

先新第三紀付加体堆積岩類における 地質環境特性データの取得

2022年10月
原子力発電環境整備機構

2022年10月 初版発行

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記へ
お問い合わせください。

〒108-0014 東京都港区芝4丁目1番地23号 三田NNビル2階
原子力発電環境整備機構 技術部
電話 03-6371-4004 (技術部) FAX 03-6371-4102

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Science and Technology Department
Nuclear Waste Management Organization of Japan
Mita NN Bldg. 1-23, Shiba 4-chome, Minato-ku, Tokyo 108-0014 Japan

©原子力発電環境整備機構
(Nuclear Waste Management Organization of Japan)

先新第三紀付加体堆積岩類における 地質環境特性データの取得

2022年10月
原子力発電環境整備機構

(空白ページ)

先新第三紀付加体堆積岩類における地質環境特性データの取得

横田秀晴*1, 後藤淳一*1, 大城遥一*1, 國丸貴紀*1, 西尾 光*1, 松岡稔幸*1, 三枝博光*1

要旨

原子力発電環境整備機構が公表した包括的技術報告書では、わが国の多様な地質環境を処分場の設計及び安全評価の観点から重要となる特徴に着目して類型化を行い、深成岩類、新第三紀堆積岩類、先新第三紀堆積岩類の3岩種を検討対象母岩として設定して地質環境モデルを構築し、それに基づき設計した処分場に対する安全評価を実施した。これらのうち、わが国に広く分布している先新第三紀堆積岩類は、既存情報から取得できる品質が保証された地下深部の地質環境データが限られていることが課題として挙げられた。具体的には、深成岩類及び新第三紀堆積岩類は、国内の深地層の研究施設において各地質環境データ（地質・熱・水理・力学・化学に関する特性データ）が相互に関連付けられて体系的に取得されているが、先新第三紀堆積岩類は体系的にデータが取得された例はなく、データの質と量の観点で他の二つの岩種と同様なレベルとなっていない。このことから、包括的技術報告書では、先新第三紀堆積岩を対象とした処分場の設計や安全評価にあたっては、これまでの同岩種に関する知見に基づいて、その特性値について想定されるデータの幅を十分に広く考慮して技術的信頼性を示すという方法をとっている。

以上の背景を踏まえ、先新第三紀堆積岩類の体系的な地質環境データを取得することを目的として、東京電力リニューアブルパワー株式会社神流川発電所の地下トンネル内において、先新第三紀堆積岩類を対象にボーリング孔の掘削やそれを用いた各種試験及び地下水の採取・分析を行った。

ボーリング試験としては、地下トンネル内でボーリング孔（孔長25m、鉛直下向き、取得コア径92mm）を2孔掘削し、それを用いた物理検層（キャリパー、BTV、PS）、マルチフローメータ検層、水理試験を実施した。また、取得したコア試料を用いて、コア観察、薄片観察、XRD、XRF、熱伝導率試験、比熱試験、密度試験、有効間隙率試験、超音波伝播速度試験、一軸圧縮試験、圧裂引張試験、三軸圧縮試験（CU、CD）、透過拡散試験を実施した。

採水分析としては、地下トンネル内の湧水箇所（4箇所）から地下水を採取し、水質分析（一般水質分析、同位体分析）、有機物分析、コロイド分析を実施した。

今回取得した地質環境特性データから、当地点の先新第三紀の付加体堆積岩類は、泥岩・凝灰質泥岩・細粒砂岩・中粒砂岩・チャート・石灰岩・凝灰岩の混在岩からなり、わが国に分布する他の岩種と比較して緻密で堅固であること（真密度2.7g/cm³程度、有効間隙率1.3%程度）や、低い透水性を有すること（透水係数10⁻¹¹m/s未満）、また地層形成時に取り込まれた海水起源と推定される古い地下水が存在することを確認した。

上記のとおり、先新第三紀の付加体堆積岩類の品質が保証された地質環境特性データを同一の地質環境から取得し、地質構造、熱環境、水理場、力学場、化学場が相互に関連付けられたデータを拡充することができた。

*1 原子力発電環境整備機構 技術部

Accumulation of the data of geological environment characteristics in Pre-Neogene accretionary sedimentary rocks

Hideharu YOKOTA*¹, Youichi OSHIRO*¹, Junichi GOTO*¹, Takanori KUNIMARU*¹,
Hikaru NISHIO*¹, Toshiyuki MATSUOKA*¹, Hiromitsu SAEGUSA*¹

In the NUMO Pre-siting SDM-based Safety Case, various geological environments in Japan were classified from the viewpoint of design and safety evaluation of nuclear waste repository. SDMs (Site descriptive models) for three types of rocks, plutonic rocks, Neogene sedimentary rocks, and Pre-Neogene sedimentary rocks, have been developed. Pre-Neogene sedimentary rocks are widely distributed in Japan. The quality-guaranteed data of deep geological environment has been limited.

In order to acquire the geological environment data necessary for improving the technical reliability of the Safety Case, drilling of boreholes, various tests using boreholes, and sampling and analysis of groundwater were carried out in the underground tunnel of Kannagawa Hydropower Plant, TEPCO Renewable Power, Incorporated.

Two boreholes (All-core drilling, Total Length 25 m, Vertical Downward, Core Diameter 92 mm) were drilled in the underground tunnel, and Caliper logging, BTV observation, PS logging, multi-flowmeter logging, and hydraulic tests were carried out in these boreholes.

By using the core samples obtained from the boreholes, core observation, thin section observation, XRD, XRF, thermal conductivity test, specific heat test, density test, effective porosity test, ultrasonic propagation velocity test, uniaxial compression test, radial compression test, triaxial compression test (CU and CD), and through-diffusion test were carried out.

Groundwater was sampled from 4 inflow points into the underground tunnel, and groundwater quality analysis (concentration of dissolved substances and isotopes), organic analysis, and colloid analysis were carried out.

Based on results of these observations and analyses, the Pre-Neogene sedimentary rocks at the site consist of mixed rocks containing fragments of mudstone, tuffaceous mudstone, fine sandstone, medium sandstone, chert, limestone and tuff, which were found to be very dense and solid (true density: 2.7 g/cm³, effective porosity: 1.3%). It was also confirmed that it had very low hydraulic conductivity (less than 10⁻¹¹ m/s) and that there existed old groundwater that was estimated to be originated from paleoseawater at the time of forming of stratum around the site.

Through this study, data of deep geological environment with guaranteed quality of the Pre-Neogene sedimentary rocks were obtained from the same geological environment. The data could be expanded by associating the geological structure, thermal, hydrogeological, rock-mechanical, and geochemical environments.

*¹ Science and Technology Department, Nuclear Waste Management Organization of Japan (NUMO)

目次

1.	はじめに.....	1
2.	ボーリング試験及び採水分析の概要.....	2
3.	ボーリング孔の掘削.....	5
3.1	ボーリング孔口測量.....	5
3.1.1	基準点測量.....	7
3.1.2	水準測量.....	7
3.1.3	孔口測量.....	8
3.2	ボーリング掘削.....	8
3.2.1	掘削に用いた資機材.....	8
3.2.2	ボーリング孔掘削作業.....	9
4.	地質学的特性の取得.....	16
4.1	コア観察.....	16
4.1.1	コア観察結果.....	18
4.1.2	室内試験に供するコア試料の選定.....	29
4.2	薄片観察.....	33
4.2.1	薄片観察結果.....	34
4.3	X線回折分析 (XRD)	36
4.3.1	X線回折分析結果.....	37
4.4	X線蛍光分析 (XRF)	37
4.4.1	X線蛍光分析結果.....	37
4.5	キャリパー検層.....	38
4.5.1	キャリパー検層結果.....	39
4.6	ボアホールテレビ (BTV) 観察.....	40
4.6.1	ボアホールテレビ (BTV) 観察結果.....	41
4.7	PS 検層.....	43
4.7.1	PS 検層結果.....	44
5.	熱的特性の取得.....	49
5.1	熱伝導率試験.....	49
5.1.1	熱伝導率試験結果.....	49
5.2	比熱試験.....	50
5.2.1	比熱試験結果.....	51
6.	水理学的特性の取得.....	53
6.1	ボーリング孔内の水理特性分布の把握.....	53
6.1.1	KB-1 孔での試験結果.....	56
6.1.2	KB-2 孔での試験結果.....	62
6.2	マルチフローメータ検層.....	77
6.2.1	マルチフローメータ検層結果.....	83
6.3	水理試験.....	92

6.3.1	実施手順	92
6.3.2	解析手法	98
6.3.3	水理試験の実施結果	103
7.	物理・力学的特性の取得	115
7.1	密度試験	115
7.1.1	密度試験結果	115
7.2	有効間隙率試験	116
7.2.1	有効空隙率試験結果	116
7.3	超音波伝播速度試験	117
7.3.1	超音波伝播速度試験結果	117
7.4	一軸圧縮試験	118
7.4.1	一軸圧縮試験結果	118
7.5	圧裂引張試験	119
7.5.1	圧裂引張試験結果	119
7.6	三軸圧縮試験 (CU)	120
7.6.1	三軸圧縮試験 (CU) 結果	120
7.7	三軸圧縮試験 (CD)	121
7.7.1	三軸圧縮試験 (CD) 結果	122
8.	化学的特性の取得	123
8.1	透過拡散試験	123
8.1.1	試験体の作成と試験手順	123
8.1.2	透過拡散試験結果	129
8.2	地下水の採水分析	134
8.2.1	水質分析	134
8.2.2	有機物分析	141
8.2.3	コロイド分析	143
9.	まとめ	157
	引用文献	164

図目次

図 2-1	実施場所周辺の地質	2
図 2-2	関東山地の地質概要	3
図 3.2.2-1	掘削断面図 (左 : KB-1 孔, 右 : KB-2 孔)	10
図 3.2.2-2	KB-1 孔掘削データグラフ	14
図 3.2.2-3	KB-2 孔掘削データグラフ	15
図 4.1-1	コア写真撮影架台と設置状況例	17
図 4.1-2	コア撮影時のコア箱の配置概念	18
図 4.1-3	作業テーブルの概要	18
図 4.1.1-1	KB-1, KB-2 の地質概要	21
図 4.1.1-2	割れ目面の粗さの分類	26
図 4.2-1	偏光顕微鏡	34
図 4.2-2	メカニカルステージを設置した偏光顕微鏡とポイントカウントツール	34
図 4.3-1	X線回折分析装置	36
図 4.4-1	X線蛍光分析装置	37
図 4.5.1-1	キャリパー検層結果 (左 : KB-1, 右 : KB-2)	40
図 4.6.1-1	KB-1 孔不連続面分布図 (左) 及び等高線図 (右)	42
図 4.6.1-2	KB-2 孔不連続面分布図 (左) 及び等高線図 (右)	42
図 4.6.1-3	KB-1 孔及び KB-2 孔不連続面分布図 (左) 及び等高線図 (右)	43
図 4.7.1-1	速度鉛直分布 (左 : KB-1, 右 : KB-2)	45
図 4.7.1-2	KB-1 孔速度検層鉛直分布まとめ	47
図 4.7.1-3	KB-2 孔速度検層鉛直分布まとめ	48
図 5.1-1	熱線法による熱伝導率測定装置	49
図 5.2-1	断熱型連続法による比熱測定装置	51
図 5.2.1-1	深度ごとの比熱の平均値の推移	52
図 6.1-1	全域試験及び絞り込み試験にかかる作業フロー	54
図 6.1-2	絞り込み試験の深度移設概念図	56
図 6.1.1-1	GL-5.0m~-6.0m 注水圧力と流量	58
図 6.1.1-2	地層区分毎の試験区間と地層分布	59
図 6.1.1-3	GL-19.0m~-20.0m, GL-21.0m~-25.0m 間隙水圧測定結果	60
図 6.1.1-4	GL-14.0m~-25.0m 間隙水圧測定結果	61
図 6.1.1-5	GL-8.0m~-25.0m 間隙水圧測定結果	61
図 6.1.2-1	KB-2 孔における注水流量の深度分布と柱状図	64
図 6.1.2-2	KB-2 孔における全域試験結果	65
図 6.1.2-3	区間 GL-19m~20m の試験区間設定	67
図 6.1.2-4	区間 GL-14m~16m の試験区間設定	68
図 6.1.2-5	区間 GL-5m~-6m の試験区間設定	70
図 6.1.2-6	GL-19m~-20m 区間 試験深度と割れ目の位置関係	72
図 6.1.2-7	GL-14m~-16m 区間 試験深度と割れ目の位置関係	74

図 6.1.2-8	GL-5m～6m 区間 試験深度と割れ目の位置関係	76
図 6.2-1	マルチフローメータシステム一式	78
図 6.2-2	マルチフローメータ測定原理	79
図 6.2-3	マルチフローメータ連続測定結果の例	80
図 6.2-4	マルチフローメータ検層実施概念図（自然状態）	81
図 6.2-5	ボーリング孔内水の置換の概念図	82
図 6.2-6	マルチフローメータ検層実施概念図（揚水条件）	83
図 6.2.1-1	自然条件の測定結果	84
図 6.2.1-2	揚水条件の測定結果	86
図 6.2.1-3	測定結果（揚水条件：センサー露出）	88
図 6.2.1-4	測定結果（揚水条件：センサー露出）①, ②, ③	89
図 6.2.1-5	測定結果（揚水条件：センサー露出）①, ④, ⑤	90
図 6.3.1-1	水理試験（シーケンシャル水理試験）のフロー	94
図 6.3.1-2	装置編成及び残尺の確認状況	95
図 6.3.1-3	間隙水圧の測定状況	96
図 6.3.1-4	パルス試験の概念図	96
図 6.3.1-5	スラグ試験の概念図	97
図 6.3.2-1	t-Log·s グラフの例	99
図 6.3.2-2	Cooper の標準曲線	100
図 6.3.2-3	SW/SWS の圧力変化プロットの例及びパラメータ設定	101
図 6.3.2-4	Agarwal 法の解析例	102
図 6.3.3-1	水理試験区間（KB-1 孔）	105
図 6.3.3-2	KB-1 孔水理試験 試験装置編成	106
図 6.3.3-3	間隙水圧の水頭の深度分布	107
図 6.3.3-4	KB-1 孔 透水量係数の深度分布	108
図 6.3.3-5	マルチフローメータ検層結果（自然状態）	109
図 6.3.3-6	マルチフローメータ検層結果（揚水状態）	109
図 6.3.3-7	マルチフローメータ検層結果（パッカー無し）	110
図 6.3.3-8	KB-2 孔 水理試験区間	112
図 6.3.3-9	KB-2 孔 間隙水圧の水頭の深度分布	113
図 6.3.3-10	KB-2 孔 透水量係数の深度分布	114
図 8.1.1-1	透過拡散試験用の試験体作成概念図	124
図 8.1.1-2	試験体のホルダーへの固定状態概念図	124
図 8.1.1-3	透過拡散試験装置の概念図	125
図 8.1.1-4	透過拡散試験装置の外観	125
図 8.1.1-5	透過拡散試験の実施フロー図	127
図 8.1.2-1	実効拡散係数と有効間隙率の関係	133
図 8.2-1	排水トンネルと地下水採取箇所	134
図 8.2.1-1	各試料のヘキサダイアグラムの比較	140
図 8.2.1-2	東京、千葉の月間降水中トリチウム濃度の変化との比較	141

図 8.2.2-1	地下水試料を濃縮用膜に通過させる際の概念.....	142
図 8.2.3-1	コロイド分析における作業フロー.....	144
図 8.2.3-2	コロイドの採取と分析方法の概念図.....	145
図 8.2.3-3	各フィルターの ATR-FTIR スペクトルの比較.....	149
図 8.2.3-4	指紋領域 (1500~650cm ⁻¹ の拡大図) における各フィルターの ATR-FTIR スペクトル の比較.....	150
図 8.2.3-5	試料 S1 のろ過に供した各フィルターの SEM 観察結果.....	151
図 8.2.3-6	試料 S2 のろ過に供した各フィルターの SEM 観察結果.....	152
図 8.2.3-7	試料 S3 のろ過に供した各フィルターの SEM 観察結果.....	154
図 8.2.3-8	試料 S4 のろ過に供した各フィルターの SEM 観察結果.....	155
図 9-1	わが国の代表的岩種との比較.....	161
図 9-2	B-1 孔 総合柱状図.....	162
図 9-3	B-2 孔 総合柱状図.....	163

表目次

表 3.1-1	基準点の座標.....	5
表 3.1-2	測量資機材一覧.....	5
表 3.1-3	トータルステーション仕様.....	6
表 3.1-4	オートレベル仕様.....	7
表 3.1.1-1	既知点における基準点測量.....	7
表 3.1.2-1	既知点における水準測量.....	8
表 3.1.3-1	ボーリング孔の座標値.....	8
表 3.2.1-1	ボーリング掘削に使用した主な資機材一覧.....	9
表 3.2.2-1	KB-1 掘削データ.....	11
表 3.2.2-2	KB-2 掘削データ.....	12
表 4.1-1	使用機器一覧.....	16
表 4.1.1-1	混在岩の区分.....	19
表 4.1.1-2	KB-1・KB-2の地質概要.....	20
表 4.1.1-3	KB-1・KB-2の地質区間長.....	22
表 4.1.1-4	岩石の硬軟区分.....	22
表 4.1.1-5	岩石の硬さ (H) の平均値.....	22
表 4.1.1-6	岩級区分.....	23
表 4.1.1-7	岩盤等級の分布.....	23
表 4.1.1-8	変質の区分基準.....	23
表 4.1.1-9	岩盤等級・RQD・割れ目本数・最大コア長.....	25
表 4.1.1-10	割れ目の区分基準.....	25
表 4.1.1-11	割れ目面の構造の区分基準.....	26
表 4.1.1-12	条線及び鏡肌が確認された割れ目数.....	27
表 4.1.1-13	断層の区分基準.....	27
表 4.1.1-14	せん断による割れ目の集中帯.....	27
表 4.1.1-15	割れ目の成因の区分基準.....	28
表 4.1.1-16	変質の幅及び色調.....	28
表 4.1.1-17	充填鉱物の分類記号.....	29
表 4.1.2-1	コアを用いた室内試験の実施項目.....	30
表 4.1.2-2	試験に供するコア試料の採取に関する数量表.....	31
表 4.1.2-3	室内試験試料の採取情報一覧 (KB-1).....	32
表 4.1.2-4	室内試験試料の採取情報一覧 (KB-2).....	33
表 4.1.2-1	薄片観察資機材一覧.....	34
表 4.2.1-1	モード測定結果.....	36
表 4.3-1	X線回折分析資機材一覧.....	36
表 4.3.1-1	X線回折分析結果.....	37
表 4.4-1	X線蛍光分析資機材一覧.....	37
表 4.4.1-1	X線蛍光分析結果 (左:化合物, 右:元素, とともに濃度%).....	38
表 4.5-1	プローブ仕様.....	39

表 4.5-2	キャリパー検層で使用したウインチの仕様	39
表 4.5-3	キャリパー検層で使用したロガーの仕様	39
表 4.5-4	キャリパー検層で使用した三脚及びシーブの仕様	39
表 4.6-1	BTV 観察で使用したプローブの仕様	41
表 4.6-2	BTV 観察で使用したウインチの仕様	41
表 4.6-3	BTV 観察で使用したロガーの仕様	41
表 4.6-4	BTV 観察で使用した三脚及びシーブの仕様	41
表 4.7-1	検層データ収録器仕様	44
表 4.7-2	検層受振部（ゾンデ）仕様	44
表 4.7.1-1	読み取り表（左：KB-1 孔，右：KB-2 孔）	45
表 4.7.1-2	速度分布まとめ（上：KB-1 孔，下：KB-2 孔）	46
表 5.1-1	熱伝導率試験資機材一覧	49
表 5.1.1-1	熱伝導率試験結果	50
表 5.2-1	比熱試験資機材一覧	51
表 5.2.1-1	比熱試験結果	51
表 5.2.1-2	設定温度と比熱の関係を線形近似した一次関数の傾き一覧	52
表 6.1-1	水理特性分布の把握に使用した主要機材の仕様一覧	53
表 6.1.1-1	KB-1 孔での全域試験の結果一覧	57
表 6.1.1-2	地層区分毎（代替）試験の試験区間	58
表 6.1.1-3	KB-1 孔 水理特性分布の把握 間隙水圧測定結果	60
表 6.1.1-4	KB-1 孔における水理試験の候補区間	62
表 6.1.2-1	KB-2 孔における全域試験の結果一覧	63
表 6.1.2-2	KB-2 孔 水理試験の候補区間	77
表 6.2-1	マルチフローメータ検層装置の基本仕様	77
表 6.2-2	マルチフローメータ検層資機材一覧表	78
表 6.3-1	水理試験 主要機材一覧	92
表 6.3.1-1	シーケンシャル水理試験の個別試験ごとの略称	93
表 6.3.3-1	KB-1 孔 水理特性分布の把握で提案した水理試験区間	103
表 6.3.3-2	KB-1 孔 間隙水圧測定結果一覧	107
表 6.3.3-3	KB-1 孔 透水試験結果一覧	108
表 6.3.3-4	KB-2 孔 水理特性分布の把握で提案した水理試験区間	110
表 6.3.3-5	KB-2 孔 間隙水圧測定結果一覧	113
表 6.3.3-6	KB-2 孔 透水試験結果一覧	114
表 7.1-1	密度試験資機材一覧	115
表 7.1.1-1	密度試験結果	116
表 7.2-1	有効間隙率試験資機材一覧	116
表 7.2.1-1	有効間隙率試験結果	117
表 7.3-1	超音波伝播速度試験資機材一覧	117
表 7.3.1-1	超音波伝播速度試験	118
表 7.3.1-1	一軸圧縮試験資機材一覧	118

表 7.4.1-1	一軸圧縮試験結果.....	119
表 7.5-1	圧裂引張試験資機材一覧.....	119
表 7.5.1-1	圧裂引張試験結果.....	120
表 7.6-1	三軸圧縮試験 (CU) 資機材一覧.....	120
表 7.6.1-1	三軸試験のセル圧の設定	121
表 7.6.1-2	三軸圧縮試験 (CU) 結果.....	121
表 7.7-1	三軸圧縮試験 (CD) 資機材一覧.....	122
表 7.7.1-1	三軸圧縮試験 (CD) 結果.....	122
表 8.1.1-1	初期トレーサー濃度の設定.....	126
表 8.1.1-2	水質分析項目と分析方法一覧.....	127
表 8.1.2-1	各試験体の有効間隙率一覧.....	129
表 8.1.2-2	試薬投入量.....	129
表 8.1.2-3	作成したトレーサーカクテル及び試験溶液の電気伝導度及び pH の値.....	130
表 8.1.2-4	トレーサー濃度分析における定量下限値.....	130
表 8.1.2-5	トレーサー濃度分析値一覧.....	131
表 8.1.2-6	導出した実効拡散係数一覧.....	132
表 8.2.1-1	一般水質分析項目	134
表 8.2.1-2	同位体分析項目.....	134
表 8.2.1-3	一般水質分析に使用した機器.....	135
表 8.2.1-4	同位体分析で使用した機器.....	135
表 8.2.1-5	一般水質分析の分析方法	136
表 8.2.1-6	同位体分析の分析方法.....	136
表 8.2.1-7	一般水質分析結果一覧.....	137
表 8.2.1-8	試料 S1 のイオンバランスの解析結果及びヘキサダイアグラム.....	138
表 8.2.1-9	試料 S2 のイオンバランスの解析結果及びヘキサダイアグラム.....	138
表 8.2.1-10	試料 S3 のイオンバランスの解析結果及びヘキサダイアグラム.....	138
表 8.2.1-11	試料 S4 のイオンバランスの解析結果及びヘキサダイアグラム.....	139
表 8.2.1-12	同位体分析結果.....	139
表 8.2.2-1	有機物分析における分析項目	141
表 8.2.2-2	有機物分析における使用機器.....	142
表 8.2.2-3	濃縮試料中の総有機炭素濃度 (TOC)	143
表 8.2.3-1	コロイド分析における分析項目	144
表 8.2.3-2	コロイド分析における使用資機材	145
表 8.2.3-3	ろ過後のフィルターの重量変化.....	146
表 8.2.3-4	地下水試料の pH, EC と地下水試料及び各ろ液中の元素濃度, TOC.....	147
表 8.2.3-5	地下水試料に対するそれらの各ろ液の濃度比.....	147
表 8.2.3-6	各フィルターの付着物の抽出液中の元素濃度.....	147
表 8.2.3-7	試料 S1 の 1.2 μ m フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)	151
表 8.2.3-8	試料 S1 の 100kDa フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)	151
表 8.2.3-9	試料 S1 の 5kDa フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)	152

表 8.2.3-10	試料 S2 の 1.2 μ m フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)	153
表 8.2.3-11	試料 S2 の 100kDa フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)	153
表 8.2.3-12	試料 S2 の 5kDa フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)	153
表 8.2.3-13	試料 S3 の 1.2 μ m フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)	154
表 8.2.3-14	試料 S3 の 100kDa フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)	154
表 8.2.3-15	試料 S3 の 5kDa フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)	155
表 8.2.3-16	試料 S4 の 1.2 μ m フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)	156
表 8.2.3-17	試料 S4 の 100kDa フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)	156
表 8.2.3-18	試料 S4 の 5kDa フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)	156

付録

付録 1	コア記載要領	付 1-1
付録 2	コア観察	付 2-1
付録 3	偏光顕微鏡観察結果	付 3-1
付録 4	モード測定	付 4-1
付録 5	ボアホールテレビ (BTV) 観察	付 5-1
付録 6	ボーリング孔内の水理特性分布の把握	付 6-1
付録 7	水理試験	付 7-1
付録 8	透過拡散試験トレーサー濃度分析結果	付 8-1
付録 9	有機物分析結果	付 9-1

1. はじめに

原子力発電環境整備機構（以下、「NUMO」という。）が公表した包括的技術報告書（原子力発電環境整備機構, 2021）では、NUMOが実施する地層処分事業を想定し、わが国の多様な地質環境に対応するため、地下深部に広く分布していると想定され、処分場の母岩として対象となる可能性がある深成岩類、新第三紀堆積岩類、先新第三紀堆積岩類の3岩種を対象に処分場の設計や安全評価を実施した。

このうち先新第三紀堆積岩類は、わが国の地下深部の4～5割と広く分布すると考えられるものの、既存の公開情報から取得できる地下深部の地質環境データが限られていることが課題として挙げられた。具体的には、深成岩類及び新第三紀堆積岩類は、国内の深地層の研究施設において各地質環境データ（地質・熱・水理・力学・化学に関する特性データ）が相互に関連付けられて体系的に取得されているが、先新第三紀堆積岩類は体系的にデータが取得された例はなく、データの質と量の観点で他の二つの岩種と同様なレベルとなっていない。このことから、包括的技術報告書では、先新第三紀堆積岩を対象とした処分場の設計や安全評価にあたっては、これまでの同岩種に関する知見に基づいて、その特性値について想定されるデータの幅を十分に広く考慮して技術的信頼性を示すという方法をとっている。

このような背景のもと、先新第三紀堆積岩類の体系的な地質環境データを取得することを目的として、東京電力リニューアブルパワー株式会社（以下、「東電 RP」という。）神流川発電所の地下トンネル内において、先新第三紀堆積岩類を対象にボーリング試験及び採水分析を行った。本報告書では、それら試験・分析の結果を取りまとめた。

2. ボーリング試験及び採水分析の概要

2020年8月より、東電RP神流川発電所の地下トンネルにおいて、先新第三紀堆積岩類を対象にボーリング試験及び採水分析を開始した。

神流川発電所は関東山地北西部に位置し、周辺は標高1,200~1,600mの急峻な山地となっている(図2-1)。

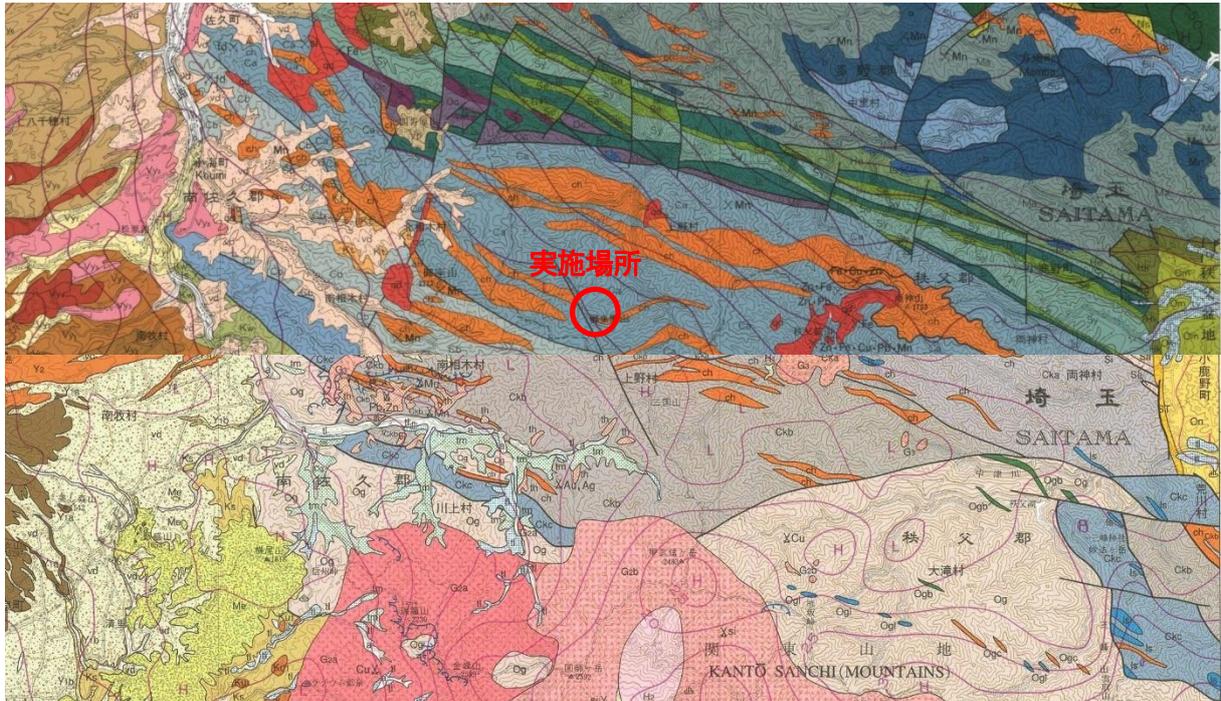


図 2-1 実施場所周辺の地質 (尾崎ほか, 2002 ; 中野ほか, 1999 に加筆)

関東山地では、北から順に、三波川帯、秩父帯北帯、秩父帯南帯(三宝山帯)、四万十帯が西北西-東南東方向に帯状配列している(図2-2)。

神流川発電所周辺は、主にジュラ紀及び白亜紀付加体である秩父帯ならびに前期白亜紀の汽水成~浅海成堆積岩が分布する山中地溝帯から構成される。山中地溝帯に分布する山中白亜系は、概ね西北西-東南東走向で分布し、その北限は高角南傾斜の断層で秩父帯北帯と、南限はほぼ垂直の断層で秩父帯南帯と接する(日本の地質「関東地方」編集委員会編, 1986)。

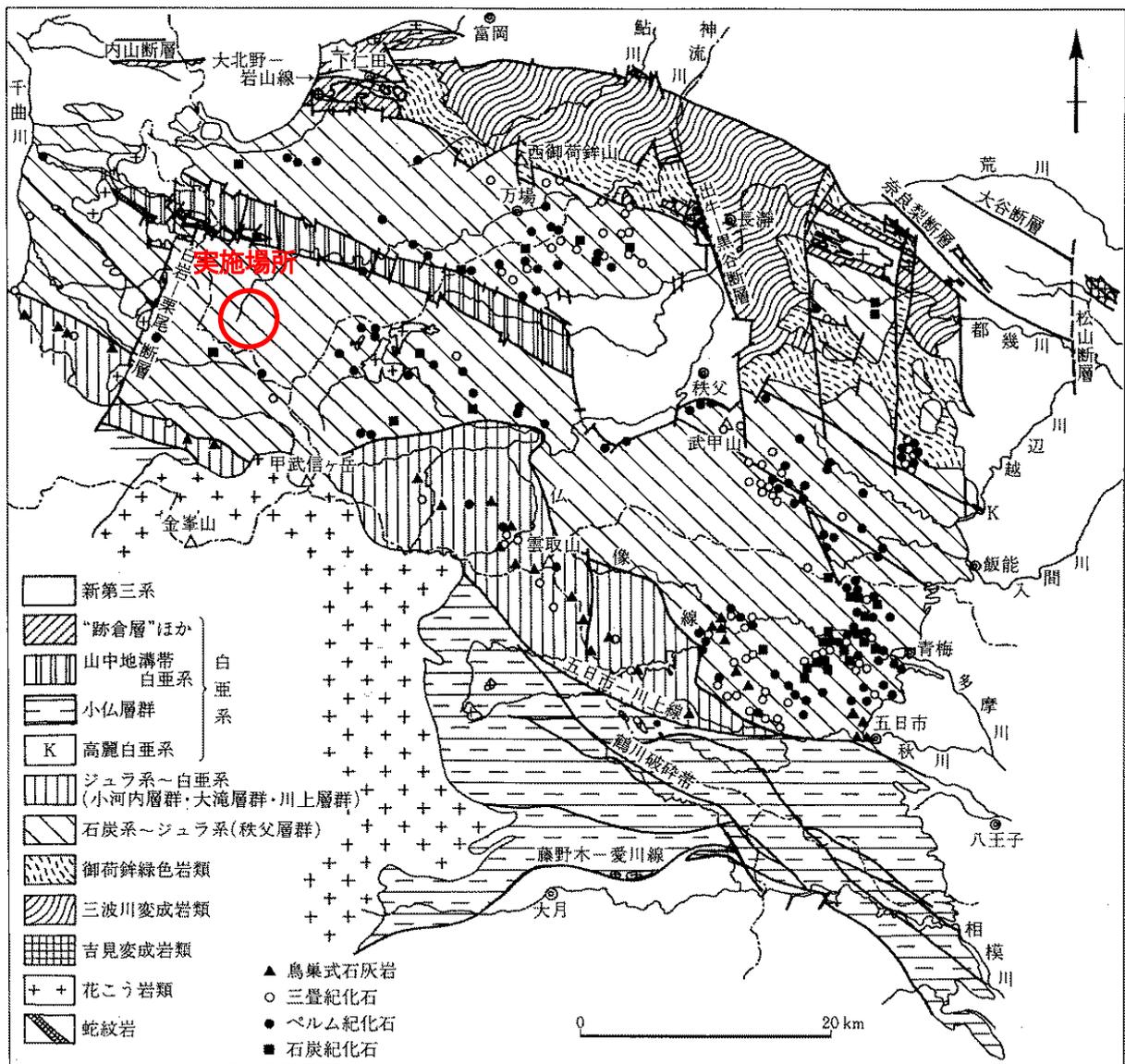


図 2-2 関東山地の地質概要 (日本の地質「関東地方」編集委員会編 (1986) に加筆)

秩父帯は、沖縄から九州の球磨山地を経て関東山地東部にかけて分布し、その地質構造、岩相及び年代から、北帯、中帯及び南帯に区分されている。秩父帯は、走向方向の断層で境された帯状配列、混在岩層の卓越及び混在岩層の基質をなす頁岩の年代が大局的に南方に向かい若くなる傾向を特徴とし、これらの特徴から海洋プレートの沈み込みに伴う付加過程により形成されたものと考えられている。

神流川発電所の施設周辺における既往文献では、当該地域には、先新第三紀の付加体が分布し、泥岩を主体とする基質に砂岩、礫岩、チャート、玄武岩、凝灰岩、石灰岩などの岩塊が混在した混在岩からなることが示され、およそ東西走向で高角南傾斜の構造をなし、礫種、礫径、基質割合、基質の粒度などによって岩相が区分されている。基質の割合が高い層では粘土を狭在する割れ目が認められ、一部の割れ目では割れ目充填鉱物として方解石や緑泥石が認められるとしている (東京電力株式会社, 2006)。

本ボーリング試験では神流川発電所の地下トンネルにおいて、KB-1 孔及び KB-2 孔をそれぞれ

坑道底盤から鉛直下向きに孔長 25m 掘削して試験を行った。また、採水分析に際しては、地下施設から延びるトンネルの湧水箇所 4 箇所から採水を行い、水質分析に供した。

ボーリング試験では、原位置においてボーリング掘削、孔口測量、コア観察、物理検層（キャリパー検層、BTV 観察、PS 検層）、ボーリング孔内の水理特性分布の把握のための注水試験、マルチフローメータ検層、孔内水理試験を行い、さらに取得したコアを用いて、室内試験として薄片観察、X 線回折分析、X 線蛍光分析、密度試験、有効間隙率試験、超音波伝播速度試験、一軸圧縮試験、圧裂引張試験、三軸圧縮試験（CU、CD）、熱伝導率試験、比熱試験、透過拡散試験を実施した。採水分析では、採取した地下水試料を用いて、陽イオン、陰イオン、アルカリ度、微量元素、TOC 及び NPOC、炭素、同位体（水素、酸素、炭素、塩素）の分析、有機物分析及びコロイド分析を行った。

3. ボーリング孔の掘削

ボーリング試験は東京電力リニューアブルパワー株式会社神流川発電所の地下トンネル内で実施された。ボーリング孔は神流川発電所内の周辺ドレーン坑の2箇所（KB-1及びKB-2）において、坑道底盤から鉛直下向きに掘削した。

3.1 ボーリング孔口測量

ボーリング孔 KB-1 孔及び KB-2 孔の孔口の XY 座標値（日本測地系・世界測地系）及び標高値を得るため、孔口測量を実施した。孔口測量は、指定した基準点を起点とし、トータルステーションを用いた基準点測量及びオートレベルを用いた水準測量により、ボーリング孔（KB-1 孔及び KB-2 孔）の孔口の緯度経度、X-Y 座標位置（9 系平面直角座標）及び標高を 4 級基準点測量相当で測量した。

基準点は、神流川発電所の坑口直近の既知点を用いた。基準点の座標を表 3.1-1 に示す。

表 3.1-1 基準点の座標

日本測地系（第9系）		世界測地系		標高
X	Y	X	Y	Z
4206.8350	-101771.8860	4562.2275	-102063.3518	848.2130

ボーリング孔口の基準測量及び水準点測量に使用した資機材の一覧を表 3.1-2 に、それらの仕様を表 3.1-3 及び表 3.1-4 に示す。

表 3.1-2 測量資機材一覧

資機材名称	メーカー	型番	備考
トータルステーション	ソキア	iX-1001	—
オートレベル	ソキア	B20	—
水準標尺	—	—	2級以上

表 3.1-3 トータルステーション仕様

機種名		iX-1001
メーカー		トプコンソキアポジショニングジ ヤパン
タイプ		自動視準機能, 自動追尾機能
駆動方式		超音波モーターによるダイレクト ドライブ
最高回転速度		180°/秒
最大自動追尾速度		20°/秒
自動追尾・自動視準距 離範囲	360°プリズム ATP1/ATP1S	2~600m
	OR1PA	1.3~500m
	CP01	1.3~700m
	AP01	1.3~1,000m
	反射シート(10~50mm)	5~50m
望遠鏡	倍率	30x
	分解力	2.5"
	全長	142mm
	対物有効径	38mm(EDM 部:38mm)
	像	正像
	視野	1°30'(26m/1,000m)
	最短合焦距離	1.3m
測角部	最小表示	1°/5"
	精度	5"
	2軸自動補正機能	±6'
測距部		
レーザー出力	ノンプリズムモード	クラス 3R
	反射シート, 反射プリズ ム	クラス 1相当
測定可能範囲	ノンプリズム時	0.3~800m
	ミニ反射プリズム	CP01:1.3~2,500m OR1PA: 1.3~500m
	1素子 AP 反射プリズム	1.3~5,000m
	360°プリズム ATP1/ATP1S	1.3~1,000m
最小表示		0.0001/0.0001m
精度	ノンプリズム時	(2+2ppm×D)mm
	反射シートターゲット使 用時	(2+2ppm×D)mm
	反射プリズム使用時	(1+2ppm×D)mm
測距時間	精密測定	0.9 秒以下(初回 1.5 秒以下)
	高速測定	0.6 秒以下(初回 1.3 秒以下)
	トラッキング測定	0.4 秒以下(初回 1.3 秒以下)
寸法	212(W)×195(D)×355(H)mm	
質量	約 5.7kg	

表 3.1-4 オートレベル仕様

機種名		B20
メーカー		ソキア
望遠鏡	全長	215mm
	対物有効径	42mm
	倍率	32x
	像	正像
	分解能	3.0"
	視野	1°20'(2.3m/100m)
	最短合焦距離	0.3m
	焦点鏡	くさび形
	スタジア乗数	100
	スタジア加数(cm)	0
	2スピード合焦機構	あり
	レンズフード	組み込み
自動補正機構	制御方式	磁気制御方式
	範囲	±15'
1km 往復標準偏差	通常	0.7mm
	光学マイクロメータ OM05 使用時	0.5mm
水平目盛盤	直径	103mm
	最小読取值	1°
寸法	130(W)×215(D)×135(H)mm	
質量	約 1.85kg	

3.1.1 基準点測量

既知点 No19L, No19R の座標値を基に単路線方式「開放路線」にて 4 級基準点測量精度を実施した (表 3.1.1-1)。既知点を実測すると、1cm のずれがあることが確認された。

表 3.1.1-1 既知点における基準点測量

単位 (m)					
	点名	X座標	Y座標	距離	差
既知点座標 (世界測地系)	No19L	4562.2275	-102063.3518	54.147	0.010
	No19R	4532.8583	-102017.8616		
点検座標	No19L	4562.2248	-102063.3477	54.137	
	No19R	4532.8610	-102017.8657		

3.1.2 水準測量

既知点 No.19L の標高を基に単路線方式「解放路線」にて 4 級水準測量精度の観測を実施した (表 3.1.2-1)。基準点を実測すると、基準点 No.19L に比べて基準点 No.19R は 1.2cm 標高が低いことがわかった。

表 3.1.2-1 既知点における水準測量

単位 (m)

	点名	標高	高低差	差
既知点標高	No19L	848.213	2.695	-0.012
	No19R	845.518		
点検標高	No19L	848.213	2.707	
	No19R	845.506		

3.1.3 孔口測量

X-Y座標は、基準点測量にて設置した基準点より放射観測にて、KB-1及びKB-2それぞれの孔口中心座標を求めた。標高は、水準測量にて設置したKBMよりKB-1、KB-2孔口地盤高を求めた。

取得したX-Y座標・標高を下記に示す(表3.1.3-1)。

表 3.1.3-1 ボーリング孔の座標値

単位 (m)

点名	世界測地系		日本測地系	
	X座標	Y座標	X座標	Y座標
KB-1	3666.1548	-103333.5086	3310.7720	-103042.0327
KB-2	3612.2168	-103347.6906	3256.8352	-103056.2136

点名	緯度		経度		標高
KB-1	36°01′	39.22429″	138°41′	12.39978″	722.219
KB-2	36°01′	37.46907″	138°41′	11.85875″	716.964

3.2 ボーリング掘削

3.2.1 掘削に用いた資機材

ボーリング孔の掘削には表3.2.1-1に示す資機材を使用した。

表 3.2.1-1 ボーリング掘削に使用した主な資機材一覧

名称	型式	数量	単位	備考
試錐機	東邦製 D2-KS58	1	式	5.5kW モーター
試錐ポンプ	東邦製 BG5C	1	式	吐出量:70L/min
発電機 (孔口処理・ボーリング用)	DCA-100ESI	1	台	80kVA (200V/100V) 整備質量 1970kg 本体質量 1730kg 燃料タンク 225L
オイルパン (発電機用)	L3000×W1250×H150	1	台	390L
単管パイプ	檣, 作業床, 架台用	1	式	—
ウォータスイベル	—	2	式	1式は予備
ホイスティングスイベル	—	2	式	1式は予備
ロッドホルダー	40.5用	1	式	—
ケーシングシュー	φ140mm	1	個	—
ダイヤモンドビット	φ116mm	6	個	—
ケーシングパイプ	外径 φ165.2mm 内径 φ155.2mm	4	本	0.5m/本
ケーシングパイプ	外径 φ140.0mm 内径 φ125.0mm	8	本	0.5m/本
コアバレル	φ116 ダブルコアチューブ	1	式	コアパック
ロッド	40.5	20	本	2m/本
レジャーサ・サブ	—	1	式	—
ホース	サクシオン/デリバリー等	1	式	—
水槽 (サクシオンタンク)	鉄製 0.5m ³	1	槽	1.3m×0.9m×0.4m
水槽 (デッチライン)	鉄製 0.6m ³	1	槽	3.2m×0.5m×0.4m
水槽 (清水用)	鉄製 1.4m ³	1	槽	1.8m×0.9m×0.9m
水槽 (廃泥用)	鉄製 2.4m ³	1	槽	2.2m×1.1m×1.0m
PE タンク	0.5m ³	1	槽	—
水中ポンプ	2"100V	3	個	—
コアドリル	φ110, 180, 200mm	1	式	—
ハンマードリル	HR400DN, φ20mm	1	式	—
ダウントランス	—	1	台	—

3.2.2 ボーリング孔掘削作業

ボーリング孔の掘削は、コアドリルで削孔した口元に 6"ケーシング (外径 165.2mm, 内径 155.2mm) を設置してセメンチングした後に、ダブルコアチューブ (孔径 φ116mm) を使用して鉛直下向きへのコアリング (コア径 φ92mm) により、孔長 25m のボーリング孔を 2 孔掘削した。

6"ケーシングの設置については、KB-1 孔においては、最初にコア採取を目的に φ110mm 孔径のコアドリルで GL-1.4m まで削孔して φ100mm のコアを採取し、路盤コンクリートが GL0.0m~0.2m、敷石及び脆弱部が GL-0.2m~GL-0.95m、健岩部が GL-0.95m~GL-1.4m であることを確認した。次にケーシング (6" : 外径 φ165.2mm) 設置のため φ180mm 孔径のコアドリルで拡孔したが、GL-0.5m

部分で削孔継続が困難となったことから、6”ケーシングにビットを装着し、掘削機を用いて GL-1.4m まで削孔した。削孔後、6”ケーシングを設置した状態でセメンチングを行い、孔口付近での孔内水の漏出を防止した。

一方で、KB-2 孔においては、最初にコア採取を目的にφ110mm 孔径のコアドリルで路盤コンクリート部分となる GL0.0m～0.2m を削孔し、φ200mm 孔径のコアドリルで拡孔した。続いて、ビットを装着した 6”ケーシングで掘削機を用いて GL-0.2m 以深を削孔した。GL-0.5m 以深で健岩部となることを確認し、GL-0.8m まで削孔を継続したうえでセメンチングを行い、孔口付近での孔内水の漏出を防止した。図 3.2.2-1 に KB-1 孔、KB-2 孔の掘削断面図を示す。

掘削に必要な用水は、神流川発電所外から持ち込み、掘削管理のために KB-1 孔用としてウラニンを 3ppm/L±10%、KB-2 孔用としてアミノ G 酸を 10ppm±10%の濃度で混入して使用した。掘削水は蛍光染料の濃度管理を行いながらタンクと孔内を循環させた。

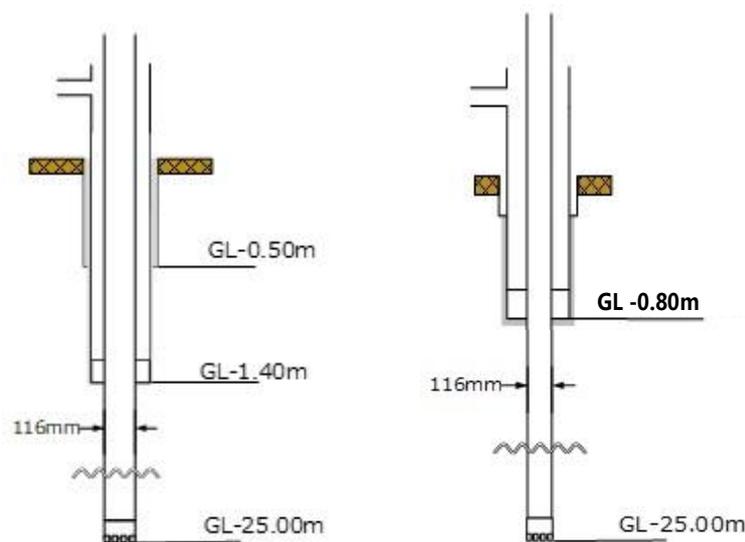


図 3.2.2-1 掘削断面図（左：KB-1 孔，右：KB-2 孔）

掘削中は、一定深度ごとに掘削パラメータ（ビット荷重，ロッド回転数，送水量，排水量，ポンプ圧力）をアナログで取得し記録した。

KB-1 孔における掘削データ（掘進速度，コア回収率，送水圧，ビット荷重及び回転数）を表 3.2.2-1 に示す。孔口部を除き，掘進速度は 16.6～105.6cm/h，コア回収率は全区間 100%，送水圧は 0.05～0.15MPa，送水量は 9～17L/min，ビット荷重は 0.2～1ton，回転数は 100～300r.p.m であった。

表 3.2.2-1 KB-1 掘削データ

起点 (m)	掘削 深度 (m)	掘進長 (m)	コア長 (m)	掘進 速度 (cm/h)	コア 回収率 (%)	送水圧 (Mpa)	送水量 (L/min)	ビット 荷重 (ton)	回転数 (r.p.m)
0	1.4	1.4	1.4		100				
1.4	2.63	1.23	1.23	98.4	100	0.05	10	0.3	180
2.63	3.95	1.32	1.32	93.2	100	0.05	12	0.3	180
3.95	4.97	1.02	1.02	76.5	100	0.05	16	0.3	180
4.97	6.72	1.75	1.75	70.0	100	0.05	17	0.5	180
6.72	7.95	1.23	1.23	92.3	100	0.05	12	0.5	180
7.95	9.26	1.31	1.31	54.2	100	0.05	12	0.55	180
9.26	10.58	1.32	1.32	105.6	100	0.05	12	0.4	180
10.58	12.2	1.62	1.62	92.6	100	0.05	12	0.4	180
12.2	13.44	1.24	1.24	70.9	100	0.05	12	0.55	180
13.44	15.2	1.76	1.76	72.8	100	0.05	12	0.45	180
15.2	15.9	0.7	0.7	49.4	100	0.1	14	0.75	300
15.9	16.62	0.72	0.72	16.6	100	0.05	12	1	180
16.62	17.66	1.04	1.04	69.3	100	0.1	13	0.3	180
17.66	18	0.34	0.34	45.3	100	0.1	13	0.2	300
18	18.4	0.4	0.4	34.3	100	0.05	9	0.9	180
18.4	18.69	0.29	0.29	58.0	100	0.05	9	0.2	180
18.69	19.7	1.01	1.01	60.6	100	0.1	10	0.4	180
19.7	20.7	1	1	57.1	100	0.15	10	0.4	180
20.7	21.53	0.83	0.83	62.3	100	0.15	10	0.4	180
21.53	22.55	1.02	1.02	76.5	100	0.05	9	0.25	180
22.55	23.55	1	1	80.0	100	0.05	10	0.3	100
23.55	24.6	1.05	1.05	96.9	100	0.05	10	0.25	180
24.6	25.12	0.52	0.52	104.0	100	0.05	10	0.3	100

KB-2 孔における掘削データ（掘進速度，コア回収率，送水圧，ビット荷重及び回転数）を表 3.2.2-2 に示す。孔口部を除き，掘進速度は 55.3～178.3cm/h，コア回収率は全区間 100%，送水圧は 0.05～0.1MPa，送水量は 8～10L/min，ビット荷重は 0.25～0.9ton，回転数は全区間 180rpm であった。

表 3.2.2-2 KB-2 掘削データ

起点 (m)	掘削 深度 (m)	掘進長 (m)	コア長 (m)	掘進 速度 (cm/h)	コア 回収率 (%)	送水圧 (Mpa)	送水量 (L/min)	ビット 荷重 (ton)	回転数 (r.p.m)
0	1.07	1.07	1.07	52.2	100				
1.07	1.32	0.25	0.25	100.0	100	0.05	10	0.3	180
1.32	2.34	1.02	1.02	153.0	100	0.05	10	0.25	180
2.34	3.35	1.01	1.01	110.2	100	0.05	10	0.45	180
3.35	4.38	1.03	1.03	103.0	100	0.05	10	0.6	180
4.38	5.35	0.97	0.97	55.4	100	0.05	8	0.8	180
5.35	6.38	1.03	1.03	72.7	100	0.1	9	0.6	180
6.38	7.44	1.06	1.06	55.3	100	0.1	9	0.9	180
7.44	8.46	1.02	1.02	87.4	100	0.1	9	0.5	180
8.46	9.5	1.04	1.04	113.5	100	0.1	9	0.4	180
9.5	10.54	1.04	1.04	104.0	100	0.1	9	0.9	180
10.54	11.59	1.05	1.05	157.5	100	0.1	9	0.9	180
11.59	12.64	1.05	1.05	114.5	100	0.1	10	0.9	180
12.64	13.66	1.02	1.02	111.3	100	0.05	10	0.5	180
13.66	14.71	1.05	1.05	126.0	100	0.05	10	0.5	180
14.71	15.75	1.04	1.04	156.0	100	0.05	10	0.5	180
15.75	16.8	1.05	1.05	157.5	100	0.05	10	0.4	180
16.8	17.84	1.04	1.04	113.5	100	0.05	10	0.4	180
17.84	18.88	1.04	1.04	178.3	100	0.05	10	0.3	180
18.88	19.89	1.01	1.01	121.2	100	0.05	10	0.3	180
19.89	20.94	1.05	1.05	126.0	100	0.1	10	0.6	180
20.94	22	1.06	1.06	141.3	100	0.1	10	0.3	180
22	23.03	1.03	1.03	123.6	100	0.05	10	0.6	180
23.03	24.05	1.02	1.02	136.0	100	0.05	10	0.7	180
24.05	25.09	1.04	1.04	124.8	100	0.05	10	0.4	180

KB-1 孔及び KB-2 孔の掘削データ（コア回収率，送水圧，ビット荷重及び回転数）に，地質関連の情報を併記した図を，それぞれ図 3.2.2-2 及び図 3.2.2-3 に示す。

KB-1 孔及び KB-2 孔ともに，トンネル掘削による掘削影響を受けていると考えられる孔口部を除き，岩盤等級は B 級，R.Q.D は概ね 80% 以上であった。

掘進速度は，KB-1 孔及び KB-2 孔ともに，砂岩岩塊優勢部において低下する傾向があり，掘削孔全体を通じて割れ目密度や岩盤等級に有意な違いがないことから，砂岩岩塊優勢部が他よりも硬質であることが示唆される。また，掘進速度が最も低下した KB-1 の 16～19m 区間では，送水圧，

送水量, ビット荷重, 回転数に増加が認められた。なお, KB-2 では送水圧, 送水量, ビット荷重, 回転数に, 地質状況との関連において有意と推測される差異は認められなかった。

コア回収率は全ての区間において 100%であり, コア回収に影響を及ぼす破碎帯や未固結層など軟弱な岩相が存在しないことと整合する。

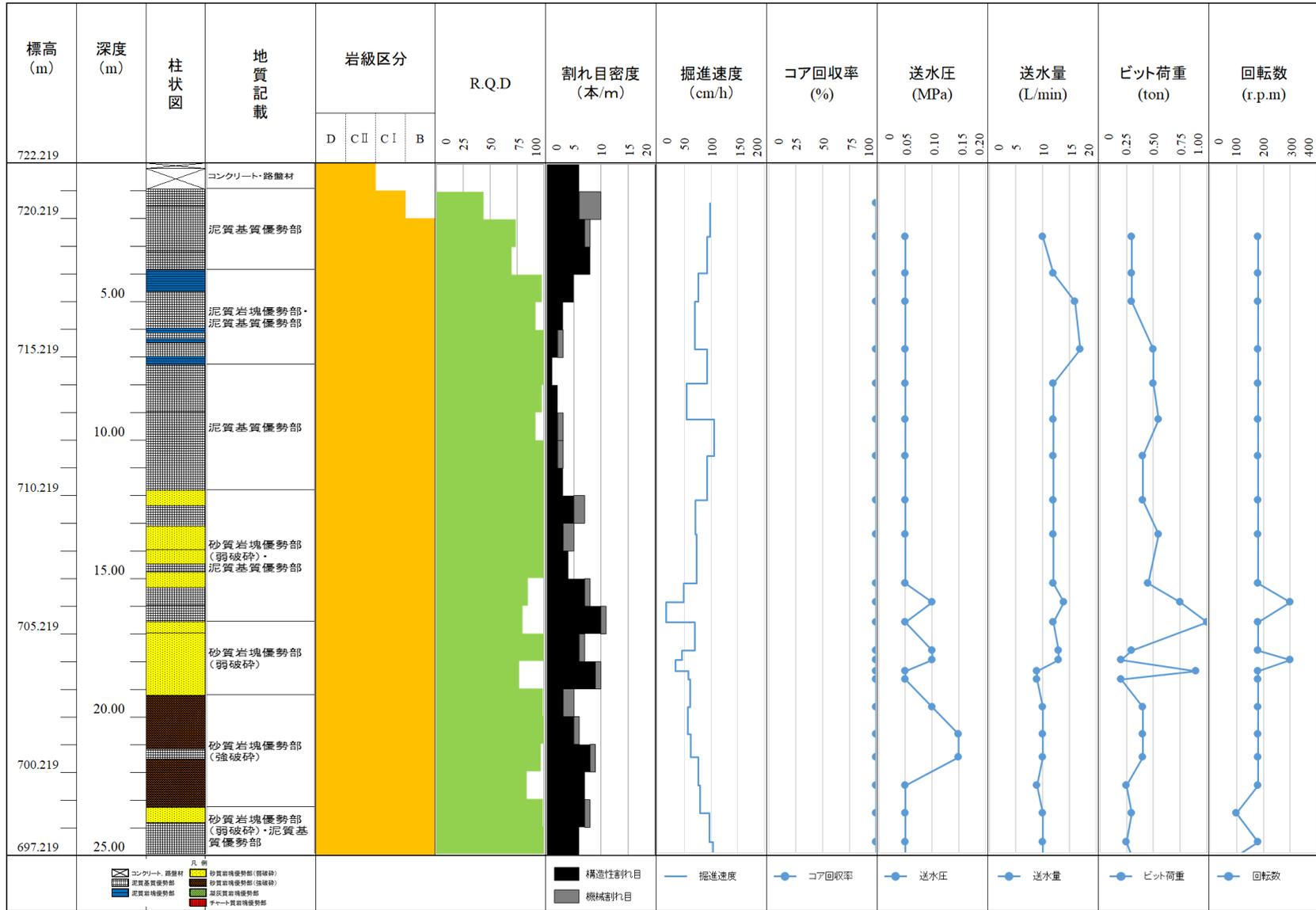


図 3.2.2-2 KB-1 孔掘削データグラフ

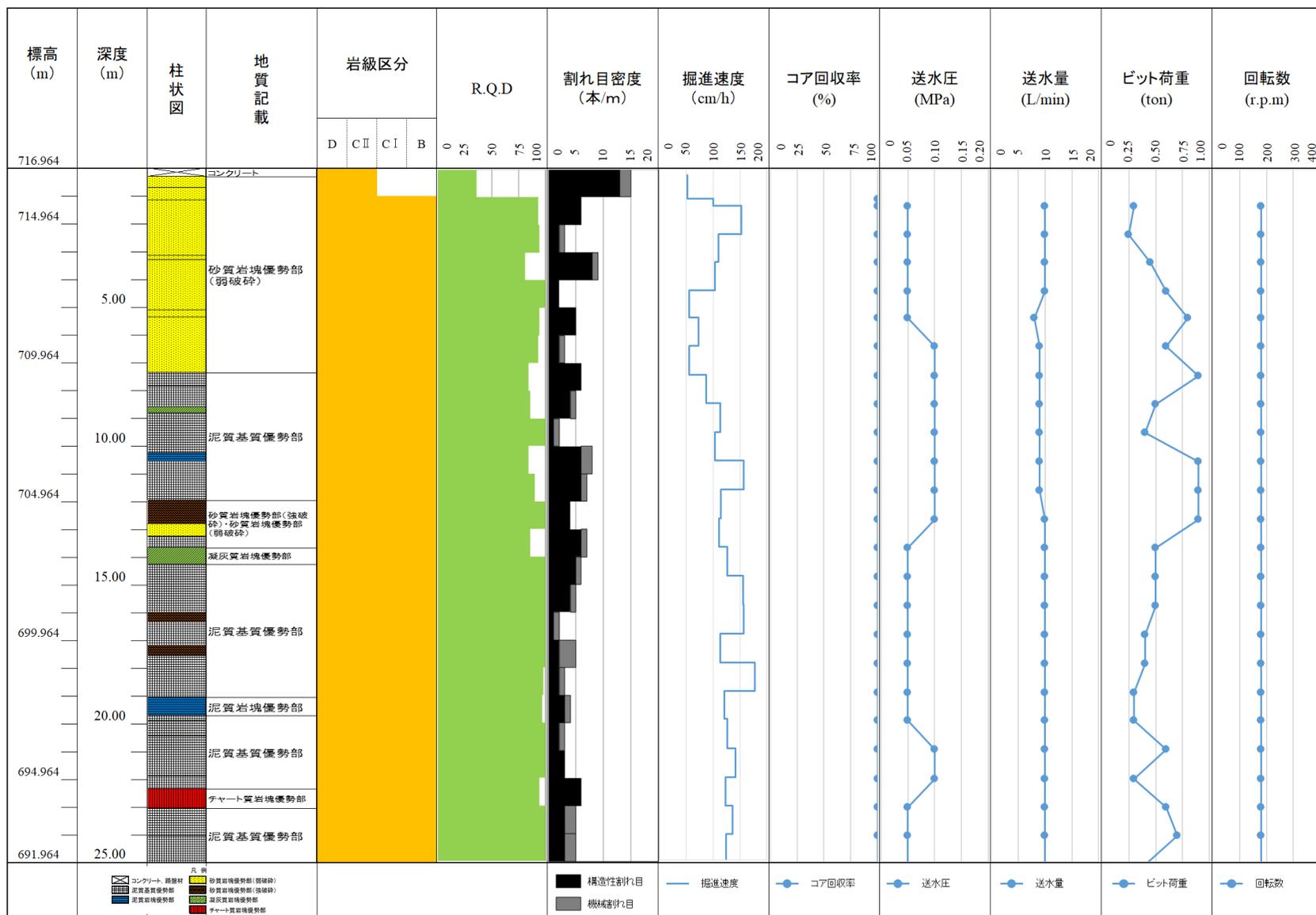


図 3.2.2-3 KB-2 孔掘削データグラフ

4. 地質学的特性の取得

ボーリング孔の掘削により取得したコア試料を用いて、地質学的特性を把握するために、コア観察、薄片観察、X線回折分析（XRD）、X線蛍光分析（XRF）を、ボーリング孔の掘削により取得したボーリング孔を利用して、キャリパー検層、ボアホールテレビ（BTV）観察、PS検層を実施した。

4.1 コア観察

コア観察は、ボーリング掘削を実施した地点周辺の地質学的特徴を把握することを目的として実施した。ボーリング孔掘削により採取したコアの写真撮影及び記載を表 4.1-1 に示す資機材を用いて実施した。

表 4.1-1 使用機器一覧

作業分類	名称	製造	型番	仕様	個数	備考
コア 写真 撮影	バッテリー	—	—	・性能ランク 95 以上	1 台	—
	照度計	コニカ ミノルタ	CL-200A	・照度 (lx) 等	1 台	—
	撮影架台	—	—	・縦 2.0×横 1.0×高さ 1.8m	1 台	・鋼製の L 字支柱 14 本で構成
	撮影用ライ ト	Neewer	B0785GWP PN	・縦 0.2×横 0.24×厚さ 0.05m ・0.7～1.9m に高さ変更可	2 個	・二色 LED, 色温 度 3200K-5600K ・スタンド付き
	延長コード	—	—	—	2 本	・撮影用ライト, PC 等へ給電
	電源ドラム	—	—	—	1 本	・撮影用ライト, PC 等へ給電
	デジタルカ メラ	Canon	EOS Kiss X10	・約 2410 万画素 ・シャッター速度 1/4000～30 秒 ・ISO100～25600 ・本体 W116×L88×H59mm	1 台	・リモートコントロ ーラを使用
	カラーチャ ート	Kodak	カラーパ レーショ ン ガイド	—	1 枚	・コア写真に含めて 撮影
コア 記載	色彩色差計	コニカ ミノルタ	CM-25cG	・分光手段：平面回折格子 ・測定波長範囲：360-740nm ・測定波長間隔：10nm	1 台	・色彩値, 色差値等 の計測
	観察用ライ ト	—	—	—	1 個	—
	バッテリー	—	—	・性能ランク 95 以上	1 個	・コア観察用ライト へ給電

写真撮影は図 4.1-1 に示した恒常的なコア写真撮影台を準備し、照度、撮影時のスケールが一定となるコア写真を撮影した (図 4.1-2)。

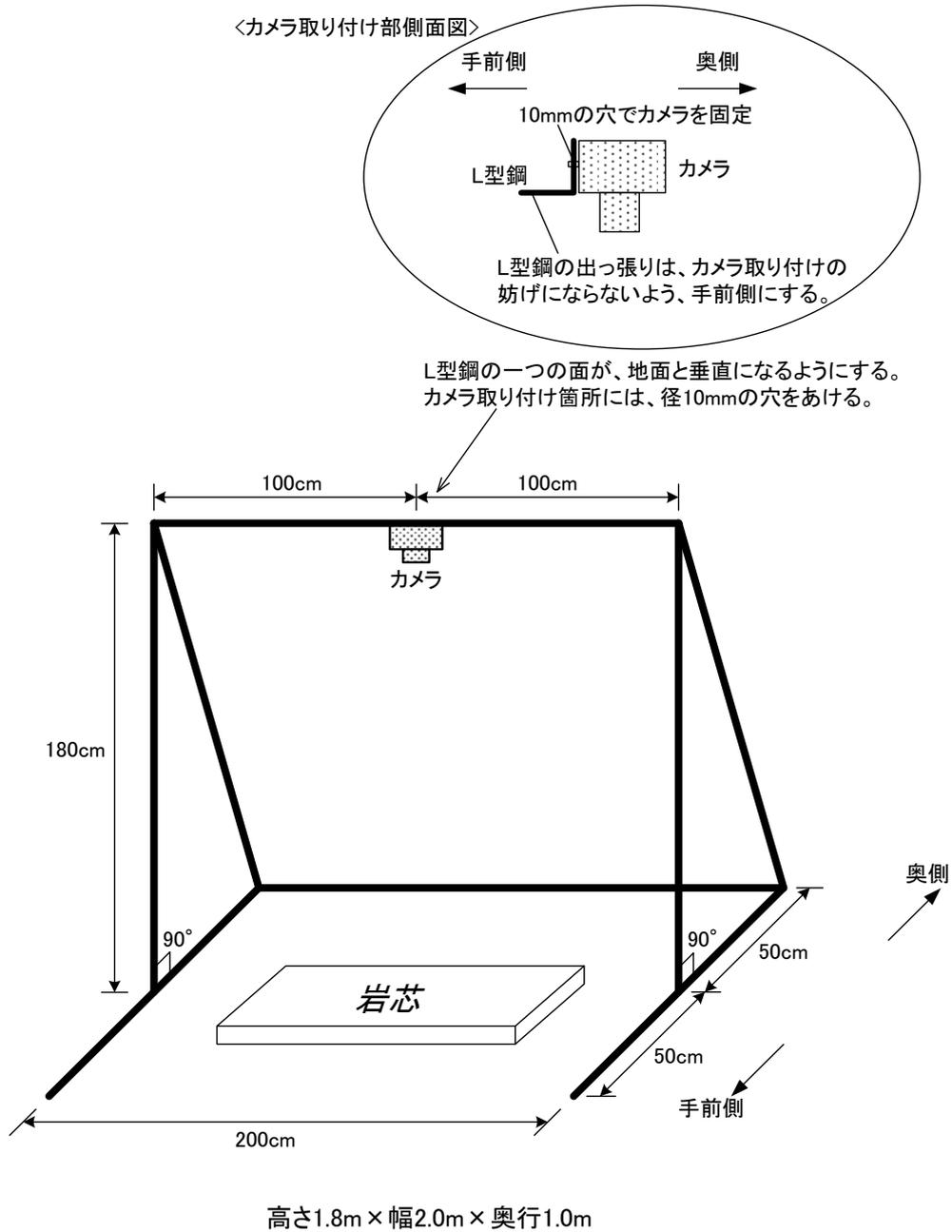


図 4.1-1 コア写真撮影架台と設置状況例

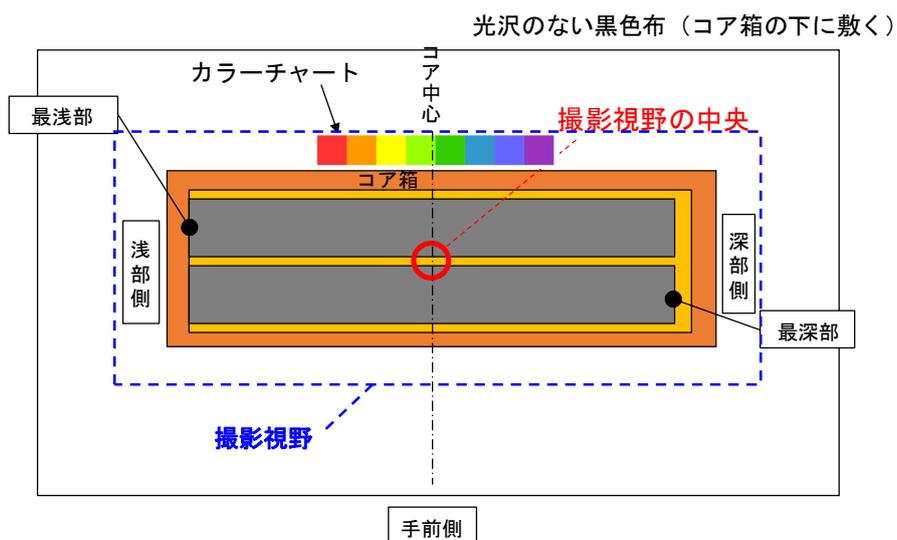


図 4.1-2 コア撮影時のコア箱の配置概念

コア記載は、図 4.1-3 に示す作業テーブル上で行った。コア記載要領を付録 1 に示す。

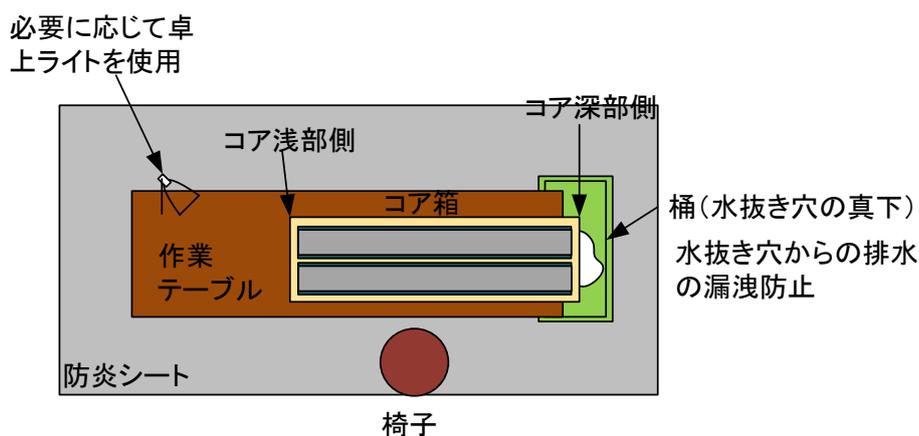


図 4.1-3 作業テーブルの概要

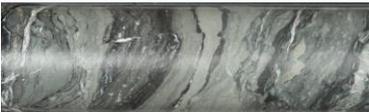
4.1.1 コア観察結果

KB-1 孔及び KB-2 孔のコア記載柱状図，コア写真，地質状況の詳細，割れ目の一覧，岩石の色調，方解石脈の色調及び変質の色調を付録 2 に示す。

(1) 岩石名

両孔ともに泥岩・凝灰質泥岩・細粒砂岩・中粒砂岩・チャート・石灰岩・凝灰岩から構成される混在岩が分布する。混在岩は基質と礫で構成され、基質は両孔ともにほぼ暗灰色泥岩のみで構成される。礫は構成岩石種・礫径・形状・密度が深度により変化する。混在岩の基質の割合、礫の構成岩石種及び礫径に着目して、表 4.1.1-1 に示す混在岩の区分を行った。

表 4.1.1-1 混在岩の区分

混在岩の分類	KB-1		KB-2		KB-1		KB-2		備考
	写真		写真		基質	礫	基質	礫	
泥質基質優勢部	 KB-1, GL-11.5m~11.8m	 KB-2, GL-20.7m~21.0m	暗灰色泥岩	細粒砂岩 凝灰質泥岩 チャート 石灰岩	暗灰色泥岩	細粒砂岩 中粒砂岩 凝灰質泥岩 凝灰岩	基質が20%以上。 礫は凝灰質泥岩・細粒砂岩・中粒砂岩・凝灰岩, まれにチャート・石灰岩から構成される。礫径は5~90mm, 最大500mmを示す。 基質中に礫がモザイク状に散在する。 層理面あるいは礫の伸長が一定方向に発達する区間があり, 一部で塑性変動を示す。		
泥質岩塊優勢部	 KB-1, GL-4.3m~4.6m	 KB-2, GL-19.1m~19.4m	暗灰色泥岩	凝灰質泥岩	暗灰色泥岩	凝灰質泥岩	基質が80%程度。 泥岩がほとんどを占め, コア上では泥岩層とみなせる。 礫は凝灰質泥岩が主体。		
砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	 KB-1, GL-23.5m~23.8m	 KB-2, GL-19.1m~19.4m	暗灰色泥岩	細粒砂岩 中粒砂岩 凝灰質泥岩	—	細粒砂岩 中粒砂岩	基質が10%以下。 礫は細粒砂岩・中粒砂岩で構成される。概ね礫径100mm以上を示し, コア上では砂岩層とみなせる。 長石質ワッケを呈し, 混在物を含まず均質な区間や, 径2mm程度の暗灰色泥岩片が偽礫状に点在する区間, 非常に硬質な区間がある。		
砂質岩塊優勢部 (強破碎)	 KB-1, GL-23.5m~23.8m	 KB-2, GL-12.5m~12.8m	暗灰色泥岩	中粒砂岩 凝灰質泥岩	暗灰色泥岩	細粒砂岩 凝灰質泥岩 凝灰岩 チャート	基質が10%以下。 礫は主に細粒砂岩・凝灰質泥岩・凝灰岩で構成される。概ね礫径100mm以下の砂岩塊がひしめきあう。 礫によっては, 基質との境界で物性の違いにより剥離する。		
凝灰質岩塊優勢部	/					暗灰色泥岩	凝灰質泥岩 凝灰岩	基質が20%以下。 礫は灰~淡緑灰色の塩基性凝灰岩で構成される。 一部で, 物性の違いによる層状構造, 圧密による塑性変動痕, 溶脱したような流離構造が認められる。	
チャート質岩塊優勢部	/					暗灰色泥岩	凝灰質泥岩 チャート	基質が20%以下。 礫はチャートで構成される。 チャート礫内部に方解石脈がよく発達する。	

コア観察の結果概要を表 4.1.1-2、図 4.1.1-1 に示す。

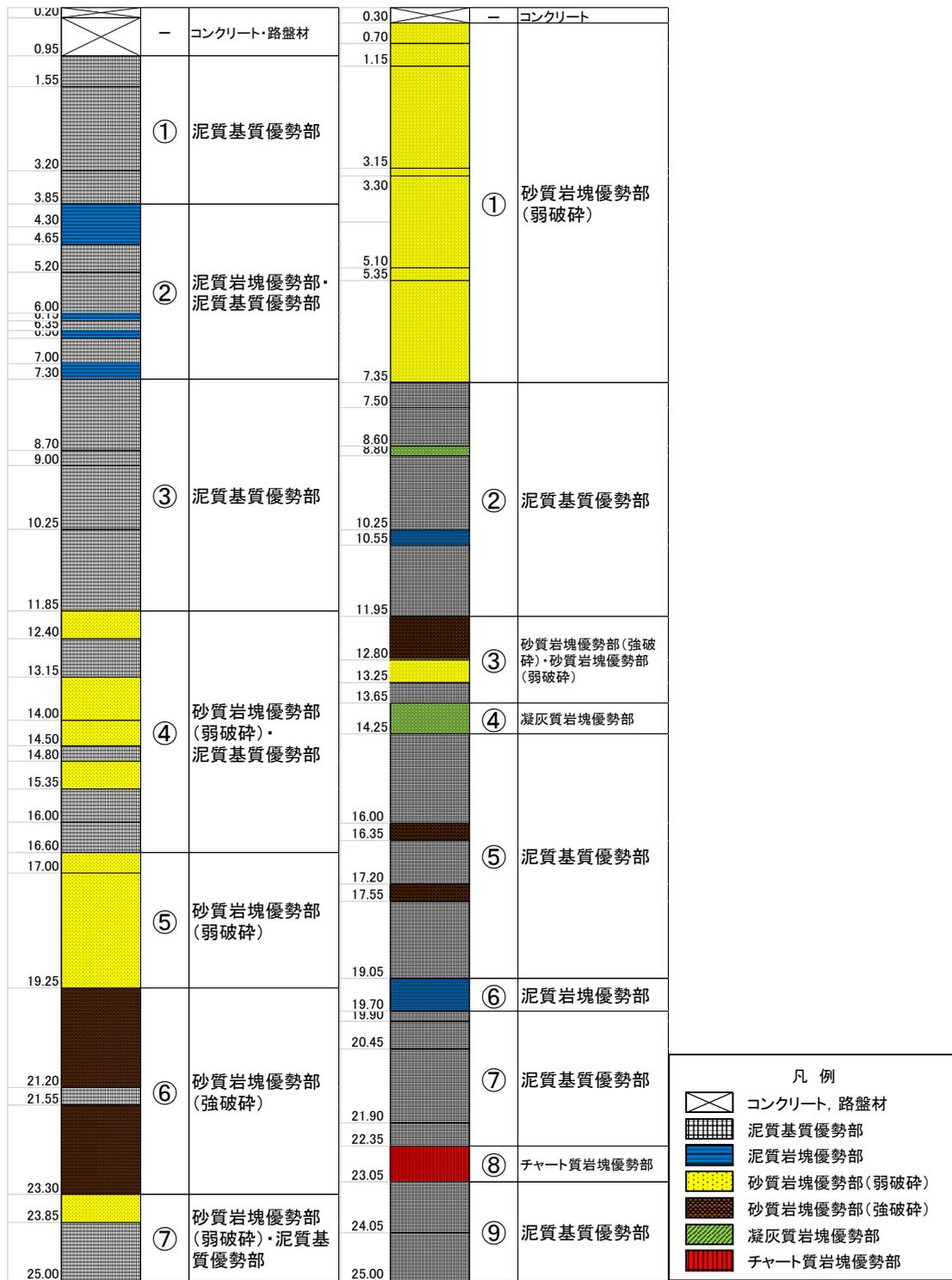
KB-1 孔では、暗灰色泥岩、灰色凝灰質泥岩、灰色細粒砂岩、灰色中粒砂岩、灰色チャート、灰色石灰岩から構成される混在岩が分布する。これらの分布比率から、KB-1 孔は泥質基質優勢・泥質岩塊優勢・砂質岩塊優勢（弱破碎）・砂質岩塊優勢（強破碎）に分類され、7層に区分される。

KB-2 孔では、暗灰色泥岩、灰色凝灰質泥岩、灰色細粒砂岩、灰色中粒砂岩、灰色チャート、灰色石灰岩、淡緑灰色凝灰岩から構成される混在岩が分布する。これらの分布比率から、KB-2 孔は泥質基質優勢・泥質岩塊優勢・砂質岩塊優勢（弱破碎）・砂質岩塊優勢（強破碎）・凝灰質岩塊優勢・チャート質岩塊優勢に分類され、9層に区分される。

混在岩の分類ごとの区間長に着目すると、表 4.1.1-3 に示すように、両孔で著しい差異は確認できない。ただし、砂質岩塊優勢（強破碎）は KB-1 孔で 3.70m、KB-2 孔で 1.55m、凝灰質岩塊優勢は KB-1 孔で 0.00m、KB-2 孔で 0.80m、チャート質岩塊優勢は KB-1 孔で 0.00m、KB-2 孔で 0.70m 程度の違いが認められる。

表 4.1.1-2 KB-1、KB-2 の地質概要

孔名	地質区分（大分類）	GL-(m)
KB-1	① 泥質基質優勢部	0.95～3.85
	② 泥質基質優勢部と泥質岩塊優勢部	3.85～7.30
	③ 泥質基質優勢部	7.30～11.85
	④ 砂質岩塊優勢部（弱破碎）と泥質基質優勢部	11.85～16.60
	⑤ 砂質岩塊優勢部（弱破碎）	16.60～19.25
	⑥ 砂質岩塊優勢部（強破碎）	19.25～23.30
	⑦ 砂質岩塊優勢部（弱破碎）と泥質基質優勢部	23.30～25.00
KB-2	① 砂質岩塊優勢部（弱破碎）	0.30～7.35
	② 泥質基質優勢部	7.35～11.95
	③ 砂質岩塊優勢部（強破碎）と砂質岩塊優勢部（弱破碎）	11.95～13.65
	④ 凝灰質岩塊優勢部	13.65～14.25
	⑤ 泥質基質優勢部	14.25～19.05
	⑥ 泥質岩塊優勢部	19.05～19.70
	⑦ 泥質基質優勢部	19.70～22.35
	⑧ チャート質岩塊優勢部	22.35～23.05
	⑨ 泥質基質優勢部	23.05～25.00



KB-1

KB-2

図 4.1.1-1 KB-1, KB-2 の地質概要

表 4.1.1-3 KB-1, KB-2 の地質区間長

地質	KB-1	KB-2
	区間長の合計 (m)	区間長の合計 (m)
コンクリート・路盤材	0.95	0.30
泥質基質優勢部	13.45	13.20
泥質岩塊優勢部	1.25	0.95
砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	5.65	7.50
砂質岩塊優勢部 (強破碎)	3.70	1.55
凝灰質岩塊優勢部	0.00	0.80
チャート質岩塊優勢部	0.00	0.70
合計	25.00	25.00

(2) 色調

色調は Rock Color Chart (Rock-Color Chart Committee, 1991) を基準に、肉眼による観察、及び色彩計を用いた測定を行った。基質を構成する泥岩は暗灰色、礫を構成する凝灰質泥岩・細粒砂岩・中粒砂岩・チャート・石灰岩は概ね灰色、凝灰岩は淡緑灰～灰色を示した。

(3) 硬さ

岩石の硬さ (H) は、表 4.1.1-4 の硬軟区分に基づいて区分した。KB-1 及び KB-2 ともに H3~4 の値を示し、平均値は両者ともに概ね H3.3 を示した。表 4.1.1-5 に岩石の硬さ (H) の平均値を示す。

表 4.1.1-4 岩石の硬軟区分

硬さ (H)	硬軟区分
H1	● 指先で容易に崩すことができる
H2	● 刃物で容易に削ることができる ● 爪で傷つけることができる
H3	● 刃物で傷をつけることができる
H4	● 刃物では傷がつかない

表 4.1.1-5 岩石の硬さ (H) の平均値

地質	KB-1	KB-2
コンクリート・路盤材	3.50	4.00
泥質基質優勢部	3.06	3.07
泥質岩塊優勢部	3.00	3.00
砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	4.00	3.88
砂質岩塊優勢部 (強破碎)	4.00	3.33
凝灰質岩塊優勢部	-	3.00
チャート質岩塊優勢部	-	4.00
全深度	3.32	3.35

(4) 岩級区分

岩級区分は道路トンネル技術基準 (構造編)・同解説 (日本道路協会, 2003) に準じた区分とした (表 4.1.1-6)。表 4.1.1-7 にコア長 1m ごとの岩級区分の分布を示す。全体的に CI を示し、概ね KB-1 孔の方がやや硬い傾向を示した。

表 4.1.1-6 岩級区分

岩級	岩級区分
B	<ul style="list-style-type: none"> ● 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
CI	<ul style="list-style-type: none"> ● コアの長さが概ね 5～20cm であるが、5cm 以下のものもみられる ● RQD は、40～70
CII	<ul style="list-style-type: none"> ● コアの長さが概ね 10cm 以下のものが多く、5cm 以下の細片が多量に取れる状態のもの ● RQD は、10～40
D	<ul style="list-style-type: none"> ● コアは、細片状となる。ときには、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 ● コアロス区間

表 4.1.1-7 岩盤等級の分布

地質	KB-1	KB-2
コンクリート・路盤材	B	CI
泥質基質優勢部	B ～ CI ～ (CII)	(B) ～ CI ～ CII
泥質岩塊優勢部	(B) ～ CI	CI ～ CII
砂質岩塊優勢部（弱破碎）	CI	(B) ～ CI ～ CII
砂質岩塊優勢部（強破碎）	CI	CI
凝灰質岩塊優勢部	-	CI ～ CII
チャート質岩塊優勢部	-	CII

※カッコ内は1区間のみ確認

(5) 風化及び変質

風化について、本ボーリング試験が地表からの深度 500～600m に位置する地下トンネル内で行われたこともあり、KB-1 孔及び KB-2 孔ともに岩石の風化は確認できなかった。

変質の区分基準を表 4.1.1-8 に示す。変質については、KB-1 孔及び KB-2 孔ともにほぼ全深度でランク 1 を示し、コア表面の観察上ではほとんど変質区間を確認できなかった。KB-2 孔の砂質岩塊優勢部（弱破碎）の最上部 0.40m 区間のみで、ランク 2 を示した。

表 4.1.1-8 変質の区分基準

変質のランク	変質区分	状態
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	<ul style="list-style-type: none"> ● 原岩組織を完全に残し、変質程度（脱色）が低いもの ● 非変質部の割合が高いもの（肉眼で 50%以上）
3	中変質	<ul style="list-style-type: none"> ● 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 ● 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、岩片などが変質鉱物で完全に置換され、原岩組織を全く～殆ど残さないもの

(6) コア回収率

KB-1 孔及び KB-2 孔ともに、全深度でコア回収率は 100%を示した。なお KB-2 孔では、深度 22.00m 付近の割れ目(f)と、深度 23.00～23.03m のコアを保存するため、切断深度を下記のように調

整した。

- ・ 深度 21.00～21.50m (0.50m)
- ・ 深度 21.50～22.50m (1.00m)
- ・ 深度 22.50～23.50m (1.00m)
- ・ 深度 23.50～24.50m (1.00m)
- ・ 深度 24.50～25.00m (0.50m)

(7) RQD・割れ目本数・最大コア長

表 4.1.1-9 に、深度 1m ごとに整理した RQD・割れ目本数・最大コア長を示す。孔ごとの一覧は図 3.2.2-2 及び図 3.2.2-3 に図示する。

RQD は、KB-1 孔及び KB-2 孔ともに深度 4m 以深で概ね 90%以上を示したが、所々で 80%程度を示す区間があった。

割れ目本数（機械割れ目を除く）は、KB-1 孔全体では概ね 1～10 本/m を示し、泥質基質優勢部である深度 5～12m では特に少なく 1～3 本/m を示した。KB-2 孔全体では概ね 1～9 本/m を示し、コンクリートと砂質岩塊優勢部（弱破碎）で構成される深度 0～1m では特に多く 15 本/m を示した。

最大コア長は、KB-1 孔全体では概ね 20～60cm を示し、泥質基質優勢部である深度 8～11m で 90～100cm を示した。KB-2 孔全体でも概ね 20～70cm を示した。KB-2 孔の砂質岩塊優勢部（弱破碎）の下部から泥質基質優勢部の上部にかけての深度 5～8m で 50～60cm、泥質岩塊優勢部から泥質基質優勢部の上部にかけての深度 19～21m で 60～70cm、泥質基質優勢部である深度 24～25m で約 70cm を示した。

表 4.1.1-9 岩盤等級・RQD・割れ目本数・最大コア長

KB-1 孔 KB-2 孔

深度 (GL-m)	岩盤等級	RQD	割れ目本数	最大コア長	深度 (GL-m)	岩盤等級	RQD	割れ目本数	最大コア長
0 ~ 1	C II	0	6	4	0 ~ 1	C II	36	15	10
1 ~ 2	C I	44	10	16	1 ~ 2	C I	93	6	25
2 ~ 3	C I	74	8	28	2 ~ 3	B	94	3	40
3 ~ 4	C I	70	8	23	3 ~ 4	C I	81	9	49
4 ~ 5	C I	98	6	48	4 ~ 5	B	100	2	37
5 ~ 6	C I	92	3	52	5 ~ 6	C I	94	5	66
6 ~ 7	C I	100	2	41	6 ~ 7	C I	93	3	60
7 ~ 8	B	100	1	53	7 ~ 8	C I	84	5	52
8 ~ 9	B	98	0	98	8 ~ 9	C I	86	5	37
9 ~ 10	B	92	3	92	9 ~ 10	C I	100	2	50
10 ~ 11	B	100	1	100	10 ~ 11	C II	84	8	29
11 ~ 12	B	100	3	32	11 ~ 12	C II	90	7	30
12 ~ 13	C I	100	4	41	12 ~ 13	C I	100	4	34
13 ~ 14	C I	100	5	55	13 ~ 14	C II	86	7	22
14 ~ 15	C I	100	4	30	14 ~ 15	C I	100	6	52
15 ~ 16	C I	85	6	40	15 ~ 16	C I	100	5	35
16 ~ 17	C II	80	10	19	16 ~ 17	C I	100	2	65
17 ~ 18	C I	100	4	60	17 ~ 18	C I	100	5	28
18 ~ 19	C I	77	8	35	18 ~ 19	C I	98	3	34
19 ~ 20	C I	99	4	25	19 ~ 20	C I	97	4	64
20 ~ 21	C I	100	4	48	20 ~ 21	C I	100	2	71
21 ~ 22	C I	97	4	43	21 ~ 22	C I	100	3	40
22 ~ 23	C I	84	6	41	22 ~ 23	C II	94	6	34
23 ~ 24	C I	99	5	33	23 ~ 24	C I	100	5	56
24 ~ 25	B	100	2	45	24 ~ 25	C I	100	5	71

(8) 割れ目の傾斜角度

割れ目の傾斜角度は、KB-1 孔では深度 0~5m, 深度 15~22m, 深度 23~25m で 60~90°の高角度を示す割れ目が多い。KB-2 孔では深度 0~4m, 深度 5~9m, 深度 10~14m で 60~90°の高角度を示す割れ目が多い。KB-1 孔及び KB-2 孔ともに、0~30°の低角度、30~60°の中角度を示す割れ目は、高角度の割れ目と比較すると少ない傾向があった。

(9) 割れ目の分類 (非癒着・癒着・開口)

割れ目の区分基準を表 4.1.1-10 に示す。KB-1 孔及び KB-2 孔ともに、非癒着割れ目 (f), 癒着割れ目 (h-f) が確認され、開口割れ目 (o-f) は確認されなかった。

表 4.1.1-10 割れ目の区分基準

記号	状態
h-f	● 癒着割れ目, 面なし断層または脈など。割れ目の間隙 (開口幅) は, 0.1~0.5mm 程度。
f	● 非癒着割れ目。割れ目の間隙 (開口幅) は, 0.5~10mm 程度。
o-f	● 開口割れ目, 割れ目を合わせたときに明らかに間隙が認められるもの。割れ目の間隙 (開口幅) は, 10mm 以上。

(10) 割れ目面の粗さ

IAEG (1981) の基準に基づく割れ目面の粗さの分類を図 4.1.1-2 に示す。割れ目の深度を含む詳細は付録 2 に示す。割れ目面の粗さについては、KB-1 孔及び KB-2 孔ともに波状～平坦が卓越して認められた。

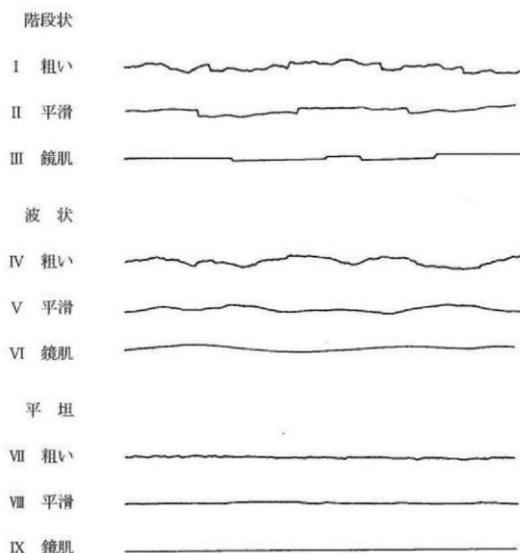


図 4.1.1-2 割れ目面の粗さの分類

(11) 割れ目面の構造

割れ目面に認められる構造の区分基準を表 4.1.1-11 に示す。KB-1 孔及び KB-2 孔の割れ目の面構造の詳細は付録 2 に示す。

KB-1 孔及び KB-2 孔ともに半数程度の割れ目の面において条線 (SL) 及び鏡肌 (SS) が確認された。スリッケンステップ (ST) は認められなかった。表 4.1.1-12 に条線及び鏡肌の割れ目数を示す。一部の鏡肌では、条線も微かに確認できるものもある。

条線あるいは鏡肌が発達する割れ目のほとんどは、基質 (暗灰色泥岩) 内に発達し、主に泥質基質優勢部の基質内で確認される。条線あるいは鏡肌のほぼ全面に緑泥石が認められ、暗灰色を呈す。また、方解石が共生して晶出することが多い。

条線のレーク角については、その発達方向に一定の傾向は認められず、面ごとに異なる方向性を示した。

表 4.1.1-11 割れ目面の構造の区分基準

記号	割れ目面の構造の状態
SS	● 鏡肌 (slickenside) が認められる。
SL	● 条線 (slickenline) が認められる。 ● コア記載シートには、条線のレーク角を記載する。
ST	● スリッケンステップ (skickenstep) が認められる。 ● コア記載シートには、上盤側のコアの相対的な変位方向を記載する。
—	● 構造なし、もしくは認識できない。

表 4.1.1-12 条線及び鏡肌が確認された割れ目数

孔名	分類	割れ目数 (面)
KB-1	条線(SL)	43
	鏡肌(SS)	38
KB-2	条線(SL)	22
	鏡肌(SS)	15

(12) 断層の分類

断層の区分基準を表 4.1.1-13 に示す。KB-1 孔及び KB-2 孔ともに、断層角礫岩や断層ガウジなどの断層岩は確認されなかった。ただし、やや不明瞭だがせん断による割れ目の集中帯は、表 4.1.1-14 に示す深度で確認された。

表 4.1.1-13 断層の区分基準

分類記号	断層の状態
f-b	<ul style="list-style-type: none"> 断層角礫を伴う割れ目。 断層角礫の基質と岩片が未固結でランダムな構造を示し、破碎岩片が 30%以上のもの。 コア記載シートには、断層角礫部の上端を構成する面を f-bt、下端を構成する面を f-bb と記載する。
f-g	<ul style="list-style-type: none"> 断層ガウジを伴う割れ目。 断層ガウジは基質と岩片が未固結でランダムな構造を示し、破碎岩片が 30%未満のもの。 コア記載シートには、断層ガウジ部の上端を構成する面を f-gt、下端を構成する面を f-gb と記載する。
f-gs	<ul style="list-style-type: none"> 幅が数 mm 以下の細粒な断層破碎物質を伴う割れ目。
f-c	<ul style="list-style-type: none"> せん断による割れ目の集中帯。断層岩は発達していないが、せん断作用により数 mm 以下程度の間隔で割れ目が集中した区間。 コア記載シートには、割れ目帯の上端を構成する面を f-ct、下端を構成する面を f-cb と記載する
—	<ul style="list-style-type: none"> なし。

表 4.1.1-14 せん断による割れ目の集中帯

孔名	深度 (GL-m)	分類	記号	充填鉱物	充填幅 (mm)	備考
KB-2	7.33	せん断による 割れ目の集中帯	f-ct	Cab-a Chl	3	鏡肌 (SS)
	7.37		f-c		1	
	7.40		f-cb		3	
	13.45		f-ct		1	—
	13.49		f-c		1	—
	13.52		f-cb		1	—

(13) 割れ目の成因

割れ目の成因の区分基準を表 4.1.1-15 に示す。KB-1 孔及び KB-2 孔に認められた割れ目の成因と深度は付録 2 に示した通りである。全割れ目の 4~5 割程度がせん断割れ目 (S) に区分された。

表 4.1.1-15 割れ目の成因の区分基準

分類記号	割れ目の状態
S	<ul style="list-style-type: none"> ● せん断割れ目 ● 鏡肌, 条線, ステップ, 断層岩を伴う
T	<ul style="list-style-type: none"> ● 引っ張り割れ目 ● 羽毛状構造を伴う
U	● 不明
D	● 地質学的に生じたものではなく, 掘削などに伴って機械的に発生した割れ目

(14) 割れ目の変質幅, 色調, 充填物及び充填幅

割れ目の変質については, 割れ目の上盤側と下盤側の両側を含めた変質部の厚さを変質幅とし, 割れ目面と直交方向の色調変化の幅を計測した。色調については, Rock Color Chart (Rock-Color Chart Committee, 1991) を基準に, 肉眼による観察, 及び色彩計を用いた測定を行った。割れ目充填物については, 充填鉱物を表 4.1.1-17 に従って区分し, その他に充填物がある場合にはその充填物名を記録した。

割れ目の変質は, KB-2 孔の表 4.1.1-16 に示す深度で確認された。割れ目充填物はほとんどの割れ目で認められた。割れ目の充填鉱物及びその他の充填物として, KB-1 孔では方解石・緑泥石・黄鉄鉱・黄銅鉱・泥岩が確認された。また, KB-2 孔では方解石・緑泥石・泥岩が確認された。その他の充填物である泥岩は, 緻密で暗灰色~黒色を呈す。割れ目深度と充填物及び充填幅の詳細は付録 2 に示す。

表 4.1.1-16 変質の幅及び色調

孔名	深度 (GL-m)	癒着・開口	変質幅 (mm)	色調	充填鉱物	充填幅 (mm)
KB-2	2.74	h-f	5	黒色	泥岩	1
	3.27	f	3	暗灰色	Chl	1
	3.64	h-f	5	暗灰色	泥岩	4
	4.04	h-f	6	暗灰色	Cab-a	6
	4.06	h-f	4	暗灰色	-	-
	5.40	h-f	3	暗灰色	Chl	<1
	6.57	h-f	5	暗灰色	Cab-a	1
	6.65	h-f	6	暗灰色	Cab-a	4

表 4.1.1-17 充填鉱物の分類記号

Qtz : 石英, Fe : 水酸化鉄, Chl : 緑泥石, Py-e : 黄鉄鉱 (自形), Py-a : 黄鉄鉱 (他形), Cab-e : 炭酸塩鉱物 (自形), Cab-a : 炭酸塩鉱物 (他形), Cly : 粘土鉱物
--

4.1.2 室内試験に供するコア試料の選定

室内試験による各種地質環境特性の把握を目的に、物理試験（熱特性含む）、力学試験、岩石・鉱物試験（表 4.1.2-1）及び透過拡散試験（4 深度×3 供試体）を行うため、採取後のコアの観察結果に基づいて、コア試料から各種試験に供する供試体を採取する深度を選定した。

表 4.1.2-1 コアを用いた室内試験の実施項目

実施項目		試料数	取得項目	備考
岩石・ 鉱物 試験	薄片観察	4試料	鉱物観察 モード分析 微化石の有無等	単・直交ニコルの顕微鏡写真、モード測定、微化石の分類、不透明鉱物の同定
	X線回折分析 (XRD)	4試料	鉱物同定	粉末X線回折
	X線蛍光分析 (XRF)	4試料	成分元素 構成比率	—
物理 試験	密度試験	飽和密度	4試料 × 岩石密度	地盤工学会基準「岩石の密度試験方法」(JGS 2132-2009)に準拠
		乾燥密度		
		真密度		
有効間隙率試験	4試料 × 3供試体	空隙体積の体積百分率	ISRM (1979)、岩の力学連合会編集委員会訳 (1982)「3.飽和・浮力法による有効間隙率、密度試験方法の指針」に準拠	
超音波伝播速度試験	4試料 × 3供試体	弾性波速度 弾性定数	地盤工学会基準「パルス透過法による岩石の超音波速度測定方法」(JGS 2110-2009)に準拠	
力学 試験	一軸圧縮試験	4試料 × 3供試体	一軸圧縮強度 静弾性係数 静ポアソン比	地盤工学会基準「岩石の一軸圧縮試験方法」(JGS 2521-2009)に準拠
	圧裂引張試験	4試料 × 3供試体	引張り強さ	地盤工学会基準「圧裂による岩石の引張り強さ試験方法」(JGS 2551-2009)に準拠
	三軸圧縮試験 (CU)	4試料 × 3供試体	粘着力 内部摩擦角	地盤工学会基準「軟岩の圧密非排水 (CU) 三軸圧縮試験方法」(JGS 2532-2009)に準拠
	三軸圧縮試験 (CD)	4試料 × 3供試体	粘着力 内部摩擦角	地盤工学会基準「岩石の圧密排水 (CD) 三軸圧縮試験方法」(JGS 2534-2009)に準拠
物理 試験	熱伝導率試験	4試料 × 3供試体	熱伝導率	土質工学会編 (1989)、日本規格協会「耐火断熱れんがの熱伝導率試験方法」(JIS R2616:2001)を参考
	比熱試験	4試料 × 3供試体	比熱	土質工学会編 (1989)、建材試験センター「建築材料の比熱測定法 (断熱型熱量計法)」(JSTM H6107)を参考

試料採取深度の選定では、コア観察の結果を記したコア記載シート等の情報に基づいた。物理試験（熱特性含む）、力学試験、岩石・鉱物試験に供するコア試料の採取長等を表 4.1.2-2 に示す。透過拡散試験に供するコア試料の選定にあたっては、KB-1 孔コアから 2 箇所、KB-2 孔コアから 2 箇所をコア長 400~500mm の範囲で位置選定し、うち、中央付近の長さ 150mm 分を透過拡散試験用とした。

表 4.1.2-2 試験に供するコア試料の採取に関する数量表

分類	実施項目	必要最小長 (mm)	余長 (mm)	1供試体長 (mm)	供試体数 (個)	1深度採取長 (mm)	試料数	
鉱物 ・ 岩石 試験	薄片観察	50	10	60	1	60	4試料	
	X線回折分析 (XRD)						4試料	
	X線蛍光分析 (XRF)						4試料	
物理 試験	密度試験	飽和密度	100	10	110	3	330	4試料×3供試体
		乾燥密度						
		真密度						
	有効間隙率試験	100	-	100	3	-	4試料×3供試体	
	超音波伝播速度試験	100	10	110	3	330	4深度×3供試体	
	熱伝導率試験	10	10	20	3	60	4深度×3供試体	
比熱試験	20	10	30	3	90	4深度×3供試体		
力学 試験	一軸圧縮試験	100	-	100	3	-	4深度×3供試体	
	圧裂引張試験	50	10	60	3	180	4深度×3供試体	
	三軸圧縮試験 (CU)	100	10	110	3	330	4深度×3供試体	
	三軸圧縮試験 (CD)	100	10	110	3	330	4深度×3供試体	
1深度あたり採取長合計 (mm)						1710	-	

※有効間隙率試験と密度試験は、同一試料を使用

※超音波伝播速度試験と一軸圧縮試験は、同一試料を使用

コア試料採取区間を表 4.1.2-3 及び表 4.1.2-4 に示す。コア試料から採取した室内試験試料を供試体として整形する際の破損等に備え、予備試料も採取した。

表 4.1.2-3 室内試験試料の採取情報一覧 (KB-1)

深度 (GL-m)	採取長 (GL-m)	試料番号	岩相	試験項目	深度 (GL-m)	採取長 (GL-m)	試料番号	岩相	試験項目
7.94 ~ 7.96	0.02	KB-1-1	泥質基質優勢部	熱伝導率試験	17.67 ~ 17.78	0.11	KB-1-28	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	超音波伝播速度試験, 一軸圧縮試験
7.96 ~ 7.98	0.02	KB-1-2	泥質基質優勢部	熱伝導率試験	17.78 ~ 17.89	0.11	KB-1-29	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	超音波伝播速度試験, 一軸圧縮試験
7.98 ~ 8.00	0.02	KB-1-3	泥質基質優勢部	熱伝導率試験	17.89 ~ 18.00	0.11	KB-1-30	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	超音波伝播速度試験, 一軸圧縮試験
8.00 ~ 8.03	0.03	KB-1-4	泥質基質優勢部	比熱試験	18.00 ~ 18.11	0.11	KB-1-31	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	三軸圧縮試験 (CU)
8.03 ~ 8.06	0.03	KB-1-5	泥質基質優勢部	比熱試験	18.11 ~ 18.22	0.11	KB-1-32	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	三軸圧縮試験 (CU)
8.06 ~ 8.09	0.03	KB-1-6	泥質基質優勢部	比熱試験	18.22 ~ 18.33	0.11	KB-1-33	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	三軸圧縮試験 (CU)
8.09 ~ 8.20	0.11	KB-1-7	泥質基質優勢部	密度試験, 有効間隙率試験	18.78 ~ 18.89	0.11	KB-1-34	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	三軸圧縮試験 (CU), 予備試料
8.20 ~ 8.31	0.11	KB-1-8	泥質基質優勢部	密度試験, 有効間隙率試験	18.89 ~ 19.00	0.11	KB-1-35	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	三軸圧縮試験 (CD)
8.31 ~ 8.42	0.11	KB-1-9	泥質基質優勢部	密度試験, 有効間隙率試験	19.00 ~ 19.11	0.11	KB-1-36	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	三軸圧縮試験 (CD)
8.42 ~ 8.48	0.06	KB-1-10	泥質基質優勢部	薄片観察, XRD, XRF	19.11 ~ 19.22	0.11	KB-1-37	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	三軸圧縮試験 (CD)
8.50 ~ 9.00	0.50	KB-1-11	泥質基質優勢部	透過拡散試験	19.38 ~ 19.49	0.11	KB-1-38	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	予備試料
10.00 ~ 10.06	0.06	KB-1-12	泥質基質優勢部	薄片観察, XRD, XRF	20.10 ~ 20.21	0.11	KB-1-39	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	超音波伝播速度試験, 一軸圧縮試験
10.06 ~ 10.17	0.11	KB-1-13	泥質基質優勢部	密度試験, 有効間隙率試験	20.21 ~ 20.32	0.11	KB-1-40	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	超音波伝播速度試験, 一軸圧縮試験
10.17 ~ 10.28	0.11	KB-1-14	泥質基質優勢部	密度試験, 有効間隙率試験	20.32 ~ 20.43	0.11	KB-1-41	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	超音波伝播速度試験, 一軸圧縮試験
10.28 ~ 10.39	0.11	KB-1-15	泥質基質優勢部	密度試験, 有効間隙率試験	20.58 ~ 20.69	0.11	KB-1-42	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	三軸圧縮試験 (CU)
10.50 ~ 11.00	0.50	KB-1-16	泥質基質優勢部	透過拡散試験	20.78 ~ 20.89	0.11	KB-1-43	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	三軸圧縮試験 (CU)
11.00 ~ 11.02	0.02	KB-1-17	泥質基質優勢部	熱伝導率試験	20.89 ~ 21.00	0.11	KB-1-44	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	三軸圧縮試験 (CU)
11.02 ~ 11.04	0.02	KB-1-18	泥質基質優勢部	熱伝導率試験	21.39 ~ 21.50	0.11	KB-1-45	泥質基質優勢部	予備試料
11.04 ~ 11.06	0.02	KB-1-19	泥質基質優勢部	熱伝導率試験	21.67 ~ 21.78	0.11	KB-1-46	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	三軸圧縮試験 (CD)
11.06 ~ 11.09	0.03	KB-1-20	泥質基質優勢部	比熱試験	21.78 ~ 21.89	0.11	KB-1-47	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	三軸圧縮試験 (CD)
11.09 ~ 11.12	0.03	KB-1-21	泥質基質優勢部	比熱試験	21.89 ~ 22.00	0.11	KB-1-48	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	三軸圧縮試験 (CD)
11.12 ~ 11.15	0.03	KB-1-22	泥質基質優勢部	比熱試験	22.06 ~ 22.12	0.06	KB-1-49	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	圧裂引張試験
16.69 ~ 16.80	0.11	KB-1-23	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	予備試料	22.12 ~ 22.18	0.06	KB-1-50	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	圧裂引張試験
17.00 ~ 17.11	0.11	KB-1-24	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	予備試料	22.18 ~ 22.24	0.06	KB-1-51	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	圧裂引張試験
17.30 ~ 17.36	0.06	KB-1-25	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	圧裂引張試験	22.30 ~ 22.36	0.06	KB-1-52	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	予備試料
17.54 ~ 17.60	0.06	KB-1-26	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	圧裂引張試験	22.89 ~ 23.00	0.11	KB-1-53	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	予備試料
17.60 ~ 17.66	0.06	KB-1-27	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	圧裂引張試験	23.20 ~ 23.31	0.11	KB-1-54	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	予備試料

岩相 凡例

泥質基質優勢部	泥質基質優勢部	泥質岩塊優勢部	泥質岩塊優勢部	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	砂質岩塊優勢部 (強破碎)
---------	---------	---------	---------	---------------	---------------	---------------	---------------

表 4.1.2-4 室内試験試料の採取情報一覧 (KB-2)

深度 (GL-m)	採取長 (GL-m)	試料番号	岩相	試験項目	深度 (GL-m)	採取長 (GL-m)	試料番号	岩相	試験項目
7.50 ~ 7.61	0.11	KB-2-1	泥質基質優勢部	超音波伝播速度試験, 一軸圧縮試験	17.43 ~ 17.54	0.11	KB-2-30	泥質基質優勢部	予備試料
7.78 ~ 7.89	0.11	KB-2-2	泥質基質優勢部	超音波伝播速度試験, 一軸圧縮試験	18.05 ~ 18.16	0.11	KB-2-31	泥質基質優勢部	密度試験, 有効間隙率試験
7.89 ~ 8.00	0.11	KB-2-3	泥質基質優勢部	超音波伝播速度試験, 一軸圧縮試験	18.16 ~ 18.27	0.11	KB-2-32	泥質基質優勢部	密度試験, 有効間隙率試験
8.11 ~ 8.17	0.06	KB-2-4	泥質基質優勢部	圧裂引張試験	18.27 ~ 18.38	0.11	KB-2-33	泥質基質優勢部	密度試験, 有効間隙率試験
8.17 ~ 8.23	0.06	KB-2-5	泥質基質優勢部	圧裂引張試験	18.39 ~ 18.50	0.11	KB-2-34	泥質基質優勢部	予備試料
8.89 ~ 9.00	0.11	KB-2-6	泥質基質優勢部	三軸圧縮試験 (CD)	18.50 ~ 18.61	0.11	KB-2-35	泥質基質優勢部	予備試料
9.00 ~ 9.06	0.06	KB-2-7	泥質基質優勢部	圧裂引張試験	18.94 ~ 19.00	0.06	KB-2-36	泥質基質優勢部	薄片観察, XRD, XRF
9.32 ~ 9.38	0.06	KB-2-8	泥質基質優勢部	予備試料	19.00 ~ 19.50	0.50	KB-2-37	泥質岩塊優勢部	透過拡散試験
9.38 ~ 9.49	0.11	KB-2-9	泥質基質優勢部	三軸圧縮試験 (CD)	19.79 ~ 19.82	0.03	KB-2-38	泥質基質優勢部	比熱試験
9.54 ~ 9.65	0.11	KB-2-10	泥質基質優勢部	三軸圧縮試験 (CD)	19.82 ~ 19.85	0.03	KB-2-39	泥質基質優勢部	比熱試験
9.67 ~ 9.78	0.11	KB-2-11	泥質基質優勢部	三軸圧縮試験 (CU)	19.85 ~ 19.88	0.03	KB-2-40	泥質基質優勢部	比熱試験
9.78 ~ 9.89	0.11	KB-2-12	泥質基質優勢部	三軸圧縮試験 (CU)	19.94 ~ 19.96	0.02	KB-2-41	泥質基質優勢部	熱伝導率試験
9.89 ~ 10.00	0.11	KB-2-13	泥質基質優勢部	三軸圧縮試験 (CU)	19.96 ~ 19.98	0.02	KB-2-42	泥質基質優勢部	熱伝導率試験
10.00 ~ 10.11	0.11	KB-2-14	泥質基質優勢部	予備試料	19.98 ~ 20.00	0.02	KB-2-43	泥質基質優勢部	熱伝導率試験
10.78 ~ 10.89	0.11	KB-2-15	泥質基質優勢部	予備試料	23.10 ~ 23.12	0.02	KB-2-44	泥質基質優勢部	予備試料
11.84 ~ 11.95	0.11	KB-2-16	泥質基質優勢部	予備試料	23.12 ~ 23.14	0.02	KB-2-45	泥質基質優勢部	予備試料
14.86 ~ 15.00	0.14	KB-2-17	泥質基質優勢部	超音波伝播速度試験, 一軸圧縮試験	23.14 ~ 23.21	0.07	KB-2-46	泥質基質優勢部	予備試料
15.00 ~ 15.11	0.11	KB-2-18	泥質基質優勢部	超音波伝播速度試験, 一軸圧縮試験	23.59 ~ 23.61	0.02	KB-2-47	泥質基質優勢部	熱伝導率試験
15.11 ~ 15.22	0.11	KB-2-19	泥質基質優勢部	超音波伝播速度試験, 一軸圧縮試験	23.61 ~ 23.63	0.02	KB-2-48	泥質基質優勢部	熱伝導率試験
15.88 ~ 15.94	0.06	KB-2-20	泥質基質優勢部	圧裂引張試験	23.63 ~ 23.65	0.02	KB-2-49	泥質基質優勢部	熱伝導率試験
15.94 ~ 16.00	0.06	KB-2-21	泥質基質優勢部	圧裂引張試験	23.66 ~ 23.69	0.03	KB-2-50	泥質基質優勢部	比熱試験
16.00 ~ 16.06	0.06	KB-2-22	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	圧裂引張試験	23.69 ~ 23.72	0.03	KB-2-51	泥質基質優勢部	比熱試験
16.07 ~ 16.18	0.11	KB-2-23	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	三軸圧縮試験 (CU)	23.72 ~ 23.75	0.03	KB-2-52	泥質基質優勢部	比熱試験
16.18 ~ 16.29	0.11	KB-2-24	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	三軸圧縮試験 (CU)	23.80 ~ 23.91	0.11	KB-2-53	泥質基質優勢部	密度試験, 有効間隙率試験
16.29 ~ 16.40	0.11	KB-2-25	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	三軸圧縮試験 (CU)	23.92 ~ 24.03	0.11	KB-2-54	泥質基質優勢部	密度試験, 有効間隙率試験
16.41 ~ 16.52	0.11	KB-2-26	泥質基質優勢部	三軸圧縮試験 (CD)	24.10 ~ 24.50	0.40	KB-2-55	泥質基質優勢部	透過拡散試験
16.68 ~ 16.79	0.11	KB-2-27	泥質基質優勢部	三軸圧縮試験 (CD)	24.50 ~ 24.61	0.11	KB-2-56	泥質基質優勢部	密度試験, 有効間隙率試験
16.89 ~ 17.00	0.11	KB-2-28	泥質基質優勢部	予備試料	24.62 ~ 24.68	0.06	KB-2-57	泥質基質優勢部	薄片観察, XRD, XRF
17.00 ~ 17.11	0.11	KB-2-29	泥質基質優勢部	三軸圧縮試験 (CD)					

岩相 凡例

泥質基質優勢部	泥質基質優勢部	泥質岩塊優勢部	泥質岩塊優勢部	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	砂質岩塊優勢部 (強破碎)
---------	---------	---------	---------	---------------	---------------	---------------	---------------

4.2 薄片観察

採取したコア試料から偏光顕微鏡観察用の岩石薄片を作成し, 岩石薄片内の鉱物を詳細に観察

した (図 4.2-1)。また、2000 万画素以上の解像度を有するデジタルカメラを偏光顕微鏡に装着し、単ニコル及び直交ニコルでそれぞれ顕微鏡下の岩石薄片を撮影した。



図 4.2-1 偏光顕微鏡

続いて、偏光顕微鏡にメカニカルステージを設置し、ポイント法により岩石薄片のモード測定を行った (図 4.2-2)。ポイント数は 2,000 以上とし、最大粒子径を考慮して決定した。不透明鉱物については、反射顕微鏡を用いて可能な範囲で鉱物同定を行った。



図 4.2-2 メカニカルステージを設置した偏光顕微鏡とポイントカウントツール

薄片観察に使用した資機材を表 4.2-1 に示す。

表 4.2-1 薄片観察資機材一覧

実施項目	機材・分析機	製品名	仕様
薄片観察	岩石切断機 (ダイヤモンドカッター)	岩本鉱産物商会製 R1-10 No.328	200V 0.75Kw
	研磨機	Struers製 Planopol- V	100V 50Hz
	メノウ板	—	#200~400, #600~800, #1000~3000
	超音波洗浄機	IWAKI製 ウルトラソニック VSC-55Z38S	38kHz
	偏光顕微鏡	Nikon製 ECLIPSE LV1100N POL	デジタルカメラ (2000万画素以上の解像度) 付き
	ポイントカウントツール	Nikon製メカニカルステージ	—

4.2.1 薄片観察結果

薄片観察においては、コア試料 KB-1-10 (8.42~8.48m) 及び KB-1-12 (10.00~10.06m) からは泥岩基質部分、KB-2-36 (18.94~19.00m) からは砂岩塊部分、KB-2-57 (24.62~24.68m) からは泥岩基

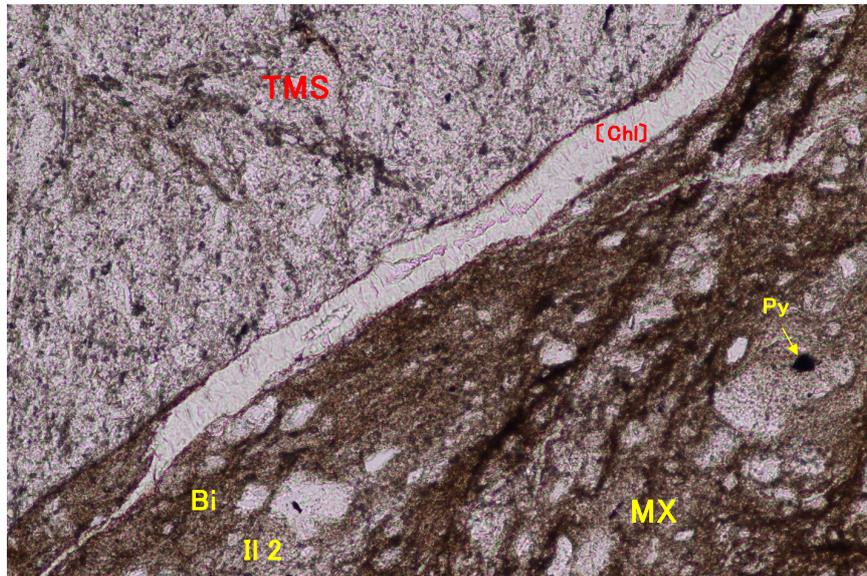
質部分を対象に、岩石薄片を作成して観察を実施した。

偏光顕微鏡観察結果及び偏光顕微鏡写真は付録 3 に示す。薄片観察においては、破碎帯の特徴、メランジュの塑性変形組織、鉱物組成にも着目した。全試料ともホルンフェルス化が認められ、付加体の形成過程において弱変成したカタクレーサイトと判定された。二次鉱物としては、黒雲母、曹長石、イライト、石英、緑泥石などが認められ、カタクレーサイト化に伴うポーフィロクラストや基質の形成過程が観察された。(図4.2.1-1)

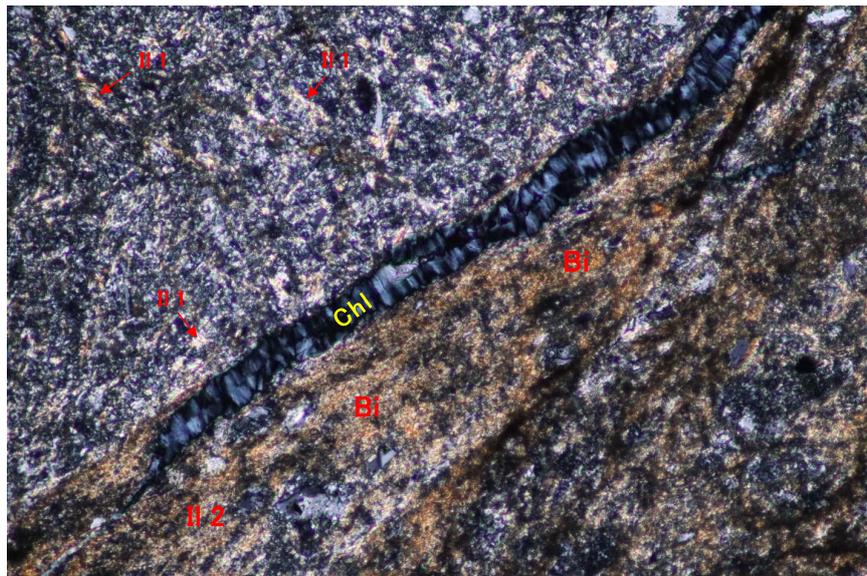
試料番号: KB-1 8.42~8.48m

岩石名等: 泥岩卓越混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

オープンニコル



クロスニコル



スケール 0.1mm ————— TMS:変形泥岩, MX:混在岩
Bi:黒雲母, Il:イライト, Chi:緑泥石, Py:黄鉄鉱

図 4.2.1-1 薄片観察の例

モード測定結果を表 4.2.1-1 に示す。モード測定の詳細は付録 4 に示す。KB-1-10, KB-1-12, KB-2-57 ではイライトや黒雲母, KB-2-36 では石英の比率の大きさで特徴づけられる。なお, KB-2-36 のモード測定は, 砂岩部分を対象とした薄片のため, 薄片中に混在した泥岩部分はモード測定のカウント外とした。微化石, 不透明鉱物は反射顕微鏡下では確認されなかった。

表 4.2.1-1 モード測定結果

試料名	深度 (GL-m)	カタクレーサイト				
		採取対象	岩片		基質	
			主な岩片・鉱物	比率	主な岩片・鉱物	比率
KB-1-10	8.42~8.48	泥岩基質	イライト	32.3	イライト, 黒雲母	67.7
KB-1-12	10.00~10.06	泥岩基質	イライト	46.7	黒雲母	53.3
KB-2-36	18.94~19.00	砂岩塊	石英	42.6	石英	57.4
KB-2-57	24.62~24.68	泥岩基質	砂岩, 泥岩, 緑色岩 (玄武岩ないしハイアロクラスタイト)	28.1	黒雲母, 石英, 緑泥石, 炭酸塩鉱物	71.9

4.3 X線回折分析 (XRD)

X線回折分析 (XRD) は, ボーリング孔の掘削により取得したコア試料に含まれる鉱物を同定することを目的に, 粉末にしたコア試料を用いた不定位法により X線回折によるピークサーチを行い, 各ピークの鉱物帰属を明らかにした (図 4.3-1)。また, 粘土鉱物と考えられるピークが確認された場合, 定位法 (水ひ試験) による分析を実施した。



図 4.3-1 X線回折分析装置

X線回折分析に使用した資機材を表 4.3-1 に示す。

表 4.3-1 X線回折分析資機材一覧

実施項目	機材・分析機	製品名	仕様
X線回折分析 (XRD)	X線回折分析装置	PANalytical製 X線回折装置 X'Pert PRO	Cu管球使用, 40kV-30mA, 1° /minで5~65° の範囲

4.3.1 X線回折分析結果

コア試料 KB-1-10 (8.42～8.48m) 及び KB-1-12 (10.00～10.06m) では泥岩基質部分, KB-2-36 (18.94～19.00m) では砂岩塊部分, KB-2-57 (24.62～24.68m) では泥岩基質部分を対象に X 線回折分析を実施した。X線回折分析結果を表 4.3.1-1 に示す。いずれの試料においても, α -石英, 方解石, 雲母類, 緑泥石, 曹長石の含有に特徴づけられる。

表 4.3.1-1 X線回折分析結果

試料名	深度 (GL-m)	対象	含有鉱物					
			α -石英	方解石	イライト	緑泥石	曹長石	微斜長石
KB-1-10	8.42～8.48	泥岩基質	++++	+	+	+	+	
KB-1-12	10.00～10.06	泥岩基質	++++	++	++	++	+++	
KB-2-36	18.94～19.00	砂岩塊	++++	(+)	(+)	(+)	(+)	
KB-2-57	24.62～24.68	泥岩基質	++++	++	++	+++	++	+

4.4 X線蛍光分析 (XRF)

X線蛍光分析 (XRF) は, ボーリング孔の掘削により取得したコア試料の岩石に含まれる元素やその構成比率を明らかにすることを目的に, 粉末にしたコア試料をプレス成型したうえで, 適合する測定プログラムにて測定し, 測定データの各ピークの種類を特定した (図 4.4-1)。また, それに基づき, ファンダメンタルパラメータ法による半定量解析を行った。



図 4.4-1 X線蛍光分析装置

X線回折分析に使用した資機材を表 4.4-1 に示す。

表 4.4-1 X線蛍光分析資機材一覧

実施項目	機材・分析機	製品名	仕様
X線蛍光分析 (XRF)	乳鉢・乳棒	—	アルミナ製
	250 μ mメッシュ	—	250 μ m
	X線蛍光分析装置	PANalytical製 波長分散型蛍光X線分析装置 AXIOS	波長分散型 Rh管球

4.4.1 X線蛍光分析結果

コア試料 KB-1-10 (8.42～8.48m) 及び KB-1-12 (10.00～10.06m) では泥岩基質部分, KB-2-36 (18.94～19.00m) では砂岩塊部分, KB-2-57 (24.62～24.68m) では泥岩基質部分を対象に X線蛍光

分析を実施した。

X線蛍光分析結果について、表 4.4.1-1 の左に化合物の、右に元素の分析結果を示す。いずれの試料においても、化合物では SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、元素では O、Si、Al、Fe が優勢的であった。

表 4.4.1-1 X線蛍光分析結果（左：化合物，右：元素，ともに濃度%）

試料名	KB-1-10	KB-1-12	KB-2-36	KB-2-57	試料名	KB-1-10	KB-1-12	KB-2-36	KB-2-57
深度 (GL-m)	8.42~8.48	10.00~10.06	18.94~19.00	24.62~24.68	深度 (GL-m)	8.42~8.48	10.00~10.06	18.94~19.00	24.62~24.68
対象	泥岩基質	泥岩基質	砂岩塊	泥岩基質	対象	泥岩基質	泥岩基質	砂岩塊	泥岩基質
SiO ₂	61.88	57.04	72.62	51.17	O	47.07	46.58	48.56	45.06
Al ₂ O ₃	17.30	19.49	10.35	18.43	Si	28.93	26.66	33.95	23.92
Fe ₂ O ₃	7.25	8.58	5.85	13.43	Al	9.16	10.32	5.48	9.75
K ₂ O	4.33	4.16	2.23	4.52	Fe	5.07	6.00	4.09	9.40
MgO	2.90	3.49	1.53	3.31	K	3.59	3.45	1.85	3.76
CaO	2.78	2.72	4.50	4.66	Ca	1.75	1.94	3.21	3.33
Na ₂ O	1.99	2.38	1.09	1.10	Mg	1.99	2.10	0.92	1.99
TiO ₂	0.86	0.89	0.42	2.15	Na	1.47	1.77	0.81	0.81
SO ₃	0.05	0.70	0.64	0.42	Ti	0.51	0.53	0.25	1.29
P ₂ O ₅	0.24	0.22	0.10	0.36	Ba	0.04	0.03	0.36	0.08
MnO	0.25	0.17	0.13	0.21	S	0.02	0.28	0.25	0.17
BaO	0.04	0.04	0.40	0.09	Mn	0.19	0.14	0.10	0.16
SrO	0.02	0.02	0.08	0.05	P	0.10	0.10	0.04	0.16
ZrO ₂	0.03	0.03	0.02	0.03	Sr	0.02	0.02	0.07	0.04
Cr ₂ O ₃	0.02	0.02	0.01	0.03	Zr	0.02	0.02	0.01	0.02
Rb ₂ O	0.02	0.02	0.01	0.02	Rb	0.02	0.02	0.01	0.02
ZnO	0.02	0.01	0.01	0.02	Cr	0.01	0.01	0.01	0.02
Ga ₂ O ₃	0.01	0.00	0.00	0.00	Zn	0.02	0.01	0.01	0.02
PbO	0.01	0.00	-	0.01	Pb	0.01	0.00	-	0.01
NiO	0.01	-	0.01	-	Ga	0.00	0.00	0.00	0.00
Nb ₂ O ₅	-	0.00	-	0.00	Ni	0.01	-	0.00	-
合計	100.01	99.98	100.00	100.01	Nb	-	0.00	-	0.00
					合計	100.00	99.98	99.98	100.01

4.5 キャリパー検層

キャリパー検層は、ボーリング孔の直径を孔長方向に連続的に測定する検層であり、掘削状況に応じた孔径変化の確認や、地質状況に応じた孔壁の自立性の確認のために実施した。ここでは、機械式の 2 本のアームを孔壁に接触させ、そのアームの動きに連動した電位差計によって、その変化を孔径として変換し、孔径の変化量を算出した。

計測区間については、KB-1 孔及び KB-2 孔とも孔口 GL-0m から GL-24m までとし、巻き上げ計測速度は 1m/min とした。計測は 2 回実施し、その平均値を算出した。

キャリパー検層の計測装置類の仕様について、以下のとおり、孔内に挿入して孔径を計測するキャリパープローブを表 4.5-1、地上でプローブを昇降するポータブルウインチを表 4.5-2、計測データを記録する記録用ロガーを表 4.5-3、三脚及びシーブを表 4.5-4 に示す。

表 4.5-1 プローブ仕様

機種名	MODEL-3973
メーカー	応用地質株式会社
測定孔径範囲	φ45mm~200mm
精度	±2%FS
測定分解能	0.1mm
電位検出方式	2アーム差動トランス
駆動電流	定電流 60mA
全長	L=810mm
重量	約 3.65kg
重錘	約 400mm, 直径 φ38mm

表 4.5-2 キャリパー検層で使したウインチの仕様

ウインチ部	ケーブル	4芯アーマードケーブル
	巻取り容量	200m
	巻き上げ能力	最大 30kgf (ケーブル重量含む)
	巻き上げ速度	最大 8m/min
	動力	DC ウォームギヤモーター
	外形寸法	460(W)×340(H)×350(D)mm
	重量	約 38kg
コントローラー部	電源	DC12V
	使用温度	-10~40°C
	外形寸法	260(W)×130(H)×160(D)mm
	重量	約 3.5kg

表 4.5-3 キャリパー検層で使したロガーの仕様

機種名	Geologger-DSS
メーカー	応用地質株式会社
ディスプレイ	10.4 インチ LCD
OS	Windows XP Pro SP3
ストレージデバイス	SSD 8GB
電源	DC12V

表 4.5-4 キャリパー検層で使した三脚及びシーブの仕様

メーカー	応用地質株式会社
寸法	1,000mm(W)×1,700mm(H)×1,400mm(D)
重量	8kg
シーブ出力	オープンコレクタ出力 1000パルス/m

4.5.1 キャリパー検層結果

KB-1 孔及び KB-2 孔のキャリパー検層結果を図 4.5.1-1 に示す。

KB-1 孔では、ケーシングの敷設深度の GL-1.4m から GL-1.5m にかけて孔径が 122.6mm に減少し、それ以深は掘削状況に伴う乱れがあるものの孔径は 120mm 程度であり、大きく拡大している箇所はない。

KB-2では、GL-0.8m~GL-24mにおいて孔径は119mm程度であり、GL-14.00mに4mm程度、GL-17.70mに1mm程度の拡大がみられる。

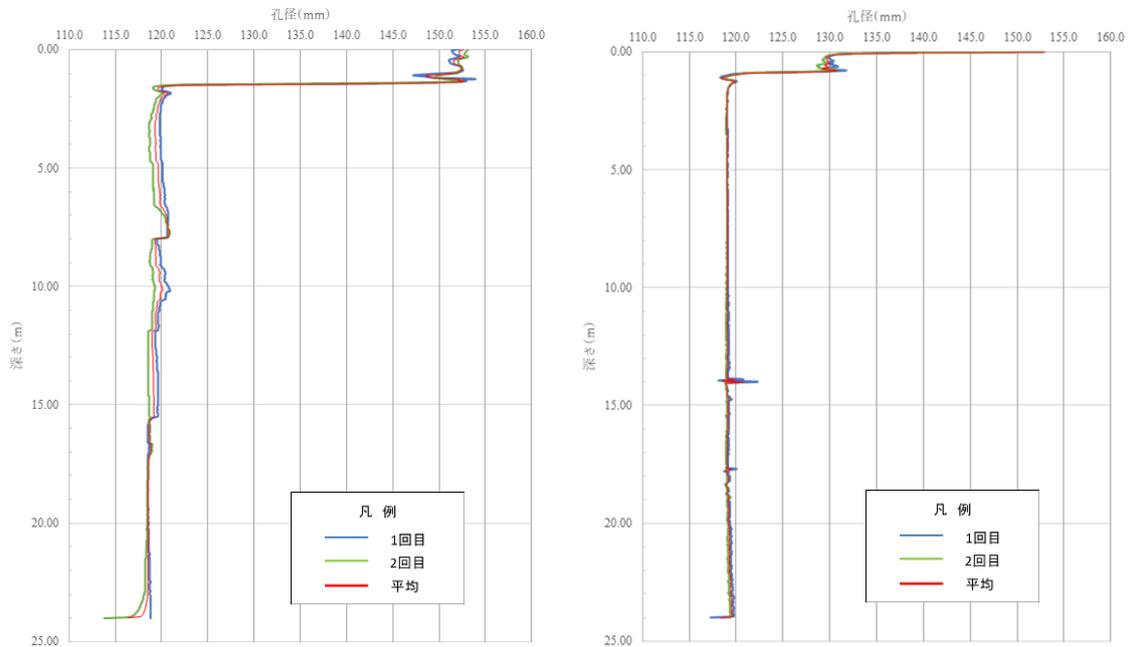


図 4.5.1-1 キャリパー検層結果 (左 : KB-1, 右 : KB-2)

4.6 ボアホールテレビ (BTV) 観察

BTV 観察は、ボーリング孔内の壁面情報（割れ目の位置・方位・開口幅・形状など）を連続的かつ詳細に取得することを目的として実施した。ここでは、ボーリング孔内に 360°全方位ミラー、小型 CCD カメラ及び LED ライトが内蔵されているプローブを挿入し、対象区間のボーリング孔壁状況（割れ目の位置、走向傾斜、開口幅、形状）を連続撮影した。プローブ内には、3 方向フラックスゲート型磁気センサーと傾斜センサーが内蔵されており、プローブの回転に伴う方位を自動的に補正した。実施結果の出力として、孔内の周方向 360°をフルカラーで連続して記録し、孔壁状況を評価した。

BTV 観察で使用したプローブの仕様を表 4.6-1、ウインチの仕様を表 4.6-2、計測データを記録する記録用ロガーの仕様を表 4.6-3、三脚及びシーブの仕様を表 4.6-4 に示す。

表 4.6-1 BTV 観察で使用したプローブの仕様

機器名	Model-3584
メーカー	応用地質株式会社
映像処理方式	円周ラインスキャン方式
画像精度	360pixel, 720pixel
方位補正	自動方位補正
測定間隔	0.5, 1.0, 2.0mm

表 4.6-2 BTV 観察で使用したウインチの仕様

ウインチ部	ケーブル	4 芯アーマードケーブル
	巻取り容量	200m
	巻き上げ能力	最大 30kgf (ケーブル重量含む)
	巻き上げ速度	最大 8m/min
	動力	DC ウォームギヤモーター
	外形寸法	460(W)×340(H)×350(D)mm
	重量	約 38kg
コントローラー部	電源	DC12V
	使用温度	-10~40°C
	外形寸法	260(W)×130(H)×160(D)mm
	重量	約 3.5kg

表 4.6-3 BTV 観察で使用したロガーの仕様

機器名	Model-3970
メーカー	応用地質株式会社
CPU, メモリー	Pentium(100MHz), 32Mbyte
ディスプレイ	6.5 インチ, カラーLCD
ハードディスク	IDE タイプ, 1.2GB
光学ディスクドライブ	128, 230, 640MB
外部インターフェース	SCSI-2, RC-232C
電源	DC12V

表 4.6-4 BTV 観察で使用した三脚及びシーブの仕様

メーカー	応用地質株式会社
寸法	1,000mm(W)×1,700mm(H)×1,400mm(D)
重量	8kg
シーブ出力	オープンコレクタ出力 1000 パルス/m

4.6.1 ボアホールテレビ (BTV) 観察結果

KB-1 孔及び KB-2 孔の孔壁展開画像及び不連続面一覧を付録 5 に示す。

KB-1 孔の不連続面の分布及び等高線図を図 4.6.1-1 に示す。図はシュミットネット下半球投影である。全体的に 60°未満の低～中角度の不連続面が広範囲に分布する。等高線図では N77W33S が最も卓越し、その他 N69W23N, N10E21W にも卓越が認められるが、最大集中度が約 12%と低く、ばらけた分布である。

KB-2 孔の不連続面の分布及び等高線図を図 4.6.1-2 に示す。KB-1 孔に比べ、やや中角度に分布が

偏っている。等高線図では N79W65S が最も卓越し、その他 N81E41S, N67W50NE にも卓越が認められるが、こちらも最大集中度が約 10%と低い。

KB-1 孔と KB-2 孔を合わせた不連続面の分布及び等高線図 (図 4.6.1-3) は、両者の中間的な傾向を示す。

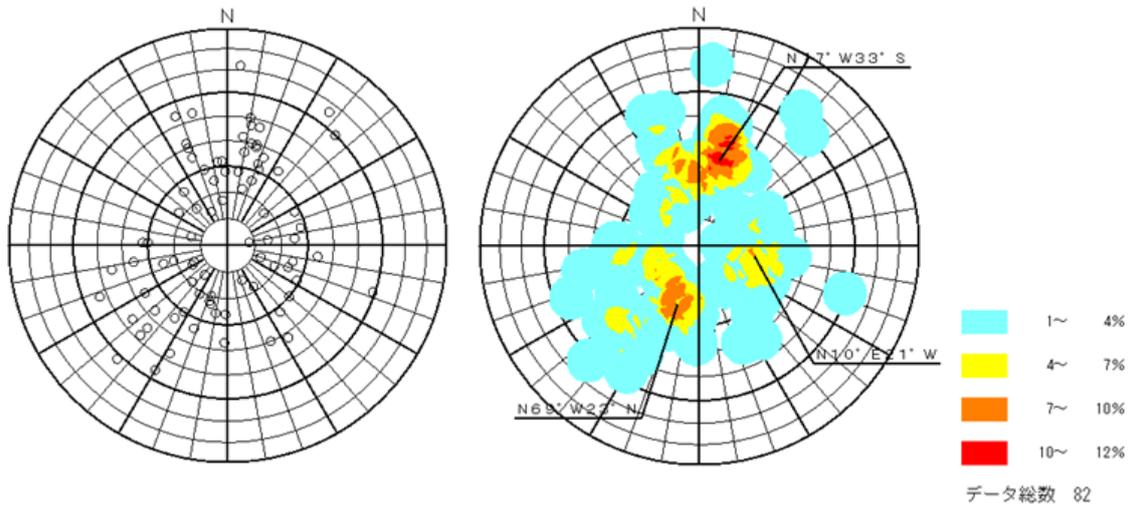


図 4.6.1-1 KB-1 孔不連続面分布図 (左) 及び等高線図 (右)

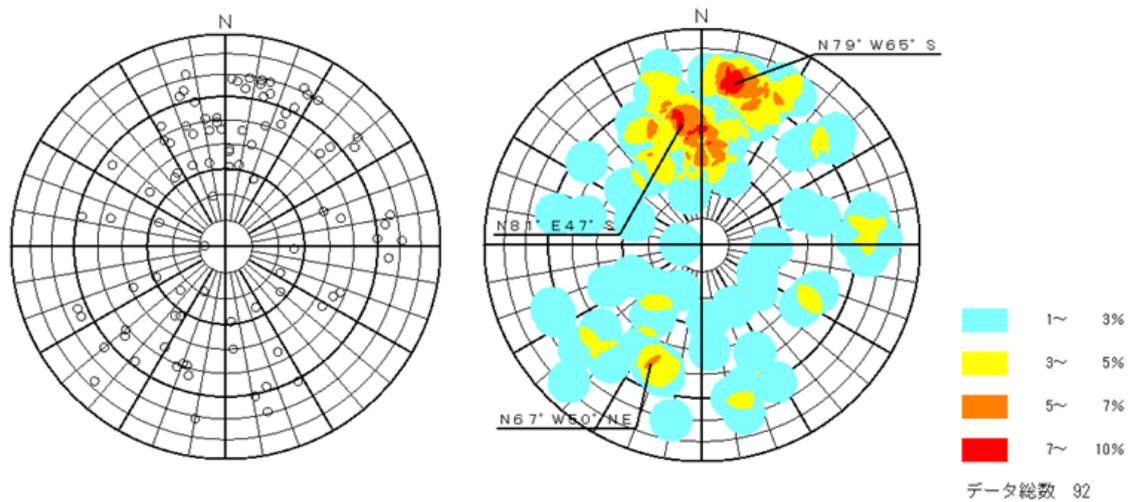


図 4.6.1-2 KB-2 孔不連続面分布図 (左) 及び等高線図 (右)

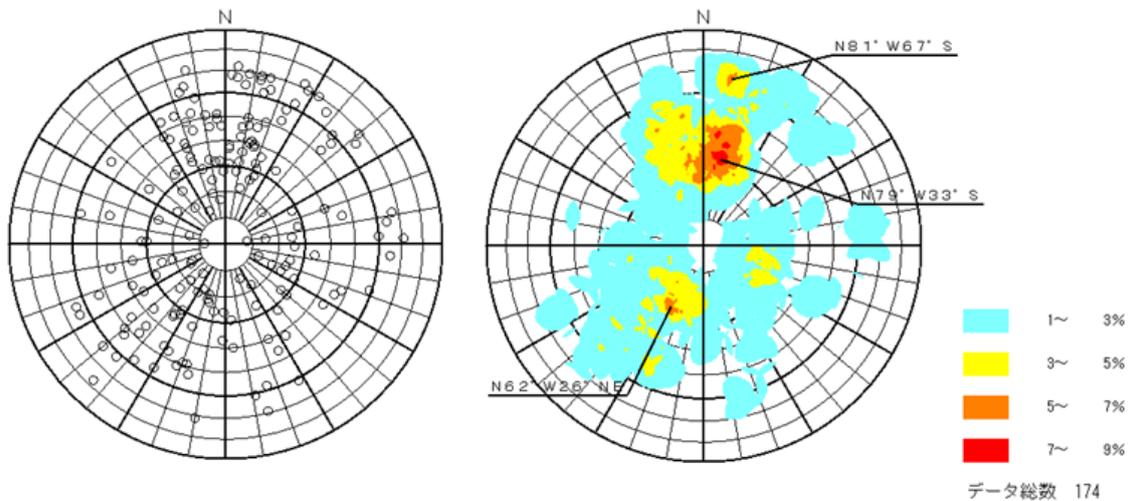


図 4.6.1-3 KB-1 孔及びKB-2 孔不連続面分布図（左）及び等高線図（右）

4.7 PS 検層

PS 検層は地盤の弾性波速度の深さ方向の分布を、振動方向が伝播方向に一致する P 波（縦波，粗密波）と伝播方向に直交する S 波（横波，せん断波）をそれぞれ用いて測定する物理検層であり，孔内の弾性波速度分布の変化から地質状況の変化を把握するために実施した。ここでは，ボーリング孔内に振動を感知する受振器を入れ，地表もしくは孔内で地盤に与えた振動が受振器に到達するまでの時間（走時）を，地表で起振して孔内で受振するダウンホール方式で測定した。

受振器を内蔵したゾンデを孔内に手で挿入し，測定間隔は 1m とした。孔底では，孔底にゾンデを接触させないようにするため，0.5m 間隔とした。取り付けたゴムパッカーを膨らませ，ゾンデを孔壁に圧着させた。パッカー圧は水圧+0.1kPa とした。大型ハンマーで路盤面を鉛直方向に打撃して P 波を起振し，ゾンデに内蔵された受振器で振動波形を観測した。次に，路盤面に設置した厚板短辺の側面を大型ハンマーで打撃して S 波を起振し，ゾンデに内蔵された受振器で振動波動を観測した。

取得した振動波形を深さごとに並べ，初動を読み取った。

続いて，孔口と起振地点との離隔に対する補正を行った。読み取った P 波と S 波の走時 t (s)，測定深度 d (m) 及び孔口と起振点までの距離 l (m) から，下式より補正走時 T (s) を求めた。

$$T = \frac{d \cdot t}{\sqrt{l^2 + d^2}}$$

次に，縦軸に深度，横軸に時間をとり，補正走時 T (s) をプロットして走時曲線を作成した。走時曲線上にプロットされた補正走時の分布を直線近似し，近似線の傾きから速度層を決定した。速度層の厚さを ΔX (m)，速度層上面と下面での走時差を ΔT (s) として，区間速度 V (m/s) を求めた。

$$V(\text{m/s}) = \Delta X / \Delta T$$

PS 検層で使用した計測装置類の仕様を表 4.7-1 及び表 4.7-2 に示す。

表 4.7-1 検層データ収録器仕様

機種名	GeoSEIS-24
メーカー	株式会社ジオファイブ
成分数	24+1 Aux
入力インピーダンス	20k Ω /0.05 μ F
利得	16倍, 64倍, 256倍
周波数帯	2~45000Hz
A/D分解能	24bit
サンプリングレート	20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 4000 μ sec.
メモリー長さ	1k, 2k, 4, 8, 16k ワード
プリトリガー	128 ワード
トリガー入力	ハンマースイッチ, ジオフォン
トリガーレベル	100~1000mV(100mV ステップ)

表 4.7-2 検層受振部（ゾンデ）仕様

メーカー	株式会社日本地下探査
固有周波数	14Hz
感度	100mV(cm/s)
インピーダンス	215 Ω
成分	3成分（水平, 上下1）
圧着方式	ゴムパッカー式（空圧, 最大膨張 160mm）
受振部外形	ϕ 46mm, 359mm(L)
重量	3kg

4.7.1 PS 検層結果

KB-1 孔及び KB-2 孔の PS 検層の速度鉛直分布図を図 4.7.1-1 に、速度読み取り表を表 4.7.1-1 に、速度まとめを表 4.7.1-2 に、それぞれ示す。KB-1 孔の速度分布まとめを図 4.7.1-2 に、KB-2 孔の速度分布まとめを図 4.7.1-3 に示す。

KB-1 孔の P 波速度は、深度 4m までは 2500m/s であり中硬岩相当、深度 4~10m では 4620m/s、10m 以深では 5510m/s となり硬岩相当である。低速度帯は認められず、弾性波速度分布からは破碎帯や大きな亀裂などの存在は想定されない。

KB-2 孔の P 波速度は深度 2m までは 1480m/s、2~4m で 2220m/s であり軟岩~中硬岩相当、4~9m では 4170m/s、9~14m では 5320m/s、14m 以深では 5640m/s となり硬岩相当である。低速度帯は認められず、弾性波速度分布からは破碎帯や大きな亀裂などの存在は想定されない。

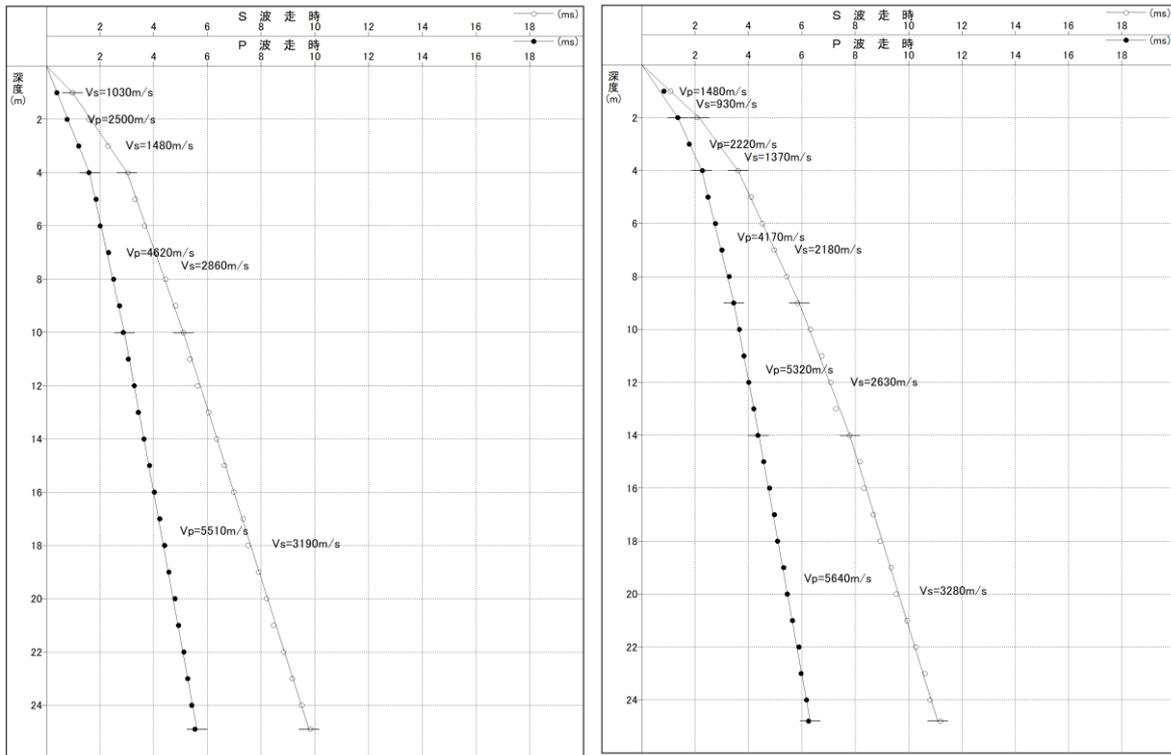


図 4.7.1-1 速度鉛直分布 (左: KB-1, 右: KB-2)

表 4.7.1-1 読み取り表 (左: KB-1 孔, 右: KB-2 孔)

KB-1 孔	P波		S波		KB-2 孔	P波		S波	
	振源距離 (m)	比高差 (m)	読取值 (ms)	距離補正值 (ms)		振源距離 (m)	比高差 (m)	読取值 (ms)	距離補正值 (ms)
	3.00	0.00	1.51	0.97		2.14	1.08	2.14	1.08

深度 (m)	P波		S波		深度 (m)	P波		S波	
	読取值 (ms)	距離補正值 (ms)	読取值 (ms)	距離補正值 (ms)		読取值 (ms)	距離補正值 (ms)	読取值 (ms)	距離補正值 (ms)
1.00	1.22	0.39	1.51	0.97	1.00	2.64	0.83	2.14	1.08
2.00	1.38	0.77	1.86	1.59	2.00	2.44	1.35	2.71	2.07
3.00	1.70	1.20	2.46	2.29	3.00	2.52	1.78	3.47	3.02
4.00	1.97	1.58	3.16	3.03	4.00	2.83	2.27	3.93	3.61
5.00	2.16	1.85	3.39	3.30	5.00	2.89	2.48	4.33	4.10
6.00	2.24	2.00	3.73	3.66	6.00	3.08	2.76	4.69	4.52
7.00	2.51	2.31	4.12	4.06	7.00	3.27	3.00	5.10	4.96
8.00	2.67	2.50	4.49	4.44	8.00	3.50	3.28	5.55	5.43
9.00	2.87	2.72	4.85	4.81	9.00	3.62	3.44	5.95	5.84
10.00	2.99	2.86	5.14	5.10	10.00	3.82	3.66	6.41	6.32
11.00	3.16	3.05	5.37	5.34	11.00	3.97	3.83	6.83	6.75
12.00	3.37	3.27	5.66	5.63	12.00	4.13	4.01	7.16	7.09
13.00	3.51	3.42	6.07	6.04	13.00	4.31	4.20	7.39	7.33
14.00	3.71	3.63	6.36	6.34	14.00	4.45	4.35	7.85	7.79
15.00	3.92	3.84	6.65	6.63	15.00	4.66	4.57	8.22	8.17
16.00	4.09	4.02	7.00	6.98	16.00	4.87	4.79	8.37	8.33
17.00	4.28	4.22	7.35	7.33	17.00	5.04	4.97	8.71	8.67
18.00	4.46	4.40	7.53	7.51	18.00	5.16	5.09	8.97	8.93
19.00	4.62	4.56	7.93	7.91	19.00	5.39	5.32	9.37	9.34
20.00	4.85	4.79	8.22	8.20	20.00	5.51	5.45	9.56	9.53
21.00	4.97	4.92	8.48	8.46	21.00	5.71	5.65	9.97	9.94
22.00	5.17	5.12	8.86	8.84	22.00	5.94	5.89	10.30	10.27
23.00	5.31	5.26	9.18	9.16	23.00	6.02	5.97	10.64	10.61
24.00	5.46	5.41	9.52	9.51	24.00	6.22	6.17	10.82	10.80
24.90	5.57	5.53	9.84	9.83	24.80	6.30	6.25	11.22	11.19

表 4.7.1-2 速度分布まとめ (上:KB-1 孔, 下:KB-2 孔)

区分	深度 (m)	土質性状	Vp (m/s)	Vs (m/s)	動ポア ソン比
1	00.00-01.00	コンクリート・路盤材	2500	1030	0.398
2	01.00-04.00	泥質基質優勢	2500	1480	0.230
3	04.00-10.00	泥質岩塊優勢・泥質基質優勢	4620	2860	0.189
4	10.00-24.90	砂質岩塊優勢・砂質基質優勢	5510	3190	0.248

区分	深度 (m)	土質性状	Vp (m/s)	Vs (m/s)	動ポア ソン比
1	00.00-02.00	コンクリート・砂質岩塊優勢	1480	930	0.174
2	02.00-04.00	砂質岩塊優勢	2220	1370	0.192
3	04.00-09.00	砂質岩塊優勢・泥質基質優勢・凝灰質岩塊優勢	4170	2180	0.321
4	09.00-14.00	泥質基質優勢・砂質岩塊優勢・凝灰質岩塊優勢	5320	2630	0.338
5	14.00-24.80	泥質基質優勢・泥質岩塊優勢・チャート質岩塊優勢	5640	3280	0.244

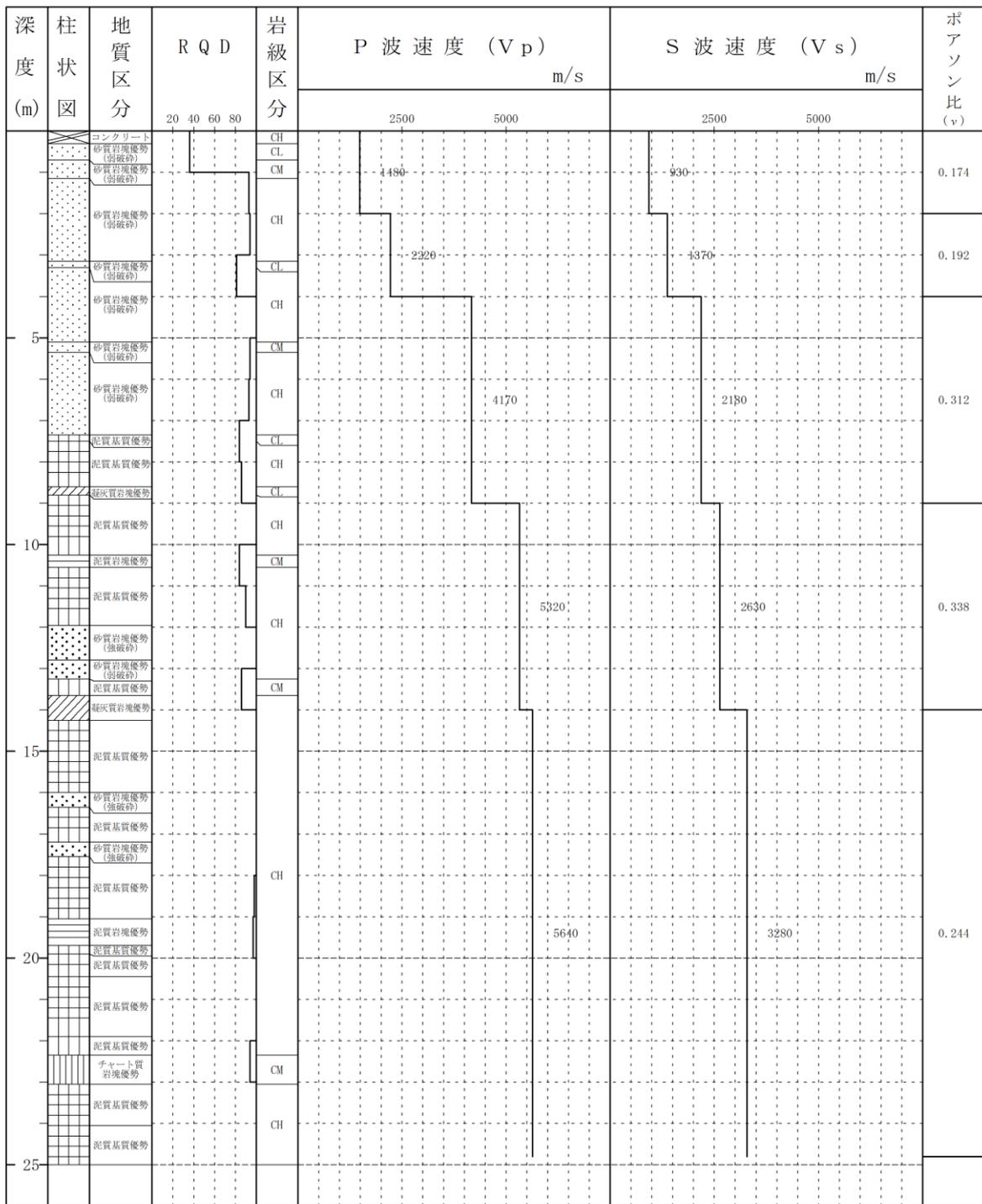


図 4.7.1-3 KB-2 孔速度検層鉛直分布まとめ

5. 熱的特性の取得

ボーリング孔の掘削により取得したコア試料を用いて、熱的特性データを取得するために、熱伝導率試験及び比熱試験を実施した。

5.1 熱伝導率試験

熱伝導率試験では、ボーリング孔の掘削により取得したコア試料の熱伝導率を明らかにすることを目的に、耐火断熱レンガの熱伝導率の試験方法（JIS R 2616：2001）を参照し、熱線法による熱伝導率測定を実施した。供試体に熱電対及びヒータ線を埋め込み、ヒータ線の加温と同時に測定開始した（図 5.1-1）。その際、デジタルマルチメータ内の電流値を記録した。熱電対の温度上昇変化のデータから温度-時間の変化グラフを作成し、設定した解析時間内の傾きを最小二乗法により求め、熱伝導率を算出した。



図 5.1-1 熱線法による熱伝導率測定装置

熱伝導率試験に使用した資機材を表 5.1-1 に示す。

表 5.1-1 熱伝導率試験資機材一覧

実施項目	機材・分析機	製品名	仕様
熱伝導率試験	試験片作成装置	マルトー製 MC-120	—
		丸本工業製 5627	φ 223
	電気炉	アグネ製	内径 φ 60mm程度
	デジタルマルチメータ	HP製 34401A	61/2桁
		YOKOGAWA製 5552	51/2桁
熱伝導率測定装置	アグネ製 ARC-TC-1000	—	

5.1.1 熱伝導率試験結果

熱伝導率測定の結果を表 5.1.1-1 に示す。いずれも泥質基質優勢部を対象とした。熱伝導率の平均値は 2.24 (W/m・K)を示した。

表 5.1.1-1 熱伝導率試験結果

試料名	深度 (GL-m)	対象	No.	各データ					各試料の	各深度の	
				温度	電流	係数	傾き	熱伝導率	平均値	平均値	
				- °C				W/m・K	W/m・K	W/m・K	
KB-1-1	7.94~7.96	泥質基質優勢部	1	20	0.398	9.3	0.650	2.27	2.26	2.31	
			2	20	0.410	9.3	0.688	2.27			
			3	20	0.414	9.3	0.709	2.25			
KB-1-2	7.96~7.98	泥質基質優勢部	1	20	0.391	9.3	0.596	2.38	2.37		
			2	20	0.384	9.3	0.571	2.40			
			3	20	0.392	9.3	0.615	2.32			
KB-1-3	7.98~8.00	泥質基質優勢部	1	20	0.396	9.3	0.638	2.29	2.29		
			2	20	0.396	9.3	0.637	2.29			
			3	20	0.405	9.3	0.669	2.28			
KB-1-17	11.00~11.02	泥質基質優勢部	1	20	0.404	9.3	0.839	1.81	1.83		
			2	20	0.393	9.3	0.797	1.81			
			3	20	0.392	9.3	0.769	1.86			
KB-1-18	11.02~11.04	泥質基質優勢部	1	20	0.427	9.3	0.975	1.74	1.74	1.75	
			2	20	0.396	9.3	0.797	1.83			
			3	20	0.396	9.3	0.888	1.64			
KB-1-19	11.04~11.06	泥質基質優勢部	1	20	0.392	9.3	0.827	1.73	1.69		
			2	20	0.398	9.3	0.886	1.67			
			3	20	0.398	9.3	0.876	1.68			
KB-2-41	19.94~19.96	泥質基質優勢部	1	20	0.394	9.3	0.538	2.69	2.63		
			2	20	0.351	9.3	0.463	2.47			
			3	20	0.352	9.3	0.420	2.74			
KB-2-42	19.96~19.98	泥質基質優勢部	1	20	0.390	9.3	0.563	2.51	2.49		2.58
			2	20	0.386	9.3	0.555	2.50			
			3	20	0.384	9.3	0.556	2.46			
KB-2-43	19.98~20.00	泥質基質優勢部	1	20	0.389	9.3	0.522	2.70	2.62		
			2	20	0.376	9.3	0.519	2.54			
			3	20	0.377	9.3	0.503	2.63			
KB-2-47	23.59~23.61	泥質基質優勢部	1	20	0.380	9.3	0.638	2.11	2.08		
			2	20	0.339	9.3	0.524	2.03			
			3	20	0.333	9.3	0.493	2.09			
KB-2-48	23.61~23.63	泥質基質優勢部	1	20	0.332	9.3	0.445	2.30	2.35	2.30	
			2	20	0.329	9.3	0.431	2.34			
			3	20	0.351	9.3	0.478	2.40			
KB-2-49	23.63~23.65	泥質基質優勢部	1	20	0.365	9.3	0.499	2.48	2.48		
			2	20	0.365	9.3	0.501	2.47			
			3	20	0.418	9.3	0.655	2.48			
平均値			-	20	0.383	9.3	0.631	2.24	2.24		2.24
最小値			-	20	0.329	9.3	0.420	1.64	1.69		1.75
最大値			-	20	0.427	9.3	0.975	2.74	2.63		2.58

5.2 比熱試験

比熱試験は、ボーリング孔の掘削により取得したコア試料の比熱を明らかにすることを目的に、建築材料の比熱測定法（断熱型熱量計）（JSTM H 6107 : 2016）を参照して実施した。試験容器に試料を入れ、装置をセットして冷却させたうえで、内部及び外部ヒータに通電して温度測定を開始した（図 5.2-1）。ここでは、内部及び外部ヒータの電力を 1.2W、流量を 100mL/min とした。事前に同条件で測定した試料容器の測定データ（ブランクデータ）を使用して、測定試料の比熱計算を行った。



図 5.2-1 断熱型連続法による比熱測定装置

比熱試験に使用した資機材を表 5.2-1 に示す。

表 5.2-1 比熱試験資機材一覧

実施項目	機材・分析機	製品名	仕様
比熱試験	試験片作成装置	マルトー製 MC-120	φ 205mm程度
		丸本工業製 5627	φ 223
	比熱測定装置	真空理工製 SH-3000	—
	電子天秤	Sartorius製 CPA225D	220g

5.2.1 比熱試験結果

比熱試験の結果を表 5.2.1-1 に示す。いずれも泥質基質優勢部を対象とした。地下 1,000m に該当する温度 45°Cでは、比熱は 0.821~0.973 (J/gK) を示し、平均は 0.887 (J/gK) であった。また、深度ごとの平均値の推移を図 5.2.1-1 に、設定温度と比熱の関係を線形近似した一次関数の傾きの一覧を表 5.2.1-2 に示す。設定温度と比熱の関係を線形近似した一次関数の傾きの平均値は、0.0024 (J/gK°C) を示した。

表 5.2.1-1 比熱試験結果

試料名	KB-1-4	KB-1-5	KB-1-6	KB-1-4~6	KB-1-20	KB-1-21	KB-1-22	KB-1-20~22	KB-1 平均	KB-2-38	KB-2-39	KB-2-40	KB-2-50	KB-2-51	KB-2-52	KB-2 平均	全体 平均
深度 (GL-m)	8.00~ 8.03	8.03~ 8.06	8.06~ 8.09	8.00~ 8.09m	11.06~ 11.09	11.09~ 11.12	11.12~ 11.15	11.06~ 11.15m		19.79~ 19.82	19.82~ 19.85	19.85~ 19.88	23.66~ 23.69	23.69~ 23.72	23.72~ 23.75		
対象	泥質基質優勢部																
温度(°C)	比熱(J/gK)																
10	0.746	0.836	0.830	0.804	0.795	0.755	0.805	0.785	0.795	0.758	0.863	0.852	0.799	0.803	0.818	0.816	0.805
15	0.757	0.845	0.842	0.815	0.807	0.764	0.814	0.795	0.805	0.773	0.880	0.867	0.806	0.816	0.831	0.829	0.817
20	0.769	0.856	0.853	0.826	0.820	0.775	0.826	0.807	0.817	0.788	0.894	0.882	0.815	0.830	0.842	0.842	0.829
25	0.780	0.867	0.865	0.837	0.830	0.786	0.837	0.818	0.828	0.800	0.910	0.895	0.823	0.842	0.855	0.854	0.841
30	0.792	0.878	0.877	0.849	0.842	0.795	0.847	0.828	0.839	0.813	0.925	0.908	0.832	0.857	0.864	0.867	0.853
35	0.800	0.888	0.888	0.859	0.853	0.803	0.858	0.838	0.848	0.824	0.940	0.920	0.845	0.870	0.874	0.879	0.864
40	0.811	0.902	0.900	0.871	0.864	0.810	0.868	0.847	0.859	0.837	0.955	0.933	0.855	0.877	0.885	0.890	0.875
45	0.821	0.914	0.912	0.882	0.875	0.822	0.878	0.858	0.870	0.850	0.973	0.948	0.867	0.890	0.893	0.904	0.887
50	0.831	0.926	0.922	0.893	0.887	0.831	0.890	0.869	0.881	0.863	0.995	0.967	0.878	0.901	0.901	0.918	0.899
55	0.842	0.937	0.933	0.904	0.900	0.841	0.902	0.881	0.893	0.880	1.014	0.985	0.890	0.912	0.911	0.932	0.912
60	0.851	0.947	0.943	0.914	0.913	0.850	0.914	0.892	0.903	0.891	1.030	1.000	0.902	0.922	0.920	0.944	0.924
65	0.860	0.958	0.954	0.924	0.924	0.860	0.925	0.903	0.914	0.903	1.045	1.013	0.911	0.934	0.929	0.956	0.935
70	0.872	0.969	0.966	0.936	0.934	0.872	0.937	0.914	0.925	0.921	1.062	1.030	0.921	0.945	0.939	0.970	0.947
75	0.883	0.980	0.977	0.947	0.945	0.885	0.949	0.926	0.937	0.938	1.081	1.050	0.930	0.955	0.946	0.983	0.960
80	0.892	0.990	0.986	0.956	0.955	0.896	0.960	0.937	0.947	0.953	1.099	1.070	0.939	0.965	0.958	0.997	0.972

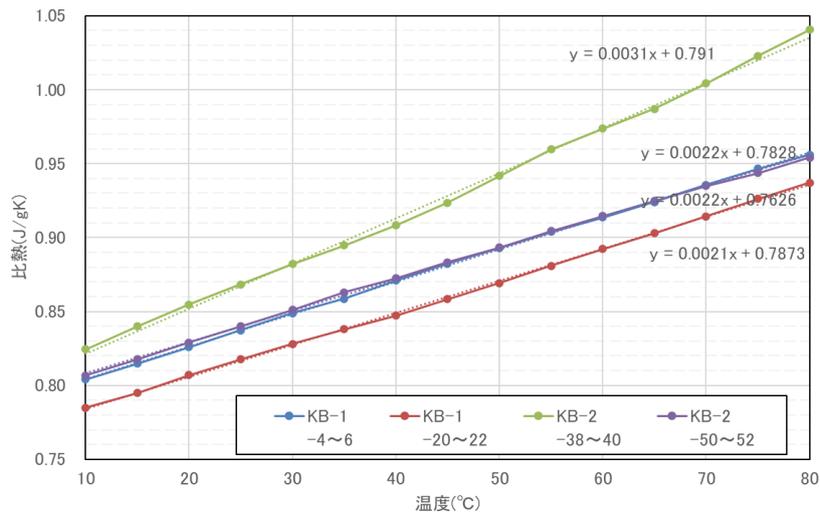


図 5.2.1-1 深度ごとの比熱の平均値の推移

表 5.2.1-2 設定温度と比熱の関係を線形近似した一次関数の傾き一覧

試料名	深度 GL-m	対象	設定温度-比熱 グラフ傾き J/gK°C	平均値 J/gK°C
KB-1-4	8.00~8.03	泥質基質優勢部	0.0021	0.0022
KB-1-5	8.03~8.06	泥質基質優勢部	0.0022	
KB-1-6	8.06~8.09	泥質基質優勢部	0.0022	
KB-1-20	11.06~11.09	泥質基質優勢部	0.0023	0.0022
KB-1-21	11.09~11.12	泥質基質優勢部	0.0020	
KB-1-22	11.12~11.15	泥質基質優勢部	0.0022	
KB-2-38	19.79~19.82	泥質基質優勢部	0.0027	0.0031
KB-2-39	19.82~19.85	泥質基質優勢部	0.0034	
KB-2-40	19.85~19.88	泥質基質優勢部	0.0031	
KB-2-50	23.66~23.69	泥質基質優勢部	0.0021	0.0021
KB-2-51	23.69~23.72	泥質基質優勢部	0.0023	
KB-2-52	23.72~23.75	泥質基質優勢部	0.0019	
平均値			0.0024	0.0024
最小値			0.0019	0.0021
最大値			0.0034	0.0031

6. 水理学的特性の取得

ボーリング孔の掘削により取得したボーリング孔を用いて、岩盤の水理学的特性データを取得するために、水理試験を実施した。また、水理試験の実施に先立って、ボーリング孔内における水理試験区間を設定するためのボーリング孔内の水理特性の深度分布を把握することを目的に、ボーリング孔内の水理特性分布の把握のための試験及びマルチフローメータ検層を実施した。

6.1 ボーリング孔内の水理特性分布の把握

KB-1 孔及び KB-2 孔において孔内の水理特性の深度分布を把握するために、短い試験区間設定で深度を変えながら、把握対象全域での流量測定を実施した。ここで得られた試験データは、地質柱状図や物理検層結果、コア観察結果などと共に、後に実施する水理試験の区間選定及び試験方法の基礎資料とした。

水理特性分布の把握に使用した主要機材の仕様を表 6.1-1 に示す。

表 6.1-1 水理特性分布の把握に使用した主要機材の仕様一覧

装置名	主な仕様	数量
パッカー	・収縮外径 φ90mm 片側スライド, ラバー長 1,000mm ・最大適用孔径 φ170mm (拡張圧: 1.5MPa)	2 式
メインバルブ 電磁バルブユニット	・圧力駆動方式 ・電磁バルブ内蔵	1 式
圧力測定ユニット	・FISO 圧力センサー4 個内蔵, FS: 1.5MPa, 精度: 0.25%/FS	1 式
JFT ロッド	・内径 φ35.8mm 外径 φ42mm ・ネジ部外径 φ49mm 定尺: 2m	1 式
パッカー拡張用チューブ バルブ操作用チューブ	・ナイロンチューブ: 4mm×2.5mm, 6mm×4mm ・最高使用圧力: 4mm/約 4.5MPa, 6mm/5.0MPa	1 式
パッカー圧力計	・FS: 5MPa 精度: 0.06%FS	2 式
低レンジ流量計	・流量範囲: MAX: 200mL/min, 精度: ±1~4% F.S.	1 式
耐圧タンク	・耐圧:5MPa 容量:10L, 20L (パッカー拡張用, メインバルブ用, 注水用)	2 式
計測システム	・サンプリングピッチ: 最小 1sec ・計測項目: P1~P4 圧力, 流量 ・データ収録・保存・表示 ノートパソコン	1 式
コンプレッサー	・使用最高圧力: 2.5MPa	
ベビーホイスト	・仮設用機材/吊り上げ荷重: 400kg	1 式

ボーリング孔内の水理特性分布の把握は、最初に GL-5m~22m を対象とした「全域試験」の実施により 1m 区間ごとの水みちの分布概要を把握した後、判明した水みちの周辺に対して小刻みな移設ピッチでパッカー試験を行って水みち割れ目の深度を絞り込む「絞り込み試験」を行う手順とした。全域試験と絞り込み試験の試験手順は深度移設のピッチを除き同じである。

全域試験及び絞り込み試験にかかる作業フローを図 6.1-1 に示す。

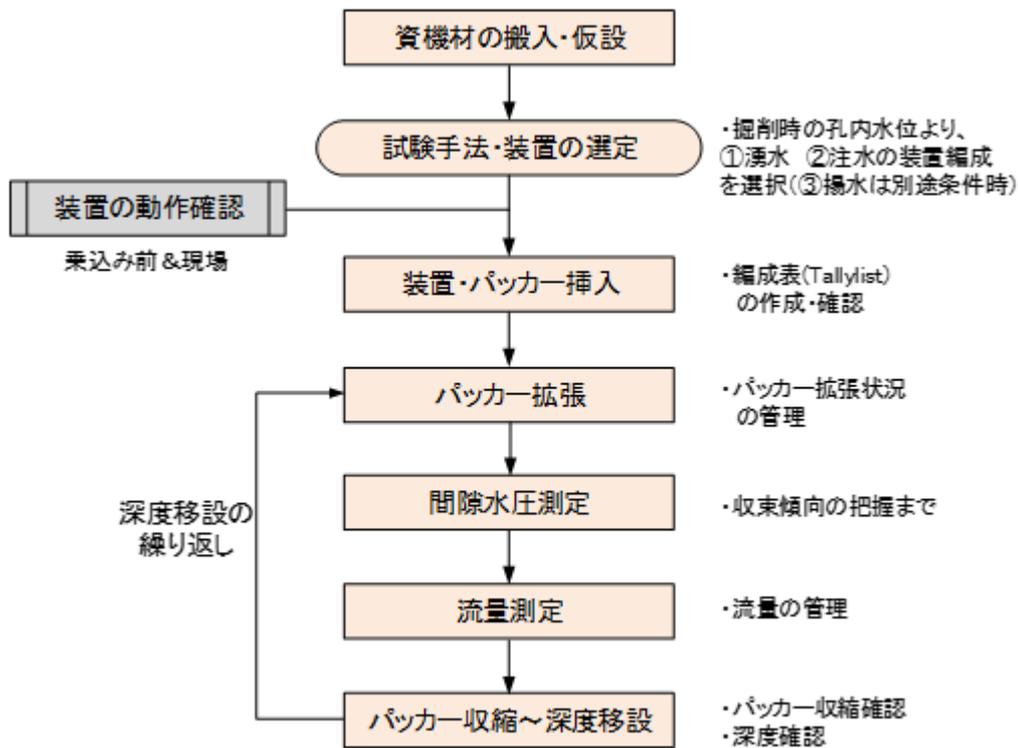


図 6.1-1 全域試験及び絞り込み試験にかかる作業フロー

全域試験及び絞り込み試験の手順は以下のとおりである。

① 資機材の搬入・仮設

試験装置等の昇降用に、単管で組み立てた高さ約4mの三脚やぐらを設置した。試験装置等の昇降は電動ウインチ（ベビーホイスト）を用いた。巻き上げ設備は、吊り上げ荷重の負荷低減、及び昇降速度の低減のため動滑車とした。

② 試験手法・装置の選定

注水法や揚水法などの試験手法と装置編成の選定は、ボーリング掘削時の孔内水位記録などを基に検討した。ボーリング掘削の結果、孔内水位は両孔とも地表面以下にあったことから、試験手法は定圧注水試験を選定し、試験装置は注水用の装置編成とした。

③ 装置の動作確認

試験装置は、現地への搬入前に地上にて動作確認を行った。現地での動作確認は、運搬時の振動等による故障リスクに関連する項目を主体に実施した。現地での動作確認の結果、試験装置は全て正常に動作していることを確認し、次の作業へ移行した。

④ 装置・パッカーの挿入

初回の試験深度を決定した後、使用するロッドの本数やパッカーの設置深度をリスト化した編成リスト・編成表（以下、Tallylist という。）を作成した。作成した Tallylist を基に、各機材の数量・長さ・残尺の確認を行ったうえで試験装置を孔内に挿入した。Tallylist は試験区間長の変更を伴う深度移設の場合ごとに作成することとし、区間長が同一のままの深度移設の場合は、残尺長の確認により試験深度を管理した。

⑤ パッカー拡張

パッカーの拡張圧力は「間隙水圧+1MPa 程度」を標準とした。パッカーは、コンプレッ

サーで加圧した耐圧タンク内の水を、パッカー拡張用チューブを経由して拡張した。パッカーの拡張具合は、パッカー拡張用タンクの水位目盛りの減少量や、試験装置各所で計測した水圧挙動から判断した。これらの判断要素が通常の挙動と異なる場合はその原因を検討したうえで、拡張不良や区間バイパスの発生と判断した場合には、試験装置の回収や設置深度変更などの処置を行った。

⑥ 間隙水圧測定

間隙水圧の推移の確認については、透水性が極めて低く短時間で判断ができなかったため、直ちに流量測定に移行した。ただし、各作業日の最後の測定深度では翌朝まで孔内に試験装置を残置するため、翌朝までの時間を利用して、パッカーを収縮させずに間隙水圧測定を行った。

⑦ 流量測定

試験区間の流量の測定方法は、事前に把握した孔内水位や透水性の情報から、低透水性岩盤に適し、かつ高水頭差の設定が容易な「定圧注水試験」とした。また、間隙水圧の圧力水頭を把握できていなかったため、注水水頭を1つに固定せず、0.2MPa/0.6MPa/1MPaの3段階に設定する段階注水試験とした。各段階の注水時間は約5分間とし、注水流量が安定した時点の値を記録して次の段階へ移行した。

⑧ パッカー収縮～深度移設

対象区間の流量情報を取得した後、パッカーを収縮した。パッカー収縮程度の判断は、耐圧タンクの戻り水量及び試験装置各所の圧力挙動の復元性により行った。

パッカーの収縮を確認し、次の試験区間への深度移設を行った。

「全域試験」では対象深度全域をブランク無くカバーするため、深度移設のピッチは1mとした。

一方、「絞り込み試験」では全域試験で確認した水みち周辺をターゲットとし、コア観察やBTVで確認した割れ目の分布状況に応じて数十センチピッチで深度移設を行った。絞り込み試験の深度移設のイメージを図6.1-2に示す。絞り込み試験では、水色で示す水みち割れ目を含む区間と、その上下区間などの注水流量の対比ができるように試験深度を設定した。

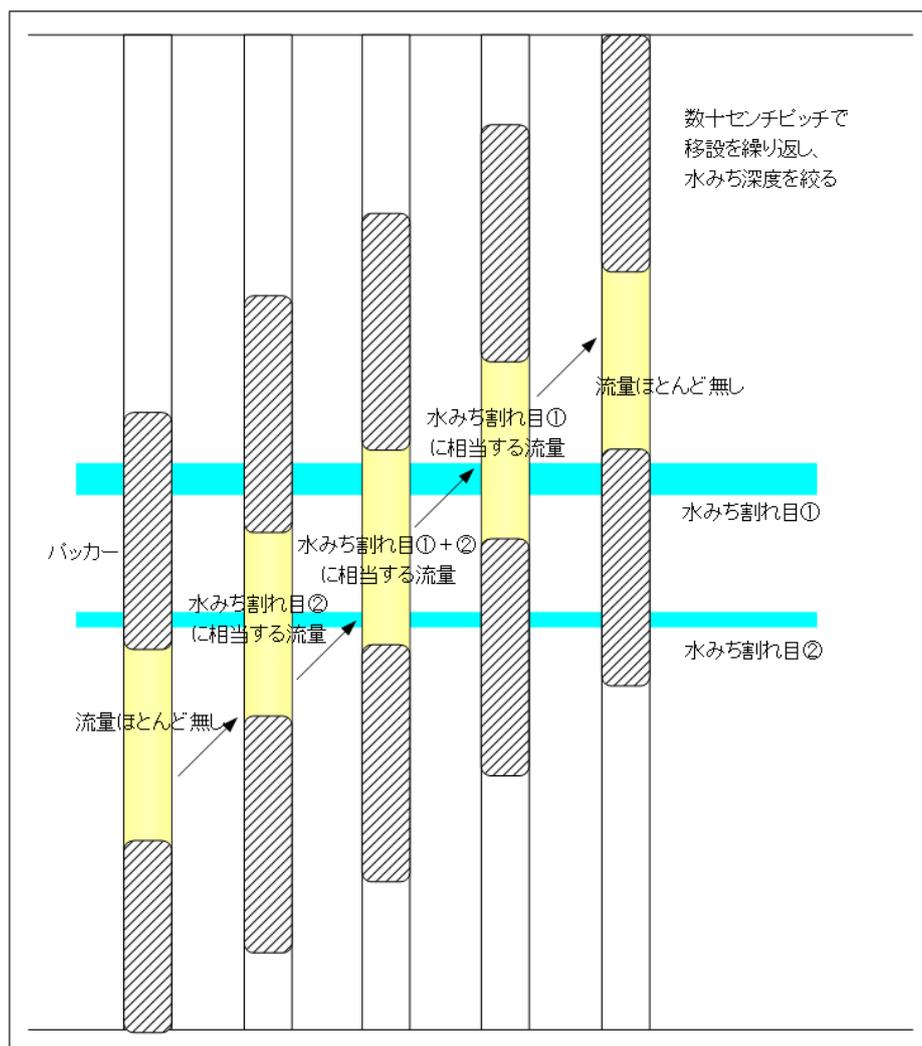


図 6.1-2 絞り込み試験の深度移設概念図

6.1.1 KB-1 孔での試験結果

(1) 全域試験結果

KB-1 孔での全域試験は、深度 5m~22m 区間において計 17 箇所を実施した。試験中にバイパスなどの試験区間の形成不良は認められず、当初計画通りに 1m ピッチの深度移設を行い実施した。

流量測定は 3 段階の定圧注水試験とした。各段階の圧力は 0.2MPa → 0.6MPa → 1.0MPa とし、各 5 分程度の注水を行う手順とした。

表 6.1.1-1 に KB-1 孔の全域試験の結果一覧を示す。結果一覧に示す通り、最大注水圧力の+1MPa の段階においても全試験箇所注水流量は 0.1mL/min 未満である。

表 6.1.1-1 KB-1 孔での全域試験の結果一覧

試験深度 (GL-)	+0.2MPa 流量 (mL/min)	+0.6MPa 流量 (mL/min)	+1.0MPa 流量 (mL/min)	備考
5～6m	0.0	0.0	0.0	—
6～7m	0.0	0.0	0.0	—
7～8m	0.0	0.0	0.0	—
8～9m	0.0	0.0	0.0	シングルパッカーで間隙水圧測定
9～10m	0.0	0.0	0.0	—
10～11m	0.0	0.0	0.0	—
11～12m	0.0	0.0	0.0	—
12～13m	0.0	0.0	0.1 未満	—
13～14m	0.0	0.0	0.1 未満	—
14～15m	0.0	0.0	0.1 未満	シングルパッカーで間隙水圧測定
15～16m	0.0	0.0	0.0	—
16～17m	0.0	0.0	0.0	—
17～18m	0.0	0.0	0.0	—
18～19m	0.0	0.0	0.0	—
19～20m	0.0	0.0	0.0	2段階目+0.4MPa, 3段階目+0.6MPa
20～21m	0.0	0.0	0.0	—
21～22m	0.0	0.0	0.0	シングルパッカーで間隙水圧測定

注水圧力及び流量変化図の例を図 6.1.1-1 に示す。それ以外の全ての図を付録 6 に示す。

所見を以下にまとめる。

- 試験結果から、すべての試験区間で水頭差+1.0MPaの条件下において注水流量は 0.1mL/min 未満であり、極めて透水性が低い。
- GL-5m～22m 区間において 1m 試験区間ごとの注水流量の差異はほとんどなく、相対的な評価としての水みちも分布しないと判断する。
- 地質記載・コア観察から推測した開口割れ目や、割れ目密度の分布状況と、注水流量には相関は認められない。
- 各加圧段階の開始直後の流量が跳ね上がるのは、圧力インパクトによるパッカーの瞬間的な弾性変形が主な要因と考えられる。
- 注水開始直後に上がった流量は急激に下降し、概ね 1 分ほどで流量ゼロに収束する。計測時間の 5 分以内に完全に流量ゼロにまで収束しない区間も散見されるが（表では 0.1mL/min 未満と記載）、いずれも流量ゼロへ収束する傾向にある。
- +0.2MPa 段階では流量が安定しない区間が散見された。流量が乱れる要因として、一般的にはセンサー部を通過する気泡に起因することが多い。この現象は+0.6MPa 段階以後は解消したので、気泡に起因した現象と考えられる。
- 全ての区間で下部パッカーの拡張に伴い P1 が大きく上昇し（計測圧で+0.3～1.5MPa 以上）、時間の経過と共に圧力は緩やかに低下した。最上位の深度 5～6m 区間においても P1 の圧力低下は非常に緩やかであり、GL-6m 以深全体で透水性が低いことを示している。

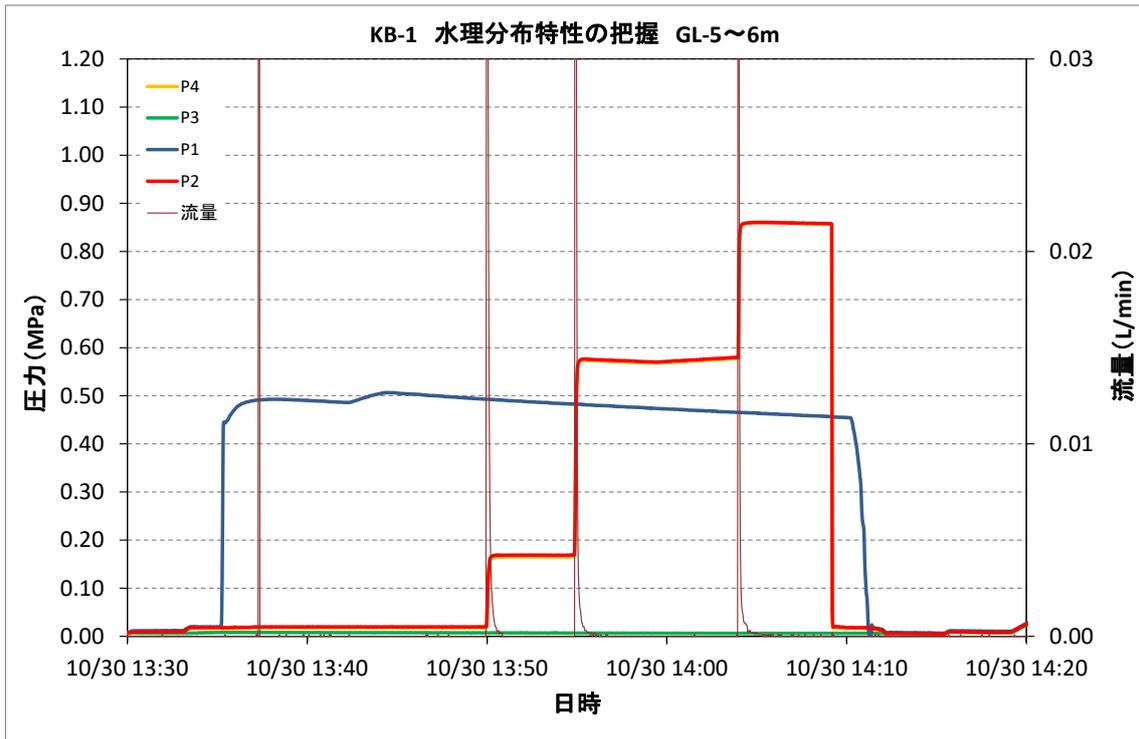


図 6.1.1-1 GL-5.0m~6.0m 注水圧力と流量

(2) 絞り込み試験の試験区間設定

KB-1 孔では、GL-5m~22m 区間で明確な水みちは確認されなかった。従って、水みち割れ目の深度を探るための絞り込み試験は中止し、柱状図で区分した各地層を対象とする区間設定へ変更した。この試験で設定した試験区間は、KB-1 孔の水理試験の試験区間のベースとした。

試験対象とする地層と設定した試験区間を表 6.1.1-2 に示す。また、図 6.1.1-2 に試験深度と地層分布（柱状図）を示す。

注水試験は、全域試験と同じ定圧段階注水試験の手順を踏襲した。試験区間長の設定は、地層厚に対する占有率の高さ及び深度移設の効率化の両面を考慮した。

表 6.1.1-2 地層区分毎試験の試験区間

設定層名	対象地層			試験区間		
	上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	層厚 (m)	上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	区間長 (m)
①泥質基質優勢	7.50	12.00	4.50	7.80	11.75	3.95
②泥質基質優勢 砂質岩塊優勢 (弱破碎)	12.00	16.60	4.60	13.00	15.30	2.30
③砂質岩塊優勢 (弱破碎)	16.60	19.25	2.65	16.80	19.10	2.30
④砂質岩塊優勢 (強破碎)	19.25	23.30	4.05	19.30	23.25	3.95

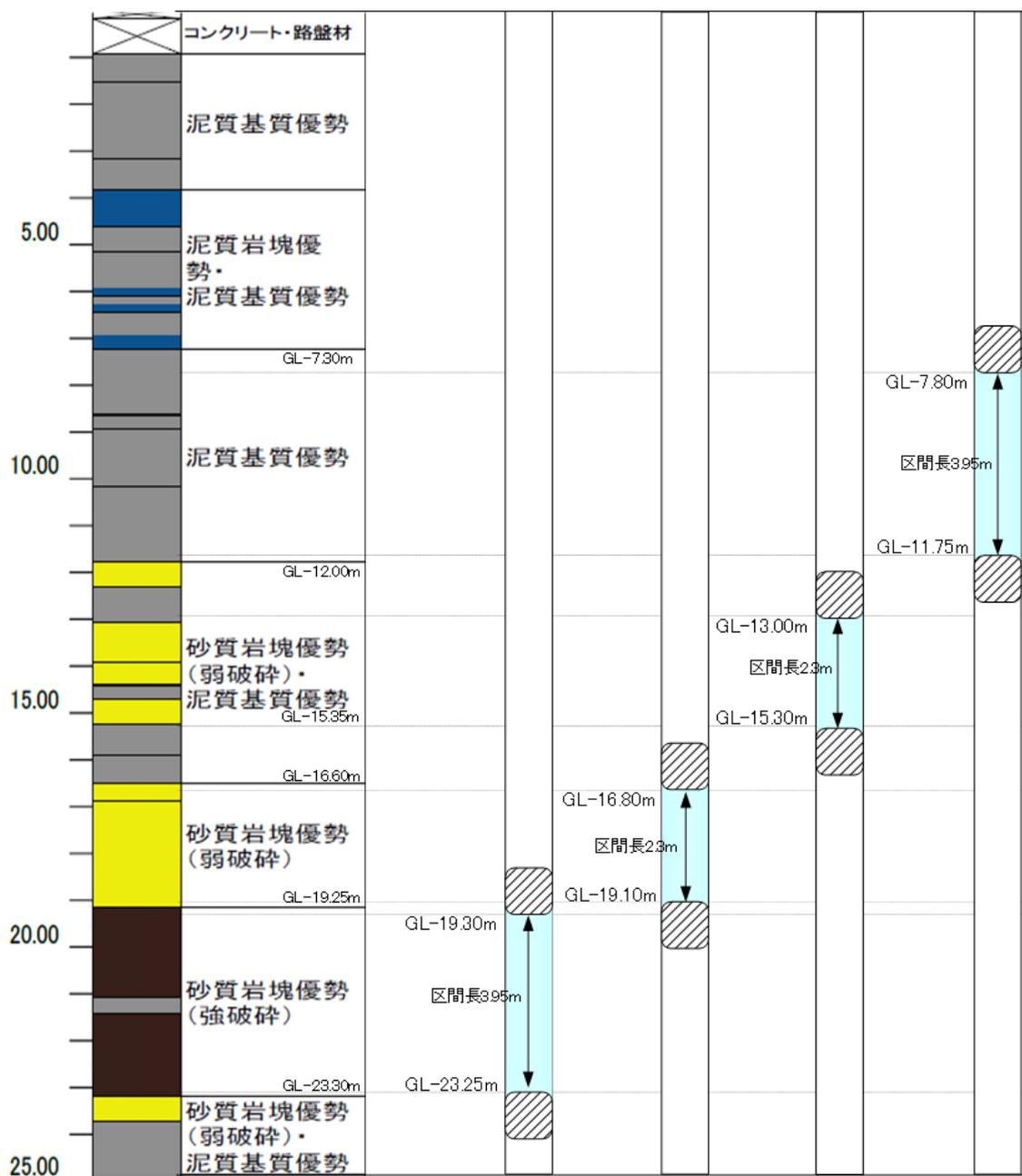


図 6.1.1-2 地層区分毎の試験区間と地層分布

(3) 地層区分毎の試験結果

地層区分毎の試験結果を付録6に示す。

注水流量は、表 6.1.1-2 に示す①～③の試験区間でゼロとなり、全域試験を反映した結果となった。

一方、全域試験を実施していない領域を含む④砂質岩塊優勢/強破碎 (GL-19.25～-23.30m) の注水流量は、水頭差+1MPaの段階で約 0.5mL/min を確認した。全域試験の 19m～22m 区間の注水流量はゼロであり、0.5mL/min の流入箇所は全域試験を実施していない 22.0m～23.3m 区間に分布すると考えられる。この深度が注水試験で確認した範囲では KB-1 孔で最も高い透水性を示す。

水理特性分布の把握では、夜間や土日の時間を利用して一部の区間で間隙水圧測定を行った。

その結果一覧を表 6.1.1-3 に、測定グラフを図 6.1.1-3、図 6.1.1-4 及び図 6.1.1-5 に示す。19m～20m 区間以外はシングルパッカー区間である。なお、9m～25m 区間の測定は、圧力センサーが深まで間隙水圧が下がり測定データが欠損したためグラフ表示はしていない。

確認した間隙水圧の水頭は、21m～25m 区間が GL-7.42m と最も低く、他のシングル区間も GL 以下の深度からさらに低下する傾向を示した。砂質岩塊優勢部（強破碎）の 22.0m～23.3m 区間に分布する水みちの水頭が大きく影響していると考えられる。

表 6.1.1-3 KB-1 孔 水理特性分布の把握 間隙水圧測定結果

試験深度 (GL-)	測定期間	翌朝の換算水頭	備考
19～20m	10/27 11:00～10/28 9:18	GL-0.04m	ゆるやかな 低下傾向
21～25m		GL-7.42m	低下傾向
14～25m	10/28 16:07～10/29 8:54	GL-5.02m	低下傾向
8～25m	10/29 16:03～10/30 8:48	GL-2.50m	低下傾向
9～25m	10/30 14:38～11/29:12	GL-6.98m	ほぼ安定

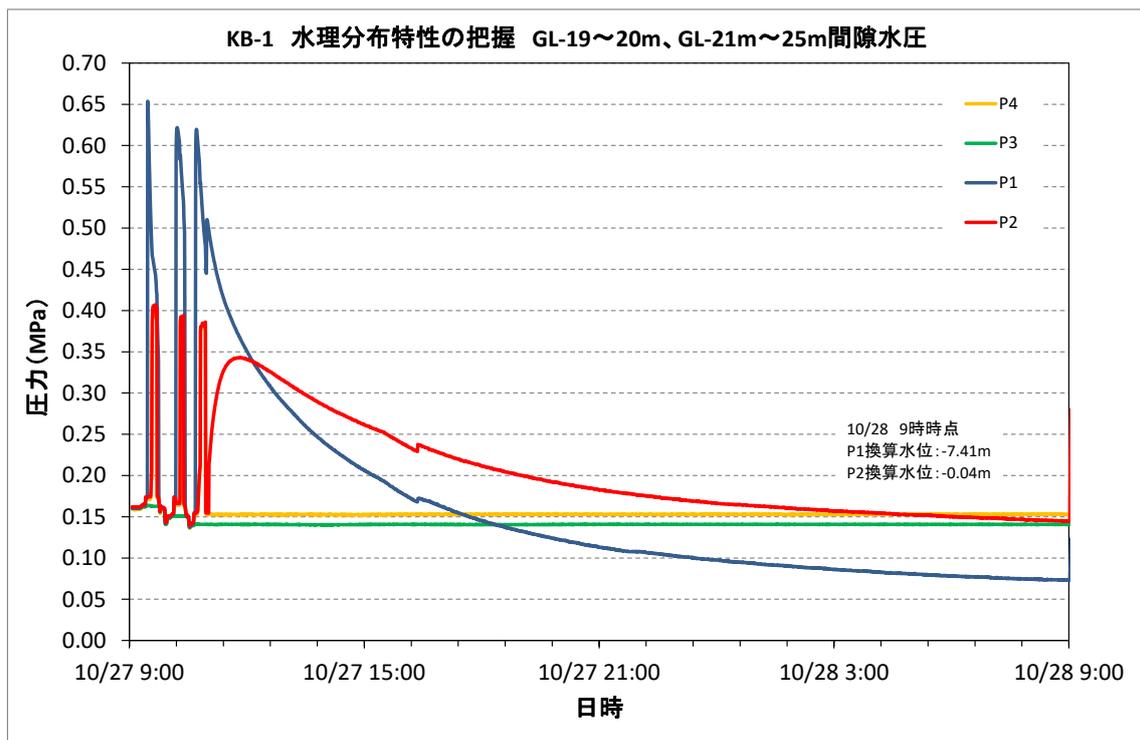


図 6.1.1-3 GL-19.0m～-20.0m、GL-21.0m～-25.0m 間隙水圧測定結果

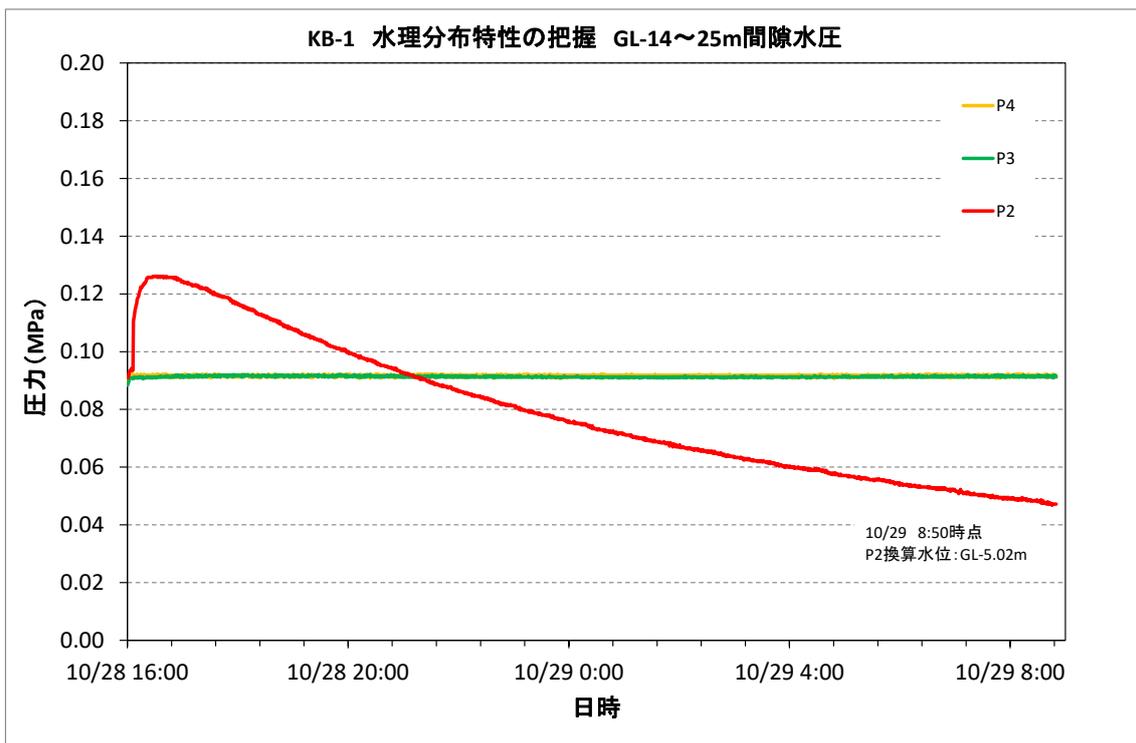


図 6.1.1-4 GL-14.0m~-25.0m 間隙水圧測定結果

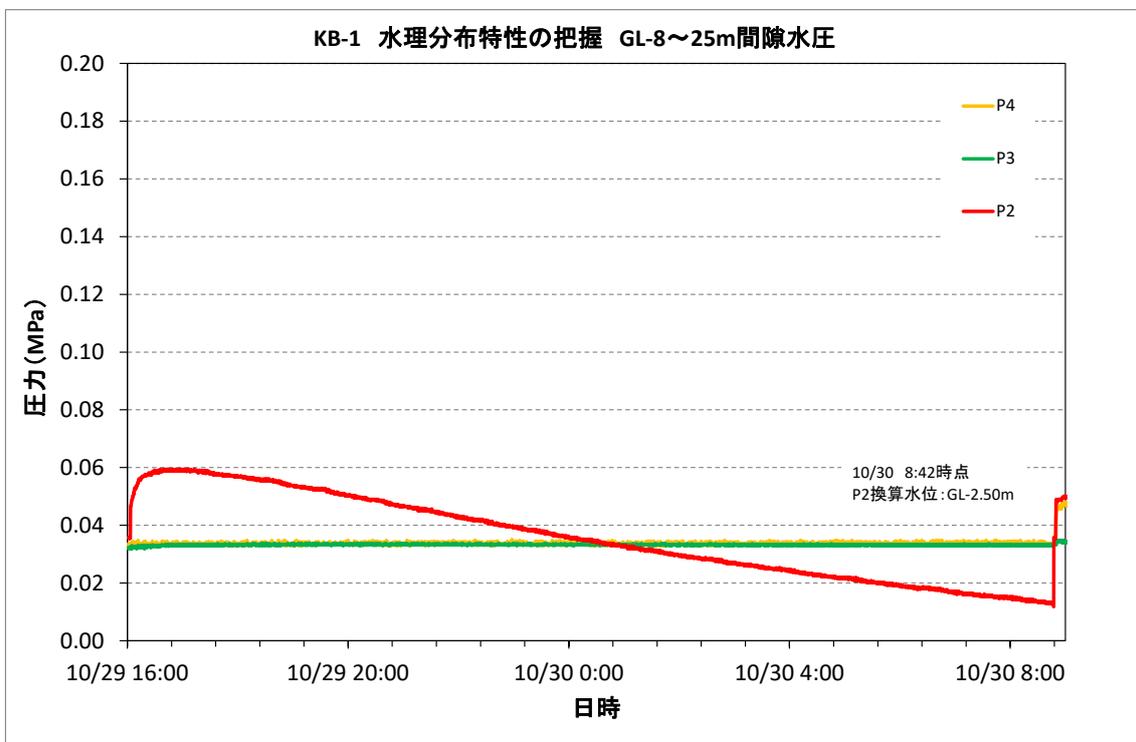


図 6.1.1-5 GL-8.0m~-25.0m 間隙水圧測定結果

(4) 水理試験の候補区間

KB-1 孔で確認できた水みちは、地層区分毎試験の 22m~23.3m 区間で確認した注水流量

0.5mL/min（水頭差+1MPa）が唯一である。この水みちは定流量試験や地下水の採水に適した透水性を有していない。従って、水理試験区間は全域試験の後で実施した地層区分毎の注水試験区間を引き継いで設定した。

表 6.1.1-4 に水理試験の候補区間を示す。水理試験区間は、工程／試験深度／試験区間長／試験数量／深度移設の効率などを鑑みて決定した。

表 6.1.1-4 KB-1 孔における水理試験の候補区間

対象地層	試験区間		
	上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	区間長 (m)
①泥質基質優勢	7.80	11.75	3.95
②泥質基質優勢 砂質岩塊優勢（弱破碎）	13.00	15.30	2.30
③砂質岩塊優勢（弱破碎）	16.80	19.10	2.30
④砂質岩塊優勢（強破碎）	19.30	23.25	3.95

6.1.2 KB-2 孔での試験結果

(1) 全域試験結果

KB-2 孔での全域試験は、仕様に示される深度 5m～22m 区間の 17 箇所に加え、水みちの分布が示唆される深度 0.8m まで対象を拡大し、計 20 箇所での試験を行った。

試験は、深度 2m～22m 区間では 1m ピッチの移設とし、深度 0.8m～2.8m までの区間では、未測定区間が生じないよう試験深度を重複させた。

表 6.1.2-1 に全域試験の結果一覧を示す。KB-2 孔は全体的には透水性は低いですが深度により注水流量のコントラストが明確に表れている。図 6.1.2-1 に地質柱状図と割れ目密度及び流量分布の関係性を示す。

表 6.1.2-1 KB-2 孔における全域試験の結果一覧

試験深度 (GL-)	+0.2MPa (mL/min)	+0.6MPa (mL/min)	+1.0MPa (mL/min)	備考
0.8~1.8m	—	—	—	水の浸透が早く計測不可
1.1~2.1m	63	※120	—	※2段階目は 0.4MPa 加圧
1.8~2.8m	0.3	0.6	0.8	—
2~3m	0.7	1.6	2.0	—
3~4m	1.0	1.5	0.8	—
4~5m	0.2	1.7	6.3	—
5~6m	7.0	7.5	3.5	—
6~7m	0.0	0.0	0.0	—
7~8m	0.0	0.0	0.1	—
8~9m	0.0	0.0	0.1	—
9~10m	0.0	0.0	0.0	—
10~11m	0.0	0.0	0.0	—
11~12m	0.0	0.0	0.0	—
12~13m	0.0	0.0	0.2	—
13~14m	0.0	0.1	0.3	—
14~15m	0.0	0.6	1.0	—
15~16m	0.1	0.9	1.6	—
16~17m	0.0	0.0	0.6	—
17~18m	0.0	0.0	0.2	—
18~19m	0.1	0.2	0.5	—
19~20m	0.0	0.1	1.2	—
20~21m	0.0	0.0	0.0	—
21~22m	0.0	0.0	0.0	—

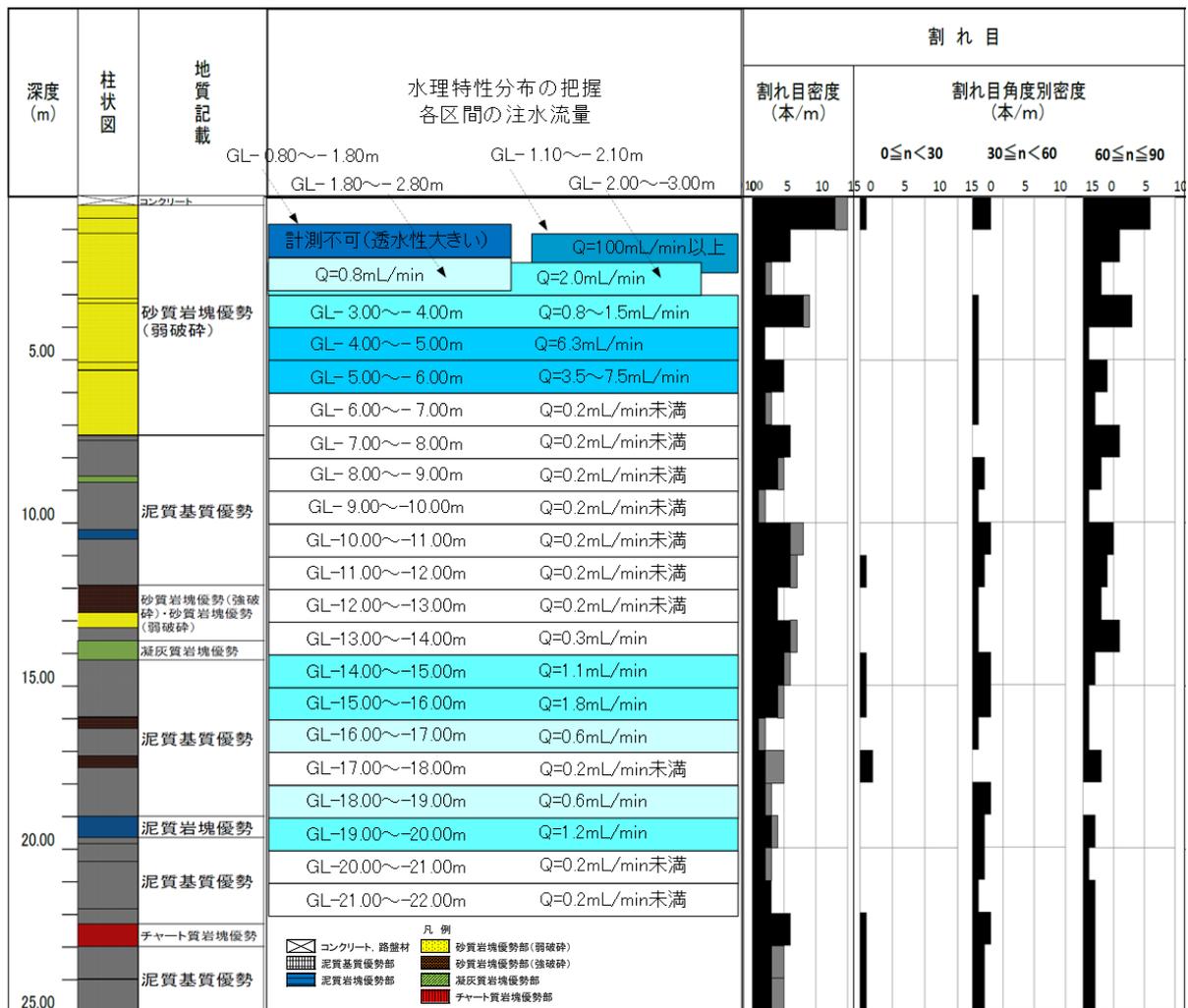


図 6.1.2-1 KB-2 孔における注水流量の深度分布と柱状図

各試験の注水圧力及び流量変化図を付録 6 に示す。試験結果の所見を以下にまとめた。

- 試験結果より、0.8m~6m 区間、14m~16m 区間、19~20m 区間で水頭差+1MPaにおいて注水流量が 1mL/min 以上を示し、相対的な評価としての水みちが分布する。
- 0.8m~1.8m 区間では注水流量が 100mL/min 以上を示した。この深度は割れ目密度が突出していることから掘削影響領域であり、路盤コンクリートの直下の路盤材の空隙と連結していると考えられる。
- GL-6m 以浅の砂質岩塊優勢で注水流量が多い区間が連続して認められた。また、これらの区間では注水流量が水頭差と比例しない特徴的な流量変化を示した。この現象は、割れ目の連続性に乏しい、あるいは不飽和領域と連結している可能性が考えられる。このような状況から、この区間には掘削影響領域の一部が含まれる可能性がある。
- GL-14~16m 区間は、掘削影響領域とその近傍を除き最も注水流量が多い。しかし、注水流量と割れ目密度との相関は不明瞭である。
- 水みちの分布は、割れ目の密度や地層・地層境界に依存しないと考えられる。

(2) 絞り込み試験の試験区間設定

全域試験の結果まとめを図 6.1.2-2 に示す。図中に主要な水みち（水頭差 1MPa で流量 1mL/min 以上）が含まれる 4 つの区間を抽出し、そのうち掘削影響領域と考えられる範囲を除く以下の 3 つの範囲を試験対象区間とした。

- GL-5m～6m
- GL-14m～16m
- GL-19m～20m

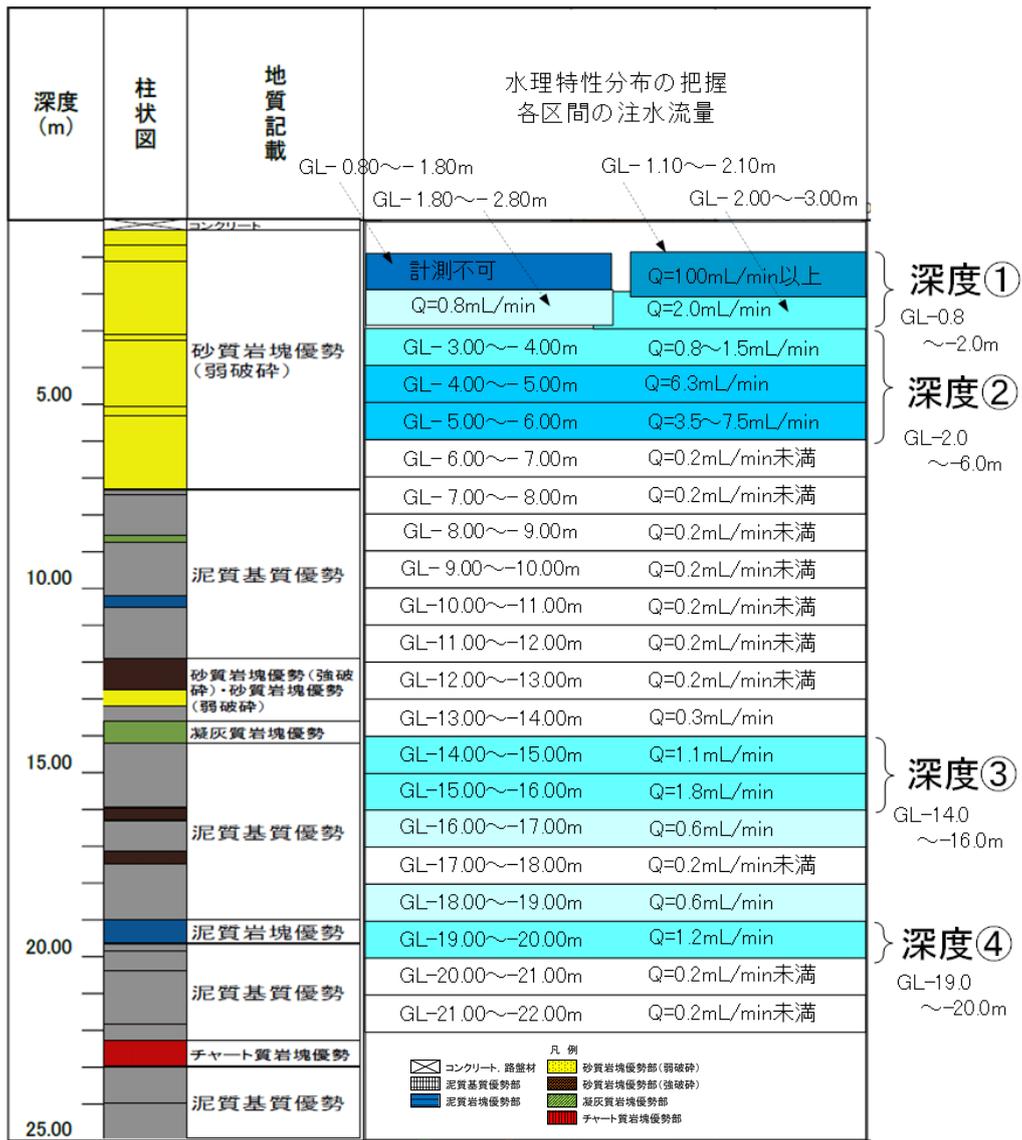


図 6.1.2-2 KB-2 孔における全域試験結果

各区間における絞り込み試験の詳細な区間設定とその目的を、実施順（深部→浅部）に述べる。なお、絞り込み試験対象の割れ目は、BTVの展開画像及びボーリングコアを観察し決定した。

【区間 GL-19m～20m】

本区間では水頭差+1MPa の条件下で約 1.2mL/min の注水流量を確認した。以下の①～④の試験区間を設定した。

図 6.1.2-3 において、コア観察で確認した水みち割れ目の候補をコア写真上に赤丸・青丸で示し、BTV の解析画像上に反映させた。青丸はコア写真と BTV の双方で割れ目が確認できたもの、赤丸は BTV 画像では密着して不鮮明である割れ目として区別した。また、両矢印は絞り込み試験の候補深度を BTV 深度に併せて図示した。

赤丸の割れ目 (GL-19.00m～-19.10m) は、BTV の解析では割れ目として判別されていないが、コア観察で機械割れ目ではないと判定しており水みち選定の対象とした。また、黄丸で示す割れ目は、ボーリング作業時に生じた機械割れ目のため、水みち割れ目としない。

① GL-19.90m～-20.90m

対象区間 (19～20m) の割れ目を全て上部パッカーで塞いだ深度とした。

② GL-19.50m～-20.50m

GL-19.60m～-19.80m の割れ目 (青丸) 全体を含む区間とした。この試験で、1.2mL/min 相当の流量が確認された場合は、この割れ目が水みちと判定できる。

③ GL-19.20m～-20.20m

試験②で、1.2mL/min 相当の流量が確認されない場合に実施する。GL-19.05～-19.70m に分布する泥岩岩塊優勢部の境界を含む割れ目が透水層となる可能性も含める深度とする。

④ GL-18.50m～-19.50m

試験②と試験③で合計 1.2mL/min 相当の流量が確認されない場合に実施する。コア観察で確認した GL-19.00m～-19.10m の割れ目を含む深度とする。

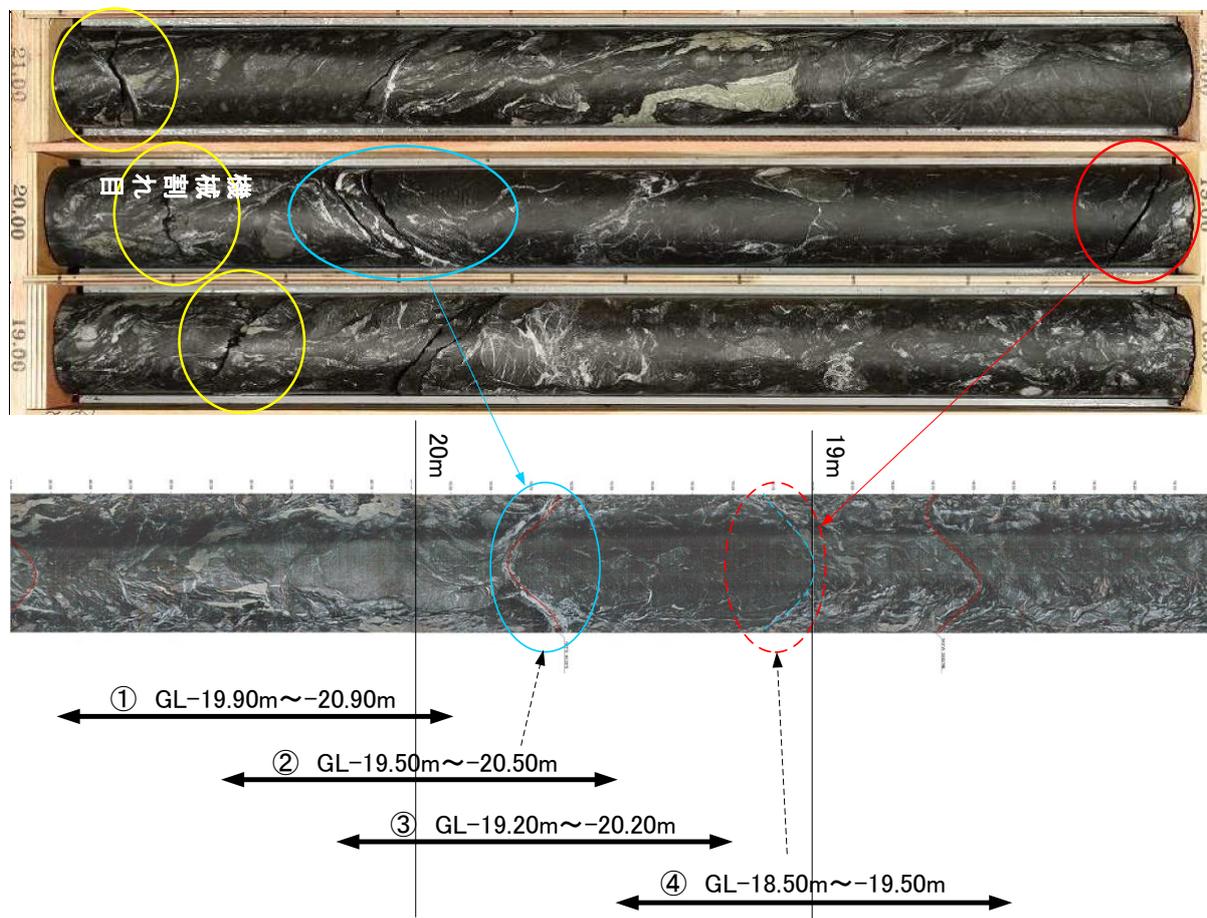


図 6.1.2-3 区間 GL-19m~20m の試験区間設定

【区間 GL-14m~16m】

本区間では水頭差+1MPa の条件下で約 1.8mL/min の注水流量を確認した。以下の①~③の試験区間を設定した。

図 6.1.2.4 に、コア観察で確認した水みち割れ目の候補を、対象区間のコア写真と BTV 画像に青丸囲みを重ねることで示した。

① GL-14.80m~-15.80m

GL-15.30~-15.70m 間に分布する割れ目群を含む区間設定とし、全域試験の GL-15~-16m で確認した 1.8mL/min 相当の注水流量を確認する。複数の割れ目が異なる角度で交差して分布しており、それぞれの割れ目は連通していると考えられるため、同じ水みち割れ目として絞り込みを行った。

② GL-14.25m～-15.25m

全域試験の GL-14～-15m 区間では、1.1mL/min の注水流量が確認されている。この区間に分布する割れ目は、GL-14.1～-14.3m と GL-14.45～-14.6m の 2 箇所である。当区間は、GL-14.45～-14.6m の割れ目のみを含む深度とした。

③ GL-13.40m～-14.40m

試験②において全域試験 14m～15m と同等の 1.1mL/min の注水流量が確認されなかった場合には、GL-14.1～-14.3m の割れ目のみを対象とした深度とする。

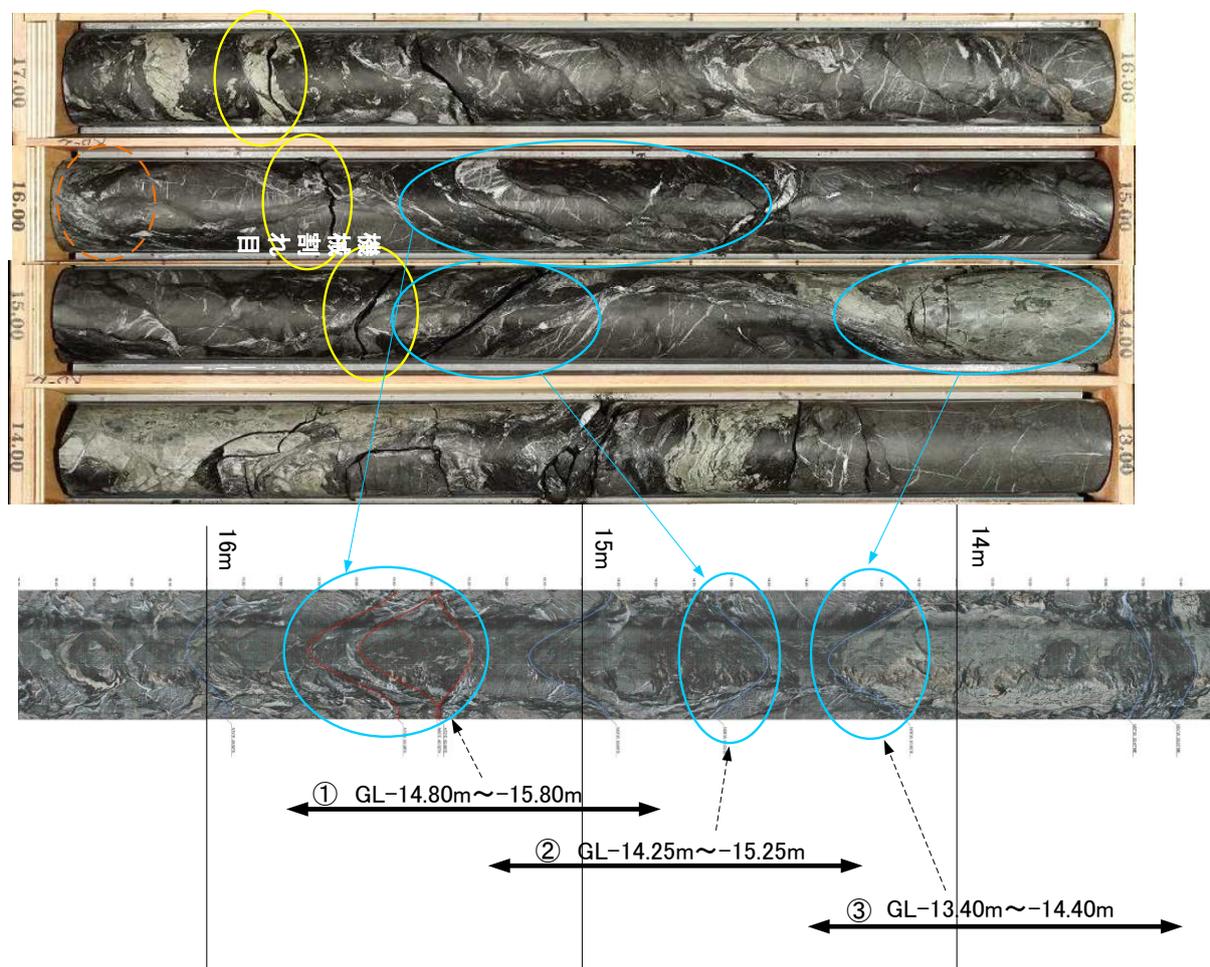


図 6.1.2-4 区間 GL-14m～16m の試験区間設定

【区間 GL-5m～-6m】

本区間では水頭差+1MPa の条件下で 7.5mL/min の注水流量を確認した。以下の①～⑤の試験区間を設定した。なお、本区間の注水流量は水頭差との規則性がない特徴があるため、その流量評価には留意した。

図 6.1.2-5 に、コア観察で確認した水みち割れ目の候補を、対象区間のコア写真と BTV 画像に青丸・赤丸囲みを重ねることで示した。赤丸で示した割れ目は、BTV の解析画像では密着しているあるいは充填鉱物などで埋められて不鮮明であり、割れ目として判別されていない。コア観察で機械割れ目ではないと判定されているため、水みち選定の対象とした。

① GL-5.50m～-6.50m

試験対象割れ目の全てを上部パッカーで塞ぐ深度とした。全域試験の GL-6～-7m と同等の 0.2mL/min 未満の結果であった場合、GL-5～-6m の水みち割れ目は、GL-5.1～-5.35m 間の複数の割れ目のいずれかと判断できる。

② GL-5.30m～-6.30m

GL-5.35m 付近の割れ目を対象とした。この試験で数 mL/min の注水流量が確認された場合は、①の結果と併せて GL-5.35m の割れ目単独の水みちと判断できる。

③ GL-5.15m～-6.15m

BTV で確認された GL-5.0～-5.1m の割れ目を含まず、コア確認で確認した GL-5.20～-5.35m に分布する割れ目を対象とした。

④ GL-4.80m～-5.80m

GL-5.0m～-5.35m に分布する全ての割れ目を対象とした。GL-5.0m～-5.1m の割れ目の注水流量の確認及び GL-5.0m～-5.35m に分布する割れ目の連通性が確認できる。

⑤ GL-4.50m～-5.50m

コア観察より GL-4.65m に割れ目が確認された。この区間の注水流量から、④の注水流量を減じてこの割れ目の流量を確認する。

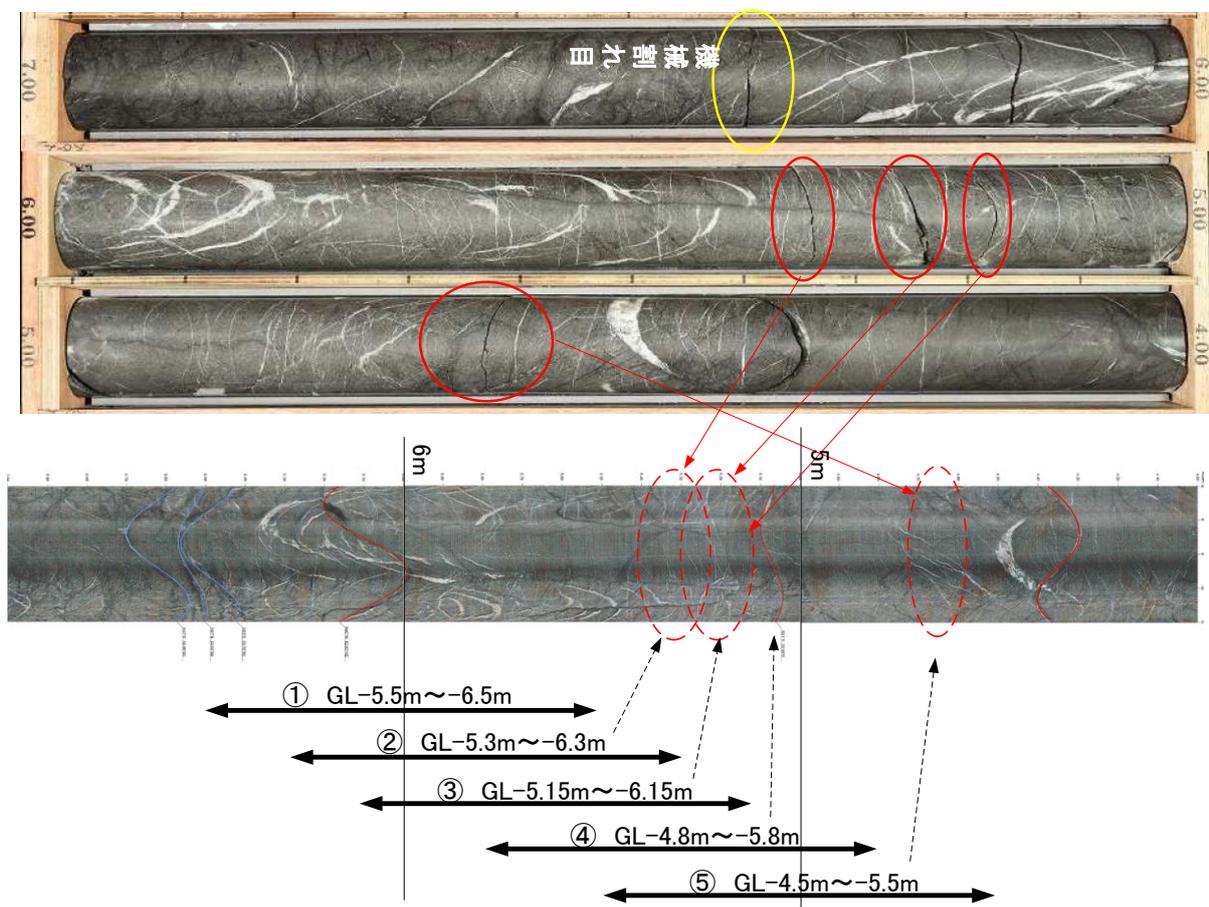


図 6.1.2-5 区間 GL-5m~-6m の試験区間設定

(3) 絞り込み試験の結果

【GL-19m~-20m】

絞り込み試験深度と割れ目の位置関係を図 6.1.2-6 に示した。試験対象の割れ目を白抜き数字①～②で示す。また、各試験の注水圧力と流量を付録 6 に示す。試験は計画した 4 箇所を実施し、1 箇所はバイパスのため試験区間を変更した。試験目的と試験結果を以下に示す。

① 試験① (GL-19.90m~-20.90m)

割れ目①と割れ目②を上部パッカーで閉鎖し、注水流量が 0.2L/min 未満相当であることを確認した。

② 試験② (GL-19.50m~-20.50m)

割れ目①（GL-19.60m～-19.80m）の水利特性を確認するために実施した。注水流量は0.2L/min未満であり、割れ目①は水みちに該当しない。

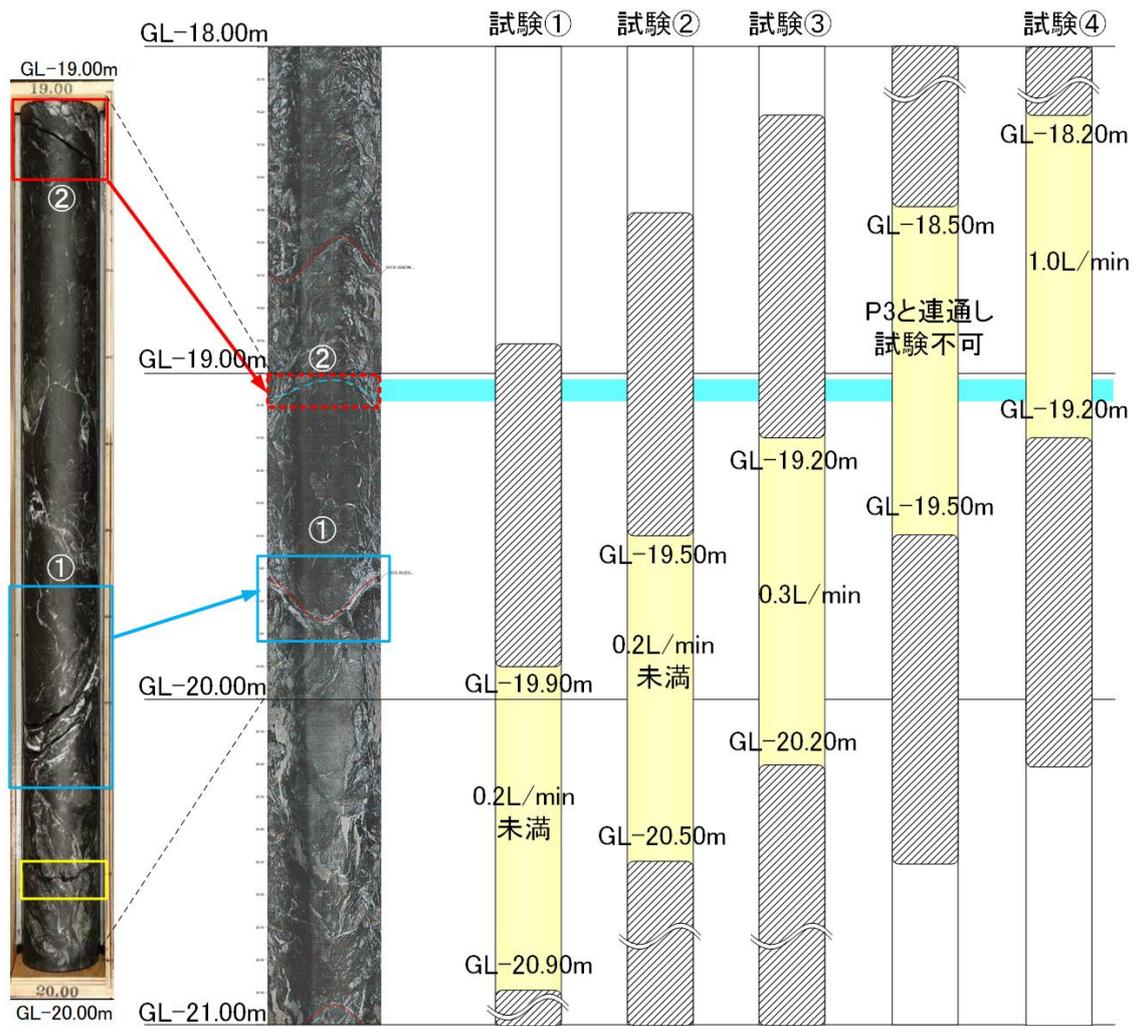
③ 試験③（GL-19.20m～-20.20m）

割れ目①と泥質岩塊優勢部の下部境界を含む深度とし、地質境界部の水利特性を確認することを目的とした。注水流量は約0.3L/minであり、地質境界下部は有意な水みちではないと考えられる。

④ 試験④（GL-18.20m～-19.20m：計画深度変更）

当初計画したGL-18.50m～-19.50mにて試験を行ったが、注水した水が孔口ケーシングからオーバーフローしていることが確認された。試験区間P2がP3と連通しているため試験を中止し、深度をGL-18.20m～-19.20mへ変更した。

コア観察から確認した割れ目②（GL-19.00m～-19.10m）と、泥質岩塊優勢部上部境界の水利特性を確認することを目的とした。注水流量は約1.0L/minであり、全域対象のGL-19m～-20mと同等の注水流量を確認した。以上より、割れ目②が水みちに該当すると考えられる。



水みち深度の絞り込み結果から水みちと判断した割れ目深度

図 6.1.2-6 GL-19m~20m 区間 試験深度と割れ目の位置関係

※注：枠囲みは BTV とコア写真の割れ目深度の対比

青枠：BTV とコア写真ともに確認した試験対象の割れ目①

赤枠：BTV では不鮮明だが、コア観察で確認した試験対象の割れ目②

黄枠：機械割れ目

【GL-14m~16m】

実絞り込み試験深度と割れ目の位置関係を図 6.1.2-7 に示した。試験対象の割れ目を白抜き数字 ①~③で示す。各試験の注水圧力と流量を付録 6 に示した。

試験は当初計画した試験①~③の 3 箇所に加え、これらの結果を補填するために GL-14m~15m を試験④として追加した。試験目的と試験結果を以下に示す。

① 試験① (GL-14.80m~15.80m)

割れ目① (GL-15.3m~15.7m) の水理特性を確認するために実施した。注水流量は約 1.2L/min であり、全域試験の GL-15~16m 相当の注水流量を確認した。試験①の区間内に

他の割れ目は分布しないため、割れ目①が GL-15m～16m 区間の水みちと考えられる。

② 試験② (GL-14.25m～-15.25m)

割れ目② (GL -14.5m～-14.6m) の水理特性を確認するために実施した。注水流量は試験①と同等の約 1.4mL/min を確認した。

③ 試験③ (GL-13.40m～-14.40m)

割れ目③ (GL -14.1m～-14.3m) の水理特性を確認するために実施した。注水流量は全域対象の GL-14m～-15m 区間相当の約 1.0mL/min であることを確認した。割れ目③は水みちと考えられる。

④ 試験④ (GL-14.00m～-15.00m)

試験②と試験③の結果より、割れ目②の水理特性が不明確であるため、割れ目①の影響を排除し、割れ目②と③を含む区間設定とした試験④を追加した。注水流量は約 0.8mL/min であり、試験③と同等の結果であった。この結果より、試験②の注水流量は割れ目①と割れ目③の双方の影響を受けた可能性が高い。また、GL-14m～-15m 区間の水みちは割れ目③であると考えられる。

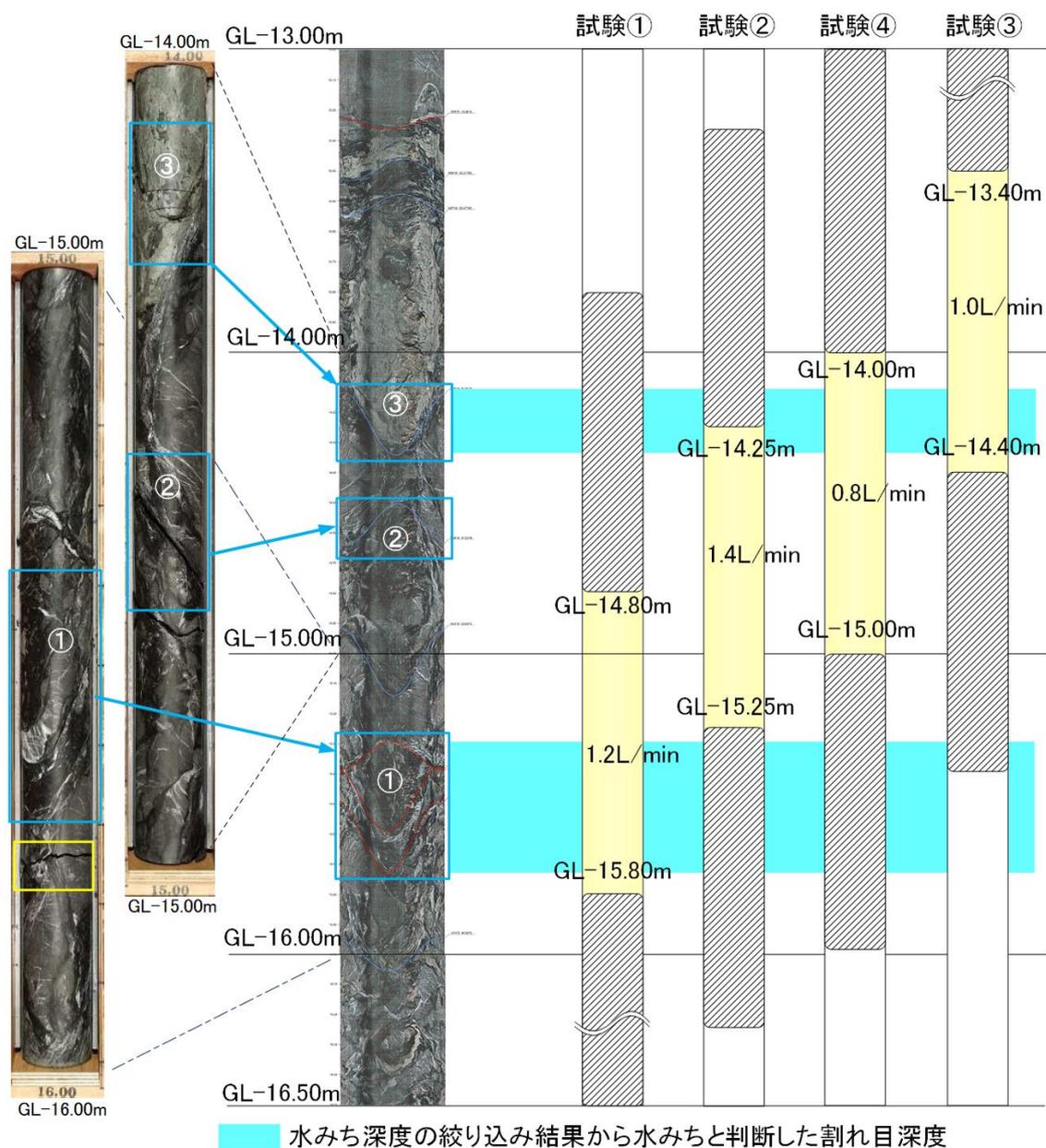


図 6.1.2-7 GL-14m~16m 区間 試験深度と割れ目の位置関係

※注：枠囲みは BTV とコア写真の割れ目深度の対比

青枠：BTV・コア写真ともに確認できた試験対象の割れ目①②③

黄枠：機械割れ目

【GL-5m~6m】

絞り込み試験深度と割れ目の位置関係を図 6.1.2-8 に示した。試験対象の割れ目を白抜き数字①~④で示す。各試験の注水圧力と流量を付録 6 に示した。

試験は当初計画した 5 箇所を実施した。試験目的と試験結果を以下に示す。

① 試験① (GL-5.50m~6.50m)

割れ目①～④を上部パッカーで閉鎖し、割れ目①より下方の水みちの有無を確認した。注水流量は0.4L/min未満であり、試験①区間内に水みちは分布しないと考えられる。

② 試験② (GL-5.30m～-6.30m)

割れ目① (GL-5.35m 付近) の水理特性を確認するために実施した。注水流量は4.4L/min (最大8.0mL/min/0.6MPa) であり、割れ目①は水みちに該当する。

③ 試験③ (GL-5.15m～-6.15m)

割れ目② (GL -5.2m～-5.3m) の水理特性を確認するために実施した。注水流量は3.3L/min (最大6.0mL/min/0.6MPa) であった。注水流量に顕著な増加は認められず、流量変化は試験②と類似しており、割れ目①と連通した水みちと考えられる。

④ 試験④ (GL-4.80m～-5.80m)

割れ目③ (GL -5.0m～-5.1m) の水理特性を確認するために実施した。当区間では割れ目①～③が含まれる。注水流量は3.0L/min (最大3.8mL/min/0.2MPa) であった。流量変化の傾向は試験②に類似しており、割れ目①②と連通した水みちと考えられる。

⑤ 試験⑤ (GL-4.50m～-5.50m)

割れ目④ (GL -4.65m 付近) の水理特性を確認するために実施した。注水流量は3.0L/min (最大3.2mL/min/0.6MPa) であり、試験①～④の流量変化と類似する。この結果より、試験⑤の流量は割れ目①～③の水理特性を反映したものと考えられ、割れ目④は有意な水みちではないと考えられる。

参考として、全域試験のGL-4～-5mの結果を付録6に示す。試験①～⑤の結果と比較すると、加圧注水直後の流量低下が急激であり、試験①～⑤と同等の注水流量であっても流量変化の傾向が異なる。

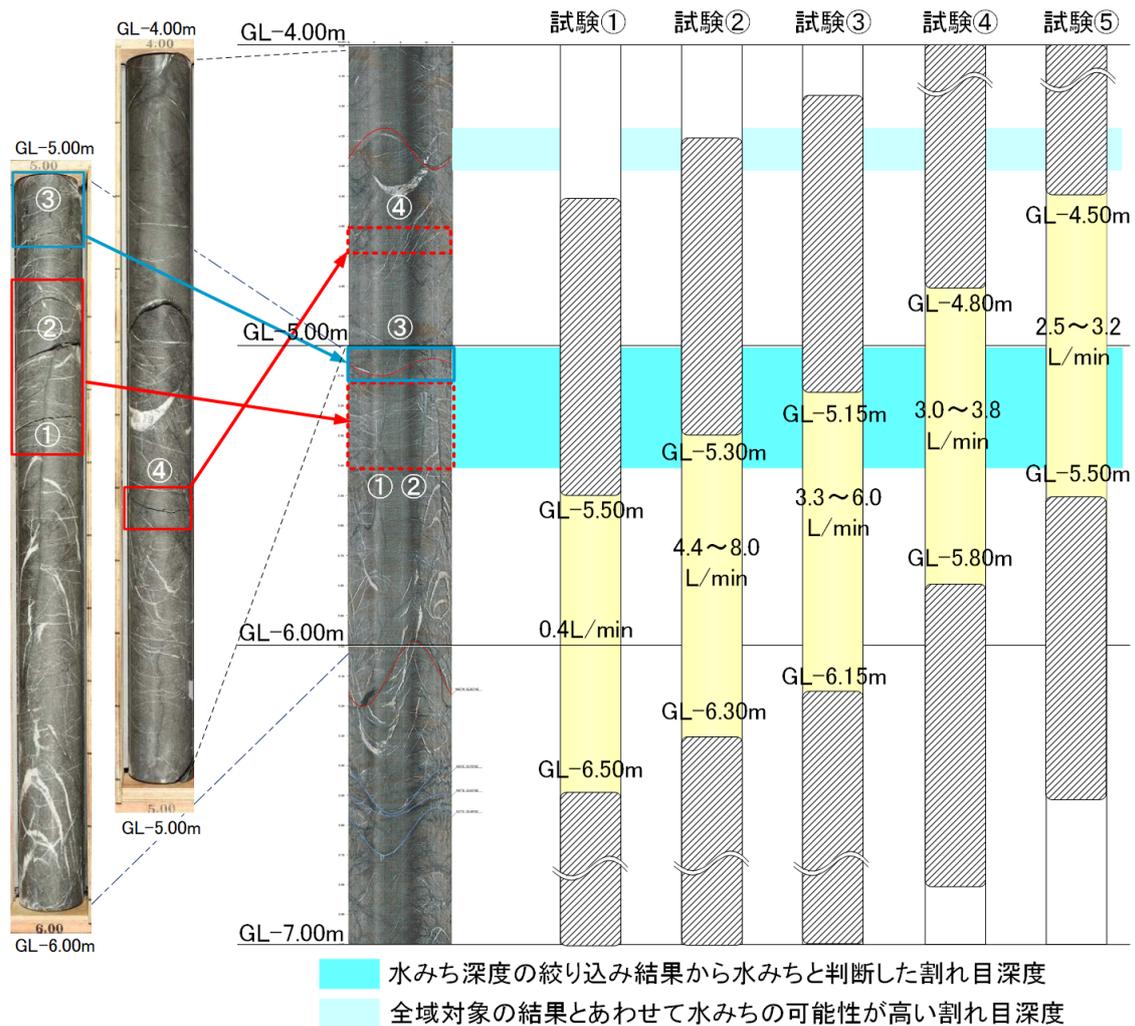


図 6.1.2-8 GL-5m~6m 区間 試験深度と割れ目の位置関係

※注：枠囲みは BTV とコア写真の割れ目深度の対比

赤枠：BTV では不鮮明だが、コア観察で確認した試験対象の割れ目①②④

青枠：BTV・コア写真ともに確認できた試験対象の割れ目③

(4) 水理試験区間の候補

KB-2 孔では、GL-19m~-20m, GL-14m~-16m, GL-6m 以浅の複数の区間内で水みちを確認し、絞り込み試験により水みち割れ目を特定した。水理試験の候補区間は、水みち割れ目を含む区間に加え、工程日数を鑑みて計 5 箇所を候補とした。確認した水みちのうち、坑道底盤からの距離が短く掘削影響が懸念される GL-6m 以浅の水みちは候補から除外した。

表 6.1.2-2 に水理試験の候補区間を示す。

表 6.1.2-2 KB-2 孔 水理試験の候補区間

試験対象	上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	区間長 (m)
①泥質基質優勢の水みちを含まない区間	8.00	12.00	4.00
②14m～16mの水みち割れ目を含む区間	12.00	16.00	4.00
③19m～20mの水みち割れ目を含む区間	17.00	21.00	4.00
④チャート質岩塊優勢を含む区間	21.00	25.00	4.00
⑤試験②の結果に応じて設定する区間	14.00	16.00	2.00

6.2 マルチフローメータ検層

マルチフローメータ検層は、ボーリング孔内の水みち割れ目の深度分布を把握するために KB-2 孔において実施した。実施においては表 6.2-1 に示す仕様以上の性能を有するマルチフローメータ検層装置を準備した。

表 6.2-1 マルチフローメータ検層装置の基本仕様

項目	仕様	備考
対応孔径	本業務の孔径に対応	---
流速計	測定範囲：-6～6m/s（流量換算-452～452L/min） 分解能：0.4mm/s 程度（流量換算 0.03L/min 程度） 精度：0.5%FS 程度 ～6m/sec	設計上の最大流量 標準管：Q=450L/min 大流量管：Q=1,700L/min
電気伝導度計	測定範囲：5～4,000mS/m	---
温度計	測定範囲：0～50°C	---
昇降速度	1～7cm/s	---

マルチフローメータ検層で使用した資機材を表 6.2-2 及び図 6.2-1 に示す。なお、試験時に使用したやぐらは、当検層の実施に先立って実施したボーリング孔内の水理特性分布の把握で設置したやぐらを流用した。

表 6.2-2 マルチフローメータ検層資機材一覧表

装置名	仕様	数量
プローブ	φ60mm×2,140mm 18kg 対応孔径：φ65mm～150mm (スポンジパッカー交換による)	1式 測定管含む
測定管	内管 塩ビ, 外管 ステンレス	1式 プローブ接続一体
流速計	測定範囲：-6～6m/s (流量換算-452～452L/min) 分解能：0.4mm/sec程度 (流量換算 0.03L/min程度) 精度：0.5%FS程度 ～6m/sec	1式 プローブ内蔵
電気伝導度計	測定範囲：5～4,000mS/m 精度±0.5mS/m, 分解能 0.05mS/m	1式 プローブ内蔵
温度計	測定範囲：0～50℃ 精度±0.5℃, 分解能 0.01℃	1式 プローブ内蔵
シーブ	430mm×330mm 1m/回転	1式
ウインチ	幅 620mm×奥行 580mm×高さ 495mm 65kg, 1～7cm/s ケーブル巻取量：φ8mm×200m AC100V, 12A	1式
ロガー	幅 560mm×奥行 410mm×高さ 150mm 4kg	1式
パソコン	Panasonic 製タブブック, データ測定用 専用ソフト使用	1式
パッカー	ポリウレタンスポンジ (0.5～2cm厚)	1式
ウエイト	鉄製, 12kg	1式
水位計	Druck 製 PTX5032, 10m 計	1式
電磁流量計	東陽商事製 TSR-020-III, TFD-100-F	1式
井戸ポンプ MP1	グルンドフォス製 MP1	1式



図 6.2-1 マルチフローメータシステム一式

マルチフローメータ検層の検層原理を図6.2-2に示す。

マルチフローメータ検層では、測定プローブをボーリング孔内にウインチで昇降させ、流量、電気伝導度、及び温度の3項目を深度方向に連続的かつ同時に測定することが可能である。原則としては、プローブを下降させて測定する（上昇測定の場合、プローブ移動による攪拌の影響が

ら、乱した後の水を測定する可能性がある。)

プローブを一定速度で下降させた場合、プローブの下部の水が測定管を通過して上部に流れ出るため、見掛け上、上向きの流れが測定される。例えば、孔径 $\phi 120\text{mm}$ 、プローブ上昇速度 1cm/sec の場合、 $+6.78\text{L/min}$ (プラスは下から上方向への流れを意味する) となる (図 6.2-2①)。

このプローブ移動に伴う流量をゼロとして、孔内に上向きの流れがあれば、 $+6.78\text{L/min}$ より値がより大きくなり、下向きの流れがあれば、値は小さくなる (図 6.2-2②, ③)。

測定結果例を図 6.2-3 に示す。連続測定により孔全体の流量、電気伝導度、温度のデータが得られる。この結果を深度方向の対比グラフ化し、変化がある箇所については、定点測定を実施する。定点測定により得られたデータについても、グラフ化することで各測点での流量データ (湧水量、逸水量) を得られる。

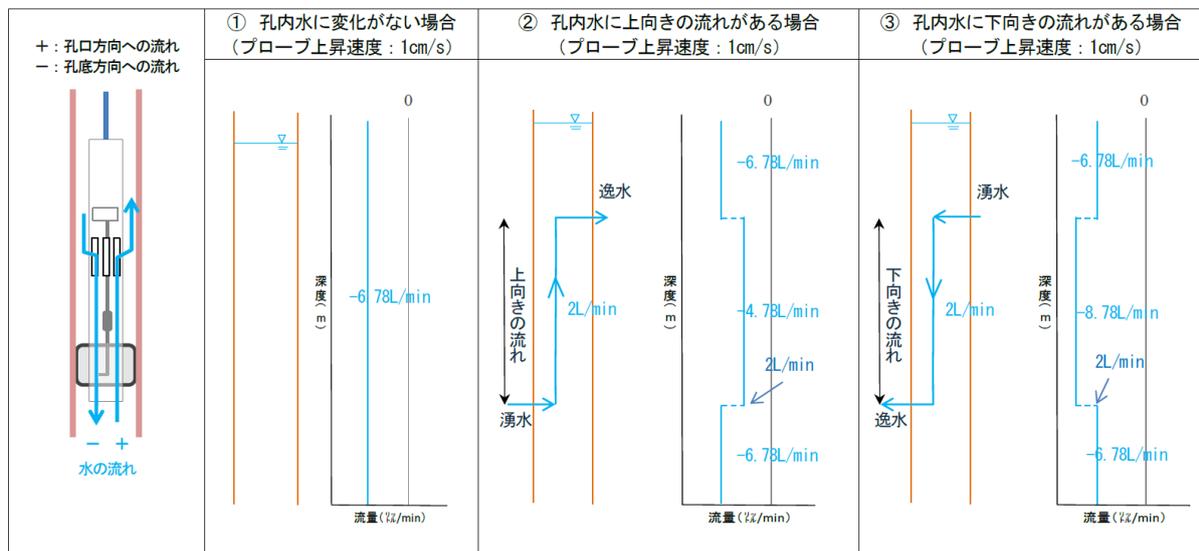


図 6.2-2 マルチフローメータ測定原理

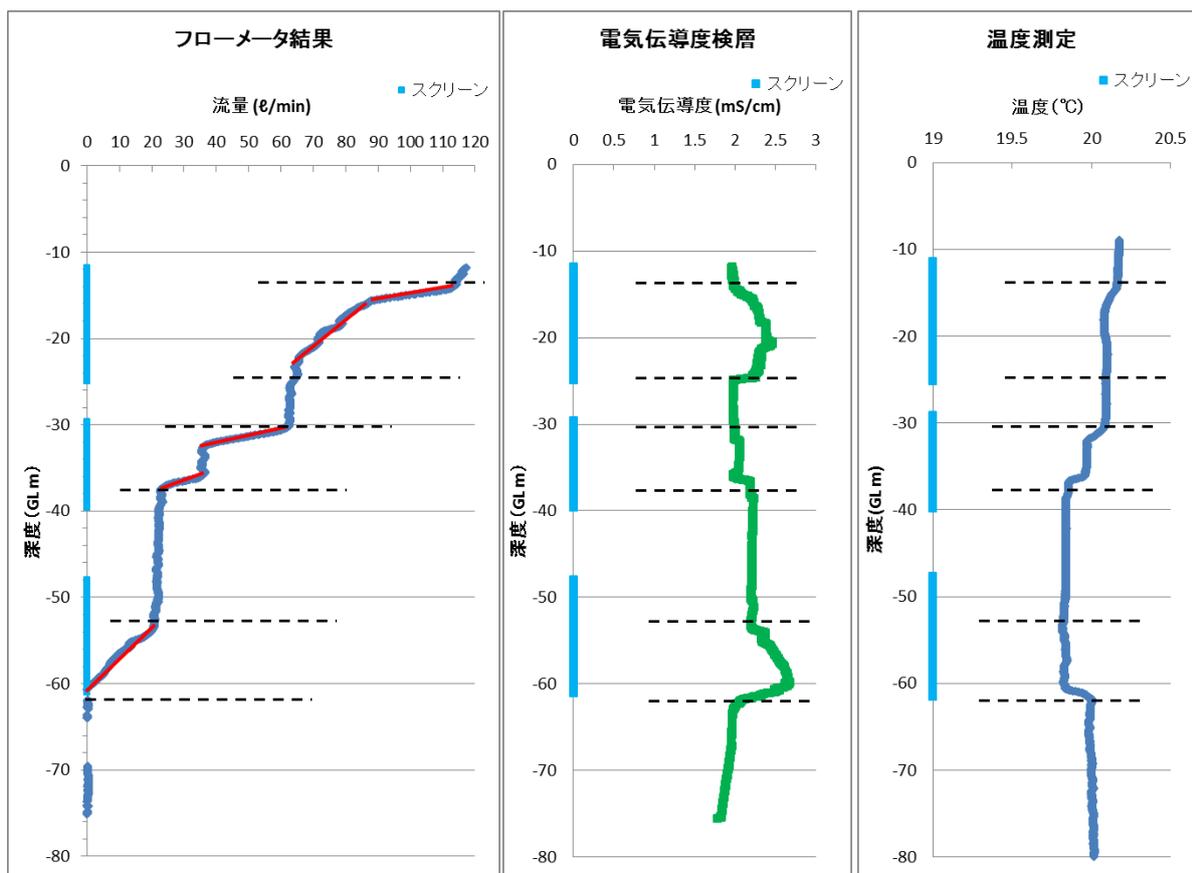


図 6.2-3 マルチフローメータ連続測定結果の例

マルチフローメータ検層は、KB-2 孔でのボーリング孔内の水理特性分布の把握により、水理状況を概ね把握した後、水理試験の実施に資するため、水理試験に先立ち行った。本検層時には、ボーリング孔内水位が孔口付近であったため、自然状態での測定の後、揚水条件による測定を実施した。

① 自然状態での測定

測定は、原則として下降方向にプローブを移動させて実施した。自然状態（揚水・注水量 0L/s）の条件において、プローブを一定速度（約 0.01m/s）で徐々に孔底に向かって下降させ、各深度の鉛直方向の流速、温度及び電気伝導度を連続測定した。自然状態での実施概念図を図 6.2.4 に示す。

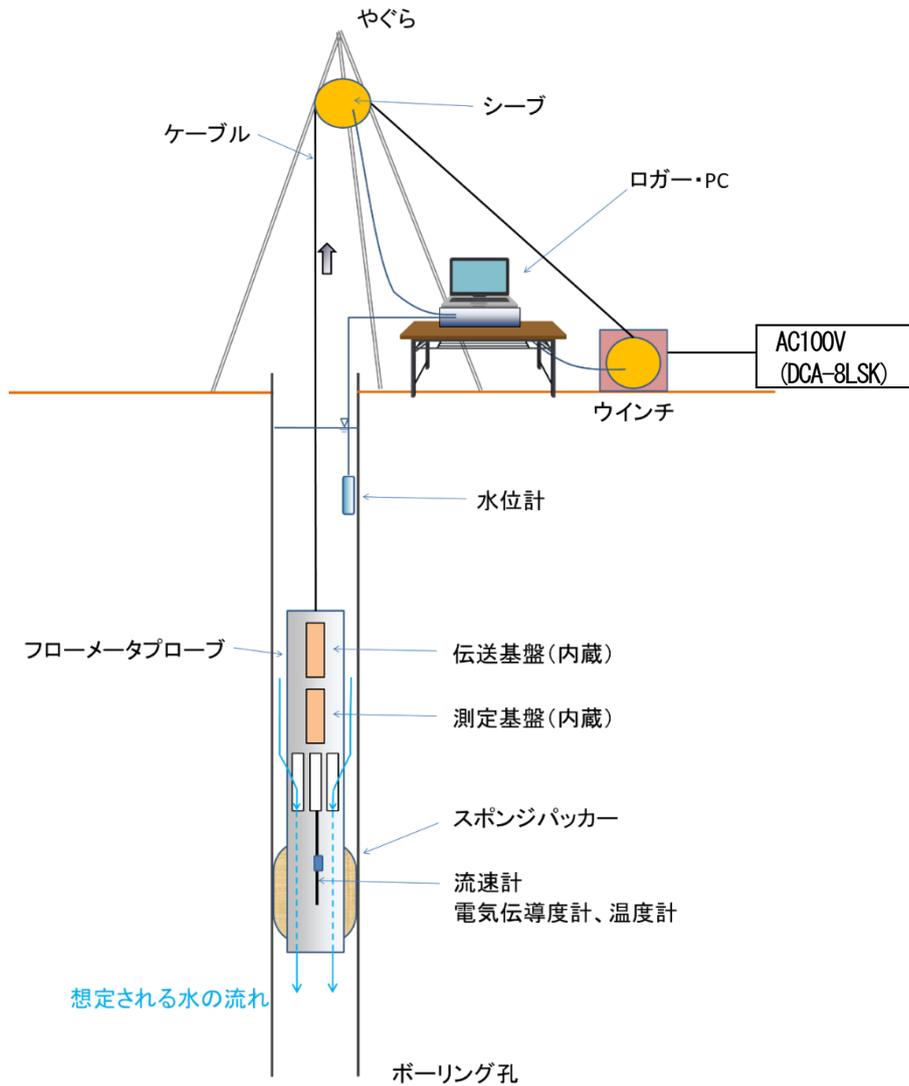


図 6.2-4 マルチフローメータ検層実施概念図 (自然状態)

② ボーリング孔内水の置換

続いて揚水条件での測定を行うために、ボーリング孔内水を電気伝導度とトレーサー濃度が管理された水に置換した。ボーリング孔内水の置換は、地上に設置した水タンクから送水ホースを通じて孔底に電気伝導度とトレーサー濃度が管理された水を送水し、孔口付近に設置した水中ポンプで揚水してボーリング孔内水を回収した。送水量と回収量がほぼ一定となるよう各流量を調整した。ボーリング孔内水の置換の概念図を図 6.2-5 に示す。

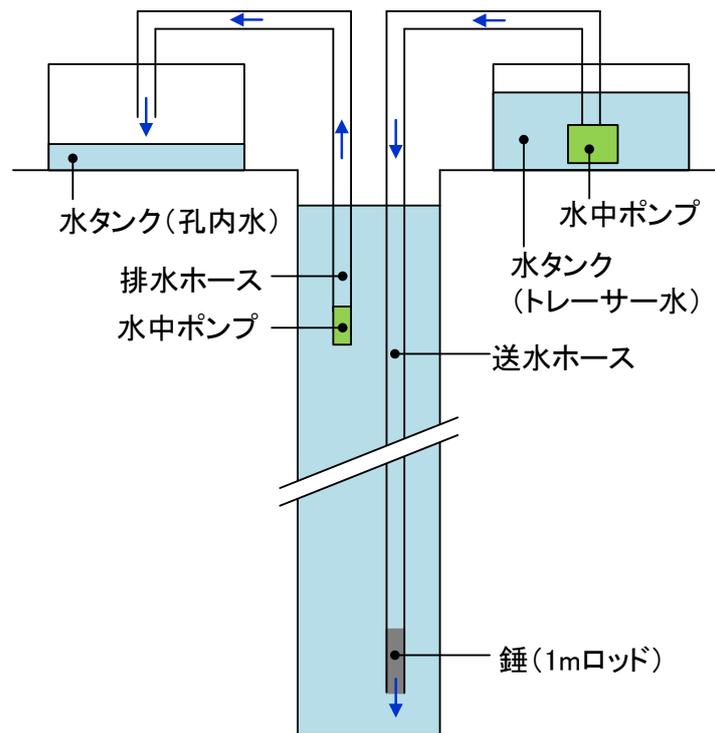


図 6.2-5 ボーリング孔内水の置換の概念図

③ 揚水条件での測定

ボーリング孔内水の置換後、孔口にポンプを設置して、ボーリング孔内水位が一定になるまで揚水を実施した。その後、マルチフローメータプローブを一定速度（約 0.01m/s）で孔底に降ろし、各深度の鉛直方向の流速、温度及び電気伝導度を連続測定した。また、通常状態のスポンジパッカー及び測定管共にありの仕様に加えて、スポンジパッカー及び測定管共になし（センサー露出状態）の仕様での電気伝導度及び温度測定も一定速度（約 0.04m/s）で複数回実施し、それぞれの時間変化を確認した。測定時の揚水量は、原則として孔内水位が一定になるよう調整した。揚水時の実施概念図を図 6.2-6 に示す。

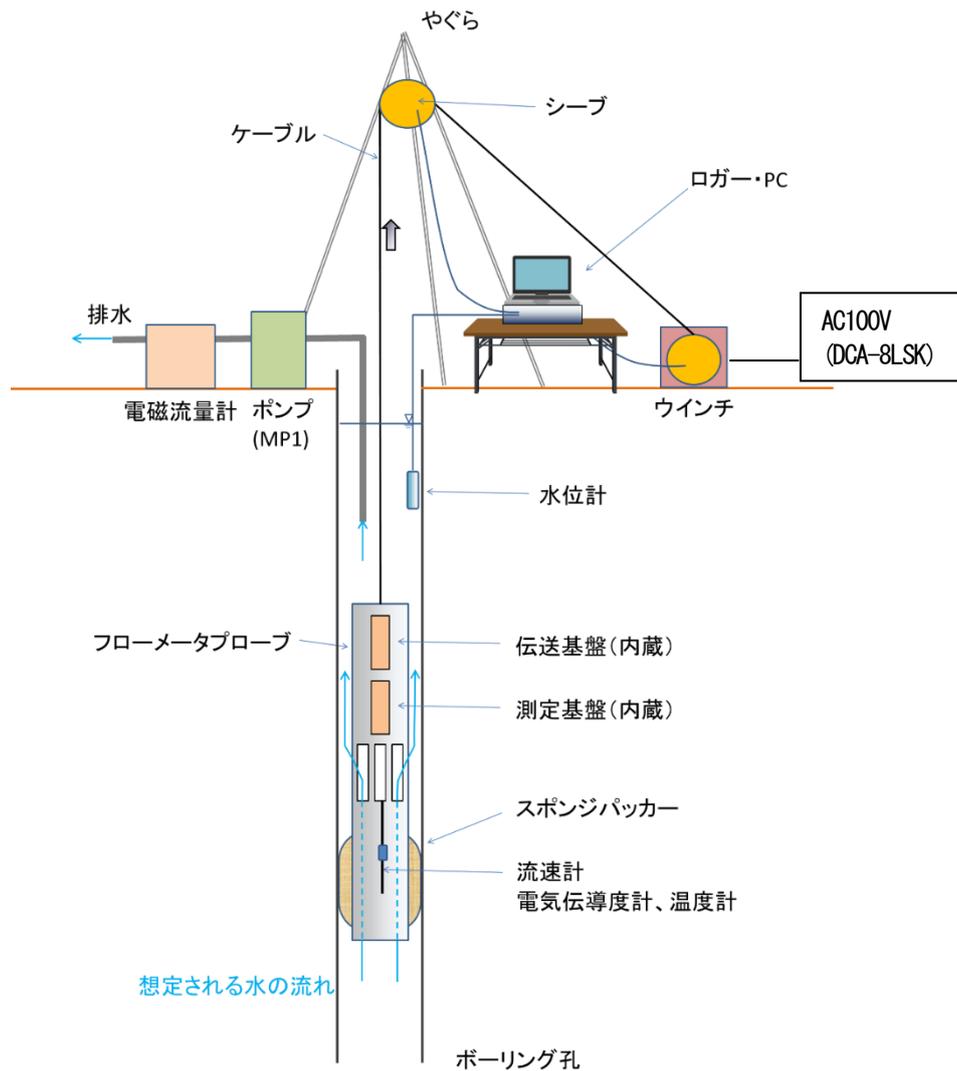


図 6.2-6 マルチフローメータ検層実施概念図 (揚水条件)

6.2.1 マルチフローメータ検層結果

(1) 自然状態

KB-2 孔は流量の変化が小さく感知が難しいと考えられたため、電気伝導度の変化の検知が重要と認識した。そこで、より正確な電気伝導度の変化を捉えるために、プローブ移動による攪拌の影響が少ないプローブ挿入時 (下降時) のデータを採用した。自然条件の測定結果を図 6.2.1-1 に示す。

- ・ 流量は全深度で $\pm 0.3\text{L}/\text{min}$ 程度のばらつきが認められるが、明確な湧水・逸水箇所は認められなかった。
- ・ 電気伝導度は $67\sim 52\text{mS}/\text{m}$ の範囲で深度とともに小さくなり、GL-5m 付近、GL-14m 付近、GL-20m 付近に変化点が認められた。
- ・ 温度は $18.3\sim 21.3^\circ\text{C}$ の範囲で深度とともに大きくなり、変化点は認められなかった。

+ : 孔口方向への流れ
 - : 孔底方向への流れ

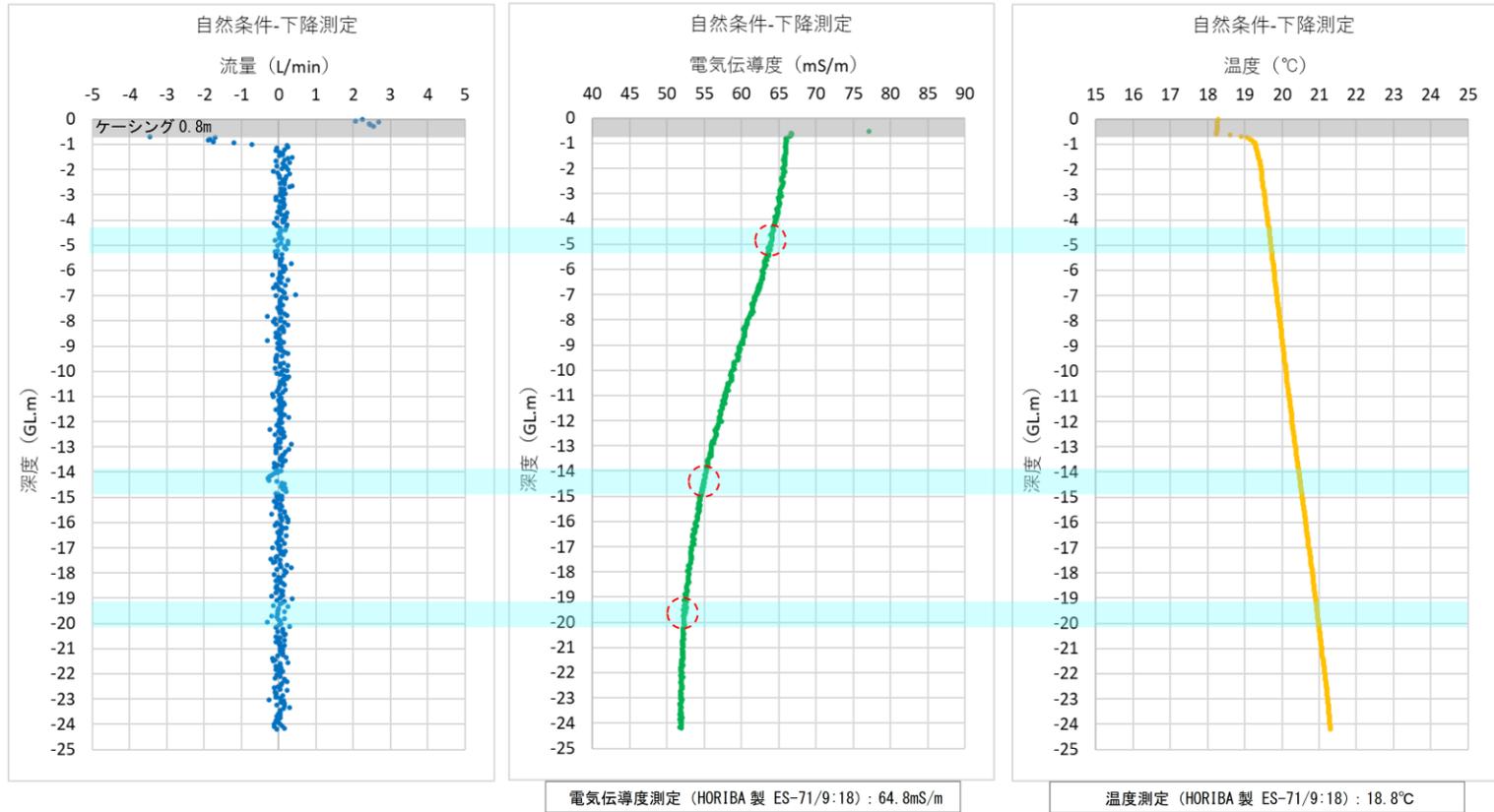
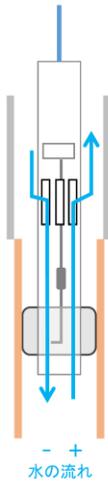


図 6.2.1-1 自然条件の測定結果

(2) 揚水条件

揚水条件の測定結果を図 6.2.1-2 に示す。揚水条件は以下の通りである。

揚水条件：揚水時，水位一定（GL-1.95m）

揚水量：平均 0.05L/min

揚水条件として GL-1.95m まで水位を低下させて水位一定で測定した。測定時の平均揚水量は 0.05L/min であった。

- ・ 流量は全深度で±0.3L/min 程度のばらつきが見られるが，明確な湧水・逸水箇所は認められなかった。
- ・ 電気伝導度は 67～52mS/m の範囲で深度とともに小さくなり，GL-5m 付近，GL-13m 付近，GL-19m 付近に変化点が認められた。
- ・ 温度は 19.6～21.3℃の範囲で深度とともに大きくなり，変化点は認められなかった。

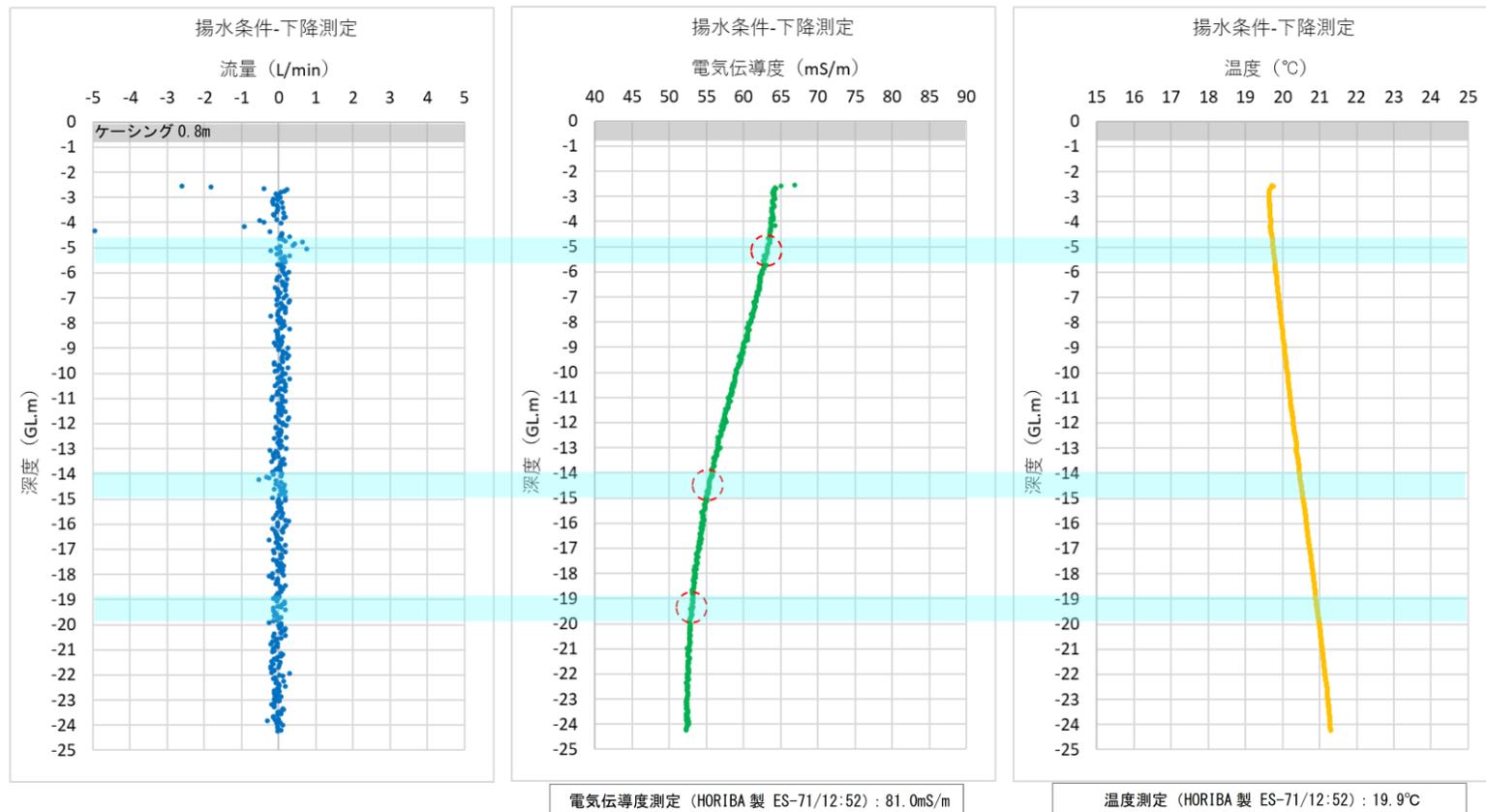
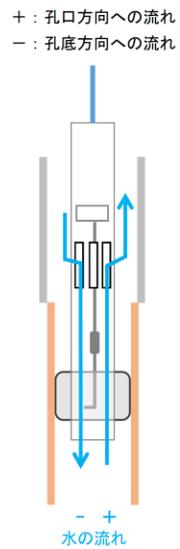


図 6.2.1-2 揚水条件の測定結果

(3) 揚水条件（センサー露出+電気伝導度調整）

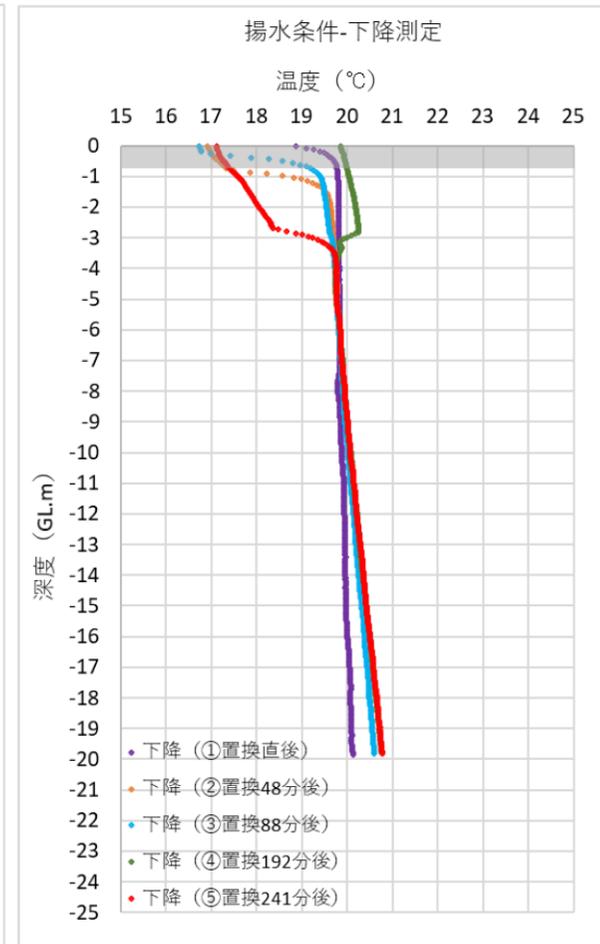
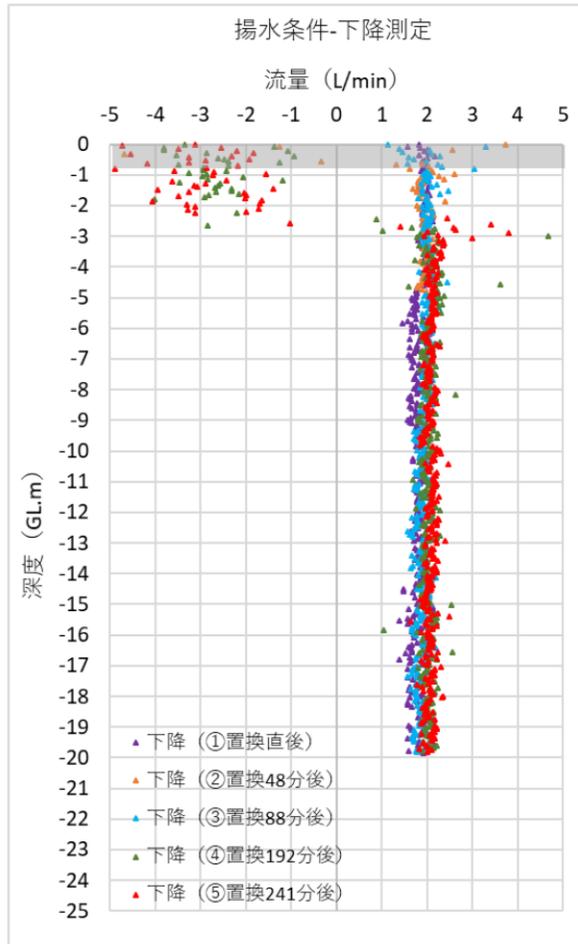
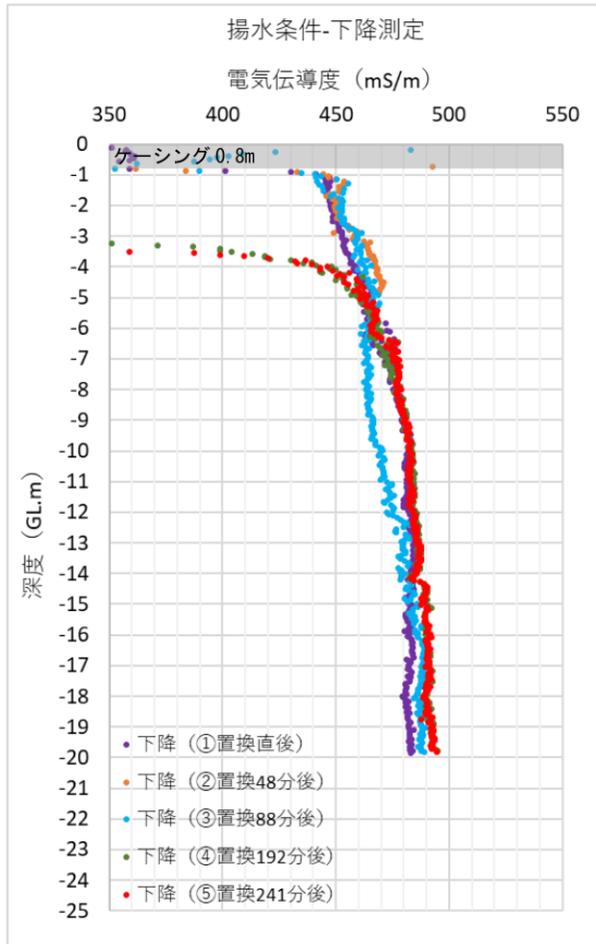
センサー露出状態での揚水条件の測定結果を図 6.2.1-3, 図 6.2.1-4 及び図 6.2.1-5 に示す。測定前には孔内水を電気伝導度調整したトレーサー水で置換した。

測定状況は以下の通りである。

- ① 孔内水置換直後 9:59 測定開始 GL-20m まで →測定後, 水位を GL-0.7m まで低下
- ② 孔内水置換 48 分後 10:47 測定開始 GL-5m まで
- ③ 孔内水置換 88 分後 11:27 測定開始 GL-20m まで →測定後, 水位を GL-3m まで低下
- ④ 孔内水置換 192 分後 13:11 測定開始 GL-20m まで
- ⑤ 孔内水置換 241 分後 14:00 測定開始 GL-20m まで

①～③ではケーシング下で電気伝導度が小さくなっていることから, この付近からの湧水が考えられる。④, ⑤では GL-3.0m 付近まで水位を下げているため, ケーシング下から流下する水により GL-4.5m 付近まで電気伝導度が小さくなっている。

- ・ 流量は, ①の GL-5m 付近で若干の変化が見られたが, 全体に大きな変化は見られなかった。
- ・ 電気伝導度は, 通常測定（保護管, パッカーあり）で変化が見られた GL-5m 付近, GL-14m 付近で変化が見られた。
- ・ ③は①と比較すると, GL-5～-14m にかけて, 低い側にシフトしている。
- ・ ④と⑤はほぼ同等の値を示した。④⑤は①と比較すると GL-14m 付近以降やや高い側にシフトしている。
- ・ 温度は③, ④⑤は①と比較すると GL-8m 以深でやや高い側にシフトしている。

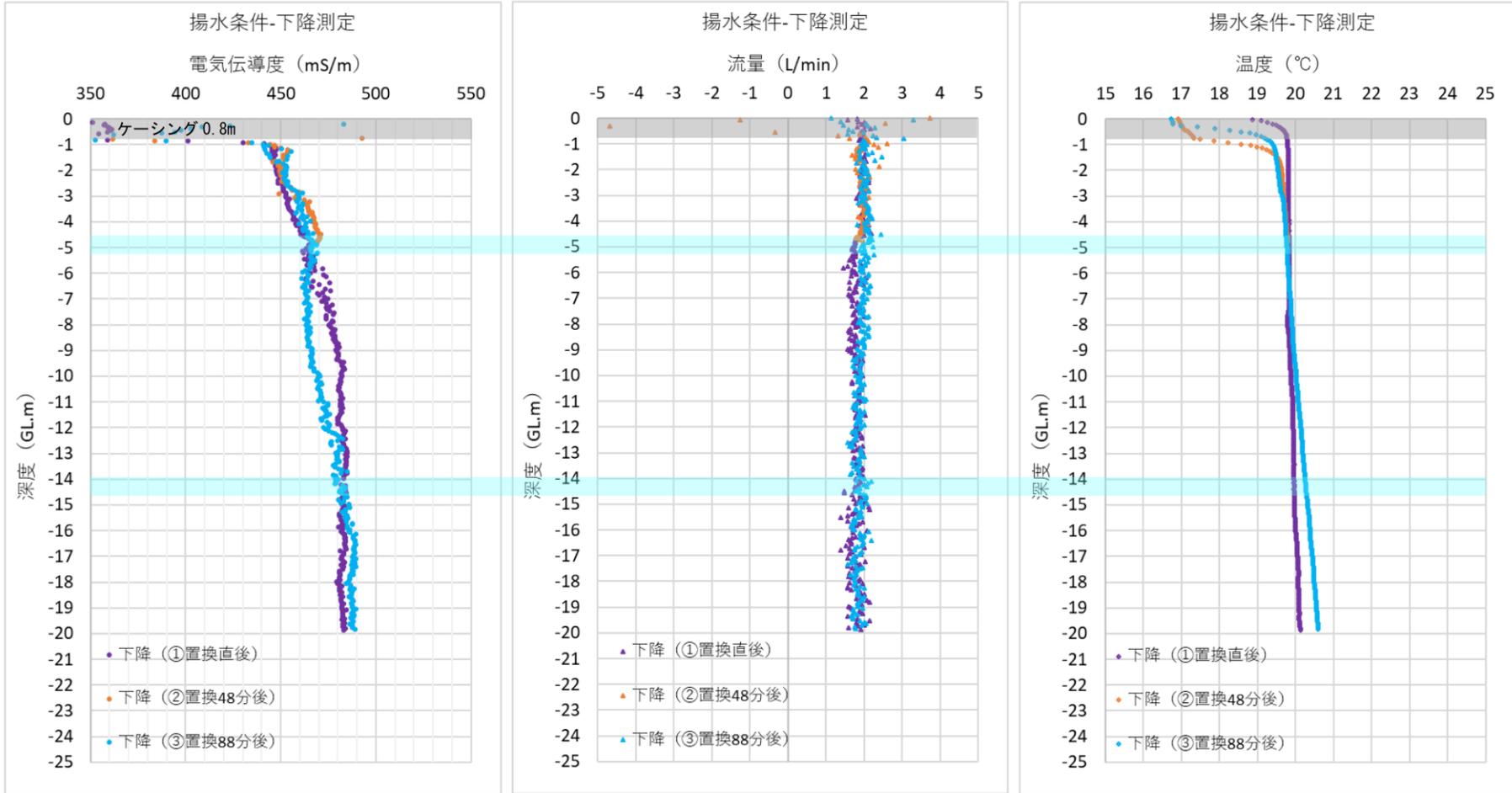


①、②、③、④、⑤の電気伝導度・流量・温度

電気伝導度測定 (HORIBA 製 ES-71/10:20) : 463mS/m

図 6.2.1-3 測定結果 (揚水条件: センサー露出)

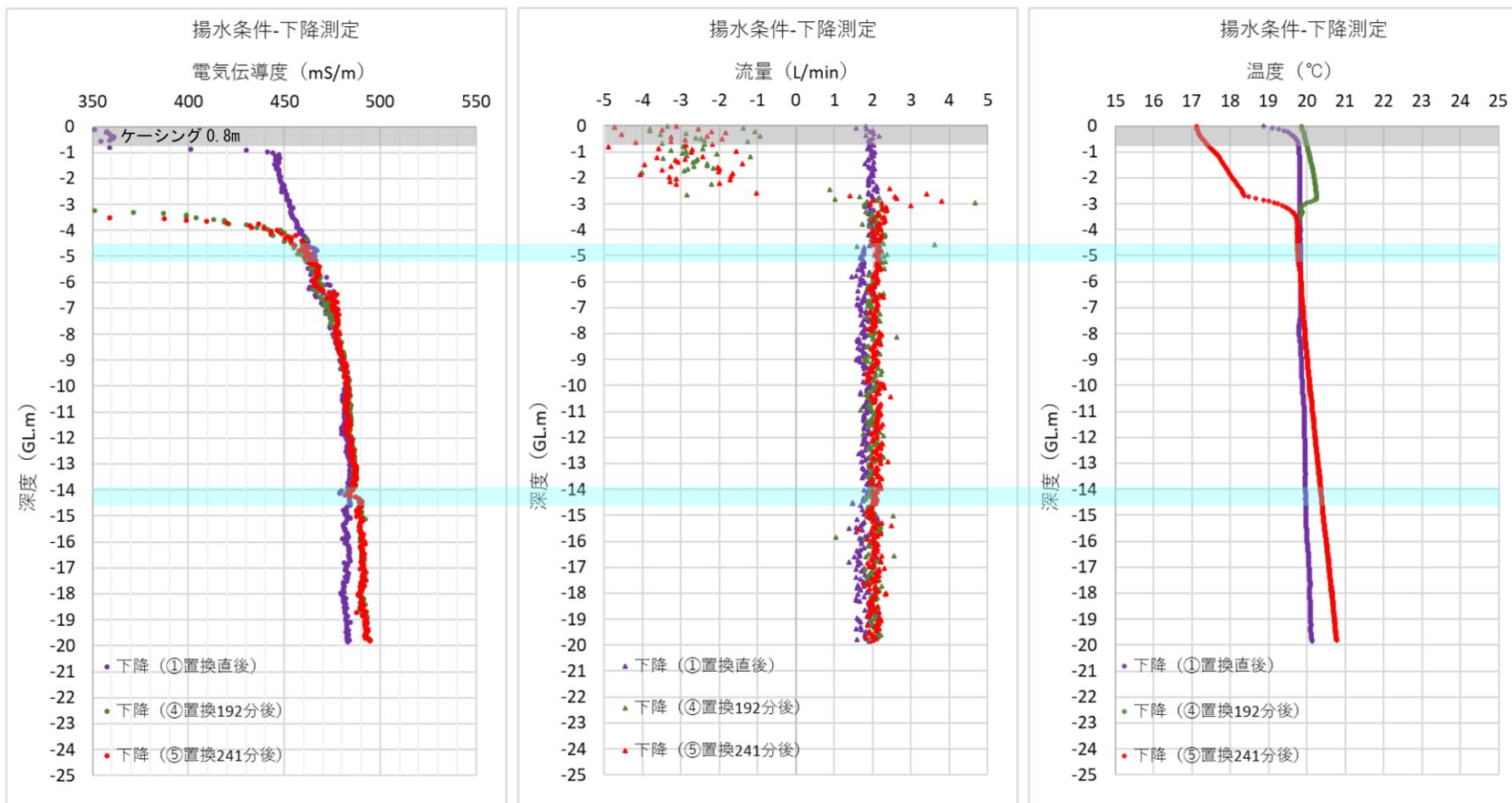
*注意: 測定管なしでの測定のため、流量値は未補正の参考値である。



①、②、③の電気伝導度、流量、温度

電気伝導度測定 (HORIBA 製 ES-71/10:20) : 463mS/m

図 6.2.1-4 測定結果 (揚水条件 : センサー露出) ①, ②, ③



①、④、⑤の電気伝導度、流量、温度

電気伝導度測定 (HORIBA 製 ES-71/10:20) : 463mS/m

図 6.2.1-5 測定結果 (揚水条件 : センサー露出) ①, ④, ⑤

(4) 結果の整理

マルチフローメータ検層はボーリング孔内の水みちの把握を目的として行われるが、本測定では、口元ケーシング設置下限付近でのボーリング孔内への流入水による変化のほかは、明確に岩盤内の水みちを認識することはできなかった。これは、KB-2 孔での本測定においては本来対象とする流量より非常に小さく、本測定の適用が困難であったことを示す。

(i) 流量

いずれの条件の測定でも、流量に変化が認められなかった。KB-2 孔では、微量ながら孔内への流入水があることは推察されていたが、湧水量が測定のばらつきの範囲 ($\pm 0.3\text{L}/\text{min}$ 程度) を下回っているために検知できなかったと考えられる。

(ii) 温度

いずれの条件の測定でも、温度勾配に変化点は認められなかった。孔内置換水と孔内への流入水の温度が近く、微量の流入水では温度変化に影響を与えなかったためと考えられる。なお、揚水条件 (センサー露出+電気伝導度調整) のうち①の測定のみが特異な温度変化を示すが (20°C でほぼ一定)、孔内水置換直後に測定を行ったためと考えられる。

(iii) 電気伝導度

電気伝導度には勾配変化 (GL-5m 付近, GL-13~14m 付近, GL-20m 付近) が認められたが、図 6.2-3 に示す連続測定結果例のような明瞭な変化ではなく緩慢な変化であり、湧水の可能性は認めるものの、明確な湧水地点やその深度などを示すには至らなかった。

6.3 水理試験

水理試験では、KB-1 孔及び KB-2 孔で実施したボーリング孔内の水理特性分布の把握、コア観察、及び検層などの各種試験結果を基に試験区間を設定し、各試験区間で実施した透水試験より水理パラメータを求めた。各種試験結果に基づき、水理試験として、KB-1 孔で 5 箇所、KB-2 孔で 6 箇所の試験区間において、間隙水圧測定及びパルス試験を主とした透水試験を実施した。

KB-1 孔：間隙水圧測定×5 深度、パルス試験×7 点

KB-2 孔：間隙水圧測定×6 深度、パルス試験×9 点、スラグ試験×1 点

水理試験に使用した主要機材の一覧を表 6.3-1 に示す。水理試験機材は、孔内装置及び地上測定機器共にボーリング孔内の水理特性分布の把握と共通するため、ボーリング孔内の水理特性分布の把握の作業で使用した装置を引き継いだ。

表 6.3-1 水理試験 主要機材一覧

装置名	仕様・数量など	数量
パッカー	収縮外径 φ90mm 片側スライド、ラバー長：約 1,000mm 最大適用孔径 φ170mm (拡張圧：1.5MPa) ・上部パッカー下部のパイプにストレーナ加工	2 式
メインバルブ 電磁バルブユニット	圧力駆動方式 ・電磁バルブ内蔵、電源ケーブル 150m	1 式
圧力測定ユニット	FISO 圧力センサー4 個内蔵、FS：1.5MPa ・精度：0.25%/FS	1 式
JFT ロッド	内径 φ35.8mm、外径 φ42mm ネジ部外径 φ49mm ・定尺：2m×10 本	1 式
パッカー拡張用チューブ バルブ操作用チューブ	ナイロンチューブ：4mm×2.5mm、6mm×4mm ・最高使用圧力：4mm/約 4.5MPa、6mm/5.0MPa	1 式
パッカー圧力計	・FS：5MPa 精度：0.06%FS	2 式
耐圧タンク	耐圧:5MPa 容量:10L, 20L (パッカー拡張用、メインバルブ用)	2 式
計測システム	サンプリングピッチ：最小 1sec 計測項目：P1～P4 圧力、流量 ・データ収録・保存・表示パソコン	1 式
解析システム	・理論式解析ソフト (リアルタイム収録不可)	
コンプレッサー	・使用最高圧力：2.5MPa	1 式
ベビーホイスト	・SDB-930 吊上荷重：400kg	1 式

6.3.1 実施手順

水理試験の手順を以下に示す。水理試験では、パルス試験やスラグ試験などの適応する透水性の異なる複数の透水試験を連続して行うシーケンシャル水理試験（竹内ほか、2007）を計画した。シーケンシャル水理試験で行う代表的な試験項目と英語略称を表 6.3.1-1 に示す。

表 6.3.1-1 シーケンシャル水理試験の個別試験ごとの略称

略称	英記	項目
INF	Packer Inflation	パッカー拡張
PSR	Static Pressure Recovery (shut-in)	間隙水圧測定
PW	Pulse Withdrawal	パルス試験 (圧力回復試験)
SW	Slug Withdrawal	スラグ試験 (水位回復試験)
SWS	Pressure Recovery after Slug Withdrawal (shut-in)	スラグ試験の水位回復途中にバルブを閉鎖した圧力回復試験 (スラグシャットイン)
RW	Constant Rate Withdrawal	定流量揚水試験
RWS	Pressure Recovery after Constant Rate Withdrawal (shut-in)	定流量揚水試験後にバルブを閉鎖した圧力回復試験
DEF	Packer Deflation	パッカー収縮

※注：注水法の場合は、Withdrawalの頭文字「W」がInjectionの「I」に代わる。

今回の水理試験で計画したシーケンシャル水理試験のフローを図 6.3.1-1 に示す。シーケンシャル水理試験の手順は、最初に対象区間の透水性の概略を把握することを目的としてパルス試験を実施する。その結果、試験区間の透水性が一定基準を上回った場合はスラグ試験に移行し、さらに透水性が高い場合は揚水試験へ移行する。加えて、揚水が可能な場合は地下水の採水を行う計画とした。ただし、各移行段階で透水性が一定基準を満たさない場合は、次のステップへ移行せず、当該試験を本試験とすることとし、最後に、試験区間周辺の水理場の確認のため 2 回目のパルス試験を実施することとした。なお、ここで示すスラグ試験には、水位回復途中にメインバルブを閉鎖して圧力回復試験へ移行するスラグシャットイン試験を含む。

一般的に透水試験は、透水構造の目詰まりや地下水の水質への影響を考慮し、注水法より揚水法の試験を優先的に選択する。しかし、孔内水位の状況や、溶存ガスの有無などの諸条件を考慮して注水法を選択する場合がある。今回の水理試験では孔内水位の状況から、注水法を選択した。

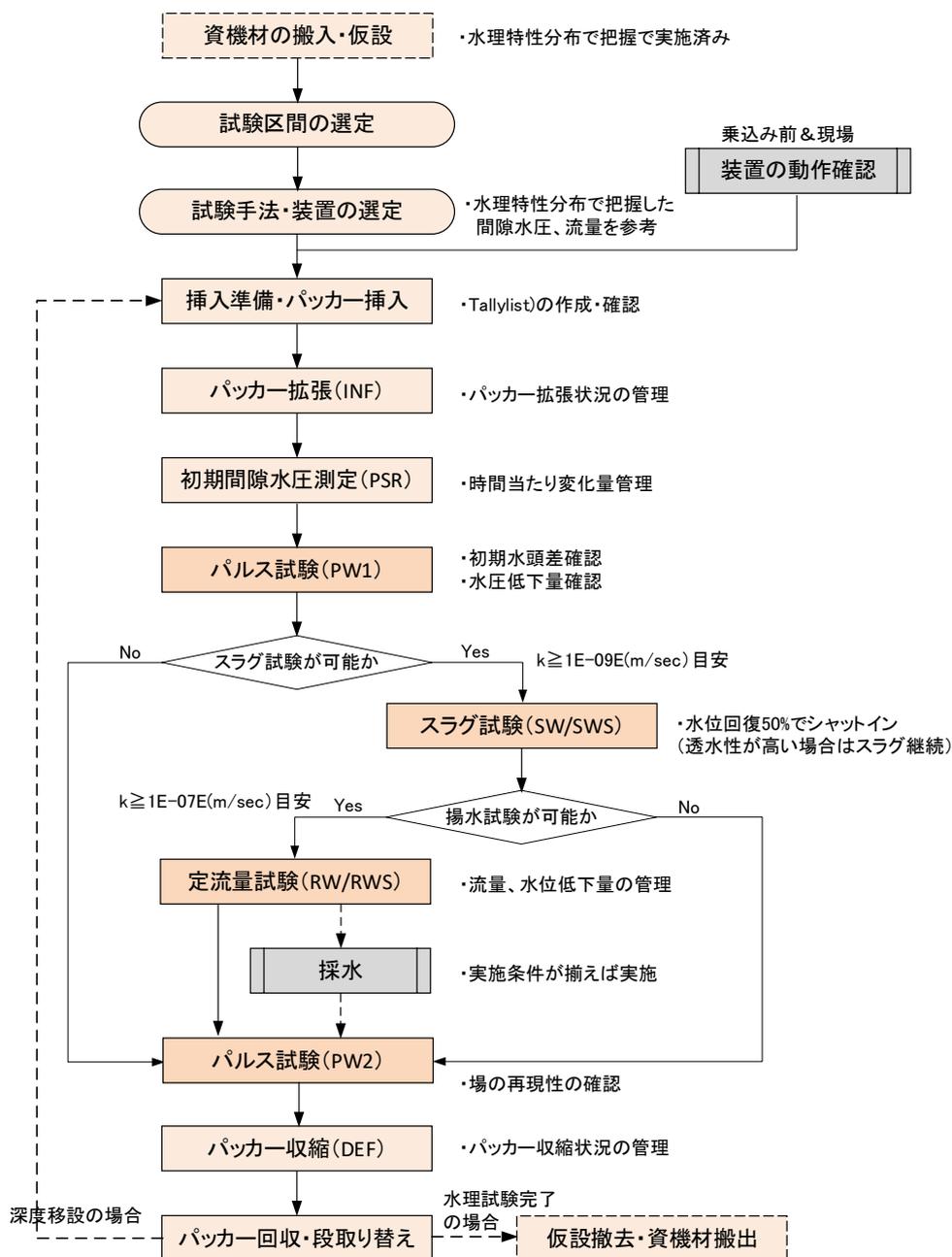


図 6.3.1-1 水理試験（シーケンシャル水理試験）のフロー

以下に実施手順の詳細を示す。

① 資機材の搬入と仮設

水理試験の機材と仮設物は、ボーリング孔内の水理特性分布の把握から引き継いだ。

② 試験区間深度、試験手法、装置の選定

試験区間の選定に際し、ボーリング掘削、コア観察、各種検層、ボーリング孔内の水理分布特性の把握等の結果を取りまとめ、試験区間深度・試験手法（注水法・揚水法）・装置編成を設定し

た。

③ 挿入準備及びパッカー挿入 (図 6.3.1-2)

試験準備として、装置の動作確認を行った。また、試験区間深度と装置編成の確定に基づき、パッカー深度や使用ロッドの本数、装置個別の尺長をリスト化した Tallylist を作成した。ボーリング孔内へのパッカーの挿入前に、Tallylist に基づき、試験装置の各機材の数量及び長さの実寸確認を行った。Tallylist では、試験深度は上部パッカー深度を基準とし、残尺長はボーリングや各種検層と同じ GL (ボーリング孔掘削位置の底盤面) を基準点として計算した。



図 6.3.1-2 装置編成及び残尺の確認状況

パッカー及び試験装置の挿入手順を以下 A~E に示す。

- A) 挿入する装置にスイベルを取り付け、ベビーホイストで吊上げる。
- B) 吊上げた装置を孔内へ降下し、0.3m 程度の残尺を残しホールドする。
- C) 次に挿入する装置にスイベルを付け替えてから吊り上げ、ホールドしている装置に接続する。
- D) 孔内の装置全体を吊り上げ、チューブ類を JFT ロッドにテープで固縛し、孔内へ静かに降下する。
- E) 0.3m 程度の残尺を残し装置ホールドする。2 本目以後は C~E を繰り返す。

④ パッカー拡張 (INF)

パッカーの拡張圧力は「間隙水圧+1MPa 程度」を標準とした。パッカーは、コンプレッサーで加圧した耐圧タンク内の水を、パッカー拡張用チューブを経由して拡張した。パッカーの拡張具合は、パッカー拡張用タンクに設置している水位目盛りの減少量や、P1~P3 の水圧挙動から判断した。これらの判断要素が通常の挙動とは異なるに場合は、その原因を検討した上で、拡張不良や区間バイパスと判断した場合には、試験装置の回収や深度変更などの処置を行った。

⑤ 間隙水圧測定 (PSR) (図 6.3.1-3)

間隙水圧測定はメインバルブを閉鎖した状態での圧力測定とし、パッカー拡張から翌朝までを基本的な測定時間とした。



図 6.3.1-3 間隙水圧の測定状況

⑥ パルス試験 (PW1, PI1)

初回のパルス試験は、試験区間の透水性の概要把握を目的としているが、試験区間の透水性がパルス試験に適合する低透水性（透水係数： $k < 1E-09 \text{m/sec}$ ）の場合は本試験として採用した。

パルス試験は、P2 に対して P4 に水頭差を与え、メインバルブを瞬時に開閉した後の P2 の水圧回復を測定する試験である。一般的に、P2 と P4 との水頭差を設定する方法として、回復法（揚水法）の場合はエアリフトにより P4 を減圧し、注水法の場合は P4 をコンプレッサーなどの圧縮ガスで加圧する。

また、パルス試験に伴う P2 の水の移動量を把握し、透水係数や試験区間の圧縮性（Compressibility）の評価資料に供した。

図 6.3.1.4 に注水法及び回復法によるパルス試験の概念図を示す。

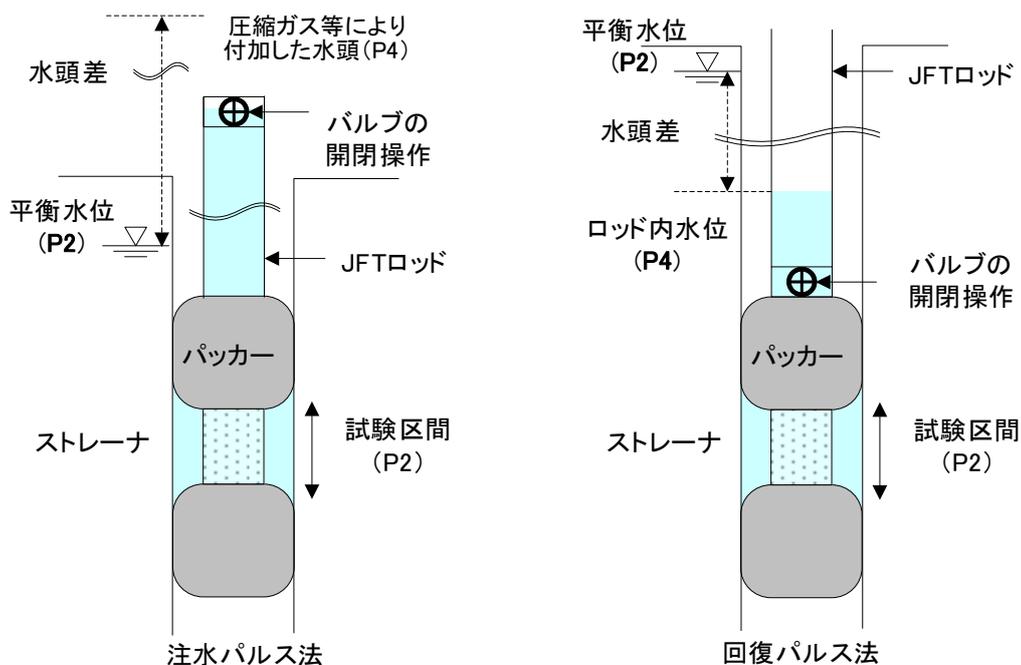


図 6.3.1-4 パルス試験の概念図

⑦ スラッグ試験 (SW/SWS, SI/SIS)

パルス試験の結果、透水性がスラッグ試験の適用範囲以上である場合（透水係数： $k \geq 1E-07m/sec$ ）に実施した。

スラッグ試験は、P2 に対して P4 に水頭差を与えた状態でメインバルブを開放し、JFT ロッド内の水位回復を測定する試験である。水位回復に時間を要する場合は、回復途中でメインバルブを閉鎖（シャットイン）し、圧力回復試験（SWS, SIS）へ移行する試験手法がある。シャットインのタイミングは、水位回復過程と圧力回復過程の双方で取得する解析データ量のバランスを考慮し、初期水頭差に対する水位回復率が約 50% 時点を標準とする。

メインバルブ閉鎖（シャットイン）後の圧力回復データは、スラッグ（水位回復）過程の水位回復量を揚水量に置き換え、揚水後の回復試験の理論式で透水係数を算出した。

図 6.3.1-5 にスラッグ試験の概念図を示す。

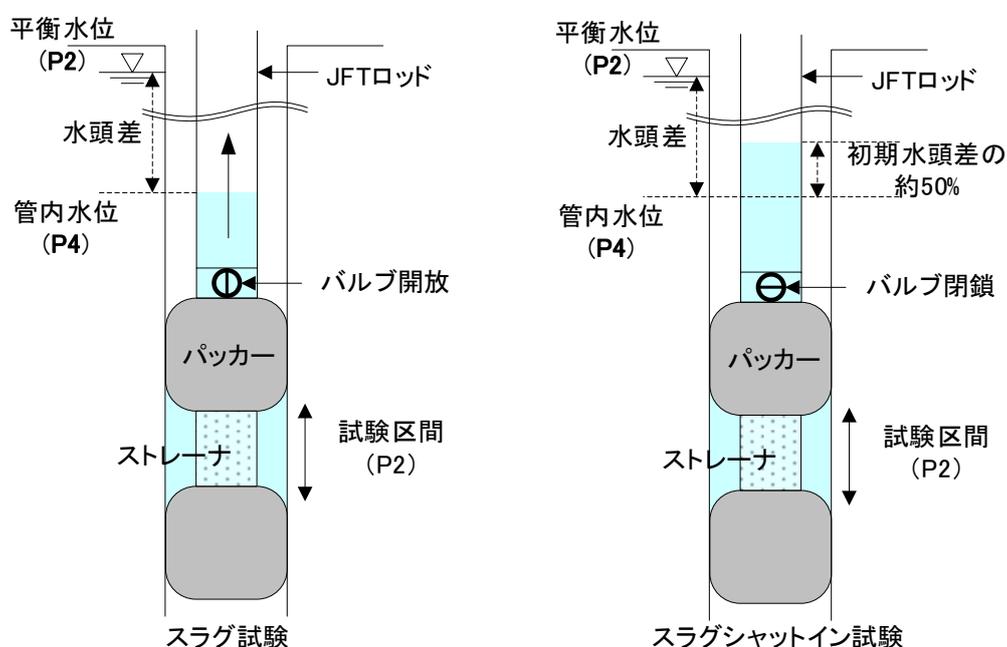


図 6.3.1-5 スラッグ試験の概念図

⑧ 定流量試験 (RW/RWS, RI/RIS)

定流量試験は、下記の A～C の条件を満たす場合に実施する計画とした。今回は下記の条件を満たさなかつたため定流量試験はしなかつた。

- A) 透水係数 $k \geq 1E-07m/sec$ を実施の目安とする
- B) 試験条件がポンプ吐出能力や揚程、及び流量調整バルブなどの仕様の範囲内である
- C) 揚程 10m 前後が確保できる（平衡水位や試験区間深度の条件が合致）

⑨ 試験後のパルス試験 (PW2, PI2)

試験の手順と原理は⑥パルス試験と同様である。試験後のパルス試験は、先に行つた透水試験

の影響による試験区間周辺の水理場の変化の確認を目的とし、初回のパルス試験の再現性を確認した。当該試験区間での最後の試験であり、解析可能な範囲のデータまで取得できた時点（概ね回復率 50%）で終了した。

⑩ 地下水の採水

地下水の採水は定流量揚水試験の実施を条件とする計画とした。今回は実施条件を満たさなかったため採水は実施しなかった。

⑪ パッカー収縮 (DEF)

パッカー拡張タンク内の圧縮空気を開放してパッカーを収縮した。収縮完了の判断は、タンクの水量の戻りの程度や P1～P3 の水圧挙動に基づいた。

⑫ パッカー回収・段取り替え (深度移設)

試験区間長の変更がない場合は、JFT ロッドの出し入れのみの深度移設を行った。試験区間長の変更やダブルパッカーシステムからシングルパッカーシステムへの変更など、パッカー編成を変える場合は装置全体の回収・再設置を行った。

⑬ 水理試験資機材の移設・撤去

後から実施した KB-2 孔の水理試験の完了後、やぐらなどの設備を解体し、試験に使用した資機材を搬出した。

6.3.2 解析手法

ここで、試験結果を整理するための解析方法について示す。パルス試験及びスラグ試験結果の解析は「地盤調査の方法と解説」（地盤工学会地盤調査規格・基準委員会編，2013）に示される直線勾配法の Hvorslev 法及び曲線一致法の Cooper 法の解析式を用いた。

A) Hvorslev 法による解析方法

Hvorslev の解析式は、岩盤の貯留性が十分に小さいことを前提とした解析方法である。解析は $t - \text{Log} \cdot s$ グラフ（図 6.3.2-1 参照）を用いる。岩盤の貯留性が小さい場合、 $t - \text{Log} \cdot s$ グラフは図 6.3.2-1 のような直線の形状を示し、水理定数はその勾配より求める。

Hvorslev の解析式を以下に示す。

$$k = \frac{(2Rw)^2 \cdot \text{Ln}(m \cdot L / r)}{8L(t_2 - t_1)} \cdot \text{Ln}(s_1 / s_2)$$

ここに、

k : 透水係数 (m/sec)

Rw : ピエゾメータ管内半径 (m)

(パルス試験の管内半径は、水の移動量 (mL) ÷ 水頭差 (m) の平方根とした)

r : 試験孔の半径 (m)

- m : 縦横方向の透水係数比 (通常は 1)
- L : 試験区間長 (m)
- t : 経過時間 (sec)
- s : 経過時間に対応する水頭差 (m)

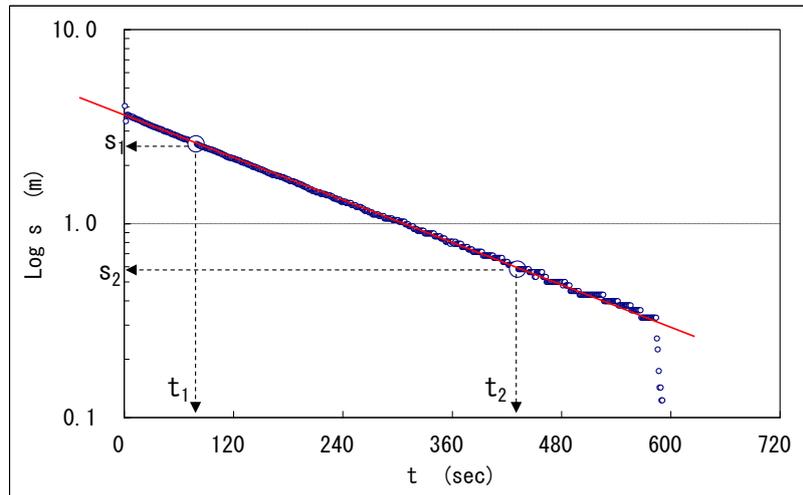


図 6.3.2-1 t - $\text{Log} \cdot s$ グラフの例

B) Cooper 法による解析方法

Cooper の解析式は貯留性を考慮した解析方法である。以下に解析手順を述べる。

- ① 図 6.3.2-2 に示す標準曲線を準備する。
- ② 実測した水位変化のデータを標準曲線と同じスケールで $\text{Log } t-s/s_0$ のグラフにプロットする。
- ③ 標準曲線と $\text{Log } t-s/s_0$ 曲線とを平衡移動させてマッチングポイントを決め、 α 、 β_0 及び t_0 の値を決定する。
- ④ 得られた α 、 β_0 及び t_0 の値を用いて次式より透水係数と比貯留係数を算出する。

Cooper の解析式を以下に示す。

$$k = \frac{Rw^2 \cdot \beta_0}{t_0 \cdot L}$$

$$Ss = \frac{a}{(r/Rw)^2 \cdot L}$$

ここに、

k : 透水係数 (m/sec)

Rw : ピエゾメータ管内半径 (m)

(パルス試験の管内半径は、水の移動量 (mL) ÷ 水頭差 (m) の平方根とした)

r : 試錐孔の半径 (m)

L : 試験区間長 (m)

Ss : 比貯留係数 (1/m)

t_0 : 経過時間 (sec)

α : 貯留係数によって変化する係数[$=S \cdot (r/Rw)^2$]

β_0 : 透水係数によって変化する係数[$=T \cdot t_0/Rw^2$]

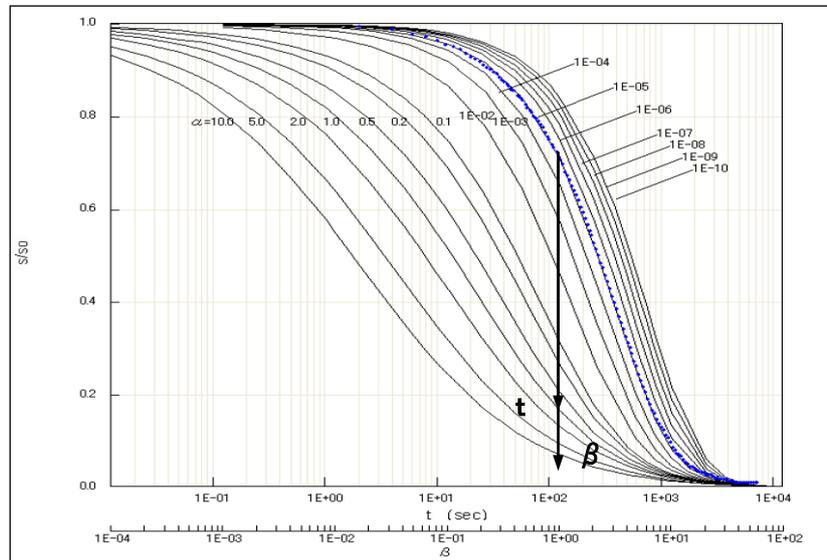


図 6.3.2-2 Cooper の標準曲線

C) Compressibility の算定

Compressibility は、試験区間の飽和状態を確認・評価することを目的とし、パルス試験における水の移動量と水頭差から算出した。評価は試験結果から算出した試験区間の Compressibility に対して、試験区間が水+パッカー（完全飽和）及びガス+パッカー（不飽和）と仮定して算出した Compressibility と比較した。

測定された試験区間の Compressibility

$$C=V_1/s$$

試験区間が水（またはガス）+パッカーのみと仮定した場合の Compressibility

$$C=V_2 \cdot \text{水（またはガス）の } C+\alpha$$

ここに、

C : Compressibility (m^3/Pa)

V_1 : 試験に伴う試験区間からの水の流入または流出量 (m^3)

V_2 : 閉鎖区間体積 (m^3)

s : 実質水頭差 (Pa)

水の Compressibility : $5.00\text{E}-10$ (1/Pa)

ガスの Compressibility : $5.00\text{E}-7$ (1/Pa)

α : パッカーの変形係数 (m³/Pa)

D) スラグシャットインの解析方法

スラグシャットインの圧力回復過程の解析は、スラグ試験の水位回復を揚水過程、バルブ閉鎖後の圧力回復を揚水後の回復過程とみなし、後述する定流量揚水試験の回復試験の解析に用いられる Agarwal 法を用いて透水係数を算出した。

解析式に用いる各パラメータは、図 6.3.2-3 に示す圧力変化プロットの例を参考とした。

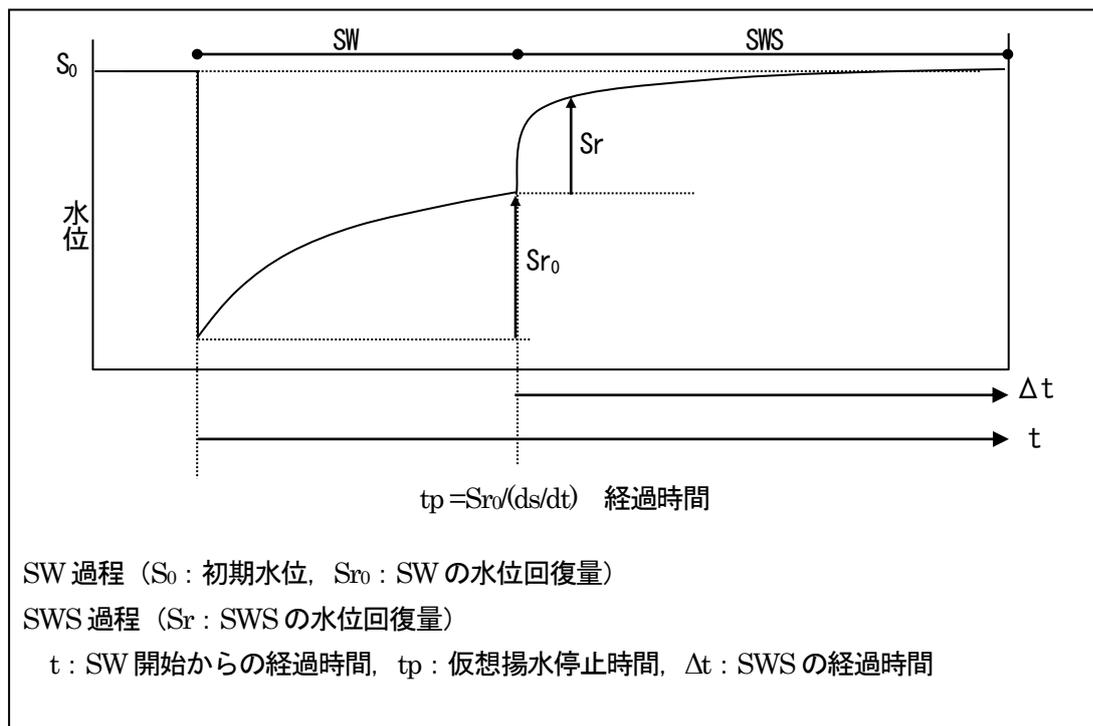


図 6.3.2-3 SW/SWS の圧力変化プロットの例及びパラメータ設定

平均揚水量 Q 及び t_p は、以下に示す式を用いて算出する。

$$Q = A \cdot (ds/dt)$$

$$t_p = S_{r0} / (ds/dt)$$

ここに、

Q : 平均揚水量 (m³/sec)

A : ピエゾメータの断面積 (m²) ※ここでは JFT ロッド内径

(ds/dt) : SWS 開始直前 60 秒間(※)の水位回復速度 (m/sec)

※水位回復速度に応じた任意の時間範囲とする

S_{r0} : SW の水位回復量 (m)

E) Agarwal 法による解析方法

回復試験には、貯留係数を算出できる Agarwal の解析式を用いた。図 6.3.2-4 に回復過程の

$\text{Log}(tp \cdot \Delta t / (tp + \Delta t)) - Sr$ グラフ及び後述するデリバティブプロット (Derivative Plot) の例を示し、解析手順を述べる。

- ① 片対数グラフの対数目盛りに Agarwal の等価時間($tp \cdot \Delta t / (tp + \Delta t)$)を、算術目盛りに水位回復量 Sr をとり、 $\text{Log}(tp \cdot \Delta t / (tp + \Delta t)) - Sr$ 曲線を作成する。
- ② $\text{Log}(tp \cdot \Delta t / (tp + \Delta t)) - Sr$ 曲線に近似する直線を引き、 $\text{Log}(tp \cdot \Delta t / (tp + \Delta t))$ の 1 サイクル間における水位差 ΔSr を求め、透水量係数 T を算出する。
- ③ $\text{Log}(tp \cdot \Delta t / (tp + \Delta t)) - Sr$ 曲線の直線部分は、デリバティブプロットの IARF (Infinite Acting Radial Flow : 定流量試験の解析において理論解が導かれた浸透モデル) 領域とする。デリバティブプロットの作成は、 t を等価時間($tp \cdot \Delta t / (tp + \Delta t)$)とする。(デリバティブプロットの概要は後述する)
- ④ $\text{Log}(tp \cdot \Delta t / (tp + \Delta t)) - Sr$ 曲線の直線部分の延長が、 $Sr = 0$ と交わる点($tp \cdot \Delta t / (tp + \Delta t)$)₀を求め、貯留係数 S を算出する。

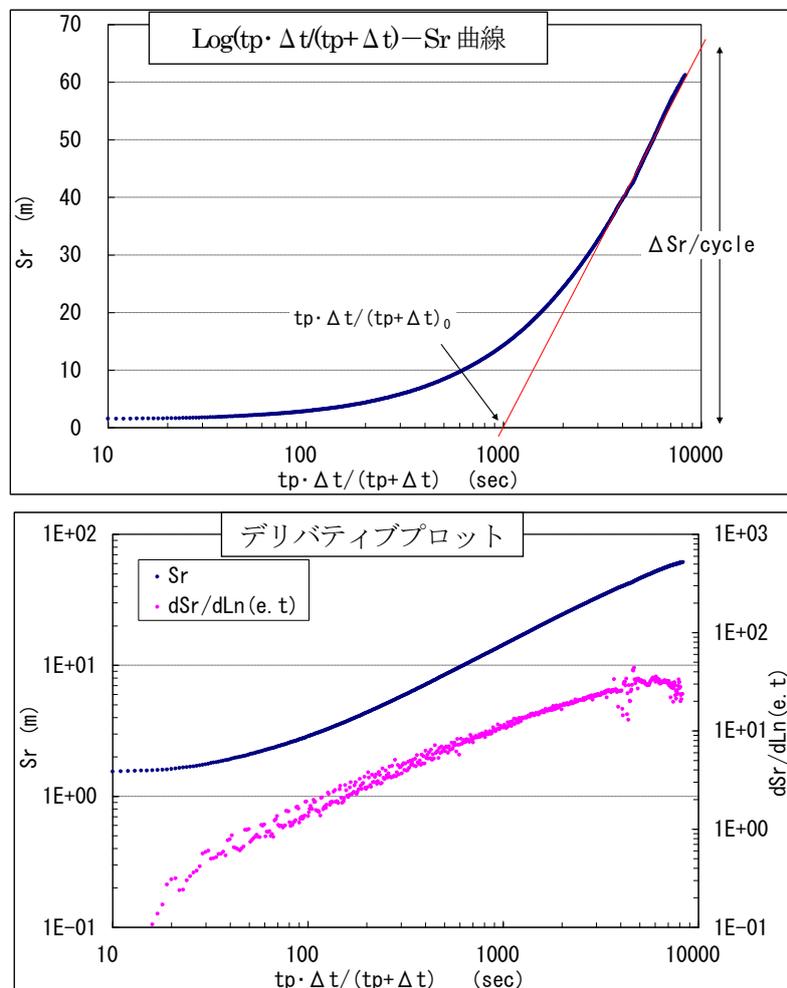


図 6.3.2-4 Agarwal 法の解析例

解析式を以下に示す。

$$T = \frac{0.183 \cdot Q}{\Delta Sr}$$

$$S = \frac{2.25 \cdot T}{r^2} \cdot (tp \cdot \Delta druta)$$

ここに,

T : 透水量係数(m^2/sec)

S : 貯留係数 (—)

ΔSr : $\text{Log}(tp \cdot \Delta t / (tp + \Delta t))$ 1 サイクル間での水位回復量(m)

r : 試錐孔半径(m)

Q : 平均揚水量(m^3/sec)

$(tp \cdot \Delta t / (tp + \Delta t))_0$: $s = 0$ における $(tp \cdot \Delta t / (tp + \Delta t))$ (sec)

ただし,

Ss : 比貯留係数[$=S/L$]

k : 透水係数[$=T/L$]

L : 試験区間長(m)

F) デリバティブプロット (Derivative Plot)

デリバティブプロット (以下, Derivative Plot) は, 定流量試験の解析において理論解が導かれた浸透モデル (IARF: Infinite Acting Radial Flow) に合致する領域を取得データから抽出するために適用するものである。今回の調査では定流量試験を実施していないが, KB-2 孔で実施した SWS の解析において Derivative Plot の評価を行った。

Derivative Plot の作成は, 回復試験の Agarwal 法の場合は, t を Agarwal の等価時間 $(tp \cdot \Delta t / (tp + \Delta t))$ としてグラフを整理した。

6.3.3 水理試験の実施結果

(1) KB-1 孔

(i) 水理試験区間の設定

【水理試験の候補区間】

ボーリング孔内の水理特性分布の把握の結果における水理試験の候補区間を表 6.3.3-1 に示す。KB-1 孔では, 地層区分毎試験の 22m~23.3m 区間以外では, 明瞭な水みちが確認できなかった。従って, 柱状図で示される地層別の試験区間を候補とした。

表 6.3.3-1 KB-1 孔 水理特性分布の把握で提案した水理試験区間

対象地層	上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	区間長 (m)
泥質基質優勢	7.80	11.75	3.95
泥質基質優勢 砂質岩塊優勢 (弱破碎)	13.00	15.30	2.30
砂質岩塊優勢 (弱破碎)	16.80	19.10	2.30
砂質岩塊優勢 (強破碎)	19.30	23.25	3.95

【選定した水理試験区間】

水理試験区間は、表 6.3.3-1 に示す試験区間の候補などにに基づき選定した。深度移設の効率や透水性を考慮し、水理試験区間は候補に挙げた 4 箇所に加え、オプションとしてシングルパッカー区間を 1 箇所追加した。確定した水理試験区間を実施順に以下①～⑤に示す。試験は最も深い深度から開始し、深度順に移設した。試験区間の位置関係を図示した概念図を図 6.3.3-1 に示す。

① GL-19.30m～-23.25m 【砂質岩塊優勢（強破碎）】

中心部の挟み層を含む層全体を対象とした 3.95m の区間長とした。

② GL-16.80m～-19.10m 【砂質岩塊優勢（弱破碎）】

試験区間長を 2.3m に設定した。

③ GL-13.00m～-15.30m 【泥質基質優勢・砂質岩塊優勢（弱破碎）】

代表的な 2 つの地層が互層で分布する区間を対象とした。

④ GL-9.35m～-11.65m 【泥質基質優勢】

区間長変更作業の時間を短縮して試験⑤の時間を確保するため、試験区間長を当初計画の 3.95m から、試験②、試験③と同じ 2.30m へ変更した。

⑤ GL-9.35m～GL-25.00m 【シングル広域区間】

実施した①～④の試験区間と孔底までの全域を含むシングルパッカー区間とした。試験④から移設をせず、下部パッカーを収縮して区間形成を行うこととした。

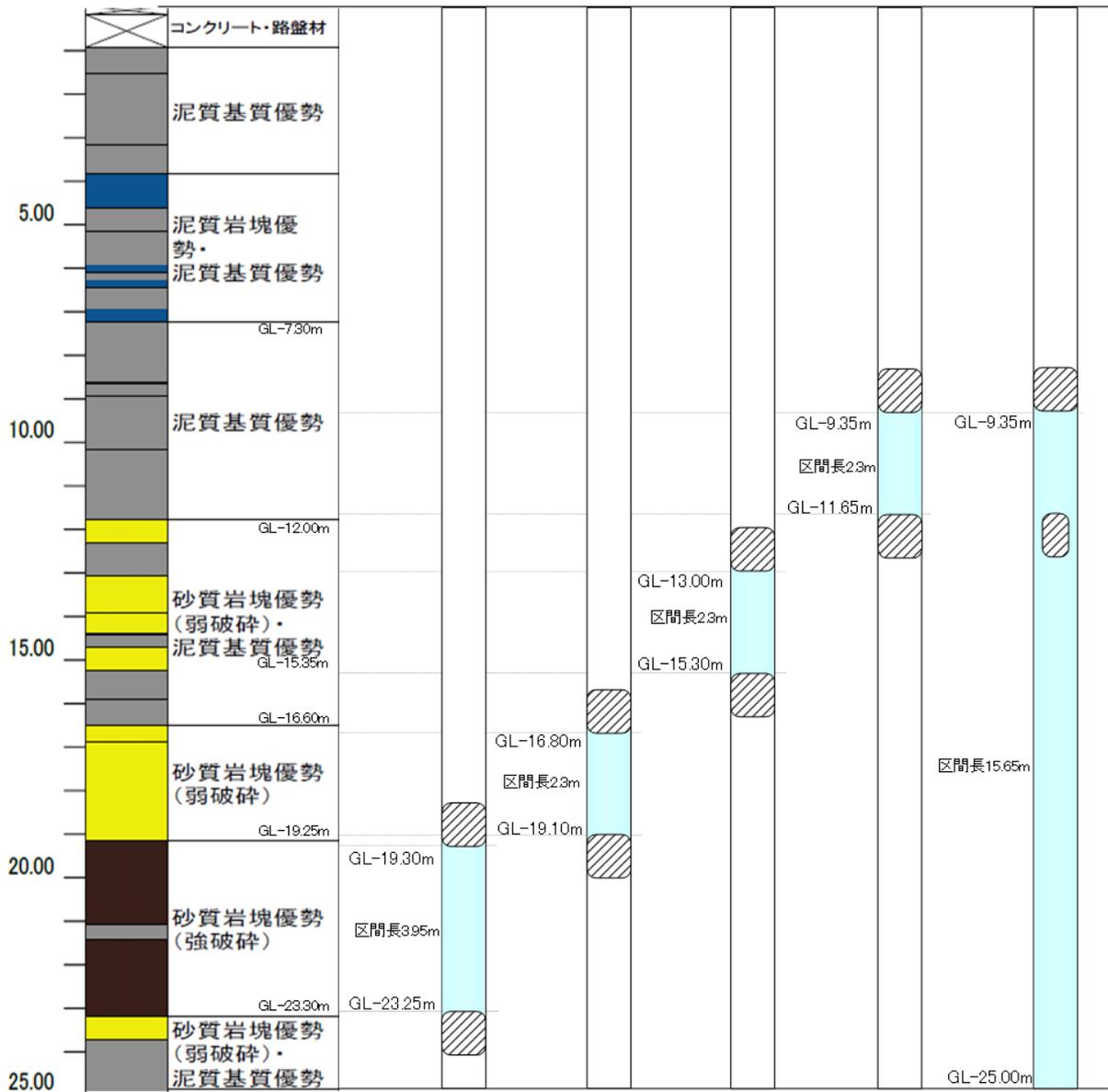
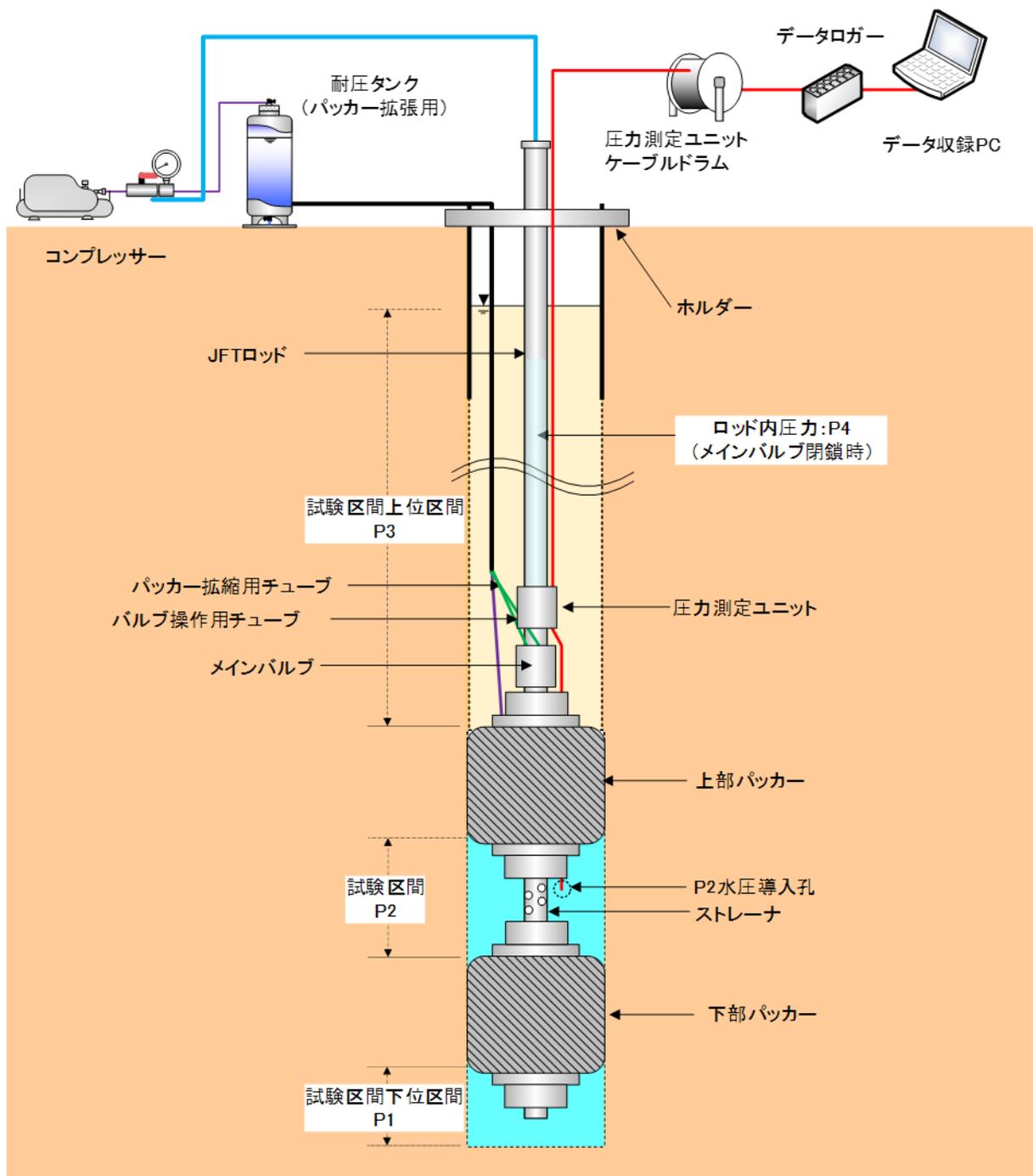


図 6.3.3-1 水理試験区間 (KB-1 孔)

(ii) 試験手法と装置編成

水理試験の装置編成は、水理特性分布の把握の結果から予測した孔内水位及び透水性を基に、注水パルス試験 (PI) に適した編成とした。試験装置編成の概念を図 6.3.3-2 に示す。パルス試験は、JFT ロッド内 (P4) をコンプレッサーで直接加圧して初期水頭差を設定した。水頭差の調整はコンプレッサーのレギュレータを用いた。



(iii) 試験結果

以下に KB-1 孔全体の間隙水圧測定及び透水試験の結果を示す。なお、各区間の試験実施概要、間隙水圧測定結果及び透水試験の詳細については、付録 7 に別途示す。

【間隙水圧測定】

各試験区間の圧力変化グラフのトレンドから各区间での間隙水圧の水頭を最も反映していると

考えられる値の一覧を表 6.3.3-2 に、間隙水圧の水頭の深度分布を図 6.3.3-3 に示す。なお、GL（地表面）は坑道底盤とした。

KB-1 孔では、GL-22.00m～-23.25m 区間に最も透水性が高い逸水箇所が分布し、この深度を含む区間では十分に収束した水頭を確認し、母岩の間隙水圧を反映した値と考えられる。逸水箇所を含む区間の間隙水圧の水頭は地表面以下（GL-）を示した。

一方、逸水区間が含まれない区間（GL-9.35m～19.10m 間）では地表面より高い水頭を確認した。確認した水頭はパッカー拡張などの人為的な影響が残る可能性があるものの、逸水箇所を含む区間の水頭分布は、区間の上端深度が浅くなるに従い概ね比例して上昇していることから、母岩の間隙水圧の水頭は地表面より高いポテンシャルを持つと推察される。

表 6.3.3-2 KB-1 孔 間隙水圧測定結果一覧

上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	区間長 (m)	P2圧力計 深度 (GL-m)	間隙水圧 測定値 (MPa)	間隙水圧の水頭		記録時期	記録時の変化傾向
					(GL m)	(EL m)		
9.35	11.65	2.30	5.19	0.1422	9.31	731.53	PSR最終値	上昇（8cm/h前後）
9.35	25.00	15.65	5.19	0.0246	-2.68	719.54	PSR最終値	わずかに下降（1cm/h前後）
13.00	15.30	2.30	8.84	0.1870	10.23	732.45	PSR最終値	上昇（5cm/h前後）
16.80	19.10	2.30	12.64	0.2550	13.36	735.58	PSR最終値	わずかに上昇（1cm/h前後）
19.30	23.25	3.95	15.14	0.0645	-8.56	713.66	PSR最終値	平衡状態

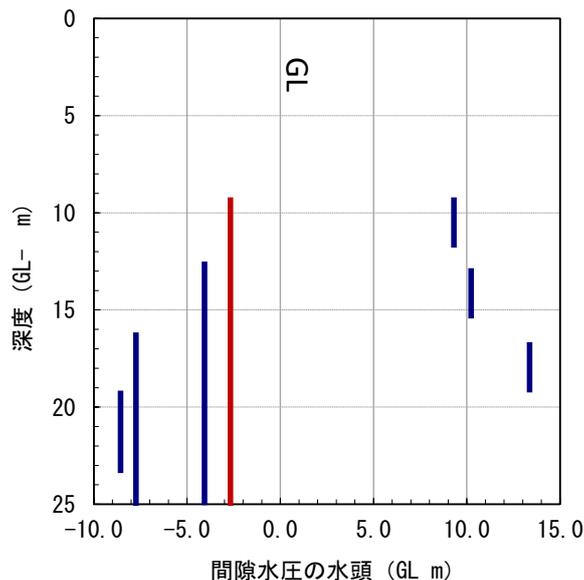


図 6.3.3-3 間隙水圧の水頭の深度分布
(茶：シングル区間，点線：P1 の観測値)

【透水試験】

透水試験の結果一覧を表 6.3.3-3 に、透水量係数の深度分布を図 6.3.3-4 に示す。

健岩部において、透水量係数は $1E-12m^2/sec$ 未満と極めて低い。水みちの分布が示唆される GL-19.3m～-23.25m 区間においては、透水量係数は他の区間より 1 オーダー以上高い結果となった。透水性は地質や割れ目の分布に依存する有意な傾向は認められない。

表 6.3.3-3 KB-1 孔 透水試験結果一覧

上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	区間長 (m)	試験	透水量係数 (m ² /sec)	透水係数 (m/sec)	貯留係数 (-)	解析式	Compressibility (m ³ /Pa)	piezo半径 (m)
9.35	11.65	2.30	PI1	3.20E-14	1.39E-14	5.00E-06	Cooper	2.72E-11	2.91E-04
9.35	25.00	15.65	PI1	3.79E-11	2.42E-12	3.73E-06	Cooper	3.99E-10	1.12E-03
13.00	15.30	2.30	PI1	3.45E-12	1.50E-12	3.64E-07	Cooper	3.93E-11	3.50E-04
16.80	19.10	2.30	PI1	8.03E-14	3.49E-14	3.30E-07	Cooper	3.55E-11	3.33E-04
19.30	23.25	3.95	PI1	3.32E-11	8.41E-12	5.42E-08	Cooper	5.85E-11	4.27E-04

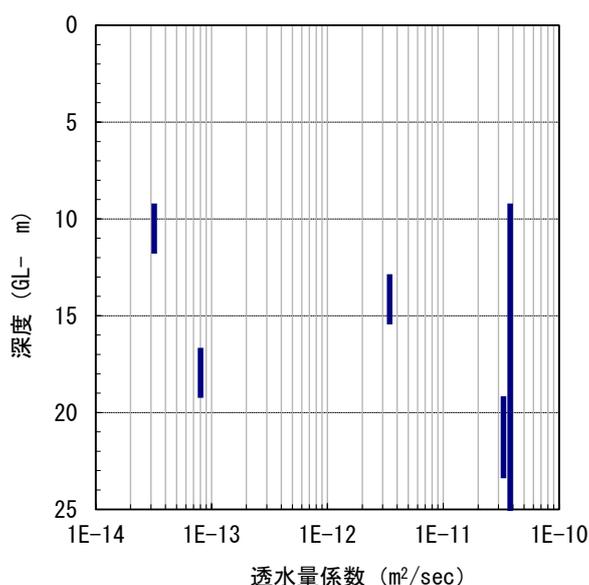


図 6.3.3-4 KB-1 孔 透水量係数の深度分布

(2) KB-2 孔

(i) 水理試験区間の設定

【マルチフローメータ検層結果】

KB-2 孔では、ボーリング孔内の水理特性分布の把握で確認した水みち深度を補填する調査として、マルチフローメータ検層を実施し、その結果を水理試験区間の選定に供した。

ボーリング孔内の水理特性分布の把握で確認した水みちは、マルチフローメータで検出できる流量下限値を下回ることが予想されたため、電気伝導度に着目した検討を行った（マルチフローメータ検層結果の詳細は本編 6.2 を参照）。検層は、パッカーの装着／非装着の 2 つの条件下で行い、それぞれの電気伝導度のトレンドにわずかな変曲点が認められ、水理特性分布の把握で確認した水みちの深度と概ね一致した。

● スポンジパッカーを装着した通常フローメータ検層

当該検層について、自然状態での結果を図 6.3.3-5、揚水状態での結果を図 6.3.3-6 に示す。ここでは、揚水量は約 0.05L/min、孔内水位は GL-1.95m の条件で各 1 回実施した。通常フローメータ検層における流速の深度分布は、自然状態・揚水状態ともに変化点は認められない。また、温度分

布は深度と共に増加傾向にあるものの、ほぼ一定の割合で上昇しており、明確な変化点は認められない。一方、電気伝導度は GL-5m 付近、GL-14~15m、及び GL-19m 付近において自然状態・揚水状態ともにわずかな変曲点が認められた。

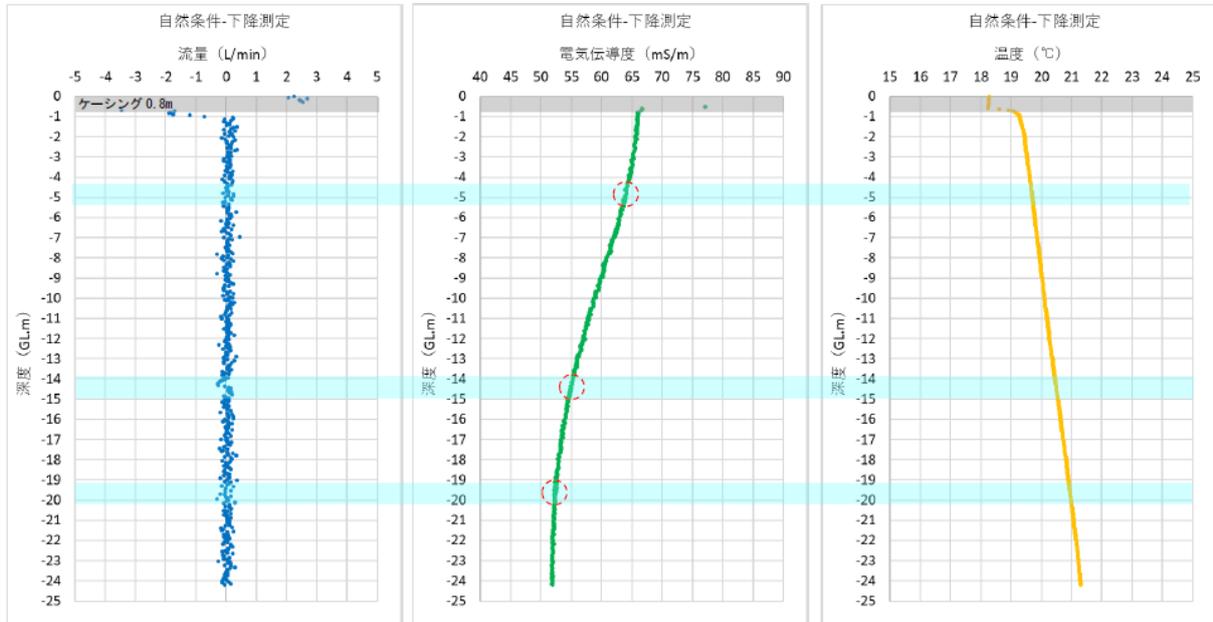


図 6.3.3-5 マルチフローメータ検層結果（自然状態）

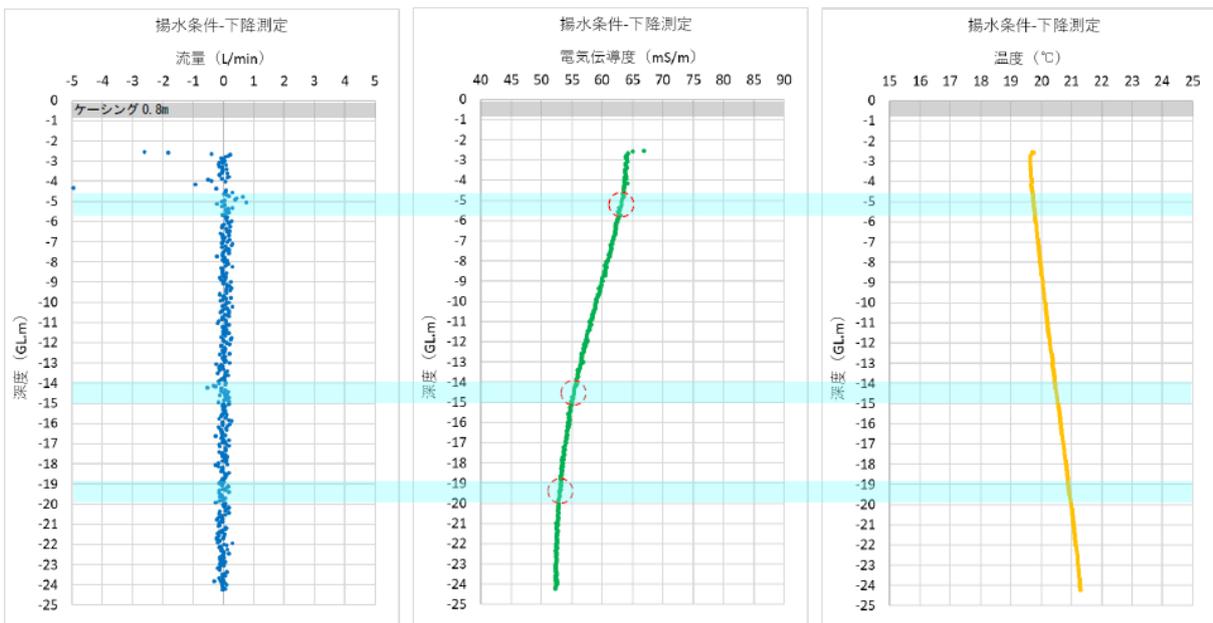


図 6.3.3-6 マルチフローメータ検層結果（揚水状態）

- 電気伝導度測定に特化したスポンジパッカー無しの連続検層

当該検層の結果を図 6.3.3-7 に示す。ここでは、電導度変化のコントラストを上げるため、孔内水を電気伝導度 500mS/m（濃度約 0.27%）に調整した塩水で置換した。測定は置換後の経過時間に

応じて計 5 回実施した。検層結果より、GL-5～6m、及び GL-14～15m にわずかな変曲点が認められた。孔内水置換の経過時間の違いによる電気伝導度の違いは特段認められない。

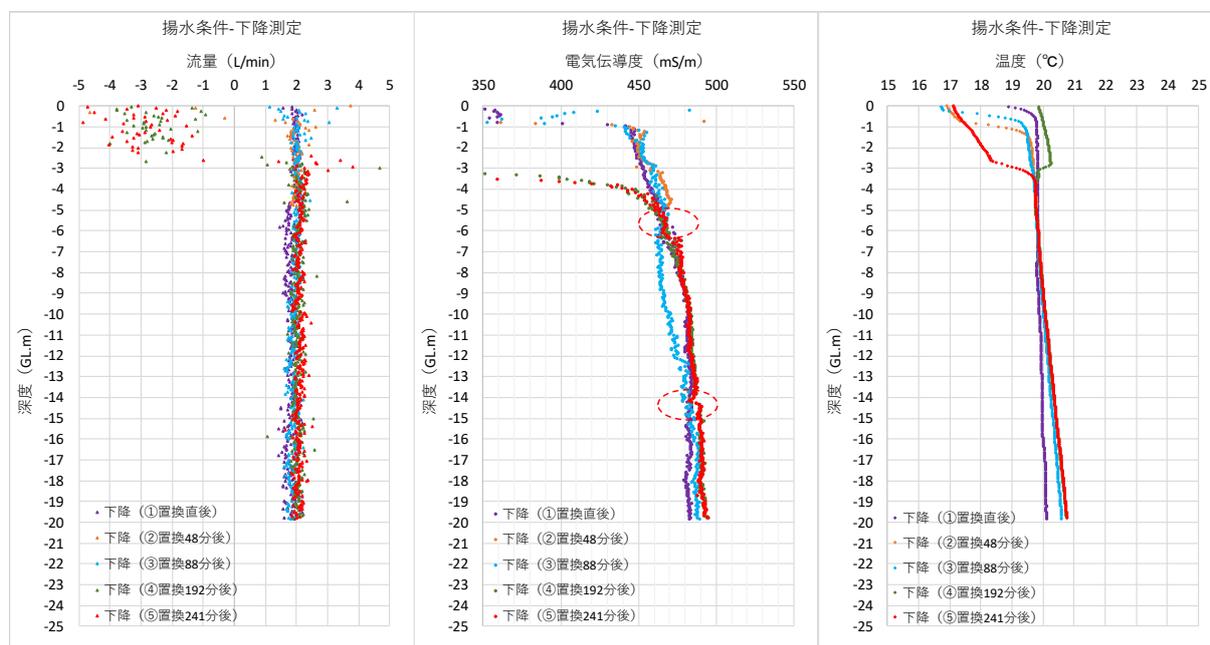


図 6.3.3-7 マルチフローメータ検層結果（パッカー無し）

【水理試験の候補区間】

ボーリング孔内の水理特性分布の把握の結果における水理試験の候補区間を表 6.3.3-4 に示す。KB-2 孔では、GL-19m～-20m、GL-14m～-16m、GL-0.8m～6m の 3 つ区間において水みち割れ目を確認した。試験候補区間は、掘削影響領域とその近傍が含まれる GL-0.8m～6m 区間を除く水みちを対象とし、さらに水みちを含まない健岩部と、水理特性分布で未測定のチャート質岩塊を含む計 4 区間を候補とした。また、2 箇所の水みち割れ目を含む GL-14m～-16m 区間は、2 箇所を一括した 12m～16m 区間の試験結果に応じて、それぞれの水みち割れ目単独の区間をオプションとした。

表 6.3.3-4 KB-2 孔 水理特性分布の把握で提案した水理試験区間

試験対象	上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	区間長 (m)
泥質基質優勢の水みちを含まない区間	8.00	12.00	4.00
14m～16m の水みち割れ目を含む区間	12.00	16.00	4.00
19m～20m の水みち割れ目を含む区間	17.00	21.00	4.00
チャート質岩塊優勢を含む区間	21.00	25.00	4.00
(OP)12m～16m の結果に応じて設定する区間	12 or 14	16.00	2.00

【選定した水理試験区間】

水理試験区間は、表 6.3.3-4 に示す試験区間の候補やマルチフローメータ検層の結果などに基づき選定した。その結果確定した水理試験区間を実施順に①～⑥に示す。また、図 6.3.3-8 に試験深

度の位置関係の概念図を示す。記載した水みち割れ目の番号は、図 6.3.3-8 に図示した水みち割れ目に基づく。

- ① GL-17.00～21.00m 区間【19.0m～19.1mの水みち割れ目①を含む】
- ② GL-12.00m～-16.00m 区間【15.3m～15.7mの水みち割れ目②及び 14.1m～14.3mの水みち割れ目③を含む】
- ③ GL-8.00m～-12.00m 区間【水みちが分布しない泥質基質優勢の健岩部】
- ④ GL-11.00m～-15.00m 区間【14.1m～14.3mの水みち割れ目③を含む】
試験②の結果を受け、水みち③に限定した 4m 区間長とした。
- ⑤ GL-15.00～-19.00m 区間【15.3m～15.7mの水みち割れ目②を含む】
試験②と試験④の結果を受け、水みち②に限定した 4m 区間長とした。
- ⑥ GL-8.00m～-25.00m 区間【シングルパッカーの広域区間】
試験⑤から下部パッカーを除去したシングルパッカーとし、①～⑤の試験区間と、水理特性分布の把握で未測定のチャート質岩塊を含む区間とした。

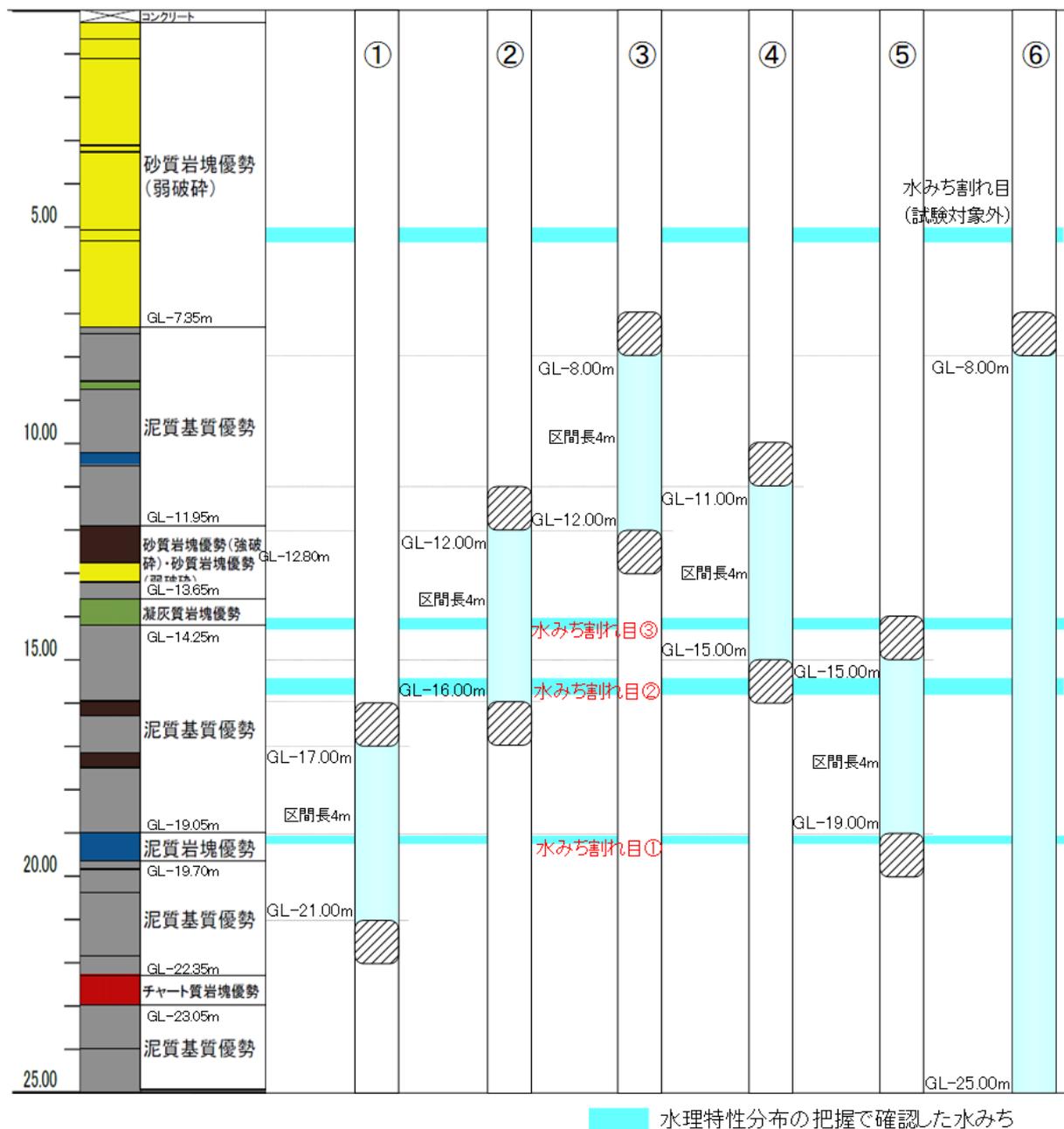


図 6.3.3-8 KB-2 孔 水理試験区間

(ii) 試験手法と装置構成

水理特性分布の把握で選定した水みちの概算の透水係数は $1E-10m/sec$ 未満であり、パルス試験の適応領域となる透水性である。従って、試験装置は KB-1 孔と同様に注水パルス試験に適した編成とした。

(iii) 試験結果

以下に KB-2 孔全体の間隙水圧測定及び透水試験の結果を示す。なお、各区間の試験実施概要、間隙水圧測定結果及び透水試験の詳細については、付録 7 に別途示す。

【間隙水圧測定】

間隙水圧の水頭は、圧力変化グラフの変化傾向から整理した。結果一覧を表 6.3.3-5 に、間隙水圧の水頭の深度分布を図 6.3.3-9 に示す。

深度分布図より、概して深度が増すとともに間隙水圧の水頭は高くなる傾向にある。ただし、GL-12m～16m 区間は例外的に水頭が低く GL 付近に分布している。

また、各試験区間の P1 の水頭は+14～16m を示しており、水理特性分布の把握や水理試験では未測定で GL-22m 以深に+14m 以上の高い水頭を持つ水みちが分布していると考えられる。シングルパッカーの GL-8m～25m 区間を含め、孔底までを含む区間は GL-22m 以深の圧力水頭を反映したものであると考えられる。

また、間隙水圧の KB-1 孔との孔間連通性については、両孔の各区間の間隙水圧の水頭の標高 (EL) 分布及び透水量係数が $1E-10\text{m}^2/\text{sec}$ 未満と透水性が極めて低い事実より、孔間の連続性は無いと考えられる。

表 6.3.3-5 KB-2 孔 間隙水圧測定結果一覧

上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	区間長 (m)	P2圧力計 深度 (GL-m)	間隙水圧 測定値 (MPa)	間隙水圧の水頭		記録時期	記録時の変化傾向
					(GL m)	(EL m)		
8.00	12.00	4.00	3.84	0.0540	1.67	718.63	P12直前	下降 (2cm/h前後)
8.00	25.00	17.00	3.84	0.1739	13.89	730.86	SW直前	平衡状態 (試験の影響あり)
11.00	15.00	4.00	6.84	0.1299	6.41	723.37	PSR最終値	下降 (4cm/h前後)
12.00	16.00	4.00	7.84	0.0858	0.91	717.87	PSR最終値	平衡状態
15.00	19.00	4.00	10.84	0.1617	5.65	722.61	P12直前	下降 (2cm/h前後)
17.00	21.00	4.00	12.84	0.2005	7.60	724.57	PSR最終値	上昇 (4cm/h前後)

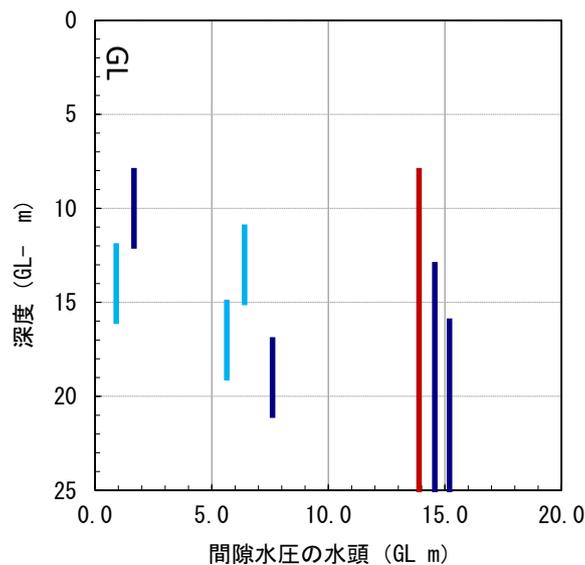


図 6.3.3-9 KB-2 孔 間隙水圧の水頭の深度分布
(茶：シングル区間 水色：水みちが重複 点線：P1の観測値)

【透水試験】

透水試験の結果一覧を表 6.3.3-6 に、透水量係数の深度分布を図 6.3.3-10 に示す。

健岩部の透水量係数は KB-1 孔と同様に $1\text{E-}12\text{m}^2/\text{sec}$ 未満と極めて低い。水みちが含まれる区間の透水量係数は健岩部より概ね 1 オーダー以上高い結果となった。透水性は地質や割れ目の分布に依存する傾向は認められない。

表 6.3.3-6 KB-2 孔 透水試験結果一覧

上端深度 (GL-m)	下端深度 (GL-m)	区間長 (m)	試験	透水量係数 (m^2/sec)	透水係数 (m/sec)	貯留係数 (-)	解析式	Compressibility (m^3/Pa)	piezo半径 (m)
8.00	12.00	4.00	PI1	6.54E-12	1.64E-12	7.41E-06	Cooper	3.98E-11	3.53E-04
8.00	25.00	17.00	PI1	4.44E-10	2.61E-11	1.35E-05	Cooper	1.46E-10	6.74E-04
11.00	15.00	4.00	PI1	5.97E-11	1.49E-11	8.32E-06	Cooper	4.47E-11	3.74E-04
12.00	16.00	4.00	PI1	1.11E-10	2.78E-11	6.02E-05	Cooper	6.60E-11	4.54E-04
15.00	19.00	4.00	PI1	4.85E-11	1.21E-11	2.50E-05	Cooper	5.38E-11	4.10E-04
17.00	21.00	4.00	PI1	4.86E-13	1.22E-13	5.50E-05	Cooper	5.91E-11	4.29E-04

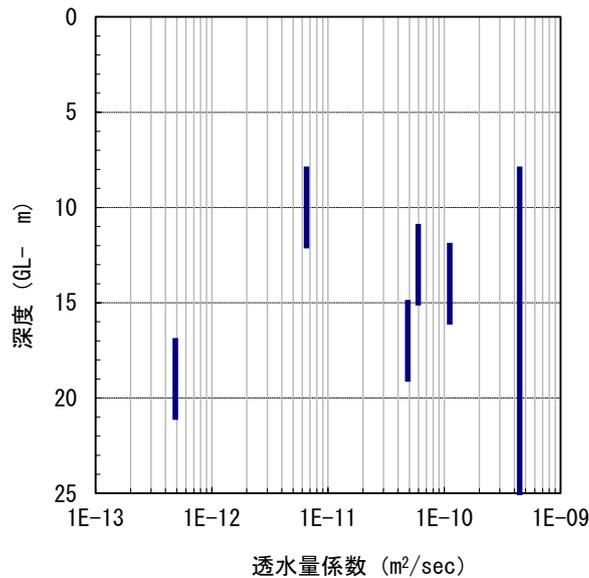


図 6.3.3-10 KB-2 孔 透水量係数の深度分布

7. 物理・力学的特性の取得

ボーリング孔の掘削により取得したコア試料を用いて、岩盤の物理・力学的特性データを取得するために、各種物理試験及び力学試験を実施した。物理試験としては、密度試験、有効間隙率試験、超音波伝播速度試験を、力学試験としては、一軸圧縮試験、圧裂引張試験、三軸圧縮試験（CU）及び（CD）を実施した。

7.1 密度試験

密度試験では、ボーリング孔の掘削により取得したコア試料の飽和密度、乾燥密度及び真密度を明らかにすることを目的に、岩石の密度試験方法（JGS 2132-2009）に準拠して、ノギス法及び浮力法により実施した。

密度試験に使用した資機材を表 7.1-1 に示す。

表 7.1-1 密度試験資機材一覧

実施項目	機材・分析機	製品名	仕様
密度試験	ノギス	—	300mm
	はかり	AND製 HF3000	3100g

7.1.1 密度試験結果

密度試験の結果を表 7.1.1-1 に示す。密度試験はいずれも泥質基質優勢部を対象とした。

真密度（岩石本体の密度）・湿潤密度（自然密度、自然乾燥密度）・飽和密度（強制湿潤密度）・乾燥密度（強制乾燥密度）ともに 2.7g/m^3 程度を示し、大きな差異はない。

表 7.1.1-1 密度試験結果

試料名	深度 (GL-m)	対象	真密度	ノギス法			浮力法		
				湿潤密度	飽和密度	乾燥密度	湿潤密度	飽和密度	乾燥密度
				ρ_w	ρ_{sat}	ρ_d	ρ_w	ρ_{sat}	ρ_d
				g/cm ³					
KB-1-7	8.09~8.20	泥質基質優勢部	2.730	2.727	2.728	2.722	2.723	2.725	2.719
KB-1-8	8.20~8.31	泥質基質優勢部	2.731	2.699	2.701	2.695	2.709	2.711	2.705
KB-1-9	8.31~8.42	泥質基質優勢部	2.735	2.720	2.722	2.714	2.723	2.725	2.718
KB-1-13	10.06~10.17	泥質基質優勢部	2.732	2.718	2.721	2.712	2.725	2.728	2.719
KB-1-14	10.17~10.28	泥質基質優勢部	2.733	2.713	2.716	2.706	2.721	2.724	2.713
KB-1-15	10.28~10.39	泥質基質優勢部	2.758	2.726	2.731	2.721	2.727	2.732	2.723
KB-2-31	18.05~18.16	泥質基質優勢部	2.774	-	-	-	2.702	2.711	2.688
KB-2-32	18.16~18.27	泥質基質優勢部	2.743	2.694	2.701	2.680	2.703	2.711	2.689
KB-2-33	18.27~18.38	泥質基質優勢部	2.737	-	-	-	2.684	2.690	2.675
KB-2-53	23.80~23.91	泥質基質優勢部	2.721	2.672	2.677	2.664	2.680	2.686	2.672
KB-2-54	23.92~24.03	泥質基質優勢部	2.726	2.684	2.688	2.675	2.688	2.692	2.679
KB-2-56	24.50~24.61	泥質基質優勢部	2.778	-	-	-	2.766	2.771	2.754
平均値			2.742	2.706	2.709	2.699	2.713	2.717	2.705
最小値			2.721	2.672	2.677	2.664	2.680	2.686	2.672
最大値			2.778	2.727	2.731	2.722	2.766	2.771	2.754

7.2 有効間隙率試験

有効間隙率試験は、ボーリング孔の掘削により取得したコア試料の空隙体積の体積百分率を明らかにすることを目的に、ISRM 指針の飽和・浮力法による有効間隙率、密度試験方法 (ISRM, 1979; 岩の力学連合会, 1982) に基づき実施した。

有効間隙率試験に使用した資機材を表 7.2-1 に示す。

表 7.2-1 有効間隙率試験資機材一覧

実施項目	機材・分析機	製品名	仕様
有効間隙率試験	はかり	AND製 HF3000	3100g
	真空ポンプ	佐藤真空 (PHIL) 製	50L/min, 9.3Pa, 600m ⁻¹
	金属かご	—	φ 150mm, 高さ200mm程度
	乾燥機	フリージアマクロス性 TG-112D	110°C

7.2.1 有効空隙率試験結果

有効間隙率試験の結果を表 7.2.1-1 に示す。いずれも泥質基質優勢部を対象とした。有効間隙率は、平均値 1.3%、最小値 0.6%、最大値 2.3%を示した。

表 7.2.1-1 有効間隙率試験結果

試料名	深度 (GL-m)	対象	有効間隙率 (%)
KB-1-7	8.09~8.20	泥質基質優勢部	0.6
KB-1-8	8.20~8.31	泥質基質優勢部	0.6
KB-1-9	8.31~8.42	泥質基質優勢部	0.8
KB-1-13	10.06~10.17	泥質基質優勢部	0.9
KB-1-14	10.17~10.28	泥質基質優勢部	1.1
KB-1-15	10.28~10.39	泥質基質優勢部	0.9
KB-2-31	18.05~18.16	泥質基質優勢部	2.3
KB-2-32	18.16~18.27	泥質基質優勢部	2.2
KB-2-33	18.27~18.38	泥質基質優勢部	1.6
KB-2-53	23.80~23.91	泥質基質優勢部	1.4
KB-2-54	23.92~24.03	泥質基質優勢部	1.3
KB-2-56	24.50~24.61	泥質基質優勢部	1.7
平均値			1.3
最小値			0.6
最大値			2.3

7.3 超音波伝播速度試験

超音波伝播速度試験は、ボーリング孔の掘削により取得したコア試料の弾性波速度及び弾性定数を明らかにすることを目的に、パルス透過法による岩石の超音波速度測定方法（JGS 2110-2009）を参照して実施した。供試体の湿潤重量と容積から湿潤密度を求め、超音波パルスにより P 波及び S 波の供試体透過時間を計測した。

超音波伝播速度試験に使用した資機材を表 7.3-1 に示す。

表 7.3-1 超音波伝播速度試験資機材一覧

実施項目	機材・分析機	製品名	仕様
超音波伝播速度 試験	試験片作成装置	TOSHIBA製 1KH3	回転ブレード：半径150mm程度
	超音波伝播測定装置	OYO製 5261	P波、S波

7.3.1 超音波伝播速度試験結果

超音波伝播測定試験の結果を表 7.3.1-1 に示す。試験試料は一軸圧縮試験と同一である。KB-1-28～KB-1-30 では砂質岩塊優勢部（弱破碎）、KB-1-39～KB-1-41 では砂質岩塊優勢部（強破碎）、KB-2-1～KB-2-3 及び KB-2-17～KB-2-19 では泥質基質優勢部を対象とした。P 波速度 V_p の平均値は、砂質岩塊優勢部（弱破碎）では 5.44km/sec、砂質岩塊優勢部（強破碎）では 5.38km/sec、泥質基質優勢部では 4.91km/sec 及び 4.61km/sec を示した。

表 7.3.1-1 超音波伝播速度試験

試料名	深度 (GL-m)	対象	取得データ						各深度の平均値				
			試験条件	P波速度	S波速度	動ポアソン比	動剪断弾性係数	動弾性係数	P波速度	S波速度	動ポアソン比	動剪断弾性係数	動弾性係数
			-	V_p	V_s	ν_s	G_d	E_d	V_p	V_s	ν_s	G_d	E_d
			-	km/sec	km/sec	-	GN/m ²	GN/m ²	km/sec	km/sec	-	GN/m ²	GN/m ²
KB-1-28	17.67~17.78	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	自然	5.42	3.10	0.256	25.76	64.70	5.44	3.06	0.269	24.95	63.31
KB-1-29	17.78~17.89	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	自然	5.42	3.03	0.274	24.36	62.06					
KB-1-30	17.89~18.00	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	自然	5.49	3.05	0.277	24.73	63.17					
KB-1-39	20.10~20.21	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	自然	5.39	2.96	0.284	23.41	60.10	5.38	2.97	0.281	23.61	60.44
KB-1-40	20.21~20.32	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	自然	5.37	2.93	0.289	22.91	59.04					
KB-1-41	20.32~20.43	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	自然	5.39	3.03	0.269	24.51	62.19					
KB-2-1	7.50~7.61	泥質基質優勢部	自然	5.15	2.79	0.292	20.74	53.59	4.91	2.67	0.290	19.15	49.38
KB-2-2	7.78~7.89	泥質基質優勢部	自然	5.25	2.88	0.286	21.89	56.29					
KB-2-3	7.89~8.00	泥質基質優勢部	自然	4.34	2.35	0.292	14.82	38.27					
KB-2-17	14.86~15.00	泥質基質優勢部	自然	5.00	2.53	0.327	17.27	45.82	4.61	2.33	0.328	14.79	39.29
KB-2-18	15.00~15.11	泥質基質優勢部	自然	4.96	2.50	0.330	16.70	44.44					
KB-2-19	15.11~15.22	泥質基質優勢部	自然	3.88	1.97	0.327	10.40	27.60					
平均値			-	5.09	2.76	0.292	20.63	53.11					
最小値			-	3.88	1.97	0.256	10.40	27.60					
最大値			-	5.49	3.10	0.330	25.76	64.70					

7.4 一軸圧縮試験

一軸圧縮試験は、ボーリング孔の掘削により取得したコア試料の一軸圧縮係数、静弾性係数及び静ポアソン比を明らかにすることを目的に、岩石の一軸圧縮試験方法 (JGS 2521-2009) に基づき実施した。供試体の圧縮中は軸圧縮力、軸変位量、縦、横歪み量を連続的に記録し、破壊後が $1/3 P_{max}$ の時点で圧縮終了とした。載荷終了後は、供試体の変形・破壊状況などを観察し、記録した。

一軸圧縮試験に使用した資機材を表 7.4-1 に示す。

表 7.4-1 一軸圧縮試験資機材一覧

実施項目	機材・分析機	製品名	仕様
一軸圧縮試験	一軸圧縮強度測定装置	誠研舎製 DT-1039	荷重計30t
	ノギス	-	300mm

7.4.1 一軸圧縮試験結果

一軸圧縮試験の結果を表 7.4.1-1 に示す。試験試料は、超音波伝播速度試験と同一である。KB-1-28~KB-1-30 では砂質岩塊優勢部 (弱破碎)、KB-1-39~KB-1-41 では砂質岩塊優勢部 (強破碎)、KB-2-1~KB-2-3 及び KB-2-17~KB-2-19 では泥質基質優勢部を対象とした。一軸圧縮強さ q_u の平均値は、砂質岩塊優勢部 (弱破碎) では 106.6MN/m^2 、砂質岩塊優勢部 (強破碎) では 62.3MN/m^2 、泥質基質優勢部では 66.4MN/m^2 及び 15.3MN/m^2 を示した。

表 7.4.1-1 一軸圧縮試験結果

試料名	深度 (GL-m)	対象	各データ						深度ごとの平均値				
			湿潤密度	一軸圧縮強さ	破壊ひずみ	変形係数	変形係数	静ポアソン比	湿潤密度	一軸圧縮強さ	破壊ひずみ	変形係数	静ポアソン比
			ρ_t g/cm ³	q_u MN/m ²	ϵ_f %	E_s GN/m ²	E_t GN/m ²	ν_s -	ρ_t g/cm ³	q_u MN/m ²	ϵ_f %	E_s GN/m ²	ν_s -
KB-1-28	17.67~17.78	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	2.678	96.9	0.27	26.0	46.4	0.230	2.668	106.6	0.26	34.8	0.2
KB-1-29	17.78~17.89	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	2.660	78.9	0.25	30.7	38.9	0.256					
KB-1-30	17.89~18.00	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	2.667	144	0.27	47.7	54.3	0.213					
KB-1-39	20.10~20.21	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	2.667	78.5	0.19	52.6	42.0	0.234	2.670	62.3	0.18	36.9	0.2
KB-1-40	20.21~20.32	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	2.675	74.6	0.18	36.4	42.7	0.237					
KB-1-41	20.32~20.43	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	2.669	33.7	0.17	21.6	21.1	0.204					
KB-2-1	7.50~7.61	泥質基質優勢部	2.663	79.9	0.24	35.3	38.1	0.278	2.662	66.4	0.29	22.6	0.3
KB-2-2	7.78~7.89	泥質基質優勢部	2.646	75.9	0.33	18.2	30.3	0.270					
KB-2-3	7.89~8.00	泥質基質優勢部	2.676	43.4	0.30	14.3	14.2	0.265					
KB-2-17	14.86~15.00	泥質基質優勢部	2.689	27.3	0.26	10.2	10.6	0.264	2.685	15.3	0.20	7.2	0.3
KB-2-18	15.00~15.11	泥質基質優勢部	2.676	9.80	0.17	4.72	7.02	0.223					
KB-2-19	15.11~15.22	泥質基質優勢部	2.689	8.68	0.17	6.65	4.99	0.291					
平均値			2.671	62.6	0.23	25.4	29.2	0.247					
最小値			2.646	8.7	0.17	4.7	5.0	0.204					
最大値			2.689	144.0	0.33	52.6	54.3	0.291					

7.5 圧裂引張試験

圧裂引張試験は、ボーリング孔の掘削により取得したコア試料の引張り強さを明らかにすることを目的に、圧裂による岩石の引張り強さ試験方法 (JGS 2551-2009) に基づき実施した。衝撃を与えることのないよう、連続的に荷重をかけ、破壊荷重を記録した。載荷終了後は、供試体の変形・破壊状況などを観察し、記録した。

圧裂引張試験に使用した資機材を表 7.5-1 に示す。

表 7.5-1 圧裂引張試験資機材一覧

実施項目	機材・分析機	製品名	仕様
圧裂引張試験	圧裂引張試験測定装置	誠研舎製 DT-1039	荷重計30t
	ノギス	—	300mm

7.5.1 圧裂引張試験結果

圧裂引張強度試験の結果を表 7.5.1-1 に示す。KB-1-25~KB-1-27 では砂質岩塊優勢部 (弱破碎)、KB-1-49~KB-1-51 及び KB-2-22 では砂質岩塊優勢部 (強破碎)、KB-2-4~KB-2-7 及び KB-2-20~KB-2-21 では泥質基質優勢部を対象とした。引張り強さ σ_t の平均値は、砂質岩塊優勢部 (弱破碎) では 15.2MN/m²、砂質岩塊優勢部 (強破碎) では 10.7MN/m²、泥質基質優勢部では 6.2MN/m² 及び 2.7MN/m² を示した。

表 7.5.1-1 圧裂引張試験結果

試料名	深度 (GL-m)	対象	各データ		深度ごとの平均値	
			破壊荷重	引張り強さ	破壊荷重	引張り強さ
			-	σ_t	-	σ_t
			kN	MN/m ²	kN	MN/m ²
KB-1-25	17.30~17.36	砂質岩塊優勢部 (弱破砕)	25.7	14.3	26.8	15.2
KB-1-26	17.54~17.60	砂質岩塊優勢部 (弱破砕)	24.0	13.5		
KB-1-27	17.60~17.66	砂質岩塊優勢部 (弱破砕)	30.7	17.8		
KB-1-49	22.06~22.12	砂質岩塊優勢部 (強破砕)	23.9	12.9	19.5	10.7
KB-1-50	22.12~22.18	砂質岩塊優勢部 (強破砕)	13.9	7.68		
KB-1-51	22.18~22.24	砂質岩塊優勢部 (強破砕)	20.8	11.5		
KB-2-4	8.11~8.17	泥質基質優勢部	4.08	2.20	11.5	6.2
KB-2-5	8.17~8.23	泥質基質優勢部	5.49	2.97		
KB-2-7	9.00~9.06	泥質基質優勢部	24.8	13.3		
KB-2-20	15.88~15.94	泥質基質優勢部	0.506	0.269	4.9	2.7
KB-2-21	15.94~16.00	泥質基質優勢部	5.56	3.05		
KB-2-22	16.00~16.06	砂質岩塊優勢部 (強破砕)	8.57	4.65		
平均値			15.67	8.68		
最小値			0.51	0.27		
最大値			30.70	17.80		

7.6 三軸圧縮試験 (CU)

三軸圧縮試験 (CU) は、ボーリング孔の掘削により取得したコア試料の圧密非排水条件での粘着力及び内部摩擦角を明らかにすることを目的に、軟岩の圧密非排水 (CU) 三軸圧縮試験方法 (JGS 2532-2009) に基づき実施した。三軸セル内を水で満たして供試体に背圧を作用させ、供試体を飽和させた。排水バルブを閉じ、指定の圧力まで圧を増加させた後、排水バルブを開け、供試体を圧密させた。荷重計と変位計の原点の確認及び調整を行った後、排水バルブを閉じ、セル圧を一定に保ちながら軸ひずみ速度を一定にして圧縮した。圧縮中は軸圧縮力と軸変位量を計測し、荷重が最大となった後、増加が認められなくなった時点、または軸ひずみが 15% に達した時点で圧縮を終了した。

三軸圧縮試験 (CU) に使用した資機材を表 7.6-1 に示す。

表 7.6-1 三軸圧縮試験 (CU) 資機材一覧

実施項目	機材・分析機	製品名	仕様
三軸圧縮試験 (CU)	三軸圧縮強度測定装置	誠研舎製 DT-1039	荷重計30t
	ノギス	—	300mm

7.6.1 三軸圧縮試験 (CU) 結果

三軸圧縮試験 (CU) の結果を表 7.6.1-1 に示す。孔口測量結果に基づき、ボーリング孔の掘削位置の地表の標高とボーリング孔口の標高の差 (土被りの高さ) を勘案し、セル圧 (圧密応力) を土被り 200, 400, 600m 相当として試験を行った (表 7.6.1-2)。KB-1-31~KB-1-34 では砂質岩塊優勢

部（弱破碎），KB-1-42～KB-1-44 では砂質岩塊優勢部（強破碎），KB-2-11～KB-2-13 及び KB-2-23～KB-2-25 は泥質基質優勢部を対象とした。粘着力 c の平均値は，砂質岩塊優勢部（弱破碎）では $38,053\text{kN/m}^2$ ，砂質岩塊優勢部（強破碎）では $15,647\text{kN/m}^2$ ，泥質基質優勢部では $12,632\text{kN/m}^2$ 及び $11,840\text{kN/m}^2$ を示した。せん断抵抗角 ϕ の平均値は，砂質岩塊優勢部（弱破碎）では 47.2° ，砂質岩塊優勢部（強破碎）では 59.7° ，泥質基質優勢部では 52.9° 及び 40.2° を示した。

表 7.6.1-1 三軸試験のセル圧の設定

設定名	湿潤密度	想定土被り (有効応力) m	設定セル圧	
	t/m^3		t/m^2	kN/m^2
a	2.6	200	320	3136
b		400	640	6272
c		600	960	9408

表 7.6.1-2 三軸圧縮試験 (CU) 結果

試料名	深度 (GL-m)	対象	湿潤密度	圧密応力	背圧	圧縮強さ	軸ひずみ	粘着力	せん断抵抗角	包絡線
			ρ_t	-	u_b	$(\sigma_a - \sigma_r)_{\max}$	ε_{af}	c	ϕ	$\tan \phi$
			kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	%	kN/m^2	$^\circ$	-
KB-1-31	18.00～18.03	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	2.672	3136	200	213929.3	1.2	38053.9	47.2	1.078
KB-1-33	18.03～18.06	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	2.664	6272	200	222975.0	1.6			
KB-1-34	18.06～18.09	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	2.696	9408	200	248395.7	1.3			
KB-1-42	20.58～20.69	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	2.669	3136	200	161706.0	1.2	15647.8	59.7	1.712
KB-1-43	20.78～20.89	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	2.643	6272	200	182254.6	1.7			
KB-1-44	20.89～21.00	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	2.654	9408	200	241074.3	1.8			
KB-2-11	9.67～9.78	泥質基質優勢部	2.691	3136	200	101570.9	1.0	12632.1	52.9	1.320
KB-2-12	9.78～9.89	泥質基質優勢部	2.695	6272	200	121001.4	1.2			
KB-2-13	9.89～10.00	泥質基質優勢部	2.695	9408	200	150855.2	1.3			
KB-2-23	16.07～16.18	泥質基質優勢部	2.721	3136	200	60482.9	0.8	11840.8	40.2	0.844
KB-2-24	16.18～16.29	泥質基質優勢部	2.677	6272	200	77487.8	1.1			
KB-2-25	16.29～16.40	泥質基質優勢部	2.721	9408	200	83260.8	1.0			
平均値			2.683	-	-	155416.2	1.3	19543.7	50.0	1.239
最小値			2.643	-	-	60482.9	0.8	11840.8	40.2	0.844
最大値			2.721	-	-	248395.7	1.8	38053.9	59.7	1.712

7.7 三軸圧縮試験 (CD)

三軸圧縮試験 (CD) は，ボーリング孔の掘削により取得したコア試料の圧密排水条件での粘着力及び内部摩擦角を明らかにすることを目的に，軟岩の圧密排水 (CD) 三軸圧縮試験方法 (JGS 2534-2009) に基づき実施した。三軸セル内を水で満たして供試体に背圧を作用させ，供試体を飽和させた。排水バルブを閉じ，指定の圧力まで圧を増加させた後，排水バルブを開け，供試体を圧密させた。荷重計と変位計の原点の確認及び調整を行った後，排水バルブを閉じ，セル圧を一

定に保ちながら軸ひずみ速度を一定にして圧縮した。圧縮中は軸圧縮力と軸変位量、体積変化量を計測し、荷重が最大となった後、増加が認められなくなった時点、または軸ひずみが 15%に達した時点で圧縮を終了した。

三軸圧縮試験 (CD) に使用した資機材を表 7.7-1 に示す。

表 7.7-1 三軸圧縮試験 (CD) 資機材一覧

実施項目	機材・分析機	製品名	仕様
三軸圧縮試験 (CD)	三軸圧縮強度測定装置	誠研舎製 DT-1039	荷重計30t
	ノギス	—	300mm

7.7.1 三軸圧縮試験 (CD) 結果

三軸圧縮試験 (CD) の結果を表 7.7.1-1 に示す。セル圧の設定については三軸圧縮試験 (CU) と同じとした (表 7.6.1-1)。KB-1-35~KB-1-37 では砂質岩塊優勢部 (弱破碎), KB-1-46~KB-1-48 では砂質岩塊優勢部 (強破碎), KB-2-6, KB-2-9, KB-2-10 及び KB-2-26, KB-2-27, KB-2-29 では泥質基質優勢部を対象とした。粘着力 c の平均値は、砂質岩塊優勢部 (弱破碎) では $12,433\text{kN/m}^2$, 砂質岩塊優勢部 (強破碎) では 9836kN/m^2 , 泥質基質優勢部では $4,013\text{kN/m}^2$ 及び $1,123\text{kN/m}^2$ を示した。せん断抵抗角 ϕ の平均値は、砂質岩塊優勢部 (弱破碎) では 54.4° , 砂質岩塊優勢部 (強破碎) では 59.2° , 泥質基質優勢部では 55.3° 及び 56.4° を示した。

表 7.7.1-1 三軸圧縮試験 (CD) 結果

試料名	深度 (GL-m)	対象地質	湿潤密度	圧密応力	背圧	圧縮強さ	軸ひずみ	粘着力	せん断抵抗角	包絡線
			ρ_t	-	u_b	$(\sigma_a - \sigma_r)_{max}$	ϵ_{af}	c	ϕ	$\tan \phi$
			kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	%	kN/m^2	$^\circ$	-
KB-1-35	18.89~19.00	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	2.681	3136	200	97427.4	1.3	12433.9	54.4	1.396
KB-1-36	19.00~19.11	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	2.678	6272	200	146431.9	1.5			
KB-1-37	19.11~19.22	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	2.701	9408	200	151943.3	1.6			
KB-1-46	21.67~21.78	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	2.665	3136	200	100119.1	1.1	9836.9	59.2	1.676
KB-1-47	21.78~21.89	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	2.675	6272	200	166320.8	1.6			
KB-1-48	21.89~22.00	砂質岩塊優勢部 (強破碎)	2.655	9408	200	176360.4	1.8			
KB-2-6	8.89~9.00	泥質基質優勢部	2.68	3136	200	54924.0	0.7	4013.0	55.3	1.443
KB-2-9	9.38~9.49	泥質基質優勢部	2.698	6272	200	83031.9	0.9			
KB-2-10	9.54~9.65	泥質基質優勢部	2.702	9408	200	112847.9	1.5			
KB-2-26	16.41~16.52	泥質基質優勢部	2.717	3136	200	40212.5	0.5	1123.4	56.4	1.506
KB-2-27	16.68~16.79	泥質基質優勢部	2.661	6272	200	67063.4	0.8			
KB-2-29	17.00~17.11	泥質基質優勢部	2.745	9408	200	102790.9	1.1			
平均値			2.688	-	-	108289.5	1.2	6851.8	56.3	1.505
最小値			2.655	-	-	40212.5	0.5	1123.4	54.4	1.396
最大値			2.745	-	-	176360.4	1.8	12433.9	59.2	1.676

8. 化学的特性の取得

ボーリング孔の掘削により取得したコア試料を用いて、岩盤の物質移行特性データを取得するために、透過拡散試験を実施した。また、地下トンネル内の湧水箇所から採取した地下水試料を用いて、地下水の地球化学的特性データを取得するために、水質分析、有機物分析及びコロイド分析を実施した。

8.1 透過拡散試験

透過拡散試験は、ボーリング孔の掘削により取得したコア試料の実効拡散係数を明らかにすることを目的に、大気圧下、恒温室の室温条件で、透過拡散法（Through-diffusion 法）（Crank, 1980）により実施した。上流側リザーバ及び下流側リザーバを備えた試験装置を用いて、下流側リザーバへのトレーサー物質の拡散の経時変化を測定する方法により実効拡散係数を導出した。

8.1.1 試験体の作成と試験手順

透過拡散試験を実施するため、ボーリング孔の掘削により取得したコア試料を整形して、試験体を作成した。試験体の作成概念図を図 8.1.1-1 に示す。

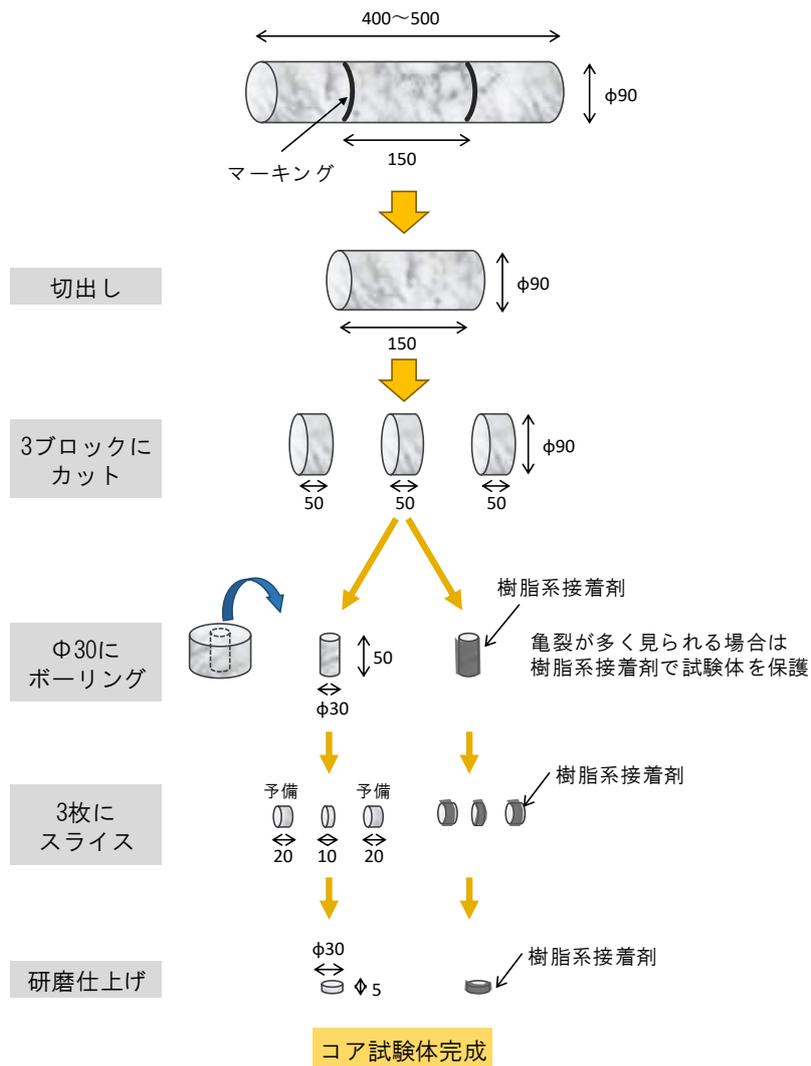


図 8.1.1-1 透過拡散試験用の試験体作成概念図

試験体の間隙率を測定した後，試験体をアクリル製のホルダーに固定した（図 8.1.1-2）。

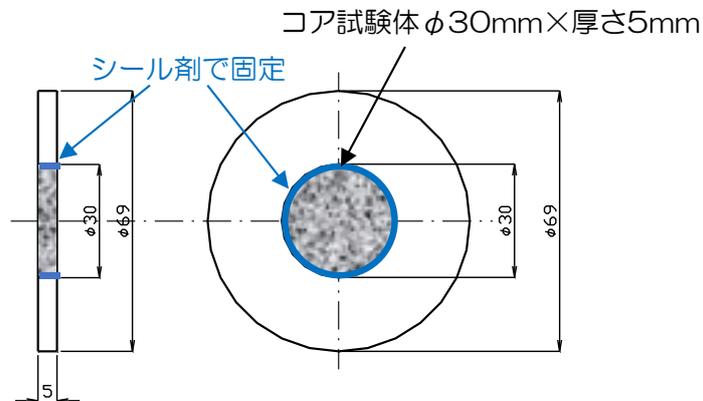


図 8.1.1-2 試験体のホルダーへの固定状態概念図

試験体を飽和させ、アクリル製の試験装置に組み付けた。試験装置の概念図を図 8.1.1-3 に、外観を図 8.1.1-4 に示す。

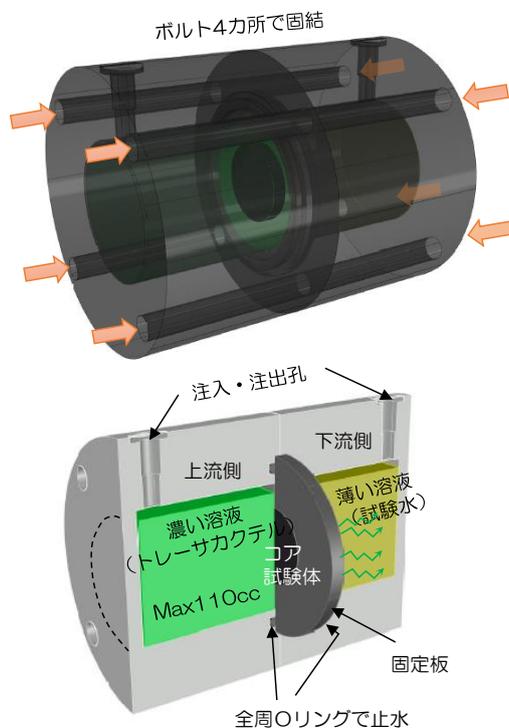


図 8.1.1-3 透過拡散試験装置の概念図



図 8.1.1-4 透過拡散試験装置の外観

試験装置の上流側リザーバに重水、NaCl、Br、Cs、Sr、Iを組み合わせたトレーサカクテルを注入し、下流側に NaCl と KCl により電気伝導度と pH を上流側に合わせて調製した試験溶液を注入し、透過拡散試験を実施した。各トレーサの初期設定濃度を表 8.1.1-1 に示す。

ここで、上流側及び下流側リザーバにおいてイオン強度に勾配がある場合、陽イオンと陰イオンが混ざった拡散挙動となり、I イオンそのものの拡散係数を測定できなくなる。そのため、両リ

ザーバ間で陽イオンの勾配が発生しないよう、下流側にも陽イオンを添加する必要があるが、陽イオンと陰イオンは合わせて添加しなければならず、下流側に加えた陰イオンが上流側に少ない場合、陰イオンの拡散による影響が生じる。よって、一般的にはトレーサー濃度に対して 10~100 倍程度の塩を加え、陽イオンの影響を低減する対策をとるが、ここでも同様に、上流側リザーバに塩を加えるとともに、両りザーバ間で陽イオンの勾配がなくなるように低濃度側にイオンを添加することとした。

また、試験環境を原位置に近づけるため、両りザーバ内の試験溶液のイオン強度を、後述の地下水の水質分析のために排水トンネルで採取した地下水試料と同程度に調整することとした。ここでは、イオン強度と電気伝導度の関係（横河電機株式会社，2020）から、NaCl と KCl を投入することにより試験溶液の電気伝導度を地下水試料採取時の電気伝導度と同程度に合わせることにした。なお、排水トンネルで採取した地下水の電気伝導度の値は最大で 1,200mS/m 程度であった。

濃度の分析に際しては、下流側リザーバから試験溶液を 5ml 採取し、超純水で 10 倍希釈したうえで分析に供した。

表 8.1.1-1 初期トレーサー濃度の設定

トレーサー	上流側初期トレーサー濃度
I	500 ppm
Br	500 ppm
Sr	5 ppm
Cs	5 ppm
重水	1 wt%

透過拡散試験は、大気圧下、恒温室の室温条件で、透過拡散法（Through-diffusion 法）（Crank (1980)）により実施した。透過拡散試験の実施フローを図 8.1.1-5 に示す。

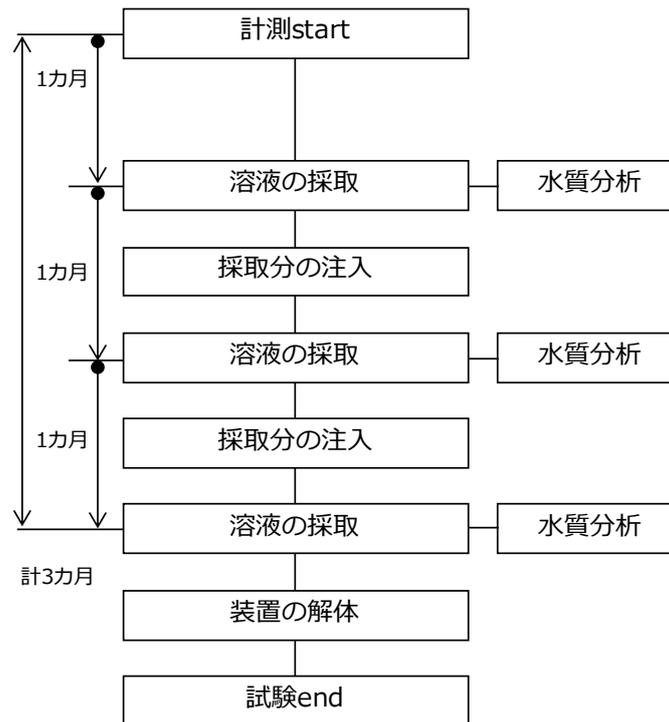


図 8.1.1-5 透過拡散試験の実施フロー図

透過拡散試験開始後、1 か月目、2 か月目、3 か月目に下流側リザーバの溶液を採取して水質分析を実施した。分析項目と分析方法の一覧を表 8.1.1-2 に示す。

表 8.1.1-2 水質分析項目と分析方法一覧

分類	分析項目	分析法
同位体	$\delta^{18}\text{O}$, δD	レーザー吸収分光法
一般水質	Na^+ , Sr^{2+} , Cs^+ , K^+ ,	ICP 質量分析法
	Cl , Br , I	イオンクロマトグラフ法

透過拡散試験結果の評価方法として、実効拡散係数 De の算出方法を以下に記す。

低濃度側（下流側）のリザーバに単位時間あたりに拡散によって移動したトレーサーが定常状態に達したとき、次の境界条件では、供試体の形状に関する値などを使用すると De は、次のように表される。

境界条件： $C(0,t)=C_0$, $C(L,t)=0$

$$F_0 = -S De \frac{dC}{dx} = S De \frac{C_0}{L}$$

$F(t)$: 低濃度側へ単位時間あたりに拡散により移行するトレーサーのフラックス

F_0 : $F(t)$ の定常状態における値

De : 実効拡散係数係 (m^2/s)

S : 供試体の断面積 (m^2)

- L : 供試体の厚さ (m)
- C : トレーサー濃度 (mg/L)
- C₀ : 高濃度側リザーバ中のトレーサー濃度(mg/L)
- X : 拡散距離 (m)

上式は定常状態で適用されるが、定常状態になる前のトレーサーの拡散挙動も含めると、拡散したトレーサーの量と経過時間の関係は次式のように記述される (Crank (1980))。

$$\frac{Q(t)}{S L C_0} = \frac{De t}{L^2} - \frac{\alpha}{6} - \frac{2\alpha}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2} \exp\left(-\frac{De n^2 \pi^2 t}{L^2 \alpha}\right)$$

- Q(t) : 積算破過量 (F(t)を時間 t=0→t まで積分した量)
- α : 収着容量(α=ε+ρ(1-ε) K_d)
- ε : 間隙率
- ρ : 媒体の真密度(g/m³)
- K_d : 収着分配係数(m³/kg)

この式は t→∞において、次のように近似できる。

$$\frac{Q(t)}{S L C_0} = \frac{De t}{L^2} - \frac{\alpha}{6}$$

よって、Q(t)を t に対してプロットし、t に対する直線近似を行うことによって、その傾きから実効拡散係数 De が算出される。

本試験では、低濃度側リザーバの試験溶液については、サンプリング時に液の補充を行った。そのため、低濃度側リザーバに拡散してきたトレーサー濃度は希釈されることになる。ここでは、既存の情報 (佐藤ら (1999), Sato (1997)) に基づき、以下の式によりトレーサー濃度の補正を実施する。

$$C_n^i = C_n + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{V_i}{V} C_i \quad (n = 2, 3, 4 \dots)$$

$$C_1^i = C_1 \quad (n=1)$$

- C_n' : n 番目のサンプリング溶液の補正濃度(mg/L)
- C_n : n 番目のサンプリング溶液の分析濃度(mg/L)
- V : 測定リザーバ中 (低濃度側リザーバ) の溶液量(L)
- v_i : i 番目のサンプリング溶液の液量(L)

なお、本試験では溶液採取は 3 回のため、n=3 までである。

8.1.2 透過拡散試験結果

(1) 間隙率測定結果

透過拡散試験に供した試験体について、試験開始前に計測した有効間隙率を表 8.1.2-1 に示す。有効間隙率は KB-1①、KB-1②、KB-2③、KB-2④の順に大きくなる傾向を示す。

表 8.1.2-1 各試験体の有効間隙率一覧

	飽和状態試料 の水中重量	飽和状態試料 の質量	乾燥状態試料 の質量	見かけ体積	間隙の体積	有効間隙率
	$m_{sub}(g)$	$m_{sat}(g)$	$m_s(g)$	$V(cm^3)$	$V_v(cm^3)$	$n_o(\%)$
KB-1①-上	6.233	9.895	9.873	3.669	0.022	0.606
KB-1①-中	6.384	10.063	10.048	3.686	0.016	0.429
KB-1①-下	5.933	9.769	9.740	3.843	0.030	0.769
KB-1②-上	6.130	9.675	9.621	3.552	0.054	1.530
KB-1②-中	6.265	9.876	9.823	3.618	0.054	1.494
KB-1②-下	6.282	9.893	9.853	3.617	0.040	1.113
KB-2③-上	5.995	9.622	9.561	3.633	0.061	1.679
KB-2③-中	5.773	9.716	9.643	3.950	0.073	1.859
KB-2③-下	5.947	9.536	9.462	3.596	0.075	2.075
KB-2④-上	6.209	9.939	9.856	3.736	0.083	2.215
KB-2④-中	6.091	9.768	9.675	3.684	0.092	2.507
KB-2④-下	6.407	10.178	10.102	3.778	0.077	2.036

(2) トレーサーカクテル及び試験溶液の作製

透過拡散試験の実施に先立ち、試験に利用するトレーサーカクテル及び試験溶液を作製した。使用した試薬は、重水、KI、SrCl₂、CsBr、NaBr、NaCl、KClで、溶媒は超純水とした。上流側リザーバ用にトレーサーカクテルを 2L、下流側リザーバ用に試験溶液を 2L 作製した。試薬投入量を表 8.1.2-2 に示す。トレーサーカクテルの作製においては、重水 20ml を超純水で 2L に希釈した溶液に各試薬を投入した。試験溶液の作製においては、超純水 2L を溶媒として各試薬を投入した。また、作製したトレーサーカクテル及び試験溶液の電気伝導度と pH の値を表 8.1.2-3 に示す。

表 8.1.2-2 試薬投入量

リザーバ	試薬	設定値 (溶液1L作製)	投入量 (溶液2L作製)
上流側	重水	10 ml	20 ml
	KI	654.0 mg	1309.7 mg
	SrCl ₂	9.1 mg	18.9 mg
	CsBr	8.0 mg	15.1 mg
	NaBr	640.0 mg	1280.7 mg
	NaCl	5000.0 mg	10000.4 mg
下流側	NaCl	5363.5 mg	10728 mg
	KCl	293.7 mg	587.8 mg

表 8.1.2-3 作成したトレーサーカクテル及び試験溶液の電気伝導度及び pH の値

リザーバ		作製した溶液2L
上流側	電気伝導度	1004 mS/m
	温度	20.1 °C
	pH	8.59
	温度	21.3 °C
下流側	電気伝導度	1003 mS/m
	温度	20.1 °C
	pH	8.64
	温度	21.4 °C

(3) 濃度分析結果

透過拡散試験開始後，1 か月目，2 か月目，3 か月目に下流側リザーバの溶液を採取して水質分析を行った。各トレーサーの分析における定量下限値を表 8.1.2-4 に，トレーサー濃度の分析結果の一覧を表 8.1.2-5 に示す。トレーサー濃度の分析においては，採取した試験溶液を 10 倍に希釈して分析に供したため，ここでは分析値を希釈率で割り戻した値を示す。

表 8.1.2-4 トレーサー濃度分析における定量下限値

分析項目	分析方法	定量下限値 (mg/L)
臭化物イオン (Br)	イオンクロマトグラフ法	0.05
よう化物イオン (I)	イオンクロマトグラフ法	0.01
ストロンチウム (Sr)	ICP質量分析法	0.001
セシウム (Cs)	ICP質量分析法	0.001

表 8.1.2-5 トレーサー濃度分析値一覧

試料	分析値					希釈率を考慮した濃度値							
	Br mg/L	I mg/L	Sr mg/L	Cs mg/L	δD ‰ _{VSMOW}	Br mg/L	I mg/L	Sr mg/L	Cs mg/L	δD ‰ _{VSMOW}	Isotope Ratio D/H (² H/ ¹ H) (ppm)		
採取 1 回目	KB-1①	上	<0.05	0.02	0.026	0.001	-61.3	<0.5	0.2	0.26	0.01	-1.0	155.60
		中	<0.05	0.01	0.013	<0.001	-64.1	<0.5	0.1	0.13	<0.01	-29.0	151.24
		下	0.11	0.10	0.044	0.002	-47.6	1.1	1.0	0.44	0.02	+136	176.94
	KB-1②	上	0.16	0.15	0.094	0.003	-17.6	1.6	1.5	0.94	0.03	+436	223.67
		中	0.13	0.11	0.077	0.003	-27.4	1.3	1.1	0.77	0.03	+338	208.41
		下	0.09	0.07	0.051	0.002	-44.7	0.9	0.7	0.51	0.02	+165	181.46
	KB-2③	上	0.48	0.44	0.22	0.002	+33.8	4.8	4.4	2.2	0.02	+950	303.73
		中	0.88	0.85	0.23	0.002	+93.9	8.8	8.5	2.3	0.02	+1551	397.34
		下	0.38	0.36	0.26	0.002	+35.0	3.8	3.6	2.6	0.02	+962	305.60
	KB-2④	上	0.85	0.72	0.35	0.002	+106.2	8.5	7.2	3.5	0.02	+1674	416.50
		中	0.57	0.54	0.32	0.002	+80.9	5.7	5.4	3.2	0.02	+1421	377.09
		下	0.34	0.36	0.26	0.002	+21.1	3.4	3.6	2.6	0.02	+823	283.95
採取 2 回目	KB-1①	上	<0.05	<0.01	0.038	0.001	-56.1	<0.5	<0.1	0.38	0.01	+51.9	163.84
		中	<0.05	<0.01	0.020	<0.001	-61.5	<0.5	<0.1	0.20	<0.01	-2.1	155.43
		下	0.33	0.39	0.059	0.001	-7.8	3.3	3.9	0.59	0.01	+534.9	239.08
	KB-1②	上	0.36	0.39	0.11	0.003	+35.7	3.6	3.9	1.1	0.03	+969.9	306.83
		中	0.26	0.29	0.092	0.002	+16.4	2.6	2.9	0.92	0.02	+776.9	276.77
		下	0.23	0.27	0.070	0.001	-9.1	2.3	2.7	0.70	0.01	+521.9	237.05
	KB-2③	上	1.0	1.2	0.24	0.006	+145.3	10	12	2.4	0.06	+2065.9	477.54
		中	1.8	1.8	0.25	0.009	+261.4	18	18	2.5	0.09	+3226.9	658.38
		下	0.76	0.91	0.30	0.007	+134.3	7.6	9.1	3.0	0.07	+1955.9	460.41
	KB-2④	上	1.5	1.7	0.32	0.003	+233.2	15	17	3.2	0.03	+2944.9	614.46
		中	1.1	1.2	0.36	0.005	+223.4	11	12	3.6	0.05	+2846.9	599.19
		下	0.70	0.77	0.32	0.001	+115.2	7.0	7.7	3.2	0.01	+1764.9	430.66
採取 3 回目	KB-1①	上	<0.05	<0.01	0.048	0.001	-49.3	<0.5	<0.1	0.48	0.01	+118.1	174.16
		中	<0.05	<0.01	0.026	<0.001	-55.0	<0.5	<0.1	0.26	<0.01	+61.1	165.28
		下	0.65	0.72	0.069	0.001	-50.8	6.5	7.2	0.69	0.01	+103.1	171.82
	KB-1②	上	0.61	0.62	0.14	0.006	+96.4	6.1	6.2	1.4	0.06	+1575.1	401.10
		中	0.47	0.45	0.11	0.003	+67.6	4.7	4.5	1.1	0.03	+1287.1	356.24
		下	0.51	0.52	0.081	0.001	+43.5	5.1	5.2	0.81	0.01	+1046.1	318.70
	KB-2③	上	1.7	1.5	0.26	0.017	+272.5	17	15	2.6	0.17	+3336.1	675.39
		中	2.6	2.4	0.28	0.021	+422.3	26	24	2.8	0.21	+4834.1	908.72
		下	1.2	1.2	0.32	0.019	+248.6	12	12	3.2	0.19	+3097.1	638.16
	KB-2④	上	2.4	2.0	0.35	0.009	+400.0	24	20	3.5	0.09	+4611.1	873.98
		中	1.8	1.7	0.38	0.014	+364.6	18	17	3.8	0.14	+4257.1	818.85
		下	1.2	1.2	0.35	0.002	+218.1	12	12	3.5	0.02	+2792.1	590.66

(4) 実効拡散係数の導出

下流側リザーバの各トレーサー濃度の経時変化の傾きから実効拡散係数を導出した。経時変化の詳細は付録 8 に示す。導出した実効拡散係数の一覧を表 8.1.2-6 に示す。ここで、各トレーサー濃度の経時変化データが、下記のいずれかの項目に該当したものについては前述の実効拡散係数

の導出方法を適用できないため、算出していない。それらの項目は以下のとおり。

- A) 3点のデータのうち、いずれかが測定下限値以下のもの
- B) 3点のデータのうち、その経時変化の傾きが負となるもの
- C) 3点のデータのうち、その経時変化が単調増加を示さないもの

表 8.1.2-6 中で、上記理由に該当する箇所に A~C の記号を示した。

表 8.1.2-6 導出した実効拡散係数一覧

試料	実効拡散係数 D_e (m^2/s)					
	Br	I	Sr	Cs	D	
KB-1①	上	A	B	7.1E-12	2.8E-14	5.0E-13
	中	A	C	4.2E-12	A	4.2E-13
	下	1.4E-12	2.1E-12	7.1E-12	C	C
KB-1②	上	1.4E-12	1.4E-12	1.4E-11	7.1E-13	2.8E-12
	中	7.1E-13	7.1E-13	1.4E-11	C	2.1E-12
	下	1.4E-12	1.4E-12	7.1E-12	C	2.1E-12
KB-2③	上	3.5E-12	3.5E-12	2.1E-11	4.2E-12	5.7E-12
	中	5.7E-12	5.0E-12	2.1E-11	5.7E-12	7.1E-12
	下	2.8E-12	2.8E-12	2.8E-11	5.0E-12	5.0E-12
KB-2④	上	5.0E-12	4.2E-12	7.1E-12	2.1E-12	7.1E-12
	中	3.5E-12	3.5E-12	2.8E-11	3.5E-12	7.1E-12
	下	2.8E-12	2.8E-12	3.5E-11	C	5.0E-12

トレーサーのうち、臭素、ヨウ素、セシウム、重水については、 $10^{-12} \sim 10^{-13} m^2/s$ 程度の実効拡散係数を示し、ほぼ一致する結果となった。ストロンチウムについては、それより 1 オーダー大きな実効拡散係数を示した。

ストロンチウムは、表 8.1.2-5 で示すように、下流側セルからの 1 回目の採水時（試験開始から 30 日後）から、上流側への初期投入濃度 5ppm に対して、極めて高濃度に検出されている。また、表 8.1.2-6 で導出した実効拡散係数の値において、重水より大きな値が導出されており、試験結果として適切と認められない結果が得られた。カクテルトレーサーのうち、ストロンチウムのみが下流側セルで高濃度に検出されていることから、上流側セル以外からストロンチウムが供給されていることが考えられる。ここで、今回取得したコア試料の X 線蛍光分析結果（表 4.4.1-1）を見ると、SrO 濃度が 0.02~0.08%認められる。今回の透過拡散試験では、試験溶液は原位置地下水ではなく、電気伝導度を排水トンネルで採取した地下水と同等にするために NaCl と KCl により調整した試験溶液を使用したことから、試験片に含まれるストロンチウムがリザーバに溶出した可能性があり、実効拡散係数を正しく導出できない結果が得られたものとする。したがって、今回の試験結果から導出される実効拡散係数においては、ストロンチウムを除外することとする。

ここで、臭素、ヨウ素、セシウム、重水の実効拡散係数と有効間隙率の関係を図 8.1.2-1 に示す。有効間隙率の増大に応じて、実効拡散係数も増大する傾向を示し、一部に算出していないデータがあるものの、その傾向はおおよそ線形を示している。

図 8.1.2-1 から、臭素、ヨウ素、重水については、その実効拡散係数がよく一致していることが認められ、保存性トレーサーとしての性質を反映しているものと考えられる。セシウムについては、有効間隙率が大きい場合においては臭素、ヨウ素、重水の保存性トレーサーとよく一致する実効拡散係数を示すものの、有効間隙率が小さい場合には、それらよりも 1 オーダー程度小さな実効拡散係数を示す結果となり、セシウムが有効間隙率の大きさに応じた挙動を示している可能

性を示唆している。

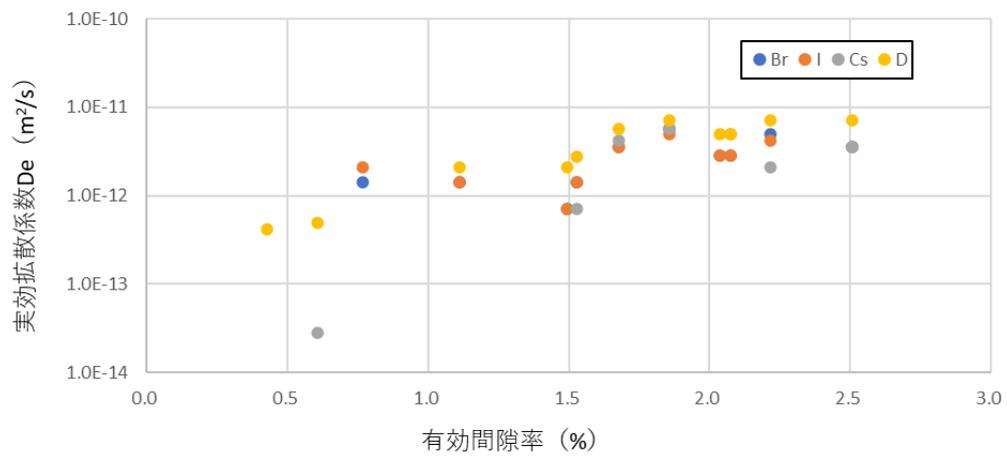


図 8.1.2-1 実効拡散係数と有効間隙率の関係

8.2 地下水の採水分析

地下水の採水分析では、東京電力リニューアブルパワー株式会社神流川発電所の地下施設のうち施設から延びるトンネルにおいて地下水試料の採取を行い、採取した地下水試料について、水質分析、有機物分析、コロイド分析を実施した。地下水試料の採取箇所を図 8.2-1 に示す。



図 8.2-1 排水トンネルと地下水採取箇所

8.2.1 水質分析

当該トンネルの 4 箇所では採取した地下水について、表 8.2.1-1 及び表 8.2.1-2 に示す物質について分析を行った。なお、地下水試料は、トンネル内湧水を窒素充填したグローブバッグ内に引き込んで採取した。その際、物理化学パラメータの計測を実施した。地下水の分析は、陽イオン、陰イオン、アルカリ度等の 33 物質の分析（以下、一般水質分析という。）と、 $\delta^{18}\text{O}$ 、 δD 、トリチウム等の同位体 5 物質の分析（以下、同位体分析という。）を実施した。

表 8.2.1-1 一般水質分析項目

分類	分析物質
①陽イオン	Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} , NH_4^{+}
②陰イオン	F^{-} , Cl^{-} , NO_2^{-} , NO_3^{-} , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , Br^{-}
③Alkalinity	アルカリ度
④微量元素	I^{-} , Si^{4+} , B^{3+} , Sr^{2+} , Li^{+} , Mn , Al^{3+} , Ti , Mn^{2+} , P , Total Fe, Fe^{2+} , Fe^{3+} , S^{2-} , HS^{-}
⑤TOC 及び NPOC	TC, TIC, TOC
⑥炭素濃度	HCO_3^{-} , CO_3^{2-}

表 8.2.1-2 同位体分析項目

測定対象	測定項目
H_2O	トリチウム (^3H)
	酸素安定同位体 ($\delta^{18}\text{O}$)
	水素安定同位体 (δD)
DIC	放射性炭素同位体 (^{14}C)
	炭素安定同位体 ($\delta^{13}\text{C}$)
Cl^{-}	放射性塩素同位体 ($^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$)

水質分析において使用した使用機器の一覧を表 8.2.1-3 及び表 8.2.1-4 に示す。

表 8.2.1-3 一般水質分析に使用した機器

分析項目※	計測機器	メーカー／型番
①②	IC 分析計	サーモフィッシャーサイエンティフィック製 ①ICS-1100 (サブレッサ付き) , ②ICS-2100 (溶離液ジェネレーター付き)
③	pH メータ pH 電極	pH メータ : 東亜製 MM-60R pH 電極 : 東亜製 ELP-031, GST-5741C
①④	ICP-MS 分析計	Agilent Technologies 社製 Agilent 7500ce, 7800, 8800
⑤⑥	TOC 分析計	島津製作所製 TOC-L CPN
④	分光 光度計	日本分光製 V-630, V-750 日立ハイテクサイエンス製 U-2900
①②③ ④⑤⑥	電子天秤	ザルトリウス製 A200S, CP622 島津製作所製 AUX120

※①陽イオン ②陰イオン ③アルカリ度 ④微量元素 ⑤TOC 及び NPOC ⑥炭素濃度

表 8.2.1-4 同位体分析で使用した機器

分析項目	計測機器	メーカー／型番
トリチウム (^3H)	低バックグラウンド液体シンチレーションカウンター (LSC)	Aloka 社 LSC-LB5
酸素安定同位体 ($\delta^{18}\text{O}$) 水素安定同位体 (δD)	同位体分析装置	Los Gatos Research 社 LWIA DLT-100
放射性炭素同位体 (^{14}C)	加速器質量分析計 (AMS)	National Electrostatics corp.社 250kev single stage particle accelerators highly customized
炭素安定同位体 ($\delta^{13}\text{C}$)	前処理システム 安定同位体比質量分析計 (IRMS)	Thermo Scientific 社 GasBench II Thermo Scientific 社 DELTA V
放射性塩素同位体 ($^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$)	加速器質量分析計 (AMS)	National Electrostatics corp.社 14UD Pelletron

分析方法の一覧を表 8.2.1-5 及び表 8.2.1-6 に示す。

表 8.2.1-5 一般水質分析の分析方法

分析項目	分析項目	分析方法
①陽イオン	Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ , K ⁺	ICP-MS 分析 (検量線法)
	NH ₄ ⁺	IC 分析 (検量線法)
②陰イオン	F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , PO ₄ ³⁻ , Br ⁻	IC 分析
③Alkalinity	アルカリ度	酸消費量 (pH4.8)
④微量元素	B ³⁺ , Sr ²⁺ , Li ⁺ , Mn, Mn ²⁺ , Al ³⁺ , Ti, Total Fe	ICP-MS 分析
	I ⁻	IC 分析
	Si ⁴⁺ , P, Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , S ²⁻ , HS ⁻	吸光光度分析及び計算法
⑤TOC 及び NPOC	—	TOC (TC-IC 法), NPOC 法
炭素濃度 HCO ₃ ⁻ , CO ₃ ²⁻ , 総炭素濃度 (TC), 総無機炭素濃度 (TIC), 総有機炭素濃度 (TOC)	HCO ₃ ⁻ , CO ₃ ²⁻	赤外線分析法及び計算法
	総炭素濃度 (TC), 総無機炭素濃度 (TIC), 総有機炭素濃度 (TOC)	赤外線分析法及び計算法

表 8.2.1-6 同位体分析の分析方法

測定項目	測定方法
トリチウム (³ H)	電解濃縮 (アルカリ水溶液電解) - 液体シンチレーション計数法
酸素安定同位体 ($\delta^{18}\text{O}$) 水素安定同位体 (δD)	近赤外線半導体レーザーを用いた吸収分光分析法
放射性炭素同位体 (¹⁴ C)	ガス化法 (acidify-gas strip) - グラファイト・ターゲット-加速器質量分析法
炭素安定同位体 ($\delta^{13}\text{C}$)	ガス化法 (acidify-gas strip) - 安定同位体比質量分析法
放射性塩素同位体 (³⁶ Cl/ ³⁷ Cl)	AgCl 生成 - AgCl ターゲット-加速器質量分析法

(1) 水質分析結果

採水時に計測した物理化学パラメータ及び一般水質分析結果を表 8.2.1-7 に、各試料のイオンバランスの解析結果とヘキサダイアグラムを表 8.2.1-8, 表 8.2.1-9, 表 8.2.1-10, 表 8.2.1-11 にそれぞれ示す。また、同位体分析結果を表 8.2.1-12 に示す。

表 8.2.1-7 一般水質分析結果一覧

分析項目		計測・分析方法	試料名称		S1	S2	S3	S4	定量下限値
			採取年月日						
採取時	pH	窒素充填グローブバッグ内で多目的水質計 (※)により計測	2021/3/16	2021/3/16	7.0(13.4°C)	7.7(14.0°C)	6.7(18.8°C)	7.9(19.3°C)	-
	ORP(mV)		399	-25.6	- (沸水少量のため)	-179	-		
	EC(mS/m)		10.15	27.4	1187	236	-		
	DO(mg/L)		7.2	0.39	- (沸水少量のため)	0.20	-		
室内分析	水素イオン濃度 (pH)	ガラス電極法	7.1 (18.8°C)	7.8 (18.9°C)	6.7 (21.1°C)	8.0 (19.4°C)	-		
	炭酸水素イオン (mg/L)	燃焼-赤外線吸収法(HCO ₃ 換算)	64	130	1200	510	0.3		
	炭酸イオン (mg/L)	燃焼-赤外線吸収法(CO ₃ 換算)	<0.3	0.4	0.3	2.3	0.3		
	アルカリ度 (mg/L)	pH4.8における硫酸溶液滴定法(CaCO ₃ 換算)	52	110	1200	440	2.5		
	TC (mg/L)	燃焼-赤外線吸収法(C換算)	16	28	370	110	0.3		
	TIC (mg/L)	燃焼-赤外線吸収法(C換算)	15	26	340	100	0.3		
	TOC (TC-IC) (mg/L)	燃焼-赤外線吸収法(C換算)	1.5	1.8	30	9.6	0.3		
	(溶存) カルシウム (mg/L)	ICP質量分析法(Ca換算)	16	33	300	12	0.01		
	(溶存) マグネシウム (mg/L)	ICP質量分析法(Mg換算)	5.6	17	100	5.5	0.001		
	(溶存) ナトリウム (mg/L)	ICP質量分析法(Na換算)	2.7	11	3200	560	0.02		
	(溶存) カリウム (mg/L)	ICP質量分析法(K換算)	0.83	1.9	72	6.8	0.02		
	(溶存) アンモニウムイオン (mg/L)	イオンクロマトグラフ法(NH ₄ 換算)	<0.1	0.2	28	5.5	0.1		
	(溶存) フッ化物イオン (mg/L)	イオンクロマトグラフ法(F換算)	<0.1	<0.1	1.2	2.5	0.1		
	(溶存) 塩化物イオン (mg/L)	イオンクロマトグラフ法(Cl換算)	0.76	12	4900	570	0.01		
	(溶存) 硝酸イオン (mg/L)	イオンクロマトグラフ法(NO ₃ 換算)	1.7	<0.1	<0.1	<0.1	0.1		
	(溶存) 亜硝酸イオン (mg/L)	イオンクロマトグラフ法(NO ₂ 換算)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1		
	(溶存) 硫酸イオン (mg/L)	イオンクロマトグラフ法(SO ₄ 換算)	14	45	11	11	0.03		
	(溶存) リン酸イオン (mg/L)	イオンクロマトグラフ法(PO ₄ 換算)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	0.3		
	(溶存) 臭化物イオン (mg/L)	イオンクロマトグラフ法(Br換算)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1		
	(溶存) ヨウ化物 (mg/L)	イオンクロマトグラフ法(I換算)	<0.03	<0.03	1.5	0.13	0.03		
	(溶存) ケイ素 (mg/L)	モリブデン青吸光度法(イオン状Si)	4.7	4.8	8.3	6.0	0.1		
	(溶存) ホウ素 (mg/L)	ICP質量分析法(B換算)	0.03	0.15	23	1.9	0.01		
	(溶存) ストロニウム (mg/L)	ICP質量分析法(Sr換算)	0.16	0.99	41	1.2	0.01		
	(溶存) リチウム (mg/L)	ICP質量分析法(Li換算)	<0.01	0.04	15	2.5	0.01		
	マンガン (mg/L)	ICP質量分析法(Mn換算)	<0.01	0.45	1.3	0.03	0.01		
	(溶存) マンガン (mg/L)	ICP質量分析法(Mn換算)	<0.01	0.42	1.3	0.03	0.01		
	(溶存) アルミニウム (mg/L)	ICP質量分析法(Al換算)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01		
	NPOC (mg/L)	燃焼酸化-赤外線式TOC分析法(C換算)	0.29	0.15	0.47	0.24	0.06		
	全鉄 (mg/L)	ICP質量分析法(Fe換算)	<0.03	0.10	2.1	0.05	0.03		
	(溶存) 二価鉄 (mg/L)	フェナントリン吸光度法(Fe換算)	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	0.25		
	(溶存) 三価鉄 (mg/L)	計算法 全Fe-Fe(II)	<0.25	<0.25	2.1	<0.25	0.25		
	チタン (mg/L)	ICP質量分析法(Ti換算)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01		
	リン (mg/L)	ペルオキシ二硫酸カリウム吸光度法(P換算)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1		
(溶存) 硫化物 (mg/L)	メチレンブルー吸光度法(S換算)	<0.04	<0.04	<0.04	0.06	0.04			
(溶存) 硫化水素 (mg/L)	鉱泉分析法指針 硫化物からの計算法	<0.04	<0.04	<0.04	0.06	0.04			

※アズワン製防漏水ポータブルマルチ水質ロガー-AS810

表 8.2.1-8 試料 S1 のイオンバランスの解析結果及びヘキサダイアグラム

分析項目	濃度 (mg/L)	当量換算係数	当量値 (meq/L)	関連項目	換算値 (mg/L)	換算	ヘキサダイアグラム用データ		
							項目	当量値 (meq/L)	
陽イオン	Na	2.7	0.0435	0.117			Na+K	0.117	
	K	0.83	0.0256	0.021			Na+K	0.021	
	Ca	16	0.0499	0.798	カルシウム硬度	40.0	CaCO ₃ 換算	Ca	0.798
	Mg	5.6	0.0822	0.460	マグネシウム硬度	23.1	CaCO ₃ 換算	Mg	0.460
	NH ₄	0.0	0.0556	0.000	NH ₄ -N	0.0	N換算	Na+K	0.000
陰イオン	Cl	0.76	0.0282	0.021			Cl	0.021	
	SO ₄	14	0.0208	0.291			SO ₄	0.291	
	HCO ₃	64	0.0164	1.050	M-アルカリ度	105.0	CaCO ₃ 換算	HCO ₃	1.050
	CO ₃	0	0.0333	0.000				Ca	0.000
	NO ₃	1.7	0.0161	0.027	NO ₃ -N	0.4	N換算	Na+K	0.027
EC (mS/m)				理論EC	15.43	(mS/m)			
pH (採水時)	7.0								
解析	陽イオン	25.13	-	1.397	判定	陽イオン = 1.01 適正 (適正範囲 : 0.95 ~ 1.05)			
	陰イオン	80.46	-	1.390					
	陽イオン/陰イオン	-	-	1.006					
	イオン合計	-	-	2.787					

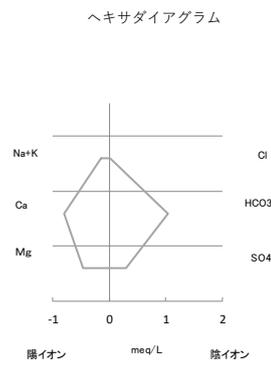


表 8.2.1-9 試料 S2 のイオンバランスの解析結果及びヘキサダイアグラム

分析項目	濃度 (mg/L)	当量換算係数	当量値 (meq/L)	関連項目	換算値 (mg/L)	換算	ヘキサダイアグラム用データ		
							項目	当量値 (meq/L)	
陽イオン	Na	11	0.0435	0.479			Na+K	0.479	
	K	1.9	0.0256	0.049			Na+K	0.049	
	Ca	33	0.0499	1.647	カルシウム硬度	82.4	CaCO ₃ 換算	Ca	1.647
	Mg	17	0.0822	1.397	マグネシウム硬度	70.0	CaCO ₃ 換算	Mg	1.397
	NH ₄	0.2	0.0556	0.011	NH ₄ -N	0.2	N換算	Na+K	0.011
陰イオン	Cl	12	0.0282	0.338			Cl	0.338	
	SO ₄	45	0.0208	0.936			SO ₄	0.936	
	HCO ₃	130	0.0164	2.132	M-アルカリ度	214.0	CaCO ₃ 換算	HCO ₃	2.132
	CO ₃	0.4	0.0333	0.013				Ca	0.013
	NO ₃	0	0.0161	0.000	NO ₃ -N	0.0	N換算	Na+K	0.000
EC (mS/m)				理論EC	39.76	(mS/m)			
pH (採水時)	7.7								
解析	陽イオン	63.1	-	3.582	判定	陽イオン = 1.05 適正 (適正範囲 : 0.95 ~ 1.05)			
	陰イオン	187.4	-	3.420					
	陽イオン/陰イオン	-	-	1.048					
	イオン合計	-	-	7.002					

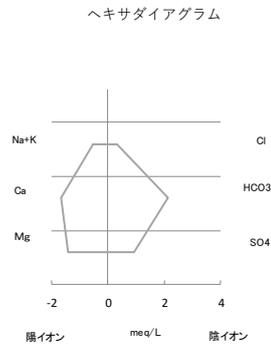


表 8.2.1-10 試料 S3 のイオンバランスの解析結果及びヘキサダイアグラム

分析項目	濃度 (mg/L)	当量換算係数	当量値 (meq/L)	関連項目	換算値 (mg/L)	換算	ヘキサダイアグラム用データ		
							項目	当量値 (meq/L)	
陽イオン	Na	3200	0.0435	139.200			Na+K	139.200	
	K	72	0.0256	1.843			Na+K	1.843	
	Ca	300	0.0499	14.970	カルシウム硬度	749.1	CaCO ₃ 換算	Ca	14.970
	Mg	100	0.0822	8.220	マグネシウム硬度	411.9	CaCO ₃ 換算	Mg	8.220
	NH ₄	28	0.0556	1.557	NH ₄ -N	21.8	N換算	Na+K	1.557
陰イオン	Cl	4900	0.0282	138.180			Cl	138.180	
	SO ₄	11	0.0208	0.229			SO ₄	0.229	
	HCO ₃	1200	0.0164	19.680	M-アルカリ度	1969.3	CaCO ₃ 換算	HCO ₃	19.680
	CO ₃	0.3	0.0333	0.010				Ca	0.010
	NO ₃	0	0.0161	0.000	NO ₃ -N	0.0	N換算	Na+K	0.000
EC (mS/m)				理論EC	1997	(mS/m)			
pH (採水時)	6.7								
解析	陽イオン	3672	-	165.790	判定	陽イオン = 1.05 適正 (適正範囲 : 0.95 ~ 1.05)			
	陰イオン	6111.3	-	158.099					
	陽イオン/陰イオン	-	-	1.049					
	イオン合計	-	-	323.889					

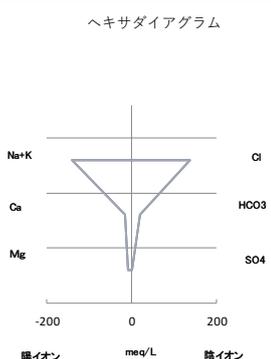


表 8.2.1-11 試料 S4 のイオンバランスの解析結果及びヘキサダイアグラム

分析項目	濃度 (mg/L)	当量換算係数	当量値 (meq/L)	関連項目	換算値 (mg/L)	換算	ヘキサダイアグラム用データ		
							項目	当量値 (meq/L)	
陽イオン	Na	560	0.0435	24.360			Na	24.360	
	K	6.8	0.0256	0.174			K	0.174	
	Ca	12	0.0499	0.599	カルシウム硬度	30.0	CaCO3換算	Ca	0.599
	Mg	5.5	0.0822	0.452	マグネシウム硬度	22.7	CaCO3換算	Mg	0.452
	NH ₄	5.5	0.0556	0.306	NH ₄ -N	4.3	N換算	N	0.306
陰イオン	Cl	570	0.0282	16.074			Cl	16.074	
	SO ₄	11	0.0208	0.229			SO ₄	0.229	
	HCO ₃	510	0.0164	8.364	M-アルカリ度	840.6	CaCO3換算	HCO ₃	8.364
	CO ₃	2.3	0.0333	0.077			CO ₃	0.077	
	NO ₃	0	0.0161	0.000	NO ₃ -N	0.0	N換算	NO ₃	0.000
EC (mS/m)		-	-	理論EC	293.8	(mS/m)			
pH (採水時)	7.9	-	-						
解析	陽イオン	584.3	-	25.891	判 定	陽イオン = 1.05 適正 (適正範囲 : 0.95 ~ 1.05)	ヘキサダイアグラム		
	陰イオン	1093.3	-	24.743			Na+K		
	陽イオン/陰イオン	-	-	1.046			Cl		
	イオン合計	-	-	50.634			HCO ₃		

表 8.2.1-12 同位体分析結果

試料名	水(H ₂ O)					溶存無機炭素(DIC)			塩素イオン(Cl ⁻)	
	³ H 濃度		δ ¹⁸ O ‰	δ D ‰	d-excess ‰	¹⁴ C 測定値			δ ¹³ C ‰	³⁶ Cl/ ³⁵ Cl × 10 ⁻¹⁵
	T.U.	Bq/L				year B.P.	d ¹⁴ C (‰)	pMc (%)		
S1	2.7 ± 0.1	0.32 ± 0.02	-10.4	-72.5	10.4	7,390 ± 30	-601.5 ± 1.4	0.40% ± 0.01%	-9.7	1,006 ± 29
S2	1.6 ± 0.1	0.19 ± 0.01	-10.7	-74.1	11.2	15,300 ± 50	-851.1 ± 0.9	0.15% ± 0.01%	-8.3	52.8 ± 2.8
S3	<0.31	<0.037	-9.6	-78.4	-2.0	> 43,500	<-995.5	<0.44%	+3.5	3.7 ± 0.8
S4	<0.31	<0.037	-12.0	-87.1	9.1	> 43,500	<-995.5	<0.44%	-5.2	4.4 ± 0.8

地下水中の溶存成分の分析結果について、全ての元素がイオンとして溶存していると仮定し、地下水の水質分析結果を評価するために、地下水中に溶存する陽イオンの総当量と陰イオンの総当量を計算し、電荷のバランスについて電気的中性が保たれているかどうかを確認した。計算では、陽イオンとして Na⁺, K⁺, NH₄⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, 陰イオンとして Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻, CO₃²⁻を用いた。陰イオン総当量/陽イオン総当量の値は 1.01~1.05 を示し、イオンバランスが±5%以内という結果となった。

ヘキサダイアグラムは、主要溶存成分である Na⁺, K⁺, NH₄⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻, CO₃²⁻のそれぞれの濃度を当量値 (meq/L) とし、陽イオンと陰イオンに分けて図示したものであり、一目で水質組成を把握できることから、地下水の水質形成機構を考察する上で有効的である。スケールを統一したヘキサダイアグラムを図 8.2.1-1 図 8.2.1-1 各試料のヘキサダイアグラムの比較に示す。

結果において、試料 S3 が最も特徴的であり、電気伝導度が 4 試料中で最も高く、ヘキサダイアグラムは NaCl 型を示している。これは、地層が堆積した当時の海水の性質が反映されていると考えられる。また、個別成分において、ヨウ素、ホウ素、ストロンチウム、リチウムが他の地点より 1 オーダー以上高い濃度示していることも、これを支持する。試料 S4 は、試料 S3 に次いで電気伝導度が高い試料であり、ヘキサダイアグラムは重炭酸の割合が増すものの海水の影響が認められる。天水の浸透による希釈の影響が表れていると推察される。試料 S1 及び試料 S2 のヘキサダイアグラムは、ともに Ca-HCO₃ 型であり、主に天水の性質が反映されていると考えられ、電気

伝導度も低い。ただし、天水は一般に弱酸性であるのに対し、特に試料 S2 の水素イオン濃度は中性域ではあるものの、アルカリ側へ傾いている。ヘキサダイアグラムに大きな変化は認められないが、地層由来の溶存成分の影響が表れていると推察される。

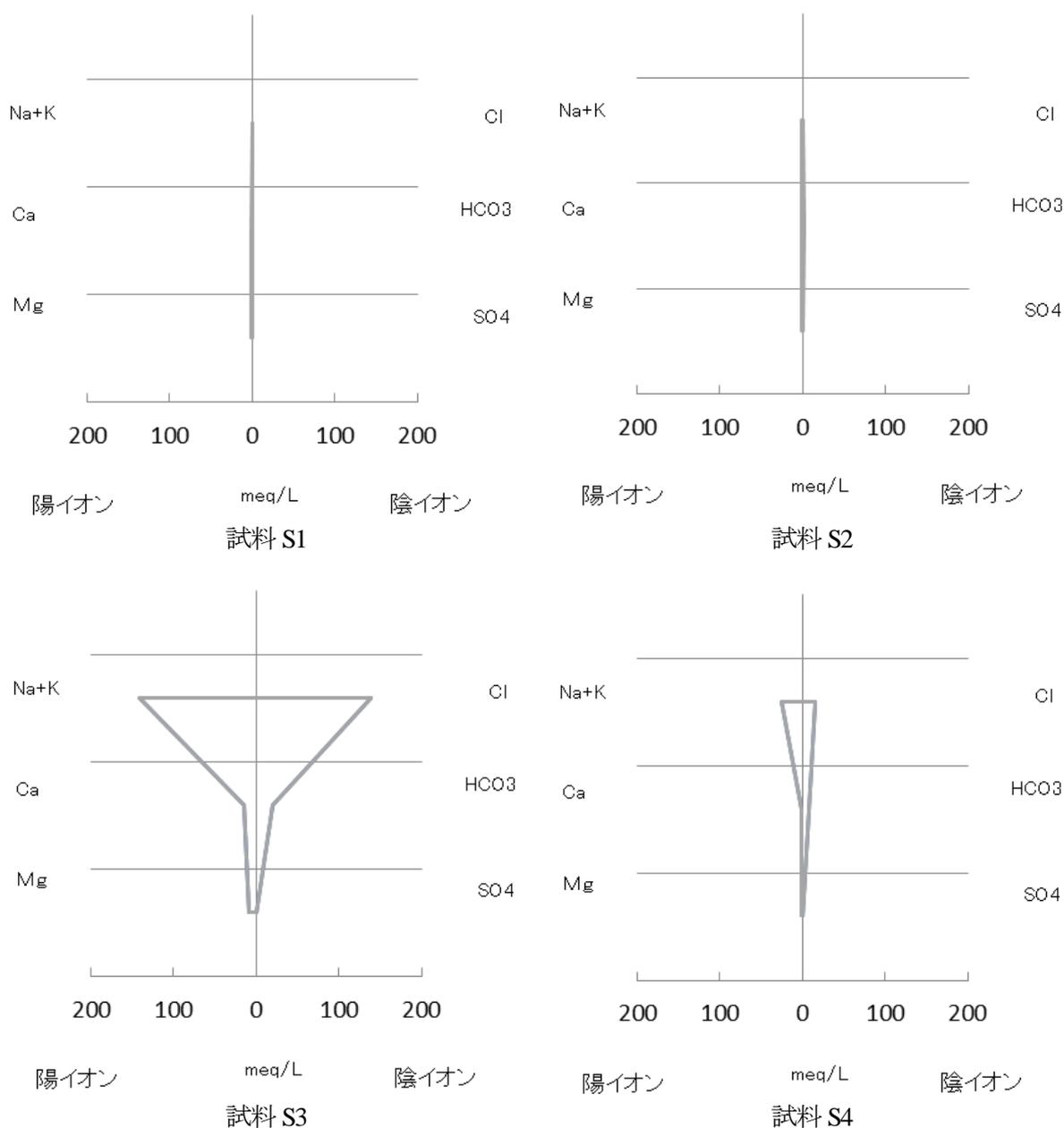


図 8.2.1-1 各試料のヘキサダイアグラムの比較

同位体分析結果におけるトリチウムの分析結果は、有意な濃度を示す試料 S1 及び試料 S2 と、検出下限未満となった試料 S3 及び試料 S4 に明確に区別された。

トリチウムによる年代推定は核実験による降水の濃度ピーク (Bomb ピーク) と放射壊変による濃度減衰の 2 つの性質を利用している。核実験開始以前 (1953 年以前) の降水のトリチウム濃度は、放射壊変によって現在においては検出限界レベル (<0.31TU) にまで低下している。そのため、

地下水中にトリチウムが含まれているかどうかを調べることにより、核実験開始前に涵養された古い地下水（滞留時間 60 年以上）であるか、核実験開始以降に涵養された若い地下水（滞留時間 60 年未満）であるか、また両者の混合であるかの判別が可能である。試料 S1～S4 のトリチウム分析結果を 1961 年以降の東京、千葉の月間降水中トリチウム濃度の変化と比較する（図 8.2.1-2）。試料 S1 及び試料 S2 のトリチウム（ ^3H ）濃度は、それぞれ 2.7T.U. (0.32Bq/L) 及び 1.6T.U. (0.19Bq/L) で有意にトリチウムが検出されており、1953 年以降に降った降水で涵養された若い地下水（滞留時間約 60 年未満）と考えられる。特に、試料 S1 は近年の降水に近い範囲にあり、数年～数 10 年前程度の降水の寄与が大きいと推察される。一方、試料 S3 及び試料 S4 のトリチウム濃度は検出下限未満 (<0.31T.U. (0.037Bq/L)) であり、1950 年代～1960 年代以降の核実験等によりトリチウム濃度が急上昇する時期より前に涵養された古い水（滞留時間 60 年以上）と考えられる。

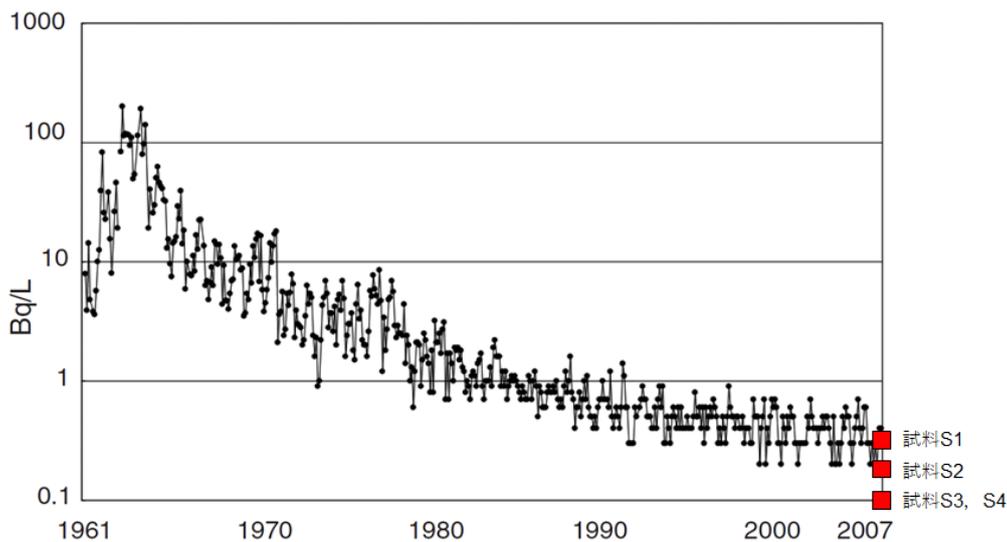


図 8.2.1-2 東京、千葉の月間降水中トリチウム濃度の変化との比較（宮本（2008）を一部改変）

放射性炭素同位体分析の結果は、試料 S3 及び試料 S4 において、ともに放射性炭素年代で 43,500year 以前 (<0.44pMc) を示し、非常に古い地下水年代であることを示した。より現実的な年代値を求めるには、デッドカーボン等の補正を行う必要があるが、地下水が数万年以上の滞留時間を有する可能性がある。

8.2.2 有機物分析

排水トンネルで採取した地下水について、有機物分析を行った。具体的には、採取した地下水に溶存する有機物を濃縮し、TOC 分析計を用いて、濃縮液中の総有機炭素濃度（TOC）を測定した。TOC は、差し引き法（TC-IC 法）及び NPOC 法のそれぞれで測定した。分析項目を表 8.2.2-1 に示す。

表 8.2.2-1 有機物分析における分析項目

分析項目	分析方法
総有機炭素濃度の測定 (TOC)	差し引き法 (TC-IC 法)
	NPOC 法

差し引き法（TC-IC 法）とは、試料水中の全炭素（Total Carbon：TC）と無機体炭素（Inorganic Carbon：IC、または Total Inorganic Carbon：TIC）をそれぞれ測定し、TC 濃度から IC 濃度を差し引いて求める方法である。また、NPOC（Non-Purgeable Organic Carbon：不揮発性有機体炭素）法とは、試料水を酸性（pH3 以下）にして通気処理し、試料水中の IC を CO₂として除去した後に TC を測定する方法である（IC 前処理法またはプレ IC 除去法ともいう）。後者は、環境水や水道水など、IC が TOC より多い試料に適する。

地下水の有機物分析において使用した機器を表 8.2.2-2 に示す。

表 8.2.2-2 有機物分析における使用機器

分析項目	名称	メーカー	型番
総有機炭素濃度の測定 (TOC)	TOC 分析計	島津製作所	TOC-V CSH

(1) 有機物分析結果

有機物分析では、十分な量の地下水試料を採取できた試料 S2 及び試料 S4 を対象とした。分析に先立ち、地下水試料中の有機物の濃縮作業を以下の手順で実施した。

- ① 試料 S2 及び試料 S4 について、それぞれ 200L を 0.45μm フィルターでろ過し、そのろ液を濃縮タンクに貯留
- ② 濃縮タンクの試料を濃縮用膜に通過させ、通過したろ液は有機物等が除去されているため排水（図 8.2.2-1）
- ③ ②で残った濃縮試料を濃縮タンクに再度貯留して循環させながら、濃縮用膜でさらに濃縮
- ④ 濃縮タンク内の濃縮試料が数 L に減容するまで濃縮させて終了

上記作業により、地下水試料各 200L について、試料 S2 を 5.94kg に、試料 S4 を 4.92kg に濃縮した。

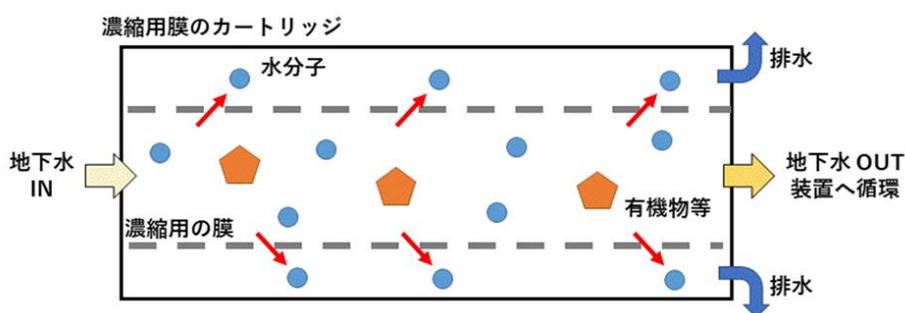


図 8.2.2-1 地下水試料を濃縮用膜に通過させる際

試料 S2（濃縮）及び試料 S4（濃縮）の総有機炭素（TOC）濃度を測定した結果を表 8.2.2-3 に示す。濃縮試料は粘性が高かったため、前処理として酸添加及び希釈を実施した。また、測定精度を高めるためにそれぞれの濃縮試料を 3 つに分けて測定（n=3）し、その結果の平均値を分析結果

とした。なお、それぞれ 3 つに分けた濃縮試料の各分析においては、それぞれ 3 回の繰り返し測定を実施し、そのうちの 3 回分の測定結果の平均値を分析値とした。分析の詳細結果は付録 9 に示す。

TOC 濃度測定の結果として、TC-IC 法では試料 S2 (濃縮) が 15.7mg/L、試料 S4 (濃縮液) が 12.2mg/L であり、NPOC 法では試料 S2 (濃縮) が 10.7mg/L、試料 S4 (濃縮) が 6.0mg/L であった。試料 S2 (濃縮) 及び試料 S4 (濃縮) を比較すると、試料 S2 (濃縮) の方が、TC-IC 法及び NPOC 法の両方の結果において、ともに TOC 濃度が高かった。

表 8.2.2-3 濃縮試料中の総有機炭素濃度 (TOC)

試料名	TOC (TC-IC 法)	TOC (NPOC 法)	備考
	mg/L	mg/L	
S2 (濃縮)	15.7	10.7	・TC-IC 法では、酸添加後の試料を 10 倍希釈後に測定 ・NPOC 法では、酸添加後の試料を 5 倍希釈後に測定
S4 (濃縮)	12.2	6.0	・TC-IC 法では、酸添加後の試料を 50 倍希釈後に測定 ・NPOC 法では、酸添加後の試料を 5 倍希釈後に測定

試料 S2 (濃縮) 及び試料 S4 (濃縮) の両方で、TOC 濃度測定値は TC-IC 法よりも NPOC 法の方が低かった。この理由として、試料中には揮発性の有機体炭素が多く含まれていたため、揮発性有機体炭素を測定時に除去する NPOC 法の TOC 濃度の方が、TC-IC 法よりも低くなったと考えられる。

8.2.3 コロイド分析

排水トンネルで採取した地下水について、コロイド分析を行った。コロイド分析の作業フローを図 8.2.3-1 に、分析項目を表 8.2.3-1 に示す。

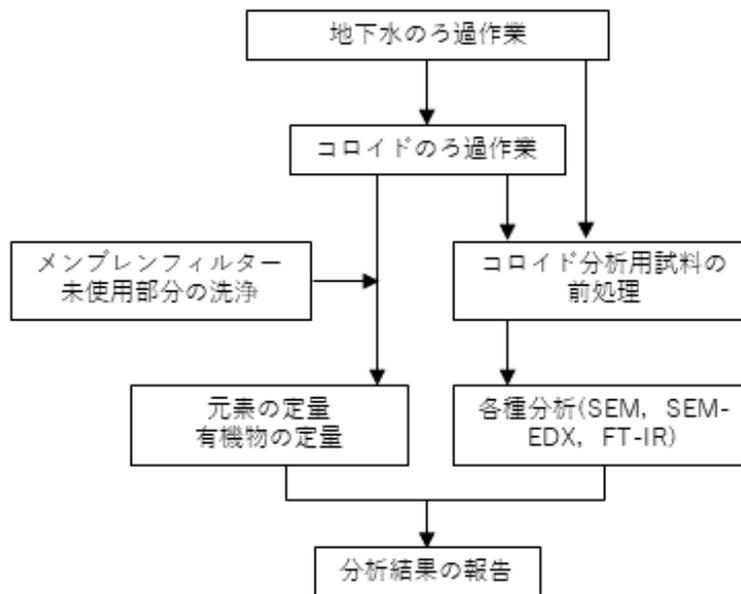


図 8.2.3-1 コロイド分析における作業フロー

表 8.2.3-1 コロイド分析における分析項目

分析項目	対象とする試料の種類
元素の定量 Na, Mg, Al, Si, S, K, Ca, Mn, Fe, U	採取した地下水
	孔径 1.2 μm のメンブレンフィルターのろ液
	分画分子量 100 及び 5kDa のメンブレンフィルターのろ液
	分画分子量 100 及び 5kDa のメンブレンフィルターの洗浄液
有機物の定量 TOC	採取した地下水
	孔径 1.2 μm のメンブレンフィルターのろ液
	分画分子量 100 及び 5kDa のメンブレンフィルターのメンブレンフィルターのろ液
SEM 観察	1 枚のメンブレンフィルターにつき、最低 4 箇所二次電子像及び反射電子像、低倍率での二次電子像
	ブランクフィルターは、測定箇所を 1 箇所二次電子像及び反射電子像
SEM-EDX 観察 C, N, O, Na, Mg, Al, Si, S, K, Ca, Mn, Fe, U	元素マッピングの記録または複数の点分析
	ブランクフィルターは、点分析による定量または半定量による元素組成の測定
FT-IR 分析	1 枚のメンブレンフィルターにつき、少なくとも 1 点以上の赤外線吸収スペクトルの測定

コロイド分析で使用した資機材を表 8.2.3-2 に示す。

表 8.2.3-2 コロイド分析における使用資機材

作業項目	名称	メーカー	型番	仕様など
コロイドの採取	攪拌式セル	ミリポア	5121	Model 8200
	メンブレンフィルター		PBCC06210	5kDa NMWL, Biomax polyethersulfone (PES)
			PBHK06210	100kDa NMWL, Biomax polyethersulfone (PES)
			RTTP02500	Isopore 1.2μm
	ICP-AES 分析装置	島津製作所	ICPS-7510	検出器：シーケンシャル型真空分光器
	ICP-MS 分析装置	アジレント	ICP-MS 7500cs	質量分離部：四重極
	IC 分析装置	メトローム	IC930	使用カラム：A SUP 5-150
TOC 分析計	島津製作所	TOC-V CSH	測定方法：燃焼触媒酸化方式	
コロイド分析	走査型電子顕微鏡-エネルギー分散型 X 線分光装置(SEM-EDX)	Hitachi	S-3400N	電子顕微鏡倍率：5～300,000 倍
	フーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR)	日本分光	FTIR-6600	測定：ダイヤモンドプリズムを搭載した ATR ユニット (ATR PRO ONE) 検出器：MCT 検出器 (MCT-6000M)

コロイド分析におけるコロイドの採取と分析方法の概念を図 8.2.3-2 に示す。

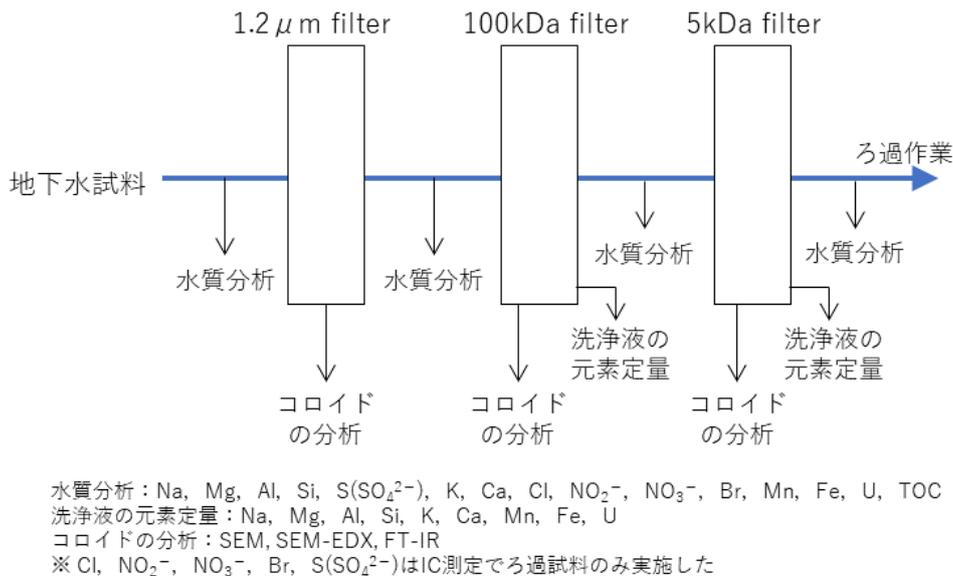


図 8.2.3-2 コロイドの採取と分析方法の概念図

(1) コロイド分析結果

ろ過に用いたメンブレンフィルターの重量変化を表 8.2.3-3 に示す。1.2μm フィルター（ポリカー

ボネート製)では、一部で着色が認められたが、明確な重量変化は認められない。一方、分画分子量 100kDa 及び分画分子量 5kDa のメンブレンフィルター (PES 製) では重量減少が認められ、乾燥防止で添加されている薬剤などのフィルターの成分の溶出によるものと考えられる。

表 8.2.3-3 ろ過後のフィルターの重量変化

試料	フィルター	重量変化 (mg)
S1	1.2 µm	0
S1	100 kDa	-98
S1	5 kDa	-102
S2	1.2 µm	0
S2	100 kDa	-96
S2	5 kDa	-92
S3	1.2 µm	0
S3	100 kDa	-83
S3	5 kDa	-39
S4	1.2 µm	0
S4	100 kDa	-95
S4	5 kDa	-90

地下水試料の pH 及び電気伝導度 (EC) と、地下水試料中及びそれらの各ろ液中の元素濃度及び全有機炭素濃度 (TOC) を表 8.2.3-4 に示し、地下水試料に対するそれらの各ろ液の濃度比を表 8.2.3-5 に示す。Al (試料 S3 : 5kDa), Mn (試料 S3 : 1.2µm を除く全てのろ液) などの一部の元素で、ろ液中の元素濃度が地下水試料中の濃度を大きく越えており、コンタミネーションが疑われた。なお、ポリカーボネート製の 1.2µm フィルターを除き、各ろ液での TOC 濃度が地下水試料と比べて増加しているが、これは上述のとおり、フィルターからの有機物成分の溶出によるものと考えられる。これらの濃度増加を示した測定項目を除くと、測定に供した大部分の元素で、ろ液中の濃度は地下水試料と同等であり、ろ液濃度の元素濃度測定からは、コロイド画分の寄与は疑われない。一方、試料 S1 の U, 試料 S3 及び試料 S4 の Ca では、ろ液中の元素濃度が地下水試料と比べて有意に減少しており、コロイド画分の寄与が示唆された。

フィルターの一部を切り出し、高純度 5 wt% HNO₃ でフィルターに付着した物質を抽出した際の抽出液中の元素濃度から、フィルター1枚分に換算した元素濃度を表 8.2.3-6 に示す。Al 及び Mn はすべての抽出液で検出されたが、これらの一部は上述のコンタミネーションの寄与が考えられる。試料 S3 では、Na, Al, Ca, Mn, Fe が比較的高い濃度で検出されており、それらの値はフィルターの孔径や分画分子量の減少と共に濃度が増加していることから、比較的小さなコロイドがフィルター上に保持されたことが示唆される。また、U については、試料 S2 の抽出液においても検出されており、一部がコロイドとして存在することが示唆される。

表 8.2.3-4 地下水試料の pH, EC と地下水試料及び各ろ液中の元素濃度, TOC

試料	ろ過 フィルター	pH	EC (mS/cm)	Na (mM)	Mg (mM)	Al (μ M)	K (mM)	Ca (mM)	Mn (μ M)	Fe (μ M)	U (nM)	Cl (mM)	NO ₂ (mM)	Br (mM)	NO ₃ (mM)	SO ₄ (mM)	Si (mM)	TOC (mg/L)
S1	-	7.47	0.125	0.09	ND	0.16	ND	0.28	0.00	ND	0.21	-	-	-	-	-	0.19	2.74
S1	1.2 μ m	-	-	0.12	ND	ND	ND	0.31	ND	ND	0.14	0.02	0.07	ND	0.04	0.28	0.18	1.96
S1	100 kDa	-	-	0.10	ND	ND	ND	0.30	ND	ND	0.16	0.03	ND	ND	0.14	0.26	0.19	5.71
S1	5 kDa	-	-	0.09	ND	0.05	ND	0.30	ND	0.15	0.15	0.02	0.07	ND	0.04	0.27	0.18	3.35
S2	-	7.90	0.331	0.42	0.50	ND	ND	0.76	0.01	0.40	1.21	-	-	-	-	-	0.19	2.95
S2	1.2 μ m	-	-	0.46	0.51	ND	ND	0.79	0.97	ND	1.20	0.74	ND	ND	0.06	0.88	0.19	1.76
S2	100 kDa	-	-	0.41	0.50	ND	ND	0.77	1.03	ND	1.19	0.73	ND	ND	0.05	0.88	0.19	3.32
S2	5 kDa	-	-	0.44	0.50	ND	ND	0.79	1.06	ND	1.20	0.72	ND	ND	0.04	0.88	0.19	4.78
S3	-	6.71	-	129.05	4.28	0.05	1.39	4.71	0.02	0.92	0.09	-	-	-	-	-	0.33	1.68
S3	1.2 μ m	-	-	129.16	4.23	ND	1.65	4.39	0.01	ND	0.09	309.52	ND	0.28	ND	ND	0.31	2.11
S3	100 kDa	-	-	129.74	4.21	ND	1.29	3.40	ND	ND	0.11	310.99	ND	0.28	0.05	ND	0.33	3.62
S3	5 kDa	-	-	129.41	4.04	0.24	1.43	3.09	ND	0.14	0.11	309.88	ND	0.28	0.09	ND	0.31	4.78
S4	-	8.03	2.330	22.05	ND	ND	0.09	0.18	0.12	0.22	0.18	-	-	-	-	-	0.22	2.33
S4	1.2 μ m	-	-	22.73	ND	ND	0.11	0.18	0.34	0.04	0.18	39.62	0.15	0.06	0.05	ND	0.22	2.31
S4	100 kDa	-	-	22.71	ND	ND	0.10	0.18	0.34	ND	0.19	39.55	0.14	0.06	0.07	ND	0.22	5.20
S4	5 kDa	-	-	21.89	ND	ND	0.04	0.17	0.31	ND	0.19	39.44	0.14	0.06	0.04	ND	0.22	6.46

※ND：分析時に検出されなかった項目を示す。

表 8.2.3-5 地下水試料に対するそれらの各ろ液の濃度比

試料	フィルター	Na	Mg	Al	K	Ca	Mn	Fe	U	Si	TOC
S1	1.2 μ m	1.35	-	-	-	1.12	-	-	0.66	0.95	0.71
S1	100 kDa	1.08	-	-	-	1.09	-	-	0.77	1.04	2.09
S1	5 kDa	0.94	-	0.31	-	1.09	-	-	0.73	0.99	1.23
S2	1.2 μ m	1.10	1.01	-	-	1.04	121	-	0.99	1.00	0.60
S2	100 kDa	0.98	1.00	-	-	1.01	129	-	0.98	1.00	1.12
S2	5 kDa	1.04	1.00	-	-	1.03	132	-	0.99	1.00	1.62
S3	1.2 μ m	1.00	0.99	-	1.19	0.93	0.80	-	1.07	0.95	1.26
S3	100 kDa	1.01	0.98	-	0.93	0.72	-	-	1.21	0.99	2.15
S3	5 kDa	1.00	0.94	4.47	1.03	0.65	-	0.15	1.21	0.95	2.84
S4	1.2 μ m	1.03	-	-	1.13	0.98	2.87	0.17	1.01	0.98	0.99
S4	100 kDa	1.03	-	-	1.05	0.98	2.90	-	1.06	0.98	2.23
S4	5 kDa	0.99	-	-	0.40	0.92	2.67	-	1.05	1.00	2.77

表 8.2.3-6 各フィルターの付着物の抽出液中の元素濃度

試料	フィルター	Na (mM)	Mg (mM)	Al (μ M)	K (mM)	Ca (mM)	Mn (μ M)	Fe (μ M)	U (nM)	Si (mM)
S1	1.2 μ m	-	-	1.33	-	-	0.06	0.00	-	0.09
S1	100 kDa	-	-	9.52	-	-	0.19	0.71	-	0.18
S1	5 kDa	-	-	1.97	-	-	0.08	-	-	0.13
S2	1.2 μ m	-	-	1.34	-	-	8.35	15.68	0.11	0.12
S2	100 kDa	-	-	3.91	-	-	0.76	6.61	0.08	0.18
S2	5 kDa	-	-	4.06	-	-	0.31	1.24	0.37	0.18
S3	1.2 μ m	0.05	-	0.79	-	-	53.67	3.67	-	0.13
S3	100 kDa	8.70	-	6.53	-	0.69	37.57	2.73	-	0.16
S3	5 kDa	16.60	-	6.42	-	66.31	432.30	1.92	0.36	0.18
S4	1.2 μ m	-	-	10.63	-	-	0.40	11.75	-	0.22
S4	100 kDa	1.88	-	8.51	-	0.20	8.71	8.03	-	0.18
S4	5 kDa	1.14	-	5.37	-	-	0.03	0.76	-	0.18

コロイドろ過を行ったフィルターの ATR-FTIR スペクトルをブランクフィルターと比較した結果を図 8.2.3-3 に示す。また、指紋領域と呼ばれる $1500\sim 650\text{cm}^{-1}$ の範囲を拡大したものを図 8.2.3-4 に示す。PES 製の 100kDa 及び 5kDa フィルターでは、ろ過後に 3500cm^{-1} 近傍の OH の伸縮振動のピークが大きく減少し、一部では高波数域にシフトしている。これは、上述したフィルター成分の溶出による影響と考えられる。指紋領域のスペクトルからは、ろ過後に一部のピーク強度が減少しているものの、新しいピークは認められず、有機物コロイドのフィルター上への堆積は、ATR-FTIR で検出できる程度ではなかったと言える。

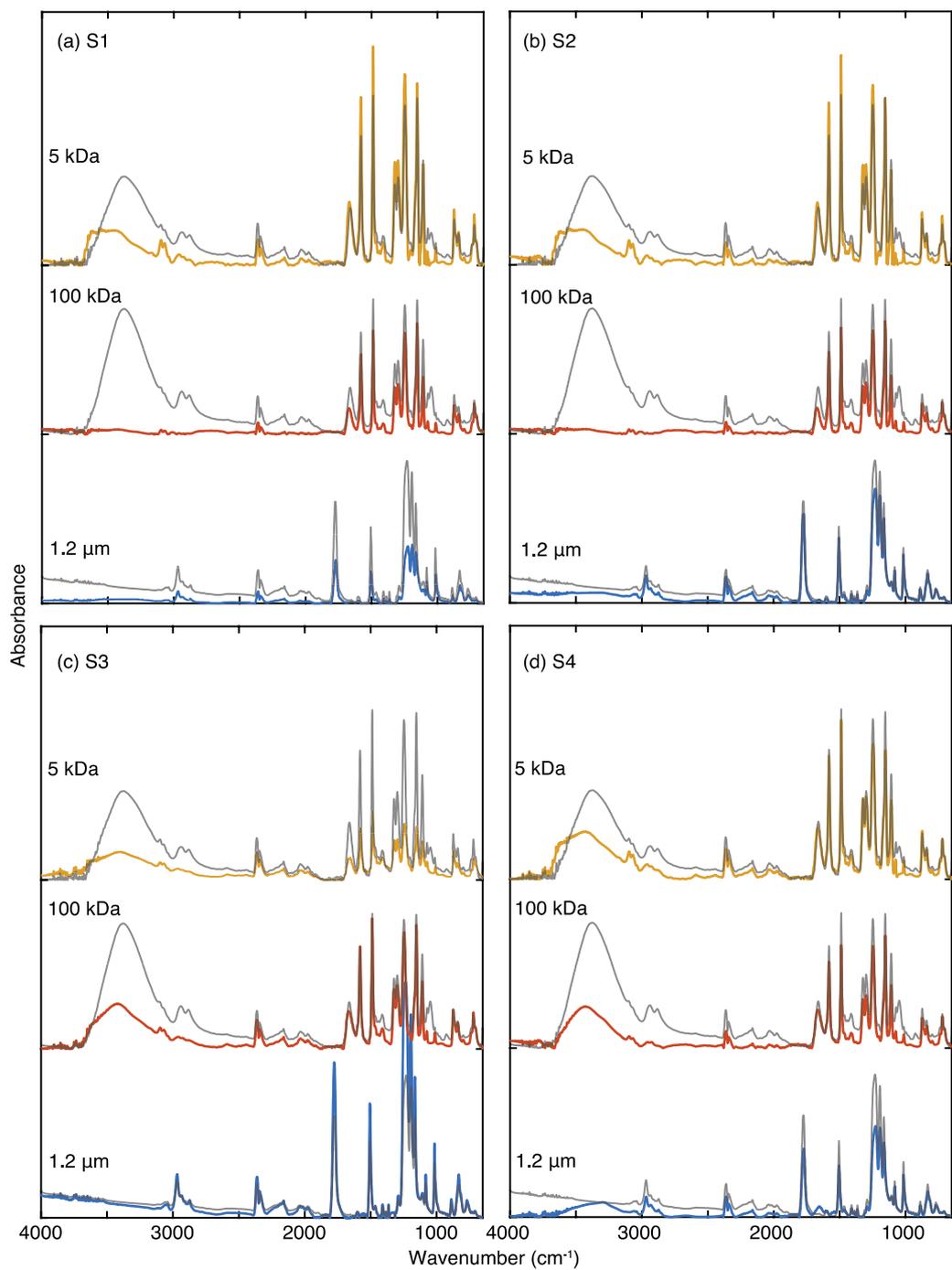


図 8.2.3-3 各フィルターのATR-FTIR スペクトルの比較
 (灰色のスペクトルは対応する各フィルターのブランクスペクトル)

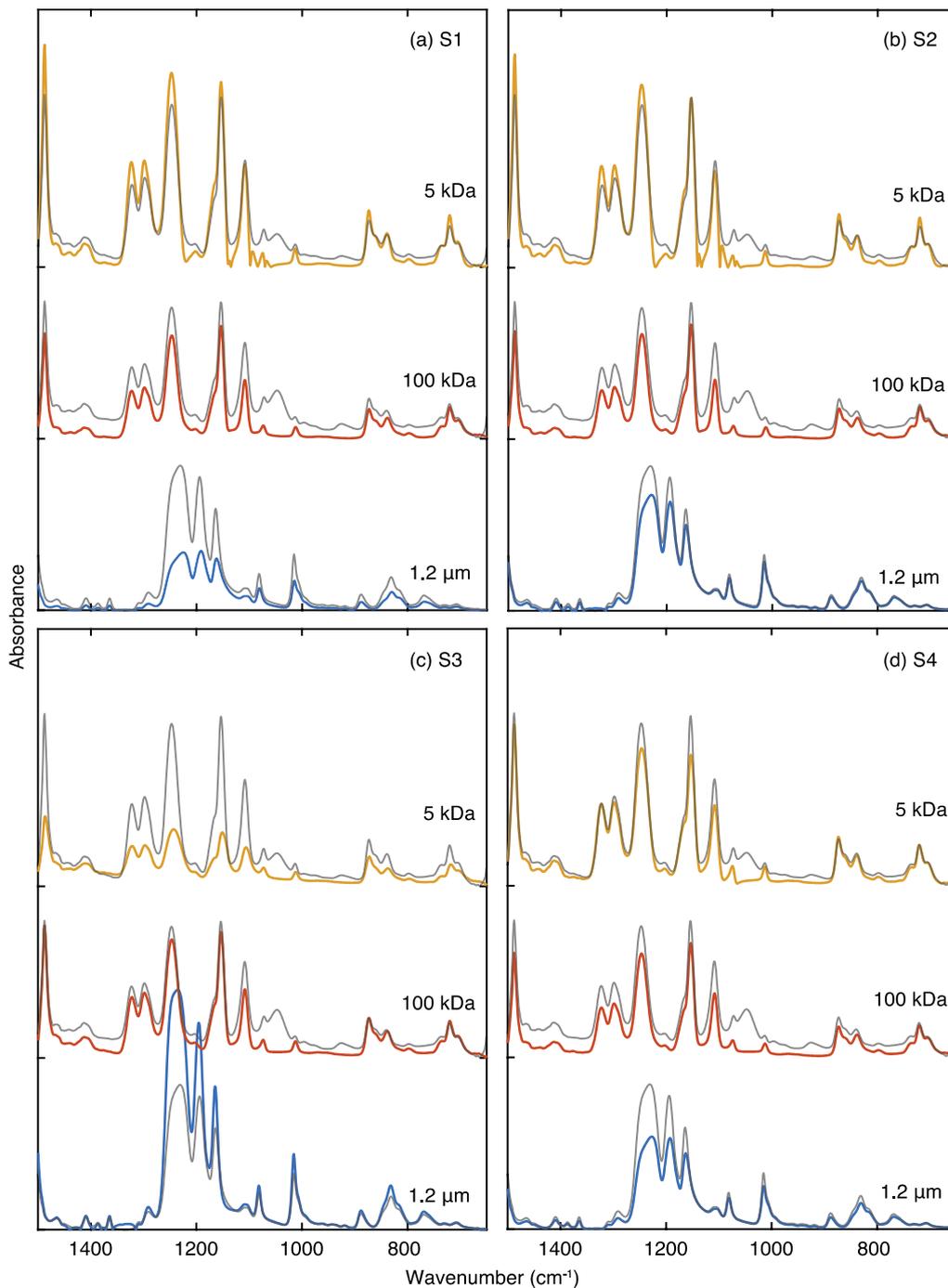
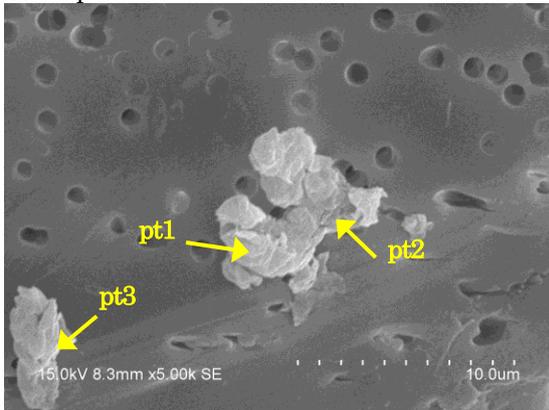


図 8.2.3-4 指紋領域（ $1500\sim 650\text{cm}^{-1}$ の拡大図）における各フィルターのATR-FTIRスペクトルの比較

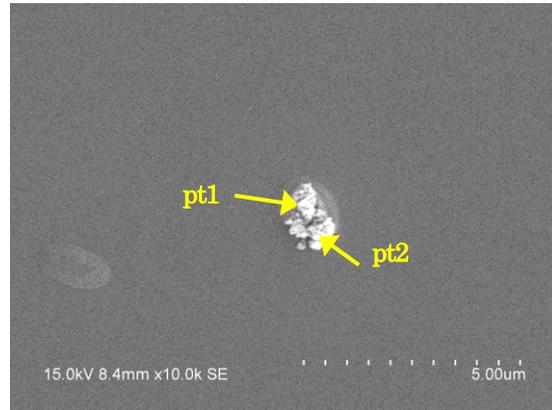
（灰色のスペクトルは対応する各フィルターのブランクスペクトル）

試料 S1 のろ過に供した各フィルターの SEM 観察の結果を図 8.2.3-5 に、 $1.2\mu\text{m}$ 、 100kDa 及び 5kDa フィルターの EDX 点分析の結果を表 8.2.3-7、表 8.2.3-8 及び表 8.2.3-9 にそれぞれ示す。試料 S1 について、SEM 観察上はフィルター上に保持されたコロイド数は少なく、コロイドは層状ケイ酸塩鉱物やシリカ、カルサイトからなるものと推察された。

(a) 1.2 μm 

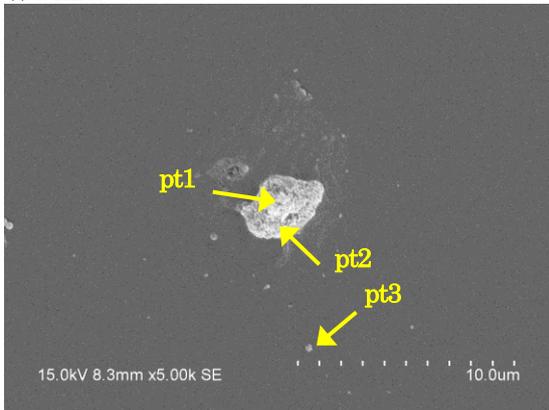
(層状ケイ酸塩鉱物)

(b) 100 kDa



(シリカ, カルサイト)

(c) 5 kDa



(シリカ)

図 8.2.3-5 試料 S1 のろ過に供した各フィルターの SEM 観察結果
(図中の矢印は EDX の点分析の位置を示す)

表 8.2.3-7 試料 S1 の 1.2 μm フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)

	C	N	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Mn	Fe	U
Pt1	77.77	0.42	18.70	0.32	0.00	0.07	0.37	1.62	0.00	0.13	0.12	0.50	0.00
Pt2	81.20	0.00	16.45	0.13	0.00	0.05	0.39	1.37	0.00	0.00	0.00	0.41	0.00
Pt3	75.50	1.35	20.11	0.28	0.00	0.05	0.47	1.80	0.00	0.00	0.15	0.30	0.00

表 8.2.3-8 試料 S1 の 100kDa フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)

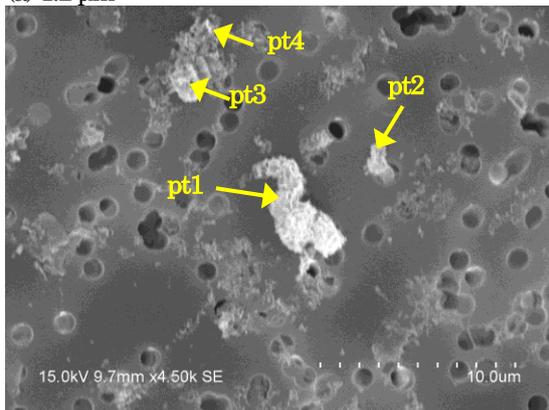
	C	N	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Mn	Fe	U
Pt1	61.66	6.49	14.82	0.20	0.00	0.00	0.20	16.12	0.00	0.20	0.19	0.11	0.00
Pt2	63.81	3.71	13.17	0.14	0.00	0.00	0.31	18.48	0.00	0.20	0.00	0.15	0.00

表 8.2.3-9 試料 S1 の 5kDa フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)

	C	N	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Mn	Fe	U
Pt1	38.74	5.27	37.27	0.23	0.00	0.02	9.68	8.48	0.03	0.21	0.00	0.05	0.00
Pt2	36.37	4.25	38.86	0.37	0.23	0.25	11.21	8.05	0.00	0.23	0.00	0.18	0.00
Pt3	57.26	2.54	18.55	0.26	0.00	0.01	0.44	20.66	0.04	0.02	0.00	0.21	0.00

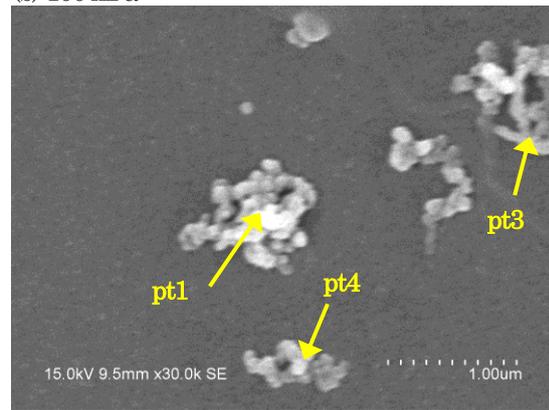
試料 S2 のろ過に供した各フィルターの SEM 観察の結果を図 8.2.3-6 に、1.2 μ m、100kDa 及び 5kDa フィルターの EDX 点分析の結果を表 8.2.3-10、表 8.2.3-11 及び表 8.2.3-12 にそれぞれ示す。試料 S2 において、試料 S1 と同様に、SEM 観察上はフィルター上に保持されたコロイド数は少なかった。認められたコロイドは、層状ケイ酸塩鉱物や(Ca, Mg)CO₃ など、試料 S1 と類似のものであったが、100kDa 及び 5kDa フィルターには鉄 (オキシ) 水酸化物コロイドと推察される Fe を多く含有するコロイドが認められた。

(a) 1.2 μ m



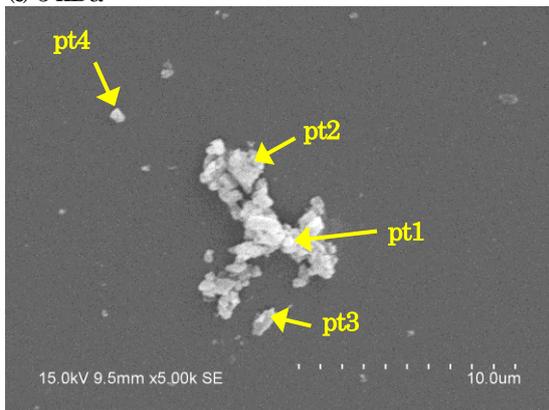
(層状ケイ酸塩鉱物, (Ca, Mg)CO₃, Mn 酸化物)

(b) 100 kDa



(鉄 (オキシ) 水酸化物, シリカ)

(c) 5 kDa



(鉄 (オキシ) 水酸化物)

図 8.2.3-6 試料 S2 のろ過に供した各フィルターの SEM 観察結果
(図中の矢印は EDX の点分析の位置を示す)

表 8.2.3-10 試料 S2 の 1.2 μ m フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)

	C	N	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Mn	Fe	U
Pt1	37.27	1.55	30.55	0.66	0.89	0.10	0.13	0.42	0.14	1.81	25.26	1.13	0.08
Pt2	55.17	3.86	26.90	0.46	0.44	0.10	0.41	0.60	0.00	0.86	7.81	3.12	0.25
Pt3	44.10	4.13	29.61	1.24	1.11	0.41	1.10	1.68	0.00	1.28	10.06	5.27	0.00
Pt4	55.63	2.71	24.45	0.80	0.69	0.22	1.00	0.96	0.00	0.80	6.01	6.72	0.00

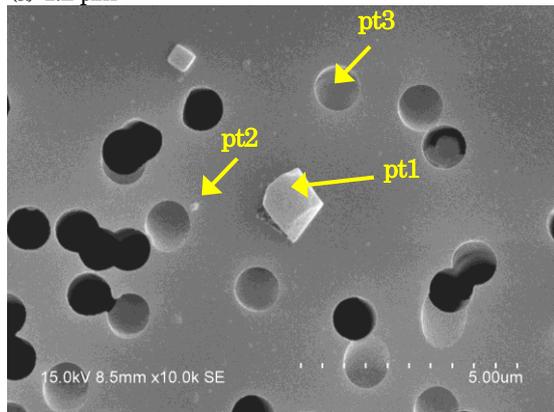
表 8.2.3-11 試料 S2 の 100kDa フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)

	C	N	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Mn	Fe	U
Pt1	47.10	6.66	19.03	0.92	0.49	0.13	1.18	17.63	0.01	0.39	0.08	6.38	0.01
Pt3	51.20	5.34	15.96	0.63	0.28	0.21	1.01	19.61	0.00	0.45	0.28	5.02	0.00
Pt4	53.04	5.72	15.16	0.62	0.21	0.23	0.94	19.98	0.01	0.22	0.20	3.68	0.01

表 8.2.3-12 試料 S2 の 5kDa フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)

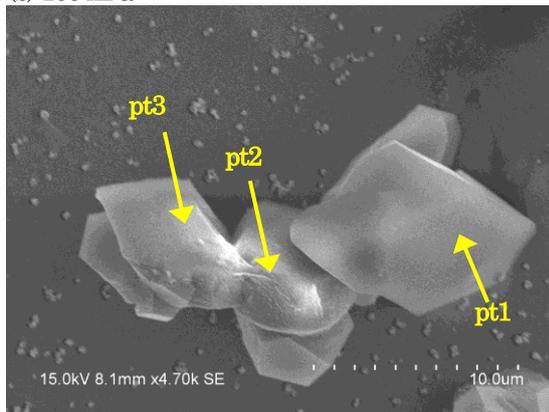
	C	N	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Mn	Fe	U
Pt1	24.02	3.21	25.81	1.47	0.90	0.52	1.87	7.85	0.00	0.88	0.00	33.46	0.00
Pt2	24.01	2.91	28.57	1.76	1.15	0.63	2.44	6.20	0.00	0.92	0.00	31.40	0.00
Pt3	32.31	3.46	23.78	1.52	0.81	0.54	1.61	9.92	0.00	0.58	0.00	25.47	0.00
Pt4	36.56	4.98	23.22	1.28	0.65	0.44	1.48	12.87	0.00	0.35	0.05	18.11	0.00

試料 S3 のろ過に供した各フィルターの SEM 観察の結果を図 8.2.3-7 に、1.2 μ m、100kDa 及び 5kDa フィルターの EDX 点分析の結果を表 8.2.3-13、表 8.2.3-14 及び表 8.2.3-15 にそれぞれ示す。試料 S3 においては、試料 S1 及び試料 S2 とは異なり、フィルター上に多くのコロイドが観察された。認められたコロイドは、1.2 μ m フィルターでは Na を高濃度で含有し、特徴的な形状を示すハライト (NaCl)、100kDa 及び 5kDa フィルターでは主に Ca からなるカルサイト (CaCO₃) と推察される粒子であった。ハライトは溶解度が非常に大きいことから、ろ過後の乾燥過程で析出したものと考えられる。

(a) 1.2 μm 

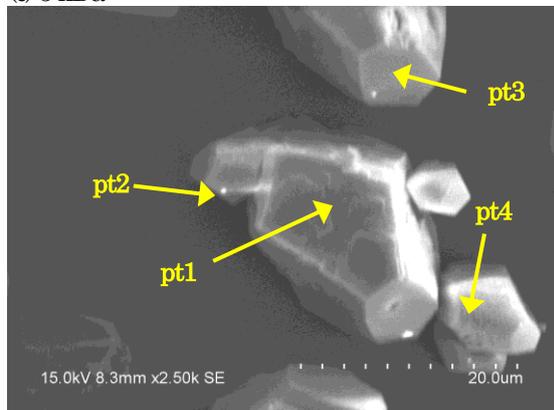
(NaCl)

(b) 100 kDa



(NaCl, カルサイト)

(c) 5 kDa



(カルサイト)

図 8.2.3-7 試料 S3 のろ過に供した各フィルターの SEM 観察結果
(図中の矢印は EDX の点分析の位置を示す)

表 8.2.3-13 試料 S3 の 1.2 μm フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)

	C	N	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Mn	Fe	U
Pt1	56.25	14.27	19.97	3.63	0.10	0.12	0.57	4.08	0.00	0.00	0.15	0.87	0.00
Pt2	59.67	7.55	24.03	1.02	0.02	0.04	0.90	4.96	0.00	0.34	0.50	0.99	0.00
Pt3	89.94	0.00	0.00	0.08	0.08	0.08	0.08	2.17	0.08	0.94	3.08	1.17	2.31

表 8.2.3-14 試料 S3 の 100kDa フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)

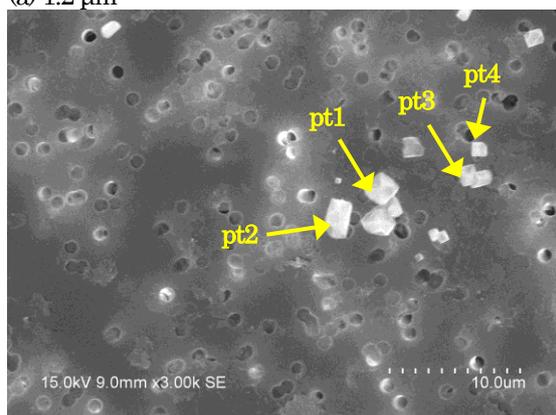
	C	N	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Mn	Fe	U
Pt1	6.41	0.00	0.26	86.42	0.27	0.47	0.60	3.14	0.00	2.08	0.23	0.11	0.00
Pt2	12.42	0.00	57.42	3.14	0.89	0.06	0.26	0.04	0.00	25.62	0.13	0.00	0.00
Pt3	13.28	0.00	59.44	0.87	0.73	0.09	0.18	0.07	0.00	25.01	0.25	0.09	0.00

表 8.2.3-15 試料 S3 の 5kDa フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)

	C	N	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Mn	Fe	U
Pt1	9.58	2.02	48.09	0.96	0.87	0.24	0.49	0.64	0.00	36.61	0.32	0.17	0.00
Pt2	4.85	2.31	25.06	0.49	0.00	0.00	0.12	0.85	0.15	65.42	0.59	0.09	0.07
Pt3	4.18	2.45	29.13	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32	0.33	61.78	0.51	0.29	0.00
Pt4	10.90	1.29	52.09	0.95	0.79	0.25	0.45	0.55	0.05	32.36	0.31	0.00	0.00

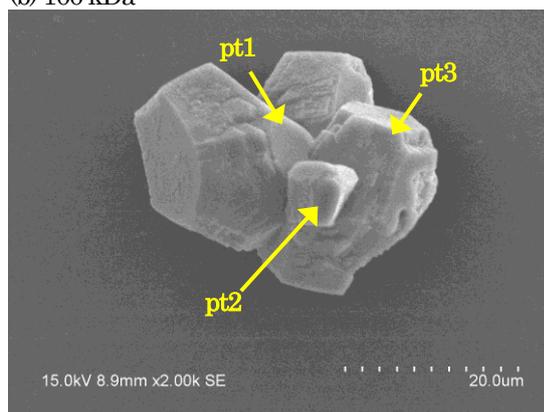
試料 S4 のろ過に供した各フィルターの SEM 観察の結果を図 8.2.3-8 に、1.2 μ m、100kDa 及び 5kDa フィルターの EDX 点分析の結果を表 8.2.3-16、表 8.2.3-17 及び表 8.2.3-18 にそれぞれ示す。試料 S4 においては、試料 S3 と同様に、フィルター上に多くのハライトやカルサイトと考えられるコロイドが観察された。

(a) 1.2 μ m



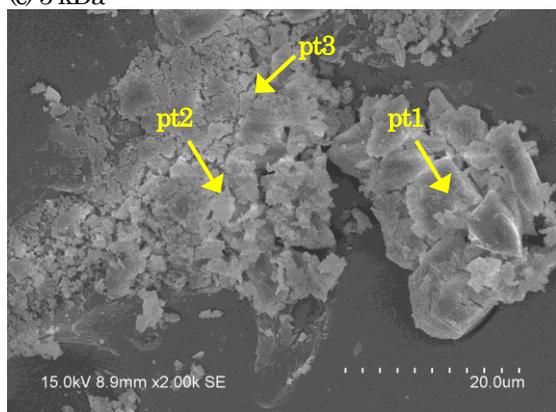
(NaCl)

(b) 100 kDa



(カルサイト)

(c) 5 kDa



(カルサイト)

図 8.2.3-8 試料 S4 のろ過に供した各フィルターの SEM 観察結果
(図中の矢印は EDX の点分析の位置を示す)

表 8.2.3-16 試料 S4 の 1.2 μ m フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)

	C	N	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Mn	Fe	U
Pt1	34.66	0.11	3.30	54.80	0.91	0.70	1.10	1.11	0.00	0.23	0.11	2.22	0.75
Pt2	37.01	0.00	3.67	55.16	0.77	0.44	0.70	1.00	0.00	0.13	0.00	1.09	0.03
Pt3	45.64	1.68	7.10	42.49	0.74	0.42	0.41	0.90	0.00	0.13	0.05	0.18	0.26
Pt4	59.54	0.06	9.13	28.83	0.52	0.42	0.37	0.88	0.00	0.09	0.00	0.15	0.01

表 8.2.3-17 試料 S4 の 100kDa フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)

	C	N	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Mn	Fe	U
Pt1	8.99	5.16	44.34	0.75	0.63	0.13	0.30	0.88	0.00	38.38	0.36	0.07	0.00
Pt2	3.47	7.11	8.18	0.00	0.00	0.20	1.23	5.76	0.02	73.74	0.17	0.11	0.00
Pt3	8.19	4.13	42.57	1.32	1.21	0.54	0.78	1.24	0.00	39.15	0.33	0.55	0.00

表 8.2.3-18 試料 S4 の 5kDa フィルターの EDX 点分析結果 (wt %)

	C	N	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Mn	Fe	U
Pt1	11.43	1.61	52.79	1.15	1.06	0.38	0.57	0.88	0.00	29.69	0.41	0.01	0.00
Pt2	7.67	3.80	45.06	0.46	0.18	0.00	0.24	0.71	0.00	41.33	0.49	0.05	0.00
Pt3	8.33	2.80	34.83	0.00	0.00	0.00	0.58	6.20	0.10	46.65	0.45	0.06	0.00

分析対象とした試料 S1～試料 S4 のうち、試料 S1 及び試料 S2 においては、一部で U 濃度の低下が認められたものの、ろ液中の元素濃度はろ過前の試料と概ね同等であり、コロイドの存在量が小さいことが示唆された。これは SEM 観察結果とも整合的である。一方で、フィルターの SEM-EDX 観察で認められたコロイドとしては、層状ケイ酸塩鉱物、炭酸塩及びシリカに加え、試料 S2 では鉄（オキシ）水酸化物と考えられるコロイドが比較的低サイズ域に認められたことが特徴的である。試料 S3 及び試料 S4 は、ろ過前の試料の元素組成において NaCl に富んでおり、海水起源の地下水であると考えられる。これらの地下水では、乾燥過程で生成したと考えられるハライトを除くと、主要なコロイドはカルサイトであり、非常に多くの粒子がフィルター上に観察された。

ここでは PES 製 100kDa 及び 5kDa のメンブレンフィルターを用いたが、フィルター成分の一部溶出と考えられる重量減少のため、フィルターに保持されたコロイドの重量からろ過前の試料中のコロイド濃度を評価することはできなかった。また、ATR-FTIR 分析からは、地下水に含まれる有機物コロイドの存在は示されなかった。

9. まとめ

神流川発電所の地下トンネルにおいて、先新第三紀堆積岩類を対象に実施したボーリング試験及び採水分析結果の概略を以下に記す。

① ボーリング孔の掘削

・KB-1 孔

孔口座標：北緯 36°01'39.22429"，東経 138°41'12.39978"，標高 722.219m
ボーリング孔：鉛直下向き，孔長 25m，直径 92mm の岩石コア取得
コア回収率：全区間 100%

・KB-2 孔

孔口座標：北緯 36°01'37.46907"，東経 138°41'11.85875"，標高 716.964m
ボーリング孔：鉛直下向き，孔長 25m，直径 92mm の岩石コア取得
コア回収率：全区間 100%

② 地質学的特性

・KB-1 孔

- 岩相：泥岩・凝灰質泥岩・細粒砂岩・中粒砂岩・チャート・石灰岩・凝灰岩から構成される混在岩
- 不連続構造：断層岩なし
- 割れ目密度：全体を通じて 1～10 本/m 程度
- RQD：GL-4m 以深で概ね 90% 以上
- 岩盤等級：CI 主体
- BTV 観察：60°未満の低～中角度の不連続面が広範囲に分布し，割れ目面の卓越走向傾斜は N77W33S
- P 波速度：GL-4m までは 2500m/s で中硬岩相当，GL-4～-10m で 4620m/s，GL-10m 以深で 5510m/s となり硬岩相当（低速度帯はなし）

・KB-2 孔

- 岩相：泥岩・凝灰質泥岩・細粒砂岩・中粒砂岩・チャート・石灰岩・凝灰岩から構成される混在岩
- 不連続構造：断層岩なし。せん断による割れ目の集中帯が GL-7.3m～-7.4m 付近及び GL-13.4m～-13.5m 付近に分布
- 割れ目密度：全体を通じて 1～9 本/m 程度
- RQD：GL-4m 以深で概ね 90% 以上
- 岩盤等級：CI 主体
- BTV 観察：やや中角度に分布が偏り，割れ目面の卓越走向傾斜は N79W65S
- P 波速度：GL-2m までは 1480m/s，GL-2～-4m で 2220m/s となり軟岩～中硬岩相当，GL-4～-9m で 4170m/s，GL-9～-14m で 5320m/s，GL-14m 以深で 5640m/s となり硬岩相当（低速度帯はなし）

③ 熱的特性

- 熱伝導率：平均値 2.24 W/m・K
- 比熱：地下 1,000m 相当（温度 45°C）で 0.821~0.973J/gK，平均で 0.887J/gK

④ 水理学的特性

・KB-1 孔

- 透水量係数：健岩部で $1E-12\text{m}^2/\text{sec}$ 未満，水みちの分布が示唆される区間で他より 1 オーダー程度高い

・KB-2 孔

- 透水量係数：健岩部で $1E-12\text{m}^2/\text{sec}$ 未満，水みちが含まれる区間で他より 1 オーダー程度高い

⑤ 物理・力学的特性

- 密度：真密度・湿潤密度・飽和密度・乾燥密度ともに $2.7\text{g}/\text{m}^3$ 程度
- 有効間隙率：平均値 1.3%，最小値 0.6%，最大値 2.3%
- P 波速度：平均値は砂質岩塊優勢部（弱破碎）で $5.44\text{km}/\text{sec}$ ，砂質岩塊優勢部（強破碎）で $5.38\text{km}/\text{sec}$ ，泥質基質優勢部で $4.91\text{km}/\text{sec}$ 及び $4.61\text{km}/\text{sec}$
- 一軸圧縮強さ：平均値は砂質岩塊優勢部（弱破碎）で $106.6\text{MN}/\text{m}^2$ ，砂質岩塊優勢部（強破碎）で $62.3\text{MN}/\text{m}^2$ ，泥質基質優勢部で $66.4\text{MN}/\text{m}^2$ 及び $15.3\text{MN}/\text{m}^2$
- 引張り強さ：平均値は砂質岩塊優勢部（弱破碎）で $15.2\text{MN}/\text{m}^2$ ，砂質岩塊優勢部（強破碎）で $10.7\text{MN}/\text{m}^2$ ，泥質基質優勢部で $6.2\text{MN}/\text{m}^2$ 及び $2.7\text{MN}/\text{m}^2$
- 粘着力：
 - 三軸圧縮試験（CU）：平均値は砂質岩塊優勢部（弱破碎）で $38053\text{kN}/\text{m}^2$ ，砂質岩塊優勢部（強破碎）で $15647\text{kN}/\text{m}^2$ ，泥質基質優勢部で $12632\text{kN}/\text{m}^2$ 及び $11840\text{kN}/\text{m}^2$
 - 三軸圧縮試験（CD）：平均値は砂質岩塊優勢部（弱破碎）で $12433\text{kN}/\text{m}^2$ ，砂質岩塊優勢部（強破碎）で $9836\text{kN}/\text{m}^2$ ，泥質基質優勢部で $4013\text{kN}/\text{m}^2$ 及び $1123\text{kN}/\text{m}^2$
- せん断抵抗角：
 - 三軸圧縮試験（CU）：平均値は砂質岩塊優勢部（弱破碎）で 47.2° ，砂質岩塊優勢部（強破碎）で 59.7° ，泥質基質優勢部で 52.9° 及び 40.2°
 - 三軸圧縮試験（CD）：平均値は砂質岩塊優勢部（弱破碎）で 54.4° ，砂質岩塊優勢部（強破碎）で 59.2° ，泥質基質優勢部で 55.3° 及び 56.4°

⑥ 化学的特性

- 実効拡散係数：臭素，ヨウ素，セシウム，重水で $10^{-12}\sim 10^{-13}\text{m}^2/\text{s}$ 程度
- 一般水質分析：付加体が堆積した当時の海水の性質が反映されていると考えられる NaCl 型（試料 S3 及び試料 S4）と，主に天水の性質が反映されていると考えられる Ca-HCO_3 型（試料 S1 及び試料 S2）型
- 同位体分析：試料 S1 及び試料 S2 は数年～数 10 年前程度の降水の寄与が大きいと推察され，試料 S3 及び試料 S4 は数万年以上の滞留時間を有する可能性が示唆

- 有機物分析（TOC濃度測定結果）：
 - TC-IC法：試料 S2（濃縮）が 15.7mg/L，試料 S4（濃縮液）が 12.2mg/L
 - NPOC法：試料 S2（濃縮）が 10.7mg/L，試料 S4（濃縮）が 6.0mg/L
- コロイド分析：層状ケイ酸塩鉱物，(Ca, Mg)CO₃，鉄（オキシ）水酸化物，シリカ，ハライト，カルサイトからなるコロイドが検出。試料 S1 及び試料 S2 はコロイドの存在量が小さく，試料 S3 及び試料 S4 の主要なコロイドはカルサイト

今回取得したデータと NUMO が包括的技術報告書（原子力発電環境整備機構，2021）において示したわが国に分布する代表的な 5 岩種の透水係数、有効間隙率、熱伝導率、一軸圧縮強さの統計値との比較を図 9-1 に示す。また、取得した各種地質環境特性データについて、KB-1 孔及び KB-2 孔それぞれに整理した総合柱状図を図 9-2 及び図 9-3 に示す。

有効間隙率の値が小さい場合、岩盤中の空隙が少なくなっている観点において、一般的に、透水係数は小さく、熱伝導率と一軸圧縮強さは大きくなると考えられる。その傾向は、今回取得したデータでは、透水係数・有効間隙率・熱伝導率の値の関係性において認められる。その観点では、一軸圧縮強さが一般的な傾向に沿わない結果となっているが、今回対象とした先新第三紀堆積岩類は付加体で形成された岩盤であることから、一定方向に構造的な弱面を持つと考えられ、その影響が一軸圧縮強さの結果に反映されていると推察される。

透水係数については、 10^{11} m/s から 10^{14} m/s オーダーの値が得られており、包括的技術報告書に示された先新第三紀堆積岩類の岩盤の透水係数の統計値（中央値 6.7×10^7 m/s，対数平均値 4.7×10^7 m/s）と比較して、低い値が得られている。今回、ボーリング孔を利用した水理試験に供した試験区間は、ボーリング孔内の水理特性分布の把握試験やマルチフローメータ検層等の結果に基づき設定したが、水みちはほとんど認められず、試験区間のほとんどは健岩部を対象としている。一方で、岩盤の透水係数を原位置で取得する場合、透水構造のデータを取得することを主眼として水みちを対象に実施することが一般的と考えられることから、包括的技術報告書における岩盤の透水係数の統計値は、今回取得したような健岩部の透水係数データより大きな値となっていると推察される。包括的技術報告書においては、先新第三紀堆積岩類の岩石を用いた室内試験により得られた透水係数の統計値（中央値 1.8×10^{10} m/s，対数平均値 5.4×10^{10} m/s）が示されており、岩盤の透水係数の統計値と比較して、こちらは今回取得した健岩部の透水係数データにより整合的な値となっている。

当該地域の先新第三紀の付加体堆積岩類は、泥岩・凝灰質泥岩・細粒砂岩・中粒砂岩・チャート・石灰岩・凝灰岩からなる混在岩が、緻密で堅固な岩盤を構成していることが明らかとなった。また、水理学的な特徴として、ボーリング試験を実施した周辺においては、わが国の他の岩種と比較して、地下水の水みちとなる割れ目が少なく、岩石内の空隙が小さい岩盤で、透水性が小さいことが示された。さらに、地下水の特徴としては、地下に浸透して数十年程度未満の若い地下水が認められる地点がある一方で、地下に浸透してから少なくとも数万年程度経過した地下水が認められる地点が見いだされ、その水質分析結果に基づく検討から、地層形成時に取り込まれた海水が起源と推定される古い地下水の存在が示唆された。

当該ボーリング試験及び採水分析の実施により、その地質環境の熱的特性、水理学的特性、力学的特性、化学的特性（物質移行特性及び地下水の地球化学特性）を同一地点から取得したこと

で、これまでに取得されていなかったわが国の先新第三紀堆積岩類を対象とした相互に関連付けられた一連の地質環境特性データを得た。また、わが国の先新第三紀堆積岩類を対象に、これまでに放射性廃棄物の地層処分関連分野で構築されてきた調査手法・調査技術・装置の適用性を確認できたことも成果の一つである。

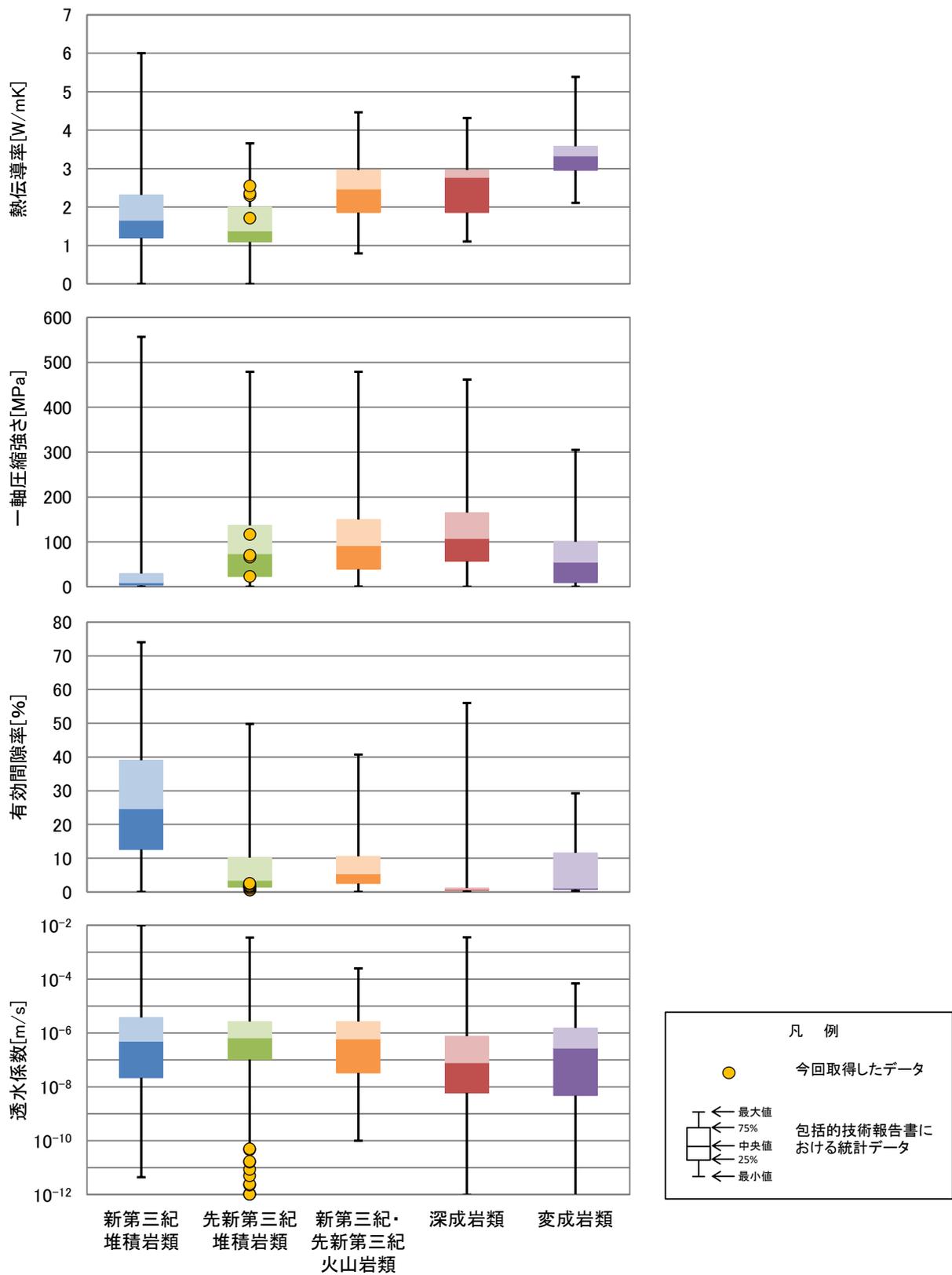


図 9-1 わが国の代表的岩種との比較 (原子力発電環境整備機構 (2021) を一部改変)

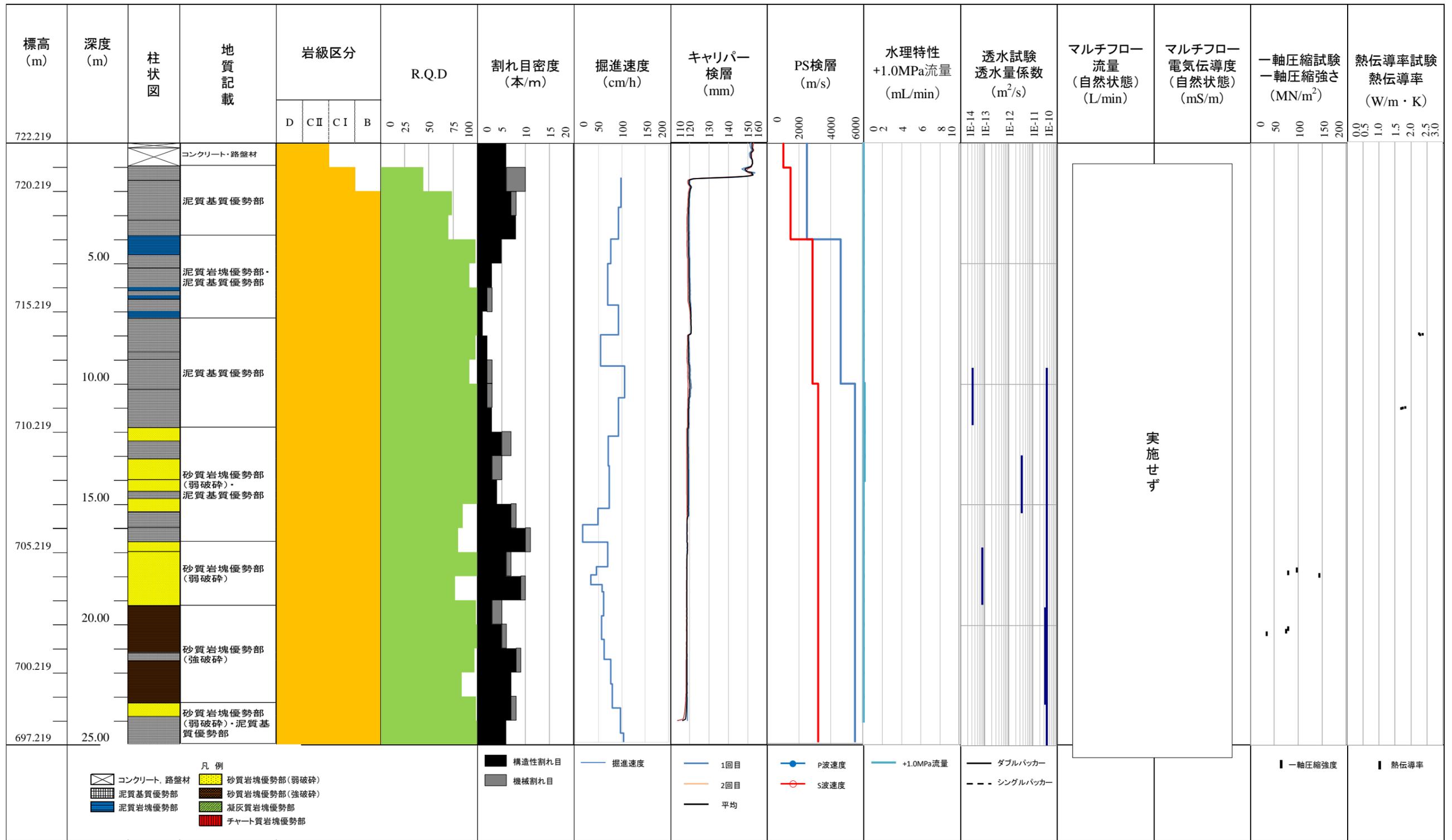


図 9-2 B-1 孔 総合柱状図

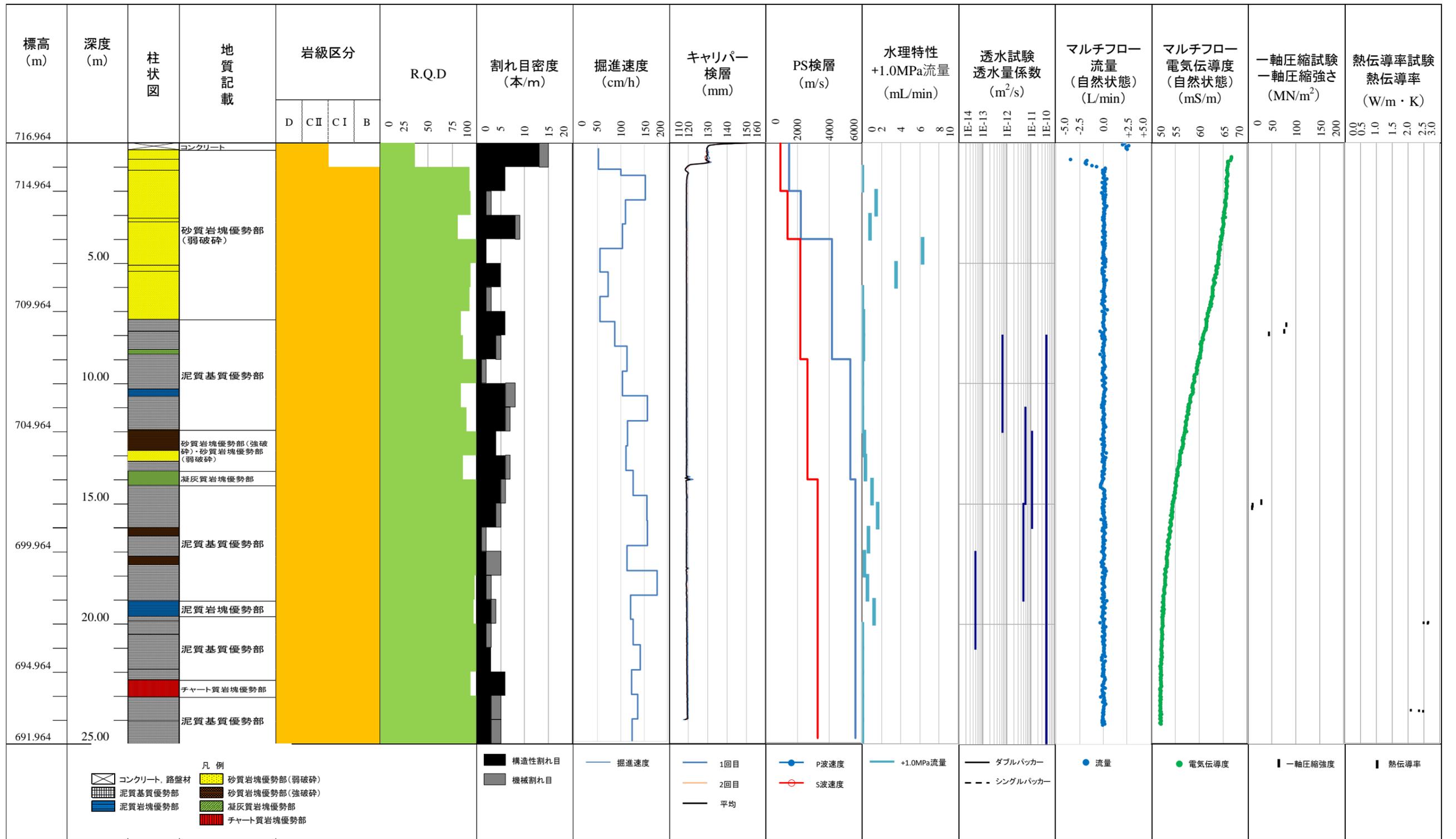


図 9-3 B-2 孔 総合柱状図

引用文献

- Crank, J. (1980) : The Mathematics of Diffusion, Oxford University Press, 2nd edition.
- 土質工学会編 (1989) : 岩の調査と試験, 土質工学会, 540p.
- Rock-Color Chart Committee (1991) : The Geological Society of America Rock Color Chart with Genuine Munsell Color Chips, Geological Society of America, Boulder, Colorado.
- 原子力発電環境整備機構 (2021) : 包括的技術報告書 : わが国における安全な地層処分の実現—適切なサイト選定に向けたセーフティケースの構築—本編および付属書, NUMO-TR-20-03.
- 岩の力学連合会編集委員会訳 (1982) : ISRM 指針, Vol.1, 岩の力学連合会. pp.4-1.
- ISRM (1979) : International Society for Rock Mechanics Commission on Standardization of Laboratory and Field Tests, Vol.16, pp.141-156.
- 地盤工学会地盤調査規格・基準委員会編 (2013) : 地盤調査の方法と解説, 丸善出版事業部, 889p.
- 中野 俊, 竹内圭史, 加藤碩一, 酒井 彰, 濱崎聡志, 広島俊男, 駒澤正夫 (1998) : 20 万分の 1 地質図幅「長野」, 地質調査所.
- 宮本霧子 (2008) : 環境水の中のトリチウム, 海生研ニュース, 第 99 号, p.5-8.
- 日本の地質「関東地方」編集委員会 編 : 日本の地質 3 関東地方, 共立出版株式会社
- 尾崎 正紀, 牧本 博, 杉山 雄一, 三村 弘二, 酒井 彰, 久保 和也, 加藤 碩一, 駒沢 正夫, 広島 俊男, 須藤 定久 (2002) : 20 万分の 1 地質図幅「甲府」, 地質調査所.
- 東京電力株式会社 (2006) : 神流川発電所建設工事報告, 東京電力.
- 佐藤治夫, 館幸雄, 渋谷朝紀 (1999) : 亀裂性結晶質岩におけるイオンのマトリクス拡散—釜石鉱山産の花崗閃緑岩—, サイクル機構技報, No.4, p.75-85.
- Sato, H., Shibutani, T., Tachi, Y., Ota, K., Amano, K., Yui, M. (1997) : Diffusion Behaviour of Nuclides Considering Pathways in Fractured Crystalline Rocks, PNC TN8410 97-127.
- 竹内真司, 中野勝志, 平田洋一, 進士喜英, 西垣 誠 (2007) : 深層岩盤を対象としたシーケンシャル水理試験手法の開発と適用, 地下水学会誌, 第 49 巻, 第 1 号, p.17-32.
- 横河電機株式会社 (2020) : FLEXA シリーズ プロセス用導電率(SC)計、プロセス用電磁導電率(ISC)計, Technical Information, TI 12D08A01-01, 横河電機 web サイト.
https://web-material3.yokogawa.com/TI12D08A01-01.pdf?_ga=2.106562883.1987847590.1661754217-1981616193.1661754217 (2022 年 8 月 29 日時点)

(空白ページ)

付録 1 コア記載要領

コア記載シート（図 付録 1-1）に以降の項目を記載する。

孔名		記載日		最大コア長 (cm)		コア回収率 (%)		シート No.											
深 度		記載者		ROD (%)		割れ目本数 (本/m)		KB-1-1											
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載						組織	備考			
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線			断層岩	割れ目の成因	変質幅・色
10																			
20																			
30																			
40																			
50																			

図 付録 1-1 コア記載シート

- 孔名：孔名を記入する。
- 記載日：記載を行った日付を記入する。
- 深度：掘削深度 GL-を cm 単位で表示する。
- コア記載シート No.：コア記載シートの通し番号を記入する。
- 記載者：記載を行った者の氏名を記入する。
- コア回収率：掘削長ごとに、コアの全周が採取されている区間の合計の長さを百分率で表す。
- 地層名：参考文献や既往資料を基準に記載する。
- 岩石名：参考文献や既往資料を基準に記載する。
- 岩相：堆積構造や礫の伸長方向についての区間，傾斜角等を記入する。
- 色調：Rock-Color Chart Committee (1991) の Rock Color Chart を基準とした肉眼による観察，及び色彩計を用いた測定を実施する。
- 硬さ：表 付録 1-1 に示す岩石の硬軟区分に基づいて記載する。

表 付録 1-1 岩石の硬軟区分

記号	硬軟区分
H1	● 指先で容易に崩すことができる
H2	● 刃物で容易に削ることができる ● 爪を傷つけることができる
H3	● 刃物で傷をつけることができる
H4	● 刃物では傷がつかない

- 岩級区分：道路トンネル技術基準（構造編）・同解説（日本道路協会，2003）に準じて区分する（表 付録 1-2）。

表 付録 1-2 岩級区分

記号	岩級区分
B	● 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
CI	● コアの長さが概ね 5～20cm であるが，5cm 以下のものもみられる ● RQD は，40～70
CII	● コアの長さが概ね 10cm 以下のものが多く，5cm 以下の細片が多量に取れる状態のもの ● RQD は，10～40
D	● コアは，細片状となる。ときには，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 ● コアロス区間

- 風化および変質：風化及び変質の程度をそれぞれ表 付録 1-3 及び表 付録 1-4 のとおり区分する。

表 付録 1-3 風化の区分基準

ランク	風化区分	状態
α	新鮮部	● 非常に新鮮である
β		● 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
γ	風化部	● 弱風化している ● 層理面，片理面にそって風化している
δ		● 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
ε		● 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

表 付録 1-4 変質の区分基準

ランク	変質区分	状態
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 ● 非変質部の割合が高いもの（肉眼で 50%以上）
3	中変質	● 肉眼での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 ● 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、岩片などが変質鉱物で完全に置換され、原岩組織を全く～殆ど残さないもの

- 最大コア長：コア 1m 毎に割れ目によって分離されていないコアの最大長を cm 単位で記入する。前後区間のコアと連続する場合には、+記号を付す。
- コア回収率：%単位で表記する。
- RQD (Rock Quality Designation)：コア 1m 毎における長さ 10cm 以上のコアの長さの総和を%単位で表記する。掘削時に機械的に生じた割れ目は、本来は割れ目がなかったものと判断し、RQD に加算しない。
- 割れ目本数：コア 1m 毎における非癒着割れ目 (f) 及び開口割れ目 (o-f) について数を計測する。掘削時に機械的に生じた割れ目はカウントしない。
- 摸式断面図：個々の割れ目について、割れ目上端及び下端深度を記入する（掘削深度の小数点以下のみ）。後述の非癒着割れ目 (f) または開口割れ目 (o-f) と判断した割れ目は実線で示し、癒着割れ目 (h- f) と判断した割れ目は破線で示す。交差している割れ目がある場合、その状態をスケッチで示す。コアを回収した深度には赤線を記す。
- 割れ目番号：「非癒着割れ目及び開口割れ目」と「癒着割れ目」でそれぞれ分けて番号を付ける。
- 割れ目の傾斜角度：0°～90°まで、5°刻みで計測する。
- 割れ目の分類：表 付録 1-5 に示す区分基準に基づいて分類する。

表 付録 1-5 割れ目の区分基準

記号	状態
h-f	● 癒着割れ目、面なし断層または脈など。割れ目の間隙（開口幅）は、0.1～0.5mm 程度。
f	● 非癒着割れ目。割れ目の間隙（開口幅）は、0.5～10mm 程度
o-f	● 開口割れ目、割れ目を合わせたときに明らかに間隙が認められるもの。割れ目の間隙（開口幅）は、10mm 以上。

- 割れ目の面の粗さ：図 付録 1-2 に示す IAEG（1981）の基準に基づき，I～IX の数字を記入する。

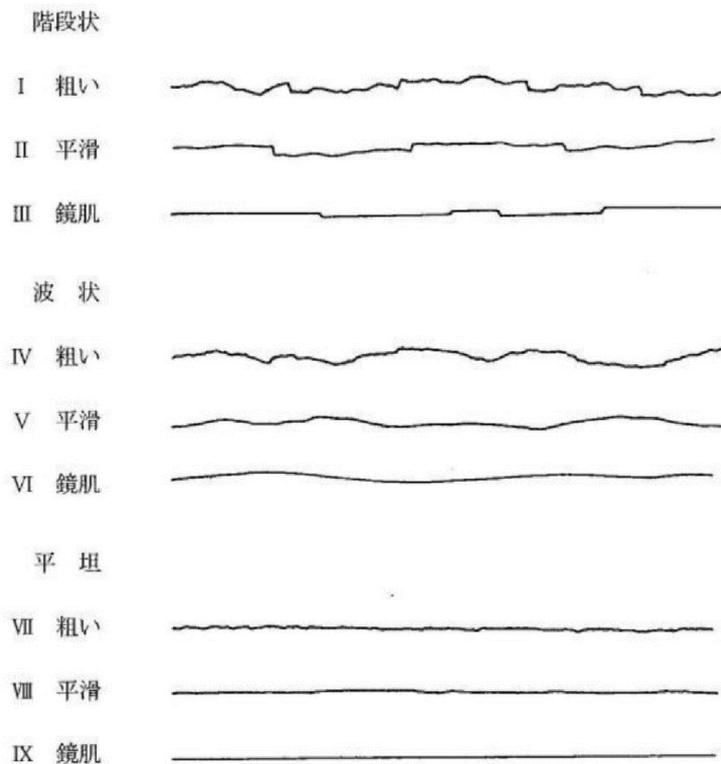


図 付録 1-2 割れ目の面の粗さ

- 割れ目面の構造：割れ目面に鏡肌や条線などの構造が認められる場合，表 付録 1-6 に示す区分基準に基づいて記入する。条線のレーク角を記入する。

表 付録 1-6 割れ目面の構造の区分基準

記号	状態
SS	● 鏡肌 (slickenside) が認められる。
SL	● 条線 (slickenline) が認められる。 ● コア記載シートには，条線のレーク角を記載する。
ST	● スリックケンスステップ (slickenstep) が認められる。 ● コア記載シートには，上盤側のコアの相対的な変位方向を記載する。
—	● なし。もしくは認識できない。

- 断層の分類：表 付録 1-7 に示す区分基準に基づいて分類する。断層岩の厚さを記入する。

表 付録 1-7 断層岩の区分基準

記号	状態
f b	<ul style="list-style-type: none"> 断層角礫を伴う割れ目。 断層角礫は基質と岩片が未固結で、ランダムな構造を示し、破碎岩片が >30%。 コア記載シートには、断層角礫の上端を構成する面は fbt、下端を構成する面については fbb と記入する。
f g	<ul style="list-style-type: none"> 断層ガウジを伴う割れ目。 断層ガウジは基質と岩片が未固結でランダムな構造を示し、破碎岩片が <30%。 コア記載シートには、断層ガウジの上端を構成する面は fgt、下端を構成する面については gb と記入する。
f gs	<ul style="list-style-type: none"> 幅数 mm 以下の細粒な断層破碎物質を伴う割れ目。
f c	<ul style="list-style-type: none"> せん断による割れ目の集中帯、断層岩は発達していないが、せん断作用により数 mm 程度以下の間隔で割れ目が集中した区間。 コア記載シートには、割れ目帯の上端を構成する面は fct、下端を構成する面については fcb と記入する。
—	<ul style="list-style-type: none"> なし

- 割れ目の成因：表 付録 1-8 に示す区分基準に基づいて記入する。

表 付録 1-8 割れ目の成因の区分基準

記号	状態
S	せん断割れ目、鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う
T	引っ張り割れ目、羽毛状構造を伴う
U	不明
D	地質学的に生じたものではなく、掘削などに伴って機械的に発生した割れ目

- 割れ目の変質幅・色：割れ目に沿った変質幅と色を記入する。変質幅は、割れ目の両側を含めた変質部の厚さ（割れ目面と直交方向）とする。色調は Rock-Color Chart Committee (1991) の Rock Color Chart を基準とした肉眼による観察及び色彩計による測定に基づいて記入する。
- 割れ目の充填幅：割れ目充填物の幅（mm）を記入する。
- 割れ目の充填鉱物：表 付録 1-9 に示す記号と表 付録 1-10 に示す基準に基づき、充填鉱物の種類と量比を記入する。

表 付録 1-9 充填鉱物の記号

Qtz：石英，Fe：水酸化鉄，Chl：緑泥石，Py-e：黄鉄鉱（自形），Py-a：黄鉄鉱（他形），Cab-e：炭酸塩鉱物（自形），Cab-a：炭酸塩鉱物（他形），Cly：粘土鉱物

表 付録 1-10 充填鉱物の量比の区分基準

記号	状態
(1)	割れ目の充填率が 10%以下
(2)	割れ目の充填率が 10～50%程度
(3)	割れ目の充填率が 50～90%程度
(4)	割れ目の充填率が 90%以上

- 組織：コアに含まれる岩片または礫の性状について、基質の割合（%）、長径（mm）、形状をコア記載シートの礫欄に記載する。
- その他：岩質（礫種）、色調、鉱物の晶出、変成・変質の程度、その他の地質学的特徴などが認められた場合は、コア記載シートの岩相欄に記載する。

参考文献

IAEG（1981）：Rock and soils description and classification for engineering geological mapping, bull. of the IAEG, no. 24, pp.235-274.

日本道路協会（2003）：道路トンネル技術基準（構造編）・同解説，日本道路協会，296p.

Rock-Color Chart Committee（1991）：The Geological Society of America Rock Color Chart with Genuine Munsell Color Chips, Geological Society of America, Boulder, Colorado.

(空白ページ)

付録2 コア観察

- **KB-1 孔**

KB-1 の柱状図を図 付録 2-3～図 付録 2-27 に，コア写真を図 付録 2-28～図 付録 2-29 に，割れ目の一覧を表 付録 2-1～表 付録 2-2 に，地質状況の詳細を表 付録 2-3 に，岩石の色調を表 付録 2-4 に，方解石脈の色調を表 付録 2-5 に，それぞれ示す。

孔名	KB-1		記載日	2020/ 9/24		最大コア長 (cm)	4		コア回収率 (%)	100		シート No.	KB-1-1										
深度	GL- 0.00 ~ 1.00 m		記載者			ROD (%)	0		割れ目本数 (本/m)	6 (多数)				KB-1-1									
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	模式断面図	割れ目記載							組織		備考				
										割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)		充填鉱物	基質の割合 (%)	礫・岩塊径 平均 (最大) (mm)	形状
0.00																							
10		コンクリート		コンクリート。 長柱状コア。CH級。 avΦ10mm、maxΦ30mmの 亜鉛礫の粗骨材、avΦ2mm 程度の細骨材を含む。 ハンマー打撃で金属音。	灰色	H4	B	1									40	10 (10)	円礫状				
20		路盤材		路盤材。 角礫状~片状コア。 D級。 角礫状コアはavΦ10mm、 maxΦ50mm。 片状コアは40~50mm基質は 泥岩。 礫は灰色凝灰質泥岩を主体とし、 チャート内に方解石脈が発達す る。	暗灰色	H3	CII	2										90	10 (70)	角礫状			
30																							
40																							
50																							
60				0.55m、Φ70mmの白色チャートの角礫。																			
70																							
80				0.80m付近、礫部に塑性変動がみられる。						f-1 70 f I - - S - <1 f-2 50 f II SL - S - <1 f-3 85 f V SL - S - -											レーク角75°L レーク角35°R		
90										f-4 60 f V - - S - <1 f-5 70 f II SS - S - - f-6 85 f VII SL - S - -													
1.00				泥質基質優勢部。 (次ページに記載)	暗灰色	H3	C I	1										70	10 (40)	-	レーク角70°L		

図 付録 2-3 KB-1 柱状図 (0.00~1.00m)

孔名	KB-1		記載日	2020/ 9/24		最大コア長 (cm)	16		コア回収率 (%)	100		シート No.																							
深度	GL- 1.00 ~ 2.00 m		記載者	ROD (%)									44		割れ目本数 (本/m)	10 (多数)		備考																	
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										組織		備考														
									モード断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)	充填鉱物	基質の割合 (%)		礫・岩塊径 平均 (最大) (mm)	形状												
1.00	混在岩 泥質基質優勢部	泥質基質優勢部。 長柱状~短柱状コア。 基質は泥岩だが、φ数mmの微細片が散在し複雑。 礫はφ10~40mmの角礫~亜円礫~層状のチャートが散在。 ハンマー打撃で金属音。	+1	泥質基質優勢部。 長柱状~短柱状コア。 基質は泥岩だが、φ数mmの微細片が散在し複雑。 礫はφ10~40mmの角礫~亜円礫~層状のチャートが散在。 ハンマー打撃で金属音。	暗灰色	H3	C I	1	モード断面図	00	17	f-7	15	f	V	-	-	U	-	-	-	70	10 (40)	角礫 ~ 亜円礫状	色彩計1										
									116																										
									28	20	f-8	50	f	IV	-	-	U	-	-	-															
									35	26	f-9	20	f	I	SL	-	U	-	2	Cab-a(1) Chl(1)															
									36	39	f-10	80	f	IV	-	-	D	-	-	-															
	混在岩 泥質基質優勢部	泥質基質優勢部。 長柱状~片状コア。 CM級。 基質は暗灰色泥岩。 礫はφ10~50mmのチャートの亜角礫が散在。 上位層より方解石脈がよく発達。	+2	方解石脈が礫内と基質に発達。 基質中では、長さ数mm以下の脈状で連続性に乏しい。	暗灰色	H3	C I	1	モード断面図	46	44	f-11	80	f	IV	-	-	D	-	-		70	10 (50)	亜角礫状	チャート礫の外方に 方解石脈が発達										
									51	49	f-12	80	f	IV	-	-	D	-	-																
									60	60	f-13	90	f	IV	-	-	D	-	-	-															
									65	63	f-14	85	f	IV	-	-	T	-	-	-															
									56	158	f-15	30	f	VIII	SL	-	S	-	2	Cab-a(1) Chl(1)															
	混在岩 泥質基質優勢部	泥質基質優勢部。 長柱状~片状コア。 CM級。 基質は暗灰色泥岩。 礫はφ10~50mmのチャートの亜角礫が散在。 上位層より方解石脈がよく発達。		方解石脈が礫内と基質に発達。 基質中では、長さ数mm以下の脈状で連続性に乏しい。	暗灰色	H3	C I	1	モード断面図	85	87	f-16	65	f	IV	SL	-	S	-	<1	Cab-a(1) Chl(1)														
									85	89																									
2.00																																			

図 付録2-4 KB-1 柱状図 (1.00~2.00m)

孔名	KB-1		記載日	2020/ 9/24		最大コア長 (cm)	28		コア回収率 (%)	100		シート No.	KB-1-3														
深度	GL- 2.00 ~ 3.00 m		記載者			ROD (%)	74		割れ目本数 (本/m)	8		備考															
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										組織		備考						
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)	充填鉱物	基質の割合 (%)		礫・岩塊径 平均 (最大) (mm)	形状				
2.00																											
10			(前ページから続き)																								
20				1.55~2.45m、前後の深度と比較ベチャート礫と方解石脈が多い。																							色彩計c1-1
30																											
40				2.45m、癒着割れ目沿いに方解石脈が発達。幅12mm程度。																							色彩計3
50																											
60				2.50~2.85m、傾斜15°で非癒着割れ目が2面発達。SL~SSを形成。																							
70																											角礫<直円礫状 レーク角25°L レーク角10°R 色彩計4 8/24 2.63m、コア掘削
80																											
90																											
3.00																											

図 付録 2-5 KB-1 柱状図 (2.00~3.00m)

孔名	KB-1		記載日	2020/ 9/29		最大コア長 (cm)	23		コア回収率 (%)	100		シート No.	KB-1-4						
深度	GL- 3.00 ~ 4.00 m		記載者			RQD (%)	70		割れ目本数 (本/m)	8									
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										備考
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)	
3.00																			
10			(前ページの続き)																
20																			
30	混在岩	泥質基質優勢部		泥質基質優勢部。 長柱状コア。 CH級。 基質は泥岩。 礫は5~40mmの垂円~ 垂角礫のチャート礫が散在。	暗灰色	H3	C I	1											
40																			
50				3.45~3.55m、Φ30~50mmの チャートの垂円礫が2個。 それぞれ乳白色、灰色。															
60			+5																
70			+6	3.60m、Φ40mmのチャートの 垂円礫。 灰白色。															
80																			
90				泥質岩塊優勢部。 長柱状コア。 CM級。暗灰色。 3.85~4.15m、礫の長径が80° 方向に発達。	暗灰色	H3	C I	1											
4.00			+7																

図 付録 2-6 KB-1 柱状図 (3.00~4.00m)

孔名	KB-1		記載日	2020/ 9/29		最大コア長 (cm)	48		コア回収率 (%)	100		シート No.	KB-1-5											
深度	GL- 4.00 ~ 5.00 m		記載者			RDD (%)	98		割れ目本数 (本/m)	6														
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										備考					
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)		充填鉱物	基質の割合 (%)	礫・岩塊径 (平均・最大)	形状	
4.00				(前のページから続き) 基質は暗灰色泥岩で、刃物で傷 ができる。 所々、Φ10mm程度の灰色 チャートの亜円礫が点在。					00 402 04	f-33	70	f	IX	SL	-	S	-	2	Cab-a(1) Ch(1)			レーク角35°L 色彩計8		
10			+8																					
20	混在岩	泥岩岩塊優勢部	4.15	泥質岩塊優勢部。 長柱状コア。 CH級。 4.15~4.25m、灰色凝灰質泥岩礫 がコアを全周する。 ハンマー打撃で金属音を発する。	灰色	H3	C I	1												40	40 (100)	亜円礫状		
30		泥岩岩塊優勢部	4.30	泥質岩塊優勢部。 長柱状コア。 CH級。 上位層より色調が明るく、淡緑褐 灰と暗灰色で明瞭に分かれ、微 細な褶曲を呈する。	淡緑褐灰色	H3	C I	1	27	f-34	60	f	V	SL	-	U	-	2	Cab-a(1) Ch(1)	10	80 (100)	亜円礫状	レーク角25°R 色彩計9 色彩計10	
40		泥岩岩塊優勢部	+10						430 33														色彩計11 色彩計12	
50			+11 +12																					
60				4.30~4.65m、礫の長径が70° 方向に発達。 4.60m、淡緑褐色のチャート岩片 に方解石脈が発達。																				
70		泥質基質優勢部	4.65	泥質基質優勢部。 長柱状コア。 CH級。 基質は暗灰色の泥岩。 礫はΦ10~20mmの灰色チャ ート、灰色凝灰質泥岩の亜角礫。	暗灰色	H3	C I	1												90	10 (50)	亜円礫状	レーク角20°R レーク角30°L	
80									77 78 475 478	f-35 f-36	80 85	f f	V IV	SL SL	- -	T T	- -	<1 <1	Cab-a(1) Ch(1) Cab-a(1) Ch(1)				色彩計13	
90			+13	下位層と比べ礫量に乏しい。 ハンマー打撃で金属音を発する。					94 491 88	f-37 f-38	55 (60)	f	VIII (V)	SL (SL)	-	T	-	<1	Cab-a(1) Ch(1)	60	20 (60)	亜角 礫	レーク角80°R/50°R 階段状。 8/25 4.97m、コア掘削	
5.00				4.80~4.90m、礫の長径が80° 方向に発達。																				

図 付録 2-7 KB-1 柱状図 (4.00~5.00m)

孔名	KB-1		記載日	2020/ 9/29		最大コア長 (cm)	52		コア回収率 (%)	100		シート No.	KB-1-6							
深度	GL- 5.00 ~ 6.00 m		記載者			ROD (%)			割れ目本数 (本/m)	3										
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										備考	
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)		充填鉱物
5.00																				
10			(前ページから続き)												色彩計c1-2					
20			+c1-2 +14 +c1-3												色彩計14 色彩計c1-3					
20	混在岩	泥質基質優勢部	+c1-4	泥質基質優勢部。 長柱状コア。 CH級。 基質は暗灰色泥岩。 礫は、Φ10~50mmの灰色 細粒砂岩、灰色凝灰質泥岩。 5.20~5.65m、礫の長径が70° 方向に発達。	暗灰色	H3	C1	1							色彩計c1-4					
30																				
40																				
50			+15	5.20~5.40m、方解石脈が幅 10mm程度で亀裂を充填。											色彩計15					
60									49 55 52	f-39	60	f	IX	SS	-	S	-	<1	Cab-a(1) Chl(1)	
70			+16						57	f-40	60	f	VIII	SL	-	S	-	<1	Cab-a(1) Chl(1)	レーク角10°L
80									63 560	f-41	60	f	V	SL	-	T	-	<1	Cab-a(1) Chl(1)	色彩計16 レーク角10°R
90									72 575 78											
6.00																				

図 付録 2-8 KB-1 柱状図 (5.00~6.00m)

孔名	KB-1		記載日	2020/ 9/30		最大コア長 (cm)	41		コア回収率 (%)	100		シート No.											
深度	GL- 6.00 ~ 7.00 m		記載者			ROD (%)	100		割れ目本数 (本/m)	1		KB-1-7											
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										組織		備考		
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)	充填鉱物	基質の割合 (%)		礫・岩塊径 平均 (最大) (mm)	形状
6.00	混在岩	泥質岩塊優勢部	+17 +18	泥質岩塊優勢部。 長柱状コア。 CH級。 均質で緻密。 Φ40mmの灰色凝灰質泥岩が混入する。	暗灰色	H3	C I	1											95	40 (40)	角礫状	色彩計17 色彩計18	
10		泥質基質優勢部	+19 +20	泥質基質優勢部。 長柱状コア。 CH級。 基質は暗灰色泥岩。 礫は、Φ70mmの砂岩、Φ90mmの石灰岩を含む。	灰色	H3	C I	1											20	80 (80)	角礫状	色彩計19 色彩計20	
20		泥質岩塊優勢部	+21 +22	泥質岩塊優勢部。 長柱状コア。 CH級。 均質で緻密。 Φ10mm程度の凝灰質泥岩が混入。	暗灰色	H3	C I	1											90	15 (15)	亜円礫状	色彩計21 色彩計22	
30		泥質基質優勢部	+23	泥質基質優勢部。 長柱状コア。 CH級。 基質は暗灰色泥岩。 上部20cmでは、破碎された灰色凝灰質泥岩塊がコアを外周する。 下部30cmでは、Φ20mm以上の角礫が散在。	暗灰色	H3	B	1											70	20 (20)	角礫状	9/28 6.72m、コア掘削 色彩計23	
40		泥質岩塊優勢部		6.70~7.00m、礫の長径が80°方向に発達。																			
50																							
60																							
70																							
80																							
90																							
7.00																							

図 付録 2-9 KB-1 柱状図 (6.00~7.00m)

孔名	KB-1		記載日	2020/ 9/30		最大コア長 (cm)	53		コア回収率 (%)	100		シート No.	KB-1-8				
深度	GL- 7.00 ~ 8.00 m		記載者			ROD (%)	100		割れ目本数 (本/m)				1				
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載					組織		備考	
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩		割れ目の成因
7.00		混在岩															
10		泥質岩塊優勢部		泥質岩塊優勢部。 長柱状コア。 CH級。 6.00~6.15mや6.35~6.50mに 比べやや混在岩に近い。 灰色の凝灰質泥岩を含む。 7.00~7.30m、礫の長径が75° 方向に発達。	暗灰色	H3	B	1									
20			+25														色彩計25
30																	
40		泥質基質優勢部		泥質基質優勢部。 長柱状コア。 B級。 基質は暗灰色泥岩。 礫は、灰色チャート、灰色砂岩、 灰色凝灰質泥岩。 3.85m以浅の混在岩と比べ、 礫径が大きく、礫の色調が薄い。 方解石の亀裂充填は少ない。 7.60~7.70m、礫の長径が70° 方向に発達。	暗灰色	H3	B	1									
50																	
60																	
70				所々、灰色チャート、灰色砂岩、 灰色凝灰質泥岩がコアを外周 する。													
80																	
90																	
8.00																	9/28 7.95m、コア掘削

図 付録 2-10 KB-1 柱状図 (7.00~8.00m)

孔名	KB-1		記載日	2020/ 9/30		最大コア長 (cm)	98		コア回収率 (%)	100		シート No.	KB-1-9						
深度	GL- 8.00 ~ 9.00 m		記載者			ROD (%)	98		割れ目本数 (本/m)	0									
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										備考
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)	
8.00																			
10			(前ページから続き)												色彩計26				
20																			
30																			
40				8.40m, 方解石脈。															
50																			
60															色彩計27				
70				8.65m, Φ90mm長のチャート塊。											色彩計28 色彩計29				
80	混在岩	泥質基質優勢部		泥岩基質優勢部。 長柱状コア。 基質は暗灰色泥岩。 礫は灰色凝灰質泥岩塊が混入。 B級。 全体的に泥岩に近い。	暗灰色	H3	B	1							色彩計30				
90																			
9.00																			

図 付録 2-11 KB-1 柱状図 (8.00~9.00m)

孔名	KB-1		記載日	2020/10/ 1		最大コア長 (cm)	92		コア回収率 (%)	100		シート No.	KB-1-10														
深度	GL- 9.00 ~ 10.00 m		記載者			RQD (%)			割れ目本数 (本/m)	2																	
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										備考								
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)		充填鉱物	基質の割合 (%)	組織	形状				
9.00																											
10	混在岩	泥質岩塊優勢部		泥質岩塊優勢部。 長柱状コア。 B級。 基質は、暗灰色泥岩。 礫は、Φ10~200mmの灰色チャート、灰色砂岩、灰色凝灰質泥岩を含む。	暗灰色	H3	B	1		f-45	20	f	VIII	SL	-	U	-	<1	Cab-a(1) Ch(1)	20	10 (100)	垂角礫状	レーク角85°L レーク角70°L				
20																											
30																											
40																											
50																											
60																											
70																											
80																											
90																											
10.00																											

図 付録 2-12 KB-1 柱状図 (9.00~10.00m)

孔名	KB-1		記載日	2020/10/ 1		最大コア長 (cm)	100		コア回収率 (%)	100		シート No.	KB-1-11										
深度	GL- 10.00 ~ 11.00 m		記載者			RQD (%)	100		割れ目本数 (本/m)	0													
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										備考				
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)		充填鉱物	基質の割合 (%)	組織 (平均・最大)	形状
10.00				(前ページの続き)																			
10				10.00~10.55m、掘削方向に対し、0~15°方向に方解石・緑泥石脈が発達。																			
20																							
30	混在岩	泥質基質優勢部	10.25	泥質基質優勢部。長柱状コア。B級。基質は、暗灰色泥岩。礫は、avΦ10mmの灰色チャート、灰色砂岩、灰色凝灰質泥岩。礫の長径が25~60°方向に発達。上位層より岩塊が少なく、基質が多い。	暗灰色	H3	B	1	10.33	hf-4	0	h-f	VIII	-	-	S	-	1	Cat-a(1) Ch(1)	60	10 (10)	亜角礫 片状	
40									10.35	hf-5	15	h-f	VIII	-	-	S	-	1	Cat-a(1) Ch(1)				
50									10.45	f-48	65	f	I	-	-	D	-	-	Cat-a(1) Ch(1)			レーク角0°	
60									49													9/29 10.58m、コア掘削	
70									60														
80																							
90				+34																			色彩計34
11.00																							

図 付録 2-13 KB-1 柱状図 (10.00~11.00m)

孔名	KB-1		記載日	2020/10/ 8		最大コア長 (cm)	40		コア回収率 (%)	100		シート No.	KB-1-16						
深度	GL- 15.00 ~ 16.00 m		記載者			ROD (%)	85		割れ目本数 (本/m)	6									
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										備考
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)	
15.00			(前ページから続き)																
10																			
20																			
30			+47															10/1 15.20m、コア掘削 色彩計47	
40	混在岩	泥質基質優勢部		泥質基質優勢部。 基質は、暗灰色泥岩。 礫は、灰色チャート、灰色凝灰質 泥岩で、Φ30~100mmの礫状 ないし塊状。 長柱状コア。 CH級。 15.55~15.65m、明褐色の 泥岩礫を含む。塑性変動を受け、 流理構造を示す。	暗灰色	H3	C1	1								10	40 (100)	亜角礫 棒状	
50																			
60																			
70																			
80																			
90			+48 +49 +50																
16.00																		色彩計48 レーク角50°R 10/2 15.90m、コア掘削 色彩計49 色彩計50	

図 付録 2-18 KB-1 柱状図 (15.00~16.00m)

孔名	KB-1		記載日	2020/10/12		最大コア長 (cm)	19		コア回収率 (%)	100		シート No.	KB-1-17												
深度	GL- 16.00 ~ 17.00 m		記載者			ROD (%)	80		割れ目本数 (本/m)	8		備考													
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										備考						
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)		充填鉱物	基質の割合 (%)	組織	形状		
16.00	混在岩	泥質基質優勢部		泥質基質優勢部。 長柱状～短柱状コア。 基質は暗灰色の泥岩。 礫部は灰色チャート、細粒砂岩、 凝灰質泥岩。 80～90°方向に層理面あるいは 流理構造。 CM級。 16.00～16.10m、泥岩優勢。 16.45～16.60m、泥岩優勢。 16.30～16.50m、破碎された チャートがバンド状に入る。	灰色	H3	C II	1		f-72	85	f	IV	SS	-	S	-	-	-	Cab-a(1) Ch(1)	10	60 (150)	亜角礫状		
10																									
20																									
30																									
40			+51 +52																					色彩計51 色彩計52	
50																									
60			+53																					色彩計53	
60	16.60	砂質岩塊優勢部(弱破碎)		砂質岩塊優勢部(弱破碎)。 中粒砂～細粒砂より構造される。 長柱状コア。 所々、砂岩塊の間に暗灰色の 泥岩が充填する。 CM級。	灰色	H4	C I	1		f-77	85	f	IV	-	D	-	-	-	Cab-a(1) Ch(1)	5	40 (40)	亜円礫状	16.62m、コア掘削 ※潜在的なh-f割れ 目が掘削時に分離 してDとなったと考 えられる。		
70																								色彩計54	
80			+54																						
90																									
17.00																									

図 付録 2-19 KB-1 柱状図 (16.00～17.00m)

孔名	KB-1			記載日	2020/10/12			最大コア長 (cm)	35			コア回収率 (%)	100			シート No.	KB-1-19				
深度	GL- 18.00 ~ 19.00 m			記載者				ROD (%)	77			割れ目本数 (本/m)	8								
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										組織		備考
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)	充填鉱物	基質の割合 (%)	
18.00																					
10			(前ページの続き)																		
20			18.00~18.35m、ハンマー打撃でとくに硬質な金属音。																		
30			+57																色彩計57		
40									33	f-84	65	f	VI	SS	-	S	-	1	Cab-a(1) Chl(1)		
50									45	f-85	75	f	VI	SL	-	S	-	3	Cab-a(1) Chl(1)	レーク角70°L	
60									49	f-86	65	f	IX	SS	-	S	-	10	Cab-a(1) Chl(1)		
70			18.65m、暗灰色の泥岩を挟む。						57	f-87	50	f	IX	SS	-	S	-	1	Cab-a(1) Chl(1)		
80									61	f-88	50	f	VI	SS	-	S	-	<1	Cab-a(1) Chl(1)		
90									67	f-89	65	f	III	SL	-	S	-	3	Cab-a(1) Chl(1)	レーク角0° 10/5 18.69m、コア掘削	
19.00									74	f-90	85	f	III	SS	-	TD	-	1	Cab-a(1) Chl(1)		
									78	hf-15	90	h-f	V	-	-	S	-	20	Chl(1)		
									78	f-91	70	f	IX	SS	-	S	-	<1	Cab-a(1) Chl(1)		

図 付録 2-21 KB-1 柱状図 (18.00~19.00m)

孔名	KB-1		記載日	2020/10/12		最大コア長 (cm)	43		コア回収率 (%)	100		シート No.	KB-1-22								
深度	GL- 21.00 ~ 22.00 m		記載者			ROD (%)	97		割れ目本数 (本/m)	4											
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載											備考	
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)	充填鉱物		基質の割合 (%)
21.00				(前ページから続き)																	
10																		色彩計60			
20		泥岩		泥質基質優勢部。 長柱状コア。 CH級。 基質は暗灰色泥岩。 礫は灰色砂岩(中粒・細粒)、 灰色凝灰質泥岩。 avφ80mm程度。	暗灰色	H3	C I	1	18 20 21 22	hf-19 f-99	80 60	h-f f	V VI	- SS	- T	S -	- 1	- Cab-a(1) Ch(1)	30 80 (100)	垂角礫状	
30									28 28												
40									33 33	hf-20 f-100	60 80	h-f f	VII III	- SL	- -	S TD	- -	5 Cab-a(1) Ch(1)	泥岩	色彩計61 レーク角80°R	
50									34 43	hf-21	45	h-f	VIII	-	-	S	-	4	泥岩	色彩計62	
60		砂質岩塊優勢部(弱破碎)		砂質岩塊優勢部(弱破碎)。 長柱状コア~片状コア。 岩塊部は灰色砂岩(中粒・細粒)、 灰色凝灰質泥岩。 CH級。 礫の長径が65°方向に発達。	灰色	H4	C I	1	54 55	f-101 f-102	85 65	f f	I VI	SL -	- -	U T	- -	<1 Cab-a(1) Cab-a(1) Ch(1)	0 100 (200)	垂角礫状	
70																					
80									74	hf-22	60	h-f	VIII	-	-	S	-	4	泥岩		
90									80												色彩計63
22.00																					

図 付録 2-24 KB-1 柱状図 (21.00~22.00m)

孔名	KB-1		記載日	2020/10/13		最大コア長 (cm)	33		コア回収率 (%)	100		シート No.	KB-1-24														
深度	GL- 23.00 ~ 24.00 m		記載者			RQD (%)	99		割れ目本数 (本/m)	5																	
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載											備考							
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)	充填鉱物		基質の割合 (%)	礫・岩塊径 平均 (最大) (mm)	形状				
23.00				(前ページの続き)																							
10																											
20																											
30																											
30	混在岩	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)		砂質岩塊優勢部 (弱破碎)。長柱状コア。CH級。中粒砂より構成され、Φ3mm程度の垂円礫状の暗灰色泥岩が点在する。	灰色	H4	C I	1																			
40																											方解石が亀裂内に発達
50																											10/7 23.55m、コア掘削
60																											方解石が亀裂を充填する
70																											
80																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											
90																											

孔名	KB-1		記載日	2020/10/13		最大コア長 (cm)	45		コア回収率 (%)	100		シート No.	KB-1-25											
深度	GL- 24.00 ~ 25.00 m		記載者			ROD (%)	100		割れ目本数 (本/m)	2														
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										備考					
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色 (mm)	充填幅 (mm)		充填鉱物	基質の割合 (%)	組織	形状	
24.00	混在岩	泥質基質優勢部	泥質基質優勢部。 長柱状コア。 CH級。 基質は暗灰色泥岩。 礫は砂岩 (中粒・細粒)、灰色凝灰質泥岩。 avΦ80mm、maxΦ300mm以上の亜角~亜円礫。	灰色	H4	B	1																	
10																								
20			23.90~24.00m 灰色~暗灰色の泥岩が互層状。 礫の長径が75°方向に発達し、 塑性変動跡あり。																					色彩計66
30																								
40			24.00~24.30m 灰色砂岩塊。																					レーク角30°R
50																								
60																								レーク角10°R 10/7 24.60m、コア掘削 色彩計c1-7
70																								
80																								
90			24.90~25.00m 泥質基質の割合が増加。																					色彩計67
25.00																								10/8 25.12m、コア掘削

図 付録 2-27 KB-1 柱状図 (24.00~25.00m)

KB-1

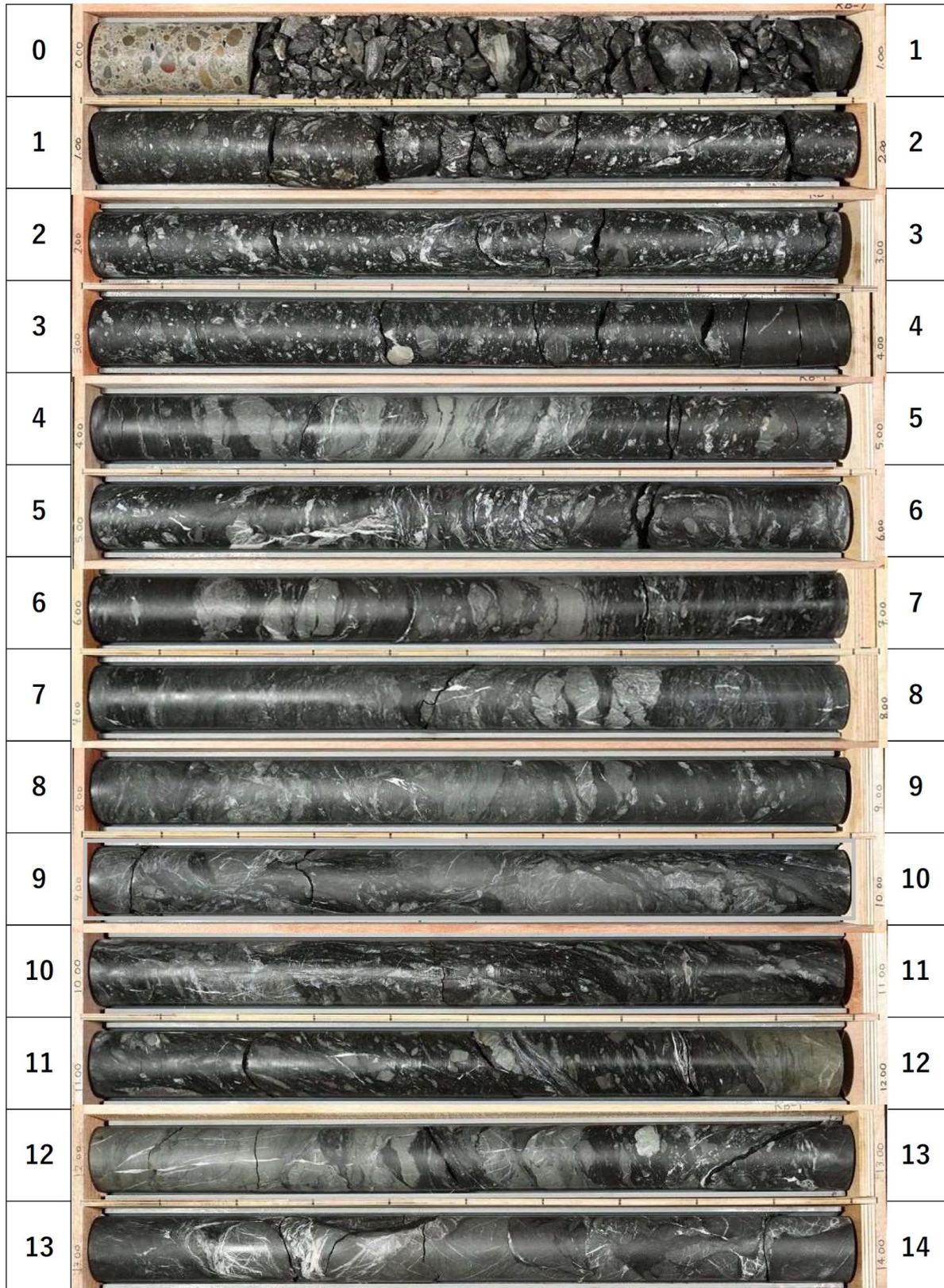


図 付録 2-28 KB-1 コア写真 (1)

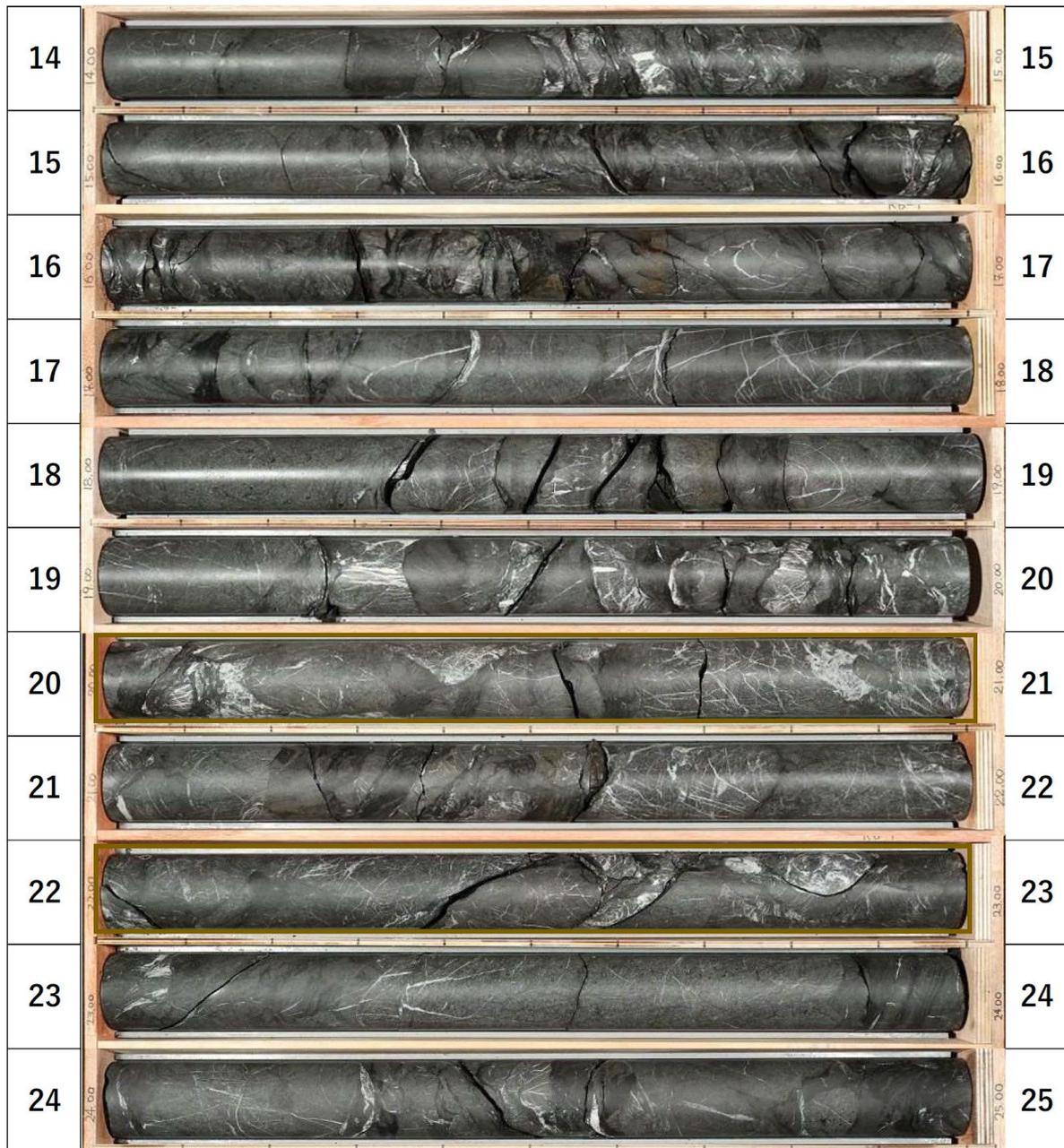


図 付録 2-29 KB-1 コア写真 (2)

表 付録2-1 KB-1 割れ目一覧 (1)

上端深度	下端深度	中央深度	割れ目記載										充填鉱物				
			割れ目番号	傾斜角度	産着・開口	面の粗さ	条線	レーク角	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)	方解石	緑泥石	黄鉄鉱	黄銅鉱	泥岩
0.72	0.76	0.74	f-1	70	f	I	-	-	-	S	-	<1		Chl			
0.74	0.86	0.82	f-2	50	f	II	SL	75° L	-	S	-	<1		Chl			
0.84	0.86	0.84	f-3	85	f	V	SL	35° R	-	S	-	-					
0.93	0.96	0.94	f-4	60	f	V	-	-	-	S	-	<1		Chl			
0.95	0.97	0.96	f-5	70	f	II	SS	-	-	S	-	-					
0.98	0.99	0.98	f-6	85	f	VII	SL	70° L	-	S	-	-					
1.00	1.17	1.16	f-7	15	f	V	-	-	-	U	-	-					
1.20	1.28	1.24	f-8	50	f	IV	-	-	-	U	-	-					
1.26	1.35	1.31	f-9	20	f	I	SL	70° L	-	U	-	2	Cab-a	Chl			
1.36	1.39	1.38	f-10	80	f	IV	-	-	-	D	-	-					
1.44	1.46	1.45	f-11	80	f	IV	-	-	-	D	-	-					
1.49	1.51	1.50	f-12	80	f	IV	-	-	-	D	-	-					
1.60	1.60	1.60	f-13	90	f	IV	-	-	-	D	-	-					
1.63	1.65	1.63	f-14	85	f	IV	-	-	-	T	-	-					
1.56	1.83	1.72	f-15	30	f	VII	SL	20° R	-	S	-	2	Cab-a	Chl			
1.85	1.89	1.87	f-16	65	f	IV	SL	60° L	-	S	-	<1	Cab-a	Chl			
2.05	2.09	2.07	f-17	70	f	IV	-	-	-	U	-	-					
2.25	2.32	2.27	f-18	40	f	VIII	SS	-	-	S	-	1	Cab-a	Chl			
2.51	2.58	2.54	f-19	40	f	VI	SL	25° L	-	S	-	2	Cab-a	Chl			
2.51	2.58	2.55	f-20	75	f	VIII	SL	10° R	-	S	-	1	Cab-a	Chl			
2.58	2.62	2.58	f-21	35	f	V	SL	30° R	-	DS	-	2	Cab-a	Chl			
2.66	2.70	2.68	f-22	90	f	I	SS	-	-	T	-	1					
2.58	2.85	2.75	f-23	15	f	VII	SL	-	-	U	-	1	Cab-a	Chl			
2.93	2.97	2.96	f-24	60	f	VII	SS	-	-	U	-	1	Cab-a	Chl			
3.03	3.08	3.06	f-25	65	f	VI	SL	30° L	-	T	-	1	Cab-a	Chl			
3.14	3.18	3.17	f-26	70	f	VII	SL	5° L	-	U	-	1	Cab-a	Chl			
3.38	3.42	3.40	f-27	75	f	V	SL	15° R	-	T	-	<1	Cab-a	Chl			
3.58	3.65	3.62	f-28	60	f	V	SL	60° R	-	U	-	1					
3.68	3.75	3.72	f-29	60	f	VIII	SL	30° R	-	U	-	<1	Cab-a	Chl			
3.81	3.89	3.87	f-30	70	f	II	SL	-	-	T	-	<1	Cab-a	Chl			
3.86	3.91	3.88	f-31	60	f	IX	SS	20° R	-	S	-	<1	Cab-a	Chl			
3.97	3.99	3.98	f-32	75	f	III	-	-	-	T	-	-	Cab-a	Chl			
4.00	4.04	4.02	f-33	70	f	IX	SL	35° L	-	S	-	2	Cab-a	Chl			
4.27	4.33	4.30	f-34	60	f	V	SL	25° R	-	U	-	2	Cab-a	Chl			
4.77	4.78	4.75	f-35	80	f	V	SL	20° R	-	T	-	<1	Cab-a	Chl			
4.78	4.78	4.78	f-36	85	f	IV	SL	30° L	-	T	-	<1	Cab-a	Chl			
4.88	4.94	4.91	f-37	55	f	VIII	SL	80° R	-	T	-	<1	Cab-a	Chl			
4.88	4.94	4.91	f-38	60	f	V	SL	50° R	-	T	-	<1	Cab-a	Chl			
5.49	5.55	5.52	f-39	60	f	IX	SS	-	-	S	-	<1	Cab-a	Chl			
5.57	5.63	5.60	f-40	60	f	VIII	SL	10° L	-	S	-	<1	Cab-a	Chl			
5.72	5.78	5.75	f-41	60	f	V	SL	10° R	-	T	-	<1	Cab-a	Chl			
6.38	6.43	6.41	f-42	60	f	IX	SS	-	-	S	-	1	Cab-a	Chl			
6.44	6.47	6.45	hf-1	60	h-f	II	-	-	-	S	-	3	Cab-a				
6.71	6.75	6.73	f-43	70	f	IV	-	-	-	D	-	-		Chl			
7.40	7.54	7.47	f-44	35	f	III	SS	-	-	T	-	-	Cab-a	Chl			
8.20	-	8.30	hf-2	15	h-f	VIII	-	-	-	U	-	1	Cab-a				
8.87	9.13	9.00	f-45	20	f	VIII	SL	85° L	-	U	-	<1	Cab-a	Chl			
9.06	9.10	9.08	f-46	70	f	VIII	SL	70° L	-	S	-	<1		Chl			
9.14	9.40	9.22	hf-3	15	h-f	VIII	-	-	-	S	-	-	Cab-a				
9.28	9.28	9.28	f-47	85	f	I	-	-	-	D	-	-					
10.10	10.43	10.33	hf-4	0	h-f	VIII	-	-	-	S	-	1	Cab-a	Chl			
10.30	10.49	10.35	hf-5	15	h-f	VII	-	-	-	S	-	1	Cab-a	Chl			
10.43	10.60	10.45	f-48	65	f	I	-	0°	-	D	-	-	Cab-a	Chl			
11.20	11.25	11.22	f-49	65	f	IV	SL	10°	-	U	-	<1	Cab-a	Chl			
11.51	11.57	11.54	f-50	55	f	IX	SS	-	-	S	-	<1	Cab-a	Chl			
11.78	11.82	11.80	f-51	65	f	IX	SL	40°	-	U	-	<1	Cab-a	Chl			
12.07	12.11	12.09	f-52	65	f	II	-	-	-	DT	-	1	Cab-a				
12.21	12.23	12.22	f-53	80	f	II	-	-	-	D	-	-					
12.44	12.50	12.47	f-54	60	f	IX	SL	80° R	-	S	-	6	Cab-a	Chl			
12.52	12.56	12.52	hf-6	50	h-f	IX	-	-	-	S	-	6		Chl			
12.80	12.93	12.83	hf-7	30	h-f	VIII	-	-	-	S	-	1	Cab-a				
12.82	12.95	12.85	hf-8	30	h-f	VIII	-	-	-	S	-	1	Cab-a				
12.88	13.00	12.88	f-55	30	f	VIII	SL	70° R	-	S	-	5	Cab-a	Chl			
13.17	13.22	13.24	f-56	5	f	VI	SL	5° R	-	S	-	<1	Cab-a	Chl			
13.23	13.26	13.25	f-57	80	f	I	-	20° R	-	D	-	-					
13.30	13.47	13.36	f-58	40	f	IV	SL	-	-	T	-	<1	Cab-a	Chl			
13.45	13.47	13.45	f-59	80	f	IV	-	-	-	D	-	-					
13.90	13.92	13.91	f-60	70	f	VI	SS	-	-	U	-	<1		Chl			
14.26	14.27	14.27	f-61	90	f	IX	-	-	-	S	-	-	Cab-a	Chl			
14.36	14.42	14.39	f-62	60	f	IX	-	-	-	S	-	-	Cab-a	Chl			
14.58	14.62	14.60	f-63	70	f	IX	-	-	-	S	-	-	Cab-a	Chl			
14.67	14.73	14.70	f-64	55	f	IX	-	-	-	S	-	-	Cab-a	Chl			
15.02	15.10	15.05	f-65	35	f	IX	SS	-	-	U	-	1	Cab-a	Chl			
15.20	15.24	15.21	f-66	75	f	IV	-	-	-	D	-	-					

表 付録2-2 KB-1 割れ目一覧 (2)

上端深度	下端深度	中央深度	割れ目記載										充填鉱物				
			割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	レーク角	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)	方解石	緑泥石	黄鉄鉱	黄銅鉱	泥岩
15.58	15.64	15.61	f-67	60	f	VIII	SL	0°	-	S	-	5	Cab-a	Chl			
15.71	15.77	15.75	hf-9	50	h-f	VIII	-	-	-	S	-	1	Cab-a				
15.83	15.86	15.85	f-68	60	f	IX	SL	50° R	-	S	-	1	Cab-a	Chl			
15.87	15.89	15.88	f-69	60	f	IX	SL		-	S	-	1		Chl			
15.95	15.99	15.97	f-70	60	f	IX	SS		-	S	-	1	Cab-a	Chl			
15.98	16.03	16.00	f-71	70	f	IX	SS		-	S	-	1	Cab-a	Chl			
16.05	16.06	16.06	f-72	85	f	IV	SS		-	S	-	-	Cab-a	Chl			
16.07	16.11	16.09	f-73	70	f	IX	SS		-	S	-	-	Cab-a	Chl			
16.11	16.12	16.11	f-74	80	f	IX	SS		-	S	-	-	Cab-a	Chl			
16.27	16.29	16.28	f-75	70	f	V	-		-	T	-	-					
16.31	16.35	16.33	hf-10	70	h-f	V	-		-	S	-	-					
16.45	16.47	16.46	hf-11	80	h-f	V	-		-	S	-	-					
16.45	16.49	16.47	f-75	65	f	VII	-		-	S	-	-	Cab-a	Chl			
16.54	16.57	16.56	f-76	70	f	IV	-		-	T	-	-	Cab-a	Chl			
16.65	16.66	16.66	f-77	85	f	IV	-		-	D	-	-	Cab-a	Chl			
16.80	16.86	16.83	f-78	60	f	VI	SS		-	T	-	-	Cab-a	Chl			
16.90	16.94	16.93	f-79	75	f	VI	SS		-	T	-	-	Cab-a	Chl			
17.12	17.14	17.13	f-80	80	f	IX	SS		-	S	-	2	Cab-a	Chl			
17.24	17.24	17.24	f-81	90	f	IX	SS		-	S	-	<1	Cab-a	Chl			
17.26	17.30	17.28	hf-12	65	h-f	VIII	-		-	U	-	5		Chl			
17.38	17.42	17.40	f-82	65	f	VIII	-		-	S	-	10	Cab-a	Chl			
17.61	17.65	17.63	hf-13	70	h-f	VII	-		-	U	-	4	Cab-a				
17.63	17.67	17.65	f-83	70	f	IV	-		-	D	-	2	Cab-a	Chl			
-	17.95	17.87	hf-14	30	h-f	VIII	-		-	U	-	2		Chl			
18.33	18.37	18.35	f-84	65	f	VI	SS		-	S	-	1	Cab-a	Chl			
18.45	18.47	18.46	f-85	75	f	VI	SL	70° L	-	S	-	3	Cab-a	Chl			
18.49	18.53	18.51	f-86	65	f	IX	SS		-	S	-	10	Cab-a	Chl			
18.57	18.62	18.60	f-87	50	f	IX	SS		-	S	-	1	Cab-a	Chl			
18.61	18.69	18.65	f-88	50	f	VI	SS	0°	-	S	-	<1	Cab-a	Chl			
18.63	18.67	18.65	f-89	65	f	II	SL		-	S	-	3	Cab-a	Chl			
18.74	18.74	18.74	f-90	85	f	II	SS		-	DT	-	1	Cab-a	Chl			
-	18.78	18.78	hf-15	90	h-f	V	-		-	S	-	20		Chl			
18.78	18.82	18.80	f-91	70	f	IX	SS		-	S	-	<1	Cab-a	Chl			
19.23	19.27	19.25	f-92	65	f	VI	SS		-	S	-	-	Cab-a	Chl			
19.48	19.54	19.51	f-93	55	f	IX	SS		-	U	-	-	Cab-a	Chl			
19.70	19.74	19.72	f-94	65	f	III	-		-	D	-	1	Cab-a	Chl			
19.85	19.87	19.86	f-95	75	f	VI	SS		-	DT	-	8	Cab-a	Chl			
20.03	20.09	20.06	f-96	60	f	V	-		-	S	-	-	Cab-a	Chl			
20.13	20.23	20.18	hf-16	45	h-f	VIII	-		-	S	-	-					
20.36	20.52	20.38	hf-17	35	h-f	VIII	-		-	S	-	-					
20.43	20.52	20.45	hf-18	60	h-f	VIII	-		-	S	-	-					
20.52	20.56	20.54	f-97	70	f	VI	SS		-	T	-	<1	Cab-a	Chl			
20.70	20.70	20.70	f-98	90	f	I	-		-	D	-	-					
21.18	21.20	21.19	hf-19	80	h-f	V	-		-	S	-	-					
21.22	21.28	21.25	f-99	60	f	VI	SS		-	T	-	1	Cab-a	Chl			
21.28	21.34	21.31	hf-20	60	h-f	VII	-		-	S	-	5					泥岩
21.33	21.38	21.37	f-100	80	f	III	SL	80° R	-	DT	-	<1	Cab-a	Chl			
21.33	21.43	21.38	hf-21	45	h-f	VIII	-		-	S	-	4					泥岩
21.54	21.56	21.54	f-101	85	f	I	SL	70° L	-	U	-	<1	Cab-a	Chl			
21.55	21.59	21.57	f-102	65	f	VI	-		-	T	-	<1	Cab-a	Chl			
21.74	21.80	21.77	hf-22	60	h-f	VIII	-		-	S	-	4					泥岩
21.97	22.05	22.00	f-103	60	f	III	SS	45° L	-	T	-	1	Cab-a	Chl			
22.10	-	22.19	hf-23	40	h-f	VIII	-		-	U	-	<1					
22.38	22.54	22.43	f-104	35	f	IX	SS		-	T	-	1	Cab-a	Chl			
22.55	22.59	22.57	f-105	70	f	III	SS		-	T	-	1	Cab-a	Chl			
22.54	22.62	22.58	f-106	50	f	IX	SS		-	S	-	<1	Cab-a	Chl			
22.58	22.68	22.63	f-107	45	f	IX	SL	45° R	-	S	-	2	Cab-a	Chl			
22.82	22.82	22.84	f-108	20	f	V	SS		-	T	-	1	Cab-a	Chl			
22.90	22.90	22.86	hf-24	45	h-f	V	-		-	T	-	-					
23.06	23.17	23.14	f-109	30	f	IX	SS		-	U	-	1	Cab-a	Chl			
23.29	23.35	23.32	hf-25	55	h-f	VII	-		-	S	-	2	Cab-a				
23.34	23.38	23.36	f-110	70	f	II	-		-	T	-	1	Cab-a	Chl			
23.53	23.55	23.54	f-111	75	f	IV	-		-	DT	-	2		Chl			
23.85	23.89	23.87	f-112	70	f	IX	SS		-	S	-	1	Cab-a	Chl			
23.90	23.95	23.93	hf-26	70	h-f	VIII	-		-	S	-	3	Cab-a				
23.93	23.99	23.95	hf-27	70	h-f	VII	-		-	S	-	-					
23.99	23.99	23.99	f-113	85	f	IX	SL	0°	-	S	-	1	Cab-a	Chl			
24.26	24.30	24.28	hf-28	70	h-f	VIII	-		-	S	-	1	Cab-a				
24.27	24.30	24.30	hf-29	60	h-f	VIII	-		-	S	-	<1	Cab-a				
24.40	24.50	24.45	f-114	40	f	III	SL	30° R	-	U	-	1	Cab-a	Chl			
24.56	24.60	24.58	f-114	70	f	III	SL	10° R	-	S	-	6	Cab-a	Chl			
24.56	24.62	24.59	hf-30	60	h-f	I	-		-	S	-	1					
24.61	24.65	24.63	hf-31	65	h-f	VIII	-		-	S	-	3	Cab-a				

表 付録 2-4 KB-1 岩石の色調 (色彩計)

KB-1

<計測条件> SAV, 10°

地質記載	計測 No.	深度 (m)	計測対象	位置	マンセル			L*a*b		L*c*h		光沢	明度		
					色相	明度	彩度	色相、彩度		Metric Chroma	Metric Hue Angle			Gloss Unit	Value
					Hue	Value	Chroma	lightness							
					H	V	C	a*	b*						
泥質基質優勢	1	1.20	暗灰色泥岩		6.5 BG	2.72	0.05	-0.15	-0.06	0.16	203.13	0.83	27.94		
泥質基質優勢	2	1.32	チャート	かなり左	3.4 Y	3.21	1.28	1.33	8.28	8.39	80.86	3.29	32.72		
泥質基質優勢	3	2.38	暗灰色泥岩		9.4 YR	1.29	0.03	0.15	0.23	0.27	57.49	6.49	13.45		
泥質基質優勢	4	2.62	チャート	左	9.2 Y	2.48	0.32	-0.29	1.77	1.80	99.33	11.13	25.39		
泥質基質優勢	5	3.58	暗灰色泥岩		2.6 PB	2.04	0.18	-0.17	-0.84	0.86	258.73	2.30	21.00		
泥質基質優勢	6	3.62	チャート	左	2.9 GY	3.56	0.07	-0.14	0.40	0.42	108.72	0.85	36.58		
泥質岩塊優勢	7	3.90	暗灰色泥岩		2.5 Y	1.65	0.18	0.30	1.16	1.20	75.53	4.70	16.79		
泥質岩塊優勢	8	4.08	凝灰質泥岩	左	2.5 GY	1.64	0.13	-0.21	0.56	0.60	116.60	44.78	16.98		
泥質基質優勢	9	4.30	暗灰色泥岩		1.7 GY	1.77	0.04	-0.04	0.15	0.16	104.97	2.22	18.31		
泥質基質優勢	10	4.34	凝灰質泥岩		0.2 G	3.81	0.59	-2.13	0.81	2.28	159.28	2.35	39.27		
泥質岩塊優勢	11	4.44	暗灰色泥岩		4.9 Y	1.77	0.16	0.09	1.04	1.04	84.97	40.03	18.23		
泥質岩塊優勢	12	4.46	凝灰質泥岩		5.4 GY	3.89	0.55	-1.55	2.88	3.27	118.29	1.00	40.02		
泥質基質優勢	13	4.90	チャート		3.2 GY	3.03	0.26	-0.54	1.34	1.45	111.87	3.27	31.08		
泥質基質優勢	14	5.18	暗灰色泥岩		4.8 YR	2.56	0.04	0.19	0.17	0.25	41.42	0.03	26.30		
泥質基質優勢	15	5.46	凝灰質泥岩		6.1 Y	2.50	0.17	0.00	0.99	0.99	89.78	20.64	25.61		
泥質基質優勢	16	5.70	暗灰色泥岩		9.1 R	1.91	0.03	0.18	0.06	0.19	18.45	1.04	19.60		
泥質岩塊優勢	17	6.06	細粒砂岩		4.5 B	4.84	0.34	-1.13	-0.84	1.41	216.77	0.81	49.92		
泥質岩塊優勢	18	6.10	暗灰色泥岩		9.3 YR	1.14	0.11	0.46	0.77	0.90	59.19	19.17	11.98		
泥質基質優勢	19	6.19	石灰岩		6.4 YR	2.59	0.10	0.41	0.47	0.63	49.01	2.20	26.58		
泥質基質優勢	20	6.22	暗灰色泥岩		7.8 YR	1.52	0.07	0.29	0.37	0.47	51.78	2.67	15.80		
泥質基質優勢	21	6.32	細粒砂岩		8.1 B	4.82	0.53	-1.32	-1.66	2.13	231.54	0.90	49.78		
泥質岩塊優勢	22	6.40	暗灰色泥岩		5.5 PB	2.50	0.06	0.03	0.30	0.30	275.69	0.54	25.63		
泥質基質優勢	23	6.64	凝灰質泥岩		9.0 Y	3.35	0.13	-0.13	0.82	0.83	98.75	1.05	34.43		
泥質基質優勢	24	6.82	暗灰色泥岩		4.4 YR	1.76	0.04	0.21	0.15	0.26	35.61	1.97	18.11		
泥質岩塊優勢	25	7.18	暗灰色泥岩		1.7 GY	1.82	0.17	-0.22	0.73	0.76	66.87	5.01	18.77		
泥質基質優勢	26	8.10	暗灰色泥岩		5.6 G	2.06	0.22	-0.64	0.25	0.69	159.03	4.82	21.18		
泥質基質優勢	27	8.52	凝灰質泥岩		5.4 G	2.81	0.28	-0.98	0.40	1.06	158.07	0.61	28.28		
泥質基質優勢	28	8.66	チャート	右	1.4 BG	2.67	0.22	-0.81	0.06	0.81	175.66	3.22	27.44		
泥質基質優勢	29	8.70	凝灰質泥岩		8.0 GY	2.52	0.33	-0.90	0.99	1.34	132.30	5.28	25.80		
泥質基質優勢	30	8.78	暗灰色泥岩		1.8 PB	2.49	0.06	-0.06	-0.30	0.30	258.46	0.73	25.54		
泥質基質優勢	31	9.35	凝灰質泥岩		7.4 G	2.63	0.12	-0.40	0.12	0.42	163.41	1.12	26.99		
泥質基質優勢	32	9.38	暗灰色泥岩		8.0 PB	1.43	0.03	0.06	-0.18	0.19	288.46	3.16	14.94		
泥質基質優勢	33	9.68	チャート	左	6.1 G	3.00	0.15	-0.56	0.21	0.60	159.58	1.14	30.79		
泥質基質優勢	34	10.88	凝灰質泥岩		3.5 GY	2.47	0.11	-0.21	0.50	0.54	112.72	1.71	25.36		
泥質基質優勢	35	11.34	細粒砂岩		1.8 GY	3.13	0.31	-0.58	1.77	1.86	108.19	1.29	32.06		
泥質基質優勢	36	11.47	暗灰色泥岩		1.8 GY	1.78	0.02	-0.02	0.10	0.10	99.22	1.98	18.38		
泥質基質優勢	37	11.55	チャート		5.3 GY	3.71	0.78	-2.02	3.95	4.44	117.06	4.32	38.09		
砂質岩塊優勢 (弱破碎)	38	12.25	細粒砂岩		7.4 GY	3.27	0.67	-2.14	2.63	3.40	129.16	3.64	33.60		
泥質基質優勢	39	12.42	凝灰質泥岩		4.2 G	4.20	0.35	-1.53	0.78	1.72	152.98	0.78	43.33		
泥質基質優勢	40	12.68	暗灰色泥岩		8.3 YR	1.60	0.06	0.25	0.33	0.41	53.13	2.13	16.60		
泥質基質優勢	41	13.22	細粒砂岩		9.2 Y	2.81	0.12	-0.11	0.70	0.71	99.26	0.91	28.85		
砂質岩塊優勢 (弱破碎)	42	13.63	細粒砂岩		8.2 YR	2.21	0.04	0.15	0.19	0.24	51.84	4.63	22.64		
砂質岩塊優勢 (弱破碎)	43	13.73	暗灰色泥岩		9.2 YR	2.00	0.06	0.18	0.29	0.34	58.67	1.02	20.52		
砂質岩塊優勢 (弱破碎)	44	14.25	細粒砂岩		5.8 PB	2.97	0.05	0.04	-0.28	0.28	277.77	0.78	30.45		
砂質岩塊優勢 (弱破碎)	45	14.33	細粒砂岩		9.5 YR	2.13	0.07	0.19	0.33	0.38	60.17	0.65	21.84		
泥質基質優勢	46	14.62	チャート	右	2.2 G	2.93	0.09	-0.29	0.19	0.35	146.45	1.63	30.04		
砂質岩塊優勢 (弱破碎)	47	15.25	細粒砂岩		5.8 Y	2.72	0.14	0.02	0.86	0.86	89.00	1.40	27.90		
泥質基質優勢	48	15.81	チャート		3.5 Y	2.49	0.15	0.02	0.88	0.88	88.41	2.52	25.48		
泥質基質優勢	49	15.88	暗灰色泥岩		2.8 YR	2.04	0.04	0.21	0.13	0.25	30.95	0.58	20.95		
泥質基質優勢	50	15.90	細粒砂岩		1.0 Y	2.68	0.16	0.33	0.90	0.96	69.68	1.27	27.44		
泥質基質優勢	51	16.40	凝灰質泥岩		8.3 GY	3.37	0.18	-0.56	0.71	0.91	128.30	0.20	34.67		
泥質基質優勢	52	16.42	チャート		7.7 Y	2.47	0.47	0.06	3.06	3.07	88.94	4.85	25.49		
泥質基質優勢	53	16.55	暗灰色泥岩		8.9 YR	1.84	0.06	0.20	0.30	0.36	56.44	1.67	18.92		
砂質岩塊優勢 (弱破碎)	54	16.80	細粒砂岩		5.0 GY	2.88	0.12	-0.25	0.53	0.59	115.25	1.92	29.51		
砂質岩塊優勢 (弱破碎)	55	17.11	暗灰色泥岩	右	0.6 PB	2.01	0.03	-0.03	-0.14	0.14	257.62	1.24	20.62		
砂質岩塊優勢 (弱破碎)	56	17.34	細粒砂岩		8.0 BG	3.14	0.09	-0.34	-0.15	0.38	203.72	1.44	32.28		
砂質岩塊優勢 (弱破碎)	57	18.25	中粒砂岩		8.3 GY	3.09	0.14	-0.44	0.49	0.66	131.71	1.31	31.66		
砂質岩塊優勢 (強破碎)	58	19.88	暗灰色泥岩		7.8 YR	2.27	0.04	0.16	0.19	0.25	50.00	0.76	23.30		
砂質岩塊優勢 (強破碎)	59	20.50	細粒砂岩		4.9 Y	3.30	0.17	0.06	1.09	1.10	87.00	1.11	33.88		
砂質岩塊優勢 (強破碎)	60	21.15	中粒砂岩		4.8 Y	2.99	0.16	0.06	1.00	1.00	86.33	1.25	30.60		
泥質基質優勢	61	21.36	暗灰色泥岩		0.1 Y	2.21	0.11	0.27	0.57	0.63	64.64	0.04	22.68		
泥質基質優勢	62	21.42	細粒砂岩		6.7 Y	3.08	0.28	-0.07	1.78	1.78	92.16	1.57	31.59		
砂質岩塊優勢 (強破碎)	63	21.85	中粒砂岩		9.3 YR	2.13	0.11	0.33	0.56	0.65	59.63	5.22	21.86		
砂質岩塊優勢 (強破碎)	64	22.30	細粒砂岩		3.5 PB	4.49	0.84	0.07	0.06	0.09	43.39	1.28	25.31		
砂質岩塊優勢 (弱破碎)	65	23.52	中粒砂岩		3.5 GY	2.59	0.31	-0.60	1.41	1.53	113.03	2.17	26.58		
泥質基質優勢	66	24.28	細粒砂岩		2.8 GY	2.86	0.21	-0.42	1.06	1.14	111.58	2.76	29.35		
泥質基質優勢	67	24.85	中粒砂岩		4.8 G	3.19	0.07	-0.24	0.11	0.26	155.73	1.57	32.76		
			平均		5.4	-	2.64	0.20	-0.24	0.72	117.82	3.89	26.80		

表 付録 2-5 KB-1 岩石の色調 (方解石)

方解石脈

<計測条件> SAV, 10°

方解石脈				特徴	位置	マンセル			L*a*b		L*C*h		光沢	明度	
孔名	地層No.	計測No.	深度 (m)			色相	明度	彩度	色相、彩度		Metric Chroma	Metric Hue Angle			Gloss Unit
						Hue	Value	Chroma	lightness				c*	h	
					H	V	C	a*	b*	c*	h	GU			L*
KB-1	方 解 石 脈	c1-1	2.32	礫に発達	やや右	9.2	P	4.76	0.15	0.49	-0.33	0.59	325.85	1.40	49.04
		c1-2	5.08	礫に発達		0.2	B	6.14	0.07	-0.27	-0.11	0.29	202.19	12.78	63.04
		c1-3	5.20	礫に発達	やや左	2.1	Y	7.10	0.43	0.28	3.17	3.18	84.98	1.09	72.43
		c1-4	5.21	礫に発達	やや左	5.2	Y	7.20	0.28	-0.09	2.19	2.19	92.50	0.95	73.49
		c1-5	13.30	基質に発達		8.1	YR	6.33	0.61	1.58	3.51	3.85	65.74	15.63	64.76
		c1-6	14.64	礫に発達		6.8	GY	6.90	0.04	-0.13	0.24	0.27	118.40	1.62	70.56
		c1-7	24.58	礫に発達	かなり左	5.6	Y	7.66	0.21	-0.01	1.70	1.70	90.19	0.15	78.00

- **KB-2 孔**

KB-2 の柱状図を図 付録 2-30～図 付録 2-54 に，コア写真を図 付録 2-55～図 付録 2-56 に，割れ目の一覧を表 付録 2-6～表 付録 2-8 に，地質状況の詳細を表 付録 2-9 に，岩石の色調を表 付録 2-10 に，方解石脈の色調を表 付録 2-11 に，変質の色調を表 付録 2-12 にそれぞれ示す。

孔名	KB-2		記載日	2020/12/ 2		最大コア長 (cm)	40		コア回収率 (%)	100		シート No.	KB-2-3					
深度	GL- 2.00 ~ 3.00 m		記載者			ROD (%)	94		割れ目本数 (本/m)	3								
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載							組織 礫・岩塊径 平均 最大 (mm)	形状	備考
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩			
2.00				(前ページから続き)														
10																		
20																		
30																		割れ目内にCaba脈が発達。 11/30 2.31m コア掘削
40																		
50																		
60			+3															色彩計3
70				2.74m付近、泥岩脈が幅5mm程度に発達。														
80				2.85~3.00m、方解石脈が発達する。														
90																		
3.00																		

図 付録 2-32 KB-2 柱状図 (2.00~3.00m)

孔名	KB-2		記載日	2020/12/ 2		最大コア長 (cm)	49		コア回収率 (%)	100		シート No.								
深度	GL- 3.00 ~ 4.00 m		記載者			ROD (%)	81		割れ目本数 (本/m)	8		KB-2-4								
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載								組織	備考		
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因			変質幅・色	充填幅 (mm)
3.00																				
10				(前ページから続き)																
20	混在岩	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)		砂質岩塊優勢部 (弱破碎) 片状コア。CL級。細粒砂岩。3.15~3.30m、30°の割れ目の上位が厚さ20~40mm程度のディスク状コア。CL級。一部の割れ目沿いに暗灰色泥岩が挟在。	灰色	H3	C II	1	15-3.15-15 f-25 75 f IV - - T - <1 Py-e(1) Cab-a(1)	3.19-19 f-26 90 f VIII - - T - <1 -	3.21-21 f-27 90 f VIII - - T - <1 -	3.24-24 f-28 90 f VIII - - T - <1 -	3.27-27 f-29 30 f IX SS - - U T 1 3 暗灰 -	3.29- f-30 90 f VIII - - U T -	0	-	-	色彩計4		
30		砂質岩塊優勢部 (弱破碎)		30°割れ目が細粒砂岩と中粒砂岩の境界となっている。砂質岩塊優勢部 (弱破碎)	灰色	H4	B	1	34-3.35-34 f-31 85 f IV - - D - <1 Cab-a(1)						0	-	-	11/30 3.35m コア掘削		
40		砂質岩塊優勢部 (弱破碎)		長柱状コア。CH級。中粒砂岩でΦ2~3mmの暗灰色泥岩片が散在する。全体的に方解石が充填する癒着割れ目が分布する。40°方向に暗灰色泥岩の層状構造が発達する。ハンマー打撃で金属音。					44-3.44-44 f-32 85 f IV/VIII SL - S - 1 Cab-a(1) Ch(4)										レーク角80°L	
50									5.3-3.52-4.8 hf-5 75 h-f VIII - - U - <1 Cab-a(1)											
60									5.8-3.60-5.8 hf-6 70 h-f IV - - U - <1 -											
70									6.2-3.64-7.2 hf-7 40 h-f V - - U 5 暗灰 <1 泥岩(4)											
80																				色彩計5
90									9.4-3.93-9.3 f-33 75 f IV - - T - <1 Cab-a(1)											色彩計C2-1
4.00																				

図 付録 2-33 KB-2 柱状図 (3.00~4.00m)

孔名	KB-2		記載日	2020/12/ 4		最大コア長 (cm)	37		コア回収率 (%)	100		シート No.	KB-2-5											
深度	GL- 4.00 ~ 5.00 m		記載者			ROD (%)	100		割れ目本数 (本/m)	2		備考												
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										組織	備考				
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)			充填鉱物	基質の割合 (%)	礫・岩塊径 (平均・最大)	形状
4.00				(前ページから続き) 4.00m付近、方解石脈が発達。					4.04	hf-8	40	h-f	V	-	-	U	6 硝灰 4 硝灰	6	Cab-a(1)					
10									4.06	hf-9	65	h-f	IV	-	-	S								
20																								
30																								
40				4.40~4.52m、方解石の細脈が発達。					4.38	hf-10	75	h-f	V	SL	-	S	-	2	Cab-a(1)				レーク角60°L 11/30 4.38m コア掘削	
50				4.50m、割れ目に方解石脈が幅30mmで充填。					4.48 4.50	hf-11 hf-12	45 35	h-f h-f	VII VII	- -	- -	T T	- -	28	Cab-a(1)				色彩計C2-2	
60									4.62	f-34	70	f	VII	-	-	T	-	<1	Cab-a(1) Chl(4)					
70				4.66~4.84m、方解石の細脈が発達。																				
80									4.72	hf-13	40	h-f	IV	-	-	T	-	4	Cab-a(1)					
90				5.80~6.00m、方解石脈が20°方向に発達。																				
5.00									5.00	f-35	50	f	V	-	-	U	-	<1	Cab-a(1)					

図 付録 2-34 KB-2 柱状図 (4.00~5.00m)

孔名	KB-2		記載日	2020/12/ 4		最大コア長 (cm)	66		コア回収率 (%)	100		シート No.											
深度	GL- 5.00 ~ 6.00 m		記載者			ROD (%)	94		割れ目本数 (本/m)	4		KB-2-6											
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載							組織	備考						
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩			割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)	充填鉱物	基質の割合 (%)	礫・岩塊径 (平均/最大)
5.00																							
10				(前ページの続き) 5.00~6.40m、方解石が充填する細脈が発達。																			
20	混在岩	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)		砂質岩塊優勢部 (弱破碎) 短棒状コア。CM級。 中粒砂岩。	灰色	H4	C II	1	12	08	f-36	65	f	V	-	-	S	-	6	Py-e(1) Cab-a(1)	0	-	-
30									22	17	f-37	60	f	I	-	-	S	-	1	Py-e(1) Cab-a(1)			
40				5.00~5.40m、割れ目に方解石が充填。 砂質岩塊優勢部 (弱破碎) 長柱状コア。CH級。中粒砂岩。 5.45~6.40m、細脈が30°程度に発達。	灰色	H4	C I	1	26	23	f-38	65	f	VII	-	-	S	-	1	Py-e(1) Cab-a(1)			
50									35	32	f-39	75	f	V	-	-	S	-	1	Py-e(1) Cab-a(1)			
60									42		hf-14	25	h-f	VII	-	-	S	-	5	Cab-a(1)			
70									49		hf-15	30	h-f	VII	-	-	S	-	7	Cab-a(1)			
80									50		hf-16	25	h-f	VII	-	-	S	-	3	Cab-a(1)			
90									58		hf-17	30	h-f	VII	-	-	S	-	5	Cab-a(1)			
									52		hf-18	30	h-f	VII	-	-	S	-	10	Cab-a(1)			
									53		hf-19	30	h-f	VII	-	-	S	-	4	Cab-a(1)			
6.00									59		hf-20	30	h-f	VII	-	-	S	-	6	Cab-a(1)			

図 付録 2-35 KB-2 柱状図 (5.00~6.00m)

孔名	KB-2		記載日	2020/12/ 7		最大コア長 (cm)	52		コア回収率 (%)	100		シート No.											
深度	GL- 7.00 ~ 8.00 m		記載者			ROD (%)	84		割れ目本数 (本/m)	5		KB-2-8											
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										備考				
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)		充填鉱物	基質の割合 (%)	礫・岩塊径 (平均/最大)	形状
7.00				(前ページから続き)																			
10																							
20																							
30				7.30~7.35m、方解石脈が幅4~5mmで平行に3本発達。																			
40	混在岩	泥質基質優勢部	48	泥質基質優勢。短棒状コア。CL級。基質は暗灰色泥岩。礫は灰色凝灰質泥岩。7.35~7.40m、せん断による割れ目が集中。	暗灰色	H3	C II	1															色彩計8 12/2 7.44m コア掘削
50		泥質基質優勢部	7.50	泥質基質優勢。長柱状コア。CH級。基質は暗灰色泥岩。礫は灰色凝灰質泥岩、灰色細粒砂岩でavΦ40mm。	暗灰色	H3	C I	1															
60																							
70				7.66m付近、割れ目を方解石脈が充填。礫の長径が30°方向に発達。																			
80																							
90				7.90~8.00m、方解石脈が発達。																			色彩計9
8.00				C2-5+																			色彩計C2-5

図 付録 2-37 KB-2 柱状図 (7.00~8.00m)

孔名	KB-2		記載日	2020/12/ 7		最大コア長 (cm)	37		コア回収率 (%)	100		シート No.	KB-2-9															
深度	GL- 8.00 ~ 9.00 m		記載者			ROD (%)	86		割れ目本数 (本/m)	4		KB-2-9																
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										組織	備考								
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)			充填鉱物	基質の割合 (%)	礫・岩塊径 (平均/最大)	形状				
8.00				(前ページの続き)																								
10				8.00~8.55m、全体的に方解石脈が発達。					8033	hf-33	10	h-f	II	-	-	U	-	8	Cab-a(1)								レーク角5°R	
20									04	F-48	60	f	IV	SL	-	U	-	1	Cab-a(1) Chl(4)									
30																												色彩計10
40									34																		12/2	
50									36																		8.46m コア掘削	
60				8.57~8.59m、緑泥石が30°に20mm厚で層状に分布。 8.59~8.65m、褐灰色の凝灰岩が35°方向に層状に分布。					45	F-49	80	f	I	SL	-	D	-	1	Cab-a(1) Chl(4)								色彩計11	
70	凝灰質岩塊優勢部			凝灰質岩塊優勢部。 片状コア。CL級。 基質は暗灰色泥岩。 礫はavΦ80mmの灰色凝灰岩。 凝灰岩が40°方向に伸長して分布。	灰色	H3	C II	1	43	F-50	30	f	VI	SL	-	S	-	20	Cab-a(1) Chl(4)								レーク角20°R	
80									47	hf-34	30	h-f	V	-	-	S	-	20	Cab-a(1) Chl(4)								レーク角0°	
8.60									53	hf-35	35	h-f	V	-	-	U	-	-		Chl(4)								色彩計12
90	泥質基質優勢部			泥質基質優勢部。 長柱状コア。CH級。 基質は暗灰色泥岩。 礫は灰色凝灰質泥岩。	暗灰色	H3	B	1	54	F-51	60	f	II	-	-	S	-	2	Cab-a(1) Chl(4)		20	80					垂角礫状	
9.00									58	F-52	30	f	III	-	-	S	-	2	Cab-a(1) Chl(4)									色彩計13
									63																			
									68																			
									77																			
									886	hf-36	30	h-f	VIII	-	-	S	-	6	Cab-a(1)									
									91	hf-37	60	h-f	VIII	-	-	U	-	3	Cab-a(1)									
									8.94																			

図 付録 2-38 KB-2 柱状図 (8.00~9.00m)

孔名		KB-2		記載日	2020/12/ 8		最大コア長 (cm)	50		コア回収率 (%)	100		シート No.				
深度		GL- 9.00 ~ 10.00 m		記載者			ROD (%)	100		割れ目本数 (本/m)	1		KB-2-10				
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載							組織	備考
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩		
9.00				(前ページの続き)													
10																	
20				9.20~10.00m, 0~5°の高角な非癒着割れ目										レーク角90°L 色彩計14			
30														色彩計15			
40																	
50														12/2 9.50m コア掘削			
60																	
70																	
80																	
90																	
10.00																	

図 付録 2-39 KB-2 柱状図 (9.00~10.00m)

孔名	KB-2		記載日	2020/12/10		最大コア長 (cm)	29		コア回収率 (%)	100		シート No.											
深度	GL- 10.00 ~ 11.00 m		記載者			ROD (%)	84		割れ目本数 (本/m)	6		KB-2-11											
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										備考				
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)		充填鉱物	基質の割合 (%)	礫・岩塊径 (平均/最大)	形状
11.00				(前ページの続き)																			
10																							
20																							
30	混在岩	泥質岩塊優勢部		泥質岩塊優勢部。 長柱状コア。CM級。 基質は暗灰色泥岩。 礫はavΦ10mmの細粒砂岩。 10.35m、割れ目に沿って方解石脈が発達する。	暗灰色	H3	C II	1															
40																							
50																							色彩計16
60		泥質基質優勢部		泥質基質優勢部。 長柱状コア。CH級。 基質は暗灰色泥岩。 礫はavΦ30mm程度の灰色中～細粒砂岩、淡褐色の凝灰質泥岩。 砂岩礫の内外に方解石脈が発達。 10.72m、淡褐色の凝灰岩礫。 10.80m付近、礫の長径が55°方向に発達。	暗灰色	H3	C I	1															12/3 10.54m コア掘削
70																							
80																							
90																							
11.00																							レーク角10°R

図 付録 2-40 KB-2 柱状図 (10.00~11.00m)

孔名	KB-2			記載日	2020/12/10			最大コア長 (cm)	30			コア回収率 (%)	100			シート No.	KB-2-12				
深度	GL- 11.00 ~ 12.00 m			記載者				ROD (%)	90			割れ目本数 (本/m)	6			備考					
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										組織	形状	備考
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)			
11.00				(前ページの続き)																	
10				礫の配列等で明瞭な方向性はない。																色彩計17	
20			+17																		色彩計18
30			+18																		レーク角20°L
40																					レーク角20°R
50																					レーク角50°R
60																					12/3 11.59m コア掘削
70			+19																		色彩計19
80																					レーク角25°R
90																					
11.95				(次ページに記載)																	
12.00																					

図 付録 2-41 KB-2 柱状図 (11.00~12.00m)

孔名	KB-2		記載日	2020/12/11		最大コア長 (cm)	34		コア回収率 (%)	100		シート No.										
深度	GL- 12.00 ~ 13.00 m		記載者			ROD (%)	100		割れ目本数 (本/m)	4		KB-2-13										
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										組織	備考		
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)			充填鉱物	基質の割合 (%)
12.00	混在岩	砂質岩塊優勢部 (強破碎)		砂質岩塊優勢部。(強破碎) 長柱状コア。CH級。 基質は暗灰色泥岩。 岩塊は灰色細粒砂岩。灰色泥岩、灰色凝灰岩、灰色チャート。 avΦ100mm程度。 12.20m、方解石脈が幅12mm程度で割れ目を充填。 12.60m付近、Φ30mm程度の凝灰緑色凝灰岩塊。	灰色	H3	C I	1											5	100 (200)	垂直礫状	
10	混在岩	砂質岩塊優勢部 (強破碎)							色彩計C2-6													
20	混在岩	砂質岩塊優勢部 (強破碎)							色彩計20													
30	混在岩	砂質岩塊優勢部 (強破碎)							色彩計21													
40	混在岩	砂質岩塊優勢部 (強破碎)																				
50	混在岩	砂質岩塊優勢部 (強破碎)																				
60	混在岩	砂質岩塊優勢部 (強破碎)							色彩計22 12/3 12.64m コア掘削													
70	混在岩	砂質岩塊優勢部 (強破碎)																				
80	混在岩	砂質岩塊優勢部 (強破碎)																				
12.80	混在岩	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)								5	200 (300)	垂直礫状										
90	混在岩	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)																				
13.00	混在岩	砂質岩塊優勢部 (弱破碎)																				

図 付録 2-42 KB-2 柱状図 (12.00~13.00m)

孔名	KB-2		記載日	2020/12/11		最大コア長 (cm)	22		コア回収率 (%)	100		シート No.						
深度	GL- 13.00 ~ 14.00 m		記載者			RQD (%)	86		割れ目本数 (本/m)	7 (多数)		KB-2-14						
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載							組織	備考	
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩			割れ目の成因
13.00			+23	(前ページの続き)														色彩計23
10																		
20																		
30	混在岩	泥質基質優勢部	13.25	泥質基質優勢部。 長柱状~片状コア。CM級。 基質は暗灰色泥岩。 礫は細粒砂岩、灰色凝灰岩。 灰色凝灰質泥岩、灰色チャート。	暗灰色	H3	C II	1	23 13.22 20 24 13.26 28 13.29 28 30	f-73 80 f VI - - S - 1 Cab-a(1) Ch(4) hf-52 90 h-f V - - U - 1 Ch(2) Ch(4) f-74 80 f IV - - T - 3 Cab-a(1)					40	20 (50)	垂角礫状	
40			+24	13.30~13.40m、凝灰岩が70°方向に層状に分布。					41	f-75 60 f VIII - f-ct S 30 1 Cab-a(1) Ch(4)							色彩計24	
50			+a2-2	13.50m付近、割れ目が60°方向に発達し、片状コア。					46 13.45 49 49 13.49 52 52 13.52 54	f-76 60 f VIII - f-c S 1 Cab-a(1) Ch(4) f-77 60 f VIII - f-cb S 1 Cab-a(1) Ch(4)							色彩計a2-2 色彩計25 色彩計26	
60			+25 +26						55 13.64 65 65 13.65	f-78 85 f I - - D - - - f-79 15 f VI - - T - - <1 Ch(4)							12/4 13.66m コア掘削	
70		凝灰質岩塊優勢部	13.65	凝灰質岩塊優勢部。 長柱状コア。CM級。 基質は暗灰色泥岩。 岩塊は淡褐色凝灰岩、 灰色凝灰質泥岩。	淡褐色	H3	C I	1	72	f-80 30 f VI - - S - <1 Ch(4)							角礫状	
80									72									
90									81									
14.00			+27															

図 付録 2-43 KB-2 柱状図 (13.00~14.00m)

孔名	KB-2		記載日	2020/12/14		最大コア長 (cm)	35		コア回収率 (%)	100		シート No.						
深度	GL- 15.00 ~ 16.00 m		記載者			ROD (%)	100		割れ目本数 (本/m)	3		KB-2-16						
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載							組織	備考	
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩			割れ目の成因
15.00				(前ページから続き)														
10				15.10~15.30m 15.40~15.60m 15.65~15.95m 長径200mm程度の角礫状 細粒砂岩塊。														
20																		
30				15.33m付近、40°方向に割れ目が発達。 方解石と緑泥石が割れ目を充填。														
40				15.40~15.70m、45°方向に礫の長径が発達。 塑性変動あり。														レーク角5°R
50																		
60				15.60m付近、細粒砂岩の礫に方解石の細脈が発達。														
70				+30														色彩計30
80				15.70~15.95m、0°方向に礫の長径が発達。 塑性変動あり。														12/4 15.75m コア掘削
90																		
15.00																		

図 付録 2-45 KB-2 柱状図 (15.00~16.00m)

孔名	KB-2		記載日	2020/12/14		最大コア長 (cm)	65		コア回収率 (%)	100		シート No.											
深度	GL- 16.00 ~ 17.00 m		記載者			ROD (%)	100		割れ目本数 (本/m)	1		KB-2-17											
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										備考				
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)		充填鉱物	基質の割合 (%)	組織	形状
16.00	混在岩	砂質岩塊優勢部 (強破碎)		砂質岩塊優勢部、(強破碎) 長柱状コア。CH級。 基質は暗灰色泥岩。 岩塊はavΦ50mm、maxΦ100mmの灰色中粒砂岩、および灰色凝灰質砂岩。 16.05m付近、淡褐色の凝灰岩を挟む。 方解石脈は砂岩塊中に発達。	灰色	H3	C I	1	14.05	hf-56	35	h-f	IV	SL	-	S	-	-	-	5	50 (100)	亜円礫く角礫状 色彩計31	
10														14.06	hf-57	40	h-f	IV	-	-	S		-
20																							
30																							
40		泥岩基質優勢部		泥岩基質優勢部。 長柱状コア。CH級。 基質は暗灰色泥岩。 礫はavΦ20mm、maxΦ150mmの灰色細粒砂岩、灰色凝灰質泥岩。灰色チャート。	暗灰色	H3	C I	1													40	20 (100)	亜円礫く角礫状 色彩計32
50																							
60																							
70									14.65	f-90	50	f	VII	SL	-	U	-	<1	Cab-a(1)			レーク角65°L	
80									14.79	f-91	65	f	IV	SL	-	D	-	-	-			12/10 16.80m コア掘削	
90				16.80m、16.90m付近、 淡緑灰色の凝灰岩塊を含む。																		色彩計33	
17.00																							

図 付録 2-46 KB-2 柱状図 (16.00~17.00m)

孔名	KB-2		記載日	2020/12/14		最大コア長 (cm)	28		コア回収率 (%)	100		シート No.	KB-2-18												
深度	GL- 17.00 ~ 18.00 m		記載者			ROD (%)	100		割れ目本数 (本/m)	2															
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										組織	備考					
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)			充填鉱物	基質の割合 (%)	礫・岩塊径 (平均/最大)	形状	
17.00				(前ページから続き)																					
10																									
20																									
20	混在岩	砂質岩塊優勢部 (強破碎)		砂質岩塊優勢部。(強破碎) 長柱状コア。CH級。 基質は暗灰色泥岩。 岩塊は灰色細粒砂岩で、方解石の細脈が多数発達。	灰色	H4	C I	1		f-92	90	f	VII	-	-	D	-	-	-	10	50 (150)	角礫状			
30																									
40																									
50																									
60																									
60																									
70																									
80																									
80																									
90																									
90																									
18.00																									

図 付録 2-47 KB-2 柱状図 (17.00~18.00m)

孔名	KB-2		記載日	2020/12/14		最大コア長 (cm)	34		コア回収率 (%)	100		シート No.	KB-2-19							
深度	GL- 18.00 ~ 19.00 m		記載者			ROD (%)	98		割れ目本数 (本/m)	2		備考								
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										備考	
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色 (mm)	充填幅 (mm)		充填鉱物
													形状							
18.00				(前ページの続き)																
10																				
20																				
30				18.20~18.60m、 礫の長径や暗灰色泥岩の基質 が35~0°方向に発達。					22											
40									18.31	h-f-59	35	h-f	VIII	-	-	-	-			
50									40								色彩計37			
60				18.55~18.60m、 細粒砂岩礫内に方解石の細脈 が発達。					60								色彩計38			
70									18.65	f-97	50	f	VI	SL	-	S	-	1	Cab-a[2] Ch[4]	レーク角5°R
80									18.67	f-98	45	f	VI	SL	-	S	-	1	Cab-a[2] Ch[4]	レーク角0°
90				18.70~19.00m、 礫の長径が0°方向に発達。					71											
19.00									80											
									18.83	f-99	50	f	I	-	-	D	-	-		12/10 18.88m コア掘削
									30											

図 付録 2-48 KB-2 柱状図 (18.00~19.00m)

孔名	KB-2		記載日	2020/12/14		最大コア長 (cm)	64		コア回収率 (%)	100		シート No.												
深度	GL- 19.00 ~ 20.00 m		記載者			RQD (%)	97		割れ目本数 (本/m)	3		KB-2-20												
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										備考					
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅		充填鉱物	基質の割合 (%)	礫・岩塊径 (平均 最大)	形状	
19.00				(前ページの続き)					02	19.04	F-100	60	f	I	SL	-	S	-	<1	Cab-a(2) CH(4)	95	70 (90)	亜角礫く 角礫状	レーク角30°R
10	混在岩	泥質基質優勢部		泥質基質優勢部。 長柱状コア。CH級。 基質は暗灰色泥岩。 礫は灰色凝灰質泥岩、灰色細粒砂岩。 礫の長径が0~20°方向に発達。	暗灰色	H3	C I	1																
20																								
30																								
40																								色彩計39 色彩計40
50																								
60				19.50m付近、基質内に方解石の細脈が発達。																				
70																								顕微鏡下で、 黄鉄鉱のような明 瞭なへき開なし。 光沢も鈍い。
80		泥質基質優勢部		泥質基質優勢部。 長柱状コア。CM級。 基質は暗灰色泥岩。 礫は灰色細粒砂岩、灰色凝灰質泥岩。 礫の長径が0°方向に発達。	暗灰色	H3	C II	1	71	19.68	F-101	50	f	IX	SL	-	S	-	1	Cab-a(1) CH(4) 黄銅鉱(1)	30	30 (100)	亜角礫く 亜角礫状	色彩計41 色彩計42 12/10 19.89m コア掘削
90		泥質基質優勢部																						
20.00				泥質基質優勢部。 長柱状コア。CH級。 基質は暗灰色泥岩。 礫は灰色細粒砂岩、淡緑灰色凝灰岩、灰色凝灰質泥岩。	暗灰色	H4	C I	1	90	19.90	F-103	90	f	IV	-	-	D	-	-		20	60 (300)	亜角礫状	

図 付録 2-49 KB-2 柱状図 (19.00~20.00m)

孔名	KB-2			記載日	2020/12/		最大コア長 (cm)	71		コア回収率 (%)	100		シート No.									
深度	GL- 20.00 ~ 21.00 m			記載者			ROD (%)	100		割れ目本数 (本/m)	1		KB-2-21									
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載							組織	備考					
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩			割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)	充填鉱物	基質の割合 (%)
20.00				(前ページから続き)																		
10				20.00~20.30m、 Φ300mmの亜角礫状の中粒砂岩塊。					20.05	hf-61	10	h-f	V	-	-	U	-	5	Cab-a(1) Chl(2)		色彩計43	
20				20.00~20.40m、 礫の長径が25°方向に発達。																		
30				+43																		
40				20.35~20.45m、Φ150mmで 棒状の淡灰色の凝灰岩塊。					22	hf-62	50	h-f	VII	-	-	U	-	2	Cab-a(1)		色彩計44	
50				20.45					20.28													
60	混在岩	泥質基質優勢部		泥質基質優勢部。 長柱状コア。CH級。 基質は暗灰色泥岩。 礫は灰色細粒砂岩、灰色凝灰色泥岩、淡緑色凝灰岩。	暗灰色	H3	C I	1												70	20 (110)	棒状(角礫状)と円礫状
70				20.45~20.70m、 礫の長径が20°方向に発達。					66													
80				+46					20.71	f-104	50	f	VI	-	-	S	-	1	Cab-a(1) Chl(3)		色彩計46	
90																						
22.00				20.90~21.10m、 礫の長径が15°方向に発達。					20.94	f-105	80	f	IV	-	-	D	-	-				12/11 20.94m コア掘削

図 付録 2-50 KB-2 柱状図 (20.00~21.00m)

孔名	KB-2		記載日	2020/12/15		最大コア長 (cm)	40		コア回収率 (%)	100		シート No.								
深度	GL- 21.00 ~ 22.00 m		記載者			R0D (%)	100		割れ目本数 (本/m)	4		KB-2-22								
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載								組織	備考		
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因			変質幅・色	充填幅 (mm)
21.00																				
10			+47	(前ページから続き)																色彩計47
20			+48	21.15~21.27m、Φ120mmの円礫状の淡緑色凝灰岩塊。																色彩計48
30																				
40																				
50																				
60																				21.50m コア掘削 (コア箱収納) 22.00m付近の割れ目保護のため
70				21.60~21.95m、20°方向に発達する割れ目を方解石が充填。																
80																				レーク角15°L
90		21.90																		
22.00	混在岩	泥質基質優勢部		泥質基質優勢部。長柱状コア。CH級。基質は暗灰色泥岩。礫は灰色泥岩、細粒砂岩、凝灰岩。	灰色	H3	CII	1												12/11 22.00m コア掘削

図 付録 2-51 KB-2 柱状図 (21.00~22.00m)

孔名	KB-2		記載日	2020/12/16		最大コア長 (cm)	34		コア回収率 (%)	100		シート No.											
深度	GL- 22.00 ~ 23.00 m		記載者			ROD (%)	94		割れ目本数 (本/m)	5		KB-2-23											
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載							組織	備考						
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩			割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)	充填鉱物	基質の割合 (%)	礫・岩塊径 (平均/最大 mm)
22.00				(前ページの続き)																			
10			+49	21.90~22.10m 礫の長径が10°方向に発達。														色彩計49					
20			+50															色彩計50					
30			+51	22.20~22.35m 礫の長径が30°方向に発達。														色彩計51					
40			22.35	22.33m、方解石脈が発達。																			
40	混在岩	チャート質岩塊優勢部		チャート質岩塊優勢部。 長柱状~短柱状コア。CH~CM級。 基質は暗灰色泥岩。 礫は灰色チャート、灰色凝灰質泥岩。 チャート岩塊内に方解石脈が発達。 基質の小礫の長径が0°方向に発達。	灰色	H4	C II	1	33 22.37	f-111	80	f	III	-	-	S	-	5	Cab-a(3) ChI(4)	20	80 (120)	垂角礫状	
50																							
60			+C2-7	22.60m、Φ50mm程度の方解石の濃集。																			22.50m コア切断 (コア箱収納) 23.00~23.03m のコア破砕を防ぐため。 色彩計C2-7
70																							
80																							レーク角0°
90			+52																				色彩計52
			+a2-3																				色彩計a2-3
			+53																				色彩計53
23.00																							

図 付録 2-52 KB-2 柱状図 (22.00~23.00m)

孔名	KB-2		記載日	2020/12/16		最大コア長 (cm)	56		コア回収率 (%)	100		シート No.											
深度	GL- 23.00 ~ 24.00 m		記載者			R0D (%)	100		割れ目本数 (本/m)	3		KB-2-24											
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										組織	備考			
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)			充填鉱物	基質の割合 (%)	礫・岩塊径 (平均・最大)
23.00				(前ページから続き)						f-115	90	f	I	-	-	D	-	<1	CH(3)			12/11 23.03m コア掘削 色彩計54	
10	混在岩	泥質基質優勢部	+54	泥質基質優勢部。 長柱状コア。CH級。 基質は暗灰色泥岩。 礫は灰色細粒砂岩。	灰色	H3	C1	1											50	40 (60)	亜角礫状		
20			+55	基質とチャート礫内に方解石脈が発達。																		色彩計55	
30				礫の長径が5°方向に発達。																			
40																							
50										f-116	30	f	I	-	-	D	-	-	CH(2)				
60				23.05~23.25m、Φ200mmの細粒砂岩塊。																		23.50m コア切断 (コア箱収納)	
70			+56	23.50~23.80m、礫の長径が20°方向に発達。																		色彩計56	
80										f-119	50	f	IX	-	-	S	-	1	Cab-a(1) CH(4) 黄銅鉱(1)				
90			+57	23.80~23.90m、礫の長径が30°方向に発達。																		色彩計57	
24.00																							

図 付録 2-53 KB-2 柱状図 (23.00~24.00m)

孔名	KB-2		記載日	2020/12/16		最大コア長 (cm)	71		コア回収率 (%)	100		シート No.	KB-2-25									
深度	GL- 24.00 ~ 25.00 m		記載者			R0D (%)	100		割れ目本数 (本/m)	3		シート No.	KB-2-25									
深度 (cm)	地層名	岩石名	スケッチ	岩相	色調	硬さ	岩盤等級	風化・変質	割れ目記載										備考			
									模式断面図	割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)		充填鉱物	基質の割合 (%)	礫・岩塊径 (平均/最大) (mm)
1.00				(前ページから続き)											12/14							
10	混在岩	泥質基質優勢部		泥質基質優勢部。長柱状コア。CH級。基質は暗灰色泥岩。礫は淡緑灰色凝灰岩、灰色細粒砂岩。灰色凝灰質泥岩。	暗灰色	H3	C1	1		f-120	70	f	I	-	D	-	-	-	60	500 (500)	棒状・角礫状	24.05m コア掘削 色彩計58
20				Φ500mm程度の棒状凝灰岩が0°方向に分布。						hf-64	30	h-f	II	-	S	-	5	Cab-a(2) ChI(2)				色彩計59
30				24.05~24.30m 礫の長径が35°方向に発達。 24.30~24.85m 礫の長径が0°方向に発達。						hf-65	25	h-f	II	-	S	-	5	Cab-a(2) ChI(2)				色彩計60
40																						色彩計61
50																						色彩計62
60																						24.50m コア切断 (コア箱収納) 色彩計63
70										f-121	55	f	IV	-	U	-	<1	Cab-a(3) ChI(2)				
80										f-122	45	f	I	SL	-	T	-	<1	Cab-a(2) ChI(2)			レーク角65°L
90										f-123	25	f	IX	-	S	-	2	Cab-a(3) ChI(4)				12/14
2.00										f-124	60	f	I	-	D	-	<1	Cab-a(3) ChI(4)				25.09m コア掘削

図 付録 2-54 KB-2 柱状図 (24.00~25.00m)

KB-2



図 付録 2-55 KB-2 コア写真 (1)



図 付録 2-56 KB-2 コア写真 (2)

表 付録2-6 KB-2 割れ目一覧 (1)

上端深度	下端深度	中央深度	割れ目記載									充填鉱物						
			割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	レーク角	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)	方解石	緑泥石	黄鉄鉱	黄銅鉱	泥岩	
0.18	0.18	0.20	f-1	90	f	VII	-	-	-	D	-	-						
0.30	0.30	0.31	f-2	85	f	IV	-	-	-	S	-	-						
0.36	0.40	0.38	f-3	70	f	VII	-	-	-	S	-	-						
		0.42	f-4	20	f	VIII	-	-	-	S	-	-						
0.46	0.48	0.47	f-5	70	f	VIII	-	-	-	S	-	-						
0.50	0.52	0.50	f-6	75	f	V	-	-	-	S	-	-						
		0.54	f-7	40	f	V	-	-	-	S	-	-						
0.57	0.57	0.57	f-8	85	f	VIII	-	-	-	S	-	-						
0.60	0.61	0.61	f-9	85	f	V	-	-	-	S	-	-						
0.64	0.64	0.64	f-10	85	f	VIII	-	-	-	S	-	-						
0.67	0.68	0.68	f-11	80	f	VIII	-	-	-	S	-	-						
0.68	0.73	0.72	f-12	55	f	VIII	-	-	-	S	-	-						
0.79	0.80	0.82	f-13	70	f	V	-	-	-	S	-	-						
0.79	0.87	0.85	f-14	40	f	VIII	-	-	-	S	-	-						
0.94	0.94	0.95	f-15	60	f	II	-	-	-	D	-	-						
1.50	1.70	1.07	f-16	75	f	II	-	-	-	U	-	-						
1.13	1.15	1.13	f-17	60	f	VIII	SL	80° L	-	S	-	<1	Cab-a	Chl				
1.32	1.32	1.31	f-18	90	f	V	-	-	-	T	-	-						
		1.40	hf-1	30	h-f	V	-	-	-	U	-	4	Cab-a					
		1.45	hf-2	35	h-f	V	-	-	-	U	-	4	Cab-a					
1.55	1.58	1.56	f-19	75	f	VIII	-	-	-	S	-	-						
1.55	1.58	1.61	hf-3	70	h-f	V	-	-	-	S	-	-						
1.77	1.83	1.81	f-20	60	f	V	-	-	-	U	-	-	Cab-a					
1.90	1.96	1.94	f-21	60	f	VIII	-	-	-	U	-	-	Cab-a					
2.25	2.25	2.25	f-22	90	f	VIII	-	-	-	U	-	-						
2.30	2.31	2.31	f-23	85	f	II	-	-	-	D	-	-						
2.60	2.62	2.60	f-24	80	f	VII	-	-	-	T	-	1	Cab-a	Chl				
2.68	2.77	2.74	hf-4	45	h-f	VIII	-	-	-	T	5、黒色	1						泥岩
3.15	3.15	3.15	f-25	75	f	IV	-	-	-	T	-	<1	Cab-a		Py-e			
3.19	3.19	3.19	f-26	90	f	VIII	-	-	-	T	-	-						
3.21	3.21	3.21	f-27	90	f	VIII	-	-	-	T	-	<1						泥岩
3.24	3.24	3.24	f-28	90	f	VIII	-	-	-	T	-	<1						泥岩
3.15	3.34	3.27	f-29	30	f	IX	SS	-	-	U	3、暗灰色	1	Cab-a	Chl				
3.29	3.29	3.29	f-30	90	f	VIII	-	-	-	T	-	-						
3.34	3.34	3.35	f-31	85	f	IV	-	-	-	D	-	-	Cab-a					
3.44	3.44	3.44	f-32	85	f	IV	SL	80° L	-	S	-	1	Cab-a	Chl				
3.48	3.53	3.52	hf-5	75	h-f	VIII	-	-	-	U	-	1	Cab-a					
3.58	3.62	3.60	hf-6	70	h-f	IV	-	-	-	U	-	-						
3.58	3.72	3.64	hf-7	40	h-f	V	-	-	-	U	5、暗灰色	4						泥岩
3.93	3.94	3.93	f-33	75	f	IV	-	-	-	T	-	<1	Cab-a					
		4.04	hf-8	40	h-f	V	-	-	-	U	6、暗灰色	6	Cab-a					
		4.06	hf-9	65	h-f	IV	-	-	-	S	4、暗灰色	-						
4.34	4.46	4.38	hf-10	75	h-f	V	SL	60° L	-	S	-	2	Cab-a					
4.34	4.40	4.48	hf-11	45	h-f	VII	-	-	-	T	-	28	Cab-a					
		4.50	hf-12	35	h-f	VII	-	-	-	T	-	-						
4.60	4.63	4.62	f-34	70	f	VII	-	-	-	T	-	<1	Cab-a	Chl				
		4.72	hf-13	40	h-f	IV	-	-	-	T	-	4	Cab-a					
		5.00	f-35	50	f	V	-	-	-	U	-	<1	Cab-a					
5.08	5.12	5.10	f-36	65	f	V	-	-	-	S	-	6	Cab-a		Py-e			
5.17	5.22	5.20	f-37	60	f	I	-	-	-	S	-	1	Cab-a		Py-e			
5.23	5.26	5.24	f-38	65	f	VII	-	-	-	S	-	1	Cab-a		Py-e			
5.32	5.35	5.34	f-39	75	f	V	-	-	-	S	-	1	Cab-a		Py-e			
		5.45	hf-14	25	h-f	VII	-	-	-	S	-	5	Cab-a					
		5.49	hf-15	30	h-f	VII	-	-	-	S	-	7	Cab-a					
		5.60	hf-16	25	h-f	VII	-	-	-	S	-	3	Cab-a					
		5.89	hf-17	30	h-f	VII	-	-	-	S	-	5	Cab-a					
		5.92	hf-18	30	h-f	VII	-	-	-	S	-	10	Cab-a					
		5.93	hf-19	30	h-f	VII	-	-	-	S	-	4	Cab-a					
		5.99	hf-20	30	h-f	VII	-	-	-	S	-	6	Cab-a					
	6.20	6.05	hf-21	20	h-f	VII	-	-	-	S	-	5	Cab-a					
6.30	6.17	6.10	f-40	35	f	VI	SS	-	-	S	-	1	Cab-a	Chl				
6.17	6.17	6.17	f-41	80	f	IV	-	5° R	-	S	-	<1	Cab-a					
6.24	6.26	6.25	hf-22	80	h-f	II	-	20° R	-	U	-	2	Cab-a					
		6.33	hf-23	20	h-f	VIII	-	0°	-	S	-	5	Cab-a					
6.38	6.38	6.38	f-42	85	f	IV	-	-	-	D	-	-						
		6.53	hf-24	30	h-f	V	-	-	-	T	-	10	Cab-a					
6.55	6.59	6.57	hf-25	70	h-f	V	-	-	-	T	5、暗灰色	1	Cab-a					
6.59	6.70	6.65	hf-26	35	h-f	VIII	-	-	-	S	6、暗灰色	4	Cab-a					
		6.81	hf-27	60	h-f	VII	-	-	-	U	-	3	Cab-a					
		7.32	hf-28	25	h-f	VII	-	-	-	T	-	5	Cab-a					
		7.32	hf-29	25	h-f	VIII	-	-	-	T	-	5	Cab-a					
		7.32	hf-30	25	h-f	VIII	-	-	-	T	-	4	Cab-a					
7.33	7.35	7.33	f-43	70	f	III	SS	-	f-ct	S	-	3	Cab-a	Chl				
7.35	7.38	7.37	f-44	75	f	X	SS	-	f-c	S	-	1	Cab-a	Chl				

表 付録2-7 KB-2 割れ目一覧 (2)

上端深度	下端深度	中央深度	割れ目記載											充填鉱物				
			割れ目番号	傾斜角度	継着・開口	面の粗さ	条線	レーク角	断層岩	割れ目の成因	表質編・色	充填幅(mm)	方解石	緑泥石	黄鉄鉱	黄銅鉱	泥岩	
7.37	7.41	7.40	f-45	60	f	X	SS			f-cb	S	-	3	Cab-a	Chl			
7.41	7.44	7.43	f-46	75	f	IV	-			-	T	-	-					
7.47	7.49	7.48	f-47	80	f	IV	-			-	T	-	-					
	7.64	7.64	hf-31	40	h-f	IV	-			-	U	-	-					
7.61	7.78	7.66	hf-32	35	h-f	VIII	-			-	S	-	4	Cab-a				
		8.03	hf-33	10	h-f	II	-			-	U	-	8	Cab-a				
8.40	8.10	8.06	f-48	60	f	IV	SL	5° R	-	U	-	1	Cab-a	Chl				
8.43	8.45	8.43	f-49	80	f	I	SL	20° R	-	D	-	1	Cab-a	Chl				
8.34	8.53	8.48	f-50	30	f	VI	SL	0° R	-	S	-	20	Cab-a	Chl				
8.36	8.54	8.50	hf-34	30	h-f	V	-			-	S	-	20	Cab-a				
8.47	8.59	8.55	hf-35	35	h-f	V	-			-	U	-	-		Chl			
8.60	8.63	8.62	f-51	60	f	II	-			-	S	-	2	Cab-a	Chl			
8.58	8.68	8.65	f-52	30	f	III	-			-	S	-	2	Cab-a	Chl			
	8.77	8.86	hf-36	30	h-f	VIII	-			-	S	-	6	Cab-a				
	8.91	8.94	hf-37	60	h-f	VIII	-			-	U	-	3	Cab-a				
8.92	9.10	9.06	hf-38	30	h-f	II	-			-	U	-	<1	Cab-a				
9.10	9.23	9.16	f-53	40	f	V	SL	90° R	-	S	-	1	Cab-a					
		9.35	hf-39	15	h-f	V	-			-	U	-	3	Cab-a				
	9.20	9.35	hf-40	0	h-f	VIII	-			-	U	-	2	Cab-a				
9.50	9.52	9.50	f-54	85	f	IV	-			-	D	-	-					
9.66	9.74	9.72	hf-41	40	h-f	VIII	-			-	U	-	-					
		9.95	hf-42	0	h-f	VIII	-			-	T	-	3	Cab-a				
		9.96	hf-43	85	h-f	V	-			-	T	-	5	Cab-a				
10.11	10.45	10.29	f-55	30	f	VIII	SS			-	S	-	1	Cab-a				
10.35	10.38	10.37	f-56	65	f	VI	SS			-	S	-	<1	Cab-a	Chl			
10.38	10.42	10.41	f-57	55	f	VI	SS			-	S	-	<1	Cab-a	Chl			
10.53	10.55	10.54	f-58	85	f	I	-			-	D	-	-					
		10.57	hf-44	15	h-f	V	-			-	U	-	1	Cab-a				
10.57	10.71	10.64	f-59	35	f	VI	SS			-	S	-	1	Cab-a	Chl			
10.68	10.74	10.72	f-60	60	f	VI	SS			-	S	-	1	Cab-a	Chl			
10.68	10.80	10.74	hf-45	50	h-f	V	-			-	S	-	10	Cab-a	Chl			
10.80	10.88	10.85	hf-46	45	h-f	VIII	-			-	S	-	3		Chl			
10.91	10.95	10.92	f-61	85	f	VI	SL	10° R	-	S	-	1		Chl				
11.20	11.31	11.29	f-62	75	f	VI	SL	20° L	-	S	-	1	Cab-a	Chl				
11.20	11.33	11.31	f-63	60	f	VI	SL	20° R	-	S	-	1	Cab-a	Chl				
11.20	11.34	11.34	f-64	30	f	VI	SL	50° R	-	S	-	1	Cab-a	Chl				
11.20	11.39	11.39	f-65	25	f	VI	SS			-	S	-	1	Cab-a	Chl			
11.55	11.62	11.59	f-66	75	f	I	-			-	D	-	-					
11.62	11.74	11.70	f-67	60	f	I	-			-	S	-	-					
		11.70	f-68	30	f	III	SL	25° R	-	S	-	1		Chl				
	12.20	12.03	hf-47	90	h-f	VIII	-			-	S	-	3		Chl			
12.90	12.12	12.10	f-69	65	f	V	-			-	U	-	1	Cab-a	Chl			
12.90	12.29	12.28	hf-48	20	h-f	VIII	-			-	T	-	12	Cab-a				
12.23	12.29	12.29	f-70	60	f	V	-			-	T	-	1	Cab-a	Chl			
12.29	12.35	12.31	hf-49	70	h-f	V	-			-	S	-	2		Chl			
		12.45	hf-50	0	h-f	V	-			-	U	-	5		Chl			
12.60	12.66	12.64	f-71	50	f	V	-			-	T	-	1		Chl			
	12.69	12.72	hf-51	40	h-f	VIII	-			-	U	-	3	Cab-a				
12.79	12.80	12.79	f-72	65	f	V	-			-	T	-	1	Cab-a	Chl			
13.20	13.23	13.22	f-73	80	f	VI	-			-	S	-	1	Cab-a	Chl			
13.24	13.26	13.26	hf-52	90	h-f	V	-			-	U	-	1		Chl			
13.28	13.28	13.29	f-74	80	f	IV	-			-	T	-	3	Cab-a	Chl			
13.41	13.49	13.45	f-75	60	f	VIII	-			f-ct	S	-	1	Cab-a	Chl			
13.46	13.52	13.49	f-76	60	f	VIII	-			f-c	S	-	1	Cab-a	Chl			
13.49	13.54	13.52	f-77	60	f	VIII	-			f-cb	S	-	1	Cab-a	Chl			
13.52	13.72	13.64	f-78	85	f	I	-			-	D	-	-					
13.65	13.65	13.65	f-79	15	f	VI	-			-	T	-	<1		Chl			
13.72	13.81	13.79	f-80	30	f	VI	-			-	S	-	<1		Chl			
14.10	14.60	14.03	f-81	45	f	IX	-			-	S	-	2					
14.60	14.10	14.12	f-82	30	f	IX	SL	75° R	-	S	-	1	Cab-a	Chl				
		14.16	f-83	90	f	V	-			-	D	-	<1			Py-a		
	14.10	14.25	hf-53	15	h-f	V	-			-	S	-	12	Cab-a				
14.55	14.65	14.60	f-84	40	f	IX	-			-	S	-	1	Cab-a	Chl			
14.68	14.72	14.70	f-85	65	f	IV	SL	5° R	-	S	-	<1	Cab-a					
14.96	15.13	15.03	hf-54	35	h-f	VIII	-			-	S	-	3	Cab-a				
15.23	15.39	15.33	f-86	45	f	VI	SL	5° R	-	S	-	1	Cab-a	Chl				
15.34	15.38	15.35	f-87	40	f	IV	-			-	S	-	1	Cab-a	Chl			
15.45	15.60	15.53	f-88	25	f	IX	SS			-	S	-	1	Cab-a	Chl			
	15.60	15.66	hf-55	35	h-f	VIII	-			-	S	-	3	Cab-a				
15.73	15.78	15.75	f-89	80	f	I	-			-	D	-	-					
16.00	16.80	16.05	hf-56	35	h-f	IV	-			-	S	-	-					
16.10	16.10	16.06	hf-57	40	h-f	IV	-			-	S	-	-					
16.64	16.69	16.65	f-90	50	f	VII	SL	65° L	-	U	-	<1	Cab-a					

表 付録2-8 KB-2 割れ目一覧 (3)

上端深度	下端深度	中央深度	割れ目記載										充填鉱物						
			割れ目番号	傾斜角度	癒着・開口	面の粗さ	条線	レーク角	断層岩	割れ目の成因	変質幅・色	充填幅 (mm)	方解石	緑泥石	黄鉄鉱	黄銅鉱	泥岩		
16.78	16.79	16.79	f-91	65	f	IV	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17.28	17.28	17.28	f-92	90	f	VII	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17.55	17.55	17.55	f-93	90	f	VII	-	-	-	T	-	-	-	Cab-a	Chl	-	-	-	-
	17.60	17.58	hf-58	40	h-f	VIII	-	-	-	U	-	-	20	Cab-a	-	-	-	-	-
17.62	17.84	17.72	f-94	25	f	IX	SS	-	-	S	-	-	2	Cab-a	Chl	-	-	-	-
17.84	17.84	17.84	f-95	25	f	I	-	-	-	D	-	-	<1	Cab-a	Chl	-	-	-	-
	18.00	17.99	f-96	85	f	IV	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18.22	18.40	18.31	hf-59	35	h-f	VIII	-	-	-	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18.60	18.69	18.65	f-97	50	f	VI	SL	5° R	-	S	-	-	1	Cab-a	Chl	-	-	-	-
18.60	18.70	18.67	f-98	45	f	VI	SL	0°	-	S	-	-	1	Cab-a	Chl	-	-	-	-
18.80	18.88	18.83	f-99	50	f	I	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19.20	19.70	19.04	f-100	60	f	I	SL	30° R	-	S	-	-	<1	Cab-a	Chl	-	-	-	-
19.52	19.62	19.56	hf-60	45	h-f	VIII	-	-	-	U	-	-	<1	-	Chl	-	-	-	-
19.65	19.71	19.68	f-101	50	f	IX	-	-	-	S	-	-	1	Cab-a	Chl	-	-	黄銅鉱	-
19.67	19.74	19.71	f-102	45	f	IX	-	-	-	S	-	-	1	Cab-a	Chl	-	-	黄銅鉱	-
19.90	19.94	19.90	f-103	90	f	IV	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		20.05	hf-61	10	h-f	V	-	-	-	U	-	-	5	Cab-a	Chl	-	-	-	-
20.22	20.30	20.28	hf-62	50	h-f	VII	-	-	-	U	-	-	2	Cab-a	-	-	-	-	-
20.66	20.74	20.71	f-104	50	f	VI	-	-	-	S	-	-	1	Cab-a	Chl	-	-	-	-
20.93	20.94	20.94	f-105	80	f	IV	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21.37	21.40	21.38	f-106	60	f	IX	-	-	-	S	-	-	2	Cab-a	Chl	-	-	-	-
	21.95	21.77	hf-63	20	h-f	V	-	-	-	U	-	-	8	Cab-a	-	-	-	-	-
21.77	21.80	21.78	f-107	70	f	V	SL	15° L	-	S	-	-	<1	Cab-a	Chl	-	-	-	-
21.92	22.10	21.96	f-108	50	f	VI	SS	-	-	S	-	-	1	Cab-a	Chl	-	-	-	-
		22.00	f-109	0	f	VI	SS	-	-	U	-	-	<1	-	-	-	-	-	-
22.18	22.20	22.19	f-110	75	f	IV	-	-	-	S	-	-	2	Cab-a	Chl	-	-	-	-
22.33	22.40	22.37	f-111	80	f	III	-	-	-	S	-	-	5	Cab-a	Chl	-	-	-	-
22.68		22.71	f-112	35	f	VI	-	-	-	S	-	-	1	Cab-a	Chl	-	-	-	-
22.74	22.83	22.77	f-113	50	f	VI	SL	0°	-	S	-	-	1	Cab-a	Chl	-	-	黄銅鉱	-
22.88	22.94	22.93	f-114	50	f	VI	-	-	-	S	-	-	1	Cab-a	Chl	-	-	-	-
23.20	23.20	23.03	f-115	90	f	I	-	-	-	D	-	-	<1	-	Chl	-	-	-	-
23.45	23.51	23.46	f-116	30	f	I	-	-	-	D	-	-	-	-	Chl	-	-	-	-
		23.54	f-117	5	f	IX	-	-	-	S	-	-	1	Cab-a	Chl	-	-	黄銅鉱	-
23.55	23.58	23.56	f-118	60	f	I	-	-	-	T	-	-	-	Cab-a	Chl	-	-	黄銅鉱	-
23.71	23.80	23.76	f-119	50	f	IX	-	-	-	S	-	-	1	Cab-a	Chl	-	-	黄銅鉱	-
24.30	24.80	24.05	f-120	70	f	I	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24.30	24.20	24.11	hf-64	30	h-f	II	-	-	-	S	-	-	5	Cab-a	Chl	-	-	-	-
24.10	24.32	24.22	hf-65	25	h-f	II	-	-	-	S	-	-	5	Cab-a	Chl	-	-	-	-
24.68	24.75	24.71	f-121	55	f	IV	-	-	-	U	-	-	<1	Cab-a	Chl	-	-	-	-
24.78	24.84	24.82	f-122	45	f	I	SL	65° L	-	T	-	-	<1	Cab-a	Chl	-	-	-	-
24.85	25.60	24.95	f-123	25	f	IX	-	-	-	S	-	-	2	Cab-a	Chl	-	-	-	-
		24.95	f-124	60	f	I	-	-	-	D	-	-	<1	Cab-a	Chl	-	-	-	-

表 付録 2-10 KB-2 岩石の色調 (色彩計)

KB-2

<計測条件> SAV, 10°

地質記載	地層 No.	計測 No.	現場計測 No.	深度 (m)	計測対象	位置	マンセル			L*a*b		L*C*h		光沢	明度		
							色相	明度	彩度	色相、彩度		彩度	色相角			Gloss Unit	Value
							Hue	Value	Chroma	lightness		Metric Chroma	Metric Hue Angle				
							H	V	C	a*	b*	c*	h				
砂質岩塊優勢 (弱破碎)	1	1	71	0.51	細粒砂岩		2.5	GY	4.36	0.15	-0.32	0.89	0.94	109.79	0.81	44.97	
砂質岩塊優勢 (弱破碎)	2	2	72	0.90	細粒砂岩		1.7	GY	3.00	0.19	-0.14	0.47	0.50	106.74	2.67	30.73	
砂質岩塊優勢 (弱破碎)	3	3	73	2.56	細粒砂岩		0.8	Y	2.68	0.08	0.20	0.48	0.52	67.34	1.24	27.44	
砂質岩塊優勢 (弱破碎)	4	4	74	3.22	細粒砂岩		6.6	YR	2.73	0.02	0.11	0.11	0.15	46.37	0.15	27.96	
砂質岩塊優勢 (弱破碎)	5	5	75	3.75	中粒砂岩		2.5	GY	2.59	0.23	-0.41	1.11	1.18	110.45	4.49	26.51	
砂質岩塊優勢 (弱破碎)	6	6	76	5.40	中粒砂岩		0.2	BG	3.57	0.13	-0.54	0.09	0.55	170.04	2.18	36.74	
砂質岩塊優勢 (弱破碎)	7	7	77	5.75	中粒砂岩		3.9	G	3.66	0.09	-0.38	-0.20	0.43	152.26	0.84	37.70	
泥質基質優勢	8	8	78	7.40	凝灰質泥岩		9.9	YR	2.11	0.15	0.37	0.77	0.85	64.00	0.27	21.66	
泥質基質優勢	9	9	79	7.88	暗灰色泥岩		2.0	Y	2.40	0.10	0.18	0.59	0.62	73.26	0.07	24.58	
泥質基質優勢	9	10	80	8.27	凝灰質泥岩		2.7	G	2.63	0.06	-0.18	0.11	0.21	148.80	0.82	26.99	
泥質基質優勢	9	11	81	8.47	細粒砂岩		9.3	GY	2.88	0.03	-0.09	0.09	0.13	134.68	1.01	29.59	
凝灰質岩塊優勢	10	12	82	8.59	凝灰岩	右	7.0	Y	4.29	0.50	-0.23	3.52	3.53	93.72	0.03	44.15	
凝灰質岩塊優勢	10	13	83	8.78	凝灰岩	右	9.7	GY	3.81	0.31	-1.16	1.12	1.61	135.99	1.41	39.25	
泥質基質優勢	11	14	84	9.16	暗灰色泥岩		5.9	YR	2.12	0.06	0.24	0.23	0.33	43.99	0.44	21.76	
泥質基質優勢	11	15	85	9.32	細粒砂岩		4.1	PB	2.44	0.05	-0.01	-0.23	0.23	268.98	1.73	25.01	
泥質岩塊優勢	12	16	86	10.46	暗灰色泥岩		9.1	RP	2.00	0.03	0.16	-0.02	0.16	351.62	1.30	20.57	
泥質基質優勢	13	17	88	11.14	凝灰質泥岩		6.5	GY	2.45	0.19	-0.46	0.66	0.80	125.24	4.39	25.18	
泥質基質優勢	13	18	87	11.21	暗灰色泥岩		6.3	YR	2.14	0.06	0.26	0.27	0.37	46.31	0.80	21.92	
泥質基質優勢	13	19	89	11.64	細粒砂岩		8.3	PB	2.92	0.10	0.15	-0.53	0.55	286.23	1.01	30.02	
砂質岩塊優勢 (強破碎)	14	20	90	12.32	暗灰色泥岩		9.0	P	2.02	0.03	0.14	-0.11	0.17	321.92	0.72	20.73	
砂質岩塊優勢 (強破碎)	14	21	91	12.40	細粒砂岩		8.3	Y	2.71	0.07	-0.04	0.38	0.38	95.33	0.69	27.83	
砂質岩塊優勢 (強破碎)	14	22	92	12.58	凝灰質泥岩	右	2.1	G	4.08	0.79	-1.66	4.86	5.14	108.89	1.99	41.94	
砂質岩塊優勢 (弱破碎)	15	23	93	13.03	細粒砂岩		5.3	GY	3.21	0.10	-0.25	0.48	0.54	117.79	0.66	32.95	
泥質基質優勢	16	24	96	13.39	凝灰質泥岩	右	2.2	GY	4.16	0.82	-1.76	5.05	5.35	109.21	0.88	42.76	
泥質基質優勢	16	25	94	13.58	暗灰色泥岩		9.2	YR	2.33	0.10	0.29	0.50	0.58	59.78	0.54	23.90	
泥質基質優勢	16	26	95	13.61	細粒砂岩		7.2	B	2.85	0.08	-0.22	-0.28	0.36	231.07	2.21	29.20	
凝灰質岩塊優勢	17	27	97	13.96	凝灰岩	左	2.3	GY	4.06	0.50	-1.07	3.01	3.19	109.50	0.80	41.73	
凝灰質岩塊優勢	17	28	98	14.24	凝灰岩	左	5.0	GY	4.34	0.81	-2.25	4.60	5.12	116.09	7.92	44.61	
泥質基質優勢	18	29	100	14.88	細粒砂岩	右	5.8	BG	3.94	0.14	-0.63	-0.09	0.64	188.53	0.03	40.63	
泥質基質優勢	18	30	99	15.65	暗灰色泥岩	左	8.1	YR	2.10	0.05	0.17	0.22	0.28	51.54	0.02	21.51	
砂質岩塊優勢 (強破碎)	19	31	101	16.14	細粒砂岩		3.8	B	3.16	0.15	-0.56	-0.43	0.70	217.45	2.12	32.65	
泥質基質優勢	20	32	103	16.45	細粒砂岩		6.4	BG	3.02	0.11	-0.42	-0.11	0.44	194.30	1.35	31.04	
泥質基質優勢	20	33	102	16.85	暗灰色泥岩		1.4	Y	2.33	0.04	0.08	0.21	0.22	67.65	1.15	23.88	
泥質基質優勢	20	34	104	16.91	凝灰岩	左	1.4	GY	4.99	0.97	-1.83	6.40	6.66	105.96	0.94	51.33	
砂質岩塊優勢 (強破碎)	21	35	105	17.30	暗灰色泥岩		3.5	YR	1.79	0.02	0.12	0.07	0.14	29.30	0.86	18.48	
砂質岩塊優勢 (強破碎)	21	36	106	17.38	細粒砂岩		5.9	Y	2.73	0.36	-0.01	2.23	2.23	90.13	2.29	27.98	
泥質基質優勢	22	37	107	18.46	暗灰色泥岩		3.0	R	1.86	0.03	-0.17	0.01	0.17	1.94	2.69	19.15	
泥質基質優勢	22	38	108	18.60	細粒砂岩		5.9	PB	2.56	0.11	0.05	-0.56	0.56	275.34	1.65	26.30	
泥質岩塊優勢	23	39	110	19.32	細粒砂岩		9.8	YR	2.34	0.08	0.23	0.44	0.49	62.36	3.23	24.03	
泥質岩塊優勢	23	40	109	19.36	暗灰色泥岩		2.6	PB	2.92	0.16	-0.17	-0.78	0.80	257.76	0.48	30.00	
泥質基質優勢	24	41	111	19.80	暗灰色泥岩		9.6	Y	2.17	0.06	-0.05	0.32	0.33	99.13	0.02	22.24	
泥質基質優勢	24	42	112	19.82	細粒砂岩		8.9	Y	2.42	0.22	-0.16	1.18	1.19	97.95	0.43	24.76	
泥質基質優勢	25	43	114	20.13	細粒砂岩		7.5	YR	2.47	0.05	0.20	0.24	0.31	50.59	1.12	25.38	
泥質基質優勢	25	44	113	20.27	暗灰色泥岩		1.4	PB	2.17	0.09	-0.11	-0.38	0.40	253.52	0.92	22.25	
泥質基質優勢	25	45	115	20.38	凝灰岩	右	1.3	GY	3.70	0.99	-1.76	6.09	6.34	106.11	1.81	37.93	
泥質基質優勢	26	46	116	20.75	暗灰色泥岩		2.9	PB	2.76	0.15	-0.13	-0.71	0.72	259.40	0.67	28.37	
泥質基質優勢	26	47	117	21.06	細粒砂岩		3.1	Y	2.41	0.06	0.09	0.35	0.36	75.28	2.17	24.69	
泥質基質優勢	26	48	118	21.20	凝灰岩	かなり右	1.1	GY	3.88	0.88	-1.60	5.60	5.83	105.90	1.34	39.81	
泥質基質優勢	27	49	119	22.05	暗灰色泥岩		0.8	Y	2.08	0.05	0.12	0.26	0.29	64.79	0.47	21.38	
泥質基質優勢	27	50	120	22.15	細粒砂岩		3.6	GY	2.75	0.22	-0.44	1.03	1.12	112.79	1.88	28.19	
泥質基質優勢	27	51	121	22.23	凝灰岩	かなり右	7.9	GY	3.27	0.65	-2.17	2.48	3.30	131.21	1.60	33.60	
チャート質岩塊優勢	28	52	124	22.85	チャート	右	5.1	Y	2.78	0.27	0.09	1.65	1.65	86.79	1.43	28.48	
チャート質岩塊優勢	28	53	122	22.95	暗灰色泥岩		7.3	YR	1.66	0.05	0.22	0.25	0.34	48.90	1.90	17.18	
チャート質岩塊優勢	28	54	125	23.05	チャート		0.7	G	4.07	0.19	-0.76	0.65	1.00	139.43	1.17	41.98	
泥質基質優勢	29	55	128	23.20	チャート	左	9.4	R	4.53	0.22	0.93	0.61	1.11	33.01	0.08	46.65	
泥質基質優勢	29	56	127	23.67	細粒砂岩		8.0	Y	2.75	0.09	-0.05	0.52	0.52	94.98	0.90	28.17	
泥質基質優勢	29	57	126	23.82	暗灰色泥岩		9.8	Y	0.80	0.17	0.46	0.77	0.90	59.03	8.04	8.45	
泥質基質優勢	30	58	131	24.10	チャート	左	4.6	RP	3.66	0.07	0.40	-0.10	0.41	346.61	1.45	37.63	
泥質基質優勢	30	59	129	24.15	暗灰色泥岩		2.5	YR	1.77	0.03	0.17	0.09	0.19	28.68	1.41	18.27	
泥質基質優勢	30	60	133	24.25	凝灰岩	かなり右	1.0	Y	3.19	0.81	-2.93	2.57	3.90	138.77	2.11	32.61	
泥質基質優勢	30	61	130	24.32	暗灰色泥岩	左	7.2	P	2.06	0.02	0.11	-0.10	0.15	318.28	0.88	21.13	
泥質基質優勢	30	62	134	24.43	凝灰岩	かなり右	7.1	GY	3.37	0.86	-2.76	3.56	4.50	127.79	1.90	34.57	
泥質基質優勢	30	63	132	24.55	細粒砂岩	かなり右	0.5	P	2.42	0.02	0.06	-0.10	0.11	300.51	1.93	24.81	

表 付録 2-11 KB-2 岩石の色調 (方解石)

方解石脈

<計測条件> SAV, 10°

方解石脈				特徴	位置	マンセル			L*a*b		L*C*h		光沢	明度
						色相	明度	彩度	色相、彩度		彩度	色相角		
孔名	地層No.	計測No.	深度 (m)			Hue	Value	Chroma	lightness		Metric Chroma	Metric Hue Angle	Gloss Unit	Value
				H	V	C	a*	b*	c*	h	GU	L*		
KB-2	方解石脈	c2-1	3.87	礫に発達	左	5.0 PB	4.57	0.19	-0.01	-0.76	0.76	269.53	1.50	47.09
		c2-2	4.50	礫に発達	左	6.7 G	6.56	0.11	-0.56	0.22	0.61	158.74	0.52	67.15
		c2-3	5.84	礫に発達	左	2.2 PB	7.55	0.20	-0.19	-0.55	0.58	251.48	3.61	76.94
		c2-4	6.28	礫に発達	かなり右	7.6 Y	6.60	0.11	-0.09	0.83	0.84	96.45	20.58	67.60
		c2-5	7.97	基質に発達	右	1.4 B	5.77	0.10	-0.42	-0.18	0.45	203.45	9.84	59.36
		c2-6	12.20	礫に発達	右	6.1 Y	7.41	0.15	-0.11	1.21	1.21	95.10	1.68	75.50
		c2-7	22.60	礫に発達	左	0.7 YR	4.11	0.28	1.22	0.90	1.52	36.40	1.23	42.27

表 付録 2-12 KB-2 岩石の色調 (変質)

変質

<計測条件> SAV, 10°

変質				特徴	マンセル			L*a*b		L*C*h		光沢	明度
					色相	明度	彩度	色相、彩度		彩度	色相角		
孔名	地層No.	計測No.	深度 (m)		Hue	Value	Chroma	lightness		Metric Chroma	Metric Hue Angle	Gloss Unit	Value
				H	V	C	a*	b*	c*	h	GU	L*	
KB-2	変質	a2-1	6.65	-	5.3 YR	2.44	0.05	0.22	0.19	0.29	41.47	1.44	25.03
		a2-2	13.55	暗灰色泥岩状	7.3 Y	2.11	0.02	0.10	0.10	0.14	45.19	0.65	21.68
		a2-3	22.93	暗灰色泥岩状	3.9 YR	1.82	0.03	0.17	0.11	0.21	33.40	0.89	18.79

(空白ページ)

付録 3 偏光顕微鏡観察結果

偏光顕微鏡写真

凡 例

[岩片]

TMS:変形泥岩 TSS:変形砂岩 ATF:酸性凝灰岩 MAN:安山岩(変質)
GBS:玄武岩(緑色岩化) MIX:混在岩

[初生鉱物・鉱物片]

Qz:石英 Kf:カリ長石 Pl:斜長石 Bi:黒雲母 Mf:(詳細不明)苦鉄質鉱物
Gl:火山ガラス Mt:磁鉄鉱

[2次鉱物]

Qz:石英 Ab:曹長石 Bi:黒雲母 Ep:緑れん石類 Chl:緑泥石
Il:イライト (Il1, Il2に区別可) Cb:炭酸塩鉱物 Sm:スメクタイト
Py:黄鉄鉱

[その他の記号]

():仮像 []:脈, プール MX:基質(MX1, MX2区別可)
⇌:ずれのセンス VP:発泡痕

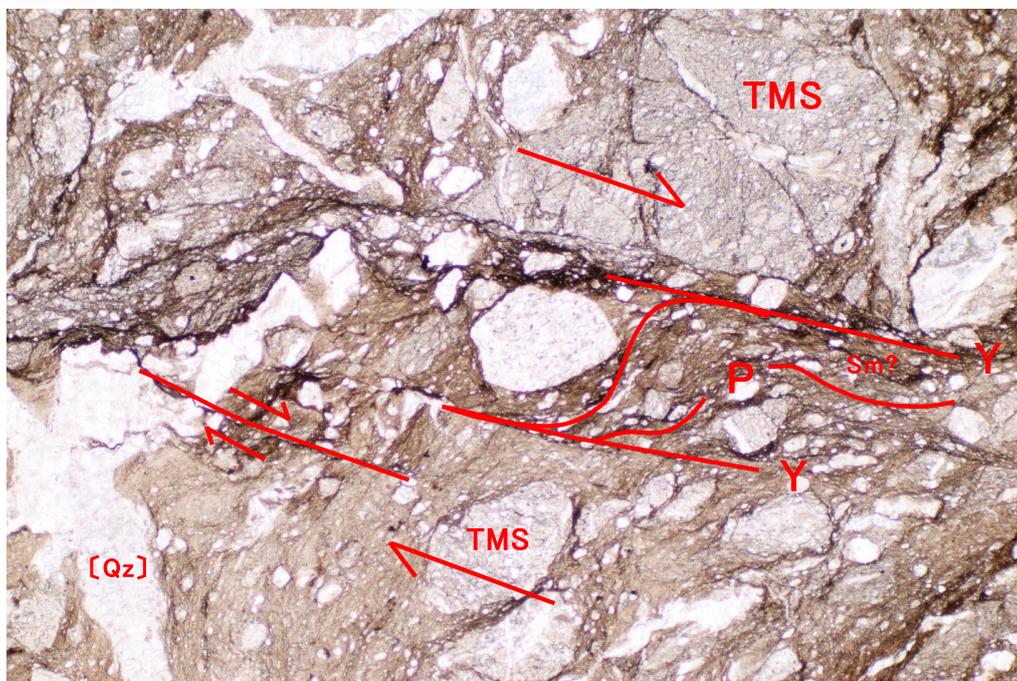
付加体でテクトニックに強い変形と続成作用を受けた岩石を
(非変形の)新第三紀層等の通常の泥岩, 砂岩と端的に区別
するために, ここでは変形泥岩や変形砂岩と呼ぶ.

偏光顕微鏡写真

試料番号: KB-1 8.42~8.48m

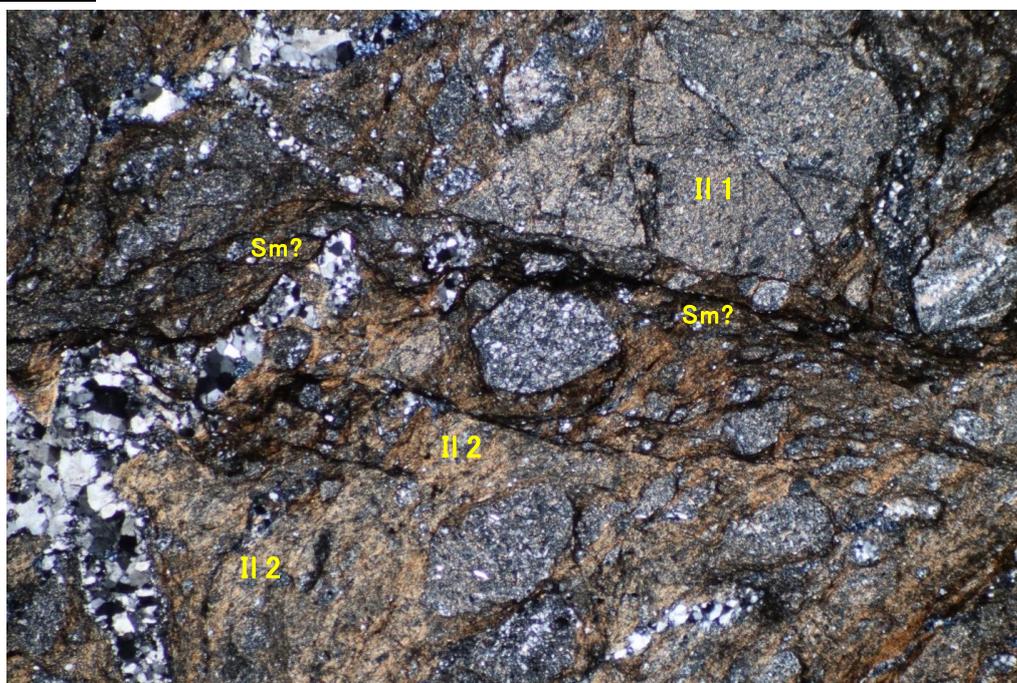
岩石名等: 泥岩卓越混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

オープンニコル



クロスニコル

長辺方向 ←→



スケール 1.0mm —————

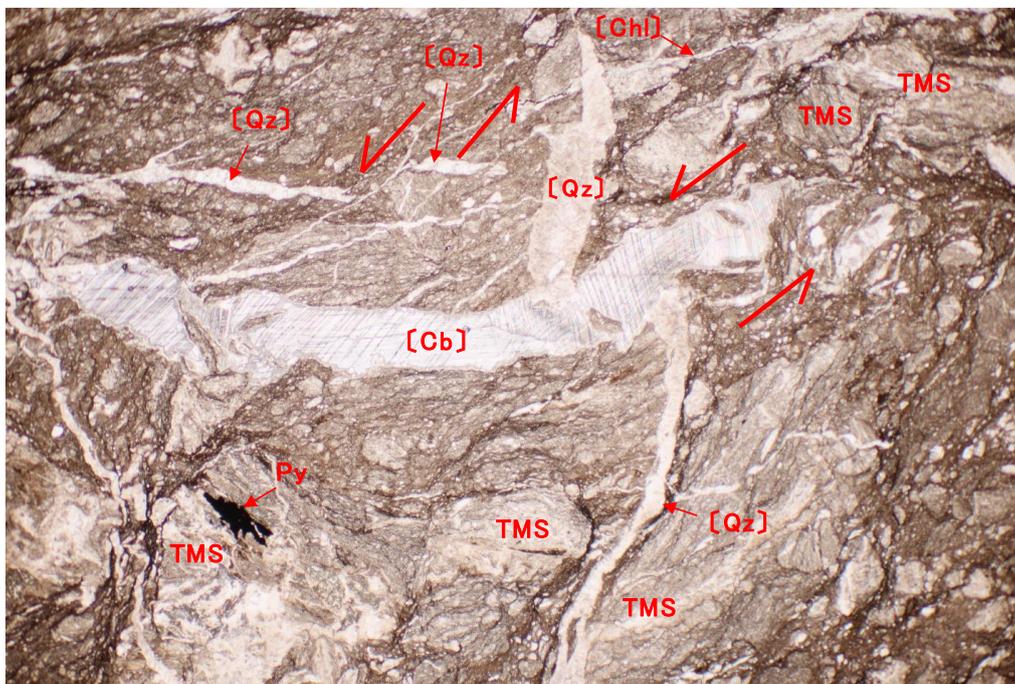
備考: 前写真のエリアA. 剪断面周辺は暗く, Smが生成している可能性がある.

偏光顕微鏡写真

試料番号: KB-1 8.42~8.48m

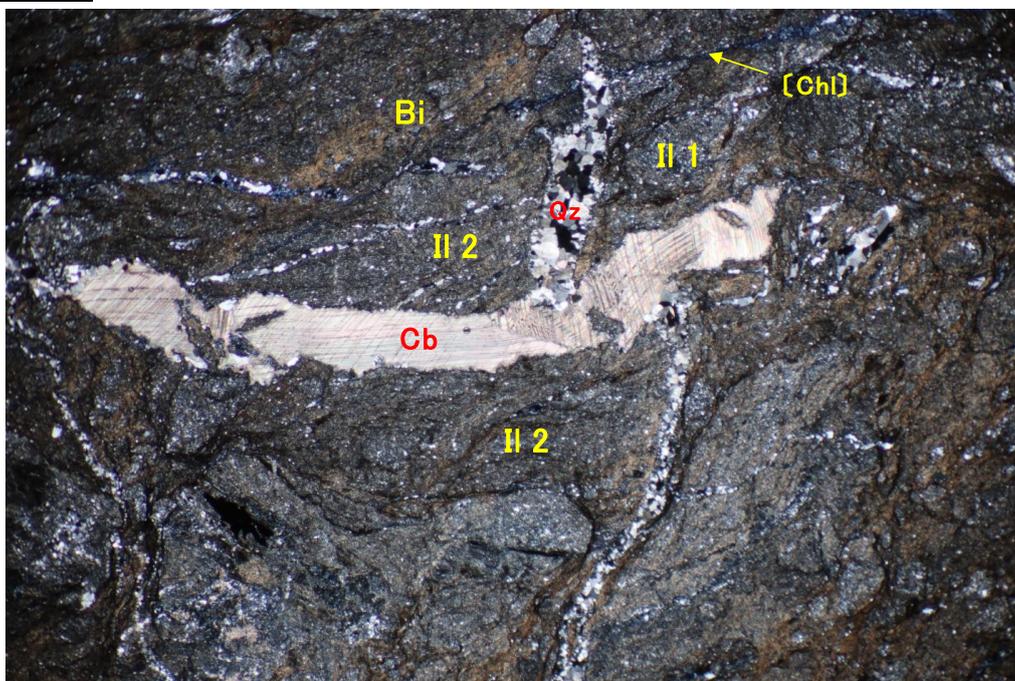
岩石名等: 泥岩卓越混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

オープンニコル



クロスニコル

長辺方向 ←→



スケール 1.0mm ———

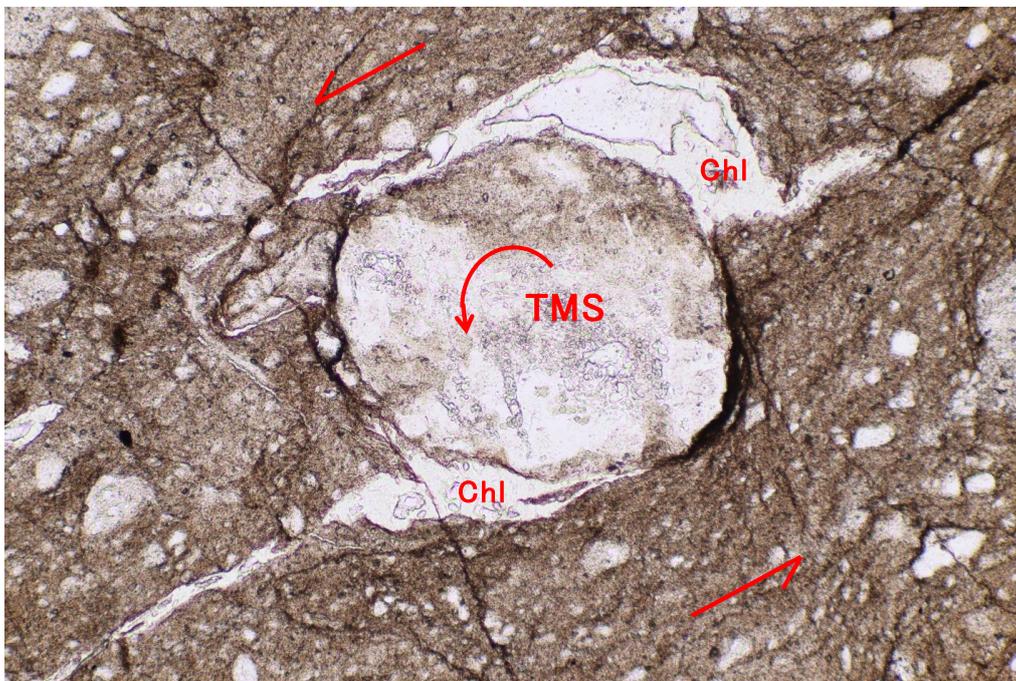
備考: 左横ずれ剪断面に石英[Qz]脈を切る炭酸塩鉱物[Cb]脈が生成.

偏光顕微鏡写真

試料番号: KB-1 8.42~8.48m

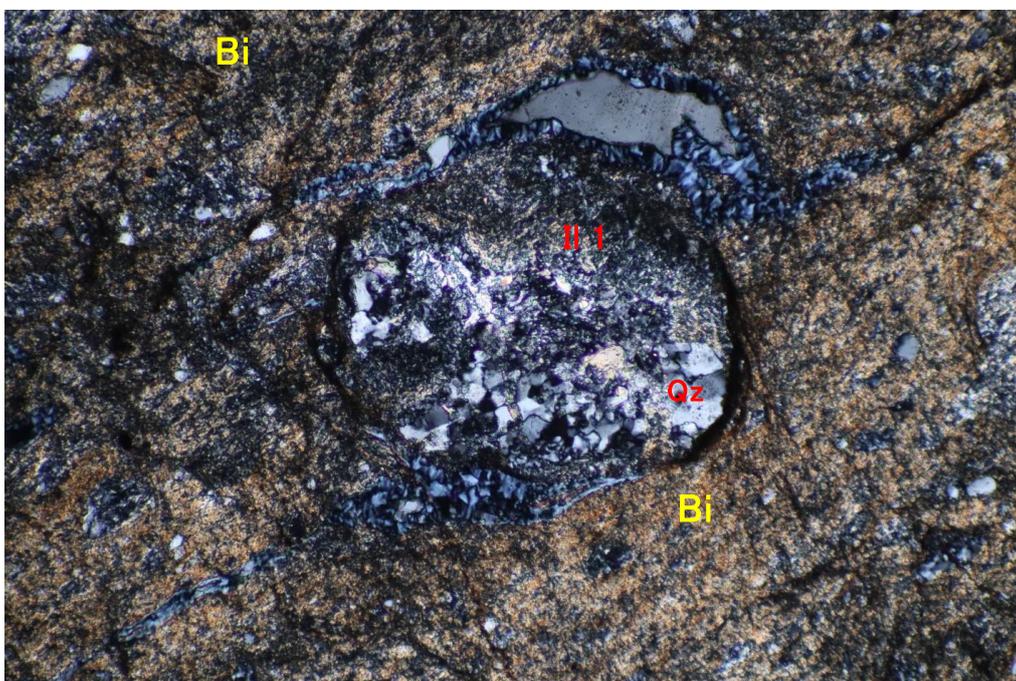
岩石名等: 泥岩卓越混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

オープンニコル



クロスニコル

長辺方向 ←→



スケール 0.1mm ———

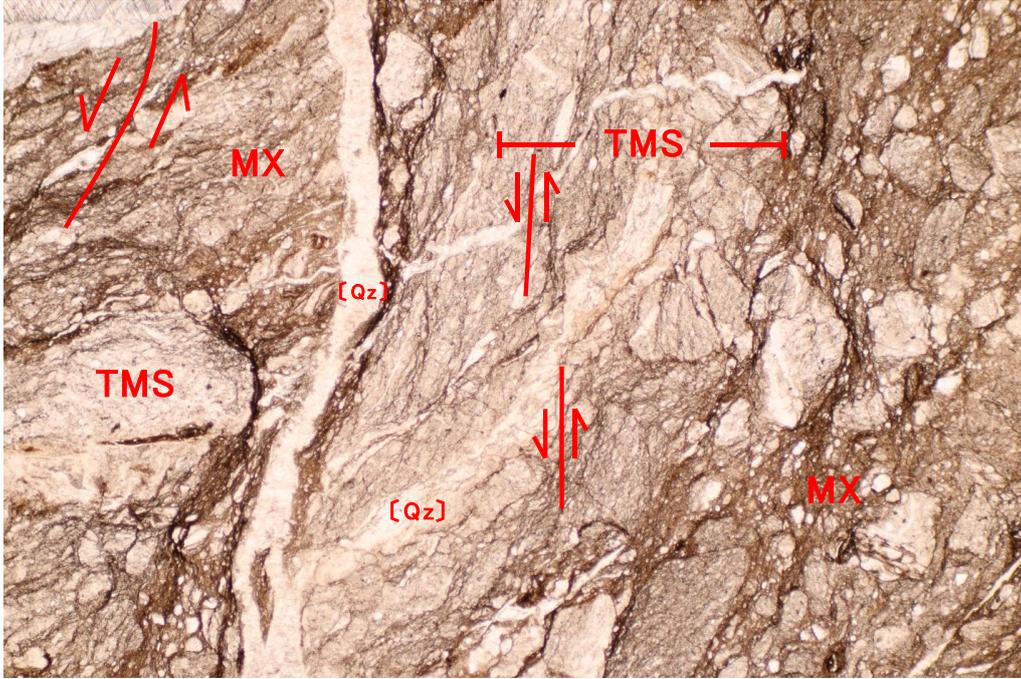
備考: δ 組織. 左横ずれに伴う粒子の回転. この時期にはBiが生成している.

偏光顕微鏡写真

試料番号: KB-1 8.42~8.48m

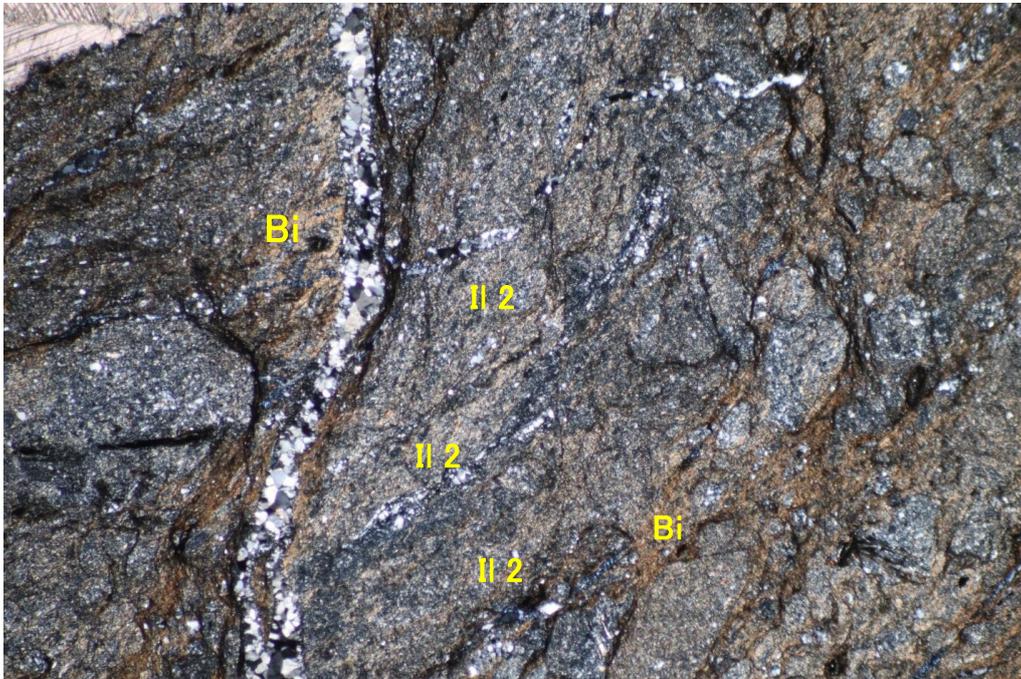
岩石名等: 泥岩卓越混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

オープンニコル



長辺方向 ←→

クロスニコル



スケール 1.0mm —————

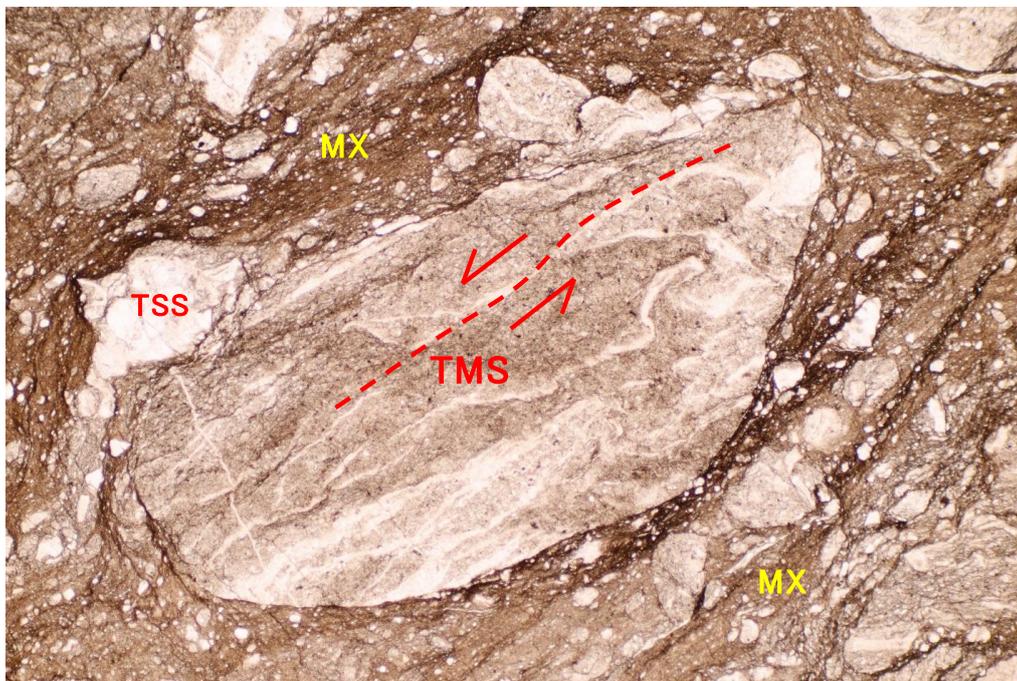
備考: ポーフロクラストはさまざまに回転しているものの、後のカタクレーサイト化の剪断方向とはやや異なるセンスの変位が認められる。写真中の石英[Qz]脈は、変形泥岩中の変位の前の脈と、カタクレーサイト化が進んだ後の脈であり、分岐しているわけではない。

偏光顕微鏡写真

試料番号: KB-1 8.42~8.48m

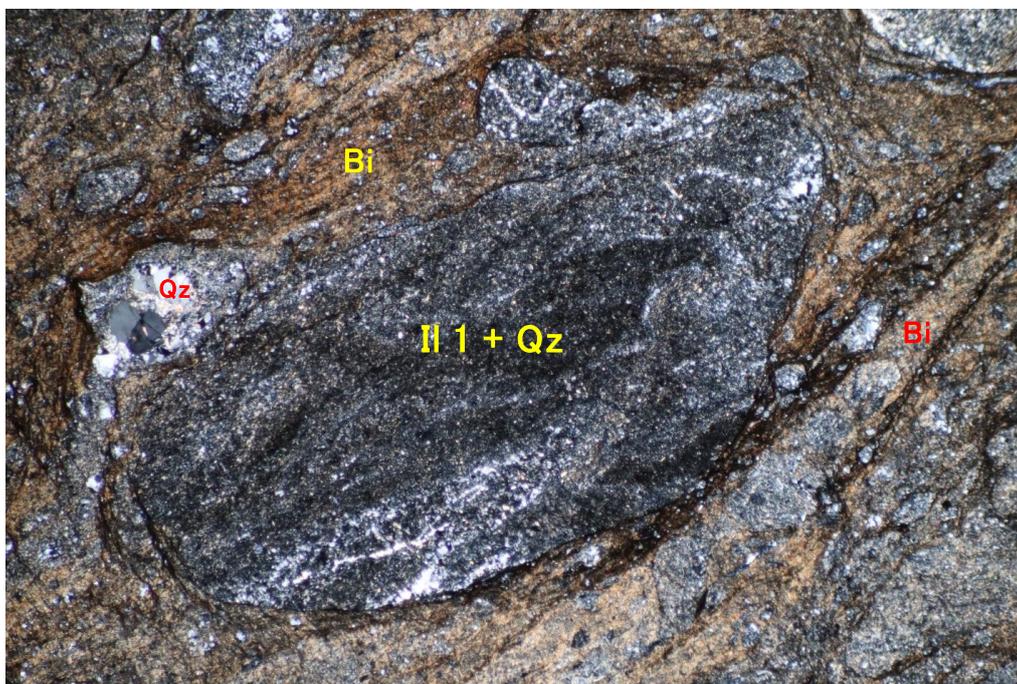
岩石名等: 泥岩卓越混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

オープンニコル



クロスニコル

長辺方向 ←→



スケール 1.0mm —————

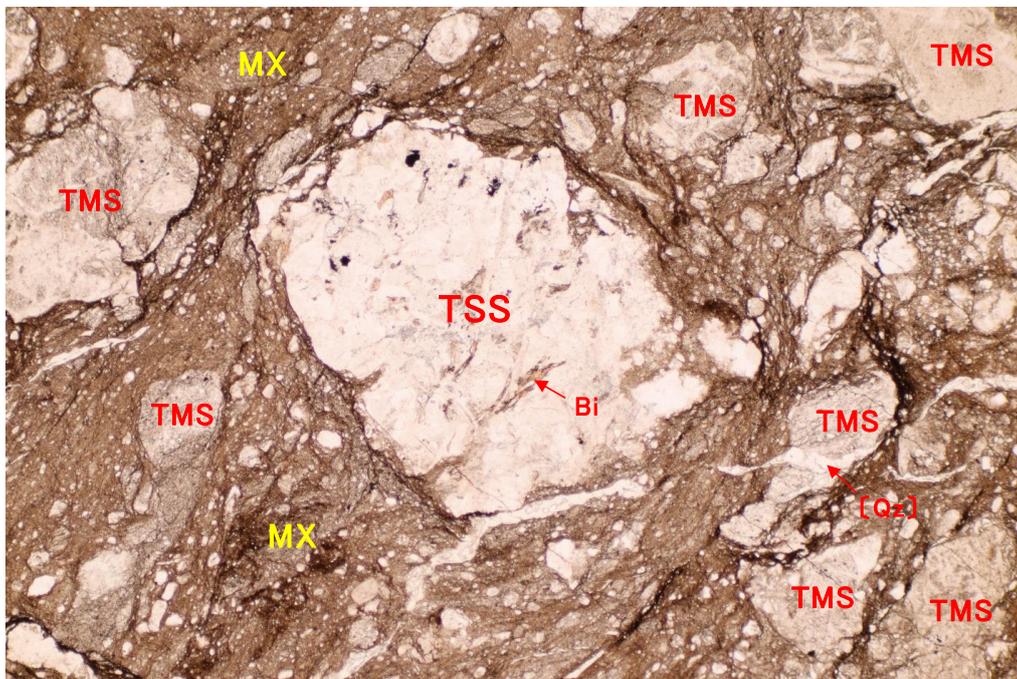
備考:

偏光顕微鏡写真

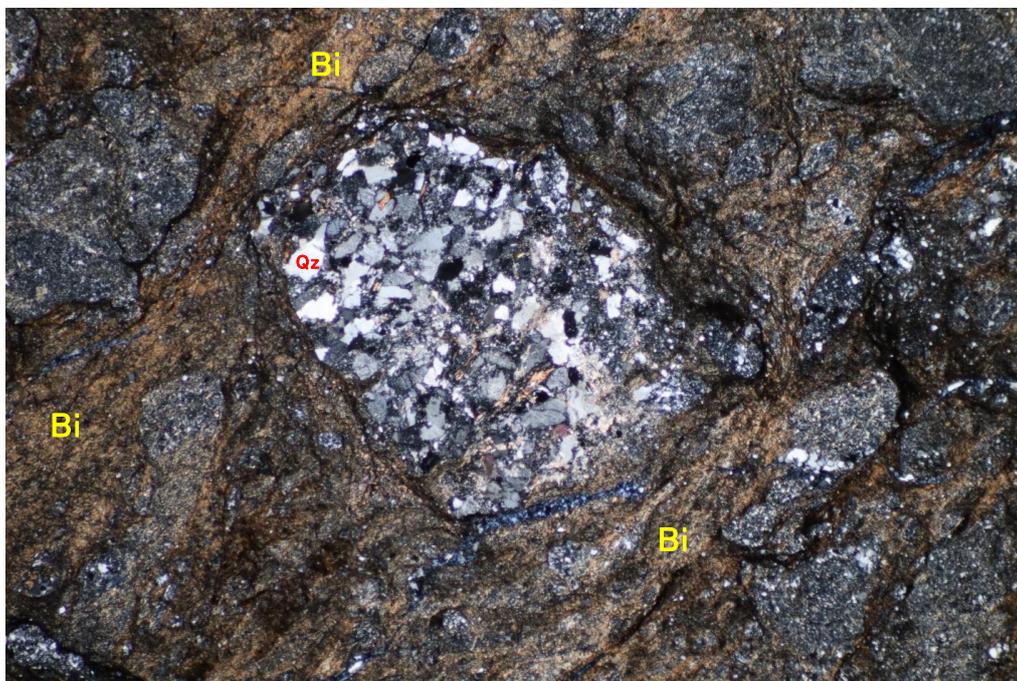
試料番号: KB-1 8.42~8.48m

岩石名等: 泥岩卓越混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

オープンニコル



クロスニコル



スケール 1.0mm 

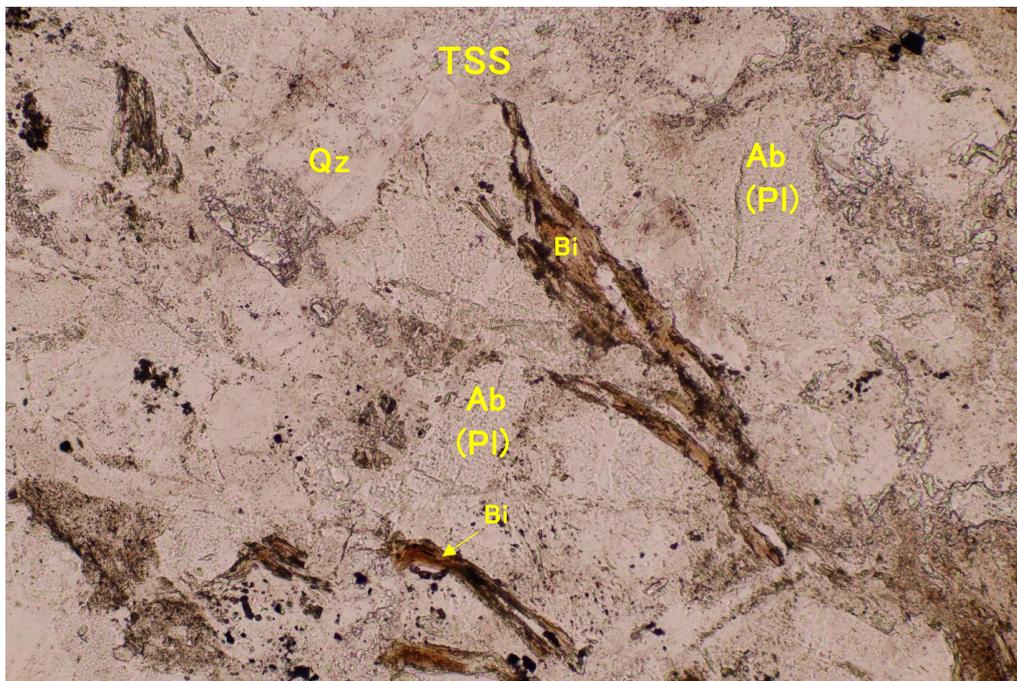
備考:

偏光顕微鏡写真

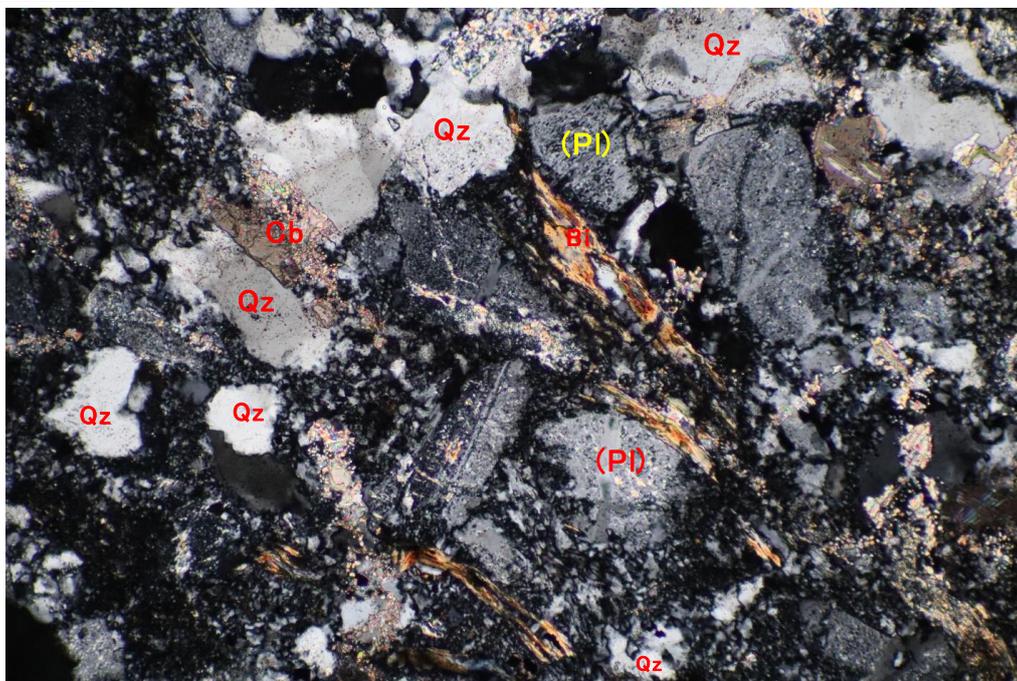
試料番号: KB-1 8.42~8.48m

岩石名等: 泥岩卓越混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

オープンニコル



クロスニコル



スケール 0.1mm ———

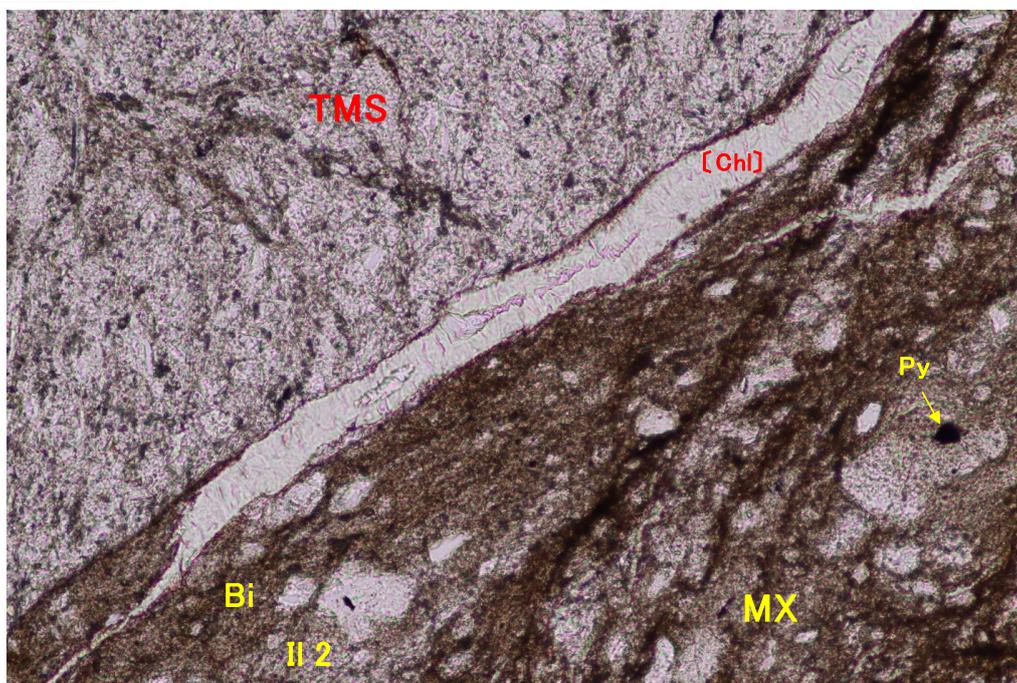
備考: 変形砂岩粒子の拡大.

偏光顕微鏡写真

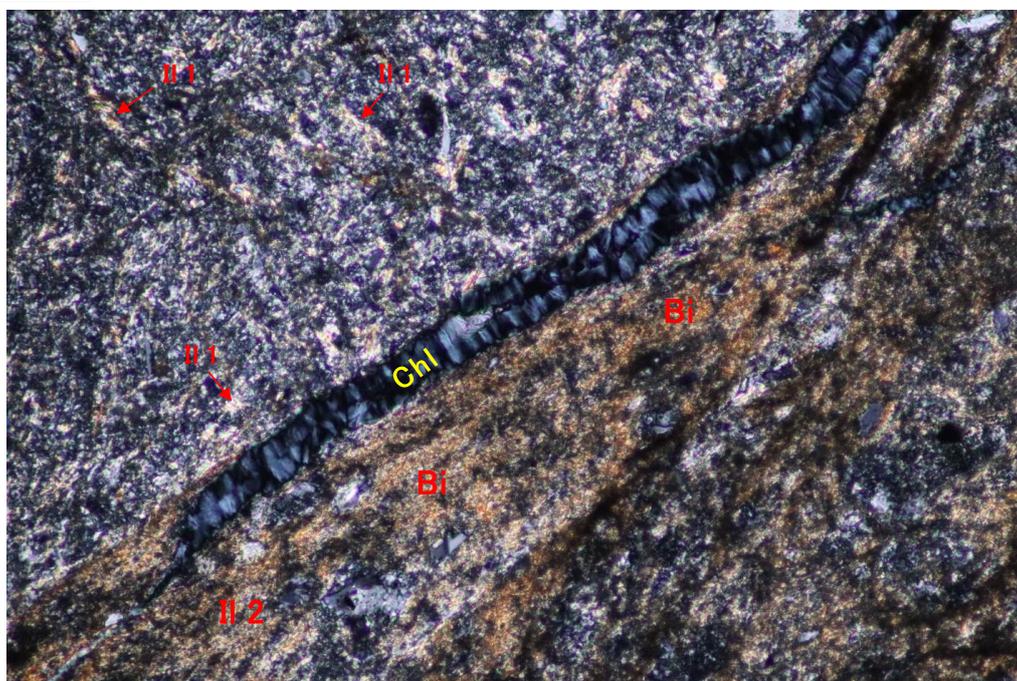
試料番号: KB-1 8.42~8.48m

岩石名等: 泥岩卓越混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

オープンニコル



クロスニコル



スケール 0.1mm 

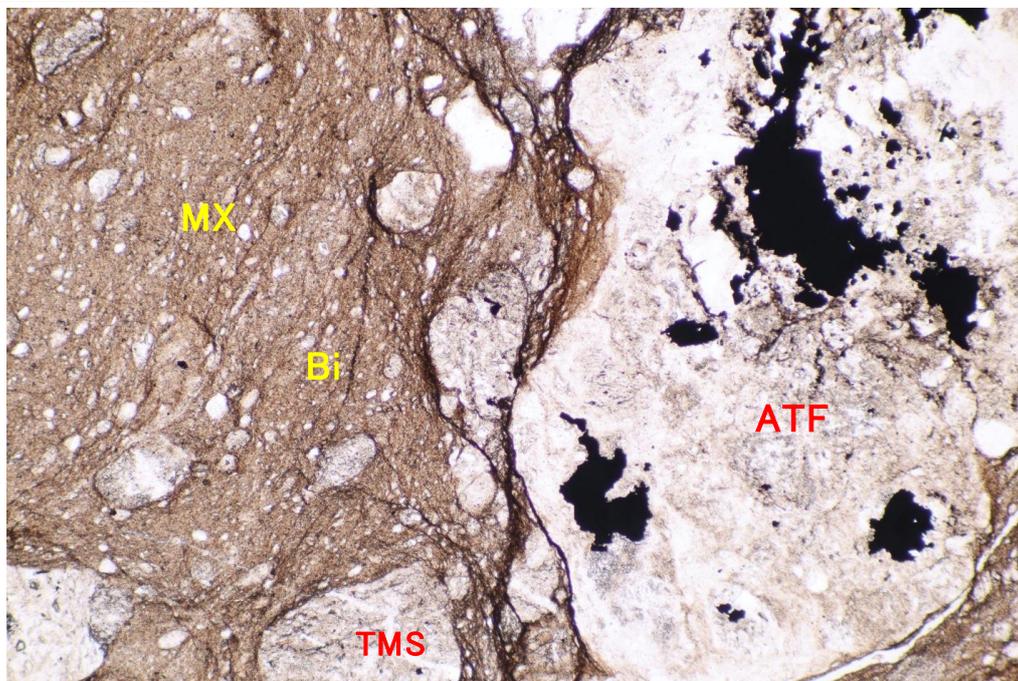
備考:

偏光顕微鏡写真(透過・反射)

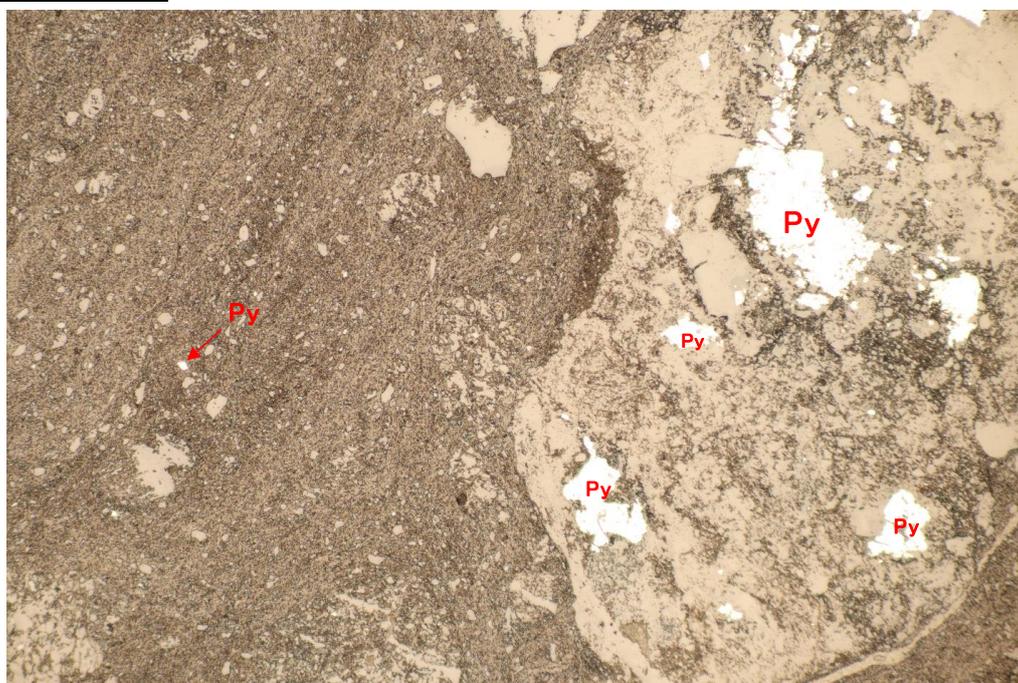
試料番号: KB-1 8.42~8.48m

岩石名等: 泥岩卓越混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

透過オープンニコル



透過オープンニコル



スケール 1.0mm 

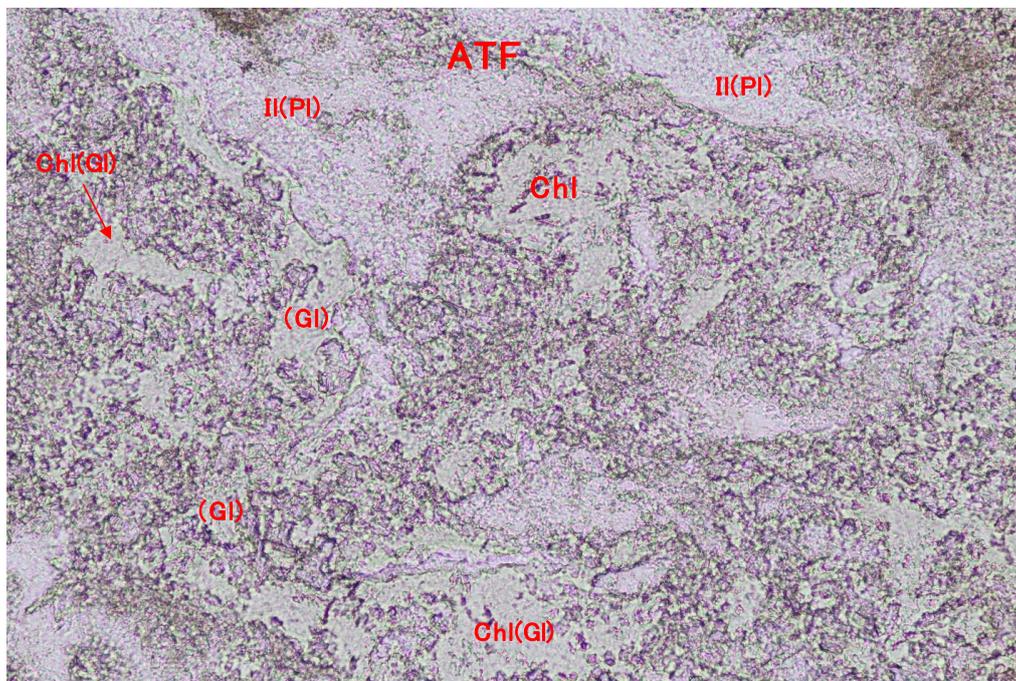
備考: 黄鉄鉱(Py)の大部分は岩片中にあるが、カタクレーサイト化した基質にも微量存在する。
いずれもフランボイダル形の球粒状集合体は認められない。

偏光顕微鏡写真

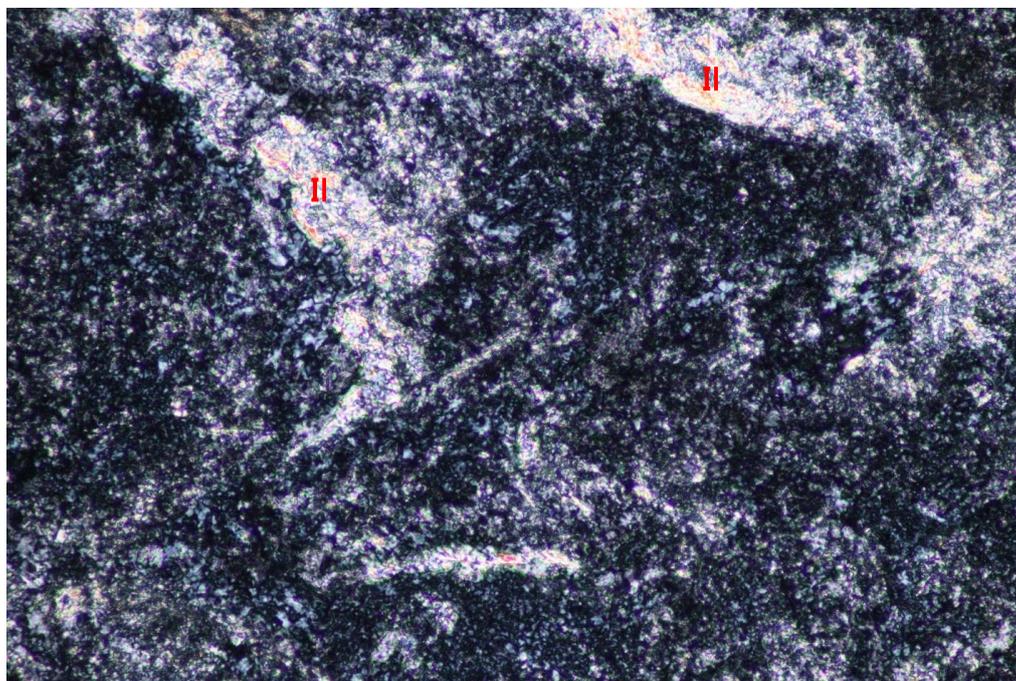
試料番号: KB-1 8.42~8.48m

岩石名等: 泥岩卓越混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

オープンニコル



クロスニコル



スケール 0.1mm 

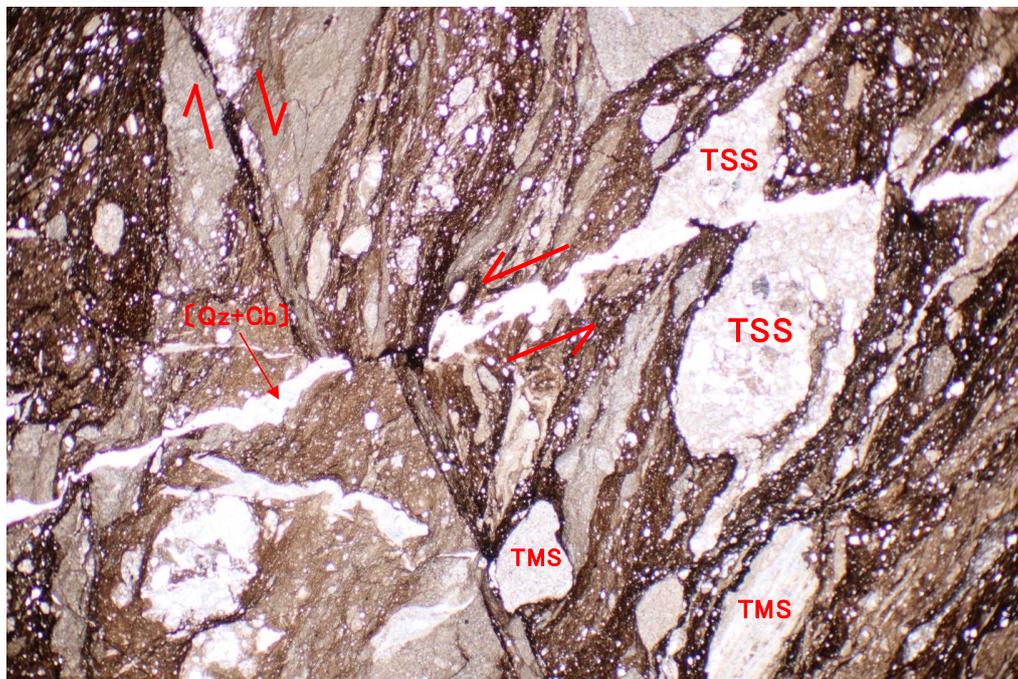
備考: 全体が酸性凝灰岩のポーフィロクラスト.

偏光顕微鏡写真(透過・反射)

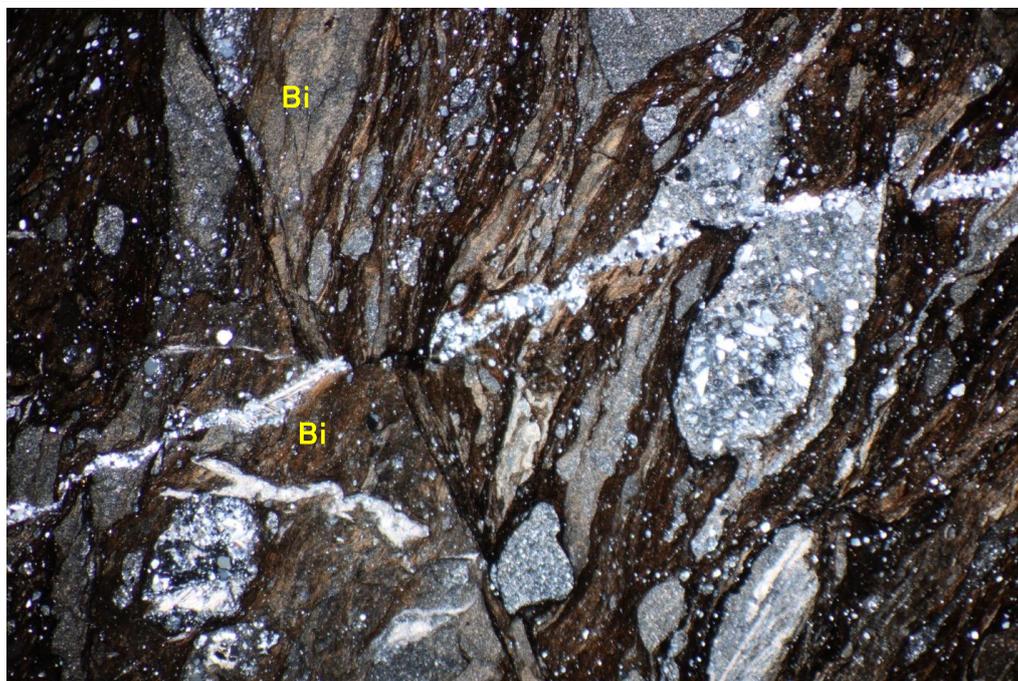
試料番号: KB-1 10.00~10.06m

岩石名等: 泥岩卓越混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

透過オープンニコル



クロスニコル



スケール 1.0mm ———

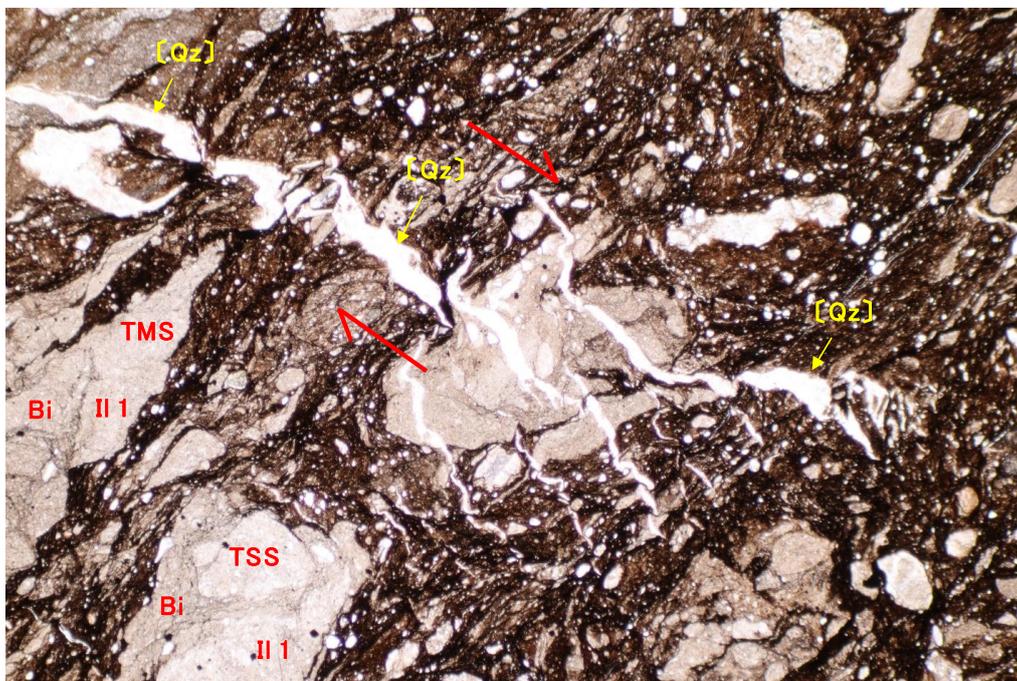
備考:

偏光顕微鏡写真

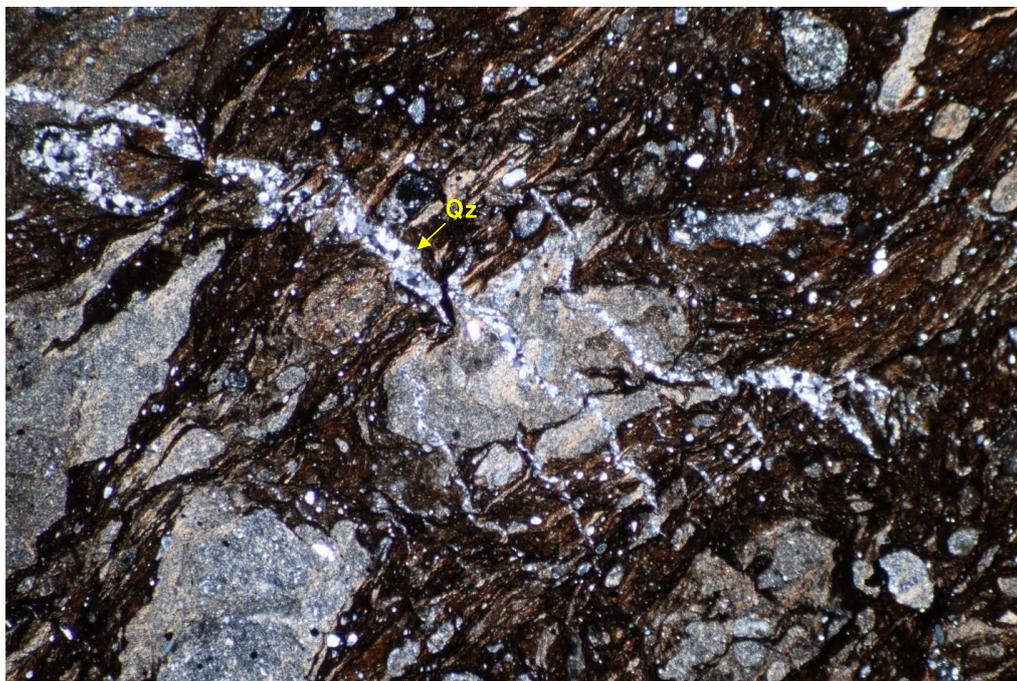
試料番号: KB-1 10.00~10.06m

岩石名等: 泥岩卓越混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

オープンニコル



クロスニコル



スケール 1.0mm 

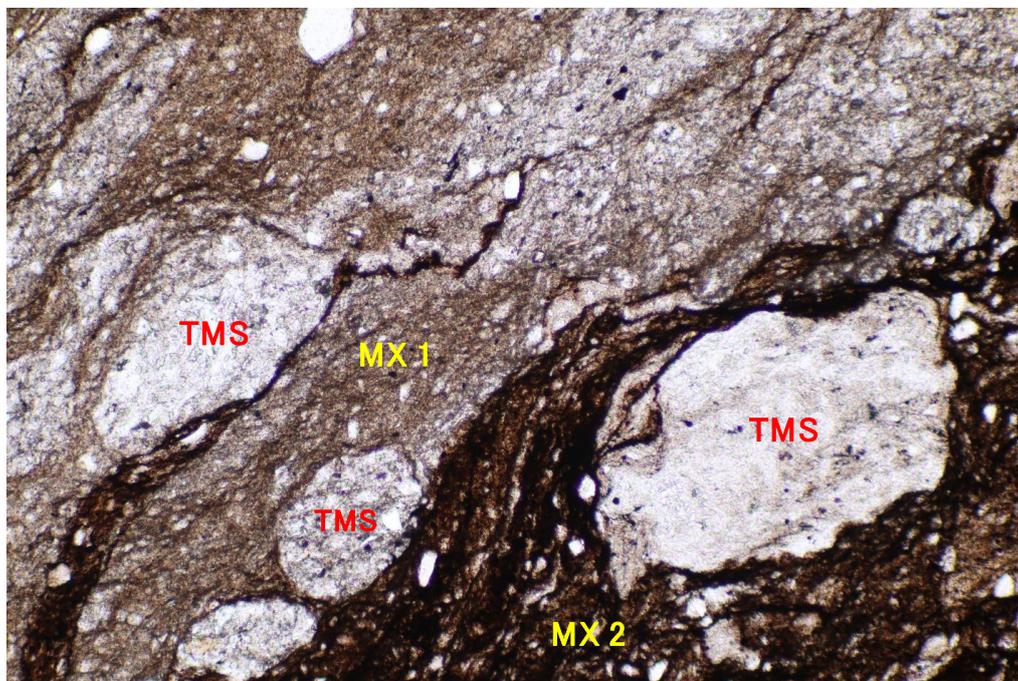
備考: 著しく剪断変形が進んで混在岩化した後に、さらに雁行状に石英脈が生成している。
黒雲母は1次的に剪断されたブロックの内部の基質状部にも生成している。

偏光顕微鏡写真

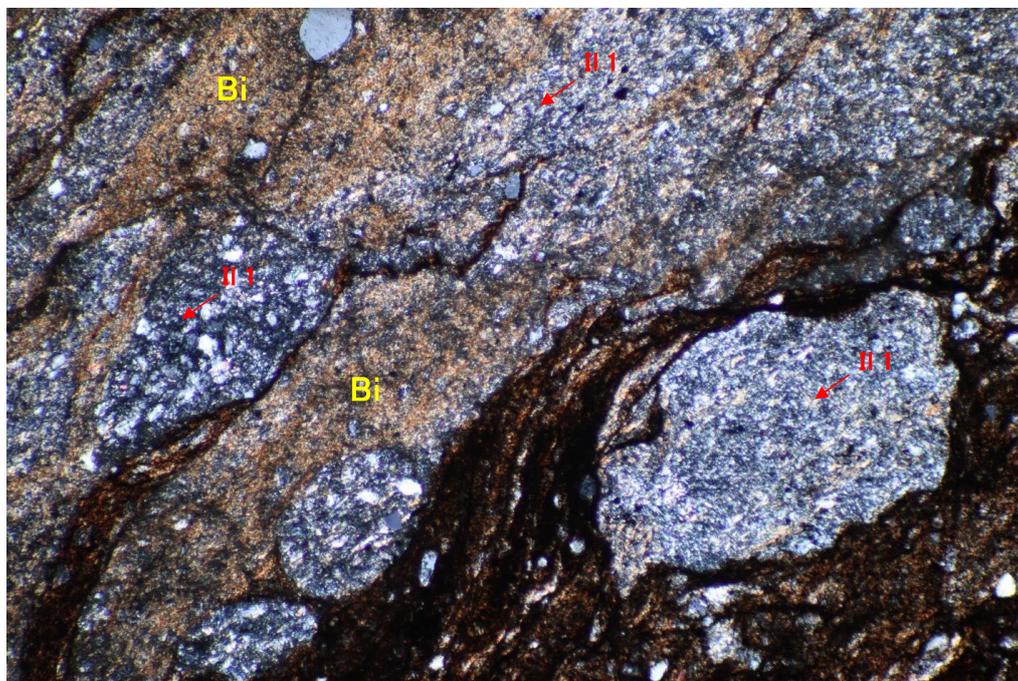
試料番号: KB-1 10.00~10.06m

岩石名等: 泥岩卓越混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

オープンニコル



クロスニコル



スケール 0.1mm ———

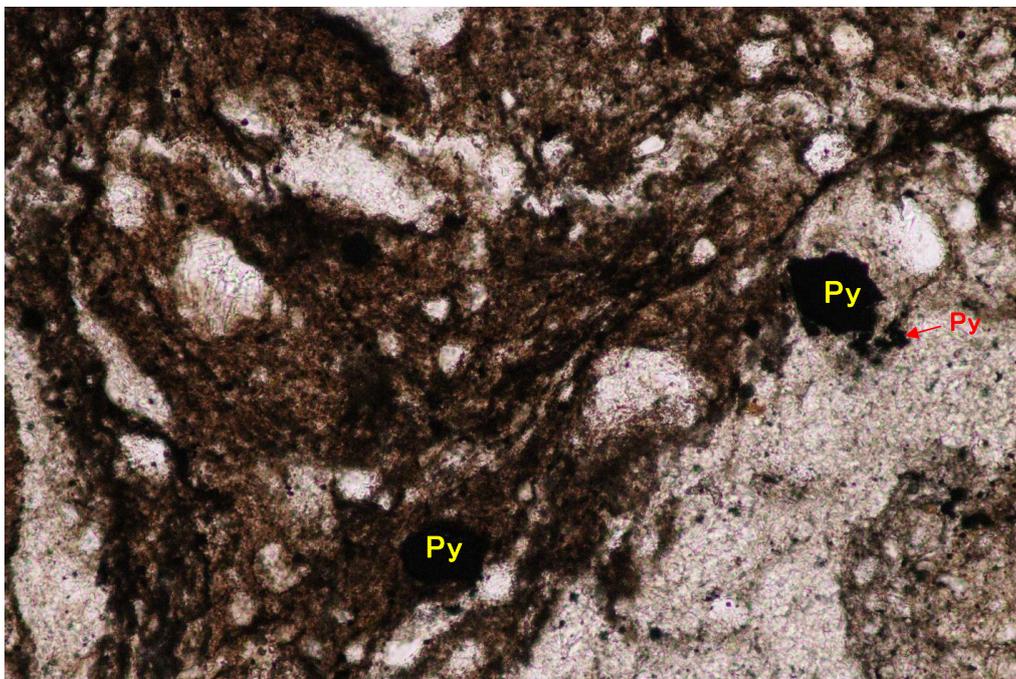
備考: 黒雲母はカタクレーサイト化の古い段階の基質(MX1)にも生成している。
後期のカタクレーサイト化の基質(MX2)では黒雲母が破碎されたり、微細な不透明物質が生成して、全体により暗い色調を呈する。

偏光顕微鏡写真

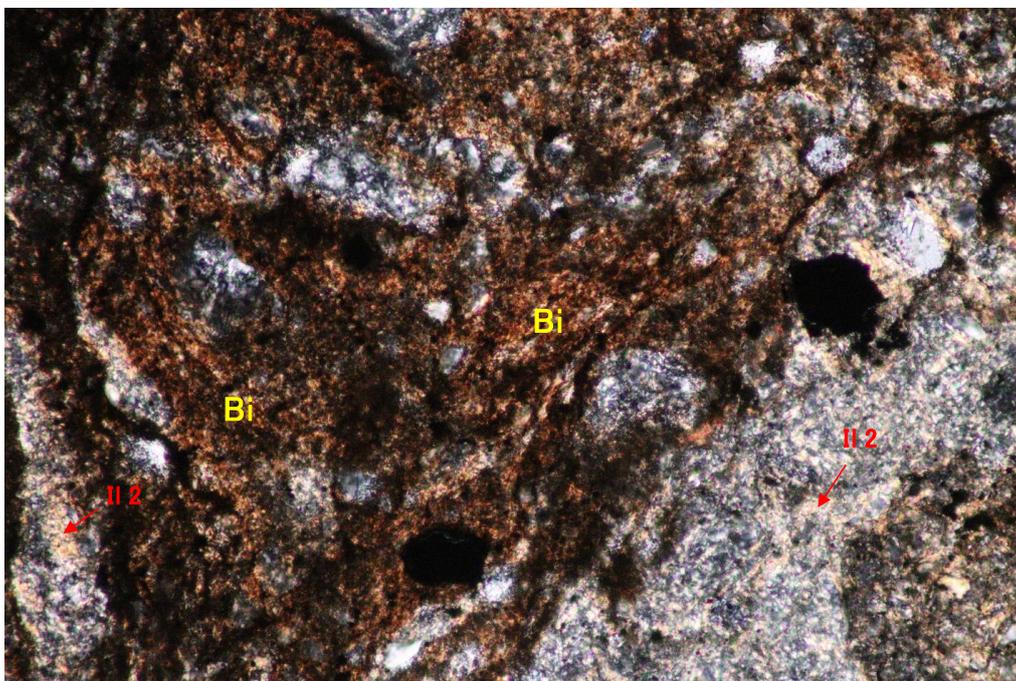
試料番号: KB-1 10.00~10.06m

岩石名等: 泥岩卓越混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

オープンニコル



クロスニコル



スケール 0.1mm 

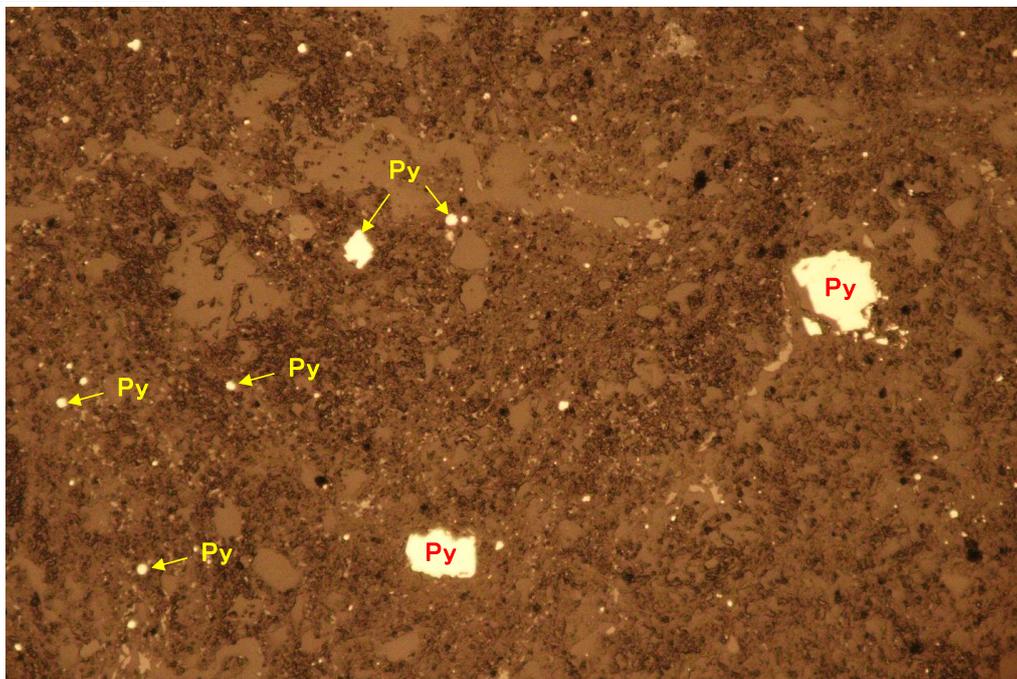
備考:

偏光顕微鏡写真

試料番号: KB-1 10.00~10.06m

岩石名等: 泥岩卓越混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

反射オープンニコル



スケール 0.1mm 

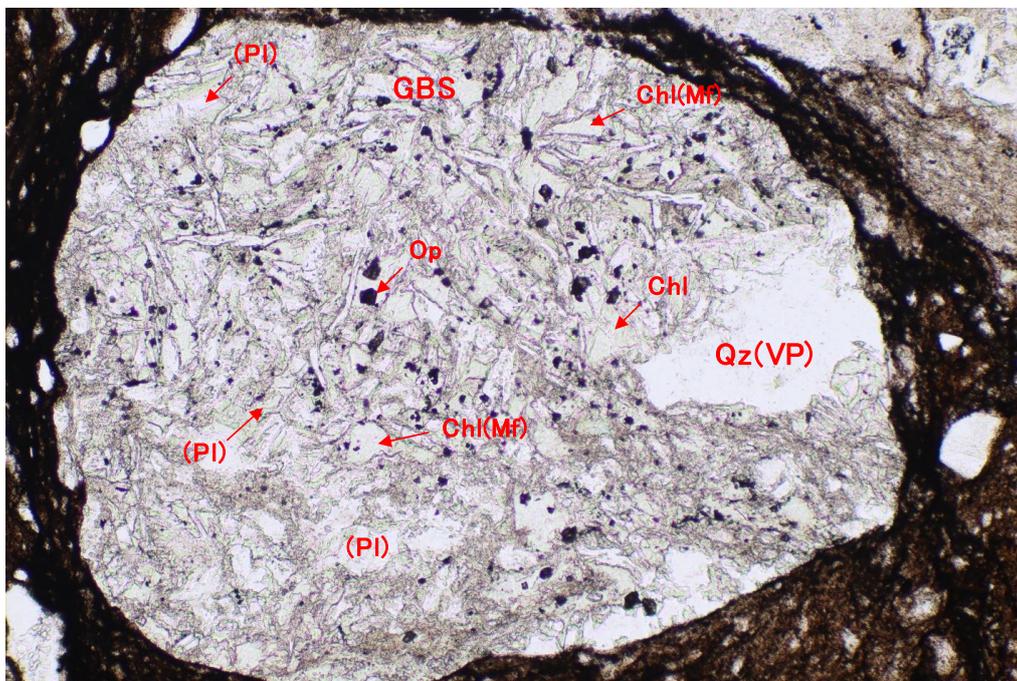
備考: 黄鉄鉱(Py)は丸味を帯びたフランボイダル型の初生的なもの(小さいが、これでも自形Pyの球粒状集合体)と、より大きな半自形~他形のPyがある。後者はホルンフェルス化ないし熱水変質に伴って生成したと考えられる。

偏光顕微鏡写真

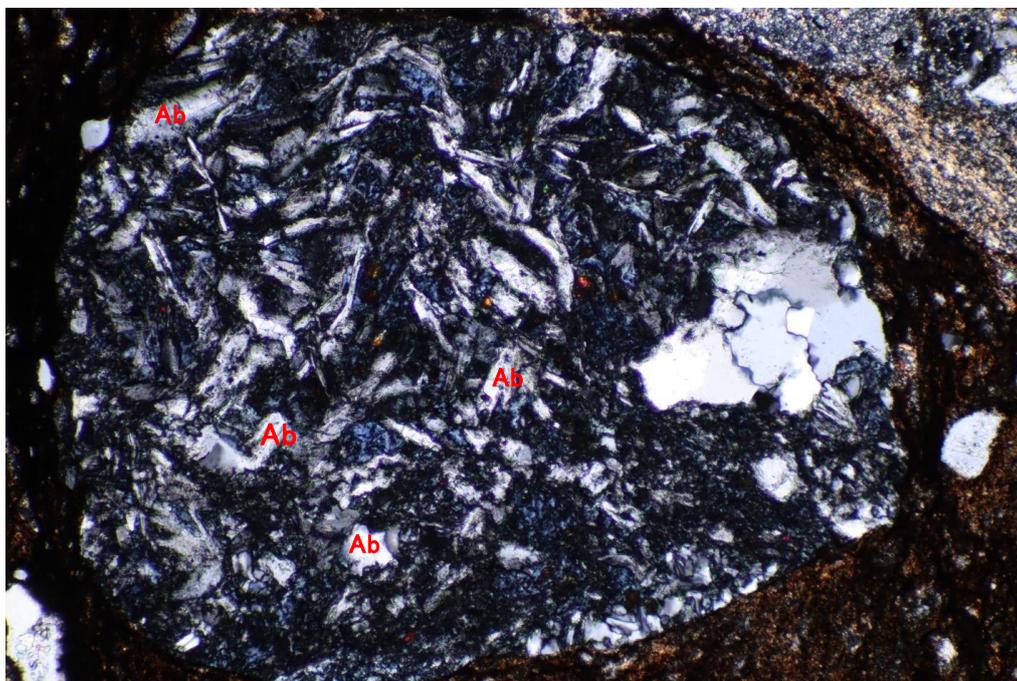
試料番号: KB-1 10.00~10.06m

岩石名等: 泥岩卓越混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

オープンニコル



クロスニコル



スケール 0.1mm ———

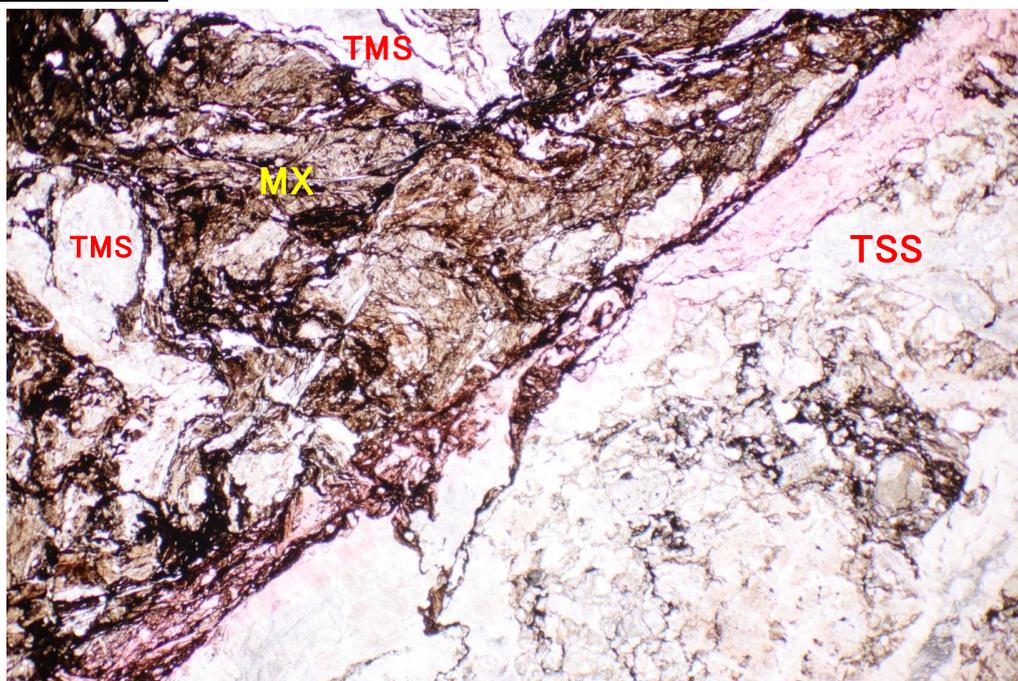
備考: 玄武岩(緑色岩化)粒子でインターサタル組織を示す.

偏光顕微鏡写真

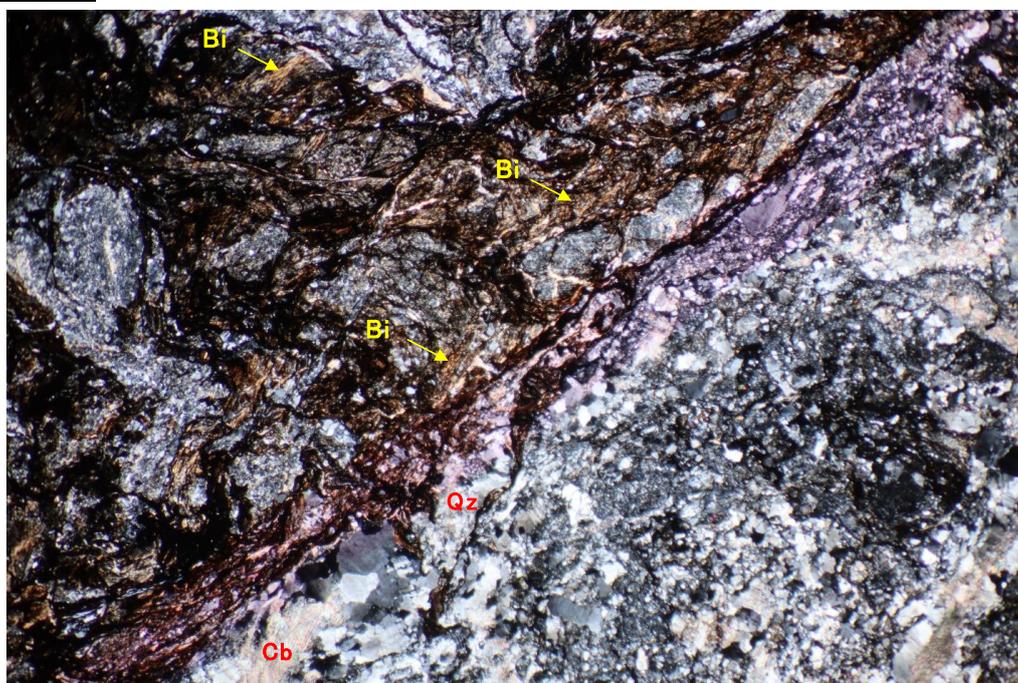
試料番号: KB-2 18.94~19.00m

岩石名等: 泥岩卓越カタクレーサイト/砂岩卓越カタクレーサイト(微弱ホルンフェルス化)

透過オープンニコル



クロスニコル



スケール 1.0mm ———

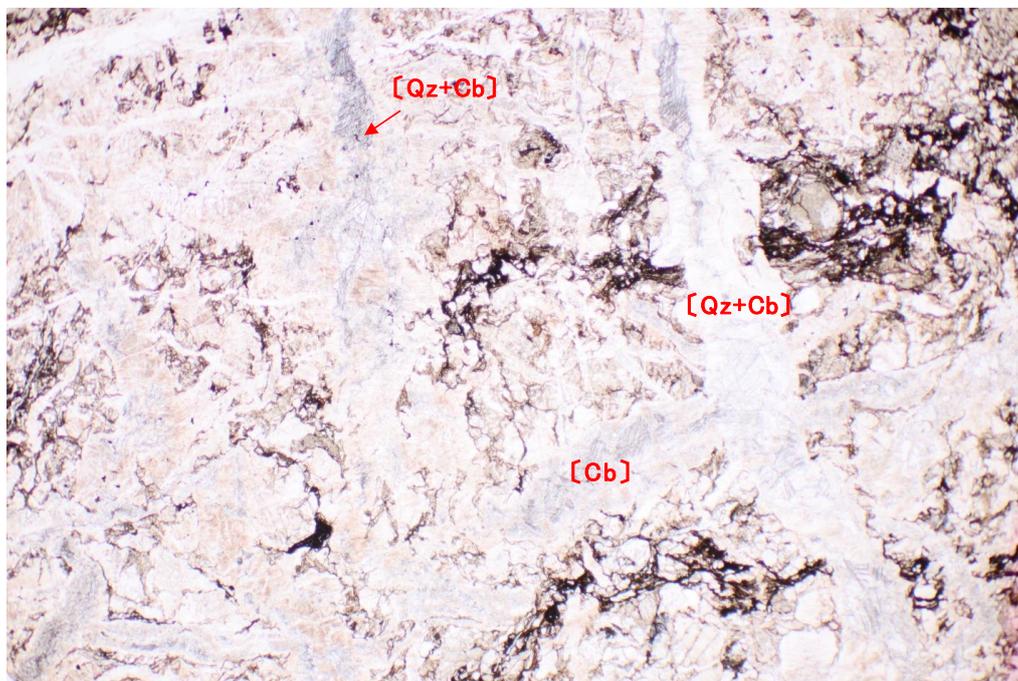
備考: モード測定は泥岩卓越カタクレーサイト(左上)の部分 avoiding 砂岩卓越カタクレーサイト(右下)の部分について行う。

偏光顕微鏡写真

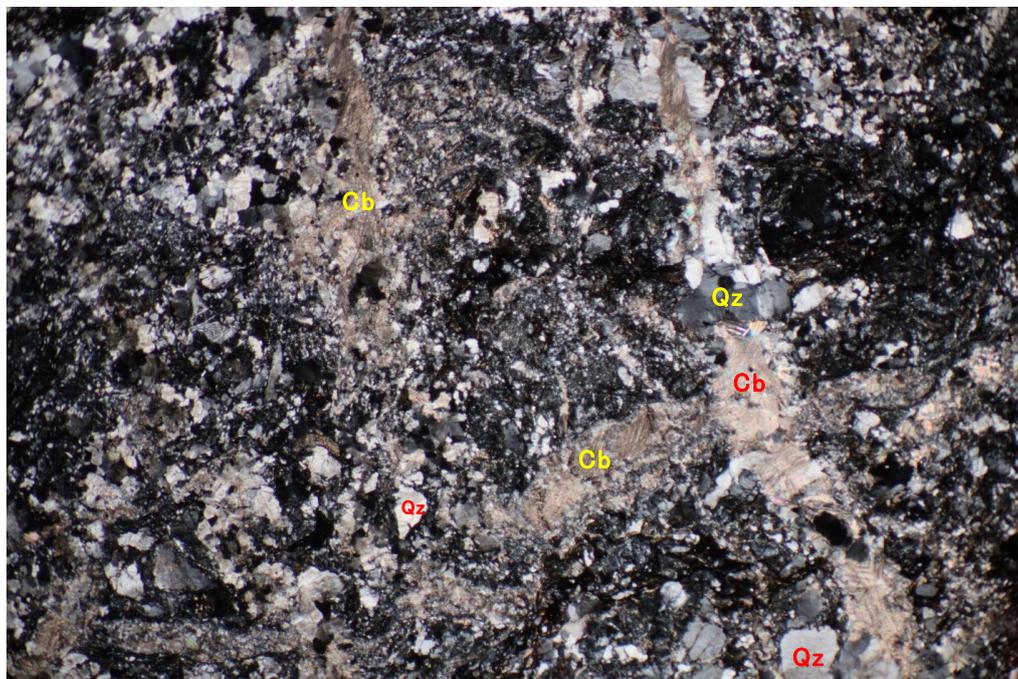
試料番号: KB-2 18.94~19.00m

岩石名等: 砂岩卓越カタクレーサイト(微弱ホルンフェルス化)

オープンニコル



クロスニコル



スケール 1.0mm ———

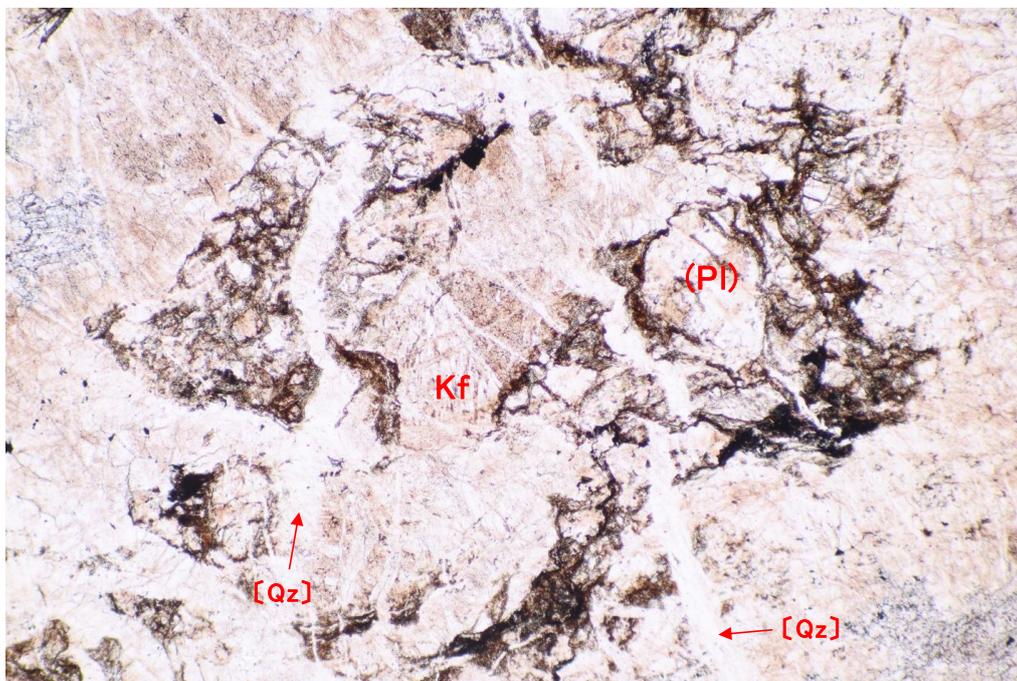
備考:

偏光顕微鏡写真

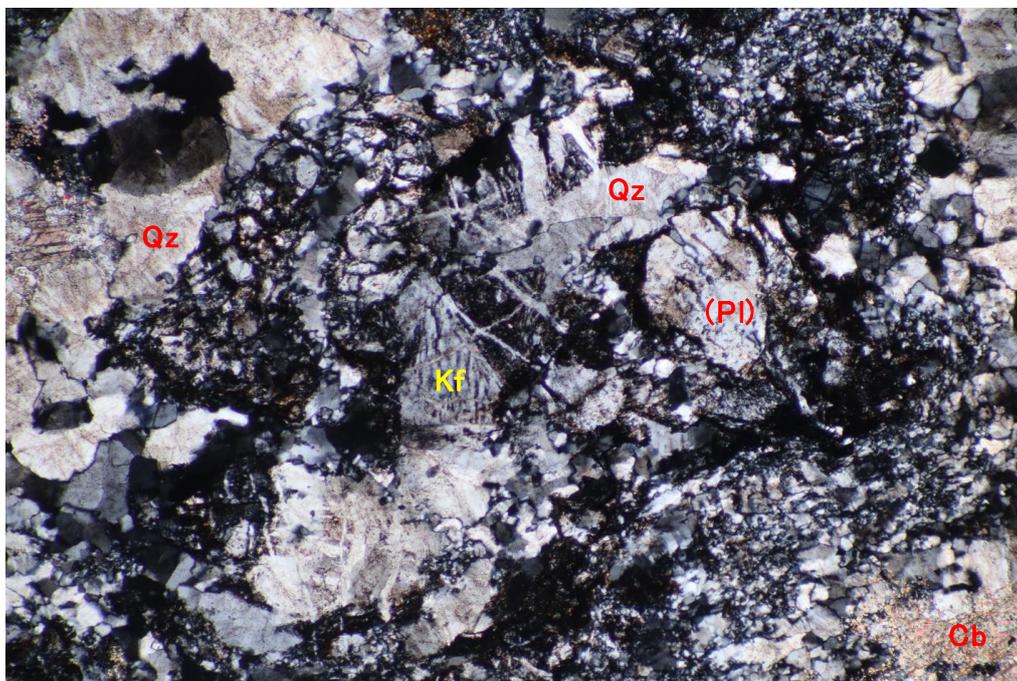
試料番号: KB-2 18.94~19.00m

岩石名等: 砂岩卓越カタクレーサイト(微弱ホルンフェルス化)

オープンニコル



クロスニコル



スケール 1.0mm 

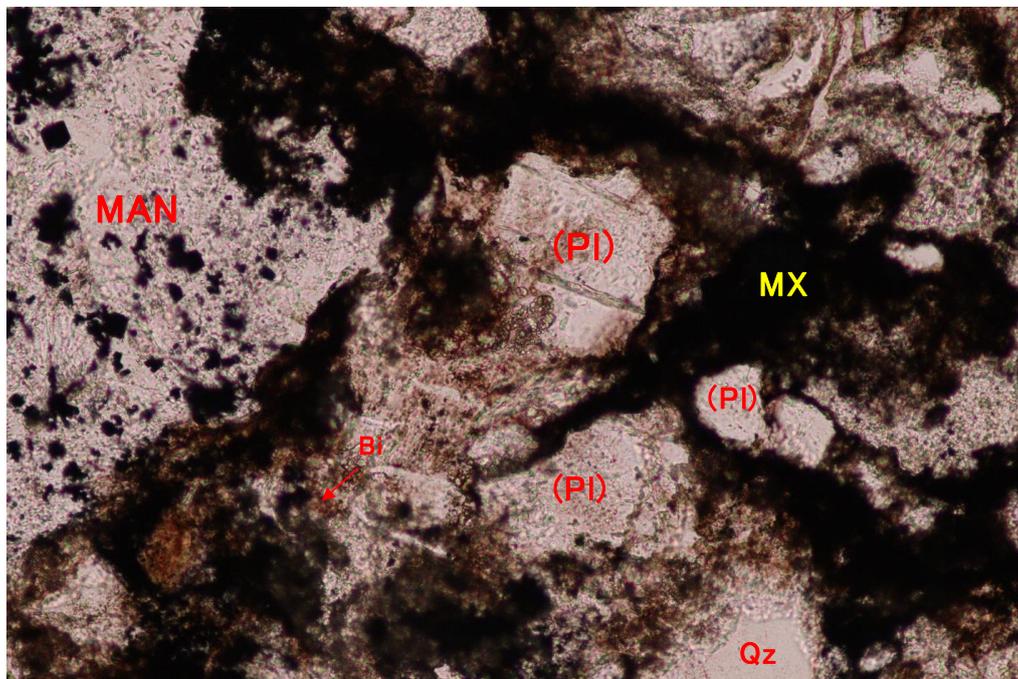
備考:

偏光顕微鏡写真

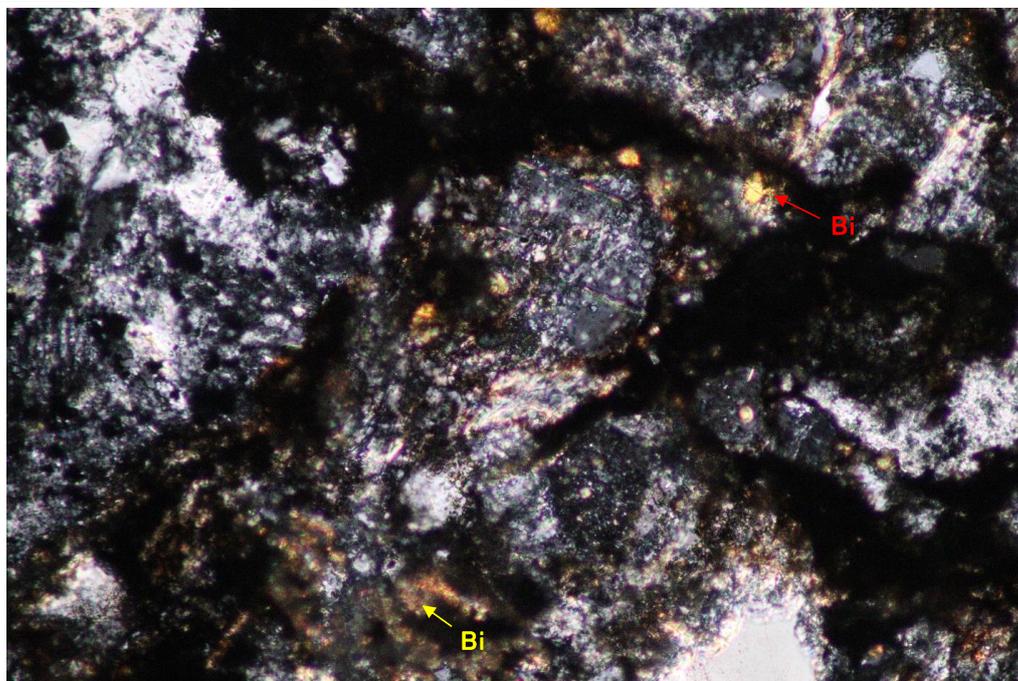
試料番号: KB-2 18.94~19.00m

岩石名等: 砂岩卓越カタクレーサイト(微弱ホルンフェルス化)

オープンニコル



クロスニコル



スケール 0.1mm 

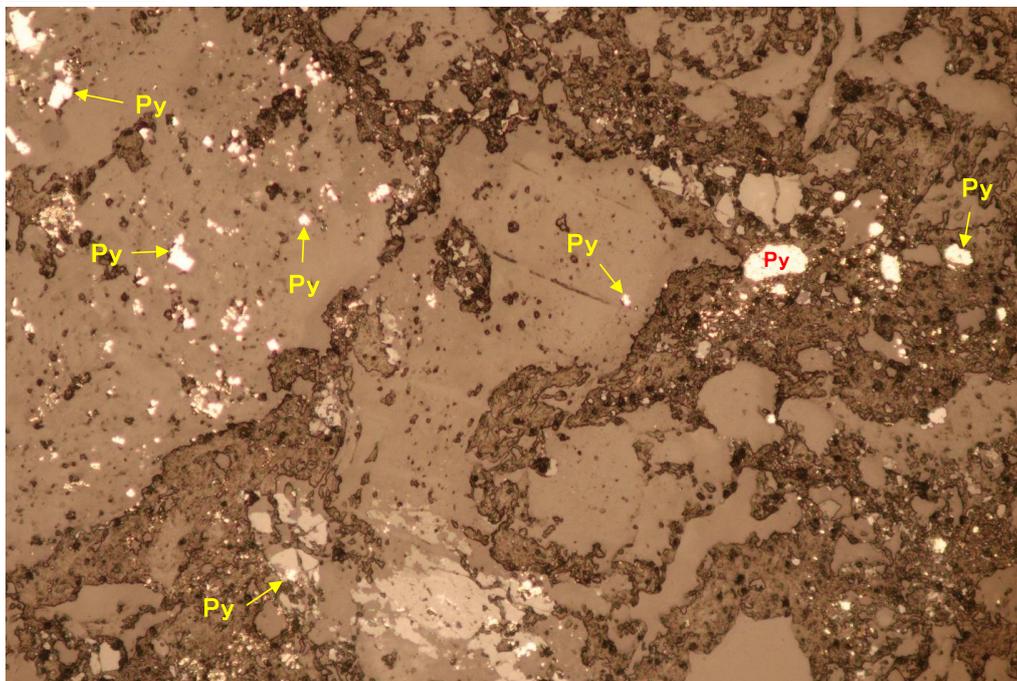
備考:

偏光顕微鏡写真

試料番号: KB-2 18.94~19.00m

岩石名等: 砂岩卓越カタクレーサイト(微弱ホルンフェルス化)

反射オープンニコル



スケール 0.1mm 

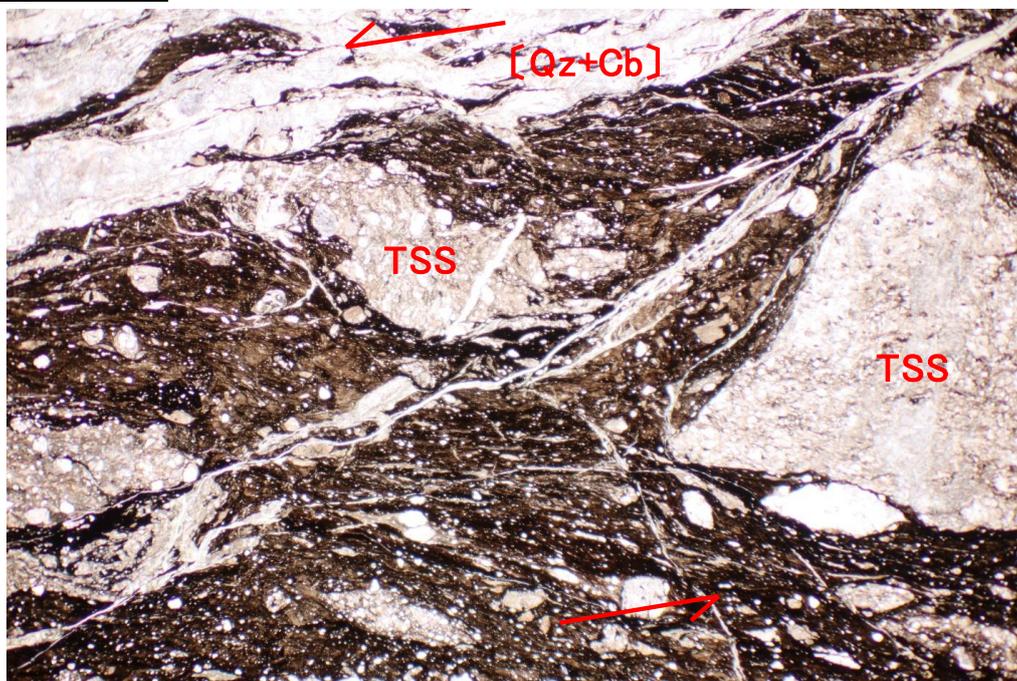
備考:

偏光顕微鏡写真

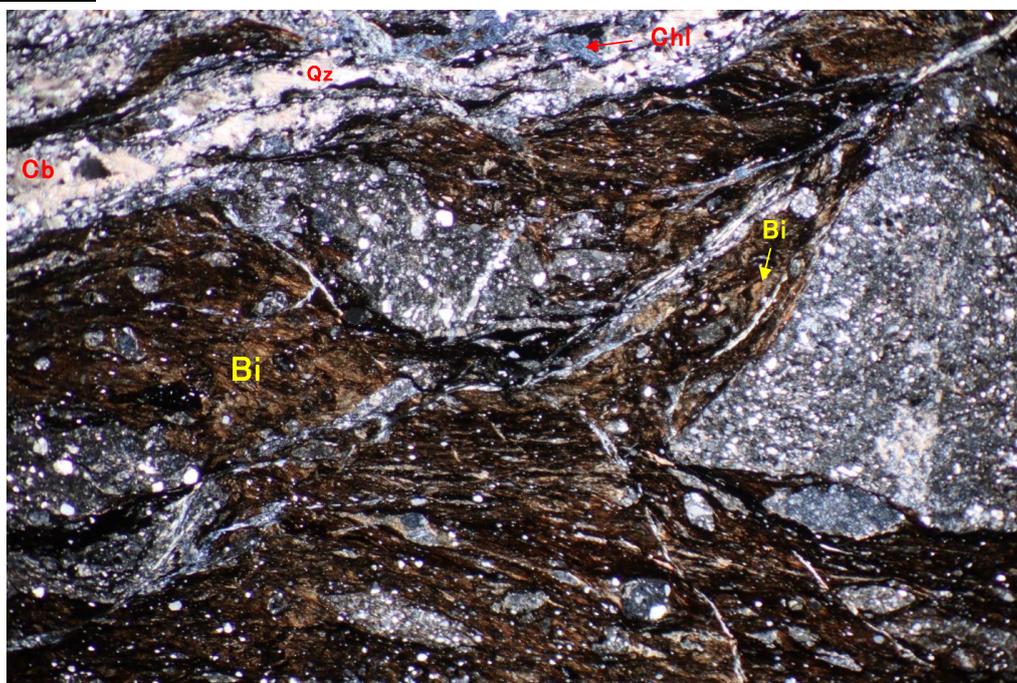
試料番号: KB-2 24.62~24.68m

岩石名等: 緑色岩・砂岩・泥岩混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

透過オープンニコル



クロスニコル



スケール 1.0mm ———

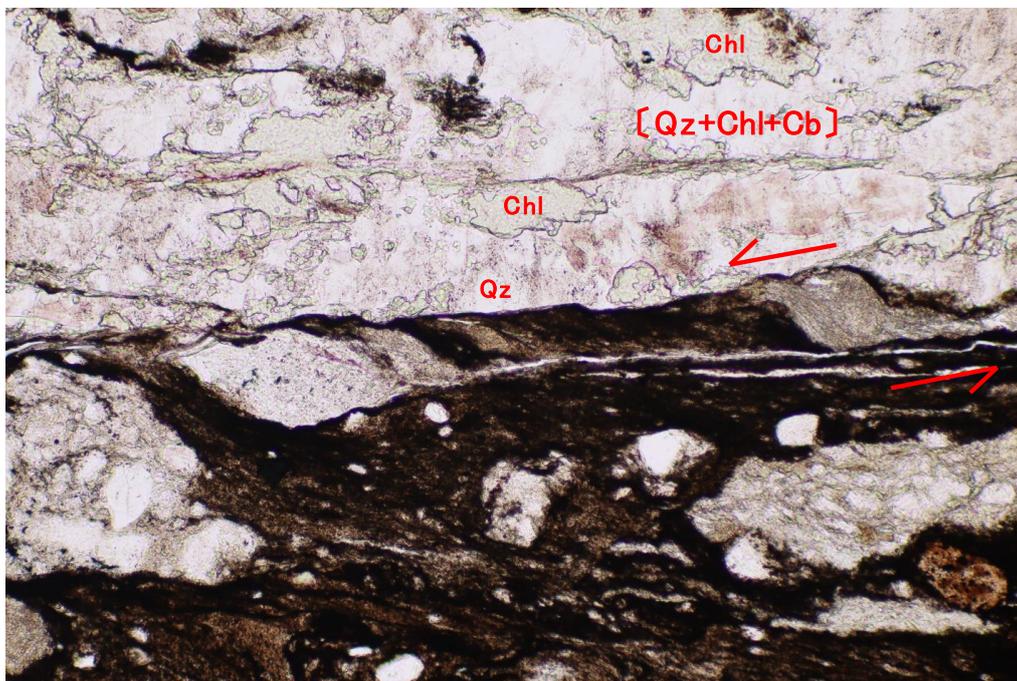
備考: 脈際の見かけ上左横ずれ卓越ゾーン.

偏光顕微鏡写真

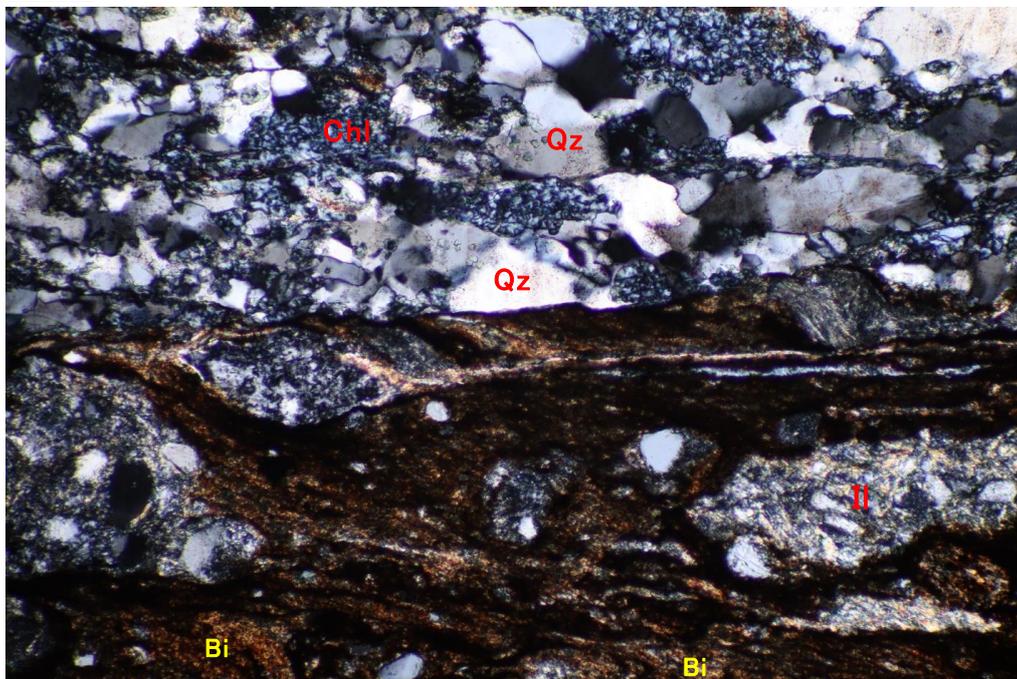
試料番号: KB-2 24.62~24.68m

岩石名等: 緑色岩・砂岩・泥岩混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

オープンニコル



クロスニコル



スケール 0.1mm ———

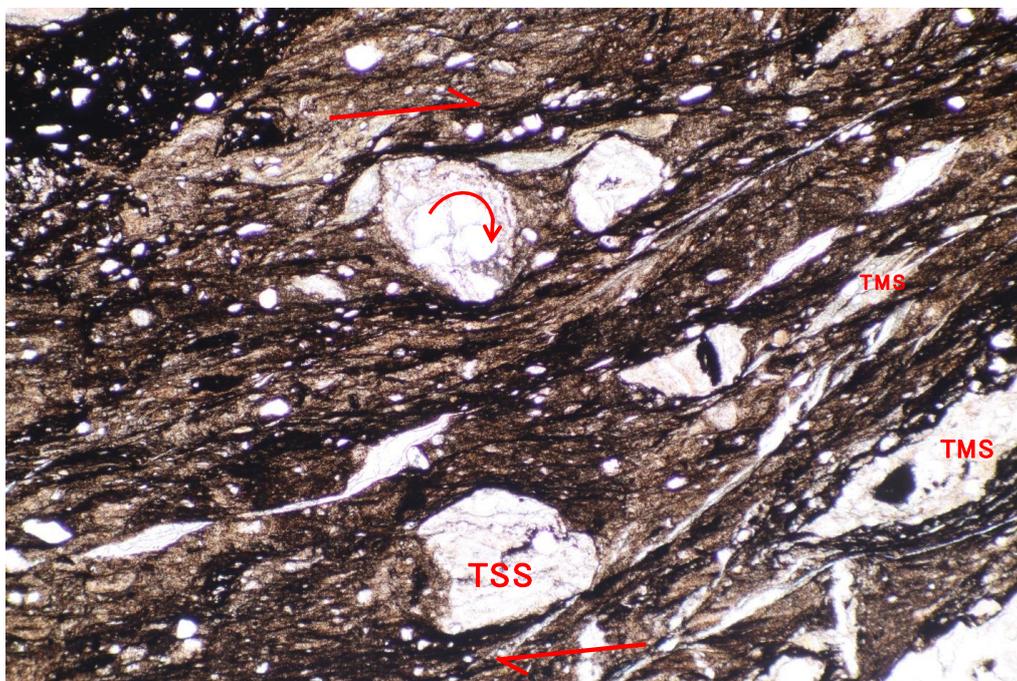
備考: 脈際の(見かけ上)左横ずれ卓越ゾーン.

偏光顕微鏡写真

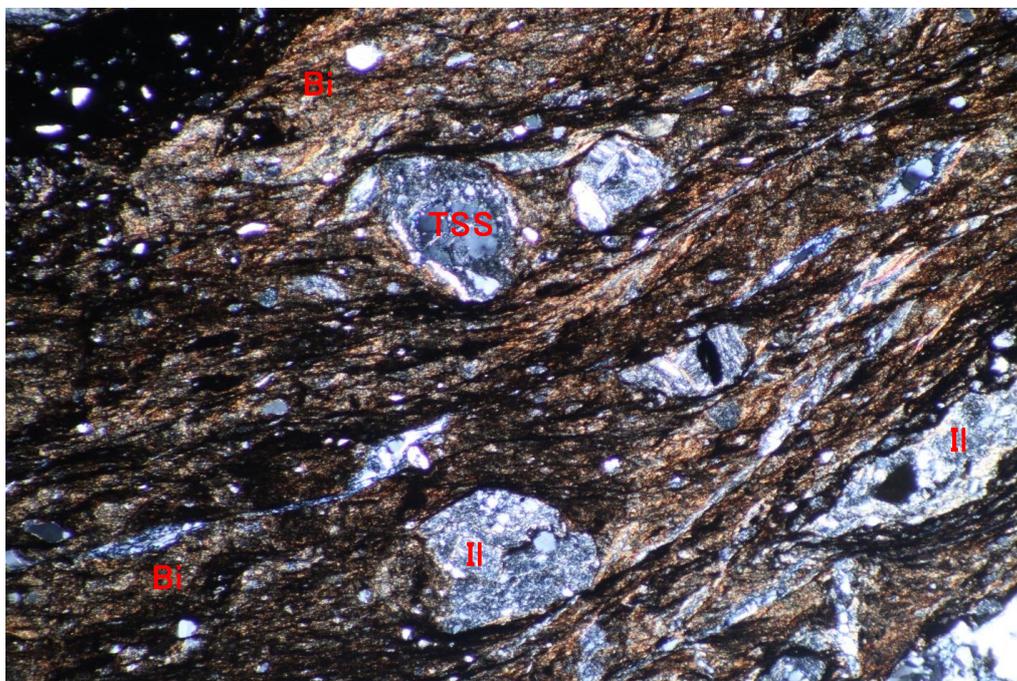
試料番号: KB-2 24.62~24.68m

岩石名等: 緑色岩・砂岩・泥岩混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

オープンニコル



クロスニコル



スケール 1.0mm

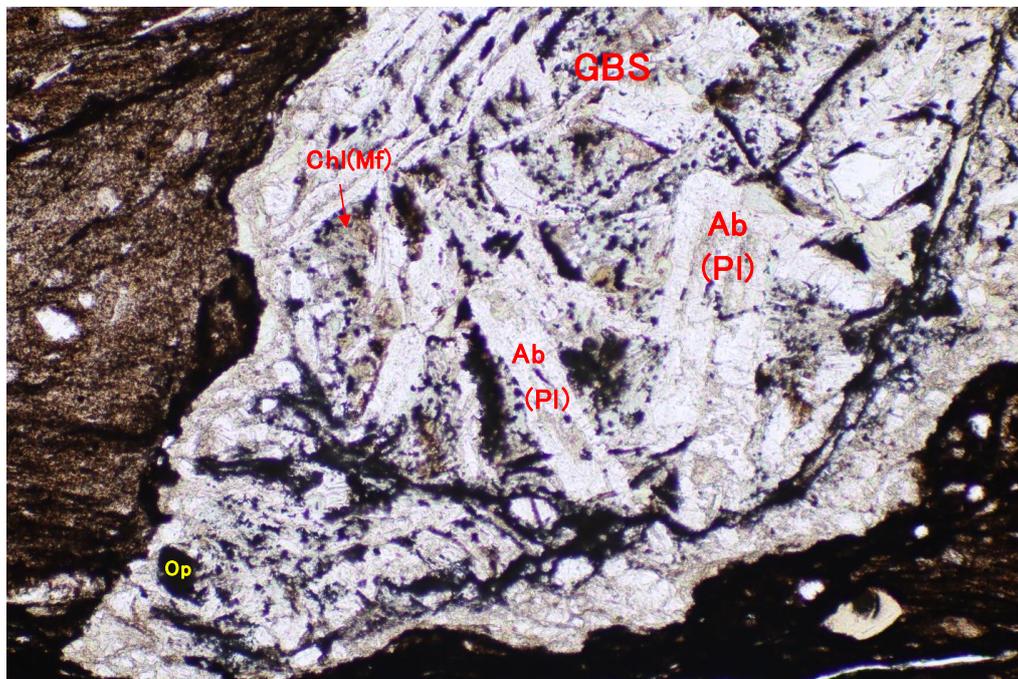
備考: (見かけ上)右横ずれ卓越ゾーン.

偏光顕微鏡写真

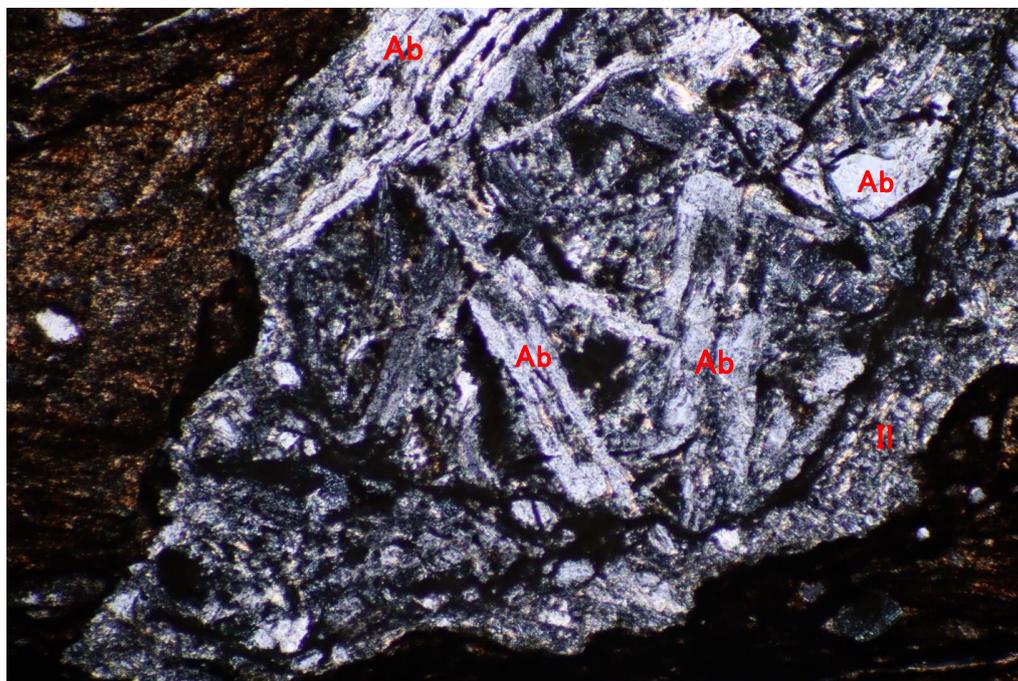
試料番号: KB-2 24.62~24.68m

岩石名等: 緑色岩・砂岩・泥岩混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

オープンニコル



クロスニコル



スケール 0.1mm ———

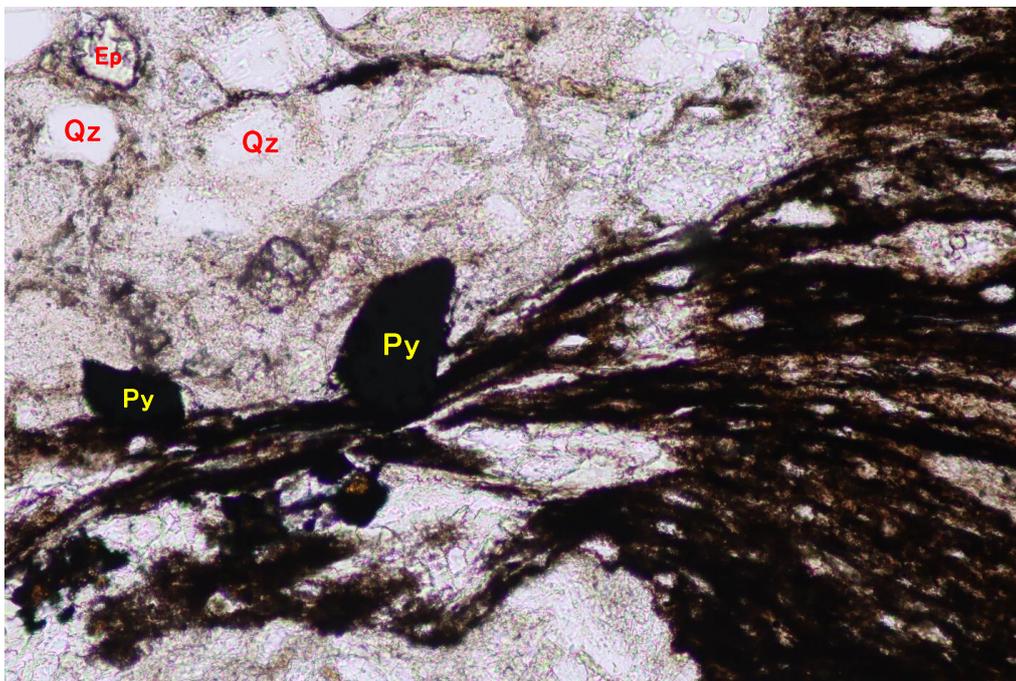
備考:

偏光顕微鏡写真

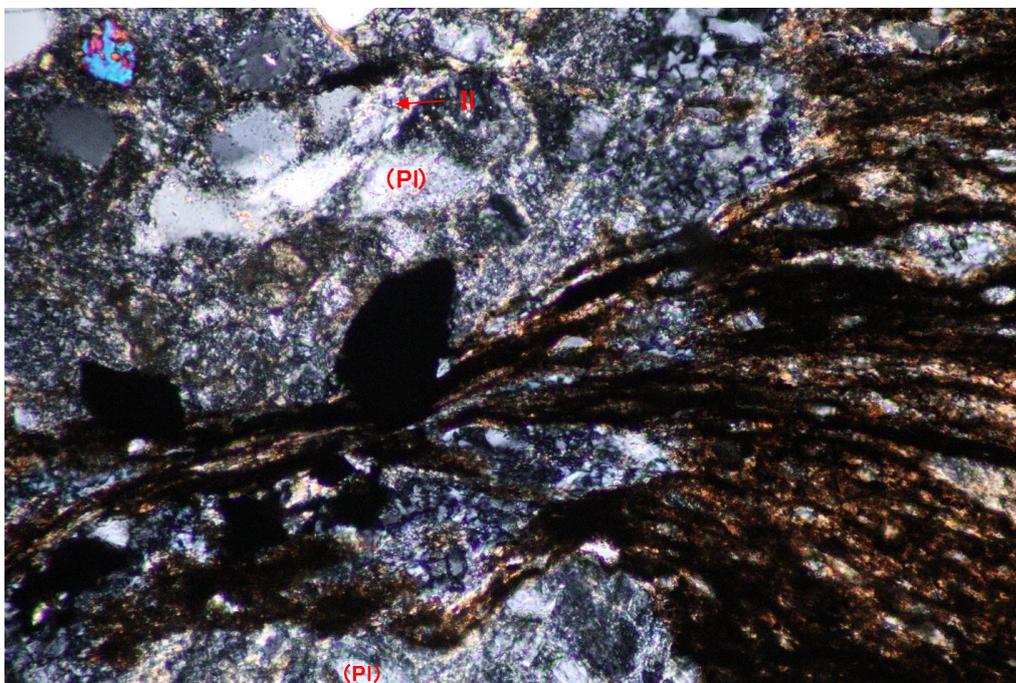
試料番号：KB-2 24.62～24.68m

岩石名等：緑色岩・砂岩・泥岩混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

オープンニコル



クロスニコル



スケール 0.1mm —————

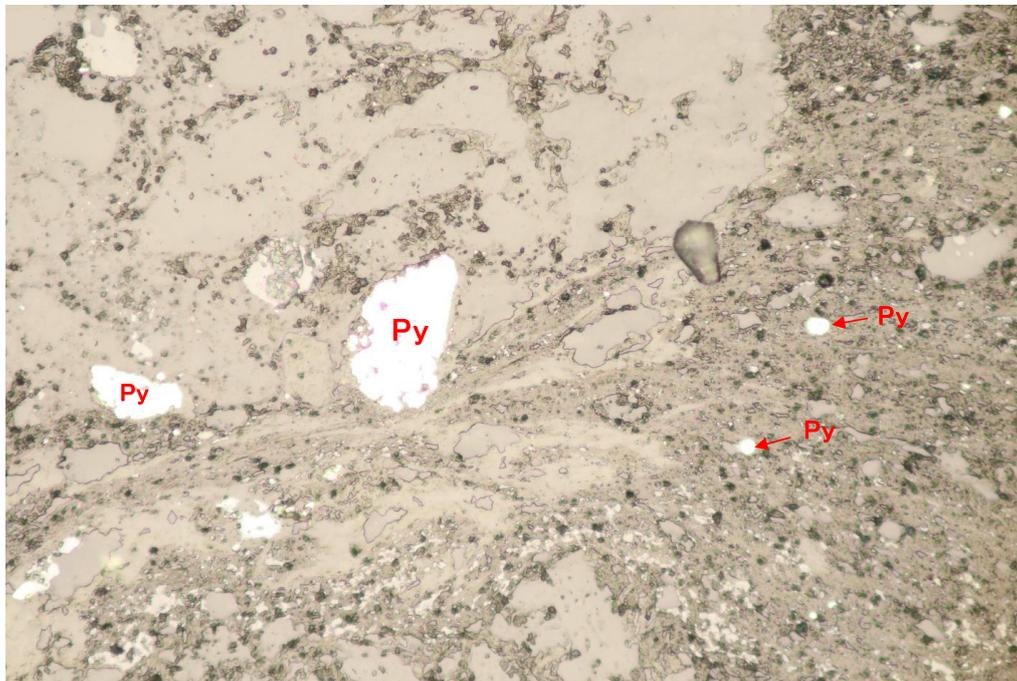
備考：

偏光顕微鏡写真

試料番号：KB-2 24.62～24.68m

岩石名等：緑色岩・砂岩・泥岩混在岩質カタクレーサイト(ホルンフェルス化)

反射オープンニコル



スケール 0.1mm 

備考：

付録4 モード測定

表 付録 4-1 モード測定結果

No.	試料番号	岩石名	変形泥岩(TMS) (泥質卓越混在岩片を含む)																								変形砂岩(TSS)									
			粒子					TMS 粒子 計	基質			TMS 基質 計	脈・プールの 計			TMS 計	粒子				TSS 粒子 計	基質			TSS 基質 計	脈・プールの 計	脈・プールの 計	TSS 計								
			石英	斜長石	白雲母	黄鉄鉱	その他		イライト1	黒雲母	その他		石英	炭酸塩鉱物	脈・プールの 計		石英	カリ長石	斜長石	その他		イライト1	黒雲母	その他												
			Qzm	Plm	Musm	Pym	Ogm	Tmg	Illmx	Bimx	Omx	Tmx	Qzmv	Cbmv	Tmv	ΣTMS	Qzs	Kfs	Pls	Ogs	Tsg	Illsx	Bisx	Osx	Tsx	Cbsv	Tsv	ΣTSS								
1	KB-1 8.42~8.48m	泥岩卓越混在岩質 カタクレーサイト (ホルンフェルス化)	カウント	5	2	1	1	4	13	261	0	188	449	24	0	24	486	10	2	9	1	22	8	0	22	30	2	2	54							
			%	0.2	0.1	0.0	0.0	0.2	0.6	12.8	0.0	9.2	22.0	1.2	0.0	1.2	23.8	0.5	0.1	0.4	0.0	1.1	0.4	0.0	1.1	1.5	0.1	0.1	2.6							
2	KB-1 10.00~10.06m	泥岩卓越混在岩質 カタクレーサイト (ホルンフェルス化)	カウント	0	4	0	4	2	10	256	77	325	658	6	1	7	675	12	3	22	10	47	21	9	79	109	0	0	156							
			%	0.0	0.2	0.0	0.2	0.1	0.5	12.8	3.8	16.2	32.9	0.3	0.0	0.3	33.7	0.6	0.1	1.1	0.5	2.3	1.0	0.4	3.9	5.4	0.0	0.0	7.8							
3	KB-2 [※] 18.94~19.00m	砂岩卓越カタクレーサイト (微弱ホルンフェルス化)	カウント	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
			%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
4	KB-2 24.62~24.68m	緑色岩・砂岩・泥岩混在岩質 カタクレーサイト (ホルンフェルス化)	カウント	1	0	0	0	1	2	34	46	57	137	0	0	0	139	20	4	37	20	81	21	11	122	154	1	1	236							
			%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.7	2.3	2.8	6.7	0.0	0.0	0.0	6.8	1.0	0.2	1.8	1.0	4.0	1.0	0.5	6.0	7.6	0.0	0.0	11.6							

No.	試料番号	岩石名	岩片・鉱物片(カタクレーサイトのボーフィオクラスト) つづき																													
			酸性凝灰岩(ATF)										ATF 計	緑色岩(GS)				GS 計	花崗岩類	石英	カリ長石	斜長石	その他の 粒子	粒子 計								
			粒子					基質		生成鉱物		曹長石		緑泥石	イライト	その他																
			石英	斜長石	黄鉄鉱	その他	粒子 計	イライト1	その他	基質 計	曹長石		緑泥石				イライト	その他	ΣATF	Abg	Chlg	Ilg	Ogs	Tgs	GR	Qz	Kf	Pl	Ogr	Σgr		
Qzt	Plt	Pyt	Ogt	Ttg	Illtx	Otx	Ttx	ΣATF	Abg	Chlg	Ilg	Ogs	Tgs	GR	Qz	Kf	Pl	Ogr	Σgr													
1	KB-1 8.42~8.48m	泥岩卓越混在岩質 カタクレーサイト (ホルンフェルス化)	カウント	3	1	2	2	8	11	19	30	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	15	64	660
			%	0.1	0.0	0.1	0.1	0.4	0.5	0.9	1.5	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.7	3.1	32.3	
2	KB-1 10.00~10.06m	泥岩卓越混在岩質 カタクレーサイト (ホルンフェルス化)	カウント	0	3	1	1	5	21	41	62	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	14	18	934	
			%	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	1.0	2.0	3.1	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.7	0.9	46.7	
3	KB-2 [※] 18.94~19.00m	砂岩卓越カタクレーサイト (微弱ホルンフェルス化)	カウント	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	710	29	87	855	
			%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	35.3	1.4	4.3	1.3	42.6
4	KB-2 24.62~24.68m	緑色岩・砂岩・泥岩混在岩質 カタクレーサイト (ホルンフェルス化)	カウント	0	0	0	0	0	0	4	4	4	44	67	9	39	159	0	4	0	14	17	573									
			%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	2.2	3.3	0.4	1.9	8	0.0	0.2	0.0	0.7	0.8	28.1									

No.	試料番号	岩石名	カタクレーサイトの基質部														合計	備考	
			カタクレーサイトの基質					基質 計	カタクレーサイト 基質部のセメント		カタクレーサイト基質部 の脈・プールの			基質部 の脈・プールの 計					
			イライト2	黒雲母	黄鉄鉱	炭酸塩鉱物	その他		石英	炭酸塩鉱物	石英	緑泥石	炭酸塩鉱物						
			Il2x	Bix	Pyx	Cbx	Ox	Tx	Qzc	Cbc	TCM	QzV	ChV	CbV	TV	ΣMX	Σ		
1	KB-1 8.42~8.48m	泥岩卓越混在岩質 カタクレーサイト (ホルンフェルス化)	カウント	291	626	1	0	266	1184	24	27	51	86	60	2	148	1383	2043	混在岩化に伴って、カタクレーサイト化が少なくとも2ヶ所あり、古い方は基質にイライト2を生じる。これがより新しいカタクレーサイト化を受け、その基質には黒雲母を生じている。これらは付加体上昇に伴って温度低下しつつ、変形と破壊が断続的に進行していたが、途中で貫入岩による接触変成を受けたことを示すと考えられる。
			%	14.2	30.6	0.0	0.0	13.0	58.0	1.2	1.3	2.5	4.2	2.9	0.1	7.2	67.7	100.0	
2	KB-1 10.00~10.06m	泥岩卓越混在岩質 カタクレーサイト (ホルンフェルス化)	カウント	12	373	18	0	618	1021	0	0	0	46	1	0	47	1068	2002	・その他の粒子(Cgv)には安山岩2を含む。 ・カウントにかからない緑れん石粒子(自生?)あり。
			%	0.6	18.6	0.9	0.0	30.9	51.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	2.3	53.3	100.0	
3	KB-2 [※] 18.94~19.00m	砂岩卓越カタクレーサイト (微弱ホルンフェルス化)	カウント	61	19	10	46	449	585	23	52	75	331	13	150	494	1154	2009	・Ogrにはチャートを含む。 ・Qzは2次成長が多いが、初生粒子との区別困難のためすべて鉱物片としてカウントした。 ・基質に緑泥石、緑れん石、黒雲母などが生成する高温の熱水変質(ないし、微弱ホルンフェルス化)。
			%	3.0	0.9	0.5	2.3	22.3	29.1	1.1	2.6	3.7	16.5	0.6	7.5	24.6	57.4	100.0	
4	KB-2 24.62~24.68m	緑色岩・砂岩・泥岩混在岩質 カタクレーサイト (ホルンフェルス化)	カウント	7	290	3	0	611	911	0	0	0	216	196	142	554	1465	2038	・弱くホルンフェルス化する。 ・緑色岩が目立つ。
			%	0.3	14.2	0.1	0.0	30.0	44.7	0.0	0.0	0.0	10.6	9.6	7.0	27.2	71.9	100.0	

注: 岩片中の黄鉄鉱は2次鉱物であるが、黄鉄鉱の量に注意する目的もあり、便宜上「粒子」としてカウントした。なお、黄鉄鉱は四辺形断面などの自形～他形のもの、フランクイダル形(球粒状)のものがある。
※: まとまった泥質部を除外してカウント。

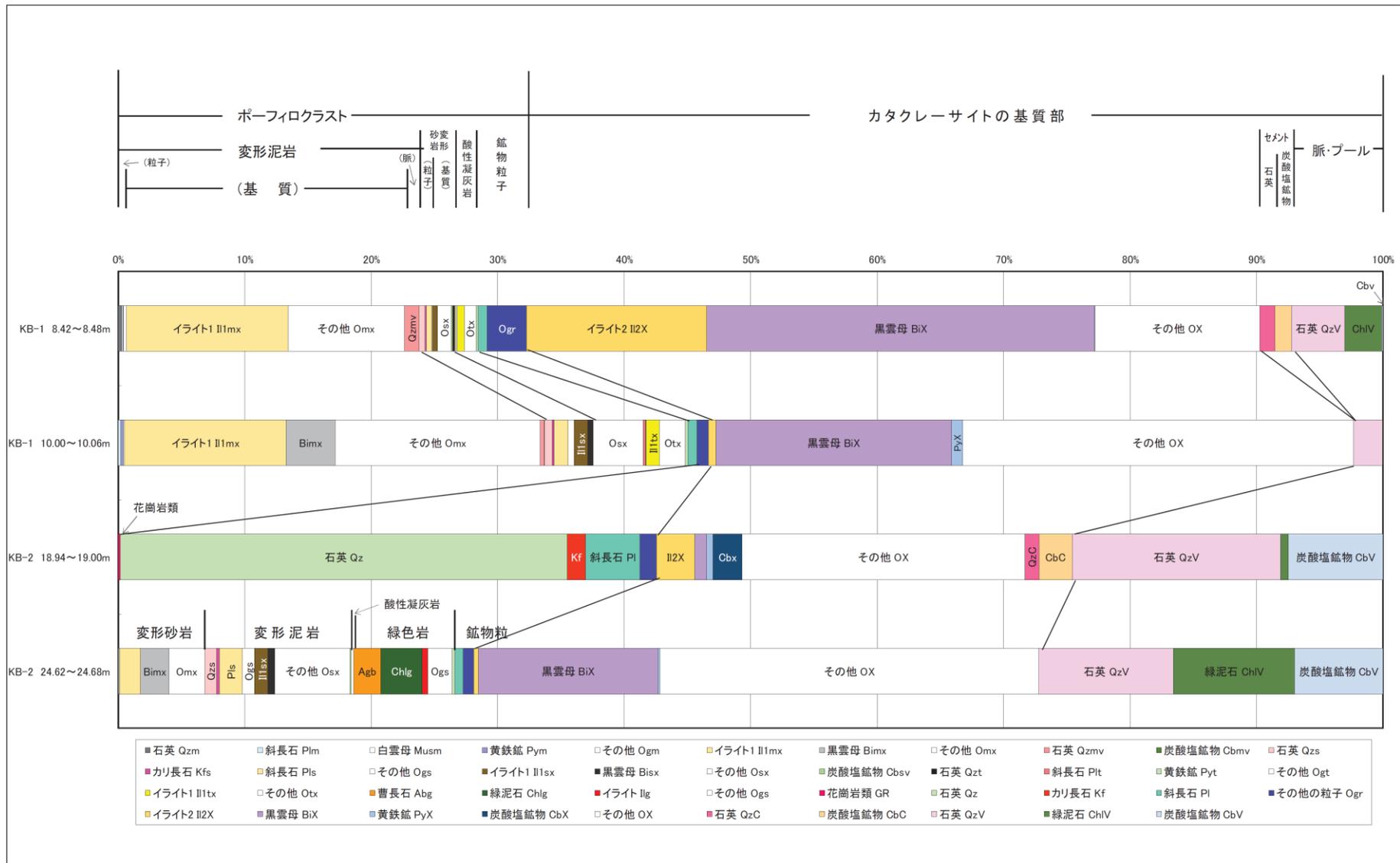


図 付録 4-1 モード測定結果整理

付録5 ボアホールテレビ (BTV) 観察

- KB-1 孔

KB-1 の孔壁展開画像を図 付録 5-1～図 付録 5-10 に，不連続面一覧を表 付録 5-1～表 付録 5-2 に示す。



ボーリング孔の名称: KB-1 ボーリング孔の方向: 0°
ボーリング孔の場所: KANNAGAWA ボーリング孔の角度: 0°
測定日付: 20/10/19 深度範囲: 0.00 - 25.05 m

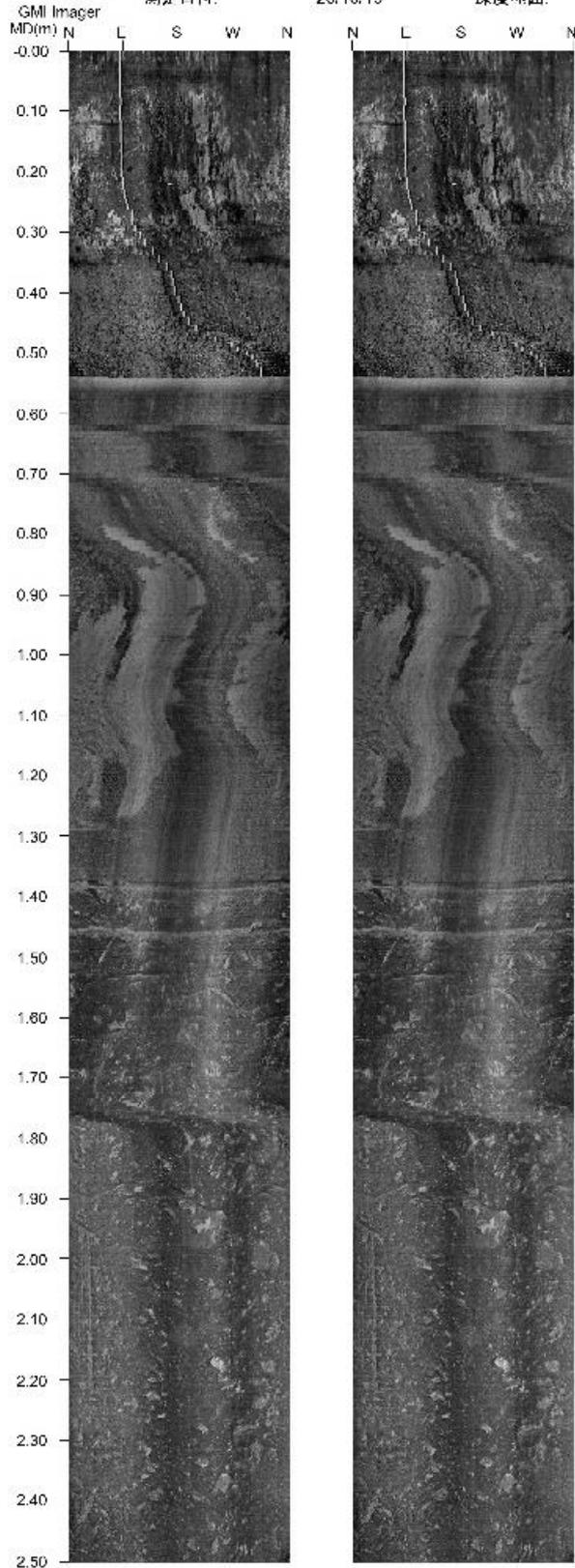


図 5-18 75° 外比: 1:1 縦: 1:11

図 付録 5-1 KB-1 孔壁展開図(1) 0.0~2.5m



ボーリング孔の名称: KB-1
ボーリング孔の場所: KANNNAGAWA
測定日付: 20/10/19
ボーリング孔の方向: 0°
ボーリング孔の角度: 0°
深度範囲: 0.00 - 25.05 m

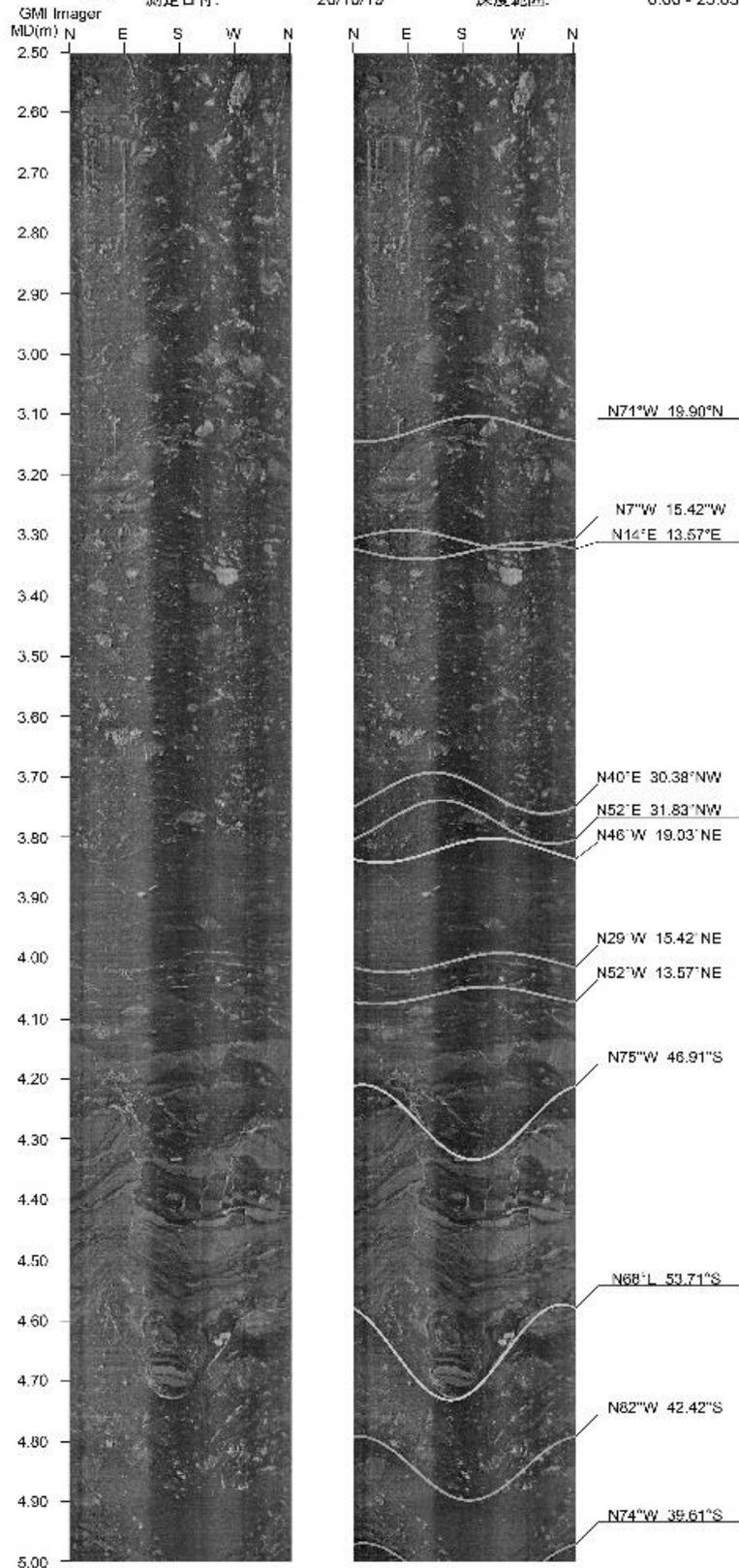


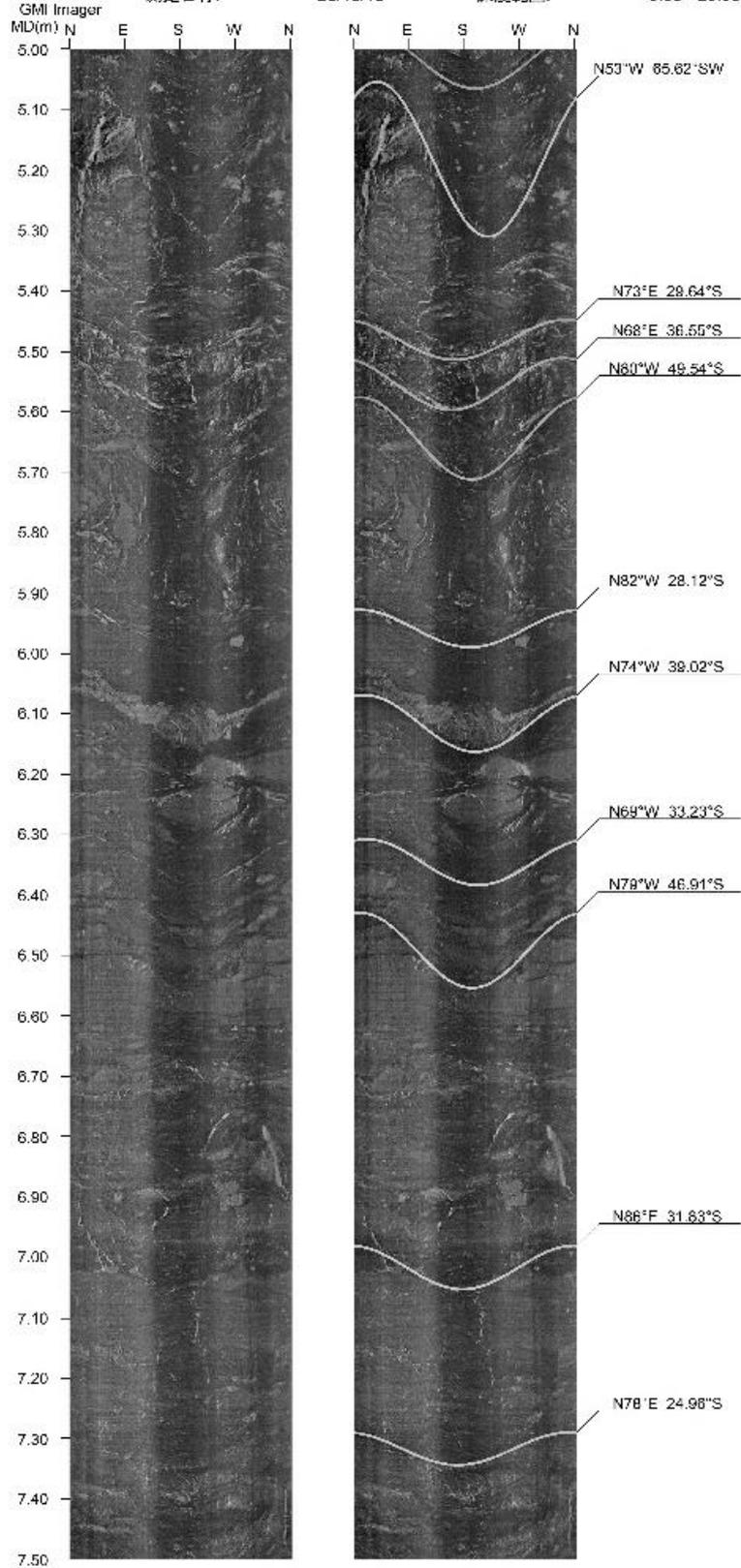
図-4: 1/8 7A' 外比: 1/1 4' 2/11

図 付録 5-2 KB-1 孔壁展開図(2) 2.5~5.0m



ボーリング孔の名称: KB-1
ボーリング孔の場所: KANNAGAWA
測定日付: 20/10/19

ボーリング孔の方向: 0°
ボーリング孔の角度: 0°
深度範囲: 0.00 - 25.05 m



対-1: 1/8 72°外径: 1/1 ページ: 3/11

図 付録 5-3 KB-1 孔壁展開図(3) 5.0~7.5m



ボーリング孔の名称: KB-1
ボーリング孔の場所: KANNNAGAWA
測定日付: 20/10/19

ボーリング孔の方向: 0°
ボーリング孔の角度: 0°
深度範囲: 0.00 - 25.05 m

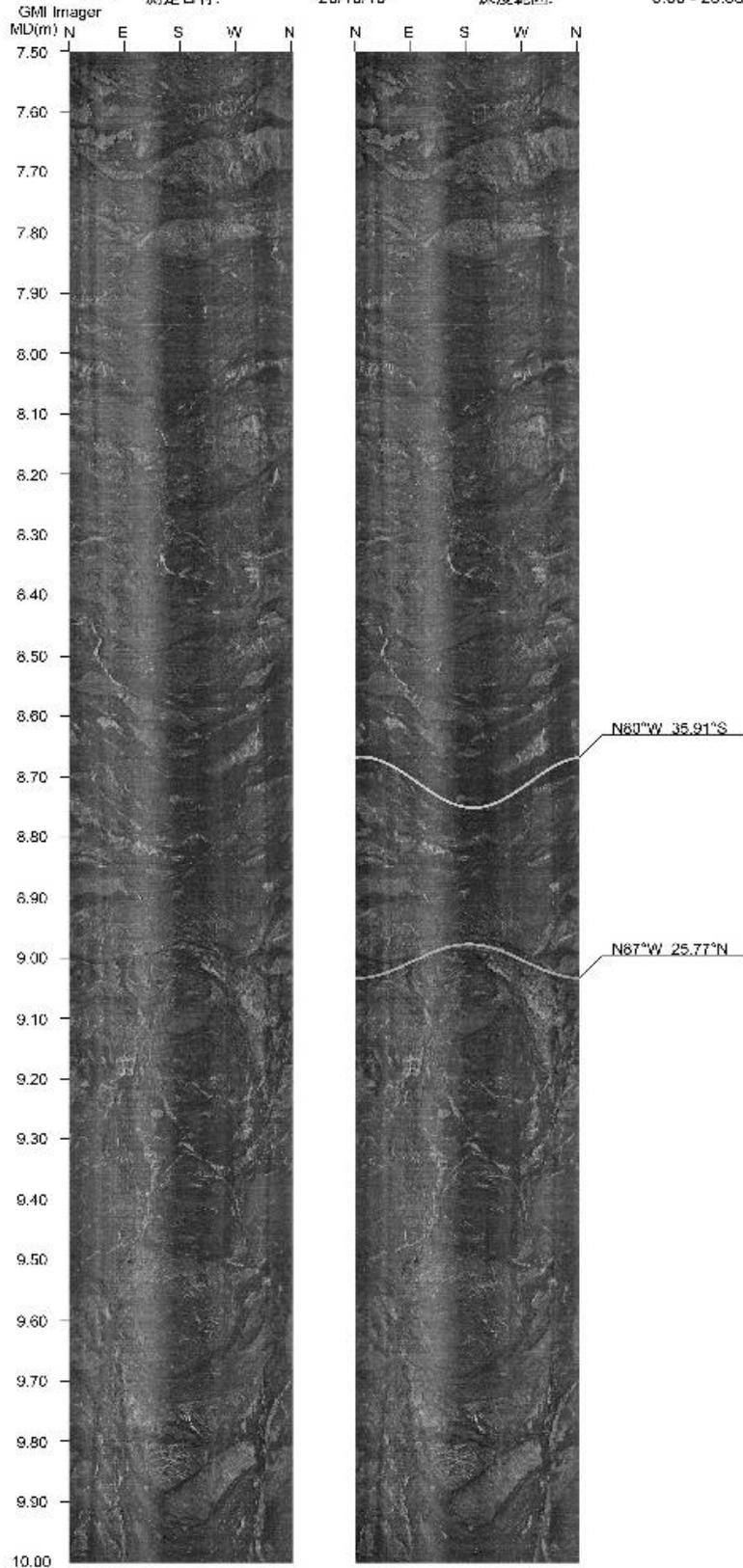


図-4: 1/8 7A⁺ 外比: 1/1 内径: 4/11

図 付録 5-4 KB-1 孔壁展開図(4) 7.5~10.0m



ボーリング孔の名称: KB-1
 ボーリング孔の場所: KANNNAGAWA
 測定日付: 20/10/19

ボーリング孔の方向: 0°
 ボーリング孔の角度: 0°
 深度範囲: 0.00 - 25.05 m

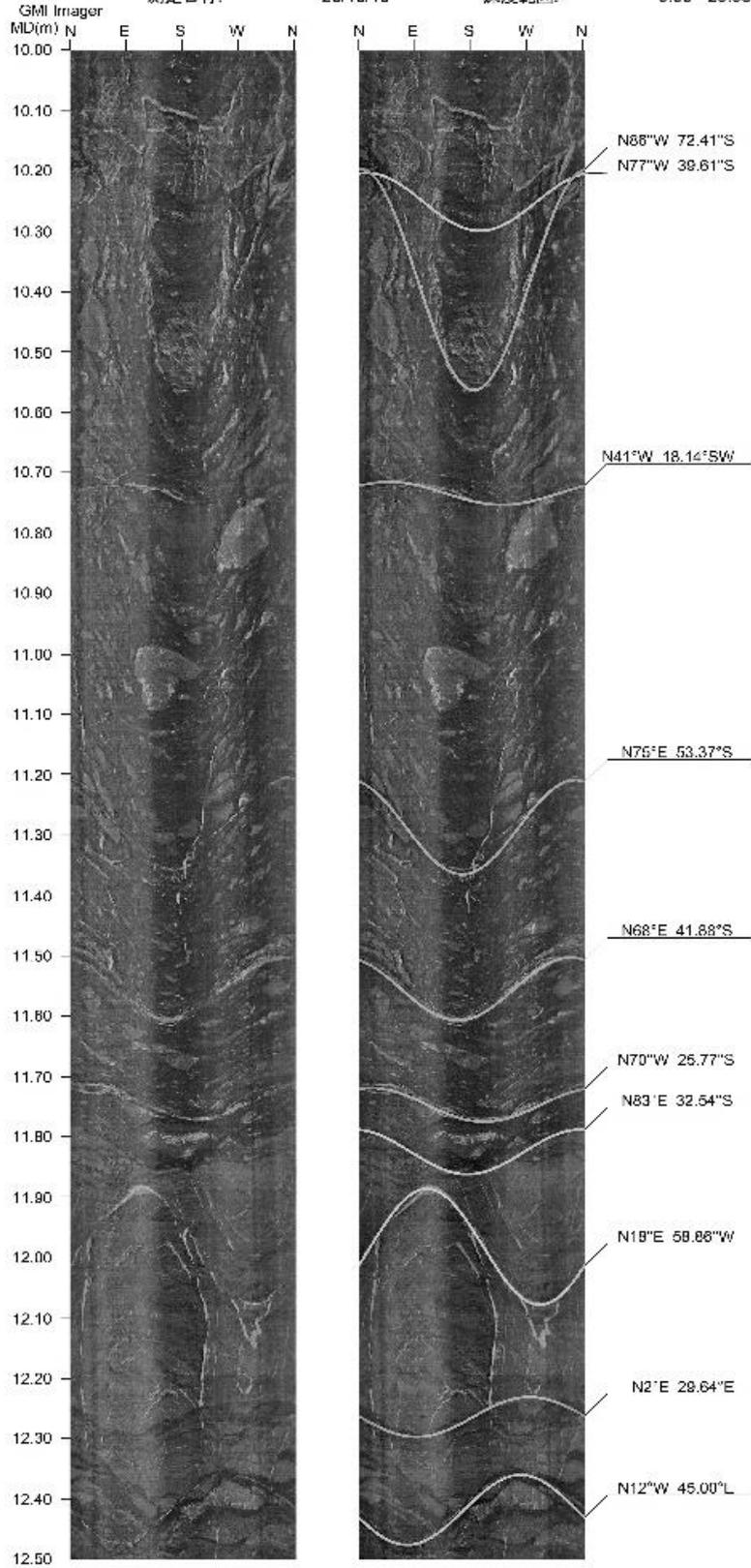


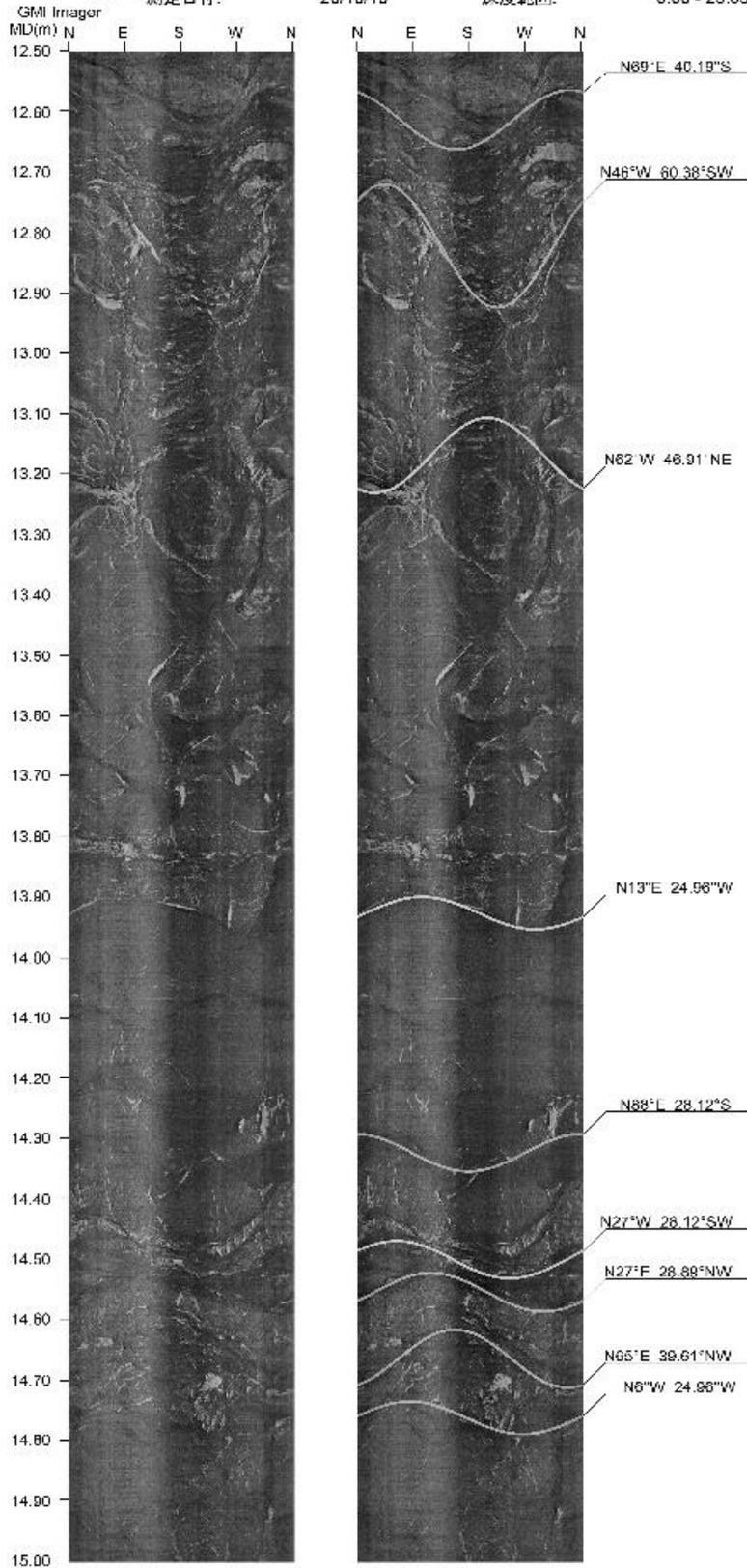
図-4: 1/8 7A² 外比: 1/1 内径: 5/11

図 付録 5-5 KB-1 孔壁展開図(5) 10.0~12.5m



ボーリング孔の名称: KB-1
ボーリング孔の場所: KANNNAGAWA
測定日付: 20/10/19

ボーリング孔の方向: 0°
ボーリング孔の角度: 0°
深度範囲: 0.00 - 25.05 m

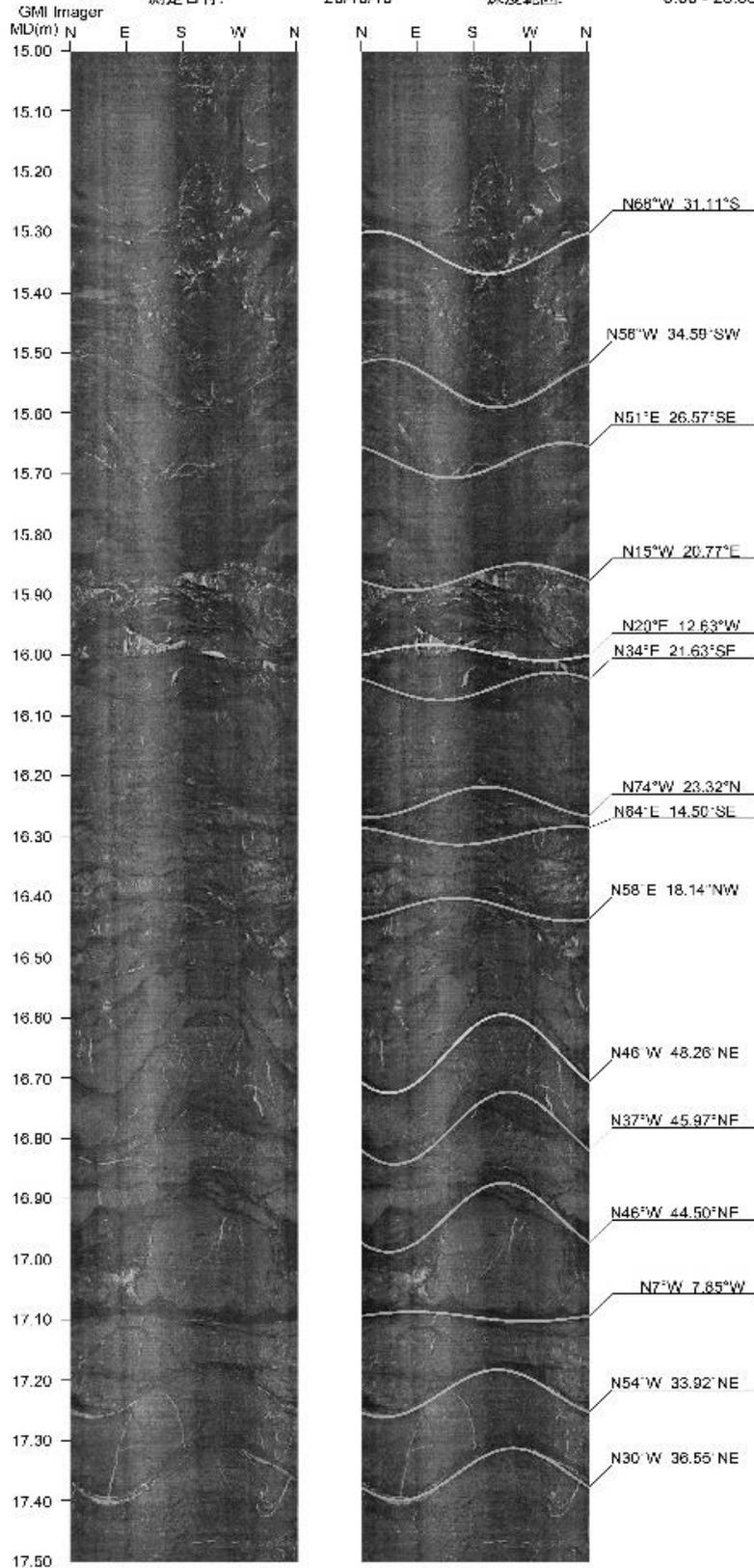


対-A: 1/8 対-B: 外比: 1/1 対-C: 6/11

図 付録 5-6 KB-1 孔壁展開図(6) 12.5~15.0m



ボーリング孔の名称: KB-1 ボーリング孔の方向: 0°
 ボーリング孔の場所: KANNAGAWA ボーリング孔の角度: 0°
 測定日付: 20/10/19 深度範囲: 0.00 - 25.05 m

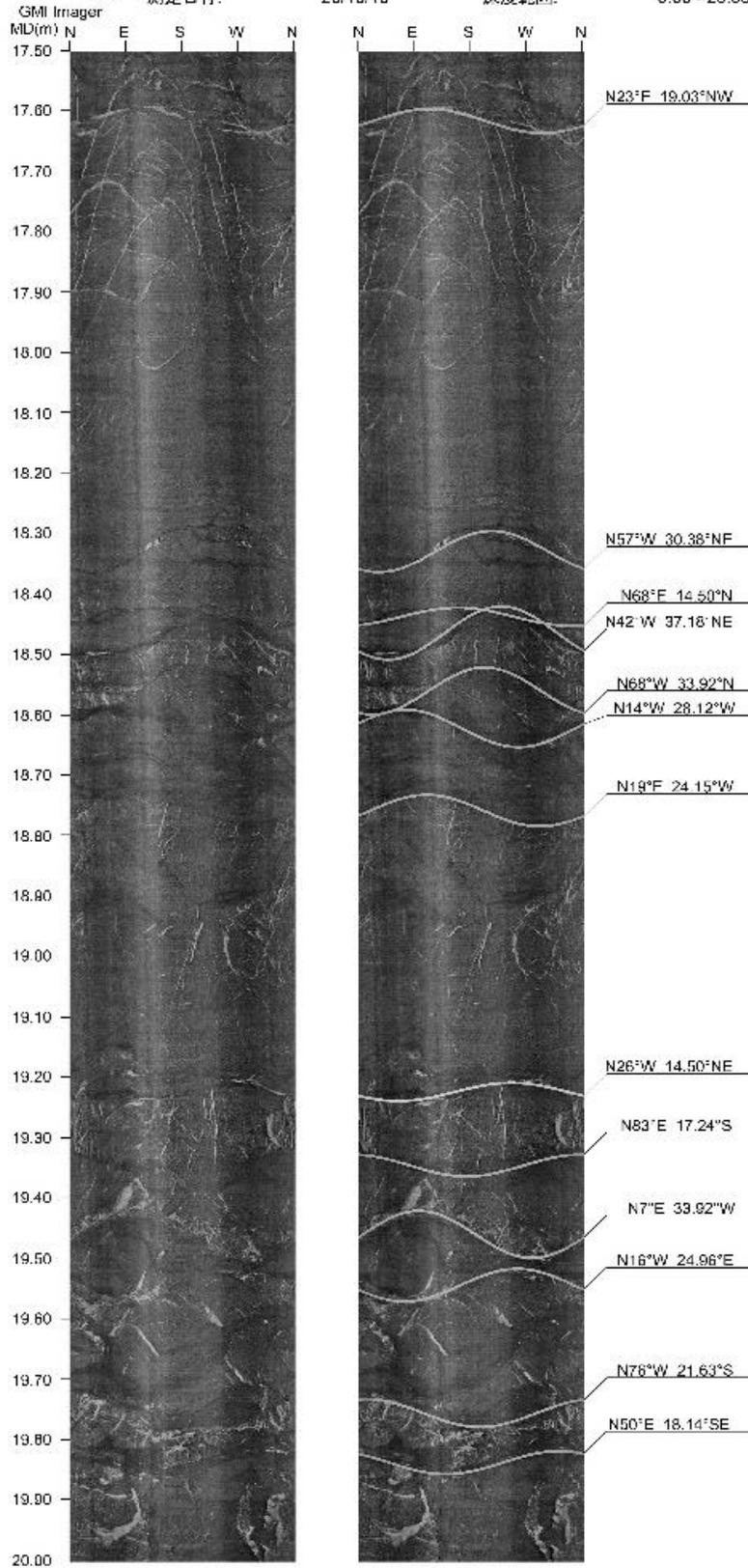


対-A: 1/8 対-B: 外比: 1/1 対-C: 7/11

図 付録 5-7 KB-1 孔壁展開図(7) 15.0~17.5m



ボーリング孔の名称: KB-1
ボーリング孔の場所: KANNAGAWA
測定日付: 20/10/19
ボーリング孔の方向: 0°
ボーリング孔の角度: 0°
深度範囲: 0.00 - 25.05 m

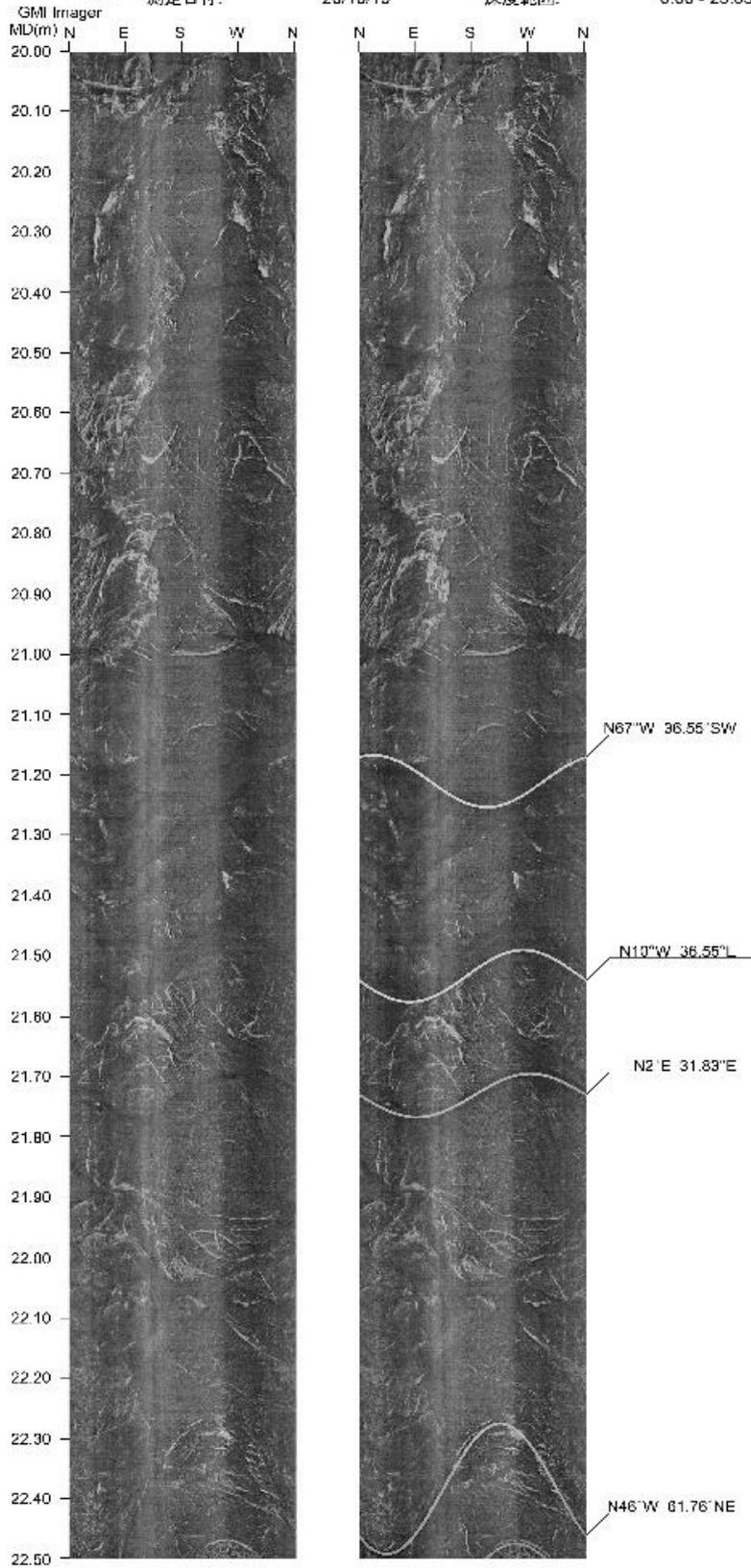


対-A: 1/8 対-B: 1/1 対-C: 8/11

図 付録 5-8 KB-1 孔壁展開図(8) 17.5~20.0m



ボーリング孔の名称: KB-1
ボーリング孔の場所: KANNNAGAWA
測定日付: 20/10/19
ボーリング孔の方向: 0°
ボーリング孔の角度: 0°
深度範囲: 0.00 - 25.05 m



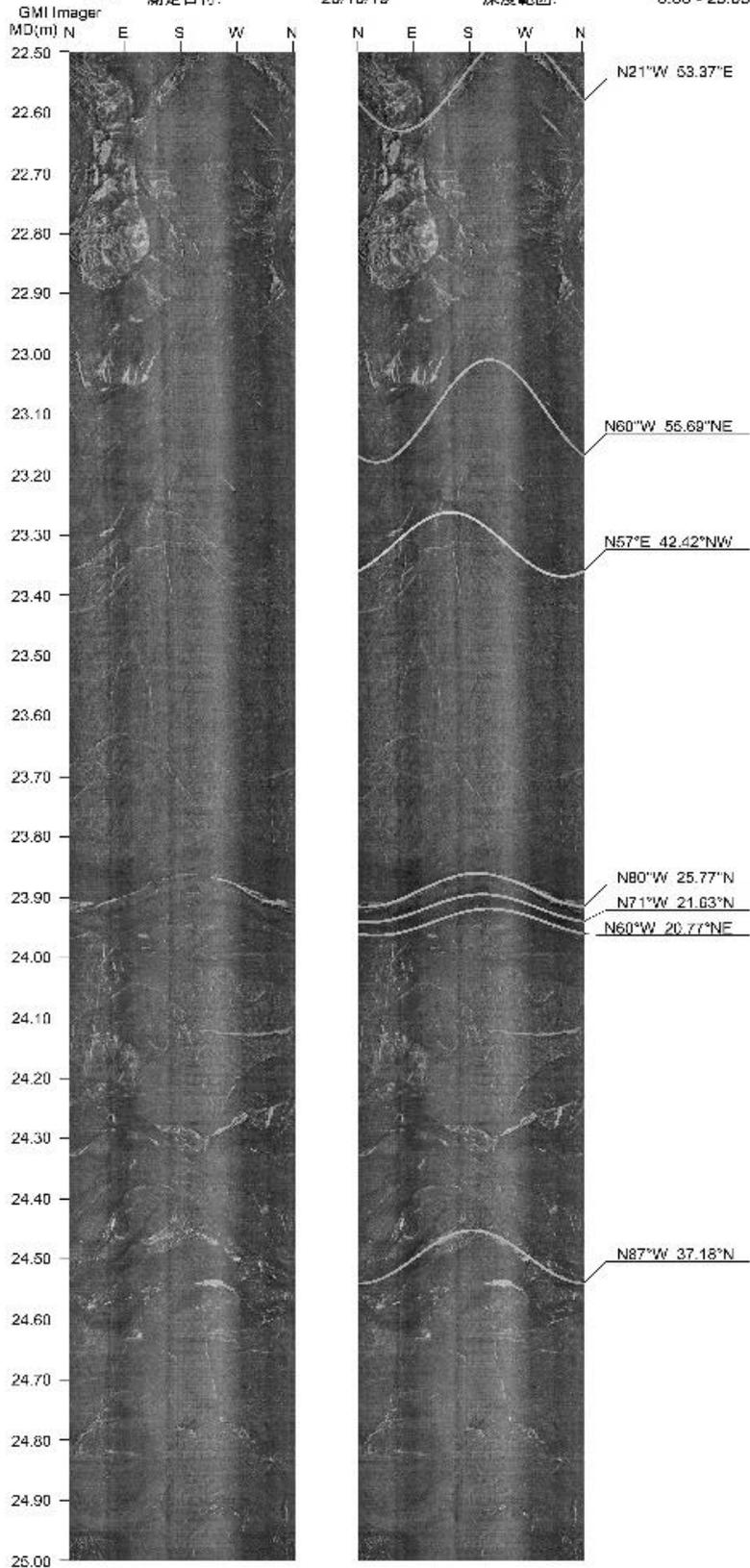
対-A: 1/8 対-B: 外比: 1/1 対-C: 9/11

図 付録 5-9 KB-1 孔壁展開図(9) 20.0~22.5m



ボーリング孔の名称: KB-1
 ボーリング孔の場所: KANNNAGAWA
 測定口付: 20/10/19

ボーリング孔の方向: 0°
 ボーリング孔の角度: 0°
 深度範囲: 0.00 - 25.05 m



スケール: 1/8 写真外比: 1/1 倍率: 10/11

図 付録 5-10 KB-1 孔壁展開図(10) 22.5~25.0m

表 付録 5-1 KB-1 不連続面一覽(1)

No.	Depth	True Dip	True Dip Dir	傾斜	走向	分類	亀裂状況
	(m)	(deg)	(deg)				
1	3.124	19.9037	18.5	19.90 N	N 71.5 W	節理	Closed
2	3.308	15.4222	262.5	15.42 W	N 7.5 W	節理	Closed
3	3.326	13.5704	103.5	13.57 E	N 13.5 E	節理	Closed
4	3.727	30.3791	310.5	30.38 NW	N 40.5 E	節理	鈳物脈介在
5	3.775	31.8274	322.0	31.83 NW	N 52.0 E	節理	鈳物脈介在
6	3.822	19.0256	43.5	19.03 NE	N 46.5 W	堆積構造	鈳物脈介在
7	4.008	15.4222	61.0	15.42 NE	N 29.0 W	節理	鈳物脈介在
8	4.062	13.5704	38.0	13.57 NE	N 52.0 W	節理	鈳物脈介在
9	4.272	46.9092	195.0	46.91 S	N 75.0 W	堆積構造	鈳物脈介在
10	4.653	53.7147	157.5	53.71 S	N 67.5 E	堆積構造	鈳物脈介在
11	4.845	42.4209	188.0	42.42 S	N 82.0 W	節理	Closed
12	5.017	39.6107	196.0	39.61 S	N 74.0 W	節理	Closed
13	5.182	65.6235	217.0	65.62 SW	N 53.0 W	堆積構造	鈳物脈介在
14	5.481	29.6384	163.0	29.64 S	N 73.0 E	節理	鈳物脈介在
15	5.554	36.5525	157.5	36.55 S	N 67.5 E	節理	鈳物脈介在
16	5.644	49.5378	190.0	49.54 S	N 80.0 W	節理	Closed
17	5.959	28.1237	188.0	28.12 S	N 82.0 W	堆積構造	鈳物脈介在
18	6.116	39.0194	196.0	39.02 S	N 74.0 W	堆積構造	Closed
19	6.346	33.2317	200.5	33.23 S	N 69.5 W	堆積構造	鈳物脈介在
20	6.492	46.9092	191.0	46.91 S	N 79.0 W	堆積構造	荒い
21	7.017	31.8274	175.5	31.83 S	N 85.5 E	堆積構造	荒い
22	7.317	24.9628	168.0	24.96 S	N 78.0 E	堆積構造	Closed
23	8.710	35.9097	190.0	35.91 S	N 80.0 W	堆積構造	Closed
24	9.006	25.7693	2.5	25.77 N	N 87.5 W	節理	Closed
25	10.252	39.6107	193.0	39.61 S	N 77.0 W	堆積構造	Closed
26	10.381	72.4145	183.5	72.41 S	N 86.5 W	節理	鈳物脈介在
27	10.735	18.1381	228.5	18.14 SW	N 41.5 W	節理	Closed
28	11.288	53.3659	165.0	53.37 S	N 75.0 E	節理	鈳物脈介在
29	11.556	41.8779	157.5	41.88 S	N 67.5 E	節理	鈳物脈介在
30	11.748	25.7693	199.5	25.77 S	N 70.5 W	節理	鈳物脈介在
31	11.826	32.5351	173.0	32.54 S	N 83.0 E	堆積構造	荒い
32	11.983	58.861	288.5	58.86 W	N 18.5 E	堆積構造	鈳物脈介在
33	12.265	29.6384	92.0	29.64 E	N 2.0 E	節理	Closed
34	12.419	45	77.5	45.00 E	N 12.5 W	堆積構造	鈳物脈介在
35	12.614	40.192	158.5	40.19 S	N 68.5 E	節理	Closed
36	12.823	60.3763	223.5	60.38 SW	N 46.5 W	節理	鈳物脈介在
37	13.170	46.9092	27.5	46.91 NE	N 62.5 W	堆積構造	Closed
38	13.928	24.9628	283.5	24.96 W	N 13.5 E	堆積構造	鈳物脈介在
39	14.325	28.1237	177.5	28.12 S	N 87.5 E	節理	Closed
40	14.502	28.1237	243.0	28.12 SW	N 27.0 W	堆積構造	Closed
41	14.556	28.8866	297.0	28.89 NW	N 27.0 E	節理	Closed
42	14.666	39.6107	335.5	39.61 NW	N 65.5 E	節理	Closed
43	14.764	24.9628	264.0	24.96 W	N 6.0 W	節理	Closed
44	15.335	31.1088	201.5	31.11 S	N 68.5 W	堆積構造	鈳物脈介在
45	15.551	34.5923	214.0	34.59 SW	N 56.0 W	節理	鈳物脈介在
46	15.679	26.565	141.0	26.57 SE	N 51.0 E	節理	鈳物脈介在
47	15.872	20.7723	74.5	20.77 E	N 15.5 W	節理	Closed

表 付録 5-2 KB-1 不連続面一覧(2)

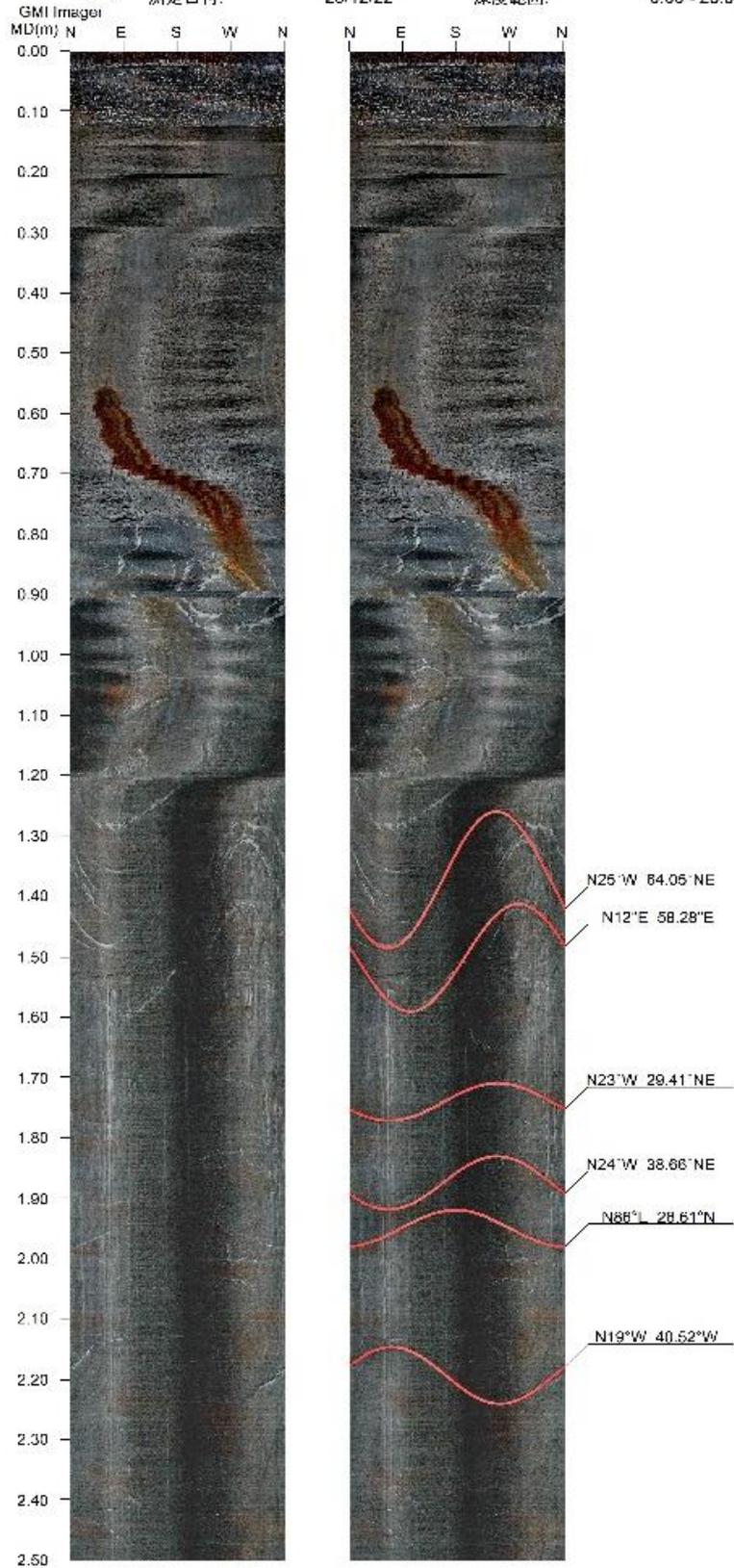
No.	Depth	True Dip	True Dip Dir	傾斜	走向	分類	亀裂状況
	(m)	(deg)	(deg)				
48	15.997	12.6334	290.0	12.63 W	N 20.0 E	堆積構造	鉱物脈介在
49	16.053	21.6309	124.0	21.63 SE	N 34.0 E	節理	鉱物脈介在
50	16.244	23.3177	16.0	23.32 N	N 74.0 W	節理	荒い
51	16.300	14.5002	153.5	14.50 SE	N 63.5 E	節理	荒い
52	16.422	18.1381	328.0	18.14 NW	N 58.0 E	節理	荒い
53	16.661	48.2572	44.0	48.26 NE	N 46.0 W	堆積構造	荒い
54	16.784	45.971	52.5	45.97 NE	N 37.5 W	節理	荒い
55	16.932	44.5018	43.5	44.50 NE	N 46.5 W	節理	荒い
56	17.096	7.8533	262.5	7.85 W	N 7.5 W	節理	荒い
57	17.223	33.9174	36.0	33.92 NE	N 54.0 W	節理	鉱物脈介在
58	17.357	36.5525	60.0	36.55 NE	N 30.0 W	節理	鉱物脈介在
59	17.618	19.0256	293.5	19.03 NW	N 23.5 E	節理	鉱物脈介在
60	18.331	30.3791	33.0	30.38 NE	N 57.0 W	節理	Closed
61	18.439	14.5002	338.5	14.50 N	N 68.5 E	節理	Closed
62	18.466	37.1847	47.5	37.18 NE	N 42.5 W	節理	Closed
63	18.562	33.9174	21.5	33.92 N	N 68.5 W	節理	Closed
64	18.624	28.1237	255.5	28.12 W	N 14.5 W	節理	Closed
65	18.760	24.1455	289.5	24.15 W	N 19.5 E	節理	Closed
66	19.226	14.5002	64.0	14.50 NE	N 26.0 W	堆積構造	荒い
67	19.348	17.2415	173.0	17.24 S	N 83.0 E	節理	Closed
68	19.462	33.9174	277.0	33.92 W	N 7.0 E	節理	Closed
69	19.546	24.9628	73.5	24.96 E	N 16.5 W	節理	Closed
70	19.758	21.6309	194.0	21.63 S	N 76.0 W	節理	荒い
71	19.840	18.1381	140.0	18.14 SE	N 50.0 E	節理	荒い
72	21.212	36.5525	202.5	36.55 SW	N 67.5 W	堆積構造	荒い
73	21.535	36.5525	80.0	36.55 E	N 10.0 W	堆積構造	Closed
74	21.733	31.8274	91.5	31.83 E	N 1.5 E	節理	Closed
75	22.385	61.7626	43.5	61.76 NE	N 46.5 W	節理	Closed
76	22.554	53.3659	68.5	53.37 E	N 21.5 W	節理	鉱物脈介在
77	23.096	55.6922	29.5	55.69 NE	N 60.5 W	節理	Closed
78	23.317	42.4209	327.0	42.42 NW	N 57.0 E	堆積構造	鉱物脈介在
79	23.890	25.7693	10.0	25.77 N	N 80.0 W	節理	鉱物脈介在
80	23.920	21.6309	18.5	21.63 N	N 71.5 W	節理	Closed
81	23.943	20.7723	29.5	20.77 NE	N 60.5 W	節理	Closed
82	24.498	37.1847	2.5	37.18 N	N 87.5 W	節理	鉱物脈介在

- KB-2 孔

KB-2 の孔壁展開画像を図 付録 5-11～図 付録 5-20 に，不連続面一覧を表 付録 5-3～表 付録 5-4 に示す。



ボーリング孔の名称: KB-2 ボーリング孔の方向: 0°
ボーリング孔の場所: KANNAGAWA ボーリング孔の角度: 0°
測定日付: 20/12/22 深度範囲: 0.00 - 25.00 m

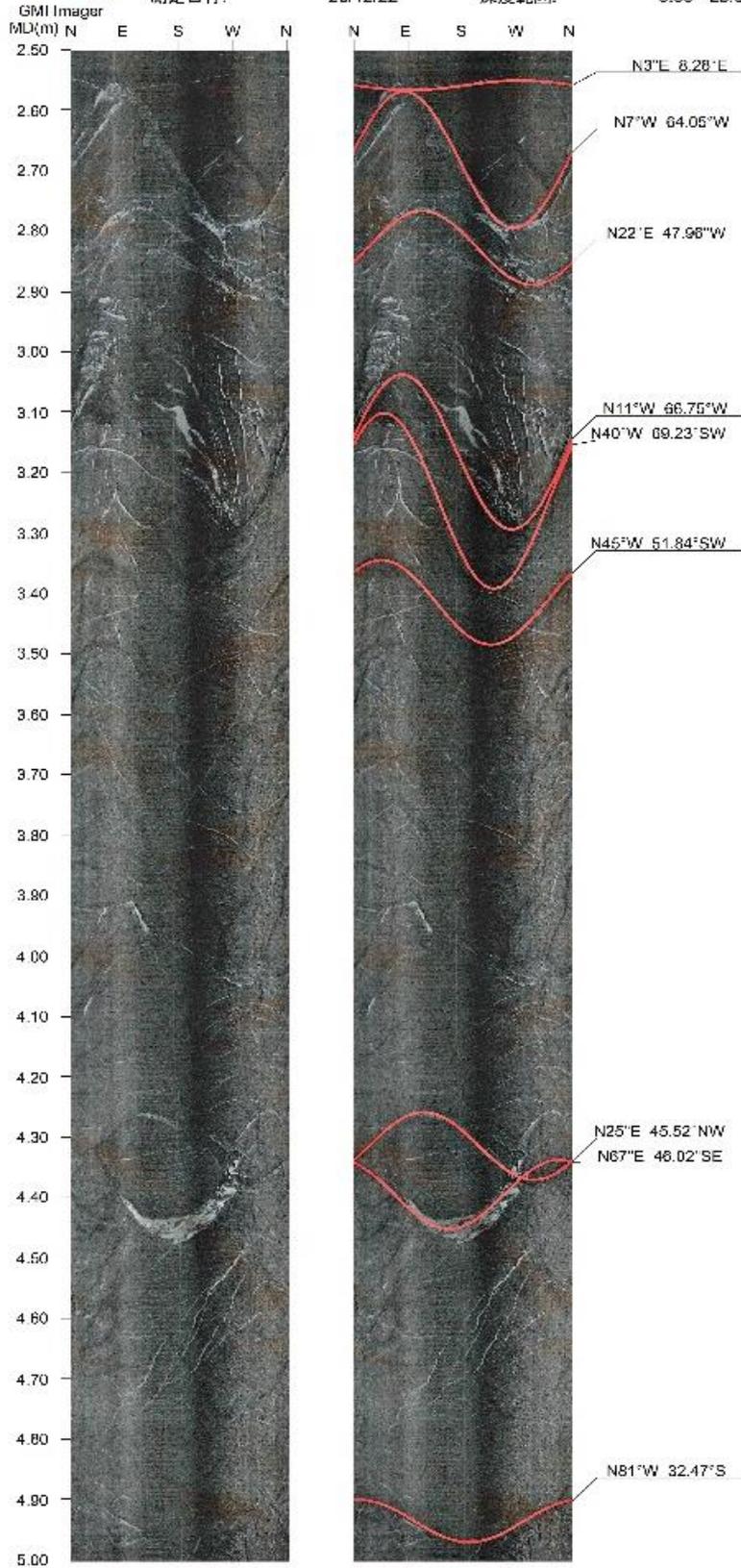


縮尺: 1/8 写真: 1/1 縮尺: 1/10

図 付録 5-11 KB-2 孔壁展開図(1) 0.0~2.5m



ボーリング孔の名称: KB-2 ボーリング孔の方向: 0°
 ボーリング孔の場所: KANNAGAWA ボーリング孔の角度: 0°
 測定日付: 20/12/22 深度範囲: 0.00 - 25.00 m

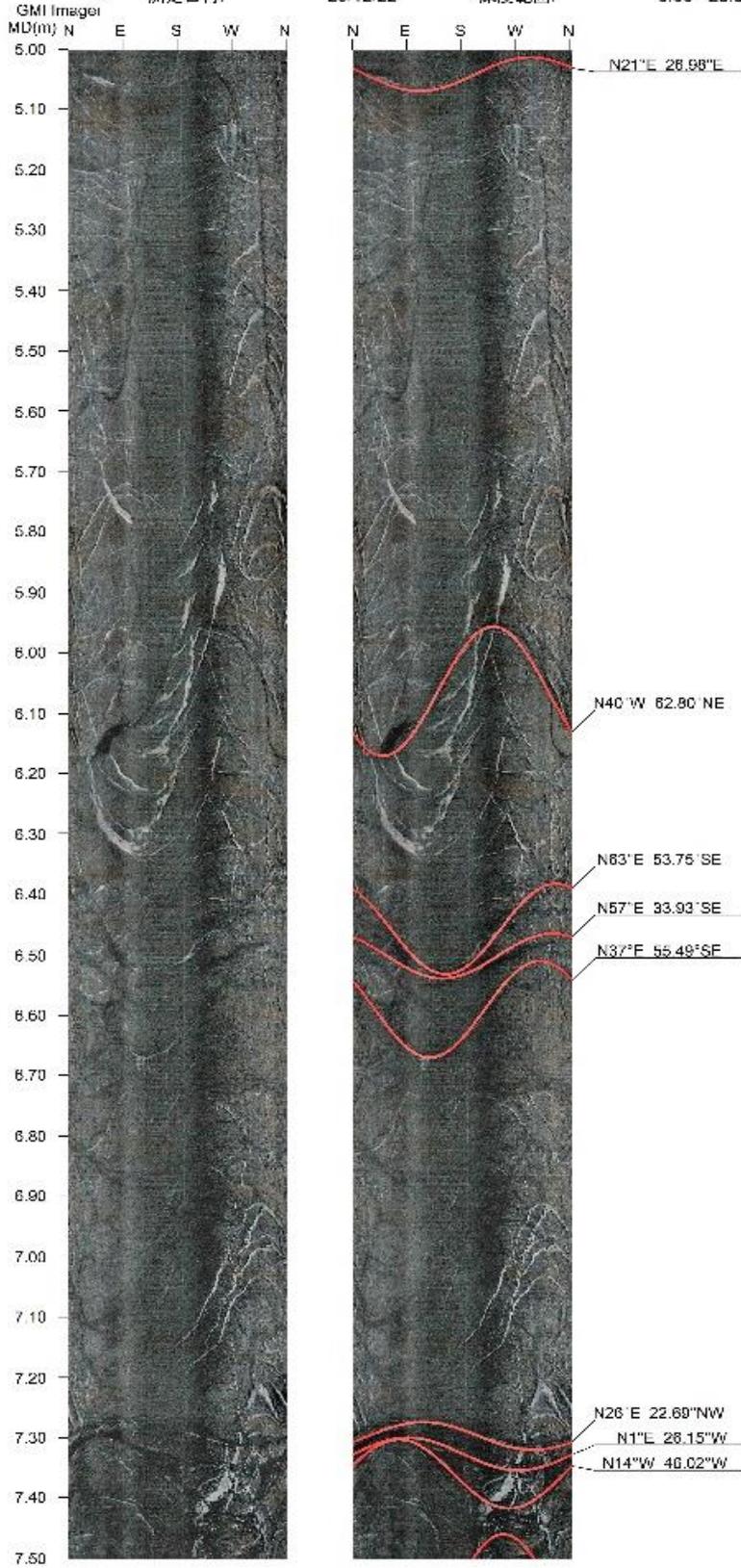


スケール: 1/8 写真外比: 1/1 縦寸: 2/10

図 付録 5-12 KB-2 孔壁展開図(2) 2.5~5.0m



ボーリング孔の名称: KB-2 ボーリング孔の方向: 0°
 ボーリング孔の場所: KANNAGAWA ボーリング孔の角度: 0°
 測定日付: 20/12/22 深度範囲: 0.00 - 25.00 m

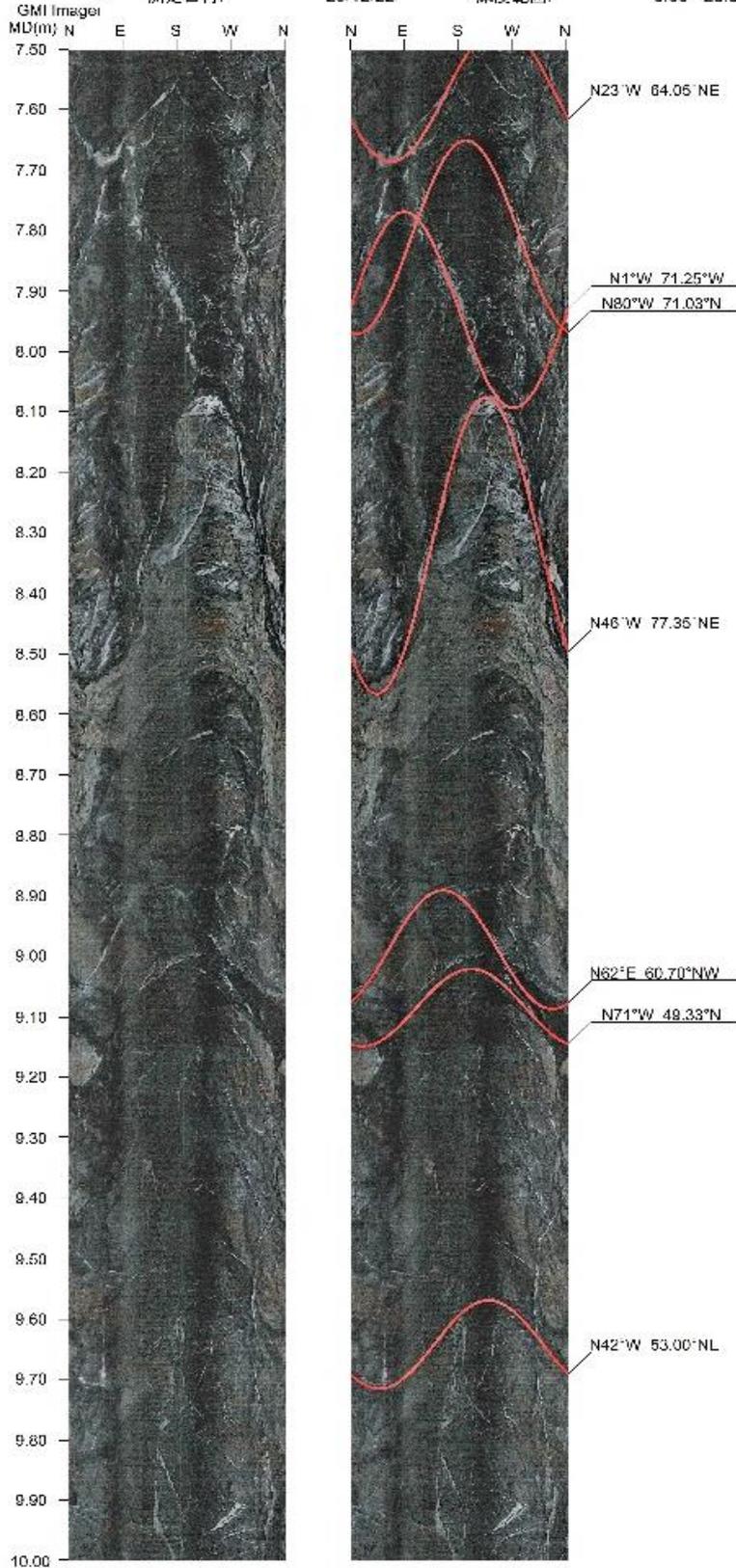


対-比: 1/8 拡大: 1/1 縮小: 3/10

図 付録 5-13 KB-2 孔壁展開図(3) 5.0~7.5m



ボーリング孔の名称: KB-2 ボーリング孔の方向: 0°
 ボーリング孔の場所: KANNAGAWA ボーリング孔の角度: 0°
 測定日付: 20/12/22 深度範囲: 0.00 - 25.00 m

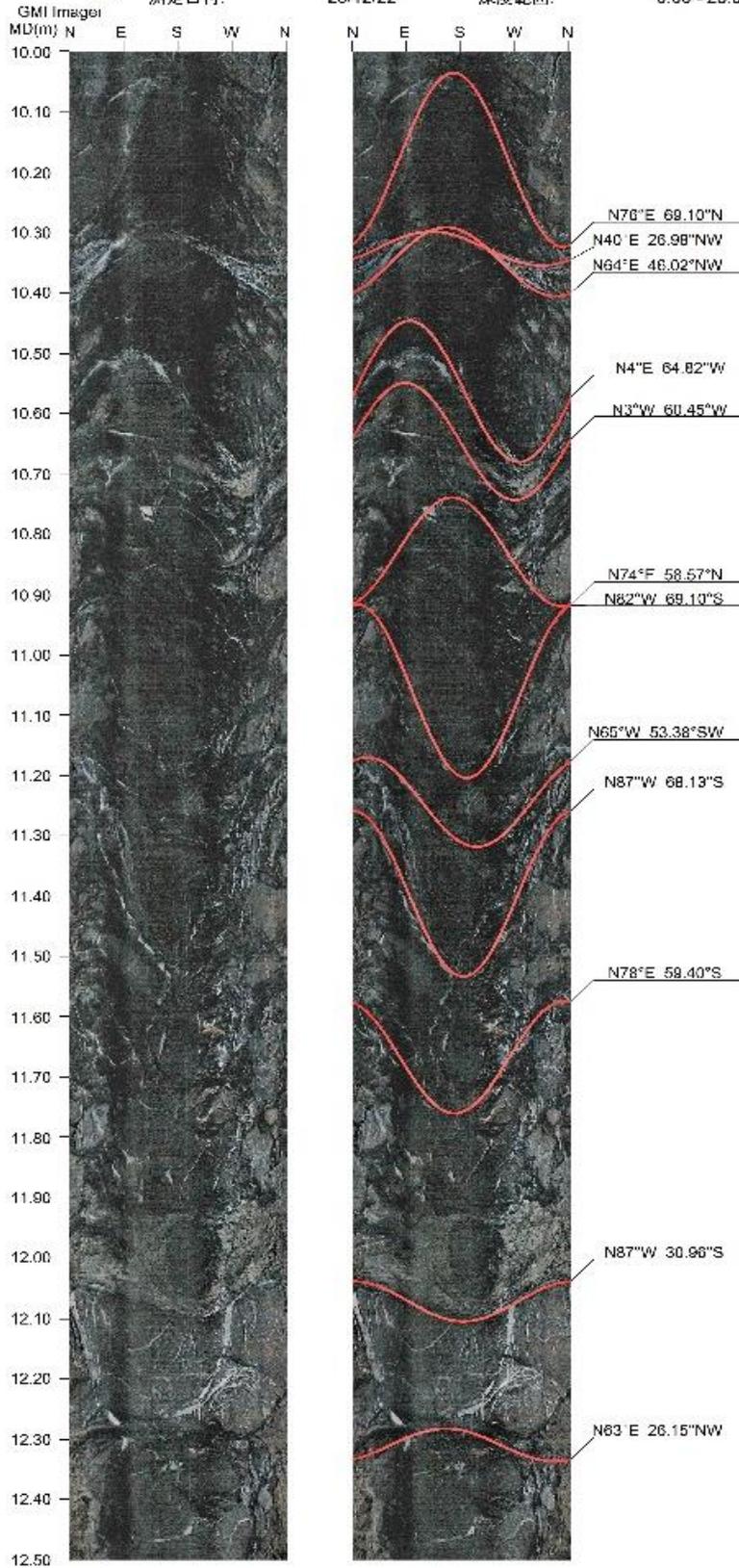


スケール: 1/8 写真の倍率: 1/1 解像度: 4M10

図 付録 5-14 KB-2 孔壁展開図(4) 7.5~10.0m



ボーリング孔の名称: KB-2 ボーリング孔の方向: 0°
 ボーリング孔の場所: KANNAGAWA ボーリング孔の角度: 0°
 測定日付: 2012/22 深度範囲: 0.00 - 25.00 m

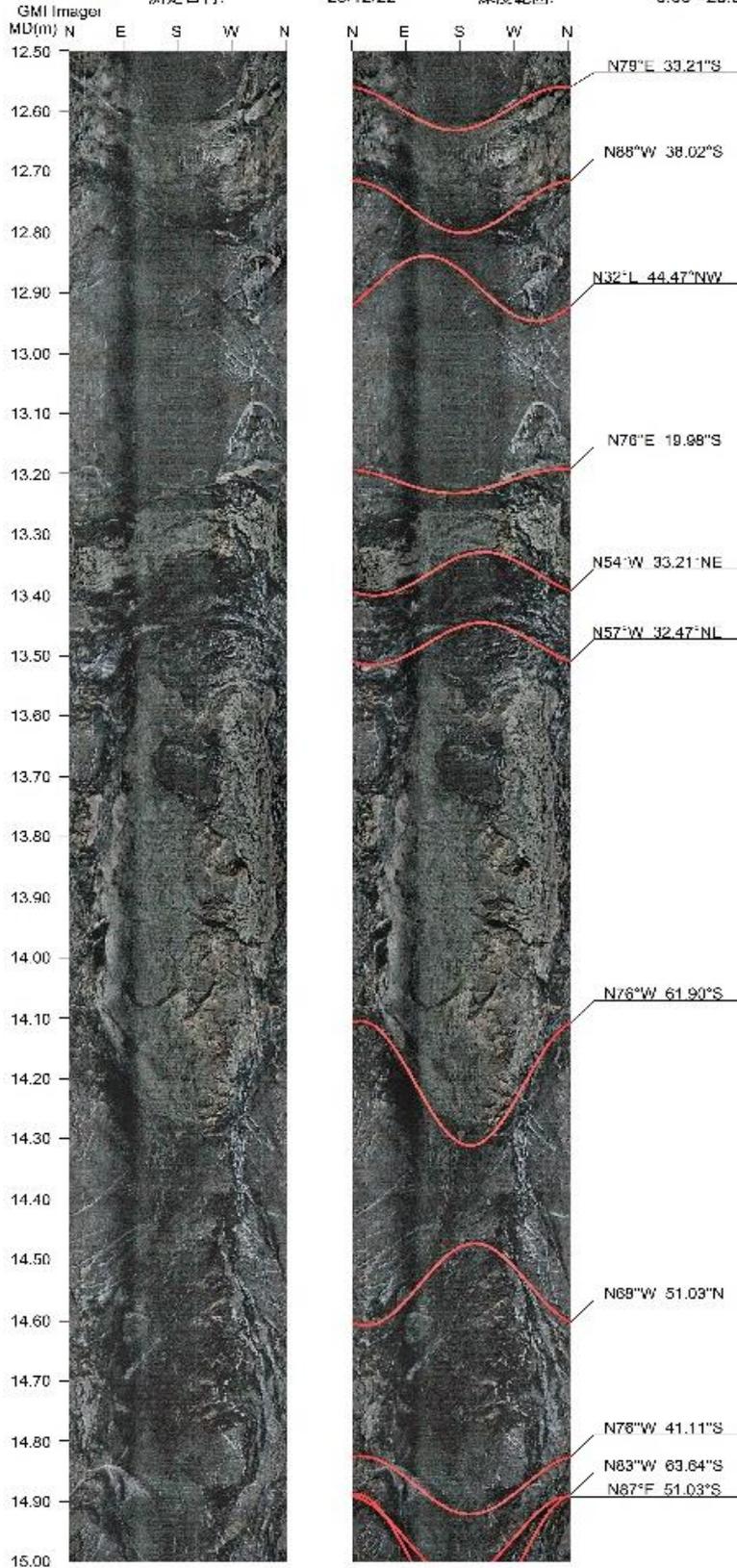


縮尺: 1/8 写真: 1/1 縮尺: 5/10

図 付録 5-15 KB-2 孔壁展開図(5) 10.0~12.5m



ボーリング孔の名称: KB-2 ボーリング孔の方向: 0°
ボーリング孔の場所: KANNAGAWA ボーリング孔の角度: 0°
測定日付: 20/12/22 深度範囲: 0.00 - 25.00 m

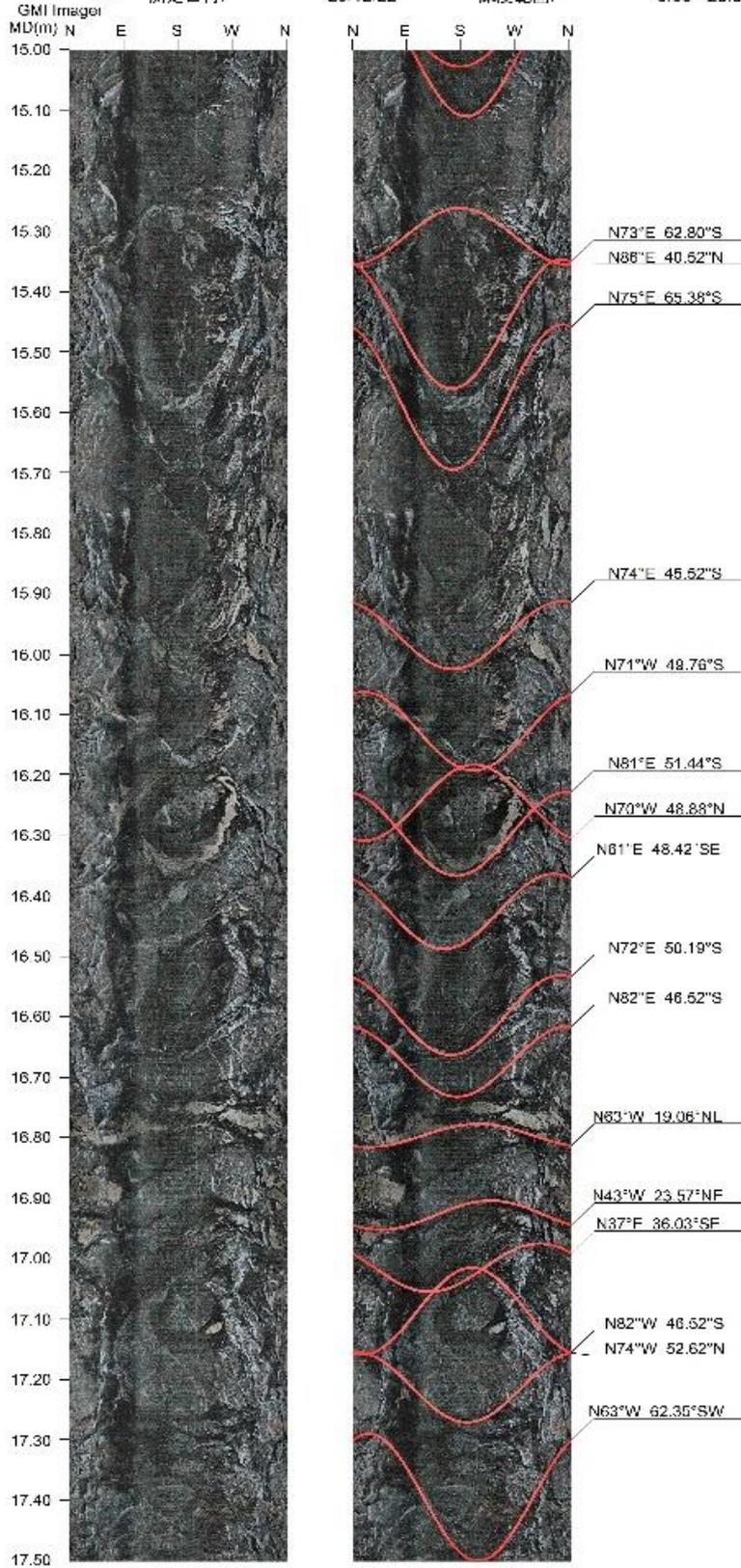


写-数: 1/8 写-角: 1/1 写-速: 6/10

図 付録 5-16 KB-2 孔壁展開図(6) 12.5~15.0m



ボーリング孔の名称: KB-2 ボーリング孔の方向: 0°
 ボーリング孔の場所: KANNAGAWA ボーリング孔の角度: 0°
 測定日付: 2012/22 深度範囲: 0.00 - 25.00 m

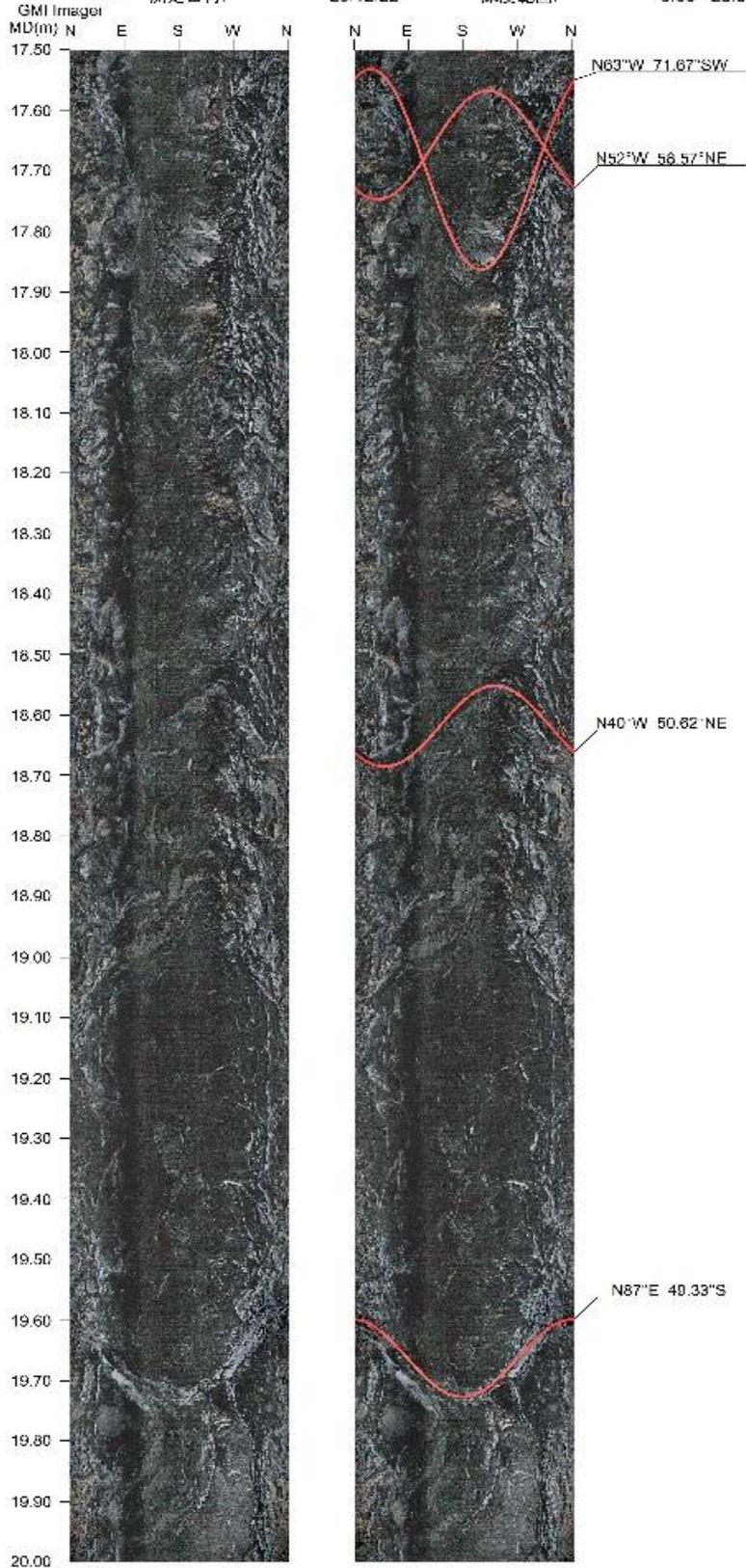


写真比: 1/8 写真外比: 1/1 縦向き: 7/10

図 付録 5-17 KB-2 孔壁展開図(7) 15.0~17.5m



ボーリング孔の名称: KB-2 ボーリング孔の方向: 0°
 ボーリング孔の場所: KANNAGAWA ボーリング孔の角度: 0°
 測定日付: 20/12/22 深度範囲: 0.00 - 25.00 m

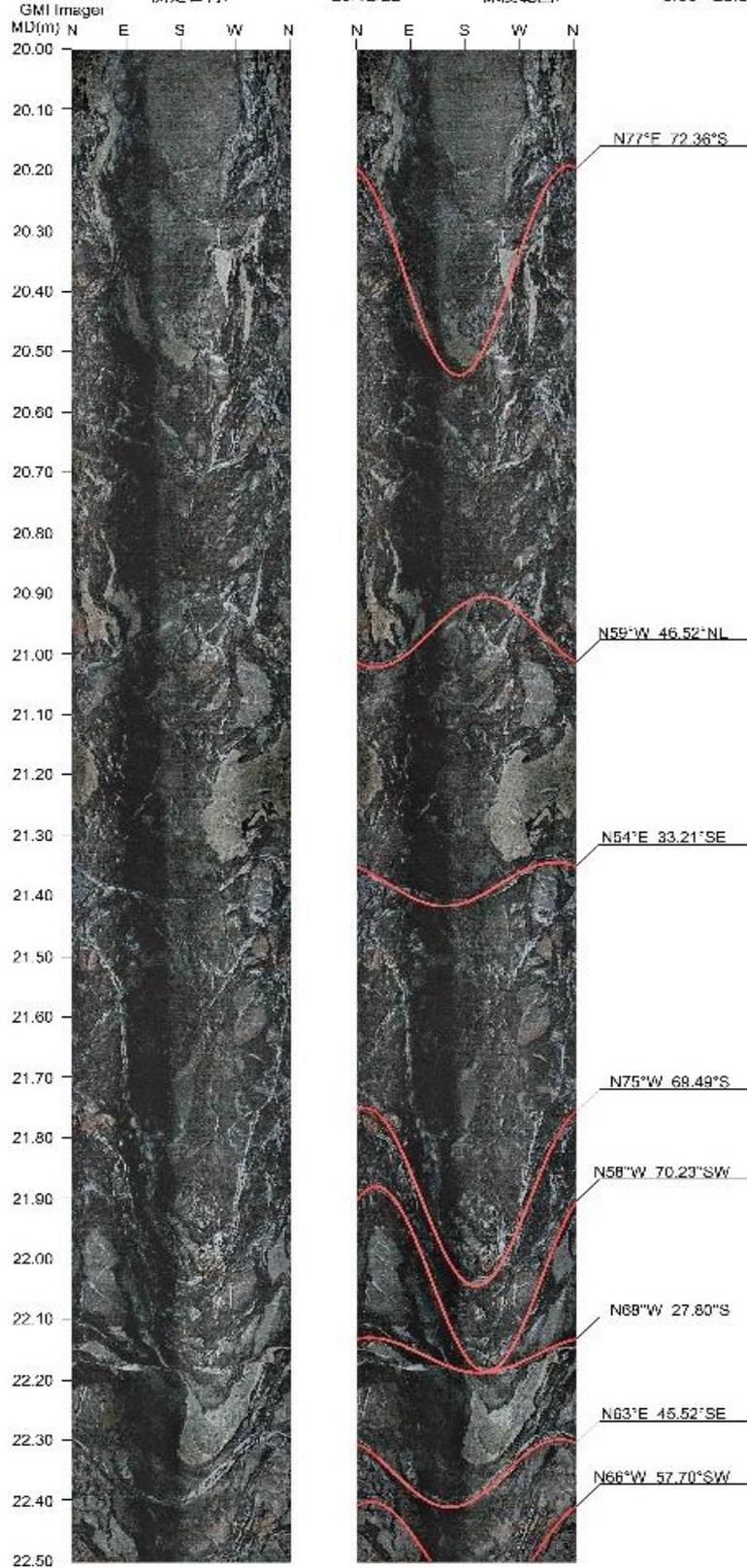


カメラ: 1/8 7mm 対比: 1/1 モード: BM10

図 付録 5-18 KB-2 孔壁展開図(8) 17.5~20.0m



ボーリング孔の名称: KB-2 ボーリング孔の方向: 0°
 ボーリング孔の場所: KANNAGAWA ボーリング孔の角度: 0°
 測定日付: 2012/22 深度範囲: 0.00 - 25.00 m



縮尺: 1/8 写真: 1/1 撮影: 9/10

図 付録 5-19 KB-2 孔壁展開図(9) 20.0~22.5m



ボーリング孔の名称: KB-2 ボーリング孔の方向: 0°
 ボーリング孔の場所: KANNAGAWA ボーリング孔の角度: 0°
 測定日付: 20/12/22 深度範囲: 0.00 - 25.00 m

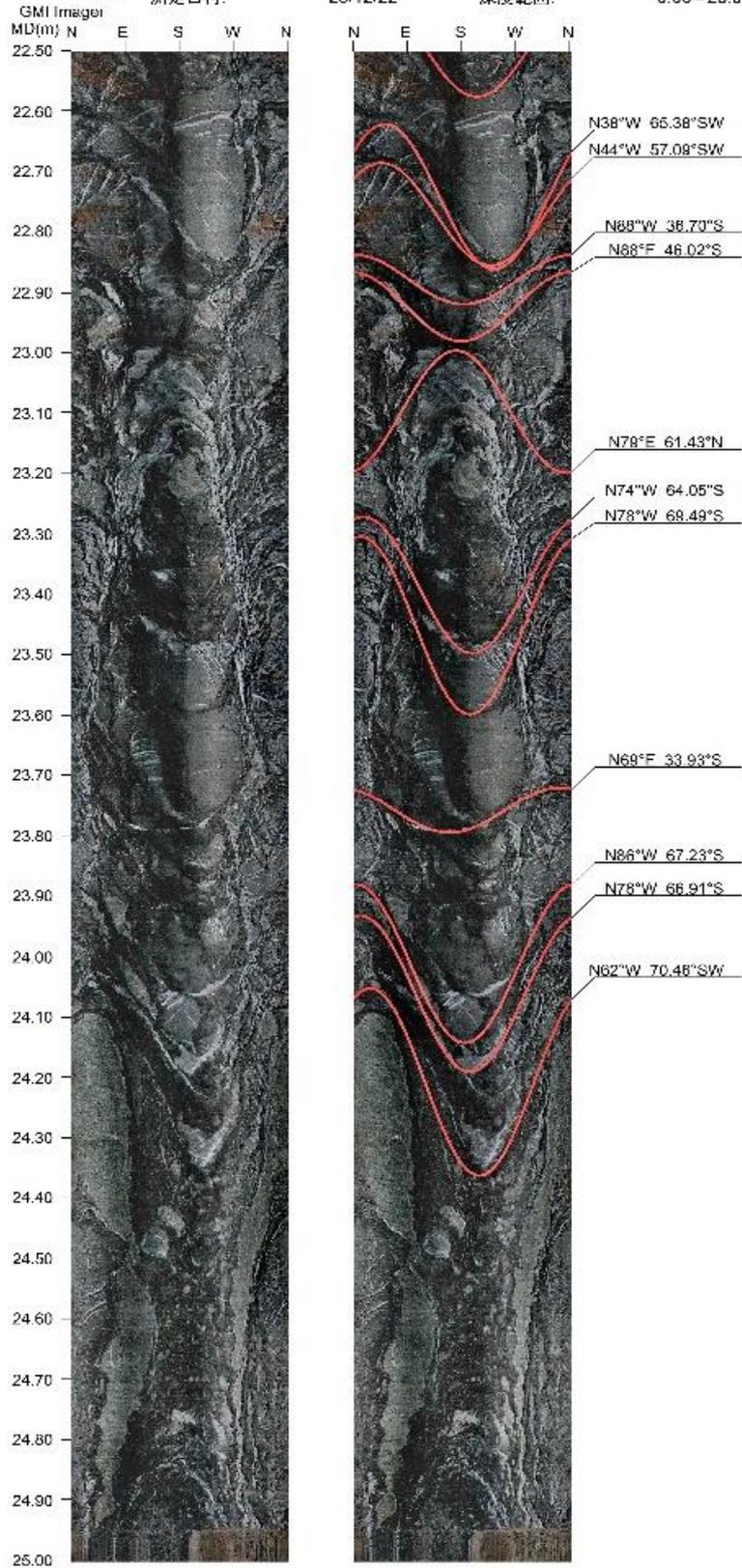


写真: 1/8 7x7 射出: 1/1 角度: 10/10

図 付録 5-20 KB-2 孔壁展開図(10) 22.5~25.0m

表 付録 5-3 KB-2 不連続面一覽(1)

No.	Depth	True Dip	True Dip Dir	傾斜	走向	分類	亀裂狀況
	(m)	(deg)	(deg)				
1	1.373	64.0466	64.5	64.05 NE	N 25.5 W	節理	Closed
2	1.502	58.2849	101.5	58.28 E	N 11.5 E	節理	Closed
3	1.741	29.4072	66.5	29.41 NE	N 23.5 W	節理	Closed
4	1.875	38.6598	65.5	38.66 NE	N 24.5 W	節理	Closed
5	1.950	28.6105	356.5	28.61 N	N 86.5 E	節理	Closed
6	2.194	40.5154	250.5	40.52 W	N 19.5 W	節理	Closed
7	2.559	8.2759	92.5	8.28 E	N 2.5 E	節理	Closed
8	2.682	64.0466	262.5	64.05 W	N 7.5 W	節理	鈹物脈介在
9	2.828	47.9609	292.5	47.96 W	N 22.5 E	節理	鈹物脈介在
10	3.166	66.7474	259.0	66.75 W	N 11.0 W	節理	Closed
11	3.247	69.2277	229.5	69.23 SW	N 40.5 W	節理	Closed
12	3.415	51.8428	225.0	51.84 SW	N 45.0 W	節理	Closed
13	4.315	45.5162	295.0	45.52 NW	N 25.0 E	節理	鈹物脈介在
14	4.395	46.0230	256.5	46.02 SE	N 13.5 E	節理	鈹物脈介在
15	1.936	32.4712	189.0	32.47 S	N 81.0 W	節理	Closed
16	5.042	26.9802	110.5	26.98 E	N 20.5 E	節理	Closed
17	6.604	62.7960	50.0	62.80 NE	N 40.0 W	節理	Closed
18	6.458	53.7462	152.5	53.75 SE	N 62.5 E	節理	Closed
19	6.503	33.9298	147.0	33.93 SE	N 57.0 E	節理	Closed
20	6.591	55.4915	126.5	55.49 SE	N 36.5 E	節理	Closed
21	7.298	22.6938	296.0	22.69 NW	N 26.0 E	節理	Closed
22	7.328	26.1468	271.5	26.15 W	N 1.5 E	節理	Closed
23	7.361	46.0230	256.0	46.02 W	N 14.0 W	節理	Closed
24	7.574	64.0466	67.0	64.05 NE	N 23.0 W	節理	Closed
25	7.812	71.0296	10.0	71.03 N	N 80.0 W	節理	Closed
26	7.932	71.2473	268.5	71.25 W	N 1.5 W	節理	Closed
27	8.322	77.3474	43.5	77.35 NE	N 46.5 W	節理	Closed
28	8.990	60.6978	332.5	60.70 NW	N 62.5 E	節理	Closed
29	9.086	49.3251	18.5	49.33 N	N 71.5 W	節理	Closed
30	9.643	53.0047	47.5	53.00 NE	N 42.5 W	節理	Closed
31	10.180	69.0959	346.0	69.10 N	N 76.0 E	節理	Closed
32	10.327	26.9802	310.5	26.98 NW	N 40.5 E	節理	鈹物脈介在
33	10.349	46.0230	334.5	46.02 NW	N 64.5 E	節理	鈹物脈介在
34	10.564	64.8225	274.0	64.82 W	N 4.0 E	節理	Closed
35	10.647	60.4463	267.0	60.45 W	N 3.0 W	節理	Closed
36	10.830	58.5704	344.0	58.57 N	N 74.0 E	節理	Closed
37	10.061	69.0959	188.0	69.10 S	N 82.0 W	節理	Closed
38	11.245	53.3787	204.5	53.38 SW	N 65.5 W	節理	Closed
39	11.397	68.1265	182.5	68.13 S	N 87.5 W	節理	Closed
40	11.668	59.4000	168.0	59.40 S	N 78.0 E	節理	Closed
41	12.073	30.9638	182.5	30.96 S	N 87.5 W	節理	Closed
42	12.311	26.1468	333.5	26.15 NW	N 63.5 E	節理	Closed
43	12.596	33.2066	169.0	33.21 S	N 79.0 E	節理	Closed
44	12.759	38.0189	181.5	38.02 S	N 88.5 W	節理	Closed
45	12.894	44.4744	302.0	44.47 NW	N 32.0 E	節理	Closed
46	13.213	19.9831	166.0	19.98 S	N 76.0 E	節理	Closed
47	13.366	33.2066	36.0	33.21 NE	N 54.0 W	節理	Closed

表 付録 5-4 KB-2 不連続面一覽 (2)

No.	Depth	True Dip	True Dip Dir	傾斜	走向	分類	亀裂状況
	(m)	(deg)	(deg)				
48	13.482	32.4712	33.0	32.47 NE	N 57.0 W	節理	Closed
49	14.209	61.8986	194.0	61.90 S	N 76.0 W	節理	Closed
50	14.542	51.0333	21.5	51.03 N	N 68.5 W	節理	Closed
51	14.874	41.1121	194.0	41.11 S	N 76.0 W	節理	Closed
52	14.961	51.0333	176.5	51.03 S	N 86.5 E	節理	Closed
53	15.000	63.6418	187.0	63.64 S	N 83.0 W	節理	Closed
54	15.310	40.5154	356.5	40.52 N	N 86.5 E	節理	Closed
55	15.455	62.7690	163.0	62.77 S	N 73.0 E	節理	Closed
56	15.576	65.3764	165.0	65.38 S	N 75.0 E	節理	Closed
57	15.970	45.5162	164.0	45.52 S	N 74.0 E	節理	Closed
58	16.129	49.7636	198.5	49.76 S	N 71.5 W	節理	Closed
59	16.247	48.8785	19.5	48.88 N	N 70.5 W	節理	Closed
60	16.299	51.4416	171.0	51.44 S	N 81.0 E	節理	Closed
61	16.427	48.4239	150.5	48.42 SE	N 60.5 E	節理	Closed
62	16.599	50.1944	161.5	50.19 S	N 71.5 E	節理	Closed
63	16.676	46.5208	172.0	46.52 S	N 82.0 E	節理	Closed
64	16.798	19.0577	26.5	19.06 NE	N 63.5 W	節理	Closed
65	16.930	23.5747	46.5	23.57 NE	N 43.5 W	節理	Closed
66	17.017	36.0274	126.5	36.03 SE	N 36.5 E	節理	Closed
67	17.089	52.6242	16.0	52.62 N	N 74.0 W	節理	Closed
68	17.215	46.5208	188.0	46.52 S	N 82.0 W	節理	Closed
69	17.397	62.3540	206.5	62.35 SW	N 63.5 W	節理	Closed
70	17.659	58.5704	38.0	58.57 NE	N 52.0 W	節理	Closed
71	17.699	71.6687	206.5	71.67 SW	N 63.5 W	節理	Closed
72	18.620	50.6176	49.5	50.62 NE	N 40.5 W	節理	Closed
73	19.665	49.3251	176.5	49.33 S	N 86.5 E	節理	鉍物脈介在
74	20.368	72.3635	167.0	72.36 S	N 77.0 E	節理	Closed
75	20.966	46.5208	31.0	46.52 NE	N 59.0 W	節理	Closed
76	21.383	33.2066	144.0	33.21 SE	N 54.0 E	節理	Closed
77	21.900	69.4867	195.0	69.49 S	N 75.0 W	節理	Closed
78	22.036	70.2277	212.0	70.23 SW	N 58.0 W	節理	Closed
79	22.162	27.8015	201.5	27.80 S	N 68.5 W	節理	Closed
80	22.357	45.5162	152.5	45.52 SE	N 62.5 E	節理	鉍物脈介在
81	22.491	57.6996	203.5	57.70 SW	N 66.5 W	節理	Closed
82	22.744	65.3764	231.5	65.38 SW	N 38.5 W	節理	Closed
83	22.773	57.0948	226.0	57.09 SW	N 44.0 W	節理	Closed
84	22.881	36.7029	181.5	36.70 S	N 88.5 W	節理	Closed
85	22.926	46.0230	177.5	46.02 S	N 87.5 E	節理	Closed
86	23.100	61.4293	349.0	61.43 N	N 79.0 E	節理	Closed
87	23.387	64.0466	196.0	64.05 S	N 74.0 W	節理	Closed
88	23.454	69.4867	192.0	69.49 S	N 78.0 W	節理	Closed
89	23.760	33.9298	158.5	33.93 S	N 68.5 E	節理	Closed
90	24.014	67.2250	183.5	67.23 S	N 86.5 W	節理	Closed
91	24.064	66.9087	192.0	66.91 S	N 78.0 W	節理	Closed
92	24.210	70.4633	207.5	70.46 SW	N 62.5 W	節理	Closed

付録 6 ボーリング孔内の水理特性分布の把握

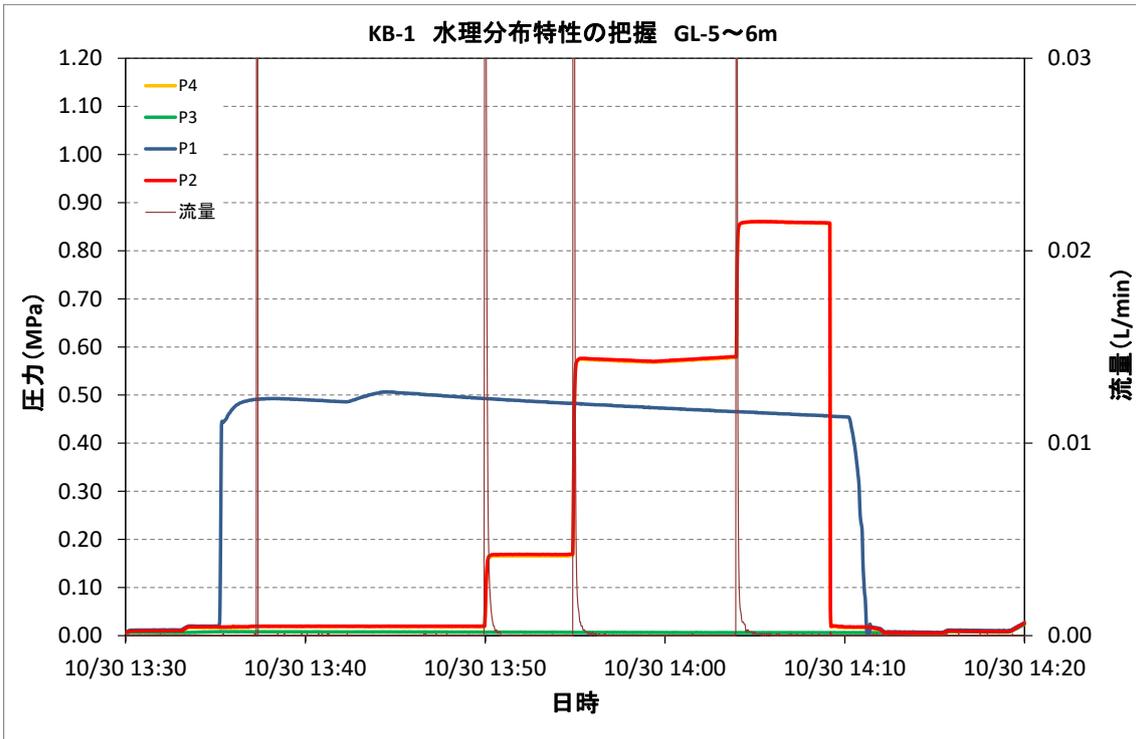


図 付録 6-1 KB-1 孔 注水圧力と流量 (GL-5.0m~-6.0m)

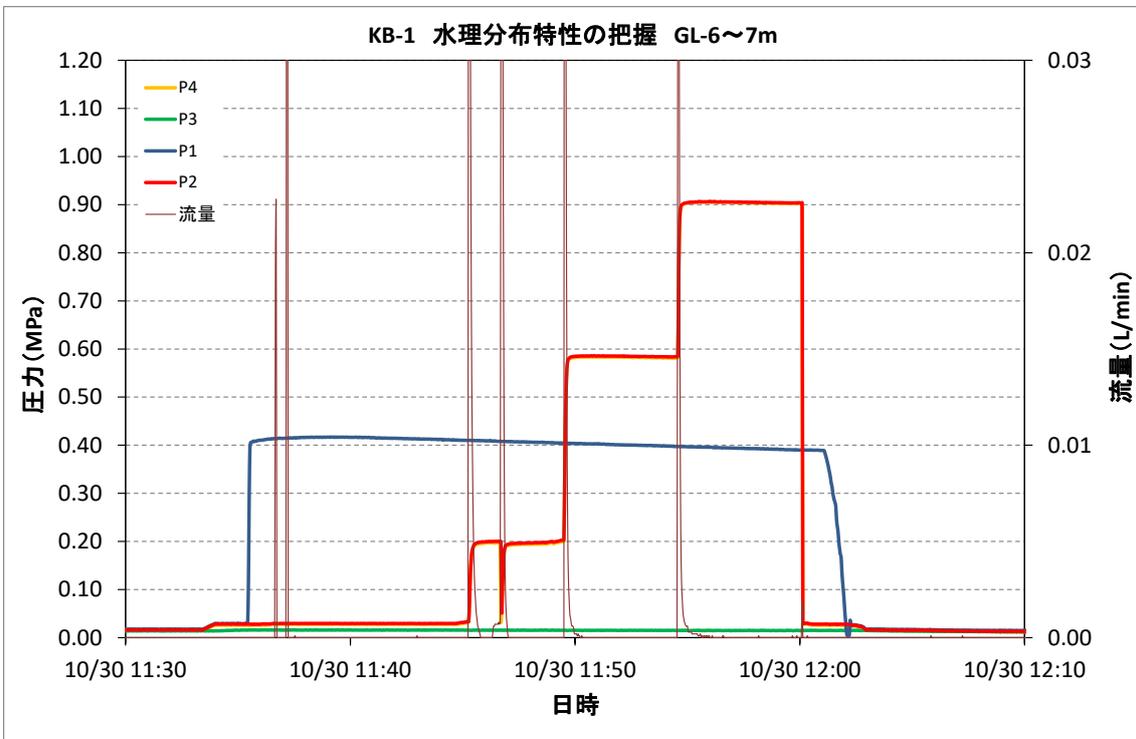


図 付録 6-2 KB-1 孔 注水圧力と流量 (GL-7.0m~-8.0m)

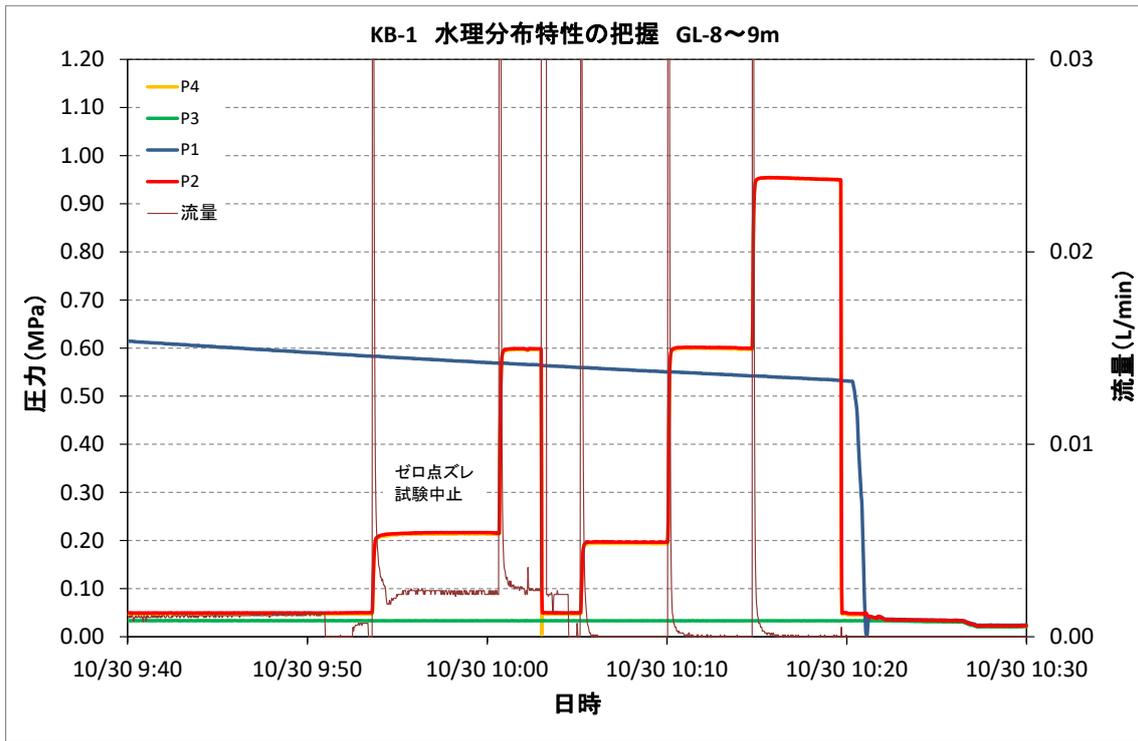


図 付録 6-3 KB-1 孔 注水圧力と流量 (GL-8.0m~-9.0m)

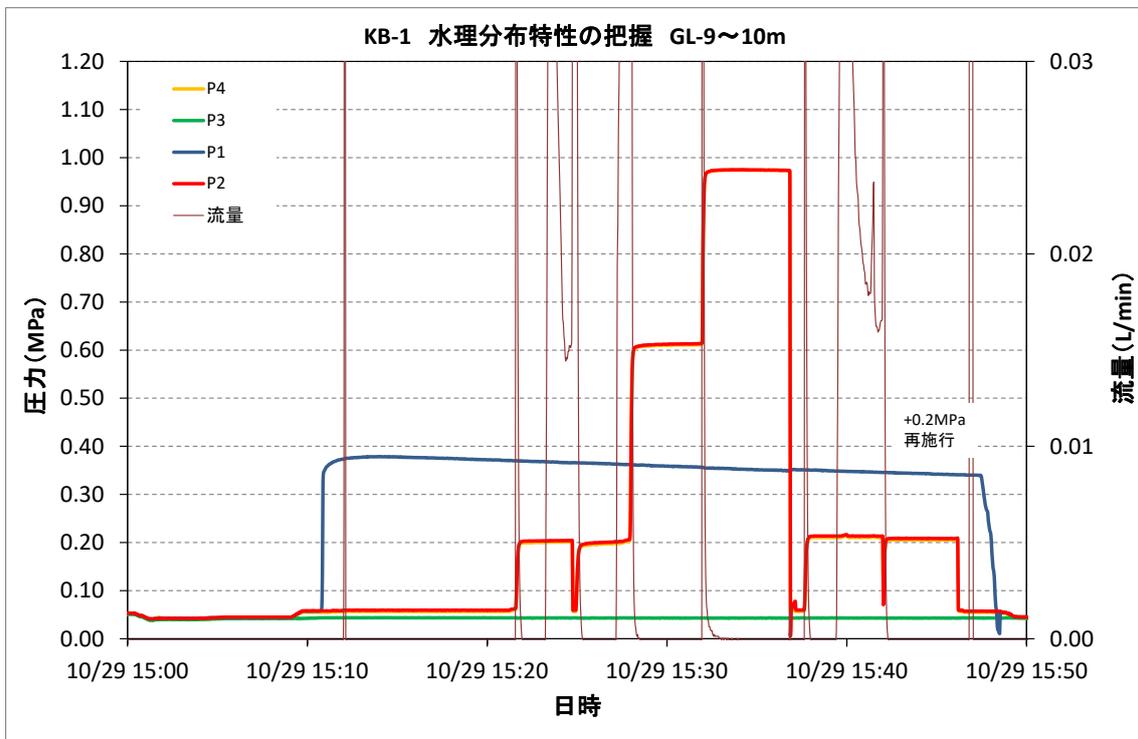


図 付録 6-4 KB-1 孔 注水圧力と流量 (GL-9.0m~-10.0m)

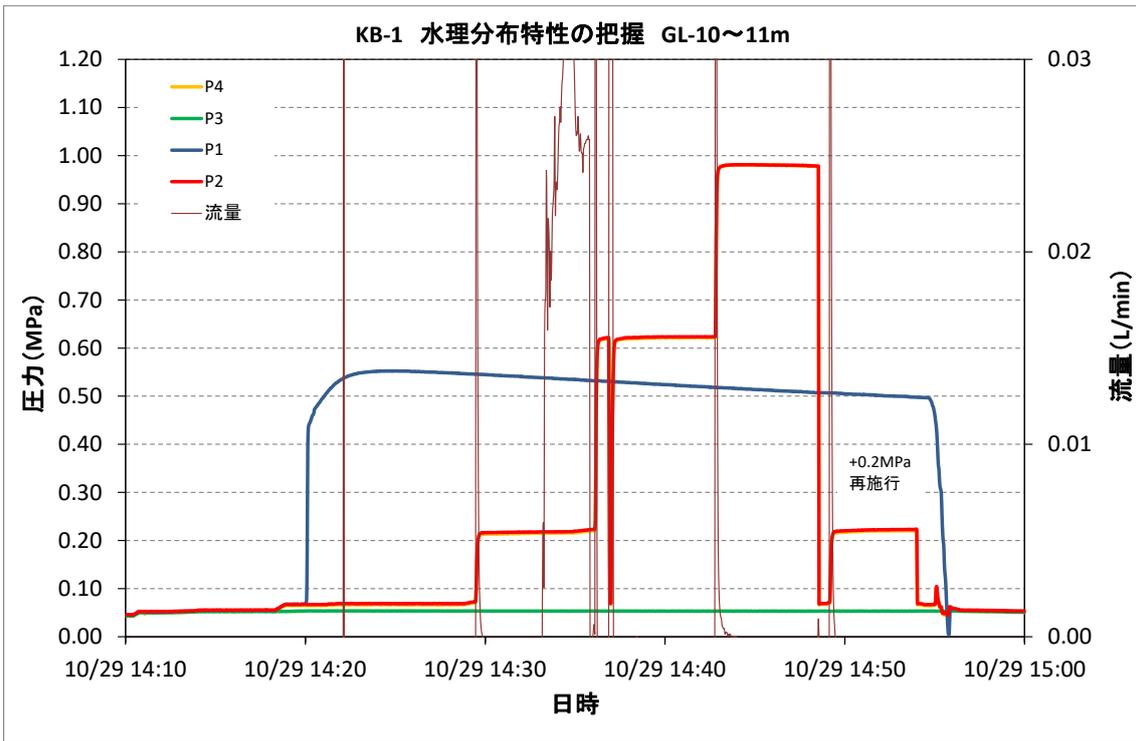


図 付録 6-5 KB-1 孔 注水圧力と流量 (GL-10.0m~-11.0m)

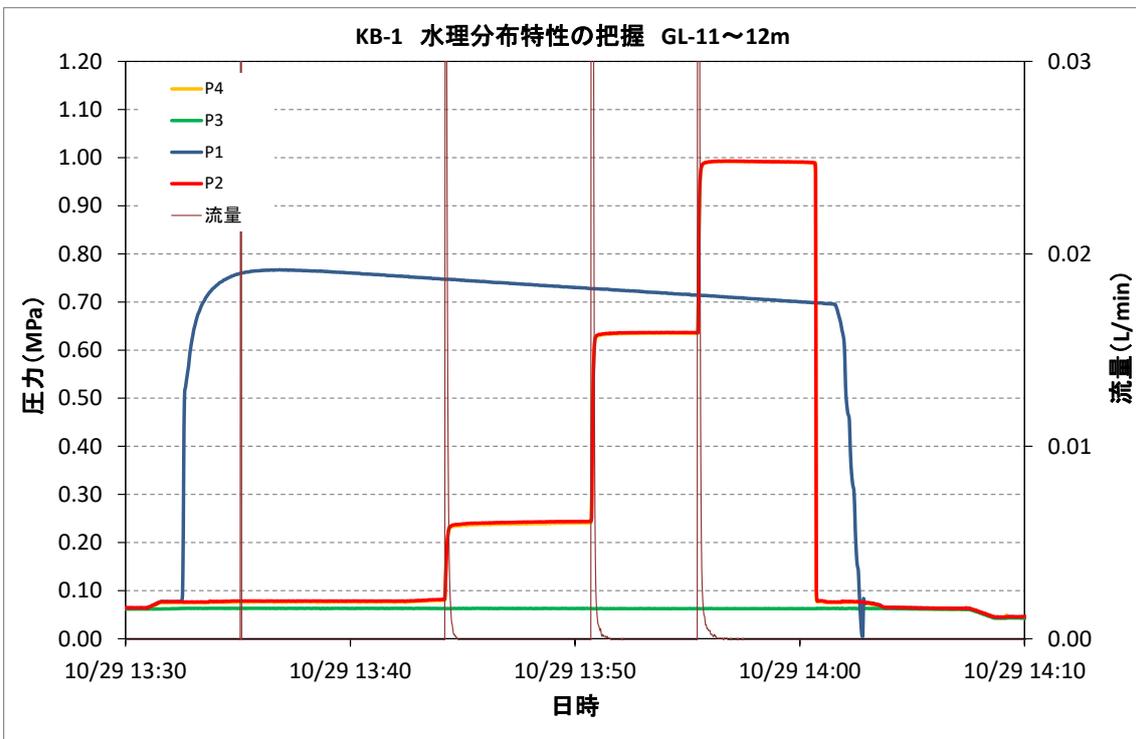


図 付録 6-6 KB-1 孔 注水圧力と流量 (GL-11.0m~-12.0m)

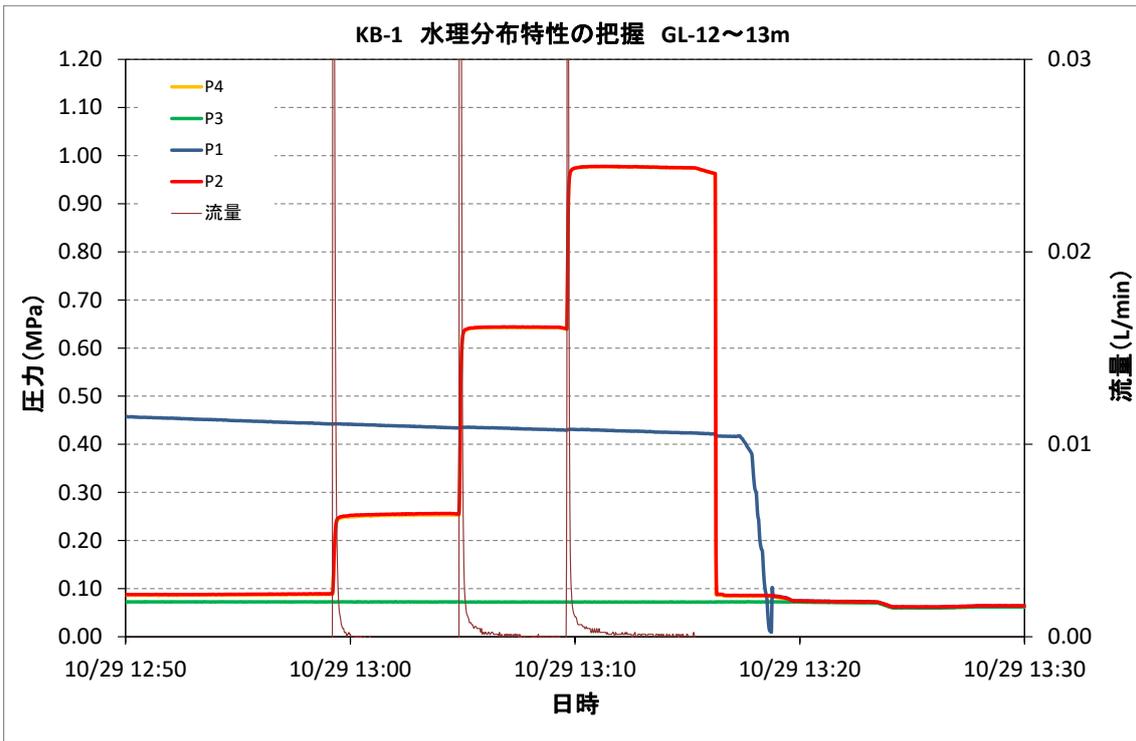


図 付録 6-7 KB-1 孔 注水圧力と流量 (GL-12.0m~-13.0m)

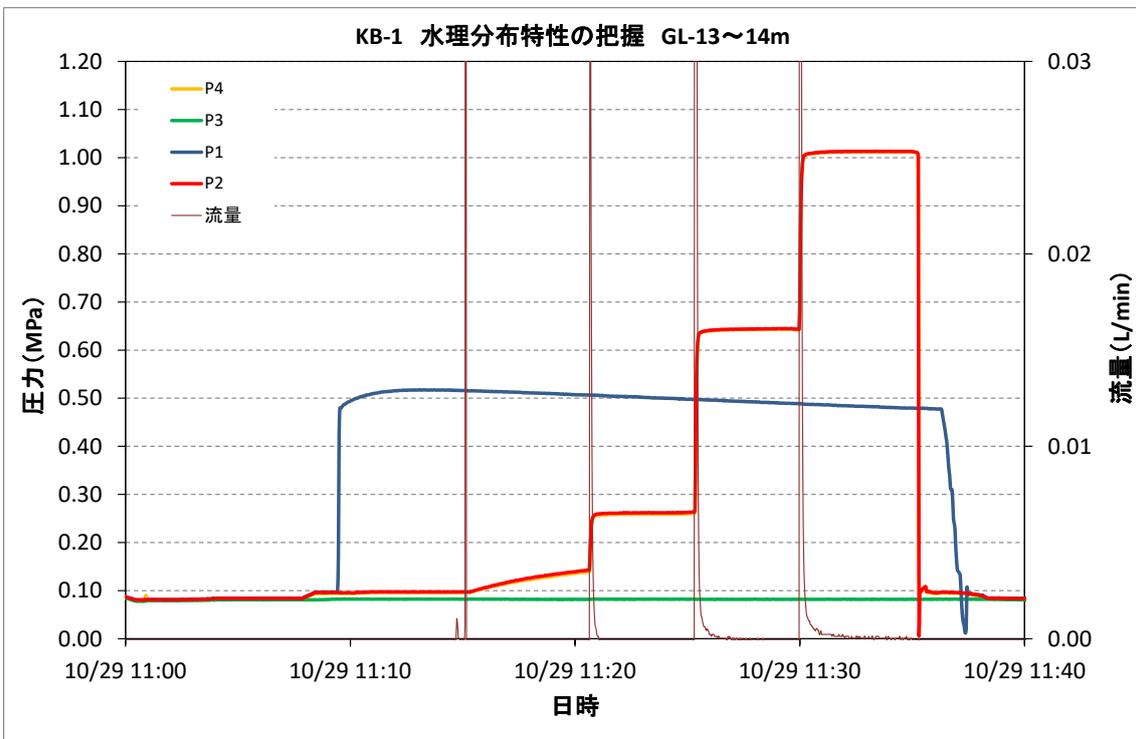


図 付録 6-8 KB-1 孔 注水圧力と流量 (GL-13.0m~-14.0m)

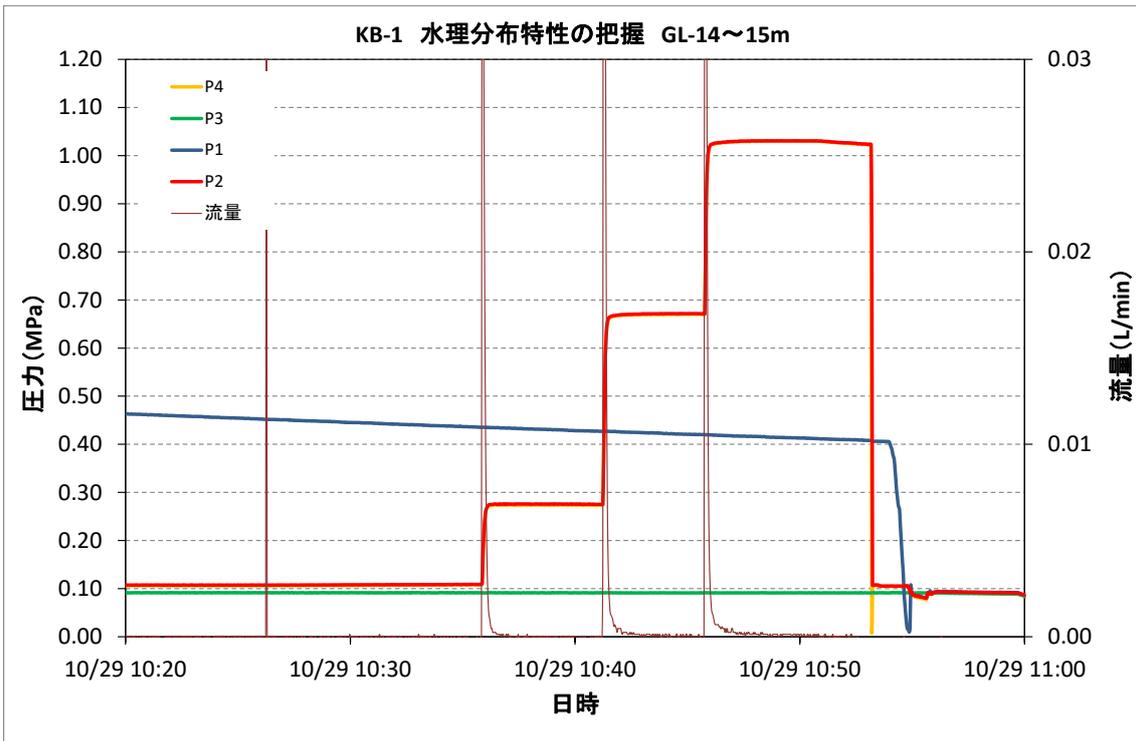


図 付録 6-9 KB-1 孔 注水圧力と流量 (GL-14.0m~-15.0m)

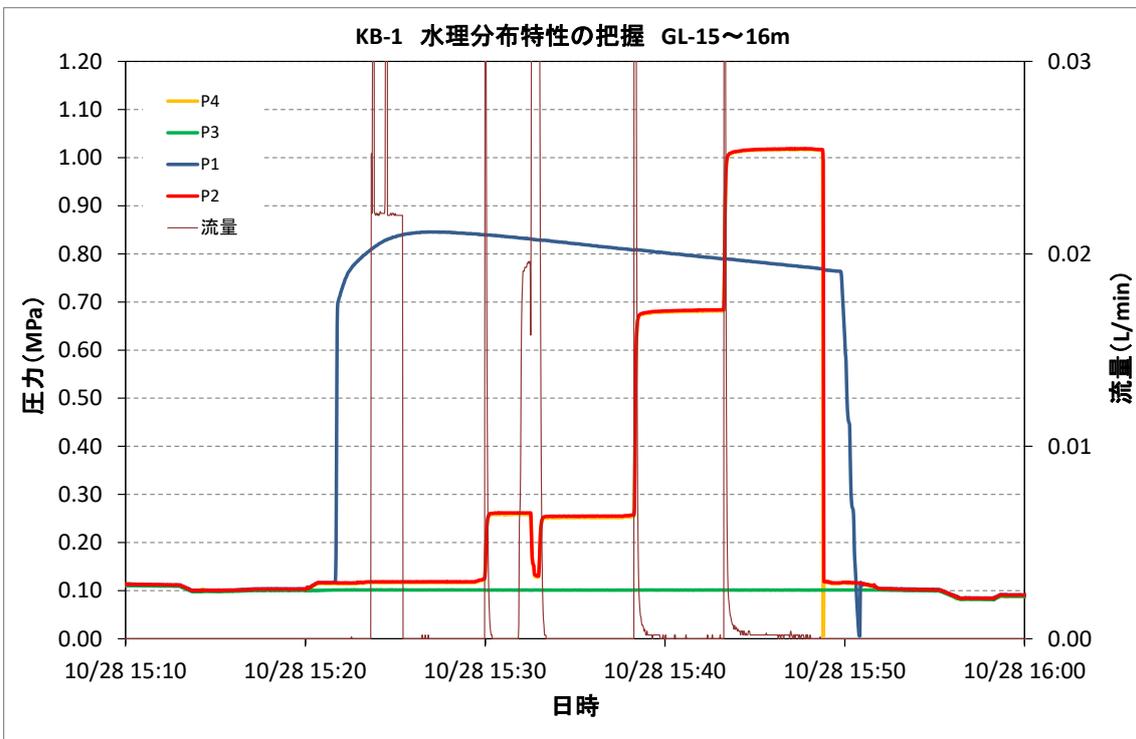


図 付録 6-10 KB-1 孔 注水圧力と流量 (GL-15.0m~-16.0m)

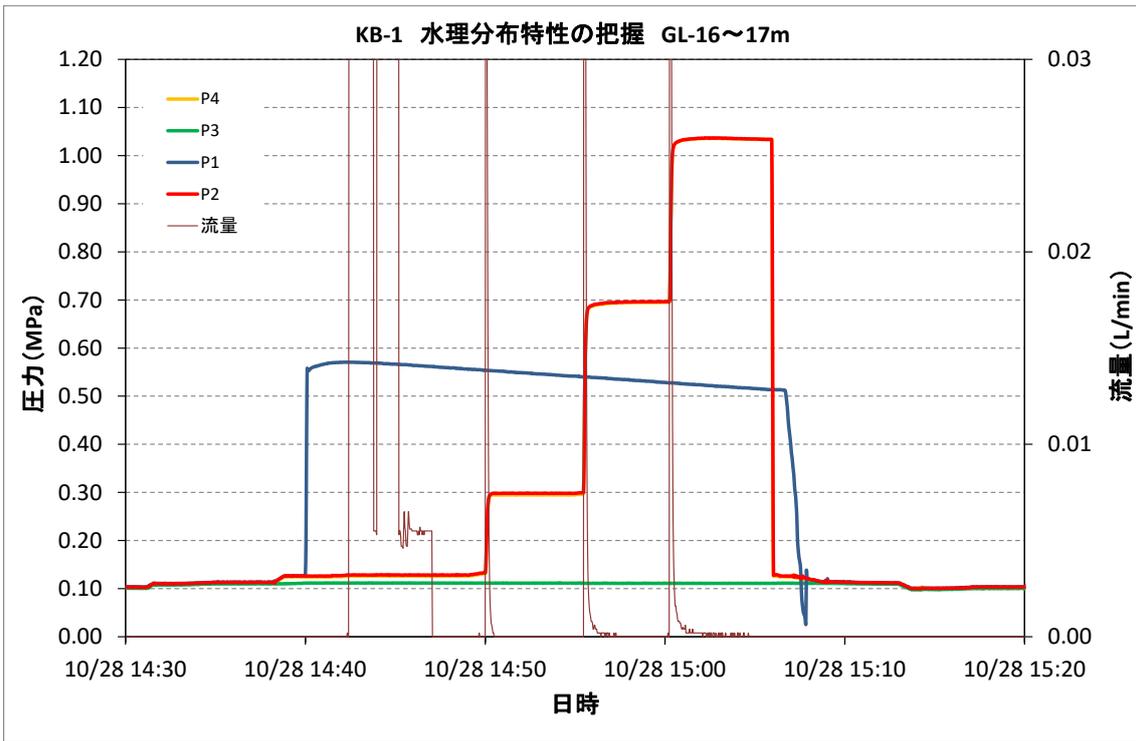


図 付録 6-11 KB-1 孔 注水圧力と流量 (GL-16.0m~-17.0m)

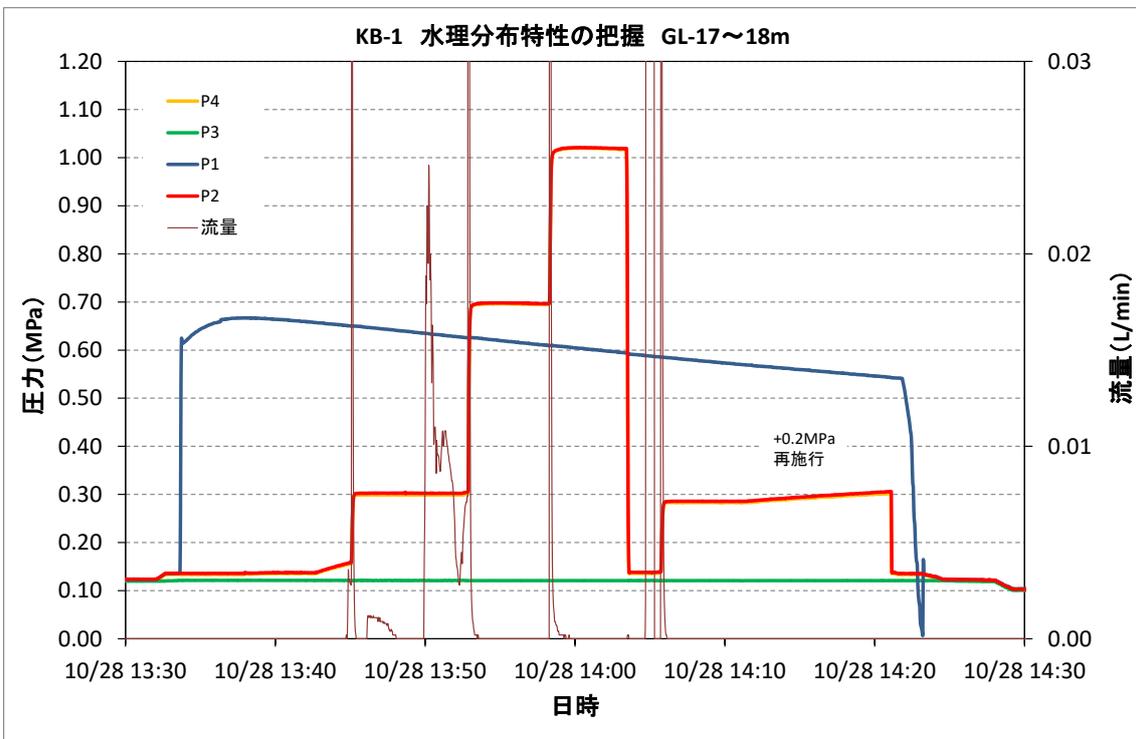


図 付録 6-12 KB-1 孔 注水圧力と流量 (GL-17.0m~-18.0m)

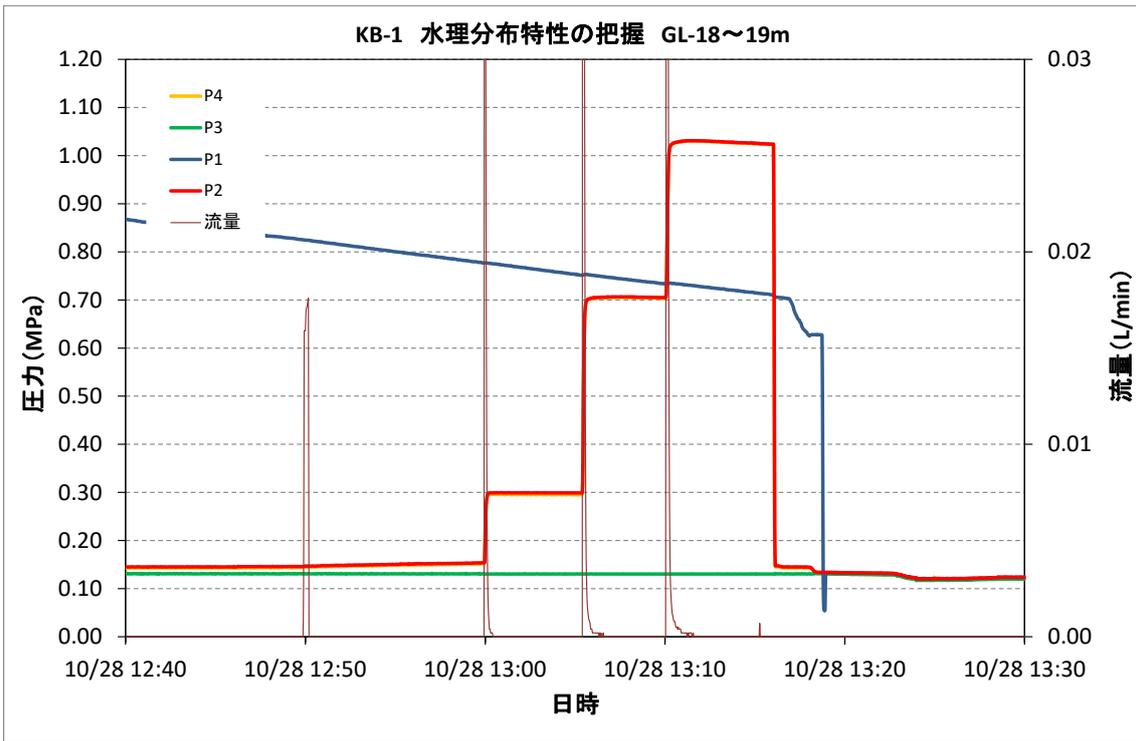


図 付録 6-13 KB-1 孔 注水圧力と流量 (GL-18.0m~-19.0m)

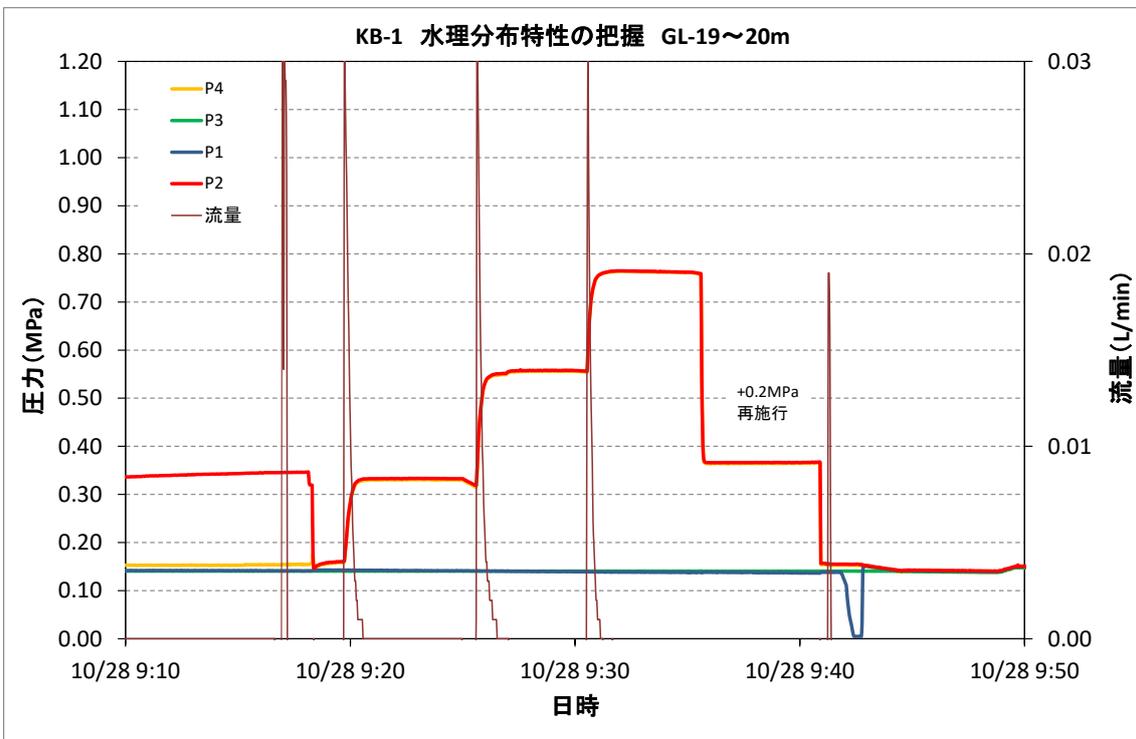


図 付録 6-14 KB-1 孔 注水圧力と流量 (GL-19.0m~-20.0m)

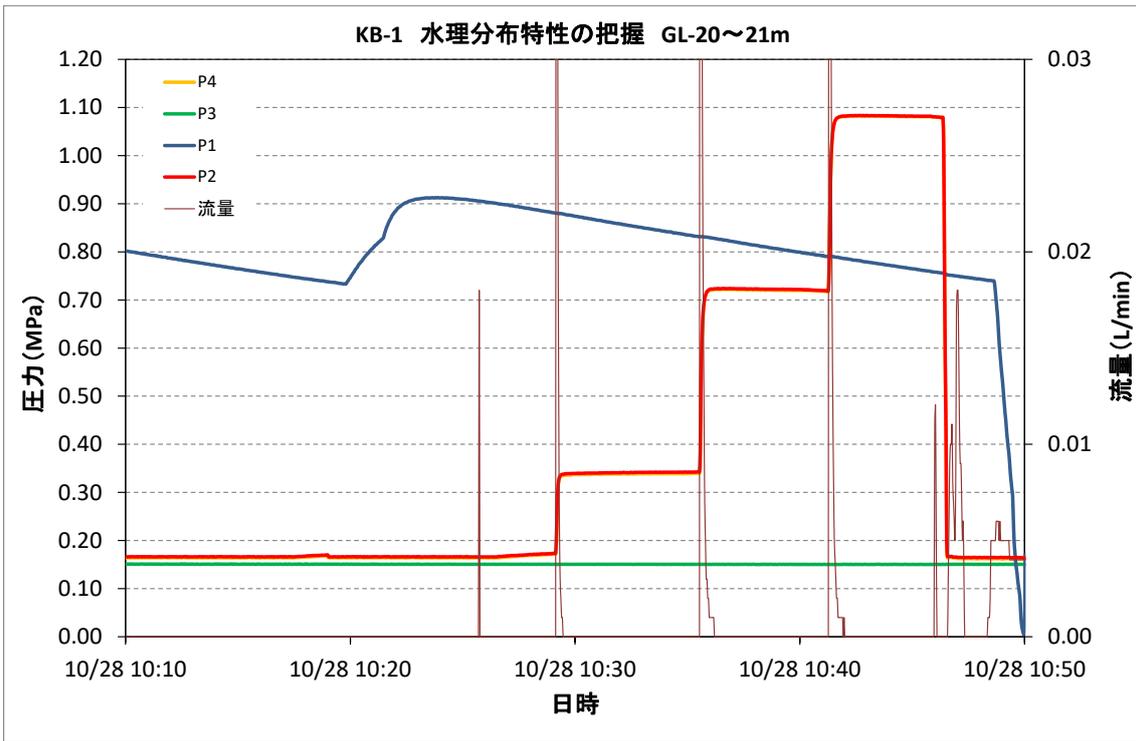


図 付録 6-15 KB-1 孔 注水圧力と流量 (GL-20.0m～21.0m)

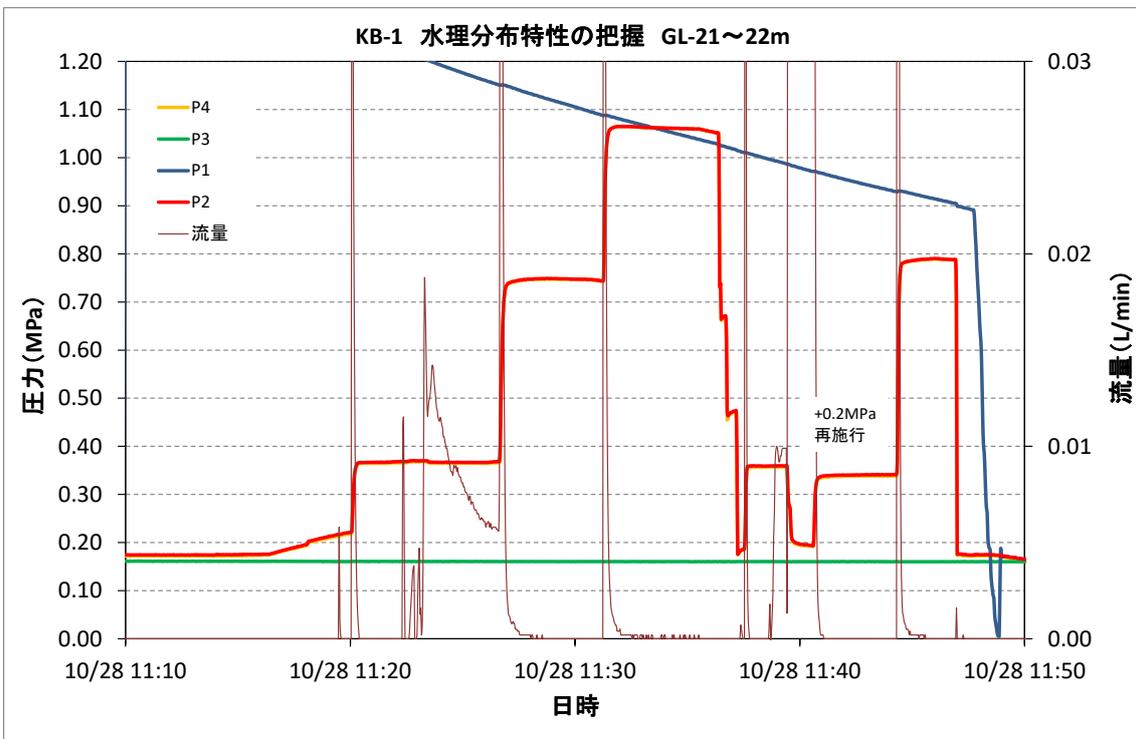


図 付録 6-16 KB-1 孔 注水圧力と流量 (GL-21.0m～22.0m)

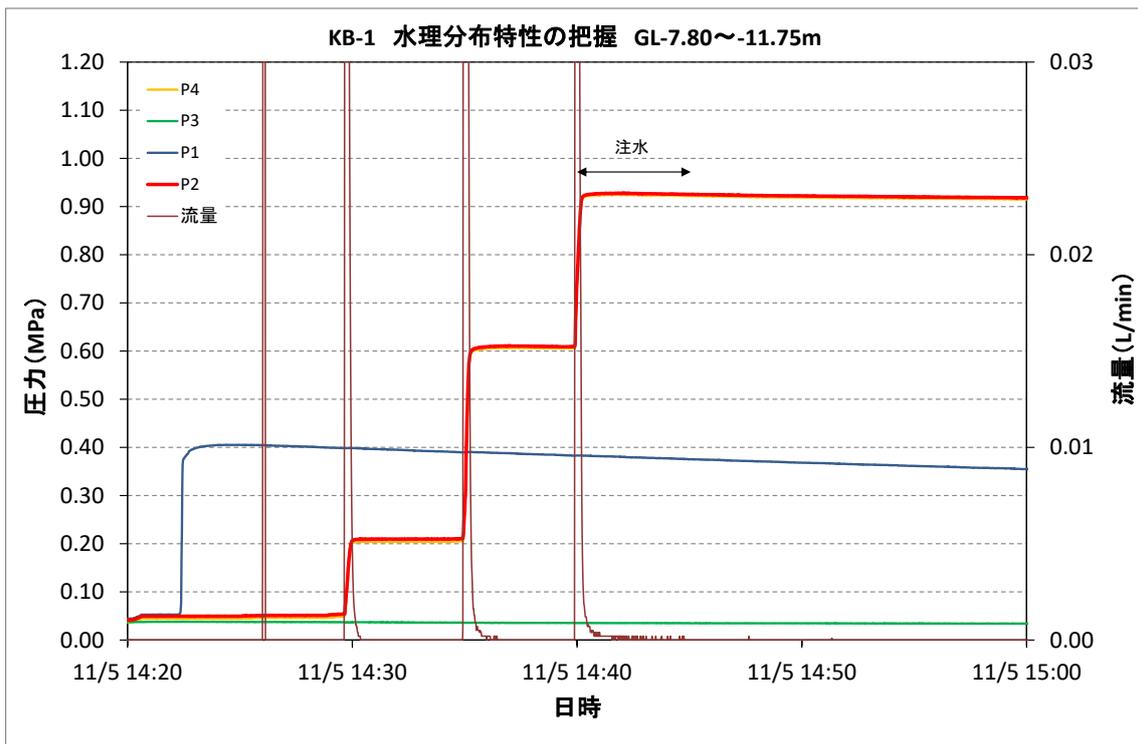


図 付録 6-17 KB-1 孔 試験結果 (泥質基質優勢)

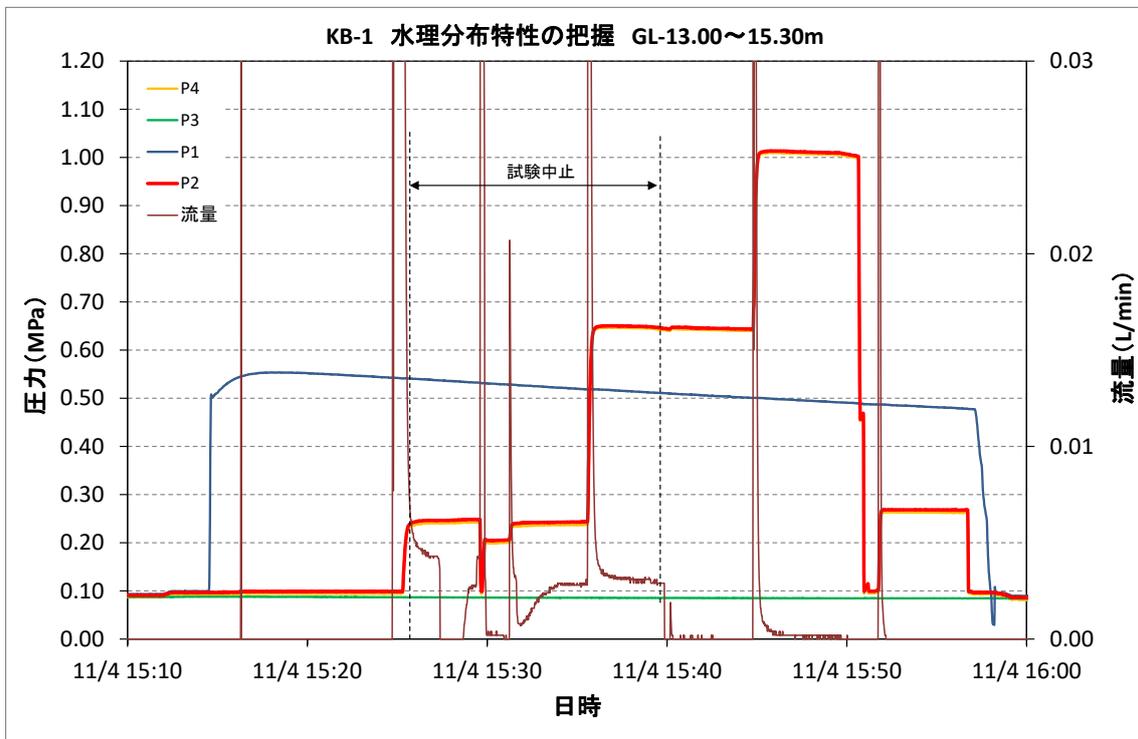


図 付録 6-18 KB-1 孔 試験結果 (泥質基質優勢・砂質岩塊優勢 (弱破碎) 互層)

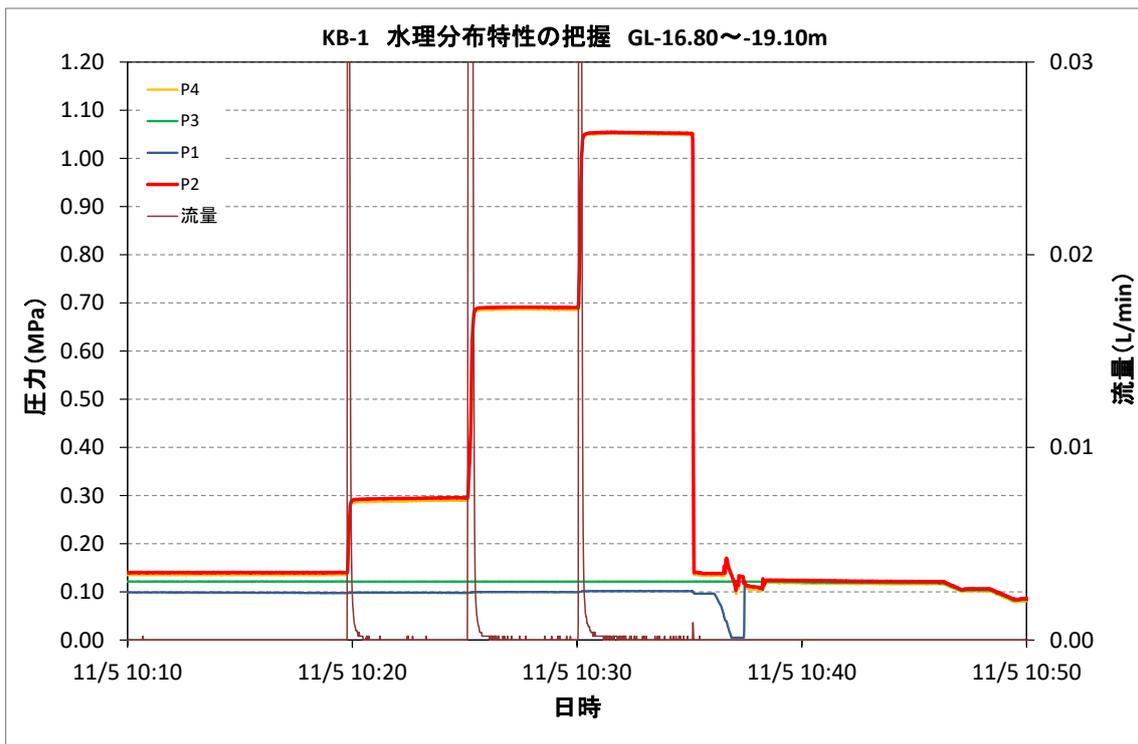


図 付録 6-19 KB-1 孔 試験結果 (砂質岩塊優勢 (弱破碎))

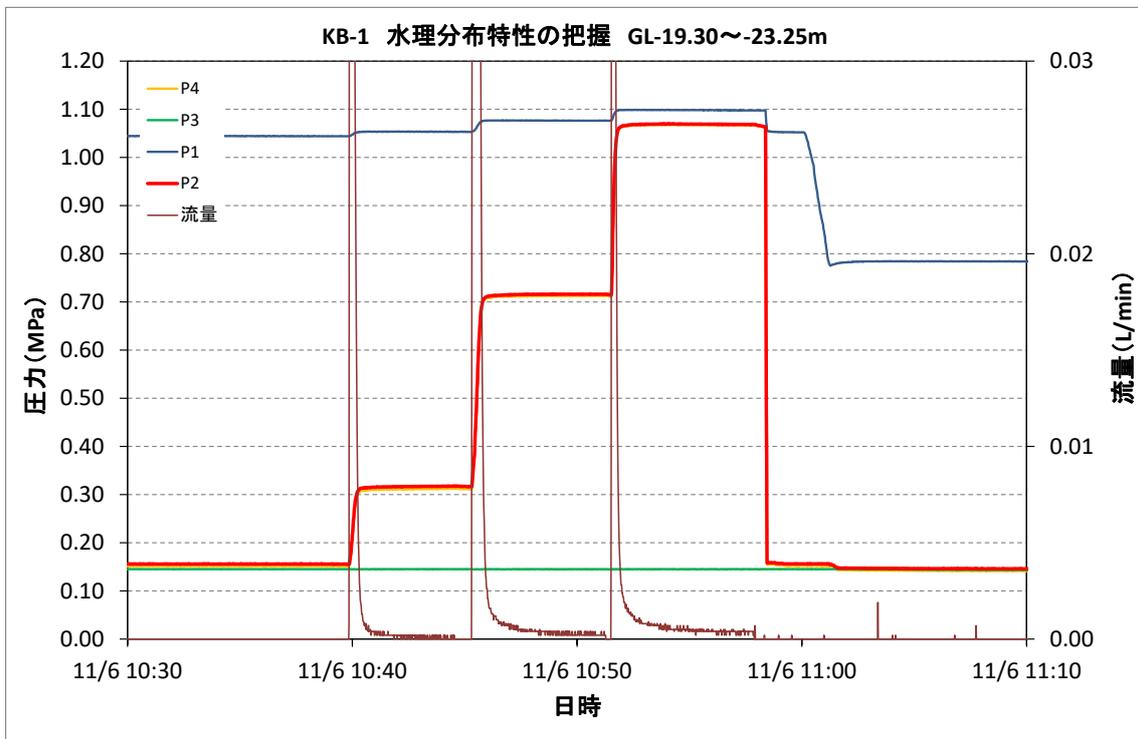


図 付録 6-20 KB-1 孔 試験結果 (砂質岩塊優勢 (強破碎))

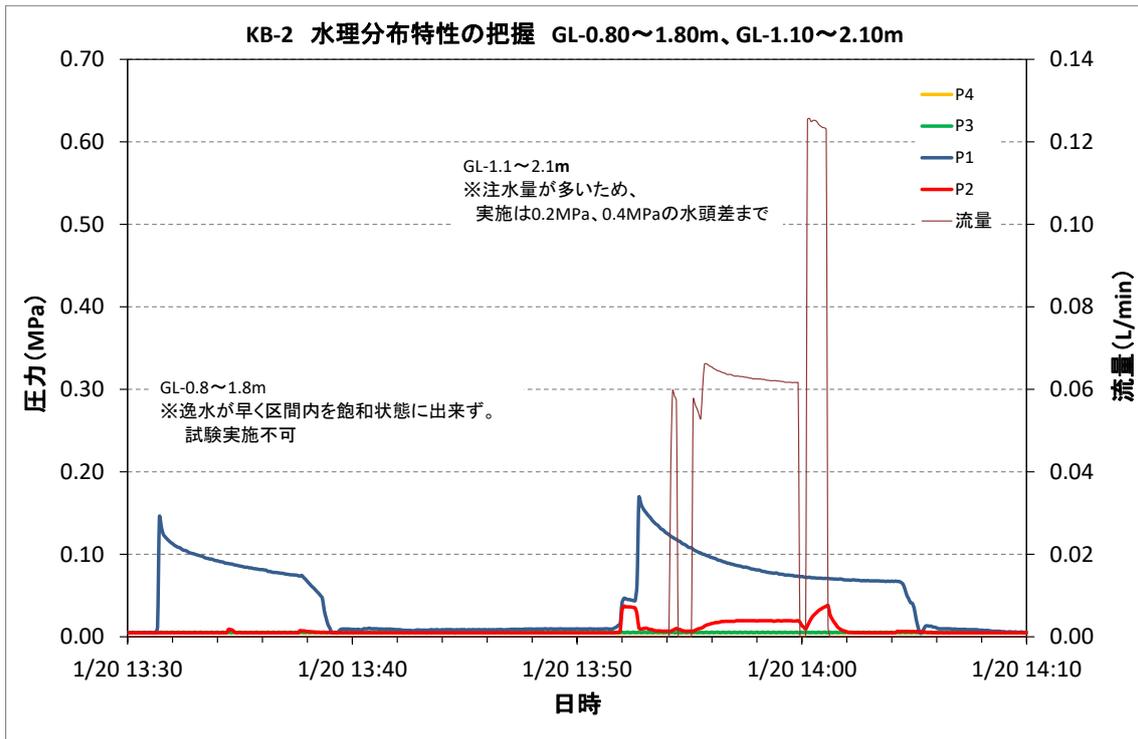


図 付録 6-21 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-0.8m~-1.8m および GL-1.1m~-2.1m)

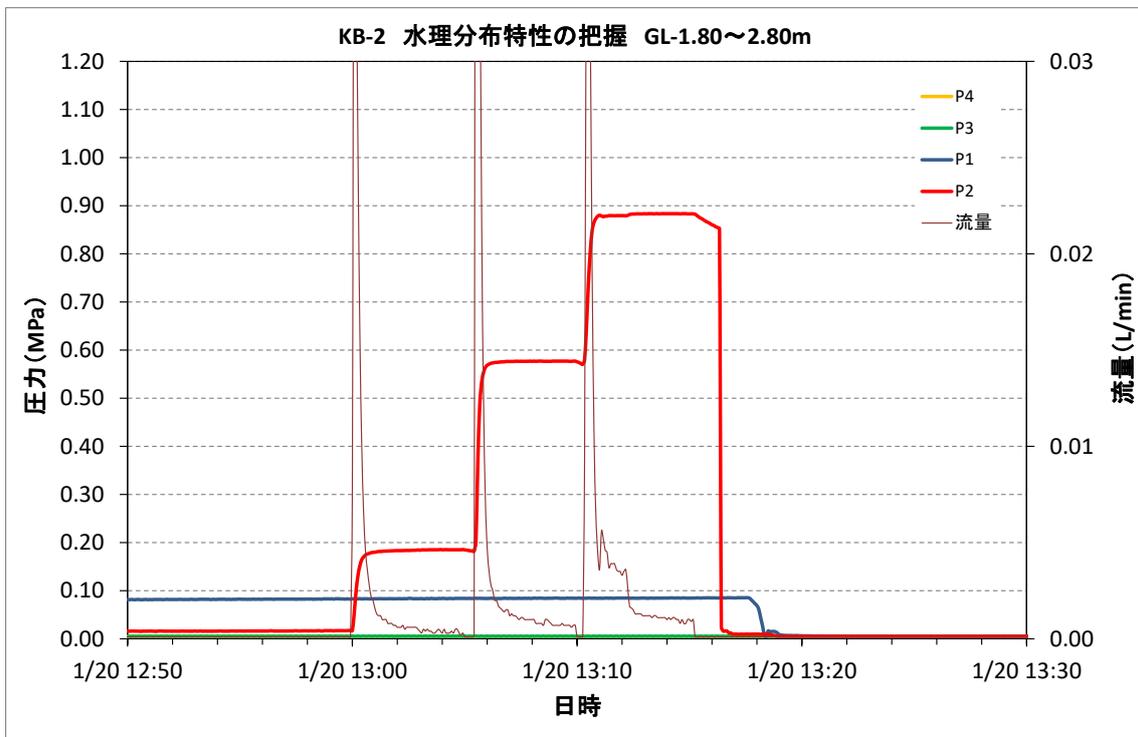


図 付録 6-22 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-1.8m~-2.8m)

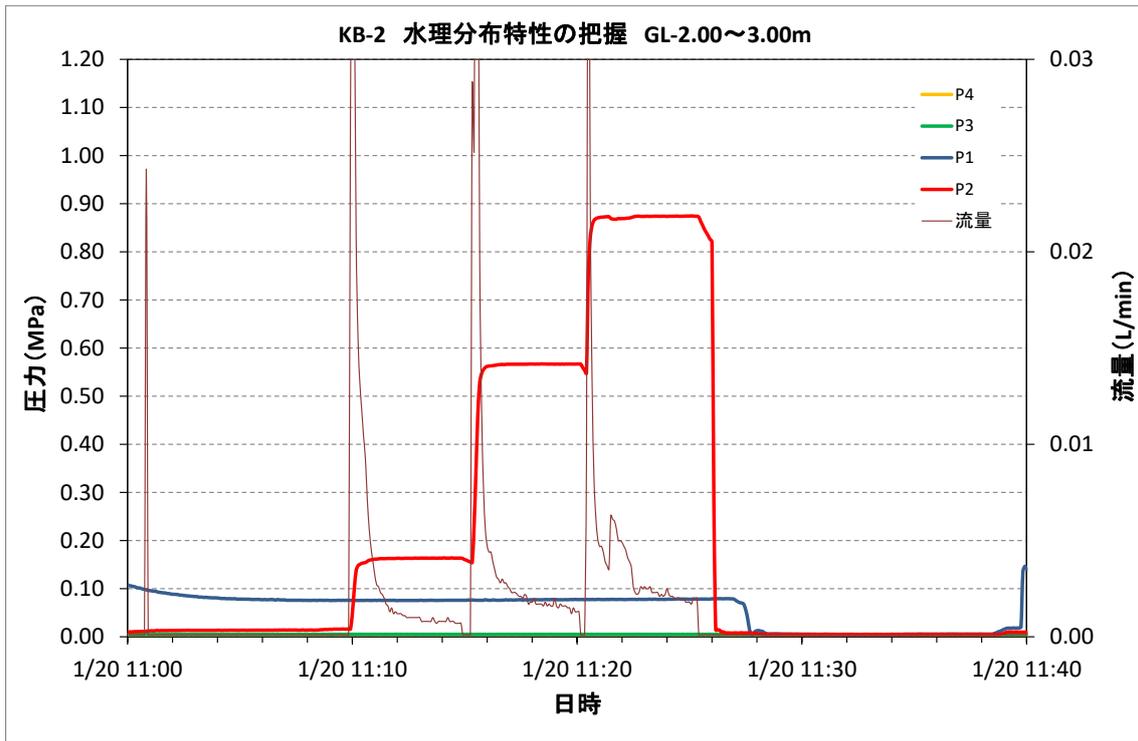


図 付録 6-23 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-2.0m~3.0m)

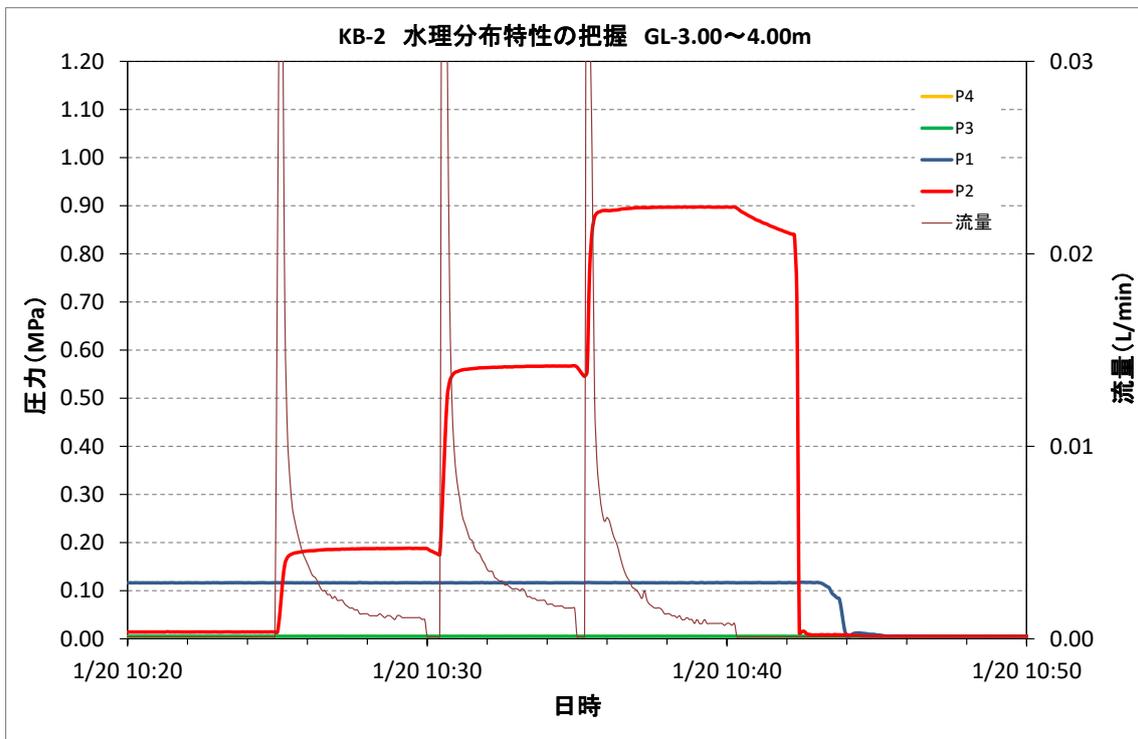


図 付録 6-24 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-3.0m~4.0m)

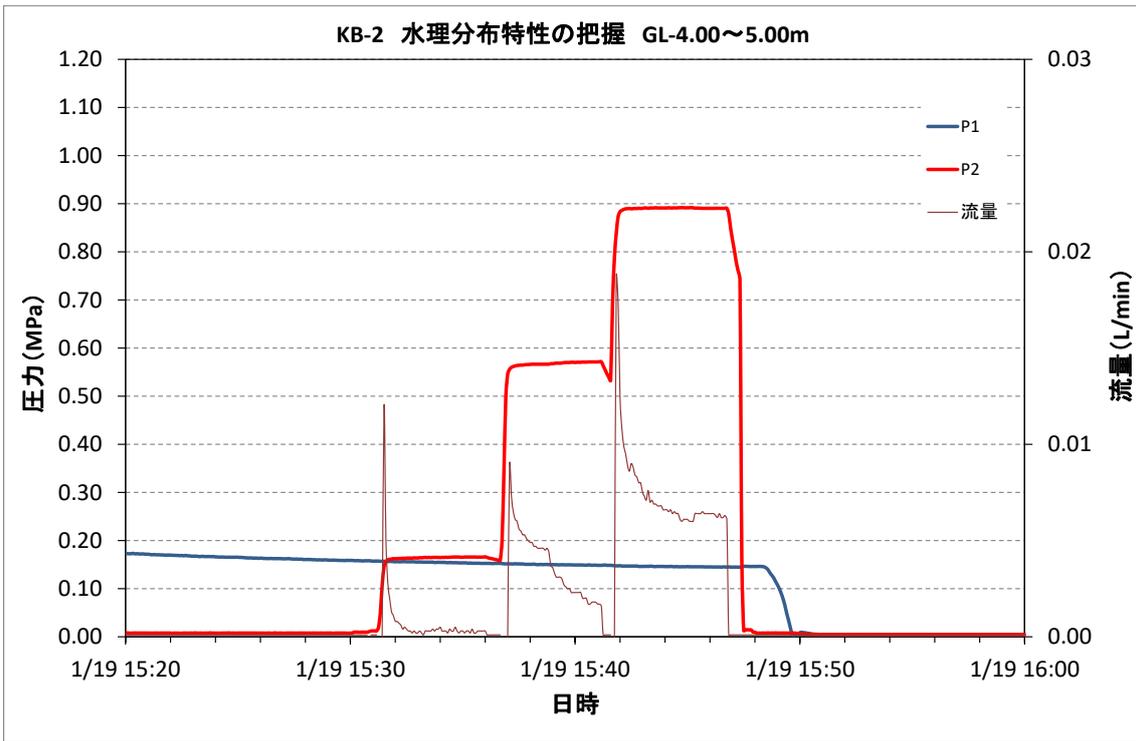


図 付録 6-25 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-4.0m~-5.0m)

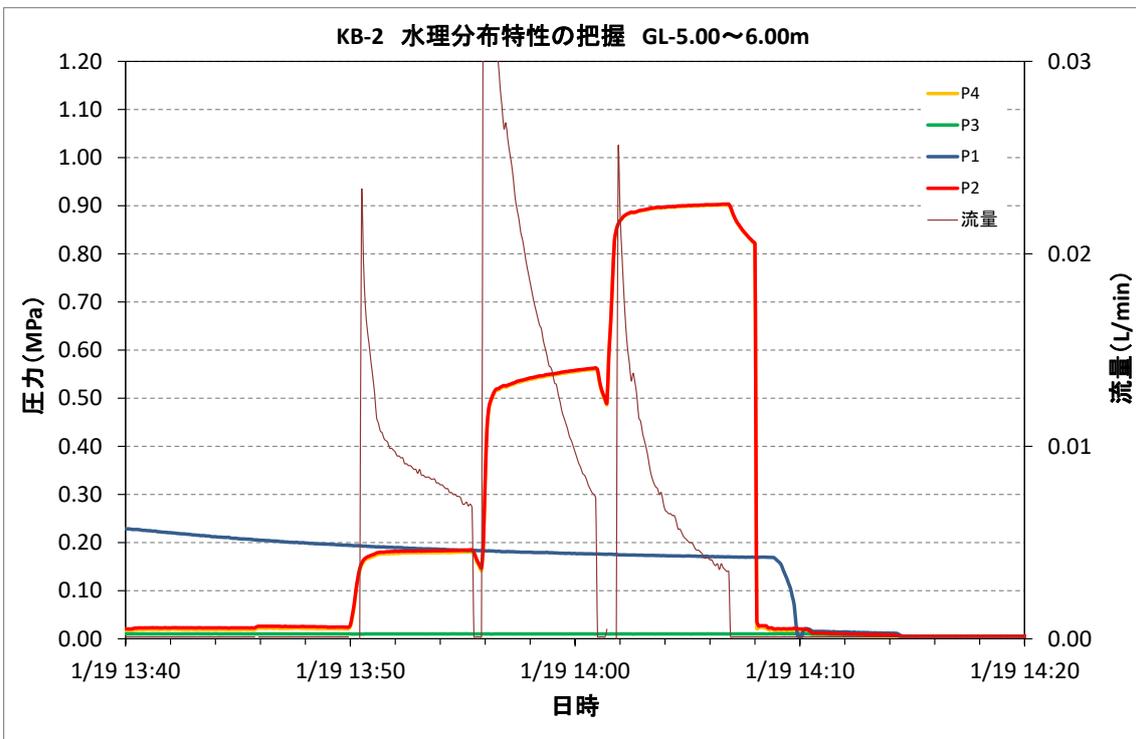


図 付録 6-26 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-5.0m~-6.0m)

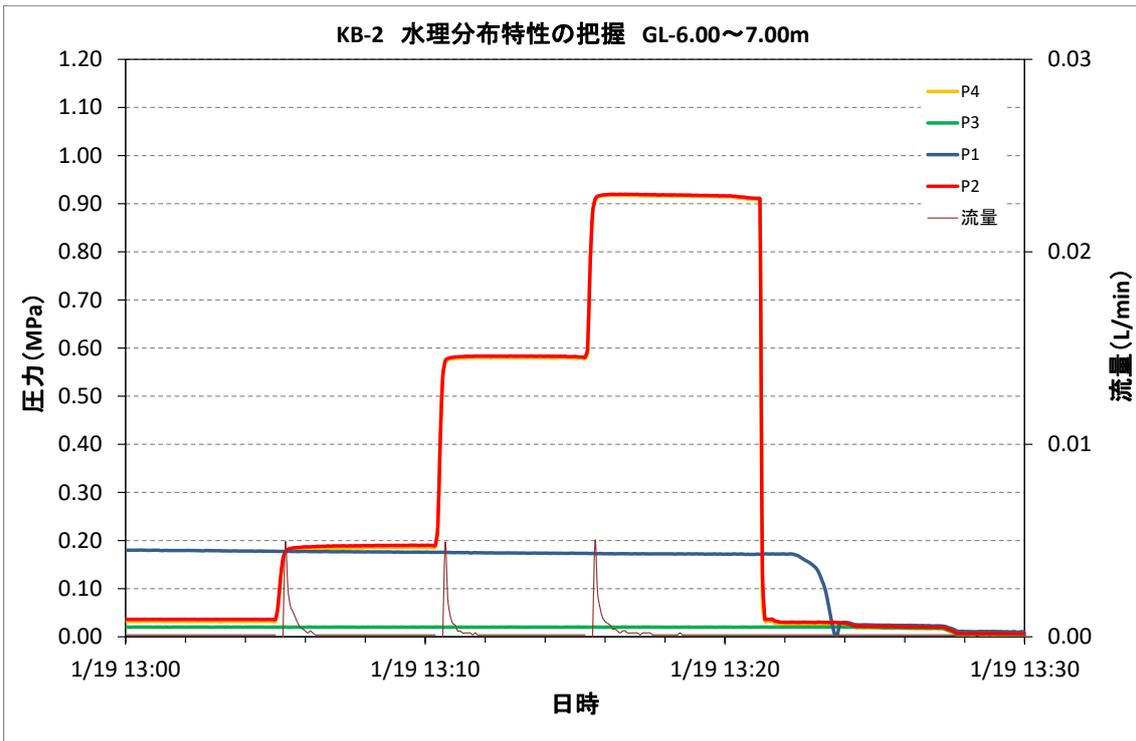


図 付録 6-27 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-6.0m~-7.0m)

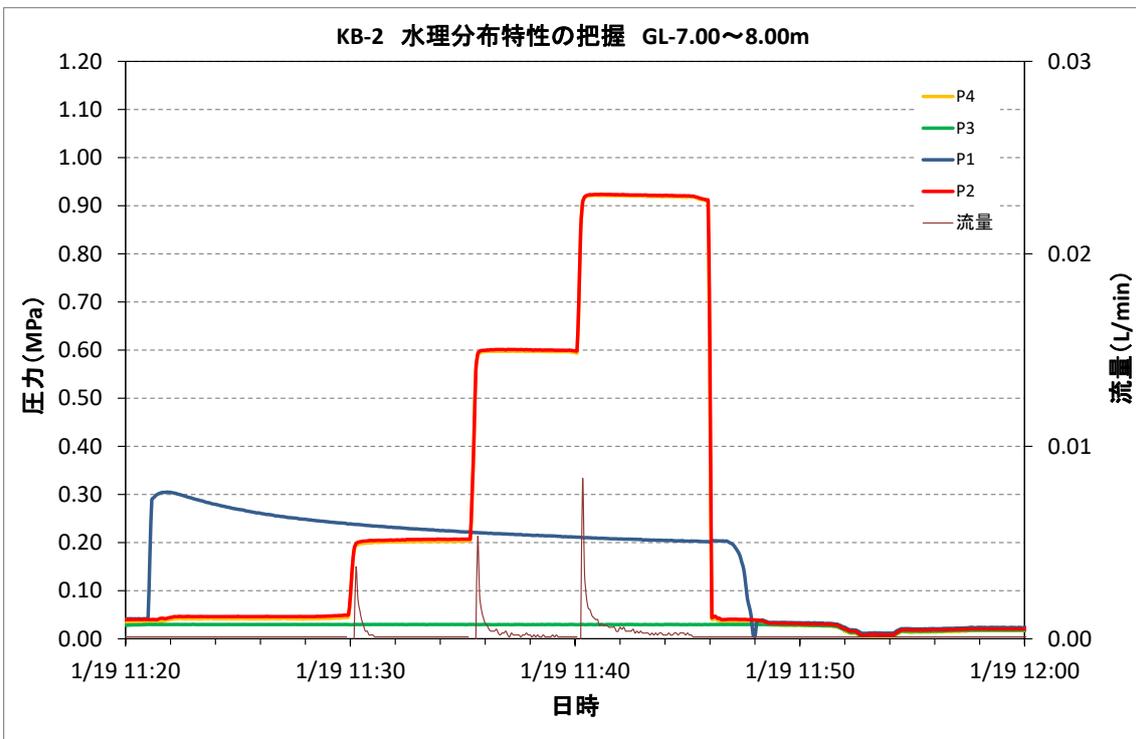


図 付録 6-28 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-7.0m~-8.0m)

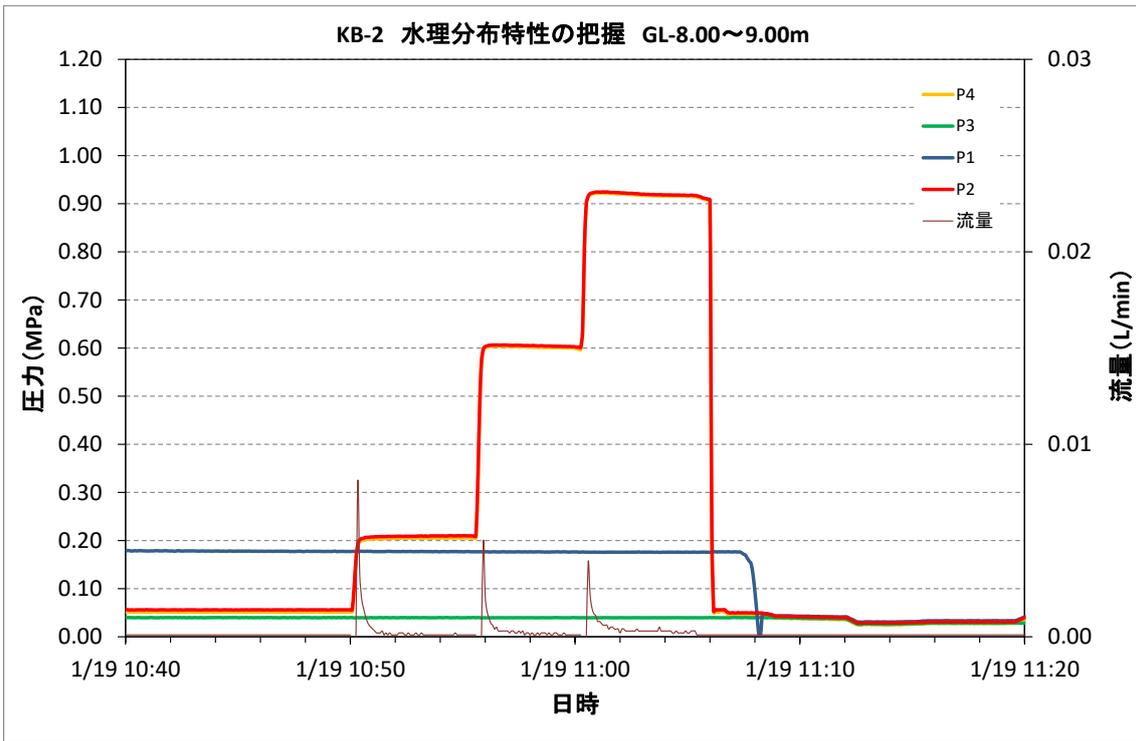


図 付録 6-29 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-8.0m~9.0m)

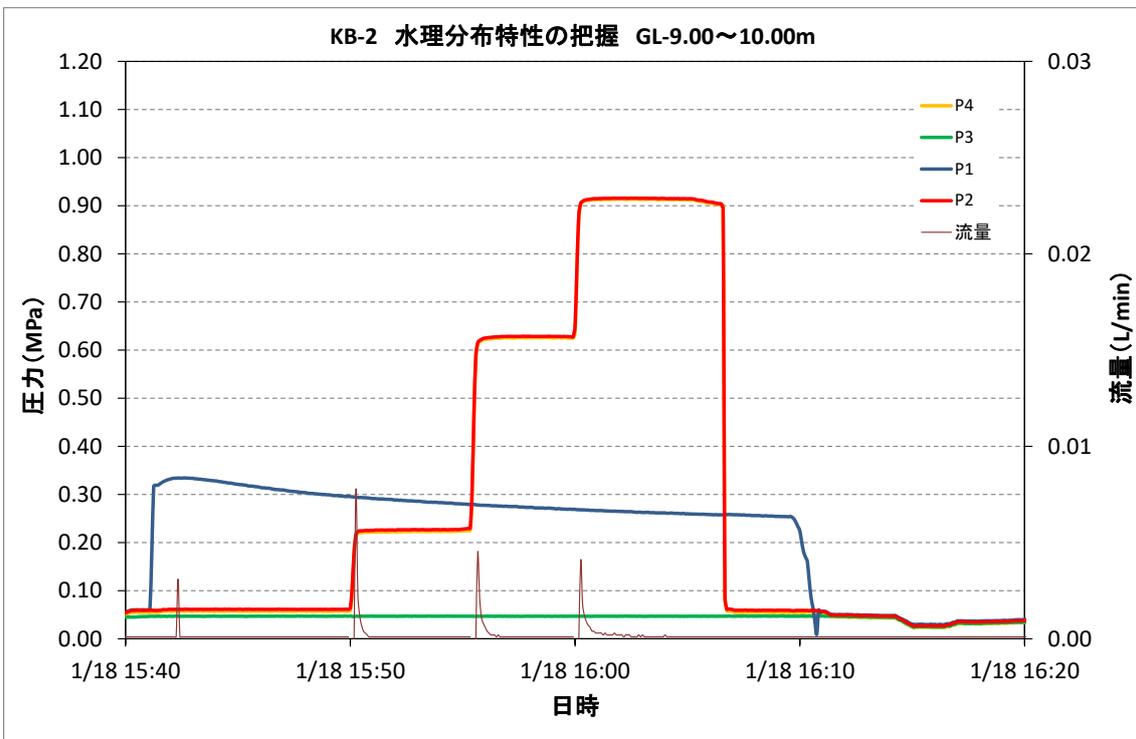


図 付録 6-30 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-9.0m~-10.0m)

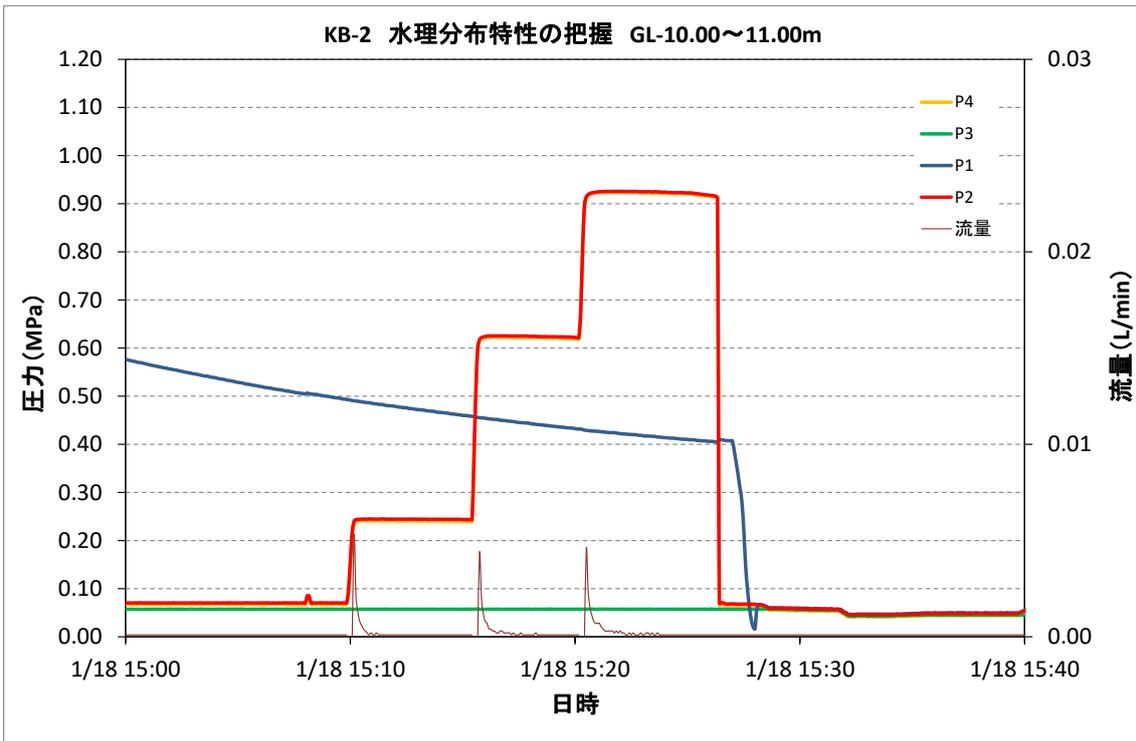


図 付録 6-31 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-10.0m~-11.0m)

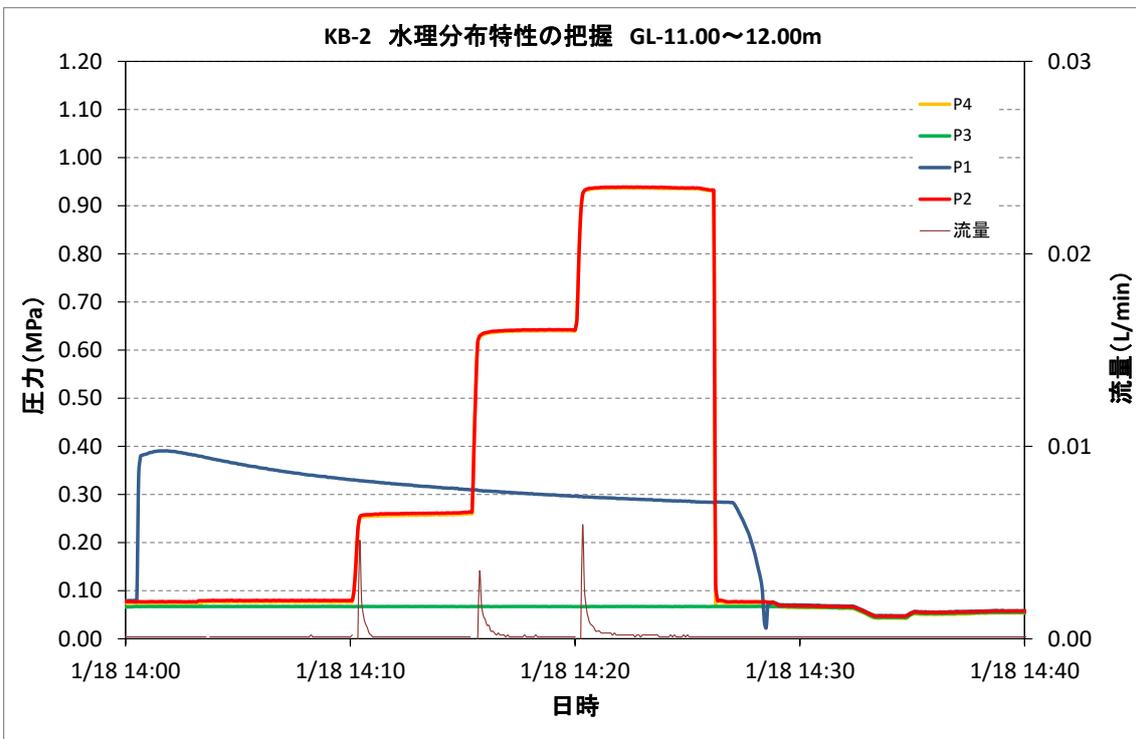


図 付録 6-32 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-11.0m~-12.0m)

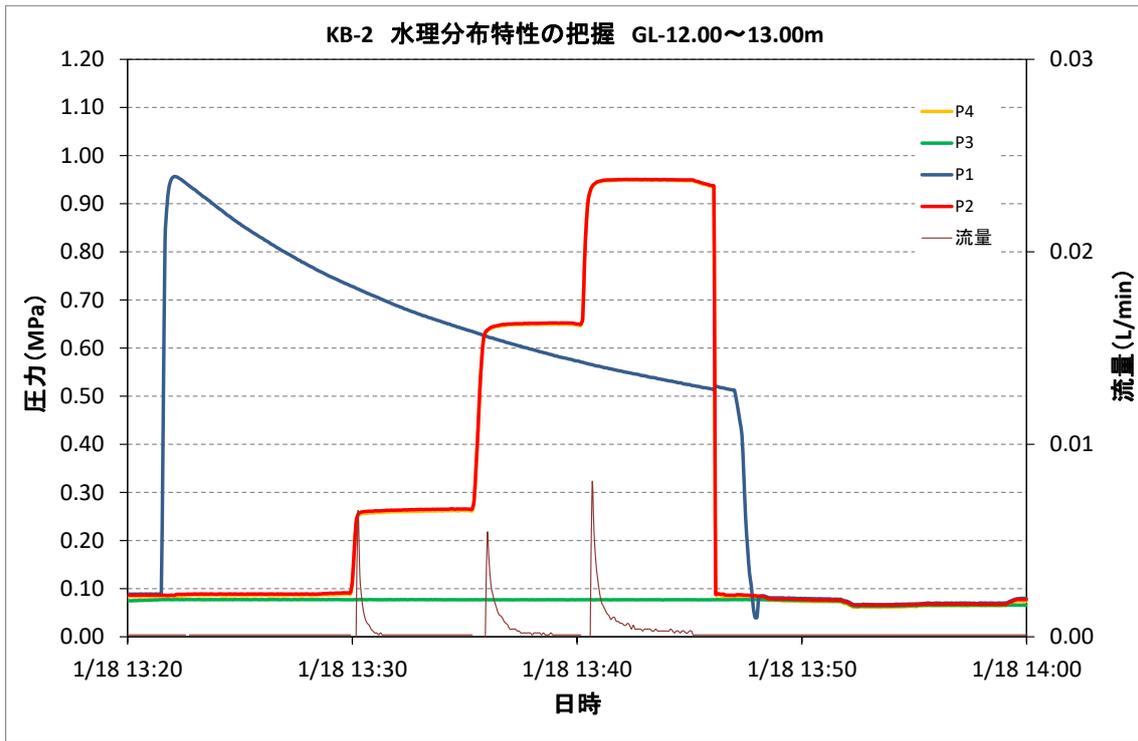


図 付録 6-33 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-12.0m~-13.0m)

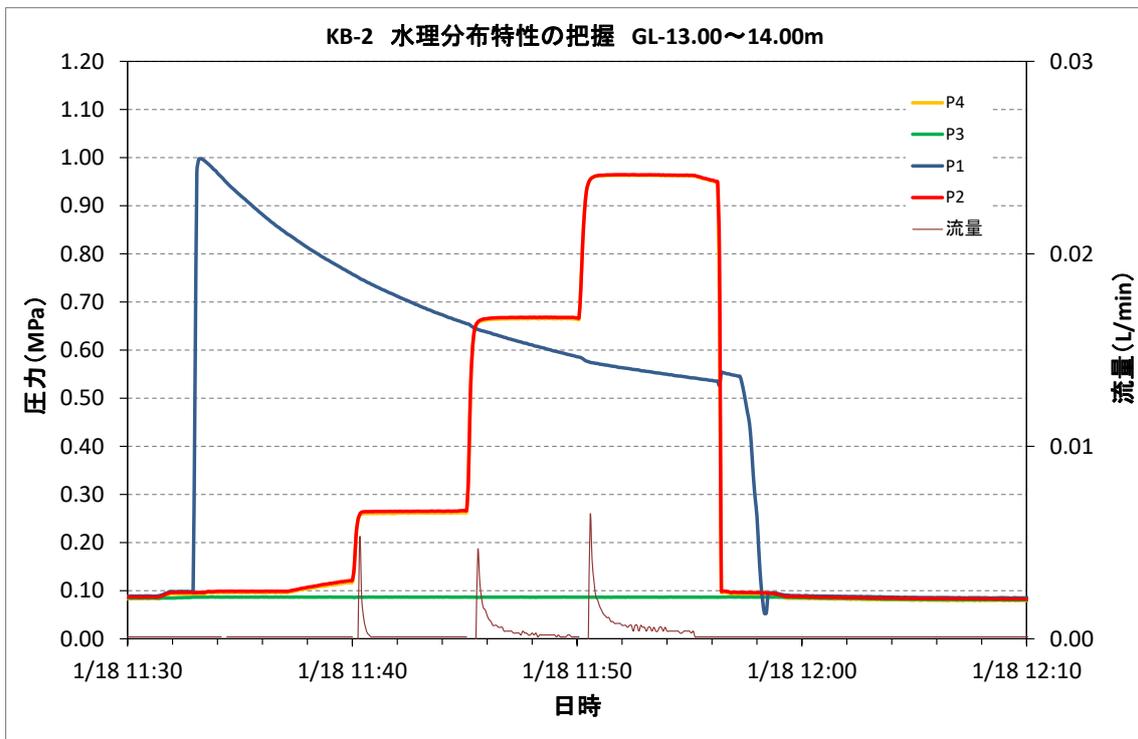


図 付録 6-34 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-13.0m~-14.0m)

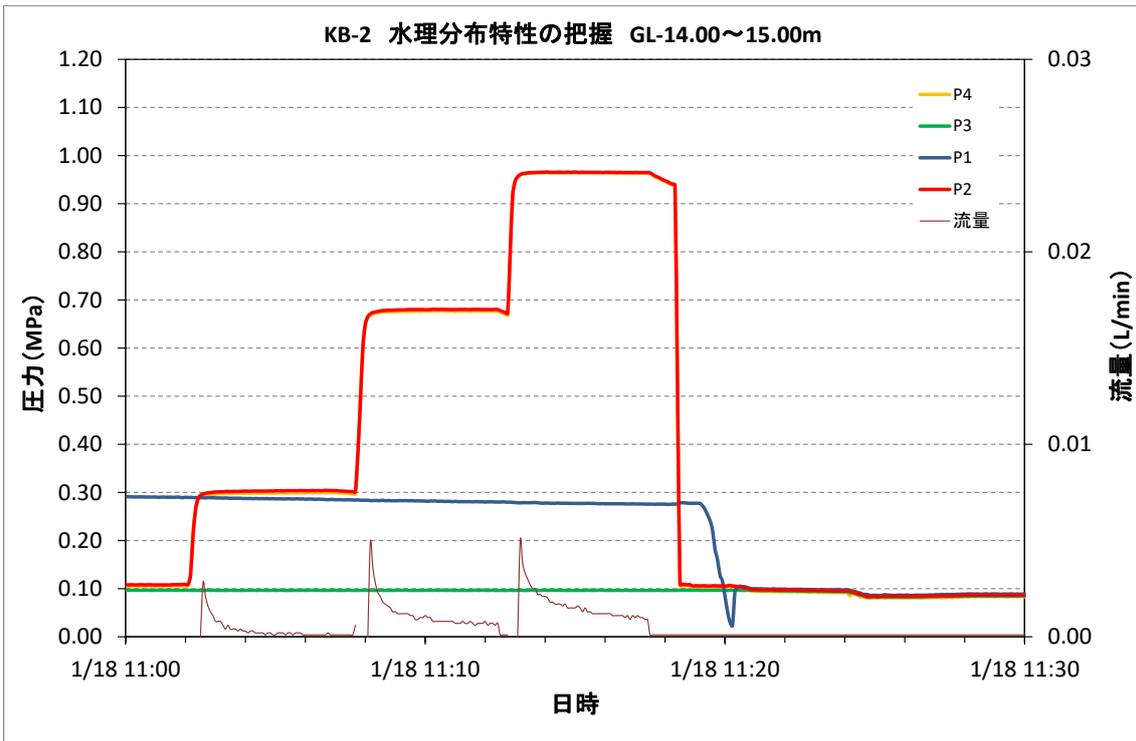


図 付録 6-35 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-14.0m~-15.0m)

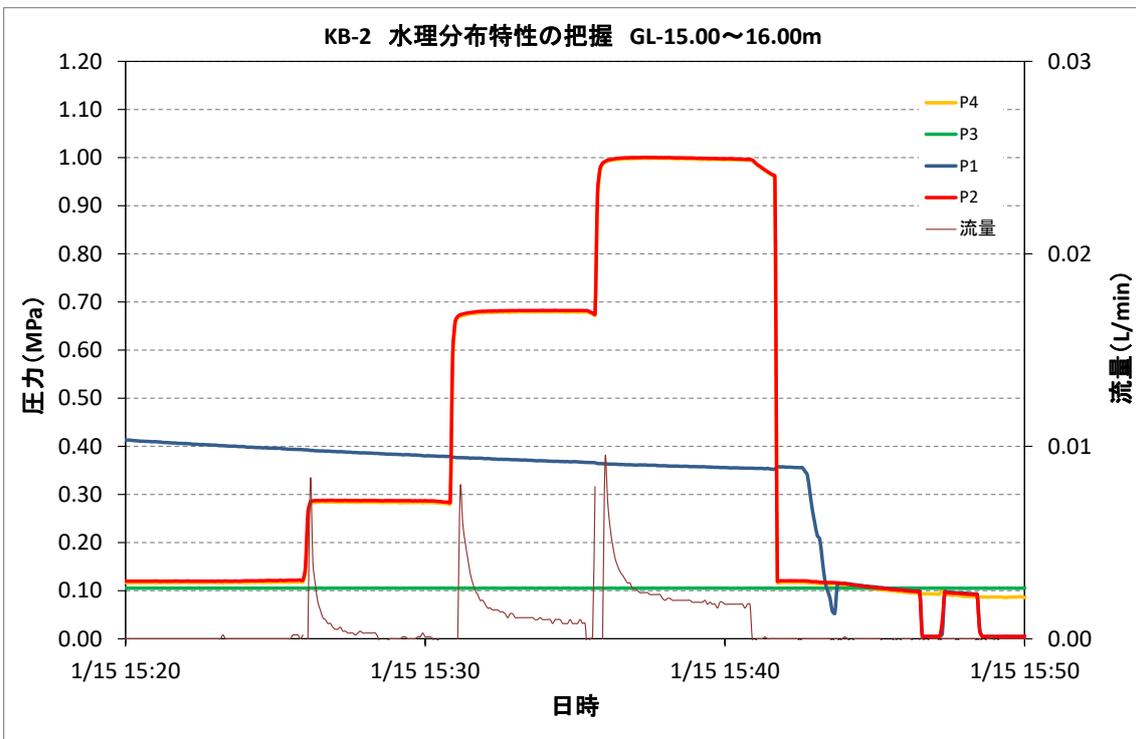


図 付録 6-36 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-15.0m~-16.0m)

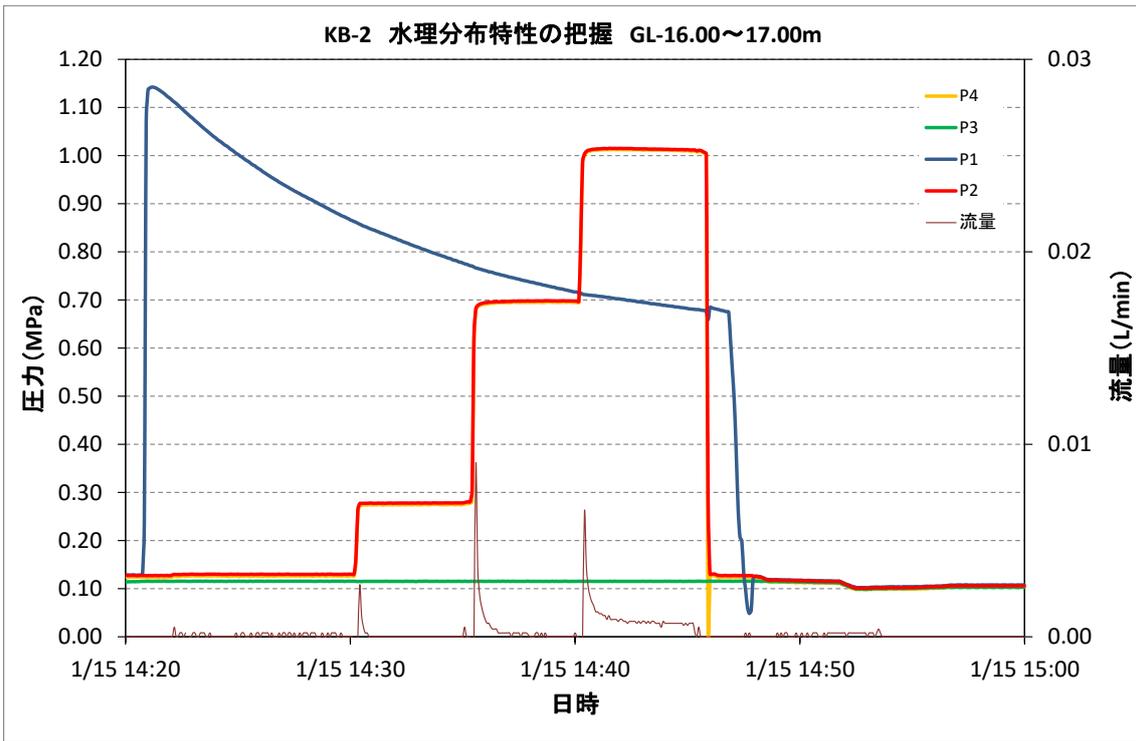


図 付録 6-37 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-16.0m~-17.0m)

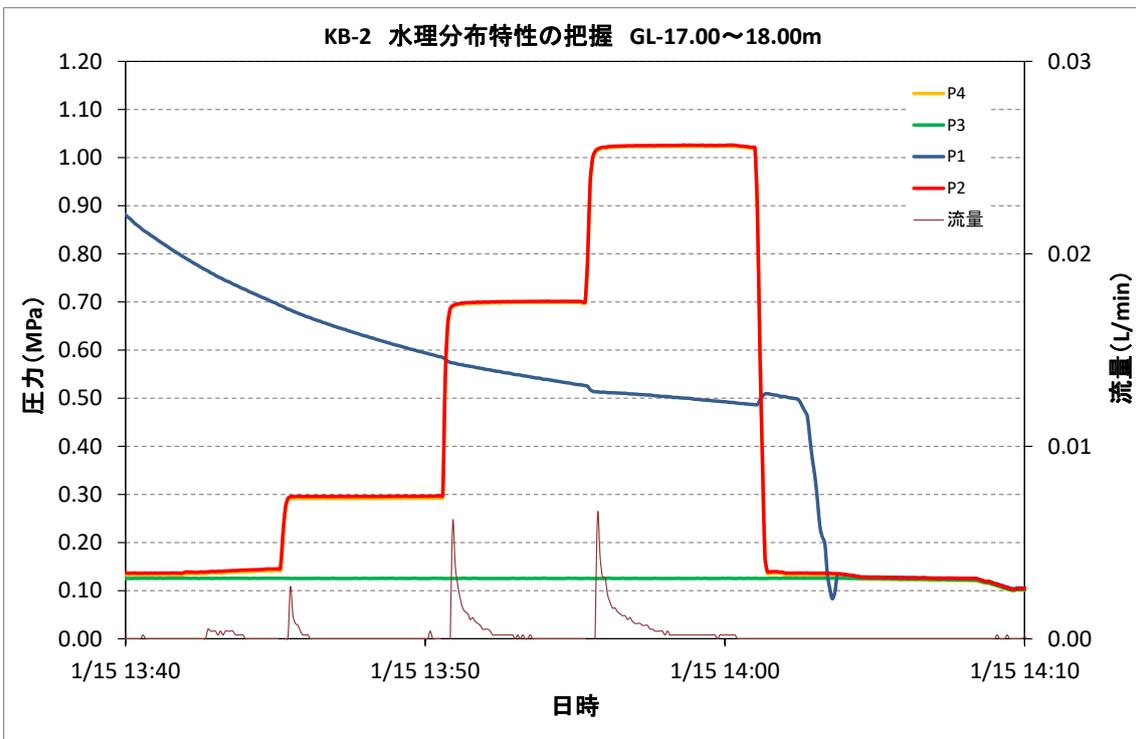


図 付録 6-38 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-17.0m~-18.0m)

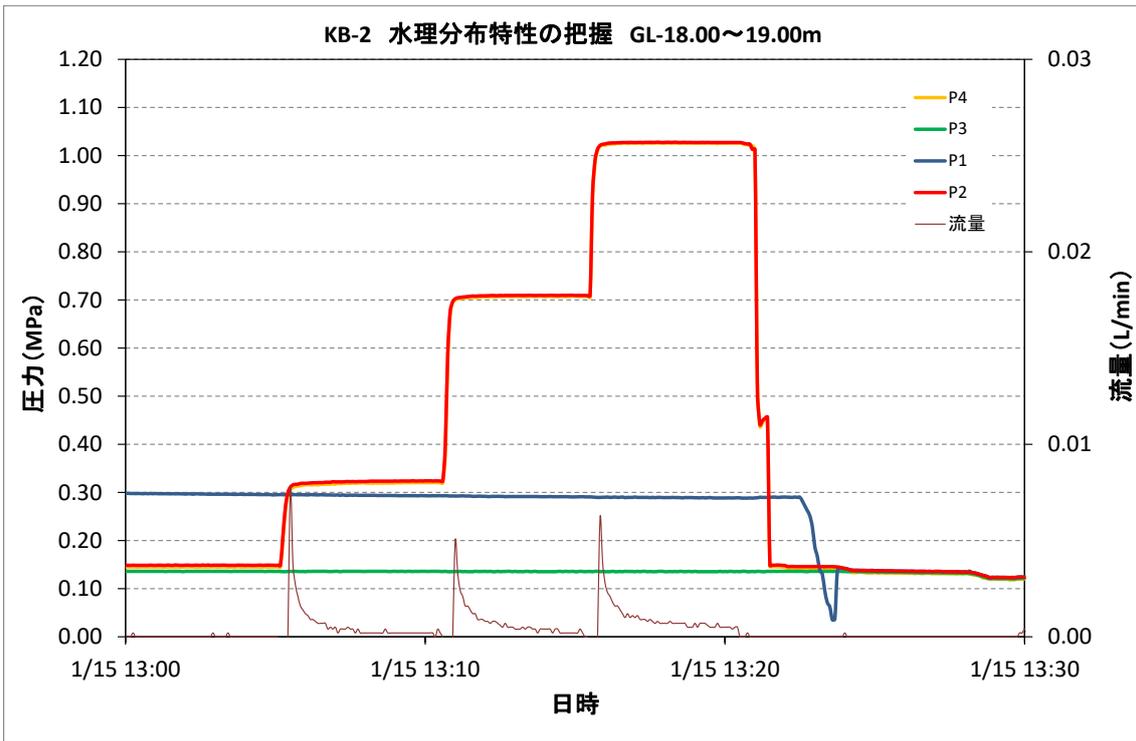


図 付録 6-39 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-18.0m~-19.0m)

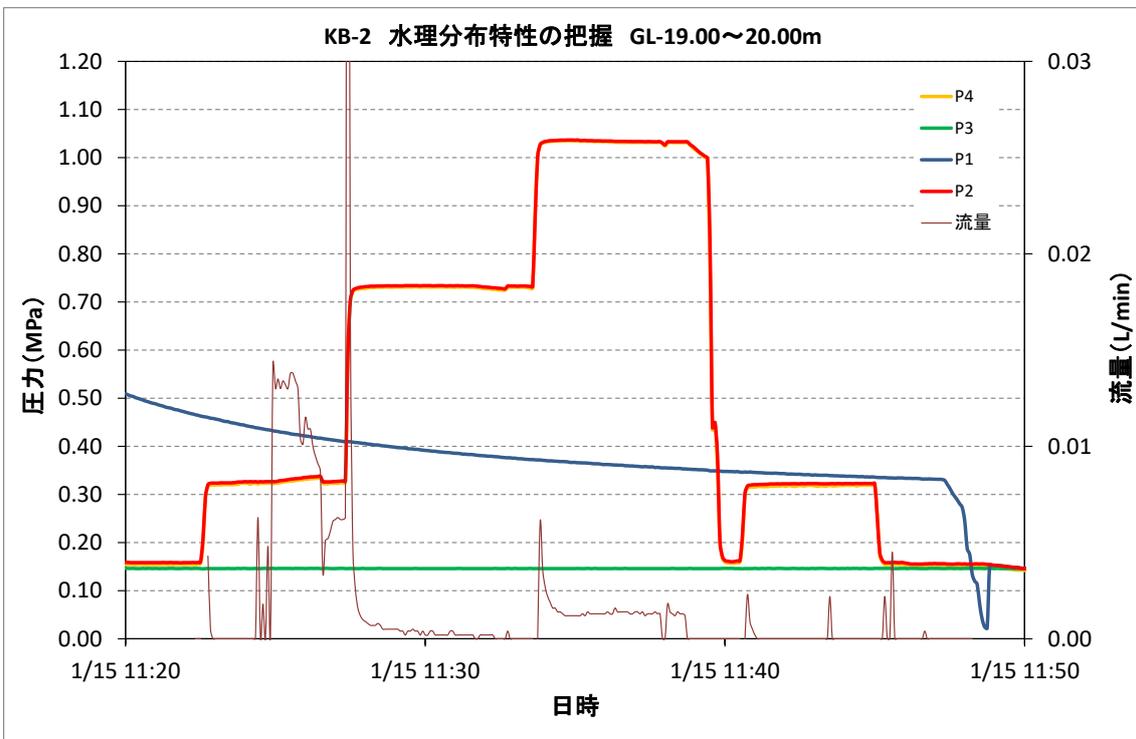


図 付録 6-40 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-19.0m~-20.0m)

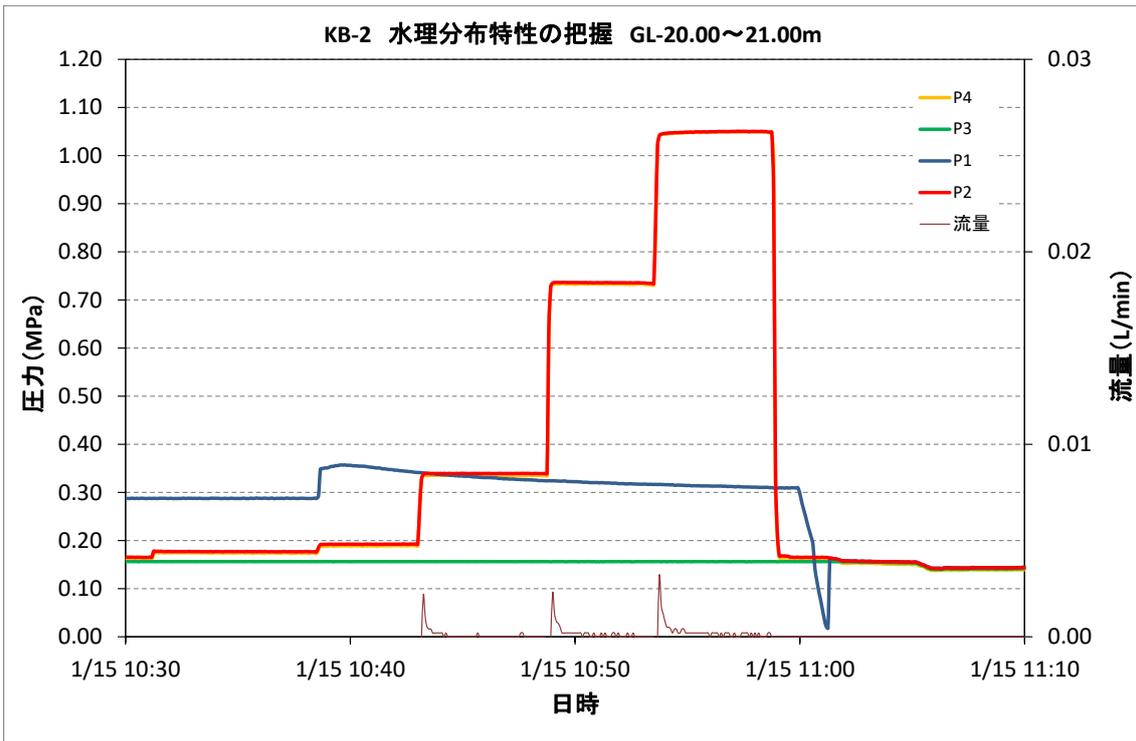


図 付録 6-41 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-20.0m~21.0m)

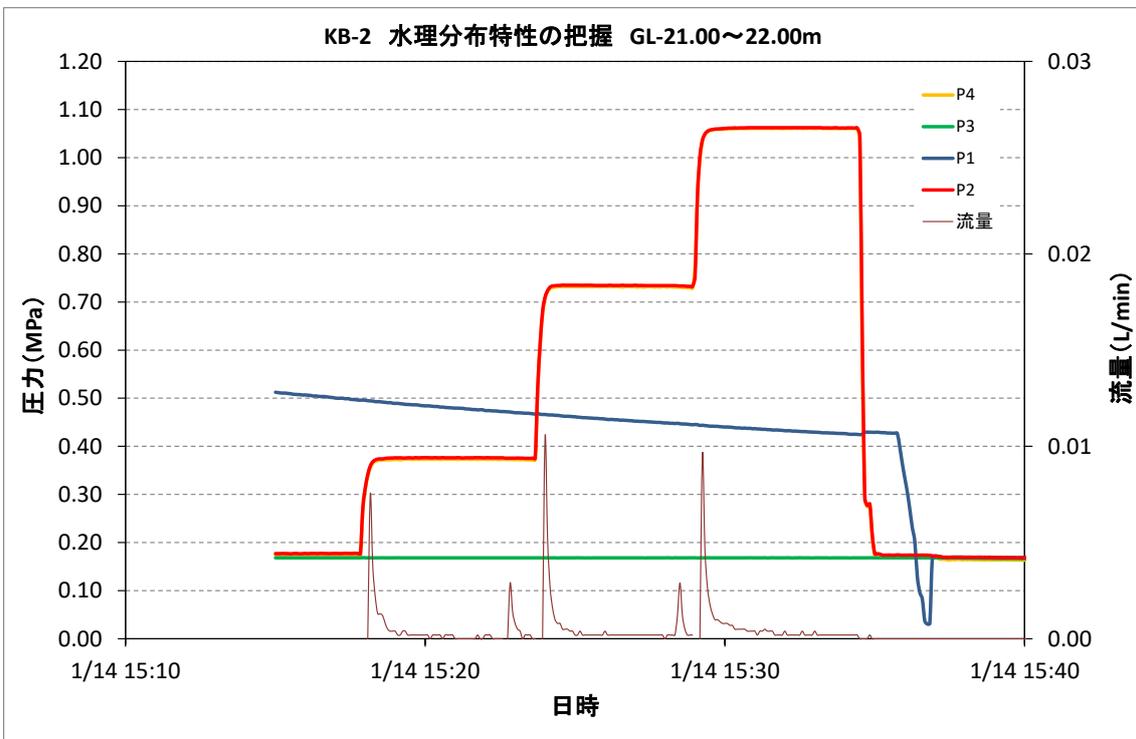


図 付録 6-42 KB-2 孔 注水圧力と流量 (GL-21.0m~22.0m)

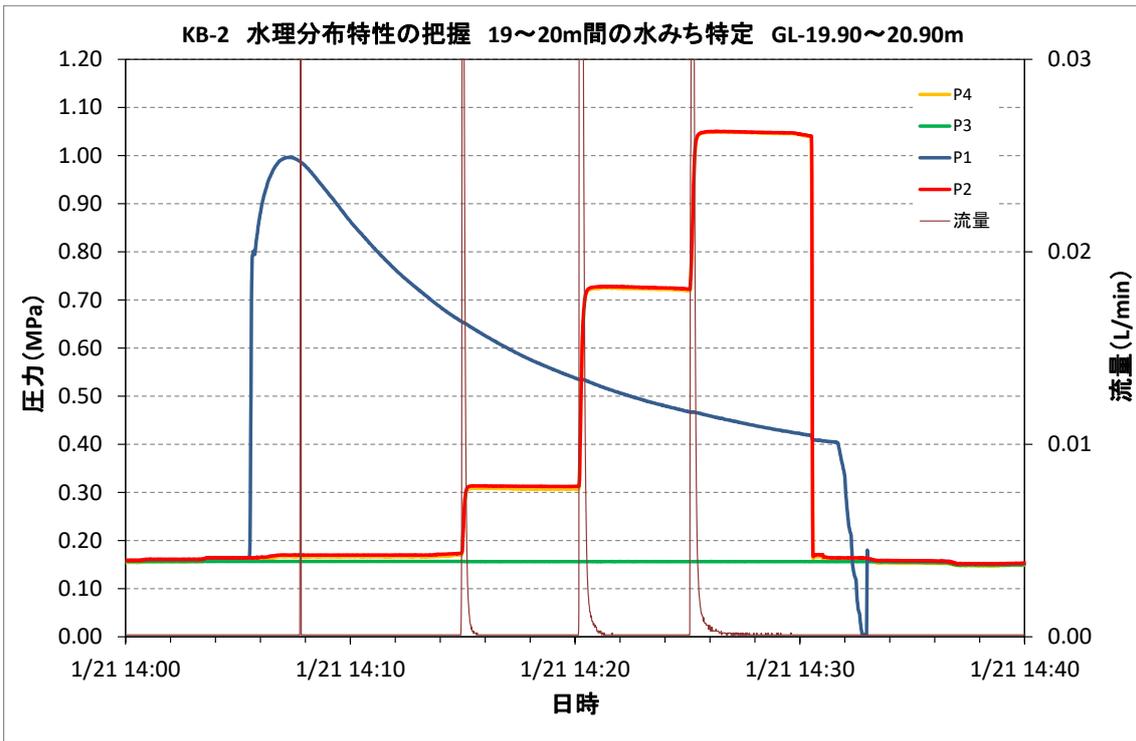


図 付録 6-43 KB-2 孔 試験結果 (GL-19m~-20m 間 : 試験①GL-19.90m~-20.90m)

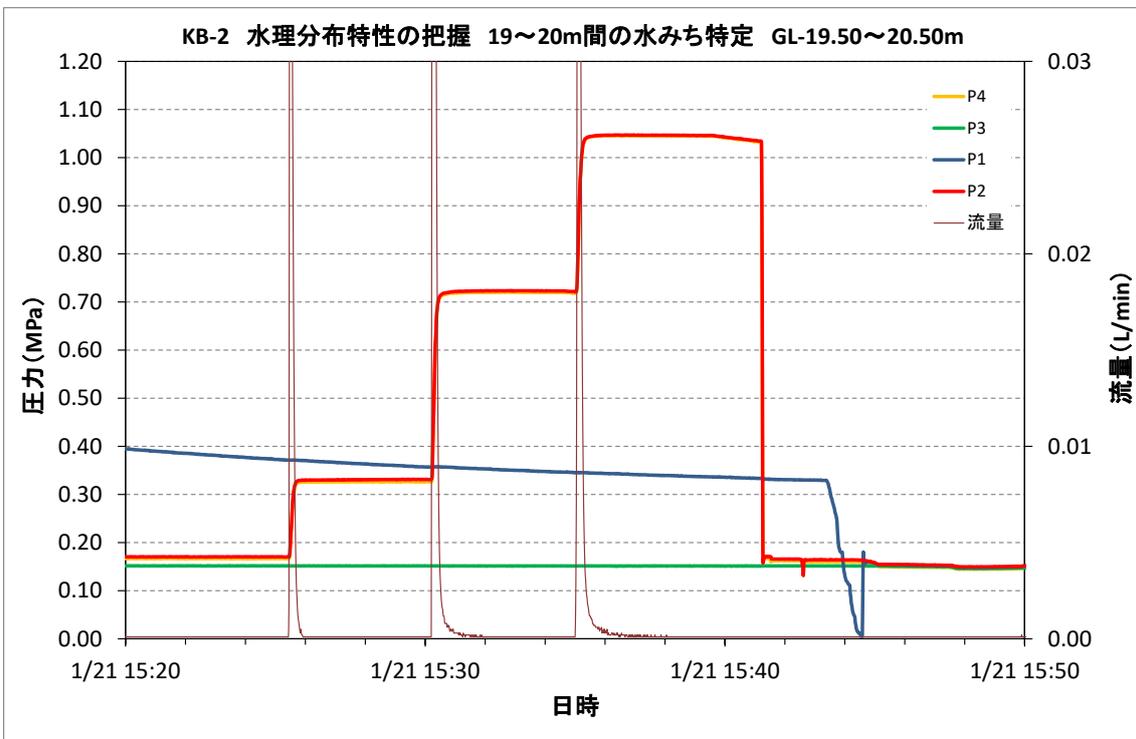


図 付録 6-44 KB-2 孔 試験結果 (GL-19m~-20m 間 : 試験②GL-19.50m~-20.50m)

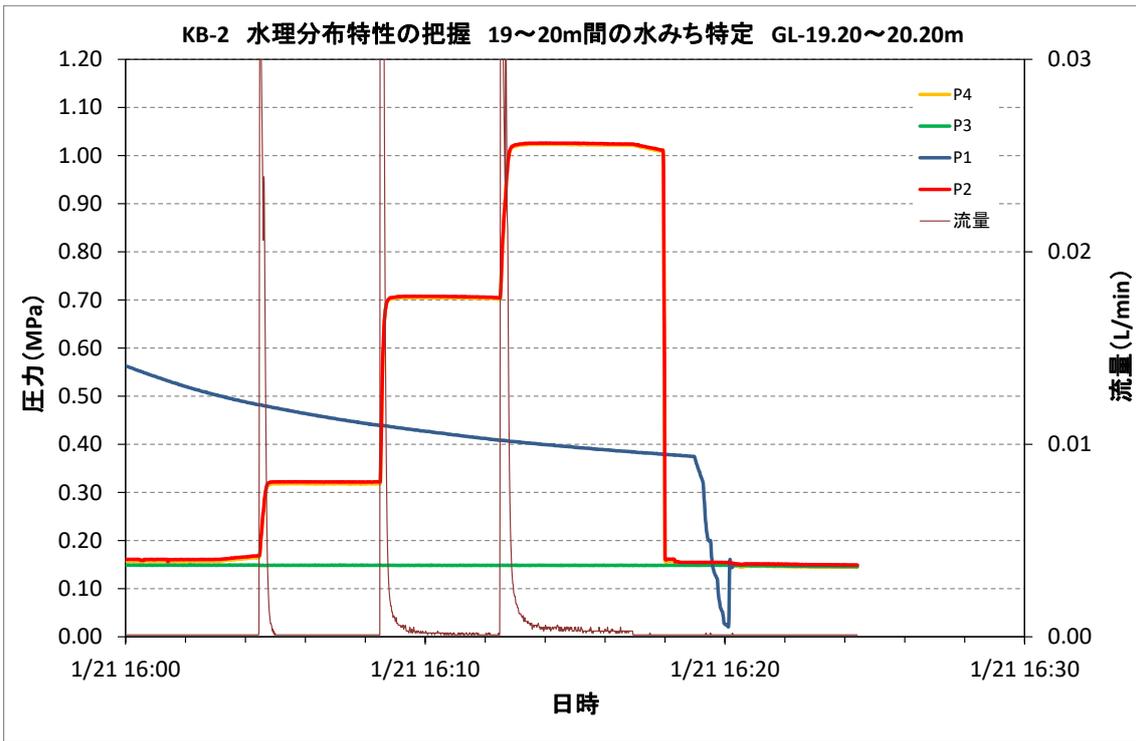


図 付録 6-45 KB-2 孔 試験結果 (GL-19m~-20m 間 : 試験③GL-19.20m~-20.20m)

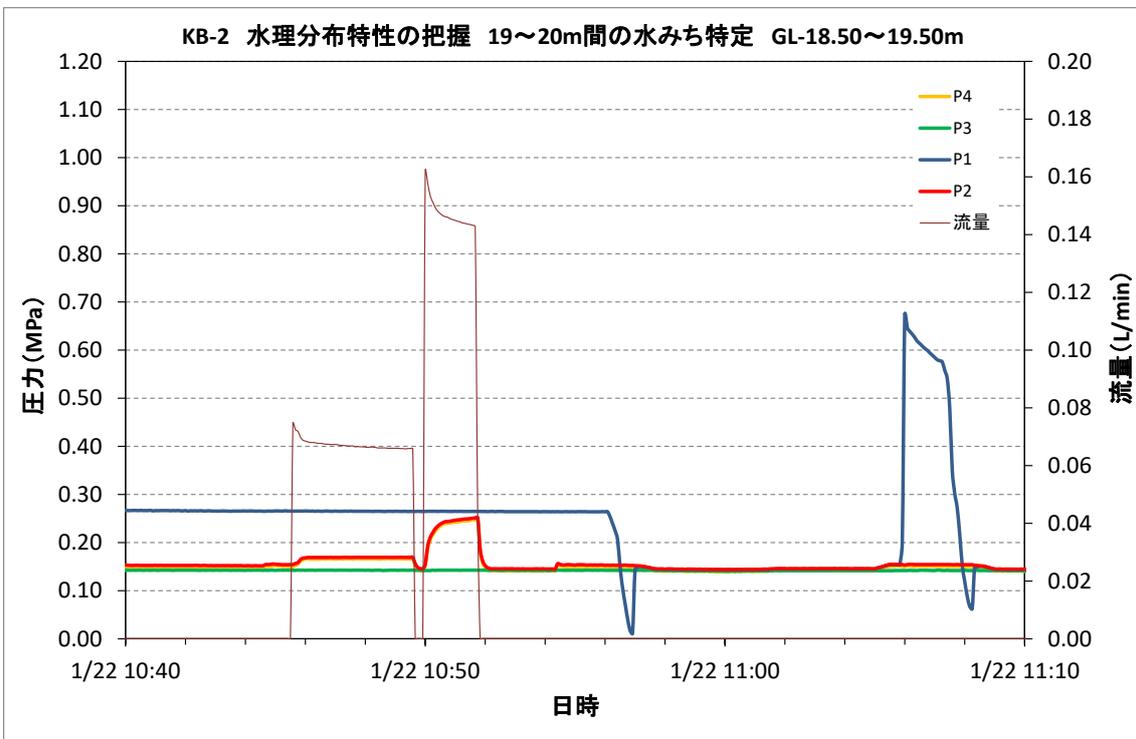


図 付録 6-46 KB-2 孔 試験結果 (GL-19m~-20m 間 : 試験④GL-18.50m~-19.50m)

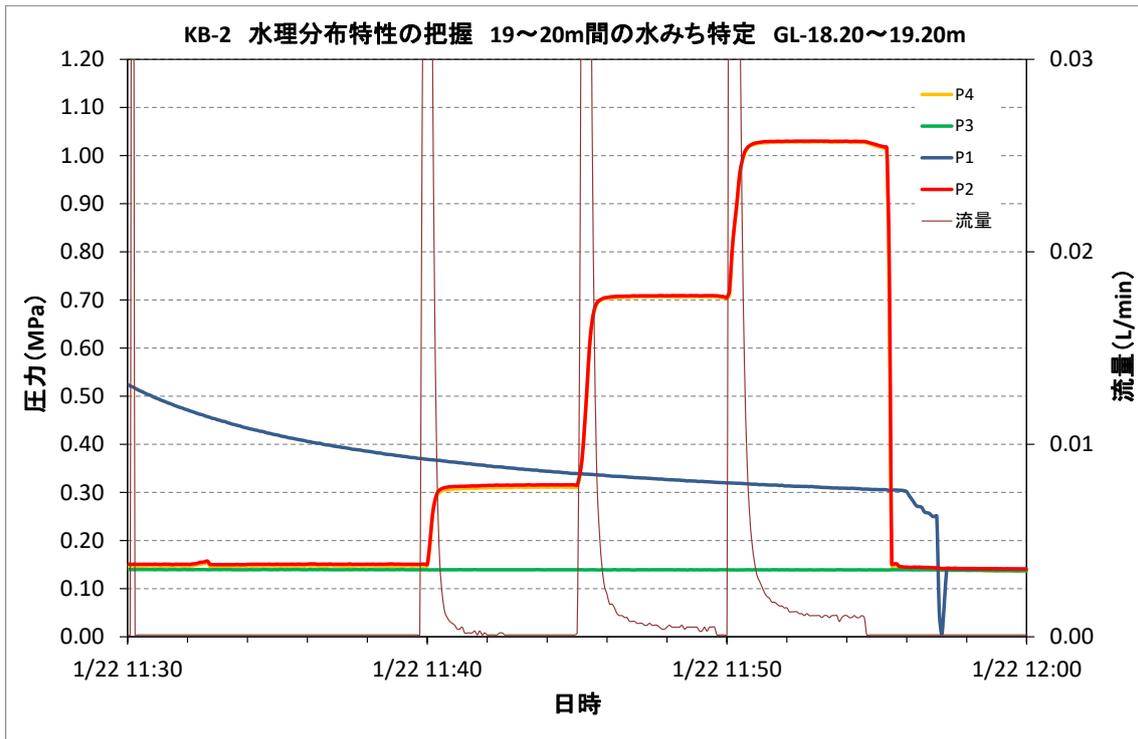


図 付録 6-47 KB-2 孔 試験結果 (GL-19m~-20m 間 : 試験④GL-18.20m~-19.20m)

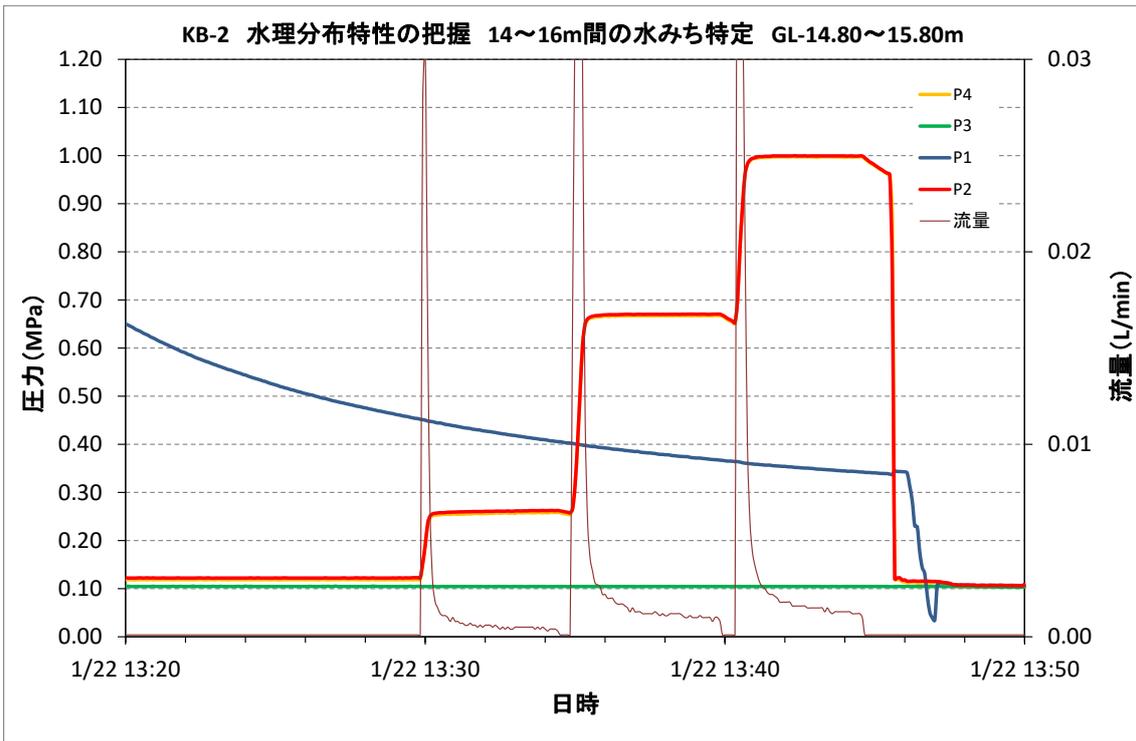


図 付録 6-48 KB-2 孔 試験結果 (GL-14m~-16m 間 : 試験①GL-14.80m~-15.80m)

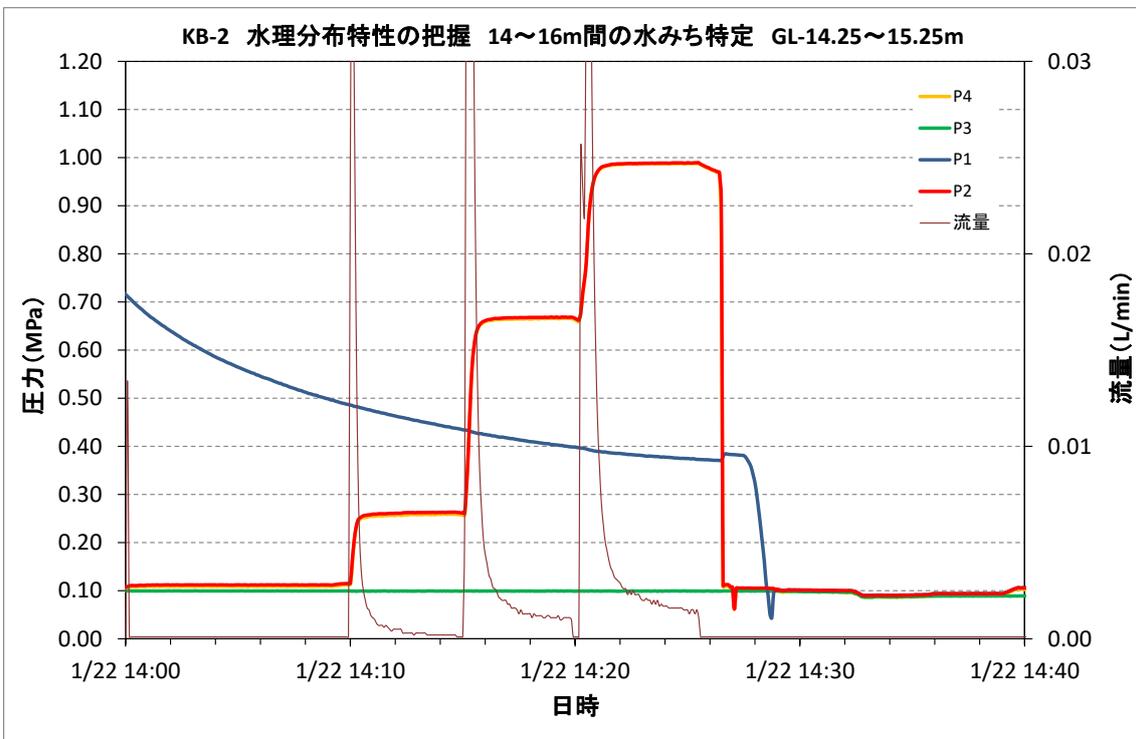


図 付録 6-49 KB-2 孔 試験結果 (GL-14m~-16m 間 : 試験②GL-14.25m~-15.25m)

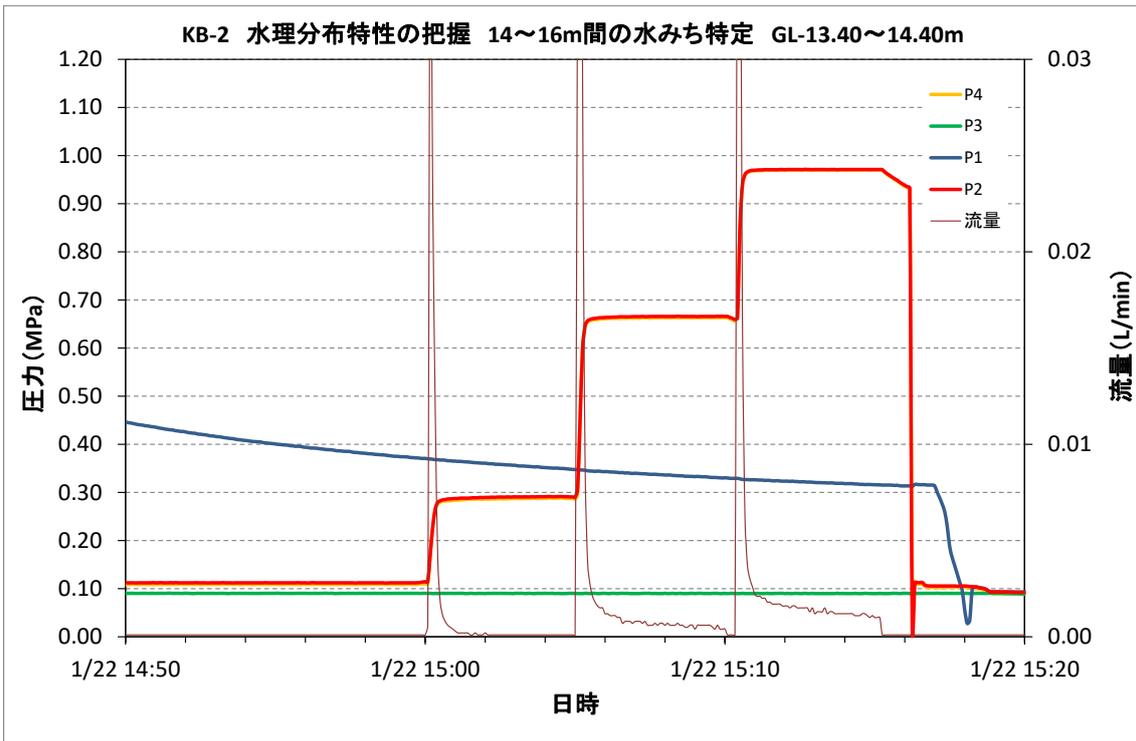


図 付録 6-50 KB-2 孔 試験結果 (GL-14m~-16m 間 : 試験③GL-13.40m~14.40m)

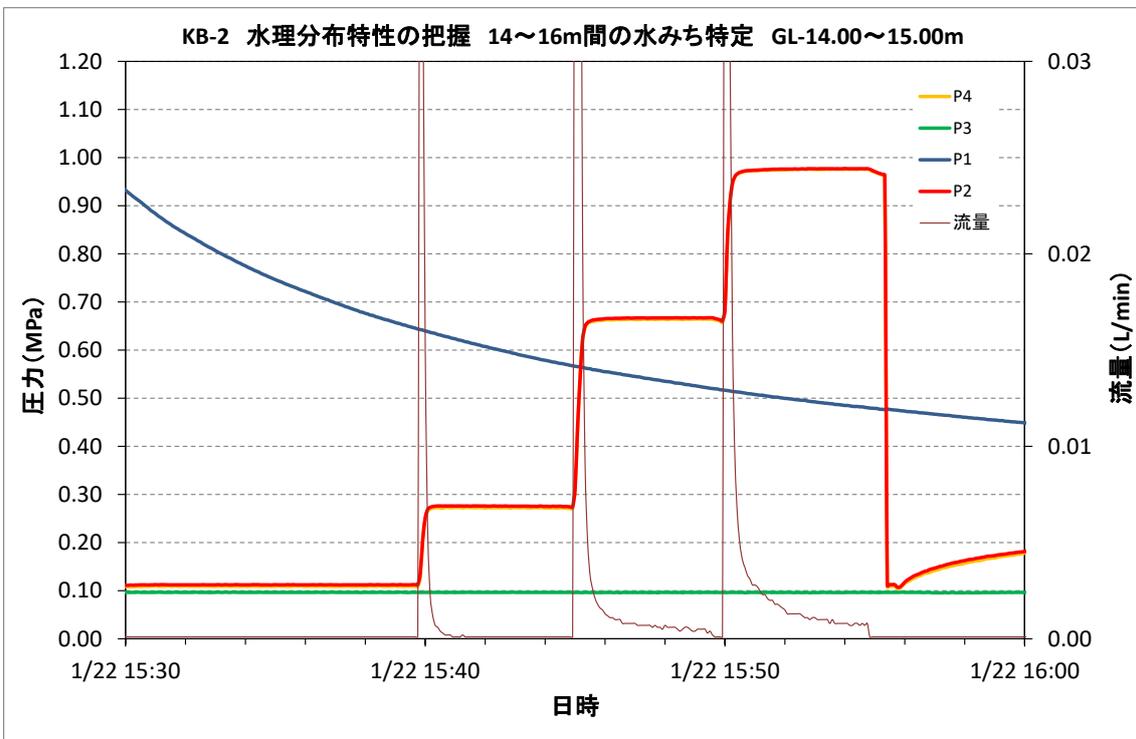


図 付録 6-51 KB-2 孔 試験結果 (GL-14m~-16m 間 : 試験④GL-14.00m~-15.00m)

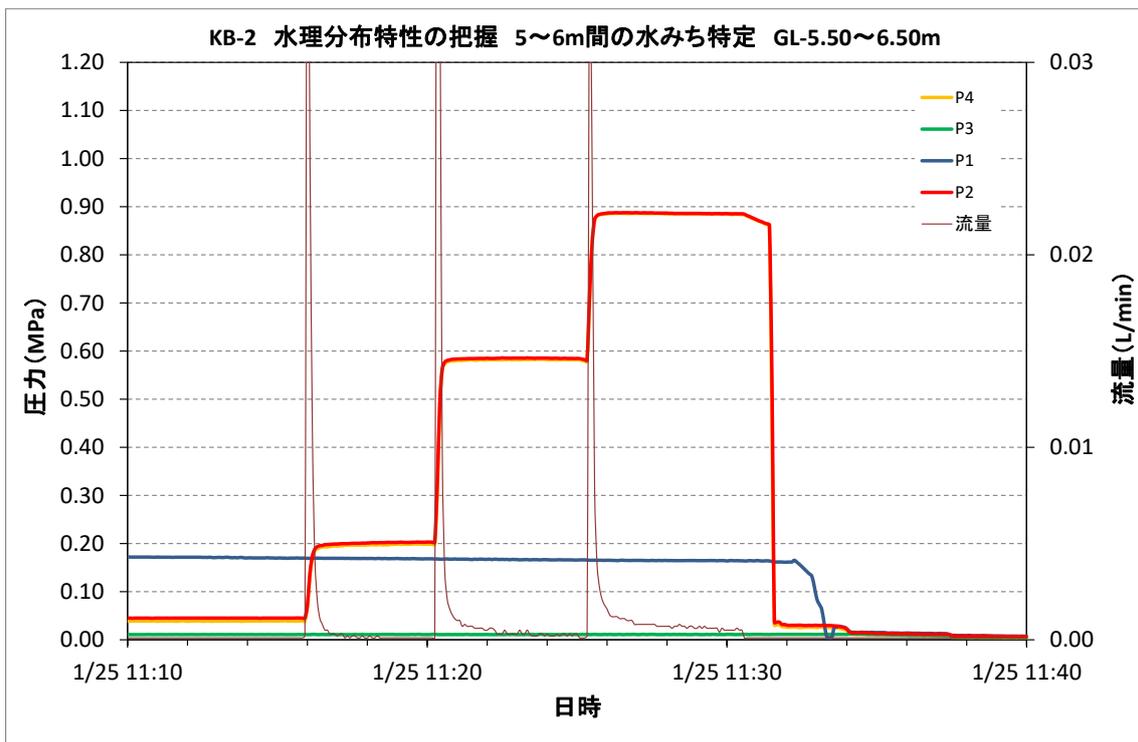


図 付録 6-52 KB-2 孔 試験結果 (GL-5m~-6m 間 : 試験①GL-5.50m~-6.50m)

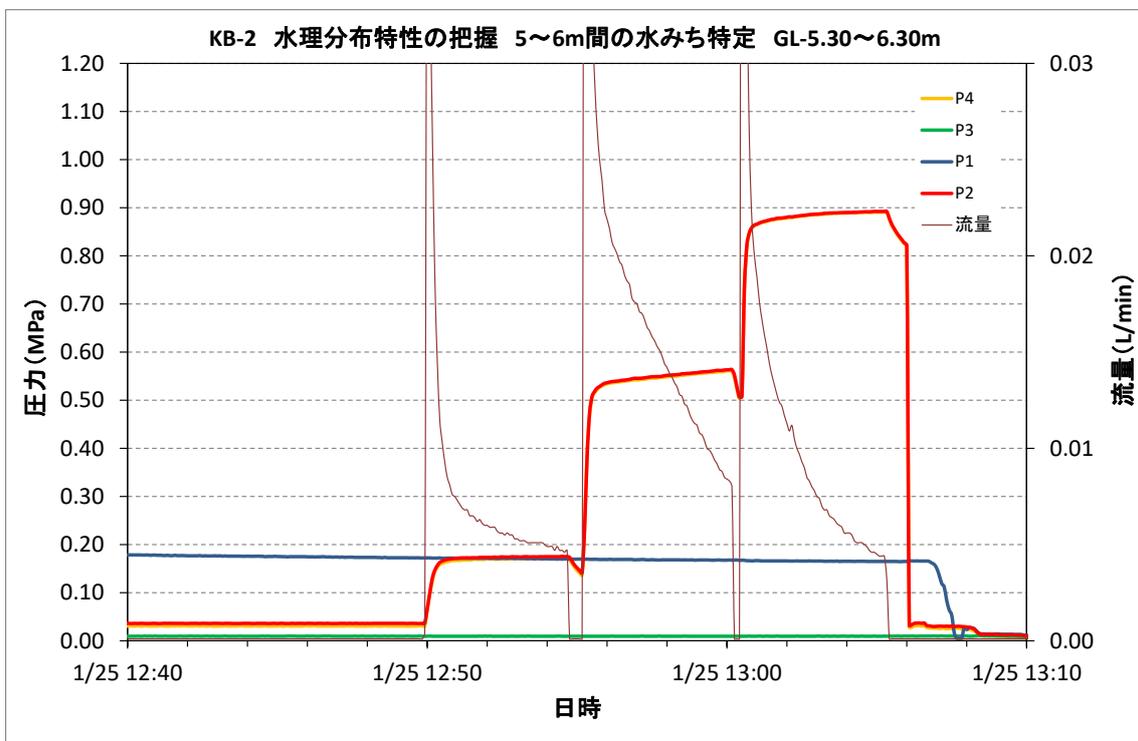


図 付録 6-53 KB-2 孔 試験結果 (GL-5m~-6m 間 : 試験②GL-5.30m~-6.30m)

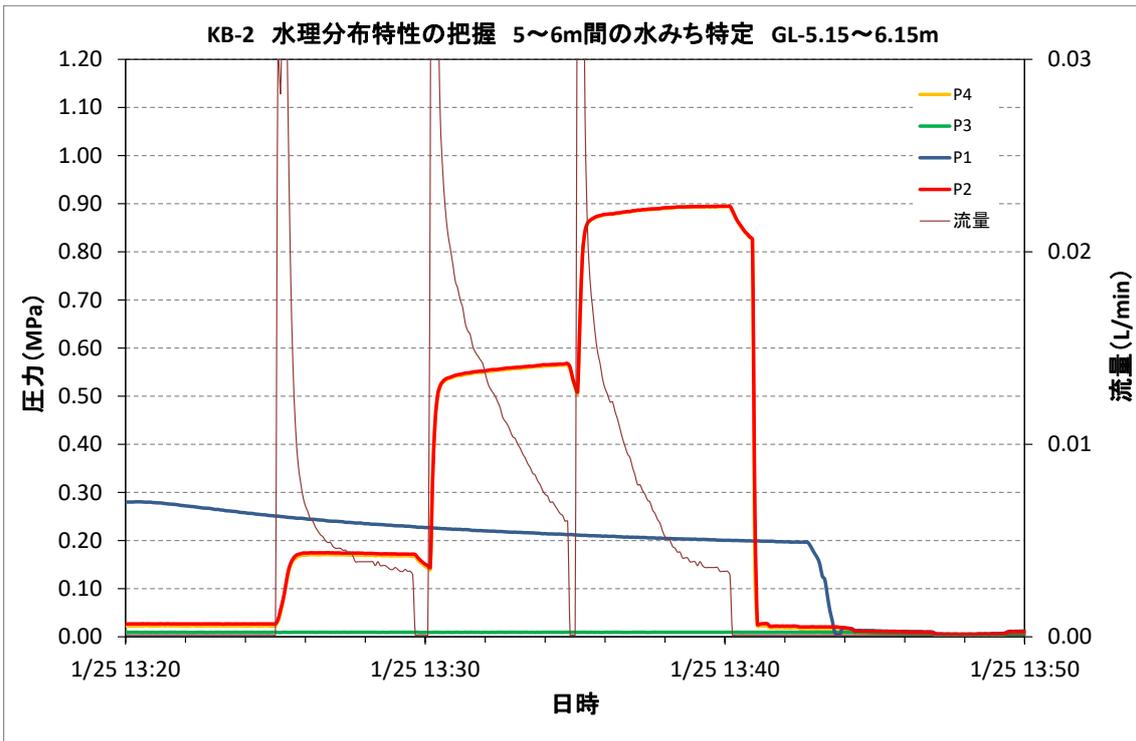


図 付録 6-54 KB-2 孔 試験結果 (GL-5m~-6m 間 : 試験③GL-5.15m~-6.15m)

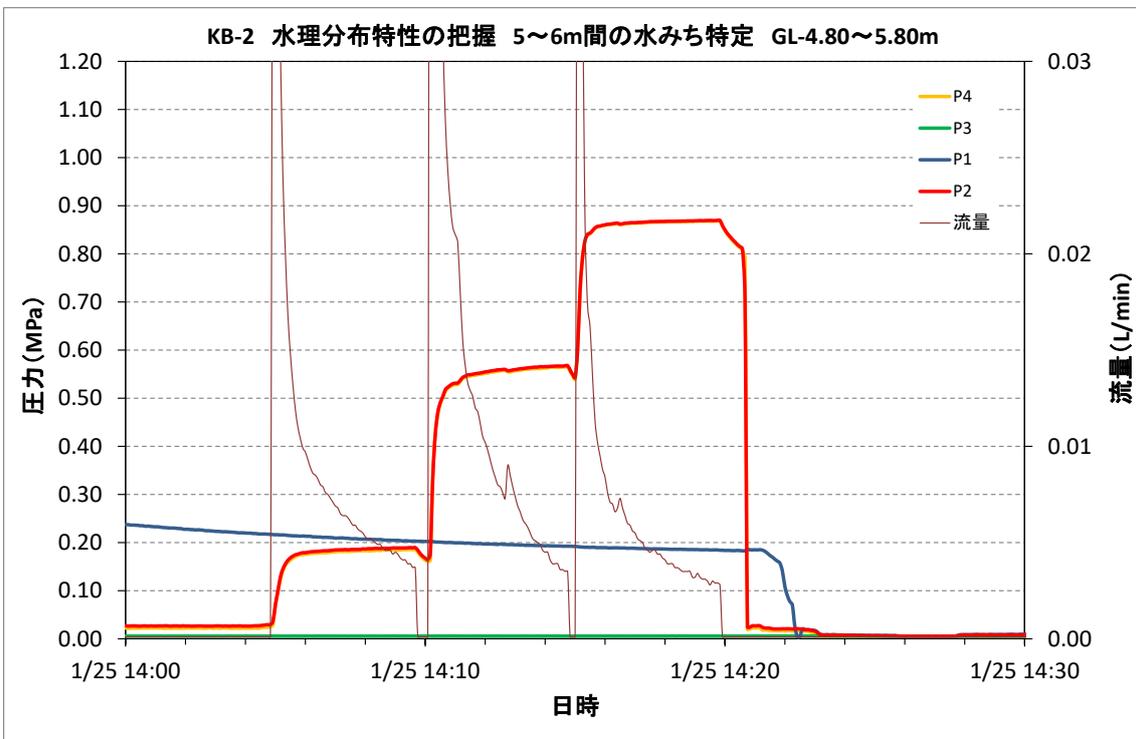


図 付録 6-55 KB-2 孔 試験結果 (GL-5m~-6m 間 : 試験④GL-4.80m~-5.80m)

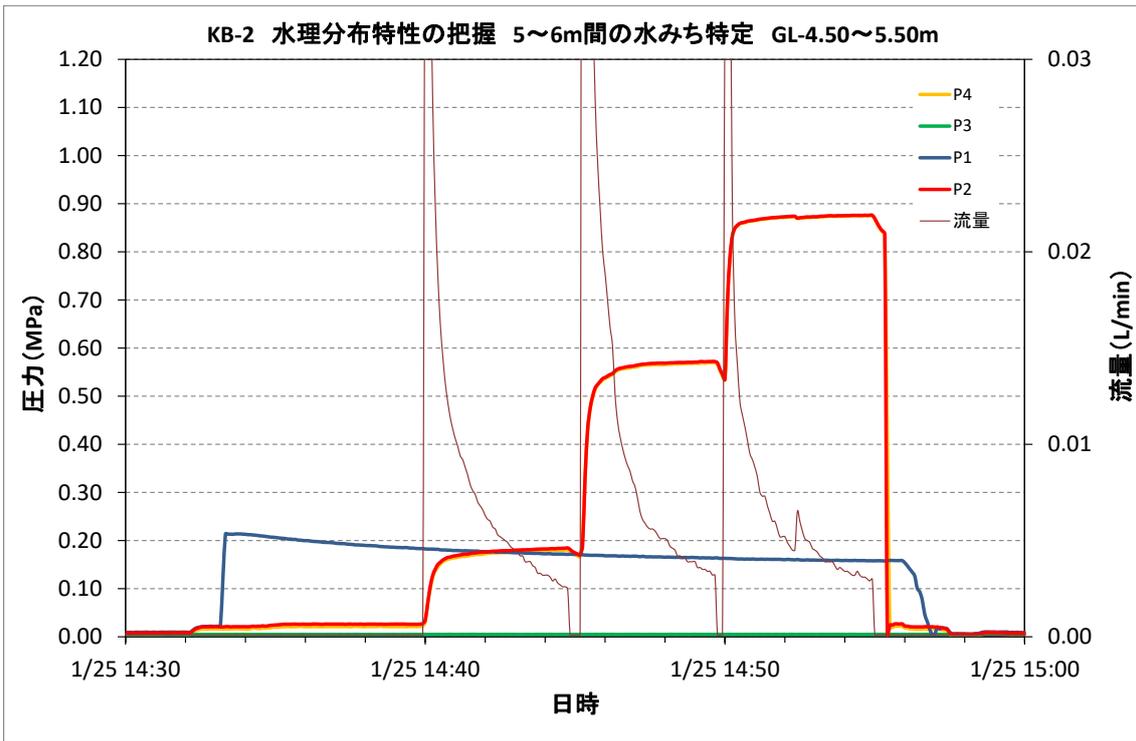


図 付録 6-56 KB-2 孔 試験結果 (GL-5m~-6m 間 : 試験⑤GL-4.50m~-5.50m)

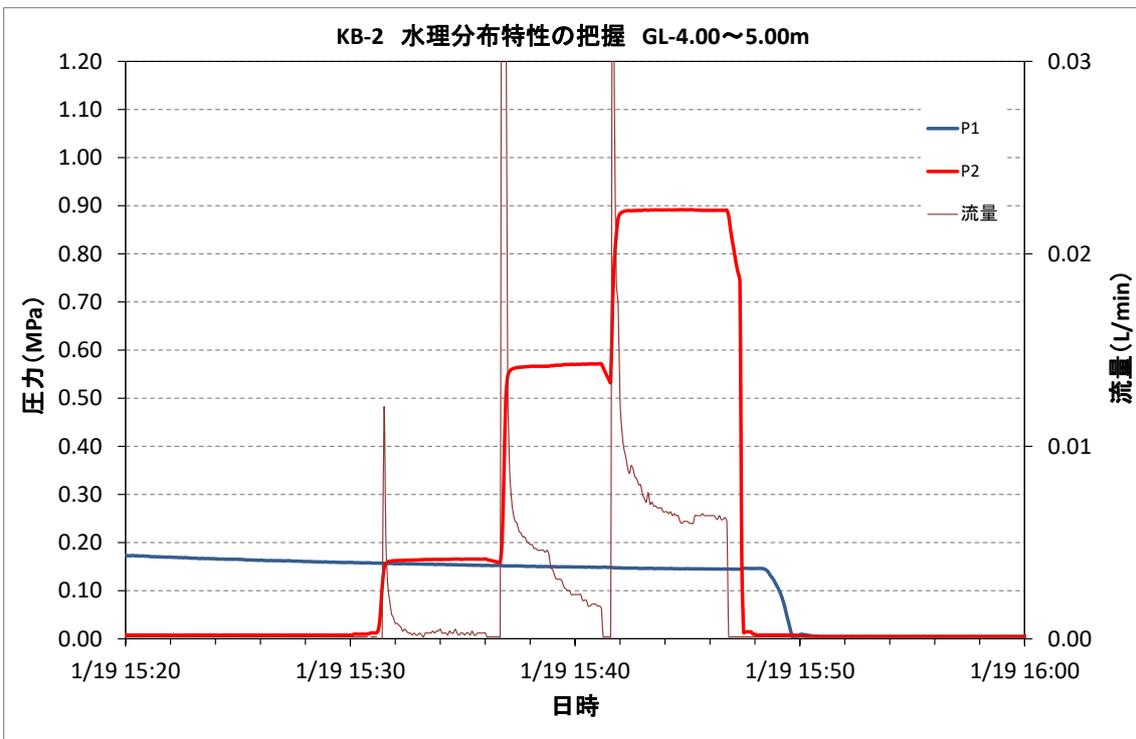


図 付録 6-57 KB-2 孔 試験結果 (全域試験 GL-4.00m~-5.00m)

付録 7 水理試験

表 付録 7-1 KB-1 孔 GL-19.30m~23.25m 区間 (砂質岩塊優勢 (強破碎)) 試験結果一覧

孔名	KB-1		使用試験装置	ATK社製水理試験装置	
使用パッカー	φ 90mmパッカー		パッカー編成	ダブルパッカー	
試験開始日	2020/11/6		試験終了日	2020/11/10	
試験区間上端	(GL- m)	19.30	掘削深度	(GL- m)	25.00
試験区間下端	(GL- m)	23.25	掘削孔半径	(m)	0.058
試験区間長	(m)	3.95	掘削傾斜角	鉛直	
P1圧力計深度	(GL- m)	15.14	ロッド半径	(m)	0.0179
P2圧力計深度	(GL- m)	15.14	2.5インチ管半径	(m)	未使用
P3圧力計深度	(GL- m)	14.73			
水+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)	3.53E-11		閉鎖区間体積 (L)	46.32	
ガス+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)	2.32E-08		システム全体体積 (L)	55.32	
試験概要・試験結果					
試験シーケンシャル	INF/PSR~PI1~DEF				
間隙水圧測定	対象区間	記録値 (MPa)	換算水位 (GL m)	備考	
	P1	0.4715	32.94	下降 (記録値: DEF前)	
	P2	0.0645	-8.56	安定	
	P3	0.1434	-0.11	測定期間を通して安定	
PI1	仮想半径Rw (m)		4.27E-04	PIの注入量 (mL)	20
	Compressibility (m ³ /Pa)		5.85E-11	最大水位変化量 (m)	34.89
PI2	仮想半径Rw (m)		4.43E-04	PIの注入量 (mL)	15
	Compressibility (m ³ /Pa)		6.29E-11	最大水位変化量 (m)	24.34
解析結果					
透水試験名	T(m ² /sec)	k(m/sec)	S (-)	Ss(1/m)	解析方法
PI1	3.32E-11	8.40E-12	5.42E-08	1.37E-08	Cooper
					Hvorslev
PI2	3.41E-11	8.63E-12	5.83E-08	1.48E-08	Cooper
					Hvorslev
備考	PI2は、回復率6割時点でPI1の透水係数の再現性を確認し試験終了				

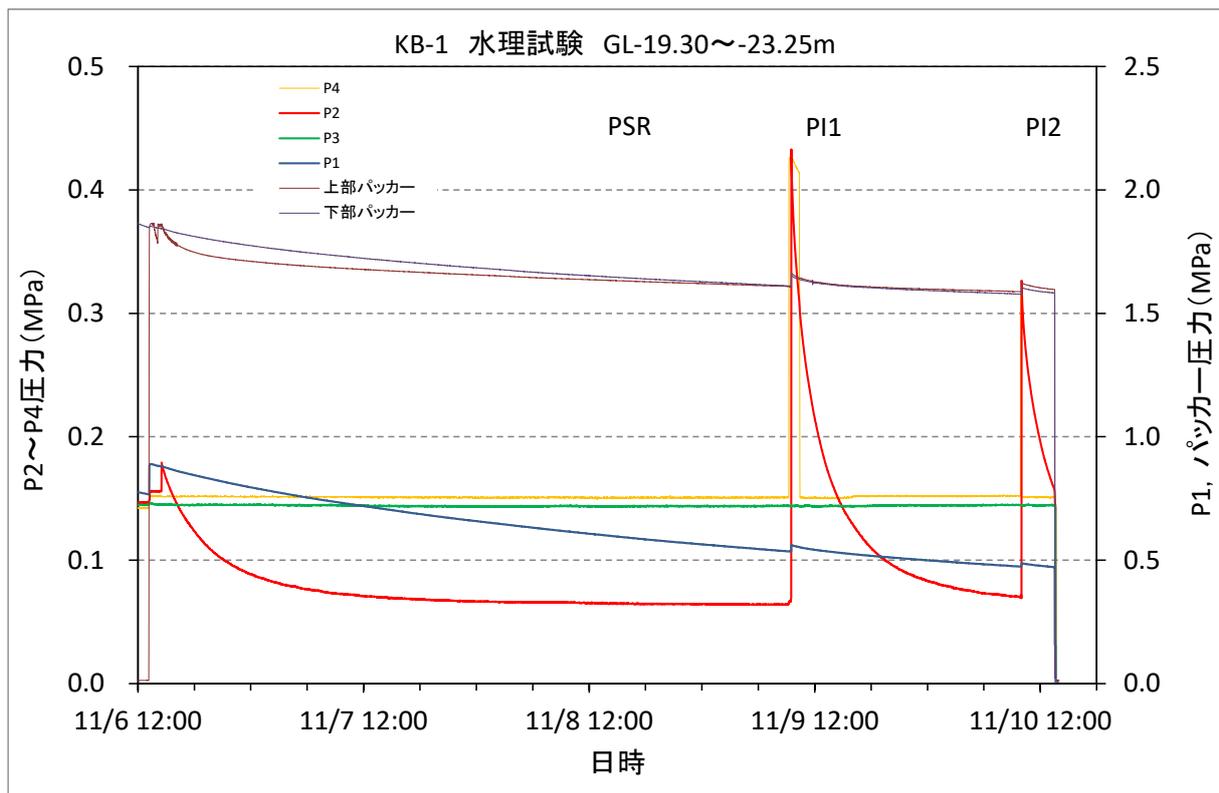


図 付録 7-1 KB-1 孔 GL-19.30m~23.25m 区間 圧力変化

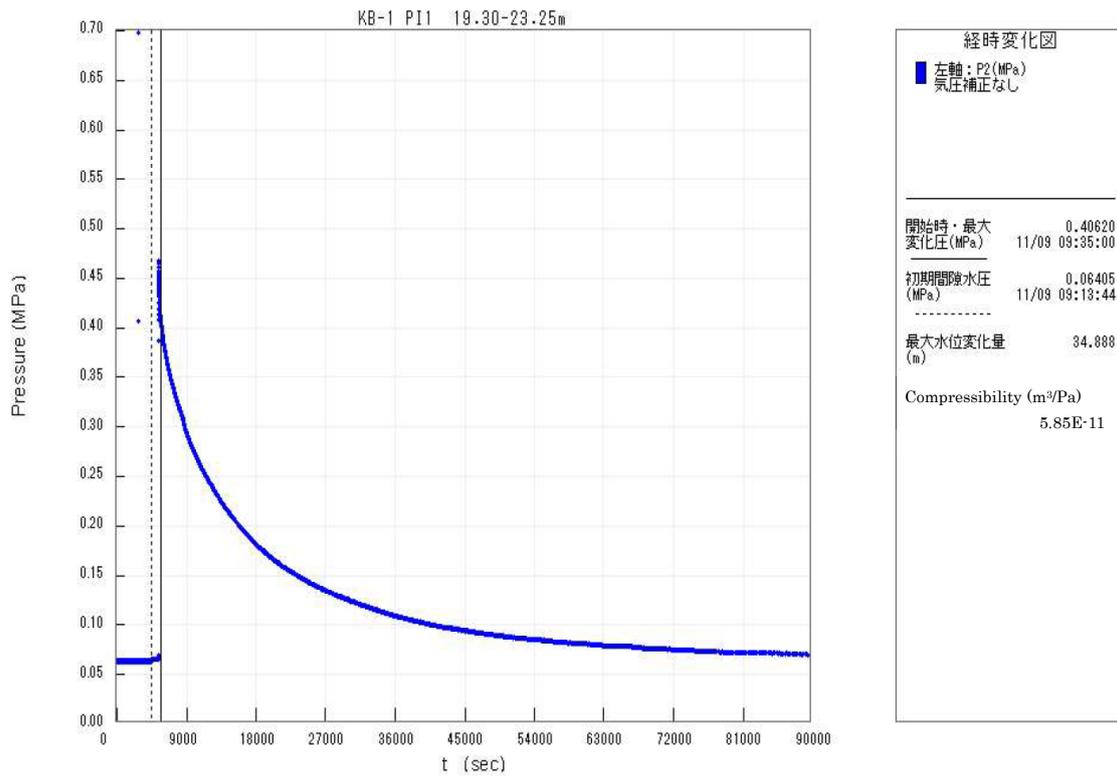


図 付録 7-2 KB-1 孔 GL-19.30m~23.25m 区間 PI1 圧力変化図

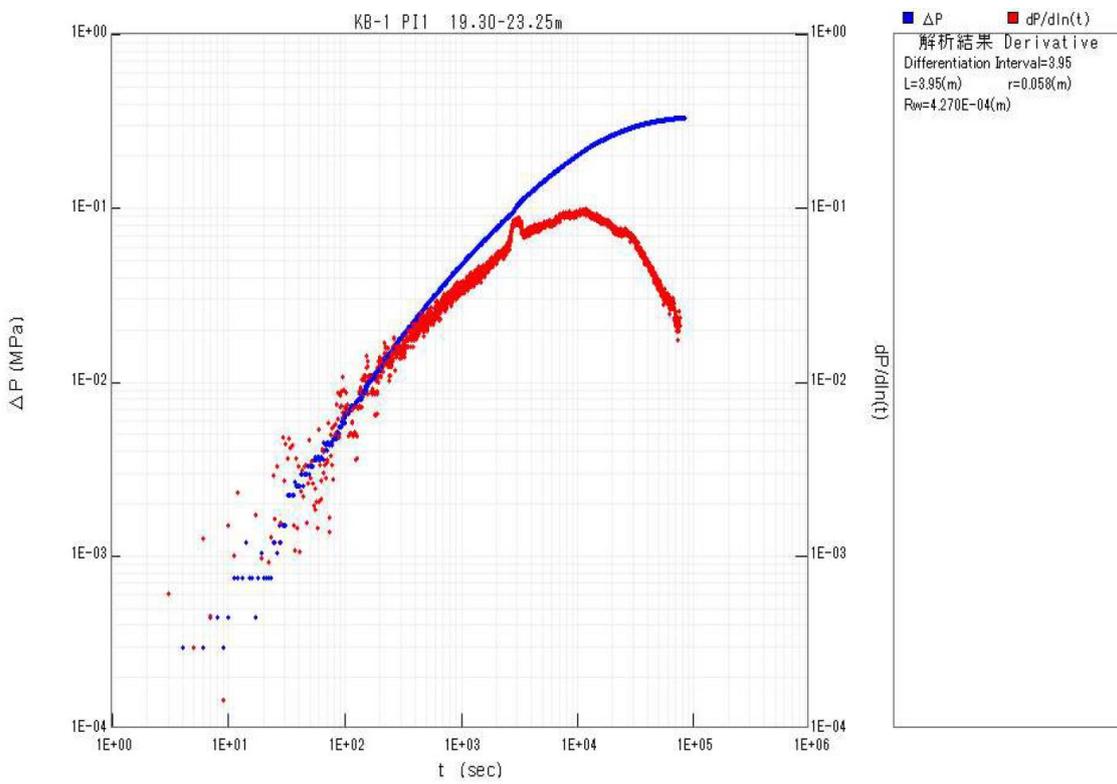
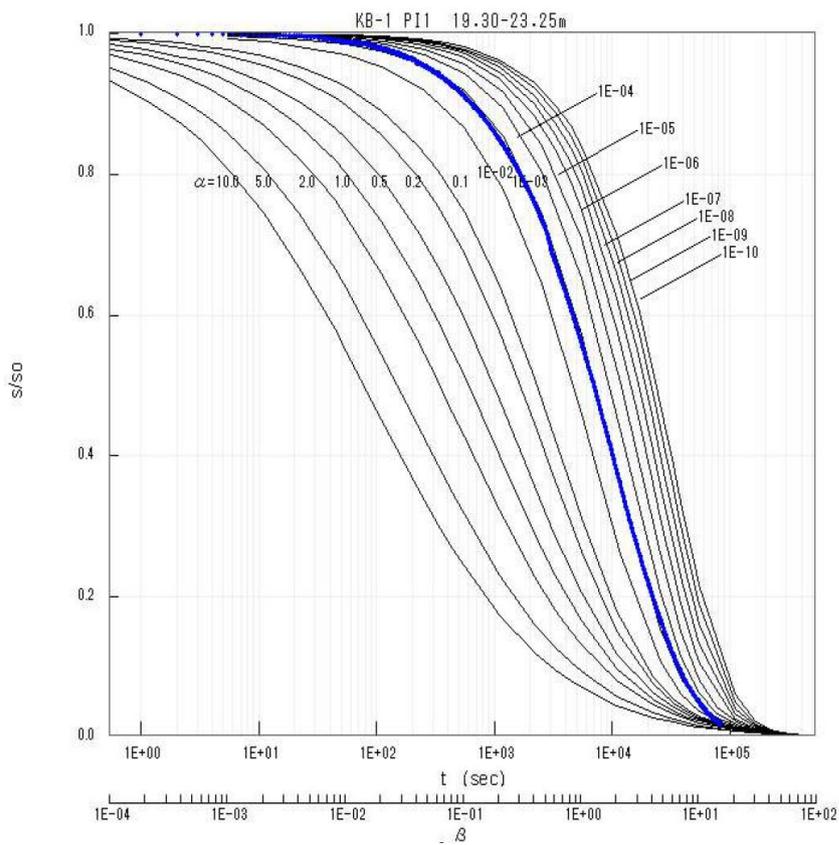


図 付録 7-3 KB-1 孔 GL-19.30m~23.25m 区間 PI1 Derivative Plot



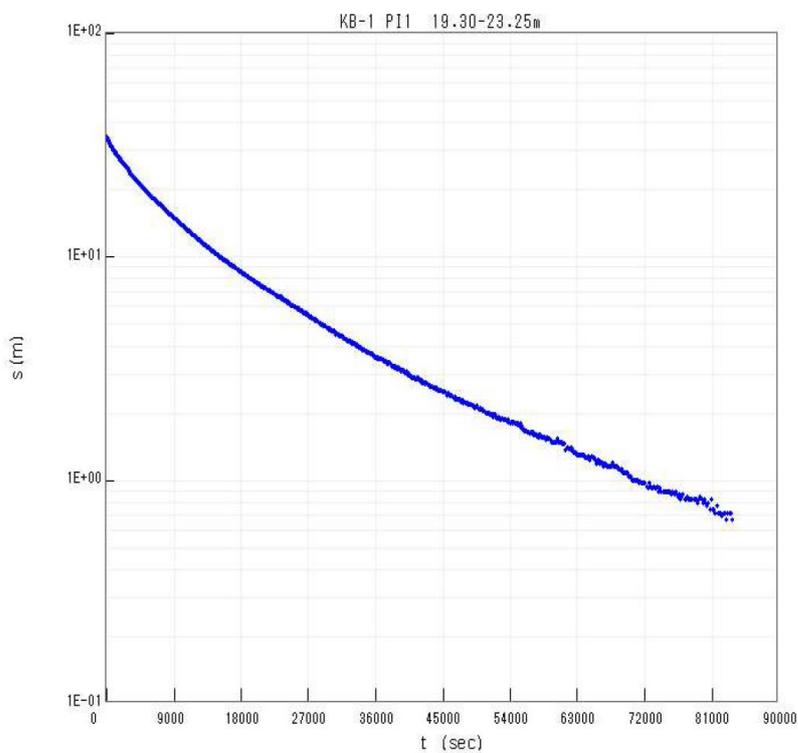
解析結果 Cooper

$L=3.95(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=4.270E-04(m)$

$\alpha=1E-03$ $\beta=1$
 $to=5.50E+03(sec)$

$T=3.32E-11(m\sqrt{sec})$
 $k=8.40E-12(m/sec)$
 $S=5.42E-08$
 $Ss=1.37E-08(1/m)$

図 付録 7-4 KB-1 孔 GL-19.30m~23.25m 区間 P11 Cooper の解析図



解析結果 Hvorslev

$L=3.95(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=4.270E-04(m)$ $m=1$

解析困難

図 付録 7-5 KB-1 孔 GL-19.30m~23.25m 区間 P11 Hvorslev の解析図

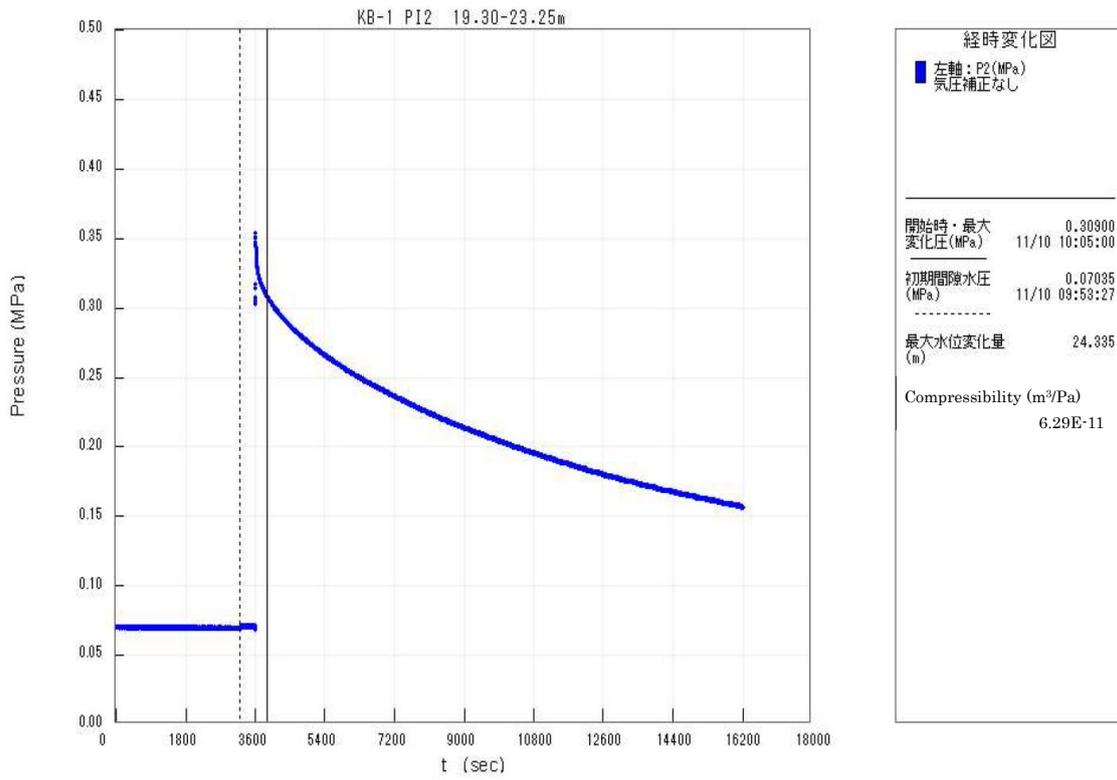


図 付録 7-6 KB-1 孔 GL-19.30m~23.25m 区間 P12 圧力変化図

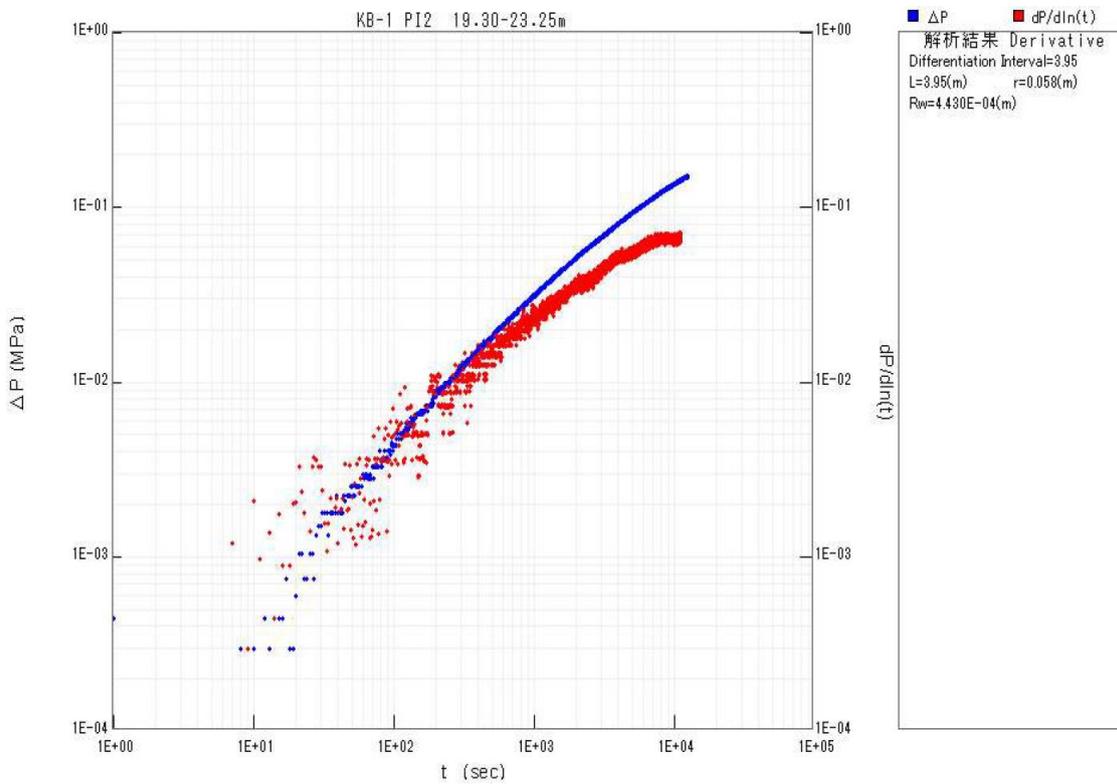
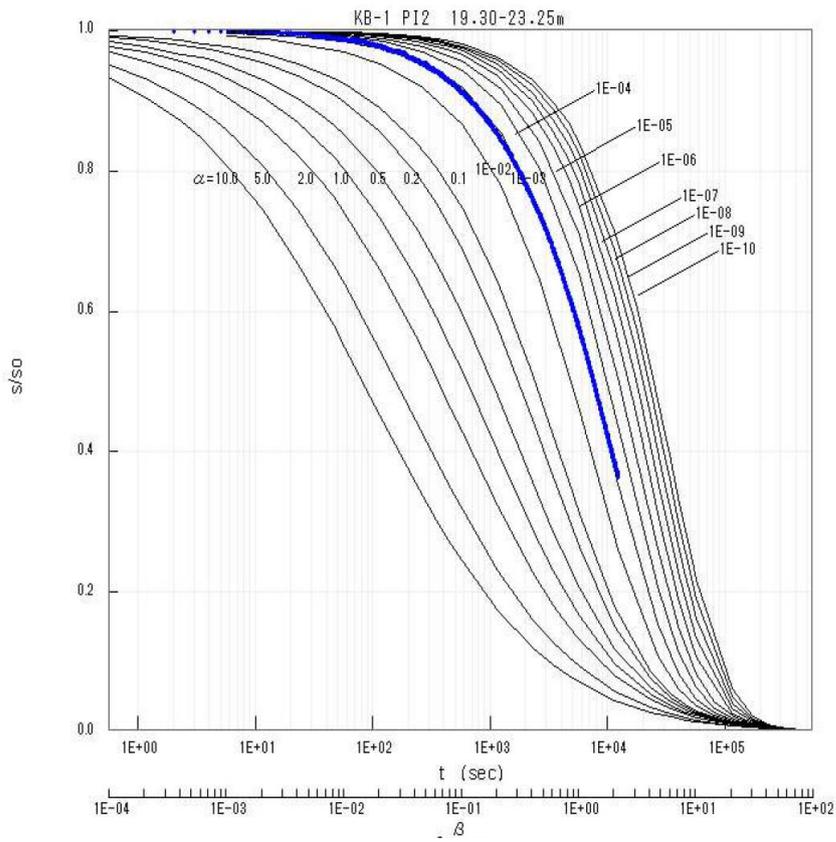


図 付録 7-7 KB-1 孔 GL-19.30m~23.25m 区間 P12 Derivative Plot



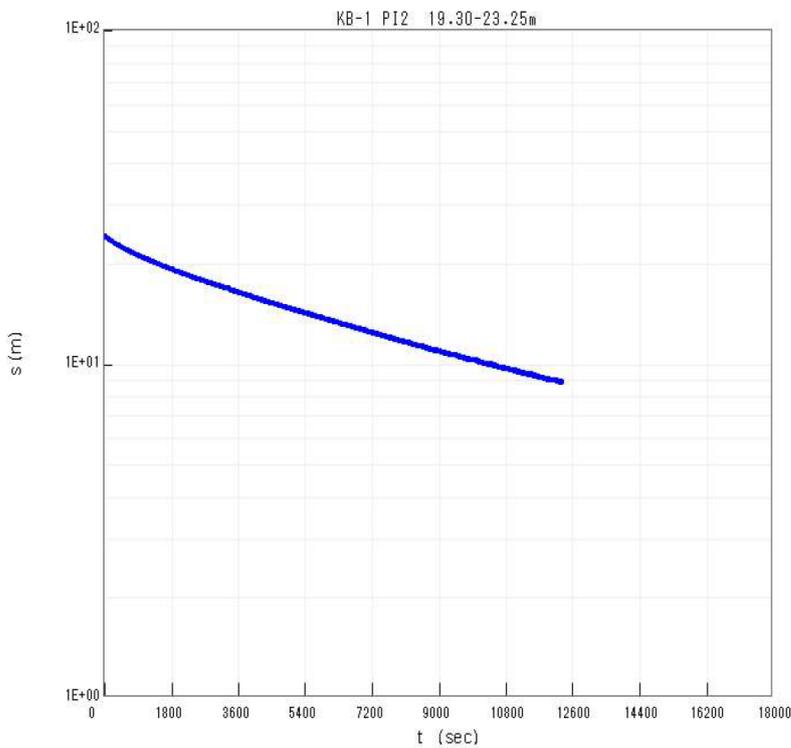
解析結果 Cooper

$L=3.95(m)$ $r=0.050(m)$
 $Rw=4.430E-04(m)$

$\alpha=1E-03$ $\beta=1$
 $to=5.75E+03(sec)$

$T=3.41E-11(m\sqrt{sec})$
 $k=8.63E-12(m/sec)$
 $S=5.83E-08$
 $Ss=1.48E-08(1/m)$

図 付録 7-8 KB-1 孔 GL-19.30m~23.25m 区間 P12 Cooper の解析図



解析結果 Hvorslev

$L=3.95(m)$ $r=0.050(m)$
 $Rw=4.430E-04(m)$ $m=1$

解析困難

図 付録 7-9 KB-1 孔 GL-19.30m~23.25m 区間 P12 Hvorslev の解析図

表 付録 7-2 KB-1 孔 GL-16.80m~-19.10m 区間 (砂質岩塊優勢 (弱破碎)) 試験結果一
覧

孔名	KB-1		使用試験装置	ATK社製水理試験装置	
使用パッカー	φ 90mmパッカー		パッカー編成	ダブルパッカー	
試験開始日	2020/11/10		試験終了日	2020/11/12	
試験区間上端	(GL- m)	16.80	掘削深度	(GL- m)	25.00
試験区間下端	(GL- m)	19.10	掘削孔半径	(m)	0.058
試験区間長	(m)	2.30	掘削傾斜角	鉛直	
P1圧力計深度	(GL- m)	12.64	ロッド半径	(m)	0.0179
P2圧力計深度	(GL- m)	12.64	2.5インチ管半径	(m)	未使用
P3圧力計深度	(GL- m)	12.23			
水+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)	2.05E-11		閉鎖区間体積	(L)	28.88
ガス+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)	1.44E-08		システム全体体積	(L)	36.82
試験概要・試験結果					
試験シーケンシャル	INF/PSR~PI1~DEF				
間隙水圧測定	対象区間	記録値 (MPa)	換算水位 (GL m)	備考	
	P1	0.0491	-7.63	下降 (記録値: DEF前)	
	P2	0.2550	13.36	1~2cm/hの上昇	
	P3	0.1217	0.18	測定期間を通して安定	
PI1	仮想半径Rw (m)		3.33E-04	PIの注入量 (mL)	10
	Compressibility (m ³ /Pa)		3.55E-11	最大水位変化量 (m)	28.74
解析結果					
透水試験名	T (m ² /sec)	k (m/sec)	S (-)	Ss (1/m)	解析方法
PI1	8.03E-14	3.49E-14	3.30E-07	1.43E-07	Cooper
	2.44E-13	1.06E-13			Hvorslev
備考	PI1の回復率は1割に満たず試験終了				

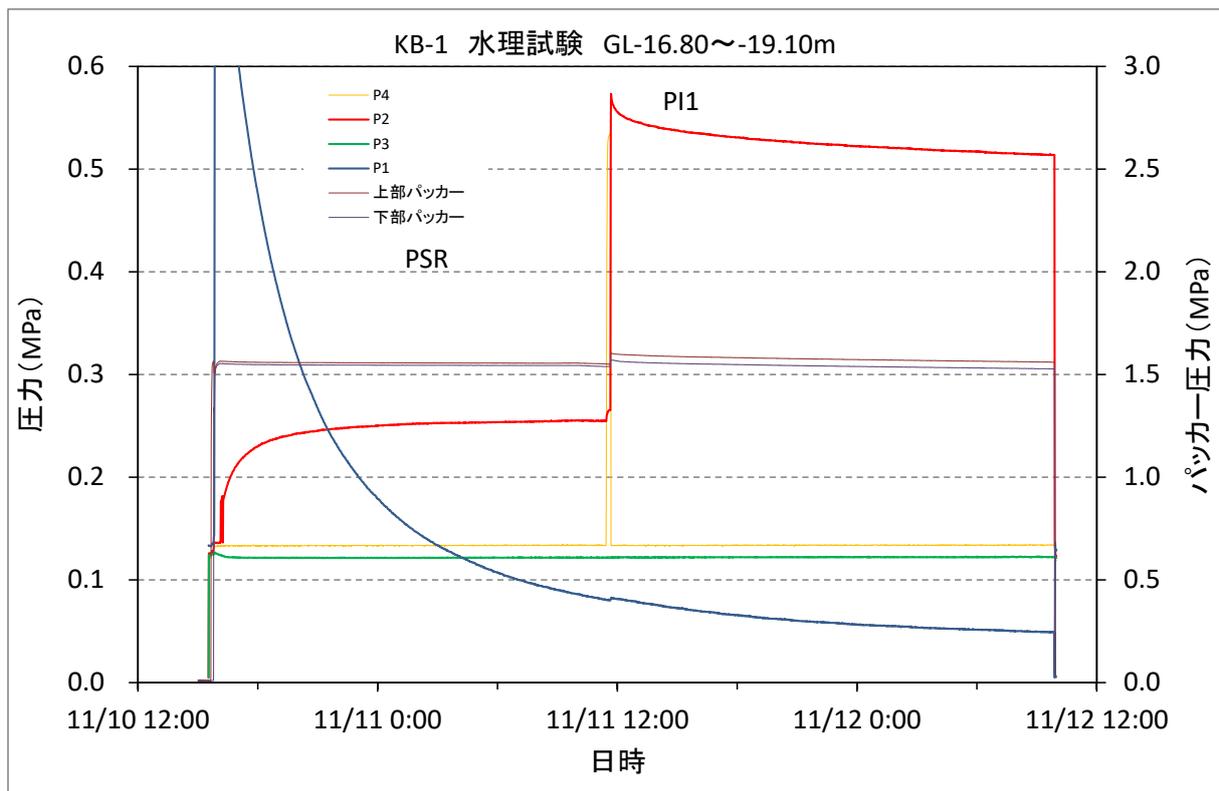


図 付録 7-10 KB-1 孔 GL-16.80m~-19.10m 区間 圧力変化

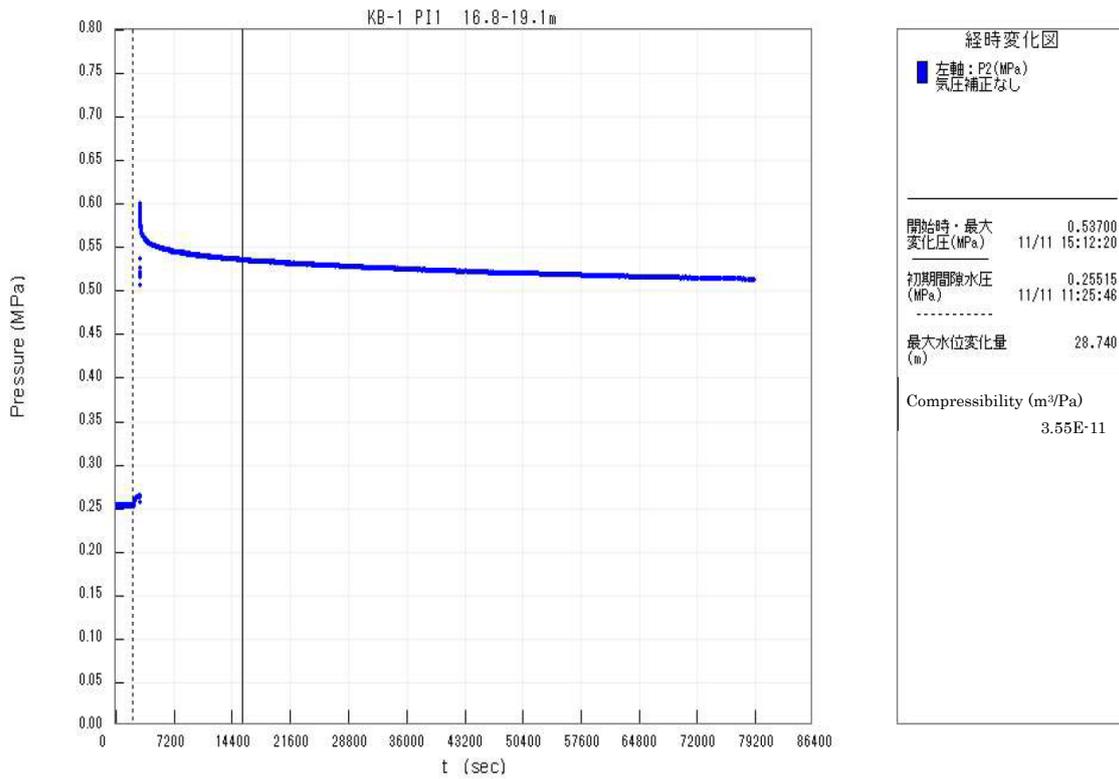


図 付録 7-11 KB-1 孔 GL-16.80m~-19.10m 区間 P11 圧力変化図

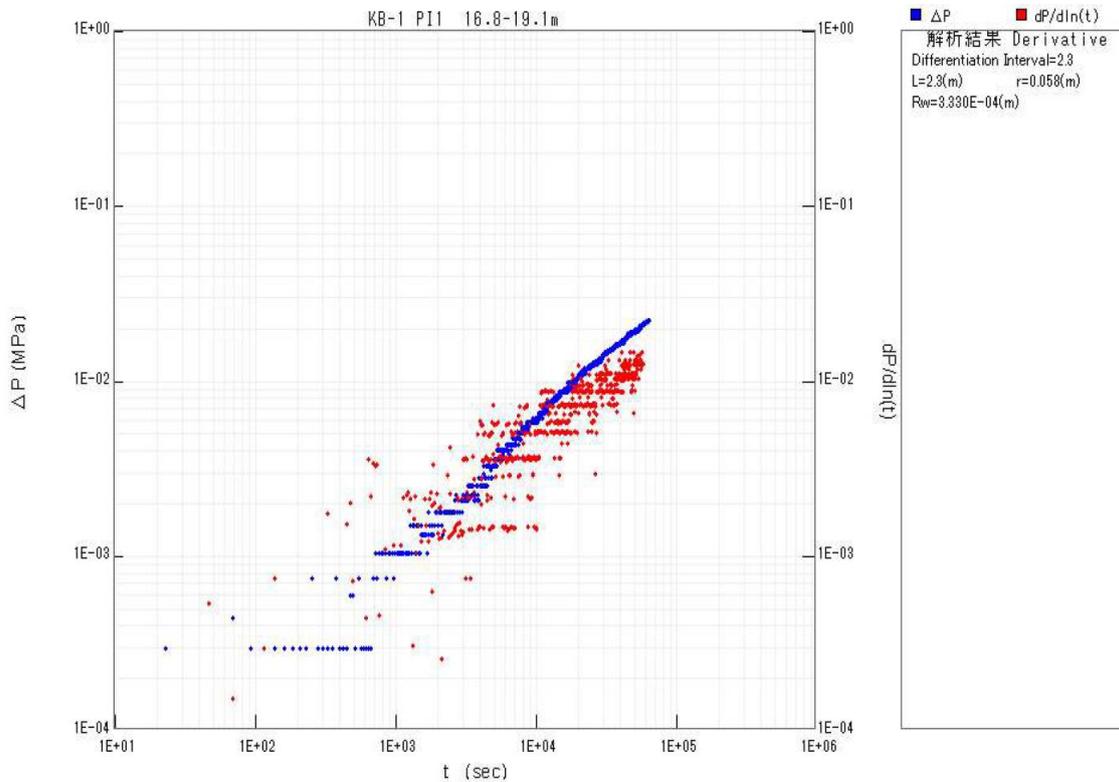
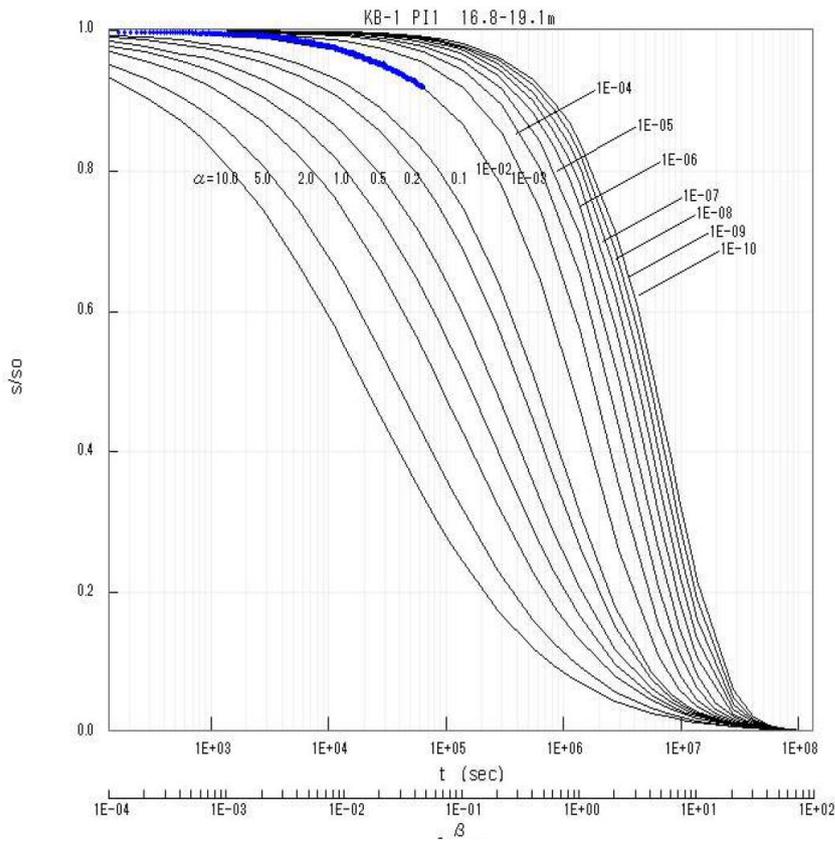


図 付録 7-12 KB-1 孔 GL-16.80m~-19.10m 区間 P11 Derivative Plot



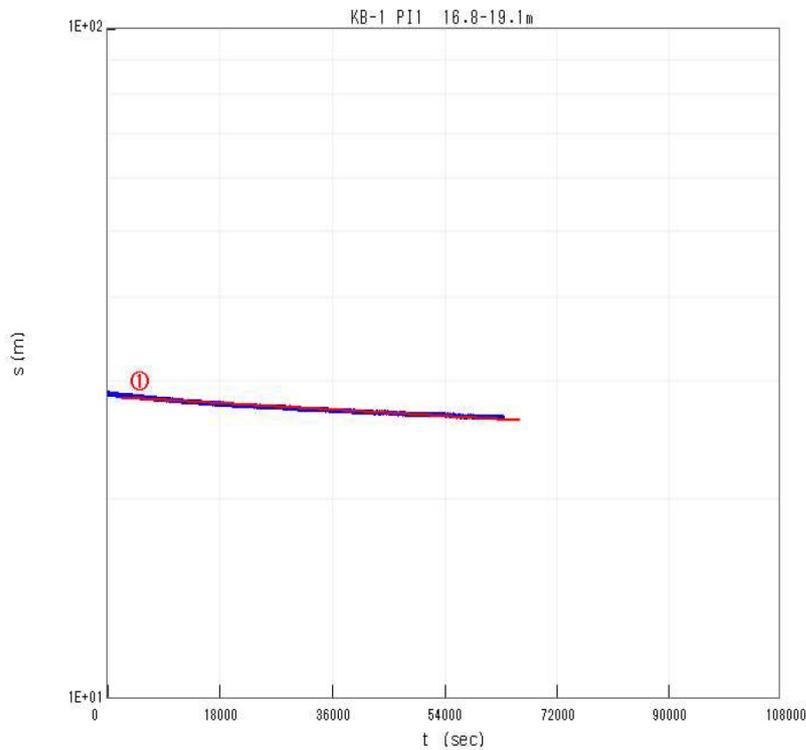
解析結果 Cooper

L=2.3(m) r=0.058(m)
 Rw=3.330E-04(m)

$\alpha=1E-02$ $\beta=1$
 $t_0=1.38E+06(sec)$

T=8.03E-14(m \sqrt{sec})
 k=3.49E-14(m/sec)
 S=3.30E-07
 Ss=1.43E-07(1/m)

図 付録 7-13 KB-1 孔 GL-16.80m~-19.10m 区間 P11 Cooper の解析図



解析結果 Hvorslev

L=2.3(m) r=0.058(m)
 Rw=3.330E-04(m) m=1

解析①
 $\Delta s/\Delta t=1.20E-06(m/sec)$
 T=2.44E-13(m \sqrt{sec})
 k=1.06E-13(m/sec)

図 付録 7-14 KB-1 孔 GL-16.80m~-19.10m 区間 P11 Hvorslev の解析図

表 付録 7-3 KB-1 孔 GL-13.00m~-15.30m 区間 (泥質基質優勢・砂質岩塊優勢 (弱破碎))
試験結果一覧

孔名	KB-1		使用試験装置	ATK社製水理試験装置	
使用パッカー	φ90mmパッカー		パッカー編成	ダブルパッカー	
試験開始日	2020/11/12		試験終了日	2020/11/19	
試験区間上端	(GL- m)	13.00	掘削深度	(GL- m)	25.00
試験区間下端	(GL- m)	15.30	掘削孔半径	(m)	0.058
試験区間長	(m)	2.30	掘削傾斜角	鉛直	
P1圧力計深度	(GL- m)	8.84	ロッド半径	(m)	0.0179
P2圧力計深度	(GL- m)	8.84	2.5インチ管半径	(m)	未使用
P3圧力計深度	(GL- m)	8.43			
水+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)	2.05E-11		閉鎖区間体積	(L)	28.88
ガス+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)	1.44E-08		システム全体体積	(L)	34.69
試験概要・試験結果					
試験シーケンス	INF/PSR~トラブル~DEF~再INF/PSR~PI1~DEF~トラブル~再々INF/PSR~PI2~DEF				
間隙水圧測定	対象区間	記録値 (MPa)	換算水位 (GL m)	備考	
	P1	0.0108	-7.74	下降傾向 (1回目DEF前)	
	P2	0.1870	10.23	4~5cm/hの上昇	
	P3	0.0831	0.04	測定期間を通して安定	
PI1	仮想半径Rw (m)		3.50E-04	PIの注入量 (mL)	7
	Compressibility (m ³ /Pa)		3.93E-11	最大水位変化量 (m)	18.16
PI2	仮想半径Rw (m)		3.29E-04	PIの注入量 (mL)	10
	Compressibility (m ³ /Pa)		3.47E-11	最大水位変化量 (m)	29.38
解析結果					
透水試験名	T (m ² /sec)	k (m/sec)	S (-)	Ss (1/m)	解析方法
PI1	3.45E-12	1.50E-12	3.64E-07	1.58E-07	Cooper
					Hvorslev
PI2	7.49E-12	3.26E-12	3.22E-07	1.40E-07	Cooper
					Hvorslev
備考	装置トラブルのためPSRとPI1の取り直しを実施 PIの回復率は、PI1、PI2とも5割程度で試験終了				

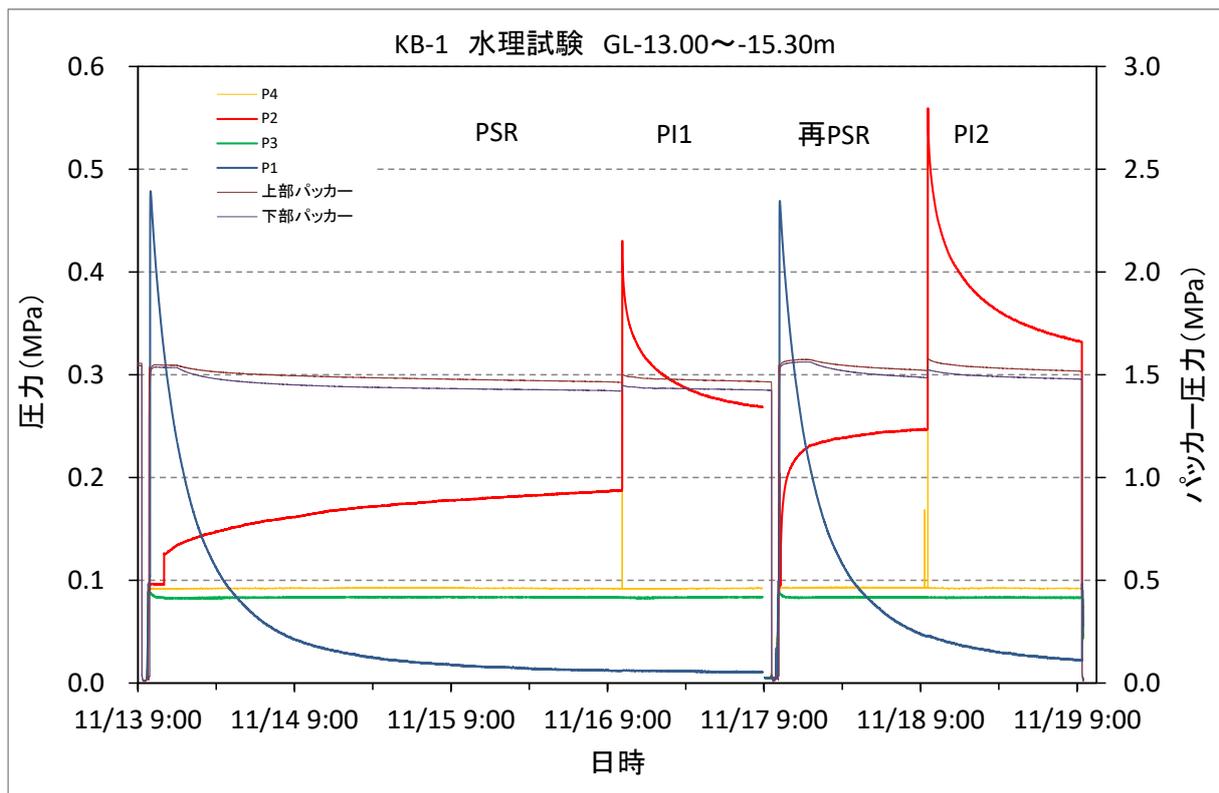


図 付録 7-15 KB-1 孔 GL-13.00m~-15.30m 区間 圧力変化

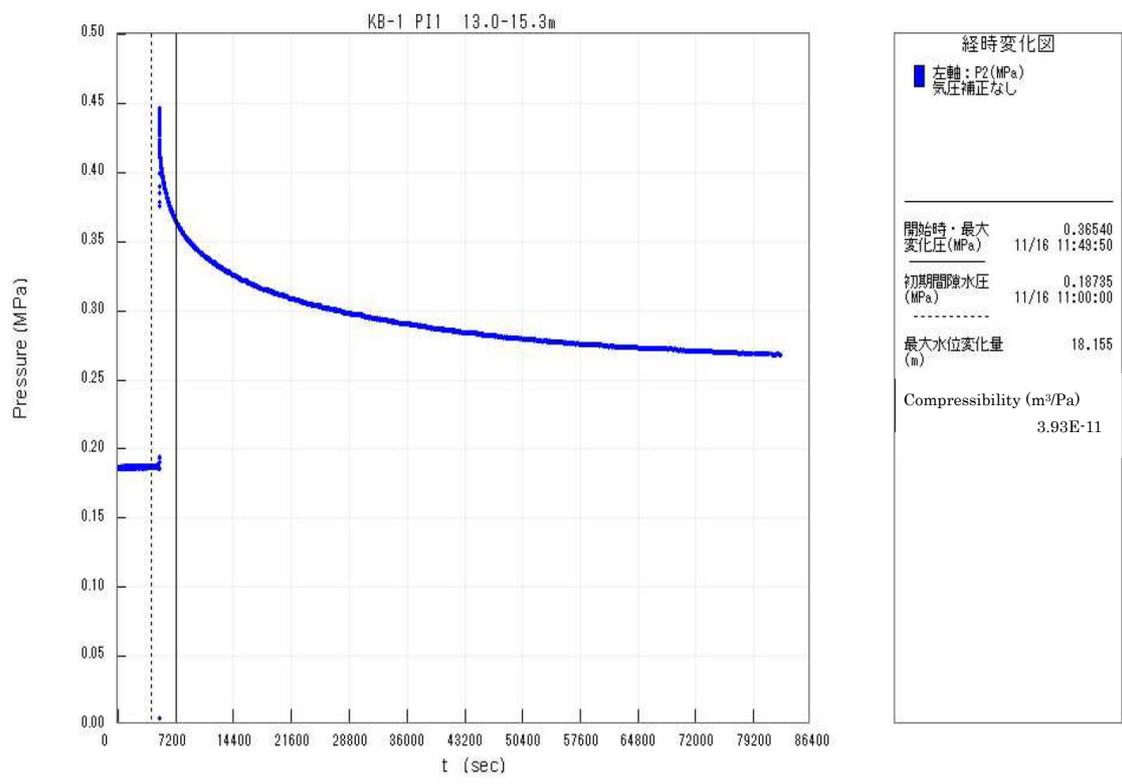


図 付録 7-16 KB-1 孔 GL-13.00m~-15.30m 区間 P11 圧力変化図

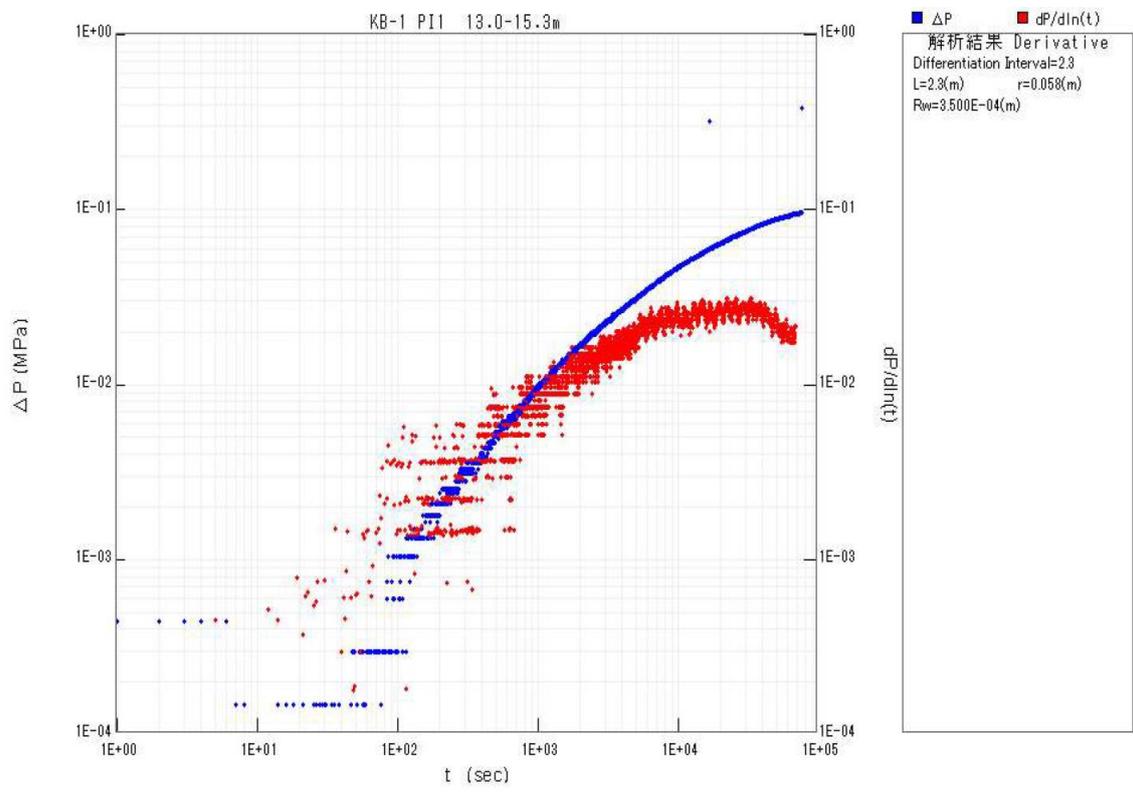
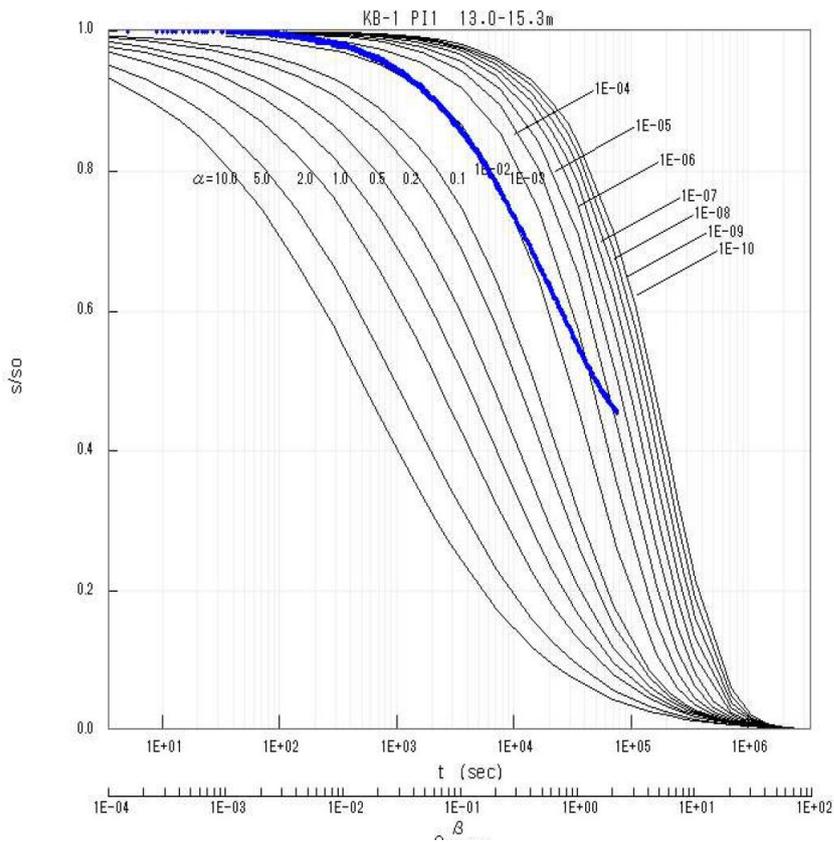


図 付録 7-17 KB-1 孔 GL-13.00m~-15.30m 区間 P11 Derivative Plot



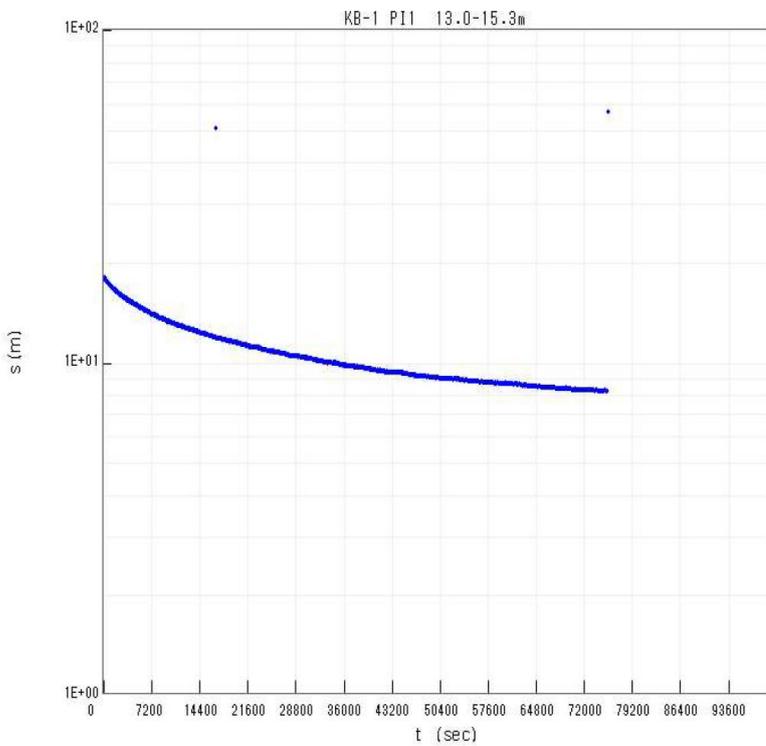
解析結果 Cooper

$L=2.3(m)$ $r=0.058(m)$
 $R_{ww}=3.500E-04(m)$

$\alpha=1E-02$ $\beta=1$
 $t_0=3.55E+04(sec)$

$T=3.45E-12(m \sqrt{sec})$
 $k=1.50E-12(m/sec)$
 $S=3.64E-07$
 $S_s=1.58E-07(1/m)$

図 付録 7-18 KB-1 孔 GL-13.00m~-15.30m 区間 P11 Cooper の解析図



解析結果 Hvorslev

$L=2.3(m)$ $r=0.058(m)$
 $R_{ww}=3.500E-04(m)$ $m=1$

解析困難

図 付録 7-19 KB-1 孔 GL-13.00m~-15.30m 区間 P11 Hvorslev の解析図

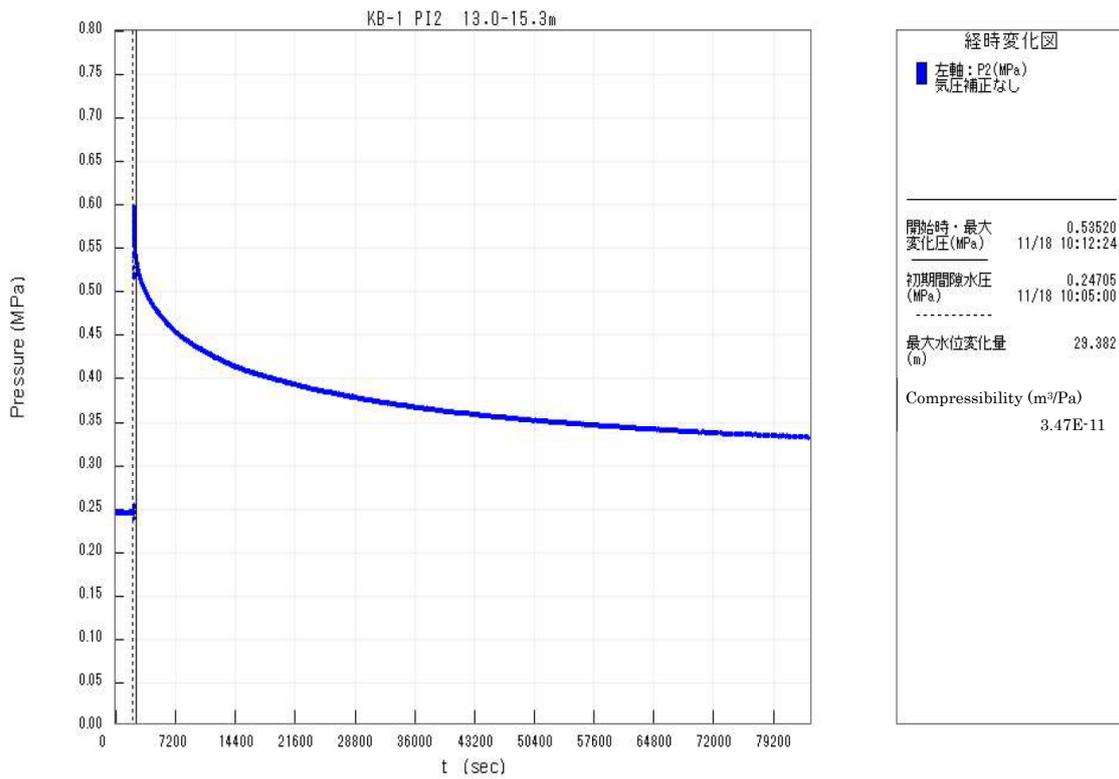


図 付録 7-20 KB-1 孔 GL-13.00m~-15.30m 区間 PI2 圧力変化図

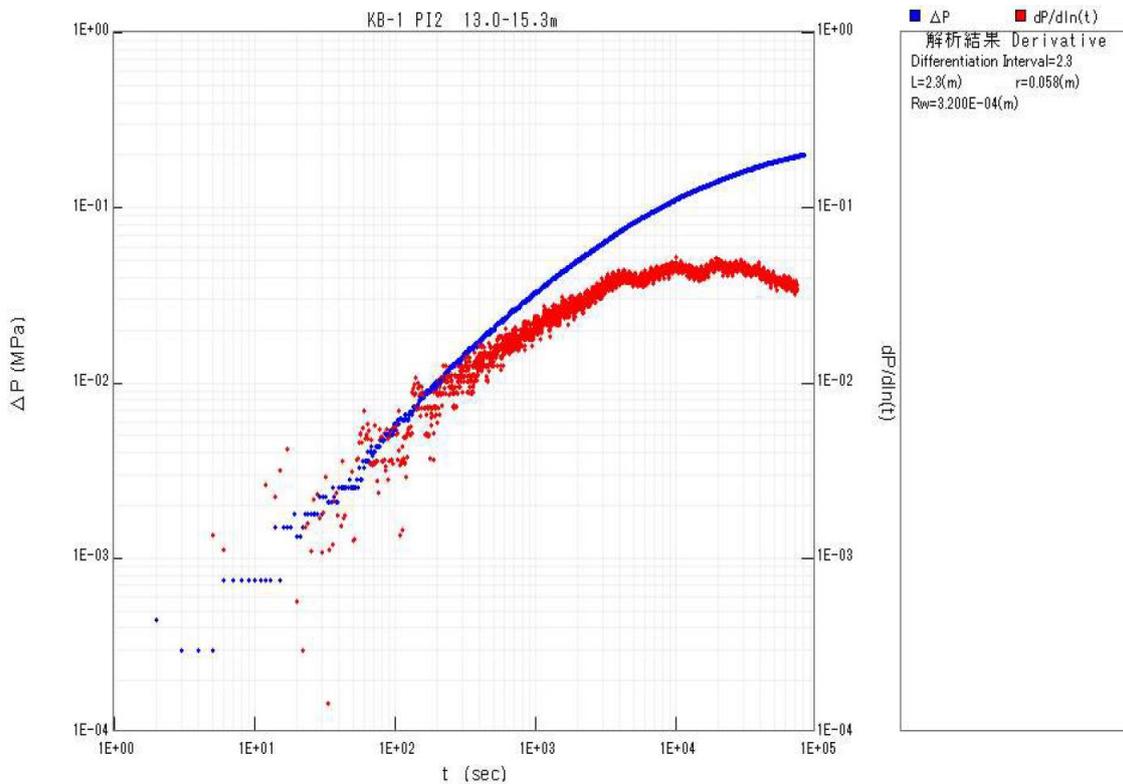
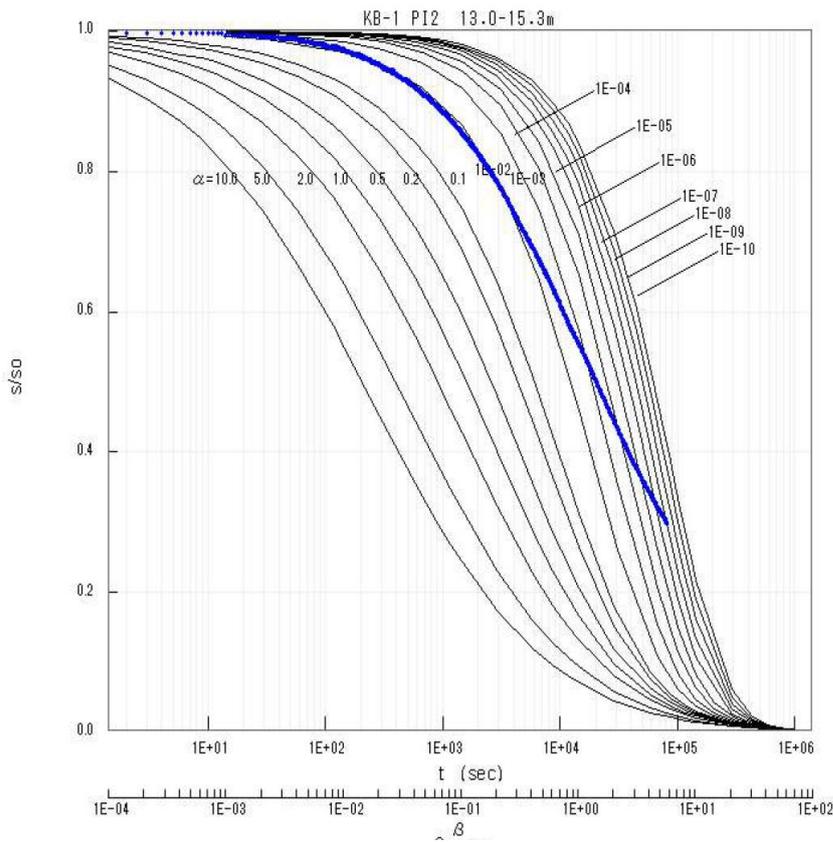


図 付録 7-21 KB-1 孔 GL-13.00m~-15.30m 区間 PI2 Derivative Plot



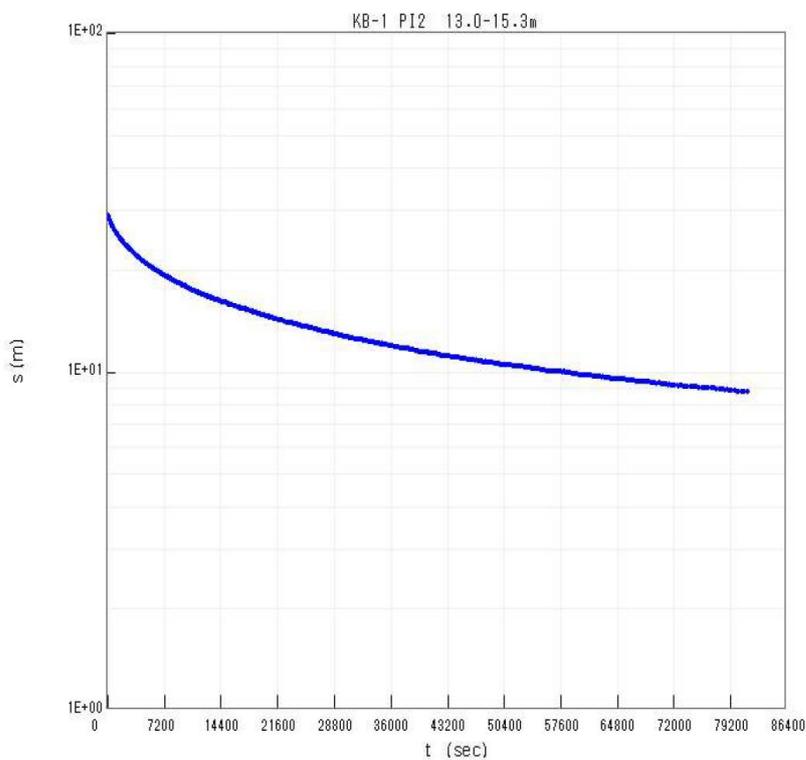
解析結果 Cooper

$L=2.3(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=3.290E-04(m)$

$\alpha=1E-02$ $\beta=1$
 $to=1.45E+04(sec)$

$T=7.49E-12(m\sqrt{sec})$
 $k=3.26E-13(m/sec)$
 $S=3.22E-07$
 $Ss=1.40E-07(1/m)$

図 付録 7-22 KB-1 孔 GL-13.00m~-15.30m 区間 P12 Cooper の解析図



解析結果 Hvorslev

$L=2.3(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=3.290E-04(m)$ $m=1$

解析困難

図 付録 7-23 KB-1 孔 GL-13.00m~-15.30m 区間 P12 Hvorslev の解析図

表 付録 7-4 KB-1 孔 GL-9.35m~-11.65m 区間（泥質基質優勢） 試験結果一覧

孔名	KB-1		使用試験装置	ATK社製水理試験装置	
使用パッカー	φ 90mmパッカー		パッカー編成	ダブルパッカー	
試験開始日	2020/11/19		試験終了日	2020/11/24	
試験区間上端	(GL- m)	9.35	掘削深度	(GL- m)	25.00
試験区間下端	(GL- m)	11.65	掘削孔半径	(m)	0.058
試験区間長	(m)	2.30	掘削傾斜角	鉛直	
P1圧力計深度	(GL- m)	5.19	ロッド半径	(m)	0.0179
P2圧力計深度	(GL- m)	5.19	2.5インチ管半径	(m)	未使用
P3圧力計深度	(GL- m)	4.78			
水+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)		2.05E-11	閉鎖区間体積 (L)		28.88
ガス+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)		1.44E-08	システム全体体積 (L)		32.57
試験概要・試験結果					
試験シーケンシャル	INF/PSR~PI1~DEF				
間隙水圧測定結果	対象区間	記録値 (MPa)	換算水位 (GL m)	備考	
	P1	0.0111	-4.06	11/22まで下降、以後不規則な上昇	
	P2	0.1422	9.31	約8cm/hの上昇傾向	
	P3	0.0472	0.03	測定期間を通して安定	
PI1	仮想半径Rw (m)		2.91E-04	PIの注入量 (mL)	8
	Compressibility (m ³ /Pa)		2.72E-11	最大水位変化量 (m)	29.99
解析結果					
透水試験名	T (m ² /sec)	k (m/sec)	S (-)	Ss (1/m)	解析方法
PI1	3.20E-14	1.39E-14	5.00E-06	2.17E-06	Cooper
					Hvorslev
備考	PI1の回復率は約3割で試験終了				

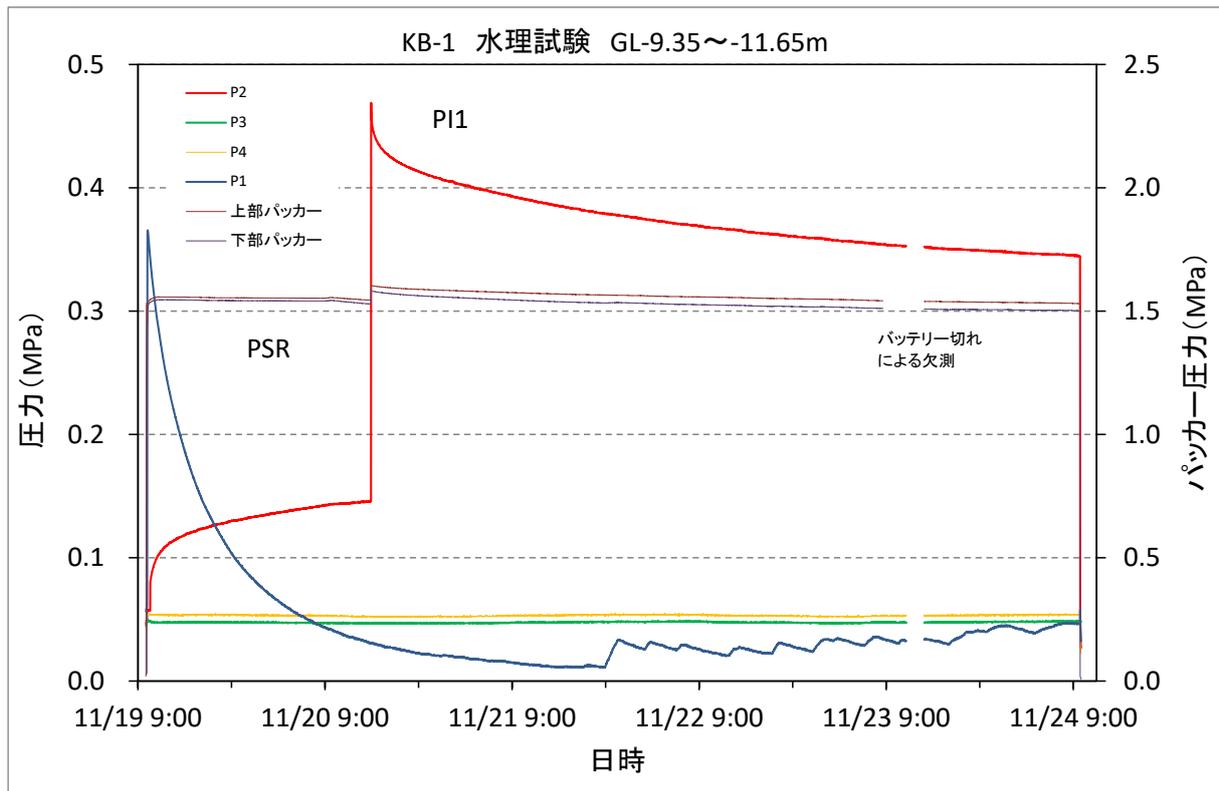


図 付録 7-24 KB-1 孔 GL-9.35m~-11.65m 区間 圧力変化

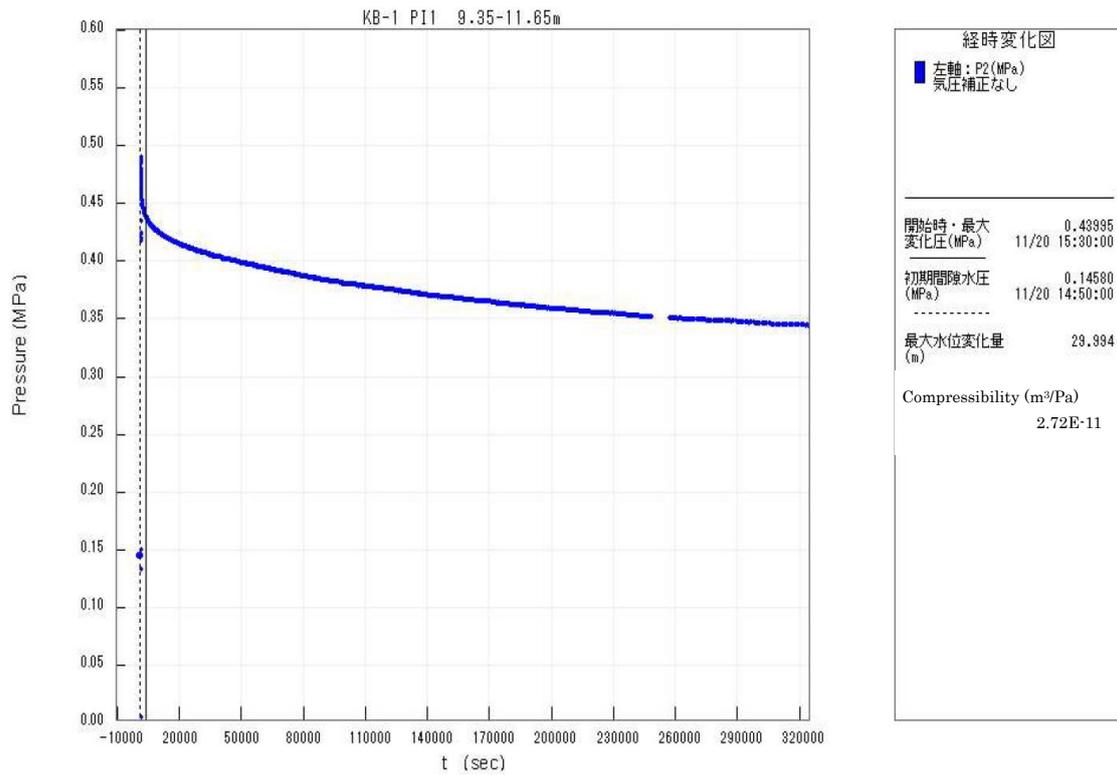


図 付録 7-25 KB-1 孔 GL-9.35m~-11.65m 区間 P11 圧力変化図

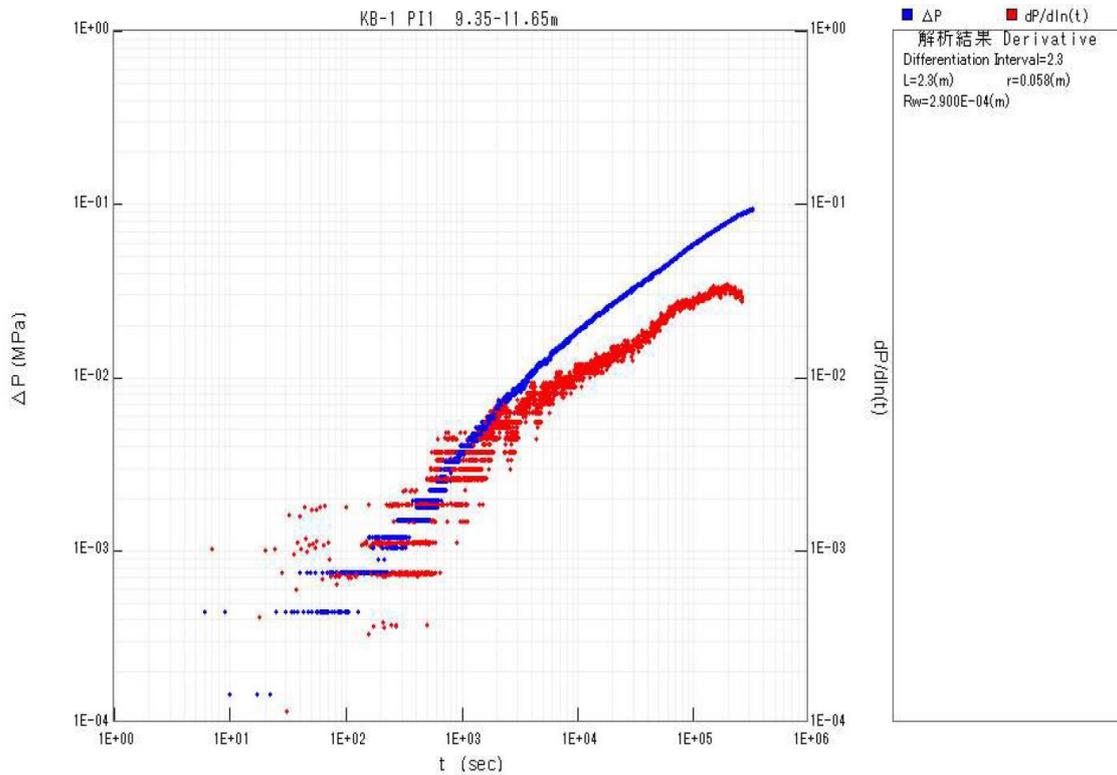


図 付録 7-26 KB-1 孔 GL-9.35m~-11.65m 区間 P11 Derivative Plot

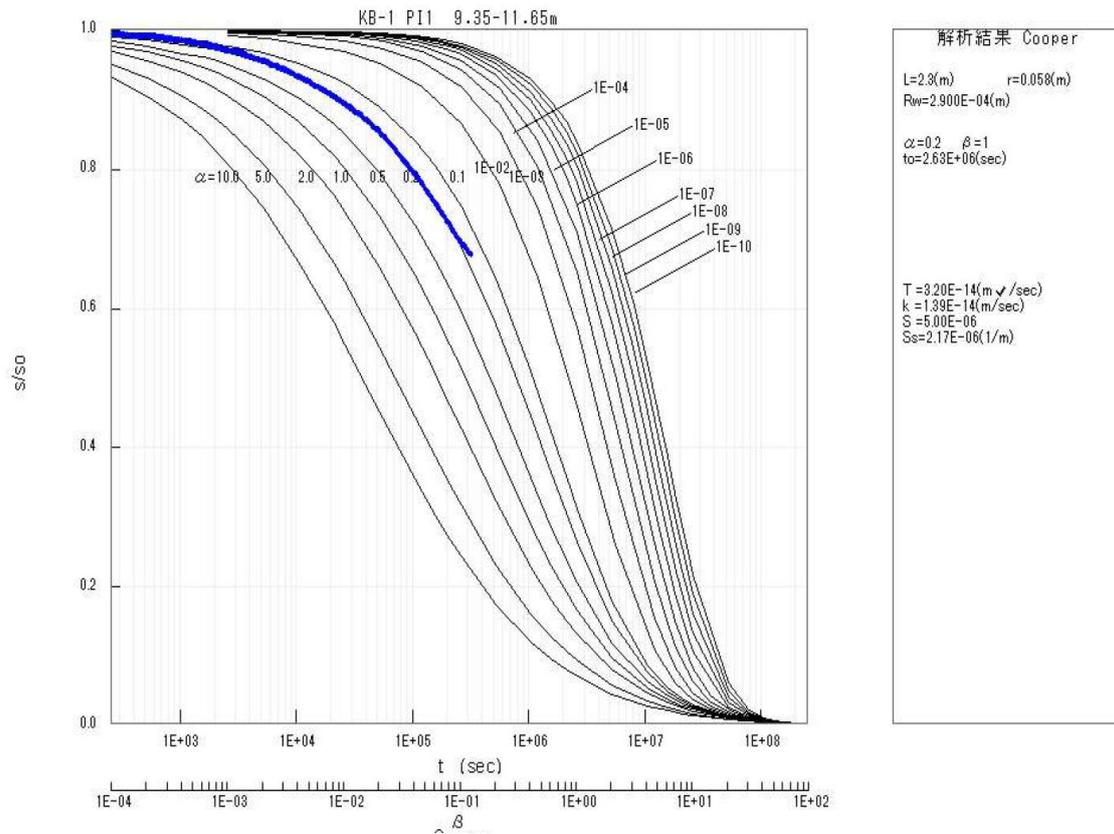


図 付録 7-27 KB-1 孔 GL-9.35m~-11.65m 区間 P11 Cooper の解析図

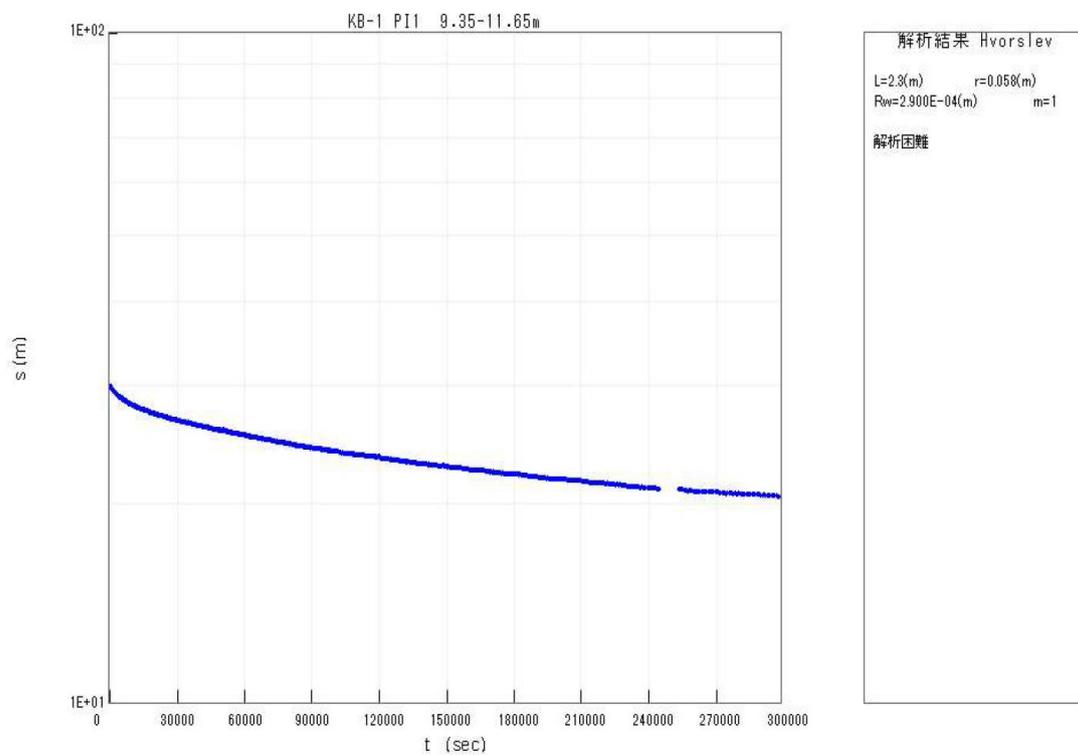


図 付録 7-28 KB-1 孔 GL-9.35m~-11.65m 区間 P11 Hvorslev の解析図

表 付録 7-5 KB-1 孔 シングルパッカー広域区間 試験結果一覧

孔名	KB-1		使用試験装置	ATK社製水理試験装置	
使用パッカー	φ 90mmパッカー		パッカー編成	シングルパッカー	
試験開始日	2020/11/24		試験終了日	2020/11/30	
試験区間上端	(GL- m)	9.35	掘削深度	(GL- m)	25.00
試験区間下端	(GL- m)	25.00	掘削孔半径	(m)	0.058
試験区間長	(m)	15.65	掘削傾斜角	鉛直	
P1圧力計深度	(GL- m)	5.19	ロッド半径	(m)	0.0179
P2圧力計深度	(GL- m)	5.19	2.5インチ管半径	(m)	未使用
P3圧力計深度	(GL- m)	4.78			
水+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)	8.63E-11		閉鎖区間体積 (L)	160.48	
ガス+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)	8.02E-08		システム全体体積 (L)	164.17	
試験概要・試験結果					
試験シーケンシャル	INF/PSR~PI1~PI2~DEF				
間隙水圧測定	対象区間	記録値 (MPa)	換算水位 (GL m)	備考	
	P1	-	-		
	P2	0.0246	-2.68	約1cm/hの下降	
	P3	0.0477	0.08	測定期間を通して安定	
PI1	仮想半径Rw (m)	1.12E-03	PIの注入量 (mL)	115	
	Compressibility (m ³ /Pa)	3.99E-10	最大水位変化量 (m)	29.38	
PI2結果	仮想半径Rw (m)	9.85E-04	PIの注入量 (mL)	95	
	Compressibility (m ³ /Pa)	3.11E-10	最大水位変化量 (m)	31.14	
解析結果					
透水試験名	T (m ² /sec)	k (m/sec)	S (-)	Ss (1/m)	解析方法
PI1	3.79E-11	2.42E-12	3.73E-06	2.38E-07	Cooper
					Hvorslev
PI2	3.29E-11	2.10E-12	2.88E-06	1.84E-07	Cooper
					Hvorslev
備考	PI1、PI2共に回復率は8割を超える				

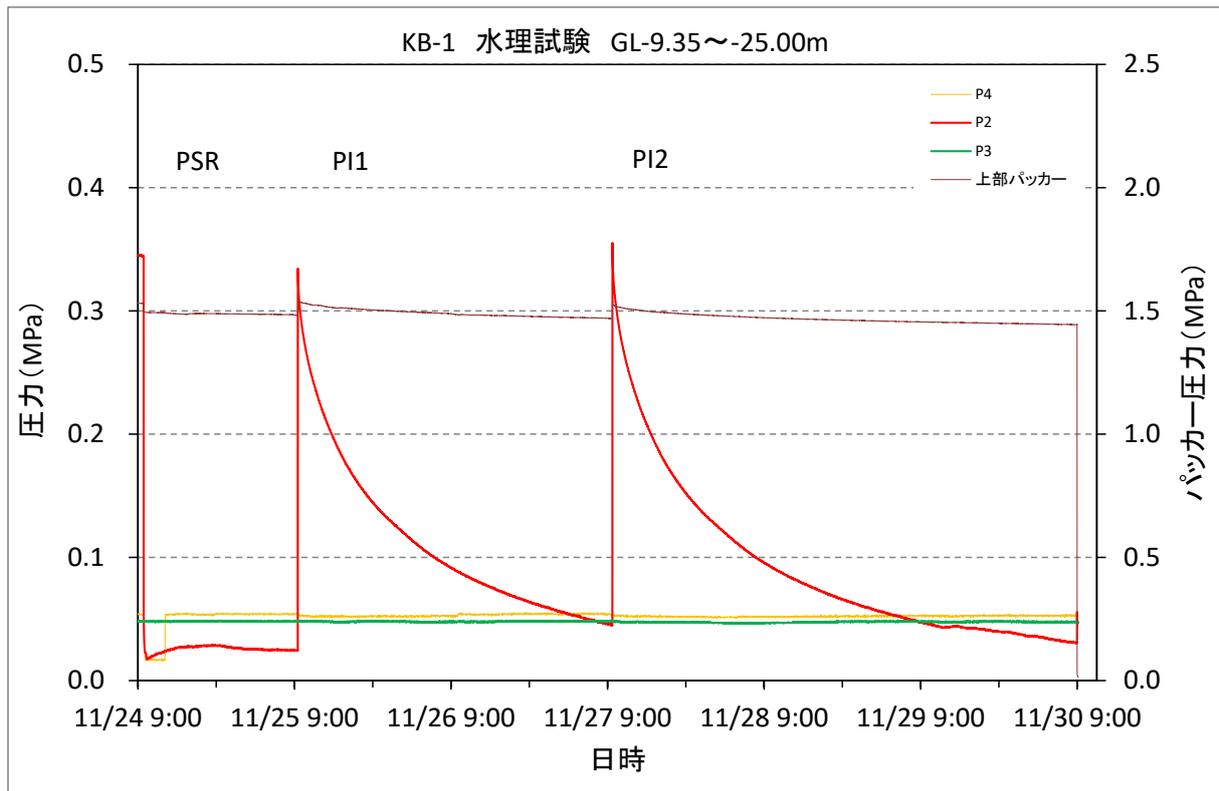


図 付録 7-29 KB-1 孔 シングルパッカー広域区間 圧力変化

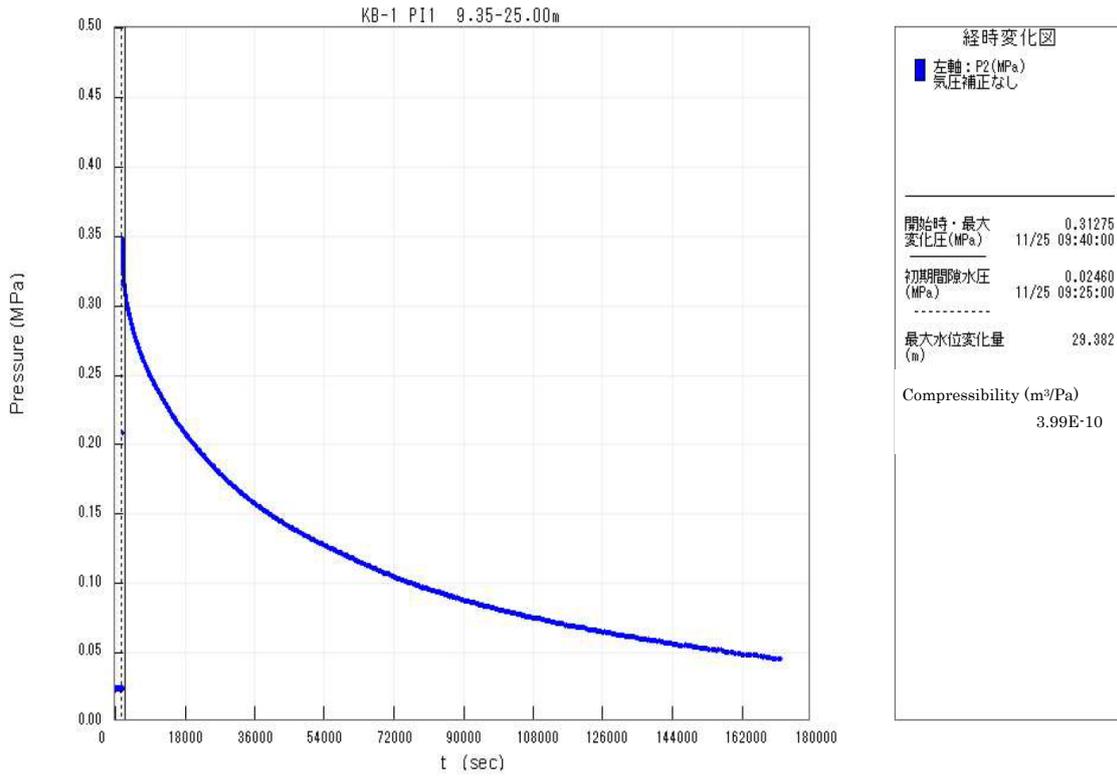


図 付録 7-30 KB-1 孔 シングルパッカー広域区間 P11 圧力変化

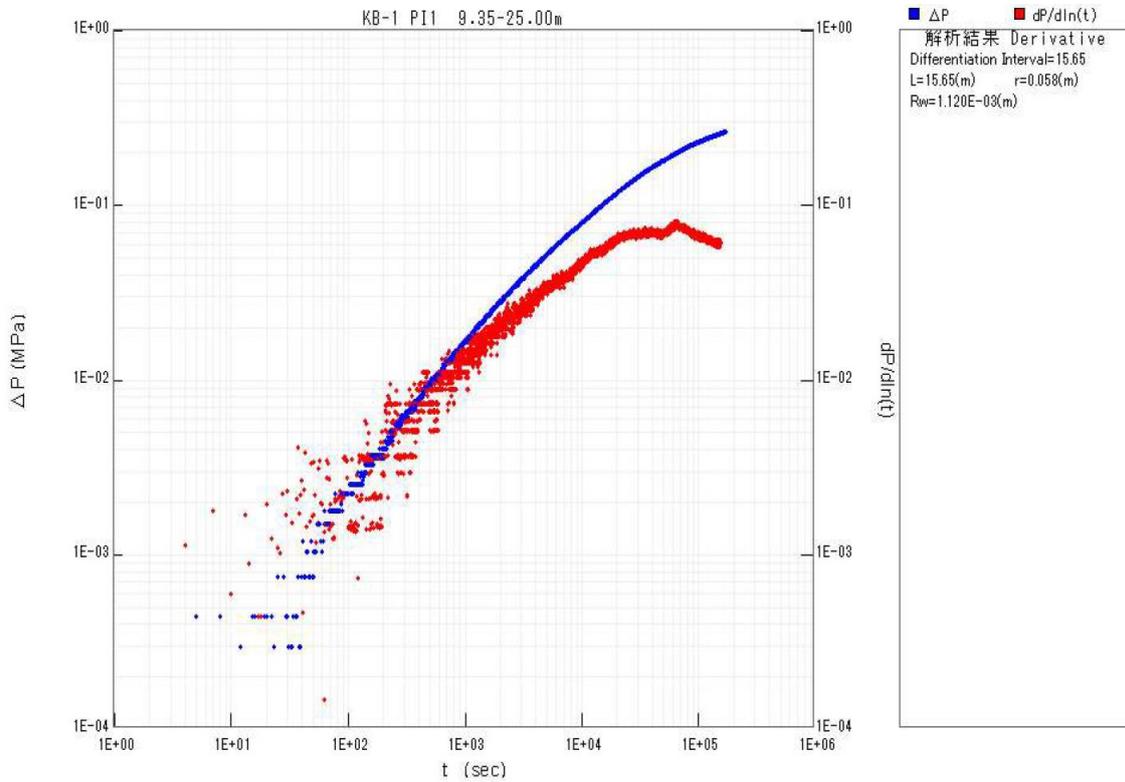
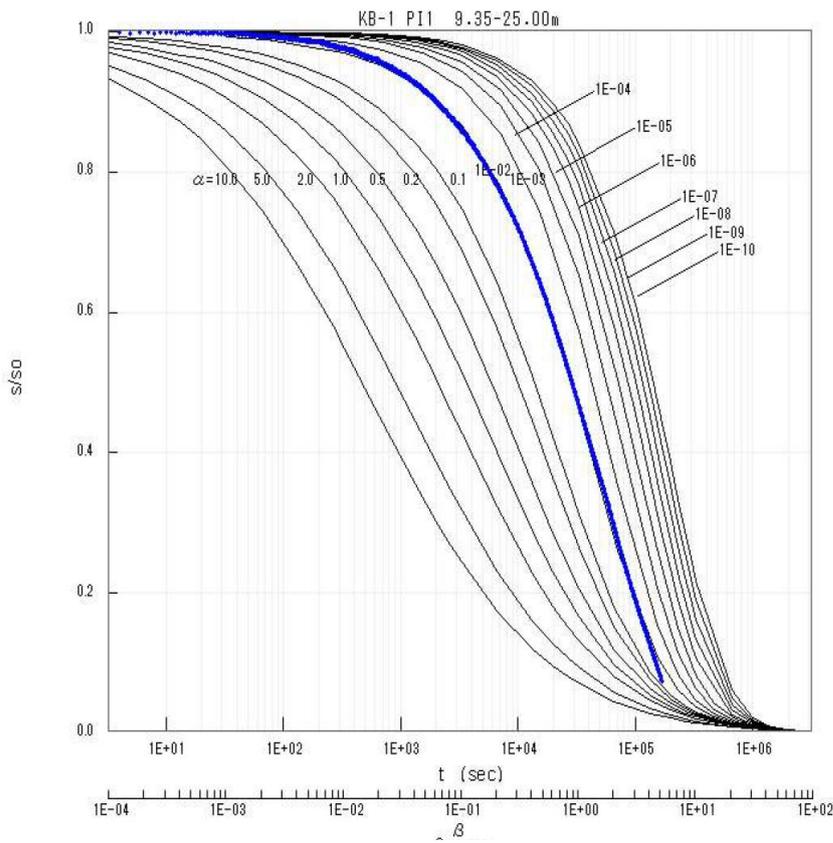


図 付録 7-31 KB-1 孔 シングルパッカー広域区間 P11 Derivative Plot



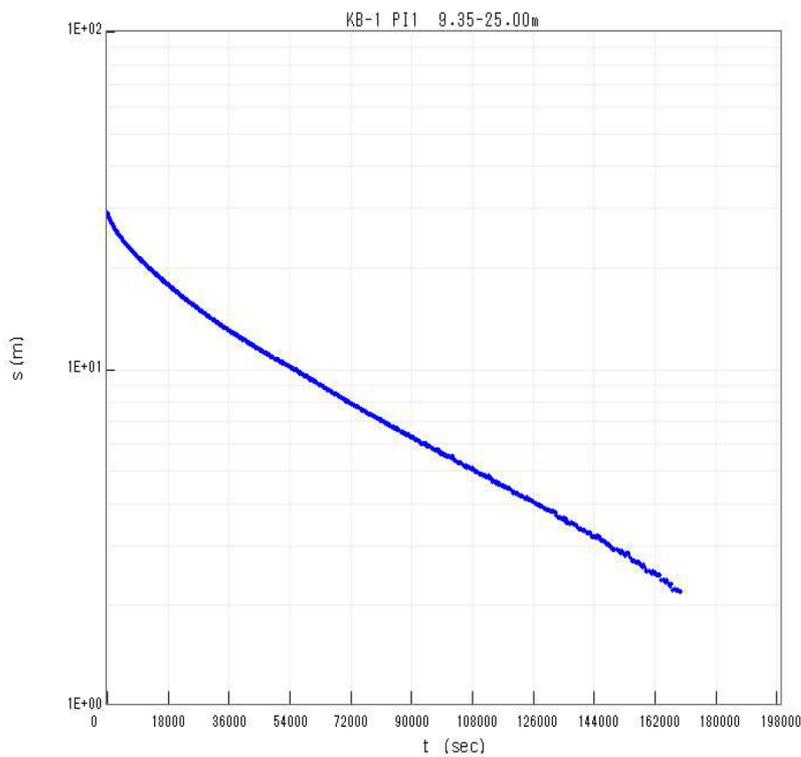
解析結果 Cooper

$L=15.65(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=1.120E-03(m)$

$\alpha=1E-02$ $\beta=1$
 $t_0=3.31E+04(sec)$

$T=3.79E-11(m\sqrt{sec})$
 $k=2.42E-12(m/sec)$
 $S=3.73E-06$
 $Ss=2.38E-07(1/m)$

図 付録 7-32 KB-1 孔 シングルパッカー広域区間 PI1 Cooper の解析図



解析結果 Hvorslev

$L=15.65(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=1.120E-03(m)$ $m=1$

解析困難

図 付録 7-33 KB-1 孔 シングルパッカー広域区間 PI1 Hvorslev の解析図

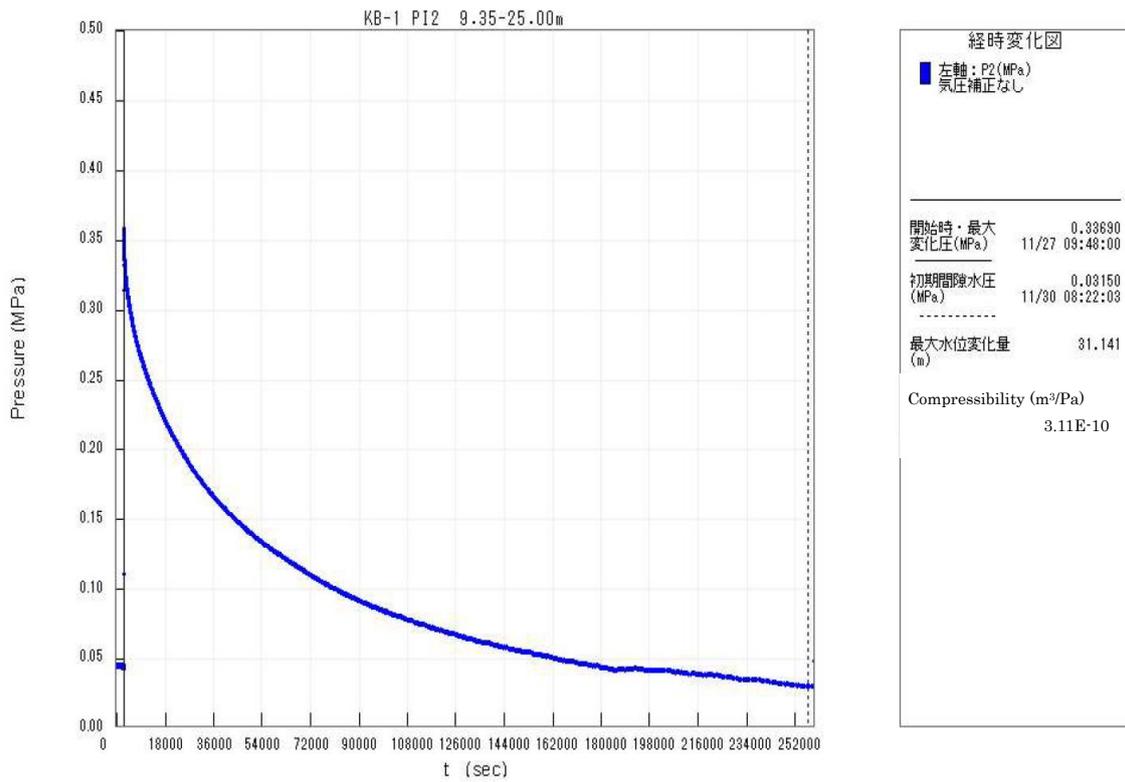


図 付録 7-34 KB-1 孔 シングルパッカー広域区間 PI2 圧力変化図

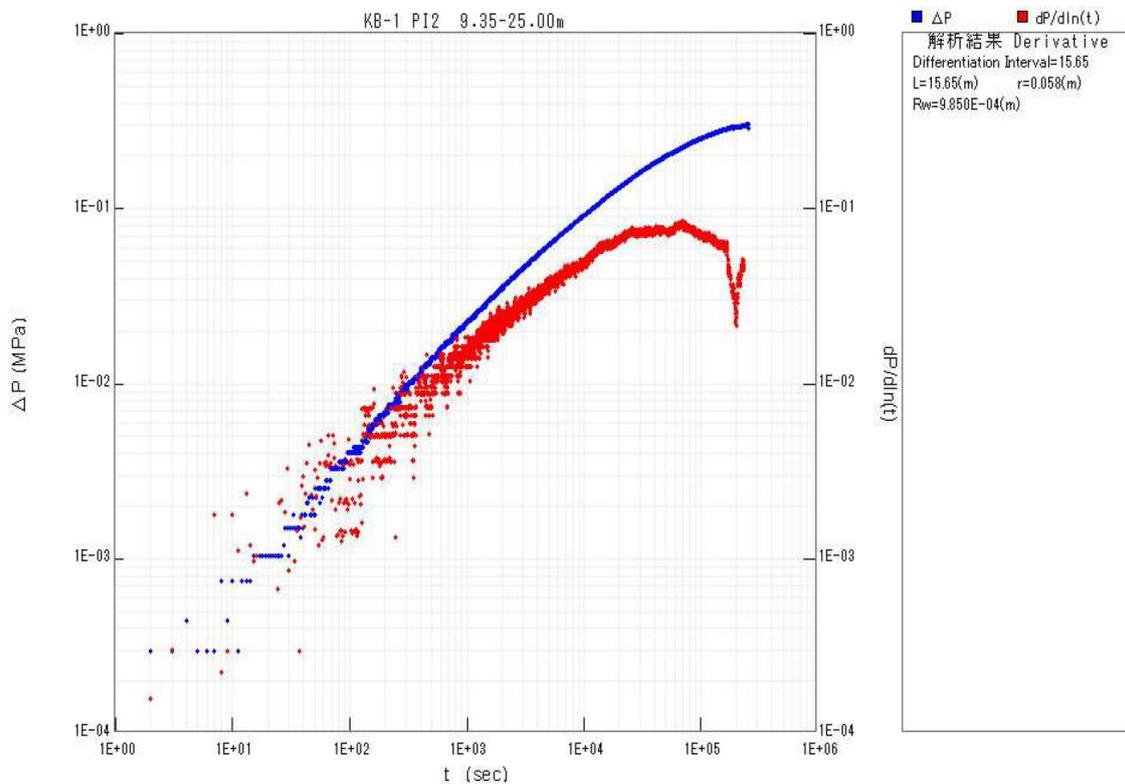
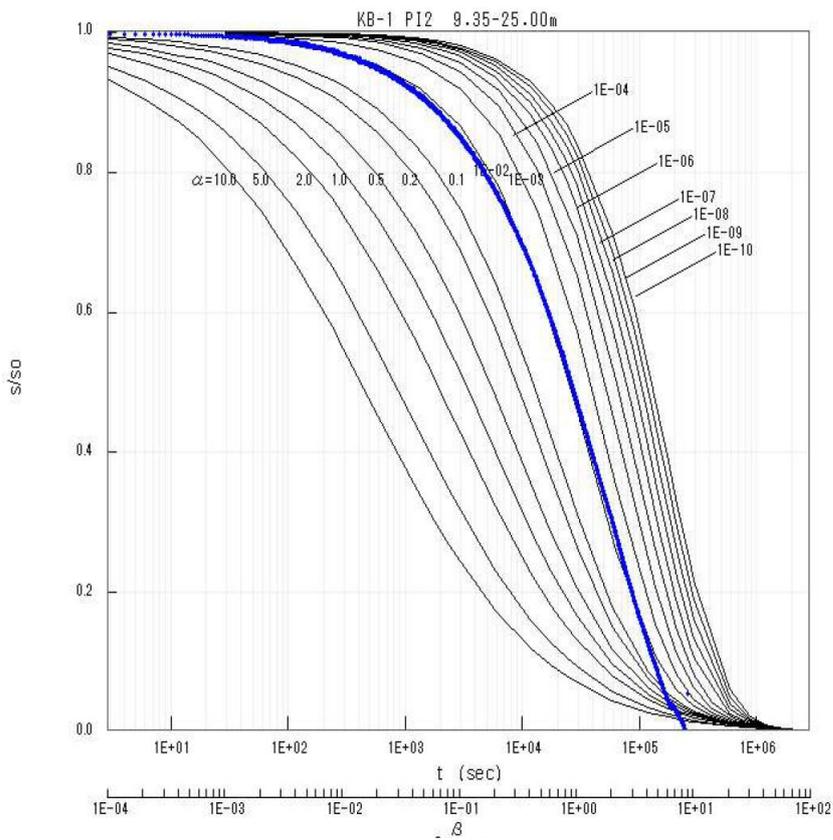


図 付録 7-35 KB-1 孔 シングルパッカー広域区間 PI2 Derivative Plot



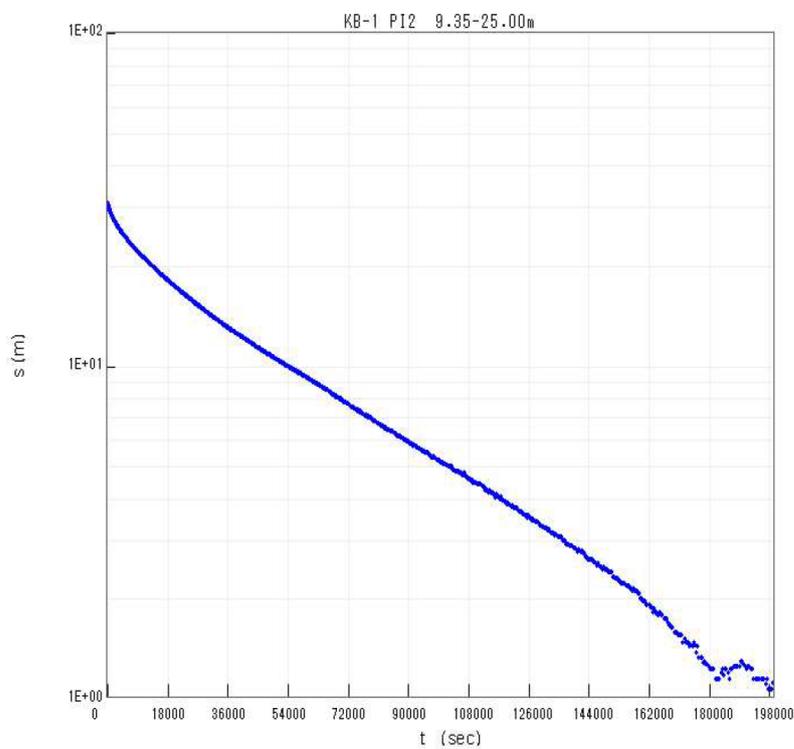
解析結果 Cooper

L=15.65(m) r=0.058(m)
 R_w=9.850E-04(m)

$\alpha=1E-02$ $\beta=1$
 t₀=2.95E+04(sec)

T=3.29E-11(m²/sec)
 k=2.10E-12(m/sec)
 S=2.88E-06
 S_s=1.84E-07(1/m)

図 付録 7-36 KB-1 孔 シングルパッカー広域区間 PI2 Cooper の解析図



解析結果 Hvorslev

L=15.65(m) r=0.058(m)
 R_w=9.850E-04(m) m=1

解析困難

図 付録 7-37 KB-1 孔 シングルパッカー広域区間 PI2 Hvorslev の解析図

表 付録 7-6 KB-2 孔 GL-17.00m~-21.00m 区間 試験結果一覧

孔名	KB-2		使用試験装置	ATK社製水理試験装置	
使用パッカー	φ 90mmパッカー		パッカー編成	ダブル	
試験開始日	2021/2/12		試験終了日	2021/2/16	
試験区間上端	(GL- m)	17.00	掘削深度	(GL- m)	25.00
試験区間下端	(GL- m)	21.00	掘削孔半径	(m)	0.058
試験区間長	(m)	4.00	掘削傾斜角	鉛直	
P1圧力計深度	(GL- m)	12.84	ロッド半径	(m)	0.0179
P2圧力計深度	(GL- m)	12.84	2.5インチ管半径	(m)	未使用
P3圧力計深度	(GL- m)	12.43			
水+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)	2.72E-11		閉鎖区間体積 (L)	46.85	
ガス+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)	2.11E-08		システム全体体積 (L)	54.78	
試験概要・試験結果					
試験シーケンシャル	INF/PSR~PI1~DEF				
間隙水圧測定結果	対象区間	記録値 (MPa)	換算水位 (GL m)	備考	
	P1	0.2739	15.09	微弱な上昇~安定 (DEF前)	
	P2	0.2005	7.60	PI1開始前: 3~4cm/hの上昇	
	P3	0.1236	0.17	測定期間を通じて安定	
PI1	仮想半径Rw (m)		4.30E-04	PIの注入量 (mL)	17
	Compressibility (m ³ /Pa)		5.91E-11	最大水位変化量 (m)	29.34
解析結果					
透水試験名	T (m ² /sec)	k (m/sec)	S (-)	Ss (1/m)	解析方法
PI1	4.86E-13	1.22E-13	5.50E-05	1.37E-05	Cooper
					Hvorslev
備考	PI1の圧力収束が極めて遅く、回復6割程度で試験を終了				

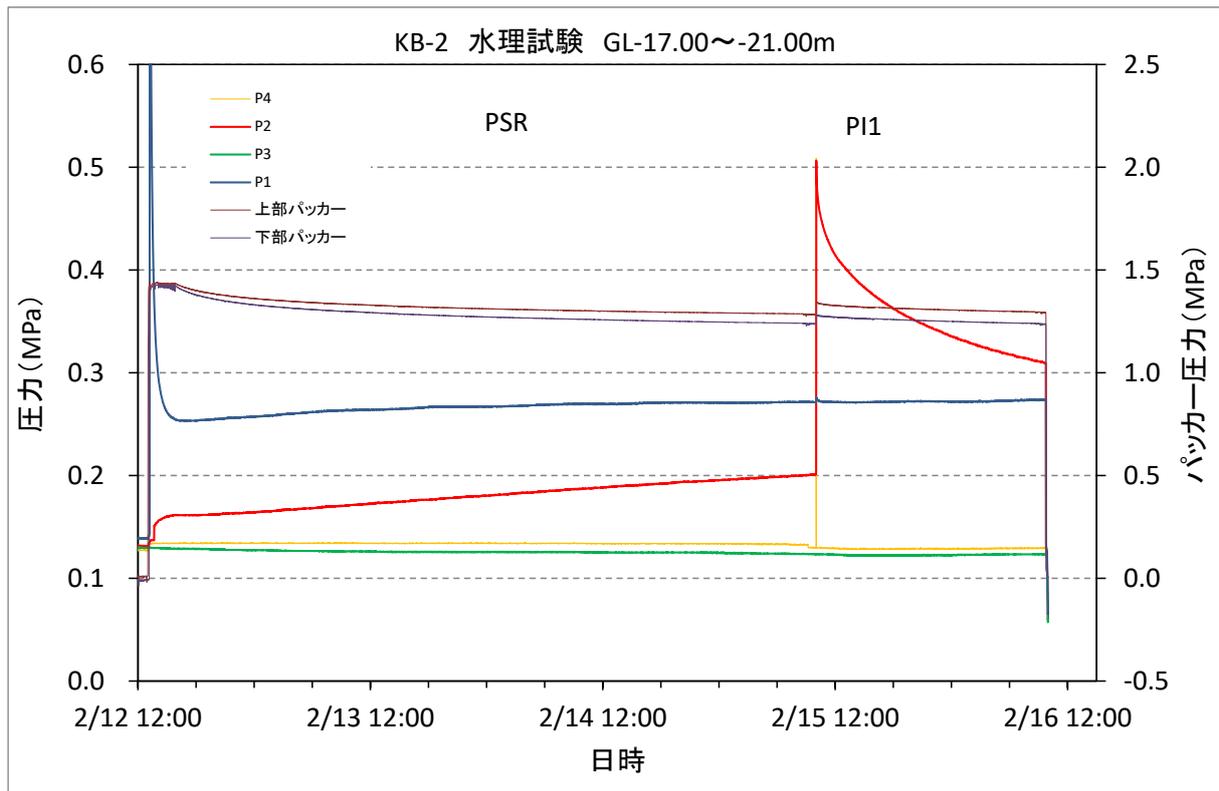


図 付録 7-38 KB-2 孔 GL-17.00m~-21.00m 区間 圧力変化

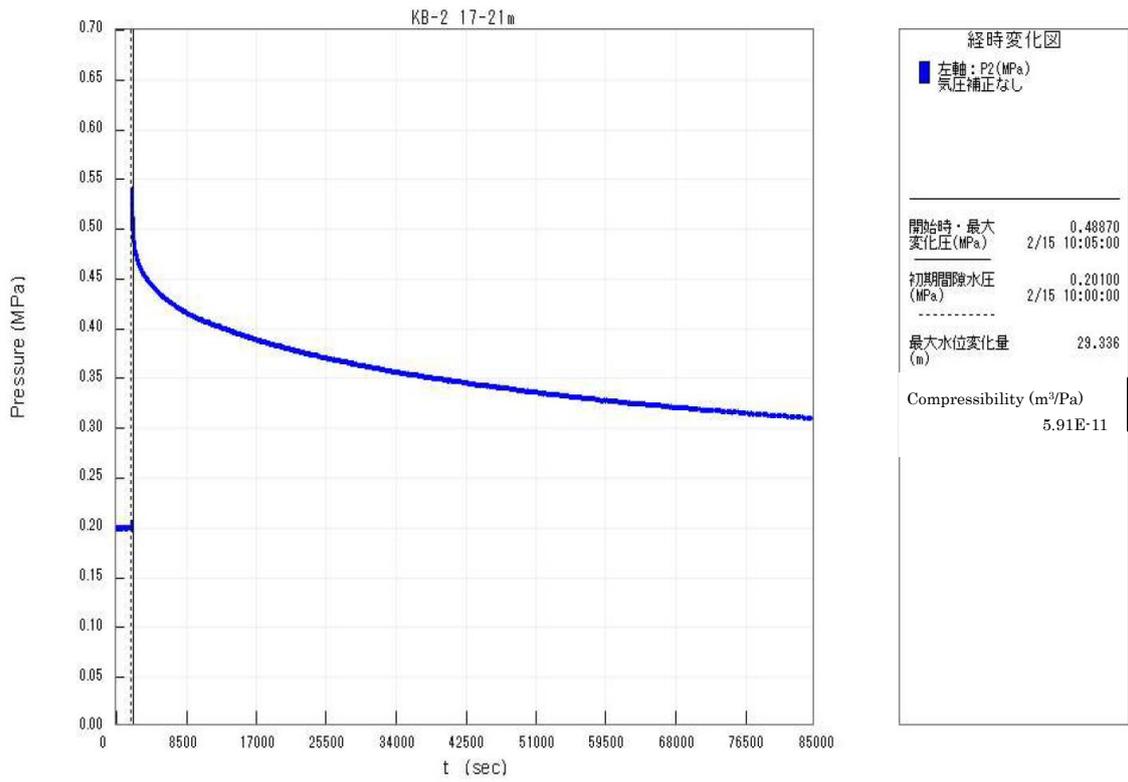


図 付録 7-39 KB-2 孔 GL-17.00m~-21.00m 区間 P11 圧力変化図

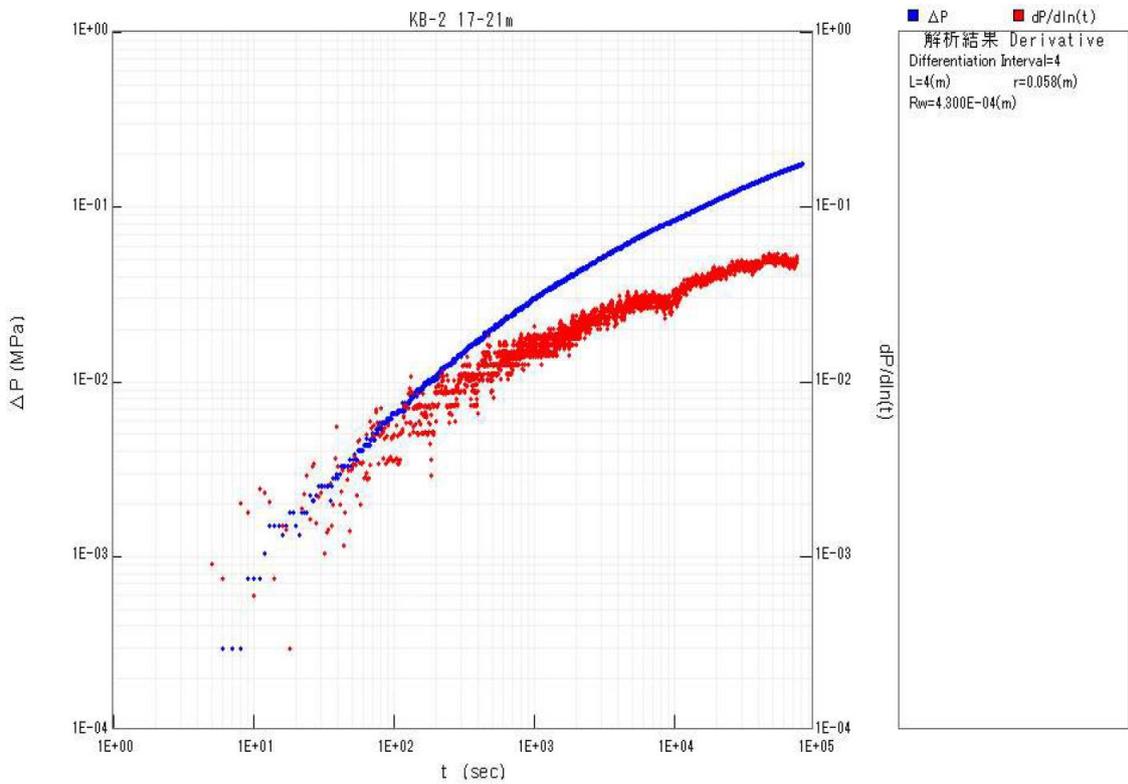


図 付録 7-40 KB-2 孔 GL-17.00m~-21.00m 区間 P11 Derivative Plot

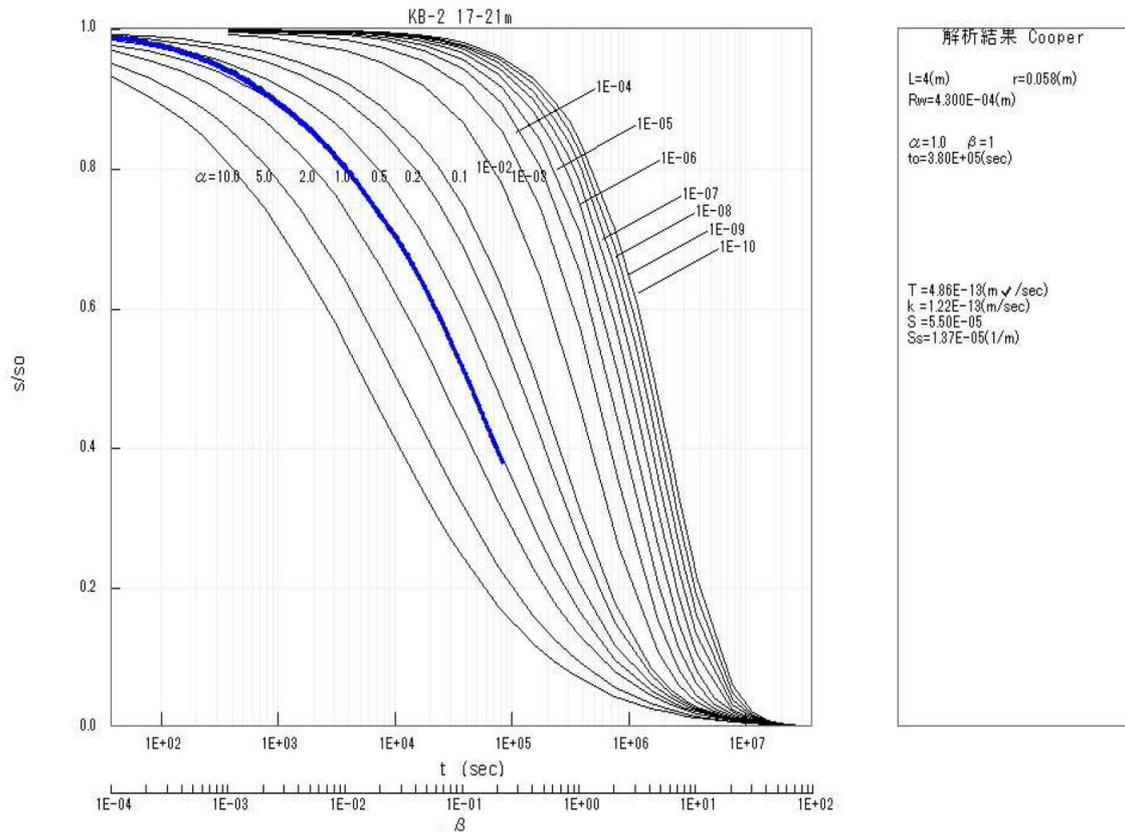


図 付録 7-41 KB-2 孔 GL-17.00m~-21.00m 区間 P11 Cooper の解析図

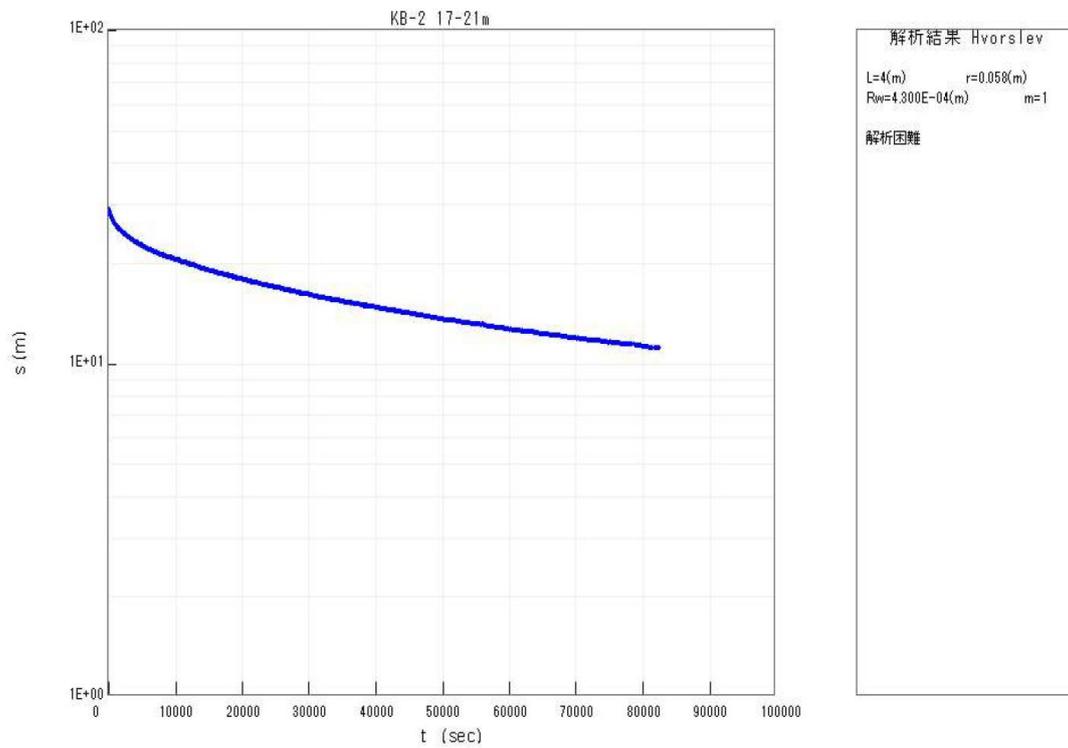


図 付録 7-42 KB-2 孔 GL-17.00m~-21.00m 区間 P11 Hvorslev の解析図

表 付録 7-7 KB-2 孔 GL-12.00m～-16.00m 区間 試験結果一覧

孔名	KB-2		使用試験装置	ATK社製水理試験装置	
使用パッカー	φ 90mmパッカー		パッカー編成	ダブルパッカー	
試験開始日	2021/2/16		試験終了日	2021/2/18	
試験区間上端	(GL- m)	12.00	掘削深度	(GL- m)	25.00
試験区間下端	(GL- m)	16.00	掘削孔半径	(m)	0.058
試験区間長	(m)	4.00	掘削傾斜角	鉛直	
P1圧力計深度	(GL- m)	7.84	ロッド半径	(m)	0.0179
P2圧力計深度	(GL- m)	7.84	2.5インチ管半径	(m)	未使用
P3圧力計深度	(GL- m)	7.43			
水+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)	2.72E-11		閉鎖区間体積 (L)	46.85	
ガス+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)	2.11E-08		システム全体体積 (L)	52.60	
試験概要・試験結果					
試験シーケンシャル	INF/PSR～PI1～PI2～DEF				
間隙水圧測定結果	対象区間	記録値 (MPa)	換算水位 (GL m)	備考	
	P1	0.2247	15.07	測定期間を通じて安定	
	P2	0.0858	0.91	PI1開始前：安定	
	P3	0.0745	0.17	測定期間を通じて安定	
PI1	仮想半径Rw (m)	4.54E-04	PIの注入量 (mL)	20	
	Compressibility (m ³ /Pa)	6.60E-11	最大水位変化量 (m)	30.91	
PI2	仮想半径Rw (m)	4.68E-04	PIの注入量 (mL)	20	
	Compressibility (m ³ /Pa)	7.01E-11	最大水位変化量 (m)	29.09	
解析結果					
透水試験名	T (m ² /sec)	k (m/sec)	S (-)	Ss (1/m)	解析方法
PI1	1.11E-10	2.78E-11	6.02E-05	1.50E-05	Cooper
					Hvorslev
PI2	1.26E-10	3.15E-11	6.51E-05	1.63E-05	Cooper
					Hvorslev
備考					

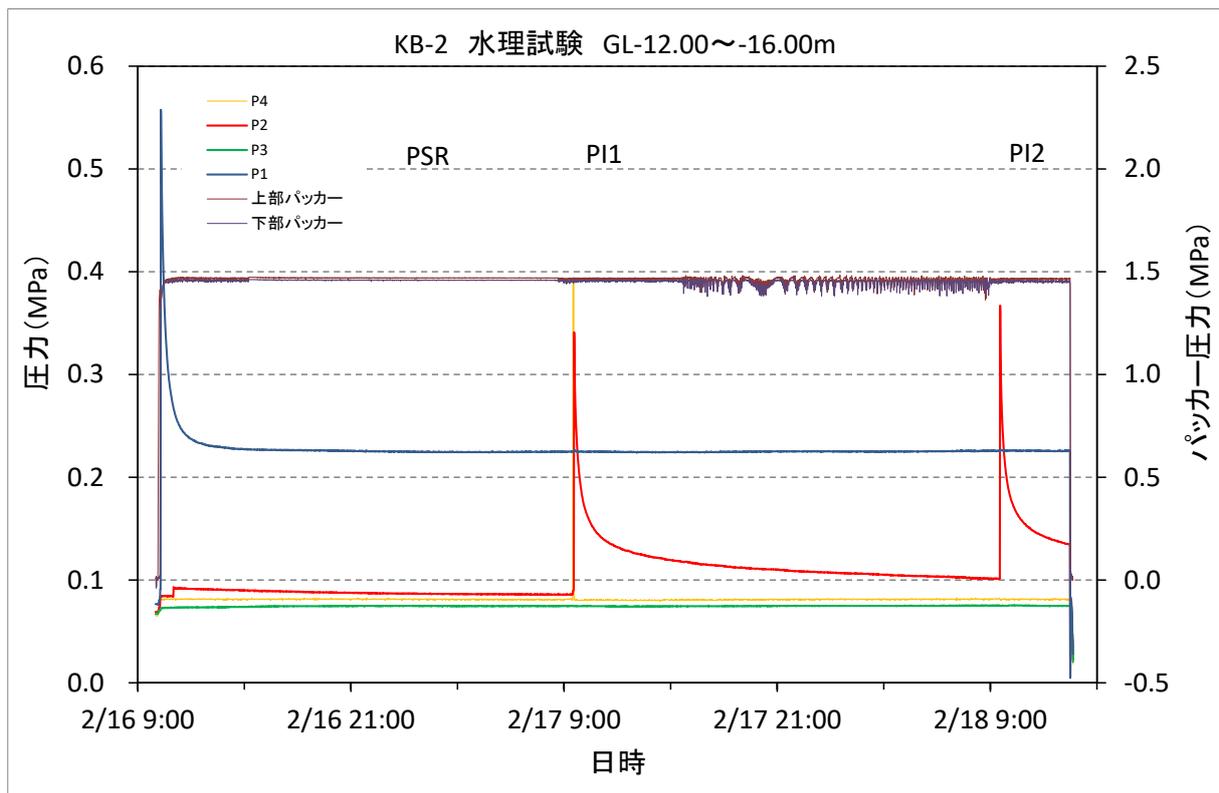


図 付録 7-43 KB-2 孔 GL-12.00m~-16.00m 区間 圧力変化

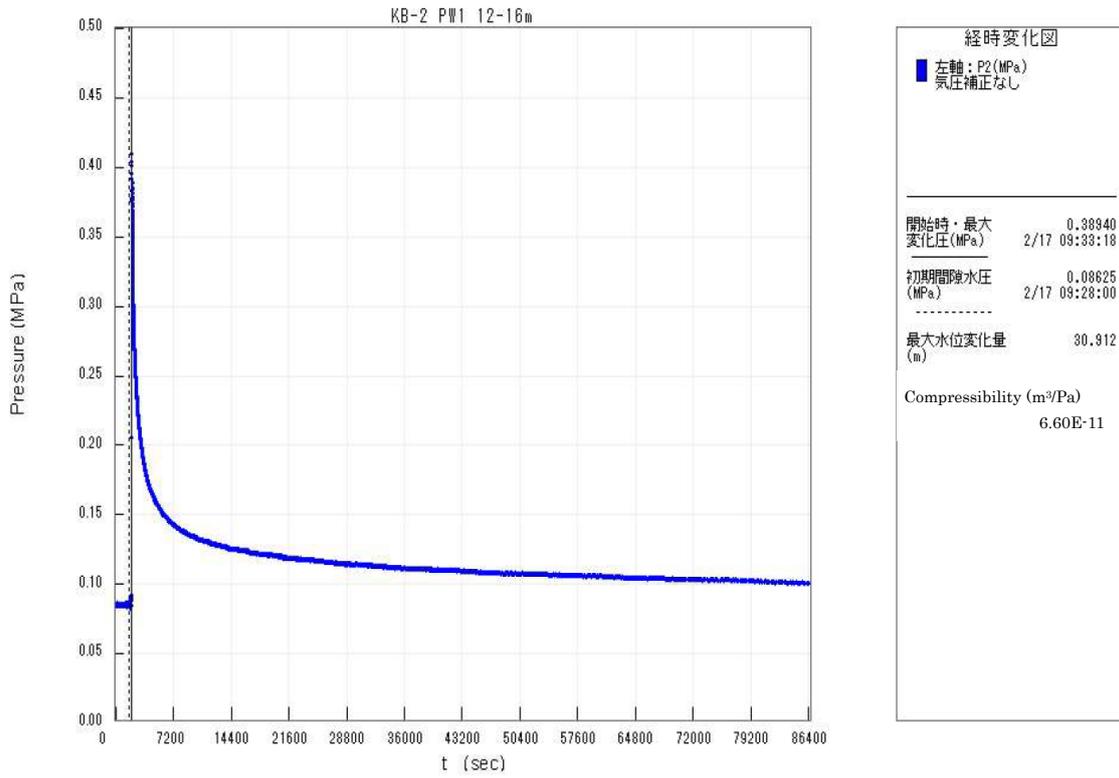


図 付録 7-44 KB-2 孔 GL-12.00m~-16.00m 区間 P11 圧力変化図

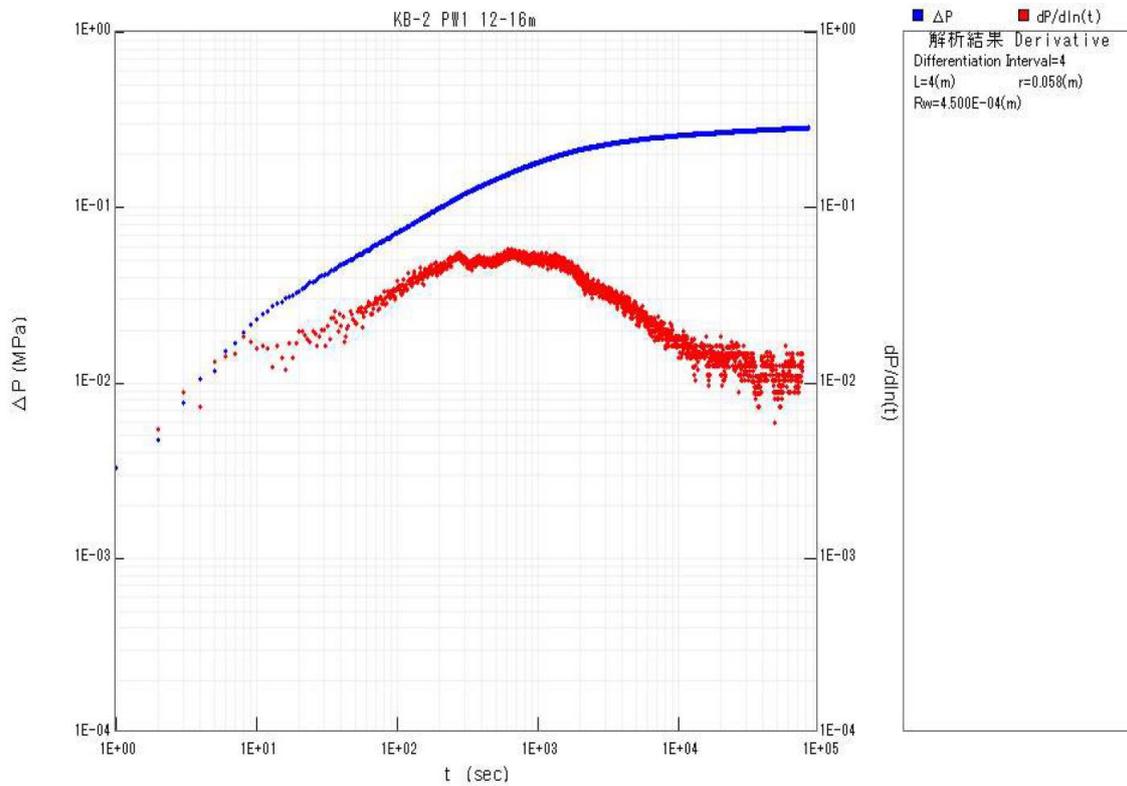
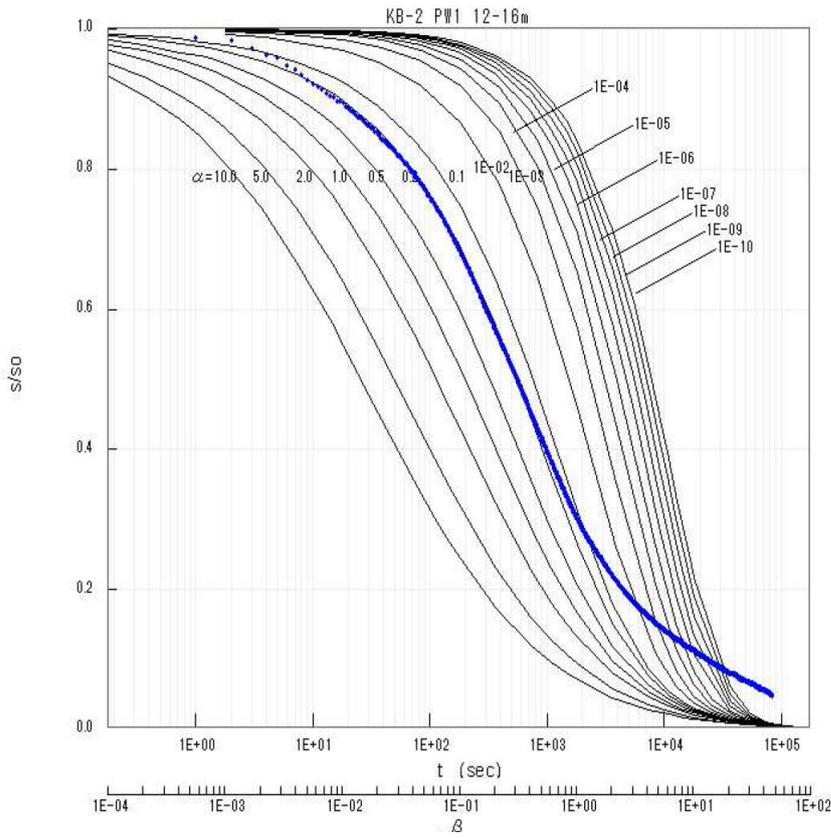


図 付録 7-45 KB-2 孔 GL-12.00m~-16.00m 区間 P11 Derivative Plot



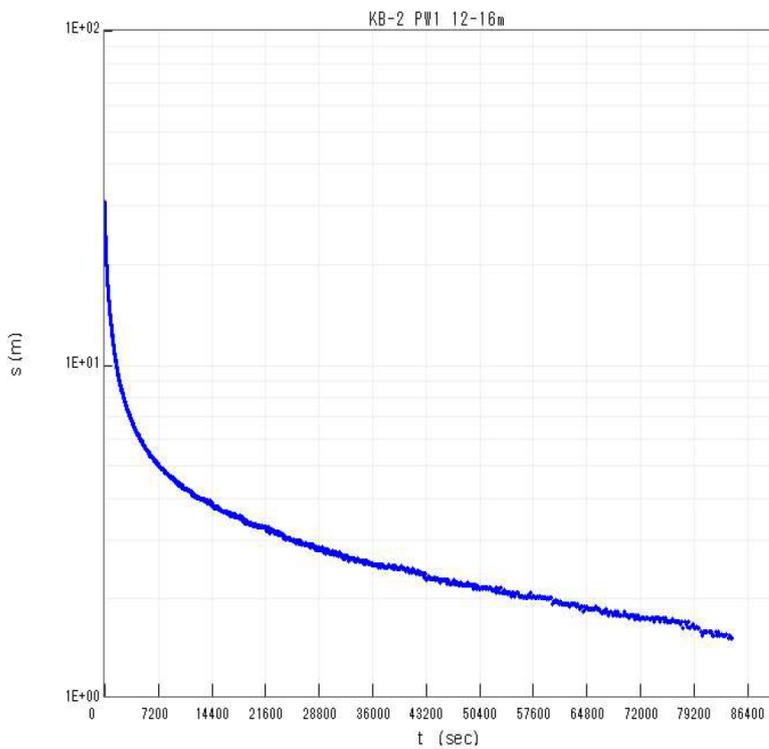
解析結果 Cooper

$L=4(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=4.500E-04(m)$

$\alpha=1.0$ $\beta=1$
 $t_0=1.82E+03(sec)$

$T=1.11E-10(m \sqrt{sec})$
 $k=2.78E-11(m/sec)$
 $S=6.02E-05$
 $Ss=1.50E-05(1/m)$

図 付録 7-46 KB-2 孔 GL-12.00m~-16.00m 区間 P11 Cooper の解析図



解析結果 Hvorslev

$L=4(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=4.500E-04(m)$ $m=1$

解析困難

図 付録 7-47 KB-2 孔 GL-12.00m~-16.00m 区間 P11 Hvorslev の解析図

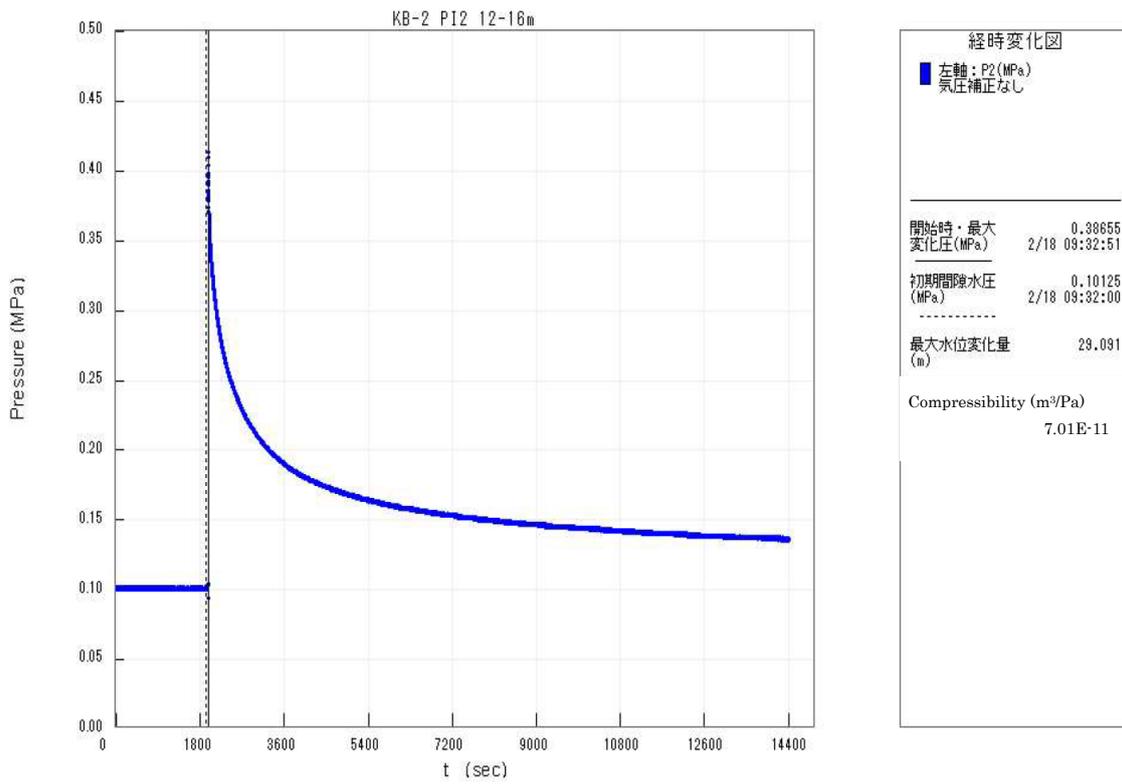


図 付録 7-48 KB-2 孔 GL-12.00m~-16.00m 区間 P12 圧力変化図

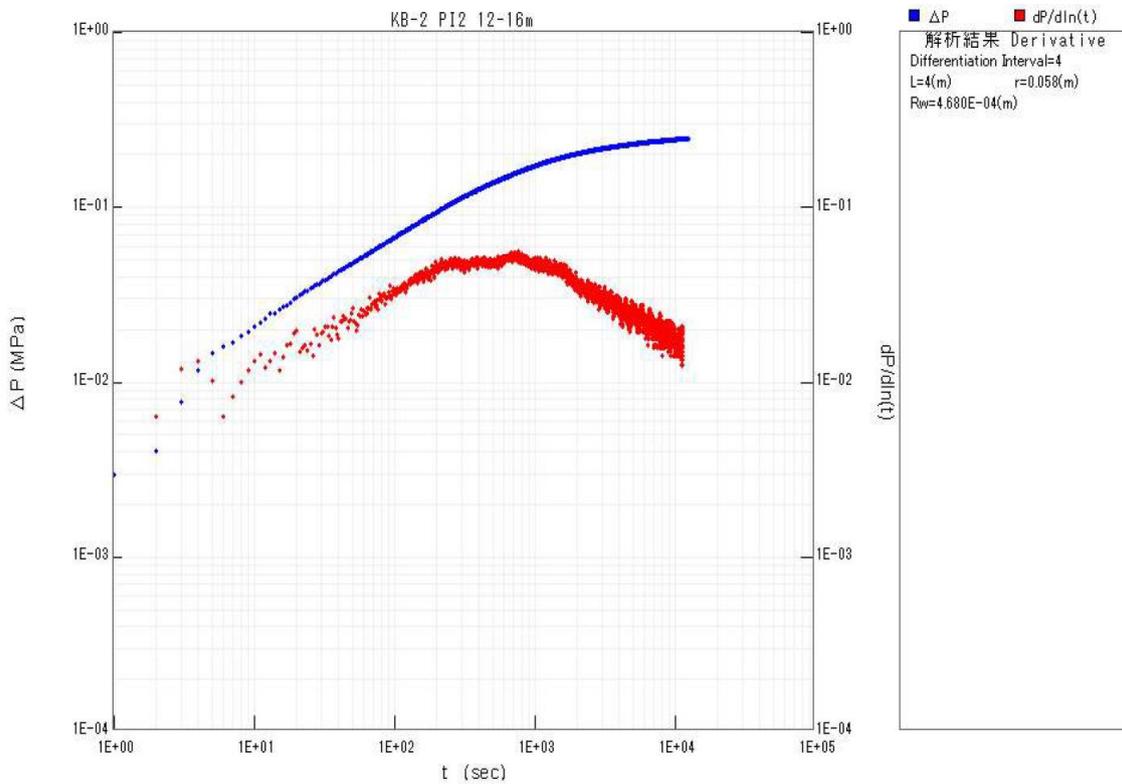
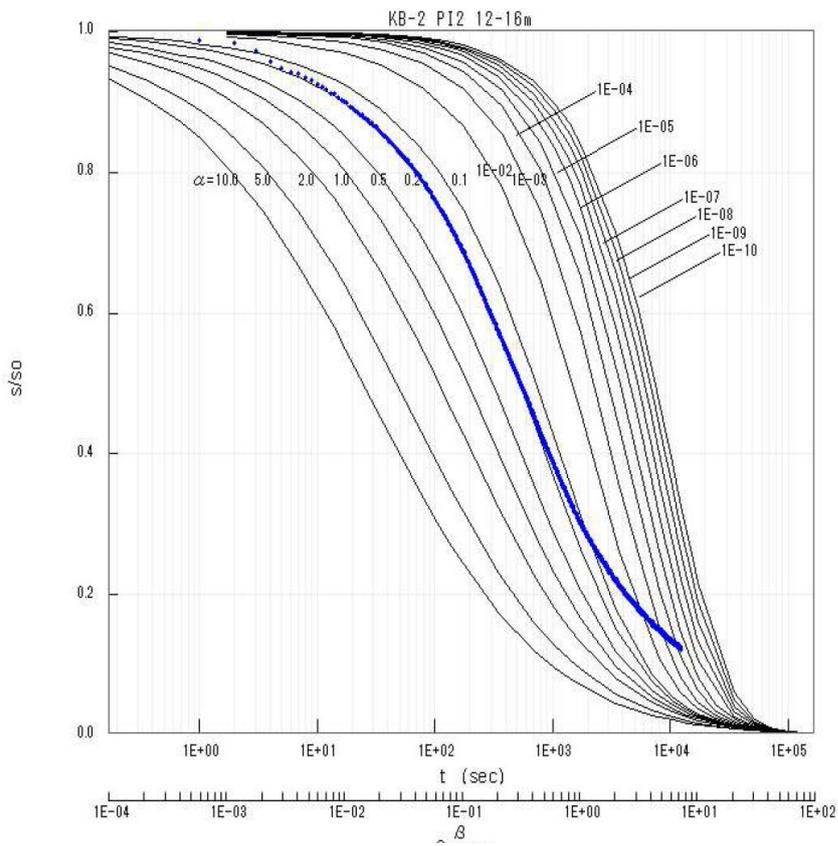


図 付録 7-49 KB-2 孔 GL-12.00m~-16.00m 区間 P12 Derivative Plot



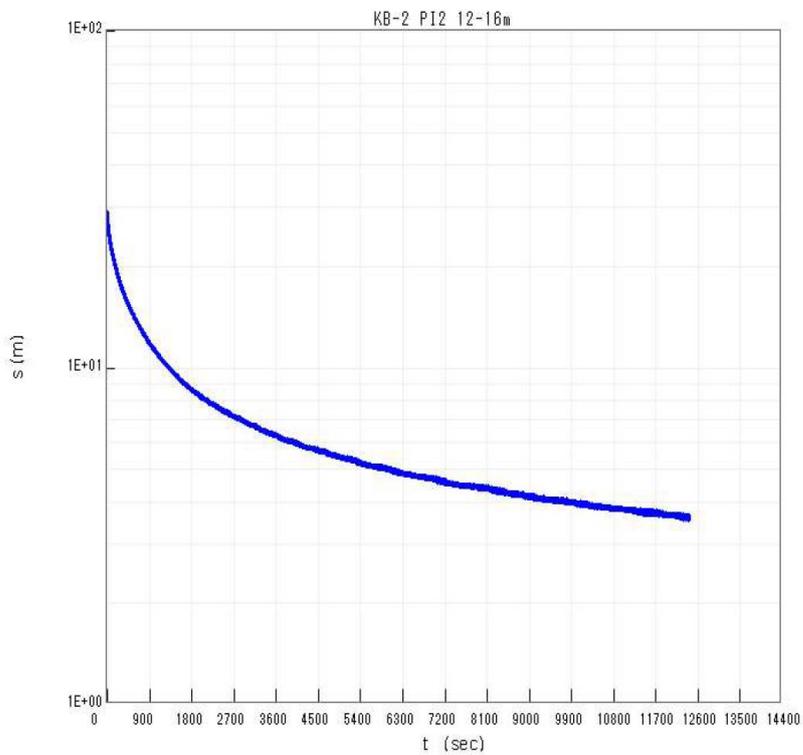
解析結果 Cooper

$L=4(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=4.680E-04(m)$

$\alpha=1.0$ $\beta=1$
 $to=1.74E+03(sec)$

$T=1.26E-10(m\sqrt{sec})$
 $k=3.15E-11(m/sec)$
 $S=6.51E-05$
 $Ss=1.63E-05(1/m)$

図 付録 7-50 KB-2 孔 GL-12.00m~-16.00m 区間 P12 Cooper の解析図



解析結果 Hvorslev

$L=4(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=4.680E-04(m)$ $m=1$

解析困難

図 付録 7-51 KB-2 孔 GL-12.00m~-16.00m 区間 P12 Hvorslev の解析図

表 付録 7-8 KB-2 孔 GL-8.00m~-12.00m 区間 試験結果一覧

孔名	KB-2		使用試験装置	ATK社製水理試験装置	
使用パッカー	φ 90mmパッカー		パッカー編成	ダブルパッカー	
試験開始日	2021/2/18		試験終了日	2021/2/22	
試験区間上端	(GL- m)	8.00	掘削深度	(GL- m)	25.00
試験区間下端	(GL- m)	12.00	掘削孔半径	(m)	0.058
試験区間長	(m)	4.00	掘削傾斜角	鉛直	
P1圧力計深度	(GL- m)	3.84	ロッド半径	(m)	0.0179
P2圧力計深度	(GL- m)	3.84	2.5インチ管半径	(m)	未使用
P3圧力計深度	(GL- m)	3.43			
水+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)	2.72E-11		閉鎖区間体積 (L)	46.85	
ガス+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)	2.11E-08		システム全体体積 (L)	50.48	
試験概要・試験結果					
試験シーケンシャル	INF/PSR~PI1~PI2~DEF				
間隙水圧測定結果	対象区間	記録値 (MPa)	換算水位 (GL m)	備考	
	P1	0.1805	14.57	微弱な上昇~安定 (DEF前)	
	P2	0.0609	2.37	PI1開始前: 5~6cm/hの低下	
	P3	0.0375	0.39	測定期間を通じて安定	
PI1	仮想半径Rw (m)		3.53E-04	PIの注入量 (mL)	20
	Compressibility (m ³ /Pa)		3.98E-11	最大水位変化量 (m)	51.18
PI2	仮想半径Rw (m)		3.57E-04	PIの注入量 (mL)	13
	Compressibility (m ³ /Pa)		4.09E-11	最大水位変化量 (m)	32.41
解析結果					
透水試験名	T (m ² /sec)	k (m/sec)	S (-)	Ss (1/m)	解析方法
PI1	6.54E-12	1.63E-12	7.41E-06	1.85E-06	Cooper
					Hvorslev
PI2	5.07E-12	1.27E-12	7.58E-06	1.89E-06	Cooper
					Hvorslev
備考					

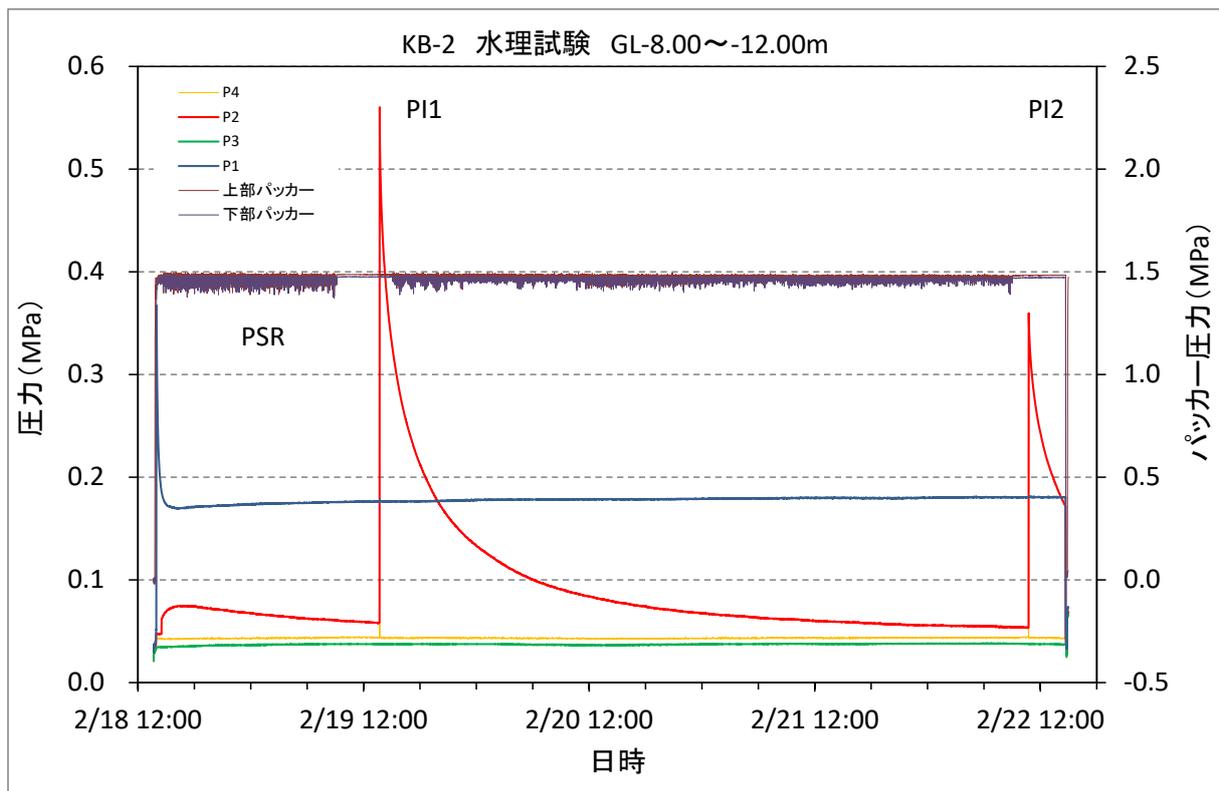


図 付録 7-52 KB-2 孔 GL-8.00m~-12.00m 区間 圧力変化

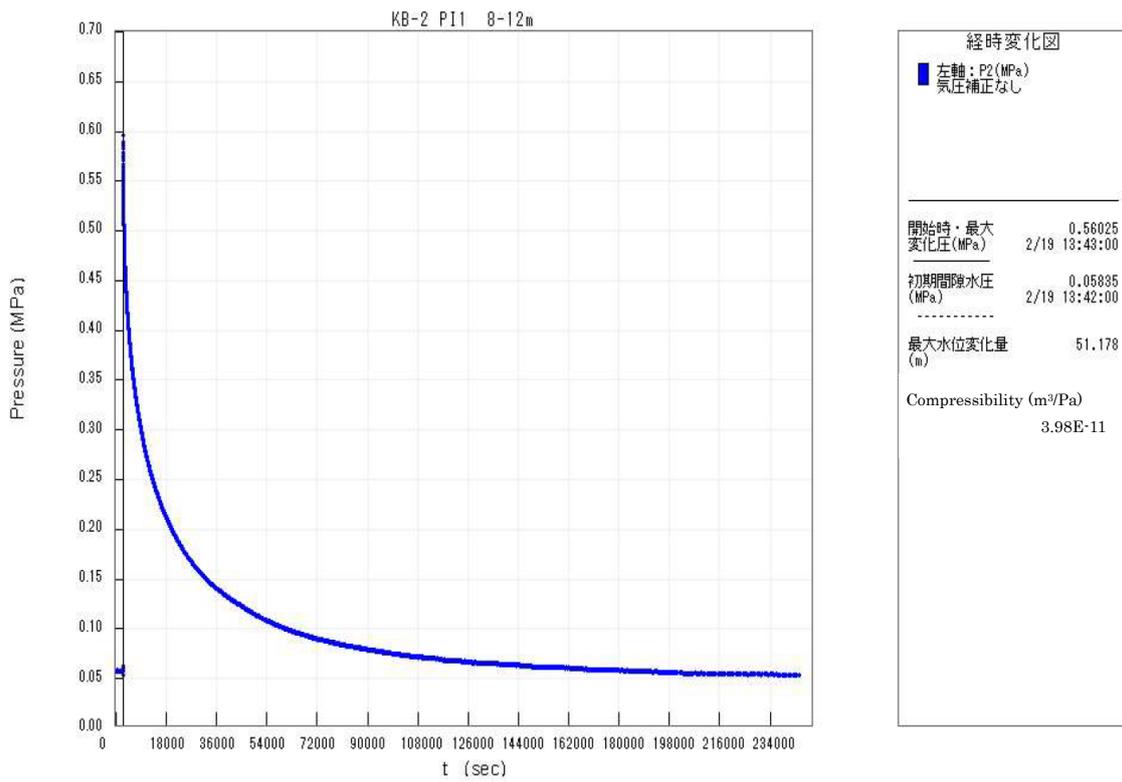


図 付録 7-53 KB-2 孔 GL-8.00m~-12.00m 区間 P11 圧力変化図

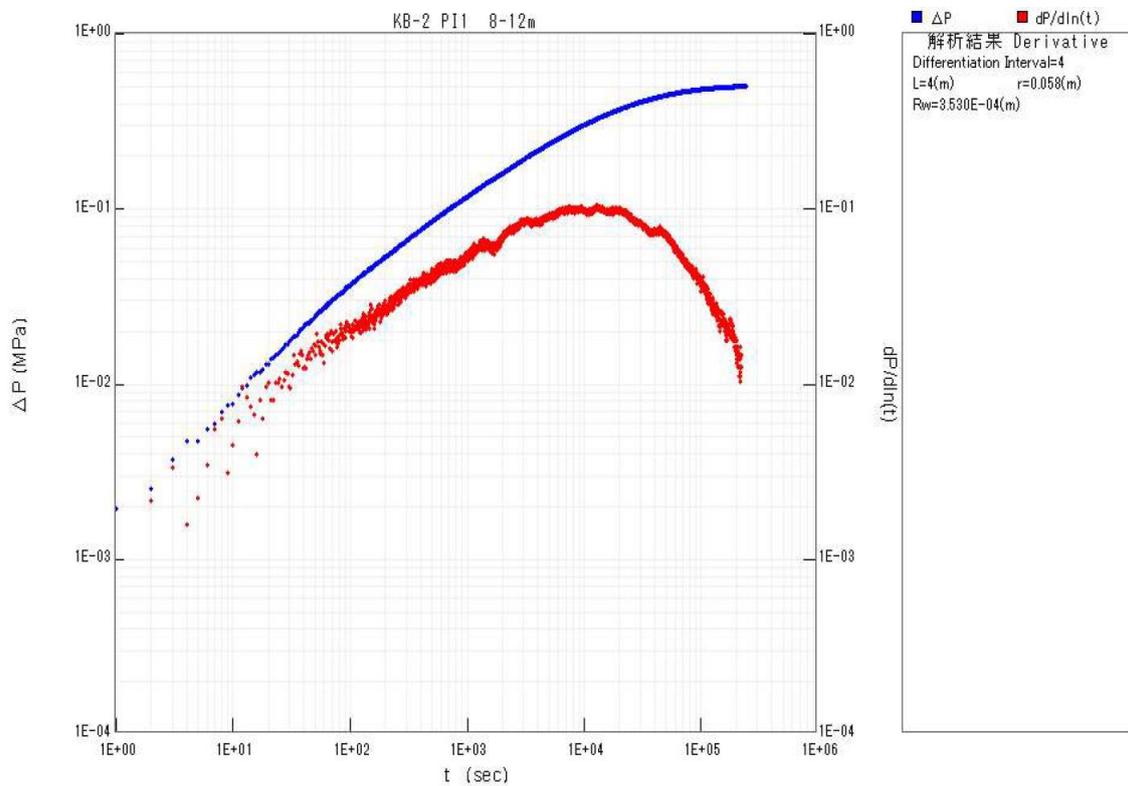
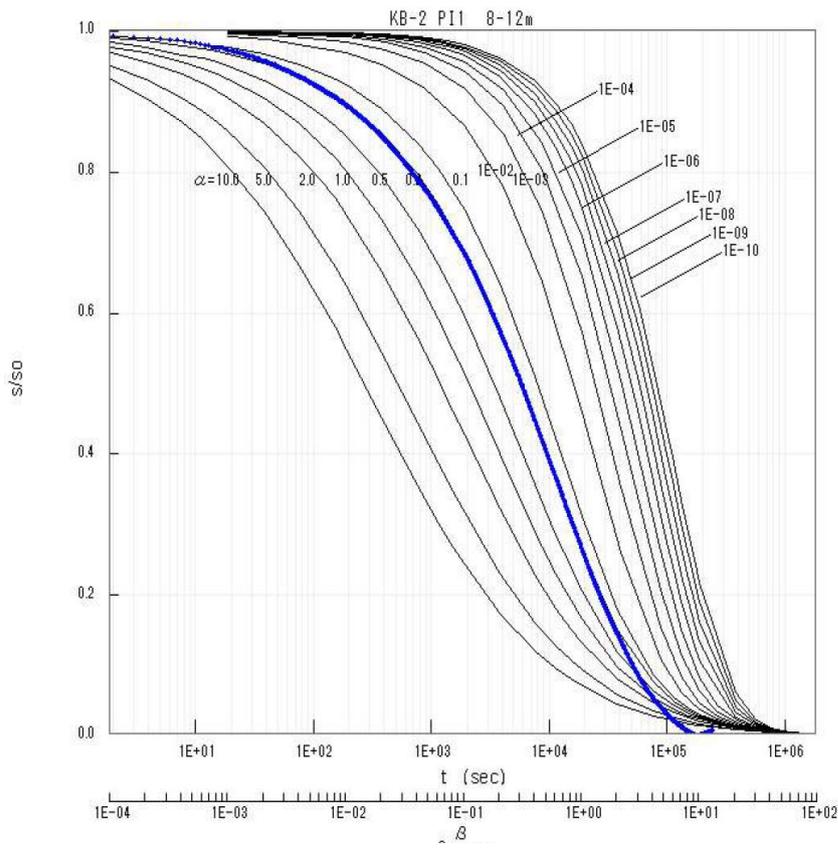


図 付録 7-54 KB-2 孔 GL-8.00m~-12.00m 区間 P11 Derivative Plot



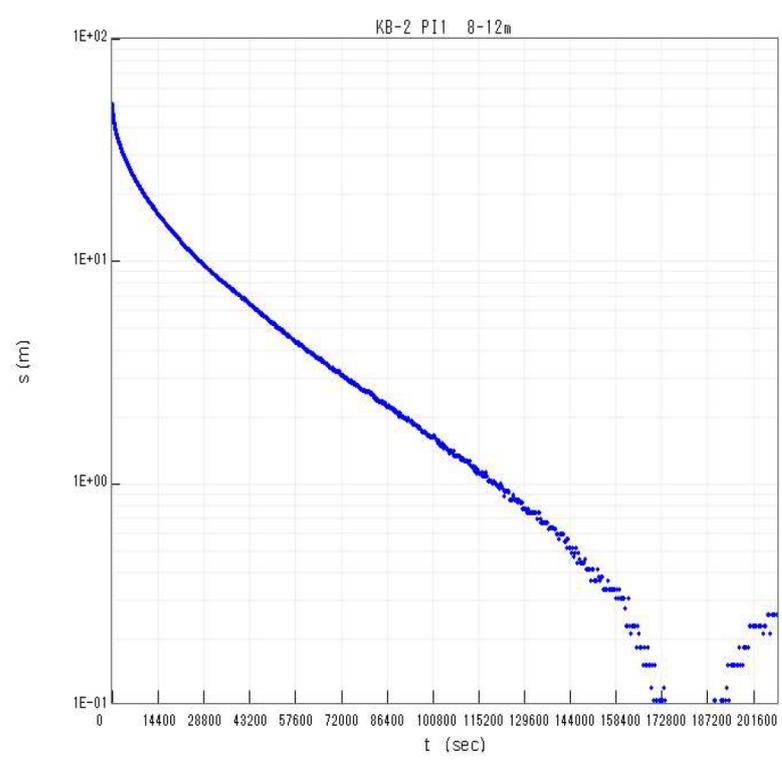
解析結果 Cooper

$L=4(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=3.530E-04(m)$

$\alpha=0.2$ $\beta=1$
 $t_0=1.91E+04(sec)$

$T=6.54E-12(m\sqrt{sec})$
 $k=1.63E-12(m/sec)$
 $S=7.41E-06$
 $Ss=1.85E-06(1/m)$

図 付録 7-55 KB-2 孔 GL-8.00m~-12.00m 区間 P11 Cooper の解析図



解析結果 Hvorslev

$L=4(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=3.530E-04(m)$ $m=1$

解析困難

図 付録 7-56 KB-2 孔 GL-8.00m~-12.00m 区間 P11 Hvorslev の解析図

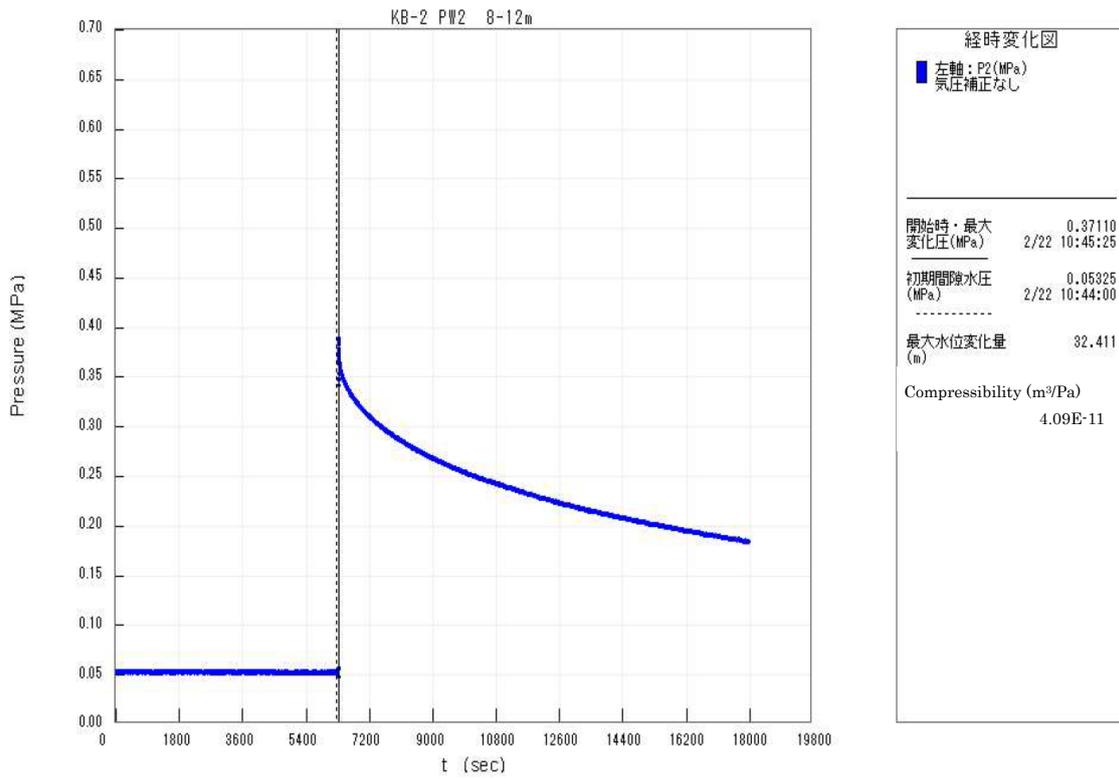


図 付録 7-57 KB-2 孔 GL-8.00m~-12.00m 区間 P12 圧力変化図

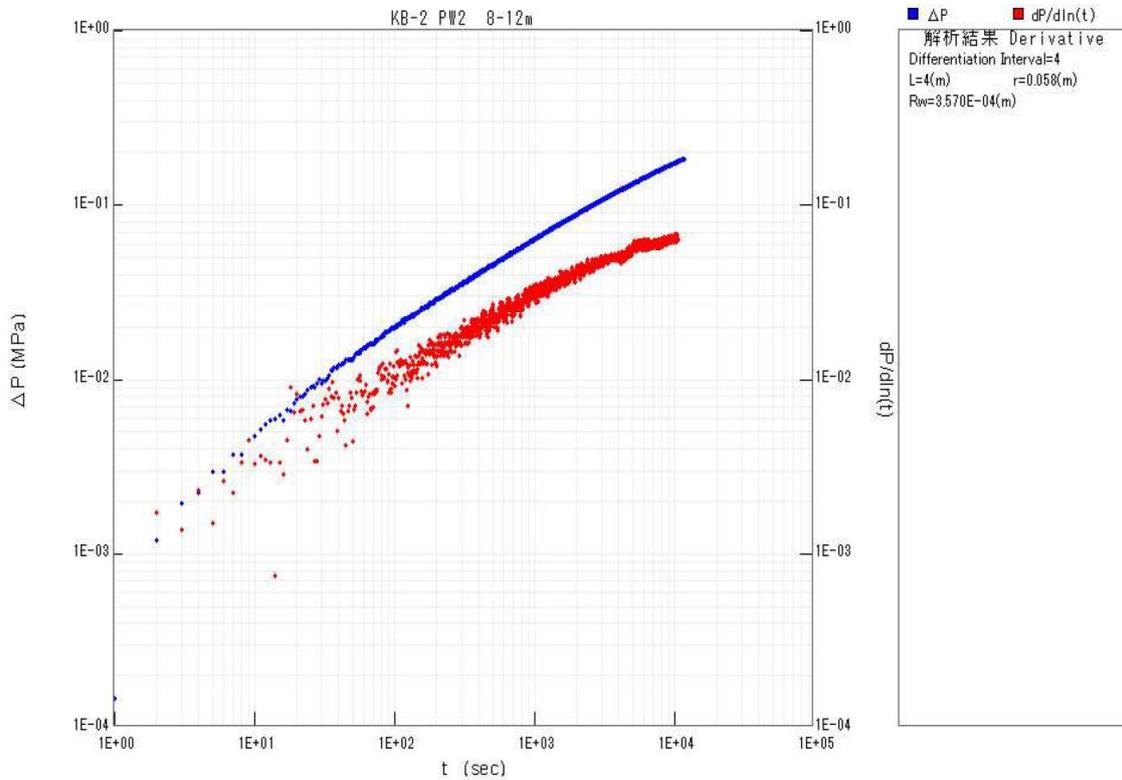
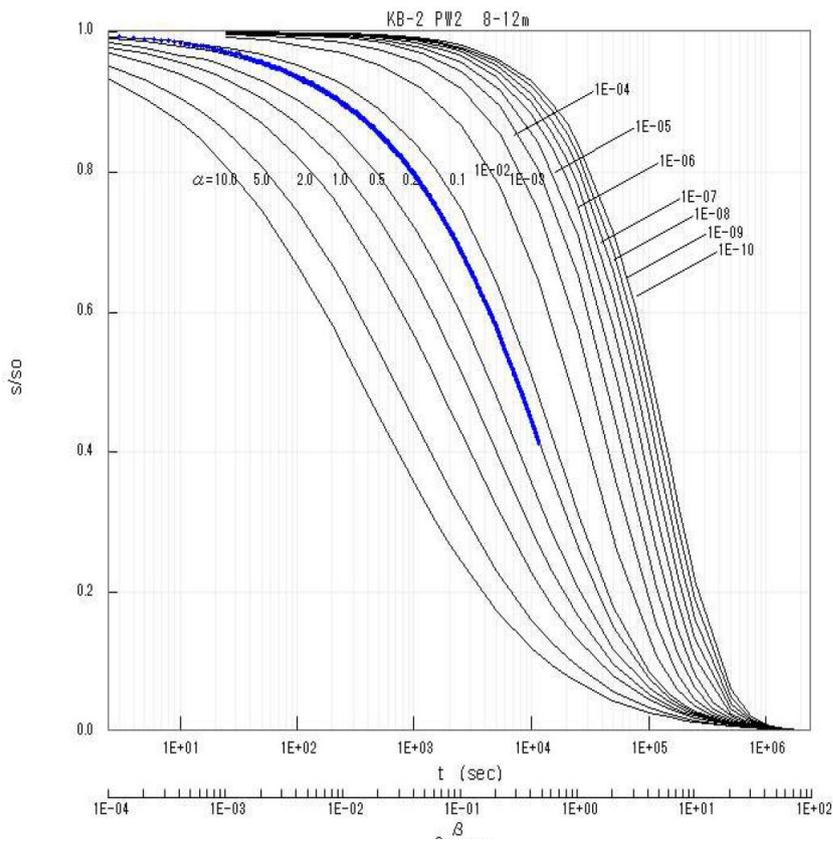


図 付録 7-58 KB-2 孔 GL-8.00m~-12.00m 区間 P12 Derivative Plot



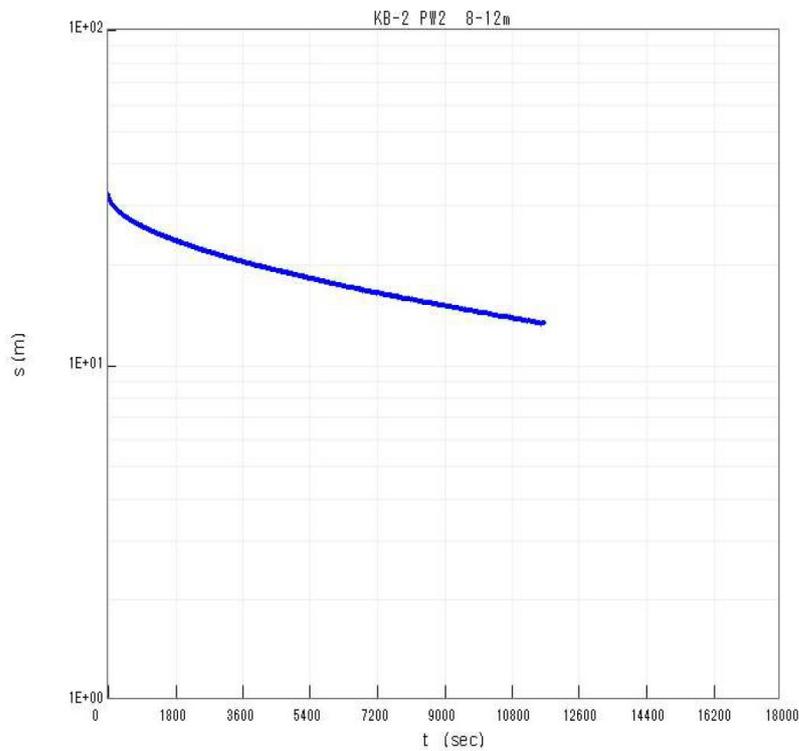
解析結果 Cooper

$L=4(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=3.570E-04(m)$

$\alpha=0.2$ $\beta=1$
 $t_0=2.51E+04(sec)$

$T=5.07E-12(m \sqrt{sec})$
 $k=1.27E-12(m/sec)$
 $S=7.58E-06$
 $Ss=1.89E-06(1/m)$

図 付録 7-59 KB-2 孔 GL-8.00m~-12.00m 区間 PI2 Cooper の解析図



解析結果 Hvorslev

$L=4(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=3.570E-04(m)$ $m=1$

解析困難

図 付録 7-60 KB-2 孔 GL-8.00m~-12.00m 区間 PI2 Hvorslev の解析図

表 付録 7-9 KB-2 孔 GL-11.00m~-15.00m 区間 試験結果一覧

孔名	KB-2		使用試験装置	ATK社製水理試験装置	
使用パッカー	φ 90mmパッカー		パッカー編成	ダブルパッカー	
試験開始日	2021/2/22		試験終了日	2021/2/25	
試験区間上端	(GL- m)	11.00	掘削深度	(GL- m)	25.00
試験区間下端	(GL- m)	15.00	掘削孔半径	(m)	0.058
試験区間長	(m)	4.00	掘削傾斜角	鉛直	
P1圧力計深度	(GL- m)	6.84	ロッド半径	(m)	0.0179
P2圧力計深度	(GL- m)	6.84	2.5インチ管半径	(m)	未使用
P3圧力計深度	(GL- m)	6.43			
水+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)	2.72E-11		閉鎖区間体積 (L)	46.85	
ガス+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)	2.11E-08		システム全体体積 (L)	51.60	
試験概要・試験結果					
試験シーケンシャル	INF/PSR~PI1~PI2~DEF				
間隙水圧測定結果	対象区間	記録値 (MPa)	換算水位 (GL m)	備考	
	P1	0.2160	15.19	測定期間を通じて安定	
	P2	0.1299	6.41	PI1開始前：3~4cm/hの低下	
	P3	0.0672	0.42	測定期間を通じて安定	
PI1	仮想半径Rw (m)		3.74E-04	PIの注入量 (mL)	16
	Compressibility (m ³ /Pa)		4.47E-11	最大水位変化量 (m)	36.48
PI2	仮想半径Rw (m)		3.45E-04	PIの注入量 (mL)	23
	Compressibility (m ³ /Pa)		3.82E-11	最大水位変化量 (m)	61.35
解析結果					
透水試験名	T(m ² /sec)	k(m/sec)	S (-)	Ss(1/m)	解析方法
PI1	5.97E-11	1.49E-11	8.32E-06	2.08E-06	Cooper
					Hvorslev
PI2	5.44E-11	1.36E-11	7.08E-06	1.77E-06	Cooper
					Hvorslev
備考					

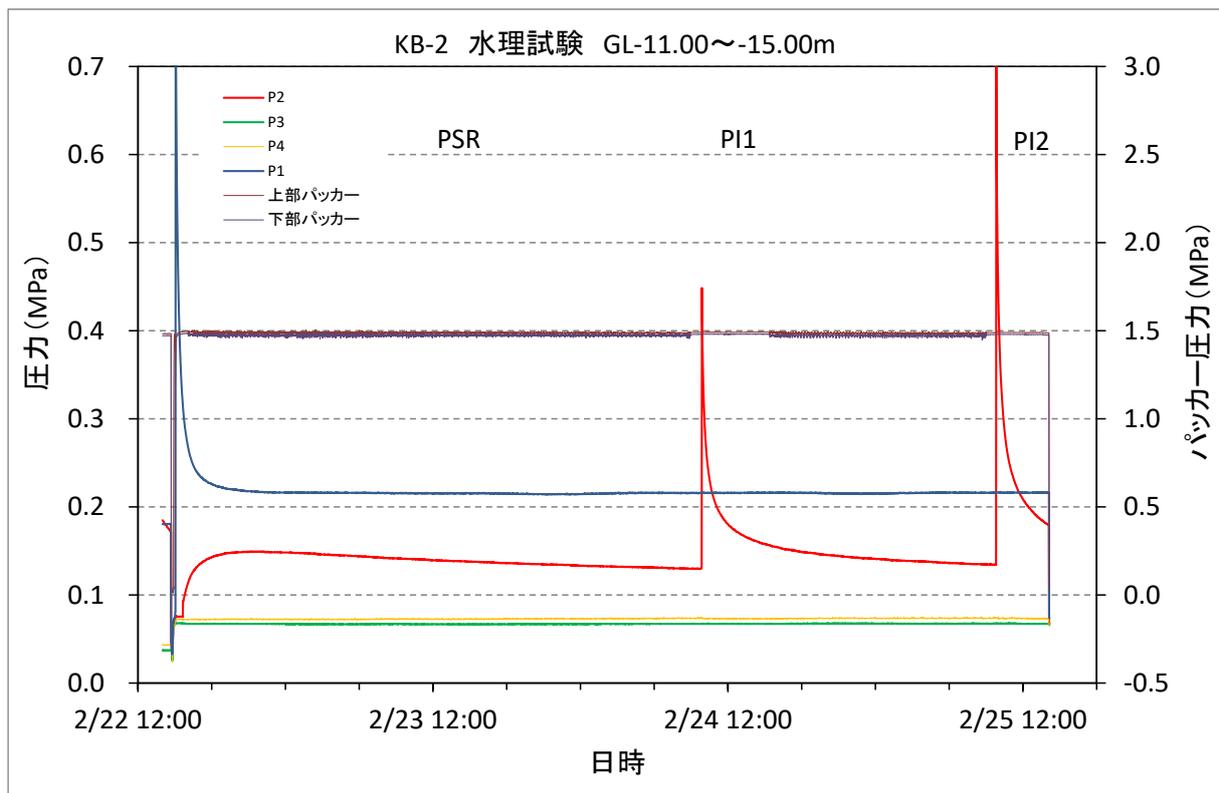


図 付録 7-61 KB-2 孔 GL-11.00m~-15.00m 区間 圧力変化

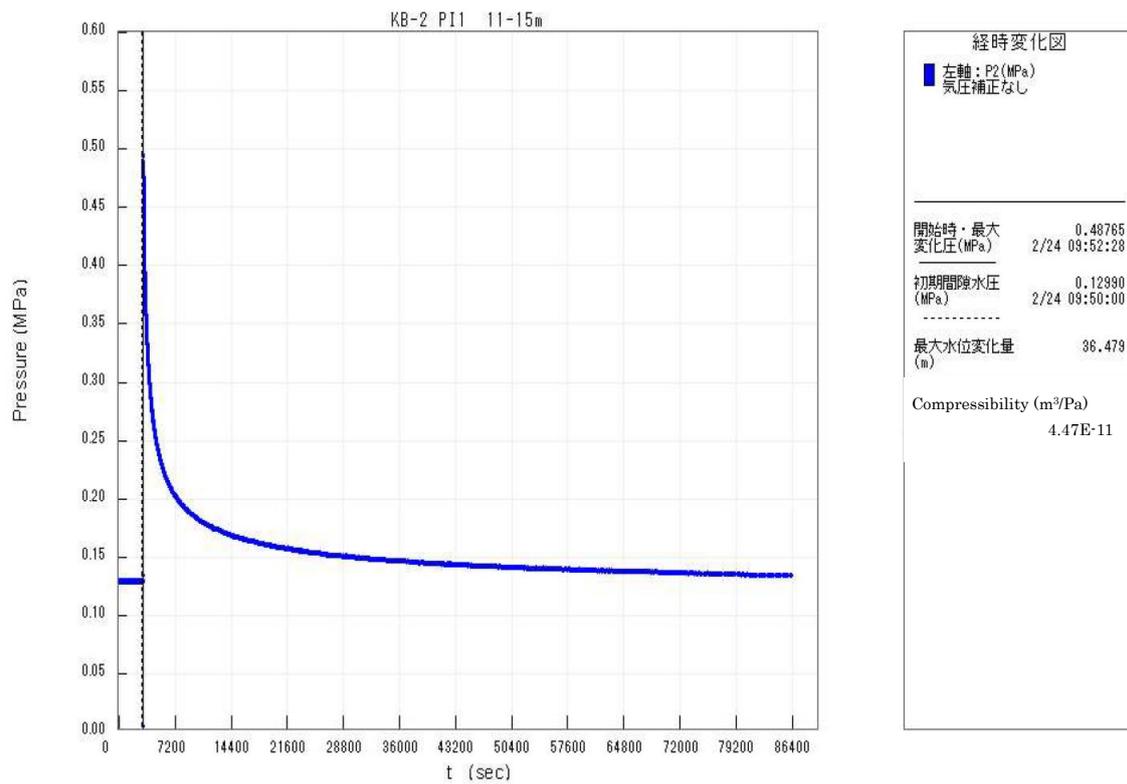


図 付録 7-62 KB-2 孔 GL-11.00m~-15.00m 区間 PI1 圧力変化図

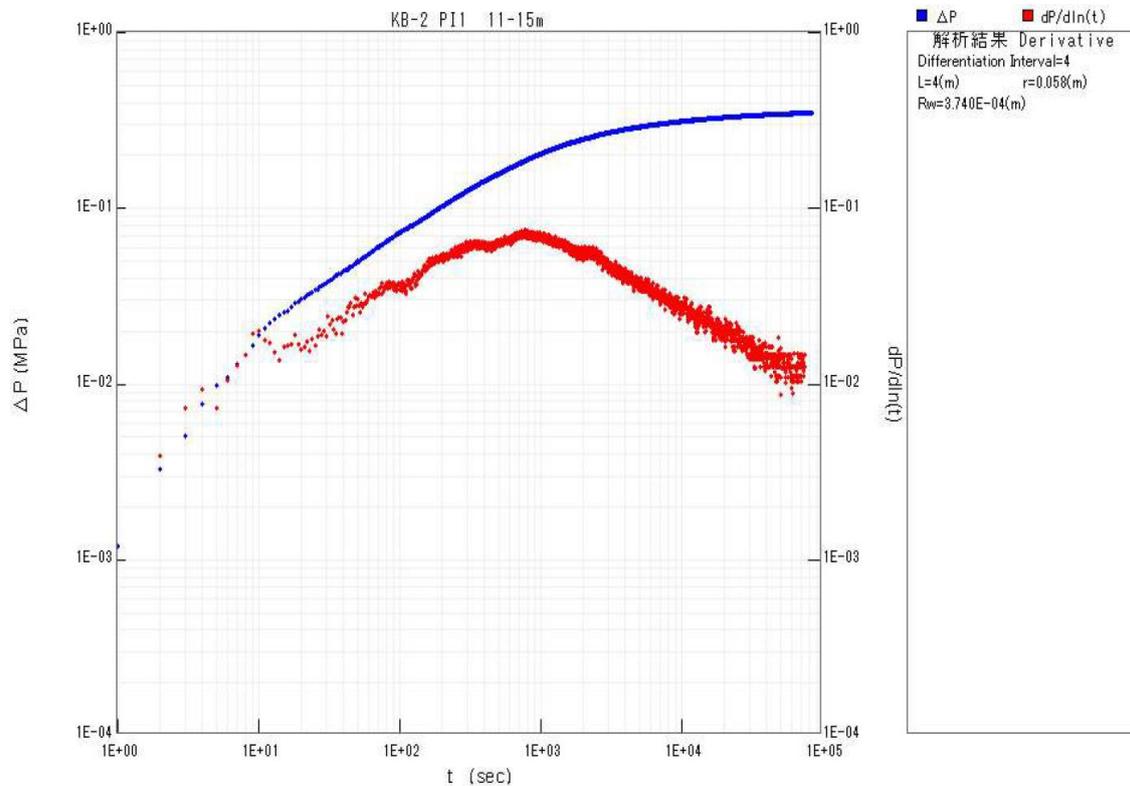
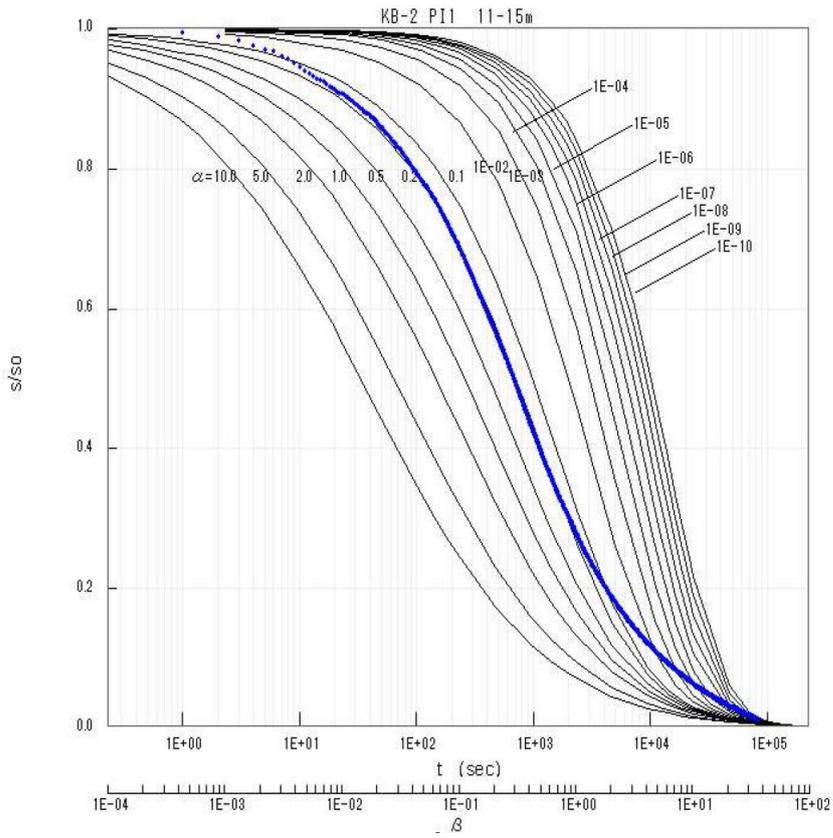


図 付録 7-63 KB-2 孔 GL-11.00m~-15.00m 区間 PI1 Derivative Plot



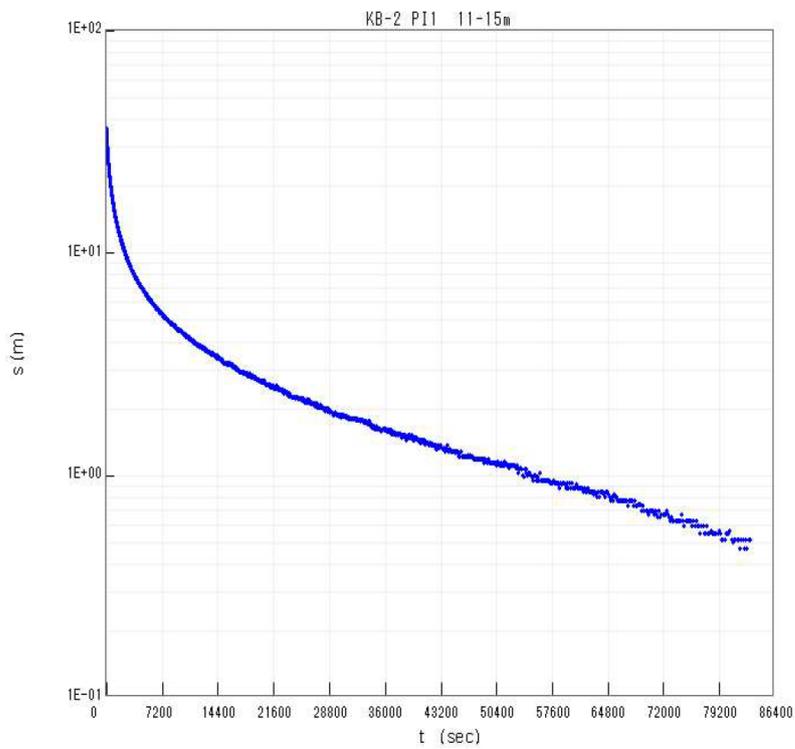
解析結果 Cooper

$L=4(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=3.740E-04(m)$

$\alpha=0.2$ $\beta=1$
 $t_0=2.34E+03(sec)$

$T=5.97E-11(m \sqrt{sec})$
 $k=1.49E-11(m/sec)$
 $S=8.32E-06$
 $Ss=2.08E-06(1/m)$

図 付録 7-64 KB-2 孔 GL-11.00m~-15.00m 区間 P11 Cooper の解析図



解析結果 Hvorslev

$L=4(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=3.740E-04(m)$ $m=1$

解析困難

図 付録 7-65 KB-2 孔 GL-11.00m~-15.00m 区間 P11 Hvorslev の解析図

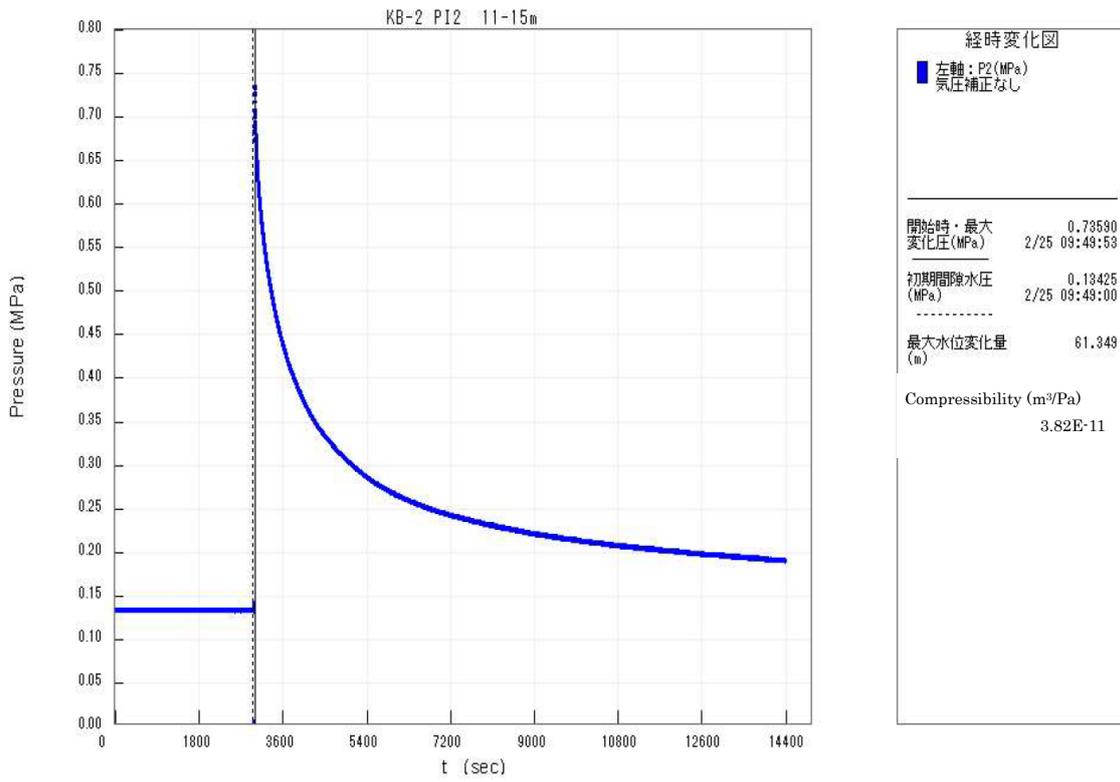


図 付録 7-66 KB-2 孔 GL-11.00m~-15.00m 区間 PI2 圧力変化図

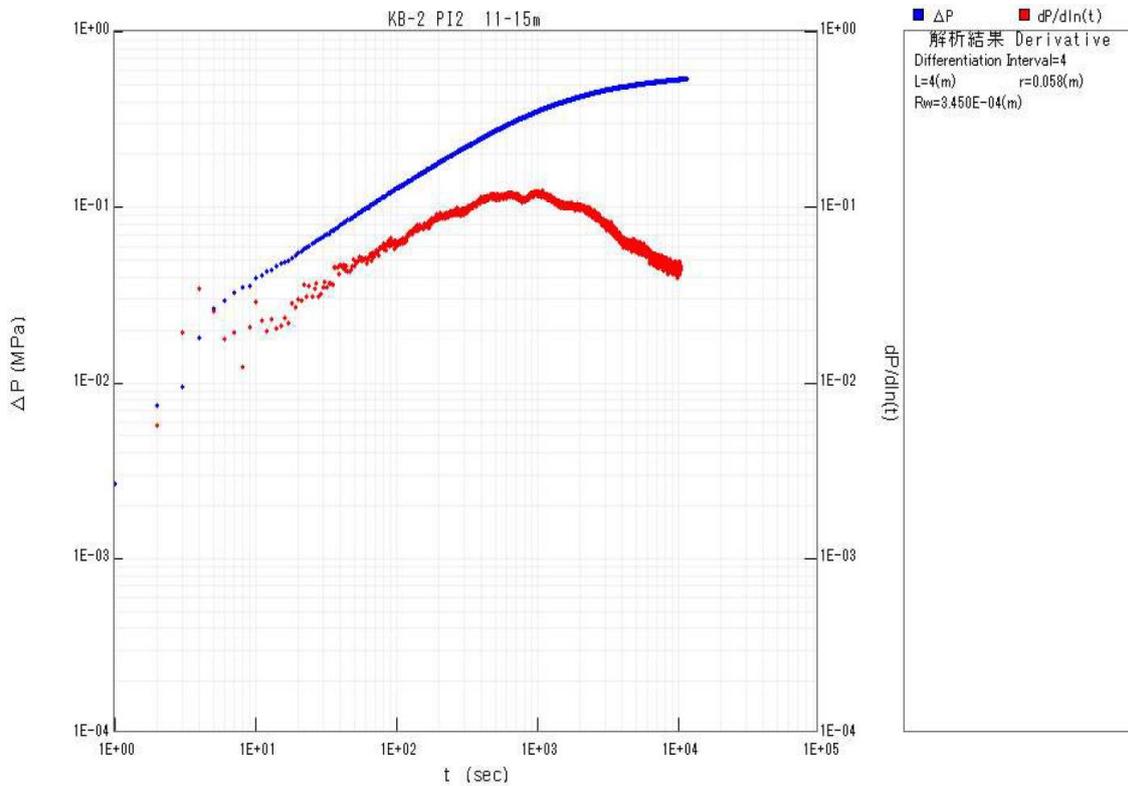
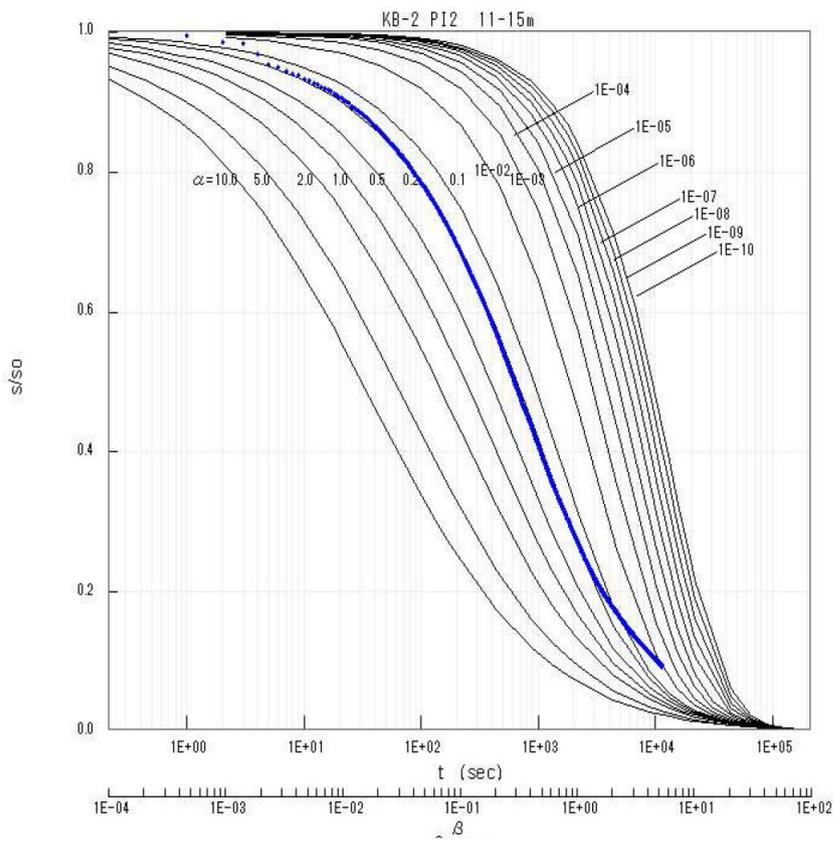


図 付録 7-67 KB-2 孔 GL-11.00m~-15.00m 区間 PI2 Derivative Plot



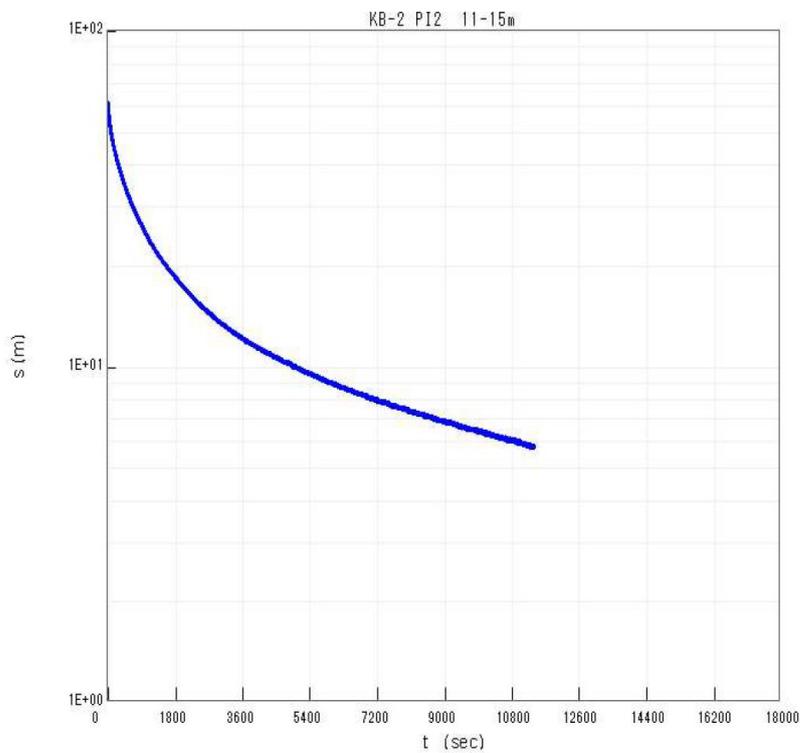
解析結果 Cooper

$L=4(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=3.450E-04(m)$

$\alpha=0.2$ $\beta=1$
 $t_0=2.19E+03(sec)$

$T=5.44E-11(m\sqrt{sec})$
 $k=1.36E-11(m/sec)$
 $S=7.08E-06$
 $Ss=1.77E-06(1/m)$

図 付録 7-68 KB-2 孔 GL-11.00m~-15.00m 区間 P12 Cooper の解析図



解析結果 Hvorslev

$L=4(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=3.450E-04(m)$ $m=1$

解析困難

図 付録 7-69 KB-2 孔 GL-11.00m~-15.00m 区間 P12 Hvorslev の解析図

表 付録 7-10 KB-2 孔 GL-15.00m~-19.00m 区間 試験結果一覧

孔名	KB-2		使用試験装置	ATK社製水理試験装置	
使用パッカー	φ 90mmパッカー		パッカー編成	ダブルパッカー	
試験開始日	2021/2/25		試験終了日	2021/3/1	
試験区間上端	(GL- m)	15.00	掘削深度	(GL- m)	25.00
試験区間下端	(GL- m)	19.00	掘削孔半径	(m)	0.058
試験区間長	(m)	4.00	掘削傾斜角	鉛直	
P1圧力計深度	(GL- m)	10.84	ロッド半径	(m)	0.0179
P2圧力計深度	(GL- m)	10.84	2.5インチ管半径	(m)	未使用
P3圧力計深度	(GL- m)	10.43			
水+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)	2.72E-11		閉鎖区間体積 (L)	46.85	
ガス+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)	2.11E-08		システム全体体積 (L)	53.72	
試験概要・試験結果					
試験シーケンシャル	INF/PSR~PI1~PI2~DEF				
間隙水圧測定結果	対象区間	記録値 (MPa)	換算水位 (GL m)	備考	
	P1	0.2559	15.25	測定期間を通じて安定	
	P2	0.1647	5.95	PI1開始前：1~2cm/hの低下	
	P3	0.1057	0.35	測定期間を通じて安定	
PI1	仮想半径Rw (m)		4.10E-04	PIの注入量 (mL)	27
	Compressibility (m ³ /Pa)		5.38E-11	最大水位変化量 (m)	51.13
PI2	仮想半径Rw (m)		3.83E-04	PIの注入量 (mL)	24
	Compressibility (m ³ /Pa)		4.71E-11	最大水位変化量 (m)	51.96
解析結果					
透水試験名	T (m ² /sec)	k (m/sec)	S (-)	Ss (1/m)	解析方法
PI1	4.85E-11	1.21E-11	2.50E-05	6.25E-06	Cooper
					Hvorslev
PI2	3.95E-11	9.87E-12	2.18E-05	5.45E-06	Cooper
					Hvorslev
備考					

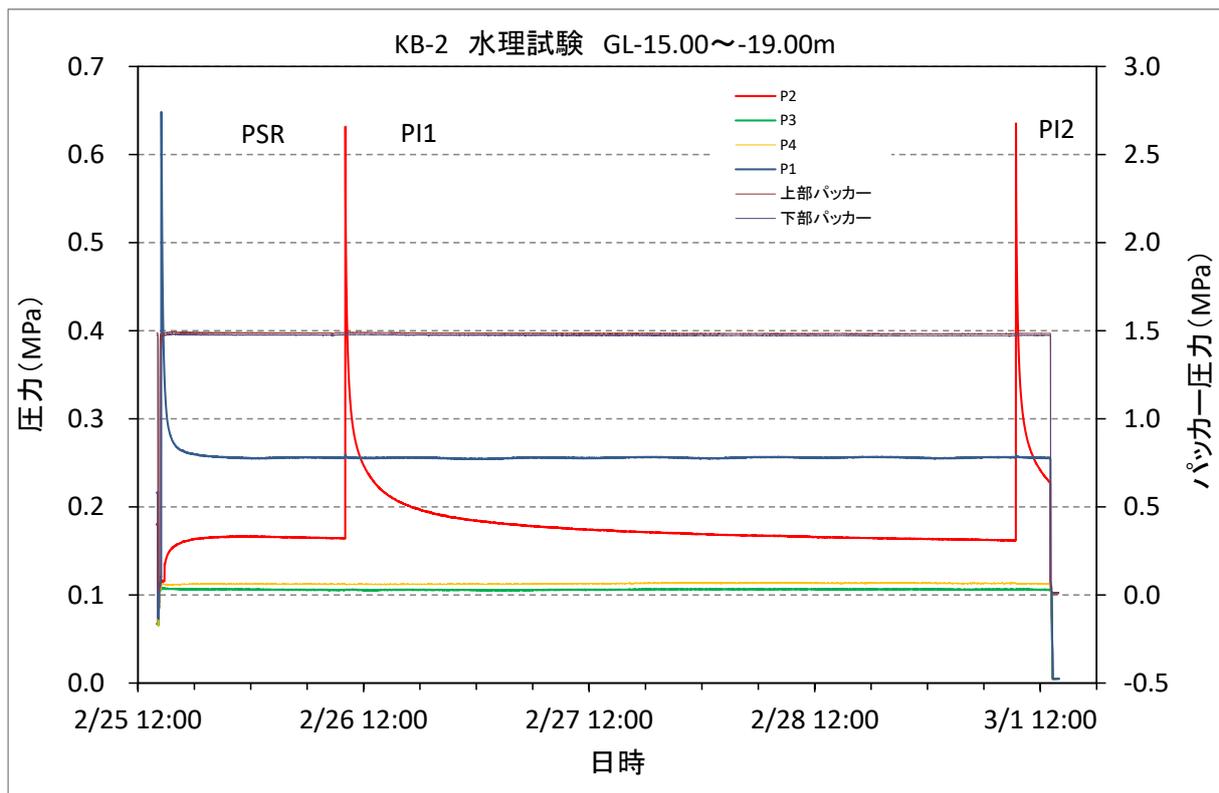


図 付録 7-70 KB-2 孔 GL-15.00m~-19.00m 区間 圧力変化

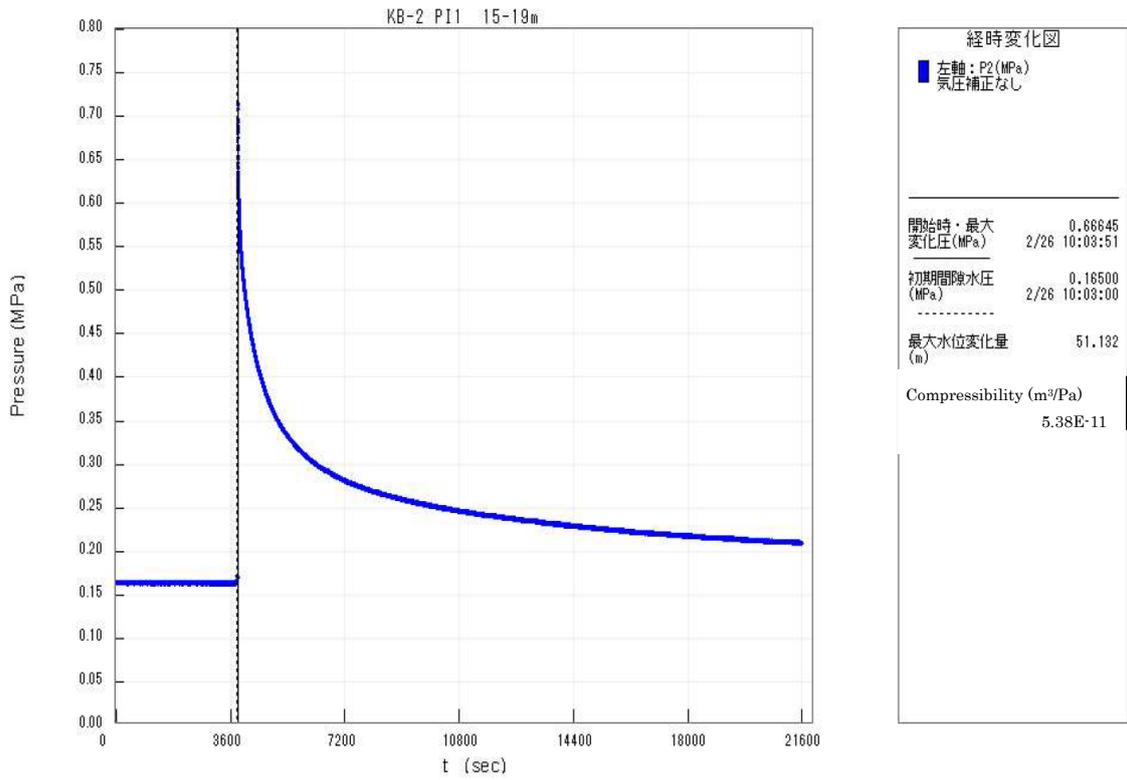


図 付録 7-71 KB-2 孔 GL-15.00m~-19.00m 区間 P11 圧力変化図

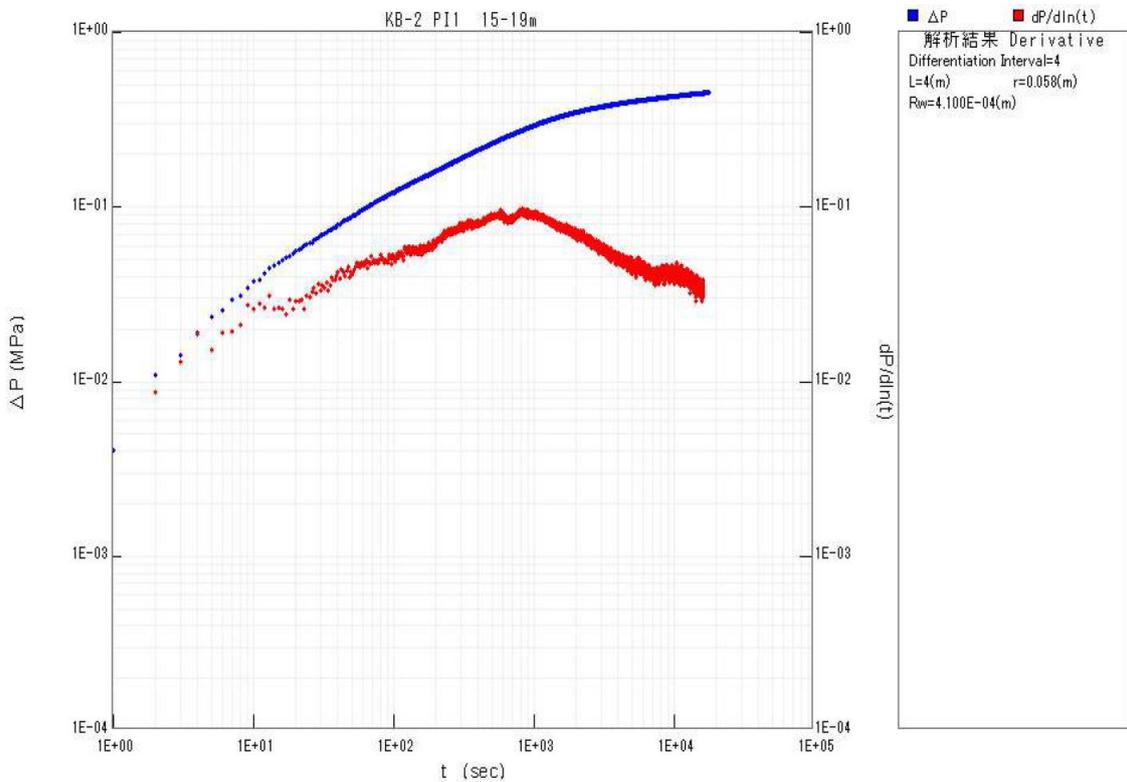
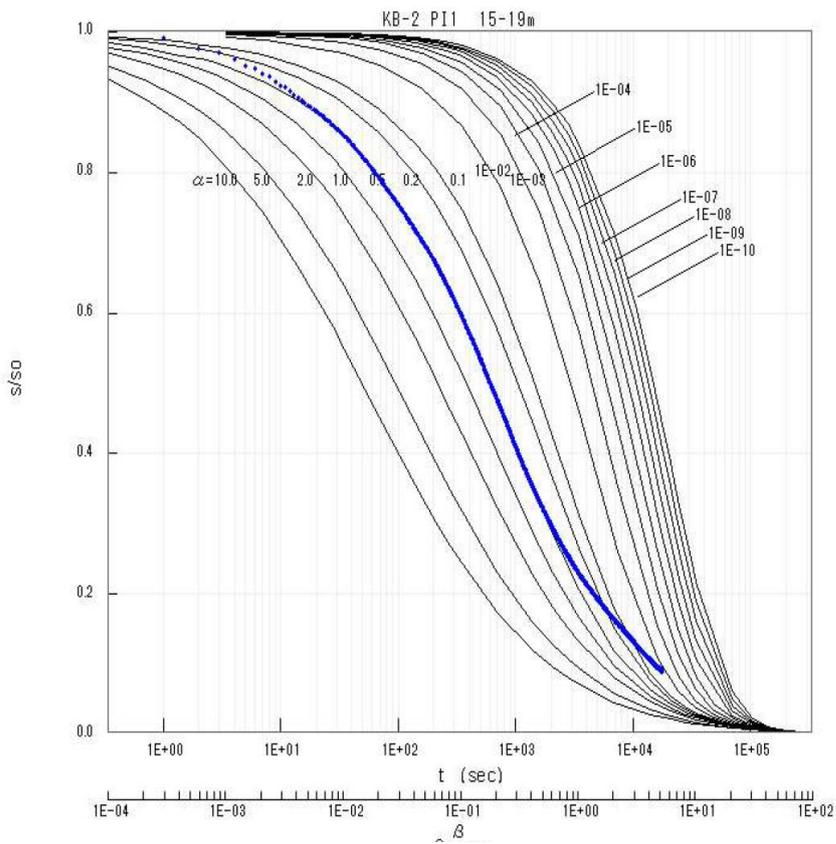


図 付録 7-72 KB-2 孔 GL-15.00m~-19.00m 区間 P11 Derivative Plot



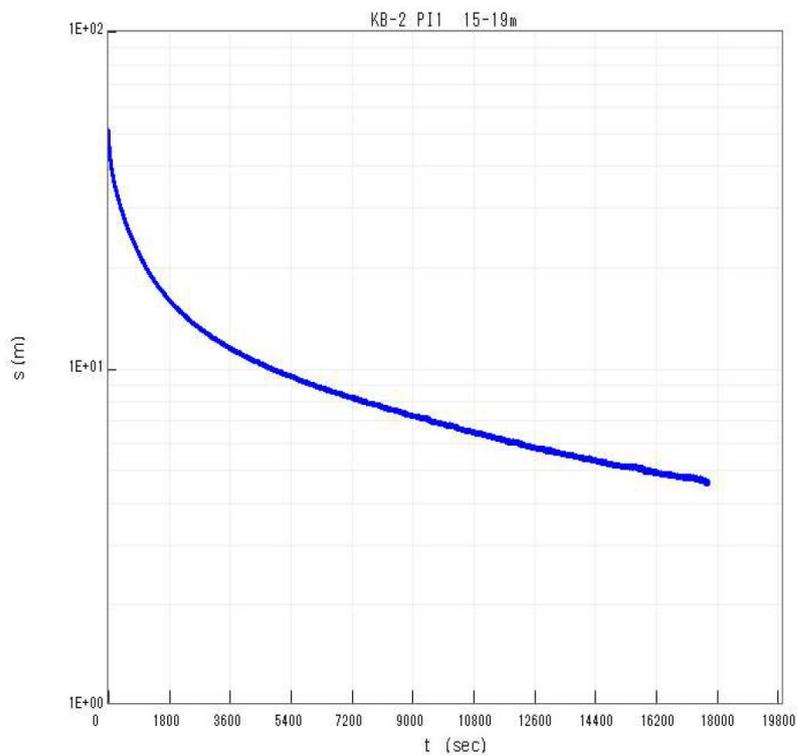
解析結果 Cooper

$L=4(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=4.100E-04(m)$

$\alpha=0.5$ $\beta=1$
 $to=3.47E+03(sec)$

$T=4.85E-11(m^2/sec)$
 $k=1.21E-11(m/sec)$
 $S=2.50E-05$
 $Ss=6.25E-06(1/m)$

図 付録 7-73 KB-2 孔 GL-15.00m~-19.00m 区間 P11 Cooper の解析図



解析結果 Hvorslev

$L=4(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=4.100E-04(m)$ $m=1$

解析困難

図 付録 7-74 KB-2 孔 GL-15.00m~-19.00m 区間 P11 Hvorslev の解析図

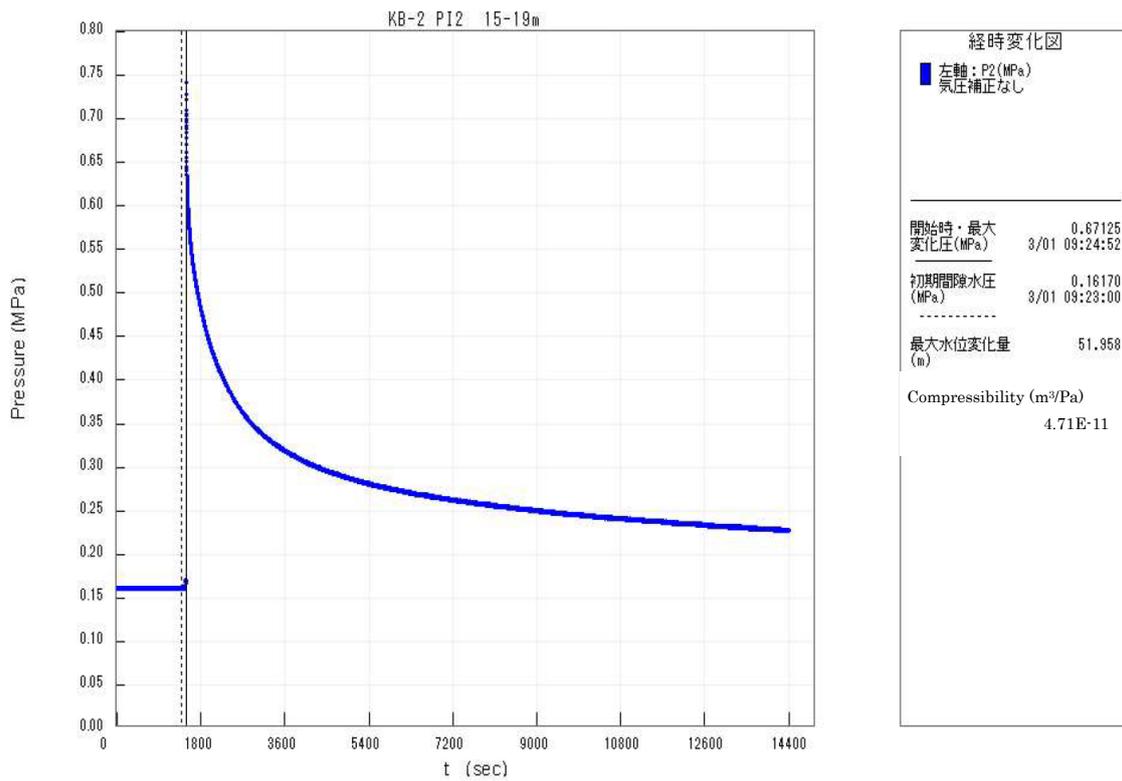


図 付録 7-75 KB-2 孔 GL-15.00m~-19.00m 区間 P12 圧力変化図

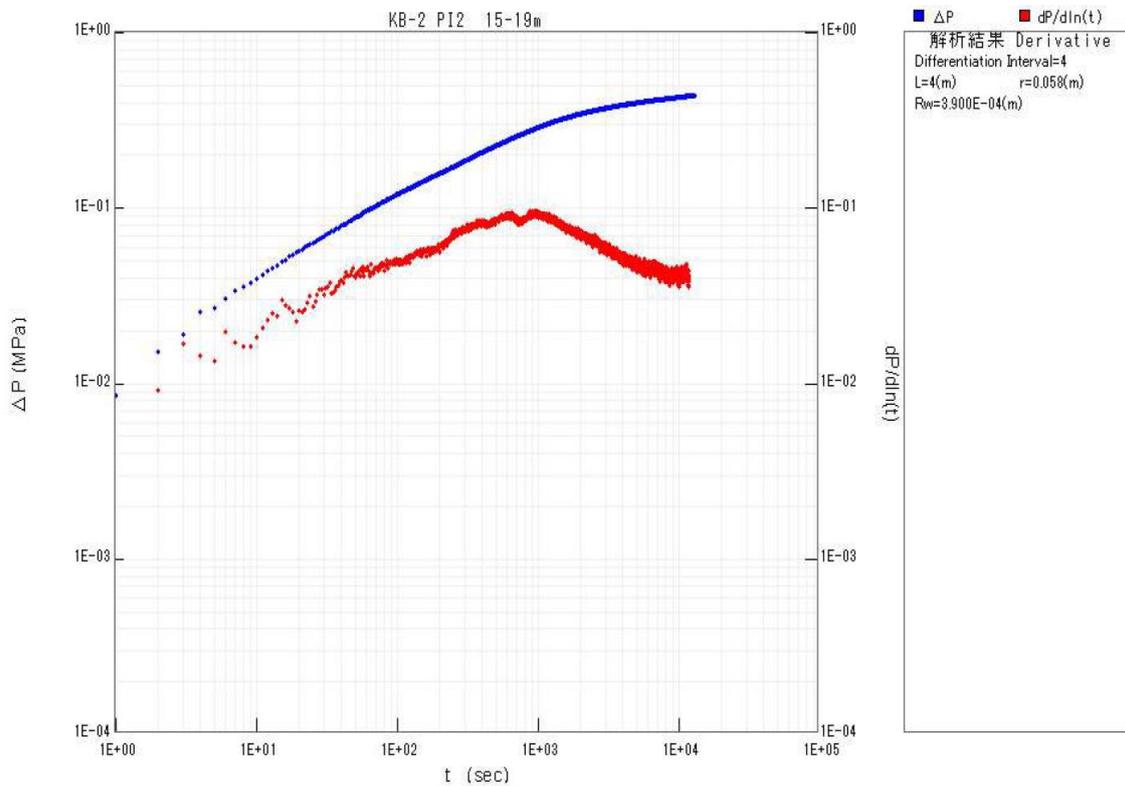
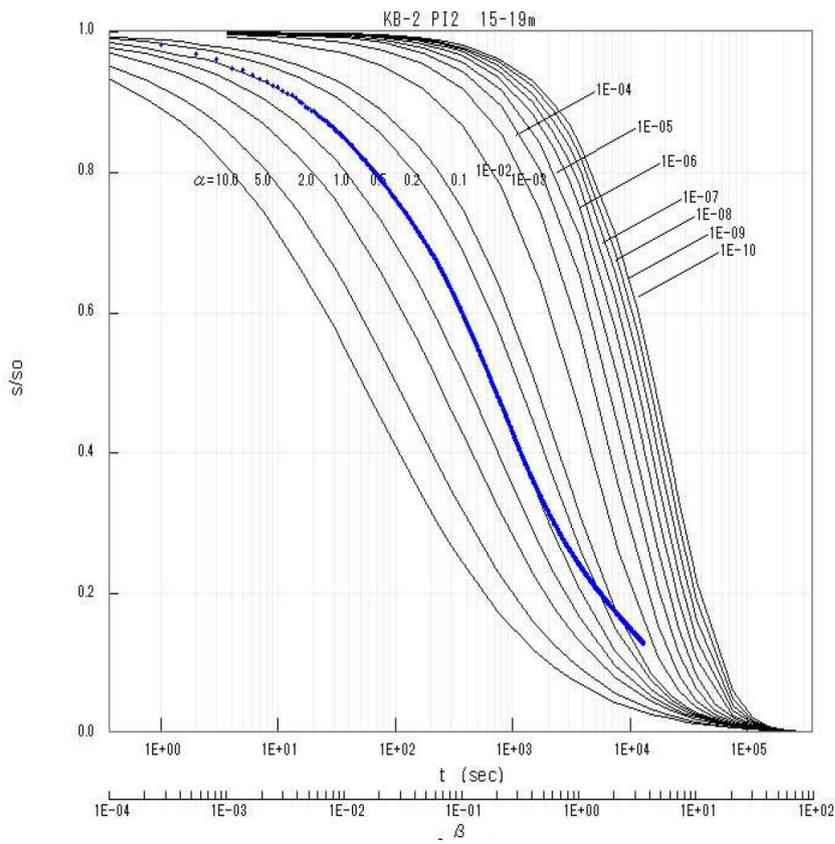


図 付録 7-76 KB-2 孔 GL-15.00m~-19.00m 区間 P12 Derivative Plot



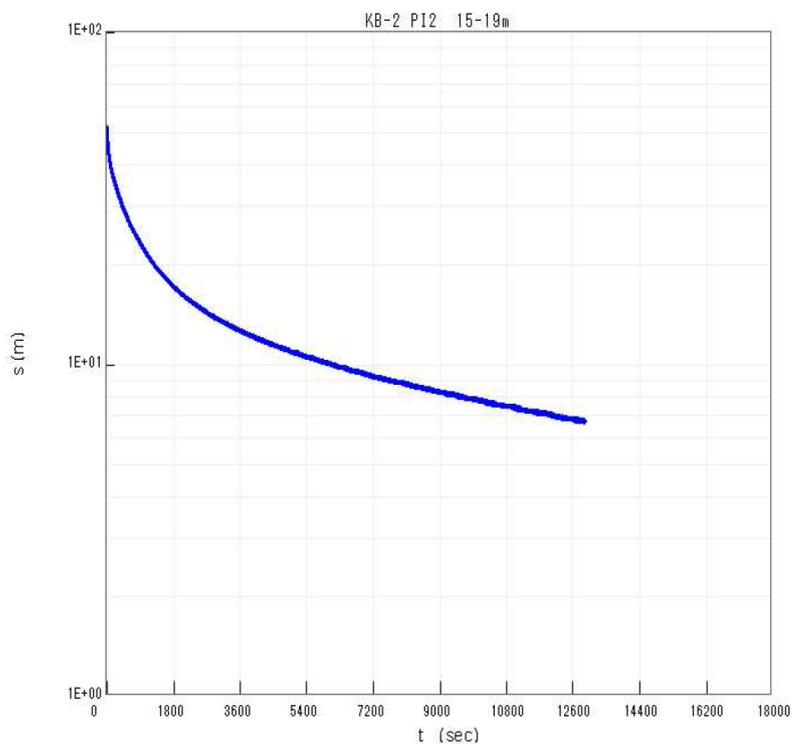
解析結果 Cooper

$L=4(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=3.830E-04(m)$

$\alpha=0.5$ $\beta=1$
 $t_0=3.72E+03(sec)$

$T=3.95E-11(m\sqrt{sec})$
 $k=3.87E-12(m/sec)$
 $S=2.18E-05$
 $Ss=5.45E-08(1/m)$

図 付録 7-77 KB-2 孔 GL-15.00m~-19.00m 区間 P12 Cooper の解析図



解析結果 Hvorslev

$L=4(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=3.830E-04(m)$ $m=1$

解析困難

図 付録 7-78 KB-2 孔 GL-15.00m~-19.00m 区間 P12 Hvorslev の解析図

表 付録 7-11 KB-2 孔 GL-8.00m~-25.00m 区間 試験結果一覧

孔名	KB-2		使用試験装置	ATK社製水理試験装置	
使用パッカー	φ 90mmパッカー		パッカー編成	シングルパッカー	
試験開始日	2021/3/1		試験終了日	2021/3/5	
試験区間上端	(GL- m)	8.00	掘削深度	(GL- m)	25.00
試験区間下端	(GL- m)	25.00	掘削孔半径	(m)	0.058
試験区間長	(m)	17.00	掘削傾斜角	鉛直	
P1圧力計深度	(GL- m)	3.84	ロッド半径	(m)	0.0179
P2圧力計深度	(GL- m)	3.84	2.5インチ管半径	(m)	未使用
P3圧力計深度	(GL- m)	3.43			
水+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)	1.02E-10		閉鎖区間体積 (L)	182.43	
ガス+パッカーのCompressibility (m ³ /Pa)	8.98E-08		システム全体体積 (L)	186.06	
試験概要・試験結果					
試験シーケンシャル	INF/PSR~PI1~SW/SWS~PW2~DEF				
間隙水圧測定結果	対象区間	記録値 (MPa)	換算水位 (GL m)	備考	
	P1	—	—	シングルパッカー	
	P2	0.1657	13.06	PI1開始前：2~3cm/hの上昇	
	P3	0.0364	0.28	装置抜管で低下水位から上昇し安定	
PI1	仮想半径Rw (m)	6.74E-04	PIの注入量 (mL)	75	
	Compressibility (m ³ /Pa)	1.46E-10	最大水位変化量 (m)	52.49	
SW/SWS	ピエゾメータ半径Rw (m)	0.0179	←JFTロッド内径		
	Shut-In時水位回復量 (%)	6%	最大水位変化量 (m)	15.51	
PW2	仮想半径Rw (m)	6.70E-04	PWの流入量 (mL)	18	
	Compressibility (m ³ /Pa)	1.43E-10	最大水位変化量 (m)	12.80	
解析結果					
透水試験名	T (m ² /sec)	k (m/sec)	S (-)	Ss (1/m)	解析方法
PI1	4.44E-10	2.61E-11	1.35E-05	7.94E-07	Cooper
					Hvorslev
SW/SWS	解析不可				Cooper
	4.83E-10	2.84E-11			Hvorslev
	1.72E-10	1.01E-11	1.10E-04	6.48E-06	Agarwal
PW2	2.64E-10	1.55E-11	2.67E-05	1.57E-06	Cooper
					Hvorslev
備考	SWの回復量 (S/S ₀) は1割に満たずシャットイン				

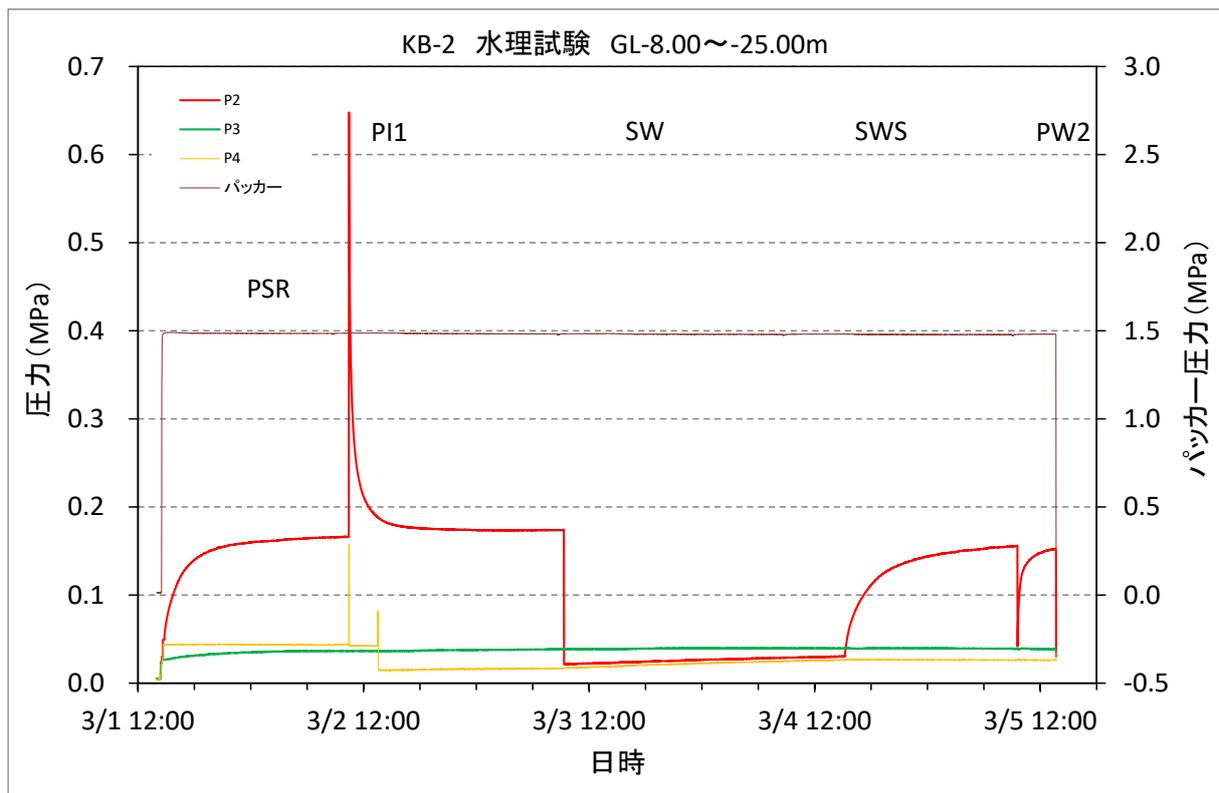


図 付録 7-79 KB-2 孔 GL-8.00m~-25.00m 区間 圧力変化

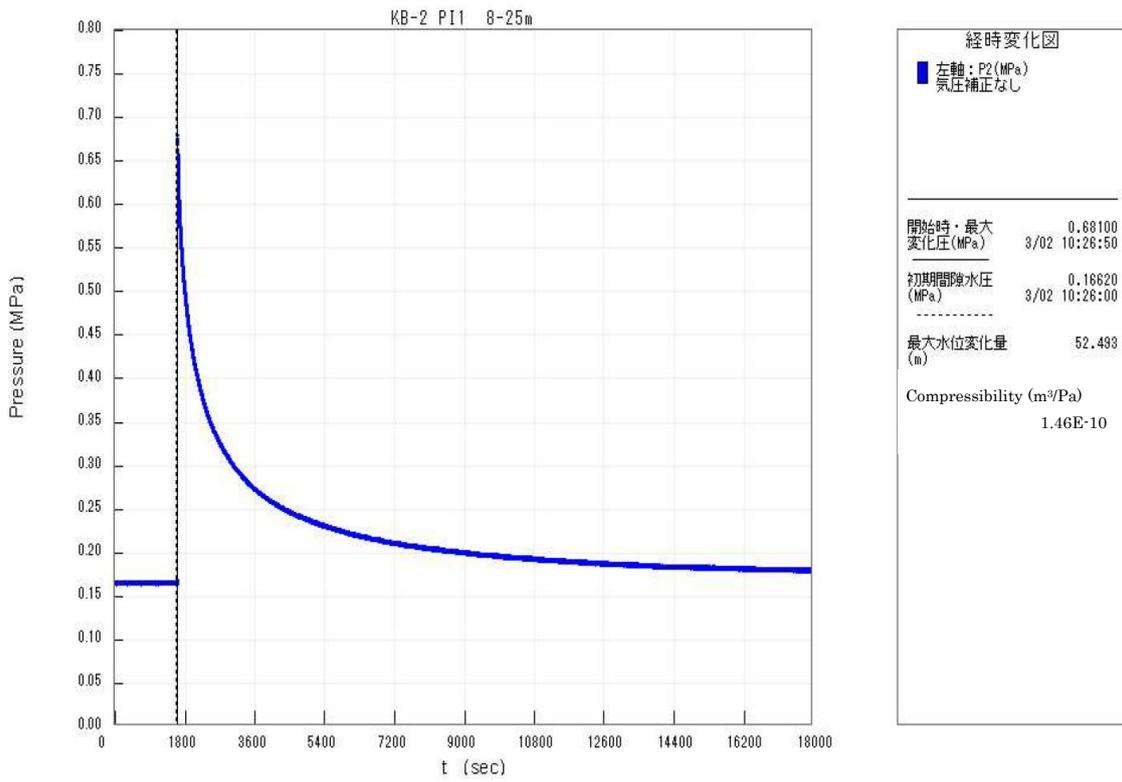


図 付録 7-80 KB-2 孔 GL-8.00m~-25.00m 区間 PI1 圧力変化図

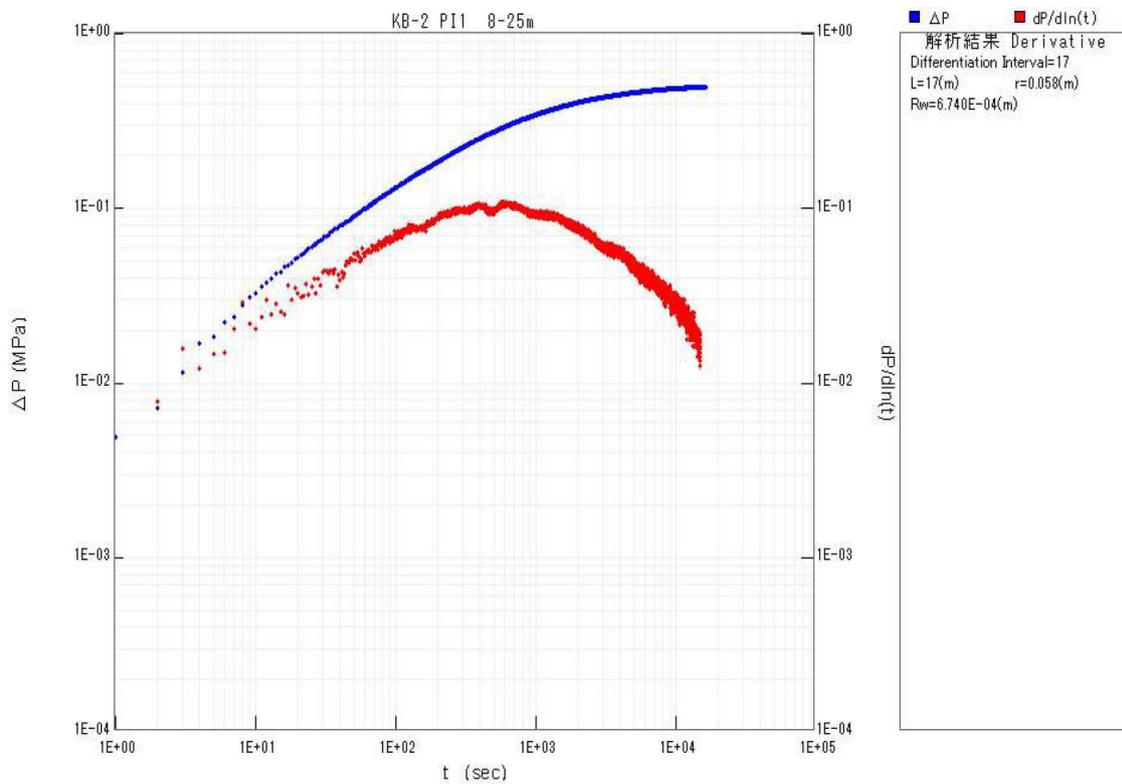


図 付録 7-81 KB-2 孔 GL-8.00m~-25.00m 区間 PI1 Derivative Plot

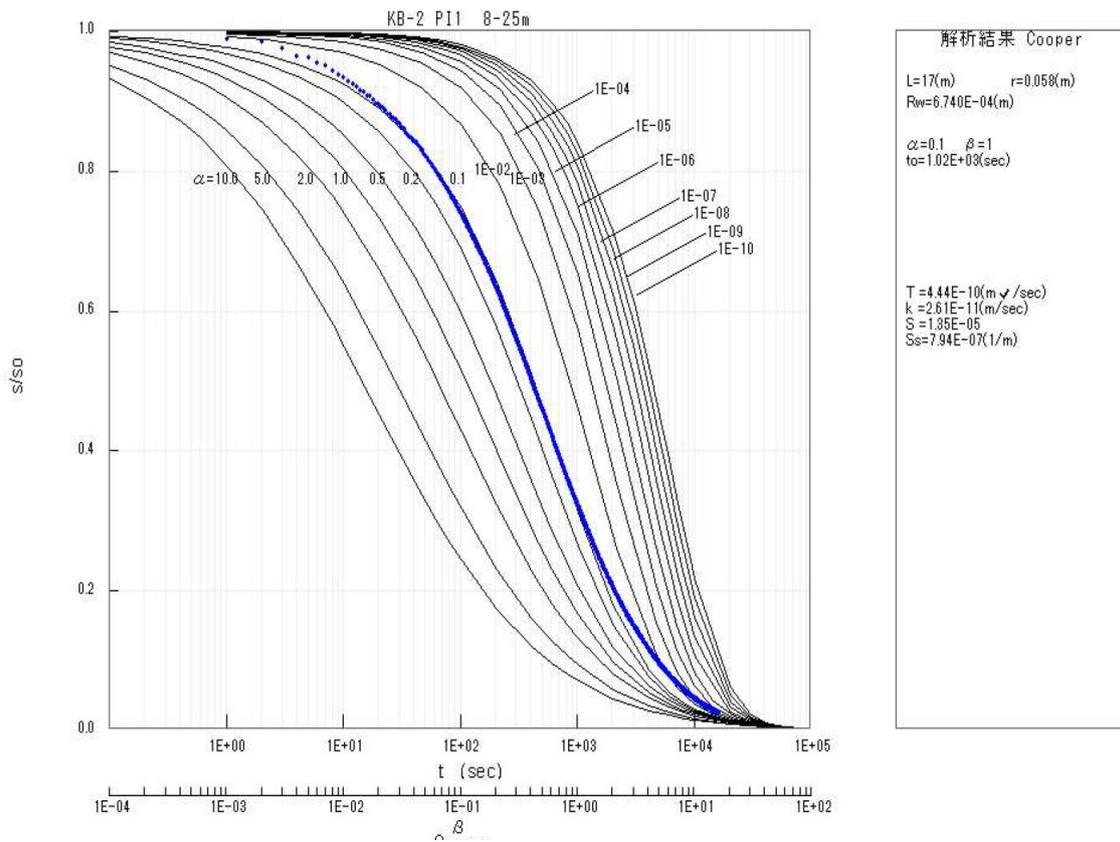


図 付録 7-82 KB-2 孔 GL-8.00m~-25.00m 区間 P11 Cooper の解析図

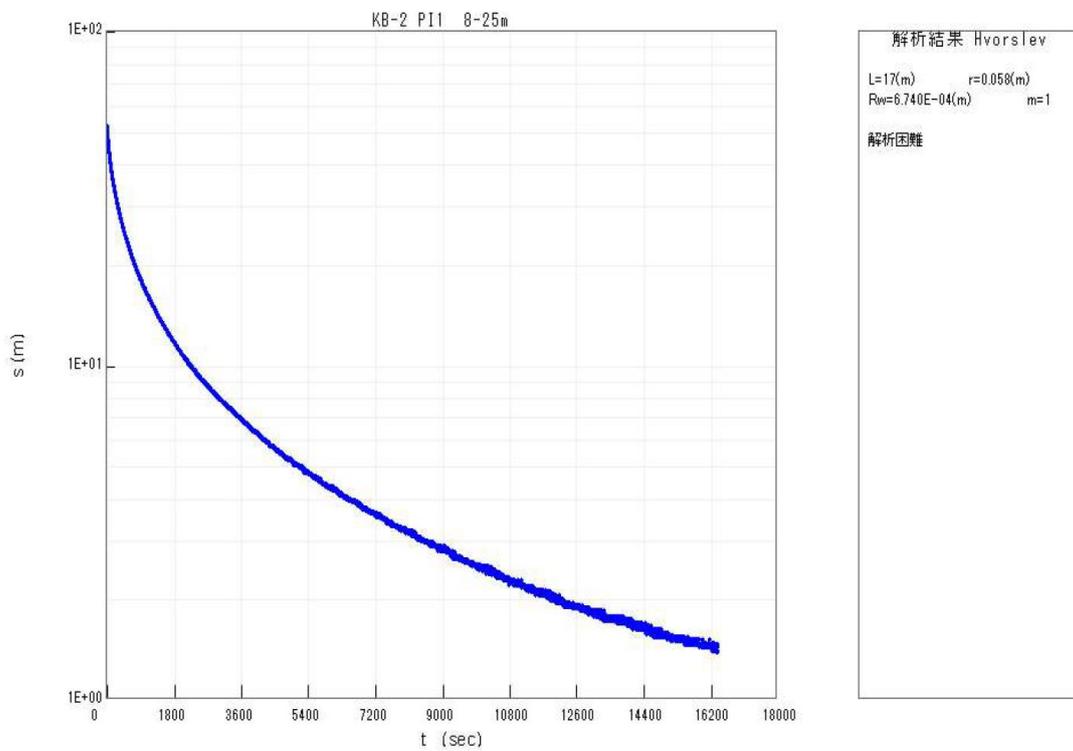


図 付録 7-83 KB-2 孔 GL-8.00m~-25.00m 区間 P11 Hvorslev の解析図

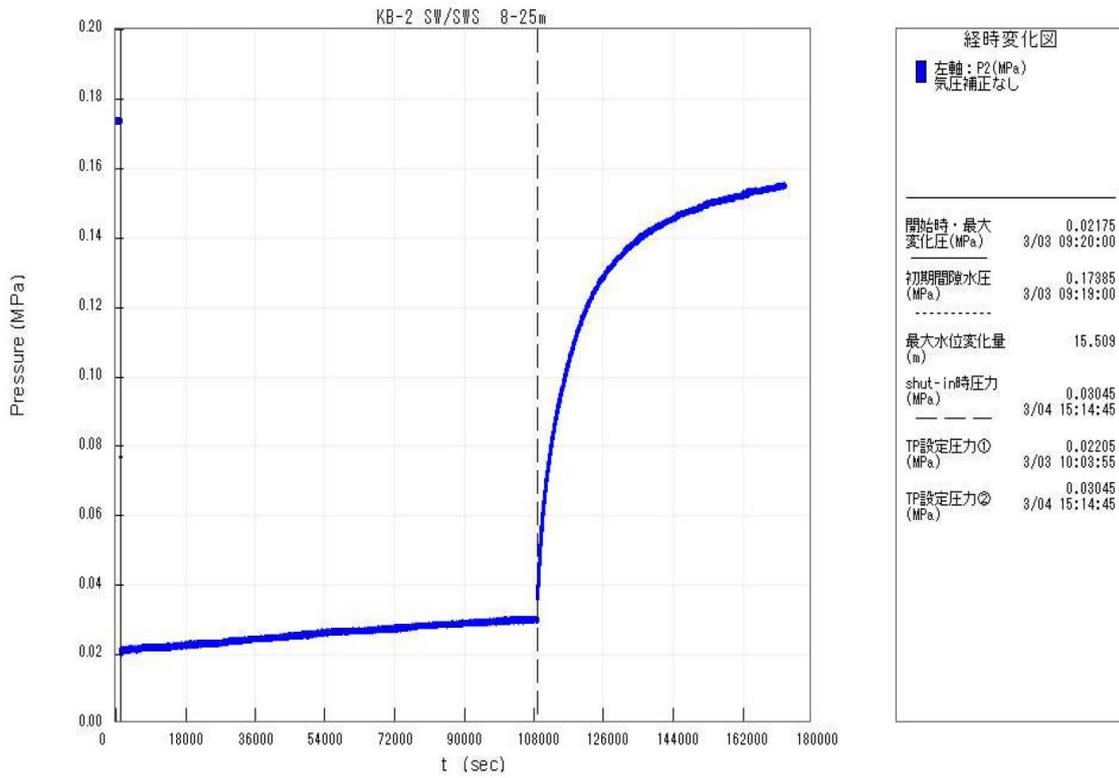


図 付録 7-84 KB-2 孔 GL-8.00m~-25.00m 区間 SW/SWS 圧力変化図

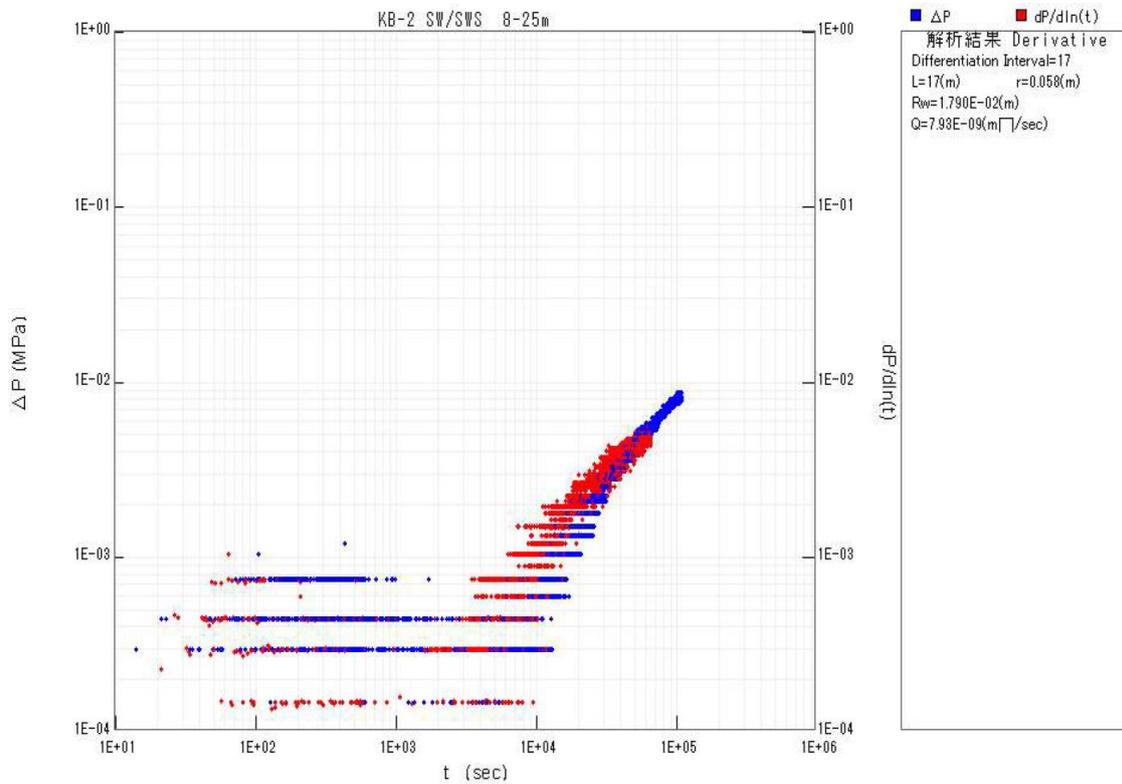
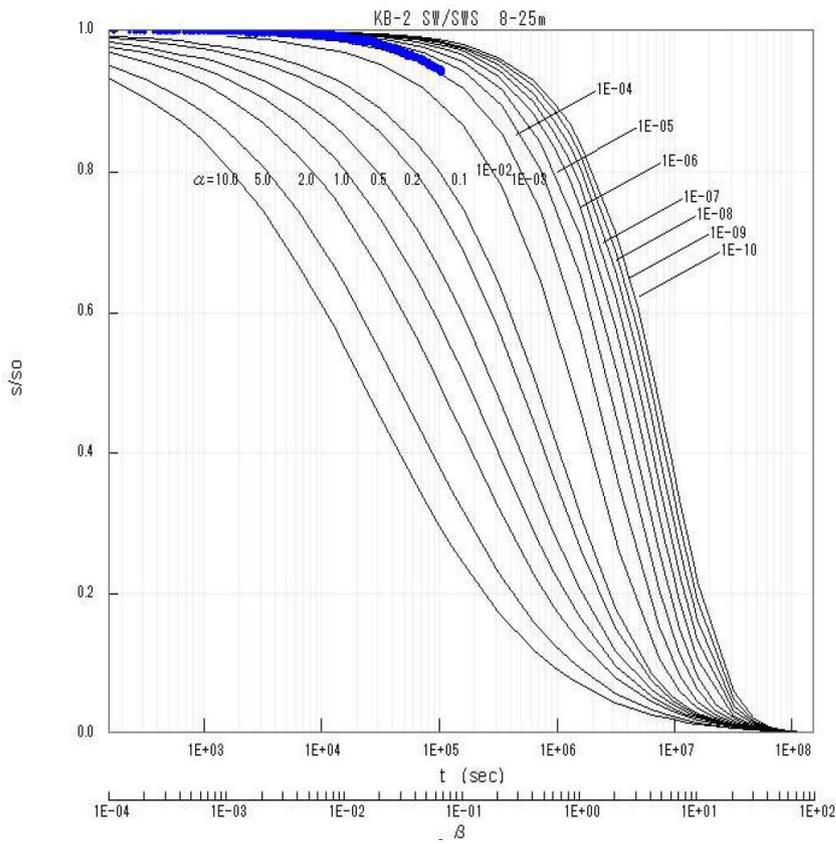


図 付録 7-85 KB-2 孔 GL-8.00m~-25.00m 区間 SW/SWS Derivative Plot

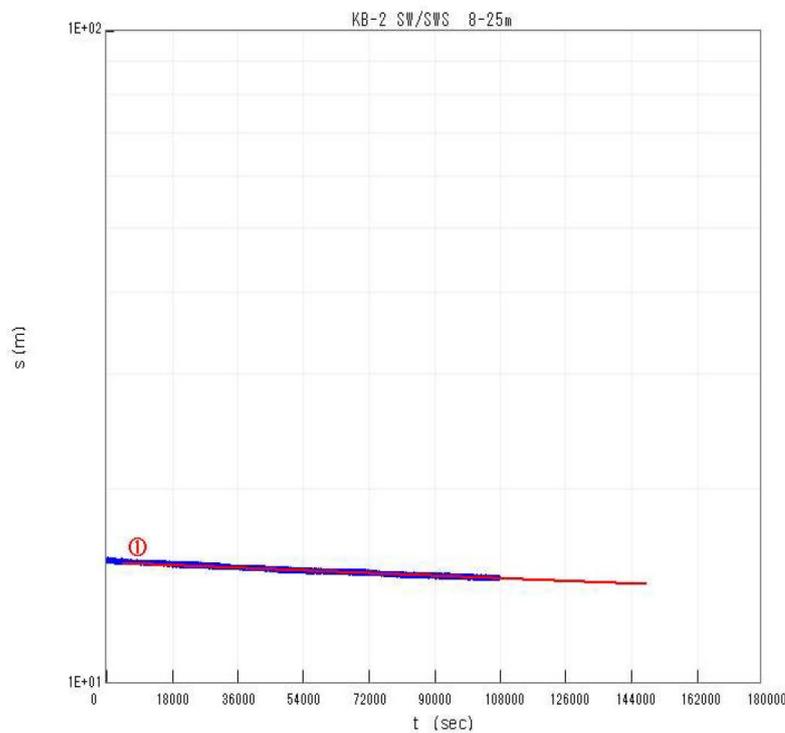


解析結果 Cooper

L=17(m) r=0.058(m)
 Rw=1.790E-02(m)

解析困難

図 付録 7-86 KB-2 孔 GL-8.00m~-25.00m 区間 SW/SWS Cooper の解析図



解析結果 Hvorslev

L=17(m) r=0.058(m)
 Rw=1.790E-02(m) m=1

解析①
 $\Delta s/\Delta t = 5.31E-07$ (m/sec)
 $T = 4.83E-10$ (m²/sec)
 $k = 2.84E-11$ (m/sec)

図 付録 7-87 KB-2 孔 GL-8.00m~-25.00m 区間 SW/SWS Hvorslev の解析図

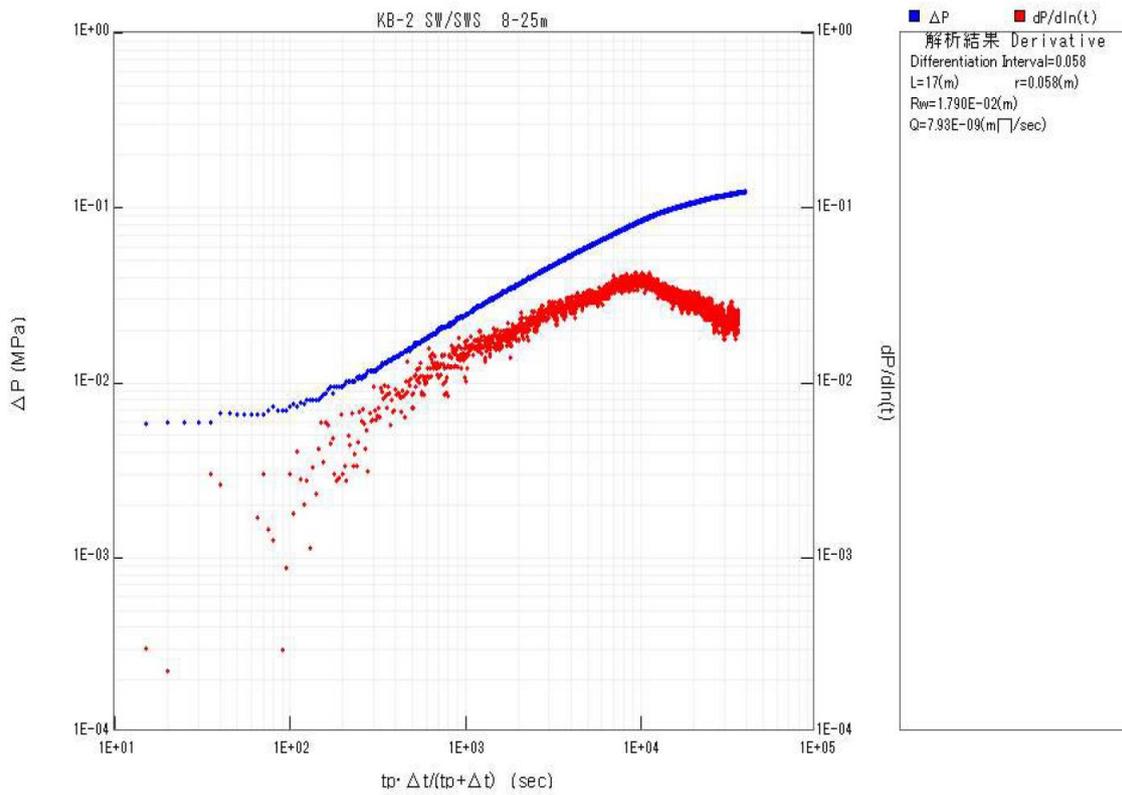


図 付録 7-88 KB-2 孔 GL-8.00m~-25.00m 区間 SW/SWS SWS Derivative Plot

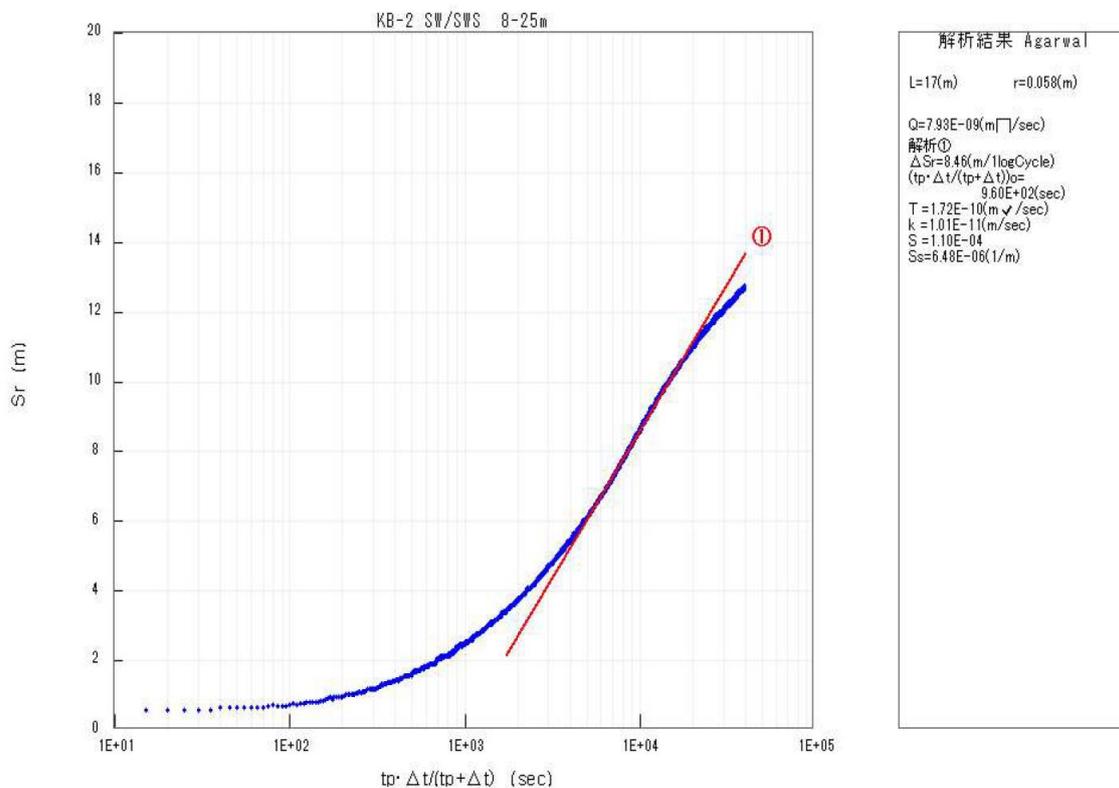


図 付録 7-89 KB-2 孔 GL-8.00m~-25.00m 区間 SW/SWS Agarwal の解析図

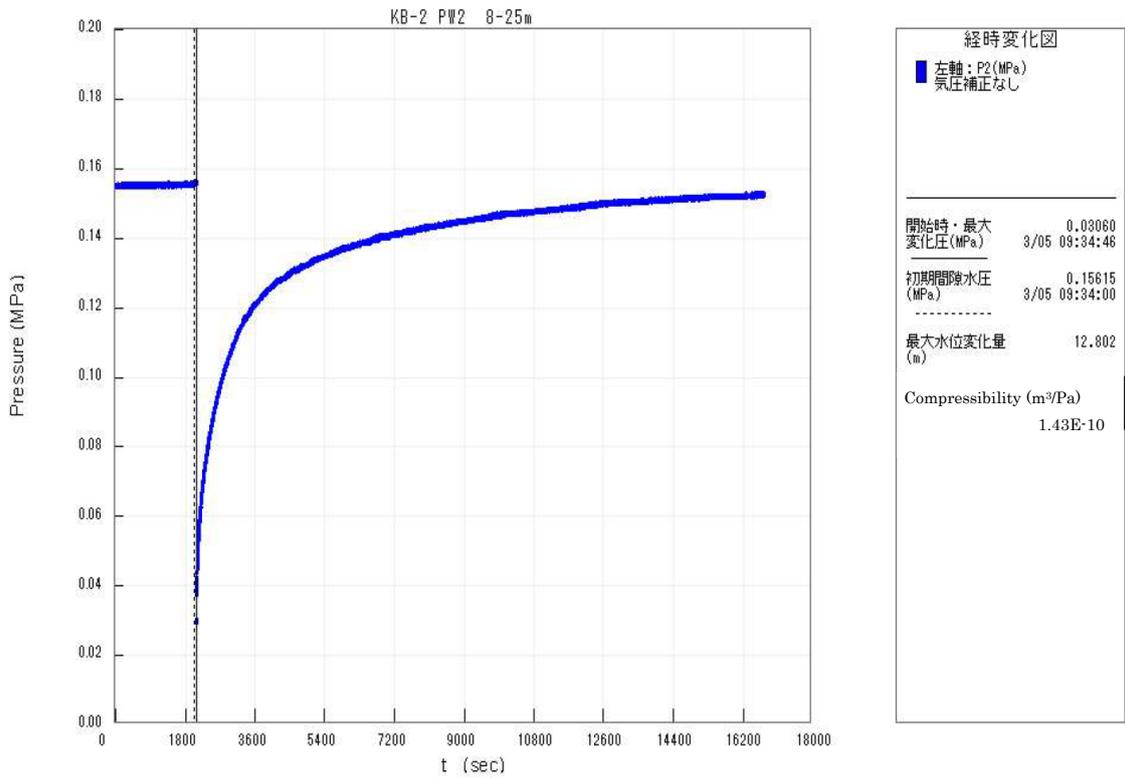


図 付録 7-90 KB-2 孔 GL-8.00m~-25.00m 区間 P12 圧力変化図

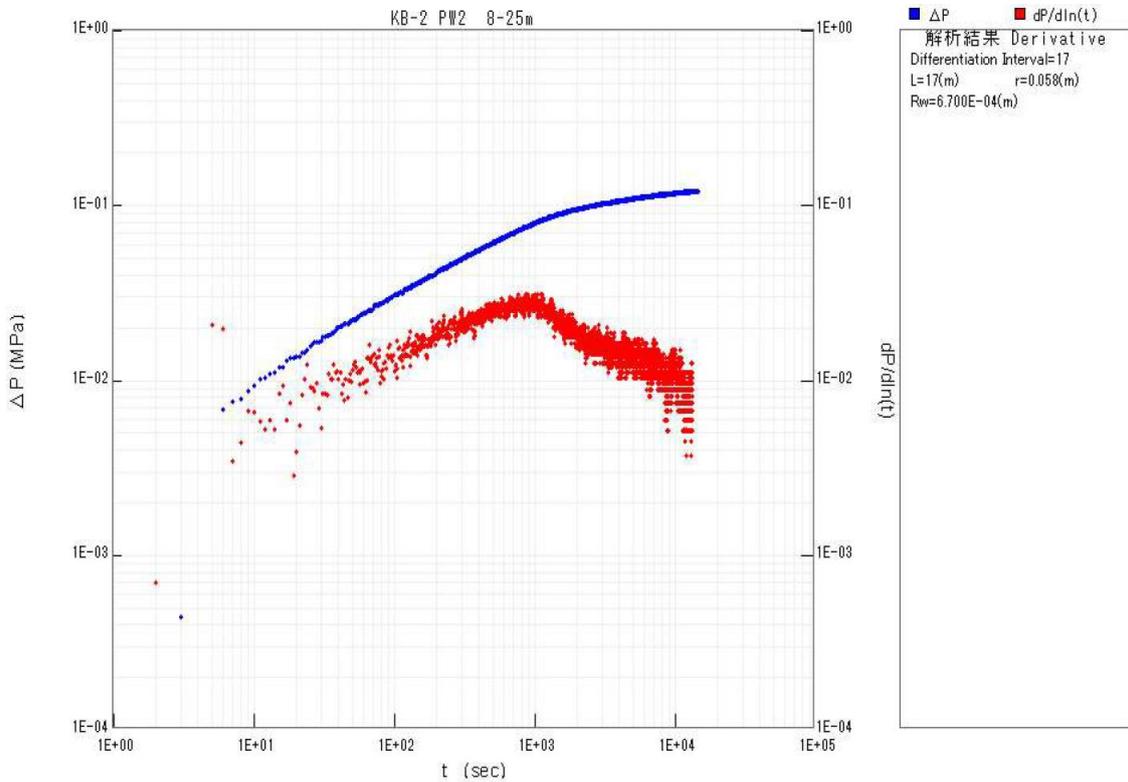
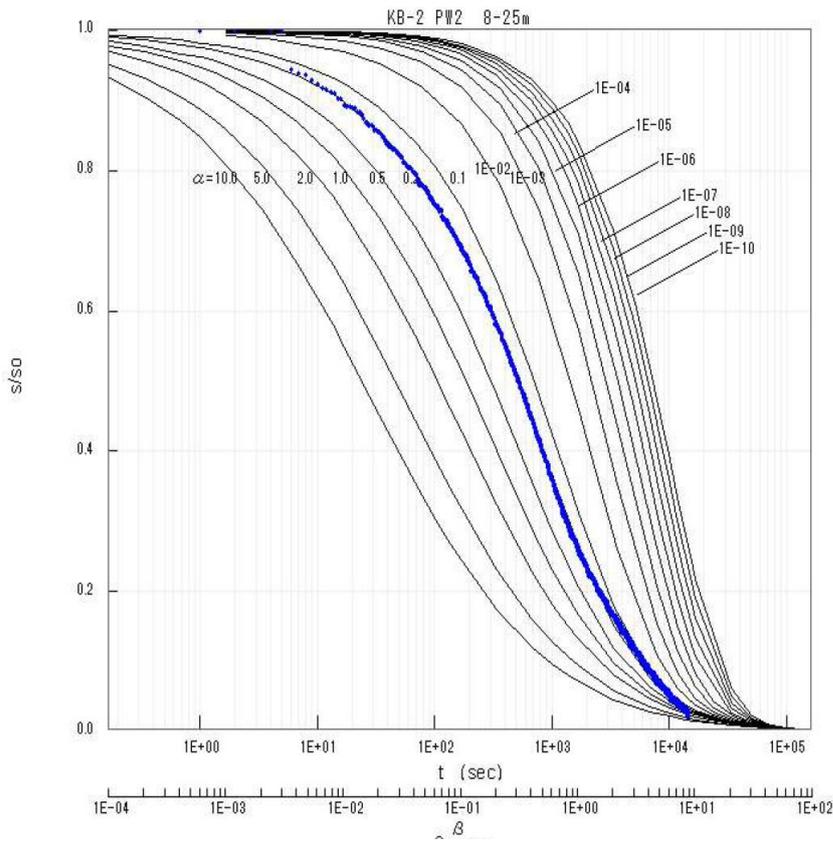


図 付録 7-91 KB-2 孔 GL-8.00m~-25.00m 区間 P12 Derivative Plot



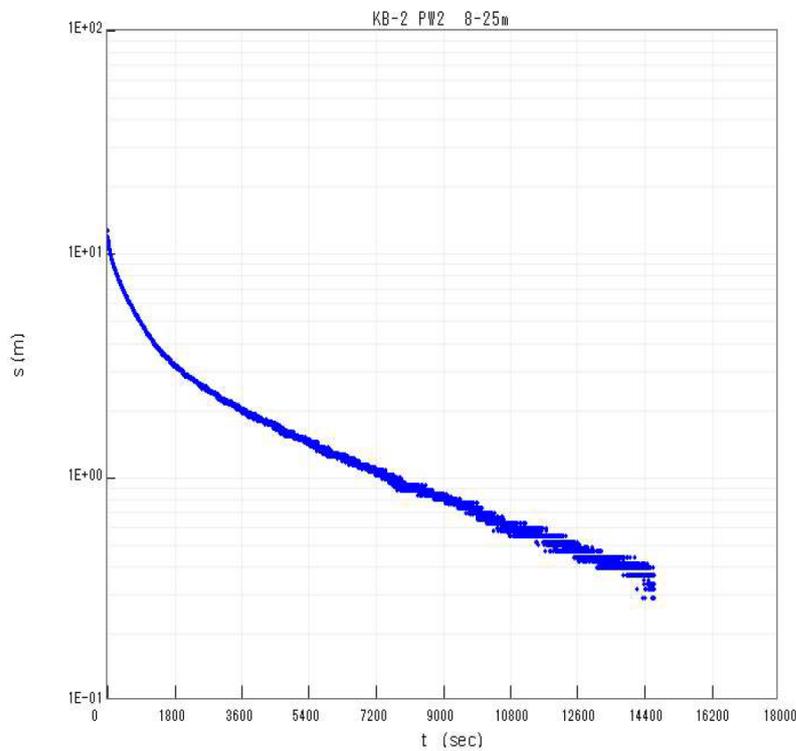
解析結果 Cooper

$L=17(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=6.700E-04(m)$

$\alpha=0.2$ $\beta=1$
 $to=1.70E+03(sec)$

$T=2.64E-10(m \sqrt{sec})$
 $k=1.55E-11(m/sec)$
 $S=2.67E-05$
 $Ss=1.57E-08(1/m)$

図 付録 7-92 KB-2 孔 GL-8.00m~-25.00m 区間 PI2 Cooper の解析図



解析結果 Hvorslev

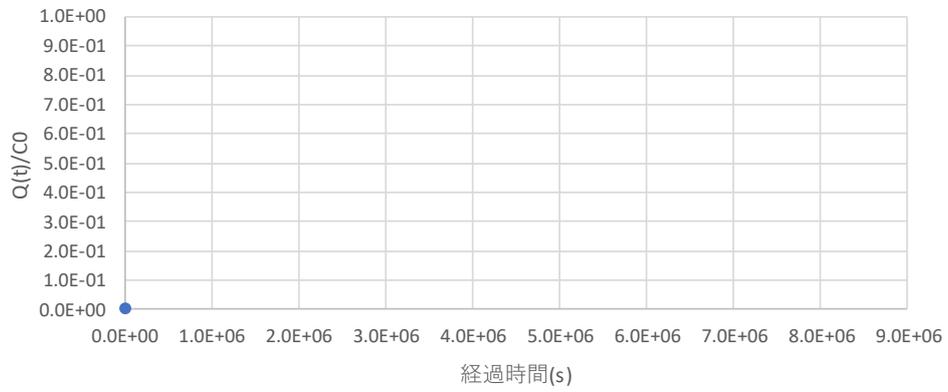
$L=17(m)$ $r=0.058(m)$
 $Rw=6.700E-04(m)$ $m=1$

解析困難

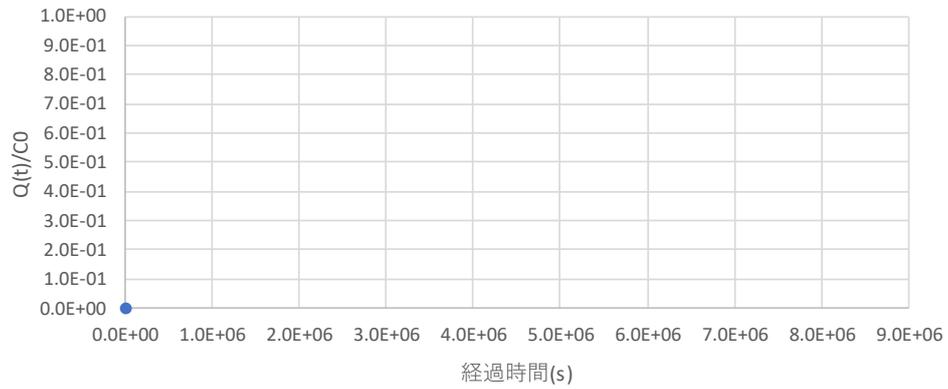
図 付録 7-93 KB-2 孔 GL-8.00m~-25.00m 区間 PI2 Hvorslev の解析図

付録 8 透過拡散試験トレーサー濃度分析結果

Br: KB-1① 上



Br: KB-1① 中



Br: KB-1① 下

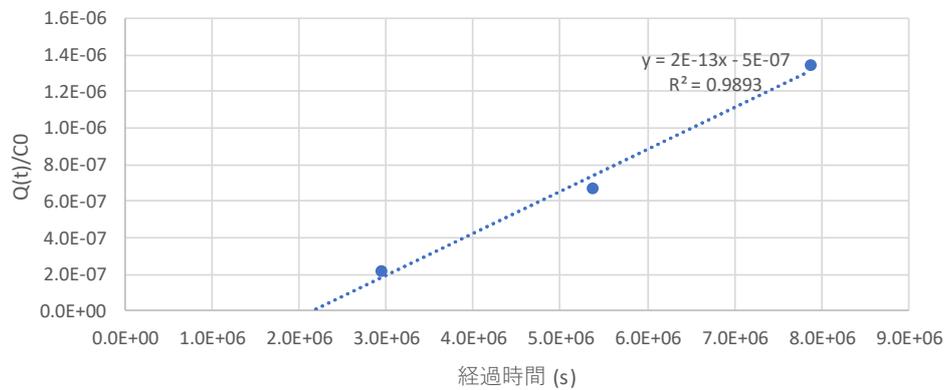
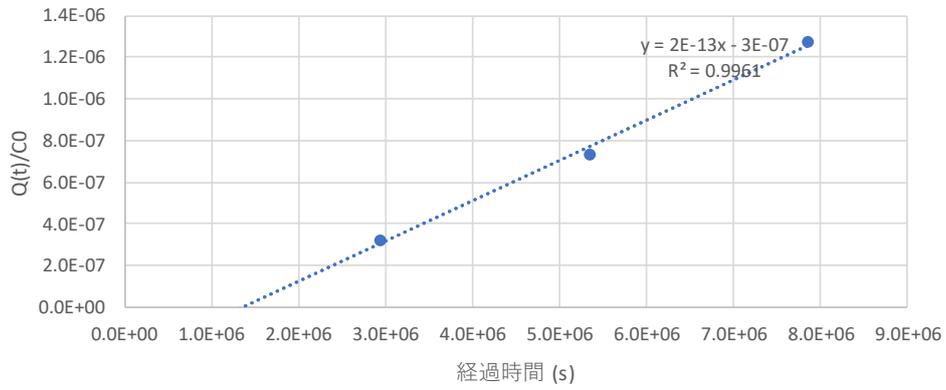
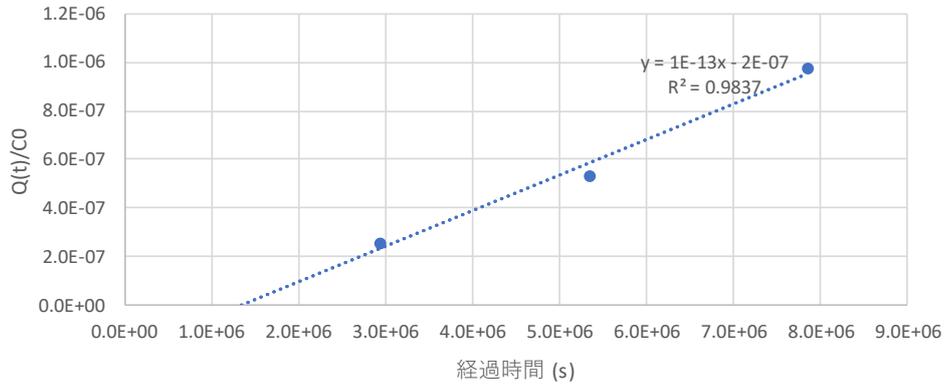


図 付録 8-1 KB-1① (上・中・下) 下流側リザーバでの臭素 (Br) 濃度経時変化

Br: KB-1② 上



Br: KB-1② 中



Br: KB-1② 下

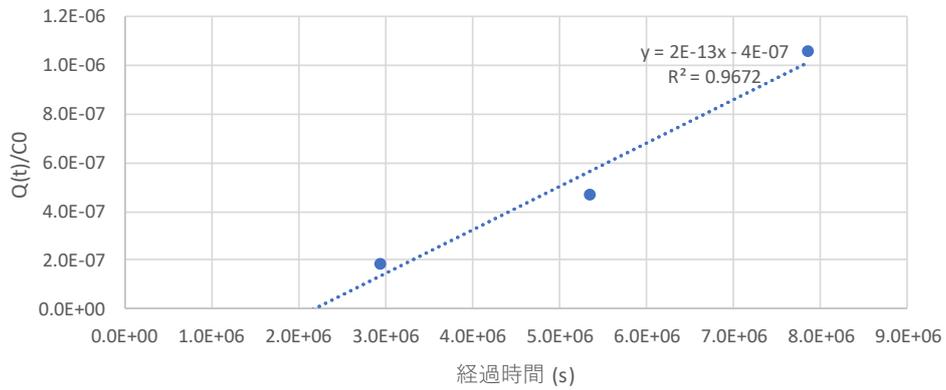
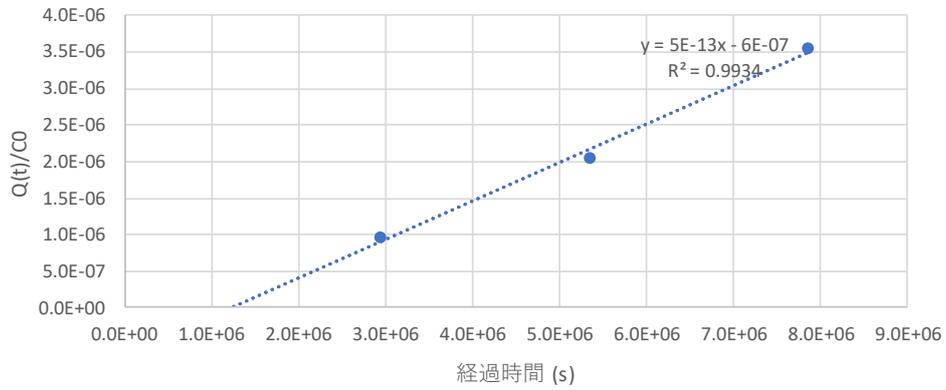
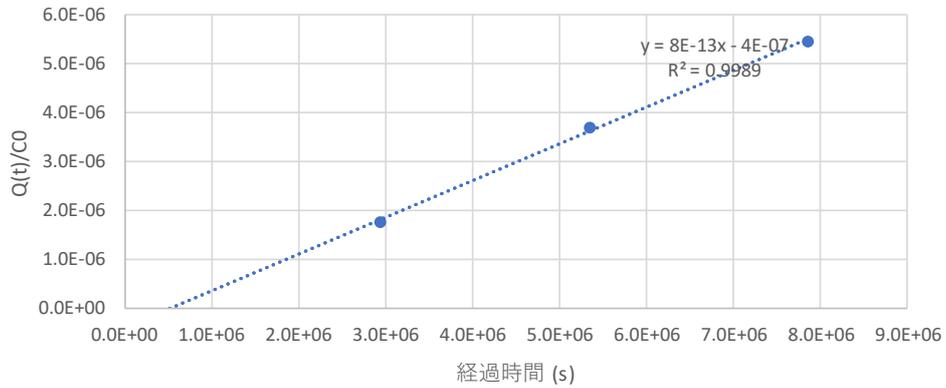


図 付録 8-2 KB-1② (上・中・下) 下流側リザーバでの臭素 (Br) 濃度経時変化

Br: KB-2③ 上



Br: KB-2③ 中



Br: KB-2③ 下

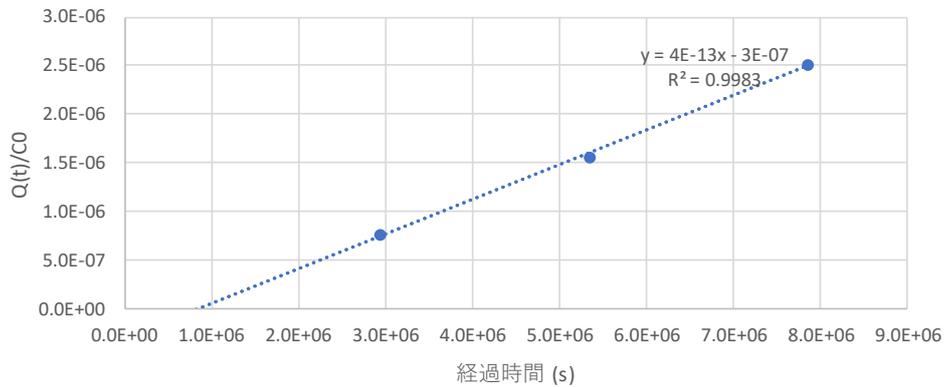
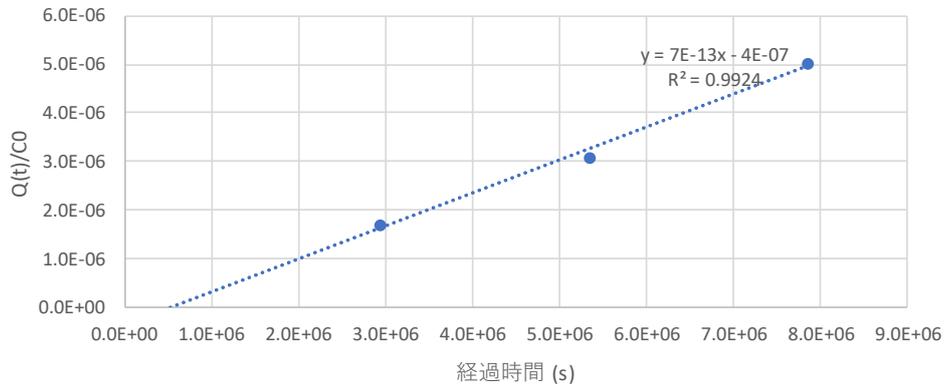
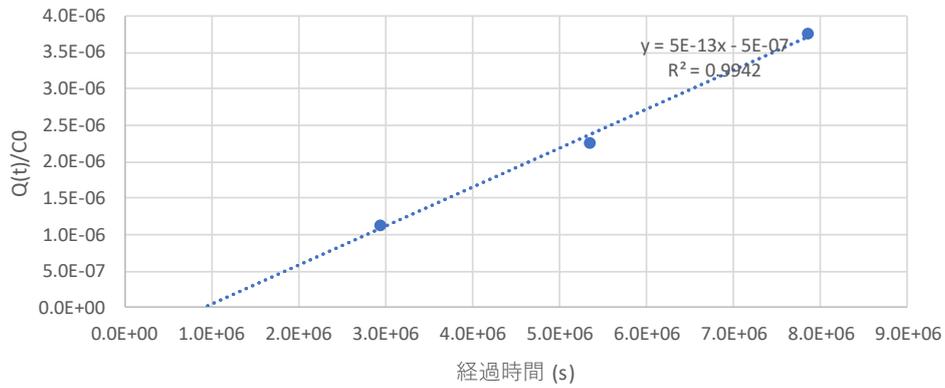


図 付録 8-3 KB-2③ (上・中・下) 下流側リザーバでの臭素 (Br) 濃度経時変化

Br: KB-2④ 上



Br: KB-2④ 中



Br: KB-2④ 下

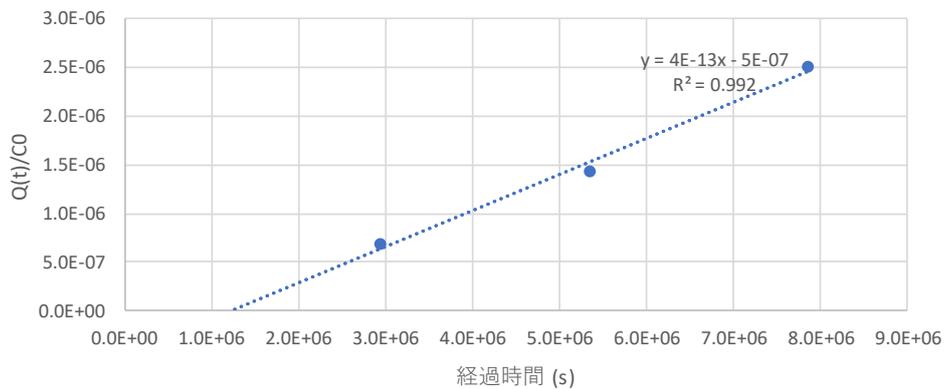


図 付録 8-4 KB-2④ (上・中・下) 下流側リザーバでの臭素 (Br) 濃度経時変化

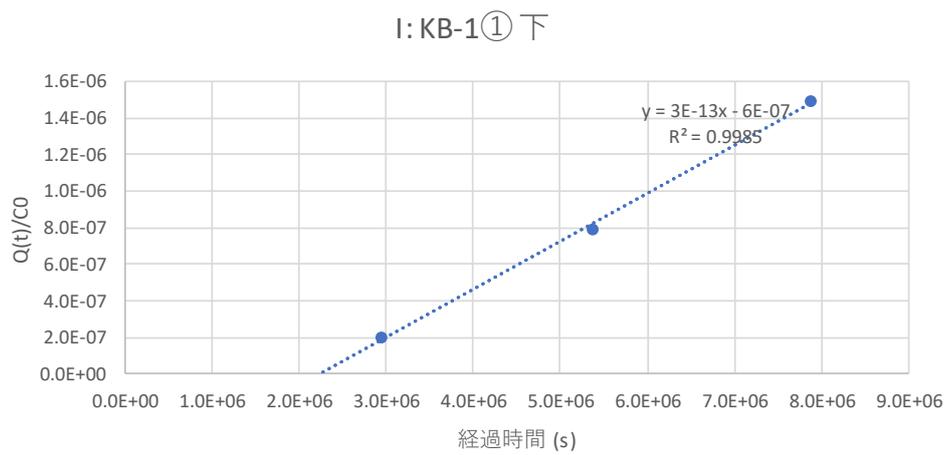
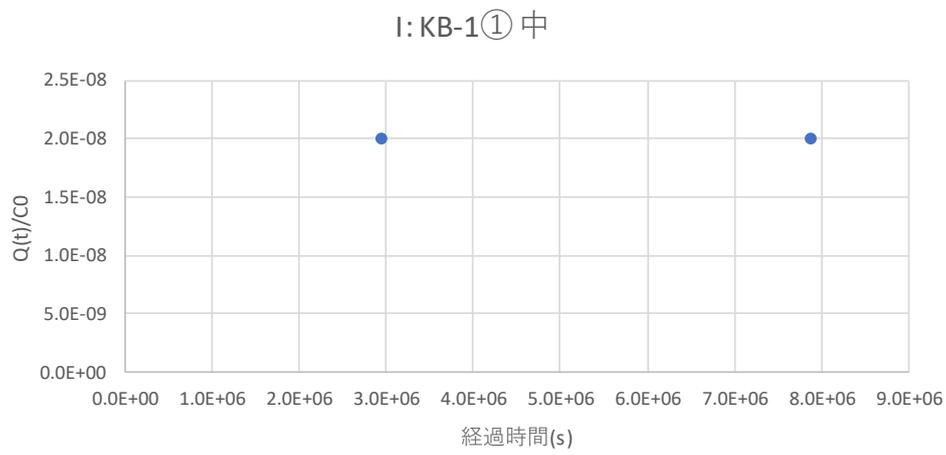
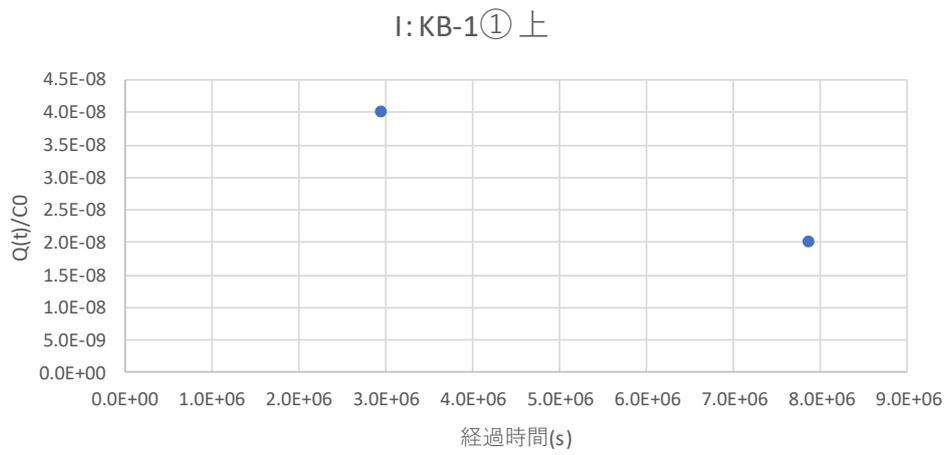
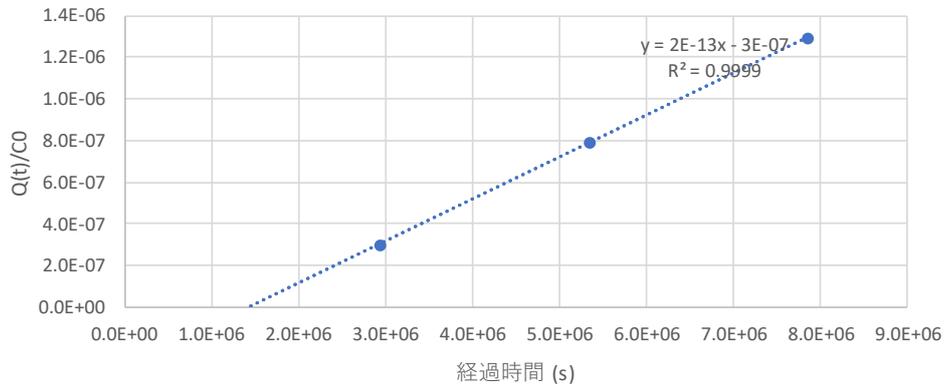
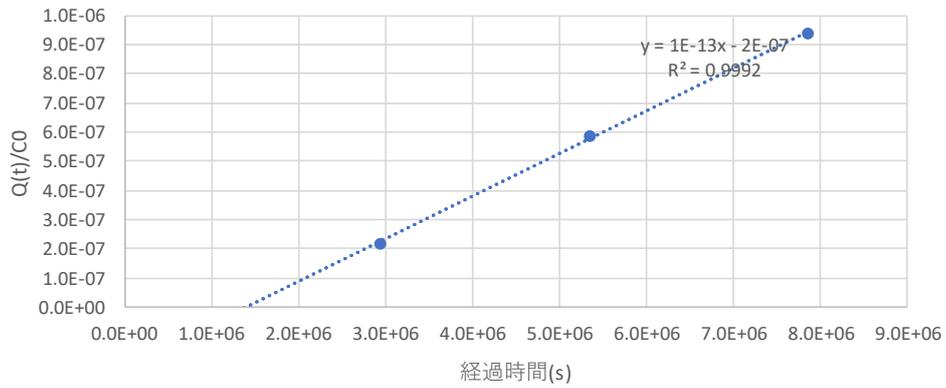


図 付録 8-5 KB-1① (上・中・下) 下流側リザーバでのヨウ素 (I) 濃度経時変化

I: KB-1② 上



I: KB-1② 中



I: KB-1② 下

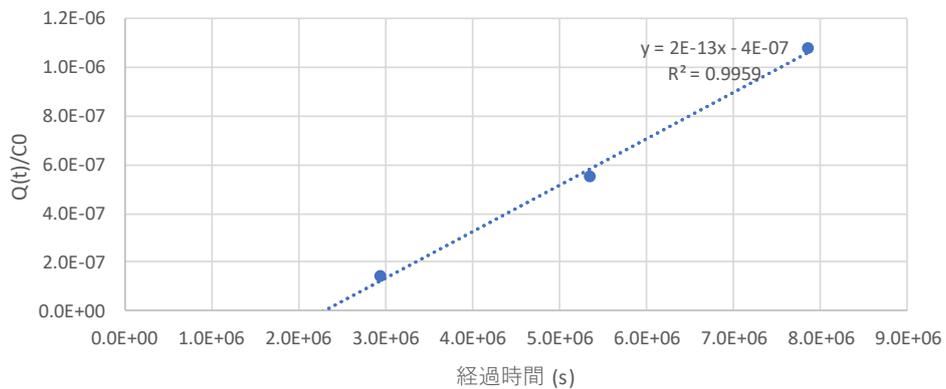
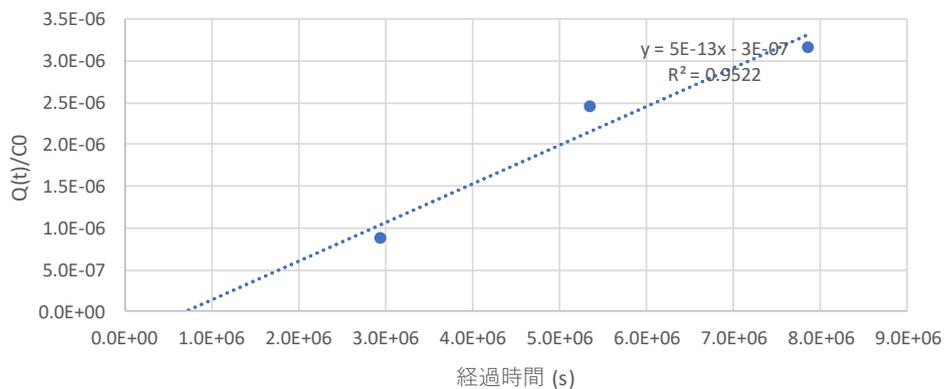
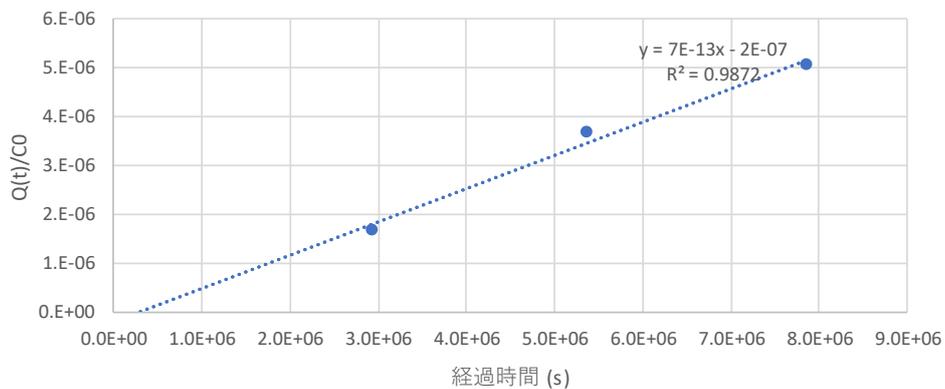


図 付録 8-6 KB-1② (上・中・下) 下流側リザーバでのヨウ素 (I) 濃度経時変化

I: KB-2③ 上



I: KB-2③ 中



I: KB-2③ 下

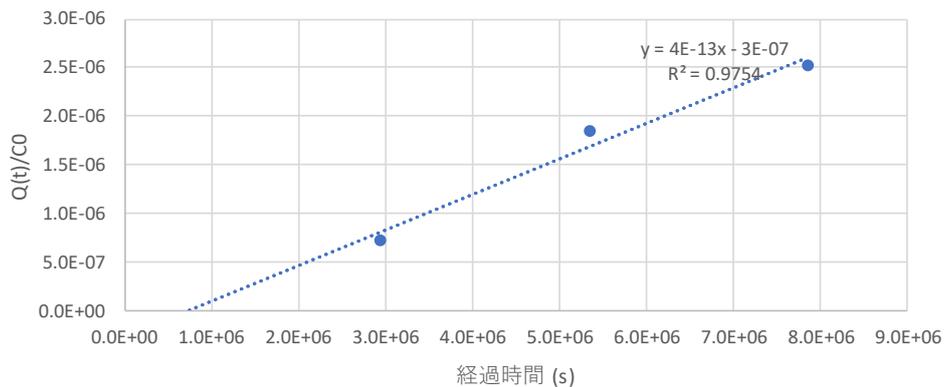
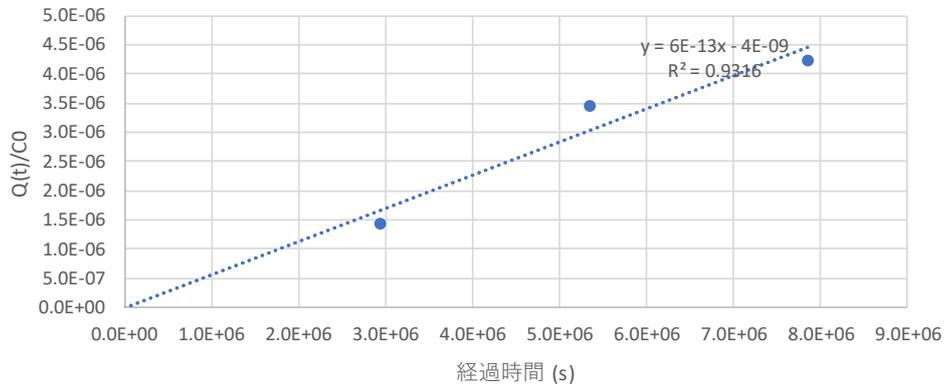
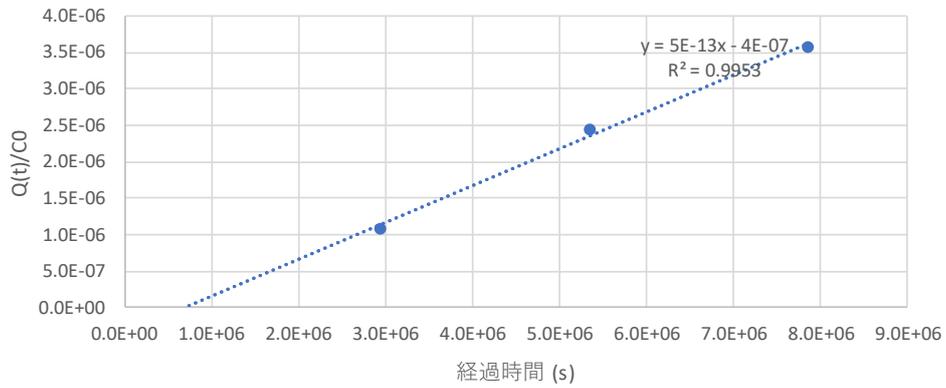


図 付録 8-7 KB-2③ (上・中・下) 下流側リザーバでのヨウ素 (I) 濃度経時変化

I: KB-2④ 上



I: KB-2④ 中



I: KB-2④ 下

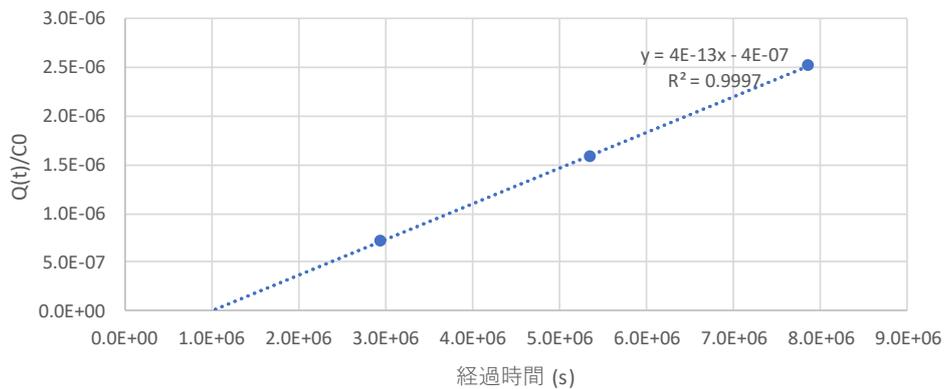
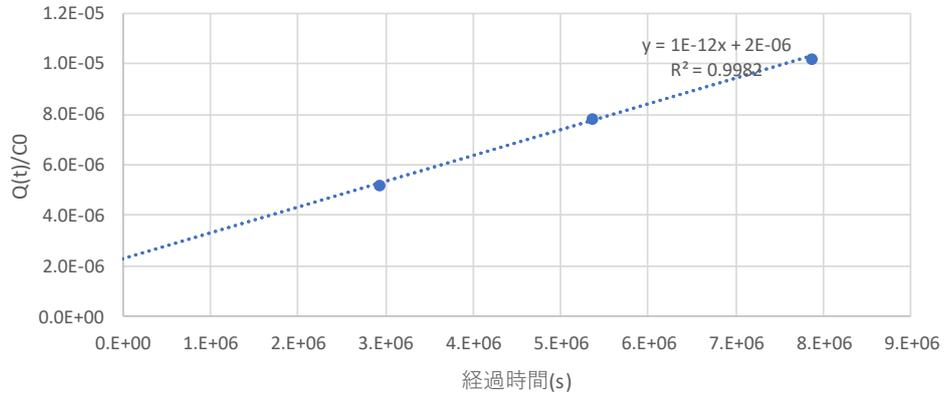
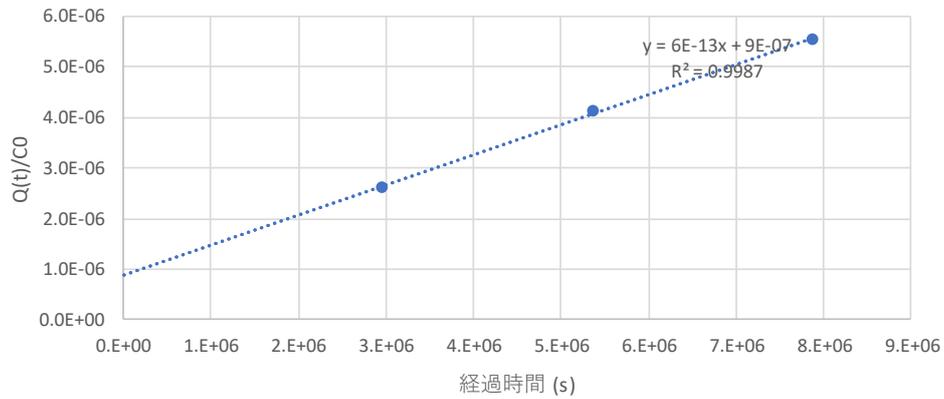


図 付録 8-8 KB-2④ (上・中・下) 下流側リザーバでのヨウ素 (I) 濃度経時変化

Sr: KB-1① 上



Sr: KB-1① 中



Sr: KB-1① 下

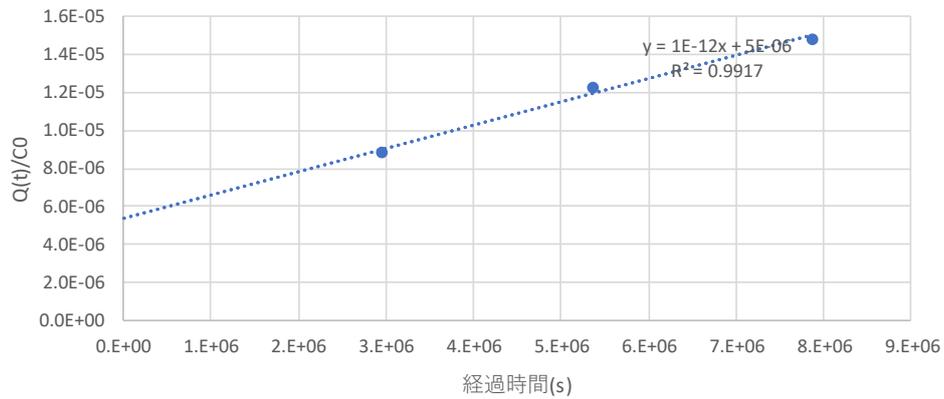
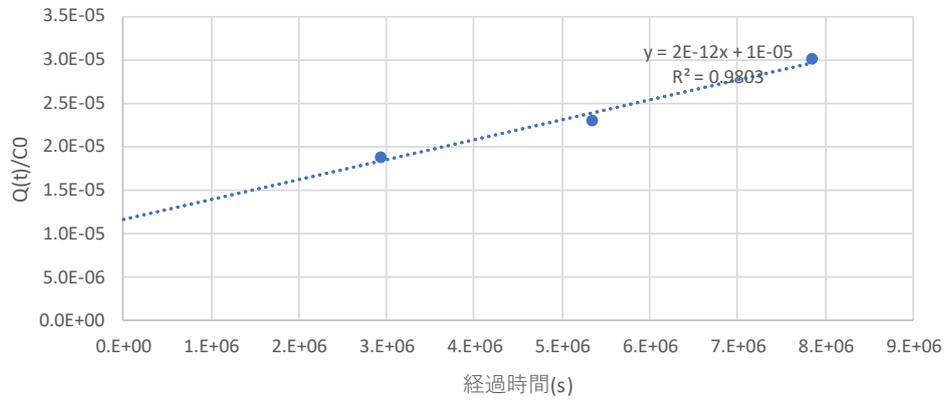
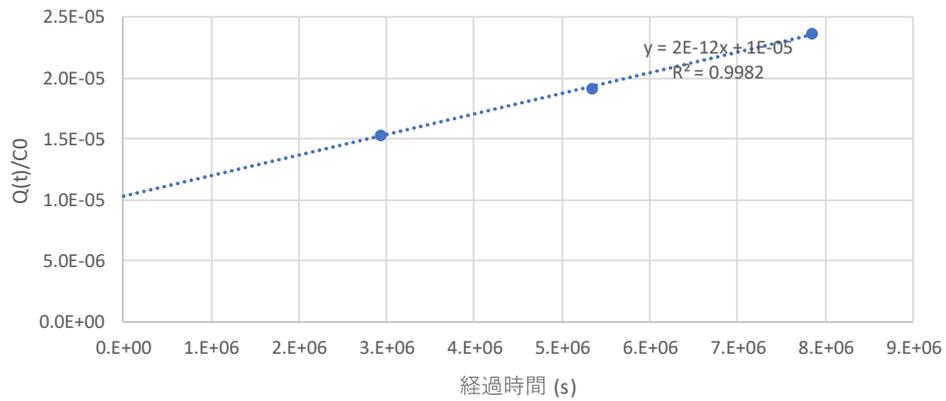


図 付録 8-9 KB-1① (上・中・下) 下流側リザーバでのストロンチウム (Sr) 濃度経時変化

Sr: KB-1② 上



Sr: KB-1② 中



Sr: KB-1② 下

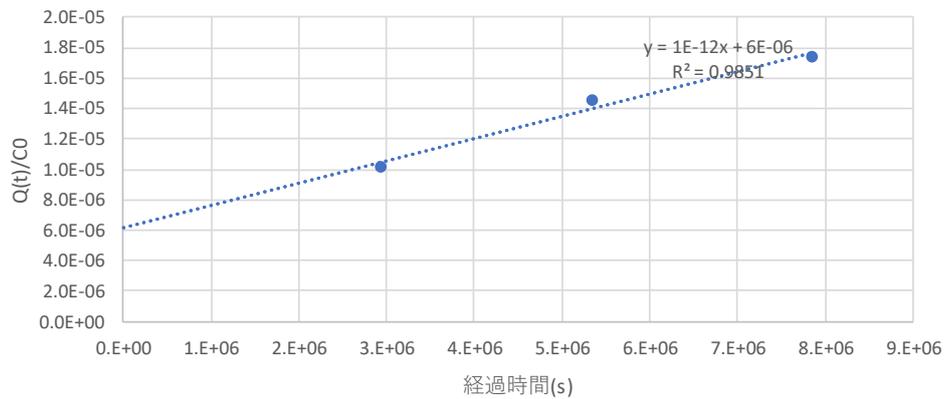
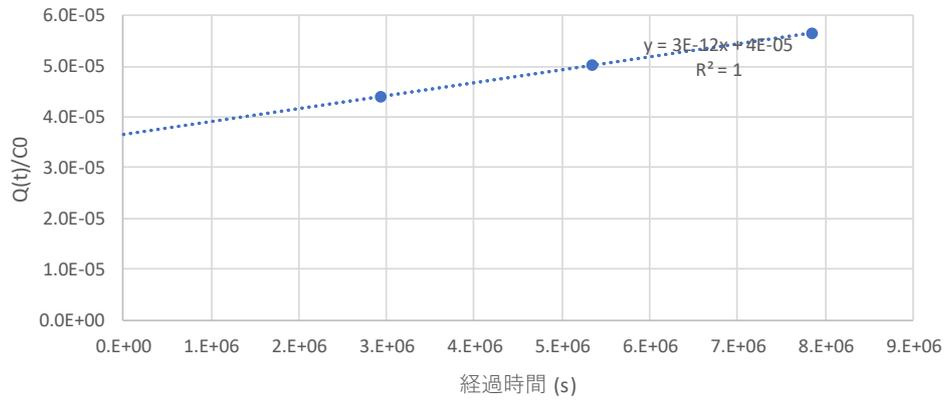
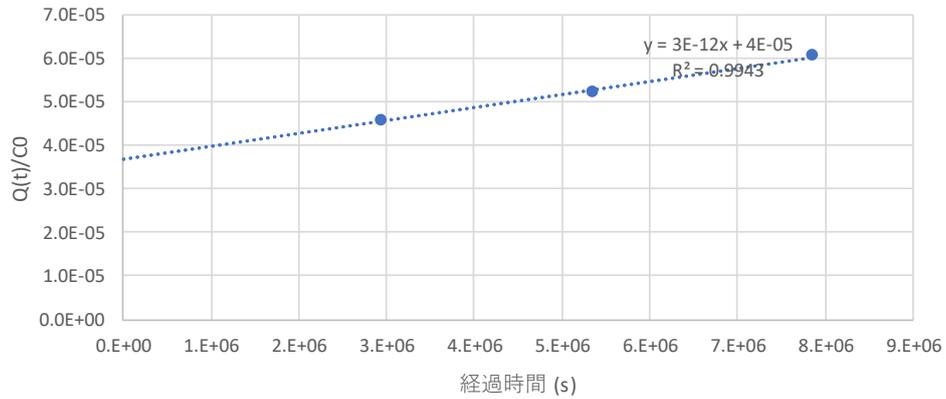


図 付録 8-10 KB-1② (上・中・下) 下流側リザーバでのストロンチウム (Sr) 濃度経時変化

Sr: KB-2③ 上



Sr: KB-2③ 中



Sr: KB-2③ 下

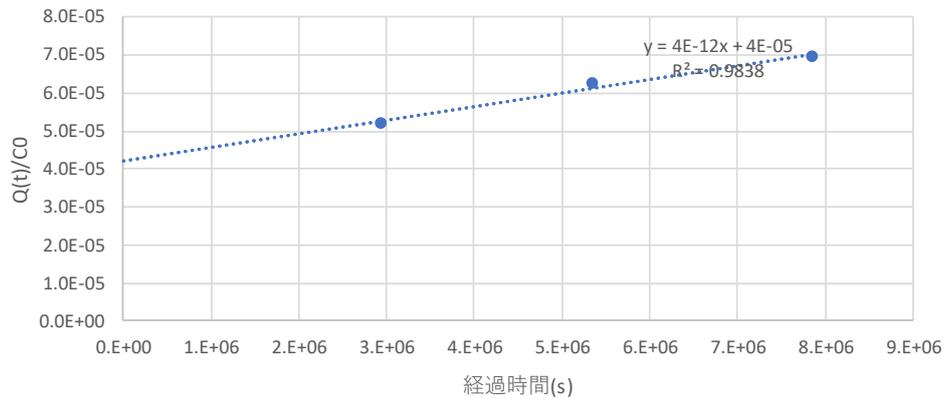
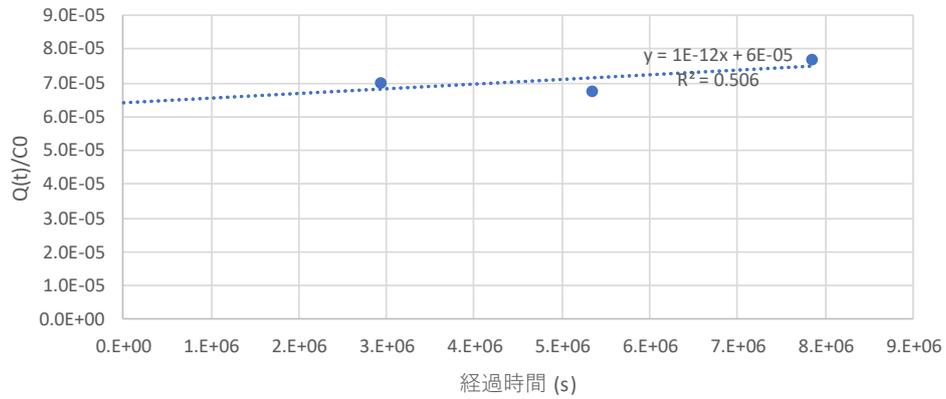
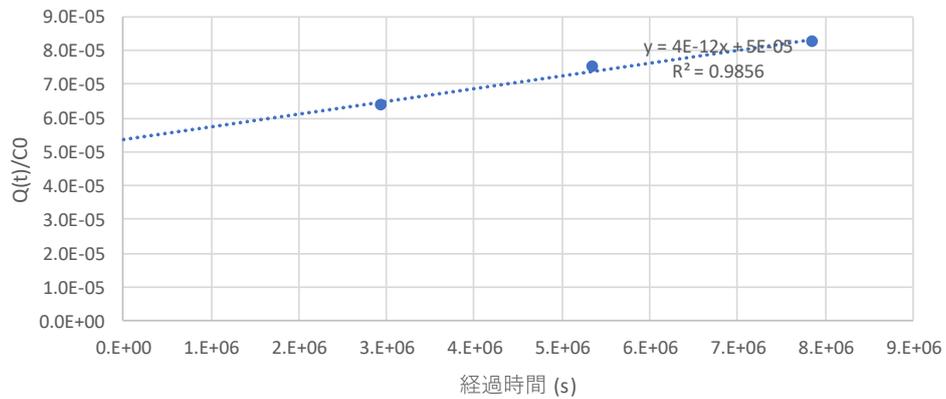


図 付録 8-11 KB-2③ (上・中・下) 下流側リザーバでのストロンチウム (Sr) 濃度経時変化

Sr: KB-2④ 上



Sr: KB-2④ 中



Sr: KB-2④ 下

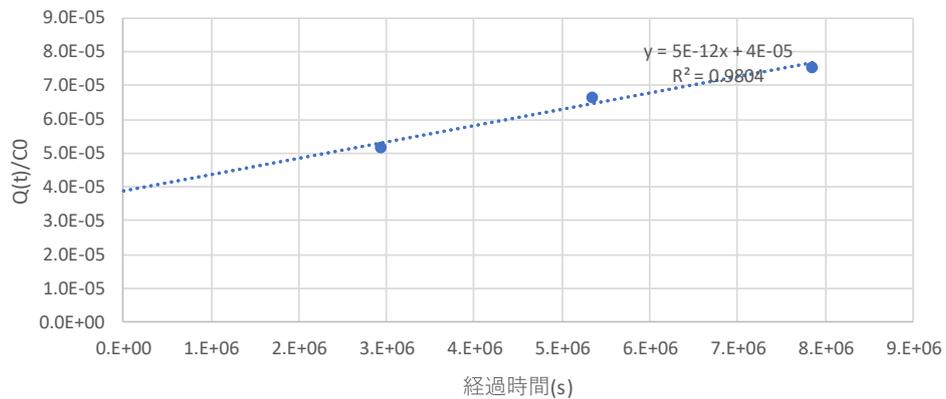


図 付録 8-12 KB-2④ (上・中・下) 下流側リザーバでのストロンチウム (Sr) 濃度経時変化

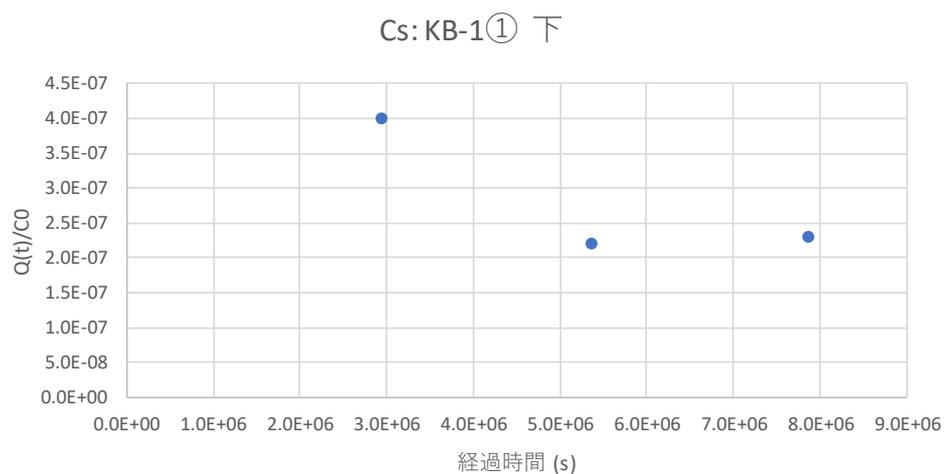
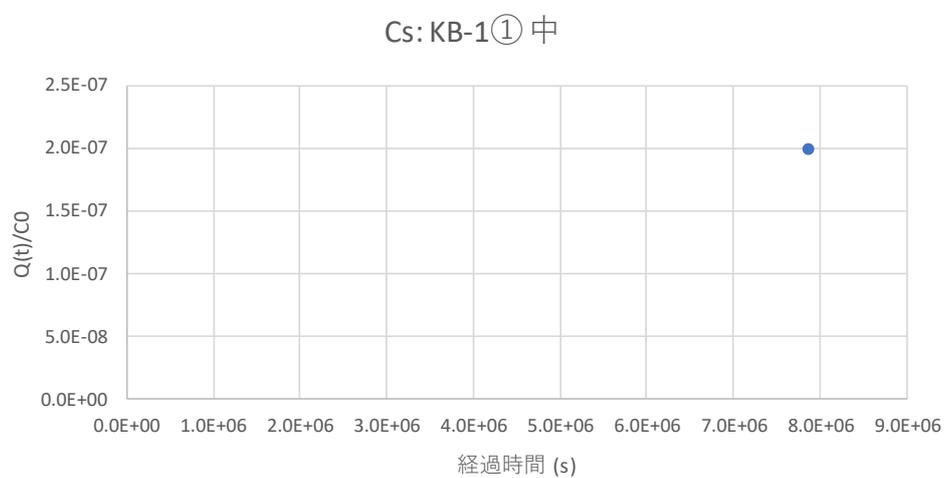
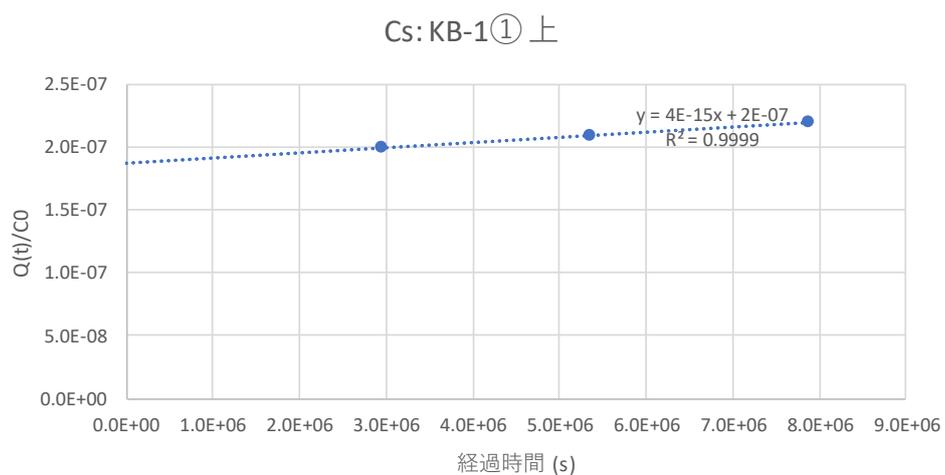


図 付録 8-13 KB-1① (上・中・下) 下流側リザーバでのセシウム (Cs) 濃度経時変化

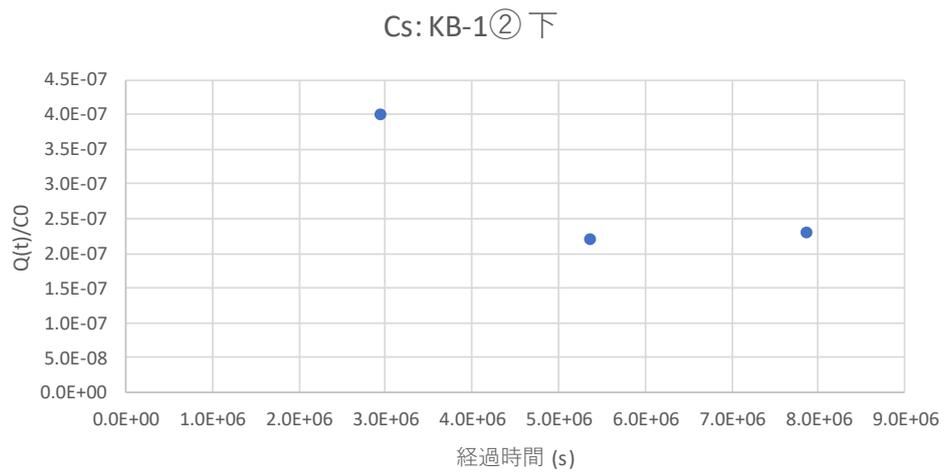
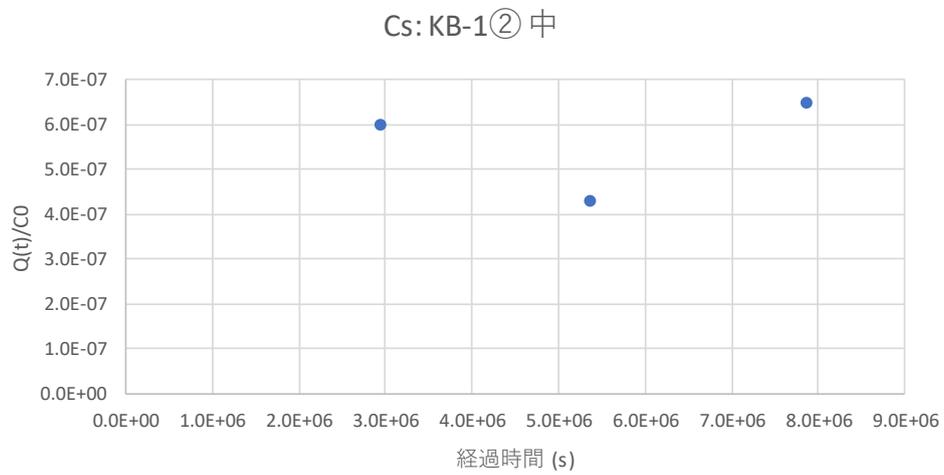
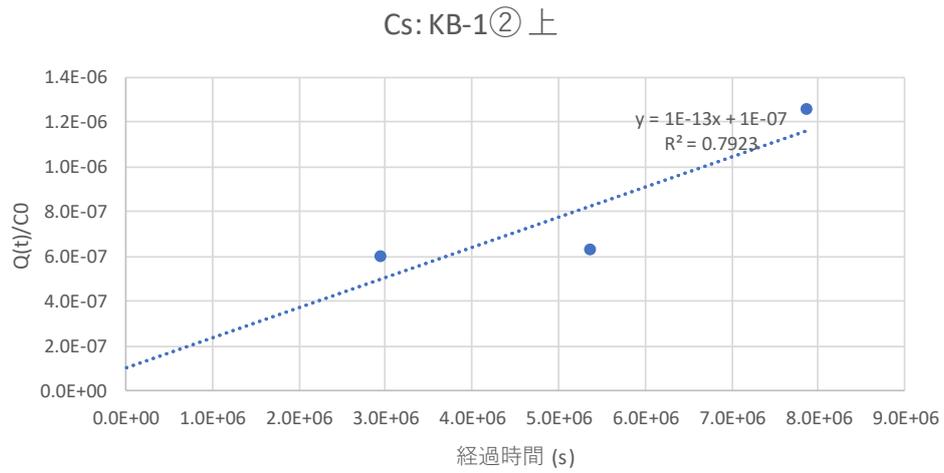
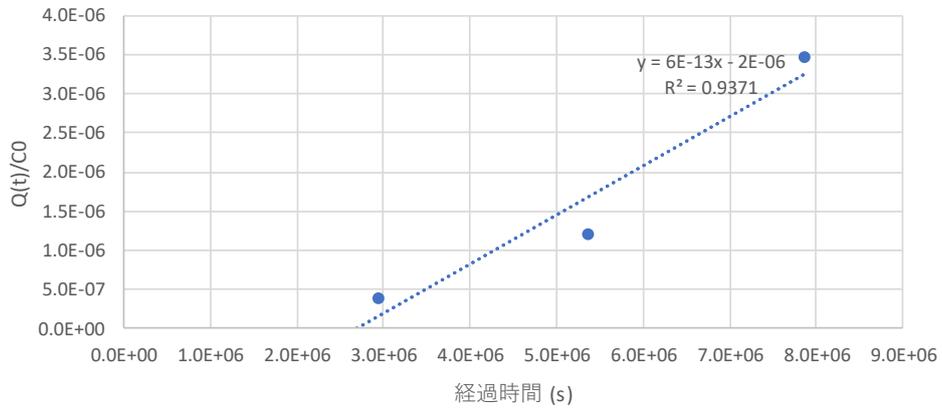
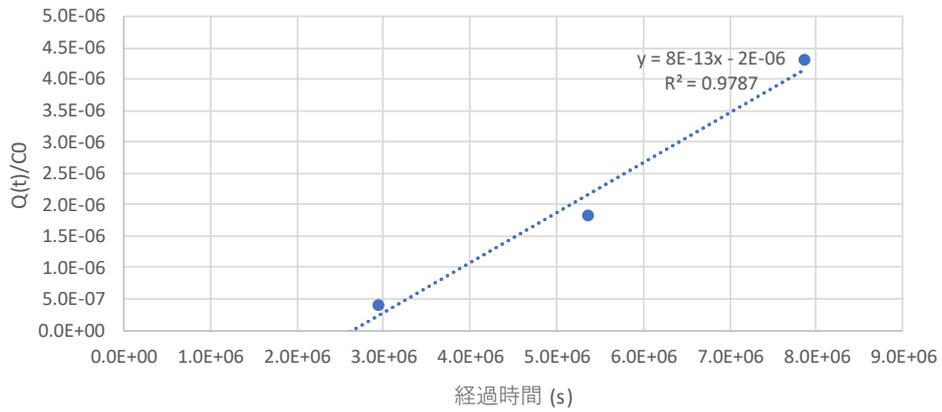


図 付録 8-14 KB-1② (上・中・下) 下流側リザーバでのセシウム (Cs) 濃度経時変化

Cs: KB-2③ 上



Cs: KB-2③ 中



Cs: KB-2③ 下

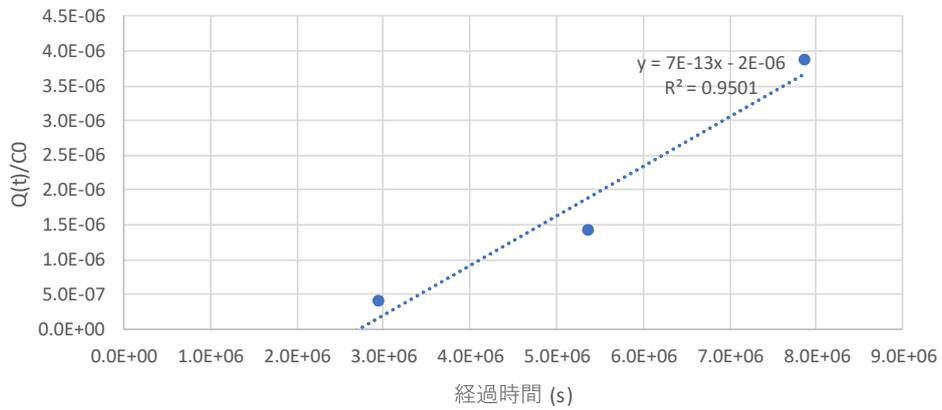
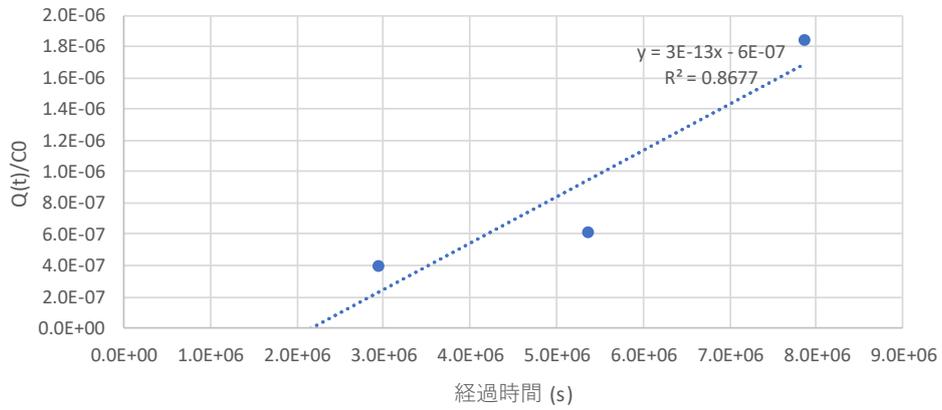
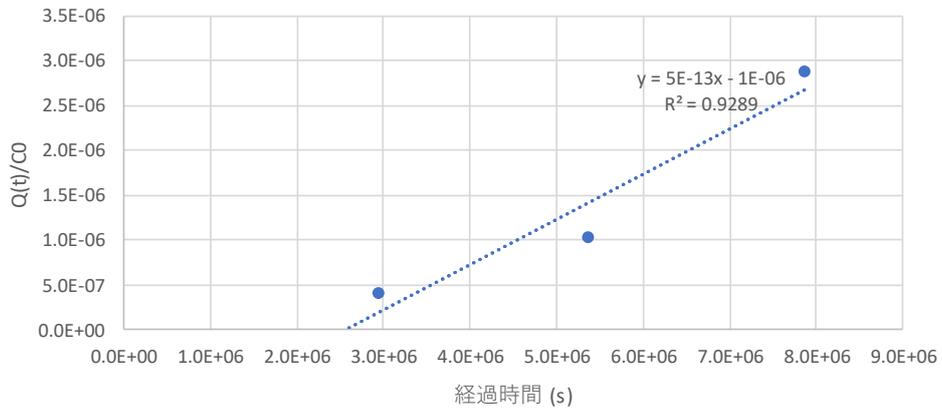


図 付録 8-15 KB-2③ (上・中・下) 下流側リザーバでのセシウム (Cs) 濃度経時変化

Cs: KB-2④ 上



Cs: KB-2④ 中



Cs: KB-2④ 下

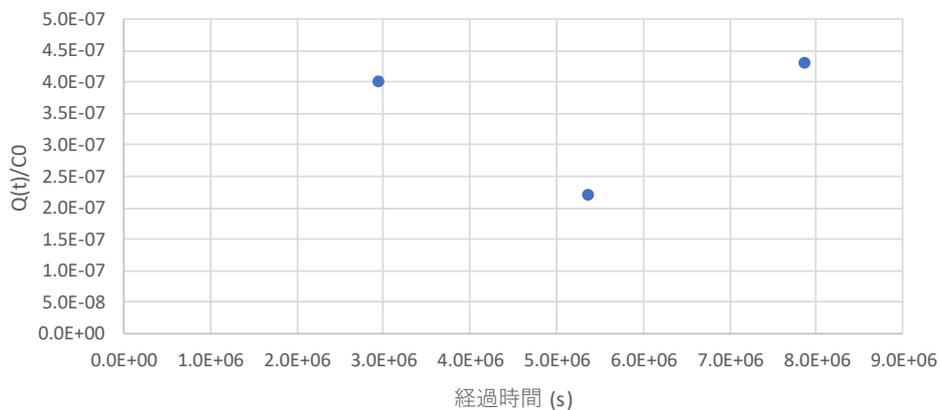
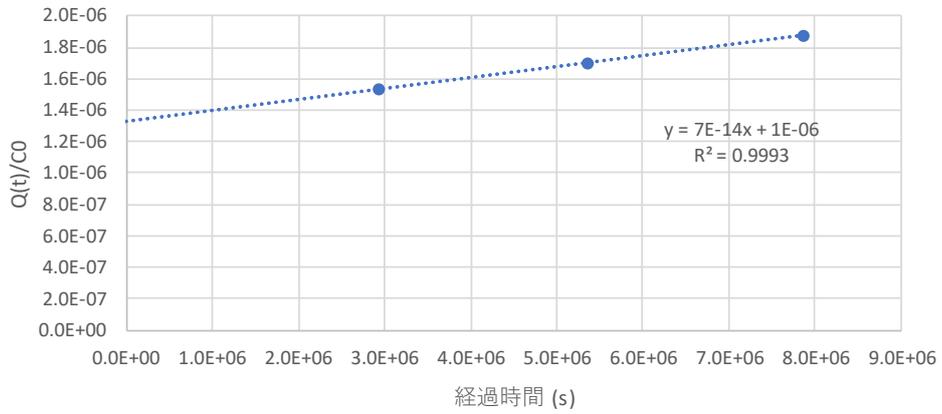
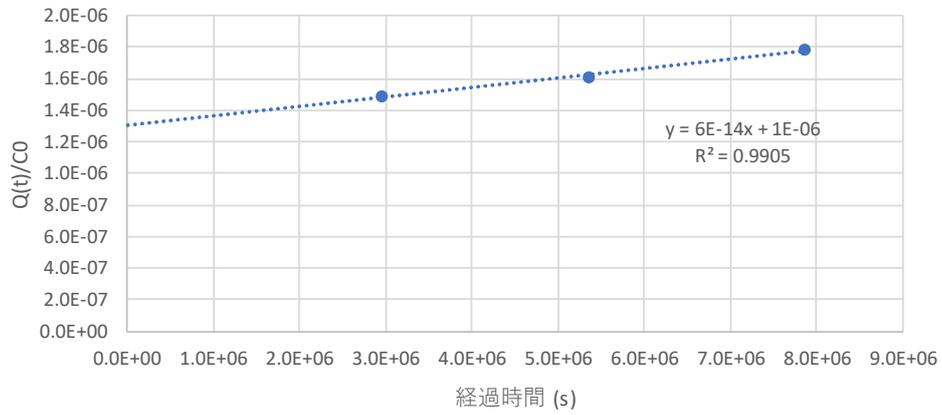


図 付録 8-16 KB-2④ (上・中・下) 下流側リザーバでのセシウム (Cs) 濃度経時変化

D: KB-1①上



D: KB-1①中



D: KB-1①下

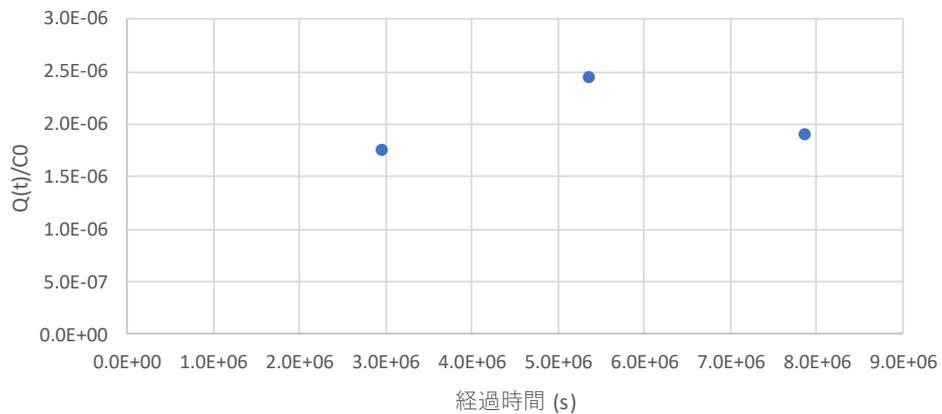
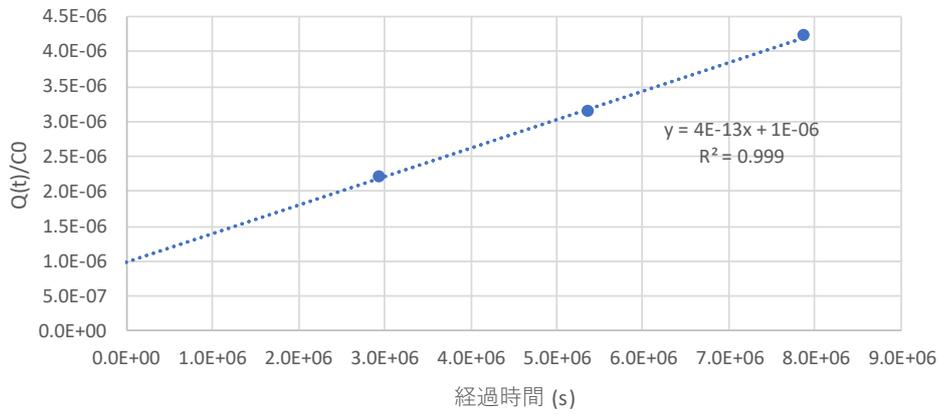
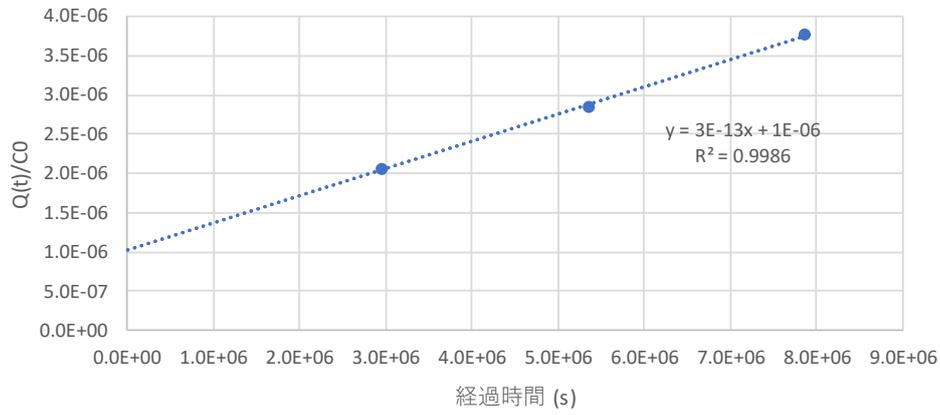


図 付録 8-17 KB-1① (上・中・下) 下流側リザーバでの重水 (D) 濃度経時変化

D: KB-1② 上



D: KB-1② 中



D: KB-1② 下

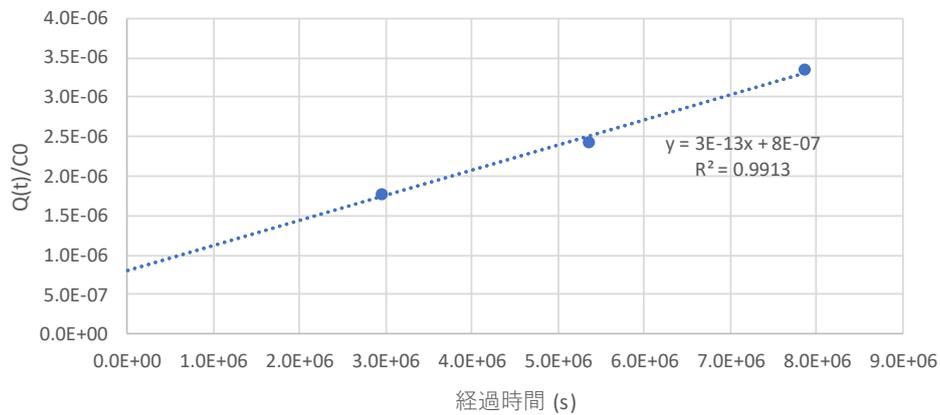
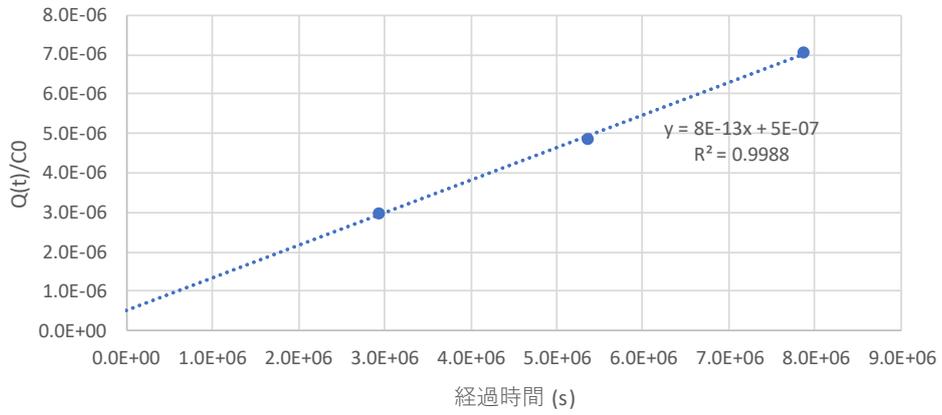
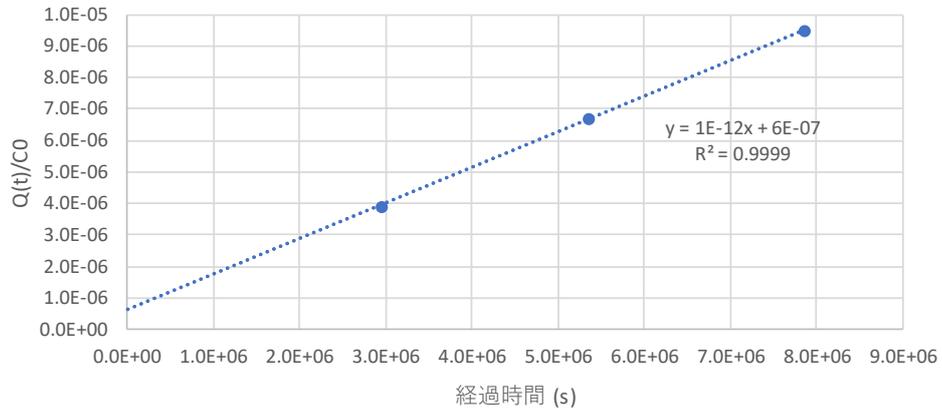


図 付録 8-18 KB-1② (上・中・下) 下流側リザーバでの重水 (D) 濃度経時変化

D: KB-2③ 上



D: KB-2③ 中



D: KB-2③ 下

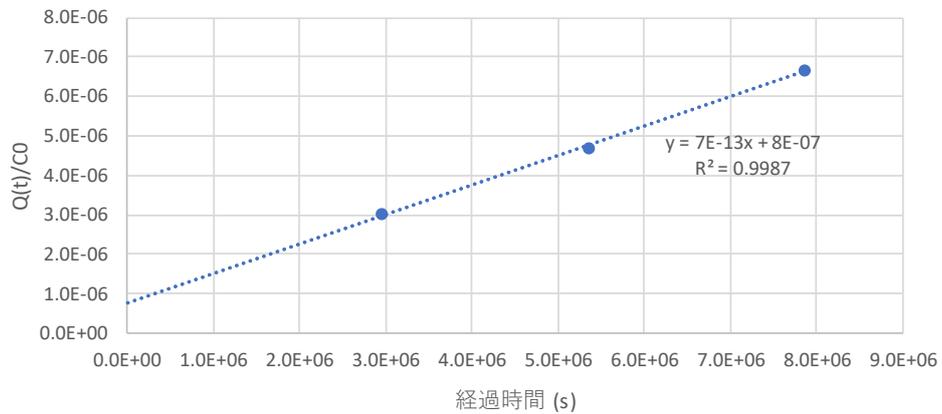
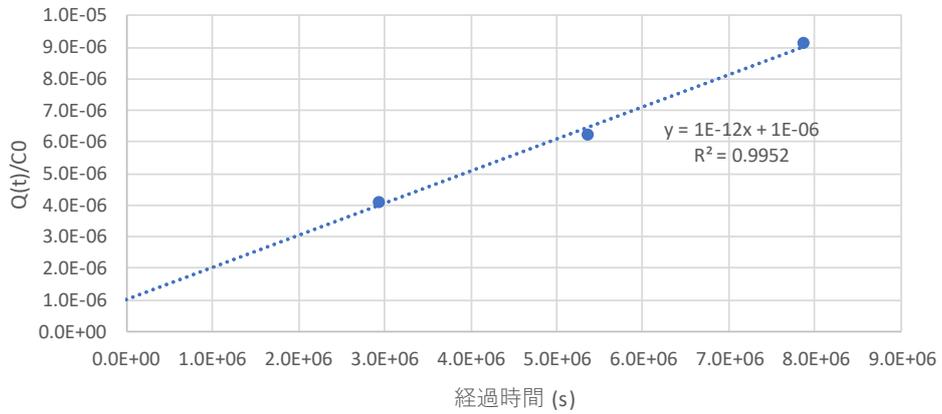
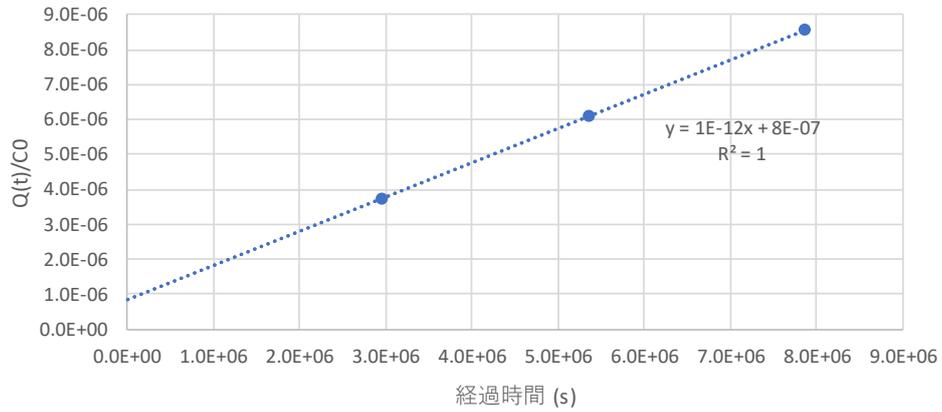


図 付録 8-19 KB-2③ (上・中・下) 下流側リザーバでの重水 (D) 濃度経時変化

D: KB-2④ 上



D: KB-2④ 中



D: KB-2④ 下

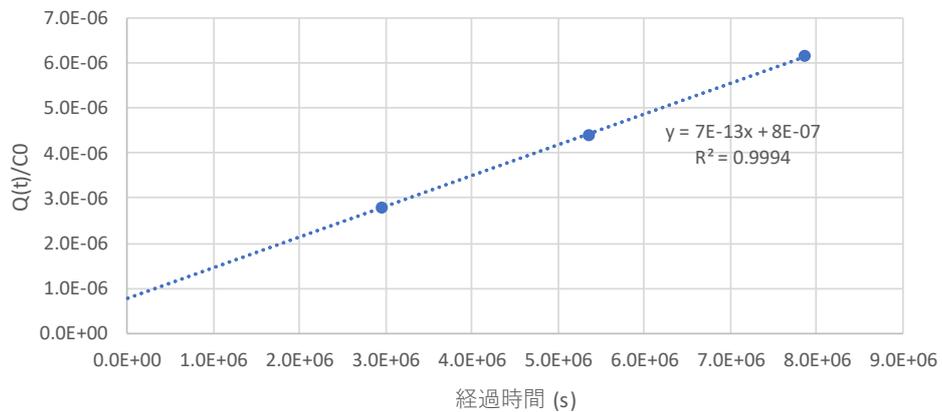


図 付録 8-20 KB-2④ (上・中・下) 下流側リザーバでの重水 (D) 濃度経時変化

付録 9 有機物分析結果

表 付録 9-1 濃縮液中の総有機炭素濃度 (TOC) の分析詳細その 1 (TC-IC 法)

試料名	希釈倍率	No.	試料タイプ※1	エリア	濃度	濃度平均値	希釈前濃度※2
					mg/L	mg/L	mg/L
S2濃縮液	10	1	TC-2	26.03	7.447	7.35	73.5
			TC-3	25.36	7.256		
			TC-4	25.65	7.339		
			IC-2	21.09	5.912	5.85	
			IC-3	20.89	5.856		
			IC-4	20.57	5.766		
		2	TC-1	21.45	6.137	6.23	62.3
			TC-2	22.23	6.36		
			TC-3	21.65	6.194		
			IC-1	16.48	4.62	4.64	
			IC-2	16.71	4.684		
			IC-3	16.48	4.62		
		3	TC-1	20.88	5.974	5.99	59.9
			TC-2	21.17	6.057		
			TC-3	20.77	5.942		
			IC-1	15.57	4.365	4.36	
			IC-2	15.83	4.437		
			IC-3	15.26	4.278		
S4濃縮液	50	1	TC-1	22.22	6.357	6.47	323.4
			TC-2	23.06	6.598		
			TC-3	22.53	6.446		
			IC-1	21.78	6.105	6.18	
			IC-3	22.36	6.268		
			IC-4	22.01	6.17		
		2	TC-1	26.59	7.608	7.68	384.2
			TC-3	26.84	7.679		
			TC-4	27.14	7.765		
			IC-2	27.15	7.611	7.55	
			IC-3	26.86	7.529		
			IC-4	26.74	7.496		
		3	TC-1	21.01	6.011	6.09	304.4
			TC-2	21.58	6.174		
			TC-3	21.24	6.077		
			IC-1	20.46	5.735	5.78	
			IC-2	20.94	5.87		
			IC-3	20.48	5.741		

※1 TC とは全炭素 (Total Carbon : TC), IC とは無機体炭素 (Inorganic Carbon : IC, または TIC)

※2 希釈前濃度とは, 濃度平均値に希釈倍率を乗じたときの濃度

※エリアとは, 成分が検出器を通過する際に電気信号に変換され, ピークとなって表れるときのピーク面積

表 付録 9-2 濃縮液中の総有機炭素濃度 (TOC) の分析詳細その 2 (TC-IC 法)

S2濃縮液	TC	IC	TOC	S4濃縮液	TC	IC	TOC
	mg/L	mg/L	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L
No.1	73.5	58.5	/	No.1	323.4	309.1	/
No.2	62.3	46.4		No.2	384.2	377.3	
No.3	59.9	43.6		No.3	304.4	289.1	
平均値	65.2	49.5	15.7	平均値	337.3	325.1	12.2

※TOC濃度は、TC濃度(平均値)からIC濃度(平均値)を差し引いて求めた

表 付録 9-3 濃縮液中の総有機炭素濃度 (TOC) の分析詳細その 3 (NPOC 法)

試料名	希釈倍率	No.	試料タイプ※1	エリア	濃度	濃度平均値	希釈前濃度※2
					mg/L	mg/L	mg/L
S2濃縮液	5	1	NPOC-2	7.795	2.184	2.35	11.8
			NPOC-3	8.798	2.465		
			NPOC-4	8.606	2.411		
		2	NPOC-2	8.234	2.307	2.39	12.0
			NPOC-3	8.633	2.419		
			NPOC-4	8.722	2.443		
		3	NPOC-1	6.247	1.75	1.69	8.4
			NPOC-3	5.409	1.515		
			NPOC-4	6.393	1.791		
S4濃縮液	5	1	NPOC-2	4.338	1.215	1.17	5.8
			NPOC-3	4.098	1.148		
			NPOC-4	4.042	1.132		
		2	NPOC-1	4.689	1.314	1.23	6.1
			NPOC-2	4.325	1.212		
			NPOC-4	4.135	1.158		
		3	NPOC-2	4.21	1.179	1.18	5.9
			NPOC-3	4.304	1.206		
			NPOC-4	4.093	1.147		

※1 NPOCとは、不揮発性有機炭素 (Non-Purgeable Organic Carbon)

※2 希釈前濃度とは、濃度平均値に希釈倍率を乗じたときの濃度

※エリアとは、成分が検出器を通過する際に電気信号に変換され、ピークとなって表れるときのピーク面積

表 付録 9-4 濃縮液中の総有機炭素濃度 (TOC) の分析詳細その 4 (NPOC 法)

S2濃縮液	NPOC	S4濃縮液	NPOC
	mg/L		mg/L
No.1	11.8	No.1	5.8
No.2	12.0	No.2	6.1
No.3	8.4	No.3	5.9
平均値	10.7	平均値	6.0

(空白ページ)

原子力発電環境整備機構

(略称：原環機構)

Nuclear Waste Management Organization of Japan (NUMO)