# 平成 29 年度
# 市南部への児童遊戯施設整備
# に係る造成設計業務委託

# 地質調査報告書

平成 30 年 3 月

# は じ め に

本報告書は、山形市まちづくり推進部河川道路整備課からのご依頼により実施した「平成29年度 市南部への児童遊戯施設整備に係る造成設計業務委託」の内、地質調査についてとりまとめたものである。

本業務は、「市南部への児童遊戯施設整備」で計画する、造成設計・付帯構造物設計・用排水設計等に必要な地質調査を行うものである。

地質調査は、計画敷地内の地質・地層構成及び地質特性を把握し、地盤の基礎資料を得ることを目的に、調査ボーリング及び補完調査としてスウェーデン式サウンディング試験を実施したものである。

ここに、これらの結果がまとまりましたのでご報告致します。

平成30年 3月

# 目　　次

頁

はじめに
1. 調査概要 ---------- 1
2. 調査方法 ---------- 6
2.1 機械ボーリング ---------- 6
2.2 標準貫入試験 ---------- 8
2.3 現場透水試験 ---------- 9
2.4 スウェーデン式サウンディング試験 ---------- 11
3. 調査結果 ---------- 13
3.1 位置及び地形地質概要 ---------- 13
3.2 ボーリング調査結果 ---------- 16
3.3 地下水位状況 ---------- 22
3.4 現場透水試験結果 ---------- 23
3.5 スウェーデン式サウンディング試験結果 ---------- 24
3.6 地質想定断面 ---------- 28
4. 考　　察 ---------- 30
4.1 地盤定数の提案 ---------- 30
4.2 支持地盤について ---------- 35
4.3 設計・施工時の留意点 ---------- 36

# 付 図・資 料

○ 調査地点案内図（S＝1：25,000）
○ 調査地点位置図（S＝1：1,000）
○ 調査地点位置図（空撮）
○ 地形地質概要図（S＝1：50,000）
○ 地質想定断面図（S＝1：400）
○ ボーリング柱状図及びコア写真
○ 現場透水試験結果資料集
○ スウェーデン式サウンディング試験結果資料集
○ ボーリング現場写真集
○ スウェーデン式サウンディング試験現場写真集

# 巻末袋綴り

○ 地質想定断面図（S＝1：200）　　1枚

# 適用基準・仕様書・参考文献

○ 本業務特記仕様書　「山形市まちづくり推進部河川道路整備課」
○ 山形県県土整備部制定「委託業務等共通仕様書 平成27年10月版」「山形県」
○ 地盤調査の方法と解説　「(社)地盤工学会」
○ 土質試験の方法と解説　「(社)地盤工学会」
○ 道路橋示方書・同解説 Ⅳ下部構造編　「(社)日本道路協会」
○ 道路土工 擁壁工指針　「(社)日本道路協会」
○ 設計要領第一集 土工編　「東日本高速道路(株)」
○ ボーリング柱状図作成要領・解説書　「(財)日本建設情報総合センター」
○ 土地分類基本調査「山形」5万分の1　「山形県企画調整部」

# 1. 調 査 概 要

(1) 調査件名：平成 29 年度 市南部への児童遊戯施設整備に係る造成設計業務委託

(2) 調査位置：山形市大字片谷地 地内
図 1.1 調査地点案内図(S＝1：25,000)
図 1.2 調査地点位置図(S＝1：1,000)

(3) 目　　的：本業務は、「平成 29 年度市南部への児童遊戯施設整備に係る造成設計業務委託」で計画する、造成設計・付帯構造物設計・用排水設計等に必要な地質調査を行うものである。
地質調査は、計画敷地内の地質・地層構成及び地質特性を把握し、地盤の基礎資料を得ることを目的に、擁壁工計画位置において、調査ボーリング及び補完調査としてスウェーデン式サウンディング試験を実施した。

(4) 工　　期：平成 29 年 9 月 15 日～平成 30 年 3 月 23 日

(5) 調査内容：表 1.1 に示すとおりである。

**表 1.1　調査内容一覧表**

| 工　種 | 種　別 | 単位 | 数量 | 摘　要 |
|---|---|---|---|---|
| 機械ボーリング | 土質ボーリング<br>φ66 ㎜・鉛直下方 | m | 10.00 | 1 箇所 |
| サウンディング及び原位置試験 | 標準貫入試験 | 回 | 10 | N 値測定・１m毎 |
| | スウェーデン式<br>サウンディング試験 | m | 5.65 | 4 箇所 |
| 解析等調査業務 | 資料整理とりまとめ<br>断面図等の作成 | 業務 | 1 | |

(6) 発 注 者：山形市 まちづくり推進部 河川道路整備課

(7) 受 注 者：株式会社 金沢総合コンサルタンツ
山形県山形市松栄 1 丁目 6 番 61 号
TEL　023-643-4550(代)
FAX　023-643-4551

(8) 成 果 品：報告書（印刷物 A4 版ファイル製本）1 部
電子成果品（CD-ROM）2 部

(9) 調査数量：調査数量は表 1.2 に示すとおりである。

# 表 1.2　調査数量表

（1）機械ボーリング

| 孔 番 | 掘進深度 (m) | 機械ボーリング (m)　(鉛直下方・φ66mm) | | | | 標準貫入試験 (回) | | | | 現場透水試験 (回) | 足場仮設 (平坦地) (箇所) | 調査孔閉塞 (箇所) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 粘土・シルト | 砂・砂質土 | 礫混じり土砂 | 計 | 粘土・シルト | 砂・砂質土 | 礫混じり土砂 | 計 | | | |
| B-No.1 | 10 | 6.85 | 0.00 | 3.15 | 10.00 | 7 | 0 | 3 | 10 | 1 | 1 | 1 |

（2）スウェーデン式サウンディング試験

| 孔 番 | 貫入深度 (m) |
|---|---|
| S-No.1 | 1.75 |
| S-No.2 | 1.75 |
| S-No.3 | 0.90 |
| S-No.4 | 1.25 |
| 合 計 | 5.65 |

※ 各地点とも砂礫層で貫入不能

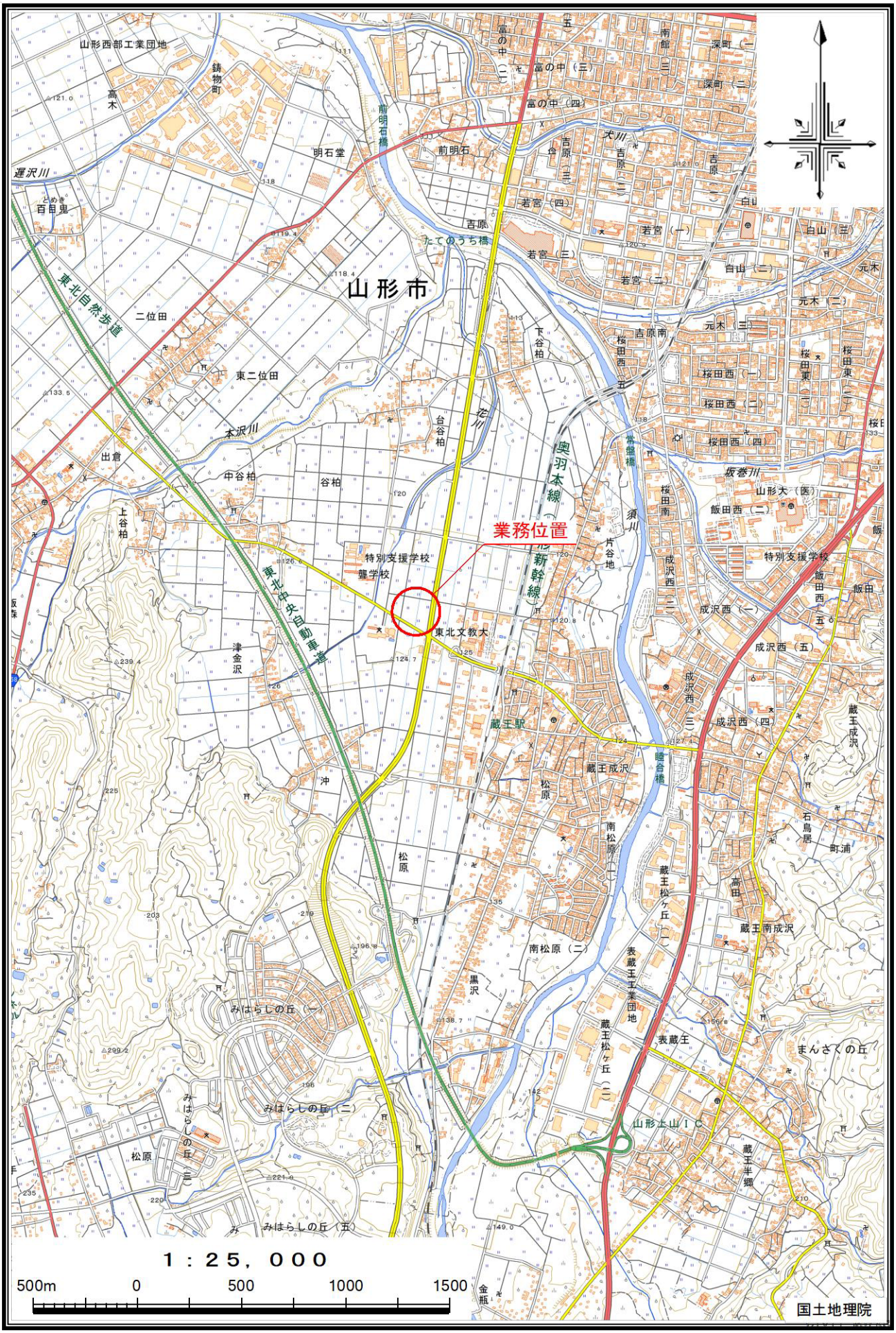

山形市
業務位置
東北文教大
特別支援学校
聾学校
東北中央自動車道
奥羽本線
山形新幹線
東北自然歩道
山形西部工業団地
遅沢川
本沢川
花川
須川
坂巻川
蔵王駅
蔵王成沢
山形上山ＩＣ
みはらしの丘（一）
みはらしの丘（二）
みはらしの丘（三）
みはらしの丘（五）
表蔵王工業団地
蔵王松ヶ丘（一）
蔵王松ヶ丘（二）
蔵王南成沢
蔵王半郷
まんさくの丘
成沢西（一）
成沢西（五）
成沢西（四）
成沢西（三）
成沢西（二）
成沢西（五）
飯田西（二）
飯田西（五）
山形大（医）
桜田西（一）
桜田西（二）
桜田西（四）
桜田西（五）
桜田東（一）
桜田東（二）
桜田南
吉原南
若宮（一）
若宮（二）
若宮（三）
若宮（四）
吉原（一）
吉原（二）
吉原（三）
吉原（四）
富の中（二）
富の中（三）
富の中（四）
深町（一）
深町（二）
南館（三）
白山（二）
白山（三）
元木（二）
元木（三）
下谷柏
台谷柏
谷柏
中谷柏
上谷柏
二位田
東二位田
出倉
津金沢
沖
松原
南松原（一）
南松原（二）
黒沢
高田
石鳥居
町浦
鋳物町
高木
明石堂
前明石
前明石橋
たてのうち橋
常盤橋
睦合橋
片谷地
金瓶
1：25，000
500m
0
500
1000
1500
国土地理院

図1.1　調査地点案内図

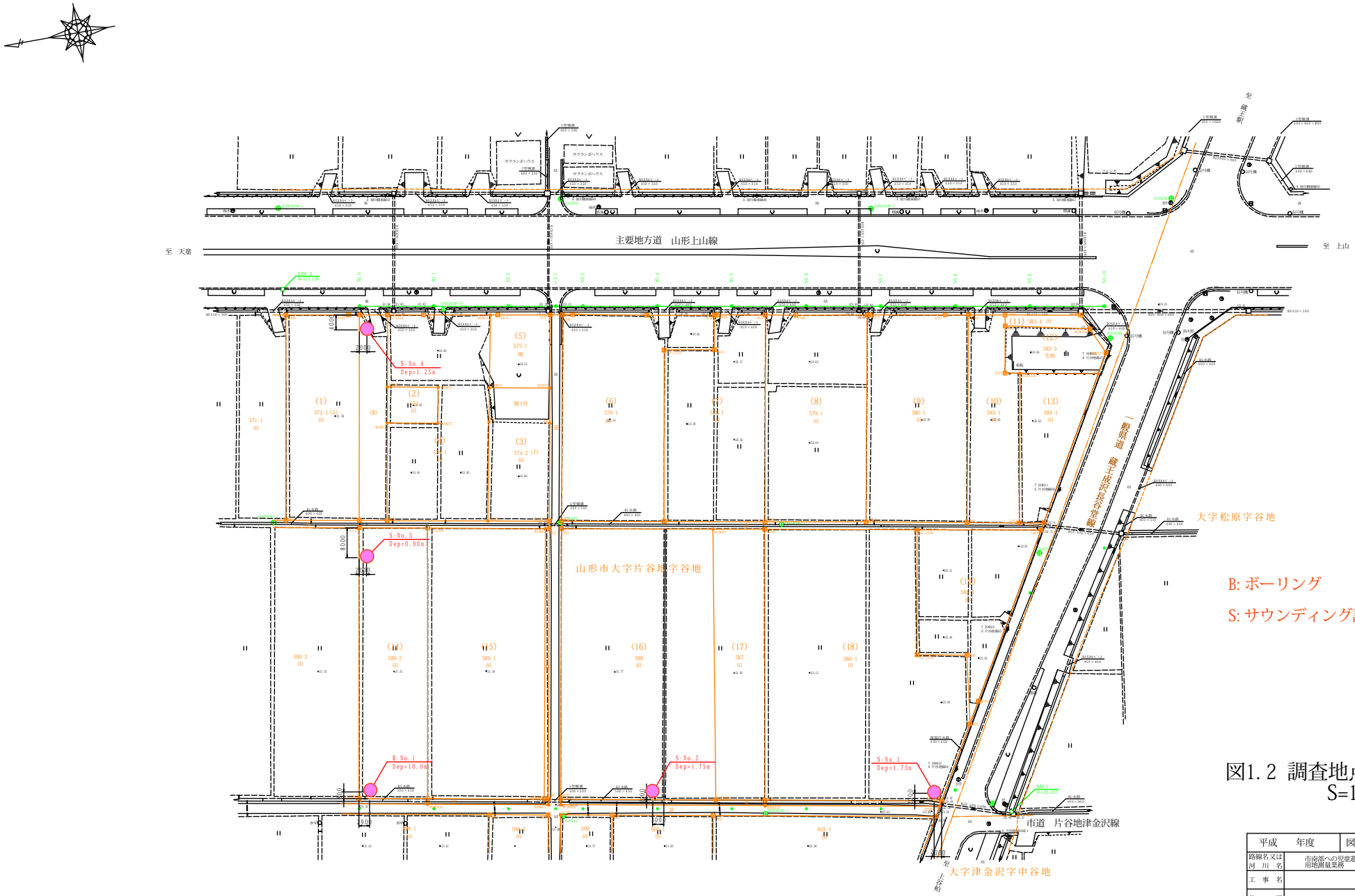



図1.2 調査地点位置図
S=1：1,000

| 平成　年度 | 図　番 | 葉 |
|---|---|---|
| 路線名又は河川名 | 市南部への児童遊戯施設整備に係る用地測量業務 | |
| 工事名 | | |
| 位置 | 山形市大字片谷地地内 | |
| 平面図 | 1 | 葉　1 |
| 縮尺　1:500 | 山　形　市 | |

東北中央自動車道
県立山形聾学校
県立村山特別支援学校
第九中学校
S- No. 1
S- No. 2
B- No. 1
S- No. 3
S- No. 4
児童遊戯施設 計画地
至 上山
主要地方道 山形上山線
至 山形
B: ボーリング
S: サウンディング試験

調査地点位置図（空撮）

# 2. 調 査 方 法

## 2.1 機械ボーリング

本調査は、ロータリー式油圧試錐機を使用して行った。

掘進は、孔径φ66mmとし土砂部はメタルクラウン・シングルコアチューブによる掘進とした。掘進時において孔壁保護やスライム除去を目的にベントナイト泥水を循環させて掘進した。孔壁崩壊や逸水が激しく泥水だけによる保護が困難な場合には、ケーシングパイプを挿入して掘進した。

採取したボーリングコア及び標準貫入試験試料は、全試料コア箱に整理しコア写真を撮影すると同時に目視及び触手等により観察してボーリング柱状図を作成した。柱状図作成は、ボーリング柱状図作成要領に基づき行った。

現地作業においては、関係機関や土地所有者に承諾を得たうえで行った。
作業の開始にあたっては、事前に監督員及び地権者に連絡し、土地の立ち入り、機材搬入仮設作業状況等を説明し、了解を得たうえで行った。また、用地内の踏み荒らし等は必要最小限にとどめ、とくに、安全管理には十分に注意徹底した。

掘進状況は随時監督員に報告し、調査の終了は目的に応じた成果が得られた段階で、協議のうえ決定した。作業終了後は速やかにボーリング孔を閉塞し原形復旧した。

図2.1.1にボーリング装置全体図、表2.1.1に使用機器類を示す。

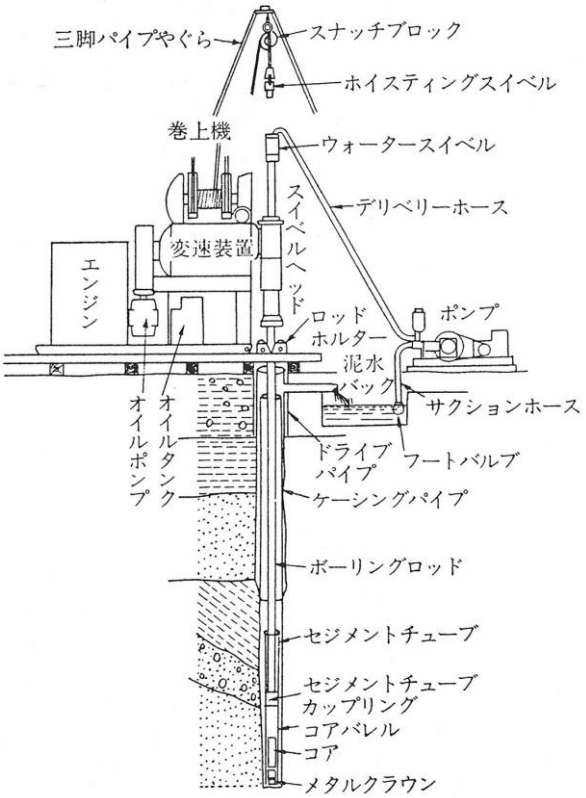



図2.1.1 ボーリング装置全体図
（地盤調査の方法と解説 P.165 地盤工学会）

表 2.1.1　使用機器類一覧表

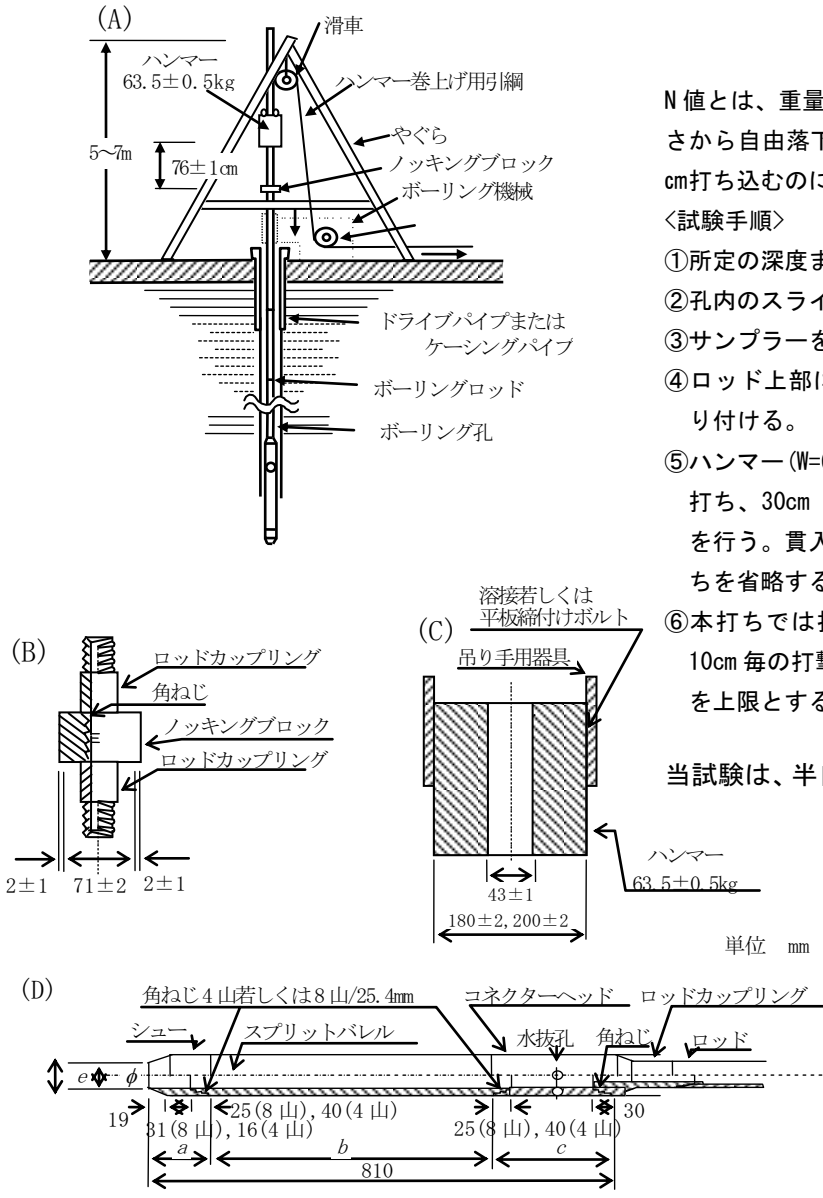
| 工種・種別 | | 型　　式 | 仕　　様 | 数　量 |
|---|---|---|---|---|
| 機械ボーリング | 試　錐　機 | 東邦 D-1 型 | 掘進能力：100m | 1 台 |
| | エ ン ジ ン | ヤンマーTF120-M | 出　　力：12ps | |
| | ポ　ン　プ | 東邦 BG-3C | 吐出力：54L/分 | |
| | 錐　　具 | ロッド(φ40.5mm)<br>シングルコアチューブ(φ66mm)<br>メタルクラウン(φ66mm)<br>ケーシングパイプ（φ89mm） | | 1 式 |

## 2.2　標準貫入試験

原位置における地盤の硬軟・締まり具合の相対値を知るために、ボーリング孔において標準貫入試験を実施し、N 値を測定した。

試験は JIS A 1219:2001 に準拠して、地表面から 1.0m 掘進する毎に実施した。

図 2.2.1 に「標準貫入試験装置と主な試験用具」を示す。




N 値とは、重量 63.5±0.5 kgのハンマーを 76±1 cmの高さから自由落下させ、標準貫入試験用サンプラーを 30 cm打ち込むのに要する打撃回数を言う。

〈試験手順〉

①所定の深度までボーリングを行う。

②孔内のスライムを除去する。

③サンプラーをロッドに接続し、静かに孔底に降ろす。

④ロッド上部にノッキングヘッドとガイドロッドを取り付ける。

⑤ハンマー(W=63.5±0.5kg)の打撃により、15cm の予備打ち、30cm の本打ち(76±1cm の高さから自由落下)を行う。貫入が困難な場合、JIS の規定により予備打ちを省略する。

⑥本打ちでは打撃 1 回毎の累計貫入量または貫入量 10cm 毎の打撃数を記録する。本打ちの打撃数は 50 回を上限とする。

当試験は、半自動落下方式のハンマーを使用した。

(A) 全体図
(B) ノッキングヘッド
(C) ハンマー
(D) サンプラー

（地盤調査の方法と解説 P279 地盤工学会に加筆）

図 2.2.1　標準貫入試験装置と主な試験器具

## 2.3　現場透水試験

### (1) 試験概要

現場透水試験は、地盤工学会基準 JGS 1314-1995「ボーリング孔を利用した透水試験方法」に準拠して、ケーシング法（ピエゾメーター法）の非定常法により実施した。

試験位置は、現地盤の透水層の礫質土を対象に行なった。

試験は、非定常法の回復法で実施した。回復法は地下水を平衡水位以深まで汲み上げて、水位が平衡水位まで回復する時間を計測するものである。

### (2) 試験孔設置

試験区間上面まで掘進して、ケーシングパイプを設置する。試験区間を 50～100cm 程度、無水もしくは清水で掘進し透水区間(裸孔部)を確保する。その後清水により孔内を洗浄して試験孔を仕上げる。

### (3) 測定方法

測定方法には「注水法」と「回復法」がある。

注水法は、管内に孔口まで清水を満たし、その水位と低下する時間とを計測する方法である。回復法は孔内水を平衡水位以深まで汲み上げて回復してくる水位と時間を計測する方法である。一般に平衡水位が高い場合に回復法、水位が低く汲み上げ困難な場合に注水法を選定する。水位の測定は触針式携帯用水位計で測定した。

図 2.3.1 に「現場透水試験概念図」、図 2.3.2 に「透水係数を算定するための logS-t 曲線」を示す。また、記録の整理および透水係数算定式を記載する。

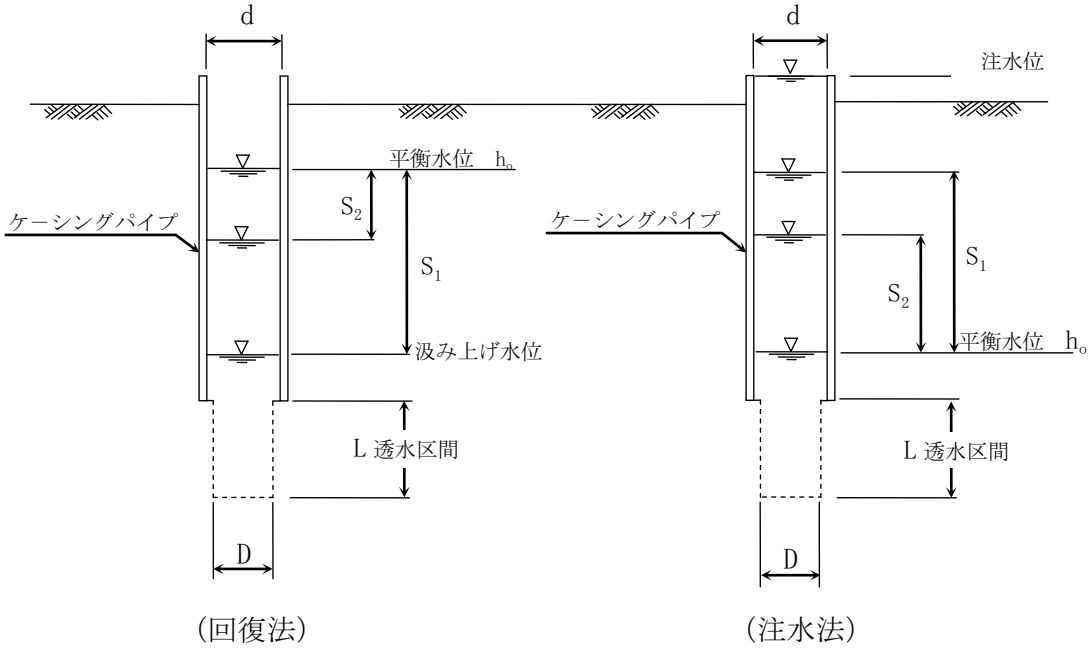



図 2.3.1　現場透水試験概念図（非定常法）

### (4) 記録の整理および透水係数算定式

記録は片対数グラフ用紙に、横軸に測定時間（ｔ分）を整数目盛で示し、縦軸に残留水頭（水位変化量）（Ｓｍ)を対数目盛で取り、logＳ－ｔ曲線を作成する。

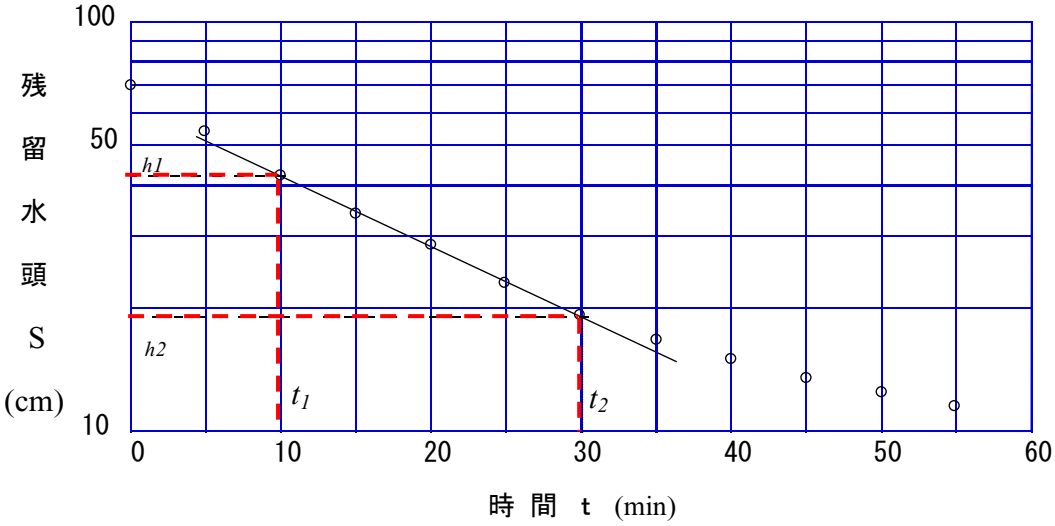



図 2.3.2　透水係数を算定するための logS-t 曲線

透水係数は次式で算定する。

$$K=\frac{(2.3\cdot d)^2\log(2L/D)}{8L}a \qquad a=\frac{\log(S1/S2)}{t2-t1}$$

ここに、

k：透水係数（m/sec）

a：logS-t 曲線の初期直線部の勾配（$S^{-1}$）

d：測定用パイプの内径（m）

D：試験区間(孔)の直径（m）

L：試験区間の長さ（m）

t：経過時間（sec）

S：残留水頭(水位差)（m）

## 2.4　スウェーデン式サウンディング試験

スウェーデン式サウンディング試験は、ボーリング調査の補完を目的に、付帯構造物（擁壁）計画位置近傍で実施した。

試験結果は、ボーリング調査と照合して、貫入抵抗や貫入音等から地質・地層構成及び地層の硬軟を推定し地質想定断面図に反映した。

### 2.4.1　測定方法

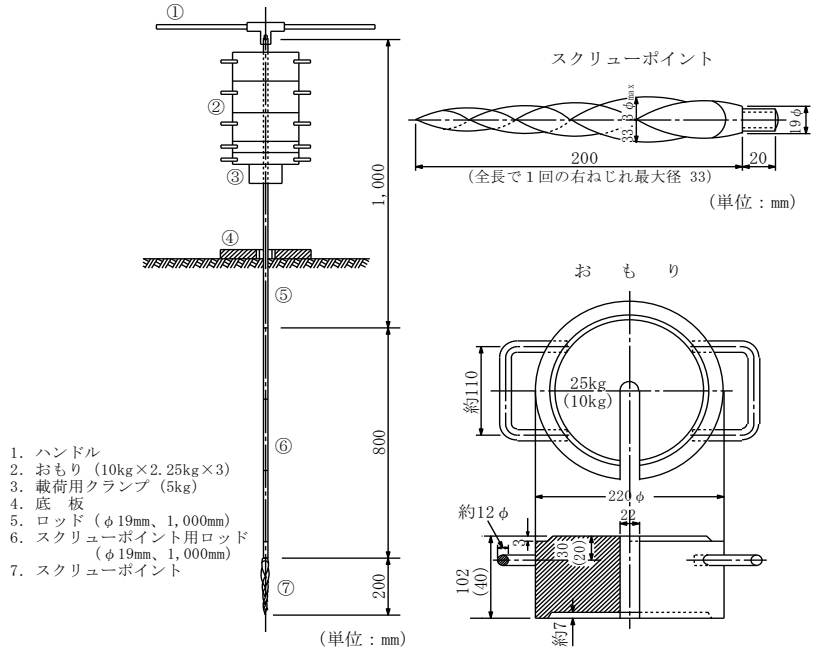
本試験は、荷重による貫入と回転貫入を併用した原位置試験であり、土の静的貫入抵抗を測定し、その硬軟または締り具合を判定するとともに、土層構成を推定することを目的としている。この試験は、装置およびその操作が容易で迅速に測定ができ、また簡易なサウンディングのなかでは、比較的貫入能力に優れているなどの利点を有している。

一般には、深さ 10m 程度以内の軟弱層を対象に概略調査または補足調査などに用いられている。また、最近では、戸建て住宅や小規模構造物の支持力特性を推定する地盤調査方法として用いられる場合も少なくない。

#### (1)　測定手法

各荷重（50N{5kg}～1000N{100kg}）を貫入試験機に低荷重から載荷し、順次荷重を増加していき、最大 1000N｛100kg｝まで載荷する。その各荷重段階(Wsw) の自重による貫入量を測定する。

1000N｛100kg｝でロッドの貫入が止まった場合には、その貫入量を測定した後、そのままハンドルを取り付け、ハンドルに鉛直方向の力が加わらないように回転し、その時の半回転数 Na と貫入量 L とを記録する。通常は L＝25cm に対する Na を記録する。なお、スクリューポイントが硬い層に達し、貫入量 5cm 当たりの半回転数が 50 回以上となる場合、ハンドル回転時の反発力が著しく大きくなる場合、または大きな石などに当たりその上で空転する場合は測定を終了する。




注）1000N＝1kN＝100kg

図 2.4.1　スウェーデン式サウンディング試験機

### 2.4.2　記録の整理及び結果の利用

#### (1)　記録の整理

1) 荷重だけによって貫入が進む場合は、荷重の大きさ（Wsw）とスクリューポイント先端の地表面からの貫入深さ(D)を記録し、そのときの貫入量(L)を求める。

2) 荷重 1kN｛100kg｝で自沈が止まり、回転によって貫入が進む場合は、半回転数(Na)に対する貫入量(L)を記録する。
通常はL＝25cmに対するNaを測定する。

3) 貫入量に対応する半回転数は、下式を用いて貫入量1m当たりの半回転数（Nsw）に換算する。なお、貫入量1m当たりの半回転数Nswは、整数で記載する。

$$Nsw = 100 / L \cdot Na$$

**Lが25cmの場合は、Nsw＝4・Na**

ここに、

Nsw　：貫入量1m当たりの半回転数（回/m）
Na　：半回転数（回）
L　：貫入量（cm）

4) 貫入速さが急激に増大、減少する場合は、貫入の状況を記録する。

5) 試験結果は、荷重Wsw、半回転数Na、貫入量1m当たりの半回転数Nsw及び試験状況に関する記事を記録する。

#### (2)　結果の利用

スウェーデン式サウンディング試験と他の試験との関係

（地盤調査の方法と解説P.331　地盤工学会）

**1) N値との関係**

**礫・砂・砂質土　　N＝2.0Wsw＋0.067Nsw**
**粘土・粘性土　　N＝3.0Wsw＋0.050Nsw**

ここに、

Wsw：1.0kN以下で貫入した場合の荷重（kN）
Nsw：回転により貫入させたときの貫入量1m当たりの半回転数（回/m）

**2) 一軸圧縮強さqu(粘着力C)との関係(粘性土)**

**qu＝45Wsw＋0.75Nsw**
**C＝1/2・qu**

ここに、

qu：一軸圧縮強さ（kN/m2）
C：粘着力　（kN/m2）
Wsw：1.0kN以下で貫入した場合の荷重（kN）
Nsw：回転により貫入させたときの貫入量1m当たりの半回転数（回/m）

# 3. 調 査 結 果

## 3.1 位置及び地形地質概要

本調査地は、JR 奥羽本線「蔵王駅」の北西約 500～700m 付近で、山形盆地のほぼ南端の山形市大字片谷地地内に位置する。(図 1.1 調査地点案内図参照)

この地域は山形盆地床のほぼ南端部にあたり、東側に奥羽山脈、西側に出羽山地、南側に白鷹山地の山地及び丘陵地が接している。山形盆地は、扇状地の発達の良い盆地であり、北方から乱川扇状地、東部から立谷川扇状地、馬見ヶ崎川扇状地、西部から寒河江川扇状地が形成されている。

地域の東方は奥羽山系の蔵王連峰が南北に連なり、盆地東縁部には北から盃山(標高 380.1m)や千歳山(標高 471.1m)などの丘陵地を形成している。これらの山地を発源とする各河川は東方よりほぼ西方へ流下している。このうちの馬見ヶ崎川は東方よりほぼ西流するが、山形市緑町付近で北西方向へ進路を変え、北方の村山高瀬川と合流した後に白川となって流下し、盆地中央部の中野目地区で南方よりほぼ北流する須川と合流している。

山形盆地の形成に大きく影響しているものは、立谷川扇状地と馬見ヶ崎川扇状地、それら扇状地の前縁部、及び須川の氾濫原である。

調査地付近は、その南側に狭小に広がる上山盆地の境界付近で、本来上山盆地は、山形盆地の南側に連続する盆地床であるが、金瓶地区付近を酢川泥流、久保手地区付近を火山泥流により埋積され、狭窄部となっているため隔てられているようにみられる。これらの狭窄部を須川が北流する。

須川は、上山市南東部で蔵王連峰を形成する冷水山(標高 1339.6m)、舟引山(標高 1172.5m)に源を発し、西流して楢下～上山市街付近から北西流し、金瓶・久保手の火山泥流の丘陵地・台地の狭窄部を抜けて山形市の西側を北流する。

調査地付近の須川は、広く氾濫原を形成し、段丘・自然堤防・谷底平野・河間低地等の地形単元を形成した。

当調査地は、地形区分上、河間低地に区分されると考えられ、一般的には自然堤防と後背湿地の中間的な性質を示すものと考えられる。

次頁、図 3.1.1 に「調査地周辺の地形分類図(山形県)」、図 3.1.2 に「調査地周辺の表層地質図(山形県)」を添付する。

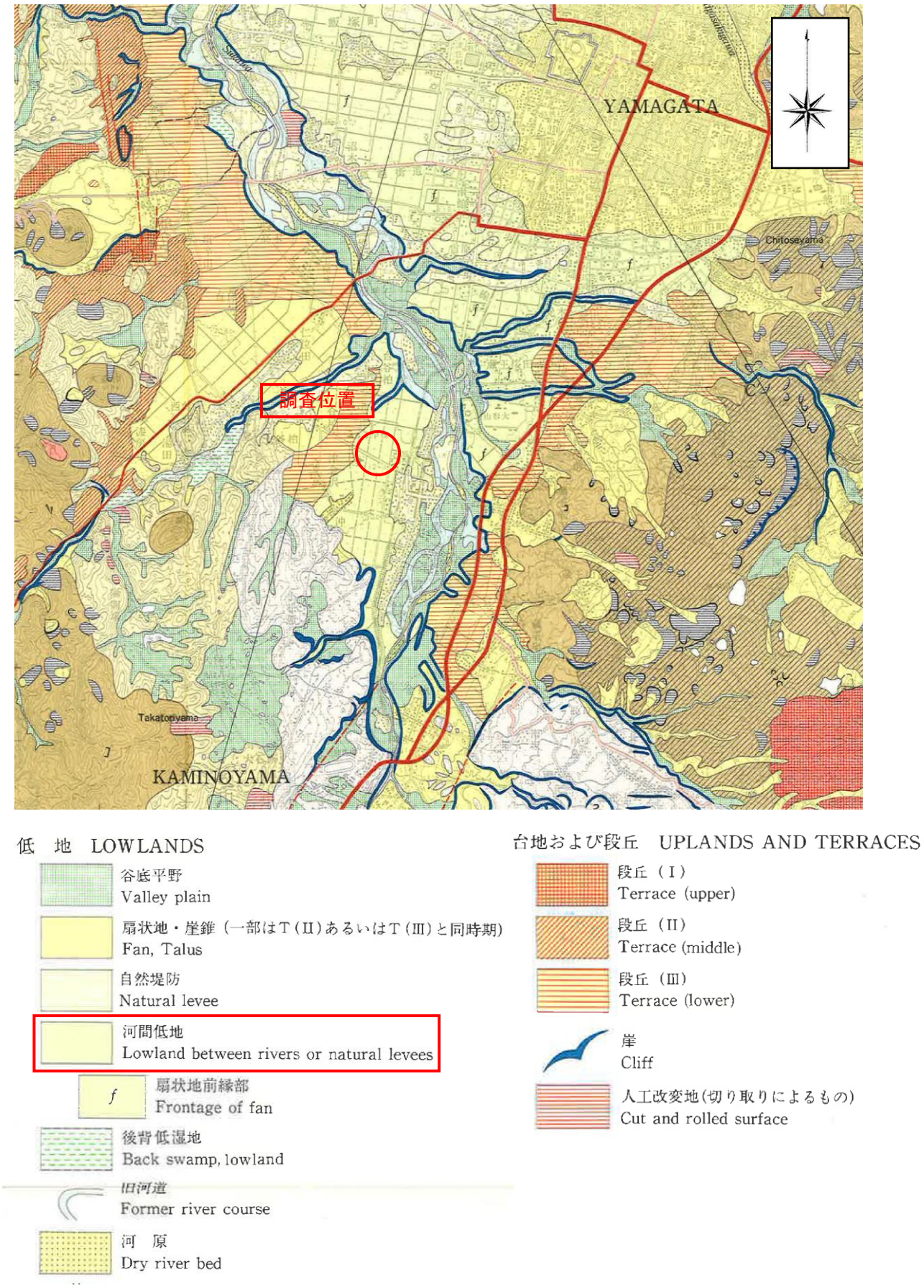
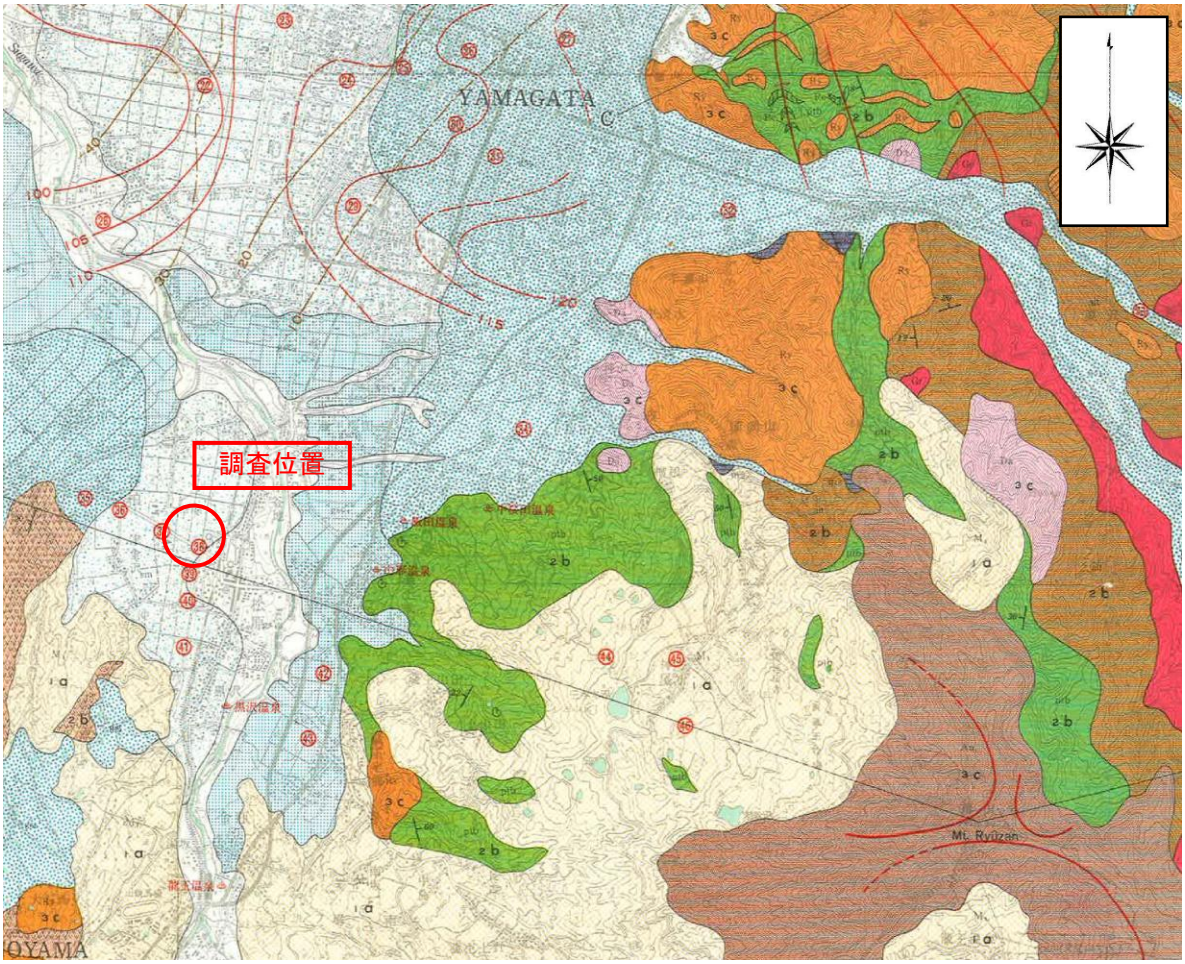



図 3.1.1　調査地周辺の地形分類図（S＝1：50,000）
（土地分類基本調査　山形　山形県企画調整部）



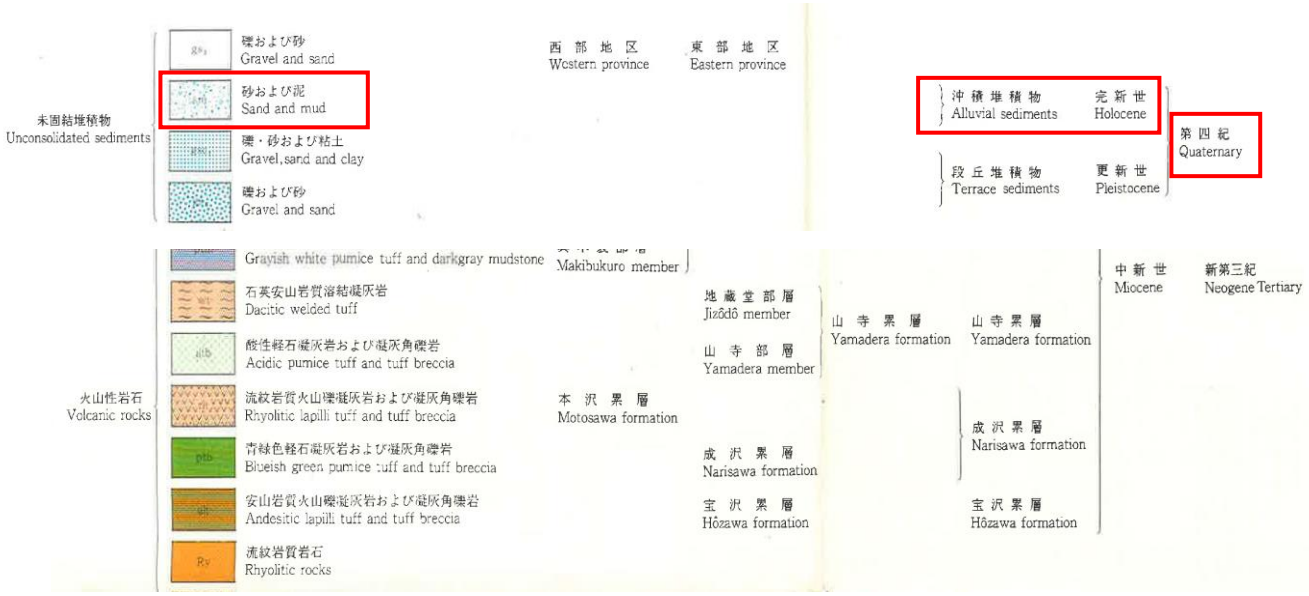




図 3.1.2　調査地周辺の表層地質図（S＝1：50,000）
（土地分類基本調査　山形　山形県企画調整部）

## 3.2　ボーリング調査結果

ボーリング調査は、付帯構造物(擁壁)計画近傍において、B-No.1 地点の 1 箇所実施した。

また、ボーリングの補完調査としてスウェーデン式サウンディング試験を実施した。

図 3.2.1、写真 3.2.1 に調査地点位置図、表 3.2.1 に調査ボーリングの諸元を示す。

写真 3.2.1　調査地点位置図（空撮）

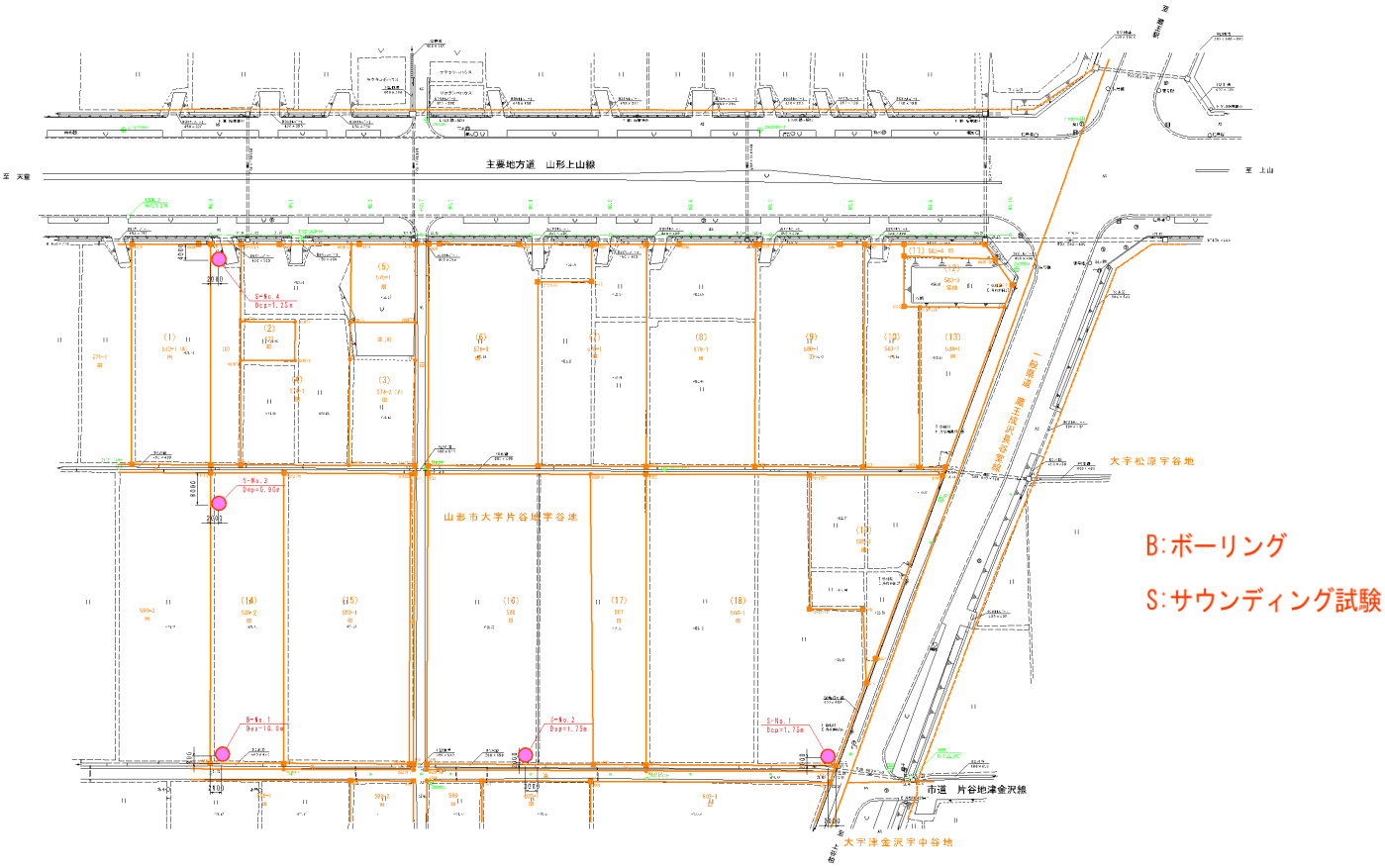



図 3.2.1　調査地点位置図（縮図）

表 3.2.1　調査ボーリング諸元

| 孔番 | 掘進深度<br>(m) | 孔口標高<br>(m) | 緯　度 | 経　度 |
|---|---|---|---|---|
| B-No.1 | 10 | 121.33 | 38° 12′ 43.0″ | 140° 17′ 55.8″ |

結果の詳細は、巻末のボーリング柱状図に示したとおりであり、地層の分布連続性については地質想定断面図に示したとおりである。

地質断面図作成に於いては、補完調査としてスウェーデン式サウンディング試験を実施した。

ここではボーリング地点の結果を整理要約して説明する。

土質の記載に関しては表 3.2.2～3.2.3 に準拠して整理した。

表3.2.2　粘土のコンシステンシー，一軸圧縮強さとN値との関係(Terzaghi)

| コンシステンシー | 非常に軟らかい | 軟らかい | 中位の | 硬い | 非常に硬い | 固結した |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 2 以下 | 2～4 | 4～8 | 8～15 | 15～30 | 30 以上 |
| $q_u$(kgf/cm2) | 0.25 以下 | 0.25～0.5 | 0.5～1.0 | 1.0～2.0 | 2.0～4.0 | 4.0 以上 |

（地盤調査法 P.202：地盤工学会）

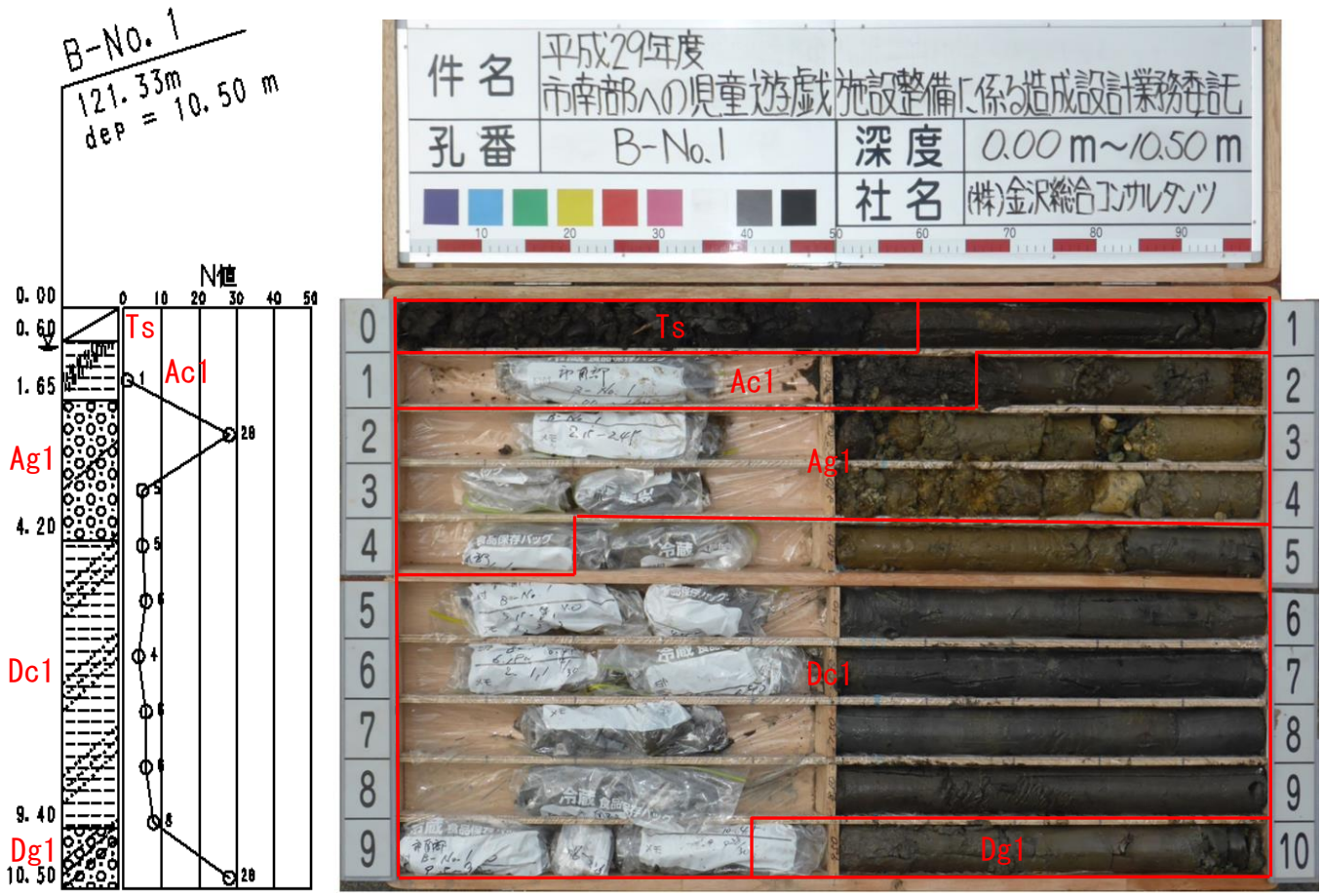
表3.2.3　砂の相対密度，内部摩擦角とN値との関係(Peck, Meyerhof)による

| N 値 | 相対密度(Relative Density), $Dr = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$ | | 内部摩擦角 φ | |
|---|---|---|---|---|
| | | | ペックによる | マイヤーホフによる |
| 0～4 | 非常に緩い(Very Loose) | 0.0～0.2 | 28.5 以下 | 30 以下 |
| 4～10 | 緩　　い(Loose) | 0.2～0.4 | 28.5～30 | 30～35 |
| 10～30 | 中　位　の(Medium) | 0.4～0.6 | 30～36 | 35～40 |
| 30～50 | 密　　な(Dense) | 0.6～0.8 | 36～41 | 40～45 |
| 50 以上 | 非常に密な(Very Dense) | 0.8～1.0 | 41 以上 | 45 以上 |

（地盤調査法 P.201：地盤工学会）

(1)　B-No.1　GH＝121.33m　Dep＝10.50m　地下水：GL-0.68m

地層構成は、地表面から表土 Ts(農耕土)、粘性土 Ac1、礫質土 Ag1、粘性土 Dc1、礫質土 Dg1 の層順で分布する。




B-No.1　柱状図・コア写真

1）深度 0.00～0.60m　表土　Ts　黒茶灰色

有機質シルト(粘性土)の農耕土。

含水非常に多い。粘性乏しく非常に軟らかい。

全体に多量の腐植物を含む。

N 値は未確認であるが非常に軟らかいコンシステンシーを示す。

2）深度 0.60～1.65m　有機質シルト　Ac1　黒褐灰色

有機質シルトの粘性土からなる。

含水は多い。粘性乏しく、非常に軟らかい。

全体に多量の腐植物を含む。

N 値は 1 回と非常に軟らかい値を示す。

3）深度 1.65～4.20m　シルト混じり砂礫　Ag1　暗灰～暗青灰～暗茶灰色

シルト混じり砂礫の礫質土からなる。

含水は多い。

礫はφ10～30mm・φmax80mm 程度。

安山岩・流紋岩・凝灰岩等の亜円～亜角礫からなる。

全体にシルトを含む。

3.30～3.45m 砂質シルトを挟む。

N 値は 28 回と中位な値を示す。

4）深度 4.20～9.40m　砂質シルト　Dc1　暗灰～暗褐灰～暗青灰～暗灰色

砂質シルトの粘性土からなる。

含水はやや多い～中位。

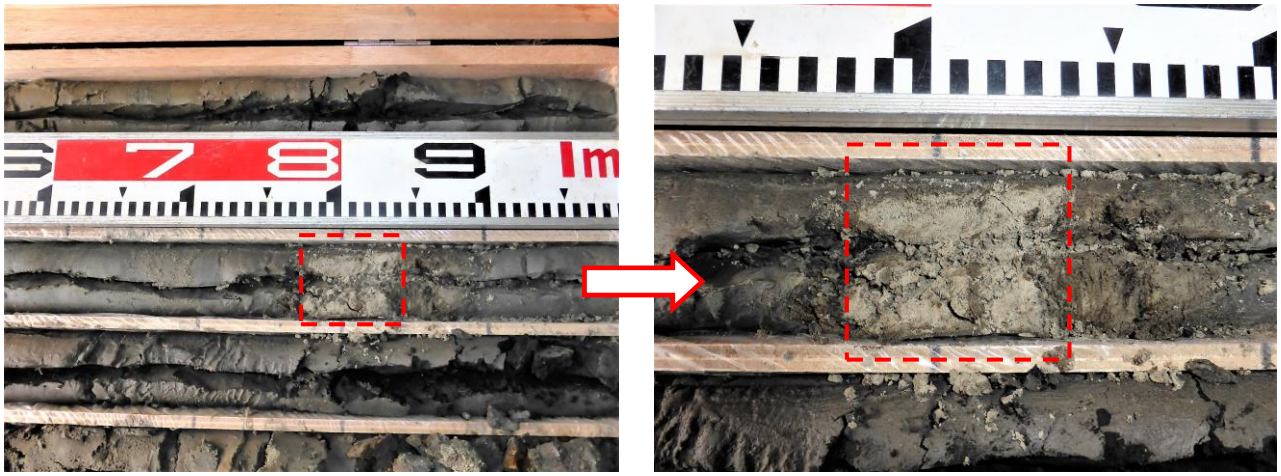
粘性は中位であるがやや硬い。

全体に腐植物・細砂～微細砂を含む。

所により、腐植土・細砂を薄く挟む。

7.80m 付近に厚さ 5 cm程度の火山灰砂を挟む。白灰色～乳灰色の微細粒砂状で鹿児島姶良火山の噴出物と考えられる。(29,000 年～26,000 年前）従って、この地層以深を洪積層と考える。(沖積層と洪積層の境は 10,000 年前)

N 値は 4～6 回と中位～やや硬いコンシステンシーを示す。




写真は GL-7.80m 付近、厚さ約 5 cm程度の姶良火山灰

5）深度 9.40～10.50m　シルト質砂礫　Dg1　暗灰～暗緑灰色

シルト質砂礫の礫質土からなる。

含水は中位。

礫はφ5～20mm・φmax30mm 程度。

安山岩・凝灰岩等の亜円～亜角礫からなる。

全体に多量のシルトを含み土石流状。

N 値は 28 回と中位な値を示す。

次頁、表 3.2.4 に調査地の地質層序表を示す。

## 表 3.2.4　調査地の地質層序表

| 地質時代 | | 地質記号 | 地質区分 | 地質名 | ボーリング N値（回） | | 記　事 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 範囲（測定値） | 平均 | |
| 第四紀 | 沖積世（完新世） | Ts | 粘性土 | 表土 | — | — | 有機質シルトの農耕土<br>含水多く非常に軟らかい。 |
| | | Ac1 | 粘性土 | 有機質シルト | 1 | 1 | 含水多い。<br>粘性乏しく非常に軟らかい。<br>多量の未分解の腐植物を含む。 |
| | | Ag1 | 礫質土 | シルト混じり砂礫 | 28 | 28 | 含水多い。<br>礫はφ 10～30mm・φ max80mm程度。<br>安山岩・流紋岩・凝灰岩等の亜円～亜角礫からなる。<br>全体にシルトを含む。<br>所によりシルトを薄く挟む。 |
| | 洪積世（更新世） | Dc1 | 粘性土 | 砂質シルト | 4, 5, (5)<br>6, 6, (6) | 5 | 含水やや多い～中位。<br>粘性は中位であるがやや硬い。<br>全体に腐植物・細砂～微細砂を含む。<br>所により、腐植土・細砂を薄く挟む。<br><br>7.80m付近に厚さ5cm程度の火山灰砂を挟む。<br>白灰色～乳灰色の微細粒砂状で鹿児島姶良火山の噴出物と考えられる。<br>(29,000年～26,000年前)<br>この地層以深を洪積層と考える。<br>(沖積層と洪積層の境は約10,000年前) |
| | | Dg1 | 礫質土 | シルト質砂礫 | 28 | 28 | 含水中位。<br>礫はφ 5～20mm・φ max30mm程度。<br>安山岩・凝灰岩等の亜円～亜角礫からなる。<br>全体に多量のシルトを含み、土石流状。 |

（　）内数値は10cm毎の打撃回数換算

## 3.3　地下水位状況

今回の調査において確認された地下水位を表 3.3.1 に示す。

地下水位は、無水掘進により確認された自然水位である。

**表 3.3.1　地下水位状況**

| 孔 番 | 調査深度 (m) | 孔口標高 (m) | 測　定 年月日 | 地下水位 | | 対象土質 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | GL-(m) | DL(m) | |
| B-No.1 | 10.50 | 121.33 | H29.10.05 | 0.68 | 120.65 | 有機質シルト　Ac1 |

地下水位(自然水位)は、季節・気象条件により変動するが、今回の観測では非常に高いところに分布する。有機質シルト Ac1 層の粘性土に分布し、飽和した粘性土からしみ出しているものと考えられる。また、下位にシルト混じり砂礫 Ag1 層の礫質土が分布するが、地層状況から飽和滞水しているものと考えられる。

## 3.4　現場透水試験結果

現場透水試験は、山形市雨水浸透施設設置及び構造等基準を踏まえ、地下水が分布する透水性地盤の礫質土 Ag1 層を対象に実施した。

試験方法は、ケーシング法（ピエゾメーター法）により実施した。

試験は、非定常法(変水位法)の回復法で実施した。

試験結果の詳細は、巻末の現場透水試験結果資料集に添付した。

表 3.4.1 に「現場透水試験結果一覧表」を示し、図 3.4.1 に「透水係数と土質区分」を示す。

表 3.4.1　現場透水試験結果一覧表

| 孔番 | 試験深度 (GL-m) | 土質名 | N値(回) | 試験方法 | 自然水位 GL-m | 平衡水位 GL-m | 透水係数 k | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | m/s | cm/s |
| B-No.1 | 2.00～2.50 | シルト混じり砂礫 | 28 | 回復法 | 0.68 | 0.60 | 1.31E-05 | 1.31E-03 |

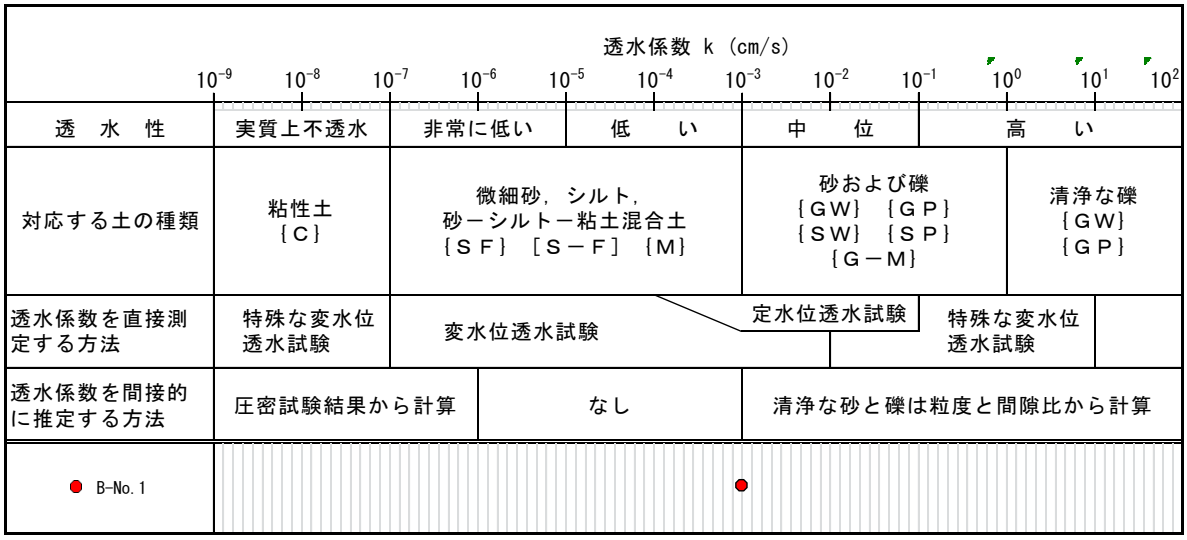



図 3.4.1　透水係数と土質区分

土中の水がその水頭差によって流れるとき、この浸透水の流速 V は、動水勾配 i に比例する。（ダルシーの法則：V＝k・i）この係数 k が透水係数であり、その値は土粒子の粒径・粒度・土の間隙比・飽和度・締り具合などによって変化する。

試験の結果、透水性地盤の礫質土 Ag1 層は、透水係数 $k=10^{-3}$(cm/s)の値を示し、透水性としては「中位～やや低い」と判定される。概ね細粒分を含む礫質土の一般値の範囲を示す。

## 3.5　スウェーデン式サウンディング試験結果

スウェーデン式サウンディング試験は、ボーリング地点間を補完し、土質・土層構成を推定することを主目的に実施した。

試験結果の詳細は、巻末のスウェーデン式サウンディング試験結果資料集に示したとおりである。

図 3.5.1、写真 3.5.1 に調査地点位置図、表 3.5.1 にサウンディング試験の諸元を示す。

写真 3.5.1　調査地点位置図（空撮）

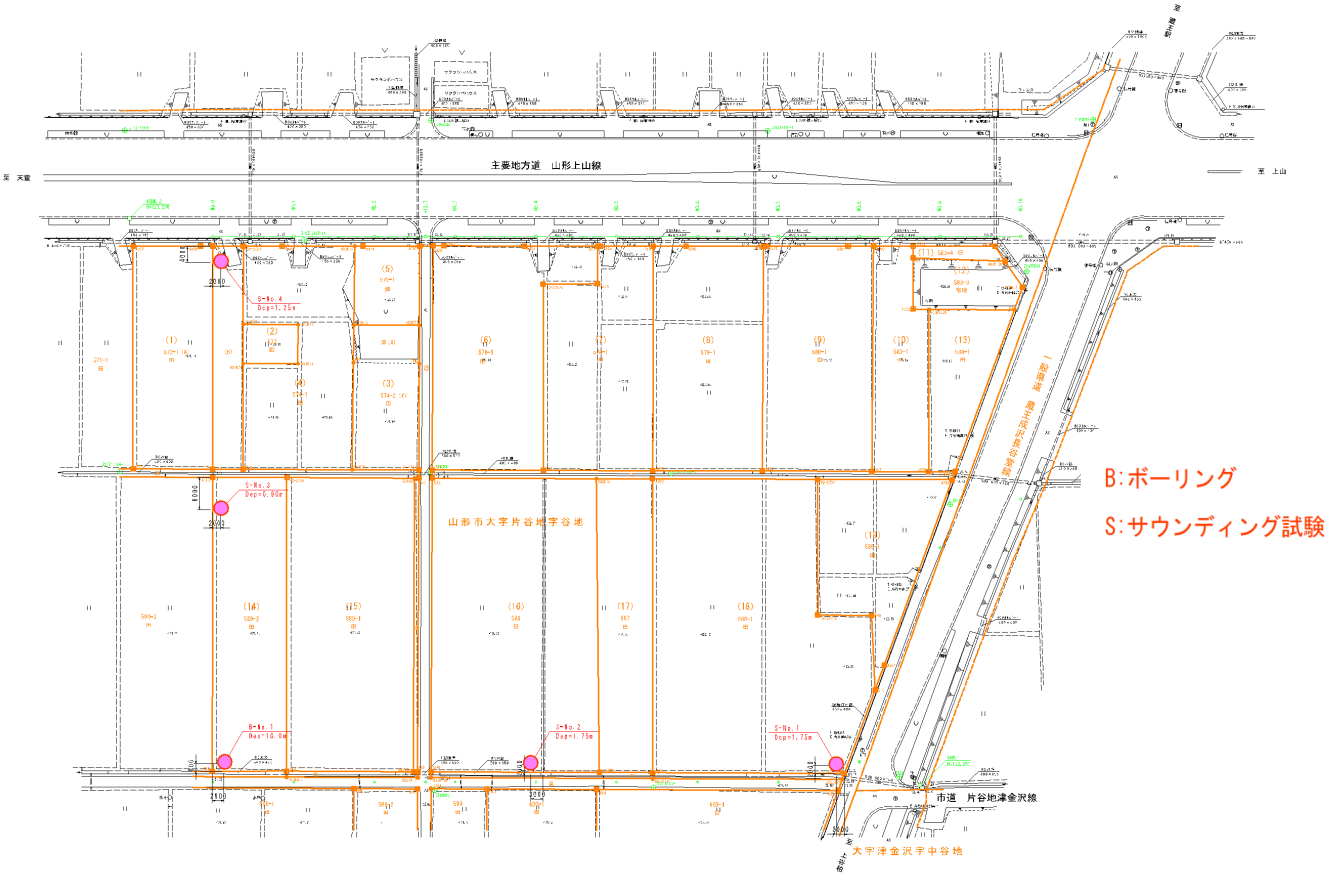



図 3.5.1　調査地点位置図（縮図）

表 3.5.1　スウェーデン式サウンディング試験の諸元

| 孔番 | 最終貫入深度<br>(m) | 地盤高<br>(m) | 最終貫入深度土質 |
|---|---|---|---|
| S-No.1 | 1.75 | 122.32 | シルト混じり砂礫 Ag1 層 |
| S-No.2 | 1.75 | 121.81 | シルト混じり砂礫 Ag1 層 |
| S-No.3 | 0.90 | 121.37 | シルト混じり砂礫 Ag1 層 |
| S-No.4 | 1.25 | 121.88 | シルト混じり砂礫 Ag1 層 |

試験結果は、ロッドやハンドルに伝わる貫入抵抗や貫入音・衝撃等から土質を推定した。

試験結果の詳細は、試験結果資料集に示したとおりであり、求められた Wsw・Nsw から標準貫入試験の N 値及び一軸圧縮強度 qu(粘性土の場合)に換算した。

**換算式**

**N＝2.0Wsw＋0.067Nsw　(礫・砂・砂質土)**

**N＝3.0Wsw＋0.050Nsw　(粘土・粘性土)**

**qu＝45Wsw＋0.75Nsw　(qu 一軸圧縮強度;粘性土、砂質土は qu＝0)　　Wsw(kN)**

以下、各地点ごとに結果を一覧表に要約する。

**(1) S-No.1　地点 (GH＝122.32m・Dep＝1.75m)**

| 推　定<br>土質区分 | 推　定<br>土質名 | 深度(m) | Wsw(kN) | Nsw(回/m) | 換算 N 値<br>(回) | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 表土<br>(粘性土) | 有機質<br>シルト | 0.00～0.30 | 0.05～0.50 | ― | 0.1～1.5 | 自沈 |
| 粘性土 | 砂質シルト | 0.30～1.40 | 0.75～1.00 | ― | 2.2～3.0 | 自沈 |
| 礫質土 | 砂礫 | 1.40～1.75 | 1.00 | 30～160 | 4.0～12.7 | 貫入不能 |

深度 0.00～0.30m　表土(農耕土)有機質シルトの粘性土Ｔｓ
深度 0.30～1.40m　有機質シルト～砂質シルトの粘性土Ａｃ1
深度 1.40～1.75m　シルト混じり砂礫の礫質土Ａｇ1
GL-1.75m で反発大貫入不能

(2) S-No.2　地点（GH＝121.81m・Dep＝1.75m）

| 推　　定<br>土質区分 | 推　定<br>土質名 | 深度(m) | Wsw(kN) | Nsw(回/m) | 換算N値<br>(回) | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 表土<br>(粘性土) | 有機質<br>シルト | 0.00～0.35 | 0.05～0.75 | ― | 0.1～1.5 | 自沈 |
| 粘性土 | 砂質シルト | 0.35～1.25 | 0.75 | ― | 2.2 | 自沈 |
| 礫質土 | 砂礫 | 1.25～1.75 | 1.00 | 36～140 | 4.4～11.3 | 貫入不能 |

深度 0.00～0.35m　表土(農耕土)有機質シルトの粘性土Ｔｓ
深度 0.35～1.25m　有機質シルト～砂質シルトの粘性土Ａｃ1
深度 1.25～1.75m　シルト混じり砂礫の礫質土Ａｇ1
GL-1.75m で礫当たり空転貫入不能

(3) S-No.3　地点（GH＝121.37m・Dep＝0.90m）

| 推　　定<br>土質区分 | 推　定<br>土質名 | 深度(m) | Wsw(kN) | Nsw(回/m) | 換算N値<br>(回) | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 表土<br>(粘性土) | 有機質<br>シルト | 0.00～0.50 | 0.05～0.50 | ― | 0.1～1.5 | 自沈 |
| 粘性土 | 砂質シルト | 0.50～0.70 | 0.75～1.00 | ― | 2.2～3.0 | 自沈 |
| 礫質土 | 砂礫 | 0.70～0.90 | 1.00 | 200～333 | 15.4～24.3 | 貫入不能 |

深度 0.00～0.50m　表土(農耕土)有機質シルトの粘性土Ｔｓ
深度 0.50～0.70m　有機質シルト～砂質シルトの粘性土Ａｃ1
深度 0.70～0.90m　シルト混じり砂礫の礫質土Ａｇ1
GL-0.90m で礫当たり空転貫入不能

(4) S-No.4　地点（GH＝121.88m・Dep＝1.25m）

| 推　　定<br>土質区分 | 推　定<br>土質名 | 深度(m) | Wsw(kN) | Nsw(回/m) | 換算N値<br>(回) | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 表土<br>(粘性土) | 有機質<br>シルト | 0.00～0.25 | 0.05～0.25 | — | 0.1～0.7 | 自沈 |
| 粘性土 | 砂質シルト | 0.25～1.05 | 0.50～1.00 | — | 1.5～3.0 | 自沈 |
| 礫質土 | 砂礫 | 1.05～1.25 | 1.00 | 225 | 17.0 | 貫入不能 |

深度 0.00～0.25m　表土(農耕土)有機質シルトの粘性土Ｔｓ
深度 0.25～1.05m　有機質シルト～砂質シルトの粘性土Ａｃ1
深度 1.05～1.25m　シルト混じり砂礫の礫質土Ａｇ1
GL-1.25m で礫当たり空転貫入不能

**当地域のサウンディング試験結果を要約する。**

| 推　　定<br>土質区分 | 推　定<br>土質名 | 層厚(m) | 換算N値<br>(回) | 備考 |
|---|---|---|---|---|
| 表土<br>(粘性土) | 有機質<br>シルト | 0.25～0.50 | 0.1～1.5 | 自沈 |
| 粘性土 | 砂質シルト | 0.20～1.10<br>概ね 1.0 前後 | 1.5～3.0 | 自沈 |
| 礫質土 | 砂礫 | 0.50 以上 | 24 以上 | 貫入不能 |

表土(農耕土)有機質シルトの粘性土Ｔｓ
有機質シルト～砂質シルトの粘性土Ａｃ1
シルト混じり砂礫の礫質土Ａｇ1
礫質土Ａｇ1 層で礫当たり空転貫入不能

これらの結果をもとに、各サウンディング試験の推定柱状図を作成した。

推定柱状図は、地質想定断面図作成に引用した。

## 3.6　地質想定断面

ボーリング調査結果及びスウェーデン式サウンディング試験結果をもとに、地質地層の分布連続性について地質想定断面図を作成した。

当該地の地質地層状況は、①表土Ts（農耕土：有機質シルト）②粘性土Ａｃ１（有機質シルト・砂質シルト）③礫質土Ａｇ１（シルト混じり砂礫）④洪積粘性土Ｄｃ１（砂質シルト）⑤洪積礫質土Ｄｇ１（シルト質砂礫）からなる。

表 3.6.1 に当調査地点の地質層序を一覧表に要約する。

**表 3.6.1　地質層序一覧表**

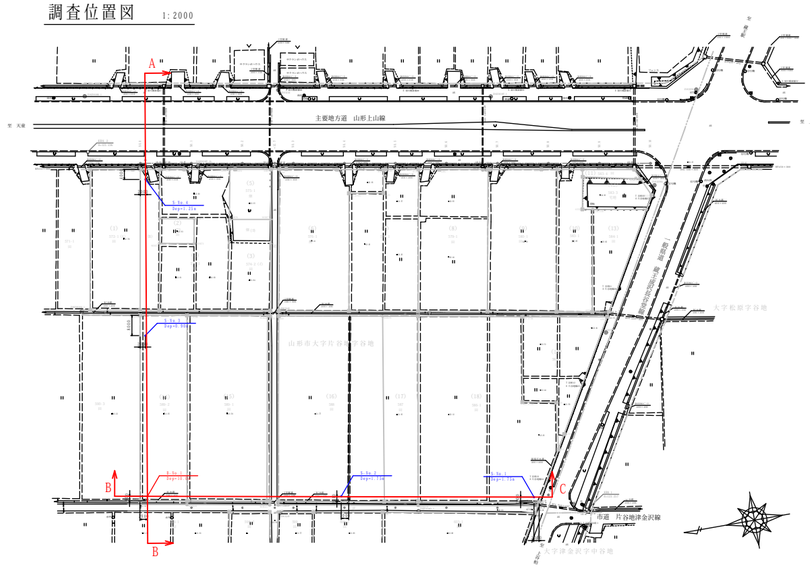
| 地質時代 | | 地質記号 | 地質区分 | 地質名 | ボーリング N値（回） | | サウンディング換算N値（回） | 記　事 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 範囲（測定値） | 平均 | | |
| 第四紀 | 沖積世（完新世） | Ts | 粘性土 | 表土 | — | — | 0.1～1.5 | 有機質シルトの農耕土<br>含水多く非常に軟らかい。 |
| | | Ac1 | 粘性土 | 有機質シルト | 1 | 1 | 1.5～3.0 | 含水多い。<br>粘性乏しく非常に軟らかい。<br>多量の未分解の腐植物を含む。 |
| | | Ag1 | 礫質土 | シルト混じり砂礫 | 28 | 28 | 24以上<br>貫入不能 | 含水多い。<br>礫はφ 10～30mm・φ max80mm程度。<br>安山岩・流紋岩・凝灰岩等の亜円～亜角礫からなる。<br>全体にシルトを含む。<br>所によりシルトを薄く挟む。 |
| | 洪積世（更新世） | Dc1 | 粘性土 | 砂質シルト | 4, 5, (5)<br>6, 6, (6) | 5 | — | 含水やや多い～中位。<br>粘性は中位であるがやや硬い。<br>全体に腐植物・細砂～微細砂を含む。<br>所により、腐植土・細砂を薄く挟む。<br><br>7.80m付近に厚さ5cm程度の火山灰砂を挟む。<br>白灰色～乳灰色の微細粒砂状で鹿児島姶良火山の噴出物と考えられる。<br>(29,000年～26,000年前)<br>この地層以深を洪積層と考える。<br>(沖積層と洪積層の境は約10,000年前) |
| | | Dg1 | 礫質土 | シルト質砂礫 | 28 | 28 | — | 含水中位。<br>礫はφ 5～20mm・φ max30mm程度。<br>安山岩・凝灰岩等の亜円～亜角礫からなる。<br>全体に多量のシルトを含み、土石流状。 |

（　）内数値は10cm毎の打撃回数換算

次頁、図 3.6.1 に地質想定断面図の縮小版を示す。

## 調査位置図

1:2000




## 地盤定数一覧表（B-No.1）地下水位GL-0.68m

| 記号 | 土質名 | 下端深度 (m) | 測定 N値 | 設計 N値 | 粘着力 C(kN/m2) | 内部摩擦角 φ（度） | 単位体積重量 rt(kN/m3) | 変形係数 Eo (kN/m2) (=2,800N) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ts | 表土 (有機質シルト) | 0.60 | — | — | — | — | 14 | — |
| Ac1 | 有機質シルト 砂質シルト | 1.65 | 1 | 1 | 6 | 0 | 14 | 2,800 |
| Ag1 | シルト混じり 砂礫 | 4.20 | 28 | 28 | 0 | 39 | 19 | 78,400 |
| Dc1 | 砂質シルト | 9.40 | 4,5,5 6,6,6 | 5 | 30 | 0 | 16 | 14,000 |
| Dg1 | シルト質砂礫 | 10.50 | 28 | 28 | 0 | 37 | 19 | 78,400 |

注）地下水位以下にあるγtは、それぞれ表中の値から9kN/m3を差し引いた値とする。

## 地　質　凡　例

| 地質時代 | | 地質記号 | 地質区分 | 地質名 | ボーリング N値（回） 範囲（測定値） | 平均 | サウンディング換算N値（回） | 記　事 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 第四紀 | 沖積世（完新世） | Ts | 粘性土 | 表土 | — | — | 0.1～1.5 | 有機質シルトの農耕土<br>含水多く非常に軟らかい。 |
| | | Ac1 | 粘性土 | 有機質シルト | 1 | 1 | 1.5～3.0 | 含水多い。<br>粘性乏しく非常に軟らかい。<br>多量の未分解の腐植物を含む。 |
| | | Ag1 | 礫質土 | シルト混じり砂礫 | 28 | 28 | 24以上 貫入不能 | 含水多い。<br>礫はφ10～30mm・φmax80mm程度。<br>安山岩・流紋岩・凝灰岩等の亜円～亜角礫からなる。<br>全体にシルトを含む。<br>所によりシルトを薄く挟む。 |
| | 洪積世（更新世） | Dc1 | 粘性土 | 砂質シルト | 4, 5, (5)<br>6, 6, (6) | 5 | — | 含水やや多い～中位。<br>粘性は中位であるがやや硬い。<br>全体に腐植物・細砂～微細砂を含む。<br>所により、腐植土・細砂を薄く挟む。<br>7.80m付近に厚さ5cm程度の火山灰砂を挟む。<br>白灰色～乳灰色の微細粒砂状で<br>鹿児島姶良火山の噴出物と考えられる。<br>(29,000年～26,000年前)<br>この地層以深を洪積層と考える。<br>(沖積層と洪積層の境は約10,000年前) |
| | | Dg1 | 礫質土 | シルト質砂礫 | 28 | 28 | — | 含水中位。<br>礫はφ5～20mm・φmax30mm程度。<br>安山岩・凝灰岩等の亜円～亜角礫からなる。<br>全体に多量のシルトを含み、土石流状。 |

（　）内数値は10cm毎の打撃回数換算

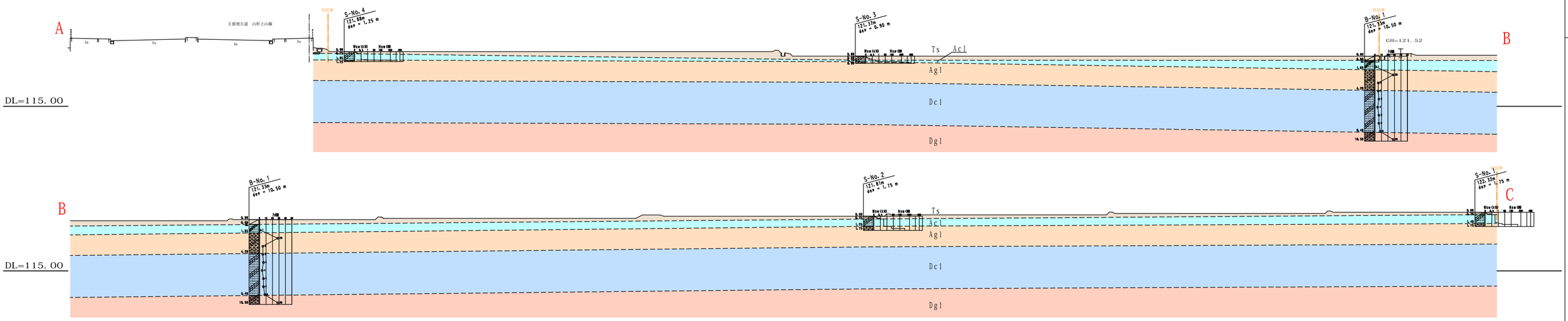
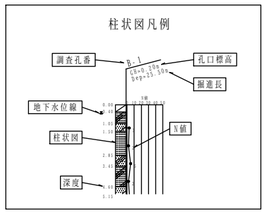



図3.6.1　地質想定断面図




| 平成　年度 | 図番 | 葉 |
|---|---|---|
| 路線名又は河川名 | 市南部への児童遊戯施設整備に係る用地測量業務 | |
| 工事名 | | |
| 位置 | 山形市大字片谷地地内 | |
| 平面図 | 1 葉 1 | |
| 縮尺 1:400 | 山形市 | |

# 4. 考　　察

## 4.1 地盤定数の提案

調査結果をもとに、地盤定数をＮ値からの相関式および推定から求める。

なお、地盤定数の推定は、【道路橋示方書 同解説 下部構造編 日本道路協会】及び【地盤調査の方法と解説 地盤工学会】【設計要領第一集 東日本高速道路株式会社】等に準拠する。

### (1) 設計Ｎ値

設計Ｎ値は、各層ごとの実測Ｎ値および補正Ｎ値を使用し、単純算術平均値とする。

**設計Ｎ値＝ΣＮ値 / 個数**

補正 N 値は、地層境で試験を行っている場合や、礫当たりの影響で過大な値を示した場合に、10cm 毎の打撃回数から換算してＮ値を補正する。

### (2) 単位体積重量 γ(kN/m3)

単位体積重量は表 4.1.1 を参考にする。

また、砂質土のＮ値と相対密度、粘性土のＮ値とコンシステンシーの関係は、表 4.1.2～4.1.3 を参照した。

**表 4.1.1　地盤の単位体積重量(kN/m3)**

| 地　盤 | 土　質 | 緩いもの | 密なもの |
|---|---|---|---|
| 自然地盤 | 礫質土 | 18 | 20 |
| | 砂質土 | 17 | 19 |
| | 粘性土 | 14 | 18 |
| 盛　土 | 礫質土 | 20 | |
| | 砂質土 | 19 | |
| | 粘性土(WL＜50%) | 18 | |

**(地下水位以下では、表値より 9kN/m3 を差し引く)**

**(道路橋示方書・同解説 下部構造編 P.47 日本道路協会)**

**表 4.1.2　砂の相対密度とＮ値との関係(Terzaghi and Peck)**

| Ｎ値 | 相対密度 | 現場判別法 |
|---|---|---|
| 0～4 | 非常に緩い | 鉄筋が容易に手で貫入 |
| 4～10 | 緩　い | スコップで掘削可能 |
| 10～30 | 中位の | 鉄筋を 5 ポンドハンマで打ち込み容易 |
| 30～50 | 密　な | 同上、30cm 程度貫入 |
| 50 以上 | 非常に密な | 同上、5～6cm 貫入、掘削につるはし必要、打込み時金属音 |

**(地盤調査の方法と解説 P.263 地盤工学会)**

**表 4.1.3　粘土のコンシステンシーとＮ値の関係(Terzaghi and Peck)**

| Ｎ値 | コンシステンシー | 備　　考<br>(一軸圧縮強度 qu：kN/m2) |
|---|---|---|
| 2 以下 | 非常に軟らかい | 24.5 以下 |
| 2～4 | 軟らかい | 24.5～49.1 |
| 4～8 | 中位の | 49.1～98.1 |
| 8～15 | 硬　い | 98.1～196.2 |
| 15～30 | 非常に硬い | 196.2～392.4 |
| 30 以上 | 固結した | 392.4 以上 |

**(地盤調査の方法と解説 P.267 地盤工学会)**

(3) 粘着力 C(kN/m2)

粘着力は、以下の式により推定した。

C＝6 N　(kN/m2)　　(N ： 設計 N 値)

ここでは安全側を考慮し、図 4.1.1 による「C＝qu/2＝6.25 N」より小数点以下を切り捨てた 6.0 を係数として用いた。

また、砂質土・礫質土については安全側を考慮し C＝0 (kN/m2) とした。

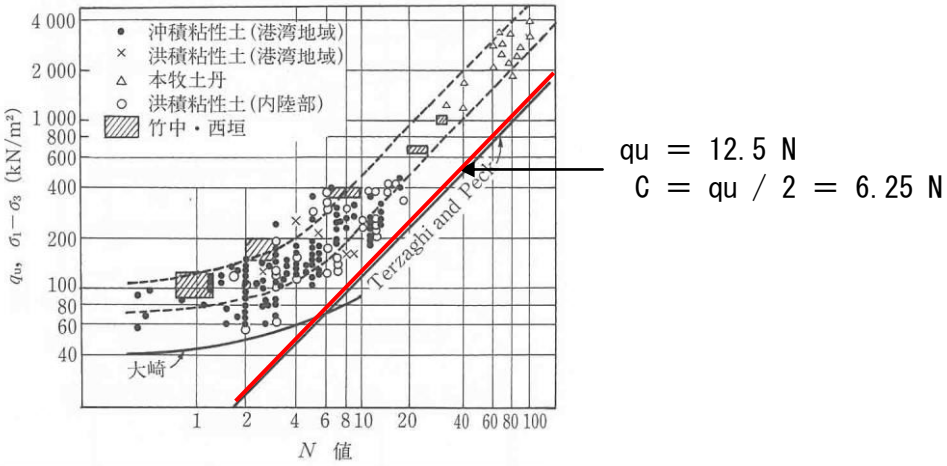



図 4.1.1　一軸圧縮強度と N 値の関係

(地盤調査の方法と解説 P267 (社)地盤工学会)

(4) せん断抵抗角 φ(度)

内部摩擦角と N 値の相関式については、多々の研究があるが、ここでは有効上載圧力(拘束圧) の影響を考慮した次式から推定する。

(道路橋示方書・同解説 下部構造編 P604 日本道路協会)

φ＝(4.8×ln N1)＋21

N1＝170×N / (σ'＋70)

σ'v＝rt1×hw＋r't2 (x－hw)

ここに、φ：砂の内部摩擦角　(度)

σ'v：有効上載圧(kN/m2)で、標準貫入試験を実施した時点の値

N1：有効上載圧 100kN/m2 相当に換算した N 値。ただし、原位置の σ'v が σ'v ＜ 50kN/m2 である場合には、σ'v=50kN/m2 とする。

N：標準貫入試験から得られる N 値

rt1：地下水位より浅い位置での土の単位体積重量(kN/m3)

r't2： 地下水位より深い位置での土の単位体積重量(kN/m3)

x ：地表面からの深さ(m)

hw：地下水位の深さ(m)

また、粘性土については安全側を考慮しφ＝0 (°) とした。

(5) 変形係数 Eo(kN/m2)

変形係数は、地盤反力係数等を求める際に用いる、ボーリングの標準貫入試験のＮ値から換算する以下の式より推定した。

Eo ＝ 2,800×N　(kN/m2)　　(N ： 設計Ｎ値)

（道路橋示方書・同解説 下部構造編 P255 日本道路協会）

表 4.1.4 に地盤定数の設定例を示す。

**表 4.1.4　地盤定数設定例**

| | 種 類 | 状 態 | | 単位体積重量γ (KN/m³) | せん断抵抗角φ (度) | 粘着力C (kN/m²) | 地盤工学会基準 (土質分類) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 盛土 | 礫および礫混じり砂 | 締固めたもの | | 20 | 40 | 0 | {G} |
| | 砂 | 締固めたもの | 粒径幅の広いもの | 20 | 35 | 0 | {S} |
| | | | 分級されたもの | 19 | 30 | 0 | |
| | 砂質土 | 締固めたもの | | 19 | 25 | 30 以下 | {SF} |
| | 粘性土 | 締固めたもの | | 18 | 15 | 50 以下 | {M},{C} |
| | 関東ローム | 締固めたもの | | 14 | 20 | 10 以下 | {V} |
| 自然地盤 | 礫 | 密実なもの又は粒径幅の広いもの | | 20 | 40 | 0 | {G} |
| | | 密実でないもの又は分級されたもの | | 18 | 35 | 0 | |
| | 礫混じり砂 | 密実なもの | | 21 | 40 | 0 | {G} |
| | | 密実でないもの | | 19 | 35 | 0 | |
| | 砂 | 密実なもの又は粒径幅の広いもの | | 20 | 35 | 0 | {S} |
| | | 密実でないもの又は分級されたもの | | 18 | 30 | 0 | |
| | 砂質土 | 密実なもの | | 19 | 30 | 30 以下 | {SF} |
| | | 密実でないもの | | 17 | 25 | 0 | |
| | 粘性土 | 固いもの (指で強く押し多少へこむ) | | 18 | 25 | 50 以下 | {M},{C} |
| | | やや軟らかいもの (指の中程度の力で貫入) | | 17 | 20 | 30 以下 | |
| | | 軟らかいもの (指が容易に貫入) | | 16 | 15 | 15 以下 | |
| | 粘土及びシルト | 固いもの (指で強く押し多少へこむ) | | 17 | 20 | 50 以下 | {M},{C} |
| | | やや軟らかいもの (指の中程度の力で貫入) | | 16 | 15 | 30 以下 | |
| | | 軟らかいもの (指が容易に貫入) | | 14 | 10 | 15 以下 | |
| | 関東ローム | | | 14 | 5(φu) | 30 以下 | {V} |

注１；Ｎ値の目安は次のとおりである。(粘性土・粘土及びシルト)
　　固いもの (N＝8～15)、やや軟らかいもの (N＝4～8)、軟らかいもの (N＝2～4)
注２；地盤工学会基準の記号は、およその目安である。

「設計要領 第一集、土工編：東日本高速道路株式会社」に加筆

次頁、表 4.1.5 に地盤定数一覧表を示す。

≪ 地盤定数 ≫

表 4.1.5　地盤定数一覧表（B-No.1）地下水位 GL-0.68m

| 記号 | 土 質 名 | 下端深度 (m) | 測定 N 値 | 設計 N 値 | 粘着力 C (kN/m2) | 内部摩擦角 φ（度） | 単位体積 重量 rt (kN/m3) | 変形係数 Eo (kN/m2) (=2,800N) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ts | 表土 (有機質シルト) | 0.60 | — | — | — | — | 14 | — |
| Ac1 | 有機質シルト 砂質シルト | 1.65 | 1 | 1 | 6 | 0 | 14 | 2,800 |
| Ag1 | シルト混じり砂礫 | 4.20 | 28 | 28 | 0 | 39 | 19 | 78,400 |
| Dc1 | 砂質シルト | 9.40 | 4,5,5 6,6,6 | 5 | 30 | 0 | 16 | 14,000 |
| Dg1 | シルト質砂礫 | 10.50 | 28 | 28 | 0 | 37 | 19 | 78,400 |

注）地下水位以下にあるγt は、それぞれ表中の値から 9kN/m3 を差し引いた値とする。

## ≪ 内部摩擦角φの計算書（有効上載圧考慮）≫

B-No.1

| 累計深度(m) | 有効単位体積重量(γ't) |
|---|---|
| 0.60 | 14 |
| 0.68 | 14 |
| 1.65 | 5 |
| 4.20 | 10 |
| 9.40 | 7 |
| 10.50 | 10 |

| 貫入試験深度(m) | 補正後N値 | σ | σ | N1 | φ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.30 | 1 | 50 | 12.62 | 1.417 | 22.7 |
| 2.30 | 28 | 50 | 20.87 | 39.667 | 38.7 |
| 3.30 | 28 | 50 | 30.87 | 39.667 | 38.7 |
| 4.30 | 5 | 50 | 40.57 | 7.083 | 30.4 |
| 5.30 | 5 | 50 | 47.57 | 7.083 | 30.4 |
| 6.30 | 4 | 54.57 | 54.57 | 5.459 | 29.1 |
| 7.30 | 6 | 61.57 | 61.57 | 7.753 | 30.8 |
| 8.30 | 6 | 68.57 | 68.57 | 7.361 | 30.6 |
| 9.30 | 6 | 75.57 | 75.57 | 7.007 | 30.3 |
| 10.30 | 28 | 85.27 | 85.27 | 30.656 | 37.4 |

注）地下水位以下にあるγtは、それぞれ表中の値から9kN/m3を差し引いた値とする。

内部摩擦角φの算定結果

ボーリング：.B-No.1

| 土質 | 標準貫入試験深度（m） | 単位体積重量 γ (kN/m2) | 換算N値 | σ'v | N1 | せん断抵抗角 φ（°） | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 計算値 | 平均値 |
| 有機質シルト | 1.30 | 14 | 1 | 50 | 1.417 | 22.7 | 粘性土 |
| シルト混じり砂礫 | 2.30 | 10 | 28 | 50 | 39.667 | 38.7 | 39 |
| シルト混じり砂礫 | 3.30 | 10 | 28 | 50 | 39.667 | 38.7 | |
| 砂質シルト | 4.30 | 7 | 5 | 50 | 7.083 | 30.4 | 粘性土 |
| 砂質シルト | 5.30 | 7 | 5 | 50 | 7.083 | 30.4 | |
| 砂質シルト | 6.30 | 7 | 4 | 55 | 5.459 | 29.1 | |
| 砂質シルト | 7.30 | 7 | 6 | 62 | 7.753 | 30.8 | |
| 砂質シルト | 8.30 | 7 | 6 | 69 | 7.361 | 30.6 | |
| 砂質シルト | 9.30 | 7 | 6 | 76 | 7.007 | 30.3 | |
| シルト質砂礫 | 10.30 | 10 | 28 | 85 | 30.656 | 37.4 | 37 |

## 4.2　支持地盤について

構造物の支持地盤については、上部構造の特性や工法及び基礎底面に作用する荷重とそれを作用させる基礎地盤の支持力・安定計算との比較検討で決定する。

支持層については、一概には言えないが「平成 24 年 3 月 道路橋示方書・同解説 下部構造編」で、良質な支持層の目安として以下のように示している。

> 良質な支持層とは構造物の重要度や基礎に作用する荷重の規模等によっても異なり、一律に定められるものではないが、一般的には次の事項を目安としてよい。
>
> 1)　粘性土層は砂質土層に比べて大きな支持力が期待できず、沈下量も大きい場合が多いため支持層とする際には十分な検討が必要であるが、N値が20程度以上(一軸圧縮強度quが0.4N/mm2 程度以上)あれば良質な支持層と考えてよい。
>
> 2)　砂層、砂礫層はN値が30程度以上あれば良質な支持層と見なしてよい。ただし、砂礫層では礫をたたいてN値が過大にでる傾向があるので、支持層の決定には十分な注意が必要である。
>
> 3)　岩盤は材料としての強度が大きく、均質な岩盤を支持層とした場合には大きな支持力が期待できる。しかし、岩盤に不連続面が存在したり、スレーキング等の影響を受けやすい場合には、均質な岩盤に比べて十分な支持力が得られないことがある。したがって、岩盤を支持層とする場合には、これらの影響について事前に検討を行っておく必要がある。
>
> なお、N値から判断して良質な支持層と考えられる層でも、その層厚が薄い場合やその下に相対的に弱い層あるいは圧密層がある場合には、支持力と沈下についてその影響を検討しなければならない。この良質な支持層としての必要な層厚は荷重の規模によっても異なるが基礎幅に比例して大きな層厚が必要となる。

**(道路橋示方書・同解説 下部構造編 P278 ： 日本道路協会)**

また、小規模構造物の場合においては良好な支持層がないか、あるいは支持層が深い場合は砂質土で N 値 20 以上、粘性土で N 値 15 以上で、層厚や圧密沈下等の条件が満たされれば支持層となり得るので検討することと定義されている。

**【道路土工 擁壁工指針 日本道路協会】**

当該地の支持地盤は、上記支持地盤の目安をもとに判断すると、明瞭で良質な支持地盤は、深度 10m 以内には存在しないと考えられる。

但し、構造物の規模や特性、荷重条件、地盤条件等を考慮すると、GL-1.65m から分布するシルト混じり砂礫の礫質土 Ag1 層が支持層になり得ると考える。

礫質土 Ag1 層は、N＝28 回で層厚 2.55m 有し、下位の粘性土 Dc1 層は洪積層と考えられ過圧密であることが予想される。

従って、小規模軽量な構造物であれば、礫質土 Ag1 層が支持層の対象になると考える。

## 4.3　設計・施工時の留意点

当調査結果より、設計・施工時の留意点について述べる。

### (1)地質地層状況について

当該地の地質は、地表面から第四紀・沖積世の表土(農耕土)Ts、粘性土 Ac1、礫質 Ag1、比較的浅い深度から洪積世の粘性土 Dc1、礫質土 Dg1 で構成される。洪積世の判定においては、粘性土 Dc1 層内に姶良火山の火山灰(29,000 年～26,000 年前)が確認されたことで、この地層 GL-4.20m 以深を洪積世と判定した。

### (2)地盤状況について

当該地の地盤は、表土(農耕土)Ts 及び粘性土 Ac1 は非常に軟弱、礫質 Ag1 は中位～やや密な締まり、粘性土 Dc1 及び礫質土 Dg1 は洪積層であることから過圧密地盤であることが予想される。

### (3)礫質土の礫径について

中間層の礫質土 Ag1 層は、平均礫径 10～30mm・最大礫径 80mm 程度(コアの実測長)の礫からなる。河川堆積物の礫の堆積状況を考えると、鉛直ボーリングでは、礫の短径方向を掘削している場合が少なくない。一般的には、ボーリングコア径の 2～3 倍程度の礫が分布すると考えられることから、最大礫径(長径)150～250mm 程度の礫も予想される。

### (4)支持地盤について

当該地の支持地盤は、支持地盤の目安をもとに判断すると、明瞭で良質な支持地盤は、深度 10m 以内には存在しないと考えられる。

但し、構造物の規模や特性、荷重条件、地盤条件等を考慮し、小規模軽量な構造物であれば、GL-1.65m から分布するシルト混じり砂礫の礫質土 Ag1 層が支持層になり得ると考える。

### (5)雨水浸透施設について

山形市雨水浸透施設設置及び構造等基準を踏まえ、敷地内の屋根雨水及び駐車場等雨水排水については、GL-1.65m から透水性地盤の礫質土 Ag1 層が分布していることから、浸透施設の検討が望まれる。

### (6)周辺環境について

計画敷地は、東側及び南側に県道が接しており、近傍には中学校や特別支援学校・聾学校が存在する。建設工事においては、施設に対する騒音振動の影響、工事用車両の走行においては、道路交通や歩道横断に際して歩行者に対する安全確保が望まれる。

計画敷地周辺は、耕作地(田)が隣接するため、農作物への環境的な影響（大気・水質・土壌汚染等）に対して留意が望まれる。