

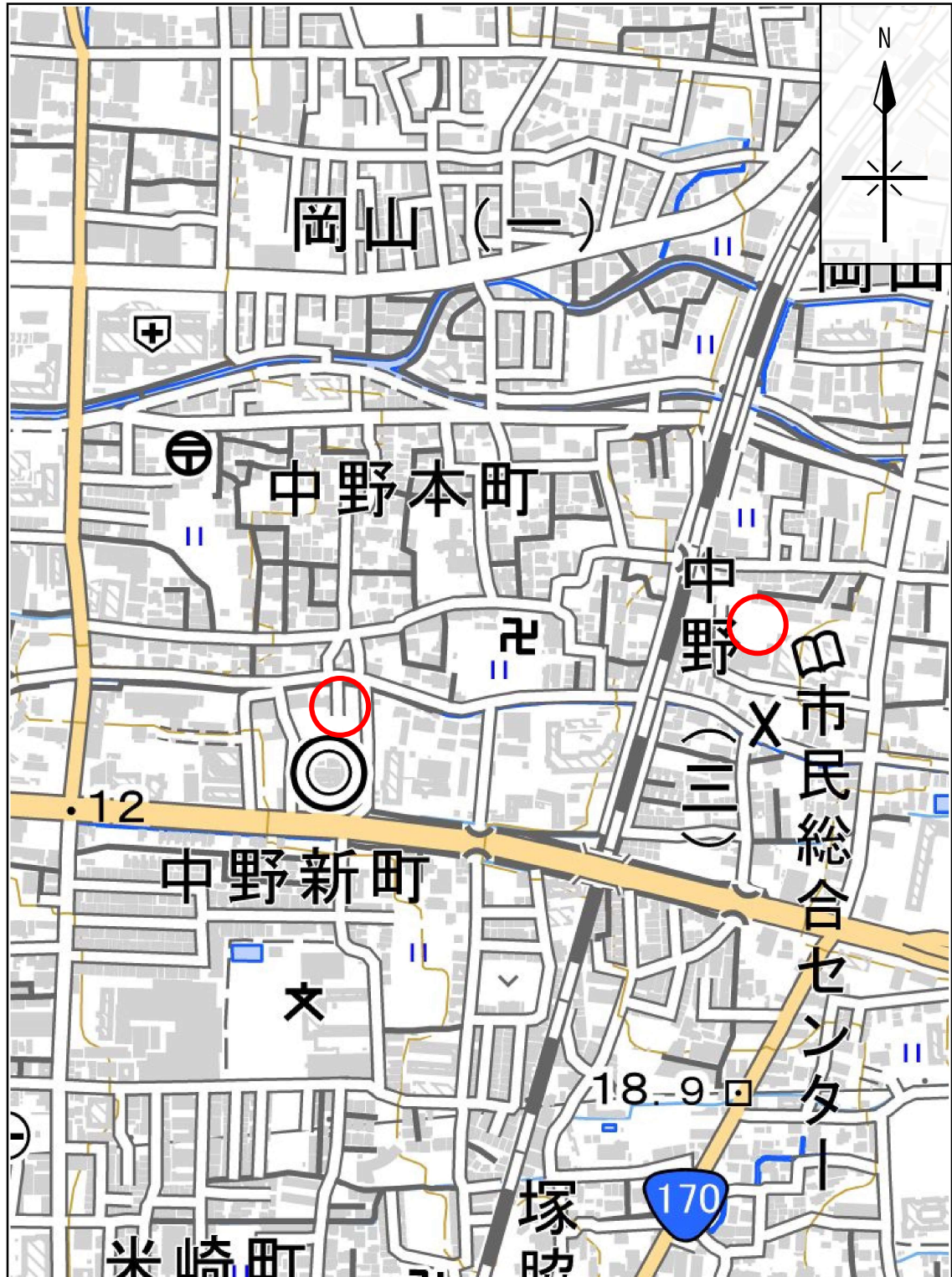
四條畷市中核的施設整備予備調査業務に伴う地質調査

## 地質調査報告書

令和 7年 3月

日建設計コンストラクション・マネジメント株式会社

## 調査地案内図



※地理院タイル（国土地理院）を利用して作成

縮尺:1/5,000

0 100m 200m

○ : 調査地

（「地理院地図 電子国土Web」に加筆）

# 《 目 次 》

調査地案内図

|                |    |
|----------------|----|
| 1. 業務概要        | 1  |
| 2. 調査方法        | 4  |
| 2.1 機械ボーリング    | 4  |
| 2.2 標準貫入試験     | 5  |
| 2.3 現場透水試験     | 6  |
| 2.4 孔内水平載荷試験   | 7  |
| 2.5 乱れの少ない試料採取 | 8  |
| 2.6 室内土質試験     | 10 |
| 3. 地形・地質概要     | 11 |
| 4. 調査結果        | 13 |
| 4.1 ボーリング結果    | 13 |
| 4.2 標準貫入試験結果   | 19 |
| 4.3 現場透水試験結果   | 25 |
| 4.4 孔内水平載荷試験結果 | 26 |
| 4.5 室内土質試験結果   | 28 |
| 5. 総合解析とりまとめ   | 46 |
| 5.1 土質定数の設定    | 46 |
| 5.2 地震時の液状化検討  | 56 |
| 6. 設計・施工上の留意点  | 70 |

## 巻末資料

- ・ボーリング柱状図
- ・現場透水試験結果データシート
- ・孔内水平載荷試験結果データシート
- ・室内土質試験結果データシート
- ・現場記録写真

標本箱：1箇所あたり2箱（計6箱）

標準貫入試験により得られた試料を、標本ビンに入れ、地点名・深度等を明示し格納

## 1. 業務概要

- (1) 業務件名 : 四條畷市中核的施設整備予備調査業務に伴う地質調査
- (2) 業務場所 : 大阪府四條畷市
- (3) 業務目的 : 整備予定地における液状化リスクを事前に把握するため、ボーリング調査を敷地ごと（市民総合センター等用地 1 か所、市庁舎用地は本館と東別館敷地の 2 か所）に計 3 箇所実施した。
- (4) 業務内容 : 表 1.1 に実施数量、図 1.1 に調査位置平面図を示す。
- |                           |      |    |        |
|---------------------------|------|----|--------|
| 1) 機械ボーリング（φ 66mm～116mm）  | 1 地点 | 延べ | 90.00m |
| 2) 標準貫入試験                 | 1 地点 | 延べ | 89 回   |
| 3) 現場透水試験                 | 1 地点 | 延べ | 3 回    |
| 4) 孔内水平載荷試験               | 1 地点 | 延べ | 3 回    |
| 5) 乱れの少ない試料採取（デニソンサンプリング） | 1 地点 | 延べ | 3 試料   |
| 6) 地下水位測定                 | 1 地点 | 延べ | 3 回    |
| 7) 室内土質試験（物理試験、力学試験）      |      |    | 1 式    |
- (5) 業務発注 : 四條畷市役所 施設創生課
- (6) 業務実施 : 日建設計コンストラクション・マネジメント株式会社



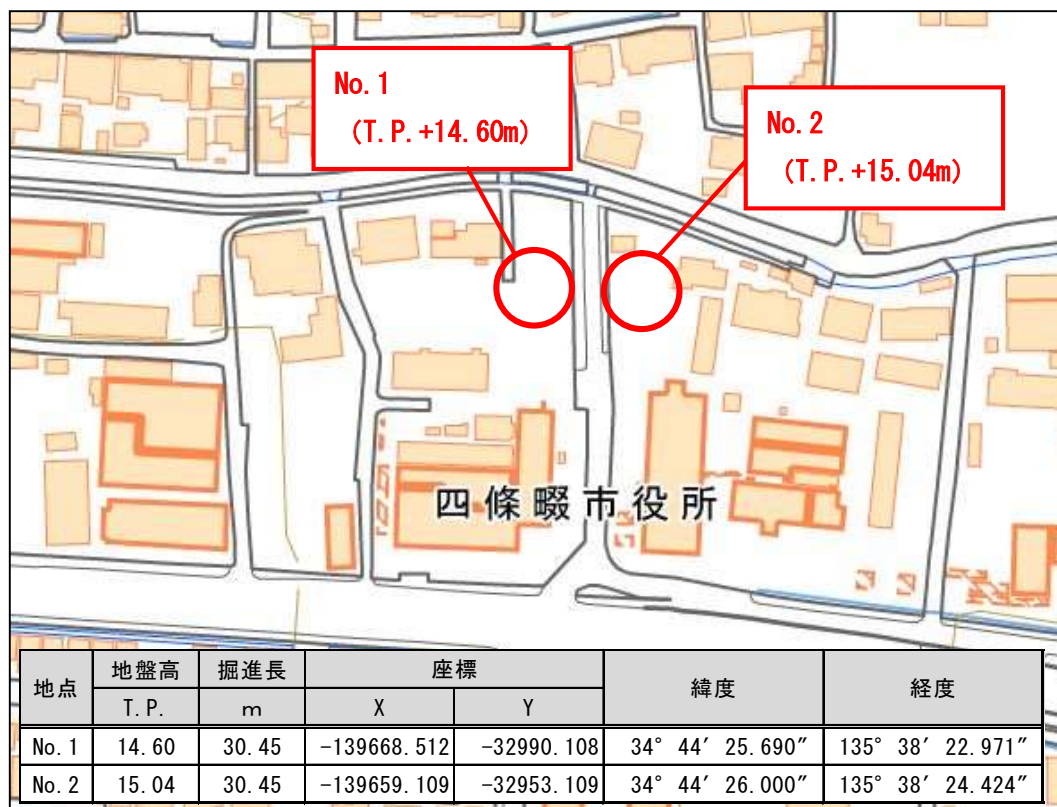
表 1.1 実施数量

| 地点    | ボーリング掘進長（m）         |      |     |      |                    |     |     |     |                    |      |     |      | 標準貫入試験（回） |     |     |     | 現場透水試験（回） | 孔内水平<br>載荷試験（回） | 乱れの少ない<br>試料採取（試料） |            | 地下水<br>位測定（式） |          |
|-------|---------------------|------|-----|------|--------------------|-----|-----|-----|--------------------|------|-----|------|-----------|-----|-----|-----|-----------|-----------------|--------------------|------------|---------------|----------|
|       | φ116mm<br>ノンコアボーリング |      |     |      | φ86mm<br>ノンコアボーリング |     |     |     | φ66mm<br>ノンコアボーリング |      |     |      | 合計        | 粘性土 | 砂質土 | 礫質土 |           |                 | 合計                 | シン<br>ウォール |               | デニ<br>ソン |
|       | 粘性土                 | 砂質土  | 礫質土 | 小計   | 粘性土                | 砂質土 | 礫質土 | 小計  | 粘性土                | 砂質土  | 礫質土 | 小計   |           |     |     |     |           |                 |                    |            |               |          |
| No. 1 | 0.9                 | 9.1  |     | 10.0 |                    |     |     | 0.0 | 1.3                | 18.7 |     | 20.0 | 30.0      | 3   | 26  |     | 29        | 1               | 1                  |            | 2             | 1        |
| No. 2 | 0.7                 | 8.8  |     | 9.5  |                    |     |     | 0.0 | 6.8                | 13.7 |     | 20.5 | 30.0      | 8   | 22  |     | 30        | 1               | 1                  |            | 1             | 1        |
| No. 3 |                     |      |     | 0.0  |                    | 4.4 | 0.4 | 4.8 | 0.7                | 24.5 |     | 25.2 | 30.0      | 1   | 29  |     | 30        | 1               | 1                  |            |               | 1        |
| 合計    | 1.6                 | 17.9 | 0.0 | 19.5 | 0.0                | 4.4 | 0.4 | 4.8 | 8.8                | 56.9 | 0.0 | 65.7 | 90.0      | 12  | 77  | 0   | 89        | 3               | 3                  | 0          | 3             | 3        |

| 地 点   | 室内土質試験 (試料) |     |     |          |      |      |      |          |        |          |    |
|-------|-------------|-----|-----|----------|------|------|------|----------|--------|----------|----|
|       | 土粒子の密度      | 含水比 | 粒度  |          | 湿潤密度 | 液性限界 | 塑性限界 | 土の一軸圧縮試験 | 三軸圧縮UU | 繰り返し三軸試験 | 圧密 |
|       |             |     | フルイ | フルイ + 沈降 |      |      |      |          |        |          |    |
| No. 1 | 18          |     | 2   | 16       |      | 4    | 4    |          |        |          |    |
| No. 2 | 19          | 1   |     | 19       | 1    | 8    | 8    | 1        | 1      | 1        | 1  |
| No. 3 | 14          |     |     | 14       |      | 3    | 3    |          |        |          |    |
| 合計    | 51          | 1   | 2   | 49       | 1    | 15   | 15   | 1        | 1      | 1        | 1  |

以下に調査位置の詳細を示す。

■四條畷市役所内の調査位置（No. 1、No. 2）



■市民総合センター内の調査位置（No. 3）

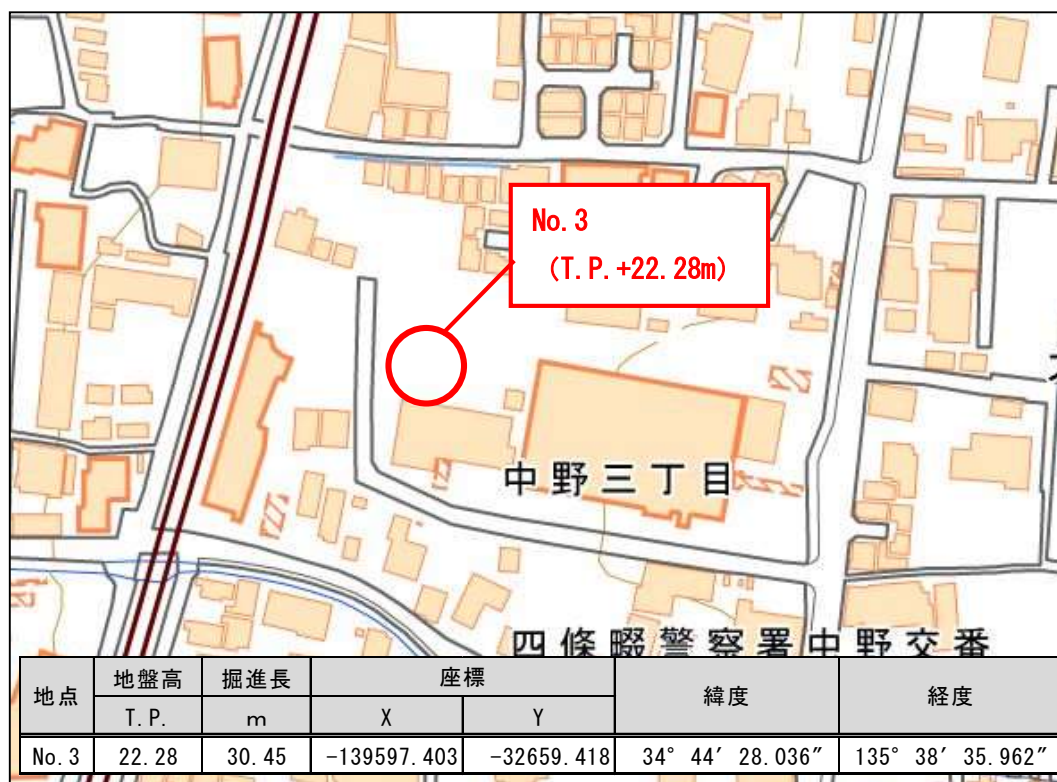


図 1.1 調査位置平面（縮尺任意）

## 2.1 機械ボーリング

ボーリング機械は、図 2.1.1 に示すロータリー方式・油圧型のものを使用した。

掘進作業に際しては、掘進速度、給圧や手応え、掘進音、ポンプ圧、送・排水量、排水色、漏水状況、スライム状態、異物の混入などに留意し、土質状況に応じて最適な掘削ツールを使い分けた。また、土質情報は野帳および作業日報に記録し、土質標本と対比した上でボーリング柱状図に整理した。

また、地下水位確認までは無水掘削を行い、自然地下水位を確認した。

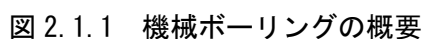


図 2.2.1 に標準貫入試験方法の概要を示す。

図 2.2.1 標準貫入試験方法

## 2.3 現場透水試験

現場透水試験は地下水位以深の飽和された地層で構成される地盤の透水性を把握する目的で実施した。試験は地盤工学会基準：JGS1314 に準拠した。

現場透水試験の試験方法の一覧を表 2.3.1、図 2.3.1 に示す。

本業務では、一般的に用いられているケーシング法の内、試験区間のみを裸孔としたピエゾメーター法（非定常法に分類される回復法・注水法）で実施した。なお、回復法とは孔内水を汲み上げて回復する水位と時間を測定する方法であり、注水法（降下法）はボーリング孔口まで水を注入し、水位が低下する深度と時間を測定する方法であり、今回は回復法にて実施した。

表 2.3.1 単孔式透水試験における試験区間の形状

| 試験区間の形状       | 単層系地盤                      | 多層系地盤 |
|---------------|----------------------------|-------|
| 試験孔の孔壁全体      | オーガー法<br>(非定常法／回復法・注水法)    | —     |
| 測定用パイプの底面     | チューブ法<br>(非定常法／定常法)        | —     |
| 測定用パイプの先端部の孔隙 | ピエゾメーター法<br>(非定常法／回復法・注水法) |       |
| 試験孔孔壁の一定区間    | パッカー法<br>(定常法／定水位法)        |       |

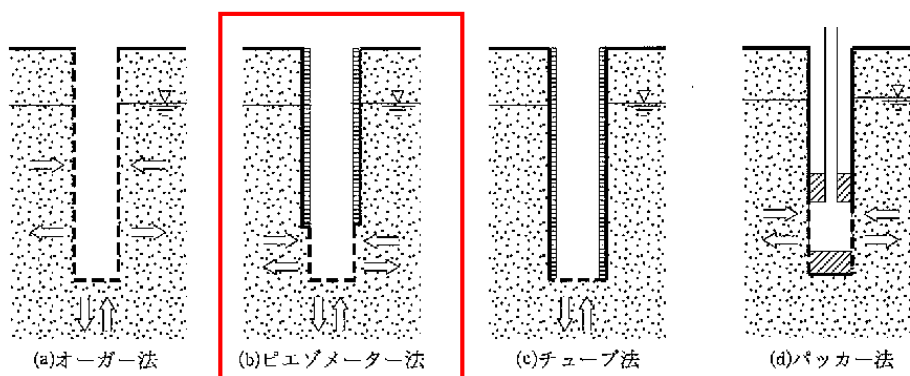


図 2.3.1 試験孔仕様による試験法の分類



## 2.4 孔内水平載荷試験

孔内水平載荷試験は地盤の変形特性（変形係数、水平地盤反力係数）を把握することを目的として実施した（図 2.4.1 参照）。

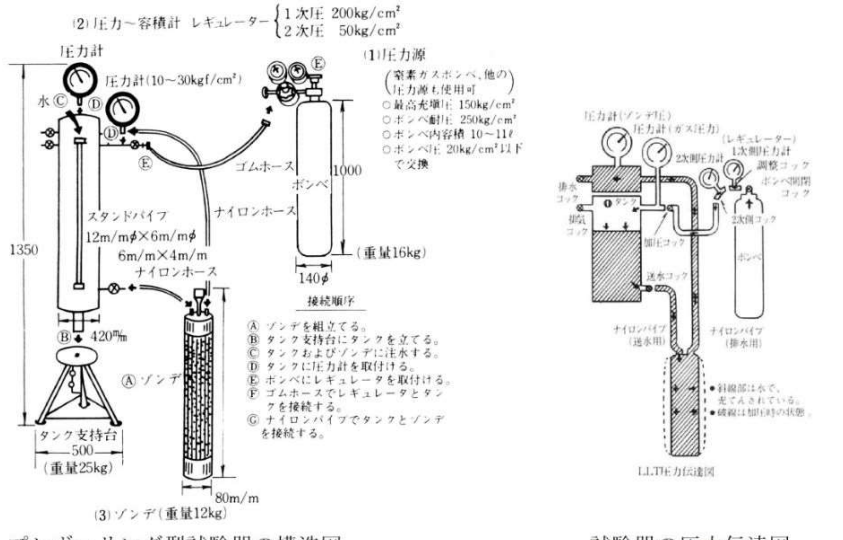
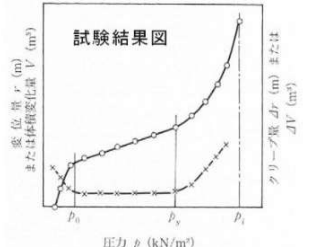
| 調査手法    | 地盤の指標値を求めるためのプレッシャーメータ試験方法<br>孔内水平載荷試験（JGS 1531-2012）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| モデル図    |  <p>プレボーリング型試験器の構造図</p> <p>試験器の圧力伝達図</p> <p>② 圧力-容積計 レギュレーター { 1 次圧: 200kg/cm<sup>2</sup><br/>2 次圧: 50kg/cm<sup>2</sup></p> <p>圧力計 (10~30kg/cm<sup>2</sup>)</p> <p>水 ①</p> <p>圧力源 (1) 圧力源 (ガスボンベ, 他)<br/>(圧力源も使用可)<br/>○ 最高充圧圧: 150kg/cm<sup>2</sup><br/>○ ボンベ内容積: 250kg/cm<sup>2</sup><br/>○ ボンベ内容積: 10~11ℓ<br/>○ ボンベ圧: 20kg/cm<sup>2</sup>以下で交換</p> <p>ゴムホース</p> <p>ボンベ (重量16kg)</p> <p>1000</p> <p>140φ</p> <p>接続順序</p> <p>① ゾンデを組立てる。<br/>② タンク支持台にタンクを立てる。<br/>③ タンクおよびゾンデに注水する。<br/>④ タンクに圧力計を取付ける。<br/>⑤ ボンベにレギュレーターを取付ける。<br/>⑥ ゴムホースでレギュレーターとタンクを接続する。<br/>⑦ ナイロンパイプでタンクとゾンデを接続する。</p> <p>スタンバイパイプ 12m/φ6×6m/φ6<br/>6m/φ4×4m/φ4<br/>ナイロンホース</p> <p>1350</p> <p>420mm</p> <p>タンク支持台 (重量25kg)</p> <p>500</p> <p>80m/m</p> <p>③ ゾンデ (重量12kg)</p> <p>圧力計 (ボンベ圧)<br/>圧力計 (ガス圧)<br/>レギュレーター<br/>調整コック<br/>ボンベ開閉コック<br/>注水コック<br/>送水コック<br/>ナイロンパイプ (送水用)<br/>ナイロンパイプ (排水用)<br/>● 針線部は水で充てんされている。<br/>● 破綻は加圧時の状態。</p> <p>LLT力伝達図</p> |
| 原理      | <p>孔内水平載荷試験は、あらかじめ削孔した試験孔の孔壁面に対して垂直方向に載荷し、圧力と孔壁の変位の関係を計測して、地盤反力係数、変形係数、降伏圧力、極限圧力を求める試験をいう。</p> <p>試験器の種類には、プローブが試験孔を掘削する性能を持つセルフボーリング方式と、持たないプレボーリング方式があり、加圧部の構造は1室型と3室型がある。</p> <p>試験機は、ゴム製の測定用セルを装着したゾンデ、ガスボンベ、圧力計、容積計（タンク）から構成される。試験孔に挿入されたゾンデに地上からガス圧を送って加圧すると、孔壁の変位とともにゴム製の測定用セルが膨らんでタンクから水が流入する。この水の流入量をタンクに取り付けたスタンバイパイプで読み取り、孔壁の変位量に換算する。</p> <p>通常は、一定時間ピッチ（1 分程度）で加圧力を等量増加させ、圧力と変位の関係を把握することを基本とする。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 目的      | <p>① 地盤反力係数、降伏圧、極限圧、静止土圧の測定。</p> <p>② 変形係数の算出：地盤反力係数からポアソン比を用いて算出する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 解析方法    | <p>① 地盤反力係数 (K 値) の求め方</p> $K = \Delta P / \Delta r$ <p>ここに、<math>\Delta P</math>：圧力変化量 (KN/m<sup>2</sup>)<br/><math>\Delta r</math>：半径の変化量 (m)</p> <p>② 地盤の変形係数 (E 値) の求め方</p> $E = (1 + \nu) \cdot R_m \cdot K$ <p>ここに、<math>\nu</math>：地盤のポアソン比<br/><math>R_m</math>：K 値の求めた中間半径 (m)</p>  <p>試験結果図</p> <p>変位 Δr (m) または 体積変化量 ΔV (m³)</p> <p>圧力 p (kN/m²)</p> <p><math>p_0</math> <math>p_y</math> <math>p_l</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 適用上の留意点 | <p>① 試験孔の仕上がり状態が結果に影響するので丁寧な削孔が必要である。</p> <p>② 試験は削孔後直ちに実施する必要がある。</p> <p>③ 削孔は、ゾンデ径に合わせた掘削径が必要となり、一般にφ86mmが標準である。</p> <p>④ 試験孔の深さは、ゾンデ長の1.5倍以上とする。</p> <p>⑤ クリープ特性の把握を対象とする試験では、圧力の保持時間を長く設定する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

図 2.4.1 孔内水平載荷試験の概要

## 2.5 乱れの少ない試料採取

乱れの少ない試料採取は、土質の物理特性及び力学特性を把握する目的で実施した。

硬質な粘性土を対象とした採取はロータリー式二重管サンプラー（デニソンサンプラー）を使用した。

図 2.5.1 に各サンプラーの構造を示す。



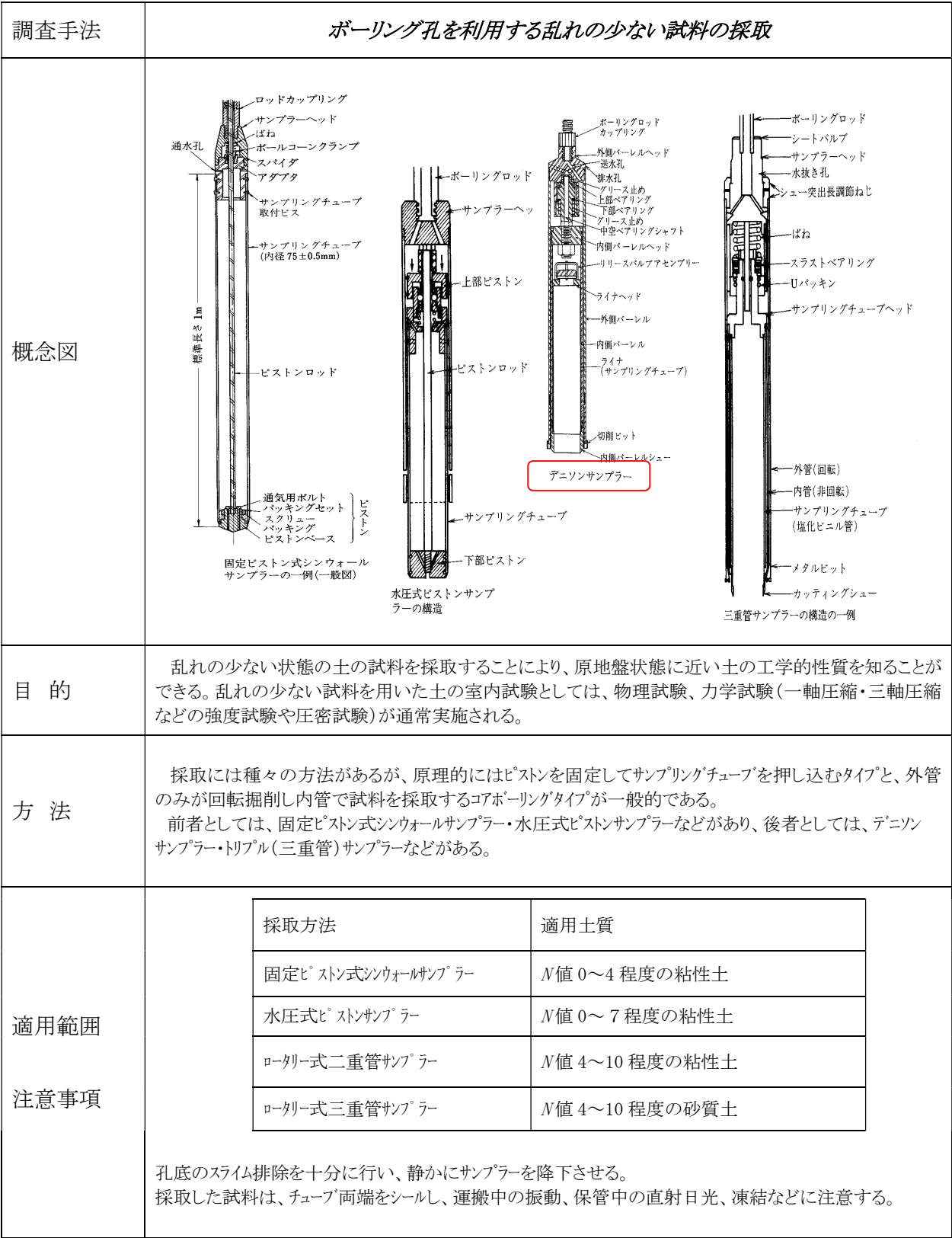


図 2.5.1 地盤条件と乱れの少ない試料採取方法の適用概念

## 2.6 室内土質試験

室内土質試験は、サンプリング試料及び標準貫入試験試料を用いて、物理的性質及び力学的性質を把握することを目的として実施した。

試験項目は表2.6.1に示す通りとし、日本産業規格(JIS)及び地盤工学会基準(JGS)に準拠して実施した。

表2.6.1 室内土質試験項目

| 項目                      | 基準番号           | 目的                                                | 抽出事項                                                                                              |
|-------------------------|----------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 土粒子の密度試験                | JIS A1202:2020 | 間隙比、飽和度、乾燥密度等の計算に用いる。                             | 土粒子の密度 $\rho$                                                                                     |
| 土の含水比試験                 | JIS A1203:2020 | 基本的物理量の計算や土の力学特性の推定に用いる。                          | 自然含水比 $W_n$<br>日本統一土質分類                                                                           |
| 土の粒度試験                  | JIS A1204:2020 | 土の分類や透水性の推定、液状化強度の推定、地盤材料の分類等に用いる。                | 粒度組成、粒度分布<br>日本統一土質分類                                                                             |
| 土の液性限界・塑性限界試験           | JIS A1205:2020 | コンシステンシー特性に基づき細粒土の工学的性質を評価する。                     | 液性限界 $WL$ 、塑性限界 $Wp$<br>塑性指数 $Ip$ 、塑性図                                                            |
| 土の湿潤密度試験                | JIS A1225:2020 | 土の単位体積重量を推定し、土質定数の設定に用いる。                         | 湿潤密度 $\rho_t$                                                                                     |
| 土の一軸圧縮試験                | JIS A1216:2020 | 土の一軸圧縮強さを求め、地盤破壊の検討に用いる。                          | 一軸圧縮強さ $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )<br>破壊ひずみ $\epsilon_f$ (%)<br>変形係数 $E_{50}$ (MN/m <sup>2</sup> ) |
| 土の非圧密非排水(UU)三軸圧縮試験      | JGS 0521-2020  | 飽和粘性土の強度を求め、地盤破壊の検討に用いる。                          | 非排水せん断強さ $C_u$ 、 $\phi_u$<br>変形係数 $E_{50}$                                                        |
| 土の段階载荷による圧密試験           | JIS A1217:2021 | 粘性土の地盤沈下量、圧密速度を推定する際に用いる。                         | 圧密降伏応力 $P_c$ 、<br>$e$ -log $P$ 曲線 (圧縮指数 $C_c$ )、<br>圧密係数 $C_v$ 、体積圧縮指数 $M_v$                      |
| 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験 | JGS 0542-2020  | 地盤・構造物系の地震荷重・交通荷重・機械荷重などに対する数値解析に必要となる地盤の変形特性を求める | 等価ヤング率 $E_{eq}$<br>履歴減衰率 $h$                                                                      |

### 3. 地形・地質概要

本調査地は「JR 四条畷駅」の北約 1.0km に位置する。

調査地は、生駒山の西側斜面麓地にあり、山麓地や扇状地が細長く続く。西側山麓地では、標高 5～20m の扇状地が続く。これは山麓地を流れる小河川が複合したもので、さらに、短い天井川が東大阪平野に伸びている。四條畷市北部や寝屋川市では、標高 70～100m の山麓地も西へ急傾斜する大阪層群下部の砂礫からなる。

生駒西麓地は、低湿な東大阪平野を避けた交通路で、旧集落が続く。それは主に、西側の扇状地上にある。最近では、開発が進み、上部では宅地化が進んでいる。

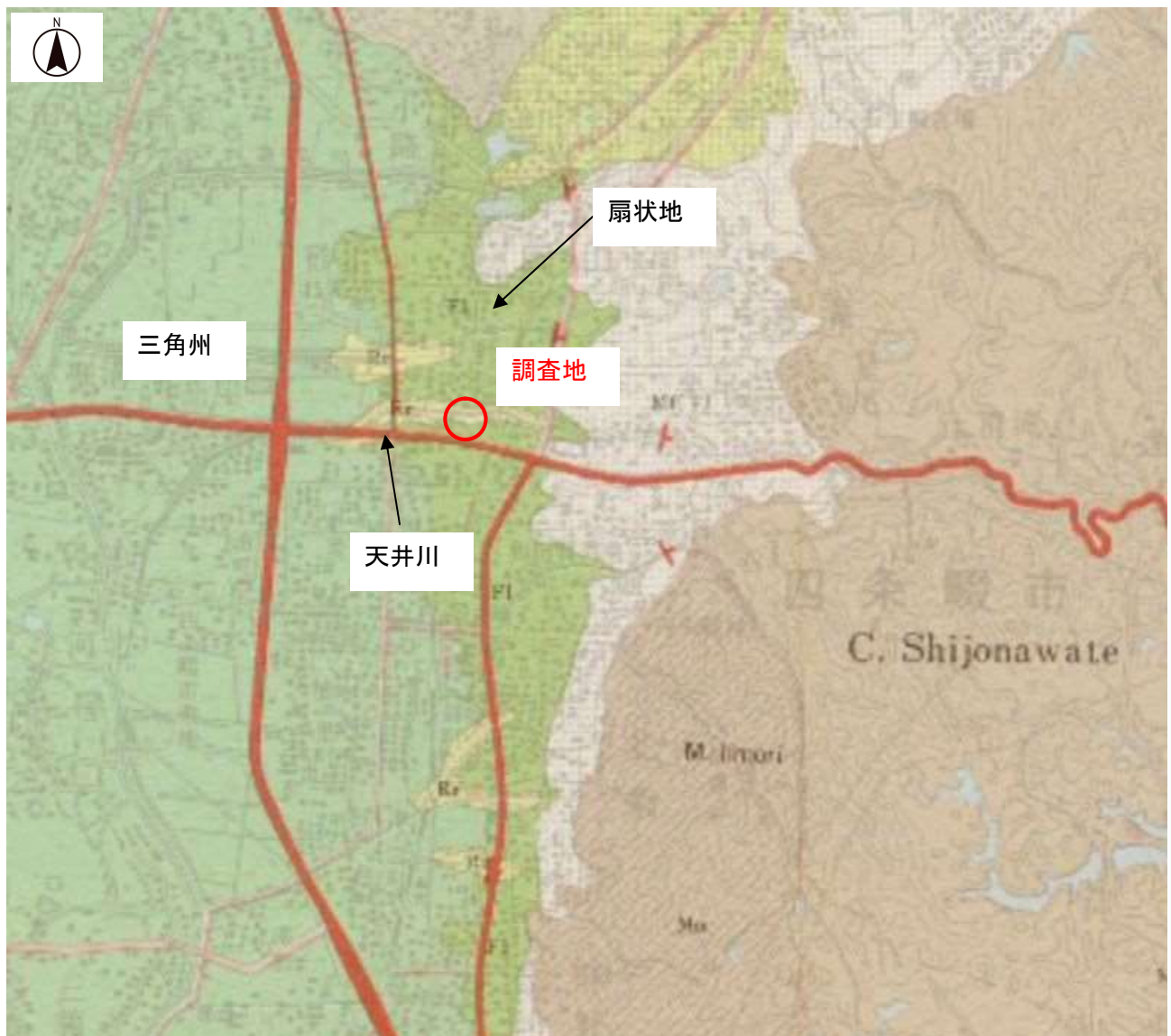


図 3.1 調査地周辺の地形分類図

出典：5 万分の 1 土地分類基本調査（大阪西北部、大阪東北部）

調査地は、礫を含む段丘層と一部、沖積層から成る。四條畷市北部や寝屋川市では、大阪層群下部の砂礫層が分布する。生駒西麓地は主に風化花崗岩や、大阪層群からなり、その上を段丘層の礫層が薄く覆うこともある。

低位段丘層に相当する礫層は、高度 10～30m 付近に見られ、礫径数 cm～10 径数 cm の円礫及び亜円礫からなり、厚さは 5m 以内である。

今回の調査では、径数cmの礫を多く含む、砂質土で構成されていた。調査地には、沖積層（砂）が複雑に入り込んでいるためであると考えられる。



図 3.2 調査地周辺の地質分類図

出典：5 万分の 1 土地分類基本調査（大阪西北部、大阪東北部）

## 4. 調査結果

### 4.1 ボーリング結果

#### 4.1.1 ボーリング諸元

本業務におけるボーリング調査は、表 4.1.1 に示す 3 箇所にて実施した。各調査地点の標高及び座標を整理した。なお、調査結果の詳細は、巻末資料のボーリング柱状図に示す。

表 4.1.1 ボーリング諸元

| 地点    | 地盤高    | 掘進長    | 座標           |             | 緯度               | 経度                |
|-------|--------|--------|--------------|-------------|------------------|-------------------|
|       | T. P.  | m      | X            | Y           |                  |                   |
| No. 1 | 14. 60 | 30. 45 | -139668. 512 | -32990. 108 | 34° 44′ 25. 690″ | 135° 38′ 22. 971″ |
| No. 2 | 15. 04 | 30. 45 | -139659. 109 | -32953. 109 | 34° 44′ 26. 000″ | 135° 38′ 24. 424″ |
| No. 3 | 22. 28 | 30. 45 | -139597. 403 | -32659. 418 | 34° 44′ 28. 036″ | 135° 38′ 35. 962″ |

#### 4.1.2 ボーリング柱状図の整理方法

ボーリング柱状図の整理方法を示す。

なお、図 4.1.1 及び表 4.1.2～表 4.1.3 については、「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 H27.6」から引用したものである。

| 第 1 分 類          |                   |     | 第 2 分 類          |                  |     | 第 3 分 類               |               |     |
|------------------|-------------------|-----|------------------|------------------|-----|-----------------------|---------------|-----|
| 区分               | 分 類 名             | 図模様 | 区分               | 分 類 名            | 図模様 | 区分                    | 分 類 名         | 図模様 |
| 土<br>質<br>材<br>料 | 礫 (G)             |     | 補<br>助<br>記<br>号 | 砂 質 (S)          |     | 岩<br>石<br>材<br>料      | 硬 岩 (HR)      |     |
|                  | 礫 質 土 (GF)        |     |                  | シ ル ト 質 (M)      |     |                       | 中 硬 岩 (MR)    |     |
|                  | 砂 (S)             |     |                  | 粘 土 質 (C)        |     |                       | 軟岩、風化岩 (WR)   |     |
|                  | 砂 質 土 (SF)        |     |                  | 有 機 質 (O)        |     |                       | 玉 石 (B)       |     |
|                  | シ ル ト (M)         |     |                  | 火 山 灰 質 (V)      |     | 特<br>殊<br>土<br>材<br>料 | 浮 石 (軽石) (Pm) |     |
|                  | 粘 性 土 (C)         |     |                  | 玉 石 混 り (-B)     |     |                       | シ ラ ス (Si)    |     |
|                  | 有 機 質 土 (O)       |     |                  | 砂 利、礫 混 り (-G)   |     |                       | ス コ リ ア (Sc)  |     |
|                  | 火 山 灰 質 粘 性 土 (V) |     |                  | 砂 混 り (-S)       |     |                       | 火 山 灰 (VA)    |     |
|                  | 高有機質土(腐植土) (Pt)   |     |                  | シ ル ト 混 り (-M)   |     |                       | ロ ー ム (Lm)    |     |
|                  |                   |     |                  | 粘 土 混 り (-C)     |     |                       | 黒 ボ ク (Kb)    |     |
|                  |                   |     |                  | 有 機 質 土 混 り (-O) |     |                       | マ サ (WG)      |     |
|                  |                   |     |                  | 火 山 灰 混 り (-V)   |     | 表                     | 土 (Ss)        |     |
|                  |                   |     |                  | 貝 殻 混 り (-Sh)    |     | 埋                     | 土 (FI)        |     |
|                  |                   |     |                  |                  |     | 廃                     | 棄 物 (W)       |     |

図 4.1.1 ボーリング柱状図に用いる図模様及び記号

表 4.1.2 砂地盤の相対密度の表現法

| 記号  | N値    |
|-----|-------|
| rd1 | 0～4   |
| rd2 | 4～10  |
| rd3 | 10～30 |
| rd4 | 30～50 |
| rd5 | 50以上  |

表 4.1.3 粘性地盤の相対稠度の表現法

| 記号  | 相対稠度(状態表現) | 現場における判定方法            |
|-----|------------|-----------------------|
| rc1 | 非常に軟らかい    | 親指を25mm以上押し込める        |
| rc2 | 軟らかい       | 親指を25mmぐらい押し込める       |
| rc3 | 締まった       | 親指を6mmぐらい押し込める        |
| rc4 | 硬い         | 親指を押し込めないが、親指の爪は容易く入る |
| rc5 | 非常に硬い      | 親指の爪も入らない             |

### 4.1.3 ボーリング結果

四條畷市役所（No. 1、No. 2）及び市民総合センター（No. 3）で実施したボーリング結果を示す。

本調査において実施したボーリング結果より、地盤構成表を作成し、表 4.1.4 にまとめた。

標準貫入試験結果（N 値）については、次章に整理した。

図 4.1.2 に調査地における推定地質断面図を示す。

表 4.1.4 地盤構成表

| 年代区分 |     | 層区分 |          | 細区分 | 主な土質                            |
|------|-----|-----|----------|-----|---------------------------------|
| 第四紀  | 完新世 | 現世  | 盛土層（砂質土） | B   | 砂礫、シルト質砂<br>礫混じり砂               |
|      |     | 沖積  | 第1砂質土層   | As1 | シルト混じり砂<br>礫混じりシルト混じり砂          |
|      |     |     | 粘性土層     | Ac  | 砂混じり粘土<br>砂質粘土                  |
|      |     |     | 第2砂質土層   | As2 | シルト質礫質砂<br>シルト質砂                |
|      | 更新世 | 洪積  | 第1砂質土層   | Ds1 | 礫混じり砂<br>シルト質砂<br>砂             |
|      |     |     | 粘性土層     | Dc  | 砂混じり粘土<br>砂質シルト<br>シルト質粘土       |
|      |     |     | 第2砂質土層   | Ds2 | 礫混じりシルト混じり砂<br>シルト質砂<br>シルト混じり砂 |



以下に、本調査で確認された各地層の特徴を記載した。

## ○盛土層

### ・盛土層（砂質土）(B)

本層は砂質土主体の盛土層である。主に礫混じり砂～シルト質砂で構成される。表層の3～5cmはアスファルトであり、No.3地点はコンクリートガラなどを含む。砂分は粗砂を含み、不均質に粘性土を介在する。色調は茶褐～褐灰色を呈する。

N値は2を示す。

## ○沖積層

### ・第1砂質土層（As1）

本層は砂質土主体の沖積層であり、No.1及びNo.2、No.3地点に広く分布している。主にシルト混じり～礫混じりシルト混じり砂で構成される。砂分は中～粗砂主体で、 $\phi 2\sim 5\text{mm}$ 程度の礫を含む。不均質に粘性土を介在するため、N値のばらつきが大きい。含水は概ね低～中位となる。色調は褐灰～暗灰色を呈する。

N値は1～25を示し、平均値は11.5である。

### ・粘性土層（Ac）

本層は粘性土主体の沖積層であり、No.1及びNo.2地点に分布している。主に砂混じり粘土～砂質粘土で構成される。粘性は中位で、含水は中～低位を示す。やや硬質である。均質に細～粗砂を含む。色調は褐灰色を呈する。

N値は7を示す。

### ・第2砂質土層（As2）

本層は砂質土主体の沖積層であり、No.1及びNo.2地点に分布している。主にシルト質礫質砂～シルト質砂で構成される。砂分は細～粗砂主体で、 $\phi 2\sim 5\text{mm}$ 程度の礫を含む。不均質に粘性土を介在するため、N値のばらつきが大きい。含水は概ね低～中位となる。色調は褐灰色を呈する。

N値は11～41を示し、平均値は21.2である。

## ○洪積層

### ・第1砂質土層 (Ds1)

本層は砂質土主体の洪積層であり、No. 1 及び No. 2、No. 3 地点に広く分布している。主に礫混じり砂～シルト質砂～砂で構成される。砂分は細～粗砂主体で、 $\phi 2\sim 5\text{mm}$  程度の礫を含む。不均質に粘性土を介在するため、N 値のばらつきが大きい。含水は概ね低～中位となる。色調は褐灰～暗灰色を呈する。

N値は 16～75 を示し、平均値は 38.5 である (N>60 は換算値)。

### ・粘性土層 (Dc)

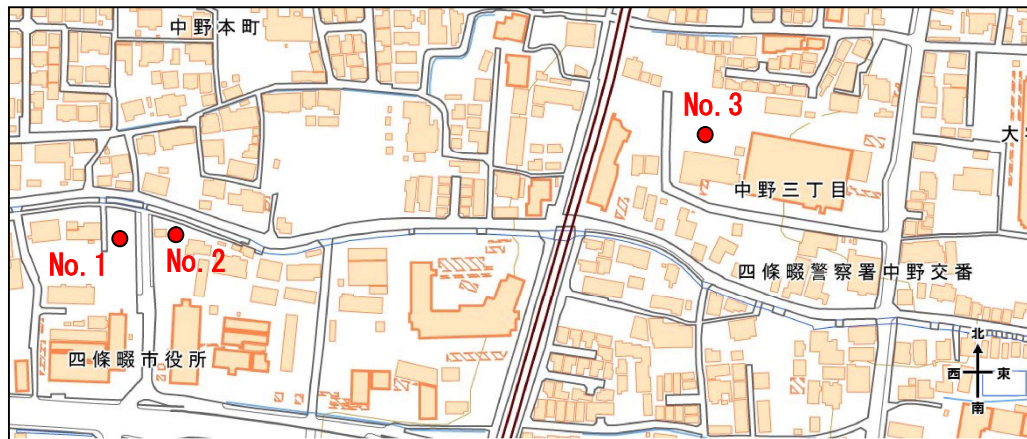
本層は粘性土主体の洪積層であり、No. 1 及び No. 2、No. 3 地点に部分的に分布している。主に砂混じり粘土～砂質シルト～シルト質粘土で構成される。粘性は低～中位で、含水は低位を示す。全体に硬質である。不均質に細～粗砂を含む。色調は暗灰色を呈する。

N値は 14～25 を示し、平均値は 19.6 である。

### ・第2砂質土層 (Ds2)

本層は砂質土主体の洪積層であり、No. 3 地点に部分的に分布している。主に礫混じりシルト混じり砂～シルト質砂～シルト混じり砂で構成される。微細～粗砂主体で  $\phi 2\sim 10\text{mm}$  程度の礫を含む。不均質に粘性土を介在するため、N 値のばらつきが大きい。含水は、低～中位となる。色調は褐灰～暗灰色を呈する。

N値は 37～90 以上を示し、平均値は 59.4 である (N>60 は換算値)。



## 推定地質断面図

V=1:100 (A1サイズ)

H=1:500 (A1サイズ)

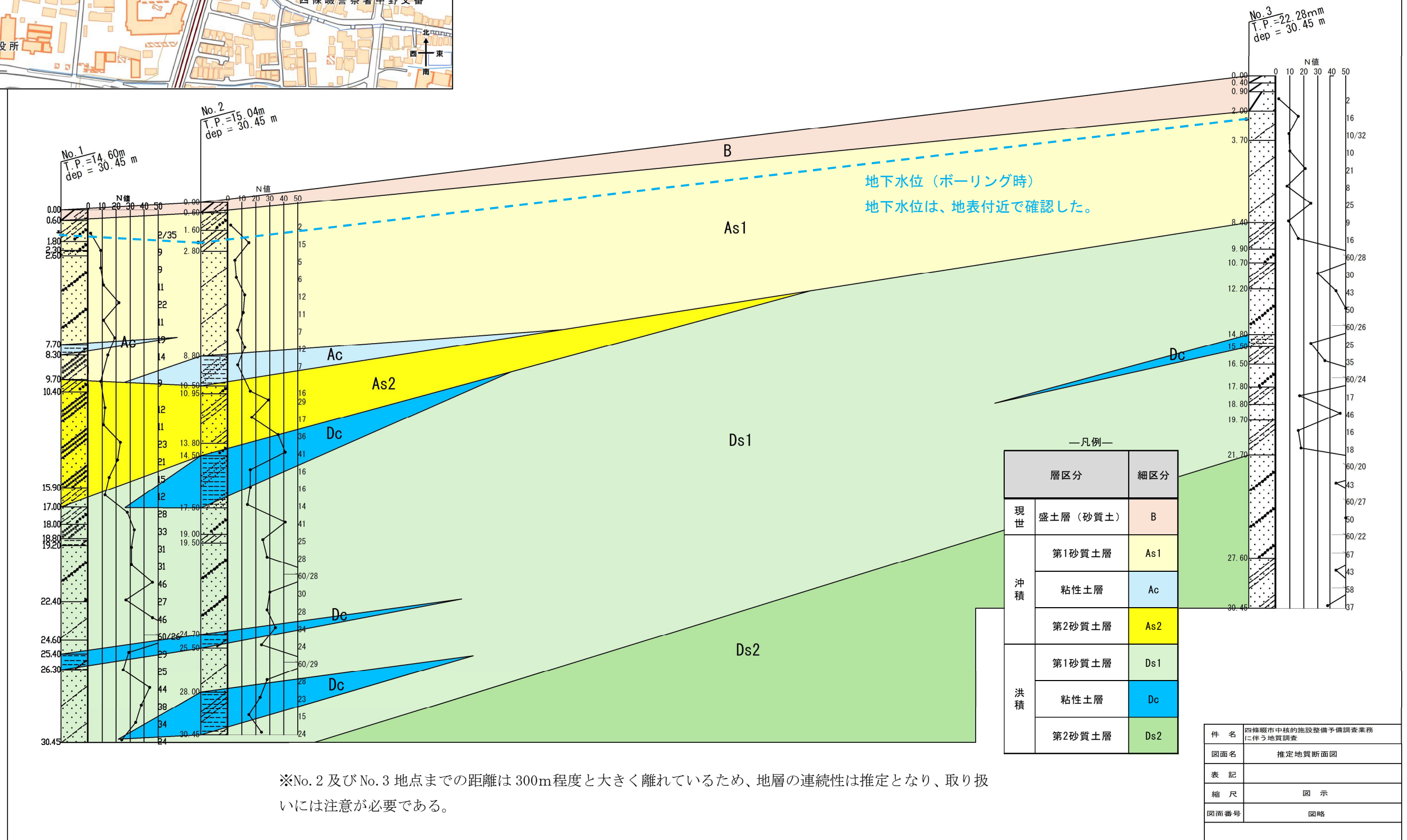


図 4.1.2 推定地質断面図 (No. 1~No. 3)

## 4.2 標準貫入試験結果

本調査で得られた標準貫入試験結果を整理し、土質定数設定の際の基礎資料とした。標準貫入試験結果の一覧を表 4.2.3 に、詳細な  $N$  値の内訳を表 4.2.4～4.2.6 に示す。

- ①貫入量が 30cm 未満・以上の場合は、貫入量 30cm 毎の打撃回数に換算して、換算  $N$  値とする。
- 換算  $N$  値 = (試験で得られた打撃回数 × 30cm) ÷ 試験区間の貫入量
- ②換算  $N$  値の上限は、100 とする。
- ③地層境界に位置する  $N$  値は、棄却する。

表 4.2.1 砂の相対密度・内部摩擦角と  $N$  値との関係 (Peck, Meyerhof)

| N 値   | 相対密度 (Relative Density) |         | せん断抵抗角 $\phi$ |          |
|-------|-------------------------|---------|---------------|----------|
|       |                         |         | Peck          | Meyerhof |
| 0～4   | 非常に緩い (Veryloose)       | 0.0～0.2 | 28.5 以下       | 30 以下    |
| 4～10  | 緩い (Loose)              | 0.2～0.4 | 28.5～30       | 30～35    |
| 10～30 | 中位の (Medium)            | 0.4～0.6 | 30～36         | 35～40    |
| 30～50 | 密な (Dense)              | 0.6～0.8 | 36～41         | 40～45    |
| 50 以上 | 非常に密な (VeryDense)       | 0.8～1.0 | 41 以上         | 45 以上    |

(出典：地盤調査の方法と解説、地盤工学会、p263)

表 4.2.2 粘土のコンシステンシー・一軸圧縮強さと  $N$  値との関係 (Terzaghi)

| コンシステンシー                     | 非常に軟らかい | 軟らかい     | 中位の     | 硬い      | 非常に硬い   | 固結した   |
|------------------------------|---------|----------|---------|---------|---------|--------|
| N 値                          | 2 以下    | 2～4      | 4～8     | 8～15    | 15～30   | 30 以上  |
| $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )   | 25 以下   | 25～50    | 50～100  | 100～200 | 200～400 | 400 以上 |
| $q_u$ (kgf/cm <sup>2</sup> ) | 0.25 以下 | 0.25～0.5 | 0.5～1.0 | 1.0～2.0 | 2.0～4.0 | 4.0 以上 |

(出典：地盤調査の方法と解説、地盤工学会、p267)

表 4.2.3 標準貫入試験結果一覧

| 層区分 |          | 細区分 | 主な土質                            | N値 |   |    |      |      |
|-----|----------|-----|---------------------------------|----|---|----|------|------|
|     |          |     |                                 | 最小 | ～ | 最大 | 平均   | 標準偏差 |
| 現世  | 盛土層（砂質土） | B   | 砂礫、シルト質砂<br>礫混じり砂               | 2  | ～ | 2  | 2.0  | －    |
| 沖積  | 第1砂質土層   | As1 | シルト混じり砂<br>礫混じりシルト混じり砂          | 1  | ～ | 25 | 11.5 | 6.3  |
|     | 粘性土層     | Ac  | 砂混じり粘土<br>砂質粘土                  | 7  | ～ | 7  | 7.0  | －    |
|     | 第2砂質土層   | As2 | シルト質礫質砂<br>シルト質砂                | 11 | ～ | 41 | 21.2 | 10.2 |
| 洪積  | 第1砂質土層   | Ds1 | 礫混じり砂<br>シルト質砂<br>砂             | 16 | ～ | 75 | 38.5 | 16.4 |
|     | 粘性土層     | Dc  | 砂混じり粘土<br>砂質シルト<br>シルト質粘土       | 14 | ～ | 25 | 19.6 | 4.7  |
|     | 第2砂質土層   | Ds2 | 礫混じりシルト混じり砂<br>シルト質砂<br>シルト混じり砂 | 37 | ～ | 90 | 59.4 | 18.1 |

建築基準より換算 N 値上限＝100 とする。

表 4.2.4 標準貫入試験結果 (No. 1)

| 孔番 : No. 1 |      |                 |               |         |         |         |         |                 |         |      |          |  |  |
|------------|------|-----------------|---------------|---------|---------|---------|---------|-----------------|---------|------|----------|--|--|
| 地点         | 地層区分 | 土質区分            | 深度<br>(GL-m)  | 打撃回数    |         |         | 実測 N 値  | 30cmの<br>補正 N 値 | 採用N値    | 平均値  | 標準<br>偏差 |  |  |
|            |      |                 |               | 0～10cm  | 10～20cm | 20～30cm |         |                 |         |      |          |  |  |
| No. 1      | As1  | 礫混じりシルト質砂       | 1.15 ～ 1.50   | 1 / 15  | 1 / 20  | /       | 2 / 35  | 1.7 / 30        | 1 / 30  | 11.7 | 6.9      |  |  |
|            |      | 礫混じり砂           | 2.15 ～ 2.45   | 3 / 10  | 3 / 10  | 3 / 10  | 9 / 30  | 9.0 / 30        | 9 / 30  |      |          |  |  |
|            |      | 礫混じり<br>シルト混じり砂 | 3.15 ～ 3.45   | 2 / 10  | 2 / 10  | 5 / 10  | 9 / 30  | 9.0 / 30        | 9 / 30  |      |          |  |  |
|            |      |                 | 4.15 ～ 4.45   | 3 / 10  | 3 / 10  | 5 / 10  | 11 / 30 | 11.0 / 30       | 11 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |                 | 5.15 ～ 5.45   | 6 / 10  | 7 / 10  | 9 / 10  | 22 / 30 | 22.0 / 30       | 22 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |                 | 6.15 ～ 6.45   | 5 / 10  | 3 / 10  | 3 / 10  | 11 / 30 | 11.0 / 30       | 11 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |                 | 7.15 ～ 7.45   | 3 / 10  | 7 / 10  | 9 / 10  | 19 / 30 | 19.0 / 30       | 19 / 30 |      |          |  |  |
|            | Ac   | 砂混じり粘土          | 8.15 ～ 8.45   | 3 / 10  | 4 / 10  | 7 / 10  | 14 / 30 | 14.0 / 30       | 14 / 30 | 14.0 | -        |  |  |
|            | As2  | 礫混じり粘土質砂        | 9.65 ～ 9.95   | 4 / 10  | 3 / 10  | 2 / 10  | 9 / 30  | 9.0 / 30        | 9 / 30  | 15.7 | 5.1      |  |  |
|            |      | シルト質礫質砂         | 11.15 ～ 11.45 | 3 / 10  | 4 / 10  | 5 / 10  | 12 / 30 | 12.0 / 30       | 12 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |                 | 12.15 ～ 12.45 | 5 / 10  | 3 / 10  | 3 / 10  | 11 / 30 | 11.0 / 30       | 11 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |                 | 13.15 ～ 13.45 | 7 / 10  | 9 / 10  | 7 / 10  | 23 / 30 | 23.0 / 30       | 23 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |                 | 14.15 ～ 14.45 | 11 / 10 | 6 / 10  | 4 / 10  | 21 / 30 | 21.0 / 30       | 21 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |                 | 15.15 ～ 15.45 | 5 / 10  | 5 / 10  | 5 / 10  | 15 / 30 | 15.0 / 30       | 15 / 30 |      |          |  |  |
|            |      | シルト質砂           | 16.15 ～ 16.45 | 6 / 10  | 3 / 10  | 3 / 10  | 12 / 30 | 12.0 / 30       | 12 / 30 |      |          |  |  |
|            | Ds1  | 礫混じりシルト質砂       | 17.15 ～ 17.45 | 8 / 10  | 10 / 10 | 10 / 10 | 28 / 30 | 28.0 / 30       | 28 / 30 | 38.9 | 14.3     |  |  |
|            |      | 礫質砂             | 18.15 ～ 18.45 | 9 / 10  | 11 / 10 | 13 / 10 | 33 / 30 | 33.0 / 30       | 33 / 30 |      |          |  |  |
|            |      | 礫混じりシルト混じり砂     | 19.15 ～ 19.45 | 5 / 10  | 8 / 10  | 18 / 10 | 31 / 30 | 31.0 / 30       | 31 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |                 | 20.15 ～ 20.45 | 7 / 10  | 9 / 10  | 15 / 10 | 31 / 30 | 31.0 / 30       | 31 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |                 | 21.15 ～ 21.45 | 6 / 10  | 13 / 10 | 27 / 10 | 46 / 30 | 46.0 / 30       | 46 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |                 | 22.15 ～ 22.45 | 10 / 10 | 9 / 10  | 8 / 10  | 27 / 30 | 27.0 / 30       | 27 / 30 |      |          |  |  |
|            |      | シルト混じり砂         | 23.15 ～ 23.45 | 12 / 10 | 16 / 10 | 18 / 10 | 46 / 30 | 46.0 / 30       | 46 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |                 | 24.15 ～ 24.41 | 23 / 10 | 20 / 10 | 17 / 6  | 60 / 26 | 69.2 / 30       | 69 / 30 |      |          |  |  |
|            |      | 砂               | 25.15 ～ 25.45 | 4 / 10  | 16 / 10 | 9 / 10  | 29 / 30 | 29.0 / 30       | 29 / 30 |      |          |  |  |
|            | Dc   | 砂混じり粘土          | 26.15 ～ 26.45 | 6 / 10  | 9 / 10  | 10 / 10 | 25 / 30 | 25.0 / 30       | 25 / 30 | 25.0 | -        |  |  |
|            | Ds1  | シルト混じり砂         | 27.15 ～ 27.45 | 9 / 10  | 15 / 10 | 20 / 10 | 44 / 30 | 44.0 / 30       | 44 / 30 | 35.0 | 8.4      |  |  |
|            |      |                 | 28.15 ～ 28.45 | 12 / 10 | 12 / 10 | 14 / 10 | 38 / 30 | 38.0 / 30       | 38 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |                 | 29.15 ～ 29.45 | 9 / 10  | 12 / 10 | 13 / 10 | 34 / 30 | 34.0 / 30       | 34 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |                 | 30.15 ～ 30.45 | 6 / 10  | 7 / 10  | 11 / 10 | 24 / 30 | 24.0 / 30       | 24 / 30 |      |          |  |  |

※土砂 : N値上限100  
※赤字 : 地層境界のため棄却

表 4.2.5 標準貫入試験結果 (No. 2)

| 孔番 : No. 2 |      |            |               |         |         |         |         |                 |         |      |          |  |  |
|------------|------|------------|---------------|---------|---------|---------|---------|-----------------|---------|------|----------|--|--|
| 地点         | 地層区分 | 土質区分       | 深度<br>(GL-m)  | 打撃回数    |         |         | 実測 N 値  | 30cmの<br>補正 N 値 | 採用N値    | 平均値  | 標準<br>偏差 |  |  |
|            |      |            |               | 0~10cm  | 10~20cm | 20~30cm |         |                 |         |      |          |  |  |
| No. 2      | As1  | 礫混じりシルト質砂  | 1.15 ~ 1.45   | 1 / 15  | 1 / 15  | /       | 2 / 30  | 2.0 / 30        | 2 / 30  | 8.8  | 4.4      |  |  |
|            |      | 粘土質砂       | 2.15 ~ 2.45   | 5 / 10  | 5 / 10  | 5 / 10  | 15 / 30 | 15.0 / 30       | 15 / 30 |      |          |  |  |
|            |      | シルト混じり砂    | 3.15 ~ 3.45   | 3 / 10  | 1 / 5   | 1 / 15  | 5 / 30  | 5.0 / 30        | 5 / 30  |      |          |  |  |
|            |      |            | 4.15 ~ 4.45   | 2 / 10  | 2 / 10  | 2 / 10  | 6 / 30  | 6.0 / 30        | 6 / 30  |      |          |  |  |
|            |      |            | 5.15 ~ 5.45   | 4 / 10  | 4 / 10  | 4 / 10  | 12 / 30 | 12.0 / 30       | 12 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |            | 6.15 ~ 6.45   | 4 / 10  | 4 / 10  | 3 / 10  | 11 / 30 | 11.0 / 30       | 11 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |            | 7.15 ~ 7.45   | 2 / 10  | 2 / 10  | 3 / 10  | 7 / 30  | 7.0 / 30        | 7 / 30  |      |          |  |  |
|            |      |            | 8.15 ~ 8.45   | 3 / 10  | 4 / 10  | 5 / 10  | 12 / 30 | 12.0 / 30       | 12 / 30 |      |          |  |  |
|            | Ac   | 砂質粘土       | 9.15 ~ 9.45   | 2 / 10  | 3 / 10  | 2 / 10  | 7 / 30  | 7.0 / 30        | 7 / 30  | 7.0  | -        |  |  |
|            | As2  | 礫混じり粘土混じり砂 | 10.65 ~ 10.95 | 7 / 10  | 4 / 10  | 5 / 10  | 16 / 30 | 16.0 / 30       | 16 / 30 | 27.8 | 11.2     |  |  |
|            |      | シルト質砂      | 11.15 ~ 11.45 | 7 / 10  | 10 / 10 | 12 / 10 | 29 / 30 | 29.0 / 30       | 29 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |            | 12.15 ~ 12.45 | 5 / 10  | 5 / 10  | 7 / 10  | 17 / 30 | 17.0 / 30       | 17 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |            | 13.15 ~ 13.45 | 5 / 10  | 12 / 10 | 19 / 10 | 36 / 30 | 36.0 / 30       | 36 / 30 |      |          |  |  |
|            |      | 礫混じり砂      | 14.15 ~ 14.45 | 13 / 10 | 15 / 10 | 13 / 10 | 41 / 30 | 41.0 / 30       | 41 / 30 |      |          |  |  |
|            | Dc   | 砂質シルト      | 15.15 ~ 15.45 | 3 / 10  | 4 / 10  | 9 / 10  | 16 / 30 | 16.0 / 30       | 16 / 30 | 15.3 | 1.2      |  |  |
|            |      |            | 16.15 ~ 16.45 | 5 / 10  | 5 / 10  | 6 / 10  | 16 / 30 | 16.0 / 30       | 16 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |            | 17.15 ~ 17.45 | 4 / 10  | 5 / 10  | 5 / 10  | 14 / 30 | 14.0 / 30       | 14 / 30 |      |          |  |  |
|            | Ds1  | 礫混じり砂      | 18.15 ~ 18.45 | 13 / 10 | 15 / 10 | 13 / 10 | 41 / 30 | 41.0 / 30       | 41 / 30 | 35.7 | 13.5     |  |  |
|            |      | 粘土質砂       | 19.15 ~ 19.45 | 4 / 10  | 7 / 10  | 14 / 10 | 25 / 30 | 25.0 / 30       | 25 / 30 |      |          |  |  |
|            |      | 粘土混じり礫混じり砂 | 20.15 ~ 20.45 | 9 / 10  | 7 / 10  | 12 / 10 | 28 / 30 | 28.0 / 30       | 28 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |            | 21.15 ~ 21.43 | 16 / 10 | 21 / 10 | 23 / 8  | 60 / 28 | 64.3 / 30       | 64 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |            | 22.15 ~ 22.45 | 8 / 10  | 12 / 10 | 10 / 10 | 30 / 30 | 30.0 / 30       | 30 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |            | 23.15 ~ 23.45 | 4 / 10  | 11 / 10 | 13 / 10 | 28 / 30 | 28.0 / 30       | 28 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |            | 24.15 ~ 24.45 | 7 / 10  | 8 / 10  | 19 / 10 | 34 / 30 | 34.0 / 30       | 34 / 30 |      |          |  |  |
|            | Dc   | 砂混じり粘土     | 25.15 ~ 25.45 | 6 / 10  | 8 / 10  | 10 / 10 | 24 / 30 | 24.0 / 30       | 24 / 30 | 24.0 | -        |  |  |
|            | Ds1  | シルト混じり砂    | 26.15 ~ 26.44 | 16 / 10 | 17 / 10 | 27 / 9  | 60 / 29 | 62.1 / 30       | 62 / 30 | 45.0 | 24.0     |  |  |
|            |      |            | 27.15 ~ 27.45 | 8 / 10  | 8 / 10  | 12 / 10 | 28 / 30 | 28.0 / 30       | 28 / 30 |      |          |  |  |
|            | Dc   | シルト質粘土     | 28.15 ~ 28.45 | 6 / 10  | 7 / 10  | 10 / 10 | 23 / 30 | 23.0 / 30       | 23 / 30 | 20.7 | 4.9      |  |  |
|            |      |            | 29.15 ~ 29.45 | 4 / 10  | 5 / 10  | 6 / 10  | 15 / 30 | 15.0 / 30       | 15 / 30 |      |          |  |  |
|            |      |            | 30.15 ~ 30.45 | 7 / 10  | 9 / 10  | 8 / 10  | 24 / 30 | 24.0 / 30       | 24 / 30 |      |          |  |  |

※土砂 : N値上限100



表 4.2.6 標準貫入試験結果 (No.3)

| 孔番 : No. 3 |      |                 |               |               |         |         |         |                 |           |      |          |  |  |
|------------|------|-----------------|---------------|---------------|---------|---------|---------|-----------------|-----------|------|----------|--|--|
| 地点         | 地層区分 | 土質区分            | 深度<br>(GL-m)  | 打撃回数          |         |         | 実測 N 値  | 30cmの<br>補正 N 値 | 採用N値      | 平均値  | 標準<br>偏差 |  |  |
|            |      |                 |               | 0~10cm        | 10~20cm | 20~30cm |         |                 |           |      |          |  |  |
| No. 3      | B    | 盛土 (シルト混じり砂)    | 1.15 ~ 1.45   | 1 / 15        | 1 / 15  | /       | 2 / 30  | 2.0 / 30        | 2 / 30    | 2.0  | -        |  |  |
|            | As1  | シルト混じり砂         | 2.15 ~ 2.45   | 4 / 10        | 6 / 10  | 6 / 10  | 16 / 30 | 16.0 / 30       | 16 / 30   | 14.8 | 7.0      |  |  |
|            |      |                 | 3.15 ~ 3.47   | 3 / 10        | 3 / 10  | 4 / 12  | 10 / 32 | 9.4 / 30        | 9 / 30    |      |          |  |  |
|            |      | シルト混じり砂         | 4.15 ~ 4.45   | 3 / 10        | 3 / 10  | 4 / 10  | 10 / 30 | 10.0 / 30       | 10 / 30   |      |          |  |  |
|            |      |                 | 5.15 ~ 5.45   | 5 / 10        | 7 / 10  | 9 / 10  | 21 / 30 | 21.0 / 30       | 21 / 30   |      |          |  |  |
|            |      |                 | 6.15 ~ 6.45   | 3 / 10        | 3 / 10  | 2 / 10  | 8 / 30  | 8.0 / 30        | 8 / 30    |      |          |  |  |
|            |      |                 | 7.15 ~ 7.45   | 4 / 10        | 10 / 10 | 11 / 10 | 25 / 30 | 25.0 / 30       | 25 / 30   |      |          |  |  |
|            |      |                 | 8.15 ~ 8.45   | 3 / 10        | 3 / 10  | 3 / 10  | 9 / 30  | 9.0 / 30        | 9 / 30    |      |          |  |  |
|            | Ds1  | シルト質砂           | 9.15 ~ 9.45   | 4 / 10        | 5 / 10  | 7 / 10  | 16 / 30 | 16.0 / 30       | 16 / 30   | 45.3 | 20.2     |  |  |
|            |      | 礫混じり砂           | 10.15 ~ 10.43 | 15 / 10       | 21 / 10 | 24 / 8  | 60 / 28 | 64.3 / 30       | 64 / 30   |      |          |  |  |
|            |      | シルト質砂           | 11.15 ~ 11.45 | 8 / 10        | 10 / 10 | 12 / 10 | 30 / 30 | 30.0 / 30       | 30 / 30   |      |          |  |  |
|            |      |                 | 12.15 ~ 12.45 | 13 / 10       | 13 / 10 | 17 / 10 | 43 / 30 | 43.0 / 30       | 43 / 30   |      |          |  |  |
|            |      | 礫混じり砂           | 13.15 ~ 13.45 | 13 / 10       | 15 / 10 | 22 / 10 | 50 / 30 | 50.0 / 30       | 50 / 30   |      |          |  |  |
|            | Ds1  |                 | 14.15 ~ 14.41 | 21 / 10       | 23 / 10 | 16 / 6  | 60 / 26 | 69.2 / 30       | 69 / 30   | 25.0 | -        |  |  |
|            |      | Dc              | 砂質シルト         | 15.15 ~ 15.45 | 6 / 10  | 8 / 10  | 11 / 10 | 25 / 30         | 25.0 / 30 |      |          |  |  |
|            |      | シルト質砂           | 16.15 ~ 16.45 | 7 / 10        | 12 / 10 | 16 / 10 | 35 / 30 | 35.0 / 30       | 35 / 30   |      |          |  |  |
|            |      |                 | 17.15 ~ 17.39 | 15 / 10       | 28 / 10 | 17 / 4  | 60 / 24 | 75.0 / 30       | 75 / 30   |      |          |  |  |
|            |      | シルト質砂           | 18.15 ~ 18.45 | 5 / 10        | 6 / 10  | 6 / 10  | 17 / 30 | 17.0 / 30       | 17 / 30   |      |          |  |  |
|            |      | 砂               | 19.15 ~ 19.45 | 10 / 10       | 20 / 10 | 16 / 10 | 46 / 30 | 46.0 / 30       | 46 / 30   |      |          |  |  |
|            |      |                 | 20.15 ~ 20.45 | 4 / 10        | 5 / 10  | 7 / 10  | 16 / 30 | 16.0 / 30       | 16 / 30   |      |          |  |  |
|            | Ds2  | 礫混じり<br>シルト混じり砂 | 21.15 ~ 21.45 | 4 / 10        | 5 / 10  | 9 / 10  | 18 / 30 | 18.0 / 30       | 18 / 30   | 59.4 | 18.1     |  |  |
|            |      |                 | 22.15 ~ 22.35 | 23 / 10       | 37 / 10 | /       | 60 / 20 | 90.0 / 30       | 90 / 30   |      |          |  |  |
|            |      |                 | 23.15 ~ 23.45 | 11 / 10       | 19 / 10 | 13 / 10 | 43 / 30 | 43.0 / 30       | 43 / 30   |      |          |  |  |
|            |      |                 | 24.15 ~ 24.42 | 18 / 10       | 22 / 10 | 20 / 7  | 60 / 27 | 66.7 / 30       | 66 / 30   |      |          |  |  |
|            |      |                 | 25.15 ~ 25.45 | 7 / 10        | 16 / 10 | 27 / 10 | 50 / 30 | 50.0 / 30       | 50 / 30   |      |          |  |  |
|            |      |                 | 26.15 ~ 26.37 | 25 / 10       | 30 / 10 | 5 / 2   | 60 / 22 | 81.8 / 30       | 81 / 30   |      |          |  |  |
|            |      |                 | 27.15 ~ 27.45 | 31 / 10       | 29 / 10 | 7 / 10  | 67 / 30 | 67.0 / 30       | 67 / 30   |      |          |  |  |
|            |      | シルト質砂           | 28.15 ~ 28.45 | 12 / 10       | 14 / 10 | 17 / 10 | 43 / 30 | 43.0 / 30       | 43 / 30   |      |          |  |  |
|            |      |                 | 29.15 ~ 29.45 | 12 / 10       | 22 / 10 | 24 / 10 | 58 / 30 | 58.0 / 30       | 58 / 30   |      |          |  |  |
|            |      |                 | 30.15 ~ 30.45 | 12 / 10       | 13 / 10 | 12 / 10 | 37 / 30 | 37.0 / 30       | 37 / 30   |      |          |  |  |

※土砂 : N値上限100  
 ※赤字 : 地層境界のため棄却

表 4.2.7 標準貫入試験結果（集計表）

|      | B   | As1  | Ac  | As2  | Ds1  | Dc   | Ds2  |
|------|-----|------|-----|------|------|------|------|
|      | 2   | 1    | 7   | 12   | 28   | 16   | 90   |
|      |     | 9    |     | 11   | 33   | 16   | 43   |
|      |     | 9    |     | 23   | 31   | 14   | 66   |
|      |     | 11   |     | 21   | 31   | 24   | 50   |
|      |     | 22   |     | 15   | 46   | 23   | 81   |
|      |     | 11   |     | 12   | 27   | 15   | 67   |
|      |     | 19   |     | 16   | 46   | 24   | 43   |
|      |     | 2    |     | 29   | 69   | 25   | 58   |
|      |     | 15   |     | 17   | 44   |      | 37   |
|      |     | 5    |     | 36   | 38   |      |      |
|      |     | 6    |     | 41   | 34   |      |      |
|      |     | 12   |     |      | 24   |      |      |
|      |     | 11   |     |      | 41   |      |      |
|      |     | 7    |     |      | 25   |      |      |
|      |     | 12   |     |      | 28   |      |      |
|      |     | 16   |     |      | 64   |      |      |
|      |     | 9    |     |      | 30   |      |      |
|      |     | 10   |     |      | 28   |      |      |
|      |     | 21   |     |      | 34   |      |      |
|      |     | 8    |     |      | 62   |      |      |
|      |     | 25   |     |      | 28   |      |      |
|      |     |      |     |      | 16   |      |      |
|      |     |      |     |      | 64   |      |      |
|      |     |      |     |      | 30   |      |      |
|      |     |      |     |      | 43   |      |      |
|      |     |      |     |      | 50   |      |      |
|      |     |      |     |      | 69   |      |      |
|      |     |      |     |      | 35   |      |      |
|      |     |      |     |      | 75   |      |      |
|      |     |      |     |      | 17   |      |      |
|      |     |      |     |      | 46   |      |      |
|      |     |      |     |      | 16   |      |      |
|      |     |      |     | 18   |      |      |      |
| 個数   | 1   | 21   | 1   | 11   | 33   | 8    | 9    |
| 平均   | 2.0 | 11.5 | 7.0 | 21.2 | 38.5 | 19.6 | 59.4 |
| 最小   | 2   | 1    | 7   | 11   | 16   | 14   | 37   |
| 最大   | 2   | 25   | 7   | 41   | 75   | 25   | 90   |
| 標準偏差 | －   | 6.3  | －   | 10.2 | 16.4 | 4.7  | 18.1 |

### 4.3 現場透水試験結果

砂質土地盤の透水係数を把握することを目的として、地下水位以深の地層を対象に現場透水試験を実施した。

沖積第1砂質土層（As1）にて実施した結果を、表4.3.1に示す。

表 4.3.1 現場透水試験結果一覧

| 地点名  | 試験区間<br>GL-(m) | 対象土質 | 試験<br>方法 | 平衡<br>水位<br>GL-(m) | 透水係数k    |          | Creagerlによる<br>推定値k<br>(m/s) | 20%粒径<br>D <sub>20</sub> (mm) |
|------|----------------|------|----------|--------------------|----------|----------|------------------------------|-------------------------------|
|      |                |      |          |                    | (cm/s)   | (m/s)    |                              |                               |
| No.1 | 6.00 ～ 6.50    | As1  | 回復法      | 1.25               | 2.95E-04 | 2.95E-06 | 1.26E-07                     | 0.0108                        |
| No.2 | 5.50 ～ 6.00    | As1  | 回復法      | 2.30               | 1.51E-03 | 1.51E-05 | 1.58E-06                     | 0.0382                        |
| No.3 | 6.00 ～ 6.50    | As1  | 回復法      | 2.01               | 4.30E-04 | 4.30E-06 | 1.48E-07                     | 0.0118                        |

締り具合や細粒分の混入状況、礫の混入状況にもよるが、本地層は概ね下記の透水係数を示す。

沖積第1砂質土層（As1）は、 $1.51 \times 10^{-5} \sim 4.30 \times 10^{-6} \text{m/s}$ である。

参考データとして、20%粒径（D<sub>20</sub>mm）から推定するクレージャー法による値を示す。現場透水試験による試験値、クレージャー法による参考値のいずれも、「低い」の透水性となった。

表 4.3.2 土の種類と透水性の関係

| 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    い |  | 中    位                                       |  | 高    い         |                    |  |
| 対応する土の種類                                                                                                                                                                                                     | 粘性土<br>(C)     |  | 細砂、シルト、<br>砂-シルト-粘土混合土<br>(SF) (S-P) (M) |    |        |  | 砂及びれき (礫)<br>(GW) (GP)<br>(SW) (SP)<br>(G-F) |  |                | 清浄なれき<br>(GW) (GP) |  |
| 透水係数を直接<br>測定する方法                                                                                                                                                                                            | 特殊な変水位<br>透水試験 |  | 変水位透水試験                                  |    |        |  | 定水位透水試験                                      |  | 特殊な変水位<br>透水試験 |                    |  |
| 透水係数を間接的<br>に測定する方法                                                                                                                                                                                          | 圧密試験結果から計算     |  |                                          | なし |        |  | 清浄な砂及びれきは、粒度と間隙比とから計算                        |  |                |                    |  |

— : As1 層（現場透水試験）

— : As1 層（クレージャー法）

（出典：地盤材料試験の方法と解説 地盤工学会 p468）

#### 4.4 孔内水平載荷試験結果

山留等の設計に必要となる地盤の変形特性（変形係数、水平地盤反力係数）を把握することを目的に、対象層に応じて、孔内水平載荷試験を行った。

##### (1) 測定箇所

本調査では、As1層を対象に試験を実施した。試験結果の詳細は、巻末に示した。

表 4.4.1 に、試験箇所を示す。

表 4.4.1 試験箇所一覧

| 地点    | 試験区間<br>GL-(m) | 中心深度<br>GL-(m) | 地層区分 | 土質区分    |
|-------|----------------|----------------|------|---------|
| No. 1 | 4.20～4.80      | 4.50           | As1  | 沖積第1砂質土 |
| No. 2 | 4.20～4.80      | 4.50           | As1  | 沖積第1砂質土 |
| No. 3 | 4.20～4.80      | 4.50           | As1  | 沖積第1砂質土 |

##### (2) 試験結果

本調査で実施した As1 層の試験結果を表 4.4.2 に示す。これらのデータを地盤定数の設定における基礎資料とした。本調査の試験結果では、疑似弾性領域、初期圧、降伏圧等のいずれも読み取ることができ、試験は正常に実施されたことを意味する。

表 4.4.2 試験結果一覧

| 地点    | 試験区間<br>GL-(m) | 中心深度<br>GL-(m) | 地層<br>区分 | 土質区分        | N 値 | 変形係数<br>MN/m <sup>2</sup> |
|-------|----------------|----------------|----------|-------------|-----|---------------------------|
| No. 1 | 4.20～4.80      | 4.50           | As1      | 沖積<br>第1砂質土 | 11  | 4.5                       |
| No. 2 | 4.20～4.80      | 4.50           | As1      | 沖積<br>第1砂質土 | 6   | 5.5                       |
| No. 3 | 4.20～4.80      | 4.50           | As1      | 沖積<br>第1砂質土 | 10  | 4.0                       |

孔内水平載荷試験によって得られる変形係数とN値の関係は、従来から両者を比較した例は多い。地盤工学会の「地盤調査の方法と解説」によれば、地盤材料に関わらず  $E=0.7 \times N \text{ (MN/m}^2\text{)}$  という関係が近似的に成立すると報告されている。

本調査結果を上記の関係と比較すると、概ね同等の値を示すことから、本調査地の試験結果は妥当と判断される。

また、以上のことから地盤定数を設定する際、孔内水平載荷試験を実施していない地層や深度においても、N値に基づき、変形係数を推定することができると考えられる。

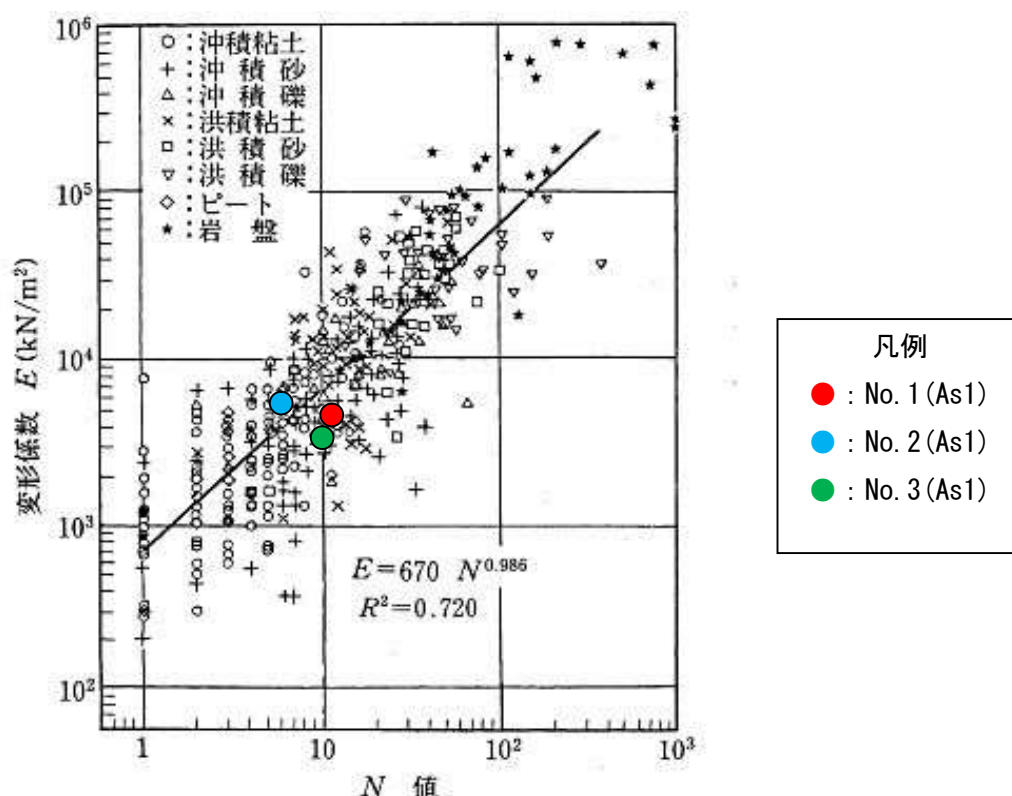


図-6.9.2 孔内載荷試験より得られた変形係数とN値との関係（土谷・豊岡<sup>21)</sup>に加筆修正）

図 4.4.1 孔内水平載荷試験より得られた変形係数とN値の関係（土谷・豊岡に加筆修正）

#### 4.5 室内土質試験結果

標準貫入試験で得られた試料や乱れの少ない試料採取で得られた試料を用いて、各土層の物理・力学特性を把握する目的で土質試験を実施した。

測定結果の整理は、原則として日本産業規格(JIS)及び地盤工学会基準(JGS)制定のデータシートの形式によるものとし、測定データは原則としてグラフや表などに整理して相互関係、全体の傾向などを明らかにした。

表 4.5.1 に土質試験結果を示す。室内土質試験結果の考察については後述するものとし、データシートは巻末資料に示す。

表 4.5.1 (1) 土質試験結果一覧 (No. 1)

| 試料<br>番号   | 深 度    |          |                                  | 地層<br>区分 | 一 般                              |                                  |                       |     |                       |     | 粒度特性 |      |      |                       |                |          | コンシステンシー              |                       |          | 分類       |                 |         |
|------------|--------|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----|------|------|------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------|----------|-----------------|---------|
|            |        |          |                                  |          | 湿潤<br>密度                         | 乾燥<br>密度                         | 土粒子<br>密度             | 含水比 | 間隙比                   | 飽和度 | 礫    | 砂    | シルト  | 粘土                    | 細粒分<br>含有率     | 均等<br>係数 | 最大<br>粒径              | 液性<br>限界              | 塑性<br>限界 | 塑性<br>指数 | 地盤材料の工学的分類      |         |
|            | GL-(m) | 中心<br>深度 | $\rho_t$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |          | $\rho_d$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | $\rho_s$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | w <sub>n</sub><br>(%) | e   | S <sub>r</sub><br>(%) | (%) | (%)  | (%)  | (%)  | F <sub>c</sub><br>(%) | U <sub>c</sub> | (mm)     | w <sub>L</sub><br>(%) | w <sub>P</sub><br>(%) | IP       | 分類名      | 分類<br>記号        |         |
| No. 1 P-1  | 1.15   | ～ 1.50   | 1.33                             | As1      |                                  |                                  | 2.600                 |     |                       |     | 10.5 | 55.4 | 22.0 | 12.1                  | 34.1           | 74.75    | 9.50                  |                       |          |          | 礫まじり細粒分質砂       | (SF-G)  |
| No. 1 P-2  | 2.15   | ～ 2.30   | 2.23                             | As1      |                                  |                                  | 2.639                 |     |                       |     | 12.0 | 76.0 | 8.2  | 3.8                   | 12.0           | 12.64    | 4.75                  |                       |          |          | 細粒分礫まじり砂        | (S-FG)  |
| No. 1 P-3  | 3.15   | ～ 3.45   | 3.30                             | As1      |                                  |                                  | 2.651                 |     |                       |     | 3.1  | 57.1 | 25.3 | 14.5                  | 39.8           | 56.42    | 9.50                  | 33.6                  | 20.9     | 12.7     | 粘土(低液性限界)質砂     | (SCL)   |
| No. 1 P-4  | 4.15   | ～ 4.45   | 4.30                             | As1      |                                  |                                  | 2.641                 |     |                       |     | 0.8  | 76.4 | 14.3 | 8.5                   | 22.8           | 22.63    | 4.75                  |                       |          |          | 細粒分質砂           | (SF)    |
| No. 1 P-5  | 5.15   | ～ 5.45   | 5.30                             | As1      |                                  |                                  | 2.633                 |     |                       |     | 18.3 | 67.7 | 10.3 | 3.7                   | 14.0           | 27.58    | 9.50                  |                       |          |          | 細粒分まじり礫質砂       | (SG-F)  |
| No. 1 P-6  | 6.15   | ～ 6.45   | 6.30                             | As1      |                                  |                                  | 2.534                 |     |                       |     | 0.6  | 46.3 | 40.7 | 12.4                  | 53.1           | 29.97    | 4.75                  |                       |          |          | 砂質細粒土           | (FS)    |
| No. 1 P-7  | 7.15   | ～ 7.45   | 7.30                             | As1      |                                  |                                  | 2.641                 |     |                       |     | 18.5 | 70.3 | 7.3  | 3.9                   | 11.2           | 14.27    | 9.50                  |                       |          |          | 細粒分まじり礫質砂       | (SG-F)  |
| No. 1 D-1  | 9.00   | ～ 9.35   | 9.18                             | As1      |                                  |                                  | 2.650                 |     |                       |     | 21.0 | 69.4 | 9.6  |                       | 9.6            | 8.60     | 19.00                 |                       |          |          | 細粒分まじり礫質砂       | (SG-F)  |
| No. 1 D-2  | 10.00  | ～ 10.40  | 10.20                            | As2      |                                  |                                  | 2.647                 |     |                       |     | 6.8  | 52.3 | 27.9 | 13.0                  | 40.9           | 63.31    | 9.50                  | 36.8                  | 22.0     | 14.8     | 礫まじり粘土(低液性限界)質砂 | (SCL-G) |
| No. 1 P-11 | 11.15  | ～ 11.45  | 11.30                            | As2      |                                  |                                  | 2.650                 |     |                       |     | 4.3  | 59.9 | 25.2 | 10.6                  | 35.8           | 32.64    | 9.50                  | 32.9                  | 20.7     | 12.2     | 粘土(低液性限界)質砂     | (SCL)   |
| No. 1 P-12 | 12.15  | ～ 12.45  | 12.30                            | As2      |                                  |                                  | 2.648                 |     |                       |     | 17.3 | 56.6 | 16.8 | 9.3                   | 26.1           | 68.55    | 19.00                 |                       |          |          | 細粒分質礫質砂         | (SFG)   |
| No. 1 P-13 | 13.15  | ～ 13.45  | 13.30                            | As2      |                                  |                                  | 2.648                 |     |                       |     | 22.8 | 59.1 | 12.7 | 5.4                   | 18.1           | 53.34    | 9.50                  |                       |          |          | 細粒分質礫質砂         | (SFG)   |
| No. 1 P-14 | 14.15  | ～ 14.45  | 14.30                            | As2      |                                  |                                  | 2.635                 |     |                       |     | 19.5 | 64.8 | 9.8  | 5.9                   | 15.7           | 66.93    | 9.50                  |                       |          |          | 細粒分質礫質砂         | (SFG)   |
| No. 1 P-15 | 15.15  | ～ 15.45  | 15.30                            | As2      |                                  |                                  | 2.635                 |     |                       |     | 5.5  | 71.3 | 16.9 | 6.3                   | 23.2           | 26.02    | 4.75                  |                       |          |          | 礫まじり細粒分質砂       | (SF-G)  |
| No. 1 P-16 | 16.15  | ～ 16.45  | 16.30                            | As2      |                                  |                                  | 2.651                 |     |                       |     | 6.6  | 49.2 | 27.6 | 16.6                  | 44.2           | 177.55   | 4.75                  | 37.1                  | 21.8     | 15.3     | 礫まじり粘土(低液性限界)質砂 | (SCL-G) |
| No. 1 P-17 | 17.15  | ～ 17.45  | 17.30                            | Ds1      |                                  |                                  | 2.643                 |     |                       |     | 5.0  | 60.6 | 21.3 | 13.1                  | 34.4           | 104.09   | 9.50                  |                       |          |          | 礫まじり細粒分質砂       | (SF-G)  |
| No. 1 P-18 | 18.15  | ～ 18.45  | 18.30                            | Ds1      |                                  |                                  | 2.635                 |     |                       |     | 36.2 | 54.8 | 9.0  |                       | 9.0            | 20.09    | 19.00                 |                       |          |          | 細粒分まじり礫質砂       | (SG-F)  |
| No. 1 P-19 | 19.20  | ～ 19.45  | 19.33                            | Ds1      |                                  |                                  | 2.630                 |     |                       |     | 12.3 | 64.9 | 15.8 | 7.0                   | 22.8           | 46.32    | 9.50                  |                       |          |          | 礫まじり細粒分質砂       | (SF-G)  |



| 表 4.5.1 (2) 土質試験結果一覧 (No. 2) |        |          |                                  |          |                                  |                                  |                       |      |                       |       |      |      |      |                       |                |          |                       |                       |          |          |              |        |
|------------------------------|--------|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------|------|-----------------------|-------|------|------|------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------|----------|--------------|--------|
| 試料<br>番号                     | 深 度    |          |                                  | 地層<br>区分 | 一 般                              |                                  |                       |      |                       |       | 粒度特性 |      |      |                       |                |          | コンシステンシー              |                       |          | 分類       |              |        |
|                              |        |          |                                  |          | 湿潤<br>密度                         | 乾燥<br>密度                         | 土粒子<br>密度             | 含水比  | 間隙比                   | 飽和度   | 礫    | 砂    | シルト  | 粘土                    | 細粒分<br>含有率     | 均等<br>係数 | 最大<br>粒径              | 液性<br>限界              | 塑性<br>限界 | 塑性<br>指数 | 地盤材料の工学的分類   |        |
|                              | GL-(m) | 中心<br>深度 | $\rho_t$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |          | $\rho_d$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | $\rho_s$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | w <sub>n</sub><br>(%) | e    | S <sub>r</sub><br>(%) | (%)   | (%)  | (%)  | (%)  | F <sub>c</sub><br>(%) | U <sub>c</sub> | (mm)     | w <sub>L</sub><br>(%) | w <sub>p</sub><br>(%) | IP       | 分類名      | 分類<br>記号     |        |
| No. 2 P-1                    | 1.15   | ～ 1.45   | 1.30                             | As1      |                                  |                                  | 2.603                 |      |                       |       | 7.2  | 58.3 | 22.2 | 12.3                  | 34.5           | 97.52    | 9.50                  |                       |          |          | 礫まじり細粒分質砂    | (SF-G) |
| No. 2 P-2                    | 2.15   | ～ 2.45   | 2.30                             | As1      |                                  |                                  | 2.675                 |      |                       |       | 2.8  | 47.9 | 27.0 | 22.3                  | 49.3           | —        | 4.75                  | 48.5                  | 23.4     | 25.1     | 粘土(低液性限界) 質砂 | (SCL)  |
| No. 2 P-3                    | 3.15   | ～ 3.45   | 3.30                             | As1      |                                  |                                  | 2.655                 |      |                       |       | 18.8 | 70.5 | 6.7  | 4.0                   | 10.7           | 12.52    | 9.50                  |                       |          |          | 細粒分まじり礫質砂    | (SG-F) |
| No. 2 P-4                    | 4.15   | ～ 4.45   | 4.30                             | As1      |                                  |                                  | 2.579                 |      |                       |       | 3.7  | 62.8 | 21.9 | 11.6                  | 33.5           | 61.30    | 4.75                  |                       |          |          | 細粒分質砂        | (SF)   |
| No. 2 P-5                    | 5.15   | ～ 5.45   | 5.30                             | As1      |                                  |                                  | 2.635                 |      |                       |       | 6.1  | 63.6 | 24.5 | 5.8                   | 30.3           | 20.38    | 9.50                  |                       |          |          | 礫まじり細粒分質砂    | (SF-G) |
| No. 2 P-6                    | 6.15   | ～ 6.45   | 6.30                             | As1      |                                  |                                  | 2.602                 |      |                       |       | 12.8 | 60.2 | 18.6 | 8.4                   | 27.0           | 49.90    | 9.50                  |                       |          |          | 礫まじり細粒分質砂    | (SF-G) |
| No. 2 P-7                    | 7.15   | ～ 7.45   | 7.30                             | As1      |                                  |                                  | 2.634                 |      |                       |       | 10.8 | 67.8 | 13.3 | 8.1                   | 21.4           | 31.78    | 9.50                  |                       |          |          | 礫まじり細粒分質砂    | (SF-G) |
| No. 2 P-8                    | 8.15   | ～ 8.45   | 8.30                             | As1      |                                  |                                  | 2.653                 |      |                       |       | 4.0  | 52.6 | 31.6 | 11.8                  | 43.4           | 38.11    | 4.75                  | 39.2                  | 21.2     | 18.0     | 粘土(低液性限界) 質砂 | (SCL)  |
| No. 2 D-1                    | 9.50   | ～ 10.50  | 10.00                            | Ac       | 2.025                            | 1.667                            | 2.656                 | 20.7 | 0.593                 | 95.94 | 3.7  | 45.6 | 34.3 | 16.4                  | 50.7           | 73.33    | 4.75                  | 45.7                  | 21.9     | 23.8     | 砂質粘土 (低液性限界) | (CLS)  |
| No. 2 P-10                   | 10.65  | ～ 10.95  | 10.80                            | As2      |                                  |                                  | 2.642                 |      |                       |       | 20.8 | 64.9 | 8.7  | 5.6                   | 14.3           | 33.05    | 9.50                  |                       |          |          | 細粒分まじり礫質砂    | (SG-F) |
| No. 2 P-11                   | 11.15  | ～ 11.45  | 11.30                            | As2      |                                  |                                  | 2.659                 |      |                       |       | 2.7  | 54.8 | 33.1 | 9.4                   | 42.5           | 20.02    | 4.75                  | 34.2                  | 20.5     | 13.7     | 粘土(低液性限界) 質砂 | (SCL)  |
| No. 2 P-12                   | 12.15  | ～ 12.45  | 12.30                            | As2      |                                  |                                  | 2.642                 |      |                       |       | 0.6  | 30.9 | 51.9 | 16.6                  | 68.5           | 30.68    | 4.75                  |                       |          |          | 砂質細粒土        | (FS)   |
| No. 2 P-13                   | 13.15  | ～ 13.45  | 13.30                            | As2      |                                  |                                  | 2.644                 |      |                       |       | 5.0  | 61.9 | 22.8 | 10.3                  | 33.1           | 59.79    | 9.50                  |                       |          |          | 礫まじり細粒分質砂    | (SF-G) |
| No. 2 P-14                   | 14.15  | ～ 14.45  | 14.30                            | As2      |                                  |                                  | 2.649                 |      |                       |       | 20.4 | 67.3 | 7.7  | 4.6                   | 12.3           | 15.24    | 9.50                  |                       |          |          | 細粒分まじり礫質砂    | (SG-F) |
| No. 2 P-15                   | 15.15  | ～ 15.45  | 15.30                            | Dc       |                                  |                                  | 2.647                 |      |                       |       | 3.6  | 47.8 | 27.2 | 21.4                  | 48.6           | —        | 4.75                  | 44.1                  | 22.4     | 21.7     | 粘土(低液性限界) 質砂 | (SCL)  |
| No. 2 P-16                   | 16.15  | ～ 16.45  | 16.30                            | Dc       |                                  |                                  | 2.647                 |      |                       |       | 2.8  | 33.3 | 41.2 | 22.7                  | 63.9           | —        | 4.75                  | 47.9                  | 22.8     | 25.1     | 砂質粘土 (低液性限界) | (CLS)  |
| No. 2 P-17                   | 17.15  | ～ 17.45  | 17.30                            | Dc       |                                  |                                  | 2.651                 |      |                       |       | 1.1  | 47.0 | 33.9 | 18.0                  | 51.9           | 89.00    | 4.75                  | 42.8                  | 22.4     | 20.4     | 砂質粘土 (低液性限界) | (CLS)  |
| No. 2 P-18                   | 18.15  | ～ 18.45  | 18.30                            | Ds1      |                                  |                                  | 2.639                 |      |                       |       | 12.7 | 72.8 | 10.1 | 4.4                   | 14.5           | 20.69    | 9.50                  |                       |          |          | 細粒分礫まじり砂     | (S-FG) |
| No. 2 P-19                   | 19.15  | ～ 19.45  | 19.30                            | Ds1      |                                  |                                  | 2.643                 |      |                       |       | 4.3  | 56.4 | 24.5 | 14.8                  | 39.3           | 81.90    | 4.75                  | 35.3                  | 21.1     | 14.2     | 粘土(低液性限界) 質砂 | (SCL)  |

| 試料<br>番号   | 深 度                       |           |                | 地層<br>区分 | 一軸圧縮                  | 三軸圧縮                                   |          | 圧密       |          |            | 変形特性    |        |                   |
|------------|---------------------------|-----------|----------------|----------|-----------------------|----------------------------------------|----------|----------|----------|------------|---------|--------|-------------------|
|            |                           |           |                |          | 一軸圧縮<br>強さ<br>(kN/m2) | 三軸軸圧縮UU                                |          | 試験<br>方法 | 圧縮<br>指数 | 圧密降伏<br>応力 | 初期剛性率   | 基準ひずみ  | 最大減衰率             |
|            | c<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | φ<br>(° ) | C <sub>o</sub> |          |                       | p <sub>o</sub><br>(kN/m <sup>2</sup> ) | G0 MN/m2 |          |          |            |         |        |                   |
| No. 2 P-1  | 1. 15                     | ～         | 1. 45          | 1. 30    | As1                   |                                        |          |          |          |            |         |        |                   |
| No. 2 P-2  | 2. 15                     | ～         | 2. 45          | 2. 30    | As1                   |                                        |          |          |          |            |         |        |                   |
| No. 2 P-3  | 3. 15                     | ～         | 3. 45          | 3. 30    | As1                   |                                        |          |          |          |            |         |        |                   |
| No. 2 P-4  | 4. 15                     | ～         | 4. 45          | 4. 30    | As1                   |                                        |          |          |          |            |         |        |                   |
| No. 2 P-5  | 5. 15                     | ～         | 5. 45          | 5. 30    | As1                   |                                        |          |          |          |            |         |        |                   |
| No. 2 P-6  | 6. 15                     | ～         | 6. 45          | 6. 30    | As1                   |                                        |          |          |          |            |         |        |                   |
| No. 2 P-7  | 7. 15                     | ～         | 7. 45          | 7. 30    | As1                   |                                        |          |          |          |            |         |        |                   |
| No. 2 P-8  | 8. 15                     | ～         | 8. 45          | 8. 30    | As1                   |                                        |          |          |          |            |         |        |                   |
| No. 2 D-1  | 9. 50                     | ～         | 10. 50         | 10. 00   | Ac                    | 243. 9<br>226. 1                       | 135. 0   | 7. 2     | 段階載荷     | 0. 150     | 479. 50 | 79. 99 | 0. 0395<br>18. 77 |
| No. 2 P-10 | 10. 65                    | ～         | 10. 95         | 10. 80   | As2                   |                                        |          |          |          |            |         |        |                   |
| No. 2 P-11 | 11. 15                    | ～         | 11. 45         | 11. 30   | As2                   |                                        |          |          |          |            |         |        |                   |
| No. 2 P-12 | 12. 15                    | ～         | 12. 45         | 12. 30   | As2                   |                                        |          |          |          |            |         |        |                   |
| No. 2 P-13 | 13. 15                    | ～         | 13. 45         | 13. 30   | As2                   |                                        |          |          |          |            |         |        |                   |
| No. 2 P-14 | 14. 15                    | ～         | 14. 45         | 14. 30   | As2                   |                                        |          |          |          |            |         |        |                   |
| No. 2 P-15 | 15. 15                    | ～         | 15. 45         | 15. 30   | Dc                    |                                        |          |          |          |            |         |        |                   |
| No. 2 P-16 | 16. 15                    | ～         | 16. 45         | 16. 30   | Dc                    |                                        |          |          |          |            |         |        |                   |
| No. 2 P-17 | 17. 15                    | ～         | 17. 45         | 17. 30   | Dc                    |                                        |          |          |          |            |         |        |                   |
| No. 2 P-18 | 18. 15                    | ～         | 18. 45         | 18. 30   | Ds1                   |                                        |          |          |          |            |         |        |                   |
| No. 2 P-19 | 19. 15                    | ～         | 19. 45         | 19. 30   | Ds1                   |                                        |          |          |          |            |         |        |                   |

表 4.5.1 (3) 土質試験結果一覧 (No. 3)

| 試料<br>番号   | 深 度    |          |                                  | 地層<br>区分 | 一 般                              |                                  |                       |     |                       |     | 粒度特性 |      |      |                       |                |          | コンシステンシー              |                       |          | 分類       |              |        |
|------------|--------|----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----|------|------|------|-----------------------|----------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------|----------|--------------|--------|
|            |        |          |                                  |          | 湿潤<br>密度                         | 乾 燥<br>密度                        | 土粒子<br>密度             | 含水比 | 間隙比                   | 飽和度 | 礫    | 砂    | シルト  | 粘土                    | 細粒分<br>含有率     | 均等<br>係数 | 最大<br>粒径              | 液性<br>限界              | 塑性<br>限界 | 塑性<br>指数 | 地盤材料の工学的分類   |        |
|            | GL-(m) | 中心<br>深度 | $\rho_t$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |          | $\rho_d$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | $\rho_s$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | w <sub>n</sub><br>(%) | e   | S <sub>r</sub><br>(%) | (%) | (%)  | (%)  | (%)  | F <sub>c</sub><br>(%) | U <sub>c</sub> | (mm)     | w <sub>L</sub><br>(%) | w <sub>P</sub><br>(%) | IP       | 分類名      | 分類<br>記号     |        |
| No. 3 P-1  | 1.15   | ～ 1.45   | 1.30                             | B        |                                  |                                  | 2.636                 |     |                       |     | 15.6 | 49.8 | 22.3 | 12.3                  | 34.6           | 132.55   | 9.50                  |                       |          |          | 細粒分質礫質砂      | (SFG)  |
| No. 3 P-2  | 2.15   | ～ 2.45   | 2.30                             | As1      |                                  |                                  | 2.644                 |     |                       |     | 10.2 | 70.9 | 13.8 | 5.1                   | 18.9           | 23.59    | 9.50                  |                       |          |          | 礫まじり細粒分質砂    | (SF-G) |
| No. 3 P-3  | 3.15   | ～ 3.47   | 3.31                             | As1      |                                  |                                  | 2.658                 |     |                       |     | 5.4  | 61.5 | 23.6 | 9.5                   | 33.1           | 39.76    | 4.75                  |                       |          |          | 礫まじり細粒分質砂    | (SF-G) |
| No. 3 P-4  | 4.15   | ～ 4.45   | 4.30                             | As1      |                                  |                                  | 2.632                 |     |                       |     | 1.7  | 71.7 | 20.5 | 6.1                   | 26.6           | 19.68    | 4.75                  |                       |          |          | 細粒分質砂        | (SF)   |
| No. 3 P-5  | 5.15   | ～ 5.45   | 5.30                             | As1      |                                  |                                  | 2.638                 |     |                       |     | 9.3  | 68.7 | 15.9 | 6.1                   | 22.0           | 35.31    | 9.50                  |                       |          |          | 礫まじり細粒分質砂    | (SF-G) |
| No. 3 P-6  | 6.15   | ～ 6.45   | 6.30                             | As1      |                                  |                                  | 2.621                 |     |                       |     | 3.7  | 48.6 | 34.9 | 12.8                  | 47.7           | 47.81    | 9.50                  | 39.3                  | 21.3     | 18.0     | 粘土(低液性限界) 質砂 | (SCL)  |
| No. 3 P-7  | 7.15   | ～ 7.45   | 7.30                             | As1      |                                  |                                  | 2.639                 |     |                       |     | 19.1 | 63.0 | 12.3 | 5.6                   | 17.9           | 42.19    | 9.50                  |                       |          |          | 細粒分質礫質砂      | (SFG)  |
| No. 3 P-8  | 8.15   | ～ 8.40   | 8.28                             | As1      |                                  |                                  | 2.626                 |     |                       |     | 20.3 | 66.1 | 10.1 | 3.5                   | 13.6           | 20.54    | 9.50                  |                       |          |          | 細粒分まじり礫質砂    | (SG-F) |
| No. 3 P-9  | 9.15   | ～ 9.45   | 9.30                             | Ds1      |                                  |                                  | 2.621                 |     |                       |     | 0.0  | 60.3 | 30.8 | 8.9                   | 39.7           | 15.86    | 2.00                  |                       |          |          | 細粒分質砂        | (SF)   |
| No. 3 P-11 | 11.15  | ～ 11.45  | 11.30                            | Ds1      |                                  |                                  | 2.655                 |     |                       |     | 1.7  | 48.2 | 40.7 | 9.4                   | 50.1           | 15.89    | 4.75                  | 30.3                  | 20.0     | 10.3     | 砂質粘土(低液性限界)  | (CLS)  |
| No. 3 P-15 | 15.15  | ～ 15.45  | 15.30                            | Dc       |                                  |                                  | 2.649                 |     |                       |     | 0.1  | 39.4 | 47.4 | 13.1                  | 60.5           | 27.56    | 4.75                  |                       |          |          | 砂質細粒土        | (FS)   |
| No. 3 P-16 | 16.15  | ～ 16.45  | 16.30                            | Ds1      |                                  |                                  | 2.648                 |     |                       |     | 9.0  | 52.4 | 23.3 | 15.3                  | 38.6           | 211.55   | 9.50                  |                       |          |          | 礫まじり細粒分質砂    | (SF-G) |
| No. 3 P-18 | 18.15  | ～ 18.45  | 18.30                            | Ds1      |                                  |                                  | 2.647                 |     |                       |     | 14.8 | 54.1 | 22.6 | 8.5                   | 31.1           | 72.86    | 9.50                  |                       |          |          | 礫まじり細粒分質砂    | (SF-G) |
| No. 3 P-20 | 20.15  | ～ 20.45  | 20.30                            | Ds1      |                                  |                                  | 2.657                 |     |                       |     | 2.1  | 49.7 | 28.2 | 20.0                  | 48.2           | -        | 4.75                  | 39.9                  | 21.5     | 18.4     | 粘土(低液性限界) 質砂 | (SCL)  |

## (1) 物理特性

### ■ 土粒子の密度試験 $\rho_s$ (g/cm<sup>3</sup>)

土粒子密度の測定例を表 4.5.2 に示す。土粒子の密度(比重)は、土の固体部分の単位体積当たりの平均質量であり、その土に多量の重金属や有機物等を含まない限り、大きな相違は無く、 $\rho_s=2.50\sim 2.75\text{g/cm}^3$  の値が得られることが多い。

本調査地の測定結果を表 4.5.3 に示す。

沖積砂質土層 (As1、As2) は、 $\rho_s=2.534\sim 2.675\text{g/cm}^3$  を、洪積砂質土層 (Ds1) は、 $\rho_s=2.621\sim 2.657\text{g/cm}^3$  を示し、一部、一般値を下回る試料はあるものの、ほとんどが一般的な砂質土の範囲にあることを確認した。

また、沖積粘性土層 (Ac) は、 $\rho_s=2.656\text{g/cm}^3$  を、洪積粘性土層 (Dc) は、 $\rho_s=2.647\sim 2.651\text{g/cm}^3$  を示し、それぞれ一般的な粘性土の範囲にあることを確認した。

また、盛土層 (B) は、 $\rho_s=2.636\text{g/cm}^3$  を示し、自然堆積土の密度の範囲を逸脱していないことを確認した。

試験結果より、各土層において鉄分や有機物等は過剰に含まれておらず、設計上は一般的な土の単位体積重量が適用できる。

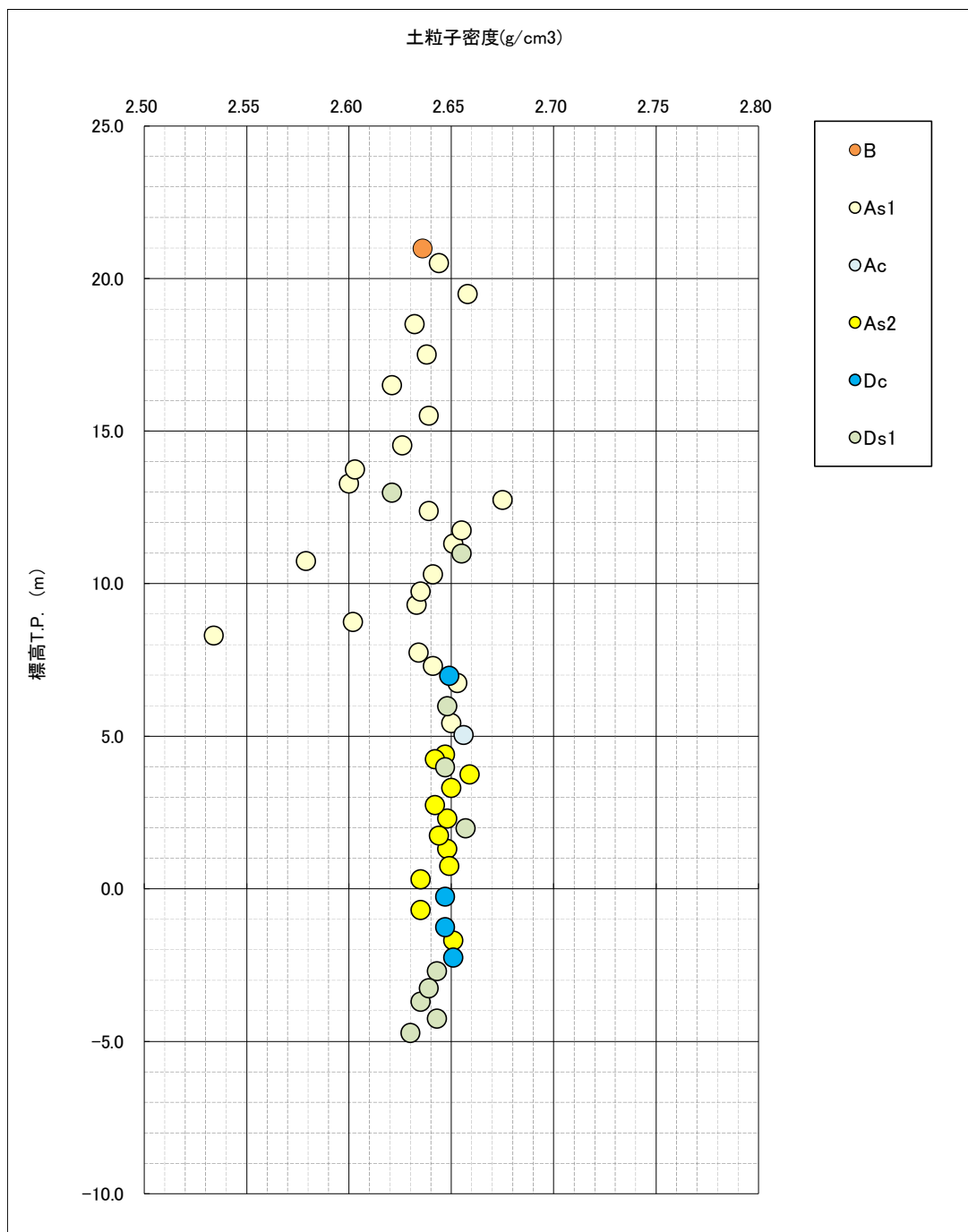
表 4.5.2 土粒子密度の測定例

| 土質名   | 密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> ) | 土質名     | 密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> ) |
|-------|----------------------------------|---------|----------------------------------|
| 豊浦標準砂 | 2.64                             | 泥炭(ピート) | 1.4~2.3                          |
| 沖積砂質土 | 2.6~2.8                          | 関東ローム   | 2.7~3.0                          |
| 沖積粘土  | 2.50~2.75                        | まさ土     | 2.6~2.8                          |
| 洪積砂質土 | 2.6~2.8                          | しらす     | 1.8~2.4                          |
| 洪積粘土  | 2.50~2.75                        | 黒ぼく     | 2.3~2.6                          |

(出典：土の試験実習書、地盤工学会)

表 4.5.3 各層の密度試験結果一覧

| 地層名 |    |           | 地層記号 | 主な土質                      | 土粒子の密度 $\rho_s$   |         |       |
|-----|----|-----------|------|---------------------------|-------------------|---------|-------|
|     |    |           |      |                           | g/cm <sup>3</sup> |         | 平均    |
|     |    |           |      |                           | 最小                | ~ 最大    | Na    |
| 完新世 | 現世 | 盛土層 (砂質土) | B    | 砂礫、シルト質砂<br>礫混じり砂         | 2.636             | ~ 2.636 | 2.636 |
|     | 沖積 | 第1砂質土層    | As1  | シルト混じり砂<br>礫混じりシルト混じり砂    | 2.534             | ~ 2.675 | 2.630 |
|     |    | 粘性土層      | Ac   | 砂混じり粘土<br>砂質粘土            | 2.656             | ~ 2.656 | 2.656 |
|     |    | 第2砂質土層    | As2  | シルト質礫質砂<br>シルト質砂          | 2.635             | ~ 2.659 | 2.646 |
| 更新世 | 洪積 | 第1砂質土層    | Ds1  | 礫混じり砂<br>シルト質砂<br>砂       | 2.621             | ~ 2.657 | 2.642 |
|     |    | 粘性土層      | Dc   | 砂混じり粘土<br>砂質シルト<br>シルト質粘土 | 2.647             | ~ 2.651 | 2.649 |



## ■ 自然含水比 $w_n$ (%)

自然含水比は、土を構成する土粒子・水・空気のうち、水と土粒子の質量比を百分率で表したものである。自然含水比の測定例を表 4.5.4 に示す。

本調査地の測定結果を表 4.5.5 に示す。

沖積粘性土層 (Ac) は  $w_n=20.7\%$  を示し、一般的より、やや低い値を示すことが確認された。これは、全体に砂分を多く含むためである。

試験結果より、やや低い値を示す試料であるが、設計上は一般的な土として取り扱うことができる。

表 4.5.4 自然含水比の測定例

| 土 質 名  |     | 含水比 $w_n$ (%) |
|--------|-----|---------------|
| 沖積層    | 粘性土 | 30～150        |
|        | 砂質土 | 10～30         |
| 洪積層粘性土 |     | 20～40         |
| 関東ローム  |     | 80～180        |
| 有機質土   |     | 80～1200       |

(出典：地盤材料試験の方法と解説 二分冊の一、地盤工学会、H21.11、p181)

表 4.5.5 含水比試験結果一覧

| 地質<br>時代 | 地層名         |        |      | 地層記号 | 主な土質           | 自然含水比 $w_n$ |        |      |
|----------|-------------|--------|------|------|----------------|-------------|--------|------|
|          |             |        |      |      |                | %           |        | 平均   |
|          |             |        |      |      |                | 最小          | ～ 最大   | Na   |
| 第四<br>紀  | 完<br>新<br>世 | 沖<br>積 | 粘性土層 | Ac   | 砂混じり粘土<br>砂質粘土 | 20.7        | ～ 20.7 | 20.7 |

## ■ 粒度組成

粒度とは土を構成する種々の粒径にある土粒子の分布を全質量に対する百分率で表すもので、その土の工学的性質を知るための基礎となる物理量である。図 4.5.2 に「日本統一分類法による土質区分」を示し、表 4.5.6 に本調査の粒度特性の一覧表を示す。また、試験結果を基に、図 4.5.3(1)～(2)に地層毎の粒径加積曲線を示す。

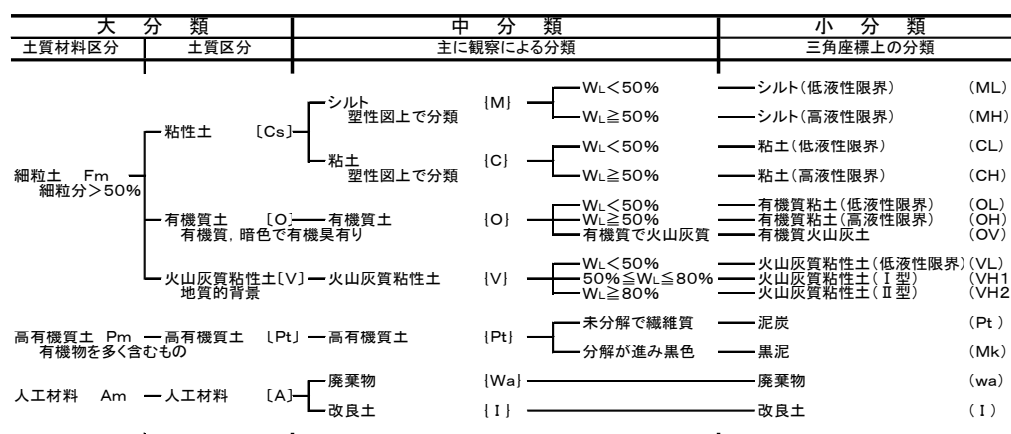
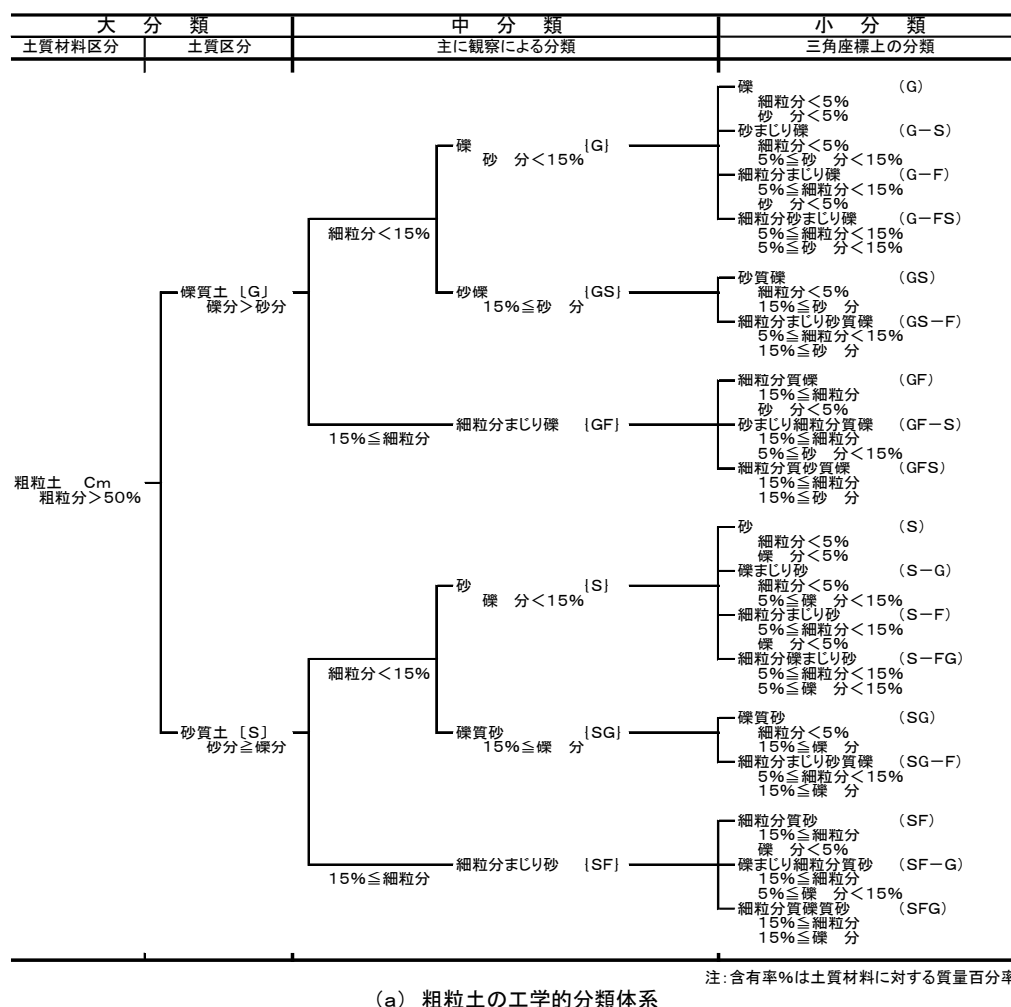


図 4.5.2 日本統一分類法による土質区分

表 4.5.6 (1) 粒度特性一覧表 (No. 1)

| 試料<br>番号   | 深 度           |          | 地層<br>区分 | 粒度特性 |      |      |      |                       |                |          |
|------------|---------------|----------|----------|------|------|------|------|-----------------------|----------------|----------|
|            |               |          |          | 礫    | 砂    | シルト  | 粘土   | 細粒分<br>含有率            | 均等<br>係数       | 最大<br>粒径 |
|            | GL-(m)        | 中心<br>深度 |          | (%)  | (%)  | (%)  | (%)  | F <sub>c</sub><br>(%) | U <sub>c</sub> | (mm)     |
| No. 1 P-1  | 1.15 ~ 1.50   | 1.33     | As1      | 10.5 | 55.4 | 22.0 | 12.1 | 34.1                  | 74.75          | 9.50     |
| No. 1 P-2  | 2.15 ~ 2.30   | 2.23     | As1      | 12.0 | 76.0 | 8.2  | 3.8  | 12.0                  | 12.64          | 4.75     |
| No. 1 P-3  | 3.15 ~ 3.45   | 3.30     | As1      | 3.1  | 57.1 | 25.3 | 14.5 | 39.8                  | 56.42          | 9.50     |
| No. 1 P-4  | 4.15 ~ 4.45   | 4.30     | As1      | 0.8  | 76.4 | 14.3 | 8.5  | 22.8                  | 22.63          | 4.75     |
| No. 1 P-5  | 5.15 ~ 5.45   | 5.30     | As1      | 18.3 | 67.7 | 10.3 | 3.7  | 14.0                  | 27.58          | 9.50     |
| No. 1 P-6  | 6.15 ~ 6.45   | 6.30     | As1      | 0.6  | 46.3 | 40.7 | 12.4 | 53.1                  | 29.97          | 4.75     |
| No. 1 P-7  | 7.15 ~ 7.45   | 7.30     | As1      | 18.5 | 70.3 | 7.3  | 3.9  | 11.2                  | 14.27          | 9.50     |
| No. 1 D-1  | 9.00 ~ 9.35   | 9.18     | As1      | 21.0 | 69.4 | 9.6  |      | 9.6                   | 8.60           | 19.00    |
| No. 1 D-2  | 10.00 ~ 10.40 | 10.20    | As2      | 6.8  | 52.3 | 27.9 | 13.0 | 40.9                  | 63.31          | 9.50     |
| No. 1 P-11 | 11.15 ~ 11.45 | 11.30    | As2      | 4.3  | 59.9 | 25.2 | 10.6 | 35.8                  | 32.64          | 9.50     |
| No. 1 P-12 | 12.15 ~ 12.45 | 12.30    | As2      | 17.3 | 56.6 | 16.8 | 9.3  | 26.1                  | 68.55          | 19.00    |
| No. 1 P-13 | 13.15 ~ 13.45 | 13.30    | As2      | 22.8 | 59.1 | 12.7 | 5.4  | 18.1                  | 53.34          | 9.50     |
| No. 1 P-14 | 14.15 ~ 14.45 | 14.30    | As2      | 19.5 | 64.8 | 9.8  | 5.9  | 15.7                  | 66.93          | 9.50     |
| No. 1 P-15 | 15.15 ~ 15.45 | 15.30    | As2      | 5.5  | 71.3 | 16.9 | 6.3  | 23.2                  | 26.02          | 4.75     |
| No. 1 P-16 | 16.15 ~ 16.45 | 16.30    | As2      | 6.6  | 49.2 | 27.6 | 16.6 | 44.2                  | 177.55         | 4.75     |
| No. 1 P-17 | 17.15 ~ 17.45 | 17.30    | Ds1      | 5.0  | 60.6 | 21.3 | 13.1 | 34.4                  | 104.09         | 9.50     |
| No. 1 P-18 | 18.15 ~ 18.45 | 18.30    | Ds1      | 36.2 | 54.8 | 9.0  |      | 9.0                   | 20.09          | 19.00    |
| No. 1 P-19 | 19.20 ~ 19.45 | 19.33    | Ds1      | 12.3 | 64.9 | 15.8 | 7.0  | 22.8                  | 46.32          | 9.50     |

表 4.5.6 (2) 粒度特性一覧表 (No. 2)

| 試料<br>番号   | 深 度           |          | 地層<br>区分 | 粒度特性 |      |      |      |                       |                |          |
|------------|---------------|----------|----------|------|------|------|------|-----------------------|----------------|----------|
|            |               |          |          | 礫    | 砂    | シルト  | 粘土   | 細粒分<br>含有率            | 均等<br>係数       | 最大<br>粒径 |
|            | GL-(m)        | 中心<br>深度 |          | (%)  | (%)  | (%)  | (%)  | F <sub>c</sub><br>(%) | U <sub>c</sub> | (mm)     |
| No. 2 P-1  | 1.15 ~ 1.45   | 1.30     | As1      | 7.2  | 58.3 | 22.2 | 12.3 | 34.5                  | 97.52          | 9.50     |
| No. 2 P-2  | 2.15 ~ 2.45   | 2.30     | As1      | 2.8  | 47.9 | 27.0 | 22.3 | 49.3                  | -              | 4.75     |
| No. 2 P-3  | 3.15 ~ 3.45   | 3.30     | As1      | 18.8 | 70.5 | 6.7  | 4.0  | 10.7                  | 12.52          | 9.50     |
| No. 2 P-4  | 4.15 ~ 4.45   | 4.30     | As1      | 3.7  | 62.8 | 21.9 | 11.6 | 33.5                  | 61.30          | 4.75     |
| No. 2 P-5  | 5.15 ~ 5.45   | 5.30     | As1      | 6.1  | 63.6 | 24.5 | 5.8  | 30.3                  | 20.38          | 9.50     |
| No. 2 P-6  | 6.15 ~ 6.45   | 6.30     | As1      | 12.8 | 60.2 | 18.6 | 8.4  | 27.0                  | 49.90          | 9.50     |
| No. 2 P-7  | 7.15 ~ 7.45   | 7.30     | As1      | 10.8 | 67.8 | 13.3 | 8.1  | 21.4                  | 31.78          | 9.50     |
| No. 2 P-8  | 8.15 ~ 8.45   | 8.30     | As1      | 4.0  | 52.6 | 31.6 | 11.8 | 43.4                  | 38.11          | 4.75     |
| No. 2 D-1  | 9.50 ~ 10.50  | 10.00    | Ac       | 3.7  | 45.6 | 34.3 | 16.4 | 50.7                  | 73.33          | 4.75     |
| No. 2 P-10 | 10.65 ~ 10.95 | 10.80    | As2      | 20.8 | 64.9 | 8.7  | 5.6  | 14.3                  | 33.05          | 9.50     |
| No. 2 P-11 | 11.15 ~ 11.45 | 11.30    | As2      | 2.7  | 54.8 | 33.1 | 9.4  | 42.5                  | 20.02          | 4.75     |
| No. 2 P-12 | 12.15 ~ 12.45 | 12.30    | As2      | 0.6  | 30.9 | 51.9 | 16.6 | 68.5                  | 30.68          | 4.75     |
| No. 2 P-13 | 13.15 ~ 13.45 | 13.30    | As2      | 5.0  | 61.9 | 22.8 | 10.3 | 33.1                  | 59.79          | 9.50     |
| No. 2 P-14 | 14.15 ~ 14.45 | 14.30    | As2      | 20.4 | 67.3 | 7.7  | 4.6  | 12.3                  | 15.24          | 9.50     |
| No. 2 P-15 | 15.15 ~ 15.45 | 15.30    | Dc       | 3.6  | 47.8 | 27.2 | 21.4 | 48.6                  | -              | 4.75     |
| No. 2 P-16 | 16.15 ~ 16.45 | 16.30    | Dc       | 2.8  | 33.3 | 41.2 | 22.7 | 63.9                  | -              | 4.75     |
| No. 2 P-17 | 17.15 ~ 17.45 | 17.30    | Dc       | 1.1  | 47.0 | 33.9 | 18.0 | 51.9                  | 89.00          | 4.75     |
| No. 2 P-18 | 18.15 ~ 18.45 | 18.30    | Ds1      | 12.7 | 72.8 | 10.1 | 4.4  | 14.5                  | 20.69          | 9.50     |
| No. 2 P-19 | 19.15 ~ 19.45 | 19.30    | Ds1      | 4.3  | 56.4 | 24.5 | 14.8 | 39.3                  | 81.90          | 4.75     |

表 4.5.6 (3) 粒度特性一覧表 (No. 3)

| 試料<br>番号   | 深 度                   |          | 地層<br>区分 | 粒度特性  |       |       |       |                       |                |          |  |
|------------|-----------------------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|----------------|----------|--|
|            |                       |          |          | 礫     | 砂     | シルト   | 粘土    | 細粒分<br>含有率            | 均等<br>係数       | 最大<br>粒径 |  |
|            | GL- (m)               | 中心<br>深度 |          | (%)   | (%)   | (%)   | (%)   | F <sub>C</sub><br>(%) | U <sub>c</sub> | (mm)     |  |
| No. 3 P-1  | 1. 15    ~    1. 45   | 1. 30    | B        | 15. 6 | 49. 8 | 22. 3 | 12. 3 | 34. 6                 | 132. 55        | 9. 50    |  |
| No. 3 P-2  | 2. 15    ~    2. 45   | 2. 30    | As1      | 10. 2 | 70. 9 | 13. 8 | 5. 1  | 18. 9                 | 23. 59         | 9. 50    |  |
| No. 3 P-3  | 3. 15    ~    3. 47   | 3. 31    | As1      | 5. 4  | 61. 5 | 23. 6 | 9. 5  | 33. 1                 | 39. 76         | 4. 75    |  |
| No. 3 P-4  | 4. 15    ~    4. 45   | 4. 30    | As1      | 1. 7  | 71. 7 | 20. 5 | 6. 1  | 26. 6                 | 19. 68         | 4. 75    |  |
| No. 3 P-5  | 5. 15    ~    5. 45   | 5. 30    | As1      | 9. 3  | 68. 7 | 15. 9 | 6. 1  | 22. 0                 | 35. 31         | 9. 50    |  |
| No. 3 P-6  | 6. 15    ~    6. 45   | 6. 30    | As1      | 3. 7  | 48. 6 | 34. 9 | 12. 8 | 47. 7                 | 47. 81         | 9. 50    |  |
| No. 3 P-7  | 7. 15    ~    7. 45   | 7. 30    | As1      | 19. 1 | 63. 0 | 12. 3 | 5. 6  | 17. 9                 | 42. 19         | 9. 50    |  |
| No. 3 P-8  | 8. 15    ~    8. 40   | 8. 28    | As1      | 20. 3 | 66. 1 | 10. 1 | 3. 5  | 13. 6                 | 20. 54         | 9. 50    |  |
| No. 3 P-9  | 9. 15    ~    9. 45   | 9. 30    | Ds1      | 0. 0  | 60. 3 | 30. 8 | 8. 9  | 39. 7                 | 15. 86         | 2. 00    |  |
| No. 3 P-11 | 11. 15    ~    11. 45 | 11. 30   | Ds1      | 1. 7  | 48. 2 | 40. 7 | 9. 4  | 50. 1                 | 15. 89         | 4. 75    |  |
| No. 3 P-15 | 15. 15    ~    15. 45 | 15. 30   | Dc       | 0. 1  | 39. 4 | 47. 4 | 13. 1 | 60. 5                 | 27. 56         | 4. 75    |  |
| No. 3 P-16 | 16. 15    ~    16. 45 | 16. 30   | Ds1      | 9. 0  | 52. 4 | 23. 3 | 15. 3 | 38. 6                 | 211. 55        | 9. 50    |  |
| No. 3 P-18 | 18. 15    ~    18. 45 | 18. 30   | Ds1      | 14. 8 | 54. 1 | 22. 6 | 8. 5  | 31. 1                 | 72. 86         | 9. 50    |  |
| No. 3 P-20 | 20. 15    ~    20. 45 | 20. 30   | Ds1      | 2. 1  | 49. 7 | 28. 2 | 20. 0 | 48. 2                 | -              | 4. 75    |  |



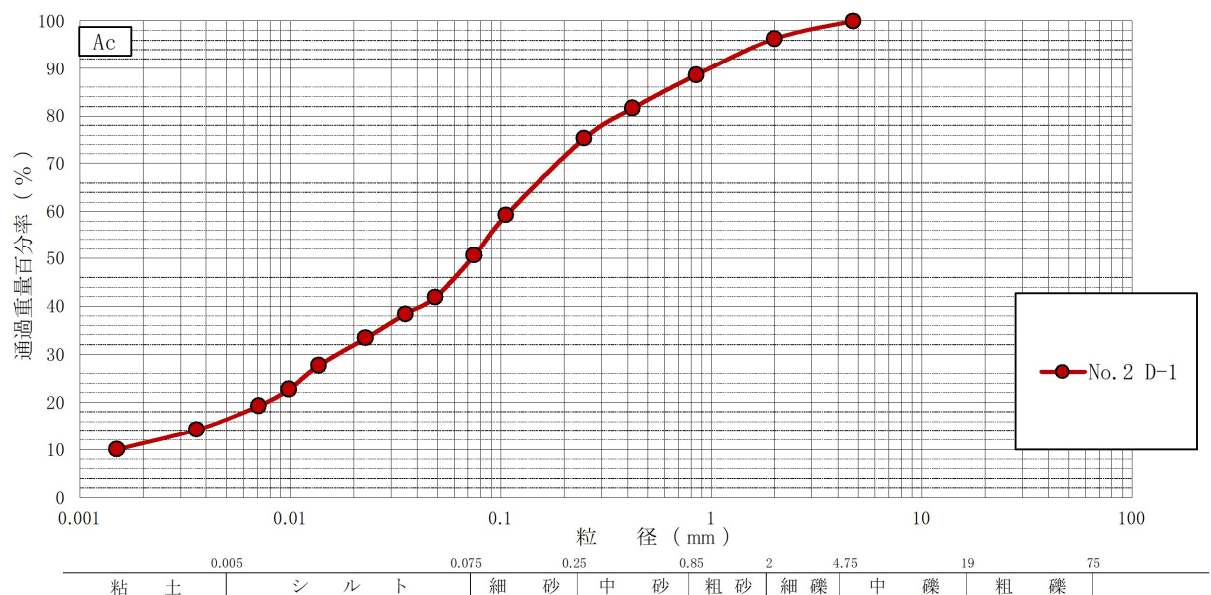
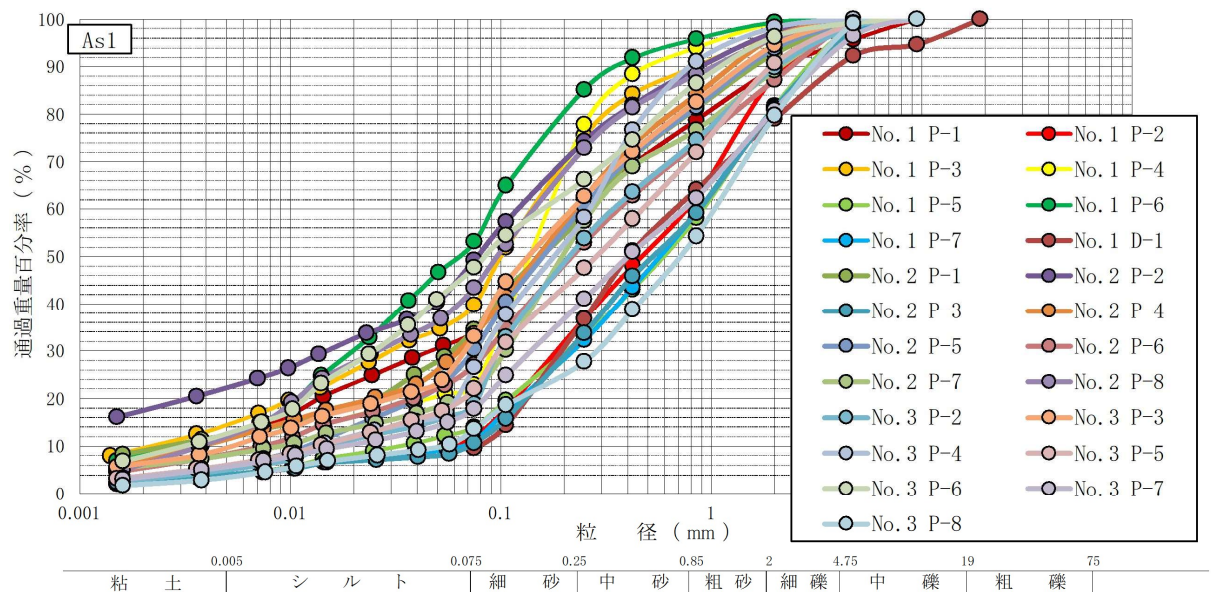
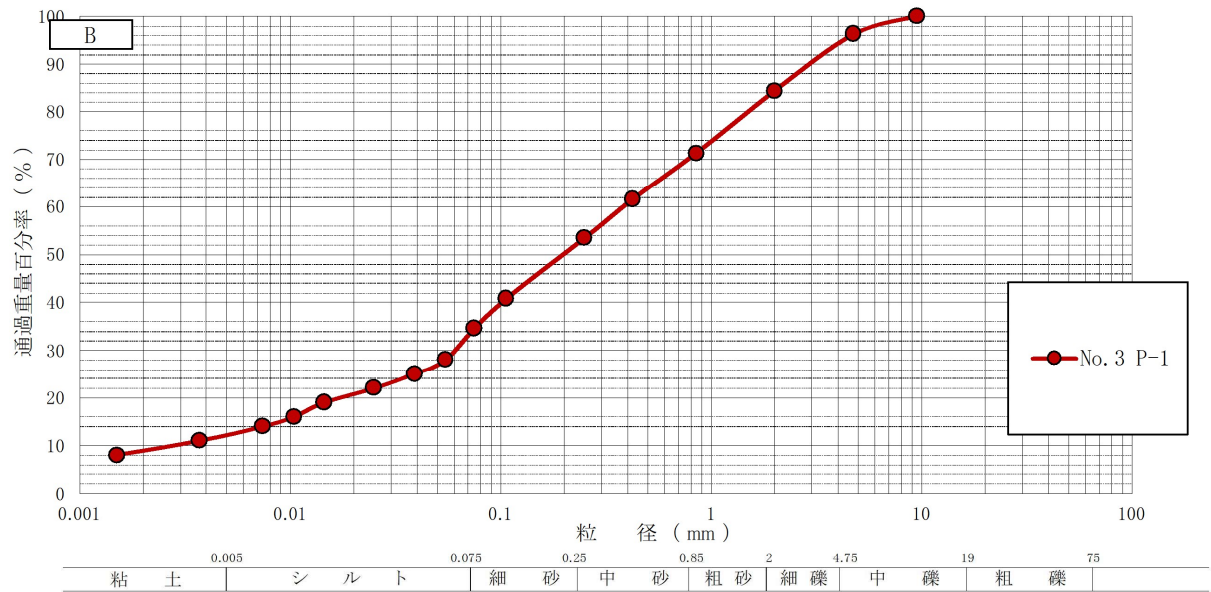


図 4.5.3 (1) 粒径加積曲線 (1)

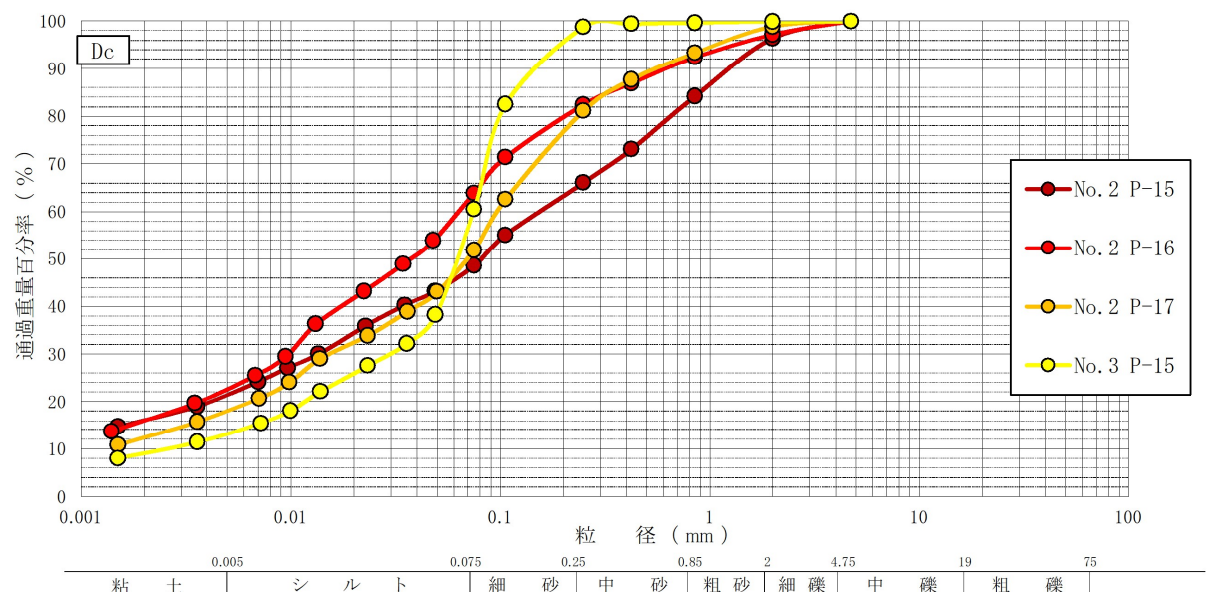
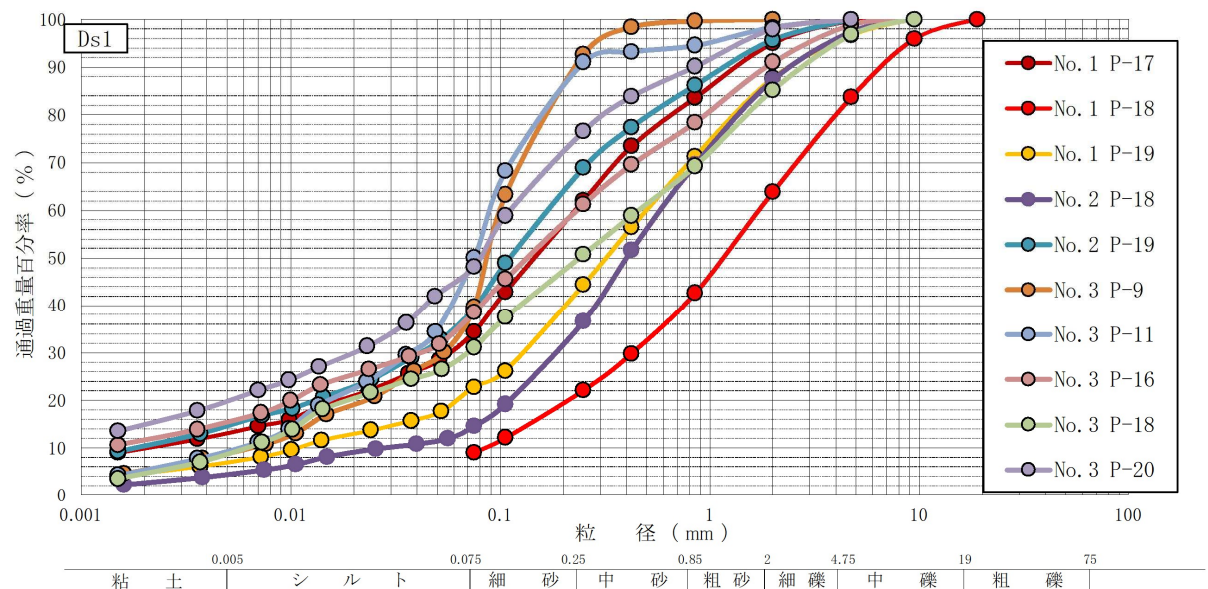
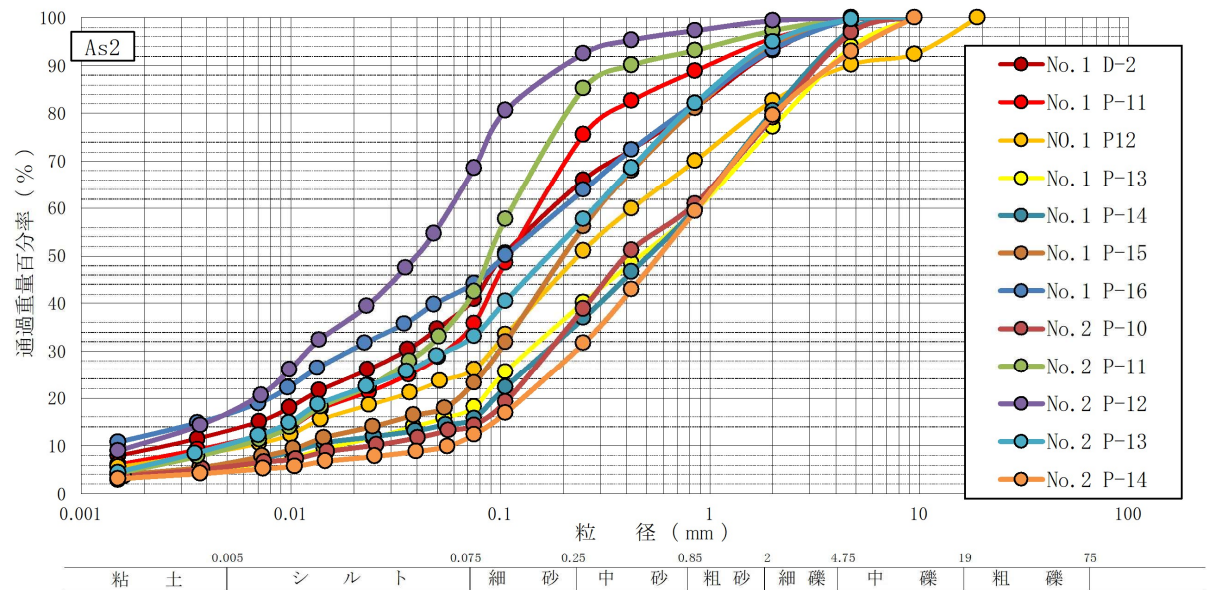


図 4.5.3 (2) 粒径加積曲線 (2)

### ■コンシステンシー特性(液性限界 WL(%)、塑性限界 Wp(%)、塑性指数 Ip)

粘性土は、含水の量によって、液体～塑性体～半固体～固体と状態が変化し、それぞれの状態で流動や変形に対する抵抗の大きさが変化する。このことをコンシステンシーと称する。

一般に、自然含水比( $W_n$ ) < 液性限界(WL)となる場合は、乱されたことによる強度低下を起しにくく、粘性土の安定性は高い。一方、自然含水比( $W_n$ ) > 液性限界(WL)の場合は、強度低下を起しやすいため、粘性土の安定性は低く(鋭敏な状態に)なる。

表 4.5.7 に液性限界・塑性限界の一般的な測定例を示す。

本調査結果より、図 4.5.4 に液性限界  $W_L$  と自然含水比  $W_n$  の相関を、図 4.5.5 に塑性図を示す。

図 4.5.4 より、「 $W_n < W_L$ 」となっていることから、安定性は高いことが示唆される。

また、図 4.5.5 より、試験を実施した試料はいずれも A 線より上側にプロットされることから、体積変化率が小さいと評価される。

表 4.5.7 液性限界・塑性限界の測定例

| 土の種類      | 液性限界 WL (%) | 塑性限界 WP (%) |
|-----------|-------------|-------------|
| 粘 土 (沖積層) | 50～130      | 30～60       |
| シルト (沖積層) | 30～ 80      | 20～50       |
| 粘 土 (洪積層) | 35～ 90      | 20～50       |
| 関東ローム     | 80～150      | 40～80       |

(出典：土の試験実習書、地盤工学会)

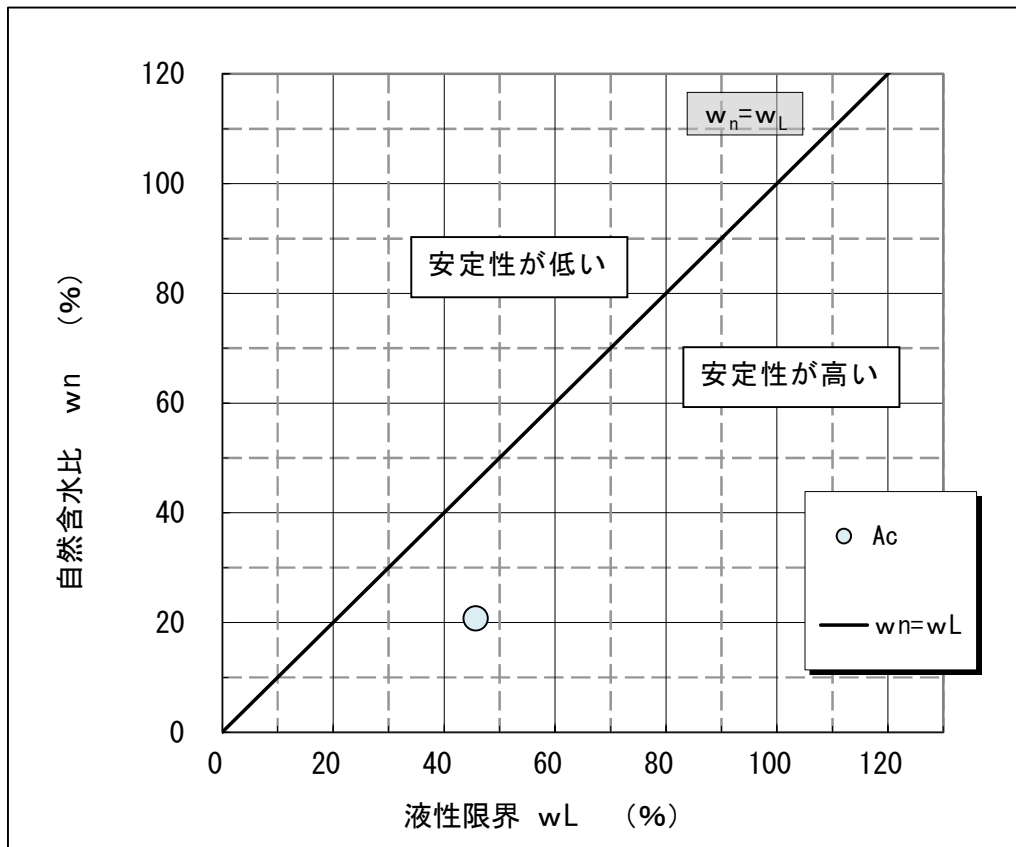


図 4.5.4 液性限界  $w_L$  と自然含水比  $w_n$  の相関図

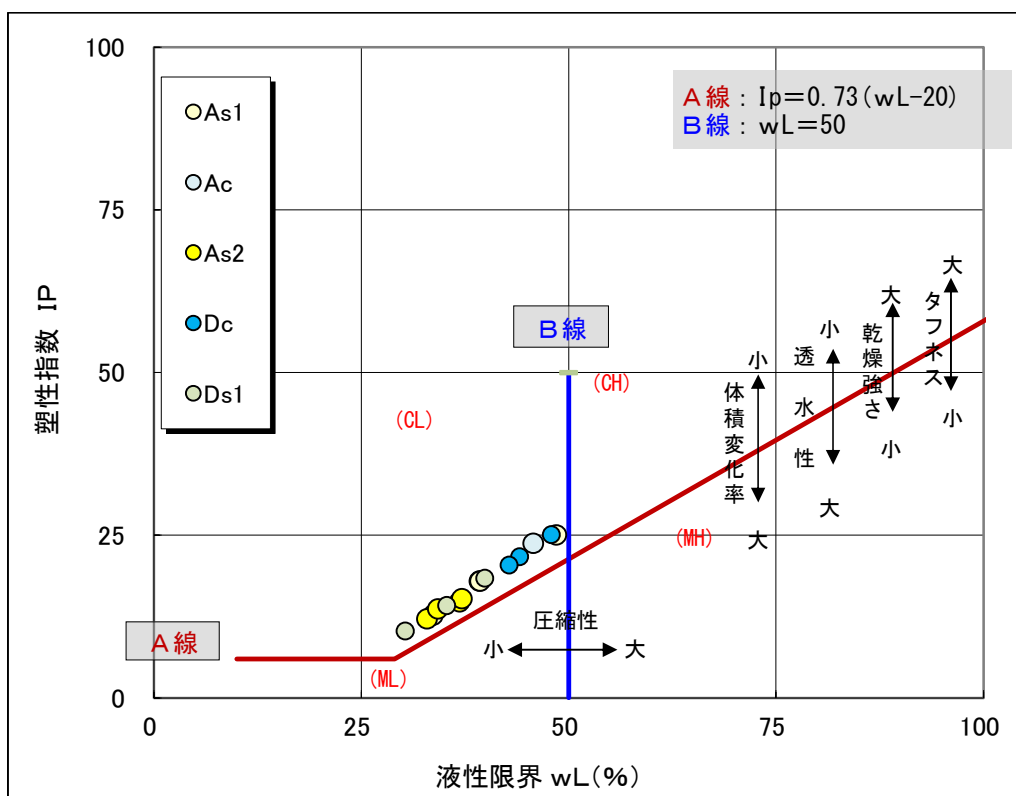


図 4.5.5 塑性図

## ■ 湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm<sup>3</sup>)

湿潤密度の測定例を表 4.5.8 に示す。また、本調査地の試験結果を表 4.5.9 に示す。

本試験で実施した沖積粘性土層 (Ac) は、 $\rho_t=2.025\text{g/cm}^3$  であり、一般的な沖積粘性土より、やや高い値を示した。

表 4.5.8 一般的な土の密度値

| 項目                                 | 沖積世     |         | 洪積世     | 関東ローム   | 高有機質土   |
|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                    | 粘性土     | 砂質土     | 粘性土     |         |         |
| 湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.2～1.8 | 1.6～2.0 | 1.6～2.0 | 1.2～1.5 | 0.8～1.3 |
| 乾燥密度 $\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> ) | 0.5～1.4 | 1.2～1.8 | 1.1～1.6 | 0.6～0.7 | 0.1～0.6 |
| 含水比 $W_n$ (%)                      | 30～150  | 10～30   | 20～40   | 80～180  | 80～1200 |

(出典：土の試験実習書、地盤工学会)

表 4.5.9 各層の湿潤密度試験結果

| 地層名    | 地層記号 | 主な土質           | 湿潤密度 $\rho_t$           |       |
|--------|------|----------------|-------------------------|-------|
|        |      |                | g/cm <sup>3</sup>       | 平均    |
|        |      |                | 最小      ～      最大       | Na    |
| 沖積粘性土層 | Ac   | 砂混じり粘土<br>砂質粘土 | 2.025      ～      2.025 | 2.025 |

## (2) 力学特性

### ■ 一軸圧縮試験及び三軸圧縮試験

本調査成果の一軸圧縮試験及び三軸圧縮試験結果を表 4.5.10 に示す。

表 4.5.10 三軸圧縮試験結果

| 試料<br>番号  | 深 度                    |          | 地層<br>区分 | 一軸圧縮                               | 三軸圧縮                      |               |
|-----------|------------------------|----------|----------|------------------------------------|---------------------------|---------------|
|           |                        |          |          | 一軸圧縮<br>強さ<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | 三軸軸圧縮UU                   |               |
|           | GL-(m)                 | 中心<br>深度 |          |                                    | c<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | $\phi$<br>(°) |
| No. 2 D-1 | 9.50      ～      10.50 | 10.00    | Ac       | 243.9<br>226.1                     | 135.0                     | 7.2           |

## ■土の段階载荷による圧密試験

本調査成果の圧密試験結果を表 4.5.11 に示す。また、圧密降伏応力  $P_c$  の標高分布を、図 4.5.7 に示す。

有効上載荷重は、湿潤密度試験を実施した地層については、湿潤密度  $\rho_t$  を基に設定した単位体積重量を、それ以外の地層は「5.1 土質定数の設定」で示す「建築基礎構造設計指針 日本建築学会，2019，P30」を目安にした単位体積重量を用いた。

沖積粘性土層（Ac）は、有効土被り圧線よりも高い位置にプロットされることから、過圧密状態にあると評価される。

さらに、圧密沈下を考える上で、重要になるのが有効土被り圧  $P_0$  と圧密降伏応力  $P_c$  の関係である。その比  $P_c/P_0$  は、過圧密比 OCR で表され、 $OCR > 1$  を過圧密粘土といい、 $OCR = 1$  を正規圧密粘土、 $OCR < 1$  を圧密未了粘土という。

正規圧密粘土は、新たに荷重が加わることで大きな沈下を生じる。一方、過圧密粘土は、有効応力が増加した場合でも圧密降伏応力を越えない限りほとんど沈下を生じない。

沖積粘性土層（Ac）の過圧密比 OCR は、1.0 以上となることから過圧密傾向にあるものと考えられる。

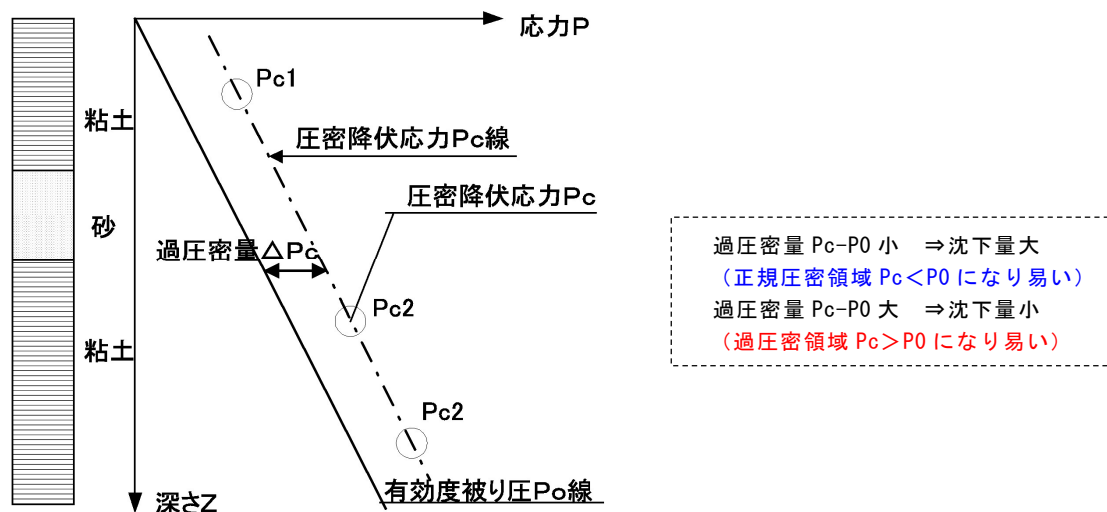


図 4.5.6 圧密に関する物性値の概念図



表 4.5.11 圧密試験の結果

| 試料番号      | 深 さ          | 地層<br>区分 | 湿潤密度                             | 圧密       |                |                                     | 土被り圧<br>kN/m <sup>2</sup> | 過圧密比<br>OCR |
|-----------|--------------|----------|----------------------------------|----------|----------------|-------------------------------------|---------------------------|-------------|
|           | 深 度          |          | $\rho_t$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 試験<br>方法 | 圧縮指数           | 圧密<br>降伏応力                          |                           |             |
|           | GL-m         |          |                                  |          | C <sub>c</sub> | p <sub>c</sub><br>kN/m <sup>2</sup> |                           |             |
| No. 2 D-1 | 9.50 ~ 10.50 | Ac       | 2.025                            | 段階載荷     | 0.150          | 479.5                               | 103.7                     | 4.6         |

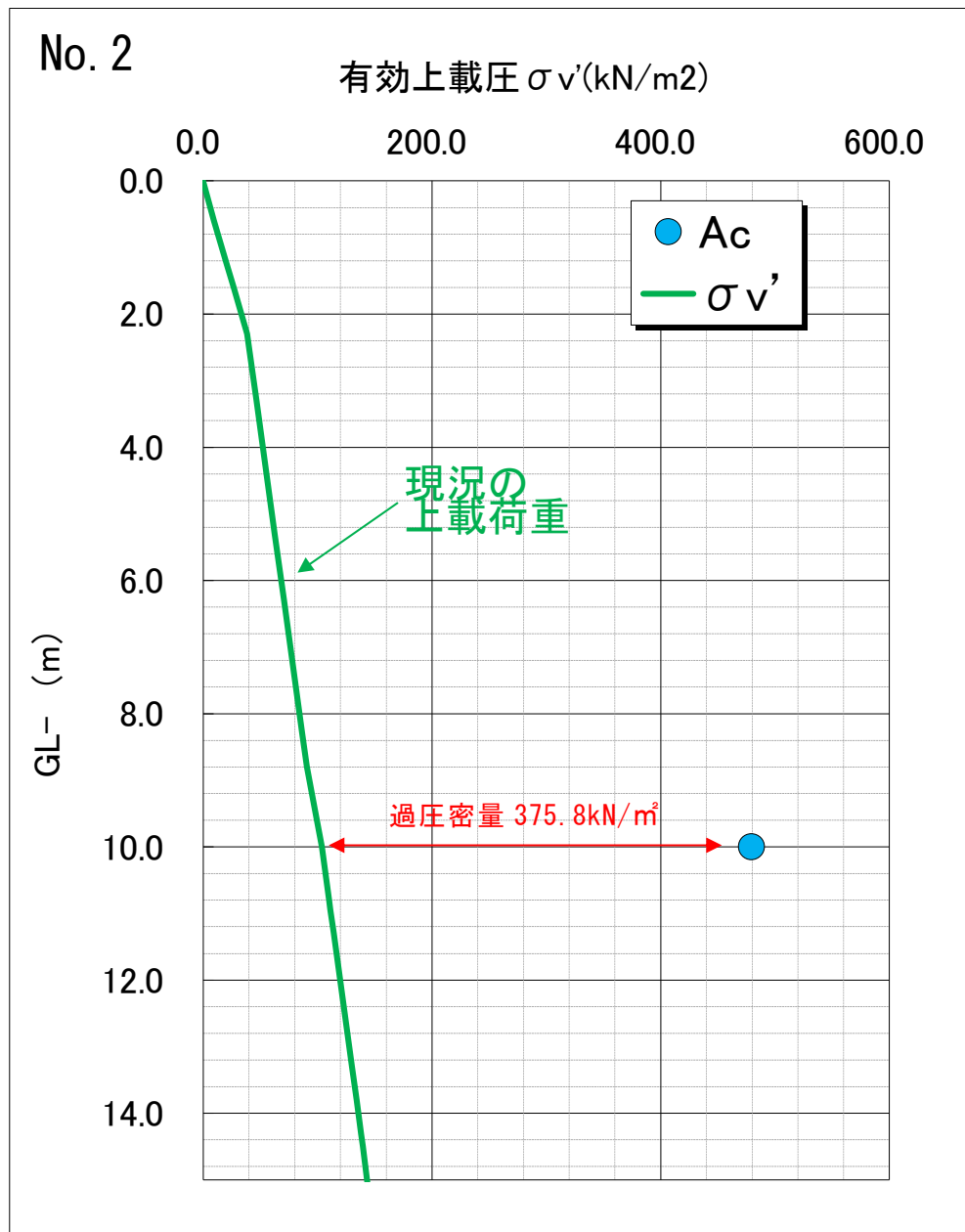


図 4.5.7 応力分布図と粘性土層の圧密降伏応力

## ■繰返し三軸試験

土の剛性率や減衰定数などの動的変形特性は、ひずみの大きさに強く依存する事がよく知られている。

本試験は、これらの動的特性のひずみ依存性を調べるため、変形解析に影響が強いAc層を対象に実施した。表4.5.12に、動的変形試験結果の一覧を示す。

土の動的変形特性を求める方法としては、「振動三軸方式」、「中空ねじり方式」、「繰返し方式」などが一般的であり、せん断剛性および減衰定数（履歴減衰率）とせん断ひずみの関係として整理される。

試験データの詳細は巻末の室内土質試験結果データシートにまとめる。

表 4.5.12 動的変形試験結果一覧表

| 試料<br>番号  | 深 度          |          | 地層<br>区分 | 変形特性                             |              |                    |
|-----------|--------------|----------|----------|----------------------------------|--------------|--------------------|
|           |              |          |          | 初期剛性率                            | 基準ひずみ        | 最大減衰率              |
|           | GL-(m)       | 中心<br>深度 |          | G <sub>0</sub> MN/m <sup>2</sup> | $\gamma_r$ % | H <sub>max</sub> % |
| No. 2 D-1 | 9.50 ~ 10.50 | 10.00    | Ac       | 79.99                            | 0.0395       | 18.77              |



## 5. 総合解析とりまとめ

### 5.1 土質定数の設定

#### 5.1.1 土質定数の設定方法

土質定数の設定については、「建築基礎構造設計指針 日本建築学会 2019」の他、「地盤調査の方法と解説 地盤工学会 H25.3」等を参考に提案した。

#### (1) 設計N値

標準貫入試験より各層の平均N値を採用した。また、設計N値の最大は100とした。

#### (2) 単位体積重量 $\gamma_t$

単位体積重量は、土質試験結果より提案した。土質試験を実施していない層は、「建築基礎構造設計指針 日本建築学会 P30」に示す目安より設定した。

表 5.1.1 土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>) の目安

| 土質    | 湿潤単位体積重量<br>(地下水位以浅) |             | 飽和単位体積重量<br>(地下水位以深) |             | 水中単位体積重量<br>(地下水位以深) |             |
|-------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|
|       | ゆるい<br>(やわらかい)       | 密な<br>(かたい) | ゆるい<br>(やわらかい)       | 密な<br>(かたい) | ゆるい<br>(やわらかい)       | 密な<br>(かたい) |
| 礫     | 18                   | 20          | 19                   | 21          | 9                    | 11          |
| 砂     | 16                   | 18          | 17                   | 19          | 7                    | 9           |
| シルト   | 14                   | 16          | 15                   | 17          | 5                    | 7           |
| 粘土    | 13                   | 15          | 14                   | 16          | 4                    | 6           |
| 関東ローム | 12                   | 14          | 13                   | 15          | 3                    | 5           |
| 高有機質土 | 9                    | 12          | 10                   | 13          | 0                    | 3           |

「建築基礎構造設計指針 日本建築学会 2019 P30」

#### 単位体積重量の算出

$$\gamma_t = \rho_t g \quad \cdots \text{式-1}$$

$\gamma_t$  : 湿潤単位体積重量 (kN/m<sup>2</sup>)

$\rho_t$  : 湿潤密度 (t/m<sup>3</sup>)

$g$  : 重力加速度 9.807 (m/s<sup>2</sup>)

### (3) せん断強度（粘着力 c）

粘性土の粘着力は、土質試験を実施した層については、三軸圧縮試験（UU）の結果を用いて粘着力を算出した。他の層については、Terzaghi・Peckによる  $q_u=12.5N$  【 $c=6.25N$ 】（ $kN/m^2$ ）を用いて提案した。

### (4) せん断強度（せん断抵抗角 $\phi$ ）

砂質土および礫質土の内部摩擦角は、「建築基礎構造設計指針 日本建築学会 2019 P30」に従い、設計N値より次式で算出した。なお最大  $\phi=45$ （°）とした。

$$\text{内部摩擦角 } \phi = \sqrt{20N} + 15 \quad (^\circ)$$

### (5) 変形係数 E

変形係数は、孔内水平載荷試験及び土質試験を実施した層は、各試験結果より設定した。その他の層は、設計N値より次式で提案した。

$$E \doteq 0.7 \cdot N \text{ (MN/m}^2\text{)} \quad \text{----- 「地盤調査の方法と解説 地盤工学会 H25.3」}$$

### 5.1.2 土質定数の提案（四條畷市役所 No. 1、No. 2）

#### (1) 設計N値

表 5.1.2 設計N値一覧

| 地層区分 | 土質区分     | 頻度 | 平均N値 | 最小N値 | 最大N値 | 標準偏差 | 設計N値 |
|------|----------|----|------|------|------|------|------|
| B    | 盛土層（砂質土） | 1  | 2.0  | 2    | 2    | －    | 2    |
| As1  | 第1砂質土層   | 15 | 10.1 | 1    | 22   | 5.7  | 10   |
| Ac   | 粘性土層     | 1  | 7.0  | 7    | 7    | －    | 7    |
| As2  | 第2砂質土層   | 11 | 21.2 | 11   | 41   | 10.2 | 21   |
| Ds1  | 第1砂質土層   | 21 | 37.7 | 24   | 69   | 13.2 | 37   |
| Dc   | 粘性土層     | 7  | 18.9 | 14   | 24   | 4.6  | 18   |

※B層はNo. 3地点の結果を採用した。

#### (2) 単位体積重量 $\gamma_t$

表 5.1.3 単位体積重量一覧

| 地層区分 | 土質区分     | 設計N値 | 単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> ) |      |      | 備考          |
|------|----------|------|----------------------------------------|------|------|-------------|
|      |          |      | 土質試験値                                  | 一般値  | 設定値  |             |
| B    | 盛土層（砂質土） | 2    | －                                      | 16.0 | 16.0 | 一般値：砂（ゆるい）  |
| As1  | 第1砂質土層   | 10   | －                                      | 17.0 | 17.0 | 一般値：砂（中間値）  |
| Ac   | 粘性土層     | 7    | 19.9                                   | －    | 19.9 | 試験値         |
| As2  | 第2砂質土層   | 21   | －                                      | 17.0 | 17.0 | 一般値：砂（中間値）  |
| Ds1  | 第1砂質土層   | 37   | －                                      | 18.0 | 18.0 | 一般値：砂（密な）   |
| Dc   | 粘性土層     | 18   | －                                      | 16.0 | 16.0 | 一般値：シルト（密な） |

(3) せん断強度（粘着力  $c$ ）

表 5.1.4 粘着力一覧

| 地層区分 | 土質区分     | 設計N値 | 粘着力 $c$ (kN/m <sup>2</sup> ) |     |     | 備考        |
|------|----------|------|------------------------------|-----|-----|-----------|
|      |          |      | 設計N値<br>推定値                  | 試験値 | 設定値 |           |
| B    | 盛土層（砂質土） | 2    | —                            | —   | 0   | 砂質土 $c=0$ |
| As1  | 第1砂質土層   | 10   | —                            | —   | 0   | 砂質土 $c=0$ |
| Ac   | 粘性土層     | 7    | 43.8                         | 135 | 135 | 試験値（三軸UU） |
| As2  | 第2砂質土層   | 21   | —                            | —   | 0   | 砂質土 $c=0$ |
| Ds1  | 第1砂質土層   | 37   | —                            | —   | 0   | 砂質土 $c=0$ |
| Dc   | 粘性土層     | 18   | 112.5                        | —   | 112 | N値からの推定   |

(4) せん断強度（せん断抵抗角  $\phi$ ）

表 5.1.5 せん断抵抗角一覧

| 地層区分 | 土質区分     | 設計<br>N値 | せん断抵抗角 $\phi$ (°) |     | 備考           |
|------|----------|----------|-------------------|-----|--------------|
|      |          |          | N値からの<br>推定値      | 設定値 |              |
| B    | 盛土層（砂質土） | 2        | 21.3              | 21  | N値からの推定      |
| As1  | 第1砂質土層   | 10       | 29.1              | 29  | N値からの推定      |
| Ac   | 粘性土層     | 7        | —                 | 0   | 粘性土 $\phi=0$ |
| As2  | 第2砂質土層   | 21       | 35.5              | 35  | N値からの推定      |
| Ds1  | 第1砂質土層   | 37       | 42.2              | 42  | N値からの推定      |
| Dc   | 粘性土層     | 18       | —                 | 0   | 粘性土 $\phi=0$ |

(5) 変形係数 E

表 5. 1. 6 変形係数一覧

| 地層区分 | 土質区分     | 設計N値 | 変形係数E (MN/m <sup>2</sup> ) |              |                            |      | 備考        |
|------|----------|------|----------------------------|--------------|----------------------------|------|-----------|
|      |          |      | 設計N値<br>推定値                | 孔内水平<br>載荷試験 | E <sub>50</sub> からの<br>推定値 | 設定値  |           |
| B    | 盛土層（砂質土） | 2    | 1.4                        | －            | －                          | 1.4  | 設計N値からの推定 |
| As1  | 第1砂質土層   | 10   | 7.0                        | 5.0          | －                          | 5.0  | 孔内水平載荷試験  |
| Ac   | 粘性土層     | 7    | 4.9                        | －            | 13.2                       | 13.2 | 試験値（三軸UU） |
| As2  | 第2砂質土層   | 21   | 14.7                       | －            | －                          | 14.7 | 設計N値からの推定 |
| Ds1  | 第1砂質土層   | 37   | 25.9                       | －            | －                          | 25.9 | 設計N値からの推定 |
| Dc   | 粘性土層     | 18   | 12.6                       | －            | －                          | 12.6 | 設計N値からの推定 |

## (6) 定数一覧

表 5.1.7 定数一覧

| 地層<br>記号 | 土質分類      | 設計<br>N 値 | 単位体積重量 $\gamma_t$    |                | せん断定数                         |                      |              |  | 変形係数 $E_0$           |             |
|----------|-----------|-----------|----------------------|----------------|-------------------------------|----------------------|--------------|--|----------------------|-------------|
|          |           |           | (kN/m <sup>3</sup> ) | 備考             | 粘着力 C<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | せん断抵抗角 $\phi$<br>(度) | 備考           |  | (MN/m <sup>2</sup> ) | 備考          |
| B        | 盛土層 (砂質土) | 2         | 16.0                 | 一般値 : 砂 (ゆるい)  | 0 砂質土 $c=0$                   | 21                   | N 値からの推定     |  | 1.4                  | 設計 N 値からの推定 |
| As1      | 第1砂質土層    | 10        | 17.0                 | 一般値 : 砂 (中間値)  | 0 砂質土 $c=0$                   | 29                   | N 値からの推定     |  | 5.0                  | 孔内水平載荷試験    |
| Ac       | 粘性土層      | 7         | 19.9                 | 試験値            | 135 試験値 (三軸UU)                | 0                    | 粘性土 $\phi=0$ |  | 13.2                 | 試験値 (三軸UU)  |
| As2      | 第2砂質土層    | 21        | 17.0                 | 一般値 : 砂 (中間値)  | 0 砂質土 $c=0$                   | 35                   | N 値からの推定     |  | 14.7                 | 設計 N 値からの推定 |
| Ds1      | 第1砂質土層    | 37        | 18.0                 | 一般値 : 砂 (密な)   | 0 砂質土 $c=0$                   | 42                   | N 値からの推定     |  | 25.9                 | 設計 N 値からの推定 |
| Dc       | 粘性土層      | 18        | 16.0                 | 一般値 : シルト (密な) | 112 N 値からの推定                  | 0                    | 粘性土 $\phi=0$ |  | 12.6                 | 設計 N 値からの推定 |

### 5.1.3 土質定数の提案（市民総合センターNo.3）

#### (1) 設計N値

表 5.1.8 設計N値一覧

| 地層区分 | 土質区分     | 頻度 | 平均N値 | 最小N値 | 最大N値 | 標準偏差 | 設計N値 |
|------|----------|----|------|------|------|------|------|
| B    | 盛土層（砂質土） | 1  | 2.0  | 2    | 2    | －    | 2    |
| As1  | 第1砂質土層   | 6  | 14.8 | 8    | 25   | 7.0  | 14   |
| Ds1  | 第1砂質土層   | 12 | 39.9 | 16   | 75   | 21.5 | 39   |
| Dc   | 粘性土層     | 1  | 25.0 | 25   | 25   | －    | 25   |
| Ds2  | 第2砂質土層   | 9  | 59.4 | 37   | 90   | 18.1 | 59   |

#### (2) 単位体積重量 $\gamma_t$

表 5.1.9 単位体積重量一覧

| 地層区分 | 土質区分     | 設計N値 | 単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> ) |      |      | 備考         |
|------|----------|------|----------------------------------------|------|------|------------|
|      |          |      | 土質試験値                                  | 一般値  | 設定値  |            |
| B    | 盛土層（砂質土） | 2    | －                                      | 16.0 | 16.0 | 一般値：砂（ゆるい） |
| As1  | 第1砂質土層   | 14   | －                                      | 17.0 | 17.0 | 一般値：砂（中間値） |
| Ds1  | 第1砂質土層   | 39   | －                                      | 18.0 | 18.0 | 一般値：砂（密な）  |
| Dc   | 粘性土層     | 25   | －                                      | 16.0 | 16.0 | 一般値：シルト    |
| Ds2  | 第2砂質土層   | 59   | －                                      | 18.0 | 18.0 | 一般値：砂（密な）  |

(3) せん断強度（粘着力  $c$ ）

表 5.1.10 粘着力一覧

| 地層区分 | 土質区分     | 設計N値 | 粘着力 $c$ (kN/m <sup>2</sup> ) |     |     | 備考        |
|------|----------|------|------------------------------|-----|-----|-----------|
|      |          |      | 設計N値<br>推定値                  | 試験値 | 設定値 |           |
| B    | 盛土層（砂質土） | 2    | —                            | —   | 0   | 砂質土 $c=0$ |
| As1  | 第1砂質土層   | 14   | —                            | —   | 0   | 砂質土 $c=0$ |
| Ds1  | 第1砂質土層   | 39   | —                            | —   | 0   | 砂質土 $c=0$ |
| Dc   | 粘性土層     | 25   | 156.3                        | —   | 156 | N値からの推定   |
| Ds2  | 第2砂質土層   | 59   | —                            | —   | 0   | 砂質土 $c=0$ |

(4) せん断強度（せん断抵抗角  $\phi$ ）

表 5.1.11 せん断抵抗角一覧

| 地層区分 | 土質区分     | 設計<br>N値 | せん断抵抗角 $\phi$ (°) |     | 備 考                |
|------|----------|----------|-------------------|-----|--------------------|
|      |          |          | N値からの<br>推定値      | 設定値 |                    |
| B    | 盛土層（砂質土） | 2        | 21.3              | 21  | N値からの推定            |
| As1  | 第1砂質土層   | 14       | 31.7              | 31  | N値からの推定            |
| Ds1  | 第1砂質土層   | 39       | 42.9              | 42  | N値からの推定            |
| Dc   | 粘性土層     | 25       | —                 | 0   | 粘性土 $\phi=0$       |
| Ds2  | 第2砂質土層   | 59       | 49.4              | 45  | 最大 $\phi=45^\circ$ |



(5) 変形係数 E

表 5.1.12 変形係数一覧

| 地層区分 | 土質区分     | 設計N値 | 変形係数E (MN/m <sup>2</sup> ) |              |                            |      | 備考        |
|------|----------|------|----------------------------|--------------|----------------------------|------|-----------|
|      |          |      | 設計N値<br>推定値                | 孔内水平<br>載荷試験 | E <sub>50</sub> からの<br>推定値 | 設定値  |           |
| B    | 盛土層（砂質土） | 2    | 1.4                        | －            | －                          | 1.4  | 設計N値からの推定 |
| As1  | 第1砂質土層   | 14   | 9.8                        | 4.0          | －                          | 4.0  | 孔内水平載荷試験  |
| Ds1  | 第1砂質土層   | 39   | 27.3                       | －            | －                          | 27.3 | 設計N値からの推定 |
| Dc   | 粘性土層     | 25   | 17.5                       | －            | －                          | 17.5 | 設計N値からの推定 |
| Ds2  | 第2砂質土層   | 59   | 41.3                       | －            | －                          | 41.3 | 設計N値からの推定 |

(6) 定数一覧

表 5.1.13 定数一覧

| 地層<br>記号 | 土質分類      | 設計<br>N 値 | 単位体積重量 $\gamma_t$    |               | せん断定数                         |                      |    |                    | 変形係数 $E_0$           |             |
|----------|-----------|-----------|----------------------|---------------|-------------------------------|----------------------|----|--------------------|----------------------|-------------|
|          |           |           | (kN/m <sup>3</sup> ) | 備考            | 粘着力 C<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | せん断抵抗角 $\phi$<br>(度) | 備考 | 備考                 | (MN/m <sup>2</sup> ) | 備考          |
| B        | 盛土層 (砂質土) | 2         | 16.0                 | 一般値 : 砂 (ゆるい) | 0                             | 砂質土 $c=0$            |    |                    |                      |             |
| As1      | 第1砂質土層    | 14        | 17.0                 | 一般値 : 砂 (中間値) | 0                             | 砂質土 $c=0$            |    |                    |                      |             |
| Ds1      | 第1砂質土層    | 39        | 18.0                 | 一般値 : 砂 (密な)  | 0                             | 砂質土 $c=0$            |    |                    |                      |             |
| Dc       | 粘性土層      | 25        | 16.0                 | 一般値 : シルト     | 156                           | N 値からの推定             |    |                    |                      |             |
| Ds2      | 第2砂質土層    | 59        | 18.0                 | 一般値 : 砂 (密な)  | 0                             | 砂質土 $c=0$            |    |                    |                      |             |
|          |           |           |                      |               |                               |                      | 21 | N 値からの推定           | 1.4                  | 設計 N 値からの推定 |
|          |           |           |                      |               |                               |                      | 31 | N 値からの推定           | 4.0                  | 孔内水平載荷試験    |
|          |           |           |                      |               |                               |                      | 42 | N 値からの推定           | 27.3                 | 設計 N 値からの推定 |
|          |           |           |                      |               |                               |                      | 0  | 粘性土 $\phi=0$       | 17.5                 | 設計 N 値からの推定 |
|          |           |           |                      |               |                               |                      | 45 | 最大 $\phi=45^\circ$ | 41.3                 | 設計 N 値からの推定 |

## 5.2 地震時の液状化検討

### 5.2.1 判定方法

#### (1) $F_L$ 値

地震時の液状化について、ボーリング調査や室内土質試験を行い、その結果を用いて、液状化判定を実施した。

「建築基礎構造設計指針 日本建築学会 2019 P50」によると液状化の判定を行う必要がある土層を以下のように示している。

#### 【液状化対象層】

- ① 飽和土層で地表面から 20m 程度以浅
- ② 細粒分含有率が 35% 以下の土
- ③ 埋立て地盤、人工造成地盤に限り細粒分含有率 35% 以上であっても、粘土分含有率が 10% 以下、または塑性指数が 15% 以下の場合
- ④ 細粒土を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫、洪積層でも  $N$  値が小さな土層

液状化の判定は図 5.2.1 に示すフローに従い実施した。

#### 【判定条件】

- ・マグニチュード：7.5
- ・地表面加速度 使用限界検討用として・・・150(gal)  
損傷限界検討用として・・・200(gal)  
終局限界検討用として・・・350(gal)

※1gal：0.01m/s<sup>2</sup>（建築基礎構造設計指針 日本建築学会 2019）

「建築基礎構造設計指針 日本建築学会 2019」では、検討用として 1.5～3.5m/s<sup>2</sup> 程度を推奨している。

150(gal) ➡ 1.5m/s<sup>2</sup>

200(gal) ➡ 2.0m/s<sup>2</sup>

350(gal) ➡ 3.5m/s<sup>2</sup>

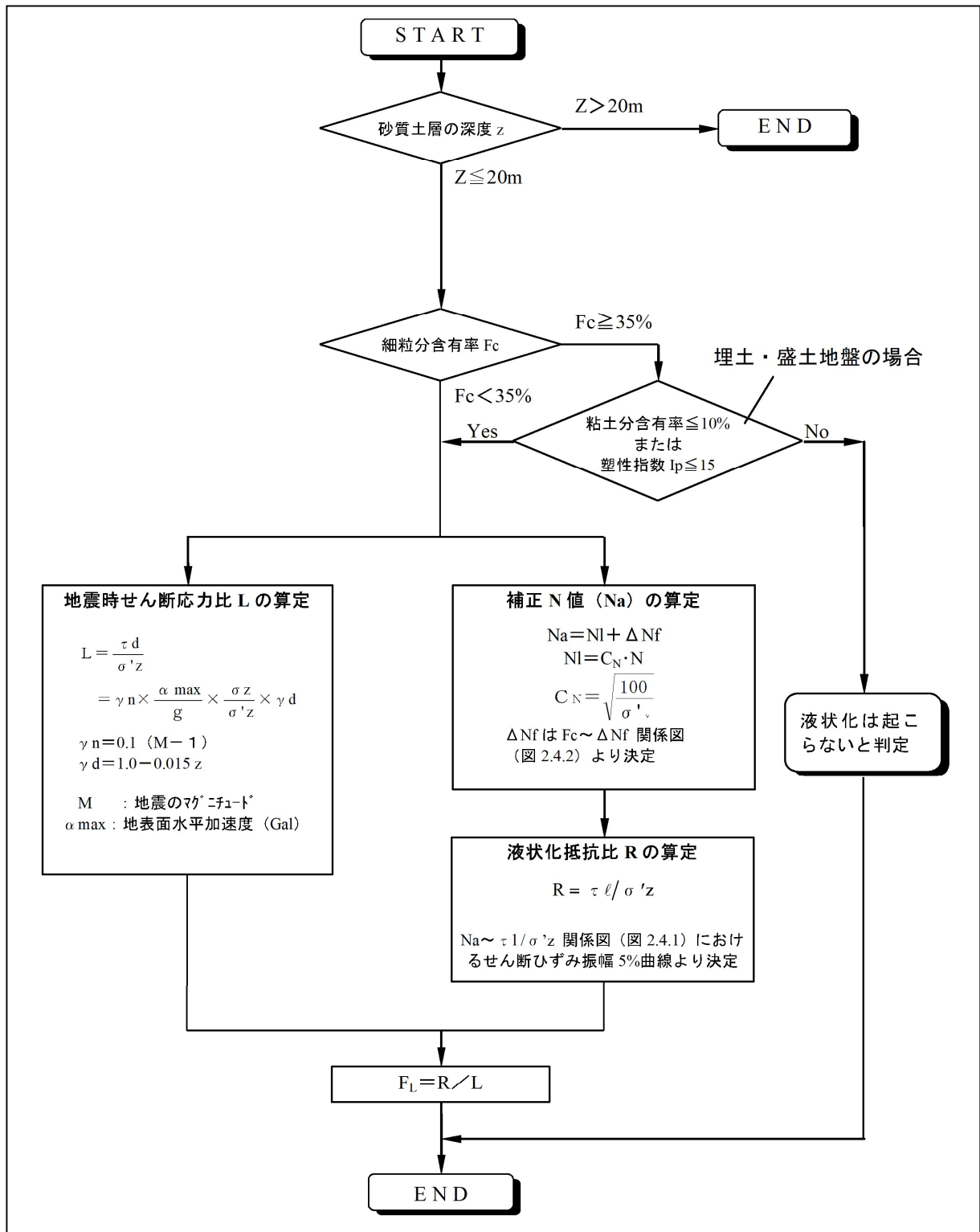


図 5.2.1 液状化判定フロー

- (a) 検討地盤の地盤内の各深さに発生する、等価な繰り返しせん断応力比を、次式から求める(記号の後の( )は液状化判定結果で用いている記号)。

$$\frac{\tau_d}{\sigma'_z} = \gamma_N \frac{\alpha_{max}}{g} \frac{\sigma_z}{\sigma'_z} \gamma_d$$

$\tau_d$  : 水平面に生じる等価な一定繰り返しせん断応力振幅 (kN/m<sup>2</sup>)

$\sigma'_z$  ( $\sigma'_v$ ) : 検討深さにおける有効土被り圧 (鉛直有効応力) (kN/m<sup>2</sup>)

$\gamma_N$  : 等価な繰り返し回数に関する補正係数で、 $\gamma_N = 0.1(M-1)$   
ただし、Mは地震のマグニチュード

$\alpha_{max}$  : 地表面における設計用水平加速度 (cm/s<sup>2</sup>)

$g$  : 重力加速度 (cm/s<sup>2</sup>)

$\sigma_z$  ( $\sigma_v$ ) : 検討深さにおける全土被り圧 (鉛直全応力) (kN/m<sup>2</sup>)

$\gamma_d$  : 地盤が剛体でないことによる低減係数で  $\gamma_d = (1 - 0.015z)$

※液状化検討結果詳細一覧表中の低減係数とは上式の係数0.015のことをいう

$z$  : 地表面からの検討深さ (m)

- (b) 対応する深度の補正N値(N<sub>a</sub>)を次式から求める。

$$N_1 = C_N \cdot N$$

$$C_N = \sqrt{100 / \sigma'_z}$$

$$N_a = N_1 + \Delta N_f$$

$N_1$  : 換算N値

$C_N$  : 拘束圧に関する換算係数

$\Delta N_f$  : 細粒分含有率F<sub>c</sub>に応じた補正N値増分で、図5.4.3による

$N$  : 自動落下法による実測N値

- (c) 図5.2.2のせん断ひずみ振幅5%曲線を用いて、補正N値(N<sub>a</sub>)に対応する飽和土層の液状化抵抗比 $R = \tau_1 / \sigma'_z$ を求める。ここに、 $\tau_1$ は水平断面における液状化抵抗である。

(d) 各深さにおける液状化発生に対する安全率FLを次式により計算する。

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

上記式より求めたFL値が1より大きくなる土層については液状化発生の可能性はないものと判定し、逆に1以下となる場合は、その可能性があり、値が小さくなるほどその土層の液状化発生危険度は高いと判定する。また、FL値が1を切る土層の厚さが厚くなるほど危険度も高くなる。ただし、FL値が同じであっても、補正N値の値によって、その意味がかなり異なることに留意しておく必要がある。

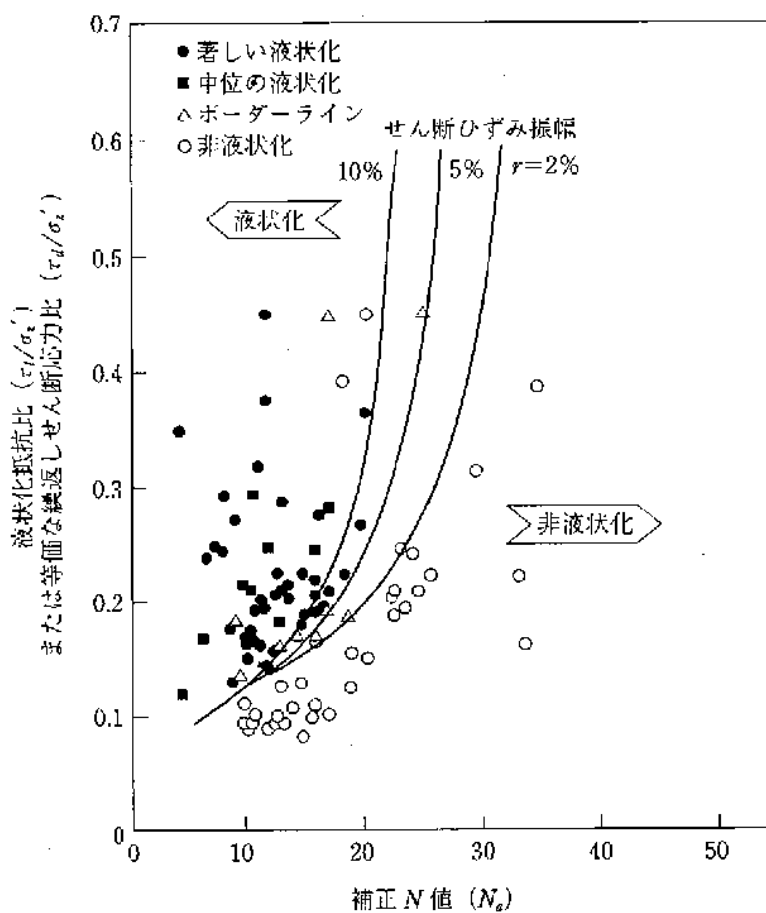


図5.2.2 補正N値と液状化抵抗、動的せん断歪みの関係

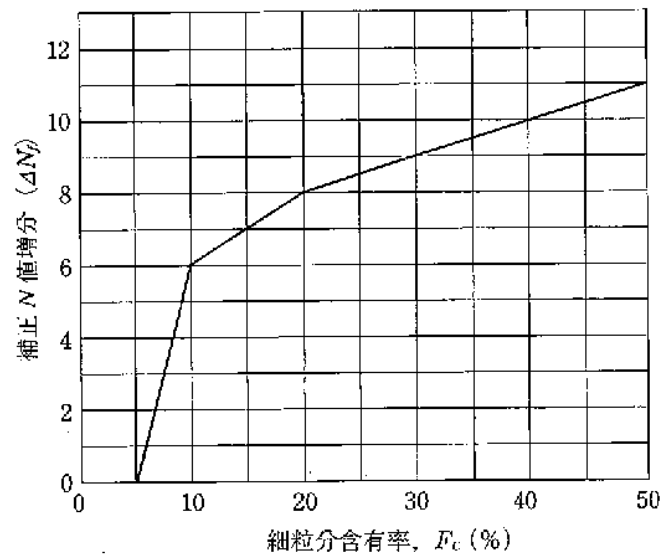


図5.2.3 細粒分含有率と  $N$  値の補正係数

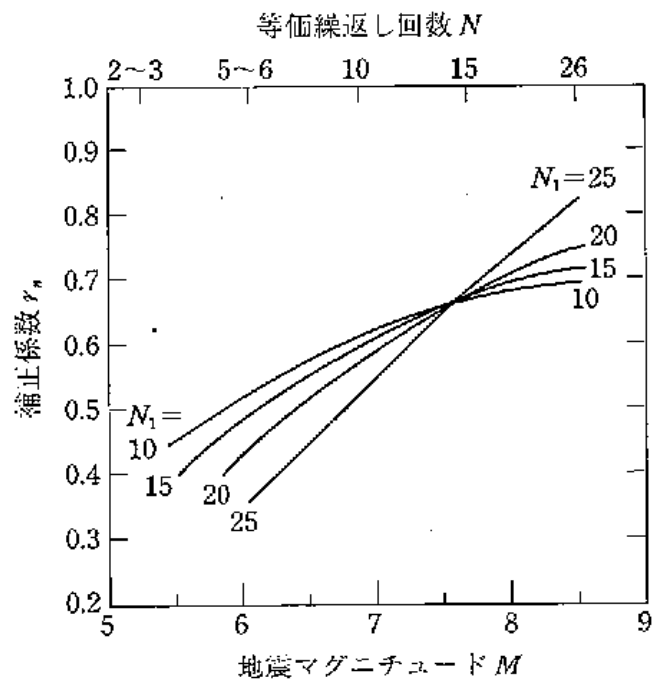


図5.2.4 補正  $N$  値、マグニチュード、繰返し回数と補正係数の関係

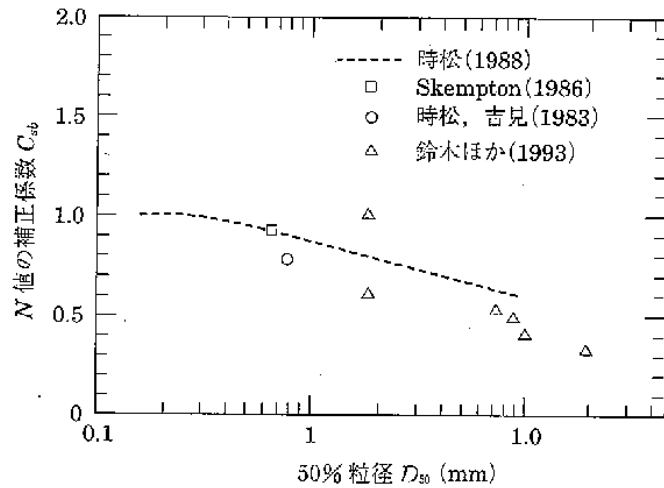


図5.2.5 砂礫地盤のN値補正係数

(e) 水平地盤反力係数の低減を考慮する。

FL $\leq$ 1.0となる地盤に対しては、杭基礎を用いる場合に水平地盤反力係数の低減を考慮する必要がある。地表面からの深さ、補正N値 $N_a$ をパラメータとして図5.2.6に示す低減係数を与えている。

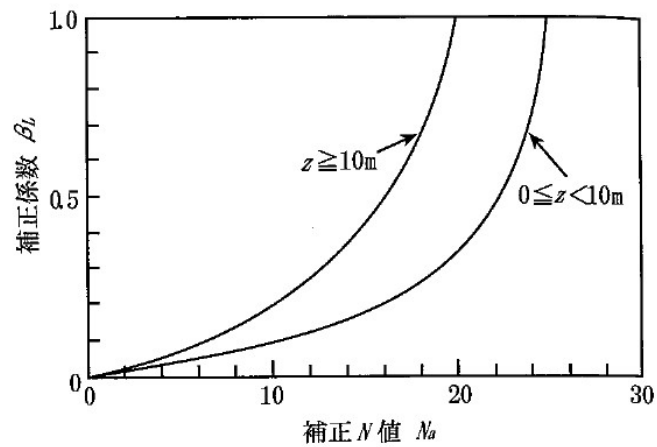


図5.2.6 水平地盤反力係数の低減率

「建築基礎構造設計指針(2020.4.25)/日本建築学会 p.58」



## (2) $P_L$ 値

「2015 年版 建築物の構造関係技術基準解説書、国土交通省住宅局建築指導課他監修」では、 $P_L$  値から液状化の危険度を予測する方法があり、表 5.2.1 の関係によって液状化の危険度を評価している。

地盤中で液状化が発生した場合、その深度が浅いほど地表の構造物への影響が大きいことを考慮して判定する手法である。すなわち、同じ FL 値（1 以下）でも地表面に近いほど危険であることを反映するものである。

$P_L$  値では、地表面から 20m の深さの範囲で液状化の安全率 FL が 1 未満の危険性を有する層が存在しても、全体的な評価で地盤液状化指数  $P_L$  値が 5 以下であれば液状化の危険は低いと評価できる。

$P_L$  値の算定方法は、図 5.2.7 に示すとおりである。

表 5.2.1  $P_L$  値と液状化の危険度の関係

| $P_L$       | 液状化の危険度 |
|-------------|---------|
| 0           | かなり低い   |
| 5 以下        | 低い      |
| 5 を超え 15 以下 | 高い      |
| 15 を超える     | 極めて高い   |

出典：「2015 年版 建築物の構造関係技術基準解説書、国土交通省住宅局建築指導課他監修」

## \$P\_L\$ の定義と適用例

\$F\_L\$ によりある深さにおける土層の液状化に対する安全性は評価されるが、仮に \$F\_L\$ により液状化すると判定された層が存在しても、その深さ位置、層厚、不透水層の有無等によって、その地点での液状化の程度や基礎構造物に及ぼす影響の程度は異なると考えられる。これらの影響を総合的に評価しようとの試みの一つが、\$P\_L\$ である<sup>1),2)</sup>。\$P\_L\$ (Potential of Liquefaction) とは、次式に示すように、各土層ごとに求められた \$F\_L\$ に重み関数 \$W(z)\$ を乗じ、深さ方向に積分したものである。

$$P_L = \int_0^{20} F \cdot W(z) dz, \quad F = \begin{cases} 1 - F_L & (F_L < 1.0) \\ 0 & (F_L \geq 1.0) \end{cases} \dots\dots\dots(6)$$

ここでは、地表面付近は過剰間隙水圧の下方からの浸透によってより液状化しやすいことや基礎構造物に与える液状化の影響の程度も大きいことなどを考慮して、重み関数 \$W(z)\$ を次式で定義した。

$$W(z) = 10 - 0.5z \dots\dots\dots(7)$$

式(7)より、地表面 (\$z=0\$) から地下 20m までの全深度で \$F\_L\$ が完全に 0 の場合には \$P\_L=100\$ となり、逆にこの範囲で \$F\_L \geq 1.0\$ の場合には \$P\_L=0\$ となる。したがって、一般には、\$P\_L\$ は 0 と 100 の間の数値をとることとなる。

図-4 は、\$P\_L\$ の算定例を示したものである。\$F\_L\$ は深さ方向に連続して求められないので式(6)を次のように変形して \$P\_L\$ を求めた。

$$P_L = \sum_{i=1}^n F \cdot W(z) \cdot \Delta z \dots\dots\dots(8)$$

ここで \$\Delta z\$ は各深さにおいて計算される \$F\_L\$ と隣接する \$F\_L\$ との中間深度を層境界として細分される土層厚である。また、液状化判定の対象とならない土層では \$F=0.0\$ とす

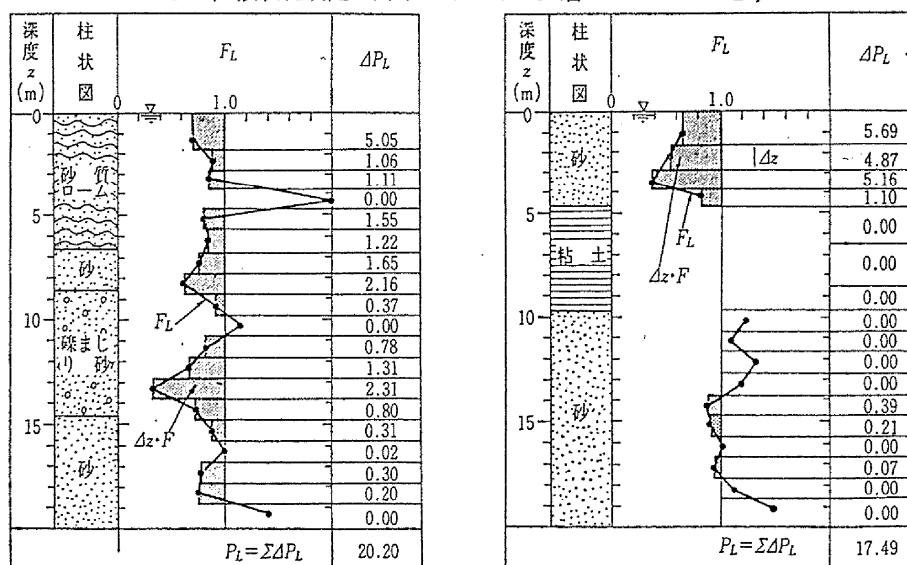


図-4 \$P\_L\$ の算定例

出典：「建築基礎構造設計指針」、2019 年 11 月 編集：一般社団法人 日本建築学会から抜粋

図 5.2.7 \$P\_L\$ の定義と適用例

### (3) $D_{cy}$ 値

「建築基礎構造設計指針 2019、日本建築学会」では、図 5.2.8 に示す方法で液状化の程度を予測している。

地盤全体としての液状化発生時の地盤変位量を評価する指標であり、値が大きいほど危険度が高い。同じ FL 値（1 以下）でも、その土層が非常に薄ければ影響も少ないものとなる。

具体的には、図 5.2.8 の左下図を利用して、補正  $N$  値と各地震外力に対する応力比 ( $\tau_d / \sigma'_z$ ) から各層における繰返しせん断ひずみ ( $\gamma_{cy}$ ) を算定し、各層の層厚 ( $H$ ) を乗じて深さ方向に足し合わせることで各地震外力に対する振動中の最大水平変位 ( $D_{cy} = \sum \gamma_{cy} \times H$ ) を求める。算定された  $D_{cy}$  を図 5.2.8 の右下表と照合することで液状化の程度を予測するものである。

(1) 液状化の程度と液状化・側方流動に伴う地盤変位の予測

a) 水平成層地盤における地盤変位の予測

水平成層地盤における動的水平変位、残留水平変位、沈下量などの液状化の程度の予測は、地盤応答解析<sup>3.2.3)</sup>によるほか、液状化判定の後、以下の手順によることができる。

- ① 図 3.2.6 から  $i$  層の  $N_{ai}$ 、 $(\tau_d/\sigma'_z)_i$  に対応する繰返しせん断ひずみ  $\gamma_{cyi}$  (%) を推定する。
- ② 各層のせん断ひずみが同一方向に発生すると仮定し、次式により下層から鉛直方向に積分して振動中の地表最大水平変位  $D_{cy}$  (m) を算定する。

$$D_{cy} = \sum \left( \frac{\gamma_{cyi} H_i}{100} \right) \quad (3.2.13)$$

ここに、 $\gamma_{cyi}$  (%) :  $i$  層の繰返しせん断ひずみ、 $H_i$  (m) :  $i$  層の層厚

- ③ 地表最大水平変位  $D_{cy}$  を液状化程度の指標とする。液状化の程度は、 $D_{cy}$  の値により表 3.2.1 のように評価する。

同様に、沈下量  $S$  (m) を求める場合、図 3.2.6 をそのまま使い、 $\gamma_{cy}$  を体積ひずみ  $\varepsilon_v$  と読み換えればよい<sup>3.2.9)</sup>。これは、室内液状化試験結果<sup>3.2.15)</sup>や地震時の地表面沈下量の実測値<sup>3.2.16)</sup>から、地震時に液状化地盤に生じる最大せん断ひずみと鉛直ひずみがほぼ一致することに基づいている。

例えば、応力比  $\tau_d/\sigma'_z = 0.35$  の場合、液状化層厚さ  $H = 8$  m、 $N_a = 10$  の地盤が液状化すると、図 3.2.6 より  $\gamma_{cy} = 3\%$  なので、 $S = D_{cy} = 0.24$  m となり、 $H = 5$  m、 $N_a = 20$  の地盤が液状化すると、 $\gamma_{cy} = 1\%$  なので  $S = D_{cy} = 0.05$  m となる。

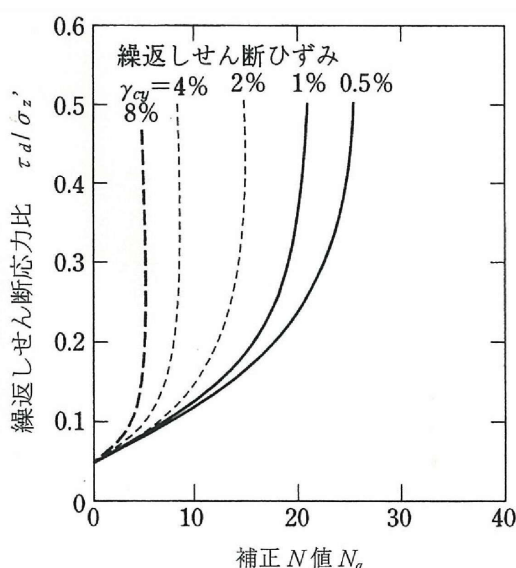


図 3.2.6 補正  $N$  値と繰返しせん断ひずみの関係  
係<sup>3.2.9)</sup>に加筆

表 3.2.1  $D_{cy}$  と液状化の程度の関係

| $D_{cy}$ (m) | 液状化の程度 |
|--------------|--------|
| 0            | なし     |
| ~0.05        | 軽微     |
| 0.05~0.10    | 小      |
| 0.10~0.20    | 中      |
| 0.20~0.40    | 大      |
| 0.40~        | 甚大     |

出典：「建築基礎構造設計指針」、2019 年 11 月編集：一般社団法人 日本建築学会から抜粋

図 5.2.8 液状化の程度と地表変位の予測

### 5.2.2 液状化判定結果

#### (1) $F_L$ 値

液状化判定結果の詳細は巻末にまとめ、判定結果一覧を表 5.2.2 に示す。

No. 1～No. 3 の液状化判定結果を以下にまとめた。

表中の震度と加速度の関係は、「震度の活用と震度階級の変遷等に関する参考資料（気象庁）」を参考に、設定した。

表 5.2.2 (1) 液状化判定結果 (No. 1)

| No. 1 |      |                |                 |               |     |           |                 |            |                | 標高<br>(T. P.)      | 14. 60   | 地下水位<br>(GL-)    | 1. 28    |                  |          |
|-------|------|----------------|-----------------|---------------|-----|-----------|-----------------|------------|----------------|--------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|
| 記号    | 主な土質 | γ t<br>(kN/m³) | 深度              | 計算箇所          | N 値 | Fc<br>(%) | シルト<br>分<br>(%) | 粘土分<br>(%) | 塑性<br>指数<br>IP | 使用限界検討             |          | 損傷限界検討           |          | 終局限界検討           |          |
|       |      |                |                 | 深度<br>GL- (m) |     |           |                 |            |                | 150gal<br>震度5強程度   |          | 200gal<br>震度6弱程度 |          | 350gal<br>震度6強程度 |          |
|       |      |                |                 |               |     |           |                 |            |                | 安全率<br>FL          | 低減率<br>β | 安全率<br>FL        | 低減率<br>β | 安全率<br>FL        | 低減率<br>β |
| As1   | 砂質土  | 17. 0          | 1. 15 ~ 1. 50   | 1. 33         | 2   | 34. 1     | 22. 0           | 12. 1      |                | 1.55               | 1. 00    | 1.16             | 1. 00    | 0.66             | 0. 15    |
|       |      | 17. 0          | 2. 15 ~ 2. 30   | 2. 23         | 9   | 12. 0     | 8. 2            | 3. 8       |                | 2.54               | 1. 00    | 1.91             | 1. 00    | 1.09             | 1. 00    |
|       |      | 17. 0          | 3. 15 ~ 3. 45   | 3. 30         | 9   | 39. 8     | 25. 3           | 14. 5      | 12. 7          | 細粒分含有率Fc≧35%のため対象外 |          |                  |          |                  |          |
|       |      | 17. 0          | 4. 15 ~ 4. 45   | 4. 30         | 11  | 22. 8     | 14. 3           | 8. 5       |                | 2.59               | 1. 00    | 1.94             | 1. 00    | 1.11             | 1. 00    |
|       |      | 17. 0          | 5. 15 ~ 5. 45   | 5. 30         | 22  | 14. 0     | 10. 3           | 3. 7       |                | 22.59              | 1. 00    | 16.95            | 1. 00    | 9.68             | 1. 00    |
|       |      | 17. 0          | 6. 15 ~ 6. 45   | 6. 30         | 11  | 53. 1     | 40. 7           | 12. 4      |                | 細粒分含有率Fc≧35%のため対象外 |          |                  |          |                  |          |
|       |      | 17. 0          | 7. 15 ~ 7. 45   | 7. 30         | 19  | 11. 2     | 7. 3            | 3. 9       |                | 5.18               | 1. 00    | 3.88             | 1. 00    | 2.22             | 1. 00    |
|       |      | 17. 0          | 9. 00 ~ 9. 35   | 9. 18         | 9   | 9. 6      | 9. 6            |            |                | 1.01               | 1. 00    | 0.76             | 0. 19    | 0.43             | 0. 19    |
| As2   | 砂質土  | 17. 0          | 10. 00 ~ 10. 40 | 10. 20        | 9   | 40. 9     | 27. 9           | 13. 0      | 14. 8          | 細粒分含有率Fc≧35%のため対象外 |          |                  |          |                  |          |
|       |      | 17. 0          | 11. 15 ~ 11. 45 | 11. 30        | 12  | 35. 8     | 25. 2           | 10. 6      | 12. 2          | 細粒分含有率Fc≧35%のため対象外 |          |                  |          |                  |          |
|       |      | 17. 0          | 12. 15 ~ 12. 45 | 12. 30        | 11  | 26. 1     | 16. 8           | 9. 3       |                | 1.31               | 1. 00    | 0.98             | 0. 81    | 0.56             | 0. 81    |
|       |      | 17. 0          | 13. 15 ~ 13. 45 | 13. 30        | 23  | 18. 1     | 12. 7           | 5. 4       |                | 5.05               | 1. 00    | 3.78             | 1. 00    | 2.16             | 1. 00    |
|       |      | 17. 0          | 14. 15 ~ 14. 45 | 14. 30        | 21  | 15. 7     | 9. 8            | 5. 9       |                | 3.07               | 1. 00    | 2.30             | 1. 00    | 1.31             | 1. 00    |
|       |      | 17. 0          | 15. 15 ~ 15. 45 | 15. 30        | 15  | 23. 2     | 16. 9           | 6. 3       |                | 1.67               | 1. 00    | 1.25             | 1. 00    | 0.71             | 1. 00    |
|       |      | 17. 0          | 16. 15 ~ 16. 45 | 16. 30        | 12  | 44. 2     | 27. 6           | 16. 6      | 15. 3          | 細粒分含有率Fc≧35%のため対象外 |          |                  |          |                  |          |
| Ds1   | 砂質土  | 18. 0          | 17. 15 ~ 17. 45 | 17. 30        | 28  | 34. 4     | 21. 3           | 13. 1      |                | 10.24              | 1. 00    | 7.68             | 1. 00    | 4.39             | 1. 00    |
|       |      | 18. 0          | 18. 15 ~ 18. 45 | 18. 30        | 33  | 9. 0      | 9. 0            |            |                | 8.11               | 1. 00    | 6.08             | 1. 00    | 3.47             | 1. 00    |
|       |      | 18. 0          | 19. 20 ~ 19. 45 | 19. 33        | 31  | 22. 8     | 15. 8           | 7. 0       |                | 10.43              | 1. 00    | 7.82             | 1. 00    | 4.47             | 1. 00    |

| PL値と液状化の危険度 |  | 150gal<br>震度5強程度 |       | 200gal<br>震度6弱程度 |    | 350gal<br>震度6強程度 |    |
|-------------|--|------------------|-------|------------------|----|------------------|----|
|             |  | 0.00             | かなり低い | 1.92             | 低い | 8.34             | 高い |
|             |  | 1                |       | 2                |    | 3                |    |
| 評価 4 段階     |  |                  |       |                  |    |                  |    |

| 地盤変位略算値(Dcy)と液状化の程度（変位量m） |  | 150gal<br>震度5強程度 |    | 200gal<br>震度6弱程度 |    | 350gal<br>震度6強程度 |   |
|---------------------------|--|------------------|----|------------------|----|------------------|---|
|                           |  | 0.00             | なし | 0.02             | 軽微 | 0.06             | 小 |
|                           |  | 1                |    | 2                |    | 3                |   |
| 評価 6 段階                   |  |                  |    |                  |    |                  |   |

判定条件

- ・ マグニチュード : 7.5
- ・ 地表面加速度
- 使用限界検討用として . . . . 150 (gal)
- 損傷限界検討用として . . . . 200 (gal)
- 終局限界検討用として . . . . 350 (gal)

■ 液状化判定結果

- (1) FL 値
- 中～大地震時 (200～350gal) において、砂質土層 (As1) 及び砂質土層 (As2) で液状化の可能性がある。
- (2) PL 値
- 大地震時 (350gal) において、液状化の危険度は高い。
- (3) Dcy
- 液状化による地盤変位は、最大で 0.06m と程度は小さい。

FL 値 > 1 : 可能性はない  
FL 値 ≤ 1 : 可能性がある

| PL       | 液状化の危険度 | 段階評価 |
|----------|---------|------|
| 0        | かなり低い   | 1    |
| 5以下      | 低い      | 2    |
| 5を超え15以下 | 高い      | 3    |
| 15を超える   | 極めて高い   | 4    |

| Dcy (m)   | 液状化の程度 | 段階評価 |
|-----------|--------|------|
| 0         | なし     | 1    |
| 0.00～0.05 | 軽微     | 2    |
| 0.05～0.10 | 小      | 3    |
| 0.10～0.20 | 中      | 4    |
| 0.20～0.40 | 大      | 5    |
| 0.40～     | 甚大     | 6    |

表 5.2.2 (1) 液状化判定結果 (No. 2)

| No. 2 |      |                |                 |               |     |           |                 |            |                | 標高<br>(T. P.)               | 15. 04   | 地下水位<br>(GL-)    | 2. 32    |                  |          |
|-------|------|----------------|-----------------|---------------|-----|-----------|-----------------|------------|----------------|-----------------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|
| 記号    | 主な土質 | γ t<br>(kN/m³) | 深度              | 計算箇所          | N 値 | Fc<br>(%) | シルト<br>分<br>(%) | 粘土分<br>(%) | 塑性<br>指数<br>IP | 使用限界検討                      |          | 損傷限界検討           |          | 終局限界検討           |          |
|       |      |                |                 | 深度<br>GL- (m) |     |           |                 |            |                | 150gal<br>震度5強程度            |          | 200gal<br>震度6弱程度 |          | 350gal<br>震度6強程度 |          |
|       |      |                |                 |               |     |           |                 |            |                | 安全率<br>FL                   | 低減率<br>β | 安全率<br>FL        | 低減率<br>β | 安全率<br>FL        | 低減率<br>β |
| As1   | 砂質土  | 17. 0          | 1. 15 ～ 1. 45   | 1. 30         | 2   | 34. 5     | 22. 2           | 12. 3      |                | 自然地下水位 (GL-2. 49m) 以浅のため対象外 |          |                  |          |                  |          |
|       |      | 17. 0          | 2. 15 ～ 2. 45   | 2. 30         | 15  | 49. 3     | 27. 0           | 22. 3      | 25. 1          | 自然地下水位 (GL-2. 49m) 以浅のため対象外 |          |                  |          |                  |          |
|       |      | 17. 0          | 3. 15 ～ 3. 45   | 3. 30         | 5   | 10. 7     | 6. 7            | 4. 0       |                | 1.34                        | 1. 00    | 1.00             | 1. 00    | 0.57             | 0.15     |
|       |      | 17. 0          | 4. 15 ～ 4. 45   | 4. 30         | 6   | 33. 5     | 21. 9           | 11. 6      |                | 1.49                        | 1. 00    | 1.12             | 1. 00    | 0.64             | 0.25     |
|       |      | 17. 0          | 5. 15 ～ 5. 45   | 5. 30         | 12  | 30. 3     | 24. 5           | 5. 8       |                | 2.80                        | 1. 00    | 2.10             | 1. 00    | 1.20             | 1. 00    |
|       |      | 17. 0          | 6. 15 ～ 6. 45   | 6. 30         | 11  | 27. 0     | 18. 6           | 8. 4       |                | 1.96                        | 1. 00    | 1.47             | 1. 00    | 0.84             | 0.46     |
|       |      | 17. 0          | 7. 15 ～ 7. 45   | 7. 30         | 7   | 21. 4     | 13. 3           | 8. 1       |                | 1.20                        | 1. 00    | 0.90             | 0.21     | 0.51             | 0.21     |
|       |      | 17. 0          | 8. 15 ～ 8. 45   | 8. 30         | 12  | 43. 4     | 31. 6           | 11. 8      | 18. 0          | 細粒分含有率Fc≥35%のため対象外          |          |                  |          |                  |          |
| Ac    | 粘性土  | 19. 9          | 9. 50 ～ 9. 80   | 9. 65         | 7   | 50. 7     | 34. 3           | 16. 4      | 23. 8          | 細粒分含有率Fc≥35%のため対象外          |          |                  |          |                  |          |
| As2   | 砂質土  | 17. 0          | 10. 65 ～ 10. 95 | 10. 80        | 16  | 14. 3     | 8. 7            | 5. 6       |                | 1.93                        | 1. 00    | 1.45             | 1. 00    | 0.83             | 1. 00    |
|       |      | 17. 0          | 11. 15 ～ 11. 45 | 11. 30        | 29  | 42. 5     | 33. 1           | 9. 4       | 13. 7          | 細粒分含有率Fc≥35%のため対象外          |          |                  |          |                  |          |
|       |      | 17. 0          | 12. 15 ～ 12. 45 | 12. 30        | 17  | 68. 5     | 51. 9           | 16. 6      |                | 細粒分含有率Fc≥35%のため対象外          |          |                  |          |                  |          |
|       |      | 17. 0          | 13. 15 ～ 13. 45 | 13. 30        | 36  | 33. 1     | 22. 8           | 10. 3      |                | 48.19                       | 1. 00    | 36.14            | 1. 00    | 20.65            | 1. 00    |
|       |      | 17. 0          | 14. 15 ～ 14. 45 | 14. 30        | 41  | 12. 3     | 7. 7            | 4. 6       |                | 52.37                       | 1. 00    | 39.28            | 1. 00    | 22.44            | 1. 00    |
| Dc    | 粘性土  | 16. 0          | 15. 15 ～ 15. 45 | 15. 30        | 16  | 48. 6     | 27. 2           | 21. 4      | 21. 7          | 細粒分含有率Fc≥35%のため対象外          |          |                  |          |                  |          |
|       |      | 16. 0          | 16. 15 ～ 16. 45 | 16. 30        | 16  | 63. 9     | 41. 2           | 22. 7      | 25. 1          | 細粒分含有率Fc≥35%のため対象外          |          |                  |          |                  |          |
|       |      | 16. 0          | 17. 15 ～ 17. 45 | 17. 30        | 14  | 51. 9     | 33. 9           | 18. 0      | 20. 4          | 細粒分含有率Fc≥35%のため対象外          |          |                  |          |                  |          |
| Ds1   | 砂質土  | 18. 0          | 18. 15 ～ 18. 45 | 18. 30        | 41  | 14. 5     | 10. 1           | 4. 4       |                | 34.08                       | 1. 00    | 25.56            | 1. 00    | 14.61            | 1. 00    |
|       |      | 18. 0          | 19. 15 ～ 19. 45 | 19. 30        | 25  | 39. 3     | 24. 5           | 14. 8      | 14. 2          | 細粒分含有率Fc≥35%のため対象外          |          |                  |          |                  |          |

| PL値と液状化の危険度 |  | 150gal<br>震度5強程度 |       | 200gal<br>震度6弱程度 |    | 350gal<br>震度6強程度 |    |
|-------------|--|------------------|-------|------------------|----|------------------|----|
|             |  | 0.00             | かなり低い | 0.60             | 低い | 12.63            | 高い |
|             |  | 1                |       | 2                |    | 3                |    |
| 評価 4 段階     |  |                  |       |                  |    |                  |    |

| 地盤変位略算値(Dcy)と液状化の程度（変位量m） |  | 150gal<br>震度5強程度 |    | 200gal<br>震度6弱程度 |    | 350gal<br>震度6強程度 |   |
|---------------------------|--|------------------|----|------------------|----|------------------|---|
|                           |  | 0.00             | なし | 0.01             | 軽微 | 0.07             | 小 |
|                           |  | 評価 6 段階          |    | 1                |    | 2                |   |

判定条件

・マグニチュード：7. 5

・地表面加速度

使用限界検討用として・・・・・・150 (gal)

損傷限界検討用として・・・・・・200 (gal)

終局限界検討用として・・・・・・350 (gal)

■液状化判定結果

(1) FL 値

中～大地震時（200～350gal）において、砂質土層（As1）

及び砂質土層（As2）で液状化の可能性がある。

(2) PL 値

大地震時（350gal）において、液状化の危険度は高

い。

(3) Dcy

液状化による地盤変位は、最大で 0. 07m と程度は小さい。

FL 値＞1：可能性はない

FL 値≤1：可能性がある

| PL       | 液状化の危険度 | 段階評価 |
|----------|---------|------|
| 0        | かなり低い   | 1    |
| 5以下      | 低い      | 2    |
| 5を超え15以下 | 高い      | 3    |
| 15を超える   | 極めて高い   | 4    |

| Dcy (m)     | 液状化の程度 | 段階評価 |
|-------------|--------|------|
| 0           | なし     | 1    |
| 0. 00～0. 05 | 軽微     | 2    |
| 0. 05～0. 10 | 小      | 3    |
| 0. 10～0. 20 | 中      | 4    |
| 0. 20～0. 40 | 大      | 5    |
| 0. 40～      | 甚大     | 6    |

表 5.2.2 (1) 液状化判定結果 (No. 3)

| No.3 |       |                                   |       |         |              |        |           |                 |            | 標高<br>(T.P.)              | 22.28                      | 地下水位<br>(GL-)  | 2.49                      |                |                  |                |
|------|-------|-----------------------------------|-------|---------|--------------|--------|-----------|-----------------|------------|---------------------------|----------------------------|----------------|---------------------------|----------------|------------------|----------------|
| 記号   | 主な土質  | $\gamma_t$<br>( $\text{kN/m}^3$ ) | 深度    |         | 計算箇所         | N 値    | Fc<br>(%) | シルト<br>分<br>(%) | 粘土分<br>(%) | 塑性<br>指数<br>IP            | 使用限界検討                     |                | 損傷限界検討                    |                | 終局限界検討           |                |
|      |       |                                   |       |         | 深度<br>GL-(m) |        |           |                 |            |                           | 150gal<br>震度5強程度           |                | 200gal<br>震度6弱程度          |                | 350gal<br>震度6強程度 |                |
|      |       |                                   |       |         |              |        |           |                 |            |                           | 安全率<br>FL                  | 低減率<br>$\beta$ | 安全率<br>FL                 | 低減率<br>$\beta$ | 安全率<br>FL        | 低減率<br>$\beta$ |
| B    | 盛土    | 16.0                              | 1.15  | ～ 1.45  | 1.30         | 2      | 34.6      | 22.3            | 12.3       |                           | 自然地下水位 (GL-2.49m) 以浅のため対象外 |                |                           |                |                  |                |
| As1  | 砂質土   | 17.0                              | 2.15  | ～ 2.45  | 2.30         | 16     | 18.9      | 13.8            | 5.1        |                           | 自然地下水位 (GL-2.49m) 以浅のため対象外 |                |                           |                |                  |                |
|      |       | 17.0                              | 3.15  | ～ 3.47  | 3.31         | 9      | 33.1      | 23.6            | 9.5        |                           | 2.71                       | 1.00           | 2.03                      | 1.00           | 1.16             | 1.00           |
|      |       | 17.0                              | 4.15  | ～ 4.45  | 4.30         | 10     | 26.6      | 20.5            | 6.1        |                           | 2.34                       | 1.00           | 1.76                      | 1.00           | 1.00             | 1.00           |
|      |       | 17.0                              | 5.15  | ～ 5.45  | 5.30         | 21     | 22.0      | 15.9            | 6.1        |                           | 18.76                      | 1.00           | 14.07                     | 1.00           | 8.03             | 1.00           |
|      |       | 17.0                              | 6.15  | ～ 6.45  | 6.30         | 8      | 47.4      | 34.9            | 12.5       | 18.0                      | 細粒分含有率Fc $\geq$ 35%のため対象外  |                |                           |                |                  |                |
|      |       | 17.0                              | 7.15  | ～ 7.45  | 7.30         | 25     | 17.9      | 12.3            | 5.6        |                           | 21.08                      | 1.00           | 15.81                     | 1.00           | 9.03             | 1.00           |
|      |       | 17.0                              | 8.15  | ～ 8.45  | 8.30         | 9      | 13.6      | 10.1            | 3.5        |                           | 1.22                       | 1.00           | 0.91                      | 0.22           | 0.52             | 0.22           |
|      |       | Ds1                               | 砂質土   | 18.0    | 9.15         | ～ 9.45 | 9.30      | 16              | 39.7       | 30.8                      | 8.9                        |                | 細粒分含有率Fc $\geq$ 35%のため対象外 |                |                  |                |
| 18.0 | 11.15 | ～ 11.45                           |       | 11.30   | 30           | 50.1   | 40.7      | 9.4             | 10.3       | 細粒分含有率Fc $\geq$ 35%のため対象外 |                            |                |                           |                |                  |                |
| Dc   | 粘性土   | 16.0                              | 15.15 | ～ 15.45 | 15.30        | 25     | 60.5      | 47.4            | 13.1       |                           | 細粒分含有率Fc $\geq$ 35%のため対象外  |                |                           |                |                  |                |
| Ds1  | 砂質土   | 18.0                              | 16.15 | ～ 16.45 | 16.30        | 35     | 38.6      | 23.3            | 15.3       |                           | 細粒分含有率Fc $\geq$ 35%のため対象外  |                |                           |                |                  |                |
|      |       | 18.0                              | 18.15 | ～ 18.45 | 18.30        | 17     | 31.1      | 22.6            | 8.5        |                           | 2.06                       | 1.00           | 1.54                      | 1.00           | 0.88             | 1.00           |
|      |       | 18.0                              | 20.15 | ～ 20.45 | 20.30        | 16     | 48.2      | 28.2            | 20.0       | 18.4                      | 細粒分含有率Fc $\geq$ 35%のため対象外  |                |                           |                |                  |                |

| PL値と液状化の危険度 |  | 150gal<br>震度5強程度 |       | 200gal<br>震度6弱程度 |    | 350gal<br>震度6強程度 |    |
|-------------|--|------------------|-------|------------------|----|------------------|----|
|             |  | 0.00             | かなり低い | 0.29             | 低い | 1.94             | 低い |
|             |  | 1                |       | 2                |    | 2                |    |
| 評価 4 段階     |  |                  |       |                  |    |                  |    |

| 地盤変位略算値(Dcy)と液状化の程度（変位量m） |  |  |  | 150gal<br>震度5強程度 |    | 200gal<br>震度6弱程度 |    | 350gal<br>震度6強程度 |    |
|---------------------------|--|--|--|------------------|----|------------------|----|------------------|----|
|                           |  |  |  | 0.00             | なし | 0.00             | なし | 0.03             | 軽微 |
|                           |  |  |  | 1                |    | 1                |    | 2                |    |
| 評価 6 段階                   |  |  |  |                  |    |                  |    |                  |    |

判定条件

・マグニチュード：7.5

・地表面加速度

使用限界検討用として・・・・・・150(gal)

損傷限界検討用として・・・・・・200(gal)

終局限界検討用として・・・・・・350(gal)

■液状化判定結果

(1) FL 値

中～大地震時（200～350gal）において、砂質土層（As1）及び砂質土層（Ds1）で液状化の可能性がある。

(2) PL 値

中～大地震時（200～350gal）において、液状化の危険度は低い。

(3) Dcy

液状化による地盤変位は、最大で 0.03m と程度は軽微である。

FL 値>1：可能性はない

FL 値 $\leq$ 1：可能性がある

| PL       | 液状化の危険度 | 段階評価 |
|----------|---------|------|
| 0        | かなり低い   | 1    |
| 5以下      | 低い      | 2    |
| 5を超え15以下 | 高い      | 3    |
| 15を超える   | 極めて高い   | 4    |

| Dcy (m)   | 液状化の程度 | 段階評価 |
|-----------|--------|------|
| 0         | なし     | 1    |
| 0.00～0.05 | 軽微     | 2    |
| 0.05～0.10 | 小      | 3    |
| 0.10～0.20 | 中      | 4    |
| 0.20～0.40 | 大      | 5    |
| 0.40～     | 甚大     | 6    |



## 6. 設計・施工上の留意点

本業務における設計・施工上の留意点を以下に示す。

### 6.1 ボーリング結果

本調査地は、砂質土が広く分布しており、主にシルト質砂や礫混じりシルト質砂等で構成されている。層全体に不均質に粘性土が挟在しているため、N 値のばらつきが大きいことが確認された。

また、ボーリング時に確認された地下水位も高く、各地点において地表面付近で確認された。上部の砂質土（As1）はN 値も低く、飽和状態にあるため、液状化の可能性が考えられる。

さらに、礫を含む砂質土層が分布しており、礫径 $\phi$ 2～5mm程度の礫が確認されている。地中に堆積している礫は確認された最大径のおよそ3 倍程度である可能性があるため、杭基礎の工法選定の際には、礫径を考慮して工法を選定する必要がある。

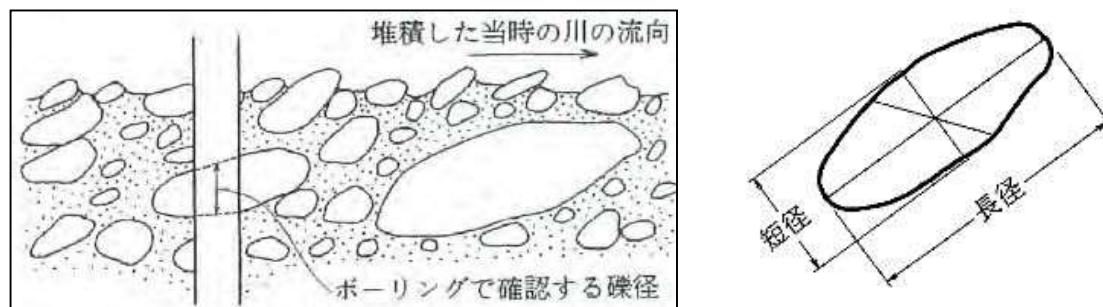


図6.1.1 ボーリングと礫径  
(ボーリング野帳記入マニュアル：全国地質調査協会連合会)

### 6.2 詳細調査の実施

今後、各構造物の配置や設計を進めていくにあたり、詳細調査が必要と考えられる。以下に、想定される調査項目を整理した。ただし、構造物の条件や重要度に応じて精査していく必要がある。

表 6.2.1 調査項目一覧（例）

| 項目     | 目的                             | 地盤情報                            |
|--------|--------------------------------|---------------------------------|
| ボーリング  | 地層構成の把握                        | 柱状図                             |
| 標準貫入試験 | 硬さ、支持層の把握、試料採取                 | N 値、土質                          |
| 物理検層   | PS 検層や常時微動計測による地盤の変形特性や振動特性の把握 | せん断波速度、工学的基盤<br>地盤の卓越周期、地盤種別    |
| 地下水位調査 | 液状化や排水計画の基礎資料                  | 地下水位、透水性                        |
| 室内試験   | 物理試験、力学試験による土の特性の把握            | 密度、含水、液塑性、湿潤密度、<br>一軸圧縮強さ、変形特性等 |

### 6.3 液状化検討

本調査地点では、ボーリング時に確認された自然水位を用いて、液状化検討を行った。GL-20m 以浅の土層について液状化検討を実施したところ、各地点において 200～350gal で安全率  $FL \leq 1.0$  となった。安全率  $FL \leq 1.0$  となった層では、杭基礎を用いる場合に水平地盤反力係数の低減を考慮する必要がある。Dcy 値においても、数 cm の変位が想定される。そのため、対象施設の種類や重要度に応じた評価が重要となる。

今回は調査段階での液状化判定のため、指針に記載の外力を参考に液状化判定を実施した。設計時には、この現場に則した地震外力等を定め、液状化判定を実施することが望ましい。