

令和 7 年度

花咲スポーツ公園再整備事業  
地質調査業務

報 告 書

令和 7 年 12 月

旭 川 市



# 目 次

Page

<b>1 調査概要</b>	<b>- 1 -</b>
<b>2 地形・地質概要</b>	<b>- 2 -</b>
2.1 地形概要	- 2 -
2.2 地質概要	- 2 -
<b>3 調査・試験の方法</b>	<b>- 5 -</b>
3.1 地盤高	- 5 -
3.2 ボーリング調査	- 6 -
3.3 標準貫入試験	- 7 -
3.4 孔内水平載荷試験	- 8 -
3.5 室内土質試験	- 9 -
<b>4 調査結果</b>	<b>- 13 -</b>
4.1 機械ボーリング	- 13 -
4.2 標準貫入試験	- 16 -
4.3 地下水位	- 19 -
4.4 孔内水平載荷試験	- 20 -
4.5 室内土質試験	- 22 -
<b>5 考 察</b>	<b>- 33 -</b>
5.1 調査地の地質構成	- 33 -
5.2 設計用土質定数の設定	- 35 -
5.3 地震時の液状化検討	- 45 -
5.3.1 液状化現象	- 45 -
5.3.2 液状化の判定方法	- 46 -
5.4 支持層と基礎形式について	- 55 -
5.4.1 支持層の選定	- 56 -
5.4.2 基礎形式の選定	- 58 -
5.5 地盤の許容支持力度の検討	- 61 -
<b>6 設計・施工上の留意点</b>	<b>- 67 -</b>
<b>7 まとめ</b>	<b>- 68 -</b>
7.1 調査地の地質構成	- 68 -
7.2 孔内水平載荷試験結果	- 69 -
7.3 各層の設計地盤定数	- 69 -

7.4	液状化の判定結果 .....	- 70 -
7.5	支持地盤 .....	- 70 -
7.6	基礎形式 .....	- 71 -

## < 巻 末 資 料 >

(1) ボーリング柱状図	1 葉
(2) 標準貫入試験打撃貫入曲線図	2 葉
(3) 孔内水位観測記録表	1 葉
(4) 孔内水平載荷試験データシート	3 葉
(5) 室内土質試験データシート	1 式
(6) 支持力計算書	1 式
(7) 液状化計算書	1 式
(8) コア写真	1 式
(9) 現場記録写真	1 式

## < 巻 末 付 図 >

付図-1 調査平面図	1 葉
付図-2 地質断面図	1 葉

---

## 〔 別 途 提 出 資 料 〕

・ 打ち合わせ簿	1 式
・ 委託業務月報	1 式
・ 業務計画書	1 式
・ 委託業務社内検査報告書	1 式
・ 土質標本	1 組
・ 原図・原稿 (CD-R)	1 部





図-1 調査位置案内図 (S=1/25,000)

出典：国土地理院ホームページ (<http://maps.gsi.go.jp/>)



## 1 調査概要

- [illegible]

表 1.1 調査実施数量表

孔番号	地盤高 (m)	掘削深度 (m)	標準貫入試験 (回)	孔内水平 載荷試験 (回)	室内土質試験 (試料)
No. 1	114.11	20.0	20	1	5

## 2 地形・地質概要

### 2.1 地形概要

本調査地が位置する旭川市は上川盆地と呼ばれる盆地の中心をなしており、周囲は幌内や大雪等の山地に囲まれている。この上川盆地は、石狩川本流と美瑛川、忠別川、牛朱別川などの多くの支川がつくる扇状地性の山間盆地で、これらの河川はその西縁山地（幌内山地）の神居古潭溪谷で石狩川本川に流れを集め流下している。

調査周辺の地形をさらに区分すると、図 2.1 調査地周辺の地質図（5万分の1地質図幅「旭川」、北海道開発庁、1955）に示されるとおり次のように区分される。

- ① 山地 ② 丘陵地 ③ 台地（段丘） ④ 低地

本調査地は、上記4地形区分のうち『低地』上に位置しており、調査地周辺は標高114m程度の平坦地形に分布される。

### 2.2 地質概要

調査地周辺の地質は、5万分の1地質図幅「旭川」（北海道開発庁：昭和30年発行）を参考にすると、調査地に見られる地質は大別して下位より、

- ① 第四紀更新世－段丘堆積物・盆地堆積物（新名称では旭川層）  
② 第四紀完新世－現河床氾濫原堆積物  
③ 第四紀完新世－盛土層

の3つの地質より構成される。

旭川層は上川盆地を構成する盆地堆積物について、「平成9年度発行 東神楽地区表層地質報告書」において新名称で呼ぶこととしたものであると記載されており、それによると、水井戸ボーリングや地表露頭調査の結果から、旭川周辺では、下部を構成する礫岩・泥岩と上部を占めて構成する火砕岩部層に2分され、新第三紀鮮新世中～後半の堆積物とみなされる。

旭川層一下部層は、層厚が旭川中心部では最大200mに達し、礫岩は安山岩などの火山岩礫および神居古潭変成岩類、日高累層群堆積岩類などの礫より構成され、時に極めて凝灰質・軽石質となる。泥岩と礫岩とは不規則な互層をなして発達し、時に炭化した木片などを含み全体としては河川堆積物の特徴を有している。

現河床氾濫原堆積物は主に低地に分布し、低位段丘堆積物と同様に主要河川の本流沿い及び小河川沿いにて礫質土層・砂質～泥質土層が卓越した地質として確認される。

なお、表2.1に旭川の地質層序、図2.1に調査地周辺の地質図幅「旭川」を示すので参照されたい。

表 2.1 旭川の地質層序

時 代			地 層	火 成 岩
新 世 代	第 四 紀	沖 積 世	現 河 川 沖 積 層 (氾濫, 扇状, 崖錐堆積物を含む)	熔結凝灰岩 安山岩 玄武岩 優白岩 蛇紋岩 輝緑岩 輝緑岩
			前 期 沖 積 層 (砂壤土, 粘土層, 砂礫層)	
		洪 積 世	低 位 段 丘 堆 積 層 下 部 砂 礫 層	
	新第三紀	後期中新世	川 端 層 (泥質砂岩)	
先 白 堊 紀			日 高 層 群 (輝緑凝灰岩, チャートの互層) (断層)	輝緑岩
			神 居 古 潭 岩 層 (緑色片岩層, 珪質片岩層, 圧砕岩層, 千枚岩層, 輝緑凝灰岩層, 石灰岩層の互層)	



調査地に分布する地質。

(5万分の1地質図幅説明書「旭川」、北海道開発庁発行：昭和30年)







### 3 調査・試験の方法

本調査は、花咲スポーツ公園再整備事業に伴う建築物の設計・施工に必要な基礎資料を得る目的として、ボーリング調査と孔内の原位置試験及び室内土質試験を以下の要領で実施した。

#### 3.1 地盤高

調査地点の地盤高は、1級基準点1-20-037(金属標)を使用し、RTK-GNSS計器を用いた測量によって求めた。BM(ベンチマーク)の状況を写真 3.1及び写真 3.2に示す。



写真 3.1 BM 遠景

1級基準点 1-20-037 H=114.724 (金属標—地下(蓋付角桁))



写真 3.2 BM 近景

1級基準点 1-20-037 H=114.724 (金属標—地下(蓋付角桁))

### 3.2 ボーリング調査

ボーリングは基礎地盤の土層構成及び地下水位を明らかにするとともに、標準貫入試験やサンプリングを実施するために必要な試験孔の削孔を目的として実施する。

機械ボーリングには、油圧式スピンドル型ボーリング機械を使用し、その掘削孔径は、径 66mm で実施した。

原則としてボーリング当初は無水掘りを行い自然水位の確認し、水位確認後は孔壁を保護し、崩壊等を防止するために泥水・ケーシングを使用してボーリングを行う。

掘削中は土質名・層厚・色調等の把握に努めるとともに、作業開始前・終了後に孔内水位を測定した。

採取したコアは、色見本を添えて写真撮影した後に観察を行い、粒度構成・礫の形状・含水状態・粘性の程度・コアの硬さ・割れ目の頻度・風化状況などをボーリング柱状図にとりまとめる。

調査完了後は調査孔を土砂等により閉塞し、原形復旧に努めた。

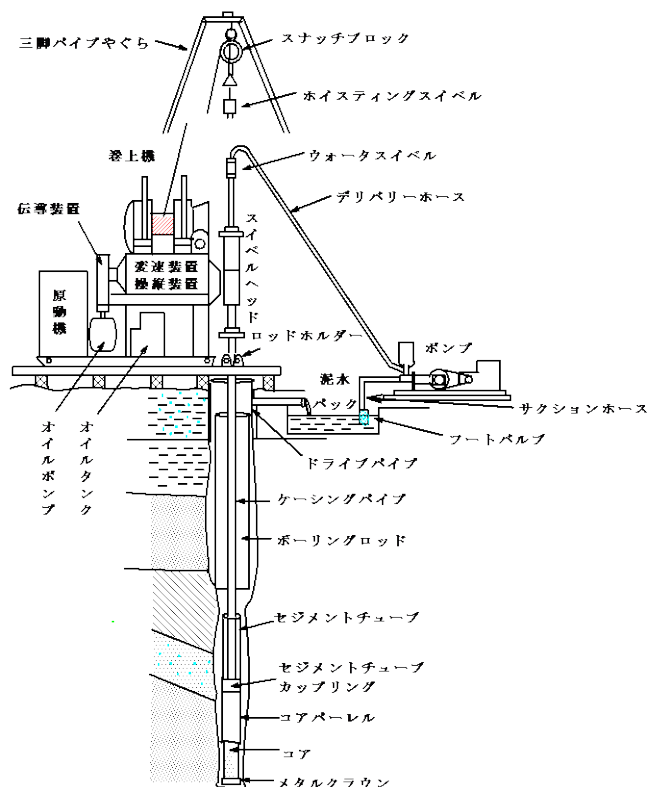


図 3.1 ボーリング概要図

標準貫入試験は、JIS A 1219 の規定による試験で、貫入抵抗（*N*値）を把握するとともに、乱した試料を採取する試験である。

- 1) 所要の深さまでボーリング孔を掘削する。
- 2) ボーリング孔底のスライムを除去する。
- 3) SPT サンプラーをロッドに接続し、静かに孔底に下ろす。
- 4) ロッド上部にアンビルとガイドロッドを付ける。
- 5) ハンマーの打撃によって、150mm の予備打ち、300mm の本打ち（ハンマーを 760mm±10mm の高さより、自由落下させる。）を行う。
- 6) 本打ちでは、必要な打撃回数を貫入量 100mm ごとに記録する。本打ちの打撃数は特に必要のない限り 50 回を限度とする。

Technical drawings of a hand-operated drilling machine, showing side and cross-sectional views, and a table of dimensions.

**Side View Labels:**

- 中心線 (Center Line)
- 滑車 (Pulley)
- とんび (Tombi)
- ドライブハンマー (63.5 ± 0.5 kg) (Drive Hammer)
- ドライブハンマーつり上げ用ロープ(引綱) (Drive Hammer Hoisting Rope)
- とんび用ロープ(引綱) (Tombi Rope)
- やぐら (Yagura)
- ノッキングブロック (Locking Block)
- ボーリング機械 (Boring Machine)
- ゴーブリーまたは巻上げドラム (Goblee or Hoisting Drum)
- ドライブパイプまたはケーシングパイプ (Drive Pipe or Casing Pipe)
- ボーリングロッド (Boring Rod)
- ボーリング孔 (Boring Hole)
- 標準貫入試験用サンブラー (Standard Penetration Test Sampler)
- 規定貫入量：予備打ち 15 cm, 本打ち 30 cm (Specified Penetration Amount: Pre-drilling 15 cm, Main drilling 30 cm)

**Cross-section Labels:**

- つり手用器具 (Hoisting Tool)
- 溶接若しくは平板締付けボルト (Welding or Flat Plate Tightening Bolt)
- 43 ± 1
- 180 ± 2 若しくは 200 ± 2

**Drive Hammer Standard Shape Labels:**

- 2 ± 1
- 71 ± 2
- 2 ± 1
- ボーリングロッドカップリング (Boring Rod Coupling)
- 角ねじ (Hex Bolt)
- ノッキングブロック (Locking Block)
- ボーリングロッドカップリング (Boring Rod Coupling)

**Locking Block Standard Shape Labels:**

- 角ねじ 4山若しくは 8山 (25.4 mm) (Hex Bolt 4 or 8 threads (25.4 mm))
- ボールバルブ (φ19 mm) が入る (Ball Valve (φ19 mm) fits in)
- スプリットバーレル 水抜き孔 (4 孔, φ15 mm) (Split Barrel Water Drain Hole (4 holes, φ15 mm))
- コネクターヘッド (Connector Head)
- ボーリングロッドカップリング (Boring Rod Coupling)
- ボーリングロッド (Boring Rod)
- 角ねじ (Hex Bolt)

**Dimensions:**

- 角ねじ 4山若しくは 8山 (25.4 mm)
- スプリットバーレル 水抜き孔 (4 孔, φ15 mm)
- コネクターヘッド
- ボーリングロッドカップリング
- ボーリングロッド
- 角ねじ
- 18
- 31
- 25 (8 山)
- 角ねじ 4山若しくは 8山 (25.4 mm)
- 25 (8 山)
- 30
- 16
- 10 (4 山)
- a
- b
- c
- 810

**Table:**

各部	全長	シュー長	バーレル長	ヘッド長	外径	内径	シュー角度	刃先肉厚
		a	b	c	d	e	φ	t
寸法	810 ± 1.0	75 ± 1.0	560 ± 1.0	175 ± 1.0	51 ± 1.0	35 ± 1.0	19° 45' ± 8'	1.15 ± 0.05

単位 mm (φ以外)

- 7 -



### 3.4 孔内水平載荷試験

孔内水平載荷試験は、地盤の水平方向の変形特性を測定し、地盤の変形・強度定数を推定する目的で実施した。この変形係数を利用し、水平横方向地盤反力度を求めることが可能である。

本業務では、未固結の土質に対応する低圧型(普通載荷)の孔内水平載荷試験器(LLT)〔応用地質社製〕を使用した。当試験器は、0.25 MPa (25 kgf/cm<sup>2</sup>) まで載荷可能である。以下に、試験器の特徴を概説する。

LLT の構造は図 3.3 示したとおりで、測定はゾンデと呼ばれるゴムチューブをボーリング孔の所定の深度に設置し、高压ガスを圧力・容積計を介してゾンデ内に注入する。この時の注入圧力とゴムチューブの膨張量から、地盤の変形特性を求める。なお、ゴムチューブの膨張量は、圧力・容積計に取り付けられているスタンドパイプの水の高さを読みとり、計算によって求められる。

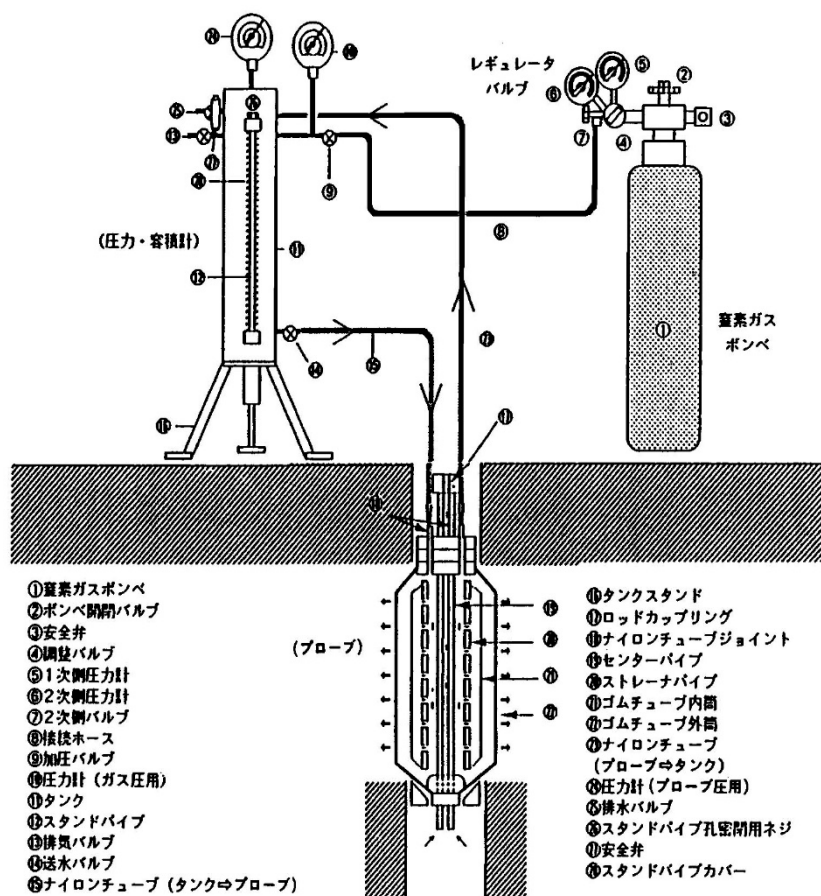


図 3.3 孔内水平載荷試験模式図

### 3.5 室内土質試験

本試験は、原地盤を対象に構成地層の物理的性質の把握や地震時の液状化の判定を目的に実施した。各試験に供する試料は、標準貫入試験で採取した試料を用いた。

表 3.1 に今回計画されている室内土質試験の概要をまとめて示す。

表 3.1 室内土質試験の概要

試験分類	試験項目	基準番号	試験結果から得られる値	試験結果の利用
物理試験	土粒子の密度試験	JIS A 1202 JGS0111	・土粒子の密度	・土の基本的性質(間隙比など)の計算 ・粒度の沈降分析
	土の含水比試験	JIS A 1203 JGS0121	・含水比	・土の基本的性質の計算 ・土の鋭敏度合の判定
	土の粒度試験	JIS A 1204 JGS0131	・最大粒径 ・粒径加積曲線と各粒径 ・均等係数と曲率係数 ・細粒分含有率	・土の分類 ・砂質土の液状化判定と安定性判別 ・粘土の圧縮性の利用 ・簡易粒度組成判別
	土の液性限界 ・塑性限界試験	JIS A 1205 JIS A 1206 JGS0141	・コンシステンシー指数 ・液性限界 ・流動曲線(流動指数) ・塑性限界 ・塑性指数	・自然状態の粘性土の安定性の判定 ・材料としての土の判定 ・粘着性の度合いの判定 ・路床路盤材も適否判定

各試験の実施目的を以下に記述する。

#### ○土粒子の密度試験〔 $\rho_s$ : g/cm<sup>3</sup>〕

土粒子の密度試験とは、土粒子と有機物からなる土の固体体積当たりの平均質量であり、土の鉱物組成によってその値は異なり、密度の高い鉄鉱石等を多く含んでいる土ほど高く、有機物を含む土は逆に低い値を示し、土の基本的な性質を表すために他の物性値と併せて用いることが多い。

#### ○土の含水比試験〔Wn : %〕

土の含水比は、土塊を構成している土粒子・水・空気の三要素のうち、水と土粒子の質量比を百分率で表したものである。自然状態の土では、土質と含水比より概略の力学特性を知ることができ、その土の圧縮特性や強度特性と密接な関係があるとされている。

## ○土の粒度試験

粒度試験の目的は土の粒度を求めるものであり、この粒度とは土の構成する土粒子の分布状態を全質量に対する百分率で表したもので、粒径と通過質量百分率の関係を粒径加積曲線としてまとめる。

粒 径 (mm)									
0.005	0.075	0.25	0.85	2	4.75	19	75	300	
粘土	シルト	細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫	粗石(コブル)	巨石(ボルダー)
細 粒 分		粗 粒 分						石 分	

図 3.4 地盤材料の粒径区分と呼び名

\* 「地盤工学会（平成 21 年 11 月）地盤材料試験の方法と解説，p55」

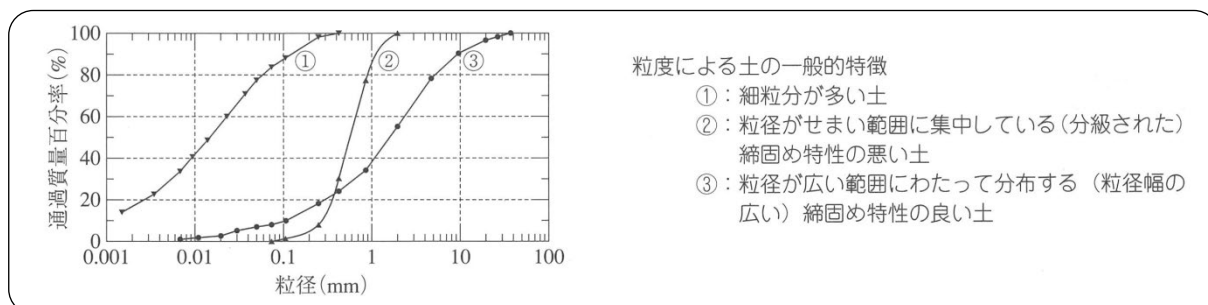


図 3.5 土の粒径加積曲線の例

\* 「地盤工学会（平成 21 年 11 月）地盤材料試験の方法と解説，p123」

粒度試験結果から得られる均等係数  $U_c$ （粒径加積曲線の広がりや形状を数値的に表した指数）によって粒度分布の特徴を区分できる。

⇒  $U_c < 10$  : 「分級された」、 $U_c \geq 10$  : 「粒径幅の広い」

（※細粒分 5% 未満に適用）

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

ここに、 $D_{60}$  : 60% 粒径、 $D_{10}$  : 10% 粒径

## ○土の液性・塑性限界試験 [ $W_L$ , $W_p$ , $I_p$ ]

本試験は土の液性限界、塑性限界及び塑性指数を求めることを目的とする。

液性限界とは土が液体から塑性の状態に移る境界の含水比をいい、一般には多量の水分を含む土が塑性体として最小のせん断強さを示す状態の含水比といわれている。

塑性限界とは土が塑性体から半固体の状態に移る境界の含水比をいい、土の含水比がそれ以下になるともろくなり亀裂を生じやすく自由に変形しにくくなる境界の含水比をいう。

塑性指数は液性限界と塑性限界の差をいい、塑性指数が大きいほど塑性的な土であり、一般に塑性指数が高いものほど吸水による強度低下が著しいといわれている。また、液性限界が大きくなるにつれて土の圧縮性が増加し、塑性指数が大きくなるにつれ粘性が増加する性質がある。

細粒土（粘性土）を工学的に分類する際には、土の粒度試験と土の液性限界・塑性限界試験結果をもとに図 3.6 の塑性図を用いる。図 3.7 には塑性図による粘性土の力学的性質を示す。塑性図は、縦軸に塑性指数  $I_p$ （液性限界  $w_L$ －塑性限界  $w_p$ ）、横軸に液性限界  $w_L$  をとり、A 線と B 線（図 3.6 内参照）の 2 本の直線を引くことにより 4 つの区画に分けることで、その土がどの区画にあるかにより、塑性、圧縮性、透水性等の工学的性質の概略を判定することができる。

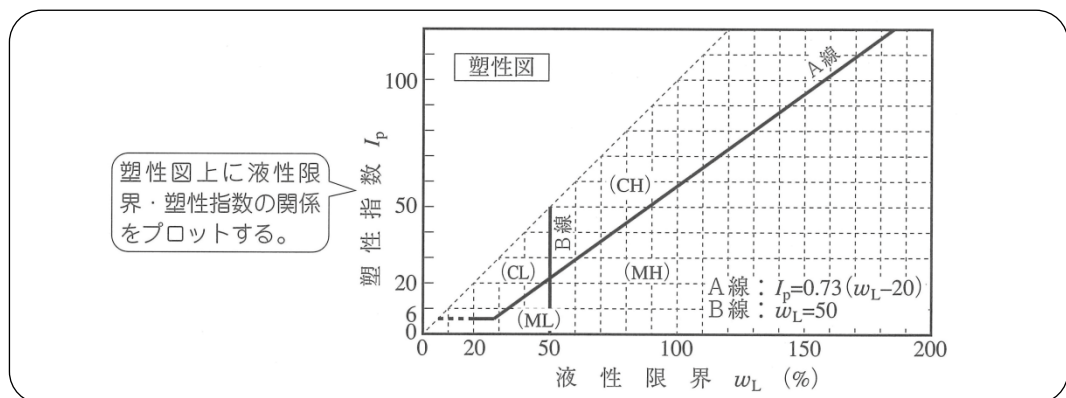


図 3.6 塑性図

出典：「地盤工学会（平成 21 年 11 月）地盤材料試験の方法と解説，p. 52」

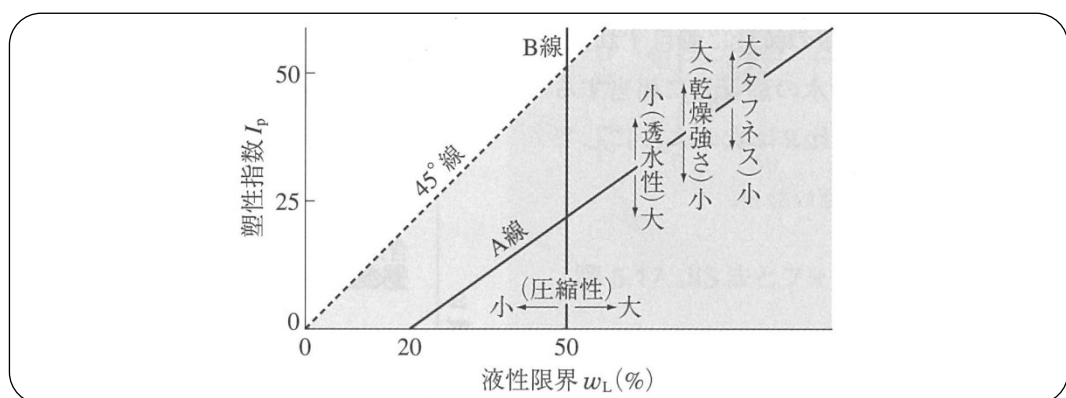


図 3.7 塑性図による粘土の力学的性質

出典：「地盤工学会（平成 21 年 11 月）地盤材料試験の方法と解説，p. 45」

なお、粘性土の特性はその中に含まれる水分の多少によって液性、塑性、固体の性状を示す。塑性指数  $I_p$  は土が塑性状態にあるときの含水量の範囲を示す。

$I_p$  の大きい土、すなわち塑性域の広い土ほど粘性土の性質が強く、 $I_p$  が小さいほど砂質土の性質が強くなり、一般に  $I_p$  が 15 以上の場合には粘性土の性質が強い。塑性指数  $I_p$  は次のように求められる。

$$\text{塑性指数} \quad I_p = w_L - w_p$$

コンシステンシー指数  $I_c$  は、粘性土の相対的な硬さや安定度を意味する。 $I_c \geq 1$  ならば自然含水比  $w_n$  が塑性限界  $w_p$  以下なので、土が安定した状態にあることを示し、 $I_c = 0$  または  $I_c < 0$  ならば自然含水比  $w_n$  が液性限界  $w_L$  に近いそれ以上なので、土が不安定な状態にあることを示す。コンシステンシー指数  $I_c$  は次のように求められる。

$$\text{コンシステンシー指数} \quad I_c = \frac{w_L - w_n}{I_p} = \frac{w_L - w_n}{w_L - w_p}$$

液性指数  $I_L$  は、自然状態にある土の含水比（自然含水比） $w_n$  が液性限界  $w_L$  や塑性限界  $w_p$  に対して相対的にどの位の所にあるかを示したもので、相対含水比とも呼ばれ、自然含水状態における土の相対的な硬さ・軟らかさを表す指標である。液性指数  $I_L$  は次式で求められる。

$$\text{液性指数} \quad I_L = \frac{w_n - w_p}{I_p} = \frac{w_n - w_p}{w_L - w_p}$$

## 4 調査結果

地質調査は、建築物が計画される当該地の地質構成及び地盤定数を明らかにするために、図 4.1 及び巻末付図(地質平面図)に示す位置にて 1 孔のボーリング調査を実施した。ここでは、ボーリング、標準貫入試験及び各種試験の結果について、以下にまとめて示す。

### 4.1 機械ボーリング

ボーリングの結果は、巻末の「ボーリング柱状図」及び「コア写真」、「標準貫入試験打撃曲線図」、「孔内水位観測記録表」に示した通りである。

以下に、ボーリング調査結果図を表 4.1 に示す。





◎ No.1号孔 GH=114.11m 深度 20.00m

表 4.1 ボーリング結果一覧表 (No.1号孔)

地質時代		地層名		地層記号	構成地質	N値
第四紀	現世	盛土層		Bk	礫混じり砂質シルト 砂質シルト	—
	完新世	沖積層	礫質土層	Ag	砂礫	N=12～60<
			粘性土層	Ac	砂質シルト	N=15～60
			砂質土層	As	シルト混じり礫質砂	N=13
	更新世	洪積層	礫質土層1	Dg1	シルト混じり砂礫 砂礫	N=39～60<
			砂質土層	Ds	砂	N=35
			礫質土層2	Dg2	シルト混じり砂礫	N=57
			火山灰質土層	Dv	火山灰	N=60
粘性土層			Dc	固結シルト	N=60<	

(1) 現世－盛土層 (Bs)

- ・ 深度 0.00～1.10m：盛土 (Bk)－礫混じり砂質シルト、砂質シルト  
深度 0.00～0.80m は植樹帯の盛土であり、細～中砂質のシルト。礫径 φ30mm 以下の礫を少量混じる。  
深度 0.80m 以深は、細砂を混入するシルト主体。

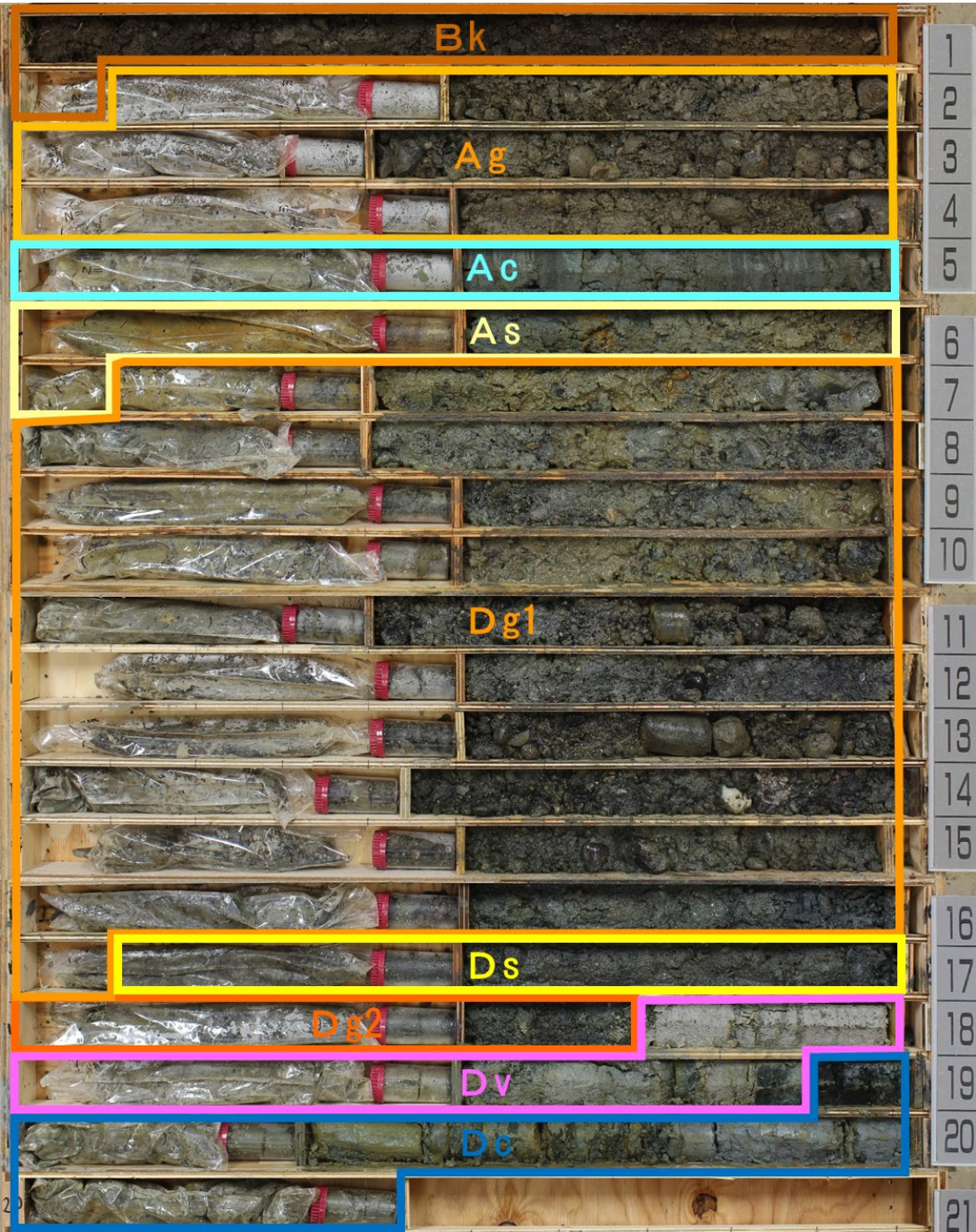
(2) 第四紀－完新世 沖積層－礫質土層 (Ag)、粘性土層 (Ac)、砂質土層 (As)

- ・ 深度 1.10～4.00m：礫質土層 (Ag)－砂礫  
礫径 φ40mm 以下(最大 φ80mm)の亜円～亜角礫を 70～80%混入し、基質は細～粗砂で構成される。
- ・ 深度 4.00～5.00m：粘性土層 (Ac)－砂質シルト  
細砂質のシルト。
- ・ 深度 5.00～6.10m：砂質土層 (As)－シルト混じり礫質砂  
礫径 φ5mm 以下主体の円～亜角礫を 20～30%混入する細～粗砂。  
全体にシルト質を帯び、所々シルト分多くシルト状を呈する。

(3) 第四紀－更新世 洪積層－礫質土層 1, 2 (Dg1, 2)、砂質土層 (Ds)、火山灰土層 (Dv)、粘性土層 (Dc)

- ・ 深度 6.10～16.10m：礫質土層 1 (Dg1)
  - 1) 深度 6.10～10.00m：シルト混じり砂礫  
礫径 φ20mm 以下主体(最大 φ40mm)の円～亜角礫を 60～70%混入し、基質は細～粗砂・シルト分で構成される。
  - 2) 深度 10.00～16.10：砂礫  
礫径 φ30mm 以下の円～亜角礫を 70～80%混入し、基質は細～粗砂・火山灰で構成される。  
深度 10.7m に 5cm、深度 12.7m に 7cm の切り抜きコアを混入する。
- ・ 深度 16.10～17.00m：砂質土層 (Ds)－砂  
中～粗砂。深度 6.5m 以深は細砂主体。

- ・ 深度 17.00～17.70m：礫質土層 2 (Dg2)－シルト混じり砂礫  
礫径 φ10mm 以下の円～亜角礫を 50～60%混入し、基質は細～中砂・火山灰で構成され、全体にシルト質を帯びる。
- ・ 深度 17.70～18.90m：火山灰質土層 (Dv)－火山灰  
細粒の火山灰。
- ・ 深度 18.90～20.00m：粘性土層 (Dc)－固結シルト  
固結したシルトであり、硬さは指圧で凹まない程度。



コア写真 R7 No.1号孔 (掘進深度 20.00m)



## 4.2 標準貫入試験

地層の硬軟を把握するために機械ボーリングに伴い標準貫入試験を実施した。

調査結果の詳細は、巻末のボーリング柱状図、標準貫入試験打撃曲線図に示した。

ここでは、砂質土の相対密度と、粘性土のコンシステンシーの判定には、下表を参考にした。

表 4.2  $N$ 値と砂の相対密度の関係

$N$ 値	記号	相対密度 (Terzaghi and Peck)	現場判断法	せん断抵抗角 $\phi$ (°) (Terzaghi Peck)による
0～4	rd1	非常に緩い Very Loose	鉄筋が容易に手で貫入	28.5° 以下
4～10	rd2	緩い Loose	ショベル(スコップ)で掘削可能	28.5～30
10～30	rd3	中位の Medium	鉄筋を5ポンドハンマーで打込み容易	30～36
30～50	rd4	密な Dense	同上、30cm程度貫入	36～41
>50	rd5	非常に密な Very Dense	同上、5～6cm貫入 掘削につるはし必要、打込み時金属音	41° 以上

「(社)地盤工学会、2020.3:地盤調査の方法と解説、p.305」

表 4.3  $N$ 値と粘土のコンシステンシー、圧縮強さの関係

$N$ 値	記号	qu(一軸圧縮強度) kN/m <sup>2</sup>	コンシステンシー (Consistency)
0～2	rc1	0.0～24.5	非常に柔らかい
2～4	rc2	24.5～49.1	柔らかい
4～8	rc3	49.1～98.1	中位の
8～15	rc4	98.1～196.2	硬い
15～30	rc5	196.2～392.4	非常に硬い
30～	—	392.4～	固結した

「(社)地盤工学会、2020.3:地盤調査の方法と解説、p.308」

$N$ 値 60 回以上を示す  $N$ 値の換算は、貫入量 30cm に相当する  $N$ 値から求めるものとし、下式より設定する。

$$\text{換算 } N \text{ 値} : \frac{60(\text{回}) \times 30(\text{cm})}{60 \text{ 回打撃時の貫入量 (cm)}}$$

調査地点ごとの  $N$ 値の一覧を表 4.4 に、当該地に分布する地層毎の  $N$ 値の整理結果を表 4.5 及び図 4.2 に示した。

なお、 $N$ 値の上限は、調査対象が未固結土砂であることを考慮し“ $N \leq 60$ ”とした。

表 4.4 調査地点ごとの N 値の整理結果 (R7 No. 1 号孔)

地 層 名		構成地質	下端 深度 (m)	地層 記号	深度 (m)	N値					備 考
						10cm毎の打撃回数			実測 N値	採用 N値	
						0～ 10cm	10～ 20cm	20～ 30cm			
盛土層		礫混じり 砂質シルト	0.80	Bk							
		砂質シルト	1.10								
沖積層	礫質土層	砂礫	4.00	Ag	1.15～1.45	8	8	8	24	24	
					2.15～2.40	14	15	31/5	60/25	60	土砂の上限値として
					3.15～3.45	5	4	3	12	12	
	粘性土層	砂質シルト	5.00	Ac	4.15～4.45	4	5	6	15	15	
	砂質土層	シルト混じり 礫質砂	6.10	As	5.15～5.45	4	3	6	13	13	
洪積層	礫質土層1	シルト混じり 砂礫	10.00	Dg1	6.15～6.40	22	25	13/5	60/25	60	土砂の上限値として
					7.15～7.40	25	24	11/5	60/25	60	土砂の上限値として
					8.15～8.45	14	13	12	39	39	
					9.15～9.45	11	15	16	42	42	
		砂礫			10.15～10.40	28	22	10/5	60/25	60	土砂の上限値として
					11.15～11.45	17	17	18	52	52	
					12.15～12.45	15	15	16	46	46	
					13.15～13.43	21	19	20/8	60/28	60	土砂の上限値として
					14.15～14.45	21	17	22	60	60	土砂の上限値として
					15.15～15.45	15	17	19	51	51	
	砂質土層	砂	17.00	Ds	16.15～16.45	12	9	14	35	35	
	礫質土層	シルト混じり 砂礫	17.70	Dg2	17.15～17.45	20	19	18	57	57	
	火山灰質土層	火山灰	18.90	Dv	18.15～18.45	13	20	27	60	60	土砂の上限値として
	粘性土層	固結シルト	20.00	Dc	19.15～19.32	21	39/7		60/17	60	土砂の上限値として
					20.15～20.41	12	20	28/6	60/26	60	土砂の上限値として

表 4.5 地層毎の実測 *N* 値の整理結果

地 層 名	R7. No. 1	集 計	
盛土 (Bk)		最 小 値	—
		最 大 値	—
		平 均 値	—
		標 準 偏 差	—
		変 動 係 数	—
		個	—
礫質土 (Ag)	24	最 小 値	12
	60	最 大 値	60
	12	平 均 値	32
		標 準 偏 差	20.39
		変 動 係 数	0.63
		個	3
粘性土 (Ac)	15	最 小 値	15
		最 大 値	15
		平 均 値	15
		標 準 偏 差	0.00
		変 動 係 数	0.00
		個	1
砂質土 (As)	13	最 小 値	13
		最 大 値	13
		平 均 値	13
		標 準 偏 差	0.00
		変 動 係 数	0.00
		個	1
礫質土 1 (Dg1)	60	最 小 値	39
	60	最 大 値	60
	39	平 均 値	53
	42	標 準 偏 差	7.84
	60	変 動 係 数	0.14
	52	個	10
砂質土 (Ds)	35	最 小 値	35
		最 大 値	35
		平 均 値	35
		標 準 偏 差	0.00
		変 動 係 数	0.00
		個	1
礫質土 2 (Dg2)	57	最 小 値	57
		最 大 値	57
		平 均 値	57
		標 準 偏 差	0.00
		変 動 係 数	0.00
		個	1
火山灰質土 (Dv)	60	最 小 値	60
		最 大 値	60
		平 均 値	60
		標 準 偏 差	0.00
		変 動 係 数	0.00
		個	1
粘性土 (Dc)	60	最 小 値	60
	60	最 大 値	60
		平 均 値	60
		標 準 偏 差	0.00
		変 動 係 数	0.00
		個	2

赤字： *N* 値の上限値は60とした。

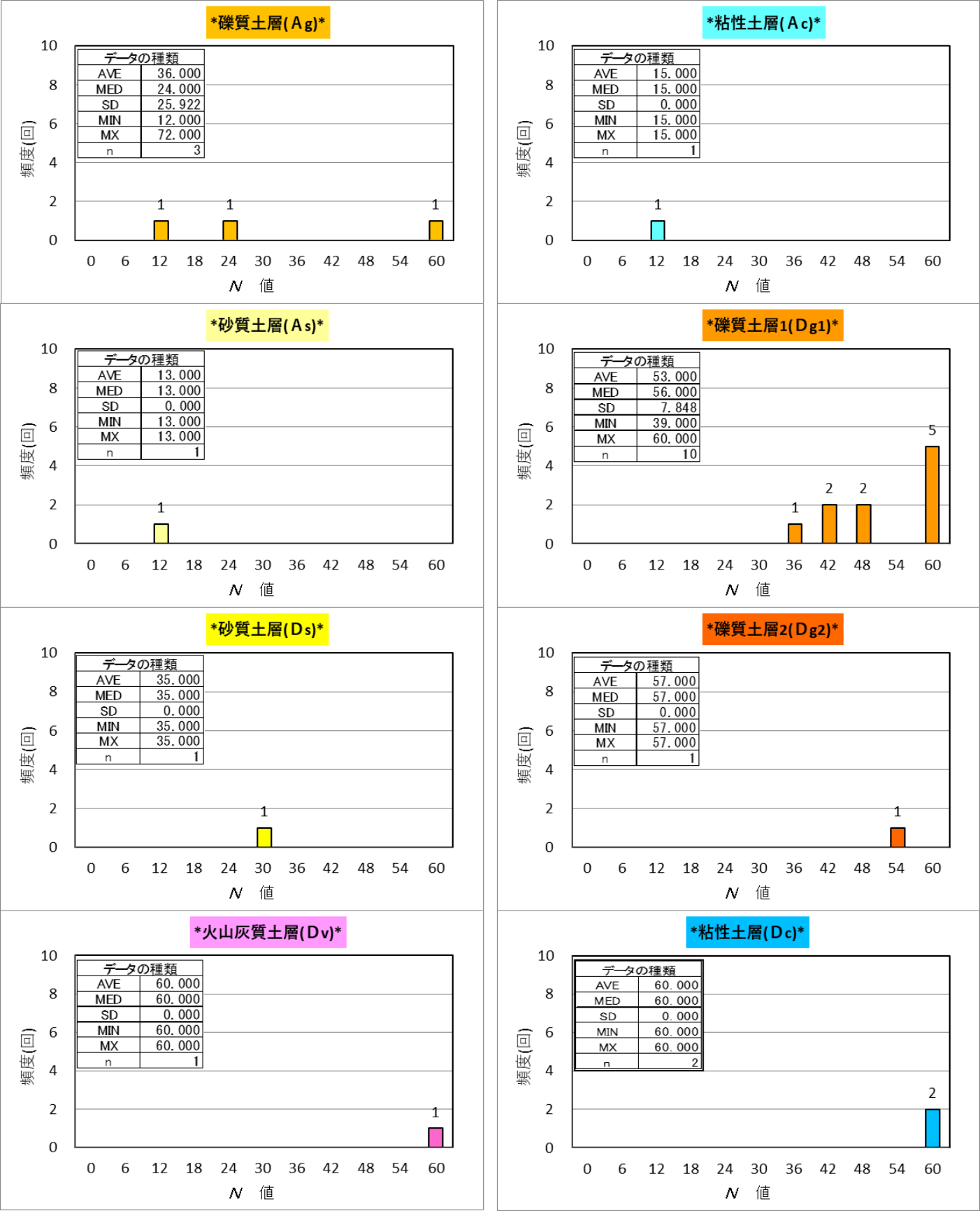


図 4.2 地層毎の *N* 値の頻度分布図

#### 4.3 地下水位

ボーリング掘削時に確認された孔内初期水位を表 4.6 に示す。

初期水位は、GL-4.0m(標高 110.11m)付近の礫質土層 (Ag) と粘性土層 (Ac) の境界で確認され、降雨等によって影響される自由地下水と考えられる。

表 4.6 孔内水位表

孔番号	孔口標高 (m)	初期水位 (GL-m)	水位標高 (m)	確認月日	確認地層
No.1号孔	114.11	4.00	110.11	10/29	礫質土層 (Ag) ～ 粘性土層 (Ac) 層 の境界

#### 4.4 孔内水平載荷試験

孔内水平載荷試験は、測定結果から地盤の載荷変形特性・強度特性を把握するもので、構造物の設計・施工上の基礎資料を提供するものである。

試験は、前述のようにボーリング孔内に検知器を挿入し、接続されたチューブを通して地上より液体または気体により圧力をボーリング孔壁に加え、孔壁の変形量を読み取ることによって地盤係数(K値)及び変形係数(E値)を求めるものである。

図 4.3 は、本試験による応力Pと変形量Rの関係を模式的に示したものである。

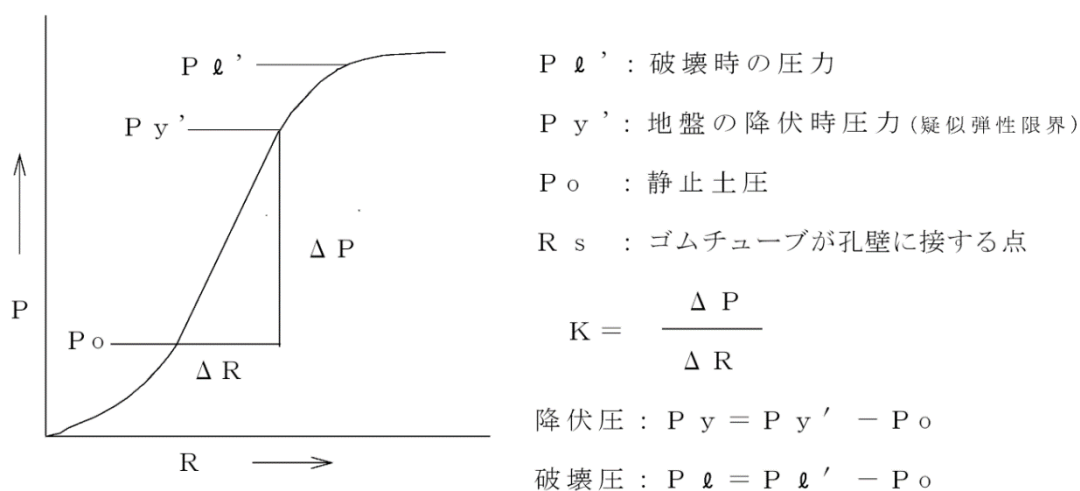


図 4.3 孔内水平載荷試験模式図

地盤の横方向K値は孔壁の膨張量(孔内の加圧による変形量)と加圧の関係が弾性的に変化する直線部分の勾配で表され、

$$K = \frac{\Delta P}{\Delta R} \quad (\text{kgf/cm}^3) \quad \begin{array}{l} \text{〔記号〕} \quad K : \text{測定K値} \\ \Delta P : \text{孔壁に加わる圧力 (kgf/cm}^2\text{)} \\ \Delta R : \text{孔壁の加圧による変形量 (cm)} \end{array}$$

として求められる。

また、地盤の変形係数E値は弾性論に基づく2次元平面ヒズミと仮定K値算出区間の中間半径rm、地盤のポアソン比νを用いて次式で表される。

$$E = (1 + \nu) \times r_m \times K \quad (\text{kN/m}^2(\text{kgf/cm}^2))$$

なお、地盤のポアソン比は一般に0.3～0.5といわれているが、試験深度の土質は砂礫であることからポアソン比“ν=0.35”を用いた。

孔内水平載荷試験結果の詳細は、巻末の「孔内水平載荷試験データシート」に取りまとめた。これより主要値を抜粋すると表 4.7 のようになる。

表 4.7 孔内水平載荷試験結果

孔番号	深度 GL-(m)	地層記号	$N$ 値	静止土圧 $P_0$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏圧 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K$ (kN/m <sup>2</sup> )	変形係数 $E$ (kN/m <sup>2</sup> )
No. 1	3.00~3.60	Ag	12/30	125.56	348.63	71,902	4,720

なお、「地盤調査の方法と解説」（地盤工学会 p. 687）より抜粋した孔内水平載荷試験より得られた変形係数と  $N$  値との関係図を図 4.4 に示す。

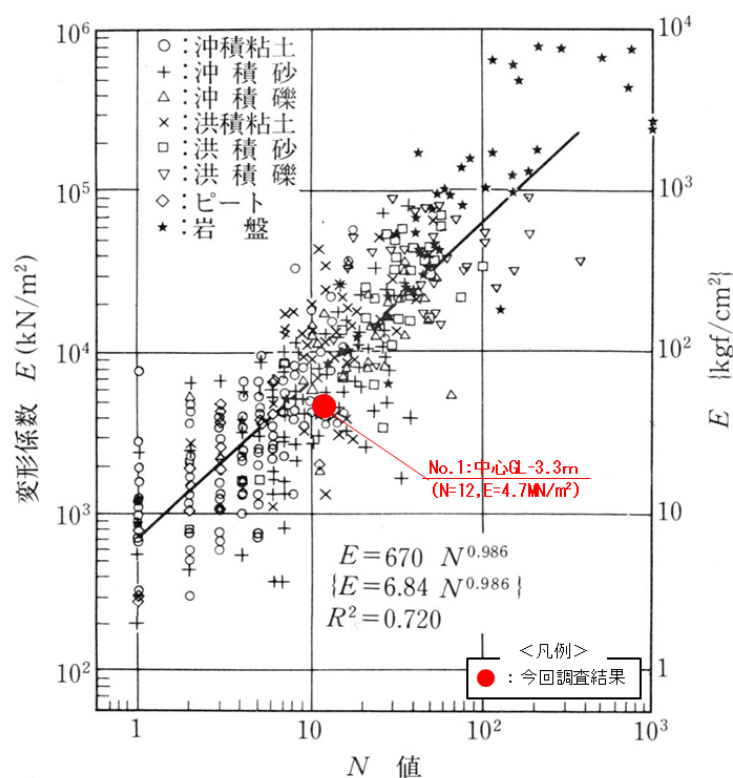


図 4.4 変形係数と  $N$  値の関係

一般的に、孔内水平載荷試験から得られる変形係数 ( $E$ ) と標準貫入試験 ( $N$ ) との関係は【 $E = 400 \sim 1,000 N$  kN/m<sup>2</sup> ( $E = 700 N$ )】の経験式で示される。今回の試験結果は  $E \approx 393 N$  (沖積層礫質土層: Ag) の関係を示し図 4.4 に示したとおり一般的なバラツキの範囲にある。

#### 4.5 室内土質試験

室内土質試験は、各地層の物理的性質の把握、液状化検討を主目的に標準貫入試験により得られた試料を用いて実施した。

試験結果の詳細は、室内土質試験結果報告用紙として巻末に添付したが、これらの結果を取りまとめた土質試験の一覧表を表 4.8 に示した。

表 4.8 室内土質試験結果一覧

試料番号 (深さ) m	R7 No. 1 4.0~4.5	R7 No. 1 5.0~5.5	R7 No. 1 8.0~8.5	R7 No. 1 12.0~12.5	R7 No. 1 16.1~16.5
地質記号	Ac	As	Dg1	Dg1	Ds
試料番号	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.703	2.720	2.716	2.699	2.683
自然含水比 $W_n$ %	42.6	21.7	14.5	12.1	19.5
礫分 (2 ~ 75 mm) %	1.6	28.2	63.8	72.7	25.2
砂分 (0.075 ~ 2 mm) %	58.8	62.9	28.3	21.9	67.0
シルト分 (0.005 ~ 0.075 mm) %	32.5	7.0	6.3	4.3	7.8
粘土分 (0.005 mm 未満) %	7.1	1.9	1.6	1.1	
最大粒径 mm	9.5	19.0	26.5	37.5	19.0
均等係数 $U_c$	16.67	13.64	33.71	38.30	9.19
曲率係数 $U_c'$	1.53	2.16	2.87	2.08	1.57
液性限界 $W_L$ %	45.8	N P	N P	N P	N P
塑性限界 $W_p$ %	27.8	N P	N P	N P	N P
塑性指数 $I_p$	18.0	N P	N P	N P	N P
地盤材料の分類名	粘性土質砂	粘性土まじり 礫質砂	粘性土まじり 砂質礫	粘性土まじり 砂質礫	粘性土まじり 礫質砂
分類記号	(SCs)	(SG-Cs)	(GS-Cs)	(GS-Cs)	(SG-Cs)
細粒分含有率 $F_c$	39.6	8.9	7.9	5.4	7.8
20%粒径 $D_{20}$ mm	0.0175	0.3238	0.5822	1.0982	0.2678
透水係数 m/s	3.26E-07	2.68E-04	1.04E-03	5.01E-03	1.68E-04

※ 表中の『 $D_{20}$ による推定透水係数と数  $k$  (m/s)』は「地盤材料試験の方法と解説」に示される表 4.9 を参考に推定した値。

表 4.9 Creager による  $D_{20}$  と透水係数  $k$  の関係

$D_{20}$ (mm)	$k$ (m/s)	$D_{20}$ (mm)	$k$ (m/s)	$D_{20}$ (mm)	$k$ (m/s)	$D_{20}$ (mm)	$k$ (m/s)
0.005	3.00E-08	0.07	6.50E-06	0.18	6.85E-05	0.5	7.50E-04
0.01	1.05E-07	0.08	9.00E-06	0.2	8.90E-05	0.6	1.10E-03
0.02	4.00E-07	0.09	1.40E-05	0.25	1.40E-04	0.7	1.60E-03
0.03	8.50E-07	0.1	1.75E-05	0.3	2.20E-04	0.8	2.15E-03
0.04	1.75E-06	0.12	2.60E-05	0.35	3.20E-04	0.9	2.80E-03
0.05	2.80E-06	0.14	3.80E-05	0.4	4.50E-04	1	3.60E-03
0.06	4.60E-06	0.16	5.10E-05	0.45	5.80E-04	2	1.80E-02

「地盤材料試験の方法と解説」(公社)地盤工学会, 2020. 12, p149

### (1) 土粒子の密度試験

土の固体部分は無機質分と有機質分から構成され、一般に無機質土における土粒子の密度は  $\rho_s = 2.50 \sim 2.80 \text{ (g/cm}^3\text{)}$  の範囲を示す。また、泥炭(ピート)等の有機物を多量に含む土では  $\rho_s = 1.40 \sim 2.30 \text{ (g/cm}^3\text{)}$  程度と小さい値を示す。

表 4.10 に土質毎の土粒子の密度の代表的な測定例を示し、表 4.11 に試験結果を地層毎に整理して示した。

表 4.11 に示したとおり、粘性土層(Ac)は  $\rho_s = 2.703 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ 、砂質土層(As)では  $\rho_s = 2.720 \text{ (g/cm}^3\text{)}$  を示し、沖積粘性土及び沖積砂質土の代表的な測定例程度の値を示している。また、洪積層の礫質土層(Dg1)では  $\rho_s = 2.699 \sim 2.716 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ 、砂質土層(Ds)では  $\rho_s = 2.683 \text{ (g/cm}^3\text{)}$  を示しており、こちらも洪積砂質土の代表的な測定例程度の値を示し、沖積及び洪積層で有機物を多く混入しない「普通の土」と評価される。

表 4.10 土粒子の密度の代表的な測定例

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

「地盤材料試験の方法と解説」(公社)地盤工学会, 2020. 12, p118

表 4.11 地層毎の土粒子の密度試験結果一覧

地層名	試料番号 (深度 m)	土粒子の密度試験 $\rho_s \text{ (g/cm}^3\text{)}$
粘性土層(Ac)	1-1 (4.00~4.50)	2.703
砂質土層(As)	1-2 (5.00~5.50)	2.720
礫質土層1(Dg1)	1-3 (8.00~8.50)	2.716
礫質土層1(Dg1)	1-4 (12.50~12.50)	2.699
砂質土層(Ds)	1-5 (16.10~16.50)	2.683



## (2) 土の含水比試験

土の自然含水比は、土の基本的物理量の計算や他の土質試験結果の整理、土の力学的性質の推定等に利用される。

表 4.12 に土質毎の含水比の測定例を示し、表 4.13 に試験結果を地層毎に整理して示した。

表 4.13 に示したとおり、粘性土層(Ac)は $W=42.6(\%)$ を示し、粘性土の測定例と比較すると下限値程度の値を示した。また、砂質土層(As、Ds)は $W=19.5\sim 21.7(\%)$ 、礫質土層(Dg1)では $W=12.1\sim 14.5(\%)$ を示した。こちらも砂質土の測定例と比較すると、砂質土層(As、Ds)では測定例の範囲内の値を示し、礫質土層(Dg1)では下限値程度の値を示した。

表 4.12 含水比の測定例

	沖積層		洪積層 粘性土	関東 ローム	高有機 質土
	粘性土	砂質土			
湿潤密度 $\rho_t (\text{Mg}/\text{m}^3)$	1.2~1.8	1.6~2.0	1.6~2.0	1.2~1.5	0.8~1.3
乾燥密度 $\rho_d (\text{Mg}/\text{m}^3)$	0.5~1.4	1.2~1.8	1.1~1.6	0.6~0.7	0.1~0.6
含水比 $w (\%)$	30~150	10~30	20~40	80~180	80~1200

「地盤材料試験の方法と解説」(公社)地盤工学会, 2020. 12, p205

表 4.13 地層毎の土の含水比試験結果一覧

地層名	試料番号 (深度 m)	含水比試験 $W (\%)$
粘性土層(Ac)	1-1 (4.00~4.50)	42.6
砂質土層(As)	1-2 (5.00~5.50)	21.7
礫質土層1(Dg1)	1-3 (8.00~8.50)	14.5
礫質土層1(Dg1)	1-4 (12.50~12.50)	12.1
砂質土層(Ds)	1-5 (16.10~16.50)	19.5

### (3) 土の粒度試験

土の粒度試験は、各地層を構成する土粒子径の分布状態を全質量に対する百分率で表した値で、試験結果は主として土の分類に用いられる。

各地層の試験結果を粒径加積曲線図として図 4.5～図 4.8 に示した。

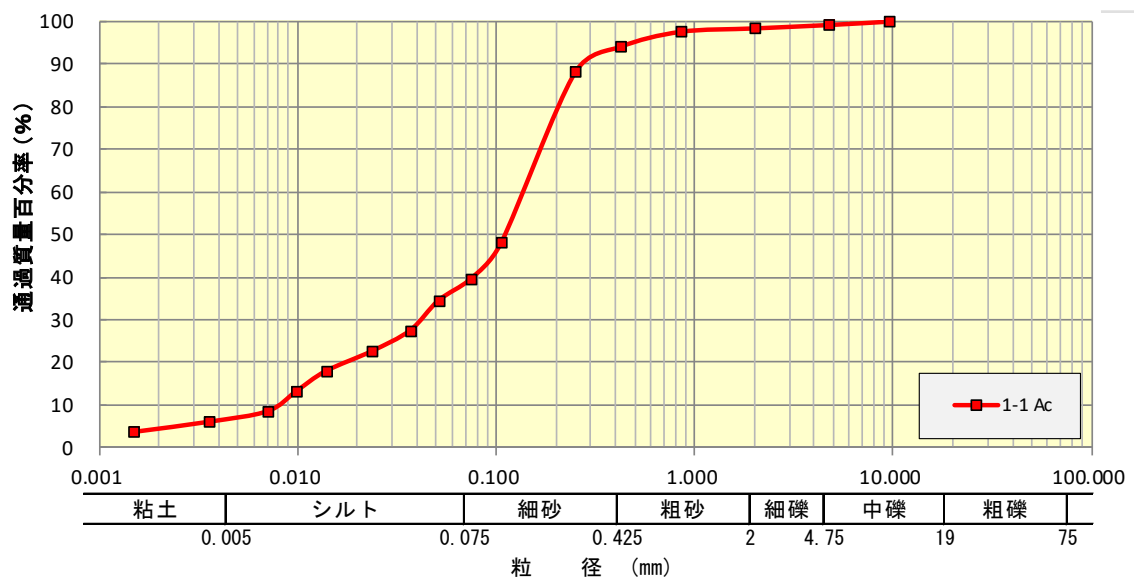


図 4.5 粒径加積曲線図【粘性土層 (Ac)】

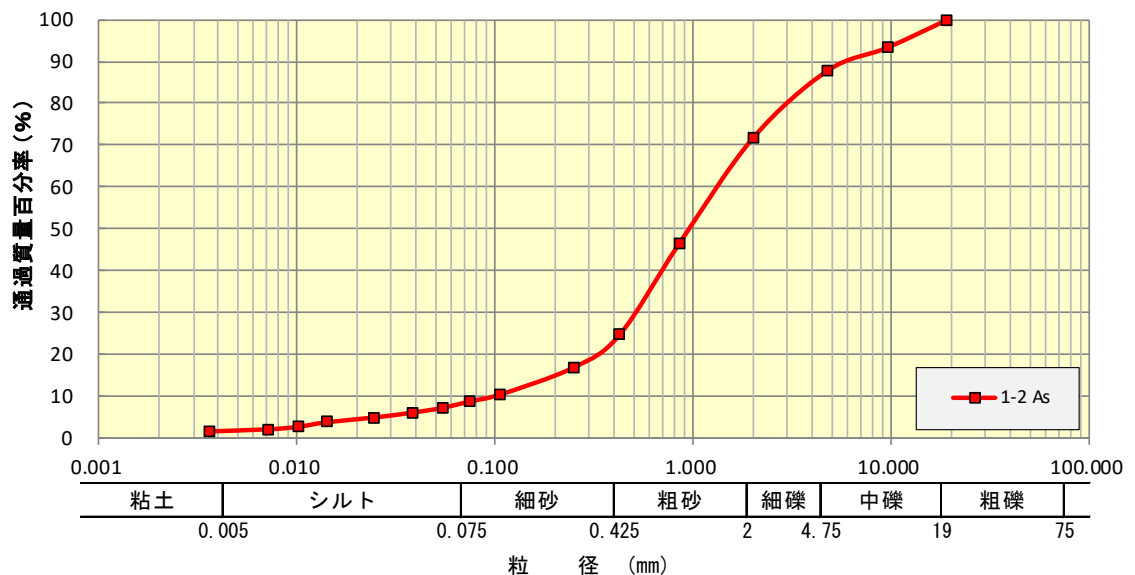


図 4.6 粒径加積曲線図【砂質土層 (As)】

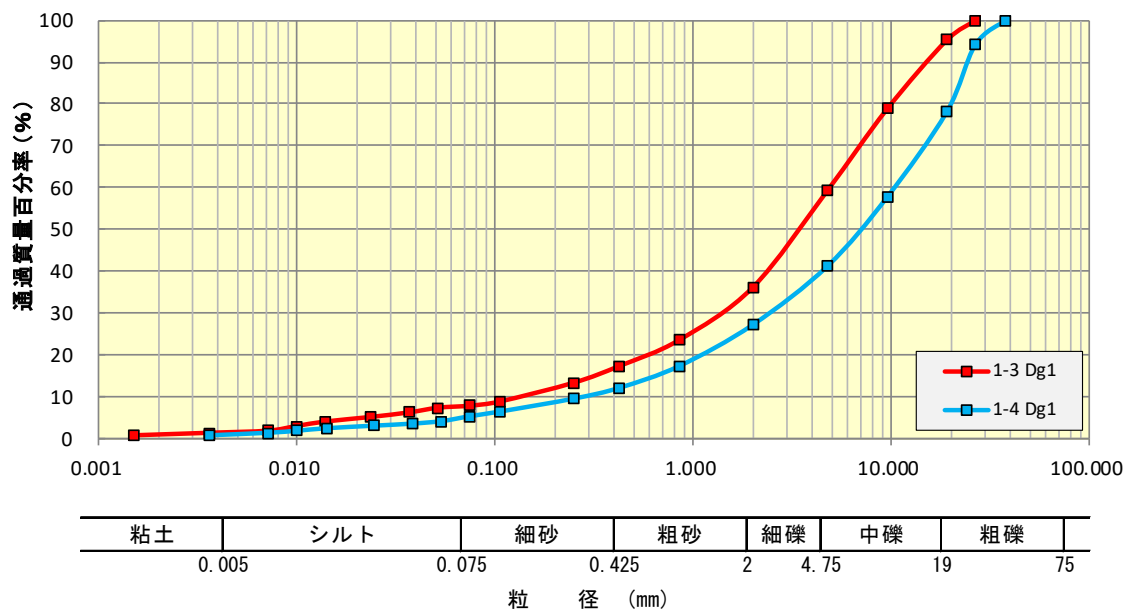


図 4.7 粒径加積曲線図【礫質土層 1 (Dg1)】

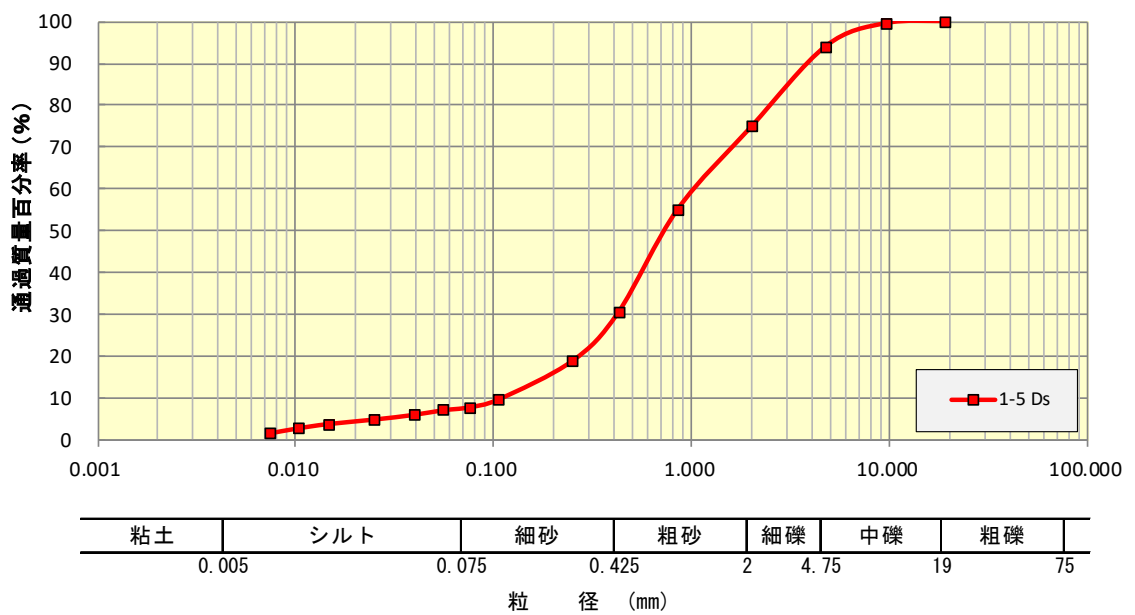


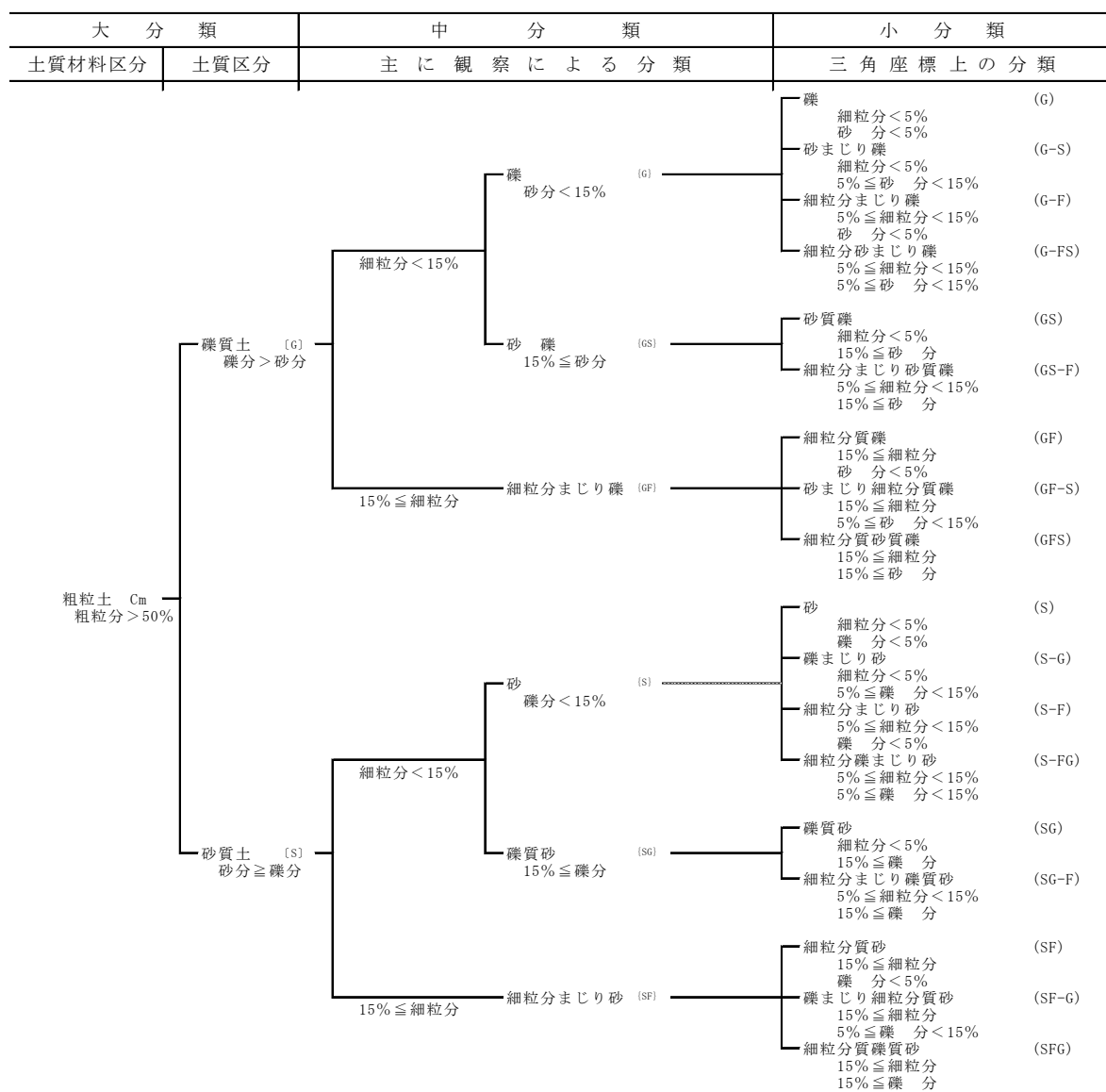
図 4.8 粒径加積曲線図【砂質土層 (Ds)】

粘性土層(Ac)は日本統一土質分類上、『粘性土質砂(SCs)』に分類される。粘性土ではあるが全体に砂分を混入しており、細粒分含有率 $F_c$ (シルト分+粘土分)が40%、砂分が58.8%と中間土と評価される、砂分が卓越する粘性土層である。

砂質土層(As、Ds)は日本統一土質分類上、『粘性土混じり礫質砂(SG-Cs)』に分類され、全体に礫分を不均一に混入している砂質土層である。細粒分含有率 $F_c$ (シルト分+粘土分)が10%以下で、均等係数 $U_c=10$ 程度以上を示すことから、粒度分布の良い砂質土と評価される。

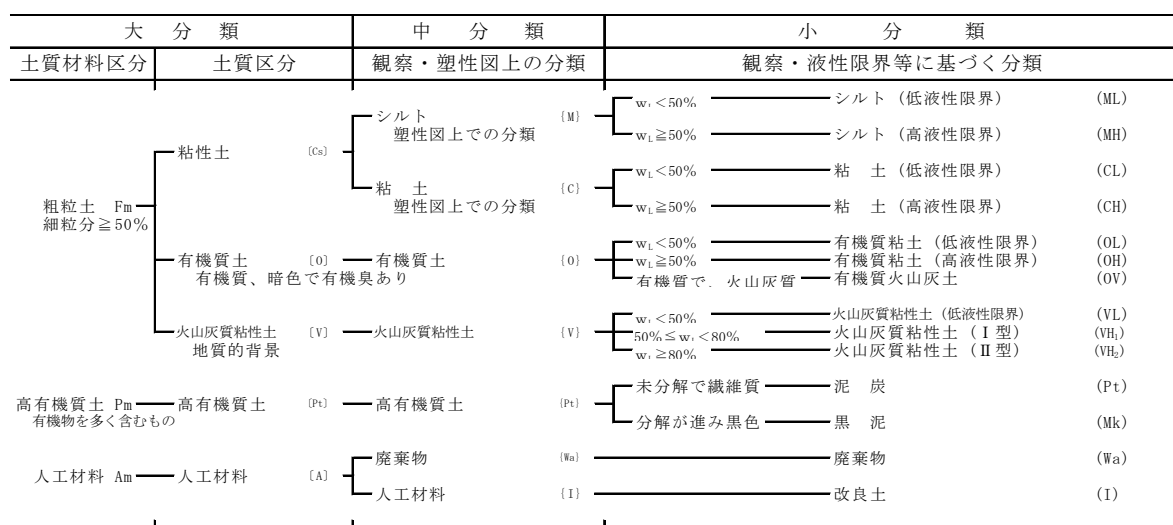
礫質土層(Dgl)は、日本統一土質分類上、『粘性土混じり砂質礫(Gs-Cs)』に分類される。全体として粘性土分及び砂分などを不均一に混入する礫質土層で、細粒分含有率 $F_c$ (シルト分+粘土分)が10%以下で、均等係数 $U_c=10$ 以上を示すことから、粒度分布の良い礫質土と評価される。

土質分類については、図 4.9 及び表 4.14～表 4.16 の「日本統一土質分類」に基づいて分類した。



注：粒径区分による含有率は地盤材料全体に対する質量分率 (%)

(a) 粗粒土の工学的分類体系



(b) 細粒土・高有機質土・人工材料の工学的分類体系

図 4.9 土の工学的分類体系※<sup>1</sup>

※<sup>1</sup> 「地盤材料試験の方法と解説」(公社)地盤工学会, R2. 12, p74.

表 4.14 細粒分 5 %未満の細粒土の細区分 ※<sup>2</sup>

均等係数の範囲	分類表記	分類表記
$U_c \geq 10$	粒径幅の広い	W
$U_c < 10$	分級された	P

表 4.15 細粒分 5 %以上混入粗粒土の細区分 ※<sup>9</sup>

細粒分の判別結果	記号	分類表記
粘性土	C s	粘性土混じり〇〇，粘性土質〇〇
有機質土	O	有機質土混じり〇〇，有機質〇〇
火山灰質土	V	火山灰混じり〇〇，火山灰質〇〇

表 4.16 粗粒分 5 %以上混入細粒土の細区分 ※<sup>9</sup>

砂分混入量	礫分混入量	土質名称	分類記号
砂分<5%	礫分<5%	細粒土	F
	5%≦礫分<15%	礫混じり細粒土	F-G
	15%≦礫分	礫質細粒土	FG
5%≦砂分<15%	礫分<5%	砂まじり細粒土	F-S
	5%≦礫分<15%	砂礫まじり細粒土	F-SG
	15%≦礫分	砂まじり礫質細粒土	SG-S
15%≦砂分	礫分<5%	砂質細粒土	FS
	5%≦礫分<15%	礫まじり砂質細粒土	FS-G
	15%≦礫分	砂礫質細粒土	FSG

注：粒径区分による含有率は土質全体に対する質量百分率(%)

※<sup>2</sup> 「地盤材料試験の方法と解説」(公社)地盤工学会, R2. 12, p76.

#### (4) コンシステンシー特性

コンシステンシー特性は液性限界(WL), 塑性限界(Wp) 及び塑性指数( $I_p=WL-Wp$ ) よりなり、液性限界は土が塑性体から液体の状態に移る境界の含水比をいい、土の含水比がそれ以上になると流動化しやすくなる。また、塑性限界は土が塑性体から固体の状態に移る境界の含水比をいい、土の含水比がそれ以下になると脆くなりキレツが生じやすくなる。

また、自然状態の土の安定度の判定には、コンシステンシー指数( $I_c$ )及び液性指数( $IL$ )を用いることができ、表 4.17に目安を示す。

○コンシステンシー指数( $I_c$ ) :  $I_c=(WL-W_n)/I_p$

粘性土の相対的な硬さや安定度を示す指数で、 $I_c \geq 1$  で比較的安定した状態を示し、 $I_c \approx 0$  で  $W_n$  が WL に近く、このような土を乱せば、著しく不安定な状態になることを示す。

○液性指数( $IL$ ) :  $IL=(W_n-W_p)/I_p$

相対含水比とも呼ばれ、与えられた含水比における土の相対的な硬軟を表す指数で、0 に近いほど土は安定であり、大きくなるほど圧縮性が大きく鋭敏なことを示す。

表 4.17 コンシステンシーの目安

	液性状	塑性状	半固結状
自然含水比	$W_n > WL$	$WL > W_n > W_p$	$W_n < W_p$
コンシステンシー指数	$I_c < 0$	$0 < I_c < 1$	$1 < I_c$
液性指数	$IL > 1$	$1 > IL > 0$	$0 > IL$
分類	流動粘土	塑性粘土	弾性粘土

今回の試験結果を地層別のコンシステンシーとして表 4.18に整理するとともに図 4.10に塑性図として示した。

試験結果としては「塑性粘土」を示していることから概ね安定な土質といえる。

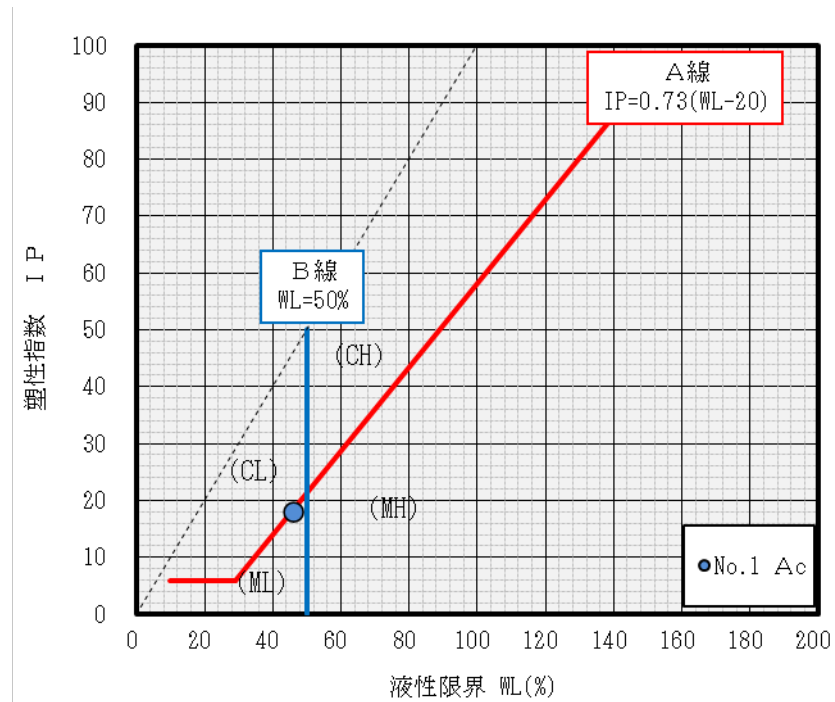


図 4.10 塑性図

表 4.18 地層別のコンシステンシー

孔番号	地層記号	含水比 W <sub>n</sub> (%)	液性限界 W <sub>L</sub> (%)	塑性限界 W <sub>p</sub> (%)	塑性指数 I <sub>p</sub>	コンシステンシー 指数 I <sub>c</sub>	液性指数 I <sub>L</sub>	分類
No. 1	Ac	42.6	45.8	27.8	18.0	0.18	0.82	塑性粘土

分類：・流動粘土：流動化しやすい ・塑性粘土：中位 ・弾性粘土：安定している



# (5) 透水性

前掲の表 4.8 に示したとおり、土の粒度試験結果【20%粒径 “ $D_{20}$ (mm)”】より、前掲の表 4.9 を参考とした場合の各土質試験試料及び地層毎の推定透水係数は、表 4.19 に示すとおりである。

表 4.19 推定透水係数

地層名	試料番号 (深度 m)	20%粒径 $D_{20}$ (mm)	推定透水係数 $k$ (m/s)	
			試料毎	地層毎
粘性土層 (Ac)	1-1 (4.00～4.50)	0.0175	3.26E-07	3.26E-07
砂質土層 (As)	1-2 (5.00～5.50)	0.3238	2.68E-04	2.68E-04
礫質土層1 (Dg1)	1-3 (8.00～8.50)	0.5822	1.04E-03	3.03E-03
礫質土層1 (Dg1)	1-4 (12.50～12.50)	1.0982	5.01E-03	
砂質土層 (Ds)	1-5 (16.10～16.50)	0.2678	1.68E-04	1.68E-04

注) 推定透水係数(地層毎)は、各試料の相乗平均値を示す。

表 4.19 に示したとおり、粘性土層 (Ac) は  $k=3 \times 10^{-7}$  (m/s) 程度を示し『低い』相当の透水性を示す地層と判定される。砂質土層 (As、Ds) は  $k=1 \sim 2 \times 10^{-4}$  (m/s) 程度を示し『中位』相当、礫質土層 (Dg1) では  $k=3 \times 10^{-3}$  (m/s) 程度であり『高い』相当の透水性(図 4.11 参照)を示す地層と想定される。

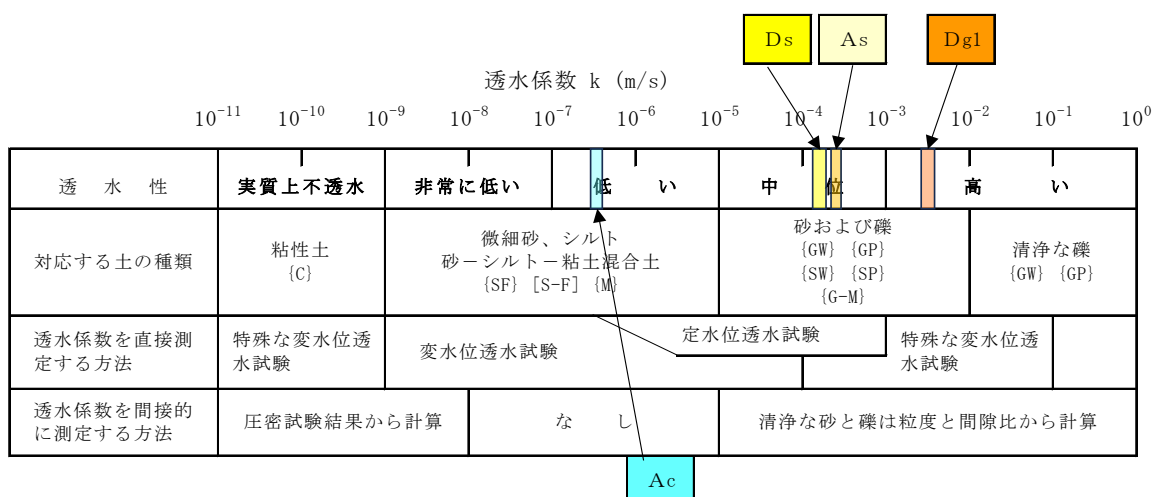


図 4.11 土の種類と透水性等の関係※<sup>3</sup>

※<sup>3</sup> 「地盤材料試験の方法と解説」(公社)地盤工学会, R2. 12, p468. より抜粋

## 5 考 察

### 5.1 調査地の地質構成

今回の調査結果より、最上位に盛土層(Bk)、それ以深には第四紀完新世の堆積物である、沖積層の礫質土層(Ag)、粘性土層(Ac)、砂質土層(As)の分布が確認され、それ以深には、洪積層の礫質土層 1, 2(Dg1, 2)、砂質土層(Ds)、火山灰質土層(Dv)、粘性土層(Dc)の分布が確認された。

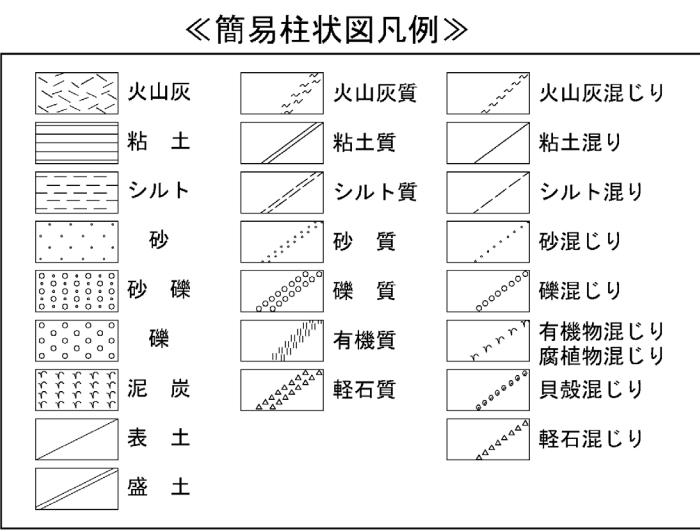
今回の調査結果より、調査地一帯に分布する地層把握のため、\*過年度業務で実施したボーリング孔(H20 A-2)を含めた地層層序を表 5.1 に示し、図 5.1 に想定される地質断面図示した。

表 5.1 地質構成表

地質時代		地層名		地層記号	構成地質	N値
第四紀	現世	盛土層		Bk	礫混じり砂質シルト	—
	完新世	沖積層	※旧表土層	Ss	腐植土、火山灰質細砂	—
			礫質土層	Ag	砂礫	N=12～60<
			粘性土層	Ac	砂質シルト	N=15～60
			砂質土層	As	シルト混じり礫質砂	N=13
	更新世	洪積層	礫質土層1	Dg1	シルト混じり砂礫 砂礫	N=39～60<
			砂質土層	Ds	砂	N=35
			礫質土層2	Dg2	シルト混じり砂礫	N=57
			火山灰質土層	Dv	火山灰	N=60
			粘性土層	Dc	固結シルト	N=60<

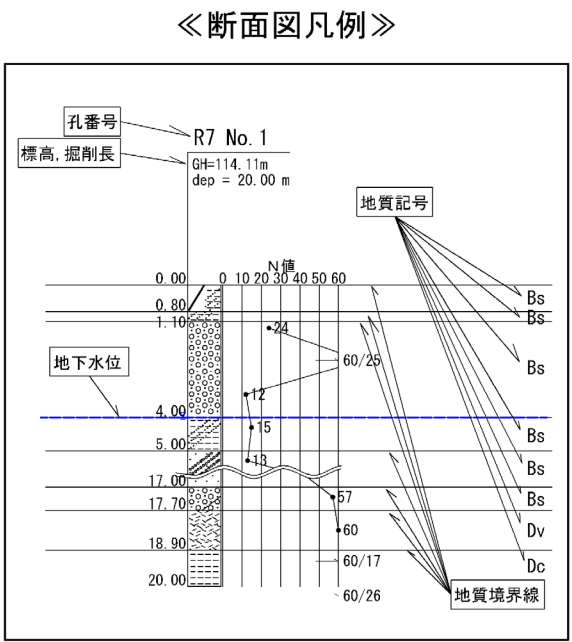
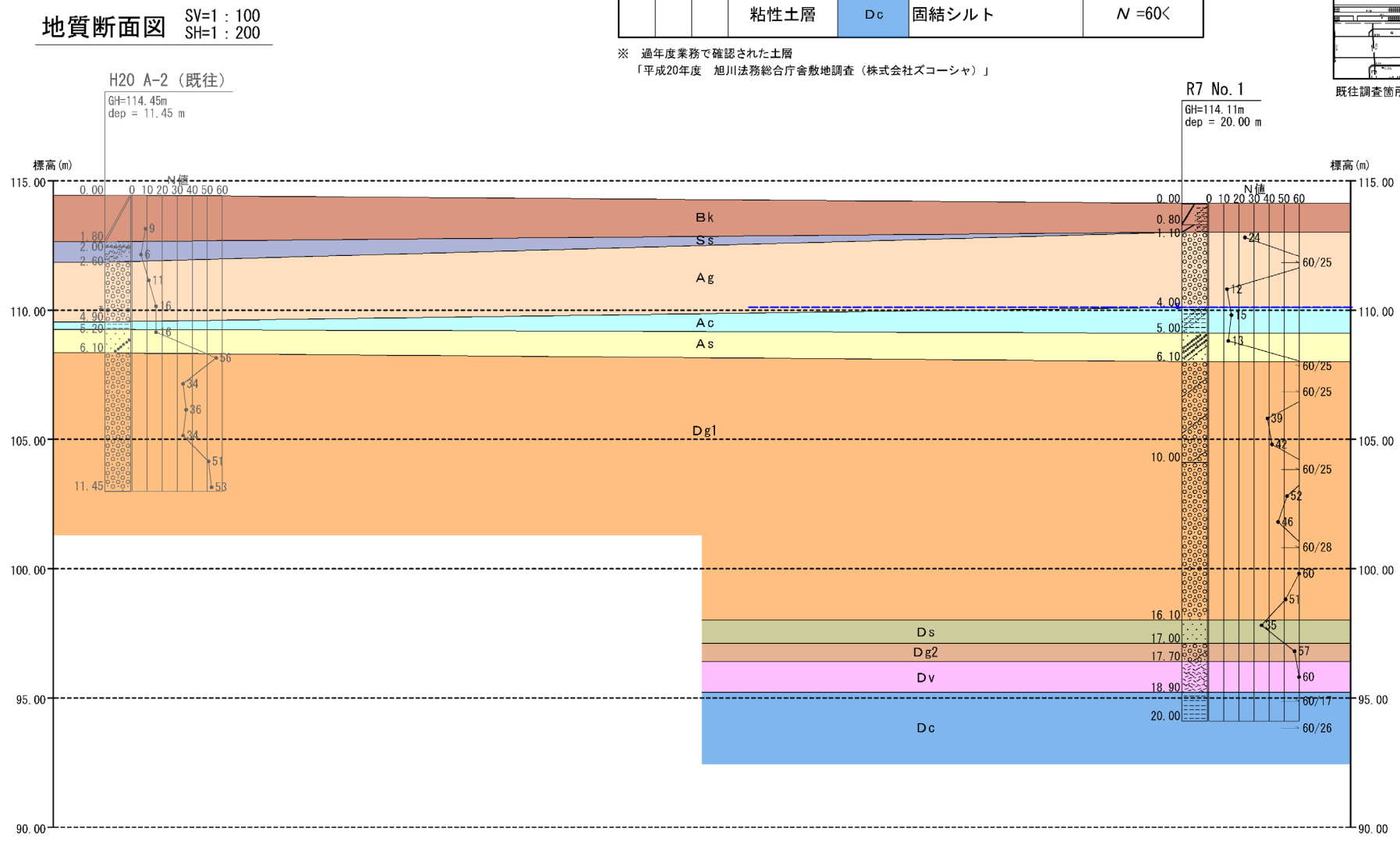
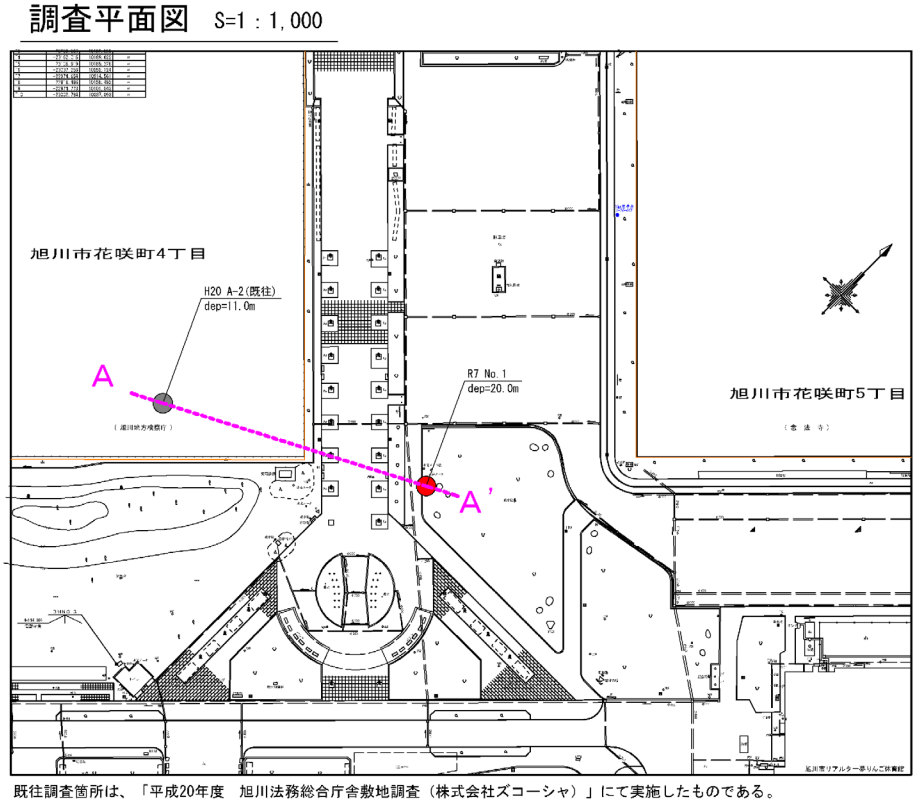
※ 過年度業務で確認された土層

「平成20年度 旭川法務総合庁舎敷地調査（株式会社ズコーシャ）」



《地質構成表》

地質時代		地層名	地層記号	構成地質	N 値	
第四紀	現世	盛土層	Bk	礫混じり砂質シルト	—	
	完新世	※旧表土層	Ss	腐植土、火山灰質細砂	—	
		沖積層	礫質土層	Ag	砂礫	N=12~60<
			粘性土層	Ac	砂質シルト	N=15
			砂質土層	As	シルト混じり礫質砂	N=13
	更新世	礫質土層1	Dg1	シルト混じり砂礫 砂礫	N=39~60<	
		砂質土層	Ds	砂	N=35	
		礫質土層2	Dg2	シルト混じり砂礫	N=57	
		火山灰質土層	Dv	火山灰	N=60	
		粘性土層	Dc	固結シルト	N =60<	



地質断面図は、過年度調査の「平成20年度 旭川法務総合庁舎敷地調査（株式会社ズコーシャ）」で実施した、ボーリング孔を含めて作成した。

図 5.1 地質断面図（ノンスケール）

## 5.2 設計用土質定数の設定

土質定数は、各種文献や指針に示される一般値、経験式等を参考として、設計 $N$ 値、単位体積重量( $\gamma_t$ )、粘着力( $C$ )、せん断抵抗角( $\phi$ )および変形係数( $E_b$ )の8項目を設定した。なお、今回の調査で $N$ 値が確認されていない「Bk層」については、「道路土工－盛土工指針」(日本道路協会)による、表5.2を用いて設定した。

なお、土質定数の設定は、本業務内で実施した「R7 No.1号孔」のみを採用して設定した。

表 5.2 設計時に用いる土質定数の仮定値

種 類		状 態	単位体積重量 ( $\text{kN}/\text{m}^3$ )	せん断抵抗角 (度)	粘着力 ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )	地盤工学会基準 <sup>注2)</sup>
盛 土	礫および礫まじり砂	締め固めたもの	20	40	0	{G}
	砂	締め固めたもの	20	35	0	{S}
		分級されたもの	19	30	0	
	砂質土	締め固めたもの	19	25	30 以下	{S F}
	粘性土	締め固めたもの	18	15	50 以下	{M}, {C}
	関東ローム	締め固めたもの	14	20	10 以下	{V}
自然 地 盤	礫	密実なものまたは粒径幅の広いもの	20	40	0	{G}
		密実でないものまたは分級されたもの	18	35	0	
	礫まじり砂	密実なもの	21	40	0	{G}
		密実でないもの	19	35	0	
	砂	密実なものまたは粒径幅の広いもの	20	35	0	{S}
		密実でないものまたは分級されたもの	18	30	0	
	砂質土	密実なもの	19	30	30 以下	{S F}
		密実でないもの	17	25	0	
	粘性土	固いもの(指で強く押し多少へこむ) <sup>注1)</sup>	18	25	50 以下	{M}, {C}
		やや柔らかいもの(指の中程度の力で貫入) <sup>注1)</sup>	17	20	30 以下	
		軟らかいもの(指が容易に貫入) <sup>注1)</sup>	16	15	15 以下	
	粘土およびシルト	固いもの(指で強く押し多少へこむ) <sup>注1)</sup>	17	20	50 以下	{M}, {C}
		やや柔らかいもの(指の中程度の力で貫入) <sup>注1)</sup>	16	15	30 以下	
		軟らかいもの(指が容易に貫入) <sup>注1)</sup>	14	10	15 以下	
	関東ローム		14	5( $\phi_u$ )	30 以下	{V}

注1) :  $N$ 値の目安は次のとおりである。

固いもの( $N=8\sim15$ ) , やや軟らかいもの( $N=4\sim8$ ) , 軟らかいもの( $N=2\sim4$ )

注2) : 地盤工学会基準の記号は、おおよその目安である。

### (1) 設計 $N$ 値

設計  $N$  値は、同一地層中における  $N$  値の“バラツキ”を考慮して、『平均値』又は『平均値-標準偏差/2(確立約 70%:図 5.2 参照)』を設定した。

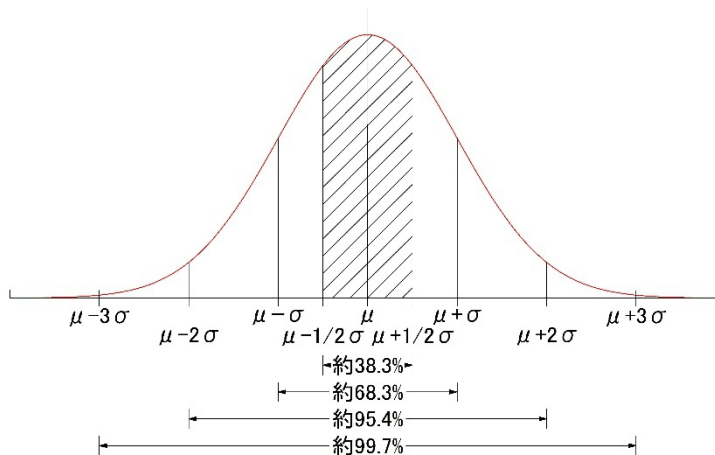


図 5.2 平均( $\mu$ )と標準偏差( $\sigma$ )関係

上記の区分は、変動係数“ $V$ ”(=標準偏差/平均値)を指標として、 $V \leq 0.2$  の場合は『平均値』、 $0.2 < V$  の場合は『平均値-(標準偏差/2)』とした(図 5.3 参照)。

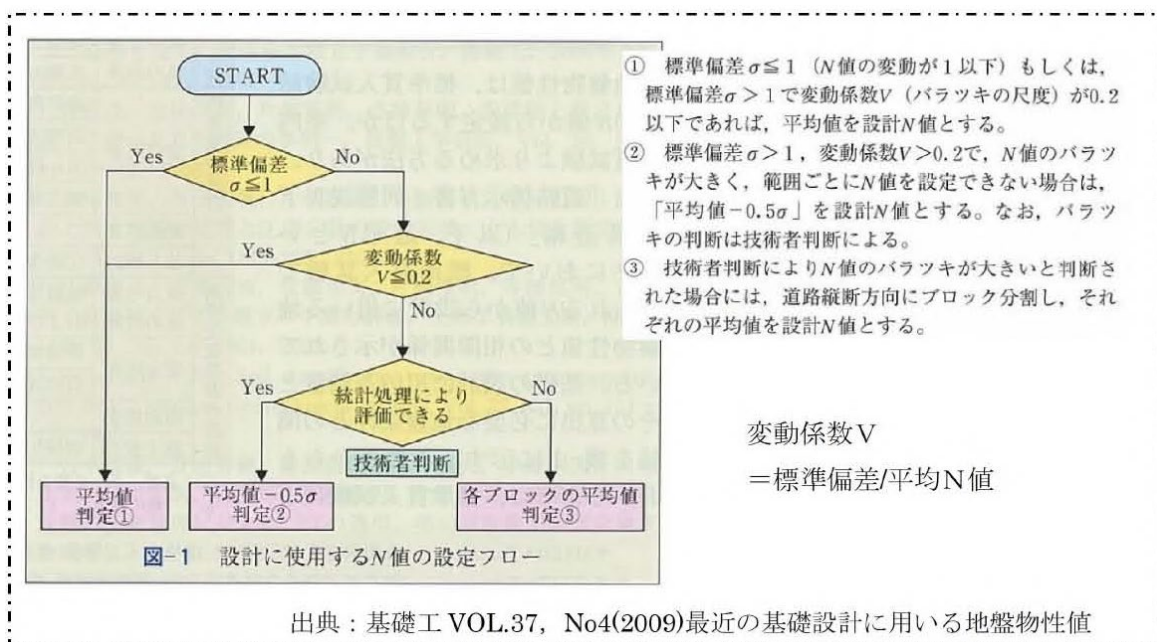


図 5.3 変動係数を考慮した設計  $N$  値設定フロー

表 5.3 に地層毎の設計  $N$  値一覧を示した。

表 5.3 地層毎の設計  $N$  値一覧

地層名	土層区分	記号	データ数	最小値	最大値	換算 $N$ 値 (平均)	標準偏差 $\alpha$	変動係数 CV	設計 $N$ 値
現世	盛土	Bs	—	—	—	—	—	—	—
沖積層	礫質土	Ag	3	12	60	32	20.39	0.63	21
	粘性土	Ac	1	15	—	15	0.00	0.00	15
	砂質土	As	1	13	—	13	0.00	0.00	13
洪積層	礫質土	Dg1	10	39	60	53	7.84	0.14	53
	砂質土	Ds	1	35	—	35	0.00	0.00	35
	礫質土	Dg2	1	57	—	57	0.00	0.00	57
	火山灰質土	Dv	1	60	—	60	0.00	0.00	60
	粘性土	Dc	2	60	—	60	0.00	0.00	60

変動係数 黒字：変動係数  $V \geq 0.2$ 、赤字：変動係数  $V < 0.2$

設計  $N$  値 黒字：平均値、青字：平均値 - (標準偏差/2)

## (2) 単位体積重量 ( $\gamma_t$ )

単位体積重量は、地盤の種類と状態によって変化する。これを求めるためには、地盤から乱さない試料を採取して直接判定するか、密度試験(砂置換・各種サンプリング・湿潤密度試験)等によって求める方法がある。ただ、これまで測定された各土質と状態から推定しても問題はなく、特に、砂質土・礫質土などの粗粒砂の場合、直接測定することは少ない。

ここでは、「建築基礎構造設計指針」(日本建築学会)に基づき、表 5.4 及び前掲する表 4.2～表 4.3 より推定し、表 5.5 に地層毎の単位体積重量一覧表を示した。

表 5.4 推定による土の単位体積重量 ( $\text{kN/m}^3$ )

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

「建築基礎構造設計指針」(一社)日本建築学会, 2019. 11, p30.

表 5.5 地層毎の土の単位体積重量一覧

地層名	土層区分	記号	設計 $N$ 値	採用値	設 定 根 拠 <sup>※</sup>
現世	盛土	Bk	—	18	【盛土】 粘性土
沖積層	礫質土	Ag	21	19	【礫—中位の】 中間値
	粘性土	Ac	15	16	【シルト—非常に硬い】 かたい
	砂質土	As	13	17	【砂—中位の】 中間値
洪積層	礫質土	Dg1	53	20	【礫—非常に密な】 密な
	砂質土	Ds	35	18	【砂—密な】 密な
	礫質土	Dg2	57	20	【礫—非常に密な】 密な
	火山灰質土	Dv	60	18	【砂—非常に密な】 密な
	粘性土	Dc	60	16	【シルト—固結した】 かたい

※ ” Bk層” は、「道路土工—盛土工指針」による仮定値を採用。

それ以外の層については、「建築基礎構造設計指針」による一般値を採用。

### (3) 内部摩擦角 ( $\phi$ )

砂・砂質土・礫質土のせん断抵抗角は、乱さない試料を採取して三軸圧縮試験から設定するのが望ましいが、当該地の土層においては、「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会）に示されている、標準貫入試験から次式※<sup>4</sup>を用いて算定した。

$$\phi d = \sqrt{20N_1 + 20} \quad (3.5 \leq N_1 \leq 20)$$

$$\phi d = 40 \quad (N_1 > 20)$$

$$N_1 = N \left/ \left( \sqrt{\sigma'_z / 100} \right) \right.$$

ここに、 $\phi d$ ：内部摩擦角（°）

$N_1$ ： $N$ 値を有効上載圧で補正した換算 $N$ 値

$\sigma'_z$ ：有効上載圧（kN/m<sup>2</sup>）（ただし、 $\sigma'_z \geq 100$  kN/m<sup>2</sup>とする。）

$N$ ：標準貫入試験から得られる $N$ 値

なお、粘性土の場合は、内部摩擦角を  $\phi = 0^\circ$  とする。

以上より、内部摩擦角を算定し地層毎に整理し表 5.6 に示し、各孔の算定結果を表 5.7 に示した。採用値は各地層ともに平均値とした。

表 5.6 地層毎の内部摩擦角一覧

地層名	土層区分	記号	設計 $N$ 値	内部摩擦角 $\phi$ (°)
現世	盛土	Bs	—	0
沖積層	礫質土	Ag	21	38
	粘性土	Ac	15	0
	砂質土	As	13	36
洪積層	礫質土	Dg1	53	40
	砂質土	Ds	35	40
	礫質土	Dg2	57	40
	火山灰質土	Dv	60	40
	粘性土	Dc	60	0

※<sup>4</sup>「建築基礎構造設計指針」（一社）日本建築学会, 2019. 11, p30.



表 5.7 セン断抵抗角算定結果 (R7 No.1 号孔)

孔番号	R7 No.1			水位深度	4.00 m		標高	114.11 m	
標高	深度	N 値	土質記号	単体 $\gamma$ t1	単体 $\gamma$ t2	$\sigma' z$	補正 $\sigma' z$	$N1$	$\phi$
112.81	1.30	24	Ag	19	0	24.7	100.0	24.0	40.0
111.83	2.28	60	Ag	19	0	43.3	100.0	60.0	40.0
110.81	3.30	12	Ag	19	0	62.7	100.0	12.0	35.5
109.81	4.30	15	Ac	16	7	66.1	100.0	15.0	0
108.81	5.30	13	As	17	8	78.4	100.0	13.0	36.1
107.83	6.28	60	Dg1	20	11	105.1	105.1	58.5	40.0
106.83	7.28	60	Dg1	20	11	116.1	116.1	55.7	40.0
105.81	8.30	39	Dg1	20	11	127.3	127.3	34.6	40.0
104.81	9.30	42	Dg1	20	11	138.3	138.3	35.7	40.0
103.83	10.28	72	Dg1	20	11	149.1	149.1	59.0	40.0
102.81	11.30	52	Dg1	20	11	160.3	160.3	41.1	40.0
101.81	12.30	46	Dg1	20	11	171.3	171.3	35.1	40.0
100.82	13.29	60	Dg1	20	11	182.2	182.2	44.5	40.0
99.81	14.30	60	Dg1	20	11	193.3	193.3	43.2	40.0
98.81	15.30	51	Dg1	20	11	204.3	204.3	35.7	40.0
97.81	16.30	35	Ds	18	9	182.7	182.7	25.9	40.0
96.81	17.30	57	Dg2	20	11	226.3	226.3	37.9	40.0
95.81	18.30	60	Dv	18	9	200.7	200.7	42.4	40.0
94.87	19.24	60	Dc	16	7	170.7	170.7	45.9	0
93.83	20.28	60	Dc	16	7	178.0	178.0	45.0	0

#### (4) 粘着力 (C)

「建築基礎構造設計指針」(日本建築学会)では粘性土地盤において三軸圧縮試験を行って  $c$ 、 $\phi$  の評価、または一軸圧縮試験を行って一軸圧縮強さ  $q_u$  から下式を用いて  $c$  を設定する。この場合には、 $\phi = 0^\circ$  と仮定すると述べられている。

$$c = q_u/2 \cdots \cdots \cdots \text{式 (1)}$$

今回、粘性土の三軸圧縮試験、一軸圧縮試験は行っていないことから、 $N$ 値と  $c$ 、 $\phi$  の活用法(地盤工学会)より粘着力  $c$  を推定した。

$$q_u = (0.12 \sim 0.13) \cdot N \approx N/8 \cdots \cdots \cdots \text{式 (2)}$$

前述の式 (1) に  $q_u = N/8$  を代入すると “ $6N \text{ kN/m}^2$ ” が得られる。

$$\begin{aligned} c &= q_u/2 = (N/8)/2 \\ &= N/16 \text{ (kg/cm}^2\text{)} \approx 0.6N \text{ t/m}^2 \text{ (6N kN/m}^2\text{)} \cdots \cdots \cdots \text{式 (3)} \end{aligned}$$

なお、礫質土層 (Ag、Dg1、Dg2)、砂質土層 (As) 及び、砂質土相当の粒度を示す火山灰質土層 (Dv) では、粘着力を  $c=0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$  とした。また、盛土層 (Bk) は、表 5.2 による仮定値を採用した。

表 5.8 に地層毎の粘着力一覧を示した。

表 5.8 地層毎の粘着力一覧

地層名	土層区分	記号	設計 $N$ 値	粘着力 $c$ ( $\text{kN/m}^2$ )
現世	盛土	Bs	—	50 以下
沖積層	礫質土	Ag	21	0
	粘性土	Ac	15	90
	砂質土	As	13	0
洪積層	礫質土	Dg1	53	0
	砂質土	Ds	35	0
	礫質土	Dg2	57	0
	火山灰質土	Dv	60	0
	粘性土	Dc	60	360

### (5) 変形係数 $E$ (kN/m<sup>2</sup>)

変形係数は、地盤材料にかかわらず「地盤調査の方法と解説」(地盤工学会)より、以下に示す方法にて変形係数を求めることができる。

- イ) 直径 30 cm の剛体円板による平板載荷試験
- ロ) 孔内水平載荷試験
- ハ) 供試体の一軸または三軸圧縮試験
- ニ) 標準貫入試験の  $N$  値より推定

ここでは、孔内水平載荷試験を実施した沖積層礫質土層(Ag)については、試験で得られた値を採用し、その他の土層(孔内水平載荷試験を実施していない地層)は、孔内水平載荷試験から得られた変形係数と換算  $N$  値の関係式より下式を用いて推定し、表 5.10 に地層毎の変形係数一覧を示した。

$$E = 700 N \quad (\text{kN/m}^2)$$

$E$  : 地盤の変形係数 (kN/m<sup>2</sup>)

$N$  : 標準貫入試験から得られる  $N$  値 (設計  $N$  値を用いる)

(公社)地盤工学会「地盤調査の方法と解説」 p.687, H25.3

また、これらの試験で得られた変形係数を用いて、鉛直方向地盤反力係数を推定する場合は、表 5.9 に示す換算係数を用いて補正する必要があることから、参考までに下記に示した。

表 5.9 変形係数  $E_0$  と  $\alpha$

変形係数 $E_0$ の推定方法	地盤反力係数の推定に用いる係数 $\alpha$	
	常 時	地 震 時
直径 30cm の剛体円盤による平板載荷試験の繰返し曲線から求めた変形係数の 1/2	1	2
孔内水平載荷試験で測定した変形係数	4	8
供試体の一軸または三軸圧縮試験から求めた変形係数	4	8
標準貫入試験の $N$ 値より $E_0=2800 N$ で推定した変形係数	1	2

「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編」(公社)日本道路協会, H29. 11, p188.

表 5.10 地層毎の変形係数一覧

地層名	土層区分	記号	設計 $N$ 値	変形係数 $E$ (kN/m <sup>2</sup> )		
				$N$ 値による推定 (700 $N$ )	孔内水平載荷試験 による実測値	採用値
現世	盛土	Bs	—	—	—	—
沖積層	礫質土	Ag	21	14,700	4,720	4,720
	粘性土	Ac	15	10,500	—	10,500
	砂質土	As	13	9,100	—	9,100
洪積層	礫質土	Dg1	53	37,100	—	37,100
	砂質土	Ds	35	24,500	—	24,500
	礫質土	Dg2	57	39,900	—	39,900
	火山灰質土	Dv	60	42,000	—	42,000
	粘性土	Dc	60	42,000	—	42,000

#### (6) 地盤定数の設定

前述の考え方にに基づき、調査地一帯に分布すると想定される各地層について、推定した地盤定数を表 5.11 にまとめた。

表 5.11 地盤定数 一覧表

時 代		地 層 名		記 号	設計 <i>N</i> 値	単位体積 重量 $\gamma$ t (kN/m <sup>2</sup> )	せん断 抵抗角 $\phi$ (度)	粘着力 <i>C</i> (kN/m <sup>2</sup> )	変形係数 <i>E</i> (kN/m <sup>2</sup> )
第四紀	現世	盛土		Bk	—	18	0	50 以下	—
	完新世	沖積層	礫質土	Ag	21	19	38	0	4,720
			粘性土	Ac	15	16	0	90	10,500
			砂質土	As	13	17	36	0	9,100
	更新世	洪積層	礫質土	Dg1	53	20	40	0	37,100
			砂質土	Ds	35	18	40	0	24,500
			礫質土	Dg2	57	20	40	0	39,900
			火山灰質土	Dv	60	18	40	0	42,000
			粘性土	Dc	60	16	0	360	42,000

- 注) ・地盤定数算出の際に端数がついた値は切り捨てとした。
- ・設計  $N$  値は各層の平均値を採用。ただし、「Ag 層」はバラツキを考慮し、“平均値－標準偏差/2”を用いて算定した。
  - ・変形係数の「Ag 層」は孔内水平載荷試験による実測値を採用した。

## 5.3 地震時の液状化検討

### 5.3.1 液状化現象

地震時における飽和砂質土地盤等の液状化は、基礎構造の設計において特に注意を要する問題の1つである。一般に液状化は、地盤内に働く繰返しせん断応力によって地盤中に生じる過剰間隙水圧が、土粒子を拘束していた初期有効応力と等しくなる結果、有効応力がゼロになる現象と定義されている。緩い砂質地盤で液状化が起こると、地盤は液体状になって、せん断抵抗がほとんどなくなってしまう（図 5.4 参照）。

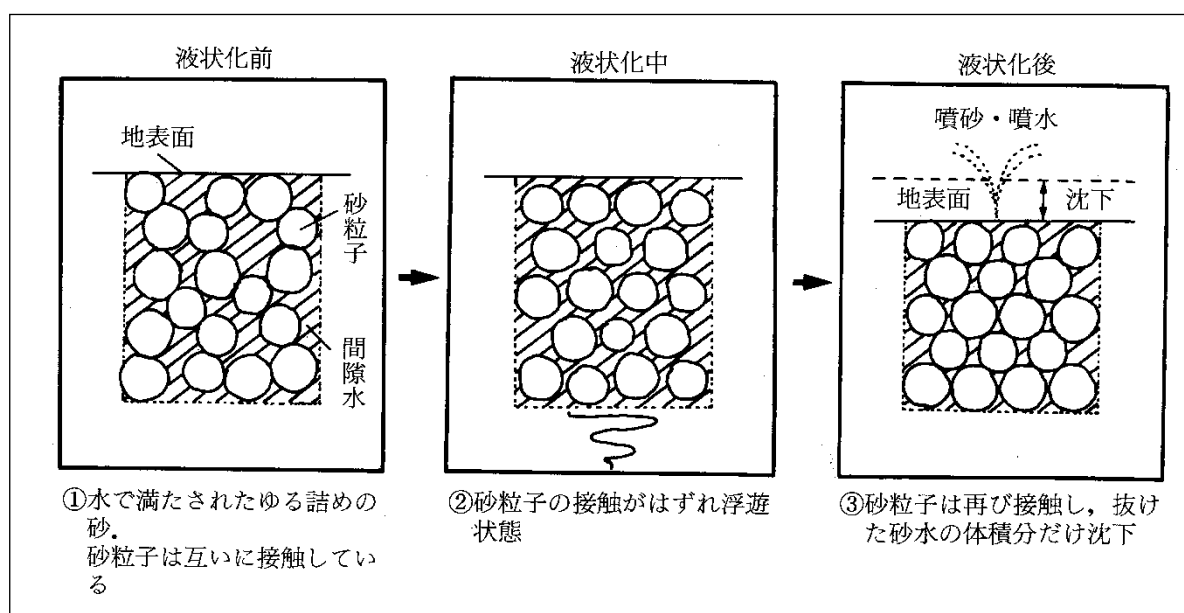


図 5.4 液状化発生前後の砂粒子の状態

液状化しやすい地盤とは、①地下水位が浅く、②緩く堆積した砂質土層が存在する、といった地盤であり、特にこれらの条件を備えた第四紀の完新世や更新世の一部の堆積物で発生しやすい現象である。地盤が液状化すると、地表では噴砂・噴水が起き、鉄筋コンクリートのビル等重いものは沈下し、地中の埋設管等の中空の構造物は浮力により浮き上がることになる。また、地盤には沈下・亀裂・段差・すべり等が発生し、道路や河川堤防等の盛土部分では沈下・変形・すべり等が発生したりする。さらに液状化がおさまった後は、一般には地盤は噴出した地下水と砂の体積分だけ沈下するが、さらに水平方向にも流動することが明らかにされている。

### 5.3.2 液状化の判定方法

ここでは、今回実施したボーリング調査結果及び室内土質試験結果、また、設定した土質定数をもとに、「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会）に準じて液状化判定を試みた。

液状化判定の詳細は巻末資料の液状化計算書として添付した。

#### (1) 液状化判定の対象とすべき土層

液状化の判定を行う必要がある飽和土層は、一般に地表面から 20m 程度以浅の沖積層で、考慮すべき土の種類は、細粒土含有率が 35% 以下の土である。ただし、埋立地盤など人工造成地盤では、細粒土含有率が 35% 以上の低塑性シルト、液性限界に近い含水比を持ったシルトなどが液状化した事例も報告されているので、粘土分 (0.005 mm 以下の粒径を持つ土粒子) 含有率が 10% 以下、または塑性指数が 15% 以下の埋立あるいは人工地盤については液状化の検討を行った。また、細粒分を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫、洪積層でも  $N$  値が小さな土層では液状化の可能性が否定できないので、そのような場合にも液状化検討を行うこととされている。

ここでは、飽和土層である地下水位 (GL-4.0m) 以深～ $N$  値が 50 以上を連続して確認している「Dg2：礫質土層」の上面を工学的基盤面※として、この範囲内を液状化判定の対象層とした。

前述する、調査・試験結果から液状化判定が必要な対象層を選定し表 5.12 に示す。

これより、「Ac：粘性土層、As：砂質土層、Dg1 層：礫質土層 1、Ds：砂質土層」において上記の条件に該当することから、液状化対象層と評価される。

#### ※ 工学的基盤面

耐震設計のための設計用入力地震動を入力する基盤で、一般には一定の厚さがあって水平方向にも連続したせん断波速度  $V_s = 300 \sim 700 \text{ m/s}$  の層とされているが、建築の設計においては便宜的に  $V_s = 400 \text{ m/s}$  程度以上を目安とすることが多い。この地層は、 $N$  値 = 50 よりも一般に硬いと考えられる。

「建築基礎構造設計指針」（一社）日本建築学会, 2019. 11, p4. に一部追記

表 5.12 液状化の判定を行う必要がある土層一覧

孔番	試料 番号	深度 (m)	地層名・記号		N値	地盤材料 の分類	細粒分 含有率 Fc (%)	粘土分 含有率 Pc (%)	塑性指数 I <sub>p</sub>	液状化検討
R7 No. 1		1. 15～1. 45	沖積礫質土	Ag	24		—	—	—	不要（地下水以浅）
		2. 15～2. 40	沖積礫質土	Ag	60		—	—	—	不要（地下水以浅）
	地下水位	3. 15～3. 45	沖積礫質土	Ag	12		—	—	—	不要（地下水以浅）
	GL-4.00m 1-1	4. 15～4. 45	沖積粘性土	Ac	15	粘性土質砂	39. 6	7. 1	18. 0	必 要
	1-2	5. 15～5. 45	沖積砂質土	As	13	粘性土まじり礫質砂	8. 9	1. 9	N P	必 要
	1-3	6. 15～6. 40	洪積礫質土	Dg1	60	粘性土まじり 砂質礫	7. 9	1. 6	N P	必 要
		7. 15～7. 40	洪積礫質土	Dg1	60					
		8. 15～8. 45	洪積礫質土	Dg1	39					
		9. 15～9. 45	洪積礫質土	Dg1	42					
	1-4	10. 15～10. 40	洪積礫質土	Dg1	60	粘性土まじり 砂質礫	5. 4	1. 1	N P	必 要
		11. 15～11. 45	洪積礫質土	Dg1	52					
		12. 15～12. 45	洪積礫質土	Dg1	46					
		13. 15～13. 43	洪積礫質土	Dg1	60					
		14. 15～14. 45	洪積礫質土	Dg1	60					
		15. 15～15. 45	洪積礫質土	Dg1	51					
	1-5	16. 15～16. 45	洪積砂質土	Ds	35	粘性土まじり礫質砂	7. 8	—	N P	必 要
	—	17. 15～17. 45	洪積礫質土	Dg2	57	—	—	—	—	不要（基盤面以深）
	—	18. 15～18. 45	洪積火山灰質土	Dv	60	—	—	—	—	不要（基盤面以深）
	—	19. 15～19. 32	洪積粘性土	Dc	60	—	—	—	—	不要（基盤面以深）
	—	20. 15～20. 41	洪積粘性土	Dc	60	—	—	—	—	不要（基盤面以深）

液状化対象層 全飽和土層 Fc≤35%  
Fc≥35%、Pc≤10%またはIp≤15



## (2) 液状化危険度予測

液状化の判定は以下の手順によって行う。

### ① 等価な繰返しせん断応力比 $L$ の算定

検討地点の地盤内の各深さに発生する等価な繰返しせん断応力比  $L$  は、地表面加速度を用いて式 5.1<sup>※5</sup>によって算定する。

$$L = \frac{\tau_d}{\sigma_z'} = \gamma_n \frac{\alpha_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_z}{\sigma_z'} \gamma_d \text{ ----- 式 5.1}$$

〔記号〕

- $\tau_d$  : 水平面に生じる等価な一定繰返しせん断応力振幅 (kN/m<sup>2</sup>)
- $\sigma_z'$  : 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>)
- $\gamma_n$  : 等価な繰返し回数に関する補正係数で 0.1(M-1)
- $M$  : 地震のマグニチュードで通常は 7.5
- $\alpha_{max}$  : 地表面における設計用水平加速度 レベル 1 荷重検討用 : 2.0m/s<sup>2</sup>、  
レベル 2 荷重検討用 : 3.5m/s<sup>2</sup>
- $g$  : 重力加速度 (9.8m/s<sup>2</sup>)
- $\sigma_z$  : 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 1-0.015 $z$
- $z$  : 地表面からの検討深さ (m)

### ② 液状化抵抗比 $R$ の算定

式 5.1 の分子となる液状化抵抗比  $R$  は、標準貫入試験の  $N$  値から補正  $N$  値 ( $N_a$ ) を式 5.3～式 5.5<sup>※6</sup>から算出し、図 5.5 中のせん断ひずみ振幅 5 % 曲線を用い、式 5.2 にて算出する。

$$R = \frac{\tau_L}{\sigma_z'} \text{ ----- 式 5.2}$$

$$N_a = N_1 + \Delta N_f \text{ ----- 式 5.3}$$

$$N_1 = C_N N \text{ ----- 式 5.4}$$

$$C_N = \sqrt{\frac{100}{\sigma_z'}} \text{ ----- 式 5.5}$$

〔記号〕

- $\tau_d$  : 水平面に生じる等価な一定繰返しせん断応力振幅 (kN/m<sup>2</sup>)
- $\sigma_z'$  : 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>)
- $N_i$  : 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  $F_c$  に応じた補正  $N$  値増分で図 5.6 による
- $N$  : 自動落下法による実測  $N$  値

※<sup>5</sup>「建築基礎構造設計指針」(一社)日本建築学会, 2019. 11. p50

※<sup>6</sup>「建築基礎構造設計指針」(一社)日本建築学会, 2019. 11. p51.

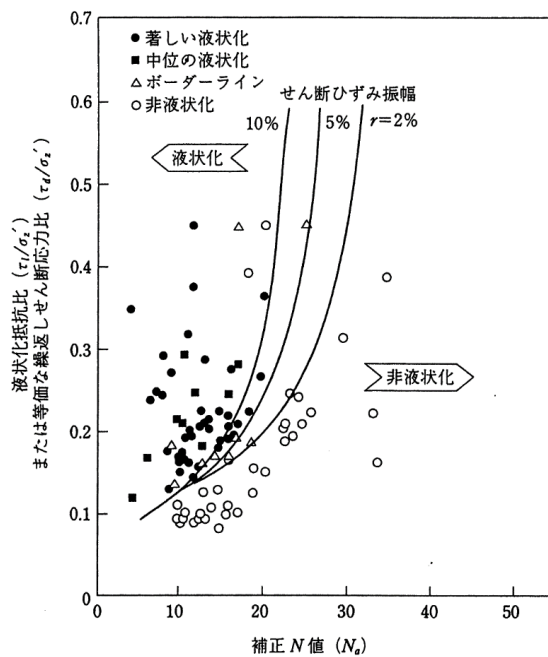


図 5.5 補正  $N$  値と液状化抵抗比、動的せん断ひずみの関係

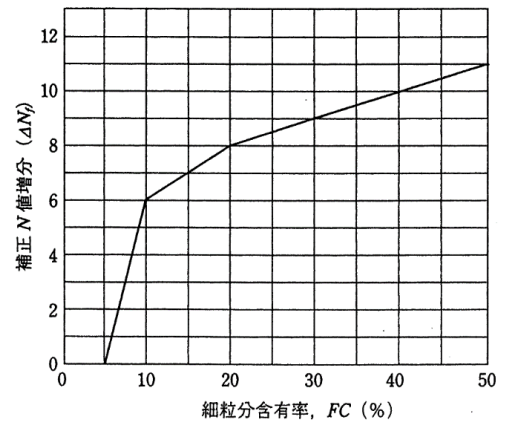


図 5.6 細粒土含有率と  $N$  値の補正係数

また、 $N$  値が大きくなりやすい礫質土に対しては、その 50% 粒径  $D_{50}$  により図 5.7 に示す  $N$  値の補正係数  $C_{sb}$  を  $N$  値に乗じて  $N$  値を低減することができる。

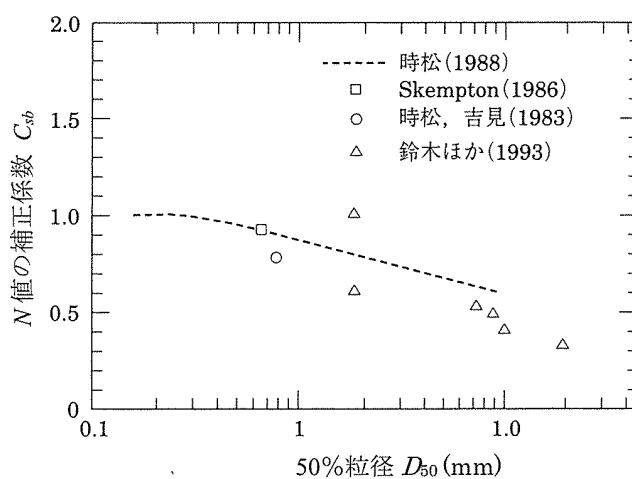


図 5.7 砂礫地盤の  $N$  値補正係数

③ 液状化発生に対する安全率  $F_L$  の算定※<sup>7</sup>

$$F_L = \frac{\tau_L / \sigma_z'}{\tau_d / \sigma_z'} = \frac{\tau_L}{\tau_d}$$

〔記号〕

$F_L$  : 安全率

$\tau_L / \sigma_z'$  : 液状化抵抗比  $R$

$\tau_d / \sigma_z'$  : 等価な繰返しせん断応力比

$F_L$  値が 1 より大きくなる土層については液状化発生の可能性はないものと判定し、逆に 1 以下となる場合はその可能性があり、値が小さくなるほど液状化発生危険度が高く、また  $F_L$  値が 1 以下となる土層が厚くなるほど危険度が高くなるものと判断する。

(3) 液状化可能性評価における  $D_{cy}$  と  $PL$  による判定

液状化発生に対する安全率  $F_L$  値が 1 以下となり、液状化の可能性が高いと判断された地盤においては、これを基に算定される非液状化層厚 ( $H_1$ )、液状化程度を示す指標である地表変位量 ( $D_{cy}$  値)、液状化による構造物への被害程度を予測する指標として提案されている液状化指数 ( $PL$  値) から、「宅地の液状化被害の可能性判定に係る技術指針」(国土交通省：宅地の液状化対策の推進に関する研究会) による判定図を使用して液状化被害の可能性を判定する。

1) 地表変位量 ( $D_{cy}$  値) の算定※<sup>8</sup>

補正  $N$  値  $N_a$ 、応力比  $\tau_d / \sigma_z'$  より図 5.8 を用い 繰返しせん断ひずみ  $\gamma_{cy}(\%)$  を求め、下式により地表変位量を求める。

$$\text{地表変位量 } D_{cy} = \sum \left( \frac{\gamma_{cyi} H_i}{100} \right)$$

〔記号〕

$\gamma_{cyi}$  :  $i$  層の繰返しせん断ひずみ (%)

$H_i$  :  $i$  層の層厚 (m)

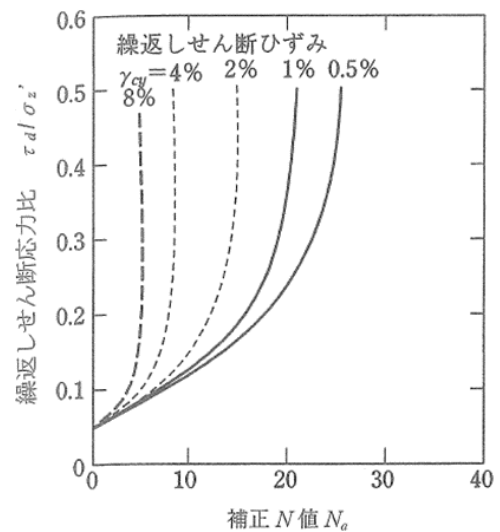


図 5.8 補正  $N$  値と繰返しせん断ひずみの関係

※<sup>7</sup>「建築基礎構造設計指針」(一社)日本建築学会, 2019. 11, p50

※<sup>8</sup>「建築基礎構造設計指針」(一社)日本建築学会, 2019. 11, p54

2) 液状化危険度（ $PL$  値）の算定※<sup>9</sup>

$$PL = \int_0^{20} (1 - F_L)(10 - 0.5x)dx$$

（ $F_L \geq 1.0$  の場合は  $F_L = 1.0$  とする）

〔記号〕

$F_L$  : 液状化に対する安全率

$x$  : 深度（m）

$d x$  : ある深度の  $F_L$  が分布すると想定される土層厚（m）

地表変位量（ $D_{cy}$ ）は液状化程度の指標として、 $D_{cy}$  と液状化の程度を表 5.13 に示し、液状化指数（ $PL$ ）は液状化による構造物への被害の程度を予測する指標として、 $PL$  による液状化程度の評価を表 5.14 に示した。

また、表 5.15 に非液状化層厚（ $H_L$ ）及び「宅地の液状化被害の可能性判定に係る技術指針」（国土交通省：宅地の液状化対策の推進に関する研究会）による判定図を表 5.16 に示す。

表 5.13 地表変位量  $D_{cy}$  値と液状化程度の関係※<sup>10</sup>

$D_{cy}$	液状化の程度
0	なし
5 以下	軽微
5 を超え 10 以下	小
10 を超え 20 以下	中
20 を超え 40 以下	大
40 を超える	甚大

表 5.14  $PL$  値と液状化危険度※<sup>10</sup>

$PL$	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

※<sup>9</sup>「建築基礎構造設計のための地盤評価 Q&A」（一社）日本建築学会, H27. 11. p59

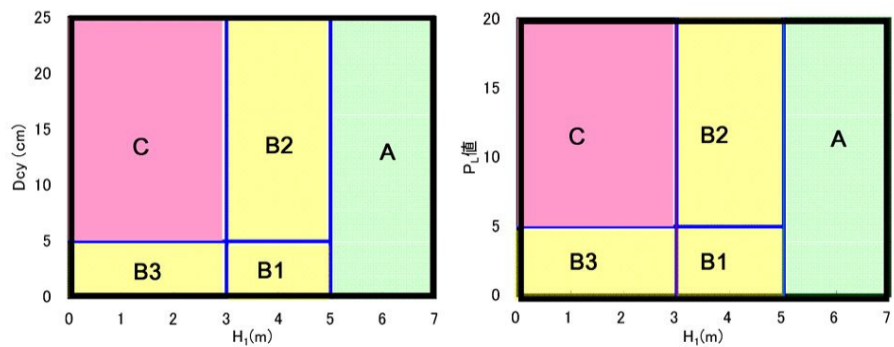
表 5.15 非液状化層厚（ $H_1$ ）※<sup>10</sup>

地下水位 より浅い層	地下水位より深い層			
	液状化の安全率 ( $FL$ 値)が 1.0 より 大きい層	$M$ 値が 2 より 大きい粘性土層 (埋立土・盛土)	細粒分含有率 35%を超える層 (沖積層・埋立土・盛土)	
			粘土分含有率が 1 0%以上の層	塑性指数 15 以上の層
○	○	○	○	○

(非液状化層厚は、地盤面から上記表に示す条件を満足する連続した層厚である)

表 5.16 判定図の数値表 ※<sup>11</sup>

判定結果	$H_1$ の範囲	$D_{cy}$ の範囲	$PL$ 値の範囲	液状化被害の可能性
C	3m以下	5cm以上	5以上	顕著な被害の可能性が高い
B3		5cm未満	5未満	顕著な被害の可能性が比較的低い
B2	3mを超え、5m以下	5cm以上	5以上	
B1		5cm未満	5未満	
A	5mを超える	-	-	顕著な被害の可能性が低い



(A)  $H_1 \sim D_{cy}$  判定図 (B)  $H_1 \sim PL$  判定図  
図. IV. 1  $H_1$  値、 $D_{cy}$  値、 $PL$  値による判定図

※<sup>10</sup> 「宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針・同解説(案)」平成 24 年度宅地の液状化対策の推進に関する研究会, 2013, p 18



#### (4) 検討結果

以下に、「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会：2019）及び「宅地液状化被害可能性判定に係る技術指針」（国土交通省：宅地の液状化対策の推進に関する研究会）に基づいた、液状化検討の結果を示す。

なお、液状化危険度予測は地震時の荷重を想定して予測を行うため、表 5.17 の 2 つの限界状態（終局限界、損傷限界）に対して検討を行った。

表 5.17 限界状態と想定する荷重※<sup>11</sup>

限界状態	想定する荷重(最低レベル)	荷重のレベル
終局限界状態	最大級の荷重	レベル 2 荷重
損傷限界状態	1 回～数回遭遇する荷重	レベル 1 荷重
使用限界状態	日常的に作用する荷重	常時荷重

レベル 1 荷重検討用の水平加速度値  $2.0\text{m/s}^2$  を用いた場合の液状化安全率  $F_L$  値の結果は、全ての層において  $F_L$  値が 1 以上を示し「液状化の可能性はない」と判定された。

また、レベル 2 荷重検討用の水平加速度値  $3.5\text{m/s}^2$  を用いた場合では、液状化安全率  $F_L$  値が、深度 5.0～6.1m の“砂質土層 (As)”において  $F_L$  値が 1 以下を示し、「液状化の可能性はある」と判定された。

「液状化の可能性はある」と判定された、深度 5.0～6.10m の“砂質土層 (As)”における、液状化指標値（ $PL$  値）及び地表変位量（ $D_{cy}$  値）より液状化被害の可能性判定した結果、『顕著な被害の可能性が低い』結果となった。

地盤の液状化検討結果として表 5.18 に示す。

表 5.18 液状化検討結果

調査位置	水平加速度	対象深度	地層区分	$F_L$	液状化の危険度 $PL$	液状化の程度 $D_{cy}$
No. 1	$3.5\text{m/s}^2$	5m	砂質土 (As)	0.755	$PL=1.779$ 低い	$D_{cy}=1.1\text{cm}$ 軽微

※<sup>11</sup>「建築基礎構造設計のための地盤評価 Q&A」（一社）日本建築学会，H27.11. p176. に一部追記

(No. 1 号孔)

表 5.19 液状化検討条件及び算出結果

適用式	建築基礎構造設計指針式 (2019)	
調査件名	花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務	
調査住所	北海道旭川市花咲町4丁目	
調査位置	北緯:43度47分33.7300秒 東経:142度22分27.2300秒	
ボーリング名	R7 No. 1	
孔口標高	T.P. +114.11	
地下水位	GL-4.00(m)	
液状化指数PL(加速度)	レベル1 荷重	0.000 (2.000m/s <sup>2</sup> )
	レベル2 荷重	1.779 (3.500m/s <sup>2</sup> )
非液状化層厚H1	レベル1 荷重	20.0 m
	レベル2 荷重	5.0 m
低減係数	0.015	
計算対象範囲	地下水位以深で、FC≤35% FC>35%かつ (粘土分含有率≤10%またはIP≤15)	
最大水平変位D <sub>cy</sub>	レベル1 荷重	0.0 cm
	レベル2 荷重	1.1 cm
宅地の液状化被害判定	レベル1 荷重	H1-Dcy法：Aランク、H1-PL法：Aランク
	レベル2 荷重	H1-Dcy法：B1ランク、H1-PL法：B1ランク
マグニチュード	7.5	

表 5.20 F<sub>L</sub> 値算出結果

孔番号	判定深度 (m)	記号	N 値	レベル1 荷重			レベル1 荷重		
				地表面水平加速度 2.0m/s <sup>2</sup>			地表面水平加速度 3.5m/s <sup>2</sup>		
				液状化抵抗比 R	地震時せん断 応力比 L	液状化安全率 F <sub>L</sub>	液状化抵抗比 R	地震時せん断 応力比 L	液状化安全率 F <sub>L</sub>
R7 No. 1	1.300	A g	24						
	2.275	A g	60						
	3.300	A g	12						
	4.300	A c	15	0.610	0.129	4.733	0.610	0.226	2.704
	5.300	A s	13	0.187	0.141	1.321	0.187	0.247	0.755
	6.275	D g1	60	1.036	0.150	6.884	1.036	0.263	3.934
	7.275	D g1	60	1.036	0.157	6.607	1.036	0.274	3.775
	8.300	D g1	39	1.036	0.161	6.421	1.036	0.282	3.669
	9.300	D g1	42	1.036	0.164	6.303	1.036	0.288	3.601
	10.275	D g1	60	1.036	0.166	6.230	1.036	0.291	3.560
	11.300	D g1	52	0.816	0.167	4.874	0.816	0.293	2.785
	12.300	D g1	46	0.406	0.168	2.420	0.406	0.294	1.383
	13.290	D g1	60	1.036	0.168	6.176	1.036	0.293	3.529
	14.300	D g1	60	1.036	0.167	6.197	1.036	0.292	3.541
	15.300	D g1	51	0.425	0.166	2.560	0.425	0.291	1.463
	16.300	D s	35	0.539	0.165	3.266	0.539	0.289	1.866
	17.300	D g2	57						
	18.300	D v	60						
	19.235	D c	60						
	20.280	D c	60						

：非液状化層

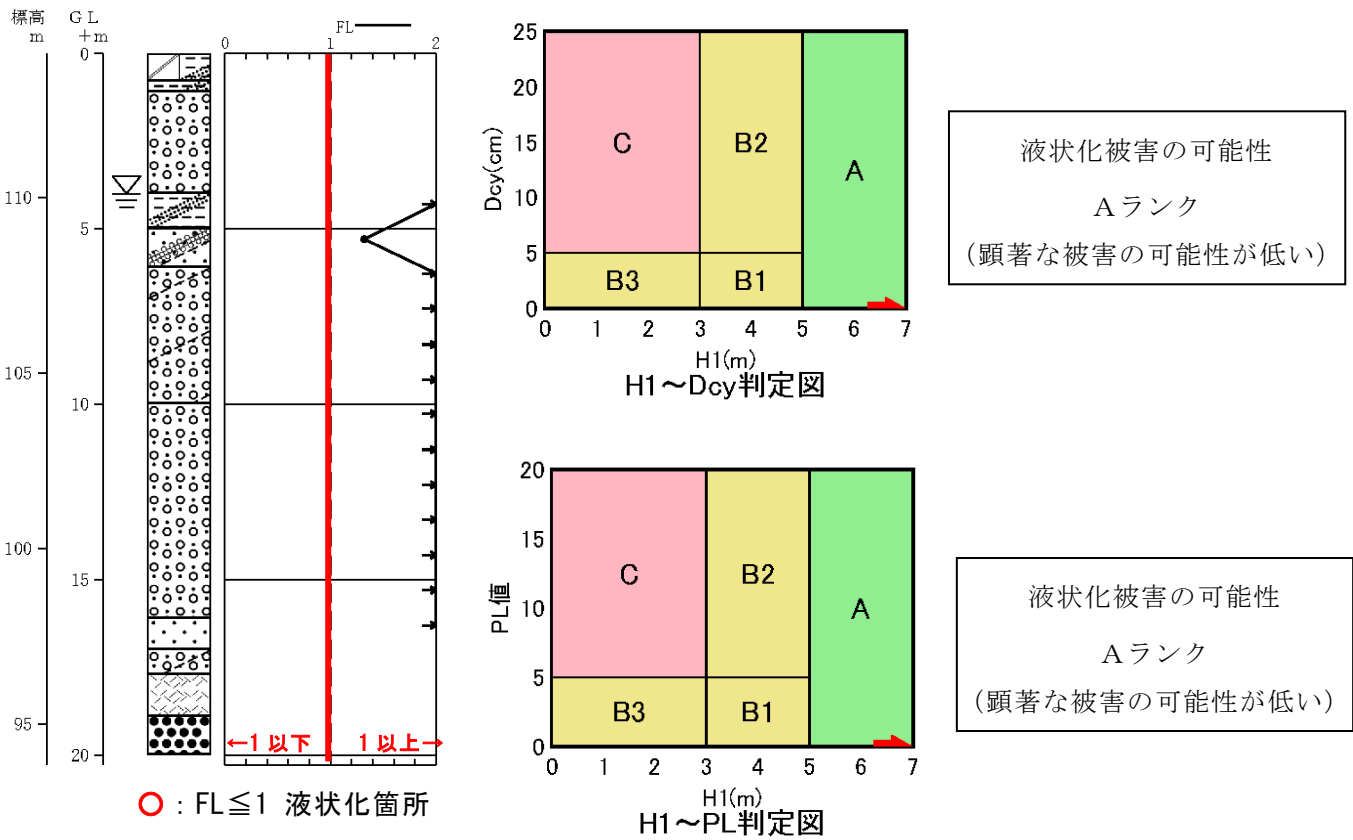


図 5.9 液状化判定図 (レベル1 荷重 2.0m/s<sup>2</sup> の場合)

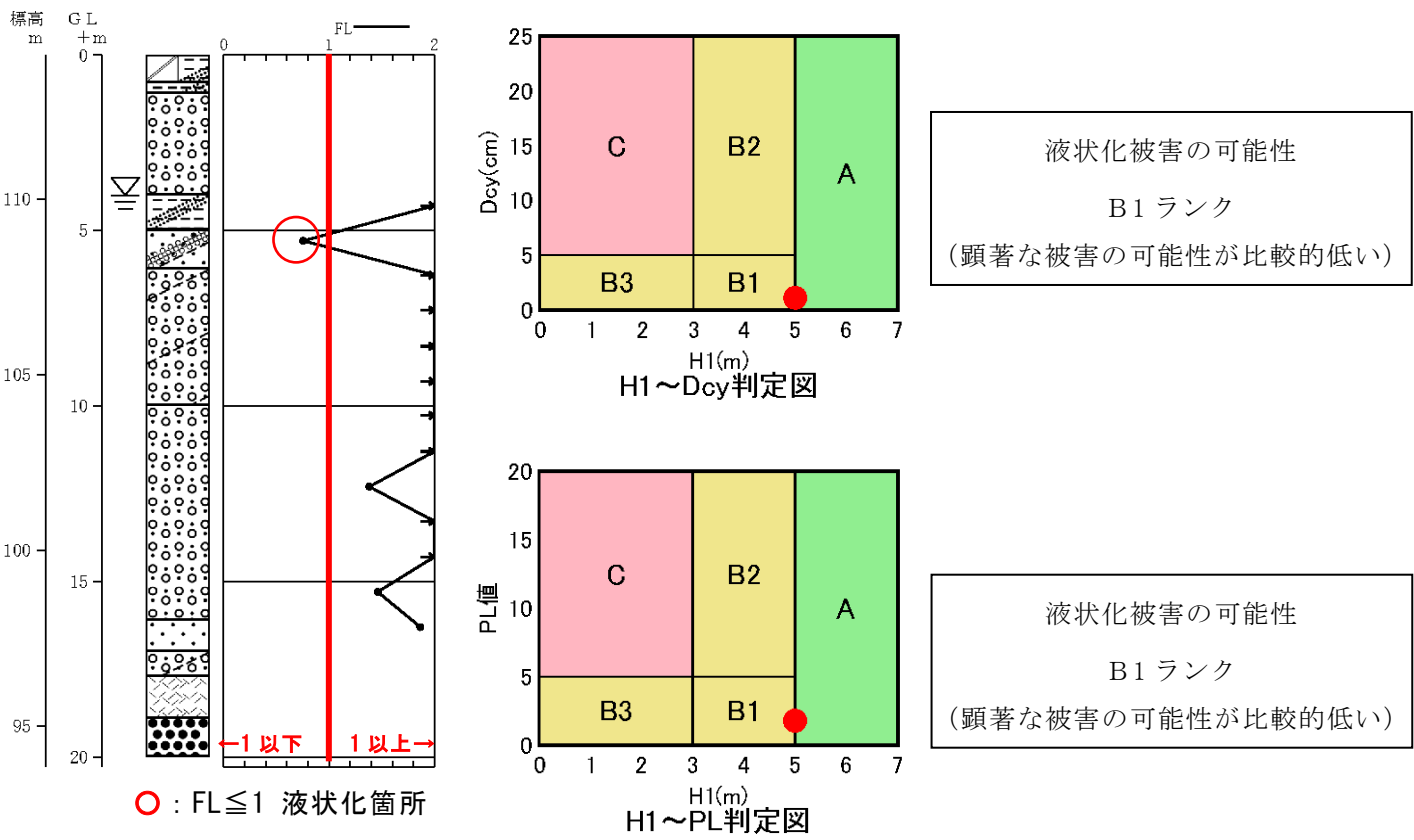


図 5.10 液状化判定図 (レベル2 荷重 3.5m/s<sup>2</sup> の場合)

#### 5.4 支持層と基礎形式について

調査地の地質構成と各地層の地盤工学的性質から、支持層の選定と建築物の基礎形式について「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会）に基づき提案する。

想定される施設については、旭川市で作成された資料<sup>※14</sup>を参照して検討した。

表 5.21 花咲スポーツ公園内新アリーナの必要機能・規模

室 名			面 積	備 考
メイン アリーナ	競技 エリア	競技場	2,200㎡	有効 57m×35m以上 バスケット2面，バレー2面，卓球20面， バドミントン12面
		観覧席	2,800㎡	約5,000席，ランニングコースを含む
		その他	1,200㎡	選手更衣室，器具庫，搬入スペース， 移動観覧席収納
	ラウンジ等		700㎡	個室付き観覧席，ラウンジ，パントリー トイレ，バリアフリートイレ，授乳室
サブ アリーナ	サブアリーナ		900㎡	バスケット1面，バレー1面，卓球5面， バドミントン4面，
	観覧席（固定）			約50席
	器具庫			
多目的運動室			390㎡	卓球2面，倉庫
キッズルーム			100㎡	
トレーニングルーム			350㎡	
管理諸室			1,400㎡	事務室，医務室，審判用更衣室，ドー ピングコントロール室，大会運営本部 室，放送室，給湯室，多目的室，会議 室（審判控室，メディア対応エリア 等），警備室，防災備蓄倉庫，電気 室・発電機室・機械室
共用部			4,000㎡	エントランスホール，ロビー，ショッ プ，飲食関連施設，更衣室，多目的更 衣室，トイレ，バリアフリートイレ， 授乳室，その他共用部
			約14,000㎡	

※ 天井高は、日本バレーボール協会の公認の高さ(12.5m以上)を確保する高さ。

(※<sup>13</sup>資料内、p31 に記載)

※<sup>14</sup>「花咲スポーツ公園新アリーナ等基本計画」旭川市作成，2025. 3，p23.

#### 5.4.1 支持層の選定

「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会）における支持層の目安は、砂質土、礫質土では $N$ 値 50（または 60）以上、粘性土では 20～30 以上とすることが多いと記載があるが、計画されている建築物が中低層建築物程度と想定されることから、表 5.22 より当該地の支持層の目安は、砂質（礫質）地盤で $N$ 値 30 以上、粘性土地盤で 20 以上として支持層を選定することとした。

表 5.22 杭基礎の選定表（原則として深さ 5m 以内に支持地盤がない場合）

構 造 規 模		低 層 RC 造：2 階以下 S 造：3 階以下		中 低 層 RC 造：3～6 階 S 造：4～6 階		中 高 層 各種構造 7～9 階	低層～中低層～中高層 地下室有
必要 な $N$ 値 の 目 安	杭の種類	支持杭	摩擦杭	支持杭	摩擦杭	支持杭	支持杭
	砂質地盤	$N \geq 20$	液状化のおそれのあるものを除く	$N \geq 30$	液状化のおそれのあるものを除く	$N \geq 50$	$N \geq 20 \sim 30 \sim 50$
	粘土質地盤	$N \geq 15$	地盤沈下のおそれのあるものを除く	$N \geq 20$	地盤沈下のおそれのあるものを除く	$N \geq 30$	$N \geq 15 \sim 20 \sim 30$
必要な支持地盤の深さ		5～10 m	10 m 以上	5～20 m	20 m 以上	7～30 m	10～30 m
必要な支持層の厚さ		2～3 m 以上		3 m 以上		3 m 以上 5～10 m が望ましい	3～5 m 以上 5～10 m が望ましい
杭と杭 の種別	既製杭	$\phi$ 300～450 mm		$\phi$ 300～600 mm		$\phi$ 450～600 mm	$\phi$ 450～600 mm
	場所打ちコンクリート杭	———		$\phi$ 800～1000 mm		$\phi$ 1000～2000 mm	$\phi$ 1000～2000 mm
選択する基礎の種類		独立基礎	布基礎 独立基礎	独立基礎	布基礎 独立基礎	独立基礎	独立基礎＋耐圧板

出典：上野嘉久「改訂版 実務から見た基礎構造設計」学芸出版社, 2006, p53.

当該地は、第四紀の沖積層及び洪積層が分布する地域であり、ボーリング結果より、植樹帯を含めた盛土以深で確認された、沖積層の礫質土層 (Ag)、粘性土層 (Ac)、砂質土層 (As) は $N$ 値が低いことから、支持層としては不適當と判断した。

当該地で確認された良質な支持地盤は、平均 $N$ 値で 30 以上を示すほか、それ以深の層についても深度方向に連続で $N$ 値 30 以上を確認していること、また、液状化判定の結果においても、“液状化しない”と判定されていることから、洪積層の『礫質土層 1 (Dg1)』を良質な支持層として判断した。

前述の地層分布状況及び各地層の設計 $N$ 値等を考慮したうえで、想定される計画建築物の支持層及びその出現深度を、過年度調査結果(H20 A-2)<sup>※15</sup>も含め表 5.23 に示し、図 5.11 の断面図に支持層ラインを示した。

表 5.23 支持地盤

建築物	孔番号	支持地盤	$N$ 値 (設計 $N$ 値)	支持層確認深度	
				GL-(m)	標高(m)
中低層建築物	No. 1号孔	礫質土層 1 (D <sub>g1</sub> )	39~60 (53)	6.10	108.01
	H20 A-2 (既往)	礫質土層 1 (D <sub>g1</sub> )	34~56 (44)	6.10	108.35

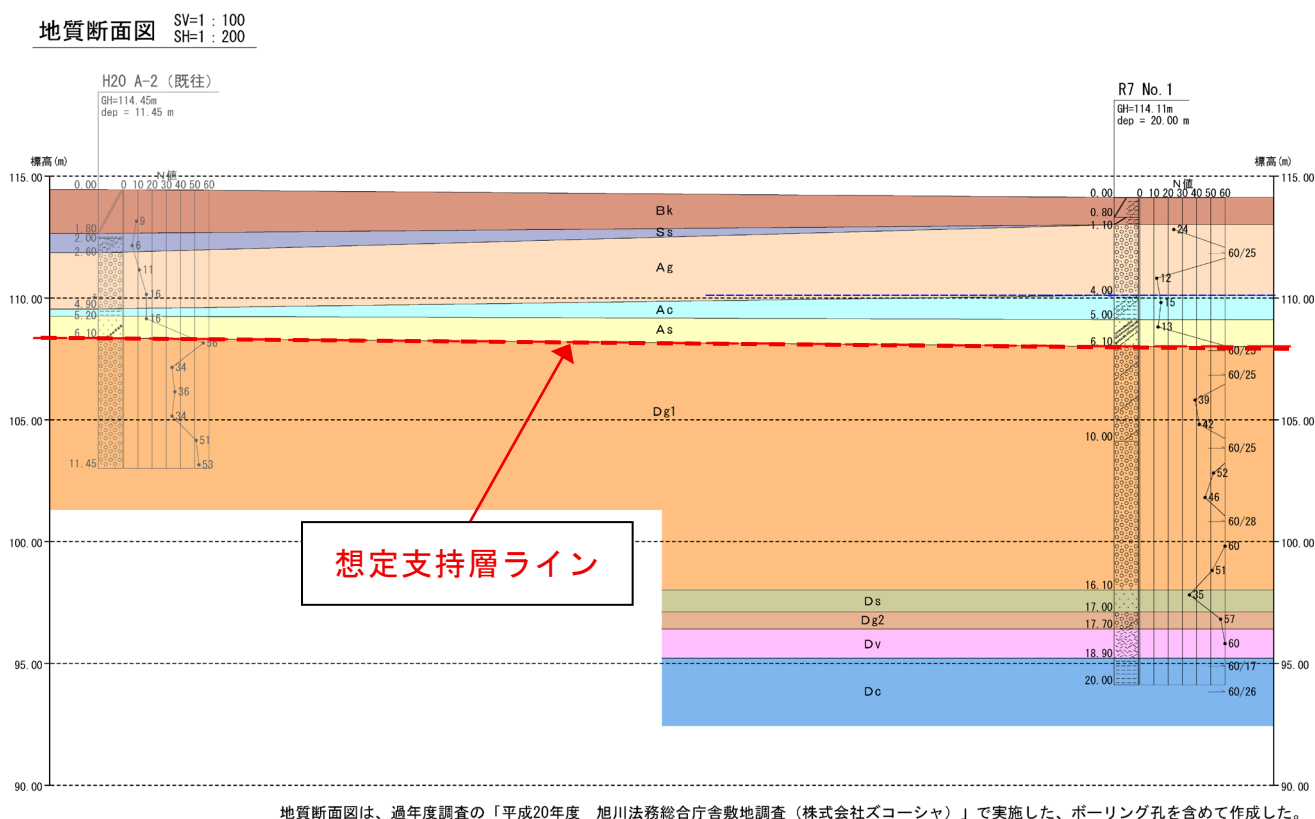


図 5.11 支持層ライン（縮尺任意）

※<sup>15</sup>「平成 20 年度 旭川法務総合庁舎敷地調査（株式会社ズコーシャ）」

## 5.4.2 基礎形式の選定

基礎構造はその支持形式により、直接基礎、杭基礎、パイルド・ラフト基礎、異種基礎に分類され、直接基礎では基礎スラブの形式、杭基礎では杭の設置工法と支持形式等により更に細かく分類される。

これらの基礎を支持する地盤に注目すると、地表付近に硬い支持地盤が出現する場合から、軟弱な沖積層が厚く堆積して、建物を支持可能な地層の出現深度が 50m を超える場合等もあり、それに至る中間部に層厚の薄い支持層が存在することもある。

建築基礎構造設計指針より抜粋した、「支持地盤の深さに合わせた基礎形式の例」を図 5.12 に、表 5.24 として基礎形式ごとの主な検討事項を示した。

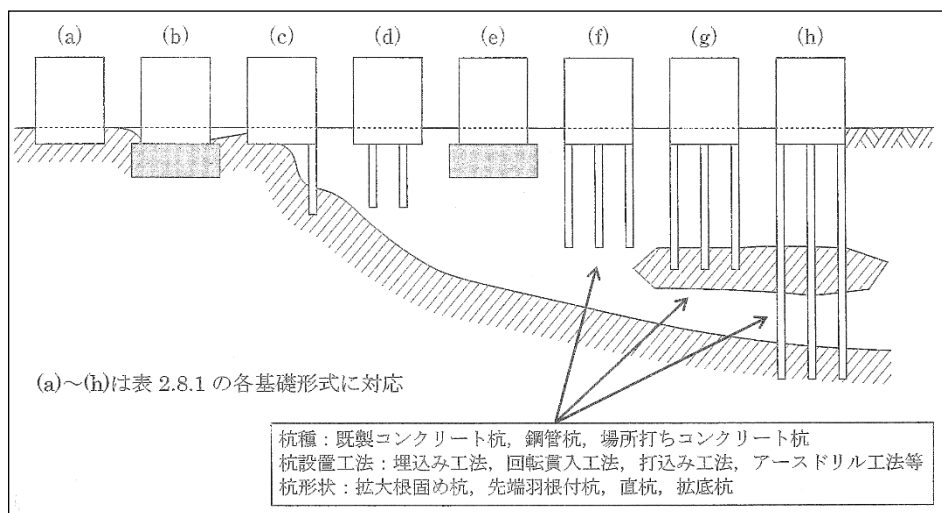


図 5.12 支持地盤の深度と適用可能な基礎形式※16

表 5.24 基礎形式ごとの主な検討事項※15

基礎形式	基礎部材	検討事項
(a) 直接基礎	基礎スラブ（べた基礎）、フーチング（連続基礎、独立基礎）、基礎梁	地盤の鉛直支持力、滑動抵抗力、即時沈下、圧密沈下、液状化、凍結深度、地下水位
(b)、(e) 直接基礎＋地盤改良（ラップルコンクリート地業を含む）	同上	改良地盤の鉛直（水平）支持力、改良地盤の滑動抵抗力、支持地盤の鉛直支持力、即時沈下、圧密沈下、液状化、凍結深度、地下水平
(c) 異種基礎	基礎スラブ（べた基礎）、フーチング（連続基礎、独立基礎）、基礎梁、杭基礎（摩擦杭、薄層支持杭、支持杭）	直接基礎、杭基礎の検討事項、境界部応力、基礎のねじれ
(d) パイルド・ラフト基礎	基礎スラブ、基礎梁、杭体	直接基礎、杭基礎の検討事項、杭とラフトの（鉛直・水平）荷重分担
(f) 杭基礎（摩擦杭）	パイルキャップ、杭頭接合部、基礎梁、杭体、杭体継手部	杭の鉛直支持力、引抜き抵抗力、水平抵抗力、負の摩擦力、即時沈下、圧密沈下、液状化、杭体（軸力、曲げ、せん断）応力、杭頭接合部応力、杭体継手部応力
(g) 杭基礎（薄層支持杭）		
(h) 杭基礎（支持杭）		

※16 「建築基礎構造設計指針」（一社）日本建築学会，2019. 11，p35.



基礎形式については、表 5.23 示したように支持層の分布深度が地表面下 6m 程度と深いため、計画建築物の基礎形式としては「杭基礎」が提案される。ただし、計画基礎底面が不明なことから、今後計画される基礎底面の深度によっては「直接基礎」や「直接基礎＋地盤改良工法」の検討も考慮されたい。

また、杭基礎の場合の施工方法については、周辺が市街地であることから周辺環境に配慮して埋込み杭工法が妥当であると考ええる。

参考として、表 5.25 に「建築構造設計基準および同解説」より抜粋した杭工法の基礎形式選定表を示した。

表 5.25 杭の種類及び杭工法の選定

杭の種類 及び 杭工法		既 製 杭					場所打ちコンクリート杭					備 考
		打ち込み工法		埋め込み工法			アース ドリル 工法	オールケーシング工法		リバース 工法	深礎工法	
		PHC杭	鋼管杭	プレボーリング 工法	中掘工法	回転工法		揺動式	全 周 回転式			
選定項目		300～800	400～600	300～1000	450～800	300～600	800～3000	800～2000	800～3000	800～4000	1200～4000	
施工杭径		300～800	400～600	300～1000	450～800	300～600	800～3000	800～2000	800～3000	800～4000	1200～4000	
荷重規模 1)	2000kN以下	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1) 杭 1 本当たりの軸力を示す。
	2000～5000kN	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	5000～12000kN	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	
	12000kN以上	△	○	△	○	×	○	○	○	○	○	
支持層の深さ	5m以下	○	○	△	△	△	△	△	△	×	○	
	5～10m	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	
	10～20m	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	20～30m	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	
	30～40m	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	
	40～50m	○	○	○	○	×	○	△	○	○	×	
	50～60m	○	○	○	○	×	○	×	△	○	×	
	60～70m	○	○	○	○	×	△	×	△	○	×	
中間層の状態 (層厚4～5m)	粘土 N値<4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	・既製杭の中間層の打抜きについては試験杭で確認することが望ましい。 ・砂又は礫の場合、杭周固定液の逸水に注意すること。  1) 細砂層が地下水位下で 5 m以上つづくとき締めかためによりケーシングの引き抜きが困難な場合がある。 2) GL-10mまでにゆるい砂層があると施工が困難な場合がある。
	N値 4～10	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	N値10～20	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	
	砂質土 N値<15	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	N値15～30	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	N値>30	△	○	△	△	△	△	△	○	○	○	
	礫 5cm以下	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	礫・粗石 5～10cm	△	△	△	△	△	△	○	○	○	○	
	10～15cm	△	△	△	△	△	△	○	○	△	○	
礫・粗石・巨石 15cm以上	×	×	×	×	×	×	○	○	×	○		
支持層の状態	軟 岩	—	—	—	—	—	×	×	○	△	△	・岩盤、土丹の場合打込み杭は支持層中に貫入させることは前提にしない。 ・場所打ち杭は支持層に貫入可能かどうかを参考に示す。  1) 支持層の変化を事前に十分調査することが必要である。
	土 丹 N値<75	—	—	—	—	—	○	△	○	○	○	
	砂質土 N値30～50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	N値>50	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	礫 5cm以下	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	礫・粗石 5～10cm	△	△	○	○	△	△	○	○	○	○	
	10～15cm	△	△	△	△	×	×	○	○	△	○	
	礫・粗石・巨石 15cm以上	×	△	×	×	×	×	△	○	×	○	
	土 丹 傾斜30° 以下	△	○	△	○	△	△	△	○	△	○	
	傾斜30～45°	△	△	△	△	△	×	△	○	×	○	
地下水の状態	支持層の確認	○	○	△1)	△1)	△1)	○	○	○	○	○	
	先端の被圧水	○	○	○	△	○	○	○	○	○	×	
	伏流水	○	○	△	△	△	△1)	△1)	△1)	△1)	×	
	逸 水 ①	○	○	×	○	○	△	○	○	×	○	
その他	②	○	○	△	○	○	△	○	○	×	○	1) 流速 3 m/分以上の場合はコンクリートの打設が難しいので避ける。
	有害ガス	○	○	○	○	○	○	△	△	○	×	
	騒音振動	×	×	○	○	○	○	△	△	○	○	
	作業スペース	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	

(注) 中掘工法：最終打撃又は圧入による工法を対象とする。

・凡例 ○：一般的に使用される場合 △：使用するには慎重な検討が必要となる場合 ×：ほとんど使用されない場合

(社) 公共建築学会：建築構造設計基準及び同解説, H16

## 5.5 地盤の許容支持力度の検討

### (1) 杭1本当たりの許容支持力度

ここでは、調査地点における杭基礎の概略的な支持力について検討を行った。杭基礎の支持地盤は、前述のとおり第四紀更新世の堆積物である“礫質土層1(Dg1)”とした。

なお、施工方法は、騒音・振動等を考慮して埋込み杭の採用を想定した。

表 5.26 試算条件

建築物	孔番号	床掘深さ	杭先端深度	杭長	地質構成	杭径	施工方法
中低層建築物	No.1号孔	2.5m	6.5m	4.0m	礫質土層1 (Dg1)	φ300mm φ450mm φ600mm	埋込杭工法 (プレボーリング工法)

杭の支持力は「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会）に基づく次式により算出する。

参考までに、杭の許容支持力(杭1本当たり)について、床掘深度をGL-2.5mと仮定し、プレボーリング工法の一つであるセメントミルク工法で計算した。

## セメントミルク工法の許容鉛直支持力(1113号式)

### (1) 長期許容鉛直支持力 (Ra)

$$Ra = 1/3 \times (\alpha \bar{N}Ap + Rf)$$

Ra：長期許容鉛直支持力 (kN/本)

$\alpha \bar{N}Ap$ ：杭先端支持力 (kN/本)

$\alpha$ ：定数  $\alpha = 200$

$\bar{N}$ ：杭先端より下方1D、上方4D間の平均N値

ただしDは杭径とする ( $\bar{N} \leq 60$ )

Ap：杭断面積 (m<sup>2</sup>)

Rf：杭周面摩擦力

$$Rf = Rfs + Rfc$$

$$Rfs = \sum (10/3 \bar{N}s Ls) \psi$$

$\bar{N}s$ ：杭の周面摩擦抵抗を考慮できる地盤中、砂質土部分の平均N値

( $\bar{N}s \leq 30$ )

Ls：砂質土部分の杭の周面摩擦抵抗を考慮できる杭の長さ (m)

$$Rfc = \sum (1/2 \bar{q}u Lc) \psi$$

$\bar{q}u$ ：一軸圧縮強度

( $\bar{q}u \leq 200$ )

Lc：粘性土部分の杭の周面摩擦抵抗を考慮できる杭の長さ (m)

$\psi$ ：杭の周長

### (2) 短期許容鉛直支持力 (Ra')

$$Ra' = 2 \times Ra$$

# 土質柱状図及び杭位置 (柱状図No. 001)

工事件名：花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務

工事場所：北海道旭川市花咲4丁目

調査位置：現地

工 法：1113号式(セメントミルク工法)

杭 長：4m

杭 天 端：BorGL-2.500m (BorGL = KBM+0.000m)

孔内水位：BorGL-4.000m

杭 内 訳：φ300(4m)

備 考：

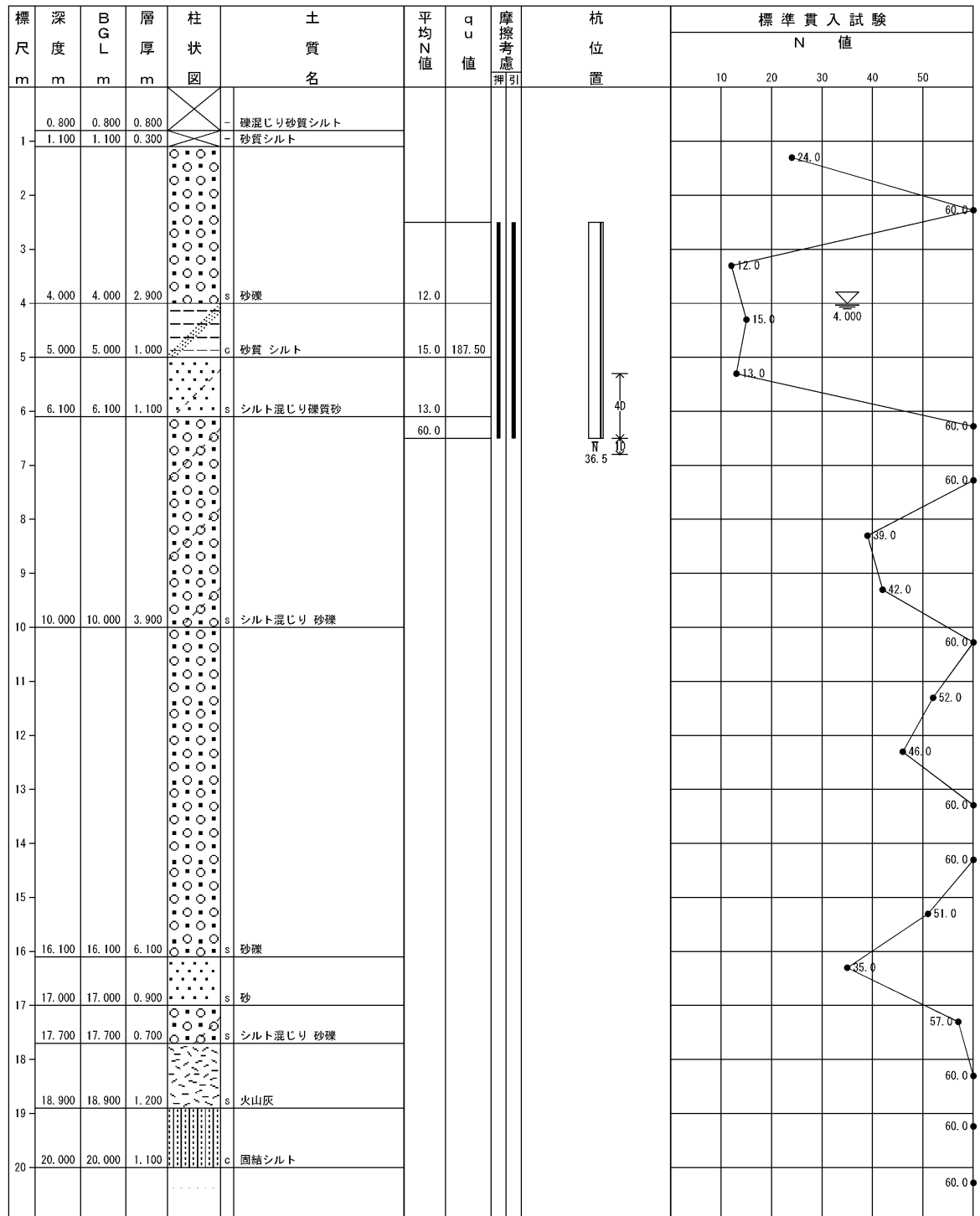


図 5.13 No.1 号孔箇所の模式図 (杭径φ300mm の場合)

前式で求めた各杭径での長期許容支持力  $R_a$  は、表 5.27 に示すとおりである。

表 5.27 杭の支持力計算結果一覧表

建築物	孔番号	床掘深さ	杭先端深度	杭長 (m)	杭径	$R_a$ (kN/本)
中低層 建築物	No. 1号孔	2.5m	6.5m	4m	φ 300mm	247.5
					φ 450mm	500.6
					φ 600mm	703.8

(支持力の算出過程は、巻末支持力計算書を参照)

なお、現時点では計画される建築物の荷重などが未確定であること、上記の計算結果は仮定条件の基に行った試算結果であること等から、計画建築物の詳細な形状・規模等が決定した後には改めて支持地盤、基礎形式及び支持力に対する検討・照査を実施されたい。

## (2) 直接基礎の許容支持力度

ここでは、計画地において諸条件より直接基礎が可能な場合、参考までに調査地点における直接基礎の概略的な支持力について検討を行った。直接基礎の支持地盤は、建築物を表 5.28 による「中低層程度」と仮定し、条件に該当する第四紀完新世の堆積物である“礫質土層(Ag)”として参考までに算出した。

表 5.28 直接基礎の選定表

構 造 規 模		低 層 RC 造：2 階以下 S 造：3 階以下	中 低 層 RC 造：3～6 階 S 造：4～6 階	中 高 層 各種構造 7～9 階	低層～中低層～中高層 地下室有	備 考
必要な耐力		50 kN/m <sup>2</sup> 以上	100 kN/m <sup>2</sup> 以上	200～300 kN/m <sup>2</sup> 以上	100～200～300 kN/m <sup>2</sup> 以上	地耐力 $f_e > 200$ kN/m <sup>2</sup> の場合は、原則として平板載荷試験を行う。
地質例		砂質地盤 50 kN/m <sup>2</sup> ローム層 50 kN/m <sup>2</sup>	堅い粘土質地盤 100 kN/m <sup>2</sup> 堅いローム層 100 kN/m <sup>2</sup>	密実な砂質地盤 200 kN/m <sup>2</sup> 密実な礫層 300 kN/m <sup>2</sup> 固結した砂 500 kN/m <sup>2</sup> 岩盤 1000 kN/m <sup>2</sup>		
必要な $N$ 値の目安	$D_f$ 効果	有	無	有	無	建物の密集した市街地においては、 $D_f$ 効果は無の値を採用することが望ましい。
	砂質地盤	$N \geq 5$	$N \geq 15$	$N \geq 10$	$N \geq 20$	
	粘土質地盤	$N \geq 5$	$N \geq 10$	$N \geq 8$	$N \geq 10$	
必要な支持地盤の深さ		1.0～1.5 m (3 m)	1.0～1.8 m (4 m)	1.5～2.5 m (5 m)		( ) は地盤改良または栗コンの場合。
必要な支持層の厚さ		2～3 m 以上	3 m 以上	3 m 以上 5～10 m が望ましい	3～5 m 以上 5～10 m が望ましい	
選定する基礎の種類		独立基礎 布基礎	独立基礎 布基礎	独立基礎 布基礎、べた基礎 独立基礎+耐圧板	べた基礎 独立基礎+耐圧板	

$D_f$  効果：土の押さえ効果であり、建築物が密集している市街地においては、隣地が根切りされると  $D_f$  効果がなくなる恐れがある。当該地においては「有」を選択して  $N$  値の目安とした。

出典：上野嘉久「改訂版 実務から見た基礎構造設計」学芸出版社, 2006, p51.

直接基礎の支持力は「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会）に基づく次式により算出する。

## 支持力式による方法

$$q_u = \frac{1}{3}(i_c \alpha c N_c + i_\gamma \beta \gamma_1 B \eta N_\gamma + i_q \gamma_2 D_f N_q)$$

ここに、 $q_u$  (kN/m<sup>2</sup>) : 極限鉛直支持力度

$i_c, i_\gamma, i_q$  : 荷重の傾斜による補正係数

$$i_c = i_q = (1 - \theta / 90) ^ 2 \quad i_\gamma = (1 - \theta / \phi) ^ 2 \quad i_c = i_\gamma = i_q = 1 \quad \text{式①}$$

$\alpha, \beta$  : 基礎の形状係数 (表 5. 29 参照)

$c$  (kN/m<sup>2</sup>) : 支持地盤の粘着力

$N_c, N_\gamma, N_q$  : 支持力係数

$$N_q = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \exp (\pi \tan \phi) \quad \text{式②}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi \quad \text{式③}$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan (1.4 \phi) \quad \text{式④}$$

$\gamma_1$  (kN/m<sup>3</sup>) : 支持地盤の単位体積重量

$B$  (m) : 基礎幅 (長方形基礎の短辺長さ、荷重の偏心返信がある場合には有効基礎幅  $B_e$  を用いる)

$\eta$  : 基礎の寸法効果による補正係数

$$\eta = (B / B_0) ^ {-1/3} \quad B / B_0 \text{ の単位は m、} B_0 \text{ は 1 m} \quad \text{式⑤}$$

$\gamma_2$  (kN/m<sup>3</sup>) : 根入れ部分の土の平均単位積重量 (地下水位以下の部分は水中単位体積重量を用いて  $\gamma_1, \gamma_2$  を算出する)

$D_f$  (m) : 根入れ深さ

表 5. 29 形状係数

基礎底面の形状	連続	正方形	長方形	円形
$\alpha$	1. 0	1. 2	1. 0+0. 2 (B/L)	1. 2
$\beta$	0. 5	0. 3	0. 5-0. 2 (B/L)	0. 3



表 5.30 試算条件

地盤種別	砂質土地盤	砂質土層 (Ag)
$N$	21	Ag層の設計 $N$ 値を採用
$\phi$	38	$\phi d = \sqrt{(20N_1)} + 20$
$N_c$	48.2	前掲 式③
$N_q$	35.4	前掲 式②
$N_\gamma$	40.6	前掲 式④
$B$	120m	表 5.21から引用した仮定値 (総面積 14,000m <sup>2</sup> =120m×120m)
$L$	120m	
$\alpha$	1.2	表 5.29の正方形を採用
$\beta$	0.3	表 5.29の正方形を採用
$c$	0	
$D_f$	2.0m	仮定値
地下水位	GL-4.0m	
$\gamma_1$	18	Ag層の設計単位体積重量
$\gamma_2$	18.5	(Bk 1.10m×18kN/m <sup>3</sup> ) + (Ag 0.9m×19N/m <sup>3</sup> ) = 18.45≒18.5
$i_c, i_\gamma, i_q$	1	前掲 式①
$\eta$	0.20	前掲 式⑤

$$q_u = \frac{1}{3}(i_c \alpha c N_c + i_\gamma \beta \gamma_1 B \eta N_\gamma + i_q \gamma_2 D_f N_q)$$

$$q_u = 1/3 (1 \times 1.2 \times 0 \times 48.2 + 1 \times 0.3 \times 18 \times 120 \times 0.20 \times 40.6 + 1 \times 18.5 \times 2.0 \times 35.4)$$

$$q_u = 1/3 (0 + 5261.76 + 1309.8)$$

$$= 2191 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

以上の支持力式で求めた“礫質土層 (Ag)”の長期許容支持力  $q_a$  は、表 5.31 に示すとおりである。

表 5.31 直接基礎の支持力計算結果一覧表

建築物	孔番号	床掘深さ	基礎形状	$L q_a$ (kN/m <sup>2</sup> )
中低層建築物	No.1号孔	2.0m	正方形 (14000m <sup>2</sup> )	2191

なお、現時点では計画される建築物の荷重などが未確定であること、上記の計算結果は仮定条件の基に行った試算結果であること等から、計画建築物の詳細な形状・規模等が決定した後には改めて支持地盤、基礎形式及び支持力に対する検討・照査を実施されたい。

## 6 設計・施工上の留意点

ここでは、調査・試験結果及び検討結果を踏まえ、設計・施工上の留意点を述べる。

### (1) 混入礫径について

当該地で確認された礫質土層(Ag)では、ボーリング掘削で最大礫径  $\phi 80\text{mm}$  程度の礫が確認されている。また、棒状コアは採取出来てはいないが、玉石の分布が想定されことから、杭基礎となる場合には基礎設計における杭工法の選定時や、施工における杭打設時には、推定される礫径に対して十分考慮する必要があるだろう。

### (2) 地下水について

ボーリング掘削時に確認された孔内初期水位は、GL-4.0m(標高 110.11m)付近の礫質土層(Ag)と粘性土層(Ac)の境界で確認され、降雨等によって影響される自由地下水と考えられる。なお、掘削作業中において地下水の逸水は認められなかった。

### (3) 液状化について

液状化検討の結果より、レベル2荷重検討用の水平加速度値  $3.5\text{m/s}^2$  を用いた場合、深度 5.0~6.1m の“砂質土層(A<sub>s</sub>)”において液状化安全率  $F_L$  値が 1 以下を示し「液状化の可能性がある」と判定され、「宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針」によると、液状化被害の可能性は「顕著な被害の可能性が比較的低い」という結果となった。

以上のことから、建築物の基礎設計の際には、液状化の程度や地盤変位量を把握して適切に考慮する必要がある。

### (4) 支持地盤と基礎形式について

現時点では、計画建築物の規模・形状や基礎底面の深さ等が未確定であるため、それらに対応した良質な支持層の選定および基礎形式の検討が必要となる。本調査では、1 孔のボーリング調査結果と過年度調査の資料を基に支持層を選定しているが、実際の建築面積や敷地内における地層変化を踏まえ、適切なボーリング本数および配置の再検討が望まれる。また、必要に応じて支持力計算等を実施し、基礎設計に反映されたい。

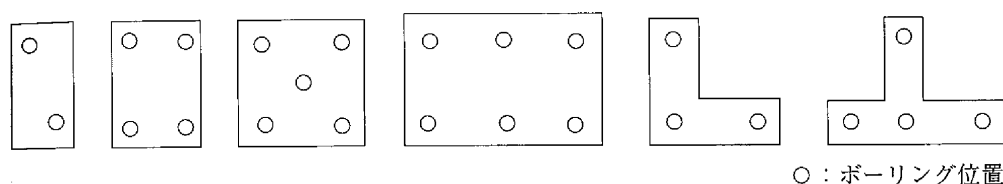


図 6.1 建物の形状とボーリング調査配置模式図

「建築基礎設計のための地盤調査計画指針」(一社)日本建築学会, 2009. 11, p24.

## 7 まとめ

### 7.1 調査地の地質構成

今回の調査結果より、最上位に盛土層(Bk)、それ以深には、第四紀完新世の堆積物である沖積層の礫質土層(Ag)、粘性土層(Ac)、砂質土層(As)の分布が確認され、それ以深には、洪積層の礫質土層 1, 2(Dg1, 2)、砂質土層(Ds)、火山灰質土層(Dv)、粘性土層(Dc)の分布が確認された。

各地層の層序、構成地質及び*N*値等について、今回の調査結果と併せて※過年度業務で実施したボーリング孔(H20 A-2)を含め整理し、表 7.1 に示した。

表 7.1 地質構成表

地質時代		地層名		地層記号	構成地質	N値
第四紀	現世	盛土層		Bk	礫混じり砂質シルト	—
	完新世	沖積層	※旧表土層	Ss	腐植土、火山灰質細砂	—
			礫質土層	Ag	砂礫	N=12～60<
			粘性土層	Ac	砂質シルト	N=15～60
			砂質土層	As	シルト混じり礫質砂	N=13
	更新世	洪積層	礫質土層1	Dg1	シルト混じり砂礫 砂礫	N=39～60<
			砂質土層	Ds	砂	N=35
			礫質土層2	Dg2	シルト混じり砂礫	N=57
			火山灰質土層	Dv	火山灰	N=60
			粘性土層	Dc	固結シルト	N=60<

※ 過年度業務で確認された土層

「平成20年度 旭川法務総合庁舎敷地調査（株式会社ズコーシャ）」

## 7.2 孔内水平載荷試験結果

試験結果は孔内水平載荷試験結果図表として巻末に添付したが、主要値を抜粋すると表 7.2 に示すとおりである。

表 7.2 孔内水平載荷試験結果

孔番号	深度 GL-(m)	地層記号	N値	静止土圧 $P_0$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏圧 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 K (kN/m <sup>2</sup> )	変形係数 E (kN/m <sup>2</sup> )
No. 1	3.00～3.60	Ag	12/30	125.56	348.63	71,902	4,720

## 7.3 各層の設計地盤定数

調査結果に基づき設定した設計地盤定数は表 7.3 に示したとおりである。

表 7.3 地盤定数

時 代		地 層 名		記 号	設計 <i>N</i> 値	単位体積 重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>2</sup> )	せん断 抵抗角 $\phi$ (度)	粘着力 <i>C</i> (kN/m <sup>2</sup> )	変形係数 <i>E</i> (kN/m <sup>2</sup> )
第四紀	現世	盛土		Bk	—	18	0	50 以下	—
	完新世	沖積層	礫質土	Ag	21	19	38	0	4,720
			粘性土	Ac	15	16	0	90	10,500
			砂質土	As	13	17	36	0	9,100
	更新世	洪積層	礫質土	Dg1	53	20	40	0	37,100
			砂質土	Ds	35	18	40	0	24,500
			礫質土	Dg2	57	20	40	0	39,900
			火山灰質土	Dv	60	18	40	0	42,000
			粘性土	Dc	60	16	0	360	42,000

- 注) ・地盤定数算出の際に端数がついた値は切り捨てとした。  
 ・設計 N 値は各層の平均値を採用。ただし、「Ag 層」はバラツキを考慮し、「平均値－標準偏差/2」を用いて算定した。  
 ・変形係数の「Ag 層」は孔内水平載荷試験による実測値を採用した。

#### 7.4 液状化の判定結果

レベル 1 地震動 (水平加速度  $\alpha_{\max} 2.0 \text{ m/s}^2$ ) 及びレベル 2 地震動 (水平加速度  $\alpha_{\max} 3.5 \text{ m/s}^2$ ) の液状化判定結果の概要は、表 7.4 に示したとおりである。

表 7.4 液状化判定結果一覧

計算地点	$\alpha_{\max}$ ( $\text{m/s}^2$ )	計算結果概要
No. 1	2.0	全計算深度にて $F_L > 1.0$ を示す
	3.5	A s 層にて $F_L = 0.755$ 示し液状化の発生が懸念される 液状化被害の可能性判定は『顕著な被害の可能性が低い』

#### 7.5 支持地盤

当該地で確認された良質な支持地盤は、平均  $N$  値で 30 以上を示すほか、それ以深の層についても深度方向に連続で  $N$  値 30 以上を確認していること、また、液状化判定の結果においても、“液状化しない”と判定されていることから、洪積層の「礫質土層 1 (D g1)」を良質な支持層として判断した。

以上を考慮したうえで本件にて提案される計画建築物の支持層及び確認深度は表 7.5 に示すとおりである。

ただし、現段階では計画される建築物等が不明なことから、諸条件によっては、第四紀完新世の堆積物である「礫質土層 (A g)」の検討も考慮されたい。

表 7.5 支持地盤

建築物	孔番号	支持地盤	$N$ 値 (設計 $N$ 値)	支持層確認深度	
				GL-(m)	標高 (m)
中低層建築物	No. 1号孔	礫質土層 1 (D g1)	39~60 (53)	6.10	108.01
	H20 A-2 (既往)	礫質土層 1 (D g1)	34~56 (44)	6.10	108.35

## 7.6 基礎形式

基礎形式については、支持層を“礫質土層 1(Dg1)”とした場合「杭基礎」が提案される。ただし、計画基礎底面が不明なことから、今後計画される基礎底面の深度によっては「直接基礎」や「直接基礎＋地盤改良工法」での検討も考慮されたい。

### (1) 杭基礎の場合

杭基礎となる場合の施工方法については、住宅街であることから周辺環境を配慮して埋込み杭工法が妥当と考えられるが、施工性、経済性も考慮した工法選定が必要である。

参考までに、杭の許容支持力(杭 1 本当たり)について、床掘深度を GL-2.5m と仮定し、埋込み杭工法を想定とした場合の杭 1 本当たりの支持力に対する試算を行い、その結果一覧は表 7.6 に示すとおりである。

表 7.6 杭の支持力計算結果一覧表

建築物	孔番号	床掘深さ	杭先端深度	杭長 (m)	杭径	Ra (kN/本)
中低層建築物	No. 1号孔	2.5m	6.5m	4.0m	φ 300mm	247.5
					φ 450mm	500.6
					φ 600mm	703.8

### (2) 直接基礎の場合

ここでは、計画地において諸条件より直接基礎が可能な場合、参考までに調査地点における直接基礎の概略的な支持力について検討を行った。直接基礎の支持地盤は、建築物を表 5.28 による「中低層程度」と仮定し、条件に該当する第四紀完新世の堆積物である“礫質土層(Ag)”として参考までに算出した。

表 7.7 直接基礎の支持力計算結果一覧表

建築物	孔番号	床掘深さ	基礎形状	$L_{qa}$ (kN/m <sup>2</sup> )
中低層建築物	No. 1号孔	2.0m	正方形 (14000m <sup>2</sup> )	2191

なお、本件で算出した、「杭基礎」及び「直接基礎」の地盤の許容支持力度については、現時点では計画される建築物の荷重などが未確定であること、上記の計算結果は仮定条件の基に行った試算結果であること等から、計画建築物の詳細な形状・規模等が決定した後には改めて支持地盤、基礎形式及び支持力に対する検討・照査を実施されたい。

以上の調査結果を基に、建設される建築物の規模・重量及び経済性・施工性などを総合的に検討し、設計・施工の基礎資料として利用されたい。

－ 以 上 －



土質ボーリング柱状図（標準貫入試験）

調査名花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務

事業名 または 工事名

調査目的及び調査対象建築 構造物基礎

ボーリング名R7 No. 1

調査位置北海道旭川市花咲町5丁目

北緯43° 47′ 33.73″

発注機関北海道旭川市

調査期間2025年 10月 27日 ～ 2025年 10月 31日

東経142° 22′ 27.23″

調査業者名

主任技師

地質調査技士登録番号:

現代場人

地質調査技士登録番号:

コア鑑定者

地質調査技士登録番号:

ボーリング責任者

地質調査技士登録番号:

孔口標高GH=114.11m

角

度

方位

北盤勾配

鉛直

使用機種

試錐機利根製 TDC-1G型

エンジンヤンマーNFD-12型

ポンプ

ー

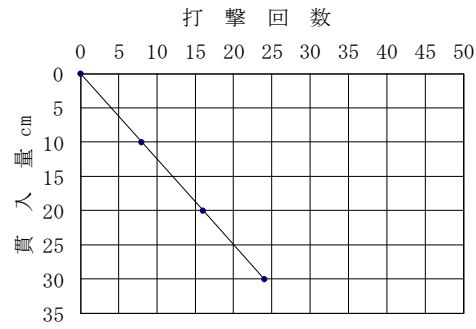
標尺	標高	深度	現場土質名 (模様)	現場土質名	地盤材料の工学的分類	色調	相対密度	相対稠度	地質時代名	記述	孔内水位／測定月日	標準貫入試験							試料採取			室内位置試験	削孔月日																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
												深度－N値図							N値	深度	100mmごとの打撃回数			打撃ごとの貫入量	50回の貫入量	自沈時の貫入量	深度	試料番号	採取方法																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
(m)	(m)	(m)								事		0	10	20	30	40	50	値 (m)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

標準貫入試験打撃貫入曲線図

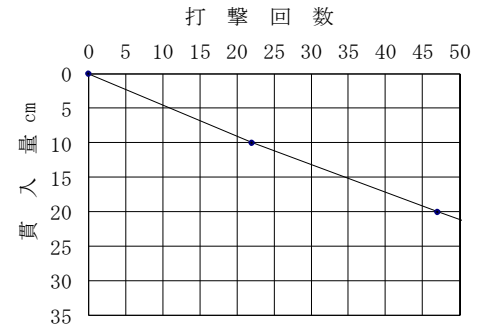
調査名 花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務

孔番号 R7 No. 1

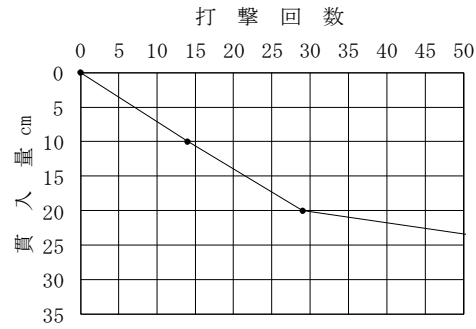
深 度 1.15～1.45m N= 24/30



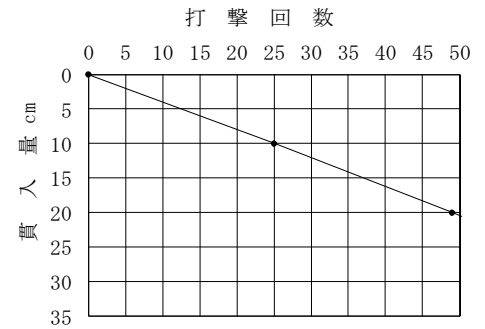
深 度 6.15～6.40m N= 60/25



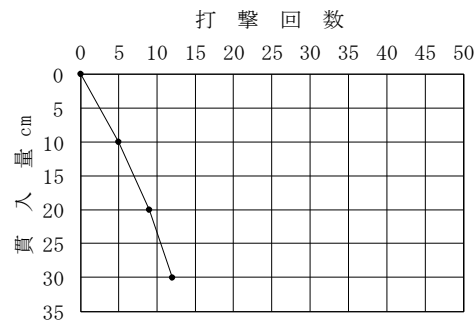
深 度 2.15～2.40m N= 60/25



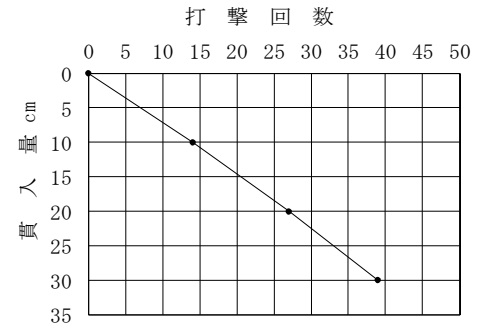
深 度 7.15～7.40m N= 60/25



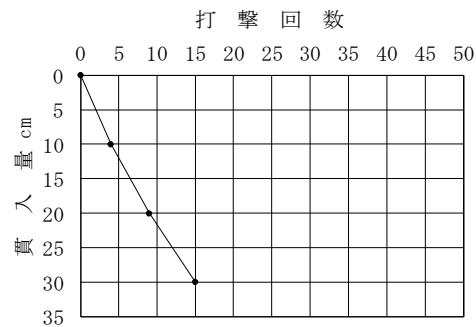
深 度 3.15～3.45m N= 12/30



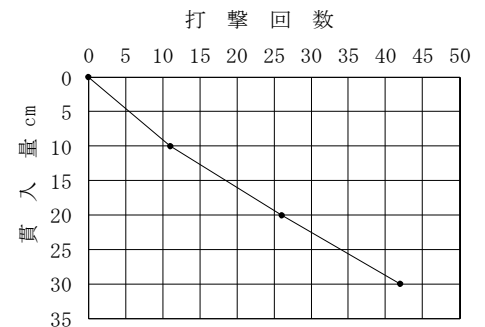
深 度 8.15～8.45m N= 39/30



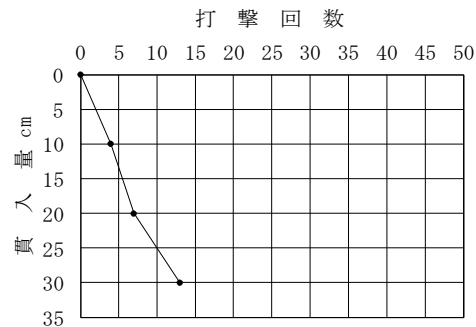
深 度 4.15～4.45m N= 15/30



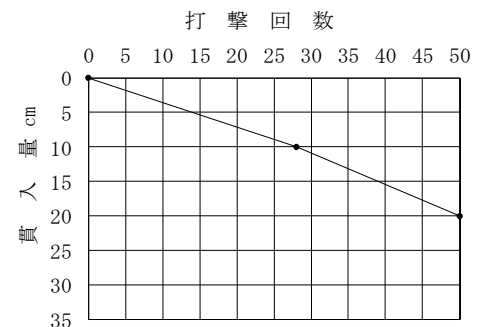
深 度 9.15～9.45m N= 42/30



深 度 5.15～5.45m N= 13/30



深 度 10.15～10.40m N= 60/25

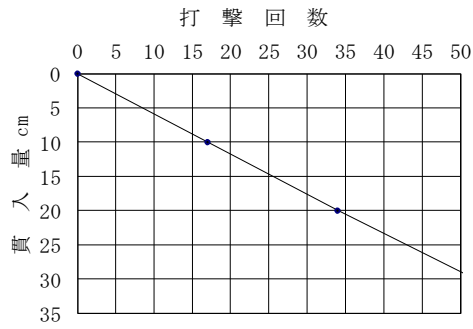


標準貫入試験打撃貫入曲線図

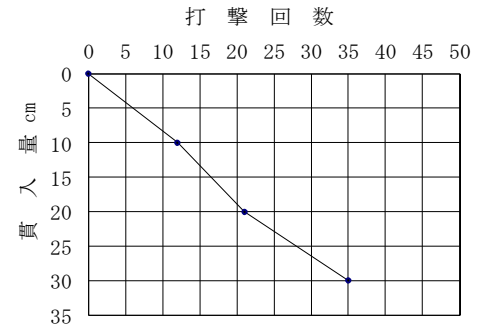
調査名 花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務

孔番号 R7 No.1

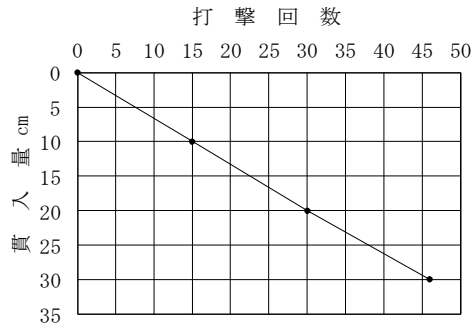
深 度 11.15～11.45m N= 52/30



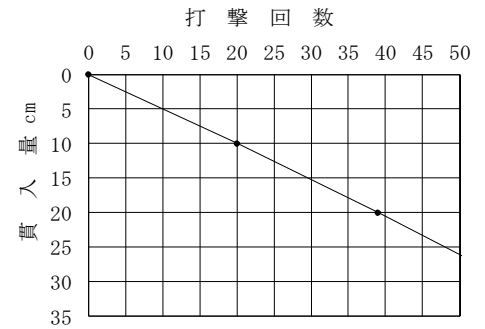
深 度 16.15～16.45m N= 35/30



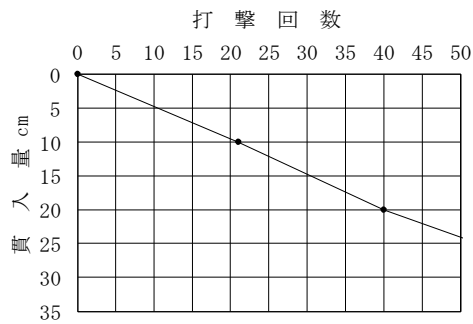
深 度 12.15～12.45m N= 46/30



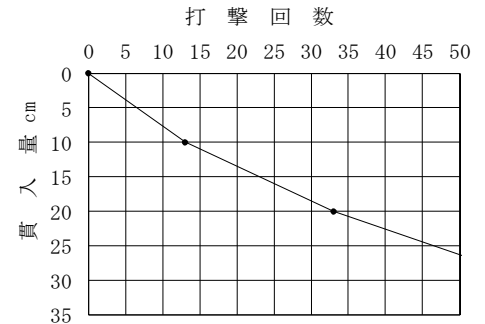
深 度 17.15～17.45m N= 57/30



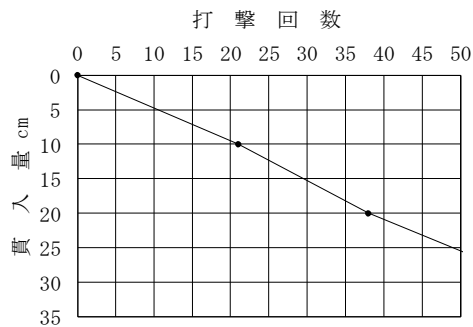
深 度 13.15～13.43m N= 60/28



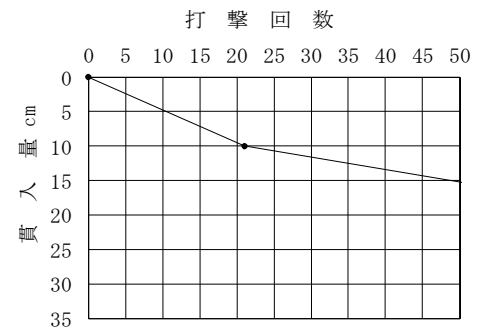
深 度 18.15～18.45m N= 60/30



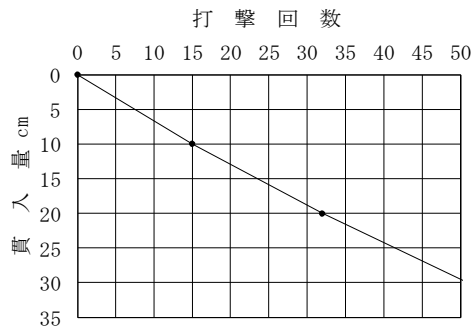
深 度 14.15～14.45m N= 60/30



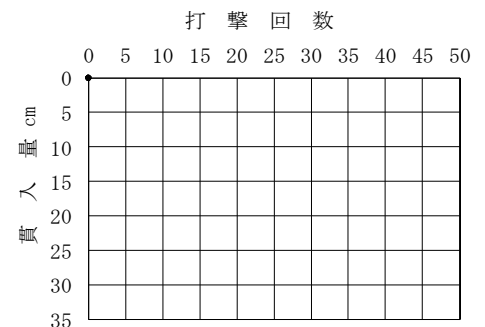
深 度 19.15～19.32m N= 60/17



深 度 15.15～15.45m N= 51/30



深 度 N=



# 孔内水位観測記録表

調査名 花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務

孔番号 R7 No.1 号孔

標 高 114.11 m

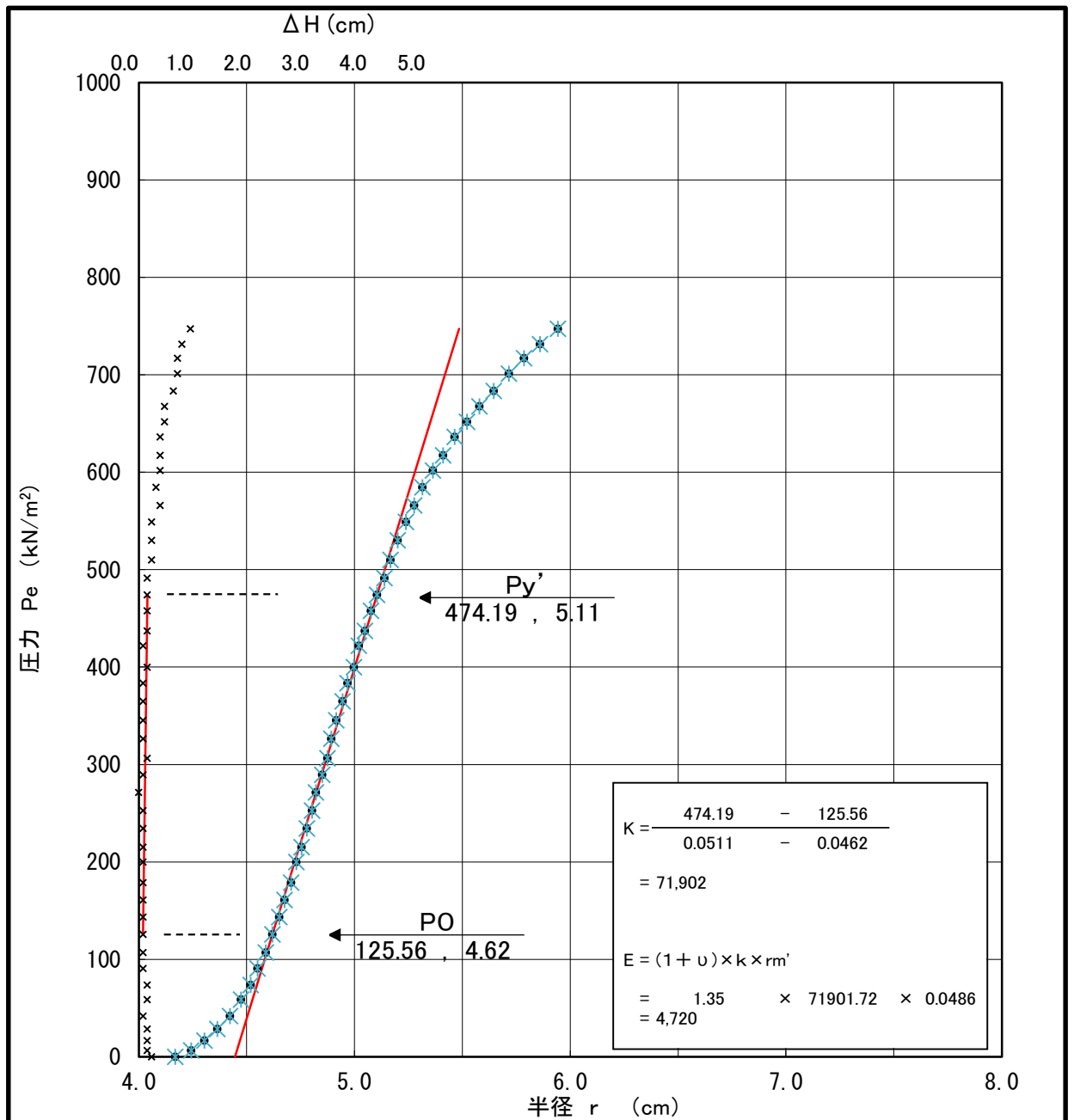
月 日	孔底標高 (m)	孔底深度 (m)	掘 削 前 の 水 位			掘 削 終 了 後 の 水 位			ケーシング深度 (m)	摘 要
			水位標高(m)	水位深度(m)	測 定 時 刻	水位標高(m)	水位深度(m)	測 定 時 刻		
10月29日	109.61	4.50				110.11	4.00	10:15		初期水位
10月29日	104.11	10.00				114.11	0.00	18:00	4.00	泥水水位
10月30日	104.11	10.00	112.91	1.20	8:30				4.00	泥水水位
10月30日	98.11	16.00				114.11	0.00	17:30	4.00	泥水水位
10月31日	98.11	16.00	112.91	1.20	8:30					泥水水位

# 孔内水平載試験結果図

業務名	花咲スポーツ公園再整備事業 地質調査業務
孔番号	No. 1
深 度	3.0~3.6m
地質名	砂礫
N 値	12/30

試験地の地質状況 並びに試験時の状況	
-----------------------	--

静止土圧 $P_0$ ( $\text{kN/m}^2$ )	降伏圧 $P_y$ ( $\text{kN/m}^2$ )	破壊圧 $P_l$ ( $\text{kN/m}^2$ )	地盤係数 $K$ ( $\text{kN/m}^3$ )	変形係数 $E$ ( $\text{kN/m}^2$ )	K値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
125.56	348.63	-	71,902	4,720	4.86



# 孔内水平載試験データシート

業 務 名	花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務			測 定 者	■■■■■	孔内水位	— m	
測定孔番号	No. 1	深 度	3.0～3.6m	使用器械	LLT	タンク高さ	1.50 m	
測定年月日	令和7年10月28日	時 間		初期スタンドパイプの水位 Ho				1.00 cm
地 質 名	砂礫	N 値	12/30	挿入後スタンドパイプの水位 Ho'				1.50 cm

- [注] 1) PGは使用ゴムに応じてあらかじめ定めたH-PG曲線より求める。  
2)  $P_s$ は (PG-P) を求めその最大値とする。  $P_s = 2.80 \text{ kN/m}^2$   
3)  $P_e$ は次式から求める。  $P_e = P + P_s - PG$

セル水圧 $P \text{ (kN/m}^2\text{)}$	ガス圧 $P \text{ (kN/m}^2\text{)}$	スタンドパイプの読み $H'$ (cm)				$\Delta H \text{ (cm)}$	$H \text{ (cm)}$	PG	PG-P	Pe	r
		15"	30"	60"	120"	$H'_{120"} - H'_{30"}$	$H_{120"} - H_o$	( $\text{kN/m}^2$ )	( $\text{kN/m}^2$ )	( $\text{kN/m}^2$ )	(cm)
17.00	20.00	2.90	3.10	3.20	3.40	0.30	2.40	19.80	2.80	0.00	4.17
36.00	40.00	4.10	4.30	4.40	4.50	0.20	3.50	32.29		6.51	4.24
57.00	60.00	5.10	5.20	5.30	5.40	0.20	4.40	43.00		16.80	4.30
77.00	80.00	6.00	6.10	6.20	6.30	0.20	5.30	51.27		28.53	4.36
96.00	100.00	7.00	7.10	7.10	7.20	0.10	6.20	57.00		41.80	4.42
118.00	120.00	7.70	7.80	7.80	8.00	0.20	7.00	61.92		58.88	4.47
137.00	140.00	8.40	8.50	8.60	8.70	0.20	7.70	66.20		73.60	4.52
157.00	160.00	9.00	9.10	9.20	9.20	0.10	8.20	69.20		90.60	4.55
177.00	180.00	9.60	9.70	9.70	9.80	0.10	8.80	72.80		107.00	4.59
198.00	200.00	10.20	10.20	10.20	10.30	0.10	9.30	75.24		125.56	4.62
218.00	220.00	10.70	10.70	10.70	10.80	0.10	9.80	77.29		143.51	4.65
237.00	240.00	11.10	11.10	11.20	11.20	0.10	10.20	78.94		160.86	4.68
257.00	260.00	11.60	11.60	11.60	11.70	0.10	10.70	81.00		178.80	4.71
280.00	280.00	12.00	12.00	12.00	12.10	0.10	11.10	82.80		200.00	4.73
297.00	300.00	12.40	12.40	12.50	12.50	0.10	11.50	84.60		215.20	4.76
318.00	320.00	12.80	12.80	12.90	12.90	0.10	11.90	86.40		234.40	4.78
338.00	340.00	13.20	13.20	13.20	13.30	0.10	12.30	88.20		252.60	4.80
358.00	360.00	13.60	13.60	13.60	13.60	0.00	12.60	89.55		271.25	4.82
378.00	380.00	13.90	14.00	14.00	14.10	0.10	13.10	91.22		289.58	4.85
396.00	400.00	14.20	14.30	14.40	14.50	0.20	13.50	92.43		306.37	4.87
417.00	420.00	14.70	14.70	14.80	14.80	0.10	13.80	93.35		326.45	4.89
437.00	440.00	15.10	15.10	15.10	15.20	0.10	14.20	94.57		345.23	4.92
458.00	460.00	15.50	15.60	15.60	15.70	0.10	14.70	96.09		364.71	4.95
478.00	480.00	16.00	16.00	16.10	16.10	0.10	15.10	97.30		383.50	4.97
496.00	500.00	16.40	16.40	16.50	16.60	0.20	15.60	98.83		399.97	5.00
519.00	520.00	16.80	16.90	17.00	17.00	0.10	16.00	100.04		421.76	5.02
536.00	540.00	17.30	17.30	17.40	17.50	0.20	16.50	101.57		437.23	5.05
558.00	560.00	17.80	17.80	17.90	18.00	0.20	17.00	103.09		457.71	5.08
576.00	580.00	18.30	18.30	18.50	18.50	0.20	17.50	104.61		474.19	5.11
595.00	600.00	18.90	18.90	19.00	19.10	0.20	18.10	106.43		491.37	5.14
615.00	620.00	19.20	19.30	19.50	19.60	0.30	18.60	107.96		509.84	5.17
637.00	640.00	19.70	19.90	20.00	20.20	0.30	19.20	109.78		530.02	5.20
658.00	660.00	20.50	20.60	20.60	20.90	0.30	19.90	111.91		548.89	5.24
677.00	680.00	21.00	21.10	21.30	21.60	0.50	20.60	114.04		565.76	5.28
698.00	700.00	21.70	21.90	22.10	22.30	0.40	21.30	116.17		584.63	5.31
718.00	720.00	22.60	22.70	22.90	23.20	0.50	22.20	118.91		601.89	5.36
736.00	740.00	23.40	23.60	23.80	24.10	0.50	23.10	121.65		617.15	5.41
758.00	760.00	24.40	24.60	24.80	25.10	0.50	24.10	124.70		636.10	5.46
777.00	780.00	25.30	25.60	25.80	26.20	0.60	25.20	128.04		651.76	5.52
796.00	800.00	26.50	26.70	27.00	27.30	0.60	26.30	131.39		667.41	5.58
816.00	820.00	27.60	27.80	28.10	28.60	0.80	27.60	135.35		683.45	5.65

測定時の状況

## 孔内水平載試験データシート

業 務 名花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務				測 定 者	■■■■■	孔内水位	—	m
				使用器械	LLT	刃高さ	1.50 m	
測定孔番号	No. 1	深 度	3.0～3.6m					
測定年月日	令和7年10月28日	時 間						
地 質 名	砂 礫	N 値	12/30					
				初期スタンドパイプの水位 Ho		1.00 cm		
				挿入後スタンドパイプの水位 Ho'		1.50 cm		

[注] 1) PGは使用ゴムに応じてあらかじめ定めたH-PG曲線より求める。  
 2) Psは (PG-P) を求めその最大値とする。  $P_s = 2.80 \text{ kN/m}^2$   
 3) Peは次式から求める。  $P_e = P + P_s - PG$

[illegible]

測定時の状況



土質試験結果一覧表（基礎地盤）

調査件名 花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務

整理年月日 令和 7年 11月 21日

整理担当者

試料番号 (深 さ)		R7 No.1 (4.0～4.5m)	R7 No.1 (5.0～5.5m)	R7 No.1 (8.0～8.5m)	R7 No.1 (12.0～12.5m)	R7 No.1 (16.1～16.5m)	
一般	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>						
	乾燥密度 $\rho_d$ g/cm <sup>3</sup>						
	土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.703	2.720	2.716	2.699	2.683	
	自然含水比 $w_n$ %	42.6	21.7	14.5	12.1	19.5	
	間隙比 $e$						
	飽和度 $S_r$ %						
粒度	石分 (75mm以上) %						
	礫分 <sup>1)</sup> (2～75mm) %	1.6	28.2	63.8	72.7	25.2	
	砂分 <sup>1)</sup> (0.075～2mm) %	58.8	62.9	28.3	21.9	67.0	
	シルト分 <sup>1)</sup> (0.005～0.075mm) %	32.5	7.0	6.3	4.3	7.8	
	粘土分 <sup>1)</sup> (0.005mm未満) %	7.1	1.9	1.6	1.1		
	最大粒径 mm	9.5	19	26.5	37.5	19	
	均等係数 $U_c$	16.67	13.64	33.71	38.30	9.19	
コンシステンシー特性	液性限界 $w_L$ %	45.8	NP	NP	NP	NP	
	塑性限界 $w_p$ %	27.8	NP	NP	NP	NP	
	塑性指数 $I_p$	18.0	NP	NP	NP	NP	
分類	地盤材料の 分類名	粘性土質砂	粘性土まじり 礫質砂	粘性土まじり 砂質礫	粘性土まじり 砂質礫	粘性土まじり 礫質砂	
	分類記号	(SCs)	(SG-Cs)	(GS-Cs)	(GS-Cs)	(SG-Cs)	
圧密	試験方法						
	圧縮指数 $C_c$						
	圧密降伏応力 $p_c$ kN/m <sup>2</sup>						
一軸圧縮	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>						
	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>						
	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>						
	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>						
せん断	試験条件						
	全応力	$c$ kN/m <sup>2</sup>					
		$\phi$ °					
	有効応力	$c'$ kN/m <sup>2</sup>					
		$\phi'$ °					

特記事項

1) 石分を除いた75mm未満の土質材料  
に対する百分率で表す。  
[1kN/m<sup>2</sup>≒0.0102kgf/cm<sup>2</sup>]

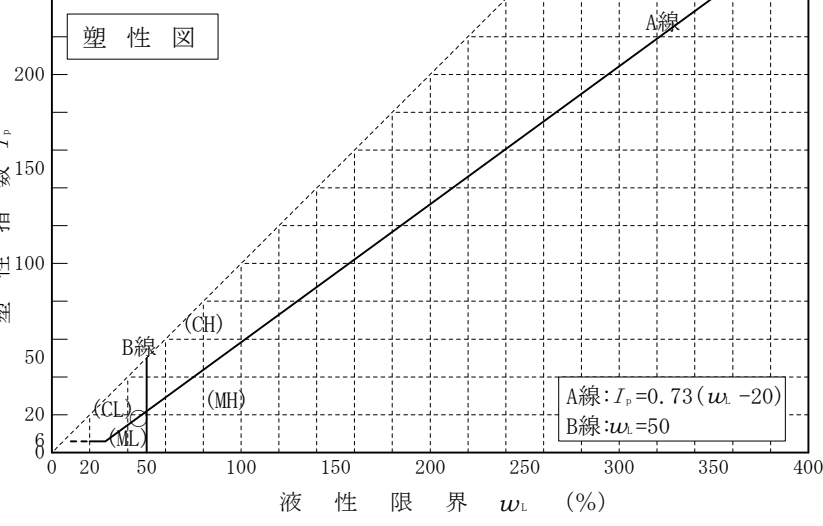
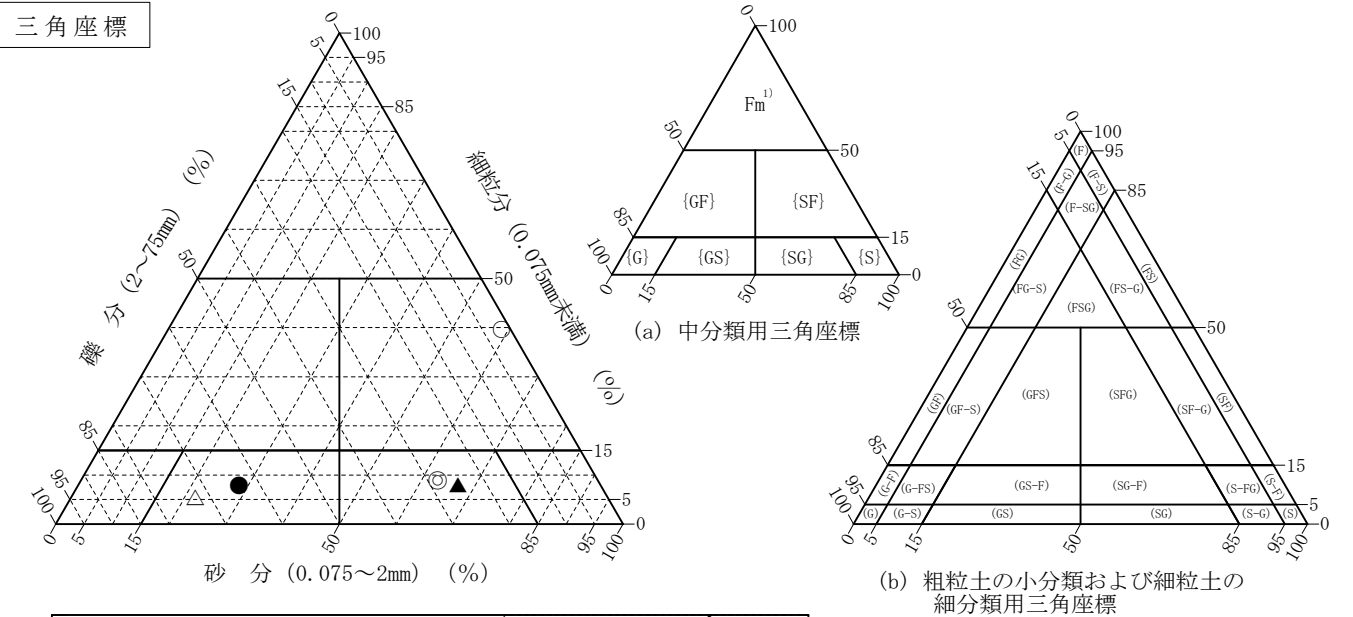
調査件名

花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務

試験年月日

令和 7年 11月 21日

試料番号 (深さ)	R7 No. 1 (4.0～4.5m)	R7 No. 1 (5.0～5.5m)	R7 No. 1 (8.0～8.5m)	R7 No. 1 (12.0～12.5m)	R7 No. 1 (16.1～16.5m)	
石分(75mm以上)	%					
礫分(2～75mm)	%	1.6	28.2	63.8	72.7	25.2
砂分(0.075～2mm)	%	58.8	62.9	28.3	21.9	67.0
細粒分(0.075mm未満)	%	39.6	8.9	7.9	5.4	7.8
シルト分(0.005～0.075mm)	%	32.5	7.0	6.3	4.3	
粘土分(0.005mm未満)	%	7.1	1.9	1.6	1.1	
最大粒径	mm	9.5	19	26.5	37.5	19
均等係数 $U_c$		16.67	13.64	33.71	38.30	9.19
液性限界 $w_L$	%	45.8	N P	N P	N P	N P
塑性限界 $w_p$	%	27.8	N P	N P	N P	N P
塑性指数 $I_p$		18.0	N P	N P	N P	N P
地盤材料の分類名	粘性土質砂	粘性土まじり 礫質砂	粘性土まじり 砂質礫	粘性土まじり 砂質礫	粘性土まじり 礫質砂	
分類記号	(SCs)	(SG-Cs)	(GS-Cs)	(GS-Cs)	(SG-Cs)	
凡例記号	○	◎	●	△	▲	



特記事項 1) 主に観察と塑性図で判別分類

調査件名 花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務

試験年月日 令和 7年 11月 17日

試 験 者 XXXXXXXXXX

試料番号 (深さ)	R7 No. 1 (4.0～4.5m)			R7 No. 1 (5.0～5.5m)		
容 器 No.	157	201	279	78	177	43
$m_a$ g	221.3	198.0	249.1	200.9	219.4	244.4
$m_b$ g	176.4	161.5	198.2	176.1	195.4	215.4
$m_c$ g	73.8	76.2	74.9	75.8	73.8	74.9
$w$ %	43.8	42.8	41.3	24.7	19.7	20.6
平均値 $w$ %	42.6			21.7		
特 記 事 項						

試料番号 (深さ)	R7 No. 1 (8.0～8.5m)			R7 No. 1 (12.0～12.5m)		
容 器 No.	83	283	140	41	174	192
$m_a$ g	319.0	268.6	269.5	300.1	252.8	256.3
$m_b$ g	289.3	242.5	245.8	274.1	235.0	236.8
$m_c$ g	75.0	73.7	76.4	75.4	76.5	75.1
$w$ %	13.9	15.5	14.0	13.1	11.2	12.1
平均値 $w$ %	14.5			12.1		
特 記 事 項						

試料番号 (深さ)	R7 No. 1 (16.1～16.5m)					
容 器 No.	129	208	7			
$m_a$ g	252.4	264.9	210.4			
$m_b$ g	224.3	232.9	188.6			
$m_c$ g	74.5	75.9	75.4			
$w$ %	18.8	20.4	19.3			
平均値 $w$ %	19.5					
特 記 事 項						

試料番号 (深さ)						
容 器 No.						
$m_a$ g						
$m_b$ g						
$m_c$ g						
$w$ %						
平均値 $w$ %						
特 記 事 項						

試料番号 (深さ)						
容 器 No.						
$m_a$ g						
$m_b$ g						
$m_c$ g						
$w$ %						
平均値 $w$ %						
特 記 事 項						

$$w = \frac{m_a - m_b}{m_b - m_c} \times 100$$

$m_a$  : (試料+容器)質量  
 $m_b$  : (炉乾燥試料+容器)質量  
 $m_c$  : 容器質量

調査件名

花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務

試験年月日

令和 7年 11月 19日

試 験 者

試 料 番 号 ( 深 さ )		R7 No. 1 (4.0～4.5m)			R7 No. 1 (5.0～5.5m)		
ピクノメーター No.		218	216	116	184	209	61
ピクノメーターの質量 $m_f$ g		55.345	56.066	57.697	54.097	55.391	56.214
(蒸留水+ピクノメーター) 質量 $m'_a$ g		115.619	115.991	116.877	114.903	114.440	116.217
$m'_a$ をはかったときの蒸留水の温度 $T'$ °C		20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
$T'$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T')$ g/cm <sup>3</sup>		0.99820	0.99820	0.99820	0.99820	0.99820	0.99820
(試料+蒸留水+ピクノメーター) 質量 $m_b$ g		124.783	125.182	126.308	127.763	127.933	129.663
$m_b$ をはかったときの内容物の温度 $T$ °C		23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0
$T$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm <sup>3</sup>		0.99754	0.99754	0.99754	0.99754	0.99754	0.99754
温度 $T$ °Cの蒸留水を満たしたときの (蒸留水+ピクノメーター) 質量 $m_a$ g		115.579	115.951	116.838	114.863	114.401	116.177
試 料 の 炉 乾 燥 質 量	容 器 No.	218	216	116	184	209	61
	(炉乾燥試料+容器) 質量 g	69.925	70.704	72.702	74.473	76.776	77.487
	容 器 質 量 g	55.345	56.066	57.697	54.097	55.391	56.214
	$m_s$ g	14.580	14.638	15.005	20.376	21.385	21.273
土 粒 子 の 密 度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>		2.705	2.701	2.704	2.719	2.716	2.725
平 均 値 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>		2.703			2.720		

試 料 番 号 ( 深 さ )		R7 No. 1 (8.0～8.5m)			R7 No. 1 (12.0～12.5m)		
ピクノメーター No.		110	152	191	205	95	7
ピクノメーターの質量 $m_f$ g		55.963	56.053	53.864	54.799	56.407	56.004
(蒸留水+ピクノメーター) 質量 $m'_a$ g		115.465	115.544	114.842	114.806	116.162	116.869
$m'_a$ をはかったときの蒸留水の温度 $T'$ °C		20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
$T'$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T')$ g/cm <sup>3</sup>		0.99820	0.99820	0.99820	0.99820	0.99820	0.99820
(試料+蒸留水+ピクノメーター) 質量 $m_b$ g		124.220	124.390	123.869	123.348	124.855	126.080
$m_b$ をはかったときの内容物の温度 $T$ °C		23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0
$T$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm <sup>3</sup>		0.99754	0.99754	0.99754	0.99754	0.99754	0.99754
温度 $T$ °Cの蒸留水を満たしたときの (蒸留水+ピクノメーター) 質量 $m_a$ g		115.426	115.505	114.802	114.766	116.122	116.829
試 料 の 炉 乾 燥 質 量	容 器 No.	110	152	191	205	95	7
	(炉乾燥試料+容器) 質量 g	69.876	70.078	68.200	68.409	70.262	70.676
	容 器 質 量 g	55.963	56.053	53.864	54.799	56.407	56.004
	$m_s$ g	13.913	14.025	14.336	13.610	13.855	14.672
土 粒 子 の 密 度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>		2.711	2.722	2.714	2.700	2.698	2.700
平 均 値 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>		2.716			2.699		

特記事項

$$m_a = \frac{\rho_w(T)}{\rho_w(T')} \times (m'_a - m_f) + m_f$$
$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + (m_a - m_b)} \times \rho_w(T)$$

調査件名

花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務

試験年月日

令和 7年 11月 19日

試験者

試料番号 (深さ)		R7 No.1 (16.1~16.5m)					
ピクノメーター No.		31	171	113			
ピクノメーターの質量 $m_f$ g		55.500	52.615	55.505			
(蒸留水+ピクノメーター) 質量 $m'_a$ g		115.241	112.937	116.190			
$m'_a$ をはかったときの蒸留水の温度 $T'$ °C		20.0	20.0	20.0			
$T'$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T')$ g/cm <sup>3</sup>		0.99820	0.99820	0.99820			
(試料+蒸留水+ピクノメーター) 質量 $m_b$ g		124.900	122.382	126.313			
$m_b$ をはかったときの内容物の温度 $T$ °C		23.0	23.0	23.0			
$T$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm <sup>3</sup>		0.99754	0.99754	0.99754			
温度 $T$ °Cの蒸留水を満たしたときの (蒸留水+ピクノメーター) 質量 $m_a$ g		115.201	112.897	116.150			
試料の 炉乾燥質量	容器 No.	31	171	113			
	(炉乾燥試料+容器) 質量 g	70.946	67.704	71.683			
	容器 質量 g	55.500	52.615	55.505			
	$m_s$ g	15.446	15.089	16.178			
土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>		2.681	2.686	2.683			
平均 値 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>		2.683					

試料番号 (深さ)							
ピクノメーター No.							
ピクノメーターの質量 $m_f$ g							
(蒸留水+ピクノメーター) 質量 $m'_a$ g							
$m'_a$ をはかったときの蒸留水の温度 $T'$ °C							
$T'$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T')$ g/cm <sup>3</sup>							
(試料+蒸留水+ピクノメーター) 質量 $m_b$ g							
$m_b$ をはかったときの内容物の温度 $T$ °C							
$T$ °Cにおける蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm <sup>3</sup>							
温度 $T$ °Cの蒸留水を満たしたときの (蒸留水+ピクノメーター) 質量 $m_a$ g							
試料の 炉乾燥質量	容器 No.						
	(炉乾燥試料+容器) 質量 g						
	容器 質量 g						
	$m_s$ g						
土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>							
平均 値 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>							

特記事項

$$m_a = \frac{\rho_w(T)}{\rho_w(T')} \times (m'_a - m_f) + m_f$$
$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + (m_a - m_b)} \times \rho_w(T)$$

調査件名

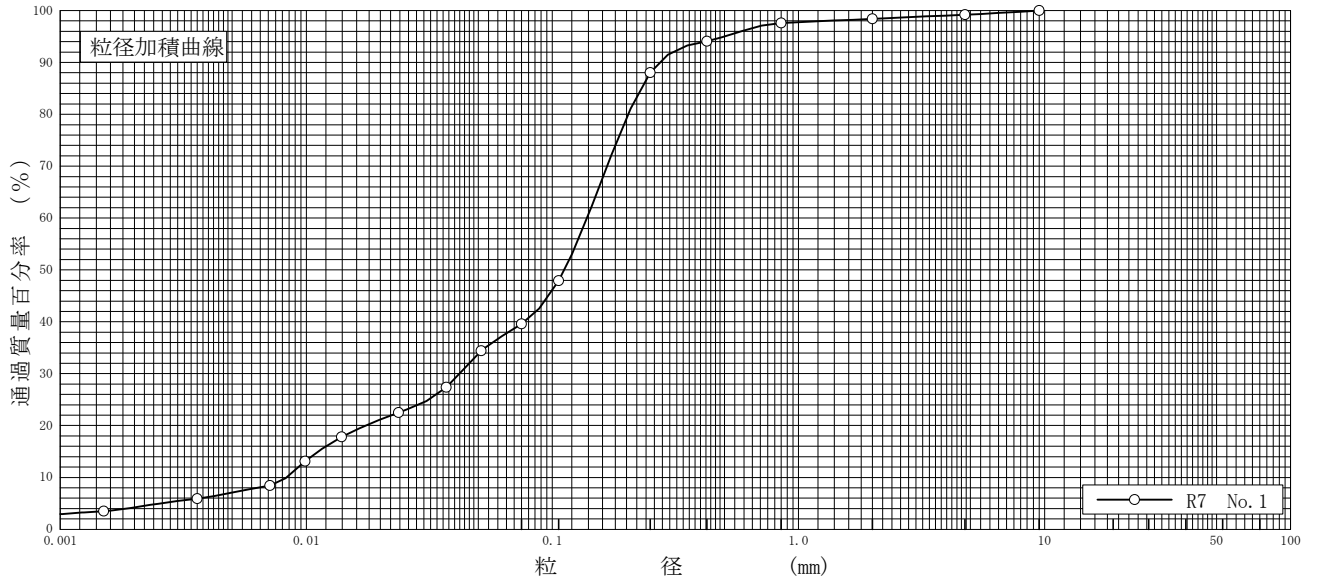
花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務

試験年月日

令和 7年 11月 19日

試験者

試料番号 (深 さ)	R7 No. 1 (4.0～4.5m)				試 料 番 号 (深 さ)	R7 No. 1 (4.0～4.5m)	
ふるい 分 析	粒 径 mm	通過質量百分率%	粒 径 mm	通過質量百分率%	粗 礫 分 %	*	
	75		75		中 礫 分 %	0.8	
	53		53		細 礫 分 %	0.8	
	37.5		37.5		粗 砂 分 %	0.8	
	26.5		26.5		中 砂 分 %	9.6	
	19		19		細 砂 分 %	48.4	
	9.5	100.0	9.5		シ ル ト 分 %	32.5	
	4.75	99.2	4.75		粘 土 分 %	7.1	
	2	98.4	2		2mmふるい通過質量百分率 %	98.4	
	0.850	97.6	0.850		425μmふるい通過質量百分率 %	94.1	
	0.425	94.1	0.425		75μmふるい通過質量百分率 %	39.6	
	0.250	88.0	0.250		最 大 粒 径 mm	9.5	
	0.106	47.9	0.106		60 % 粒 径 $D_{60}$ mm	0.1384	
	0.075	39.6	0.075		50 % 粒 径 $D_{50}$ mm	0.1117	
沈 降 分 析	0.0513	34.4			30 % 粒 径 $D_{30}$ mm	0.0419	
	0.0370	27.4			10 % 粒 径 $D_{10}$ mm	0.0083	
	0.0237	22.5			均 等 係 数 $U_c$	16.67	
	0.0139	17.8			曲 率 係 数 $U_c'$	1.53	
	0.0099	13.1			土 粒 子 の 密 度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.703	
	0.0071	8.4			使用した分散剤	ヘキサメタリン酸ナトリウム	
	0.0036	5.9			溶液濃度，溶液添加量	20%，10ml	
	0.0015	3.5			20 % 粒 径 $D_{20}$ mm	0.0175	
					透 水 係 数 m/s	$3.26 \times 10^{-7}$	



特記事項

調査件名

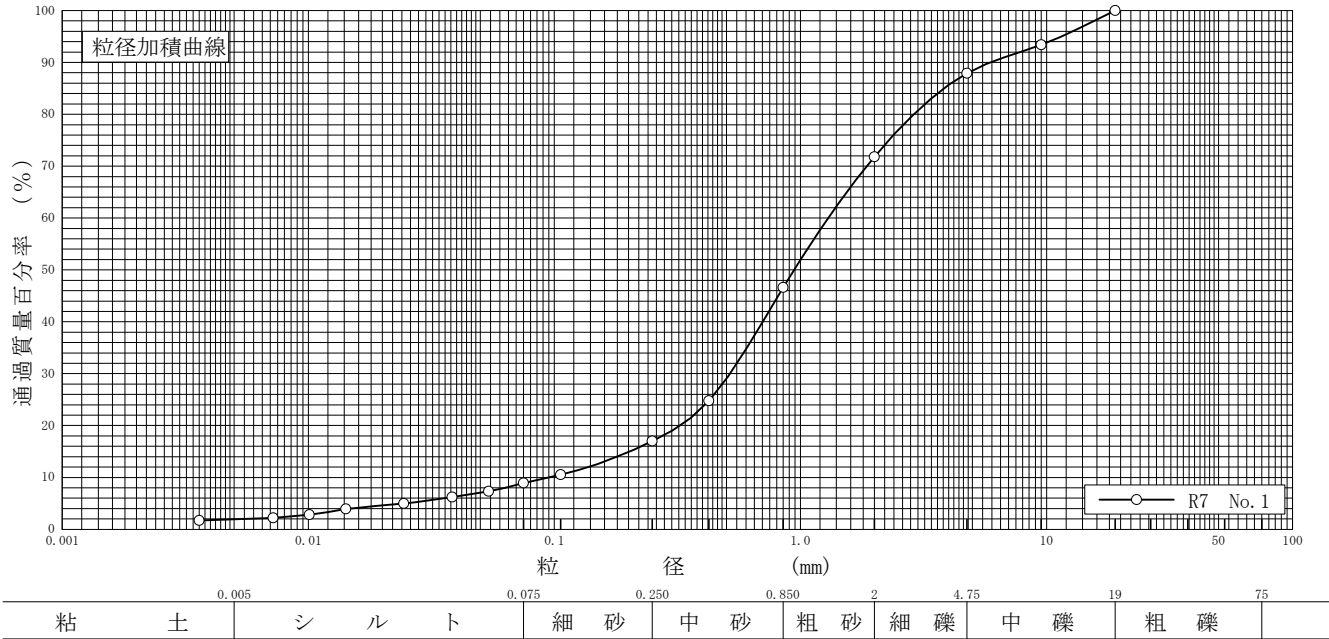
花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務

試験年月日

令和 7年 11月 19日

試験者

試料番号 (深さ)	R7 No. 1 (5.0～5.5m)				試料番号 (深さ)		R7 No. 1 (5.0～5.5m)	
	粒径 mm	通過質量百分率%	粒径 mm	通過質量百分率%	粗礫分 %	*		
ふるい 分け 分析	75		75		中礫分 %	12.1		
	53		53		細礫分 %	16.1		
	37.5		37.5		粗砂分 %	25.2		
	26.5		26.5		中砂分 %	29.6		
	19	100.0	19		細砂分 %	8.1		
	9.5	93.4	9.5		シルト分 %	7.0		
	4.75	87.9	4.75		粘土分 %	1.9		
	2	71.8	2		2mmふるい通過質量百分率 %	71.8		
	0.850	46.6	0.850		425μmふるい通過質量百分率 %	24.8		
	0.425	24.8	0.425		75μmふるい通過質量百分率 %	8.9		
	0.250	17.0	0.250		最大粒径 mm	19		
	0.106	10.5	0.106		60% 粒径 $D_{60}$ mm	1.3017		
沈降 分析	0.075	8.9	0.075		50% 粒径 $D_{50}$ mm	0.9450		
	0.0540	7.3			30% 粒径 $D_{30}$ mm	0.5175		
	0.0384	6.2			10% 粒径 $D_{10}$ mm	0.0954		
	0.0244	5.0			均等係数 $U_c$	13.64		
	0.0142	3.9			曲率係数 $U_c'$	2.16		
	0.0101	2.8			土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.720		
	0.0072	2.2			使用した分散剤	ヘキサメタリン酸ナトリウム		
	0.0036	1.7			溶液濃度，溶液添加量	20%，10ml		
					20% 粒径 $D_{20}$ mm	0.3238		
					透水係数 m/s	$2.68 \times 10^{-4}$		



特記事項

調査件名

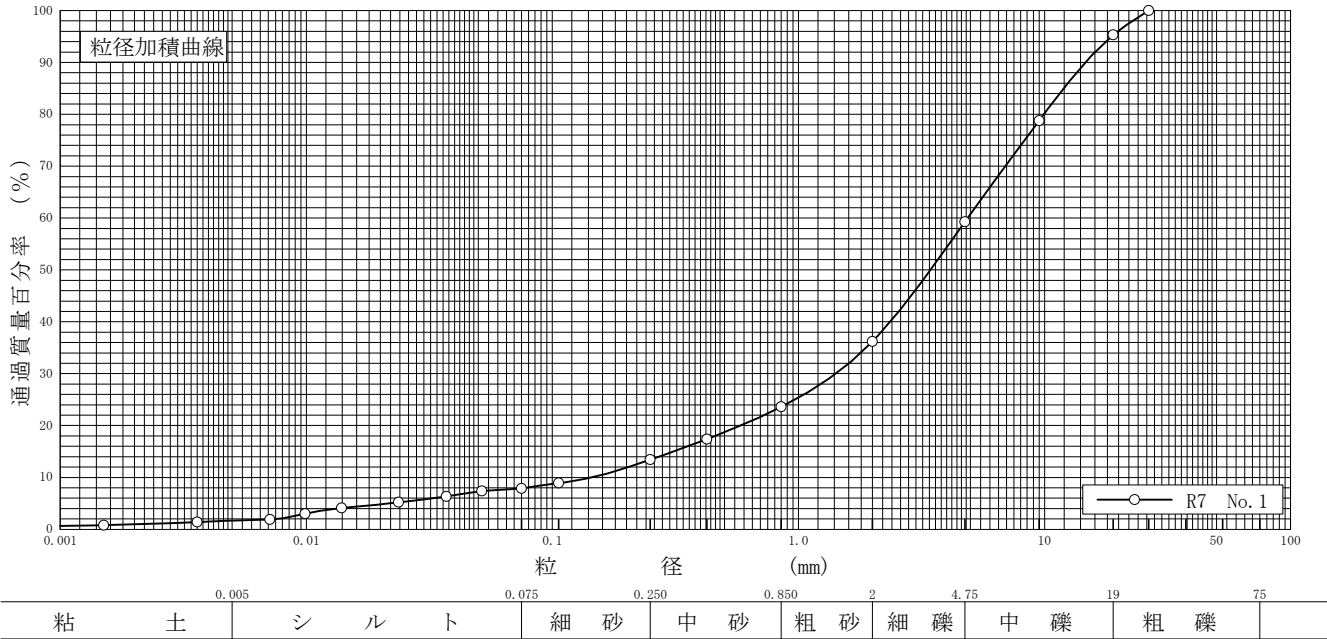
花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務

試験年月日

令和 7年 11月 19日

試験者

試料番号 (深さ)	R7 No. 1 (8.0~8.5m)				試料番号 (深さ)	R7 No. 1 (8.0~8.5m)	
ふるい 分け 分析	粒径 mm	通過質量百分率%	粒径 mm	通過質量百分率%	粗礫分 %	4.7	
	75		75		中礫分 %	36.0	
	53		53		細礫分 %	23.1	
	37.5		37.5		粗砂分 %	12.6	
	26.5	100.0	26.5		中砂分 %	10.2	
	19	95.3	19		細砂分 %	5.5	
	9.5	78.8	9.5		シルト分 %	6.3	
	4.75	59.3	4.75		粘土分 %	1.6	
	2	36.2	2		2mmふるい通過質量百分率 %	36.2	
	0.850	23.6	0.850		425μmふるい通過質量百分率 %	17.4	
	0.425	17.4	0.425		75μmふるい通過質量百分率 %	7.9	
	0.250	13.4	0.250		最大粒径 mm	26.5	
	0.106	8.9	0.106		60 % 粒径 $D_{60}$ mm	4.8704	
	0.075	7.9	0.075		50 % 粒径 $D_{50}$ mm	3.4549	
沈降 分析	0.0516	7.4			30 % 粒径 $D_{30}$ mm	1.4210	
	0.0370	6.3			10 % 粒径 $D_{10}$ mm	0.1445	
	0.0237	5.2			均等係数 $U_c$	33.71	
	0.0139	4.1			曲率係数 $U_c'$	2.87	
	0.0099	3.0			土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.716	
	0.0071	1.9			使用した分散剤	ヘキサメタリン酸ナトリウム	
	0.0036	1.4			溶液濃度, 溶液添加量	20%, 10ml	
	0.0015	0.8			20 % 粒径 $D_{20}$ mm	0.5822	
					透水係数 m/s	$1.04 \times 10^{-3}$	



特記事項



調査件名

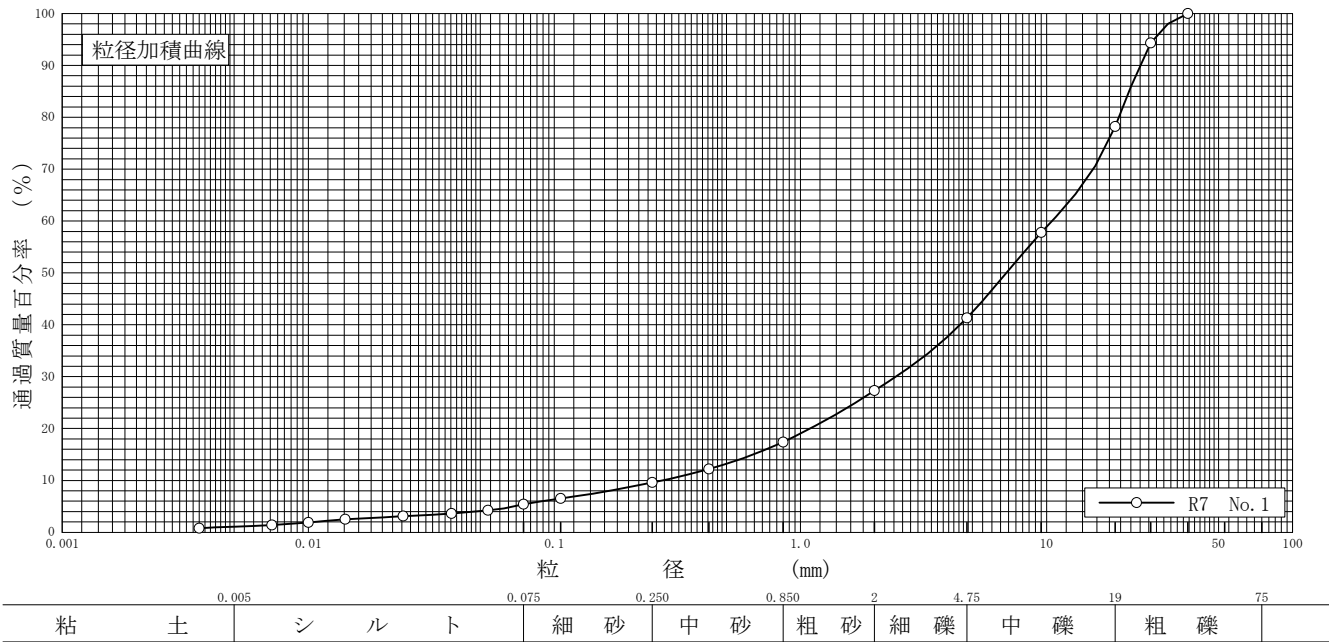
花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務

試験年月日

令和 7年 11月 19日

試験者

試料番号 (深 さ)	R7 No. 1 (12.0～12.5m)				試料番号 (深 さ)	R7 No. 1 (12.0～12.5m)	
	粒 径 mm	通過質量百分率%	粒 径 mm	通過質量百分率%			
ふるい 分 析	75		75		粗 礫 分 %	21.8	
	53		53		中 礫 分 %	36.9	
	37.5	100.0	37.5		細 礫 分 %	14.0	
	26.5	94.3	26.5		粗 砂 分 %	9.9	
	19	78.2	19		中 砂 分 %	7.8	
	9.5	57.8	9.5		細 砂 分 %	4.2	
	4.75	41.3	4.75		シ ル ト 分 %	4.3	
	2	27.3	2		粘 土 分 %	1.1	
	0.850	17.4	0.850		2mmふるい通過質量百分率 %	27.3	
	0.425	12.2	0.425		425μmふるい通過質量百分率 %	12.2	
	0.250	9.6	0.250		75μmふるい通過質量百分率 %	5.4	
	0.106	6.5	0.106		最 大 粒 径 mm	37.5	
	0.075	5.4	0.075		60 % 粒 径 $D_{60}$ mm	10.5178	
					50 % 粒 径 $D_{50}$ mm	6.8898	
沈 降 分 析	0.0537	4.2			30 % 粒 径 $D_{30}$ mm	2.4518	
	0.0382	3.6			10 % 粒 径 $D_{10}$ mm	0.2746	
	0.0243	3.1			均 等 係 数 $U_c$	38.30	
	0.0141	2.5			曲 率 係 数 $U_c'$	2.08	
	0.0100	1.9			土 粒 子 の 密 度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.699	
	0.0071	1.4			使用した分散剤	ヘキサメタリン酸ナトリウム	
	0.0036	0.8			溶液濃度，溶液添加量	20%，10ml	
					20 % 粒 径 $D_{20}$ mm	1.0982	
					透 水 係 数 m/s	$5.01 \times 10^{-3}$	



特記事項

調査件名

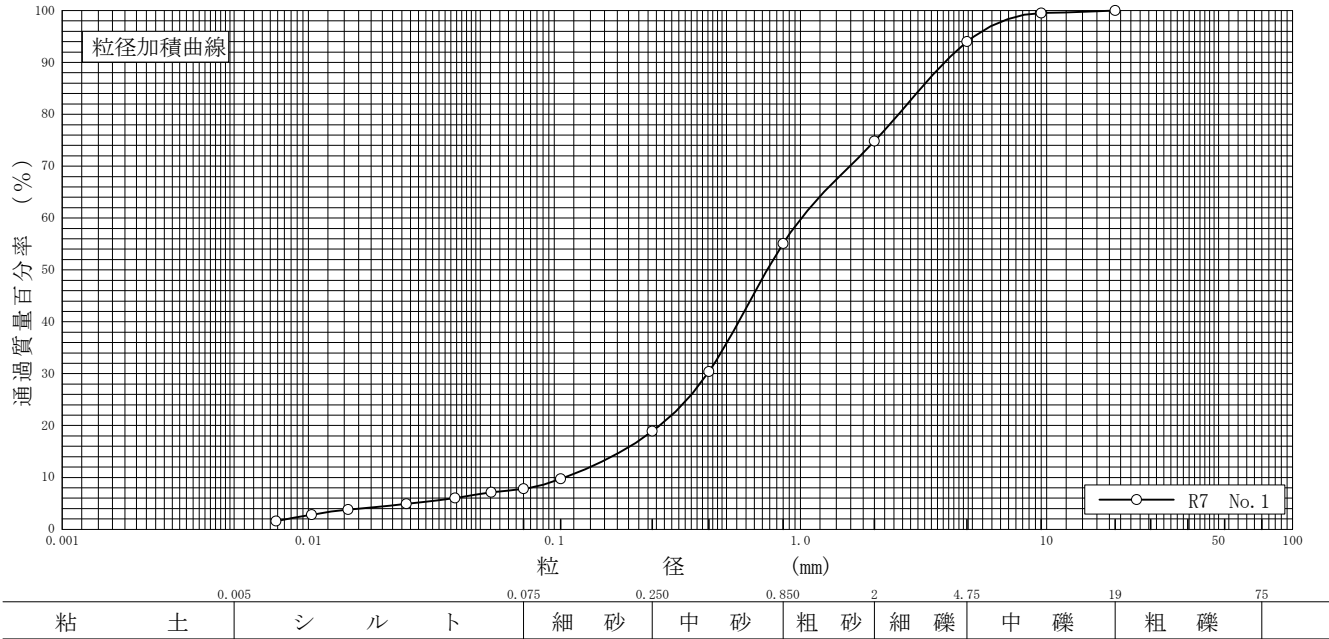
花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務

試験年月日

令和 7年 11月 19日

試験者

試料番号 (深 さ)	R7 No. 1 (16.1～16.5m)				試 料 番 号 (深 さ)	R7 No. 1 (16.1～16.5m)	
ふるい 分 析	粒 径 mm	通過質量百分率%	粒 径 mm	通過質量百分率%	粗 礫 分 %	*	
	75		75		中 礫 分 %	6.0	
	53		53		細 礫 分 %	19.2	
	37.5		37.5		粗 砂 分 %	19.7	
	26.5		26.5		中 砂 分 %	36.2	
	19	100.0	19		細 砂 分 %	11.1	
	9.5	99.5	9.5		シ ル ト 分 %	7.8	
	4.75	94.0	4.75		粘 土 分 %		
	2	74.8	2		2mmふるい通過質量百分率 %	74.8	
	0.850	55.1	0.850		425μmふるい通過質量百分率 %	30.4	
	0.425	30.4	0.425		75μmふるい通過質量百分率 %	7.8	
	0.250	18.9	0.250		最 大 粒 径 mm	19	
	0.106	9.7	0.106		60 % 粒 径 $D_{60}$ mm	1.0136	
	0.075	7.8	0.075		50 % 粒 径 $D_{50}$ mm	0.7327	
沈 降 分 析	0.0553	7.1			30 % 粒 径 $D_{30}$ mm	0.4192	
	0.0394	6.0			10 % 粒 径 $D_{10}$ mm	0.1103	
	0.0250	4.9			均 等 係 数 $U_c$	9.19	
	0.0145	3.8			曲 率 係 数 $U_c'$	1.57	
	0.0103	2.8			土 粒 子 の 密 度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.683	
	0.0074	1.6			使用した分散剤	ヘキサメタリン酸ナトリウム	
					溶液濃度，溶液添加量	20%，10ml	
					20 % 粒 径 $D_{20}$ mm	0.2678	
					透 水 係 数 m/s	$1.68 \times 10^{-4}$	



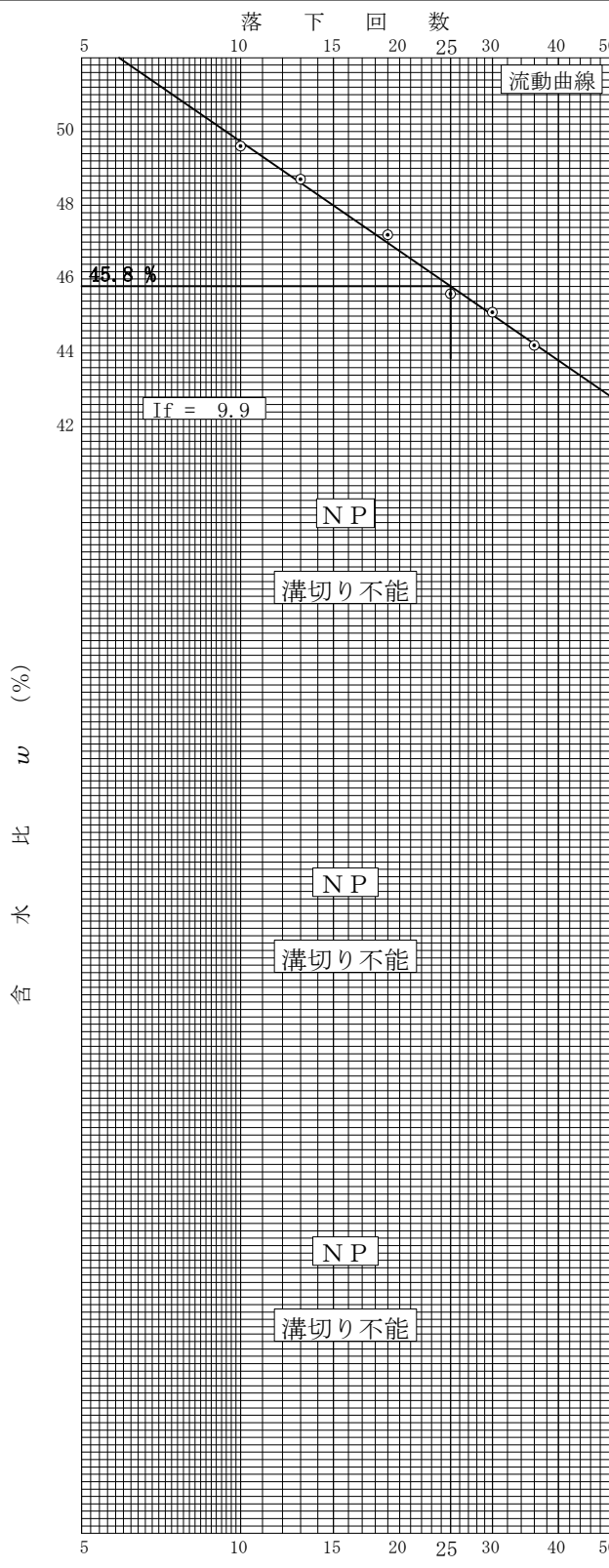
特記事項

調査件名 花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務

試験年月日 令和 7年 11月 18日

試験者 XXXXXXXXXX

試料番号（深さ） R7 No. 1（4.0～4.5m）			
液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 $w_L$ %
落下回数	含水比 $w$ %	含水比 $w$ %	45.8
36	44.2	27.6	塑性限界 $w_p$ %
30	45.1	27.8	27.8
25	45.6	28.0	塑性指数 $I_p$
19	47.2		18.0
13	48.7		
10	49.6		
試料番号（深さ） R7 No. 1（5.0～5.5m）			
液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 $w_L$ %
落下回数	含水比 $w$ %	含水比 $w$ %	N P
			塑性限界 $w_p$ %
			N P
			塑性指数 $I_p$
			N P
		ヒモ状にならず試験不能	
試料番号（深さ） R7 No. 1（8.0～8.5m）			
液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 $w_L$ %
落下回数	含水比 $w$ %	含水比 $w$ %	N P
			塑性限界 $w_p$ %
			N P
			塑性指数 $I_p$
			N P
		ヒモ状にならず試験不能	
試料番号（深さ） R7 No. 1（12.0～12.5m）			
液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 $w_L$ %
落下回数	含水比 $w$ %	含水比 $w$ %	N P
			塑性限界 $w_p$ %
			N P
			塑性指数 $I_p$
			N P
		ヒモ状にならず試験不能	
特記事項			



調査件名 花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務

試験年月日 令和 7年 11月 18日

試験者

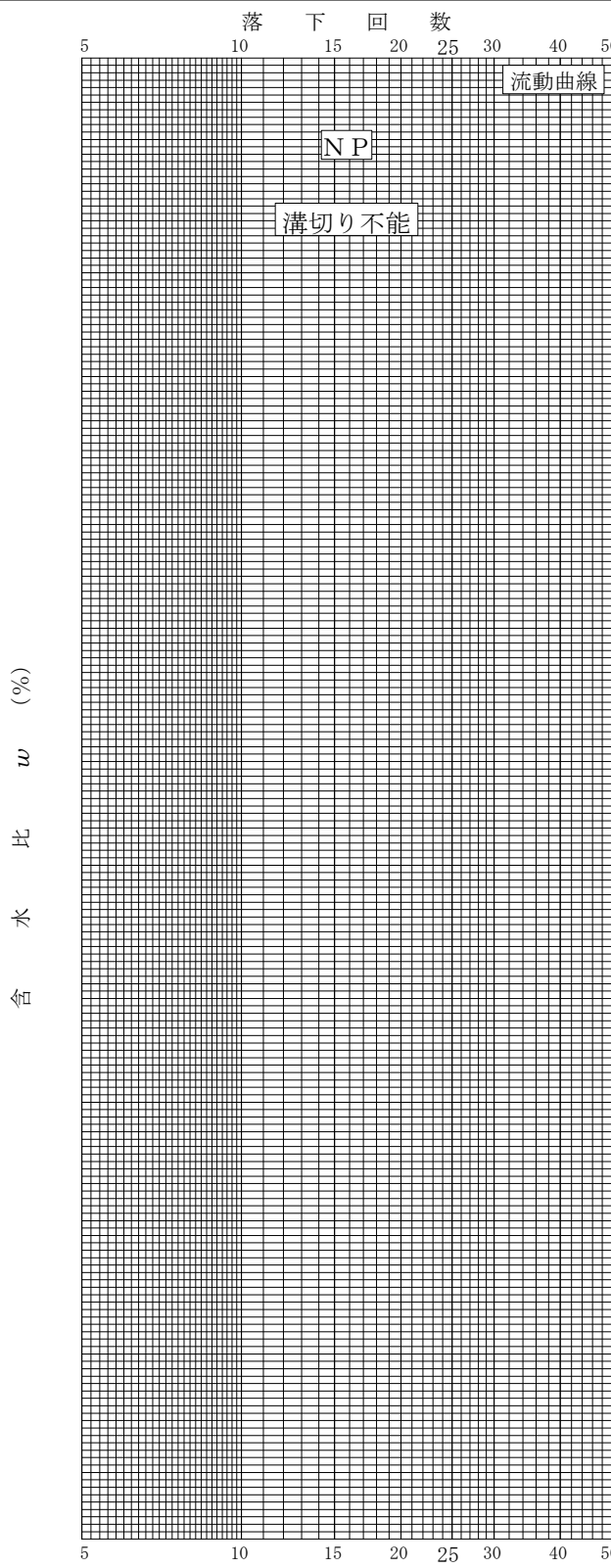
試料番号（深さ） R7 No. 1（16.1～16.5m）			
液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 $w_L$ %
落下回数	含水比 $w$ %	含水比 $w$ %	N P
			塑性限界 $w_p$ %
			N P
			塑性指数 $I_p$
			N P
		ヒモ状にならず試験不能	

試料番号（深さ）			
液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 $w_L$ %
落下回数	含水比 $w$ %	含水比 $w$ %	
			塑性限界 $w_p$ %
			塑性指数 $I_p$

試料番号（深さ）			
液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 $w_L$ %
落下回数	含水比 $w$ %	含水比 $w$ %	
			塑性限界 $w_p$ %
			塑性指数 $I_p$

試料番号（深さ）			
液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 $w_L$ %
落下回数	含水比 $w$ %	含水比 $w$ %	
			塑性限界 $w_p$ %
			塑性指数 $I_p$

特記事項



# セメントミルク工法の許容鉛直支持力(1113号式)

## (1) 長期許容鉛直支持力 (Ra)

$$Ra = 1/3 \times (\alpha \bar{N}Ap + Rf)$$

Ra : 長期許容鉛直支持力 (kN/本)

$\alpha \bar{N}Ap$  : 杭先端支持力 (kN/本)

$\alpha$  : 定数  $\alpha = 200$

$\bar{N}$  : 杭先端より下方1D、上方4D間の平均N値

ただしDは杭径とする ( $\bar{N} \leq 60$ )

Ap : 杭断面積 (m<sup>2</sup>)

Rf : 杭周面摩擦力

$$Rf = Rfs + Rfc$$

$$Rfs = \sum (10/3 \bar{N}sLs) \psi$$

$\bar{N}s$  : 杭の周面摩擦抵抗を考慮できる地盤中、砂質土部分の平均N値  
( $\bar{N}s \leq 30$ )

Ls : 砂質土部分の杭の周面摩擦抵抗を考慮できる杭の長さ (m)

$$Rfc = \sum (1/2 \bar{q}uLc) \psi$$

$\bar{q}u$  : 一軸圧縮強度

( $\bar{q}u \leq 200$ )

Lc : 粘性土部分の杭の周面摩擦抵抗を考慮できる杭の長さ (m)

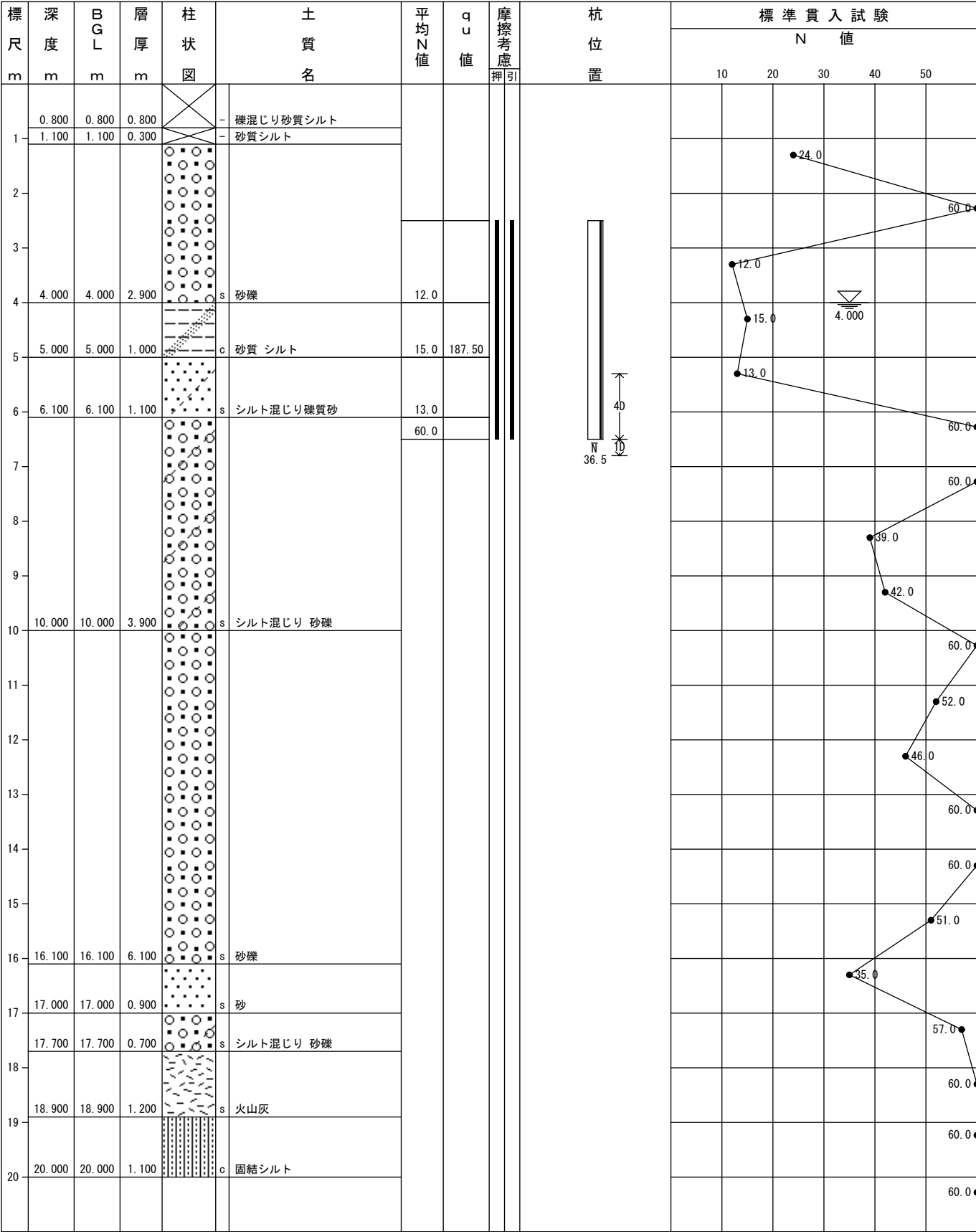
$\psi$  : 杭の周長

## (2) 短期許容鉛直支持力 (Ra')

$$Ra' = 2 \times Ra$$

土質柱状図及び杭位置 (柱状図No. 001)

工事件名：花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務		
工事場所：北海道旭川市花咲4丁目		調査位置：現地
工 法：1113号式(セメントミルク工法)		杭 長：4m
杭 天 端：BorGL-2.500m (BorGL = KBM+0.000m)		孔内水位：BorGL-4.000m
杭 内 訳：φ300(4m)		
備 考：		



【計算条件】

物件No. AX-2512002-001-001

ボーリングデータNo. 001

工法 : 1113号式(セメントミルク工法) 「国土交通省告示第1113号式」  
 杭天端 : BorGL-2. 500m (BorGL = KBM+0. 000m)  
 杭長 : 4m  
 杭内訳 :  $\phi 300$  (4m)

【先端支持力】  $\alpha \bar{N}A_p$

$$\alpha = 200$$

$$\bar{N} = \text{下方1D上方4D} : (13.0 + 60.0) / 2 = 36.5 \text{ (個々 : } N \text{値} \leq 60)$$

$$\text{よって} \bar{N} = 36.5$$

$$\alpha \bar{N}A_p = 200 \times 36.5 \times 0.0706 = 515.38 \text{ kN}$$

【周面摩擦力】

■杭種共通

砂質土層

$$R_{fs} = \beta \bar{N}sL_s \psi$$

$$\beta = 10/3 \text{ (個々 : } N \text{値} \leq 30)$$

粘性土層

$$R_{fc} = \gamma \bar{q}uL_c \psi$$

$$\gamma = 1/2 \text{ (個々 : } q_u \leq 200)$$

深度 (m)	層厚L (m)	土質	採用N値	採用 $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	杭径 (mm)	周長 $\psi$ (m)	周面摩擦力 (kN)	
							R <sub>fs</sub>	R <sub>fc</sub>
4.000	1.500	砂礫	12.0		$\phi 300$	0.942	56.52	
5.000	1.000	砂質シルト	15.0	187.50	$\phi 300$	0.942		88.31
6.100	1.100	シルト混じり礫質砂	13.0		$\phi 300$	0.942	44.90	
6.500	0.400	シルト混じり砂礫	30.0		$\phi 300$	0.942	37.68	

「'」は補正值、「\*」は試験値、「#」は層を区切った範囲にN値がないため0とした層を示します。  
 採用N値、採用 $q_u$ は上限・下限を適用した値です。

杭径 (mm)	砂質土 : R <sub>fs</sub>	粘性土 : R <sub>fc</sub>	合計 : R <sub>fs</sub> +R <sub>fc</sub>
$\phi 300$	139.10	88.31	227.41
合計	139.10	88.31	227.41

【長期許容鉛直支持力】  $R_a = 1/3 \times (\alpha \bar{N}A_p + \beta \bar{N}sL_s \psi + \gamma \bar{q}uL_c \psi)$

$$R_a = 1/3 \times (515.38 + 139.10 + 88.31) = 247.5 \text{ kN}$$

長期許容鉛直支持力  $R_a = 247.5 \text{ kN}$

短期許容鉛直支持力  $R_{a'} = 2 \times R_a = 2 \times 247.5 = 495.0 \text{ kN}$

本計算資料は、ご提供頂いた地盤資料から、杭先端以深の未調査部分も一様に地層が存在すると仮定し、検討を実施したものです。審査機関などから、指針・基準などに基づく調査を求められた場合は、改めてご提供頂いた調査資料を用いて、再検討を実施致します。

## 【計算条件】

ボーリングデータNo. 001

工法 : 1113号式(セメントミルク工法)  
杭天端 : BorGL-2.500m (BorGL = KBM+0.000m)  
杭長 : 4m  
杭内訳 :  $\phi 300$  (4m)

【引抜き抵抗力】  $R_f = \frac{2}{3} \beta \overline{N_s} L_s \psi + \gamma \overline{q_u} L_c \psi$  $R_f = 92.73 + 88.31 = 181.04 \text{ kN}$ 終局引抜き抵抗力  $R_{tr} = 1/1.2 \times R_f = 150.8 \text{ kN}$ 短期引抜き抵抗力  $R_{tr}' = 2/3 \times R_f = 120.6 \text{ kN}$ 

※終局引抜き抵抗力：残留引抜き抵抗力

短期引抜き抵抗力：降伏引抜き抵抗力

この算定結果を実際の建物の設計にご利用される場合は、施工条件の確認が必要となりますので、

■■■■■■■■■■の各支店技術サービスまでご連絡ください。



土質柱状図及び杭位置 (柱状図No. 001)

工事件名：花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務		
工事場所：北海道旭川市花咲4丁目		調査位置：現地
工 法：1113号式(セメントミルク工法)		杭 長：4m
杭 天 端：BorGL-2.500m (BorGL = KBM+0.000m)		孔内水位：BorGL-4.000m
杭 内 訳：φ450 (4m)		
備 考：		

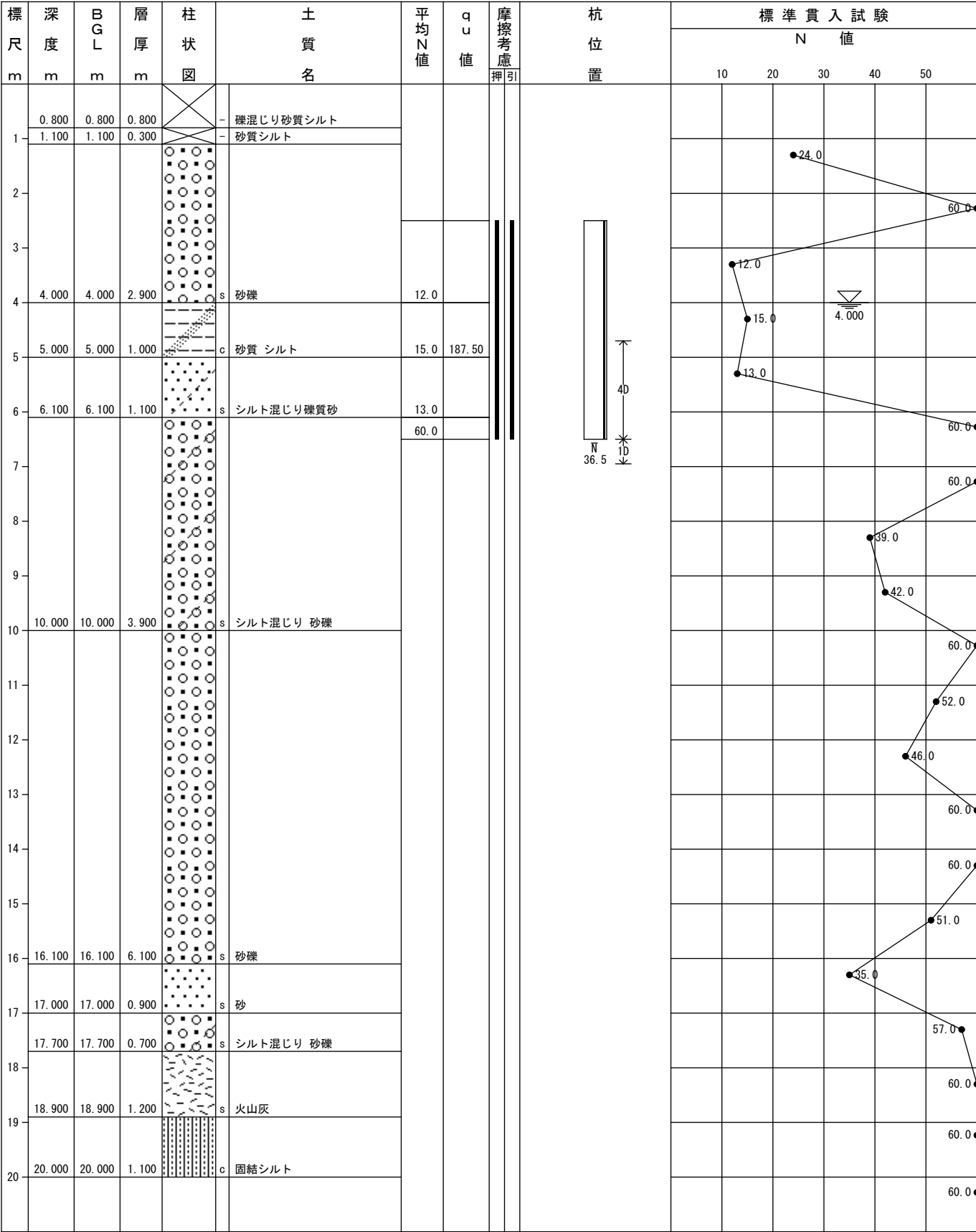


図1 土質柱状図及び杭位置 (柱状図No. 001)

【計算条件】

物件No. AX-2512002-001-001

ボーリングデータNo. 001

工法 : 1113号式(セメントミルク工法) 「国土交通省告示第1113号式」  
 杭天端 : BorGL-2. 500m (BorGL = KBM+0. 000m)  
 杭長 : 4m  
 杭内訳 :  $\phi$  450 (4m)

【先端支持力】  $\alpha \bar{N}A_p$

$$\alpha = 200$$

$$\bar{N} = \text{下方1D上方4D} : (13.0 + 60.0) / 2 = 36.5 \text{ (個々 : } N \text{値} \leq 60)$$

$$\text{よって} \bar{N} = 36.5$$

$$\alpha \bar{N}A_p = 200 \times 36.5 \times 0.1590 = 1160.70 \text{ kN}$$

【周面摩擦力】

■杭種共通

砂質土層

$$R_{fs} = \beta \bar{N}sL_s \psi$$

$$\beta = 10/3 \text{ (個々 : } N \text{値} \leq 30)$$

粘性土層

$$R_{fc} = \gamma \bar{q}uL_c \psi$$

$$\gamma = 1/2 \text{ (個々 : } q_u \leq 200)$$

深度 (m)	層厚L (m)	土質	採用N値	採用 $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	杭径 (mm)	周長 $\psi$ (m)	周面摩擦力 (kN)	
							R <sub>fs</sub>	R <sub>fc</sub>
4.000	1.500	砂礫	12.0		$\phi$ 450	1.413	84.78	
5.000	1.000	砂質シルト	15.0	187.50	$\phi$ 450	1.413		132.46
6.100	1.100	シルト混じり礫質砂	13.0		$\phi$ 450	1.413	67.35	
6.500	0.400	シルト混じり砂礫	30.0		$\phi$ 450	1.413	56.52	

「'」は補正值、「\*」は試験値、「#」は層を区切った範囲にN値がないため0とした層を示します。

採用N値、採用 $q_u$ は上限・下限を適用した値です。

杭径 (mm)	砂質土 : R <sub>fs</sub>	粘性土 : R <sub>fc</sub>	合計 : R <sub>fs</sub> +R <sub>fc</sub>
$\phi$ 450	208.65	132.46	341.11
合計	208.65	132.46	341.11

【長期許容鉛直支持力】  $R_a = 1/3 \times (\alpha \bar{N}A_p + \beta \bar{N}sL_s \psi + \gamma \bar{q}uL_c \psi)$

$$R_a = 1/3 \times (1160.70 + 208.65 + 132.46) = 500.6 \text{ kN}$$

長期許容鉛直支持力  $R_a = 500.6 \text{ kN}$

短期許容鉛直支持力  $R_{a'} = 2 \times R_a = 2 \times 500.6 = 1001.2 \text{ kN}$

本計算資料は、ご提供頂いた地盤資料から、杭先端以深の未調査部分も一様に地層が存在すると仮定し、検討を実施したものです。審査機関などから、指針・基準などに基づく調査を求められた場合は、改めてご提供頂いた調査資料を用いて、再検討を実施致します。

## 【計算条件】

ボーリングデータNo. 001

工法 : 1113号式(セメントミルク工法)  
杭天端 : BorGL-2.500m (BorGL = KBM+0.000m)  
杭長 : 4m  
杭内訳 :  $\phi 450$  (4m)

【引抜き抵抗力】  $R_f = \frac{2}{3} \beta \overline{N_s} L_s \psi + \gamma \overline{q_u} L_c \psi$  $R_f = 139.10 + 132.46 = 271.56 \text{ kN}$ 終局引抜き抵抗力  $R_{tr} = 1/1.2 \times R_f = 226.3 \text{ kN}$ 短期引抜き抵抗力  $R_{tr}' = 2/3 \times R_f = 181.0 \text{ kN}$ 

※終局引抜き抵抗力：残留引抜き抵抗力

短期引抜き抵抗力：降伏引抜き抵抗力

この算定結果を実際の建物の設計にご利用される場合は、施工条件の確認が必要となりますので、  
[REDACTED] の各支店技術サービスまでご連絡ください。

土質柱状図及び杭位置 (柱状図No. 001)

工事件名：花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務

工事場所：北海道旭川市花咲4丁目

調査位置：現地

工 法：1113号式(セメントミルク工法)

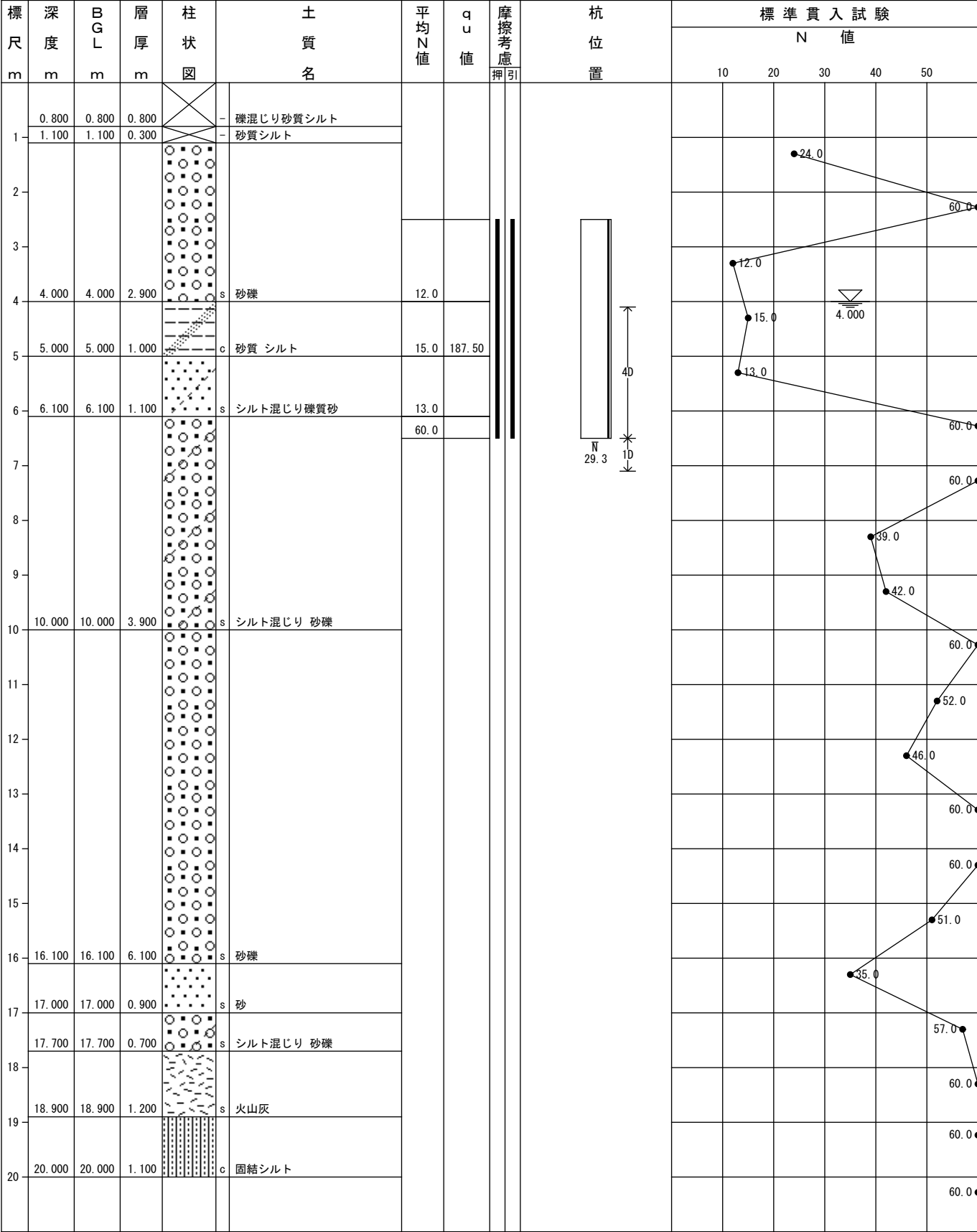
杭 長：4m

杭 天 端：BorGL-2.500m (BorGL = KBM+0.000m)

孔内水位：BorGL-4.000m

杭 内 訳：φ600 (4m)

備 考：



【計算条件】

物件No. AX-2512002-001-001

ボーリングデータNo. 001

工法 : 1113号式(セメントミルク工法) 「国土交通省告示第1113号式」  
 杭天端 : BorGL-2. 500m (BorGL = KBM+0. 000m)  
 杭長 : 4m  
 杭内訳 :  $\phi$  600 (4m)

【先端支持力】  $\alpha \bar{N}A_p$

$\alpha = 200$

$\bar{N} = \text{下方1D上方4D} : (15.0 + 13.0 + 60.0) / 3 = 29.3$  (個々 :  $N \leq 60$ )

よって  $\bar{N} = 29.3$

$\alpha \bar{N}A_p = 200 \times 29.3 \times 0.2827 = 1656.62 \text{ kN}$

【周面摩擦力】

■杭種共通

砂質土層

$$R_{fs} = \beta \bar{N} s L_s \psi$$

$\beta = 10/3$  (個々 :  $N \leq 30$ )

粘性土層

$$R_{fc} = \gamma \bar{q} u L_c \psi$$

$\gamma = 1/2$  (個々 :  $q_u \leq 200$ )

深度 (m)	層厚L (m)	土質	採用N値	採用qu (kN/m <sup>2</sup> )	杭径 (mm)	周長 $\psi$ (m)	周面摩擦力 (kN)	
							Rfs	Rfc
4.000	1.500	砂礫	12.0		$\phi$ 600	1.884	113.04	
5.000	1.000	砂質シルト	15.0	187.50	$\phi$ 600	1.884		176.62
6.100	1.100	シルト混じり礫質砂	13.0		$\phi$ 600	1.884	89.80	
6.500	0.400	シルト混じり砂礫	30.0		$\phi$ 600	1.884	75.36	

「'」は補正值、「\*」は試験値、「#」は層を区切った範囲にN値がないため0とした層を示します。

採用N値、採用quは上限・下限を適用した値です。

杭径 (mm)	砂質土 : Rfs	粘性土 : Rfc	合計 : Rfs+Rfc
$\phi$ 600	278.20	176.62	454.82
合計	278.20	176.62	454.82

【長期許容鉛直支持力】  $R_a = 1/3 \times (\alpha \bar{N}A_p + \beta \bar{N} s L_s \psi + \gamma \bar{q} u L_c \psi)$

$R_a = 1/3 \times (1656.62 + 278.20 + 176.62) = 703.8 \text{ kN}$

長期許容鉛直支持力  $R_a = 703.8 \text{ kN}$

短期許容鉛直支持力  $R_{a'} = 2 \times R_a = 2 \times 703.8 = 1407.6 \text{ kN}$

本計算資料は、ご提供頂いた地盤資料から、杭先端以深の未調査部分も一様に地層が存在すると仮定し、検討を実施したものです。審査機関などから、指針・基準などに基づく調査を求められた場合は、改めてご提供頂いた調査資料を用いて、再検討を実施致します。

## 【計算条件】

ボーリングデータNo. 001

工法 : 1113号式(セメントミルク工法)  
杭天端 : BorGL-2.500m (BorGL = KBM+0.000m)  
杭長 : 4m  
杭内訳 :  $\phi 600$  (4m)

【引抜き抵抗力】  $R_f = \frac{2}{3} \beta \overline{N_s} L_s \psi + \gamma \overline{q_u} L_c \psi$  $R_f = 185.46 + 176.62 = 362.08 \text{ kN}$ 終局引抜き抵抗力  $R_{tr} = 1/1.2 \times R_f = 301.7 \text{ kN}$ 短期引抜き抵抗力  $R_{tr}' = 2/3 \times R_f = 241.3 \text{ kN}$ 

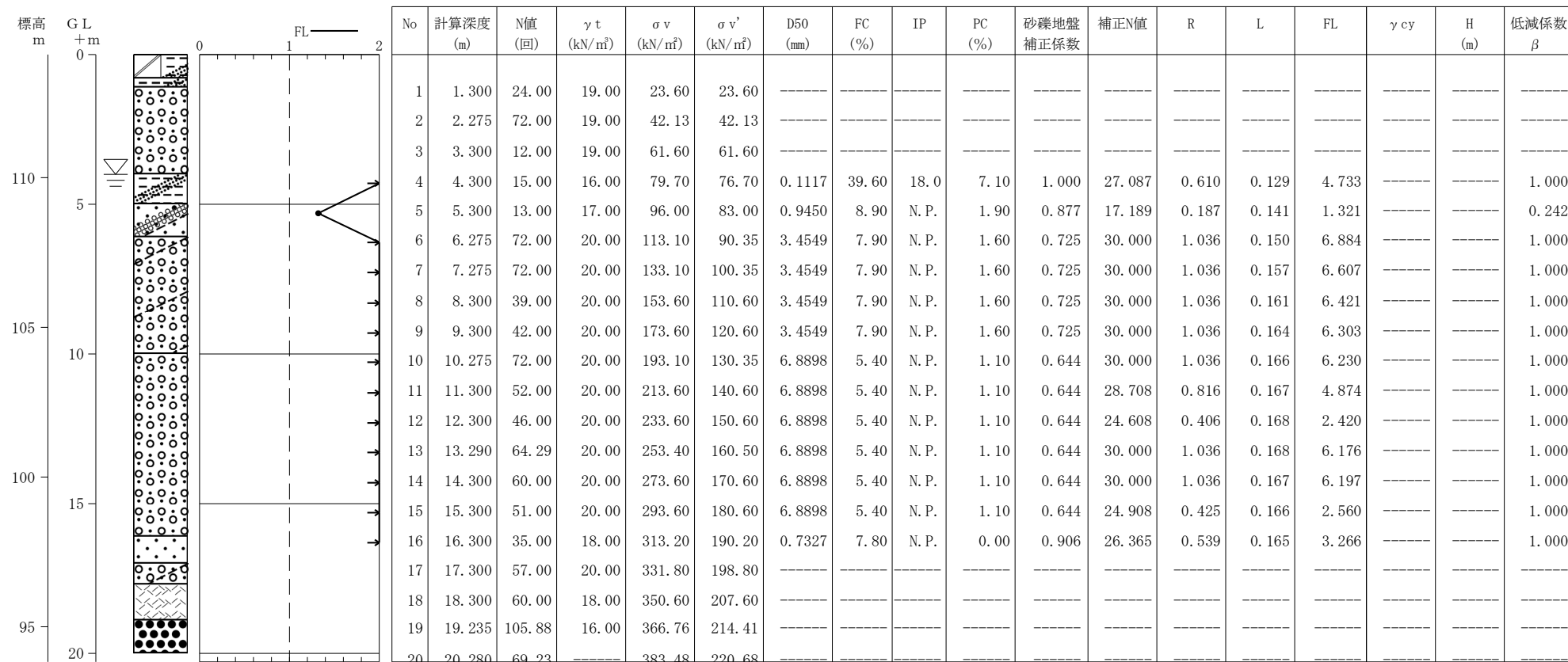
※終局引抜き抵抗力：残留引抜き抵抗力

短期引抜き抵抗力：降伏引抜き抵抗力

この算定結果を実際の建物の設計にご利用される場合は、施工条件の確認が必要となりますので、

の各支店技術サービスまでご連絡ください。

適用式	建築基礎構造設計指針式 (2019)		
調査件名	花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務		
調査住所	北海道旭川市花咲町4丁目		
調査位置	北緯：43度47分33.73秒 東経：142度22分27.23秒		
ボーリング名	R7 No. 1		
孔口標高	T. P. +114.11 (m)		
地下水位	GL-4.00 (m)		
液状化指数PL (加速度)	0.000 (2.000m/s <sup>2</sup> )	最大水平変位Dcy	0.000 (m)
非液状化層厚H1	20.000 (m)	宅地の液状化被害判定	H1-Dcy法：Aランク H1-PL法：Aランク
低減係数	0.015	マグニチュード	7.500
計算対象範囲	地下水位以深で、FC≤35% FC>35%かつ(粘土分含有率≤10%またはIP≤15)		



適用式	建築基礎構造設計指針式（2019）		
調査件名	花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務		
調査住所	北海道旭川市花咲町4丁目		
調査位置	北緯:43度47分33.73秒 東経:142度22分27.23秒		
ボーリング名	R7 No.1		
孔口標高(m)	T.P.+114.11		
地下水位(m)	GL-4.00		
非液化化層厚H1(m)	20.000	宅地の液化化被害判定	H1-Dcy法: Aランク H1-PL法: Aランク
低減係数	0.015	マグニチュード	7.500
計算対象範囲	地下水位以深で、FC≤35% FC>35%かつ（粘土分含有率≤10%またはIP≤15）		

No	下限深度 (m)	$\gamma t$ (kN/m3)	$\sigma v$ (kN/m2)	$\sigma v'$ (kN/m2)	土質名
1	0.800	18.00	14.40	14.40	盛土（礫混じり砂質シルト）
2	1.100	18.00	19.80	19.80	砂質シルト
3	4.000	19.00	74.90	74.90	砂礫
4	5.000	16.00	90.90	80.90	砂質シルト
5	6.100	17.00	109.60	88.60	シルト混じり礫質砂
6	10.000	20.00	187.60	127.60	シルト混じり砂礫
7	16.100	20.00	309.60	188.60	砂礫
8	17.000	18.00	325.80	195.80	砂
9	17.700	20.00	339.80	202.80	シルト混じり砂礫
10	18.900	18.00	361.40	212.40	火山灰
11	20.000	16.00	379.00	219.00	固結シルト

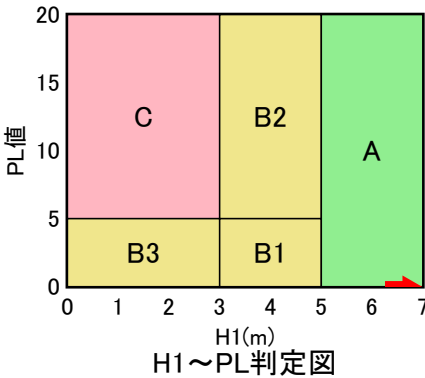
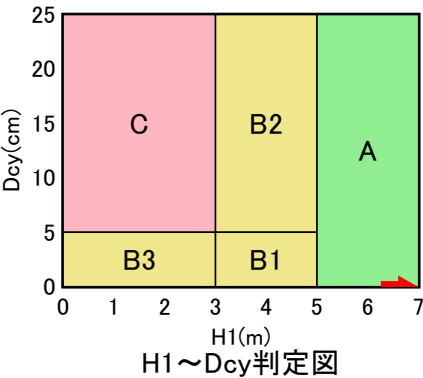
No	計算深度 (m)	N値 (回)	$\gamma t$ (kN/m3)	$\sigma v$ (kN/m2)	$\sigma v'$ (kN/m2)	D50 (mm)	FC (%)	IP	PC (%)	砂礫地盤 補正係数	補正N値	R
1	1.300	24.00	19.00	23.60	23.60							
2	2.275	72.00	19.00	42.13	42.13							
3	3.300	12.00	19.00	61.60	61.60							
4	4.300	15.00	16.00	79.70	76.70	0.1117	39.60	18.0	7.10	1.000	27.087	0.610
5	5.300	13.00	17.00	96.00	83.00	0.9450	8.90	N.P.	1.90	0.877	17.189	0.187
6	6.275	72.00	20.00	113.10	90.35	3.4549	7.90	N.P.	1.60	0.725	30.000	1.036
7	7.275	72.00	20.00	133.10	100.35	3.4549	7.90	N.P.	1.60	0.725	30.000	1.036
8	8.300	39.00	20.00	153.60	110.60	3.4549	7.90	N.P.	1.60	0.725	30.000	1.036
9	9.300	42.00	20.00	173.60	120.60	3.4549	7.90	N.P.	1.60	0.725	30.000	1.036
10	10.275	72.00	20.00	193.10	130.35	6.8898	5.40	N.P.	1.10	0.644	30.000	1.036
11	11.300	52.00	20.00	213.60	140.60	6.8898	5.40	N.P.	1.10	0.644	28.708	0.816
12	12.300	46.00	20.00	233.60	150.60	6.8898	5.40	N.P.	1.10	0.644	24.608	0.406
13	13.290	64.29	20.00	253.40	160.50	6.8898	5.40	N.P.	1.10	0.644	30.000	1.036
14	14.300	60.00	20.00	273.60	170.60	6.8898	5.40	N.P.	1.10	0.644	30.000	1.036
15	15.300	51.00	20.00	293.60	180.60	6.8898	5.40	N.P.	1.10	0.644	24.908	0.425
16	16.300	35.00	18.00	313.20	190.20	0.7327	7.80	N.P.	0.00	0.906	26.365	0.539
17	17.300	57.00	20.00	331.80	198.80							
18	18.300	60.00	18.00	350.60	207.60							
19	19.235	105.88	16.00	366.76	214.41							
20	20.280	69.23		383.48	220.68							

No	外力係数 L	液化化係数 FL	$\gamma cy$	H (m)	低減係数 $\beta$
1					
2					
3					
4	0.129	4.733			1.000
5	0.141	1.321			0.242
6	0.150	6.884			1.000
7	0.157	6.607			1.000
8	0.161	6.421			1.000
9	0.164	6.303			1.000
10	0.166	6.230			1.000
11	0.167	4.874			1.000
12	0.168	2.420			1.000
13	0.168	6.176			1.000
14	0.167	6.197			1.000
15	0.166	2.560			1.000
16	0.165	3.266			1.000
17					
18					
19					
20					
	水平加速度(m/s2) 2.000 液化化指数 PL= 0.000 最大水平変位(m) Dcy = 0.000				



# 宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針 判定図

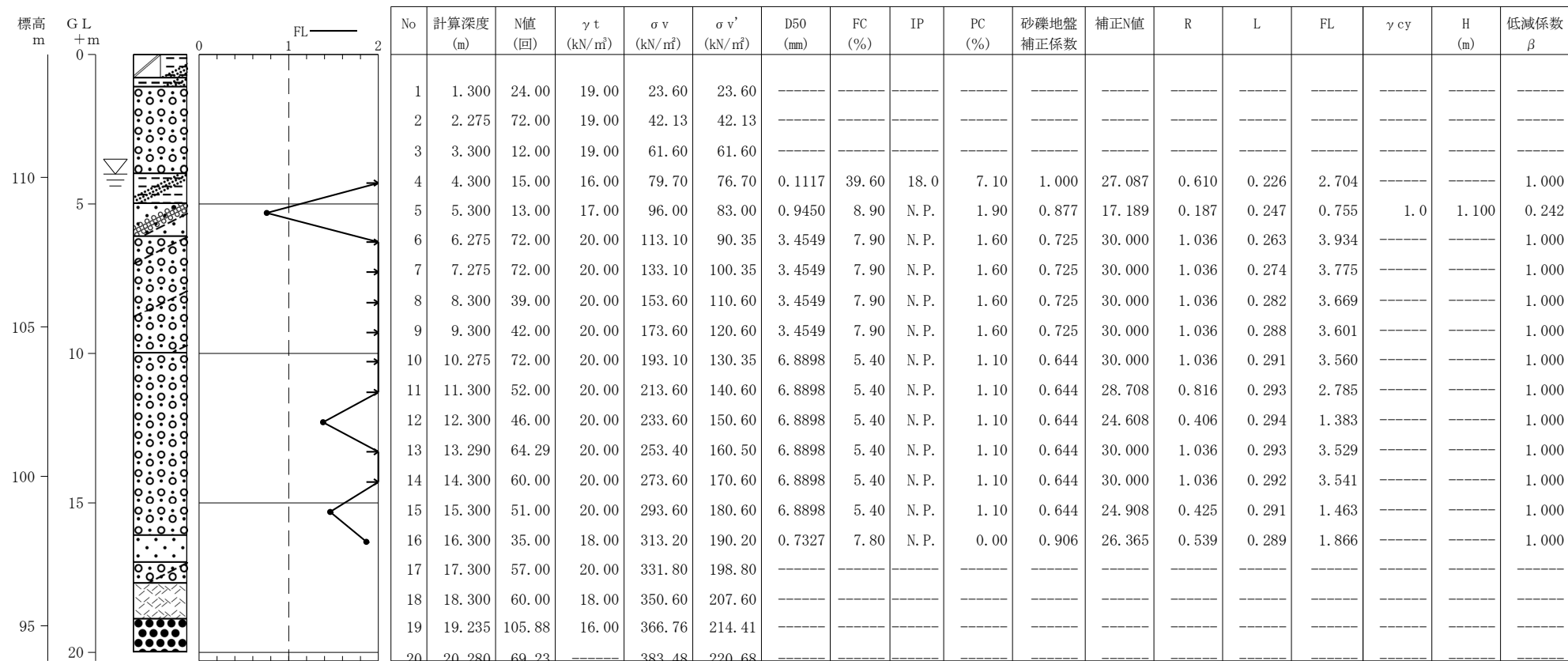
適用式: 建築基礎構造設計指針式 (2019)
調査件名: 花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務
調査住所: 北海道旭川市花咲町4丁目
調査位置: 北緯:43度47分33.73秒 東経:142度22分27.23秒
ボーリング名: R7 No.1
孔口標高(m): T.P.+114.11
地下水位(m): GL-4.00
加速度(m/s2): 2.000
非液状化層厚 H1(m): 20.000
PL値: 0.000
最大水平変位(地表変位量) Dcy(cm): 0.0
判定結果: H1～Dcy判定=A H1～PL判定=A



判定図の数値表

判定結果	H1の範囲	Dcyの範囲	PL値の範囲	液状化被害の可能性
C	3m以下	5cm以上	5以上	顕著な被害の可能性が高い
B3		5cm未満	5未満	顕著な被害の可能性が比較的低い
B2	3mを超え、5m以下	5cm以上	5以上	
B1		5cm未満	5未満	
A	5mを超える	-	-	顕著な被害の可能性が低い

適用式	建築基礎構造設計指針式 (2019)		
調査件名	花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務		
調査住所	北海道旭川市花咲町4丁目		
調査位置	北緯: 43度47分33.73秒 東経: 142度22分27.23秒		
ボーリング名	R7 No. 1		
孔口標高	T.P. +114.11 (m)		
地下水位	GL-4.00 (m)		
液状化指数PL(加速度)	1.779 (3.500m/s <sup>2</sup> )	最大水平変位Dcy	0.011 (m)
非液状化層厚H1	5.000 (m)	宅地の液状化被害判定	H1-Dcy法: B1ランク H1-PL法: B1ランク
低減係数	0.015	マグニチュード	7.500
計算対象範囲	地下水位以深で、FC≤35% FC>35%かつ(粘土分含有率≤10%またはIP≤15)		



適用式	建築基礎構造設計指針式（2019）		
調査件名	花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務		
調査住所	北海道旭川市花咲町4丁目		
調査位置	北緯:43度47分33.73秒 東経:142度22分27.23秒		
ボーリング名	R7 No.1		
孔口標高(m)	T.P.+114.11		
地下水位(m)	GL-4.00		
非液化化層厚H1(m)	5.000	宅地の液化化被害判定	H1-Dcy法:B1ランク H1-PL法:B1ランク
低減係数	0.015	マグニチュード	7.500
計算対象範囲	地下水位以深で、FC≤35% FC>35%かつ（粘土分含有率≤10%またはIP≤15）		

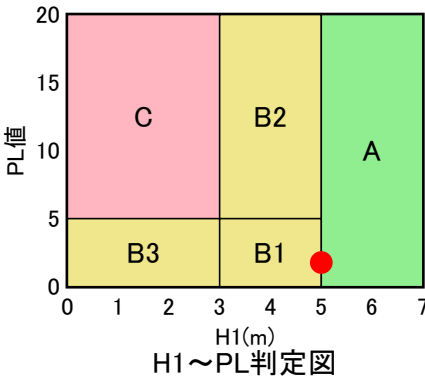
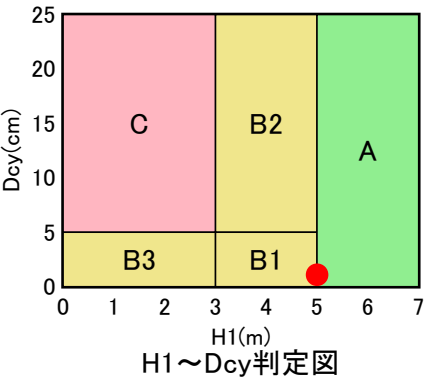
No	下限深度 (m)	$\gamma t$ (kN/m3)	$\sigma v$ (kN/m2)	$\sigma v'$ (kN/m2)	土質名
1	0.800	18.00	14.40	14.40	盛土（礫混じり砂質シルト）
2	1.100	18.00	19.80	19.80	砂質シルト
3	4.000	19.00	74.90	74.90	砂礫
4	5.000	16.00	90.90	80.90	砂質シルト
5	6.100	17.00	109.60	88.60	シルト混じり礫質砂
6	10.000	20.00	187.60	127.60	シルト混じり砂礫
7	16.100	20.00	309.60	188.60	砂礫
8	17.000	18.00	325.80	195.80	砂
9	17.700	20.00	339.80	202.80	シルト混じり砂礫
10	18.900	18.00	361.40	212.40	火山灰
11	20.000	16.00	379.00	219.00	固結シルト

No	計算深度 (m)	N値 (回)	$\gamma t$ (kN/m3)	$\sigma v$ (kN/m2)	$\sigma v'$ (kN/m2)	D50 (mm)	FC (%)	IP	PC (%)	砂礫地盤 補正係数	補正N値	R
1	1.300	24.00	19.00	23.60	23.60							
2	2.275	72.00	19.00	42.13	42.13							
3	3.300	12.00	19.00	61.60	61.60							
4	4.300	15.00	16.00	79.70	76.70	0.1117	39.60	18.0	7.10	1.000	27.087	0.610
5	5.300	13.00	17.00	96.00	83.00	0.9450	8.90	N.P.	1.90	0.877	17.189	0.187
6	6.275	72.00	20.00	113.10	90.35	3.4549	7.90	N.P.	1.60	0.725	30.000	1.036
7	7.275	72.00	20.00	133.10	100.35	3.4549	7.90	N.P.	1.60	0.725	30.000	1.036
8	8.300	39.00	20.00	153.60	110.60	3.4549	7.90	N.P.	1.60	0.725	30.000	1.036
9	9.300	42.00	20.00	173.60	120.60	3.4549	7.90	N.P.	1.60	0.725	30.000	1.036
10	10.275	72.00	20.00	193.10	130.35	6.8898	5.40	N.P.	1.10	0.644	30.000	1.036
11	11.300	52.00	20.00	213.60	140.60	6.8898	5.40	N.P.	1.10	0.644	28.708	0.816
12	12.300	46.00	20.00	233.60	150.60	6.8898	5.40	N.P.	1.10	0.644	24.608	0.406
13	13.290	64.29	20.00	253.40	160.50	6.8898	5.40	N.P.	1.10	0.644	30.000	1.036
14	14.300	60.00	20.00	273.60	170.60	6.8898	5.40	N.P.	1.10	0.644	30.000	1.036
15	15.300	51.00	20.00	293.60	180.60	6.8898	5.40	N.P.	1.10	0.644	24.908	0.425
16	16.300	35.00	18.00	313.20	190.20	0.7327	7.80	N.P.	0.00	0.906	26.365	0.539
17	17.300	57.00	20.00	331.80	198.80							
18	18.300	60.00	18.00	350.60	207.60							
19	19.235	105.88	16.00	366.76	214.41							
20	20.280	69.23		383.48	220.68							

No	外力係数 L	液化化係数 FL	$\gamma cy$	H (m)	低減係数 $\beta$
1					
2					
3					
4	0.226	2.704			1.000
5	0.247	0.755	1.0	1.100	0.242
6	0.263	3.934			1.000
7	0.274	3.775			1.000
8	0.282	3.669			1.000
9	0.288	3.601			1.000
10	0.291	3.560			1.000
11	0.293	2.785			1.000
12	0.294	1.383			1.000
13	0.293	3.529			1.000
14	0.292	3.541			1.000
15	0.291	1.463			1.000
16	0.289	1.866			1.000
17					
18					
19					
20					
	水平加速度(m/s2)                      3.500 液化化指数                                      PL= 1.779 最大水平変位(m)                      Dcy = 0.011				

# 宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針 判定図

適用式: 建築基礎構造設計指針式 (2019)
調査件名: 花咲スポーツ公園再整備事業地質調査業務
調査住所: 北海道旭川市花咲町4丁目
調査位置: 北緯:43度47分33.73秒 東経:142度22分27.23秒
ボーリング名: R7 No.1
孔口標高(m): T.P.+114.11
地下水位(m): GL-4.00
加速度(m/s <sup>2</sup> ): 3.500
非液状化層厚 H1(m): 5.000
PL値: 1.779
最大水平変位(地表変位量) Dcy(cm): 1.1
判定結果: H1～Dcy判定=B1 H1～PL判定=B1



判定図の数値表

判定結果	H1の範囲	Dcyの範囲	PL値の範囲	液状化被害の可能性
C	3m以下	5cm以上	5以上	顕著な被害の可能性が高い
B3		5cm未満	5未満	顕著な被害の可能性が比較的低い
B2	3mを超え、5m以下	5cm以上	5以上	
B1		5cm未満	5未満	
A	5mを超える	-	-	顕著な被害の可能性が低い