



換気立坑 250m 坑道における初期地圧の計測

In Situ Stress Measurements at 250m Gallery off the Ventilation Shaft

中村 隆浩 真田 祐幸 杉田 裕 加藤 春實

Takahiro NAKAMURA , Hiroyuki SANADA , Yutaka SUGITA and Harumi KATO

地層処分研究開発部門
幌延深地層研究ユニット

Horonobe Underground Research Unit
Geological Isolation Research and Development Directorate

June 2011

本レポートは独立行政法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<http://www.jaea.go.jp>)
より発信されています。

独立行政法人日本原子力研究開発機構 研究技術情報部 研究技術情報課
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to
Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department,
Japan Atomic Energy Agency
2-4 Shirakata Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2011

換気立坑 250m 坑道における初期地圧の計測

日本原子力研究開発機構

地層処分研究開発部門 幌延深地層研究ユニット

中村 隆浩*1、真田 祐幸+、杉田 裕、加藤 春實*2

(2011年4月1日受理)

高レベル放射性廃棄物の地層処分技術開発として北海道幌延町で進めている幌延深地層研究計画は、平成12年度から開始した地上からの調査研究段階が平成17年度に終了し、現在、坑道掘削（地下施設建設）時の調査研究段階に移行している。地上からの調査研究段階では、地上物理探査、地質調査、ボーリング調査などを実施し、この地区内の地質環境のモデル化や安全評価手法の適用性確認などを試みた。一般に、地下には、土壌や岩盤の自重のほか、地殻変動などにより初期地圧と呼ばれる応力が生じている。初期地圧は、地下構造物の設計を行う上で必須の情報であり、また、坑道周辺岩盤中に発生する掘削影響領域の広がりやその力学的性状に密接な関係があることから、地上からのボーリング調査において研究所設置地区内に分布している水平面内（二次元）の初期地圧の評価を試みている。

坑道掘削（地下施設建設）時の調査段階においては、地上からのボーリング調査において評価した初期地圧の妥当性の確認ならびに更新を目標の一つとしている。そこで、本研究では換気立坑 250m 坑道において3本のボーリング孔を掘削し、水圧破碎法および円錐孔底ひずみ法による応力解放法によって坑道まわりに作用している初期地圧の三次元評価を試みた。初期地圧測定の結果は次のようである。

(1) 水圧破碎法：3本のボーリング孔の22深度において、コンプライアンス C の小さな配管系を用いた高剛性水圧破碎法を実施した。応力状態が測定位置によらず一様であると仮定し、横き裂の法線応力と初期地圧の関係および縦き裂の発生する位置と初期地圧の関係から250m坑道まわりの初期地圧を評価した。評価された初期地圧の中間および最小主応力の大きさは接近しており、鉛直応力 σ_v は250mの被りから推定される土被り圧の半分程度と小さかった。また、最大主応力はNE方向にあって水平面から約40度傾斜していた。140mレベルと250m坑道とで評価された初期地圧に差が生じた原因は、両地点の地質環境の違いにあると考えられる。

(2) 円錐孔底ひずみ法による応力解放法：M02孔の稚内層に位置する深度17.25mと深度17.72mで円錐孔底ひずみ法を実施した。2つの深度で評価された主応力方位分布は良く一致し、最大主応力はNNE方向にあって約60度傾斜し、中間主応力はWNWであり、ほぼ水平に近い方向に分布した。この最大主応力の方向は声問層および稚内層の堆積面方向にほぼ垂直であった。最大主応力は、稚内層の一軸圧縮強度に匹敵するほど大きく、主応力比 σ_1/σ_3 も、深度17.25mで11.6、深度17.72mで6.0とかなり大きかった。ただし、孔壁の破壊現象は観測されていないことから、応力のレベルと主応力比は実際よりも大きめに評価されたと推定される。応力が大きめに評価された原因として、応力解放に伴うコア内部の微小な破壊現象および稚内層を完全な等方弾性体と見なせないことなどが考えられる。2つの深度で測定された全ての孔底ひずみを用いて評価した平均的な初期地圧は、鉛直応力 σ_v が被り圧の半分以下であり、水圧破碎試験の結果と整合した。また、応力解放法から評価された初期地圧の大きさも、そのオーダーが水圧破碎試験の結果と一致した。

幌延深地層研究センター（駐在）：〒098-3224 北海道天塩郡幌延町北進 432-2

+ 東濃地科学研究ユニット

*1 戸田建設株式会社

*2 ジオテクノス株式会社

In Situ Stress Measurements at 250m Gallery off the Ventilation Shaft

Takahiro NAKAMURA*¹, Hiroyuki SANADA⁺, Yutaka SUGITA and Harumi KATO*²

Horonobe Underground Research Unit
Geological Isolation Research and Development Directorate
Japan Atomic Energy Agency
Horonobe-cho, Teshio-gun, Hokkaido

(Received April 1, 2011)

From FY2000 to FY2005, JAEA had been making research at ground surface of Horonobe town for repository of high-level radioactive waste. During this period, geological investigation, hydrogeology investigation, rock mechanics investigation, geochemical investigation using boreholes were carried out in Hokushin area which is about 3km×3km in surface area of Horonobe town in order to construct a geological environment model and to confirm the methodology for safety assessment. Now the research program proceeds to the next stage where the underground drifts and shafts are under construction. In the underground rock mass, in situ stress is the sum of tectonic stress as well as overlying stress due to gravity. In situ stresses enter into excavation design and are required in order to predict the response of rock masses to the disturbance associated with those structures. For these reasons, JAEA has carried out in situ stress measurements using vertical boreholes drilled from ground surface to evaluate the state of horizontal stress in the area.

In the research during the underground construction, comparison between the stress measurements carried out at surface and at underground is conducted. And if inconsistency between these two measurements is found, the state of stress will be updated based on more reliable information. In order to study the 3D in situ state of stress around Horonobe Underground Research Laboratory, hydraulic fracturing tests and stress relief method (Conical-ended borehole method) were conducted at the 250m gallery located near the bottom of the ventilation shaft. Three 20.0m long boreholes, 09-V250-M01(slightly upwards), 09-V250-M02(slightly upwards) and 09-V250-M03(vertical) , were drilled from the gallery using 76mm diameter bit. The results of the measurements are summarized as follows:

(1) Hydraulic fracturing technique

Hydraulic fracturing technique using the test equipment with sufficiently small compliance was carried out in the three boreholes. Shut-in pressure of inclined transverse cracks and the circumferential position of longitudinal cracks on the wellbore surface were used to determine the magnitude and orientation of principal stress around the 250m gallery on the assumption that all of the target zones of hydraulic fracturing were in a uniform stress state. The determined in situ stress state showed a little difference of magnitude between intermediate stress and minimum stress. The vertical component of the in situ stress was evaluated to be about a half of the overburden at the test site. The maximum principal stress was inclined to about 40 degrees from the level with azimuth of NE orientation. The reason why the evaluated state of stress at 140m niches and 250m gallery are different would be attributed to geological environment.

(2) Stress relief method by conical-ended borehole overcoring

Stress relief method by conical-ended borehole overcoring was successfully conducted at the depths of 17.25m and 17.72m of the borehole 09-V250-M02. Orientation of the evaluated principal stresses at the two depths showed a good agreement. The maximum principal stress inclined about 60 degrees from the level with azimuth of NNE and the intermediate principal stress was almost horizontal with WNW orientation. The orientation of the maximum principal stress was almost perpendicular to the plane of sedimentation of Koetoi formation and Wakkanai formation. The magnitude of the maximum principal stress was comparable to the uniaxial compressive strength of Wakkanai formation. The estimated ratio of the principal stresses σ_1/σ_3 was 11.6 and 6.0 at the depth of 17.25m and 17.72m, respectively. No spalling of the walls of the boreholes due to the stress concentration was detected while both the magnitude and the ratio of principal stress were large enough to cause borehole breakout. The inconsistency would be explained by microcracks in the boring core formed during the drilling process or/and by elastic anisotropy of Wakkanai formation. An average in situ state of stress determined from all strains measured at the two depths indicated that that the vertical component of in situ stress was about a half of the overburden, which was consistent with the result of hydraulic fracturing test. A good agreement was found between the magnitudes of the stresses determined by overcoring and hydraulic fracturing.

Keywords: In Situ State of Stress, Stress Relief Method, Conical-Ended Borehole Technique, Hydraulic Fracturing Technique

⁺ Tono Geoscientific Research Unit

*1 Toda Corporation

*2 Geotechnos Co., Ltd.

目 次

1. はじめに	1
1.1 概要	1
1.2 測定位置	2
1.3 原位置調査期間	2
2. ボーリング孔掘削	3
2.1 ボーリング孔孔口の位置	3
2.2 ボーリング資機材の搬入	4
2.3 ボーリング資機材の設置	5
2.4 給電・給排水	6
2.5 メタンガスの湧出および酸欠対策	8
2.6 ボーリング孔口切	10
2.7 ボーリング孔掘削（深度 1.5m～深度 20.0m）	10
2.8 掘削の経過	10
3. 地質記載	14
3.1 概要	14
3.2 岩相	14
3.3 割れ目	19
3.4 土色	24
3.5 RQD・岩盤等級区分・コア回収率	24
4. 水圧破砕法による初期地圧測定	25
4.1 試験装置	26
4.2 試験方法	27
4.3 解析方法	29
4.3.1 横き裂のき裂閉口圧と初期地圧の関係	30
4.3.2 縦き裂が発生する位置と初期地圧の関係	31
4.3.3 逆解析	32
4.4 試験結果	33
4.4.1 水圧破砕システムのコンプライアンス C の評価	33
4.4.2 水圧破砕試験	34
4.4.3 水圧破砕試験によって生じたき裂	53
4.5 初期地圧の評価	59
4.5.1 き裂の方向余弦	59
4.5.2 破砕圧およびき裂閉口圧	59
4.5.3 解析結果	65
4.6 結言	67
5. 応力解放法による初期応力測定	68
5.1 試験方法	69
5.2 応力測定理論	71
5.3 応力解放試験結果	73

5.3.1	オーバーコアリングにともなう円錐孔底ひずみの変化	73
5.3.2	オーバーコアリング終了時の孔底ひずみ	75
5.4	繰返し载荷試験による岩石の弾性率評価	76
5.4.1	試験装置および試験方法	76
5.4.2	繰返し载荷試験結果	78
5.5	応力解放試験から評価された初期地圧状態	80
5.6	結言	83
6.	コア物性測定試験	84
6.1	試験概要	84
6.2	試験方法	84
6.2.1	力学試験方法	84
6.2.2	多面体試験を用いた三次元弾性波速度測定法	91
6.3	試験結果	93
6.3.1	一軸圧縮試験	93
6.3.2	圧裂引張試験	103
6.3.3	多面体試験を用いた弾性波速度測定	112
7.	おわりに	115
	参考文献	116
付録1	1 m区間データの一覧表	119
付録2	割れ目データの一覧表	123
付録3	色差計測定結果一覧表	129
付録4	岩芯柱状図	135
付録5	コア写真	197
付録6	破碎前のき裂の型取り結果	203
付録7	破碎後のき裂の型取り結果	211

CONTENTS

1. Introduction	1
1.1 Summary	1
1.2 Location of the site	2
1.3 Duration of the study	2
2. Borehole drilling for the in situ stress measurements	3
2.1 Location of the mouths of the borehole	3
2.2 Transportation of the boring machine to the 250m gallery	4
2.3 Placing of the boring machine	5
2.4 Electric and water supply	6
2.5 Draining of methane gas from the gallery and supplying fresh air to the job site	8
2.6 Drilling of the borehole mouths	10
2.7 Borehole drilling (the depths from 1.5m to 20.0m)	10
2.8 Drilling logs	10
3. Geology	14
3.1 Summary of the core logging	14
3.2 Rock faces	14
3.3 Fissures	19
3.4 Color of the soil	24
3.5 RQD, classification of the drilling core and core recovery	24
4. In situ stress measurements by hydraulic fracturing method	25
4.1 Equipments	26
4.2 Procedure of the test	27
4.3 Process of the data analysis	29
4.3.1 The relation between the shut-in pressure and in situ stress	30
4.3.2 The relation between the location of longitudinal fracture initiation and in situ stress	31
4.3.3 Inverse analysis of in situ stress	32
4.4 Results	33
4.4.1 Evaluation of the compliance of the hydraulic fracturing equipment	33
4.4.2 Hydraulic fracturing test	34
4.4.3 Fractures induced by hydraulic fracturing tests	53
4.5 Evaluation of the in situ stress	59
4.5.1 Orientation of fractures	59
4.5.2 Breakdown pressure and shut-in pressure	59
4.5.3 Results of the analysis	65
4.6 Summary	67
5. In situ stress measurement by overcoring method	68
5.1 Procedure of the test	69

5.2	Theory of the in situ stress measurement	71
5.3	Results of the overcoring	73
5.3.1	Change of the strains measured on the conical ended borehole bottom during overcoring	73
5.3.2	Relieved strains on the borehole bottom	75
5.4	Evaluation of elastic modulus of rock by cyclic loading	76
5.4.1	Procedure of the tests	76
5.4.2	Results of the cyclic loading test	78
5.5	State of the in situ stress evaluated by overcoring method	80
5.6	Summary	83
6.	Measurement of the mechanical properties of the drill core	84
6.1	Mechanical tests using boring core	84
6.2	Procedure of the mechanical tests	84
6.2.1	Measurement of mechanical properties of the rock	84
6.2.2	Measurement of 3D P-wave velocity using a polyhedral specimen	91
6.3	Results of the test	93
6.3.1	Uniaxial compression test	93
6.3.2	Brazilian tensile test	103
6.3.3	Distribution of P-wave velocity using a polyhedral specimen	112
7.	Conclusion	115
	References	116
Appendix 1	Table of core data surveyed every 1m	119
Appendix 2	Table of fissures data of core	123
Appendix 3	Table of data of core color	129
Appendix 4	Core log	135
Appendix 5	Photos of drilling core	197
Appendix 6	Photos of impression taken by impression packer before hydraulic fracturing test	203
Appendix 7	Photos of impression taken by impression packer after hydraulic fracturing test	211

付表目次

表 2.1	換気立坑 250m 坑道に掘削したボーリング孔	3
表 2.2	使用機材一覧表	4
表 2.3	ボーリング孔掘削時の使用電力	6
表 2.4	小型換気ファン（防爆型送風機）の仕様	8
表 2.5	メタンガス濃度対応基準	9
表 4.1	測定機器一覧	26
表 4.2	高剛性水圧破碎システムのコンプライアンス測定結果	33
表 4.3	水圧破碎試験状況	35
表 4.4	水圧破碎試験結果	64
表 4.5	横き裂の垂直応力と縦き裂の発生位置から評価した初期地圧状態	66
表 5.1	換気立坑 250m 坑道で実施した円錐孔底ひずみ法	68
表 5.2	繰り返し載荷試験に用いた岩石試験片	77
表 5.3	除荷時のヤング率、ポアソン比および一軸圧縮強度	78
表 5.4	応力評価のための孔底ひずみおよび弾性率	81
表 5.5	M02 孔の稚内層における初期地圧状態	81
表 6.1	ボーリングコアの物性測定試験	84
表 6.2	一軸圧縮試験の試験方法	90
表 6.3	一軸圧縮試験結果	97
表 6.4	一軸圧縮試験結果（スケッチ）	100
表 6.5	圧裂引張試験結果	104
表 6.6	圧裂引張試験結果（スケッチ）	107

付図目次

図 2.1	初期地圧測定用ボーリング孔の配置図	3
図 2.2	換気立坑 250m 坑道のボーリング孔孔口位置	4
図 2.3	ボーリング資機材の設置平面図	5
図 2.4	給電系統図	6
図 2.5	(a)水平および(b)鉛直ボーリング孔の給水系統図	7
図 2.6	深度 250m 水平坑道での初期地圧評価における換気計画図	9
図 2.7	09-V250-M01 孔掘削時のポンプ流量、ポンプ圧力、掘進荷重および スピンドル回転数と掘削深度との関係	11
図 2.8	09-V250-M02 孔掘削時のポンプ流量、ポンプ圧力、掘進荷重および スピンドル回転数と掘削深度との関係	12
図 2.9	09-V250-M03 孔掘削時のポンプ流量、ポンプ圧力、掘進荷重および スピンドル回転数と掘削深度との関係	13
図 3.1	地質柱状図 (09-V250-M01 孔)	15
図 3.2	地質柱状図 (09-V250-M02 孔)	16
図 3.3	地質柱状図 (09-V250-M03 孔)	17
図 3.4	軟質な泥岩 (09-V250-M02 孔、深度 7m～深度 9m 付近)	18
図 3.5	やや硬質で粗粒な泥岩 (09-V250-M03 孔、深度 16m～深度 18m 付近)	18
図 3.6	石灰質ノジュールに含まれる化石 (09-V250-M01 孔、深度 19.15m 付近)	18
図 3.7	せん断割れ目 (09-V250-M01 孔、8.5m 付近)	19
図 3.8	09-V250-M01 孔の割れ目傾斜ヒストグラム	20
図 3.9	09-V250-M02 孔の割れ目傾斜ヒストグラム	21
図 3.10	09-V250-M03 孔の割れ目傾斜ヒストグラム	22
図 3.11	コアディスキング (09-V250-M01 孔、8.5m 付近)	23
図 3.12	コアディスキング (09-V250-M01 孔、15.4m 付近)	23
図 4.1	コンプライアンス C の小さな高剛性水圧破碎システム	26
図 4.2	可塑性のチューブによって被覆した型取パッカーの挿入	27
図 4.3	ストラドルパッカーの挿入	28
図 4.4	破碎後の型取で得られたき裂のトレースの例	28
図 4.5	ボーリング孔と座標系の関係	30
図 4.6	ボーリング孔壁面における縦き裂の発生	31
図 4.7	水圧破碎システムのコンプライアンス測定状況	33
図 4.8	高剛性水圧破碎システムを用いた鋼管内における加圧試験の例	33
図 4.9	M01 孔の深度 14.50m における圧力・流量・時間曲線	36
図 4.10	M01 孔の深度 15.50m における圧力・流量・時間曲線	37
図 4.11	M01 孔の深度 16.50m における圧力・流量・時間曲線	38
図 4.12	M01 孔の深度 18.00m における圧力・流量・時間曲線	39
図 4.13	M02 孔の深度 13.80m における圧力・流量・時間曲線	40
図 4.14	M02 孔の深度 14.80m における圧力・流量・時間曲線	41
図 4.15	M02 孔の深度 15.80m における圧力・流量・時間曲線	42
図 4.16	M02 孔の深度 16.80m における圧力・流量・時間曲線	43

図 4.17	M02 孔の深度 17.80m における圧力・流量・時間曲線	44
図 4.18	M03 孔の深度 6.20m における圧力・流量・時間曲線	45
図 4.19	M03 孔の深度 7.20m における圧力・流量・時間曲線	46
図 4.20	M03 孔の深度 8.20m における圧力・流量・時間曲線	47
図 4.21	M03 孔の深度 9.40m における圧力・流量・時間曲線	48
図 4.22	M03 孔の深度 12.00m における圧力・流量・時間曲線	49
図 4.23	M03 孔の深度 13.20m における圧力・流量・時間曲線	50
図 4.24	M03 孔の深度 14.50m における圧力・流量・時間曲線	51
図 4.25	M03 孔の深度 17.55m における圧力・流量・時間曲線	52
図 4.26	(a)M01 孔の深度 14.5m、(b)M01 孔の深度 15.5m、(c)M01 孔の深度 16.5m および M01 孔の深度 18.0m で採取したき裂の型取の記録	54
図 4.27	(a)M02 孔の深度 13.8m、(b)M02 孔の深度 14.8m、(c)M02 孔の深度 15.8m および M02 孔の深度 16.8m で採取したき裂の型取の記録	55
図 4.28	(a)M02 孔の深度 17.8m、(b)M03 孔の深度 6.2m、(c)M03 孔の深度 7.2m および M03 孔の深度 8.2m で採取したき裂の型取の記録	56
図 4.29	(a)M03 孔の深度 9.4m、(b)M03 孔の深度 12.0m、(c)M03 孔の深度 13.2m および M03 孔の深度 14.5m で採取したき裂の型取の記録	57
図 4.30	M03 孔の深度 17.55m で採取したき裂の型取の記録	58
図 4.31	型取パッカーから得られた横き裂のトレースに最小二乗法によって 平面を当てはめた例	59
図 4.32	第 1 回目のシャットイン後の圧力-時間曲線から求めた dt/dP と P の関係	61
図 4.33	(a)水圧破砕法によって評価された主応力の下半球投影図および (b)水平面内の主応力分布	66
図 5.1	円錐孔底ひずみ法による初期応力測定手順	70
図 5.2	円錐孔底ひずみ法による初期地圧測定の計測システム	70
図 5.3	円錐孔底に設定された座標系および 16 素子ひずみゲージの配置	72
図 5.4	M02 孔の深度 17.25m および深度 17.72m における オーバーコアリングにともなう円錐孔底ひずみの変化	74
図 5.5	M02 孔の深度 17.25m および深度 17.72m における オーバーコアリング終了時の孔底ひずみ	75
図 5.6	繰り返し载荷試験における载荷パターンの例	76
図 5.7	繰り返し载荷試験のための再コアリング	77
図 5.8	繰り返し载荷試験用の試験片	77
図 5.9	繰り返し载荷試験における応力-ひずみ曲線	79
図 5.10	M02 孔の稚内層における主応力の方位の下半球投影図および水平面内の 主応力分布	82
図 6.1	一軸圧縮試験片	85
図 6.2	圧裂引張試験片	87
図 6.3	力学試験における試験装置および測定系統	89
図 6.4	M02 孔から採取した泥岩の定方位コア(稚内層)から成形した 98 面体試験片	92
図 6.5	一軸圧縮試験における応力-ひずみ曲線	94

図 6.6	各ボーリング孔から採取した試験片の一軸圧縮強度、接線ヤング率 およびポアソン比	98
図 6.7	声間層および稚内層から採取した試験片の一軸圧縮強度、接線ヤング率 およびポアソン比	99
図 6.8	試験片を採取したボーリング孔と引張強度の関係	105
図 6.9	試験片を採取した地層と引張強度の関係	105
図 6.10	泥岩の堆積構造面に対する載荷方向と引張強度の関係	106
図 6.11	M02 孔の深度 17.55m から採取した稚内層のコアを成形した 多面体試験片の(a)P 波速度測定値および(b)これを二次曲面で近似した P 波速度方位分布の下半球投影図	113
図 6.12	測定した P 波速度と二次曲面で近似した P 波速度の関係	113
図 6.13	E-N-V 座標系に関する多面体試験片の P 波速度方位分布の下半球投影図	114

1. はじめに

1. 1 概要

独立行政法人日本原子力研究開発機構は、北海道天塩郡幌延町において新第三紀堆積岩を対象として幌延深地層研究計画と称する地下施設建設を伴う研究プロジェクトを進めている。この計画は、平成 12 年度から開始し、全体で約 20 年間の研究プロジェクトであり、地上からの調査研究段階、坑道掘削（地下施設建設）時の調査研究段階および地下施設での調査研究段階の 3 つの段階から構成される。地上からの調査研究段階は平成 17 年度に終了し、現在、坑道掘削（地下施設建設）時の調査研究段階に移行している。地上からの調査研究段階では、幌延町北進地区に 3km 四方程度の領域を研究所設置地区として選定し、この領域およびその周辺を対象に地上物理探査、地質調査、ボーリング調査などを実施した。一般に地下には、土壌や岩盤の自重のほか、地殻変動などにより初期地圧と呼ぶ応力が生じている。初期地圧は、地下構造物の合理的で安全な設計・施工法の検討や坑道周辺岩盤中に発生する掘削影響領域の性状と密接な関係があることから、地上からのボーリング調査において研究所設置地区内に分布している初期地圧の評価を試みている。

初期地圧の測定方法は、主に応力解放法や水圧破碎法などのボーリング孔を利用した原位置での計測と、AE 法・DSCA 法・DRA 法などのボーリング孔から採取したコアを利用した計測（コア法と呼ばれる）とに大別される。地表から実施される水圧破碎法の場合、主応力の 1 つがボーリング孔軸に等しく、原位置に作用する土被り圧と等しいと仮定され解析されるため、水平面内の主応力のみが同定され地下深部に作用する正確な初期地圧状態を知ることが出来ない。地下深部に作用する三次元的な応力状態を評価可能な手法である応力解放法は、深部に位置する調査坑道などからの水平ボーリング孔を利用した計測がほとんどを占めており、地表からの計測は技術的な困難さからほとんどなされていない。そのため、坑道掘削（地下施設建設）時の調査段階においては、地下施設を利用した三次元初期地圧状態の正確な評価を実施し、さらに地上からのボーリング調査において評価した初期地圧の妥当性の確認ならびに更新を目的としている。

初期地圧の測定方法は、一般的に地下深部の硬岩を対象にすることが多く、幌延地域に見られる新第三紀堆積岩である軟岩に対する実施例は硬岩の実施例と比較して少ない。そのため、初期地圧測定法のうちどの方法が幌延地域の新第三紀堆積岩に最適であるか適用性の検討が必要である。しかしながら、幌延地域特有の地質環境条件のため、適用性を確認できる測定手法は限られる。また、初期地圧は一般的に深度依存性が認められるとともに、その地域特有の地質構造の存在や地形の影響の他、地殻変動などによりその状態が変化する。そのため、ある対象領域の初期地圧状態を評価する場合、地質構造や地形に着目し複数の地点において初期地圧測定を行い、バラツキを含めて総合的に評価する必要がある。以下、初期地圧状態の検討内容と得られた結果の利用方法について示す。

① 新第三紀堆積岩の原位置における初期地圧測定法の適用性の検討

初期地圧測定法の検討では、ボーリング孔表面から水が浸出するような新第三紀堆積岩に適用可能な初期地圧測定方法を選定するため、岩盤とひずみゲージの接着性能、最適なボーリング掘削径・掘削方向の決定、ボーリング孔内での設置位置の決定等、必要に応じて予備実験・解析等を実施し適用性を事前に確認し、その後原位置での適用を図る。

② 声問層、遷移帯、稚内層の3つの地層における初期地圧状態の検討

初期地圧状態の検討では、各地層においてそれぞれ数カ所の地点で初期地圧測定を実施し、初期地圧結果のバラツキの程度・掘削時の情報化施工で得られる A/B 計測結果・掘削時の切羽観察・三次元地質構造モデル・地上からの調査研究段階で得られた初期地圧状態との比較検討等を含めて総合的に評価する。得られた結果については、必要に応じ既存の岩盤力学モデルの確認・更新、地下構造物の応力・変形解析の初期地圧入力パラメーターの見直し、地下施設の合理的で安全な設計・施工法の見直しおよび周回坑道配置の適否等に適宜反映する予定である。

本報告は、平成 21 年度に幌延深地層研究センターの換気立坑 250m 坑道から直径 76mm の 3 本のボーリング孔を掘削し、水圧破碎法および円錐孔底ひずみ法による地下施設周辺岩盤の初期地圧の評価について取りまとめた。

1. 2 測定位置

幌延深地層研究センター換気立坑 250m 坑道

1. 3 原位置調査期間

自) 平成 21 年 10 月 26 日

至) 平成 21 年 11 月 16 日

2. ボーリング孔掘削

2. 1 ボーリング孔孔口の位置

水圧破碎法による初期地圧の評価を目的として、換気立坑 250m 坑道に 09-V250-M01 孔、09-V250-M02 孔および 09-V250-M03 孔を掘削した。これら 3 本のボーリング孔の方位傾斜、掘削深度などは表 2.1 に示すとおりである。図 2.1 は、各ボーリング孔の配置図である。各ボーリング孔孔口は、図 2.1 の配置図の様に、09-V250-M01 孔は切羽に向って左隅部に、09-V250-M02 孔は坑道左側壁に、そして 09-V250-M03 孔の孔口は床面に設定した。図 2.2 に各ボーリング孔の孔口位置を示す。

表 2.1 換気立坑 250m 坑道に掘削したボーリング孔

孔 名	方位・傾斜	掘削深度(m)	備 考
09-V250-M01 孔	S55° E、水平から上向き 3°	20.0	<ul style="list-style-type: none"> ・φ76 コアパック使用 ・水圧破碎法を適用
09-V250-M02 孔	N60° E、水平から上向き 3°	20.0	<ul style="list-style-type: none"> ・φ76 コアパック使用 ・水圧破碎法を適用 ・円錐孔底ひずみ法を適用
09-V250-M03 孔	鉛直下向き	20.0	<ul style="list-style-type: none"> ・φ76 コアパック使用 ・水圧破碎法を適用

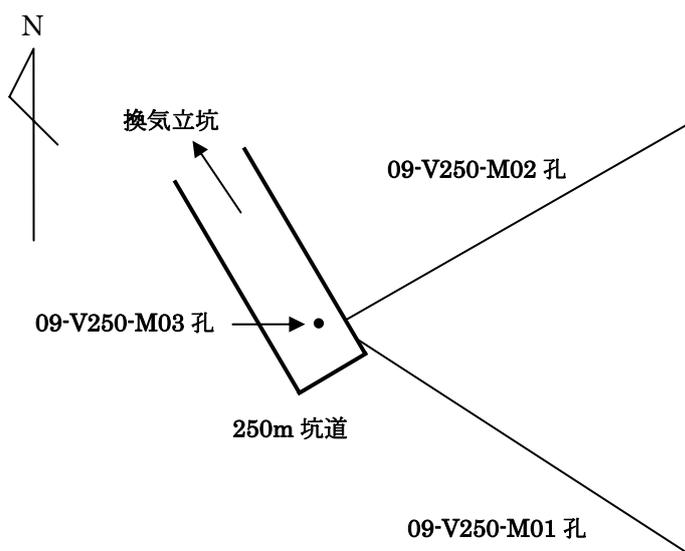


図 2.1 初期地圧測定用ボーリング孔の配置図（平面図）

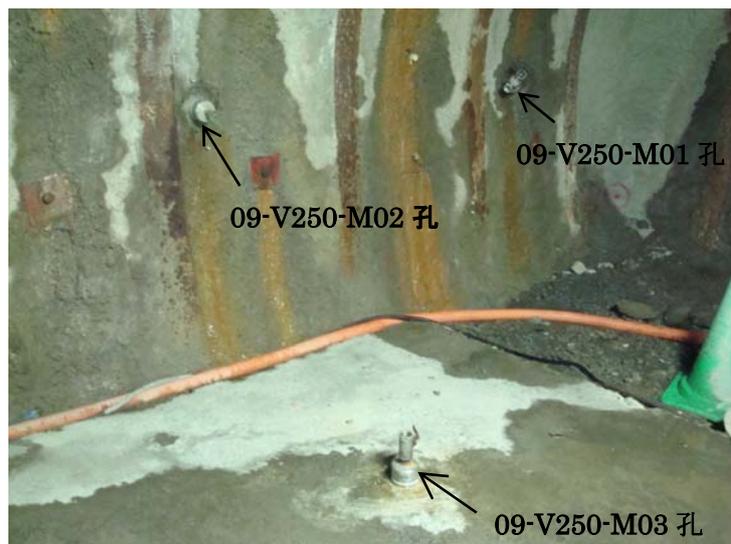


図 2.2 換気立坑 250m 坑道のボーリング孔孔口位置

2. 2 ボーリング資機材の搬入

ボーリング資機材は、換気立坑坑口まで 2t トラックで運搬し、換気立坑のキブルによって坑内に搬入した。キブルの最大収納寸法には制約があるので、搬入資機材はすべてキブルの最大収納寸法以下に梱包した。表 2.2 に使用機材の一覧を示す。搬入時期は他の工事と重なり合わないよう調整した。

表 2.2 使用機材一覧表

資機材名称	メーカー・型式	公称能力および規格	寸法 (H×W×L) (mm)	重量あるいは数量
試錐機	TEC-1	5.5kW	1400×730×1205	500 kgf
2"水中ポンプ		1.5kW		2 台
配電盤			1100×600×890	50 kgf
ドラム缶	100ℓ			1 缶
92 シールド管			1500	3 本
92 メタルクラウン			150	1 個
40.5 ロッド			1000	22 本
40.5 ロッド			500	2 本
40.5 ロッド			300	1 本
76 コアパック			1500	1 本
アウターチューブ他	掘削ツール		400×500×2500	1 個
コア箱		5m/箱		12 箱
水圧破碎試験装置 押し込み器具他			300×200×1800	1 個
水圧破碎パッカー	ジオテクノス(株)		3500	2 本
小型プランジャ ポンプ	日本精密科学(株)	400cc/min、最高吐 出圧力 30MPa	570×380×320	50kgf

2. 3 ボーリング資機材の設置

キブルから資機材設置場所までの運搬・設置作業は、キブルから換気立坑への機材の取り出し・引き込み、換気立坑から 250m 坑道への運搬・設置の 2 段階でおこなった。その作業手順は次の通りである。

- (1) 250m 坑道への資機材の搬入・設置は、ボーリングの資機材、タンクおよび試錐機の順におこなう。
- (2) キブルから 250m 坑道側への試錐機の取り出し・引き込みは、主にモノレールホイストのチェーンブロックを利用する。
- (3) モノレールホイストの下から試錐機をチェーンブロックで吊り上げ、250m 坑道にいったん仮置きする。他の資機材はすべて人力によって 250m 坑道まで運搬する。
- (4) 所定の位置に試錐機、タンク等を据える。図 2.3 に 250m 坑道における資機材配置の例を示す。

試錐機のベースは、アンカーボルトによってコンクリート床面に固定した。電気配線は、水平坑道に配電盤を設置し、試錐機、試錐ポンプ等の電気設備に配電した。配線は歩行や小資材運搬の障害にならないように配慮した。

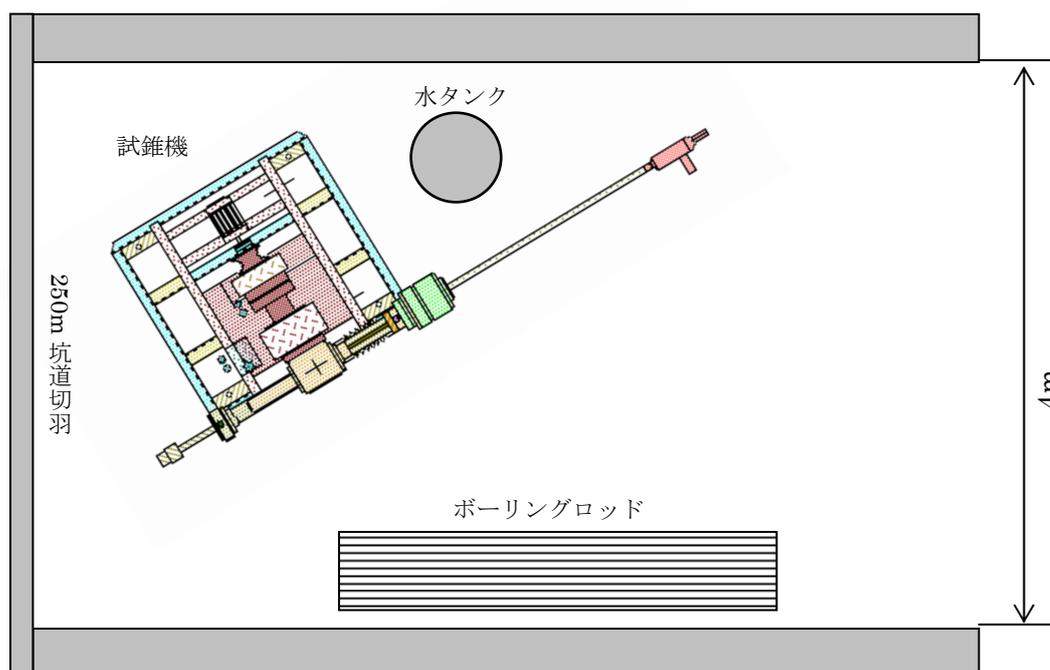


図 2.3 ボーリング資機材の設置平面図

2. 4 給電・給排水

(1) 給電

ボーリング孔掘削時に使用した電力は、表 2.3 に示す通りである。図 2.4 に示すように、電源はスcaffold 2 床に設置されている分電盤からキャプタイヤケーブルを介して 250m 坑道の配電盤まで導いた。なお、スcaffold 2 床の分電盤とキャプタイヤケーブルはコネクタを介して接続し、緊急時における電力線の切り離しを短時間で容易に行えるようにした。

表 2.3 ボーリング孔掘削時の使用電力

種類	電圧(V)	台数	消費電力(kW)
試錐機	三相 200V	1	5.5
2"水中ポンプ	単相 100V	1	0.4
換気ファン	単相 100V	1	0.5
照明	単相 100V	2	0.3
		合計	6.7(kW)

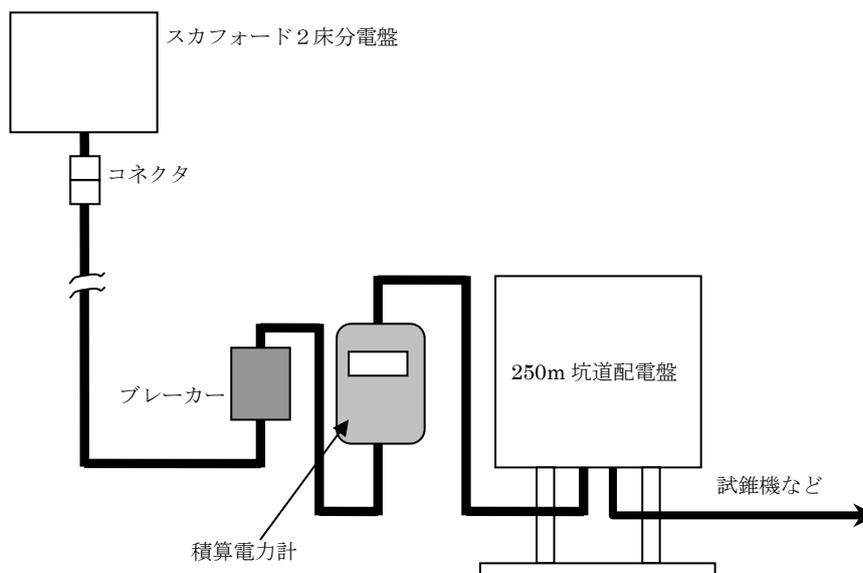


図 2.4 給電系統図

(2) 給水および排水

ボーリングのための掘削水は、原則として 250m 坑道周辺から釜場に集まる坑内湧水を給水・循環させて使用した。すなわち、

- ① 前記釜場から坑内水をポンプアップし、土のうとビニルシートで作った釜場いっばいに溜める。
- ② 次に、図 2.5 に示すように、土のうとビニルシートで作った釜場に溜めた水を試錐機に内蔵した給水ポンプによってビット先端まで送水しながらボーリングを行う。
- ③ 孔底から孔口に戻った掘削水は、土のうとビニルシートで作った釜場に溜め、再び試錐機の給水ポンプによってポンプアップして循環させる。

なお、孔内からの湧水などの排水は、上澄みを仮受槽に排水した。釜場に沈殿したスライムは土のう袋に回収し、坑外に搬出・処分した。

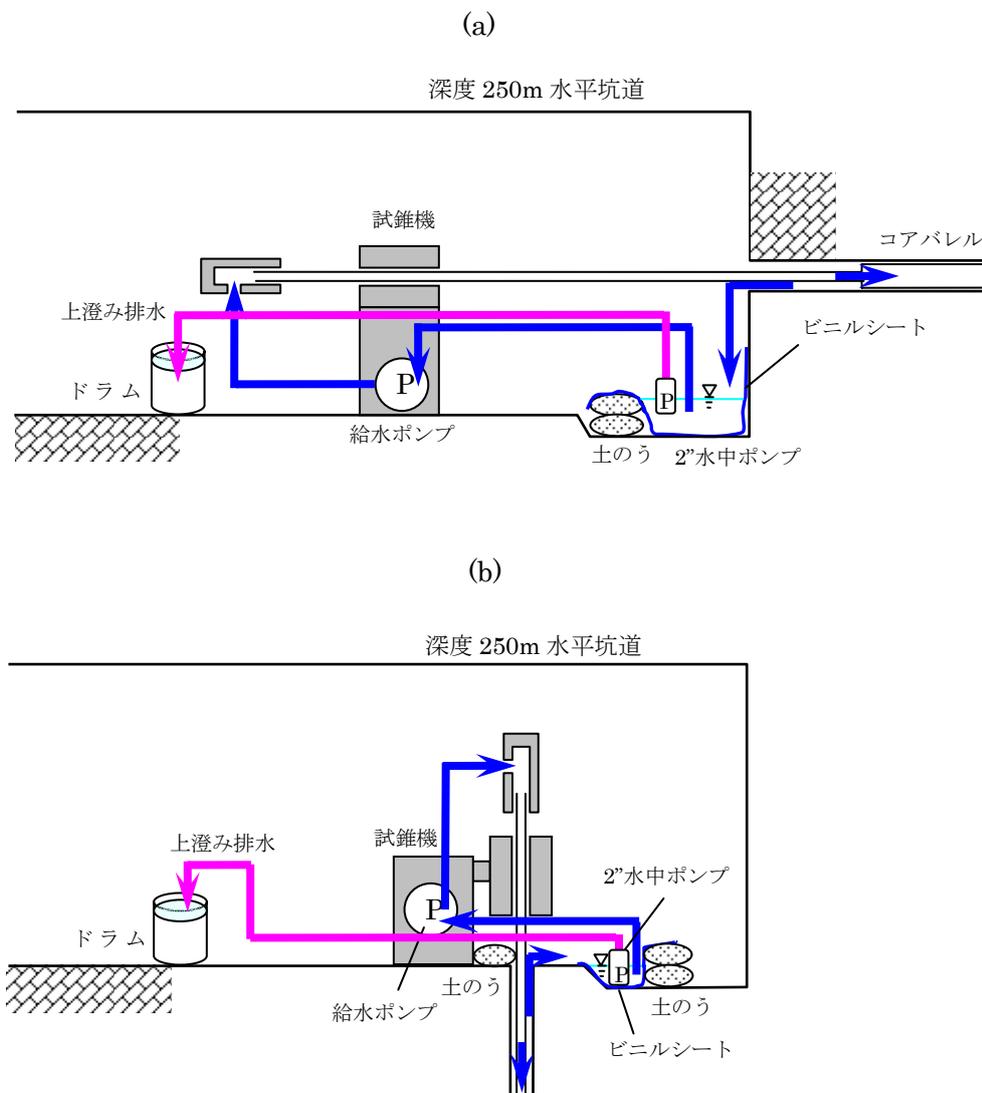


図 2.5 (a)水平および(b)鉛直ボーリング孔の給水系統図 (断面図)

2. 5 メタンガスの湧出および酸欠対策

深度 250m 水平坑道および大型試錐座の換気系統は図 2.6 に示す通りである（⇨印参照）。すなわち、坑外から送り込まれた新鮮な送気は、送風管を通じて深度 250m 水平坑道切羽に送風される。この送気は、水平坑道に設置された局所ファンによって大型試錐座側に送風され、大型試錐座での作業に伴って発生する可能性のある可燃性ガスを希釈した後、2 本の吸気風管を通じて排出される。

深度 250m 水平坑道における初期地圧評価においては、当該坑道の切羽付近でボーリング工事を行うため、ボーリング孔から可燃性ガスが発生した場合、可燃性ガスが局所ファンによって大型試錐座側に送風される可能性がある。そこで、深度 250m 水平坑道でボーリング作業を行うときは、図 2.6 に示すようにボーリング孔口に接近して吸気風管と可燃性ガスセンサー（●印参照）を設置した。吸気風管に接続した小型換気ファンは、ボーリング掘削中は常時運転し、大型試錐座側の吸気風管吸い込み口まで可燃性ガスを誘導・排出した（→印参照）。ボーリング孔から湧出するメタンガス濃度が 0.25%Vol 以上になった時は、大型試錐座側の作業員・坑道施工業者に報告することとした。

表 2.4 は、小型換気ファンの仕様である。小型換気ファンは、図 2.6 の非防爆エリアの位置に設置した。

表 2.4 小型換気ファン（防爆型送風機）の仕様

メーカー	サンキテクノス
型式	PFE-282Y
風量	60m ³ /min
静圧	49mmAq
電源	単相 100V、0.5kW
風管	直径 300mm、ジャバラ型
台数	1 台

坑内作業中は、防爆区間であるボーリング孔口近傍の 2 箇所以上にメタンガスおよび酸素濃度計を設置し、メタンガス濃度と酸素濃度を常時監視した。局所的な吸気によるメタンガスの排出に加え、さらに以下に示す 2 つの基本ルールに従って坑内作業を行った。

- ① メタン・酸素濃度の測定
 - ・ 酸欠作業主任者により、朝の作業開始前、昼休み後の作業開始前および作業終了後にメタン・酸素濃度の測定を実施する。
 - ・ コアチューブ引上げごとに腰高においてメタン・酸素濃度を測定する。
 - ・ メタンガス濃度が 0.25 Vol% 以下の時は通常作業を行うが、それ以上の場合は表 2.5 の対応基準に従う。
- ② 危険作業の除去
 - ・ 入坑前の火気類の持ち込み禁止
 - ・ 使用時以外の電源停止
 - ・ 原則的に防爆型機器を使用

- ・ 250m 坑道に設置された局所ファンよりも切羽側を防爆エリア、換気立坑側を非防爆エリアに設定し、防爆エリアでの電源入切操作および電動工具の使用を原則的に禁止
- ・ 作業に支障のないボーリング孔孔口の閉鎖

表 2.5 メタンガス濃度対応基準*

メタンガス濃度対応基準値(Vol%)	作業基準
0.25~0.5	火気使用作業の禁止 非防爆電動工具の使用禁止
0.5~1.0	火薬取り扱い作業の禁止
1.0	第1次警報 (パトライト点灯)
1.0~1.5	作業員退避
1.3	第2次警報 (パトライト点灯+ブザー)
1.5 以上	坑内電源遮断

*: 幌延深地層研究計画地下施設工事 (第 I 期) 施工要領書 (東立坑・換気立坑 立坑一般部) より抜粋

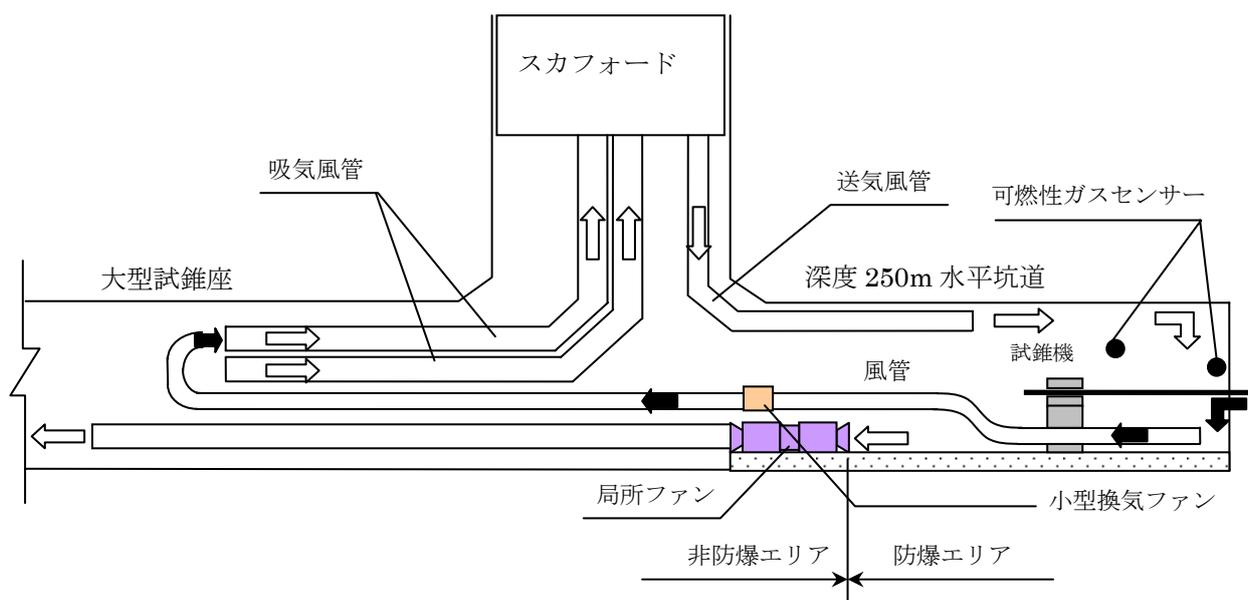


図 2.6 深度 250m 水平坑道での初期地圧評価における換気計画図 (断面図)

2. 6 ボーリング孔口切

試錐機のスピンドルを所定の方位および傾斜角度に設定し、250m 坑道壁面の吹き付けコンクリートあるいは床盤コンクリートを 92mm シールド口切ビット（メタルクラウン）によって約 1.5m 掘削した。1.5m 以深のボーリング孔を掘削する前に、孔口に長さ 1.5m の片側ねじ切りのケーシングを挿入し、ケーシング外周と孔壁の間隙をセメントモルタルで充填・固定した。

09-V250-M01 孔および 09-V250-M02 孔の傾斜角度は、表 2.1 に示すように、それぞれ水平から上向き 3° とし、掘削方位はそれぞれ $S55^{\circ} E$ および $N60^{\circ} E$ とした。09-V250-M03 孔は鉛直下向きである。

2. 7 ボーリング孔掘削（深度 1.5m～深度 20.0m）

深度 1.5m～20m の掘削は、76mm 二重管掘削（コア径 55mm）装置のコアパックを使用しておこなった。掘削編成は、76mm メタルクラウンビット+アウターチューブ+40.5mm ロッドを基本とした。40.5mm ロッドは、狭い坑内で作業しやすいように原則として長さ 1.5m ものを使用した。掘削水は、土のうを積んで作った釜場に坑内湧水を溜め、試錐機に内蔵した給水ポンプでビット先端に送水するとともに、孔口から釜場に還流した掘削水を前記給水ポンプでくみ上げ、再度送水して循環させた。掘削作業終了後、湧水・ガスの発生を低減させるため、ケーシング先端にステンレス製のキャップをねじ込んでボーリング孔口を密閉した。

2. 8 掘削の経過

各ボーリング孔掘削時のポンプ流量、ポンプ圧力、掘進荷重およびスピンドル回転数を図 2.7、図 2.8 および図 2.9 に示す。なお、09-V250-M01 孔、09-V250-M02 孔および 09-V250-M03 孔の掘削終了時の湧水量は、それぞれ 14.8 l/分、1.4 l/分および 17.6 l/分である。

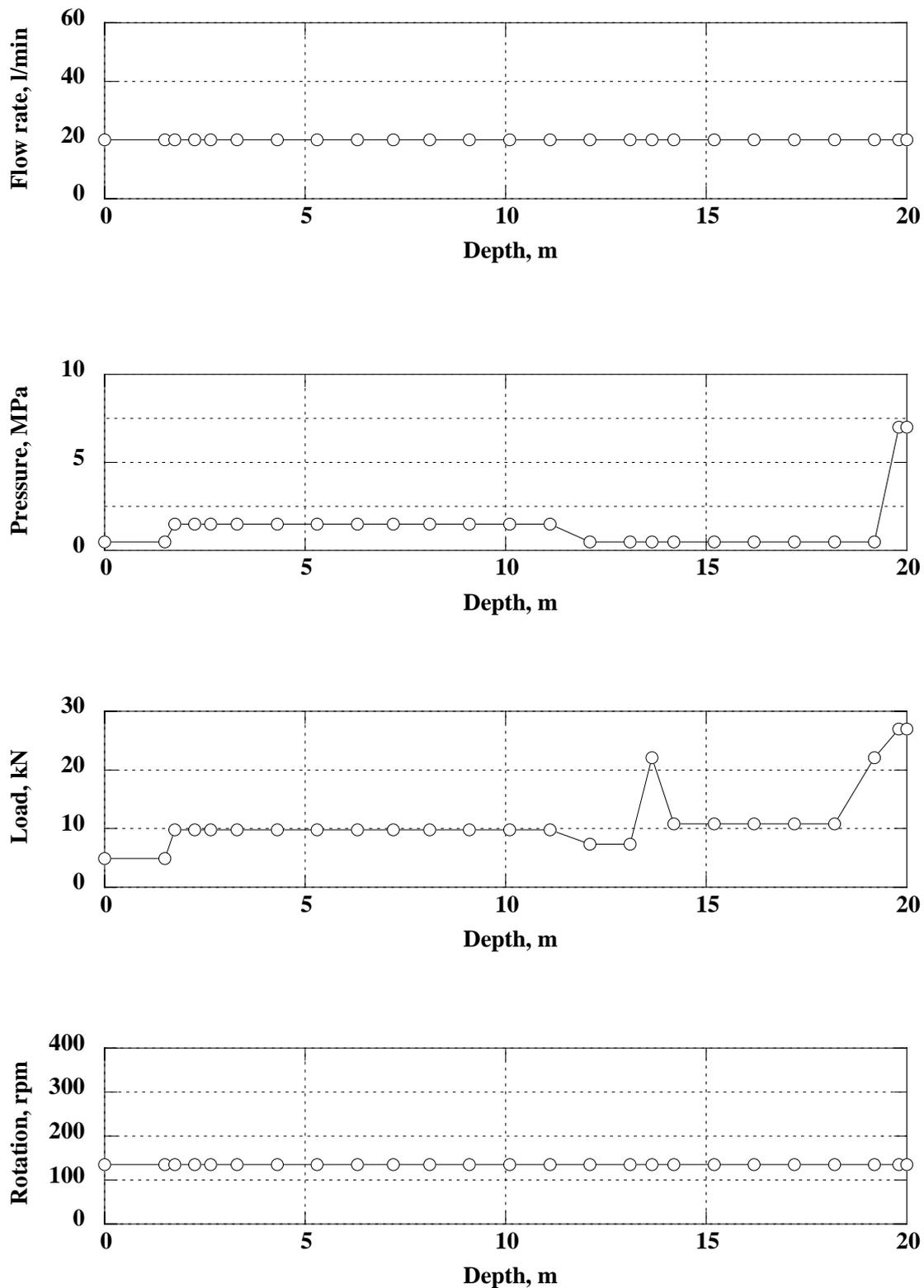


図 2.7 09-V250-M01 孔掘削時のポンプ流量、ポンプ圧力、掘進荷重およびスピンドル回転数と掘削深度との関係

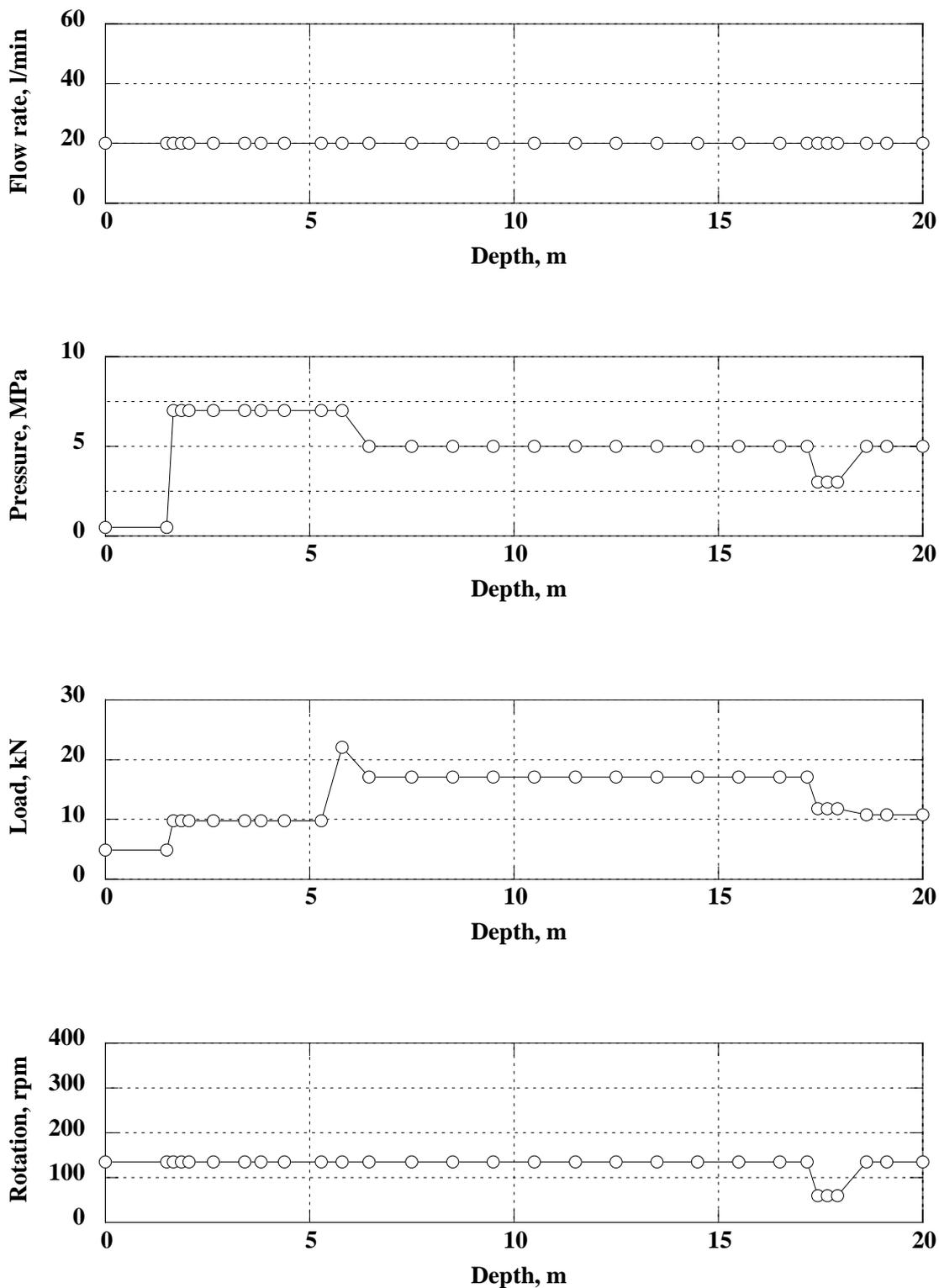


図 2.8 09-V250-M02 孔掘削時のポンプ流量、ポンプ圧力、掘進荷重およびスピンドル回転数と掘削深度との関係

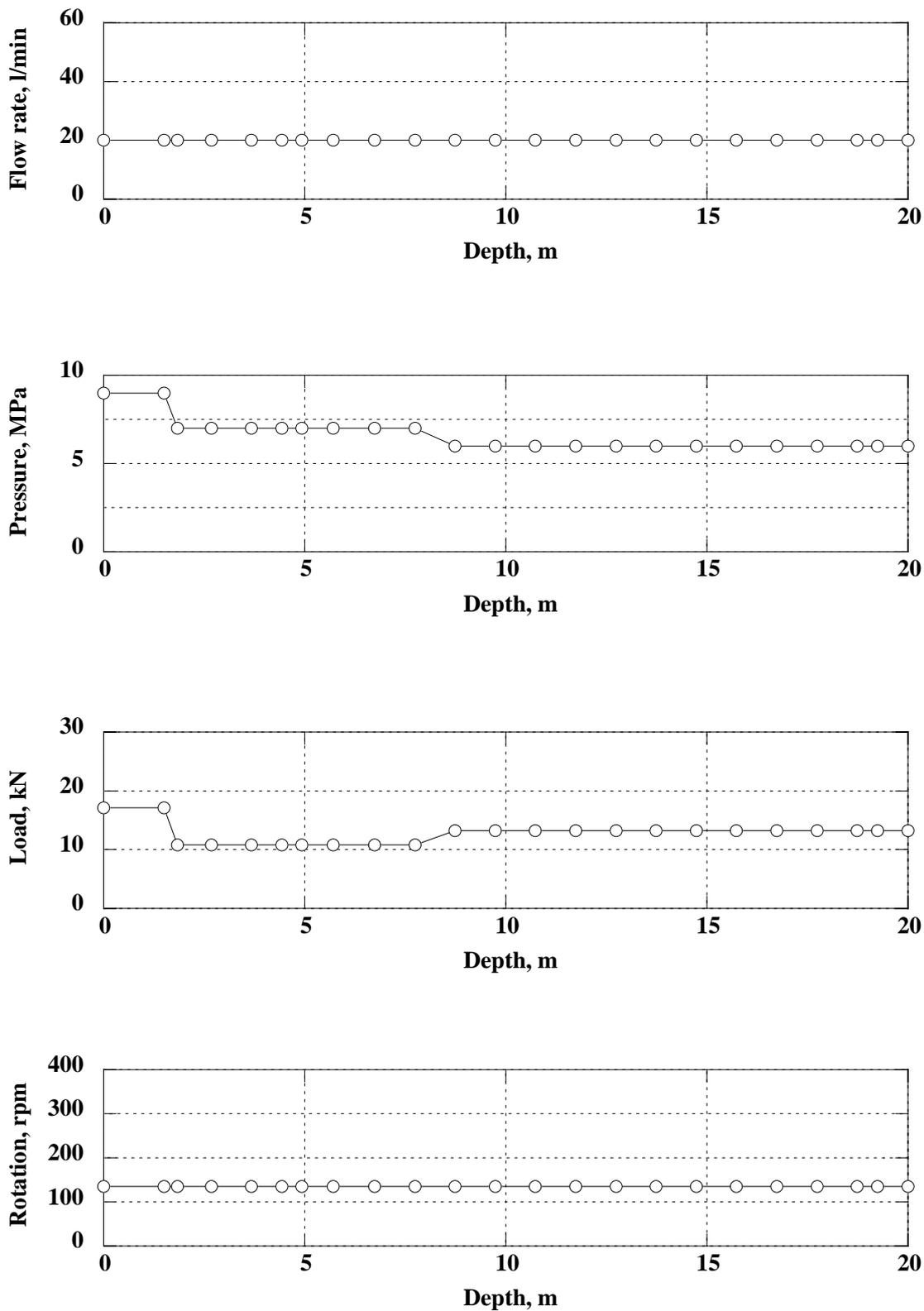


図 2.9 09-V250-M03 孔掘削時のポンプ流量、ポンプ圧力、掘進荷重およびスピンドル回転数と掘削深度との関係

3. 地質記載

3. 1 概要

09-V250-M01 孔、09-V250-M02 孔および 09-V250-M03 孔は、いずれも深度 1.50m まではφ92mm シールド口切ビット（メタルクラウン）によって掘削を行い、深度 1.50m から深度 20m まではφ72mm 二重管掘削（コア径 55mm）装置のコアパックによりコア採取を行った。採取したコアは、深度 1m 区切りで切断し、コア箱に収納した。総掘進長 60m のコアの記載は、幌延深地層研究センターの「換気立坑先行ボーリング調査岩芯調査要領（案）」（平成 19 年 10 月）に基づいて行った。なお、1m 区間データの一覧表、割れ目データの一覧表、色差計測定結果一覧表、岩芯柱状図およびコア写真は付録とした。

3. 2 岩相

岩相、土色、岩盤等級、RQD、割れ目等の記載を、ボーリング孔ごとに 1/10 スケールの地質柱状図にまとめた結果を図 3.1、図 3.2 および図 3.3 に示す。09-V250-M01 孔の深度 19m から深度 20m の区間のみが石灰質ノジュールであり、これを除く深度の岩相は各ボーリング孔ともすべて泥岩である。

泥岩は軟質なものと、やや硬質で粗粒な（シルト質）ものから構成される。すなわち、軟質な泥岩は塊状無層理でカッターの刃が容易に刺さり、岩盤等級は CL 相当である。図 3.4 は、09-V250-M02 孔の深度 7m から深度 9m 付近で採取した軟質な泥岩の写真である。この図より、コアディスクキングが顕著で、しばしばコアの回転で生じる破砕物を挟んでいる。また、8m 付近に生痕が認められる。一方、やや硬質で粗粒な泥岩は、全体として塊状無層理であるが、図 3.5 に示すように、16.75m 付近に不明瞭な層理も認められる。やや硬質な泥岩は、カッターの刃で容易に傷がつき、強い力で若干刺さるので岩盤等級は CM に区分したが、CL と CM の境界に分類される岩盤等級であるといえる。また、室内においてポリプロピレンの被覆を剥がし大気に露出させると、コア表面が軟質な泥岩よりも短時間で乾燥することから、軟質な泥岩に較べて構成粒子が粗く透水性はより大きいと考えられる。両岩相とも生痕化石が散在している。

岩相をボーリング孔別に見ると、09-V250-M01 孔は全区間が軟質な泥岩からなる。09-V250-M02 孔は深度 13.9m までは軟質な泥岩からなり、深度 13.9 m～深度 20.0m はやや硬質で粗粒な泥岩からなる。09-V250-M03 孔は深度 9.25m までは主に軟質な泥岩からなり、深度 9.25 m～20.0m はやや硬質で粗粒な泥岩からなる。ただし、両者の中間的な硬さと粒度の泥岩も認められる。

ボーリング地点である換気立坑 250m 坑道は、声問層と稚内層の地層境界に位置するが、両者の区分を肉眼観察だけで行うことは困難である。そこで、ここではひとつの案として軟質な泥岩を声問層、やや硬質で粗粒な泥岩を稚内層と区分した。ただし、稚内層の最上部には層厚 30m～40m におよぶ両岩相の互層区間がある^[4]ことから、地層境界を確定するには既往資料も含めた総合的な検討が必要である。なお、岩相や割れ目の分布状況および後述する色差計の L*値から、軟質な泥岩は既往資料^[4]の珪藻質泥岩に、やや硬質で粗粒な泥岩は珪質泥岩に該当するものと思われる。

石灰質ノジュールは明灰褐色を呈し緻密硬質で、化石を含むものがある。図 3.6 は 09-V250-M01 孔の深度 19.15m 付近の化石である。

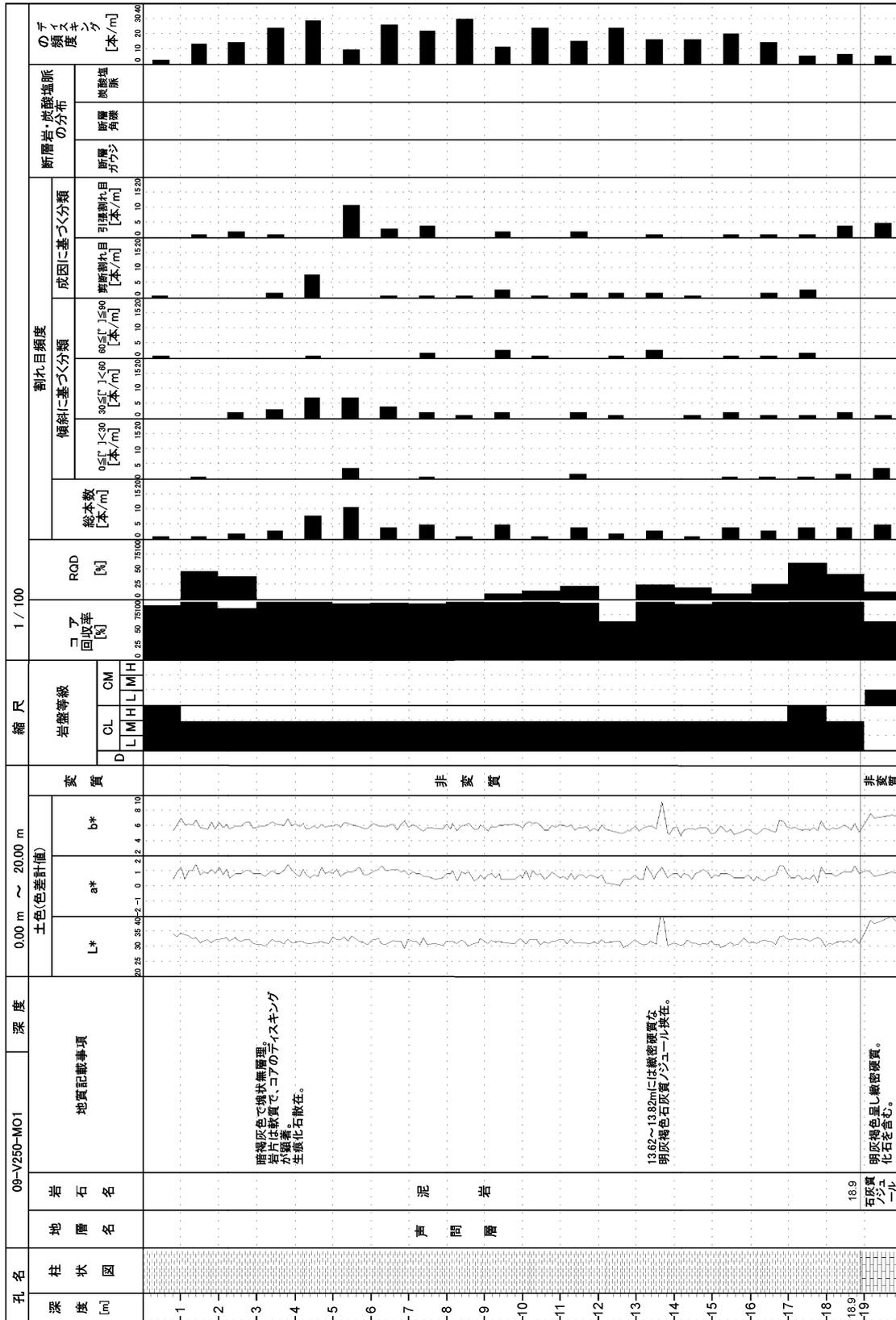


図 3.1 地質柱状図 (09-V250-M01 孔)

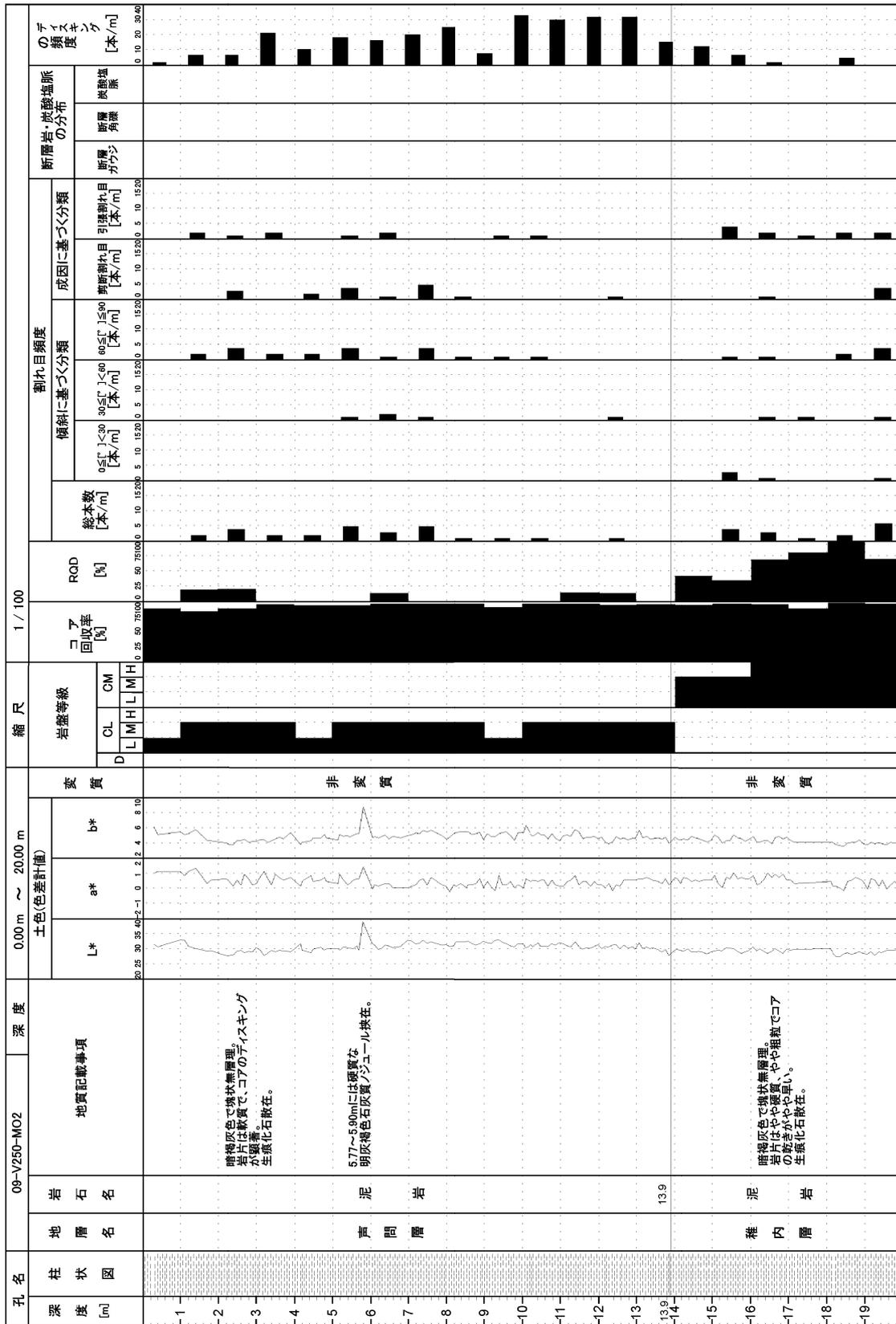


図 3.2 地質柱状図 (09-V250-M02 孔)

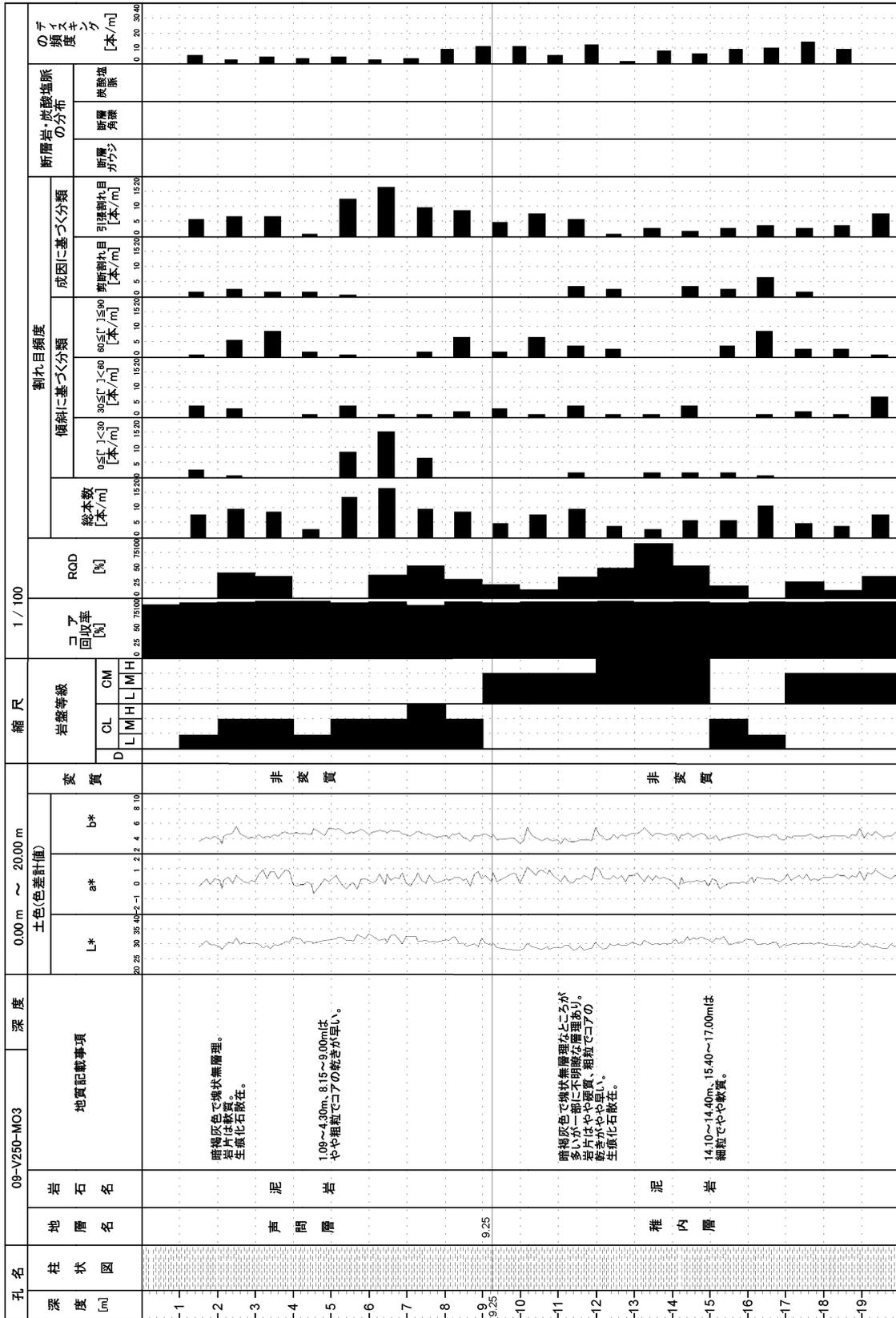


図 3.3 地質柱状図 (09-V250-M03 孔)



図 3.4 軟質な泥岩 (09-V250-M02 孔、深度 7m～深度 9m 付近)

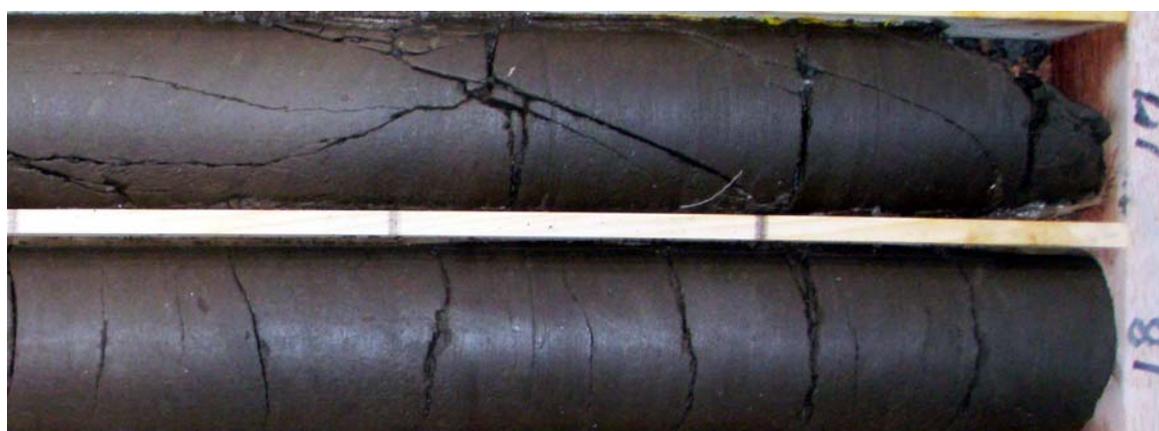


図 3.5 やや硬質で粗粒な泥岩 (09-V250-M03 孔、深度 16m～深度 18m 付近)



図 3.6 石灰質ノジュールに含まれる化石 (09-V250-M01 孔、深度 19.15m 付近)

3. 3 割れ目

図 3.1、図 3.2 および図 3.3 に、各ボーリング孔の深度方向の割れ目の頻度分布を成因別に表示した。割れ目は、成因からせん断割れ目、引張割れ目および掘削時の割れ目に分類できる。せん断割れ目には、鏡肌が認められ、条線を伴う場合も多く、図 3.7 に示すように一部に破断ステップが認められる。せん断割れ目は、各ボーリング孔で普遍的に認められ、1m 区間毎の本数は 1 本～3 本程度が普通であり、岩相間に密度の差は特に認められない。全体にコアディスクキングによるコアの引張破壊が多発した。このため、ディスク状に分離したコアが回転攪乱によって破碎され、割れ目の成因を判別することが困難な部分も多い。

引張割れ目は割れ目の表面が粗く、羽毛状構造を伴うことがある。せん断割れ目と同様に各ボーリング孔で普遍的に認められ、09-V250-M01 孔および 09-V250-M02 孔の 1m 区間毎の本数は 1 本～3 本程度が普通であるのに対し、09-V250-M03 孔では 1m 区間毎の本数は 3 本～10 本程度とやや多い。岩相間に密度の差は特に認められない。

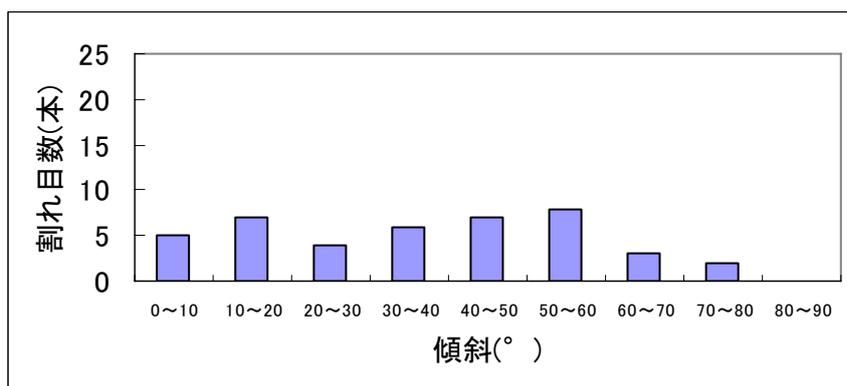
図 3.8、図 3.9 および図 3.10 は、割れ目と傾斜の関係のヒストグラムである。ただし、掘削時の機械的衝撃による機械割れやコアディスクキングによる割れ目はカウントしていない。各ボーリング孔とも、せん断割れ目は引張割れ目より急傾斜である傾向が認められる。

コアディスクキングは掘進方向に直交するものがほとんどで、割れ目の表面は平坦か波状を呈し、断面の円周か内部に破断開始部を有する羽毛状構造が認められることがある（図 3.11 および図 3.12 参照）。各ボーリング孔の軟質な泥岩でより多くのコアディスクキングが認められる。特に 09-V250-M01 孔および 09-V250-M02 孔での発生頻度が高く、1m 区間毎のコアディスクキングによる割れ目本数は 10 本～30 本程度が普通である。これに対し、09-V250-M03 孔では 5 本～10 本程度とやや少ない。

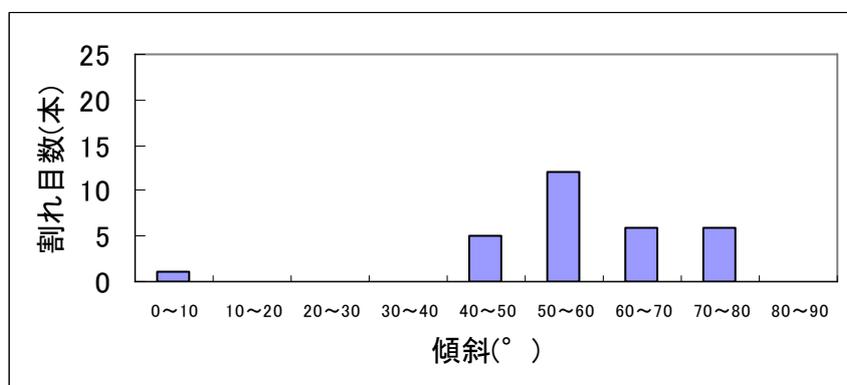
コアディスクキングの密度と地圧および岩石の引張強度との間には関係があり、同じ地圧条件であれば引張強度の小さい岩石ほど高い頻度でコアディスクキングが生じる²⁾。力学的な強度が小さい軟質な泥岩により高い頻度でコアディスクキングが生じたのは、このためであると考えられる。



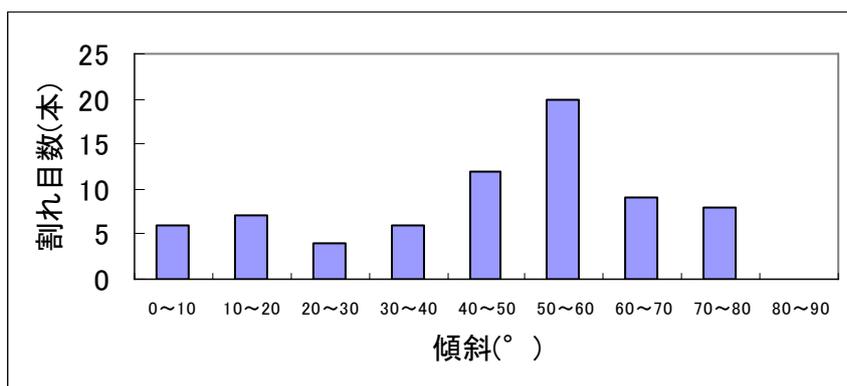
図 3.7 せん断割れ目（09-V250-M01 孔、8.5m 付近）



引張割れ目

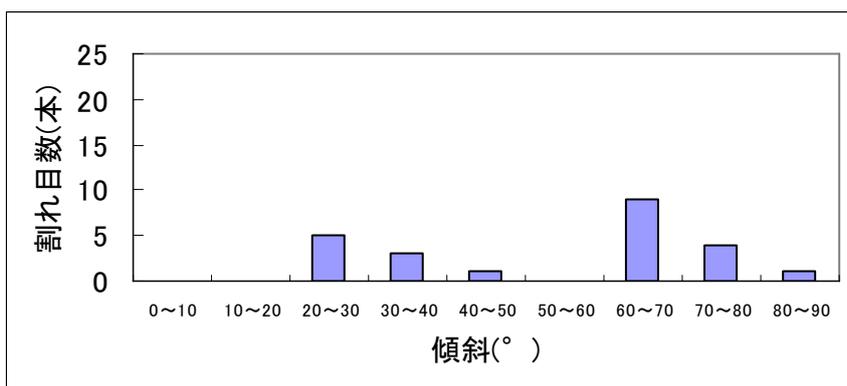


せん断割れ目

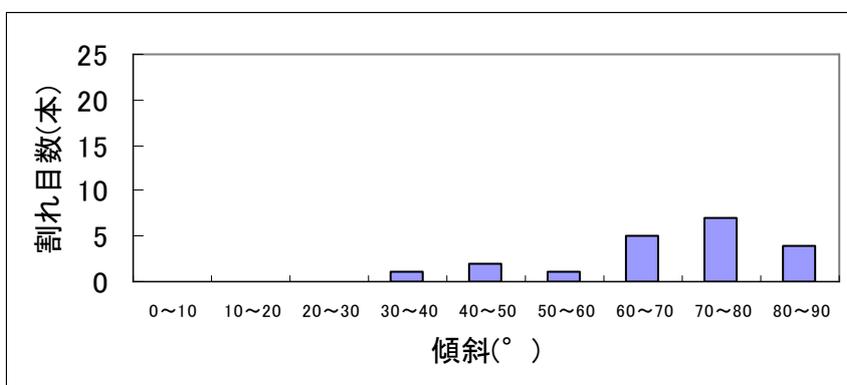


全体

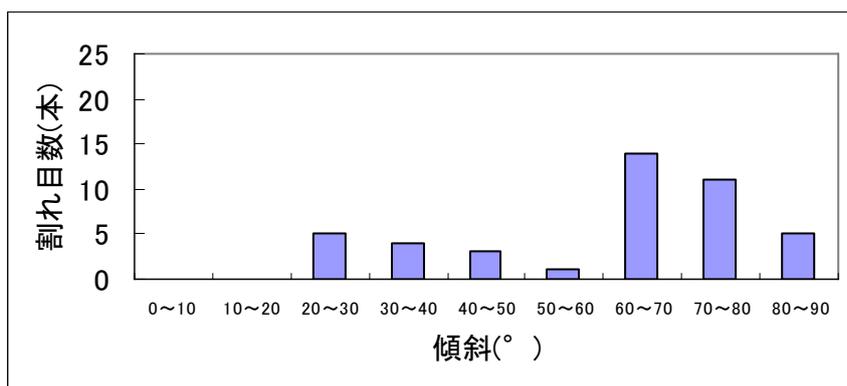
図 3.8 09-V250-M01 孔の割れ目傾斜ヒストグラム



引張割れ目

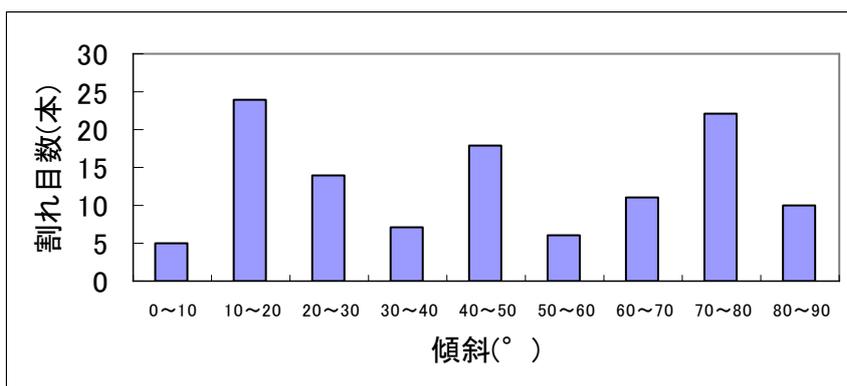


せん断割れ目

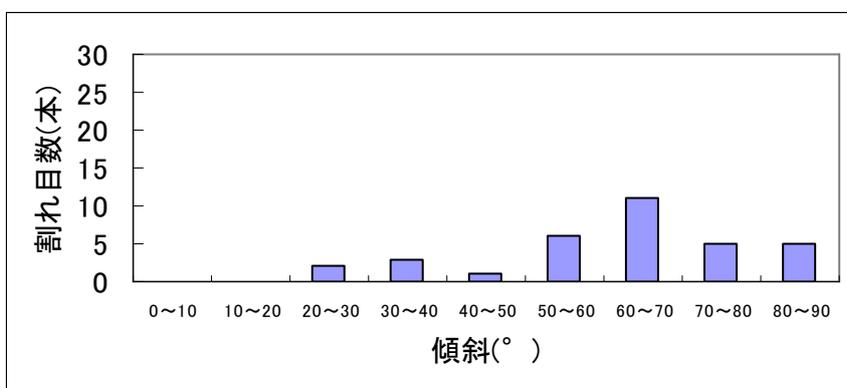


全体

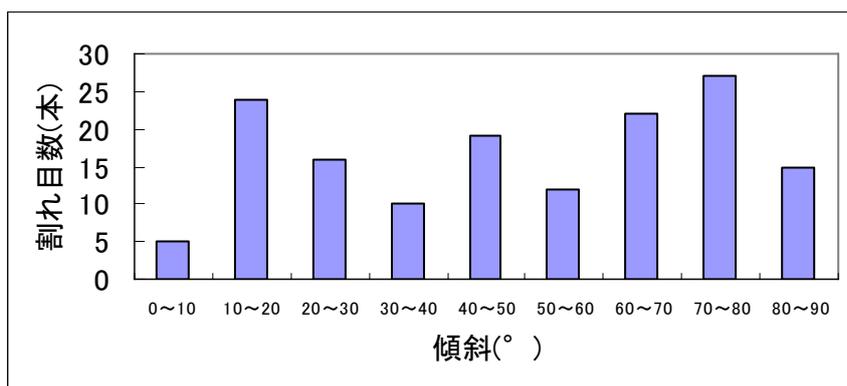
図 3.9 09-V250-M02 孔の割れ目傾斜ヒストグラム



引張割れ目



せん断割れ目



全体

図 3.10 09-V250-M03 孔の割れ目傾斜ヒストグラム



図 3.11 コアディスクング (09-V250-M01 孔、8.5m 付近)。
断面内に破断開始部を有する羽毛状構造が認められる。

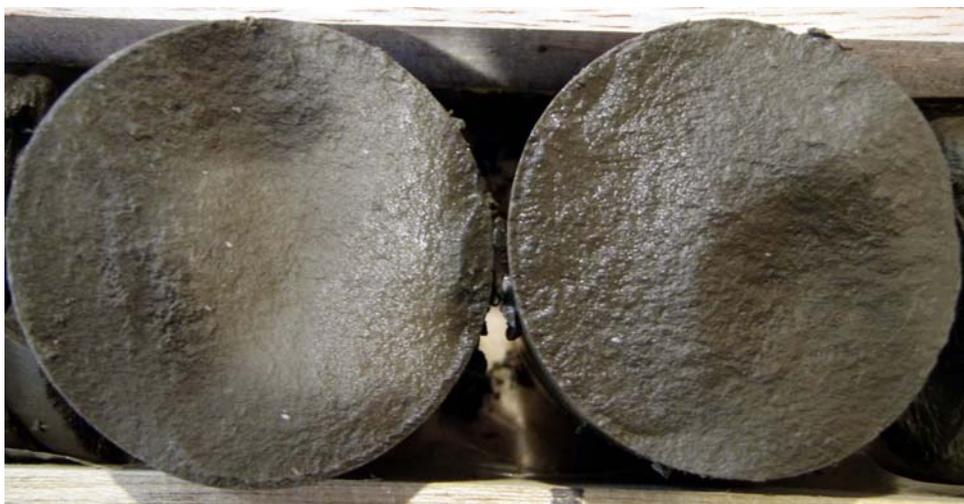


図 3.12 コアディスクング (09-V250-M01 孔、15.4m 付近)。
断面が波状を呈する。

3. 4 土色

土色を色差計による L*値、a*値および b*値で評価した。L*値は明度を、a*値は正の値が赤、負の値が緑を、b*値は正の値が黄色、負の値が青を示す。測定間隔は 10cm を原則としコア形状が礫状などで測定が困難な場合はその近傍で測定した。結果を図 3.1、図 3.2 および図 3.3 に示す。

L*値は各ボーリング孔とも概ね 28～33 を示す。岩相別に見ると、軟質な泥岩は 30 以上（相対的に明るい）を示すものがほとんどで、やや硬質で粗粒の泥岩は 30 未満を示すものが多い。既往資料⁴⁾によれば、珪藻質泥岩は 30 以上、珪質泥岩は 30 以下を示している。a*値は概ね 0～1 を示し岩相による違いは認められない。b*値は概ね 4～6 を示しやや硬質で粗粒な泥岩では 4 に近い低め寄りの値を示すものが多い。この傾向は、肉眼観察で軟質な泥岩の方が褐色の度合いが強い印象を受けることと一致する。

3. 5 RQD・岩盤等級区分・コア回収率

RQD (Rock Quality Designation)、岩盤等級区分およびコア回収率は、図 3.1、図 3.2 および図 3.3 に示す通りである。RQD は、軟質な泥岩で 0～30%程度の小さい値を示す区間が多い。やや硬質で粗粒な泥岩では 30～80%程度の大きめの値を示す区間が多い。3.3 の割れ目の項で述べたように、これはより軟質で強度の小さい泥岩でコアディスクキングの発生頻度が高いためである。ただし、09-V250-M03 孔では泥岩の硬さによる RQD の差はあまり大きくない。

岩盤等級区分は、3.2 の岩相の項で述べた通り、軟質な泥岩は塊状無層理でカッターの刃が容易に刺さり、岩盤等級は CL 相当である。やや硬質粗粒で不明瞭な層理が認められる泥岩は、カッターの刃で容易に傷がつき、強い力で若干刺さり、岩盤等級は CM に区分したが、CL と CM の境界に分類される岩盤等級である。

コア回収率が 09-V250-M01 孔の 12.45m 付近および 19.5m 付近で 65%に落ちているのは、湧水に伴うコア流出による。他の区間のコア回収率は良好であり、概ね 100%に近い。

4. 水圧破碎法による初期地圧測定

水圧破碎法は、応力解放法と異なりオーバーコアリングを必要とせず、ボーリング孔さえあれば適用できるため、これまで地下深部の初期地圧の計測および評価に最も一般的に用いられてきた。また、水圧破碎法は直接的に応力を測定するので、物性の評価の誤りに基づく誤差が原理的に存在しないことが応力解放法と比較して特に優れた点のひとつである。この方法は、岩盤内に掘削したボアホールを所要区間を二つの詮（パッカーエレメント）により仕切り、この区間（以下、加圧区間）に高水圧を負荷して岩盤内に人工き裂を作成し、このときに観察されるき裂開口圧およびき裂閉口圧という二つのボアホール水圧からボアホール軸と直交する面内に作用する二つの主応力の大きさを決定する。最近の研究によれば、き裂への加圧水の侵入を無視した従来の水圧破碎法によるき裂開口圧の観測方程式は誤りであり、また、同式から求められるき裂開口圧は、通常の水圧破碎試験で観測されるき裂開口圧（見かけのき裂開口圧 $P^{(a)_r}$ ）とは異なり、実際にき裂が開き始めるときの水圧（真のき裂開口圧 P_{ro} ）にも一致しないことが指摘されている^{[3][4]}。さらに、コンプライアンス C の小さな水圧破碎システムを用いれば、見かけのき裂開口圧 $P^{(a)_r}$ から真のき裂開口圧 P_{ro} を近似的に測定できるとされている^{[3][4]}。水圧破碎システムのコンプライアンス C とは、流量計よりも下流の圧力を単位量だけ上昇させるのに必要な水の量のことである。

以上の知見に鑑み、換気立坑 250m 坑道では、できるだけコンプライアンス C の小さい配管系の装置を用いた高剛性水圧破碎法を実施した。なお、以下では 09-V250-M01 孔、09-V250-M02 孔および 09-V250-M03 孔を、それぞれ M01 孔、M02 孔および M03 孔と呼ぶ。

4. 1 試験装置

試験に使用した水圧破碎システムの配管および配線図は図 4.1 のようである。また、試験に用いた主要機器名をまとめて表 4.1 に示す。見かけのき裂開口圧から真のき裂開口圧を近似的に評価して孔軸と直交する平面内の最大応力 S_H の大きさを評価するには、測定システムのコンプライアンスを小さくするために、流量計から加圧区間までの加圧系の体積をできるだけ小さくする必要がある。そこで、流量計とストラドルパッカーをコンプライアンスの小さい長さ 30m、内径 2mm のステンレスパイプで接続した。加圧区間への水の圧入は、最大吐出量 400ml/min の小型高圧プランジャーポンプによって行った。加圧区間の水圧はストラドルパッカーの直上に設置した圧力変換器によって測定し、地表で測定された流量とともに A/D 変換し、5Hz のサンプリング周波数でパーソナルコンピュータに記録した。

表 4.1 測定機器一覧

測定機器	メーカー	数量
φ 76mm ストラドルパッカー、ウレタンゴム、耐圧 30MPa	ジオテクノス(株)	1 本
φ 76mm インプレッションパッカー、ウレタンゴム、耐圧 30MPa	ジオテクノス(株)	1 本
高圧ポンプ、NP-GXL-400、400cc/min、最高吐出圧力 30MPa	日本精密科学(株)	1 台
システムコントローラー、Sony VAIO	Sony	1 台
シグナルコンディショナー、CDA-230C	(株)共和電業	1 台
圧力変換器、PGM-200KD、測定範囲 20MPa	(株)共和電業	1 台
流量計、MF 30、測定範囲 500cc/min	Japan Flow Control Co.	1 台
坑井方位傾斜儀計 (デジタルコンパス)、最小読取り精度 0.1 度	ジオテクノス(株)	1 台

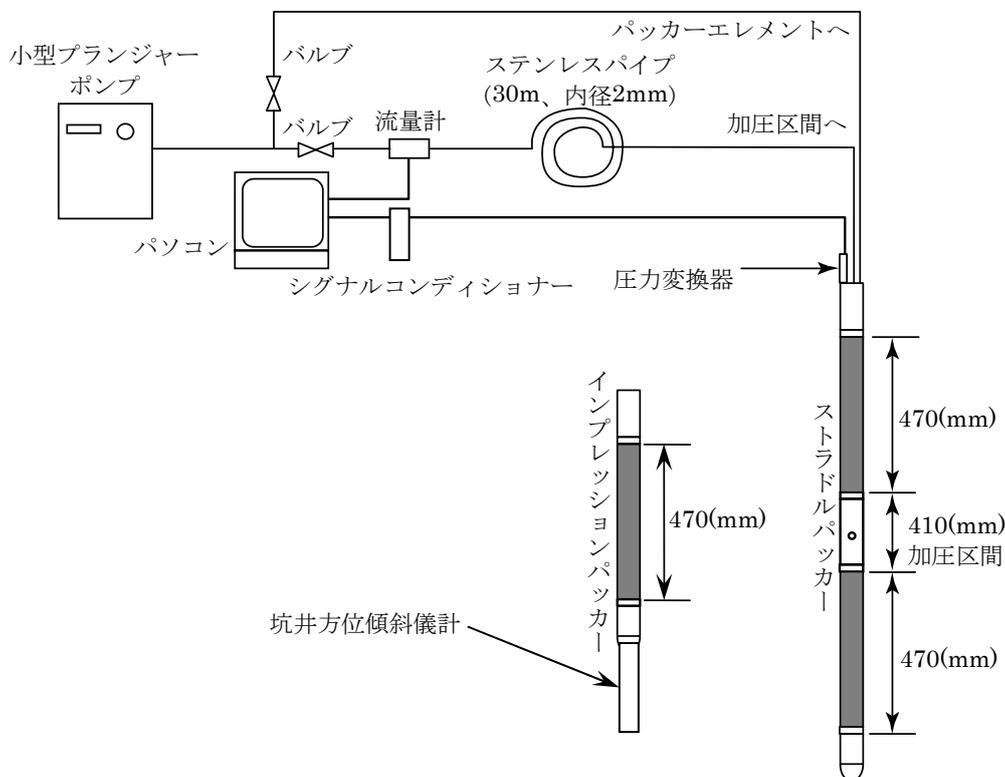


図 4.1 コンプライアンス C の小さな高剛性水圧破碎システム

4. 2 試験方法

水圧破碎法によって初期地圧を評価する手順は、以下の通りである。

(1) 水圧破碎前の孔壁の型取り

水圧破碎法は、等方均質弾性体中の円孔まわりの応力分布に基礎を置いて解析理論が構築されているので、加圧区間は岩盤に割れ目のない均質な位置を選定する必要がある。そこで、ボーリングコアの目視による鑑定結果とボアホールテレビによる孔壁の観察結果とを総合的に判定し、天然き裂が少なく孔壁の安定した区間を選定する。このようにして選定した位置で、インプレッションパッカー（型取りパッカー）を用いた水圧破碎前の孔壁の型取りを行い、天然き裂の状態をさらに詳しく調査する（図 4.2 参照）。インプレッションパッカーの表面は可塑性のチューブによって被覆されているので、所定の深度でパッカーエレメントを膨張させ、その表面をボアホール壁面に押し付けることで壁面の凹凸がチューブの表面に記録される。加圧予定区間に天然き裂が認められた場合は、さらに別の深度で型取を行い、適切な加圧区間を探す。ただし、岩盤に含まれる天然き裂が非常に多いため、き裂のない加圧区間を見出すことが困難な場合、ボーリング孔と天然き裂が交差する箇所を加圧区間として選定し、き裂に作用する法線応力を測定することも行われる。



図 4.2 可塑性のチューブによって被覆した型取パッカーの挿入

(2) 水圧破碎試験

孔口付近に設置した小型プランジャーポンプとコンプライアンスの小さいステンレスパイプで接続したストラドルパッカーを、ボアホール内の測定対象深度まで挿入する（図 4.3 参照）。その後、ストラドルパッカーのパッカーエレメントに水を圧入してそれを膨らませ、ボアホール壁面に密着させることにより、二つのパッカーエレメントによって挟まれた加圧区間を隔離する。以上のセットアップ終了後、①加圧配管を通して地表の電動小型プランジャーポンプから加圧区間に一定の流量（200ml/min あるいは 400ml/min）で水を圧入する、②プランジャーポンプと流量計の間にあるバルブを閉じ、水の圧入を停止する（以下、この操作をシャットインと呼ぶ）、③加圧系の圧力を開放する等の操作を行うことにより、加圧区間のボアホール壁面からき裂が発生、伸展し、またそのき裂が開口、閉口する。最初の加圧サイクルにおいて水を圧入してボアホール内の水圧を上昇させていくと、破碎圧（breakdown pressure）と呼ばれる水圧 P_b を越えた直後にボアホール内の水圧は急激に減少する。そこでシャットインして水の圧入を停止すると、ボア

ホール内の水圧は下降し、やがて、き裂閉口圧 (shut-in pressure) と呼ばれる水圧 P_s に落ちつく⁶⁾。一方、二回目以降の加圧サイクルにおいて、き裂開口圧 (reopening pressure) と呼ばれる水圧 P_r に達したところでボアホール内の水圧と時間の関係が線形から非線形に変わる⁶⁾。このようにして水の圧入、シャットイン、水の排出を数回繰り返し、三種類の水圧データ、すなわち破碎圧、き裂閉口圧、ならびにき裂開口圧を測定する。

ただし、加圧システムのコンプライアンス C (システム内の水圧を単位量だけ増加させるのに必要な水の体積) が大きすぎると、き裂開口の影響がボアホール水圧の変化挙動に現れにくくなる。この問題を解決するには、加圧システムの C を例えば 1 ml/MPa 程度に十分小さくしたシステムでき裂開口圧を測定する必要がある。

(3) 破碎後の型取りによる人工き裂の方位測定

水圧破碎後、再びインプレッションパッカーを用いて加圧区間の型取りを行い、(1) で得られたき裂のトレースと比較することにより新たに造成されたき裂を判定する。このインプレッションパッカーの先端には坑井方位傾斜儀計 (デジタルコンパス) が取り付けられており、熱収縮チューブの表面に印された基準線の方位が測定される。この方位とき裂のトレースから、造成された新たなき裂の走向・傾斜を決定することができる。図 4.4 は、破碎後の型取で得られたき裂のトレースの例である。



図 4.3 ストラドルパッカーの挿入

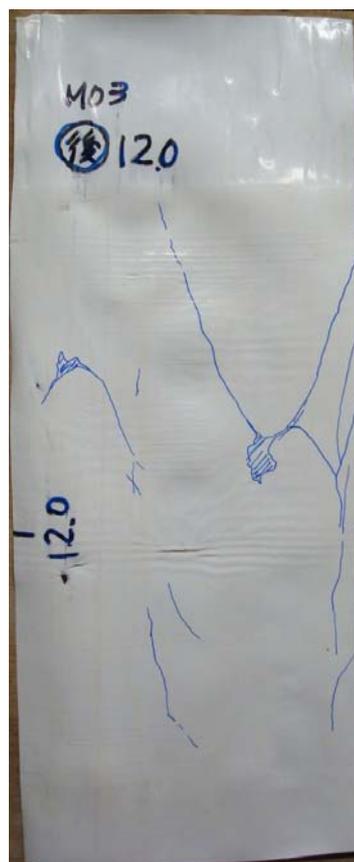


図 4.4 破碎後の型取で得られたき裂のトレースの例

4. 3 解析方法^[7]

一般に、水圧破碎試験によって2種類のき裂が生じる。すなわち、縦き裂と横き裂である。縦き裂はボーリング孔軸と平行な面として伸展し、横き裂は既存の弱面あるいは岩脈などの境界面に沿って伸展する。非常に多くの弱面を有する岩盤で水圧破碎試験を行うと、誘起されるき裂はほとんど横き裂であり、縦き裂ができることは稀である。良く知られているように、横き裂のき裂閉口圧は、き裂面に作用する法線応力と等しく、その信頼性は高い。しかし、多くの弱面を有する岩盤で水圧破碎試験を行って誘起される縦き裂は、弱面と容易に連結するため得られるき裂閉口圧の信頼性は低い。一方、縦き裂が発生する孔壁上の位置は、初期地圧の指標として信頼性が高いと考えられる。なぜならば、既存の弱面の有無にかかわらず、き裂が発生する位置は主としてボーリング孔壁面の応力状態、すなわち初期地圧によるボーリング孔まわりの応力集中によって支配されるからである。

ここでは、まず水圧破碎法によって生じる横き裂のき裂閉口圧と初期地圧および初期地圧と孔壁面上で縦き裂が発生する位置との関係について述べる。次にこれらの関係を用いて初期地圧を評価する方法を示す。

4. 3. 1 横き裂のき裂閉口圧と初期地圧の関係^[7]

ボーリング孔を掘削する前の岩盤の応力状態は、いたるところで一様であると仮定する。この一様な応力場を、図 4.5 に示すカーテシアン座標系 ($x_i : i = 1, 2, 3$) に関して $\tau_{ij} (i, j = 1, 2, 3)$ と表記する。ここで、圧縮応力を正とする。水圧破碎試験を行って生じた横き裂のき裂閉口圧は、横き裂に作用する法線応力成分であると考えられるので、次式が得られる。

$$\sum_{i,j=1}^3 \tau_{ij} \lambda_i^{(k)} \lambda_j^{(k)} = P_s^{(k)} \quad (k=1, 2, \dots, K) \dots\dots\dots (4.1)$$

ここで、 K は水圧破碎試験によって生じた横き裂の総数、 $P_s^{(k)}$ は k 番目のき裂のき裂閉口圧力、そして $\lambda_i^{(k)}$ は k 番目のき裂面の外向きの単位法線ベクトルである。式(4.1)は、次のような単純な式に書き換えることができる。

$$\sum_{l=1}^6 a_{kl} s_l = P_s^{(k)} \quad (k=1, 2, \dots, K) \dots\dots\dots (4.2)$$

ここに、

$$\begin{aligned} a_{k1} &= \lambda_1^{(k)} \lambda_1^{(k)}, & a_{k2} &= \lambda_2^{(k)} \lambda_2^{(k)}, & a_{k3} &= \lambda_3^{(k)} \lambda_3^{(k)}, \\ a_{k4} &= 2\lambda_1^{(k)} \lambda_2^{(k)}, & a_{k5} &= 2\lambda_2^{(k)} \lambda_3^{(k)}, & a_{k6} &= 2\lambda_1^{(k)} \lambda_3^{(k)} \dots\dots\dots (4.3) \end{aligned}$$

$$s_1 = \tau_{11}, \quad s_2 = \tau_{22}, \quad s_3 = \tau_{33}, \quad s_4 = \tau_{12}, \quad s_5 = \tau_{23}, \quad s_6 = \tau_{13} \dots\dots\dots (4.4)$$

式(4.2)は 6 つの応力成分を未知数とする線形連立方程式である。したがって、走向・傾斜の異なる 6 つ以上の横き裂に関して式(4.2)が得られれば、初期地圧を評価することができる。

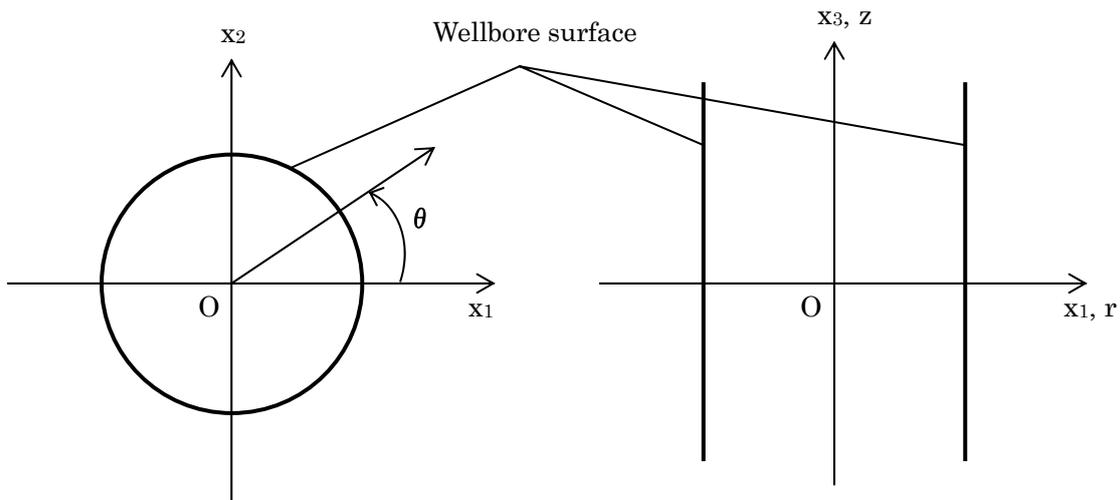


図 4.5 ボーリング孔と座標系の関係^[7]

4. 3. 2 縦き裂が発生する位置と初期地圧の関係^[7]

図 4.6 に示すような円筒座標系 (r, θ, z) および直交座標系を導入すると、ボーリング孔壁面に静水圧 p を加えた時のボーリング孔壁面の応力は次式で与えられる。

$$\begin{aligned} \sigma_r &= p \\ \sigma_\theta &= \tau_{11} + \tau_{22} - 2(\tau_{11} - \tau_{22})\cos 2\theta - 4\tau_{12} \sin 2\theta - p \dots\dots\dots (4.5) \\ \sigma_z &= -2\nu(\tau_{11} - \tau_{22})\cos 2\theta - 4\nu\tau_{12} \sin 2\theta + \tau_{33} \\ \sigma_{\alpha} &= -2\tau_{31} \sin \theta + 2\tau_{23} \cos \theta, \quad \sigma_{r\theta} = \sigma_{rz} = 0 \end{aligned}$$

ここで、 ν はポアソン比、そして σ_r 、 σ_θ 、 σ_z 、 $\sigma_{r\theta}$ 、 σ_{rz} および σ_α は円筒座標系 (r, θ, z) に関する応力成分である。ここでも圧縮応力を正とする。図 4.6 において、 σ_t は孔壁に作用する最大引張応力であり、次式で与えられる。

$$\sigma_t = -\frac{1}{2} \left\{ \sigma_\theta + \sigma_z - \sqrt{(\sigma_\theta - \sigma_z)^2 + 4\sigma_\alpha^2} \right\} \dots\dots\dots (4.6)$$

式(4.6)において、周方向の位置を表す θ は $\sin 2\theta$ および $\cos 2\theta$ の形で現れる。したがって、 $\theta = \theta_0$ で σ_t が最大値をとる時、 $\theta = \theta_0 + \pi$ でも最大値をとる。 $\theta = \theta_0$ で引張応力 σ_t が引張強度に達すると、 σ_t の方向と直交する方向に微小なき裂が生じ、これらが連結して $\theta = \theta_0$ および $\theta = \theta_0 + \pi$ に孔軸と平行な縦き裂ができる。したがって、次式が得られる。

$$\left. \frac{\partial \sigma_t}{\partial \theta} \right|_{\theta=\theta_0^{(l)}, p=p_b^{(l)}} = 0 \quad (l=1,2,\dots,L) \dots\dots\dots (4.7)$$

ここで、 L は誘起された縦き裂の総数、 $\theta_0^{(l)}$ と $p_b^{(l)}$ は l 番目の縦き裂の周方向の位置および破碎圧である。

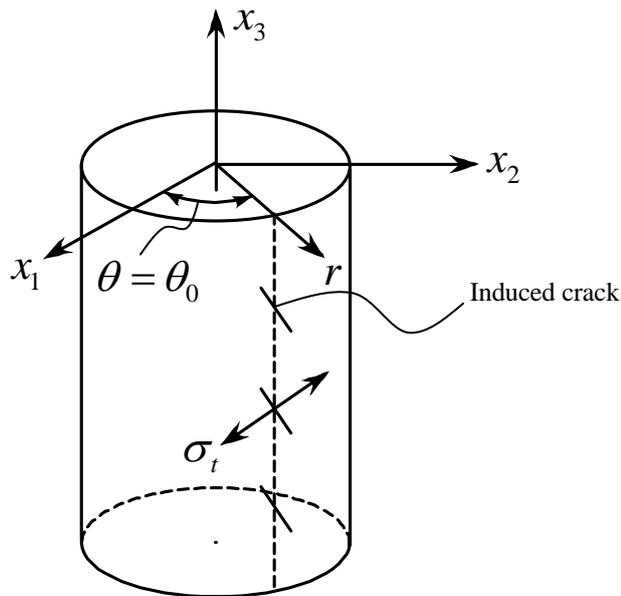


図 4.6 ボーリング孔壁面における縦き裂の発生

4. 3. 3 逆解析^[7]

式(4.2)および式(4.7)から初期地圧を評価するために、以下のような逆解析の問題を考える。まず、観測方程式として $d_k (k=1,2,\dots,M; M=K+L)$ を定義する。横き裂の場合、 $d_k (k=1,2,\dots,K)$ は k 番目のき裂閉口圧 $P_s^{(k)}$ に等しく、 d_k と初期応力場の関係は式(4.2)のようである。縦き裂の場合、式(4.7)が得られ、 $d_k (k=K+1,\dots,M)$ はゼロである。したがって、次のような非線形の観測方程式が得られる。

$$d_k = f_k(\lambda_1^{(k)}, \lambda_2^{(k)}, \lambda_3^{(k)}, \tau_{11}, \tau_{22}, \dots, \tau_{13}) \dots\dots\dots (4.8)$$

先験的に推定した応力 $\tau_{ij}^0 (i, j=1,2,3)$ のまわりに式(4.8)を Taylor 展開し、二次以上の項を省略して線形に引き直し、逐次近似法によって初期地圧 $\tau_{ij} (j=1,2,3)$ の最確値を求める。

4. 4 試験結果

4. 4. 1 水圧破碎システムのコンプライアンス C の評価

図 4.1 に示した水圧破碎システムの、流量計から加圧区間までのコンプライアンス C を測定するために、工場においてき裂のない鋼管内にストラドルパッカーを設置して加圧試験を行った(図 4.7 参照)。水圧破碎システムのコンプライアンス C とは、流量計よりも下流の圧力を単位量だけ上昇させるのに必要な水の量のことである。パッカー圧を 10MPa に設定して行った加圧試験の結果の一部を示すと図 4.8 のようである。ここで、横軸は総圧入流量 Q_{total} 、縦軸は加圧区間の圧力 P である。加圧区間の圧力がパッカー圧を越えるとパッカーが変形を開始し、加圧区間の体積は増加する。このため、水圧破碎システムのコンプライアンスが増加し圧力曲線の勾配は小さくなる。このことから、水圧破碎試験においては、測定しようとする水圧よりもパッカー圧を十分に高く設定する必要がある。加圧区間の圧力がパッカー圧に達する前の Q_{total} と P の直線の傾きからコンプライアンスを測定した結果をまとめると表 4.2 のようである。本水圧破碎システムのコンプライアンスの平均値は $2.20 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{MPa}$ である。



図 4.7 水圧破碎システムの
コンプライアンス測定状況

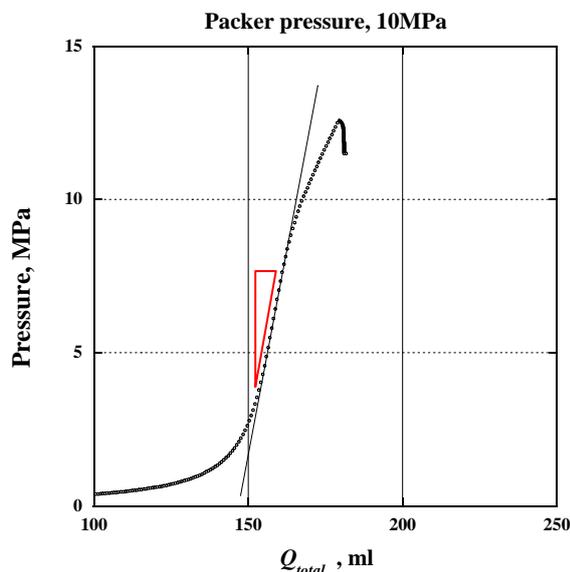


図 4.8 高剛性水圧破碎システムを用いた
鋼管内における加圧試験の例

表 4.2 高剛性水圧破碎システムのコンプライアンス測定結果

加圧流量 (m^3/sec)	パッカー圧 (MPa)	コンプライアンス (m^3/MPa)
2.0×10^{-6}	10	1.93×10^{-6}
2.0×10^{-6}	13	2.19×10^{-6}
2.0×10^{-6}	13	2.61×10^{-6}
2.0×10^{-6}	10	1.91×10^{-6}
2.0×10^{-6}	10	2.35×10^{-6}
平均値		2.20×10^{-6}

4. 4. 2 水圧破碎試験

破碎前の孔壁の型取によって選定した 22 箇所の加圧区間で水圧破碎試験を実施した。水圧破碎試験の状況をまとめると表 4.3 のようである。ここで、M01 孔の深度 5.10m と深度 8.10m および M02 孔の深度 10.80m、深度 11.80m および深度 12.80m では、第 1 回目の加圧サイクルにおいて加圧区間の圧力はほとんど上昇しなかった。このことから、これらの加圧区間には透水性の大きい天然の潜在き裂が存在すると考えられた。M01 孔の深度 14.50m および M03 孔の深度 6.20m、深度 7.20m、深度 8.20m では、加圧区間から湧水があり、その圧力は 0.5MPa から 1.9MPa であった。また、M02 孔の深度 13.80m では、第 1 回目の加圧サイクルで加圧区間の圧力が 1.7MPa に達したものの、その後加圧を繰り返すたびに圧力は低下し、4 回目の加圧サイクルではほとんど上昇しなくなった。これは、加圧区間から伸展したき裂が、ボーリング孔と交差する透水性の大きいき裂と連結したことによると考えられた。表 4.3 の左から 4 列目に○印を記した深度では、加圧サイクルが進むにつれてシャットイン後の圧力降下が徐々に小さくなる傾向が認められた。この傾向は M03 孔の深度 9.40m 以深の稚内層で特に顕著であった。このような現象が現れた原因は、水圧破碎によって生じたき裂が湧水を伴う天然のき裂と連結するとともに、その湧水の圧力が地圧のレベルに近いためであると考えられる。

加圧区間の圧力がほとんど上昇しなかった深度を除く残り 17 深度における圧力・流量-時間曲線は、図 4.9 から図 4.25 のようである。ここで、横軸は測定開始後の時間である。下段の曲線はストラドルパッカー直上に設置した圧力変換器で測定した加圧区間の圧力（左縦軸）、上段の曲線は孔外の高圧ポンプ吐出口で測定した加圧区間に圧入される水の流量（右縦軸）である。各グラフの上部中央に記載したタイトルは、最初の 3 文字が孔名、ハイフンの次の数値が試験深度、そして最後のアルファベットが加圧サイクルの順序を表す。すなわち、a は第 1 回目のき裂発生試験、b、c、d などは、それぞれ第 2 回目、第 3 回目、第 4 回目のき裂再開口試験であることを意味する。

表 4.3 水圧破碎試験状況

孔名	方位・傾斜	試験深度 (m)	シャットイン 後の圧力上昇	地層名	備 考	解析に採用 か不採用か
M01	S55° E、 水平から 上向き 3°	5.10		声問層	圧力上昇せず	×
		8.10		声問層	圧力上昇せず	×
		14.50		声問層	破碎前から加圧区間より湧水	×
		15.50	○	声問層		○
		16.50		声問層		○
		18.00		声問層	破碎後に加圧区間から湧水	○
M02	N60° E、 水平から 上向き 3°	10.80		声問層	圧力上昇せず	×
		11.80		声問層	圧力上昇せず	×
		12.80		声問層	圧力上昇せず	×
		13.80		声問層	破碎後に加圧区間圧力低下	○
		14.80		稚内層		○
		15.80	○	稚内層		○
		16.80	○	稚内層		○
		17.80		稚内層		○
M03	鉛直孔	6.20		声問層	破碎前から加圧区間より湧水	×
		7.20		声問層	破碎前から加圧区間より湧水	×
		8.20		声問層	破碎前から加圧区間より湧水	×
		9.40	○	稚内層	破碎後に加圧区間から湧水	○
		12.00	○	稚内層	破碎後に加圧区間から湧水	○
		13.20	○	稚内層		○
		14.50	○	稚内層	破碎後に加圧区間から湧水	○
		17.55	○	稚内層	破碎後に加圧区間から湧水	○

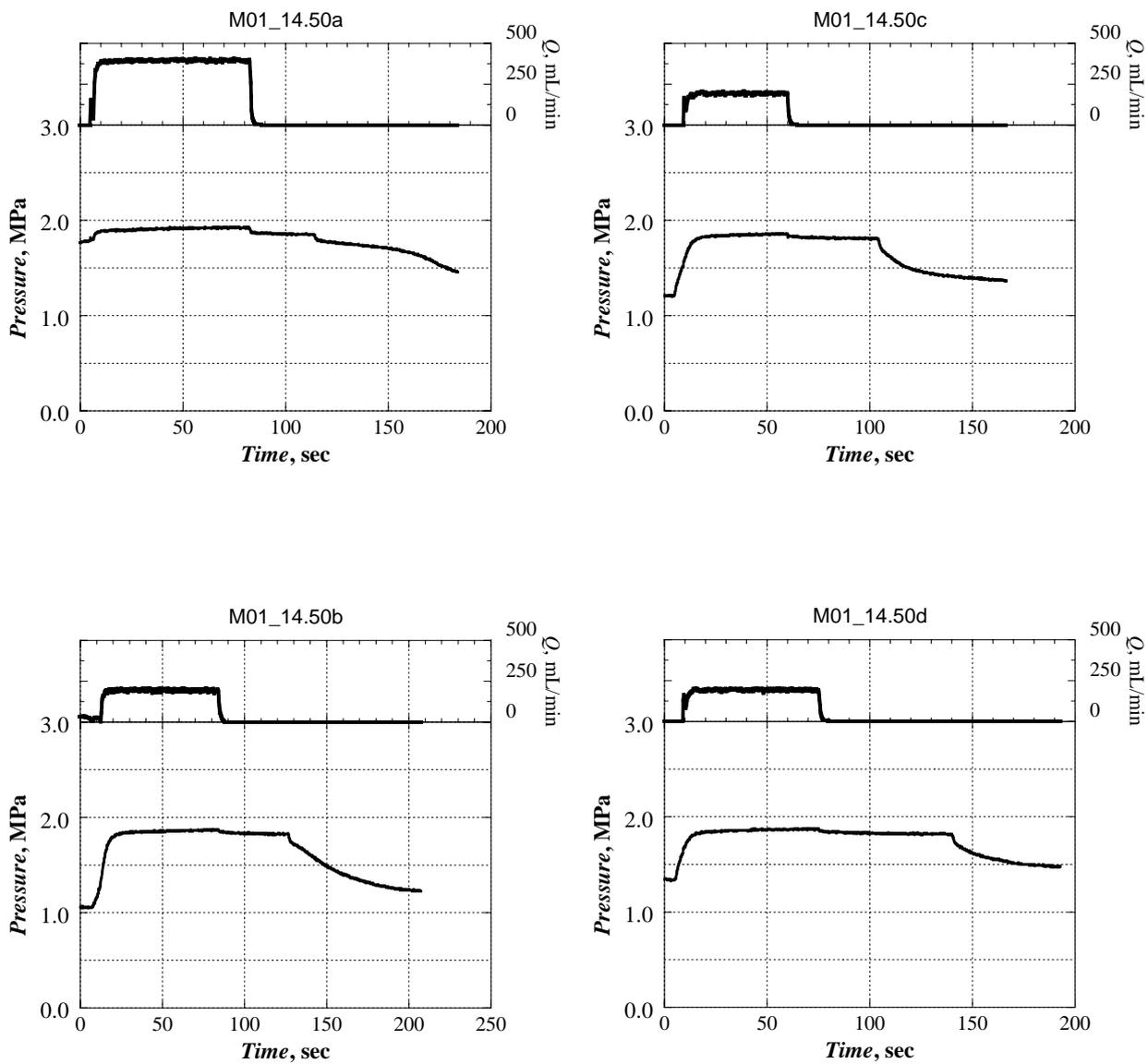


図 4.9 M01 孔の深度 14.50m における圧力・流量-時間曲線

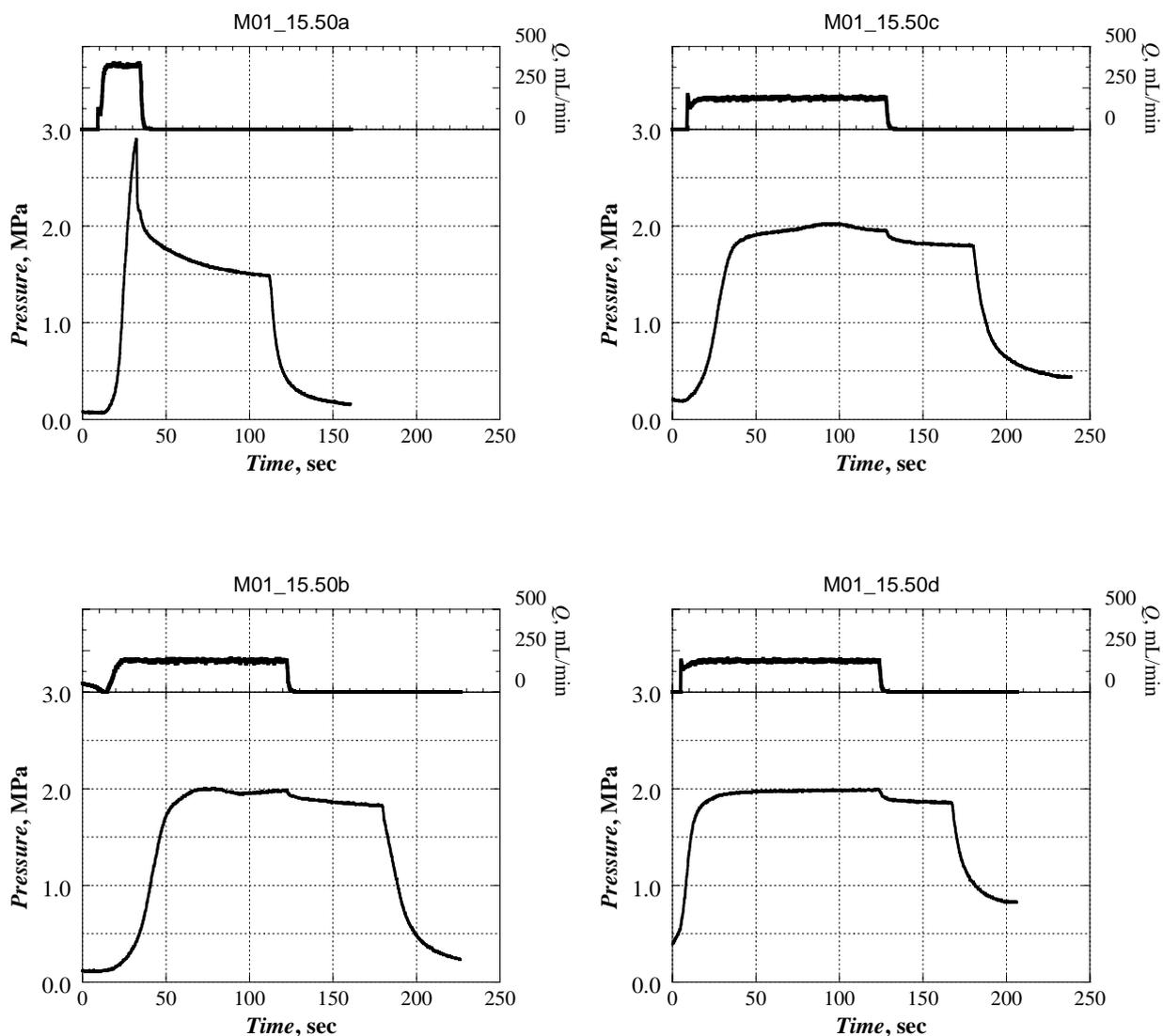


図 4.10 M01 孔の深度 15.50m における圧力・流量-時間曲線

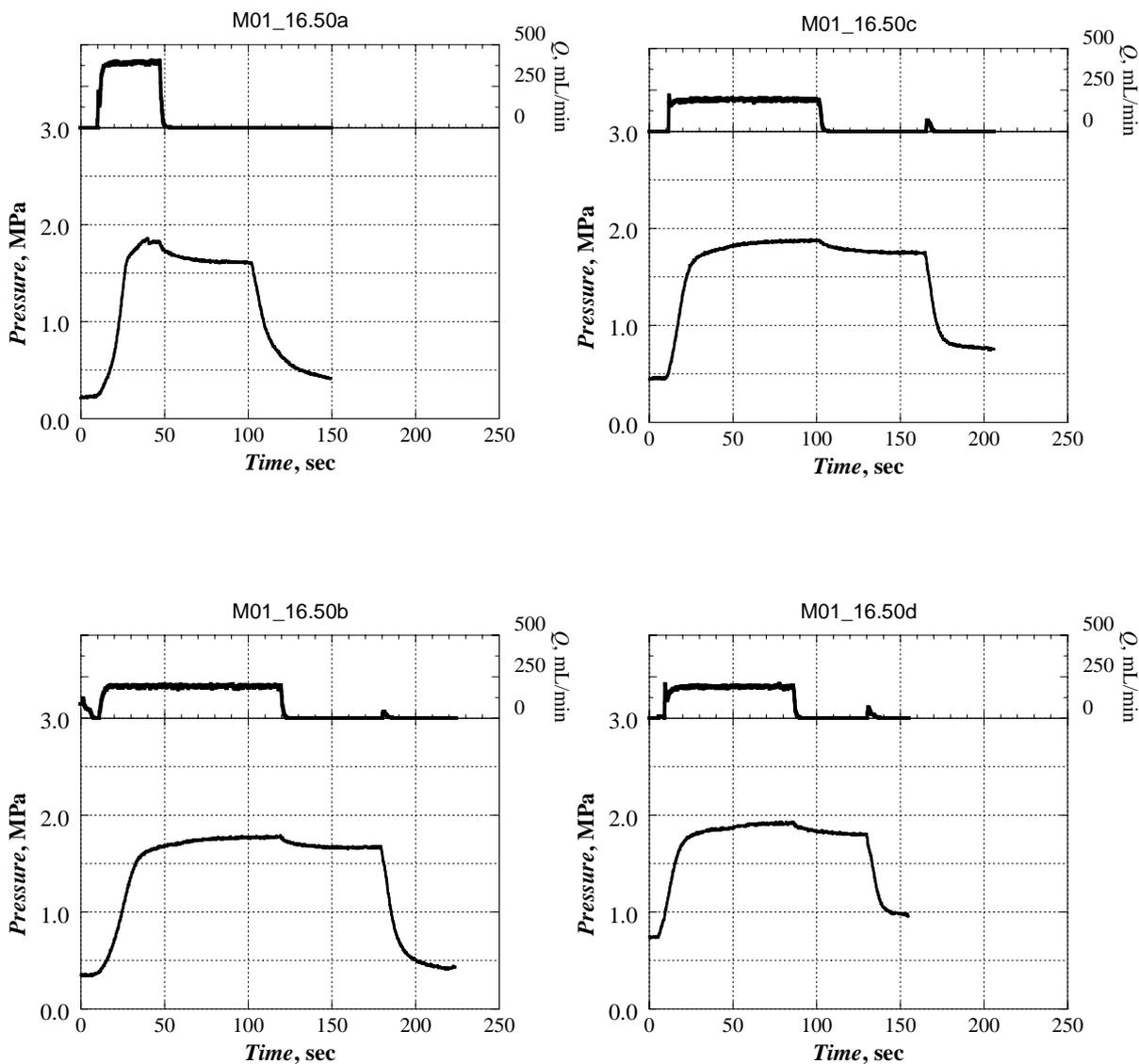


図 4.11 M01 孔の深度 16.50m における圧力・流量・時間曲線

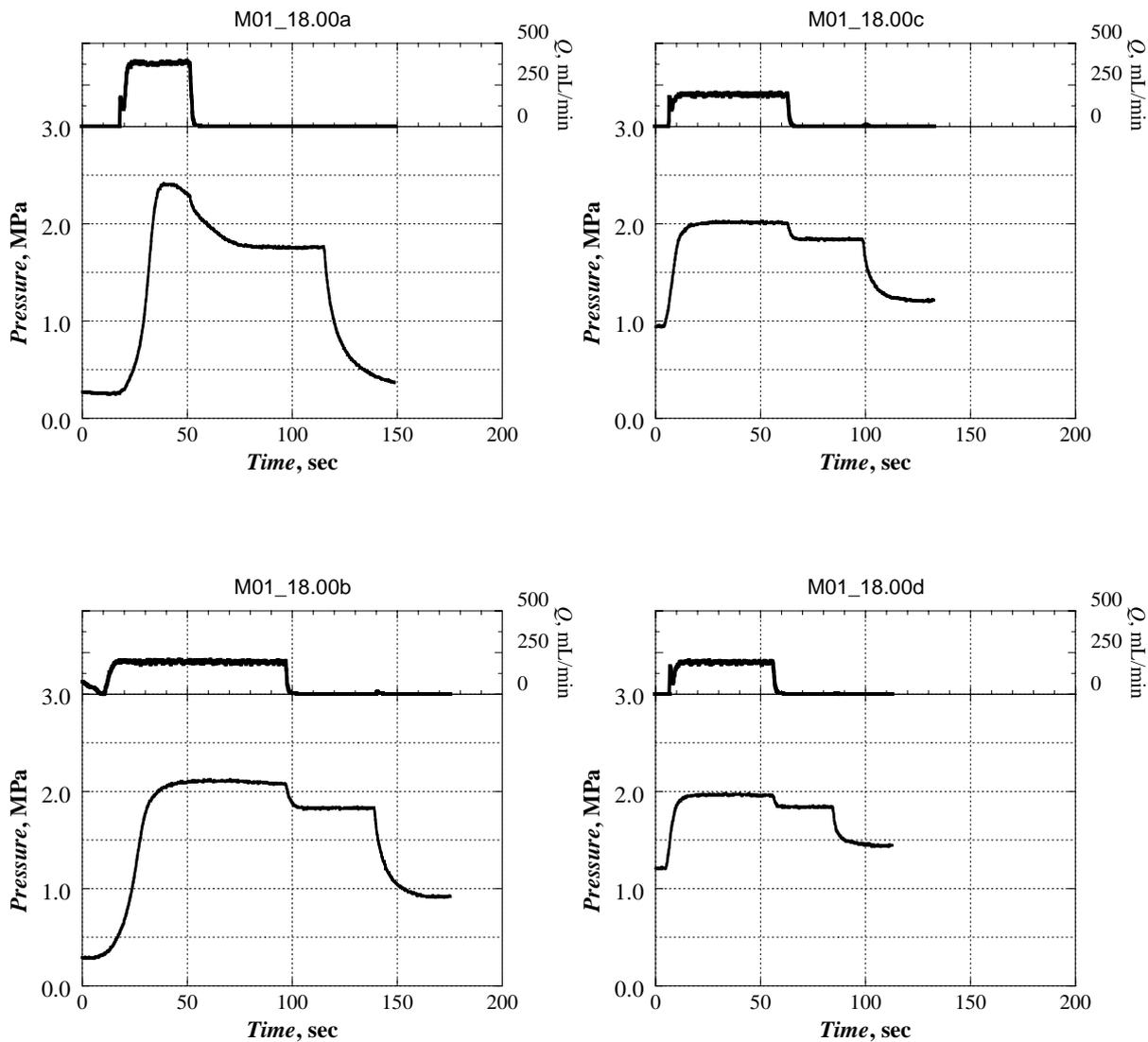


図 4.12 M01 孔の深度 18.00m における圧力・流量・時間曲線

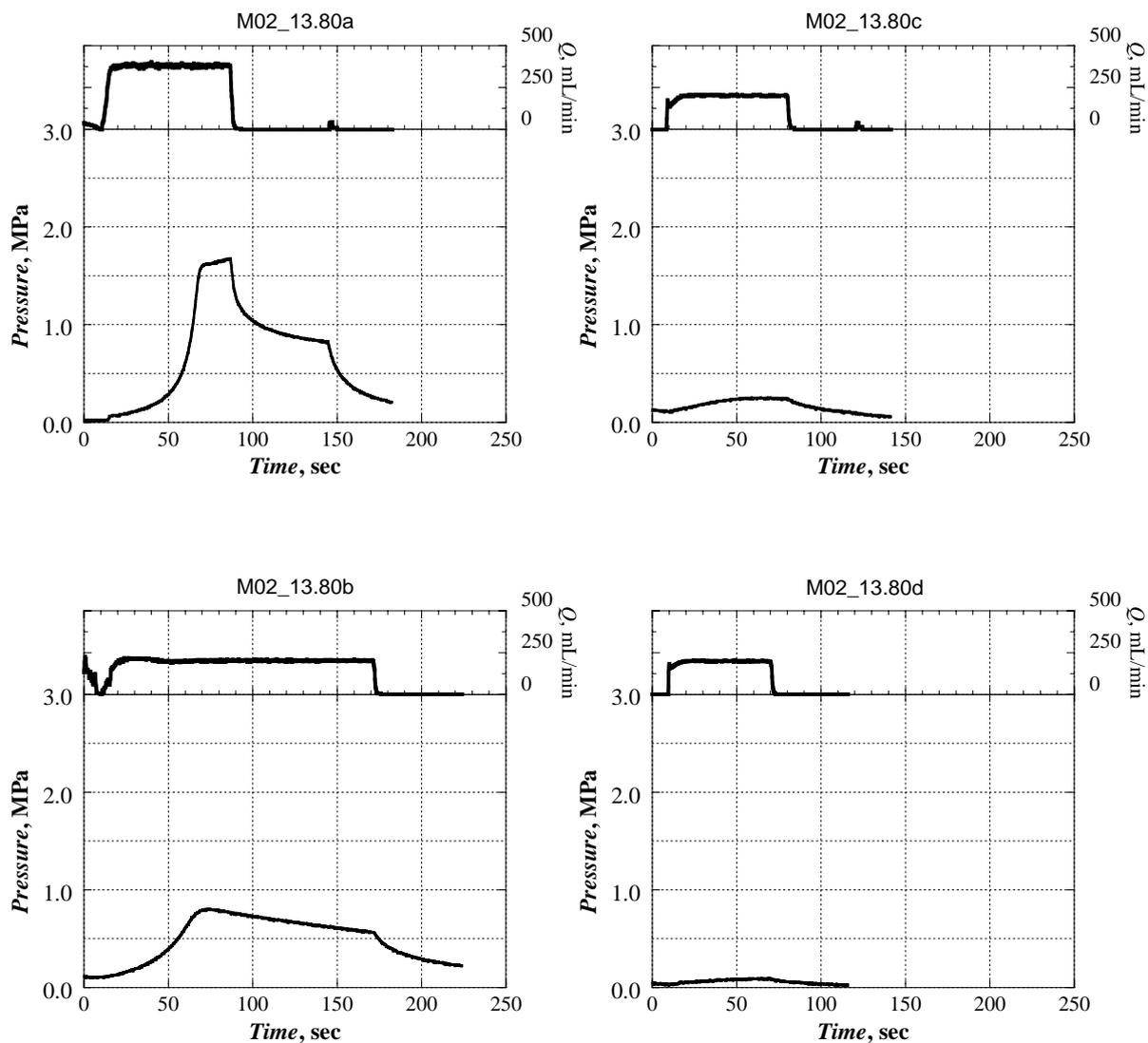


図 4.13 M02 孔の深度 13.80m における圧力・流量・時間曲線

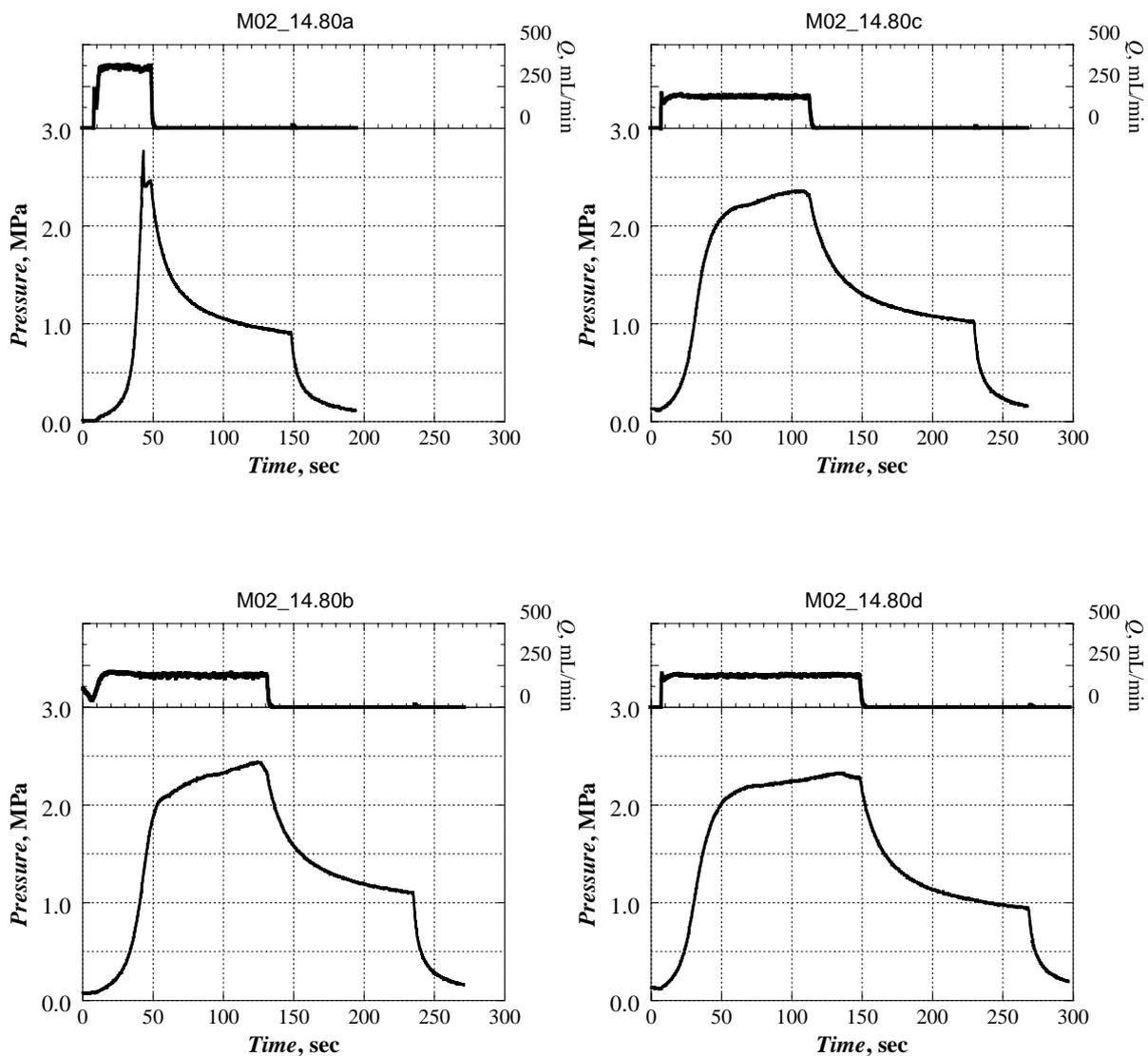


図 4.14 M02 孔の深度 14.80m における圧力・流量・時間曲線

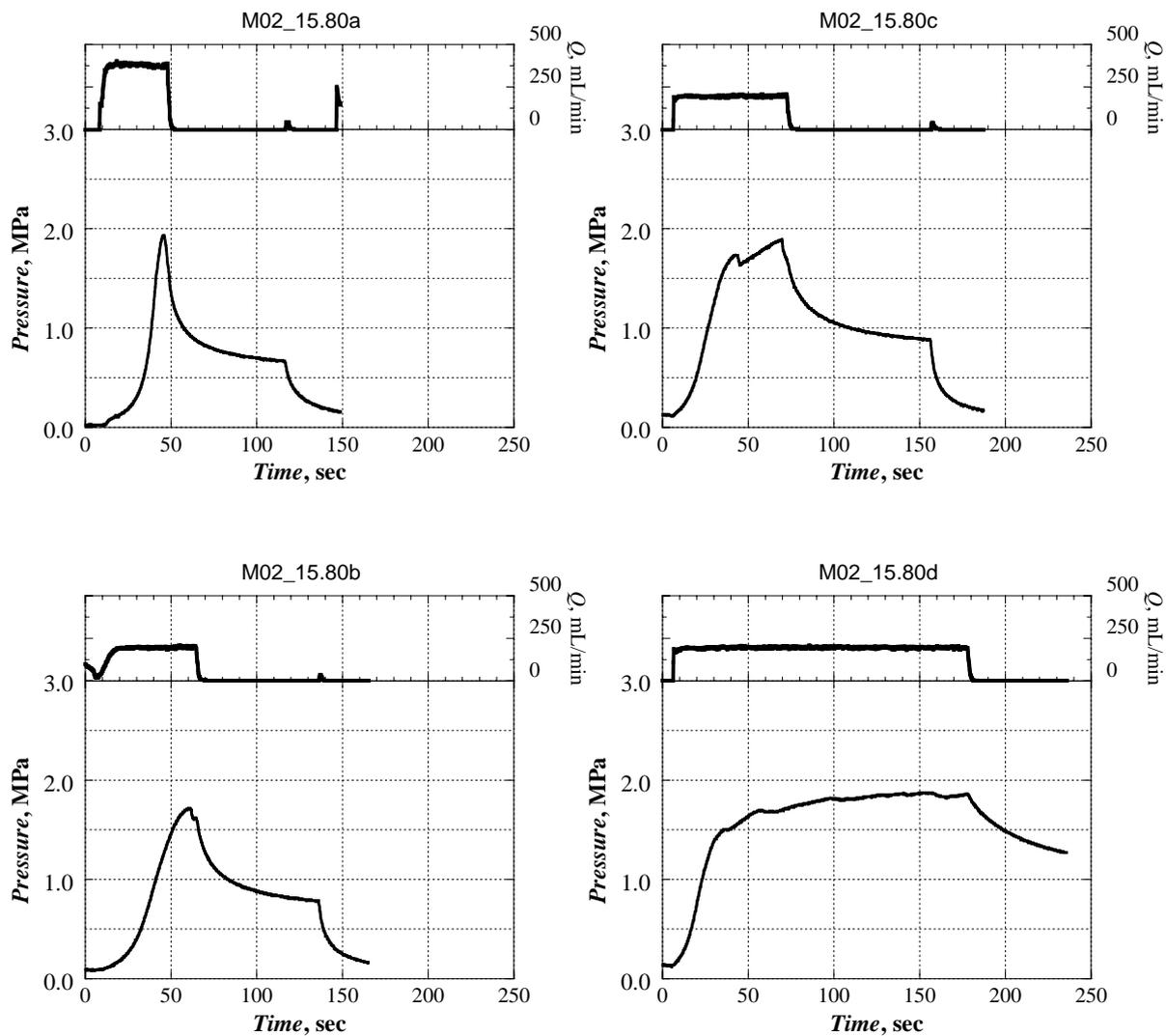


図 4.15 M02 孔の深度 15.80m における圧力・流量・時間曲線

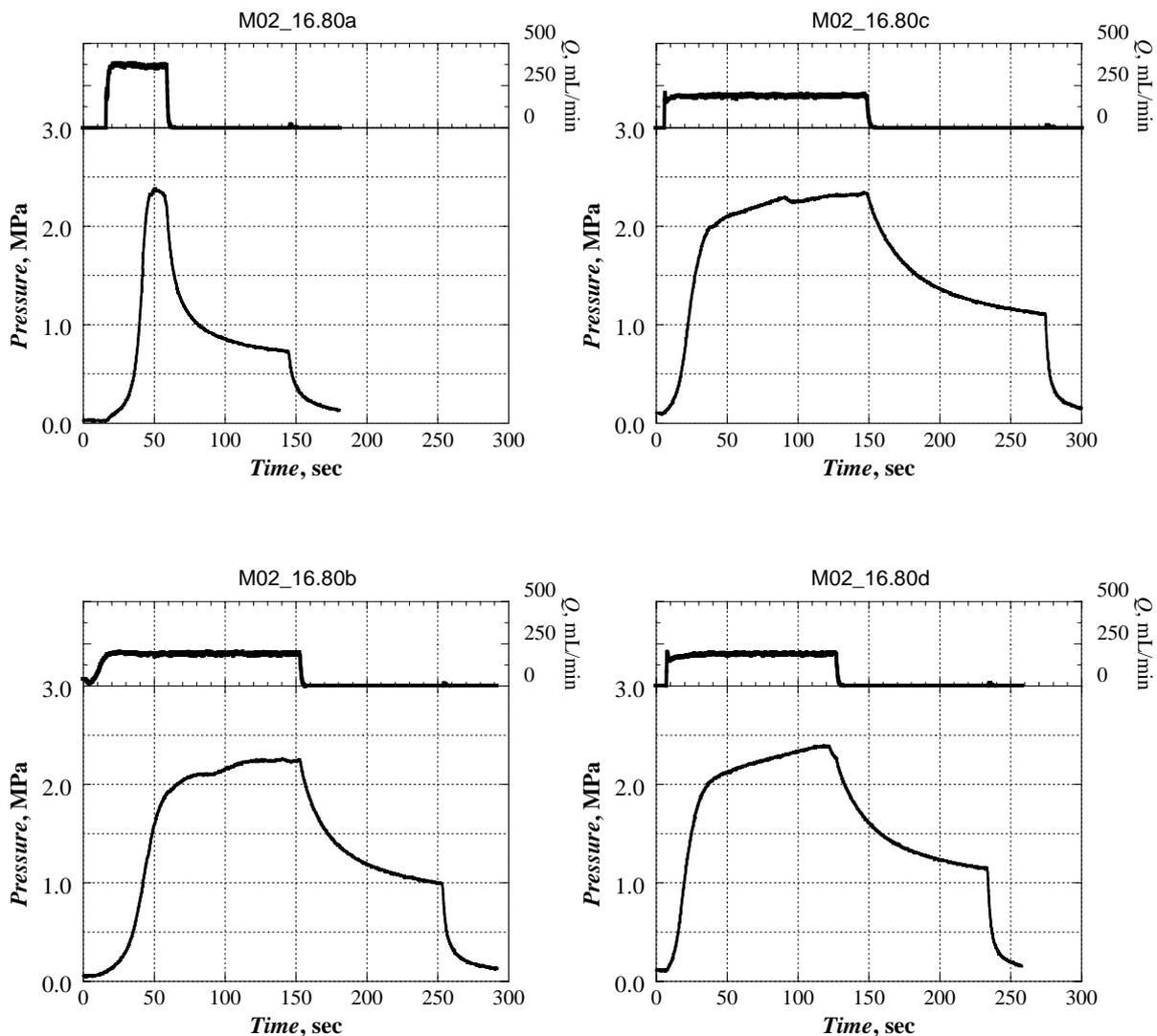


図 4.16 M02 孔の深度 16.80m における圧力・流量・時間曲線

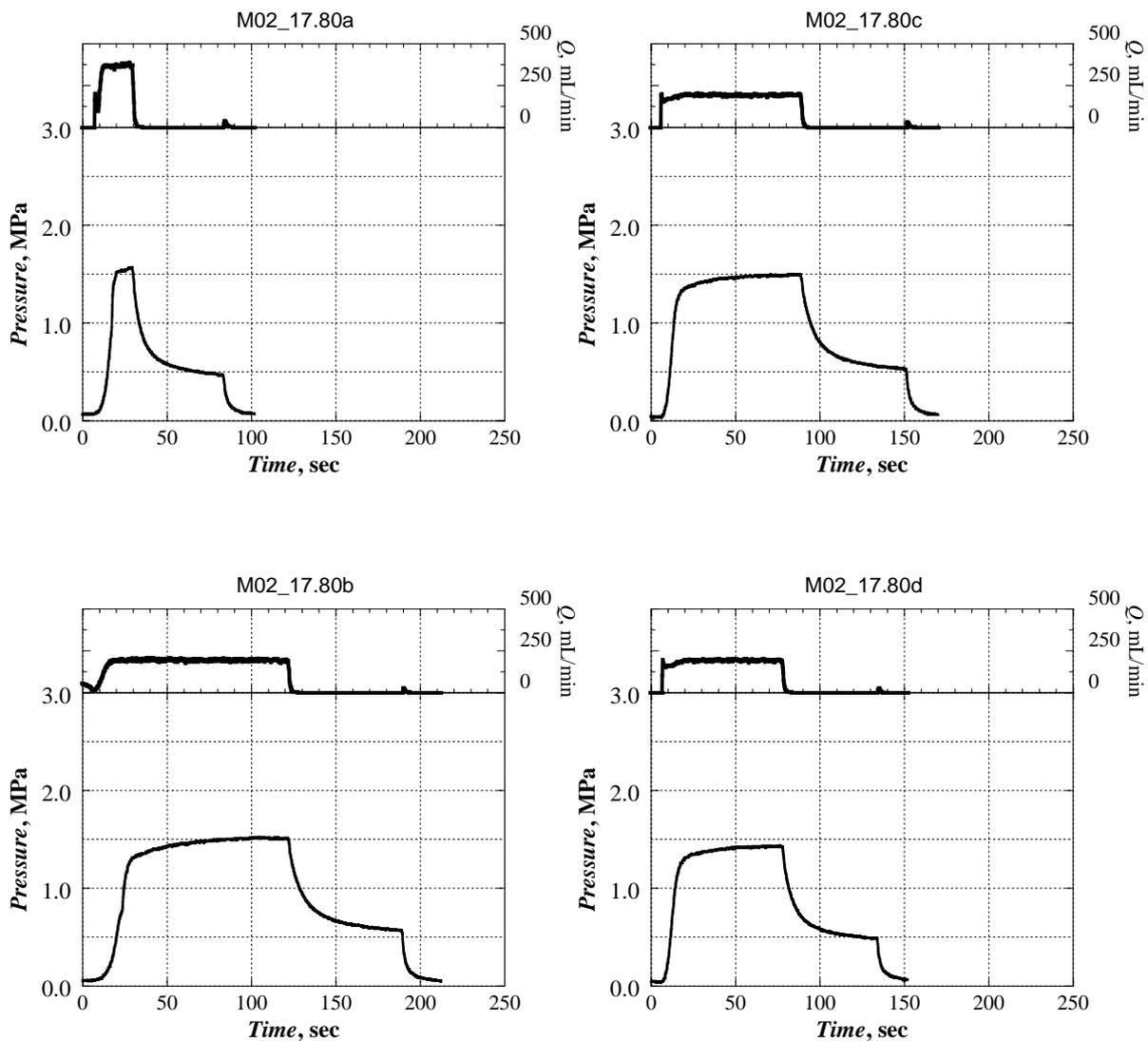


図 4.17 M02 孔の深度 17.80m における圧力・流量・時間曲線

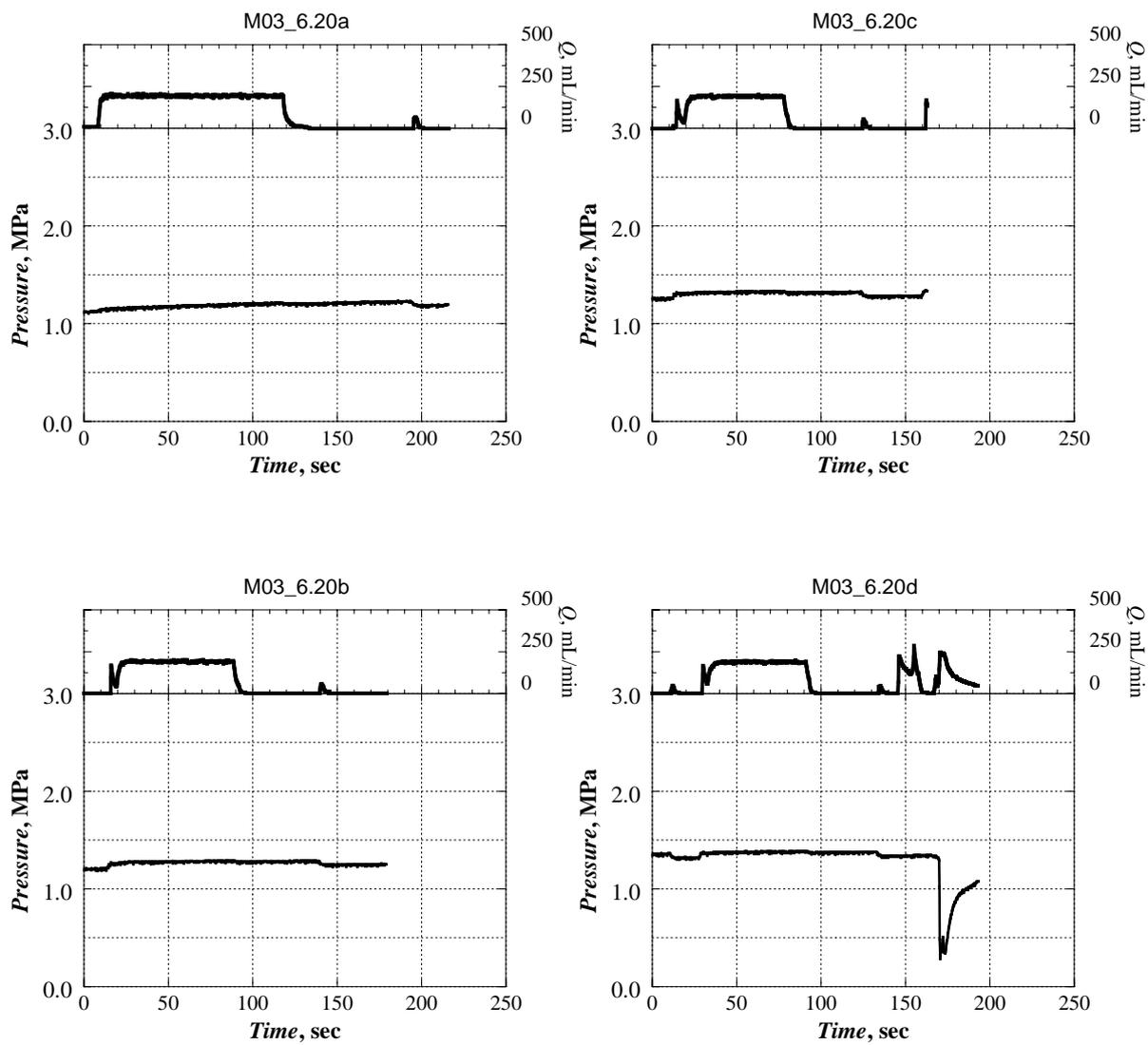


図 4.18 M03 孔の深度 6.20m における圧力・流量・時間曲線

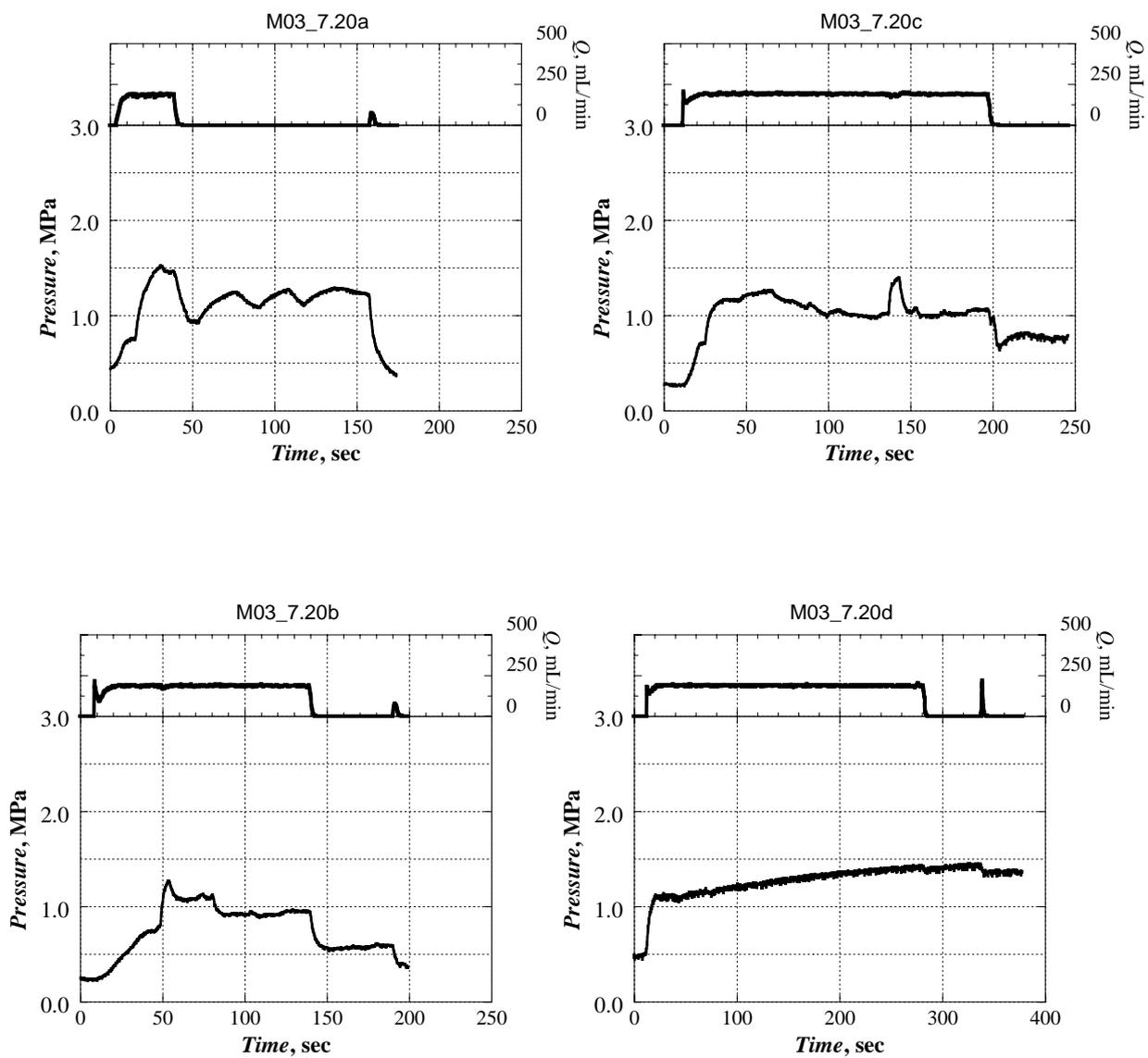


図 4.19 M03 孔の深度 7.20m における圧力・流量・時間曲線

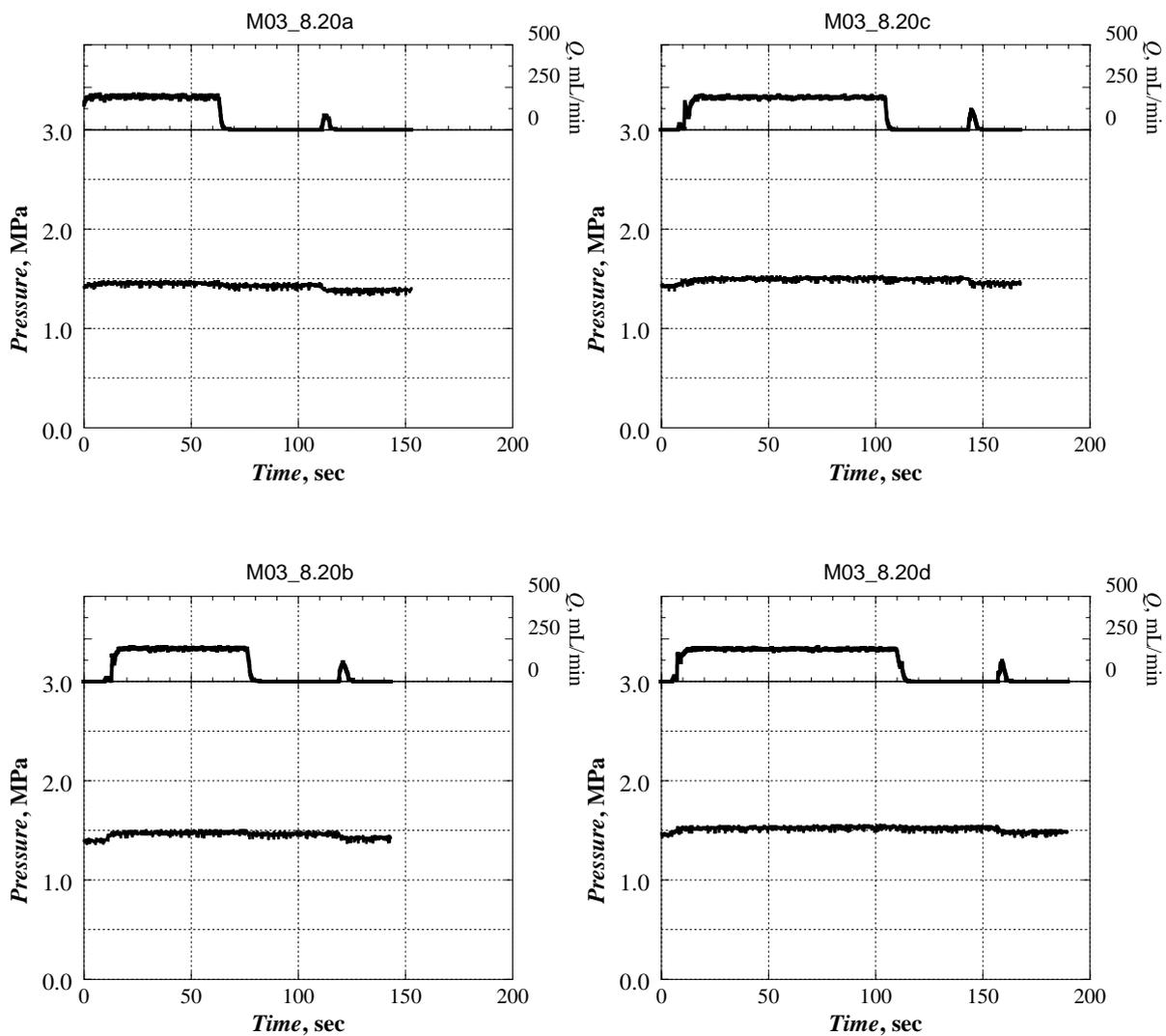


図 4.20 M03 孔の深度 8.20m における圧力・流量・時間曲線

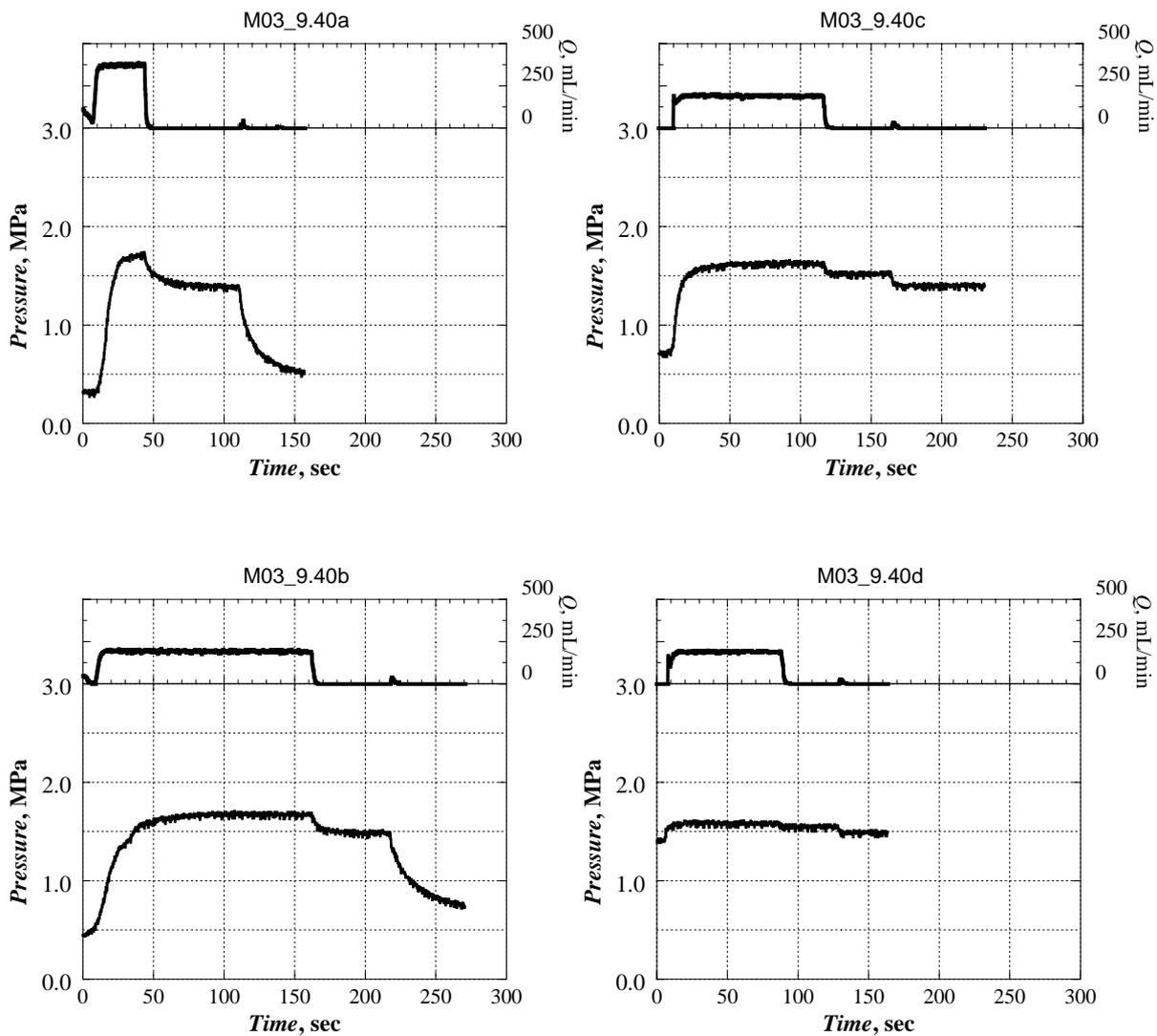


図 4.21 M03 孔の深度 9.40m における圧力・流量・時間曲線

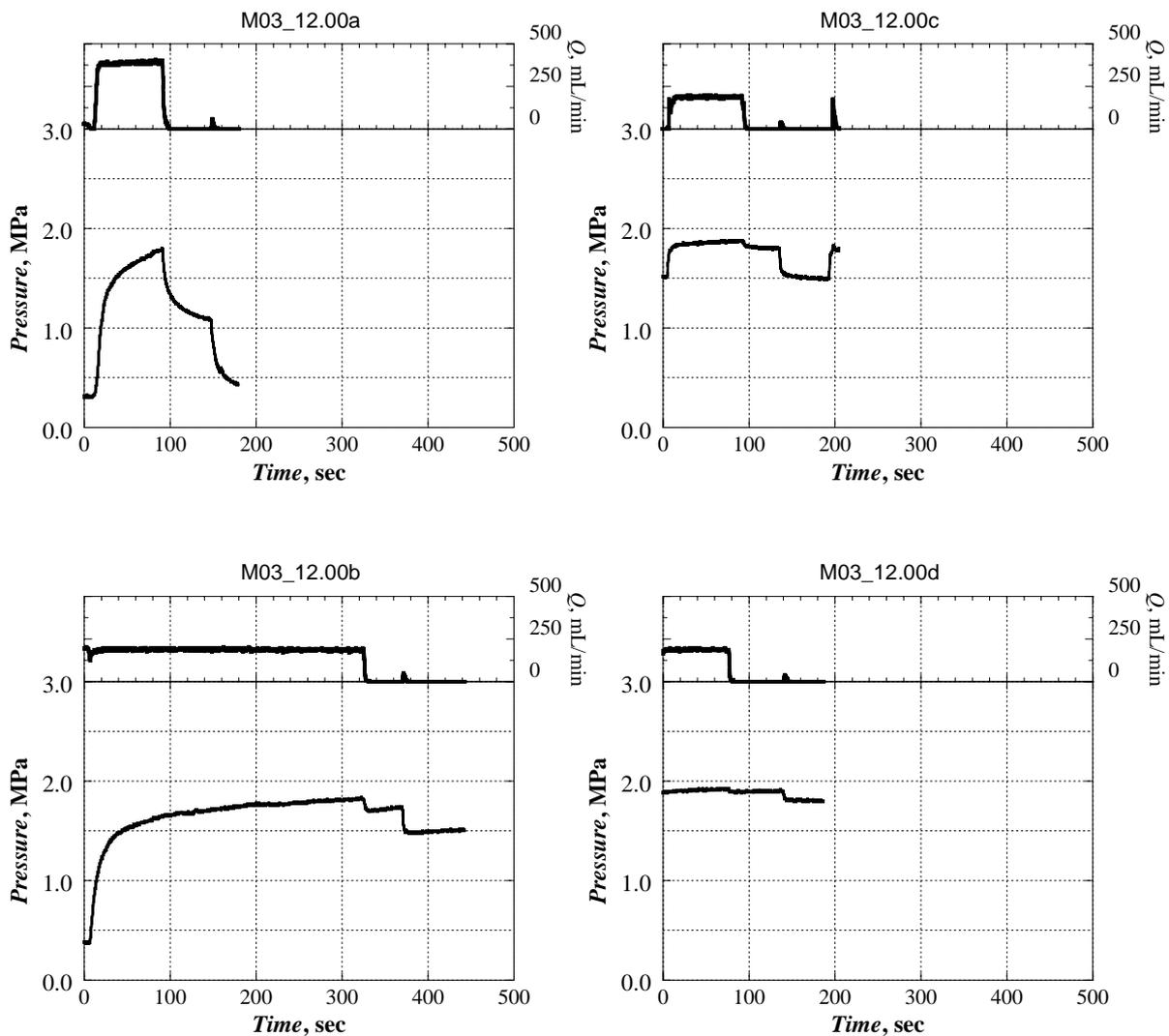


図 4.22 M03 孔の深度 12.00m における圧力・流量-時間曲線

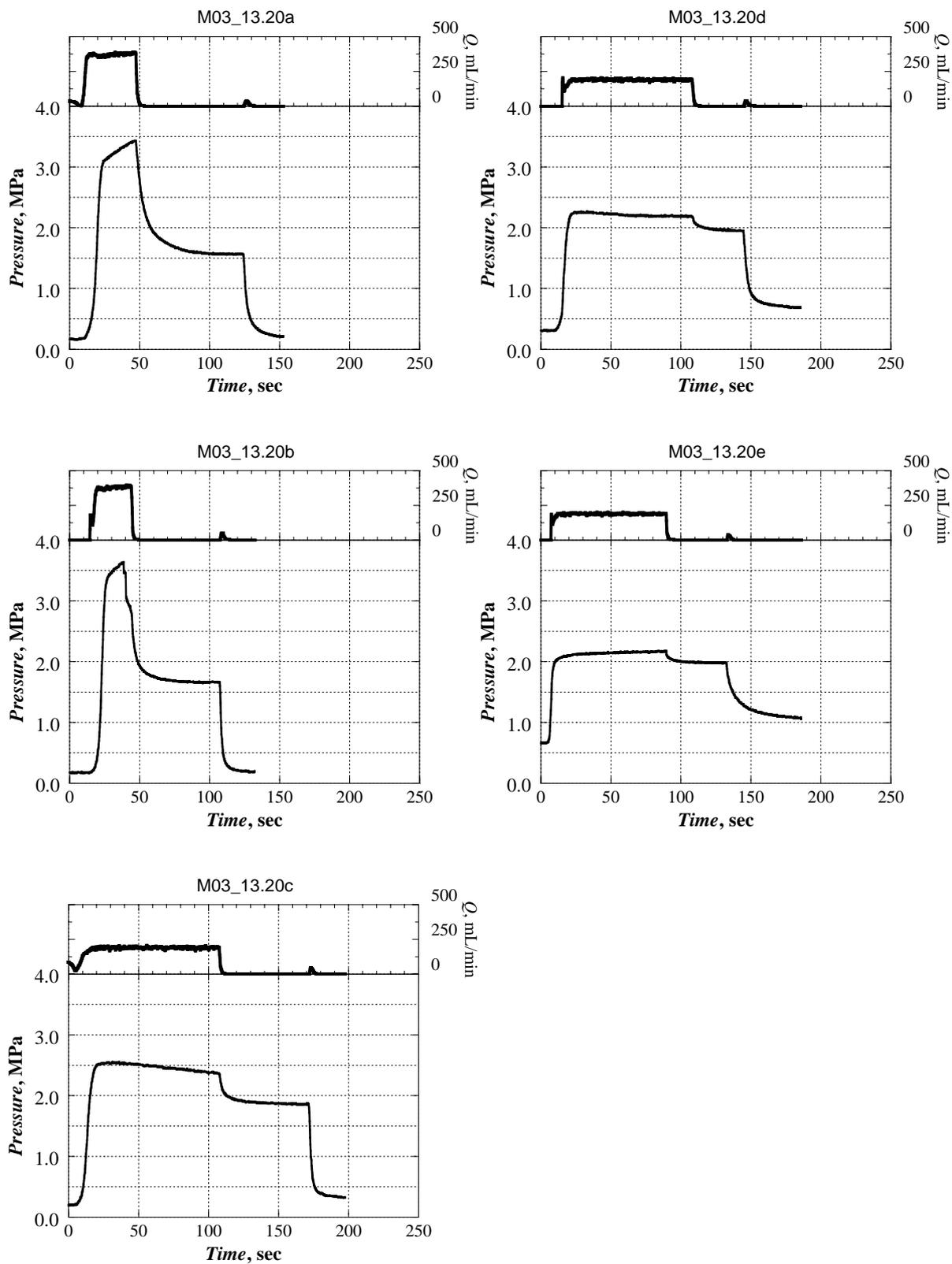


図 4.23 M03 孔の深度 13.20m における圧力・流量・時間曲線

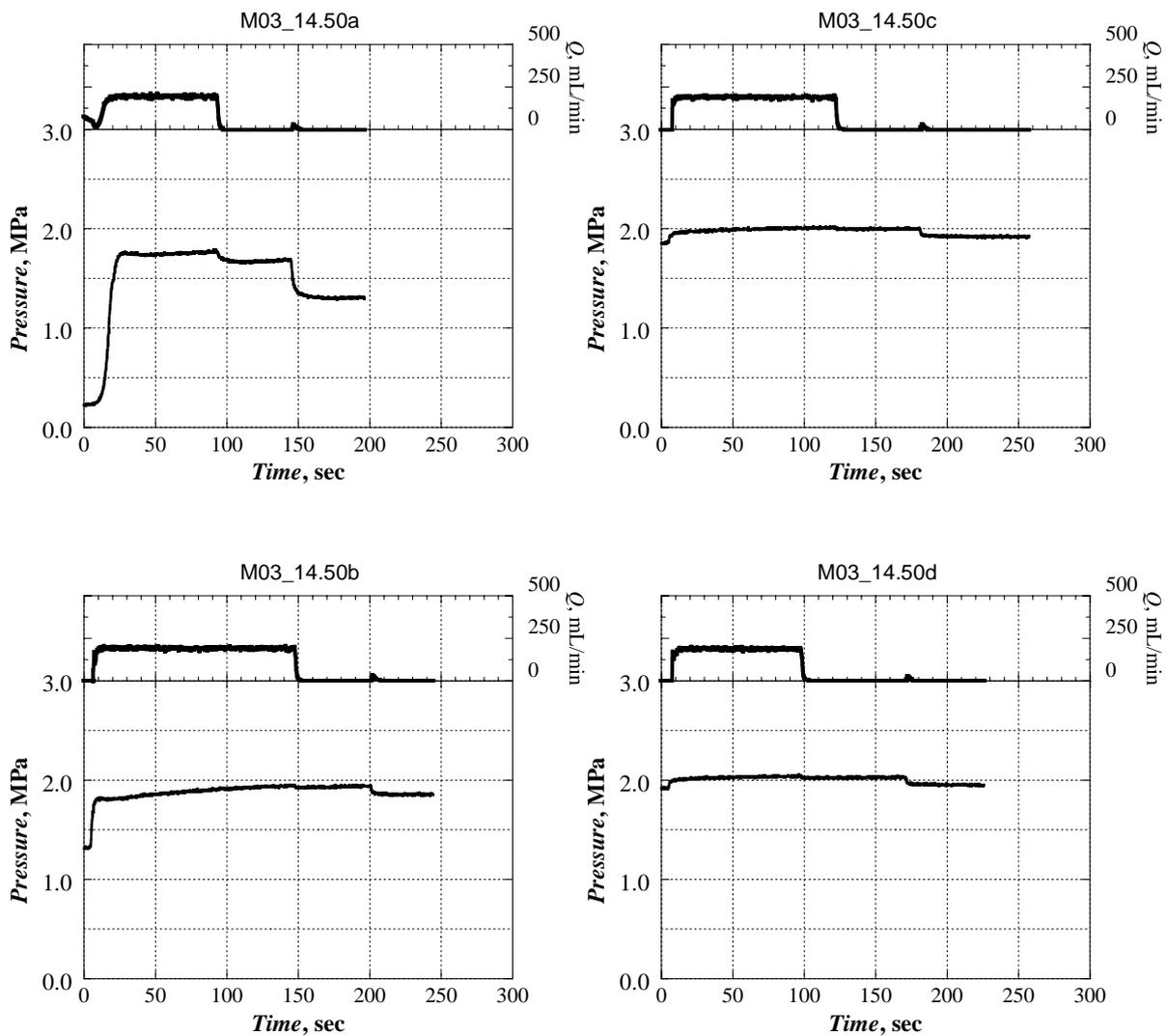


図 4.24 M03 孔の深度 14.50m における圧力・流量・時間曲線

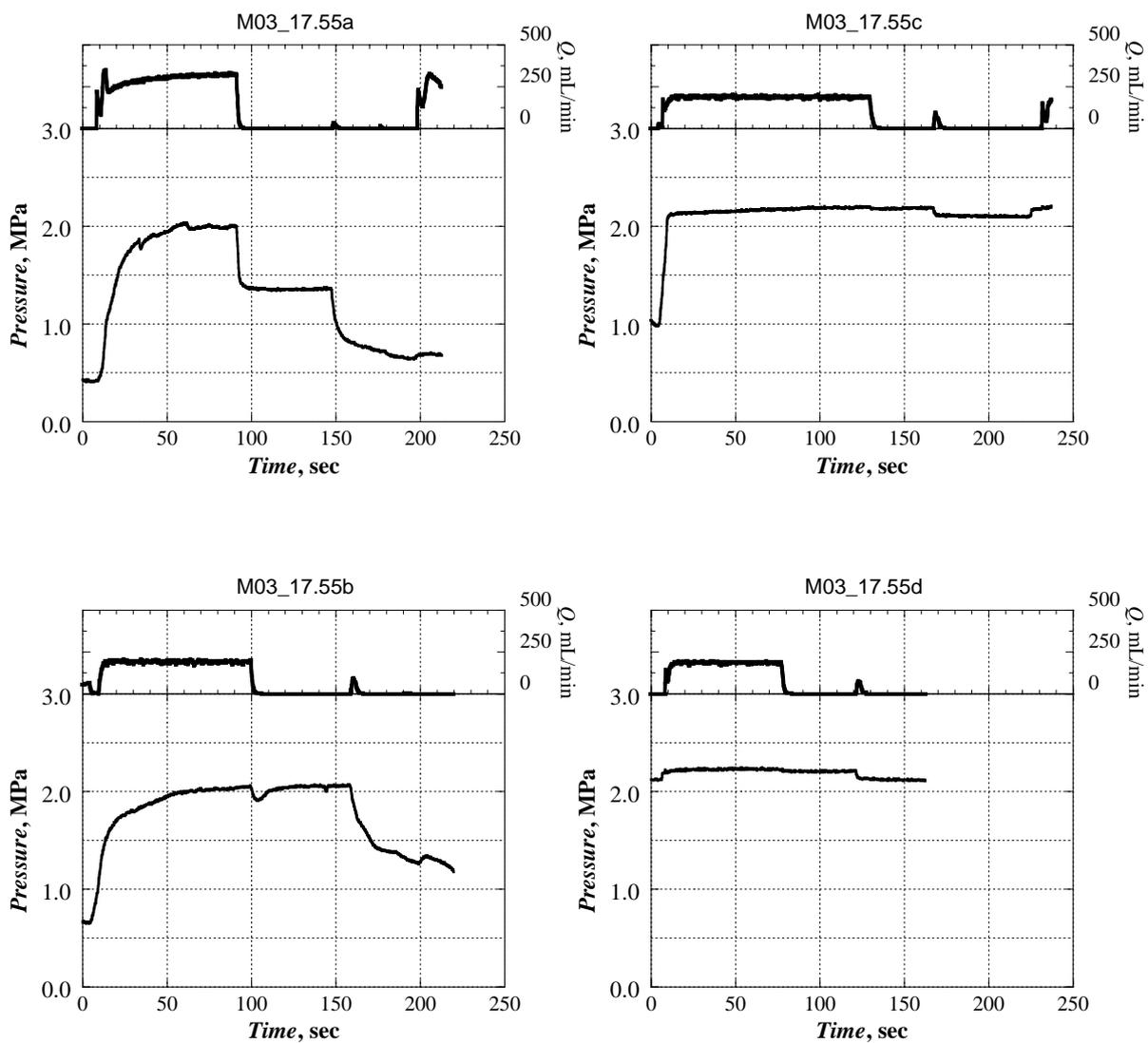


図 4.25 M03 孔の深度 17.55m における圧力・流量-時間曲線

4. 4. 3 水圧破碎試験によって生じたき裂

図 4.9 から図 4.25 に示した圧力と流量を測定した後、これらの 17 の加圧区間でインプレッションパッカーによるき裂の型取りを行った。型取りの記録は図 4.26 から図 4.30 に示すとおりである。これらはパッカーエレメントに熱収縮チューブを巻きつけてき裂の型取りをした後、そのチューブに軸方向の切れ目を入れてパッカーからはがし、それを周方向に展開したものである。青色の曲線は、チューブに写し取られたき裂をマジックでトレースした結果である。ここで、紙面の upper 側が孔口、下側が孔底側である。図中の黒矢印 (→) は、き裂の方向余弦を算定するために用いたトレースを示している。各型取り結果の左下隅部に表示した数値は、前記の切れ目を入れた位置の回転角度である。すなわち、ほぼ水平な M01 孔と M02 孔においては、孔口から孔底を覗いた時、鉛直上方向から切れ目までの孔軸まわりの回転角度を時計回りに測定した角度である。また、型取り結果の下に表示した上端と下端は、孔軸を含む鉛直面と展開前の型取りが交差する位置である。一方、鉛直な M03 孔の場合、左隅部の数値は、孔口から孔底を覗いた時、磁北から切れ目までの孔軸まわりの回転角度を時計回りに測定した角度である。型取り結果の下に表示した S と N は、孔軸を含む走向 NS の鉛直面と展開前の型取りが交差する位置を示している。

これらの型取の記録を見ると、M02 孔の深度 14.80m と深度 15.80m および M03 孔の深度 12.00m、深度 13.20m および深度 17.55m でボーリング孔軸を含む縦き裂が生じている。他の 12 の加圧区間では、ボーリング孔軸と交差する横き裂が生じている。これは、当該岩盤に多くの潜在き裂が含まれていたため、水圧破碎によって孔壁の周方向引張応力が岩盤の引張強度に達する前に横き裂が開口したことによると考えられる。

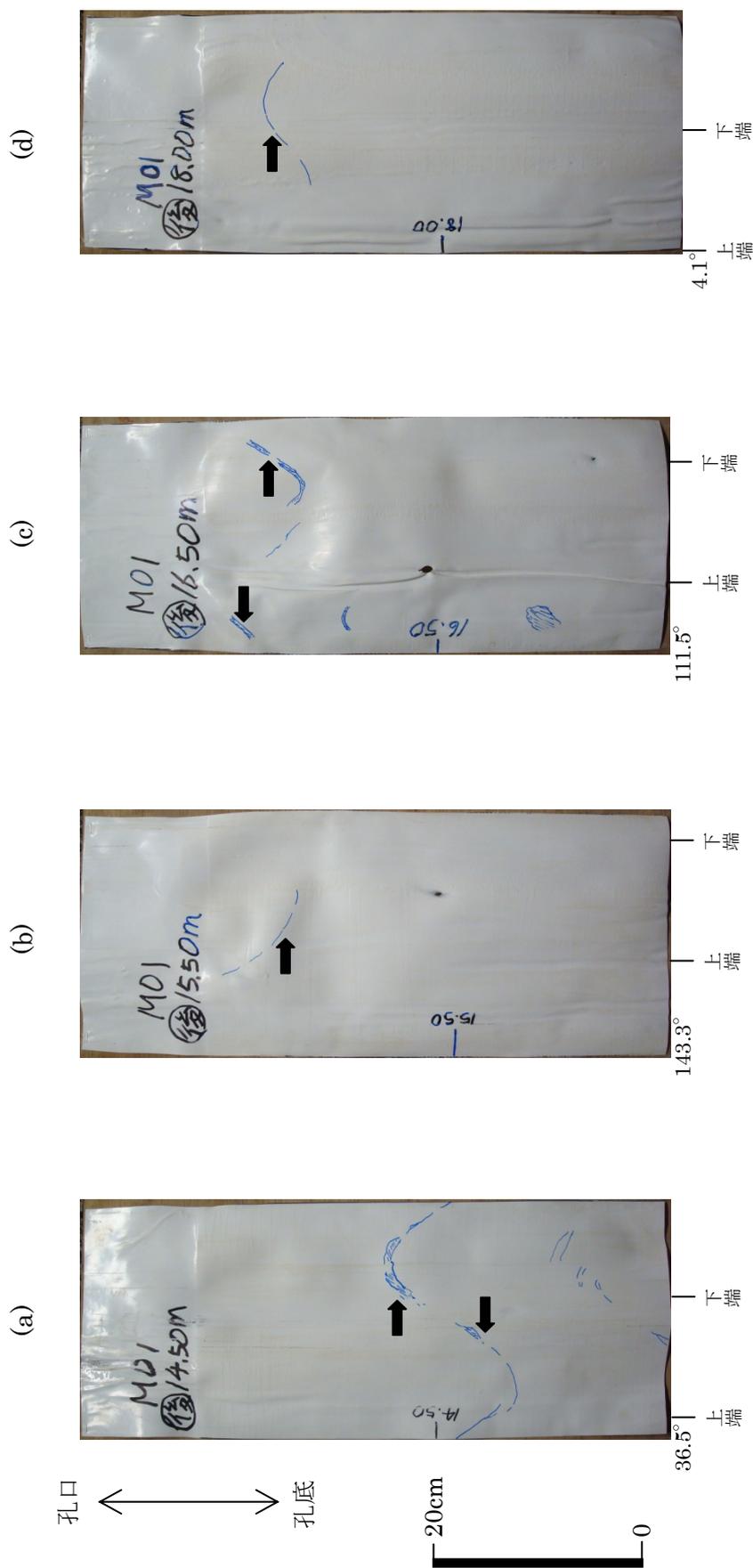


図 4.26 (a)M01 孔の深度 14.5m、(b)M01 孔の深度 15.5m、(c)M01 孔の深度 16.5m および M01 孔の深度 18.0m で採取したき裂の型取の記録

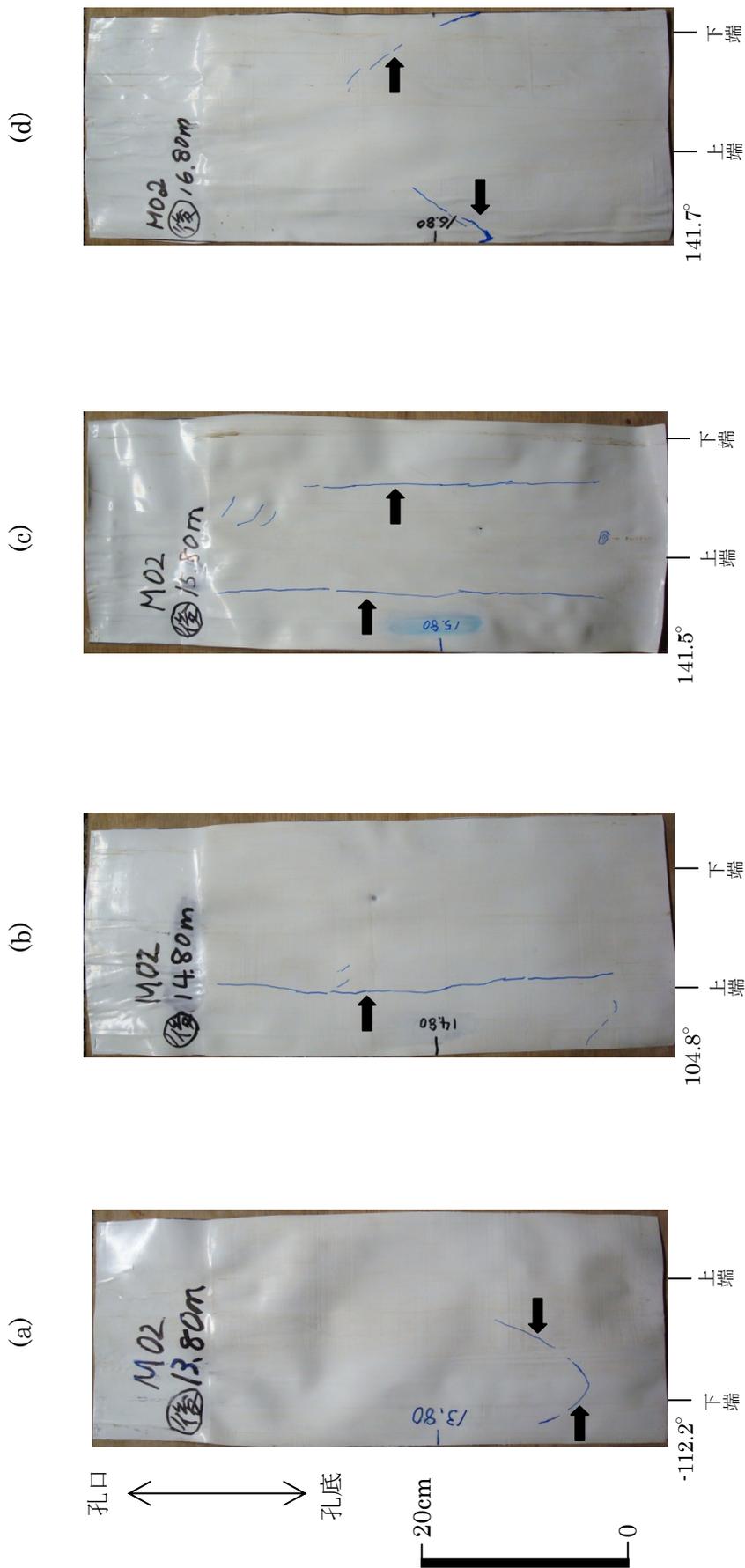


図 4.27 (a)M02 孔の深度 13.8m、(b)M02 孔の深度 14.8m、(c)M02 孔の深度 15.8m および M02 孔の深度 16.8m で採取したき裂の型取の記録

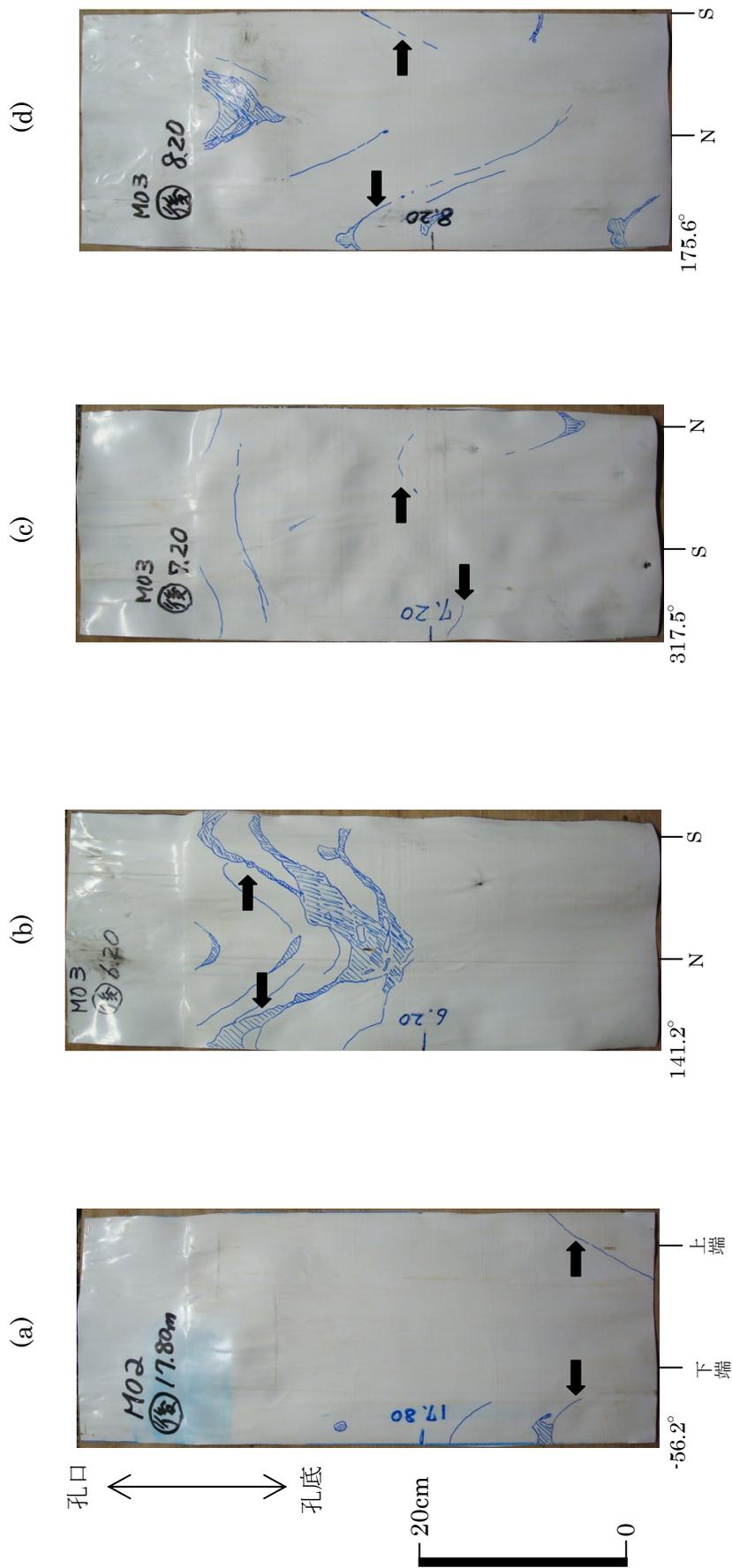


図 4.28 (a)M02 孔の深度 17.8m、(b)M03 孔の深度 6.2m、(c)M03 孔の深度 7.2m および M03 孔の深度 8.2m で採取したき裂の型取の記録

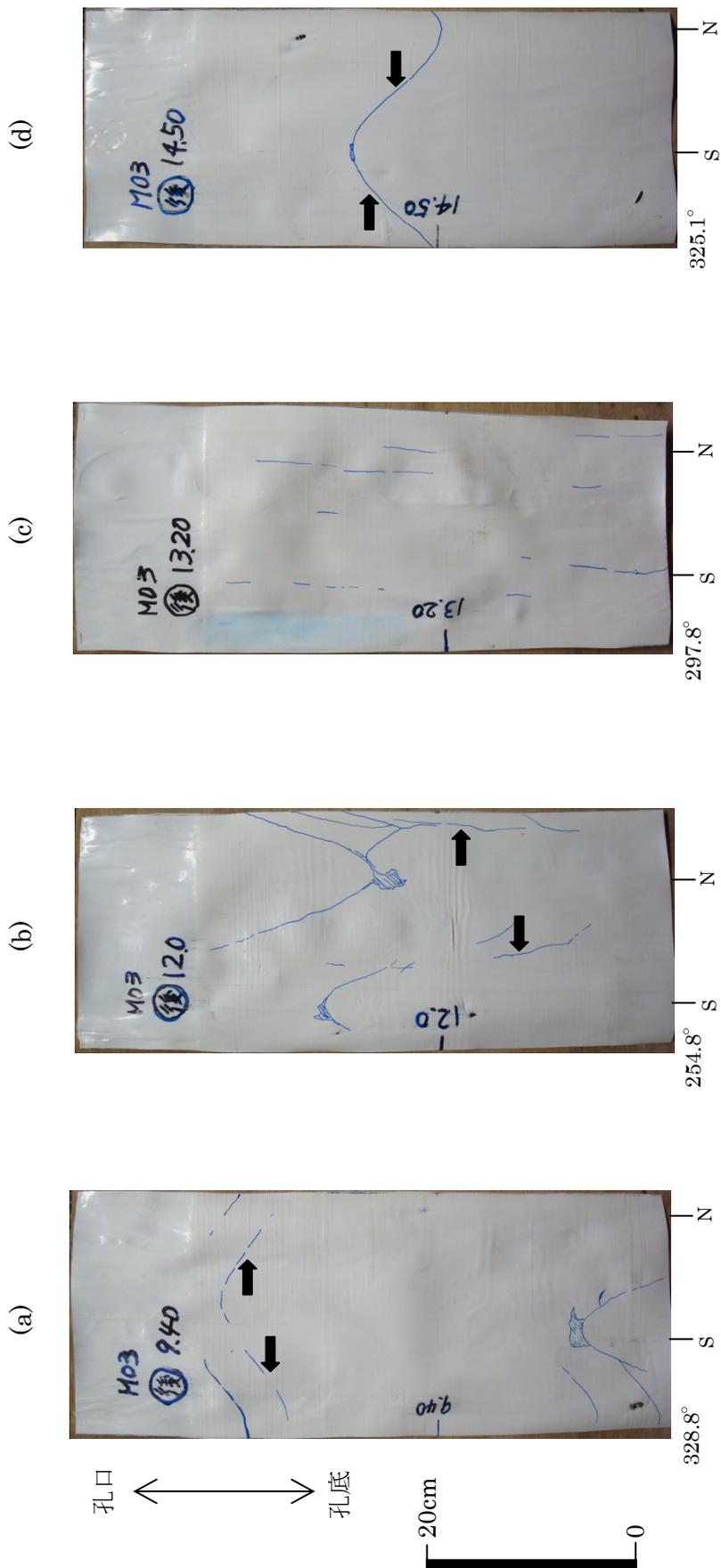


図 4.29 (a)M03 孔の深度 9.4m、(b)M03 孔の深度 12.0m、(c)M03 孔の深度 13.2m および M03 孔の深度 14.5m で採取したき裂の型取の記録

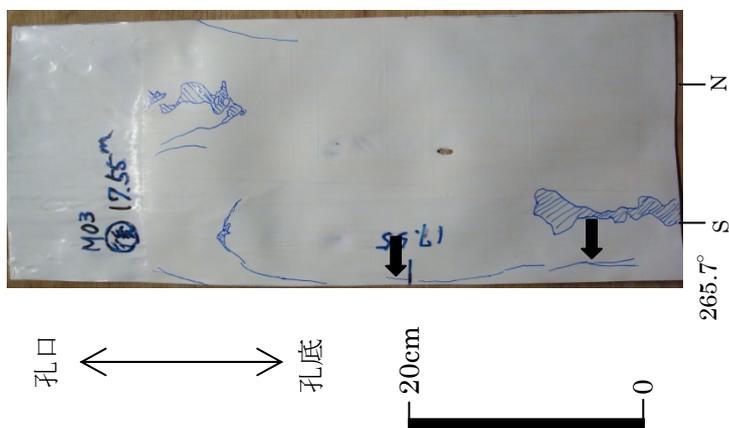


図 4.30 M03 孔の深度 17.55m で採取したき裂の型取の記録

4. 5 初期地圧の評価

表 4.3 に示すように、3 本のボーリング孔の合計 22 の深度で水圧破碎試験を行った。これらの深度のデータから初期地圧を評価する際、加圧区間の圧力が上昇しなかった深度のデータからは、き裂に作用する応力に関して情報が得られないので解析から除外した。また、湧水によって破碎前から加圧区間の圧力が上昇した場合も解析から除外した。なぜならば、加圧区間と交差する横き裂は湧水を伴う別のき裂に連結している可能性があり、測定した圧力が必ずしも加圧区間と交差するき裂の法線応力を反映しているとは限らないからである。したがって、初期地圧の評価には、表 4.3 の 7 列目に○印で表示した 13 の深度から採取した圧力データを用いた。

4. 5. 1 き裂の方向余弦

図 4.26 から図 4.30 に示したき裂の法線の E-N-V 座標系 (V 軸は鉛直上向き) における方向余弦を表 4.4 に示す。横き裂の方向余弦は、図 4.31 に示すように、トレースの全幅、き裂のトレースのピークが現れる位置 S_m およびその振幅 A との幾何学的な関係から決定される^{[7][8]}。

縦き裂の場合は、最小二乗法によってき裂のトレースにボアホール軸を含む平面を当てはめて図 4.6 の θ_0 を決定し、さらにボーリング孔の方位・傾斜を用いて方向余弦を求めた。図 4.26 から図 4.30 の矢印 (➡) は、方向余弦の算定に用いたき裂のトレースを示している。ただし、M03 孔の深度 13.20m で採取したき裂のトレースには、走向の異なる複数の縦き裂が写し取られたため、この中から水圧破碎試験によって誘起されたき裂を選定することはできなかった。

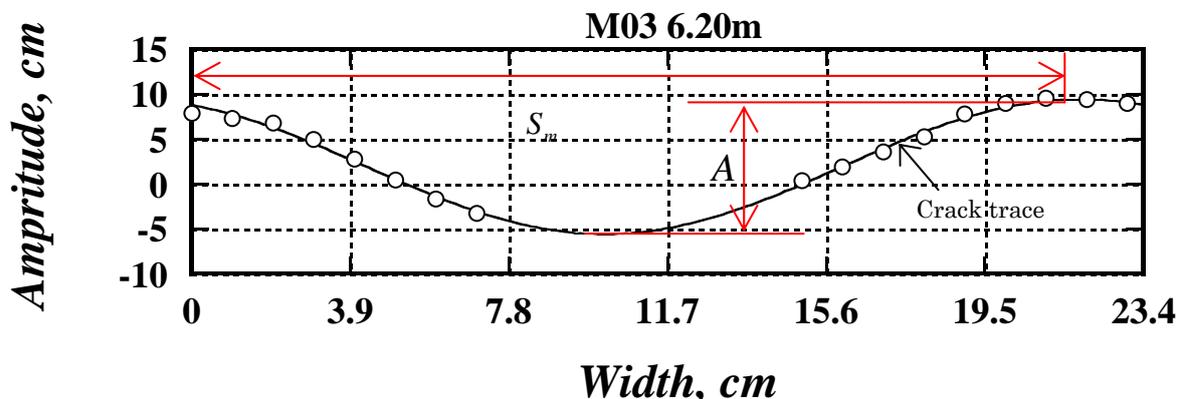


図 4.31 型取パッカーから得られた横き裂のトレースに最小二乗法によって平面を当てはめた例

4. 5. 2 破碎圧およびき裂閉口圧

4. 3 で述べた解析方法によって初期地圧を評価するためには、き裂の方向余弦に加えて、横き裂のき裂閉口圧 P_s と縦き裂の破碎圧 P_b が必要である。破碎圧は第 1 回目の加圧サイクルにおいて、き裂発生に伴う急激な圧力低下が生じる直前の最大圧力として求めることができる。

き裂閉口圧は、水圧破碎によって誘起されたき裂に作用する法線応力と破碎流体の圧力が釣り合うときの圧力である。幌延深地層研究センターでは、き裂面内に水圧勾配ができない程度に小さい流量 (200ml/min) で加圧し、加圧区間の圧力がほぼ一定になった時の圧力からき裂面に垂直な応力を評価する方法^{[9][10]}を採用してきた。すなわち、2007 年の換気立坑 140m 試錐座および 2008 年の東立坑深度 140m 小型試錐座における水圧破碎試験では、おもに第 2 回目以降の加

圧サイクルの圧力-時間曲線に前記の方法を適用してき裂閉口圧を決定した。しかし、4.2.2で述べたように、本試験で測定された圧力・流量-時間曲線は、加圧サイクルが進むにつれてシャットイン後の圧力降下が小さくなる傾向を示す場合が多い。このことから、2回目以降の圧力-時間曲線には、水圧破碎によって生じたき裂と連結したき裂の湧水圧の影響がより強く現れていると考えられる。そこで、ここでは湧水圧の影響が小さいと考えられる第1回目の圧力-時間曲線からき裂閉口圧 P_s を求める。

第1回目の加圧サイクルでは、き裂発生に伴う急激な圧力低下が生じるとポンプを停止させてシャットインする。シャットインした後の加圧区間の圧力-時間曲線に明瞭な変曲点が見い出される時、すなわちシャットイン直後いったん急激に低下した圧力がそれ以降時間とともにほとんど低下しない時、き裂閉口圧は比較的容易に決定できる。しかし多くの場合、シャットイン後の圧力の減衰速度は急激に低下しないので、き裂閉口圧を圧力-時間曲線の変曲点として決定することは難しい。このため、シャットイン後の圧力-時間曲線から図式的にき裂閉口圧を求めるいくつかの方法^{[8][11][12][13][14][15]}が提案されている。ここでは決定方法の基礎となる理論が明快な Hayashi and Haimson^[15]の方法を用いた。この方法では、シャットイン後の圧力-時間曲線から求められる加圧区間の水圧 P とその時間変化率の逆数 dt/dP との関係性を3直線で近似し、高圧側の2直線の交点における水圧がき裂閉口圧 P_s として求められる。

図4.32は、第1回目の加圧サイクルにおけるシャットイン後の圧力-時間曲線に Hayashi and Haimson の方法を適用した結果である。ここで、横軸は加圧区間の水圧 P 、縦軸はその時間変化率の逆数 dt/dP である。各グラフの上部中央に記載したタイトルの意味は、圧力・流量-時間曲線と同じである。 $dt/dP - P$ プロットから求めたき裂閉口圧は、矢印で表示した。シャットイン後の加圧区間の圧力低下が小さい場合、例えば M01 孔の深度 16.50m の場合のように、短周期の圧力変動によって差分 dt/dP のばらつきが大きくなり、 dt/dP と P の関係を3直線で近似できないことがある。しかし、圧力低下が小さい場合は、圧力-時間曲線から圧力の変曲点を見出しやすいことが多いので、圧力-時間曲線も参考にしながらき裂閉口圧を評価した。以上のようにして評価した破碎圧 P_b とき裂閉口圧 P_s をまとめると、表4.4のようである。なお、表4.4の縦き裂が生じた深度のポアソン比は、第6章で述べる岩石の力学試験から求めた結果であり、試験位置近傍から採取した試験片の値を採用した。

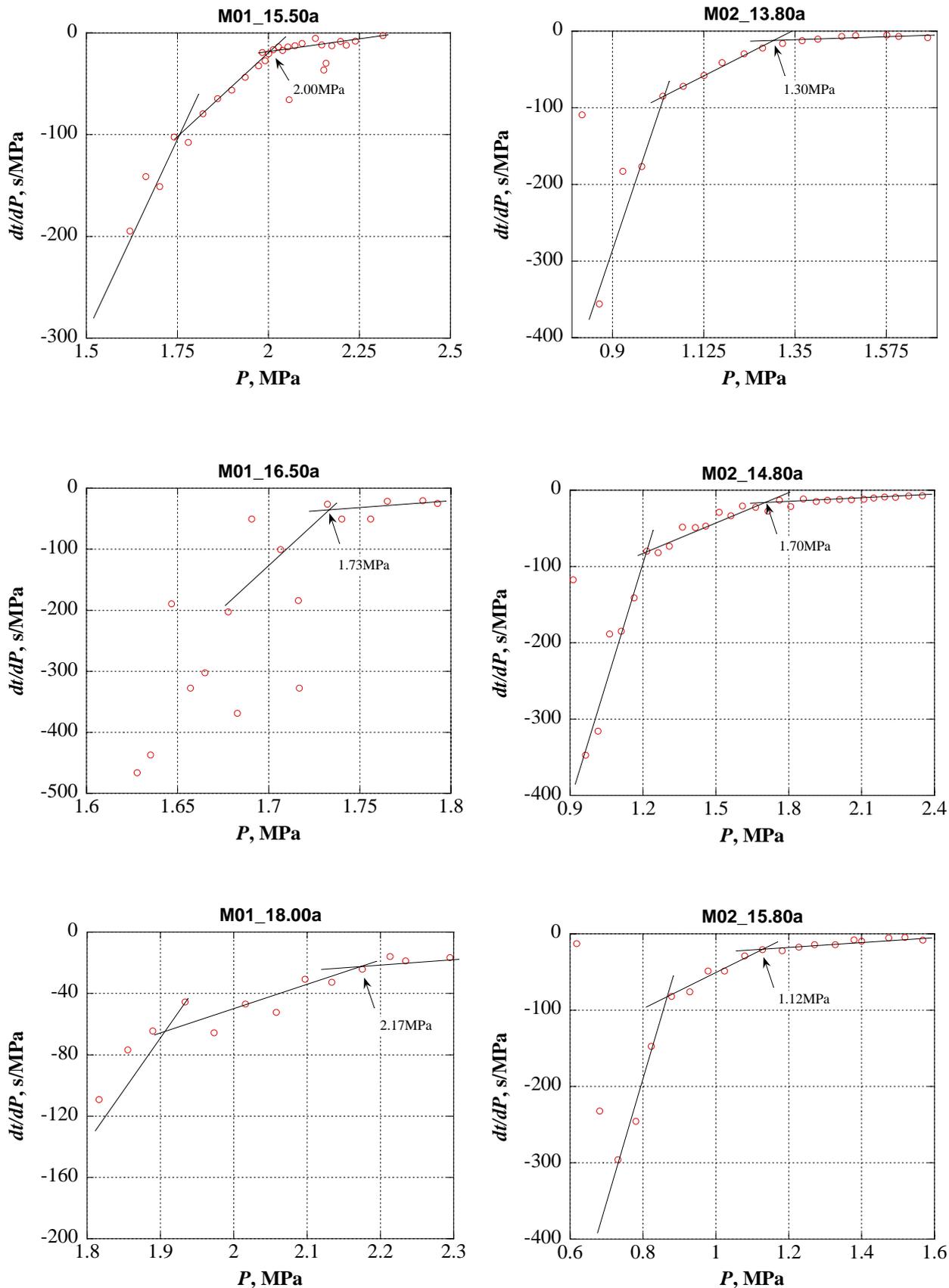


図 4.32 第 1 回目のシャットイン後の圧力-時間曲線から求めた dt/dP と P の関係(1/3)

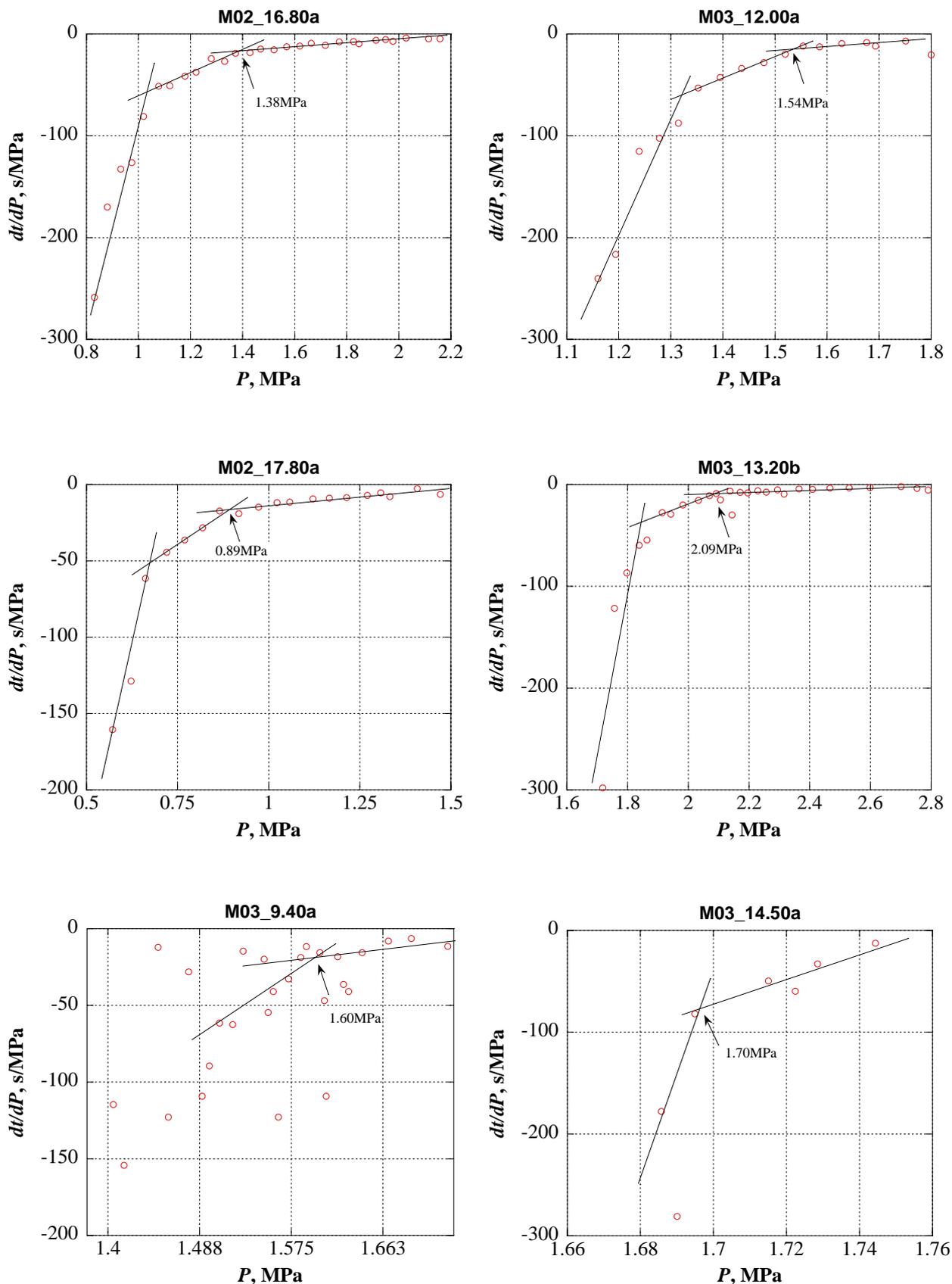


図 4.32 第 1 回目のシャットイン後の圧力-時間曲線から求めた dt/dP と P の関係(2/3)

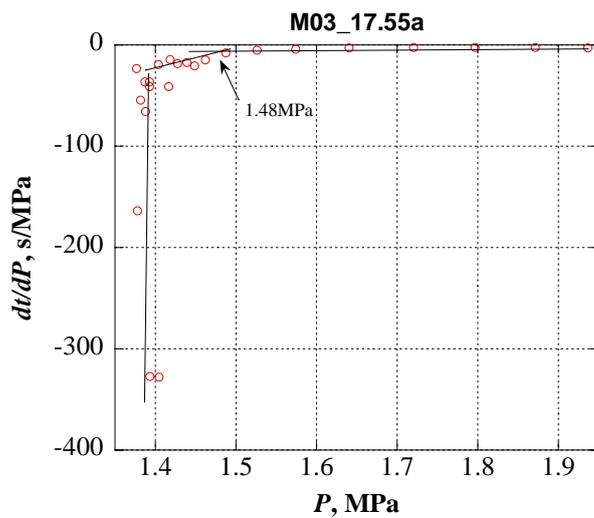


図 4.32 第 1 回目のシャットイン後の圧力-時間曲線から求めた dt/dP と P の関係(3/3)

表 4.4 水圧破砕試験結果

孔名	方位・傾斜	試験深度 (m)	地層名	き裂の タイプ	破砕圧 P_b (MPa)	き裂閉口圧 P_s (MPa)	方向余弦 (E-N-V 座標系)			ポアソン比 ν^*
							λ_1	λ_2	λ_3	
M01	N55° E、 水平から 上向き 3°	15.50	声問層	横さ裂	2.92	2.00	-0.051570	0.996540	0.065186	
		16.50	声問層	横さ裂	1.86	1.73	-0.225725	0.965168	-0.132281	
		18.00	声問層	横さ裂	2.42	2.17	-0.415651	0.781732	0.464898	
M02	N60° E、 水平から 上向き 3°	13.80	声問層	横さ裂	1.68	1.30	-0.120621	-0.542496	-0.831353	
		14.80	稚内層	縦さ裂	2.76	1.70	0.483502	-0.875329	-0.004921	0.19
		15.80	稚内層	縦さ裂	1.92	1.12	0.303670	-0.459591	-0.834602	0.23
		16.80	稚内層	横さ裂	2.37	1.38	0.263788	-0.751009	-0.605311	
		17.80	稚内層	横さ裂	1.57	0.89	0.019958	-0.943918	-0.329577	
		9.40	稚内層	横さ裂	1.74	1.60	0.531522	-0.351893	-0.770491	
M03	鉛直孔	12.00	稚内層	縦さ裂	1.80	1.54	-0.030901	-0.999522	0.000000	0.16
		13.20	稚内層	縦さ裂	3.63	2.09	—	—	—	
		14.50	稚内層	横さ裂	1.80	1.70	0.078034	-0.745487	-0.661936	
		17.55	稚内層	縦さ裂	2.04	1.48	-0.423293	0.905993	0.000000	0.13

一：走向の異なる複数の縦さ裂が生じたため方向余弦は不明

*：縦さ裂が生じた試験深度の近傍から採取した岩石試験片のポアソン比

4. 5. 3 解析結果

表 4.4 の横き裂のき裂開口圧と方向余弦、および縦き裂の方位、破砕圧およびポアソン比を式 (4.8) に代入し、12 の非線形連立方程式から逐次近似法によって 6 つの応力成分と主応力を求めた。結果は表 4.5 のとおりである。中間および最小主応力値の大きさは接近している。また、鉛直応力 σ_v は 1.7MPa と評価され、当該岩盤の単位体積重量 (1.47gf/cm³) と 250m の被りから推定される被り圧 3.6MPa の半分程度と小さい。

図 4.33 は、評価された主応力の下半球投影図である。最大主応力は NE 方向にあって水平面から約 40 度傾斜している。中間と最小主応力値の大きさは接近しているので、確率誤差を考慮すると、それらの方向は入れ替わる可能性がある。

東立坑 140m 小型試錐座および換気立坑深度 140m の小型試錐座で測定された初期地圧状態は、最大主応力の方位が NE 方向でほぼ水平、中間主応力はほぼ鉛直方向で初期応力環境は横ずれ断層型であった。水平面内の最大応力の方向が NE 方向である傾向は、今回の 250m 坑道での結果と調和的である。しかし、250m 坑道の三次元的な応力状態は、最大主応力が水平方向から約 40 度傾斜するといった違いが認められる。

140m レベルと 250m 坑道で評価された初期地圧にこのような違いが生じた原因として、次のような理由が考えられる。まず第一に、両地点の地質環境が異なる点を指摘することができる。すなわち、140m レベルの小型試錐座まわりの岩盤は、声間層という単一の地層から構成されていた。これに対して、250m 坑道まわりの 3 本のボーリング孔を含む約 20m 立方の岩盤は、声間層と稚内層という力学特性の異なる 2 つの地層から構成され、M02 孔と M03 孔の浅い試験深度は声間層に、深い深度は稚内層に位置していた。第 6 章の岩石試験で述べるように、稚内層のヤング率は声間層のそれよりも明らかに大きい。変形率の異なる不均質媒体の境界に力が作用して一様な変位が生じると、各媒体に生じる応力はそのヤング率に応じて変化する。したがって、250m 坑道まわりの応力には応力不均一性があると考えられる。もしもそうであれば、各ボアホールで測定された初期地圧状態は広域的な応力場ではなく、地質構造および地質的な不均質性を反映した局所的な初期地圧状態である可能性がある。

初期地圧の傾向に違いが生じた第二の理由として、初期地圧を評価するときの解析モデルが異なることが挙げられる。すなわち、140m レベルでは、水圧破砕試験から得られる横き裂の方位データとき裂開口圧、およびブレイクアウトの形状と岩石の一軸圧縮強度から地圧が評価された。一方 250m 坑道ではほとんどブレイクアウトが生じなかったため、横き裂の方位データとき裂開口圧、および縦き裂の方位とそれが生じる時の破砕圧から初期地圧を評価した。圧縮破壊と関係する一軸圧縮強度はき裂を含まないボーリングコアを使った室内試験から求め、引張破壊と関係する破砕圧は原位置での水圧破砕試験から求めるので、地圧評価に用いるデータの関係する破壊メカニズムと取得方法は異なる。また、ブレイクアウトと縦き裂では、得られる観測方程式の形と数が異なるため、観測データの重みは異なる。

表 4.5 横き裂の垂直応力と縦き裂の発生位置から評価した初期地圧状態

応力成分	σ_E	1.79 ± 0.28
	σ_N	1.65 ± 0.13
	σ_V	1.68 ± 0.17
	τ_{EN}	0.10 ± 0.13
	τ_{NV}	-0.19 ± 0.18
	τ_{VE}	-0.33 ± 0.31
三次元主応力	σ_1 (方位/傾斜)	2.15 ± 0.32 ($61^\circ / 39^\circ$)
	σ_2 (方位/傾斜)	1.59 ± 0.17 ($330^\circ / 1^\circ$)
	σ_3 (方位/傾斜)	1.37 ± 0.31 ($239^\circ / 51^\circ$)
平面応力	σ_H	1.85 ± 0.24
	σ_h	1.59 ± 0.16
	E から σ_H までの角度	28°

(応力の単位は MPa)

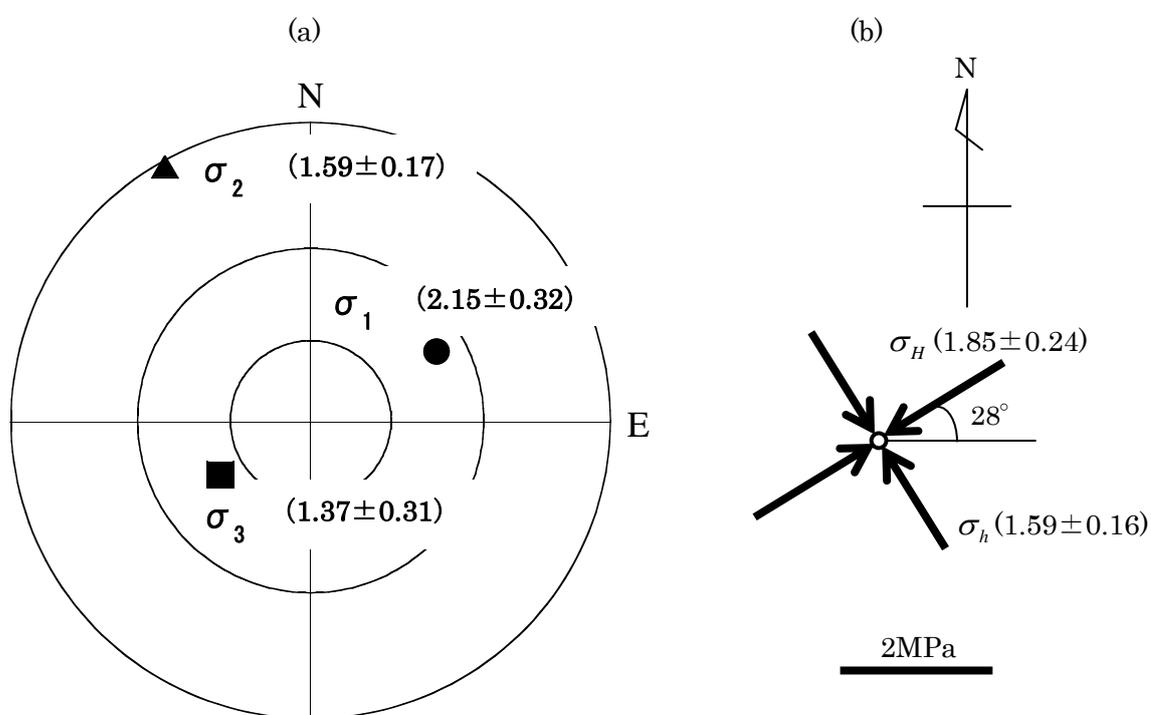


図 4.33 (a)水圧破碎法によって評価された主応力の下半球投影図
 および(b)水平面内の主応力分布

4. 6 結言

換気立坑 250m 坑道に掘削した方向の異なる 3 本のボーリング孔の 22 深度において、コンプライアンス C の小さな配管系を用いた高剛性水圧破碎法を実施した。透水性の大きなき裂と交差する加圧区間および湧水のある加圧区間を除く 13 深度の水圧破碎試験データから初期地圧を評価した。すなわち、応力状態が測定位置によらず一様であると仮定し、横き裂の法線応力と初期地圧の関係および縦き裂の発生する位置と初期地圧の関係から 250m 坑道まわりの初期地圧を評価した。評価された初期地圧の中間および最小主応力の大きさは接近しており、鉛直応力 σ_v は 250m の被りから推定される被り圧の半分程度と小さかった。また、最大主応力は NE 方向にあって水平面から約 40 度傾斜していた。140m レベルと 250m 坑道とで評価された初期地圧に差が生じた原因は、両地点の地質環境と採用した解析モデルの違いにあると考えられる。

5. 応力解放法による初期応力測定

岩盤に作用する応力の大きさと方向を測定する方法として、応力解放法、水圧破碎法、フラットジャッキ法、コア法などが挙げられる。このうち応力解放法は、岩盤の応力測定法として信頼性の高い方法であるといわれており、地下空洞での適用実績も多い。応力解放法では、コアリング（オーバーコアリングと呼ぶ）に先立ってコアの中心部のパイロット孔に変位計あるいはひずみ計などのセンサを設置し、コアリングに伴う除荷時の変形挙動を弾性理論に基づいて解析することによって岩盤の三次元的な応力状態が求められる。

幌延深地層研究センターの換気立坑 140m 小型試錐座では、応力解放法のひとつである円錐孔底ひずみ法^{[16][17][18]}による初期地圧測定が行われている。しかしながら、オーバーコアリングに伴う解放ひずみは測定されていない。原因は、孔底面からの地下水の滲出と岩盤強度の小ささにある。すなわち、孔底面から滲みだす地下水は、ビットによる円錐加工・研磨および孔底面掃除の過程で孔底面を泥濁化させ、ストレインセルの接着を困難にする。また、岩盤の強度が小さいとボーリング孔まわりの応力集中によって孔壁あるいは孔底が破壊し、孔底の円錐加工も困難となる。

一般に、地表からの深度が深くなると初期地圧は増加するので、より深度の深い換気立坑 250m 坑道でも孔壁あるいは孔底の破壊現象が起きることが考えられた。また、岩盤からの地下水の湧出も 140m レベルと同様に応力解放試験の障害となる可能性があった。しかし、表 5.1 に示すように、250m 坑道で実施した 5 回の応力解放試験のうち、M02 孔の稚内層に位置する深度 17.25m と深度 17.72m で解放ひずみが測定された。ここでは、この 2 箇所に応力解放試験について述べる。

表 5.1 換気立坑 250m 坑道で実施した円錐孔底ひずみ法

孔名	試験深度(m)	地層名	試験状況
M01 孔	2.50	声問層	円錐加工後、孔底面清掃でスライム除去できない
M02 孔	1.80	声問層	オーバーコアリング中にひずみセルはく離
	3.80	声問層	円錐加工後、孔底面清掃でスライム除去できない
	17.25	稚内層	解放ひずみ測定成功
	17.72	稚内層	解放ひずみ測定成功

5. 1 試験方法

円錐孔底ひずみ法による応力解放法の測定手順と原位置測定システムを、図 5.1 および図 5.2 に示す。円錐孔底ひずみ法による初期応力測定は、一般に次のような測定手順に従って行われる（図 5.1 参照）。

(1) パイロットボーリング

所定の深度まで 76mm パイロットボーリングを行う（図 5.1①参照）。

(2) パイロットボーリングコアの観察

パイロットボーリングコアを観察し、孔底付近に割れ目が認められないことを確認してストレインセル設置深度を決定する。

(3) 孔底の円錐加工

荒削り用の円錐ビットによって孔底の円錐加工を行い、その後も孔底に清水を送り続け、孔底面からできるだけ掘削屑を除去する（図 5.1②参照）。

(4) 孔底観察

ボアホールボトムスコープによって円錐孔底面を観察し、円錐孔底面に割れ目や湧水が認められないことを確認する（図 5.1③参照）。

(5) 孔底面研磨仕上げ

仕上げ用の円錐ビットで孔底面を研磨し、その後孔底に清水を送り続け孔底面から掘削屑を除去する（図 5.1④参照）。

(6) 孔底面清掃

孔底面清掃用器具を用いて、柔らかい布で孔底面を拭き、さらに乾燥した柔らかい布で孔底面の水分を拭き取る（図 5.1⑤参照）。

(7) ストレインセルの貼付

ストレインセル貼付装置を用いて、貼付面に接着剤を塗布したストレインセルを円錐孔底面に貼付し、貼付したストレインセルの回転角を測定する（図 5.1⑥参照）。

(8) オーバーコアリングの準備

接着剤の硬化後、ストレインセルのケーブルをオーバーコアリング用薄肉ビット、ボーリングロッドおよびウォータースイベルの中を通し、ケーブルをデータロガーに接続する。

(9) オーバーコアリング

オーバーコアリングの長さは 300～500mm を標準とするが、岩盤に含まれる割れ目の分布状況や岩盤の強度によって変化することがある。オーバーコアリングの実施にともない、掘進長を変位計で測定するとともに、掘削の進行にともなうひずみの変化を測定する。ひずみの測定間隔はオーバーコアリングの掘進長 2～5mm の範囲ごとに 1 回とする（図 5.1⑦参照）。

(10) 解放ひずみの決定

以上のひずみ変化に基づき、孔底ひずみ（オーバーコアリングを始める前に孔底に存在していたひずみ）が求められる。すなわち、応力解放法の原理に立脚して、オーバーコアリング完了時の測定ひずみと等値異符号のひずみとして孔底ひずみが求められる。孔底ひずみから初期応力を算定するためには、岩石の弾性率（ヤング率およびポアソン比）を決定する必要がある。通常は、オーバーコアから円柱試験片を採取して、一軸載荷試験によって弾性率を求める。

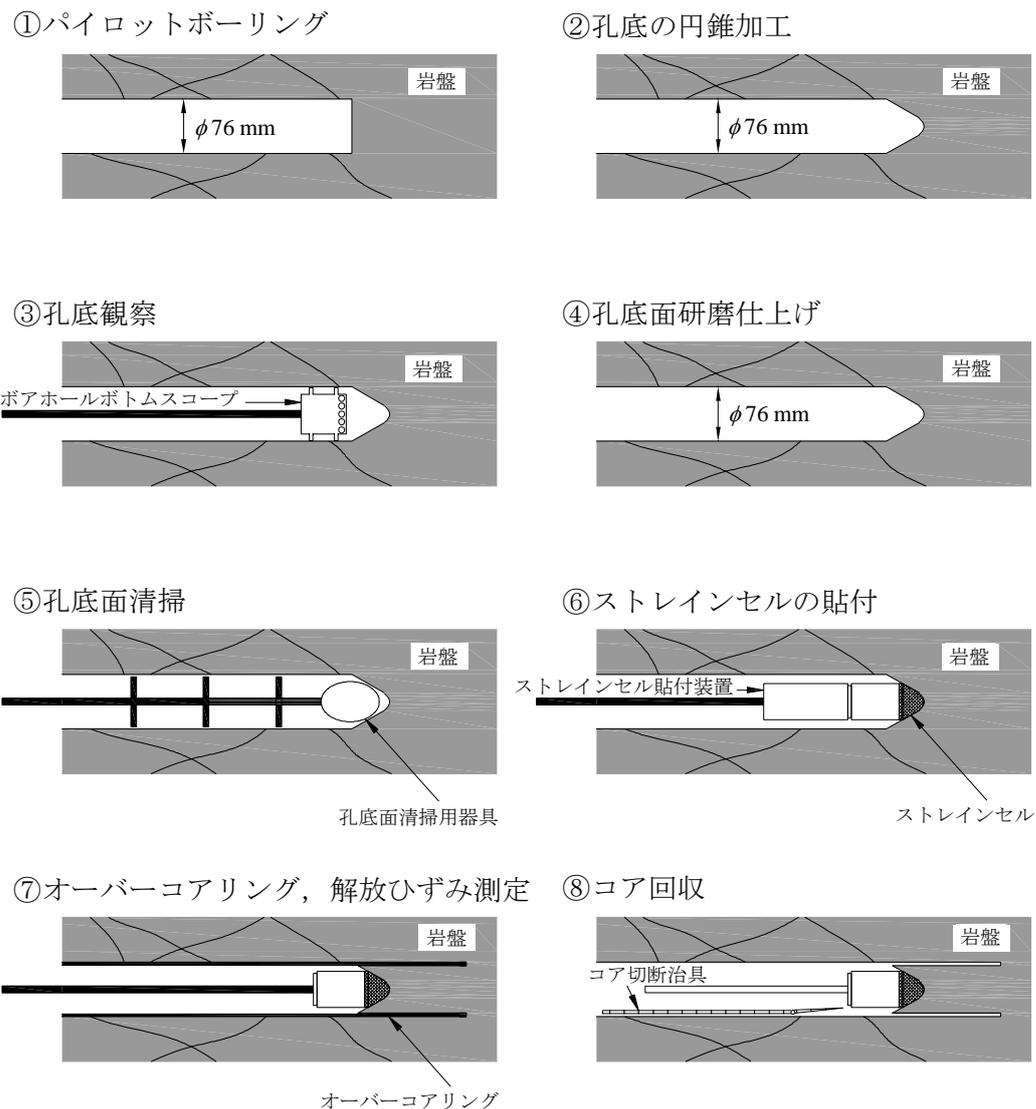


図 5.1 円錐孔底ひずみ法による初期応力測定手順

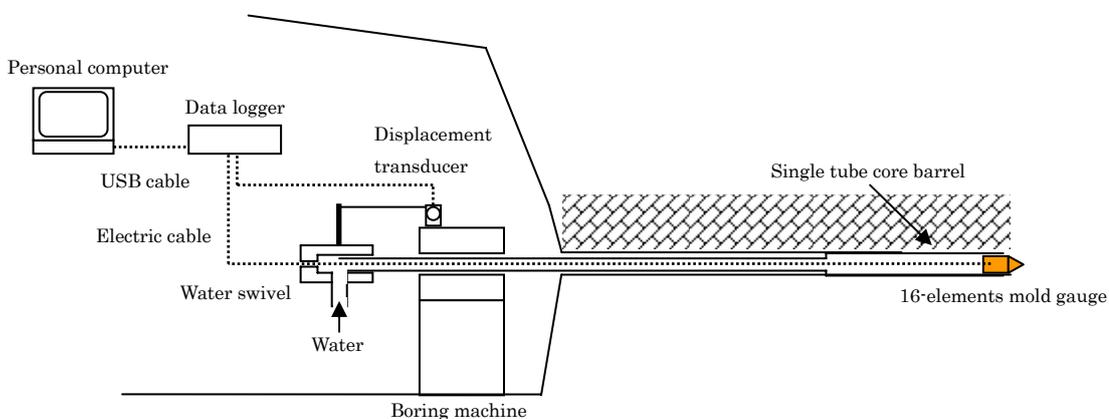


図 5.2 円錐孔底ひずみ法による初期地圧測定の計測システム

5. 2 応力測定理論^{[16][17][18]}

ボーリングを行う前に岩盤に作用していた応力は一様であると仮定すると、応力成分は弾性理論に基づいて円錐孔底面のひずみから計算することができる。円錐孔底におけるひずみから応力を計算するために、図 5.3 に示すような直交座標系 (x, y, z) 、円筒座標系 (r, θ, z) および球座標系 (ρ, θ, ϕ) を定義する。ここで、 z 軸はボアホール軸と一致する。測定すべき応力テンソル $\{\sigma\}$ を次式で表す。

$$\{\sigma\} = \{\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{yz}, \tau_{zx}, \tau_{xy}\}^T \dots\dots\dots(5.1)$$

ここで、 $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{yz}, \tau_{zx}$ および τ_{xy} は、直交座標系における応力成分である。

図 5.3 に示すように、円錐孔底面上には 8 点のひずみ測定点が設けられている。ひずみ測定点の位置は、半径 19mm の円周上に 45° 間隔に配列される。16 素子ひずみセルの各測定点において、周方向のひずみ ε_θ と稜方向のひずみ ε_ρ が同時に測定され、合計 n 個の孔底ひずみが得られたとすると、これらの孔底ひずみと応力の関係は次式にしたがって求められる。

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_\theta \\ \varepsilon_\rho \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} + A_{12} \cos 2\theta & A_{11} - A_{12} \cos 2\theta & C_{11} & D_{11} \sin \theta & D_{11} \cos \theta & 2A_{12} \sin 2\theta \\ A_{21} + A_{22} \cos 2\theta & A_{21} - A_{22} \cos 2\theta & C_{21} & D_{21} \sin \theta & D_{21} \cos \theta & 2A_{22} \sin 2\theta \end{bmatrix} \cdot \frac{\{\sigma\}}{E} \dots\dots\dots(5.2)$$

ここで、 E はヤング率、 $A_{11}, A_{12}, \dots, D_{21}$ などはひずみ係数である。したがって、孔底ひずみの測定値を

$$\{\beta\} = \{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n\}^T \dots\dots\dots(5.3)$$

とすると、応力テンソル $\{\sigma\}$ の観測方程式は次のようにマトリクス表示できる。

$$[A]^T = \{\sigma\} = E \cdot \{\beta\} \dots\dots\dots(5.4)$$

ここで、 $[A]$ はヤング率で正規化した n 行 6 列の弾性コンプライアンスマトリクスであり、その成分は式(5.2)にひずみ測定点の周方向回転角度 θ を代入して求める。

応力成分の最確値は、式(5.4)を次のように正規化して最小二乗法によって決定する。

$$[B] \cdot \{\sigma\} = E \cdot \{\beta^*\} \dots\dots\dots(5.5)$$

ここで、 $[B] = [A]^T \cdot [A]$ および $\{\beta^*\} = [A]^T \cdot \{\beta\}$ である。したがって、応力の最確値 $\{\sigma^*\}$ は次のように表される。

$$\{\sigma^*\} = E \cdot [C] \cdot \{\beta^*\} \dots\dots\dots(5.6)$$

ここで、 $[C]$ は $[B]$ の逆行列である。

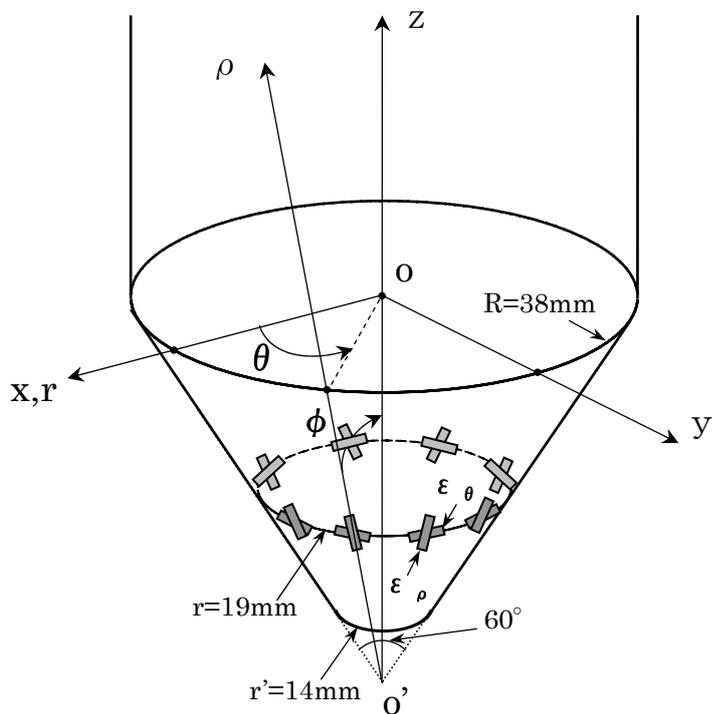


図 5.3 円錐孔底に設定された座標系および 16 素子ひずみゲージの配置

5. 3 応力解放試験結果

5. 3. 1 オーバーコアリングにともなう円錐孔底ひずみの変化

M02 孔の深度 17.25m と深度 17.72m で測定したオーバーコアリングにともなう孔底面のひずみ（伸びが正）の変化は図 5.4 のようである。ここで、横軸はオーバーコアリングを開始してからのビット先端の掘進距離である。偶数のチャンネル番号が周方向のひずみ ε_{θ} 、奇数のチャンネル番号が稜方向のひずみ ε_{ρ} である。オーバーコアリングがひずみ測定点を通じた後、10cm 程度まで進むとひずみはそれぞれほぼ一定の値に収束している。このことから、応力解放はほぼ弾性的に行われたといえる。

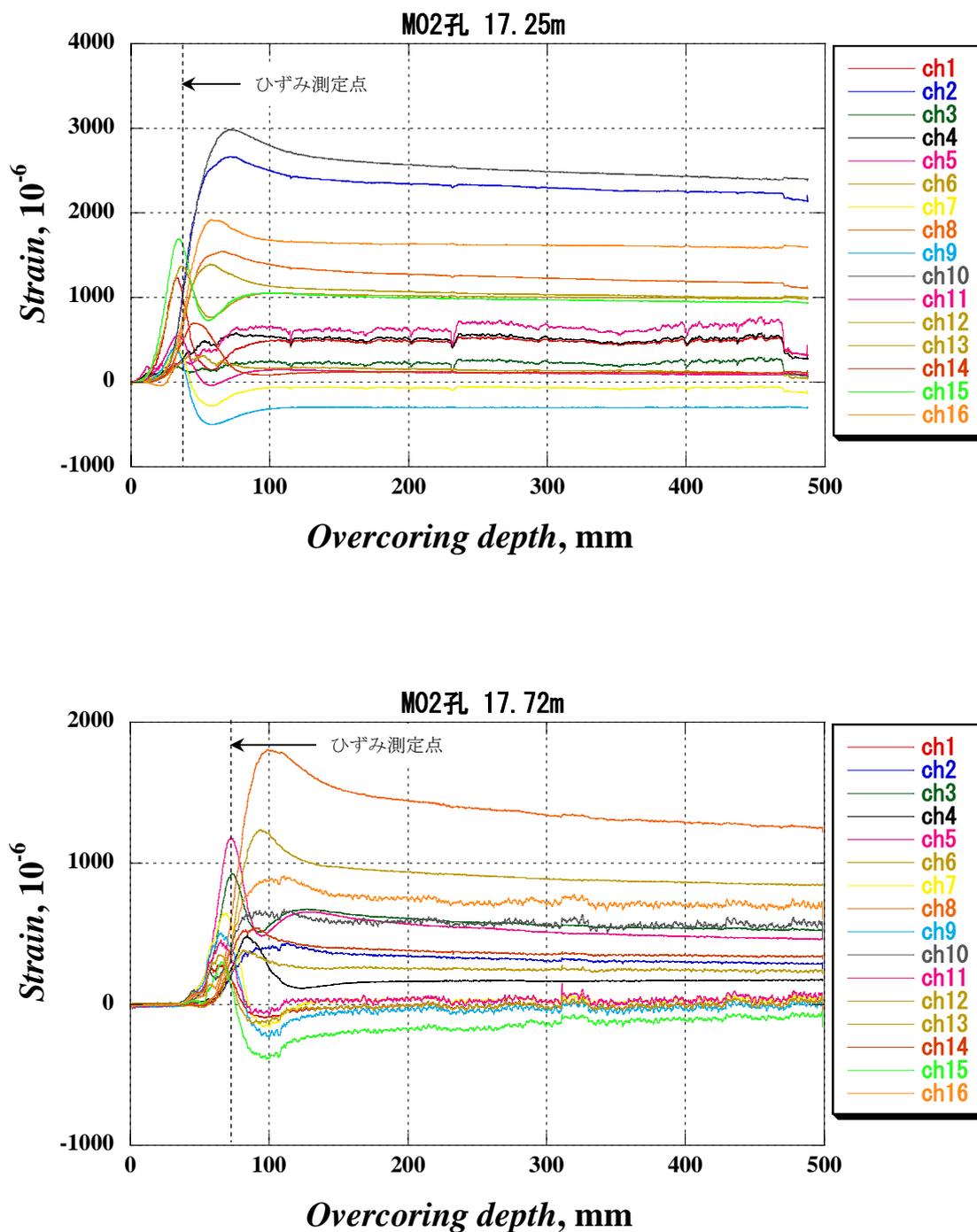


図 5.4 M02 孔の深度 17.25m および深度 17.72m におけるオーバーコアリングにともなう円錐孔底ひずみの変化

5. 3. 2 オーバーコアリング終了時の孔底ひずみ

オーバーコアリング終了時の孔底ひずみは、図 5.5 のプロットのようなものである。ここで、横軸の角度はひずみゲージの位置を示す回転角度（図 5.3 の θ ）であり、孔口から孔底をみたとき、水平（3 時の方向）から反時計回りに測定する。また、図中の曲線は測定された応力状態から弾性理論解析された孔底のひずみ分布である。

図 5.5 をみると、2 つの測定深度における ε_θ のピークはいずれも 150 度と 330 度付近に現れ、 ε_ρ は 300 度付近で最小値をとる。すなわち、測定された孔底ひずみの分布傾向には比較的良好な再現性が認められる。ただし、測定された最大孔底ひずみのオーダーは、測定深度が接近しているにもかかわらず、17.25m で 2000μ ひずみ、17.72m で 1000μ ひずみと 2 倍程度の違いがある。

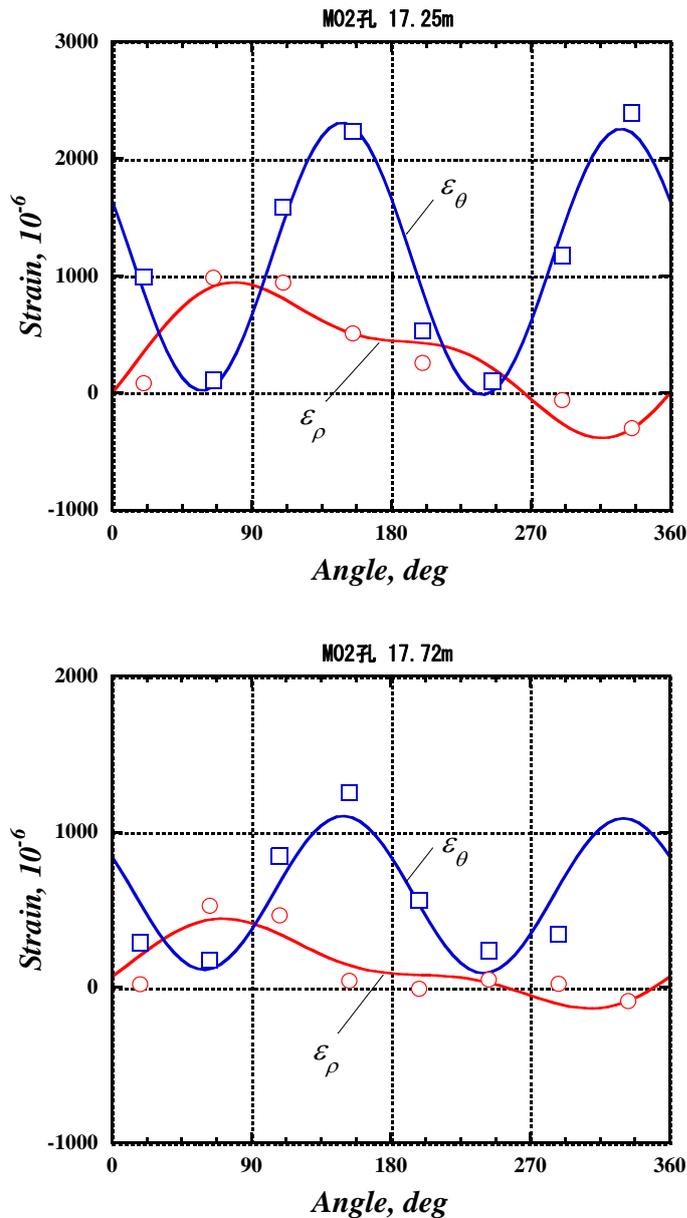


図 5.5 M02 孔の深度 17.25m および深度 17.72m における
オーバーコアリング終了時の孔底ひずみ

5. 4 繰返し载荷試験による岩石の弾性率評価

応力解放法による応力測定において、岩石の弾性率を正しく評価することは原位置における解放ひずみを精度良く測定することと同様に、きわめて重要である。なぜならば、水圧破碎法などの応力を直接に測定する方法と異なり、応力解放法では応力の解放にともなうひずみを計測するので、算定される応力の精度はヤング率、ポアソン比などの弾性率の情報に大きく依存するからである。ここでは、オーバーコアを用いて繰返し一軸载荷試験を行い、岩石の変形特性、特に円錐孔底面のひずみから応力を算定する際に用いる除荷時のヤング率とポアソン比を評価する。

5. 4. 1 試験装置および試験方法

繰返し载荷試験における試験装置および測定系統は、6.2.1 で述べる力学試験と同一である。図 5.6 は、繰返し载荷試験の载荷パターンである。繰返し载荷試験の载荷・除荷の過程は 5 回繰返した。すなわち、第 5 回目の最大応力を σ_{max} とすると、第 1 回目の载荷における最大応力を $1/5\sigma_{max}$ 、第 2 回目の最大応力を $2/5\sigma_{max}$ とし、以後、最大応力を $1/5\sigma_{max}$ ずつ増加させ、最大応力が σ_{max} に達するまで载荷・除荷の過程を繰返した。第 5 回目の最大応力は、予想される一軸圧縮強度の 40% 程度を目安とした。繰返し载荷試験終了後、試験片が破壊するまで応力を増大させ、一軸圧縮強度を測定した。

オーバーコアから繰返し载荷試験用の試験片を製作するときは、弾性率の異方性をチェックするため、オーバーコア長軸と直交する平面内の互いに直角な 2 つの方向から再コアリングし、円柱供試体を製作した。すなわち図 5.7 に示すように、2 本の供試体のうち 1 本は、孔口から孔底をのぞいたとき鉛直上方から時計回りに 20° 、残りの 1 本は 110° の方向から再コアリングした。なお、6.3.3 で述べるように、これらのコアリング方向は、それぞれコアの最大弾性主値および最小弾性主値の方向にほぼ一致する。

円柱供試体の寸法は、直径 22mm、長さ 40mm を標準とした。試験片の両端面を平面研削盤によって平行度 $1/20\text{mm}$ 以下に成形した後、室内で一昼夜自然乾燥させ、試験に供した。繰返し载荷試験に用いた岩石試験片の採取深度、直径、長さ、自然重量および見かけ比重は表 5.2 に示す通りである。各試験片の写真を図 5.8 に示す。

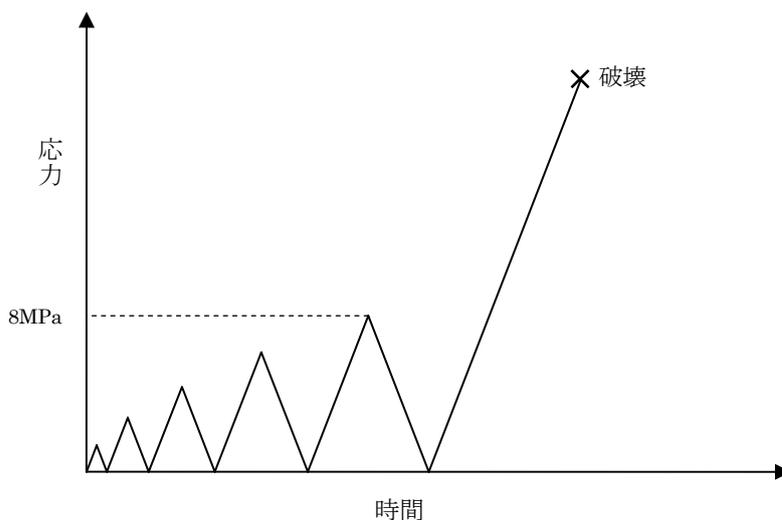


図 5.6 繰返し载荷試験における载荷パターンの例



図 5.7 繰り返し载荷試験のための再コアリング

表 5.2 繰り返し载荷試験に用いた岩石試験片

孔名	採取深度 (m)	地層名	直径 (mm)	長さ (mm)	自然 重量(g)	見かけ 比重(-)	再コアリングの方向*
M02	18.16	稚内層	22.05	38.00	26.20	1.81	20°、最小弾性主値
	18.20	稚内層	22.05	40.00	27.56	1.80	110°、最大弾性主値

* : 孔口から孔底を覗いた時, 鉛直上方から時計回りに測定



図 5.8 繰り返し载荷試験用の試験片

5. 4. 2 繰り返し載荷試験結果

繰り返し載荷試験における応力-ひずみ曲線は、図 5.9 の左側に示す通りである。グラフの上部中央に、孔名と試験片の採取深度を示す。これらの応力-ひずみ曲線において、圧縮応力は正および縮みひずみは負である。図 5.9 の右側のプロットは、隣接する左側の応力-ひずみ曲線を整理し直した応力-弾性回復ひずみの関係である。すなわち、まず、各繰り返し載荷の除荷開始時から次の載荷開始直前までの応力と各軸ひずみの変化量を読み取る。次に、読み取った応力の変化量と各軸ひずみの変化量（弾性回復ひずみ、●印）をそれぞれ縦軸と横軸にとって再度プロットし、5つのプロット点を直線で最小二乗近似する。このときの傾きを当該岩石の除荷時のヤング率とする。このようにデータ処理することによって、除荷時の永久ひずみによる非線形性がヤング率の評価に及ぼす影響を排除するようにした。同様にして、除荷時の横ひずみの変化量（○印）から直線の傾きを求め、軸ひずみの傾きを横ひずみの傾きで除した値を除荷時のポアソン比とした。

表 5.3 は、繰り返し載荷試験の結果である。採取深度が接近しているにもかかわらず、載荷方向によってコアのヤング率と一軸圧縮強度は 30%以上異なることから、稚内層は弾性異方性および強度異方性を有するといえる。

表 5.3 除荷時のヤング率、ポアソン比および一軸圧縮強度

孔名	採取深度 (m)	地層名	ヤング率 E (GPa)	ポアソン比 ν (-)	一軸圧縮強度 (MPa)	載荷方向
M02	18.16	稚内層	2.12	0.20	14.7	最小弾性主値
	18.20	稚内層	2.82	0.20	20.5	最大弾性主値
平均値			2.47	0.20	17.6	

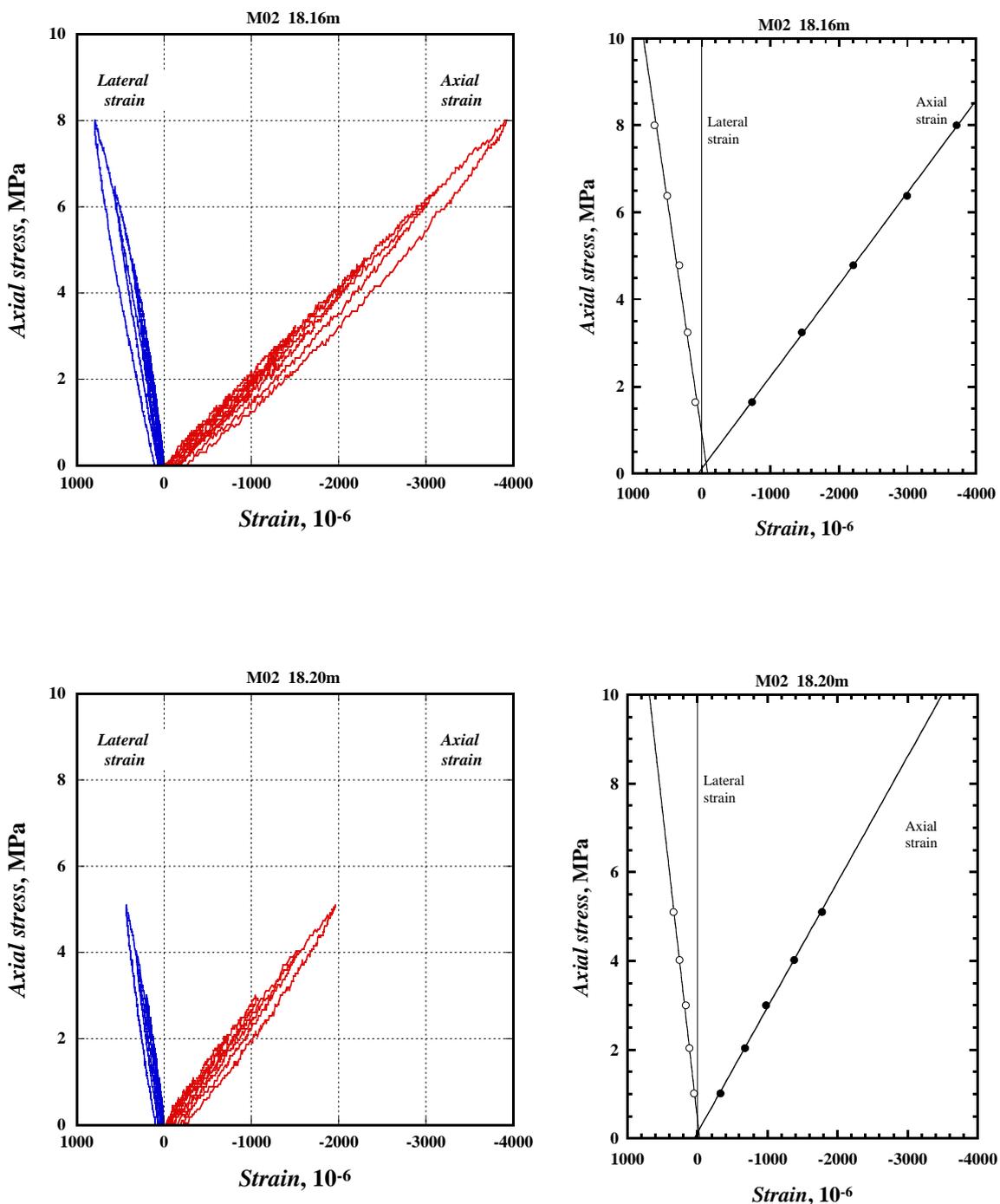


図 5.9 繰り返し载荷試験における応力-ひずみ曲線

5. 5 応力解放試験から評価された初期地圧状態

三次元応力状態を算定するために用いた孔底ひずみ、ヤング率、ポアソン比および基準ゲージの回転角度 θ をまとめると、表 5.4 のようである。ここで、ビット先端位置とは孔底ひずみを採取したビット先端距離、すなわち図 5.4 の孔底ひずみが収束したと考えられる横軸の値である。ヤング率とポアソン比は、繰返し载荷試験の平均値である(表 5.3 の平均値参照)。表の***印は、孔底ひずみにノイズが多いため解析から除外したことを示している。

岩石の等方均質性を仮定し、表 5.4 の測定データを式(5.6)に代入し最小二乗法によって各試験深度における三次元応力状態を求めた。結果を表 5.5 に示す。ここで、応力成分は東西南北(北は真北)の直交座標系に関して表示してある。また、主応力の方位と傾斜は、それぞれ真北から時計回りおよび水平面から鉛直下向きに計った角度である。平面応力とは水平面内の初期地圧である。応力の符号は、圧縮が正、引張が負である。2 つの深度で評価された最大主応力は、それぞれ 25.5MPa および 12.6MPa であり、稚内層の一軸圧縮強度に匹敵するほど大きい。2 深度の最大主応力に約 2 倍の違いがあることから、M02 孔の測定深度付近には数十 cm オーダーの深度で応力不均一性があるといえる。主応力比 σ_1/σ_3 は、深度 17.25m で 11.6、深度 17.72m で 6.0 と大きい。表 5.5 の右の欄の解析結果は、各深度での解析に用いた全ての孔底ひずみから評価した平均的な初期地圧である。

図 5.10 の上から 2 段は、各測定深度における主応力の方位を下半球等角投影網にプロットした結果である。すなわち、各主応力の法線が球の中心を通り、球体の下半球面と交差する点を主応力の極として表示した。ここで、○印、△印および□印は、それぞれ、最大主応力、中間主応力および最小主応力の方位を意味し、これらの印の近傍に記載した数値は主応力の最確値とその確率誤差である。また、各投影網右上のタイトルは、孔名と測定深度である。投影網の右側のベクトルは、水平面内の主応力分布である。三次元主応力方位分布の傾向は 2 つの深度で良く一致することが認められる。すなわち、最大主応力(○印)は NNE 方向にあって約 60 度傾斜し、中間主応力(△印)の方位は WNW (ESE (深度 17.72m)) であり、ほぼ水平に近い方向に分布する。この最大主応力の方向は、声間層および稚内層の堆積面とほぼ直交する方向である。なお、図 5.10 の最下段のプロットは、各深度での解析に用いた全ての孔底ひずみから評価した平均的な初期地圧状態である。

稚内層の強度とボーリング孔まわりの応力集中を考えると、評価された応力のレベルと主応力比は、ボーリング孔の広い範囲に破壊を引き起こすほど大きい。しかし、M02 孔にはボーリングに伴う孔壁の破壊現象は観測されていない。このことは、初期地圧が実際よりも大きめに評価されたことを示唆する。

応力が大きめに評価される原因として、次のようなことが考えられる。まず、円錐孔底で測定された解放ひずみが、岩石の弾性的な解放によって生じていないことが考えられる。応力を受けている岩石はコアリングの際に、作用している初期地圧に対応してコア表面やその内部に引張応力が発生し、微小な破壊が生じることがある。見かけ上コアが連続していても、内部にこのような非可逆的な破壊が生じると、弾性的な解放ひずみよりも大きなひずみが生じる可能性がある。当然に、岩石の弾性的な性質はコアリングの前のそれから変質することになる。弾性率の誤差は、評価される応力の精度に直接に影響する。

次に、稚内層が完全な等方弾性体と見なせないことが考えられる。5.4.2 で述べたように、稚内層には比較的大きな弾性異方性があり、载荷の方向によってヤング率に 30%以上の違いがあった。異方弾性体について測定された解放ひずみから、等方弾性体の解を用いて評価される初期地

圧にはある程度の誤差が含まれることになる。

表 5.4 応力評価のための孔底ひずみおよび弾性率

試験位置	M02 孔 (ボーリング孔の方位・傾斜 : N60° E、水平から上向き 3°)							
試験深度	17.25m				17.72m			
ゲージ番号	$\varepsilon\rho$		$\varepsilon\theta$		$\varepsilon\rho$		$\varepsilon\theta$	
1	Ch1	512	Ch2	2235	Ch1	24	Ch2	290
2	Ch3	260	Ch4	535	Ch3	528	Ch4	175
3	Ch5	***	Ch6	104	Ch5	466	Ch6	848
4	Ch7	-58	Ch8	1174	Ch7	45	Ch8	1255
5	Ch9	-298	Ch10	2395	Ch9	-7	Ch10	561
6	Ch11	87	Ch12	995	Ch11	54	Ch12	241
7	Ch13	988	Ch14	110	Ch13	25	Ch14	343
8	Ch15	946	Ch16	1590	Ch15	-84	Ch16	***
ビット先端位置(mm)	462.41				490.7			
ヤング率 (GPa)	2.47							
ポアソン比 (-)	0.20							
回転角度+ (°)	155				18			

*** : オーバーコアリングに伴う解放ひずみのノイズが多いので解析から除外

+ : 回転角度は孔口から孔底をみたとき、水平 (3時の方向) から1番ゲージまでの角度を反時計回りに測定した角度である。

表 5.5 M02 孔の稚内層における初期地圧状態

解析のケース		17.25m	17.72m	2 深度*
応力成分	σ_E	15.0±2.0	5.2±1.6	9.8±2.1
	σ_N	9.6±1.3	6.0±1.2	8.0±1.5
	σ_V	18.4±0.9	9.3±0.9	14.7±1.0
	τ_{EN}	-1.3±1.0	-0.6±0.9	-1.1±1.1
	τ_{NV}	-10.3±0.7	-4.5±0.7	-7.9±0.8
	τ_{VE}	-3.0±1.1	-1.8±0.9	-2.3±1.2
主応力	σ_1 (方位/傾斜)	25.5±1.0 (18/56)	12.6±0.9 (16/56)	20.1±1.1 (14/57)
	σ_2 (方位/傾斜)	15.3±1.9 (286/2)	5.8±1.5 (117/8)	10.3±2.0 (108/2)
	σ_3 (方位/傾斜)	2.2±1.2 (195/33)	2.1±1.1 (212/33)	2.2±1.3 (199/33)
平面応力	σ_H	15.3±1.9	6.3±1.2	10.3±1.9
	σ_h	9.3±1.3	4.9±1.5	7.5±1.5
	E から σ_H までの角度	-13°	-60°	-25°

*全ての孔底ひずみから評価した平均的な初期地圧状態
 応力 (圧縮が正、引張が負) の単位は MPa、方位/傾斜の単位は度

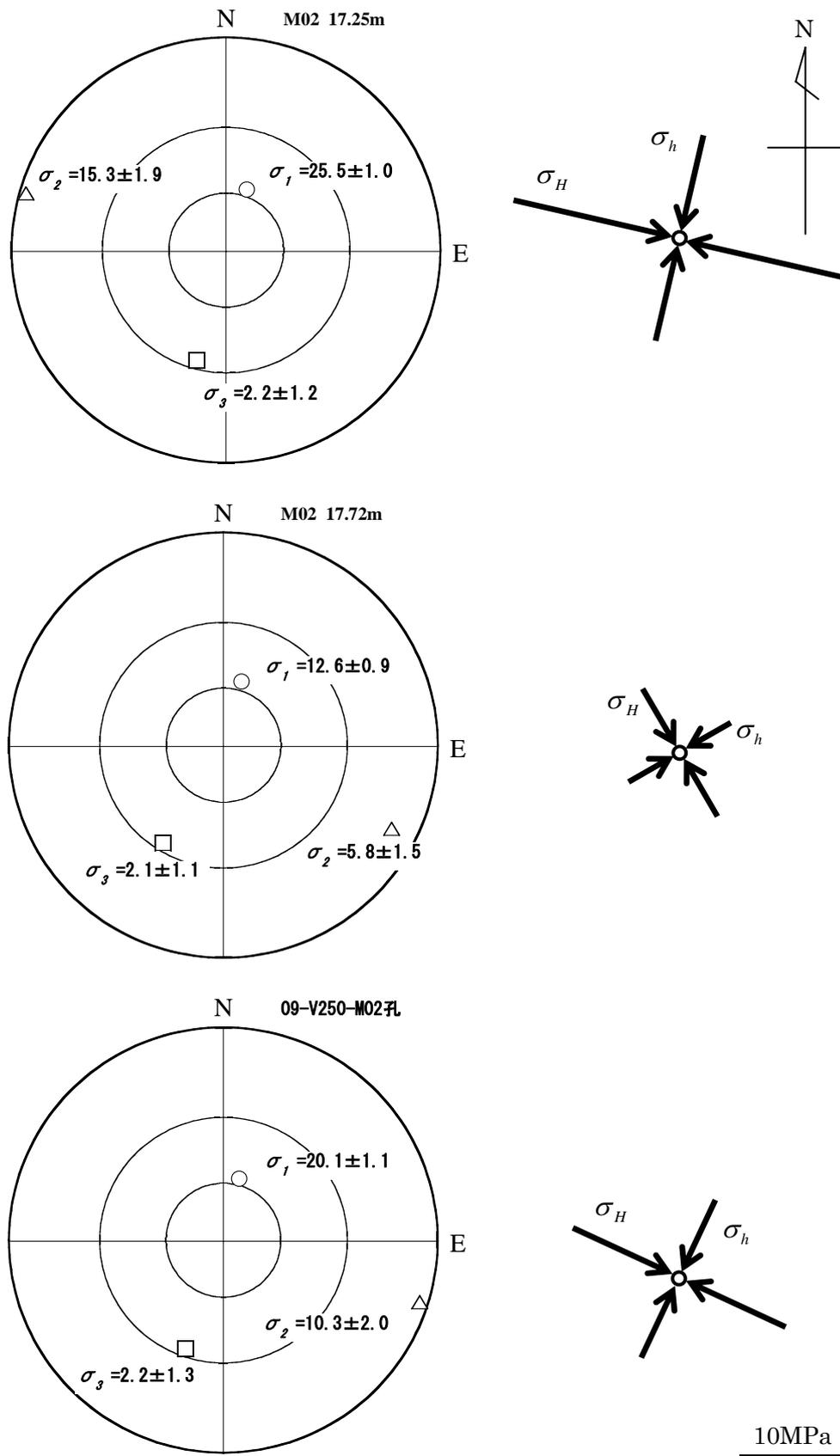


図 5.10 M02 孔の稚内層における主応力の方位の下半球投影図
および水平面内の主応力分布

5. 6 結言

換気立坑 250m 坑道の M01 孔および M02 孔において、合計 5 回の円錐孔底ひずみ法による応力解放試験を試みた。このうち、M02 孔の稚内層に位置する深度 17.25m と深度 17.72m で解放ひずみが測定された。また、採取したオーバーコアを用いて繰り返し一軸載荷試験を行い、岩石の変形特性、特に円錐孔底面のひずみから応力を算定する際に用いる除荷時のヤング率とポアソン比を評価した。

2 つの深度で評価された主応力方位分布は良く一致し、最大主応力は NNE 方向にあって約 60 度傾斜し、中間主応力は WNW 方向であり、ほぼ水平に近い方向に分布した。この最大主応力の方向は声問層および稚内層の堆積面にほぼ垂直であった。最大主応力は、稚内層の一軸圧縮強度に匹敵するほど大きく、主応力比 σ_1/σ_3 も、深度 17.25m で 11.6、深度 17.72m で 6.0 とかなり大きかった。評価された応力のレベルと主応力比は、ボーリング孔の広い範囲に破壊を引き起こすほど大きいにもかかわらず、M02 孔には孔壁の破壊現象は観測されていないことから、初期地圧が実際よりも大きめに評価されたと推定された。応力が大きめに評価された原因として、応力解放に伴うコア内部の微小な破壊現象および稚内層を完全な等方弾性体と見なせないことなどが考えられる。

2 つの深度の全ての孔底ひずみから評価した平均的な初期地圧は、鉛直応力 σ_v が 1.5MPa となり、当該岩盤の単位体積重量 (1.47gf/cm³) と 250m の被りから推定される被り圧 3.6MPa の半分以下であった。また、応力解放法から評価された初期地圧の大きさは、そのオーダーが水圧破碎試験の結果と一致するとともに、被り圧と比較して小さいという傾向も水圧破碎試験の結果と整合した。

6. コア物性測定試験

6. 1 試験概要

水圧破碎試験実施深度近傍のボーリングコアのうち、できるだけ天然き裂を含まないインタクトなコアを用いて、表 6.1 に示す物性測定試験を行った。

表 6.1 ボーリングコアの物性測定試験

試験名	測定項目	数量	備 考
力学試験	一軸強度試験	16 個	自然乾燥状態、ポアソン比測定を含む
	圧裂引張強度試験	21 個	自然乾燥状態
多面体試験を用いた 弾性波速度測定	三次元弾性波速度分布	1 個	自然乾燥状態、M02 孔の定方位コア

6. 2 試験方法

6. 2. 1 力学試験方法^{[19][20][21][22]}

一軸圧縮試験に用いる試験片を製作する時は、まずボーリングコアの長軸方向と垂直に切断し、次にその両端面を平面研削盤によって成形した。当該ボーリングコアは、湿潤した状態で表面を摩擦すると容易に溶解する場合がありますので、カーボランダムによる端面の研磨仕上げは行わなかった。一軸圧縮試験では、試験結果におよぼす端面拘束の影響を避けるため、一般に直径に対する長さの比を 2~2.5 とする。しかし、当該岩盤には比較的多くのき裂が含まれていたため、コアを切断する過程でこの寸法比よりも短い試験片になる場合もあった。成形した試験片は、湿潤状態のままポリプロピレンシートで被覆・保管し、試験開始前にシートから取り出して室内で 1 日間自然乾燥させ、表面が乾燥した段階で測寸、重量測定および箔ひずみゲージの貼付を行い、その後すぐに試験に供した。図 6.1 は一軸圧縮試験片の写真である。

圧裂引張試験に用いる試験片は、ボーリングコアをその軸方向と垂直に切断した後、両端面を平面研削盤によって成形した。成形した試験片は、一軸圧縮試験片と同様、湿潤状態のままポリプロピレンシートで被覆・保管し、試験開始前にシートから取り出して室内で 1 日間自然乾燥させた後、測寸および重量測定を行い、試験に供した。試験片の画像を図 6.2 に示す。

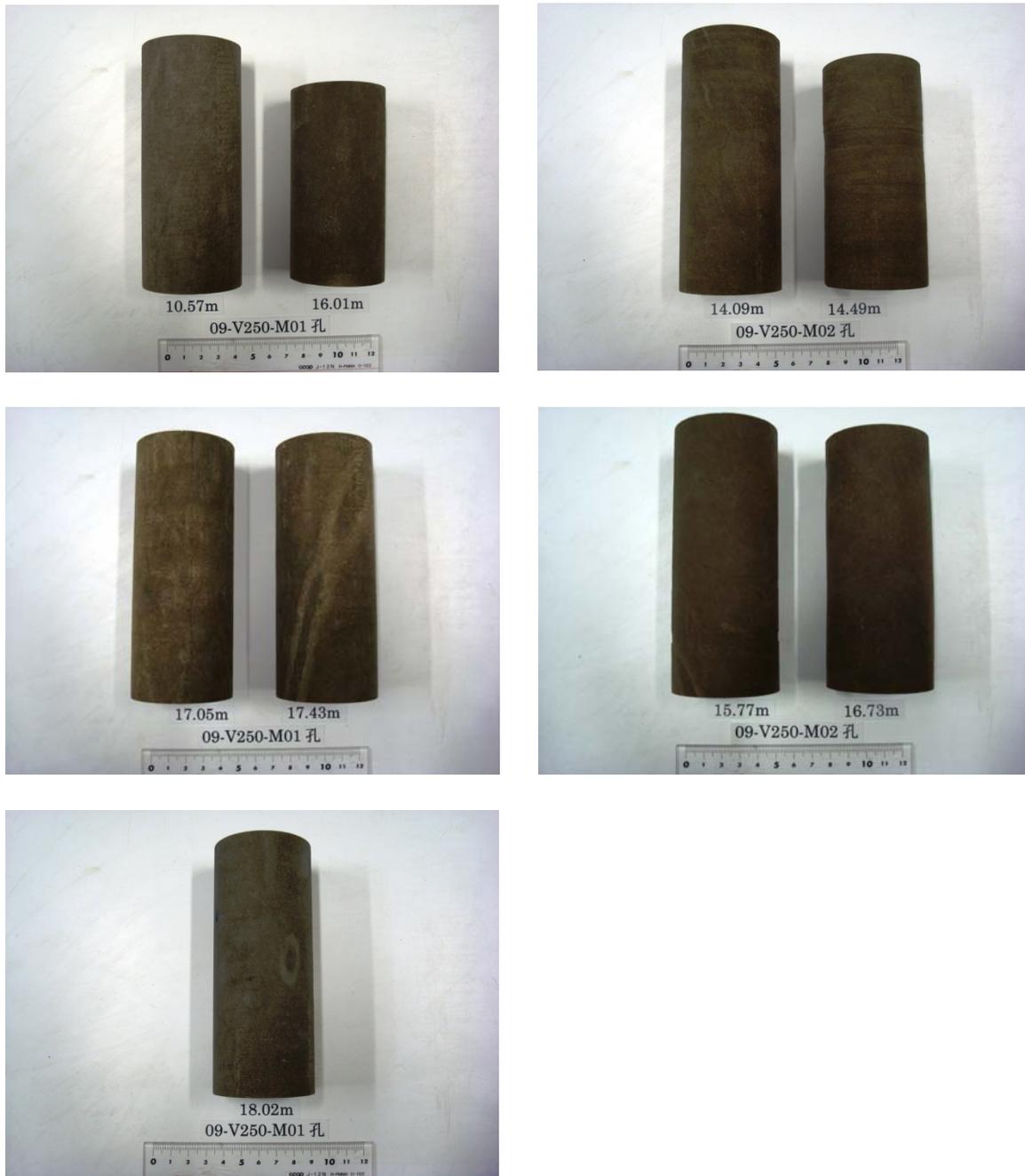


図 6.1 一軸圧縮試験片(1/2)



図 6.1 一軸圧縮試験片(2/2)



図 6.2 圧裂引張試験片(1/2)

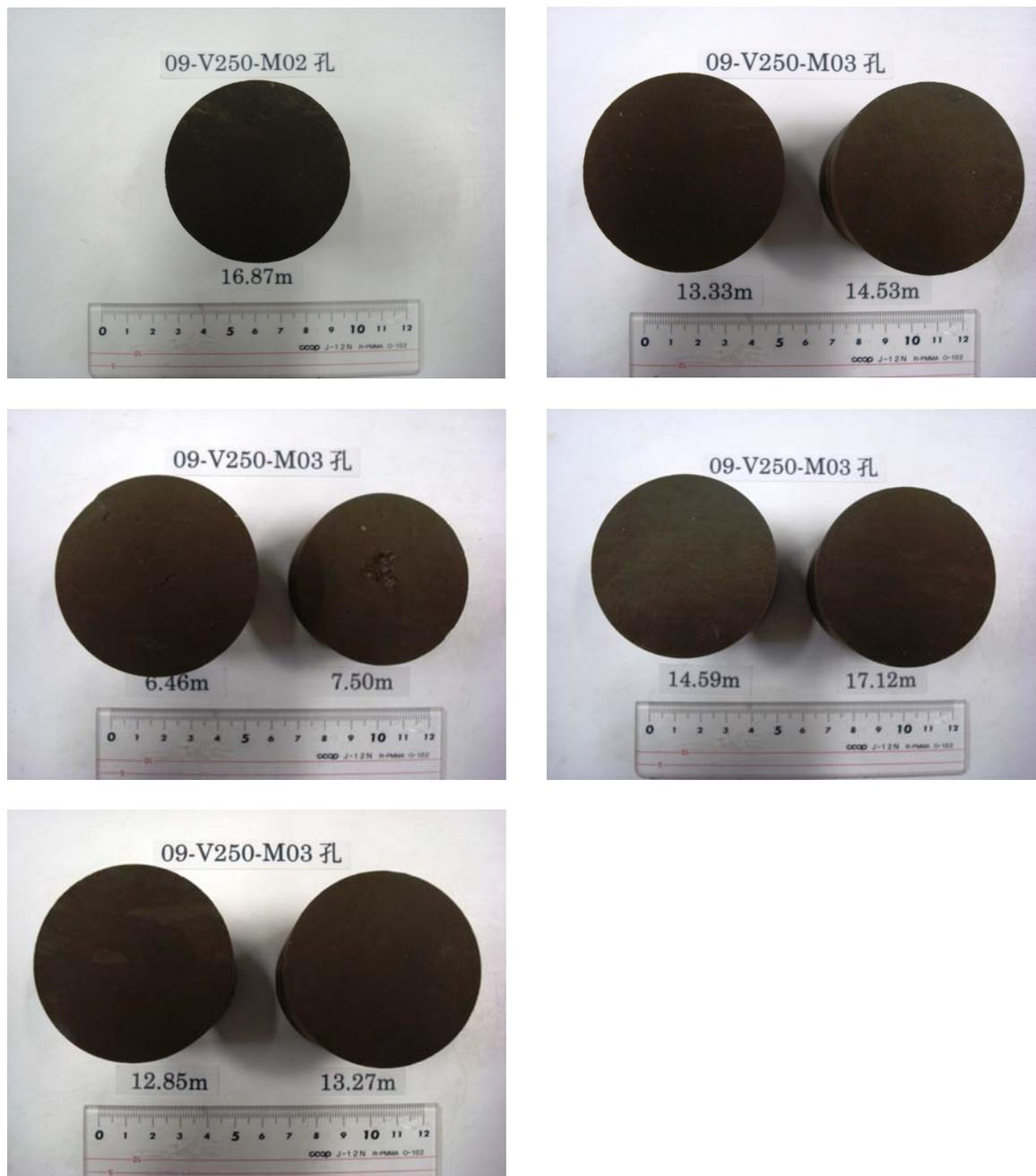


図 6.2 圧裂引張試験片(2/2)

(1) 一軸圧縮試験

一軸圧縮試験における試験装置および測定系統の概念図は図 6.3 の通りである。試験片をセットする時は、試験片、エンドピースおよび球座の中心を一致させ、アムスラー型材料試験機（島津製作所製 Universal Testing Machine、RH-100T.V、最大荷重 100 tf）によって約 1.3MPa/min の荷重速度で軸圧を加えた。エンドピースと材料試験機の間に取り付けたロードセル（共和電業製 LC-10TF、容量 10 tf）によって軸圧を検出し、試験片の軸ひずみと横ひずみは円柱型試験片の側面に 180° 間隔に接着した 2 枚の 2 軸直交ひずみゲージ（ゲージ長 10 mm）で検出した。各ひずみゲージは 1 ゲージ 3 ワイヤ法でホイートストンブリッジの一辺に組み込んだ。軸圧とひずみはデータロガー（NEC 三栄製、DC3100）によって検出し、パーソナルコンピュータに記録した。本一軸圧縮試験の試験方法を、表 6.2 に示す。なお、ひずみゲージの接着にはシアノアクリルレート系の瞬間接着剤（共和電業製 CC-33A）を使用した。試験片を構成する鉱物粒子の結合力が弱いため、ひずみゲージ接着後にゲージベースを持ち上げると簡単にはく離した。

(2) 圧裂引張試験

圧裂引張試験の試験装置、測定系統および試験方法は、一軸圧縮試験と基本的に同じである。円板形の岩石試験片の中心と球座の中心を荷重軸に一致させ、アムスラー型材料試験機（島津製作所製 Universal Testing Machine、RH-100T.V、最大荷重 100 tf）によって約 0.3MPa/min の荷重速度で円板の中心線に沿って荷重した。エンドピースと材料試験機の間に取り付けたロードセル（共和電業製 LC-10TF、容量 10 tf）の出力をデータロガー（NEC 三栄製、DC3100）によって検出し、パーソナルコンピュータに記録した。

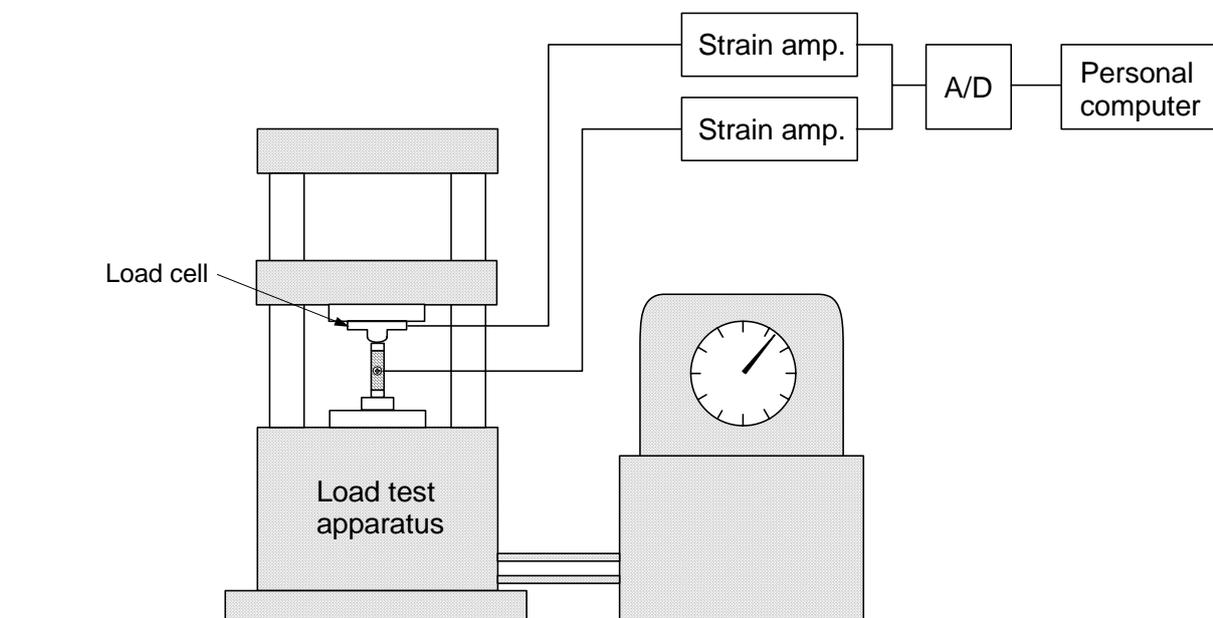


図 6.3 力学試験における試験装置および測定系統

表 6.2 一軸圧縮試験の試験方法

試験片	形状	円柱形
	平均寸法	直径 5.3cm×高さ 12.3cm
	成形の仕方、 精度	側面：未処理 端面：ダイヤモンドホイール付平面研削盤、1/20 mm 以下
	乾燥状態	端面成形後、24 時間室内自然乾燥
試験機の型式	アムスラー型 材料試験機	許容最大荷重 100ton
試験方法	制御方式	軸圧力：材料試験機、手動調整
	载荷速度	平均 1.3MPa/min
測定法および 計算法	ひずみ	軸ひずみ：試験片にひずみゲージを貼付 横ひずみ：試験片にひずみゲージを貼付 体積ひずみ：軸ひずみと横ひずみから求める
	軸圧力	ひずみゲージ式ロードセル

6. 2. 2 多面体試験を用いた三次元弾性波速度測定法

ボーリングコアを多面体試験片に成形し、大気圧下でその P 波速度測定を行うと、弾性波速度の三次元方位分布を容易に評価できる[23][24]。弾性波速度は岩石の弾性主軸の方向で極値をとるため、このようにして求めた方位分布は岩石内部の弾性異方性あるいは微小クラックの方位分布に関する情報を提供する。

岩石の P 波速度方位分布は、最大次数 2 までのルジャンドル展開により近似できる場合がある。この場合、速度方位分布関数 $v(\theta, \varphi)$ は、 (θ, φ) 方向の単位ベクトル $k = (\cos \theta \sin \varphi, \sin \theta \sin \varphi, \cos \varphi)$ を考え、その方向余弦を v_{ki} ($i = x, y, z$) と表すと、次のように表すことができる[24][25]。

$$V(\theta, \varphi) = V_{xx}v_{kx}^2 + V_{yy}v_{ky}^2 + V_{zz}v_{kz}^2 + 2V_{yz}v_{ky}v_{kz} + 2V_{zx}v_{kz}v_{kx} + 2V_{xy}v_{kx}v_{ky} \dots\dots\dots (6.1)$$

$v(\theta, \varphi)$ を k 方向に伝播する P 波速度 V_{kk} と解釈すると、次のように書き換えられる。

$$V_{kk} = V_{ij}v_{ki}v_{kj} \dots\dots\dots (6.2)$$

ここで、 $V_{ij} = V_{ji}$ が成り立つとする。式(6.2)は次式の二次曲面において、原点から k 方向の曲面までの距離 (径) が $1/\sqrt{V_{kk}}$ で与えられることと同義である。

$$V_{ij}x_ix_j = 1 \dots\dots\dots (6.3)$$

ただし、 $i, j = x, y, z$ であり、 $x_x = x, x_y = y, x_z = z$ である。したがって、式(6.2)は、速度方位分布が二次曲面で表現されることを意味している。さらに、その係数 V_{ij} は 2 階対称テンソルとして取り扱うことができる。これは、主値および主軸の存在を示唆し、次式にあるように、それらが応力やひずみの場合と同様な固有値・固有ベクトルで表されることを示唆している。

$$V_{ij}m_i = Vm_j \dots\dots\dots (6.4)$$

ここで、 m_i は主軸方向の単位ベクトル、 V は主値であり、速度方位分布の測定結果に式(6.1)を適用して係数 V_{ij} を求めれば、応力 (ひずみ) テンソルから主応力 (主ひずみ) を求めるのと同様な計算により、速度方位分布の主軸方向とその速度の値を求めることができる。また、係数 V_{ij} と各方向の方向余弦を式(6.2)に適用すれば、各方向に進行する P 波速度を計算することができる。

本試験では、M02 孔の稚内層から採取した定方位コアの P 波速度方位分布を求めるため、98 面体の多面体試験片を作成した。コアは泥岩であり、その採取深度は 17.55m である。多面体試験片の詳しい成形手順は参考文献[24]を参照されたい。試験片製作後、室内で一昼夜自然乾燥させ、超音波発受信装置 (応用地質 製、ソニックビューア-SX、MODEL-5251A、発振パルス 200kHz) を試験片の平行な 1 対の表面に装着し、繰り返し信号を与えて弾性波の走時を測定した。対をなす平行な表面間の距離はノギス (読み取り精度 0.05mm) によって測定した。図 6.4 は、M02 孔の稚内層から採取した定方位コアを成形して製作した多面体試験片である。

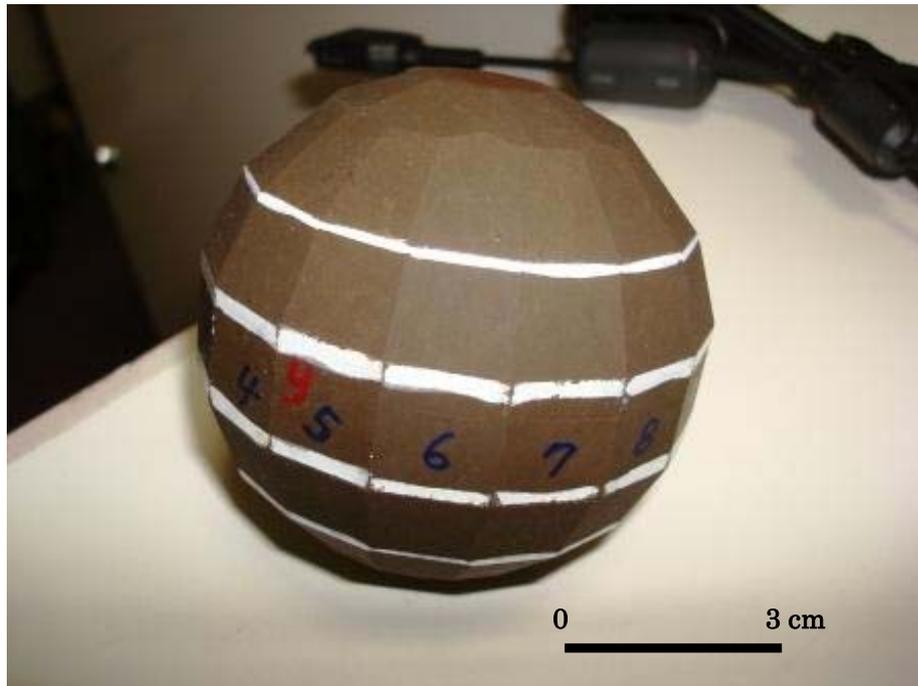


図 6.4 M02 孔から採取した泥岩の定方位コア（稚内層）から成形した 98 面体試験片

6. 3 試験結果

6. 3. 1 一軸圧縮試験

一軸圧縮試験における応力-ひずみ曲線は、図 6.5 に示す通りである。各グラフの上部中央に記載したタイトルは、最初の 3 文字が孔名、次の数値は試験片が採取されたボアホール深度を表し、試験片の上端面の深度と一致する。 ϵ_a 、 ϵ_θ および ϵ_v は、それぞれ軸ひずみ、横ひずみおよび体積ひずみである。応力-ひずみ曲線を概観すると、軸ひずみは低応力から破壊直前までほぼ線形に増加し、典型的な脆性破壊挙動を示す試験片が多い。ただし、破断荷重に達する前に軸ひずみ ϵ_a が減少に転じる応力-ひずみ曲線がいくつか認められる。例えば、図 6.5 の M01 孔の深度 18.02m から採取した試験片の応力-ひずみ曲線をみると、軸応力が 9MPa に達すると軸ひずみは - 4700 マイクロひずみから急に伸びに転ずる。一方、横ひずみは軸応力が破断応力に達する直前までほぼ線形に増加する。これは、軸ひずみが - 4700 マイクロひずみに達した時、軸方向の箔ゲージの一部が試験片からはく離れたためであると考えられる。

一軸圧縮試験の結果を、試験片を採取したボーリング孔別にまとめると表 6.3 のようである。ここで、破断荷重 P_c とは圧縮試験における最大荷重である。 S_c は一軸圧縮強度であり、破断荷重 P_c を試験片の初期の断面積 A で除した値である。 E_{50} は、 S_c の 1/2 の応力における応力-軸ひずみ曲線上の接線ヤング率である。Poisson 比 ν は、原点と最大荷重の近傍を除いた中間部分の応力-軸ひずみおよび横ひずみ曲線から、次式にしたがって計算される。

$$\nu = -(\Delta\sigma_a / \Delta\epsilon_a) / (\Delta\sigma_a / \Delta\epsilon_\theta) \dots\dots\dots (6.5)$$

ここで、 $\Delta\sigma_a$ は選定された応力-ひずみ曲線の範囲における軸方向の応力の増分、 $\Delta\epsilon_a$ および $\Delta\epsilon_\theta$ は同一の範囲における軸ひずみおよび横ひずみの増分である。

各ボーリング孔から採取した試験片の一軸圧縮強度、接線ヤング率およびポアソン比を、ボーリング孔別にプロットすると図 6.6 のようである。ここで、○印および□印は、それぞれ声間層および稚内層から採取した試験片の力学特性値である。また、■印は力学特性値の平均値、そして縦軸に平行な線分は標準偏差である。250m 坑道まわりの地層に明瞭な層理構造があれば、ボーリングの方向によってコア長軸方向、すなわち試験片の載荷方向と堆積構造面とのなす角度は変化する。したがって、3 本のボーリング孔を含む数十メートルオーダーの地層が均質であれば、試験片を採取したボーリング孔によって力学特性は変化する事が考えられる。しかし、同一ボーリング孔の同一地層から採取した試験片の力学特性を比較しても深度によるばらつきは大きく、ボーリング孔による力学特性の違いははっきりしないようである。

図 6.7 は、試験片を採取した地層別に表 6.3 の試験結果を整理した結果である。ここで、○印、△印および□印は、それぞれ M01 孔、M02 孔および M03 孔から採取した試験片であることを意味する。力学特性値の平均値と標準偏差の表示方法は図 6.6 と同一である。ばらつきはあるが地層による力学特性値の違いは明瞭である。すなわち、稚内層から採取した試験片の一軸圧縮強度の平均値は 13.3MPa であり、声間層のそれが 5.7MPa であるのと比較して 2.3 倍である。同様に、稚内層の試験片の接線ヤング率は声間層よりも 1.6 倍大きい。また、ポアソン比、すなわち大気圧中で軸方向に載荷される試験片の横方向への変形性は、声間層から採取した試験片の方が稚内層よりも大きく、その平均値は 0.26 である。一軸圧縮試験後の試験片のスケッチは、表 6.4 に示す通りである。

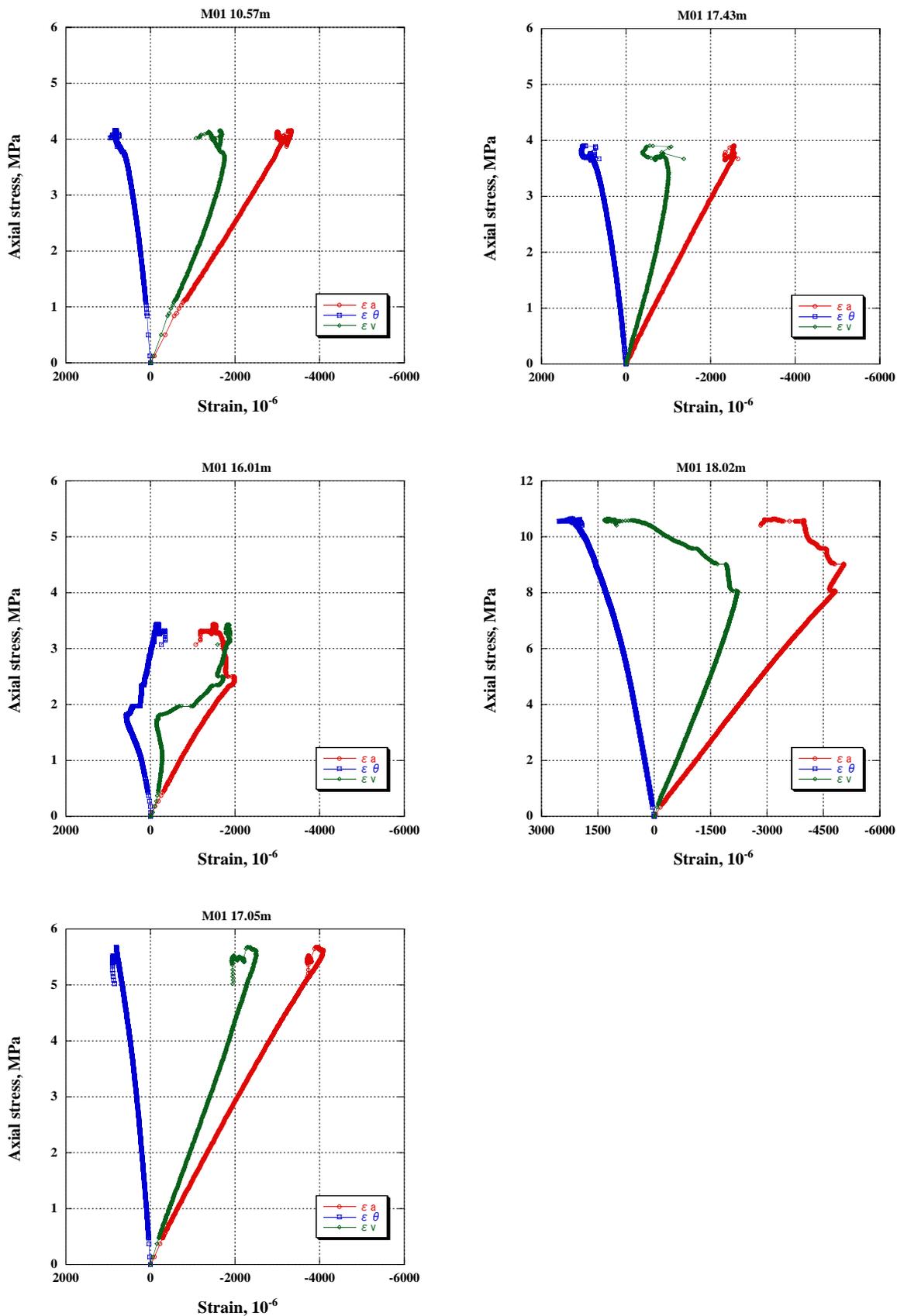


図 6.5 一軸圧縮試験における応力-ひずみ曲線(1/4)

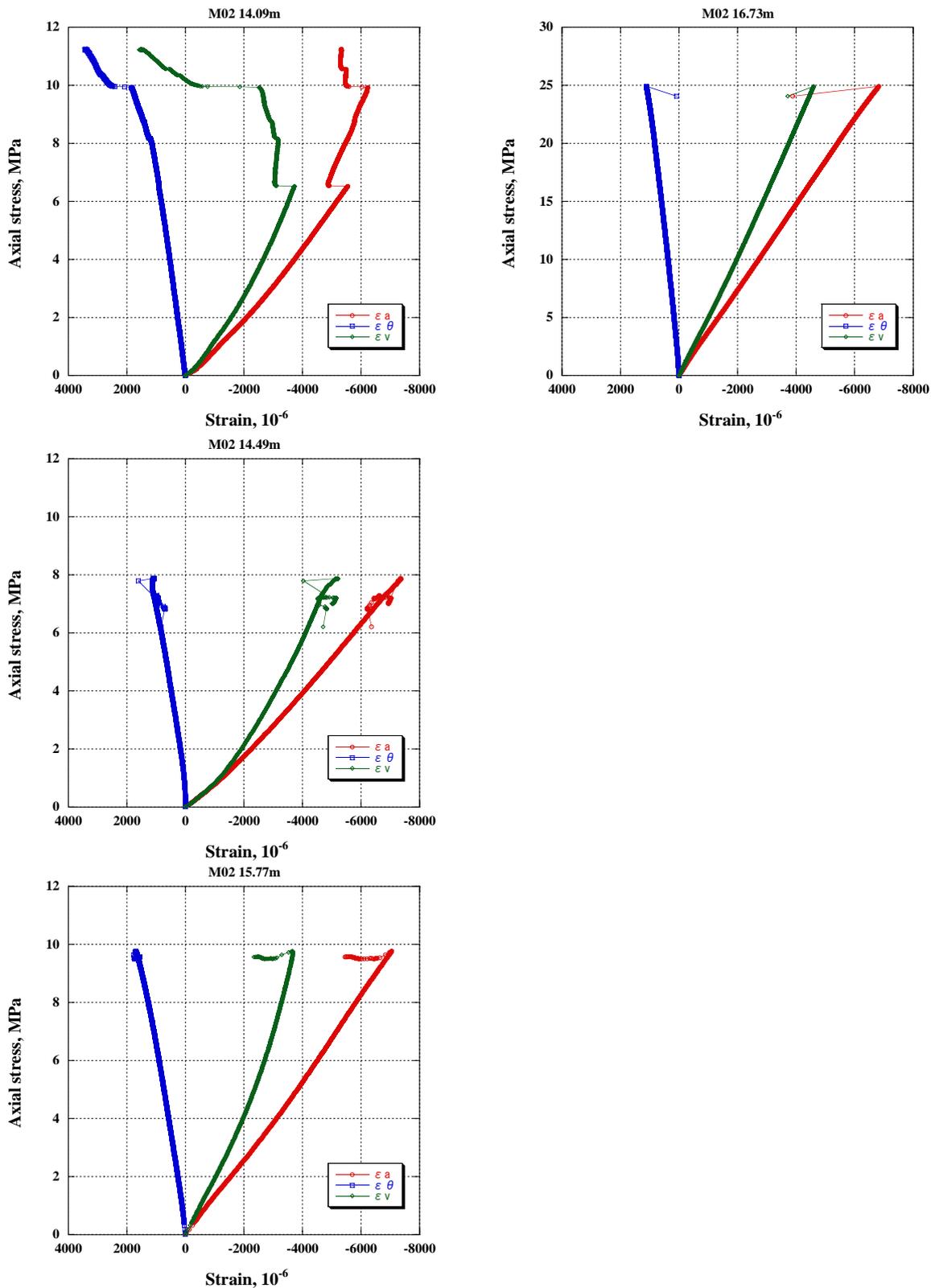


図 6.5 一軸圧縮試験における応力-ひずみ曲線(2/4)

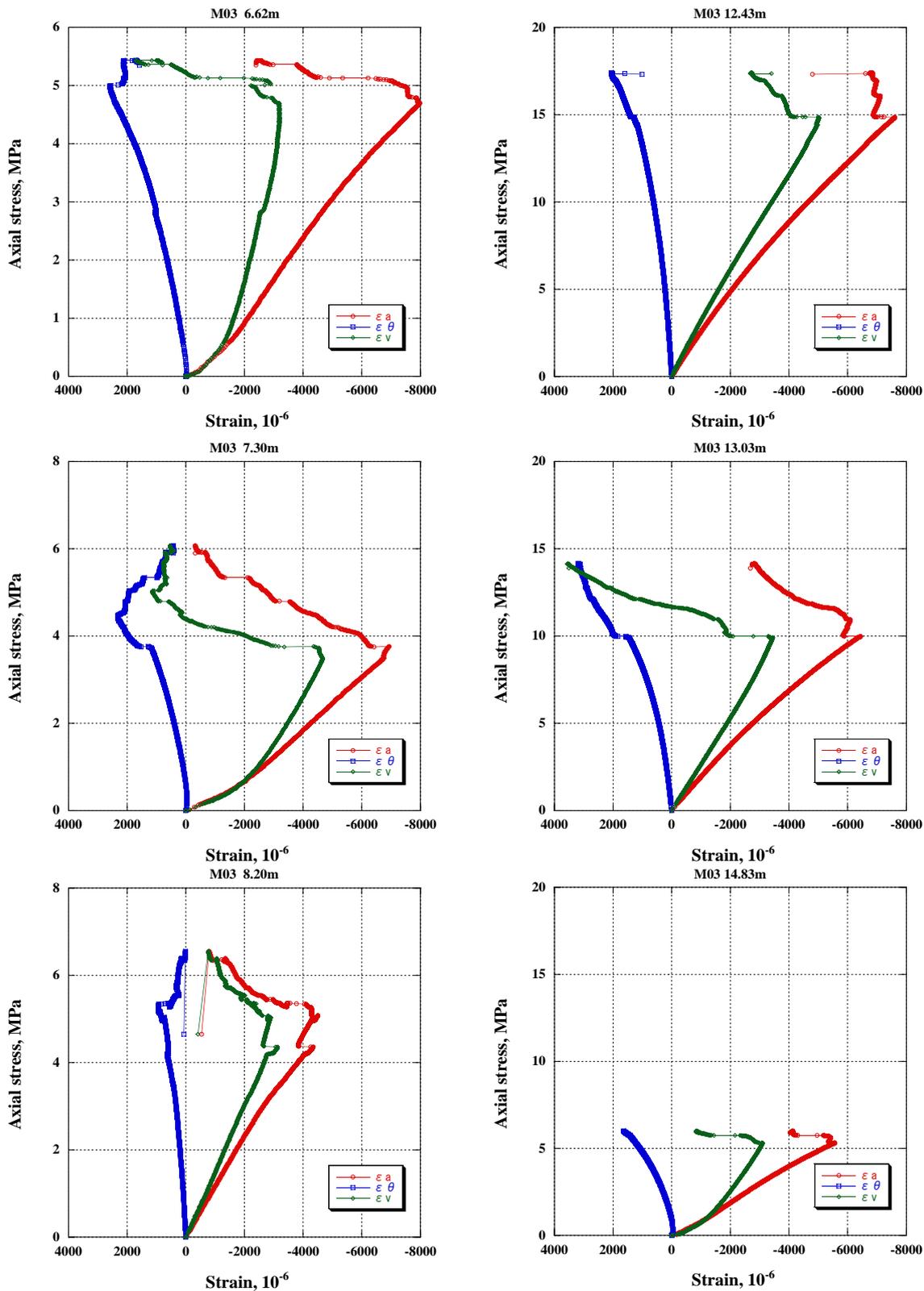


図 6.5 一軸圧縮試験における応力-ひずみ曲線(3/4)

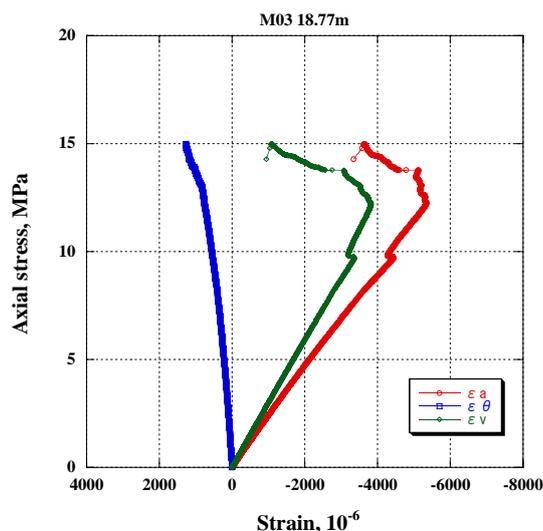


図 6.5 一軸圧縮試験における応力-ひずみ曲線(4/4)

表 6.3 一軸圧縮試験結果

孔名	採取深度 (m)	直径 (mm)	長さ (mm)	見かけ質量 (g)	破断荷重 P_f (kN)	一軸圧縮強度 S_c (MPa)	$S/2$ 時の接線ヤング率 E_{50} (GPa)	ポアソン比 ν	備考
M01	10.57	53.20	128.25	473.48	9.25	4.16	1.17	0.19	声間層
	16.01	51.05	102.95	352.11	7.02	3.43	1.16	0.42	声間層、一部欠損
	17.05	53.45	136.20	511.88	12.75	5.68	1.35	0.18	声間層
	17.43	53.50	135.95	514.16	8.79	3.91	1.47	0.28	声間層、き裂有り
	18.02	53.45	133.70	507.04	23.87	10.64	1.65	0.27	声間層
	平均値						5.56	1.36	0.27
標準偏差						2.96	0.21	0.10	
M02	14.09	54.00	135.75	523.15	25.76	11.25	1.39	0.22	稚内層
	14.49	54.05	118.55	457.48	18.07	7.88	1.15	0.19	稚内層、き裂有り
	15.77	54.45	135.80	522.27	22.74	9.77	1.43	0.23	稚内層、き裂有り
	16.73	54.10	129.00	502.83	57.30	24.93	3.73	0.17	稚内層
	平均値						13.45	1.93	0.20
標準偏差						7.77	1.21	0.03	
M03	6.62	54.40	97.65	387.17	12.63	5.43	0.68	0.28	声間層
	7.30	54.30	109.10	426.76	14.05	6.07	0.58	0.27	声間層
	8.20	54.15	109.95	432.26	15.08	6.55	0.85	0.18	声間層
	12.43	54.50	136.00	561.19	40.62	17.41	1.83	0.16	稚内層
	13.03	54.00	134.95	551.21	32.44	14.16	1.40	0.26	稚内層
	14.83	54.10	114.00	470.32	13.83	6.02	1.05	0.27	稚内層、き裂有り
	18.77	54.00	99.95	394.89	34.33	14.99	2.11	0.13	稚内層、き裂有り
	平均値						10.09	1.21	0.22
標準偏差						5.18	0.59	0.06	

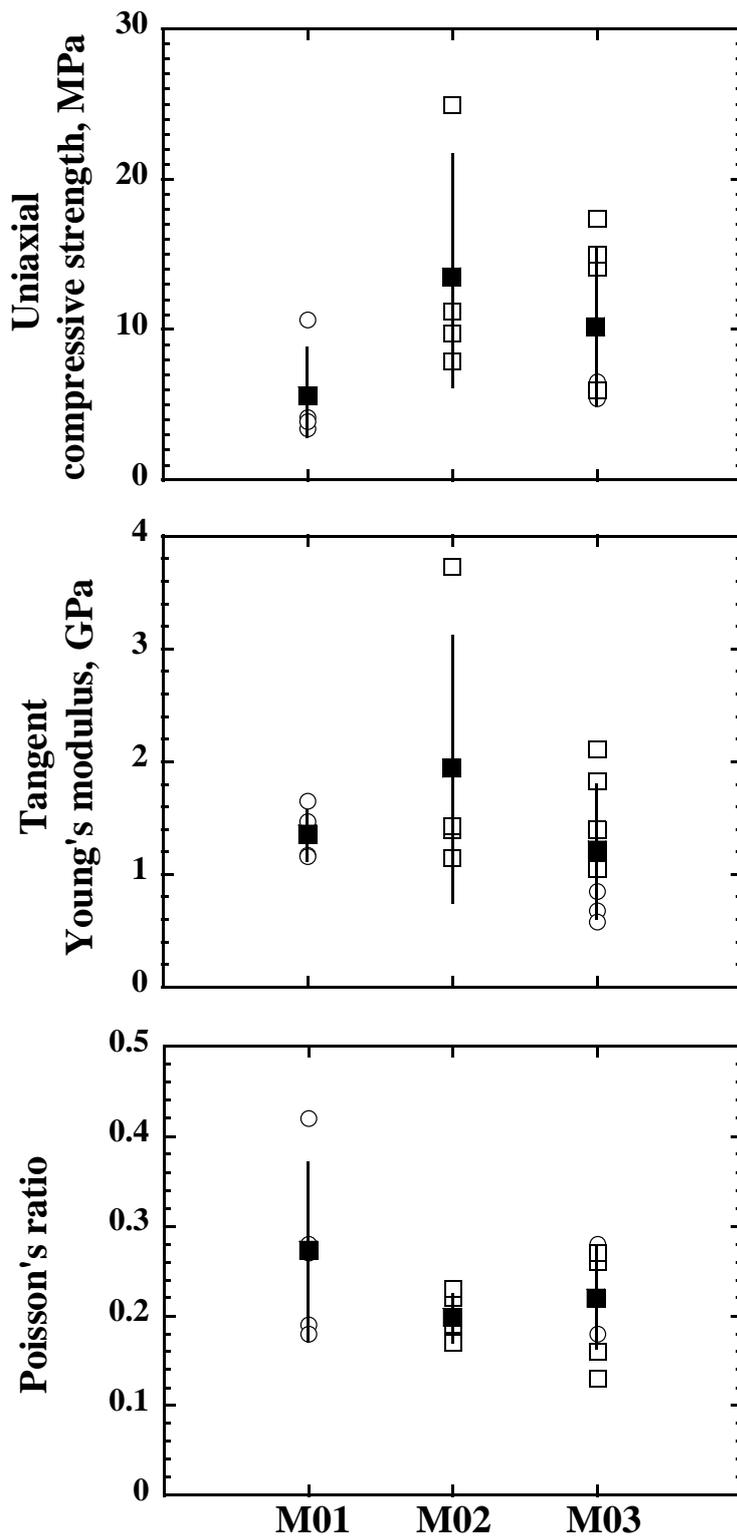


図 6.6 各ボーリング孔から採取した試験片の一軸圧縮強度、接線ヤング率およびポアソン比。○印および□印は、それぞれ声間層および稚内層から採取した試験片であることを意味する。また、■印は力学特性値の平均値、縦軸に平行な線分は標準偏差である。

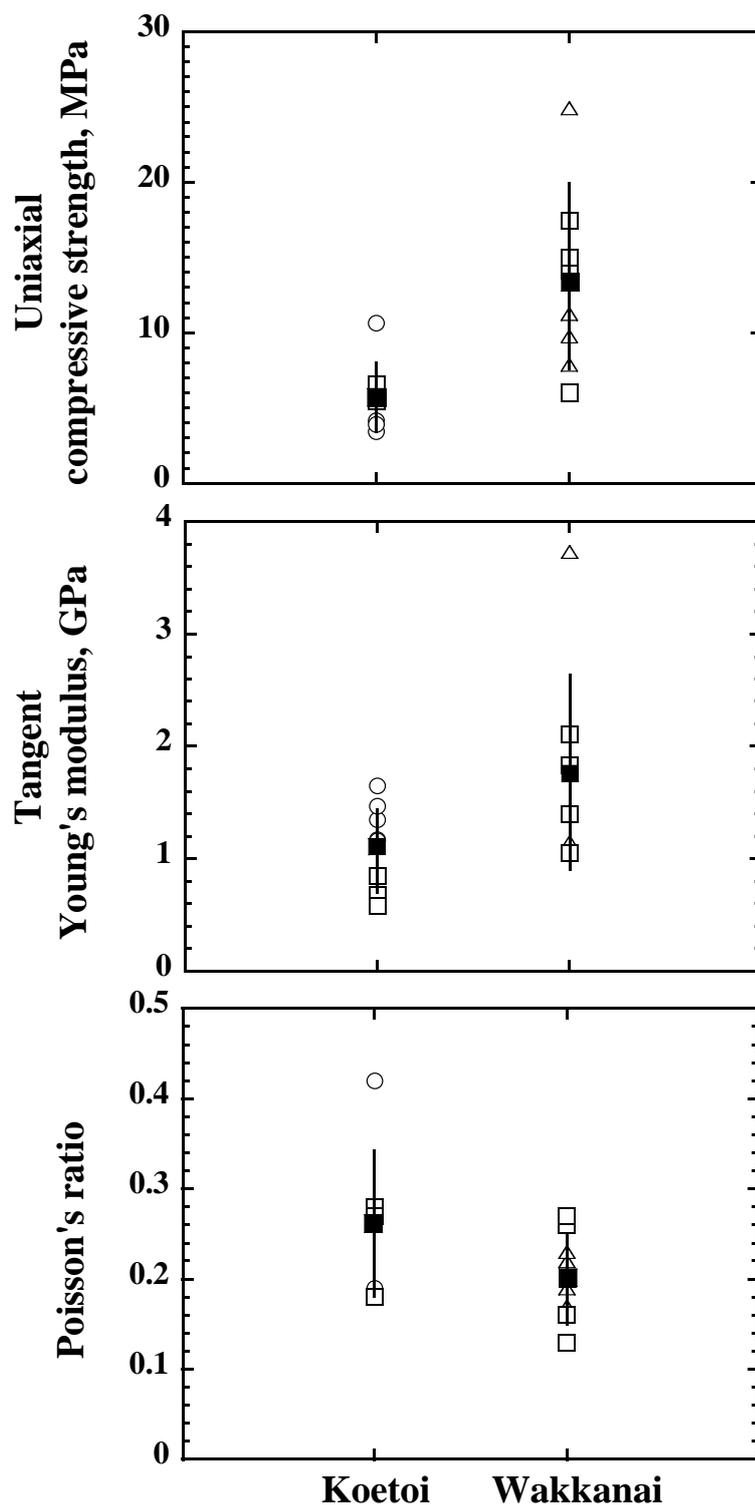


図 6.7 声間層および稚内層から採取した試験片の一軸圧縮強度、接線ヤング率およびポアソン比。○印、△印および□印は、それぞれ M01 孔、M02 孔および M03 孔から採取した試験片であることを意味する。また、■印は力学特性値の平均値、縦軸に平行な線分は標準偏差である。

表 6.4 一軸圧縮試験結果 (スケッチ) (1/3)

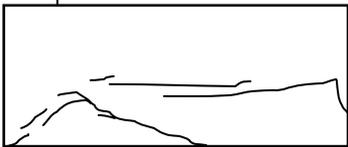
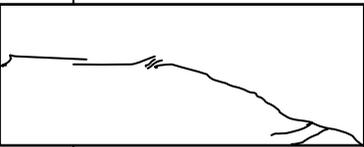
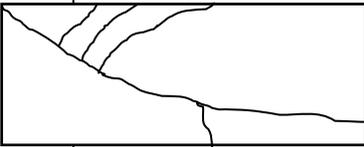
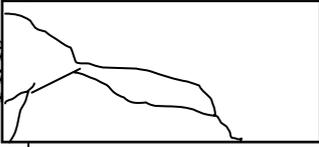
孔名	M01	M01	M01	M01	M01	M01	M02	M02
採取深度(m)		16.01					14.49	
試験後の状態								
試験前	き裂なし	き裂なし、一部欠損	き裂なし	き裂有り	き裂なし	き裂なし	き裂なし	端面に横き裂有り
試験後	堆積面に沿って割れ	せん断	せん断	堆積面に沿って割れ	せん断	せん断、堆積面に沿って割れ	せん断	
破断荷重(kN)	9.18	7.02	12.39	8.47	23.87	15.76	18.07	
破断角度(度)		20	20		25	30	30	
備考								

表 6.4 一軸圧縮試験結果 (スケッチ) (2/3)

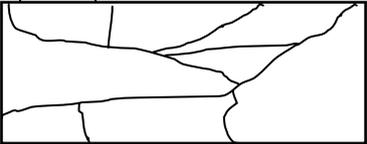
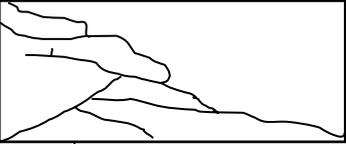
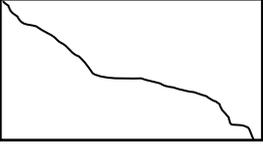
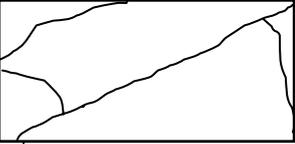
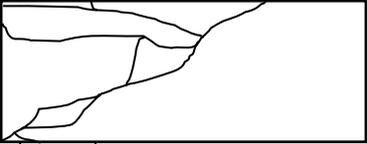
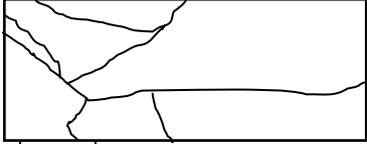
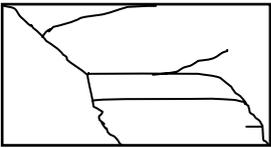
孔名	M02	M02	M03	M03	M03	M03	M03	M03	M03
採取深度(m)				6.62	7.30	8.20			
試験後の状態									
試験前	端面に横き裂有り	き裂なし	き裂なし	き裂なし	き裂なし	き裂なし	き裂なし	き裂なし	き裂なし
試験後	せん断	せん断	せん断	せん断	せん断	せん断	せん断	せん断	せん断
破断荷重(kN)	22.74	57.30	12.63	14.05	15.08	40.62	32.44		
破断角度(度)			30	35	25	30			
備考									

表 6.4 一軸圧縮試験結果 (スケッチ) (3/3)

孔名	M03	M03							
採取深度(m)	14.83	18.77							
試験後の状態									
試験前	端面に横き裂有り	端面に横き裂有り							
試験後	せん断	せん断							
破断荷重(kN)	13.83	34.33							
破断角度(度)	30								
備考									

6. 3. 2 圧裂引張試験

引張強度 S_t は、円板形の岩石試験片を上下から圧縮し、円板の中心線にそって生じる引張応力によって引張破壊が起きた時の応力であり、このときの破断荷重 P 、円板の直径 d および円板の厚み l から次式で与えられる。

$$S_t = 2P/\pi dl \dots\dots\dots(6.6)$$

圧裂引張試験の結果は、表 6.5 に示す通りである。ここで、載荷方向の⊥印と//印は、試験片の端面で観測された泥岩の堆積構造面に対して垂直および平行に載荷したことを意味する。ただし、試験片によっては必ずしもコア長軸と直交する端面で明瞭な堆積構造が認められない場合(*印)もあり、M03 孔の試験片にこの傾向が強い。

試験片を採取したボーリング孔別に引張強度を表示すると図 6.8 のようである。ここで、○印および□印は、それぞれ声問層および稚内層の値である。また、■印は引張強度の平均値、そして縦軸に平行な線分は標準偏差である。各ボーリング孔から採取した試験片の引張強度は大きくばらつくものの、その平均値は M01 孔の 0.76MPa が最も小さく、M02 孔の 1.31MPa が最も大きい。このような引張強度の大小とボーリング孔の対応関係は、図 6.6 に示した一軸圧縮試験強度の場合と一致する。

図 6.9 は試験片を採取した地層と引張強度の関係である。一軸圧縮強度と同様に、声問層の引張強度の平均値は 0.76MPa であり、稚内層のそれが 1.32MPa であるのと比較して明らかに小さい。最後に、試験片に対する載荷方向で引張強度を整理すると図 6.10 のようである。ただし、端面での層理構造が明瞭でない試験片のデータ(表 6.5 の*印)は除外した。やはりばらつきは大きいものの、堆積構造面に垂直に載荷した時の引張強度は、平行に載荷したときの約 1.5 倍であり、当該泥岩には顕著な強度異方性がある。圧裂引張試験後の試験片のスケッチは、表 6.6 に示す通りである。

表 6.5 圧裂引張試験結果

孔名	採取深度 (m)	直径 (mm)	長さ (mm)	見かけ質量(g)	破断荷重 P_b (kN)	引張強度 S_t (MPa)	載荷方向	備 考	
M01	14.82	53.45	54.90	203.84	4.43	0.96	⊥	声間層	
	15.68	51.40	54.95	191.05	1.15	0.26	//	声間層、開口き裂有り	
	16.65	53.10	53.65	200.28	4.53	1.01	⊥	声間層、開口き裂有り	
	18.21	53.75	54.15	206.97	3.35	0.73	//	声間層	
	18.27	53.60	54.95	209.41	6.09	1.32	⊥	声間層	
	18.62	51.20	55.55	193.27	1.15	0.26	//	声間層、開口き裂有り、一部欠損	
	平均値						0.76		
	標準偏差						0.43		
M02	13.35	53.20	54.60	209.85	5.92	1.30	⊥	声間層	
	14.28	54.05	53.50	207.86	5.63	1.24	//	稚内層	
	14.79	53.85	55.45	212.56	7.66	1.63	⊥	稚内層	
	15.55	54.20	53.00	203.04	4.40	0.98	//	稚内層	
	16.60	54.20	52.50	204.20	4.84	1.08	⊥*	稚内層、開口き裂有り	
	16.67	54.30	53.50	205.84	6.56	1.44	//	稚内層、開口き裂有り	
	16.87	54.45	54.10	211.71	6.78	1.47	⊥	稚内層、一部欠損	
	平均値						1.30		
標準偏差						0.23			
M03	6.46	54.55	57.25	230.84	2.89	0.59	⊥	声間層、開口き裂有り、一部欠損	
	7.50	53.80	37.50	143.43	1.27	0.40	//*	声間層、開口き裂有り、一部欠損	
	12.85	54.05	54.30	221.98	4.72	1.02	⊥	稚内層	
	13.27	54.05	54.30	220.88	8.15	1.77	//*	稚内層	
	13.33	54.10	56.20	228.28	6.31	1.32	⊥*	稚内層	
	14.53	54.20	54.00	223.79	2.93	0.64	//*	稚内層、一部欠損	
	14.59	54.10	55.75	233.20	6.80	1.44	⊥	稚内層	
	17.12	54.15	55.25	229.04	8.71	1.85	//*	稚内層	
	平均値						1.13		
標準偏差						0.55			

⊥ : 堆積構造面に垂直に載荷
 // : 堆積構造面に平行に載荷
 * : 堆積構造が不鮮明

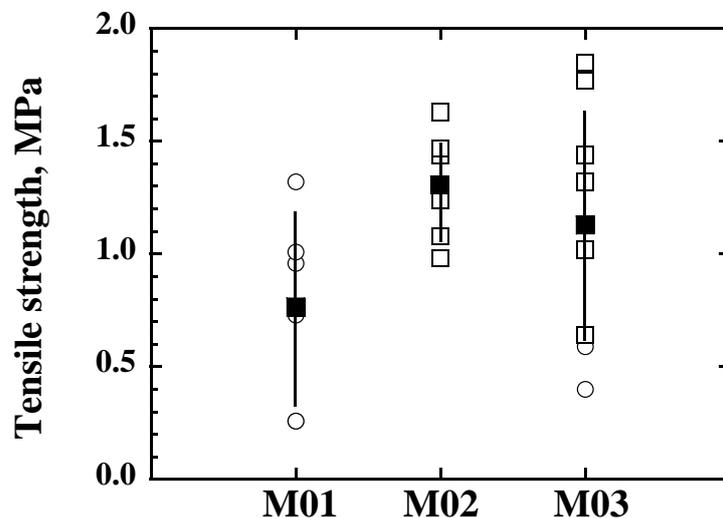


図 6.8 試験片を採取したボーリング孔と引張強度の関係。○印および□印は、それぞれ声問層および稚内層から採取した試験片の引張強度である。また、■印は引張強度の平均値、縦軸に平行な線分は標準偏差である。

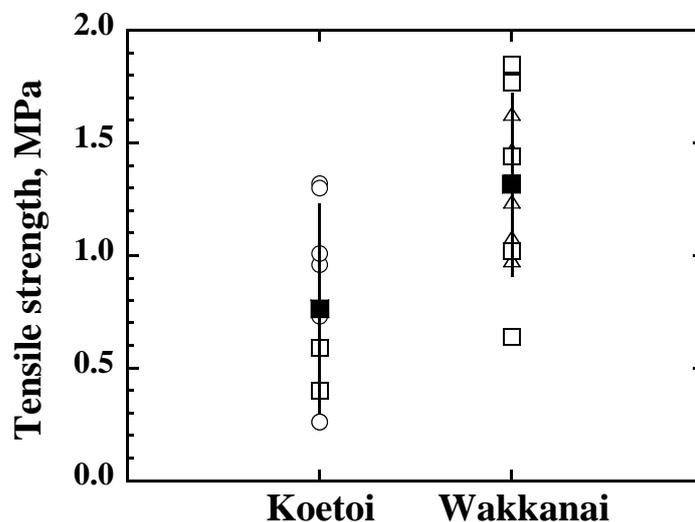


図 6.9 試験片を採取した地層と引張強度の関係。○印、△印および□印は、それぞれ M01 孔、M02 孔および M03 孔から採取した試験片の引張強度である。また、■印は引張強度の平均値、縦軸に平行な線分は標準偏差である。

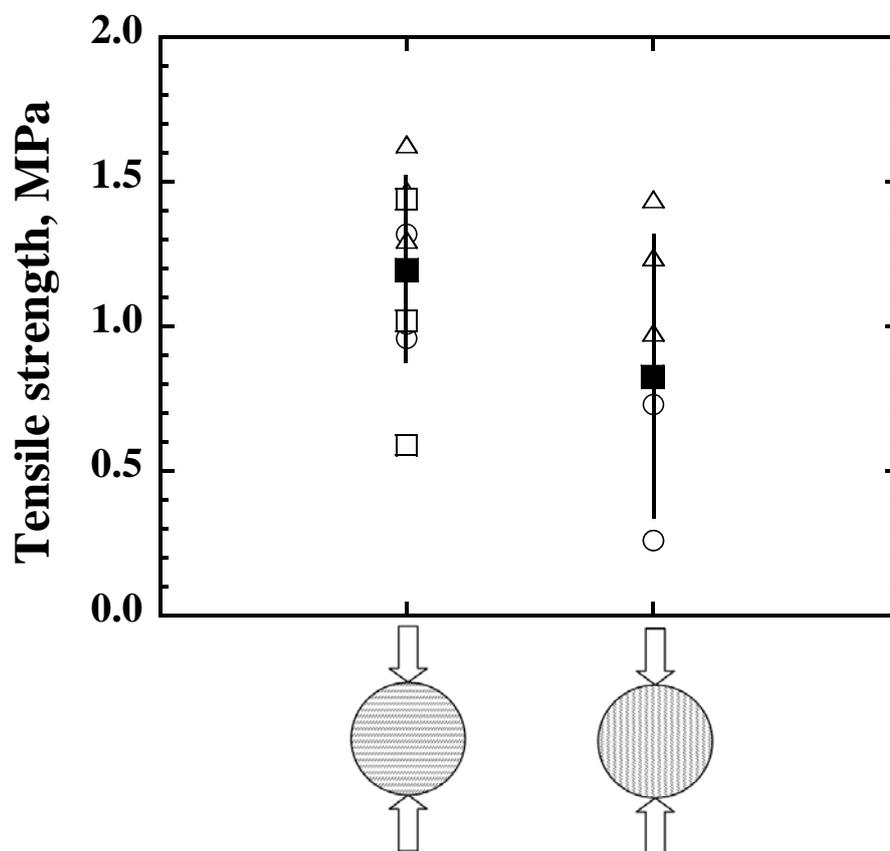


図 6.10 泥岩の堆積構造面に対する荷重方向と引張強度の関係。○印、△印および□印は、それぞれ M01 孔、M02 孔および M03 孔から採取した試験片の引張強度である。また、■印は引張強度の平均値、縦軸に平行な線分は標準偏差である。

表 6.6 圧裂引張試験結果 (スケッチ) (1/5)

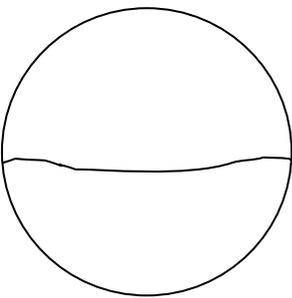
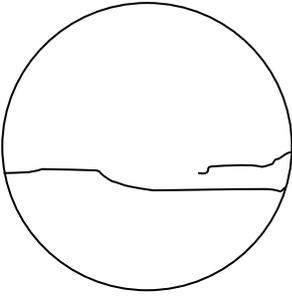
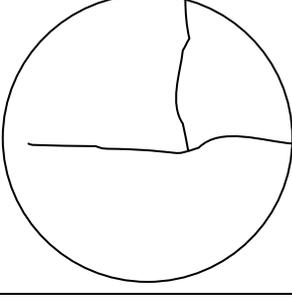
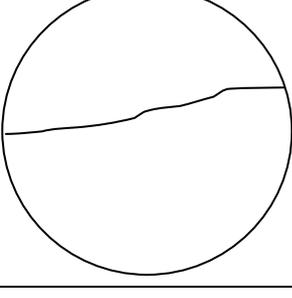
孔名	M01	M01	M01	M01
採取深度(m)	14.82	15.68	16.65	18.21
試験後の状態				
試験前	き裂なし	き裂有り	き裂有り	き裂なし
破断加重(kN)	4.43	1.15	4.53	3.35
備考	層理面に垂直に載荷	層理面に平行に載荷	層理面に垂直に載荷	層理面に平行に載荷
				層理面に垂直に載荷

表 6.6 圧裂引張試験結果 (スケッチ) (2/5)

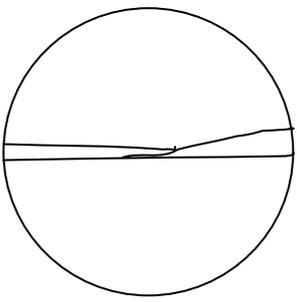
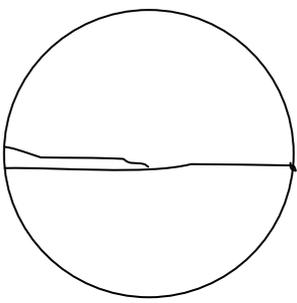
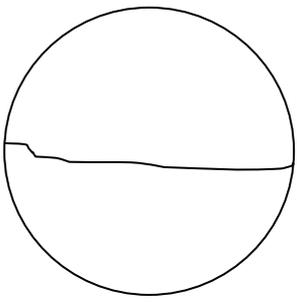
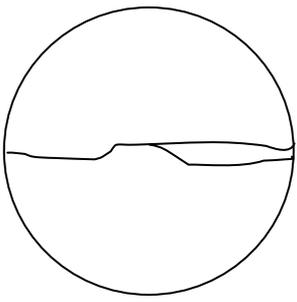
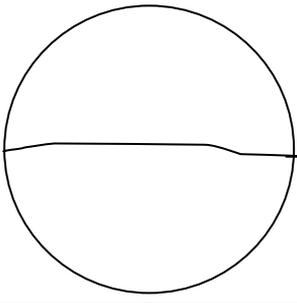
孔名	M01	M02	M02	M02	M02
採取深度(m)	18.62	13.35	14.28	14.79	15.55
試験後の状態					
試験前	き裂有り	き裂なし、表面うねり	き裂なし	き裂なし	き裂なし
破断加重(kN)	1.15	5.92	5.63	7.66	4.40
備考	層理面に平行に載荷	層理面に垂直に載荷	層理面に平行に載荷	層理面に垂直に載荷	層理面に平行に載荷

表 6.6 圧裂引張試験結果 (スケッチ) (3/5)

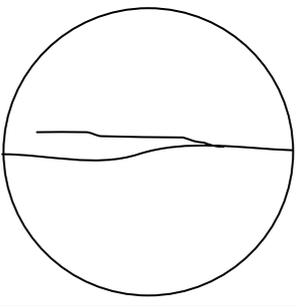
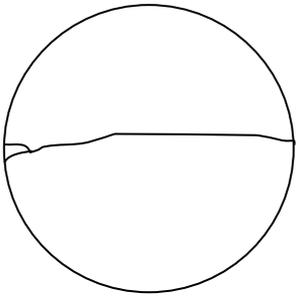
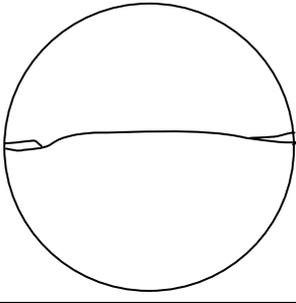
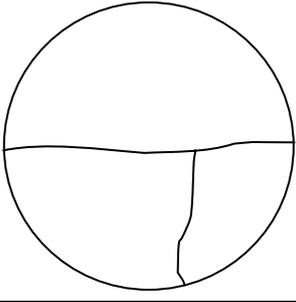
孔名	M02	M02	M03	M03
採取深度(m)	16.60	16.67	16.87	6.46
試験後の状態				
試験前	端面にき裂有り	端面にき裂有り	き裂なし	き裂有り
破断加重(kN)	4.84	6.56	6.78	2.89
備考	層理面に垂直に載荷	層理面に平行に載荷	層理面に垂直に載荷	層理面に平行に載荷

表 6.6 圧裂引張試験結果 (スケッチ) (4/5)

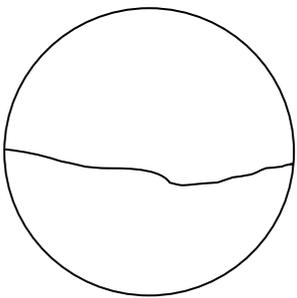
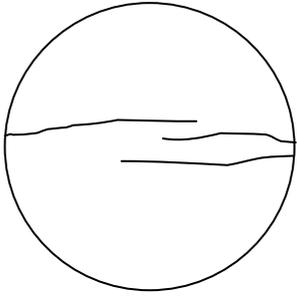
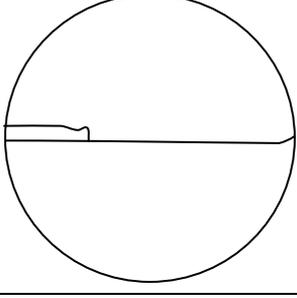
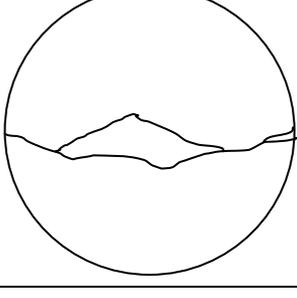
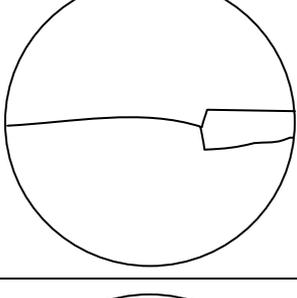
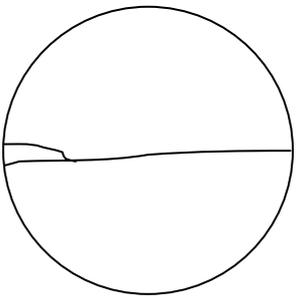
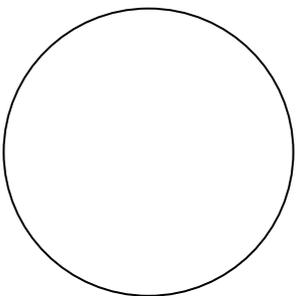
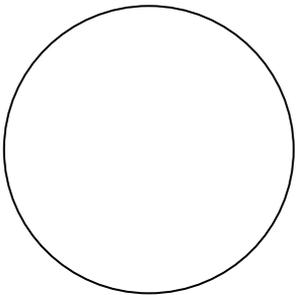
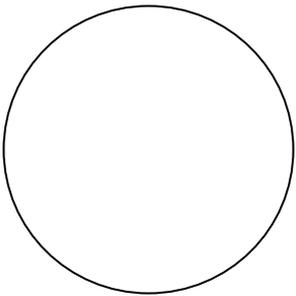
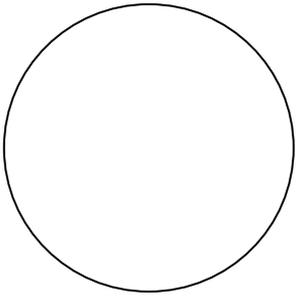
孔名	M03	M03	M03	M03	M03
採取深度(m)	12.85	13.27	13.33	14.53	14.59
試験後の状態					
試験前	き裂有	き裂有	き裂有	き裂なし	き裂有
破断加重(kN)	4.72	8.15	6.31	2.93	6.80
備考	層理面に垂直に載荷	層理面に平行に載荷	層理面に垂直に載荷	層理面に平行に載荷	層理面に垂直に載荷

表 6.6 圧裂引張試験結果 (スケッチ) (5/5)

孔名	M03				
採取深度(m)	17.12				
試験後の状態					
試験前	き裂有				
破断加重(kN)	8.71				
備考	層理面に平行に載荷				

6. 3. 3 多面体試験を用いた弾性波速度測定

稚内層から採取したコアを成形して製作した多面体試験片のP波速度の測定値およびこれを二次曲面の式で近似して計算したP波速度を、それぞれ下半球投影すると図6.11のようである。ここで、X-Y平面はM02孔(N60° E、水平から上向き3°)の孔軸と直交し、X軸は水平面内であって孔口から孔底を見たとき3時の方向をさしている。測定された三次元P波速度方位分布(図6.11(a))と二次曲面で近似したP波速度方位分布(図6.11(b))は極めてよく一致し、速度の極値が現れる方位もほとんど一致する。なお、測定したP波速度の最大値 V_{pmax} と最小値 V_{pmin} は、それぞれ1956m/sおよび1715m/sであり、 $(V_{pmax}/V_{pmin}-1)(\%)$ で評価される速度異方性は14.1%である。

図6.12は、測定したP波速度と二次曲面で近似したP波速度をそれぞれ横軸と縦軸に取ってプロットした結果である。図中の実線は原点(0, 0)を通る傾き1の回帰直線であり、 r は相関係数である。相関係数の絶対値は0.988とほぼ1に近いことから、当該岩石のP波速度方位分布は最大次数2までのルジャンドル展開、言い換えれば二次曲面で近似できると言える^[25]。

X-Y-Z座標系(Z軸は孔軸と一致)に関する二次曲面で近似したP波速度方位分布(図6.11(b))を、E-N-V座標系(真北基準)に変換して表示すると図6.13のようである。ここで、○印、△印および□印は、二次曲面近似から求めたP波速度の最大、中間および最小主値の方位であり、それぞれの速度は1950m/s、1874m/sおよび1709m/sである。P波速度の最小主応力値(□印)の方向は、声問層および稚内層の堆積構造面とほぼ垂直であり、中間主応力値(△印)と最大主応力値(○印)の方向は、前記の堆積構造面内に含まれる。さらに、最大主応力値と中間主応力値との差は、中間主応力値と最小主応力値の差と比較して小さいことから、稚内層は横等方性的である。

岩石に異方性をもたらす原因として、岩石を構成する鉱物の選択的な配向、堆積構造あるいは岩石中に含まれる割れ目やマイクロクラックの選択的な配向などが考えられる。本試験に用いた試験片の異方性は、地層の堆積構造によってもたらされたと考えるべきであろう。その第1の理由は、P波速度方位分布が声問層および稚内層の堆積構造と極めて調和的だからである。第2の理由は、試験片の採取深度と最も接近しているM02孔の16.73mの応力-ひずみ曲線図(図6.5)が、低応力から破壊直前までほぼ線形に増加していることによる。もしも試験片にアスペクト比(クラックを扱う分野では短径/長径で定義される)の小さいクラックが含まれていれば、クラックの閉塞によって低応力下における応力-ひずみ曲線の傾きは高応力域の傾きよりも小さくなるはずである。

泥岩の堆積構造は、強度異方性ととも弾性異方性をもたらす原因となりうる。当該岩盤が完全な等方弾性体と見なせない場合には、測定データの解釈を等方弾性体の解に基づいて行くと、評価される初期地圧にある程度の誤差が含まれることになる。この誤差の大きさは異方性の程度に依存し、それが顕著な岩盤では必然的に誤差も増加する。したがって、異方性岩盤内で生じた水圧破砕き裂およびブレイクアウトを等方弾性体の解に基づいて評価する場合は、それらの発生位置などにどの程度の誤差が生じるかを評価しておく必要がある。

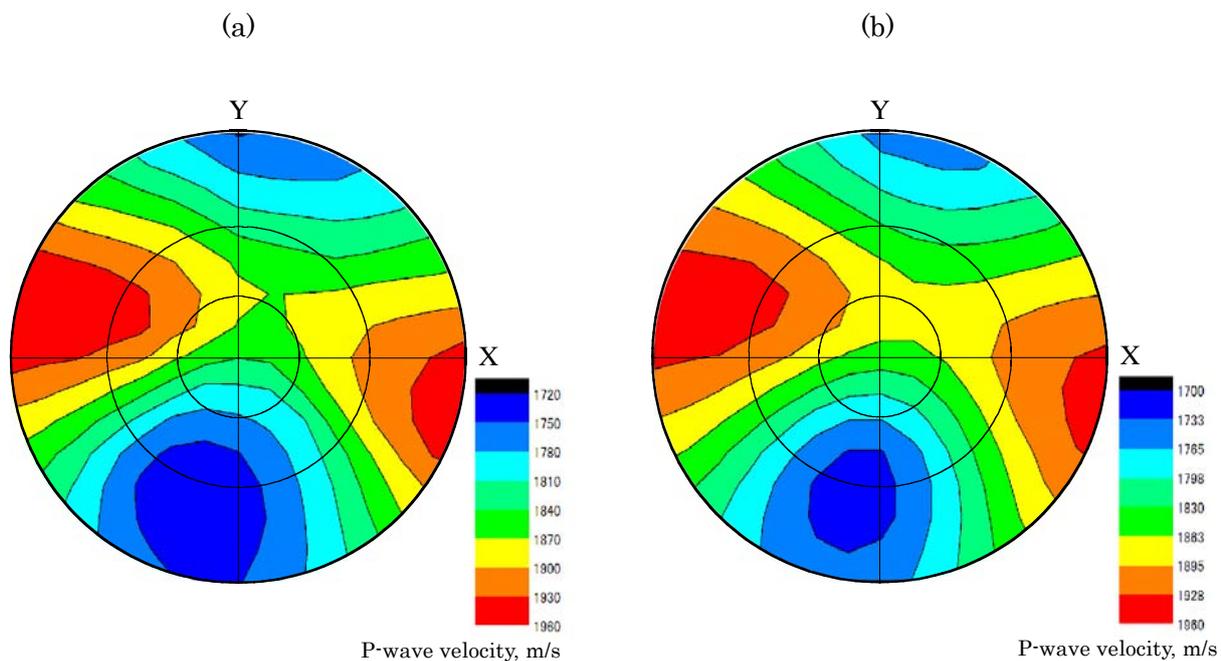


図 6.11 M02 孔の深度 17.55m から採取した稚内層のコアを成形した多面体試験片の(a)P 波速度測定値および(b)これを二次曲面で近似した P 波速度方位分布の下半球投影図

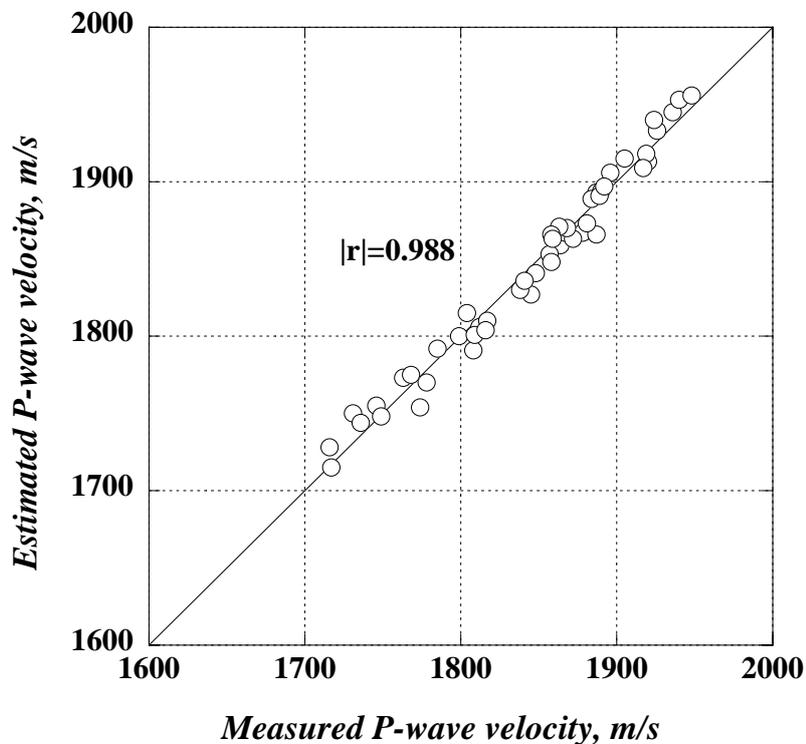


図 6.12 測定した P 波速度と二次曲面で近似した P 波速度の関係

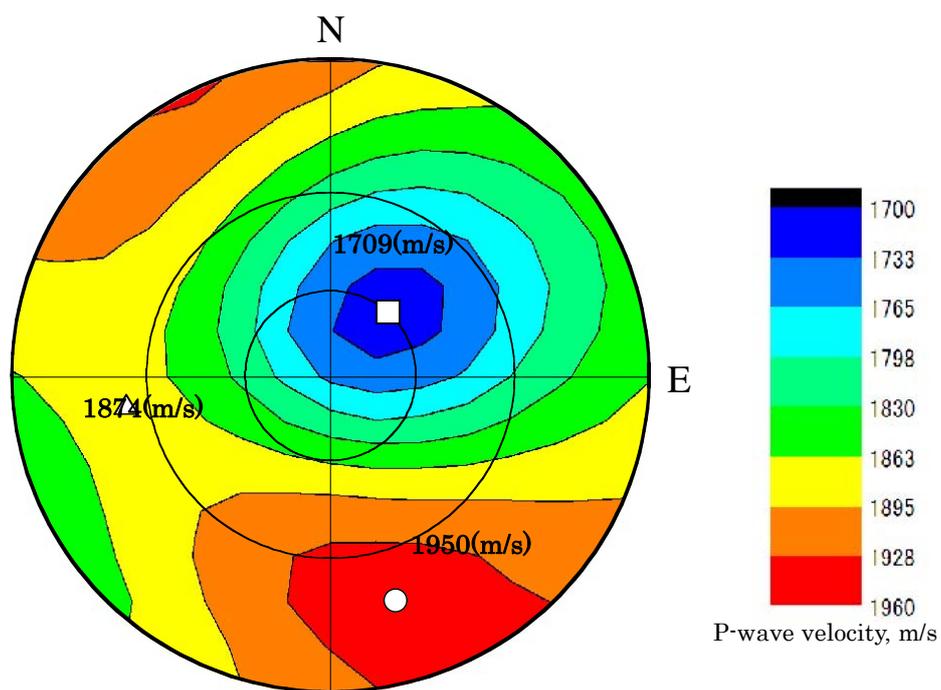


図 6.13 E-N-V 座標系に関する多面体試験片の P 波速度方位分布の下半球投影図

7. おわりに

幌延深地層研究センターの地下施設周辺岩盤の応力場を把握するため、換気立坑 250m 坑道から直径 76mm、長さ 20m のボーリング孔である 09-V250-M01 孔（水平）、09-V250-M02 孔（水平）および 09-V250-M03 孔（鉛直）を掘削し、水圧破碎法および応力解放法による 3 次元初期地圧測定を実施した。東立坑 140m 小型試験座および換気立坑深度 140m の小型試験座で掘削した 3 本のボーリング孔と異なり、250m 坑道ではボーリング孔まわりの応力集中によって孔壁が破壊するボアホールブレイクアウトは生じなかった。このため、水圧破碎法による初期地圧評価においては、横き裂の方位データとき裂閉口圧および縦き裂の方位とそれが生じる時の破碎圧から初期地圧を評価した。得られた結果は次のようである。

（1）水圧破碎法

3 本のボーリング孔の 22 深度において、コンプライアンス C の小さな配管系を用いた高剛性水圧破碎法を実施した。応力状態が測定位置によらず一様であると仮定し、横き裂の法線応力と初期地圧の関係および縦き裂の発生する位置と初期地圧の関係から 250m 坑道まわりの初期地圧を評価した。評価された初期地圧の中間および最小主応力の大きさは接近しており、鉛直応力 σ_v は 250m の被りから推定される被り圧の半分程度と小さかった。また、最大主応力は NE 方向にあって水平面から約 40 度傾斜していた。140m レベルと 250m 坑道とで評価された初期地圧に差が生じた原因は、両地点の地質環境と採用した解析モデルの違いにあると考えられる。

（2）円錐孔底ひずみ法による応力解放法

M02 孔の稚内層に位置する深度 17.25m と深度 17.72m で解放ひずみが測定された。2 つの深度で評価された主応力方位分布は良く一致し、最大主応力は NNE 方向にあって約 60 度傾斜し、中間主応力は WNW 方向であり、ほぼ水平に近い方向に分布した。この最大主応力の方向は声問層および稚内層の堆積面にほぼ垂直であった。最大主応力は、稚内層の一軸圧縮強度に匹敵するほど大きく、主応力比 σ_1/σ_3 も、深度 17.25m で 11.6、深度 17.72m で 6.0 とかなり大きかった。ただし、孔壁の破壊現象は観測されていないことから、応力のレベルと主応力比は実際よりも大きめに評価されたと推定された。応力が大きめに評価された原因として、応力解放に伴うコア内部の微小な破壊現象および稚内層を完全な等方弾性体と見なせないことなどが考えられる。2 つの深度で測定された全ての孔底ひずみを用いて評価した平均的な初期地圧は、鉛直応力 σ_v が被り圧の半分以下であり、水圧破碎試験の結果と整合した。また、応力解放法から評価された初期地圧の大きさも、そのオーダーが水圧破碎試験の結果と一致した。

参考文献

1. 日本原子力研究開発機構, 「幌延深層研究計画換気立坑先行ボーリング(PB-V01 孔)調査報告書-地質調査編-」, (2008)
2. 利 紀之, 松木浩二, 坂口清敏, コアディスクキングにおけるディスク厚さと地圧の大きさの関係, 資源と素材, Vol.118, p.650-658, (2002)
3. Ito T., Igarashi A., Kato H., Ito H. and Sano O., Crucial effect of system compliance on the maximum stress estimation in hydrofracturing method : Theoretical considerations and field-test verification, *Earth Planets Space*, 58, p.963-971, (2006)
4. Ito, T., Evans, K., Kawai, K., and Hayashi, K., Hydraulic Fracture Reopening Pressure and the Estimation of Maximum Horizontal Stress, *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.*, 36, p.811-826, (1999)
5. Kehle, R.O., The Determination of Tectonic Stresses through Analysis of Hydraulic Well Fracturing, *J. Geophys. Res.*, 69, p.259-273, (1964)
6. Hardy, M.P. and Asgian, M.I., Fracture Reopening During Hydraulic Fracturing Stress Determinations, *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.*, 26, p.489-497, (1989)
7. Hayashi K., Sato A. and Ito T., In situ stress measurements by hydraulic fracturing for a rock mass with many plane of weakness, *Int. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.*, 34, p.45-48, (1997)
8. Lee, M.Y. and Haimson, B.C., Statistical Evaluation of Hydraulic Fracturing Stress Measurement Parameters, *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.*, 26, p.447-456, (1989)
9. Hickman S.H. and Zoback M.D., The interpretation of hydraulic fracturing pressure-time data for in situ stress measurement, *Proc. Workshop on Hydraulic Fracturing Stress Measurements*, ed. Zoback M.D. and Haimson B.C., Vol.1, p.103-146, (1982)
10. Cornet F.H. and Vallette B., In situ stress determination from hydraulic injection test data, *J. Geophys. Res.*, Vol.89, p.11527-11537, (1984)
11. Baumgartner J. & Zoback M.D., Interpretation of hydraulic fracturing pressure-time records using interactive analysis methods, *Int. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.*, Vol.26, No.6(1989), p.461-469.
12. Muskat M., Use of data on the build-up of bottom-hole pressure, *Trans., AIME*, 123, p.44-48, (1937)
13. Hayashi K. and Sakurai I., Interpretation of Hydraulic Fracturing Shut-in Curves for Tectonic stress measurements, *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.* Vol. 26, No. 6, p.477-482, (1989)
14. Vik G. & Tunbridge L., Hydraulic fracturing – a simple tool for controlling the safety of unlined high pressure shafts and headrace tunnels, *Proc. of the Int. Symp. On Rock Stress and Rock Stress Measurements/Stockholm* (1986).
15. Hayashi K. and Haimson B.C., Characteristics of shut-in curves in hydraulic fracturing stress measurements and determination from hydraulic injection test data, *J. Geophys.*

- Res., 96,p.18311-18321, (1991)
16. 坂口清敏, 竹原 孝, 尾原祐三, 中山智晴・菅原勝彦：円錐孔底ひずみ法の応力測定精度, 資源と素材, Vol.108, p.455-460,(1992)
 17. 坂口清敏, 竹原 孝, 尾原祐三, 中山智晴, 菅原勝彦：コンパクトオーバーコアリング法による岩盤応力測定, 資源と素材, Vol.110, p.331-336,(1994)
 18. Sugawara K, Obara Y. Draft ISRM suggested method for in situ stress measurement using the compact conical-ended borehole overcoring(CCBO) technique. Int J Rock Mech Min Sci and Geomech Abstr, 36:p.307-322, (1999)
 19. 山口梅太郎, 西松裕一, 岩石力学入門(第3版), 東京大学出版会, (1991)
 20. R.D. Lama & V.S. Vutukuri, 岩の力学的性質IV, 古今書院, (1992)
 21. 日本材料学会編, 岩の力学－基礎から応用まで－, 丸善, (1993)
 22. I.W. ファーマー, 岩盤工学の基礎と応用, 鹿島出版会, (1988)
 23. 加藤春實ほか：多面体試験片を用いた3次元弾性波速度測定による初期地圧評価, 資源・素材学会 2009年秋季大会, (2009)
 24. 奈良禎太, 加藤春實, 金子勝比古：多面体試験片を利用した花崗岩の主軸方向決定法, 資源と素材, Vol.124, p.725-732, (2009)
 25. Nara, Y., Kato, H., Yoneda, T. and Kaneko, K., Determination of three-dimensional microcrack distribution and principal axes for granite using a polyhedral specimen ,Physics of the Earth and Planetary Interior,(2009)

This is a blank page.

付録 1

1 m 区間データの一覧表

This is a blank page.

09-V250-M01 1m 区間データ

深度(m)	地層名	岩石名	岩相	変質	岩級区分	RQD (%)	コア採取率 (%)	割れ目本数(本/m)									
								計	割れ目タイプ			割れ目角度			割れ目の成因		
									h-f	f	o-f	[°]<30	30≤[°]<60	60≤[°]	S	T	
0 ~ 1	声間層	泥岩	暗褐色・塊状・新鮮部	非変質	CL-H	-	92	1	0	1	0	0	0	1	1	0	
1 ~ 2					CL-M	48	98	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2 ~ 3					CL-M	39	87	2	0	2	0	0	2	0	0	0	2
3 ~ 4					CL-M	0	98	3	0	3	0	0	3	0	0	2	1
4 ~ 5					CL-M	0	98	8	0	8	0	0	7	1	8	0	0
5 ~ 6					CL-M	0	95	11	0	11	0	4	7	0	0	11	0
6 ~ 7					CL-M	0	96	4	0	4	0	0	4	0	1	3	0
7 ~ 8					CL-M	0	95	5	0	5	0	1	2	2	1	4	0
8 ~ 9					CL-M	0	98	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
9 ~ 10					CL-M	10	97	5	0	5	0	0	2	3	3	2	0
10 ~ 11					CL-M	15	98	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0
11 ~ 12					CL-M	23	96	4	0	4	0	2	2	0	2	2	0
12 ~ 13					CL-M	0	65	2	0	2	0	0	1	1	2	0	0
13 ~ 14					CL-M	25	98	3	0	3	0	0	0	3	2	1	0
14 ~ 15					CL-M	20	94	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
15 ~ 16					CL-M	10	98	4	0	4	0	1	2	1	0	1	0
16 ~ 17					CL-M	26	97	3	0	3	0	1	1	1	2	1	0
17 ~ 18					CL-H	62	98	4	0	4	0	1	1	2	3	1	0
18 ~ 18.9					石炭質/ジュール	明灰褐色・塊状・新鮮部	非変質	CL-M	43	98	4	0	4	0	2	2	0
18.9 ~ 19	CM-L	13	65	5				0	5	0	4	1	0	0	5		

タイプ
 h-f: 癒着割れ目
 f: 非癒着割れ目
 o-f: 開口割れ目

成因
 S: セン断割れ目
 T: 引張割れ目
 TS: 引張セン断割れ目

09-V250-M02 1m 区間データ

深度(m)	地層名	岩石名	岩相	変質	岩級区分	RQD (%)	コア採取率 (%)	割れ目本数(本/m)								
								計	割れ目タイプ			割れ目角度			割れ目の成因	
									h-f	f	o-f	[°]<30	30≤[°]<60	60≤[°]	S	T
0 ~ 1	声間層?	泥岩	暗褐色・塊状・新鮮部	非変質	CL-L	-	90	0	0	0	0	0	0	0	0	
1 ~ 2					CL-M	19	85	2	0	2	0	0	0	2	0	2
2 ~ 3					CL-M	20	90	4	0	4	0	0	0	4	3	1
3 ~ 4					CL-M	0	97	2	0	2	0	0	0	2	0	2
4 ~ 5					CL-L	0	95	2	0	2	0	0	0	2	2	0
5 ~ 6					CL-M	0	95	5	0	5	0	0	1	4	4	1
6 ~ 7					CL-M	13	98	3	0	3	0	0	2	1	1	2
7 ~ 8					CL-M	0	98	5	0	5	0	0	1	4	5	0
8 ~ 9					CL-M	0	98	1	0	1	0	0	0	1	1	0
9 ~ 10					CL-L	0	92	1	0	1	0	0	0	1	0	1
10 ~ 11					CL-M	0	98	1	0	1	0	0	0	1	0	1
11 ~ 12					CL-M	14	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 ~ 13					CL-M	13	96	1	0	1	0	0	1	0	1	0
13 ~ 13.9					CL-M	0	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13.9 ~ 14					CM-M	0	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14 ~ 15.0					CM-M	42	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 ~ 16					CM-M	34	98	4	0	4	0	3	0	1	0	4
16 ~ 17					CM-H	69	97	3	0	3	0	1	1	1	1	2
17 ~ 18					CM-H	81	90	1	0	1	0	0	1	0	0	1
18 ~ 19	CM-H	100	100	2	0	2	0	0	0	2	0	2				
19 ~ 20	CM-H	70	98	6	0	6	0	1	1	4	4	2				

タイプ
 h-f: 癒着割れ目
 f: 非癒着割れ目
 o-f: 開口割れ目

成因
 S: セン断割れ目
 T: 引張割れ目
 TS: 引張セン断割れ目

09-V250-M03 1m 区間データ

深度(m)	地層名	岩石名	岩相	変質	岩級区分	RQD (%)	コア採取率 (%)	割れ目本数(本/m)						割れ目の成因		
								割れ目タイプ			割れ目角度			S	T	
								計	h-f	f	o-f	[°]<30	30≤[°]<60			60≤[°]
0	~	1	新鮮部 暗褐色・塊状	非変質	-	-	93	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	~	2			CL-L	0	96	8	0	8	0	3	4	1	2	6
2	~	3			CL-M	43	97	10	0	10	0	1	3	6	3	7
3	~	4			CL-M	37	99	9	0	9	0	0	0	9	2	7
4	~	5			CL-L	0	99	3	0	3	0	0	1	2	2	1
5	~	6			CL-M	0	96	14	0	14	0	9	4	1	1	13
6	~	7			CL-M	39	98	17	0	17	0	16	1	0	0	17
7	~	8			CL-H	55	92	10	0	10	0	7	1	2	0	10
8	~	9			CL-M	32	98	9	0	9	0	0	2	7	0	9
9	~	9.25	CL-M	23	96	5	0	5	0	0	3	2	0	5		
9.25	~	10	CM-M	14	98	8	0	8	0	0	1	7	0	8		
10	~	11	CM-M	36	98	10	0	10	0	2	4	4	4	6		
11	~	12	CM-H	51	99	4	0	4	0	0	1	3	3	1		
12	~	13	CM-H	93	97	3	0	3	0	2	1	0	0	3		
13	~	14	CM-H	55	98	6	0	6	0	2	4	0	4	2		
14	~	14.1	CM-H	21	96	6	0	6	0	2	0	4	3	3		
14.1	~	14.4	CL-H	0	98	11	0	11	0	1	1	9	7	4		
14.4	~	15	CM-H	28	97	5	0	5	0	0	2	3	2	3		
15	~	15.4	CM-M	13	98	4	0	4	0	0	1	3	0	4		
15.4	~	16	CL-M	37	98	8	0	8	0	0	7	1	0	8		
16	~	17	CL-L	0	98	11	0	11	0	1	1	9	7	4		
17	~	18	CM-M	28	97	5	0	5	0	0	2	3	2	3		
18	~	19	CM-M	13	98	4	0	4	0	0	1	3	0	4		
19	~	20	CM-M	37	98	8	0	8	0	0	7	1	0	8		

タイプ
 h-f: 癒着割れ目
 f: 非癒着割れ目
 o-f: 開口割れ目

成因
 S: セン断割れ目
 T: 引張割れ目
 TS: 引張セン断割れ目

付録 2

割れ目データの一覧表

This is a blank page.

割れ目データ(09-V250-MO1)

No.	割れ目深度(m)			割れ目 番号	タイプ	傾斜 (°)	鏡肌 有無	条線 レイク(°)	破断ステップ レイク(°)	羽毛状構造 有無	断層岩 有無	炭酸塩 有無	成因
	上端	下端	中間										
1	0.76	0.83	0.79	0-1	f	70	有	40	-	-	無	無	S
2	1.72	1.74	1.73	1-1	f	23	-	-	-	無	-	無	T
3	2.80	2.86	2.83	2-1	f	50	-	-	-	無	-	無	T
4	2.96	3.00	2.98	2-2	f	40	-	-	-	無	-	無	T
5	3.76	3.77	3.76	3-1	f	35	-	-	-	無	-	無	T
6	3.78	3.81	3.80	3-2	f	45	有	75	-	-	無	無	S
7	3.79	3.82	3.81	3-3	f	45	有	80	-	-	無	無	S
8	4.28	4.31	4.29	4-1	f	65	有	10	190	-	無	無	S
9	4.37	4.42	4.39	4-2	f	55	有	-	-	-	無	無	S
10	4.48	4.52	4.50	4-3	f	50	有	-	-	-	無	無	TS
11	4.55	4.58	4.56	4-4	f	50	有	-	-	-	無	無	TS
12	4.63	4.69	4.66	4-5	f	50	有	-	-	-	無	無	TS
13	4.66	4.69	4.67	4-6	f	60	有	-	-	-	無	無	TS
14	4.71	4.74	4.72	4-7	f	50	有	100	-	-	無	無	S
15	4.83	4.87	4.85	4-8	f	50	有	80	-	-	無	無	S
16	5.07	5.09	5.08	5-1	f	50	-	-	-	無	-	無	T
17	5.17	5.20	5.18	5-2	f	50	-	-	-	無	-	無	T
18	5.20	5.25	5.22	5-3	f	50	-	-	-	無	-	無	T
19	5.31	5.33	5.32	5-4	f	35	-	-	-	無	-	無	T
20	5.39	5.41	5.40	5-5	f	20	-	-	-	無	-	無	T
21	5.43	5.43	5.43	5-6	f	10	-	-	-	無	-	無	T
22	5.44	5.46	5.45	5-7	f	30	-	-	-	無	-	無	T
23	5.46	5.46	5.46	5-8	f	5	-	-	-	無	-	無	T
24	5.48	5.49	5.48	5-9	f	35	-	-	-	無	-	無	T
25	5.51	5.52	5.51	5-10	f	5	-	-	-	無	-	無	T
26	5.84	5.88	5.86	5-11	f	55	-	-	-	無	-	無	T
27	6.02	6.06	6.04	6-1	f	45	-	-	-	無	-	無	T
28	6.11	6.14	6.12	6-2	f	40	有	80	-	-	無	無	S
29	6.22	6.25	6.23	6-3	f	40	-	-	-	無	-	無	T
30	6.34	6.36	6.35	6-4	f	30	-	-	-	無	-	無	T
31	7.05	7.10	7.07	7-1	f	50	-	-	-	無	-	無	T
32	7.09	7.10	7.09	7-2	f	45	有	125	-	-	無	無	S
33	7.12	7.13	7.12	7-3	f	25	-	-	-	無	-	無	T
34	7.13	7.18	7.15	7-4	f	65	-	-	-	無	-	無	T
35	7.18	7.19	7.18	7-5	f	70	-	-	-	無	-	無	T
36	8.37	8.43	8.40	8-1	f	55	有	30	-	-	無	無	S
37	9.15	9.20	9.17	9-1	f	60	有	55	-	-	無	無	S
38	9.24	9.27	9.25	9-2	f	70	有	140	320	-	無	無	S
39	9.30	9.33	9.31	9-3	f	55	-	-	-	無	-	無	T
40	9.33	9.39	9.36	9-4	f	70	-	-	-	無	-	無	T
41	9.70	9.74	9.72	9-5	f	50	有	-	-	-	無	無	S
42	10.95	11.00	9.97	10-1	f	70	有	110	-	-	無	無	S
43	11.09	11.11	11.10	11-1	f	45	有	-	-	-	無	無	TS
44	11.15	11.18	11.16	11-2	f	6	有	75	-	-	無	無	TS
45	11.42	11.43	11.42	11-3	f	15	-	-	-	無	-	無	T
46	11.57	11.60	11.58	11-4	f	40	-	-	-	無	-	無	T
47	12.10	12.13	12.11	12-1	f	55	有	-	-	-	無	無	TS
48	12.24	12.28	12.26	12-2	f	75	有	110	-	-	無	無	S
49	13.40	13.47	13.43	13-1	f	75	有	80	-	-	無	無	TS
50	13.65	13.68	13.66	13-2	f	60	-	-	-	無	-	無	T
51	13.89	13.94	13.91	13-3	f	60	有	50	-	-	無	無	S
52	14.45	14.51	14.48	14-1	f	55	有	110	-	-	無	無	S
53	15.00	15.02	15.01	15-1	f	30	-	-	-	無	-	無	T
54	15.06	15.07	15.06	15-2	f	10	-	-	-	無	-	無	T
55	15.31	15.34	15.32	15-3	f	40	-	-	-	無	-	無	T
56	15.82	15.92	15.87	15-4	f	60	-	-	-	無	-	無	T
57	16.82	16.90	16.86	16-1	f	55	有	70	-	-	無	無	S
58	16.91	17.00	16.95	16-2	f	60	有	110	-	-	無	無	S
59	16.96	16.96	16.96	16-3	f	5	-	-	-	無	-	無	T
60	17.00	17.02	17.01	17-1	f	70	有	110	-	-	無	無	S
61	17.23	17.33	17.28	17-2	f	60	有	135	-	-	無	無	S
62	17.34	17.35	17.34	17-3	f	15	-	-	-	無	-	無	T
63	17.61	17.67	17.64	17-4	f	50	有	35	-	-	無	無	S
64	18.39	18.44	18.41	18-1	f	45	-	-	-	無	-	無	T
65	18.51	18.53	18.52	18-2	f	10	-	-	-	無	-	無	T
66	18.73	18.77	18.75	18-3	f	40	-	-	-	無	-	無	T
67	18.79	18.80	18.79	18-4	f	10	-	-	-	無	-	無	T
68	19.24	19.25	19.24	19-1	f	5	-	-	-	無	-	無	T
69	19.28	19.30	19.29	19-2	f	20	-	-	-	無	-	無	T
70	19.36	19.37	19.36	19-3	f	10	-	-	-	無	-	無	T
71	19.72	19.74	19.73	19-4	f	50	-	-	-	無	-	無	T
72	19.83	19.84	19.83	19-5	f	5	-	-	-	無	-	無	T

タイプ
 h-f: 癒着割れ目
 f: 非癒着割れ目
 o-f: 開口割れ目

成因
 S: セン断割れ目
 T: 引張割れ目
 TS: 引張セン断割れ目

割れ目データ(09-V250-MO2)

No.	割れ目深度(m)			割れ目 番号	タイプ	傾斜 (°)	鏡肌 有無	条線 レイク(°)	破断ステップ レイク(°)	羽毛状構造 有無	断層岩 有無	炭酸塩 有無	成因
	上端	下端	中間										
1	1.16	1.20		1-1	f	60	-	-	-	無	-	無	T
2	1.70	1.73	1.71	1-2	f	60	-	-	-	無	-	無	T
3	2.06	2.11	2.08	2-1	f	60	-	-	-	無	-	無	T
4	2.15	2.22	2.18	2-2	f	60	-	-	-	無	-	無	T
5	2.77	2.81	2.79	2-3	f	60	有	80	-	-	無	無	S
6	2.78	2.91	2.84	2-4	f	75	-	-	-	無	-	無	T
7	3.50	3.56	3.53	3-1	f	70	-	-	-	無	-	無	T
8	3.94	4.00	3.96	3-2	f	65	-	-	-	無	-	無	T
9	4.00	4.12	4.06	4-1	f	65	有	110	-	-	無	無	S
10	4.72	4.81	4.76	4-2	f	60	有	60	-	-	無	無	S
11	5.02	5.14	5.08	5-1	f	75	有	80	-	-	無	無	S
12	5.37	5.46	5.41	5-2	f	75	有	-	-	-	無	無	S
13	5.42	5.50	5.46	5-3	f	70	有	-	-	-	無	無	S
14	5.49	5.50	5.49	5-4	f	35	-	-	-	無	-	無	T
15	5.68	5.73	5.70	5-5	f	70	有	-	-	-	無	無	S
16	6.23	6.25	6.24	6-1	f	40	有	120	-	-	無	無	S
17	6.45	6.46	6.45	6-2	f	30	-	-	-	無	-	無	T
18	6.47	6.57	6.52	6-3	f	70	-	-	-	無	-	無	T
19	7.01	7.04	7.02	7-1	f	35	有	100	-	-	無	無	S
20	7.01	7.11	7.06	7-2	f	80	有	80	-	-	無	無	S
21	7.17	7.22	7.19	7-3	f	85	有	90	-	-	無	無	S
22	7.58	7.63	7.60	7-4	f	65	有	100	-	-	無	無	S
23	7.84	7.92	7.88	7-5	f	70	有	-	-	-	無	無	S
24	8.74	8.78	8.76	8-1	f	60	有	80	-	-	無	無	S
25	9.71	9.95	9.83	9-1	f	90	有	80	-	-	無	無	S
26	10.04	10.27	10.15	10-1	f	85	有	85	-	-	無	無	S
27	12.50	12.57	12.53	12-1	f	45	有	35	-	-	無	無	S
28	15.00	15.14	15.07	15-1	f	85	-	-	-	無	-	無	T
29	15.93	15.95	15.94	15-2	f	25	-	-	-	無	-	無	T
30	15.95	15.97	15.96	15-3	f	23	-	-	-	無	-	無	T
31	15.98	16.00	15.99	15-4	f	20	-	-	-	無	-	無	T
32	16.00	16.01	16.00	16-1	f	20	-	-	-	無	-	無	T
33	16.24	16.32	16.28	16-2	f	70	-	-	-	無	-	無	T
34	16.45	16.51	16.48	16-3	f	55	有	80	-	-	無	無	S
35	17.20	17.23	17.21	17-1	f	30	-	-	-	無	-	無	T
36	18.05	18.18	18.11	18-1	f	60	-	-	-	無	-	無	T
37	18.45	18.49	18.47	18-2	f	60	-	-	-	無	-	無	T
38	19.00	19.08	19.04	19-1	f	75	有	35	-	-	無	無	S
39	19.06	19.17	19.11	19-2	f	70	有	-	-	-	無	無	S
40	19.50	19.52	19.51	19-3	f	20	-	-	-	無	-	無	T
41	19.85	19.90	19.87	19-4	f	60	-	-	-	無	-	無	T
42	19.94	19.96	19.95	19-5	f	40	-	-	-	無	-	無	T
43	19.97	20.00	19.98	19-6	f	60	-	-	-	無	-	無	T

タイプ

h-f: 癒着割れ目
f: 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目

成因

S: セン断割れ目
T: 引張割れ目
TS: 引張セン断割れ目

割れ目データ(09-V250-MO3)

No.	割れ目深度(m)			割れ目 番号	タイプ	傾斜 (°)	鏡肌 有無	条線 レイク(°)	破断ステップ レイク(°)	羽毛状構造 有無	断層岩 有無	炭酸塩 有無	成因
	上端	下端	中間										
1	1.65	1.68	1.66	1-1	f	45	有	130	-	-	無	無	S
2	1.68	1.70	1.69	1-2	f	35	有	20	-	-	無	無	S
3	1.79	1.80	1.79	1-3	f	15	-	-	-	無	-	無	T
4	1.78	1.85	1.81	1-4	f	80	-	-	-	無	-	無	T
5	1.84	1.89	1.86	1-5	f	40	-	-	-	無	-	無	T
6	1.87	1.88	1.87	1-6	f	15	-	-	-	無	-	無	T
7	1.92	1.93	1.92	1-7	f	50	-	-	-	無	-	無	T
8	1.90	1.94	1.92	1-8	f	15	-	-	-	無	-	無	T
9	2.01	2.05	2.03	2-1	f	35	-	-	-	無	-	無	T
10	2.05	2.06	2.05	2-2	f	15	-	-	-	無	-	無	T
11	2.18	2.20	2.19	2-3	f	35	-	-	-	無	-	無	T
12	2.25	2.28	2.26	2-4	f	40	-	-	-	無	-	無	T
13	2.26	2.33	2.29	2-5	f	65	有	45	-	-	無	無	S
14	2.39	2.48	2.44	2-6	f	60	有	45	-	-	無	無	TS
15	2.51	2.61	2.56	2-7	f	60	-	-	-	無	-	無	T
16	2.81	2.92	2.86	2-8	f	65	-	-	-	無	-	無	T
17	2.89	2.96	2.93	2-9	f	60	-	-	-	無	-	無	T
18	2.94	3.00	2.97	2-10	f	60	有	35	-	-	無	無	S
19	3.00	3.04	3.02	3-1	f	65	-	-	-	無	-	無	T
20	3.02	3.06	3.04	3-2	f	60	有	35	-	-	無	無	S
21	3.02	3.11	3.06	3-3	f	60	有	15	-	-	無	無	S
22	3.49	3.58	3.53	3-4	f	65	-	-	-	無	-	無	T
23	3.58	3.64	3.61	3-5	f	65	-	-	-	無	-	無	T
24	3.72	3.78	3.75	3-6	f	70	-	-	-	無	-	無	T
25	3.79	3.83	3.81	3-7	f	70	-	-	-	無	-	無	T
26	3.87	3.91	3.89	3-8	f	70	-	-	-	無	-	無	T
27	3.89	3.94	3.91	3-9	f	70	-	-	-	無	-	無	T
28	4.03	4.10	4.06	4-1	f	60	-	-	-	無	-	無	T
29	4.13	4.20	4.16	4-2	f	55	有	35	-	-	無	無	S
30	4.19	4.27	4.23	4-3	f	65	有	35	-	-	無	無	S
31	5.11	5.19	5.15	5-1	f	65	有	80	-	-	無	無	S
32	5.30	5.34	5.32	5-2	f	35	-	-	-	無	-	無	T
33	5.35	5.37	5.36	5-3	f	30	-	-	-	無	-	無	T
34	5.41	5.42	5.41	5-4	f	20	-	-	-	無	-	無	T
35	5.52	5.53	5.52	5-5	f	15	-	-	-	無	-	無	T
36	5.56	5.59	5.57	5-6	f	25	-	-	-	無	-	無	T
37	5.62	5.65	5.63	5-7	f	25	-	-	-	無	-	無	T
38	5.64	5.66	5.65	5-8	f	25	-	-	-	無	-	無	T
39	5.68	5.70	5.69	5-9	f	25	-	-	-	無	-	無	T
40	5.71	5.73	5.72	5-10	f	25	-	-	-	無	-	無	T
41	5.78	5.79	5.78	5-11	f	25	-	-	-	無	-	無	T
42	5.82	5.84	5.83	5-12	f	25	-	-	-	無	-	無	T
43	5.91	5.97	5.94	5-13	f	55	-	-	-	無	-	無	T
44	5.95	5.97	5.96	5-14	f	55	-	-	-	無	-	無	T
45	6.03	6.05	6.04	6-1	f	45	-	-	-	無	-	無	T
46	6.08	6.09	6.08	6-2	f	10	-	-	-	無	-	無	T
47	6.11	6.12	6.11	6-3	f	15	-	-	-	無	-	無	T
48	6.14	6.15	6.14	6-4	f	15	-	-	-	無	-	無	T
49	6.23	6.24	6.23	6-5	f	15	-	-	-	無	-	無	T
50	6.28	6.29	6.28	6-6	f	10	-	-	-	無	-	無	T
51	6.38	6.39	6.38	6-7	f	15	-	-	-	無	-	無	T
52	6.40	6.41	6.40	6-8	f	15	-	-	-	無	-	無	T
53	6.42	6.43	6.42	6-9	f	15	-	-	-	無	-	無	T
54	6.44	6.46	6.45	6-10	f	20	-	-	-	無	-	無	T
55	6.75	6.77	6.76	6-11	f	25	-	-	-	無	-	無	T
56	6.78	6.79	6.78	6-12	f	17	-	-	-	無	-	無	T
57	6.84	6.85	6.84	6-13	f	17	-	-	-	無	-	無	T
58	6.87	6.89	6.88	6-14	f	15	-	-	-	無	-	無	T
59	6.91	6.93	6.92	6-15	f	15	-	-	-	無	-	無	T
60	6.96	6.97	6.96	6-16	f	15	-	-	-	無	-	無	T
61	6.99	7.00	6.99	6-17	f	15	-	-	-	無	-	無	T
62	7.00	7.02	7.01	7-1	f	25	-	-	-	無	-	無	T
63	7.07	7.14	7.10	7-2	f	75	-	-	-	無	-	無	T
64	7.21	7.22	7.21	7-3	f	10	-	-	-	無	-	無	T
65	7.22	7.28	7.25	7-4	f	70	-	-	-	無	-	無	T
66	7.40	7.41	7.40	7-5	f	5	-	-	-	無	-	無	T
67	7.59	7.60	7.59	7-6	f	5	-	-	-	無	-	無	T
68	7.70	7.71	7.70	7-7	f	5	-	-	-	無	-	無	T
69	7.74	7.75	7.74	7-8	f	5	-	-	-	無	-	無	T
70	7.74	7.80	7.76	7-9	f	35	-	-	-	無	-	無	T
71	7.84	8.85	7.84	7-10	f	15	-	-	-	無	-	無	T
72	8.03	8.10	8.06	8-1	f	70	-	-	-	無	-	無	T
73	8.03	8.14	8.08	8-2	f	70	-	-	-	無	-	無	T
74	8.25	8.38	8.31	8-3	f	70	-	-	-	無	-	無	T
75	8.57	8.65	8.61	8-4	f	70	-	-	-	無	-	無	T

割れ目データ(09-V250-MO3)

No.	割れ目深度(m)			割れ目 番号	タイプ	傾斜 (°)	鏡肌 有無	条線 レイク(°)	破断ステップ レイク(°)	羽毛構造 有無	断層岩 有無	炭酸塩 有無	成因
	上端	下端	中間										
76	8.60	8.71	8.65	8-5	f	75	-	-	-	無	-	無	T
77	8.72	8.85	8.78	8-6	f	70	-	-	-	無	-	無	T
78	8.76	8.81	8.78	8-7	f	55	-	-	-	無	-	無	T
79	8.93	9.00	8.96	8-8	f	80	-	-	-	無	-	無	T
80	8.98	9.00	8.99	8-9	f	40	-	-	-	無	-	無	T
81	9.07	9.20	9.13	9-1	f	70	-	-	-	無	-	無	T
82	9.22	9.25	9.23	9-2	f	40	-	-	-	無	-	無	T
83	9.28	9.30	9.29	9-3	f	45	-	-	-	無	-	無	T
84	9.37	9.39	9.38	9-4	f	30	-	-	-	無	-	無	T
85	9.93	10.00	9.96	9-5	f	65	-	-	-	無	-	無	T
86	10.00	10.03	10.10	10-1	f	40	-	-	-	無	-	無	T
87	10.09	10.14	10.11	10-2	f	70	-	-	-	無	-	無	T
88	10.20	10.25	10.22	10-3	f	75	-	-	-	無	-	無	T
89	10.48	10.55	10.51	10-4	f	75	-	-	-	無	-	無	T
90	10.50	10.65	10.57	10-5	f	75	-	-	-	無	-	無	T
91	10.58	10.65	10.61	10-6	f	75	-	-	-	無	-	無	T
92	10.66	10.80	10.73	10-7	f	85	-	-	-	無	-	無	T
93	10.87	10.90	10.88	10-8	f	75	-	-	-	無	-	無	T
94	11.02	11.07	11.04	11-1	f	60	有	15	-	-	無	無	S
95	11.09	11.11	11.10	11-2	f	25	-	-	-	無	-	無	T
96	11.02	11.27	11.14	11-3	f	85	-	-	-	無	-	無	T
97	11.21	11.35	11.28	11-4	f	80	-	-	-	無	-	無	T
98	11.40	11.47	11.43	11-5	f	70	有	15	-	-	無	無	S
99	11.63	11.67	11.65	11-6	f	40	-	-	-	無	-	無	T
100	11.70	11.72	11.71	11-7	f	20	-	-	-	無	-	無	T
101	11.82	11.85	11.83	11-8	f	40	-	-	-	無	-	無	T
102	11.88	11.93	1.90	11-9	f	50	有	15	-	-	無	無	S
103	11.92	11.97	11.94	11-10	f	55	有	15	-	-	無	無	S
104	12.00	12.13	12.06	12-1	f	70	-	-	-	無	-	無	T
105	12.60	12.67	12.63	12-2	f	60	有	170	-	-	無	無	S
106	12.62	12.72	12.67	12-3	f	65	有	170	-	-	無	無	S
107	12.68	12.75	12.71	12-4	f	55	有	170	-	-	無	無	S
108	13.23	13.24	13.23	13-1	f	15	-	-	-	無	-	無	T
109	13.43	13.44	13.43	13-2	f	20	-	-	-	無	-	無	T
110	13.85	13.90	13.87	13-3	f	55	-	-	-	無	-	無	T
111	14.16	14.17	14.16	14-1	f	30	有	16	-	-	無	無	S
112	14.20	14.22	14.21	14-2	f	30	有	160	-	-	無	無	S
113	14.26	14.27	14.26	14-3	f	25	有	170	-	-	無	無	S
114	14.28	14.29	14.28	14-4	f	20	有	170	-	-	無	無	S
115	14.47	14.50	14.48	14-5	f	30	-	-	-	無	-	無	T
116	14.69	14.75	14.72	14-6	f	45	-	-	-	無	-	無	T
117	15.28	15.40	15.34	15-1	f	70	-	-	-	無	-	無	T
118	15.56	15.60	15.58	15-2	f	80	有	90	-	-	無	無	S
119	15.62	15.78	15.70	15-3	f	85	有	10	-	-	無	無	S
120	15.82	15.83	15.82	15-4	f	15	-	-	-	無	-	無	T
121	15.85	15.95	15.90	15-5	f	80	有	80	-	-	無	無	S
122	15.89	15.91	15.90	15-6	f	15	-	-	-	無	-	無	T
123	16.01	16.08	16.04	16-1	f	80	-	-	-	無	-	無	T
124	16.05	16.21	16.13	16-2	f	80	-	-	-	無	-	無	T
125	16.13	16.21	16.17	16-3	f	90	-	-	-	無	-	無	T
126	16.22	16.33	16.27	16-4	f	70	有	145	-	-	無	無	S
127	16.45	16.55	16.50	16-5	f	80	有	170	-	-	無	無	S
128	16.49	16.74	16.61	16-6	f	85	有	-	-	-	無	無	S
129	16.69	16.83	16.76	16-7	f	70	有	110	-	-	無	無	S
130	16.82	16.83	16.82	16-8	f	5	-	-	-	無	-	無	T
131	16.77	16.92	16.84	16-9	f	70	有	0	-	-	無	無	S
132	16.88	16.96	16.92	16-10	f	70	有	-	-	-	無	無	S
133	16.96	17.00	16.98	16-11	f	55	有	-	-	-	無	無	S
134	17.00	17.03	17.01	17-1	f	45	-	-	-	無	-	無	T
135	17.18	17.24	17.21	17-2	f	50	有	80	-	-	無	無	S
136	17.40	17.48	17.44	17-3	f	70	-	-	-	無	-	無	T
137	17.42	17.52	17.47	17-4	f	65	有	80	-	-	無	無	TS
138	17.45	17.63	17.54	17-5	f	80	-	-	-	無	-	無	T
139	18.14	18.29	18.24	18-1	f	80	-	-	-	無	-	無	T
140	18.57	18.60	18.58	18-2	f	60	-	-	-	無	-	無	T
141	18.66	18.69	18.67	18-3	f	45	-	-	-	無	-	無	T
142	18.76	18.77	18.76	18-4	f	60	-	-	-	無	-	無	T
143	19.08	9.15	19.11	19-1	f	60	-	-	-	無	-	無	T
144	19.21	19.27	19.24	19-2	f	45	-	-	-	無	-	無	T
145	19.44	19.48	19.46	19-3	f	50	-	-	-	無	-	無	T
146	19.49	19.51	19.50	19-4	f	45	-	-	-	無	-	無	T
147	19.52	19.54	19.53	19-5	f	40	-	-	-	無	-	無	T
148	19.55	19.58	19.56	19-6	f	40	-	-	-	無	-	無	T
149	19.65	19.66	19.65	19-7	f	40	-	-	-	無	-	無	T
150	19.83	19.85	19.84	19-8	f	45	-	-	-	無	-	無	T

付録 3

色差計測定結果一覧表

This is a blank page.

色差計測定結果

09-V250-MO1

深度(m)	L*	a*	b*
0.80	34.5	0.5	4.1
0.90	33.3	1.0	5.1
1.00	34.6	1.3	6.2
1.10	34.1	0.5	5.1
1.20	33.7	1.1	5.2
1.30	32.7	1.1	5.1
1.40	33.0	1.5	5.9
1.50	31.4	0.8	4.6
1.60	32.0	1.0	4.5
1.70	32.3	0.9	4.3
1.80	31.4	1.2	5.6
1.90	32.2	0.9	4.4
2.00	32.4	1.3	5.5
2.10	32.7	0.8	4.6
2.20	33.0	1.2	5.2
2.30	32.0	0.6	4.4
2.45	33.2	0.9	4.9
2.50	32.2	0.9	4.9
2.60	31.8	0.9	4.9
2.70	32.3	1.1	5.5
2.80	32.4	1.1	5.6
2.90	31.3	0.9	4.5
3.00	30.8	0.9	4.7
3.10	30.9	0.9	4.9
3.20	30.2	0.7	4.9
3.30	31.3	0.9	5.2
3.40	32.4	1.1	5.6
3.50	31.7	0.9	5.2
3.60	31.8	0.9	5.1
3.70	31.0	1.1	5.0
3.80	32.4	1.5	6.1
3.90	31.5	1.2	4.9
4.00	31.5	0.9	5.3
4.10	31.8	0.7	4.8
4.20	31.7	1.2	5.3
4.30	31.2	0.8	4.4
4.40	31.0	0.6	4.5
4.50	31.4	0.8	4.9
4.60	31.5	0.7	4.5
4.70	31.8	1.3	5.2
4.80	31.4	0.9	4.7
4.90	31.1	1.0	4.9
5.00	33.3	0.9	4.9
5.10	32.5	1.2	5.2
5.20	32.2	0.7	4.7
5.30	33.3	0.9	5.5
5.40	31.9	1.0	5.3
5.50	33.7	1.0	5.1
5.70	31.9	1.3	4.8
5.80	31.5	0.8	4.5
5.90	30.7	0.8	4.5
6.05	32.3	1.0	5.3
6.10	32.3	1.1	5.2
6.20	32.8	1.2	4.9
6.30	31.0	1.4	4.9
6.40	30.8	1.1	4.8
6.60	32.1	1.2	5.2
6.70	31.8	1.2	4.2
6.80	31.9	1.0	5.2
6.90	29.3	1.1	5.8
7.00	32.4	0.8	4.7
7.10	31.8	1.0	5.1
7.20	32.0	0.9	4.9
7.30	30.6	0.9	4.3
7.40	33.0	0.7	4.0
7.50	30.8	0.7	4.6
7.70	31.1	0.5	4.5
7.90	30.4	0.6	4.4
8.00	31.8	0.9	5.2
8.10	31.7	0.9	4.4

09-V250-MO2

深度(m)	L*	a*	b*
0.30	31.8	1.1	5.1
0.40	31.0	1.2	3.9
1.00	33.3	1.2	4.3
1.10	33.2	0.9	3.9
1.20	31.2	1.2	4.0
1.40	30.3	1.4	4.7
1.70	29.4	0.4	2.9
1.80	29.5	0.6	2.8
2.20	27.8	0.7	2.4
2.30	27.8	0.5	2.2
2.40	28.1	0.2	2.1
2.50	29.4	0.6	2.9
2.60	29.6	0.3	2.9
2.70	28.8	1.0	3.1
2.80	29.3	0.7	2.5
2.90	29.0	0.3	2.7
3.00	30.7	0.4	2.7
3.10	29.9	0.8	3.0
3.20	27.9	1.2	3.0
3.30	28.8	0.7	2.5
3.40	29.7	0.3	2.8
3.50	29.2	1.0	3.1
3.60	29.6	0.8	3.4
3.70	29.5	0.6	3.2
3.90	29.2	0.8	4.2
4.15	32.0	0.2	2.2
4.20	29.7	0.5	2.6
4.25	29.6	0.6	2.6
4.45	28.8	0.9	2.8
4.50	30.1	0.5	3.3
4.70	30.8	0.6	3.3
4.80	29.8	0.8	3.9
4.85	30.2	0.5	3.3
5.15	30.2	0.4	3.0
5.20	29.8	1.0	3.9
5.30	30.9	0.6	3.6
5.40	30.7	0.3	3.7
5.45	30.5	0.4	3.4
5.55	30.4	0.6	3.8
5.65	31.3	0.7	4.0
5.70	29.8	0.7	4.0
5.80	39.6	1.5	8.5
6.05	32.0	0.0	3.3
6.10	31.7	0.3	3.5
6.20	30.0	0.2	3.3
6.30	30.3	0.3	3.5
6.40	31.5	0.4	3.8
6.50	31.3	0.4	3.1
6.60	30.7	0.1	3.6
6.80	31.1	0.1	3.3
7.00	33.2	0.1	3.7
7.10	32.9	0.2	3.9
7.20	32.0	0.3	4.1
7.30	32.1	0.6	4.0
7.40	33.2	0.7	4.5
7.50	32.1	0.3	4.3
7.60	32.6	0.8	4.6
7.90	31.5	0.3	3.7
8.00	31.7	0.2	3.1
8.10	31.1	-0.2	3.4
8.20	31.3	0.3	4.0
8.30	32.6	0.2	4.2
8.40	32.6	0.4	4.3
8.55	32.6	0.1	4.3
8.60	33.0	0.3	4.3
8.70	32.1	0.3	3.9
8.80	31.6	0.4	4.0
8.90	32.0	0.7	4.2
9.00	32.8	0.1	3.0
9.10	32.3	0.5	4.0

09-V250-MO3

深度(m)	L*	a*	b*
1.50	29.1	-0.1	2.0
1.70	31.3	0.4	2.7
1.80	29.9	0.0	2.4
1.90	29.9	0.4	2.9
2.05	29.1	0.3	2.3
2.10	28.3	-0.3	1.6
2.15	29.2	0.3	2.8
2.25	30.2	0.5	3.3
2.30	30.7	0.5	3.2
2.40	30.5	0.1	3.5
2.50	32.2	0.6	4.5
2.60	30.1	0.4	3.3
2.70	30.8	0.2	3.0
2.80	30.2	0.1	2.6
2.90	30.5	0.3	2.7
3.00	30.5	0.2	2.6
3.10	30.1	0.7	3.2
3.20	28.8	1.0	2.6
3.30	29.6	0.4	2.9
3.40	28.6	0.9	2.7
3.50	29.9	0.9	3.2
3.60	29.8	0.4	2.9
3.70	30.1	0.7	3.5
3.80	31.0	1.0	3.6
3.90	30.9	0.9	3.3
4.00	32.5	0.0	3.4
4.10	32.1	-0.1	3.5
4.20	31.9	0.0	3.3
4.30	30.6	0.0	3.4
4.40	31.1	0.2	3.3
4.50	31.0	0.0	3.2
4.55	30.5	-0.6	4.2
4.85	31.5	0.4	3.0
4.95	31.6	0.2	4.2
5.15	32.1	0.6	4.1
5.20	32.4	0.4	4.2
5.30	32.4	0.0	3.9
5.40	31.4	-0.3	3.3
5.55	31.3	0.1	3.6
5.60	31.2	0.1	3.5
5.70	33.4	-0.3	3.7
5.80	32.6	0.4	4.1
5.90	32.1	0.4	3.7
6.00	33.6	0.3	3.2
6.10	32.8	0.1	3.6
6.20	31.9	0.3	3.7
6.30	31.4	0.7	3.9
6.45	32.0	0.0	3.7
6.50	30.6	0.7	3.4
6.60	33.1	0.3	3.9
6.70	33.3	0.5	3.7
6.80	31.8	0.4	3.8
6.90	30.2	0.8	3.3
7.00	32.8	0.1	3.2
7.10	32.8	-0.1	2.9
7.25	32.7	0.5	3.6
7.30	31.2	0.8	3.7
7.40	31.2	0.3	3.5
7.50	31.4	0.1	3.1
7.60	30.9	0.6	3.3
7.70	31.1	0.3	2.9
7.80	30.8	0.1	2.7
8.05	31.7	0.4	3.0
8.10	31.3	0.3	2.5
8.20	32.4	0.4	3.3
8.30	32.5	0.5	3.1
8.40	30.4	0.5	3.5
8.50	30.5	0.3	2.7
8.60	29.4	0.4	2.5
8.70	29.7	-0.1	2.0

色差計測定結果

09-V250-MO1

深度(m)	L*	a*	b*
8.15	31.9	1.1	5.3
8.30	31.1	0.4	4.1
8.40	32.2	1.0	4.9
8.50	31.5	0.9	5.0
8.60	30.2	1.0	5.4
8.75	31.1	0.4	4.3
8.85	31.5	0.6	4.4
8.90	32.8	0.8	5.1
9.00	32.0	0.5	4.7
9.10	31.1	0.8	4.0
9.20	32.1	0.9	4.8
9.30	31.6	0.6	4.7
9.40	31.9	0.9	5.1
9.45	31.6	0.5	5.0
9.80	31.0	0.5	5.2
9.95	32.7	0.8	4.9
10.00	32.2	0.6	4.5
10.10	30.9	1.1	5.3
10.20	32.4	0.5	5.7
10.30	32.4	1.1	5.3
10.40	32.4	0.8	5.5
10.50	30.6	0.9	5.0
10.60	31.7	0.5	4.2
10.70	31.1	0.7	4.2
10.80	31.8	1.0	5.0
10.90	32.0	0.8	4.7
11.00	32.4	0.6	5.1
11.10	32.4	0.7	5.0
11.20	31.0	0.5	4.8
11.30	32.5	0.9	5.1
11.40	31.3	0.5	4.2
11.50	31.5	0.8	4.6
11.60	31.2	0.8	4.6
11.70	31.3	0.6	4.8
11.80	31.0	0.8	4.0
11.90	31.7	0.7	4.5
12.00	31.0	0.6	4.0
12.10	32.3	0.8	5.1
12.20	31.4	0.3	4.4
12.60	32.0	0.1	3.7
12.70	29.7	0.5	3.7
12.80	30.5	0.5	4.2
12.85	30.9	0.5	4.0
13.00	32.3	0.8	4.9
13.10	31.4	0.5	4.0
13.20	30.7	0.5	4.5
13.30	30.8	1.4	4.8
13.40	31.9	1.0	4.9
13.50	31.4	0.5	4.7
13.55	30.9	0.8	4.4
13.70	43.1	1.3	9.0
13.85	30.5	0.6	3.7
13.90	30.7	0.7	3.5
14.00	31.3	0.9	4.6
14.10	31.0	0.9	4.7
14.20	30.3	0.6	3.2
14.30	30.9	0.9	4.2
14.40	32.2	0.8	4.4
14.50	31.3	0.5	4.4
14.60	31.3	0.9	4.3
14.70	30.7	1.0	4.6
14.80	31.1	1.2	4.6
14.90	30.9	1.0	4.5
15.00	32.1	0.6	3.6
15.10	30.7	0.8	3.7
15.20	30.9	0.7	4.5
15.25	29.7	0.9	4.9
15.40	30.7	0.9	3.9
15.50	31.6	0.8	4.3
15.60	30.5	0.6	3.5
15.70	30.8	0.6	3.7
15.85	32.9	0.6	4.1

09-V250-MO2

深度(m)	L*	a*	b*
9.20	32.2	0.2	3.6
9.30	33.1	-0.1	3.5
9.40	33.4	0.9	4.0
9.50	32.4	0.3	4.2
9.60	32.0	0.3	4.3
9.70	31.3	0.5	3.7
9.80	30.9	0.1	2.9
9.90	32.0	0.3	4.1
10.05	31.9	0.1	4.1
10.10	30.7	0.7	5.4
10.15	30.8	0.6	4.9
10.25	31.8	0.5	3.9
10.30	31.0	0.6	3.6
10.45	32.3	0.5	4.2
10.50	31.2	0.6	3.9
10.60	31.2	0.6	3.9
10.70	31.1	0.2	3.1
10.80	32.0	0.6	4.0
10.90	31.5	0.3	3.3
11.00	32.4	0.2	2.8
11.10	32.0	0.2	3.7
11.20	31.3	0.5	3.8
11.30	30.9	0.6	3.6
11.40	32.6	0.9	4.7
11.50	31.2	0.3	4.3
11.60	30.1	0.5	3.2
11.70	30.6	0.5	3.4
11.80	30.5	0.2	3.4
11.90	31.1	0.5	3.6
12.00	31.7	0.3	3.2
12.10	30.4	0.3	3.4
12.20	31.1	0.1	2.5
12.30	30.9	0.4	2.3
12.40	31.6	-0.1	2.6
12.50	31.8	0.3	3.5
12.60	30.3	0.2	3.1
12.70	31.5	0.6	3.3
12.80	30.6	0.6	3.0
12.95	31.0	0.6	3.3
13.00	30.1	0.6	3.2
13.10	32.3	0.7	4.6
13.20	30.3	0.7	3.3
13.30	31.0	0.8	3.6
13.40	30.2	0.7	3.1
13.45	30.7	0.6	3.2
13.60	30.0	0.5	3.3
13.70	29.0	0.4	3.1
13.80	30.0	0.7	3.4
13.90	27.9	0.3	2.4
14.05	29.8	0.8	3.4
14.10	30.0	0.7	3.1
14.20	29.6	0.4	3.0
14.30	29.4	0.8	3.1
14.40	30.2	0.7	3.0
14.50	29.0	0.5	3.6
14.60	29.1	0.6	3.3
14.70	29.3	0.5	3.2
14.80	28.9	0.6	2.9
14.90	28.5	0.6	2.6
15.00	29.0	0.6	2.9
15.10	29.5	0.9	3.8
15.20	29.7	0.4	3.4
15.30	29.5	0.1	2.4
15.40	30.6	0.8	2.8
15.50	30.5	0.7	2.9
15.60	30.4	1.1	3.8
15.70	29.3	0.7	3.3
15.80	28.6	0.8	3.2
15.90	29.2	0.7	2.7
16.00	29.7	0.7	3.1
16.10	30.9	0.9	3.5
16.20	29.4	0.3	2.5

09-V250-MO3

深度(m)	L*	a*	b*
8.80	30.2	0.7	3.0
8.90	29.3	0.9	2.9
9.00	32.2	0.4	3.2
9.10	30.5	0.6	3.3
9.25	29.8	0.2	2.7
9.30	30.5	0.8	3.2
9.40	28.9	0.2	2.3
9.85	28.1	0.8	2.6
9.90	28.1	0.7	2.3
10.00	27.9	0.1	1.7
10.10	28.5	0.6	2.1
10.20	30.5	1.2	4.4
10.35	29.1	0.9	3.0
10.45	29.0	0.6	2.6
10.50	28.6	0.9	2.4
10.60	28.3	1.0	2.1
10.75	29.3	0.7	2.6
10.80	28.3	1.0	2.3
10.90	28.9	0.6	2.1
11.00	29.0	0.4	2.3
11.10	28.8	0.2	1.6
11.20	29.6	0.6	2.6
11.30	29.7	0.2	2.0
11.40	28.1	0.1	1.9
11.50	28.2	0.4	2.0
11.60	29.5	0.4	2.2
11.70	28.0	0.6	2.2
11.80	28.4	0.5	2.3
11.90	28.7	0.3	2.1
12.00	30.9	1.2	4.3
12.10	29.4	1.0	3.1
12.20	28.4	0.5	2.8
12.30	28.5	0.4	2.2
12.40	30.1	0.4	2.4
12.50	29.5	0.6	3.2
12.60	30.0	0.4	2.6
12.70	29.7	0.6	3.2
12.80	29.6	0.2	2.9
12.90	30.1	0.6	3.2
13.00	30.8	0.6	3.4
13.10	30.1	0.8	3.3
13.20	29.8	0.5	3.7
13.30	31.4	0.2	4.3
13.40	30.7	0.6	3.7
13.50	29.9	0.3	2.9
13.60	30.5	0.6	3.4
13.70	29.9	0.4	3.4
13.80	30.5	0.5	3.1
13.90	30.1	0.4	3.1
14.00	30.4	0.3	3.4
14.10	31.9	0.0	3.1
14.20	30.3	-0.3	2.1
14.30	31.0	0.5	3.2
14.35	30.9	0.1	3.0
14.45	32.7	0.2	3.5
14.50	31.4	0.2	3.3
14.60	32.3	0.2	2.7
14.70	31.8	0.3	3.1
14.80	32.5	0.2	3.4
14.90	32.1	0.3	3.2
15.00	31.7	-0.1	2.4
15.10	30.7	0.4	2.6
15.20	32.2	0.3	3.0
15.30	31.8	-0.3	2.1
15.40	32.7	-0.1	2.5
15.55	29.9	0.1	2.7
15.80	30.8	0.1	3.1
15.90	30.9	0.2	3.2
16.00	31.9	0.1	3.4
16.15	31.6	0.5	3.0
16.20	31.6	0.1	2.9
16.30	30.0	0.5	2.7

色差計測定結果

09-V250-MO1

深度(m)	L*	a*	b*
15.95	31.7	0.8	4.4
16.00	31.2	0.7	4.2
16.10	31.6	0.4	3.8
16.20	31.1	0.7	3.5
16.30	31.8	0.5	4.0
16.40	32.2	0.4	4.5
16.50	31.9	0.6	4.3
16.60	31.7	0.7	4.0
16.70	30.8	0.8	3.9
16.80	33.3	1.4	5.9
16.90	33.6	1.4	5.7
17.00	32.7	0.9	4.8
17.10	32.2	0.6	4.5
17.20	32.8	0.6	4.7
17.30	32.3	0.8	4.3
17.40	32.6	0.5	4.2
17.50	32.5	0.6	4.3
17.60	31.8	0.5	4.2
17.70	32.6	0.8	4.6
17.80	33.0	0.3	4.1
17.90	32.5	1.3	5.8
18.00	30.0	0.9	4.5
18.10	31.2	0.9	4.2
18.20	30.8	0.9	4.6
18.30	31.5	0.7	4.4
18.40	31.9	0.9	4.6
18.50	31.6	1.0	5.0
18.60	32.1	1.0	4.8
18.70	31.5	1.0	4.2
18.80	32.7	1.4	5.3
18.90	31.1	0.9	3.9
19.10	36.0	1.1	5.8
19.20	39.0	1.0	7.0
19.30	37.7	0.7	6.2
19.75	40.2	1.0	6.7
19.90	38.3	0.9	6.6

09-V250-MO2

深度(m)	L*	a*	b*
16.30	30.2	0.4	2.6
16.40	29.4	0.6	2.8
16.50	28.6	1.1	2.9
16.60	29.3	0.8	2.3
16.70	30.4	1.0	3.4
16.80	29.5	0.8	3.5
16.90	28.6	1.0	3.1
17.00	30.2	0.6	3.4
17.10	29.6	0.6	2.9
17.20	30.1	0.4	2.5
18.15	30.2	0.5	2.6
18.20	29.2	0.2	2.5
18.30	27.6	0.2	2.2
18.40	27.5	0.1	2.0
18.50	28.4	-0.1	1.9
18.60	28.8	0.5	2.4
18.70	28.3	0.6	2.5
18.80	28.7	0.8	2.5
18.90	29.2	0.7	3.0
19.00	28.7	0.5	2.3
19.10	28.3	0.0	2.2
19.20	29.2	0.7	2.5
19.30	28.0	0.6	2.3
19.40	29.1	0.2	2.5
19.50	28.9	0.6	2.3
19.60	29.6	0.0	2.2
19.70	29.7	0.3	2.5
19.80	29.7	0.5	2.4
19.90	30.2	0.3	2.4
19.95	28.6	0.1	2.3

09-V250-MO3

深度(m)	L*	a*	b*
16.50	30.3	0.4	2.9
16.60	30.1	0.4	2.7
16.70	30.7	0.4	3.2
16.80	30.8	0.3	3.1
16.90	28.9	0.2	2.4
17.00	30.0	0.4	2.2
17.10	29.6	0.7	2.9
17.20	30.1	0.3	2.6
17.25	30.4	0.4	2.9
17.40	30.1	0.6	2.9
17.50	30.5	0.4	2.9
17.60	30.2	0.7	3.0
17.70	30.6	0.3	3.3
17.80	30.1	0.4	2.8
17.90	30.7	0.3	2.6
18.05	30.2	0.5	2.8
18.10	30.0	0.5	2.8
18.20	29.8	0.5	2.8
18.30	29.7	0.5	3.0
18.40	29.6	0.7	3.0
18.50	29.5	0.6	2.9
18.60	29.1	0.6	3.0
18.70	29.4	0.4	2.6
18.80	28.9	0.6	3.2
18.90	29.5	0.5	3.0
19.00	31.1	0.9	4.2
19.10	29.7	0.3	2.5
19.20	30.3	0.8	3.5
19.30	29.1	0.7	3.0
19.40	29.4	1.0	3.7
19.60	28.6	0.6	2.7
19.70	28.7	0.5	2.9
19.80	30.1	0.4	2.9
19.90	29.3	0.6	3.4
20.00	29.7	0.6	3.9

This is a blank page.

付録 4

岩芯柱状図

This is a blank page.

孔名	09-V250-M01	深度	0.00 [m] ~ 1.00 [m]	縮尺	1 / 5						
RQD	-	コア回収率	92 [%]	記載者							
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-H	記載日	2009. 11. 12.						
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 1本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a *b」	硬さ「L」
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 成因			
0-68	0.00~0.68m 吹付 コンクリート										
67-68				68	f	10	-	-	-	D	
68-76											
76-83				75-76	f	5	-	-	-	D	
83-80	0.68~1.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α			0-1	f	70	SS	SL (40)	-	S	0.68~0.76m 角礫状~岩片状。
80-90											
90-100											
99-100				99	f	10	-	-	-	D	

【タイプ】
 h-f: 連続割れ目
 f: 非連続割れ目
 o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
 SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
 SL: 条線 (スリッケンライン) (slikenline) が認められる
 条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
 ST: スリッケンステップ (slikenstep) が認められる
 割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
 -: なし

【断層岩】
 f-b: 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、破砕岩片の含有率が30%以上
 断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
 f-g: 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、破砕岩片の含有率が30%以下
 断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
 f-gs: 面結した黒色細粒な断層破砕物質を伴う割れ目
 -: なし

【成因】
 S: 剪断 (shear) 割れ目
 (鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
 T: 引っ張り (tension) 割れ目
 (羽毛状構造を伴う)
 D: 機械割れ目
 (掘削時またはその後の取扱時に
 機械的に割れたもの)

岩芯柱状図(09-V250-M01孔) (1/20)

孔名	09-V250-M01	深度	1.00 [m] ~ 2.00 [m]	縮尺	1 / 5									
RQD	48	コア回収率	98 [%]	記載者										
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 12.									
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 1本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 [a] [b]	硬さ [L]			
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因		
10	1.00~2.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		07	10	f	50	-	-	-	-	D			
12			12	f	0	-	-	-	-	-	D			
26			27	f	5	-	-	-	-	-	D			
28			28	f	0	-	-	-	-	-	D			
37			37	f	0	-	-	-	-	-	D			
48			48	f	0	-	-	-	-	-	D			
49			49	f	0	-	-	-	-	-	D			
72			74	1-1	f	23	-	-	-	-	-	T		
78			78	f	0	-	-	-	-	-	-	D		
81			82	f	5	-	-	-	-	-	-	D		
83	84	f	5	-	-	-	-	-	-	D				
86	87	f	5	-	-	-	-	-	-	D				
90	90	f	0	-	-	-	-	-	-	D	D割れ目はコアの回転により面に磨耗が見られるものが多い。			
92	92	f	0	-	-	-	-	-	-	D				
96	96	f	0	-	-	-	-	-	-	D		1.96~2.00m 角礫状。		

【タイプ】
h-f: 癒着割れ目
f: 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- :なし

【断層岩】
f-b: 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g: 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs: 固結した黒色細粒断層破砕物質を伴う割れ目
- :なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M01孔) (2/20)

孔名	09-V250-M01	深度	2.00 [m] ~ 3.00 [m]	縮尺	1 / 5								
RQD	39	コア回収率	87 [%]	記載者									
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 12.								
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 2本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 [*a *b]	硬さ [L]		
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因	
00				00	f	0	-	-	-	-	D		
15	2.00~3.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α			15	f	0	-	-	-	-	D	D割れ目はコアの回転により面に磨耗が見られるものが多い。	
18				18	f	0	-	-	-	-	D		
21				21	f	0	-	-	-	-	D		
23				23	f	0	-	-	-	-	D		
25				25	f	0	-	-	-	-	D		
27				27	f	0	-	-	-	-	D		
31				31	f	0	-	-	-	-	D		
33				33	f	0	-	-	-	-	D		
36				36	f	0	-	-	-	-	D		
44						44	f	0	-	-	-		D
57				58	f	10	-	-	-	D	2.44~2.58m 円錐孔底作成のためコア無し。		
80				86	2-1	f	50	-	-	-	T		
90				90	f	0	-	-	-	-	D		
96				96	f	5	-	-	-	-	D		
97				97	f	5	-	-	-	-	D		
97				00	2-2	f	40	-	-	-	T		

【タイプ】
 h-f: 癒着割れ目
 f : 非癒着割れ目
 o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
 SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
 SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
 条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
 ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
 割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
 - : なし

【断層岩】
 f-b : 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、破砕岩片の含有率が30%以上
 断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
 f-g : 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、破砕岩片の含有率が30%以下
 断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
 f-gs : 固結した黒色細粒断層破砕物質を伴う割れ目
 - : なし

【成因】
 S: 剪断 (shear) 割れ目
 (鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
 T: 引っ張り (tension) 割れ目
 (羽毛状構造を伴う)
 D: 機械割れ目
 (掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M01孔) (3/20)

孔名	09-V250-M01	深度	3.00 [m] ~ 4.00 [m]	縮尺	1 / 5									
RQD	0	コア回収率	98 [%]	記載者										
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 13.									
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 3本, o-f: 0本					その他記載 (割れ目充填物など)	色調 [a, b]	硬さ [L]				
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜角度	割れ目面の特徴				断層岩	成因		
10	3.00~4.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		04	04	f	0	-	-	-	-	D	D割れ目はコアの回転により面に磨耗が見られるものが多い。		
10			00	f	0	-	-	-	-	-	D			
14			14	f	0	-	-	-	-	-	D			
16			16	f	0	-	-	-	-	-	D			
17			17	f	0	-	-	-	-	-	D			
19			19	f	0	-	-	-	-	-	D			
24			24	f	0	-	-	-	-	-	D			
25			25	f	0	-	-	-	-	-	D			
27			27	f	0	-	-	-	-	-	D			
30			30	f	0	-	-	-	-	-	D			
39			39	f	0	-	-	-	-	-	D			
40			40	f	0	-	-	-	-	-	D			
42			42	f	0	-	-	-	-	-	D			
46			46	f	0	-	-	-	-	-	D			
49			49	f	0	-	-	-	-	-	D			
51			51	f	0	-	-	-	-	-	D			
53			53	f	0	-	-	-	-	-	D			
58			59	f	5	-	-	-	-	-	D			
61	62	f	5	-	-	-	-	-	D					
64	64	f	0	-	-	-	-	-	D					
67	67	f	0	-	-	-	-	-	D					
70	70	f	0	-	-	-	-	-	D					
77	76	3-1	f	35	-	-	-	-	T	3.70~3.77m 角礫状。				
81	78	3-2	f	45	SS	SL (75)	-	-	S	3.79~3.88m 角礫状。				
82	79	3-3	f	45	SS	SL (80)	-	-	S					
88	87	f	10	-	-	-	-	-	D					
90	90	f	0	-	-	-	-	-	D					
96	96	f	0	-	-	-	-	-	D					

[タイプ]
h-f: 露着割れ目
f : 非露着割れ目
o-f: 開口割れ目
[割れ目面の特徴]
SS: 鏡肌 (slicenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

[断層岩]
f-b : 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 断層ガワジを伴う割れ目
断層ガワジは基質と岩片が未固結で、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガワジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

[成因]
S: 剪断 (shear) 割れ目 (鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目 (羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目 (掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M01孔) (4/20)

孔名	09-V250-M01	深度	4.00 [m] ~ 5.00 [m]	縮尺	1 / 5							
RQD	0	コア回収率	98 [%]	記載者								
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 12.							
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 8本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a *b」	硬さ 「L」	
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層岩				成因
00	4.00~5.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		02	f	0	-	-	-	-	D		
06			f	0	-	-	-	-	D	4.06~4.07m 角礫状。機械割れ。		
07			f	0	-	-	-	-	D			
09			f	0	-	-	-	-	D			
11			f	0	-	-	-	-	D			
13			f	0	-	-	-	-	D			
15			f	0	-	-	-	-	D			
16			f	0	-	-	-	-	D			
19			f	5	-	-	-	-	D			
22			f	0	-	-	-	-	D			
24			f	0	-	-	-	-	D			
26			f	0	-	-	-	-	D	4.26~4.28m 角礫状。機械割れ。		
28			f	0	-	-	-	-	D			
28			f	65	SS	SL (140)	-	-	S	D割れ目はコア の回転により 面に磨耗が 見られるもの が多い。		
32			f	0	-	-	-	-	D			
35			f	0	-	-	-	-	D			
37			f	0	-	-	-	-	D			
37			f	55	SS	SL ST (10) (190)	-	-	S			
47			f	5	-	-	-	-	D			
48			f	50	SS	-	-	-	TS			
55	f	0	-	-	-	-	D					
55	f	50	SS	-	-	-	TS					
60	f	0	-	-	-	-	D					
62	f	0	-	-	-	-	D					
63	f	0	-	-	-	-	D					
63	f	50	SS	-	-	-	TS					
66	f	60	SS	-	-	-	TS					
71	f	0	-	-	-	-	D	4.66~4.71m 角礫状。				
71	f	50	SS	SL (100)	-	-	S					
75	f	0	-	-	-	-	D					
77	f	0	-	-	-	-	D					
79	f	0	-	-	-	-	D					
83	f	0	-	-	-	-	D					
85	f	0	-	-	-	-	D					
83	f	50	SS	SL (80)	-	-	S					
92	f	0	-	-	-	-	D					
94	f	0	-	-	-	-	D					
96	f	0	-	-	-	-	D					
98	f	0	-	-	-	-	D					

【タイプ】
h-f: 露着割れ目
f : 非露着割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b: 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g: 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs: 固結した黒色細粒な断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に
機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M01孔) (5/20)

孔名	09-V250-M01	深度	5.00 [m] ~ 6.00 [m]	縮尺	1 / 5										
RQD	0	コア回収率	95 [%]	記載者											
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 12.										
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 11本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「a」 「b」	硬さ 「L」				
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因			
10	5.00~6.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α やや粗粒で コアの乾きが やや早い		07	09	5-1	f	50	-	-	-	-	T	5.11~5.20m 岩片状。		
11			11		f	0	-	-	-	-	-	D			
20			17	5-2	f	50	-	-	-	-	-	T			
25			20	5-3	f	50	-	-	-	-	-	T			
25			25		f	0	-	-	-	-	-	D			
33			31	5-4	f	35	-	-	-	-	-	T			
34			34		f	0	-	-	-	-	-	D			
36			36		f	0	-	-	-	-	-	D			
39			39		f	0	-	-	-	-	-	D			
41			39	5-5	f	20	-	-	-	-	-	T			
41			41		f	0	-	-	-	-	-	D			
43	43	5-6	f	10	-	-	-	-	-	T					
44	46	5-7	f	30	-	-	-	-	-	T					
46	46	5-8	f	5	-	-	-	-	-	T					
49	48	5-9	f	35	-	-	-	-	-	T					
52	51	5-10	f	5	-	-	-	-	-	T					
60												5.51~5.66m 角礫状~岩片状。			
66			66			f	0	-	-	-	-	D			
68			68			f	0	-	-	-	-	D			
78			78			f	0	-	-	-	-	D	5.68~5.78m 角礫状。		
88			84	5-11	f	55	-	-	-	-	-	T			
92			96			f	0	-	-	-	-	D	5.92~5.96mの D割れ目面は波状。 5.92~6.00m 岩片状。		

【タイプ】
h-f: 癒着割れ目
f : 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b : 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、破碎岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 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、破碎岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒断層破碎物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M01孔) (6/20)

孔名	09-V250-M01	深度	6.00 [m] ~ 7.00 [m]	縮尺	1 / 5								
RQD	0	コア回収率	96 [%]	記載者									
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 12.								
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 4本, o-f: 0本					その他記載 (割れ目充填物など)	色調 [a*b]	硬さ [L]			
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜角度	割れ目面の 特徴				断層岩	成因	
10 20 30 40 50 60 70 80 90	6.00~7.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α 6.00~6.30m やや粗粒で コアの乾きが やや早い		02	06	6-1	f	45	- - -	-	T			
			11	11		f	0	- - -	-	D			
			14	11	6-2	f	40	SS SL (80)	- - -	-	S		
			19	19		f	0	- - -	-	D			
			21	21		f	0	- - -	-	D			
			22	25	6-3	f	40	- - -	-	T	6.21~6.25m 角礫状。		
			30	30		f	0	- - -	-	D	6.30~6.32m 岩片状。		
			32	32		f	0	- - -	-	D			
			34	34		f	0	- - -	-	D			
			34	36	6-4	f	30	- - -	-	T			
			39	39		f	0	- - -	-	D			
			42	42		f	0	- - -	-	D	6.42~6.43m 岩片状。機械割れ。		
			43	43		f	0	- - -	-	D			
			44	44		f	0	- - -	-	D			
			46	46		f	0	- - -	-	D	6.46~6.50m 岩片状。機械割れ。		
			48	48		f	0	- - -	-	D			
			50	50		f	0	- - -	-	D			
			52	52		f	0	- - -	-	D			
			53	53		f	0	- - -	-	D	6.53~6.56m 角礫状。機械割れ。		
			56	56		f	0	- - -	-	D			
57	57		f	0	- - -	-	D						
60	60		f	0	- - -	-	D						
62	62		f	0	- - -	-	D	D割れ目はコア の回転により 面に磨耗や 岩片破砕が 見られるもの が多い。					
64	64		f	0	- - -	-	D						
65	65		f	0	- - -	-	D						
69	69		f	0	- - -	-	D						
71	71		f	0	- - -	-	D						
72	72		f	0	- - -	-	D						
85	85		f	0	- - -	-	D	6.85~6.89m 岩片状。機械割れ。					
89	89		f	0	- - -	-	D						
90	90		f	0	- - -	-	D	6.90~7.00m 角礫状。					

[タイプ]
h-f: 癒着割れ目
f: 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目
[割れ目面の特徴]
SS: 鏡肌 (slicken-side) が認められる
SL: 糸線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
糸線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

[断層岩]
f-b: 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g: 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs: 面結した黒色細粒な断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

[成因]
S: 剪断 (shear) 割れ目 (鏡肌、糸線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目 (羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目 (掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M01孔) (7/20)

孔名	09-V250-M01	深度	7.00 [m] ~ 8.00 [m]	縮尺	1 / 5											
RQD	0	コア回収率	95 [%]	記載者												
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 12.											
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 5本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ 「J」 「L」					
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因				
10	7.00~8.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		05	09	7-1	f	50	-	-	-	T	7.00~7.10m 角礫状~岩片状。				
10			10	7-2	f	45	SS	SL (125)	-	-	S					
13			12	7-3	f	25	-	-	-	-	T					
13			18	7-4	f	65	-	-	-	-	T					
19			19	7-5	f	70	-	-	-	-	T					
27			26		f	10	-	-	-	-	D	7.33~7.48m 角礫状~岩片状。				
27			27		f	0	-	-	-	-	D					
33			33		f	0	-	-	-	-	D					
48			48		f	0	-	-	-	-	D					
49			49		f	0	-	-	-	-	D					
50					52	52		f	0	-	-	-	D	7.49~7.52m 角礫状。機械割れ。		
58			58		f	0	-	-	-	-	D					
59			59		f	0	-	-	-	-	D					
61			61		f	0	-	-	-	-	D					
62			62		f	0	-	-	-	-	D					
60					63	63		f	0	-	-	-	D	7.62~7.67m 角礫状~岩片状。 機械割れ。		
64			64		f	0	-	-	-	-	D					
67			67		f	0	-	-	-	-	D					
68			69		f	5	-	-	-	-	D					
72			72		f	0	-	-	-	-	D					
70			78	78		f	0	-	-	-	D	7.72~7.78m 角礫状~岩片状。				
79	79		f	0	-	-	-	-	D							
81	81		f	0	-	-	-	-	D							
83	83		f	0	-	-	-	-	D							
85	85		f	0	-	-	-	-	D							
80			87	87		f	0	-	-	-	D	D割れ目はコア の回転により 面に磨耗や 岩片破砕が 見られるものが 多い。				
87	87		f	0	-	-	-	-	D							
89	89		f	0	-	-	-	-	D							
92	92		f	0	-	-	-	-	D							
90			92	92		f	0	-	-	-	D		7.89~7.92m 角礫状~岩片状。			

【タイプ】
h-f: 磨削割れ目
f : 非磨削割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の
特徴】
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b : 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に
機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M01孔) (8/20)

孔名	09-V250-M01	深度	8.00 [m] ~ 9.00 [m]	縮尺	1 / 5									
RQD	0	コア回収率	98 [%]	記載者										
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 12.									
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 1本, o-f: 0本					その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ 「L」				
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴				断層 岩	成因		
10			05	05	f	0	-	-	-	D				
			07	07	f	0	-	-	-	D				
			08	08	f	0	-	-	-	D				
			11	12	f	0	-	-	-	D				
			13	13	f	0	-	-	-	D				
			15	15	f	0	-	-	-	D				
			18	18	f	0	-	-	-	D				
			20	20	f	0	-	-	-	D				
			21	21	f	0	-	-	-	D				
			23	23	f	0	-	-	-	D	8.20~8.28m 角礫状~岩片状。			
20	8.00~9.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		28	28	f	0	-	-	-	D				
			32	33	f	5	-	-	-	D				
			37	36	f	5	-	-	-	D				
			37	43	8-1	f	55	SS	SL (30)	-	S	8.36~8.43m 岩片状。		
			45	45	f	0	-	-	-	D				
30			50	50	f	5	-	-	-	D	コア周縁基点の 羽毛構造あり。			
			58	58	f	0	-	-	-	D				
			61	61	f	0	-	-	-	D	8.58~8.61m 角礫状。機械割れ。			
			63	63	f	0	-	-	-	D				
40			66	66	f	0	-	-	-	D				
			71	71	f	0	-	-	-	D	8.66~8.71m 角礫状。			
			74	74	f	0	-	-	-	D				
			76	76	f	0	-	-	-	D				
50			78	78	f	0	-	-	-	D				
			80	80	f	0	-	-	-	D	D割れ目はコア の回転により 面に磨耗や 岩片破砕が 見られるもの が多い。			
			82	82	f	0	-	-	-	D				
			84	84	f	0	-	-	-	D				
60			89	89	f	0	-	-	-	D				
			91	91	f	0	-	-	-	D				
			95	95	f	0	-	-	-	D	8.91~8.95m 岩片状。機械割れ。			
			97	97	f	0	-	-	-	D				
70			99	99	f	0	-	-	-	D	8.99~9.00m 角礫状。			

【タイプ】
h-f: 意図割れ目
f : 非意図割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鏡肌 (slicenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slicenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な方位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b : 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M01孔) (9/20)

孔名	09-V250-M01	深度	9.00 [m] ~ 10.00 [m]	縮尺	1 / 5								
RQD	10	コア回収率	97 [%]	記載者									
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 12.								
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 5本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 [a, b]	硬さ [L]		
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因	
10 20 30 40 50 60 70 80 90	9.00~10.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		02	02	f	0	-	-	-	D	9.00~9.02m 岩片状。		
			06	06	f	0	-	-	-	D	9.06~9.08m 角礫状。機械割れ。		
			08	08	f	0	-	-	-	D			
			13	13	f	0	-	-	-	D	9.13~9.20m 角礫状。		
			15	20	9-1	f	60	SS SL (55)	-	-	S		
			24	24	9-2	f	70	SS SL ST (140) (320)	-	-	S	D割れ目はコア の回転により 面に磨耗が 見られるもの が多い。	
			27	24	9-2	f	70	SS SL ST (140) (320)	-	-	S		
			28	28	f	0	-	-	-	D			
			30	33	9-3	f	55	-	-	-	T		
			33	33	f	0	-	-	-	D			
			39	33	9-4	f	70	-	-	-	T		
			46	46	f	0	-	-	-	D			
			74	70	9-5	f	50	SS	-	-	S	9.46~9.86m 角礫状~岩片状。	
			86	86	f	0	-	-	-	D			
			87	87	f	0	-	-	-	D			
95	94	f	5	-	-	-	D	9.87~9.95m 角礫状。					
97	97	f	0	-	-	-	D						

[タイプ]
h-f: 磨滅割れ目
f : 非磨滅割れ目
o-f: 開口割れ目

[割れ目面の特徴]
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

[断層岩]
f-b : 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 断層ガワジを伴う割れ目
断層ガワジは基質と岩片が未固結で、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガワジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

[成因]
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図(09-V250-M01孔) (10/20)

孔名	09-V250-M01	深度	10.00 [m] ~ 11.00 [m]	縮尺	1 / 5								
RQD	15	コア回収率	98 [%]	記載者									
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 12.								
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 1本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a *b」	硬さ「L」		
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因	
10	10.00~11.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		00	00	f	0	-	-	-	D	10.14~10.16m 角礫状。機械割れ。		
			03	03	f	0	-	-	-	D			
			06	06	f	0	-	-	-	D			
			07	07	f	0	-	-	-	D			
			08	08	f	0	-	-	-	D			
			11	10	f	5	-	-	-	D			
			12	12	f	0	-	-	-	D			
			14	14	f	0	-	-	-	D			
			16	16	f	0	-	-	-	D			
			20	10.55~11.00m やや粗粒で コアの乾きが やや早い		19	19	f	0	-		-	-
21	21	f				0	-	-	-	D			
23	23	f				0	-	-	-	D			
25	25	f				0	-	-	-	D			
30	30	f				0	-	-	-	D			
30			32	32	f	0	-	-	-	D	10.25~10.30m 岩片状。機械割れ。		
			40	40	f	0	-	-	-	D			
			42	42	f	0	-	-	-	D			
			44	44	f	0	-	-	-	D			
			48	48	f	0	-	-	-	D			
			52	52	f	0	-	-	-	D			
			57	57	f	0	-	-	-	D			
			60	60									
			70	70									
			80			00	02	f	10	-		-	-
84	82	f				25	-	-	-	D			
91	91	f				0	-	-	-	D			
95	95	f				0	-	-	-	D			
95	00	f				70	SS SL (110)	-	-	S			

【タイプ】
h-f: 磨削割れ目
f: 非磨削割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鋸肌 (slickenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b: 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、破碎岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g: 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、破碎岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs: 固結した黒色細粒な断層破碎物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鋸肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M01孔) (11/20)

孔名	09-V250-M01	深度	11.00 [m] ~ 12.00 [m]	縮尺	1 / 5											
RQD	23	コア回収率	96 [%]	記載者												
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 12.											
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 4本, o-f: 0本					その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ 「L」						
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴				断層 岩	成因				
10	11.00~12.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		09	11	11-1	f	45	SS	-	-	-	TS	11.09~11.15m 角礫状。			
15			14		f	10	-	-	-	-	-	D				
20	11.00~12.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		15	18	11-2	f	6	SS	SL (75)	-	-	TS	11.15~11.18m 角礫状。			
18			19		f	0	-	-	-	-	-	D				
25			24		f	5	-	-	-	-	-	D				
35			35		f	0	-	-	-	-	-	D				
40	11.00~11.85m やや粗粒で コアの乾きが やや早い		41	40		f	10	-	-	-	-	D	11.35~11.41m 角礫状~岩片状。			
43			42	11-3	f	15	-	-	-	-	-	T				
43			43		f	0	-	-	-	-	-	-	D			
50	11.00~11.85m やや粗粒で コアの乾きが やや早い		43	43		f	0	-	-	-	-	D	11.42~11.61m 角礫状~岩片状。			
60			57	11-4	f	40	-	-	-	-	-	T				
61			61		f	10	-	-	-	-	-	-	D	コア周縁基点の 羽毛構造あり。		
65			65		f	0	-	-	-	-	-	-	D			
70	11.00~11.85m やや粗粒で コアの乾きが やや早い		66	66		f	0	-	-	-	-	D	D割れ目はコア の回転により 面に磨耗が 見られるもの が多い。			
69			70		f	5	-	-	-	-	-	D				
71			72		f	10	-	-	-	-	-	-	D			
75			75		f	0	-	-	-	-	-	-	D			
80	11.00~11.85m やや粗粒で コアの乾きが やや早い		85	85		f	0	-	-	-	-	D	11.85~11.86m 岩片状。機械割れ。			
86			86		f	0	-	-	-	-	-	D				
90			90		f	0	-	-	-	-	-	-	D			
90	11.00~11.85m やや粗粒で コアの乾きが やや早い		91	91		f	0	-	-	-	-	D	11.91~12.00m 角礫状。			
91			91		f	0	-	-	-	-	-	D				

【タイプ】

h-f: 癒着割れ目

f: 非癒着割れ目

o-f: 開口割れ目

【割れ目面の特徴】

SS: 鱗肌 (slicenside) が認められる

SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる

条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載

ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる

割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載

- : なし

【断層岩】

f-b: 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、破碎岩片の含有率が30%以上

断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入

f-g: 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、破碎岩片の含有率が30%以下

断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入

f-gs: 固結した黒色細粒な断層破碎物質を伴う割れ目

- : なし

【成因】

S: 剪断 (shear) 割れ目

(鱗肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)

T: 引っ張り (tension) 割れ目

(羽毛状構造を伴う)

D: 機械割れ目

(掘削時またはその後の取扱時に

機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M01孔) (12/20)

孔名	09-V250-M01	深度	12.00 [m] ~ 13.00 [m]	縮尺	1 / 5									
RQD	0	コア回収率	65 [%]	記載者										
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 12.									
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 2本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「b」	硬さ「L」			
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層岩 成因						
10	12.00~13.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		02	02	f	0	-	-	-	D	12.00~12.02m 角礫状。			
11			10	12-1	f	10	-	-	-	D				
13			10		f	55	S	-	-	TS				
16			16	f	0	-	-	-	D	12.20~12.28m 角礫~岩片状。				
18			18	f	0	-	-	-	D					
20			20	f	0	-	-	-	D					
24			28	12-2	f	75	SS SL (110)	-	-		S			
28			28		f	0	-	-	-		D			
30												12.28~12.61m コア流失。 湧水あり。		
40														
50														
60												D割れ目はコア の回転により 面に磨耗や 岩片破砕が 見られるもの が多い。		
61			61	f	0	-	-	-	D					
65			64	f	5	-	-	-	D	12.64~12.68m 角礫状。 12.69~12.70m 角礫状。機械割れ。				
67			68	f	10	-	-	-	D					
69			69	f	0	-	-	-	D					
70			70	f	0	-	-	-	D					
75			75	f	0	-	-	-	D	12.78~12.80m 角礫状。機械割れ。				
77			77	f	0	-	-	-	D					
78	78	f	0	-	-	-	D							
80	80	f	0	-	-	-	D							
82	82	f	0	-	-	-	D							
84	84	f	0	-	-	-	D	12.82~12.85m 角礫状~岩片状。 械割れ。						
85	85	f	0	-	-	-	D							
89	89	f	0	-	-	-	D	12.92~12.93m 角礫状。機械割れ。						
91	91	f	0	-	-	-	D							
92	92	f	0	-	-	-	D							
93	93	f	0	-	-	-	D							
95	95	f	0	-	-	-	D	12.95~12.99m 角礫状~岩片状。 機械割れ。						
97	97	f	0	-	-	-	D							
99	99	f	0	-	-	-	D							

【タイプ】
h-f: 磨削割れ目
f: 非磨削割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鏡肌 (slikenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b: 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g: 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs: 固結した黒色細粒な断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし
12.78~12.80m
角礫状。機械割れ。

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に
機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M01孔) (13/20)

孔名	09-V250-M01	深度	13.00 [m] ~ 14.00 [m]	縮尺	1 / 5							
RQD	25	コア回収率	98 [%]	記載者								
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 12.							
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 3本, o-f: 0本					その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a *b」	硬さ 「L」		
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴				断層岩	成因
03			03		f	0	-	-	-	D		
10												
18	13.00~14.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		18		f	0	-	-	-	D		
20			20		f	0	-	-	-	D		
21			21		f	0	-	-	-	D		
22			22		f	5	-	-	-	D		
30												
40			40		f	0	-	-	-	D		
47			47	13-1	f	75	SS	SL (80)	-	TS	D割れ目はコア の回転により 面に磨耗や 岩片破砕が 見られるものが 多い。	
50			50		f	0	-	-	-	D		
52			52		f	0	-	-	-	D		
55			55		f	0	-	-	-	D		
56			56		f	0	-	-	-	D		
61			61		f	0	-	-	-	D	13.56~13.61m 角礫状。機械割れ。	
62			62		f	0	-	-	-	D	13.62~13.68m 角礫状。	
65			68		f	20	-	-	-	D		
70	13.82~13.82mに は緻密硬質な 明灰褐色石灰質 ノジュール挟在。		79		f	0	-	-	-	D	13.62~13.82m 明灰褐色硬質 石灰質ノジュール。	
82			82		f	0	-	-	-	D		
87			82	13-2	f	60	-	-	-	T		
94			89	13-3	f	60	SS	SL (50)	-	S		
97			97		f	0	-	-	-	D	13.79~13.82m 角礫状。	

【タイプ】
h-f: 緻密割れ目
f : 非緻密割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b : 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M01孔) (14/20)

孔名	09-V250-M01	深度	14.00 [m] ~ 15.00 [m]	縮尺	1 / 5										
RQD	20	コア回収率	94 [%]	記載者											
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 12.										
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 1本, o-f: 0本					その他記載 (割れ目充填物など)	色調 [a, b]	硬さ [L]					
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴				断層 岩	成因			
10	14.00~15.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		12	11	f	5	-	-	-	-	D				
20			22	21	f	10	-	-	-	-	-	D			
30			28	28	f	0	-	-	-	-	-	D			
40			36	37	f	5	-	-	-	-	-	D	D割れ目はコアの回転により面に磨耗が見られるものが多い。		
40			39	39	f	0	-	-	-	-	-	D			
45			44	44	f	0	-	-	-	-	-	D			
50			51	45	14-1	f	55	SS	SL	-	-	-	S		
55			54	54	f	0	-	-	-	-	-	-	D		
60			58	58	f	0	-	-	-	-	-	-	D		
60			60	60	f	0	-	-	-	-	-	-	D		
70			63	63	f	0	-	-	-	-	-	-	D	14.63~14.68m 角礫状。	
70			68	68	f	0	-	-	-	-	-	-	D	波状。 コア周縁基点の羽毛構造あり。	
75			70	72	f	20	-	-	-	-	-	-	D		
80			74	74	f	0	-	-	-	-	-	-	D	1474~14.80m 角礫状~岩片状。	
80			80	80	f	0	-	-	-	-	-	-	D		
90	90	90	f	0	-	-	-	-	-	-	D				
90	92	93	f	10	-	-	-	-	-	-	D	波状。			
95	96	97	f	10	-	-	-	-	-	-	D	波状。 14.96~15.00m 角礫状。			

【タイプ】
h-f: 癒着割れ目
f : 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鱗肌 (slicenside) が認められる
SL: 糸線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
糸線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
F-b : 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、破碎岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
F-g : 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、破碎岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
F-gs : 固結した黒色細粒な断層破碎物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鱗肌、糸線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図(09-V250-M01孔) (15/20)

孔名	09-V250-M01	深度	15.00 [m] ~ 16.00 [m]	縮尺	1 / 5							
RQD	10	コア回収率	98 [%]	記載者								
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 12.							
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 4本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ「L」	
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因
10			02	00	15-1	f	30	- - -	-	T		
			07	06	15-2	f	10	- - -	-	T		
20	15.00~16.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		11	11		f	0	- - -	-	D	D割れ目はコア の回転により 面に磨耗が 見られるもの が多い。	
			12	12		f	0	- - -	-	D		
			17	17		f	0	- - -	-	D		
			21	21		f	0	- - -	-	D		
30	15.55~16.00m やや粗粒で コアの乾きが やや早い		24	24		f	0	- - -	-	D	15.31~15.34m 岩片状。	
			27	27		f	0	- - -	-	D		
			28	28		f	0	- - -	-	D		
			30	30		f	0	- - -	-	D		
40			31	31	15-3	f	0	- - -	-	D		
			34	31		f	40	- - -	-	T		
			36	36		f	0	- - -	-	D		
			44	44		f	0	- - -	-	D		
50			48	49		f	0	- - -	-	D	15.48~15.49m 角礫状。機械割れ。 15.52~15.53m 角礫状。機械割れ。	
			52	53		f	10	- - -	-	D		
			58	59		f	5	- - -	-	D		
			68	68		f	0	- - -	-	D		
80			78	78		f	0	- - -	-	D	15.78~15.81m 岩片状。	
			81	81		f	0	- - -	-	D		
			83	83		f	0	- - -	-	D		
			87	87		f	0	- - -	-	D		
90			82	92	15-4	f	60	- - -	-	T		
			90	90		f	0	- - -	-	D		
			93	94		f	5	- - -	-	D		

【タイプ】
 h-f: 癒着割れ目
 f: 非癒着割れ目
 o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
 SS: 鱗肌 (slickenside) が認められる
 SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
 条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
 ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
 割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
 - : なし

【断層岩】
 f-b: 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、破碎岩片の含有率が30%以上
 断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
 f-g: 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、破碎岩片の含有率が30%以下
 断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
 f-gs: 固結した黒色細粒な断層破碎物質を伴う割れ目
 - : なし

【成因】
 S: 剪断 (shear) 割れ目
 (鱗肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
 T: 引っ張り (tension) 割れ目
 (羽毛状構造を伴う)
 D: 機械割れ目
 (掘削時またはその後の取扱時に
 機械的に割れたもの)

岩芯柱状図(09-V250-M01孔) (16/20)

孔名	09-V250-M01	深度	16.00 [m] ~ 17.00 [m]	縮尺	1 / 5									
RQD	26	コア回収率	97 [%]	記載者										
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 12.									
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 3本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ「L」			
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層岩				成因		
10	16.00~17.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α やや粗粒で コアの乾きが やや早い		14	14	f	3	-	-	-	-	D	D割れ目はコア の回転により 面に磨耗が 見られるものが ある。		
16			16	f	0	-	-	-	-	-	D			
18			18	f	0	-	-	-	-	-	D			
20			20	f	0	-	-	-	-	-	D			
25			25	f	0	-	-	-	-	-	D			
29			29	f	10	-	-	-	-	-	D			
38			38	f	15	-	-	-	-	-	D			
44			44	f	15	-	-	-	-	-	D			
50			50	f	5	-	-	-	-	-	D			
53			53	f	3	-	-	-	-	-	D			
60			60	f	10	-	-	-	-	-	D			
61			61	f	10	-	-	-	-	-	D			
72			72	f	0	-	-	-	-	-	D			
80			80	f	0	-	-	-	-	-	D			
81			81	f	0	-	-	-	-	-	D			
82	82	f	55	SS	SL (70)	-	-	-	S	16.79~16.81m 角礫状。				
90	90	f	60	SS	SL (110)	-	-	-	S					
96	96	f	5	-	-	-	-	-	T					

【タイプ】
h-f: 磨蝕割れ目
f: 非磨蝕割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鏡肌 (slicenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slicenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b: 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g: 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs: 固結した黒色細粒断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図(09-V250-M01孔) (17/20)

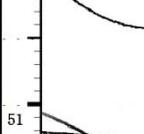
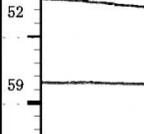
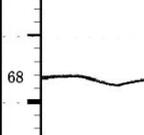
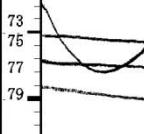
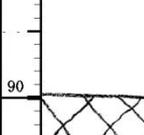
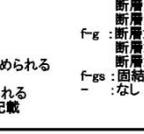
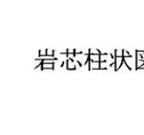
孔名	09-V250-M01	深度	17.00 [m] ~ 18.00 [m]	縮尺	1 / 5								
RQD	62	コア回収率	98 [%]	記載者									
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-H	記載日	2009. 11. 12.								
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 4本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ 「L」		
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因	
00			02	17-1	f	70	SS SL - -	(110)	-	S			
10													
20													
27	17.00~18.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		26		f	10	- - - -	-	-	D			
23			33	17-2	f	60	SS SL - -	(135)	-	-	S		
34			35	17-3	f	15	- - - -	-	-	-	T		
38			39		f	6	- - - -	-	-	-	D		
40	やや粗粒で コアの乾きが やや早い												
50													
60													
67			61	17-4	f	50	SS SL - -	(35)	-	S			
70													
71			72		f	5	- - - -	-	-	D			
75			76		f	3	- - - -	-	-	D			
80			79		f	10	- - - -	-	-	D			
88			88		f	0	- - - -	-	-	D			
90													

【タイプ】
h-f: 鋭利割れ目
f: 非鋭利割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鱗肌 (slickenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b: 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、破碎岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g: 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、破碎岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs: 固結した黒色細粒断層破碎物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鱗肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図(09-V250-M01孔) (18/20)

孔名	09-V250-M01	深度	18.00 [m] ~ 19.00 [m]	縮尺	1 / 5								
RQD	43	コア回収率	98 [%]	記載者									
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 12.								
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 4本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ「L」		
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因	
10													
20	18.00~18.90m 泥岩 塊状無層理 風化区分α			21	f	0	-	-	-	-	D		
30	18.00~18.90m やや粗粒で コアの乾きが やや早い												
40				39	f	45	-	-	-	-	T		
50				51	f	10	-	-	-	-	T		
				52	f	0	-	-	-	-	D		
60				59	f	0	-	-	-	-	D		
70				68	f	0	-	-	-	-	D		
				73	f	40	-	-	-	-	T		
				75	f	15	-	-	-	-	D		
				77	f	0	-	-	-	-	D		
				79	f	10	-	-	-	-	T		
80													
90	18.90~19.00m 硬質 石灰質ノジュール 塊状無層理 風化区分α			90	f	0	-	-	-	-	D	18.90~19.00m 角礫状。	

【タイプ】
h-f: 癒着割れ目
f : 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鱗肌 (slickenside) が認められる
SL: 糸線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
糸線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b : 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鱗肌、糸線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図(09-V250-M01孔) (19/20)

孔名	09-V250-M01	深度	19.00 [m] ~ 20.00 [m]	縮尺	1 / 5								
RQD	13	コア回収率	65 [%]	記載者									
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CM-L	記載日	2009. 11. 12.								
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 5本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ 「L」		
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因	
10											19.00~19.25m 角礫状~岩片状。		
20													
25				24	19-1	f	5	-	-	-	T		
28				30	19-2	f	20	-	-	-	T	19.28~19.37m 角礫状。	
36				37	19-3	f	10	-	-	-	T		
38				38		f	5	-	-	-	D		
40	19.00~20.00m 緻密硬質な 石灰質ノジュール 塊状無層理 化石含む 風化区分α												
50													19.38~19.69m コア流失。
60													
69					69		f	0	-	-	-	D	19.69~19.74m 角礫状。
72				71		f	10	-	-	-	D		
74				72	19-4	f	50	-	-	-	T		
79				78		f	5	-	-	-	D		
80				81		f	5	-	-	-	D		
83				84	19-5	f	5	-	-	-	T		
86				88		f	30	-	-	-	D	19.83~19.88m 角礫状~岩片状。	
90													

【タイプ】
h-f: 癒着割れ目
f: 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鋸肌 (slickenside) が認められる
SL: 糸線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
糸線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickestop) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b: 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、破碎岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g: 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、破碎岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs: 固結した黒色細粒断層破碎物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鋸肌、糸線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図(09-V250-M01孔) (20/20)

孔名	09-V250-M02	深度	0.00 [m] ~ 1.00 [m]	縮尺	1 / 5					
RQD	-	コア回収率	90 [%]	記載者						
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	-	記載日	2009. 11. 13.					
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 本, f: 本, o-f: 本					その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ「L」
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴			
0-10	0.00~0.28m 吹付 コンクリート									
10-28										
28-39										
39-42										
42-50	0.28~1.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分 α									
50-60										
60-70										
70-80										
80-90										
								0.42~1.00m 角礫状。		

【タイプ】
 h-f: 癒着割れ目
 f: 非癒着割れ目
 o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
 SS: 鱗肌 (slicenside) が認められる
 SL: 糸線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
 糸線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
 ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
 割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
 -: なし

【断層岩】
 f-b: 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、破碎岩片の含有率が30%以上
 断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
 f-g: 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、破碎岩片の含有率が30%以下
 断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
 f-gs: 固結した黒色細粒な断層破碎物質を伴う割れ目
 -: なし

【成因】
 S: 剪断 (shear) 割れ目
 (鱗肌、糸線、ステップ、断層岩を伴う)
 T: 引っ張り (tension) 割れ目
 (羽毛状構造を伴う)
 D: 機械割れ目
 (掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M02孔) (1/20)

孔名	09-V250-M02	深度	1.00 [m] ~ 2.00 [m]	縮尺	1 / 5														
RQD	19	コア回収率	85 [%]	記載者															
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 13.														
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 2本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 [* a * b]	硬さ [L]								
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因							
10	1.00~2.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		21	16	1-1	f	60	-	-	-	-	T	1.16~1.39m 角礫状。						
20			21	21		f	0	-	-	-	-	-				D			
30			39	39		f	0	-	-	-	-	-				D			
40			40	42		f	15	-	-	-	-	-				D			
50			50	50		f	0	-	-	-	-	-				D			
60			57	57		f	0	-	-	-	-	-				D			
70			73	70	1-2	f	60	-	-	-	-	-				T	1.40~1.50m 角礫状。		
80			81	81		f	5	-	-	-	-	-				D	1.50~1.57m 硬質 石灰質ノジュール。		
90			97	97		f	0	-	-	-	-	-				D	1.57~1.73m 角礫状~岩片状。		
																		1.81~1.97m 円錐孔底作成 のためコア無し。	

[タイプ]
h-f: 癒着割れ目
f : 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目
[割れ目面の特徵]
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 糸線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
 糸線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
 割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

[断層岩]
f-b : 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、破砕岩片の含有率が30%以上
 断層角礫の上端を構成する面をf-bt, 下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 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、破砕岩片の含有率が30%以下
 断層ガウジの上端を構成する面をf-gt, 下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

[成因]
S: 剪断 (shear) 割れ目
 (鏡肌, 糸線, ステップ, 断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
 (羽毛構造を伴う)
D: 機械割れ目
 (掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M02孔) (2/20)

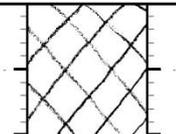
孔名	09-V250-M02	深度	2.00 [m] ~ 3.00 [m]	縮尺	1 / 5								
RQD	20	コア回収率	90 [%]	記載者									
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 13.								
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 4本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ 「L」		
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因	
10	2.00~3.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α			11	2-1	f	60	- - -	-	T			
20				22	2-2	f	60	- - -	-	T			
40				38		f	0	- - -	-	D	2.38~2.39m 角礫状。機械割れ。		
				39		f	0	- - -	-	D			
				41		f	0	- - -	-	D			
				44		f	0	- - -	-	D			
				45		f	0	- - -	-	D			
60												2.45~2.82m 角礫状~岩片状。 岩片に傾斜60° 前後のT割れ目 あり。	
80					81	2-3	f	60	SS SL (80)	-	S		
					82		f	25	-	-	D		
90				91		f	0	- - -	-	D	D割れ目はコア の回転により 面に摩擦が 見られるもの が多い。		
90				91		f	0	- - -	-	D		2.91~3.00m 角礫状。	

【タイプ】
h-f: 癒着割れ目
f : 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 糸線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
糸線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b : 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、破碎岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 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、破碎岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒断層破碎物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、糸線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M02孔) (3/20)

孔名	09-V250-M02	深度	3.00 [m] ~ 4.00 [m]	縮尺	1 / 5									
RQD	0	コア回収率	97 [%]	記載者										
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 13.									
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 2本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ 「L」			
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因		
10	3.00~4.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α			11	f	20	-	-	-	-	D	3.00~3.16m 角礫状~岩片状。 岩片に70°前後の T割れ目あり。 D割れ目はコア の回転により 面に磨耗や 岩片破砕が 見られるものが 多い。 3.26~3.27m 角礫状。機械割れ。 3.32~3.35m 角礫状。機械割れ。 3.73~3.87m 円錐孔底成形 のためコア無し。 3.94~4.00m 角礫状。		
13			11	f	20	-	-	-	-	D				
18			18	f	0	-	-	-	-	D				
23			23	f	0	-	-	-	-	D				
26			26	f	0	-	-	-	-	D				
27			27	f	0	-	-	-	-	D				
32			32	f	0	-	-	-	-	D				
34			35	f	5	-	-	-	-	D				
40			40	f	0	-	-	-	-	D				
42			42	f	0	-	-	-	-	D				
45			45	f	0	-	-	-	-	D				
47			47	f	0	-	-	-	-	D				
48			48	f	0	-	-	-	-	D				
54			54	f	0	-	-	-	-	D				
50			66	3-1	f	70	-	-	-	T				
60			60	f	0	-	-	-	-	D				
61			61	f	0	-	-	-	-	D				
66			66	f	0	-	-	-	-	D				
71			71	f	10	-	-	-	-	D				
73	73	f	0	-	-	-	-	D						
87	87	f	0	-	-	-	-	D						
91	91	f	0	-	-	-	-	D						
94	94	f	0	-	-	-	-	D						
94	00	3-2	f	65	-	-	-	T						
97	97	f	0	-	-	-	-	D						
99	99	f	0	-	-	-	-	D						

[タイプ]
h-f: 癒着割れ目
f : 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目

[割れ目面の特徴]
SS: 鱗肌 (slicenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slicenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

[断層岩]
f-b : 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒な断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

[成因]
S: 剪断 (shear) 割れ目
(錯動、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M02孔) (4/20)

孔名	09-V250-M02	深度	4.00 [m] ~ 5.00 [m]	縮尺	1 / 5									
RQD	0	コア回収率	95 [%]	記載者										
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-L	記載日	2009. 11. 13.									
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 2本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ 「L」			
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因		
10	4.00~5.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α			00	4-1	f	65	SS SL (110)	- -	-	S	4.00~4.12m 粘土混じり角礫状。		
15				15		f	0	- - -	- - -	-	D	4.00~4.15m 角礫状~岩片状。		
19				19		f	0	- - -	- - -	-	D			
22				22		f	0	- - -	- - -	-	D			
36				36		f	0	- - -	- - -	-	D			
38				38		f	0	- - -	- - -	-	D			
40				40		f	0	- - -	- - -	-	D			
42				42		f	0	- - -	- - -	-	D			
46				46		f	0	- - -	- - -	-	D			
50				51		f	5	- - -	- - -	-	D	D割れ目はコア の回転により 面に磨耗や 岩片破砕が 見られるもの が多い。		
60				81	4-2	f	60	SS SL (100)	- -	-	S	4.50~4.81m 角礫状~岩片状。 岩片にT割れ目 あり。		
80				84		f	10	- - -	- - -	-	D			
90				89		f	0	- - -	- - -	-	D	4.89~5.00m 粘土混じり砂礫状 ~角礫状。岩片に T割れ目あり。		

【タイプ】
h-f: 癒着割れ目
f : 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鱗肌 (slicenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slicenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な方位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b : 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒な断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鱗肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M02孔) (5/20)

孔名	09-V250-M02	深度	5.00 [m] ~ 6.00 [m]	縮尺	1 / 5										
RQD	0	コア回収率	95 [%]	記載者											
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 13.										
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 本, f: 5本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ 「L」				
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因			
10	5.00~6.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α			14	5-1	f	75	SS SL (80)	-	-	S	5.02~5.14m 粘土混じり角礫状。			
16				16		f	0	-	-	-	-	D	D割れ目はコアの回転により面に磨耗や岩片破砕が見られるものが多い。		
17				17		f	0	-	-	-	-	D			
19				19		f	0	-	-	-	-	D			
21				21		f	0	-	-	-	-	D			
22				22		f	0	-	-	-	-	D			
24				24		f	0	-	-	-	-	D			
25				25		f	0	-	-	-	-	D			
27				26		f	5	-	-	-	-	D	5.26~5.35m 角礫状~岩片状。 岩片に傾斜したT割れ目あり。		
35				34		f	5	-	-	-	-	D			
37		37		f	0	-	-	-	-	D					
40	5.77~5.90mには緻密硬質な明灰褐色石灰質ノジュール挟在。			37	5-2	f	75	SS	-	-	S	5.49~5.61m 角礫状~岩片状。 岩片に傾斜したS割れ目T割れ目あり。			
45				44		f	0	-	-	-	-		D		
50				42	5-3	f	70	SS	-	-	-		S		
48				47		f	0	-	-	-	-		D		
50				49	5-4	f	35	-	-	-	-		T		
61				61		f	5	-	-	-	-		D		
62				62		f	0	-	-	-	-		D		
65				66		f	0	-	-	-	-		D		
66				68		f	10	-	-	-	-		D		
70				73	5-5	f	70	SS	-	-	-		S		
72		72		f	0	-	-	-	-	D					
75		75		f	0	-	-	-	-	D	5.81~6.00m 角礫状。				
81		81		f	0	-	-	-	-	D					

【タイプ】
h-f: 磨着割れ目
f: 非磨着割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徵】
SS: 鱗肌 (slickenstep) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slicenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b: 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g: 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs: 固結した黒色細粒な断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目 (鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目 (羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目 (掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M02孔) (6/20)

孔名	09-V250-M02	深度	6.00 [m] ~ 7.00 [m]	縮尺	1 / 5											
RQD	13	コア回収率	98 [%]	記載者												
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 13.											
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 3本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ 「L」					
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因				
06				00	f	55	-	-	-	-	D	6.00~6.06m 角礫状。 波状~階段状。				
19	6.00~7.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α			19	f	0	-	-	-	-	D					
23				23	f	0	-	-	-	-	-	D				
23				25	6-1	f	40	SS	SL (120)	-	-	-	S			
26				26		f	0	-	-	-	-	-	D			
30				30		f	0	-	-	-	-	-	D			
33				33		f	0	-	-	-	-	-	D			
40				40		f	13	-	-	-	-	-	D			
42				42		f	0	-	-	-	-	-	D	6.42~6.46m 角礫状。		
45				46	6-2	f	30	-	-	-	-	-	T			
50				50		f	0	-	-	-	-	-	D	D割れ目はコア の回転により 面に磨耗や 岩片破砕が 見られるもの が多い。		
57		47	6-3	f	70	-	-	-	-	-	T					
54		54		f	5	-	-	-	-	-	D					
58		59		f	5	-	-	-	-	-	D					
60		60		f	0	-	-	-	-	-	D					
61		61		f	0	-	-	-	-	-	D					
64		64		f	0	-	-	-	-	-	D					
79		79		f	0	-	-	-	-	-	D	6.64~6.79m 角礫状。 岩片に急傾斜の S割れ目あり。				
81		81		f	0	-	-	-	-	-	D					
83		83		f	0	-	-	-	-	-	D					
90												6.83~7.00m 角礫状~岩片状。				

[タイプ]

h-f: 意図割れ目

f : 非意図割れ目

o-f: 開口割れ目

[割れ目面の特徴]

SS: 鏡肌 (slicenside) が認められる

SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる

条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載

ST: スリッケンステップ (slicenstep) が認められる

割れ目の上盤側の相対的な方位方向を記載

- : なし

[断層岩]

f-b : 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、破砕岩片の含有率が30%以上

断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入

f-g : 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、破砕岩片の含有率が30%以下

断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入

f-gs : 固結した黒色細粒断層破砕物質を伴う割れ目

- : なし

[成因]

S: 剪断 (shear) 割れ目

(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)

T: 引っ張り (tension) 割れ目

(羽毛状構造を伴う)

D: 機械割れ目

(掘削時またはその後の取扱時に

機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M02孔) (7/20)

孔名	09-V250-M02	深度	7.00 [m] ~ 8.00 [m]	縮尺	1 / 5														
RQD	0	コア回収率	98 [%]	記載者															
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 13.														
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 5本, o-f: 0本					その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ 「L」									
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴				断層 岩	成因							
10			04	01	7-1	f	35	SS SL (100)	- - -	S	7.00~7.04m 岩片状。								
			01	11	7-2	f	80	SS SL (80)	- - -	S									
			11	11		f	0	- - -	- - -	D									
			18	18		f	0	- - -	- - -	D									
			20	20		f	0	- - -	- - -	D									
			22	22	7-3	f	85	SS SL (90)	- - -	S									
			25	25		f	0	- - -	- - -	D									
			27	27		f	0	- - -	- - -	D									
			29	29		f	0	- - -	- - -	D									
			31	31		f	0	- - -	- - -	D									
20	7.00~8.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		35	36		f	10	- - -	- - -	D	7.25~7.27m 角礫状~岩片状。 機械割れ。								
			38	38		f	0	- - -	- - -	D									
			42	42		f	0	- - -	- - -	D									
			44	44		f	0	- - -	- - -	D									
			47	47		f	0	- - -	- - -	D									
			49	49		f	0	- - -	- - -	D									
			53	53		f	0	- - -	- - -	D									
			56	55		f	5	- - -	- - -	D									
			58	58		f	0	- - -	- - -	D									
			58	63	7-4	f	65	SS SL (100)	- - -	S									
30			58	58		f	5	- - -	- - -	D	7.38~7.44m 岩片状。機械割れ。								
			58	58		f	0	- - -	- - -	D									
			58	63	7-4	f	65	SS SL (100)	- - -	S									
			84	84		f	0	- - -	- - -	D									
			84	92	7-5	f	70	SS	- - -	S									
			89	89		f	0	- - -	- - -	D									
			92	92		f	0	- - -	- - -	D									
			98	00		f	45	- - -	- - -	D									
			40			84	84		f	0				- - -	- - -	D	7.58~7.92m 角礫状。		
						84	92	7-5	f	70				SS	- - -	S			
89	89					f	0	- - -	- - -	D									
92	92					f	0	- - -	- - -	D									
98	00					f	45	- - -	- - -	D									
50						84	84		f	0	- - -	- - -	D	D割れ目はコア の回転により 面に磨耗や 岩片破砕が 見られるもの が多い。					
						84	92	7-5	f	70	SS	- - -	S						
						89	89		f	0	- - -	- - -	D						
						92	92		f	0	- - -	- - -	D						
						98	00		f	45	- - -	- - -	D						
			60			84	84		f	0	- - -	- - -	D				7.58~7.92m 角礫状。		
						84	92	7-5	f	70	SS	- - -	S						
						89	89		f	0	- - -	- - -	D						
						92	92		f	0	- - -	- - -	D						
						98	00		f	45	- - -	- - -	D						
70						84	84		f	0	- - -	- - -	D	7.58~7.92m 角礫状。					
						84	92	7-5	f	70	SS	- - -	S						
						89	89		f	0	- - -	- - -	D						
						92	92		f	0	- - -	- - -	D						
						98	00		f	45	- - -	- - -	D						
			80			84	84		f	0	- - -	- - -	D				7.58~7.92m 角礫状。		
						84	92	7-5	f	70	SS	- - -	S						
						89	89		f	0	- - -	- - -	D						
						92	92		f	0	- - -	- - -	D						
						98	00		f	45	- - -	- - -	D						
90						84	84		f	0	- - -	- - -	D	7.58~7.92m 角礫状。					
						84	92	7-5	f	70	SS	- - -	S						
						89	89		f	0	- - -	- - -	D						
						92	92		f	0	- - -	- - -	D						
						98	00		f	45	- - -	- - -	D						

【タイプ】
h-f: 標準割れ目
f : 非標準割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b : 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒な断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M02孔) (8/20)

孔名	09-V250-M02	深度	8.00 [m] ~ 9.00 [m]	縮尺	1 / 5											
RQD	0	コア回収率	98 [%]	記載者												
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 13.											
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 1本, o-f: 0本					その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ 「L」						
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴				断層 岩	成因				
10 20 30 40 50 60 70 80 90	8.00~9.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		01	01	f	0	-	-	-	D	8.00~8.01m 角礫状。機械割れ。					
			08	08	f	0	-	-	-	D						
						14	14	f	0	-	-	-	D			
						19	19	f	0	-	-	-	D	8.19~8.20m 角礫状。機械割れ。		
						20	20	f	0	-	-	-	D			
						22	22	f	0	-	-	-	D			
						26	26	f	0	-	-	-	D			
						28	28	f	0	-	-	-	D			
						31	31	f	0	-	-	-	D			
						33	33	f	0	-	-	-	D			
						38	38	f	0	-	-	-	D			
						41	41	f	0	-	-	-	D			
						44	44	f	0	-	-	-	D			
						46	46	f	0	-	-	-	D	D割れ目はコア の回転により 面に磨耗や 岩片破砕が 見られるもの が多い。		
						48	48	f	0	-	-	-	D			
						50	50	f	0	-	-	-	D			
						52	52	f	0	-	-	-	D			
						56	56	f	0	-	-	-	D	8.56m 角礫状。機械割れ。		
						59	59	f	0	-	-	-	D			
						64	64	f	0	-	-	-	D	8.64m 角礫状。機械割れ。		
			70	70	f	0	-	-	-	D						
			74	74	f	0	-	-	-	D						
			74	78	8-1	f	60	SS	SL (80)	-	S					
			78	78	f	0	-	-	-	D	8.78~8.87m 角礫状~岩片状。					
			87	87	f	0	-	-	-	D						
			89	89	f	0	-	-	-	D						
			92	92	f	0	-	-	-	D						

【タイプ】
h-f: 癒着割れ目
f : 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な方位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b : 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M02孔) (9/20)

孔名	09-V250-M02	深度	9.00 [m] ~ 10.00 [m]	縮尺	1 / 5											
RQD	0	コア回収率	92 [%]	記載者												
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-L	記載日	2009. 11. 13.											
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 1本, o-f: 0本					その他記載 (割れ目充填物など)	色調 [a][b]	硬さ [L]						
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴				断層 岩	成因				
10	9.00~10.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α			04	f	0	-	-	-	-	D					
08			08	f	0	-	-	-	-	-	D					
14			14	f	0	-	-	-	-	-	D					
20																
30													9.14~9.41m 角礫状~岩片状。 岩片に急傾斜の S割れ目あり。			
40																
50																
60														9.41~9.71m 粘土混じり角礫状 ~岩片状。岩片に 70°前後の割れ目 あり。		
70						71	f	0	-	-	-	-	D			
80						81	f	0	-	-	-	-	D			
				95	9-1	f	90	SS	SL (80)	-	S					
90				89	f	0	-	-	-	-	D					
				91	f	0	-	-	-	-	D					
				95	f	0	-	-	-	-	D		9.95~10.00m コア欠損。			

【タイプ】
h-f: 癒着割れ目
f: 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鱗肌 (slicenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b: 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、破碎岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g: 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、破碎岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs: 固結した黒色細粒な断層破碎物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鱗肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M02孔) (10/20)

孔名	09-V250-M02	深度	11.00 [m] ~ 12.00 [m]	縮尺	1 / 5									
RQD	100	コア回収率	98 [%]	記載者										
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-H	記載日	2009. 11. 13.									
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 0本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「b」	硬さ 「L」			
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因		
10	11.00~12.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		01	00	f	5	-	-	-	D	D割れ目はコアの回転により面に磨耗や岩片破砕が見られるものが多い。			
			03	03	f	0	-	-	-	D				
			18	18	f	0	-	-	-	D				
			22	22	f	0	-	-	-	D				
			24	24	f	0	-	-	-	D				
			26	26	f	0	-	-	-	D				
			28	28	f	0	-	-	-	D				
			30	30	f	0	-	-	-	D				
			32	32	f	0	-	-	-	D				
			35	35	f	0	-	-	-	D				
			36	36	f	0	-	-	-	D				
			39	39	f	0	-	-	-	D				
			41	41	f	5	-	-	-	D				
			42	43	f	5	-	-	-	D				
			44	44	f	0	-	-	-	D				
			46	46	f	0	-	-	-	D				
			50	11.46~11.50m 岩片状。機械割れ。		49	50	f	5	-		-	-	D
						52	52	f	0	-		-	-	D
54	54	f				0	-	-	-	D				
55	55	f				0	-	-	-	D				
60	60	f				0	-	-	-	D				
65	65	f				0	-	-	-	D				
70			69	69	f	0	-	-	-	D				
			72	72	f	0	-	-	-	D				
			76	76	f	0	-	-	-	D				
			80	80	f	0	-	-	-	D				
			82	82	f	0	-	-	-	D				
			80			80	80	f	0	-	-	-	D	
82	82	f				0	-	-	-	D				
90	90	f				0	-	-	-	D				
92	92	f				0	-	-	-	D				
93	93	f				0	-	-	-	D				
90	11.90~11.92m 岩片状。機械割れ。		95	95	f	0	-	-	-	D				
			92	92	f	0	-	-	-	D				
			93	93	f	0	-	-	-	D				

【タイプ】
 h-f: 断層割れ目
 f: 非断層割れ目
 o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
 SS: 鱗肌 (slickenside) が認められる
 SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
 条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
 ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
 割れ目の上側の相対的な変位方向を記載
 -: なし

【断層岩】
 f-b: 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、破砕岩片の含有率が30%以上
 断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
 f-g: 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、破砕岩片の含有率が30%以下
 断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
 f-gs: 固結した黒色細粒な断層破砕物質を伴う割れ目
 -: なし

【成因】
 S: 剪断 (shear) 割れ目
 (鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
 T: 引っ張り (tension) 割れ目
 (羽毛状構造を伴う)
 D: 機械割れ目
 (掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図(09-V250-M02孔) (12/20)

孔名	09-V250-M02	深度	12.00 [m] ~ 13.00 [m]	縮尺	1 / 5														
RQD	13	コア回収率	96 [%]	記載者															
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 13.														
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 1本, o-f: 0本					その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「b」	硬さ 「L」									
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴				断層 岩	成因							
10	吹付け コンクリート。		03	03	f	0	-	-	-	D	D割れ目はコア の回転により 面に磨耗や 岩片破砕が 見られるもの が多い。								
			04	04	f	0	-	-	-	D									
			06	06	f	0	-	-	-	D									
			10	10	f	0	-	-	-	D									
			11	11	f	0	-	-	-	D									
			12	12	f	0	-	-	-	D									
			16	16	f	5	-	-	-	D									
			19	19	f	0	-	-	-	D									
			20	12.00~13.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		32	32	f	0	-				-	-	D			
						34	34	f	0	-				-	-	D			
37	37	f				0	-	-	-	D									
38	38	f				0	-	-	-	D									
40	40	f				0	-	-	-	D									
43	43	f				0	-	-	-	D									
46	46	f				0	-	-	-	D									
50	50	f				0	-	-	-	D									
50	57	12-1				f	45	SS	SL (35)	-	S								
54	54	f				0	-	-	-	D									
60			58	58	f	0	-	-	-	D	12.58~12.61m 岩片状。機械割れ。								
			61	61	f	0	-	-	-	D									
			63	63	f	0	-	-	-	D	12.63~12.67m 岩片状。機械割れ。								
			67	67	f	0	-	-	-	D									
			68	68	f	0	-	-	-	D	12.68~12.70m 岩片状。機械割れ。								
			70	70	f	0	-	-	-	D									
			73	73	f	0	-	-	-	D									
			75	75	f	0	-	-	-	D									
			77	77	f	0	-	-	-	D	12.7~12.81m 岩片状。機械割れ。								
			81	81	f	0	-	-	-	D	12.83~12.87m 岩片状。機械割れ。								
70			83	83	f	0	-	-	-	D									
			87	87	f	0	-	-	-	D									
			89	89	f	0	-	-	-	D									
			91	91	f	0	-	-	-	D									
			93	93	f	0	-	-	-	D									
			95	95	f	5	-	-	-	D									

【タイプ】
h-f: 意図割れ目
f: 非意図割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 糸線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
糸線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slikenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な方位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b: 断層角礫を伴う割れ目
断層角礫は基質と岩片が未固結、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g: 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs: 固結した黒色細粒な断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、糸線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に
機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M02孔) (13/20)

孔名	09-V250-M02	深度	13.00 [m] ~ 14.00 [m]	縮尺	1 / 5								
RQD	0	コア回収率	97 [%]	記載者									
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	~13.90CL-M 13.90~CM-M	記載日	2009. 11. 13.								
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 0本, o-f: 0本					その他記載 (割れ目充填物など)	色調 [a*b]	硬さ [L]			
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴				断層 岩	成因	
10	13.00~14.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分 α		02	02	f	0	-	-	-	D	13.15~13.16m 角礫状。機械割れ。		
			06	06	f	0	-	-	-	D			
			11	12	f	10	-	-	-	D			
			13	13	f	10	-	-	-	D			
			15	15	f	0	-	-	-	D			
			16	16	f	0	-	-	-	D			
			19	19	f	0	-	-	-	D			
			20	20	f	0	-	-	-	D			
			21	21	f	0	-	-	-	D			
			20			25	25	f	0	-			
29	29	f				0	-	-	-	D			
30	30	f				0	-	-	-	D			
31	31	f				0	-	-	-	D			
33	33	f				0	-	-	-	D			
30			35	34	f	15	-	-	-	D	13.29~13.30m 角礫状。機械割れ。		
			43	43	f	0	-	-	-	D			
			48	48	f	0	-	-	-	D			
			50	50	f	0	-	-	-	D			
			51	51	f	0	-	-	-	D			
40			53	53	f	0	-	-	-	D	13.33~13.35m 角礫状。機械割れ。		
			59	60	f	6	-	-	-	D			
			60	60	f	0	-	-	-	D			
			62	62	f	0	-	-	-	D			
			63	63	f	0	-	-	-	D			
50			66	66	f	0	-	-	-	D	13.48m 角礫状。機械割れ。		
			68	68	f	0	-	-	-	D			
			70	70	f	0	-	-	-	D			
			75	75	f	0	-	-	-	D			
			78	78	f	0	-	-	-	D			
60			80	80	f	0	-	-	-	D	13.60m 角礫状。機械割れ。		
			86	86	f	0	-	-	-	D			
			90	90	f	0	-	-	-	D			
			98	98	f	5	-	-	-	D			
			99	99	f	5	-	-	-	D			
70			98	98	f	5	-	-	-	D	13.66~13.68m 角礫状~岩片状。 機械割れ。		
			99	99	f	5	-	-	-	D			
80			98	98	f	5	-	-	-	D	13.75~13.78m 岩片状。機械割れ。		
			99	99	f	5	-	-	-	D			
90			98	98	f	5	-	-	-	D	13.86~13.90m 角礫状~岩片状。 機械割れ。		
			99	99	f	5	-	-	-	D			
90	13.90~14.00m やや硬質で やや粗粒で コアの乾きが やや早い		98	98	f	5	-	-	-	D			
			99	99	f	5	-	-	-	D			

【タイプ】
h-f: 癒着割れ目
f: 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鏡肌 (slicenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slicenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b: 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、破碎岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g: 断層ガワジを伴う割れ目
断層ガワジは基質と岩片が未固結で、破碎岩片の含有率が30%以下
断層ガワジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs: 固結した黒色細粒断層破碎物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M02孔) (14/20)

孔名	09-V250-M02	深度	14.00 [m] ~ 15.00 [m]	縮尺	1 / 5								
RQD	42	コア回収率	96 [%]	記載者									
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CM-M	記載日	2009. 11. 13.								
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 0本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ 「L」		
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因	
02				02	f	0	-	-	-	D	14.00~14.02m 岩片状。機械割れ。		
09				09	f	0	-	-	-	D			
10													
20													
30	14.00~15.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α												
33				33	f	0	-	-	-	D			
40	やや硬質で やや粗粒で コアの乾きが やや早い			40	f	0	-	-	-	D			
43				43	f	0	-	-	-	D			
46				46	f	0	-	-	-	D			
50													
60													
63				63	f	0	-	-	-	D	14.63~14.65m 角礫状。機械割れ。		
66				65	f	5	-	-	-	D			
70				70	f	0	-	-	-	D	14.70m 角礫状。機械割れ。		
71				71	f	0	-	-	-	D	14.71~14.73m 角礫状。機械割れ。		
73				73	f	0	-	-	-	D			
74				74	f	0	-	-	-	D			
78				78	f	0	-	-	-	D	14.74~14.78m 角礫状~岩片状。 機械割れ。		
80													
88				88	f	0	-	-	-	D			
92				93	f	10	-	-	-	D			
98				98	f	0	-	-	-	D	14.98~15.00m 角礫状。機械割れ。		

【タイプ】
h-f: 癒着割れ目
f : 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鱗肌 (slickenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b : 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、破碎岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 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、破碎岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒な断層破碎物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M02孔) (15/20)

孔名	09-V250-M02	深度	15.00 [m] ~ 16.00 [m]	縮尺	1 / 5									
RQD	34	コア回収率	98 [%]	記載者										
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CM-M	記載日	32009. 11. 13.									
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 4本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 [a *b]	硬さ [L]			
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因		
10 20 30 40 50 60 70 80 90	15.00~16.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α 粗粒でコアの 乾きが早い			03	f	0	-	-	-	-	D			
				00	f	85	-	-	-	-	-	T		
				14	f	50	-	-	-	-	-	D		
				24	f	0	-	-	-	-	-	D	15.24~15.26m 岩片状。機械割れ。	
				26	f	0	-	-	-	-	-	D		
				35	f	0	-	-	-	-	-	D	15.35~15.37m 角礫状。機械割れ。	
				37	f	0	-	-	-	-	-	D		
				45	f	0	-	-	-	-	-	D		
				48	f	0	-	-	-	-	-	D	15.48~15.49m 角礫状。機械割れ。	
				49	f	0	-	-	-	-	-	D		
				53	f	15	-	-	-	-	-	D	波状。	
				65	f	5	-	-	-	-	-	D	波状。	
				69	f	0	-	-	-	-	-	D		
				74	f	0	-	-	-	-	-	D		
	95	f	25	-	-	-	-	-	T					
	97	f	23	-	-	-	-	-	T					
	00	f	20	-	-	-	-	-	T					

[タイプ]
h-f: 垂直割れ目
f : 非垂直割れ目
o-f: 開口割れ目
[割れ目面の特徴]
SS: 鏡肌 (slikenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slikkenline) が認められる
余線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slikkenstop) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

[断層岩]
f-b : 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒な断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

[成因]
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図(09-V250-M02孔) (16/20)

孔名	09-V250-M02	深度	16.00 [m] ~ 17.00 [m]	縮尺	1 / 5											
RQD	69	コア回収率	97 [%]	記載者												
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CM-H	記載日	2009. 11. 13.											
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 3本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ 「L」					
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因				
10 20 30 40 50 60 70 80 90	16.00~17.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α 粗粒でコアの 乾きが早い		01	00	16-1	f	20	-	-	-	-	T	16.11~16.13m 角礫状。機械割れ。 波状。 波状。 波状。			
			01	01		f	0	-	-	-	-	-				D
			11	12		f	15	-	-	-	-	-				D
			11	13		f	20	-	-	-	-	-				D
			21	19		f	15	-	-	-	-	-				D
			24	32	16-2	f	70	-	-	-	-	-				T
			36	35		f	15	-	-	-	-	-				D
			45	51	16-3	f	55	SS	SL (80)	-	-	-				S
			71	72		f	10	-	-	-	-	-				D
			95	94		f	10	-	-	-	-	-				D
<p>[タイプ] h-f: 癒着割れ目 f : 非癒着割れ目 o-f: 開口割れ目 [割れ目面の特徴] SS: 鏡肌 (slicenside) が認められる SL: 糸線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる 糸線 (スリッケンライン) のレイク角を記載 ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる 割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載 - : なし</p>			<p>[断層岩] f-b : 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、破碎岩片の含有率が30%以上 断層角礫の一端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入 f-g : 断層ガワジを伴う割れ目 断層ガワジは基質と岩片が未固結で、破碎岩片の含有率が30%以下 断層ガワジの一端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入 f-gs : 固結した黒色細粒な断層破碎物質を伴う割れ目 - : なし</p>						<p>[成因] S: 剪断 (shear) 割れ目 (鏡肌、糸線、ステップ、断層岩を伴う) T: 引っ張り (tension) 割れ目 (羽毛状構造を伴う) D: 機械割れ目 (掘削時またはその後の取扱時に 機械的に割れたもの)</p>							

岩芯柱状図(09-V250-M02孔) (17/20)

孔名	09-V250-M02	深度	17.00 [m] ~ 18.00 [m]	縮尺	1 / 5									
RQD	81	コア回収率	90 [%]	記載者										
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CM-H	記載日	2009. 11. 13.									
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 1本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 [a] [b]	硬さ [L]			
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因		
04				02	f	30	-	-	-	-	D			
03				07	f	40	-	-	-	-	D			
10														
20	17.00~18.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α			23	17-1	f	30	-	-	-	T			
30	粗粒でコアの 乾きが早い													
40												17.25~17.62m オーバーコアリング 区間。		
50														
60				62										
70				72								17.62~17.72m 円錐孔底成形 のためコア無し。		
80														
90												17.72~18.00m オーバーコアリング 区間。		

【タイプ】
h-f: 癒着割れ目
f: 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b: 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、破碎岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g: 断層カウジを伴う割れ目
断層カウジは基質と岩片が未固結で、破碎岩片の含有率が30%以下
断層カウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs: 固結した黒色細粒な断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M02孔) (18/20)

孔名	09-V250-M02	深度	18.00 [m] ~ 19.00 [m]	縮尺	1 / 5								
RQD	100	コア回収率	100 [%]	記載者									
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CM-H	記載日	2009. 11. 13.								
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 2本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ 「L」		
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因	
10	18.00~19.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α			18-1	f	60	-	-	-	-	T		
45				18-2	f	60	-	-	-	-	-	T	
40	粗粒でコアの 乾きが早い												

【タイプ】
h-f: 癒着割れ目
f : 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 糸線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
糸線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b : 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、糸線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M02孔) (19/20)

孔名	09-V250-M02	深度	19.00 [m] ~ 20.00 [m]	縮尺	1 / 5											
RQD	70	コア回収率	98 [%]	記載者												
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CM-H	記載日	2009. 11. 13.											
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 6本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ 「L」					
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因				
10	19.00~20.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α			00	19-1	f	75	SS SL (35)	- -	-	S	連続しない 雁行亀裂あり。				
17				06	19-2	f	70	SS - -	- -	-	S					
20																
30																
40			粗粒でコアの 乾きが早い													
50						50	19-3	f	20	- - -	- -		-	T		
54						54		f	0	- - -	- -		-	D		
60																
70																
80						78		f	0	- - -	- -		-	D		
81				81		f	0	- - -	- -	-	D					
85				85		f	0	- - -	- -	-	D					
90				90	19-4	f	60	- - -	- -	-	T					
94				94		f	0	- - -	- -	-	D					
96				94	19-5	f	40	- - -	- -	-	T					
00				97	19-6	f	60	- - -	- -	-	T					

[タイプ]
h-f: 癒着割れ目
f: 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目

[割れ目面の特徴]
SS: 鏡肌 (slicken-side) が認められる
SL: 糸線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
SL: 糸線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

[断層岩]
f-b: 断層角礫を伴う割れ目
断層角礫は基質と岩片が未面結で、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g: 断層カウツを伴う割れ目
断層カウツは基質と岩片が未面結で、破砕岩片の含有率が30%以下
断層カウツの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs: 固結した黒色細粒な断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

[成因]
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、糸線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に
機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M02孔) (20/20)

孔名	09-V250-M03	深度	0.00 [m] ~ 1.00 [m]	縮尺	1 / 5					
RQD	-	コア回収率	93 [%]	記載者						
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	-	記載日						
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 0本, o-f: 0本					その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a *b」	硬さ 「L」
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴			
0-10										
10-20										
20-30	0.00~0.58m 路盤 コンクリート									
30-40										
40-50										
50-60			58	58						
60-70										
70-80	0.58~1.00m 砂・碎石									
80-90										
[タイプ]			[断層岩]					[成因]		
h-f: 懸着割れ目		f-b: 断層角礫を伴う割れ目					S: 剪断 (shear) 割れ目			
f: 非懸着割れ目		断層角礫は基質と岩片が未固結で、破碎岩片の含有率が30%以上					(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)			
o-f: 開口割れ目		断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入					T: 引張り (tension) 割れ目			
[割れ目面の特徴]		f-g: 断層カウジを伴う割れ目					(羽毛状構造を伴う)			
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる		断層カウジは基質と岩片が未固結で、破碎岩片の含有率が30%以下					D: 機械割れ目			
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる		断層カウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入					(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)			
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載		f-gs: 固結した黒色細粒断層破碎物質を伴う割れ目								
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる		- : なし								
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載										
- : なし										

岩芯柱状図 (09-V250-M03孔) (1/20)

孔名	09-V250-M03	深度	1.00 [m] ~ 2.00 [m]	縮尺	1 / 5						
RQD	0	コア回収率	96 [%]	記載者							
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-L	記載日	2009. 11. 14.						
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 8本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 [「*a」 「b」]	硬さ [「L」]
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩			
10	1.00~1.09m 砂・碎石			09							
30	1.09~2.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分 α			50						1.09~1.50m 無水握りにより 機械割れ。礫状。	
40	やや粗粒で コアの乾きが やや早い			51							
50				56							
60				65	1-1	f	45	SS SL (130)			
70				70	1-2	f	35	SS SL (20)			
71				71		f	0				波状。
80				79	1-3	f	15				
85				85	1-4	f	80				
89				89	1-5	f	40				
87				87	1-6	f	15				
90				92	1-7	f	50				
94				94	1-8	f	15				
94				94		f	15				波状。
97				97		f	15				波状。

[タイプ]
h-f: 磨削割れ目
f: 非磨削割れ目
o-f: 開口割れ目
[割れ目面の特徴]
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 糸線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
SL: 糸線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

[断層岩]
f-b: 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g: 断層カウジを伴う割れ目
断層カウジは基質と岩片が未固結で、破砕岩片の含有率が30%以下
断層カウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs: 固結した黒色細粒の断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

[成因]
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、糸線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M03孔) (2/20)

孔名	09-V250-M03	深度	2.00 [m] ~ 3.00 [m]	縮尺	1 / 5													
RQD	43	コア回収率	97 [%]	記載者														
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 14.													
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 10本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ 「L」							
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因						
10	2.00~3.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		05	01	2-1	f	35	-	-	-	-	T	2.00~2.05m 角礫状~岩片状。					
			05	06	2-2	f	15	-	-	-	-	-				T		
			10	13		f	40	-	-	-	-	-				D	波状。 コア周縁基点の 羽毛構造あり。	
			14	10		f	75	-	-	-	-	-				D		
			20	18	20	2-3	f	35	-	-	-	-				-	T	2.18~2.28m 角礫状~岩片状。
			25	28	2-4	f	40	-	-	-	-	-				T		
			30	33	2-5	f	65	SS	SL (45)	-	-	-				S		
			40	48	39	2-6	f	60	SS	SL (45)	-	-				TS		
			50	49	51		f	8	-	-	-	-				-	D	
			60	61	51	2-7	f	60	-	-	-	-				-	T	
70	92	81	2-8	f	65	-	-	-	-	-	T							
80	96	89	2-9	f	60	-	-	-	-	-	T							
90	00	94	2-10	f	60	SS	SL (35)	-	-	-	S		2.94~3.00m 角礫状。					

[タイプ]
h-f: 癒着割れ目
f : 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目

[割れ目面の特徴]
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

[断層岩]
f-b : 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

[成因]
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M03孔) (3/20)

孔名	09-V250-M03	深度	3.00 [m] ~ 4.00 [m]	縮尺	1 / 5										
RQD	37	コア回収率	99 [%]	記載者											
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 14.										
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 9本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ「L」				
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層岩				成因			
04	3.00~4.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α やや粗粒で コアの乾きが やや早い			00	3-1	f	65	-	-	-	-	T	3.00~3.04m 角礫状~岩片状。		
06				02	3-2	f	60	SS	SL (35)	-	-	-		S	
11				02	3-3	f	60	SS	SL (15)	-	-	-		S	
14				14		f	0	-	-	-	-	-		D	
18				18		f	0	-	-	-	-	-		D	
25				25		f	0	-	-	-	-	-		D	
49				58	3-4	f	65	-	-	-	-	-		T	
58				64	3-5	f	65	-	-	-	-	-		T	
62				62		f	0	-	-	-	-	-		D	
64				64		f	0	-	-	-	-	-		D	
72				78	3-6	f	70	-	-	-	-	-		T	
79				83	3-7	f	70	-	-	-	-	-		T	
87				91	3-8	f	70	-	-	-	-	-		T	
89				94	3-9	f	70	-	-	-	-	-		T	

[タイプ]
h-f: 癒着割れ目
f: 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目
[割れ目面の特徴]
SS: 鱗肌 (slickenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

[断層岩]
f-b: 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、破碎岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g: 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、破碎岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs: 固結した黒色細粒な断層破碎物質を伴う割れ目
- : なし

[成因]
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鱗肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M03孔) (4/20)

孔名	09-V250-M03	深度	5.00 [m] ~ 6.00 [m]	縮尺	1 / 5										
RQD	0	コア回収率	96 [%]	記載者											
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 14.										
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 14本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 [a] [b]	硬さ [L]				
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因			
10	5.00~6.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α 潜在T割れ目が 発達し割れやすい。			19	5-1	f	65	SS SL (80)	-	-	S	5.00~5.19m 角礫状。			
20				21		f	0	-	-	-	-	D	5.21~5.26m 角礫状~岩片状。 機械割れ。		
21				26		f	0	-	-	-	-	D			
26				34	5-2	f	35	-	-	-	-	T			
30				37	5-3	f	30	-	-	-	-	T			
34				42	5-4	f	20	-	-	-	-	T	5.35~5.42m 角礫状。		
37				47		f	0	-	-	-	-	D	5.47~5.53m 角礫状~岩片状。		
40				52	5-5	f	15	-	-	-	-	T			
44				56	5-6	f	25	-	-	-	-	T			
48				62	5-7	f	25	-	-	-	-	T			
52				64	5-8	f	25	-	-	-	-	T			
56				67	5-8	f	10	-	-	-	-	D			
60				68	5-9	f	25	-	-	-	-	T	5.67~5.70m 角礫状。機械割れ。		
64				71	5-10	f	25	-	-	-	-	T			
68		78	5-11	f	25	-	-	-	-	T					
72		82	5-12	f	25	-	-	-	-	T					
76		91	5-13	f	55	-	-	-	-	T					
80		95	5-14	f	55	-	-	-	-	T					
84		97		f	5	-	-	-	-	D	5.97~6.00m 角礫状。				

[タイプ]
h-f: 垂直割れ目
f : 非垂直割れ目
o-f: 開口割れ目

[割れ目面の特徴]
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

[断層岩]
f-b : 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

[成因]
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M03孔) (6/20)

孔名	09-V250-M03	深度	6.00 [m] ~ 7.00 [m]	縮尺	1 / 5											
RQD	39	コア回収率	98 [%]	記載者												
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日	2009. 11. 14.											
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 17本, o-f: 0本					その他記載 (割れ目充填物など)	色調 [a, b]	硬さ [L]						
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴				断層 岩	成因				
10 20 30 40 50 60 70 80 90	6.00~7.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分 α		05	03	6-1	f	45	- - -	-	T	6.00~6.05m 角礫状~岩片状。					
			08	09	6-2	f	10	- - -	-	T						
			11	12	6-3	f	15	- - -	-	T						
						14	15	6-4	f	15	- - -	-	T	6.11~6.15m 角礫状~岩片状。		
						22	21		f	5	- - -	-	D			
						24	23	6-5	f	15	- - -	-	T	6.21~6.23m 角礫状。		
						29	28	6-6	f	10	- - -	-	T			
						38	39	6-7	f	15	- - -	-	T			
						41	40	6-8	f	15	- - -	-	T	6.38~6.41m 角礫状。機械割れ。		
						43	42	6-9	f	15	- - -	-	T			
						46	44	6-10	f	20	- - -	-	T			
						60	60		f	0	- - -	-	D			
						75	77	6-11	f	25	- - -	-	T	6.77~6.79m 角礫状。機械割れ。		
						77	79		f	5	- - -	-	D			
						78	79	6-12	f	17	- - -	-	T			
						84	85	6-13	f	17	- - -	-	T	6.84~6.85m 角礫状。機械割れ。		
						89	87	6-14	f	15	- - -	-	T			
			93	91	6-15	f	15	- - -	-	T	6.87~6.89m 角礫状。機械割れ。					
			97	96	6-16	f	15	- - -	-	T						
			99	00	6-17	f	15	- - -	-	T						

[タイプ]
 h-f: 癒着割れ目
 f: 非癒着割れ目
 o-f: 開口割れ目
[割れ目面の特徴]
 SS: 鏡肌 (slicenside) が認められる
 SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
 条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
 ST: スリッケンステップ (slicenstop) が認められる
 割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
 -: なし

[断層岩]
 f-b: 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、破碎岩片の含有率が30%以上
 断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
 f-g: 断層カウジを伴う割れ目
 断層カウジは基質と岩片が未固結で、破碎岩片の含有率が30%以下
 断層カウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
 f-gs: 固結した黒色細粒な断層破碎物質を伴う割れ目
 -: なし

[成因]
 S: 剪断 (shear) 割れ目
 (鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
 T: 引っ張り (tension) 割れ目
 (羽毛状構造を伴う)
 D: 機械割れ目
 (掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M03孔) (7/20)

孔名	09-V250-M03	深度	7.00 [m] ~ 8.00 [m]	縮尺	1 / 5								
RQD	55	コア回収率	92 [%]	記載者									
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-H	記載日	2009. 11. 14.								
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 10本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 [a][b]	硬さ [L]		
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因	
02			00	7-1	f	25	-	-	-	-	T		
14			07	7-2	f	75	-	-	-	-	T		
14			14		f	0	-	-	-	-	D		
16			16		f	0	-	-	-	-	D		
21	7.00~8.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		22	7-3	f	10	-	-	-	-	T	7.16~7.28m 角礫状~岩片状。	
28			22	7-4	f	70	-	-	-	-	T		
40			41	7-5	f	5	-	-	-	-	T		
59			60	7-6	f	5	-	-	-	-	T		
70			71	7-7	f	5	-	-	-	-	T	7.70~7.75m 角礫状~岩片状。	
74			75	7-8	f	5	-	-	-	-	T		
74			80	7-9	f	35	-	-	-	-	T	7.79~7.80m 角礫状。	
79			79		f	0	-	-	-	-	D		
85			84	7-10	f	15	-	-	-	-	T		
88			88		f	0	-	-	-	-	D	7.88~8.00m 角礫状~岩片状。	

【タイプ】
h-f: 癒着割れ目
f : 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b : 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、破碎岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 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、破碎岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒断層破碎物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M03孔) (8/20)

孔名	09-V250-M03	深度	8.00 [m] ~ 9.00 [m]	縮尺	1 / 5								
RQD	32	コア回収率	98 [%]	記載者									
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-M	記載日									
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 9本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ 「L」		
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因	
03			03		f	0	-	-	-	D	8.00~8.10m 角礫状。		
10			03	8-1	f	70	-	-	-	T			
14			03	8-2	f	70	-	-	-	T			
28	8.00~9.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		29		f	10	-	-	-	D			
31				31		f	10	-	-	-	D		
38	8.15~9.00m やや粗粒で コアの乾きが やや早い		25	8-3	f	70	-	-	-	T			
40				41		f	5	-	-	-	D		
52			52		f	0	-	-	-	D			
57			57		f	0	-	-	-	D			
62	8.57~8.71m 角礫状~岩片状。		62		f	0	-	-	-	D			
57				65	8-4	f	70	-	-	-	T		
60				71	8-5	f	75	-	-	-	T		
72			85	8-6	f	70	-	-	-	T			
79			80		f	10	-	-	-	D			
83			83		f	0	-	-	-	D			
81			76	8-7	f	55	-	-	-	T			
04			89		f	0	-	-	-	D			
93			00	8-8	f	80	-	-	-	T			
00			98	8-9	f	40	-	-	-	T			

【タイプ】
h-f: 癒着割れ目
f: 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b: 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g: 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs: 固結した黒色細粒な断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M03孔) (9/20)

孔名	09-V250-M03	深度	9.00 [m] ~ 10.00 [m]	縮尺	1 / 5								
RQD	12	コア回収率	96 [%]	記載者									
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	~9.25CL-M 9.25~CM-L	記載日	2009. 11. 14.								
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 5本, o-f: 0本					その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「b」	硬さ 「L」			
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴				断層 岩	成因	
10	9.00~10.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		11	11	f	0	-	-	-	D			
07			20	9-1	f	70	-	-	-	D			
14			14	f	0	-	-	-	D				
16			16	f	0	-	-	-	D				
20	9.25~10.00m やや硬質で やや粗粒で コアの乾きが やや早い		18	18	f	0	-	-	-	D	9.28~9.35m 岩片状。		
20			20	f	0	-	-	-	D				
23			23	f	0	-	-	-	D				
22			25	9-2	f	40	-	-	-	T			
28			28	f	0	-	-	-	D				
28			30	9-3	f	45	-	-	-	T			
35			35	f	0	-	-	-	D				
37			37	f	0	-	-	-	D				
40			37	39	9-4	f	30	-	-	-	T	9.43~9.82m 角礫状。岩片は 硬質でT割れ目が 発達。	
43			43	f	0	-	-	-	D				
50													
60													
70													
80													
90													
			82	82	f	0	-	-	-	D			
			93	93	9-5	f	65	-	-	-	T	階段状。	
			97	97	f	35	-	-	-	D			

【タイプ】
h-f: 癒着割れ目
f : 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 糸線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
糸線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slikenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b : 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、破碎岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 断層カウチを伴う割れ目
断層カウチは基質と岩片が未固結で、破碎岩片の含有率が30%以下
断層カウチの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs: 固結した黒色細粒な断層破碎物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、糸線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M03孔) (10/20)

孔名	09-V250-M03	深度	10.00 [m] ~ 11.00 [m]	縮尺	1 / 5										
RQD	14	コア回収率	98 [%]	記載者											
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CM-M	記載日	2009. 11. 14.										
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 8本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ 「L」				
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因			
10.00~11.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α やや硬質で やや粗粒で コアの乾きが やや早い			00 03	01 00	10-1	f	0	-	-	-	D	10.00~10.03m 角礫状。			
			09 14	14 14	10-2	f	70	-	-	-	T	10.09~10.14m 角礫状。 波状。			
			25 33	20 32	10-3	f	75	-	-	-	T	10.20~10.33m 角礫状。 波状。			
			39 41	40 42		f	5	-	-	-	D	波状。 波状。			
			48 55	50 48	10-4	f	75	-	-	-	T	波状、階段状。			
			65 63	58 63	10-6	f	75	-	-	-	T	10.63~10.65m 角礫状。			
			65 65	65 65		f	0	-	-	-	D				
			74 80	74 66	10-7	f	85	-	-	-	T	10.77~10.91m 角礫状~岩片状。			
			77 80	77 80		f	0	-	-	-	D				
			87 91	90 91	10-8	f	75	-	-	-	T				
								f	0	-	-	-	D		

【タイプ】
h-f: 癒着割れ目
f : 非癒着割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b : 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、破碎岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 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、破碎岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目 (鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目 (羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目 (掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図(09-V250-M03孔) (11/20)

孔名	09-V250-M03	深度	11.00 [m] ~ 12.00 [m]	縮尺	1 / 5											
RQD	36	コア回収率	98 [%]	記載者												
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CM-M	記載日	2009. 11. 14.											
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 10本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 [a *b]	硬さ [L]					
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因				
10			02	02	f	0	- - - -	D	11.00~10.07m 角礫状~岩片状。							
			02	07	11-1	f	60	SS SL (15)				S				
			09	11	11-2	f	25	- - - -				T				
			02	27	11-3	f	85	- - - -				T				
			19	19	f	0	- - - -	D								
			21	35	11-4	f	80	- - - -				T				
			29	29	f	0	- - - -	D								
			35	35	f	0	- - - -	D								
			40	40	f	0	- - - -	D								
			46	40	11-5	f	70	SS SL (15)				S				
20	11.00~12.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		65	65	f	0	- - - -	D	11.19~11.35m 岩片状。							
			63	67	11-6	f	40	- - - -				T				
			70	72	11-7	f	20	- - - -				T				
			82	85	11-8	f	40	- - - -				T				
			88	93	11-9	f	50	SS SL (15)				S				
			92	97	11-10	f	55	SS SL (15)				S				
			90										波状。			
														波状。		

【タイプ】
h-f: 懸着割れ目
f : 非懸着割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鱗肌 (slicenside) が認められる
SL: 糸線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
糸線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b : 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、破碎岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 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、破碎岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒な断層破碎物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目 (鱗肌、糸線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目 (羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目 (掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図(09-V250-M03孔) (12/20)

孔名	09-V250-M03	深度	12.00 [m] ~ 13.00 [m]	縮尺	1 / 5						
RQD	51	コア回収率	99 [%]	記載者							
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CM-H	記載日	2009. 11. 14.						
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 4本, o-f: 0本					その他記載 (割れ目充填物など)	色調 [a][b]	硬さ [c]	
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴				断層 岩
03			04	f	15	-	-	-	D		
13			00	f	70	-	-	-	T		
19			20	f	10	-	-	-	D		
20	12.00~13.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		21	f	15	-	-	-	D		
23			24	f	5	-	-	-	D		
26			26	f	0	-	-	-	D		
27			27	f	0	-	-	-	D		
30			31	f	5	-	-	-	D		
32			33	f	5	-	-	-	D		
36	やや硬質で やや粗粒で コアの乾きが やや早い		37	f	10	-	-	-	D		
39			40	f	10	-	-	-	D	12.39~12.41m 角礫状。	
41			40	f	10	-	-	-	D		
63			62	f	15	-	-	-	D		
60		67	f	60	SS	SL (170)	-	-	S		
62		72	f	65	SS	SL (170)	-	-	S		
68		75	f	55	SS	SL (170)	-	-	S		
92			92	f	0	-	-	-	D		

[タイプ]
h-f: 断層割れ目
f: 非断層割れ目
o-f: 開口割れ目
[割れ目面の特徴]
SS: 鱗肌 (slikeness) が認められる
SL: 糸線 (スリッケンライン) (slikeneline) が認められる
糸線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slikenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な方位方向を記載
- : なし

[断層岩]
f-b: 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g: 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs: 面結した黒色細粒な断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

[成因]
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鱗肌、糸線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図(09-V250-M03孔) (13/20)

孔名	09-V250-M03	深度	13.00 [m] ~ 14.00 [m]	縮尺	1 / 5								
RQD	93	コア回収率	97 [%]	記載者									
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CM-H	記載日	2009. 11. 14.								
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 3本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 [a][b]	硬さ [L]		
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因	
00			01		f	20	-	-	-	-	D		
10													
20													
23	13.00~14.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		24	13-1	f	15	-	-	-	-	T		
30													
40	やや硬質で やや粗粒で コアの乾きが やや早い		41		f	5	-	-	-	-	D		
44			42		f	20	-	-	-	-	T		
50													
60													
70													
80	一部不明瞭な 層理が見られる												
90			90	85	13-3	f	55	-	-	-	T		

【タイプ】
h-f: 總割れ目
f : 非垂直割れ目
o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickestep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

【断層岩】
f-b : 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、破碎岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g : 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、破碎岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs : 固結した黒色細粒断層破碎物質を伴う割れ目
- : なし

【成因】
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M03孔) (14/20)

孔名	09-V250-M03	深度	14.00 [m] ~ 15.00 [m]	縮尺	1 / 5							
RQD	74	コア回収率	98 [%]	記載者								
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	14.10~14.40CL-M 他区間CM-H	記載日	2009. 11. 14.							
深度 [cm]	岩相・風化	コア 写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 6本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 [a, b]	硬さ [H]	
			割れ目 模式断面図	番号	タイ プ	傾 斜 角 度	割れ目面 の特徴	断 層 岩				成 因
10	14.00~15.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		16	17	14-1	f	30	SS SL (160)	- -	S		
20	14.10~14.40m 細粒で軟質。		20	22	14-2	f	30	SS SL (160)	- -	S		
22			22	23		f	5	- -	- -	D		
26			26	27	14-3	f	25	SS - -	- -	S		
28	他の区間は やや硬質で やや粗粒で コアの乾きが やや早い		28	29	14-4	f	20	SS SL (170)	- -	S	14.28~14.31m 角礫状。機械割れ。 波状。	
30			30	31		f	5	- -	- -	D		
33			33	32		f	10	- -	- -	D		
34			34	33		f	10	- -	- -	D		
37			37	37		f	0	- -	- -	D		
39			39	39		f	0	- -	- -	D	14.39m 角礫状。機械割れ。	
41			41	41		f	0	- -	- -	D		
47			47	50	14-5	f	30	- -	- -	T	14.41~14.50m 岩片状。	
60	一部不明瞭な 層理が見られる		69	75	14-6	f	45	- -	- -	T		
80			80	80		f	0	- -	- -	D		
96			96	96		f	0	- -	- -	D		

[タイプ]
h-f: 垂直割れ目
f: 非垂直割れ目
o-f: 開口割れ目
[割れ目面の特徴]
SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
- : なし

[断層岩]
f-b: 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g: 断層ガワジを伴う割れ目
断層ガワジは基質と岩片が未固結で、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガワジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs: 固結した黒色細粒な断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

[成因]
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛状構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に
機械的に割れたもの)

岩芯柱状図(09-V250-M03孔) (15/20)

孔名	09-V250-M03	深度	15.00 [m] ~ 16.00 [m]	縮尺	1 / 5									
RQD	36	コア回収率	96 [%]	記載者										
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	~15.40CM-H 15.40~CL-M	記載日	2009. 11. 14.									
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 6本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ 「L」			
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層岩				成因		
10														
20														
30	15.00~16.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		21	21	f	0	-	-	-	-	D			
40	15.00~15.40m やや硬質で やや粗粒で コアの乾きが やや早い		28	40	15-1	f	70	-	-	-	-	T		
			38	38		f	0	-	-	-	-	D		
			40	40		f	0	-	-	-	-	D		
50	一部不明瞭な 層理が見られる													
	15.40~16.00m 細粒で軟質。		55	55		f	0	-	-	-	-	D		
			56	60	15-2	f	80	SS	SL (90)	-	-	S	15.40~15.55m 角礫状。傾斜した S割れ目あり。	
60			66	66		f	0	-	-	-	-	D		
			62	78	15-3	f	85	SS	SL (10)	-	-	S		
70			74	75		f	5	-	-	-	-	D		
80		82	83	15-4	f	15	-	-	-	-	T			
		85	95	15-5	f	80	SS	SL (80)	-	-	S			
90		89	91	15-6	f	15	-	-	-	-	T			
		97	97		f	0	-	-	-	-	D			

【タイプ】
 h-f: 離着割れ目
 f : 非離着割れ目
 o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
 SS: 離肌 (slicenside) が認められる
 SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
 条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
 ST: スリッケンステップ (slicenstep) が認められる
 割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
 - : なし

【断層岩】
 f-b : 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、破碎岩片の含有率が30%以上
 断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
 f-g : 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、破碎岩片の含有率が30%以下
 断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
 f-gs : 固結した黒色細粒な断層破碎物質を伴う割れ目
 - : なし

【成因】
 S: 剪断 (shear) 割れ目
 (離肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
 T: 引っ張り (tension) 割れ目
 (羽毛状構造を伴う)
 D: 機械割れ目
 (掘削時またはその後の取扱時に
 機械的に割れたもの)

岩芯柱状図(09-V250-M03孔) (16/20)

孔名	09-V250-M03	深度	16.00 [m] ~ 17.00 [m]	縮尺	1 / 5									
RQD	0	コア回収率	98 [%]	記載者										
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CL-L	記載日	2009. 11. 14.									
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 11本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a*b」	硬さ 「L」			
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因		
01			08	16-1	f	80	-	-	-	-	T			
08			08		f	0	-	-	-	-	D	16.08~16.10m 角礫状~岩片状。		
10			10		f	0	-	-	-	-	D			
05			21	16-2	f	80	-	-	-	-	T			
14			14		f	0	-	-	-	-	D			
13			21	16-3	f	90	-	-	-	-	T			
19			19		f	0	-	-	-	-	D			
20			20		f	0	-	-	-	-	D			
33	16.00~17.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分 α		33	22	16-4	f	70	SS	SL (145)	-	-	S	16.20~16.33m 角礫状~岩片状。	
35			35		f	15	-	-	-	-	-	D	波状。	
45			45		f	0	-	-	-	-	D			
55			45	16-5	f	80	SS	SL (170)	-	-	S			
49			49		f	0	-	-	-	-	D			
74			49	16-6	f	85	SS	-	-	-	S			
69	一部不明瞭な 層理が見られる		69	83	16-7	f	70	SS	SL (110)	-	-	S	16.77~16.83m 角礫状。	
82			83	16-8	f	5	-	-	-	-	-	T		
92			77	16-9	f	70	SS	SL (0)	-	-	S			
91			91		f	0	-	-	-	-	D			
96			88	16-10	f	70	SS	-	-	-	S			
00			96	16-11	f	55	SS	-	-	-	S			
97			97		f	0	-	-	-	-	D			

【タイプ】
 h-f: 癒着割れ目
 f : 非癒着割れ目
 o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
 SS: 鱗肌 (slickenside) が認められる
 SL: 条線 (スリッケンライン) (slikenline) が認められる
 条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
 ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
 割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
 - : なし

【断層岩】
 f-b : 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、破砕岩片の含有率が30%以上
 断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
 f-g : 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、破砕岩片の含有率が30%以下
 断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
 f-gs : 固結した黒色細粒な断層破砕物質を伴う割れ目
 - : なし

【成因】
 S: 剪断 (shear) 割れ目
 (鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
 T: 引っ張り (tension) 割れ目
 (羽毛状構造を伴う)
 D: 機械割れ目
 (掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図(09-V250-M03孔) (17/20)

孔名	09-V250-M03	深度	17.00 [m] ~ 18.00 [m]	縮尺	1 / 5								
RQD	28	コア回収率	97 [%]	記載者									
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CM-M	記載日	2009. 11. 14.								
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 5本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ「L」		
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層岩				成因	
03			00	17-1	f	45	-	-	-	-	T		
10													
20			24	17-2	f	50	SS	SL (80)	-	-	S	17.18~17.23m 角礫状 ~ 岩片状。	
23			22		f	20	-	-	-	-	D		
30	17.00~18.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α		38		f	20	-	-	-	-	D		コア周縁を基点 とする羽毛構造 あり。
40	やや硬質で やや粗粒で コアの乾きが やや早い		40		f	0	-	-	-	-	D		
40			48	17-3	f	70	-	-	-	-	T		
42			52	17-4	f	65	SS	SL (80)	-	-	TS		
46			46		f	0	-	-	-	-	D		
50	一部不明瞭な 層理が見られる		45	17-5	f	80	-	-	-	-	T		
60													
70			69		f	5	-	-	-	-	D		
72			72		f	5	-	-	-	-	D		
77			77		f	10	-	-	-	-	D		
80			81		f	5	-	-	-	-	D		
81			82										
88			88		f	5	-	-	-	-	D		
90			92		f	5	-	-	-	-	D		
96			96		f	5	-	-	-	-	D		

【タイプ】
 h-f: 癒着割れ目
 f : 非癒着割れ目
 o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
 SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
 SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
 条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
 ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
 割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
 - : なし

【断層岩】
 f-b : 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、破碎岩片の含有率が30%以上
 断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
 f-g : 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、破碎岩片の含有率が30%以下
 断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
 f-gs : 固結した黒色細粒な断層破碎物質を伴う割れ目
 - : なし

【成因】
 S: 剪断 (shear) 割れ目
 (鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
 T: 引っ張り (tension) 割れ目
 (羽毛状構造を伴う)
 D: 機械割れ目
 (掘削時またはその後の取扱時に
 機械的に割れたもの)

岩芯柱状図(09-V250-M03孔) (18/20)

孔名	09-V250-M03	深度	18.00 [m] ~ 19.00 [m]	縮尺	1 / 5								
RQD	13	コア回収率	98 [%]	記載者									
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CM-M	記載日	2009. 11. 14.								
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 4本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「a」 「b」	硬さ 「c」		
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因	
02				03	f	10	-	-	-	D	波状。		
10				11	f	10	-	-	-	D	波状。		
16				15	f	5	-	-	-	D			
23	18.00~19.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α			29	18-1	f	80	-	-	-	T		
23				23	f	0	-	-	-	D			
28				28	f	0	-	-	-	D	波状。		
32				31	f	5	-	-	-	D	波状、階段状。 18.31~18.35m 角礫状~岩片状。 機械割れ。		
34	やや硬質で やや粗粒で コアの乾きが やや早い			35	f	5	-	-	-	D			
42				43	f	5	-	-	-	D	波状、階段状。 18.42~18.47m 角礫状。機械割れ。		
46				47	f	5	-	-	-	D			
49				49	f	0	-	-	-	D	波状。		
51				51	f	0	-	-	-	D			
52				53	f	5	-	-	-	D	波状。		
57				60	18-2	f	60	-	-	-	T		
66	一部不明瞭な 層理が見られる			69	18-3	f	45	-	-	-	T		
77				76	f	10	-	-	-	D	波状。		
89				89	f	0	-	-	-	D	波状。		
77				76	18-4	f	60	-	-	-	T		
98				99	f	10	-	-	-	D	階段状。		

[タイプ]
h-f: 巻着割れ目
f: 非巻着割れ目
o-f: 開口割れ目
[割れ目面の特徴]
SS: 鱗肌 (slikenside) が認められる
SL: 糸線 (スリッケンライン) (slikeline) が認められる
糸線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
ST: スリッケンステップ (slikenstep) が認められる
割れ目上盤側の相対的な方位方向を記載
- : なし

[断層岩]
f-b: 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、破砕岩片の含有率が30%以上
断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
f-g: 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、破砕岩片の含有率が30%以下
断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
f-gs: 固結した黒色細粒な断層破砕物質を伴う割れ目
- : なし

[成因]
S: 剪断 (shear) 割れ目
(鏡肌、糸線、ステップ、断層岩を伴う)
T: 引っ張り (tension) 割れ目
(羽毛構造を伴う)
D: 機械割れ目
(掘削時またはその後の取扱時に機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M03孔) (19/20)

孔名	09-V250-M03	深度	19.00 [m] ~ 20.00 [m]	縮尺	1 / 5											
RQD	37	コア回収率	98 [%]	記載者												
岩石名	泥岩	岩盤等級区分	CM-M	記載日												
深度 [cm]	岩相・風化	コア写真	割れ目 本数 h-f: 0本, f: 8本, o-f: 0本						その他記載 (割れ目充填物など)	色調 「*a」 「*b」	硬さ「L」					
			割れ目 模式断面図	番号	タイプ	傾斜 角度	割れ目面 の特徴	断層 岩				成因				
10	19.00~20.00m 泥岩 塊状無層理 風化区分α やや硬質で やや粗粒で コアの乾きが やや早い		08	09	f	5	-	-	-	-	D	19.08~19.15m 岩片状。				
			08	15	19-1	f	60	-	-	-	-		T			
20					21	27	19-2	f	45	-	-	-	T			
30					28	28	f	0	-	-	-	-	D	カッター切り口。		
40					33	33	f	0	-	-	-	-	D	波状。		
50					43	43	f	0	-	-	-	-	D	19.43~19.48m 角礫状。		
			48	44	19-3	f	50	-	-	-	-	T				
					48	48	f	0	-	-	-	-	D	19.48~19.51m 角礫状。		
			49	51	19-4	f	45	-	-	-	-	T				
					52	52	f	0	-	-	-	-	D	19.52~19.54m 角礫状~岩片状。		
			52	54	19-5	f	40	-	-	-	-	T				
60					58	55	19-6	f	40	-	-	-	T			
70					62	64	f	35	-	-	-	-	D	19.65~19.70m 角礫状~岩片状。		
					66	65	19-7	f	40	-	-	-	T			
					70	70	f	5	-	-	-	-	D			
80					79	79	f	0	-	-	-	-	D			
			81	81	f	0	-	-	-	-	D					
90			83	85	19-8	f	45	-	-	-	T					

【タイプ】
 h-f: 垂直割れ目
 f: 非垂直割れ目
 o-f: 開口割れ目
【割れ目面の特徴】
 SS: 鏡肌 (slickenside) が認められる
 SL: 条線 (スリッケンライン) (slickenline) が認められる
 条線 (スリッケンライン) のレイク角を記載
 ST: スリッケンステップ (slickenstep) が認められる
 割れ目の上盤側の相対的な変位方向を記載
 -: なし

【断層岩】
 f-b: 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、破砕岩片の含有率が30%以上
 断層角礫の上端を構成する面をf-bt、下端を構成する面をf-bbと記入
 f-g: 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、破砕岩片の含有率が30%以下
 断層ガウジの上端を構成する面をf-gt、下端を構成する面をf-gbと記入
 f-gb: 固結した黒色細粒な断層破砕物質を伴う割れ目
 -: なし

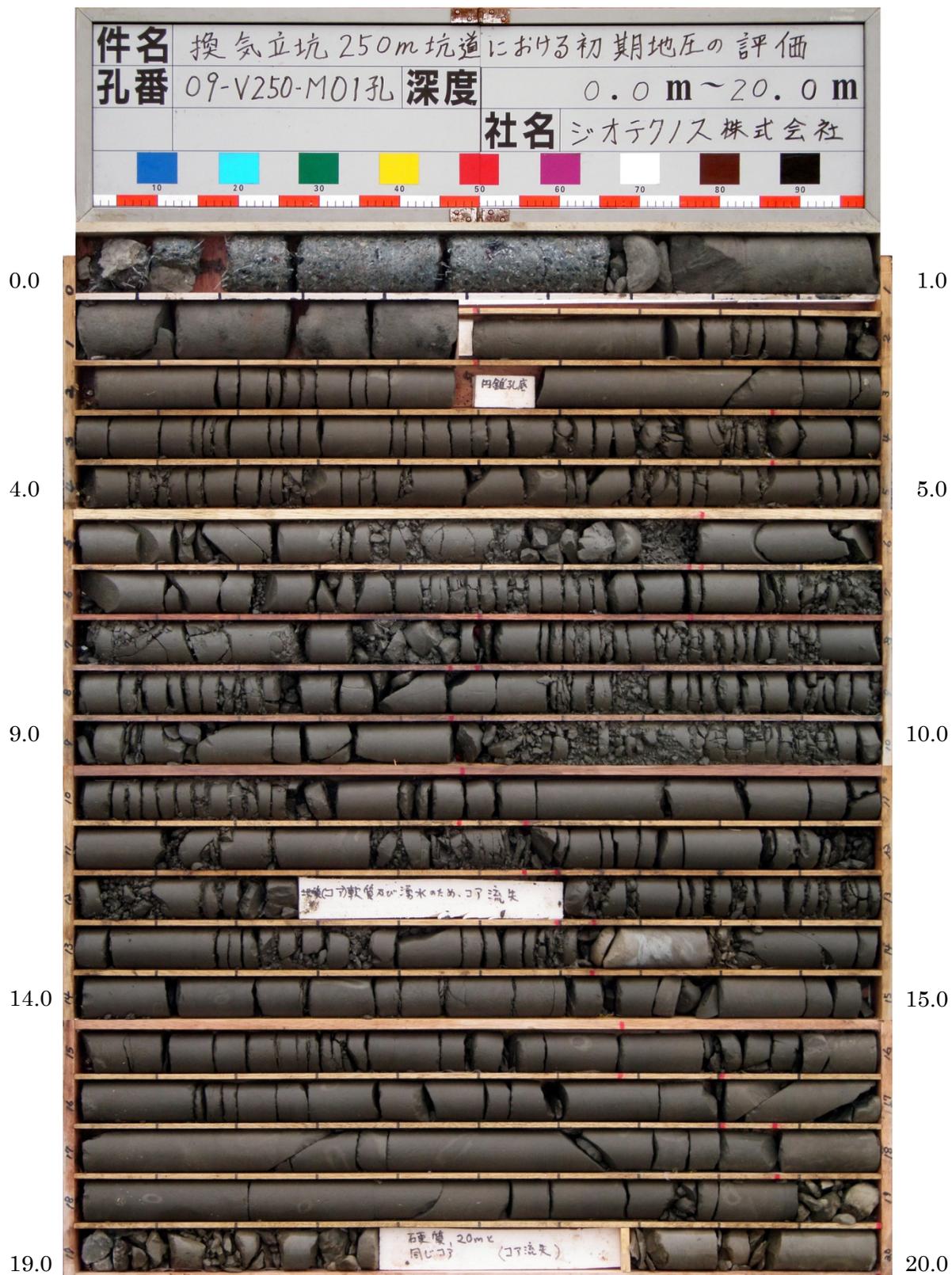
【成因】
 S: 剪断 (shear) 割れ目
 (鏡肌、条線、ステップ、断層岩を伴う)
 T: 引っ張り (tension) 割れ目
 (羽毛状構造を伴う)
 D: 機械割れ目
 (掘削時またはその後の取扱時に
 機械的に割れたもの)

岩芯柱状図 (09-V250-M03孔) (20/20)

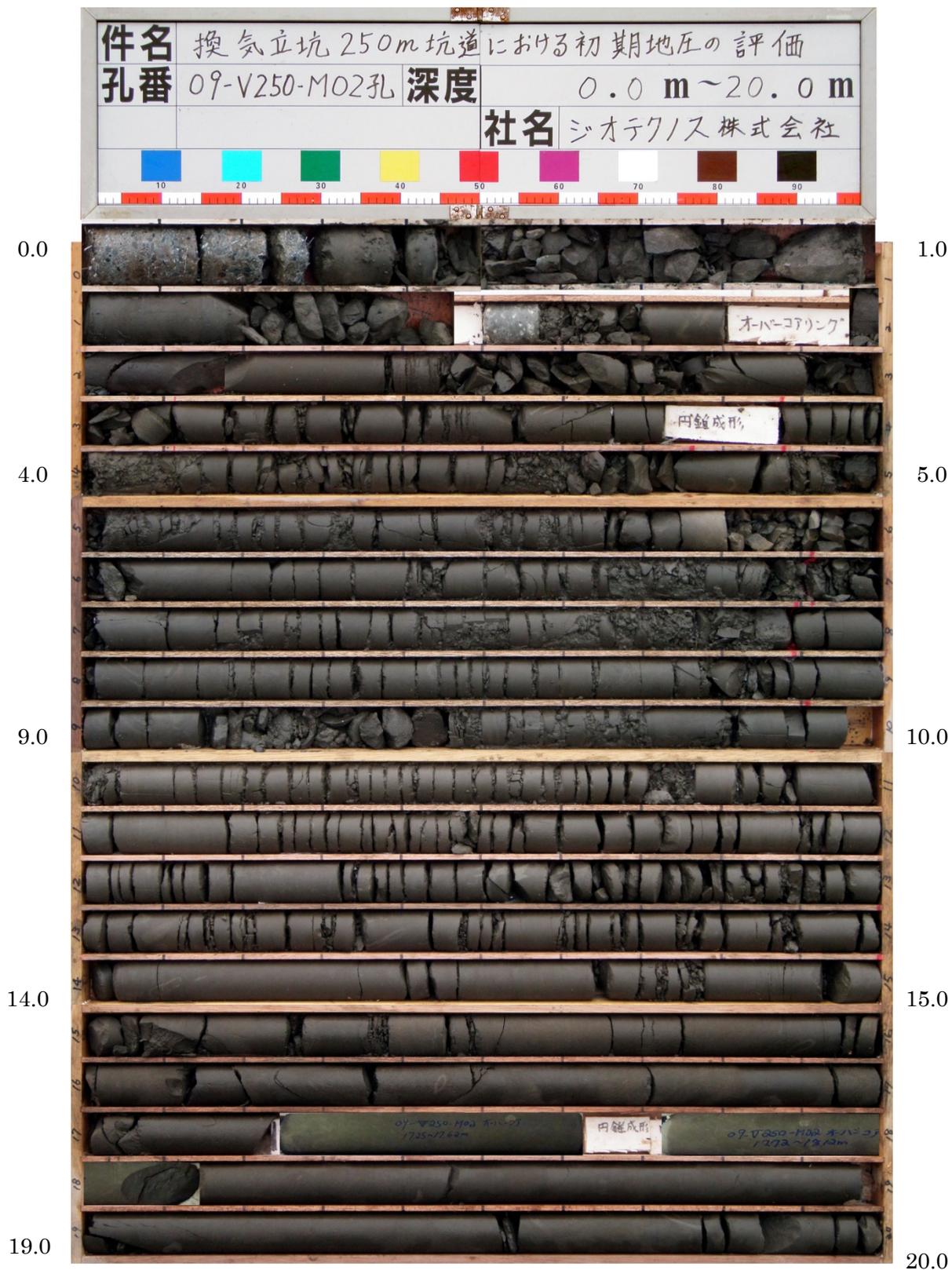
付録 5

コア写真

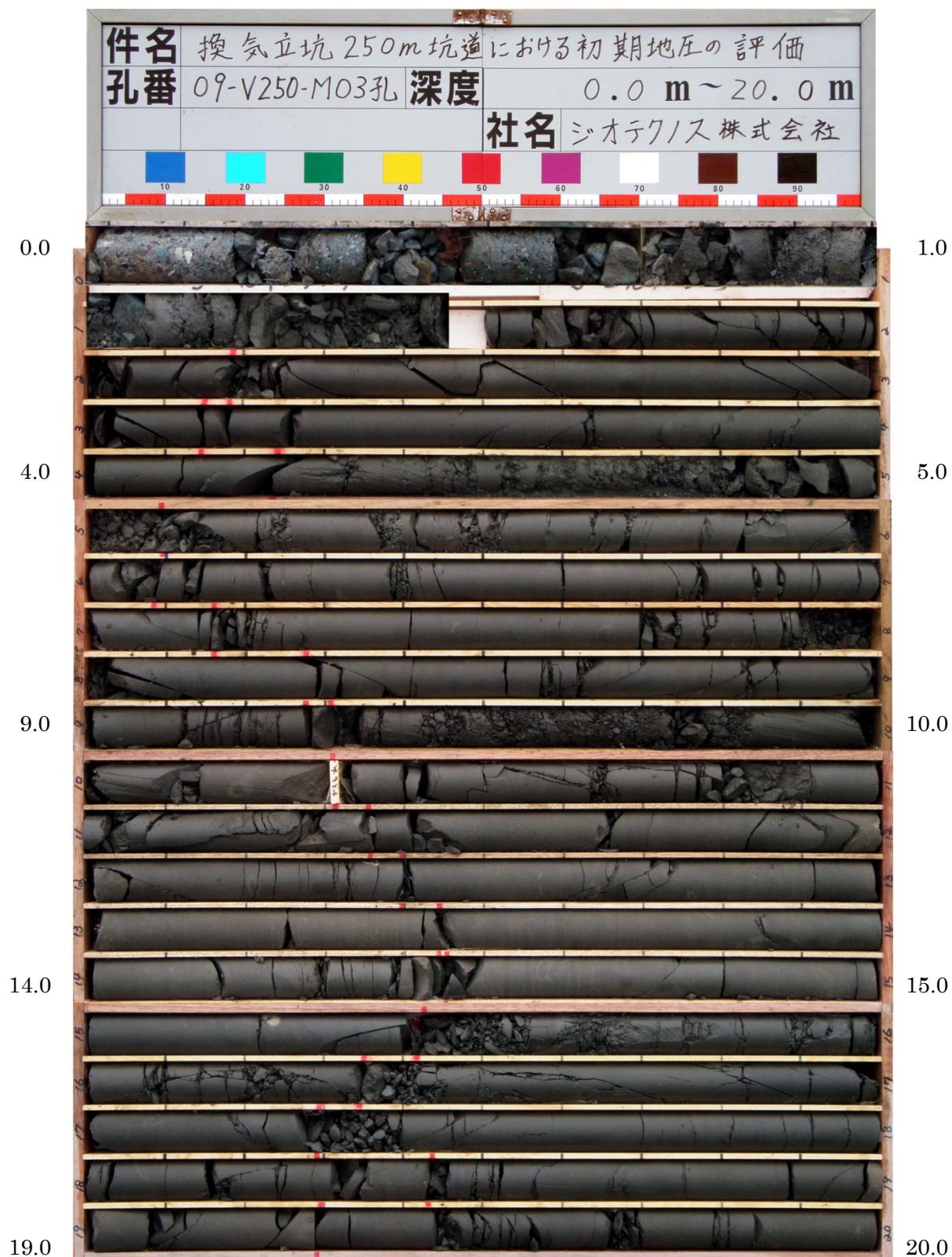
This is a blank page.



コア写真 (09-V250-MO1)



コア写真 (09-V250-MO2)



コア写真 (09-V250-MO3)

This is a blank page.

付録 6

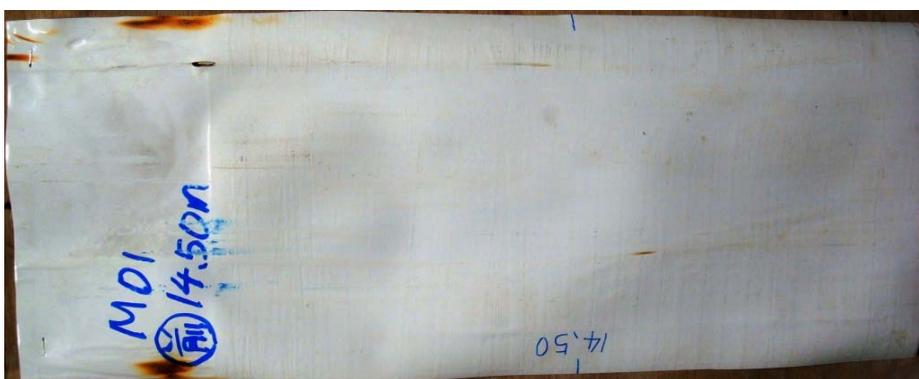
破碎前のき裂の型取り結果

This is a blank page.

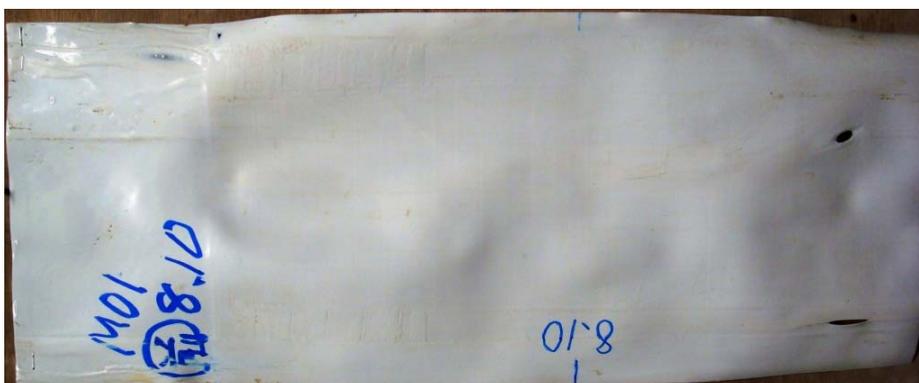
孔口 ← → 孔底



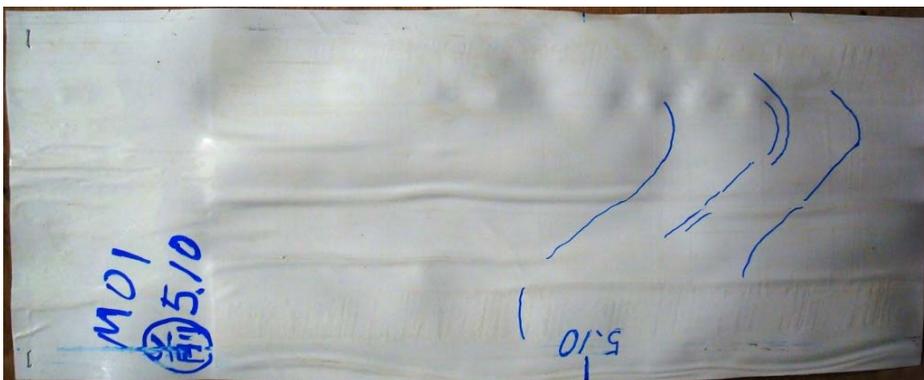
M01 孔 15.50m



M01 孔 14.50m



M01 孔 8.10 m

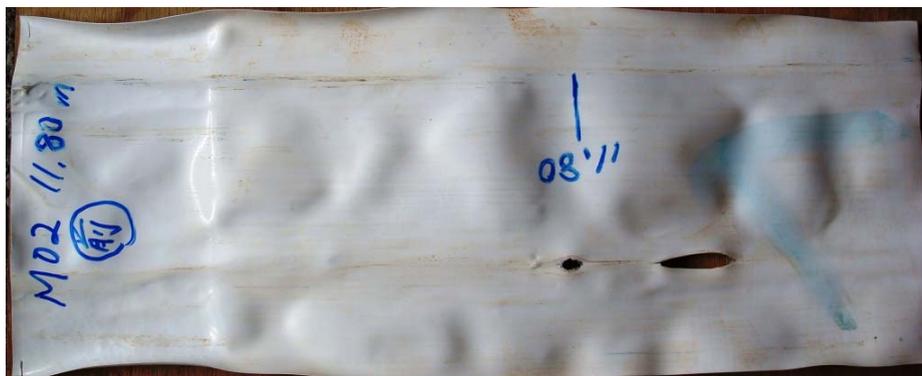


M01 孔 5.10m

0 20cm



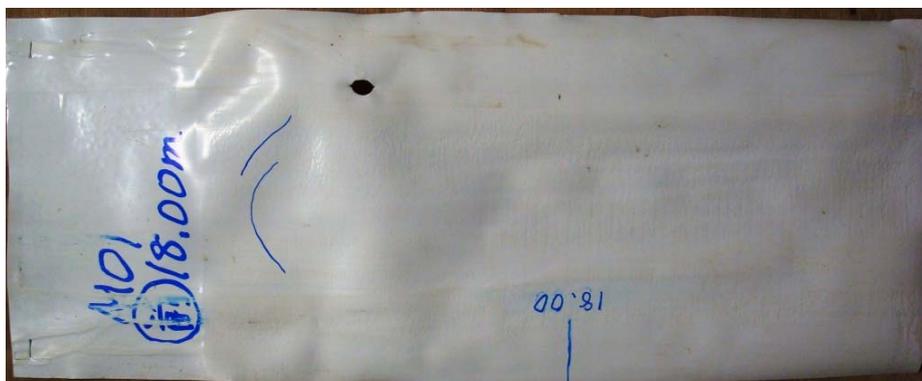
孔口 ← → 孔底



M02 孔 11.80m
0 20cm



M02 孔 10.80m

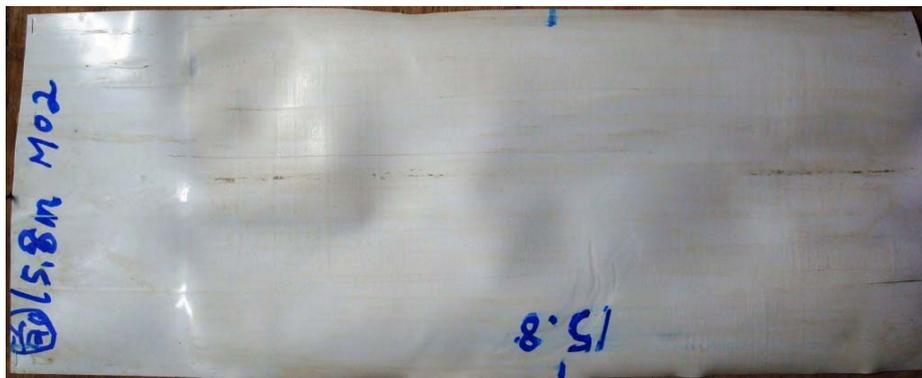


M01 孔 18.00m

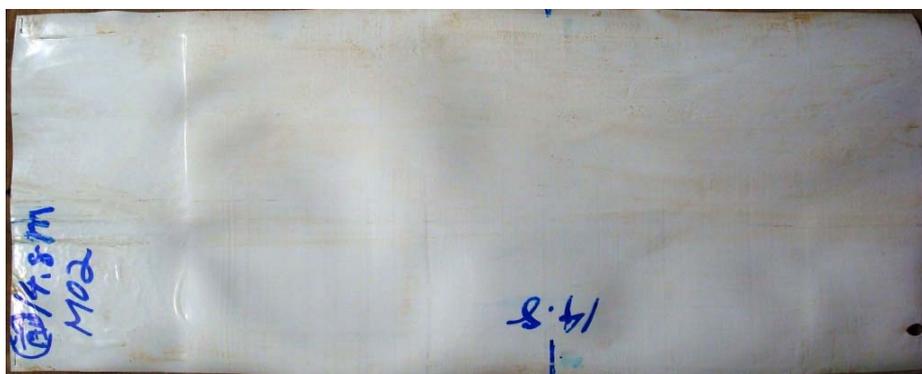


M01 孔 16.50m

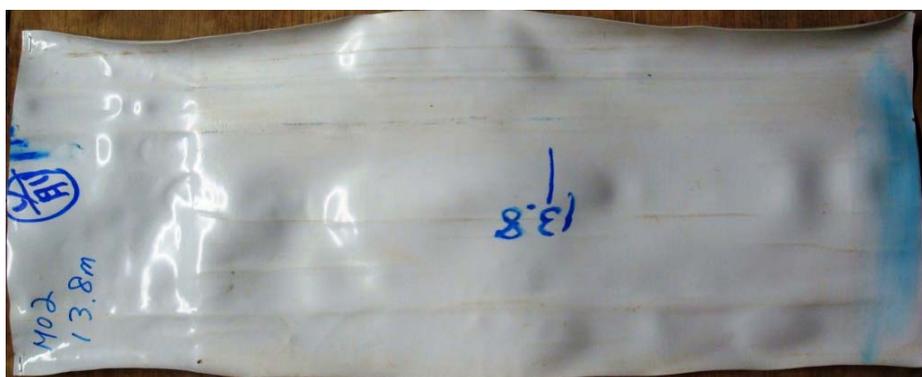
孔口 ← → 孔底



M02 孔 15.80m



M02 孔 14.80m



M02 孔 13.80 m

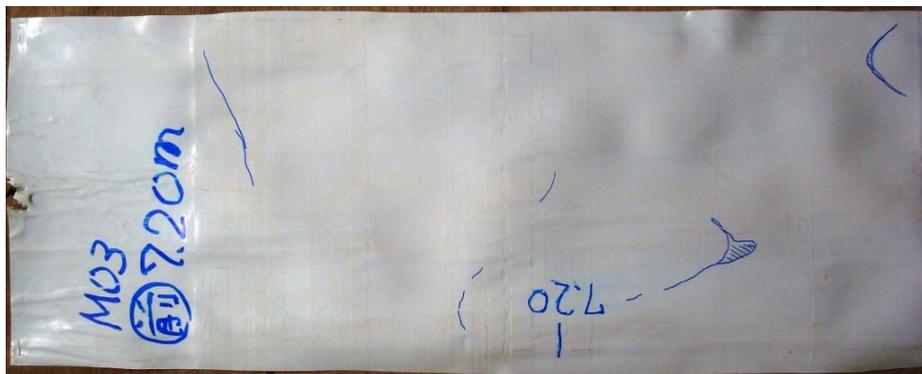


M02 孔 12.80m

0 20cm



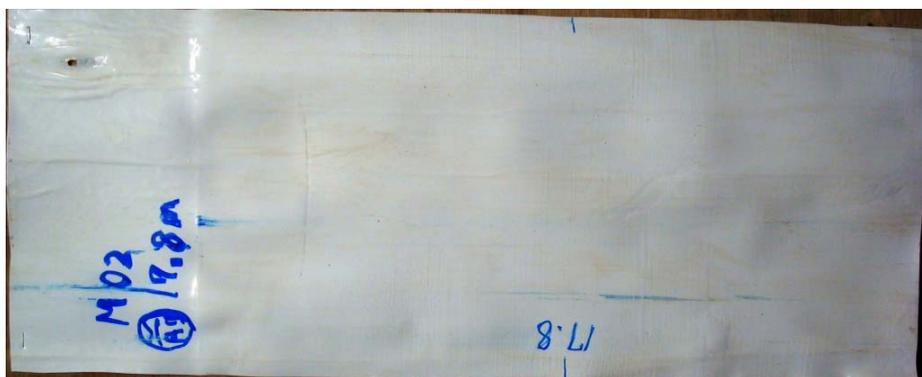
孔口 ← → 孔底



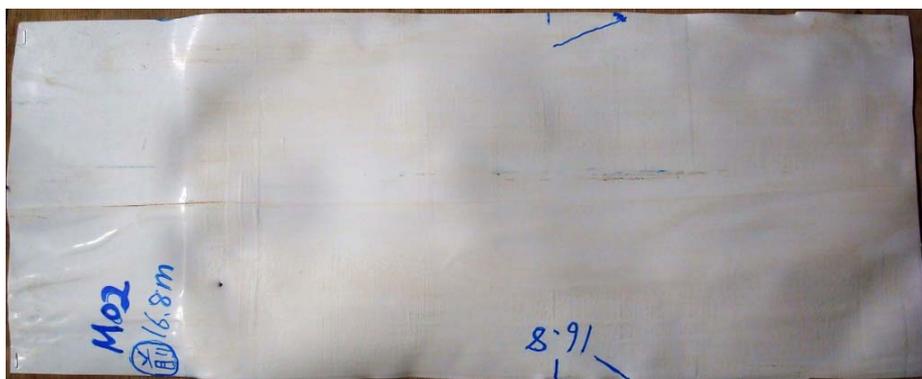
M03 孔 7.20m
0 20cm



M03 孔 6.20m



M03 孔 17.80m

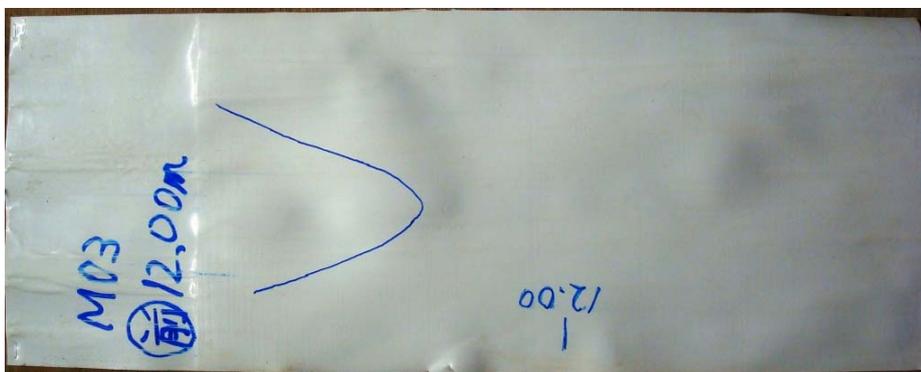


M02 孔 16.80m

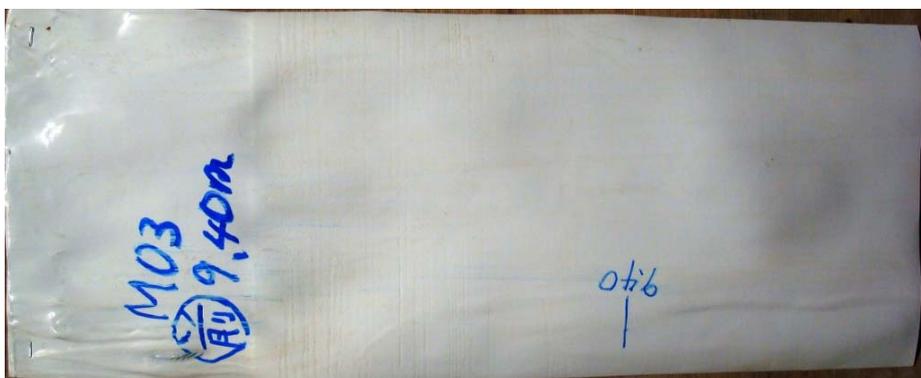
孔口 ← → 孔底



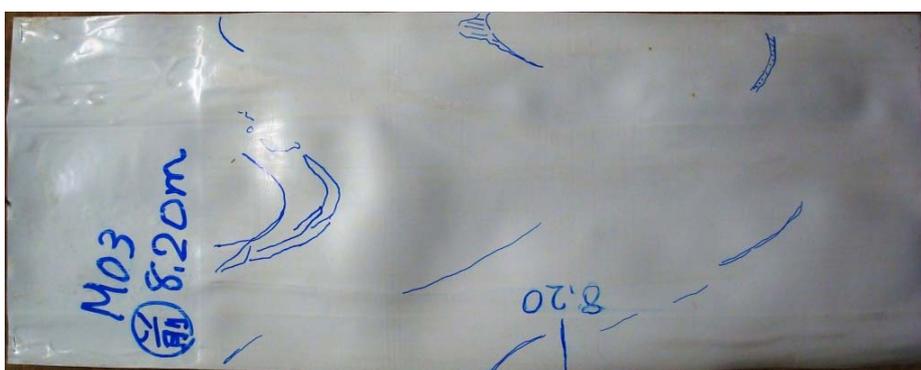
M03 孔 13.20m
0 20cm



M03 孔 12.00m

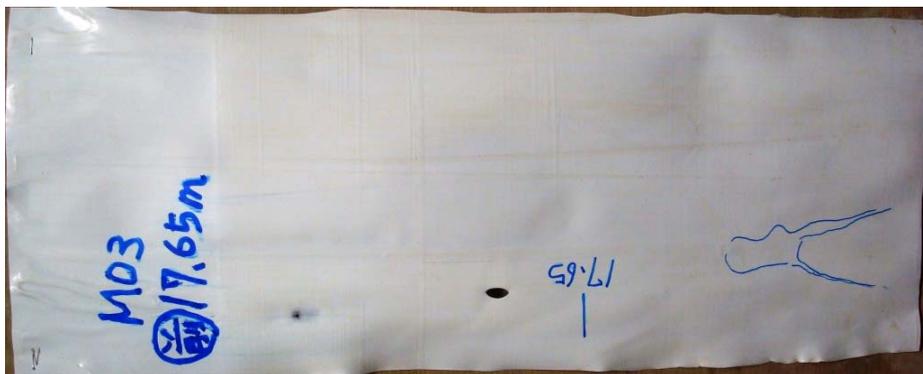


M03 孔 9.40m

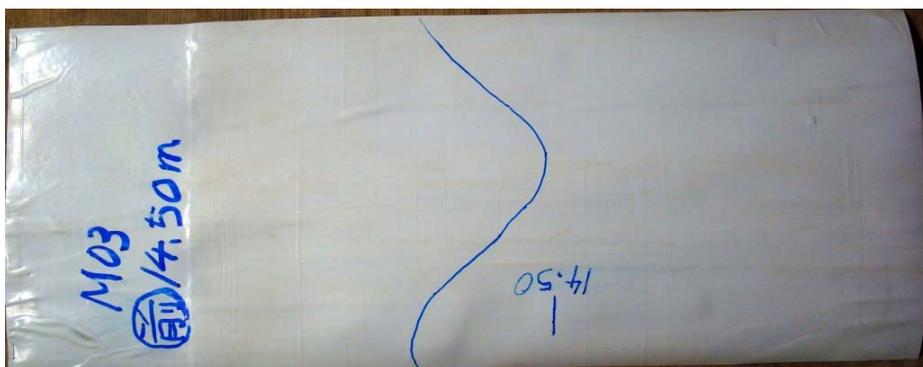


M03 孔 8.20m

孔口 ← → 孔底



M03 孔 17.65m



M03 孔 14.50m

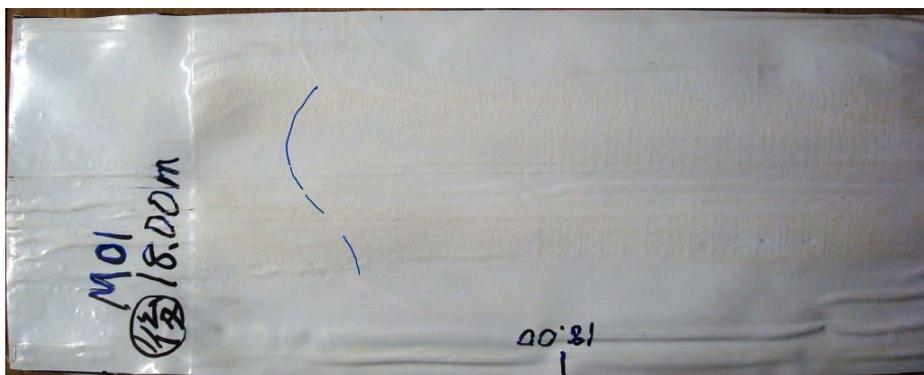
0 20cm

付録 7

破碎後のき裂の型取り結果

This is a blank page.

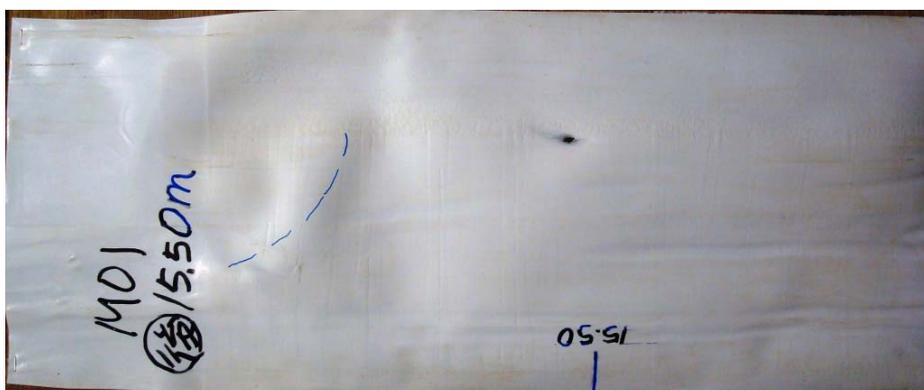
孔口 ← → 孔底



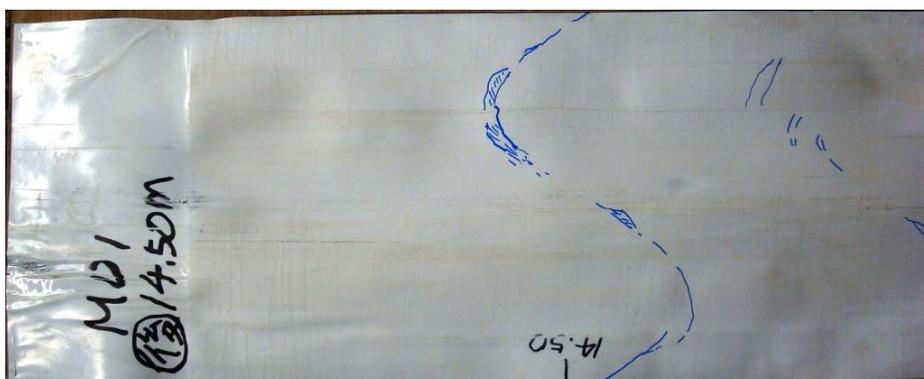
M01 孔 18.00m



M01 孔 16.50m



M01 孔 15.50m

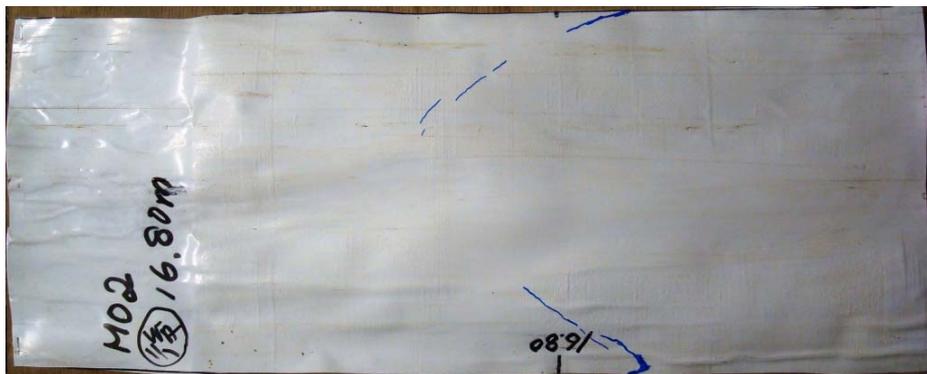


M01 孔 14.50m

0 20cm

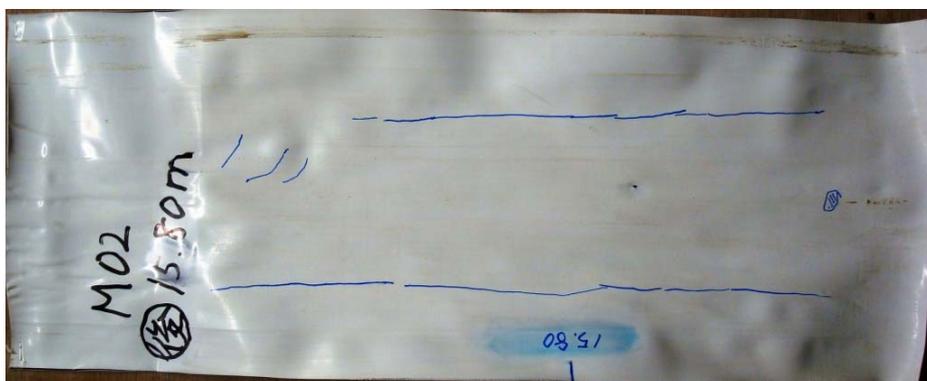


孔口 ← → 孔底

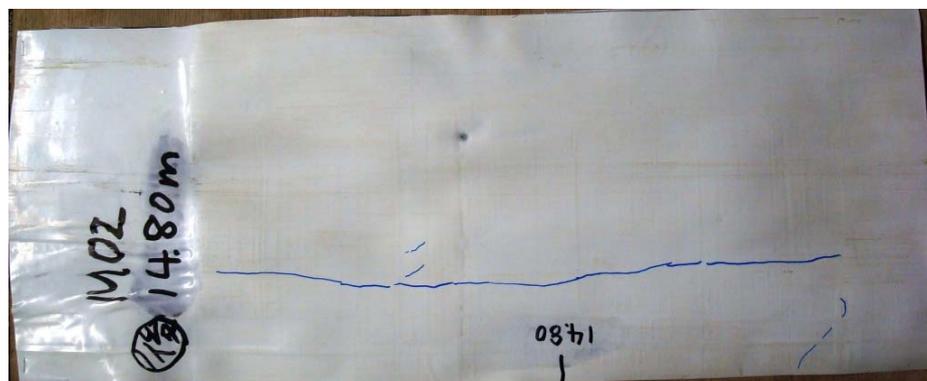


M02 孔 16.80m

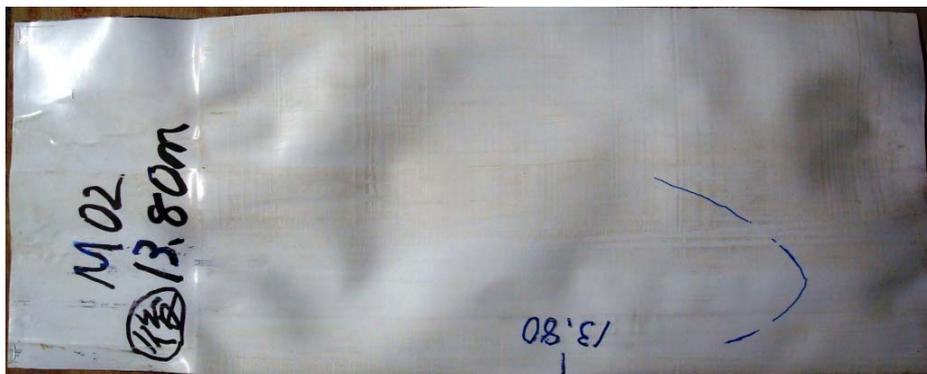
0 20cm



M02 孔 15.80m



M02 孔 14.80m

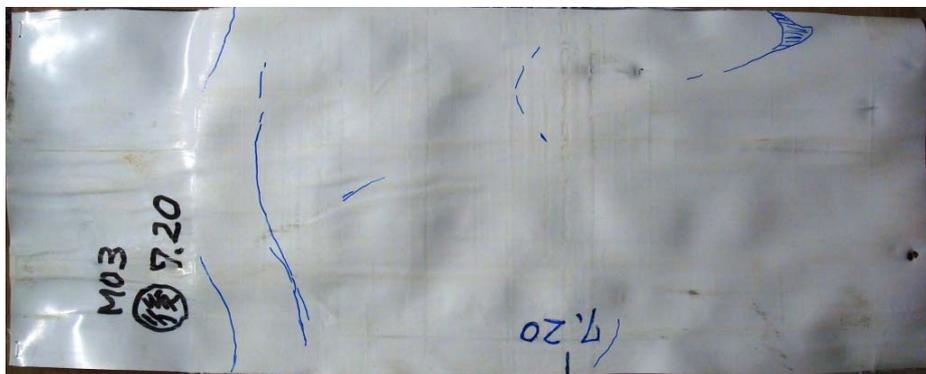


M02 孔 13.80m

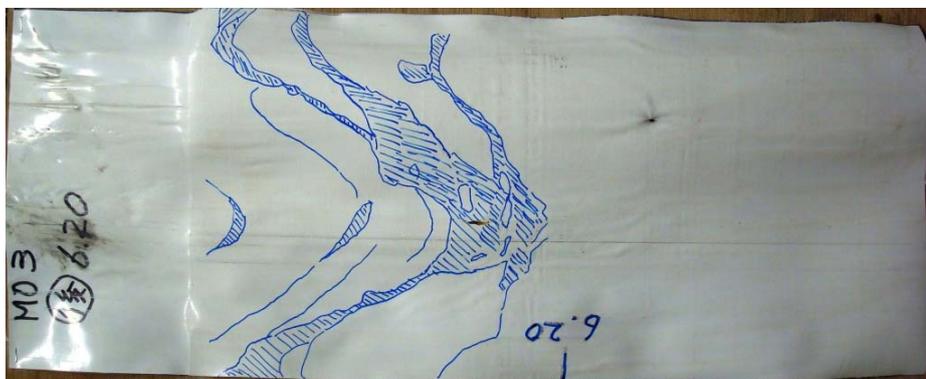
孔口 ← → 孔底



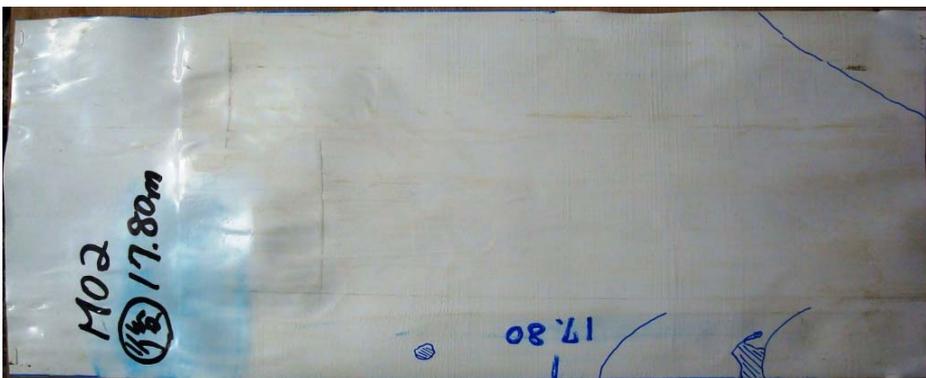
M03 孔 8.20m



M03 孔 7.20m



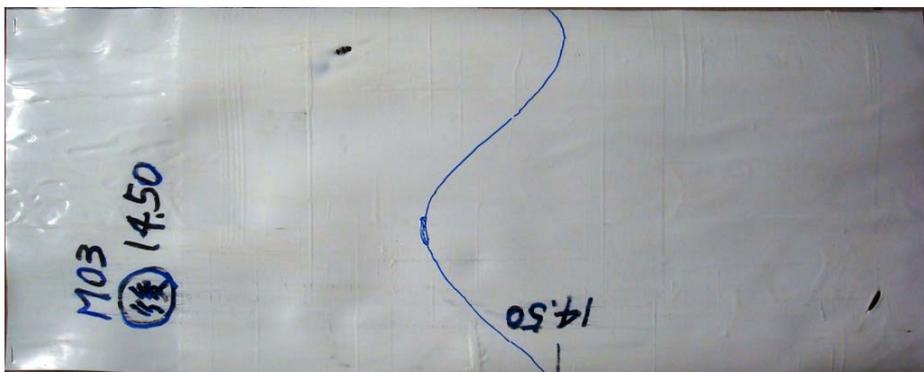
M03 孔 6.20 m



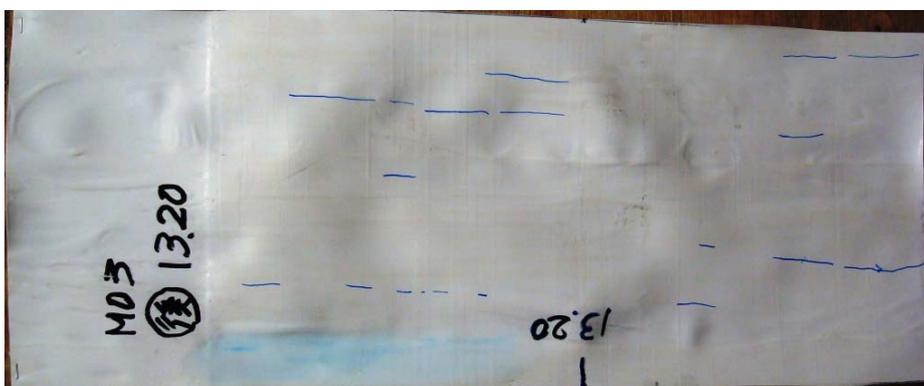
M02 孔 17.80m

0 20cm

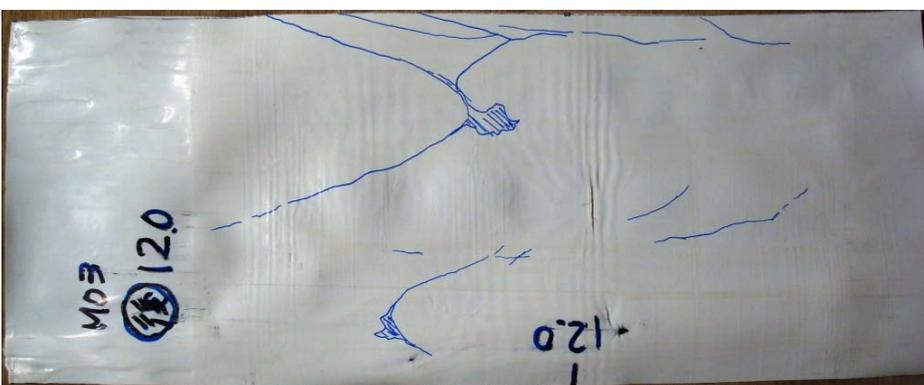
孔口 ← → 孔底



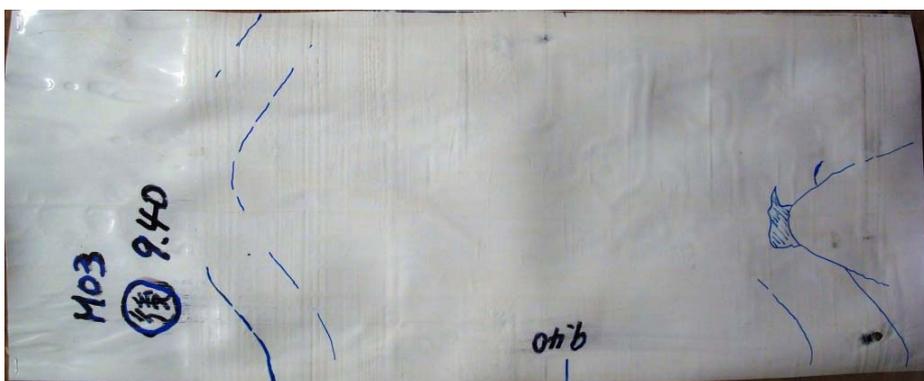
M03 孔 14.50m
0 20cm



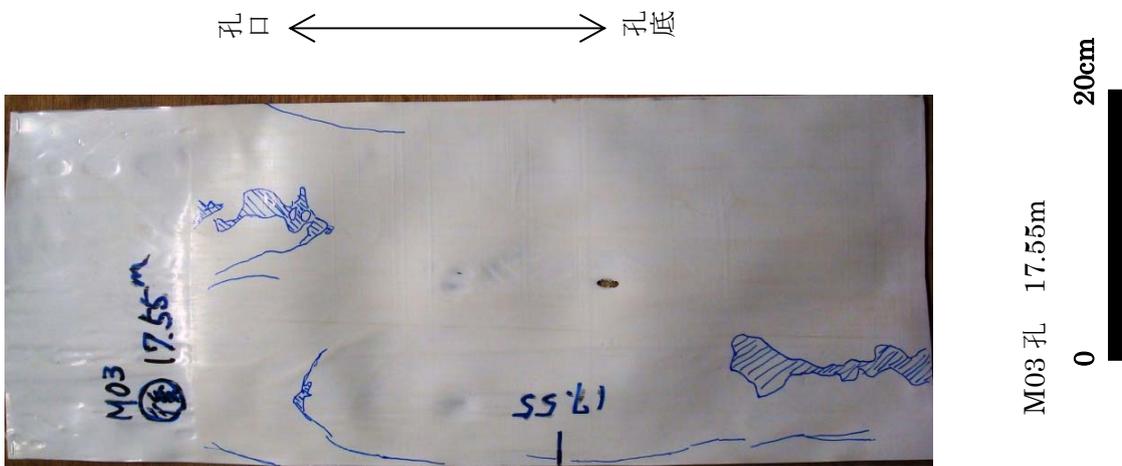
M03 孔 13.20m



M03 孔 12.00m



M03 孔 9.40m



This is a blank page.

国際単位系 (SI)

表1. SI 基本単位

基本量	SI 基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質の量	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI 基本単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m ²
体積	立法メートル	m ³
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s ²
波数	毎メートル	m ⁻¹
密度, 質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m ²
比体積	立方メートル毎キログラム	m ³ /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m ²
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m
量濃度 ^(a) , 濃度	モル毎立方メートル	mol/m ³
質量濃度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m ²
屈折率 ^(b)	(数字の)	1
比透磁率 ^(b)	(数字の)	1

(a) 量濃度 (amount concentration) は臨床化学の分野では物質濃度 (substance concentration) ともよばれる。
 (b) これらは無次元量あるいは次元1をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の1は通常は表記しない。

表3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位

組立量	SI 組立単位		
	名称	記号	他のSI単位による表し方
平面角	ラジアン ^(b)	rad	1 ^(b)
立体角	ステラジアン ^(b)	sr ^(e)	1 ^(b)
周波数	ヘルツ ^(d)	Hz	s ⁻¹
力	ニュートン	N	m kg s ⁻²
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m ²
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N m
仕事率, 工率, 放射束	ワット	W	J/s
電荷, 電気量	クーロン	C	s A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A
静電容量	ファラド	F	C/V
電気抵抗	オーム	Ω	V/A
コンダクタンス	ジーメン	S	A/V
磁束	ウェーバ	Wb	Vs
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A
セルシウス温度	セルシウス度 ^(e)	°C	K
光照射度	ルーメン	lm	cd sr ^(e)
放射線量	グレイ	Gy	J/kg
放射性核種の放射能 ^(f)	ベクレル ^(d)	Bq	s ⁻¹
吸収線量, 比エネルギー分与, カーマ	グレイ	Gy	J/kg
線量当量, 周辺線量当量, 方向性線量当量, 個人線量当量	シーベルト ^(g)	Sv	J/kg
酸素活性	カタール	kat	s ⁻¹ mol

(a) SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。
 (b) ラジアンとステラジアンは数字の1に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の1は明示されない。
 (c) 測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。
 (d) ヘルツは周期現象についてのみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてのみに使用される。
 (e) セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の大きさは同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。
 (f) 放射性核種の放射能 (activity referred to a radionuclide) は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。
 (g) 単位シーベルト (PV, 2002, 70, 205) についてはCIPM勧告2 (CI-2002) を参照。

表4. 単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI 組立単位	
	名称	記号
粘力のモーメント	パスカル秒	Pa s
表面張力	ニュートンメートル	N m
角加速度	ニュートン毎メートル	N/m
角速度	ラジアン毎秒	rad/s
角加減	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²
熱流密度, 放射照度	ワット毎平方メートル	W/m ²
熱容量, エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K
比熱容量, 比エントロピー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)
比エネルギー	ジュール毎キログラム	J/kg
熱伝導率	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)
体積エネルギー	ジュール毎立方メートル	J/m ³
電界の強さ	ボルト毎メートル	V/m
電荷密度	クーロン毎立方メートル	C/m ³
電表面積	クーロン毎平方メートル	C/m ²
電束密度, 電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m ²
誘電率	ファラド毎メートル	F/m
透磁率	ヘンリー毎メートル	H/m
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)
照射線量 (X線及びγ線)	クーロン毎キログラム	C/kg
吸収線量率	グレイ毎秒	Gy/s
放射線強度	ワット毎ステラジアン	W/sr
放射線輝度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m ² sr)
酵素活性濃度	カタール毎立方メートル	kat/m ³

表5. SI 接頭語

乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10 ²⁴	ヨタ	Y	10 ¹	デシ	d
10 ²¹	ゼタ	Z	10 ²	センチ	c
10 ¹⁸	エクサ	E	10 ³	ミリ	m
10 ¹⁵	ペタ	P	10 ⁶	マイクロ	μ
10 ¹²	テラ	T	10 ⁹	ナノ	n
10 ⁹	ギガ	G	10 ¹²	ピコ	p
10 ⁶	メガ	M	10 ¹⁵	フェムト	f
10 ³	キロ	k	10 ¹⁸	アト	a
10 ²	ヘクト	h	10 ²¹	ゼプト	z
10 ¹	デカ	da	10 ²⁴	ヨクト	y

表6. SIに属さないが、SIと併用される単位

名称	記号	SI 単位による値
分	min	1 min=60s
時	h	1 h=60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	'	1'=(1/60)°=(π/10800) rad
秒	"	1"=(1/60)'=(π/648000) rad
ヘクタール	ha	1 ha=1 hm ² =10 ⁴ m ²
リットル	L, l	1 L=1 dm ³ =10 ³ cm ³ =10 ⁻³ m ³
トン	t	1 t=10 ³ kg

表7. SIに属さないが、SIと併用される単位で、SI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI 単位で表される数値
電子ボルト	eV	1 eV=1.602 176 53(14)×10 ⁻¹⁹ J
ダルトン	Da	1 Da=1.660 538 86(28)×10 ⁻²⁷ kg
統一原子質量単位	u	1 u=1 Da
天文単位	ua	1 ua=1.495 978 706 91(6)×10 ¹¹ m

表8. SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位

名称	記号	SI 単位で表される数値
バール	bar	1 bar=0.1 MPa=100 kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1 mmHg=133.322 Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1 nm=100 pm=10 ⁻¹⁰ m
海里	M	1 M=1852 m
バイン	b	1 b=100 fm ² =(10 ¹² cm) ² =10 ⁻²⁸ m ²
ノット	kn	1 kn=(1852/3600) m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的関係は、 対数量の定義に依存。
ベレル	B	
デジベル	dB	

表9. 固有の名称をもつCGS組立単位

名称	記号	SI 単位で表される数値
エル	erg	1 erg=10 ⁻⁷ J
ダイン	dyn	1 dyn=10 ⁻⁵ N
ポアズ	P	1 P=1 dyn s cm ⁻² =0.1 Pa s
ストークス	St	1 St=1 cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹
スチルブ	sb	1 sb=1 cd cm ⁻² =10 ⁴ cd m ⁻²
フオト	ph	1 ph=1 cd sr cm ⁻² =10 ⁴ lx
ガリ	Gal	1 Gal=1 cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻²
マクスウェル	Mx	1 Mx=1 G cm ² =10 ⁻⁸ Wb
ガウス	G	1 G=1 Mx cm ⁻² =10 ⁴ T
エルステッド ^(c)	Oe	1 Oe _e =(10 ³ /4π) A m ⁻¹

(c) 3元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「△」は対応関係を示すものである。

表10. SIに属さないその他の単位の例

名称	記号	SI 単位で表される数値
キュリー	Ci	1 Ci=3.7×10 ¹⁰ Bq
レントゲン	R	1 R=2.58×10 ⁻⁴ C/kg
ラド	rad	1 rad=1 cGy=10 ⁻² Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 ⁻² Sv
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 ⁻⁹ T
フェルミ	f	1 フェルミ=1 fm=10 ⁻¹⁵ m
メートル系カラット		1メートル系カラット=200 mg=2×10 ⁻⁴ kg
トル	Torr	1 Torr=(101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm=101 325 Pa
カロリ	cal	1 cal=4.1858 J (「15°C」カロリ), 4.1868 J (「IT」カロリ), 4.184 J (「熱化学」カロリ)
マイクロン	μ	1 μ=1 μm=10 ⁻⁶ m

