

「ロックストレス研究委員会」報告

船戸明雄¹・伊藤高敏²・横山幸也¹・坂口清敏²

¹ 深田地質研究所

² 東北大学

Report of “Rock Stress Research Committee”

FUNATO Akio¹, ITO Takatoshi², YOKOYAMA Tatsuya¹, SAKAGUCHI Kiyotoshi²

¹Tohoku University

²Fukada Geological Institute

要旨：公益財団法人深田地質研究所「ロックストレス研究委員会」は、わが国の岩盤応力データを収集して「ジャパンストレスマップ（JSM）」を編集するとともに、岩盤応力に関する幅広い研究紹介・議論を行い、この分野の新局面を拓くための提言を行うことを目的として2018年度から2022年度の5年間にわたって活動した。「ロックストレス研究委員会」により収集した岩盤応力データは、応力解放法が18地点、水圧破砕法が137点にのぼった。この中には電力関係プロジェクトで実施された未公開の貴重なデータも含まれている。これらのデータは既存の岩盤応力データベースの様式にならって取りまとめた。また、「日本列島の地殻応力～ジャパンストレスマップ（JSM）」講演会を企画し、新たに収集したデータも併せた地殻応力分布図を紹介するとともに岩盤応力測定データの活用方法やデータ取得の必要性について、参加者への理解を深めることができた。

キーワード：岩盤応力，応力解放法，水圧破砕法，ジャパンストレスマップ

Abstract: Fukada Geological Institute has founded “Rock Stress Research Committee” in May 2018, in order to collect rock stress measurement data in Japan and compile the Japan Stress Map (JSM). This committee has also intended to discuss a wide range of research on rock stress, and make recommendations to open up a new phase in this field. This committee was active for five years until March 2023. The rock stress measurement data collected by this committee are 18 locations of the over-coring method, and 137 locations of the hydraulic fracturing method. Among them, extremely valuable unpublished data at electric power projects were included. These data were compiled in the same format to enrich the existing rock stress databases. In addition, we are planning a lecture entitled “Crustal Stress in the Japanese Archipelago – Japan Stress Map (JSM),” in which we will introduce crustal stress distribution maps that include newly collected data, as well as how to utilize rock stress measurement data and the need for data acquisition. The participants were able to deepen their understanding about rock stress.

Keywords: rock stress, over-coring, hydraulic fracturing, Japan stress map

1. はじめに

この報告は、2018年度から2022年度の5年間にわたって活動した公益財団法人深田地質研究所「ロックストレス研究委員会」（以下、RS委員会と称す）の成果をとりまとめたものである。

途中、コロナ禍によって委員会活動が大きく制約を受け当初の計画通りの活動を完遂することが必ずしもできなかったが、委員会活動の成果をとりまとめて公表することは委員会活動にご協力いただいた関係者への責務であると考えてここに報告する次第である。

この報告は、委員会活動の終了後に共著者となっている幹事団が協議し、RS委員会を代表してとりまとめたものである。

2. 委員会設立の背景と目的

1970年代以降、わが国では、大規模地下空洞や長大トンネル、長大橋や原子力発電所の建設に伴って岩盤応力測定の需要が高まり、原位置及び室内において様々な測定方法が開発され、適用されてきた。その後、社会基盤の整備が進むにつれ岩盤応力測定の機会は以前に比べて減少しているが、リニア新幹線やILCの長大トンネル、高レベル放射性廃棄物の地層処分、二酸化酸素地中貯留、地熱開発などに関連して、その安全性の評価のため、岩盤応力状態の把握に対して新たな需要が生じつつある。また、2011年の東日本大震災以降、地震の予測や発生メカニズムに関連した岩盤応力の評価が重要な研究課題となっている。世界に目を転じれば、シェールガスやオイルシェールの開発、金属鉱山の深部化に関連した岩盤応力評価の必要性は益々増大している。

公益財団法人深田地質研究所では2009～2012

年度にわたって「岩盤応力に関する研究委員会」（委員長：石田毅京都大学教授（当時））を設置し、“Rock Stress and Its Measurement”（Amadei and Stephansson, 1997）を京大出版会から「岩盤応力とその測定」（2012）として翻訳出版するとともに、初期地圧（岩盤応力、ロックストレス）に関する幅広い研究紹介・議論などの活動を行ってきた。

他方、地盤工学会においては、2006年頃から初期地圧の基準化WGの活動が始まり、2009年に「埋設ひずみ法による初期地圧の測定方法」と「円錐孔底ひずみ法による初期地圧の測定方法」の基準が定められた。その活動は水圧破碎WGに引き継がれ、2017年、「水圧破碎法による初期地圧の測定方法」の基準が制定されている。このように岩盤応力に関する研究、議論は10年以上にわたって連綿と続けられてきたが、水圧破碎法の基準化に伴って一連の活動が終幕を迎えようとしていた。

このような状況において、これまで進められてきた岩盤応力に関するわが国の様々な研究とともに、広く世界の研究内容をレビューして、その成果を明確にし、新たな需要に対するこの分野の新局面を拓くために、RS委員会が設置された。

RS委員会は、岩盤応力に関心のある岩盤・地質・地震・石油技術の研究者及び技術者によって委員会を構成し、わが国の岩盤応力データを収集して「ジャパンストレスマップ（JSM）」を編集するとともに、岩盤応力に関する幅広い研究紹介・議論を行い、この分野の新局面を拓くための提言を行うことを目的とした。

委員構成を表1に、アドバイザーを表2に示す。

表1 委員構成.

| 会務 | 氏名 | 所属 |
|------|--------------------|----------------------------|
| 委員長 | 伊藤 高敏 | 東北大学 |
| 副委員長 | 横山 幸也 | (公財)深田地質研究所 |
| 幹事 | 坂口 清敏 | 東北大学 |
| 幹事 | 船戸 明雄 | (公財)深田地質研究所 |
| 委員 | 板本 昌治 | (株)エヌピー東京事業所 |
| 委員 | 小川 浩司 | 応用地質(株) |
| 委員 | 小村 健太郎 | (国研)防災科学技術研究所 |
| 委員 | 木口 努 | (国研)産業技術総合研究所 |
| 委員 | 新 孝一 ¹⁾ | (一財)電力中央研究所 |
| 委員 | 西本 吉伸 | J-POWER テレコミュニケーションサービス(株) |
| 委員 | 林 為人 | 京都大学 |
| 委員 | 矢部 康男 | 東北大学 |

※所属は委員会終了時(2023年3月)または退任時

1) 2019年6月退任

表2 アドバイザー.

| 氏名 | 所属 |
|---------------------|--------------------|
| 石田 毅 | 京都大学名誉教授 |
| 尾原 祐三 | 熊本県立技術短期大学校 |
| 佐藤 稔紀 | 日本原子力研究開発機構 |
| 佐野 修 | 東京大学名誉教授 |
| 田中 莊一 ²⁾ | 田中技術士事務所 |
| 手塚 和彦 | 石油資源開発(株) |
| 寺田 賢二 | 原子力環境整備促進・資金管理センター |
| 松本 恭明 | 元 (株)ニュージェック |
| 山本 晃司 | (独)エネルギー・金属鉱物資源機構 |

※所属は委員会終了時(2023年3月)または退任時

2) 2022年6月退任

3. 応力測定データの収集と整理

3.1 応力解放法のデータ

長ら(2009)は,“初期地圧測定法の中で測定値の信頼性が高い応力解放法で測定され,測定点の被り深さが100m以深のものを対象として,文献調査を行い,全62地点(埋設ひずみ法21地点,孔底ひずみ法41地点)のデータを収集”し,データベースに登録・整理している.その際,文献には公開されていない未公開データが少なからずあることが指摘されていた.

RS委員会では関係者の情報から未公開データをリストアップし,それらのデータをどのように収集するかについて検討を重ねてきた.その過程で,アドバイザーからの助言により土木学会のエネルギー委員会の協力を得て未公開データの収集を行うこととなった.また,長ら(2009)以降

に公開されたデータについても改めて文献調査を行った.

1) エネルギー委員会の協力によるデータ収集

土木学会エネルギー委員会は,「エネルギーに関する土木技術および関連技術についての調査・研究を行い,学術・技術の発展に寄与することを目的」(エネルギー委員会規則第一条)として1977年以来活動している(土木学会,2023).この委員会は,大学,官公庁,電力会社,ガス会社,建設会社,コンサルタントなどのメンバーで構成されており,2020年3月にRS委員会の趣旨を説明し,データ収集に関する協力を要請した.その後,同委員会と協議を重ね,ダム,地下発等の水力関係のデータを保有している電力会社に,エネルギー委員会の委員を通してデータ公開の許諾依頼を行った.

表 3 電力会社の公開許諾データ.

| No. | 地点記号 | 実施者 | 測定年 | 所在地 | 測定方法 |
|-----|------|------|------|----------|-------|
| 1 | 2NZ | 東北電力 | 1976 | 福島県大沼郡 | 応力解放法 |
| 2 | SBSb | 東京電力 | 1981 | 栃木県黒磯市 | 応力解放法 |
| 3 | KZNa | 東京電力 | 1984 | 山梨県大月市 | 応力解放法 |
| 4 | KZNe | 東京電力 | 1992 | 山梨県大月市 | 応力解放法 |
| 5 | OYH | 中部電力 | 1975 | 愛知県東加茂郡 | 応力解放法 |
| 6 | TYMa | 中部電力 | 2010 | 岐阜県揖斐郡 | 応力解放法 |
| 7 | TYMb | 中部電力 | 2011 | 岐阜県揖斐郡 | 応力解放法 |
| 8 | KNB | 関西電力 | 1996 | 滋賀県伊香郡 | 応力解放法 |
| 9 | OHT | 電源開発 | 1993 | 新潟県北魚沼郡 | 応力解放法 |
| | SGH | 電源開発 | | 福島県会津若松市 | 応力解放法 |
| | KZNd | 東京電力 | 1992 | 山梨県大月市 | 水圧破砕法 |
| OKW | OKW | 関西電力 | 1982 | 兵庫県神崎郡 | 水圧破砕法 |

表 4 文献一覧 (応力解放法).

| 著者 | 論文名 | 出典 | No. |
|--|---|----------------------------------|-----------------|
| 中山芳樹 (1989) | 応力解放法による岩盤応力の測定 | JNC-TJ7420 2005-113 | 10 |
| 井上朗・板本昌治 (1991) | 応力解放法による岩盤応力の測定 | JNC-TJ7400 2005-019 | 11 |
| 日本パブリック (1994) | 応力解放法による初期岩盤応力の測定 | PNC-TJ7592 94-001 | 12 |
| 丹野剛男・佐藤稔紀・ 真田祐幸・引間亮一 (2014) | 超深地層研究所計画 (岩盤力学に関する調査研究) 深度 300m および深度 400m における岩盤力学調査 | JAEA-Research 2013-044 | 13 |
| 桑原和道・佐藤稔紀・ 真田祐幸・高山裕介 (2015) | 超深地層研究所計画 (岩盤力学に関する調査研究) 深度 500m における岩盤力学調査 | JAEA-Research 2015-005 | 14 |
| Sakaguchi, K., Yokoyama, T., Lin, W. and Watanabe, N. (2017) | Stress buildup and drop in inland shallow crust caused by the 2011 Tohoku-oki earthquake events | SCIENTIFIC REPORTS 7: 10242 | 15,16, 17,18 |

表5 文献一覧（水圧破砕法）.

| 著者 | 論文名 | 出典 | 測定点 |
|--|---|------------------------------|------|
| 加藤春實（1993） | 水圧破砕法による岩盤内応力測定 | JNC-TJ7420 2005-112 | TON1 |
| 加藤春實（1998） | TM-2 孔における水圧破砕法による初期応力測定 | PNC-TJ7401 98-001 | TON2 |
| 加藤春實（1999） | 98SE-01 孔における水圧破砕法による初期応力測定 | JNC-TJ7400 99-004 | TON3 |
| 加藤春實（2000） | 99SE-02 孔における水圧破砕法による初期応力測定 | JNC-TJ7430 2000-001 | TON4 |
| 加藤春實（2001） | 00SE-03 孔における水圧破砕法による初期応力測定 | JNC-TJ7430 2001-001 | TON5 |
| 加藤春實（1998） | AN-1 号孔における水圧破砕法による初期応力測定 | JNC-TJ7420 99-013 | MIZ1 |
| 加藤春實（1999） | MIU-2 孔における水圧破砕法による初期応力測定 | JNC-TJ7400 99-014 | MIZ2 |
| 加藤春實（2000） | MIU-3 孔における水圧破砕法による初期応力測定 | JNC-TJ7430 2000-005 | MIZ3 |
| 平野享・中間茂雄・山田淳夫・ 瀬野康弘・佐藤 稔紀（2009） | 超深地層研究所計画(岩盤力学に関する調査研究); MIZ-1 号孔における岩盤力学調査 | JAEA-Research 2009-031 | MIZ4 |
| 日鉄鉱業（1995） | 釜石鉱山における深部地質環境特性調査（平成6 年度） | PNC-TJ1380 95-003 | KMS1 |
| 武部充・東原雅実・高見明 （2001） | 活断層調査坑道における初期応力測定 | JNC-TJ7420 2005-067 | KAM1 |
| 丹生屋純夫・松井裕哉 （2005） | 研究所設置地区選定のための HDB-1, 2 孔にお ける岩盤力学的調査 | JNC-TN5400 2005-012 | HRN1 |
| 丹生屋純夫・松井裕哉 （2007） | HDB-3～8 孔における岩盤力学的調査結果及び研 究所設置地区の岩盤力学的概念モデル検討 | JAEA-Research-2006-086 | HRN2 |
| 中村隆浩・真田祐幸・杉田裕・ 加藤春實（2009） | 幌延深地層研究センター換気立坑 140m 試錐座に おける初期応力測定 | JAEA-Research 2009-004 | HRN3 |
| 中村隆浩・真田祐幸・杉田裕・ 加藤春實（2010） | 幌延深地層研究センター東立坑 140m 小型試錐座 における水圧破砕法による初期地圧の評価 | JAEA-Research 2010-017 | HRN4 |
| 中村隆浩・真田祐幸・杉田裕・ 加藤春實（2010） | 換気立坑 250m 坑道における初期地圧の計測 | JAEA-Research 2011-012 | HRN5 |
| 青柳和平・櫻井彰孝・ 丹生屋 純夫（2015） | 幌延深地層研究センターの 250m 小型試錐座（西） における初期地圧測定 | JAEA-Data/Code 2015-012 | HRN6 |
| 青柳和平・櫻井彰孝・ 丹生屋 純夫（2015） | 幌延深地層研究センターの 250m 大型試錐座（南） における初期地圧測定 | JAEA-Data/Code 2015-011 | HRN7 |
| 青柳和平・櫻井彰孝・ 丹生屋 純夫（2015） | 幌延深地層研究センターの 350m ポンプ座にお ける初期地圧測定 | JAEA-Data/Code 2015-010 | HRN8 |
| 青柳和平・櫻井彰孝・ 丹生屋 純夫（2017） | 幌延深地層研究センターの 350m 周回坑道（東） における初期地圧測定 | JAEA-Data/Code 2016-022 | HRN9 |
| YOKOYAMA, T., MURAKAMI, M., DANJO, T., OGAWA, K., LIN, A., LIN, W., ITO, T. (2019) | Rock stresses around active faults measured by using the high stiffness hydraulic fracturing technique | 2019 Rock Dynamics Summit | NJM |

その結果、表3に示すように12地点（応力解放法10地点、水圧破碎法2地点）の公開許諾が得られた。これらのデータについて、応力解放法は長ほか（2009）のデータベースの様式に、水圧破碎法は産総研の「地殻応力場データベース」（産総研，2023）の様式に整理して付表に示す。ただし、地点記号SGHとKZNdについてはデータを得ることができなかった。

なお、本報告書でこれらのデータを公開することについては、改めてデータを保有する電力会社の関係者の許諾を得ている。

2) 文献調査

追加収集した応力解放法に関する文献一覧を、表4に示す。これらの文献から引用したデータは長ほか（2009）のデータベースの様式に整理し付表に示す。

3.2 水圧破碎法のデータ

水圧破碎法による応力測定データについては、産総研の「地殻応力場データベース」に産総研と防災科研で実施されたデータが登録されているのでそれ以外の公開データを収集した。収集した文献を表5に、産総研の「地殻応力場データベース」（産総研，2023）の様式に整理したデータを付表に示す。

4. ジャパンストレスマップ（JSM）

4.1 ジャパンストレスマップ（JSM）

長ら（2009）の62地点の応力解放法のデータにRS委員会で収集した18地点のデータを加えて作成したジャパンストレスマップを図1に示す。

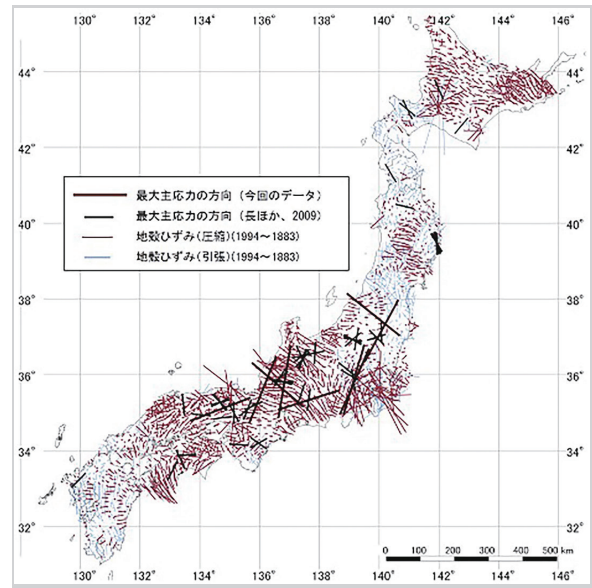


図1 日本列島において測定された地殻応力の水平圧縮軸の方位と三角測量による過去約100年間（1883～1994）の地殻ひずみの圧縮軸と引張軸（Yokoyama et al. (2003) に、長ほか（2009）と今回のデータを加筆）。

4.2 講演会

土木学会エネルギー委員会に協力を仰いで収集した応力測定データを紹介する場として、同委員会と協同して「日本列島の地殻応力～ジャパンストレスマップ（JSM）」講演会を企画した。講演会の概要は以下のとおりである（斜体は講演会の募集案内より抜粋）。

本講演会では、最近の日本列島の地殻応力状態に関する研究の最先端を紹介するとともに、地下深部空洞やトンネルの建設で遭遇する岩盤の破壊現象に対する岩盤応力測定の応用事例を紹介する。

- **タイトル** 日本列島の地殻応力～ジャパンストレスマップ（JSM）
- **日時** 2021年3月7日 14:00～17:20
- **場所** 土木学会講堂（オンライン併用）
- **主催** 土木学会エネルギー委員会
(深田研ロックストレス委員会後援)

● 定員 会場：30名，オンライン：500名

● 構成

開会挨拶 土木学会エネルギー委員会

基調講演1 伊藤高敏（東北大学 教授）

ロックストレス委員会の紹介と応力データ
ベースの価値

基調講演2 内出崇彦（産業技術総合研究所
主任研究員）

日本列島ストレスマップ（微小地震から見た
地殻応力場）

話題提供

1) 坂口清敏（東北大学 准教授）

釜石鉾山における東北地方太平洋沖地震
前後の岩盤応力変化

2) 平田篤夫（崇城大学 名誉教授）

関越トンネル掘削時の山はねと岩盤応力

3) 横山幸也（深田地質研究所 上席研究員）

マレーシアにおける大深度トンネル掘削
時の岩盤応力測定

講演会には会場に22名，オンラインで298名，
合計320名の多数の参加を得ることができ，技
術者を含む多くの方々に対して，岩盤応力測定
データの活用方法やデータ取得の必要性について
理解を深めることができた。

4.3 World Stress Map (WSM)

Heidbach et al. (2016) は全世界の地殻応力デー
タを収集，整理して World Stress Map (WSM) と
してHPで公開している (WSM, 2023)。このデー
タベースには，応力解放法や水圧破砕法などの直
接測定データの外，ボアホールブレイクアウトや
地震の発振機構解など42,870個ものデータが登
録されており，任意の範囲を指定して図2のよう
な応力分布図を出力することができる。同図の赤

線と緑線は地震発振機構解による応力型（緑は走
向すべり型，赤は正断層型）と水平最大主応力の
方向を示している。日本列島はこれらのデータで
埋め尽くされており，応力解放法（7地点）や水
圧破砕法（15地点）のデータは全く目立たない。

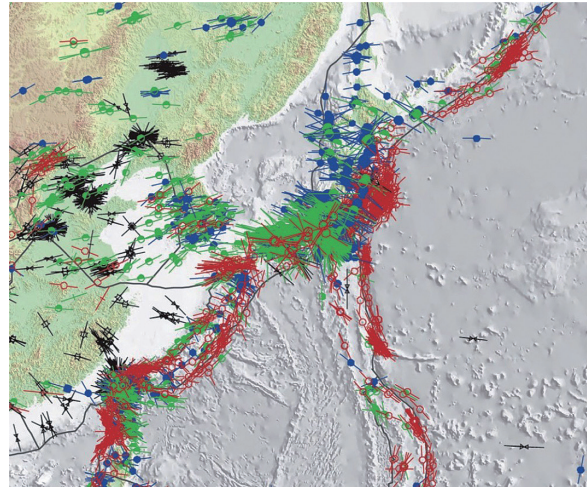


図2 日本列島周辺の応力図 (WSM (2023) のHPにお
いて作成した図を引用)。

わが国の応力解放法や水圧破砕法などの応力
測定データの大半は現在のところ WSM に登録
されていないので，RS 委員会の活動は終了した
が今後これらの未登録データを WSM に追加登
録することも検討してゆきたい。

謝辞

未公表の応力測定データの収集や講演会の開
催にあたっては土木学会エネルギー委員会の多く
の方々のご協力をいただきました。また，各電力
会社の関係者の方々には，貴重な応力測定デー
タの提供にご快諾をいただきました。ここに記して
心より感謝の意を表します。

RS 委員会の委員及びアドバイザーの方々には，
コロナ禍での不自由な委員会活動にご協力いた
だき深く感謝申し上げます。

文献

Amadei, B. and Stephansson, O. (1997) : *Rock Stress and Its Measurement*. Springer, 505p.
 ベルナル・アマデイ・オーヴ・ステファンソン (2012) : 岩盤応力とその測定. 京都大学学術出版会, 660p.
 長秋雄・国松直・金川忠・藤井真希・横山幸也・小川浩司・田中正弘 (2009) : 我が国における地下岩盤内の初期地圧状態－応力解放法による実測データに基づく－. 地質調査研究報告, **60** (7/8), 413–447.
 Heidbach, O., Rajabi, M., Cuic, X., Fuchs, K., Müller, B., Reinecker, J., Reiter, K., Tingay, M., Wenzel, F., Xie, F., Ziegler, M. O., Zoback, M. L. and Zoback, M. (2016) : The World Stress

Map database release 2016: Crustal stress pattern across scales, *Tectonophysics*, **744**, 484–498.

国立研究開発法人産業技術総合研究所 (2023), 地殻応力場データベース, <https://gbank.gsj.jp/crstress/index.html>, (2023年9月17日参照).
 公益社団法人土木学会 (2023), エネルギー委員会, <https://committees.jsce.or.jp/enedobo/>, (2023年9月17日参照).

World Stress Map Project (2023), <https://www.world-stress-map.org/>, (2023年9月17日参照).

Yokoyama, T., Ogawa, K., Kanagawa, T., Tanaka, M., Ishida, T. (2003) : Regional in-situ stress states in Japan based on measurements. *In* Sugawara, K., Obara, Y. and Sato, A. eds, *Rock Stress*, Swets & Zeitlinger, Lisse, 335–341.

付表1 収集データ一覧 (応力解放法).

| ① No. | ② 測定法 | | ③ 測定年 | ④ 測定位置 | | | | ⑤ 測定 標高 (m) | ⑥ 岩種 | ⑦ 岩石 区分 | ⑫ 密度 ρ (kN/m^3) | ⑬ 被り 深さ h (m) | ⑭ pH | ⑮ 鉛直 応力 σ_v (MPa) | ⑯ 水平面内主応力 | | | | | | |
|----------|----------|------|----------|------------|-----|-----|--------|----------------------|---------|---------------|--|---------------------------|---------|--------------------------------------|-----------------|-------|--------|-----------------|-------|--|-----------------|
| | | | | 経度 | | 緯度 | | | | | | | | | σ_{Hmax} | | | σ_{Hmin} | | | σ_{Have} |
| | | | | | | | | | | | | | | | (MPa) | 方向 | (MPa) | 方向 | (MPa) | | |
| 1 | 埋設法 | 5成分 | 1976 | 139°36′37″ | 27° | 260 | 流紋岩 | 火成岩 | 24.5 | 165 | 4.0 | 2.9 | 4.0 | N 53° | W 3.0 | N 37° | E 3.5 | | | | |
| 2 | 埋設法 | 5成分 | 1981 | 139°50′37″ | 0′ | 664 | 凝灰角礫岩 | 堆積岩 | 25.5 | 241 | 6.1 | 4.6 | 4.1 | N 32° | E 2.9 | N 58° | W 3.5 | | | | |
| 3 | 埋設法 | 8成分 | 1984 | 138°55′35″ | 43′ | 674 | 砂岩泥岩互層 | 堆積岩 | 24.5 | 316 | 7.7 | 6.8 | 12.1 | N 20° | E 6.6 | N 70° | W 9.4 | | | | |
| 4 | 埋設法 | 8成分 | 1992 | 138°56′35″ | 43′ | 674 | 砂岩泥岩互層 | 堆積岩 | 24.5 | 463 | 11.3 | 12.1 | 15.6 | N 2° | W 11.8 | N 88° | E 13.7 | | | | |
| 5 | 埋設法 | 5成分 | 1975 | 137°27′35″ | 13′ | 320 | 花崗岩 | 火成岩 | 25.0 | 280 | 7.0 | 9.2 | 7.9 | N 78° | E 5.0 | N 12° | W 6.4 | | | | |
| 6 | 円錐 | 24成分 | 2010 | 136°27′35″ | 41′ | 420 | 緑色岩 | 火成岩 | 27.6 | 70 | 1.9 | 2.0 | 2.9 | N 75° | W 2.2 | N 15° | E 2.6 | | | | |
| 7 | 円錐 | 24成分 | 2011 | 136°27′35″ | 41′ | 216 | 緑色岩 | 火成岩 | 27.6 | 100 | 2.8 | 3.1 | 8.1 | N 0° | W 3.0 | N 90° | E 5.6 | | | | |
| 8 | 埋設法 | 8成分 | 1996 | 136°19′35″ | 34′ | 300 | 泥岩 | 堆積岩 | 24.5 | 450 | 11.0 | 8.84 | 10.6 | N 29° | E 6.9 | N 61° | W 8.7 | | | | |
| 9 | 埋設法 | 8成分 | 1993 | 139°13′37″ | 13′ | 500 | 輝緑凝灰岩 | 堆積岩 | 24.5 | 105 | 2.6 | 1.82 | 1.9 | N 30° | E 1.1 | N 60° | W 1.5 | | | | |
| 10 | 埋設法 | 8成分 | 1989 | 137°13′35″ | 23′ | 300 | 砂岩泥岩互層 | 堆積岩 | 18.9 | 158 | 3.0 | 1.9 | 2.9 | N 17° | W 1.3 | N 73° | E 2.1 | | | | |
| 11 | 埋設法 | 8成分 | 1991 | 137°13′35″ | 23′ | 280 | 砂岩泥岩互層 | 堆積岩 | 17.5 | 46 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | N 90° | E 0.8 | N 0° | W 0.9 | | | | |
| 12 | 埋設法 | 8成分 | 1994 | 137°13′35″ | 23′ | 300 | 砂岩泥岩互層 | 堆積岩 | 18.9 | 140 | 2.6 | 1.6 | 1.5 | N 88° | W 1.3 | N 2° | E 1.4 | | | | |
| 13 | 円錐 | 24成分 | 2013 | 137°14′35″ | 23′ | 200 | 花崗岩 | 火成岩 | 23.6 | 300 | 7.1 | 10.5 | 15.0 | N 83° | W 10.5 | N 7° | E 12.8 | | | | |
| 14 | 円錐 | 24成分 | 2015 | 137°14′35″ | 23′ | 200 | 花崗岩 | 火成岩 | 23.6 | 500 | 11.8 | 15.1 | 11.9 | N 7° | E 7.5 | N 83° | W 9.7 | | | | |
| 15 | 円錐 | 24成分 | 2012 | 141°40′39″ | 20′ | 550 | 花崗岩 | 火成岩 | 25.0 | 350 | 8.8 | 18.3 | 45.7 | N 15° | E 28.8 | N 75° | W 37.3 | | | | |
| 16 | 円錐 | 24成分 | 2012 | 141°40′39″ | 20′ | 550 | 花崗岩 | 火成岩 | 25.0 | 350 | 8.8 | 6.2 | 31.4 | N 23° | E 12.4 | N 67° | W 21.9 | | | | |
| 17 | 円錐 | 24成分 | 2014 | 141°40′39″ | 20′ | 550 | 花崗岩 | 火成岩 | 25.0 | 350 | 8.8 | 3.1 | 21.0 | N 32° | E 10.5 | N 58° | W 15.8 | | | | |
| 18 | 円錐 | 24成分 | 2016 | 141°40′39″ | 20′ | 550 | 花崗岩 | 火成岩 | 25.0 | 350 | 8.8 | 5.9 | 28.7 | N 13° | E 11.7 | N 77° | W 20.2 | | | | |

1) 表の最上段①～③は長ら (2009) の収録項目番号を表す. ただし, ⑧岩級区分, ⑨岩石の一軸圧縮強度, ⑩岩石
 2) No.1～9は本文の表3のNo.に, No.10～18は本文の表4のNo.に対応する.

「ロックストレス研究委員会」報告

| ⑰ 最大 側圧比 | ⑱ 最小 側圧比 | ⑲ 平均 側圧比 | ⑳ $\sigma_{Have}/\rho h$ | ㉑ 3次元主応力の大きさと方向 | | | | | | | | | | | | | | | | ㉒ σ_0/σ_v | ㉓ $\sigma_0/\rho h$ | | | |
|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------------|----|-----|------------|----|----|------------|----|-----|-----------------|-------|---|------|---|-----|---|--------------------------|------------------------|------|------|------|
| | | | | σ_1 | | | σ_2 | | | σ_3 | | | 平均応力 σ_0 | | | | | | | | | | | |
| | | | | (MPa) | 方向 | 傾き | (MPa) | 方向 | 傾き | (MPa) | 方向 | 傾き | | (MPa) | | | | | | | | | | |
| 1.38 | 1.03 | 1.21 | 0.87 | 4.2 | N | 63 | W | 65 | E | 3.3 | N | 166 | W | 63 | E | 2.5 | N | 64 | E | 38 | W | 3.3 | 1.15 | 0.82 |
| 0.91 | 0.64 | 0.77 | 0.57 | 5.0 | N | 143 | W | 54 | E | 3.7 | N | 31 | E | 36 | W | 2.9 | N | 124 | E | 2 | W | 3.9 | 0.85 | 0.63 |
| 1.77 | 0.97 | 1.37 | 1.21 | 12.1 | N | 20 | E | 5 | W | 7.9 | N | 74 | W | 46 | E | 5.5 | N | 116 | E | 44 | W | 8.5 | 1.24 | 1.10 |
| 1.29 | 0.97 | 1.13 | 1.21 | 16.2 | N | 4 | W | 21 | E | 12.1 | N | 108 | W | 32 | E | 11.3 | N | 113 | E | 50 | W | 13.2 | 1.09 | 1.16 |
| 0.86 | 0.54 | 0.70 | 0.92 | 9.6 | N | 91 | W | 64 | E | 7.5 | N | 73 | E | 25 | W | 4.9 | N | 166 | E | 6 | W | 7.3 | 0.80 | 1.05 |
| 1.46 | 1.09 | 1.27 | 1.33 | 3.3 | N | 108 | E | 27 | W | 2.2 | N | 159 | W | 7 | E | 1.7 | N | 56 | W | 62 | E | 2.4 | 1.18 | 1.24 |
| 2.60 | 0.96 | 1.78 | 2.01 | 8.2 | N | 179 | W | 7 | E | 3.9 | N | 83 | W | 46 | E | 2.1 | N | 84 | E | 43 | W | 4.7 | 1.52 | 1.72 |
| 1.20 | 0.78 | 0.99 | 0.79 | 11.5 | N | 170 | E | 42 | W | 10.4 | N | 55 | E | 26 | W | 4.5 | N | 57 | W | 38 | E | 8.8 | 0.99 | 0.80 |
| 1.05 | 0.59 | 0.82 | 0.58 | 2.1 | N | 147 | W | 41 | E | 1.6 | N | 22 | E | 48 | W | 1.1 | N | 118 | E | 8 | W | 1.6 | 0.88 | 0.62 |
| 1.53 | 0.68 | 1.11 | 0.70 | 2.9 | N | 17 | W | 2 | E | 2.0 | N | 84 | E | 80 | W | 1.3 | N | 107 | W | 10 | E | 2.1 | 1.09 | 0.69 |
| 1.00 | 0.89 | 0.94 | 1.06 | 1.0 | N | 68 | E | 47 | W | 0.9 | N | 59 | W | 30 | E | 0.8 | N | 167 | W | 28 | E | 0.9 | 1.00 | 1.12 |
| 0.94 | 0.81 | 0.88 | 0.53 | 1.7 | N | 84 | E | 60 | W | 1.5 | N | 82 | W | 30 | E | 1.3 | N | 176 | W | 6 | E | 1.5 | 0.94 | 0.57 |
| 1.43 | 1.00 | 1.21 | 1.80 | 15.1 | N | 173 | W | 9 | E | 10.9 | N | 89 | E | 41 | W | 10.0 | N | 74 | W | 48 | E | 12.0 | 1.14 | 1.69 |
| 0.79 | 0.50 | 0.64 | 0.82 | 16.8 | N | 172 | W | 59 | E | 10.2 | N | 5 | E | 31 | W | 7.5 | N | 96 | E | 2 | W | 11.5 | 0.76 | 0.97 |
| 2.50 | 1.57 | 2.04 | 4.26 | 46.1 | N | 15 | E | 5 | W | 29.9 | N | 76 | W | 15 | E | 16.8 | N | 131 | E | 73 | W | 30.9 | 1.69 | 3.54 |
| 5.06 | 2.00 | 3.53 | 2.50 | 31.9 | N | 22 | E | 3 | W | 12.0 | N | 68 | W | 10 | E | 6.0 | N | 133 | E | 80 | W | 16.6 | 2.68 | 1.90 |
| 6.77 | 3.39 | 5.08 | 1.80 | 21.3 | N | 149 | W | 3 | E | 10.3 | N | 121 | E | 5 | W | 3.6 | N | 34 | W | 84 | E | 11.7 | 3.78 | 1.34 |
| 4.86 | 1.98 | 3.42 | 2.31 | 29.6 | N | 170 | W | 3 | E | 11.0 | N | 79 | W | 7 | E | 4.8 | N | 73 | E | 82 | W | 15.1 | 2.56 | 1.73 |

の弾性係数, ⑪岩盤の弾性係数, ㉔6 応力成分の項目は該当データがないため表からは削除した.

付表 2(1) 収集データ一覧 (水圧破碎法).

| 測定点 | 測定点地名 | 緯度 | 経度 | 標高 | 掘削深度 | method | 測定年 | 測定月 | 測定深度 | 測定深度 (浅) | 測定深度 (深) | Shmax |
|------|-----------|--------|---------|-----|------|----------------------|------|-----|------|-------------|-------------|-------|
| OKW | | 35.083 | 134.667 | 358 | | hydraulic fracturing | 1982 | | 285 | | | 7.7 |
| TON1 | 東濃TM-1 | 35.388 | 137.216 | 287 | | hydraulic fracturing | 1993 | 3 | 47 | | | 2.2 |
| TON1 | 東濃TM-1 | 35.388 | 137.216 | 287 | | hydraulic fracturing | 1993 | 3 | 63 | | | 3.9 |
| TON1 | 東濃TM-1 | 35.388 | 137.216 | 287 | | hydraulic fracturing | 1993 | 3 | 98 | | | 3.2 |
| TON1 | 東濃TM-1 | 35.388 | 137.216 | 287 | | hydraulic fracturing | 1993 | 3 | 101 | | | 4.8 |
| TON1 | 東濃TM-1 | 35.388 | 137.216 | 287 | | hydraulic fracturing | 1993 | 3 | 149 | | | 5.4 |
| TON1 | 東濃TM-1 | 35.388 | 137.216 | 287 | | hydraulic fracturing | 1993 | 3 | 192 | | | 13.9 |
| TON1 | 東濃TM-1 | 35.388 | 137.216 | 287 | | hydraulic fracturing | 1993 | 3 | 194 | | | 6.8 |
| TON2 | 東濃TM-2 | 35.388 | 137.215 | 263 | | hydraulic fracturing | 1998 | 3 | 32 | | | 1.1 |
| TON2 | 東濃TM-2 | 35.388 | 137.215 | 263 | | hydraulic fracturing | 1998 | 3 | 40 | | | 2.4 |
| TON2 | 東濃TM-2 | 35.388 | 137.215 | 263 | | hydraulic fracturing | 1998 | 3 | 73 | | | 3.0 |
| TON2 | 東濃TM-2 | 35.388 | 137.215 | 263 | | hydraulic fracturing | 1998 | 3 | 80 | | | 3.2 |
| TON2 | 東濃TM-2 | 35.388 | 137.215 | 263 | | hydraulic fracturing | 1998 | 3 | 85 | | | 4.7 |
| TON2 | 東濃TM-2 | 35.388 | 137.215 | 263 | | hydraulic fracturing | 1998 | 3 | 95 | | | 2.8 |
| TON2 | 東濃TM-2 | 35.388 | 137.215 | 263 | | hydraulic fracturing | 1998 | 3 | 171 | | | 10.8 |
| TON2 | 東濃TM-2 | 35.388 | 137.215 | 263 | | hydraulic fracturing | 1998 | 3 | 179 | | | 11.8 |
| TON2 | 東濃TM-2 | 35.388 | 137.215 | 263 | | hydraulic fracturing | 1998 | 3 | 182 | | | 9.7 |
| TON2 | 東濃TM-2 | 35.388 | 137.215 | 263 | | hydraulic fracturing | 1998 | 3 | 185 | | | 11.7 |
| TON3 | 東濃99SE-01 | 35.387 | 137.216 | 275 | | hydraulic fracturing | 1999 | 3 | 52 | | | 1.6 |
| TON3 | 東濃99SE-01 | 35.387 | 137.216 | 275 | | hydraulic fracturing | 1999 | 3 | 65 | | | 3.5 |
| TON3 | 東濃99SE-01 | 35.387 | 137.216 | 275 | | hydraulic fracturing | 1999 | 3 | 77 | | | 2.4 |
| TON3 | 東濃99SE-01 | 35.387 | 137.216 | 275 | | hydraulic fracturing | 1999 | 3 | 102 | | | 3.5 |
| TON3 | 東濃99SE-01 | 35.387 | 137.216 | 275 | | hydraulic fracturing | 1999 | 3 | 122 | | | 13.0 |
| TON3 | 東濃99SE-01 | 35.387 | 137.216 | 275 | | hydraulic fracturing | 1999 | 3 | 141 | | | 12.2 |
| TON3 | 東濃99SE-01 | 35.387 | 137.216 | 275 | | hydraulic fracturing | 1999 | 3 | 158 | | | 12.3 |
| TON3 | 東濃99SE-01 | 35.387 | 137.216 | 275 | | hydraulic fracturing | 1999 | 3 | 170 | | | 5.9 |
| TON3 | 東濃99SE-01 | 35.387 | 137.216 | 275 | | hydraulic fracturing | 1999 | 3 | 184 | | | 21.5 |
| TON3 | 東濃99SE-01 | 35.387 | 137.216 | 275 | | hydraulic fracturing | 1999 | 3 | 193 | | | 9.6 |
| TON4 | 東濃99SE-02 | 35.388 | 137.216 | 289 | | hydraulic fracturing | 2000 | 3 | 39 | | | 2.2 |
| TON4 | 東濃99SE-02 | 35.388 | 137.216 | 289 | | hydraulic fracturing | 2000 | 3 | 44 | | | 1.9 |
| TON4 | 東濃99SE-02 | 35.388 | 137.216 | 289 | | hydraulic fracturing | 2000 | 3 | 75 | | | 4.1 |
| TON4 | 東濃99SE-02 | 35.388 | 137.216 | 289 | | hydraulic fracturing | 2000 | 3 | 79 | | | 3.6 |
| TON4 | 東濃99SE-02 | 35.388 | 137.216 | 289 | | hydraulic fracturing | 2000 | 3 | 87 | | | 2.2 |
| TON4 | 東濃99SE-02 | 35.388 | 137.216 | 289 | | hydraulic fracturing | 2000 | 3 | 105 | | | 4.2 |
| TON4 | 東濃99SE-02 | 35.388 | 137.216 | 289 | | hydraulic fracturing | 2000 | 3 | 127 | | | 4.8 |
| TON4 | 東濃99SE-02 | 35.388 | 137.216 | 289 | | hydraulic fracturing | 2000 | 3 | 162 | | | 6.4 |
| TON4 | 東濃99SE-02 | 35.388 | 137.216 | 289 | | hydraulic fracturing | 2000 | 3 | 189 | | | 6.8 |
| TON4 | 東濃99SE-02 | 35.388 | 137.216 | 289 | | hydraulic fracturing | 2000 | 3 | 199 | | | 7.8 |
| TON4 | 東濃99SE-02 | 35.388 | 137.216 | 289 | | hydraulic fracturing | 2000 | 3 | 205 | | | 8.0 |
| TON5 | 東濃00SE-03 | 35.388 | 137.216 | 282 | | hydraulic fracturing | 2001 | 3 | 234 | | | 14.0 |
| TON5 | 東濃00SE-03 | 35.388 | 137.216 | 282 | | hydraulic fracturing | 2001 | 3 | 236 | | | 13.7 |
| TON5 | 東濃00SE-03 | 35.388 | 137.216 | 282 | | hydraulic fracturing | 2001 | 3 | 239 | | | 17.7 |
| TON5 | 東濃00SE-03 | 35.388 | 137.216 | 282 | | hydraulic fracturing | 2001 | 3 | 242 | | | 16.2 |
| TON5 | 東濃00SE-03 | 35.388 | 137.216 | 282 | | hydraulic fracturing | 2001 | 3 | 250 | | | 11.9 |
| TON5 | 東濃00SE-03 | 35.388 | 137.216 | 282 | | hydraulic fracturing | 2001 | 3 | 252 | | | 11.5 |
| TON5 | 東濃00SE-03 | 35.388 | 137.216 | 282 | | hydraulic fracturing | 2001 | 3 | 253 | | | 11.5 |
| TON5 | 東濃00SE-03 | 35.388 | 137.216 | 282 | | hydraulic fracturing | 2001 | 3 | 259 | | | 11.7 |
| TON5 | 東濃00SE-03 | 35.388 | 137.216 | 282 | | hydraulic fracturing | 2001 | 3 | 261 | | | 11.0 |
| TON5 | 東濃00SE-03 | 35.388 | 137.216 | 282 | | hydraulic fracturing | 2001 | 3 | 264 | | | 11.6 |
| MIZ1 | 瑞浪AN-1 | 35.382 | 137.224 | 241 | | hydraulic fracturing | 1998 | 12 | 49 | | | 5.4 |
| MIZ1 | 瑞浪AN-1 | 35.382 | 137.224 | 241 | | hydraulic fracturing | 1998 | 12 | 199 | | | 15.9 |
| MIZ1 | 瑞浪AN-1 | 35.382 | 137.224 | 241 | | hydraulic fracturing | 1998 | 12 | 249 | | | 22.5 |
| MIZ1 | 瑞浪AN-1 | 35.382 | 137.224 | 241 | | hydraulic fracturing | 1998 | 12 | 309 | | | 7.6 |
| MIZ1 | 瑞浪AN-1 | 35.382 | 137.224 | 241 | | hydraulic fracturing | 1998 | 12 | 351 | | | 20.7 |
| MIZ1 | 瑞浪AN-1 | 35.382 | 137.224 | 241 | | hydraulic fracturing | 1998 | 12 | 404 | | | 23.0 |
| MIZ1 | 瑞浪AN-1 | 35.382 | 137.224 | 241 | | hydraulic fracturing | 1998 | 12 | 499 | | | 32.7 |
| MIZ1 | 瑞浪AN-1 | 35.382 | 137.224 | 241 | | hydraulic fracturing | 1998 | 12 | 564 | | | 35.0 |
| MIZ1 | 瑞浪AN-1 | 35.382 | 137.224 | 241 | | hydraulic fracturing | 1998 | 12 | 600 | | | 31.0 |
| MIZ1 | 瑞浪AN-1 | 35.382 | 137.224 | 241 | | hydraulic fracturing | 1998 | 12 | 651 | | | 35.4 |
| MIZ1 | 瑞浪AN-1 | 35.382 | 137.224 | 241 | | hydraulic fracturing | 1998 | 12 | 700 | | | 27.5 |
| MIZ1 | 瑞浪AN-1 | 35.382 | 137.224 | 241 | | hydraulic fracturing | 1998 | 12 | 790 | | | 30.4 |
| MIZ1 | 瑞浪AN-1 | 35.382 | 137.224 | 241 | | hydraulic fracturing | 1998 | 12 | 850 | | | 36.4 |
| MIZ1 | 瑞浪AN-1 | 35.382 | 137.224 | 241 | | hydraulic fracturing | 1998 | 12 | 900 | | | 57.1 |
| MIZ1 | 瑞浪AN-1 | 35.382 | 137.224 | 241 | | hydraulic fracturing | 1998 | 12 | 941 | | | 51.7 |
| MIZ1 | 瑞浪AN-1 | 35.382 | 137.224 | 241 | | hydraulic fracturing | 1998 | 12 | 991 | | | 37.3 |
| MIZ2 | 瑞浪MIU-2 | 35.385 | 137.224 | 225 | | hydraulic fracturing | 1999 | 7 | 138 | | | 16.8 |
| MIZ2 | 瑞浪MIU-2 | 35.385 | 137.224 | 225 | | hydraulic fracturing | 1999 | 7 | 158 | | | 15.6 |
| MIZ2 | 瑞浪MIU-2 | 35.385 | 137.224 | 225 | | hydraulic fracturing | 1999 | 7 | 187 | | | 17.1 |
| MIZ2 | 瑞浪MIU-2 | 35.385 | 137.224 | 225 | | hydraulic fracturing | 1999 | 7 | 254 | | | 15.4 |

1) 測定点の記号は本文の表 5 の測定点の記号に対応する。

「ロックストレス研究委員会」報告

| Shmin | SV | SHmax_azi | Sigma1 | Sigma1_azi | Sigma1_dip | Sigma2 | Sigma2_azi | Sigma2_dip | Sigma3 | Sigma3_azi | Sigma3_dip | 岩種 |
|-------|-----|-----------|--------|------------|------------|--------|------------|------------|--------|------------|------------|---------|
| 4.4 | 5.0 | 167 | | | | | | | | | | 玢岩 |
| 1.2 | | 92 | | | | | | | | | | 新第三系堆積岩 |
| 2.1 | | 87 | | | | | | | | | | 新第三系堆積岩 |
| 1.7 | | 154 | | | | | | | | | | 新第三系堆積岩 |
| 2.3 | | 20 | | | | | | | | | | 新第三系堆積岩 |
| 2.6 | | 15 | | | | | | | | | | 新第三系堆積岩 |
| 5.5 | | 163 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 3.1 | | 178 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 0.9 | | | | | | | | | | | | 細粒砂岩 |
| 1.5 | | | | | | | | | | | | 細粒砂岩 |
| 1.8 | | 155 | | | | | | | | | | 中粒砂岩 |
| 1.9 | | | | | | | | | | | | 中粒砂岩 |
| 2.5 | | 146 | | | | | | | | | | 礫岩 |
| 2.0 | | 158 | | | | | | | | | | 風化花崗岩 |
| 4.7 | | 151 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 5.4 | | 150 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 4.4 | | | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 5.1 | | | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 1.0 | | 39 | | | | | | | | | | 粗粒砂岩 |
| 1.7 | | 59 | | | | | | | | | | 中粒砂岩 |
| 1.4 | | 29 | | | | | | | | | | 亜炭 |
| 1.9 | | 21 | | | | | | | | | | 礫岩 |
| 6.2 | | 84 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 7.5 | | 101 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 6.6 | | 128 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 3.4 | | 131 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 10.1 | | 123 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 4.5 | | 113 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 1.0 | | 26 | | | | | | | | | | 明世累層 |
| 1.5 | | 137 | | | | | | | | | | 明世累層 |
| 1.8 | | 160 | | | | | | | | | | 明世累層 |
| 1.7 | | 154 | | | | | | | | | | 明世累層 |
| 1.4 | | 135 | | | | | | | | | | 土岐挾炭層 |
| 2.1 | | 16 | | | | | | | | | | 土岐挾炭層 |
| 2.1 | | 146 | | | | | | | | | | 土岐挾炭層 |
| 3.6 | | 27 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 3.2 | | 124 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 3.9 | | 155 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 4.5 | | 116 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 7.3 | | 127 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 7.0 | | 103 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 8.5 | | 104 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 8.7 | | | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 5.8 | | 148 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 5.7 | | 160 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 5.7 | | 151 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 6.0 | | 134 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 5.6 | | 147 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 6.0 | | 151 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 2.9 | | 174 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 6.8 | | 178 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 9.1 | | 5 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 3.8 | | 134 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 8.8 | | 147 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 10.4 | | 142 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 13.6 | | 118 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 14.1 | | 123 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 15.8 | | 134 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 16.1 | | 138 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 12.9 | | 133 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 15.7 | | 133 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 18.4 | | 129 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 25.5 | | 116 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 23.4 | | 147 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 18.3 | | 103 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 7.4 | | 2 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 6.5 | | 164 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 6.9 | | 134 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 6.6 | | 141 | | | | | | | | | | 花崗岩 |

付表 2(2) 収集データ一覧 (水圧破碎法).

| 測定点 | 測定点地名 | 緯度 | 経度 | 標高 | 掘削深度 | method | 測定年 | 測定月 | 測定深度 | 測定深度 (浅) | 測定深度 (深) | Shmax |
|------|----------------|--------|---------|-----|------|----------------------|------|-----|------|-------------|-------------|-------|
| MIZ2 | 瑞浪MIU-2 | 35.385 | 137.224 | 225 | | hydraulic fracturing | 1999 | 7 | 295 | | | 8.6 |
| MIZ2 | 瑞浪MIU-2 | 35.385 | 137.224 | 225 | | hydraulic fracturing | 1999 | 7 | 302 | | | 6.1 |
| MIZ2 | 瑞浪MIU-2 | 35.385 | 137.224 | 225 | | hydraulic fracturing | 1999 | 7 | 356 | | | 20.3 |
| MIZ2 | 瑞浪MIU-2 | 35.385 | 137.224 | 225 | | hydraulic fracturing | 1999 | 7 | 413 | | | 28.2 |
| MIZ2 | 瑞浪MIU-2 | 35.385 | 137.224 | 225 | | hydraulic fracturing | 1999 | 7 | 452 | | | 29.5 |
| MIZ2 | 瑞浪MIU-2 | 35.385 | 137.224 | 225 | | hydraulic fracturing | 1999 | 7 | 491 | | | 37.0 |
| MIZ2 | 瑞浪MIU-2 | 35.385 | 137.224 | 225 | | hydraulic fracturing | 1999 | 7 | 555 | | | 25.1 |
| MIZ2 | 瑞浪MIU-2 | 35.385 | 137.224 | 225 | | hydraulic fracturing | 1999 | 7 | 604 | | | 20.4 |
| MIZ2 | 瑞浪MIU-2 | 35.385 | 137.224 | 225 | | hydraulic fracturing | 1999 | 7 | 651 | | | 32.1 |
| MIZ2 | 瑞浪MIU-2 | 35.385 | 137.224 | 225 | | hydraulic fracturing | 1999 | 7 | 682 | | | 29.8 |
| MIZ2 | 瑞浪MIU-2 | 35.385 | 137.224 | 225 | | hydraulic fracturing | 1999 | 7 | 699 | | | 30.6 |
| MIZ2 | 瑞浪MIU-2 | 35.385 | 137.224 | 225 | | hydraulic fracturing | 1999 | 7 | 734 | | | 31.5 |
| MIZ2 | 瑞浪MIU-2 | 35.385 | 137.224 | 225 | | hydraulic fracturing | 1999 | 7 | 761 | | | 27.5 |
| MIZ2 | 瑞浪MIU-2 | 35.385 | 137.224 | 225 | | hydraulic fracturing | 1999 | 7 | 811 | | | 34.3 |
| MIZ2 | 瑞浪MIU-2 | 35.385 | 137.224 | 225 | | hydraulic fracturing | 1999 | 7 | 838 | | | 35.4 |
| MIZ2 | 瑞浪MIU-2 | 35.385 | 137.224 | 225 | | hydraulic fracturing | 1999 | 7 | 878 | | | 35.8 |
| MIZ3 | 瑞浪MIU-3 | 35.386 | 137.222 | 232 | | hydraulic fracturing | 2000 | 3 | 122 | | | 12.6 |
| MIZ3 | 瑞浪MIU-3 | 35.386 | 137.222 | 232 | | hydraulic fracturing | 2000 | 3 | 266 | | | 19.8 |
| MIZ3 | 瑞浪MIU-3 | 35.386 | 137.222 | 232 | | hydraulic fracturing | 2000 | 3 | 338 | | | 23.9 |
| MIZ3 | 瑞浪MIU-3 | 35.386 | 137.222 | 232 | | hydraulic fracturing | 2000 | 3 | 509 | | | 40.2 |
| MIZ3 | 瑞浪MIU-3 | 35.386 | 137.222 | 232 | | hydraulic fracturing | 2000 | 3 | 589 | | | 27.7 |
| MIZ3 | 瑞浪MIU-3 | 35.386 | 137.222 | 232 | | hydraulic fracturing | 2000 | 3 | 847 | | | 24.3 |
| MIZ3 | 瑞浪MIU-3 | 35.386 | 137.222 | 232 | | hydraulic fracturing | 2000 | 3 | 858 | | | 17.7 |
| MIZ3 | 瑞浪MIU-3 | 35.386 | 137.222 | 232 | | hydraulic fracturing | 2000 | 3 | 946 | | | 24.0 |
| MIZ3 | 瑞浪MIU-3 | 35.386 | 137.222 | 232 | | hydraulic fracturing | 2000 | 3 | 988 | | | 25.9 |
| MIZ4 | 瑞浪MIZ-1 | 35.379 | 137.238 | 207 | | hydraulic fracturing | 2004 | | 168 | | | 11.5 |
| MIZ4 | 瑞浪MIZ-1 | 35.379 | 137.238 | 207 | | hydraulic fracturing | 2004 | | 228 | | | 11.3 |
| MIZ4 | 瑞浪MIZ-1 | 35.379 | 137.238 | 207 | | hydraulic fracturing | 2004 | | 238 | | | 11.9 |
| MIZ4 | 瑞浪MIZ-1 | 35.379 | 137.238 | 207 | | hydraulic fracturing | 2004 | | 298 | | | 16.1 |
| MIZ4 | 瑞浪MIZ-1 | 35.379 | 137.238 | 207 | | hydraulic fracturing | 2004 | | 335 | | | 17.7 |
| MIZ4 | 瑞浪MIZ-1 | 35.379 | 137.238 | 207 | | hydraulic fracturing | 2004 | | 523 | | | 21.3 |
| MIZ4 | 瑞浪MIZ-1 | 35.379 | 137.238 | 207 | | hydraulic fracturing | 2004 | | 560 | | | 28.1 |
| MIZ4 | 瑞浪MIZ-1 | 35.379 | 137.238 | 207 | | hydraulic fracturing | 2004 | | 578 | | | 21.3 |
| MIZ4 | 瑞浪MIZ-1 | 35.379 | 137.238 | 207 | | hydraulic fracturing | 2004 | | 638 | | | 17.2 |
| MIZ4 | 瑞浪MIZ-1 | 35.379 | 137.238 | 207 | | hydraulic fracturing | 2004 | | 645 | | | 18.4 |
| MIZ4 | 瑞浪MIZ-1 | 35.379 | 137.238 | 207 | | hydraulic fracturing | 2004 | | 818 | | | 22.0 |
| MIZ4 | 瑞浪MIZ-1 | 35.379 | 137.238 | 207 | | hydraulic fracturing | 2004 | | 1017 | | | 22.4 |
| KMS1 | 釜石250mレベル坑道 | 39.318 | 141.669 | 986 | | hydraulic fracturing | 1995 | 3 | 260 | (2方向10回のデー | | 17.3 |
| KAM1 | 神岡茂住坑 | 36.444 | 137.3 | 698 | | hydraulic fracturing | 2001 | 3 | 350 | (3方向9回のデー | | 10.2 |
| HRN1 | 幌延HDB-1 | 45.039 | 141.865 | 69 | 720 | hydraulic fracturing | 2005 | 8 | 381 | | | 11.8 |
| HRN1 | 幌延HDB-1 | 45.039 | 141.865 | 69 | 720 | hydraulic fracturing | 2005 | 8 | 585 | | | 12.4 |
| HRN1 | 幌延HDB-2 | 44.997 | 141.92 | 43 | 720 | hydraulic fracturing | 2005 | 8 | 281 | | | 8.3 |
| HRN1 | 幌延HDB-2 | 44.997 | 141.92 | 43 | 720 | hydraulic fracturing | 2005 | 8 | 536 | | | 13.9 |
| HRN2 | 幌延HDB-3 | 45.043 | 141.856 | 55 | 520 | hydraulic fracturing | 2007 | 1 | 264 | | | 4.8 |
| HRN2 | 幌延HDB-3 | 45.043 | 141.856 | 55 | 520 | hydraulic fracturing | 2007 | 1 | 393 | | | 7.5 |
| HRN2 | 幌延HDB-4 | 45.054 | 141.874 | 64 | 520 | hydraulic fracturing | 2007 | 1 | 254 | | | 5.5 |
| HRN2 | 幌延HDB-4 | 45.054 | 141.874 | 64 | 520 | hydraulic fracturing | 2007 | 1 | 359 | | | 6.5 |
| HRN2 | 幌延HDB-5 | 45.049 | 141.88 | 89 | 520 | hydraulic fracturing | 2007 | 1 | 250 | | | 5.4 |
| HRN2 | 幌延HDB-5 | 45.049 | 141.88 | 89 | 520 | hydraulic fracturing | 2007 | 1 | 378 | | | 6.5 |
| HRN2 | 幌延HDB-6 | 45.043 | 141.861 | 60 | 620 | hydraulic fracturing | 2007 | 1 | 223 | | | 4.4 |
| HRN2 | 幌延HDB-6 | 45.043 | 141.861 | 60 | 620 | hydraulic fracturing | 2007 | 1 | 256 | | | 4.6 |
| HRN2 | 幌延HDB-6 | 45.043 | 141.861 | 60 | 620 | hydraulic fracturing | 2007 | 1 | 338 | | | 8.5 |
| HRN2 | 幌延HDB-6 | 45.043 | 141.861 | 60 | 620 | hydraulic fracturing | 2007 | 1 | 351 | | | 9.2 |
| HRN2 | 幌延HDB-6 | 45.043 | 141.861 | 60 | 620 | hydraulic fracturing | 2007 | 1 | 416 | | | 5.8 |
| HRN2 | 幌延HDB-6 | 45.043 | 141.861 | 60 | 620 | hydraulic fracturing | 2007 | 1 | 530 | | | 14.5 |
| HRN2 | 幌延HDB-6 | 45.043 | 141.861 | 60 | 620 | hydraulic fracturing | 2007 | 1 | 540 | | | 11.7 |
| HRN2 | 幌延HDB-6 | 45.043 | 141.861 | 60 | 620 | hydraulic fracturing | 2007 | 1 | 576 | | | 14.6 |
| HRN3 | 幌延換気立坑140m試験座 | 45.045 | 141.859 | 60 | | hydraulic fracturing | 2009 | 2 | 140 | (3方向11回のデー | | 2.1 |
| HRN4 | 幌延東立坑140m小型試験座 | 45.045 | 141.86 | 60 | | hydraulic fracturing | 2010 | 4 | 140 | (3方向11回のデー | | 1.8 |
| HRN5 | 幌延換気立坑250m坑道 | 45.045 | 141.86 | 60 | | hydraulic fracturing | 2011 | 4 | 250 | (3方向13回のデー | | 1.9 |
| HRN6 | 幌延250m小型試験座(西) | 45.045 | 141.859 | 60 | | hydraulic fracturing | 2015 | 6 | 250 | (3方向16回のデー | | 2.6 |
| HRN7 | 幌延250m小型試験座(南) | 45.045 | 141.86 | 60 | | hydraulic fracturing | 2015 | 6 | 250 | (3方向14回のデー | | 4.0 |
| HRN8 | 幌延350mポンプ座 | 45.045 | 141.86 | 60 | | hydraulic fracturing | 2015 | 6 | 350 | (4方向31回のデー | | 4.2 |
| HRN9 | 幌延350m周回坑道(東) | 45.045 | 141.861 | 60 | | hydraulic fracturing | 2016 | 12 | 350 | (3方向26回のデー | | 3.7 |
| NJM | Nojima fault | 34.547 | 134.946 | 49 | 1000 | hydraulic fracturing | 2018 | | 725 | | | 19.2 |
| NJM | Nojima fault | 34.547 | 134.946 | 49 | 1000 | hydraulic fracturing | 2018 | | 727 | | | 26.2 |
| NJM | Nojima fault | 34.547 | 134.946 | 49 | 1000 | hydraulic fracturing | 2018 | | 769 | | | 11.8 |

1) 測定点の記号は本文の表 5 の測定点の記号に対応する。

「ロックストレス研究委員会」報告

| Shmin | SV | SHmax_azi | Sigma1 | Sigma1_azi | Sigma1_dip | Sigma2 | Sigma2_azi | Sigma2_dip | Sigma3 | Sigma3_azi | Sigma3_dip | 岩種 |
|-------|------|-----------|--------|------------|------------|--------|------------|------------|--------|------------|------------|------------|
| 4.2 | | 114 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 4.0 | | 117 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 9.6 | | 116 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 13.7 | | 170 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 12.7 | | 154 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 15.1 | | 120 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 11.7 | | 134 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 9.8 | | 130 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 15.4 | | 116 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 13.2 | | 105 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 13.5 | | 153 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 14.0 | | 136 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 12.5 | | 121 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 16.2 | | 138 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 15.3 | | 128 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 15.5 | | 174 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 5.3 | | 93 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 8.4 | | 160 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 10.5 | | 138 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 16.3 | | 143 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 12.1 | | 132 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 11.7 | | 157 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 8.8 | | 150 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 12.1 | | 132 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 13.1 | | 145 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 7.4 | 4.3 | 53 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 6.9 | 5.8 | 100 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 8.5 | 6.1 | 137 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 11.3 | 7.6 | 166 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 10.6 | 8.5 | 104 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 11.7 | 13.2 | 106 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 16.6 | 14.2 | 143 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 14.9 | 14.6 | 156 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 12.1 | 16.1 | 69 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 12.1 | 16.3 | 96 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 13.7 | 20.6 | 155 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 15.1 | 25.5 | 142 | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 6.2 | 7.0 | 152 | 17.4 | 152 | -4 | 8.7 | 57 | -49 | 4.5 | 65 | 40 | 栗橋花崗閃緑岩 |
| 6.5 | 16.4 | 36 | 16.6 | 50 | -79 | 10.0 | 54 | 11 | 6.5 | 144 | -1 | 砂岩頁岩礫岩互層 |
| 7.2 | 7.0 | 83 | | | | | | | | | | 珪藻質泥岩/硬質頁岩 |
| 9.9 | 11.5 | 118 | | | | | | | | | | 硬質頁岩 |
| 5.9 | 5.6 | 140 | | | | | | | | | | 硬質頁岩 |
| 8.4 | 10.2 | 180 | | | | | | | | | | 硬質頁岩 |
| 3.9 | 4.1 | 90 | | | | | | | | | | 珪藻質泥岩 |
| 5.7 | 6.6 | 68 | | | | | | | | | | 珪藻質泥岩 |
| 4.0 | 4.6 | 62 | | | | | | | | | | 硬質頁岩 |
| 5.0 | 7.1 | 90 | | | | | | | | | | 硬質頁岩 |
| 3.8 | 4.7 | 90 | | | | | | | | | | 硬質頁岩 |
| 5.2 | 7.6 | 68 | | | | | | | | | | 硬質頁岩 |
| 3.2 | 3.6 | 90 | | | | | | | | | | 珪藻質泥岩 |
| 3.6 | 4.3 | 90 | | | | | | | | | | 珪藻質泥岩 |
| 5.8 | 6.3 | | | | | | | | | | | 硬質頁岩 |
| 6.3 | 6.7 | 90 | | | | | | | | | | 硬質頁岩 |
| 4.9 | 7.7 | | | | | | | | | | | 硬質頁岩 |
| 9.6 | 10.4 | 68 | | | | | | | | | | 硬質頁岩 |
| 8.2 | 10.6 | | | | | | | | | | | 硬質頁岩 |
| 10.0 | 11.4 | | | | | | | | | | | 硬質頁岩 |
| 1.3 | 1.9 | 65 | 2.3 | 56 | 32 | 1.8 | 97 | -50 | 1.2 | 160 | 21 | 珪藻質泥岩 |
| 1.6 | 1.6 | 62 | 1.8 | 77 | 28 | 1.7 | 7 | -33 | 1.4 | 136 | -45 | 珪藻質泥岩 |
| 1.6 | 1.7 | 62 | 2.2 | 61 | 39 | 1.6 | 150 | -1 | 1.4 | 59 | -51 | 泥岩 |
| 2.1 | 2.3 | 114 | 2.6 | 117 | -20 | 2.2 | 60 | 55 | 2.1 | 17 | -26 | 珪藻質泥岩 |
| 2.2 | 2.4 | 58 | 4.0 | 58 | 0 | 2.8 | 148 | 51 | 1.8 | 148 | -39 | 珪藻質泥岩 |
| 3.2 | 3.9 | 153 | 6.0 | 152 | -43 | 3.2 | 60 | -1 | 2.2 | 149 | 47 | 珪質泥岩 |
| 2.3 | 3.6 | 126 | 3.7 | 47 | 75 | 3.7 | 126 | -3 | 2.2 | 36 | -15 | 珪質泥岩 |
| 11.9 | 18.7 | | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 14.9 | 18.7 | | | | | | | | | | | 花崗岩 |
| 9.1 | 19.8 | 159 | | | | | | | | | | 花崗岩 |