

平成 28 年度 秋草葬斎場地質調査業務委託

報 告 書

平成 29 年 2 月

別 杵 速 見 地 域 広 域 市 町 村 圏 事 務 組 合
明 大 工 業 株 式 会 社

目 次

1.まえがき	1
2.調査概要	3
2.1 調査仕様	3
2.2 調査方法	5
0.03m	5
3.地形・地質概要	14
4.調査結果	16
4.1 ボーリング調査結果	16
4.2 孔内水位観測結果	21
4.3 孔内水平載荷試験結果	24
4.4 室内土質試験結果	29
5.考 察	33
5.1 土質定数の検討	33
5.2 液状化の検討	40
5.3 支持層の選定	41
5.4 基礎形式の検討	44
6.設計・施工上の留意点について	46

巻末資料

・ ボーリング柱状図	2 葉
・ 孔内水平載荷試験データシート	1 式
・ 室内土質試験データシート	1 式
・ 平均N値算出結果	1 式
・ 現場写真	1 式
・ 室内土質試験写真	1 式

1.まえがき

本調査は、日出町大字平道に計画されている秋草葬斎場増築工事に伴う地質調査である。

設計に先立ち、現在葬斎場が位置する箇所において、標準貫入試験を伴う調査ボーリングを 2 箇所のべ 56m 実施した。また、室内土質試験および各ボーリング孔において孔内水平載荷試験を実施した。ここに、これらの結果を報告し、設計・施工への基礎資料とする。

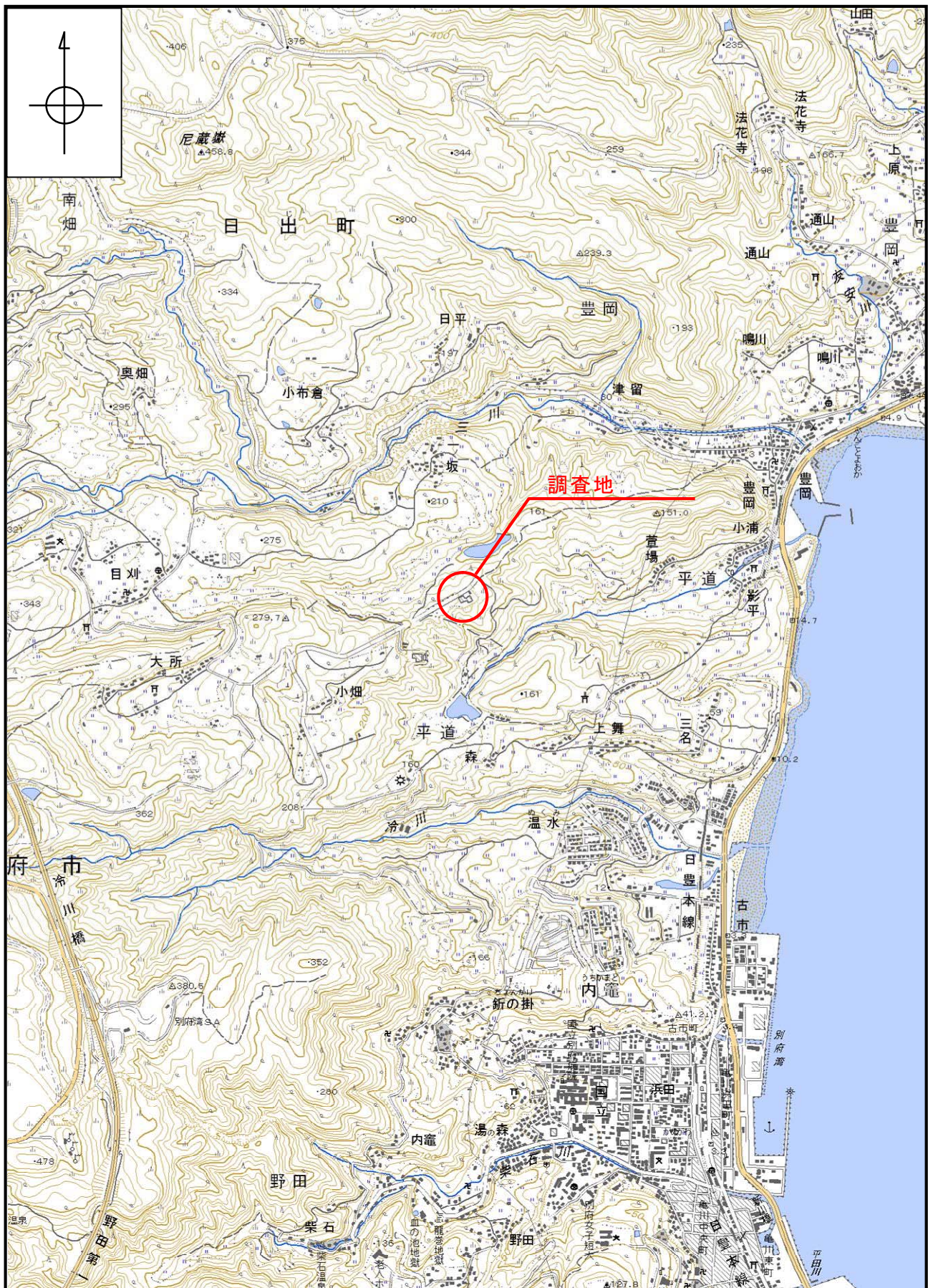


図 1.1 調査位置案内図 (S=1:25,000)

2.調査概要

2.1 調査仕様

(1) 調査名：平成 28 年度 秋草葬斎場地質調査委託業務

(2) 場 所：速見郡日出町大字平道字秋草 291 番 1

(3) 工 期：〔自〕平成 28 年 12 月 27 日

〔至〕平成 29 年 2 月 28 日

(4) 目 的：秋草葬斎場増築工事に伴い、対象地の地盤性状を把握し、設計・施工に必要な資料を得るための地質調査である

(5) 内 容：調査ボーリング 2 箇所

・テストボーリング 2 箇所 のべ 56.0m

・標準貫入試験 のべ 56 回

・孔内水平載荷試験(普通載荷) 2 回

・室内土質試験 1 式

実施数量の詳細は表 2.1.1 に示すとおりである

(6) 発注者：別杵速見地域広域市町村圏事務組合

(7) 請負者：明大工業株式会社

大分県別府市船小路町 3 番 43 号

Tel 0977-24-1212 Fax 0977-24-8570

管理技術者 千本 香織

担当技術者 千本 香織

照査技術者 古城 輝夫

表 2.1.1 実施数量表(ボーリングおよび原位置試験)

		ボーリング工					標準貫入試験					孔内水平載荷試験 (低圧)
土質内訳		粘性土	砂質土	礫質土	軟 岩	計	粘性土	砂質土	礫質土	軟 岩	計	
No.1	変更	19.7	0.0	7.3	0.0	27.0	19	0.0	0.0	8	27	1
	実施	19.7	0.0	7.3	0.0	27.0	19	0.0	0.0	8	27	1
No.2	変更	16.8	0.0	6.4	5.8	29.0	17	0.0	5	7	29	1
	実施	16.8	0.0	6.4	5.8	29.0	17	0.0	5	7	29	1
合計	変更	36.5	0.0	13.7	5.8	56.0	36.0	0.0	5.0	15.0	56.0	2
	実施	36.5	0.0	13.7	5.8	56.0	36.0	0.0	5.0	15.0	56.0	2

表 2.1.2 実施数量表(室内土質試験)

		物 理 試 験				
土 質 内 訳		土粒子の 密度試験	含水比	粒度 (ふるい・沈降)	液性 限界	塑性 限界
No.2	変更	0	0	2	2	2
	実施	2	2	2	2	2
合計	変更	0	0	2	2	2
	実施	2	2	2	2	2

2.2 調査方法

(1)ボーリング地点の設定

ボーリング地点は図 4.1.1 のボーリング地点位置図に示す位置に設定した。

(2)ボーリング地点の地盤高

ボーリング地点の地盤高は、図 4.1.1 および写真 2.1～2.2 に示す調査地周辺の既知点を基準として水準測量を行った。その結果は表 2.2.1 に示すとおりである。

表 2.2.1 調査孔の地盤高

孔 番	地盤高	測量基準点
No.1	0.03m	写真-1 のピンを GH=0.00m とする
No.2	0.29m	



写真 2.1 仮 B.M (GH=0.00m とする)



写真 2.2 仮 B.M 近景

(3) 試錐要領

試錐は、表 2.2.2 と図 2.2.1 に示す要領で実施した。

表 2.2.2 試錐工の作業要領

項 目	方 法
工 法	・ロータリボーリング / オイルフィード方式
口 径	・φ 66mm
試料採取	・全深度で採取（オールコアおよびノンコア）
試料保存	・試料はコア箱および試料ビンに詰め保存
孔壁保護	・φ 86mm ケーシングパイプ挿入または、ベントナイト泥水使用
地 質 の 把 握	・掘削中のマシンの感触、排水色に留意し、地層の硬軟、地層境を把握

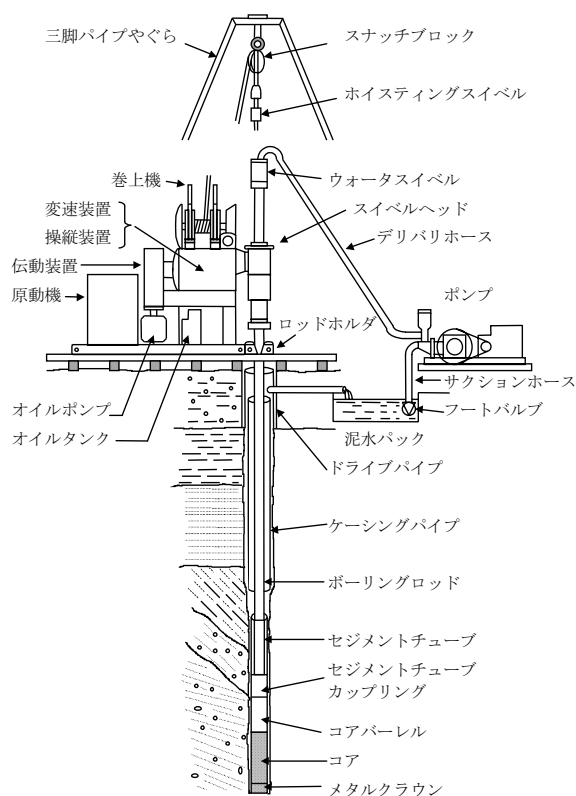


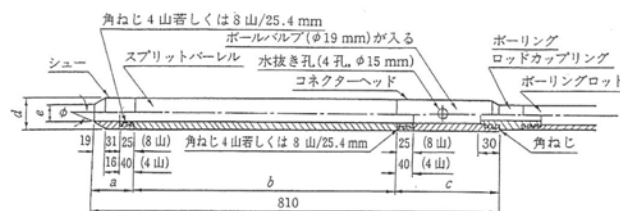
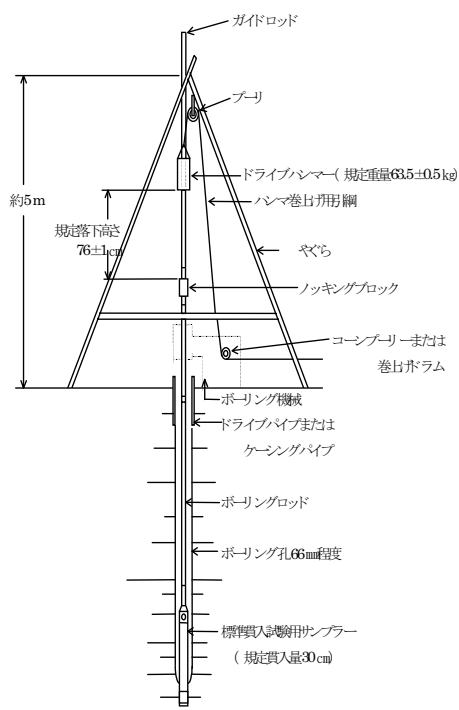
図 2.2.1 掘進要領概略図

(4)標準貫入試験

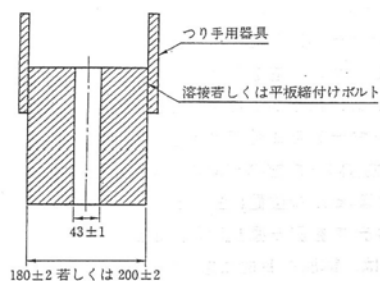
標準貫入試験は、表 2.2.3 と図 2.2.2 に示す要領で実施した。

表 2.2.3 標準貫入試験要領

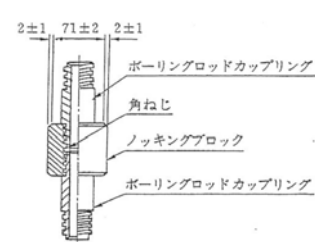
項 目	方 法
規 格	・ JIS A 1219:2013
試 験 深 度	・ 深度 1m から 1m 毎に実施
試 験 内 訳	・ 深度 0.00～0.15m 予備打ち 深度 0.15～0.45m 本打ち 以上の 50cm 区間で試験を実施した。
落 下 方 法	・ 半自動落下法
打 撃 要 領	・ ドライブハンマー(63.5±0.5 kg)をボーリングロッドにガイドさせて、76±1 cmから半自動落下



標準貫入試験用サンプラー



ドライブハンマー



ノッキングブロック

図 2.2.2 標準貫入試験概略図

(5)使用機械器具類

今回、表 2.2.4 に示す機械機具類を使用して調査を実施した。

表 2.2.4 使用機器・機具類一覧表

名 称		形 式・能 力	数 量
試 錐 工	試 錐 機	TOHO-D1 型 ・ 100 m	1 台
	試錐ポンプ	YBM GP-5 ・ 50 L/min	1 台
	エ ン ジ ン	ヤンマー NFAD-10 ・ 10 ps	1 台
	そ の 他	コアチューブ、メタルクラウン、 ロッド、ケーシングパイプ、櫓ほか	各 1 式
標準貫入試験		サンプラー、シュール、ノッキングヘッド、 ハンマー、ロッド、半自動モンケン	各 1 式

(6) 孔内水平載荷試験(普通載荷)

[試験目的]

孔内水平載荷試験は、地盤の水平方向の変形性を把握するために実施した。

[使用機器]

下記の機器にて試験を実施した。

表 2.2.5 孔内水平載荷試験使用機器一覧表

名 称	形 式	形状・寸法	数量
LLT-M (応用地質製)	メジャリング システム MODEL-4189	タンク容量 : 1.7(L/本)×4 本 圧力計 : 1(MPa)、3(MPa) 最大使用圧力: 2.5(MPa)	1 台
	φ 60mm ソンデ MODEL-4115	ゴムチューブ径: φ 60(mm) ゴムチューブ長: 600(mm)	1 本
	その他	窒素ポンベ、レギュレータバルブ、 接続ホース、ナイロンチューブ	1 式

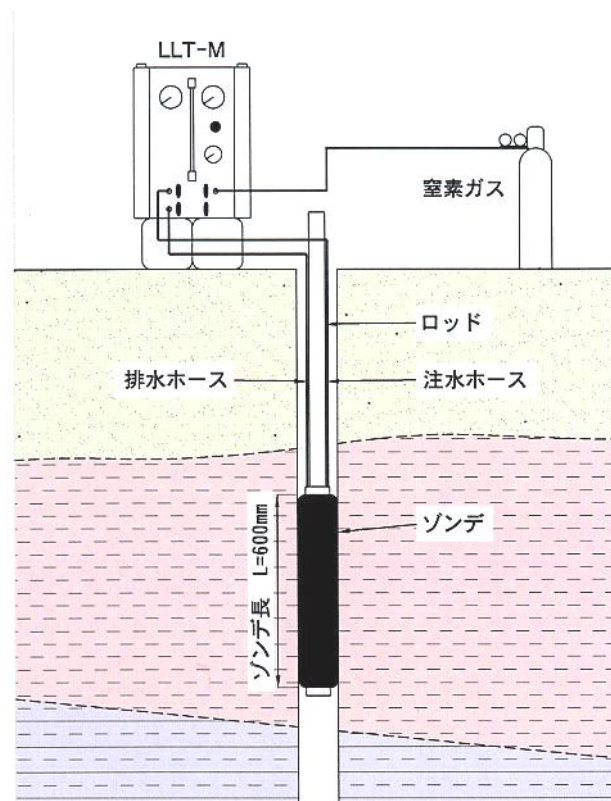


図 2.2.3 孔内水平載荷試験(普通載荷)概略図

[試験方法]

下記の手順で実施する。

1. 加圧における 1 ステップ内の変形量(スタンドパイプにおける水位)測定は、15 秒、30 秒、60 秒、120 秒の 4 回行う。
2. タンク内の圧力は、水位変化に伴い低下するので、常に一定の圧力を維持する様に加圧コックで調整する。
3. セル圧は、ゾンデ内圧力を示し、解析にはこの圧力を用いる。
4. スタンドパイプ水位は表面張力を考慮し、目を水位と水平にして水位の最下位を読み取る。

表 2.2.6 孔内水平載荷試験 測定操作手順一覧表

加圧ステップ	時間(sec)	記録及び操作
1P	0	加圧バルブ(Gas pressure control)を開け所定の圧力になったら閉じる。
	15	水位を読みとり、データシートに記入。
	30	水位を読みとり、データシートに記入。
	60	水位を読みとり、データシートに記入。
	105～120	セル圧を読みとり記入。
	120	水位を読みとり、記入後直ちに次の加圧ステップに加圧する。
2P	15	水位を読みとり、データシートに記入。
	30	水位を読みとり、データシートに記入。
	60	水位を読みとり、データシートに記入。
	105～120	セル圧を読みとり記入。
	120	水位を読みとり、記入後直ちに次の加圧ステップに加圧する。

(加圧ステップについて)

段階ごとに圧力を増加するが、1 ステップの増加圧力は、地質状況などから推定し適宜行う。

各ステップにおける増加圧力と N 値の関係は、地層の乱れ等の影響が関係する。これまでの経験からのおおよその目安を表 2.2.7 に示す。

表 2.2.7 孔内水平載荷試験 加圧ステップ一覧表

土質	砂質土				粘性土			
N 値	4 以下	4～15	15～30	30	2 以下	2～8	8～15	15 以上
加圧ステップ°	0.02	0.02～ 0.04	0.05	0.1	0.01～ 0.02	0.02～ 0.05	0.05～ 0.1	0.1
使用圧力計	1.0(MPa)		3.0(MPa)		1.0(MPa)		3.0(MPa)	

[解析方法]

以下に、測定ジータの解析方法について図 2.2.4 を用い説明する。

- ① ゴムチューブ自身の自由膨張過程で、孔壁には接しておらず、地盤への応力伝達はない。
- ② ゴムチューブが孔壁に接する点。
- ③ 押し出された孔壁を、主働土圧に抗して押し戻す孔壁の再圧縮過程で、地盤反力は徐々に増大し、変形速度 ΔH は減少する。
- ④ 初期の孔壁に達して地盤の静止土圧と均衡を保つ点で、この時の圧力を見掛上の静止土圧 P と見なされる。この状態で地盤反力は急激に増大する変曲線をなし変形速度は最小値を示す。
- ⑤ 受働土圧を地盤内に生ずる载荷過程の初期段階で、いわば地盤の疑似弾性変形領域である。 P_e-r 曲線はほぼ直線をなし、変形速度はほぼ一定値をとる。
- ⑥ 地盤の降伏点で、 P_e-r 曲線は先の直線区間をはずれて右に湾曲し、変形速度 $P_e-\Delta H$ 曲線は明瞭な折点を示す。
- ⑦ 地盤の流動、変形が徐々に増大進行し、破壊に至る過程である。
- ⑧ 地盤の破壊点。

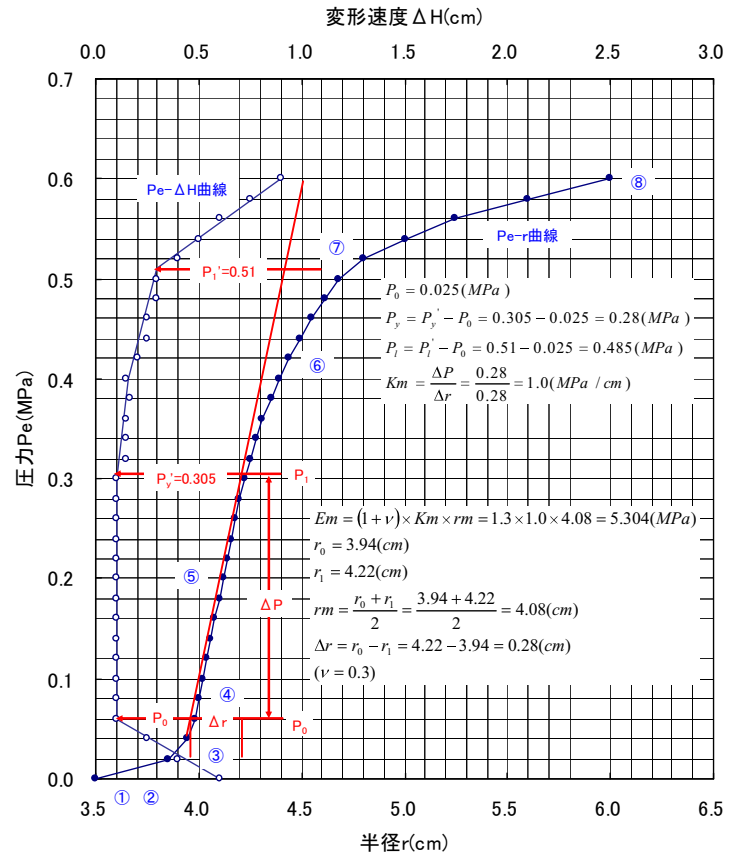


図 2.2.4 孔内水平载荷試験解析例

(地盤の諸定数の決定)

- ・ 静止土圧 P_o 、降伏圧 P_y 、破壊圧 P_i

図 2.5 の $P_e-\Delta H$ 曲線の折点として P_e-r 曲線の形状とあわせて決定する。

- ・ 地盤係数 K_m 値の算出

図 2.5 の P_e-r 曲線上の⑤の変形過程(直線区間)の勾配として定める。

- ・ 弾性係数 E_m 値の算出

応力が弾性係数領域内にあり、半径方向の面に関して平面歪の条件が満たされていると

仮定すれば、図 2.2.4 中の式で表される。

(8)室内土質試験

室内土質試験は、液状化の判定を行うために、土質試験法((社)地盤工学会)に基づき、表 2.2.8 に示す方法で実施した。

表 2.2.8 室内土質試験の項目と規格

試験項目		規格	目 的	結果の利用方法
物理的性質試験	土粒子の密度試験	JIS A 1202	土の単位体積当たりの質量を得る	間隙比,飽和度
	土の含水比試験	JIS A 1203	土粒子に対する水の質量比を百分率で表す	含水比,間隙比,間隙率,飽和度,圧縮指数との関係,一軸圧縮強度との相関性
	土の粒度試験 (ふるい、沈降)	JIS A 1204	地盤材料中において、土粒子径の分布状態を全質量に対する百分率で表した「粒度」を求める。	土の分類,均等係数,曲率係数,透水性の判断,砂質地盤の液状化判定
	土の液性限界試験	JIS A 1205	土が塑性状態から液状に移るときの含水比	細粒土の分類,液性限界から圧縮指数や圧密係数を推定,路床材料の選定,砂質地盤の液状化判定
	土の塑性限界試験	JIS A 1205	土が塑性状態から半固体状に移るときの含水比	

3.地形・地質概要

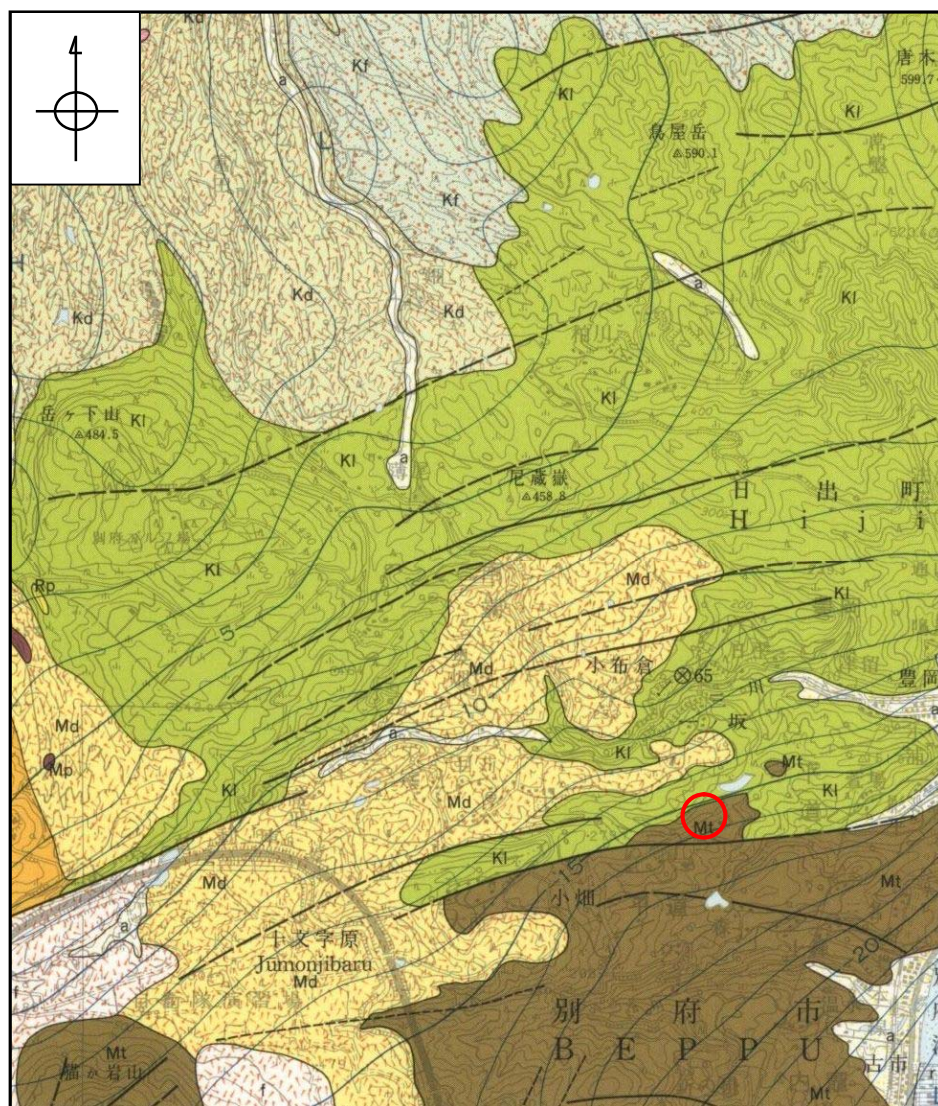
【地 形】

本調査地は、別府市と速見郡日出町の境界線付近に位置し、海岸部より西方約 2km、現在の秋草葬祭場が位置する場所である。付近一帯は緩傾斜の山地であり、現葬斎場は、山地を切盛して造成した崖上に海を眺める形で建設されている。

調査地周辺には民家などはなく、南西に藤ヶ谷清掃センターが位置し、南西には立命館アジア太平洋大学が位置する。

【地 質】

図 3.1 に示す「豊岡地域の地質」(S=1:50,000 地質調査所,平成 5 年)によると、調査地周辺の地質は、更新世中期の高平山火山の火砕岩を伴う高平山溶岩からなり、調査地周辺は断層が多く存在する地域である。今回のボーリングでは、火砕岩の一部となる凝灰角礫岩が確認され、深度 20m 付近までは著しい風化が認められた。掘削深度が深くなるにつれ、礫径が大きくなり、礫間は粘性土～砂質土～固結砂へと固結度が高くなり、No.2 孔では深度 23m 付近から固結した凝灰角礫岩が認められた。



○ : 調査地

凡例

第四紀 Quaternary	高平山火山 Takahirayama Volcano	十文字原層なだれ堆積物 Jūmonjibaru Debris Avalanche Deposit	Md	岩屑 Debris
		高平山溶岩 Takahirayama Lava	Mt	溶岩、火砕岩を伴う(単斜輝石斜方輝石普通角閃石安山岩-デイサイト) Lava with pyroclastic rock (clinopyroxene-orthopyroxene-hornblende andesite to dacite)
更新世中期 Middle Pleistocene	六郎丸火砕流堆積物 Rokurōmaru Pyroclastic Flow Deposit		Rp	非溶結のガラス火山灰及び軽石、一部溶結凝灰岩を伴う (斜方輝石普通角閃石デイサイト) Non-welded deposit of vitric ash and pumice with welded tuff (orthopyroxene-hornblende dacite)
	西ノ台流紋岩 Nishinodai Rhyolite		Hn	溶岩(斜方輝石普通角閃石流紋岩) Lava (orthopyroxene-hornblende rhyolite)
	古火山麓扇状地堆積物 Old volcanic fan deposits		Kf	礫・砂及び火山灰 Gravel, sand and ash
	浄土寺岩層なだれ堆積物 Jōdoji Debris Avalanche Deposit		Kd	岩屑 Debris
	鹿鳴越火山 Kanaogoe Volcano			
	鹿鳴越溶岩 Kanaogoe Lava		KI	溶岩(斜方輝石単斜輝石安山岩) Lava (orthopyroxene-clinopyroxene andesite)

図 3.1 調査地周辺の地質図 (S=1:50,000) 「出典: 豊岡地域の地質, 平成 5 年, 地質調査所」

4.調査結果

4.1 ボーリング調査結果

ボーリング調査は、図 4.1.1 ボーリング地点位置図に示す計 2 箇所を実施した。

これらの結果については巻末のボーリング柱状図に示すとおりであり、これをもとに図 4.1.2 に示す地質断面図を作成した。

今回のボーリング調査で確認された地層は、

- 1 埋土層 (f)
- 2.極風化凝灰角礫岩(Tb(w1))
- 3.強風化凝灰角礫岩(Tb(w2))
- 4 風化凝灰角礫岩(Tb(w3))
- 5 凝灰角礫岩(Tb)

である。次頁より、各層について説明する。

表 4.1.1 調査地に分布する地層構成表

時代	地層名	記号	構成土質	N 値
	埋土層	f	碎石・礫混じり砂	—
更新世中期	極風化凝灰角礫岩	Tb(w1)	極風化凝灰角礫岩 (粘性土主体)	2～4
	強風化凝灰角礫岩	Tb(w2)	強風化凝灰角礫岩 (砂質土主体)	4～20
	風化凝灰角礫岩	Tb(w3)	風化凝灰角礫岩	16～50 以上
	凝灰角礫岩	Tb	凝灰角礫岩	31～50 以上

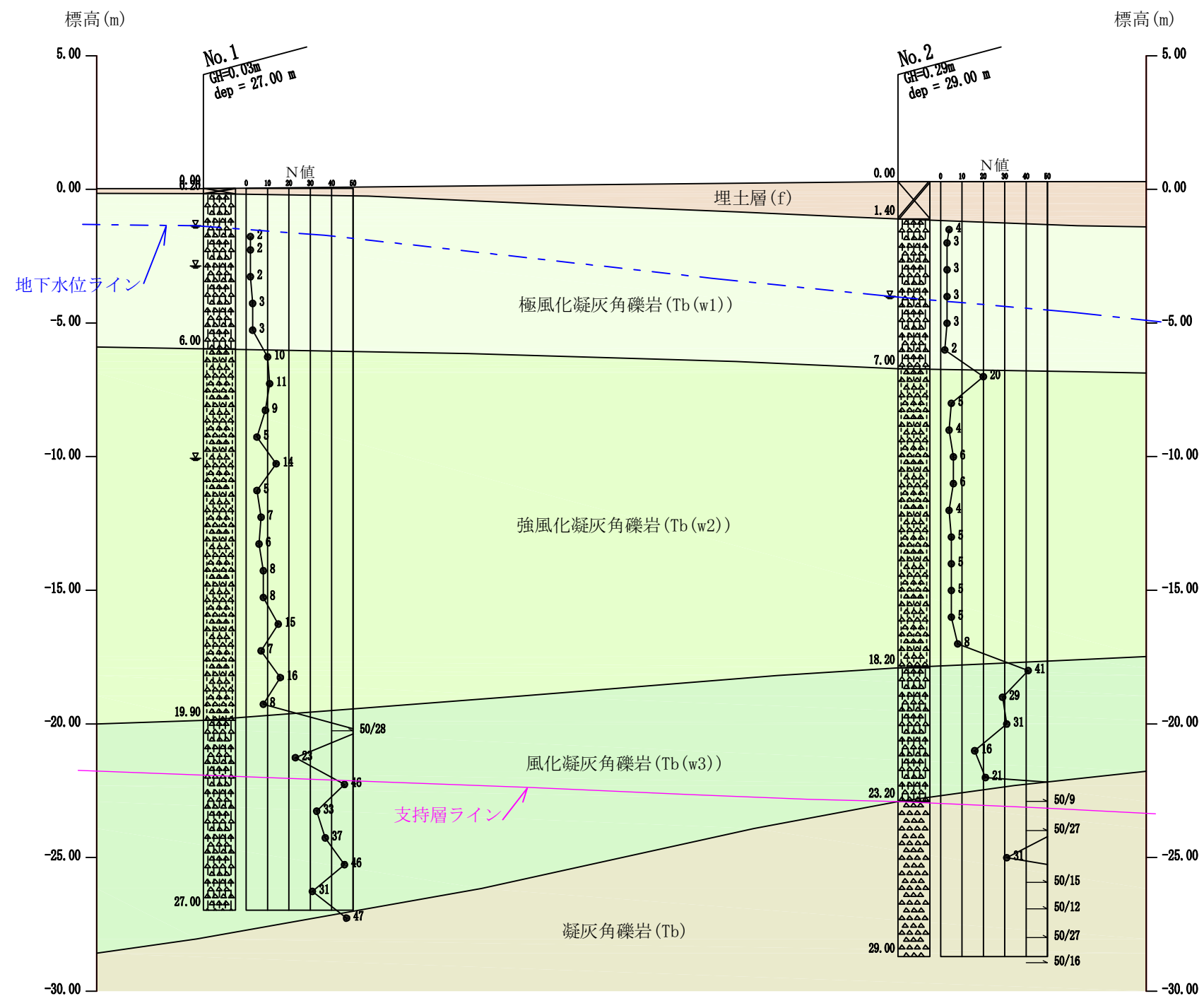


図4. 1. 2 推定地質断面図 (S=1:200)

(1)埋土層(f)

孔 番	分布深度(m)	分布標高(m)	層厚(m)	N 値
No.1	0.0 ～0.2	0.03～－0.17	0.2	—
No.2	0.0 ～1.4	0.29～－1.11	1.1	—

本層は暗灰色を示す碎石および礫混じり砂を主体とする埋土である。

(2)極風化凝灰角礫岩(Tb(w1))

孔 番	分布深度(m)	分布標高(m)	層厚(m)	N 値
No.1	0.2 ～6.0	－0.17～－		2～3
No.2	1.4 ～7.0	－1.11～－		2～4

本層は茶褐色を示す極風化凝灰角礫岩からなる。全体に粘土化しており、小径の風化礫が多く認められる。マトリックス部は粘性の高い粘土を主体とする。

N 値は 2～4 を示す。

(3)強風化凝灰角礫岩(Tb(w2))

孔 番	分布深度(m)	分布標高(m)	層厚(m)	N 値
No.1	6.0 ～19.9	－～－		～16
No.2	7.0 ～18.2	－～－		2～20

本層は茶褐～淡褐灰～褐灰色を示す強風化凝灰角礫岩からなる。全体に粘土化しており、小径の風化礫が多く認められ、軟質な安山岩礫を混入する。マトリックス部は粘性の高い粘土を主体し、部分的にシルト質砂～砂質シルト状となる。

N 値は 2～20 を示し、層上部ほど低く、礫の占有率により 10～20 程度と上昇する箇所も認められる。

(4)風化凝灰角礫岩 (Tb(w3))

孔 番	分布深度(m)	分布標高(m)	層厚(m)	N 値
No.1	19.9～27.0	－19.87～－26.97	7.1	23～50 以上
No.2	18.2～23.2	－17.91～－22.91	5.0	16～41

本層は黄褐～褐灰色を示す風化凝灰角礫岩からなる。

礫混じり砂状コアで採取され、マトリックス部は凝灰質砂状であるが未固結～弱固結程度である。全体に径 2～30mm 程度の風化礫が多く認められるが、強風化部と比べると新鮮な礫も含有し、径 80～150mm 程度の安山岩礫が点在する。

N 値は 16～50 以上を示し、礫の混入率によりバラツキが認められる。

(5)凝灰角礫岩 (Tb)

孔 番	分布深度(m)	分布標高(m)	層厚(m)	N 値
No.1	—	—	—	—
No.2	23.2～29.0	－22.91～－28.71	5.8	31～50 以上

本層は褐灰～赤灰色を示す凝灰角礫岩である。

風化部に比べてマトリックス部が固結し、含水は低く全体的に締まっている。また、径 100mm 程度の安山岩礫が点在し、礫の占有率も高い。

N 値は 31～50 以上を示し、50 回打撃時の貫入量は 9～27cm 程度である。

4.2 孔内水位観測結果

各孔の孔内水位は、毎朝の作業開始前および作業終了後に観測したものであり、観測結果は表 4.2.1 に示すとおりである。

水位観測結果より、各ボーリング孔の作業後の孔内水位は、掘進時に使用した泥水の影響を受けているものと判断され、掘進状況およびコアの状況より、表 4.2.1 の赤字で示す数値が自然地下水位に近い値と判断される。

No.1 孔においては、無水掘削にて深度 1.4m 付近で少量の水を確認している。掘進が進むにつれ、作業前の孔内水位は深度 8.8m 以深となり、掘進完了後にケーシングを抜いた翌朝水位は深度 2.9m まで上昇している。

また、No.2 孔においては、No.1 孔と同様に深度 4m まで無水掘削を実施した結果掘進が進む毎に孔底に 1cm 程度、水が溜まるのを確認した。深度 4m 以深は、作業の翌朝水位は深度 4.3～4.6m 付近に分布する。

この結果より、地下水位は極風化凝灰角礫岩に位置していると判断され、No.1 孔では深度 1.4m 付近、No.2 孔では作業前水位が深度 4.3～4.6m 付近に落ち着いていることから、地下水位は深度 4.3m 付近に分布すると判断される。

また、No.1 孔では、深度 10.1m 以深に第 2 水位が分布する可能性も考えられる。

表 4.2.1 孔内水位観測結果

孔番	観測日	孔内水位（m）		掘進長（m）	ケーシング挿入長（m）	備 考
		深度	標高			
No.1	1/21 作業中	1.4	-1.37	4.0	なし	無水掘削にて確認
	1/21 作業後	3.9	-3.87	15.0	4.0	
	1/23 作業前	8.8	-8.77	15.0	4.0	
	1/23 作業後	4.4	-4.37	25.0	4.0	
	1/24 作業前	10.1	-10.07	25.0	4.0	
	1/24 作業後	3.7	-3.67	27.0	4.0	
	1/25 作業前	2.9	-2.87	27.0	なし	
No.2	1/26 作業中	dep-0.01		4.0	なし	無水掘削にて 1m 掘進ごとに孔底に 1cm 程度の溜まり水を確認
	1/26 作業後	3.5	-3.21	13.0	4.0	
	1/27 作業前	4.4	-4.11	13.0	4.0	
	1/27 作業後	3.6	-3.31	25.0	4.0	
	1/28 作業前	4.4	-4.11	25.0	4.0	
	1/28 作業後	5.5	-5.21	29.0	4.0	
	1/30 作業前	4.6	-4.31	29.0	4.0	1/28 作業後に孔内水を抜水して水位確認
	1/31 作業後	11.1	-10.81	29.0	なし	
	2/1 作業前	4.3	-4.01	29.0	なし	1/31 作業後に孔内水を抜水して水位確認

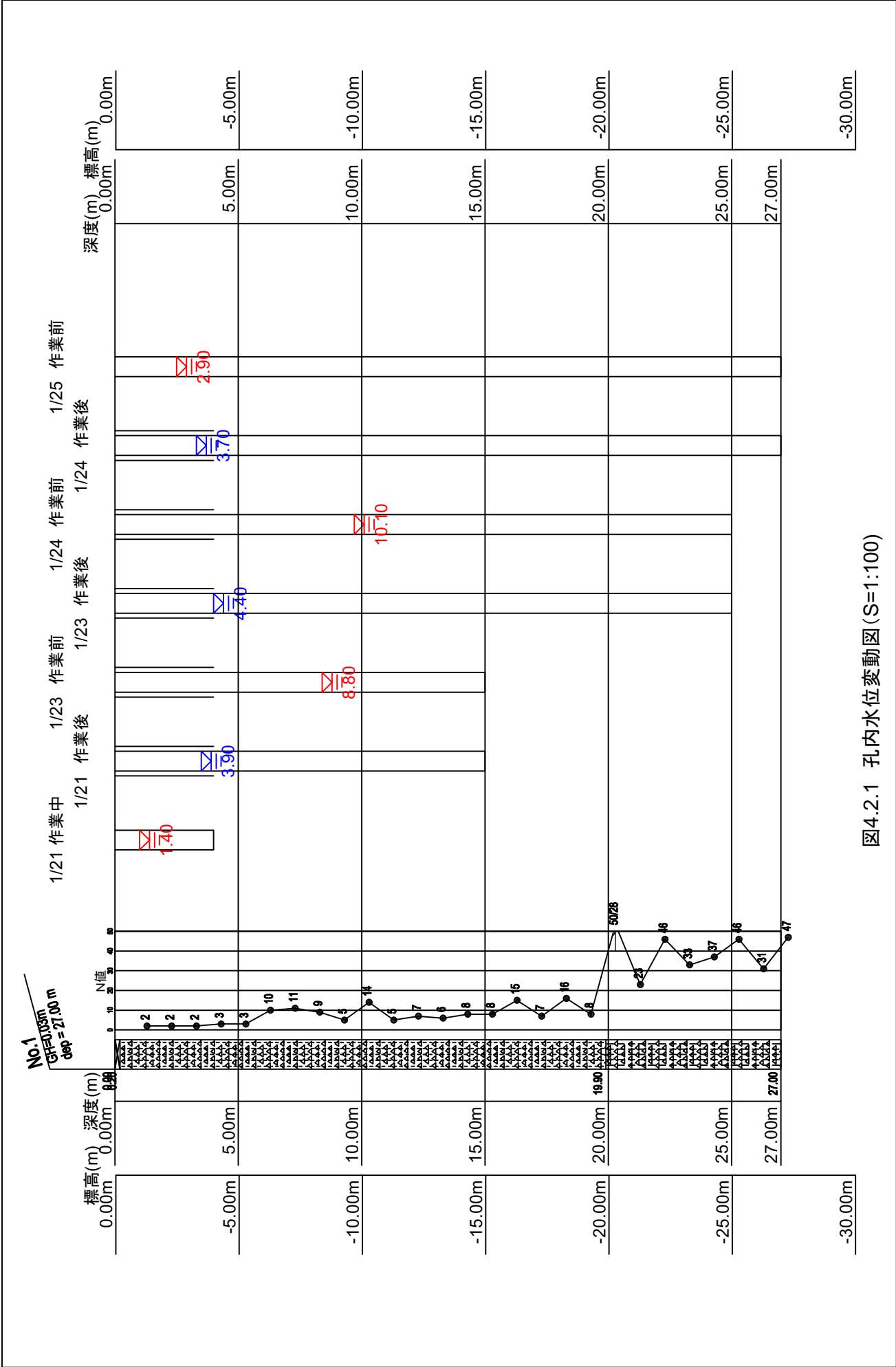


図4.2.1 孔内水位変動図 (S=1:100)

4.3 孔内水平載荷試験結果

孔内水平載荷試験は、杭基礎が検討される場合について、杭頭付近での水平方向の地盤係数を求めるため、各孔の極風化凝灰角礫岩(Tb(w1))において実施した。

試験結果は表 4.3.1、図 4.3.1～4.3.3 および巻末資料に示すとおりであり、表 4.3.2 に肉眼観察による岩級区分と変形係数の関係、図 4.3.1 に変形係数と N 値の関係を示す。

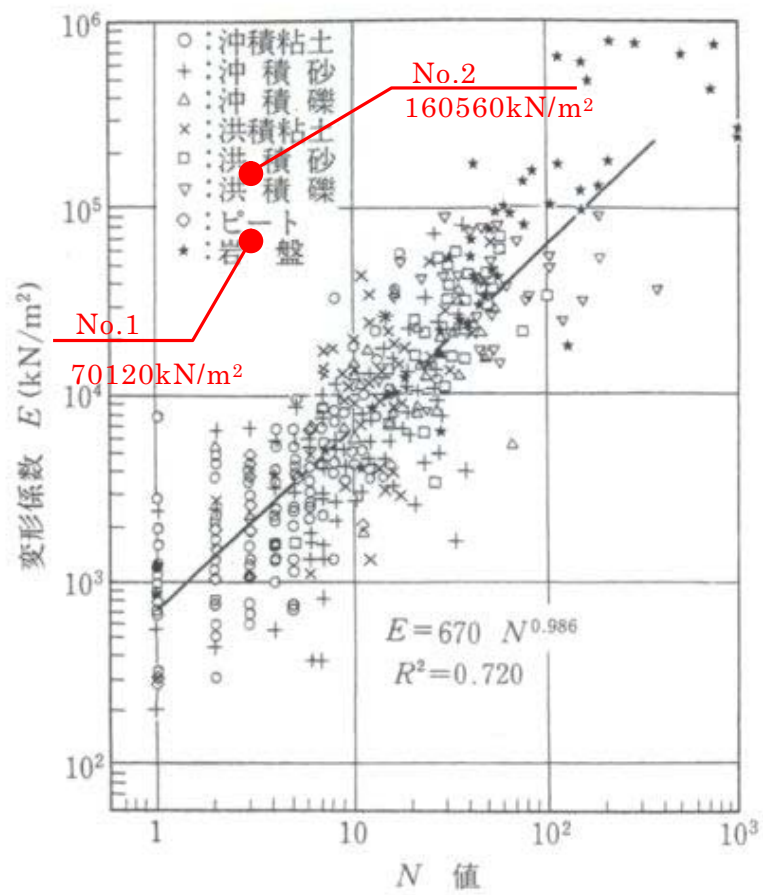
表 4.3.1 孔内水平載荷試験結果一覧表

孔 番	試験深度 (m)	地 質	N 値	コア観察 による 岩級区分	変形係数 E(kN/m ²)	表 4.3.2 より E(kN/m ²)
No.1	GL-3.0m	極風化凝灰角礫岩 (Tb(w1))	3	DL	70120	5000～ 30000
No.2	GL-2.5m		3		160560	

表 4.3.1 に示すとおり、採取されたコアから判断すると、試験深度は DL 級岩盤と判断され、試験結果は表 4.3.2 より DL 級岩盤の範囲よりもかなり大きい値である。

また、図 4.3.1 に示すとおり、地盤材料にかかわらず $E \approx 700N(400N \sim 1000N)kN/m^2$ という関係が近似的に成立するとされているが、今回の値は大きく外れている。

今回の試験結果より、試験状況および測定値にはとくに異常は認められず、試験位置の地質が凝灰角礫岩の強風化部で粘土化が著しく、風化礫の混入も多いことから、N 値やコアの見た目よりも水平方向の強度が大きいと判断される。



「改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル」一般社団法人 関東地質調査業協会 平成27年11月 p133

図 孔内水平載荷試験整理図

調査名・地点：平成28年度 秋草葬斎場地質調査業務委託

試験孔（測点）番号：No.1

測定深度（中心深度）：GL 3.00 m

試験者氏名：千本 香織

試験年月日：2017年1月25日

自然水位：

孔内水位：

【 備 考 】

静止土圧 P_0 kN/m^2	降伏圧 P_y kN/m^2	破壊圧 P_l kN/m^2	地盤係数 K_m MN/m^3	弾性係数 E_m MN/m^2	中間半径 r_m cm
79.42	153.81	287.92	70.122	3.157	3.46

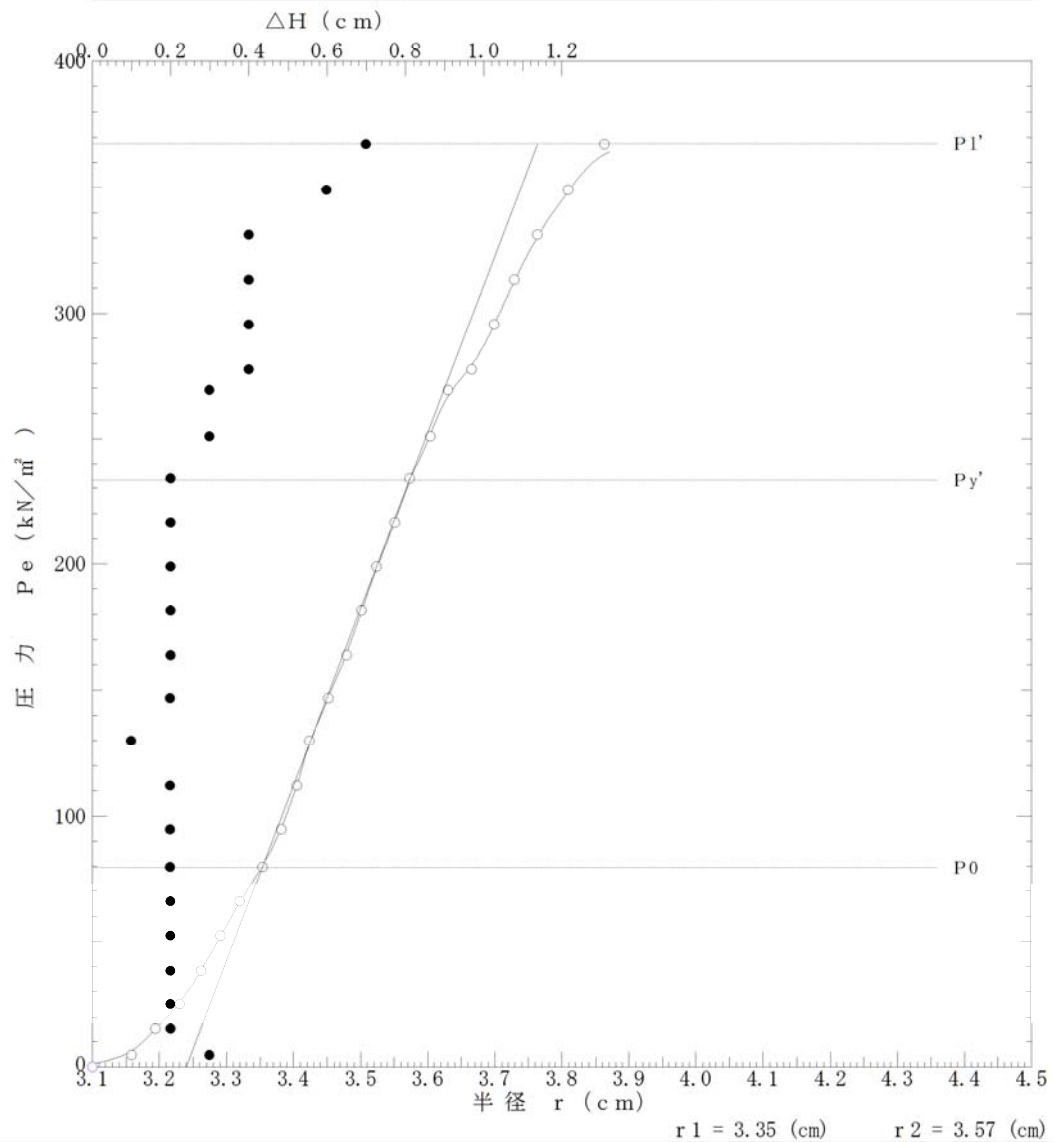


図 4.3.1 No.1 孔 孔内水平載荷試験結果図

図 孔内水平載荷試験整理図

調査名・地点：平成28年度 秋草葬斎場地質調査業務委託

試験孔（測点）番号：No.2

測定深度（中心深度）：GL 2.50 m

試験者氏名：千本 香織

試験年月日：2017年1月31日

自然水位：

孔内水位：

【 備 考 】

静止土圧 P0 kN/m ²	降伏圧 Py kN/m ²	破壊圧 P1 kN/m ²	地盤係数 Km MN/m ³	弾性係数 Em MN/m ²	中間半径 rm cm
28.44	298.65	408.68	160.564	6.914	3.31

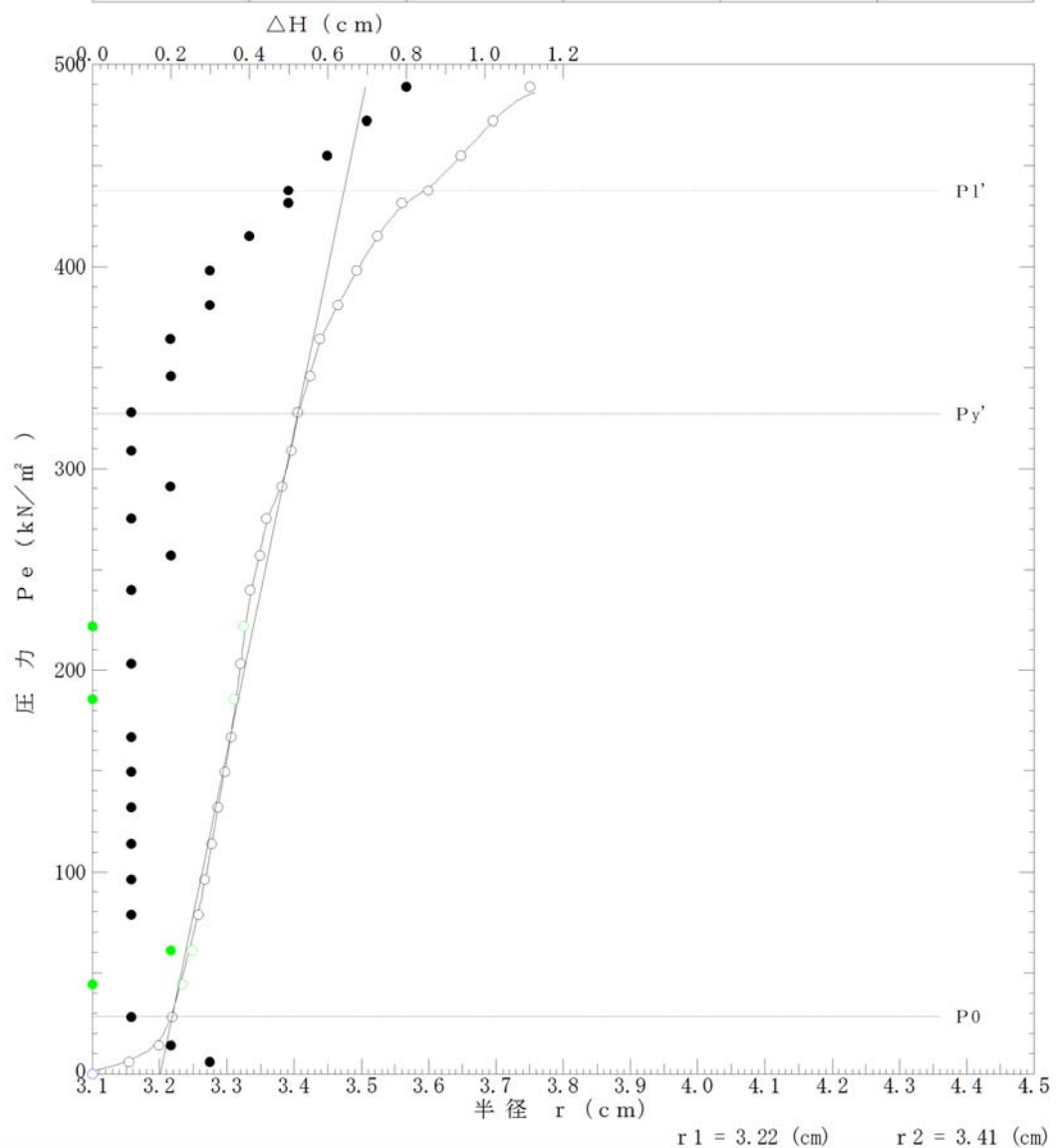


図 4.3.2 No.2 孔 孔内水平載荷試験結果図

表 4.3.2 ボーリングコア及び調査坑内の肉眼観察による岩級区分

手法 区分	ボーリングコアー観察による岩区分									調査坑内の肉眼観察による岩区分								
	色 調	① 硬軟の程度	② 風化変質の 程度 (細区分)	③ 割れ目の状態	④ コアーの状態 (細区分)	参 考 デ ー タ (例)				⑤ 硬軟の程度 (細区分)	⑥ 風化変質の程度	⑦ 割れ目間隔と状態 (細区分)	参 考 デ ー タ (例)					
						Es b (kg/cm ²)	RQD (%)	V p (km/sec)	V s (km/sec)				ショア硬度 <i>S_h</i>	山 中 式 土 壤 硬 度 <i>Y_h</i>	コンクリートびよう 貫入量 <i>D_h</i>	シュミットハンマー 反 撥 度 <i>S_t</i> (%)	間 隙 率 <i>n</i> (%)	密 度 <i>γ</i> (t/m ³)
A	青灰 ～ 乳灰	極硬 ハンマーで叩くと 金属音 D.B.で 2cm/ min 以下	亀裂面とも、 おおむね新鮮 未風化 (A)	亀裂少なく、 おおむね 20 ～50cm で密 着している。	棒状～長柱 状でおおむ ね30cm以下 で採取される。 (I)	15000<	75～100	5<	2.9<	新鮮堅硬 (A)	造岩鉱物の変質 なし	割れ目間隔 50cm 以上。 割れ目密着し、 割れ目に沿った変 質、変色なし (I, a)						2.65
B	乳灰 ～ (淡) 褐灰	硬 ハンマーで軽い金 属音 D.B. で 2 ～ 4cm/min	おおむね新鮮 なるも、亀裂 面に沿って若干風化変質褐色を帯びる。 (B)	割れ目間隔 5 ～15cm を主 体としている。一部開口 している。	短柱～棒状 で、おおむね 20cm 以下。 (II)	25000 ～ 8000	60～90	4.8<	2.6<	堅硬 (B)	岩石は淡褐色わ おびている程度	割れ目間隔 15～ 50cm 程度。割れ 目に沿って酸化 鉄付着。 (II～III, b)						2.65
CH	褐灰 ～ (淡) 灰褐	中硬 ハンマーで金属音 ～濁音を発する。コア肌滑らか。小刀で傷つく硬さ。 D.B.で 3cm/ min 以上	割れ目に沿って風化進行。 長石等是一部変色、変質している。 (B) ～ (C)	割れ目発達、開口部に一部粘土挟む。 ヘアクラック発達。 割れやすい。	短柱状。コア長 5～15cm。 原形復旧可。 (III)	5000 ～ 15000	25～75	4.1～5.0	2.0～2.5	岩石は割合硬質 (C)	黒雲母、斜長石は若干変質	割れ目間隔 5～30cm 程度。面密着。 亀裂面に沿って薄い粘土を挟む。 (III～IV, b～d)	50 ～60			>31	3±	2.60
CM	灰褐 ～ 淡黄褐	やや軟～硬 ハンマーで容易に割れ濁音を発する。コア肌やや粗い。爪で傷つくことあり。D.B.で掘進適。	岩の内部の一部を除き、風化進行。 長石、雲母はおおむね変質している。 (C) ～ (D)	割れ目多く発達し、5cm 以下。開口して、粘土をはさむ。	岩片～細片(角礫)状。 砕け易く、不円形多い。コア長 5cm 以下で原形復旧困難。 (IV)	2000 ～ 8000	0～50	3.0～4.2	1.5～2.1	ハンマーで軽く叩いて割れる	斜長石の変質進む	割れ目間隔 5～15cm 程度。 亀裂面に沿って粘土を挟む。 (IV～V, c)	40～49			21～30	5±	2.50
CL	淡黄褐 ～ 黄褐	軟 ハンマーで容易に砕ける。コア肌非常に粗い。極く脆弱で指で割れ、潰れる。 M.C.で掘進可。	岩内部まで風化進行するも、岩構造残り、石英未風化で残る。 (C) ～ (E ₁)	割れ目多いが、粘土化進行。 土砂状で密着している。	岩片状～礫状。 指で砕けて粉状。円形コアなし (IV) ～ (V)	800 ～ 4500	0～25	2.0～3.3	1.0～1.6	ハンマーでぼろぼろに砕ける。 指圧砕で一部砕ける。粒子は硬い礫状～細片状 (D～C)	黒雲母の黄金化は認められるが、カリ長石の粘土化はあまり認められない。 石英粒子は硬い。斜長石は変質。	割れ目間隔 5～50cm 程度。 割れ目状況明瞭。 (III, a～b) (II～VI, d)	26～29	>37	<29	11～20	10±	2.40
DH	黄褐	軟 ハンマーでぼろぼろに砕ける。	おおむね一様に風化進行。 (D) ～ (E ₂)	粘土化進行のため、クラックなし。	礫状 (V) ～ (VI)	800 ～ 1500	0～10	1.5～2.5	1.2	ハンマーで削ることは容易。 指圧砕でつぶれ、石英周辺に長石を残す。 各粒子硬く、礫状～砂状 (D)	黒雲母の黄金化が見られ、周辺褐色粘土化。斜長石の大部分は褐色粘土化	見かけの割れ目間隔が広くなる 割れ目間隔 15～30cm 程度。 (III, a～b) (II～III, b)	13～25	33～36	30～69	<10	14～20	2.30～2.20
DM		極軟 まさ化	(E ₂)		砂状 (VI)	300 ～ 800	0	<1.5		指圧砕で石英カリ長石の粒子細片を残す砂状になる。 粒子は硬い。 (E ₁)	雲母は一部を除き、結晶形は失われ、斜長石はほとんど変質	見かけの割れ目間隔はさらに広くなる。 間隔は 30～50cm 程度か、不明である。 割れ目面密着 (I～II, b～c)	5～12	28～32	70～99		20～35	2.10
DL						砂状～シルト状 (VI)	50 ～ 300	0	<1.2		手の平での指圧砕で、多くは粉末状となる。 一部砂状 (E ₂)	長石類のほとんどが変質粘土化している	割れ目は不明か、あっても 50cm 以上。 (I, c) (II, b)	<4	<27	>100		35～43

備考：①②上位ランク③④下位ランク、①②下位ランク③④上位ランクのときは、いずれも下位ランクとして表示する。 D.B.：ダイヤモンド M.C.：メタルクラウン

「岩盤分類 応用地質特別号」 P.93 (日本応用地質学会 昭和 58 年)

4.4 室内土質試験結果

室内土質試験については No.2 孔の 2 箇所において実施し、この結果は表 4.4.1 室内土質試験結果一覧表および図 4.4.1～4.4.4、巻末の室内土質試験結果に示すとおりである。

なお、表 4.4.2～4.4.5 に示す一般値については、下記の資料を参照した。

参考資料

「地盤材料試験の方法と解説 -二分冊の 1-」（社団法人地盤工学会, 2009）

表 4.4.1 室内土質試験結果表

試料番号 深さ(m)		2-1 5.0 ～ 5.5	2-2 13.0 ～ 13.5
地層		Tb(w1)	Tb(w2)
一般	土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	2.764	2.781
	自然含水比 W_n %	94.1	49.7
粒度	石分(75mm以上) %	0.0	0.0
	礫分(2～75mm) %	0.4	17.8
	砂分(0.075～2mm) %	10.0	25.9
	シルト分(0.005～0.075mm) %	40.6	33.7
	粘土分(0.005mm未満) %	49.0	22.6
	最大粒径 mm	9.5	19.0
	均等係数 U_c	—	—
	50% 粒径 mm	0.0054	0.0568
	10% 粒径 mm	—	—
コンシステンシー特性	液性限界 W_L %	104.7	42.8
	塑性限界 W_P %	59.7	25.3
	塑性指数 I_P	45.0	17.5
分類	地盤材料の	砂まじりシルト	砂礫質粘土
	分類名	(高液性限界)	(低液性限界)
	分類記号	(MH-S)	(CLSG)

土粒子の密度

一般的な沖積粘土および沖積砂の値は表 4.3.2 に示すとおりであり、今回の試験結果は表

4.4.3 および図 4.4.1 に示すとおりである。

今回試験を実施した極風化凝灰角礫岩(Tb(w1))および強風化凝灰角礫岩(Tb(w2))については、図 4.4.1 に示すとおりであり、どちらも洪積粘性土よりもやや高く、洪積砂質土の一般値に近い値が得られた。これは、試験試料が火山岩性のものであり礫分も含まれていることから、一般値よりもやや高い値となったと判断される。

表 4.4.2 主な鉱物と土粒子の密度

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

「出典：地盤材料試験の方法と解説 二分冊の 1- 地盤工学会 (2009) p101」

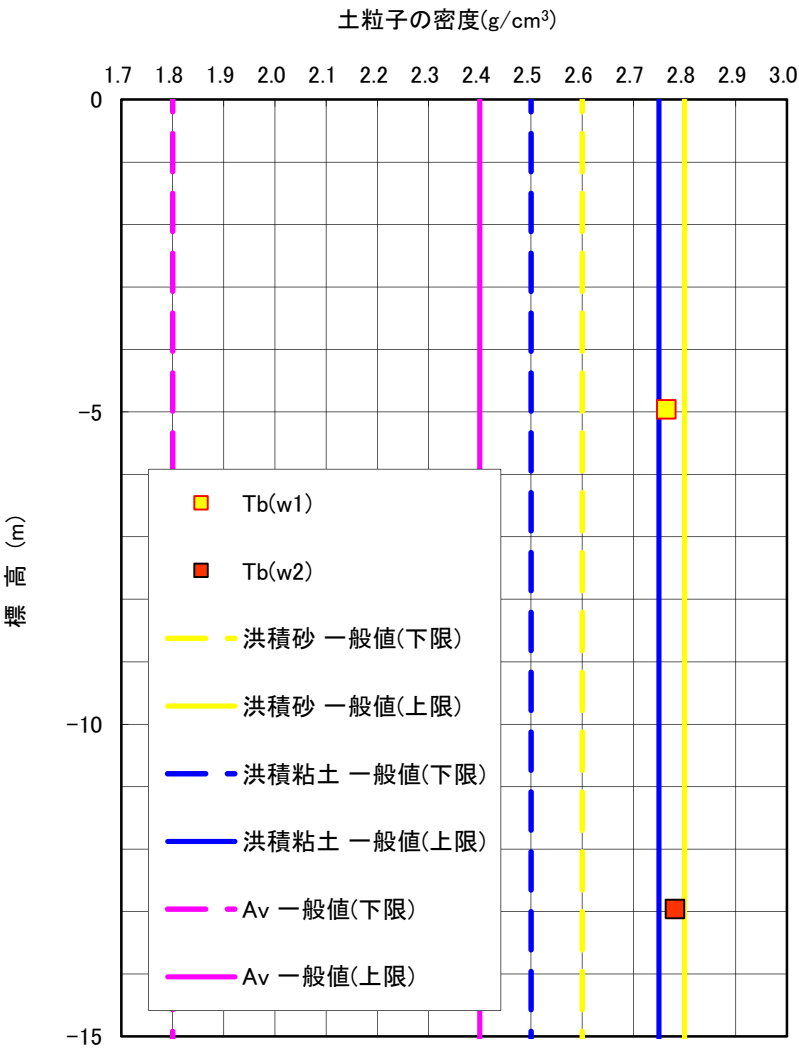


図 4.4.1 土粒子の密度試験結果図

表 4.4.3 土粒子の密度および含水比試験結果

試料番号		2-1	2-2
深さ(m)		5.0 ～ 5.5	13.0 ～ 13.5
地層		Tb(w1)	Tb(w2)
一般	土粒子の密度 $\rho_s \text{ g/cm}^3$	2.764	2.781
	自然含水比 $W_n \%$	94.1	49.7

自然含水比

自然状態の土では、土質と含水比の関係から概略の力学特性を知ることができる。

とくに、飽和した土では含水比と間隙比は一義的であり、その土の圧縮特性や強度特性と密接な関係にある。

一般的な含水比の測定例は表 4. 4. 3 に示すとおりである。

表 4. 4. 3 我が国における土の密度のおおよその範囲

項 目 \ 土 質	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	1.2～1.8	1.6～2.0	1.6～2.0	1.2～1.5	0.8～1.3
乾燥密度	0.5～1.4	1.2～1.8	1.1～1.6	0.6～0.7	0.1～0.6
含水比	30～150	10～30	20～40	80～180	80～1200

「出典：地盤材料試験の方法と解説 二冊の 1- 地盤工学会 (2009) p181」

今回試験を実施した極風化凝灰角礫岩(Tb(w1))および強風化凝灰角礫岩(Tb(w2))の試験結果については、図 4.4.2 に示すとおりであり、2 試料とも洪積粘性土の値を上回り沖積粘性土の範囲内に分布している。これは、地下水位が 4.3m 付近に位置するため、深度 5m 付近の細粒分の多い試料はとくに含水比が高くなったものと判断される。

粒度組成

今回の試験結果は図 4. 4. 3 に示すとおりである。

粒度試験結果により得られる 50%粒径、10%粒径、FC(細粒分含有率)を用いて、考察により液状化対象土層を判断する。

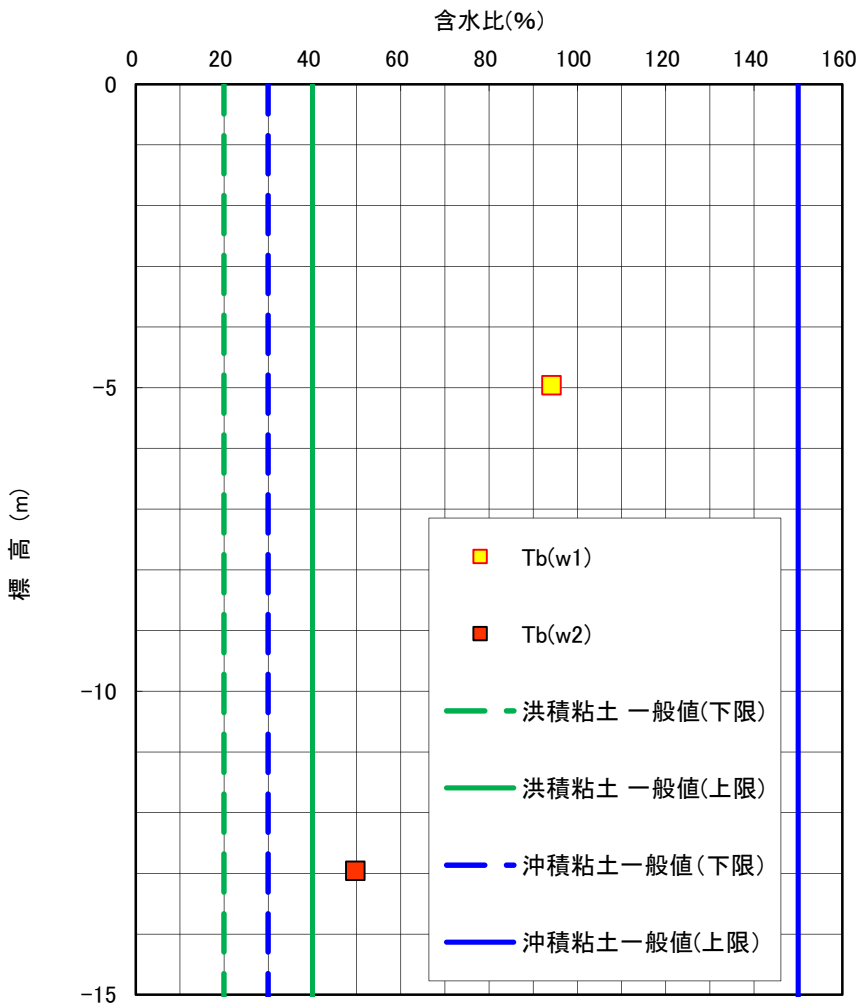


図 4. 4. 2 自然含水比試験結果図

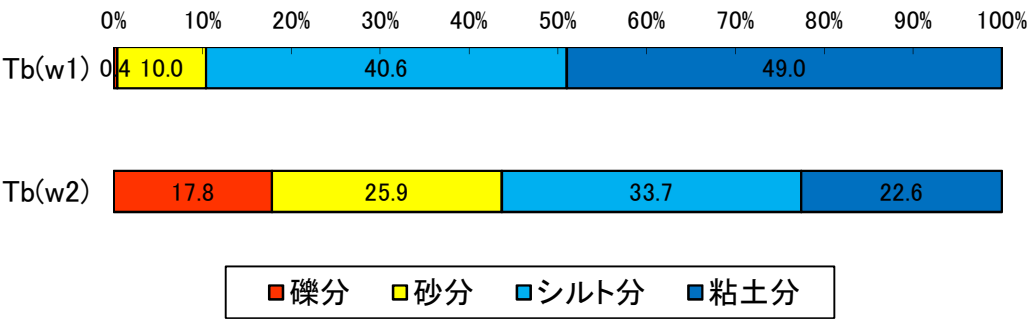


図 4. 4. 3 粒度試験結果図

コンシステンシー特性

一般的に土は、液性限界が大きくなれば土の圧縮性が増加し、塑性指数が大きくなれば粘性が増加する性質を持っている。また、液性限界と塑性限界は土粒子の粒径が小さくなればなるほど、またその量が多くなるほど大きくなる傾向がある。

一般的な洪積粘土の値は表 4. 4. 5 に示すとおりであり、今回の試験結果は表 4. 4. 6 および図 4. 4. 4 に示すとおりである。

一般に粘土(洪積層)の液性限界は 35～90%、塑性限界は 20～50%である。
今回の試験結果については、極風化凝灰角礫岩 (Tb(w1)) は洪積粘土の範囲外となり、強風化凝灰角礫岩(Tb(w1))は洪積粘土の範囲内の値を示す。

今回の試験結果を用いて、*IP*(塑性指数)より液状化対象土層を判断する。

表 4. 4. 5 液性限界・塑性限界の測定例(地盤工学会)

土の種類	液性限界 W _L (%)	塑性限界 W _P (%)
粘土 (沖積層)	50 ～ 130	30 ～ 60
シルト (沖積層)	30 ～ 80	20 ～ 50
粘土 (洪積層)	35 ～ 90	20 ～ 50
関東ローム	80 ～ 150	40 ～ 80

「出典：地盤材料試験の方法と解説 二分冊の 1- 地盤工学会 (2009) p146」

表 4. 4. 6 液性限界・塑性限界試験結果

試料番号		2-1	2-2
深さ(m)		5.0 ～ 5.5	13.0 ～ 13.5
地層		Tb(w1)	Tb(w2)
コンシステンシー特性	液性限界 W _L %	104.7	42.8
	塑性限界 W _P %	59.7	25.3
	塑性指数 I _P	45.0	17.5

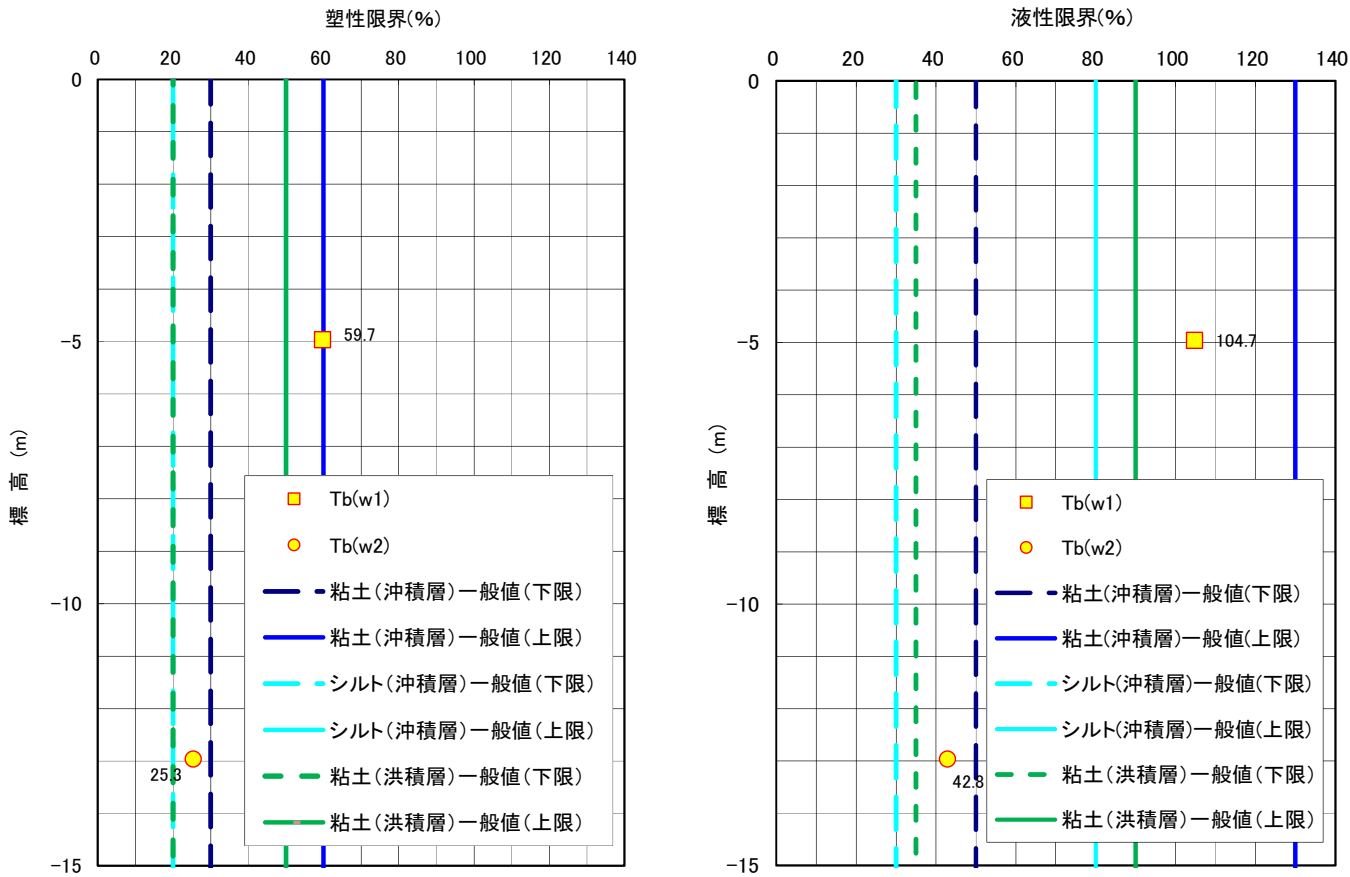


図 4. 4. 4 液性限界および塑性限界試験結果図

5.考 察

5.1 土質定数の検討

ここでは、調査地に分布する地層ごとの土質定数を

- ・ボーリングコアの状況および N 値
- ・資料 5.1.1~5.1.2 に示す条件

等より総合的に判断し、設定した。

各土質定数の提案値一覧は表 5.1.1 に示すとおりである。

表 5.1.1 土質定数推定結果一覧表

地層名		土質構成	代表N値	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	内部摩擦角 ϕ (°)	粘着力 c (kN/m ²)	変形係数 E (kN/m ²)
埋 土	f	礫混じり砂	—	20	40	0	—
極風化凝灰角礫岩	Tb (w1)	極風化 凝灰角礫岩 (粘性土)	2	16	19	24	70,000~ 160,000
強風化凝灰角礫岩	Tb (w2)	強風化 凝灰角礫岩 (粘性土)	8	16	20	57	—
風化凝灰角礫岩	Tb (w3)	風化 凝灰角礫岩 (礫混じり土砂)	35	17	20	139	—
凝灰角礫岩	Tb	凝灰角礫岩	77	18	21	225	—

資料 5.1.1 土質部： 単位体積重量 (γ_t)、せん断抵抗角 (ϕ)、粘着力 (c)

参表.1 土質による土質定数の代表値

種 類		状 態	単位体積重量 (kN/m^3)	せん断抵抗角 (度)	粘着力 (kN/m^2)
盛土	礫および礫混じり砂	締め固めたもの f	20	40	0
	砂	締め固めたもの	粒度の良いもの	35	0
			粒度の悪いもの	30	0
	砂質土	締め固めたもの	19	25	30以下
	粘性土	締め固めたもの	18	15	50以下
自然盤	関東ローム	締め固めたもの	14	20	10以下
	礫	密実なものまたは粒度の良いもの	20	40	0
		密実でないものまたは粒度の悪いもの	18	35	0
	礫混じり砂	密実なもの $Tb(w3)$	21	40	0
		密実でないもの	19	35	0
	砂	密実なものまたは粒度の良いもの	20	35	0
		密実でないものまたは粒度の悪いもの	18	30	0
	砂質土	密実なもの	19	30	30以下
		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
		やや軟いもの (指の中程度の力で貫入) $Tb(w2)$	17	20	30以下
		軟いもの (指が容易に貫入) $Tb(w1)$	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)	17	20	50以下
		やや軟いもの (指の中程度の力で貫入)	16	15	30以下
		軟いもの (指が容易に貫入)	14	10	15以下
	関東ローム		14	5 (ϕ_u)	30以下

$$(1\text{tf/m}^3 = 9.81\text{kN/m}^3, 1\text{tf/m}^2 = 9.81\text{kN/m}^2)$$

表の使用に当たっては、次の点に注意するものとする。

- 地下水位以下にある土の単位体積重量は、それぞれの表中の値から 10 を差引いた値とする。
- 単位体積重量の値を決定する場合、次の点に注意すること。
 - 砕石は礫と同じ値とする。
 - トンネルずりや岩塊などは、粒径や間隙により異なるので既往の実績や現場試験により決定する。
 - 礫混じり砂質土や礫混じり粘性土は、礫の混合割合および状態により適宜定める。
- せん断抵抗角および粘着力の値は、圧密非排水せん断に対する概略的な値である。この場合、盛土に対する地下水、湧水などの影響は考慮していない。(cu)
- 砕石、トンネルずり、岩塊などのせん断抵抗角および粘着力は、礫の値を用いてよい。
- 粒度の悪い砂とは、粒径のそろった砂をいう。礫の場合も同様である。
- 粘性土、粘土及びシルトの区分でN値の目安は、おおむね次のとおりである。

固いもの (N=8~15) , やや軟いもの (N=4~8) , 軟いもの (N=2~4)

摘要に示す統一分類記号はおおよその目安である。

「出典：設計要領 第一集 土工建設編(平成 28 年 8 月) 西日本高速道路 P1-51」

資料 5.1.2 岩盤部：単位体積重量 (γ_t)、せん断抵抗角 (ϕ)、粘着力 (c)

参表.2 換算 N 値による場合の測定例

土質定数		砂 岩・礫 岩 深 成 岩 類	安 山 岩	泥岩・凝灰岩 凝灰角礫岩 Tb	備 考
粘着力 (kN/m^2)	換算 N 値と 平均値の関係	$15.2N^{0.327}$	$25.3N^{0.334}$	$16.2N^{0.606}$	
	標 準 偏 差	0.218	0.384	0.464	log 軸上の値
せん断抵抗角 (度)	換算 N 値と 平均値の関係	$5.10 \log N + 29.3$	$6.82 \log N + 21.5$	$0.888 \log N + 19.3$	log の底は 10
単位体積重量 (tf/m^3)	換算 N 値と 平均値の関係	$1.173 + 0.4 \log N$			$\times 9.807$ kN/m^3

※換算 N 値は 300 以下 (50 回打撃時の貫入量が 5cm 以上)

※換算 N 値 = $50 \times (30\text{cm} / \text{貫入量 (cm)})$

「出典：設計要領 第二集 橋梁建設編 (平成 28 年 8 月) 西日本高速道路 P4-7, 4-10」

[代表 N 値]

代表 N 値は、各層の実測値をもとに平均値の採用を基本とした。

表 5.1.2 代表 N 値検討結果一覧表

地層名			実測N値	代表N値	備 考
埋 土	f	礫混じり砂	—	—	[構成土質:礫混じり砂, 色調:暗灰]
極風化凝灰角礫岩	Tb (w1)	極風化 凝灰角礫岩 (粘性土)	2～4	2	[構成土質:礫混じり粘土, 色調:茶褐] 代表N値は実測N値の平均値
強風化凝灰角礫岩	Tb (w2)	強風化 凝灰角礫岩 (粘性土)	4～20	8	[構成土質:礫混じり粘土, 色調:茶褐～褐灰] 代表N値は実測N値の平均値
風化凝灰角礫岩	Tb (w3)	風化 凝灰角礫岩 (礫混じり土砂)	16～54	35	[構成土質:礫混じり砂, 色調:黄褐～褐灰] 代表N値は実測N値の平均値
凝灰角礫岩	Tb	凝灰角礫岩	31～167	77	[構成土質:凝灰角礫岩, 色調:褐灰～赤灰] 代表N値は換算N値の平均値

[単位体積重量 $\gamma_t(\text{kN/m}^3)$]

単位体積重量は、埋土層(f)および極風化凝灰角礫岩(Tb(w1))については資料 5.1.1 より検討した結果を提案値とし、強風化凝灰角礫岩(Tb(w2))、風化凝灰角礫岩(Tb(w3))、凝灰角礫岩(Tb)については、資料 5.1.2 の計算式に基づき算出した値を提案値とした。

表 5.1.3 単位体積重量検討結果一覧表

地層名		土質構成	代表N値	単位体積重量 $\gamma_t(\text{kN/m}^3)$			参考資料
				資料5.1.1	資料5.1.2	提案値	
埋 土	f	礫混じり砂	—	20	—	20	資料5.1.1 盛土(礫および礫混じり砂)
極風化凝灰角礫岩	Tb(w1)	極風化凝灰角礫岩(粘性土)	2	16	12.7	16	資料5.1.1 粘性土(軟いもの) 試料5.1.2 凝灰角礫岩 室内土質試験結果より土粒子の密度が高い値を示したため資料5.1.1の値を提案する
強風化凝灰角礫岩	Tb(w2)	強風化凝灰角礫岩(粘性土)	8	17	15.0	16	資料5.1.1 粘性土(やや軟いもの) 試料5.1.2 凝灰角礫岩 平均値を提案する
風化凝灰角礫岩	Tb(w3)	風化凝灰角礫岩(礫混じり土砂)	35	21	17.6	17	資料5.1.1 礫混じり砂(密実なもの) 試料5.1.2 凝灰角礫岩 岩盤部として資料5.1.2の値を提案する
凝灰角礫岩	Tb	凝灰角礫岩	77	—	18.9	18	資料5.1.2 凝灰角礫岩

[せん断抵抗角 ϕ (度)]

せん断抵抗角は、埋土層(f)については資料 5.1.1 より検討した結果を提案値とし、
岩盤部については粘着力も考慮するものとし、資料 5.1.2 の計算式に基づき算出した
値を提案値とした。

表 5.1.4 せん断抵抗角検討結果一覧表

地層名		土質構成	代表N値	内部摩擦角 ϕ (°)			参考資料
				資料5.1.1	資料5.1.2	提案値	
埋 土	f	礫混じり砂	—	40	—	40	資料5.1.1 盛土(礫および礫混じり砂)
極風化凝灰角礫岩	Tb (w1)	極風化 凝灰角礫岩 (粘性土)	2	15	19.6	19	資料5.1.1 粘性土(軟いもの) 試料5.1.2 凝灰角礫岩 岩盤部として粘着力も考慮することから資料5.1.2の 値を提案する
強風化凝灰角礫岩	Tb (w2)	強風化 凝灰角礫岩 (粘性土)	8	20	20.1	20	資料5.1.1 粘性土(やや軟いもの) 試料5.1.2 凝灰角礫岩 岩盤部として粘着力も考慮することから資料5.1.2の 値を提案する
風化凝灰角礫岩	Tb (w3)	風化 凝灰角礫岩 (礫混じり土砂)	35	40	20.7	20	資料5.1.1 礫混じり砂(密実なもの) 試料5.1.2 凝灰角礫岩 岩盤部として粘着力も考慮することから資料5.1.2の 値を提案する
凝灰角礫岩	Tb	凝灰角礫岩	77	—	21.0	21	資料5.1.2 凝灰角礫岩

[粘着力 $c(\text{kN/m}^2)$]

粘着力は、埋土層(f)については砂質土のため考慮せず、岩盤部については内部摩擦角を考慮するため、資料 5.1.2 の計算式に基づき算出した値を提案値とした。

表 5.1.5 粘着力検討結果一覧表

地層名		土質構成	代表N値	粘着力 $c(\text{kN/m}^2)$			参考資料
				資料5.1.1	資料5.1.2	提案値	
埋 土	f	礫混じり砂	—	0	—	0	資料5.1.1 盛土(礫および礫混じり砂)
極風化凝灰角礫岩	Tb (w1)	極風化 凝灰角礫岩 (粘性土)	2	15以下	24.7	24	資料5.1.1 粘性土(軟いもの) 試料5.1.2 凝灰角礫岩 岩盤部として内部摩擦力も考慮することから資料 5.1.2の値を提案する
強風化凝灰角礫岩	Tb (w2)	強風化 凝灰角礫岩 (粘性土)	8	30以下	57.1	57	資料5.1.1 粘性土(やや軟いもの) 試料5.1.2 凝灰角礫岩 岩盤部として内部摩擦力も考慮することから資料 5.1.2の値を提案する
風化凝灰角礫岩	Tb (w3)	風化 凝灰角礫岩 (礫混じり土砂)	35	0	139.7	139	資料5.1.1 礫混じり砂(密実なもの) 試料5.1.2 凝灰角礫岩 岩盤部として内部摩擦力も考慮することから資料 5.1.2の値を提案する
凝灰角礫岩	Tb	凝灰角礫岩	77	—	225.3	225	資料5.1.2 凝灰角礫岩

5.2 液状化の検討

ここでは、室内土質試験結果より、液状化判定の対象層について考察を行う。

建築基礎構造設計指針（日本建築学会 2001 年）によると、液状化判定の対象とすべき土層は以下のとおりである。

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%以下の土とする。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 (0.005mm 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盛土地盤については液状化の検討を行う。細粒土を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫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の検討を行う。

室内土質試験結果より、本調査地において液状化の対象となる層を判定すると表 5.2.1 のとおりである。極風化凝灰角礫岩 (Tb(w1)) および強風化凝灰角礫岩 (Tb(w2)) ともに、すべての条件において適合しないため、液状化非対象層と判断される。

表 5.2.1 液状化対象層の判定表

(液状化対象層は着色)

液状化 対象条件	地下水位	地層名	分布深度	$F_c(\%)$	粘土分 含有率	I_p
	$\leq \text{GL}-10\text{m}$		$\leq \text{GL}-20\text{m}$	$\leq 35\%$	$\leq 10\%$	≤ 15
No.2	4.3m	極風化凝灰角礫岩 (Tb(w1))	5.0～5.5m	89.6	49.0	45.0
		強風化凝灰角礫岩 (Tb(w1))	13.0～13.5m	56.3	22.6	17.5

5.3 支持層の選定

【支持層の選定および長期許容地耐力】

支持地盤や基礎の選定については、「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会、2001 p57）によると、以下のように示している。

1. 支持地盤や基礎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。

また、「建築基礎設計のための地盤調査計画指針」（日本建築学会、2009 p25）によると、以下のように示している。

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が、採用予定の杭工法の先端支持力の評価方法や形状に留意して設定する必要がある。また、基礎形式に係わらず、支持層以深に沈下が懸念される層の存在が想定される場合には、そのような層の有無が確認できる深さまで調査する。

一般に、支持層として適切と判断されるのは、N 値 30～50 以上を示す締まった層が 3～5m 程度連続して分布する地層とされている。

調査地は鉄筋 3 階建て構造物が計画されており、調査により確認された各層の層相から、支持地盤となり得る層を検討すると表 5.3.1 に示すとおりである。

表 5.3.1 支持層判定表

地層名	層 相	層厚(m)	代表 N 値*1	支持層とし ての適否
埋土層 (f)	礫混じり砂	0.2～1.4	—	×
極風化凝灰角礫岩 (Tb(w1))	極風化凝灰角礫岩	5.6～5.8	2	×
強風化凝灰角礫岩 (Tb(w2))	強風化凝灰角礫岩	11.2～13.9	8	×
風化凝灰角礫岩 (Tb(w3))	風化凝灰角礫岩	5.0～7.1 以上	35	△
凝灰角礫岩 (Tb)	凝灰角礫岩	5.8 以上	77	○

*1：代表 N 値は 5.1 項における提案値

地表から強風化凝灰角礫岩までの層については、N 値が低く支持地盤としては不適である。

風化凝灰角礫岩(Tb(w3))

層厚は 5m 以上あり、代表 N 値 35 を示す礫混じり砂状コアである。

No.1 孔においては N 値 30 以上が連続して 5m 以上確認されており、支持層としても可能と判断されるが、No.2 孔の層下部において、部分的に礫の混入率が低く N 値が 16～21 と低くなっているため、支持層としては問題箇所となる。

凝灰角礫岩(Tb)

層厚は 5m 以上確認されており、代表 N 値 77 を示す弱固結～固結した凝灰角礫岩である。

層厚およびN値ともに支持地盤として期待できる。

よって、図 4.1.2 に示すとおり、提案する支持層ラインは、No.1 孔の深度 22m 付近の風化凝灰角礫岩(Tb(w3))から No.2 孔の深度 23.2m 付近の凝灰角礫岩(Tb)に向かって緩やかに傾斜していると想定される。

なお、No.1 孔付近においても、確実な支持層として凝灰角礫岩(Tb)に支持を求める場合は、今回調査した深度よりも深くなるため、支持層ラインは No.2 孔から No.1 孔に向かって下向きに傾斜するものと想定される。

5.4 基礎形式の検討

調査結果より、支持層までの深さは表 5.4.1 に示すとおりである。

支持層となる風化凝灰角礫岩(Tb(w3))および凝灰角礫岩(Tb)は、深度 20～23m 以深に分布するため、図 5.4.1 および表 5.4.2 に示す「杭基礎(支持杭)」の採用が適切であると判断される。

表 5.4.1 各孔における支持層までの深度一覧表

孔 番	支持層までの深度	地層	基礎形式の提案
No.1	19.9m	風化凝灰角礫岩 (Tb(w3))	杭基礎
No.2	23.2m	凝灰角礫岩 (Tb)	

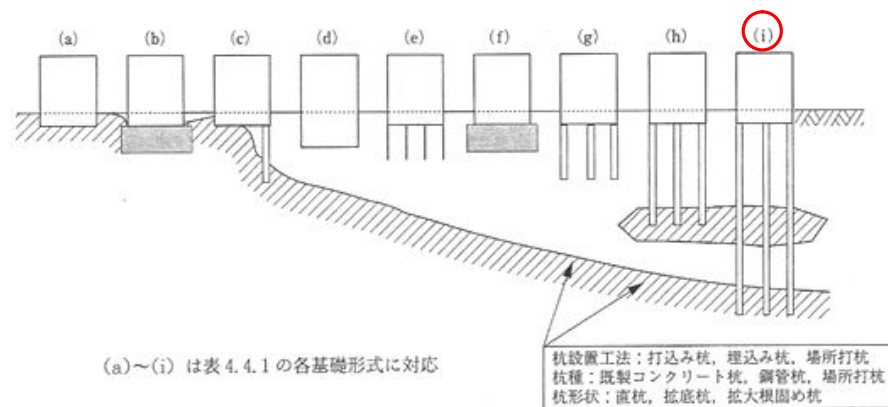


図5.4.1 支持地盤の深度と適用可能な基礎形式

建築基礎構造設計指針(日本建築学会, 2001年)p58

表5.4.2 基礎形式ごとの検討事項・チェック事項一覧

建築基礎構造設計指針(日本建築学会, 2001年)p58

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・布基礎 独立基礎等	地盤の鉛直支持力, 滑動抵抗力, 浮上がり抵抗力 即時沈下, 圧密沈下 凍結震度, 地下水位
(b)	直接基礎+地盤改良工法 (ラッフルコンクリート地業を 含む)	同上+改良体, 改良地盤	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 改良体の設計基準強度, 発生(圧縮・せん断)応力度
(c)	併用基礎 (異種基礎)	基礎スラブ, 改良 体, 改良地盤, 杭基 礎(摩擦杭, 中間支 持層への支持杭, 支 持杭)	直接基礎, 地盤改良工法, 杭基礎の該当欄のほか, 傾斜地盤の鉛直支持力, 境界部応力, 基礎のねじれ
(d)	フローティング基礎	基礎スラブ	直接基礎の項のほか, 排土重量, 地中応力など
(e)	併用基礎 (パイルドラフト基礎)	べた基礎, 摩擦杭	同上+平均鉛直ばね定数, ラフトの相対剛性
(f)	直接基礎+地盤改良工法	同上+改良体, 改良 地盤	(b)直接基礎+地盤改良工法の検討事項+層状地盤の鉛直支持 力
(g)	杭基礎 (摩擦杭)	パイルキャップ, 杭 頭接合部各種の杭 種, 杭工法	杭の鉛直支持力, 引抜き抵抗力, 水平抵抗力 群杭効率, 負の摩擦力, 地盤変位を考慮した耐震設計, 液状化地盤の水平抵抗, 傾斜地盤の鉛直支持力・水平抵抗力
(h)	杭基礎 (中間支持層への支持杭)	同上	杭基礎の即時沈下, 圧密沈下, 基礎の変形角・傾斜角 杭体(圧縮, 曲げ, せん断)耐力, 杭頭接合部耐力
(i)	杭基礎 (支持杭)	同上	

6.設計・施工上の留意点について

- ・調査地において確実な支持層となる風凝灰角礫岩(Tb)に支持を求める場合は、敷地北西側（ボーリング No.1 孔）では南東側（ボーリング No.2 孔）より深く分布し、部分的に不陸となっている可能性もあるため、施工の際には支持地盤を確認しながら杭長を検討することが望ましい。
- ・既存資料より、今回の凝灰角礫岩(Tb)に相当すると判断されるN値 50 以上の層は礫層と記され、砂分をほとんど含まず安山岩礫が大部分を占めるとされている。現在とは掘進技術も異なるため、今回コアとの比較は困難であるが、今回のボーリングにおいても、径 100～150mm 程度の礫が認められていることから、施工の際には礫による影響を十分考慮する必要がある。
- ・今回の調査期間中、孔内水位が認められているため、施工の際には排水対策が必要となる。
- ・施工の際は現建物との近接施工となるため、施工前後の建物への影響調査をしておくことが望ましい。

以上

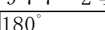
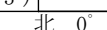
ボーリング柱状図

調 査 名 平成28年度 秋草葬斎場地質調査業務委託

ボーリングNo

事業・工事名

シート No

ボーリング名	No. 1			調査位置		日出町大字平道字秋草291番1					北緯							
発注機関	別杵速見地域広域市町村圏事務組合					調査期間		平成 28年 12月 27日 ~ 29年 2月 28日			東経							
調査業者名	明大工業株式会社 電話 (0977-24-1213)			主任技師		千本 香織		現代場人		千本 香織		コ鑑定者		千本 香織		ボーリング責任者	田北 章一	
孔口標高	GH=0.03m		角 度		方 向		地盤勾配		使用機種	試錐機		T O H O - D 1		ハンマー 落下用具	半自動			
総掘進長	27.00m									エンジン		N F A D - 1 0			ポンプ		G P - 5	

[illegible]

ボーリング柱状図

調 査 名 平成28年度 秋草葬斎場地質調査業務委託

ボーリングNo										
---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

事業・工事名

シートNo

ボーリング名	No. 2			調査位置	日出町大字平道字秋草291番1						北緯		
発注機関	別杵速見地域広域市町村圏事務組合					調査期間	平成 28年 12月 27日 ~ 29年 2月 28日					東経	
調査業者名	明大工業株式会社 電話 (0 9 7 7 - 2 4 - 1 2 1 3)			主任技師	千本 香 織		現場代理人	千本 香 織		コ 鑑 定 ア 者	千本 香 織	ボーリング責任者	田北 章 一
孔 口 標 高	GH= 0.29m	角 度	180° 上 90° 下 0°	方 向	北 0° 270° 西 180° 南 90° 東	地盤勾配	鉛直 90° 水平 0°	使用機種	試錐機	T O H O - D 1		ハンマー落下用具	半自動
総掘進長	29.00m								エンジン	N F A D - 1 0		ポンプ	GP-5

標尺 (m)	標高 (m)	層厚 (m)	深度 (m)	柱状 図	土質 区分	色調	相対 密度	相対 稠度	記 事	孔内水位 (m)／測定月日	標準貫入試験										原位試験		試料採取			室内試験 (月 日)	掘進 月 日
											深度 (m)	10cmごとの 打撃回数			打撃回数／貫入量 (cm)	N 値	深度 (m)	試験名 および結果	深度 (m)	試験 番号	採取 方法						
												0 〃 10	10 〃 20	20 〃 30													

1	-1.11	1.40	1.40		埋土	暗灰			・クラッシュランおよび礫混じり砂	2/1 4.30	1.65	1	2	1	4	30	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
---	-------	------	------	--	----	----	--	--	------------------	-------------	------	---	---	---	---	----	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--