_p + R_f$ (kN)                                                                                           | 6195    | 8851    | 11928   | 15680   | 25337   | 37208   |
|                                         | 設計用限界値 $R_d = \phi_R \cdot R_u$ (kN)<br>(使用限界状態 $\phi_R=1/3$ とする)                                                        | 2065    | 2950    | 3976    | 5227    | 8446    | 12403   |
|                                         |                                                                                                                          |         |         |         |         |         |         |

大阪層群砂質土層 Os層 : GL-61.2m支持

| 地点 : No. 1                              |                                                                      | 既成杭 |  |  | 場所打ち杭   |         |         |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----|--|--|---------|---------|---------|
| 杭径D (mm)                                |                                                                      |     |  |  | 1500    | 2000    | 2500    |
| 杭周長 $\phi$ (m)                          |                                                                      |     |  |  | 4.71225 | 6.283   | 7.85375 |
| $\Delta p$ (杭先端有効断面積) (m <sup>2</sup> ) |                                                                      |     |  |  | 1.76709 | 3.14150 | 4.90859 |
| フーチング深度 (GL-m)                          |                                                                      |     |  |  | 2.50    | 2.50    | 2.50    |
| 支持層深度 (GL-m)                            |                                                                      |     |  |  | 55.15   | 55.15   | 55.15   |
| 杭先端深度 (GL-m)                            |                                                                      |     |  |  | 61.20   | 61.20   | 61.20   |
| 周面摩擦力開始深度 (GL-m)                        |                                                                      |     |  |  | 16.90   | 16.90   | 16.90   |
| 算定値                                     | $\bar{N}$ (杭先端から上方1D、下方1Dの平均N値) 上限60                                 |     |  |  | 43      | 56      | 56      |
|                                         | 極限先端支持力度 $q_p$<br>120* $\bar{N}$ (kN/m <sup>2</sup> ) ; 場所打ち杭 上限7500 |     |  |  | 5160    | 6720    | 6720    |
|                                         | 極限先端支持力 $R_p$<br>120* $\bar{N} \cdot \Delta p$ (kN) ; 場所打ち杭          |     |  |  | 9118    | 21111   | 32986   |
|                                         | 極限周面摩擦力 $R_f$<br>場所打ち杭 (3.3* $N_s$ *LS+0.5*qu*LC)* $\Psi$ (kN)       |     |  |  | 20353   | 27137   | 33922   |
|                                         | 極限鉛直支持力 $R_u = R_p + R_f$ (kN)                                       |     |  |  | 29471   | 48248   | 66908   |
|                                         | 設計用限界値 $R_d = \phi_R \cdot R_u$ (kN)<br>(使用限界状態 $\phi_R=1/3$ とする)    |     |  |  | 9824    | 16083   | 22303   |
|                                         |                                                                      |     |  |  |         |         |         |

周面摩擦力の計算は以下に示す。

表 5.2.3-2 埋込杭(φ800, φ1000, φ1200)による杭の周面摩擦力  
：中間層に支持させた場合

| 杭周面摩擦力算定表（先端支持32.3m）                 |     |           |      |             |                 |      |      |                |                                        |                 |        |                |                                         |       |
|--------------------------------------|-----|-----------|------|-------------|-----------------|------|------|----------------|----------------------------------------|-----------------|--------|----------------|-----------------------------------------|-------|
| 地点：No.1    杭種：既製杭    φ800mm（プレボーリング） |     |           |      |             |                 |      |      |                |                                        |                 |        |                |                                         |       |
| GL-(m)                               | 土 質 | 層厚<br>(m) | 平均N値 | 杭周長<br>φ（m） | 砂質土の周面摩擦力（kN/㎡） |      |      |                |                                        | 粘性土の周面摩擦力（kN/㎡） |        |                |                                         |       |
|                                      |     |           |      |             | τ <sub>s</sub>  |      |      | L <sub>s</sub> | (2.5N <sub>s</sub> ×L <sub>s</sub> ) φ | τ <sub>c</sub>  |        | L <sub>c</sub> | (1/2×q <sub>u</sub> ×L <sub>c</sub> ) φ |       |
|                                      |     |           |      |             | N <sub>s</sub>  | 推定値  | 設計値  |                |                                        | 推定値             | 設計値    |                |                                         |       |
|                                      |     |           |      | 800         |                 |      |      |                |                                        |                 |        |                |                                         |       |
| 16.90                                |     |           |      |             |                 |      |      |                |                                        |                 |        |                |                                         |       |
| 17.70                                | C   | 粘性土       | 0.80 | 8.0         | 2.513           |      |      |                |                                        |                 | 100.00 | 100            | 0.80                                    | 100.5 |
| 18.40                                | s   | 砂質土       | 0.70 | 12.0        | 2.513           | 12.0 | 30.0 | 30.0           | 0.70                                   | 52.8            |        |                |                                         |       |
| 19.80                                | C   | 粘性土       | 1.40 | 10.0        | 2.513           |      |      |                |                                        |                 | 125.00 | 125            | 1.40                                    | 219.9 |
| 19.80                                | s   | 砂質土       | 1.00 | 35.0        | 2.513           | 35.0 | 87.5 | 87.5           | 1.00                                   | 219.9           |        |                |                                         |       |
| 20.80                                | C   | 粘性土       | 1.10 | 8.0         | 2.513           |      |      |                |                                        |                 | 100.00 | 100            | 1.10                                    | 138.2 |
| 21.90                                | s   | 砂質土       | 0.45 | 27.0        | 2.513           | 27.0 | 67.5 | 67.5           | 0.45                                   | 76.3            |        |                |                                         |       |
| 22.35                                | C   | 粘性土       | 0.45 | 12.0        | 2.513           |      |      |                |                                        |                 | 150.00 | 150            | 0.45                                    | 84.8  |
| 22.80                                | s   | 砂質土       | 1.00 | 18.0        | 2.513           | 18.0 | 45.0 | 45.0           | 1.00                                   | 113.1           |        |                |                                         |       |
| 23.80                                | C   | 粘性土       | 0.45 | 15.0        | 2.513           |      |      |                |                                        |                 | 187.50 | 187.5          | 0.45                                    | 106.0 |
| 24.25                                | s   | 砂質土       | 0.35 | 33.0        | 2.513           | 33.0 | 82.5 | 82.5           | 0.35                                   | 72.6            |        |                |                                         |       |
| 24.60                                | C   | 粘性土       | 3.20 | 11.0        | 2.513           |      |      |                |                                        |                 | 137.50 | 137.5          | 3.20                                    | 552.9 |
| 27.80                                | s   | 砂質土       | 1.00 | 21.0        | 2.513           | 21.0 | 52.5 | 52.5           | 1.00                                   | 131.9           |        |                |                                         |       |
| 28.80                                | C   | 粘性土       | 0.55 | 18.0        | 2.513           |      |      |                |                                        |                 | 225.00 | 225            | 0.55                                    | 155.5 |
| 29.35                                | s   | 砂質土       | 2.95 | 33.8        | 2.513           | 33.8 | 84.5 | 84.5           | 2.95                                   | 626.5           |        |                |                                         |       |
| 32.30                                |     |           |      |             |                 |      |      |                |                                        |                 |        |                |                                         |       |
|                                      |     |           |      |             |                 |      |      |                |                                        |                 |        |                |                                         |       |
|                                      |     |           |      |             |                 |      |      |                |                                        |                 |        |                |                                         |       |

※：τ<sub>s</sub>の設計値(2.5Ns)の上限は125とする  
 ※：τ<sub>c</sub>の設計値の上限は125(quの場合は250)とする  
 ※：τ<sub>c</sub>(Cu)は12.5\*Nによる推定とする

|                                                               |        |   |        |
|---------------------------------------------------------------|--------|---|--------|
| Σ                                                             | 1293.1 | Σ | 1357.9 |
| Σ (2.5Ns*L <sub>s</sub> ) * φ + Σ (1/2qu*L <sub>c</sub> ) * φ |        |   |        |
| 1/3周面摩擦力                                                      |        |   |        |
|                                                               |        |   | 883.7  |

| 地点：No.1 杭種：既製杭 φ1000mm (プレボーリング) |     |           |      |              |                  |      |      |                |              |                  |        |                |               |       |
|----------------------------------|-----|-----------|------|--------------|------------------|------|------|----------------|--------------|------------------|--------|----------------|---------------|-------|
| GL-(m)                           | 土 質 | 層厚<br>(m) | 平均N値 | 杭周長<br>φ (m) | 砂質土の周面摩擦力 (kN/㎡) |      |      |                |              | 粘性土の周面摩擦力 (kN/㎡) |        |                |               |       |
|                                  |     |           |      |              | τ <sub>s</sub>   |      |      | L <sub>s</sub> | (2.5Ns×Ls) φ | τ <sub>c</sub>   |        | L <sub>c</sub> | (1/2×qu×Lc) φ |       |
|                                  |     |           |      |              | N <sub>s</sub>   | 推定値  | 設計値  |                |              | 推定値              | 設計値    |                |               |       |
|                                  |     |           |      | 1000         |                  |      |      |                |              |                  |        |                |               |       |
| 16.90                            | C   | 粘性土       | 0.80 | 8.0          | 3.142            |      |      |                |              |                  | 100.00 | 100            | 0.80          | 125.7 |
| 17.70                            | s   | 砂質土       | 0.70 | 12.0         | 3.142            | 12.0 | 30.0 | 30.0           | 0.70         | 66.0             |        |                |               |       |
| 18.40                            | C   | 粘性土       | 1.40 | 10.0         | 3.142            |      |      |                |              |                  | 125.00 | 125            | 1.40          | 274.9 |
| 19.80                            | s   | 砂質土       | 1.00 | 35.0         | 3.142            | 35.0 | 87.5 | 87.5           | 1.00         | 274.9            |        |                |               |       |
| 20.80                            | C   | 粘性土       | 1.10 | 8.0          | 3.142            |      |      |                |              |                  | 100.00 | 100            | 1.10          | 172.8 |
| 21.90                            | s   | 砂質土       | 0.45 | 27.0         | 3.142            | 27.0 | 67.5 | 67.5           | 0.45         | 95.4             |        |                |               |       |
| 22.35                            | C   | 粘性土       | 0.45 | 12.0         | 3.142            |      |      |                |              |                  | 150.00 | 150            | 0.45          | 106.0 |
| 22.80                            | s   | 砂質土       | 1.00 | 18.0         | 3.142            | 18.0 | 45.0 | 45.0           | 1.00         | 141.4            |        |                |               |       |
| 23.80                            | C   | 粘性土       | 0.45 | 15.0         | 3.142            |      |      |                |              |                  | 187.50 | 187.5          | 0.45          | 132.5 |
| 24.25                            | s   | 砂質土       | 0.35 | 33.0         | 3.142            | 33.0 | 82.5 | 82.5           | 0.35         | 90.7             |        |                |               |       |
| 24.60                            | C   | 粘性土       | 3.20 | 11.0         | 3.142            |      |      |                |              |                  | 137.50 | 137.5          | 3.20          | 691.1 |
| 27.80                            | s   | 砂質土       | 1.00 | 21.0         | 3.142            | 21.0 | 52.5 | 52.5           | 1.00         | 164.9            |        |                |               |       |
| 28.80                            | C   | 粘性土       | 0.55 | 18.0         | 3.142            |      |      |                |              |                  | 225.00 | 225            | 0.55          | 194.4 |
| 29.35                            | s   | 砂質土       | 2.95 | 33.8         | 3.142            | 33.8 | 84.5 | 84.5           | 2.95         | 783.1            |        |                |               |       |
| 32.30                            |     |           |      |              |                  |      |      |                |              |                  |        |                |               |       |
|                                  |     |           |      |              |                  |      |      |                |              |                  |        |                |               |       |
|                                  |     |           |      |              |                  |      |      |                |              |                  |        |                |               |       |

※：τ<sub>s</sub>の設計値(2.5Ns)の上限は125とする  
 ※：τ<sub>c</sub>の設計値の上限は125(quの場合は250)とする  
 ※：τ<sub>c</sub>(Cu)は12.5\*Nによる推定とする

|                                                               |        |   |        |
|---------------------------------------------------------------|--------|---|--------|
| Σ                                                             | 1616.4 | Σ | 1697.4 |
| Σ (2.5Ns*L <sub>s</sub> ) * φ + Σ (1/2qu*L <sub>c</sub> ) * φ |        |   |        |
| 1/3周面摩擦力                                                      |        |   |        |
|                                                               |        |   | 3313.8 |
|                                                               |        |   | 1104.6 |

| 地点：No.1 杭種：既製杭 φ1200mm (プレボーリング) |     |           |      |              |                  |      |      |      |               |                  |       |       |                |       |
|----------------------------------|-----|-----------|------|--------------|------------------|------|------|------|---------------|------------------|-------|-------|----------------|-------|
| GL-(m)                           | 土 質 | 層厚<br>(m) | 平均N値 | 杭周長<br>φ (m) | 砂質土の周面摩擦力 (kN/㎡) |      |      |      |               | 粘性土の周面摩擦力 (kN/㎡) |       |       |                |       |
|                                  |     |           |      |              | τ <sub>s</sub>   |      |      | l.s  | (2.5Ns×l.s) φ | τ <sub>c</sub>   |       | l.c   | (1/2×qu×l.c) φ |       |
|                                  |     |           |      |              | N <sub>s</sub>   | 推定値  | 設計値  |      |               | 推定値              | 設計値   |       |                |       |
|                                  |     |           |      | 1200         |                  |      |      |      |               |                  |       |       |                |       |
| 16.90                            | C   | 粘性土       | 0.80 | 8.0          | 3.770            |      |      |      |               |                  | 100.0 | 100.0 | 0.80           | 150.8 |
| 17.70                            | s   | 砂質土       | 0.70 | 12.0         | 3.770            | 12.0 | 30.0 | 30.0 | 0.70          | 79.2             |       |       |                |       |
| 18.40                            | C   | 粘性土       | 1.40 | 10.0         | 3.770            |      |      |      |               |                  | 125.0 | 125.0 | 1.40           | 329.9 |
| 19.80                            | s   | 砂質土       | 1.00 | 35.0         | 3.770            | 35.0 | 87.5 | 87.5 | 1.00          | 329.9            |       |       |                |       |
| 20.80                            | C   | 粘性土       | 1.10 | 8.0          | 3.770            |      |      |      |               |                  | 100.0 | 100.0 | 1.10           | 207.3 |
| 21.90                            | s   | 砂質土       | 0.45 | 27.0         | 3.770            | 27.0 | 67.5 | 67.5 | 0.45          | 114.5            |       |       |                |       |
| 22.35                            | C   | 粘性土       | 0.45 | 12.0         | 3.770            |      |      |      |               |                  | 150.0 | 125.0 | 0.45           | 106.0 |
| 22.80                            | s   | 砂質土       | 1.00 | 18.0         | 3.770            | 18.0 | 45.0 | 45.0 | 1.00          | 169.6            |       |       |                |       |
| 23.80                            | C   | 粘性土       | 0.45 | 15.0         | 3.770            |      |      |      |               |                  | 187.5 | 187.5 | 0.45           | 159.0 |
| 24.25                            | s   | 砂質土       | 0.35 | 33.0         | 3.770            | 33.0 | 82.5 | 82.5 | 0.35          | 108.9            |       |       |                |       |
| 24.60                            | C   | 粘性土       | 3.20 | 11.0         | 3.770            |      |      |      |               |                  | 137.5 | 137.5 | 3.20           | 829.4 |
| 27.80                            | s   | 砂質土       | 1.00 | 21.0         | 3.770            | 21.0 | 52.5 | 52.5 | 1.00          | 197.9            |       |       |                |       |
| 28.80                            | C   | 粘性土       | 0.55 | 18.0         | 3.770            |      |      |      |               |                  | 225.0 | 225.0 | 0.55           | 233.3 |
| 29.35                            | s   | 砂質土       | 2.95 | 33.8         | 3.770            | 33.8 | 84.5 | 84.5 | 2.95          | 939.7            |       |       |                |       |
| 32.30                            |     |           |      |              |                  |      |      |      |               |                  |       |       |                |       |
|                                  |     |           |      |              |                  |      |      |      |               |                  |       |       |                |       |
|                                  |     |           |      |              |                  |      |      |      |               |                  |       |       |                |       |

※：τ<sub>s</sub>の設計値(2.5Ns)の上限は125とする  
 ※：τ<sub>c</sub>の設計値の上限は125(quの場合は250)とする  
 ※：τ<sub>c</sub>(Cu)は12.5\*Nによる推定とする

|                                                               |        |   |        |
|---------------------------------------------------------------|--------|---|--------|
| Σ                                                             | 1939.7 | Σ | 2015.7 |
| Σ (2.5Ns*L <sub>s</sub> ) * φ + Σ (1/2qu*L <sub>c</sub> ) * φ |        |   |        |
| 1/3周面摩擦力                                                      |        |   |        |
|                                                               |        |   | 3955.3 |
|                                                               |        |   | 1318.4 |



表 5.2.3-3 場所打ち杭 (φ 1500, φ 2000, φ 2500) による杭の周面摩擦力  
：中間層に支持させた場合

地点：No.1 杭種：場所打ち杭 φ 1500mm

| GL-(m) | 土 質   | 層厚<br>(m) | 平均N値 | 杭周長<br>φ (m) | 砂質土の周面摩擦力 (kN/m <sup>2</sup> ) |       |       |      | 粘性土の周面摩擦力 (kN/m <sup>2</sup> ) |       |      |               |
|--------|-------|-----------|------|--------------|--------------------------------|-------|-------|------|--------------------------------|-------|------|---------------|
|        |       |           |      |              | τ <sub>s</sub>                 |       |       | Ls   | τ <sub>c</sub>                 |       | Lc   | (1/2×qu×Lc) φ |
|        |       |           |      |              | N <sub>s</sub>                 | 推定値   | 設計値   |      | 推定値                            | 設計値   |      |               |
|        |       |           |      | 1500         |                                |       |       |      |                                |       |      |               |
| 16.90  | C 粘性土 | 0.80      | 8.0  | 4.712        |                                |       |       |      |                                |       |      |               |
| 17.70  | s 砂質土 | 0.70      | 12.0 | 4.712        | 12.0                           | 39.6  | 39.6  | 0.70 | 100.00                         | 100.0 | 0.80 | 188.5         |
| 18.40  | C 粘性土 | 1.40      | 10.0 | 4.712        |                                |       |       |      | 125.00                         | 125.0 | 1.40 | 412.3         |
| 19.80  | s 砂質土 | 1.00      | 35.0 | 4.712        | 35.0                           | 115.5 | 115.5 | 1.00 | 544.3                          |       |      |               |
| 20.80  | C 粘性土 | 1.10      | 8.0  | 4.712        |                                |       |       |      | 100.00                         | 100.0 | 1.10 | 259.2         |
| 21.90  | s 砂質土 | 0.45      | 27.0 | 4.712        | 27.0                           | 89.1  | 89.1  | 0.45 | 188.9                          |       |      |               |
| 22.35  | C 粘性土 | 0.45      | 12.0 | 4.712        |                                |       |       |      | 150.00                         | 150.0 | 0.45 | 159.0         |
| 22.80  | s 砂質土 | 1.00      | 18.0 | 4.712        | 18.0                           | 59.4  | 59.4  | 1.00 | 279.9                          |       |      |               |
| 23.80  | C 粘性土 | 0.45      | 15.0 | 4.712        |                                |       |       |      | 187.50                         | 187.5 | 0.45 | 198.8         |
| 24.25  | s 砂質土 | 0.35      | 33.0 | 4.712        | 33.0                           | 108.9 | 108.9 | 0.35 | 179.6                          |       |      |               |
| 24.60  | C 粘性土 | 3.20      | 11.0 | 4.712        |                                |       |       |      | 137.50                         | 137.5 | 3.20 | 1036.7        |
| 27.80  | s 砂質土 | 1.00      | 21.0 | 4.712        | 21.0                           | 69.3  | 69.3  | 1.00 | 326.6                          |       |      |               |
| 28.80  | C 粘性土 | 0.55      | 18.0 | 4.712        |                                |       |       |      | 225.00                         | 200.0 | 0.55 | 259.2         |
| 29.35  | s 砂質土 | 2.95      | 33.8 | 4.712        | 33.8                           | 111.5 | 111.5 | 2.95 | 1550.0                         |       |      |               |
| 32.30  |       |           |      |              |                                |       |       |      |                                |       |      |               |
|        |       |           |      |              |                                |       |       |      |                                |       |      |               |

※：τ<sub>s</sub>の設計値(3.3Ns)の上限は165とする  
 ※：τ<sub>c</sub>の設計値の上限は100(quの場合は200)とする  
 ※：τ<sub>c</sub>(Cu)は12.5\**N*による推定とする

|                                   |        |        |        |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|
| Σ                                 | 3199.9 | Σ      | 2513.7 |
| Σ (3.3Ns*Ls) * φ + Σ (1/2qu*Lc)*φ |        | 5713.6 |        |
| 1/3周面摩擦力                          |        | 1904.5 |        |

地点：No.1 杭種：場所打ち杭 φ 2000mm

| GL-(m) | 土 質   | 層厚<br>(m) | 平均N値 | 杭周長<br>φ (m) | 砂質土の周面摩擦力 (kN/m <sup>2</sup> ) |       |       |      | 粘性土の周面摩擦力 (kN/m <sup>2</sup> ) |       |      |               |
|--------|-------|-----------|------|--------------|--------------------------------|-------|-------|------|--------------------------------|-------|------|---------------|
|        |       |           |      |              | τ <sub>s</sub>                 |       |       | Ls   | τ <sub>c</sub>                 |       | Lc   | (1/2×qu×Lc) φ |
|        |       |           |      |              | N <sub>s</sub>                 | 推定値   | 設計値   |      | 推定値                            | 設計値   |      |               |
|        |       |           |      | 2000         |                                |       |       |      |                                |       |      |               |
| 16.90  | C 粘性土 | 0.80      | 8.0  | 6.283        |                                |       |       |      | 100.00                         | 100.0 | 0.80 | 251.3         |
| 17.70  | s 砂質土 | 0.70      | 12.0 | 6.283        | 12.0                           | 39.6  | 39.6  | 0.70 | 174.2                          |       |      |               |
| 18.40  | C 粘性土 | 1.40      | 10.0 | 6.283        |                                |       |       |      | 125.00                         | 125.0 | 1.40 | 549.8         |
| 19.80  | s 砂質土 | 1.00      | 35.0 | 6.283        | 35.0                           | 115.5 | 115.5 | 1.00 | 725.7                          |       |      |               |
| 20.80  | C 粘性土 | 1.10      | 8.0  | 6.283        |                                |       |       |      | 100.00                         | 100.0 | 1.10 | 345.6         |
| 21.90  | s 砂質土 | 0.45      | 27.0 | 6.283        | 27.0                           | 89.1  | 89.1  | 0.45 | 251.9                          |       |      |               |
| 22.35  | C 粘性土 | 0.45      | 12.0 | 6.283        |                                |       |       |      | 150.00                         | 150.0 | 0.45 | 212.1         |
| 22.80  | s 砂質土 | 1.00      | 18.0 | 6.283        | 18.0                           | 59.4  | 59.4  | 1.00 | 373.2                          |       |      |               |
| 23.80  | C 粘性土 | 0.45      | 15.0 | 6.283        |                                |       |       |      | 187.50                         | 187.5 | 0.45 | 265.1         |
| 24.25  | s 砂質土 | 0.35      | 33.0 | 6.283        | 33.0                           | 108.9 | 108.9 | 0.35 | 239.5                          |       |      |               |
| 24.60  | C 粘性土 | 3.20      | 11.0 | 6.283        |                                |       |       |      | 137.50                         | 137.5 | 3.20 | 1382.3        |
| 27.80  | s 砂質土 | 1.00      | 21.0 | 6.283        | 21.0                           | 69.3  | 69.3  | 1.00 | 435.4                          |       |      |               |
| 28.80  | C 粘性土 | 0.55      | 18.0 | 6.283        |                                |       |       |      | 225.00                         | 200.0 | 0.55 | 345.6         |
| 29.35  | s 砂質土 | 2.95      | 33.8 | 6.283        | 33.8                           | 111.5 | 111.5 | 2.95 | 2067.4                         |       |      |               |
| 32.30  |       |           |      |              |                                |       |       |      |                                |       |      |               |
|        |       |           |      |              |                                |       |       |      |                                |       |      |               |

※：τ<sub>s</sub>の設計値(3.3Ns)の上限は165とする  
 ※：τ<sub>c</sub>の設計値の上限は100(quの場合は200)とする  
 ※：τ<sub>c</sub>(Cu)は12.5\**N*による推定とする

|                                   |        |        |        |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|
| Σ                                 | 4267.2 | Σ      | 3351.6 |
| Σ (3.3Ns*Ls) * φ + Σ (1/2qu*Lc)*φ |        | 7618.8 |        |
| 1/3周面摩擦力                          |        | 2539.6 |        |

地点：No.1 杭種：場所打ち杭 φ 2500mm

| GL-(m) | 土 質   | 層厚<br>(m) | 平均N値 | 杭周長<br>φ (m) | 砂質土の周面摩擦力 (kN/m <sup>2</sup> ) |       |       |      | 粘性土の周面摩擦力 (kN/m <sup>2</sup> ) |       |      |               |
|--------|-------|-----------|------|--------------|--------------------------------|-------|-------|------|--------------------------------|-------|------|---------------|
|        |       |           |      |              | τ <sub>s</sub>                 |       |       | Ls   | τ <sub>c</sub>                 |       | Lc   | (1/2×qu×Lc) φ |
|        |       |           |      |              | N <sub>s</sub>                 | 推定値   | 設計値   |      | 推定値                            | 設計値   |      |               |
|        |       |           |      | 2500         |                                |       |       |      |                                |       |      |               |
| 16.90  | C 粘性土 | 0.80      | 8.0  | 7.854        |                                |       |       |      | 100.00                         | 100.0 | 0.80 | 314.2         |
| 17.70  | s 砂質土 | 0.70      | 12.0 | 7.854        | 12.0                           | 39.6  | 39.6  | 0.70 | 217.7                          |       |      |               |
| 18.40  | C 粘性土 | 1.40      | 10.0 | 7.854        |                                |       |       |      | 125.00                         | 125.0 | 1.40 | 687.2         |
| 19.80  | s 砂質土 | 1.00      | 35.0 | 7.854        | 35.0                           | 115.5 | 115.5 | 1.00 | 907.1                          |       |      |               |
| 20.80  | C 粘性土 | 1.10      | 8.0  | 7.854        |                                |       |       |      | 100.00                         | 100.0 | 1.10 | 432.0         |
| 21.90  | s 砂質土 | 0.45      | 27.0 | 7.854        | 27.0                           | 89.1  | 89.1  | 0.45 | 314.9                          |       |      |               |
| 22.35  | C 粘性土 | 0.45      | 12.0 | 7.854        |                                |       |       |      | 150.00                         | 150.0 | 0.45 | 265.1         |
| 22.80  | s 砂質土 | 1.00      | 18.0 | 7.854        | 18.0                           | 59.4  | 59.4  | 1.00 | 466.5                          |       |      |               |
| 23.80  | C 粘性土 | 0.45      | 15.0 | 7.854        |                                |       |       |      | 187.50                         | 187.5 | 0.45 | 331.3         |
| 24.25  | s 砂質土 | 0.35      | 33.0 | 7.854        | 33.0                           | 108.9 | 108.9 | 0.35 | 299.3                          |       |      |               |
| 24.60  | C 粘性土 | 3.20      | 11.0 | 7.854        |                                |       |       |      | 137.50                         | 137.5 | 3.20 | 1727.8        |
| 27.80  | s 砂質土 | 1.00      | 21.0 | 7.854        | 21.0                           | 69.3  | 69.3  | 1.00 | 544.3                          |       |      |               |
| 28.80  | C 粘性土 | 0.55      | 18.0 | 7.854        |                                |       |       |      | 225.00                         | 200.0 | 0.55 | 432.0         |
| 29.35  | s 砂質土 | 2.95      | 33.8 | 7.854        | 33.8                           | 111.5 | 111.5 | 2.95 | 2584.2                         |       |      |               |
| 32.30  |       |           |      |              |                                |       |       |      |                                |       |      |               |
|        |       |           |      |              |                                |       |       |      |                                |       |      |               |

※：τ<sub>s</sub>の設計値(3.3Ns)の上限は165とする  
 ※：τ<sub>c</sub>の設計値の上限は100(quの場合は200)とする  
 ※：τ<sub>c</sub>(Cu)は12.5\**N*による推定とする

|                                   |        |        |        |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|
| Σ                                 | 5334.1 | Σ      | 4189.5 |
| Σ (3.3Ns*Ls) * φ + Σ (1/2qu*Lc)*φ |        | 9523.5 |        |
| 1/3周面摩擦力                          |        | 3174.5 |        |

表 5.2.3-4 場所打ち杭（ $\phi 1500$ ,  $\phi 2000$ ）による杭の周面摩擦力：支持層の場合

[illegible]

表 5.2.3-5 場所打ち杭(φ2500)による杭の周面摩擦力：支持層の場合

地点：No.1 杭種：場所打ち杭 φ2500mm

| GL-(m) | 土質 | 層厚 (m) | 平均N値  | 杭周長<br>φ (m) | 砂質土の周面摩擦力 (kN/㎡) |     |     |     |              | 粘性土の周面摩擦力 (kN/㎡) |       |       |                               |
|--------|----|--------|-------|--------------|------------------|-----|-----|-----|--------------|------------------|-------|-------|-------------------------------|
|        |    |        |       |              | τ <sub>s</sub>   |     |     | Ls  | (3.3Ns×Ls) φ | τ <sub>c</sub>   |       | Lc    | (1/2× $\overline{q_u}$ ×Lc) φ |
|        |    |        |       |              | Ns               | 推定値 | 設計値 |     |              | 推定値              | 設計値   |       |                               |
|        |    |        |       | 2500         |                  |     |     |     |              |                  |       |       |                               |
| 16.90  | C  | 粘性土    | 0.80  | 8.0          | 7.854            |     |     |     |              | 100.00           | 100.0 | 0.80  | 314.2                         |
| 17.70  | s  | 砂質土    | 0.70  | 12.0         | 7.854            | 12  | 40  | 40  | 0.70         | 219.9            |       |       |                               |
| 18.40  | C  | 粘性土    | 1.40  | 10.0         | 7.854            |     |     |     |              | 125.00           | 125.0 | 1.40  | 687.2                         |
| 19.80  | s  | 砂質土    | 1.00  | 35.0         | 7.854            | 35  | 116 | 116 | 1.00         | 911.0            |       |       |                               |
| 20.80  | C  | 粘性土    | 1.10  | 8.0          | 7.854            |     |     |     |              | 100.00           | 100.0 | 1.10  | 432.0                         |
| 21.90  | s  | 砂質土    | 0.45  | 27.0         | 7.854            | 27  | 89  | 89  | 0.45         | 314.5            |       |       |                               |
| 22.35  | C  | 粘性土    | 0.45  | 12.0         | 7.854            |     |     |     |              | 150.00           | 150.0 | 0.45  | 265.1                         |
| 22.80  | s  | 砂質土    | 1.00  | 18.0         | 7.854            | 18  | 59  | 59  | 1.00         | 463.4            |       |       |                               |
| 23.80  | C  | 粘性土    | 0.45  | 15.0         | 7.854            |     |     |     |              | 187.50           | 187.5 | 0.45  | 331.3                         |
| 24.25  | s  | 砂質土    | 0.35  | 33.0         | 7.854            | 33  | 109 | 109 | 0.35         | 299.6            |       |       |                               |
| 24.60  | C  | 粘性土    | 3.20  | 11.0         | 7.854            |     |     |     |              | 137.50           | 137.5 | 3.20  | 1727.8                        |
| 27.80  | s  | 砂質土    | 1.00  | 21.0         | 7.854            | 21  | 69  | 69  | 1.00         | 541.9            |       |       |                               |
| 28.80  | C  | 粘性土    | 0.55  | 18.0         | 7.854            |     |     |     |              | 225.00           | 200.0 | 0.55  | 432.0                         |
| 29.35  | s  | 砂質土    | 4.45  | 43.4         | 7.854            | 43  | 143 | 143 | 4.45         | 4997.7           |       |       |                               |
| 33.80  | C  | 粘性土    | 0.45  | 30.0         | 7.854            |     |     |     |              | 375.00           | 200.0 | 0.45  | 353.4                         |
| 34.25  | s  | 砂質土    | 0.45  | 60.0         | 7.854            | 60  | 198 | 165 | 0.45         | 583.1            |       |       |                               |
| 34.70  | C  | 粘性土    | 0.60  | 21.0         | 7.854            |     |     |     |              | 262.50           | 200.0 | 0.60  | 471.2                         |
| 35.30  | s  | 砂質土    | 1.00  | 72.0         | 7.854            | 72  | 238 | 165 | 1.00         | 1295.9           |       |       |                               |
| 36.30  | C  | 粘性土    | 2.70  | 27.0         | 7.854            |     |     |     |              | 334.00           | 200.0 | 2.70  | 2120.5                        |
| 39.00  | s  | 砂質土    | 1.80  | 24.0         | 7.854            | 24  | 79  | 79  | 1.80         | 1116.8           |       |       |                               |
| 40.80  | C  | 粘性土    | 13.35 | 12.8         | 7.854            |     |     |     |              | 160.00           | 160.0 | 13.35 | 8387.8                        |
| 54.15  | s  | 砂質土    | 1.80  | 59.0         | 7.854            | 59  | 195 | 165 | 1.80         | 2332.6           |       |       |                               |
| 55.95  | C  | 粘性土    | 0.45  | 37.0         | 7.854            |     |     |     |              | 462.50           | 200.0 | 0.45  | 353.4                         |
| 56.40  | s  | 砂質土    | 1.75  | 100.0        | 7.854            | 100 | 330 | 165 | 1.75         | 2267.8           |       |       |                               |
| 58.15  | C  | 粘性土    | 0.95  | 20.0         | 7.854            |     |     |     |              | 250.00           | 200.0 | 0.95  | 746.1                         |
| 59.10  | s  | 砂質土    | 0.60  | 100.0        | 7.854            | 100 | 330 | 165 | 0.60         | 777.5            |       |       |                               |
| 59.70  | C  | 粘性土    | 1.50  | 28.0         | 7.854            |     |     |     |              | 350.00           | 200.0 | 1.50  | 1178.1                        |
| 61.20  |    |        |       |              |                  |     |     |     |              |                  |       |       |                               |
|        |    |        |       |              |                  |     |     |     |              |                  |       |       |                               |
|        |    |        |       |              |                  |     |     |     |              |                  |       |       |                               |

※：τ<sub>s</sub>の設計値(3.3Ns)の上限は165とする  
 ※：τ<sub>c</sub>の設計値の上限は100(q<sub>u</sub>の場合は200)とする  
 ※：τ<sub>c</sub>(Cu)は12.5\*Nによる推定とする  
 ※：GL-36.3～39.00mのq<sub>u</sub>は、土質試験地を採用

|                                    |         |         |         |
|------------------------------------|---------|---------|---------|
| Σ                                  | 16121.8 | Σ       | 17800.0 |
| Σ (3.3Ns*Ls) * φ + Σ (1/2qu*Lc)* φ |         | 33921.8 |         |
| 1/3周面摩擦力                           |         | 11307.3 |         |

## (1) 支持層厚が薄い場合の先端支持力

前項で算出した極限先端支持力  $q_p$  は、支持層が十分な層厚が認められた場合を前提としており、支持層が薄い場合には、下層の支持力（ $q_{p2}$ ）とくらべて、いずれか小さい方の支持力を採用することになる。

薄層支持の先端支持力は、支持層（砂質土）と下層（粘性土）の2層地盤に支持されるものとして算定する。

極限先端支持力度  $q_p$  は、以下①、②より求める。

$$\textcircled{1} \quad q_p = (q_{p1}, q_{p2})$$

$$\textcircled{2} \quad q_{p2} = \left(1 + 2 \frac{H}{d} \cdot \tan \theta\right)^2 \cdot q_c \quad (\text{kN})$$

ここに、 $q_{p1}$  (kN/m<sup>2</sup>): 支持層で決まる  $q_p$

$q_{p2}$  (kN/m<sup>2</sup>): 下層で決まる  $q_p$

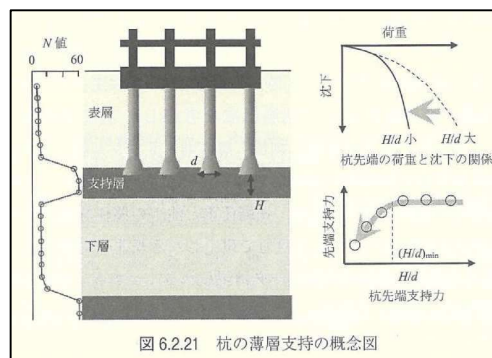


図 6.2.21 杭の薄層支持の概念図

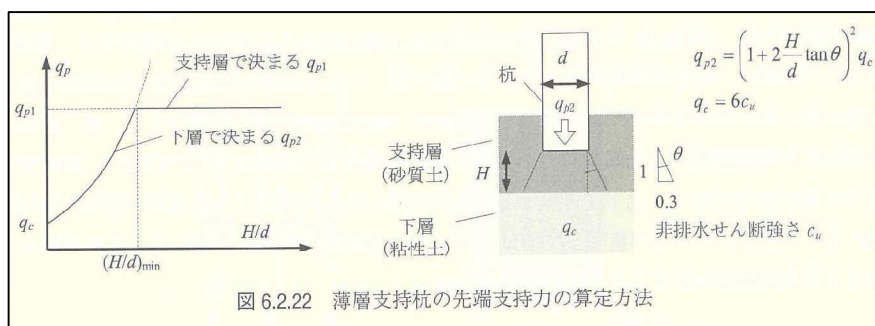


図 6.2.22 薄層支持杭の先端支持力の算定方法

図 5.2.3-1 杭の薄層支持の概念図および算定方法

※出典：建築基礎構造設計指針（2019 改定）より転載加筆

下層の検討判断は、 $H/d$  が  $(H/d)_{\min}$  未満かどうかで判断する（ $\min$  以上であれば検討不要）。

今回、中間層（GL-32.3m付近と仮定）へ支持させた場合の支持層の $\bar{N}$ は 47、下層の  $q_u$  は  $0.34\text{MN/m}^2$  に対応することから、図 5.2.3-2 の  $(H/d)_{\min}$  を推定すると、 $(H/d)_{\min} \div 2.2$  となる。

表 5.2.3-6 に杭種ごとによる  $(H/d)$  と  $(H/d)_{\min}$  との比較を示す。その結果、場所打ち杭は  $d=2.0\text{m}$ 、 $2.5\text{m}$  の  $(H/d)$  は  $(H/d)_{\min}$  未満を示し、下位層への検討が必要と判断された。

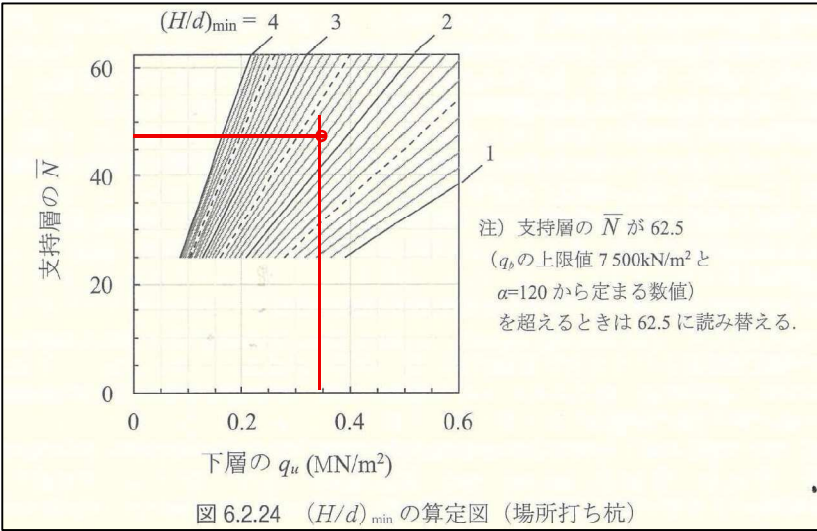


図 5.2.3-2  $(H/d)_{\min}$  の推定

※出典：建築基礎構造設計指針（2019 改定）より転載加筆

表 5.2.3-6 杭基礎における薄層支持の判断(下位層の検討判断)

|                                        |                |                |                |                |                |                |
|----------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 地点：No. 1                               | 既成杭            |                |                | 場所打ち杭          |                |                |
| 杭径 $d$ (m)                             | 0.8            | 1.0            | 1.2            | 1.5            | 2.0            | 2.5            |
| $(H/d)$ ※ $H=4.0$ (GL-32.3m～36.3m) とする | 5.0            | 4.0            | 3.3            | 2.7            | 2.0            | 1.6            |
| $(H/d)_{\min}$                         | 2.2            |                |                |                |                |                |
| $(H/d)$ と $(H/d)_{\min}$ との比較          | min 以上<br>(OK) | min 以上<br>(OK) | min 以上<br>(OK) | min 以上<br>(OK) | min 未満<br>(検討) | min 未満<br>(検討) |

表 5.2.3-7 に支持層と下層の極限支持力度を示す。

場所打ち杭における  $d = 2.0\text{m}$ 、 $2.5\text{m}$  の  $q_{p2}$  を計算した結果、支持層よりも下層のほうが極限先端支持力度が小さくなるため、極限鉛直支持力を算定する際には、下層の  $q_{p2}$  を採用するのが適切である。

表 5.2.3-7 下層を考慮した極限先端支持力度  $q_p$

| 地点：No. 1                                                                  | 既成杭              |                  |                 | 場所打ち杭           |      |      |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|------|------|
| 杭径 $d$ (m)                                                                | 0.8              | 1.0              | 1.2             | 1.5             | 2.0  | 2.5  |
| 下層の $q_c = 6c_u$ (kN/m <sup>2</sup> )                                     | 1002             | 1002             | 1002            | 1002            | 1002 | 1002 |
| ①極限先端支持力度 $q_{p1}$ (kN/m <sup>2</sup> )<br>※支持層で決まる $q_p$                 | 7050             | 7050             | 7050            | 5640            | 5640 | 5640 |
| ②極限先端支持力度 $q_{p2}$ (kN/m <sup>2</sup> )<br>※下層で決まる $q_p$                  | <del>16032</del> | <del>11583</del> | <del>9018</del> | <del>6773</del> | 4850 | 3849 |
| ③極限先端支持力度 $q_p$ (kN/m <sup>2</sup> )<br>※① $q_{p1}$ , ② $q_{p2}$ の小さい方を採用 | 7050             | 7050             | 7050            | 5640            | 4850 | 3849 |

<③の極限支持力度  $q_p$  を計算するにあたって>

$$q_p = (q_{p1}, q_{p2})$$

$$q_{p2} = \left(1 + 2 \frac{H}{d} \cdot \tan \theta\right)^2 \cdot q_c \quad (\text{kN})$$

ここで、中間層における杭の先端深度 : GL-32.3m

中間層の下端深度 : GL-36.3m

杭下の中間層厚 :  $H = 36.3 - 32.3 = 4.0\text{m}$

先端荷重の分散角  $\theta$  は、 $\theta = \tan^{-1} 0.3$  を採用し、 $\theta = 16.69$  より  $\tan \theta = 0.3$

下層の極限支持力  $q_c$  は、 $6C_u (=3q_u)$  とする →  $q_u = 334 (\text{kN/m}^2)$  を準用

$q_p$  (kN/m<sup>2</sup>) : 単杭の極限先端支持力度

$q_{p1}$  (kN/m<sup>2</sup>) : 支持層で決まる  $q_p$

$q_{p2}$  (kN/m<sup>2</sup>) : 下層で決まる  $q_p$

＜支持力の決定：まとめ＞

以上より、極限鉛直支持力  $R_u$  および設計用限界値  $R_d$  は以下となる。

表 5.2.3-8 杭の極限鉛直支持力とその設計用限界値

| 地点：No.1 中間層に支持させる場合                                   | 既成杭   |       |       | 場所打ち杭  |       |       |
|-------------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| 杭径 $d$ (m)                                            | 0.8   | 1.0   | 1.2   | 1.5    | 2.0   | 2.5   |
| $A_p$ (杭先端有効断面積) ( $m^2$ )                            | 2.513 | 3.142 | 3.770 | 4.7122 | 6.283 | 7.854 |
| 極限先端支持力度 $q_p$                                        | 7050  | 7050  | 7050  | 5640   | 4850  | 3849  |
| 極限先端支持力 $R_p (=q_p \cdot A_p)$                        | 3544  | 5537  | 7973  | 9966   | 15236 | 18893 |
| 極限周面摩擦力 $R_f$                                         | 2651  | 3314  | 3955  | 5714   | 7619  | 9524  |
| 極限鉛直支持力 $R_u (=R_p + R_f)$                            | 6195  | 8851  | 11928 | 15680  | 22855 | 28417 |
| 設計用限界値 $R_d (= \phi R \cdot R_u)$<br>$\phi R=1/3$ とする | 2065  | 2950  | 3976  | 5227   | 7618  | 9472  |

| 地点：No.1 支持層の場合                                        | 既成杭 |  |  | 場所打ち杭  |       |       |
|-------------------------------------------------------|-----|--|--|--------|-------|-------|
| 杭径 $d$ (m)                                            |     |  |  | 1.5    | 2.0   | 2.5   |
| $A_p$ (杭先端有効断面積) ( $m^2$ )                            |     |  |  | 4.7122 | 6.283 | 7.854 |
| 極限先端支持力度 $q_p$                                        |     |  |  | 5160   | 6720  | 6720  |
| 極限先端支持力 $R_p (=q_p \cdot A_p)$                        |     |  |  | 9118   | 21111 | 32986 |
| 極限周面摩擦力 $R_f$                                         |     |  |  | 20353  | 27137 | 33922 |
| 極限鉛直支持力 $R_u (=R_p + R_f)$                            |     |  |  | 29471  | 48248 | 66908 |
| 設計用限界値 $R_d (= \phi R \cdot R_u)$<br>$\phi R=1/3$ とする |     |  |  | 9824   | 16083 | 22303 |

## (2) 下位粘性土層における圧密降伏応力の検討

中間支持層のケースでは、比較的 support 層層厚が薄いことから、下位粘性土層への影響を検討することとした。以下に検討方法および検討モデルを示す。

### <下位粘土層の影響検討>

以下の伝達応力の計算式に基づいて杭先端支持力の下位粘性土層への影響を検討する。検討は、杭先端支持力の粘性土への伝達荷重 > 圧密試験の圧密降伏応力により伝達荷重と下位粘土層の圧密降伏応力の関係で評価する。

検討するのは上部洪積粘性土・砂質土互層（砂質土優勢）（GL・26～32m）支持のケースとする。

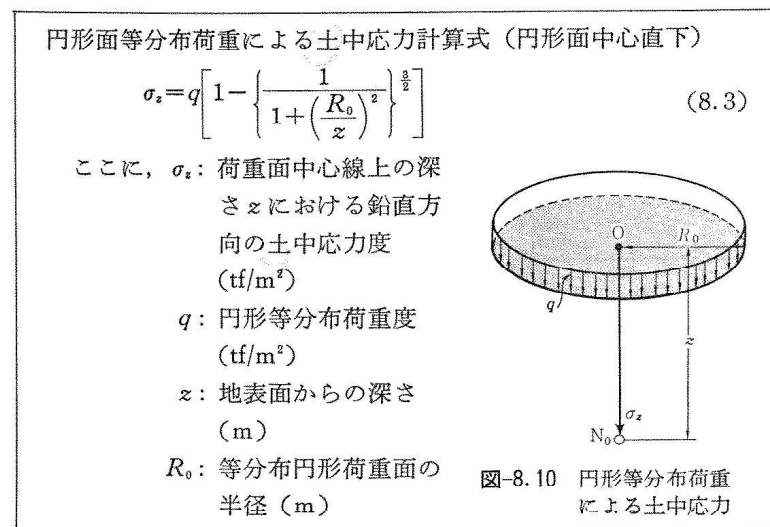


図 5.2.3-3 荷重分散算定式（再掲）

検討は、以下の各杭径・伝達荷重のケースで行う。今回、場所打ち杭（ $d=2.0\text{m}$ 、 $2.5\text{m}$ ）を検討する。

表 5.2.3-9 杭の許容鉛直支持力（kN/本）

| 支持層                   | 杭の鉛直支持力（設計用限界値） |      |      |       |      |      |
|-----------------------|-----------------|------|------|-------|------|------|
|                       | 既成杭             |      |      | 場所打ち杭 |      |      |
|                       | 0.8             | 1.0  | 1.2  | 1.5   | 2.0  | 2.5  |
| 上部洪積層 互層（砂優勢）：Ds/Dc 層 | 2065            | 2950 | 3976 | 5227  | 7618 | 9472 |

※ ■：検討する杭径



### <圧密降伏応力の余裕量について>

圧密降伏応力の余裕量は、土質試験は1供試体のため、安全側に立ち、圧密試験の70%と設定した。Dc層=594kN/m<sup>2</sup>⇒ 415.8kN/m<sup>2</sup>と設定した。

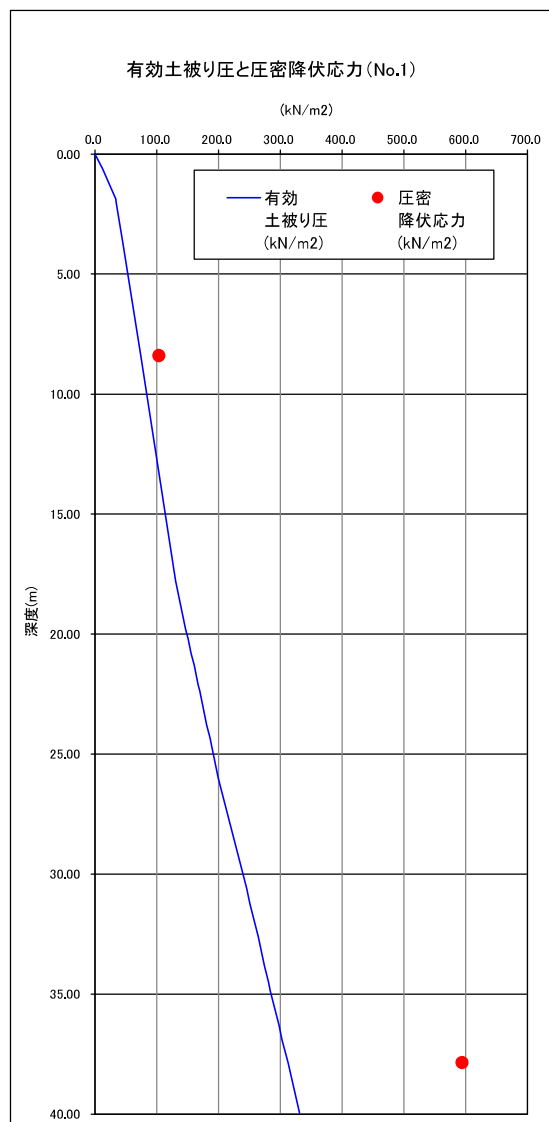


図 5.2.3-4 有効土被り-圧密降伏応力関係図

< 検討結果 >

表 5.3.15 に下位粘土層の影響検討の結果を示す。

すべて圧密降伏応力余裕量以下を示す伝達荷重に収まった。

表 5.3.15 杭の下位粘土層の影響判定結果

伝達荷重の計算 (対象地盤 : GL-36.30~39.00mの粘性土地盤)

地点 : No. 1

想定荷重 (kN) : 上部洪積層 粘性土層 (Dc層) に作用する先端支持力で見込む

| 上部洪積粘性土・砂質土互層<br>(砂質土優勢) (GL-32.3m) 支持 |                                                | φ 800<br>既製杭 | φ 1000<br>既製杭 | φ 1200<br>既製杭 | φ 1500<br>場所打ち杭 | φ 2000<br>場所打ち杭 | φ 2500<br>場所打ち杭 |
|----------------------------------------|------------------------------------------------|--------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 荷重条件                                   | 杭径D (m)                                        | 0.8          | 1.0           | 1.2           | 1.5             | 2.0             | 2.5             |
|                                        | 杭底面積 (m <sup>2</sup> )                         | 0.503        | 0.785         | 1.131         | 1.767           | 3.142           | 4.909           |
|                                        | 杭先端支持力 (kN/本)                                  | 2065         | 2950          | 3976          | 5227            | 7618            | 9472            |
|                                        | 荷重 q (kN/m <sup>2</sup> )                      | 4108         | 3756          | 3516          | 2958            | 2425            | 1930            |
|                                        | 粘性土層隔離 z (m)                                   | 4.0          | 4.0           | 4.0           | 4.0             | 4.0             | 4.0             |
|                                        | 荷重半径 R <sub>0</sub> (m)                        | 0.4          | 0.5           | 0.6           | 0.8             | 1.0             | 1.3             |
| 検討                                     | $(R_0/z)^2$ : ①                                | 0.010        | 0.016         | 0.023         | 0.035           | 0.063           | 0.098           |
|                                        | $\{1/(1+①)\}^{3/2}$ : ②                        | 0.985        | 0.977         | 0.967         | 0.949           | 0.913           | 0.870           |
|                                        | 伝達荷重 $\sigma_z$ (kN/m <sup>2</sup> ) q(1-②): ③ | 60.9         | 86.3          | 115.4         | 149.4           | 210.8           | 251.7           |
| 圧密降伏応力Pc : ④                           |                                                | 594          | 594           | 594           | 594             | 594             | 594             |
| 圧密降伏応力 余裕量 Pc' : ⑤                     |                                                | 415.8        | 415.8         | 415.8         | 415.8           | 415.8           | 415.8           |
| 判定 ③ $\sigma_z$ < ⑤ Pc' か              |                                                | OK           | OK            | OK            | OK              | OK              | OK              |

※ ■ : 前項で、応力の検討が必要と判断された杭種・杭計

### 5.3 液状化の検討

#### (1) 液状化のおそれのある地盤条件および液状化の判定について

地震のように急激にせん断力が作用すると、飽和した緩い砂質土では体積が収縮しようとするが、間隙水が排水されるのにある程度の時間を有する。この間、間隙水圧が上昇することになり、土粒子に作用する有効応力が減少し、間隙水圧が有効応力を超えると支持力を失い、土粒子は液体のような様相を呈することになる。これを、地盤の「液状化」と呼ぶ。液状化現象が発生しやすい要因としては、

- ・ 飽和地盤で細粒分含有率が少ない
- ・ 飽和地盤で  $N$  値が小さい
- ・ 地下水位が地表面に近い
- ・ 地震力が大きい

ことが挙げられ、一般的には沖積層や埋め土の砂質土が検討対象と考えられる。

「日本建築学会：建築基礎構造設計指針（2019）」では、液状化の判定を行う必要がある飽和土層は、以下の地盤条件としている。

- イ 原則的に地表面から 20m 程度以浅の土層
- ロ 細粒分含有率が 35% 以下の土
- ハ  $F_c$  が 35% 以上あっても粘土分含有率が 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
- ニ 細粒分を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫、
- ホ 洪積層でも  $N$  値が小さな土層

調査地は、沖積低地に位置し、盛土層以深には、沖積層および洪積層内で粘性土と砂が互層状に分布する。また大半の砂層の細粒分が 35% 以下であり、一部  $N$  値が低下し、地震時に飽和地盤による液状化の可能性が否定できない。

今回の検討では、下記の条件を満たす土層を対象に液状化の判定を行うこととした。

1. 地表面から 20m の深さ以内にあること
2. 地下水で飽和していること
3. 細粒分含有率  $F_c$  が 35% 以下の土層

### <計算条件>

液状化検討で設定した条件を以下に示す。

- ・粒度試験は No. 1～No. 2 で実施した土質試験を準用した。
- ・地下水位は No. 1 で GL-2.06m、No. 2 で GL-1.87m を採用した。
- ・計算深度は、標準貫入試験を実施した深度で行い、計算に用いる  $N$  値は実測  $N$  値を用いた。
- ・計算に用いる単位体積重量は、前述の表 5.1-1 に示す提案値を用いた。
- ・計算に用いる地震力設計水平加速度は、 $\alpha=150\text{gal}$ 、 $200\text{gal}$ 、 $350\text{gal}$  とした。
- ・計算に用いるマグニチュード(M)は 7.5 とした。

### <検討方法>

液状化安全率 (FL) および地表最大水平変位 (Dcy) は、資料 5.2-1 に示す建築基礎構造設計指針 (日本建築学会) の方法によって求めた。また以下の方法で安全率 FL 値から PL 値を算出し、液状化の危険度を分類した。

$$P_L = \sum_{i=1}^n F \cdot W(z) \cdot \Delta Z \quad \cdots (1)$$

$$F = 1.0 - F_L (\geq 0.0)$$

$$W(z) = 10.0 - 0.5 \times z$$

ここで、 $F_L$  :  $F_L$  値

$W(z)$  : 深さ方向の重み関数

$z$  : 地表面からの深さ (m)

液状化による影響度を示す指標 PL は、 $F_L$  値を用いて、(1) 式により求めた。PL 値は、液状化判定で求めた  $F_L$  値に深さの重み関数をかけることにより、その地点での液状化の危険度を表す指標である。PL 値による液状化の危険度を表 5.3-1 に示す。

表 5.3-1 PL 値と液状化の危険度の関係

| $P_L$ 値           | 液状化による影響度    |
|-------------------|--------------|
| $P_L=0$           | 液状化危険度はかなり低い |
| $0 < P_L \leq 5$  | 液状化危険度は低い    |
| $5 < P_L \leq 15$ | 液状化危険度が高い    |
| $15 < P_L$        | 液状化危険度が極めて高い |

※出典：2020 年版 建築物の構造関係技術基準解説書より転載

## 液状化の検討方法(建築構造設計指針)

- (1) 検討地点の地盤内の各深さに発生する繰返しせん断応力度を求める。

$$\frac{\tau_d}{\sigma'_z} = \gamma_n * \left( \frac{\alpha_{\max}}{g} \right) * \left( \frac{\sigma_z}{\sigma'_z} \right) * \gamma_d$$

- (2) 補正 N 値
- $N_a$
- を求める。

$$N_a = N_1 + \Delta N_f$$

$$N_1 = C_N * N$$

$$C_N = \sqrt{98/\sigma'_z}$$

$N_1$ : 換算 N 値  $C_N$ : 拘束圧に関する換算係数

$\Delta N_f$  は細粒分含有率  $F_c$  (%) より図 1 より求められる。

- (3) 図 2 より、限界せん断ひずみ振幅 5% を用いて補正 N 値 (
- $N_a$
- ) に対する飽和度層の液状化抵抗比
- $R = \frac{\tau_l}{\sigma'_z}$
- を求める。

- (4) 各深さの液状化安全率
- $FL$
- を
- $FL = \frac{\tau_l/\sigma'_z}{\tau_d/\sigma'_z}$
- より算出する。

$\tau_d$ : 一定繰返しせん断応力振幅 ( $\text{KN/m}^2$ )

$\gamma_n$ : 補正係数 ( $0.1 * (M-1)$   $M$ =マグニチュード)

$\sigma'_z$ : 検討深さにおける有効土被り圧 ( $\text{kN/m}^2$ )

$\sigma_z$ : 検討深さの全土被り圧 ( $\text{kN/m}^2$ )

$\alpha_{\max}$ : 地表面における設計加速度

$g$ : 重力加速度 (980gal)

$\gamma_d$ : 低減係数 ( $1-0.015z$   $z$ =メートル単位で表した検討深さ)

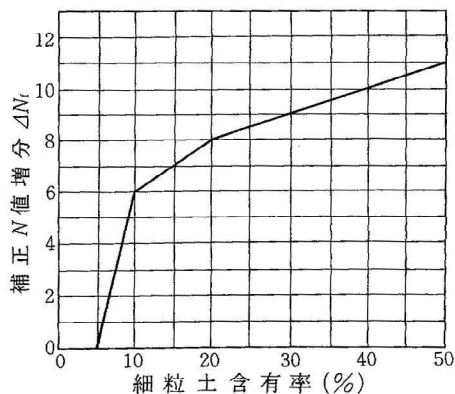


図 1 細粒土含有率-補正 N 値増分  
液状化対策工法 (社)地盤工学会

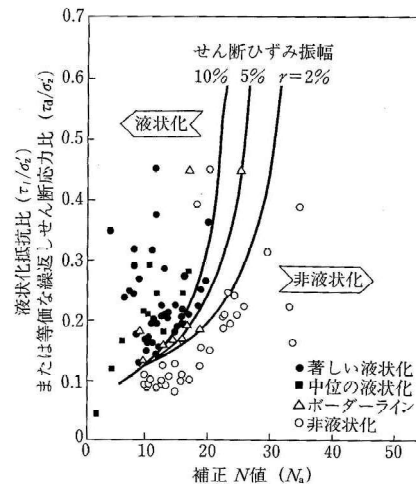


図 2 補正 N 値-繰返しせん断応力比  
液状化対策工法 (社)地盤工学会

- (5) 補正 N 値と応力比から繰返しせん断ひずみ
- $\gamma_{cy}$
- を求め、最大水平変位
- $D_{cy} = \sum \gamma_{cy} \cdot H$
- (
- $H$
- は層厚) として求める。

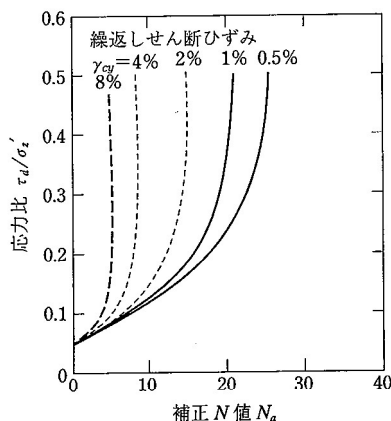


図 3 N 値と繰返しせん断ひずみ (建築基礎構造設計指針(社)日本建築学会)

| $D_{cy}$ (cm) | 液状化の程度 |
|---------------|--------|
| 0             | なし     |
| 0~5           | 軽微     |
| 5~10          | 小      |
| 10~20         | 中      |
| 20~40         | 大      |
| 40~           | 甚大     |

## (2) 液状化判定結果＞

表 5.3-2 に液状化判定の評価を示す。検討結果の詳細は巻末資料に示す。

### 1) $F_L$ 値について

- ・最大加速度 150gal

No.1 地点の As 層 (3m) で、 $F_L < 1$  を示した。それ以外は、 $F_L \geq 1$  を示した。

- ・最大加速度 200gal

No.1 地点および No.2 の As 層 (3m) 、また No.1 地点の Dc/Ds 層の一部 (18m) で、 $F_L < 1$  を示した。それ以外は、 $F_L \geq 1$  を示した。

- ・最大加速度 350gal

No.1 および No.2 地点の As 層 (2m~3m) 、また No.1 地点の Dc/Ds 層の一部 (18m) で、 $F_L < 1$  を示した。それ以外は、 $F_L \geq 1$  を示した。

### 2) $D_{cy}$ 値について

- ・最大加速度  $\alpha = 150\text{gal}$

$D_{cy}$  は 0.00cm~0.03cm を示し、液状化程度は「なし」~「軽微」に分類される。

- ・最大加速度  $\alpha = 200\text{gal}$

$D_{cy}$  は 0.01cm~0.05cm を示し、液状化程度は「軽微」に分類される。

- ・最大加速度  $\alpha = 350\text{gal}$

$D_{cy} = 0.02\text{cm} \sim 0.07\text{cm}$  を示し、液状化程度は「軽微」~「小」に分類される。

### 3) $P_L$ 値について

- ・最大加速度  $\alpha = 150\text{gal}$

$P_L$  値 = 0.00~0.80 であり、液状化危険度は「かなり低い」~「低い」に分類される。

- ・最大加速度  $\alpha = 200\text{gal}$

$P_L$  値 = 0.63~2.41 であり、液状化危険度は「低い」に分類される。

- ・最大加速度  $\alpha = 350\text{gal}$

$P_L$  値 = 2.97~4.71 を示し、液状化危険度は「低い」に分類される。

表 5.3-2(1) 液状化判定結果 (No. 1~No. 2)

|                |        |             |    |             |    | No.1        |    |
|----------------|--------|-------------|----|-------------|----|-------------|----|
| 計 算            | 地層     | 水平加速度150gal |    | 水平加速度200gal |    | 水平加速度350gal |    |
| 深 度            |        | 安全率 $F_L$   | 判定 | 安全率 $F_L$   | 判定 | 安全率 $F_L$   | 判定 |
| (GL-m)         |        |             |    |             |    |             |    |
| 1. 50          | B層     | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 2. 30          | As層    | 1. 501      | ○  | 1. 126      | ○  | 0. 643      | ✖  |
| 3. 30          | As層    | 0. 885      | ✖  | 0. 664      | ✖  | 0. 379      | ✖  |
| 4. 30          | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 5. 30          | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 6. 30          | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 7. 30          | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 8. 33          | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 9. 31          | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 10. 35         | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 11. 33         | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 12. 34         | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 13. 30         | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 14. 30         | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 15. 33         | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 16. 30         | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 17. 30         | Dc/Ds層 | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 18. 30         | Dc/Ds層 | 1. 236      | ○  | 0. 927      | ✖  | 0. 530      | ✖  |
| 19. 30         | Dc/Ds層 | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 20. 30         | Dc/Ds層 | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 地盤変位量 $D_{cy}$ |        | 0. 03       |    | 0. 05       |    | 0. 07       |    |
| (液状化の程度)       |        | 軽微          |    | 軽微          |    | 小           |    |
| 液状化指数 $P_L$    |        | 0. 80       |    | 2. 41       |    | 4. 71       |    |
| (液状化の危険度)      |        | 低い          |    | 低い          |    | 低い          |    |
|                |        |             |    |             |    | No.2        |    |
| 計 算            | 地層     | 水平加速度150gal |    | 水平加速度200gal |    | 水平加速度350gal |    |
| 深 度            |        | 安全率 $F_L$   | 判定 | 安全率 $F_L$   | 判定 | 安全率 $F_L$   | 判定 |
| (GL-m)         |        |             |    |             |    |             |    |
| 1. 50          | B層     | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 2. 32          | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 3. 32          | As層    | 1. 195      | ○  | 0. 896      | ✖  | 0. 512      | ✖  |
| 4. 33          | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 5. 30          | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 6. 33          | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 7. 33          | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| －              | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 9. 33          | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 10. 33         | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 11. 30         | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 12. 30         | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 13. 36         | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 14. 35         | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 15. 33         | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 16. 32         | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 17. 30         | Ac層    | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 18. 30         | Dc/Ds層 | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 19. 30         | Dc/Ds層 | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 20. 30         | Dc/Ds層 | －           | ○  | －           | ○  | －           | ○  |
| 地盤変位量 $D_{cy}$ |        | 0. 00       |    | 0. 01       |    | 0. 02       |    |
| (液状化の程度)       |        | なし          |    | 軽微          |    | 軽微          |    |
| 液状化指数 $P_L$    |        | 0. 00       |    | 0. 63       |    | 2. 97       |    |
| (液状化の危険度)      |        | かなり低い       |    | 低い          |    | 低い          |    |

#### 5.4 設計・施工時の留意点

##### (1) 支持深度と下位層の検討

調査地における構造物の支持層は、比較的 N 値が高く非常に密な土質が多い 60 以上を示す大阪層群砂質土層 (Os 層) もしくは上部洪積層 互層 (砂優勢) (Ds/Dc) となる可能性が高い。支持層深度から杭基礎の採用となる。

このうち Ds/Dc 層の下位には N 値 20 程度を示す粘土 (Dc 層) が分布する。Dc 層の圧密状態は、やや過圧密であるが、下位層 (Dc 層) への増加応力が大きくなる場合には、圧密沈下等についての検討が必要となる。

##### (2) 地震時の液状化

調査地では、As 層と Dc/Ds 層の一部において、液状化の可能性を示す結果が得られた。杭基礎の設計においては、液状化の可能性のある深度以浅の地盤反力係数や周面摩擦力の低減などの検討が必要である。

##### (3) 地下水位下の掘削

調査地の地下水位は、GL-2m 前後の B 層～As 層の境界で水頭が確認された。

ボーリング調査を行った時期は降水量の少ない冬期であることから、降水量の多い季節では調査結果よりも水位が浅くなることが想定される。根切り工事を行う際は、降水量の多い季節の水位上昇を考慮し、地下水面以深の掘削に伴う湧水及びそれに伴う砂質土の流出、背面土砂等の不安定化などの問題に対応する検討が必要と考えられる。

##### (4) 詳細調査について

調査地においては支持層と期待される層は、水平方向の成層状況は比較的良好であるが、層厚の変化を伴う砂と粘性土層の互層構成にある。

このため設計にあたっては、計画建築物の配置に応じた位置で地質調査を行い、より詳細な土質状況を把握することが望まれる。

以 上