

環委 36 号

新最終処分場整備に係る実施設計書及び  
最終発注仕様書等作成業務委託

## 地質調査報告書

令和元年 10 月

会津若松地方広域市町村圏整備組合  
八千代エンジニアリング株式会社

# 目 次

§ 1. 調査概要	P. 1
・ 調査地案内図及び調査位置平面図	3
§ 2. 調査方法	P. 5
2.1 機械ボーリング方法	5
2.2 標準貫入試験方法	6
2.3 室内配合試験方法	11
§ 3. 地形・地質概要	P. 12
3.1 地形概要	12
3.2 地質概要	16
§ 4. 調査結果	P. 19
4.1 調査ボーリング結果	19
4.2 地下水位測定結果	28
4.3 標準貫入試験結果	30
4.4 室内配合試験結果	33
§ 5. 総合解析	P. 37
5.1 支持地盤の選定	37
5.2 基礎形式について	39
5.3 地盤定数の推定	40
5.4 設計・施工上の留意点	46

## < 巻 末 資 料 >

- ・ コア写真及びボーリング柱状図
- ・ 室内配合試験結果データ
- ・ 計量証明書(六価クロム溶出試験)
- ・ 記 録 写 真 集

## < 袋 中 資 料 >

- ・ 調 査 位 置 平 面 図 (1葉)
- ・ 地 質 断 面 図 (2葉)

## § 1. 調査概要

地質調査の主な内容・数量は、次の通りである。

1. 件名 : 環委 36 号  
新最終処分場整備に係る実施設計書及び最終発注仕様書等作成業務委託
2. 場所 : 耶麻郡磐梯町大字更科字沼平 地内
3. 現地作業 : 自) 平成 30 年 7 月 25 日 至) 平成 30 年 7 月 31 日  
室内試験 : 自) 平成 30 年 8 月 1 日 至) 平成 30 年 8 月 31 日
4. 目的 : 新最終処分場整備に先立ち、水処理施設計画予定地内において標準貫入試験併用の調査ボーリングを行い、地質状況及び硬軟等を把握し、設計、施工上の基礎資料に供することを目的としたものである。
5. 発注者 : 会津若松地方広域市町村圏整備組合
6. 受注者 : 八千代エンジニアリング株式会社  
所在地) 東京都台東区浅草橋 5-20-8  
電話) (03) 5822-6417 <直通>  
FAX) (03) 5822-2798  
管理技術者: 星野 雅彦
7. 調査数量 : <一般調査業務>
 

・機械ボーリング(φ66mm)	2 孔 計 17.0 m
・標準貫入試験	2 孔 計 17.0 回
・室内配合試験	1.0 試料
・資料整理とりまとめ	1.0 業務
・断面図等の作成	1.0 業務
<解析等調査業務>	
・既存資料の収集・現地調査	1.0 業務
・資料整理とりまとめ	1.0 業務
・断面図等の作成	1.0 業務
・総合解析とりまとめ(0~3種)	1.0 業務

表 1-1 数量一覧表

調査孔 No.		B-8	B-9	合計
機械ボーリング (m) < φ66mm >	粘性土・シルト	1.8	3.1	4.9
	砂・砂質土	2.0	0.0	2.0
	玉石混じり土砂	5.2	4.9	10.1
	小計	9.0	8.0	17.0
標準貫入試験 (回)	粘性土・シルト	1	2	3
	砂・砂質土	2	0	2
	玉石混じり土砂	6	6	12
	小計	9	8	17
室内配合試験	室内CBR試験用試料採取 (箇所)	1		
	安定処理土の締固めを しない供試体作成(試料)	36		
	圧縮強度試験 (試料)	18		
	六価クロム溶出試験 (検体)	6		

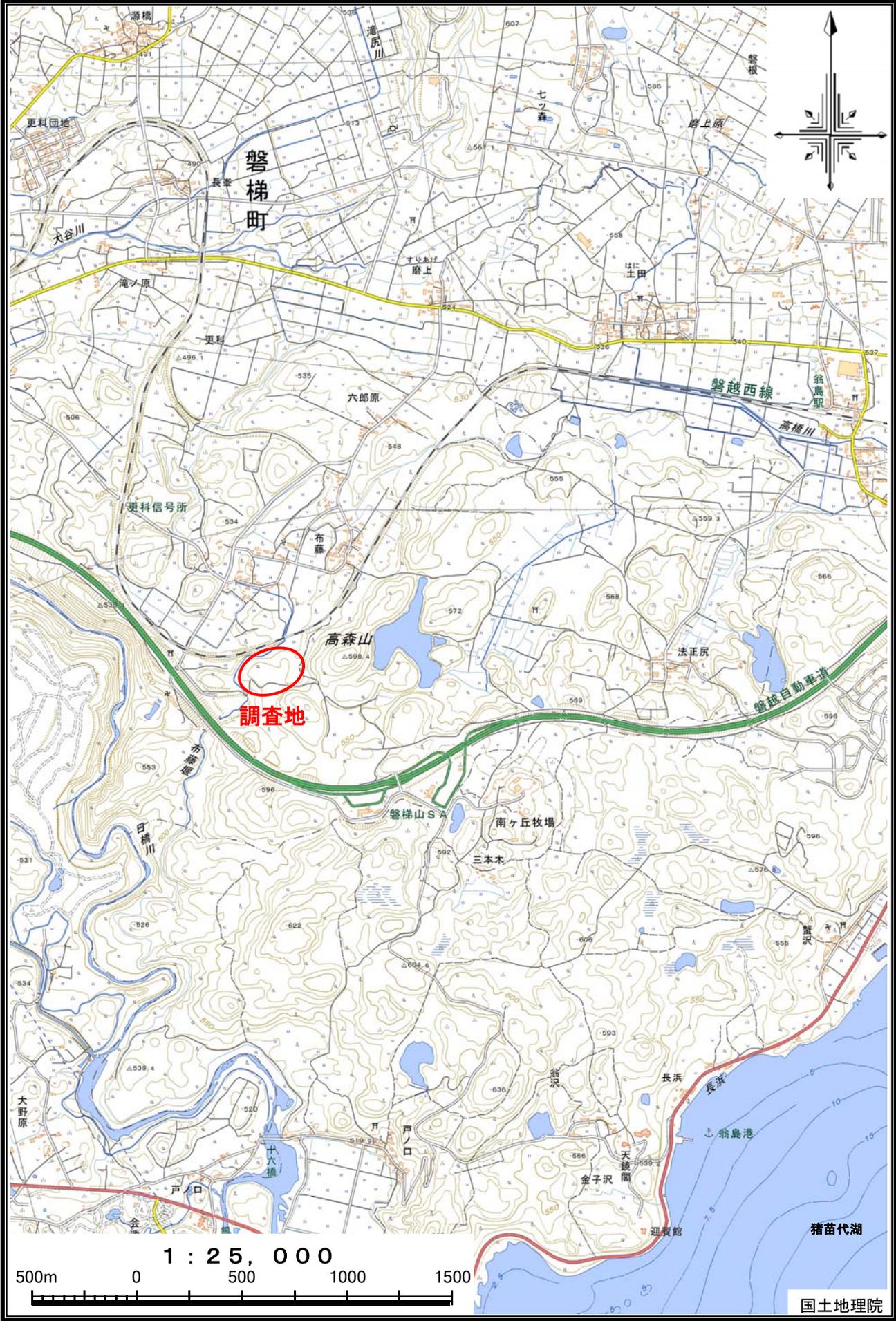
※供試体作成……………3配合率(50,100,150kg)×2材齢(1,4週)×2種類(一般・特殊)×3供試体=36供試体

※圧縮強度試験……………1試料当たり2供試体となるため、18試料(36/2供試体)

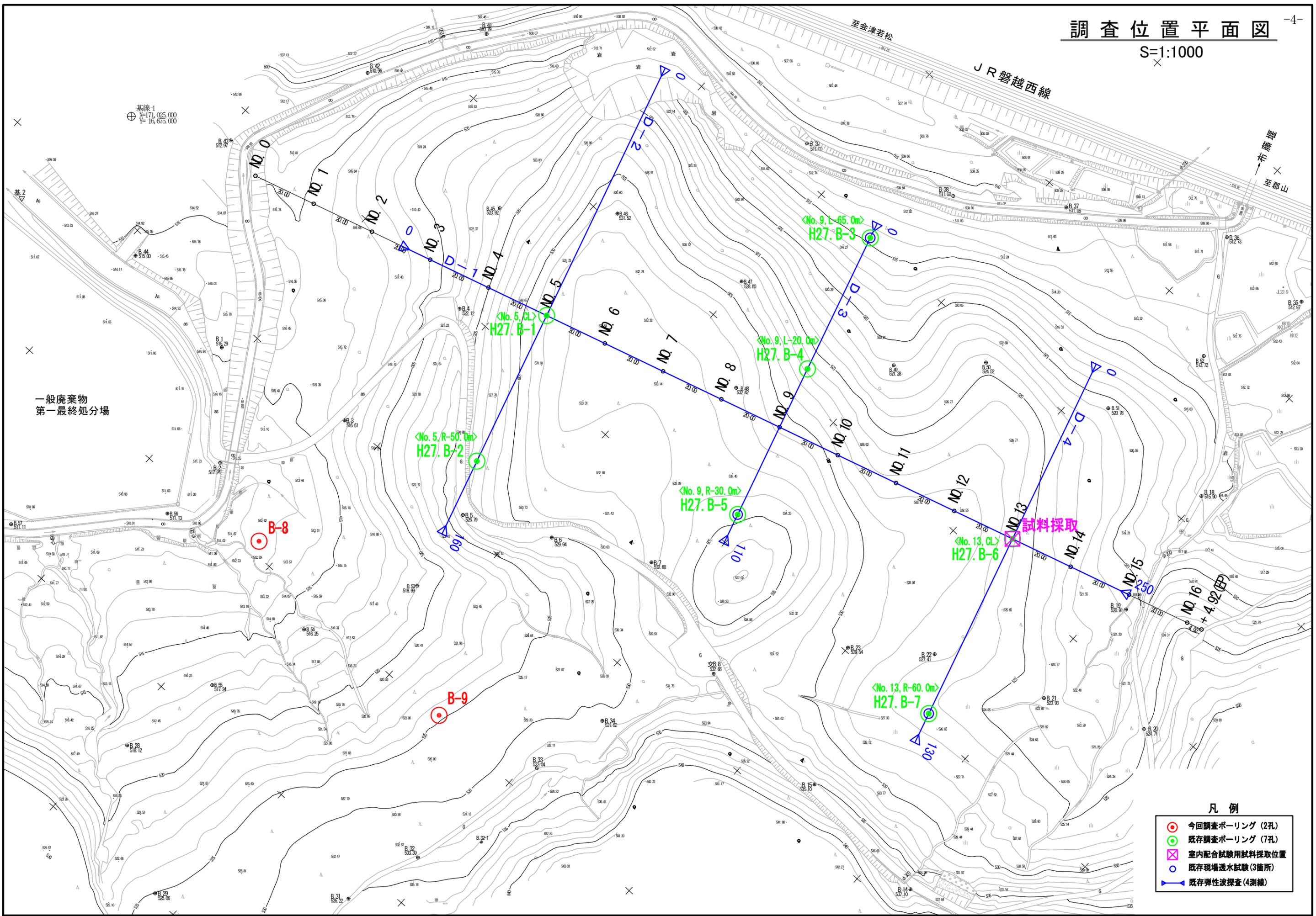
※六価クロム溶出試験……………3配合×1材齢×2種類×1検体=6検体

8. 参考資料 : 環委 22 号 最終処分場整備に係る測量及び地質調査等業務委託  
(株)サゼコンサルタント【平成 29 年 3 月】

# 調査地案内図



S=1:1000



- 凡例
- 今回調査ボーリング (2孔)
  - 既存調査ボーリング (7孔)
  - 室内配合試験用試料採取位置
  - 既存現場透水試験 (3箇所)
  - ▲— 既存弾性波探査 (4測線)

## § 2. 調査方法

### 2.1 機械ボーリング方法

〈使用機械〉……ロータリー式ボーリング機械

[掘進能力] 100~150m

[所要能力] 7 PS

〈孔 径〉……φ 66~86mm

〈循環水〉……清水、ベントナイト泥水（プラスターを少量含む）

〈方 法〉

エンジンの機械力によりコアチューブを回転させ、油圧（ハイドロリック型）でこれを圧入しながら掘削した。この際、孔壁の保護、スライムの除去を主目的として上記の循環水を使用した。

採取した試料により地層を判定し、また掘削時の抵抗、循環水の色やスライム、掘削音等から地層や硬軟等を推定したもので、掘削時にはボーリング孔を利用した各種の原位置試験等が行えるよう孔壁や孔底を乱さないよう注意するとともに、湧水や逸水状況を把握することに努めた。

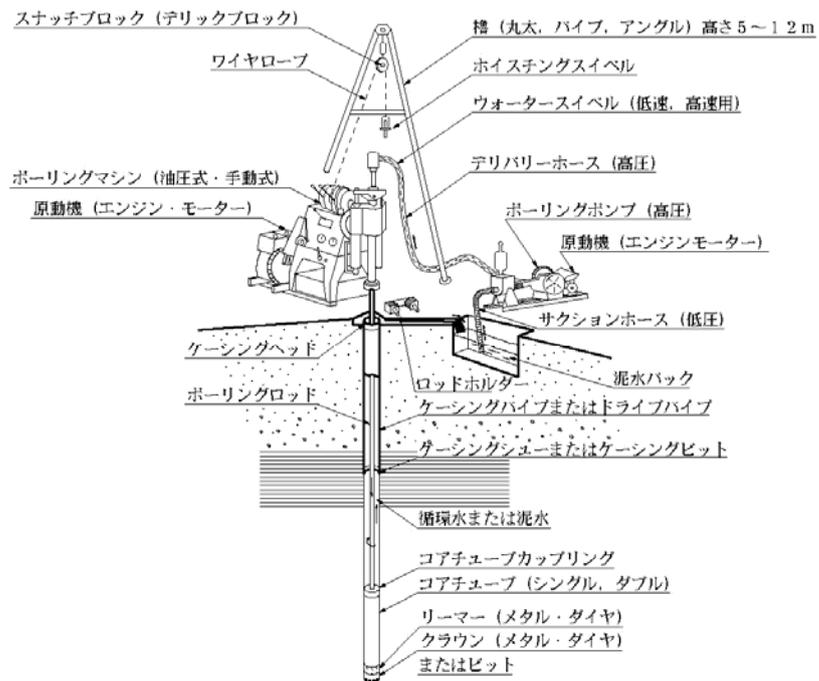


図 2.1-1 ハイドロリックフィード式機械による掘進装置一般図

## 2.2 標準貫入試験方法

日本工業規格 JIS A 1219-2013

### ① 総 則

1.1 適用範囲 標準貫入試験(SPT)は、SPTサンプラーを動的貫入することによって地盤の硬軟、締まり具合の判定、及び土層構成を把握するための試料の採取を目的とする。本試験は、主として粗粒土の強度と変形定数を求めるために用いられるが、他の種類の地盤に適用してもよい。礫質土又は軟岩の場合、ソリッドコーンを用いることができる。

1.2 定 義 本試験は重量 63.5 kgのドライブハンマーを 760mm の高さからアンビルに落下させSPTサンプラーを打ち込む。N値は、SPTサンプラーを 300mm 打ち込むのに必要な打撃回数である。

### ② 試験用具

2.1 掘削装置 貫入試験に適した乱れの少ない試験孔を掘削できる性能をもつものとする。

#### 2.2 SPTサンプラー

鋼製のSPTサンプラーの寸法は図 2.2-1 に示す通りである。SPTサンプラーの引き上げ時に試料の落下を防止するために、逆止弁を備えなければならない。しかし、打撃中のSPTサンプラー内の水又は泥水を排水するための十分な流路を確保しなければならない。

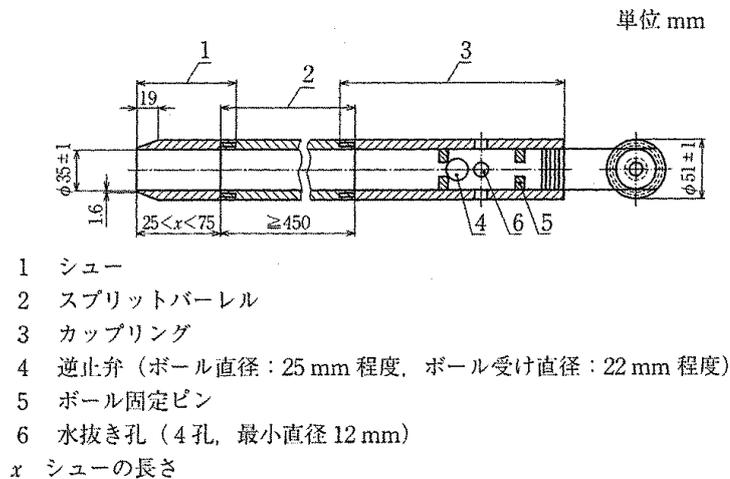


図 2.2-1 SPTサンプラーの縦断面



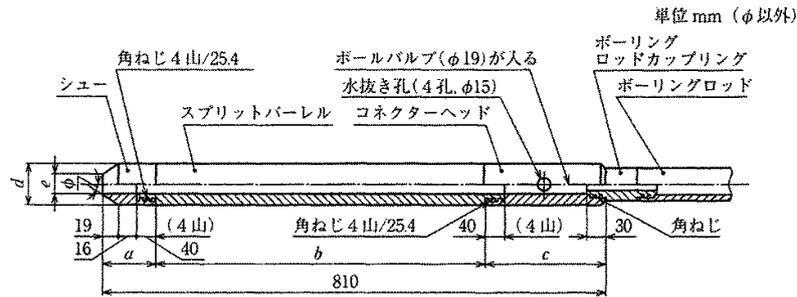


図 2.2-2 設計に用いるN値のためのSPTサンプラーの標準形状

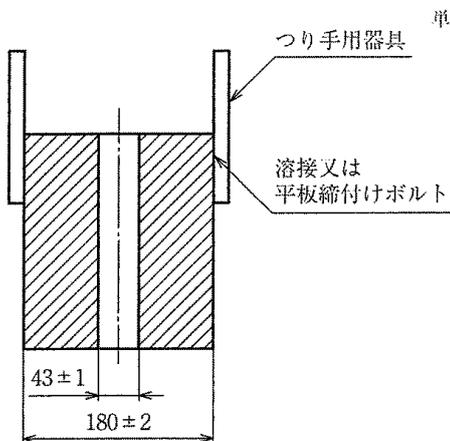


図 2.2-3 設計に用いるN値のためのハンマーの標準形状

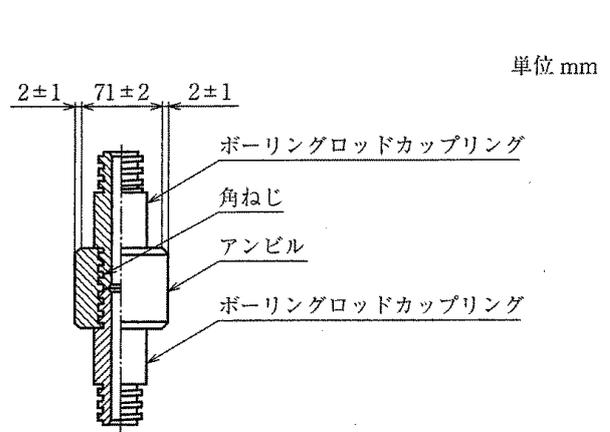


図 2.2-4 設計に用いるN値のためのアンビルの標準形状

### ③ 試験方法

#### 3.1 試験装置及び器具の点検と確認

- 3.1.1 試験実施前に、SPTサンプラーの形状及び寸法が図 3.2-1 と同等か確認する。  
新規調査地点、及び少なくとも 20 回の貫入試験毎にロッドの直線性を目視によって確認する。
- 3.1.2 落下装置が正常に作動すること、及びハンマーの落下高さを確認する。打撃カウンター及び貫入長測定装置を使用する場合には、それらの装置が正常に作動することを確認する。
- 3.1.3 試験前にはハンマーの底面及びアンビルの受圧面の平滑性をあらかじめ点検して確認する。

### 3.2 試験孔掘削

- 3.2.1 所定の試験深度まで試験孔を掘削し、試験孔底のスライムを取り除く。その際に孔底以深の地盤を乱してはならない。また、上方向への水圧勾配がないようにしなければならない。
- 3.2.2 地下水位面下で試験を行う場合は、パイピングを起こさないように孔内水位を適切に保ち、試験孔底からの水の流入を生じないように注意する。すなわち、試験孔の水位、又は泥水位は、常時最も高い圧力をもつ地層の地下水位より高い位置に維持しなければならない。掘削器具は孔底に負圧が働かないようにゆっくり引き上げる。
- 3.2.3 ケーシングを用いるときは、試験深度より下に貫入させてはならない。

### 3.3 試験方法

- 3.3.1 ロッドの先端にSPTサンプラーを取り付け、試験孔底へ降ろす。そして、打撃装置を取り付ける。この時点での貫入量を記録する。

注記. 軟弱な地盤で自沈が発生する場合には、次の2つの自沈量に分けて記録することが望ましい。

- ・ロッド自沈量 : ロッドの先端にSPTサンプラーを取り付け、試験孔底へ降ろした時点での貫入量。
- ・ハンマー自沈量 : アンビルを取り付け、ハンマーの底面がアンビルの上面と水平に接するようにハンマーを静かにセットした時点の貫入量。

- 3.3.2 63.5kgのハンマーを760mmの高さから自由落下させ、試験孔底から150mmまで(自沈を含む)予備打ちを行う。

注記1. 自沈による貫入量が150mmを越えた場合は予備打ちを行わない。

注記2. 予備打ちは、軟弱な地盤ではハンマー落下高を小さくして軽打等によって貫入抵抗を確認しながら貫入する。

注記3. N値50以上と想定される地盤では、予備打ちを本打ちに代えることができる。

- 3.3.3 予備打ち後、63.5kgのハンマーを760mmの高さから自由落下させ、SPTサンプラーを300mm貫入する。必要な打撃回数は100mm貫入毎に記録する。ただし、打撃1回毎の貫入量が100mmを越えた場合は、その貫入量を記録する。

注記. 自沈による貫入量が450mmに達した場合は、本打ちは行わない。

- 3.3.4 本打ちの打撃回数は、特に必要のない限り50回を限度とする。予備打ち後に300mm貫入させるのに必要な打撃回数をその試験区間のN値とする。

- 3.3.5 所定の打撃回数で貫入量が300mmに達しない場合、打撃回数に対する貫入量を記録する。なお、必要に応じて打撃回数を100回まで増やしてもよい。

- 3.3.6 採取された試料は逆止弁の位置に到達してはいけない。
- 3.3.7 測定を終了した後、地表にSPTサンプラーを引き上げ、シュー及びカップリングを取り外し、スプリットバーレルを二つに割り、採取試料の観察を行う。代表的な試料を透明な容器に保存する。

注記. 採取試料が複数の土層にまたがる場合は、試料の上下関係を保ったまま、試料間にしきいを挟んで試料を保存する。

#### ④ 報告

##### 4.1 使用試験装置及び器具についての情報

- 4.1.1 SPTサンプラーの規格
- 4.1.2 ハンマーの形状及び落下機構の種類並びにアンビルの質量
- 4.1.3 スプリットバーレル内のライナーの有無
- 4.1.4 ソリッドコーン [SPT(C)] の記載

##### 4.2 試験結果

- 4.2.1 深度区間におけるN値
- 4.2.2 100mm 毎の打撃回数
- 4.2.3 打撃回数が50回(又は100回)で打ち切られた場合、その所定の回数に対する貫入量。
- 4.2.4 必要に応じて、打撃毎の貫入量
- 4.2.5 自沈時のSPTサンプラーの貫入量

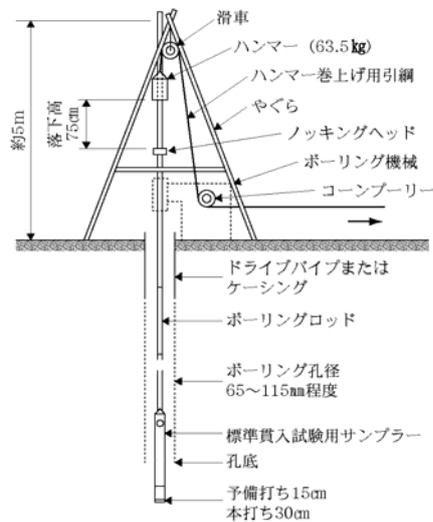


図 2.2-5 標準貫入試験略図

### 2.3 室内配合試験方法

室内配合試験は、発生土を安定処理した場合の「改良強度と添加量の関係」を把握することを目的として行ったものであり、下表に試験の方法・規格を示す。また、安定処理土に対して六価クロム溶出試験を合わせて実施した。

なお、固化材としては「高炉セメント(B種)」および「セメント系固化材(特殊土用)」の2種類を用いた。

表 2.3-1 試験方法の規格

試験項目		規格	地盤工学会基準
配合試験	・安定処理土の締め固めをしない 供試体作成	—	JGS 0821
	・土の一軸圧縮試験	JIS A 1216	JGS 0511
	・六価クロム溶出試験 (環境庁告示46号溶出試験)	JIS K 0102 65.2	—

※ 養生期間は7日、28日

§ 3. 地形・地質概要 ……既存調査報告書より引用

3.1 地形概要

本調査地は、JR磐越西線の「翁島駅」より南西へ約2.9kmの耶麻郡磐梯町大字更科字沼平地内に位置し、JR磐越西線と磐越自動車道に挟まれた丘陵地形部にあたる。また、調査地の南西には「沼平第1最終処分場」が近接している。

地形地域区分としては、猪苗代湖畔北東側に広がる「C：翁島泥流丘陵地」に大別され、調査地は「IIIc：翁島泥流丘陵地」に細別される。また、この丘陵地の東側には猪苗代湖から阿賀川に注ぐ一級河川の「日橋川」が蛇行を繰り返しながら北～西流しており、調査地付近では下刻作用が著しく河岸は急崖を形成している。



A 奥羽山地	B 磐梯・猫魔火山地	C 翁島泥流丘陵地	D 猪苗代湖北岸低地
Ia 川桁山地	Id 檜原山地	Ie 吹屋山地	Iva 川桁山麓扇状地群
Ib 白布一高森山地	If 磐梯火山地	IIIc 翁島泥流丘陵地	Ivd 長瀬川台地
Ic 出森山地	Ig 猫魔火山地	III d 大野原丘陵地	Ivg 猫苗代湖北岸台地
Ila 安達太良火山麓地	Ih 雄国火山地	Ivf 大谷川台地	Ivb 猫苗代湖北岸低地
Ivb 酸川台地	IIb 磐梯・猫魔火山麓地	Va 赤井低地	Vc 長瀬川三角州
Ivc 大倉川扇状地	IIIa 裏磐梯泥流丘陵地		
	IIIb 琵琶沢泥流丘陵地		
	Ive 大塩川台地		

図 3.1-1 地形地域区分図

福島県編「土地分類基本調査：磐梯山会津開発地域」(1977年)より

翁島泥流丘陵地(Ⅲc)は、無数の流れ山や泥流凹地(沼)が分布しており、一定の規則性・方向性が見られる。但し、日橋川の左岸域に広がる大野原丘陵地(Ⅲd)では流れ山の分布密度が低くなり、段丘面の発達が著しくなる。

【 流れ山(ながれやま) 】

山体崩壊によって崩れ落ちた膨大な量の土砂が山麓に流下してできた、大小さまざまな小山のことである。

火山の爆発や地震により火山体で大規模な山崩れが発生すると、大量の土砂が流れ下り流れ山がつくられる。流れ山を構成する地層は火山岩や火山灰などからなる。

分布の特徴として、流れ山のサイズは一般的に流走距離が増すほど小さい。また、流れ山の長軸は流下方向と平行または垂直に並びやすい。

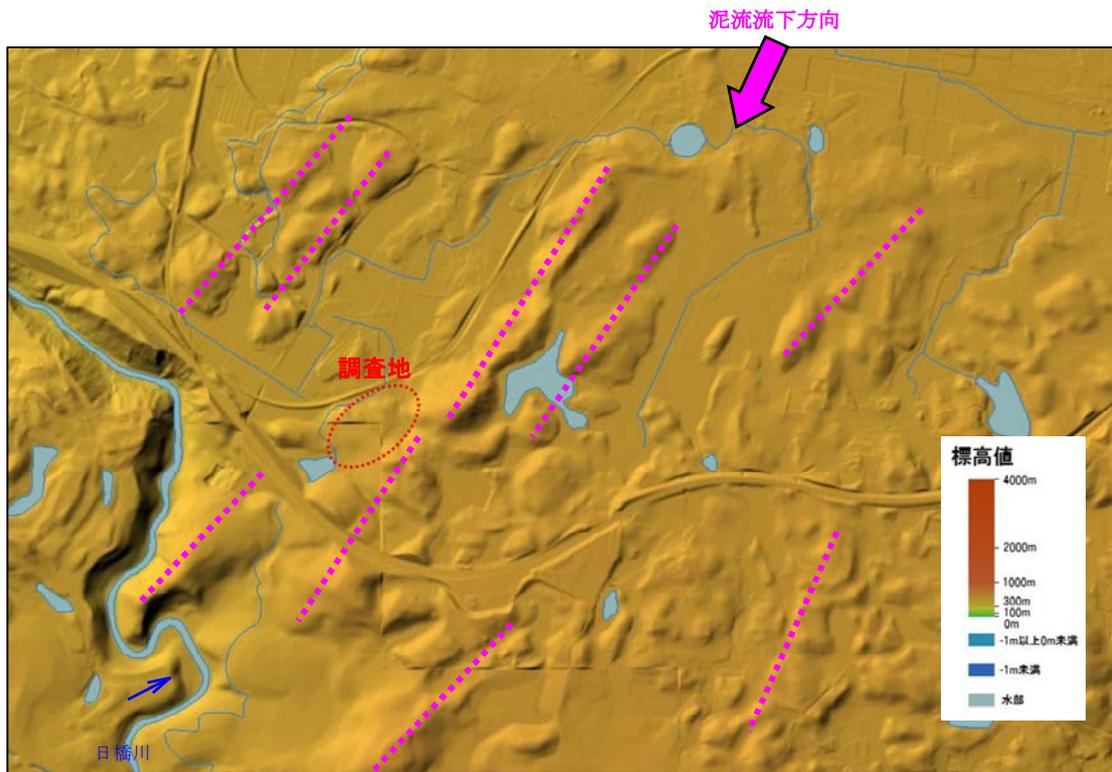
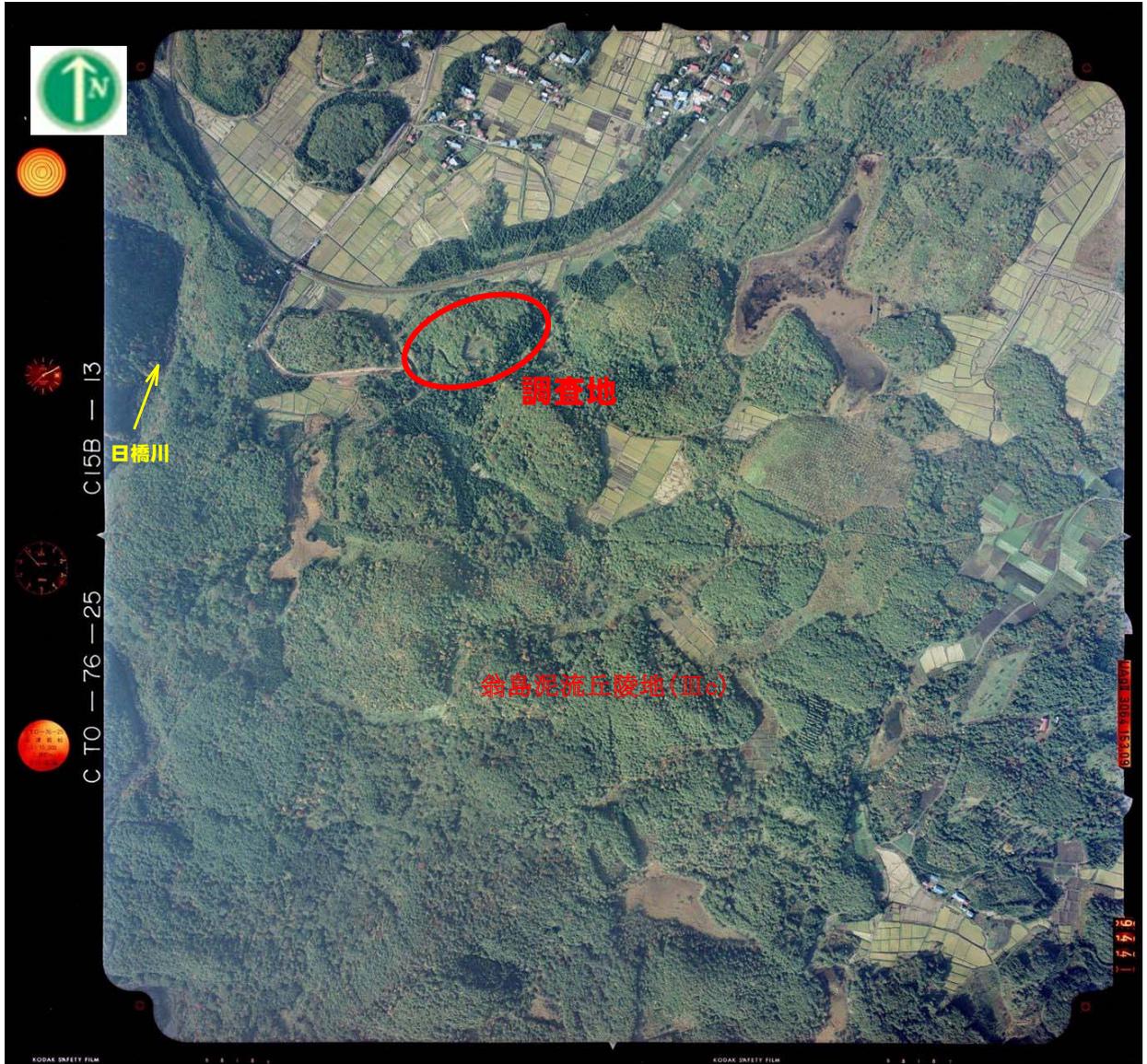


図 3.1-2 色別等高線図

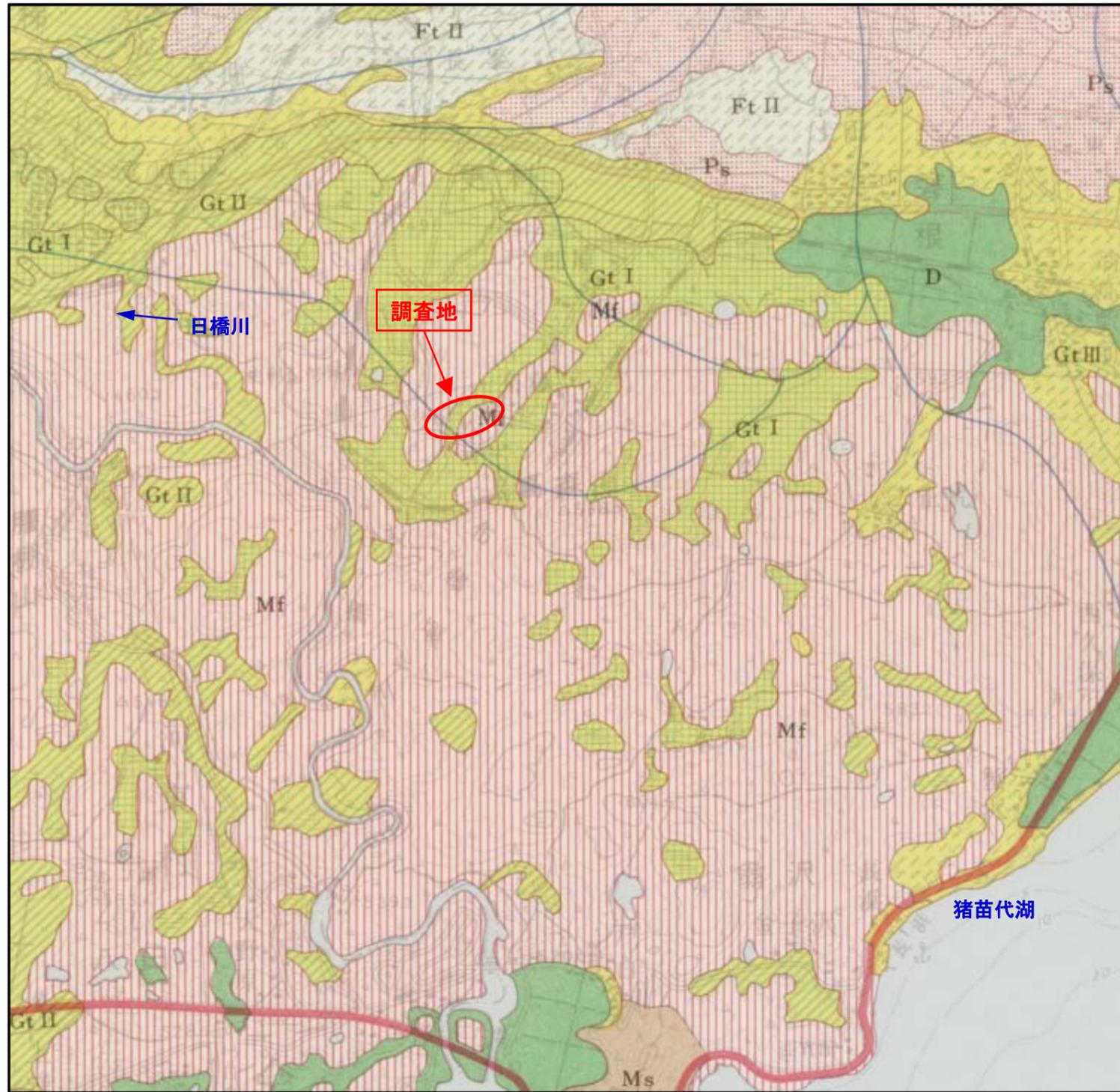
※ 調査地付近においては、流れ山の長軸方向と泥流流下方向が概ね一致している。

< 空中写真 >

昭和51年度撮影



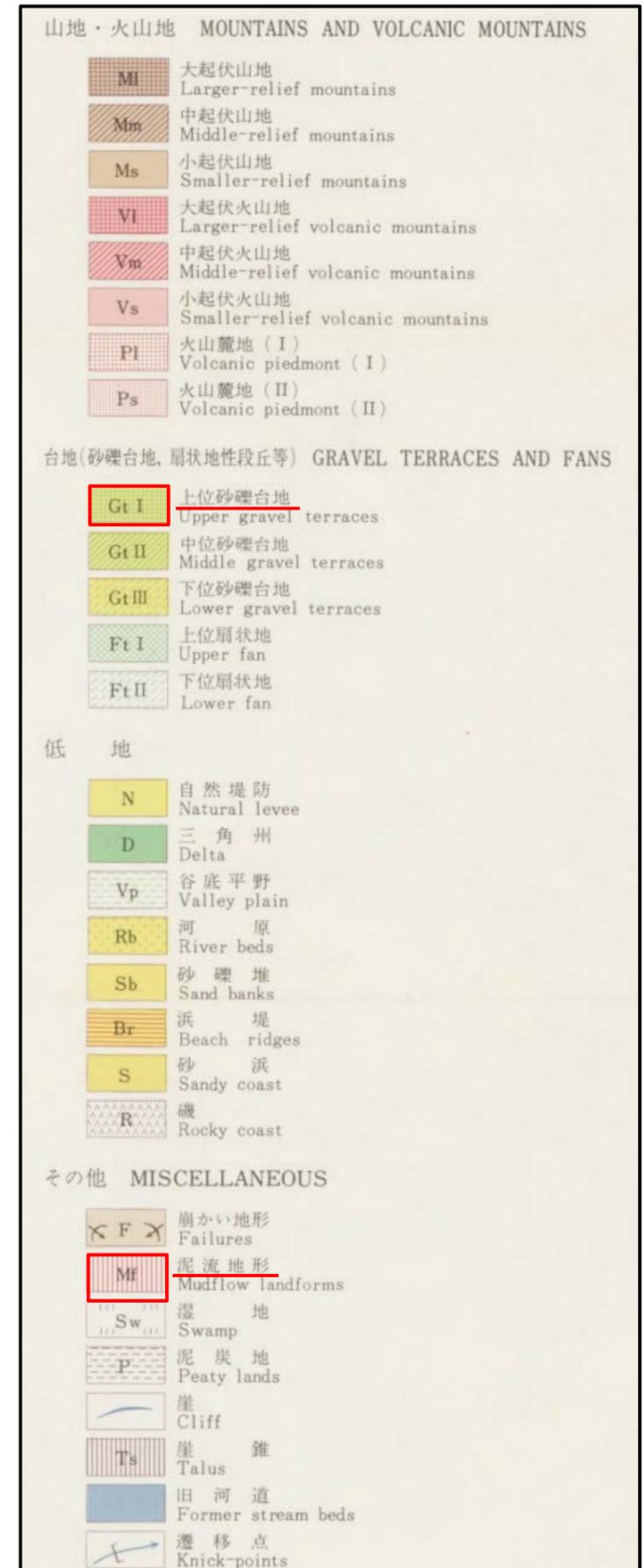
凡 例



(No Scale)

図3.1-3 地形分類図

福島県編「土地分類基本調査：磐梯山会津開発地域」(1977年)より



### 3.2 地質概要

調査地を含む付近一帯の地質は、磐梯火山で約 4.2 万年前に古期山体の南側で発生した山体崩壊の産物である「翁島岩屑なだれ堆積物」が占めており、磐梯火山南麓の翁島丘陵から会津若松市の北方にかけて広く分布している。

この堆積物は「翁島泥流」と呼ばれ、安山岩の火砕物からなる流れ山地形が顕著である。岩屑なだれは、馬蹄形カルデラの最高点(現在の大磐梯山山頂の北側)から南西に 12km ほど流走したところで基盤の山に当たり、ここで大きく西北西に進路を変え、いくつかの基盤の尾根を乗り越えながら西の会津盆地に流れ込み、その先端部は沖積層に覆われている。

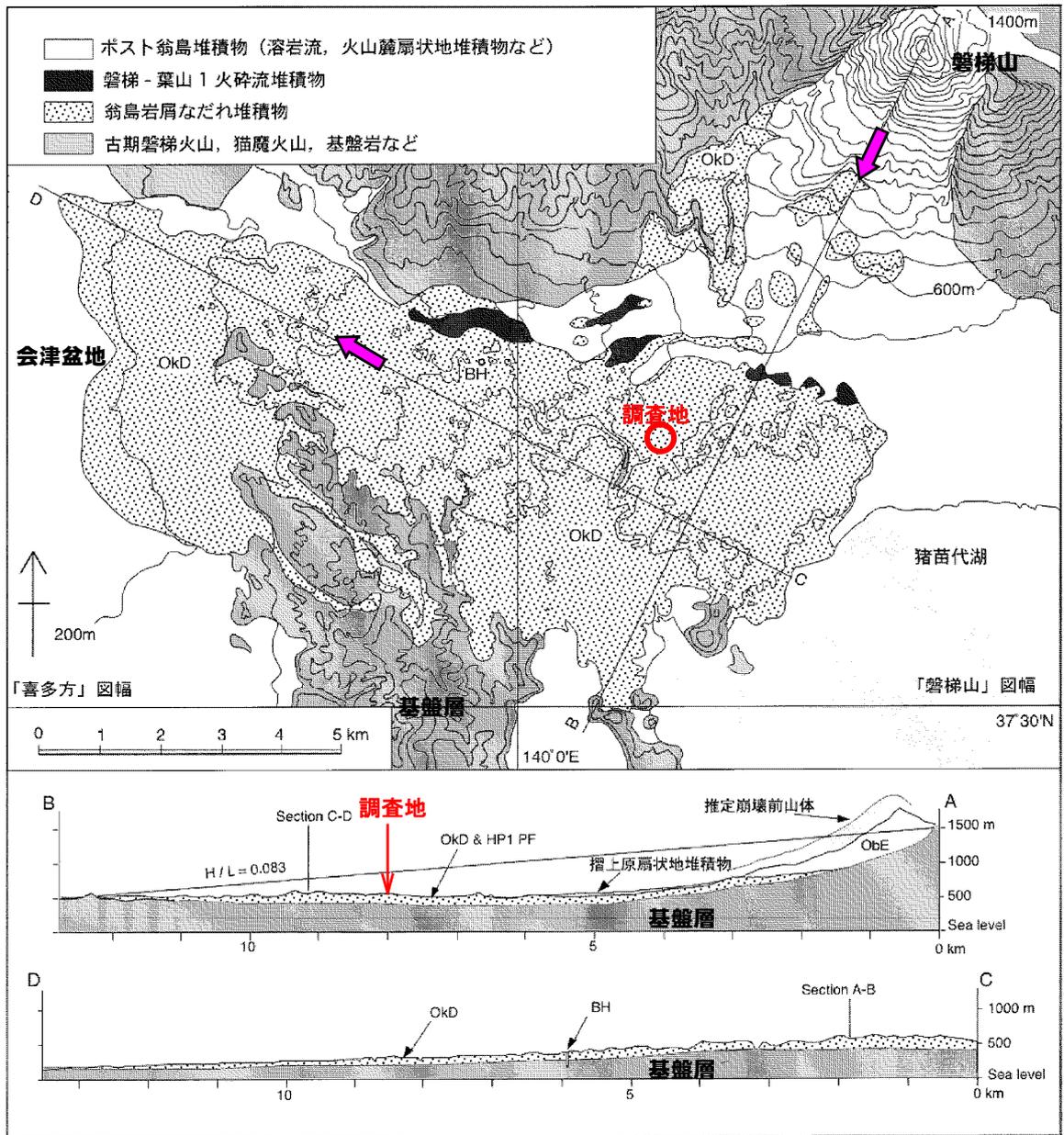


図 3.2-1 翁島岩屑なだれ堆積物及び磐梯-葉山 1 火山碎屑流堆積物の分布

産業技術総合研究所地質調査総合センター 「喜多方地域の地質」(平成 18 年) P. 43 より

翁島岩屑なだれ堆積物は、新鮮なものから温泉変質により白色化したものまでの多様な安山岩からなる火山角礫岩・凝灰角礫岩で構成されている。一般に流れ山の内部には破碎後も元の山体の内部構造をある程度残した部分、すなわち、粗粒砂から火山岩塊の集合から構成されていても、隣接した岩片同士が同種の岩石からなり、強い変形を被りながらも元の地層境界がたどれるものが多い。このような部分は岩屑なだれ堆積物の岩塊相に相当するもので、流れの中に粒子の攪拌の程度が著しく低い部分があったことを意味している。一方、流れ山間の低地部や岩塊相間の隙間には、淘汰の悪い泥質の基質が優勢で多種の岩片を混入した部分が見いだされ、岩屑なだれ堆積物のマトリクスに相当するものである。

層厚は日橋川沿いの基盤岩が露出した部分で60~100m(流れ山があるため厚さの変化が激しい)、磐梯町の日曹会津工場内のボーリングでは120mとなっており、これらの地点は分布域の中央部付近にあたることから最大層厚に近いものと推察される。

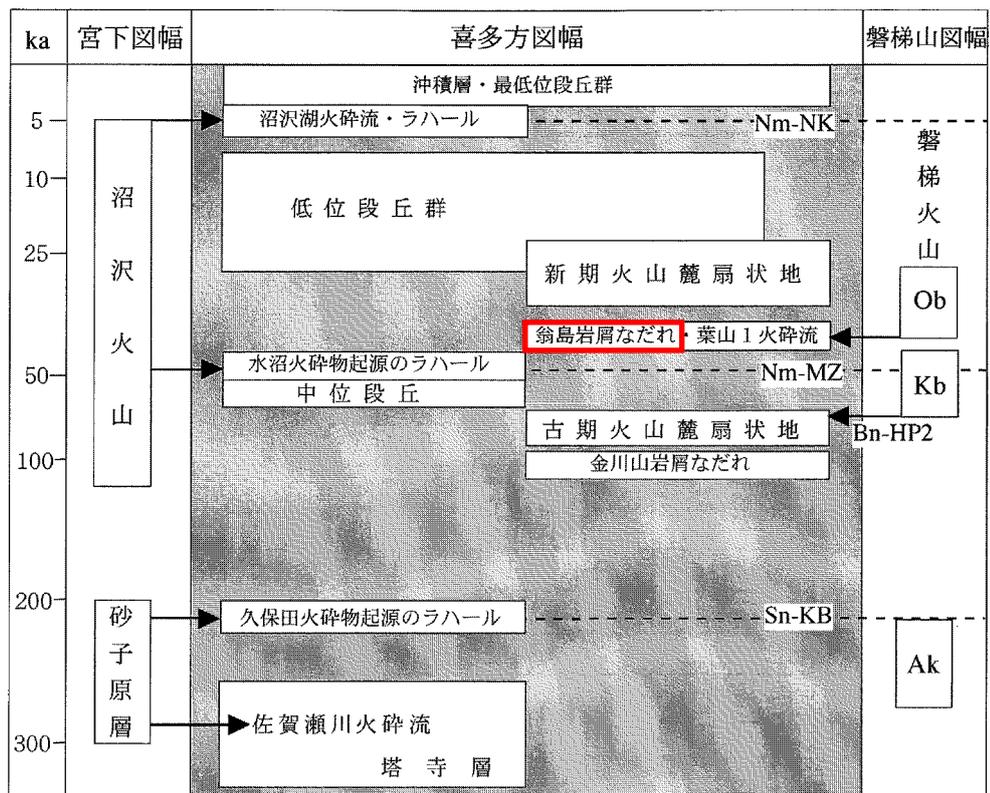


図 3. 2-2 「喜多方」図副及び周辺地域の第四系層序表

産業技術総合研究所地質調査総合センター 「喜多方地域の地質」(平成 18 年) P. 9 より

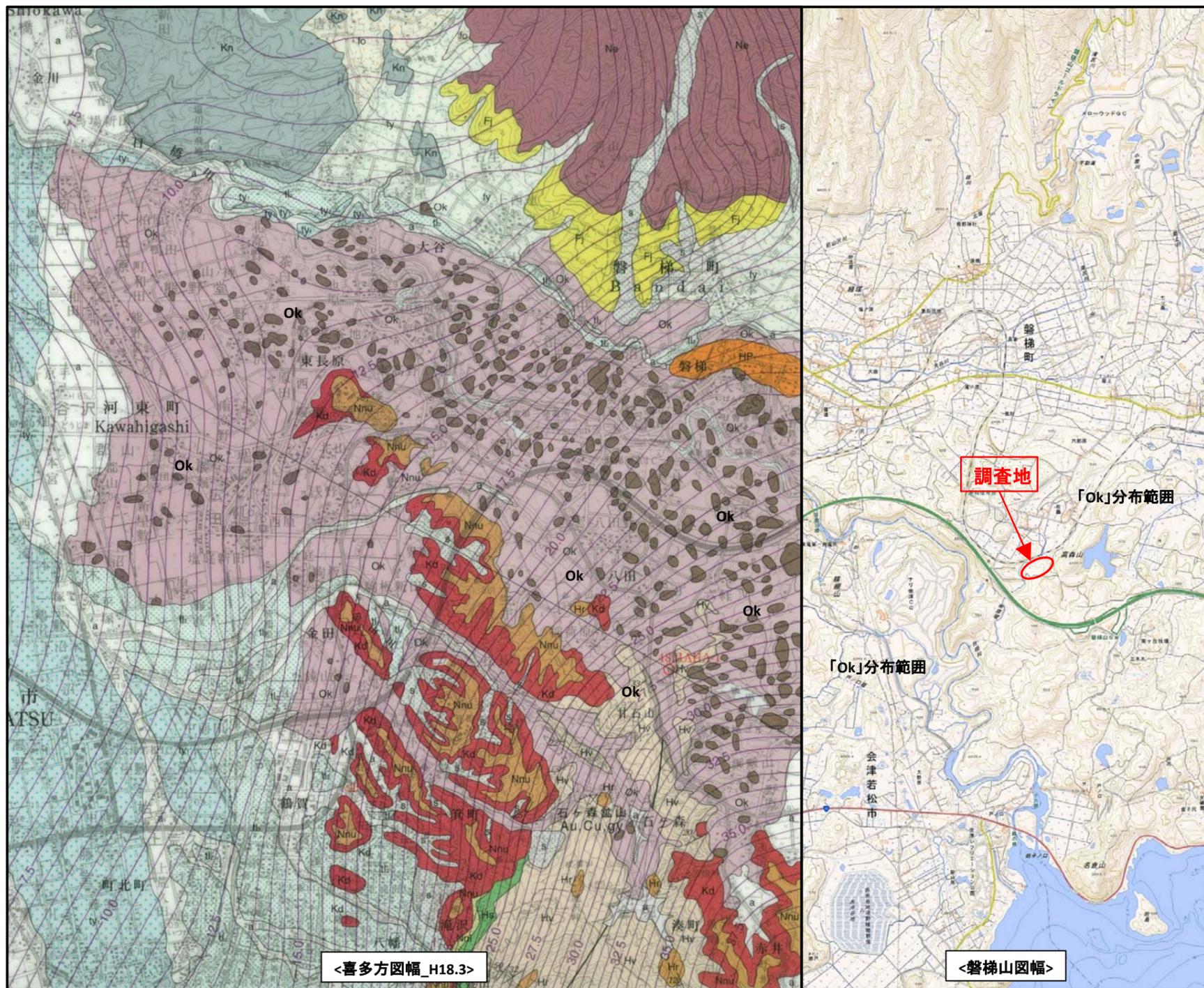


図3.2-3 表層地質図

産業技術総合研究所地質調査総合センター 5万分1地質図幅「喜多方 7-31」(平成18年)より

※ 地質図幅「磐梯山 7-32」は未刊行

第四紀更新世-完新世	神積層	谷底及び背背地堆積物 Valley floor and back marsh deposits	a	礫・砂及び泥 Gravel, sand and mud
第四紀更新世-完新世	Allyium	自然堤防堆積物 Natural levee deposits	al	砂 sand
		山麓緩斜面堆積物 Piedmont slope deposits	s	礫・砂及び岩屑 Gravel, sand and debris
		新期地すべり堆積物 Younger landslide deposits	lv	岩屑 Debris
		最低位IV段丘堆積物 Lowest IV terrace deposits	lv4	礫・砂及び泥 Gravel, sand and mud
第四紀更新世-完新世	Holocene	最低位III段丘堆積物 Lowest III terrace deposits	lv3	礫及び砂 Gravel and sand
		最低位II段丘堆積物 Lowest II terrace deposits	lv2	礫及び砂 Gravel and sand
		最低位I段丘堆積物 Lowest I terrace deposits	lv1	礫・砂及び泥 Gravel, sand and mud
		沼沢-沼沢湖火砕物起源のラハール堆積物 Lahar deposits derived from Numazawa-Numazawako Pyroclastic Materials	Ln	単斜輝石含有斜方輝石普通角閃石サイト礫及び砂 Clinopyroxene-bearing orthopyroxene-hornblende dacite gravel and sand
		沼沢-沼沢湖火砕物堆積物 Numazawa-Numazawako Pyroclastic Flow Deposit	Nk	単斜輝石含有斜方輝石普通角閃石サイト火山礫凝灰岩 Clinopyroxene-bearing orthopyroxene-hornblende dacite lapilli tuff
		低位II段丘堆積物 Lower II terrace deposits	ll2	礫・砂及び泥 Gravel, sand and mud
第四紀更新世-完新世	Quaternary	低位I段丘堆積物 Lower I terrace deposits	ll1	礫・砂及び泥 Gravel, sand and mud
		新期火山扇状地堆積物 Younger volcanic fan deposits	ly	礫及び砂 Gravel and sand
		磐梯-帯山1火砕物堆積物 Bandai-Hayama 1 Pyroclastic Flow Deposit	HP	斜方輝石単斜輝石サイト礫灰岩凝灰岩及び火山礫凝灰岩 Orthopyroxene-clinopyroxene dacite tuff breccia and lapilli tuff
		磐梯山麓なだらけ堆積物 Okinjima Debris Avalanche Deposit	Ok	岩屑 (黒い茶色部は流れ山) Debris (dark brown parts are hummocky hills)
		中段丘堆積物及び沼沢-木沼火砕物起源のラハール堆積物 Middle terrace deposits and lahar deposits derived from Numazawa-Mizunuma Pyroclastic Materials	lm	礫・砂・泥及び黒雲母カミングトン閃石普通角閃石サイト砂 Gravel, sand, mud and biotite-cummingtonite-hornblende dacite sand
		古期火山扇状地堆積物 Older volcanic fan deposits	lo	礫及び砂 Gravel and sand
		金川山麓なだらけ堆積物 Kanagayama Debris Avalanche Deposit	Kn	岩屑 Debris
		古期地すべり堆積物 Older landslide deposits	lv	岩屑 Debris
		砂子原-久保田火砕物起源のラハール堆積物 Lahar deposits derived from Sunagohara-Kubota Pyroclastic Materials	Lk	カミングトン閃石普通角閃石含有黒雲母流紋岩礫及び砂 Cummingtonite-hornblende-bearing rhyolite dacite gravel and sand
		塔守層 Tadera Formation	Td	礫・砂・泥及び黒雲母流紋岩火山礫凝灰岩 Gravel, sand, mud and biotite rhyolite lapilli tuff
第四紀更新世-完新世	Middle Pleistocene	霧魔火山噴出物 Products of Nekoma Volcano	Ne	斜方輝石単斜輝石安山岩流紋岩・火砕岩・礫及び砂 Orthopyroxene-clinopyroxene andesite lava and pyroclastic rocks, gravel and sand
		上部 Upper part	Nnu	礫・砂・泥・サイト-流紋岩火砕岩 Gravel, sand, mud and dacite - rhyolite pyroclastic rocks
		南倉沢火砕物堆積物 Nagurasawa Pyroclastic Flow Deposits	Ng	普通角閃石斜方輝石単斜輝石サイト礫灰岩凝灰岩及び Hornblende-orthopyroxene-clinopyroxene dacite tuff breccia and lapilli tuff
		下部 Lower part	Nni	礫・砂及び泥 Gravel, sand and mud
第四紀更新世-完新世	Early Pleistocene	主部 Main part	lz	礫岩・砂岩・泥岩及びサイト火砕岩 Conglomerate, sandstone, mudstone, and dacite pyroclastic rocks
		赤留峠火砕物堆積物 Akarutoge Pyroclastic Flow Deposit	Ak	斜方輝石単斜輝石普通角閃石サイト火山礫凝灰岩及び Orthopyroxene-clinopyroxene-hornblende dacite lapilli tuff and tuff breccia
		弘沢火砕物堆積物 Hotokezawa Pyroclastic Flow Deposit	Ht	斜方輝石単斜輝石普通角閃石サイト火山礫凝灰岩及び Orthopyroxene-clinopyroxene-hornblende dacite partly-welded lapilli tuff and tuff breccia
		新藤火砕物堆積物のグラウンドサージ堆積物 Ground surge deposit of Niitsuru Pyroclastic Flow Deposit	Ni	普通角閃石斜方輝石単斜輝石サイト火山礫凝灰岩 Hornblende-orthopyroxene-clinopyroxene dacite lapilli tuff
第四紀更新世-完新世	Late Pleistocene	主部 Main part	Fj	礫岩・砂岩・泥岩及びサイト-流紋岩火砕岩 Conglomerate, sandstone, mudstone, and dacite-rhyolite pyroclastic rocks
		塩浮層 Shiotsubo Formation	So	礫岩・砂岩及びシルト岩 Conglomerate, sandstone and siltstone
		調峰層 Yuzuritoge Formation	Yz	泥岩及び流紋岩火山砕岩 Mudstone and rhyolite volcanoclastic rocks
		二の沢層 Ninosawa Formation	Nr	サイト岩 Dacite lava
第四紀更新世-完新世	Middle Pleistocene	二の沢層 Ninosawa Formation	Ns	砂岩及び泥岩 Sandstone and mudstone
		東尾根層 Higashiomata Formation	Hr	流紋岩流紋岩及び貫入岩 Rhyolite lava and intrusive rocks
		東尾根層 Higashiomata Formation	Hv	流紋岩火山砕岩 Rhyolite volcanoclastic rocks

## § 4. 調査結果

### 4.1 調査ボーリング結果

本調査地の地質構成は、巻末のボーリング柱状図及び地質断面図に示す通りであるが、ここでは今回調査範囲における地質層序表を設け、調査孔毎に説明を加える。

表 4.1-1 調査箇所総括表

調査孔 No.	座 標		孔口標高 (m)	調査深度 GL-(m)
	X	Y		
B-8	170,953.700	16,792.395	512.51	9.45
B-9	170,950.956	16,869.915	524.93	8.28

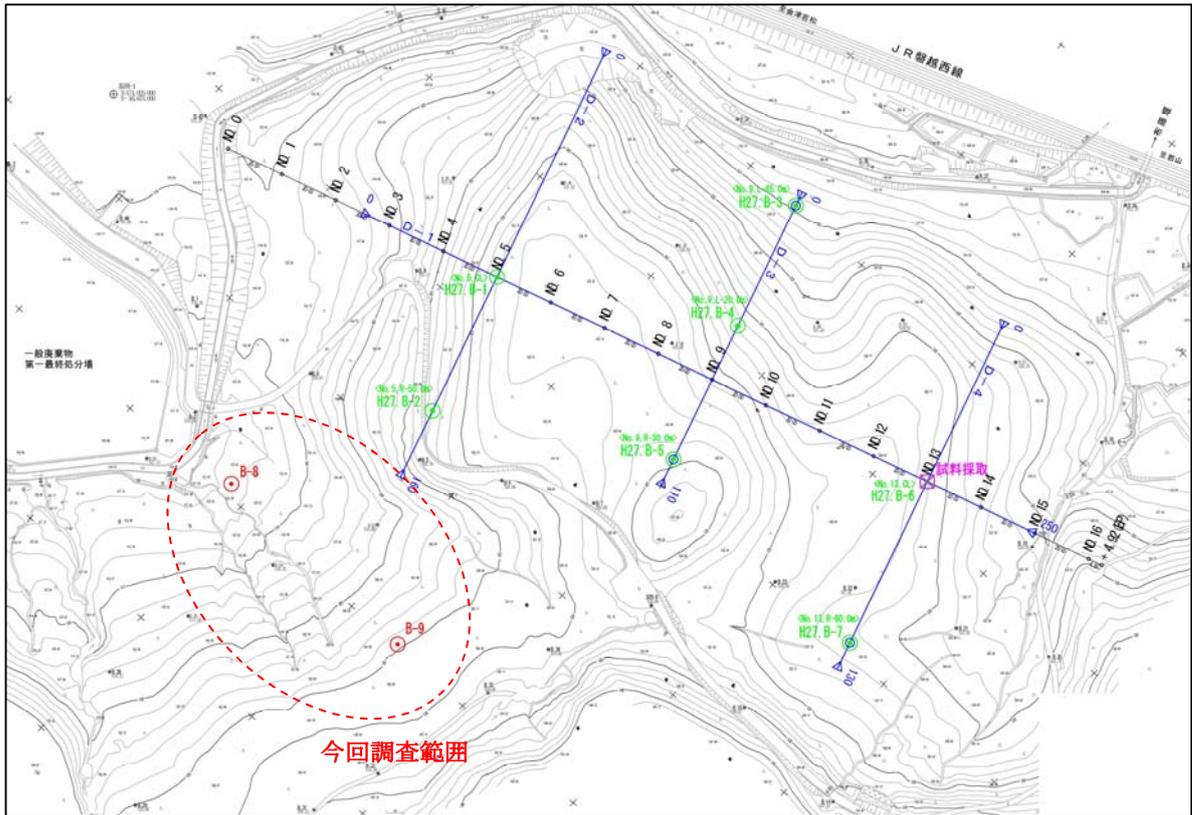


図 4.1-1 調査位置平面図

#### 凡 例

- (Red circle with dot) 今回調査ボーリング (2孔)
- (Green circle with dot) 既存調査ボーリング (7孔)
- (Pink square with X) 室内配合試験用試料採取位置
- (Blue circle) 既存現場透水試験 (3箇所)
- ▶ (Blue line with triangle) 既存弾性波探査 (4測線)

表 4.1-2 地 質 層 序 表

地質時代	地層名	記号	確認層厚 (m)	実測N値 (回)	地質構成	
第 更 四 新 紀 世	ローム質土	Lm	1.80~3.10	9~16 <11>	表層50cm程度は黒ボク状を呈する。以深は砂混じりロームから成り、全体にやや不均質で部分的に浮石質部を薄く挟む。φ10mm以下の小礫を点在する。	
	翁島岩屑なだれ堆積物	礫質土1	Dsg1	2.00	10~18 <11>	全体に凝灰質を帯びるシルト質微細砂から成り、φ10mm以下の小礫を点在する。シルト分の混入が多く、所々で砂質シルト状を呈する。
		礫質土2	Dsg2	5.18~5.65	21~50 <31>	岩塊混じり凝灰質砂礫から成り、全体に固結度はやや低い凝灰角礫岩の様相を呈する。また、硬さの異なる安山岩の岩塊(巨礫)をやや多く混入する。
		礫質土3	Dsg3	—	—	今回調査では確認されない。
		礫質土4	Dsg4	—	—	今回調査では確認されない。
	礫質土5	Dsg5	—	—	今回調査では確認されない。	

※ < >内の値は地層を代表する設計N値を示し、詳細は標準貫入試験試験結果の表 4.3-2 に示す。

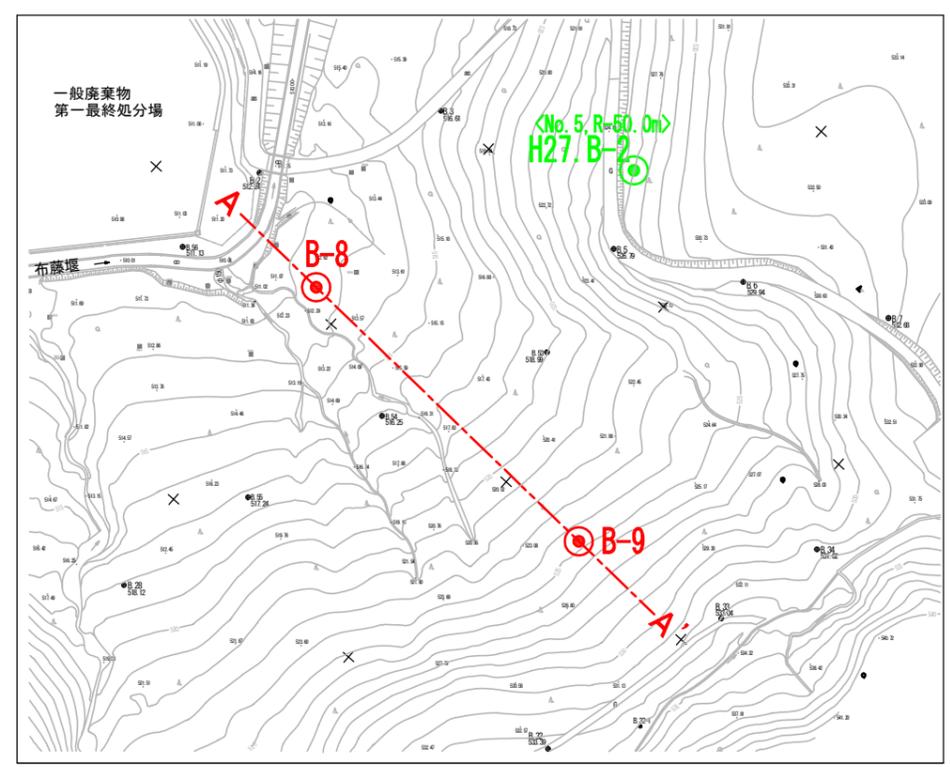
< 本調査地の地質概要 >

本調査地の地質は、第四紀更新世の「翁島岩屑なだれ堆積物」に対比される礫質土が厚く分布しており、最上位にはローム質土(Lm)が2.0~3.0m前後の層厚で被覆堆積している。

翁島岩屑なだれ堆積物は不均質であり、礫及び細粒分の混入量にバラツキが見られる。礫質土2(Dsg2)は固結度がやや低いものの、風化凝灰角礫岩~風化火山礫凝灰岩の様相を呈している。また、安山岩の岩塊を点在しており、硬質なものから軟質なものまで雑多である。また、Max200mm前後の長棒状コアにて採取され、推定φ600mm(採取コア長の3倍)と推定される。全体にシルト分の混入が多く泥質であり、所々で粘性土優勢となる所も見受けられる。

礫質土は、締まり具合により5層に細分され、上位より礫質土1(Dsg1)・礫質土2(Dsg2)・礫質土3(Dsg3)・礫質土4(Dsg4)・礫質土5(Dsg5)に区分されるが、今回調査においては上部の礫質土1(Dsg1)及び礫質土2(Dsg2)のみが確認されている。

調査位置平面図 S=1:1500



凡例

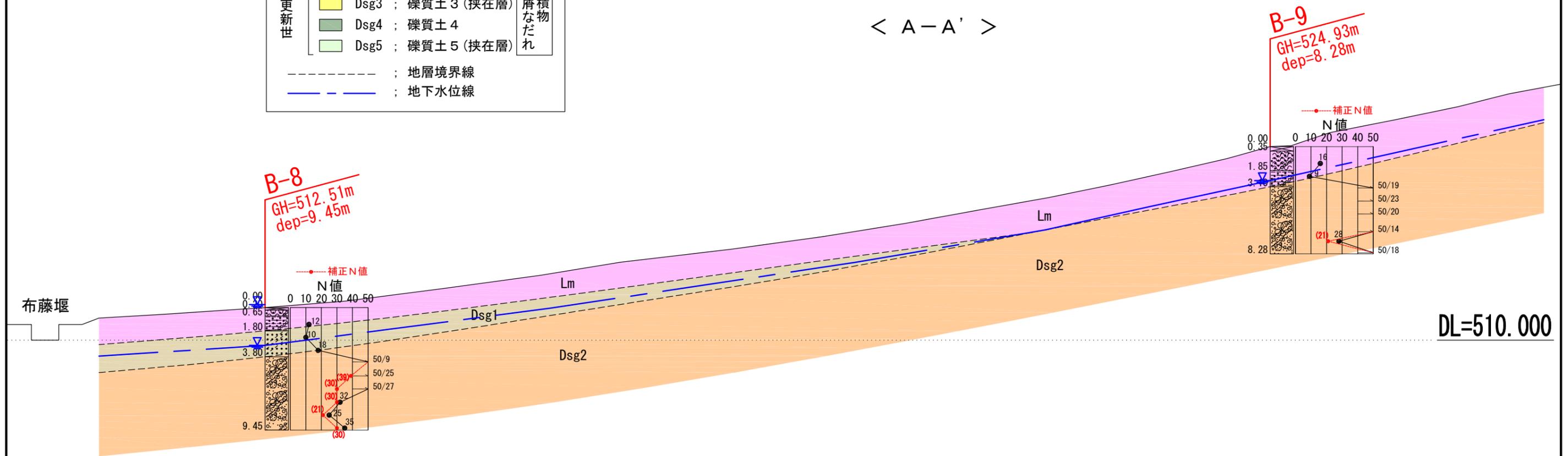
- (red) 今回調査ボーリング
- (green) 既存調査ボーリング
- (red dashed) 地質断面図方向

地質凡例

第四紀 更新世		Lm ; ローム質土(表土を含む)	翁島 岩層 なだれ 堆積物
		Dsg1 ; 礫質土 1	
		Dsg2 ; 礫質土 2	
		Dsg3 ; 礫質土 3 (挟在層)	
		Dsg4 ; 礫質土 4	
		Dsg5 ; 礫質土 5 (挟在層)	
	---	地層境界線	
	---	地下水位線	

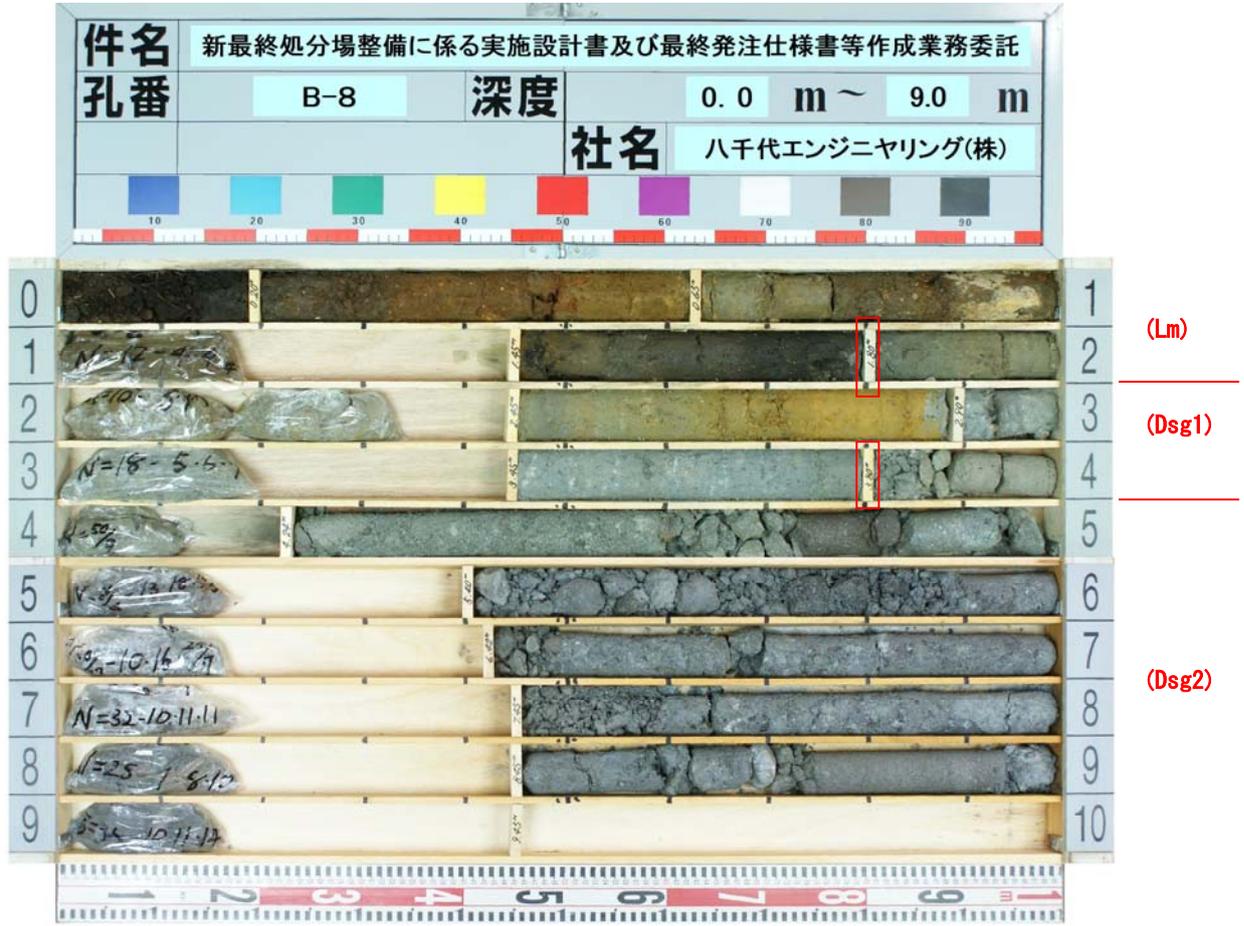
地質断面図 S=1:300

< A-A' >



(1) B-8

・ 孔口標高 : GH=512.51m  
・ 調査深度 : Dep=9.45m



## 【地質各説】

### < 第四紀更新世；未固結堆積物 >

#### ① ローム質土 (Lm) …………… GL-0.00～1.80m

茶褐～黄褐灰色を呈する礫混じり砂質ロームから成り、上部20cm程度は黒褐色の黒ボクが主体で腐植物片を多く混入する。なお、0.65m以深は礫混じり砂質シルト状を呈し、所々で乳灰色の浮石質部を薄く挟む。含水及び粘性は共に中位程度。

確認層厚は1.80mとやや薄く分布する。N値は12回を示し、粘土のコンシステンシーで表すと「硬い」状態となる。

### < 第四紀更新世；翁島岩屑なだれ堆積物 >

#### ② 礫質土1 (Dsg1) …………… GL-1.80～2.80m

暗灰～黄褐灰色を呈するシルト質微細砂から成り、全体に凝灰質を帯びる。また、φ10mm以下の小礫を点在する。シルト分の混入が多く、所々で砂質シルト状を呈する部位を薄く挟む。含水は中位にて、若干の粘性を有する。

確認層厚は2.00mとやや厚く分布する。N値は10～18回を示し、砂の相対密度で表すと「中位の」状態となる。

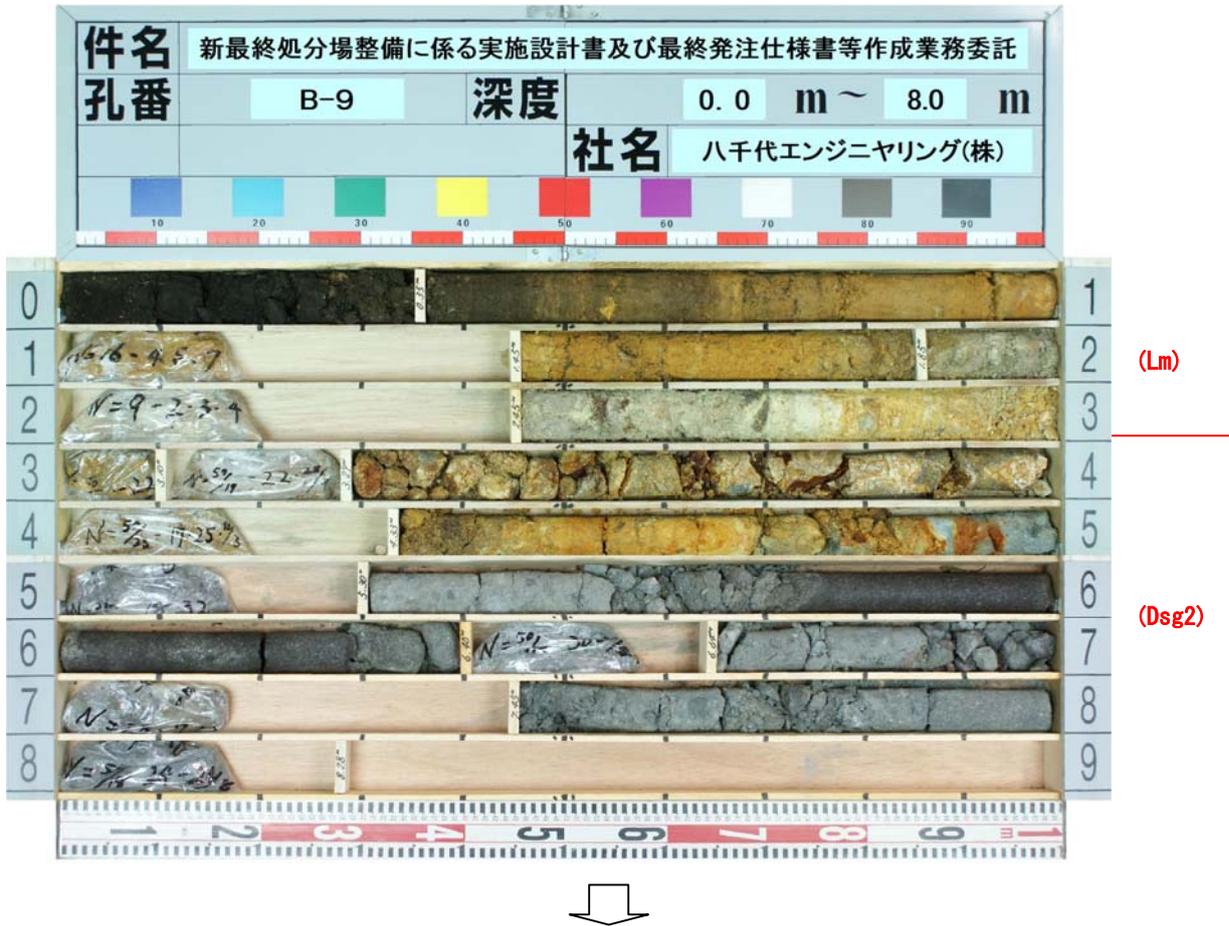
#### ③ 礫質土2 (Dsg2) …………… GL-2.80～9.45m

暗灰色を呈する岩塊混じり凝灰質砂礫から成る。全体に固結度は低いが、風化凝灰角礫岩～風化火山礫凝灰岩の様相を呈し、礫の混入量及び固結度にバラツキが見られる。安山岩の岩塊を点在しており、片状～200mm前後の棒状コアにて採取されるが、ハンマー打撃により濁った金属音を発するものから容易に割れるものまで多種である。礫はφ40mm以下の角礫が主体で、Max φ60mm大を点在する。マトリクスは細粒分の混入が多くシルト質砂状となり、所々でシルト分の混入が多い。

確認層厚は5.65mと厚く分布する。N値は礫・岩塊の影響によりバラツキが見られ、25～50回以上を示す。但し、10cm毎の最小打撃回数 $\times 3$ として求めた補正N値は21～39回 (過大値は除く)となり、砂の相対密度で表すと「中位～密な」状態となる。

(2) B-9

- 孔口標高 : GH=524.93m
- 調査深度 : Dep=8.28m



## 【地質各説】

### < 第四紀更新世；未固結堆積物 >

#### ① ローム質土 (Lm) …………… GL-0.00～3.10m

茶褐～褐灰色を呈する礫混じり砂質ロームから成り、上部 35cm 程度は黒褐色の黒ボクが主体で腐植物片を多く混入する。なお、1.85m 以深は礫混じり砂質シルト状を呈し、全体に不均質で砂分の混入量にバラツキが見られる。含水は中位にて、粘性は中位～やや小さい。

確認層厚は 3.10m とやや厚く分布する。N 値は 9～16 回 を示し、粘土のコンシステンシーで表すと「硬い～非常に硬い」状態となる。

### < 第四紀更新世；翁島岩屑なだれ堆積物 >

#### ② 礫質土 1 (Dsg1) …………… 当該箇所には分布しない

#### ③ 礫質土 2 (Dsg2) …………… GL-3.10～8.28m

黄茶褐～暗灰色を呈する岩塊混じり凝灰質砂礫から成る。全体に固結度は低いが、風化凝灰角礫岩～風化火山礫凝灰岩の様相を呈し、礫の混入量及び固結度にバラツキが見られる。4.90m 付近より暗灰色となる。安山岩の岩塊を点在しており、片状～100mm 前後の棒状コアにて採取されるが、ハンマー打撃により濁った金属音を発するものから容易に割れるものまで多種である。礫は  $\phi$  40mm 以下の角礫が主体で、Max  $\phi$  60mm 大を点在する。マトリクスは細粒分の混入が多くシルト質砂状となる。

確認層厚は 5.18m と厚く分布する。N 値は概ね 50 回以上を示すが、局部的に 28 回(補正 N 値=21)とやや低い値となる。砂の相対密度で表すと「中位～非常に密な」状態となる。

表 4.1-2 N値と砂の相対密度の関係 (Terzaghi and Peck)

N 値	相対密度 (Terzaghi・Peck)	現場判別法
0～4	非常に緩い(very loose)	鉄筋が容易に手で貫入
4～10	緩い(loose)	ショベル(スコップ)で掘削可能
10～30	中位の(medium)	鉄筋を5ポンドハンマで打込み容易
30～50	密な(dense)	同上, 30 cm 程度貫入
>50	非常に密な(very dense)	同上, 5～6 cm 貫入, 掘削につるはし必要, 打込み時金属音

注) 鉄筋はφ13 mm

表 4.1-3 N値と内部摩擦角の関係

N 値 (相対密度)	内部摩擦角φ(度)				
	Terzaghi ・Peck	Meyerhof	Dunhum	大崎 <sup>※1</sup>	道路橋 <sup>※2</sup>
0～4 (非常に緩い)	28.5>	30>	①粒子丸・ 粒度一様 $\sqrt{12N} + 15$ ②粒子丸・ 粒度良 $\sqrt{12N} + 20$ ③粒子角・ 粒度一様 $\sqrt{12N} + 25$	$\sqrt{20N} + 15$	$\sqrt{15N} + 15$ ( $N \geq 5$ )
4～10 (緩い)	28.5～30	30～35			
10～30 (中位の)	30～36	35～40			
30～50 (密な)	36～41	40～45			
>50 (非常に密な)	>41	>45			

※1：建築基礎構造設計指針に引用されている。

※2：道路橋示方書1996年版以前で採用されていた。

地盤工学会「地盤調査の方法と解説」(平成25年)P.308より

表 4.1-4 N値と粘土のコンシステンシー, 一軸圧縮強さの関係(Terzaghi and Peck)

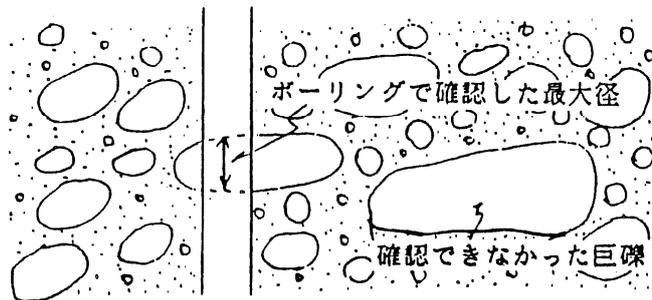
N 値	$q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	コンシステンシー
0～2	0.0～24.5	非常に柔らかい
2～4	24.5～49.1	柔らかい
4～8	49.1～98.1	中位の
8～15	98.1～196.2	硬い
15～30	196.2～392.4	非常に硬い
30～	392.4～	固結した

地盤工学会「地盤調査の方法と解説」(平成25年)P.308より

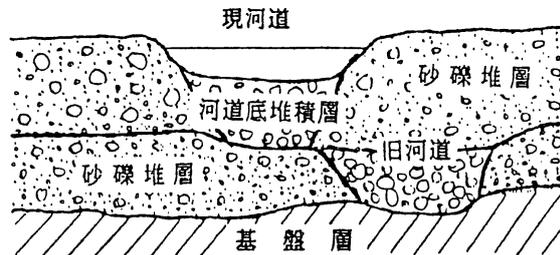
ボーリング調査の場合、掘削径はφ66～116mm前後が多く、掘削径以上の巨石・巨礫を破壊せずに採取する事は不可能であり、調査地周辺の最大石・最大礫を直接に確認する事は困難である。これに対し、開削や推進施工時、もしくは矢板や立坑等の施工時には、正確な石径・礫径を確認されており、それらの石径・礫径によれば実際のボーリング調査で確認された最大石径、礫径の3倍程度となっている。また、実験レポート(技術フォーラム91, p89「巨礫地盤における管渠布設のための調査」)によれば、ボーリングで確認した最大径の4～6倍である事例も報告されている。

技術フォーラム91 p89より(一部修正)

- ① 扁平な巨石および巨礫は下図に示すように寝た状態で堆積することが多く、ボーリングで確認した短棒状石および短棒状礫のコア長はその短径を表している。
- ② ボーリング地点の下位に、最大コア長の巨石、巨礫が分布している確率は少なく、より大きい径の巨石および巨礫が他の地点に堆積している可能性が高い。



- ③ 巨石、巨礫が堆積している地盤は、扇状地が多く河道の移動により、下図に示す堆積構造をしている場合が多い。



全国地質調査業協会連合会「全地連 [技術フォーラム'91] 講演集」(平成3年)より

従って、ここでは「採取コア長の3倍」を玉石の推定径とする。

#### 4.2 地下水位測定結果

調査ボーリングは、地下水位が確認されるまでは無水掘りにより自然水位を確認することが基本である。しかし、B-9 においては硬質な安山岩を混入する礫質土 2 (Dsg2) が浅層より分布することから、自然水位を確認することができなかった。

表 4.2-1 地下水位一覧表

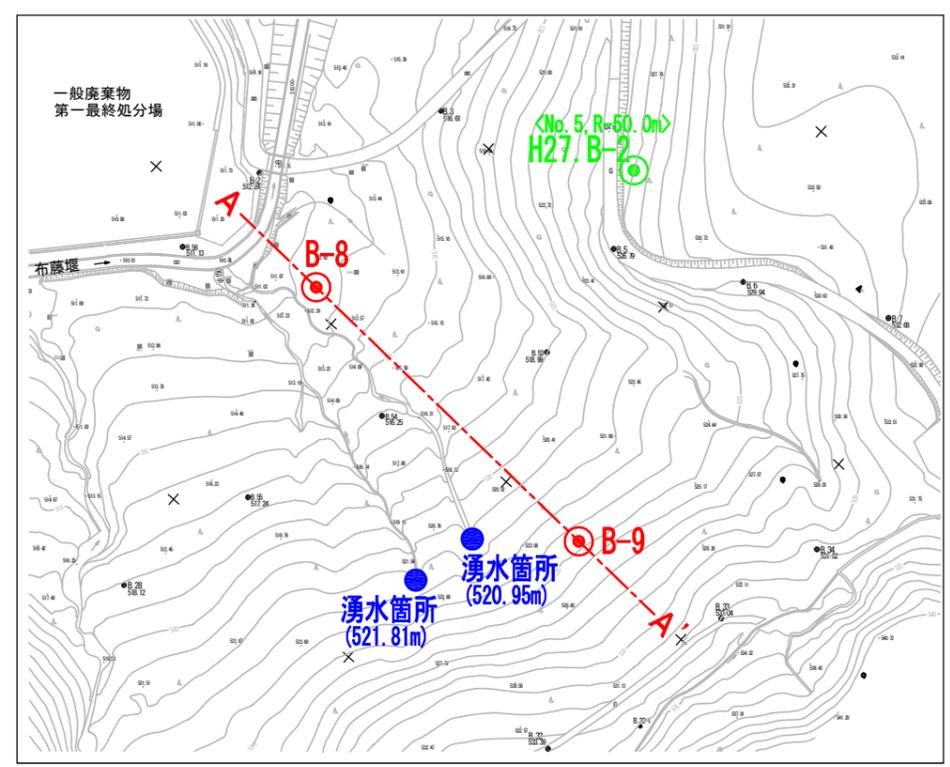
調査孔 No.	孔口標高 (m)	調査深度 (m)	地下水位		対象地層名 (記号)
			GL- (m)	標高 (m)	
B-8	512.51	9.45	2.93 (自然水位)	509.58	礫質土 1 (Dsg1)
			+0.23 (湧水)	512.74	礫質土 2 (Dsg2)
B-9	524.93	8.28	2.63 (泥水位)	522.30	礫質土 2 (Dsg2)

上表より、斜面下方部の低地部で実施した B-8 においては、無水掘りによる自然水位が礫質土 1 (Dsg1) 中で確認されたが、下位に分布する礫質土 2 (Dsg2) を掘進した翌朝には湧水が見られ、その水頭は GL+0.23m となった。

また、斜面部の B-9 においては、ローム質土 (Lm) 中に自然水位を確認することはできなかったが、送水掘りにより礫質土 2 (Dsg2) を掘進した翌朝の泥水位はローム質土内の GL-2.63m に確認された。

以上のことより、下位の礫質土 2 (Dsg2) 層中には斜面上部からの流下地下水が存在するものと思われ、その水頭差による弱被圧地下水が確認されたものと推察される。

調査位置平面図 S=1:1500



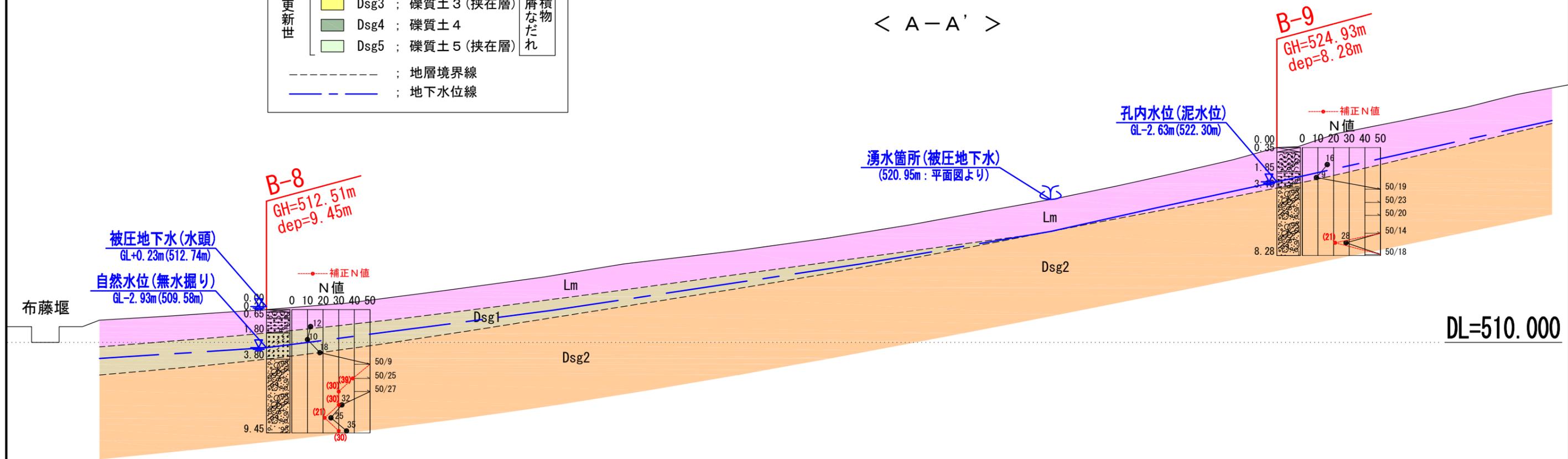
- 凡例
- (red) 今回調査ボーリング
  - (green) 既存調査ボーリング
  - (red dashed) 地質断面図方向

地質凡例

- |      |              |         |
|------|--------------|---------|
| Lm   | ローム質土(表土を含む) | 翁島岩層なだれ |
| Dsg1 | 礫質土1         |         |
| Dsg2 | 礫質土2         |         |
| Dsg3 | 礫質土3(挟在層)    |         |
| Dsg4 | 礫質土4         |         |
| Dsg5 | 礫質土5(挟在層)    |         |
- 地層境界線  
 - - - 地下水位線

地下水分布図 S=1:300

< A-A' >



### 4.3 標準貫入試験結果

標準貫入試験によって求められるN値は、一般に砂の相対密度や粘性土のコンシステンシーの程度を示す指標として用いられる。また、地盤状況や土性から区分されるN値を基に地盤定数を推定することができ、岩盤における場合でもD級程度の比較的柔らかく岩盤物性が亀裂により支配されにくい軟岩の場合には、標準貫入試験のN値あるいは換算N値が地盤の物性値と相関性が強い事が明らかにされており、N値と貫入量との関係から力学的物性値が得られる場合が多い。

$$\text{換算N値} = 50\text{回} \times 30\text{cm} / 50\text{回打撃時の貫入量 (cm)} \quad [N \leq 300 (\text{貫入量} 5\text{cm以上})]$$

標準貫入試験は、一般に砂及び粘性土の場合には試験の適応性は高いが、礫質地盤においては特に礫当たりによる過大なN値を示すことが多く、これらの影響を考慮した補正が必要となる。補正方法としては、地質状況に応じて礫当たりによる影響が認められ、貫入試験中 10cm 毎の貫入量にバラツキがある場合は、その最小打撃回数の3倍を補正N値とし、礫反発による高N値はこれを削除し地層状況と合わせて上下の平均N値を補正N値とする等の方法がある。

また、調査位置の地層構成で地層中に混入する礫の状態や下層の硬度により過大なN値を示す場合あるいは貫入試験中に地層の状態が変化している箇所がある場合には、これらの値を除外値または推定補正值として各地層の評価を行う。

標準貫入試験結果の詳細は巻末のボーリング柱状図に示す通りであるが、ここでは表 4.3-1 に標準貫入試験結果をまとめ、礫・岩塊当たりの影響を考慮した補正N値を示す。また、補正N値を基に地盤の評価に用いる各層の代表N値(設計N値)を求め、表 4.3-2 に一括して示す。

標準貫入試験結果から設計N値を求める場合には、得られたデータ数や地層状況に応じた試験値の評価を基に、平均値を用いる場合や最大又は最小値及びデータの平均値と分散を考慮して標準偏差を用いて平均値を補正する等の方法があるが、ここでは、各層の相対的な状態の評価を行うものとして、地質状況から判断される局所的な値は除き平均値または標準偏差によるN値(標準偏差  $\sigma > 1$  または変動係数  $V > 0.2$  の場合)を基に設計N値を求めた。

表4.3-1 標準貫入試験結果一覧表

測定深度	B-8						B-9					
	10cm毎の内訳		実測N値	補正有無	補正N値	対象地層	10cm毎の内訳		実測N値	補正有無	補正N値	対象地層
	4	4	12 / 30	-	12	Lm	4	5	7	16 / 30	-	16
1m	4	4	12 / 30	-	12	Lm	4	5	7	16 / 30	-	16
2m	3	3	10 / 30	-	10	Dsg1	2	3	4	9 / 30	-	9
3m	5	6	18 / 30	-	18		22	28/9		50 / 9	-	50
4m	50		50 / 9	-	50	Dsg2	17	25	8/3	50 / 23	-	50
5m	13	18	50 / 25	●	39		18	32		50 / 20	-	50
6m	10	16	50 / 27	●	30		30	20/4		50 / 14	-	50
7m	10	11	32 / 30	●	30		7	10	11	28 / 30	●	21
8m	7	8	25 / 30	●	21		24	26/8		50 / 18	-	50
9m	10	11	35 / 30	●	30							

【備考】

- ※1 N値の補正は礫・岩塊の影響箇所を対象とした。
- ※2 補正方法は、10cm毎の最小打撃回数3倍とした。
- ※3 補正N値が50を越えるものは対象としない。

表4.3-2 設計 N 値 一 覧 表

地質時代	地層名	記号	調査孔 No.	N 値										小計	採用個数	孔別平均N値	総和	個数	平均N値	標準偏差 $\sigma$	変動係数 $V$	平均N値 $-(\sigma/2)$	設計N値	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10											
第四紀	ローム質土	L m	B-8	12										12	1	12.0	37.0	3	12.3	3.51	0.28	11	11	
			B-9	16	9										25	2	12.5							
	翁だ 島れ 岩堆 層積 な物	礫質土1	Dsg1	B-8	10	18									28	2	14.0	28.0	2	14.0	5.66	0.40	11	11
				B-9												-	-	-						
		礫質土2	Dsg2	B-8	(50)	39	30	30	21	30					150	5	30.0	371.0	10	37.1	12.20	0.33	31	31
				B-9	(50)	50	50	50	21	50					221	5	44.2							

※1 黄色の網掛けは、礫当たりの影響を考慮した補正N値を示す。(補正N値=10cm毎の最小打撃回数 $\times$ 3倍)

※2 赤字の値は、礫当たりによる過大値を示すため、設計N値算出の対象としない。

※3  $\sigma \leq 1$  の場合は平均N値を採用し、 $\sigma > 1$ 、 $V > 0.2$  の場合は「平均値 $-(\sigma/2)$ 」により設計N値を求める。但し、 $V \leq 0.2$  の場合は平均N値を採用する。(V= $\sigma$ /平均値)

#### 4.4 室内配合試験結果

試験は、発生土を安定処理した場合の「改良強度と添加量の関係」を把握することを目的として実施したのであり、詳細な結果は巻末の試験結果データに示す通りである。また、安定処理土に対して六価クロム溶出試験を合わせて実施した。

発生土は礫質土(砂質土)主体となるため、固化材としては下表より「高炉セメント(B種)」及び「セメント系固化材」を選定した。なお、セメント系固化材は六価クロム溶出を抑制する効果のある「特殊土用」を用いた。

表 4.4-1 各種固化材の選択の目安

固 化 材	セメント系固化材	普通セメント	高炉セメント	石灰系固化材	生石灰
砂質土	○	○	○	△	△
粘性土	◎	○	○	◎	◎
火山灰質粘性土	◎	○	△	◎	◎
有機質土	◎	△	○	○	○
高有機質土	◎	×	△	△	△
含水比が液性限界以下	○	○	○	○	○
含水比が液性限界以上	○	△	△	△	△
混合					
スラリー状での使用	○	○	○	×	×
粉体状での粘性土との混合性	△	△	△	○	○
効果					
運搬等のための早期改質	△	△	△	○	◎
初期強度	○	△	△	○	△
長期強度	○	○	○	○	○

注) ◎:最適, ○:適, △:やや適, ×:不適

セメント協会「セメント系固化材による地盤改良マニュアル(第4版)」P.6より

#### < 試験条件 >

- 試料採取位置 : 測点 No. 13(H27. B-6)付近
- 試験対象地層 : 礫質土 1 (Dsg1)
- 使用固化材 : ①高炉セメント B種  
②セメント系固化材(特殊土用)
- 固化材添加量 : 3水準 (50kg/m<sup>3</sup>、100kg/m<sup>3</sup>、150kg/m<sup>3</sup>)
- 養生期間 : 7日(1週)、28日(4週)
- 六価クロム溶出試験 : 6検体 (3水準×2固化材)

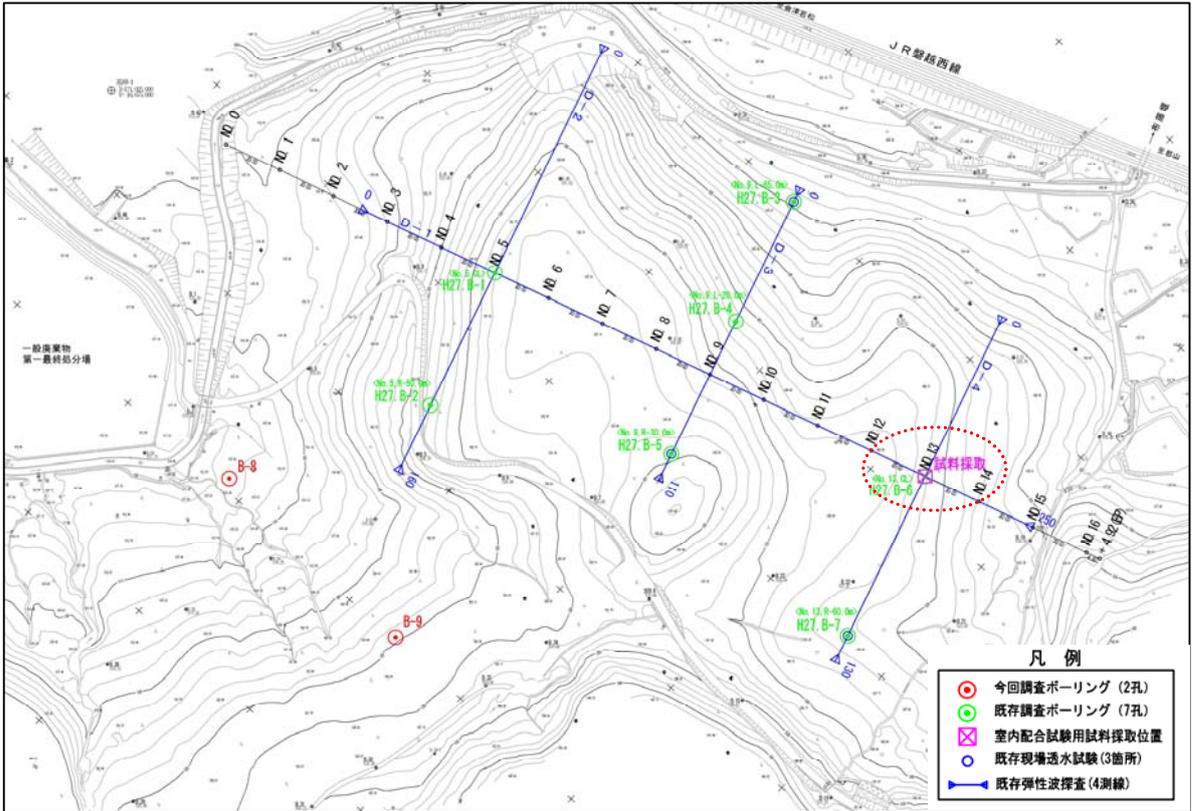


図 4. 4-1 試料採取位置平面図

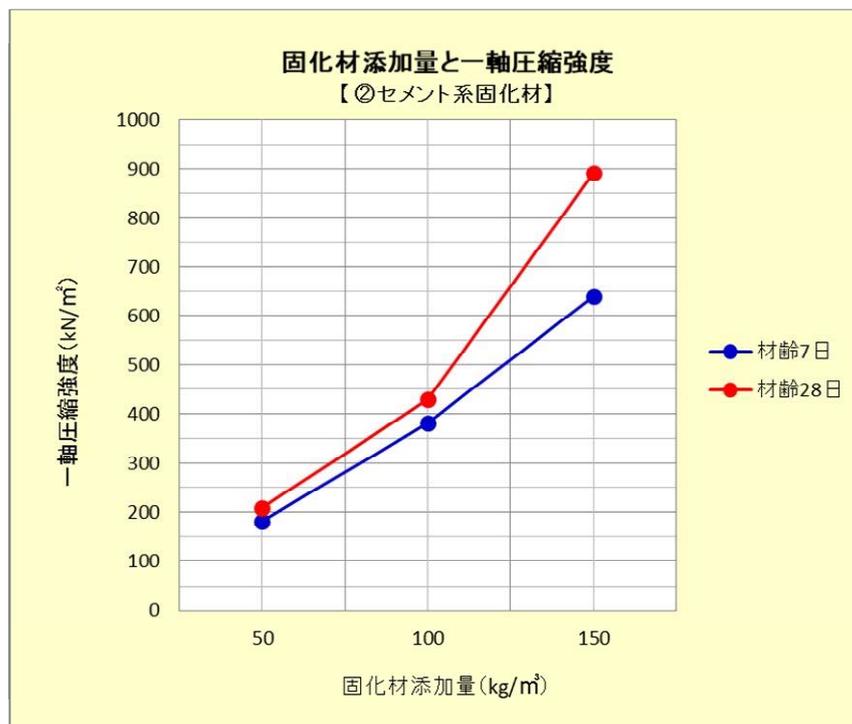
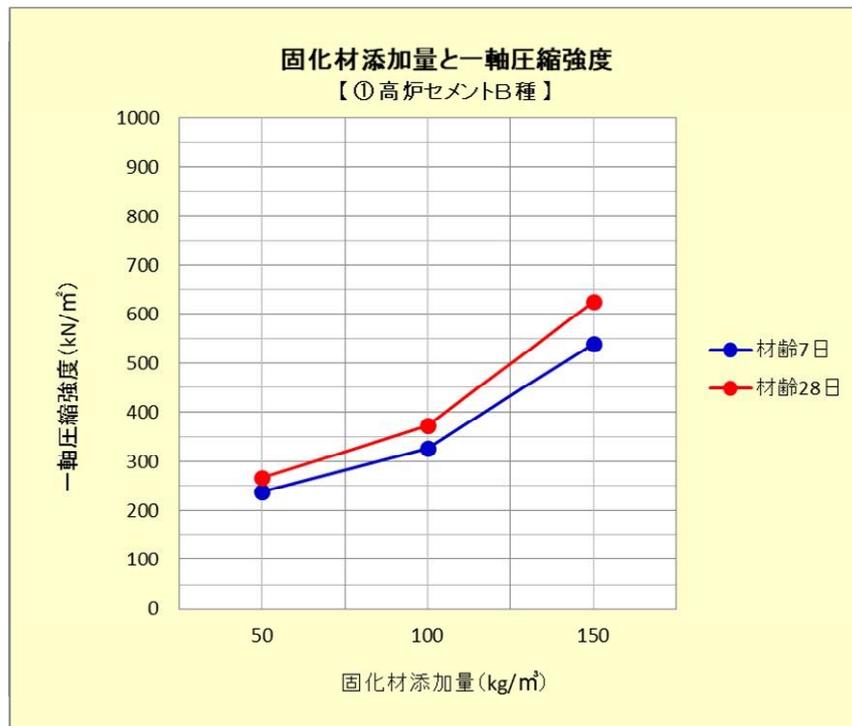


< 試料採取状況写真 >



表 4.4-2 試験結果一覧表

固化材種類		高炉セメントB種			セメント系固化材(ｼﾞｬｯｼﾞ200)		
固化材添加量 (kg/m <sup>3</sup> )		50	100	150	50	100	150
一軸圧縮強度 (kN/m <sup>2</sup> )	材齢7日	238	326	541	182	382	640
	材齢28日	268	373	626	210	429	892
強度伸び率		1.13	1.14	1.16	1.15	1.12	1.39
六価クロム溶出量 (mg/L) 【基準値：0.05以下】		0.02未満	0.04	0.06<NG>	0.02未満	0.05	0.04



試験の結果、固化材添加量が  $50\sim 100\text{kg/m}^3$  では一軸圧縮強度が概ね  $q_u=200\sim 400\text{kN/m}^2$  で推移するが、固化材添加量が  $100\text{kg/m}^3$  を越えると「セメント系固化材」の強度が高くなる。

よって、目標室内強度が  $q_u\leq 400\text{ kN/m}^2$  となる場合には安価な「高炉セメントB種」の採用が可能である。

但し、高炉セメントB種を用いる場合、添加量が多くなると六価クロム溶出量が基準値を超えるため注意が必要である。

## § 5. 総合解析

### 5.1 支持地盤の選定

「日本建築学会：建築基礎構造設計指針(P. 57)」では、支持地盤選定条件として以下のように示されている。

1. 支持地盤や基礎形式の選定にあたっては、要求性能を満足する組み合わせを抽出し、その構造性能のほか、施工性や経済性等に関する比較検討を行ったうえで、最も合理的な基礎形式を選定する。
2. 基礎の選定にあたっては、敷地周辺に及ぼす影響を十分に考慮する。

支持地盤については、一般的に良質な硬い地盤、いわゆる良質地盤に支持させることが原則とされている。

「日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅳ下部構造編」では、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などによっても異なり、一律には定められないが、一般的には次項を目安としてよいとされている。

1. 粘性土の場合、N値が 20 程度以上(一軸圧縮強度  $q_u$  が  $400\text{kN/m}^2$  程度以上)あれば良質な支持層とみなして良い。
  2. 砂層、砂れき層はN値が 30 程度以上あれば良質な支持層とみなしてよい。ただし、砂れき層ではれきをたたいて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。しかし岩体に不連続面が存在したり、スレーキングなどの影響を受けやすい場合には、均質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。尚、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の検討をしなければならない。
- さらに、粘性土および砂質土を支持地盤とする場合には、これらの下位に圧密等を引き起こす軟弱な層が存在しないことが重要であり、最終的には公共性及び施工性、経済性、環境条件等を総合判断した上で決定される。

ここで、基礎構造を設定するうえでの基本原則をあげると以下の通りである。

- 1) 建物の要求性能を満たす(鉛直・水平)指示性能と沈下・変形性能を確保できること。
- 2) 施工性に優れ、施工品質に対する信頼性が高いこと。
- 3) 敷地周辺への環境保全上の影響が少ないこと。
- 4) そのうえで経済性に優れていること。

このような支持地盤の選定に関して目安となる事項をもとに、今回の調査結果から支持地盤の評価を行うと次のように示される。

表 5.1-1 支持地盤の可否評価

地質時代	地層区分	記号	層厚(m)	N 値	支持地盤基準N値	評 価	
第四紀	ローム質土	Lm	1.80~3.10	9~16 (11)	$N \geq 20$	×	不適 (N値基準未滿)
	礫質土1	Dsg1	2.00	10~18 (11)	$N \geq 30$	×	不適 N値基準未滿
	礫質土2	Dsg2	5.18~5.65	21~50 (31)	$N \geq 30$	○	良好

( )内の値は設計N値 【 ○: 良質な支持地盤、△: 支持力について要検討、×: 支持層としては不適 】

上表より、計画敷地における支持地盤としては「礫質土2 (Dsg2)」が選定され、各調査地点における分布深度を表 5.1-2 に一括して示す。

表 5.1-2 支持層分布一覧表

調査孔 No.	地盤高 (m)	地質区分	記号	N 値	支持地盤分布深度	
					GL-(m)	標高(m)
B-8	512.51	礫質土 (岩屑なだれ堆積物)	Dsg2	30以上	3.80	508.71
B-9	524.93	礫質土 (岩屑なだれ堆積物)	Dsg2	30以上	3.10	521.83

計画構造物(水処理施設)の支持層分布深度としては「概ね GL-3~4m 以深」となり、地表面勾配とほぼ同様の傾斜(約 10°)を有している。

5.2 基礎形式について

「日本建築学会：建築基礎構造設計指針」では、基礎の支持形式及び施工方法により以下のように大別されている。

表 5.2-1 基礎形式の分類

基礎の支持形式	<ul style="list-style-type: none"> <li>直接基礎</li> <li>杭基礎</li> <li>併用基礎</li> </ul>	—
直接基礎の施工方法の概略分類	<ul style="list-style-type: none"> <li>フーチング基礎</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>独立(フーチング)基礎</li> <li>複合(フーチング)基礎</li> <li>連続(フーチング)基礎</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>べた基礎</li> </ul>	—
杭基礎の施工方法概略分類	<ul style="list-style-type: none"> <li>打ち込み杭(または押し込み杭)</li> <li>埋込み杭</li> <li>場所打ちコンクリート杭</li> </ul>	—

支持地盤の分布深度は概ね GL-3~4m以深となるが、今後、盛土による敷地造成が行われることや計画構造物が地下構造形式となることなどから、基礎形式の選定に際しては経済性・工期・施工性をふまえ十分な検討が必要である。

表 5.2-2 基礎形式の選定表

制約条件	基礎形式	杭 基 礎																	
		直接基礎					打 込 み 杭					場 所 打 ち 杭							
		R C	P C	PHC	鋼管	セメントミル杭	中掘り杭	プレボーリング杭	アースドリル杭	リバース杭	オールケーシング杭	拡張杭	深礎杭	PIP杭	B H	ミニアース杭			
環境条件	作業空間が狭い	○	△	△	△	△	△	△	△	×	×	×	×	×	○	△	○	○	
環境条件	搬入道路が狭いか重量制限がある	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	×	○	△	
	低騒音・低振動が要求されている	○	×	×	×	×	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	
	隣接構造物への影響が少ないことが要求される	△	×	×	×	△	○	○	○	△	△	△	○	○	○	○	○	○	
	有害ガスが発生する	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	×	○	○	○	○	
施工条件	施工深さ(m)	一般的に使用																	
		5	10	30	40	40	20	30	20	30	60	40	60	20	20	25	25		
土質	凹凸が激しいか、傾斜が1°以上	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	△	△	△	
	粘性	4 < N ≤ 10																	
地盤	中土	10 < N ≤ 20																	
	砂	20 < N																	
	間質土	N < 15																	
	層	15 < N ≤ 30																	
土質	砂	30 < N ≤ 50																	
	層	50 < N																	
	・	径が5cm以下																	
	玉石	径が5~10cm																	
条件	支持層	径が10~15cm																	
	層	径が15cm以上																	
	地下水	傾斜が30度以上	○	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	△	△	△
		凹凸が激しい	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	△	△	△
地下水位が地表に近い		△	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	△	○	○	○	
湧水量が極めて多い		△	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	×	△	△	△	
地下水	地表より2m以上被圧されている	×	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	地下水流速が3m/min以上ある	△	○	○	○	○	×	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	

○：通常の状態では可能あるいは容易  
 △：工夫が必要あるいは多少困難  
 ×：無理あるいは不可能

\*1) 支持層以深が液化すれば、×になる。  
 \*2) 中掘り杭およびプレボーリング杭に多数の工法があるので、この表の制約条件があてはまらない場合が多い。詳細は各業者に確かめること。

### 5.3 地盤定数の推定

ここでは、調査ボーリングによるコア状況、標準貫入試験の結果を基に、今回調査箇所における地盤定数の推定を行う。各地盤定数の推定に当たっては、以下の推定式及び推定表を参考とする。

#### 5.3-1 推定方法

##### 1) 設計N値；N

P. 32 の標準貫入試験結果による設計N値(表 4. 3-2)を用いる。

##### 2) 単位体積重量； $\gamma$

福島県「土木設計マニュアル〔橋梁編〕」第6編 P. 6-7 では、地盤の単位体積重量について、表 5. 3-1 の様に示されている。

表 5. 3-1 土の諸性質

土質		形態		土の単位体積重量 $\gamma$ kN/m <sup>3</sup>
盛土	砂利まじり砂	締固めたもの		20
	砂	締固めたもの	粒度の良いもの	20
			粒度の悪いもの	19
	砂質土	締固めたもの		19
粘性土	締固めたもの		18	
自然 地盤	砂および砂礫	密なもの		20
		ゆるいもの		18
	砂質土	密なもの		19
		ゆるいもの		17
	粘性土	固いもの (N=8~15)		18
		やや固いもの (N=4~8)		17

- (1) せん断抵抗角は30度以上の値とする。
- (2) 地下水位以下にある土の単位体積重量は表の値から9引いた値としてよい。
- (3) 碎石は砂利と同じ値とする。また、ずり、岩塊等の場合は種類、形状、大きさおよび間げきなどを考慮して定める必要がある。
- (4) 砂利まじり砂質土あるいは砂利まじり粘性土にあつては、混合割合および形態に応じて適当な値を定める。
- (5) 地下水位は完成後における平均値を考える。
- (6) 土の諸性質については、施工に先立ち現地盛土材との整合をはかるものとする。

### 3) 粘性土の粘着力；C

粘性土において、標準貫入試験のN値から非排水せん断強度(粘性土の粘着力Cu)を推定することがある。しかし、特にN値が5未満であるような軟弱な粘性土の場合、大きな打撃エネルギーを有する標準貫入試験の結果からせん断強度を有する標準貫入試験の結果からせん断強度を推定することは適当ではないので、乱さない試料による室内試験や原位置での他の試験から粘着力Cuを求めなければならない。室内試験であれば三軸圧縮試験から求めるのがよいが、軟らかい粘性土の非排水せん断強度においては、乱さない試料による一軸圧縮試験から一軸圧縮強度quを求め、粘着力Cu=qu/2としてもよい。

試験を実施していない粘性土については次式によりquを求め、Cu=qu/2として算出する。

$$q_u = 12.5N \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad \text{地盤工学会「地盤調査の方法と解説」 P.308より}$$

$$\downarrow$$

$$C_u = 6.25N \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

### 4) 砂質土のせん断抵抗角；φ

砂の相対密度はN値によって表されるが、相対密度とせん断抵抗角との経験的關係から、φを直接N値から推定することができる。この關係については多数の研究がある。このうち、本示方書では設計上の配慮から、下限値を与える下式を用いる。

$$\phi = 4.8 \log N_1 + 21 \quad (N > 5) \dots \dots \dots \log \text{ は自然対数}$$

$$N_1 = \frac{170N}{\sigma'_v + 70}$$

$$\sigma'_v = \gamma_{t1}hw + \gamma'_{t2}(\chi - hw)$$

ここに、

- φ : 砂のせん断抵抗角 (°)
- σ'v : 有効上載圧 (kN/m<sup>2</sup>) で、標準貫入試験を実施した時点の値
- N<sub>1</sub> : 有効上載圧 100kN/m<sup>2</sup>相当に換算したN値。ただし、原位置のσ'vがσ'v < 50kN/m<sup>2</sup>である場合には、σ'v = 50kN/m<sup>2</sup>として算出する。
- N : 標準貫入試験から得られるN値
- γ<sub>t1</sub> : 地下水位面より浅い位置での土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)
- γ'<sub>t2</sub> : 地下水位面より深い位置での土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)
- χ : 地表面からの深さ (m) —対象層の中間位置とした。
- hw : 地下水位の深さ (m)

※ N < 5 の場合は、参考値として表 5.3-2 より推定する。

表 5.3-2 土 質 定 数

種 類		状 態	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	せん断抵抗角 (度)	粘着力 (kN/m <sup>2</sup> )	地盤工学会 基準 (注2)	
盛 土	礫および 礫まじり砂	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	{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) 注1)	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) 注1)	17	20	30以下		
軟らかいもの (指が容易に貫入) 注1)		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) 注1)	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) 注1)	16	15	30以下			
	軟らかいもの (指が容易に貫入) 注1)	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。

【硬いもの(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。

以下、今回の推定に用いる推定式をとりまとめて示す。

## 『土 砂』

●設計N値 ;  $N$

P. 32の表4. 3-2(設計N値一覧表)に示す設計N値を用いる。

●単位体積重量 ;  $\gamma_t$  (kN/m<sup>3</sup>)

表5. 3-1より推定する。

●内部摩擦角 ;  $\phi$  (°)

$$\phi = 4.8 \log N_1 + 21 \quad \text{但し、} N > 5$$

●粘着力 ;  $C$  (kN/m<sup>2</sup>)

$$C = q_u / 2 \rightarrow 6.25 \text{ N}$$

## 5.3-2 地盤定数

① ローム質土 ; Lm

- $N=11$
- $\gamma_t=18$  (kN/m<sup>3</sup>)                      ※表 5.3-1 「自然地盤：粘性土(固いもの)」より
- $C=6.25 \times 11$   
 $=68.7 \rightarrow 68$  (kN/m<sup>2</sup>)
- $\phi=0$                                       ※粘性土であるため考慮しない

② 礫質土 1 ; Dsg1 ……………B-8 にのみ分布

- $N=11$
- $\gamma_t=18$  (kN/m<sup>3</sup>)                      ※表 5.3-1 「自然地盤：砂および砂礫(ゆるいもの)」より
- $C=0$                                       ※礫質土であるため考慮しない
- $\phi=4.8 \log N_1 + 21$   
 $=4.8 \times \log 15.53 + 21$   
 $=34.1 \rightarrow 30$  (°)

ここで、

$$N_1 = \frac{170N}{\sigma'_v + 70} = \frac{170 \times 11}{50.4 + 70} = 15.53$$

$$\sigma'_v = 18 \times 1.80 + 18 \times 1.00$$

$$= 50.4 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

③ 礫質土 2 ; Dsg2

- $N=31$
- $\gamma_t=20$  (kN/m<sup>3</sup>)                      ※表 5.3-1 「自然地盤：砂および砂礫(密なもの)」より
- $C=0$                                       ※礫質土であるため考慮しない
- $\phi=4.8 \log N_1 + 21$                       ※分布深度の深い B-8 で算出  
 $=4.8 \times \log 32.59 + 21$   
 $=37.7 \rightarrow 35$  (°)

ここで、

$$N_1 = \frac{170N}{\sigma'_v + 70} = \frac{170 \times 31}{91.7 + 70} = 32.59$$

$$\sigma'_v = 18 \times 1.80 + 18 \times 1.13 + 9 \times 0.87 + 11 \times 2.83$$

$$= 91.7 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

以上の結果をとりまとめ、表 5.3-3 に一括して示す。

表 5.3-3 地盤定数一覧表

地質名	設計N値	単位体積重量	粘着力	内部摩擦角
		$\gamma t$ (kN/m <sup>3</sup> )	C (kN/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)
ローム質土 (Lm)	11	18 (9)	68	0
礫質土1 (Dsg1)	11	18 (9)	0	30
礫質土2 (Dsg2)	31	20 (21)	0	35

※ 単位体積重量の( )内に表記してある数値は、地下水位以下にある土の単位体積重量を示しており、表中の値から9kN/m<sup>3</sup>を差し引いた値を示す。

各調査孔における内部摩擦角の算出結果を下表に示す。

表 5.3-4 内部摩擦角推定結果一覧表

検討地層	調査孔番号	対象地層	地下水有無	単位体積重量 $\gamma t$ (kN/m <sup>3</sup> )	層厚 t (m)	有効上載圧 $\sigma'v$ (kN/m <sup>2</sup> )	設計N値 N	換算N値 N <sub>i</sub>	内部摩擦角： $\phi$ (°)			
									孔別	平均値	提案値	
礫質土1 (Dsg1)	B-8	Lm	無	18	1.80	32.40	50.4	11	15.53	34.1	34.1	30
		Dsg1	無	18	1.00	18.00						
礫質土2 (Dsg2)	B-8	Lm	無	18	1.80	32.40	91.7	31	32.59	37.7	36.8	35
		Dsg1	無	18	1.13	20.34						
			有	9	0.87	7.83						
	Dsg2	有	11	2.83	31.13							
	B-9	Lm	無	18	2.63	47.34	165.5	31	22.37	35.9	36.8	35
			有	9	0.47	4.23						
Dsg2		有	11	10.36	113.96							

※ 推定式からの算出となるため、安全を考慮し「5°単位」とした。

#### 5.4 設計・施工上の留意点

調査結果から示される主な設計・施工上の留意点は以下の通りである。

- 分布地質は第四紀更新世後期のローム質土(Lm)及び翁島岩屑なだれ堆積物に対比される礫質土1(Dsg1)・礫質土2(Dsg2)が確認された。なお、礫質土2(Dsg2)は固結度がやや低いが風化凝灰角礫岩～風化火山礫凝灰岩の様相を呈しており、硬さの異なる安山岩の岩塊(巨礫)を点在している。N値は局部的に21回とやや低い値を示すものの、その他は概ね30～50回以上を示し、全体に密な締まりを有する。
- 地下水位はGL-2～3m付近に分布しており、滞水層としては礫質土1(Dsg1)以深が対象となる。なお、低地部で実施したB-8では、礫質土2(Dsg2)を掘進した翌朝に湧水が見られ、その水頭はGL+0.23であった。これは斜面上方部からの流下地下水の水頭差によるものと推察される。また、斜面の中腹～下方部においては、所々で湧水箇所が確認されている。
- 計画構造物の支持地盤としては「礫質土2(Dsg2)」が選定され、分布深度は概ねGL-3～4m以深とやや深層となる。中間層はローム質土(Lm)・礫質土1(Dsg1)から成り、介在礫はφ50mm以下が主体となる。但し、支持地盤中には硬さの異なる安山岩の岩塊(巨礫)が点在しており、推定φ600mm(採取コア長の3倍)を有することから、杭基礎を採用する場合には十分な検討が必要である。
- 室内配合試験の結果、高炉セメントB種は添加量150kg/m<sup>3</sup>の場合に六価クロム溶出量が基準値を超過するため、使用にあたっては注意が必要である。