

平成 28 年度 設楽ダム転流工関連地質調査業務

報 告 書

平 成 28 年 8 月

サンコーコンサルタント株式会社

## 目 次

PAGE

1. 業務概要 .....	1
2. 実施方針 .....	6
3. 調査方法 .....	8
3.1 機械ボーリング .....	8
3.2 孔内水平載荷試験 .....	11
3.3 室内岩石試験 .....	14
3.4 弾性波トモグラフィ .....	15
4. 地形・地質概要 .....	21
4.1 地形概要 .....	21
4.2 地質概要 .....	23
5. 調査結果 .....	26
5.1 地表地質踏査結果 .....	26
5.2 調査ボーリング結果 .....	29
5.3 孔内水平載荷試験結果 .....	35
5.4 室内岩石試験結果 .....	36
5.5 弾性波トモグラフィ結果 .....	40
6. 考察(総合解析) .....	48
6.1 調査地の地質と地質構造 .....	53
6.2 分布地質の工学的特性 .....	48
6.3 転流工トンネル計画区間の地山状況 .....	56
6.4 設計・施工上の留意点 .....	71

### 【巻末資料】

- 1) コア写真及びボーリング柱状図
- 2) 孔内水平載荷試験データシート

- 3) 室内岩石試験データシート
- 4) 弾性波トモグラフィ波形記録及び簡易水準測量結果
- 5) 現場記録写真
- 6) 室内岩石試験状況写真

【付図（巻末図面集）】

- ・調査位置及び地質平面図 1葉 (1/3)
- ・転流工地質平面図及び地質縦断図 1葉 (2/3)
- ・弾性波トモグラフィ走時曲線及び解析断面図 1葉 (3/3)

## 1. 業務概要

(1) 業務名：平成 28 年度 設楽ダム転流工関連地質調査業務

(2) 調査範囲：愛知県北設楽郡設楽町地先

図 1.1 に調査位置案内図を、図 1.2 に調査位置図を、図 1.3 に調査位置詳細図を示す。

(3) 調査目的：本業務は、設楽ダムの転流工及び関連設計で必要な土質状況の把握のため、地質調査を行うものである。

(4) 調査内容： 準備及び後片付け :

1 式

機械ボーリング  $\phi$  66mm 鉛直 : 3 箇所、延べ 66.0m

孔内水平載荷試験（中圧） : 2 回

弾性波トモグラフィ探査 : 0.1km

室内岩石試験（一軸圧縮強度試験・超音波伝播速度試験） : 3 個

調査孔閉塞 : 3 箇所

足場仮設（30°～45°未満） : 3 箇所

解析等調査 : 1 式

電子成果品作成 : 2 部 (CD-R)

打合せ（業務着手時、中間時 3 回、成果品納入時） : 5 回

表 1.1(1)～(3) に実施数量の詳細を示す。

(5) 履行期間：平成 28 年 5 月 21 日～平成 28 年 8 月 17 日

(6) 発注機関：国土交通省 中部地方整備局 設楽ダム工事事務所

(7) 契約金額：¥7,722,000-（内消費税¥572,000-）

(8) 業務担当：サンコーコンサルタント株式会社名古屋支店

愛知県名古屋市中区栄 2-11-7（伏見大島ビル）

TEL. 052(228)6131、FAX. 052(223)6238

主任技術者：

担当技術者：

担当技術者：

担当技術者：

位置図 S=1:10,000

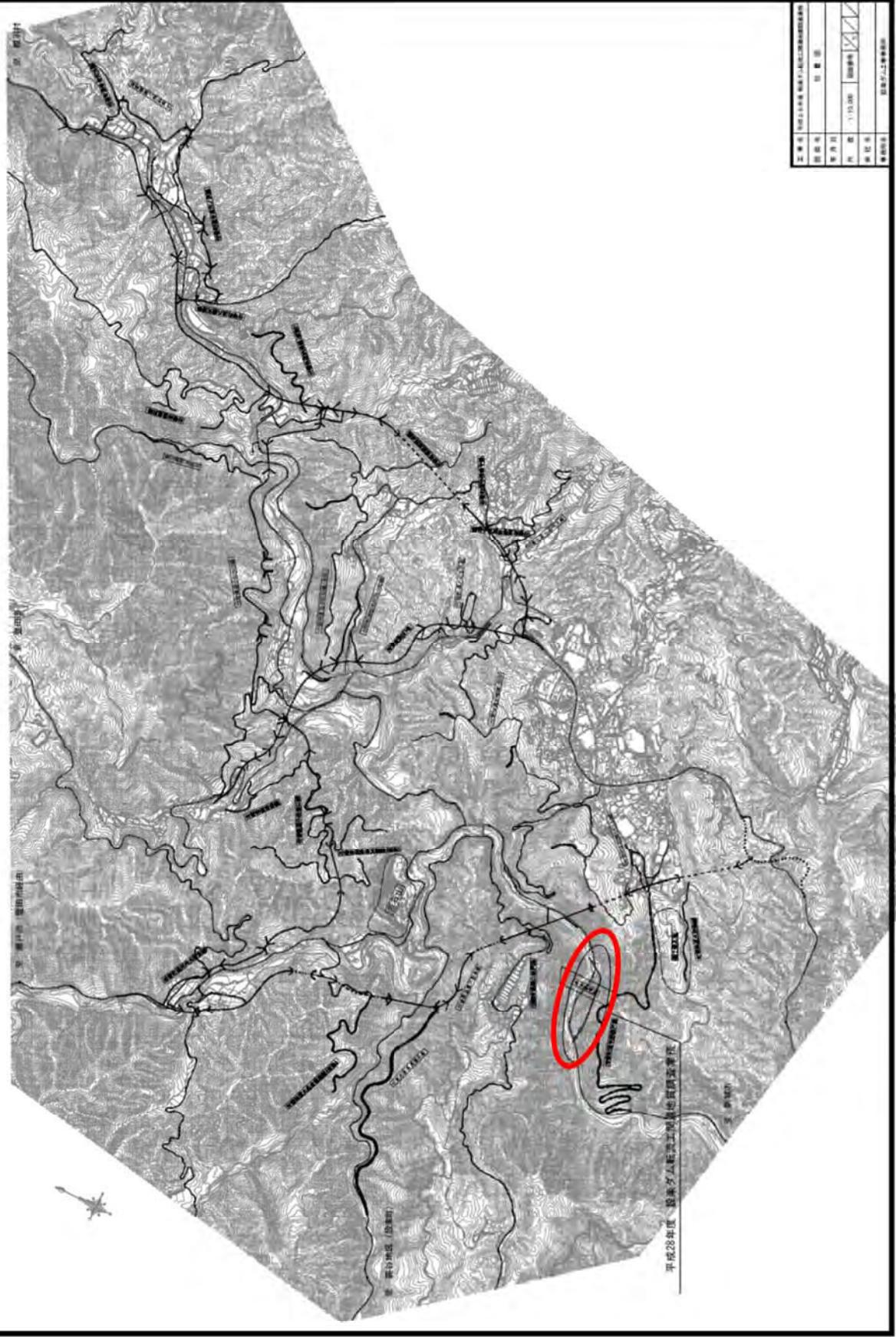
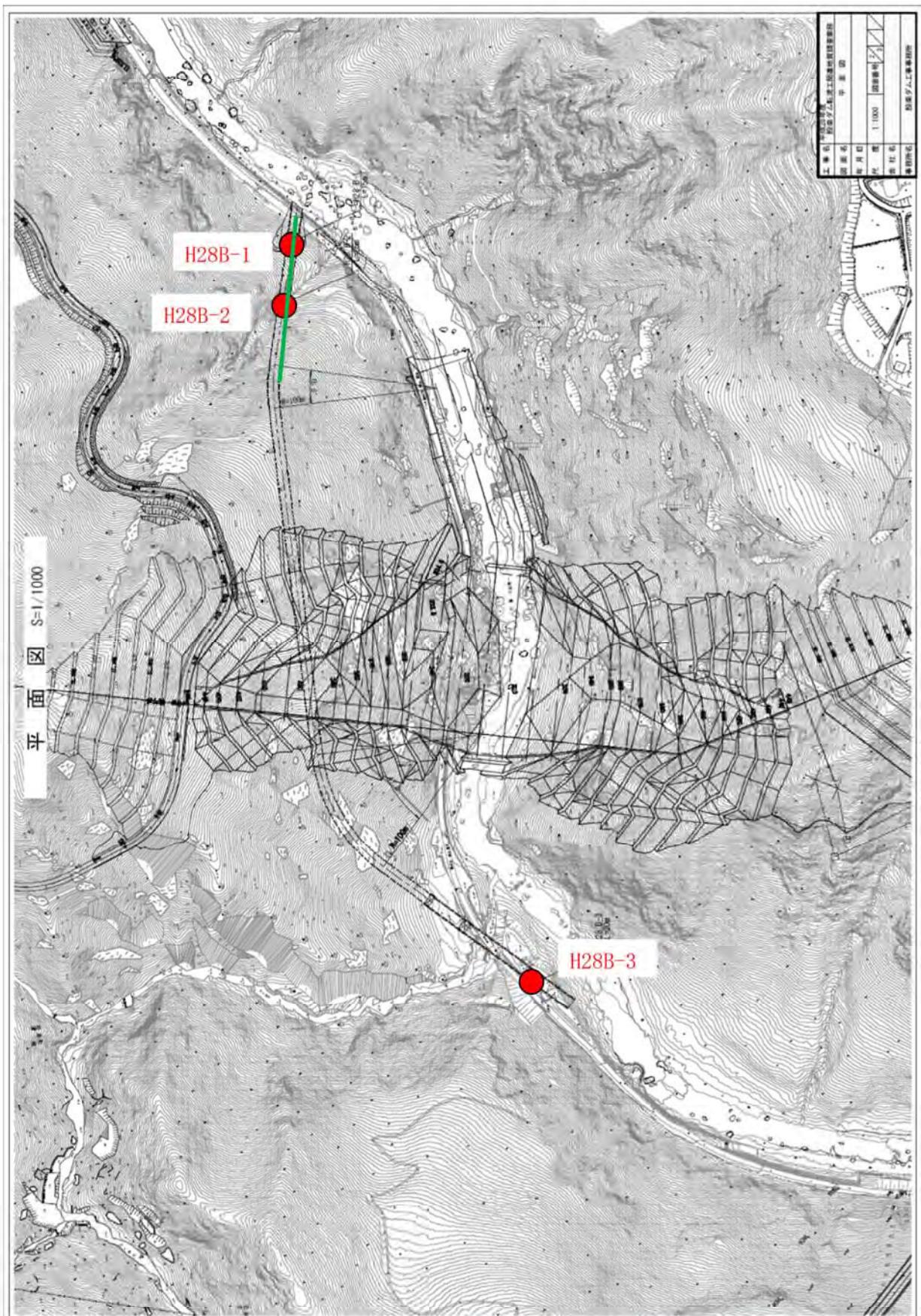


図 1.1 調査位置案内図

図 1.2 調査位置図



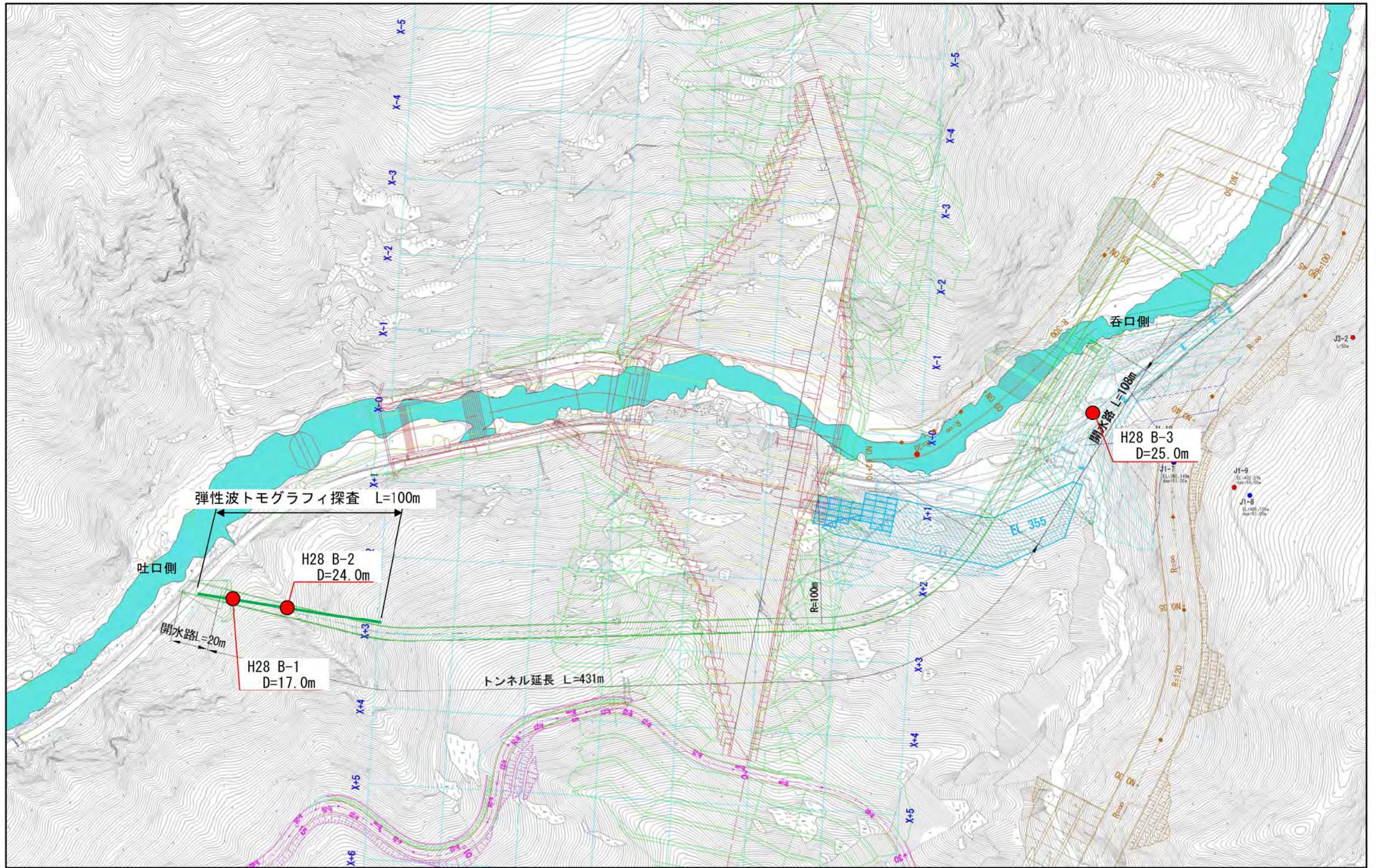


図 1.3 調査位置詳細図

表 1.1 数量一覧表

調査項目数量 (1/2)

番号	ボーリング番号	測点No.	当初実績	せん孔深度	せん孔方向	掘進長(m)								総掘削長(m)	備考		
						孔径 φ66mm											
						ノンコアボーリング				オールコアボーリング							
						粘性土・シルト	砂・砂質土	礫混じり土砂	玉石混じり土砂	固結シルト	軟岩	中硬岩	硬岩	計			
1	H28 B-1		当初 実績	50m以下	鉛直下方			1.0			8.0	4.0	2.0	15.0	15.0		
						0.3		3.3			9.4	2.0	2.0	17.0	17.0		
2	H28 B-2		当初 実績	50m以下	鉛直下方			1.0			3.0	3.0	18.0	25.0	25.0		
						0.3		0.0			7.4	12.2	4.1	24.0	24.0		
3	H28 B-3		当初 実績	50m以下	鉛直下方			7.0			3.0	5.0	5.0	20.0	20.0		
								2.5	2.6		14.9	5.0	0.0	25.0	25.0		
			当初	合計	鉛直下方	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	14.0	12.0	25.0	60.0	60.0		
			実績			0.6	0.0	5.8	2.6	0.0	31.7	19.2	6.1	66.0	66.0		

調査項目数量 (2/2)

番号	ボーリング番号	測点No.	当初実績	サンプリング(本)			標準貫入試験(回)						孔内水平載荷試験(回)	室内土質試験(試料)							室内岩石試験(個)				弾性波探査 トモグラフィ	備考				
				シンウォール	デニソン	トリブル	粘性土シルト	砂砂質土	礫混じり土砂	玉石混じり土砂	固結シルト	軟岩	中硬岩	計	中圧載荷	土粒子密度	粒度(沈降)	粒度(フリイ)	含水比	湿潤密度	液性限界	塑性限界	一軸圧縮試験	三軸圧縮試験(UU)	圧密試験	試料作成	密度試験	岩石の圧縮強度試験	超音波伝播速度試験	
				当初																						1	1			
1	H28 B-1		当初 実績																							1	1			
																										1	1			
2	H28 B-2		当初 実績																							2	2			
																										2	2	0.1		
3	H28 B-3		当初 実績													2														
				合計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0
			実績													2										3	3	3	0.1	

間接調査費数量表

番号	ボーリング番号	測点No.	当初実績	現場内小運搬						仮設足場			搬入条件	給水の有無	水源までの距離(m)	伐採距離(m)	環境保全(仮囲い)(箇所)	調査孔閉塞(箇所)	準備後片付け	備考
				種別	規格	設置・撤去数(箇所)	運搬総重量(t)	供用日数(日)												
1	H28 B-1		当初 実績			H28 B-2に含む			傾斜足場30°～45°未満				1	20m以上 150m以下			1			
						H28 B-2に含む			傾斜足場30°～45°未満											
2	H28 B-2		当初 実績	モノレール運搬	100m以下	1	2.8		傾斜足場15°～30°未満				20m未満			1				
						1	2.8		傾斜足場30°～45°未満											
3	H28 B-3		当初 実績						平坦足場				1	20m以上 150m以下			1			
									傾斜足場30°～45°未満											
			実績	モノレール運搬	100m以下	1	2.													

## 2. 実施方針

本業務の実施にあたっては、調査目的を十分に理解し、監督職員と密接なコミュニケーションを図りながら業務を進めた。なお、疑義等が生じた場合は、監督職員と協議のうえ、方針を決定した。

業務特性等を踏まえ、本業務は以下の方針に基づいて進めた。

- 1) 本業務は転流工設計のための地質調査であり、構造物設計上重要な地質性状を把握することを目的として、関連業務との情報交換および意思疎通を図り、最適な調査計画を立案する。
- 2) 地形地質特性に配慮した計画立案・解析を行い、それぞれの特性に応じた良質な地質情報の取得、構造物設計上の地質評価を行う。
- 3) 調査箇所は山地や道路沿いで計画されており、調査地点ごとの地域特性に配慮した安全・環境管理を行う(写真2.1.1~2.1.3参照)。
- 4) 調査実施に際して、地元との良好な関係の構築を図り、必要に応じて各種許可申請に関わる資料作成する等、業務・事業進捗のスムーズ化へ配慮する。
- 5) 業務遂行中に新たな調査が必要となった場合には、追加・修正計画を立案し、監督員と協議する。



写真 2.1.1 安全仮囲い(第三者対策)の状況



足場下の一次沈殿槽

二次沈殿槽

上澄み水の地中浸透

写真 2.1.2 掘削水の排水状況 (河川への排水流出防止対策)



KY 活動



## 安全パトロール

写真 2.1.3 安全衛生活動狀況

本業務の流れを図 2.1.1 に示す。

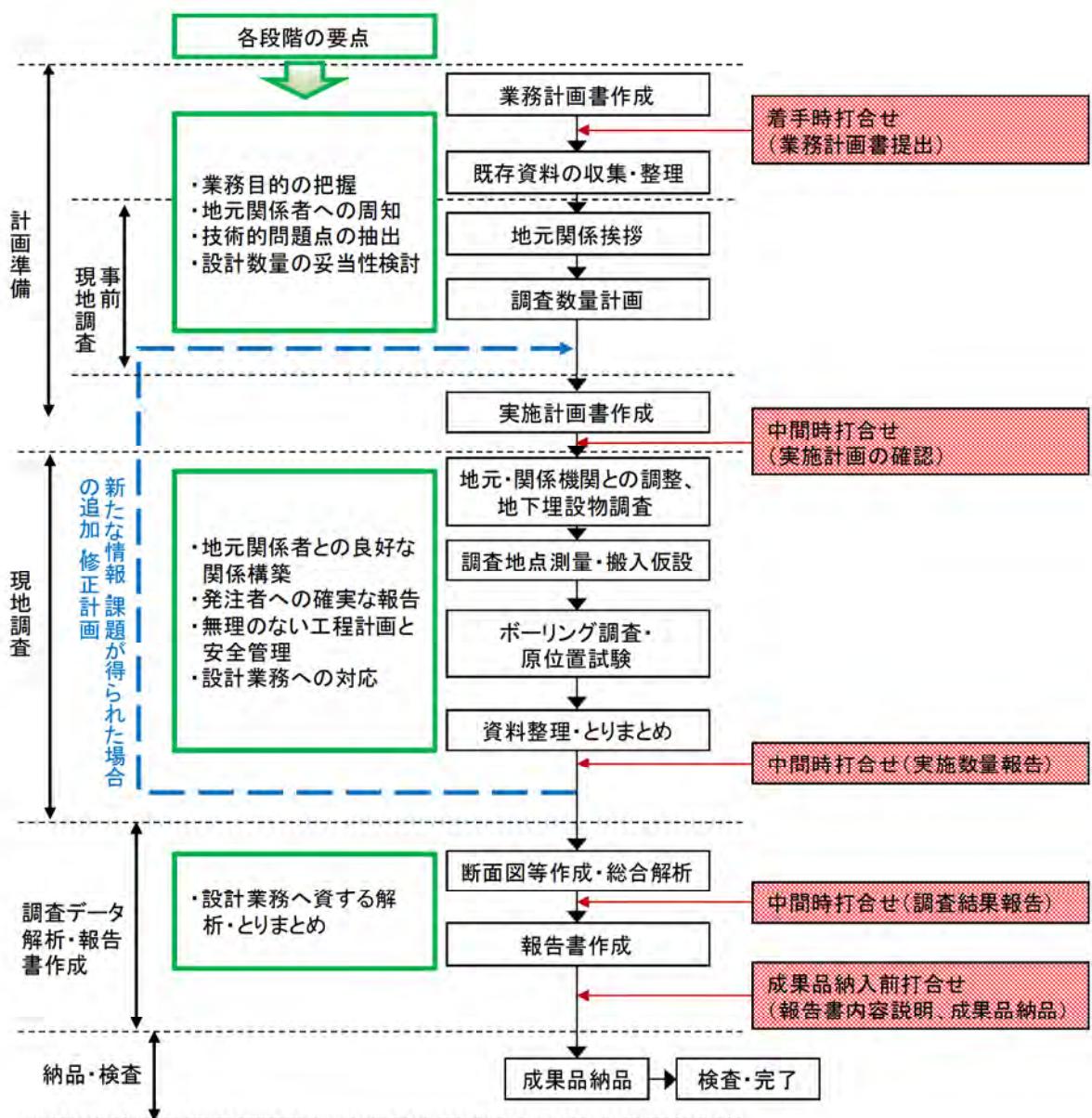


図 2.1.1 本業務の流れ

### 3. 調査方法

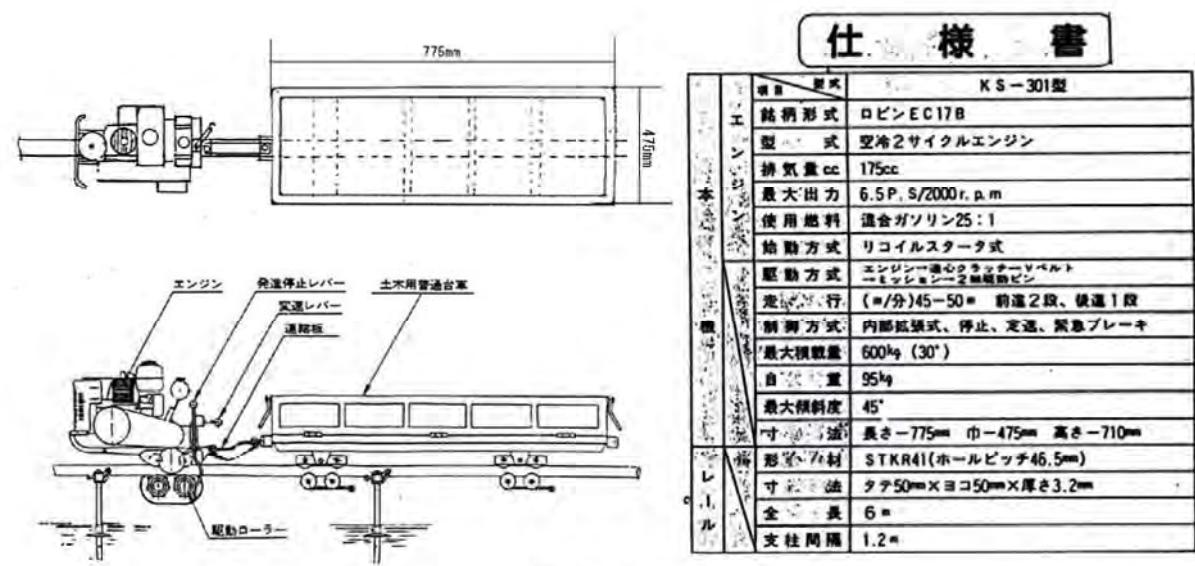
#### 3.1 機械ボーリング

##### (1) 資材運搬

ボーリング資機材は2~3t トラックで調査地点近傍の一般通行車両を妨げない場所まで運搬し、調査地点まではモノレールまたは小型クローラで運搬した。モノレールおよび小型クローラの仕様を図3.1.1に示す。

トラック等の車両は、當時は旧設楽森林鉄道三河田口駅跡の空地に駐車した。

モノレール・小型クローラ運搬路は現地状況を考慮し、安全に運搬できるルートを選定した。



モデル	力丸 HP350
タイプ(区分)	CJEP
機体寸法	全長(mm) 1,720 全幅(mm) 635 全高(mm) 1,015
機体質量〔乾燥重量〕(kg)	150
エンジン	名称 GXV160H2 種類 空冷4ストローク単気筒 OHV 総排気量(cm3) 163 最大出力/回転数 [kW [PS] / rpm] * 3.2 [ 4.4 ] / 3,600 使用燃料 自動車用無鉛ガソリン 燃料タンク容量(L) 1.4 点火方式 トランジスタ式マグネット点火 始動方式 リコイルスタートー(手動)
最低地上高(mm)	65
トレッド(mm)	420
床上高さ(mm)	310
荷台寸法	長さ(mm) 920~1,120 幅(mm) 520~900 深さ(mm) 145 最大積載量 平地(kg) 350 傾斜地(kg) 150
主クラッチ方式	湿式内拵クラッチ
走行変速段数(段)	前進2、後進1
走行速度(km/h)	前進1.4~3.5、後進1.3
登坂能力(度)	15(傾斜地最大積載時)
ダンプ機構	手動ダンプ方式
クローラ幅(mm)	160

(出典：本田技研工業(株) H.P.)

**(b) 小型クローラ**

図3.1.1 搬入用運搬機の仕様

## (2) ボーリング足場仮設・掘削水の給排水

ボーリング足場は、図 3.1.2 に示すような傾斜地足場を設置した。

ボーリング地点は斜面下に道路があることから、現場作業時は落石や資材の落下に十分注意し、必要に応じて資材等落下防止対策を施した(写真 3.1.1 参照)。

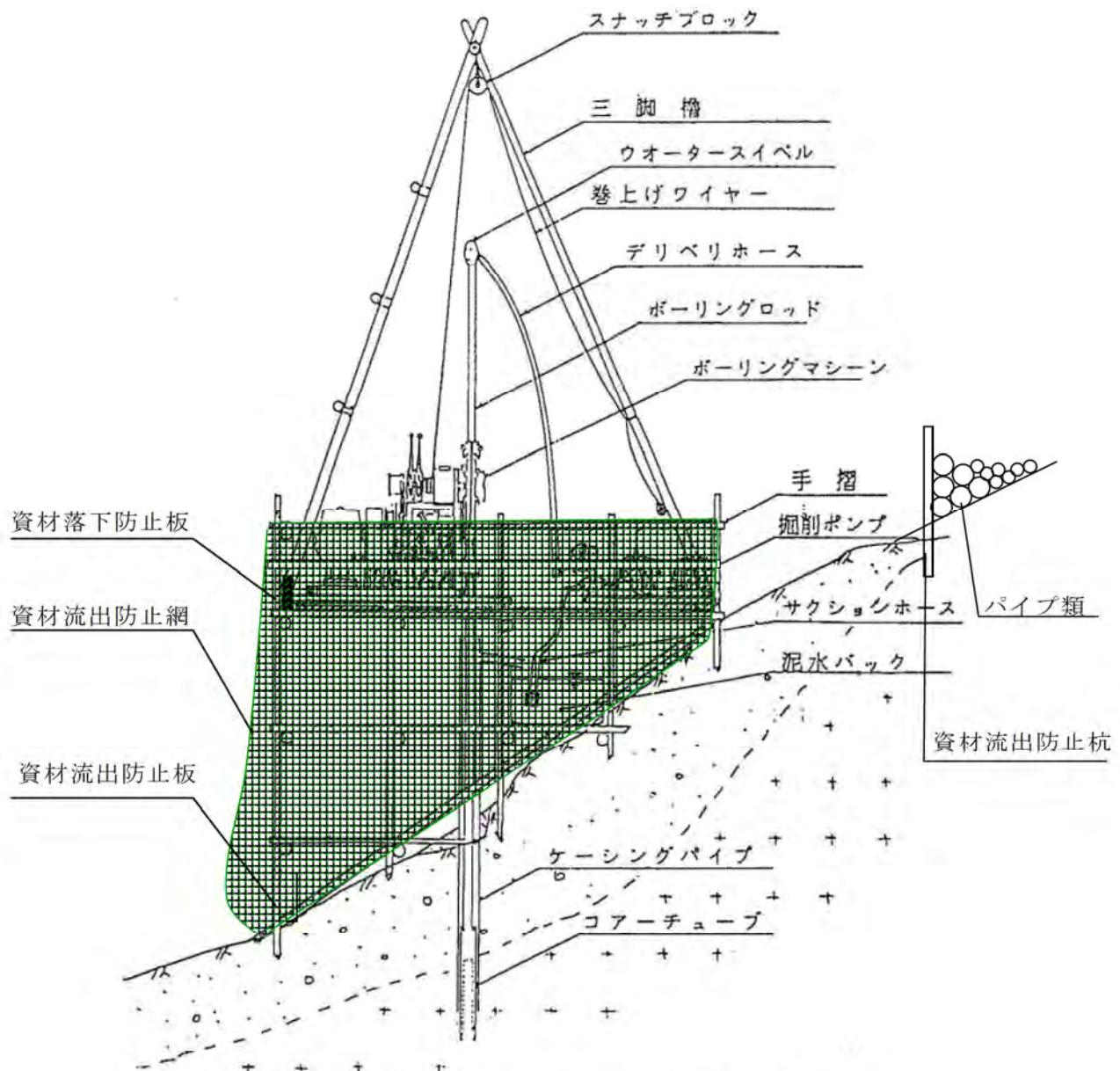


図 3.1.2 傾斜地足場鉛直ボーリングの仮設概要図

ボーリング掘削水は、H28B-1 と H28B-2 はボーリング近傍の沢より、H28B-3 は 30m 程度離れた江ヶ沢川より給水した。排水は、河川に直接流れ込まないよう沈殿槽を設置し、上澄み水を斜面に浸透させることとした(写真 2.1.2 参照)。

給水に使用するポンプおよびボーリングマシンの下にはオイル吸着マットを敷き、油脂類の河川・沢の直接流出を防止した。



H28 B-1～2 モノレールルートの  
資材流出防止ネット



H28 B-3 の資材落下防止板

写真 3.1.1 資材等落下防止対策の例

### (3) ボーリング掘削

機械ボーリングは、図 3.1.3 に示すようなロータリー式のオイルフィード型ボーリングマシンを使用した。掘削孔径は  $\phi 66\text{mm}$  とし、必要に応じてケーシングパイプで保孔した。

掘進中は掘進速度、湧水・逸水量、スライムの状況等に注意し、これらの変化の状況や必要事項を野帳・日報等に記載した。また、原則として、地下水位の確認が出来るまでは無水掘りとし、毎日の作業開始前には孔内水位を測定した。

掘り止め深度は、転流工計画高-5mまでの地質確認を原則としたが、各孔の詳細な掘り止め深度については監督職員と協議して決定した。

ボーリング掘削後の孔は、セメントで閉塞した。

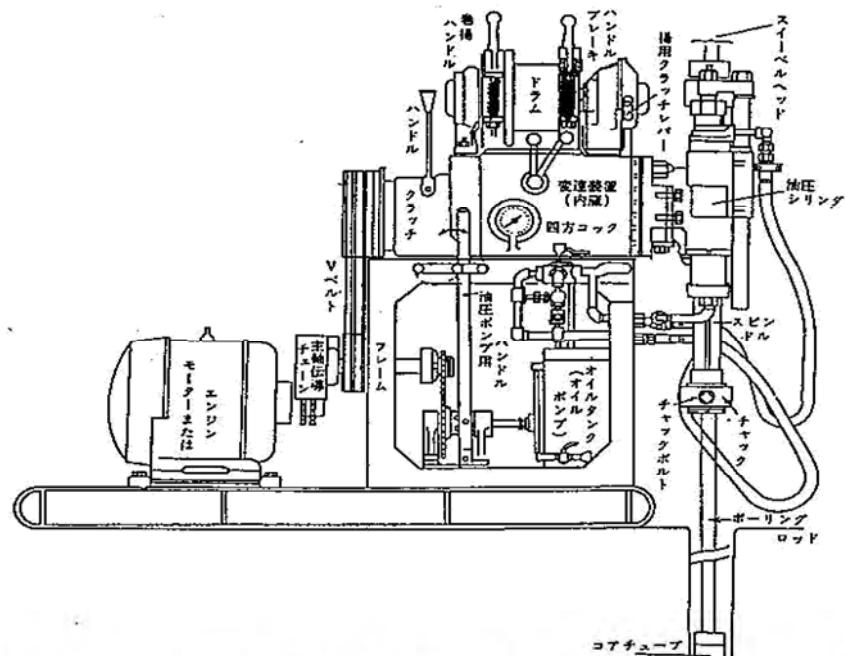


図 3.1.3 ロータリー式オイルフィード型ボーリングマシン概要図

### 3.2 孔内水平載荷試験

孔内水平載荷試験は、JGS(地盤工学会基準) 3531-2012 の「中圧・高圧載荷(加圧力; 2.5~20MPa)」に準拠し、水平方向の地盤の変形特性を把握することを目的に、CSG 盛土の基礎地盤となる H28B-3 孔において、岩級区分毎に実施した。

#### (1) 試験方法について

試験方法は、ボーリング孔内の所定の深度にゾンデを挿入し、ゾンデ拡張時の圧力と孔壁の変形量を測定し、地盤の変形係数を求めるものである。使用機器は、表 3.2.1 に示す機器のうち、「エラストメータ」を用いて実施した。

表 3.2.1 土質・岩質と孔内水平載荷試験の試験方法(使用機器)一覧

主な孔内載荷試験装置の標準的な仕様(中圧~超高压用)

載荷方式	等圧分布載荷方式				等変位載荷方式	
機種	プレシオメーター(G型)	プレシオメーター(高圧型)	エラストメータ(100)	エラストメータ(200)	KKT(高圧型)	KKT(超高压型)
最大加圧力(MN/m <sup>2</sup> )	10	21	10	20	28	33
試験孔径(mm)	58~96 (標準 66)	58~86 (標準 66)	66~86 (標準 66, 76)	66~86 (標準 66, 76)	66	66
有効載荷長(mm)	210	450	520	520	250	150
有効載荷幅(mm)	試験孔全周	試験孔全周	試験孔全周	試験孔全周	30	30
圧力源	ガス圧	油圧	水圧	水圧	油圧	油圧
圧力計最小読取単位(MN/m <sup>2</sup> )	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
変位測定法	水の容積変化	油の容積変化	キャリバ (2方向平均)	コンタクトバランス (6方向平均)	差動トランス	油の容積変化
変位最小読取単位(mm)	10 <sup>-2</sup> ~10 <sup>-3</sup>					

(NEXCO 総研 「土質・地質調査要領 P. 125」 )

エラストメータの測定装置全体の一般図を図 3.2.1 に示す。

試験に際しては、試験深度付近のボーリング孔壁をできるだけ乱さないよう留意した。

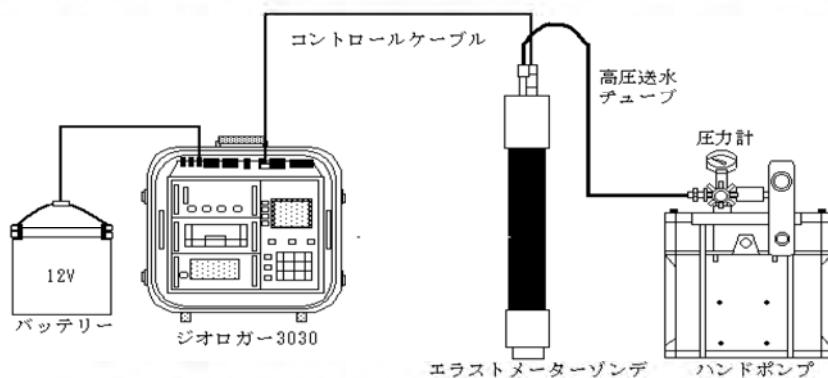


図 3.2.1 エラストメータの測定装置全体図

以下に試験の基本的な手順を以下に示す。

- 1) 測定管の径に応じた孔径の孔をボーリングマシンにて削孔した後、測定管(ゾンデ)を挿入する。
- 2) 測定管(ゾンデ)に接続された加圧装置にて、地上部から応力制御にて繰り返し載荷

を行い、載荷圧と変形の関係を読み取る。

3) 測定結果から、図3.2.2の圧力-変形量曲線模式図に示すように、載荷圧と変位(変形)の関係を整理する。なお、繰り返し載荷試験においては、図3.2.3の(2)に示す様に、除荷・再載荷部分の接線および割線の勾配についても関係を整理した。

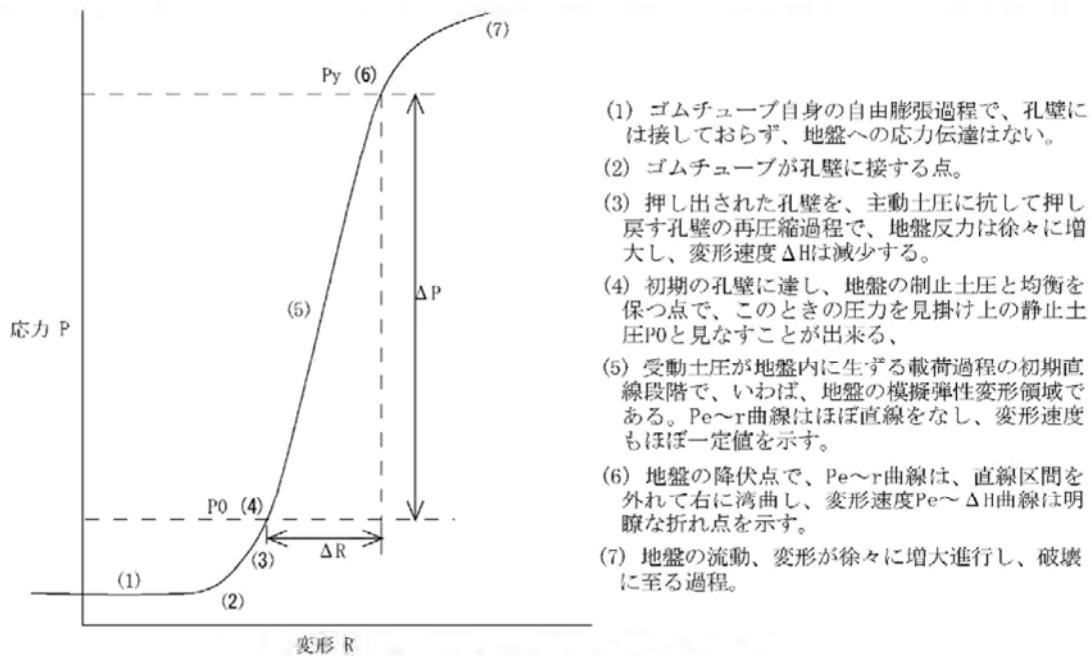
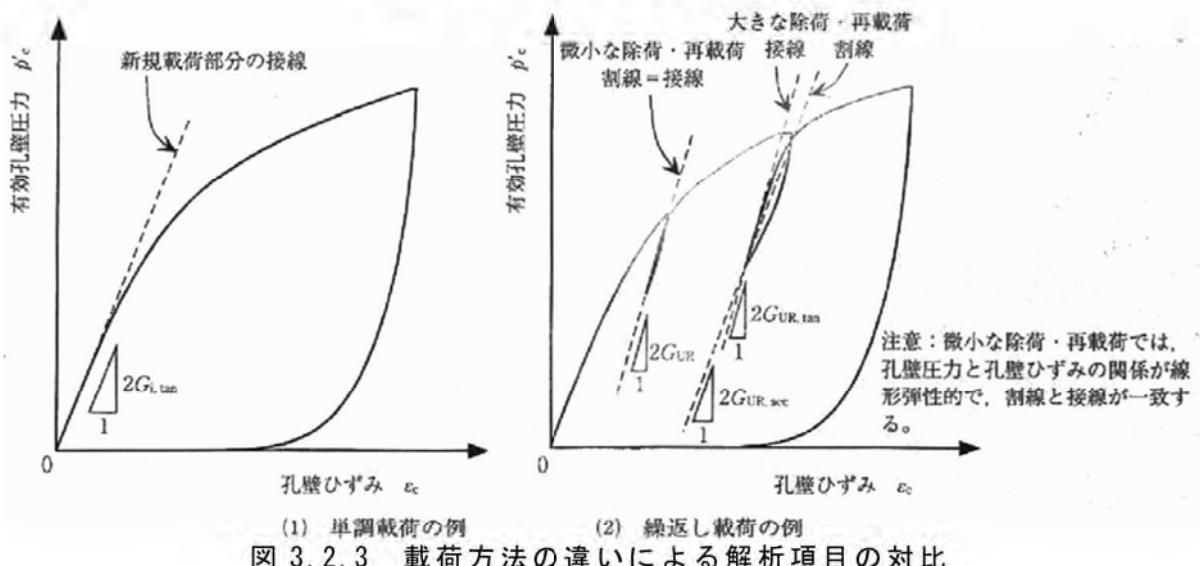


図3.2.2 圧力-変形量曲線模式図



解析方法は、図3.2.2に示す応力変化点である $P_0$ 、 $Py$ を読み取り、地盤の静止土圧、降伏圧として評価し、(4)の静止土圧 $P_0$ と(6)の降伏圧 $Py$ にはさまれた直線区間である(5)の変形過程の勾配および、繰り返し載荷における接線・割線から、次式のように地盤係数 $K_m$ ・変形(弾性)係数 $E_b$ を算出した。

$$E_b = 2(1+\mu) \cdot r_m \cdot K_m$$

$$K_m = \Delta P / \Delta r$$

ここに、 $\mu$  : ポアソン比

$r_m$  :  $K_m$  を求めたときの中間半径

なお、「変形係数」と「弾性係数」の取り扱いについては以下のとおりとした。

- ・変形係数：初期載荷で求められる係数  
(図 3.2.3(1)における新規載荷部分の接線)
- ・弾性係数：繰り返し載荷時における接線・割線から求められる係数の代表値  
(図 3.2.3(2)における除荷・再載荷時の接線および割線)

### 3.3 室内岩石試験

室内岩石試験は、地山強度を把握することを目的として実施した。

試験項目を表3.3.1に示す。

表3.3.1 試験項目及び基準

試験項目	試験方法・基準	
岩石の試験片作成	JIS M 0301-1975	岩石の強さ試験用試料の採取方法及び試験片の作成方法
密度試験	JGS 2132-2009	岩石の密度試験方法
一軸圧縮強度試験	JGS 2521-2009	岩石の一軸圧縮試験方法
超音波伝搬速度試験	JGS 2110-2009	パルス透過法による岩石の超音波速度測定方法

※ JIS : 日本工業規格

JGS : 地盤工学会基準

なお、CL級のボーリングコアは亀裂が多く、一軸圧縮試験の実施が困難なことから、エコーチップ(図-3.4.1)による簡易反発硬度(L値)の測定を行った。

エコーチップは打撃エネルギーがシュミットロックハンマーの1/200程度の反発硬度試験機である。エコーチップは、金属材料の硬さ試験器として開発されたが、エコーチップの反発硬度と岩石の力学特性の間には良好な相関があるとされ、岩石試料の簡易な非破壊試験法として有効である。エコーチップでは試料の微小範囲での硬度測定が可能であることから、層理面や節理面で

分離しやすい試料については、一軸圧縮試験結果を補完することが可能である。

エコーチップの反発度は、ばねの力でインパクトボディを供試体に打ち付けた時の打撃速度に対する反発速度の比として計測される(L値)。測定は、ボーリングコアの任意の区間を縦方向に約1cm間隔で測定し、その平均の値を用いた。

なお、片麻岩については、片麻構造による異方性があると考えられるため、構造に平行な部分と斜交する部分について、2方向の測定を行った。

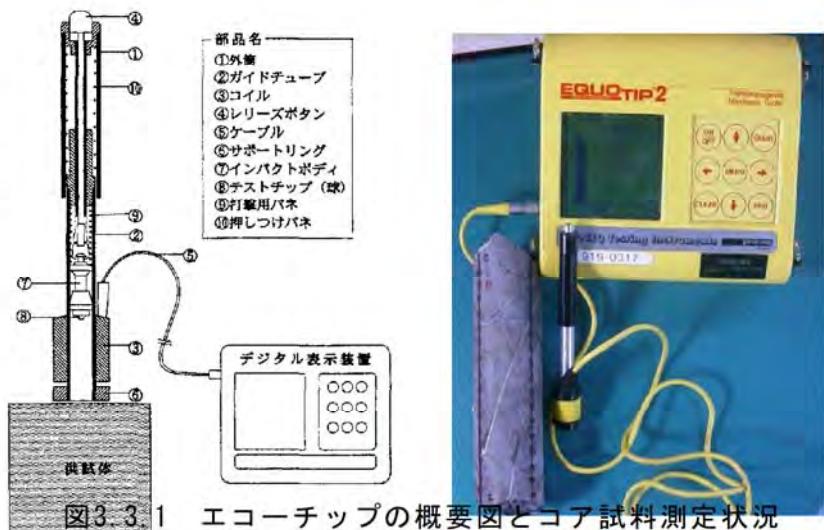


図3.3.1 エコーチップの概要図とコア試料測定状況

### 3.4 弹性波トモグラフィ

弹性波トモグラフィは、転流工吐口付近のトンネルルート沿いの地質状況を把握し、トンネル設計のための基礎資料を得ることを目的に、弹性波動の縦波(P波)初動を利用した走時トモグラフィ法により実施した。

初動走時トモグラフィ法は、起振点・受振点間の弹性波動の初動走時を観測することにより、領域内の弹性波速度分布を画像化する技術である。

探査範囲は、図3.4.1に示したように、地表部に設定した延長100mの測線とH28B-2孔とで囲まれた範囲である。

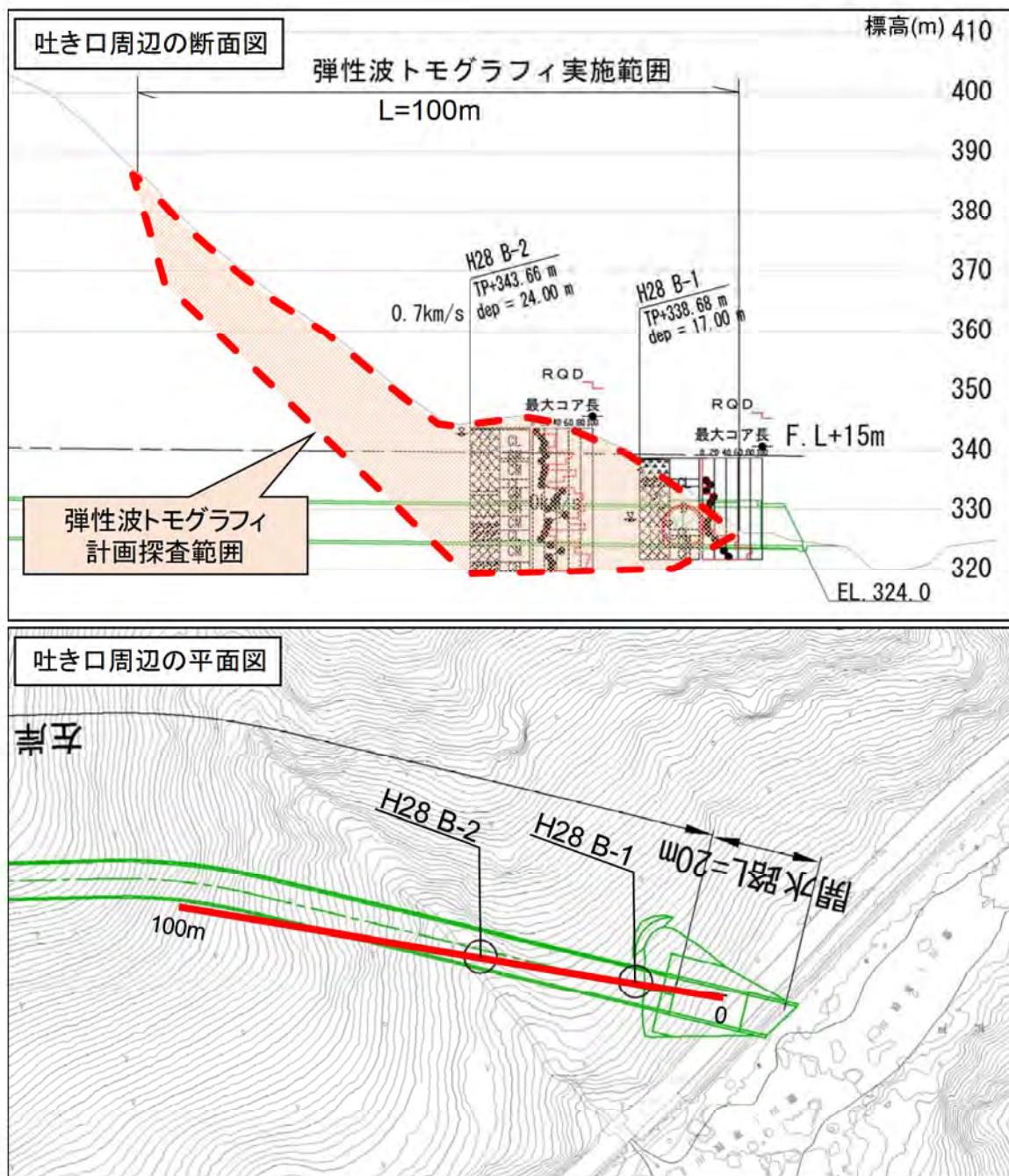


図3.4.1 弹性波トモグラフィ測定配置図

### (1) 調査方法

弾性波トモグラフィの調査方法は、地表付近でのハンマー打撃やボーリング孔内の破碎薬の点火などにより人工的に振動を発生させる。これらによって生じた弾性波の縦波(P波)を地表の測線上に並べた受振器群で観測する。受振器により受振された弾性波は、電気信号に変換され、ケーブルを経て測定器により波形をデジタル記録する。

弾性波トモグラフィの測定系統図を図3.4.2に示し、使用した測定機器の一覧を表3.4.1に示す。

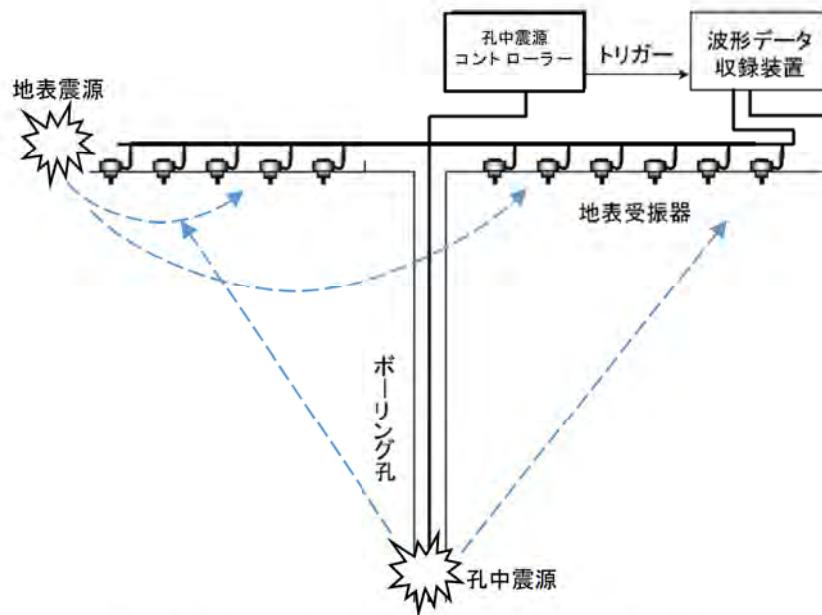


図3.4.2 弾性波トモグラフィ測定概念図

表3.4.1 弹性波トモグラフィの使用機器一覧

名称	型式	仕様	製作所	数量
収録装置	McSeis SX48	48成分 利得:250、1000 周波数:10~4600Hz サンプル長:25、50、100、200、1000、2000μsec メモリー長:1024、2048ワード CPU:I486SL、3.3MHz 内臓ハードディスク:500MB ディスプレイ:640×480ドットLCD 動作電源:DC12V、最大3A	応用地質(株)	1台
受振器	HS-J	固有周波数:14Hz コイル抵抗:215Ω	GeoSpace社	21個
発火器	GB-106B	高圧放電式	(株)北斗理研	3台
その他		受振ケーブル、中継ケーブル、バッテリー、破碎薬、その他		一式

測定は、地表付近ならびにボーリング孔内にて破碎薬に点火して小規模な人工地震を発生させ、これによって生じた弾性波の縦波(P波)を測線上に並べた受振器群で観測する。受振器によって受振された弾性波は、電気信号に変換され、ケーブルを経て増幅器に入る。この信号を増幅し、収録装置によって波形を記録する。

測定に際しての起振点計画は、適切な往復走時の観測記録が得られるよう測線設定(測量)後に現地踏査を行って決定した。

#### ○ 測線設定(測量)

調査地において、測線の方向、測線上の受振点および起振点の位置を明確にし、測線の実測地形断面図を作成するために必要な距離測量、簡易水準測量を行った。

実施要領を以下に示す。

1. 測線は直線とする。
2. 吐口付近で実施した2本のボーリング孔(H28B-1およびH28B-2)を用いて探査測線設定のための基準点とする。
3. 測線の設定においては、枝払い・下草刈程度にとどめ、水準測量および観測に支障のない程度とする。
4. 測線上に、水平距離5mの一定間隔で平杭または木枝を測点杭として打設する。

#### ○ 測定作業

1. 観測当日、測定予定の測線付近に測定機材一式を搬入して、観測本部を設営する。
2. 測定予定の測線区間に、受振器ケーブル・中継線・電話線などを配線する。電話線は、あらかじめ全測線にわたり配線する。
3. 測量によって打設された測点杭の位置に受振器を21個設置する。
4. 測定は、計画箇所での起振～観測を行い、全測線をカバーする。

#### ○ 観測作業

1. 観測は、地表の起振間隔を、およそ20mを基準とし、安全かつ効果的と考えられる起振点を選定し、順次これに点火して行う。また、ボーリング孔内では、孔底より5.0m間隔で順次点火を行う。
2. 地表部での起振は、ハンマーによる人力打撃および鉄棒による手掘りによって地中に0.5～1m程度の穴を掘り、破碎薬を装填して行う。破碎薬の装薬量は、保安面および起振効果に応じて適宜増減する。
3. 起振は非破壊を目的としているが、飛び石、飛散によって被害を及ぼす恐がある箇所では防爆シートなどによって防護措置を施す。
4. 点火後の発破孔は埋め戻し、可能な限り原形に復旧する。
5. 起振作業には、すべて「火薬類取扱保安責任者」および「発破技士」など、火

薬類取扱いの有資格者が従事することで、火薬類の取扱と同等とする。

6. 起振に際しての危険予防の方法は、起振箇所および付近が見渡せる安全な場所に見張り員を配置し、安全を確認してから無線機で連絡して点火する。特に、斜面下の道路には見張り員を配置し、落石などによる関係者以外への危害が発生しないように実施する。

## (2) トモグラフィ法による解析

トモグラフィ法は、観測走時および受振点・発破点の座標および走時データを基に、コンピューターを用いた逆解析を実施して速度構造モデルを求める方法である。解析は、「反復法」によって行う。反復法の解析フローを図3.4.3に示す。主な解析段階の詳細について図3.4.4～図3.4.7に示す。

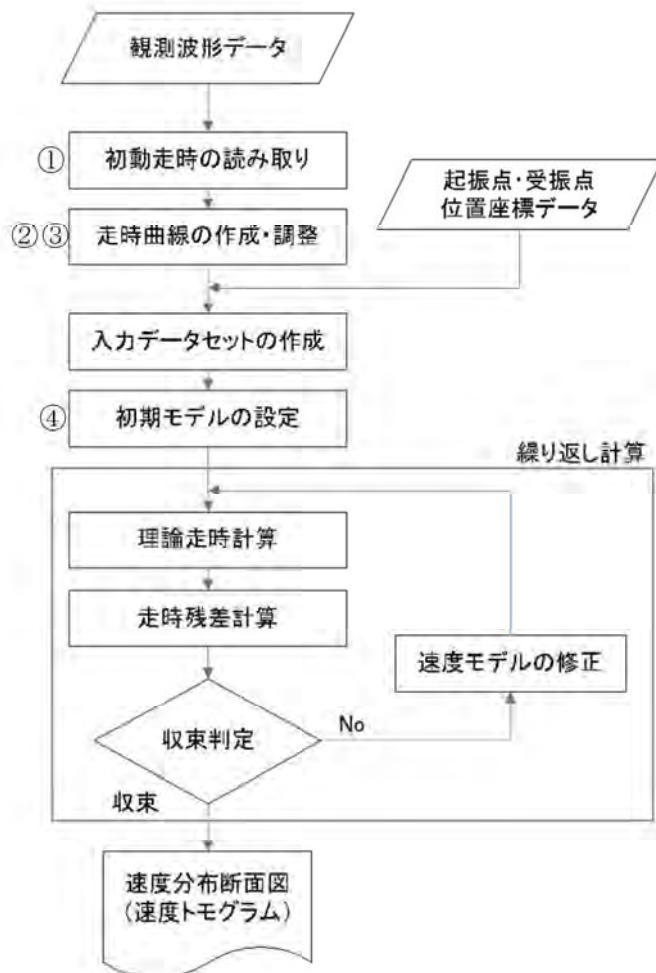


図3.4.3 弾性波トモグラフィの解析フロー

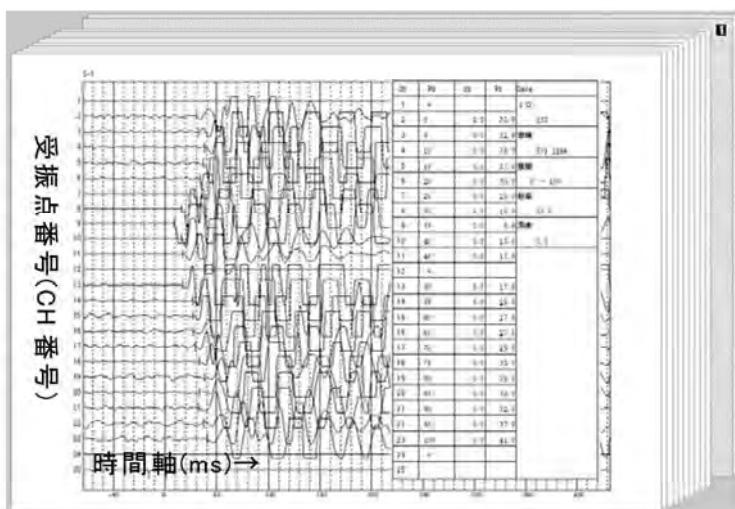
測定記録から、弾性波動が起振点から測線上の各受振点まで到達するのに要した初動伝播時間を、各受振点について1/1,000秒単位まで読みとり、縦軸を時間、横軸を距離としたグラフにプロットして走時曲線を作成し、この走時曲線および実測の地形

断面図を基に解析を行う。

反復法は、調査領域を2次元断面モデルとして設定し、このモデル内における全ての起振点・受振点ペアでの理論走時を計算し、観測走時との残差を求め、残差を小さくするようにモデルを修正する。この作業を繰り返し、理論走時と観測走時との残差が十分小さくなつたものを最終モデルとし、この最終モデルを解析結果として速度分布断面図を作成する。

反復計算では、まず初期モデルを与えて理論走時計算を行い、観測走時との残差を計算する。その残差を小さくするようにモデルを修正し、残差が十分小さくなりモデルが収束するまで計算を行う。つまり反復計算を行いながらモデルを次第に解に近づけて行く方法であり、ここでは「最小二乗法」を用いた。

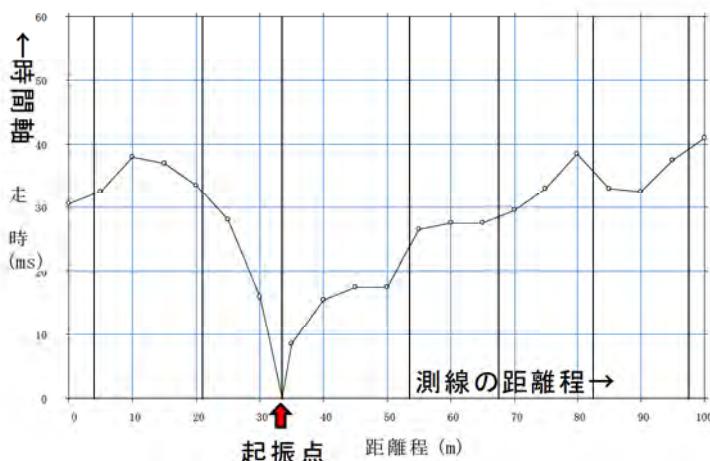
解析の結果は、地山弾性波速度分布をカラーコンター図として表示する。



#### ① 初動の読み取り

- ・波形記録は、横軸が時間(ms)、縦軸を受振点番号(CH番号)として描かれている。
- ・この波形記録から、各受振点の初動の到達時間(初動走時)を、 $1/1000$ 秒(=ms)単位で読み取る。
- ・波形記録は、起振点ごとにがあるので、観測した全ての起振点における初動走時を読み取る。

図 3.4.4 初動走時の読み取り



#### ② 初動走時のプロット

- ・読み取った初動走時を、横軸を距離、縦軸を時間(走時)とした走時曲線にプロットする。
- ・ある起振点における走時曲線の例。この場合、33.5mの起振点を中心に両側へ伸びる曲線が描かれている。
- ・読み取った走時が○印で、それぞれの点を線で結んでいる。

図 3.4.5 走時曲線の作成・調整(1)

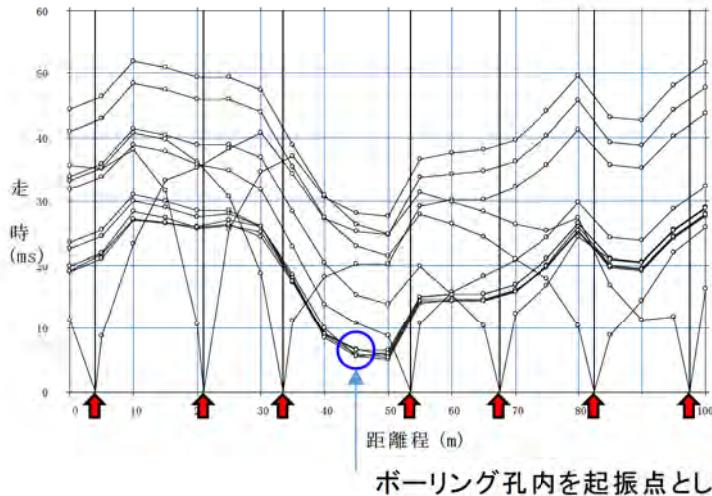
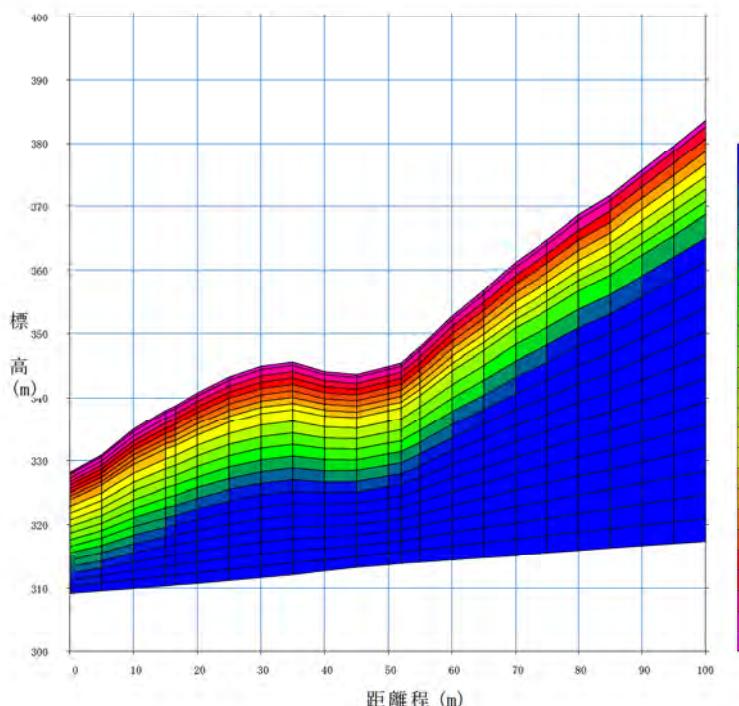


図 3.4.6 走時曲線の作成・調整(2)



#### ④ 初期モデルの作成

- ・簡易水準測量より求めた各受振点の標高データより作成した地形断面図から、初期モデルを作成する。
- ・初期モデルは、格子状のセルを作成し、各セルに弾性波速度値を割り当てる。
- ・弾性波速度値は、地表から深度方向に速度値が増加するようなモデルを与える。
- ・この速度分布モデルから計算される走時曲線(理論走時)が、初動走時を読み取りプロットした走時曲線(観測走時)と一致するまで、速度分布モデルを修正する。
- ・理論走時と観測走時が一致する速度分布モデルが、求める速度分布モデルである。

図 3.4.7 初期モデルの設定

## 4. 地形・地質概要

調査地は、愛知県北設楽郡設楽町内にあり、設楽町役場の西南西約1.3～1.8kmに位置する。

### 4.1 地形概要

図4.1.1に愛知県の地形区分図を示す。

愛知県の地形は、大別すると、北西側から南東側に向かって、濃尾平野、知多・尾張丘陵、西三河平野、三河山地(設楽山地を含む)、東三河平野、八名・弓張山地に区分される。なお、設楽山地は、三河山地東部地域に含まれ、後述する設楽層群と呼ばれる新第三紀中新世の海成堆積物からなる地域を指す。

このうち、濃尾平野－知多・尾張丘陵と西三河平野－三河山地は西低－東高の傾動地塊運動(前者は「濃尾傾動地塊運動」と呼ばれる)によって形成されたものであり、濃尾平野の西端～三河山地の東端(八名・弓張山地との境界)を含めて各々の地塊(地形区分)の境界は逆断層(それぞれ、養老断層・伊勢湾断層、猿投－境川断層、中央構造線)によって接している。



図4.1.1 愛知県の地形区分図

(出典：愛知県の地質・地盤(その1))

調査地は、三河山地の東端部と設楽山地の西端部の境界付近に位置している。

三河山地は、瀬戸市東部の猿投・三国山連峰から東方の、豊川河谷(中央構造線)に至る愛知県東部の山地の総称であり、標高1,000m以上の箇所も見受けられるが、大部分は標高400～800mの隆起準平原状を呈し、三河高原ともいわれている。地形と地質の関係を見ると、山地東部

および岡崎－新城以南の領家変成岩分布地域は連峰状をなし、それ以外の領家花崗岩分布地域は風化作用が進みやすいため、高原地形を呈する。

設楽ダムは豊川の中流域に位置し、ダムサイト周辺の高位標高部には高原地形に対応する平坦な箇所があり、地形は一般に緩やかである。これに対し、川に面した山腹斜面は、河川による急激な下刻作用を反映して一般に急峻な地形をなしている。

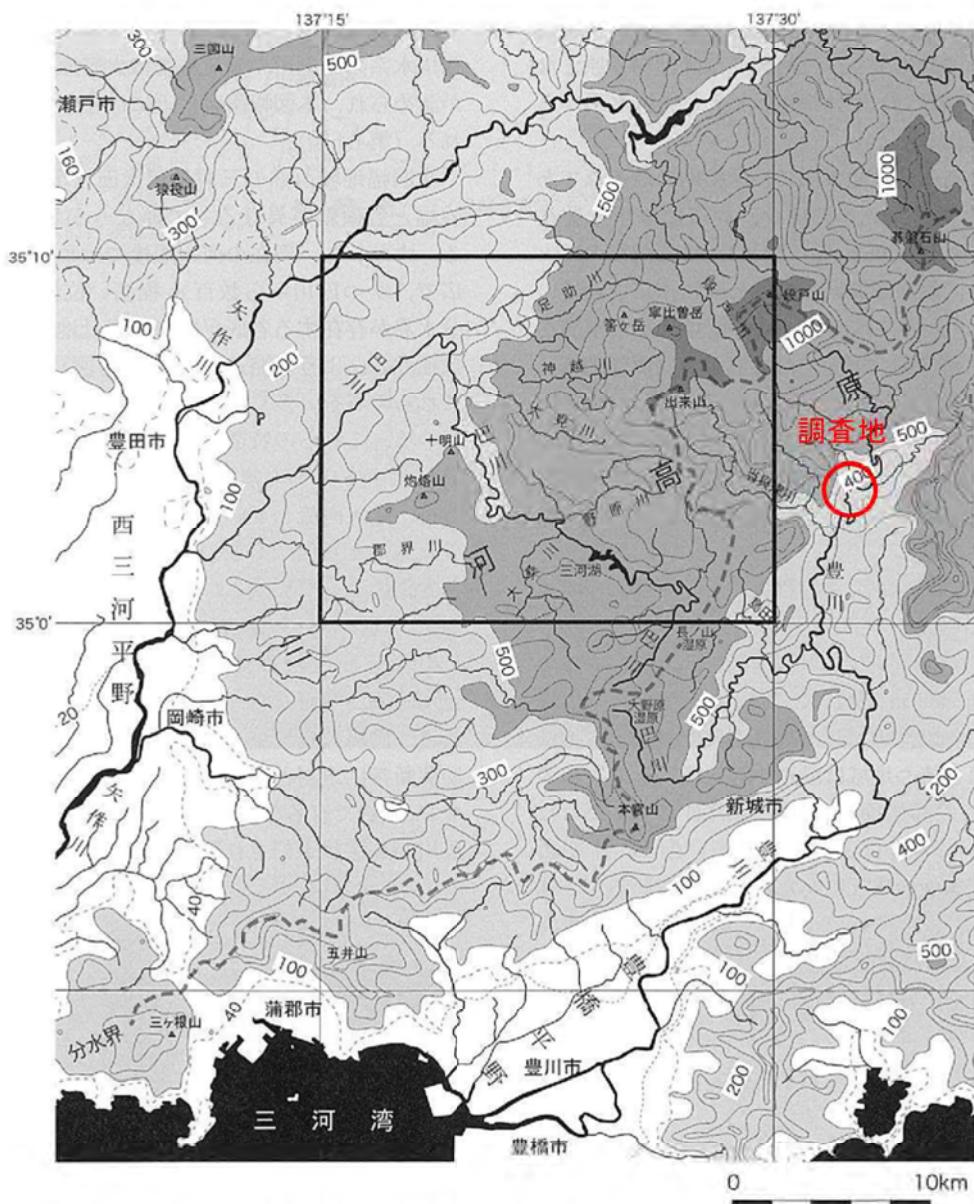


図 4.1.2 三河高原とその周辺の埋谷面図  
(出典：地域地質研究報告(5万分の1地質図幅) 足助地域の地質)

## 4.2 地質概要

三河山地の基盤は主に白亜紀後期～古第三紀前期の領家帶の花崗岩類及び変成岩類からなる。領家帶は西南日本内帶の中央構造線沿いに広く分布する。

西南日本内帶は、大極的に北側から南側に向かって新しい地層が分布し、中部地方では概略的に北から飛騨帶・飛騨外縁帶・美濃帶・領家帶が分布する。

領家帶は西南日本内帶のもっとも外側（南側）を構成する地質帶で、南北の幅約 30～50 kmで、茨城県筑波山周辺から九州まで東西にほぼ 1,000 kmにわたって分布する。

領家変成岩類はジュラ紀付加体を原岩とし、高温低圧型の変成を受けている。領家花崗岩類は形成時期等から古期と新期に分けられており、形成時期の異なる花崗岩類が三河地域に広く分布する。

調査地域には、砂岩、もしくは砂岩泥岩互層を原岩とする片麻岩が広く分布しており、層状チャートを原岩とする珪質片麻岩がレンズ状に分布する。また、調査地域南端には古期領家花崗岩類の清崎花崗岩が分布する。

三河山地の東部を構成する設楽山地は、新第三紀系の設楽層群が分布し、領家帶の岩石を不整合で覆う。設楽層群は、累計層厚 1000m 以上の海成の中新統からなる北設亜層群と、その上位の火山岩類からなる南設亜層群からなり、設楽町中心部の田口付近には北設亜層群の西端部が分布する。北設亜層群はその分布域の中央部に向かって 20～40° の角度で傾斜しており、構造盆地を形成している。

調査地周辺の地質図を図 4.2.1～4.2.2 に示す。

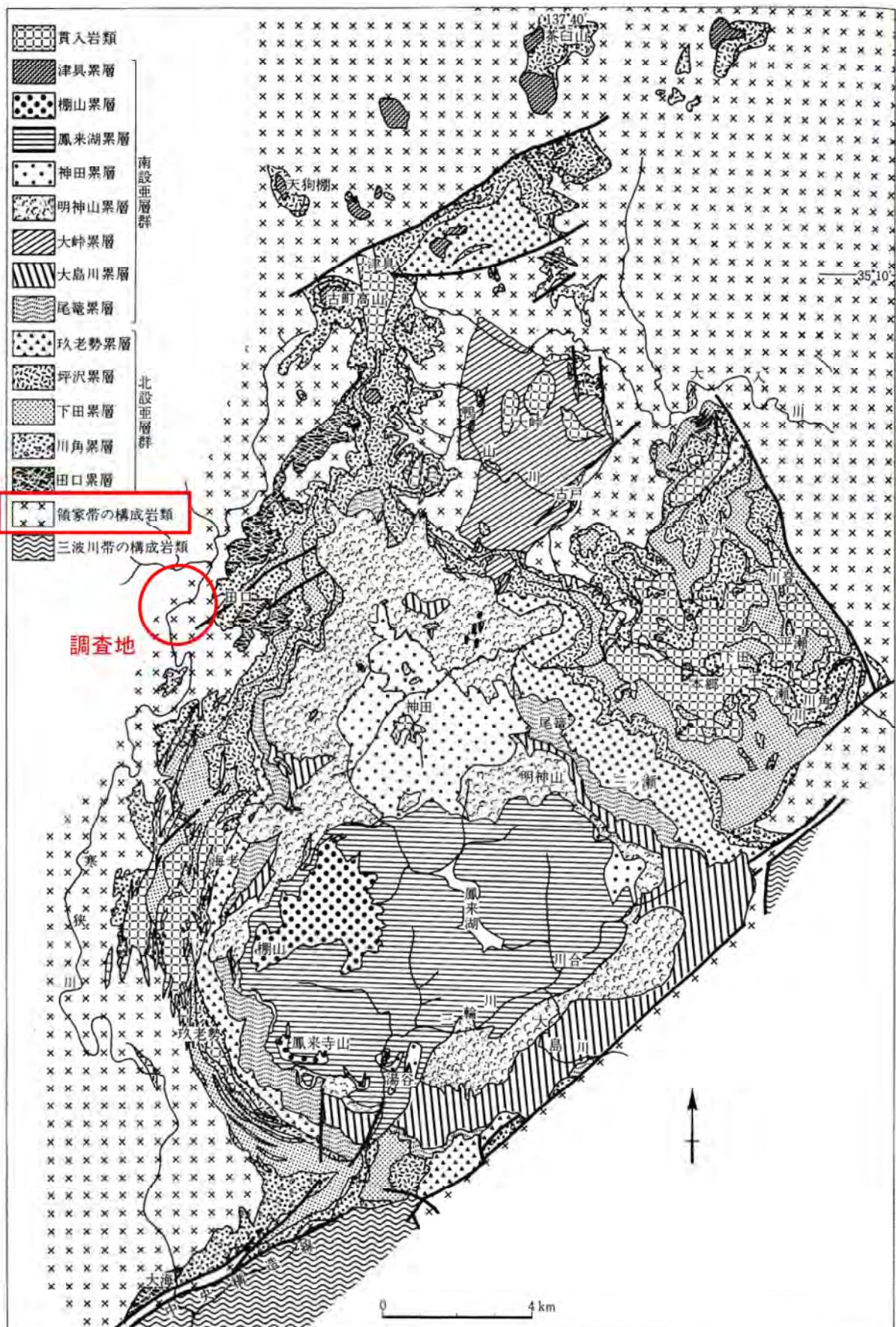


図 4.2.1 設楽層群分布域の地質図

(出典：日本の地質 5 中部地方 II)

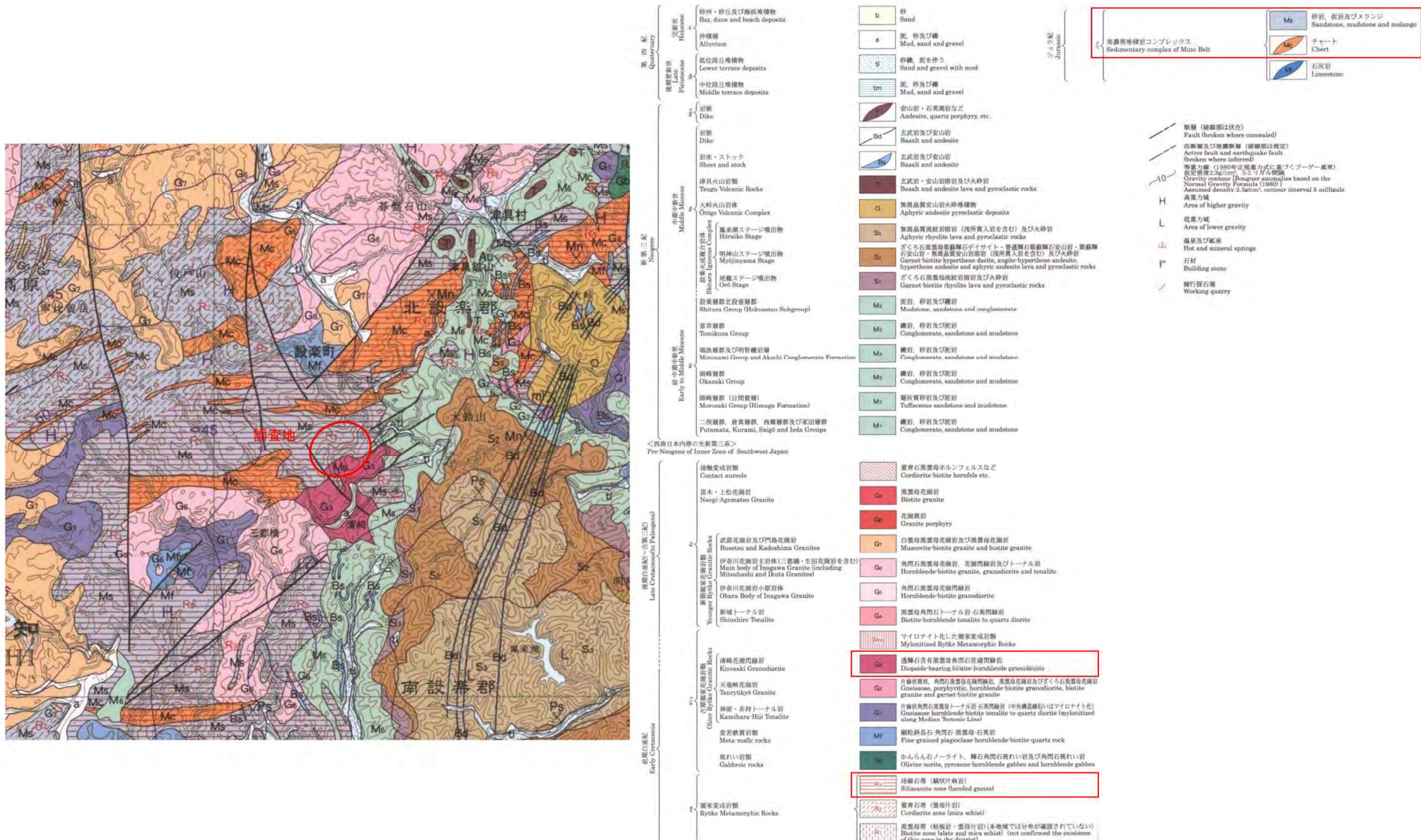


図 4.2.2 調査地周辺の地質平面図 (縮尺=1:200,000)

(出典：独立行政法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 1:200,000 地質図幅 豊橋及び伊良湖岬)

## 5. 調査結果

### 5.1 地表地質踏査結果

本調査地域において、ボーリング調査地点付近を中心に地表地質踏査を行い、地質状況の確認を行った。

ダムサイト周辺地域は縞状片麻岩帯に相当し、泥質片麻岩、砂質片麻岩、珪質片麻岩が分布する。また、これらを貫入して領家花崗岩類が分布する。

「平成 21 年度 設楽ダム地質総合解析業務」によれば、縞状片麻岩の方向はほぼ東-西方向に延び、高角度で北傾斜している。

一方、領家花崗岩類は相互の貫入関係や他の地質体との関係を基に、9 つの時階に区分され、第 1~3 時階のものが古期領家花崗岩、第 4 時階以降が新期領家花崗岩と呼ばれている(領家研究グループ, 1972 ; 原山ほか, 1985 ; 脇掛, 1988)。塩基性岩類は一般に花崗岩類より前に变成岩類に貫入している。ダムサイト周辺地域には、第 3 時階(古期領家花崗岩)の清崎花崗岩と、第 5 時階(新期領家花崗岩)の伊奈川花崗岩、および塩基性岩類が分布する。

ダムサイト周辺における領家花崗岩類は、既往のボーリングおよび横坑調査結果から、その大部分が閃綠岩類であることが明らかとなっており、片麻岩と同様、おおむね東-西の走向で南側に高角度で傾斜している。

転流工が横断するダムサイト付近については、「平成 21 年度 設楽ダム地質総合解析業務」で概ね地質の分布が明らかになっており、本調査では、主に地質分布が空白域となっている転流工の呑口部と吐口部について、補足調査を実施した。

以下に地表地質踏査結果を記す。

#### (1)呑口側

呑口側の地表部は主に崖錐で覆われている。豊川支流の江ヶ沢川左岸側は緩斜面を形成している(写真 5.1.1)。崖錐分布域の山側との地形変換点は急崖となって露岩している。



写真5.1.1 江ヶ沢川左岸の状況

崖錐が比較的広範囲に分布し、緩斜面を形成。

江ヶ沢川右岸側も同様、山麓部には緩傾斜の崖錐面が分布するが、先端部は豊川によつて浸食されている。この付近の豊川河床部には露岩が見られない。

江ヶ沢川右岸部の町道平野・松戸線山側斜面は、道路からの比高差最大40m程度まで崩壊地形を呈しており、中～上部斜面には所々、露岩が見られる(写真5.1.2～3)。この付近は、閃緑岩と片麻岩が高角度で接しており、風化の比較的早い閃緑岩部が崩壊し、風化速度の遅い片麻岩が斜面に露出したものと考えられる。

なお、この崩壊斜面内～上方には、3基の孔内傾斜計が直線状に設置されている(写真5.1.4)。



写真5.1.2 崩壊地内の露岩



写真5.1.3 崩壊地上部の状況



写真5.1.4 崩壊地の上方から

下方を臨む

孔内傾斜計が設置されている。

## (2) 吐口側

吐口側の町道平野・松戸線山側斜面部は、吐口部には崖錐が分布している。また、吐口から上下流に 10m 程度離れると、道路沿いに閃緑岩と泥質片麻岩が数 m～10 数 m の間隔で交互に露頭している。豊川河床(対岸側)にも露岩が見られる(写真 5.1.5)。

H28B-2 孔付近では、沢の右岸側において、閃緑岩と片麻岩の境界が N88° E86° N の走向傾斜で確認された(写真 5.1.6)。



写真5.1.5

豊川右岸側河床に見られる露頭



写真5.1.6 ボーリングH28B-2付近の露頭

閃緑岩と片麻岩がN88° E86° Nの走向傾斜で接している。

## 5.2 調査ボーリング結果

調査ボーリング箇所は、図 1.3 および表 5.2.1 に示す位置で実施した。

表 5.2.1 調査ボーリング一覧

ボーリング番号	座標		経緯度		地盤高 TP+m
	X	Y	緯度	経度	
H28B-1	-100,818.136	35,266.170	35° 05' 26.22"	137° 33' 12.41"	338.68
H28B-2	-100,822.662	35,294.201	35° 05' 26.07"	137° 33' 13.52"	343.66
H28B-3	-100,720.011	35,720.111	35° 05' 29.35"	137° 33' 30.35"	341.44

柱状図記載基準は、基本的に「ボーリング柱状図作成要領(案)解説書(改訂版)((財)日本建設情報総合センター, 1999.5)」に準じた。表 5.2.2、表 5.2.3 に具体的記載基準および岩級区分基準を示す。

表 5.2.2 ボーリングコア鑑定における岩級等級区分の要素区分

(出典: 建設省土木研究所編(1999): ボーリング柱状図作成要領(案)解説書)

コア硬軟区分判定表		
記号	硬軟区分	
A	極硬, ハンマーで容易に割れない。	
B	硬, ハンマーで金属音。	
C	中硬, ハンマーで容易に割れる。	
D	軟, ハンマーでボロボロに碎ける。	
E	極軟, マサ状, 粘土状。	

コア形状区分判定表		
記号		コア形状
I		長さが50cm以上の棒状コア。
II		長さが50~15cmの棒状コア。
III		長さが15~5cmの棒状~片状コア。
IV		長さが5cm以下の棒状~片状コアでかつコアの外周の一部が認められるもの。
V		主として角礫状のもの。
VI		主として砂状のもの。
VII		主として粘土状のもの。
VIII		コアの採取ができないもの。スライスも含む(記事欄に理由を書く)。

コア風化区分表(泥質岩)		
記号	風化度	状況
$\alpha$	非常に新鮮である。	
$\beta$	新鮮である。層理面, 片理面にそって僅かに変色があり割れやすい。	
$\gamma$	弱風化している。層理面, 片理面にそって風化している。	
$\delta$	風化している。岩芯まで風化している。ハンマーで簡単に崩せる。	
$\epsilon$	強風化している。黄褐色化し、指先で簡単に壊すことができる。	

変質区分表の例		
記号	変質区分	変質状況
1	非変質	肉眼的に変質鉱物の存在が認められないもの。
2	弱変質	原岩組織を完全に残し、変質程度(脱色)が低いもの。あるいは非変質部の割合が高いもの(肉眼で 50% 以上)。
3	中変質	肉眼で変質が進んでいると判定できるが、原岩組織を明らかに残し、原岩判定が容易なもの。または非変質部を残すものおよび網状変質部。
4	強変質	構成鉱物、岩片等が変質鉱物で完全置換され、原岩組織を全く~殆ど残さないもの。

表 5.2.3 岩盤等級区分とボーリングコア鑑定における基準

(出典：建設省土木研究所編(1999)：ボーリング柱状図作成要領(案)解説書)

岩盤等級	対象岩盤の一般的目安としては、新鮮な岩石のテストピースの自然乾燥一軸圧縮強度が800kgf/cm <sup>2</sup> 以上のもの。 新鮮岩の露頭部における岩石のハンマー打撃によって、一般に金属音が発生する。	
	岩盤の一般的性状	ボーリングコアの状態
A	岩質はきわめて新鮮で、火成岩の造岩鉱物あるいは堆積岩の構成粒子は全く風化変質しておらず、また節理はほとんど分布していない。岩盤としてはきわめて堅牢、固密である。	コアは100cm以上の棒状をなし岩質極めて新鮮で、コアの表面は非常になめらかであり、節理は認められない。(すなわち、コア箱1mにおいては、割れ目の認められないintact rockである) コアの採取率は極めてよい。
B	岩質は新鮮で、火成岩の造岩鉱物あるいは堆積岩の構成粒子はほとんど風化変質していない。また節理の分布はまばらであり、密着している。岩盤としては堅牢、固密である。	コアは40~50cm前後の長柱状が主体をなし、岩質は新鮮で、コアの表面はなめらかである。節理の分布は少なく、密着している。節理面は稀に汚染されていることもある。コアの採取率は極めてよい。
C <sub>H</sub>	岩質はおおむね新鮮、堅硬であるが、火成岩では造岩鉱物中、長石類および雲母、角閃石などの有色鉱物がわずかに風化変質している場合もあり、また堆積岩類では構成粒子として二次的に存在する長石類および有色鉱物がわずかに風化変質している場合もある。節理はかなり分布しており、また節理面は風化変質をうけて変色汚染されている場合が多く、ときには風化物質がうすぐ付着していることもあるが、一般にはおおむね密着している。岩盤としては堅固である。	コアは10~30cm前後の柱状が主体をなし、岩質はおおむね新鮮で、コアの表面はおおむねなめらかである。 節理はやや発達し、節理面はしばしば淡褐色に風化変質しているが、風化変質は内部まで進んでいない。時に節理面には薄く風化物質が付着することもある。 コアの採取率はよい。
C <sub>M</sub>	岩質は一般にやや風化変質している。このうち火成岩では石英を除き、長石類および有色鉱物は風化を受け、しばしば褐色あるいは赤褐色を呈している。また堆積岩類では構成粒子として二次的に存在する長石類および有色鉱物が風化変質し、火成岩の場合と同様、しばしば褐色あるいは赤褐色を呈している。節理は開口し、しばしば粘土あるいは風化物質を挟在している。このクラスの岩石中には細かな毛髪状割れ目が多量に胚胎していることが多い。 その他、岩質は新鮮であっても、開口節理の分布が著しく、クラッキーな状態を示すものもこのクラスに含まれている。	コアは10cm前後の短柱状が主体をなし、岩片状をなす場合でも組合せると円柱状になる。岩質はやや風化変質しておりコアの表面はおおむね粗面を呈する。節理面は風化汚染され、内部まで風化が進んでいる。コアバレルからコアを抜いた時新たな割目が生じる。コアの採取率はおおむね80%以上。岩質が新鮮でも、開口節理が発達し、コア長の短いものはこの岩級に含まれる。
C <sub>L</sub>	火成岩の造岩鉱物あるいは堆積岩の構成粒子は著しく風化を受けているために、岩石全体としても一般に褐色あるいは赤褐色を呈する。節理は開口し、粘土および風化物質の挟在が著しい。このクラスの岩石では細かな毛髪状の割れ目の分布が著しく、さらにこの割れ目に沿って風化も進んでいる。その他、岩質は新鮮であっても、開口節理の分布が著しく、石積状の産状を示すのもこのクラスに含まれる。	コアはおおむね岩片状が主体をなし、組合せても円柱状にすることは難しい。岩質は風化している為、コアの表面はザラザラし、一般に褐~茶褐色を呈する。風化変質は節理付近のみならず全体に進んでいる。コアバレルからコアを抜いた時崩壊し易い。採取率はおおむね80%以下。 短柱状コアと砂~粘土状コアが繰り返す場合もこの岩級に含まれる。
D	火成岩の造岩鉱物あるいは堆積岩の構成粒子は著しく変化を受けしばしば砂状および粘土状を呈する部分が見られる。このクラスの岩盤では節理の分布はむしろ不明瞭である。	コアはおおむね砂~粘土状を呈し、一見岩盤被覆層との区別は難しいが、相対的に締り度よい。 通常の清水掘りでは、ダブルコアチューブを用いてもコア採取率は著しく悪い。

なお、設楽ダムにおける岩級区分については、「平成 21 年度 設楽ダム地質総合解析業務」において、表 5.2.4 に示す基準が策定されているため、本調査ではこの基準に準じて岩級区分を実施した。

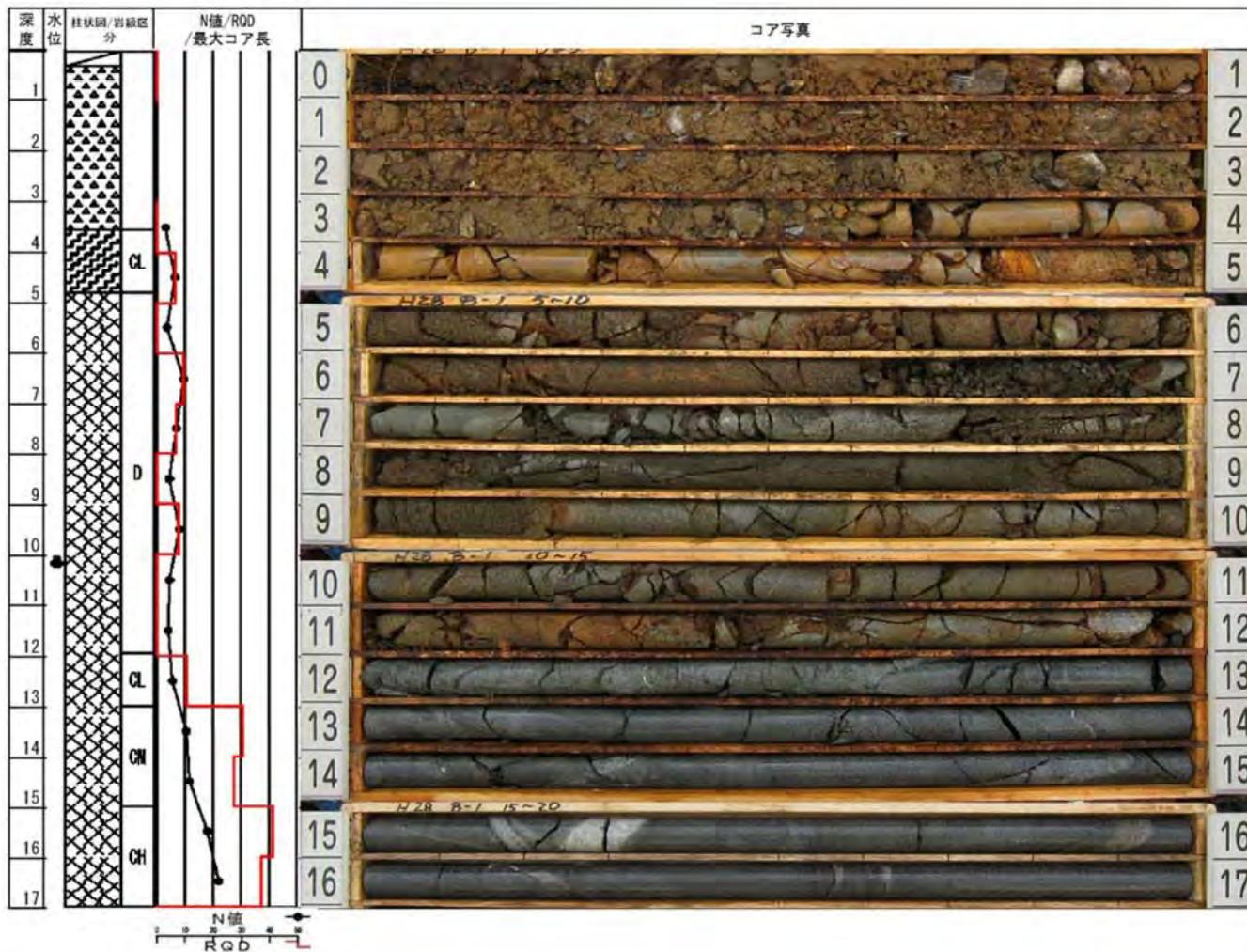
本調査におけるボーリング結果はボーリング柱状図として巻末に示すとともに、とりま

とめて図5.2.5~5.2.7に簡易柱状図、コア写真、孔内水位変化図としてとりまとめた。

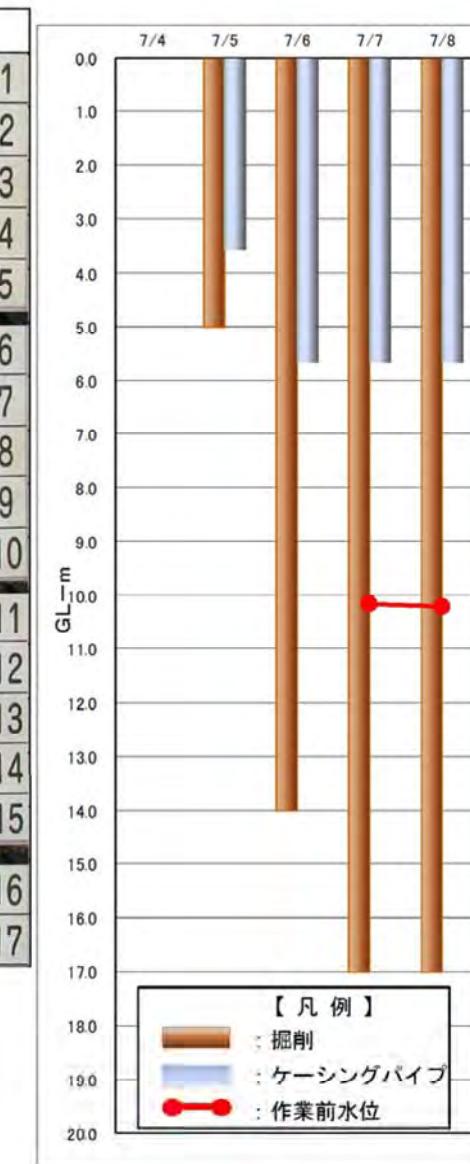
表5.2.4 設楽ダムにおける岩級区分表（「平成21年度 設楽ダム地質総合解析業務」より抜粋）

岩級 区分	定 義	代表的な 細区分組合せ	代表的なボーリングコア写真	
			閃 緑 岩 類	片 麻 岩 類
B	<p>岩は新鮮・堅硬であり、風化・変質の影響は認められない。</p> <p>－割れ目間隔は50cm以上の中棒状コアを呈する。 (2m以上の連続の場合を原則とする。)</p> <p>－割れ目は密着し、酸化・変質による劣化や変色は認められない。</p>	A, I, α	M23 40~44m 	M1 71~75m 珪質片麻岩 
CH	<p>岩自体は新鮮・堅硬である。割れ目がやや多い場合や風化・変質を局部的に受けている。</p> <p>－割れ目間隔は15~50cm程度が主体で棒状～半棒状コアを呈する。</p> <p>－割れ目は新鮮・密着しているが、酸化・変質による劣化や変色がわずかに認められる場合がある。</p>	A, II, α B, II, α	M19 42~46m 	M25 65~70m 泥質片麻岩 
CM	<p>岩自体は堅硬であるが、岩は全般的に風化の影響を受けていることが多く、酸化による茶褐色化や弱い変質が進行している。</p> <p>－割れ目間隔は5~15cm程度が主体で半棒状～片状コアを呈する。</p> <p>－割れ目には、酸化による茶褐色化や変質による劣化が認められる。</p>	B, III~II, β A, III, β	M21 51~55m 	M24 6~11m 泥質片麻岩 
CL	<p>主に岩自体がかなり風化・変質が進行し、強度が低下するものからなる。</p> <p>岩自体堅硬でも割れ目が密に発達し、岩盤にゆるみが生じ、開口割れ目や流入粘土・変質粘土を伴う。</p> <p>－割れ目沿いの茶褐色化が著しく流入粘土を伴うことや、変質による軟質化が進行し変質粘土を伴うこともある。</p> <p>－岩自体はおおむね堅硬なものもあるが、割れ目が非常に多く、主に5cm以下の間隔で発達する。コアでは角礫状～細片状を呈する。</p> <p>－割れ目は全体に開口気味で岩盤としての一体性に乏しい。</p>	B, III, γ C, III, γ	M21 25~30m 	M14 20~25m 珪質片麻岩 
D	<p>岩が風化・変質により、岩芯まで軟質化、または破碎されている。</p> <p>岩自体は堅硬であっても、著しい開口割れ目や流入粘土を伴う岩盤も含む。</p> <p>[風化による花崗岩のマサ化、変質(変質区分4)による劣化、粘土化、断層粘土]</p>	D, V~VI, δ E, VI, δ	M19 24~29m 	M19 5~10m 泥質片麻岩 

調査孔名	H28 B-1		
孔口標高	TP+338.68m	調査深度	17.00m
調査目的	転流工 吐口側坑門工		
実施試験	岩石試験(一軸圧縮強度、超音波伝播速度)		



簡易柱状図およびコア写真



掘削-孔内水位変化図

図 5.2.5 ボーリング結果総括図(1) (H28B-1)

#### 【地質分布・構造】

- 表層～GL-3.55mまで、崖錐堆積物が分布。粘土質砂礫からなる。
- GL-3.55～4.80m間、珪質片麻岩が分布。
- GL-4.80m以深、閃綠岩が分布。

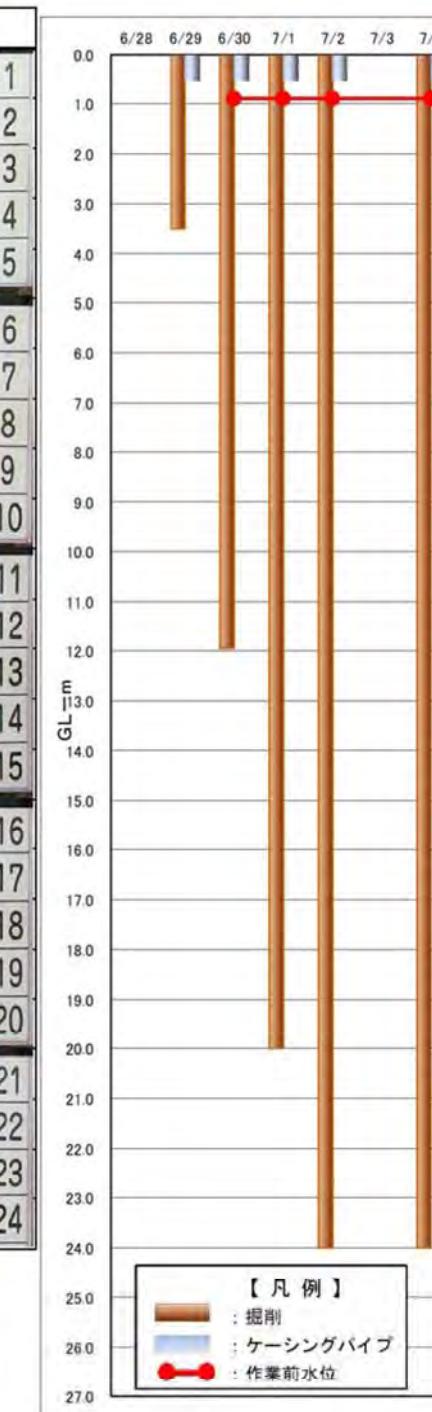
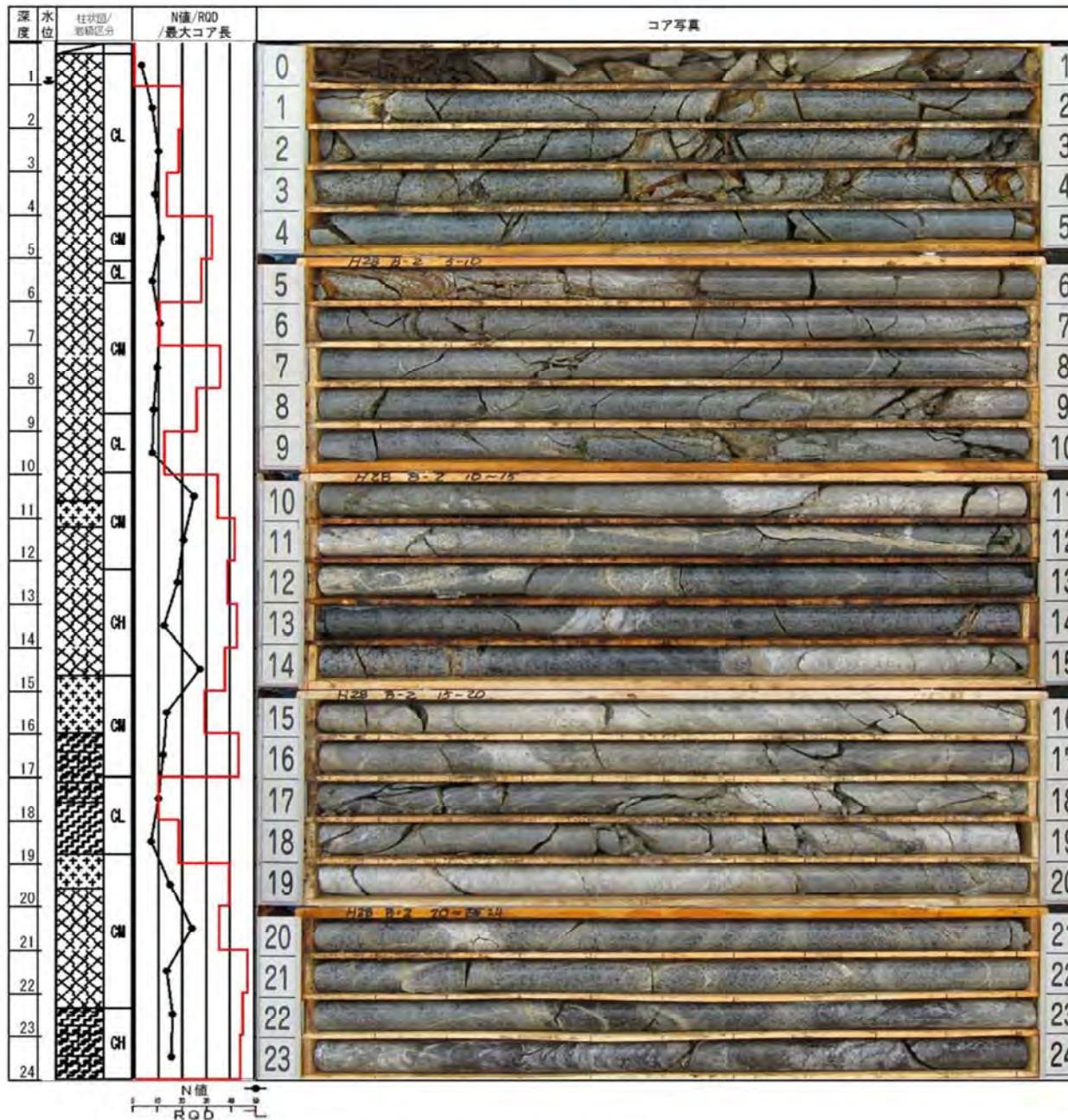
#### 【風化分布及び岩級区分】

- GL-4.80mまでに分布する珪質片麻岩はCL級。コアは短柱～半壊状。
- GL-4.80～11.95m間、D級。所々コア状を呈する部分もあるが、全体として軟質で、ハンマーで容易に碎ける。
- GL-11.95～13.00m間、CL級。岩片は比較的新鮮となるが、亀裂多く、コアは半壊状主体。
- GL-13.00～15.00m間、CM級。コアは短柱状主体。
- GL-15.00m以深、コアは棒状主体で硬質新鮮。

#### 【地下水位】

- 本孔ではGL-5～14m間を掘削した後、GL-10.15～10.20mで比較的安定した孔内水位が認められた。同水位は地下水位であると判断される。

調査孔名	H28 B-2		
孔口標高	TP+343. 66m	調査深度	24. 00m
調査目的	転流工 吐口側低土被り部		
実施試験	岩石試験(一軸圧縮強度、超音波伝播速度)		



#### 【地質分布・構造】

- 表層～GL-0.25mまで、表土。礫混じり粘土状。
- GL-0.25～16.00m間、閃緑岩が分布。所々、ペグマタイト脈を挟在。
- GL-16.00～18.80m間、泥質～珪質片麻岩が分布。
- GL-18.80～22.35m間、閃緑岩からなる。最上部にペグマタイト脈あり。
- GL-22.35m以深、泥質片麻岩が分布。

#### 【風化分布及び岩級区分】

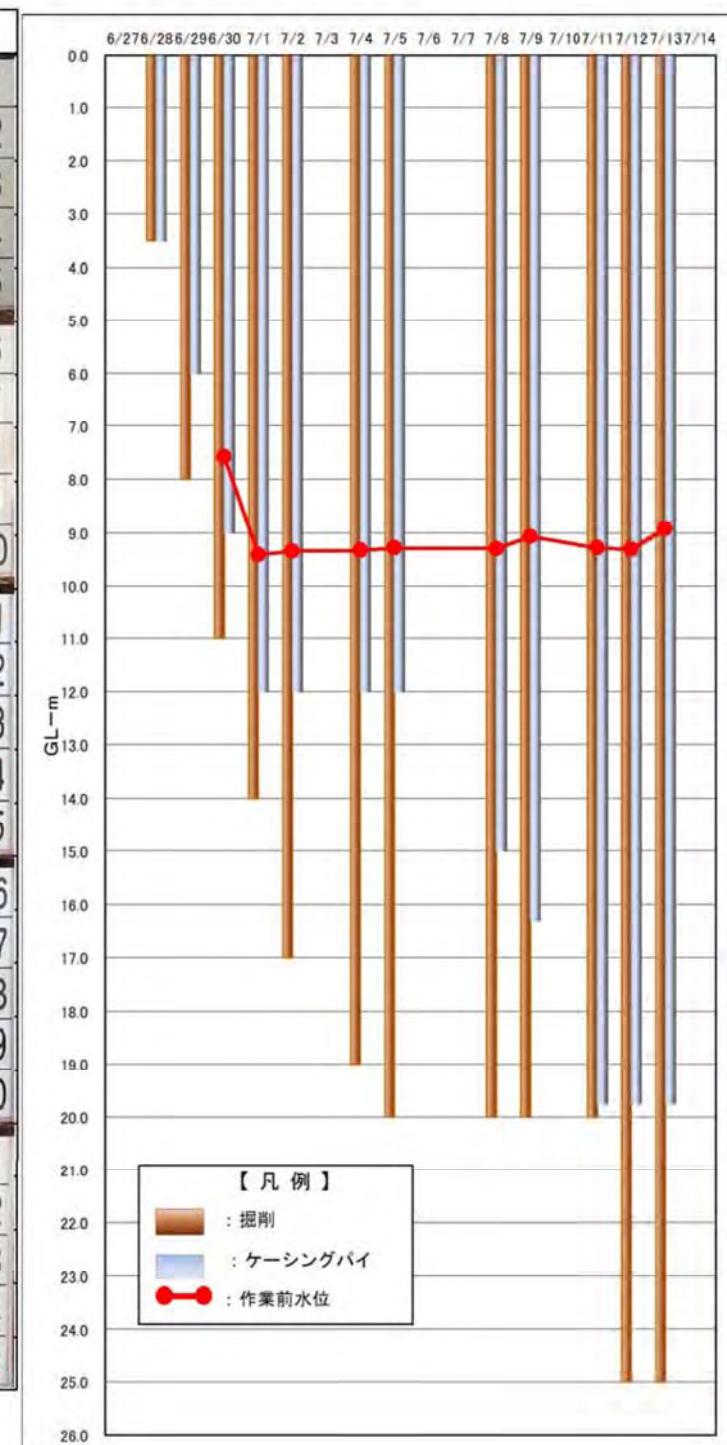
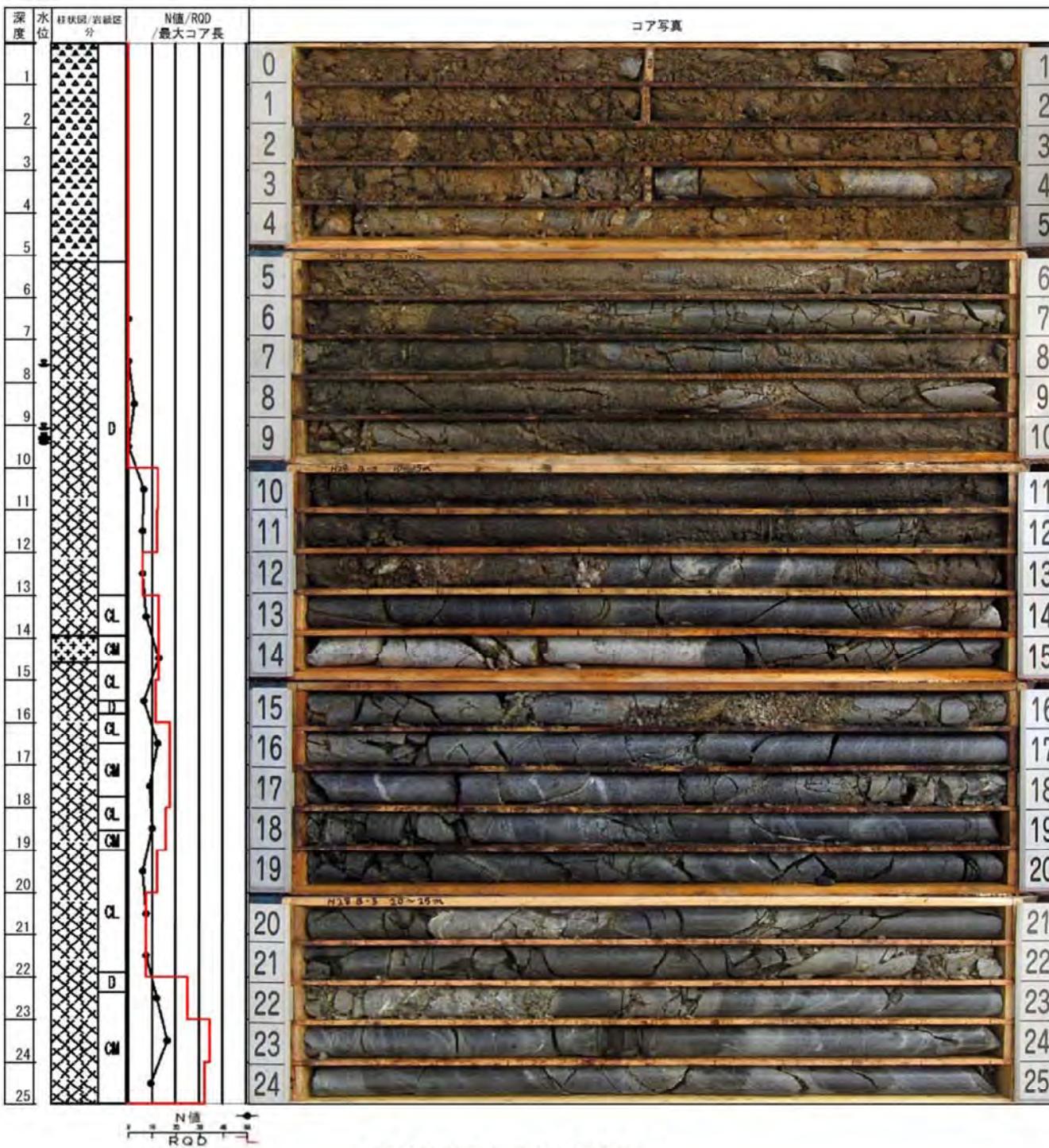
- GL-4.00mまで、CL級。全体に弱風化し、割れ目沿いに酸化・褐色化する。
- GL-4.00～12.20m間、CM級主体。コアは概ね硬質新鮮。
- GL-5.05～5.55m間に弱変質部(CL級)を挟む。
- GL-8.60～9.95m間、岩片は硬質だが、割れ目多く、コアは半壊状主体(CL級)。
- GL-12.20～14.65m間、CH級。コアは棒状で硬質新鮮。
- GL-14.65～17.00m間、CM級。コアは柱～短柱状。岩は硬質新鮮。
- GL-17.00～18.80m間、CL級。下部ほど割れ目発達。
- GL-18.80～22.35m間、CM級。コアは柱～棒状に採取されるが、潜在亀裂多く、亀裂に沿って割れやすい。亀裂に沿ってやや褐色化。
- GL-22.35m以深、CH級。全体に硬質。

#### 【地下水位】

- 本孔ではGL-0.90mで安定した孔内水位が確認されている。本水位は近傍の沢から流入する伏流水とも考えられるが、孔内水位確認後の掘進による逸水(水位低下)がないことから、岩盤中の地下水位である可能性が考えられる。

図 5.2.6 ボーリング結果総括図(2) (H28B-2)

調査孔名	H28 B-3		
孔口標高	TP+341. 44m	調査深度	25. 00m
調査目的	CSG 盛土基礎地盤		
実施試験	孔内水平載荷試験(中圧・高圧)		



#### 【地質分布・構造】

- 表層～GL-5. 15mまで、崖錐堆積物。玉石混じり砂礫～シルト質砂礫～礫混じり砂からなる。
- GL-5. 15m以深、閃綠岩。GL-13. 95～14. 60m間にペグマタイト脈を挟在。

#### 【風化分布及び岩級区分】

- GL-13. 00mまで、D級主体の強風化部。砂(マサ)状部を主体に、所々に半壊状の岩状部を混在する。
- GL-13. 00～19. 00m間、CL級部とCM級部が厚1m程度以下で繰り返す。全体として岩片は硬質だが、割れ目が発達。GL-15. 50～15. 80m間、破碎状部あり(D級)。
- GL-17. 75～18. 00m間、若干変質。
- GL-19. 00～21. 90m間、CL級。岩片は硬質だが、割れ目が発達。
- GL-20. 65～20. 75m間、60° 傾斜で若干破碎質。
- GL-21. 90～22. 35m間、D級。20° 傾斜で破碎状。
- GL-22. 35m以深、CM級。上位層との境界はシャープ。コアは柱～短柱状で、割れ目は新鮮。

#### 【地下水位】

- 本孔ではGL-7. 58mで孔内水位が確認された後、GL-9. 3m付近で安定した孔内水位が確認された。前者は、前日までの掘進深度を考慮すると、孔底付近における前日の掘削水の溜まり水である可能性が高い。後者水位は安定しており、本孔における地下水位であると判断される。

図 5.2.7 ボーリング結果総括図(3) (H28B-3)

### 5.3 孔内水平載荷試験結果

孔内水平載荷試験は、CSG 盛土計画箇所の基礎地盤の変形特性を把握することを目的として、H28B-3 孔において実施した。

試験結果の詳細は、巻末の孔内水平載荷試験データシートに整理するとともに、表 5.3.1 に載荷試験結果一覧を示す。

表 5.3.1 孔内水平載荷試験結果一覧表

ボーリング No.	深度 (GL-m)	岩種	岩級	解析条件		変形係数/弾性係数 (MN/m <sup>2</sup> ) (※)		中間 半径 (cm)
				測定値	代表値	初期載荷	接線	
H28B-3	11.50	閃緑岩	D	初期載荷	接線	142	142	3.34
				1回目除荷後載荷	割線	1,211		3.47
				1回目除荷後載荷	接線	5,198		3.47
				2回目除荷後載荷	割線	816		3.64
				2回目除荷後載荷	接線	1,098	1,025	3.63
	13.50	閃緑岩	CL	初期載荷	割線	884		3.85
				初期載荷	接線	1,115		3.84
				1回目除荷後載荷	接線	1,062	1,062	3.33
				1回目除荷後載荷	割線	13,770		3.43
				1回目除荷後載荷	接線	13,690	13,730	3.42
	22.90	閃緑岩	CM	初期載荷	接線	14,320		3.30
				初期載荷	割線	15,370		3.30
				1回目除荷後載荷	接線	16,820	15,200	3.30
				1回目除荷後載荷	割線	14,300		3.30
				1回目除荷後載荷	接線	20,060		3.30

※ 変形係数：初期載荷により求められた係数

弾性係数：除荷および再載荷による求められた係数

CM 級の岩盤は、中間半径が 3.3cm と、掘削孔径からほとんど変形していない。

表 5.3.2 に岩盤等級と孔内載荷による変形係数の関係を示す。

表 5.3.2 岩盤等級と変形係数の関係 (単位 : kN/m<sup>2</sup>)

岩級	粘板岩 (ダムサイトの例)		花崗岩 (本四連絡橋基礎の例)	
	範囲	平均	範囲	代表値
B	3,000,000 以上	* 3,000,000	1,200,000～3,000,000	2,000,000
C <sub>H</sub>	1,000,000～3,000,000	2,000,000	600,000～1,200,000	800,000
C <sub>M</sub>	500,000～1,000,000	750,000	300,000～600,000	450,000
C <sub>L</sub>	100,000～500,000	300,000	150,000～300,000	200,000
D	100,000 以下		5,000～150,000	10,000～100,000

\*最小値を示す。

(出典 : NEXCO 設計要領 第二集 p. 4-13)

※ : 単位に注意

調査地に分布する閃緑岩の変形係数は、「本四連絡橋基礎の花崗岩」と比較すると、初期載荷において、D 級は 142 (MN/m<sup>2</sup>) と、本四連絡橋における D 級の上限値を示し、CL 級以上は 1,000 (MN/m<sup>2</sup>) 以上と、本四連絡橋における CH 級以上の値を示すことが判明した。繰り返し載荷においては、D 級でも本四連絡橋における CH 級以上の値を示す。

## 5.4 室内岩石試験結果

岩石試験は、トンネルの吐口側坑門部と低土被り部のボーリング H28B-2, 3 孔において、トンネル断面～F.L 付近のボーリングコアを用いて、超音波速度試験・一軸圧縮強度試験(破壊試験)を実施した。なお、岩石試験は潜在亀裂のほとんどない 10cm 程度のコアが必要なため、試験対象は CM 級以上のコアとなった。

また、今回実施した H28B-1～3 孔のボーリングコアを用いて、CL 級や D 級、CH 級の岩盤の強度を把握することを目的として、岩級区分毎に代表的な区間においてエコーチップによる反発度測定(非破壊測定)を実施した。

岩石試験結果の詳細は巻末のデータシートに示すとともに、とりまとめ表 5.4.1 の岩石試験結果一覧表に示す。また、エコーチップによる反発度測定結果を表 5.4.2 に、エコーチップ測定で得られる L 値と一軸圧縮強度の相関図を図 5.4.1 に示す。

表 5.4.1 岩石試験結果一覧表

試 料 番 号		R1-1 (14.50～14.70m)	R2-1 (16.00～16.20m)	R2-2 (20.40～20.55m)
物 理 特 性	含 水 率 W %			
	含 水 比 W %			
	湿潤密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.860	2.719	2.725
	飽和密度 $\rho_{sat}$ g/cm <sup>3</sup>			
	乾燥密度 $\rho_d$ g/cm <sup>3</sup>			
	吸水率 %			
超 音 波	有効間隙率 %			
	P 波速度 $V_p$ km/s	5.14	5.03	5.15
	S 波速度 $V_s$ km/s	2.77	2.60	2.87
	動せん断弾性係数 $G_d$ MN/m <sup>2</sup>	21900	18400	22400
	動弾性係数 $E_d$ MN/m <sup>2</sup>	56700	48500	57100
	動ボアソン比 $\nu_d$	0.295	0.318	0.275
一 軸 圧 縮	一軸圧縮強さ $q_u$ MN/m <sup>2</sup>	84.9	48.1	124
	破壊ひずみ $\varepsilon_u$ %	0.29	0.09	0.21
	変形係数 $E$ MN/m <sup>2</sup>	47300	57100	61800
	ボアソン比 $\nu$			
岩種(岩級)		閃緑岩(CM)	片麻岩(CM)	閃緑岩(CM)

表 5.4.2 エコーチップによる反発度(L値)測定結果

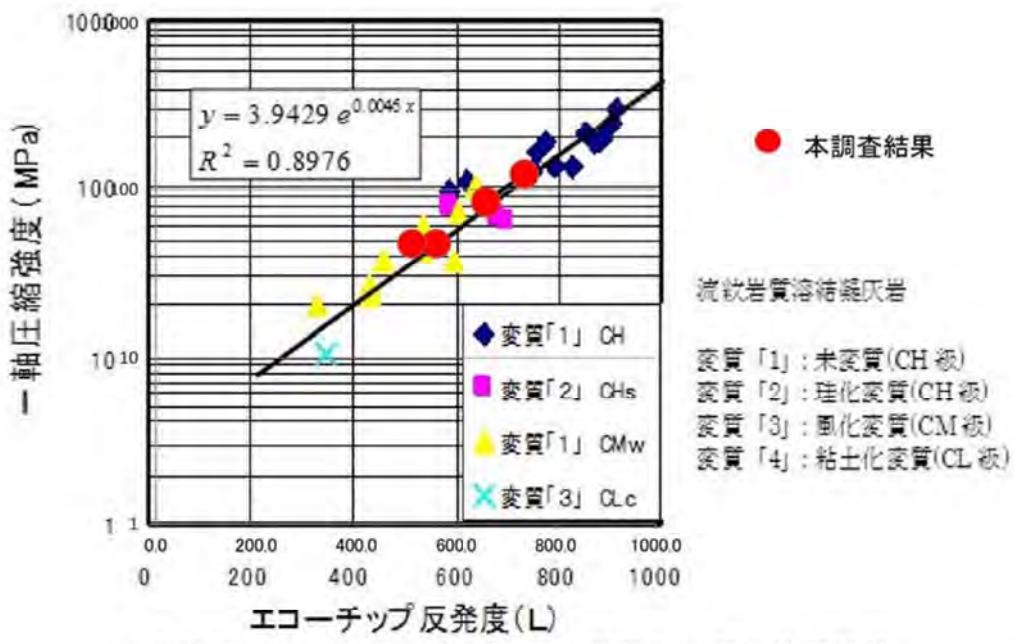
孔番号	深度(GL-m)	岩種	岩級	エコーチップ測定結果(L値)			換算 圧縮強度 (※) MN/m <sup>2</sup>	岩石試験		孔内水平載荷試験		岩種・岩級毎の 圧縮強度の 代表値 MN/m <sup>2</sup>	備 考
				平均	標本標準 偏差	代表値		圧縮強度 MN/m <sup>2</sup>	変形係数 MN/m <sup>2</sup>	変形係数 MN/m <sup>2</sup>	弾性係数 MN/m <sup>2</sup>		
H28B-1	3.75 ~ 3.85	片麻岩	CL	657.4	119.80	617.4	67.5					67.5	
H28B-2	16.40 ~ 16.65	片麻岩	CM	630.3	211.12	559.9	51.8	48.1	57100			48.1	片麻構造に斜交 片麻構造に平行
H28B-2	16.40 ~ 16.65	片麻岩	CM	577.6	198.34	511.5	41.5	48.1	57100				
H28B-2	23.20 ~ 23.30	片麻岩	CH	543.2	151.33	492.8	38.0					65.6	片麻構造に斜交 片麻構造に平行
H28B-2	23.20 ~ 23.30	片麻岩	CH	717.1	88.88	687.5	93.2						
H28B-1	8.70 ~ 8.80	閃緑岩	D	235.4	42.10	221.4	10.92					8.17	
H28B-3	8.10 ~ 8.20	閃緑岩	D	164.4	47.70	148.5	7.81						
H28B-3	9.50 ~ 9.60	閃緑岩	D	175.9	37.84	163.3	8.36						
H28B-3	10.60 ~ 10.70	閃緑岩	D	163.9	62.14	143.2	7.62			142	1025		
H28B-1	9.25 ~ 9.40	閃緑岩	D	443.3	61.18	422.9	27.6					21.9	D級部に含まれる弱風化部
H28B-1	10.80 ~ 10.90	閃緑岩	D	319.3	35.31	307.5	16.2						D級部に含まれる弱風化部
H28B-1	12.85 ~ 12.95	閃緑岩	CL	632.7	49.16	616.3	67.1					66.4	
H28B-2	1.20 ~ 1.30	閃緑岩	CL	662.9	155.08	611.2	65.6						
H28B-2	5.40 ~ 5.50	閃緑岩	CL	669.1	101.19	635.3	73.3						
H28B-3	12.40 ~ 12.75	閃緑岩	CL	735.1	89.63	705.2	101.1						
H28B-3	13.20 ~ 13.40	閃緑岩	CL	770.0	66.43	747.9	123.0			1062	13730		
H28B-3	15.00 ~ 15.30	閃緑岩	CL	525.8	117.69	486.5	37.0						
H28B-3	16.20 ~ 16.40	閃緑岩	CL	635.5	96.11	603.4	63.3						
H28B-1	13.35 ~ 13.45	閃緑岩	CM	734.7	57.18	715.7	106.1					94.8	
H28B-1	14.40 ~ 14.50	閃緑岩	CM	695.5	103.23	661.0	82.5	84.9	47300				
H28B-2	20.55 ~ 20.70	閃緑岩	CM	761.9	70.79	738.3	117.7	124	61800				
H28B-3	16.75 ~ 17.00	閃緑岩	CM	716.3	64.63	694.8	96.4						
H28B-3	22.90 ~ 23.15	閃緑岩	CM	713.8	77.45	688.0	93.4			14320	15200	99.9	
H28B-1	16.70 ~ 16.80	閃緑岩	CH	710.9	104.12	676.2	88.4						
H28B-2	14.40 ~ 14.50	閃緑岩	CH	757.8	95.09	726.1	111.3						
H28B-3	14.35 ~ 14.60	ペケマタイト	CM	800.5	53.82	782.5	144.2					144.2	

※ 代表値：平均 ± 標本標準偏差/3

※ エコーチップ測定結果から一軸圧縮強度への換算式： $qu = 3.9429 \times e^{(0.0046x)}$ 

x : エコーチップ測定値(L値)

qu : 一軸圧縮強度



「赤嶺辰之介、田邊謹也：岩石の変質と強度・物理特性、  
全地連技術e-フォーラム、2002)」に加筆

図 5.4.1 L 値と一軸圧縮強度の相関図

本調査で実施したエコーチップ反発度(L 値)測定の結果は、既存文献における L 値と一軸圧縮試験の関係と非常に良好な相関を示すことが判明した。

岩石試験の結果については、図 5.4.2 に示す試験結果相互の相関図にプロットした。

これより、

- ・圧縮強度と湿潤密度の間には相関は認められない。
- ・圧縮強度と P 波速度の間には弱い正の相関が認められる。また、圧縮強度と S 波速度 /P 波速度との間には明瞭な正の相関が認められる。
- ・変形係数と超音波伝播速度の間には相関は認められない。
- ・超音波伝播速度における P 波と S 波の間には弱い正の関係が認められる。

等が確認された。

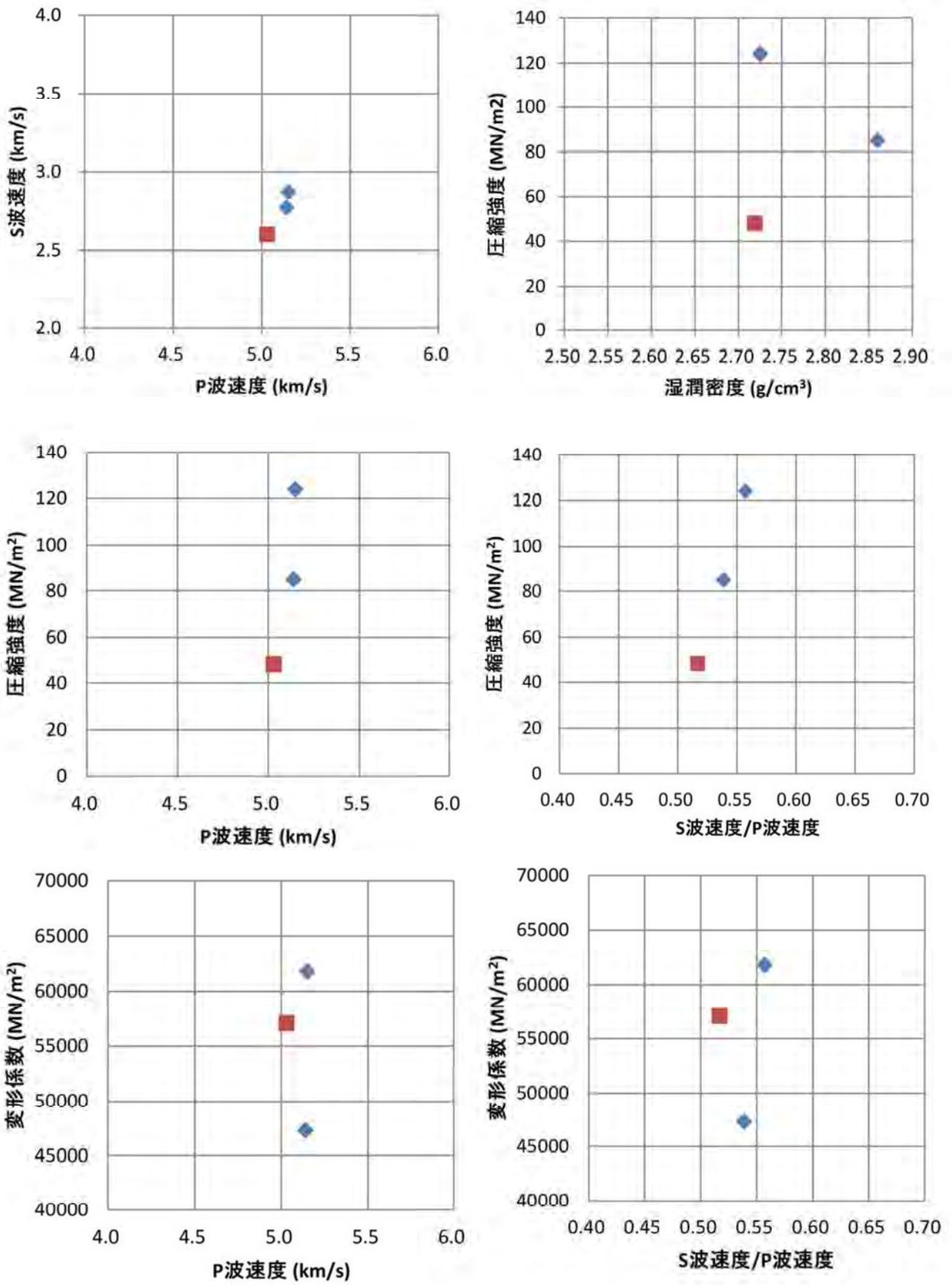


図 5.4.2 岩石試験値の相関図

## 5.5 弾性波トモグラフィ結果

弾性波トモグラフィは、転流工の吐口付近のトンネルルート沿いの地質状況を把握する目的で、トンネル坑門部および低土被り部のボーリング H28B-1～H28B-2 孔を結んだ延長 100m 区間の地表部と H28B-2 孔とで囲まれる範囲で実施した。

解析の結果、図 5.5.1 に示すとおり、地山速度は 0.2km/s～5.0km/s の範囲で分布し、地山速度は地表より深度方向に徐々に速くなる傾向を示す。

### (1) 繰り返し計算の結果

繰り返し計算は、図 5.5.1 に示した初期モデルをスタートとして 10 回行った。各回の平均残差の結果を図 5.5.2 に示す。繰り返し計算の結果、6 回目以降は平均残差が 1.1ms 程度となり、ほぼ解が収束していることを示しているため、10 回目の計算結果を最終結果とするとした。

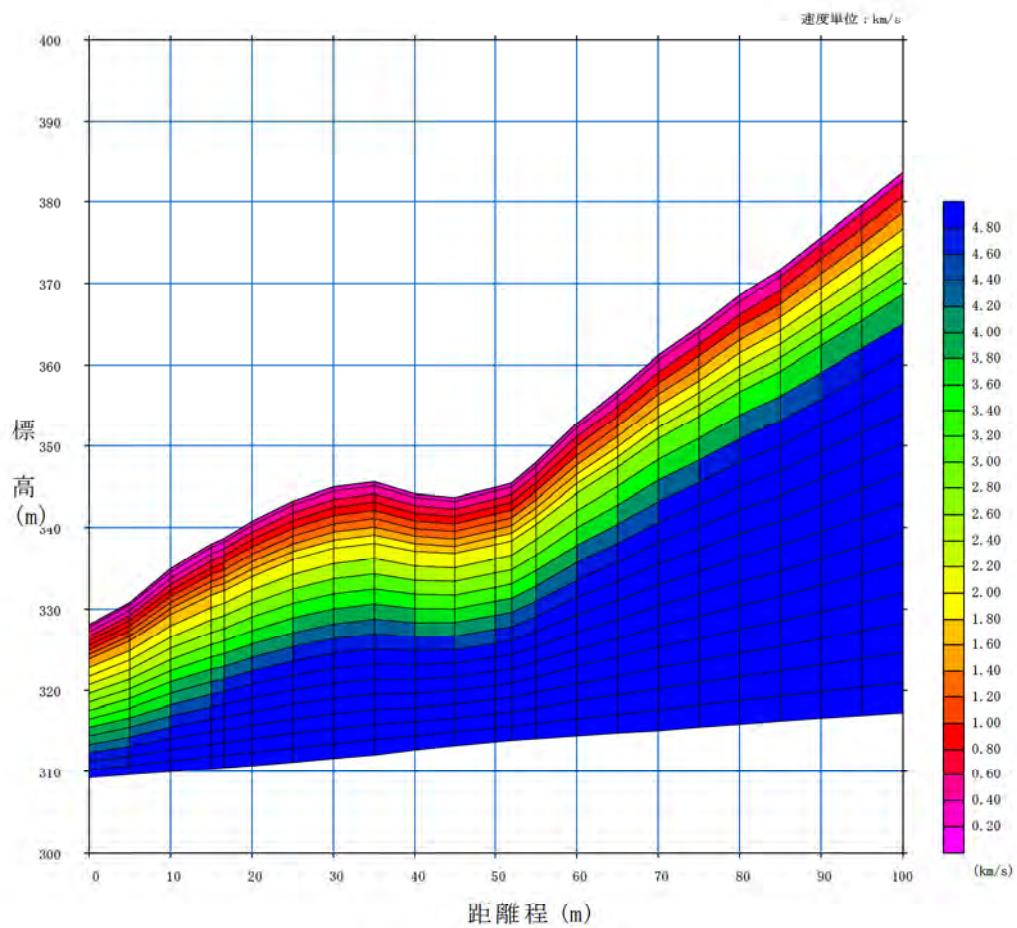


図 5.5.1 初期モデル

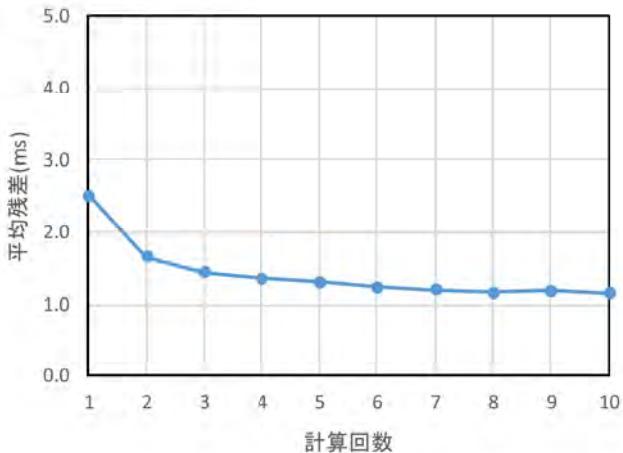


図 5.5.2 繰り返し計算による残差の変化

## (2) 解析結果断面図

弾性波トモグラフィの解析結果を図 5.5.3 に示す。図 5.5.3 には、観測走時と理論走時を比較した走時曲線図と、解析断面図ではコンター図と速度層表示(白線)、および波線経路図とを併記した。速度層区分は、「平成 6 年度 設楽ダム弾性波探査業務(弾性波探査編)アイドールエンジニアリング(株)」による弾性波探査の 3 測線が今回の調査位置と近接していることから、この速度層区分に従った。速度層は、表層より 0.3km/s、0.7km/s、1.5km/s、3.0km/s、5.0km/s の 5 層構造である。

また、波線経路図を図 5.5.4 に示す。波線経路図は、起振点と受振点とを弾性波がどの経路で伝播したかを示すもので、信頼できる速度値が得られている範囲を示すものである。

以下に、得られた地山速度分布の特徴を記す。

- ・基盤速度となる 5.0km/s を示すコンターの分布深度は、H28B-2 孔のある沢を境として、山側で浅く、豊川側で深くなる傾向を示す。
- ・弾性波速度 1.4km/s 以下の暖色系で示される範囲は、測線距離程 45m の沢を境に始点側で厚く終点側に薄い傾向を示す。
- ・弾性波速度 1.4km/s～4.2km/s の黄色～緑色で示される範囲は、概ね 10m 程度の厚さで分布するが、距離程 40m 付近と 80m 付近で下に凸の形状を示し、地山速度の遅い範囲が厚く分布する。
- ・弾性波速度 4.2km/s 以上を示す寒色系の分布範囲は、測線始点で深度 10m 程度である。距離程 40m 付近までは標高 320m 付近に分布しており、距離程 45m の沢に向かって相対的に速度の遅い地山が厚く分布する。
- ・距離程 45m より終点側では、急激に寒色系を示す速度の速い範囲が深度 10m 程度まで浅くなり、距離程 70m 付近より再び速度の遅い範囲が 20m 程度まで厚く分布する傾向を示す。

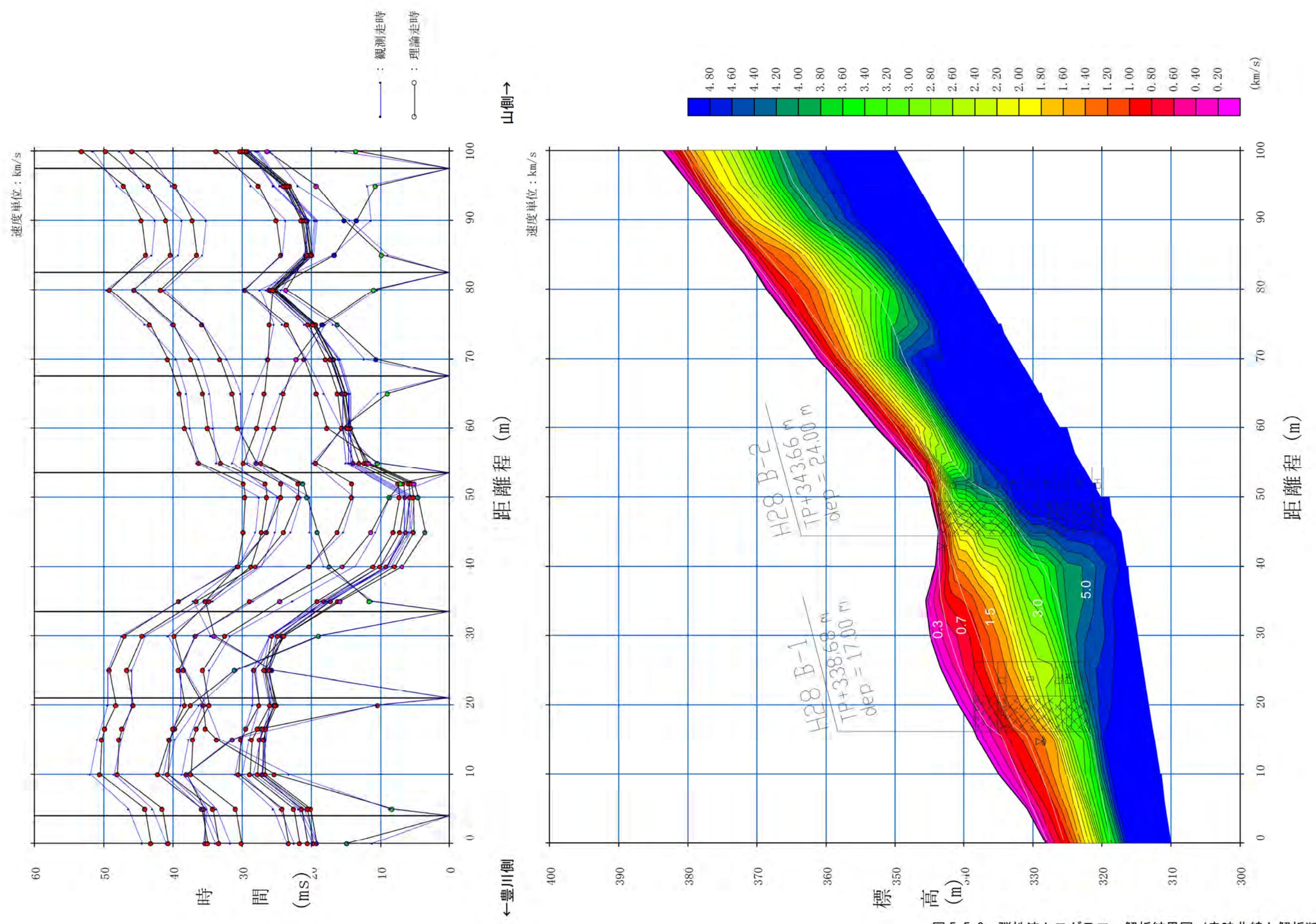


図 5.5.3 弾性波トモグラフィ解析結果図（走時曲線と解析断面図）

※解析断面中の白線は、層構造区分した速度層境界

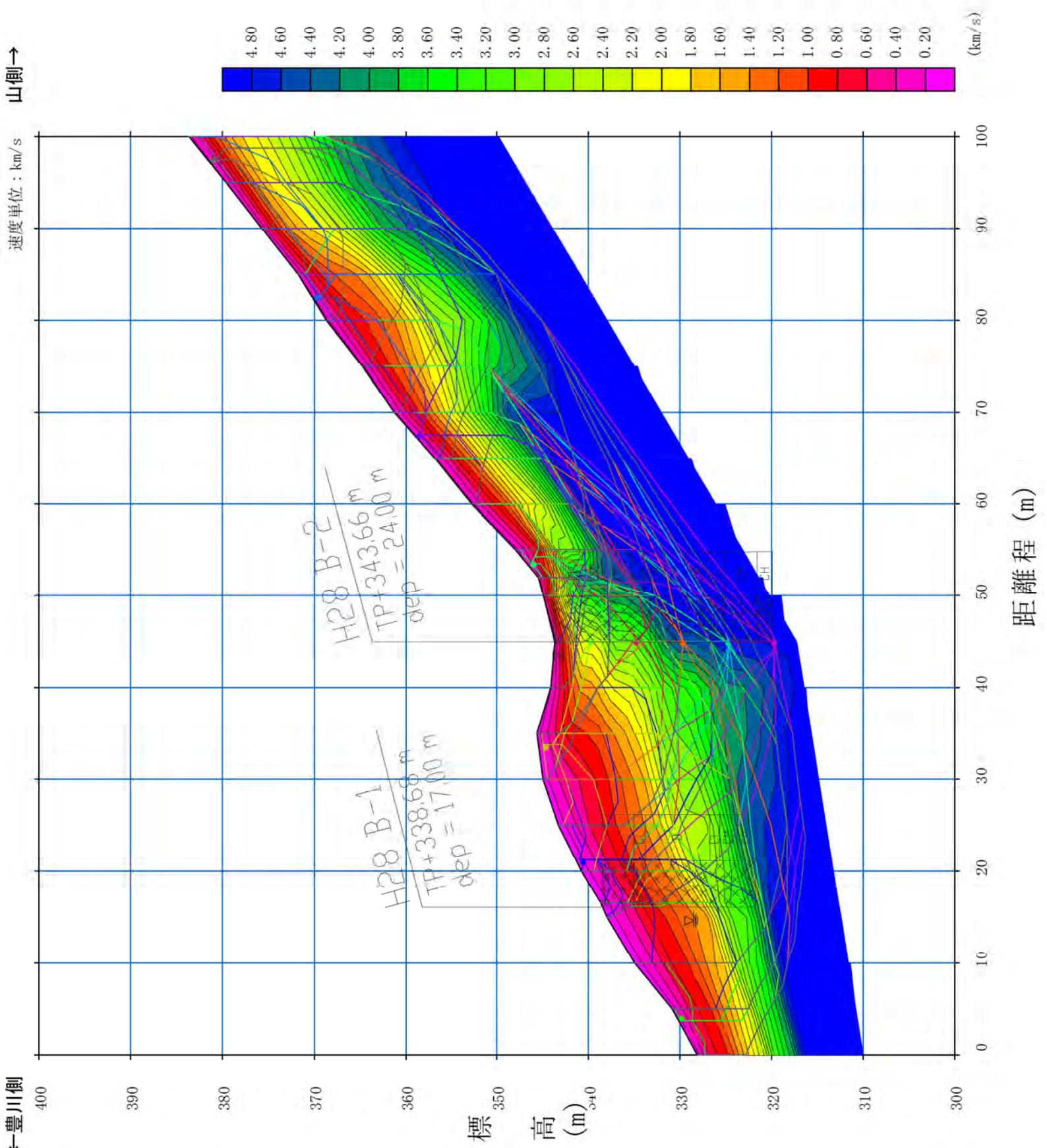


図 5.5.4 弾性波トモグラフィ解析結果図（波線経路図）

### (3) 弹性波速度について

地盤の弹性的性質は、構成する岩石の種類・形成地質時代・変成作用および風化作用など種々の要因によって左右される。従って、それらが弹性波速度の差異として示されれば、地層の状況・岩盤状態を推定することが可能である。

弹性波速度は、表 5.5.2 に示すように、一般的に岩石が新鮮・堅硬であるほど高い。そして亀裂の発達・固結度の低下など風化・変質が進むほど低くなる。

このように、弹性波速度は地山の様々な状況を反映したものであるため、解析結果の地質的解釈・評価に際しては、ボーリング結果や岩石試験結果などと対比して、地山の工学的状況を総合的に判断する方法が採られている。

表 5.5.2 概念的な地山弹性波速度と地山状況との関係

←弹性波速度が低い	弹性波速度が高い→
未固結の地層	固結した地層
新しい地質時代の地層	古い地質時代の地層
風化や変質を受けた岩石	風化や変質を受けていない岩石
割れ目や孔隙の多い岩石	割れ目や孔隙の少ない岩石
新期堆積岩	変成岩、火成岩、古期堆積岩
地下水なし（含水小）	地下水あり（含水大）

### (4) 調査地の弹性波速度

調査地域には、領家帶の閃綠岩と高温低圧型の領家変成岩類（片麻岩類）が分布している。ダムサイト周辺地域には領家帶の白亜紀変成岩類・花崗岩類・塩基性岩類、東半分に新第三系設楽層群が分布する。

本調査地には、これらのうち、閃綠岩と片麻岩が主に分布しており、図 5.5.5 に示す主要地層・岩石の原位置弹性波伝播速度に当てはめると、調査地に分布する閃綠岩は 4.5~6.5km/s 程度、片麻岩は 5.0~6.0km/s 程度である。

今回の弹性波トモグラフィから得られた基盤速度層は 5.0km/s 程度を示しており、一般的な閃綠岩・片麻岩の値と調和的である。

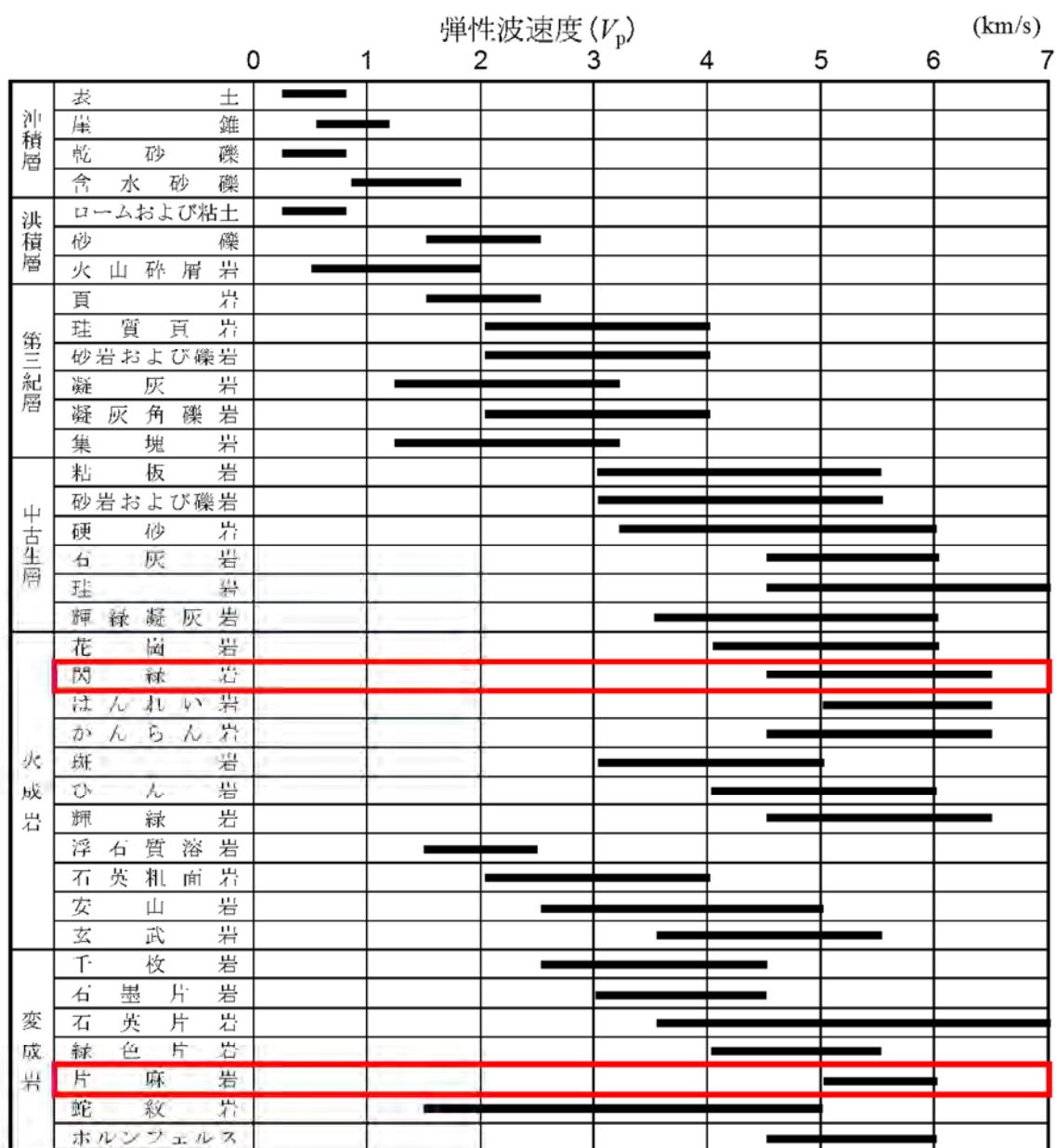


図 5.5.5 主要地層・岩石の原位置弾性波伝播速度

(新版 物理探査適用の手引き-土木物理探査マニュアル 2008-に加筆)

## (5) 弹性波トモグラフィの結果から推定される地質状況

前述の弾性波速度とボーリング調査による地山状況の関係をふまえて、弾性波トモグラフィの結果から推定される地質状況について表 5.5.3 に一覧表としてまとめた。以下に、解析結果から得られた速度層について特徴を述べる。

### ○ 第 1 速度層

測線範囲の表層部に薄く分布し、測線の始点および距離程 45m 付近の沢部で欠落する。層厚は、距離程 0~45m の区間で平均的に 3m 程度である。沢部より山側では平均的に 1m 程度と薄い傾向を示す。

表土および締りの緩い崖錐堆積物に相当する。

### ○ 第 2 速度層

測線範囲全域に分布し、距離程 45m 付近の沢部で 0.5m 程度と薄くなる。この沢部より始点側では平均的に 4m 程度、山側では 2~3m 程度と相対的に薄い。

締まった崖錐堆積物および強風化し軟質化した岩盤に相当する。

### ○ 第 3 速度層

測線全域に平均的に 5m 程度の層厚で分布し、距離程 45m の沢部で相対的に 2m 程度と薄い。

全体的に風化した岩盤で、亀裂沿いには強風化しており軟質化している。

### ○ 第 4 速度層

測線全域に分布し、距離程 45m 付近を境に始点側で 5m 程度以上と相対的に厚い傾向である。

弱風化した岩盤あるいは亀裂の発達した岩盤に相当する。亀裂沿いには褐色化しているところもある。

### ○ 基盤速度層

測線中央部の沢を境に始点側で深く、終点側で浅い。

本調査地の基盤をなす速度層で、新鮮な岩盤で亀裂も少なく密着している。

表 5.5.3 弾性波トモグラフィ解析結果一覧

速度層	速度	層厚	速度層の分布状況と推定される地質状況
第1速度層	0.3km /s	0~3.2m	測線範囲の表層部に薄く分布し、測線の始点および距離程45m付近の沢部で欠落する。層厚は、距離程0~45m の区間で平均的に3m 程度である。沢部より山側では平均的に1m 程度と薄い傾向を示す。
第2速度層	0.7km /s	0.2~4m	測線範囲全域に分布し、距離程45m 付近の沢部で0.5m 程度と薄くなる。この沢部より始点側では平均的に4m 程度、山側では2~3m 程度と相対的に薄い。 締まった崖錐堆積物および強風化し軟質化した岩盤に相当す
第3速度層	1.5km /s	1.8~5.5m	測線全域に平均的に5m 程度の層厚で分布し、距離程45m の沢部で相対的に2m 程度と薄い。 全体的に風化した岩盤で、亀裂沿いには強風化しており軟質化している。
第4速度層	3.0km /s	3.0~8m	測線全域に分布し、距離程45m 付近を境に始点側で5m 程度以上と相対的に厚い傾向である。 弱風化した岩盤あるいは亀裂の発達した岩盤に相当する。亀裂沿いには褐色化しているところもある。
基盤速度層	5.0km /s	深度6~19m	測線中央部の沢を境に始点側で深く、終点側で浅い。 本調査地の基盤をなす速度層で、新鮮な岩盤で亀裂も少なく密着している。

## 6. 考察（総合解析）

計画されている設楽ダムの転流工に関して、既往調査の結果および本調査の結果を以下に取りまとめ、以下に記す。

### 6.1 調査地の地質と地質構造

転流工が計画されている豊川左岸側の地質は、中・古生代の領家变成岩である片麻岩類と共に貫入した閃綠岩により基盤が構成され、これらを覆う未固結堆積物よりなる。調査地の地質構造の模式図を図 6.1.1 に、調査地周辺の地質平面図を図 6.1.2 に、地質断面図を図 6.1.3 に示す。

以下に、調査地の地質構造と片麻岩類と閃綠岩の岩相についてまとめる。

#### (1) 地質構造

片麻岩類の構造は、以下の特徴を有している。

- 地質境界はおおむね東西走向で北側に 60~80° 傾斜する。
- 左岸側は、泥質片麻岩 (Pegn) と砂質片岩 (Ssgn)、珪質片麻岩 (Chgn) が帶状に分布する。
- 右岸側は上流側の低位標高部には泥質片麻岩 (Pegn) が広く分布し、高位標高部には砂質片麻岩 (Ssgn) が分布する。下流側では砂質片麻岩 (Ssgn) と泥質片麻岩 (Pegn) が互層状に分布する。
- 片麻構造も地質境界と同様の傾向を示している。

貫入岩類である閃綠岩類の特徴は、以下のとおりである。

- 斑状閃綠岩 (pDi)：ほぼ東西方向の走向で、高角度南傾斜で分布。比較的直線的に貫入。
- 等粒状閃綠岩 (gDi)：横坑・ボーリングコアの結果から、傾斜 40~60° 程度の南傾斜で貫入。左岸側のものが高角度なのにに対し、右岸側のものはやや幅が狭く、傾斜が緩い傾向がある。左岸の貫入岩体は地表付近で数条に分岐しているものもある。

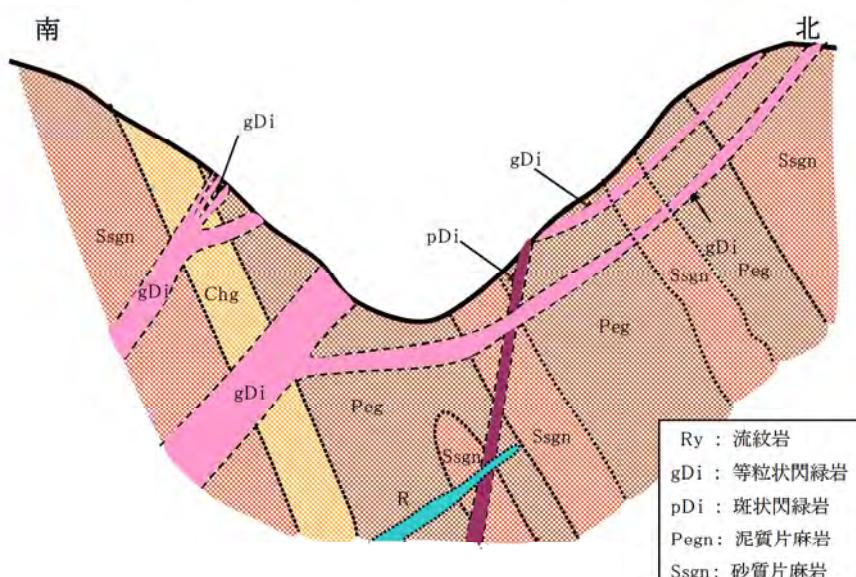


図 6.1.1 調査地の  
地質構造の模式図  
(平成 20 年度\_設楽ダム  
仮設備設計業務より)

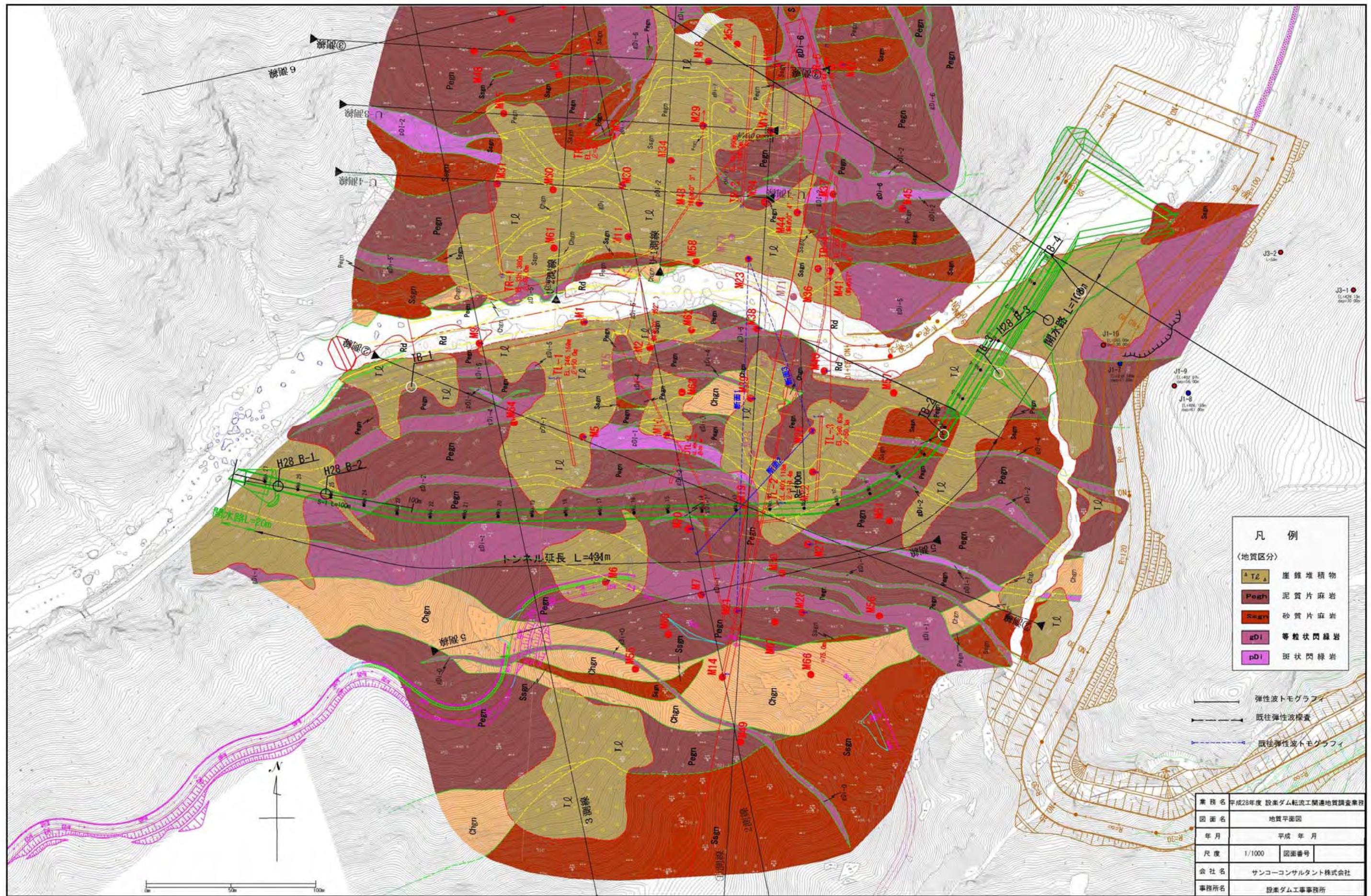
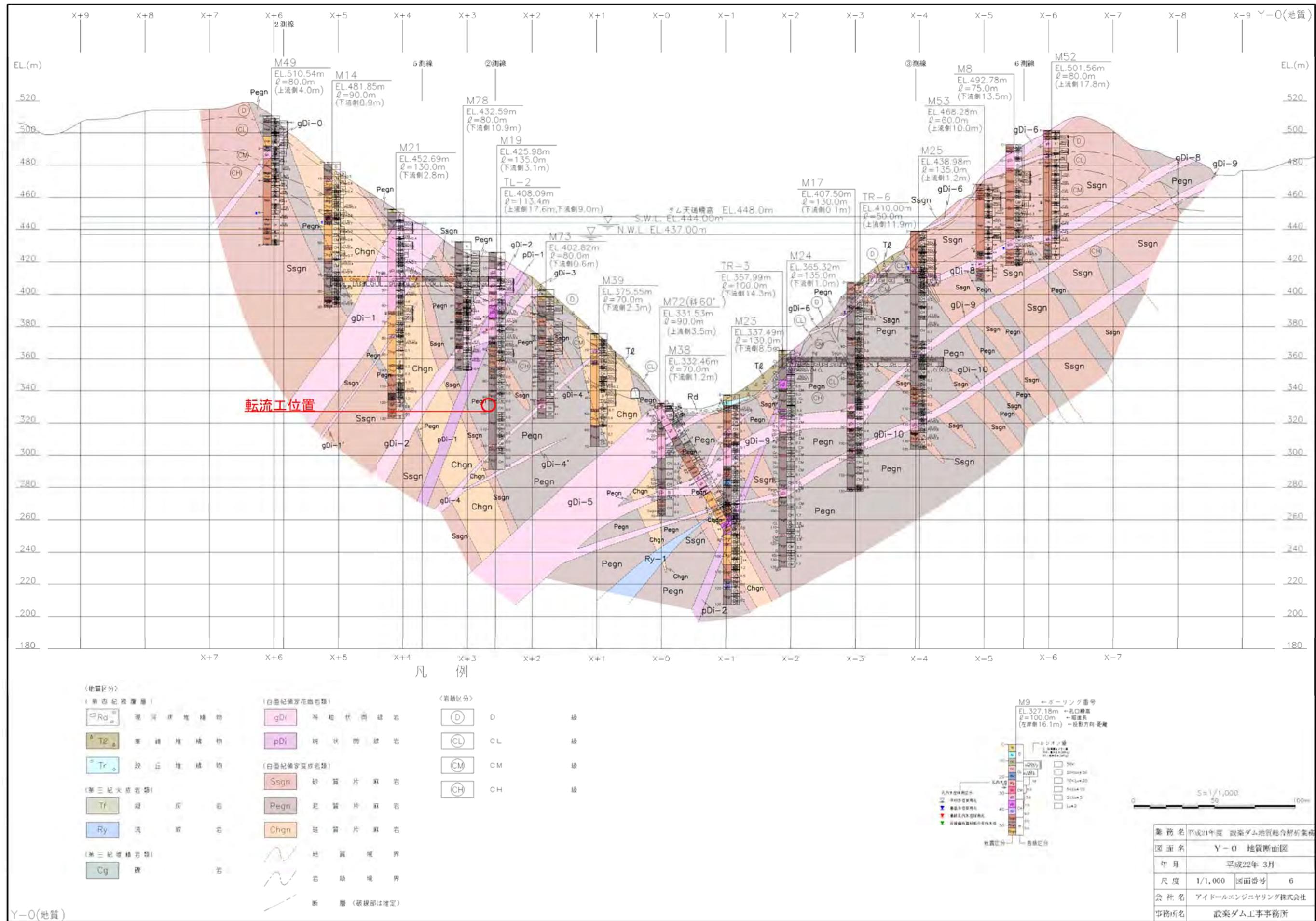


図 6.1.2 調査地周辺の地質平面図



## (2) 片麻岩類（領家变成岩）

調査域に分布する片麻岩は、その特徴から泥質片麻岩(Pegn)、砂質片麻岩(Ssgn)、珪質片麻岩(Chgn)に区分されている。

### ・泥質片麻岩 (Pegn)

石英や長石に富む優白質層と黒雲母に富む優黒質層が成層構造をなし、縞状の片麻状構造が顕著に発達する。黒雲母が定向配列しており、片麻状構造に沿って剥離しやすい特徴を有する。また、層内褶曲がしばしば認められる。

ダムサイト左岸中位標高部～右岸高位標高部にかけて幅広く分布し、転流工トンネルに出現する岩盤の大半を占める。

### ・砂質片麻岩 (Ssgn)

縞状構造はあまり発達せず、比較的均質で塊状なものと縞状構造が確認されるものがある。泥質片麻岩(Pegn)とは漸移することが多い。転流工トンネルの呑口側の一部で出現する。

### ・珪質片麻岩 (Chgn)

泥質片麻岩(Pegn)と同様に優白質層と優黒質層が成層構造をなすが、優白質層の割合が泥質片麻岩(Pegn)に較べて多く、石英結晶の粒径が大きいのが特徴である。優黒質層の部分もしくは成層の境界部でやや剥離しやすい傾向にあるが、泥質片麻岩(Pegn)と較べると一体性のある岩盤である。非常に硬質であり、無秩序な割れ目が発達する場合が多い。

主にダムサイト左岸高位標高部と低位標高部の一部、河床部付近に分布するため、転流工トンネルには出現することはない。

## (3) 閃緑岩

転流工が計画されている豊川左岸に分布する貫入岩類は、主として斑状閃緑岩(pDi)、等粒状閃緑岩(gDi)の2種類の閃緑岩類に区分されている。

### ・斑状閃緑岩 (pDi)

やや粒度の粗い閃緑岩で、径数 mm の斑状の有色鉱物(黒雲母)が特徴的に認められる。乾燥状態でやや明灰色を呈する。主に左右岸の低位標高部に分布し、幅数 m 程度の規模を有し、高角度に貫入するものが多い。

転流工トンネルの中央部付近で交差し、20m 程度の厚さで出現する。

薄片鑑定上は、黒雲母花崗閃緑岩もしくは黒雲母トーナル岩。主要造岩鉱物の粒径は 0.2～3.0mm 程度で、0.5mm 程度の黒雲母が集斑状に産する特徴が見られる。他の岩石と異なり、角閃石は認められない。

### ・等粒状閃緑岩 (gDi)

鉱物の粒度が均質であり、乾燥状態で暗灰色を呈する。薄片鑑定上は、黒雲母角閃石石英閃

緑岩もしくは角閃石黒雲母トーナル岩。主要造岩鉱物の粒径は 1.0mm 程度でおおむね等粒状である。有色鉱物がやや変質を被っているものがしばしば確認される。

調査地全体に幅広く貫入が認められる。豊川の右岸に較べて左岸側の岩体はやや規模が大きい傾向にある。片麻岩類に比較して、高位標高部で風化の影響を受けやすく、マサ状を呈することがしばしば認められる。片麻岩類の構造に非調和に貫入するものが主体である。

転流工の呑口付近および吐口付近で交差する。

## 6.2 分布地質の工学的特性

転流工は、上流部より開水路区間、トンネル区間、開水路として計画されている。

転流工の呑み口である開水路区間部では CSG 盛土が計画されており、基礎地盤の調査として実施した H28B-3 孔において、岩級区分ごとに孔内水平載荷試験を実施した。また、H28B-1 孔および H28B-2 孔では、コアサンプルを抽出して一軸圧縮試験および超音波伝播速度試験、単位体積重量(自主実施)を実施した。さらに、ボーリングで採取されたコアを用いて簡易反発試験を行い、D～CL 級を含めた一軸圧縮強度のデータを取得した。

ここでは、試験の結果を表 6.2.1 に整理し、CSG 盛土検討のための地盤定数を提案する。

表 6.2.1 CSG 盛土検討のための地盤定数一覧

岩種	岩級	地山弾性波速度	テストピースの弾性波速度	亀裂係数	粘着力の低減係数	亀裂のない岩石片(テストピース)		亀裂を考慮した地山			備考
						圧縮強度	変形係数	圧縮強度	変形係数	弾性係数	
		Vp(km/s)	V0p(km/s)	Cr	Kc	MN/m <sup>2</sup>					
片麻岩	CL	3.5	5.00	0.51	0.20	67.5		13.5			
	CM	4.0	5.14	0.39	0.25	48.1	57100	12.0	14275		鉛直方向の強度
	CH	5.0	5.00	0.00	0.00	38.0		38.0			片麻構造に斜交
		5.0	5.00	0.00	0.00	93.2		93.2			片麻構造に平行
閃緑岩	D	1.5	1.5	0.00	1.00	8.2		8.2	142	1025	
	CL	3.5	5.00	0.51	0.20	66.4		13.3	1062	13730	
	CM	4.0	5.03	0.37	0.30	84.9	47300	25.5	14320	15200	
	CH	5.0	5.15	0.06	0.80	124.0	61800	99.2	49440		

エコーチップ反発度試験による  
岩石試験による  
孔内水平載荷試験による  
推定値

以下に、各定数の根拠を示す。なお、閃緑岩(CM 級)で 2 箇所の岩石試験を実施したが、圧縮強度が非常に高いため、1 試料については地盤定数検討上、CH 級として取り扱うこととした。

### (1) 地山弾性波速度

地山弾性波速度については、弾性波トモグラフィ解析結果より、該当する岩種・岩級に対応する速度値を抽出した。なお、岩石試験を実施しているものについては、その深度の値を採用している。

### (2) テストピースの超音波速度(亀裂のない岩片の弾性波速度)

テストピースの超音波速度については、岩石試験において実測しているものはその値を採用した。

他の岩級については、本調査地区(設楽ダム)の岩級区分基準で、D 級以外のものは亀裂の多少が大きな要素となっており、岩片自体は硬質なものが多いことから、CM 級岩片の測定

値を用いるものとした。D級については、マサ状を呈しており、亀裂がないため、弾性波トモグラフィによる結果を用いるものとした(亀裂係数は  $Cr=0$ )。

### (3) 亀裂係数・低減係数

亀裂係数・低減係数とは、亀裂のない岩石との超音波伝播速度と地山弹性波速度の関係から、地山における亀裂を考慮した強度定数を算出するための係数であり、通常は、岩石試験による粘着力と内部摩擦角の測定値を、地山での値に換算するために求める。

NEXCO 設計要領(第二集)によれば、亀裂係数・低減係数は以下のように算出される。

$$Cr = 1 - (V_p/V_{p0})^2$$

ここに、 $Cr$  : 亀裂係数

$V_p$  : 地山の弹性波速度

$V_{p0}$  : 共試体の超音波伝播速度

亀裂係数  $Cr$  より、図 6.2.1 により低減係数  $K_c, K_\phi$  が求められ、

$$\text{粘着力 } c = K_c \times c_0$$

$$\text{内部摩擦角 } \phi = K_\phi \times \phi_0$$

ここに、 $c$  : 地山の粘着力

$c_0$  : 共試体の粘着力

$\phi$  : 地山の内部摩擦角

$K_\phi$  : 共試体の内部摩擦角

により地山強度が算出される。

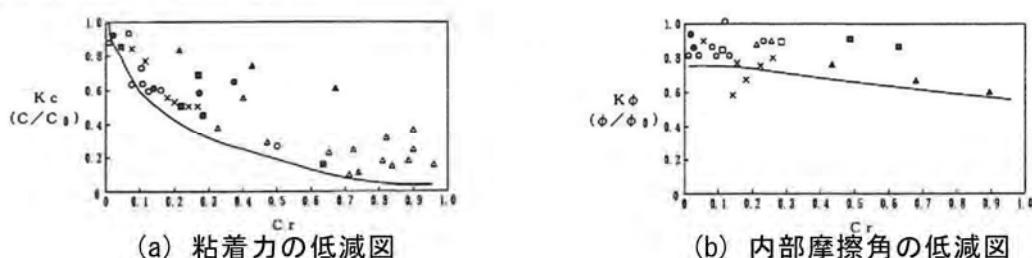


図 6.2.1 粘着力および内部摩擦角の低減図

本調査では、一軸圧縮強度試験が実施されており、一軸圧縮強度と粘着力の間には  $c = qu/2$  の関係があることから、粘着力の低減係数  $K_c$  を求めることとした。

### (4) 地山の圧縮強度

地山圧縮強度については、一軸圧縮試験結果またはエコーチップによる換算圧縮強度に粘着力の低減係数を乗じて算出した。

## (5) 地山の変形係数・弾性係数

地山の変形係数については、孔内水平載荷試験で得られた変形係数はその値を採用するものとした。また、一軸圧縮強度試験で求められた変形係数は、亀裂を考慮し上記粘着力の低減係数を乗じて算出するものとした。なお、閃緑岩(CM 級)のテストピース(共試体)で測定した変形係数は、低減係数を乗じた結果、地山の変形係数と非常に近似した値が得られた。

$$\begin{aligned} \text{CM 級テストピースの変形係数 (47300) \times 低減係数 (0.3)} &= 14190 \text{ (MN/m}^2\text{)} \\ \text{孔内水平載荷試験による変形係数} &= 14320 \text{ (MN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

弾性係数は、岩級区分毎に、孔内水平載荷試験における除荷後の再載荷の接線・割線から算出した弾性係数の代表値を採用した。

### 6.3 転流工トンネル計画区間の地山状況

転流工計画区間の地山状況として、次の項目について以下にまとめる。

#### (1) 吞口開水路区間

#### (2) トンネル区間の地山分類、トンネル湧水予測、設計施工上の留意点

##### (1) 吞口開水路区間

- ・表層部に崖錐堆積物が、その下位に主に閃緑岩が分布する。豊川側では一部区間で砂質片麻岩が、トンネル坑口付近では泥質片麻岩が分布する。
- ・強風化～風化部であり、D～CL 級を主体とする岩盤である。亀裂が発達している。閃緑岩は風化が顕著で軟質化しており、一部ではマサ化している。

##### (2) トンネル区間の地山分類

トンネルの設計・施工に当たっては、地質調査等の結果に、技術的判断を加えて地山分類を行う必要がある。

トンネル地山分類は、道路トンネル技術基準(構造編)・同解説に準拠する。ここに示される地山分類基準は、設計・施工と対応した地山評価基準であり、制定当時における最新の施工実績の分析結果から得られた設計・施工に適用する地山分類表である。これは、日本道路公団によって取りまとめられた一連の成果(1997)に基本的に準拠している。

#### <地山分類の考え方>

地山分類の考え方を次に示す。

- ・岩盤の現時点での力学的性状は、地質体が形成された時点の、ごく新鮮な状態における初生的性質を出発点とし、その後の風化作用や断層、節理の形成などによって初生的性質が、劣化してゆく過程の中で決まる。
- ・初生的性質とは、地質体の種類とその構造、初生的節理・層理や片理等の岩盤固有のでき方を反映した要素である。
- ・劣化の過程とは、各地質時代に生じた地殻変動による岩体の上昇や沈降、種々の方向からの応力によるひずみや、せん断、陸化による侵食や風化、新しい岩体の貫入による熱変成等、地質体が生成後、現在の岩盤に至るまでに経た経歴を反映した要素である。
- ・したがって、地山分類に当たっては、岩盤の初生的性質を反映した新鮮な状態での強度と、その後の劣化の過程を表す劣化のし方を基に、4つの岩石グループに区分する。

新鮮な状態での一軸圧縮強度により、3区分する。

- 1) 硬質岩 (H) :  $\geq 80 \text{ N/mm}^2$
- 2) 中硬質岩 (M) :  $20 \sim 80 \text{ N/mm}^2$
- 3) 軟質岩 (L) :  $< 20 \text{ N/mm}^2$

劣化のし方により、2区分する。

1) 塊状：節理面が支配的な不連続面となるようなもの

2) 層状：層理面あるいは片理面が支配的な不連続面となるようなもの

以上の、 $3 \times 2$  のマトリクスの内、トンネル掘削時の変位の生じ方と支保にかかる荷重の生じ方等に基づいて4つのグループに区分する。

1) 硬質(H)塊状岩盤

2) 中硬質(M)軟質(L)塊状岩盤

3) 中硬質(M)層状岩盤

4) 軟質(L)層状岩盤

ただし、これら岩の強度や劣化のし方は、大まかに岩種によって特徴づけられることから、実務的には岩種によって区分を行っている。

また、トンネルの掘削の難易や土圧等の地山の挙動に関する地山条件には、次のようなものがある。

1) 岩石そのものの硬軟及び固結度

2) 風化・変質の程度

3) 節理・層理・片理等の不連続面の間隔、幅、形状、充填物の状態

4) 褶曲、断層・破碎帶等の地質構造及びそれに起因する地山の応力状態

5) 土被り

6) 地下水の影響

上記、地山条件に対する地山判定の指標は、事前調査成果や施工中の観察・計測の成果から得ることを原則とし、次の判断指標による。

1) 弾性波速度(縦波速度)

2) 地山の状態(岩質・水による影響、不連続面の間隔、不連続面の状態)

3) ボーリングコア(コアの状態、RQD)

4) トンネル掘削時の状況

5) 地山強度比(第三紀層等の軟岩地山や断層・破碎帶等、地山の強度と作用する荷重の比率が問題になり、トンネル掘削時の変位が大きくなる岩石が対象となる場合の付加的項目)

当初設計段階における地山分類は、地表地質踏査、ボーリング調査、地山試料試験等の調査結果及び弾性波探査を総合的に判断して行うものとされている。特に、弾性波速度及び地山強度比は、地山判定の一応の目安を与えるものであり、できるだけ地表地質踏査、ボーリング調査、地山試料試験等の調査結果を活用し、それらを補完する目的で使用するものとされている。

### <地山区分における弾性波速度の適用に関する留意点>

- 1) 弾性波探査の理論的仮定条件などによって、期待する速度モデルが測線下の断面で得られない場合がある。
- 2) 貫入岩、粘板岩、片岩等で、褶曲等による初期地圧が潜在する場合、あるいは微細な亀裂が多く、施工時に緩み易い場合には、実際の地山等級よりも事前の弾性波速度によるものが良好に評価されることがある。
- 3) 弹性波速度及び地山強度比の値が、各地山等級間の境界となるデータについては、地形特性、地質状態などにより工学的に判定する。
- 4) トンネル計画高より上部約 1.5D(D: トンネル掘削幅)の範囲が複数の速度層からなる場合は、弾性波速度分布図におけるトンネル計画高の速度層より上層（速度の遅い層）の速度を採用する方が望ましい。
- 5) 土被りの小さいところでは、地質が比較的悪く、地質区分の変化も著しいことが多いため、測量誤差(航測図化図、実測図、弾性波探査測量図)や物理探査の解析誤差が地質区分の判定に大きな影響を与えるので、特に注意を払う必要がある。
- 6) トンネル路線が比較的大きな曲率を持つ場合等、直線状に設定される弾性波測線の端部を重複させながら、複数測線でトンネル全線に亘る弾性波速度を得ようとする場合がある。この場合、トンネル路線に沿った弾性波速度分布は、解析結果を適切に解釈しながら設定する必要があり、地表地質踏査等で想定される地質構造と照合しながら想定する必要がある。
- 7) 断層・破碎帯については、弾性波速度のみではなく、その方向・土被り・その他の判定基準も参考にして、補正を行う。
- 8) トモグラフィ解析を適用する場合、理論波線がトンネル施工基面を十分包括するような測線設定・測定計画が必要である。また、その成果は深部方向へ速度が漸増するような断面（カラーコンター図）として表現されるが、その解釈においては、破碎帯等の深部断裂を反映する速度値の凹状構造（落ち込み構造）や風化帯部分における飽和・不飽和帶の境界等に着目する必要がある。

### <地山分類基準と岩石グループ>

表 6.3.1 に本業務における岩石グループを、表 6.3.2 に地山分類基準を示す。

図 6.3.1 には、岩石試験から求めた一軸圧縮強度を簡易反発度試験(エコーチップ)との関係で整理したものを示す。一軸圧縮試験は、層理面・片理面や鉱物脈、その他の分離面に起因したヘアクラックによって割れることで、実際の岩片自体の強度よりも低い値をとることがある。一方、簡易反発度試験は、これら分離面の影響がない為、岩片自体の硬さを得ることができる。

転流工トンネルの対象となる閃緑岩及び片麻岩の室内岩石試験値を見ると、両者とも良好な相関関係を示している。しかし、片麻岩については室内岩石試験および簡易反発度試験の

平均値では、いずれも  $80(\text{MN}/\text{m}^2)$  以下の値を示している。片麻岩の簡易反発度試験の結果を詳しく見ると、CH 級のコアで、片麻構造に平行な場合で  $93.2(\text{MN}/\text{m}^2)$  を、斜交する場合で  $38.0(\text{MN}/\text{m}^2)$  と片麻構造の影響が強く受けていることがわかる。

以上の検討の結果、岩石グループの設定にあたっては、閃緑岩、片麻岩とともに  $80(\text{MN}/\text{m}^2)$  以上である H 塊状岩盤に区分することとする。

#### <トンネル地山評価における留意点>

- ・ トンネル延長は  $431\text{m}$  で、曲線トンネルである。全体に土被りが大きいが、谷部で土被りが少なくなる(コントロールポイント、坑口区間は  $1.5D$  を確保)。
- ・ 掘削時のトンネル周辺の緩み高さを考慮して、FL+15m での地山状況に着目して、地山区分を行った。
- ・ トンネル縦横断図における弾性波速度分布は、トンネルルート沿いの弾性波速度分布は吐き口付近の  $100\text{m}$  区間に限られる。そのため、他の区間における地山速度層区分は、トンネルルートと交差する既往の弾性波探査の結果を交差付近で投影するとともに、豊川および江ヶ沢川部における既往弾性波探査測線と交差する場所での速度層の層厚を考慮して投影し、推定した

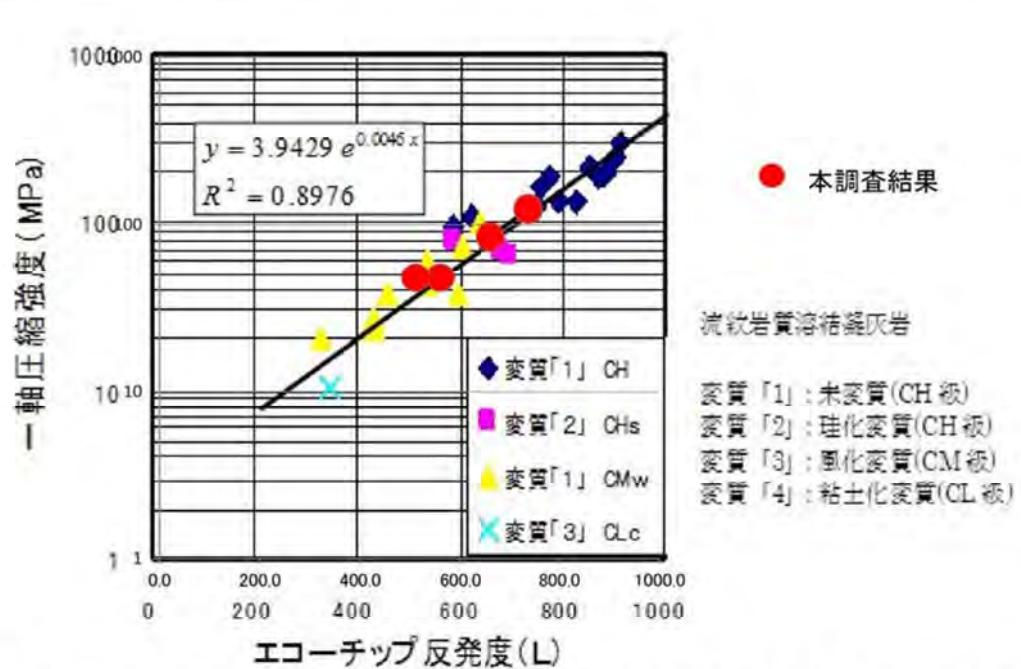


図 6.3.1 エコーチップ反発硬度と一軸圧縮強度の相関から見た岩石試験値の評価

(「赤嶺辰之介, 田邊謙也 : 岩石の変質と強度・物理特性, 全地連技術 e-フォーラム, 2002」) に加筆)

表 6.3.1 岩石グループ

(（社）日本道路協会（2003.11）：道路トンネル技術基準（構造編）・同解説。)

岩盤の初生的性質を反映した新鮮な状態での強度の区分			
	H (硬質岩) 80N/mm <sup>2</sup> 以上	M (中硬質岩) 20~80N/mm <sup>2</sup>	L (軟質岩) 20N/mm <sup>2</sup> 以下
劣化のしかたによる区分	塊状岩盤	はんれい岩、かんらん岩 花崗岩 <b>閃綠岩</b> 花崗閃綠岩 石英斑岩、輝綠岩 花崗斑岩 ホルンフェルス 角閃石岩 中・古生層砂岩 石灰岩、チャート(珪岩) <b>片麻岩</b>	安山岩 玄武岩、輝綠凝灰岩 石英安山岩 流紋岩 ひん岩 第三紀層砂岩、礫岩
			蛇紋岩 凝灰岩 凝灰角礫岩
	層状岩盤		千枚岩 黒色片岩、石墨片岩 緑色片岩 第三紀層泥岩

注) ----- は、主に地山の弾性波速度の違いによる分類を示し、分類されたグループは、地山分類表の代表岩種名欄のグループに対応する。

表 6.3.2 地山分類表 ((社)日本道路協会(2003.11) : 道路トンネル技術基準(構造編)・同解説.)

地山等級	岩石グループ	代表岩石名	弾性波速度 Vp (km/s)	地山の状態					コアの状態、RQD	地山強度比	トンネル掘削の状況と変位の目安		
				岩質、水による影響	不連続面の間隔	不連続面の状態	10	20	30	40	50		
B	H塊状	花崗岩、花崗閃緑岩、石英斑岩 ホルンフェルス 中古生層砂岩、チャート		・新鮮で堅硬または、多少の風化変質の傾向がある。 ・水による劣化はない。	・節理の間隔は平均的に50cm程度。 ・層理、片理の影響が認められるがトンネル掘削に対する影響は小さい。	・不連続面に鏡肌や狹在粘土がほとんどみられない。 ・不連続面は概ね密着している。						コアの形状は岩片状～短柱状～棒状を示す。 コアの長さが概ね10～20cmであるが5cm前後のものもみられる。 RQDは70以上。	岩石の強度は、トンネル掘削によって作用する荷重に比べて非常に大きい。 不連続面の状態も良好でトンネル掘削によるゆるみはほとんど生じない。掘削壁面から部分的に肌落ちする場合もあるが、掘削にともなう内空変位は15mm程度以下の微少な弹性変形にとどまる。 切羽は自立する。
	M塊状	安山岩、玄武岩、流紋岩 石英安山岩 第三紀層砂岩・礫岩											
	L塊状	蛇紋岩、凝灰岩、凝灰角礫岩											
	M層状	粘板岩、中古生層頁岩											
	L層状	黒色片岩、緑色片岩 第三紀層泥岩											
	H塊状	花崗岩、花崗閃緑岩、石英斑岩 ホルンフェルス 中古生層砂岩、チャート		・比較的新鮮で堅硬または、多少の風化変質の傾向がある。	・節理の間隔は平均的に30cm程度。 ・層理、片理が顕著で、トンネル掘削に影響を与えるもの。 ・水による劣化は少ない。	・不連続面に鏡肌や薄い狹在粘土がごく一部みられる。 ・不連続面は部分的に開口しているが開口幅は小さい。						コアの長さが概ね5～20cmであるが5cm前後のものもみられる。 RQDは40～70。	
CI	M塊状	安山岩、玄武岩、流紋岩 石英安山岩 第三紀層砂岩・礫岩										4以上	
	L塊状	蛇紋岩、凝灰岩、凝灰角礫岩											
	M層状	粘板岩、中古生層頁岩											
	L層状	黒色片岩、緑色片岩 第三紀層泥岩											
	H塊状	花崗岩、花崗閃緑岩、石英斑岩 ホルンフェルス 中古生層砂岩、チャート		・比較的新鮮で堅硬または、多少の風化変質の傾向がある。	・節理の間隔は平均的に20cm程度。 ・層理、片理が顕著で、トンネル掘削に影響を与えるもの。 ・水により、劣化やゆるみを部分的に生じる。	・不連続面に鏡肌や薄い狹在粘土が部分的にみられる。 ・不連続面が開口しているものが多くなり、開口幅も比較的大きくなる。 ・幅の狭い小断層を挟むもの。						コアの長さが10cm以下のが多く、5cm以下の細片が多量に取れる状態のもの。 RQDは10～40。	岩石の強度は、トンネル掘削によって作用する荷重に比べてあまり大きくはないが、概ね弹性変形をとどめる程度はある。 岩石の強度は大きくても不連続面の状態が悪く、掘削によりすべりやすい不連続面にそって岩塊が落下しようとしてゆるみが大きくなる。掘削にともなう内空変位は、岩石の強度が作用する荷重に比べて小さい場合には、塑性境界である30mm程度発生するが切羽が2D離れるまでには収束する。 切羽はほぼ自立する。
	M塊状	安山岩、玄武岩、流紋岩 石英安山岩 第三紀層砂岩・礫岩											
CII	L塊状	蛇紋岩、凝灰岩、凝灰角礫岩											
	M層状	粘板岩、中古生層頁岩											
	L層状	黒色片岩、緑色片岩 第三紀層泥岩											
	H塊状	花崗岩、花崗閃緑岩、石英斑岩 ホルンフェルス 中古生層砂岩、チャート		・岩質は多少硬い部分もあるが、全体的に強い風化・変質を受けたもの。								コアは細片状となる。時には、角礫混じり砂状あるいは粘土状となるもの。 RQDは10程度以下。	
	M塊状	安山岩、玄武岩、流紋岩 石英安山岩 第三紀層砂岩・礫岩		・層理・片理が非常に顕著なもの。 ・不連続面の間隔は平均的に10cm以下で、その多くは開口している。									
	L塊状	蛇紋岩、凝灰岩、凝灰角礫岩		・不連続面の開口も大きく鏡肌や粘土を挟むことが多い。 ・小規模な断層を挟むもの。 ・転石を多く混じえた土砂、岩錐等。 ・水により劣化やゆるみが著しい。									
DI	M層状	粘板岩、中古生層頁岩										4～2	
	L層状	黒色片岩、緑色片岩 第三紀層泥岩											
	H塊状	花崗岩、花崗閃緑岩、石英斑岩 ホルンフェルス 中古生層砂岩、チャート											
	M塊状	安山岩、玄武岩、流紋岩 石英安山岩 第三紀層砂岩・礫岩											
	L塊状	蛇紋岩、凝灰岩、凝灰角礫岩											
	M層状	粘板岩、中古生層頁岩											
DII	L層状	黒色片岩、緑色片岩 第三紀層泥岩										2～1	
	H塊状	花崗岩、花崗閃緑岩、石英斑岩 ホルンフェルス 中古生層砂岩、チャート											
	M塊状	安山岩、玄武岩、流紋岩 石英安山岩 第三紀層砂岩・礫岩											
	L塊状	蛇紋岩、凝灰岩、凝灰角礫岩											
	M層状	粘板岩、中古生層頁岩											
	L層状	黒色片岩、緑色片岩 第三紀層泥岩											

注-1) 本分類表にあてはまらないほど地山が良好なものを地山等級A、劣悪なものを(内空変位200mm以上)を地山等級Eとする。

注-2) H、M、Lの区分: 岩石の初生的な新鮮な状態での強度により、一軸圧縮強度で次のように区分する。

H:  $qu \geq 80N/mm^2$  M:  $20N/mm^2 \leq qu < 80N/mm^2$  L:  $qu < 20N/mm^2$ 

注-3) 塊状、層状の区分

塊状: 節理面が支配的な不連続面となるもの。

層状: 層理面あるいは片理面が支配的な不連続面となるもの。

注-4) 内空変位とは、トンネル施工中に実際に計測される、トンネル壁面間距離の変化で、掘削以前に変位したものは含まない。

注-5) ゆるみとは、土圧によって閉鎖されていた岩盤中の不連続面が、トンネル掘削により応力を解放することで開口し、それにそって岩塊が重力により落下しようすることをいう。

注-6) 岩石の強度とは、割れ目の影響を受けない岩片の強度のことをいう。

### <トンネル全般の地山評価>

転流工のトンネル全般の地質状況と地山区分の特徴は以下のとおりである。

転流工地質縦断図を付図および図 6.3.2 に示す。また、表 6.3.2 に転流工トンネル地山区分表を示す。

- ・地質は、閃緑岩および片麻岩が主に分布する。
- ・地質構造は、走向がトンネル軸に 45 度～平行で、片麻岩は北側へ傾斜する層理面を持ち、閃緑岩は南へ傾斜する構造である。
- ・弾性波探査で低速度帶として捉えられるような、トンネルルートと交差する断層破碎帶は存在しない。
- ・一般部の土被りは、トンネル中央部付近で最大 100m 以上、吐口側での沢との交差部で 13m 程度となる。
- ・地山区分の比率は、C I =76%、C II =12%、D I =8%、坑口部=4%程度である(図 6.3.3)。

地山区分	区間長(m)	割合
C I	329	76%
C II	52	12%
D I	33	8%
D II	0	0%
坑口部	17	4%
合計	431	

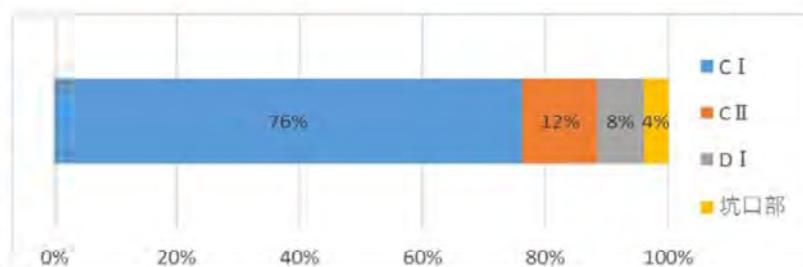


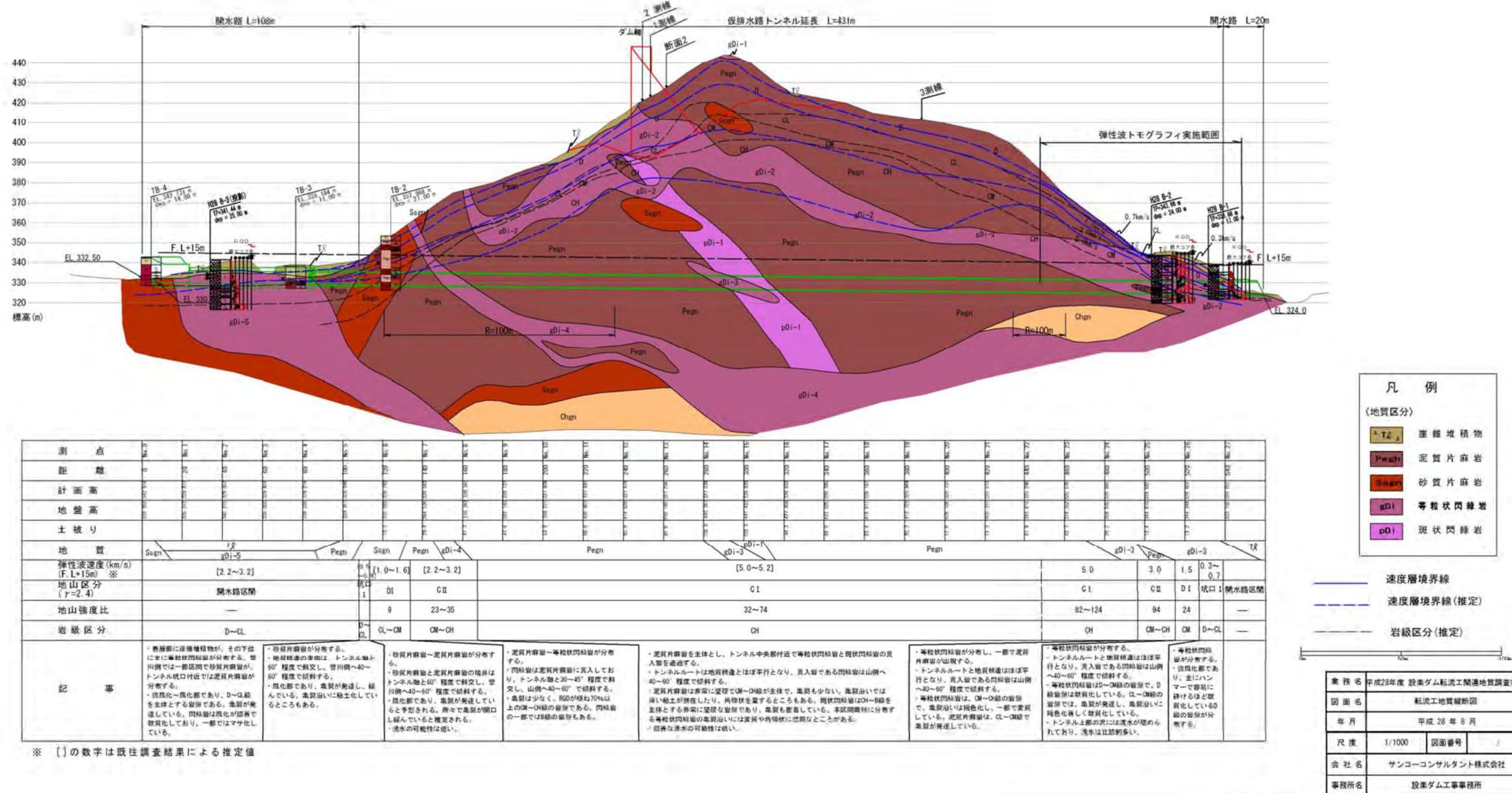
図 6.3.3 トンネル区間の地山区分の内訳

表 6.3.2 転流工トンネル地山区分表

測点No.	区間長(m)	地質	土被り(m)	弾性波速度 (km/s) FL+15m	準岩盤強度 (MN/m <sup>2</sup> )	地山強度比	地山区分	地質状況
No. 5+7.9m								
No. 5++13.3m	5.4	Ssgn	1.5D以下	0.5-0.9	-	-	坑口 I	<ul style="list-style-type: none"> <li>・砂質片麻岩が分布する。</li> <li>・地質構造の走向は、トンネル軸と60°程度で斜交し、豊川側へ40~60°程度で傾斜する。</li> <li>・風化部であり、亀裂が発達し、緩んでいる。亀裂沿いに粘土化しているところもある。</li> </ul>
No. 6+13.8m	20.5	Ssgn/Pegn	14.7	1.0-1.6	3.3	9	D I	<ul style="list-style-type: none"> <li>・砂質片麻岩～泥質片麻岩が分布する。</li> <li>・砂質片麻岩と泥質片麻岩の境界はトンネル軸と60°程度で斜交し、豊川側へ40~60°程度で傾斜する。</li> <li>・風化部であり、亀裂が発達していると予想される。所々で亀裂が開口し緩んでいると推定される。</li> <li>・湧水の可能性は低い。</li> </ul>
No. 8+7.3m	33.5	Pegn/gDi-4	29.4-41.3	2.2-3.2	15.9-33.6	23-35	C II	<ul style="list-style-type: none"> <li>・泥質片麻岩～等粒状閃綠岩が分布する。</li> <li>・閃綠岩は泥質片麻岩に貫入しており、トンネル軸と30~45°程度で斜交し、山側へ40~60°で傾斜する。</li> <li>・亀裂は少なく、RQDが概ね70%以上のCM～CH級の岩盤である。閃綠岩の一部ではB級の岩盤もある。</li> </ul>
No. 22+8.4m	281.1	Pegn/gDi-3/pDi-1	47.4-108.0	5.0-5.2	82.1	32-74	C I	<ul style="list-style-type: none"> <li>・泥質片麻岩を主体とし、トンネル中央部付近で等粒状閃綠岩と斑状閃綠岩の貫入岩を通過する。</li> <li>・トンネルルートは地質構造とほぼ平行となり、貫入岩である閃綠岩は山側へ40~60°程度で傾斜する。</li> <li>・泥質片麻岩は非常に堅硬でCM～CH級が主体で、亀裂も少ない。亀裂沿いでは薄い粘土が狭在したり、角礫状を呈するところもある。斑状閃綠岩はCH～B級を主体とする非常に堅硬な岩盤であり、亀裂も密着している。本区間両端に分布する等粒状閃綠岩の亀裂沿いには変質や角礫状に脆弱なところがある。</li> <li>・顕著な湧水の可能性は低い。</li> </ul>
No. 24+16.3m	47.9	Pegn/gDi-3	28.2-42.7	5.0	82.1	82-124	C I	
No. 25+14m	18.7	gDi-3/Pegn	13.4	3.0	29.6	94	C II	<ul style="list-style-type: none"> <li>・等粒状閃綠岩が分布し、一部で泥質片麻岩が出現する。</li> <li>・トンネルルートと地質構造はほぼ平行となり、貫入岩である閃綠岩は山側へ40~60°程度で傾斜する。</li> <li>・等粒状閃綠岩は、CM～CH級の岩盤で、亀裂沿いは褐色化し、一部で変質している。泥質片麻岩は、CL～CM級で亀裂が発達している。</li> <li>・顕著な湧水の可能性は低い。</li> </ul>
No. 26+6.9m	12.0	gDi-3	13.2	1.5	7.4	24	D I	<ul style="list-style-type: none"> <li>・等粒状閃綠岩が分布する。</li> <li>・トンネルルートと地質構造はほぼ平行となり、貫入岩である閃綠岩は山側へ40~60°程度で傾斜する。</li> <li>・等粒状閃綠岩はD～CM級の岩盤で、D級岩盤は軟質化している。CL～CM級の岩盤では、亀裂が発達し、亀裂沿いに褐色化著しく軟質化している。</li> <li>・トンネル上部の沢には流水が認められており、湧水は比較的多い。</li> </ul>
No. 26+19m	12.0	gDi-3	1.5D以下	0.3-0.7	-	-	坑口 I	<ul style="list-style-type: none"> <li>・等粒状閃綠岩が分布する。</li> <li>・強風化部であり、主にハンマーで容易に碎けるほど軟質化しているD級の岩盤が分布する。</li> </ul>

## 転流工縦断図

S=1/1000



## <トンネル坑口部>

トンネル坑口部の計画は、地形や気象等の影響を受けやすく、NEXCO 設計要領では、一般に坑口の設定位置毎に図 6.3.4 に示すような特徴があるとしている。

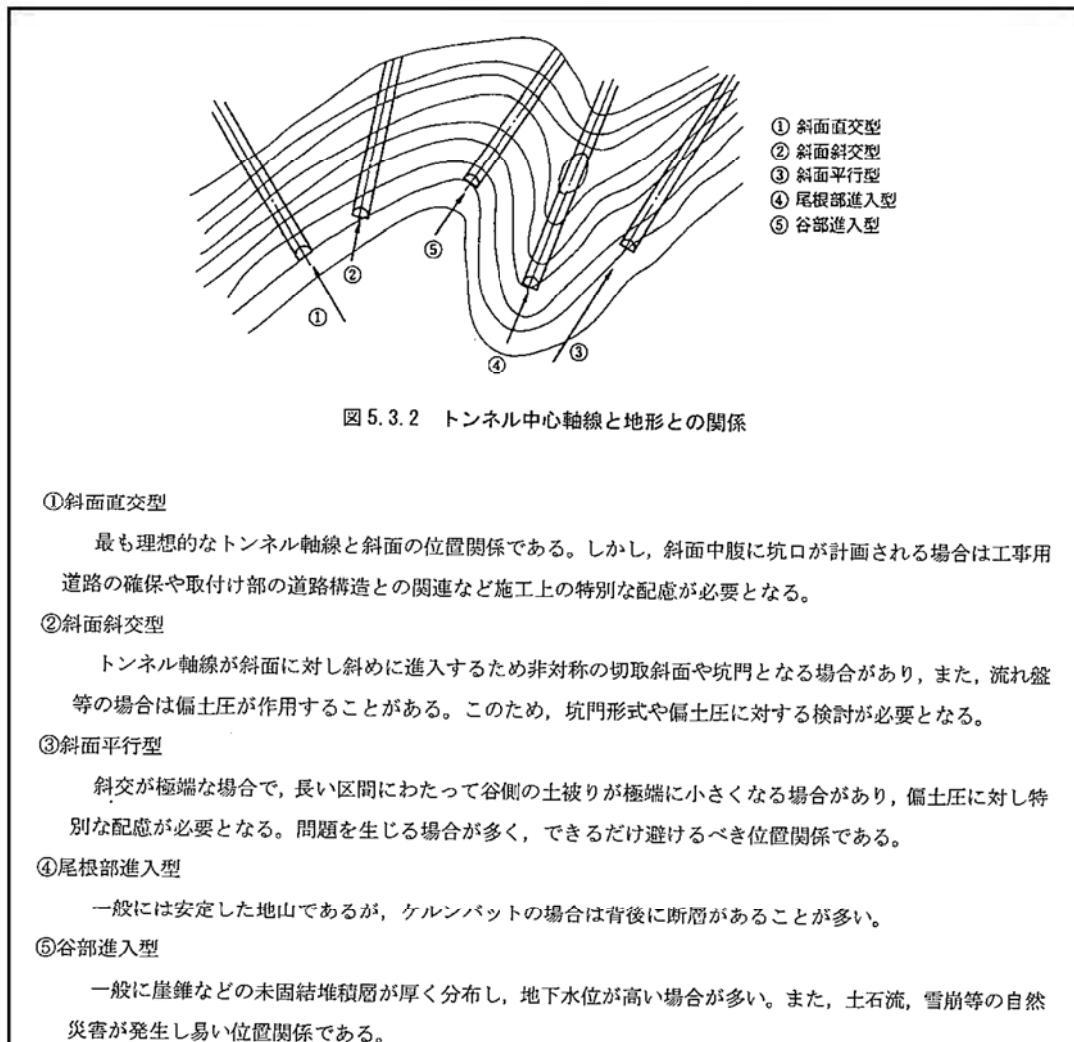


図 6.3.4 トンネル中心軸線と地形との関係及びその特徴

### ・ 吞口側坑口

呑口側坑口は、斜面直行型に近く、理想的なトンネル軸と斜面の関係である。呑口周辺の平面図と断面図を図 6.3.5 に示す。

坑口区間は、開水路が斜面奥まで追い込まれることにより 5.4m 程度と短くなる。坑口斜面は、40 度程度と急斜面であるが、地表部は表土が分布する程度で、崖錐堆積物などの未固結堆積物が厚く分布することはない。

地質は、主に砂質片麻岩が分布する箇所に相当し、「平成 20 年度 設楽ダム仮設備設計業務」で実施されたボーリング TB-2 孔の結果では、砂質片麻岩と泥質片麻岩の互層が確認されており、CM 級岩盤と割れ目沿いに風化変質した D~CL 級岩盤が繰り返し出現している。割れ目の傾斜は 45~60° と高角度であるため、天端の崩落に注意が必要である。

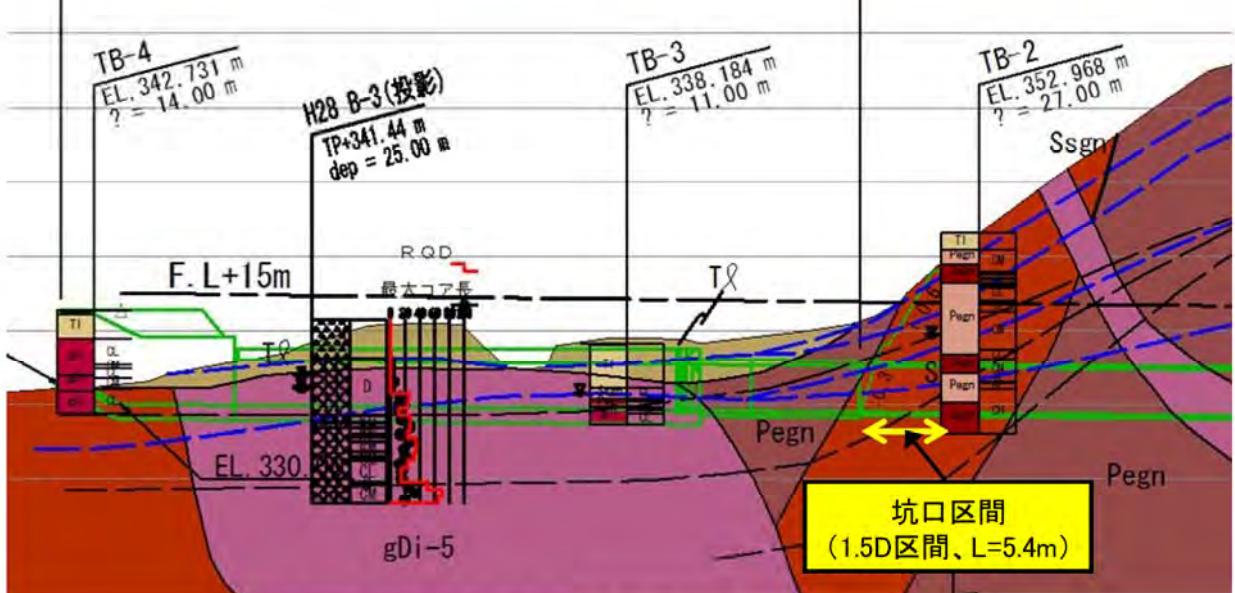


図 6.3.5 吞口坑口部の平面図と断面図（※ 坑口区間は 1.5D）

#### ・吐口側坑口

吐口側坑口は、斜面斜交型のトンネル軸と斜面の関係である。吐口周辺の平面図と断面図を図 6.3.6 に示す。

坑口区間は、開水路区間が現道より 10m 程度までとなり坑口区間は 12m 程度である（黄色矢印区間）。坑口斜面は、40 度程度と急斜面である。また、坑口より 40m ほど奥では沢とトンネルが交差し、沢部での土被りは 13m 程度である。

地質は、地表部には崖錐堆積物が 3m 程度の層厚で分布しているとともに、下位の閃緑岩は風化変質が深部まで進行しており H28B-1 孔では深度 13m ほどまで達する。

今回の業務で実施した弾性波トモグラフィにより  $V_p=1.5 \text{ km/s}$  以下を示す強風化岩は、H28B-2 孔間での区間では、深度 10m 程度と厚く分布するため、補助工法の検討が必要である（橙色矢印区間）。また、坑口に向かって左側には沢が近接しているため左右非対称の地形であることから軽微な偏土圧の発生の可能性がある。

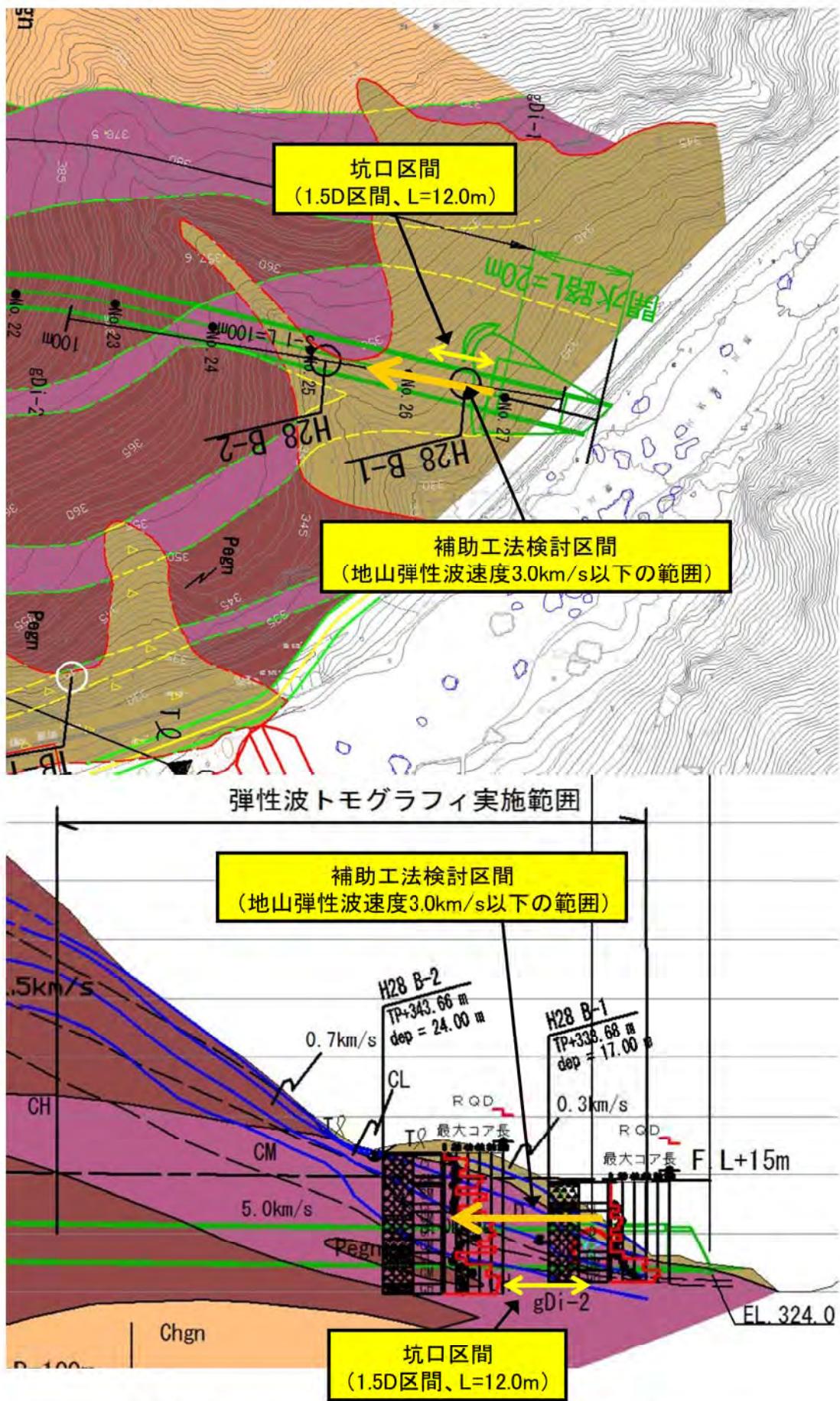


図 6.3.6 吐口坑口部の平面図と断面図（※ 坑口区間は 1.5D）

### (3) トンネル湧水予測

転流工トンネルは、延長  $L=431\text{m}$  が計画されており、それに伴ってトンネル湧水が発生する可能性がある。「平成 20 年度 設楽ダム仮設備設計業務」排水設備の設計検討の際、トンネル延長とトンネル湧水総量の関係(図 6.3.7)からトンネル恒常湧水量を推定している。

ただし、推定された湧水量は当時の計画路線を基に試算していることから、本業務では現時点で計画されている路線を基にしたトンネル恒常湧水量を改めて試算した。

また、トンネル湧水には『恒常湧水』の他に、施工中に集中的に発生する『初期湧水(集中湧水、突発湧水)』があるため、その量についても併せて試算することとした。

**【トンネル恒常湧水量】 :  $0.031\text{m}^3/\text{min}$**

過年度と同様の方法で『トンネル恒常湧水量』を下記の式を用いて算出すると、 $0.031\text{m}^3/\text{min}$  となり、過年度で想定された量( $0.023\text{m}^3/\text{min}$ )より 4 割程度増加した。

ただし、過年度に見込んだ工事中の使用水量が  $0.26\text{m}^3/\text{min}$  であり、トンネル湧水を含む排水量全体の大部分を占めていることから、トンネル湧水量は過年度に設計された排水設備に支障が生じる程の量ではないと判断される。

#### « トンネル恒常湧水量予測式 »

$$Q = 0.14L^{1.8} = 0.14 \times (0.431)^{1.8} = 0.031 \text{ m}^3/\text{min}$$

$L$  = トンネル延長(km)  $0.431\text{km}$

また、地質別比湧水量の関係(図 6.3.8)をみると文献の範囲内であり、算出された結果は妥当と考えられる。

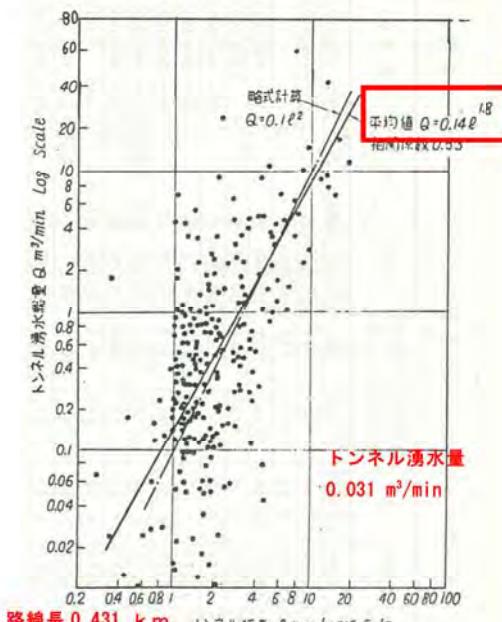


図 6.3.7 トンネル延長と  
トンネル湧水総量図

(トンネル施工に伴う湧水渴水に関する調査研究(2)報告書 S58年 (社)日本トンネル技術協会より)

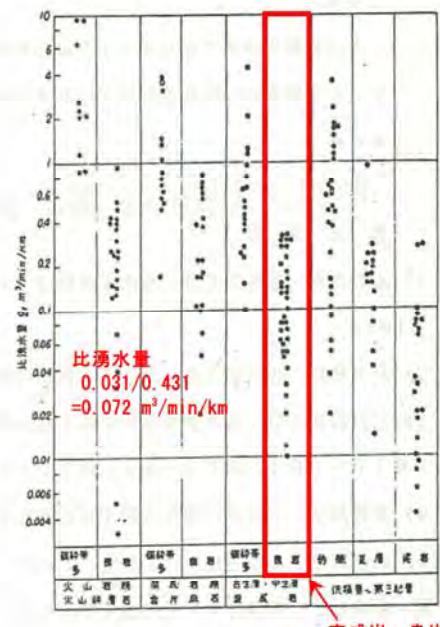
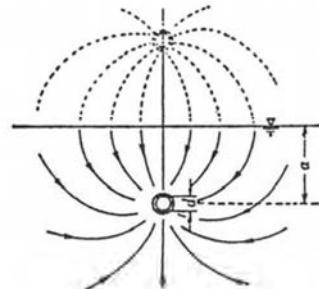


図 6.3.8 地質別比湧水量

トンネル初期湧水(集中湧水、突発湧水)を、下記の式を用いて算出すると、 $0.002\sim 0.059\text{m}^3/\text{min}$ となり、切羽崩壊等の大きな障害が生じる程の初期湧水が発生する可能性は小さいと想定される。ただし、トンネル中央付近では土被りが厚いため、弱層に遭遇した場合には突発的な湧水とともに発生する切羽の崩壊や天端の崩落に留意する必要がある。

### 《初期湧水量予測式》

$$Q = 2\pi k \times \frac{a}{\ln 4 \frac{a}{d}}$$



$a$  : トンネル中心を基準とした水頭( $=58.6\text{m}$ :最大土被り付近 No. 15 の土被り( $108\text{m}$ )と M20 孔の水位( $49.4\text{m}$ )を参照)

$k$  : 透水係数( $=4\times 10^{-7}\text{m/s}\sim 1\times 10^{-5}\text{m/s}$ : M19, M20 孔のトンネル計画高周辺(標高  $310\sim 340\text{m}$ )のルジオン値の最大値( $3.1\text{Lu}'$ )を基に透水係数を推定( $4\times 10^{-7}\text{m/s}$ )及び、安全面を考慮して 1 オーダー高い透水係数( $1\times 10^{-5}\text{m/s}$ )を用いた)

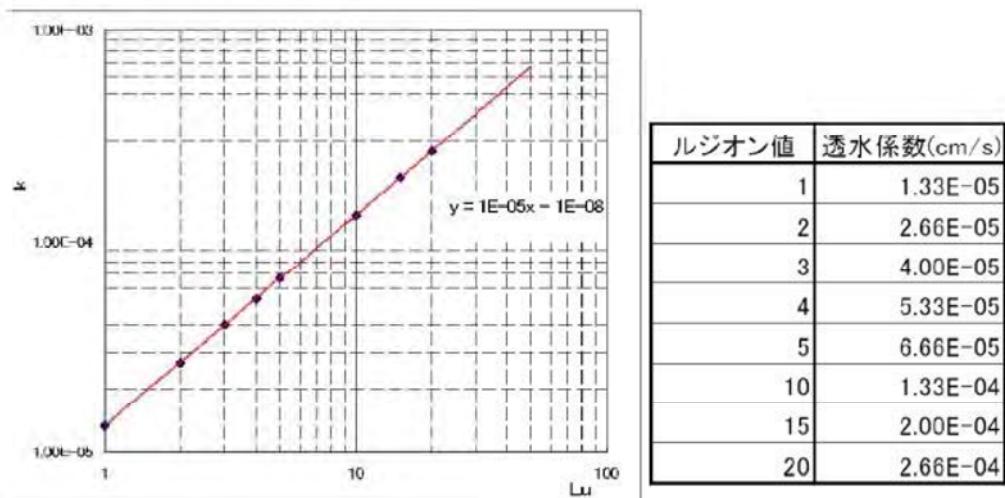
$d$  : トンネル直径 ( $=5.6\text{m}$ )

$Q$  : トンネル中心から上方  $a$  に想定した等ポテンシャル線(地下水頭線)を通過してトンネル方向に向かう地下水の流量

### 出典

- ・(社)日本トンネル技術協会: トンネル施工に伴う湧水渇水に関する調査研究(その 2)報告書(日本道路公団広島建設局委託), 1983.
- ・大島洋志・西森紳一: トンネル工事を対象とした水文調査法の研究, 鉄道技術研究報告, No. 1108, 1979.

### ※ルジオン値と透水係数の関係表



出典: ルジオンテスト施工指針(案) 財)国土開発技術研究センター

## 6.4 設計・施工上の留意点

本地質調査と並行して転流工の詳細設計が行われていることから、本章では現在実施中の設計に対して、留意すべき内容を記述する。

### (1) トンネル一般部

トンネル一般部においては、極端に問題となるような地質の分布は確認されていない。調査地に分布する閃緑岩および片麻岩の特徴として、亀裂沿いに深部まで変質が進んでいることがあるため、一部の天端の崩落や切羽の肌落ちなどが部分的に発生する可能性が懸念される。

ただし、トンネルルート沿いの弾性波探査など転流工に対する調査は、本業務のほかでは呑口側でのボーリング調査のみが実施されているだけで、ダム本体にかかる既往調査、主にボーリング調査とそれにかかる試験結果による推定で地山区分を行っている。

トンネル湧水については、「平成 20 年度 設楽ダム仮設備設計業務」による検討の結果を踏襲して、恒常湧水、突発湧水についても、施工上大きな問題となるような量となることは想定されない。

### (2) 坑口部

呑口側については、地形的や地質的に問題となるような事項はとくに認められない。ただし、既往の調査は坑口付近でのボーリング 1 箇所のみであるため、トンネルルート方向あるいは横断方向の詳細な地質状況は不明である。

吐口側については、本業務による弾性波トモグラフィおよびボーリング調査の結果より、風化変質が比較的深部に及んでいること、地形的にトンネルと低角度に沢と近接するため、偏土圧や天端の崩落などに対する補助工法による対策が必要である。

以上

## 【卷末資料】

## 1) コア写真及びボーリング柱状図

件名	平成28年度 設樂ダム	転流工関連地質調査業務
孔番	H28 B-1	
深度	0.00 m ~	17.00 m
社名	サンユー・コンサルタント	株式会社

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95



H28 B-1 0~5

0  
1  
2  
3  
4

1  
2  
3  
4  
5

H28 B-1 5~10

5  
6  
7  
8  
9

6  
7  
8  
9  
10

H28 B-1 10~15

10  
11  
12  
13  
14

11  
12  
13  
14  
15

H28 B-1 15~20

15  
16  
17

16  
17  
18

## ボーリング柱状図

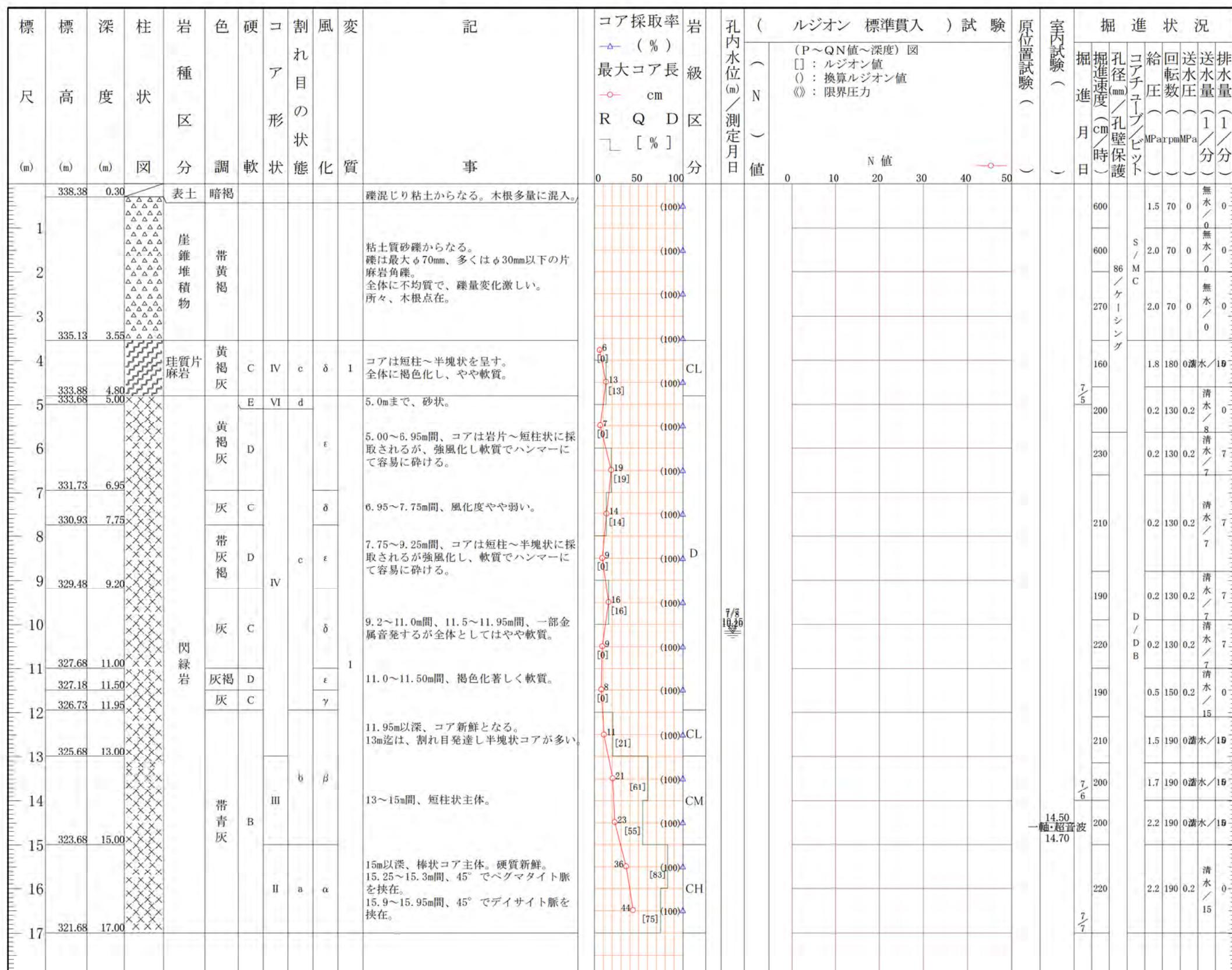
## 調査名 平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査業務

ボーリングNo. \_\_\_\_\_

### 事業・工事名

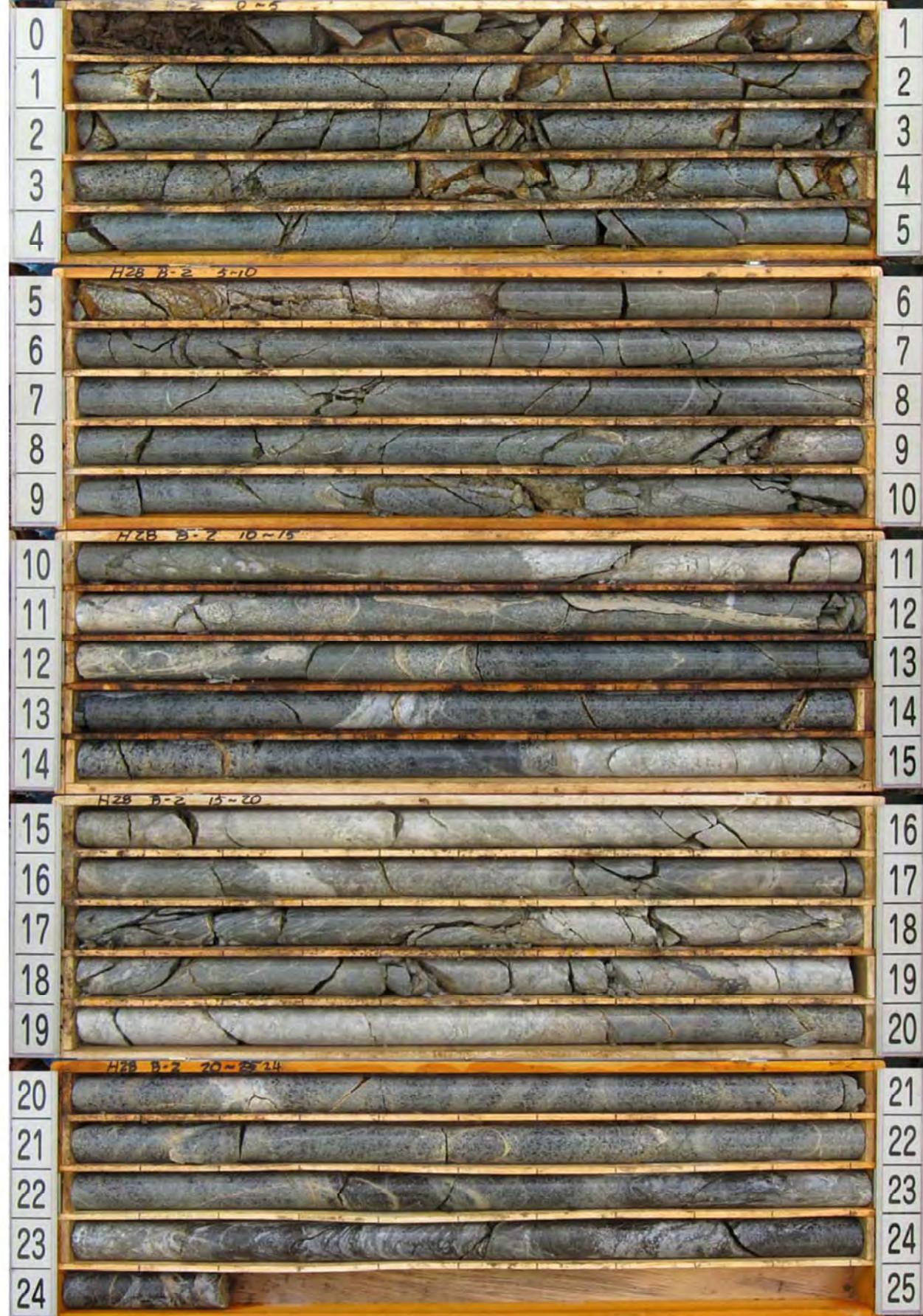
シ-HNo

ボーリング名	H 28 B - 1	調査位置	愛知県北設楽郡設楽町田口地先					北緯	35° 05' 26.22"
発注機関	国土交通省 中部地方整備局 設楽ダム工事事務所					調査期間	平成 28年 7月 4日 ~ 28年 7月 8日		東経 137° 33' 12.41"
調査業者名	サンコーコンサルタント株式会社 電話(052-228-6131)			主任技師		現代理人	コア鑑定者	ボーリング責任者	
孔口標高	TP +338.68m	角度	180° 上 90° 下 0°	方位 西 0° 東 180° 南	地盤勾配 鉛直 90° 31°	水平0°	試錐機 エンジン	カノー KR-100 ポンプ	
総掘進長	17.00m						ホンダ GX160 ヤンマー TF70V-E	丸山製作所	MS-410



件名	平成28年度 設樂ダム 車流工関連地質調査業務	
孔番	H28 B-2	
深度	0.00 m ~	24.00 m
社名	サンコーワンサルタント	株式会社

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95



## ボーリング柱状図

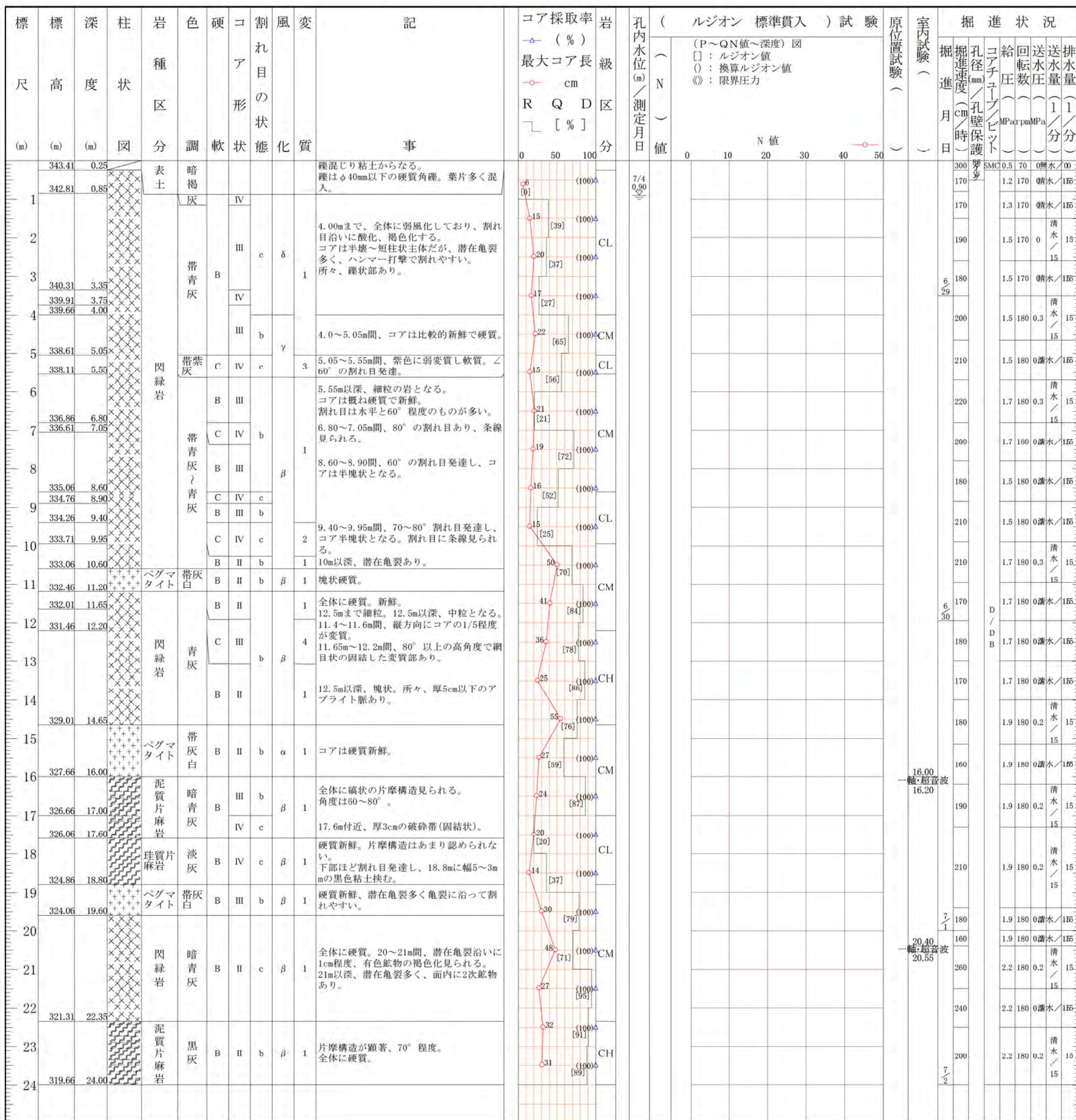
## 調査名 平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査業務

ボーリングNo. \_\_\_\_\_

### 事業・工事名

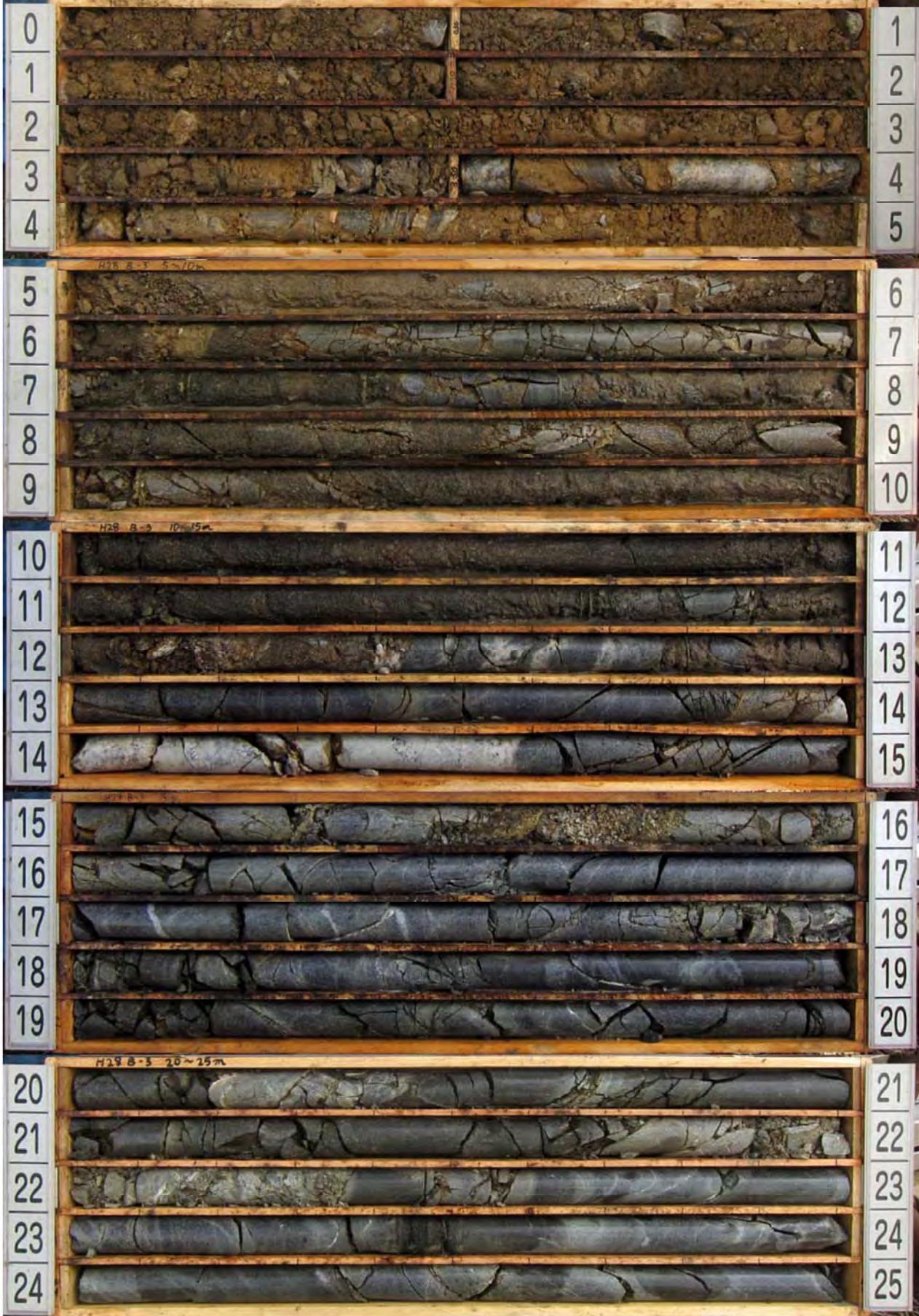
シートNo

ボーリング名	H 28 B-2	調査位置	愛知県北設楽郡設楽町田口地先				北 緯	35° 05' 26.07"	
発注機関	国土交通省 中部地方整備局 設楽ダム工事事務所				調査期間	平成 28年 6月 28日 ~ 28年 7月 4日		東 経	137° 33' 13.52"
調査業者名	サンコーコンサルタント株式会社 電話(052-228-6131)				現場代理人	コア 鑑定者	ボーリング 責任者		
孔口標高	TP +343.66m	角度	180° 上 90° 下 0°	方位 向	北 0° 270° 西 180° 南	地盤勾配 鉛直 水平0° 40°	使用機種 試錐機 エンジン	カノー KR-100 ホンダ GX160 ヤンマー TF70V-E ポンプ	
総掘進長	24.00m							丸山製作所 MS-410	



件名	平成28年度 設樂ダム 軒流工関連地質調査業務	
孔番	H28 B-3	
深度	0.00 m ~	25.00 m
社名	サンコーニコンサルタント	株式会社

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95



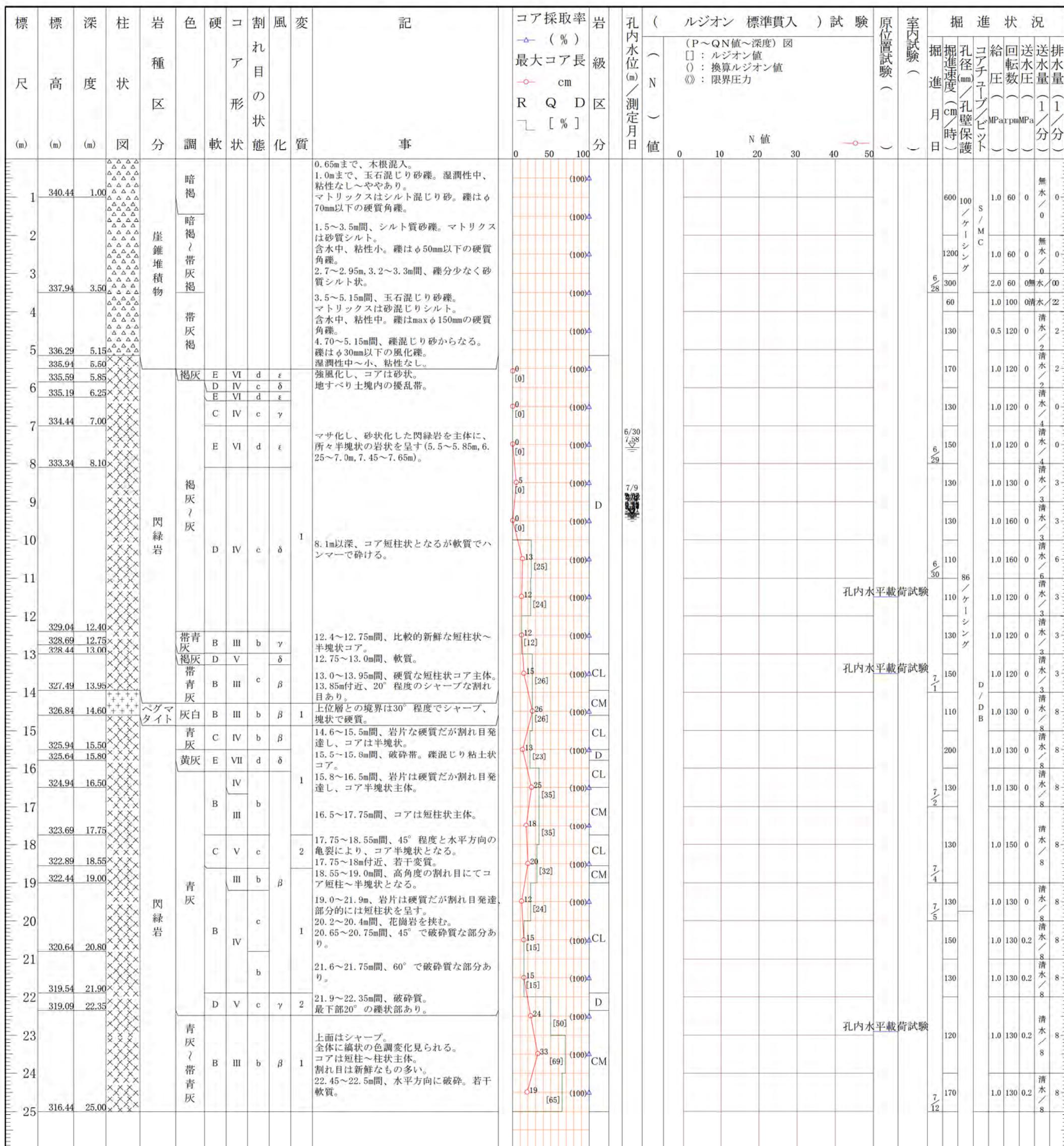
## ボーリング柱状図

## 調査名 平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査業務

ボーリングNo

事業・工事名

シートNo



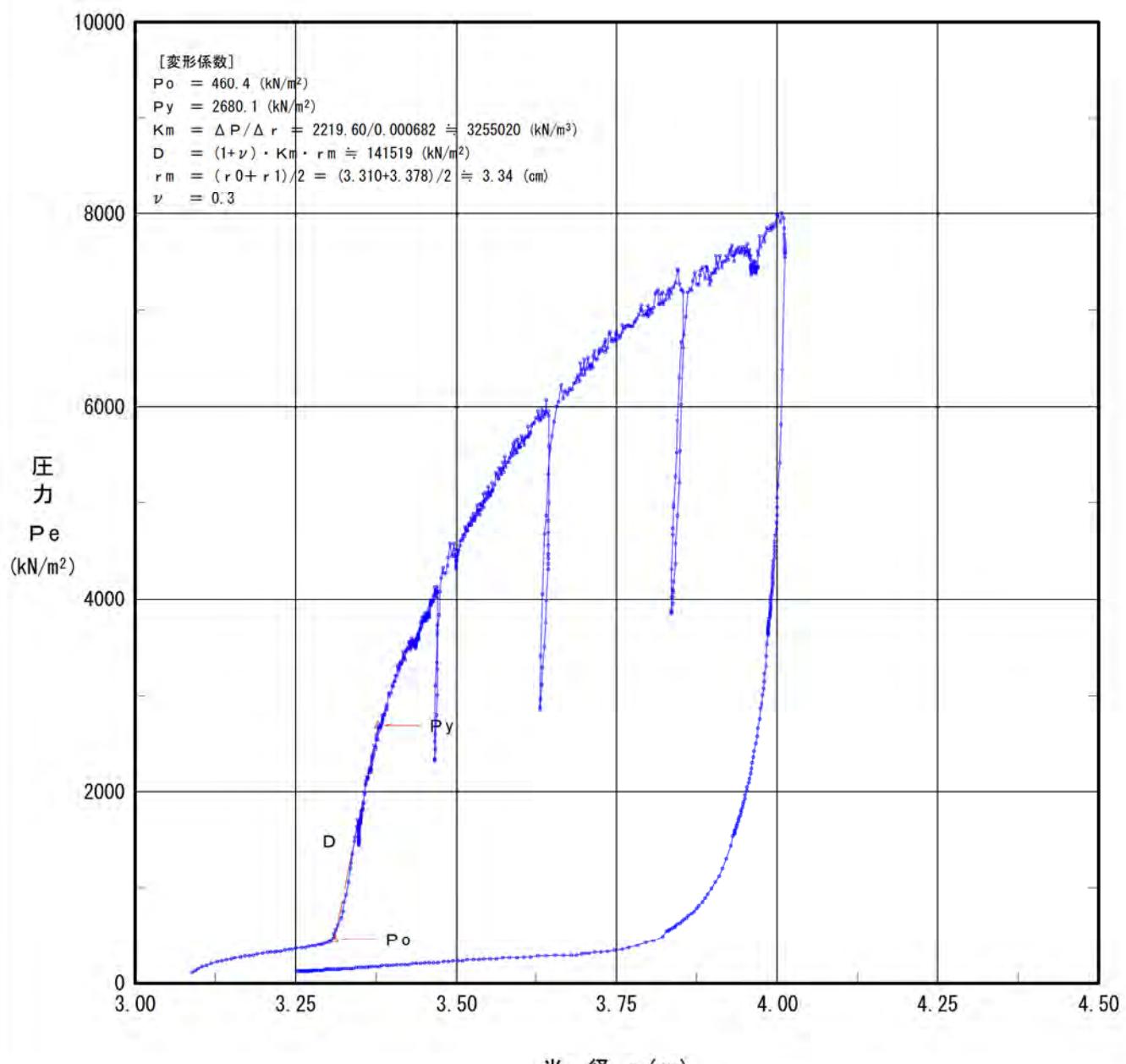
## 2) 孔内水平載荷試験データシート

## 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-1	深度	GL -11.50 m
測定月日	平成28年 7月 1日	時間	13:00
使用ゴム筒	BX	孔 径	66 mm
地 質 名	閃綠岩(D級)		

試験装置	エラストメータ
試験時の状況	初期載荷

	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	$K$ 値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	460.4	2,680.1	3,255	141.5	3.34

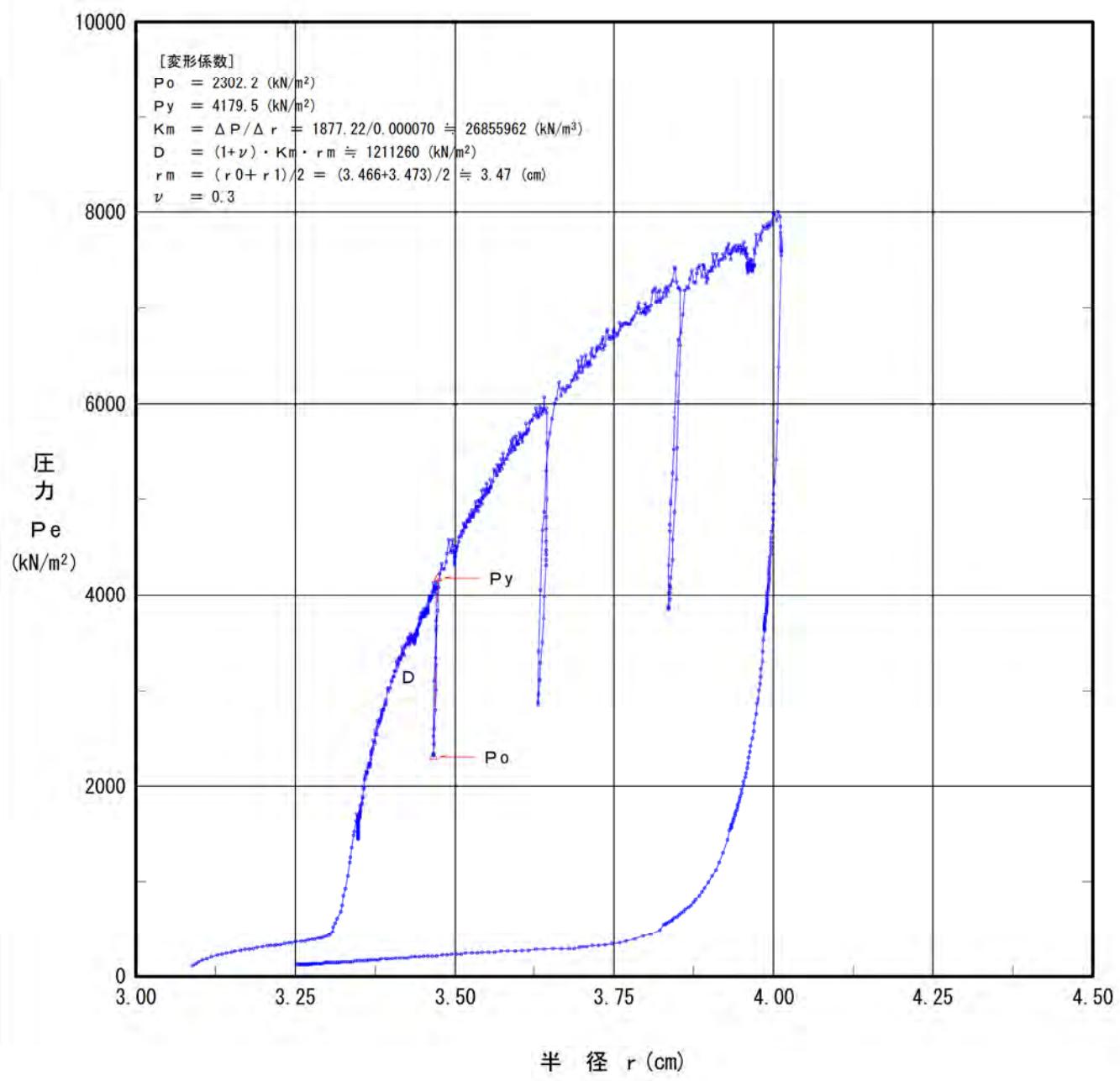


## 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-1	深度	GL -11.50 m
測定月日	平成28年 7月 1日	時間	13:00
使用ゴム筒	BX	孔 径	66 mm
地 質 名	閃綠岩(D級)		

試験装置	エラストメータ
試験時の状況	1回目除荷後(割線)

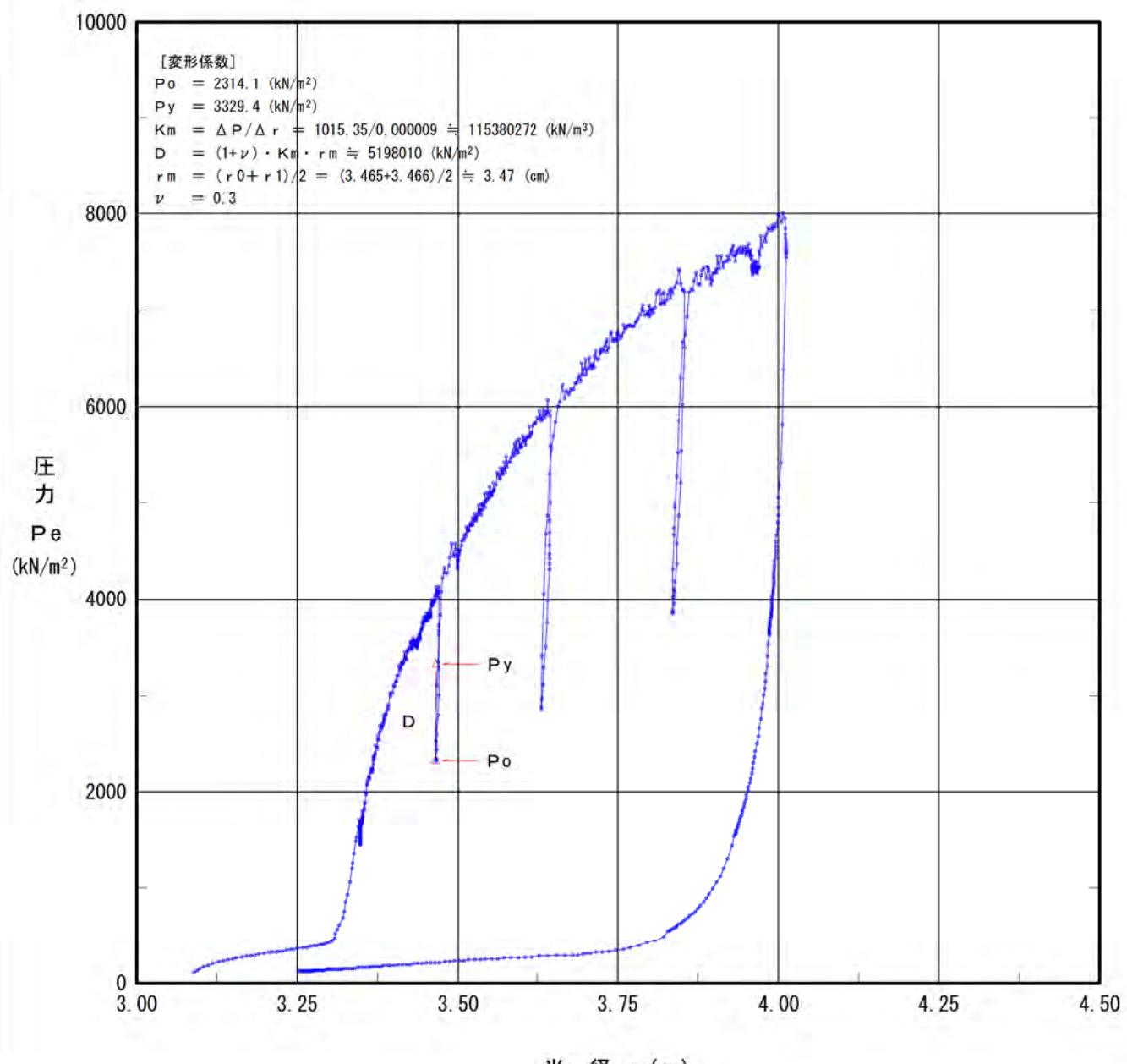
	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	$K$ 値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	2,302.2	4,179.5	26,860	1,211	3.47



## 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査			試験装置	エラストメータ
測定番号	B-3-1	深度	GL -11.50 m	試験時の状況	1回目除荷後(接線)
測定月日	平成28年 7月 1日	時間	13:00		
使用ゴム筒	BX	孔 径	66 mm		
地 質 名	閃綠岩(D級)				

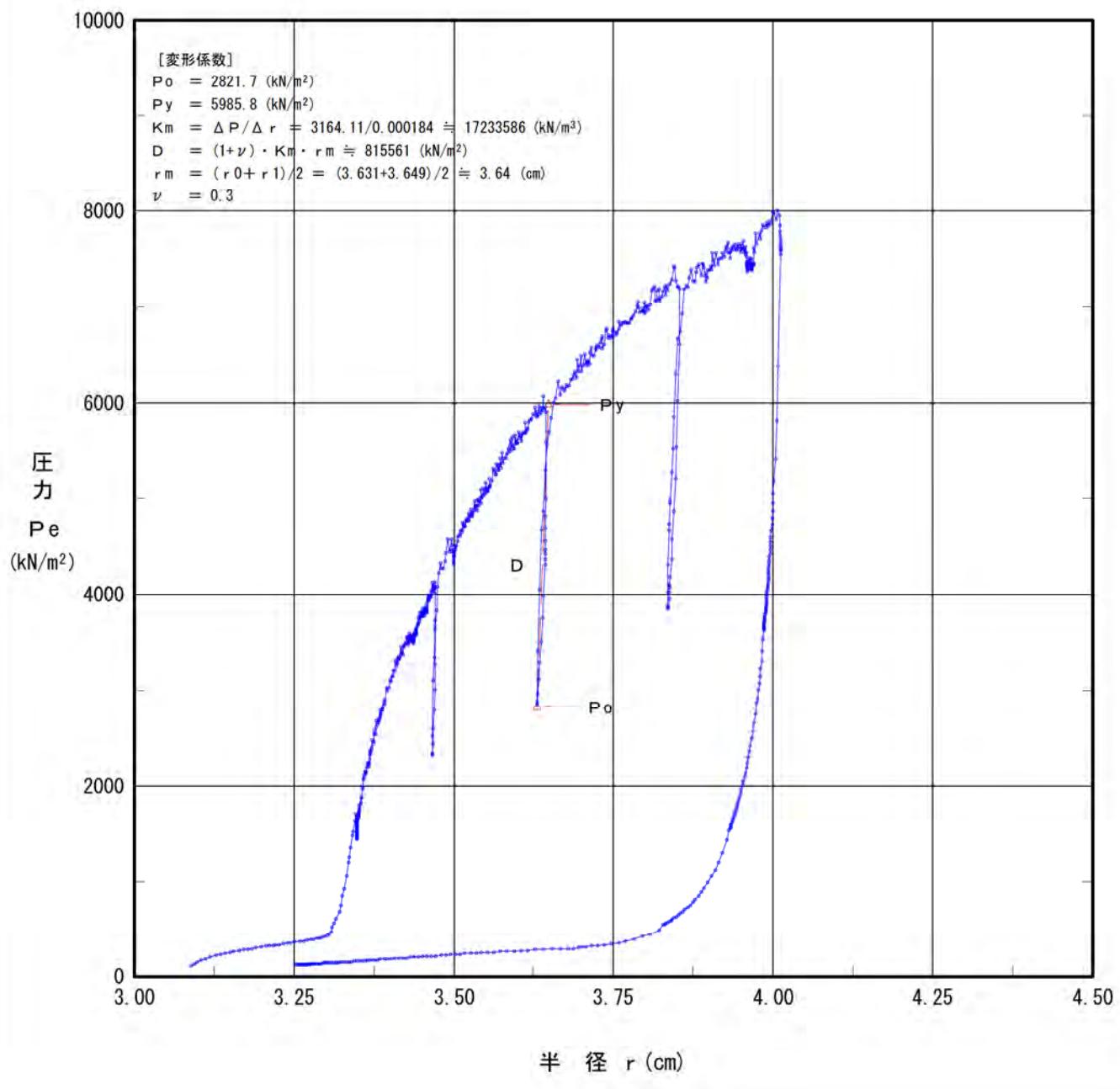
	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	$K$ 値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	2,314.1	3,329.4	115,400	5,198	3.47



## 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査			試験装置	エラストメータ
測定番号	B-3-1	深度	GL -11.50 m	試験時の状況	2回目除荷後(割線)
測定月日	平成28年 7月 1日	時間	13:00		
使用ゴム筒	BX	孔 径	66 mm		
地 質 名	閃綠岩(D級)				

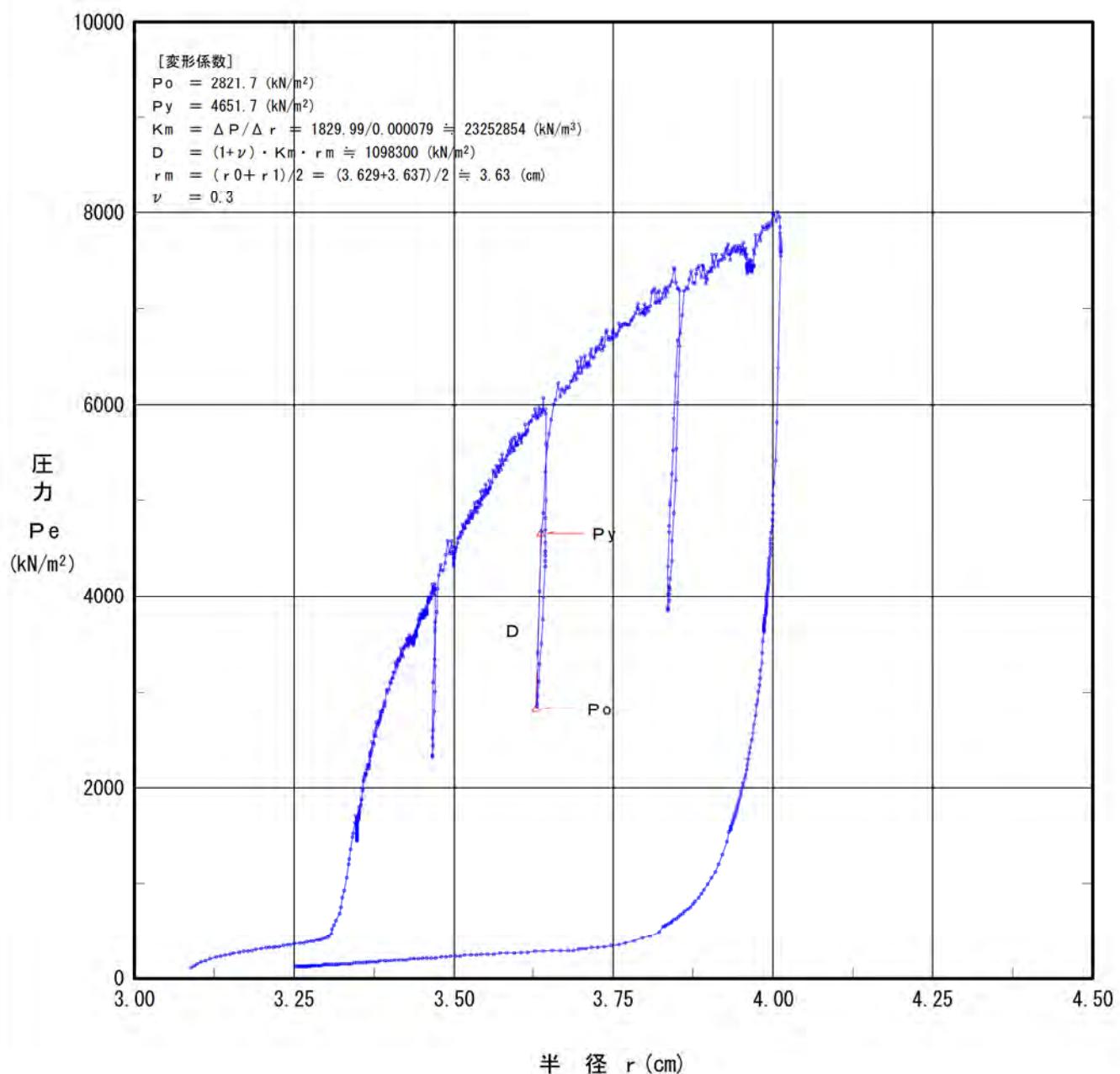
	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	$K$ 値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	2,821.7	5,985.8	17,230	815.6	3.64



## 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査			試験装置	エラストメータ
測定番号	B-3-1	深度	GL -11.50 m	試験時の状況	2回目除荷後(接線)
測定月日	平成28年 7月 1日	時間	13:00		
使用ゴム筒	BX	孔 径	66 mm		
地 質 名	閃綠岩(D級)				

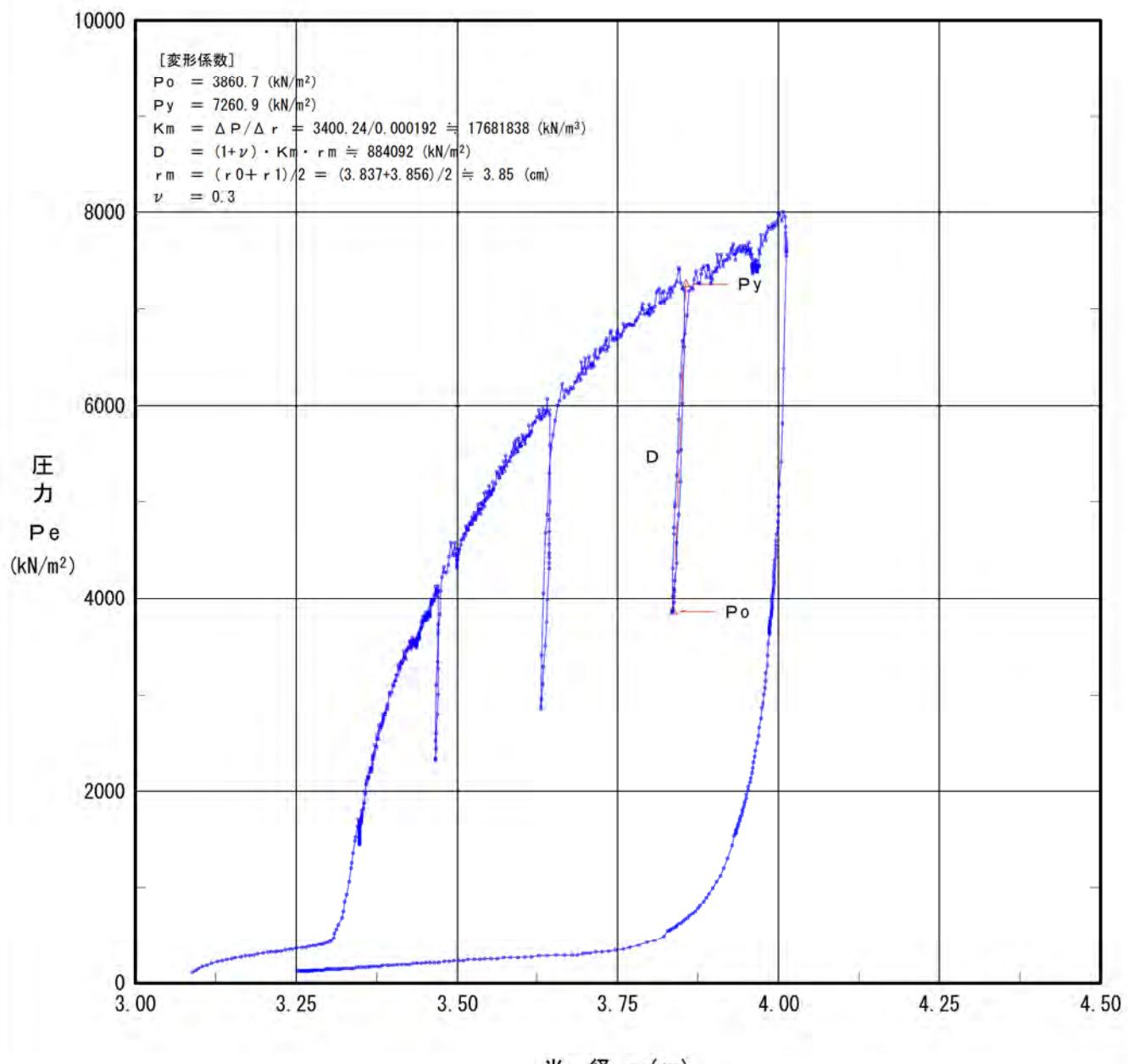
	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	$K$ 値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	2,821.7	4,651.7	23,250	1,098	3.63



## 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査			試験装置	エラストメータ
測定番号	B-3-1	深度	GL -11.50 m	試験時の状況	3回目除荷後(割線)
測定月日	平成28年 7月 1日	時間	13:00		
使用ゴム筒	BX	孔 径	66 mm		
地 質 名	閃綠岩(D級)				

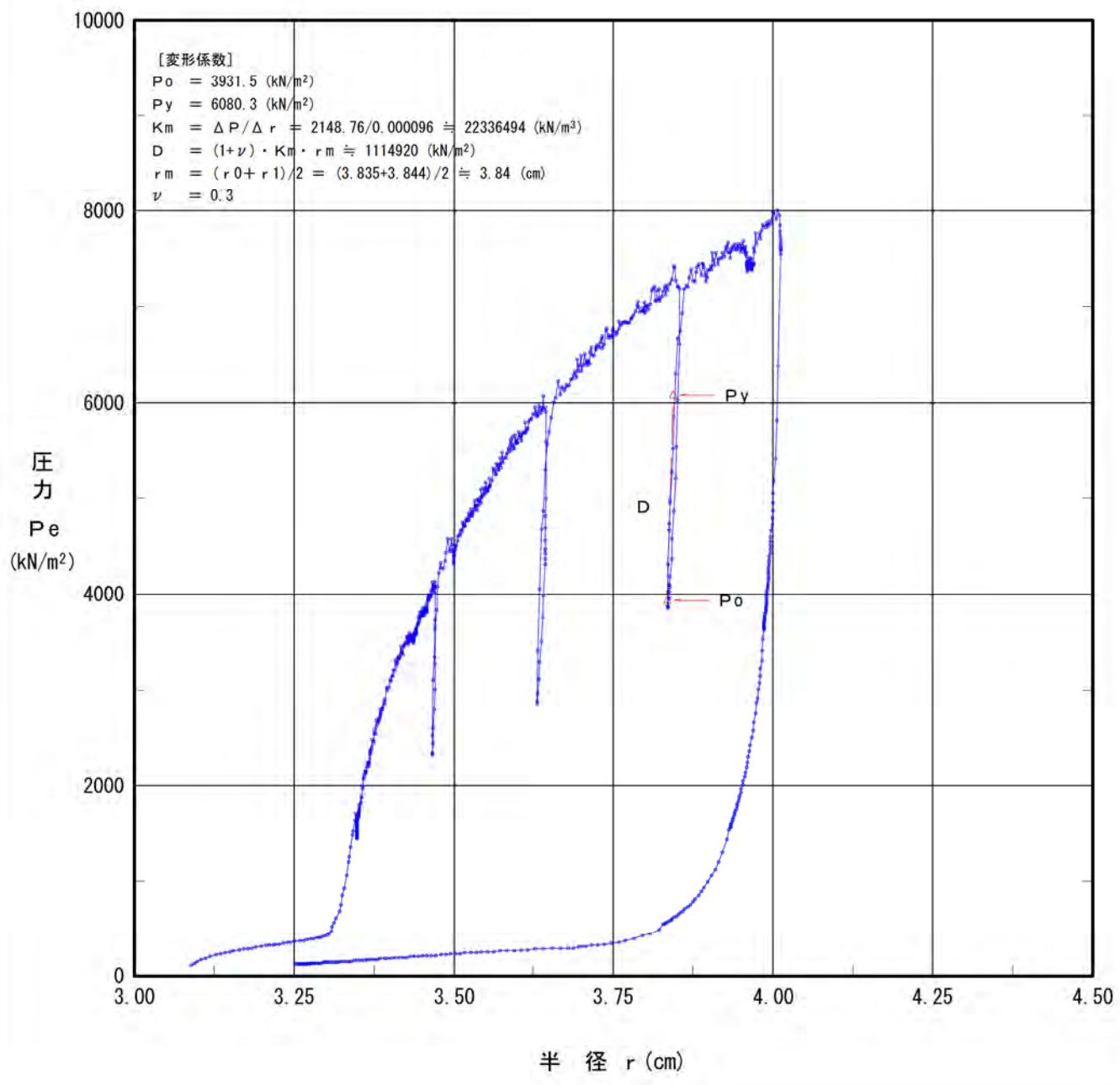
	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	$K$ 値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	3,860.7	7,260.9	17,680	884.1	3.85



## 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査			試験装置	エラストメータ
測定番号	B-3-1	深度	GL -11.50 m	試験時の状況	3回目除荷後(接線)
測定月日	平成28年 7月 1日	時間	13:00		
使用ゴム筒	BX	孔 径	66 mm		
地 質 名	閃綠岩(D級)				

	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	$K$ 値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	3,931.5	6,080.3	22,340	1,115	3.84



## 孔内水平載荷試験測定データシート

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-1	深度	GL -11.50 m
地質	閃緑岩(D級)		

測定日	平成28年 7月 1日	時間	13:00
測定者		孔内水位	GL -9.40 m
機器番号		孔内水	清水
載荷速度	20 kN/m <sup>2</sup> /分	加圧	水

圧力 P (kN/m <sup>2</sup> )	半径 r (cm)						
120.0	3.090	620.0	3.316	1520.0	3.348	1450.0	3.348
140.0	3.094	690.0	3.321	1520.0	3.348	1450.0	3.348
160.0	3.098	760.0	3.324	1520.0	3.348	1450.0	3.348
180.0	3.104	860.0	3.326	1510.0	3.348	1450.0	3.348
190.0	3.111	930.0	3.329	1510.0	3.348	1450.0	3.348
210.0	3.119	1060.0	3.332	1510.0	3.348	1450.0	3.348
230.0	3.128	1200.0	3.335	1510.0	3.348	1450.0	3.348
240.0	3.136	1250.0	3.337	1500.0	3.348	1450.0	3.348
250.0	3.143	1350.0	3.339	1500.0	3.348	1450.0	3.348
260.0	3.150	1480.0	3.341	1500.0	3.348	1440.0	3.348
270.0	3.156	1520.0	3.343	1500.0	3.348	1440.0	3.348
280.0	3.165	1630.0	3.345	1500.0	3.348	1440.0	3.348
290.0	3.172	1710.0	3.347	1490.0	3.348	1440.0	3.348
290.0	3.179	1700.0	3.348	1490.0	3.348	1440.0	3.348
300.0	3.184	1660.0	3.348	1490.0	3.348	1440.0	3.348
310.0	3.190	1650.0	3.348	1490.0	3.348	1440.0	3.348
320.0	3.199	1630.0	3.348	1490.0	3.348	1450.0	3.348
330.0	3.206	1620.0	3.348	1490.0	3.348	1450.0	3.348
330.0	3.212	1620.0	3.348	1480.0	3.348	1450.0	3.348
330.0	3.217	1610.0	3.348	1480.0	3.348	1450.0	3.348
340.0	3.221	1600.0	3.348	1480.0	3.348	1450.0	3.348
340.0	3.227	1590.0	3.348	1480.0	3.348	1450.0	3.348
350.0	3.233	1590.0	3.348	1480.0	3.348	1450.0	3.348
360.0	3.239	1580.0	3.348	1480.0	3.348	1450.0	3.348
360.0	3.245	1570.0	3.348	1480.0	3.348	1450.0	3.348
370.0	3.251	1570.0	3.348	1470.0	3.348	1450.0	3.348
380.0	3.259	1570.0	3.348	1470.0	3.348	1450.0	3.348
380.0	3.265	1560.0	3.348	1470.0	3.348	1450.0	3.348
390.0	3.271	1560.0	3.348	1470.0	3.348	1450.0	3.348
400.0	3.276	1550.0	3.348	1470.0	3.348	1450.0	3.348
400.0	3.281	1550.0	3.348	1470.0	3.348	1450.0	3.348
410.0	3.286	1550.0	3.348	1470.0	3.348	1450.0	3.348
410.0	3.290	1540.0	3.348	1470.0	3.348	1450.0	3.348
420.0	3.294	1540.0	3.348	1460.0	3.348	1450.0	3.348
430.0	3.298	1540.0	3.348	1460.0	3.348	1450.0	3.348
440.0	3.302	1530.0	3.348	1460.0	3.348	1450.0	3.348
460.0	3.306	1530.0	3.348	1460.0	3.348	1450.0	3.348
480.0	3.308	1530.0	3.348	1460.0	3.348	1480.0	3.349
530.0	3.310	1530.0	3.348	1460.0	3.348	1490.0	3.349
570.0	3.312	1520.0	3.348	1450.0	3.348	1510.0	3.349

## 孔内水平載荷試験測定データシート

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-1	深度	GL -11.50 m
地質	閃緑岩(D級)		

測定日	平成28年 7月 1日	時間	13:00
測定者		孔内水位	GL -9.40 m
機器番号		孔内水	清水
載荷速度	20 kN/m <sup>2</sup> /分	加圧	水

圧力 P (kN/m <sup>2</sup> )	半径 r (cm)						
1520.0	3.349	1720.0	3.352	2360.0	3.370	3310.0	3.409
1560.0	3.349	1710.0	3.352	2400.0	3.371	3260.0	3.410
1560.0	3.349	1730.0	3.352	2380.0	3.371	3330.0	3.412
1560.0	3.349	1740.0	3.352	2400.0	3.372	3290.0	3.412
1560.0	3.349	1730.0	3.352	2480.0	3.373	3360.0	3.413
1560.0	3.349	1760.0	3.353	2460.0	3.374	3330.0	3.414
1560.0	3.349	1750.0	3.353	2440.0	3.374	3350.0	3.415
1560.0	3.349	1790.0	3.353	2580.0	3.376	3340.0	3.415
1580.0	3.349	1790.0	3.353	2540.0	3.376	3350.0	3.416
1570.0	3.349	1800.0	3.353	2540.0	3.377	3450.0	3.418
1600.0	3.349	1820.0	3.354	2610.0	3.378	3380.0	3.418
1600.0	3.349	1820.0	3.354	2680.0	3.379	3400.0	3.419
1630.0	3.350	1830.0	3.354	2640.0	3.380	3410.0	3.419
1650.0	3.350	1820.0	3.354	2660.0	3.381	3380.0	3.420
1650.0	3.350	1880.0	3.355	2700.0	3.383	3470.0	3.421
1660.0	3.350	1890.0	3.355	2670.0	3.383	3450.0	3.422
1660.0	3.350	1980.0	3.357	2700.0	3.384	3480.0	3.423
1680.0	3.350	1990.0	3.357	2720.0	3.385	3500.0	3.424
1670.0	3.350	2070.0	3.359	2790.0	3.385	3500.0	3.425
1690.0	3.351	2120.0	3.360	2740.0	3.386	3560.0	3.426
1700.0	3.351	2090.0	3.360	2750.0	3.386	3550.0	3.427
1690.0	3.351	2150.0	3.362	2790.0	3.387	3550.0	3.428
1690.0	3.351	2160.0	3.362	2800.0	3.388	3550.0	3.428
1680.0	3.351	2130.0	3.363	2800.0	3.389	3530.0	3.429
1700.0	3.351	2150.0	3.363	2820.0	3.389	3510.0	3.429
1700.0	3.351	2200.0	3.364	2870.0	3.390	3490.0	3.429
1710.0	3.351	2200.0	3.364	2860.0	3.391	3480.0	3.429
1710.0	3.351	2220.0	3.365	2910.0	3.392	3480.0	3.429
1710.0	3.352	2240.0	3.365	2890.0	3.393	3520.0	3.430
1700.0	3.352	2230.0	3.366	3040.0	3.395	3600.0	3.431
1700.0	3.352	2230.0	3.366	3000.0	3.396	3560.0	3.431
1700.0	3.352	2220.0	3.366	3030.0	3.398	3580.0	3.432
1700.0	3.352	2210.0	3.367	3030.0	3.399	3570.0	3.432
1710.0	3.352	2230.0	3.367	3110.0	3.400	3540.0	3.432
1710.0	3.352	2240.0	3.367	3100.0	3.401	3550.0	3.432
1710.0	3.352	2280.0	3.368	3100.0	3.402	3560.0	3.433
1700.0	3.352	2320.0	3.369	3150.0	3.403	3540.0	3.433
1710.0	3.352	2360.0	3.369	3160.0	3.405	3550.0	3.433
1710.0	3.352	2340.0	3.370	3210.0	3.406	3560.0	3.433
1710.0	3.352			3210.0	3.408	3560.0	3.434

## 孔内水平載荷試験測定データシート

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-1	深度	GL -11.50 m
地質	閃緑岩(D級)		

測定日	平成28年 7月 1日	時間	13:00
測定者		孔内水位	GL -9.40 m
機器番号		孔内水	清水
載荷速度	20 kN/m <sup>2</sup> /分	加圧	水

圧力 P (kN/m <sup>2</sup> )	半径 r (cm)
3570.0	3.434
3540.0	3.434
3530.0	3.434
3520.0	3.434
3510.0	3.434
3530.0	3.434
3520.0	3.435
3530.0	3.435
3560.0	3.435
3550.0	3.435
3550.0	3.435
3530.0	3.435
3520.0	3.435
3520.0	3.436
3510.0	3.436
3500.0	3.436
3530.0	3.436
3510.0	3.436
3500.0	3.436
3500.0	3.436
3500.0	3.436
3500.0	3.436
3500.0	3.436
3500.0	3.436
3530.0	3.436
3580.0	3.437
3550.0	3.437
3530.0	3.437
3520.0	3.437
3510.0	3.437
3510.0	3.437
3510.0	3.437
3510.0	3.437
3520.0	3.437
3540.0	3.437
3580.0	3.437
3570.0	3.438
3590.0	3.438
3570.0	3.438
3560.0	3.438
3580.0	3.438
3560.0	3.438

圧力 P (kN/m <sup>2</sup> )	半径 r (cm)
3560.0	3.438
3550.0	3.438
3560.0	3.439
3580.0	3.439
3580.0	3.439
3610.0	3.439
3610.0	3.440
3610.0	3.440
3600.0	3.440
3620.0	3.440
3600.0	3.440
3590.0	3.440
3600.0	3.441
3590.0	3.441
3640.0	3.441
3630.0	3.441
3620.0	3.441
3600.0	3.441
3610.0	3.441
3600.0	3.441
3600.0	3.441
3600.0	3.441
3600.0	3.441
3630.0	3.441
3620.0	3.442
3630.0	3.442
3660.0	3.442
3690.0	3.443
3690.0	3.443
3680.0	3.443
3710.0	3.444
3700.0	3.444
3760.0	3.445
3750.0	3.446
3730.0	3.446
3770.0	3.446
3760.0	3.446
3780.0	3.447
3780.0	3.448
3810.0	3.448
3780.0	3.448
3780.0	3.449

圧力 P (kN/m <sup>2</sup> )	半径 r (cm)
3770.0	3.449
3820.0	3.449
3790.0	3.450
3810.0	3.450
3790.0	3.450
3770.0	3.450
3810.0	3.451
3800.0	3.451
3780.0	3.451
3810.0	3.451
3800.0	3.451
3800.0	3.452
3860.0	3.452
3830.0	3.453
3820.0	3.453
3800.0	3.453
3780.0	3.453
3800.0	3.453
3790.0	3.454
3800.0	3.454
3800.0	3.454
3790.0	3.454
3790.0	3.454
3800.0	3.454
3790.0	3.454
3800.0	3.455
3830.0	3.455
3820.0	3.455
3800.0	3.455
3790.0	3.455
3800.0	3.455
3860.0	3.455
3840.0	3.455
3820.0	3.455
3810.0	3.455
3830.0	3.456
3820.0	3.456
3840.0	3.457
3850.0	3.457
3830.0	3.457
3830.0	3.457

圧力 P (kN/m <sup>2</sup> )	半径 r (cm)
3850.0	3.457
3830.0	3.457
3830.0	3.457
3820.0	3.457
3810.0	3.457
3810.0	3.458
3870.0	3.458
3880.0	3.458
3930.0	3.459
3960.0	3.459
3940.0	3.460
3960.0	3.460
4000.0	3.461
3980.0	3.461
3950.0	3.461
3970.0	3.462
3980.0	3.462
3980.0	3.463
4000.0	3.463
3980.0	3.463
3980.0	3.464
3970.0	3.464
3970.0	3.464
4000.0	3.465
4040.0	3.465
4130.0	3.466
4070.0	3.467
4080.0	3.467
4040.0	3.467
4100.0	3.468
4050.0	3.468
4080.0	3.469
4100.0	3.469
4080.0	3.470
4140.0	3.470
4090.0	3.471
4070.0	3.471
4070.0	3.471
4020.0	3.471

## 孔内水平載荷試験測定データシート

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-1	深度	GL -11.50 m
地質	閃緑岩(D級)		

測定日	平成28年 7月 1日	時間	13:00
測定者		孔内水位	GL -9.40 m
機器番号		孔内水	清水
載荷速度	20 kN/m <sup>2</sup> /分	加圧	水

圧力 P (kN/m <sup>2</sup> )	半径 r (cm)						
3730.0	3.471	4510.0	3.503	4970.0	3.541	5520.0	3.586
3630.0	3.471	4560.0	3.505	4960.0	3.542	5610.0	3.588
3280.0	3.471	4610.0	3.506	5020.0	3.542	5490.0	3.589
3010.0	3.470	4610.0	3.507	5100.0	3.543	5640.0	3.591
2790.0	3.469	4610.0	3.509	5010.0	3.544	5520.0	3.592
2600.0	3.468	4630.0	3.509	5040.0	3.545	5550.0	3.593
2440.0	3.467	4670.0	3.511	5110.0	3.546	5520.0	3.594
2340.0	3.466	4650.0	3.512	5040.0	3.547	5660.0	3.596
2320.0	3.466	4680.0	3.513	5060.0	3.548	5570.0	3.597
2330.0	3.466	4750.0	3.514	5100.0	3.550	5620.0	3.598
2520.0	3.466	4720.0	3.515	5170.0	3.550	5580.0	3.599
3110.0	3.467	4710.0	3.516	5070.0	3.551	5580.0	3.600
3350.0	3.469	4750.0	3.517	5120.0	3.552	5690.0	3.602
3670.0	3.471	4720.0	3.518	5090.0	3.552	5630.0	3.603
3840.0	3.473	4720.0	3.518	5080.0	3.553	5650.0	3.605
4090.0	3.475	4780.0	3.519	5080.0	3.553	5670.0	3.605
4230.0	3.477	4790.0	3.520	5120.0	3.555	5600.0	3.606
4330.0	3.479	4770.0	3.521	5130.0	3.555	5690.0	3.608
4280.0	3.481	4770.0	3.522	5210.0	3.556	5680.0	3.609
4280.0	3.484	4850.0	3.523	5140.0	3.557	5680.0	3.611
4350.0	3.486	4780.0	3.524	5190.0	3.559	5790.0	3.612
4440.0	3.488	4820.0	3.524	5190.0	3.559	5690.0	3.613
4580.0	3.490	4820.0	3.525	5310.0	3.561	5720.0	3.614
4450.0	3.493	4890.0	3.527	5280.0	3.562	5730.0	3.615
4470.0	3.495	4840.0	3.527	5300.0	3.564	5800.0	3.617
4580.0	3.497	4840.0	3.528	5260.0	3.565	5820.0	3.619
4520.0	3.498	4820.0	3.528	5250.0	3.566	5820.0	3.621
4450.0	3.498	4860.0	3.530	5360.0	3.567	5830.0	3.623
4410.0	3.499	4880.0	3.531	5290.0	3.569	5890.0	3.625
4390.0	3.499	4980.0	3.532	5350.0	3.570	5870.0	3.627
4360.0	3.499	4890.0	3.533	5300.0	3.570	5960.0	3.629
4340.0	3.499	4910.0	3.534	5360.0	3.572	5850.0	3.630
4320.0	3.499	4930.0	3.534	5420.0	3.573	5920.0	3.632
4430.0	3.500	4930.0	3.535	5320.0	3.574	5880.0	3.632
4400.0	3.500	4880.0	3.536	5480.0	3.576	5860.0	3.633
4410.0	3.500	4990.0	3.536	5370.0	3.577	5980.0	3.635
4450.0	3.501	4930.0	3.537	5420.0	3.579	5890.0	3.636
4470.0	3.501	4930.0	3.538	5420.0	3.581	5950.0	3.638
4500.0	3.502	4980.0	3.539	5460.0	3.582	5910.0	3.639
4470.0	3.502	5000.0	3.540	5480.0	3.584	5960.0	3.640

## 孔内水平載荷試験測定データシート

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-1	深度	GL -11.50 m
地質	閃緑岩(D級)		

測定日	平成28年 7月 1日	時間	13:00
測定者		孔内水位	GL -9.40 m
機器番号		孔内水	清水
載荷速度	20 kN/m <sup>2</sup> /分	加圧	水

圧力 P (kN/m <sup>2</sup> )	半径 r (cm)						
6080.0	3.642	6250.0	3.684	6780.0	3.751	7110.0	3.827
5940.0	3.642	6260.0	3.687	6740.0	3.754	7170.0	3.829
5960.0	3.644	6300.0	3.689	6720.0	3.755	7220.0	3.831
5960.0	3.645	6330.0	3.691	6740.0	3.757	7130.0	3.832
5910.0	3.646	6270.0	3.693	6780.0	3.759	7230.0	3.834
5590.0	3.646	6450.0	3.694	6850.0	3.760	7180.0	3.836
5000.0	3.646	6340.0	3.696	6810.0	3.762	7250.0	3.840
4820.0	3.645	6400.0	3.699	6840.0	3.765	7290.0	3.842
4690.0	3.645	6490.0	3.701	6840.0	3.766	7430.0	3.845
4560.0	3.644	6340.0	3.701	6850.0	3.769	7420.0	3.847
4470.0	3.644	6400.0	3.703	6840.0	3.771	7280.0	3.849
4430.0	3.644	6510.0	3.706	6840.0	3.773	7220.0	3.852
4370.0	3.644	6410.0	3.707	6840.0	3.775	7220.0	3.853
4320.0	3.644	6440.0	3.709	6880.0	3.778	7200.0	3.854
3990.0	3.642	6440.0	3.710	6890.0	3.780	6610.0	3.854
3760.0	3.640	6400.0	3.711	6920.0	3.782	6030.0	3.852
3510.0	3.638	6440.0	3.712	6960.0	3.785	5540.0	3.850
3300.0	3.636	6410.0	3.713	7020.0	3.788	5210.0	3.848
3120.0	3.635	6530.0	3.715	7060.0	3.790	4870.0	3.846
2960.0	3.633	6580.0	3.716	7000.0	3.791	4580.0	3.843
2860.0	3.631	6500.0	3.718	6950.0	3.793	4370.0	3.842
2890.0	3.631	6490.0	3.720	6960.0	3.795	4190.0	3.840
3410.0	3.633	6560.0	3.723	6990.0	3.797	4110.0	3.839
4060.0	3.636	6570.0	3.724	6960.0	3.798	4110.0	3.839
4680.0	3.639	6600.0	3.725	7050.0	3.799	4100.0	3.839
4870.0	3.642	6600.0	3.726	6940.0	3.800	4080.0	3.839
5300.0	3.645	6580.0	3.729	6960.0	3.801	4030.0	3.838
5560.0	3.647	6630.0	3.730	7010.0	3.802	3960.0	3.838
5690.0	3.650	6670.0	3.732	7020.0	3.804	3860.0	3.837
5840.0	3.653	6700.0	3.733	6980.0	3.806	3870.0	3.837
6010.0	3.657	6570.0	3.734	7030.0	3.808	3880.0	3.836
6060.0	3.660	6610.0	3.737	7180.0	3.811	4030.0	3.837
6230.0	3.664	6760.0	3.739	7200.0	3.813	4320.0	3.837
6090.0	3.667	6780.0	3.741	7220.0	3.815	4670.0	3.838
6170.0	3.670	6680.0	3.742	7070.0	3.817	4740.0	3.839
6160.0	3.673	6710.0	3.744	7070.0	3.818	4990.0	3.840
6140.0	3.675	6680.0	3.746	7180.0	3.820	4960.0	3.840
6200.0	3.677	6700.0	3.748	7190.0	3.822	5270.0	3.842
6180.0	3.679	6760.0	3.749	7100.0	3.823	5520.0	3.844
6190.0	3.682	6700.0	3.750	7070.0	3.824	5860.0	3.845

## 孔内水平載荷試験測定データシート

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-1	深度	GL -11.50 m
地質	閃緑岩(D級)		

測定日	平成28年 7月 1日	時間	13:00
測定者		孔内水位	GL -9.40 m
機器番号		孔内水	清水
載荷速度	20 kN/m <sup>2</sup> /分	加圧	水

圧力 P (kN/m <sup>2</sup> )	半径 r (cm)						
6310.0	3.849	7580.0	3.933	7420.0	3.963	7990.0	4.000
6670.0	3.852	7520.0	3.933	7450.0	3.963	7980.0	4.002
6750.0	3.856	7610.0	3.935	7490.0	3.964	7920.0	4.005
6940.0	3.859	7600.0	3.936	7500.0	3.964	8010.0	4.008
7190.0	3.862	7630.0	3.938	7520.0	3.965	7960.0	4.010
7230.0	3.865	7650.0	3.940	7520.0	3.965	7850.0	4.011
7210.0	3.867	7610.0	3.941	7510.0	3.966	7790.0	4.011
7310.0	3.870	7600.0	3.943	7460.0	3.966	7750.0	4.011
7400.0	3.873	7620.0	3.944	7450.0	3.966	7710.0	4.012
7280.0	3.876	7660.0	3.945	7440.0	3.966	7680.0	4.012
7270.0	3.878	7610.0	3.947	7420.0	3.966	7650.0	4.012
7370.0	3.880	7640.0	3.949	7400.0	3.966	7630.0	4.012
7420.0	3.882	7660.0	3.950	7390.0	3.966	7610.0	4.012
7450.0	3.885	7580.0	3.951	7390.0	3.967	7600.0	4.012
7340.0	3.888	7610.0	3.952	7430.0	3.967	7560.0	4.012
7460.0	3.890	7620.0	3.954	7420.0	3.967	6390.0	4.009
7450.0	3.891	7690.0	3.955	7400.0	3.967	5810.0	4.007
7420.0	3.893	7610.0	3.955	7420.0	3.967	5410.0	4.004
7330.0	3.894	7580.0	3.956	7450.0	3.968	5180.0	4.002
7360.0	3.896	7580.0	3.957	7470.0	3.968	5060.0	4.001
7270.0	3.896	7550.0	3.958	7440.0	3.968	4960.0	4.000
7310.0	3.897	7630.0	3.958	7460.0	3.969	4880.0	4.000
7390.0	3.899	7570.0	3.959	7440.0	3.969	4800.0	3.999
7390.0	3.901	7530.0	3.959	7460.0	3.970	4730.0	3.999
7430.0	3.903	7480.0	3.959	7450.0	3.970	4670.0	3.998
7400.0	3.905	7460.0	3.959	7620.0	3.971	4600.0	3.997
7570.0	3.906	7430.0	3.959	7580.0	3.972	4550.0	3.997
7490.0	3.908	7410.0	3.960	7770.0	3.974	4510.0	3.996
7440.0	3.909	7400.0	3.960	7660.0	3.975	4470.0	3.996
7570.0	3.912	7390.0	3.960	7770.0	3.979	4430.0	3.996
7450.0	3.914	7370.0	3.960	7710.0	3.980	4400.0	3.995
7500.0	3.916	7420.0	3.961	7800.0	3.982	4360.0	3.995
7520.0	3.917	7460.0	3.961	7860.0	3.985	4330.0	3.995
7520.0	3.920	7420.0	3.961	7830.0	3.987	4300.0	3.994
7570.0	3.922	7440.0	3.961	7870.0	3.990	4270.0	3.994
7530.0	3.924	7470.0	3.961	7830.0	3.991	4240.0	3.994
7600.0	3.926	7440.0	3.962	7890.0	3.993	4220.0	3.993
7630.0	3.928	7430.0	3.962	7850.0	3.994	4190.0	3.993
7670.0	3.930	7450.0	3.963	7870.0	3.996	4170.0	3.993
7570.0	3.931	7440.0	3.963	7900.0	3.998	4150.0	3.993

## 孔内水平載荷試験測定データシート

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-1	深度	GL -11.50 m
地質	閃緑岩(D級)		

測定日	平成28年 7月 1日	時間	13:00
測定者		孔内水位	GL -9.40 m
機器番号		孔内水	清水
載荷速度	20 kN/m <sup>2</sup> /分	加圧	水

圧力 P (kN/m <sup>2</sup> )	半径 r (cm)						
4120.0	3.992	3150.0	3.980	1200.0	3.916	300.0	3.654
4100.0	3.992	3080.0	3.979	1120.0	3.910	290.0	3.640
4080.0	3.992	3010.0	3.978	1060.0	3.904	290.0	3.628
4060.0	3.992	2920.0	3.976	1000.0	3.899	280.0	3.616
4040.0	3.991	2870.0	3.975	940.0	3.893	280.0	3.605
4020.0	3.991	2750.0	3.973	900.0	3.889	270.0	3.594
4000.0	3.991	2660.0	3.971	860.0	3.884	270.0	3.583
3980.0	3.991	2570.0	3.969	820.0	3.879	270.0	3.573
3970.0	3.991	2500.0	3.967	790.0	3.875	260.0	3.563
3950.0	3.990	2420.0	3.965	760.0	3.871	260.0	3.553
3930.0	3.990	2360.0	3.963	740.0	3.867	260.0	3.543
3910.0	3.990	2300.0	3.962	720.0	3.863	250.0	3.535
3900.0	3.990	2240.0	3.960	690.0	3.860	250.0	3.526
3880.0	3.990	2190.0	3.959	680.0	3.856	250.0	3.517
3870.0	3.989	2140.0	3.957	660.0	3.853	240.0	3.509
3850.0	3.989	2100.0	3.956	640.0	3.850	240.0	3.502
3840.0	3.989	2050.0	3.954	630.0	3.846	240.0	3.495
3830.0	3.989	2010.0	3.953	610.0	3.843	230.0	3.488
3810.0	3.989	1970.0	3.951	600.0	3.841	230.0	3.480
3800.0	3.988	1930.0	3.950	590.0	3.838	220.0	3.472
3790.0	3.988	1900.0	3.949	580.0	3.836	220.0	3.465
3770.0	3.988	1870.0	3.948	570.0	3.833	220.0	3.458
3760.0	3.988	1840.0	3.946	560.0	3.831	220.0	3.451
3750.0	3.988	1810.0	3.945	560.0	3.828	210.0	3.445
3740.0	3.988	1790.0	3.944	500.0	3.822	210.0	3.438
3730.0	3.988	1760.0	3.943	450.0	3.808	210.0	3.432
3720.0	3.987	1740.0	3.942	430.0	3.796	200.0	3.426
3710.0	3.987	1720.0	3.941	400.0	3.783	200.0	3.420
3700.0	3.987	1700.0	3.940	380.0	3.770	200.0	3.414
3690.0	3.987	1670.0	3.939	360.0	3.759	200.0	3.408
3680.0	3.987	1650.0	3.938	350.0	3.748	190.0	3.402
3670.0	3.987	1630.0	3.937	340.0	3.737	190.0	3.396
3660.0	3.987	1610.0	3.936	330.0	3.726	190.0	3.391
3650.0	3.986	1590.0	3.935	330.0	3.716	190.0	3.385
3640.0	3.986	1580.0	3.934	320.0	3.708	180.0	3.380
3630.0	3.986	1560.0	3.934	320.0	3.702	180.0	3.375
3530.0	3.985	1550.0	3.933	310.0	3.696	180.0	3.370
3410.0	3.984	1530.0	3.932	300.0	3.689	180.0	3.366
3310.0	3.983	1430.0	3.929	300.0	3.681	170.0	3.362
3230.0	3.981	1300.0	3.922	300.0	3.668	170.0	3.357

## 孔内水平載荷試験測定データシート

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-1	深 度	GL -11.50 m
地 質	閃綠岩(D級)		

測定日	平成28年 7月 1日	時間	13:00
測定者		孔内水位	GL -9.40 m
機器番号		孔 内 水	清 水
載荷速度	20 kN/m <sup>2</sup> /分	加 壓	水

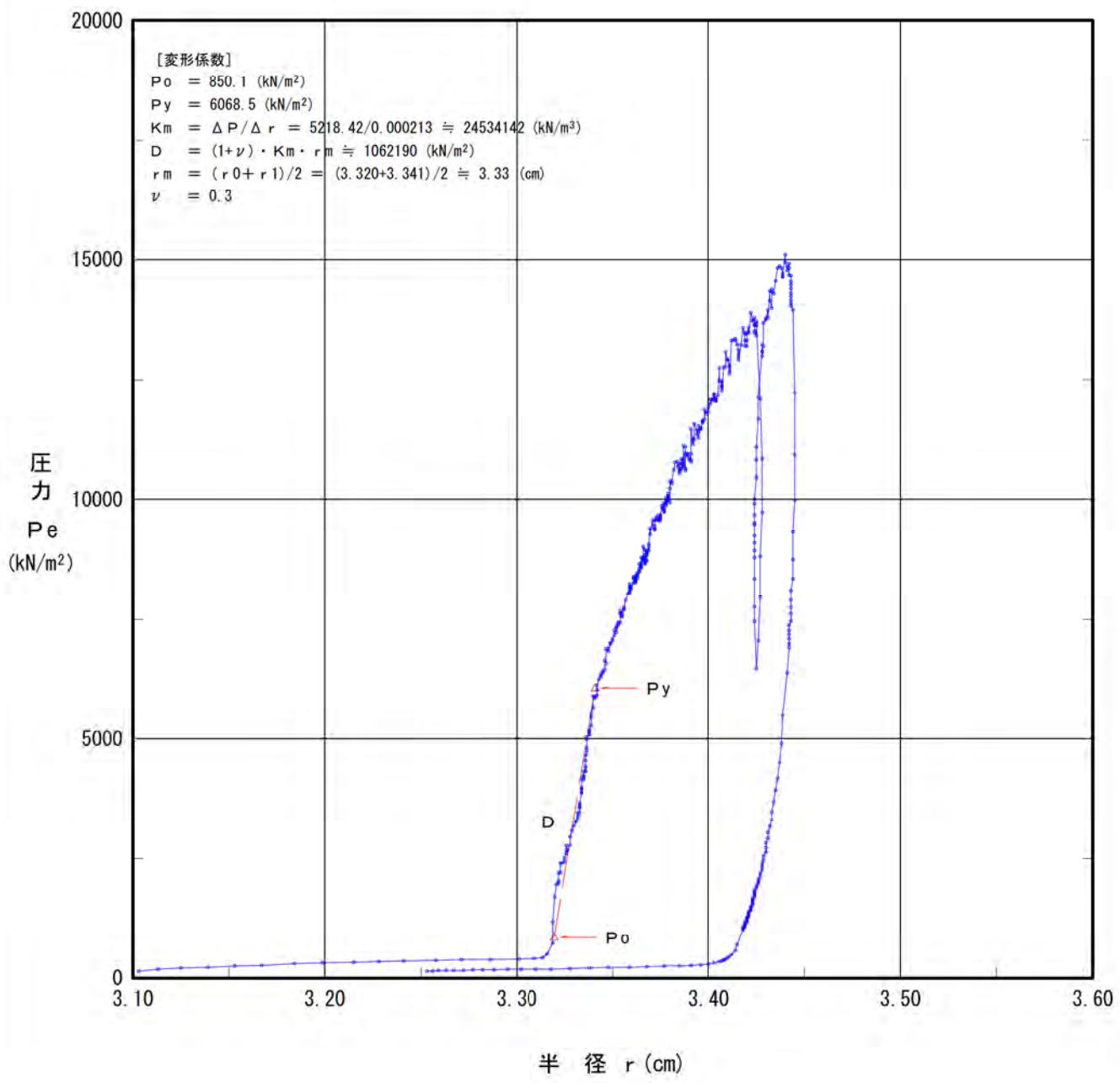
压 力 P (kN/m <sup>2</sup> )	半 径 r (cm)
170.0	3.353
170.0	3.348
170.0	3.344
160.0	3.340
160.0	3.337
160.0	3.333
160.0	3.329
160.0	3.326
160.0	3.323
150.0	3.320
150.0	3.317
150.0	3.315
150.0	3.312
150.0	3.308
150.0	3.306
150.0	3.303
150.0	3.300
150.0	3.298
150.0	3.296
140.0	3.293
140.0	3.291
140.0	3.289
140.0	3.287
140.0	3.285
140.0	3.283
140.0	3.281
140.0	3.279
140.0	3.278
140.0	3.276
130.0	3.275
140.0	3.273
140.0	3.272
130.0	3.271
130.0	3.270
130.0	3.268
130.0	3.267
130.0	3.266
130.0	3.265
130.0	3.263
130.0	3.263

## 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-2	深度	GL -13.50 m
測定月日	平成28年 7月 2日	時間	9:30
使用ゴム筒	BX	孔 径	66 mm
地 質 名	閃綠岩(CL級)		

試験装置	エラストメータ
試験時の状況	初期載荷

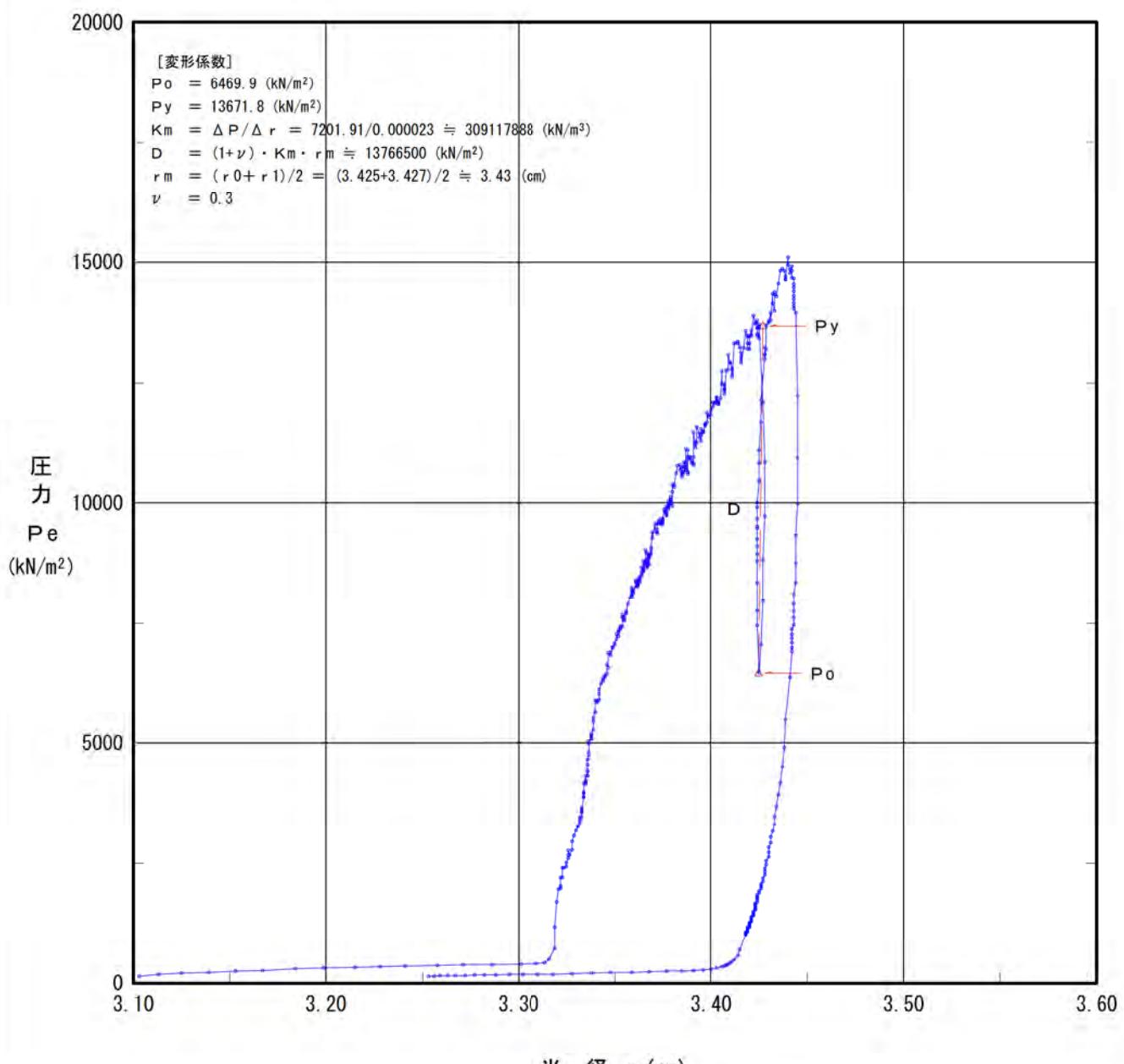
	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	K値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	850.1	6,068.5	24,530	1,062	3.33



## 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査			試験装置	エラストメータ
測定番号	B-3-2	深度	GL -13.50 m	試験時の状況	除荷後(割線)
測定月日	平成28年 7月 2日	時間	9:30		
使用ゴム筒	BX	孔 径	66 mm		
地 質 名	閃緑岩(CL級)				

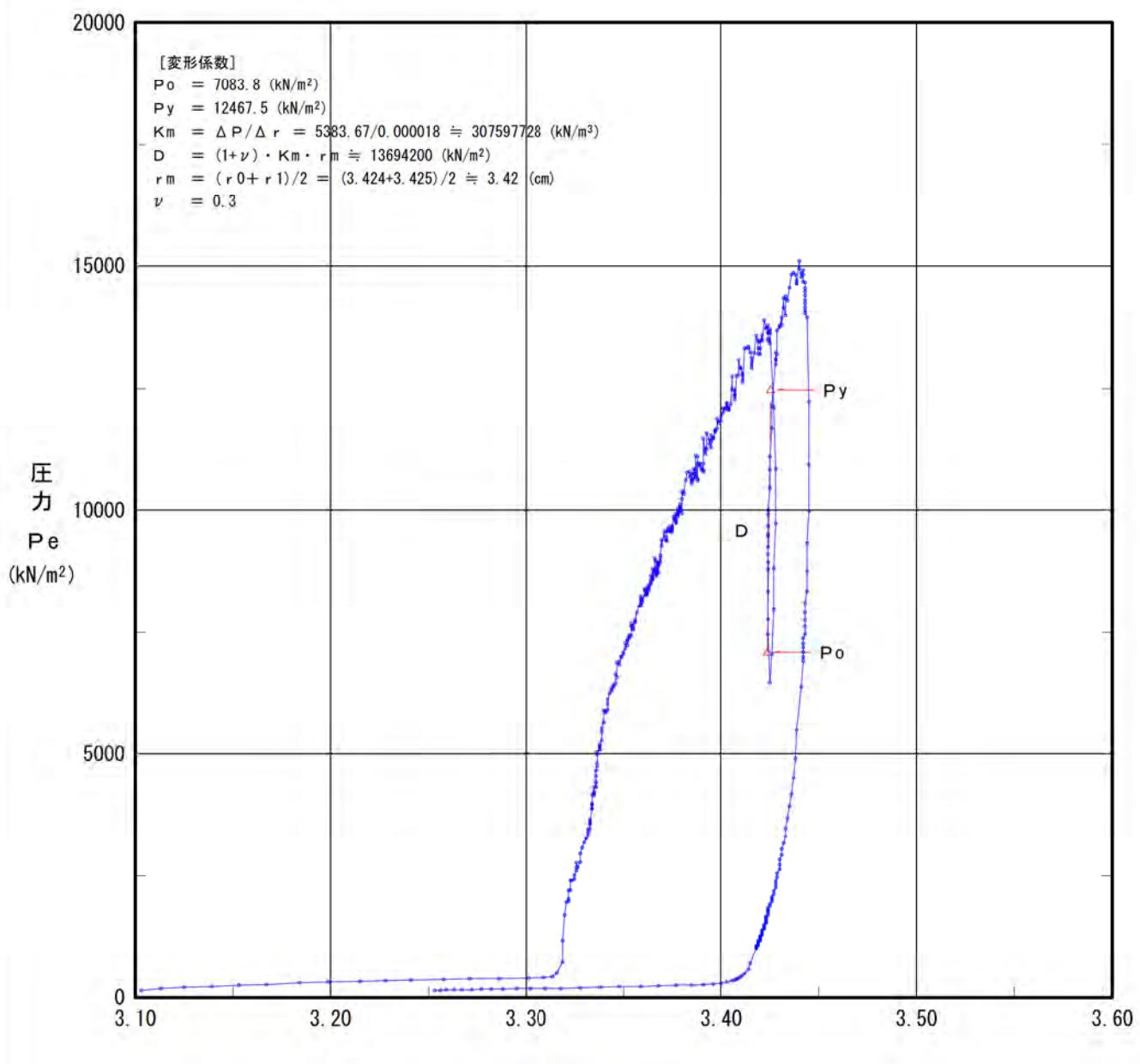
	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	$K$ 値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	6,469.9	13,671.8	309,100	13,770	3.43



### 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-2	深 度	GL -13.50 m
測定月日	平成28年 7月 2日	時 間	9:30
使用ゴム筒	BX	孔 径	66 mm
地 質 名	閃綠岩(CL級)		

	初期応力 P <sub>o</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 P <sub>y</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 K <sub>m</sub> (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	K値を求めた 中間半径 r <sub>m</sub> (cm)
変形係数D	7,083.8	12,467.5	307,600	13,690	3.42



## 孔内水平載荷試験測定データシート

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-2	深度	GL -13.50 m
地質	閃緑岩(CL級)		

測定日	平成28年 7月 2日	時間	9:30
測定者		孔内水位	GL -9.40 m
機器番号		孔内水	清水
載荷速度	20 kN/m <sup>2</sup> /分	加圧	水

圧力 P (kN/m <sup>2</sup> )	半径 r (cm)						
160.0	3.103	3290.0	3.331	5920.0	3.340	8040.0	3.358
190.0	3.113	3360.0	3.332	5880.0	3.341	8250.0	3.359
220.0	3.125	3410.0	3.332	5900.0	3.341	8180.0	3.359
240.0	3.139	3470.0	3.332	5930.0	3.342	8090.0	3.359
260.0	3.153	3470.0	3.332	6050.0	3.342	8060.0	3.359
280.0	3.167	3470.0	3.333	6140.0	3.342	8140.0	3.360
310.0	3.184	3610.0	3.333	6260.0	3.343	8210.0	3.360
330.0	3.199	3570.0	3.333	6370.0	3.344	8170.0	3.360
340.0	3.215	3680.0	3.333	6310.0	3.344	8270.0	3.361
350.0	3.228	3680.0	3.333	6400.0	3.345	8400.0	3.361
370.0	3.241	3670.0	3.333	6430.0	3.345	8370.0	3.361
380.0	3.258	3640.0	3.333	6460.0	3.346	8420.0	3.362
390.0	3.271	3900.0	3.334	6660.0	3.346	8360.0	3.362
400.0	3.286	3970.0	3.334	6600.0	3.347	8340.0	3.362
410.0	3.301	3890.0	3.334	6890.0	3.347	8320.0	3.362
420.0	3.309	3990.0	3.334	6840.0	3.348	8300.0	3.362
440.0	3.314	4180.0	3.334	6900.0	3.348	8280.0	3.362
510.0	3.316	4150.0	3.335	6990.0	3.349	8370.0	3.363
740.0	3.319	4190.0	3.335	7010.0	3.349	8420.0	3.363
1200.0	3.319	4210.0	3.335	7050.0	3.350	8440.0	3.363
1710.0	3.320	4240.0	3.335	7090.0	3.350	8470.0	3.363
1980.0	3.321	4330.0	3.335	7170.0	3.351	8440.0	3.363
2040.0	3.322	4330.0	3.336	7280.0	3.351	8470.0	3.363
1990.0	3.322	4340.0	3.336	7230.0	3.352	8440.0	3.363
2210.0	3.322	4420.0	3.336	7360.0	3.352	8520.0	3.364
2210.0	3.323	4550.0	3.336	7320.0	3.352	8500.0	3.364
2410.0	3.323	4660.0	3.336	7410.0	3.353	8570.0	3.364
2410.0	3.324	4760.0	3.337	7380.0	3.353	8660.0	3.364
2410.0	3.324	4810.0	3.337	7430.0	3.353	8610.0	3.365
2430.0	3.325	5000.0	3.337	7440.0	3.354	8580.0	3.365
2520.0	3.325	5050.0	3.337	7690.0	3.354	8690.0	3.365
2610.0	3.326	5100.0	3.338	7630.0	3.354	8660.0	3.365
2670.0	3.326	5170.0	3.338	7590.0	3.355	8660.0	3.365
2770.0	3.326	5090.0	3.338	7560.0	3.355	8620.0	3.365
2670.0	3.327	5190.0	3.338	7580.0	3.355	8800.0	3.365
2780.0	3.328	5290.0	3.339	7630.0	3.355	8740.0	3.366
2960.0	3.328	5460.0	3.339	7710.0	3.356	8750.0	3.366
3070.0	3.329	5530.0	3.339	7750.0	3.356	8780.0	3.366
3180.0	3.330	5680.0	3.340	7710.0	3.356	8800.0	3.366
3260.0	3.331	5630.0	3.340	7920.0	3.357	9020.0	3.366

## 孔内水平載荷試験測定データシート

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-2	深度	GL -13.50 m
地質	閃緑岩(CL級)		

測定日	平成28年 7月 2日	時間	9:30
測定者		孔内水位	GL -9.40 m
機器番号		孔内水	清水
載荷速度	20 kN/m <sup>2</sup> /分	加圧	水

圧力 P (kN/m <sup>2</sup> )	半径 r (cm)						
8950.0	3.367	9650.0	3.375	10620.0	3.386	11890.0	3.398
8850.0	3.367	9660.0	3.375	10740.0	3.386	11790.0	3.399
8800.0	3.367	9670.0	3.375	10840.0	3.386	11850.0	3.399
8780.0	3.367	9860.0	3.376	10830.0	3.386	11850.0	3.400
8800.0	3.367	9870.0	3.376	10790.0	3.387	11940.0	3.400
8730.0	3.367	9810.0	3.376	11110.0	3.387	12010.0	3.401
8690.0	3.367	9780.0	3.377	10850.0	3.387	12100.0	3.401
8660.0	3.367	9810.0	3.377	10780.0	3.387	12070.0	3.402
8730.0	3.368	9790.0	3.377	10730.0	3.387	12100.0	3.402
8940.0	3.368	9760.0	3.377	10690.0	3.387	12190.0	3.403
8850.0	3.368	9740.0	3.377	10670.0	3.387	12140.0	3.403
8900.0	3.368	9800.0	3.377	10630.0	3.388	12090.0	3.403
8910.0	3.368	9800.0	3.377	10600.0	3.388	12210.0	3.403
8910.0	3.368	9940.0	3.377	11090.0	3.388	12060.0	3.404
8890.0	3.368	9870.0	3.378	10960.0	3.388	12130.0	3.404
9020.0	3.369	9960.0	3.378	10890.0	3.388	12070.0	3.404
8940.0	3.369	10030.0	3.378	10960.0	3.389	12100.0	3.404
8940.0	3.369	9990.0	3.378	10930.0	3.389	12200.0	3.405
9070.0	3.369	9930.0	3.378	10870.0	3.390	12750.0	3.406
9400.0	3.370	9910.0	3.378	10820.0	3.390	12490.0	3.406
9270.0	3.370	10130.0	3.379	10780.0	3.391	12480.0	3.407
9570.0	3.371	10070.0	3.379	10810.0	3.391	12410.0	3.407
9440.0	3.371	10010.0	3.379	10950.0	3.391	12350.0	3.407
9370.0	3.372	10070.0	3.379	11460.0	3.391	12370.0	3.407
9390.0	3.372	10020.0	3.379	11140.0	3.392	12280.0	3.407
9450.0	3.372	9980.0	3.379	11210.0	3.392	12770.0	3.408
9570.0	3.372	9940.0	3.380	11270.0	3.392	12780.0	3.409
9590.0	3.373	10240.0	3.380	11250.0	3.393	13070.0	3.409
9610.0	3.373	10400.0	3.380	11570.0	3.393	12900.0	3.410
9630.0	3.373	10330.0	3.381	11430.0	3.394	12930.0	3.410
9570.0	3.374	10380.0	3.381	11340.0	3.394	12810.0	3.411
9660.0	3.374	10610.0	3.382	11280.0	3.395	12780.0	3.411
9600.0	3.374	10770.0	3.383	11530.0	3.395	12700.0	3.411
9570.0	3.374	10780.0	3.384	11390.0	3.395	12640.0	3.411
9600.0	3.374	10670.0	3.384	11480.0	3.396	12640.0	3.411
9630.0	3.375	10740.0	3.385	11460.0	3.396	13320.0	3.412
9630.0	3.375	10650.0	3.385	11590.0	3.397	13330.0	3.413
9600.0	3.375	10610.0	3.385	11620.0	3.397	13310.0	3.414
9560.0	3.375	10590.0	3.385	11630.0	3.397	13350.0	3.414
9670.0	3.375	10540.0	3.385	11660.0	3.398	13230.0	3.415

## 孔内水平載荷試験測定データシート

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-2	深度	GL -13.50 m
地質	閃緑岩(CL級)		

測定日	平成28年 7月 2日	時間	9:30
測定者		孔内水位	GL -9.40 m
機器番号		孔内水	清水
載荷速度	20 kN/m <sup>2</sup> /分	加圧	水

圧力 P (kN/m <sup>2</sup> )	半径 r (cm)						
13120.0	3.416	7770.0	3.424	14660.0	3.439	4190.0	3.436
13040.0	3.416	8350.0	3.424	15110.0	3.440	3940.0	3.435
12970.0	3.416	8790.0	3.424	14950.0	3.440	3700.0	3.434
12920.0	3.416	8940.0	3.424	14860.0	3.441	3490.0	3.433
13220.0	3.417	9100.0	3.424	14780.0	3.441	3320.0	3.433
13580.0	3.418	9250.0	3.424	14930.0	3.442	3170.0	3.432
13490.0	3.419	9470.0	3.424	14830.0	3.442	3050.0	3.431
13450.0	3.419	9510.0	3.424	14690.0	3.442	2930.0	3.431
13320.0	3.419	9670.0	3.424	14690.0	3.442	2830.0	3.430
13210.0	3.419	9920.0	3.424	14670.0	3.443	2730.0	3.430
13200.0	3.420	9910.0	3.424	14560.0	3.443	2630.0	3.430
13310.0	3.420	10010.0	3.424	14490.0	3.443	2550.0	3.429
13460.0	3.420	10460.0	3.425	14410.0	3.443	2470.0	3.429
13590.0	3.421	10820.0	3.425	14320.0	3.443	2400.0	3.428
13510.0	3.421	11090.0	3.425	14250.0	3.443	2330.0	3.428
13520.0	3.421	11680.0	3.426	14170.0	3.443	2260.0	3.428
13480.0	3.421	12150.0	3.426	14100.0	3.443	2190.0	3.427
13900.0	3.422	13080.0	3.428	14030.0	3.443	2130.0	3.427
13740.0	3.423	13000.0	3.428	13950.0	3.444	2080.0	3.426
13730.0	3.423	13090.0	3.428	12240.0	3.445	2030.0	3.426
13800.0	3.424	13230.0	3.428	10930.0	3.445	1990.0	3.426
13650.0	3.424	13090.0	3.428	10000.0	3.445	1940.0	3.425
13640.0	3.424	13190.0	3.429	9330.0	3.444	1900.0	3.425
13630.0	3.424	13690.0	3.429	8750.0	3.444	1860.0	3.424
13510.0	3.424	13760.0	3.430	8350.0	3.444	1820.0	3.424
13480.0	3.424	13780.0	3.430	8110.0	3.443	1790.0	3.424
13480.0	3.424	13950.0	3.431	7920.0	3.443	1760.0	3.424
13420.0	3.425	13790.0	3.431	7760.0	3.443	1720.0	3.424
13670.0	3.425	14350.0	3.432	7620.0	3.443	1690.0	3.423
13670.0	3.425	14150.0	3.432	7480.0	3.443	1660.0	3.423
13720.0	3.425	14000.0	3.433	7380.0	3.442	1630.0	3.423
13630.0	3.425	14400.0	3.433	7280.0	3.442	1600.0	3.423
12110.0	3.427	14340.0	3.433	7190.0	3.442	1570.0	3.423
10840.0	3.428	14300.0	3.434	7100.0	3.442	1550.0	3.423
9730.0	3.428	14570.0	3.435	7000.0	3.442	1520.0	3.422
8820.0	3.427	14840.0	3.436	6920.0	3.442	1500.0	3.422
7970.0	3.427	14880.0	3.437	6400.0	3.441	1470.0	3.422
7060.0	3.426	14830.0	3.438	5490.0	3.439	1450.0	3.422
6490.0	3.425	14710.0	3.439	4920.0	3.438	1430.0	3.422
7460.0	3.424	14650.0	3.439	4520.0	3.437	1410.0	3.421

## 孔内水平載荷試験測定データシート

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-2	深 度	GL -13.50 m
地 質	閃綠岩(CL級)		

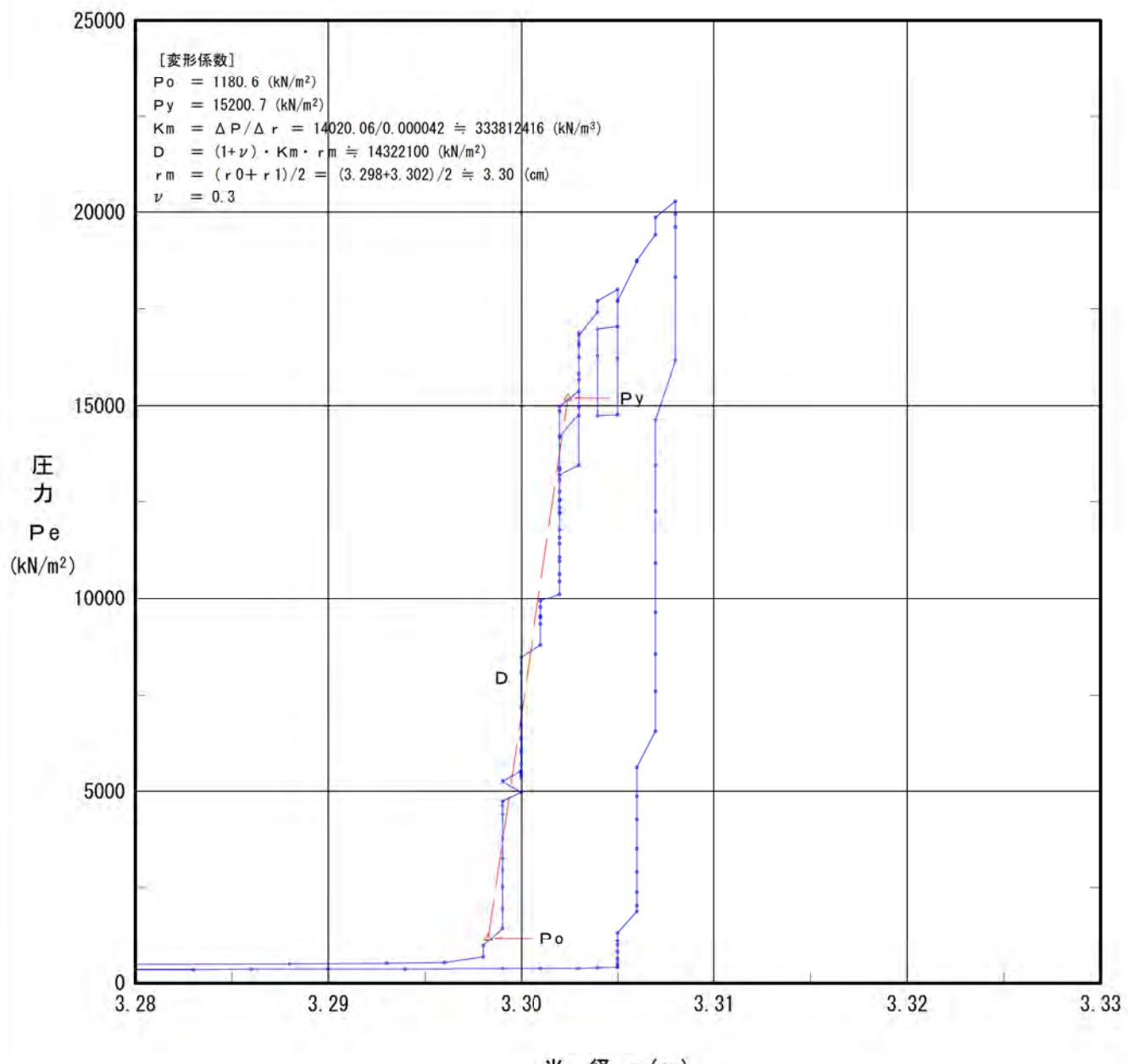
測定日	平成28年 7月 2日	時間	9:30
測定者		孔内水位	GL -9.40 m
機器番号		孔 内 水	清 水
載荷速度	20 kN/m <sup>2</sup> /分	加 壓	水

压 力 P (kN/m <sup>2</sup> )	半 径 r (cm)
1390.0	3.421
1370.0	3.421
1350.0	3.421
1330.0	3.421
1310.0	3.421
1290.0	3.420
1280.0	3.420
1260.0	3.420
1250.0	3.420
1230.0	3.420
1210.0	3.420
1200.0	3.420
1190.0	3.419
1170.0	3.419
1160.0	3.419
1150.0	3.419
1130.0	3.419
1120.0	3.419
1110.0	3.419
1100.0	3.419
1090.0	3.418
1070.0	3.418
1060.0	3.418
1050.0	3.418
1030.0	3.418
710.0	3.415
580.0	3.414
500.0	3.412
460.0	3.411
430.0	3.410
410.0	3.409
390.0	3.408
380.0	3.408
370.0	3.407
360.0	3.406
330.0	3.403
300.0	3.400
290.0	3.396
280.0	3.391
260.0	3.385

## 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査			試験装置	エラストメータ
測定番号	B-3-3	深度	GL -22.90 m	試験時の状況	初期載荷
測定月日	平成28年 7月13日	時間	13:00		
使用ゴム筒	BX	孔 径	66 mm		
地 質 名	閃綠岩(CM級)				

	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	$K$ 値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	1,180.6	15,200.7	333,800	14,320	3.30

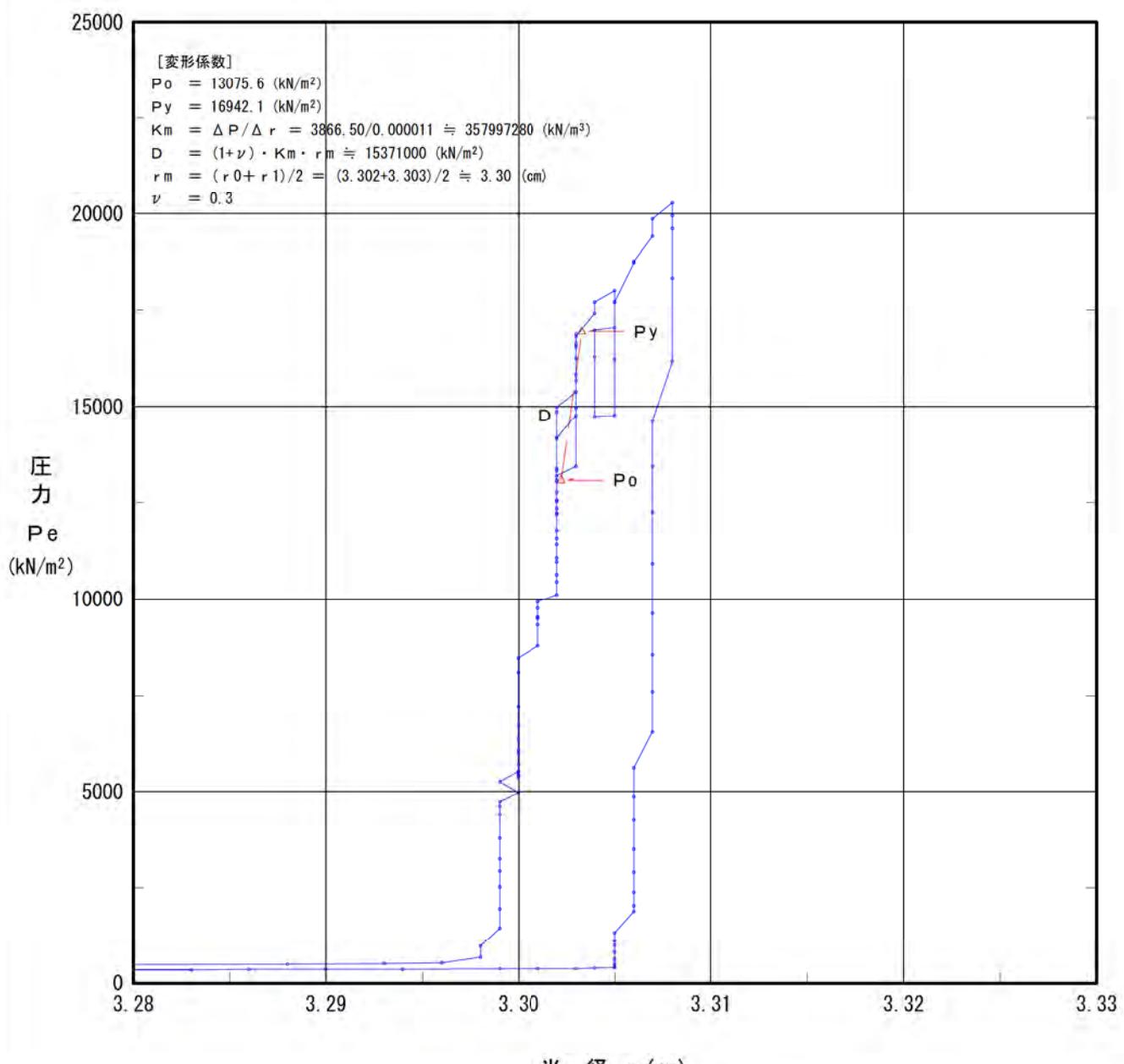


## 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-3	深度	GL -22.90 m
測定月日	平成28年 7月13日	時間	13:00
使用ゴム筒	BX	孔 径	66 mm
地 質 名	閃綠岩(CM級)		

試験装置	エラストメータ
試験時の状況	1回目除荷後(割線)

	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	$K$ 値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	13,075.6	16,942.1	358,000	15,370	3.30

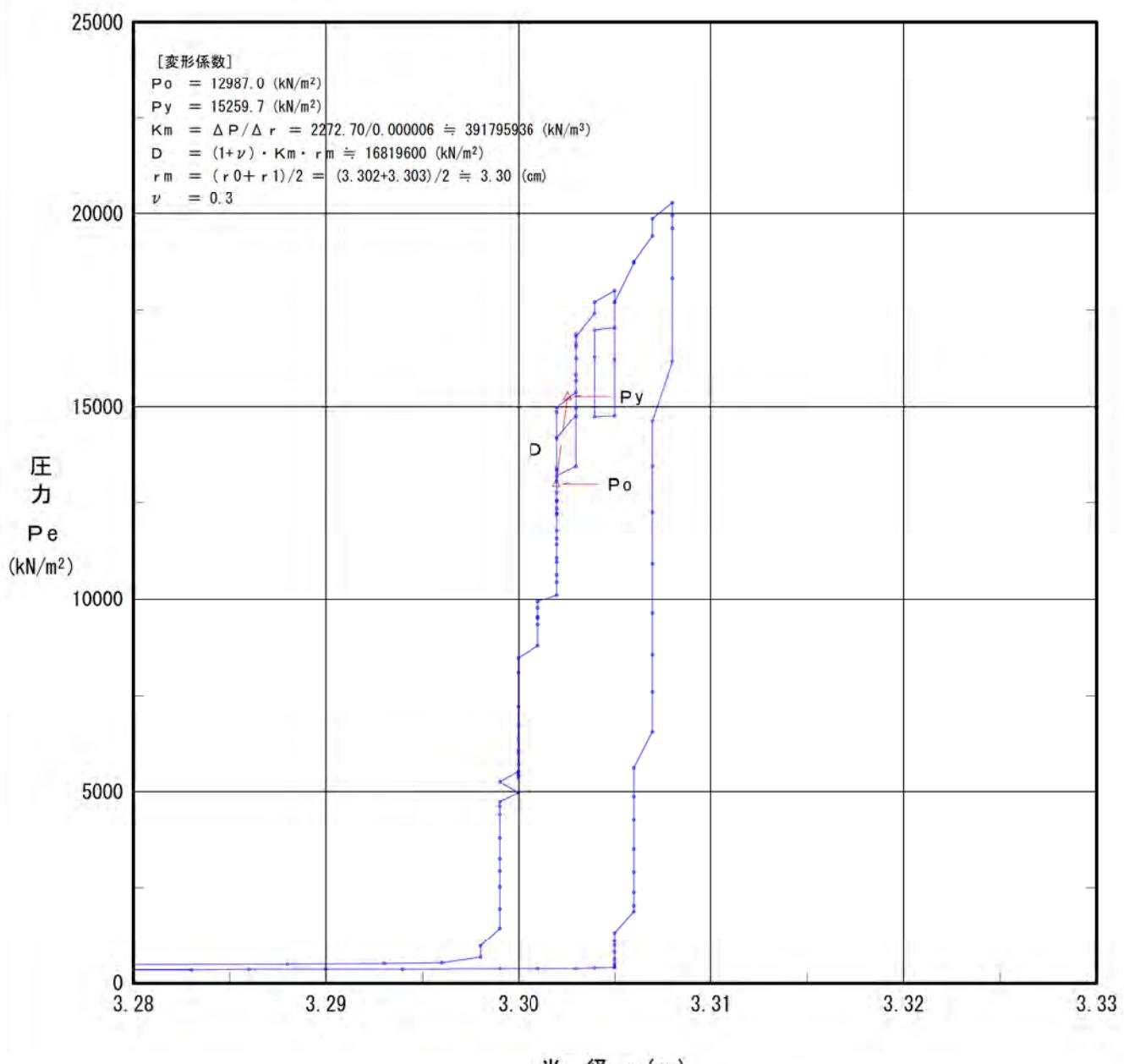


## 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-3	深度	GL -22.90 m
測定月日	平成28年 7月13日	時間	13:00
使用ゴム筒	BX	孔 径	66 mm
地 質 名	閃綠岩(CM級)		

試験装置	エラストメータ
試験時の状況	1回目除荷後(接線)

	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	$K$ 値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	12,987.0	15,259.7	391,800	16,820	3.30

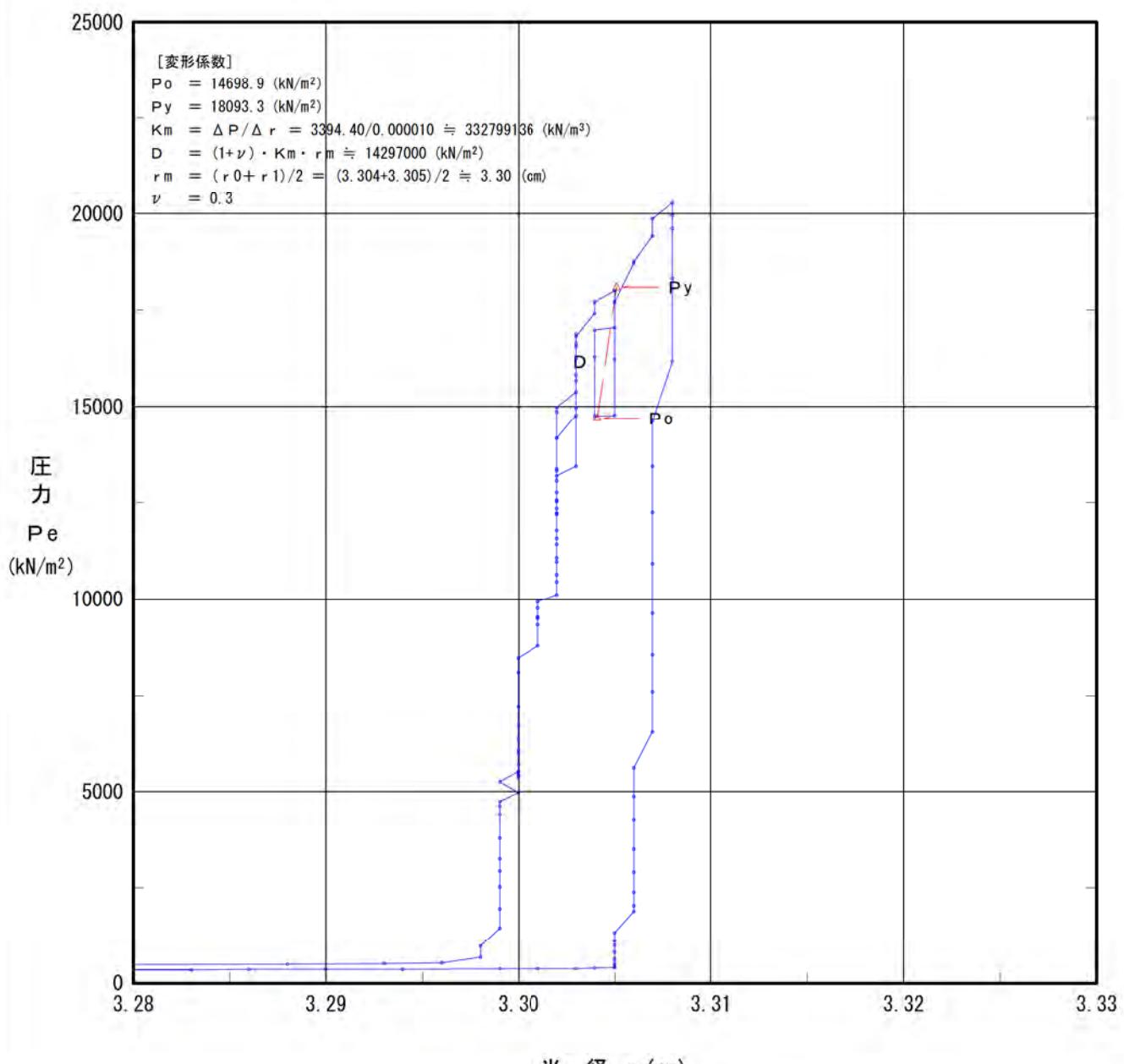


## 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-3	深度	GL -22.90 m
測定月日	平成28年 7月13日	時間	13:00
使用ゴム筒	BX	孔 径	66 mm
地 質 名	閃綠岩(CM級)		

試験装置	エラストメータ
試験時の状況	2回目除荷後(割線)

	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	$K$ 値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	14,698.9	18,093.3	332,800	14,300	3.30

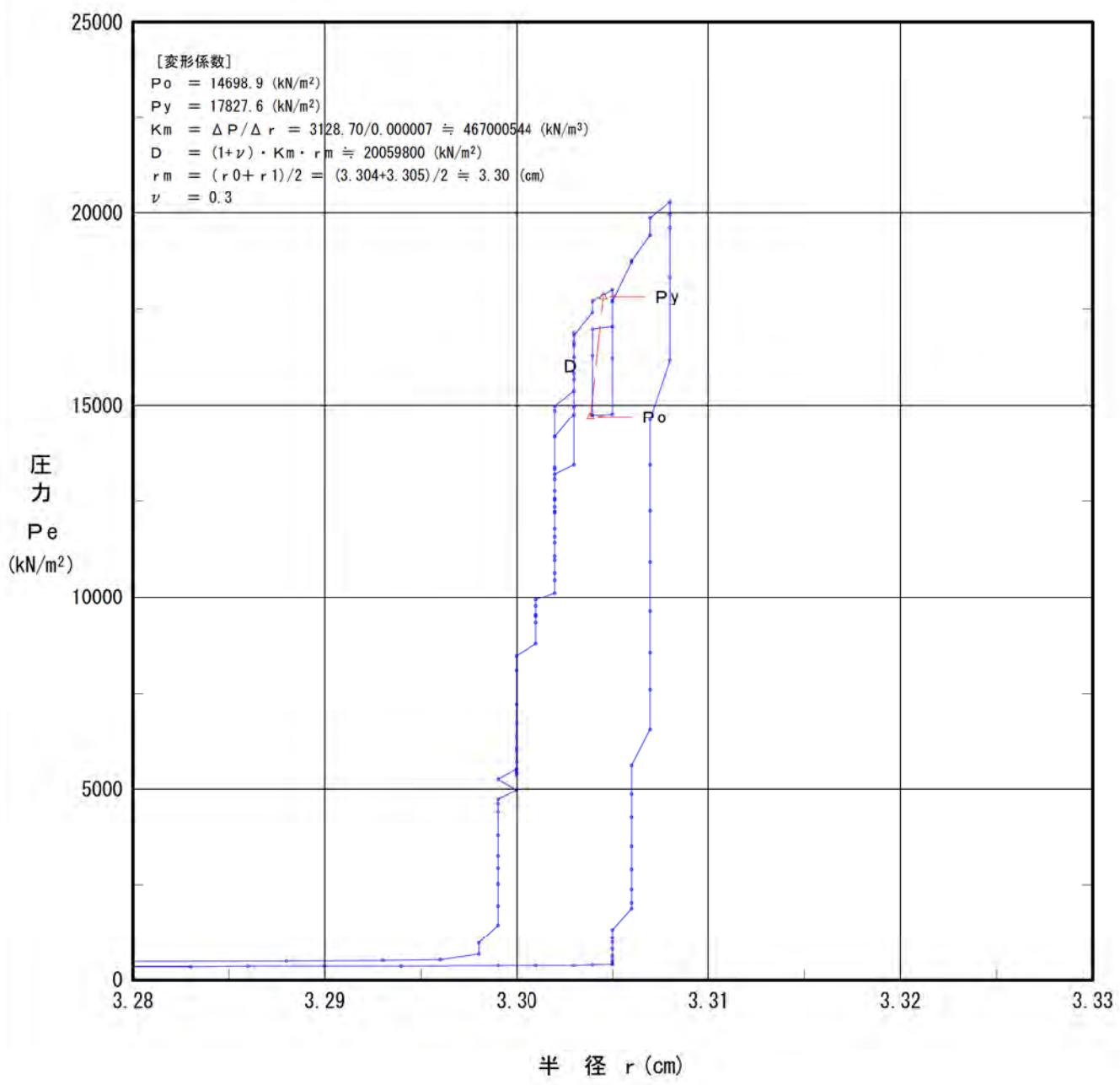


## 孔内水平載荷試験結果図

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-3	深度	GL -22.90 m
測定月日	平成28年 7月13日	時間	13:00
使用ゴム筒	BX	孔 径	66 mm
地 質 名	閃綠岩(CM級)		

試験装置	エラストメータ
試験時の状況	2回目除荷後(接線)

	初期応力 $P_o$ (kN/m <sup>2</sup> )	降伏応力 $P_y$ (kN/m <sup>2</sup> )	地盤係数 $K_m$ (MN/m <sup>3</sup> )	係数EまたはD (MN/m <sup>2</sup> )	$K$ 値を求めた 中間半径 $r_m$ (cm)
変形係数D	14,698.9	17,827.6	467,000	20,060	3.30



## 孔内水平載荷試験測定データシート

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-3	深度	GL -22.90 m
地質	閃緑岩(CM級)		

測定日	平成28年 7月13日	時間	13:00
測定者		孔内水位	GL -9.40 m
機器番号		孔内水	清水
載荷速度	20 kN/m <sup>2</sup> /分	加圧	水

圧力 P (kN/m <sup>2</sup> )	半径 r (cm)						
260.0	3.095	7230.0	3.300	14770.0	3.303	1120.0	3.305
290.0	3.103	8110.0	3.300	15690.0	3.303	1010.0	3.305
310.0	3.112	8480.0	3.300	16830.0	3.303	830.0	3.305
330.0	3.124	8800.0	3.301	17430.0	3.304	640.0	3.305
350.0	3.136	9350.0	3.301	17730.0	3.304	520.0	3.305
370.0	3.150	9510.0	3.301	18030.0	3.305	450.0	3.305
390.0	3.165	9540.0	3.301	17730.0	3.305	420.0	3.305
410.0	3.179	9770.0	3.301	16220.0	3.305	410.0	3.304
430.0	3.193	9950.0	3.301	14780.0	3.305	400.0	3.303
440.0	3.206	10120.0	3.302	14760.0	3.304	390.0	3.301
450.0	3.220	10460.0	3.302	16300.0	3.304	390.0	3.299
470.0	3.236	10650.0	3.302	17000.0	3.304	380.0	3.294
480.0	3.249	10980.0	3.302	17060.0	3.305	370.0	3.290
490.0	3.264	11070.0	3.302	17730.0	3.305	370.0	3.286
500.0	3.278	11420.0	3.302	18740.0	3.306	360.0	3.283
510.0	3.288	11580.0	3.302	18770.0	3.306	360.0	3.279
530.0	3.293	11800.0	3.302	19420.0	3.307	350.0	3.275
550.0	3.296	12210.0	3.302	19870.0	3.307	350.0	3.272
690.0	3.298	12240.0	3.302	20300.0	3.308	340.0	3.269
990.0	3.298	12360.0	3.302	19960.0	3.308	340.0	3.266
1460.0	3.299	12570.0	3.302	19630.0	3.308	320.0	3.257
1960.0	3.299	12540.0	3.302	18350.0	3.308	300.0	3.247
2520.0	3.299	12780.0	3.302	16170.0	3.308	290.0	3.238
2930.0	3.299	13320.0	3.302	14620.0	3.307	290.0	3.230
3240.0	3.299	13380.0	3.302	13440.0	3.307	280.0	3.223
3780.0	3.299	13080.0	3.302	12260.0	3.307	270.0	3.218
4410.0	3.299	13070.0	3.302	10920.0	3.307	270.0	3.213
4620.0	3.299	14180.0	3.302	9640.0	3.307	260.0	3.209
4750.0	3.299	14870.0	3.302	8560.0	3.307	260.0	3.205
4980.0	3.300	14990.0	3.302	7610.0	3.307	260.0	3.202
5260.0	3.299	15400.0	3.303	6540.0	3.307	260.0	3.199
5520.0	3.300	16260.0	3.303	5610.0	3.306	250.0	3.196
5460.0	3.300	16560.0	3.303	4870.0	3.306	250.0	3.194
5390.0	3.300	16900.0	3.303	4280.0	3.306	250.0	3.192
5420.0	3.300	16640.0	3.303	3490.0	3.306	250.0	3.191
5690.0	3.300	15840.0	3.303	2900.0	3.306	250.0	3.189
6000.0	3.300	14970.0	3.303	2400.0	3.306	250.0	3.188
6080.0	3.300	13450.0	3.303	2050.0	3.306	250.0	3.186
6340.0	3.300	13190.0	3.302	1900.0	3.306	240.0	3.185
6720.0	3.300	14180.0	3.302	1340.0	3.305	240.0	3.185

## 孔内水平載荷試験測定データシート

調査件名	平成28年度 設楽ダム転流工関連地質調査		
測定番号	B-3-3	深 度	GL -22.90 m
地 質	閃綠岩(CM級)		

測定日	平成28年 7月13日	時間	13:00
測定者		孔内水位	GL -9.40 m
機器番号		孔内水	清水
載荷速度	20 kN/m <sup>2</sup> /分	加压	水

### 3) 室内岩石試験データシート

## 岩 石 試 驗 結 果 一 覧 表

## 調査件名 平成28年度 設楽ダム 輪流工閑連地質調査業務

整理年月日 平成 28年 7月 27日

整理担当者

試料番号 (深さ)		R1-1 (14.50~14.70m)	R2-1 (16.00~16.20m)	R2-2 (20.40~20.55m)		
物理特性	含水率 W %					
	含水比 W %					
	湿潤密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.860	2.719	2.725		
	飽和密度 $\rho_{sat}$ g/cm <sup>3</sup>					
	乾燥密度 $\rho_d$ g/cm <sup>3</sup>					
超音波	吸水率 %					
	有効間隙率 %					
	P 波速度 $V_p$ km/s	5.14	5.03	5.15		
	S 波速度 $V_s$ km/s	2.77	2.60	2.87		
	動せん断弾性係数 $G_d$ MN/m <sup>2</sup>	21900	18400	22400		
一軸圧縮	動弾性係数 $E_d$ MN/m <sup>2</sup>	56700	48500	57100		
	動ポアソン比 $\nu_d$	0.295	0.318	0.275		
	一軸圧縮強さ $q_u$ MN/m <sup>2</sup>	84.9	48.1	124		
	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	0.29	0.09	0.21		
	変形係数 $E$ MN/m <sup>2</sup>	47300	57100	61800		
せん断	ボアソン比 $\nu$					
	引張り強さ $\sigma_t$ MN/m <sup>2</sup>					
	試験条件					
	全応力	$C$ MN/m <sup>2</sup>				
		$\phi$ °				
	有効応力	$C'$ MN/m <sup>2</sup>				
		$\phi'$ °				
	点載荷強さ	$I_s$ MN/m <sup>2</sup>				
	スレーキング指数					
	最大吸水膨張率	$L_s$ %				
浸水崩壊度						
安定性損失量		%				

### 特記事項

[ $1\text{N/mm}^2 \doteq 10.2\text{kgf/cm}^2$ ]

調査件名 平成28年度 設楽ダム 転流工関連地質調査業務

試験年月日 平成 28年 7月 26日

試 験 者 [REDACTED]

試 料 番 号			R1-1	R2-1	R2-2	
深 さ			14.50m ~ 14.70m	16.00m ~ 16.20m	20.40m ~ 20.55m	
試 料 の 状 態			自然状態	自然状態	自然状態	
供試体の質量 m g			557.80	527.35	528.01	
供 試 体 体 積	直 径	上 部 cm	4.979	4.982	4.982	
			4.981	4.980	4.983	
		上部平均 cm	4.980	4.981	4.983	
		中 部 cm	4.980	4.977	4.979	
			4.982	4.984	4.981	
	高 さ	中 部 cm	4.981	4.981	4.980	
		下 部 cm	4.976	4.977	4.979	
			4.978	4.982	4.980	
		下部平均 cm	4.977	4.980	4.980	
		平均値 D cm	4.979	4.981	4.981	
	高 さ	cm	10.019	9.952	9.943	
			10.014	9.957	9.946	
		平均値 H cm	10.017	9.955	9.945	
体積 $V = (\pi / 4) \cdot D^2 H \text{ cm}^3$			195.03	193.98	193.79	
湿潤密度 $\rho_w = m / V \text{ g/cm}^3$			2.860	2.719	2.725	

特記事項

調査件名 平成28年度 設楽ダム 転流工関連地質調査業務

試験年月日 平成 28年 7月 26日

試験者 [REDACTED]

試料番号		R1-1	R2-1	R2-2
深さ		14.50m ~ 14.70m	16.00m ~ 16.20m	20.40m ~ 20.55m
岩石の種類				
含水状態		自然状態	自然状態	自然状態
高さ H cm		10.017	9.955	9.945
直径 D cm		4.979	4.981	4.981
質量 m g		557.80	527.35	528.01
密度 ρ g/cm³		2.860	2.719	2.725
P 波	伝播時間 $T_p \mu s$	1回目	19.5	19.3
		2回目	19.5	19.3
		平均	19.5	19.3
速度 $V_p$ km/s		5.14	5.03	5.15
S 波	伝播時間 $T_s \mu s$	1回目	36.0	34.6
		2回目	36.2	34.5
		平均	36.1	34.6
速度 $V_s$ km/s		2.77	2.60	2.87
動せん断弾性係数 $G_d$ MN/m²		21900	18400	22400
動弾性係数 $E_d$ MN/m²		56700	48500	57100
動ボアソン比 $\nu_d$		0.295	0.318	0.275

## 特記事項

$$V = H / T \times 10$$

$$G_d = \rho \times V_s^2 \times 10^3$$

$$E_d = 2 \times (1 + \nu_d) \times G_d$$

$$\nu_d = \frac{(V_p/V_s)^2 - 2}{2((V_p/V_s)^2 - 1)}$$

$$[1\text{MN}/\text{m}^2 = 10.2\text{kN}/\text{cm}^2]$$

調査名 平成28年度 設楽ダム 転流工関連地質調査業務

試験年月日 平成 28年 7月 27日

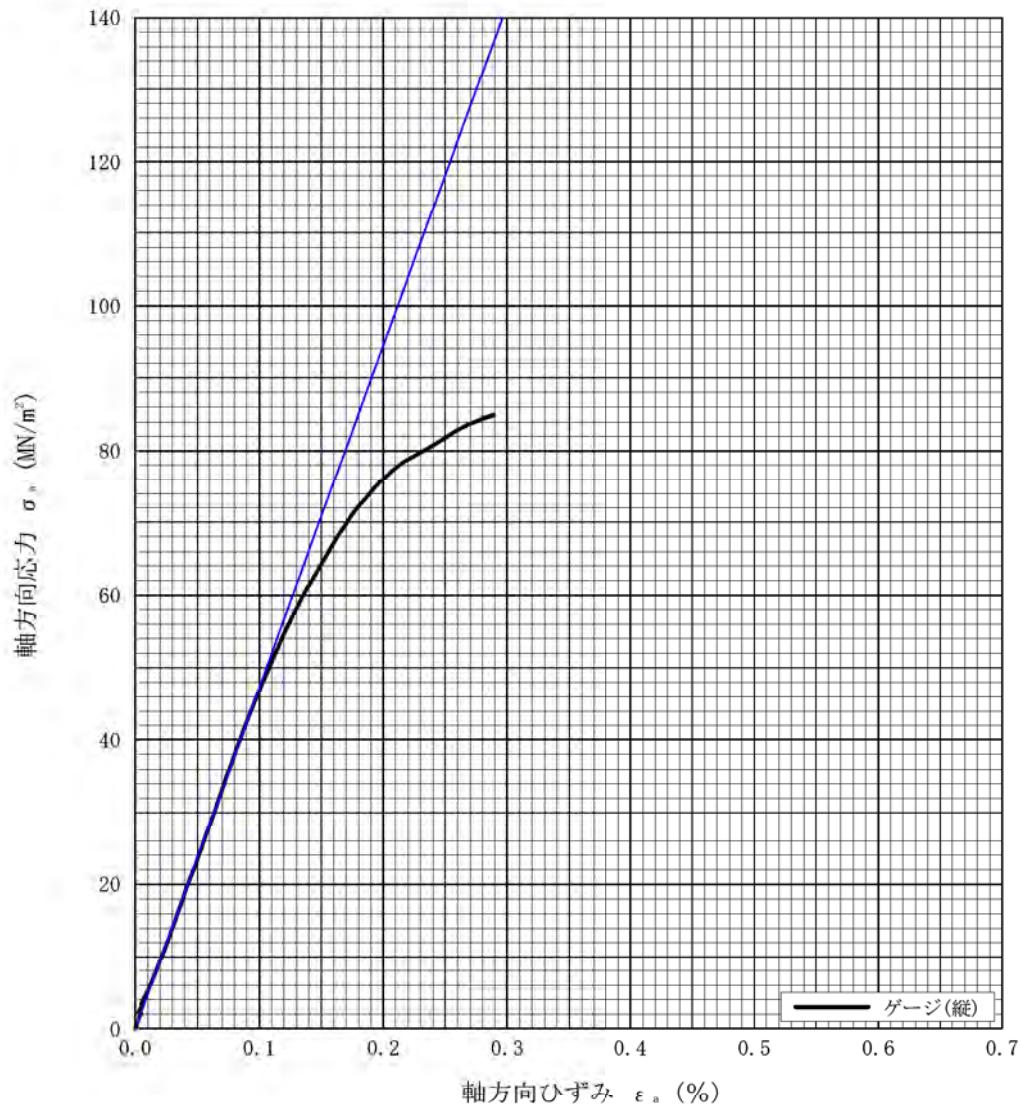
調査地点

採取方法

試験者

供試体番号・深さ R1-1 (14.50~14.70m)

供試体の高さ	$H_0$ cm	10.017	一軸圧縮強さ $q_u$ MN/m <sup>2</sup>	84.9
供試体の直径	$D_0$ cm	4.979	$H_0/D_0$ による補正係数	
供試体の質量	$m_0$ g	557.80	補正後一軸圧縮強さ $q_u$ MN/m <sup>2</sup>	
縦横比	$H_0/D_0$	2.01	種別	$E_s, 50$
断面積	$A_0$ cm <sup>2</sup>	19.47	変形係数 E MN/m <sup>2</sup>	47300
湿潤密度	$\rho_{\text{so}}$ g/cm <sup>3</sup>	2.860	ボアソン比 $\nu$	
破壊荷重	P kN	165.3	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	0.29



特記事項

調査名 平成28年度 設楽ダム 転流工関連地質調査業務

試験年月日 平成 28年 7月 27日

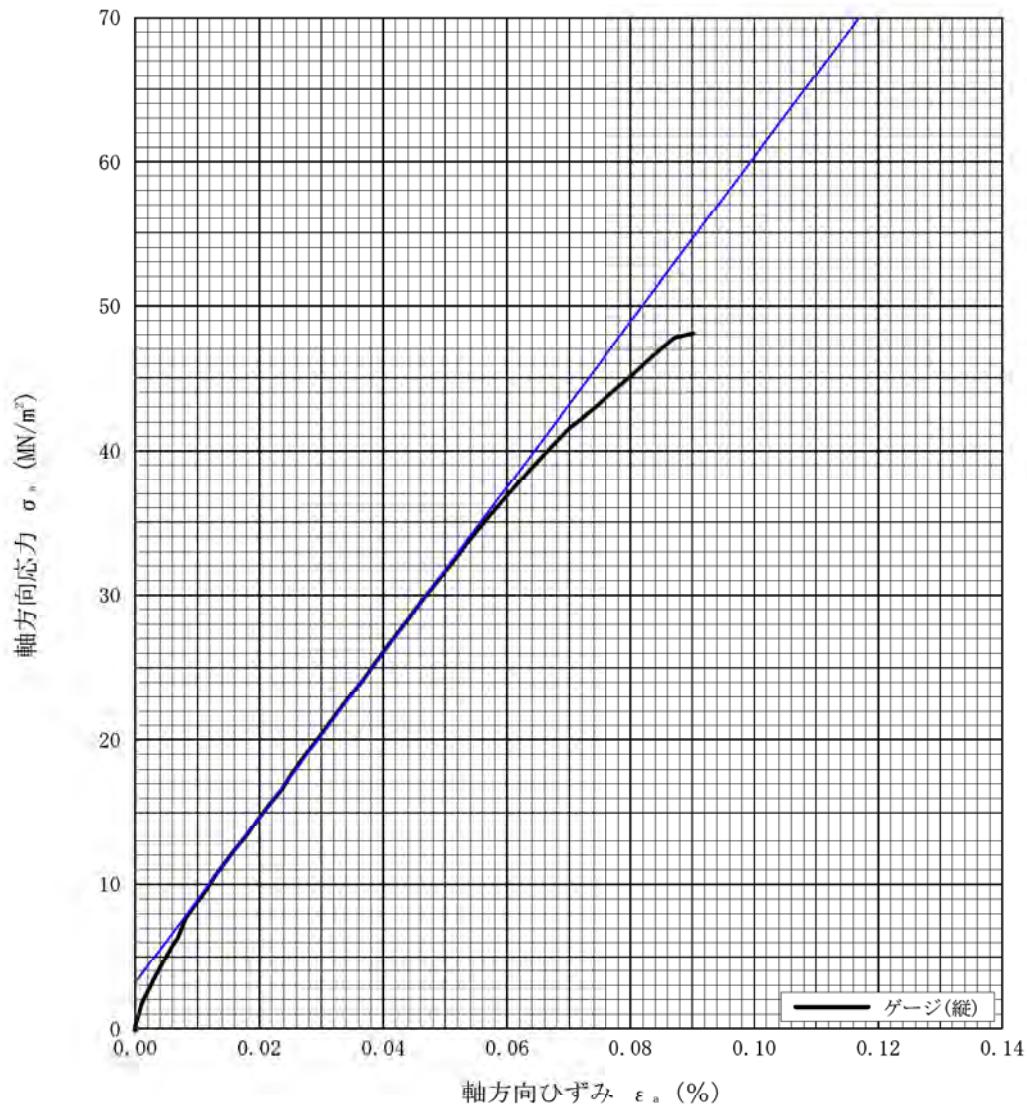
調査地点

採取方法

試験者 [REDACTED]

供試体番号・深さ R2-1 (16.00~16.20m)

供試体の高さ	$H_0$ cm	9.955	一軸圧縮強さ $q_u$ MN/m <sup>2</sup>	48.1
供試体の直径	$D_0$ cm	4.981	$H_0/D_0$ による補正係数	
供試体の質量	$m_0$ g	527.35	補正後一軸圧縮強さ $q_u$ MN/m <sup>2</sup>	
縦横比	$H_0/D_0$	2.00	種別	E <sub>t</sub> , 50
断面積	$A_0$ cm <sup>2</sup>	19.49	変形係数 E MN/m <sup>2</sup>	57100
湿潤密度	$\rho_{\text{w}}$ g/cm <sup>3</sup>	2.718	ボアソン比 $\nu$	
破壊荷重	P kN	93.75	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	0.09



特記事項

調査名 平成28年度 設楽ダム 転流工関連地質調査業務

試験年月日 平成 28年 7月 27日

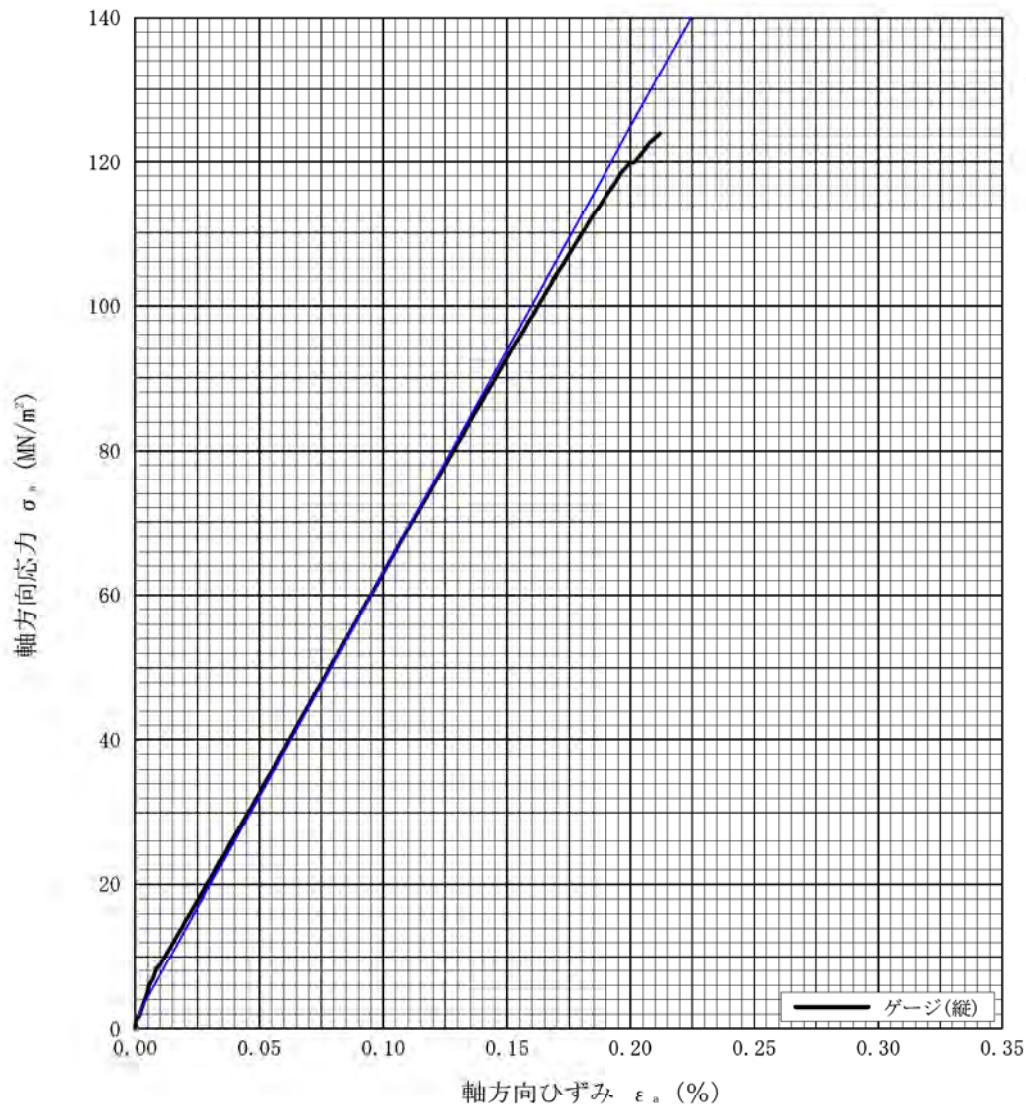
調査地点

採取方法

試験者 [REDACTED]

供試体番号・深さ R2-2 (20.40~20.55m)

供試体の高さ	$H_0$ cm	9.945	一軸圧縮強さ $q_u$ MN/m <sup>2</sup>	124
供試体の直径	$D_0$ cm	4.981	$H_0/D_0$ による補正係数	
供試体の質量	$m_0$ g	528.01	補正後一軸圧縮強さ $q_u$ MN/m <sup>2</sup>	
縦横比	$H_0/D_0$	2.00	種別	E, 50
断面積	$A_0$ cm <sup>2</sup>	19.49	変形係数 E MN/m <sup>2</sup>	61800
湿潤密度	$\rho_{\text{so}}$ g/cm <sup>3</sup>	2.724	ボアソン比 $\nu$	
破壊荷重	P kN	241.7	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	0.21



特記事項

件名	平成28年度 設樂ダム	転流工関連地質調査業務
孔番	H28 B-1	
深度	0.00 m ~	17.00 m
社名	サンユーコンサルタント	株式会社

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95

H28 B-1 0~5

H28 B-1 5~10

H28 B-1 10~15

H28 B-1 15~20

天端

F.L 岩石試験試料

0  
1  
2  
3  
41  
2  
3  
4  
55  
6  
7  
8  
96  
7  
8  
9  
1010  
11  
12  
13  
1411  
12  
13  
14  
1515  
16  
1716  
17  
18

件名	平成28年度 設樂ダム		軒流工関連地質調査業務
孔番	H28 B-2		
深度	0.00 m ~		24.00 m
社名	サンコーワンサルタント 株式会社		



## 4) 弾性波トモグラフィ波形記録及び 簡易水準測量結果

# 弹性波探査測線測量成果表

調査名 平成28年度設楽ダム転流工関連地質調査業務

測線名 S-1

測線長 100m

期間 2016. 7

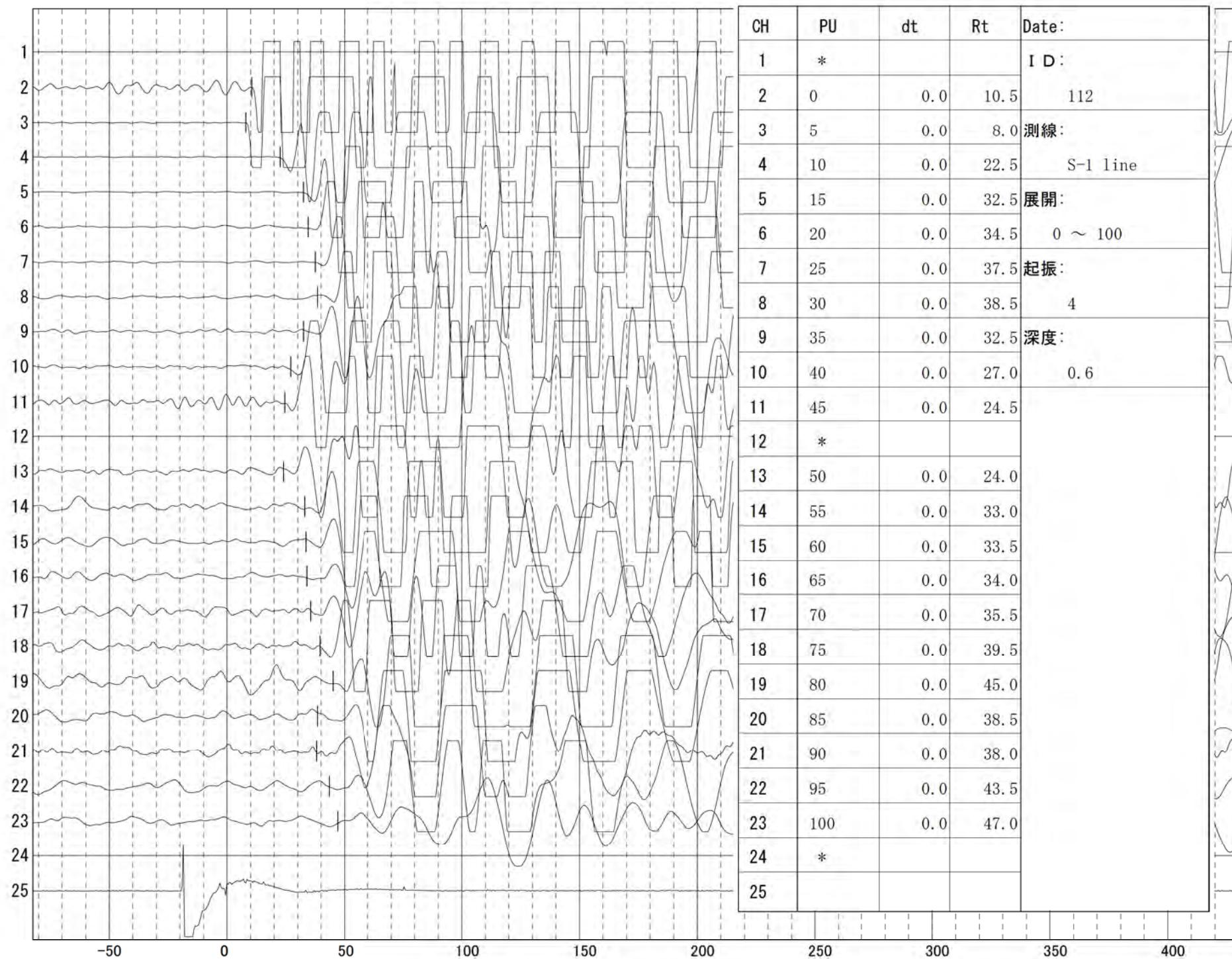
--

### 弹性波探查測線測量成果表

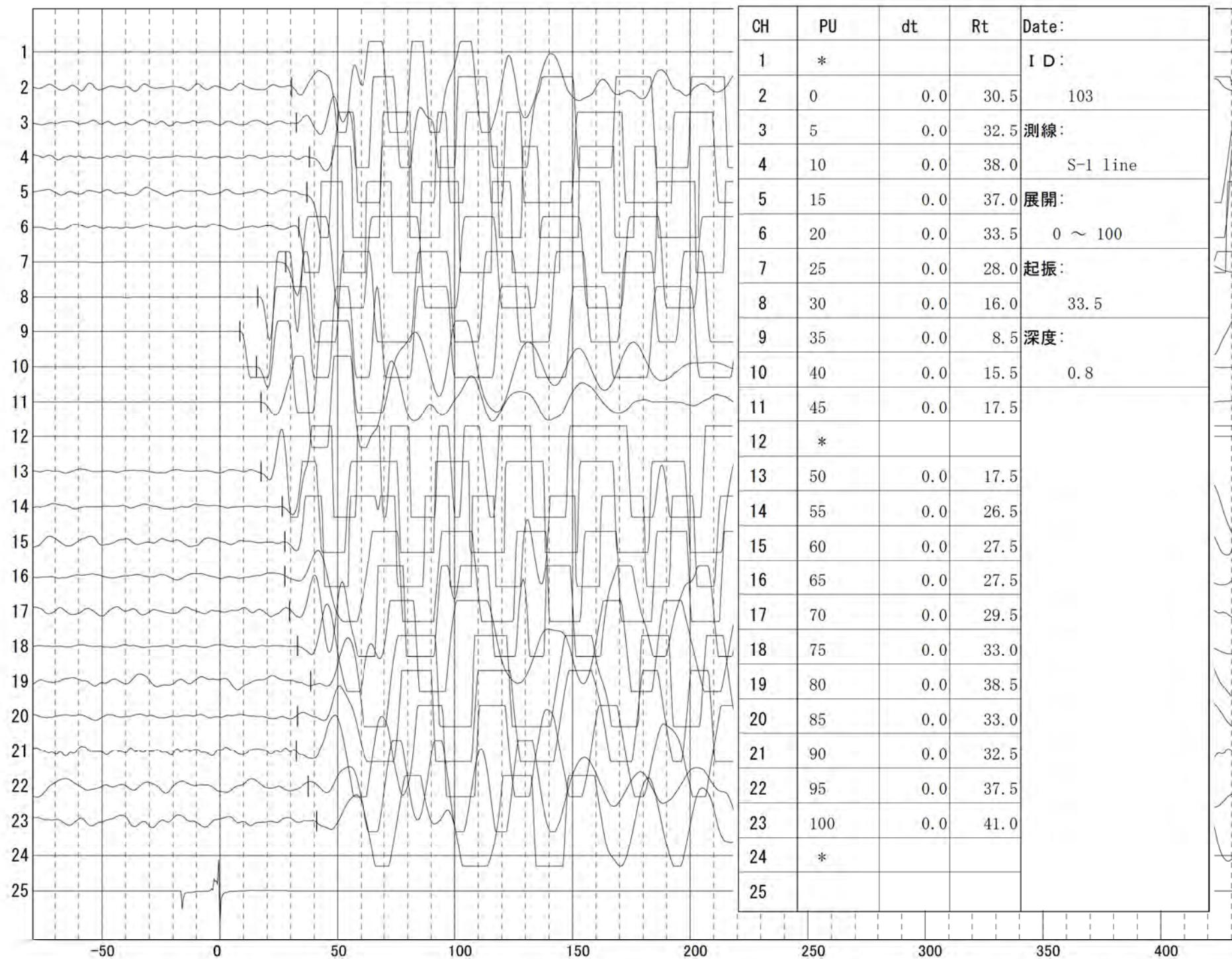
**調査名** 平成28年度設楽ダム転流工関連地質調査業務  
**測線名** S-1

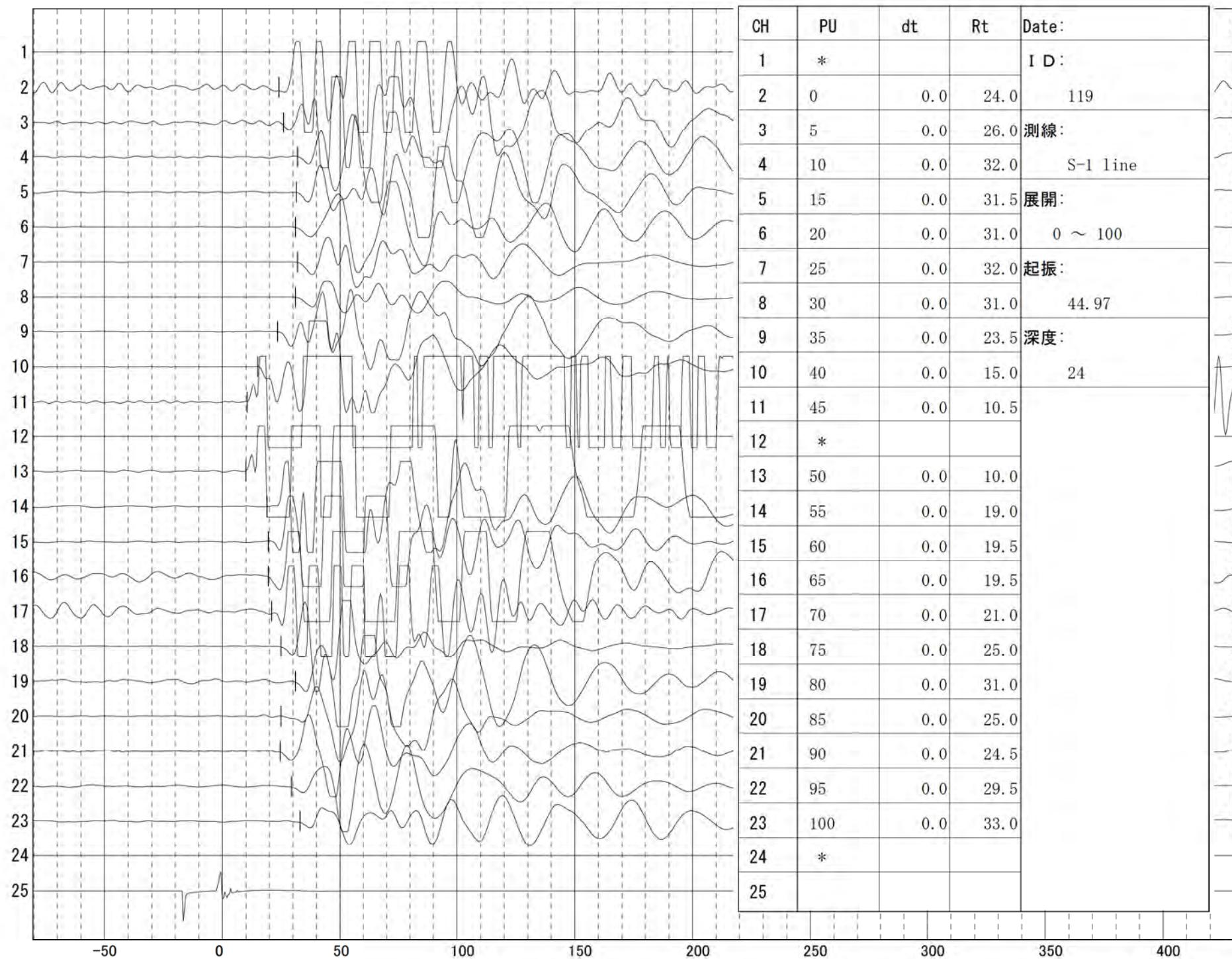
杭番号	BS(m)	FS(m)	基準高(m)	標高(m)	備考
130.0	0.49	0.00		406.70	
TP	0.23	4.58		402.61	
TP	0.25	4.75		398.09	
TP	0.12	4.85		393.49	
TP	0.38	4.44		389.17	
TP	0.50	4.65		384.90	
100.0	0.28	1.71		383.69	
95.0	0.11	4.34		379.63	
90.0	0.25	4.03		375.71	
85.0	0.63	4.20		371.76	
80.0	0.32	3.73		368.66	
75.0	0.28	4.18		364.80	
70.0	0.50	3.78		361.30	
TP	0.09	4.27		357.53	
65.0		0.74		356.88	
60.0	0.04	4.78		352.84	
55.0	0.32	4.89		347.99	
52.0		2.84		345.47	
50.0	1.45	3.38		344.93	
45.0		2.72	343.66	343.66	ボーリングB-2
40.0	2.80	2.25		344.13	
35.0		1.31		345.62	
30.0		1.98		344.95	
25.0	0.15	3.65		343.28	
20.0	0.34	2.64		340.79	
16.6	0.72	2.45	338.68	338.68	ボーリングB-1
15.0		1.42		337.98	
10.0	0.23	4.43		334.97	
5.0	0.46	4.32		330.88	
0.0		3.24		328.10	

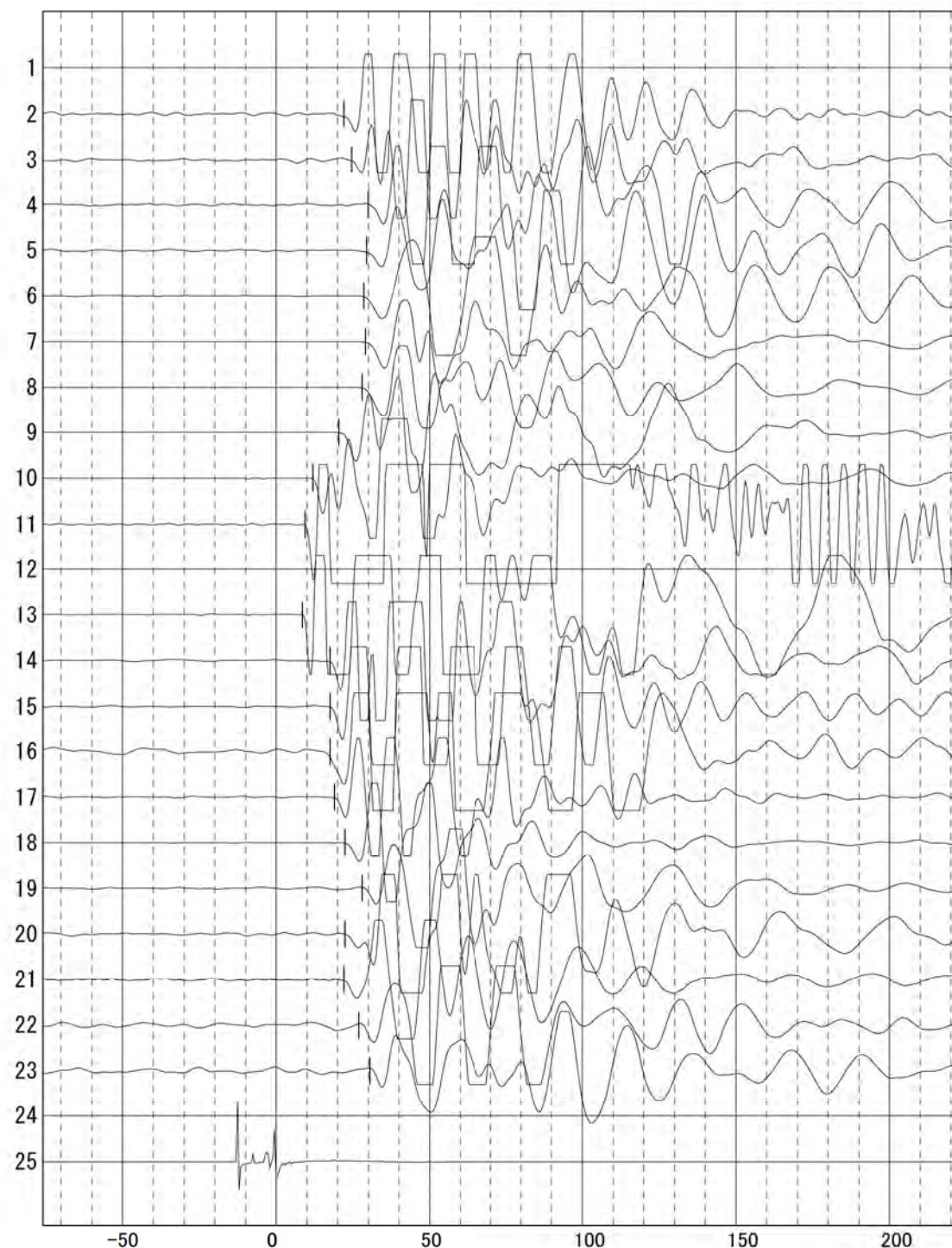
S-1





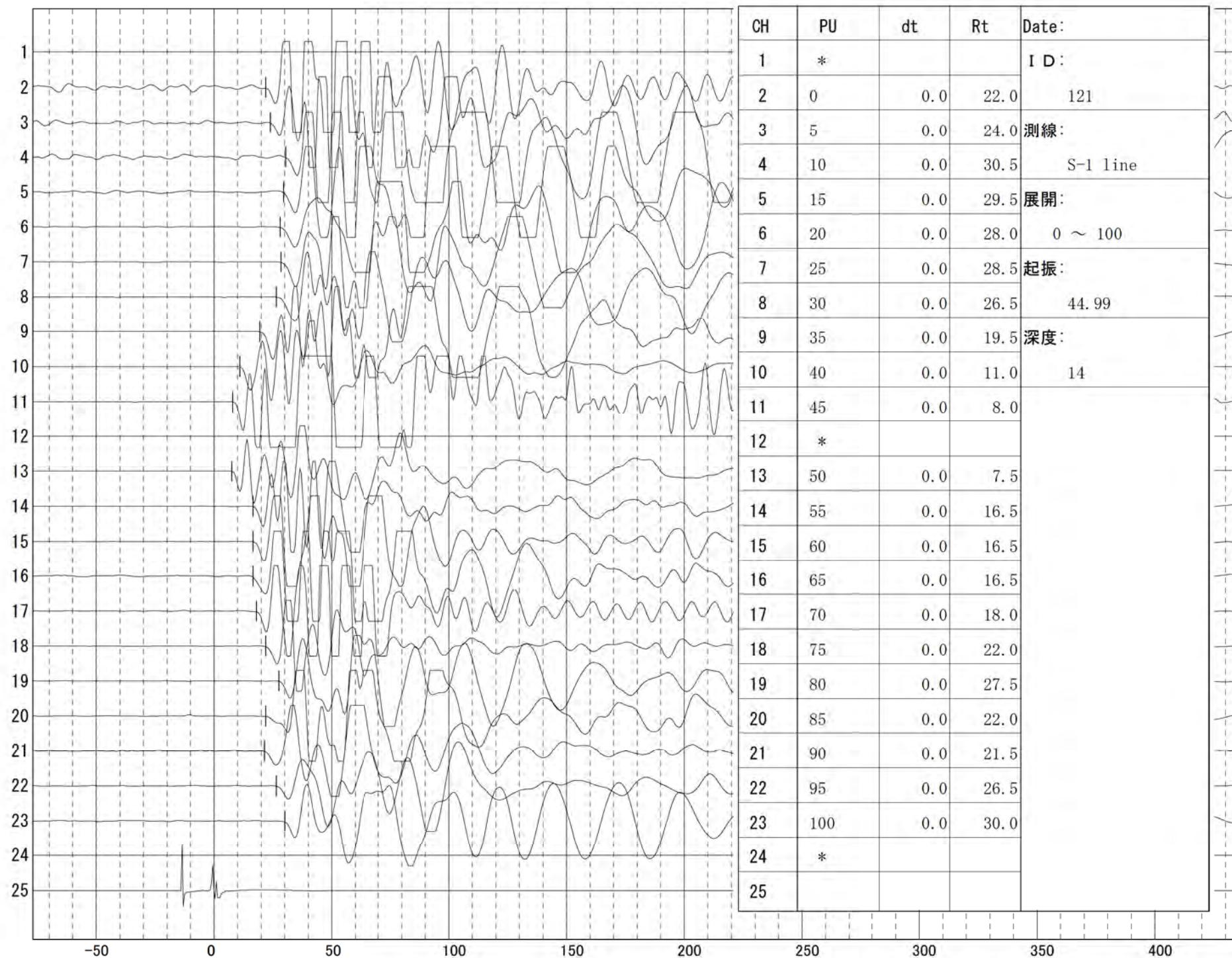


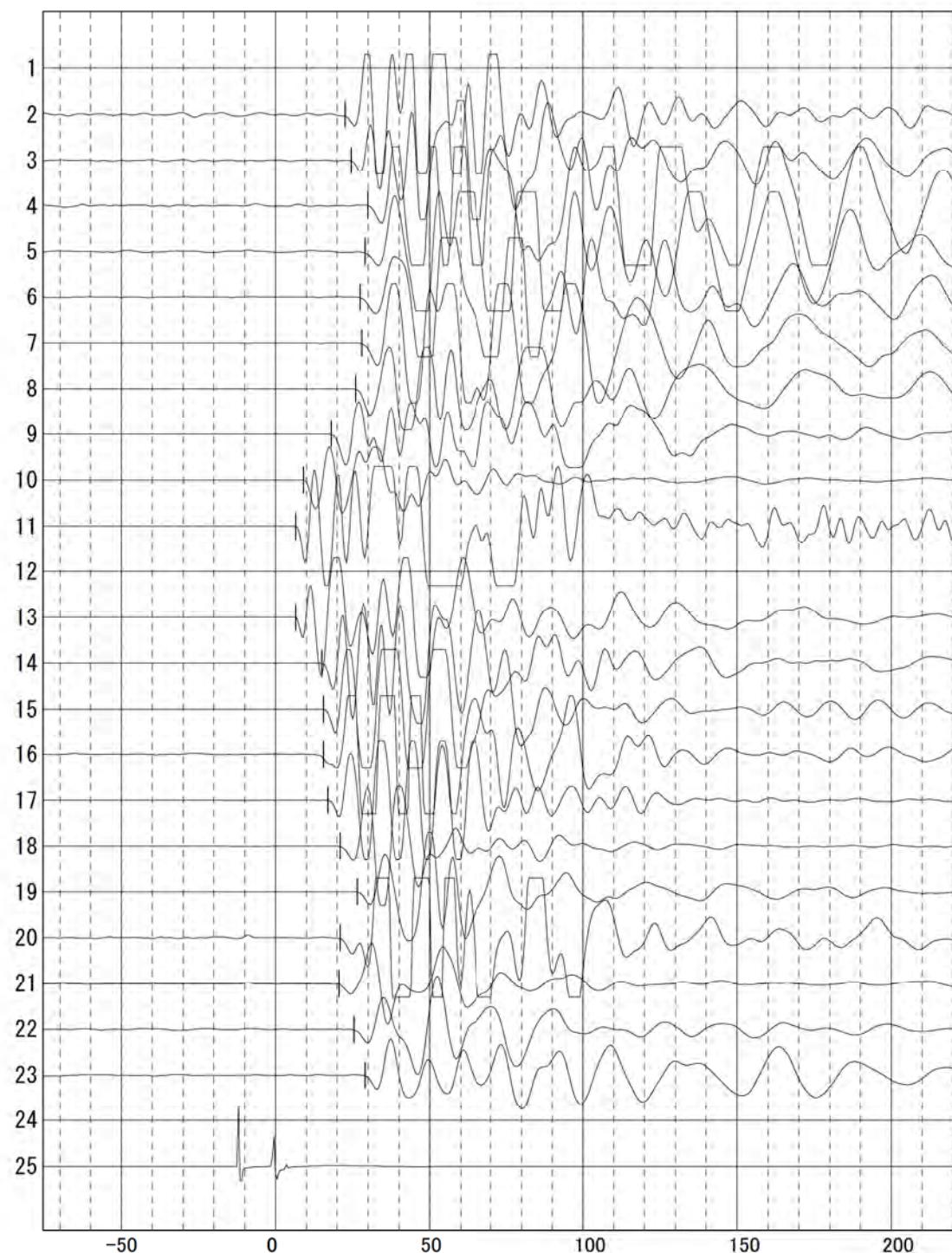




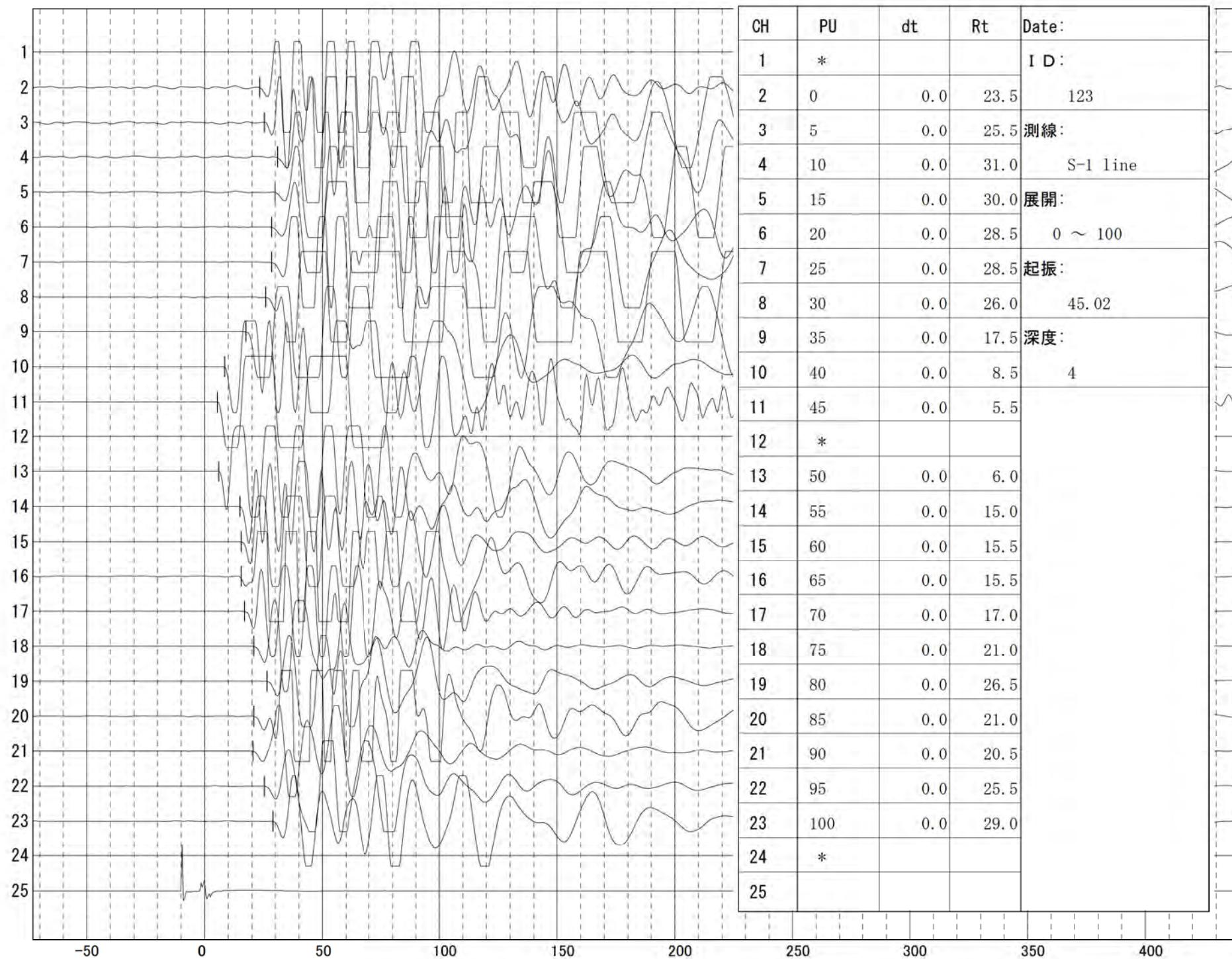
CH	PU	dt	Rt	Date:
1	*			I D:
2	0	0.0	22.0	120
3	5	0.0	24.5	測線:
4	10	0.0	30.0	S-1 line
5	15	0.0	29.5	展開:
6	20	0.0	28.5	0 ~ 100
7	25	0.0	29.0	起振:
8	30	0.0	28.0	44.98
9	35	0.0	20.5	深度:
10	40	0.0	12.0	19
11	45	0.0	9.5	
12	*			
13	50	0.0	8.5	
14	55	0.0	17.5	
15	60	0.0	17.5	
16	65	0.0	17.5	
17	70	0.0	19.0	
18	75	0.0	22.5	
19	80	0.0	28.0	
20	85	0.0	22.5	
21	90	0.0	22.0	
22	95	0.0	27.0	
23	100	0.0	30.5	
24	*			
25				

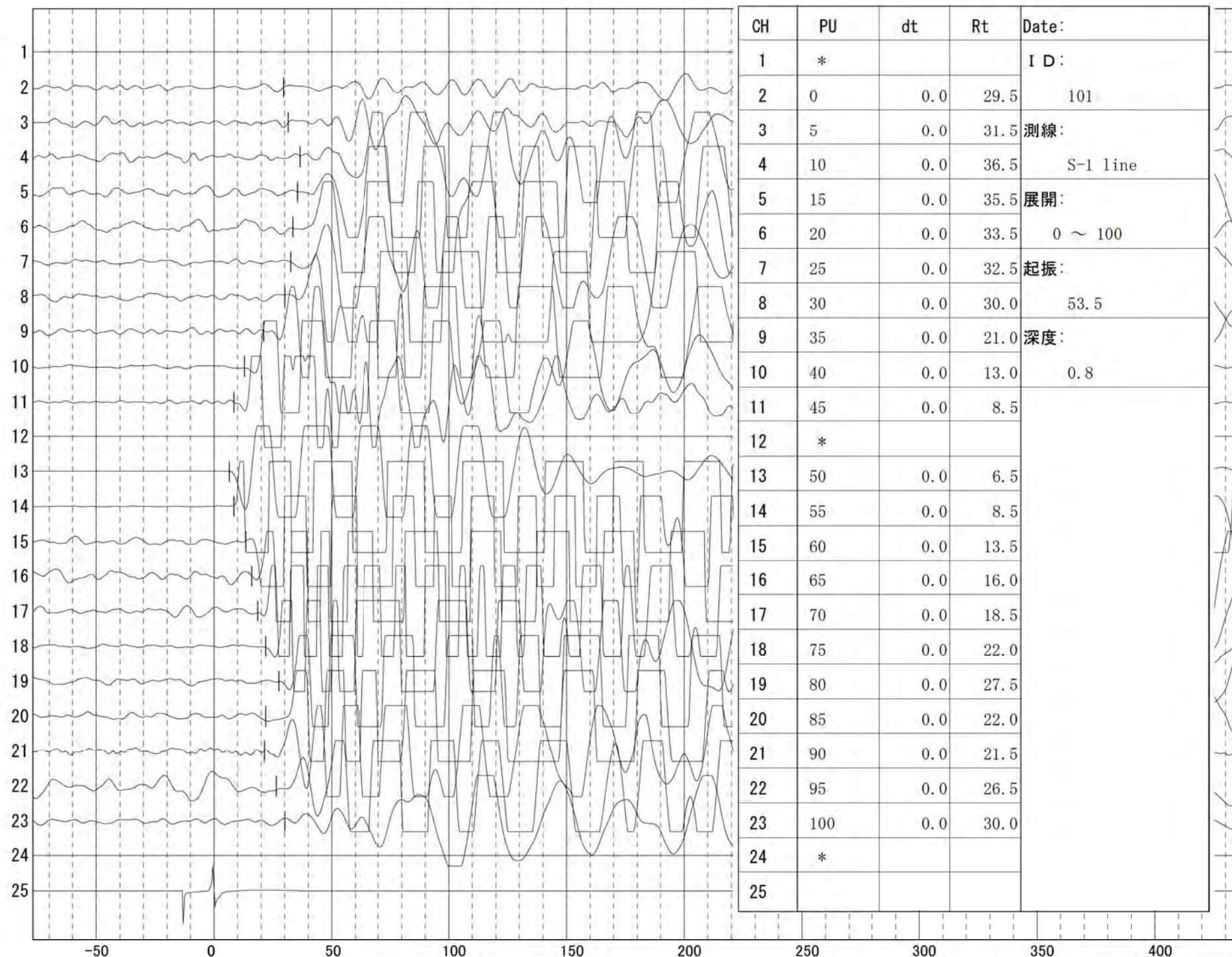
S-1

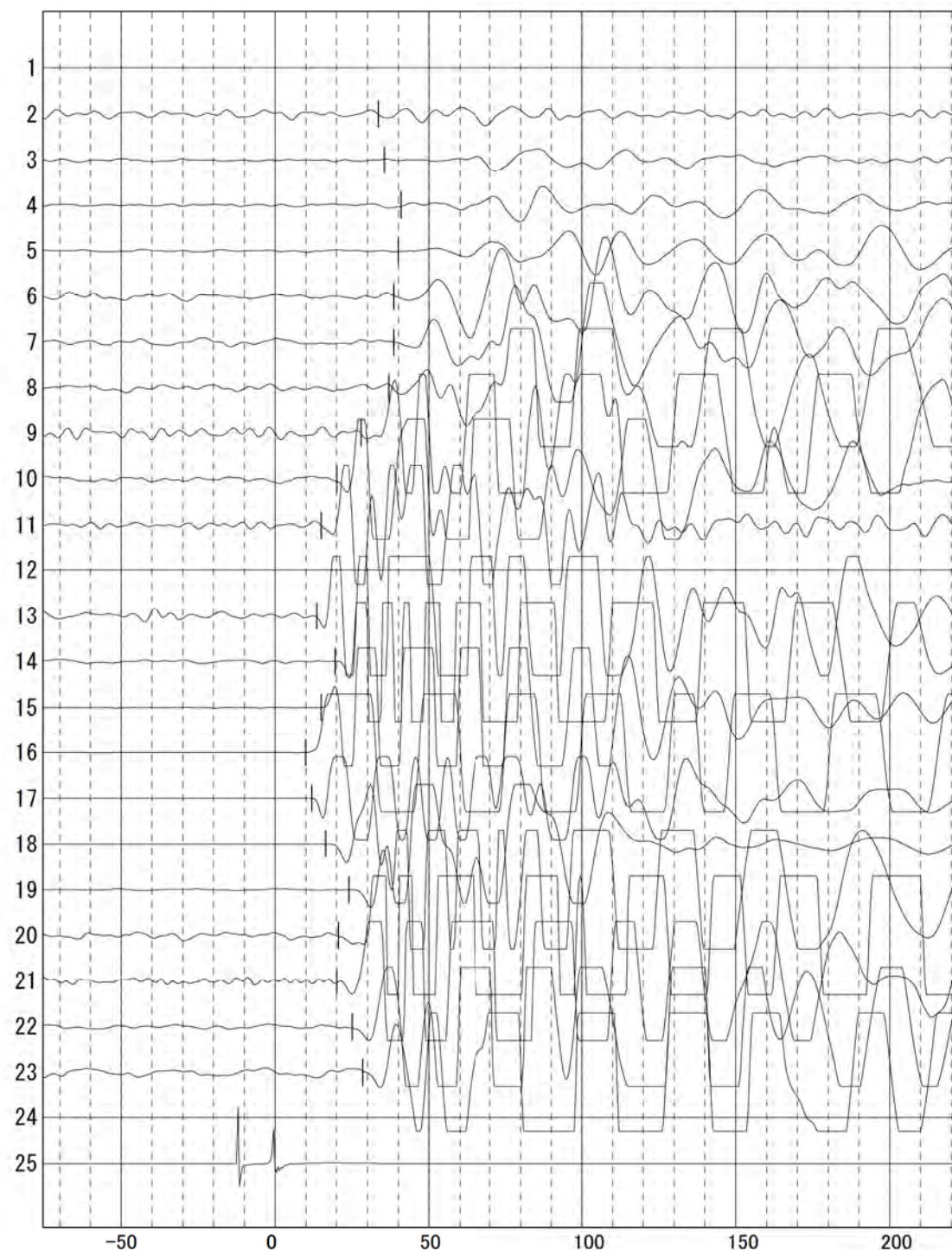




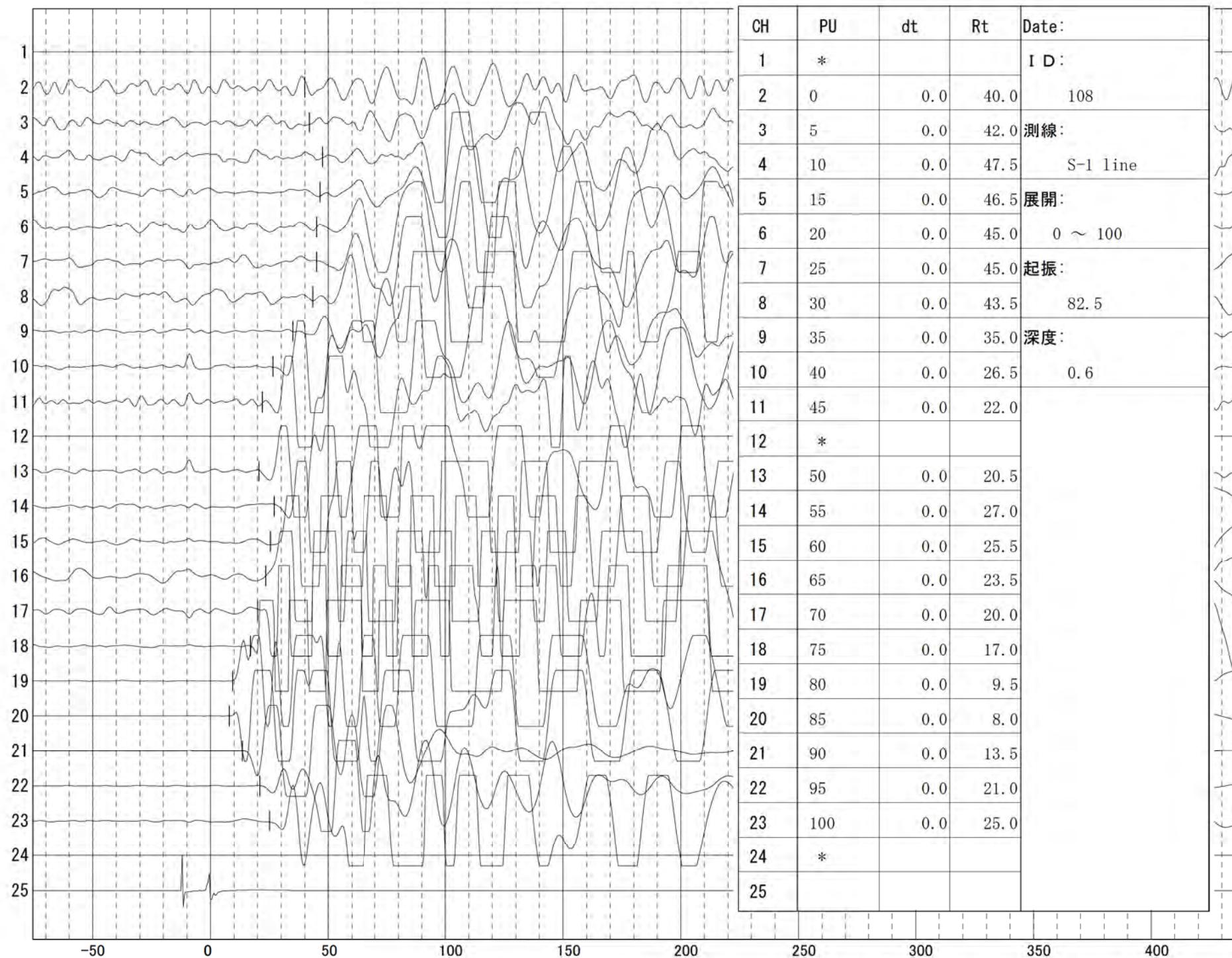
CH	PU	dt	Rt	Date:
1	*			I D:
2	0	0.0	22.5	122
3	5	0.0	24.5	測線:
4	10	0.0	30.0	S-1 line
5	15	0.0	29.0	展開:
6	20	0.0	27.5	0 ~ 100
7	25	0.0	28.0	起振:
8	30	0.0	26.0	45.01
9	35	0.0	18.0	深度:
10	40	0.0	9.0	9
11	45	0.0	6.5	
12	*			
13	50	0.0	6.5	
14	55	0.0	15.0	
15	60	0.0	15.5	
16	65	0.0	15.5	
17	70	0.0	17.0	
18	75	0.0	21.0	
19	80	0.0	26.5	
20	85	0.0	21.0	
21	90	0.0	20.5	
22	95	0.0	25.5	
23	100	0.0	29.0	
24	*			
25				

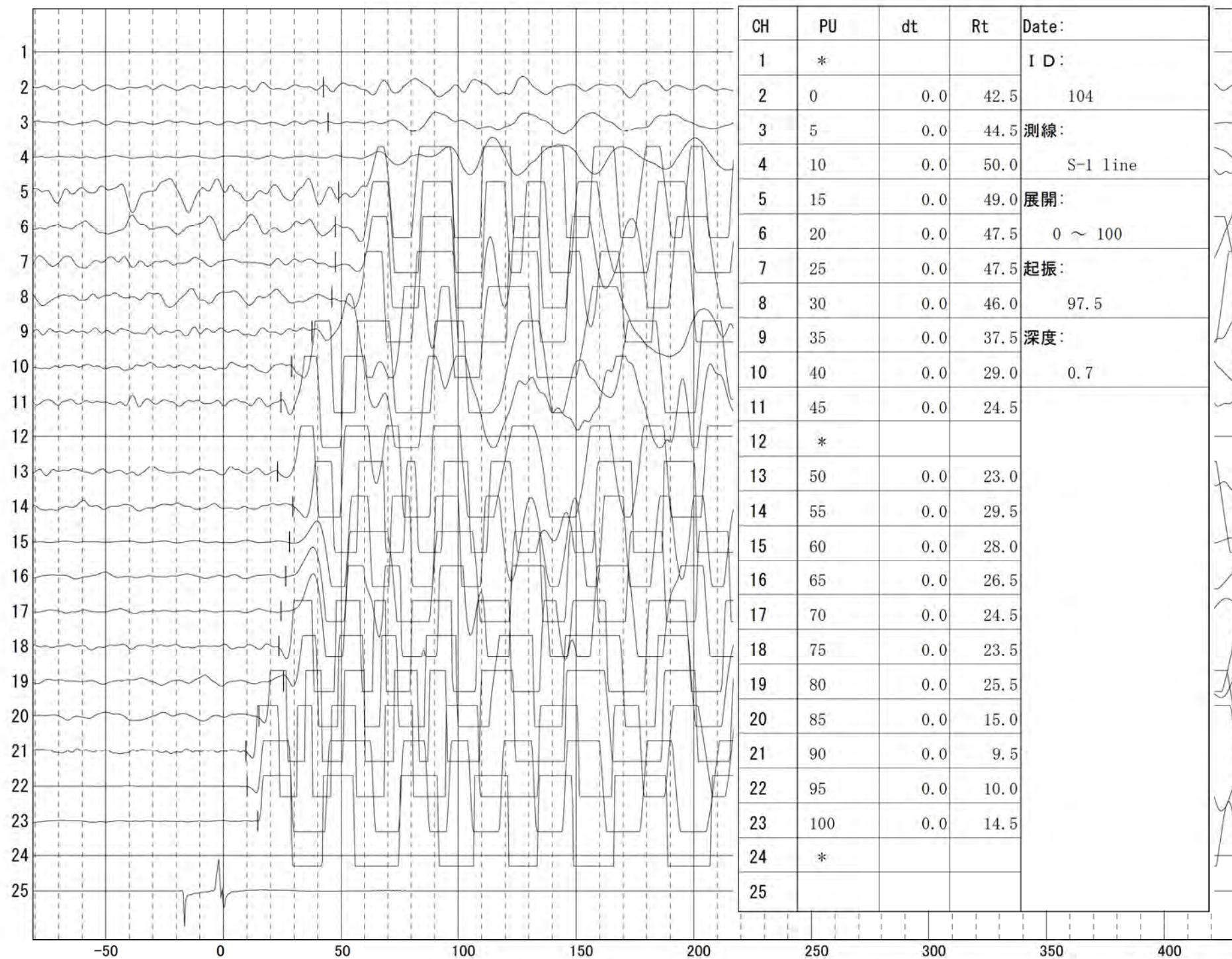






CH	PU	dt	Rt	Date:
1	*			I D:
2	0	0.0	33.5	109
3	5	0.0	35.5	測線:
4	10	0.0	41.0	S-1 line
5	15	0.0	40.0	展開:
6	20	0.0	38.5	0 ~ 100
7	25	0.0	38.5	起振:
8	30	0.0	37.0	67.5
9	35	0.0	28.0	深度:
10	40	0.0	20.0	0.6
11	45	0.0	15.0	
12	*			
13	50	0.0	13.5	
14	55	0.0	19.5	
15	60	0.0	15.0	
16	65	0.0	10.0	
17	70	0.0	12.0	
18	75	0.0	16.5	
19	80	0.0	24.0	
20	85	0.0	20.5	
21	90	0.0	20.0	
22	95	0.0	25.0	
23	100	0.0	28.5	
24	*			
25				





## 5) 現場記録写真



区分 記録写真

工種 弾性波トモグラフィ

種別 KY活動

細別

タイトル KY活動



区分 記録写真

工種 弾性波トモグラフィ

種別 測量状況

細別

タイトル 測量状況



区分 記録写真

工種 弾性波トモグラフィ

種別 H28 S-1測線

細別

タイトル 始点 (0m)



区分 記録写真

工種 弹性波トモグラフィ

種別 H28 S-1測線

細別

タイトル 始点 (0m) (拡大)



区分 記録写真

工種 弹性波トモグラフィ

種別 H28 S-1測線

細別

タイトル 終点 (100m)



区分 記録写真

工種 弾性波トモグラフィ

種別 H28 S-1測線

細別

タイトル 終点(100m) (拡大)



区分 記録写真

工種 弾性波トモグラフィ

種別 H28 S-1測線

細別

タイトル 測線状況



区分 記録写真

工種 弾性波トモグラフィ

種別 H28 S-1測線

細別

タイトル 測線状況



区分 記録写真

工種 弾性波トモグラフィ

種別 作業状況

細別

タイトル ケーブル展開状況



区分 記録写真

工種 弹性波トモグラフィ

種別 作業状況

細別

タイトル ケーブル展開作業



区分 記録写真

工種 弹性波トモグラフィ

種別 作業状況

細別

タイトル 受振器設置作業



区分 記録写真

工種 弹性波トモグラフィ

種別 作業状況

細別

タイトル 受振器設置状況



区分 記録写真

工種 弹性波トモグラフィ

種別 作業状況

細別

タイトル 起振孔掘削(地表起振点)



区分 記録写真

工種 弹性波トモグラフィ

種別 作業状況

細別

タイトル 破碎葉挿入



区分 記録写真

工種 弾性波トモグラフィ

種別 作業状況

細別

タイトル 観測本部



区分 記録写真

工種 弹性波トモグラフィ

種別 作業状況

細別

タイトル ハンマ一起振



区分 記録写真

工種 弹性波トモグラフィ

種別 作業状況

細別

タイトル ハンマ一起振



区分 記録写真

工種 弹性波トモグラフィ

種別 作業状況

細別

タイトル ハンマ一起振



区分 記録写真

工種 弹性波トモグラフィ

種別 作業状況

細別

タイトル ハンマ一起振



区分 記録写真

工種 弹性波トモグラフィ

種別 作業状況

細別

タイトル 孔内起振(装薬)



区分 記録写真

工種 弹性波トモグラフィ

種別 作業状況

細別

タイトル 孔内起振の瞬間



区分 記録写真

工種 弹性波トモグラフィ

種別 作業状況

細別

タイトル 見張り員



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 調査位置立会

細別

タイトル H28 B-1



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 調査位置立会

細別

タイトル H28 B-2



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 調査位置立会

細別

タイトル H28 B-3



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-1

細別

タイトル 着手前



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-1

細別

タイトル モノレール資材運搬状況



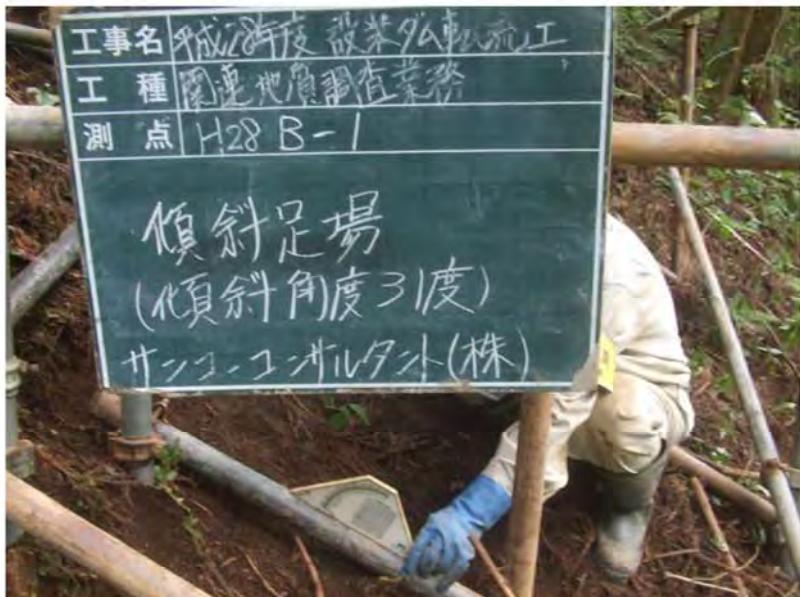
区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-1

細別

タイトル 足場仮設状況



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-1

細別

タイトル 足場仮設(傾斜角度 31° )



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-1

細別

タイトル 給水状況



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-1

細別

タイトル 全景



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-1

細別

タイトル 掘進状況



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-1

細別

タイトル 排水状況(沈殿槽)



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-1

細別

タイトル 排水状況(沈殿槽)



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-1

細別

タイトル 排水状況(浸透箇所)



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-1

細別

タイトル 排水状況(浸透箇所)



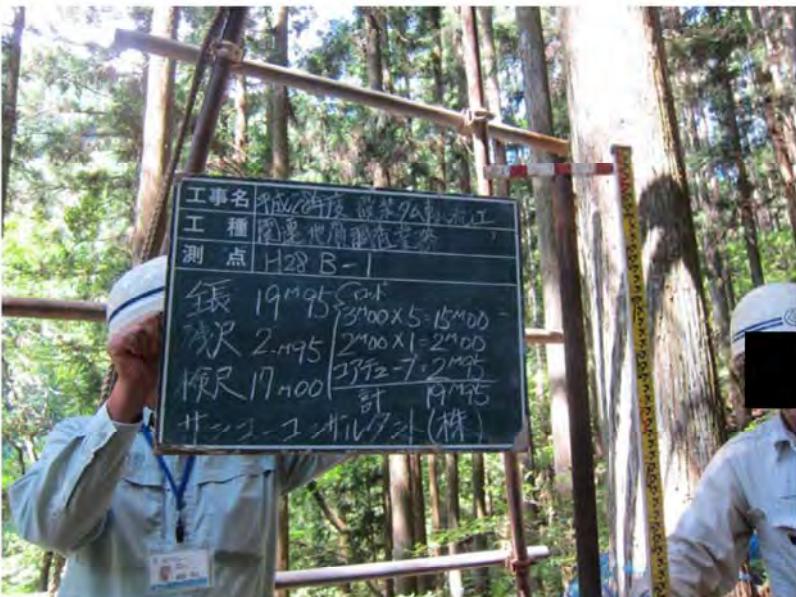
区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-1

細別

タイトル 残尺



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-1

細別

タイトル 残尺 近景(上)



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-1

細別

タイトル 残尺 近景(下)



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-1

細別

タイトル 検尺



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-1

細別

タイトル 孔内閉塞(セメントミルク注入)



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-1

細別

タイトル 施工後



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-2

細別

タイトル 着手前



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-2

細別

タイトル クレーン資材搬入状況



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-2

細別

タイトル 足場仮設状況



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-2

細別

タイトル 足場仮設(傾斜角度 40° )



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-2

細別

タイトル 給水状況



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-2

細別

タイトル 全景



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-2

細別

タイトル 掘進状況



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-2

細別

タイトル 排水状況(沈殿槽)



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-2

細別

タイトル 排水状況(浸透箇所)



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-2

細別

タイトル 残尺



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-2

細別

タイトル 残尺 近景(上)



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-2

細別

タイトル 残尺 近景(下)



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-2

細別

タイトル 検尺



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-2

細別

タイトル 調査孔閉塞(セメントミルク注入)



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-2

細別

タイトル 施工後



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 着手前



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 資材運搬(クローラ運搬)



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 資材運搬(クローラ運搬)



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 足場仮設状況



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 足場仮設(傾斜角度 39° )



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 給水状況



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 給水状況



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 全景



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 掘進状況



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 孔内水平載荷試験 ソンデ挿入 深度GL-11.50m



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 孔内水平載荷試験 測定中 深度GL-11.50m



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 孔内水平載荷試験 ソンデ挿入 深度GL-13.50m



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 孔内水平載荷試験 測定中 深度GL-13.50m



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 孔内水平載荷試験 ソンデ挿入 深度GL-22.90m



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 孔内水平載荷試験 測定中 深度GL-22.90m



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 掘削水排水状況(浸透箇所)



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 残尺



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 残尺 近景(上)



区分 記録写真

## 工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 残尺 近景(下)



区分 記録写真

## 工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 検尺



区分 記録写真

## 工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 調査孔閉塞(セメントミルク注入)



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 施工後



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 環境対策(落下防止ネット)



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 環境対策(掘削水排水状況)



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 H28 B-3

細別

タイトル 安全対策(落下防止板)



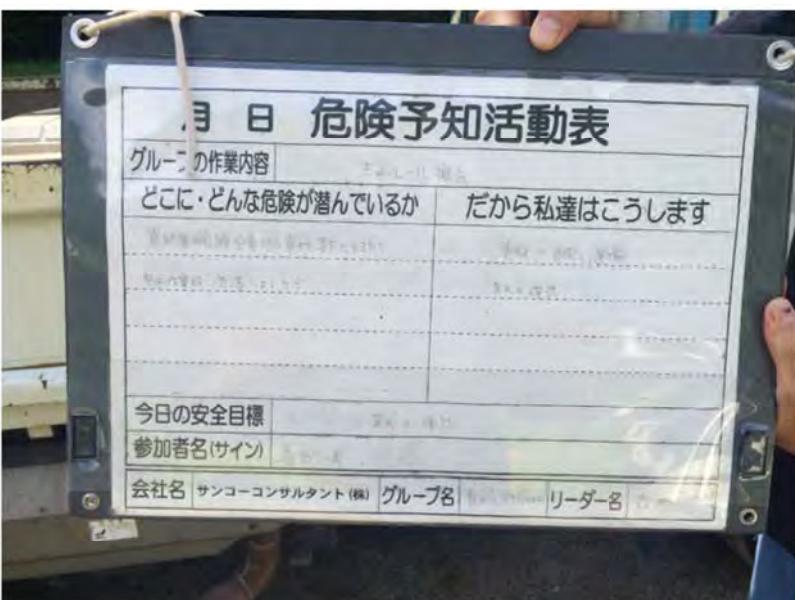
区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 KY活動

細別

タイトル モノレールKY活動



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 KY活動

細別

タイトル モノレールKY活動



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 KY活動

細別

タイトル H28 B-1, B-2 KY活動



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 KY活動

細別

タイトル H28 B-1, B-2 KY活動



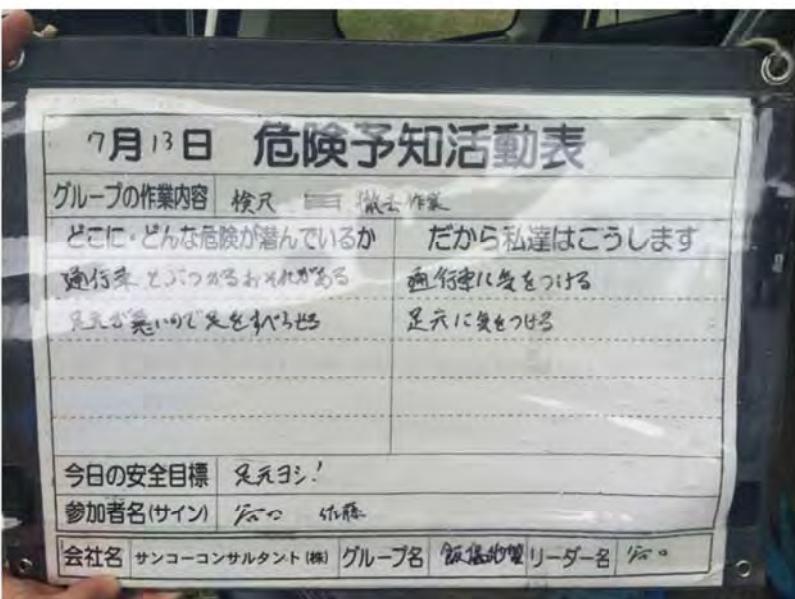
区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 KY活動

細別

タイトル H28 B-3 KY活動



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 KY活動

細別

タイトル H28 B-3 KY活動



区分 記録写真

工種 ボーリング

種別 KY活動

細別

タイトル H28 B-3 KY活動



区分 記録写真

工種 モノレール

種別

細別

タイトル 檜尺 4.5m×13 L=57.5m



区分 記録写真

工種 モノレール

種別 始点

細別

タイトル 着手前



区分 記録写真

工種 モノレール

種別 始点

細別

タイトル モノレール仮設中



区分 記録写真

工種 モノレール

種別 始点

細別

タイトル 撤去後



区分 記録写真

工種 モノレール

種別 中間点

細別

タイトル 着手前



区分 記録写真

工種 モノレール

種別 中間点

細別

タイトル モノレール架設中



区分 記録写真

工種 モノレール

種別 中間点

細別

タイトル 撤去後



区分 記録写真

工種 モノレール

種別 終点

細別

タイトル 着手前



区分 記録写真

工種 モノレール

種別 終点

細別

タイトル モノレール架設中



区分 記録写真

工種 モノレール

種別 終点

細別

タイトル 撤去後



区分 記録写真

工種 安全パトロール

種別

細別

タイトル 社内安全パトロール-1



区分 記録写真

工種 安全パトロール

種別

細別

タイトル 社内安全パトロール-2



区分 記録写真

工種 安全パトロール

種別

細別

タイトル 社内安全パトロール-3



区分 記録写真

工種 安全パトロール

種別

細別

タイトル 社内安全パトロール-4



区分 記録写真

工種 安全パトロール

種別

細別

タイトル 社内安全パトロール-5



区分 記録写真

工種 安全パトロール

種別

細別

タイトル 社内安全パトロール-6

## 6) 室内岩石試験状況写真



区分 記録写真

工種 岩石試験

種別

細別

タイトル 岩石の密度試験(ノギス法)



区分 記録写真

工種 岩石試験

種別

細別

タイトル パルス透過法による岩石の超音波速度試験



区分 記録写真

工種 岩石試験

種別

細別

タイトル 岩の一軸圧縮試験変形係数測定



区分 記録写真

工種 岩石試験

種別 供試体

細別

タイトル R1-1 14.50~14.76 試験後前



区分 記録写真

工種 岩石試験

種別 供試体

細別

タイトル R1-1 14.50~14.76 試験後



区分 記録写真

工種 岩石試験

種別 供試体

細別

タイトル R2-1 16.00~16.20 試験後前



区分 記録写真

工種 岩石試験

種別 供試体

細別

タイトル R2-1 16.00~16.20 試験後



区分 記録写真

工種 岩石試験

種別 供試体

細別

タイトル R2-2 16.00~16.20 試験前



区分 記録写真

工種 岩石試験

種別 供試体

細別

タイトル R2-2 20.40~20.55 試験後