

JGS 岩盤の工学的分類と  
原位置岩盤物性に関する研究委員会

研究報告書

平成 20 年 3 月

社団法人地盤工学会

JGS 岩盤の工学的分類と  
原位置岩盤物性に関する研究委員会

## まえがき

本報告書は、地盤工学会の調査・研究部研究統括委員会に平成17年度に設置された「JGS 岩盤の工学的分類と原位置岩盤物性に関する研究委員会」の3ヵ年の活動内容と成果の概要をまとめたものである。

岩盤からなる地盤の設計用物性値は、原位置岩盤試験で求めるのが基本となっている。周知のように土質地盤ではサンプリングによる供試体試験で物理的・力学的を求めることができるが、岩盤は一般に強く固結した岩石（インタクト・ロック、以下、岩石と呼ぶ）と、節理・片理などの弱面（以下、不連続面と呼ぶ）で構成されているので岩石供試体の試験のみからは岩盤の工学的性質（以下、岩盤物性と呼ぶ）を求めることはできない。また、不連続面は三次元であり、方向性・連続性・分布間隔・表面粗さ・開口性・などが岩盤物性を大きく支配するため、岩盤のこれら各種要素を含めた原位置試験が岩盤物性評価のための基本と位置付けられている。しかし、岩盤試験を行うには、試験箇所や試験設備がかなり大掛かりとなるためコストの面で容易に実施できる試験ではない。従って、下記に述べるように既往の試験データの有効利用が極めて大切である。

本研究委員会は以上の認識の基に、最も基本的な物性である静的な変形特性とせん断特性に焦点を絞り、①既往の原位置岩盤試験結果のデータの収集、②各データを“JGS 岩盤の工学的分類”の分類要素を基軸に整理したデータ・ベースを構築、また、その結果を用いて③計測された岩盤物性値と分類要素間などの分析・検討を行った。データ収録に際しては、岩盤力学の観点から出来るだけ詳細なデータを集めるため可能な限り原典（試験報告書）を基に収集した。そのため膨大な作業となった。

研究成果の詳細は、多くの岩盤に係わる関係技術者や研究者に利用して頂きより合理的な調査・設計・施工に役立てて頂き、さらに、岩盤工学の高度化のための資料として活用して頂くため、本報告書をベースに出版物として早期に刊行する予定である。

なを、データの収集に際しては、国、県、独立行政法人、電力会社など多くの関係機関から地盤工学会のデータ提供の要請に多大のご協力頂いた。また、多岐に亘る関係機関との連絡などに地盤工学会事務局の日向弘恵氏に多大のご協力をえた。

ここにこれら各位に厚くお礼申し上げます。

平成20年3月

地盤工学会 調査・研究部

JGS 岩盤の工学的分類と原位置岩盤物性に関する研究委員会

## 委員会構成

会 務	氏 名	所 属 等
委員長	吉中 龍之進	埼玉大学名誉教授
副委員長	伊藤 洋	(財) 電力中央研究所
副委員長	田中 莊一	(財) 深田地質研究所
委員兼幹事	船戸 明雄	応用地質(株)
委員	太田 岳洋	(財) 鉄道総合研究所
委員	大野 裕記	四国電力(株)
委員	北川 隆	西松建設(株)
委員兼WG主査	久保田 克寿	東京電力(株)
委員兼WG幹事	小早川 克亮	(財) 電力中央研究所
委員	小山 俊博	東電設計(株)
委員	佐々木 靖人	(独) 土木研究所
委員	佐藤 弘行	(独) 土木研究所
委員	清木 隆文	宇都宮大学
委員兼WG主査	谷 和夫	横浜国立大学
委員	西山 竜朗	愛媛大学
委員	平井 秀幸	(独) 石油・天然ガス・金属鉱物資源機構
委員兼WG幹事	細野 高康	(株) ダイヤコンサルタント
委員	森 孝之	鹿島建設(株)
委員	山口 勉	(独) 産業技術総合研究所
委員	福永 勸	本州四国連絡高速道路(株)
委員	吉田 次男	関西電力(株)
旧委員	吉田 茂司	本州四国連絡高速道路(株)

## 目次

1. 原位置岩盤試験データ収集の必要性と意義 .....	4
1.1 データ・ベースの必要性と関連機関の協力 .....	4
1.2 原位置岩盤試験データ・ベースの充実への努力と今後の課題 .....	4
2. 委員会活動 .....	6
3. データ収集・整理 .....	8
3.1 データ収集 .....	8
3.2 データ入力 .....	14
4. データの分析結果 .....	16
4.1 平板載荷試験 .....	18
4.1.1 扱うデータについて .....	18
4.1.2 変形係数について .....	19
4.1.4 接線弾性係数について .....	59
4.1.5 変形係数, 割線弾性係数, 接線弾性係数の相関 .....	78
4.2 プレッシュャーメータ試験 .....	84
4.2.1 データ概要 .....	84
4.2.2 プレッシュャーメータ試験結果の岩盤分類別の整理 .....	86
4.2.3 平板載荷試験とプレッシュャーメータ試験の比較 .....	132
4.3 岩盤のせん断試験 .....	141
4.3.1 大分類および中分類の比較 .....	141
4.3.2 硬岩系岩盤・塊状 [H]{M} .....	142
4.3.3 硬岩系岩盤・葉状 [H]{F} .....	142
4.3.4 軟岩系岩盤 [S] .....	143
5. あとがき .....	175
付録1 データ入力マニュアル .....	176
付録2 第43回地盤工学研究発表会ディスカッションセッション .....	185
付録3 (仮称) 原位置岩盤物性値データ・ベース (2008年度版) 出版計画 .....	186

## 1. 原位置岩盤試験データ収集の必要性と意義

### 1.1 データ・ベースの必要性と関連機関の協力

- (1) 岩盤試験は、装置・試験箇所の準備が比較的大がかりであるため大規模な岩盤プロジェクト(ダム・原子力発電所・長大橋・大規模岩盤空洞など)では実施されるが、一方、岩盤試験を実施することはほとんどないが、岩盤斜面、トンネル、岩盤に基礎を置く一般規模の橋梁などでも岩盤物性の評価を必要とする。これらの分野では、何らかの方法(一般に、岩盤分類)で推定しているのが実情である。また、岩盤試験が実施された場合も、試験個数が最低限であることが多いため、試験結果の解釈や適用に際しては類似条件の既往の岩盤試験結果を参考に判断することになる。従って、岩盤力学の観点及び客観性のある岩盤・地質情報に基づいて体系的に整理した原位置岩盤物性のデータ・ベースの必要性は極めて高い。収集すべき岩盤物性には様々なものがあるが強度および変形試験データは必須のものである。また、岩盤物性の整理・検討に当該岩盤の地質データ、岩盤構造に関するデータなどの関連情報の収集も必要である。
- (2) 我が国では過去数 10 年にわたり大規模岩盤プロジェクトが数多く実施され、その一環として各現場で岩盤試験が実施された。その内容は、量的・質的共に世界に類を見ないほどのものと考えられる。しかし、今後は、何れのプロジェクトも減少傾向に向かうものと思慮され、同時に岩盤試験も少なくなると思われる。その意味からこれまでに蓄積された貴重な岩盤試験データを、今後、有効に活用できる体制を構築しておくことが極めて重要と考えられる。そのためには早期にデータを収集・整理しなければならない。時の経過と共に、データの逸散、試験関係者からの情報を直接えることが困難となる。
- (3) 国、県、独立行政法人、電力会社など多岐にわたる機関で実施された岩盤試験データの収集は、個人や 1 機関のレベルでできるものではなく学会においてのみ可能と思われる。今回は全国約 120 のプロジェクトからデータを提供して頂いた。

### 1.2 原位置岩盤試験データ・ベースの充実への努力と今後の課題

- (1) 土質地盤は、過去、多くの機関で、また、多くの地域を対象に”地盤図”にまとめられ多用されてきた。しかし、岩盤試験データは、機関別あるいは構造物別に提案された”岩盤分類”との関係で利用されてきた。従って、この手法には当事者の主観的判断が入り易いことが指摘されてきた。すなわち、岩盤に係わる技術者間での岩盤情報に関する共通認識が得にくい。このような現状に対する問題認識および地盤工学分野での国際規格(ISO)の制定の流れを背景に、地盤工学会は、JGS 3811-2004 ; 「岩盤の工学的分類方法」を制定した。この基準は、国内外の上記問題点を整理し、岩盤力学の観点から、かつ、国際的に認知された岩盤情報の取り扱い方(ISO14689-1 ; 岩の判別と記載)をベースに作成したものである。従って、本データ・ベースは情報の共

有化に整合したものである。

- (2) 今回のデータ・ベースは岩盤では初めての試みである。約 120 の事業の貴重な岩盤試験のデータ(試験数：平板板載荷試験，プレッシャーメータ試験および岩盤せん断試験の各々は約 1300 件，1000 件および 1500 件)収録できたが，一方で，収録できなかった多くの事業のデータも少なくない。

データ・ベースの価値は，入力データの数に大きく依存する。現在進行中のプロジェクトも少なくないので，適切な時期にデータの追加及びシステムの改良が必要と考えられたので本データ・ベースは〔2008 年度版〕とした。

データの収集は，試験岩盤の情報を「JGS 工学的岩盤分類」の分類要素の大分類～細分類に基づいて行ったが，細分類に関する情報はほとんど得られなかった。今後，実施される原位置試験では調査し記録して頂きたい岩盤情報と考えられる。

- (3) 岩盤は基本的に不連続性である。原位置岩盤試験による物性値は，岩盤を連続体と仮定して岩盤の物性値とするのが一般である。また，採用した試験方法の違いで試験物性値が異なることが多い。原位置試験の対象となる岩盤の領域・寸法は，実構造物が対象とする岩盤寸法と桁違いに小さい。岩盤試験による試験値と実構造物の挙動を支配する物性値の関係を，先に述べた岩盤の実態，特に不連続性，非線形性の問題に関してどのように評価し，関連付けるのが適切かは今後顧慮すべき重要な課題である。



表 2-2 全体委員会，データ収集 WG，総括 WG および幹事会の活動概要

通算回数	開催年月日	主な議題
第 1 回全体委員会	2005/06/20	初顔合わせ，自己紹介 二つの WG を立上げ，構成メンバーを決定
第 1 回データ収集 WG	2005/09/14	データ収集方針，担当の決定 データシート様式の検討
第 2 回データ収集 WG	2005/10/27	依頼状の発送リスト，手順の確認 外部資金導入についての検討
第 3 回データ収集 WG	2006/04/28	借用報告書の管理方法，データ入力の分担について の検討
第 1 回幹事会	2006/05/30	外部資金の導入とデータ入力作業の委託について の検討
第 2 回幹事会	2006/10/24	外部資金の委託契約と成果の帰属について データ入力の進捗状況の確認
第 3 回幹事会	2007/01/30	成果の帰属に関する議論と対応方針の決定 委員会成果の公表についての議論
第 2 回全体委員会	2007/03/13	データ入力作業の進捗状況の確認 外部資金の契約と成果の帰属の確認 委員会成果の公表方法についての審議
	2006/07～ 2007/05	データの入力とデータ・ベースの作成
第 1 回総括 WG	2007/06/21	データ・ベースの配布と概要紹介 今後の作業内容，分担，スケジュールの決定
第 2 回総括 WG	2007/09/04	データ分析結果の報告 データの公開許諾，成果の公表に関して議論
第 3 回全体委員会	2007/11/13	データ分析結果，公開許諾についての審議 研究報告書，DS，成果出版の確認
第 4 回幹事会	2007/12/13	出版計画，編集委員会立上げに関して議論 データ・ベースの修正，公開許諾の確認
第 3 回総括 WG	2008/02/01	研究報告書の構成と分担の再確認 出版計画，DS，データ分析結果の確認
第 4 回全体委員会	2008/03/12	研究報告書の審議 DS プログラム，出版計画の確認

### 3. データ収集・整理

#### 3.1 データ収集

データ収集は、データ収集 WG 内で収集の方法を検討した上で、収集作業を行った。データの項目については、総括 WG で内容を検討し、データシートとして明示した。データ収集は次の手順で行うこととした。

- (1) データシートのフォーマットの検討(提供をお願いするデータの質の明示)
- (2) データの入力方法の検討(誰が、どのようにして入力するのか)
- (3) データ提供依頼先の抽出(何処に依頼するか)
- (4) データ提供の依頼

各々の内容に以下に述べる。

##### 3.1.1 データシートのフォーマットの検討

岩盤物性データ・ベースの作成においては、どの程度の質のデータを必要とするかによって収集方法や入力の方法も異なってくる。したがって、最初に総括 WG でデータシートのフォーマット(案)を検討した。作成したフォーマットを表 3.1-1 に示す。データシートは、せん断試験、平板載荷試験、プレッシャーメータ試験の試験毎に作成し、それぞれ地点情報と試験情報から構成することとした。本 DB は、最終的には委員会の成果として公表することを念頭に考えているため、地点情報の公開の可否をあらかじめ問い合わせることとしてデータシートを作成した。

##### 3.1.2 データの入力方法の検討

本委員会では、JGS 岩盤の工学的分類と岩盤物性との関係を示すことが主な狙いとなっていることから、データシートの試験情報はかなり詳細な内容で構成されている。このフォーマットにデータを入力するには、公表されている文献のみではシートを構成する項目に空が出ることが想定された。岩盤分類と岩盤物性の関係の分析に資するデータを得るためには、調査時の報告書レベルの情報に基づいて入力することが必要と考えられた。

また、データシートの作成は、岩盤試験及び岩盤分類を理解していることが必要と考えられた。この要件は、データの質を一定水準に確保するためにも必要である。さらに、データシート作成の作業量は膨大になるものと想定された。

以上のことを踏まえ、データの入力は情報提供者から調査時の報告書を当委員会が借用し、その報告書に基づいて入力することとした。データの入力作業は、種々の方法を検討し、最終的には外部資金を獲得することによって、調査会社に入力作業を委託する方法をとることとした。

### 3.1.3 データ提供依頼先の抽出

データ提供の依頼先は、委員で手分けして調査した。調査に当っては、依頼先を国土交通省・自治体関係、北海道開発局関係、水資源機構関係、農林水産省関係、電力関係、として大別し、それぞれ問合せ先を調査した。選定したデータ提供の依頼先は124機関に上り、プロジェクト数は219に及んだ。

### 3.1.4 データ提供の依頼

データ提供の依頼の流れを表3.1-2に示す。

データの提供に際しては、個別地点の情報が含まれていることから、データ公開の可否、地点情報の公開の可否、など事業所やプロジェクトごとに事情が異なることが想定された。そこで、まず情報所有機関に郵送で文書を送付して、データの提供の可否を問い合わせることとした。問い合わせの結果得られたデータ提供可否状況を図3.1-1に示す。問い合わせた219プロジェクトのうち、150件(69%)から回答が得られ、回答があったプロジェクトのうち92%の138件(提供依頼先の63%)からデータ提供の許諾を受けた。

次に、提供の方法を確認した。提供の方法は a) 報告書(あるいはそのコピー)を直接貸与する、b) 調査会社を通じて報告書を貸与する、c) その他とした。その結果、108のプロジェクトから、報告書を貸与するとの回答を得ることができ、最終的に借用した報告書の総数は440冊に及んだ。

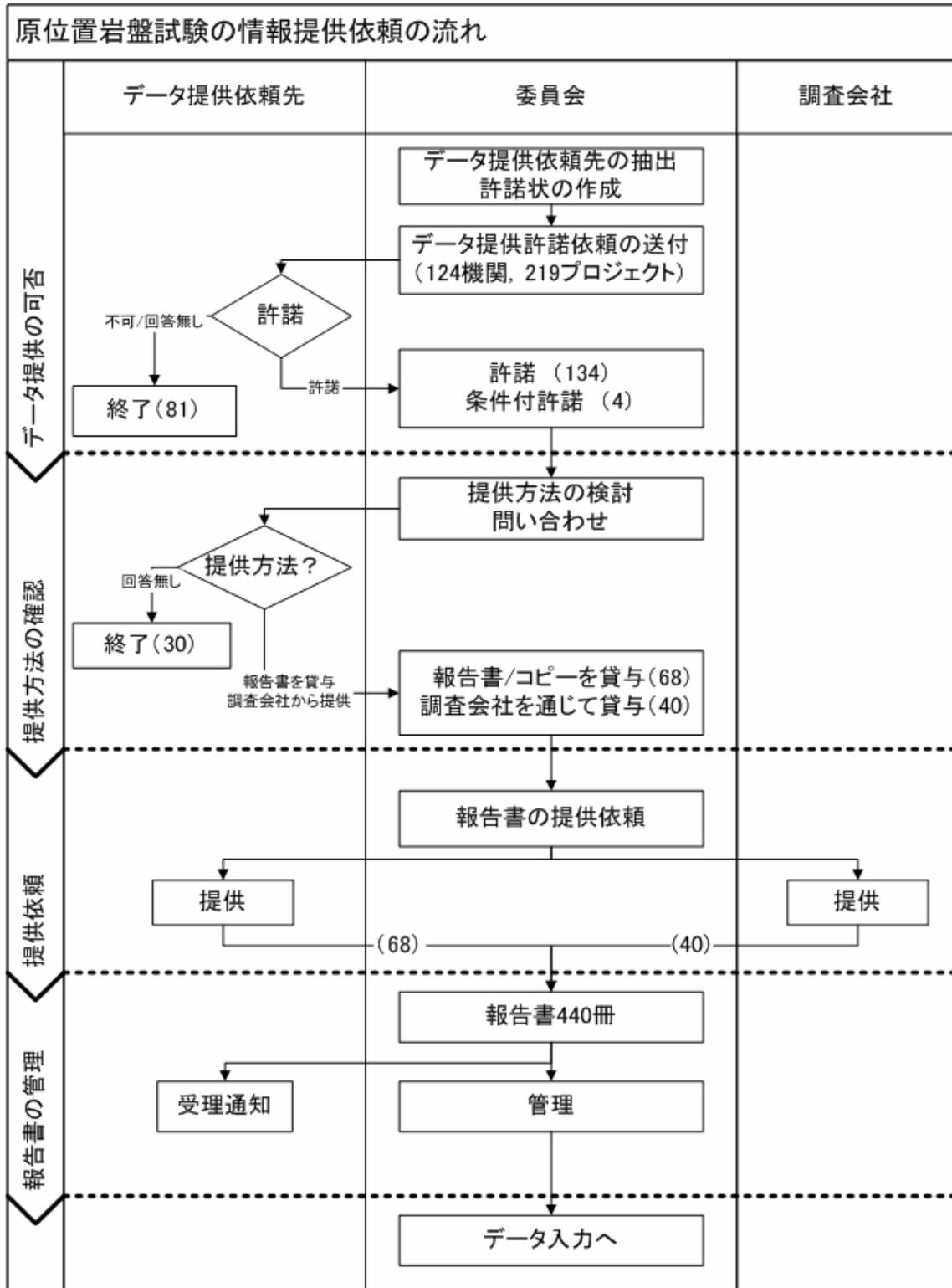
借用した報告書は、報告書リストを作成して厳重に管理し、地盤工学会 JGS 会館で保管した。また、報告書提供機関には「報告書受理通知」を送付した。報告書を提供していただいた組織を表3.1-3に示す。

以上の一連の作業において、関係機関には合計4回(提供可否の問い合わせ、提供方法の確認、提供依頼、報告書受理通知)の文書を発送した。

表 3.1-1 データシートの様式

種別	項目	入力欄	備考
ID情報	報告書ID 試験ID 試験面ID 単位系ID [A: (kgf/cm <sup>2</sup> ) B: (MN/m <sup>2</sup> , MPa)]	〇〇01 D R31 A	報告書リスト、フォルダ名と共通 2, 3文字の英数字 ton, ton/m2は換算する
地点情報	対象となる構造物 サイトの名称 場所 調査件名 試験情報の所有者 サイト名・場所・調査件名・所有者の公開の可否 試験の実施年	ダム基礎 〇〇ダム 山口県 〇〇ダムサイト 山口県.. 1983	岩盤直接せん断試験
岩石・岩盤に関する情報	岩石名 (地点固有の名称) 岩石名 (ISOの名称) 地質時代 地層名 岩盤等級 岩盤分類の基準 岩石の一軸圧縮強さ (単位系ID) 一軸圧縮強さを推定した方法 P波 (縦波) 速度 (m/s) S波 (横波) 速度 (m/s)	粘板岩 粘板岩  CM	範囲で表す場合には、“CH~M”ではなく“CH~CM”と記入  原位置の速度 "
JGS岩盤分類要素に関する情報	大分類 中分類 H: 岩石の強さ H: 不連続面の間隔 SM: 岩石の強さ SM: 卓越粒径 SR: マトリクスの強さ SR: 塊の含有率 SB: 層の強さ区分の差 SB: 弱層の構成比率 風化度	H F B IV  1	
試験箇所に関する情報 (平板載荷試験)	試験面の名称 試験箇所の形式 地表面からの深度 (GL~*m) 試験箇所の掘削方法 試験面の整形方法 試験面の凹凸の最大値 (cm) 主要な割れ目と載荷方向の角度 (*度) フェーシング材		報告書の試験面の名称 (記号、番号)  鉛直方向の掘り厚 横坑、立坑、トレンチなどの掘削方法  10 0~90度の数値で記入
試験方法に関する情報 (平板載荷試験)	載荷板の種類 載荷板の形状 載荷板の直径または一辺の寸法 (cm) 載荷の方向 載荷速度 (単位系ID) 基準梁の長さ (*m)		30  載荷時 (保持時は除く) の速度を分速で記入
試験結果に関する情報 (平板載荷試験)	変形係数E <sub>d</sub> (単位系ID) 上記の値を求めた圧力範囲の下限 (単位系ID) 上記の値を求めた圧力範囲の上限 (単位系ID) 接線弾性係数E <sub>t</sub> (単位系ID) 上記の値を求めた圧力範囲の下限 (単位系ID) 上記の値を求めた圧力範囲の上限 (単位系ID) 割線弾性係数E <sub>s</sub> (単位系ID) 上記の値を求めた圧力範囲の下限 (単位系ID) 上記の値を求めた圧力範囲の上限 (単位系ID) 上限降伏値 (単位系ID) 極限支持力 (単位系ID) 持続 (クリープ) 応力 (単位系ID) 荷重保持時間 (時間) クリープ率C <sub>f</sub>		複数の値がある場合には平均的な値または代表値を記入  支持力試験で数値が得られた場合に記入 得られていない場合には最大応力を記入 クリープ試験の結果を記入 C <sub>f</sub> =δ c / δ e
試験箇所に関する情報 (せん断試験)	試験体の名称 試験箇所の形式 地表面からの深度 (GL~*m) 試験箇所の掘削方法 試験面・試験体の整形方法 試験体の切り出し方法 (ロックせん断試験) 主要な割れ目と載荷方向の角度 (*度) コンクリートの圧縮強度 (単位系ID)	R-3-1 試験横坑 11.8 発破掘削 手掘り  10 350	報告書の試験体の名称 (記号、番号)  鉛直方向の掘り厚 横坑、立坑、トレンチなどの掘削方法  流れ目を負、差し目を正として-90~90度の数値を記入
試験方法に関する情報 (せん断試験)	試験の種類 せん断面の一辺の寸法 (cm) せん断面の傾斜 (水平からの角度*度) せん断荷重とせん断面の角度 (*度) せん断荷重の載荷速度 (単位系ID)	ブロックせん断 60 0 15 0.5	正方形以外の場合は等面積の正方形に換算 0~90度の数値で記入 0~90度の数値で記入 載荷時 (保持時は除く) の速度を分速で記入
試験結果に関する情報 (せん断試験)	初期垂直応力 (単位系ID) 破壊点での垂直応力 (単位系ID) 破壊点でのせん断応力 (単位系ID) 破壊点での試験体の垂直変位 (mm) 破壊点での試験体のせん断変位 (mm) 残留強さ (単位系ID) 摩擦抵抗 (単位系ID)	10.3 30	本載荷と同じ初期垂直応力での結果を記入
試験箇所に関する情報 (フレッシャーマー試験)	試験の名称 試験孔の位置 地表面からの深度 (GL~*m) 柱状図		報告書の試験箇所の名称 (記号、番号)  ボーリング孔口からの深度
試験方法に関する情報 (フレッシャーマー試験)	試験孔の掘削方法 試験孔の傾斜 (度) プローブの名称 試験孔の直径 (mm) 載荷部分の初期直径 (mm) 載荷部分の長さ (mm) 単位: (kgf/cm <sup>2</sup> /min) / (MPa/min) 孔壁圧力の載荷速度 (単位系ID)		90 (鉛直下方) ~0 (水平) の数値を記入  載荷時 (保持時は除く) の速度を分速で記入
試験結果に関する情報 (フレッシャーマー試験)	初期有効孔壁圧力 (単位系ID) 降伏圧力 (単位系ID) 極限圧力 (単位系ID) 除荷・再載荷部分の割線ヤング率 (単位系ID)		P <sub>0</sub>  複数の値がある場合には平均的な値または代表値を記入
参照情報 (画像データ)		ref1 ref2 ref3 ref4 ref5	原則的に以下の順序でファイル名をつける (ref1, 2, 3, ...) ・載荷パターン ・試験面写真 (試験前・後) ・試験面スケッチ (試験前・後) ・荷重-変位曲線 ・その他の図  ※ファイルが3個の場合にはref4, ref5を消去する ※複数面が一枚の図になっている場合には極力分割する ※分割できない場合には同じ図を重複して登録する

表 3.1-2 データ提供の流れ



カッコ内はプロジェクト数を表す

表 3.1-3 データ提供組織一覧

組織名
国土交通省北海道開発局
国土交通省東北地方整備局
国土交通省北陸地方整備局
国土交通省中国地方整備局
国土交通省九州地方整備局
農林水産省関東農政局
農林水産省北陸農政局
農林水産省中国四国農政局
農林水産省九州農政局
独立行政法人水資源機構
独立行政法人日本原子力研究開発機構
岩手県
秋田県
茨城県
栃木県
新潟県
石川県
福井県
長野県
島根県
広島県
山口県
香川県
長崎県
大分県
宮崎県
本州四国連絡高速道路株式会社
北海道電力株式会社
東北電力株式会社
東京電力株式会社
中部電力株式会社
北陸電力株式会社
関西電力株式会社
中国電力株式会社
四国電力株式会社
九州電力株式会社
電源開発株式会社

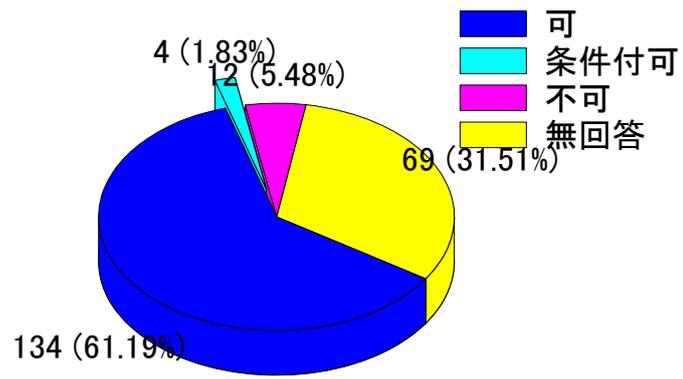


図 3.1-1 データ提供の可否の状況(数字はプロジェクト数)

### 3.2 データ入力

借用した報告書から必要なデータを拾い出して電子化する作業は、非常に膨大な作業量になることが予想された。当初は、委員全員で作業を分担することも考えたが、借用した貴重な報告書の管理上の問題やデータの取捨選択の判断基準の統一、必要データを探し出す際の効率などを考慮し、岩盤試験業務に精通している委員の所属会社2社に導入した外部資金を用いて再委託することとした。

データ入力に際しては、表 3.1-1 に示す入力シートを用い、付録 1 に示すデータ入力マニュアルに従って作業を行った。

最終的に入力したデータ数は以下の通りとなった。

試験の種類	試験面の点数
平板載荷試験	1250 点
プレッシャーメータ試験	1010 点
せん断試験	1340 点

### 3.3 データ・ベース

入力した電子データを一括登録し、様々な分析に供することを目的として、新たにデータ・ベースシステム RMDB を作成した。

データ・ベースシステムは以下のプログラムおよびデータで構成されている。その概要を図 3.3-1 に示す。

- (ア)機能選択プログラム
- (イ)条件検索プログラム
- (ウ)結果表示プログラム
- (エ)グラフ作成プログラム
- (オ)基本データ

このデータ・ベースは、土質関係の地盤図に相当するもので、利用者にデータを提供することを目的として岩盤試験の基本情報を登録したものである。

以下のような特徴を有している。

- (カ)JGS の岩盤分類の分類要素を組み合わせた様々な条件検索が可能である
- (キ)出力メニューは最小限とし、データの一覧表とヒストグラム(平板載荷試験およびプレッシャーメータ試験)または $\sigma - \tau$ 関係図(せん断試験)のみである
- (ク)登録したデータは、報告書から引用した一次データのみで、出力に際しても単位の変換以外の処理は行わない

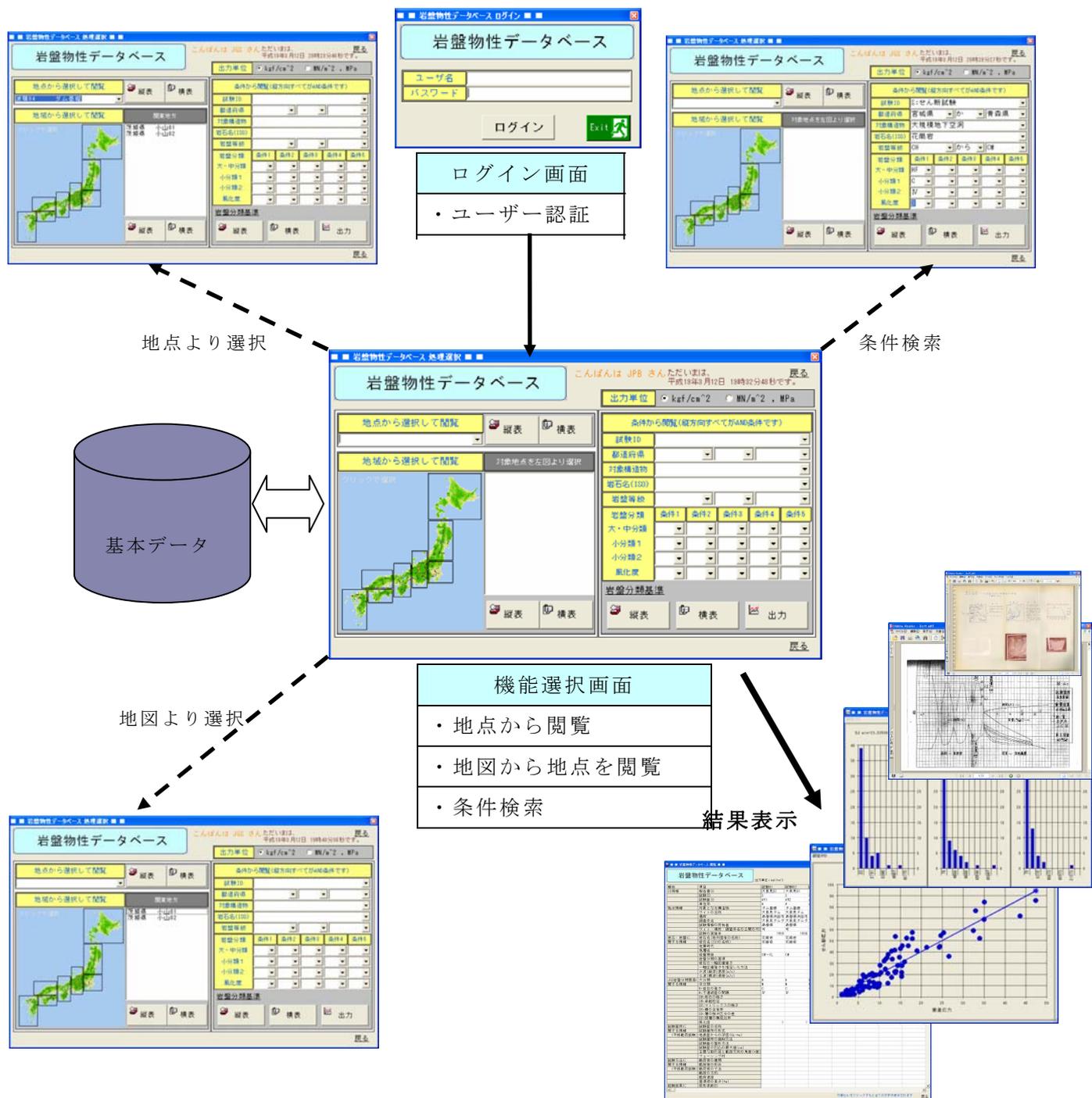


図 3.3-1 データ・ベースシステムの構成

## 4. データの分析結果

### 1) 「岩盤の工学的分類方法」の概要

岩盤試験は各サイトの岩盤分類に従って実施されることを考慮すると、岩盤試験の結果は岩盤分類との関連で整理されるべきである。しかし、岩盤分類はプロジェクトの性格（実施主体）あるいはサイトの特徴（地質や岩盤）に応じて定められた方法で行われることが従来は多かったので、このような岩盤分類情報に基づいて整理されたデータ・ベースにおいては、各岩盤分類の考え方の相違に注意する必要がある。そこで、(社)地盤工学会では、このような欠点を排除するため、統一した概念に基づく岩盤分類の方法を「岩盤の工学的分類方法（JGS3811-2004）」として2004年に制定した。この新しい統一された岩盤分類方法はプロジェクトの性格（実施主体）あるいはサイトの特徴（地質や岩盤）に依存しないため、データ・ベースの利便性が格段に向上する。以下に、この「岩盤の工学的分類方法（JGS3811-2004）」（以後、「岩盤分類」と呼ぶ）の概要を示す。なお、

- 基準の目的は「岩盤の露頭を対象として行う調査・試験の結果に基づき、岩盤を工学的に分類すること」であり、①岩盤の工学的な分類概念と基本的分類法の標準化、②国際的に認知された分類要素をベースに日本の国情と地盤条件に適った岩盤分類の基準化、を基本思想に策定された。
- 17項目の分類要素を組み合わせて工学的分類を行う。硬岩系岩盤の場合は、岩石の強さ、不連続面の間隔・系列の数・開口幅・粗さ、風化度、充填物の有無の合計7項目で、軟岩系岩盤の場合は、岩石・マトリックスの強さ、層の強さ区分の差、岩石・マトリックスの卓越粒径、礫・巨礫の含有率、礫径、礫の強さ、弱層の構成比率・平均厚さ、不連続面の間隔、風化度の13項目である。
- 各分類要素の区分は、7つの調査もしくは試験（岩石の強さ、葉状構造、不連続面、岩石の構成材料の粒度、礫の含有率、層の厚さ、風化/変質に関する調査）を実施して判定する。具体的な調査・試験としては、一軸圧縮試験、露頭およびボーリングコア観察およびスケールによる計測、粒度試験などである。
- 大分類・中分類・小分類および細分類の順に工学的に分類する。大分類では、一軸圧縮強さ（およそ  $q_u=25\text{MN/m}^2$  を境）に基づいて硬岩系岩盤[H]と軟岩系岩盤[S]を大別する。中分類では、岩の構造/組織に基づいて、硬岩系が塊状岩盤[HM]と葉状岩盤[HF]に、軟岩系が塊状岩盤[SM]と礫質岩盤[SR]と互層岩盤[SB]に分類される。小分類および細分類では、それぞれの中分類ごとに岩盤の工学的性質を支配する2つの分類要素の組み合わせによって区分する。また、破碎帯についても、基本的に同様な考え方で分類できるとした。

### 2) 分析の方針

岩盤試験の結果と試験を実施した岩盤に関する情報をセットとして収集し、さらに「岩

盤の工学的分類方法」(JGS3811-2004)に基づいてデータ・ベースを作成したことが最も重要な特徴である。岩盤分類基準の小分類までの分類毎にデータを整理した。すなわち、硬岩系岩盤[H]では「岩石の強さ」と「不連続面の間隔」を考慮する。そして軟岩系岩盤[S]では、塊状岩盤[SM]では「岩石の強さ」と「卓越粒径」、礫質岩盤[SR]では「マトリックスの強さ」と「礫の含有率」、互層岩盤[SB]では「層の強さ区分の差」と「弱層の構成比率」を考慮する。以下に各試験のデータの分析方針の概略を記す。

- 平板載荷試験については、変形係数  $E_D$  と割線弾性係数  $E_s$ 、割線弾性係数  $E_t$  を対象とし、各剛性値の相関を整理する。
- プレッシュャーメータ試験については、初期載荷部分のヤング率（初期ヤング率  $E_0$ ）を対象とし、平板載荷試験の結果との相関も整理する。
- 岩盤せん断試験については、破壊時の垂直応力とせん断応力に基づいて粘着力  $c$  とせん断抵抗角  $\phi$  を対象とした。

### 3) 分析結果の概要

岩盤分類の情報と岩盤試験の結果の相関が 4.1～4.3 節に網羅的にまとめられている。以下に結果の概要を記す。

- 岩盤分類の上で、どのような岩盤で試験が実施されてきたかが分かる。例えば、硬岩系岩盤[H]については岩石の強さは 25～100MPa で不連続面の間隔が 60～600mm のデータが多い。一方、軟岩系岩盤[S]では、塊状岩盤[SM] と礫質岩盤[SR]のデータがほとんどで互層岩盤[SB]のデータは希少である。
- 岩盤物性値の頻度分布をヒストグラムとして整理すると、物性値をリニアスケールで示すと分布が分散してしまうが、対数スケールで示すと正規分布的な形状を示す。
- 岩盤分類の区分と各種の岩盤試験によって評価される地盤パラメータの概略の相関関係およびそのばらつきが示された。また、剛性については、プレッシュャーメータ試験と平板載荷試験の結果の相関が示された。これらの知見は、地盤工学の学術面での発展に寄与するだけでなく、岩盤試験の実施が困難なサイトでの設計・施工・維持管理などや合理的な試験計画の立案などのための情報として実務面でも非常に役立つ。
- 不連続面の方向は、岩盤の異方性の観点からすると試験における載荷方向との関係で非常に重要であるが、岩盤分類では考慮されていない。この不連続面の方向は、当然に試験結果のばらつきの主な原因である。なお、データ・ベースでは、試験面のスケッチないし記述情報（主要な割れ目と載荷方向の角度）として整理されている。

## 4.1 平板載荷試験

### 4.1.1 扱うデータについて

平板載荷試験の結果から，以下の3種類の物性値

- ・変形係数  $E_D$
- ・割線弾性係数  $E_S$
- ・接線弾性係数  $E_t$

について，

全データ，

- ・大分類

硬岩系岩盤[H]と軟岩系岩盤[S]のデータ

- ・中分類

硬岩系塊状岩盤 HM，硬岩系葉状岩盤 HF，軟岩系塊状岩盤 SM

軟岩系礫質岩盤 SR，軟岩系互層岩盤 SB

に大別し，

- ・小分類：

硬岩系塊状岩盤 HM および硬岩系葉状岩盤 HF：

岩石の強さのランク(A)，(B)，(C)，(D)，(E)，(F)，

不連続面の間隔(I)，(II)，(III)，(IV)，(V)，(VI)

軟岩系塊状岩盤 SM：岩石の強さ(D)，(E)，(F)，(G)

卓越粒径(I)，(II)，(III)，(IV)

軟岩系礫質岩盤 SR：マトリックスの強さ(D)，(E)，(F)，(G)

礫の含有率(I)，(II)，(III)，(IV)

軟岩系互層岩盤 SB：層の強さの区分の差(同等)，(1段階)，(2段階)，(3段階)

弱層の構成比率(I)，(II)，(III)，(IV)，(V)，(VI)

毎の統計的な分布を 4.1.2 節，4.1.3 節，4.1.4 節で整理し，その特徴を考察する．また，3つの物性値の相関関係について 4.1.5 節で考察を行う．なお，個々のデータの取得方法については参考書[1]を参照されたい．

## 参考文献

- 1) 地盤工学会編，設計用地盤定数の決め方－岩盤編－，2007.

#### 4.1.2 変形係数について

##### (1) データの岩盤分類毎の数について

以下、岩盤分類の統計分析に用いたデータ数は、図 4.1.2-1 に示す一覧のとおりである。

##### (2) 統計モデルの選択について

図 4.1.2-2.1 に変形係数のデータの全データ、硬岩系岩盤、軟岩系岩盤のデータをそのままヒストグラムで表示したものである。正規分布をしていないことは明確である。これらは負の値を取らないことから、常用対数で値を整理すると図 4.1.2-2.2 に示すような正規分布に近いデータの分布を示す傾向となる。そこで、以下各データが対数分布するとして、整理を行う。軟岩系岩盤のように、2 種類のデータ群からなる傾向も見られるが、このまま整理することにする。

図 4.1.2-2.3 に統計量分布図(箱ひげ図)の各数値を示した。

変形係数  $E_D$  を対数正規分布するとして岩盤分類の小分類を基準に整理したヒストグラムを図 4.1.2-2.4 から図 4.1.2-2.12 に示す。データ数が少ないものは、正規分布をしているとはいいがたいが、平均値を基本として、結果の評価を行うものとした。

分析においては、岩盤分類別に図 4.1.2-2.3 に示すような統計量分布図(箱ひげ図)を作成し、岩盤分類区分と物性値の関係を整理した。

以降、割線弾性係数  $E_S$  および接線弾性係数  $E_t$  を整理する場合も同様で、図 4.1.3-2.1 と図 4.1.3-2.2、図 4.1.4-2.1 と図 4.1.4-2.2 の関係より、割線弾性係数  $E_S$  および接線弾性係数  $E_t$  は対数正規分布をするとして整理可能である。

割線弾性係数  $E_S$  については、図 4.1.3-2.3 から図 4.1.3-2.11、接線弾性係数  $E_t$  については図 4.1.4-2.3 から図 4.1.4-2.11 に、岩盤分類別に整理したヒストグラムを示す。

##### (3) 硬岩系岩盤[H]、軟岩系岩盤[S]の大分類について

変形係数  $E_D$  は、硬岩系岩盤[H]、軟岩系岩盤[S]の順に低くなる傾向である(図 4.1.2-3)。数値のばらつきは、硬岩系岩盤の方が大きい。これは小分類(岩石の強さ)のランク {A} が 33%、{B} が 26%、{C} が 24%と比較的高い強度が大半を占めているが、比較的弱い岩質のランク {D}、{E}、{F} も数%ずつ含んでいることが原因である。図 4.1.2-3 の赤線、赤点を含むデータの表示は、硬岩系岩盤と軟岩系岩盤全てに関する変形係数のデータの分布の特徴を示している。これは硬岩系岩盤と軟岩系岩盤の分布を比較するための参照用である。以下、分布図は、各分類区分を比較する際、最も左側のデータの分布は、参照用である。

##### (4) 硬岩系岩盤[H]の中分類比較

変形係数は、硬岩系塊状岩盤 HM の平均値は、硬岩系葉状岩盤 HF よりも低い傾向にある(図 4.1.2-4)。一方で、最大値は、HF よりも HM のデータ群の方が大きく、HM の方が変

形係数の数値が比較的ばらつく傾向にある。

(5) 硬岩系塊状岩盤 HM の小分類(岩石の強さ)の分布について

変形係数は、小分類(A)から(F)へと岩石の強さのランクが小さくなるに従って、値が小さくなる傾向にある(図 4.1.2-5)。

(6) 硬岩系塊状岩盤 HM の小分類(不連続面の間隔) の分布について

変形係数は、小分類(II)から(VI)へと不連続面の間隔が狭いランクになる程、低くなる傾向にある(図 4.1.2-6)。

(7) 硬岩系葉状岩盤 HF の小分類(岩石の強さ)の分布について

変形係数は、小分類(A)から(C)のランクが同様の値をとり、(D)から(F)へと岩石の強さが小さいランクになるに従って、値が小さくなる傾向にある(図 4.1.2-7)。

(8) 硬岩系葉状岩盤 HF の小分類(不連続面の間隔)について

変形係数は、小分類(II)のランクを除き、平均値は小分類(III)から(VI)へと不連続面の間隔が狭いランクになる程小さくなる傾向を示す(図 4.1.2-8)。小分類(II)の階級にあるデータ数は、他の階級にあるデータ数に比べて極端に少ないことで、このようになった可能性がある。

(9) 軟岩系岩盤の中分類比較

軟岩系岩盤の変形係数は、礫質岩 SR が他の 2 つ分類 SM, SB よりも比較的高い値をとる(図 4.1.2-9)。また、一方で塊状岩 SM が他の 2 つに比べて変形係数が小さい値をとる傾向にある。これは、このデータ群が小分類(岩石の強さ)について、ランク(F), (G)のデータのみで構成されているためである。

(10) 軟岩系塊状岩盤 SM の小分類(岩石の強さ)について

軟岩系塊状岩盤 SM のデータ群は、小分類(岩石の強さ)のランク(F), (G)のデータのみで構成されている。基岩の強さが(F), (G)ランクになるに従って、変形係数が小さくなる傾向を示す(図 4.1.2-10)。

(11) 軟岩系塊状岩盤 SM の小分類(卓越粒径)について

小分類(III)のランクのデータがランク(II)のデータに比べて極端に少ないため明確なことは言えないが、卓越粒径が小さい岩の変形係数が卓越粒径の大きい岩よりも高い値を示す傾向を示す(図 4.1.2-11)。

(12) 軟岩系礫状岩盤 SR の小分類(マトリックスの強さ)について

小分類(F)と(G)のランクのデータ数が、小分類(D), (E)のランクのデータ数に比べて極端に少ないが、マトリックスの強さが小さくなる傾向に沿って、割線弾性係数も小さくなる傾向を示している(図 4.1.2-12) .

(13) 軟岩系礫質岩盤 SR の小分類(礫の含有率)について

小分類(III)のランクのデータ数が他のランク(I), (II), (IV)に比べて少ないので、データ分布の幅が他のランクに比べて狭いが、およそ小分類(II), (III), (IV)の平均値が同様の値を取り、礫の含有率が高いランク(I)を除き、各ランクの分布の幅の範囲で、礫の含有率が低下するランクになるに従って、変形係数の値も小さくなる傾向にある(図 4.1.2-13).

**【硬岩・塊状 HM】**

		不連続面の間隔(mm)						小計	
		2000 600 200 60 20							
		I	II	III	IV	V	VI		
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	100	A	0	12	59	177	27	2	277
	50	B	0	0	24	129	29	9	191
		C	0	4	15	88	65	2	174
	25	D	0	0	10	13	35	6	64
	10	E	0	0	3	5	17	3	28
	5	F	0	0	14	4	7	16	41
		小計		0	16	125	416	180	38

**【軟岩・塊状 SM】**

		卓越粒径(mm)				小計	
		2 0.063 0.002					
		I	II	III	IV		
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	10	D	0	0	0	0	
		E	0	0	0	0	
	5	F	0	19	4	0	23
		G	0	8	0	0	8
	1	小計	0	27	4	0	31

**【硬岩・葉状 HF】**

		不連続面の間隔(mm)						小計	
		2000 600 200 60 20							
		I	II	III	IV	V	VI		
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	100	A	0	0	1	31	0	0	32
	50	B	0	0	5	29	6	12	52
		C	0	2	9	24	11	11	57
	25	D	0	0	0	4	4	1	9
	10	E	0	2	0	0	3	0	5
	5	F	0	1	0	0	1	3	5
		小計		0	5	15	88	25	27

**【軟岩・礫質 SR】**

		礫の含有率(%)				小計	
		50 20 10					
		I	II	III	IV		
マトリックスの強さ (MN/m <sup>2</sup> )	10	D	0	24	0	6	30
		E	4	6	5	11	26
	5	F	0	3	0	0	3
		G	14	0	0	1	15
1	小計	18	33	5	18	74	

**【データ総数】**

大分類	中分類	データ数	計
硬岩 [H]	塊状 HM*	786	946
	葉状 HF	160	
軟岩 [S]	塊状 SM	31	121
	礫質 SR#	75	
	互層 SB	15	

**【軟岩・互層 SB】**

		弱層の構成率(%)					小計
		10 30 50 80					
		I	II	III	IV	V	
層の強さ区分の差	同 等	0	0	0	0	0	0
	1段階	0	15	0	0	0	15
	2段階	0	0	0	0	0	0
	3段階	0	0	0	0	0	0
小計		0	15	0	0	0	15

\*硬岩系岩盤の塊状HMは、小分類、岩石の強さが不明のデータを11個含む。  
#軟岩系岩盤の礫質SRは、礫の含有率が不明のデータを1個含む。

図 4.1.2-1 岩盤分類区分別の変形係数のデータ数一覧

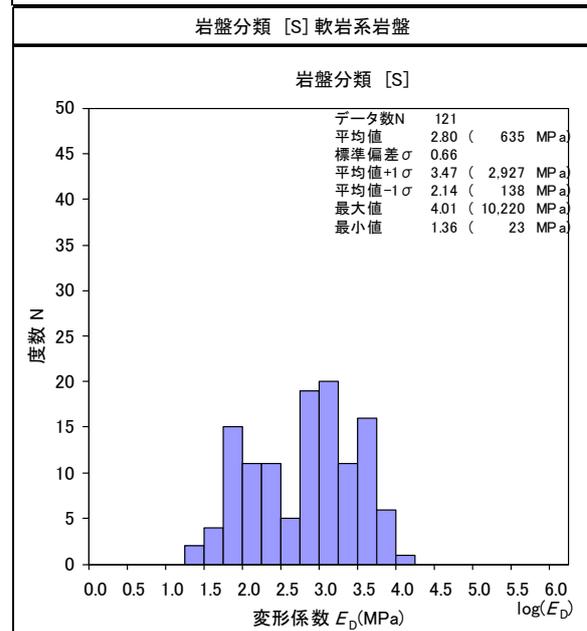
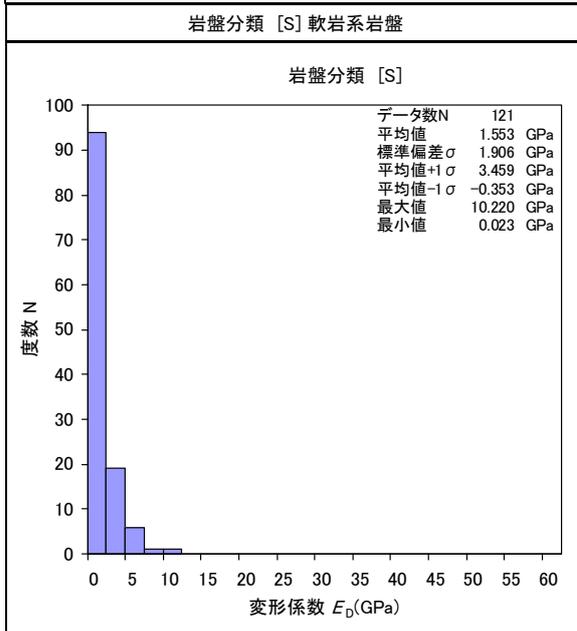
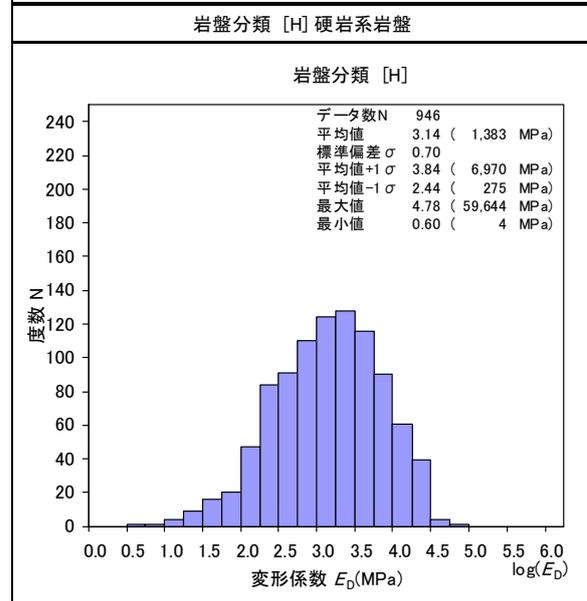
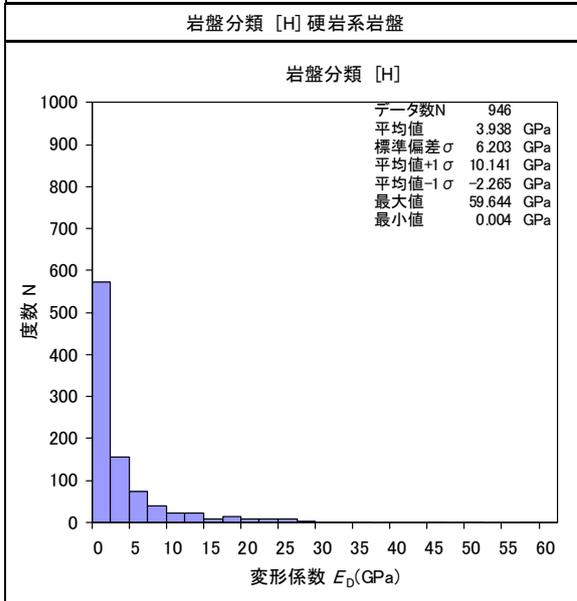
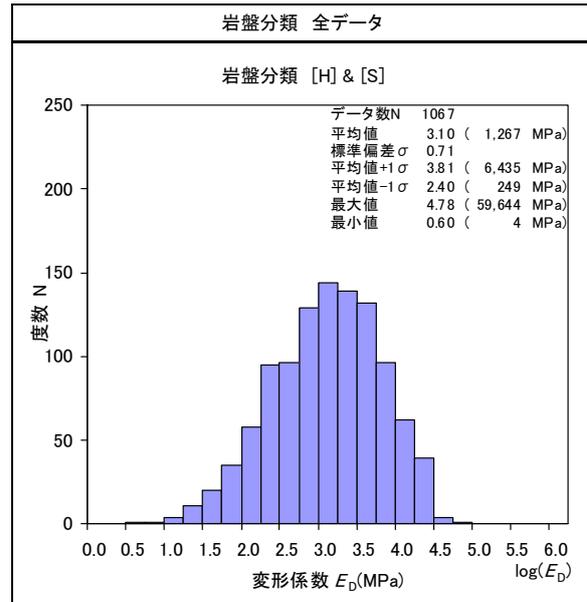
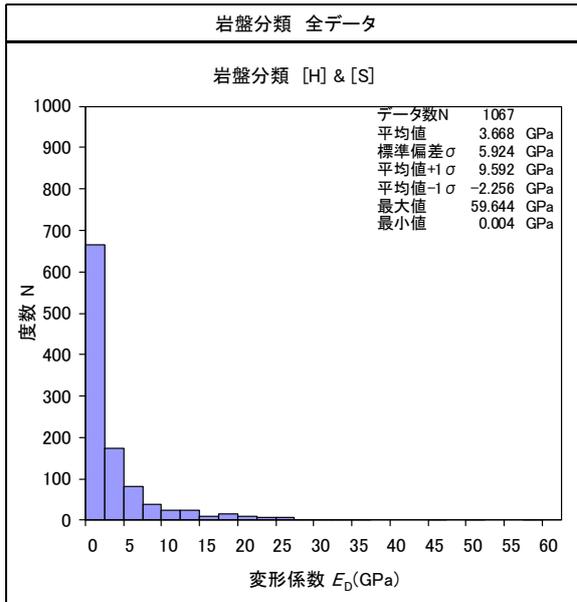


図 4.1.2-2.1 変形係数のヒストグラム

図 4.1.2-2.2 変形係数のヒストグラム

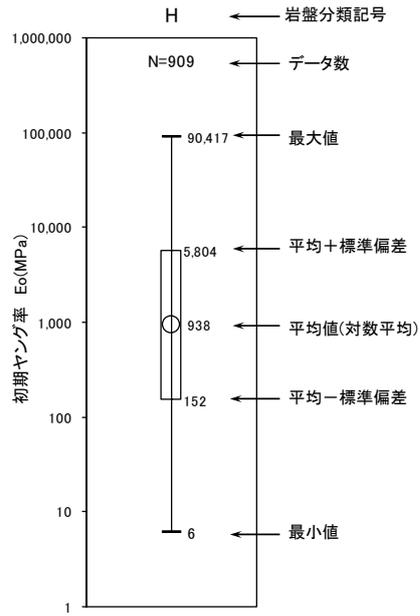


図 4.1.2-2.3 データ分布図の説明

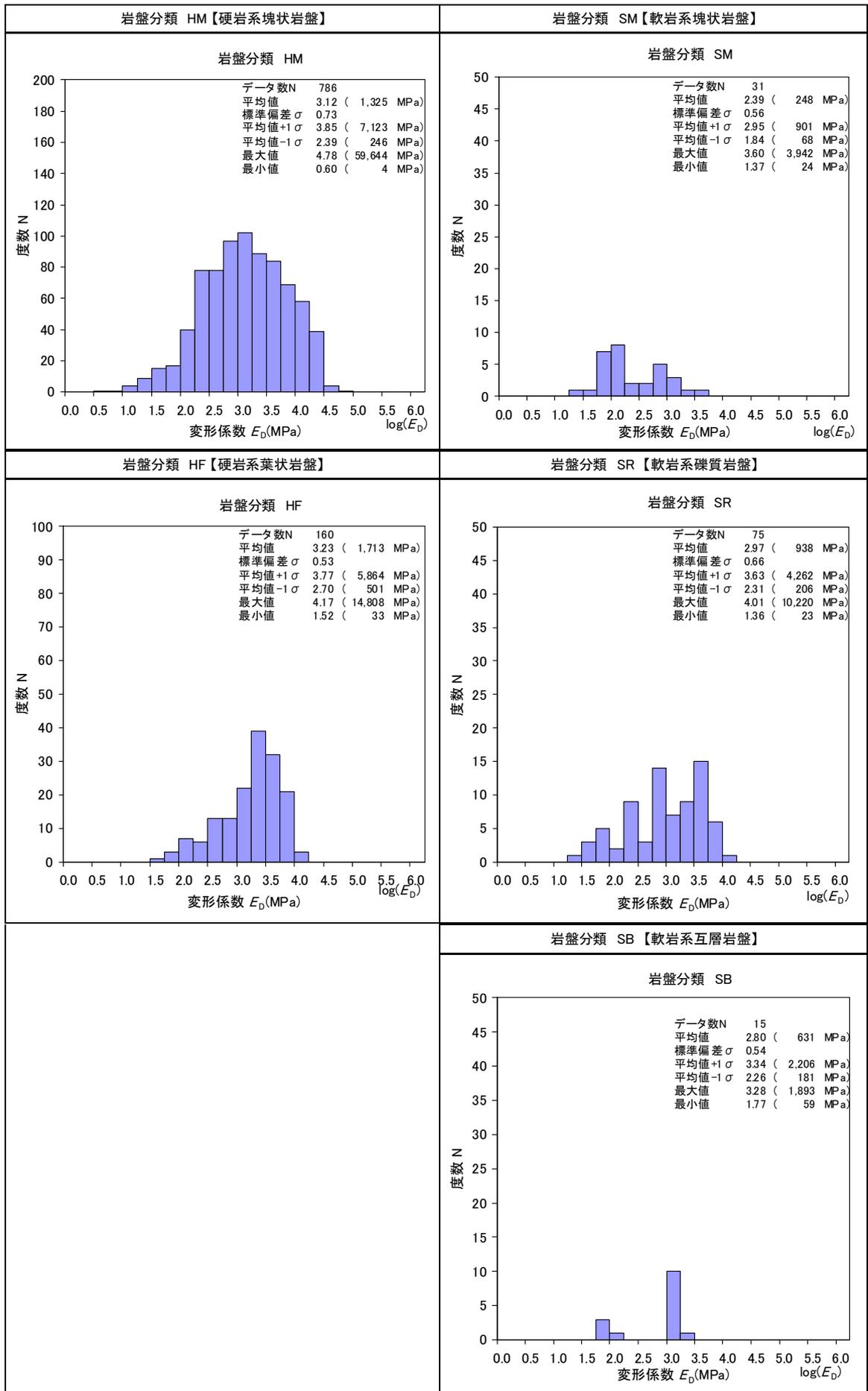


図 4.1.2-2.4 変形係数のヒストグラム

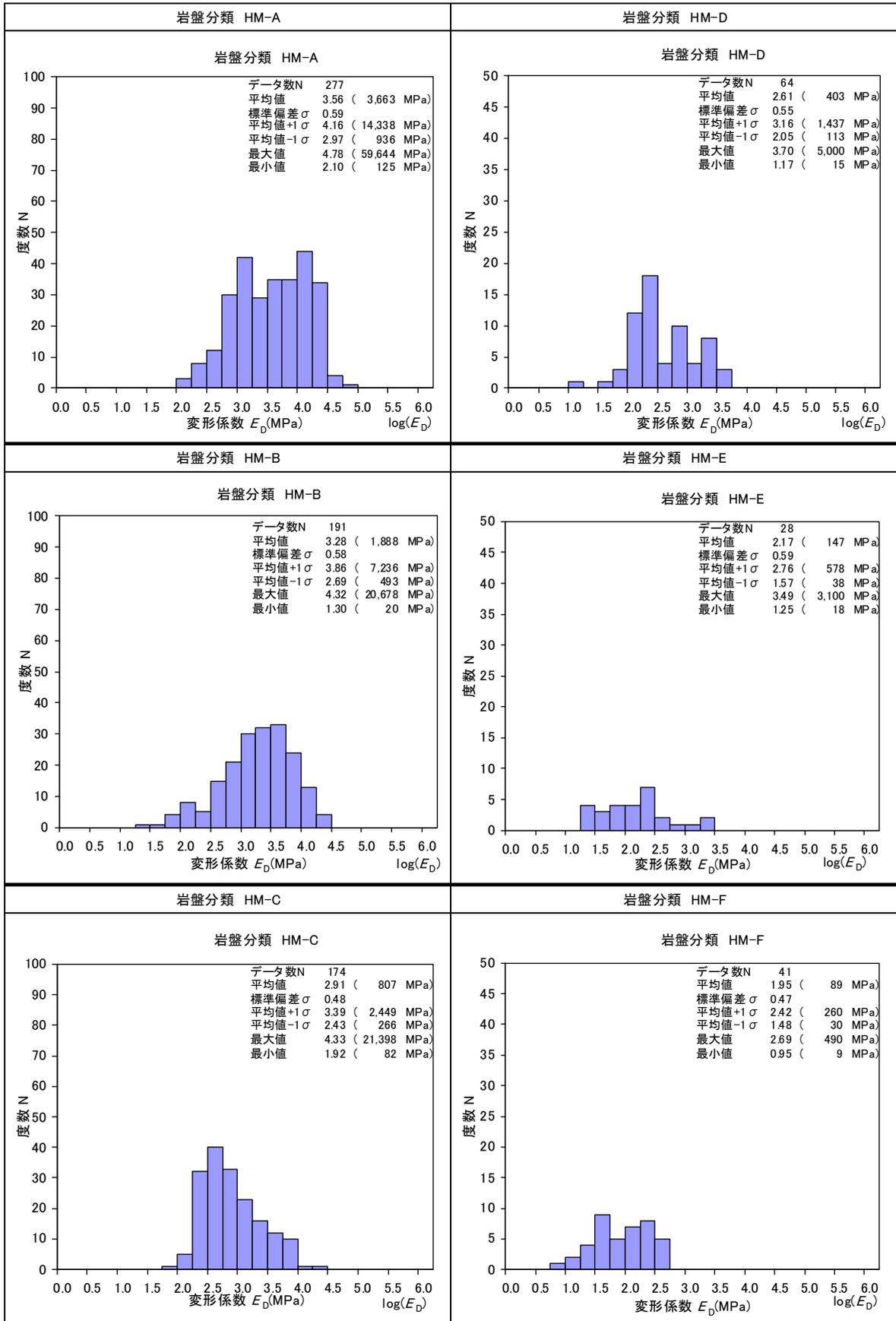


図 4.1.2-2.5 変形係数のヒストグラム

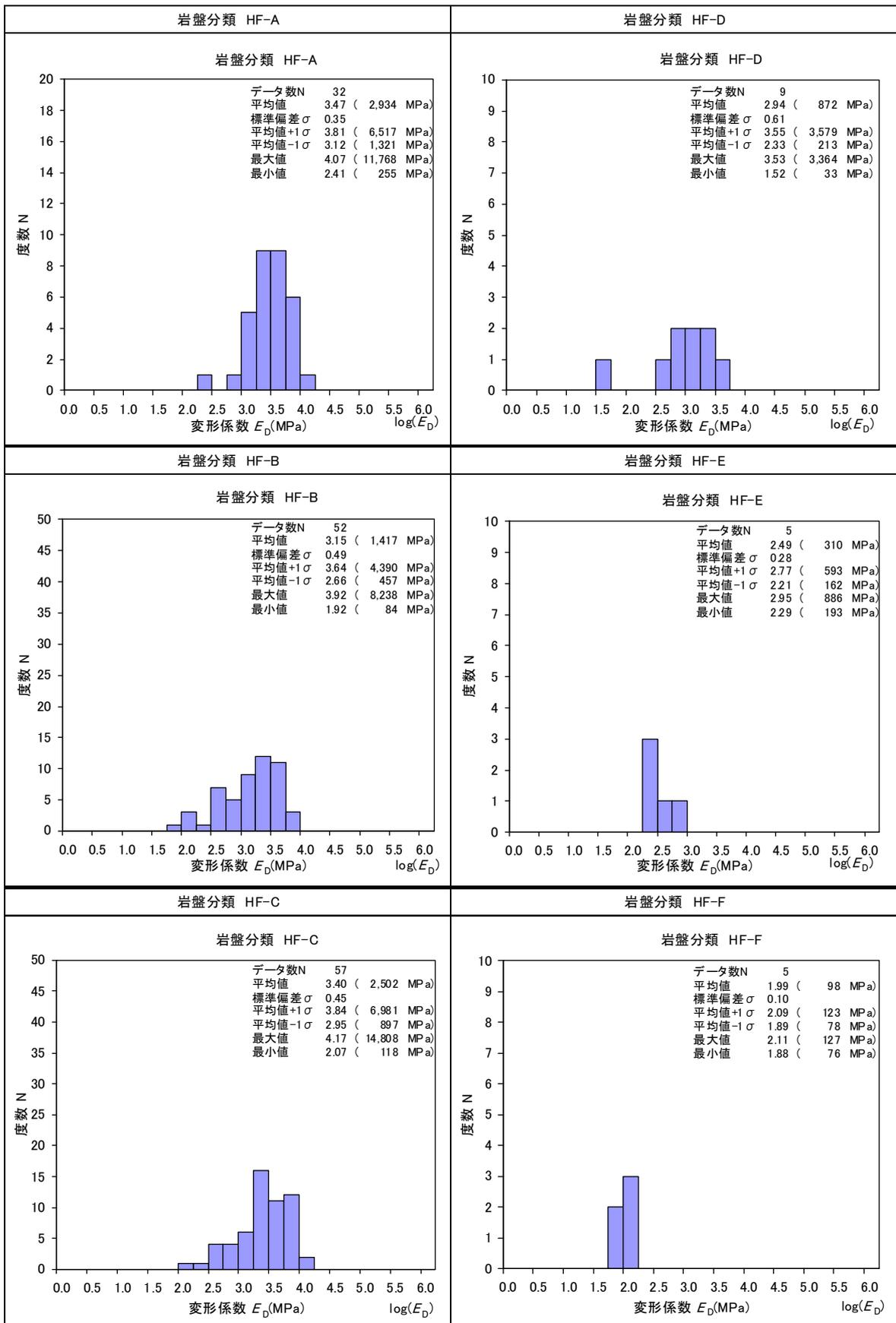


図 4.1.2-2.6 変形係数のヒストグラム

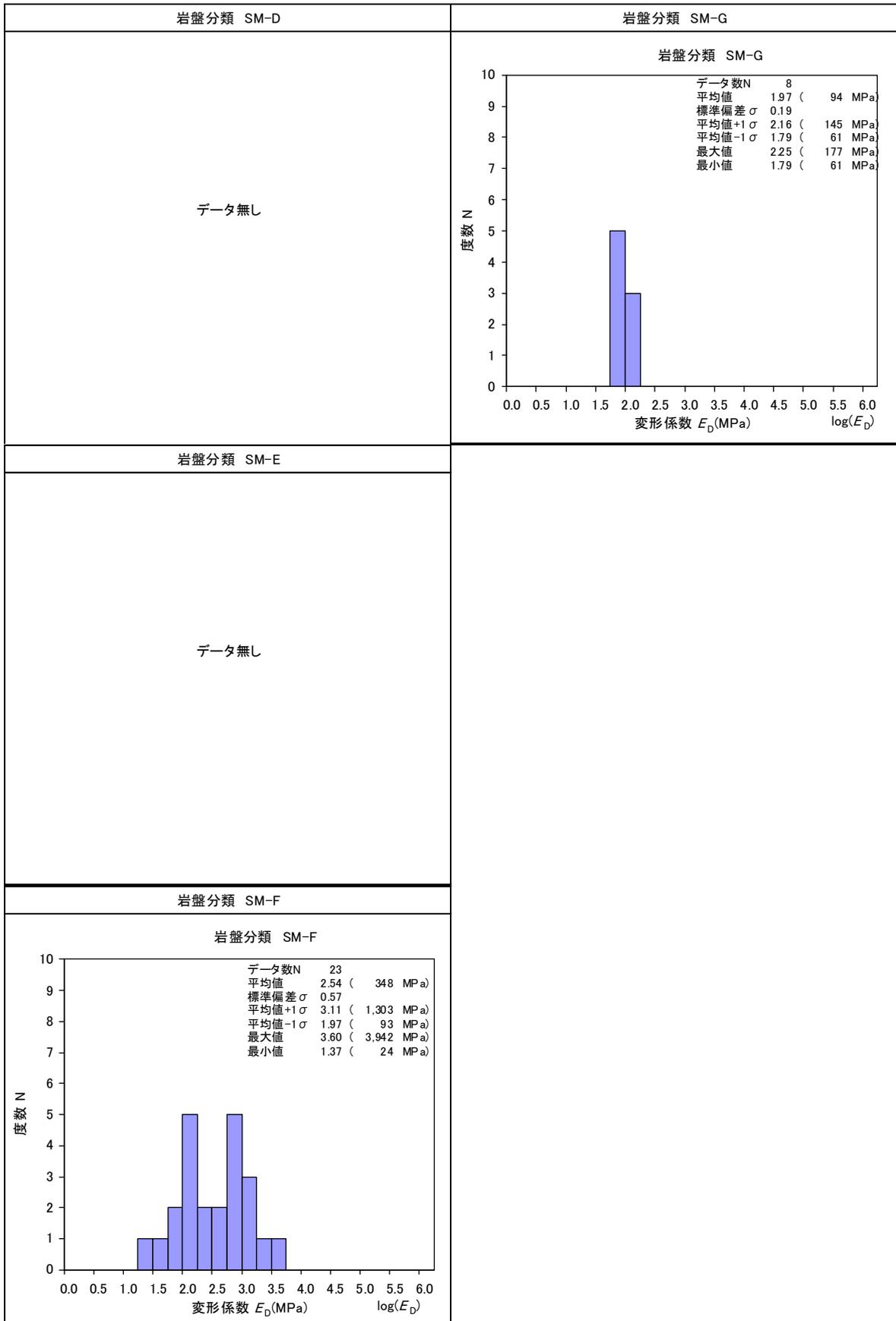


図 4.1.2-2.7 変形係数のヒストグラム

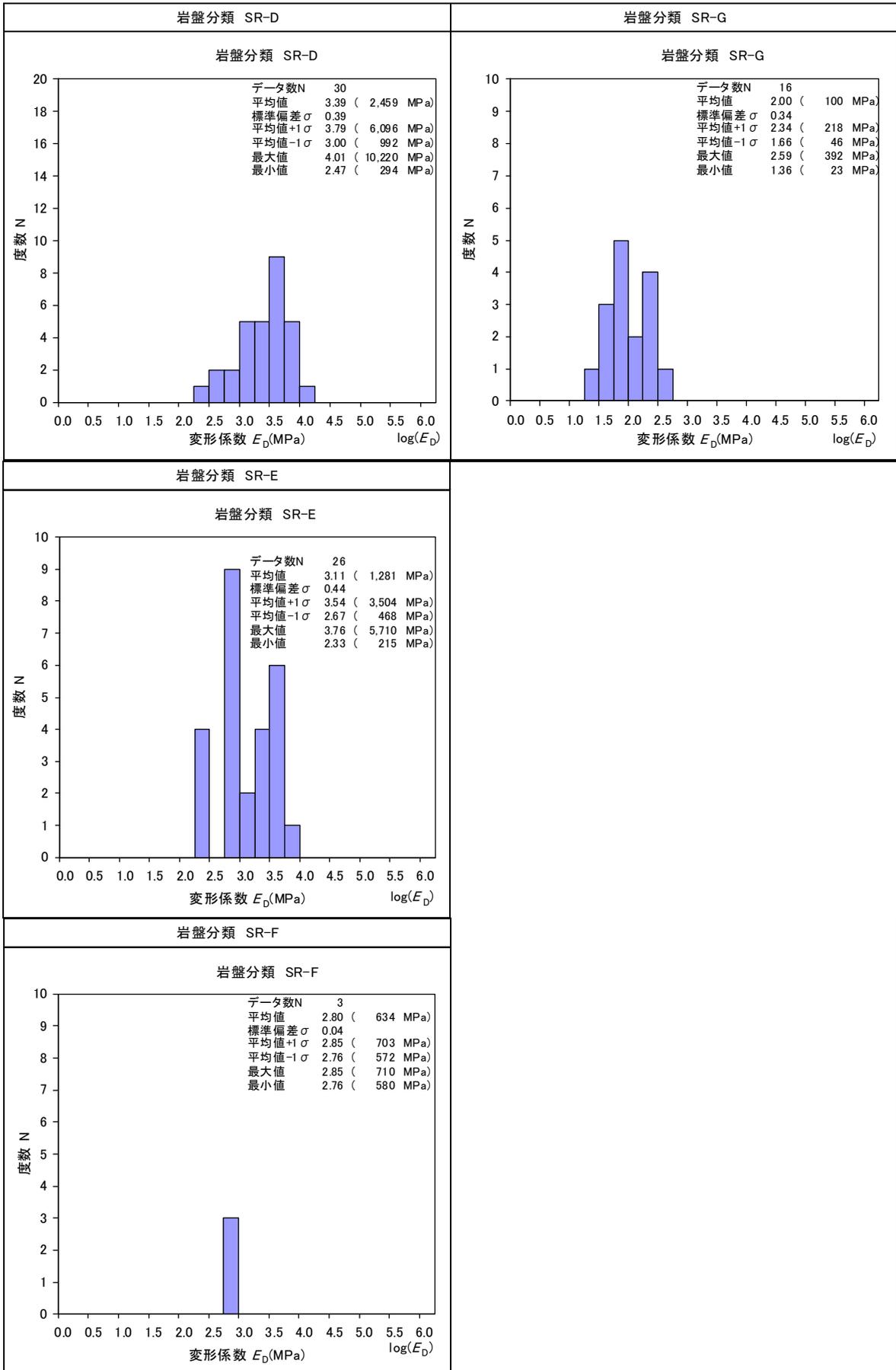


図 4.1.2-2.8 変形係数のヒストグラム

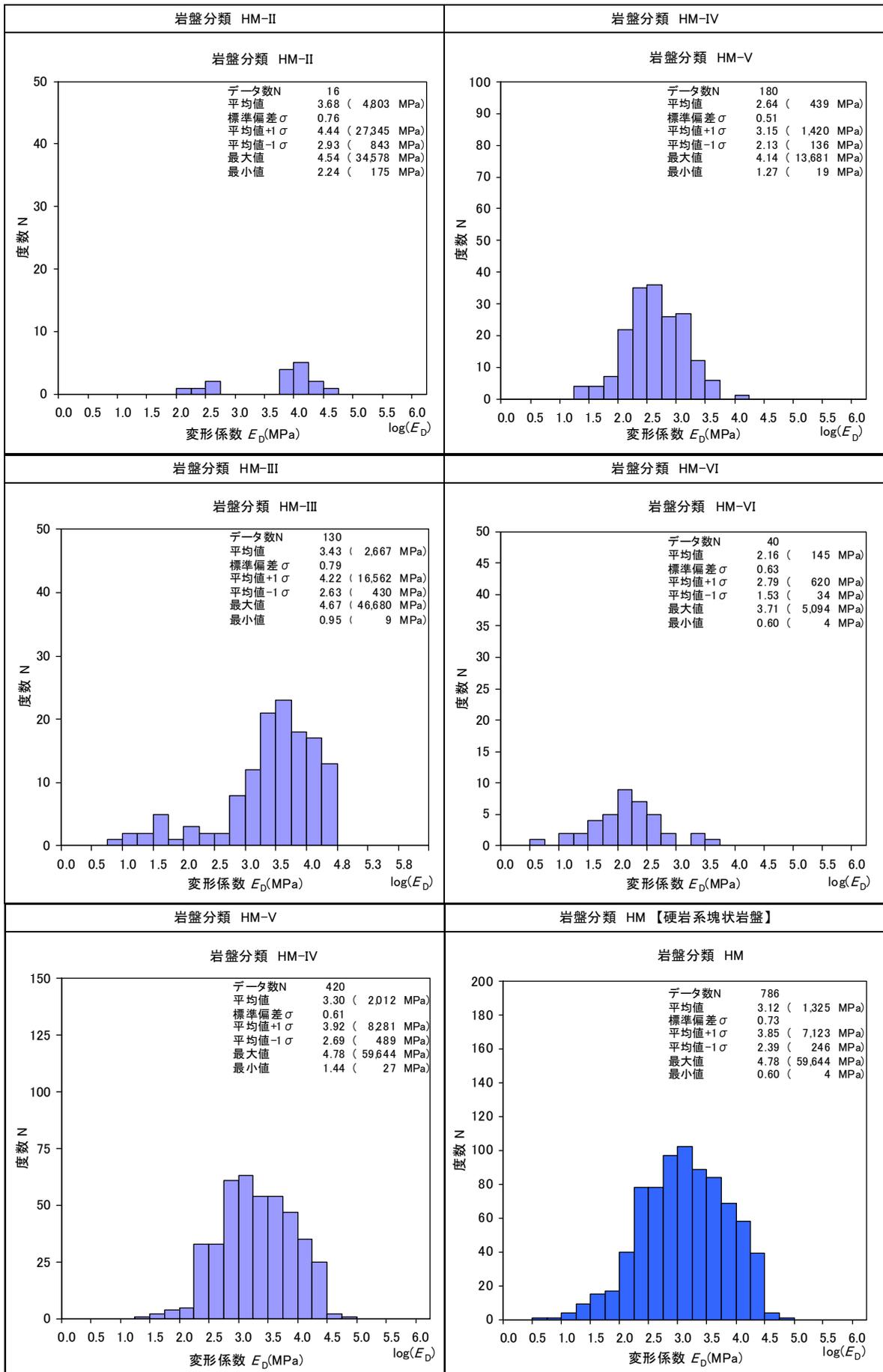


図 4.1.2-2.9 変形係数のヒストグラム

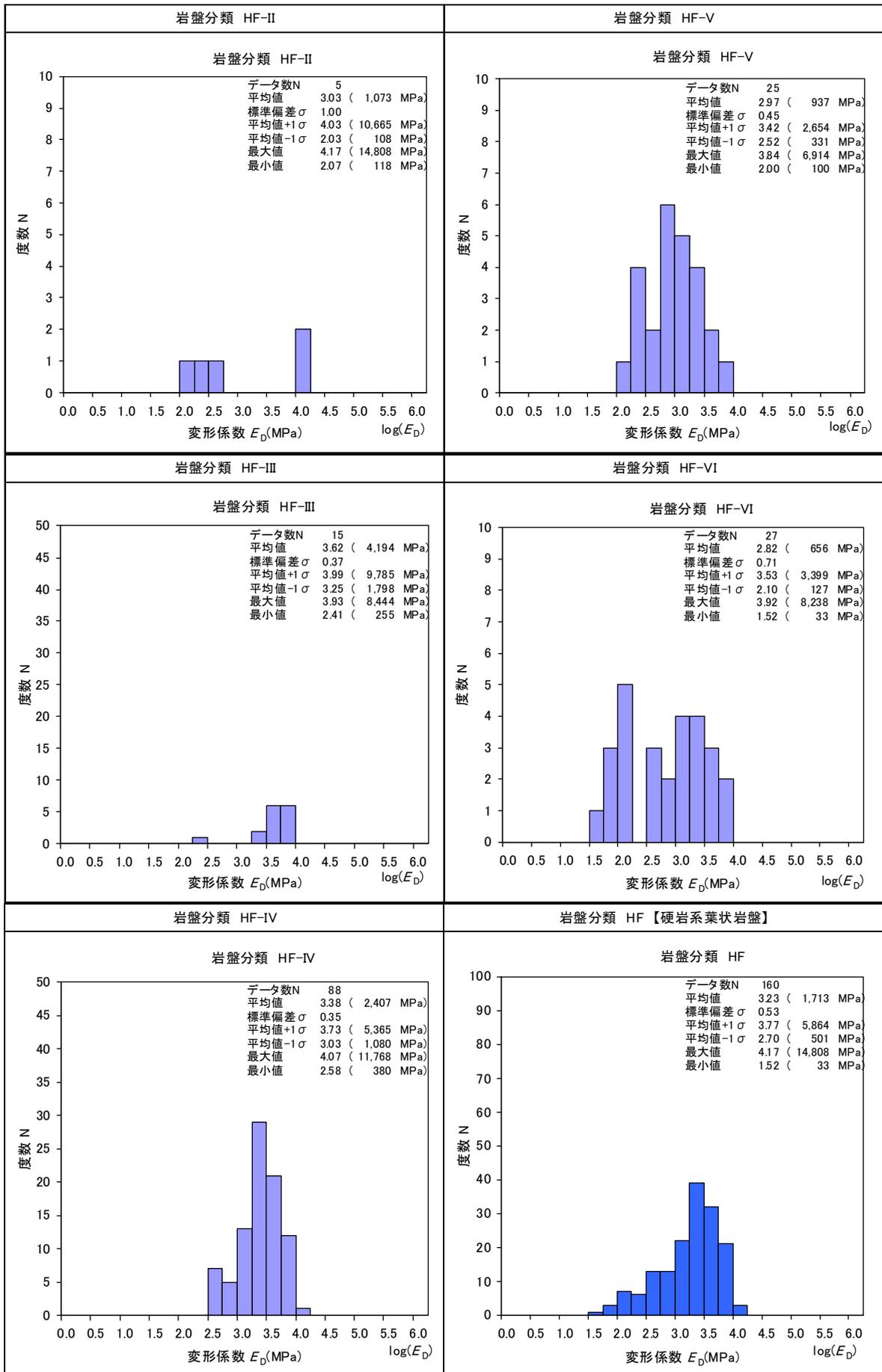


図 4.1.2-2.10 変形係数のヒストグラム

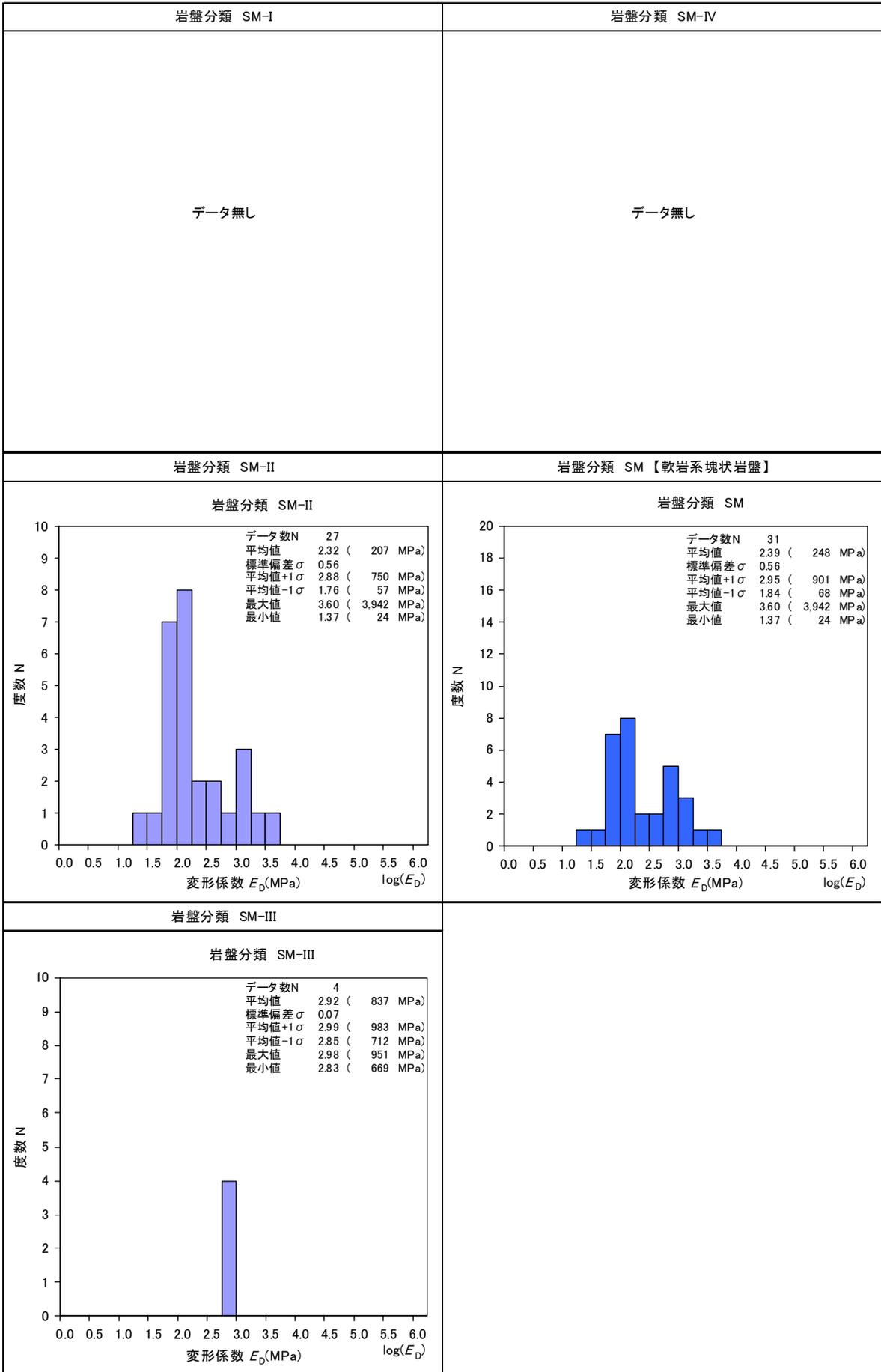


図 4.1.2-2.11 変形係数のヒストグラム

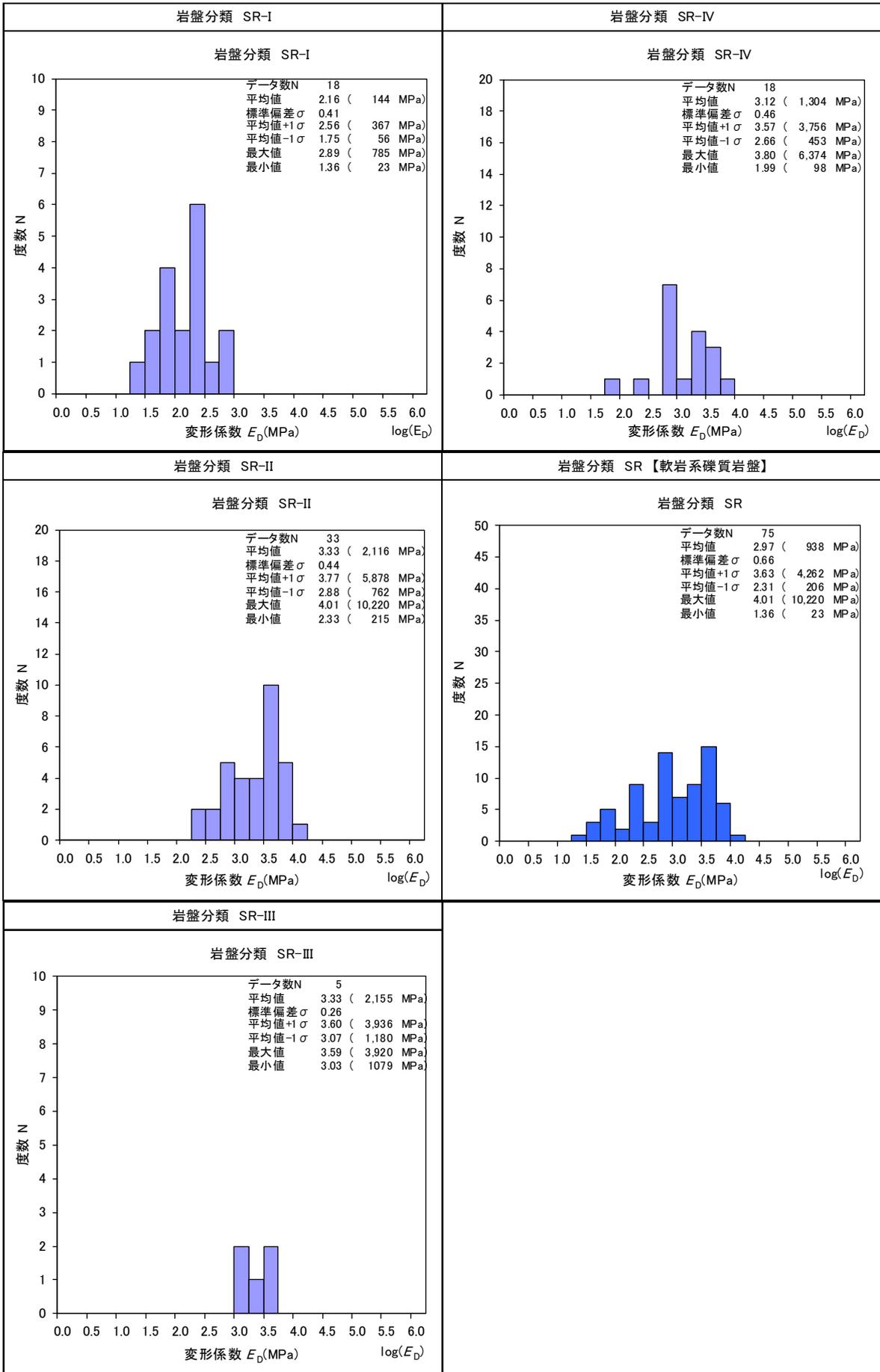


図 4.1.2-2.12 変形係数のヒストグラム

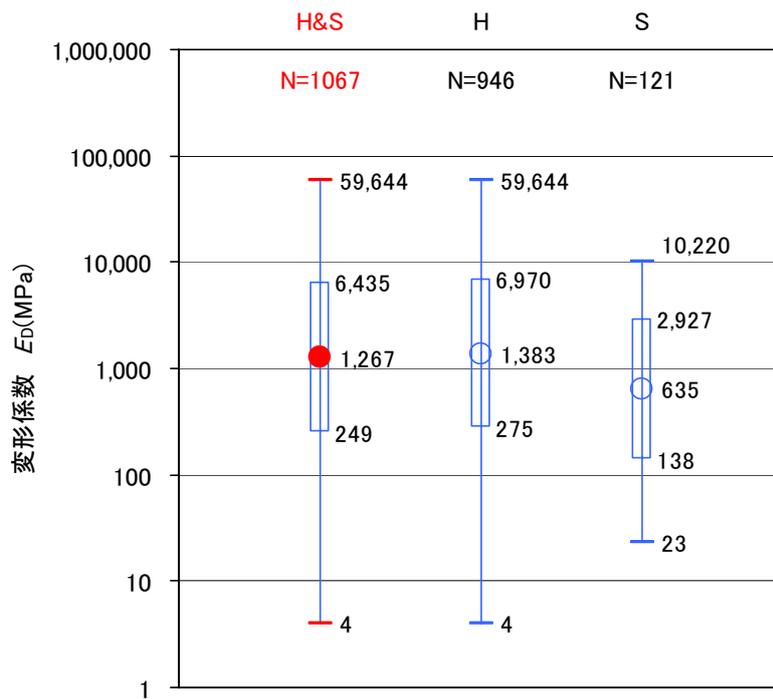


図 4.1.2-3 硬岩系岩盤[H], 軟岩系岩盤[S]の変形係数大分類データ分布

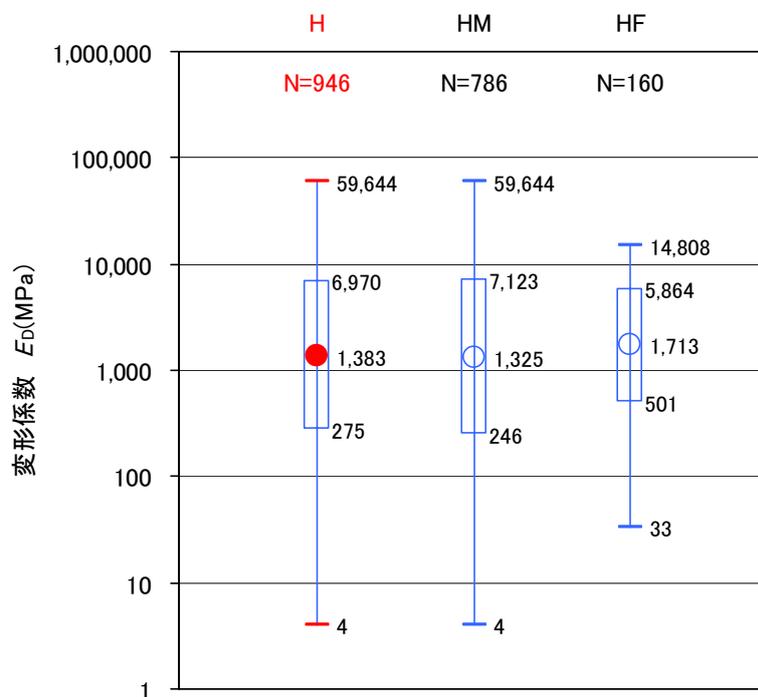


図 4.1.2-4 硬岩系岩盤[H]の変形係数中分類データ分布

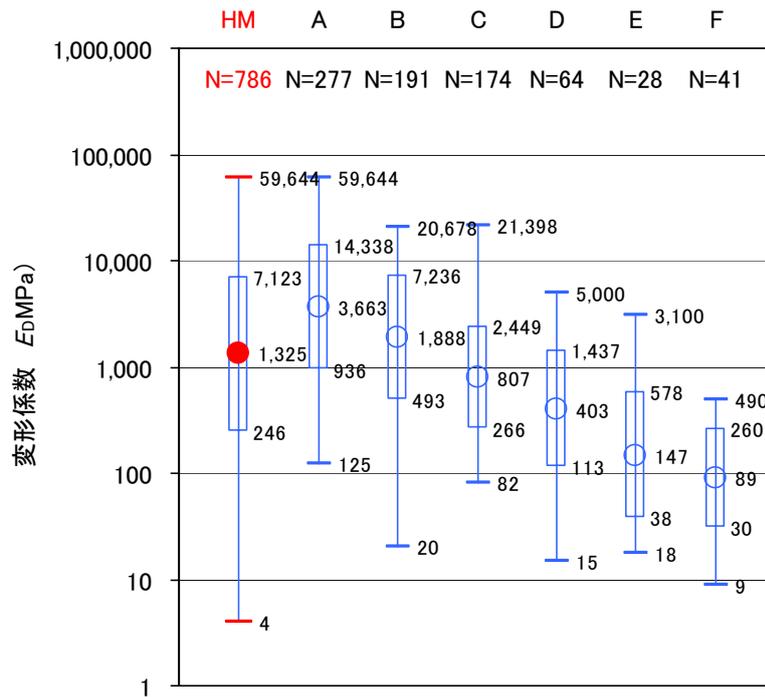


図 4.1.2-5 硬岩系塊状岩盤 HM の割線弾性係数の小分類(岩石の強さ)データ分布

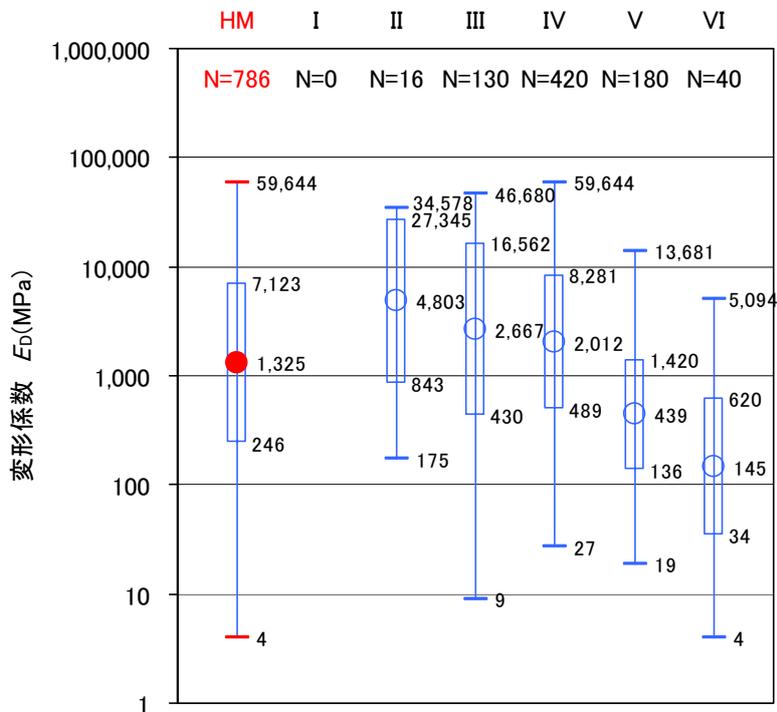


図 4.1.2-6 硬岩系塊状岩盤 HM の変形係数の小分類(不連続面の間隔)データ分布

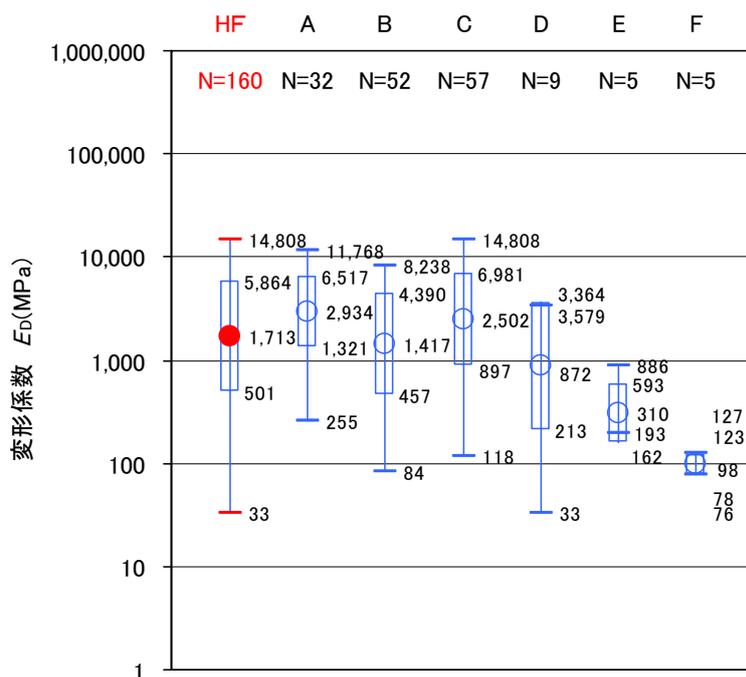


図 4.1.2-7 硬岩系葉状岩盤 HF の変形係数小分類(岩石の強さ)データ分布

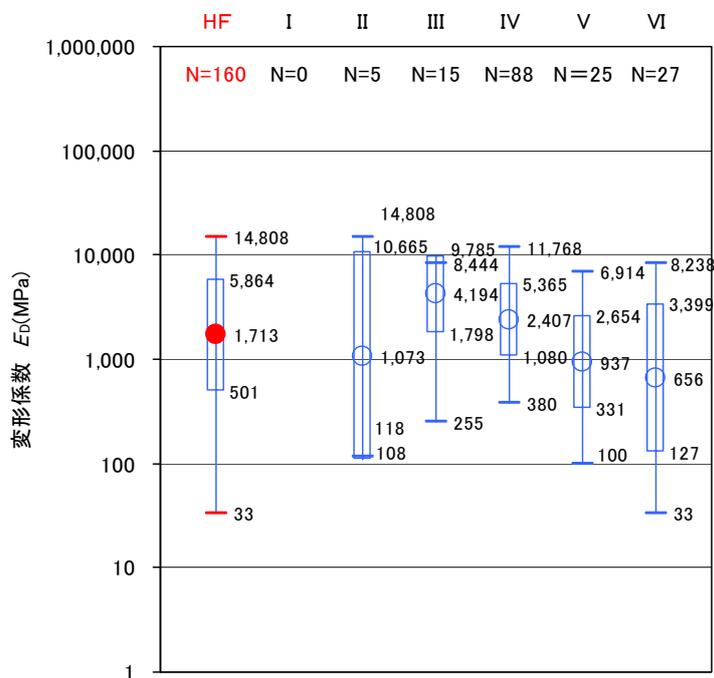


図 4.1.2-8 硬岩系葉状岩盤 HF の変形係数小分類(不連続面の間隔)データ分布

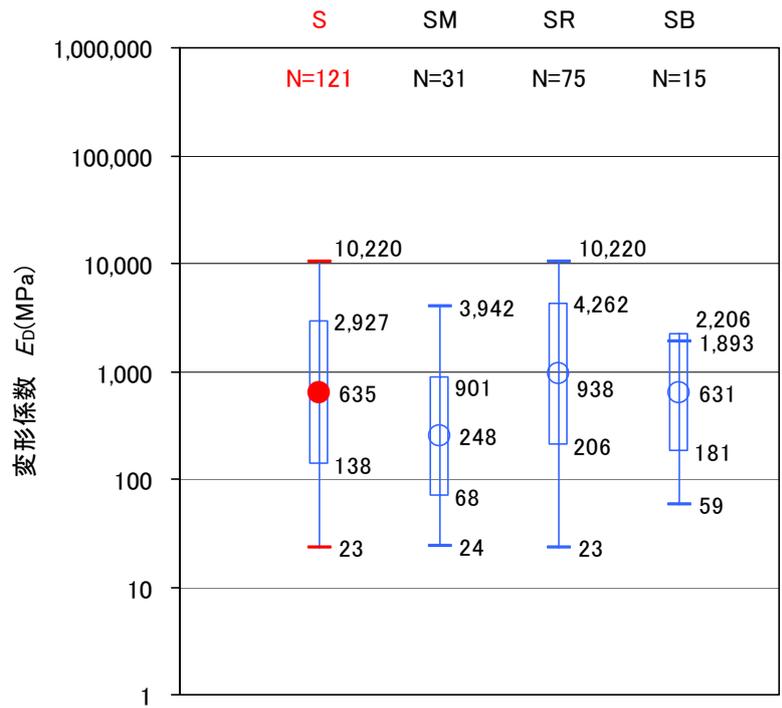


図 4.1.2-9 軟岩系岩盤[S]の変形係数中分類データ分布

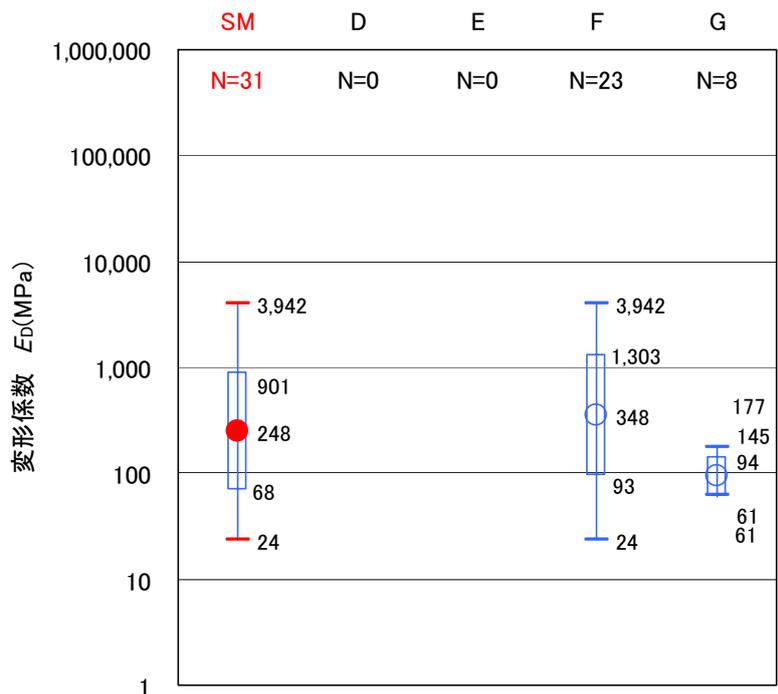


図 4.1.2-10 軟岩系塊状岩盤 SM の変形係数の小分類(岩石の強さ)データ分布

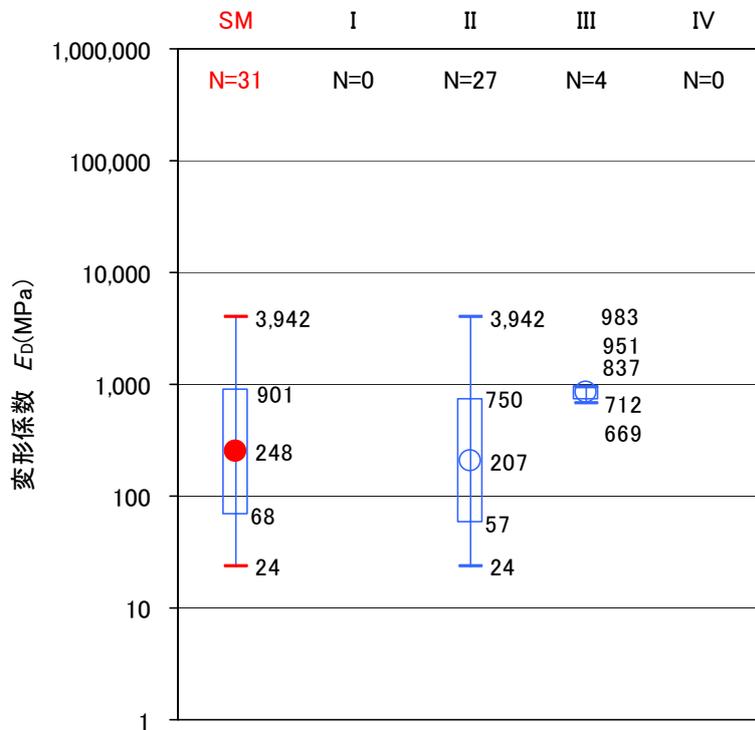


図 4.1.2-11 軟岩系塊状岩盤 SM の変形係数の小分類(卓越粒径)データ分布

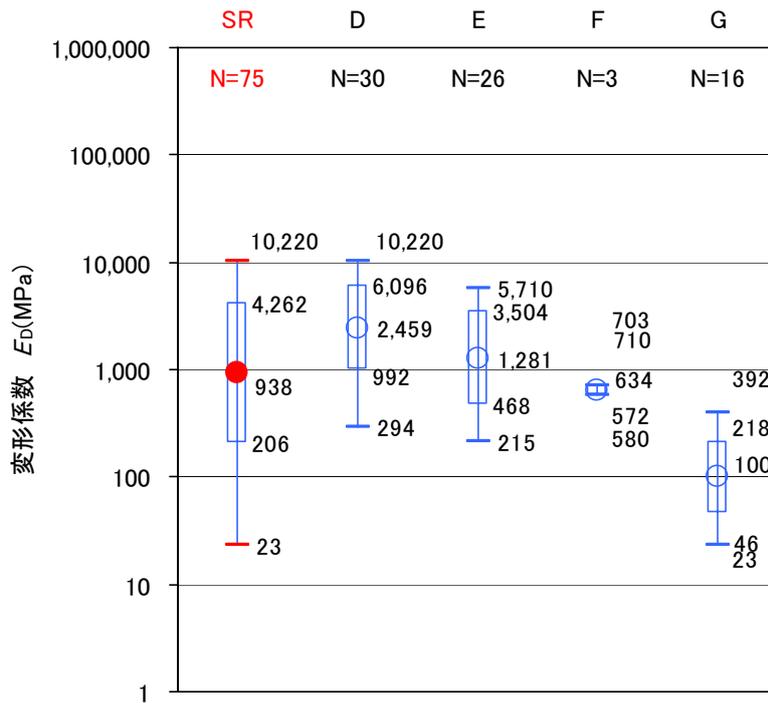


図 4.1.2-12 軟岩系礫質岩盤 SR の変形係数の小分類(岩石の強さ)データ分布

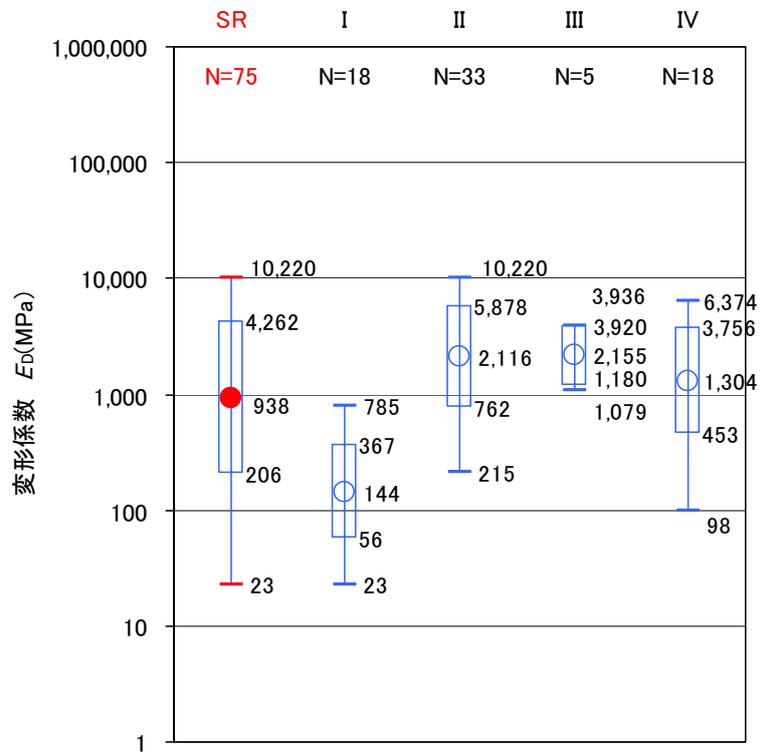


図 4.1.2-13 軟岩系礫質岩盤 SR の変形係数の小分類(礫の含有率)のデータ数

### 4.1.3 割線弾性係数について

#### (1) データの岩盤分類毎の数について

以下、岩盤分類の統計分析に用いたデータ数は、図 4.1.3-1 に示す一覧のとおりである。  
図 4.1.3-2.3 から図 4.1.3-2.11, 岩盤分類別に整理したヒストグラムを示す。

#### (2) 硬岩系岩盤, 軟岩系岩盤の大分類について

硬岩系岩盤[H], 軟岩系岩盤[S]の割線弾性係数  $E_g$  は, 最大値, 最小値とも硬岩系岩盤[H]のデータである。データ数が軟岩系岩盤[S]に比べて硬岩系岩盤[H]が多いことも関係するが, 軟岩系岩盤[S]よりも硬岩系岩盤[H]の割線弾性係数の方がばらつく傾向にある。割線弾性係数の平均値, 最大値では硬岩の方が大きい。硬岩系と軟岩系の割線弾性係数の最小値は, 近い値を取るが, 硬岩の方が低い(図 4.1.3-3)。割線弾性係数の大きさは, 岩石基質の剛さよりも, 節理などの構造が大きく影響すると考えられる。

#### (3) 硬岩系岩盤[H]の中分類について

硬岩の塊状 HM と葉状 HF の割線弾性係数の値は, 平均値で比較すると葉状 HFの方が大きい(図 4.1.3-4)。割線弾性係数のデータ数は塊状の方が多く, データのばらつきの関係から, このような逆転現象が起こったと考えられる。最大値は塊状 HMの方が大きく, 岩の基質部に面状, 片状組織がない塊状の組織を持つ方の剛性が高い傾向に合っている。

#### (4) 硬岩系塊状岩盤 HM の小分類(岩石の強さ)について

岩石の強さの順に, 平均値, 最大値ともに割線弾性係数が下がる傾向になっている。最小値は, 小分類(B), (D)のランクの割線弾性係数が極端に小さい(図 4.1.3-5)。不連続面の間隔なども小分類(A), (C), (E)と比べても極端な差がないことから, データの個体差が原因と考えられる。

#### (5) 硬岩系塊状岩盤 HM の小分類(不連続面の間隔)について

不連続面の間隔が(II)から(VI)へと狭いランクになるほど, 割線弾性係数が小さくなる傾向を示す(図 4.1.3-6)。

#### (6) 硬岩系葉状岩盤 HF の小分類(岩石の強さ)について

岩石の強さの順に, 小分類(C)のランクを除き, 割線弾性係数の平均値, 最大値ともにランクが下がるに従って小さくなる。小分類(D), (E), (F)は他のランク(A), (B), (C)に比べてデータ数が少ないため, 最大値, 最小値, 平均値と平均値 $\pm 1\sigma$ の大小関係に逆転する不整合がおしている(図 4.1.3-7)。

(7) 硬岩系葉状岩盤 HF の小分類(不連続面の間隔)について

不連続面の間隔のランクが(II)から(VI)へと狭いランクなるほど、割線弾性係数は低下する傾向を示す(図 4.1.3-8). が、ランク(II)の状態の割線弾性係数は大小様々な幅広い値を取る傾向にある.

(8) 軟岩系岩盤[S]の中分類について

軟岩系岩盤は平均値の大きさが、礫質 SR, 互層 SB, 塊状 SM の順となっている. 最大値の大きさは、礫質 SR, 塊状 SM, 互層 SB の順となっている(図 4.1.3-9). 塊状 SM が他の 2 つの中分類にくらべて基質が健全であれば剛性が一般的に高いと考えられるが、岩石の強さが比較的低い、小分類(F), (G)のランクのデータのみで構成されていたために低く現れている.

(9) 軟岩系塊状岩盤 SM の小分類(岩石の強さ)について

小分類(D), (E)のランクのデータがないために、小分類(F), (G)のランクのデータのみの比較なる. 岩石の強さが(F)から(G)へと小さいランクになる程、割線弾性係数も小さくなる傾向を示している(図 4.1.3-10).

(10) 軟岩系塊状岩盤 SM の小分類(卓越粒径)について

小分類(III)のランクのデータ数が(II)のランクのデータ数に比べて極端に少ないために明確なことは言えないが、卓越粒径が小さいランクの岩の割線弾性係数が卓越粒径の大きいランクの岩よりも高い値を示す傾向にある(図 4.1.3-11).

(11) 軟岩系礫質岩盤 SR の小分類(マトリックスの強さ)について

小分類(F)と(G)のランクのデータ数が、小分類(D), (E)のランクのデータ数に比べて極端に少ないが、マトリックスの強さが小さいランクになるに従って、割線弾性係数も小さくなる傾向を示す(図 4.1.3-12).

(12) 軟岩系礫質岩盤 SR の小分類(礫の含有率)について

小分類(I)のランクを除き、(II)から(IV)へと礫の含有率が下がるランクになるほど、割線弾性係数が低い傾向にある(図 4.1.3-13). 小分類(I)と(III)は他の礫の含有率の分類(II), (IV)に比べて試料の数が少ないので一概に言えないが、礫の含有率が高くても低くても割線弾性係数が小さい値を取る可能性を示している. ランク(I)では、マトリックスの強さが(F)あるいは(G)のランクのデータ、礫の含有率が(III)ではマトリックスの強さが(E)のランクのデータのみ、その他の礫の含有率のランクでは、マトリックスの強さのランクが(D)あるいは(E)とから成っていることが原因と考えられる.

(13) 軟岩系礫状岩盤 SB の小分類較

データが小分類で層の強さ区分(EF), 弱層の構成比率(II)のみのデータで構成されている。

**【硬岩・塊状 HM】**

		不連続面の間隔(mm)						小計	
		2000 600 200 60 20							
		I	II	III	IV	V	VI		
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	100	A	0	12	53	163	27	2	257
	50	B	0	0	20	98	29	9	156
		C	0	4	13	69	61	1	148
	25	D	0	0	10	8	19	0	37
	10	E	0	0	3	2	12	2	19
	5	F	0	0	10	4	5	8	27
		小計		0	16	109	344	153	22

**【軟岩・塊状 SM】**

		卓越粒径(mm)				小計	
		2 0.063 0.002					
		I	II	III	IV		
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	10	D	0	0	0	0	0
		E	0	0	0	0	0
	5	F	0	14	4	0	18
		G	0	5	0	0	5
	1	小計	0	19	4	0	23

**【硬岩・葉状 HF】**

		不連続面の間隔(mm)						小計	
		2000 600 200 60 20							
		I	II	III	IV	V	VI		
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	100	A	0	0	1	31	0	0	32
	50	B	0	0	5	29	6	12	52
		C	0	2	9	24	11	11	57
	25	D	0	0	0	4	4	1	9
	10	E	0	2	0	0	3	0	5
	5	F	0	1	0	0	1	3	5
		小計		0	5	15	88	25	27

**【軟岩・礫質 SR】**

		礫の含有率(%)				小計	
		50 20 10					
		I	II	III	IV		
マトリックスの強さ (MN/m <sup>2</sup> )	10	D	0	24	0	6	30
		E	4	6	5	11	26
	5	F	0	3	0	0	3
		G	3	0	0	0	3
1	小計	7	33	5	17	62	

**【データ総数】**

大分類	中分類	データ数	計
硬岩 [H]	塊状 HM*	651	811
	葉状 HF	160	
軟岩 [S]	塊状 SM	23	100
	礫質 SR	62	
	互層 SB	15	

**【軟岩・互層 SB】**

		弱層の構成率(%)					小計
		10 30 50 80					
		I	II	III	IV	V	
層の強さ区分の差	同等	0	0	0	0	0	0
	1段階	0	15	0	0	0	15
	2段階	0	0	0	0	0	0
	3段階	0	0	0	0	0	0
小計		0	15	0	0	0	15

\*硬岩系岩盤の塊状HMは、小分類、岩石の強さが不明のデータを7個含む。

図 4.1.3-1 岩盤分類区分別の割線弾性係数  $E_S$  のデータ数一覧

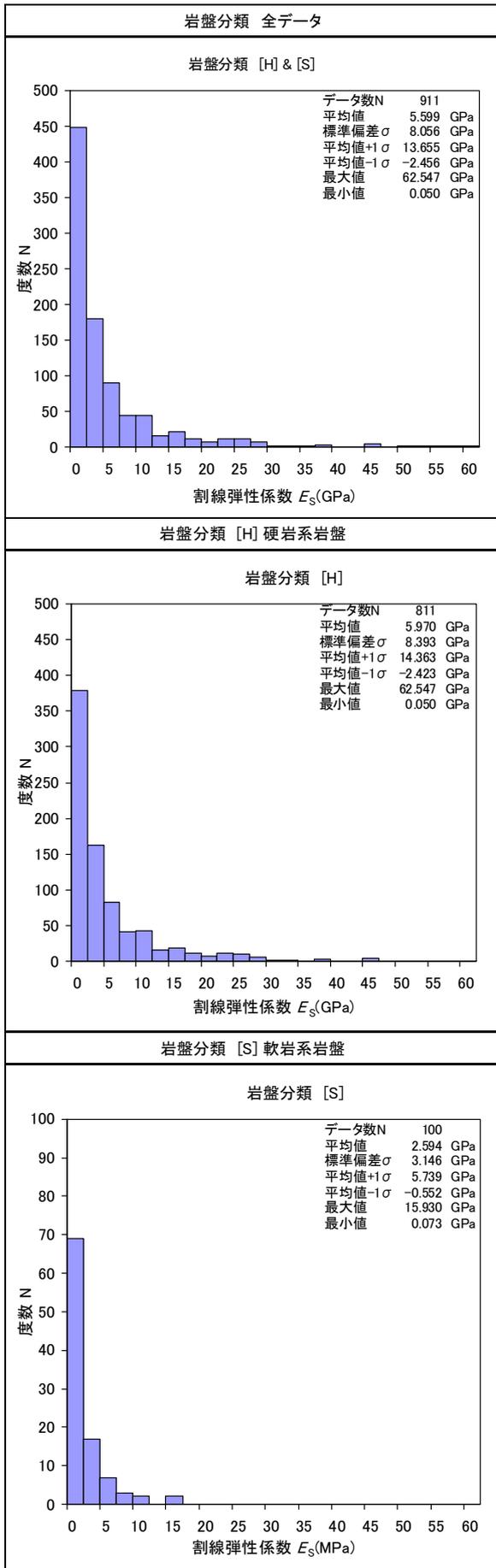


図 4.1.3-2.1 割線弾性係数のヒストグラム

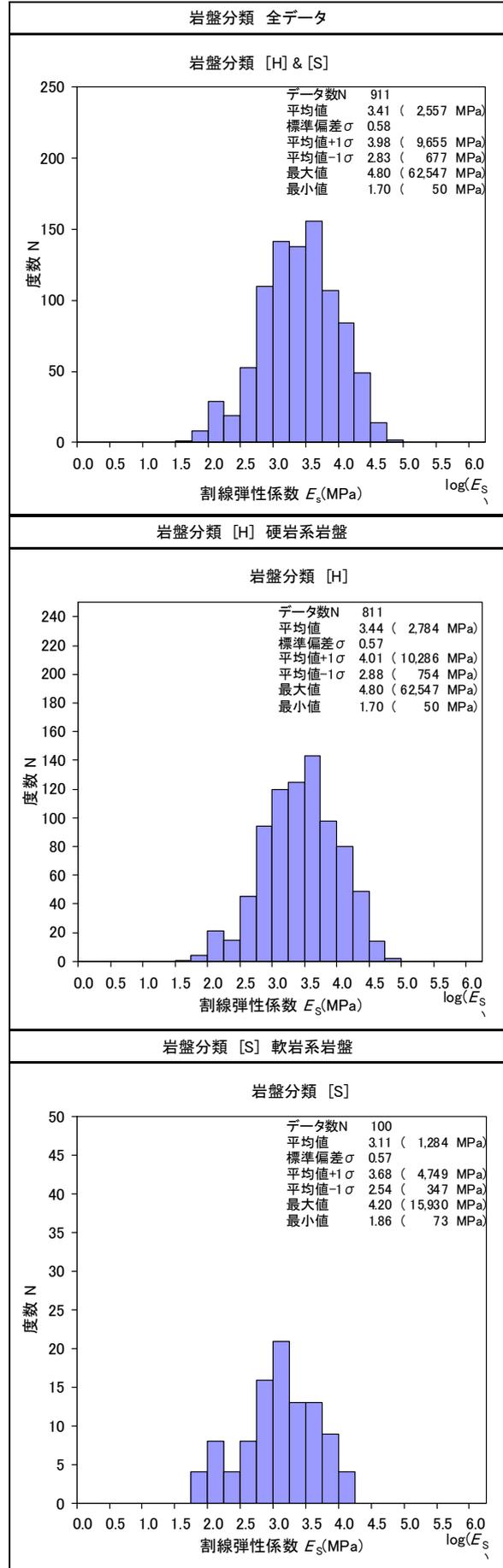


図 4.1.3-2.2 割線弾性係数のヒストグラム

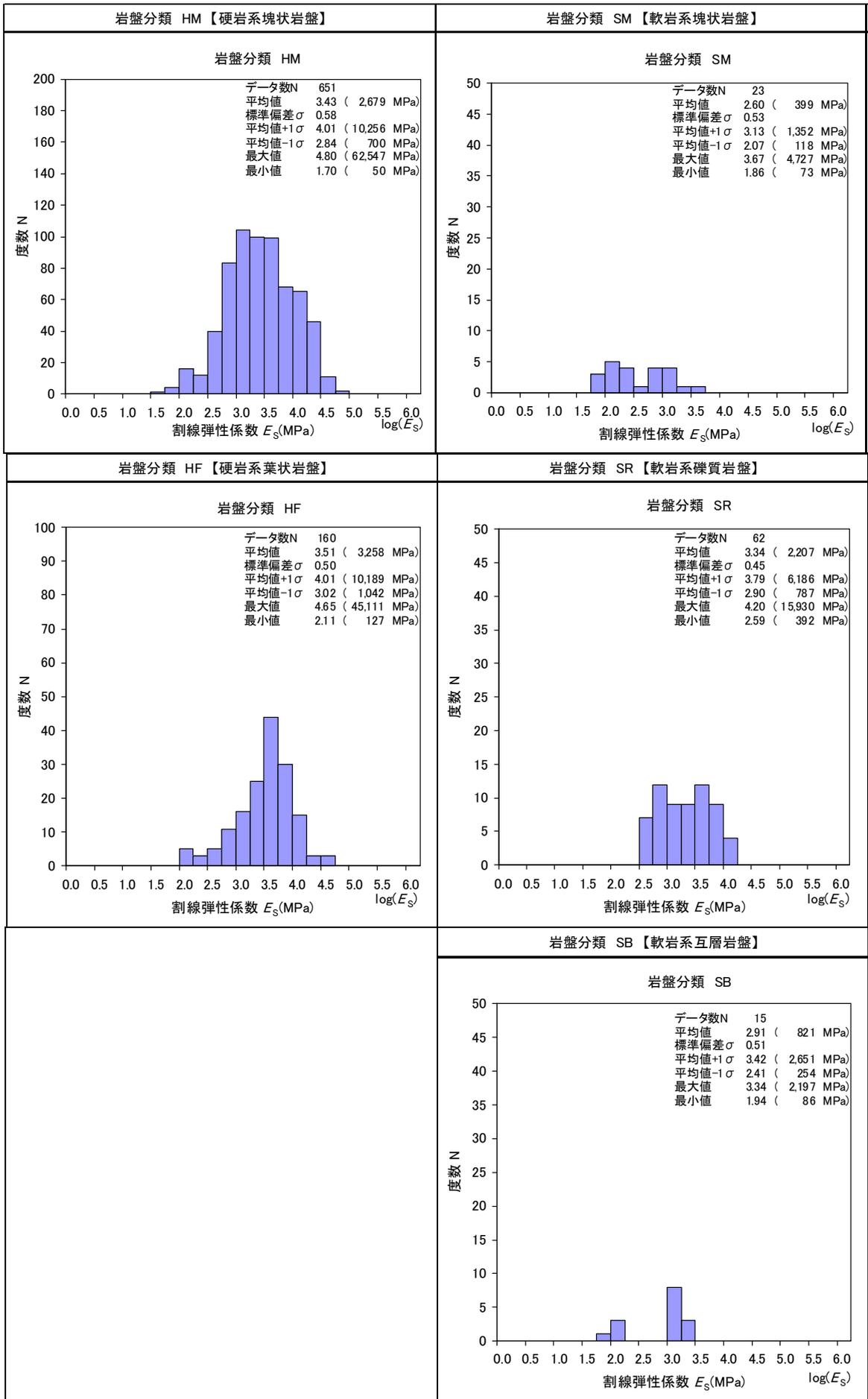


図 4.1.3-2.3 割線弾性係数のヒストグラム

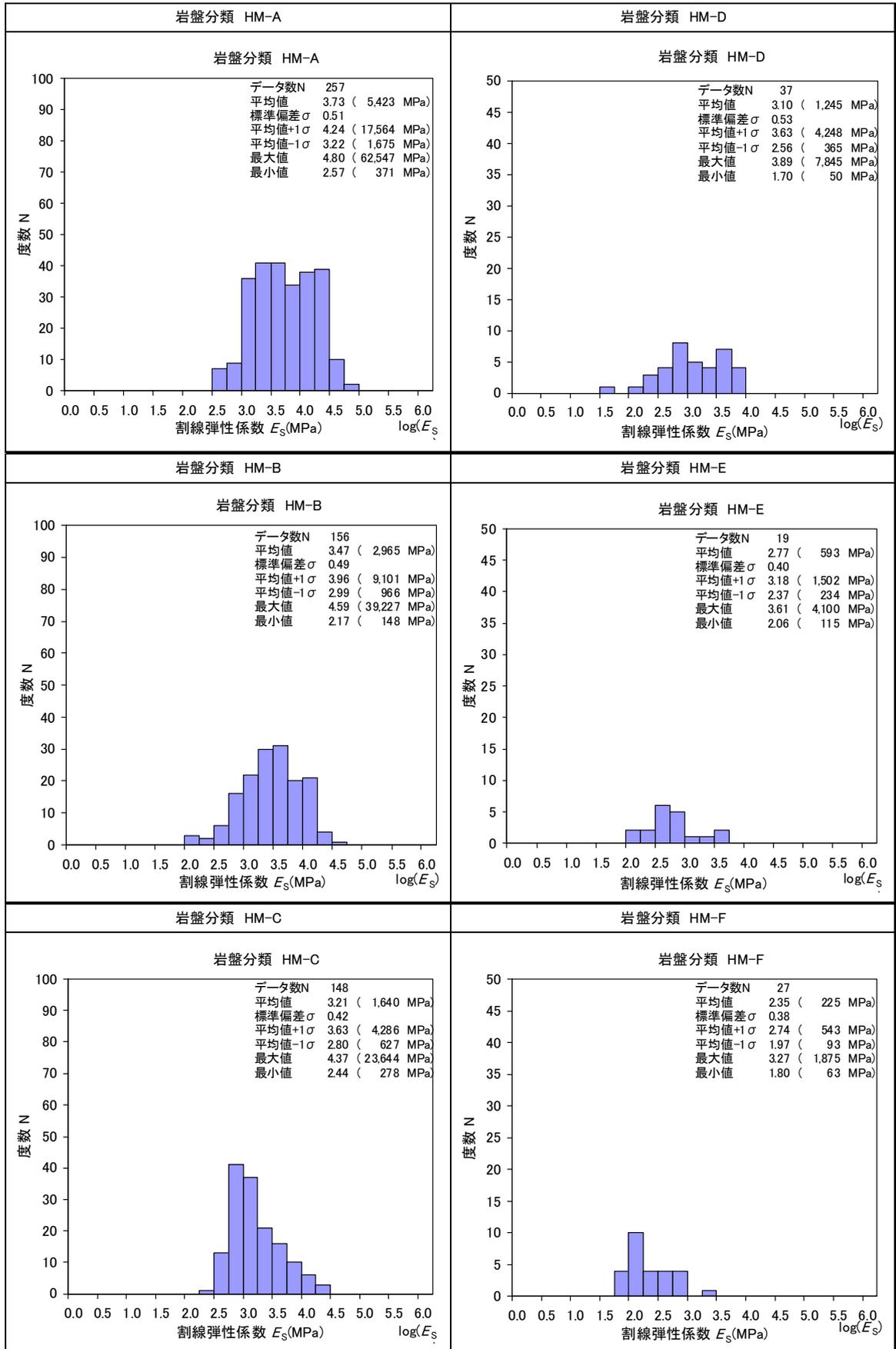


図 4.1.3-2.4 割線弾性係数のヒストグラム

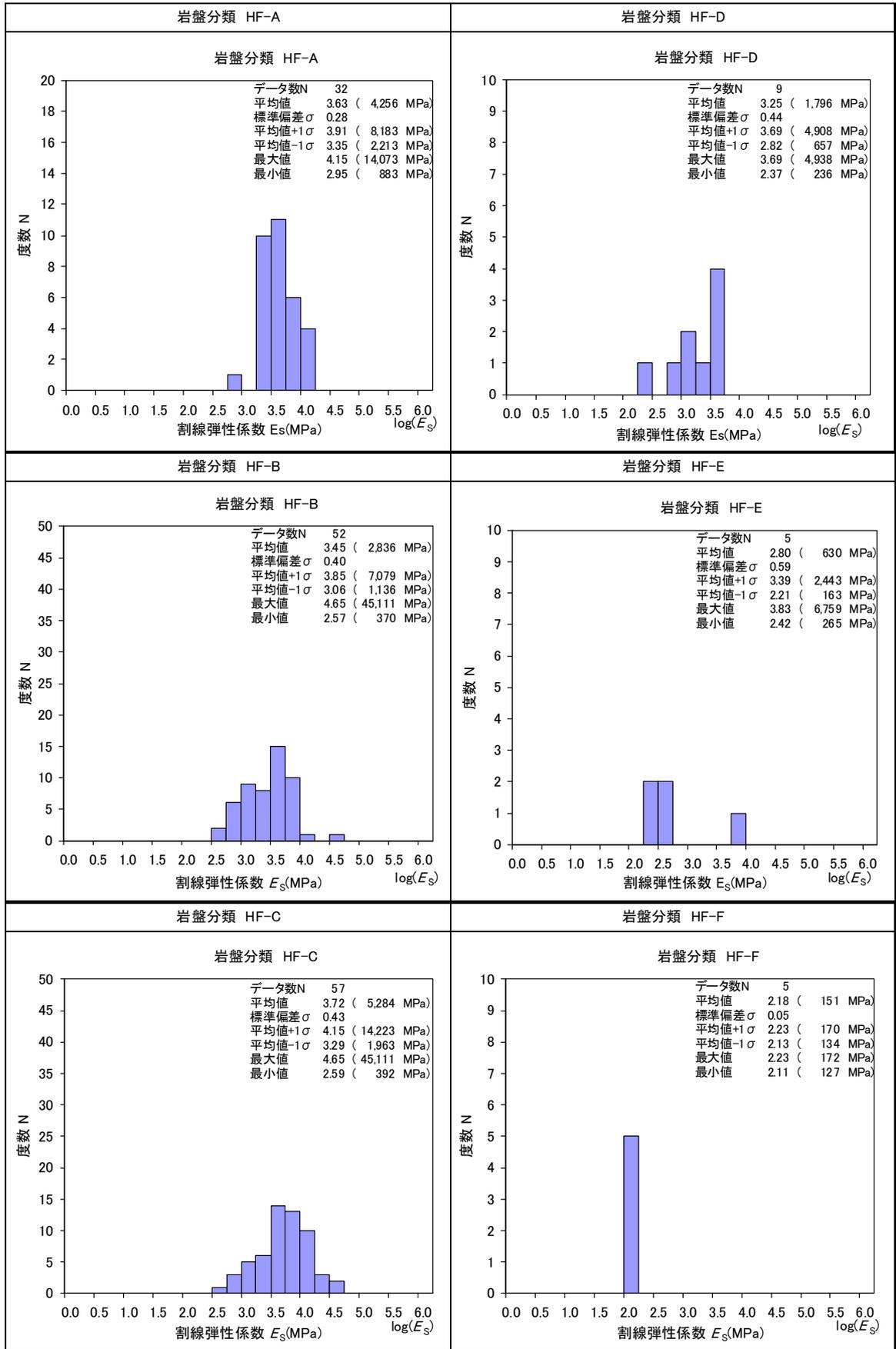


図 4.1.3-2.5 割線弾性係数のヒストグラム

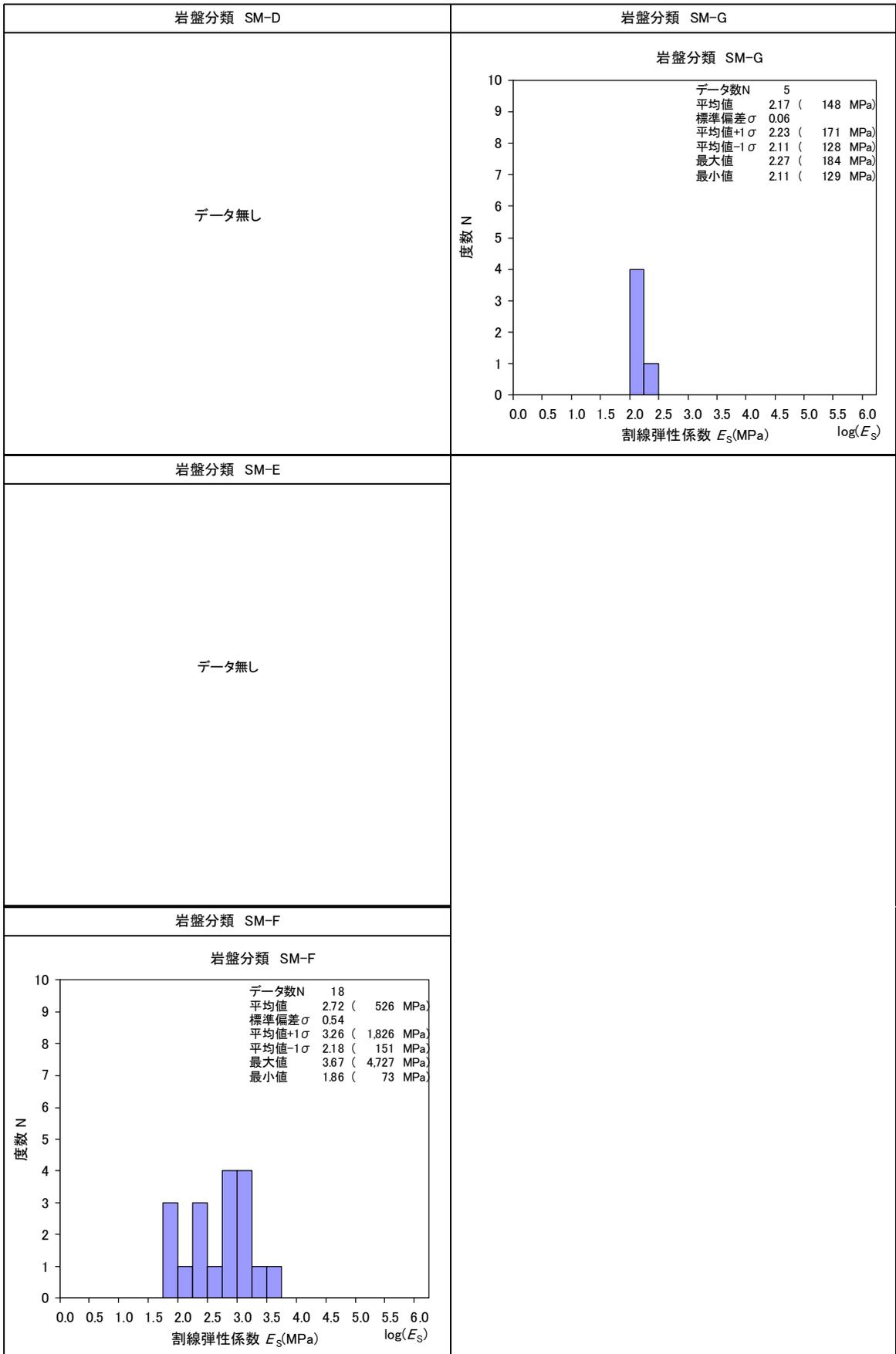


図 4.1.3-2.6 割線弾性係数のヒストグラム

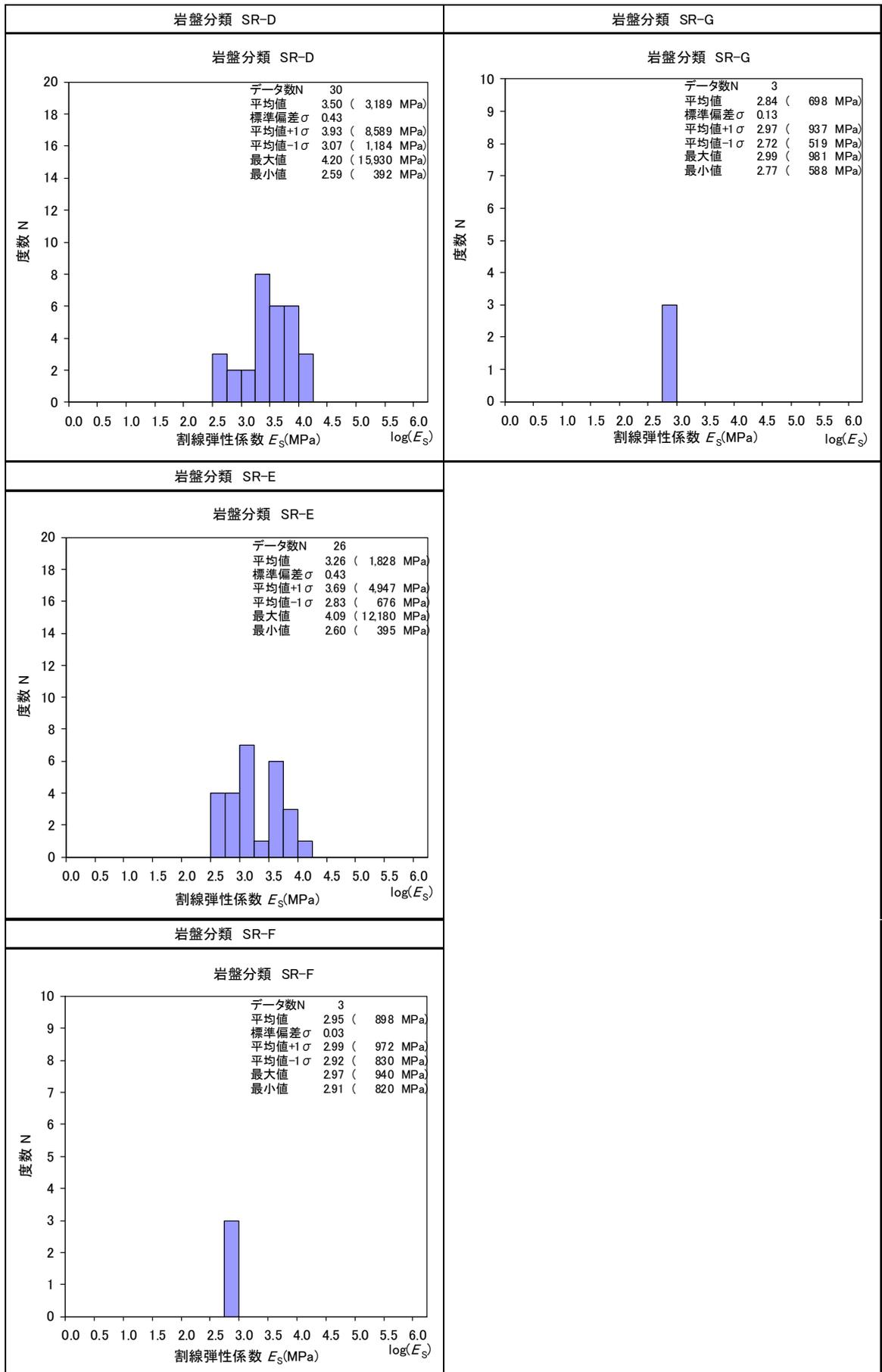


図 4.1.3-2.7 割線弾性係数のヒストグラム

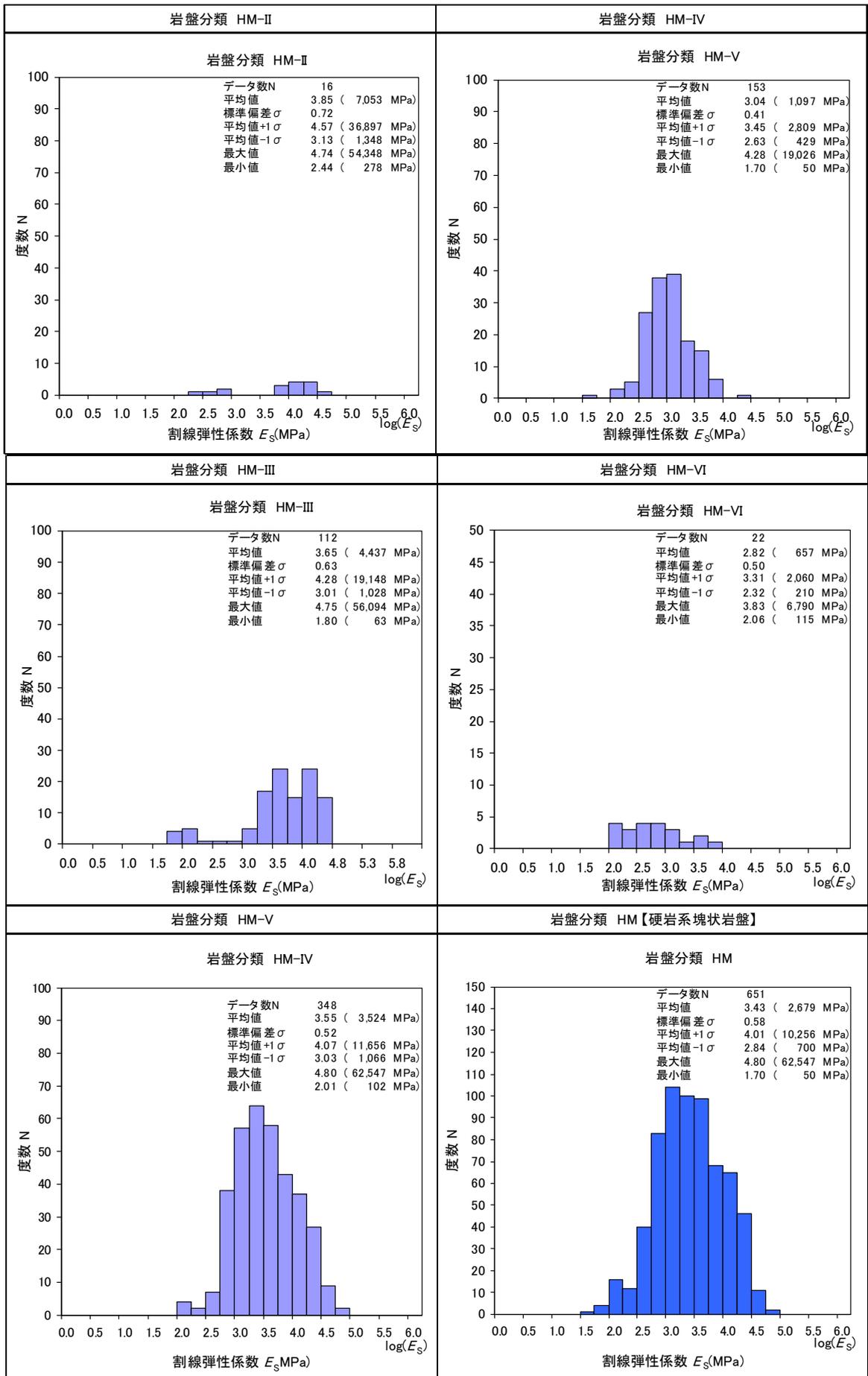


図 4.1.3-2.8 割線弾性係数のヒストグラム

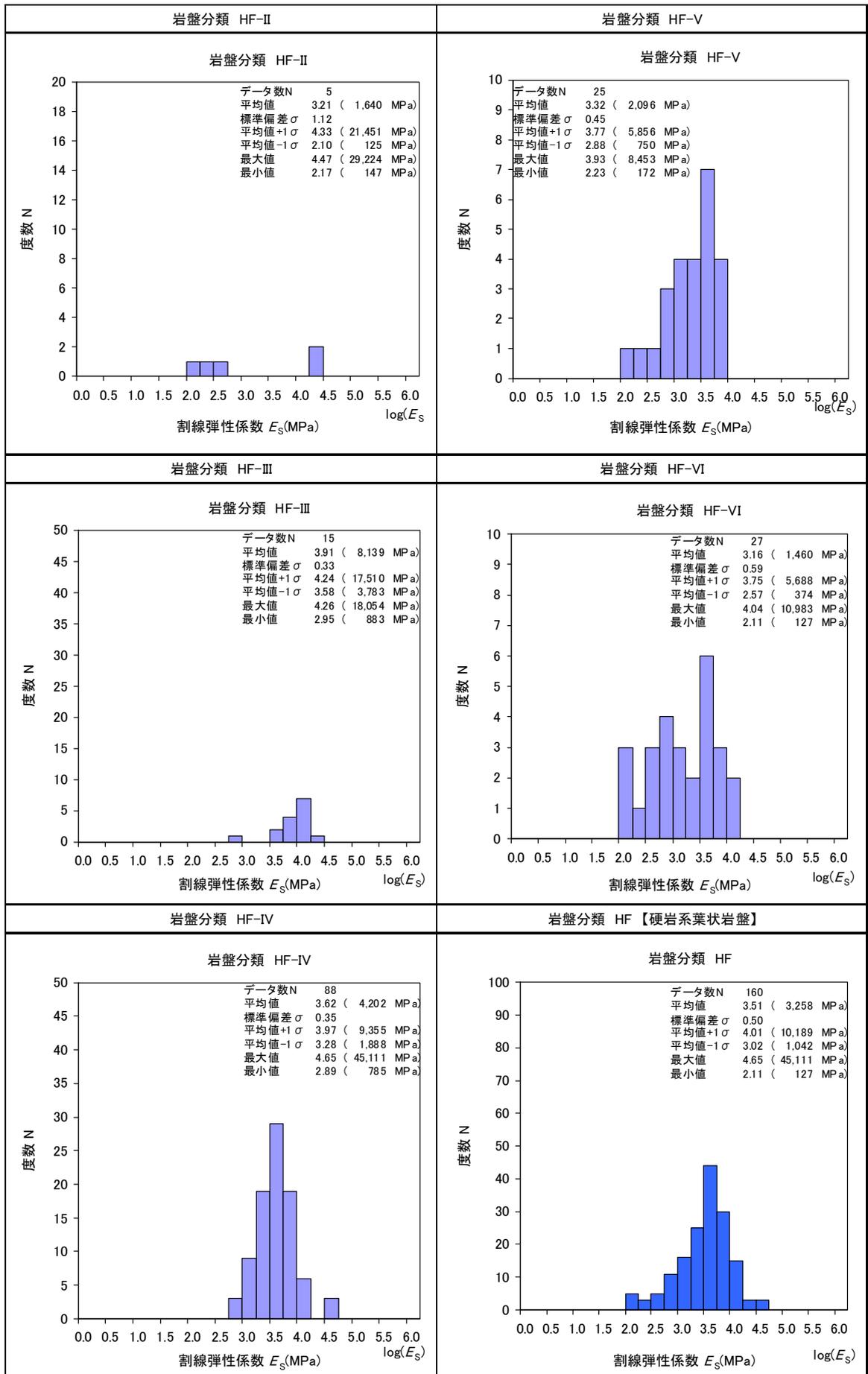


図 4.1.3-2.9 割線弾性係数のヒストグラム

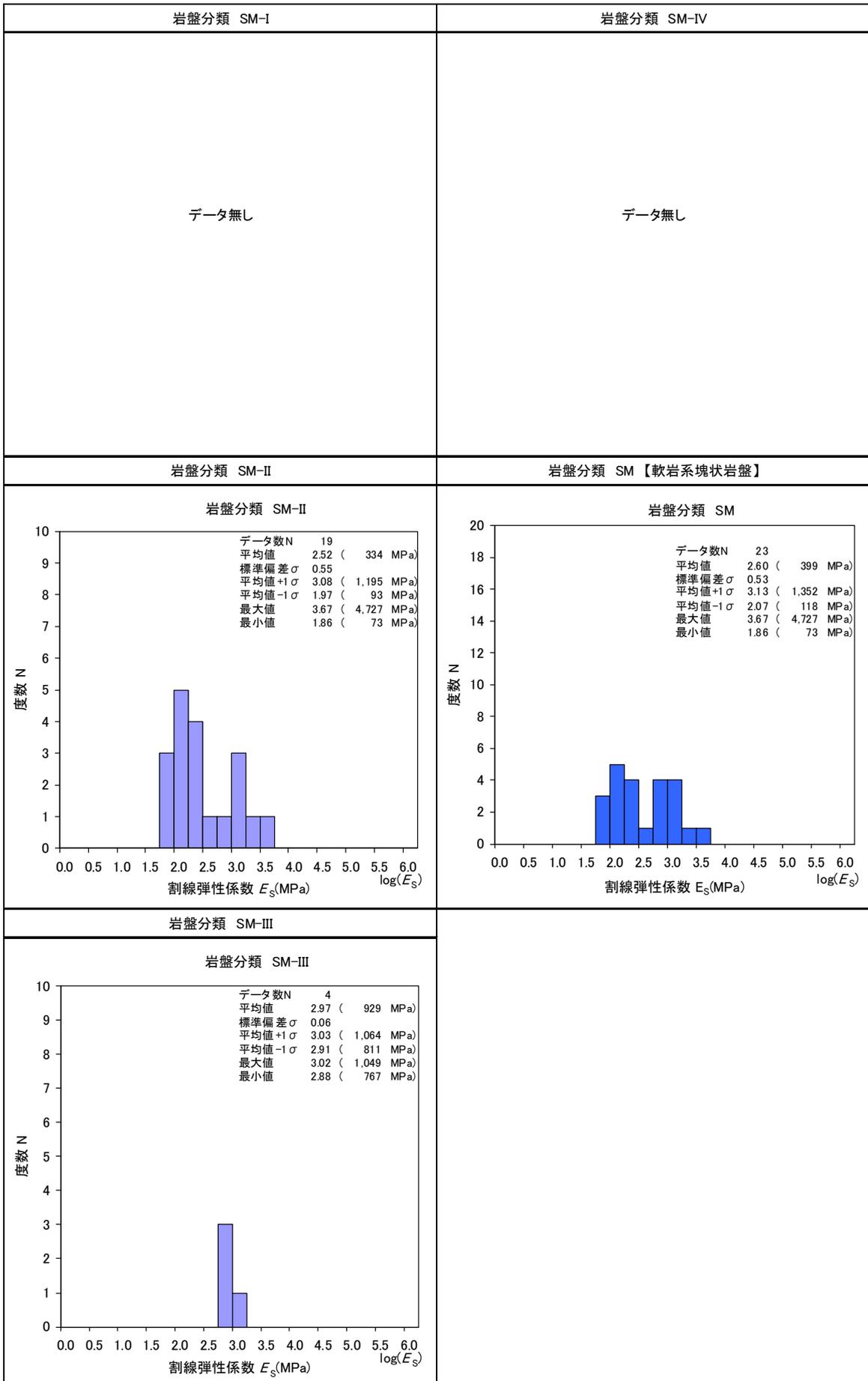


図 4.1.3-2.10 割線弾性係数のヒストグラム

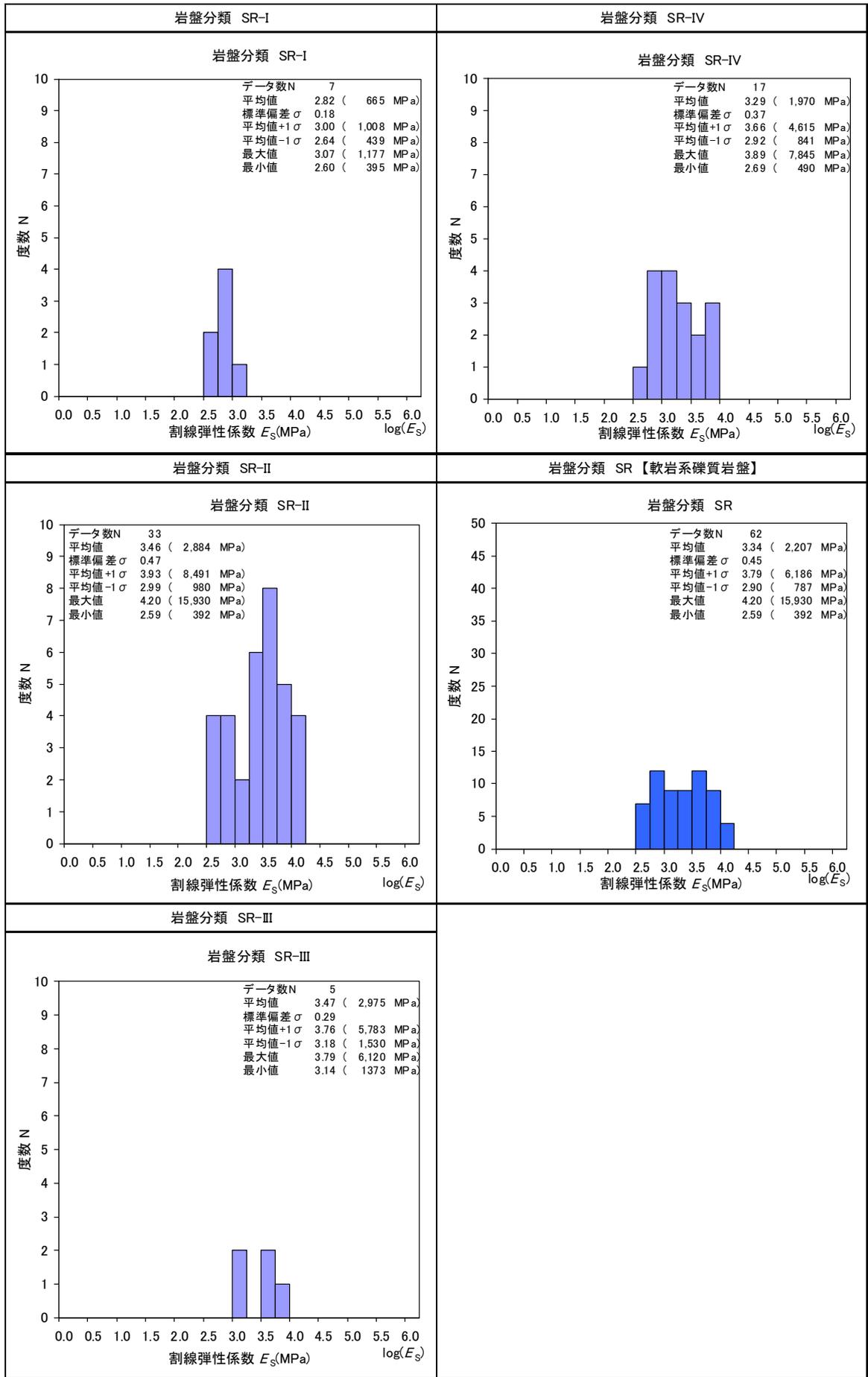


図 4.1.3-2.11 割線弾性係数のヒストグラム

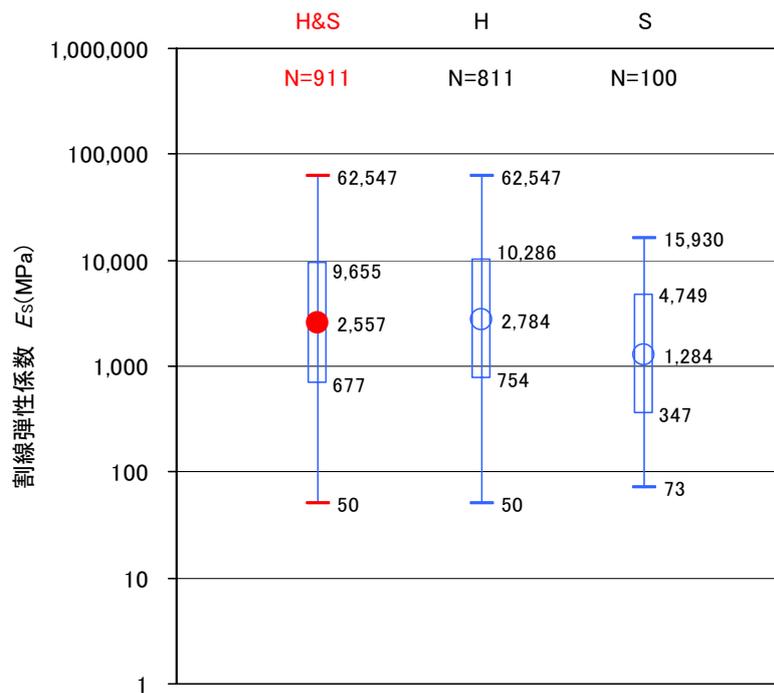


図 4.1.3-3 硬岩系岩盤 [H], 軟岩系岩盤 [S] の割線弾性係数大分類データ分布

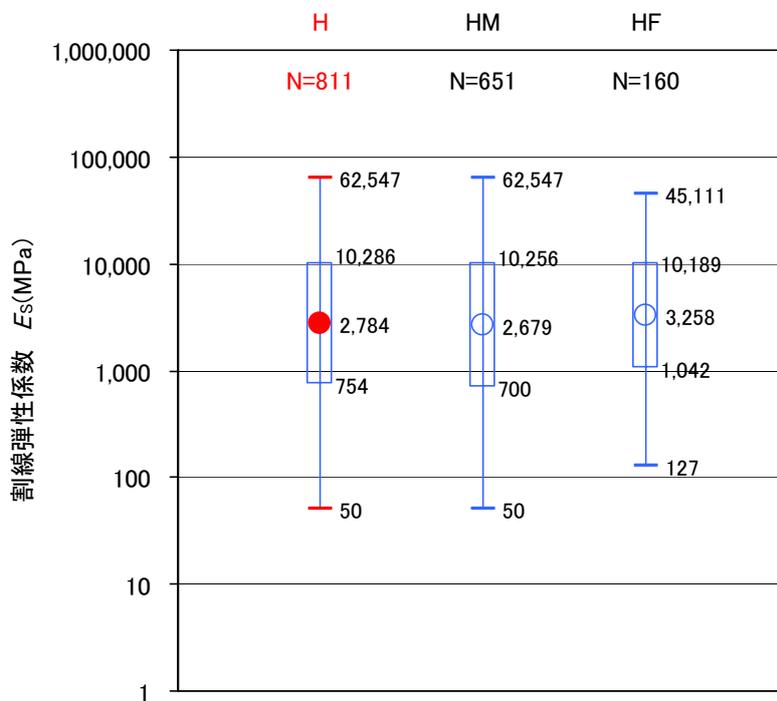


図 4.1.2-4 硬岩系岩盤 [H] の割線弾性係数の中分類データ分布

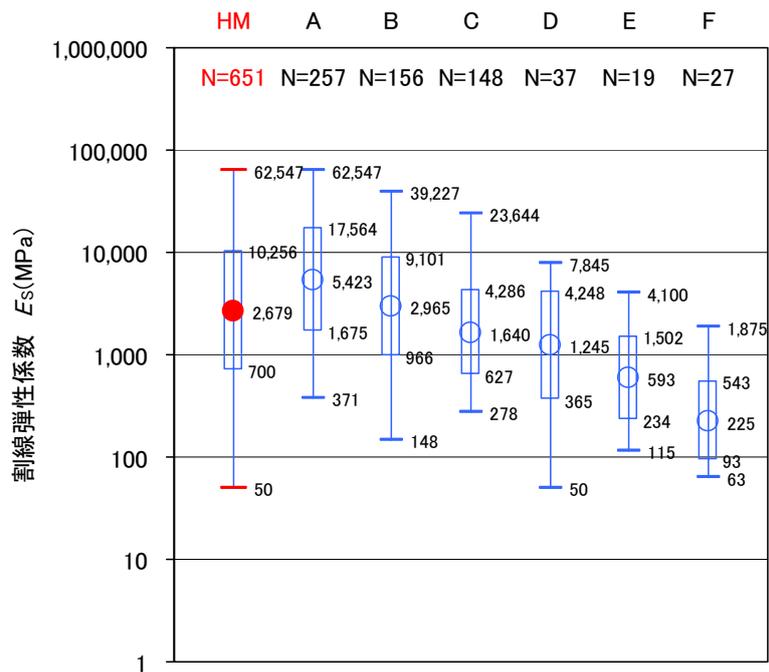


図 4.1.3-5 硬岩系塊状岩盤 HM の割線弾性係数小分類(岩石の強さ)ランク別データ

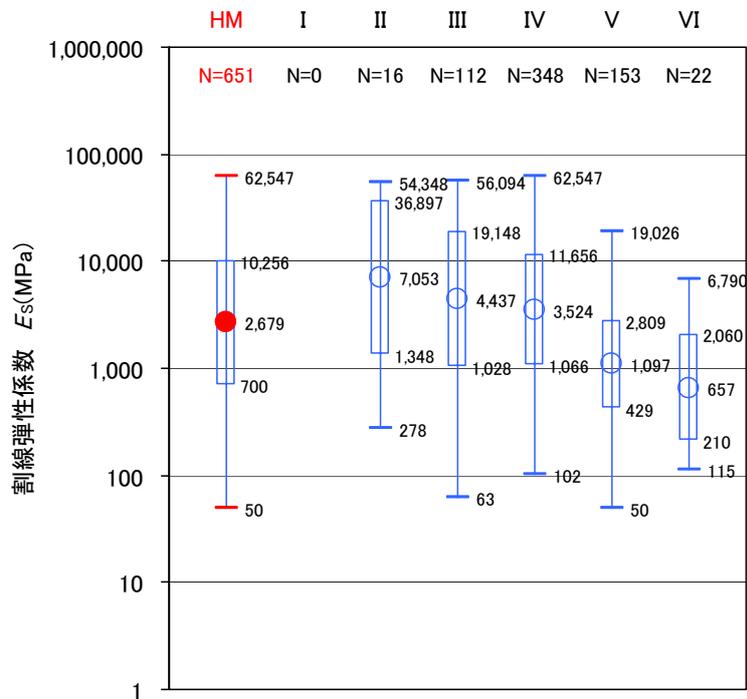


図 4.1.3-6 硬岩系塊状岩盤 HM の割線弾性係数小分類(不連続面の間隔)ランク別

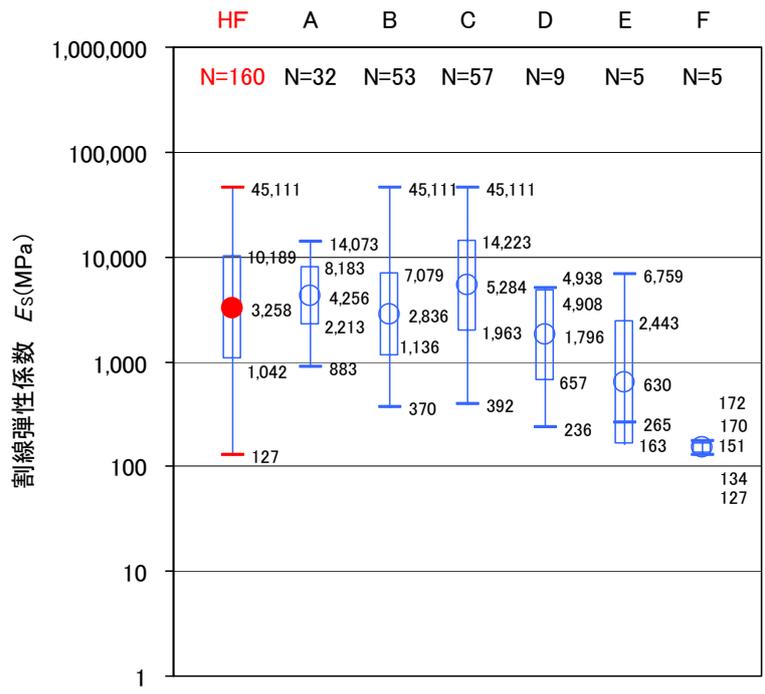


図 4.1.2-7 硬岩系葉状岩盤 HF の割線弾性係数小分類(岩石の強さ)データ分布

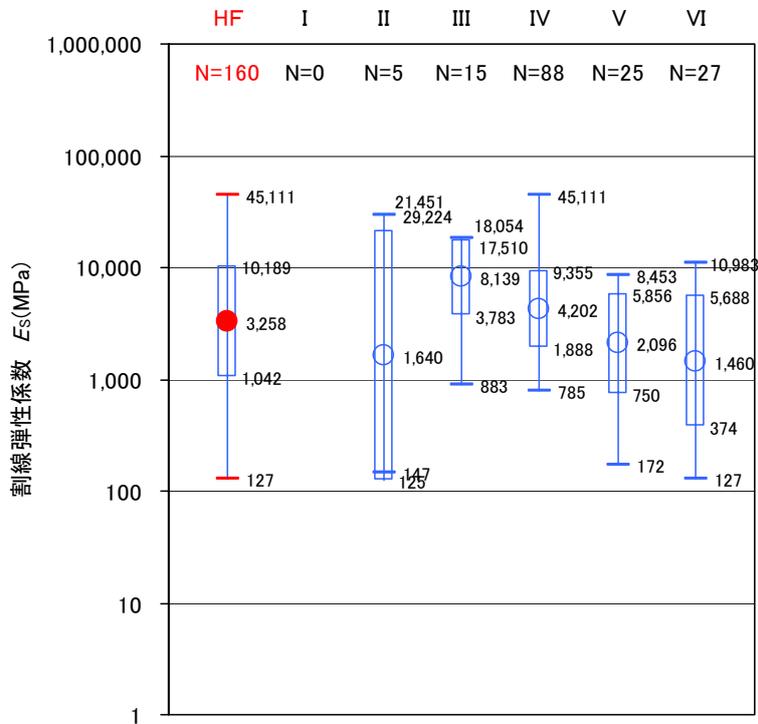


図 4.1.3-8 硬岩系葉状岩盤 HF の割線弾性係数小分類(不連続面の間隔)データ分布

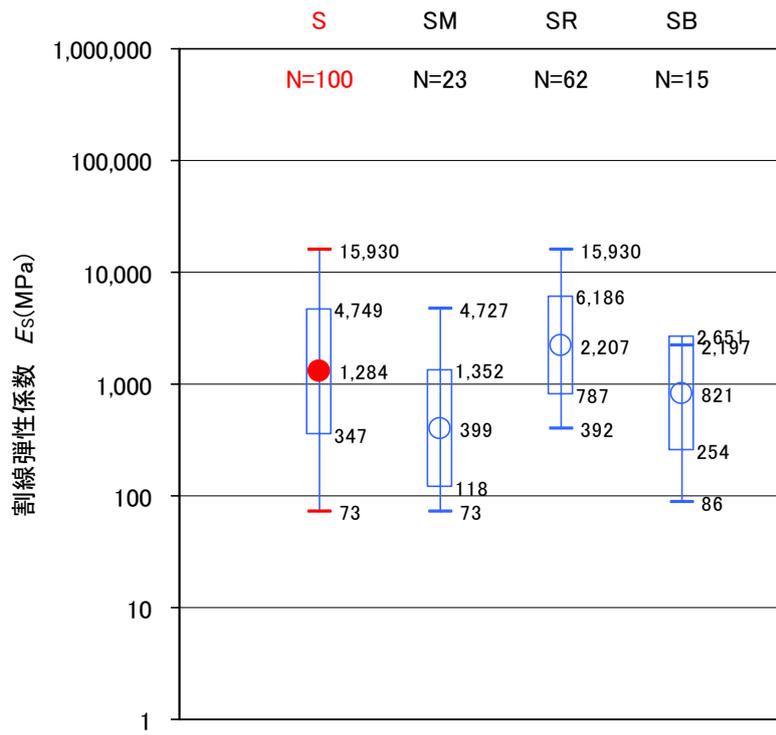


図 4.1.3-9 軟岩系岩盤 [S] の割線弾性係数の  
中分類データ分布

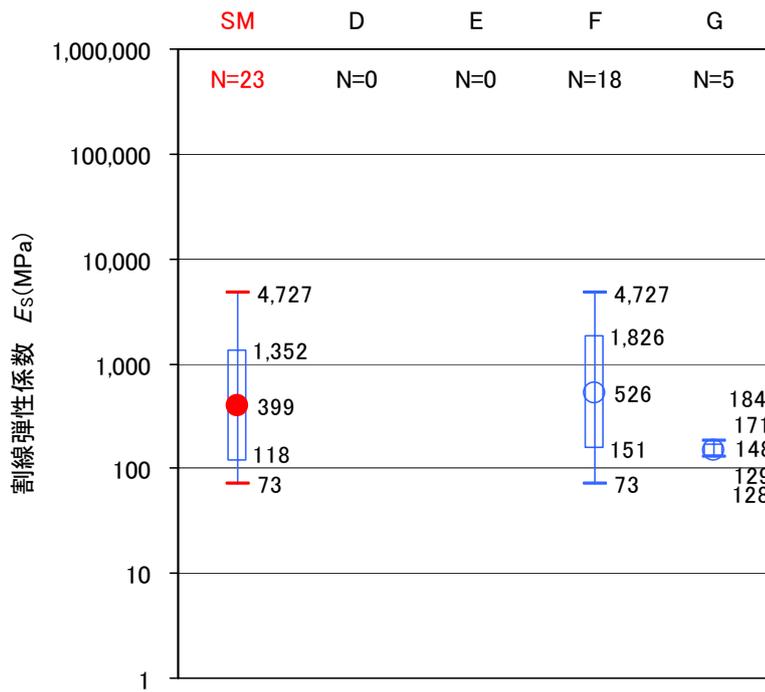


図 4.1.3-10 軟岩系塊状岩盤 SM の割線弾性係数の小分類(岩石の強さ)ランク別データ分布

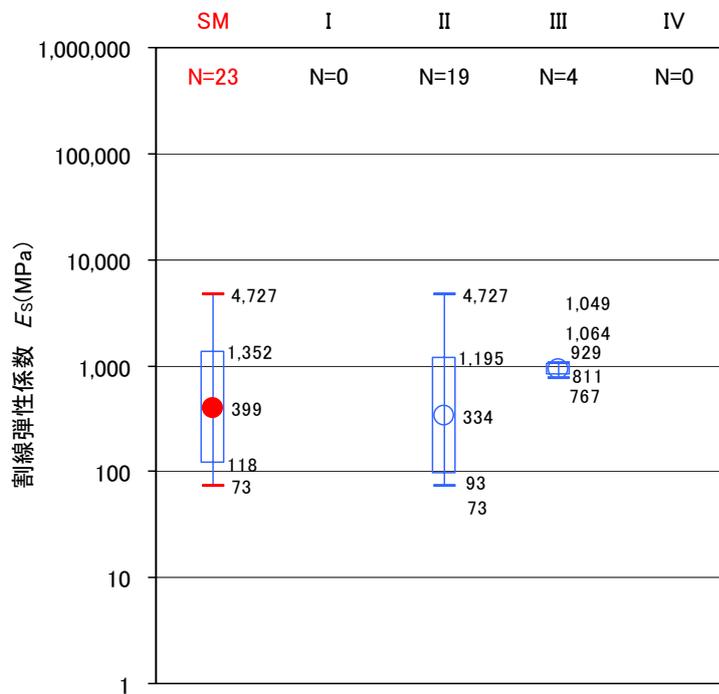


図 4.1.3-11 軟岩系塊状岩盤 SM の割線弾性係数小分類(卓越粒径)ランク別データ分布

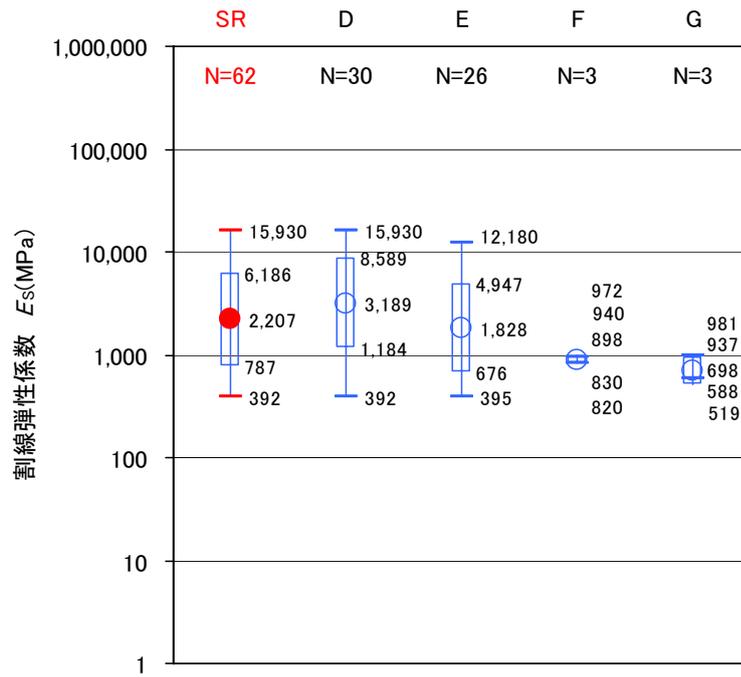


図 4.1.2-12 軟岩系礫質岩盤 SR の割線弾性係数小分類(礫の含有率)ランク別データ分布

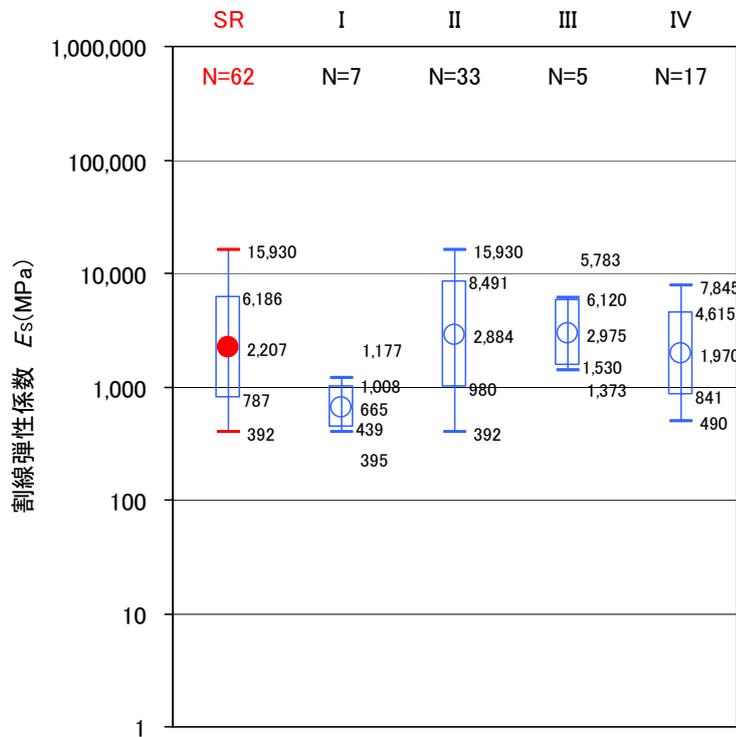


図 4.1.3-13 軟岩系礫質岩盤 SR の割線弾性係数小分類(礫の含有率)ランク別データ分布

#### 4.1.4 接線弾性係数について

(1) データの岩盤分類毎の数について

以下，岩盤分類の統計分析に用いたデータ数は，図 4.1.4-1 に示す一覧のとおりである．  
図 4.1.4-2.3 から図 4.1.4-2.11 に，岩盤分類別に整理したヒストグラムを示す．

(2) 硬岩系岩盤[H]，軟岩系岩盤[S]の大分類について

接線弾性係数  $E_t$  は，硬岩系岩盤[H]，軟岩系岩盤[S]の順に値が小さくなる傾向である(図 4.1.4-3)．一方で，硬岩系岩盤[H]のデータは，値のばらつきが大きい．

(3) 硬岩系岩盤[H]の中分類について

接線弾性係数について，塊状岩盤 HM と葉状岩盤 HF は，平均値，対数正規分布とした場合の  $1\sigma$  の幅，最大値は，同様の値をとる傾向にある(図 4.1.4-4)．最小値は，HM の方がかなり小さい値を取る傾向にあり，硬岩状岩盤[H]の値が大きくばらつく原因は，HM の分布にある．

(4) 硬岩系塊状岩盤 HM の小分類(岩石の強さ)について

接線弾性係数は，小分類(岩石の強さ)が(A)から(F)の小さくなるランクなるにつれて，値が小さくなる傾向にある(図 4.1.4-5)．

(5) 硬岩系塊状岩盤 HM の小分類(不連続面の間隔)について

不連続面の間隔が(II)から(VI)へと狭くなるランクになるほど，接線弾性係数が低下する傾向を示す(図 4.1.4-6)．

(6) 硬岩系葉状岩盤 HF の小分類(岩石の強さ)について

比較的岩石の強さが高い小分類のランク(A)，(B)，(C)では，岩石の強さの大小と接線弾性係数が大小に高い相関があるとはいいがたいが，ランク(C)から(F)については，岩石の強さが小さくなれば，接線弾性係数も小さくなる傾向にある(図 4.1.4-7)．

(7) 硬岩系葉状岩盤 HF の小分類(不連続面の間隔)について

小分類(II)のランクのデータは，小分類(岩石の強さ)の(C)のランクのデータが 40%，(E)のランクのデータが 40%，(F)のランクのデータが 20%から構成され，岩石の強さが比較的小さい岩のデータ群である．データの個数も小さいので，他の不連続面の間隔のランクに比べて，接線弾性係数のデータのばらつきも大きく，数値も小さい．小分類(III)のランクから(VI)のランクでは，不連続面の間隔が狭いランクほど接線弾性係数の値が小さくな

る傾向がある(図 4.1.4-8). 小分類(V), (VI)のランクの平均値, 平均値 $\pm 1\sigma$ の範囲の幅の違いは小さい. HFの場合, ある程度不連続面の間隔が狭くなり数が多くなると, 接線弾性係数の大きさに違いが現れないと考えられる.

(8) 軟岩系岩盤[S]の中分類について

軟岩系岩盤[S]の接線弾性係数の平均値の大きさは, 礫質 SR, 互層 SB, 塊状 SM の順となっている(図 4.1.4-9).

(9) 軟岩系塊状岩盤 SM の小分類(岩石の強さ)について

小分類(岩石の強さ)が比較的低いランク(F), (G)のデータのみで構成されているので, (F)と(G)の平均値の差はそれほど大きくはない(図 4.1.4-10).

(10) 軟岩系塊状岩盤 SM の小分類(卓越粒径)について

小分類(II), (III)のランクのみのデータで構成されている. 接線弾性係数は, 卓越粒径が小さくなるほど, 小さい値をとる傾向にある(図 4.1.4-11). これは変形係数, 割線弾性係数と逆の傾向となっている.

(11) 軟岩系礫状岩盤 SR の小分類(マトリックスの強さ)について

接線弾性係数は, 小分類(マトリックスの強さ)が(D)から(G)のランクとなるに従って, 小さい値をとる傾向にある(図 4.1.4-12).

(12) 軟岩系礫質岩盤 SR の小分類(礫の含有率)について

接線弾性係数は, 小分類(礫の含有率)が(I)の場合, マトリックスの強さが(E)と(G)のランクのデータのみから構成されている. また風化度が 4 および 5 のデータが全体の 72% を占めることもあり, 他の礫の含有率のランクに比べて接線弾性係数は小さい値となる. 小分類のランクが(II)から(IV)のデータ群の接線弾性係数は, 概ね礫の含有率が低下するに従って, 小さい値を取る傾向にある(図 4.1.4-13).

**【硬岩・塊状 HM】**

		不連続面の間隔(mm)						小計	
		2000 600 200 60 20							
		I	II	III	IV	V	VI		
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	100	A	0	12	59	177	27	2	277
	50	B	0	0	18	123	29	9	179
		C	0	4	15	83	59	2	163
	25	D	0	0	10	13	28	0	51
	10	E	0	0	3	2	16	2	23
	5	F	0	0	14	4	5	16	39
		小計		0	16	119	402	164	31

**【軟岩・塊状 SM】**

		卓越粒径(mm)				小計	
		2 0.063 0.002					
		I	II	III	IV		
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	10	D	0	0	0	0	
		E	0	0	0	0	
	5	F	0	13	16	0	29
		G	0	14	0	0	14
	1	小計	0	27	16	0	43

**【硬岩・葉状 HF】**

		不連続面の間隔(mm)						小計	
		2000 600 200 60 20							
		I	II	III	IV	V	VI		
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	100	A	0	0	1	31	0	0	32
	50	B	0	0	5	29	6	12	52
		C	0	2	9	18	11	11	51
	25	D	0	0	0	4	4	1	9
	10	E	0	2	0	0	3	0	5
	5	F	0	1	0	0	1	0	2
		小計		0	5	15	82	25	24

**【軟岩・礫質 SR】**

		礫の含有率(%)				小計	
		50 20 10					
		I	II	III	IV		
マトリックスの強さ (MN/m <sup>2</sup> )	10	D	0	24	0	6	30
		E	4	6	5	11	26
	5	F	0	3	0	0	3
		G	3	0	0	1	4
1	小計	7	33	5	18	63	

**【データ総数】**

大分類	中分類	データ数	計
硬岩 [H]	塊状 HM*	741	892
	葉状 HF	151	
軟岩 [S]	塊状 SM	43	121
	礫質 SR	63	
	互層 SB	15	

**【軟岩・互層 SB】**

		弱層の構成率(%)					小計
		10 30 50 80					
		I	II	III	IV	V	
層の強さ区分の差	同 等	0	0	0	0	0	0
	1段階	0	15	0	0	0	15
	2段階	0	0	0	0	0	0
	3段階	0	0	0	0	0	0
小計		0	15	0	0	0	15

\*硬岩系岩盤の塊状HMは、小分類、岩石の強さが不明のデータを9個含む。

図 4.1.4-1 岩盤分類区別の接線弾性係数のデータ数一覧

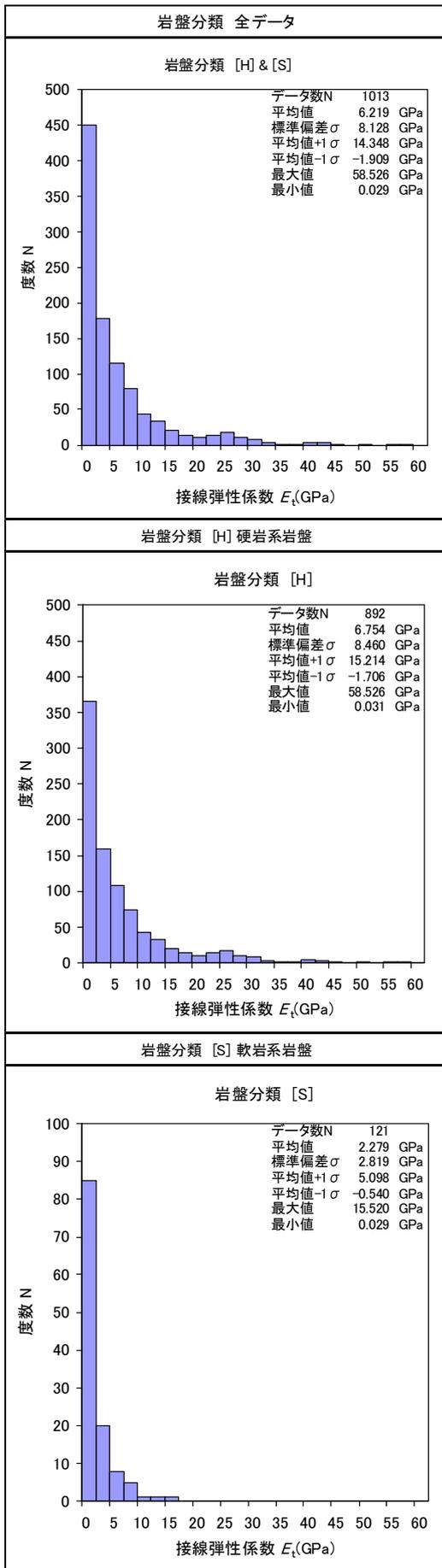


図 4.1.4-2.1 接線弾性係数のヒストグラム

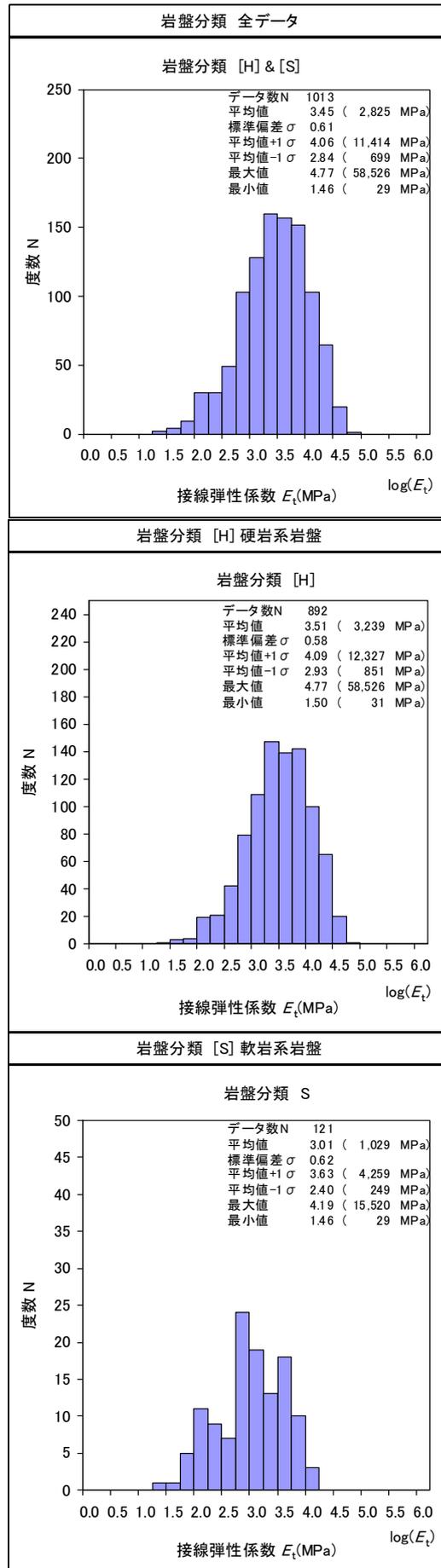


図 4.1.4-2.3 接線弾性係数のヒストグラム

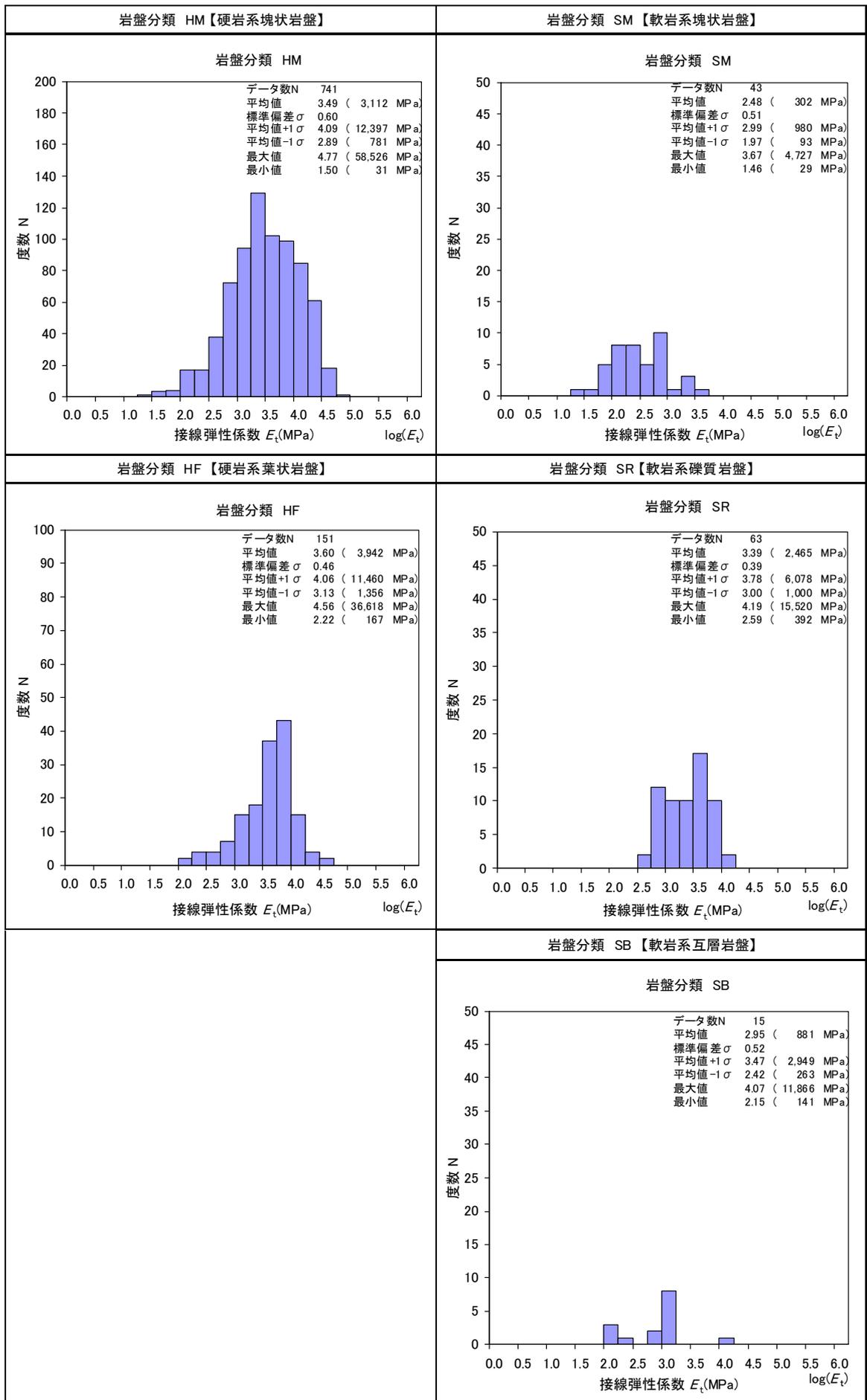


図 4.1.4-2.3 接線弾性係数のヒストグラム

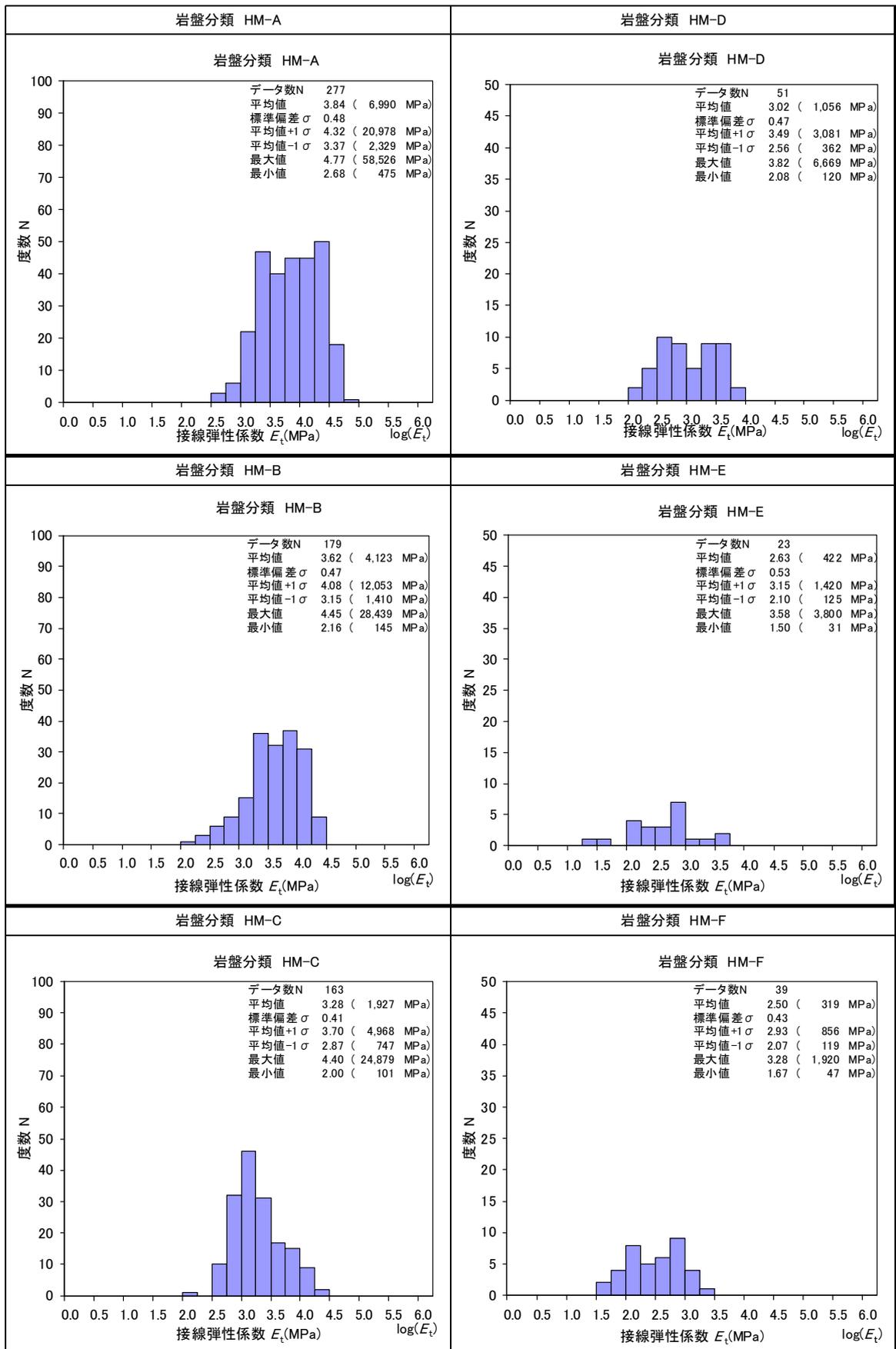


図 4.1.4-2.4 接線弾性係数のヒストグラム

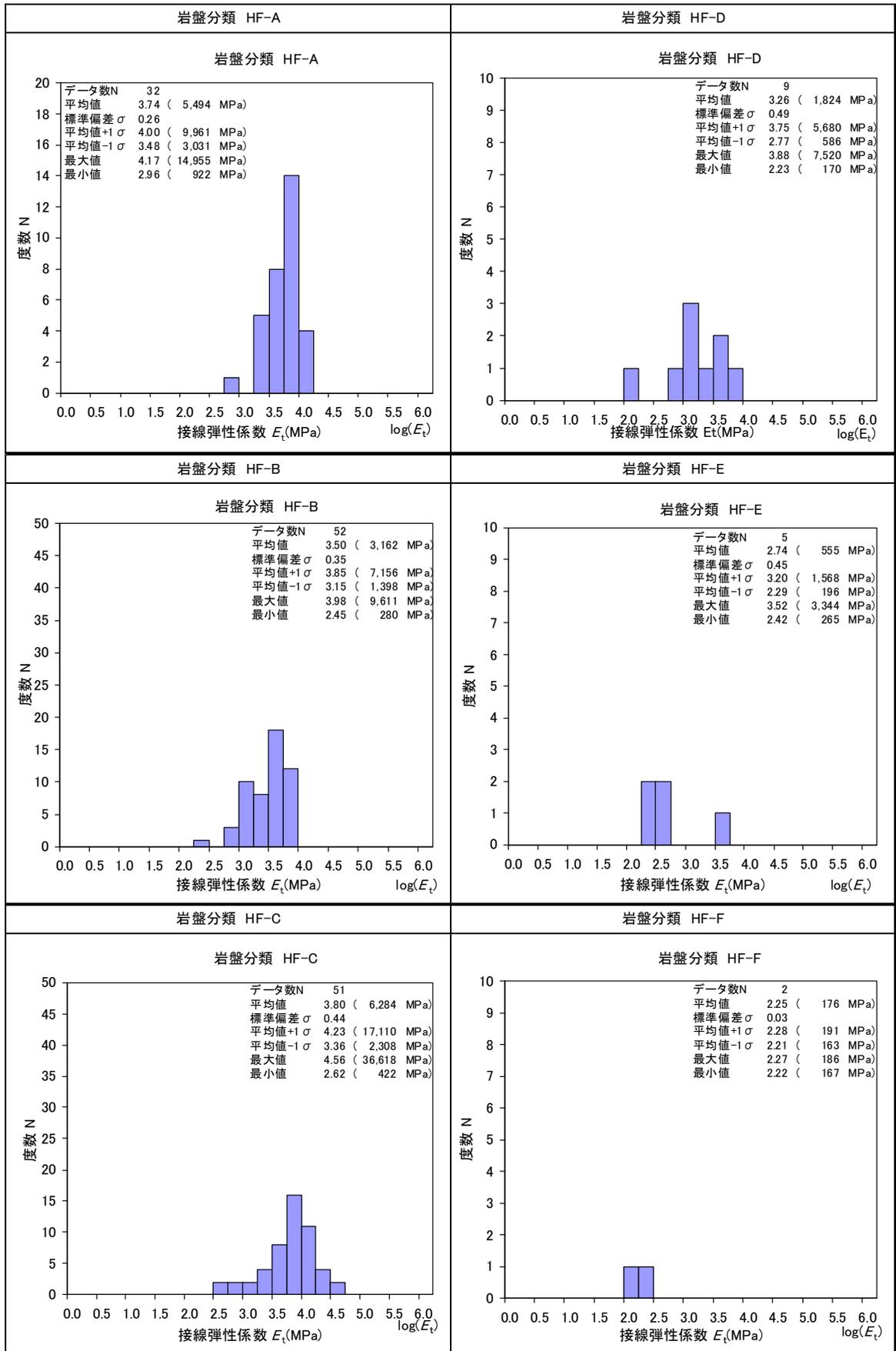


図 4.1.4-2.5 接線弾性係数のヒストグラム

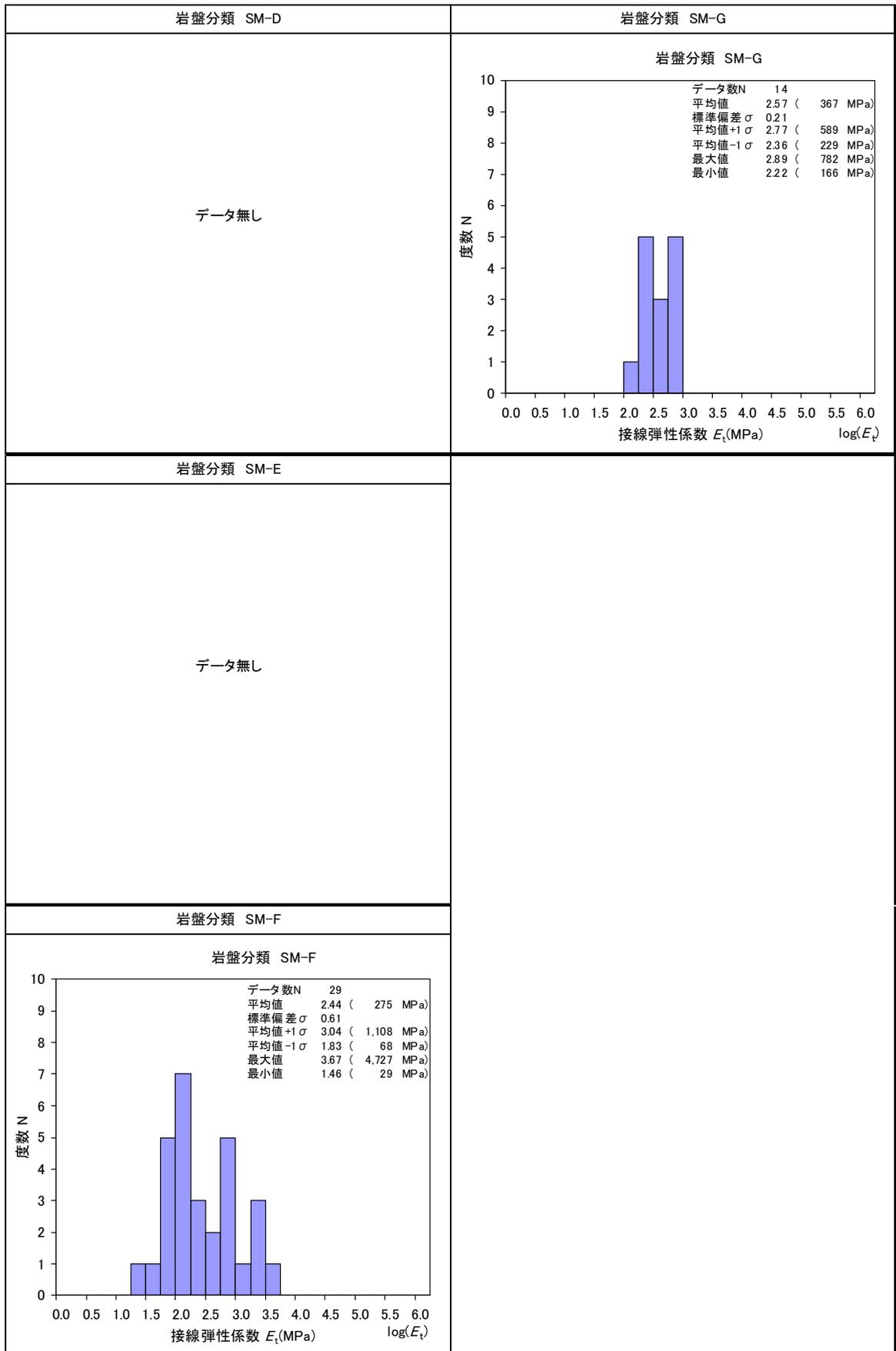


図 4.1.4-2.6 接線弾性係数のヒストグラム

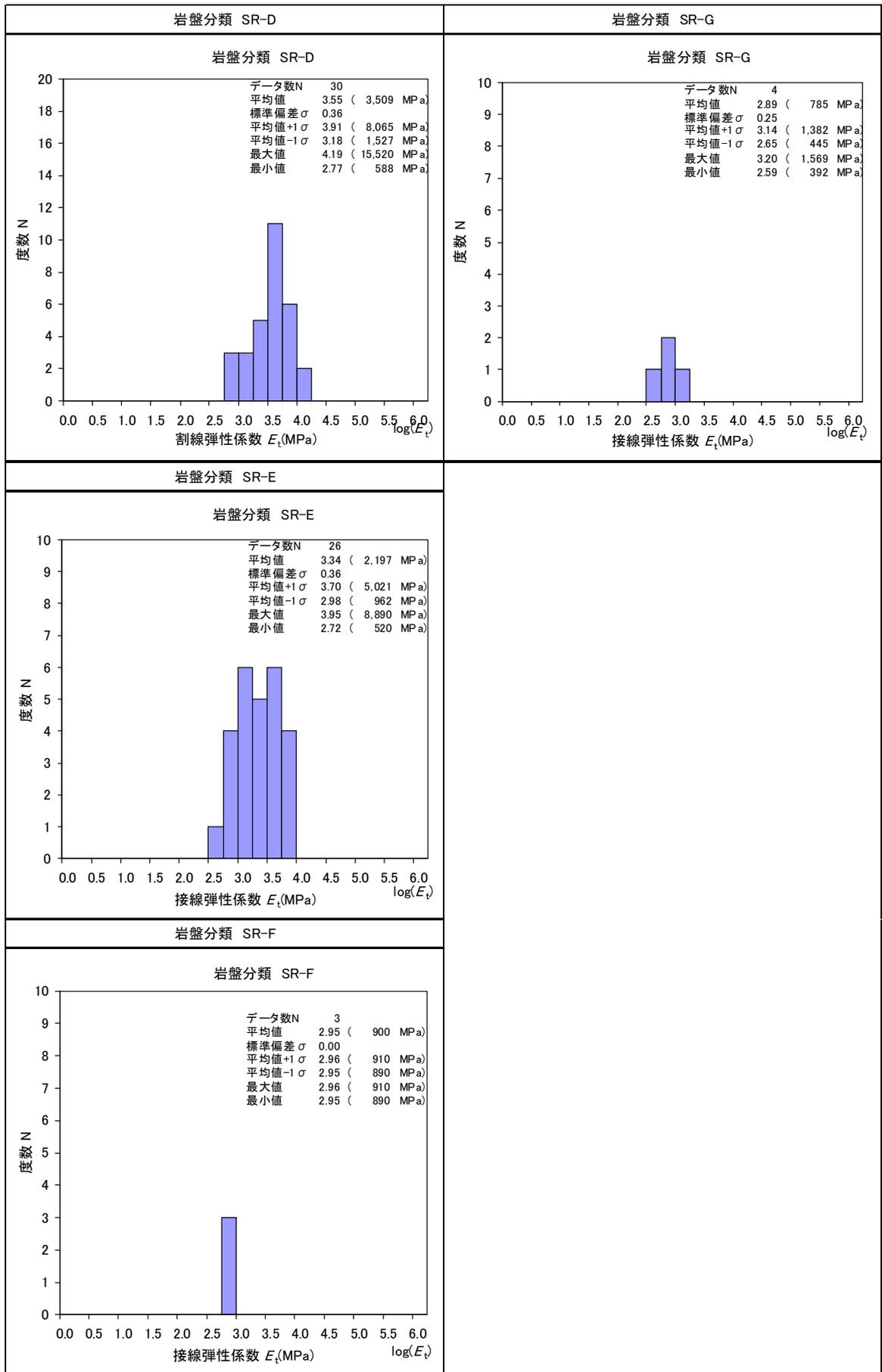


図 4.1.4-2.7 接線弾性係数のヒストグラム

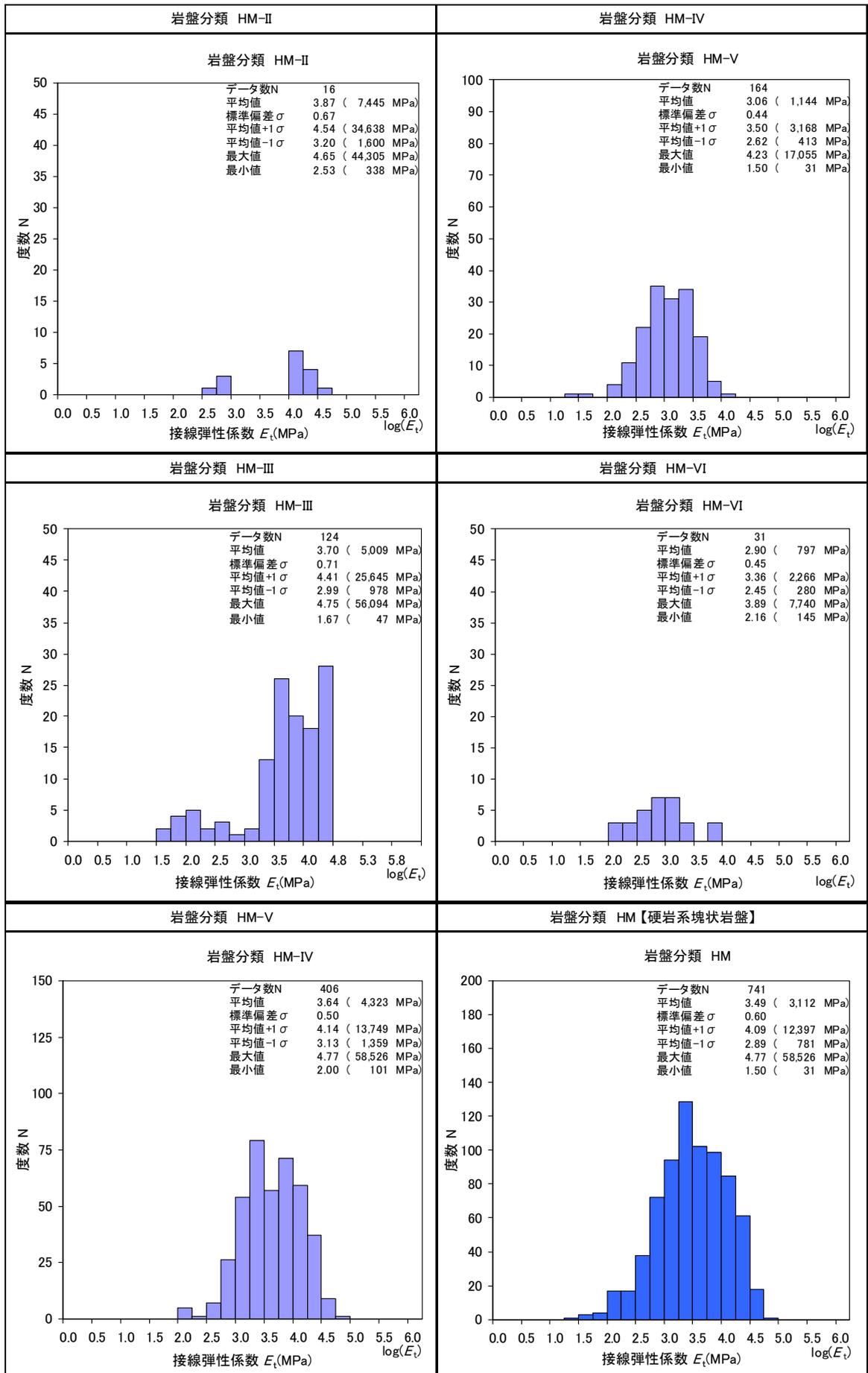


図 4.1.4-2.8 接線弾性係数のヒストグラム

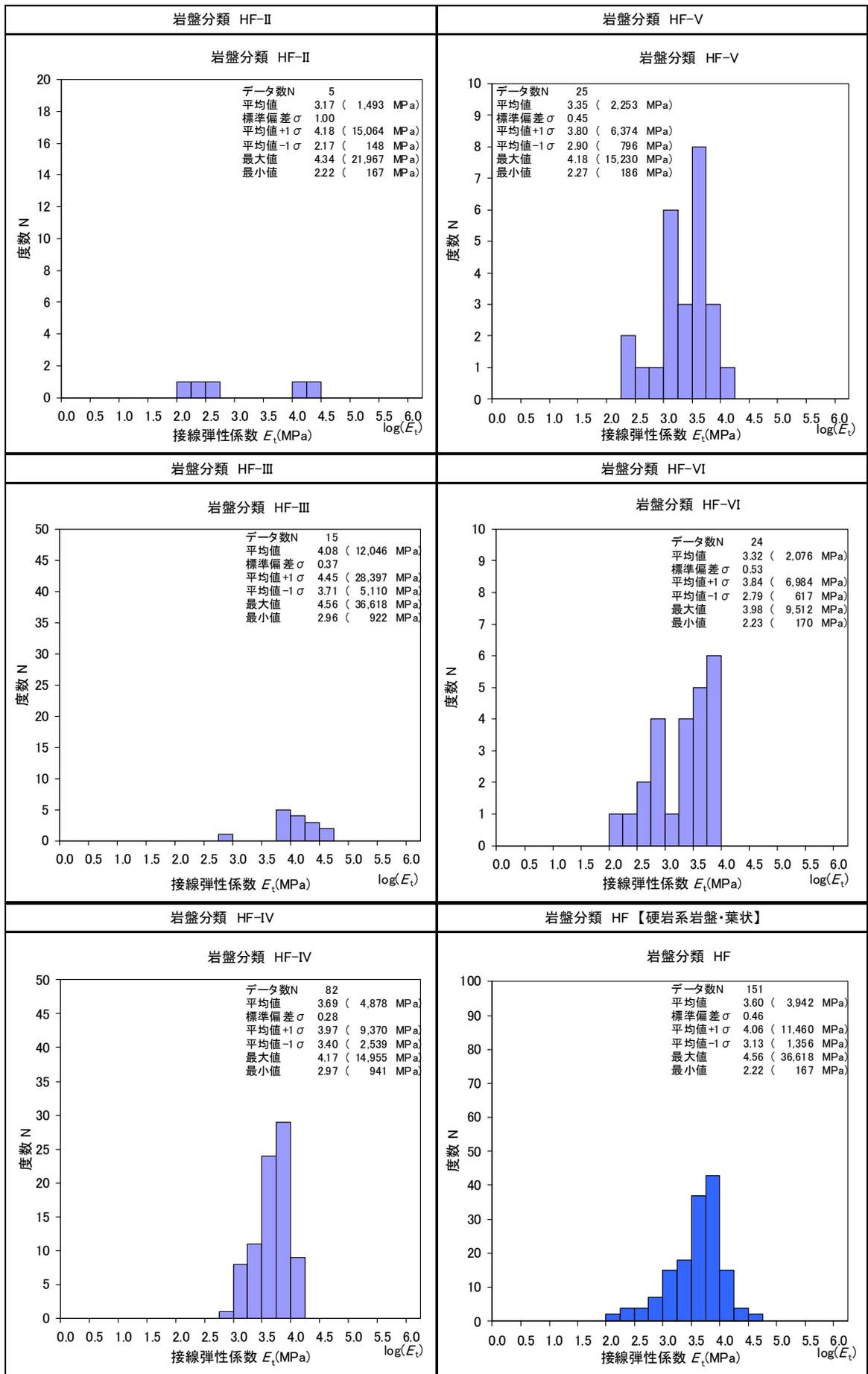


図 4.1.4-2.9 接線弾性係数のヒストグラム

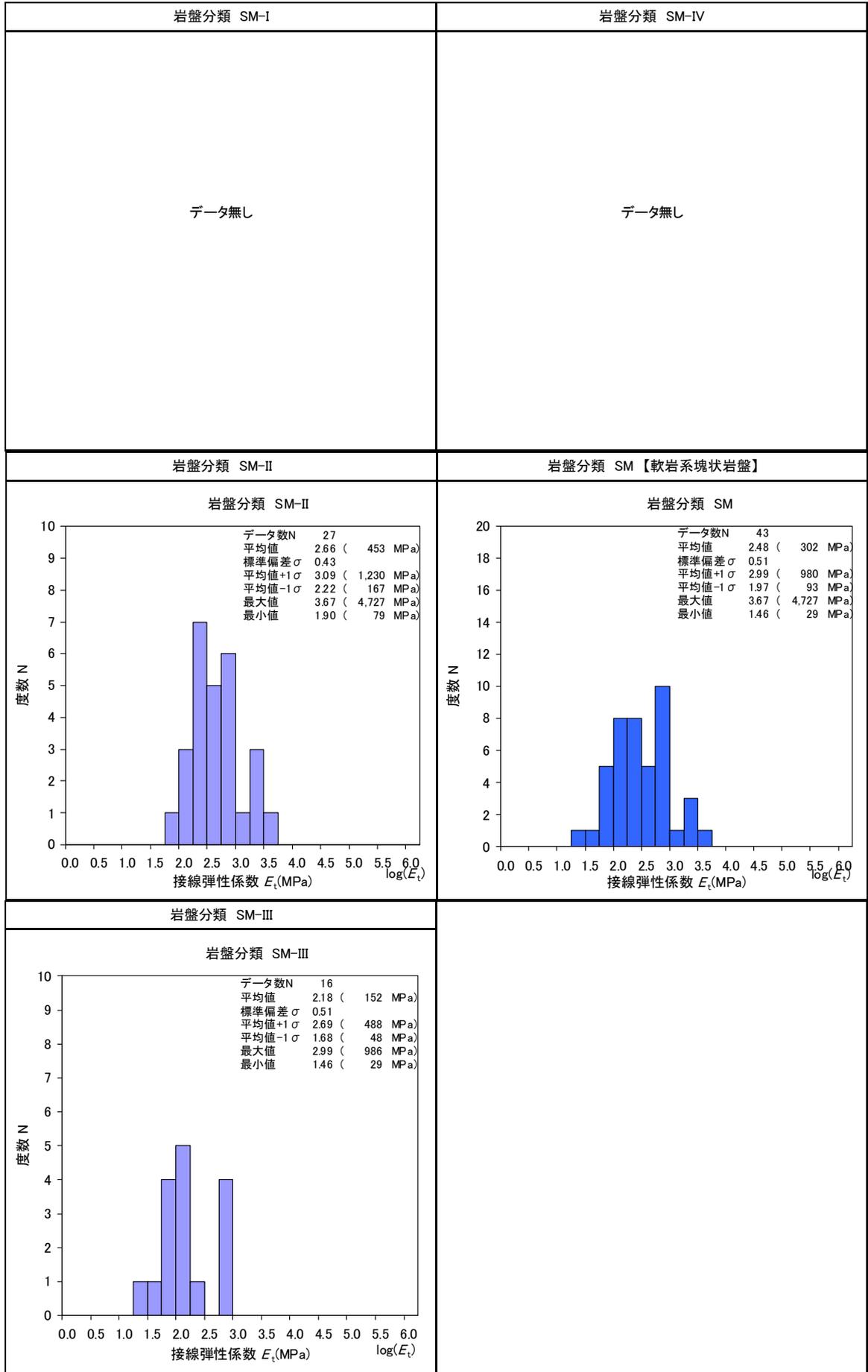


図 4.1.4-2.10 接線弾性係数のヒストグラム

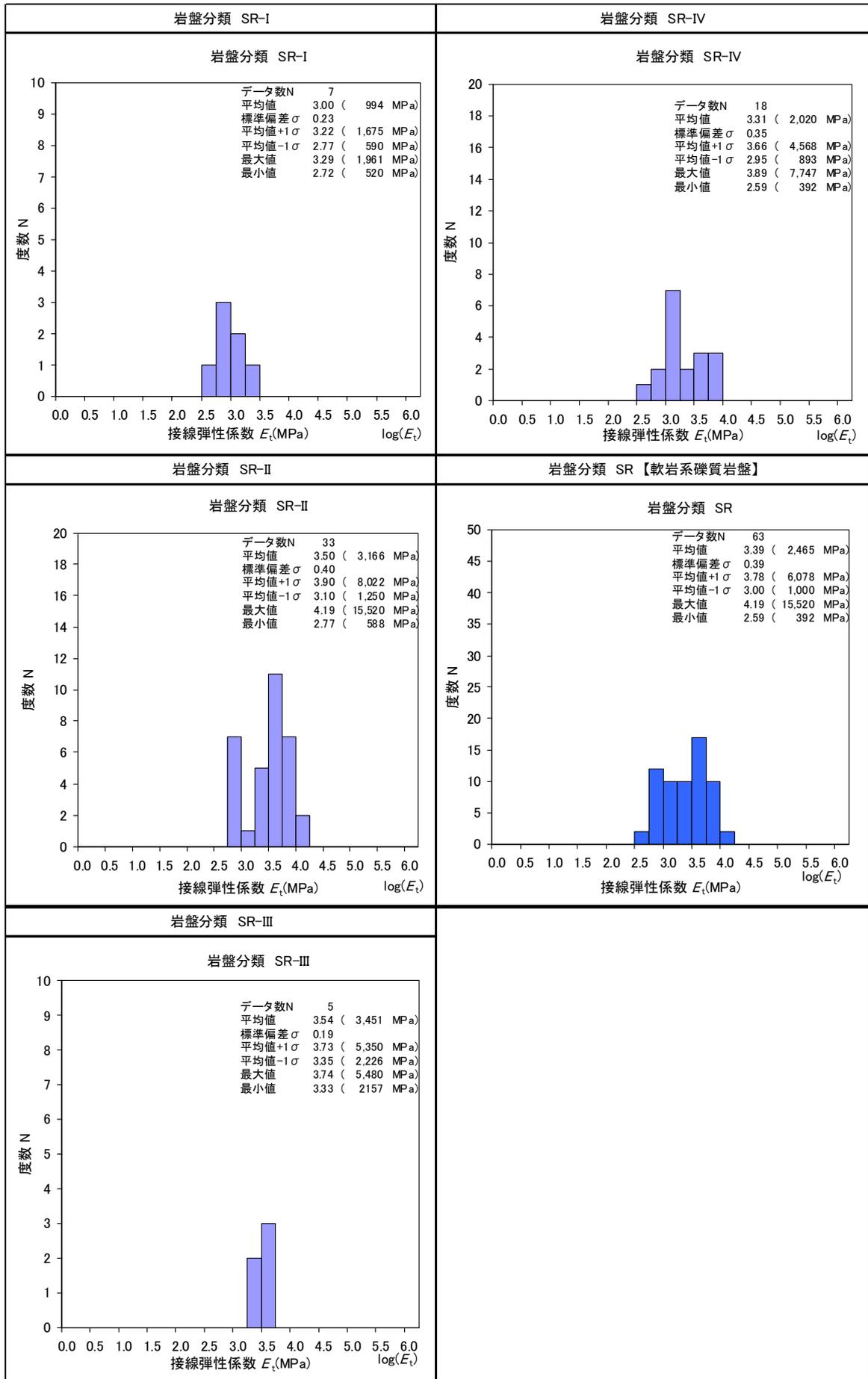


図 4.1.4-2.11 接線弾性係数のヒストグラム

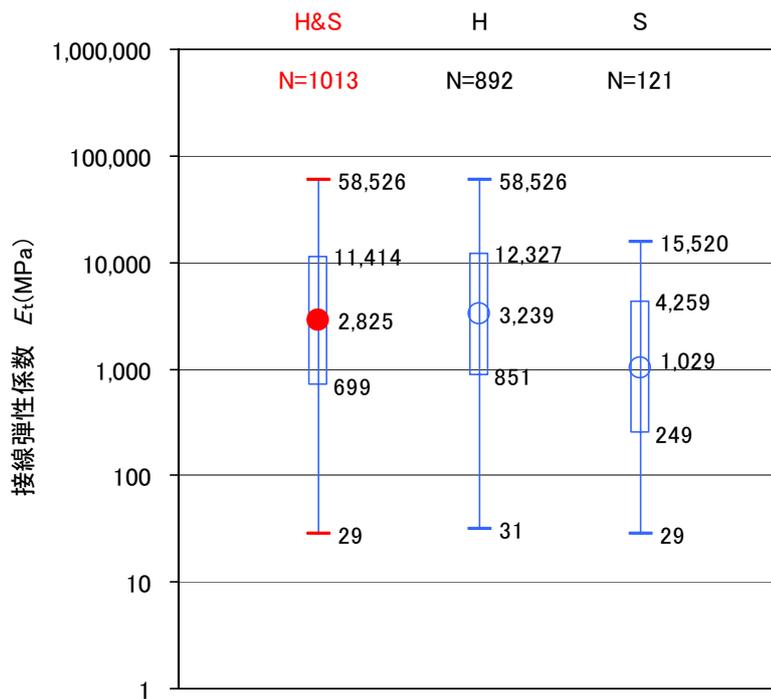


図 4.1.4-3 硬岩系岩盤[H], 軟岩系岩盤[S]別の接線弾性係数大分類データ分布

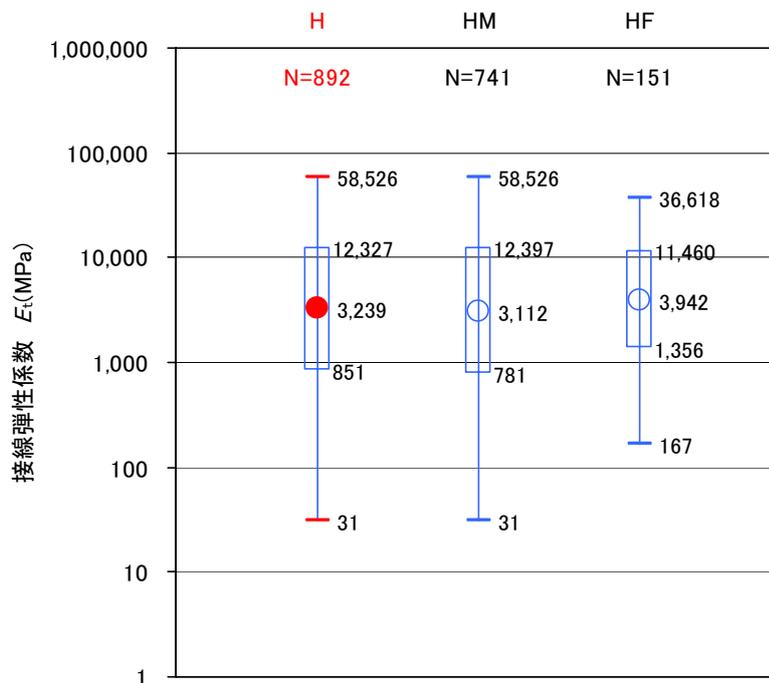


図 4.1.4-4 硬岩系岩盤[H]の接線弾性係数中分類別データ分布

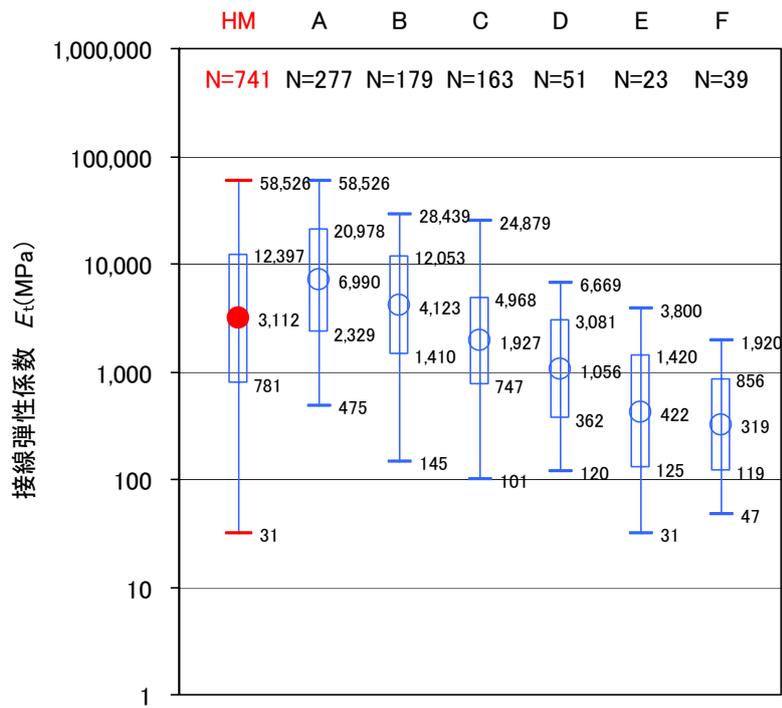


図 4.1.4-5 硬岩系塊状岩 HM の接線弾性係数小分類(岩石の強さ)ランク別データ分布

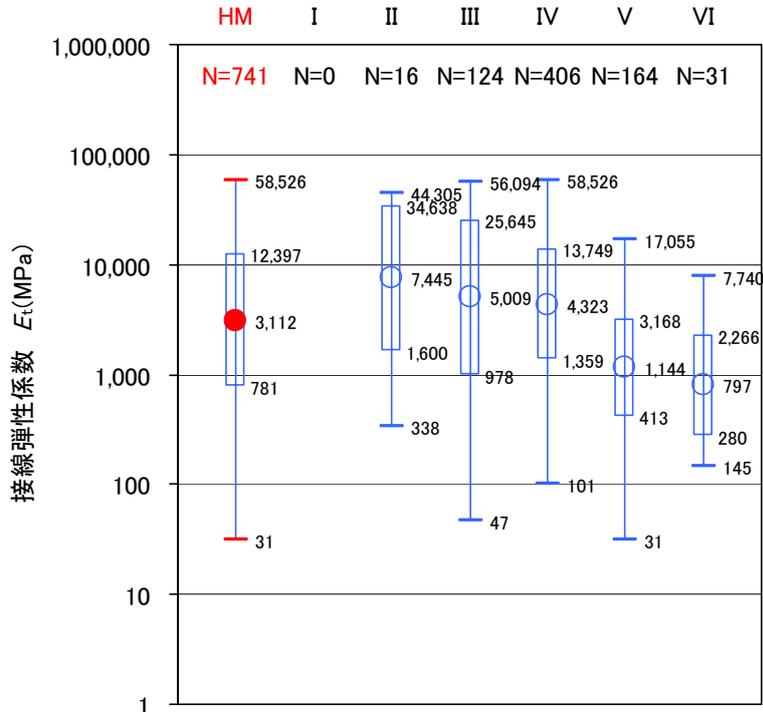


図 4.1.4-6 硬岩系塊状岩盤 HM の接線弾性係数小分類(不連続面の間隔)ランク別データ分布

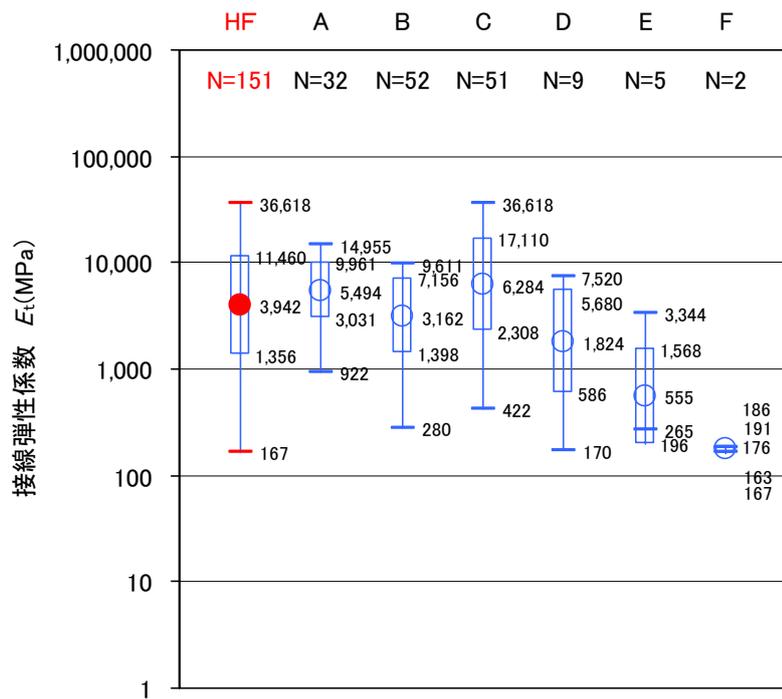


図 4.1.4-7 硬岩系葉状岩 HF の接線弾性係数小分類(岩石の強さ)ランク別データ分布

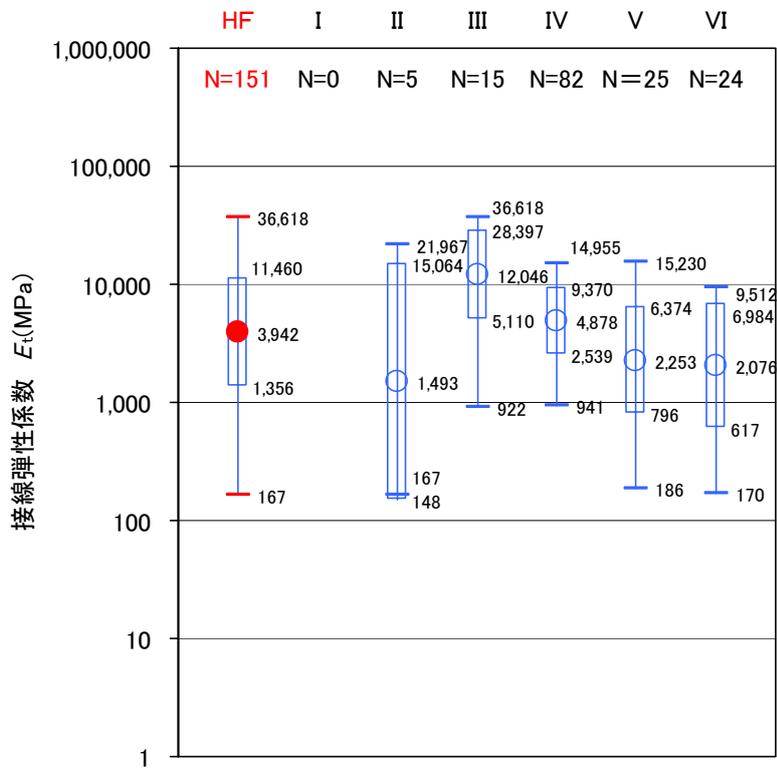


図 4.1.4-8 硬岩系葉状岩盤 HF の接線弾性係数小分類(不連続面の間隔)ランク別データ分布

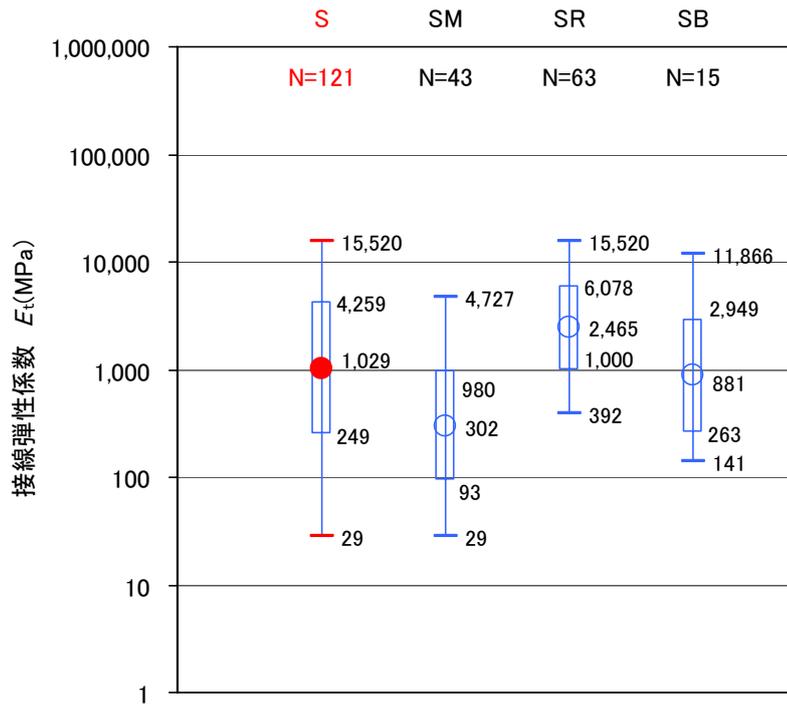


図 4.1.4-9 軟岩系岩盤[S]の接線弾性係数の中分類別データ分布

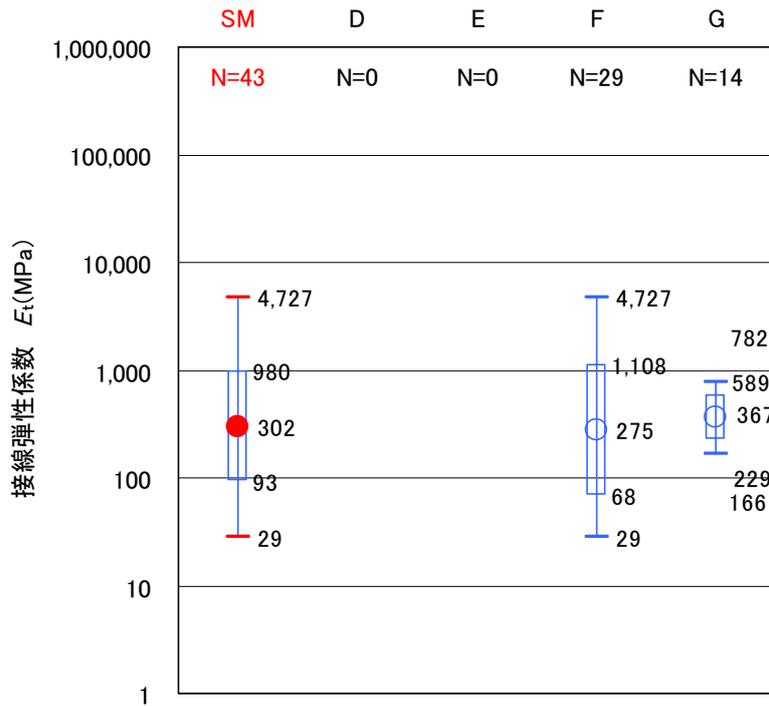


図 4.1.4-10 軟岩系塊状岩盤 SM の接線弾性係数の小分類(岩石の強さ)階級別データ分布

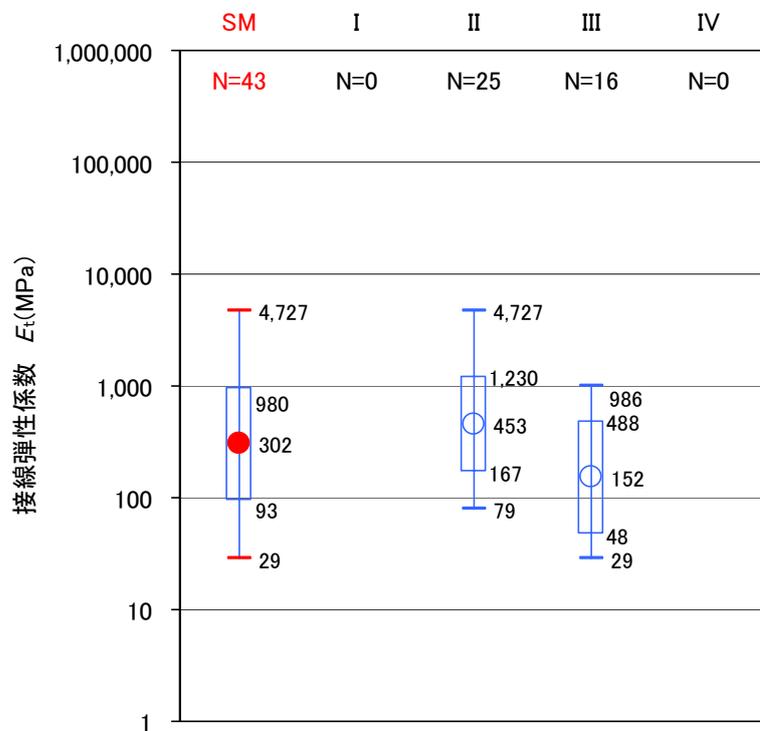


図 4.1.4-11 軟岩系塊状岩盤 SM の接線弾性係数の小分類(卓越粒径)階級別データ分布

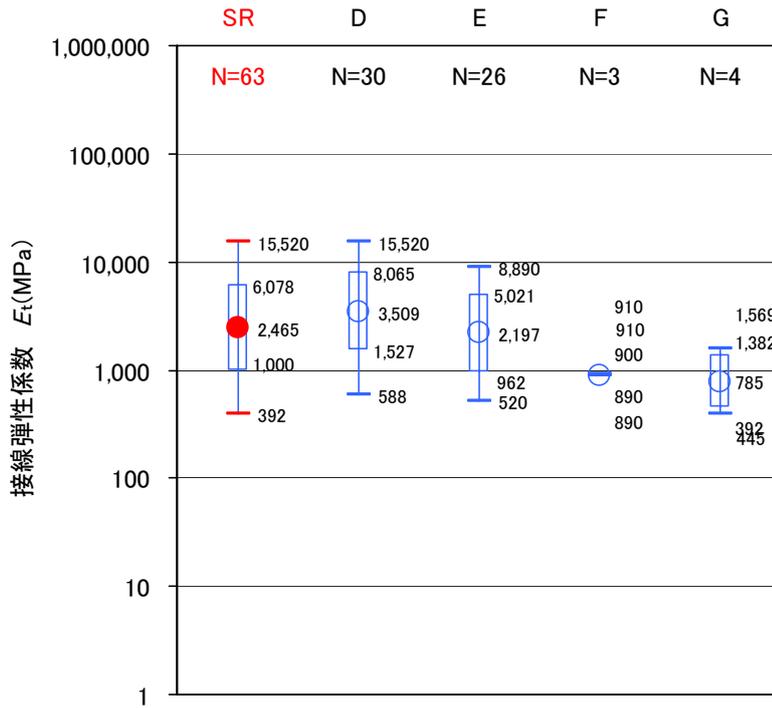


図 4.1.4-12 軟岩系礫質岩盤 SR の接線弾性係数の小分類(マトリックスの強さ)別データ分布

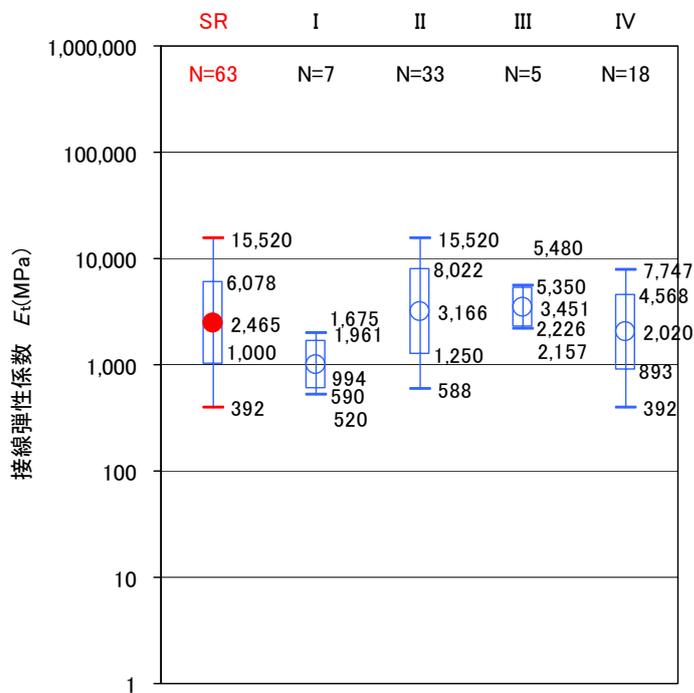


図 4.1.4-13 軟岩系礫質岩盤 SR の接線弾性係数の小分類(礫の含有率)別データ分布

#### 4.1.5 変形係数，割線弾性係数，接線弾性係数の相関

##### (1) 変形係数と接線弾性係数，割線弾性係数との相関について

変形係数と接線弾性係数との相関，変形係数と割線弾性係数の相関関係を考察するために，図 4.1.5-1，図 4.1.5-2 に全データ，このデータ群を一次関数に近似した線(赤線)，各係数の 1:1 の位置を示す線(青線)で示す．同一の平板載荷試験の測定結果から求められた接線弾性係数，割線弾性係数は，変形係数よりも 1.25 倍(図 4.1.5-1)，1.39 倍(図 4.1.5-1)ほど大きな値を取る．同一の平板載荷試験から求められた接線弾性係数，割線弾性係数が変形係数よりも大きな値をとる傾向は，硬岩系岩盤，軟岩系岩盤の場合も同様である(図 4.1.5-3～図 4.1.5-6)．

##### (2) 接線弾性係数と割線弾性係数の相関について

一方，接線弾性係数と割線弾性係数の相関は，変形係数と接線弾性係数，割線弾性係数との相関に比べて，近い関係にある(図 4.1.5-7)．これは，硬岩系岩盤，軟岩系岩盤についても同様の傾向である(図 4.1.5-8，4.1.5-9)．とくに，軟岩系岩盤[S]は，接線弾性係数，割線弾性係数がほぼ一致する傾向にある(図 4.1.5-9)．

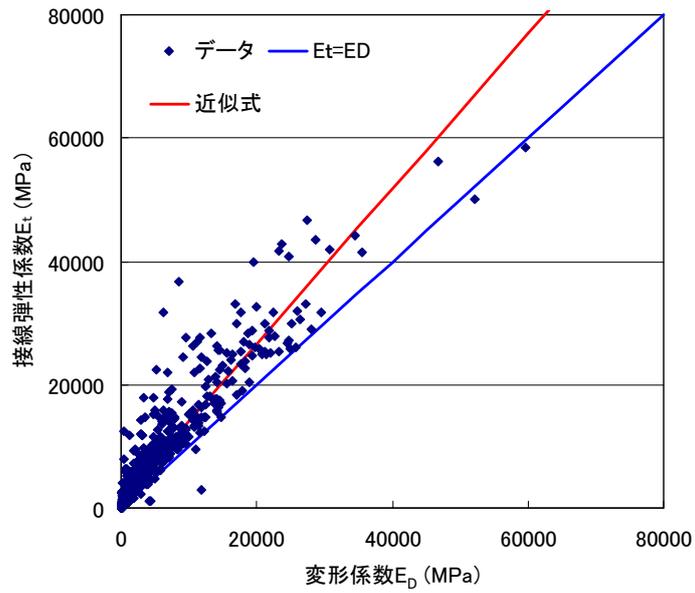


図 4.1.5-1 変形係数と接線弾性係数の相関(全データ)

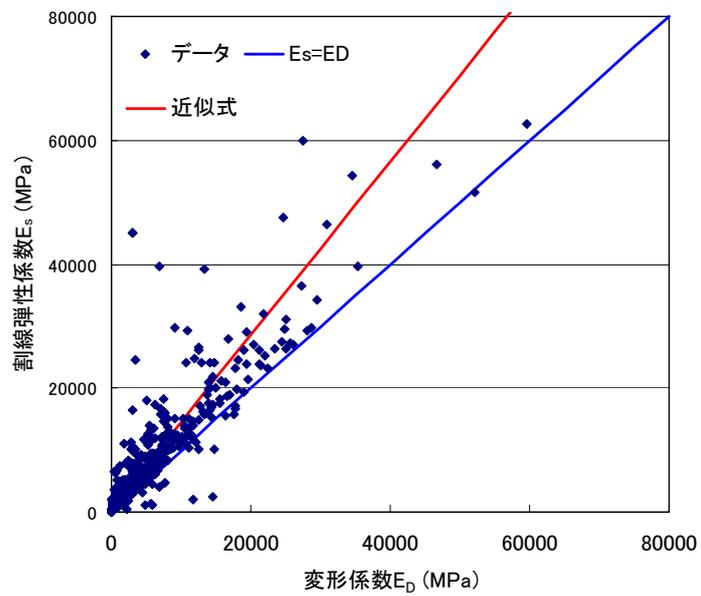


図 4.1.5-2 変形係数と割線弾性係数の相関(全データ)

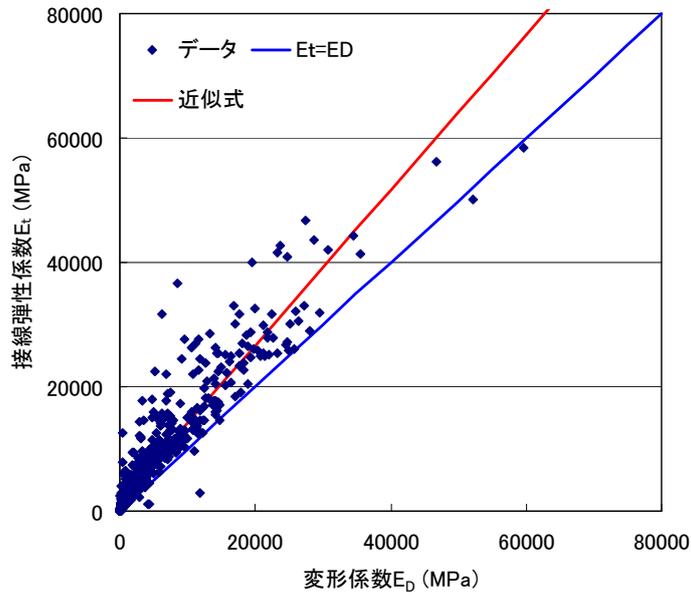


図 4.1.5-3 変形係数と接線弾性係数の相関(硬岩系岩盤の全データ)

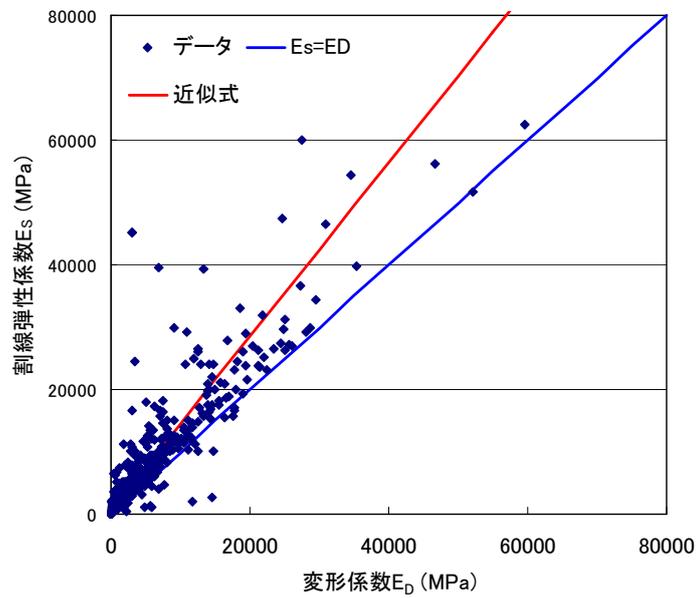


図 4.1.4-4 変形係数と割線弾性係数の相関(硬岩系岩盤の全データ)

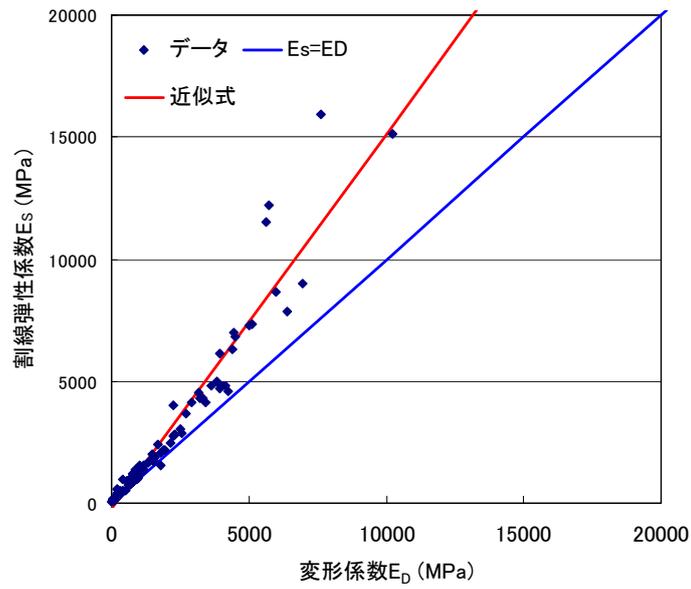


図 4.1.5-5 変形係数と割線弾性係数の相関(軟岩系岩盤の全データ)

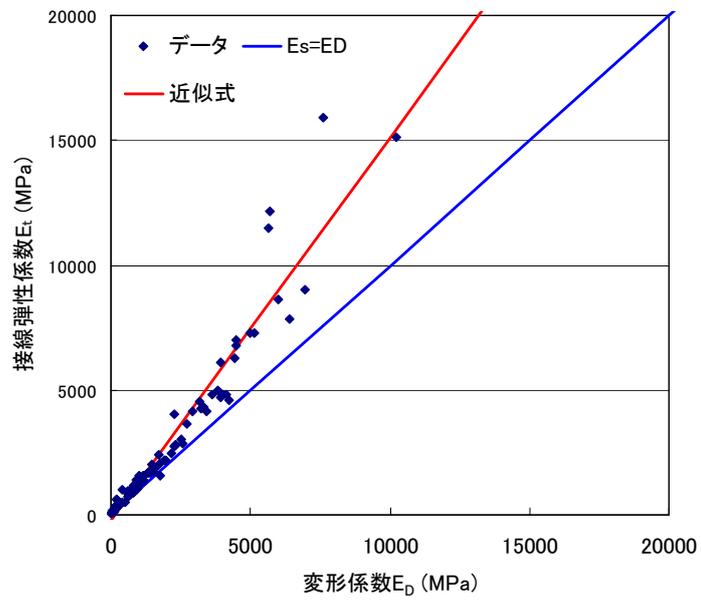


図 4.1.5-6 変形係数と接線弾性係数の相関(軟岩系岩盤の全データ)

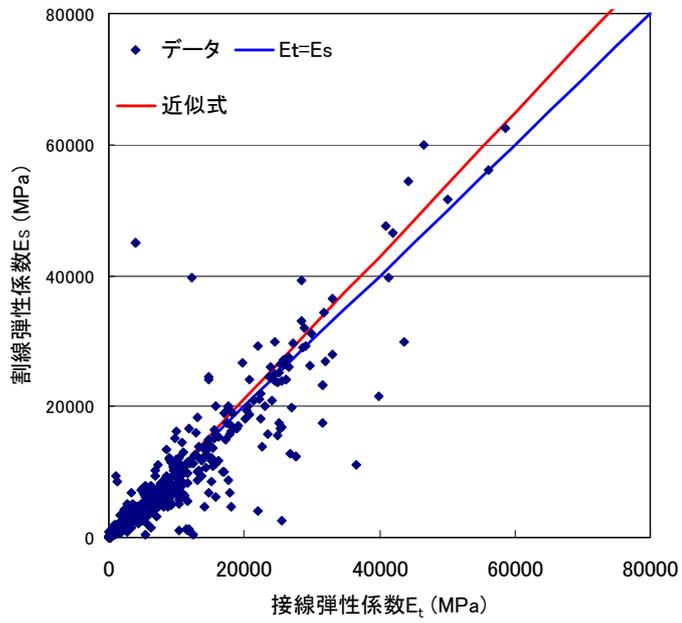


図 4.1.5-7 接線弾性係数と割線弾性係数の相関

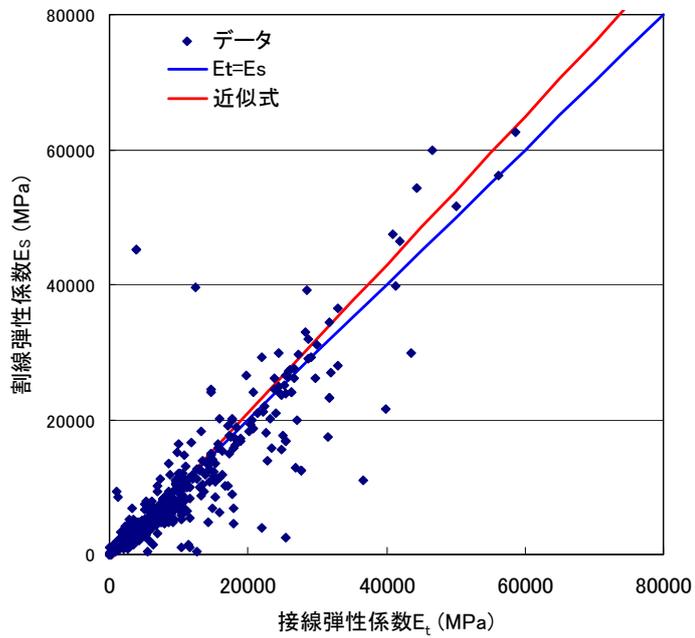


図 4.1.5-8 接線弾性係数と割線弾性係数の相関(硬岩系岩盤の全データ)

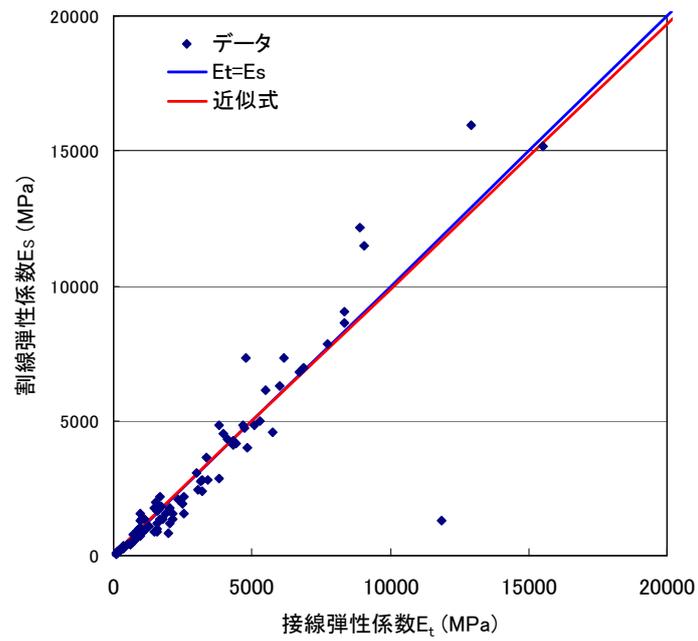


図 4.1.5-9 接線弾性係数と割線弾性係数との相関(軟岩系岩盤の全データ)

## 4.2 プレッシャーメータ試験

### 4.2.1 データ概要

#### (1) 物性値

プレッシャーメータ試験により得られた物性値として、当データ・ベースでは「初期載荷部分のヤング率」、「徐荷・再載荷部分の割線ヤング率」が収録されている。ここでは試験結果としてデータが豊富な「初期載荷部分のヤング率」について、岩盤分類に従い整理した。

なお、「初期載荷部分のヤング率」は図 4.2.1-1 に示すように求められており、当報告書では「初期ヤング率  $E_0$ 」と表記した。

#### (2) データ数

プレッシャーメータ試験のデータ総数を表 4.2.1-1 に示す。データ総数は 978 個、硬岩[H]で 909 個、軟岩[S]で 69 個である。硬岩[H]の内訳は塊状 {M} が 733 個、葉状 {F} が 176 個である。また、軟岩[S]の内訳は塊状 {M} が 65 個、礫質 {R} が 4 個であるが、互層 {B} に該当するデータは当データ・ベースには収集されていない。

#### (3) 岩盤分類別のデータ内訳

岩盤分類別のデータ内訳を表 4.2.1-2 に示す。硬岩系[H]はデータが比較的豊富なため、「岩石の強さ」と「不連続面の間隔」の各々のマトリクス区分においてデータが充実している。しかし、「不連続面の間隔」がランク II (600mm)になるとデータ数が少なくなり、ランク I (2,000mm)に該当するデータは見られない。このことは、我が国では硬岩において不連続面間隔 2,000mm という極めて良好な岩盤が少ないことによるものと考えられる。

一方、軟岩[S]についてはデータ数が少なく、岩盤分類別のデータ分布に偏りがある。すなわち、塊状 {M} ではデータ数は 65 個であるが、小分類として「卓越粒径」の区分が不明であるものが 46 個ある。また、礫質 {R} はデータ数 4 個であるが小分類として「礫の含有率」の区分が不明である。さらに、互層 {B} は今回収集したデータには該当するものが無かった。

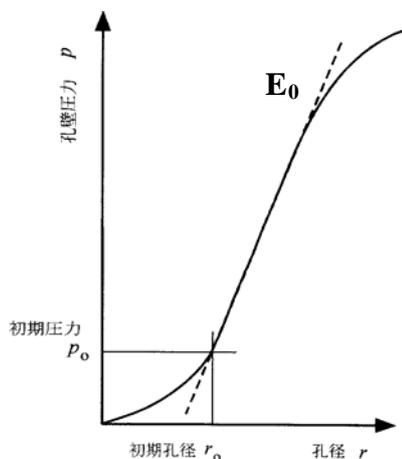


図 4.2.1-1 初期載荷部分のヤング率( $E_0$ )

表 4.2.1-1 データ総数

(プレッシャーメータ試験)

大分類	中分類	データ数	計
硬岩 [H]	塊状 {M}	733	909
	葉状 {F}	176	
軟岩 [S]	塊状 {M}	65	69
	礫質 {R}	4	
	互層 {B}	0	

表 4.2.1-2 岩盤分類別のデータ数(プレッシャーメータ試験)

【 硬岩[H] 】

		不連続面の間隔(mm)						小計	
		2000 600 200 60 20							
		I	II	III	IV	V	VI		
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	100	A	0	13	67	63	37	0	180
	50	B	0	10	99	164	38	6	317
		C	0	2	29	121	87	38	277
	25	D	0	6	4	31	27	13	81
	10	E	0	3	8	8	0	20	39
	5	F	0	1	5	2	1	6	15
		小計		0	35	212	389	190	83

【 軟岩[S]・塊状 {M} 】

		卓越粒径(mm)				小計	
		2 0.063 0.002					
		I	II	III	IV		
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	10	D	0	0	1	4	5
		E	0	1	1	6	8 <sup>注1</sup>
	5	F	0	0	5	1	6
		G	0	0	0	0	0
	1	小計	0	1	7	11	19 <sup>注1</sup>

注1：小分類「卓越粒径」が不明なもの(46データ)

【 硬岩[H]・塊状 {M} 】

		不連続面の間隔(mm)						小計	
		2000 600 200 60 20							
		I	II	III	IV	V	VI		
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	100	A	0	12	59	63	36	0	170
	50	B	0	10	96	94	34	6	240
		C	0	0	22	98	48	36	204
	25	D	0	6	4	30	26	13	79
	10	E	0	3	8	8	0	10	29
	5	F	0	1	5	2	1	2	11
		小計		0	32	194	295	145	67

【 軟岩[S]・礫質 {R} 】

		礫の含有率(%)				小計	
		50 20 10					
		I	II	III	IV		
マトリックスの強さ (MN/m <sup>2</sup> )	10	D	0	0	0	0	0
		E	0	0	0	0	0 <sup>注2</sup>
	5	F	0	0	0	0	0
		G	0	0	0	0	0
	1	小計	0	0	0	0	0 <sup>注2</sup>

注2：小分類「礫の含有率」が不明なもの(4データ)

【 硬岩[H]・葉状 {F} 】

		不連続面の間隔(mm)						小計	
		2000 600 200 60 20							
		I	II	III	IV	V	VI		
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	100	A	0	1	8	0	1	0	10
	50	B	0	0	3	70	4	0	77
		C	0	2	7	23	39	2	73
	25	D	0	0	0	1	1	0	2
	10	E	0	0	0	0	0	10	10
	5	F	0	0	0	0	0	4	4
		小計		0	3	18	94	45	16

【 軟岩[S]・互層 {B} 】

		弱層の構成比率(%)					小計
		10 30 50 80					
		I	II	III	IV	V	
層の強さ区分の差	同等	0	0	0	0	0	0
	1段階	0	0	0	0	0	0
	2段階	0	0	0	0	0	0
	3段階	0	0	0	0	0	0
	小計	0	0	0	0	0	0

## 4.2.2 プレッシュャーメータ試験結果の岩盤分類別の整理

### (1) データの整理方法

岩盤分類別に物性値(初期ヤング率  $E_0$ )のヒストグラム(図 4.2.2-1)を作成し基本統計量を求めた。なお、ヒストグラムの作成にあたっては、データ分布が対数軸目盛りとした対数正規分布を示すため、ここではデータを対数変換して処理し、平均値は対数平均とした。

そして、岩盤分類別に図 4.2.2-2 に示すような統計量分布図(箱ひげ図)を作成し、岩盤分類区分と物性値の関係を整理し分析を加えた。

なお、データ分析の基本となる岩盤分類別の初期ヤング率  $E_0$  の基本統計量を表 4.2.2-1 ~5 に示す。同表には統計量としてデータ数、平均値、最大値、最小値、そして平均値+標準偏差、平均値-標準偏差を集計したものである。

### (2) 硬岩・軟岩の大分類による整理

硬岩[H]と軟岩[S]の全データの初期ヤング率  $E_0$  の分布を図 4.2.2-3 に示す。また、初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラムを図 4.2.3-4 に示す。硬岩と軟岩を合わせたデータ[H+S]の初期ヤング率  $E_0$  の平均値は 888MPa であり、硬岩[H]の平均値は 938MPa、軟岩[S]の平均値は 430MPa である。

硬岩と軟岩を比較すると、軟岩[S]の初期ヤング率  $E_0$  は硬岩[H]の約 1/2 程度となっている。また、硬岩[H]は軟岩[S]に比べてバラツキが大きい傾向を示しており、この要因として硬岩[H]では不連続面の影響等が考えられる。

### (3) 硬岩・軟岩の中分類による整理

硬岩・軟岩の中分類による初期ヤング率  $E_0$  の分布を図 4.2.2-5 に示す。また、初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラムを図 4.2.3-6 に示す。

硬岩[H]では葉状 {F} は塊状 {M} に比べ初期ヤング率は 2 倍程度となっていることが特徴であり、葉状 {F} と塊状 {M} とでは初期ヤング率に大きな相違がみられる。また、葉状はデータのバラツキが大きく、载荷方向の影響がバラツキの要因として考えられる。軟岩[S]では礫質 {R} は塊状 {M} に比べ平均値が大きく、バラツキが少ない結果となっている。ただし、礫質 {R} のデータ数は 4 個と少ないため適正な比較は困難である。

### (4) 硬岩[H]と軟岩[S]の全データの小分類「岩石の強さ」による整理

硬岩[H]と軟岩[S]を含めた全データの小分類「岩石の強さ」による初期ヤング率  $E_0$  の分布を図 4.2.2-7 に示す。また、初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラムを図 4.2.2-8 に示す。

硬岩[H]と軟岩[S]を含めた全データにおいても、「岩石の強さ」ランク別には、「岩石の強さ」が強いほど初期ヤング率  $E_0$  は高く、「岩石の強さ」が弱いほど初期ヤング率の値は小さい傾向を示している。

しかし、個別には「岩石の強さ」ランク A と B の平均値が逆転、またランク D と E の平均値が逆転など部分的な不揃いな箇所もみられる。

「岩石の強さ」のランクについては、硬岩[H]と軟岩[S]ではランク D, E, F が重複するがデータ数は硬岩[H]が多いので初期ヤング率  $E_0$  の分布は硬岩[H]の傾向に吸収されている。以上のように全体では初期ヤング率  $E_0$  の分布は「岩石の強さ」の順に並ぶが、個別の不揃い、バラツキは硬岩[H]の「不連続面間隔」, 「葉状」などの要因によるものと考えられる。

#### (5) 硬岩[H]の小分類「岩石の強さ」による整理

硬岩[H]の小分類「岩石の強さ」による初期ヤング率  $E_0$  の分布を図 4.2.2-9 に示す。また、初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラムを図 4.2.3-10 に示す。

塊状 {M}, 葉状 {F} とともに「岩石の強さ」のランクが下がるほど、初期ヤング率  $E_0$  は低下する傾向を示している。ただし、個別のランク別には不揃いが見られ、「不連続面の間隔」や葉状では「载荷方向」などの要因が影響しているものと考えられる。

#### (6) 硬岩[H]の中分類「岩石の強さ」、小分類「不連続面の間隔」による整理

硬岩[H]全データについて「岩石の強さ」, 「不連続面間隔」ランク別の初期ヤング率  $E_0$  の分布を図 4.2.2-11 に示す。また、初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラムを図 4.2.2-12~17 に示す。

図 4.2.2-11 によると「岩石の強さ」のランクが A, B, C, D までは「不連続面間隔」のランクが低下するほど、すなわち不連続面の間隔が密になるほど初期ヤング率  $E_0$  は小さくなる傾向を示す。しかし、「岩石の強さ」のランクが E, F の強度が小さいクラスでは、「不連続面間隔」(I~VI)によって初期ヤング率  $E_0$  の大小の傾向は不揃いとなっている。

すなわち、「岩石の強さ」が E, F といった強度が小さいクラスでは、風化などによる劣化が進んでいるため「不連続面間隔」の因子は初期ヤング率  $E_0$  に対して影響度は小さいものと考えられる。

#### (7) 硬岩・塊状[H] {M} の中分類「岩石の強さ」、小分類「不連続面の間隔」による整理

硬岩・塊状[H] {M} について「岩石の強さ」, 「不連続面間隔」ランク別の初期ヤング率  $E_0$  の分布を図 4.2.2-18 に示す。また、初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラムを図 4.2.2-19~25 に示す。

図 4.2.2-18 によると「岩石の強さ」のランクが A, B, C, D までは「不連続面間隔」ランクが低下するほど、すなわち不連続面の間隔が密になるほど初期ヤング率  $E_0$  は小さくなる傾向を示す。しかし、「岩石の強さ」のランクが E, F の強度が小さいクラスでは、「不連続面間隔」(I~VI)によって初期ヤング率  $E_0$  の大小の傾向は不揃いとなっている。

すなわち、「岩石の強さ」が E, F といった強度が小さいクラスでは、風化などによる劣

化が進んでいるため「不連続面間隔」の因子は初期ヤング率に対して影響度は小さいものと考えられる。このことは前記の硬岩[H]全体と同様な傾向であり、その要因も同様であると考えられる。

(8) 硬岩・葉状[H] {F} の中分類「岩石の強さ」、小分類「不連続面の間隔」による整理  
硬岩・葉状[H] {F} について「岩石の強さ」、「不連続面間隔」ランク別の初期ヤング率  $E_0$  の分布を図 4.2.2-26 に示す。また、初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラムを図 4.2.2-27～33 に示す

図 4.2.2-26 によると「岩石の強さ」のランクが C のケースを除き「不連続面間隔」による初期ヤング率  $E_0$  の値の傾向は一定していないことが特徴である。この理由として、データ数が少ないこともバラツキの要因であるが、葉状 {F} では葉状構造に対する载荷方向の影響（異方性）の要因が背景に含まれているものと考えられる。

(9) 軟岩[S]の小分類「岩石の強さ」による整理

軟岩[S]の小分類による初期ヤング率  $E_0$  の分布を図 4.2.3-34 に示す。また、初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラムを図 4.2.2-35～36 に示す

軟岩[S]における小分類「岩石の強さ」はランク D, E, F, G であるが、今回の岩盤データ・ベースではランク G に該当するデータは無く、ランク D, E, F に該当するデータである。

軟岩[S]全体では「岩石の強さ」（ランク D, E, F）別にみると、「岩石の強さ」のランクが下がるほど、初期ヤング率  $E_0$  は低下する傾向にある。また、塊状 {M} についても同様な傾向がみられる。

このように、軟岩[S]においては「岩石の強さ」と初期ヤング率  $E_0$  の相関は比較的良好で安定していることが特徴である。すなわち、軟岩[S]では風化度や固結因子を背景として、「岩石の強さ」と初期ヤング率  $E_0$  は直接的な関係にありそうで、硬岩[H]の場合と異なり軟岩[S]では「不連続面」の影響は希薄のようである。

なお、礫質 {R} では小分類として「マトリクスの強さ」別に区分されるが、収集データでは「マトリクスの強さ」がランク E に相当する 4 個のデータに限られるためグラフ化していない。

(10) 軟岩[S]の小分類「卓越粒径」による整理

軟岩[S]の塊状 {M} について「岩石の強さ」と「卓越粒径」のランク別の初期ヤング率  $E_0$  の分布を図 4.2.2-37 に示す。また、初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラムを図 4.2.2-38～36 に示す

この結果、「卓越粒径」のランク(I, II, III, IV)が下がるほど、すなわち卓越粒径が小

さくなるほど,初期ヤング率は大きくなる傾向もみられるが,データ数が少ないことから,有意な傾向が認められるとは言えない.

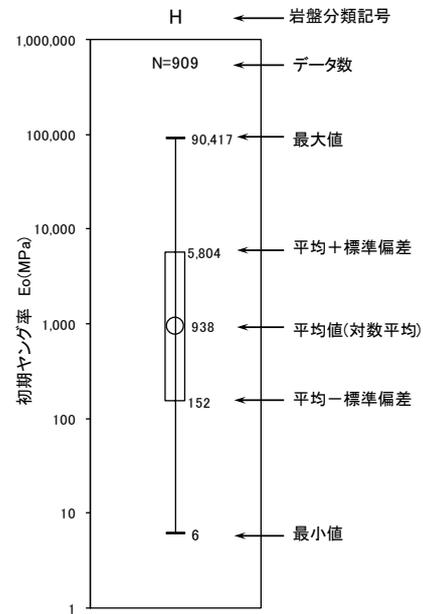
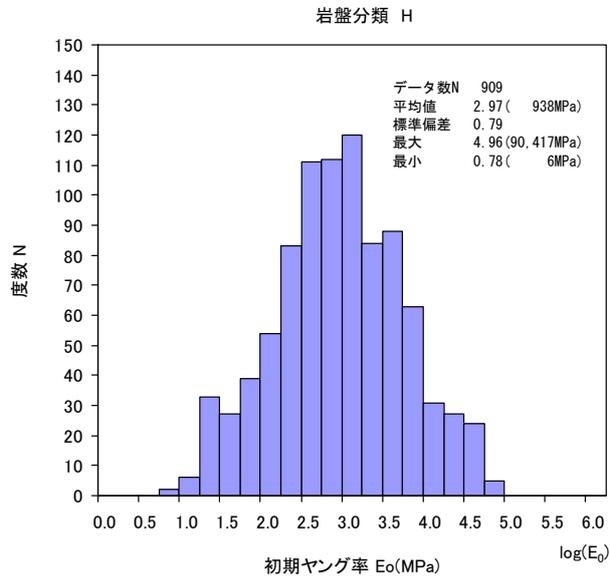


図 4.2.2-1 物性値のヒストグラム  
(初期ヤング率  $E_0$ )

図 4.2.2-2 データ分布図(箱ひげ図)の説明  
(初期ヤング率  $E_0$ )

表 4.2.2-1 基本統計量 岩盤分類 硬岩[H]と軟岩[S]全データ  
(プレッシャーメータ試験による初期ヤング率  $E_0$ )

		岩石の強さ(MN/m <sup>2</sup> )						小計
		100	50	25	10	5		
		A	B	C	D	E	F	
H+S	データ数(個)	180	317	277	86	97	21	978
	平均値(MPa)	1,434	2,281	518	279	312	166	888
	最大値(MPa)	90,417	81,632	11,869	11,477	9,017	1,304	90,417
	最小値(MPa)	30	23	11	8	6	11	6
	平均値+標準偏差(MPa)	6,568	12,988	2,333	1,516	1,134	731	5,312
	平均値-標準偏差(MPa)	313	401	115	51	86	38	148
H	データ数(個)	180	317	277	81	39	15	909
	平均値(MPa)	1,434	2,281	518	252	165	237	939
	最大値(MPa)	90,417	81,632	11,869	11,477	9,017	1,304	90,417
	最小値(MPa)	30	23	11	8	6	18	6
	平均値+標準偏差(MPa)	6,568	12,988	2,333	1,375	6,568	987	5,804
	平均値-標準偏差(MPa)	313	401	115	48	32	57	152
S	データ数(個)	-	-	-	5	58	6	69
	平均値(MPa)	-	-	-	1,086	480	68	430
	最大値(MPa)	-	-	-	3,500	4,450	348	4,450
	最小値(MPa)	-	-	-	150	72	11	11
	平均値+標準偏差(MPa)	-	-	-	4,556	988	258	1,202
	平均値-標準偏差(MPa)	-	-	-	259	233	18	153

表 4.2.2-2 基本統計量 岩盤分類 硬岩[H]  
(プレッシャーメータ試験による初期ヤング率  $E_0$ )

		不連続面の間隔(mm)						小計		
		2000	600	200	60	20				
		I	II	III	IV	V	VI			
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	100	A	データ数(個)	0	13	67	63	37	0	180
		平均値(MPa)	-	2,567	3,421	853	585	-	1,434	
		最大値(MPa)	-	12,945	90,417	21,280	3,628	-	90,417	
		最小値(MPa)	-	108	91	40	30	-	30	
		平均値+標準偏差(MPa)	-	9,939	16,440	2,732	1,773	-	6,568	
		平均値-標準偏差(MPa)	-	663	712	267	193	-	313	
	50	B	データ数(個)	0	10	99	164	38	6	317
		平均値(MPa)	-	4,429	2,585	3,100	482	409	2,281	
		最大値(MPa)	-	23,703	23,724	81,632	6,394	5,366	81,632	
		最小値(MPa)	-	577	63	23	38	30	23	
		平均値+標準偏差(MPa)	-	15,088	7,786	21,844	1,617	2,583	12,988	
		平均値-標準偏差(MPa)	-	1,300	859	440	144	65	401	
	25	C	データ数(個)	0	2	29	121	87	38	277
		平均値(MPa)	-	4,641	1,443	854	260	207	518	
		最大値(MPa)	-	6,571	9,944	11,869	5,256	2,167	11,869	
		最小値(MPa)	-	3,277	103	19	11	19	11	
		平均値+標準偏差(MPa)	-	7,590	4,254	3,184	1,082	792	2,333	
		平均値-標準偏差(MPa)	-	2,838	489	229	63	54	115	
	10	D	データ数(個)	0	6	4	31	27	13	81
		平均値(MPa)	-	672	343	300	241	117	257	
		最大値(MPa)	-	1,598	1,498	11,477	3,746	1,373	11,477	
		最小値(MPa)	-	294	80	18	16	8	8	
		平均値+標準偏差(MPa)	-	1,159	1,151	1,947	1,198	621	1,375	
		平均値-標準偏差(MPa)	-	294	102	46	49	22	48	
5	E	データ数(個)	0	3	8	8	0	20	39	
	平均値(MPa)	-	714	630	551	-	48	165		
	最大値(MPa)	-	1,373	1,471	9,017	-	549	9,017		
	最小値(MPa)	-	422	314	147	-	6	6		
	平均値+標準偏差(MPa)	-	1,158	1,032	2,504	-	139	6,568		
	平均値-標準偏差(MPa)	-	441	384	121	-	16	32		
H全データ	F	データ数(個)	0	1	5	2	1	6	15	
	平均値(MPa)	-	88	544	925	832	72	237		
	最大値(MPa)	-	88	1,304	1,228	832	405	1,304		
	最小値(MPa)	-	88	235	696	832	18	18		
	平均値+標準偏差(MPa)	-	-	1,113	1,381	-	257	987		
	平均値-標準偏差(MPa)	-	-	265	619	-	20	57		
H全データ		データ数(個)							909	
H全データ		平均値(MPa)							938	
H全データ		最大値(MPa)							90,417	
H全データ		最小値(MPa)							6	
H全データ		平均値+標準偏差(MPa)							5,804	
H全データ		平均値-標準偏差(MPa)							152	

表 4.2.2-3 基本統計量 岩盤分類 硬岩[H]・塊状 {M}  
(プレッシャーメータ試験による初期ヤング率  $E_0$ )

		不連続面の間隔(mm)						小計		
		2000	600	200	60	20				
		I	II	III	IV	V	VI			
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	100	A	データ数(個)	0	12	59	63	36	0	170
		平均値(MPa)	-	3,342	3,660	853	614	-	1,453	
		最大値(MPa)	-	12,945	90,417	21,280	3,628	-	90,417	
		最小値(MPa)	-	533	91	40	30	-	30	
		平均値+標準偏差(MPa)	-	9,133	18,299	2,732	1,814	-	6,631	
		平均値-標準偏差(MPa)	-	1,223	732	267	208	-	318	
	50	B	データ数(個)	0	10	96	94	34	6	240
		平均値(MPa)	-	4,429	2,706	1,058	484	409	1,429	
		最大値(MPa)	-	23,703	23,724	20,473	6,394	5,366	23,724	
		最小値(MPa)	-	577	63	23	38	30	23	
		平均値+標準偏差(MPa)	-	15,088	7,974	4,442	1,654	2,583	6,005	
		平均値-標準偏差(MPa)	-	1,300	919	252	142	65	340	
	25	C	データ数(個)	0	0	22	98	48	36	204
		平均値(MPa)	-	-	1,189	928	233	213	531	
		最大値(MPa)	-	-	5,286	11,869	3,315	2,167	11,869	
		最小値(MPa)	-	-	103	24	11	19	11	
		平均値+標準偏差(MPa)	-	-	3,087	3,080	812	840	2,182	
		平均値-標準偏差(MPa)	-	-	458	280	67	54	129	
	10	D	データ数(個)	0	6	4	30	26	13	79
		平均値(MPa)	-	672	343	310	241	117	259	
		最大値(MPa)	-	1,598	1,498	11,477	3,746	1,373	11,477	
		最小値(MPa)	-	294	80	18	16	8	8	
		平均値+標準偏差(MPa)	-	1,159	1,151	2,057	1,235	621	1,416	
		平均値-標準偏差(MPa)	-	294	102	47	47	22	47	
5	E	データ数(個)	0	3	8	8	0	10	29	
	平均値(MPa)	-	714	630	551	-	52	261		
	最大値(MPa)	-	1,373	1,471	9,017	-	549	9,017		
	最小値(MPa)	-	422	314	147	-	6	6		
	平均値+標準偏差(MPa)	-	1,158	1,032	2,504	-	211	1,345		
	平均値-標準偏差(MPa)	-	441	384	121	-	13	50		
HM全データ	F	データ数(個)	0	1	5	2	1	2	11	
	平均値(MPa)	-	88	544	925	832	218	447		
	最大値(MPa)	-	88	1,304	1,228	832	405	1,304		
	最小値(MPa)	-	88	235	696	832	118	88		
	平均値+標準偏差(MPa)	-	-	1,113	1,381	-	523	1,110		
	平均値-標準偏差(MPa)	-	-	265	619	-	91	180		
HM全データ		データ数(個)							733	
HM全データ		平均値(MPa)							833	
HM全データ		最大値(MPa)							90,417	
HM全データ		最小値(MPa)							6	
HM全データ		平均値+標準偏差(MPa)							4,188	
HM全データ		平均値-標準偏差(MPa)							166	

表 4.2.2-4 基本統計量 岩盤分類 硬岩[H]・葉状 {F}  
(プレッシャーメータ試験による初期ヤング率  $E_0$ )

		不連続面の間隔(mm)						小計		
		2000	600	200	60	20				
		I	II	III	IV	V	VI			
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	100	A	データ数(個)	0	1	8	0	1	0	10
			平均値(MPa)	-	108	2,081	-	98	-	1,140
			最大値(MPa)	-	108	6,492	-	98	-	6,492
			最小値(MPa)	-	108	294	-	98	-	98
			平均値+標準偏差(MPa)	-	-	6,935	-	-	-	5,961
			平均値-標準偏差(MPa)	-	-	625	-	-	-	218
	50	B	データ数(個)	0	0	3	70	4	0	77
			平均値(MPa)	-	-	599	13,140	462	-	9,791
			最大値(MPa)	-	-	1,628	81,632	2,177	-	81,632
			最小値(MPa)	-	-	310	26	112	-	26
			平均値+標準偏差(MPa)	-	-	1,444	64,635	1,444	-	59,584
			平均値-標準偏差(MPa)	-	-	248	2,671	248	-	1,609
	25	C	データ数(個)	0	2	7	23	39	2	73
			平均値(MPa)	-	4,641	2,647	597	298	127	482
			最大値(MPa)	-	7,590	9,944	9,941	5,256	159	9,944
			最小値(MPa)	-	3,277	175	19	18	101	18
			平均値+標準偏差(MPa)	-	7,590	9,773	3,322	1,511	174	2,763
			平均値-標準偏差(MPa)	-	2,838	717	107	59	92	84
	10	D	データ数(個)	0	0	0	1	1	0	2
			平均値(MPa)	-	-	-	117	247	-	170
			最大値(MPa)	-	-	-	117	247	-	247
			最小値(MPa)	-	-	-	117	247	-	117
			平均値+標準偏差(MPa)	-	-	-	-	-	-	289
			平均値-標準偏差(MPa)	-	-	-	-	-	-	100
5	E	データ数(個)	0	0	0	0	0	10	10	
		平均値(MPa)	-	-	-	-	-	43	43	
		最大値(MPa)	-	-	-	-	-	109	109	
		最小値(MPa)	-	-	-	-	-	15	15	
		平均値+標準偏差(MPa)	-	-	-	-	-	85	85	
		平均値-標準偏差(MPa)	-	-	-	-	-	22	22	
HF全データ	F	データ数(個)	0	0	0	0	0	4	4	
		平均値(MPa)	-	-	-	-	-	42	42	
		最大値(MPa)	-	-	-	-	-	208	208	
		最小値(MPa)	-	-	-	-	-	18	18	
		平均値+標準偏差(MPa)	-	-	-	-	-	125	125	
		平均値-標準偏差(MPa)	-	-	-	-	-	14	14	

表 4.2.2-5 基本統計量 岩盤分類 軟岩[S]・塊状 {M}  
(プレッシャーメータ試験による初期ヤング率  $E_0$ )

			卓越粒径(mm)				小計	
			2	0.063	0.002			
			I	II	III	IV		
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	10	D	データ数(個)	0	0	1	4	5
		平均値(MPa)	-	-	370	1,421	1,086	
		最大値(MPa)	-	-	370	3,500	3,500	
		最小値(MPa)	-	-	370	150	150	
		平均値+標準偏差(MPa)	-	-	-	6,390	4,556	
		平均値-標準偏差(MPa)	-	-	-	316	259	
	5	E	データ数(個)	0	1	1	6	8(+46 <sup>注1</sup> )
		平均値(MPa)	-	734	405	1,040	467	
		最大値(MPa)	-	734	405	4,450	4,450	
		最小値(MPa)	-	734	405	78	78	
		平均値+標準偏差(MPa)	-	-	-	4,742	981	
		平均値-標準偏差(MPa)	-	-	-	228	223	
	1	F	データ数(個)	0	0	5	1	6
		平均値(MPa)	-	-	68	99	68	
		最大値(MPa)	-	-	348	-	348	
		最小値(MPa)	-	-	11	-	11	
		平均値+標準偏差(MPa)	-	-	258	-	258	
		平均値-標準偏差(MPa)	-	-	18	-	18	
	SM全データ	G	データ数(個)	0	0	0	0	0
平均値(MPa)		-	-	-	-	-		
最大値(MPa)		-	-	-	-	-		
最小値(MPa)		-	-	-	-	-		
平均値+標準偏差(MPa)		-	-	-	-	-		
平均値-標準偏差(MPa)		-	-	-	-	-		
SM全データ			データ数(個)	19(+46 <sup>注1</sup> )				
SM全データ			平均値(MPa)	408				
SM全データ			最大値(MPa)	4,450				
SM全データ			最小値(MPa)	11				
SM全データ			平均値+標準偏差(MPa)	1,181				
SM全データ			平均値-標準偏差(MPa)	141				

注1: 小分類「卓越粒径」が不明なもの(46データ)

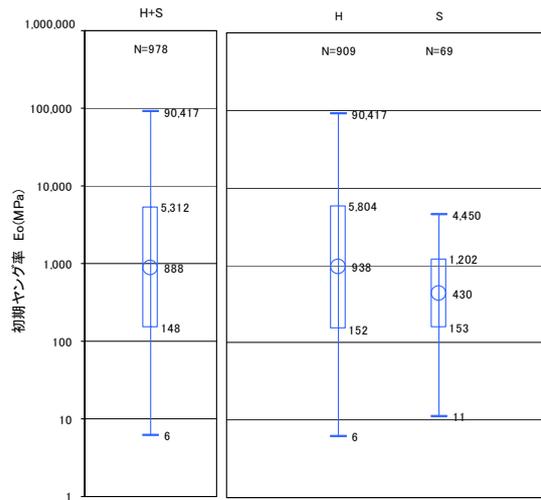


図 4.2.2-3 大分類別(硬岩[H],軟岩[S])の初期ヤング率  $E_0$  の分布

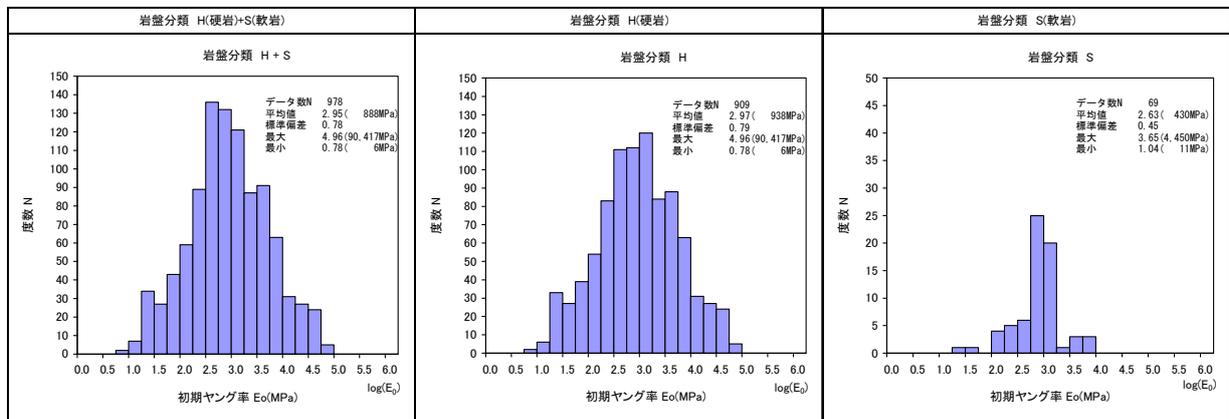


図 4.2.2-4 大分類別(硬岩[H]・軟岩[S])の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

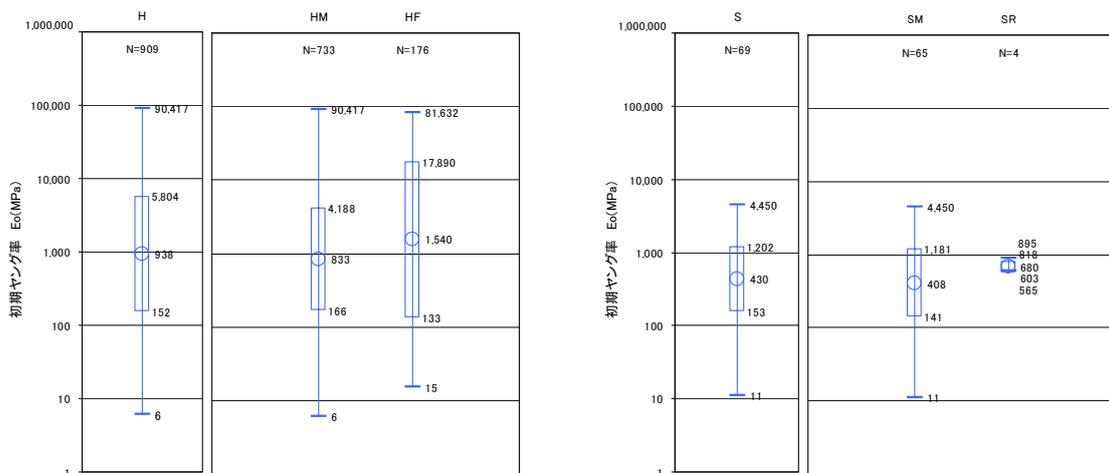


図 4.2.2-5 硬岩[H], 軟岩[S]の中分類別の初期ヤング率  $E_0$  の分布

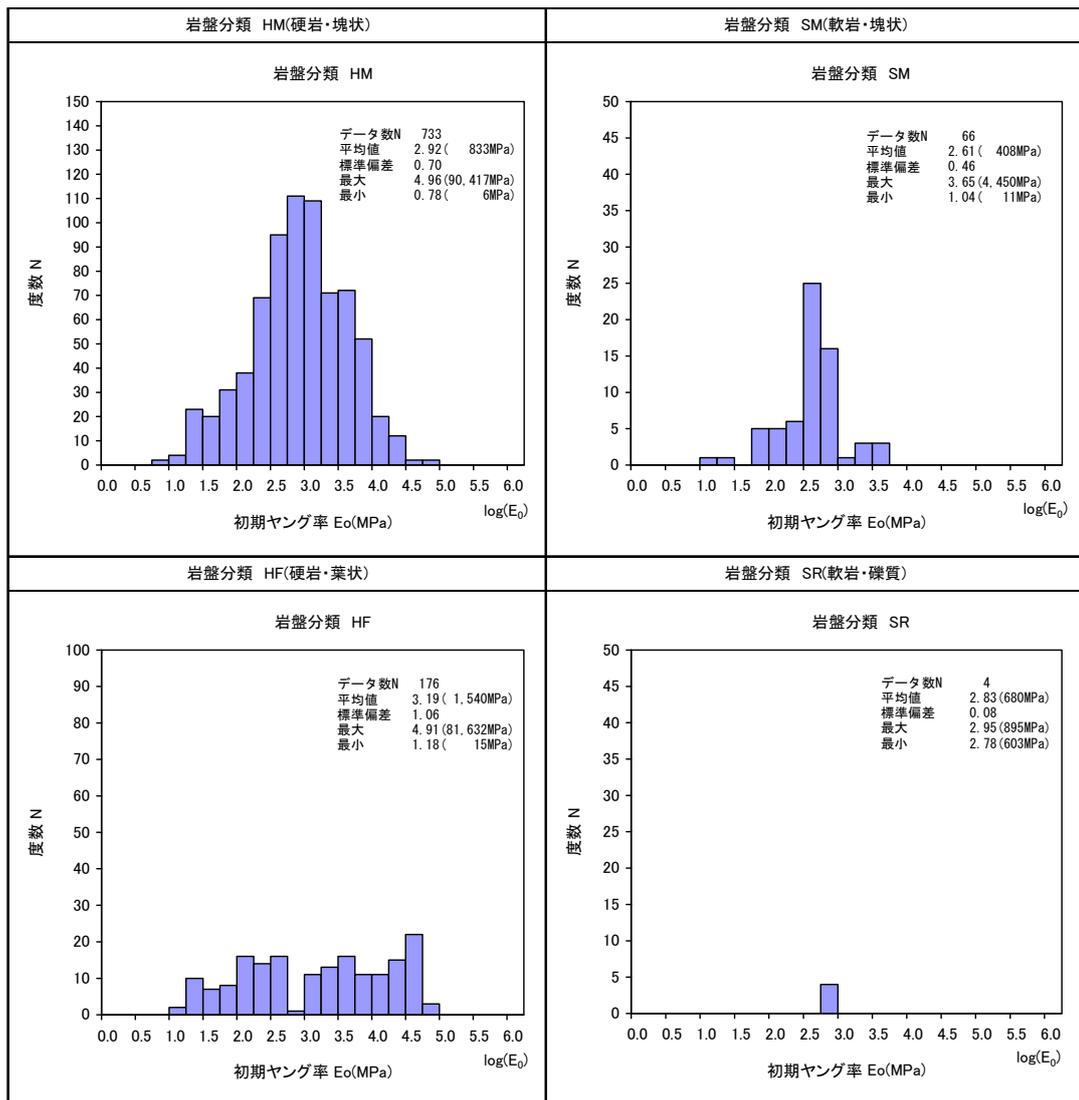


図 4.2.2-6 硬岩[H]と軟岩[S]の中分類別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

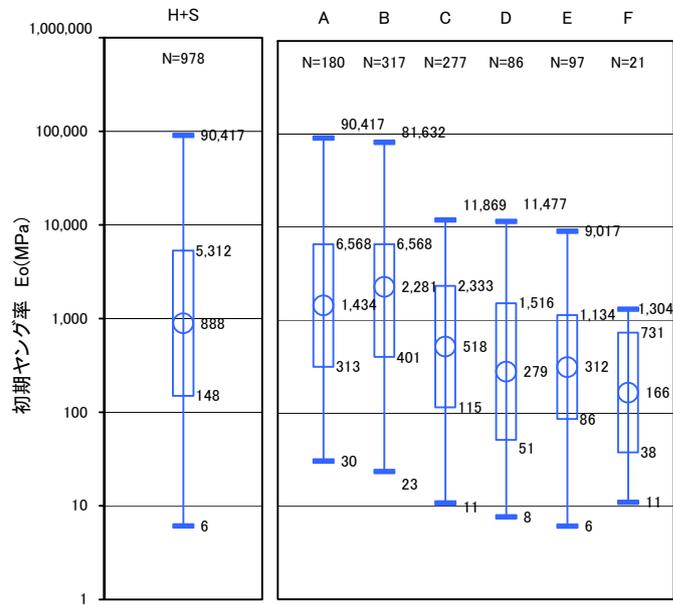


図 4.2.2-7 硬岩[H]と軟岩[S]全データの「岩石の強さ」別の初期ヤング率  $E_0$  の分布

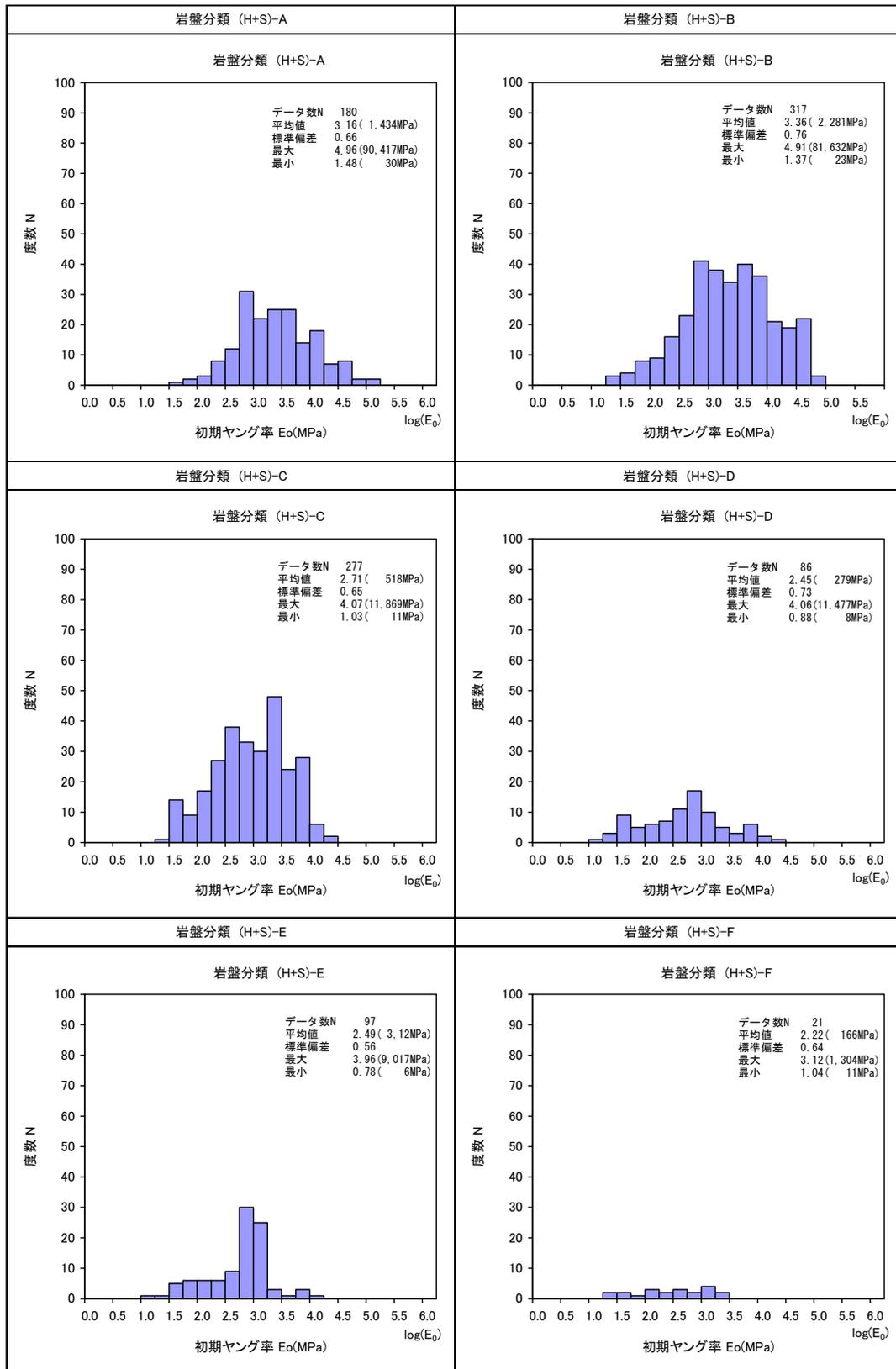


図 4.2.2-8 硬岩[H]と軟岩[S]全データの「岩石の強さ」別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

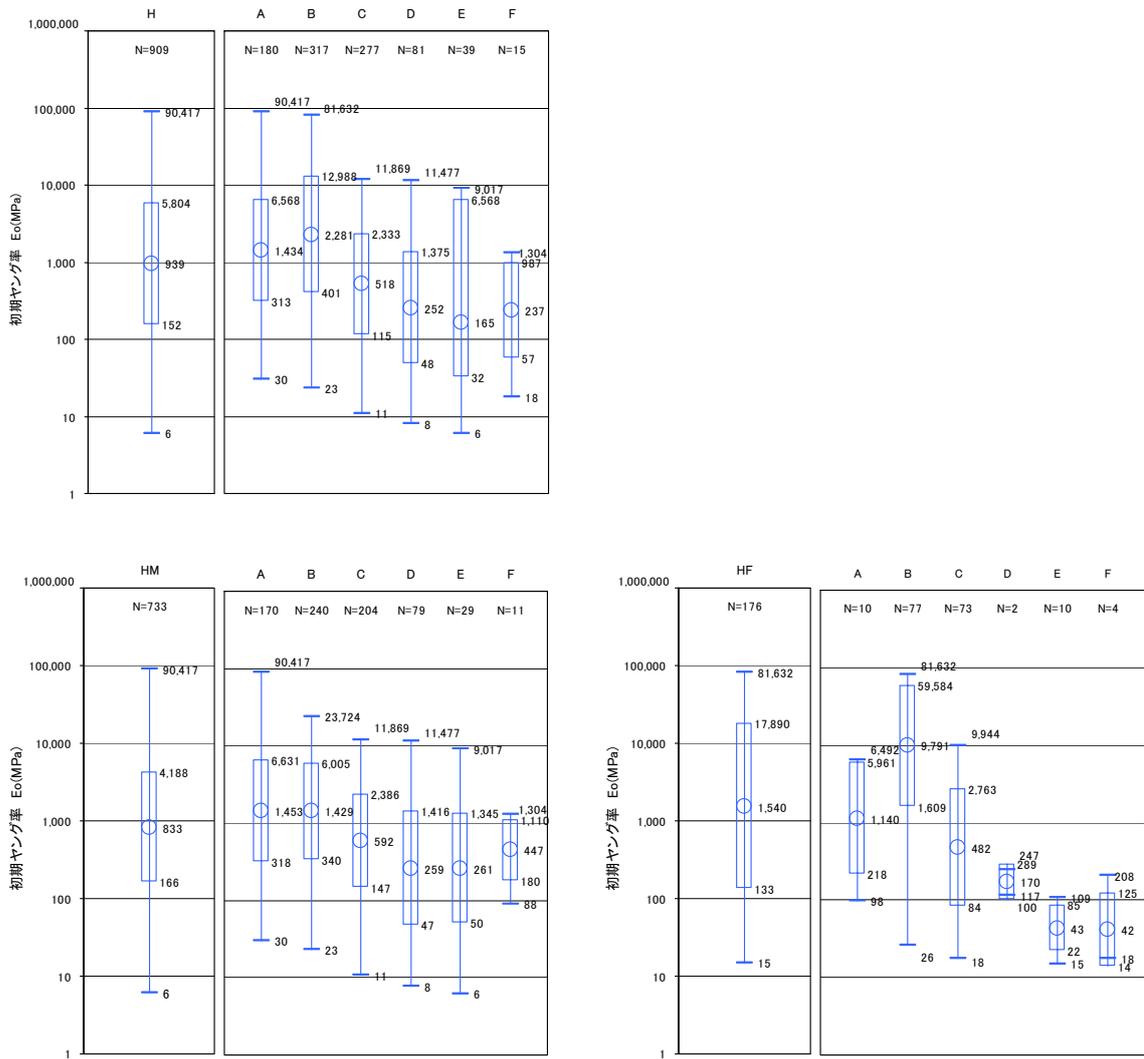


図 4.2.2-9 硬岩[H]の「岩石の強さ」別の初期ヤング率  $E_0$  の分布

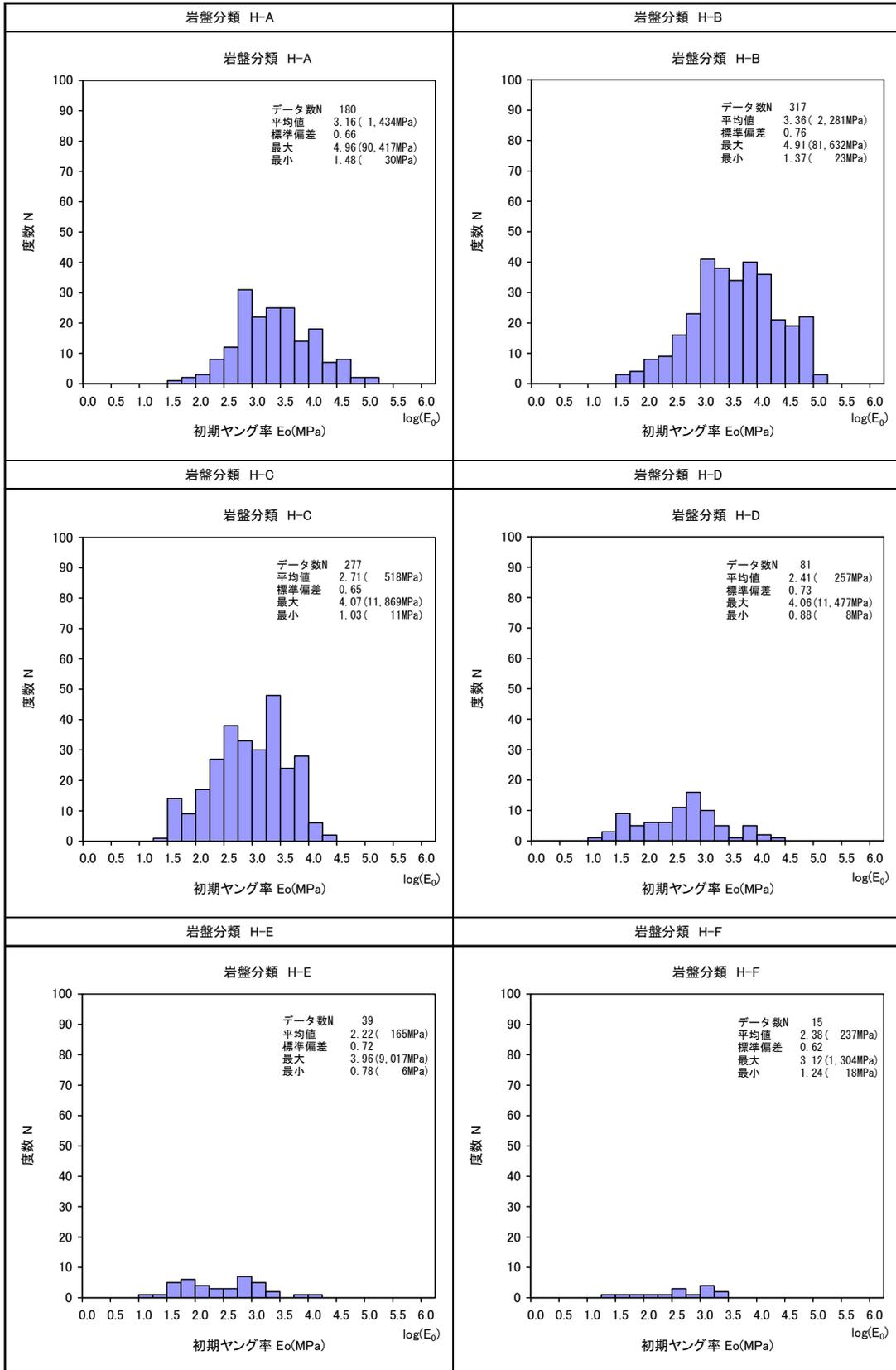


図 4.2.2-10 硬岩[H]の「岩石の強さ」別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

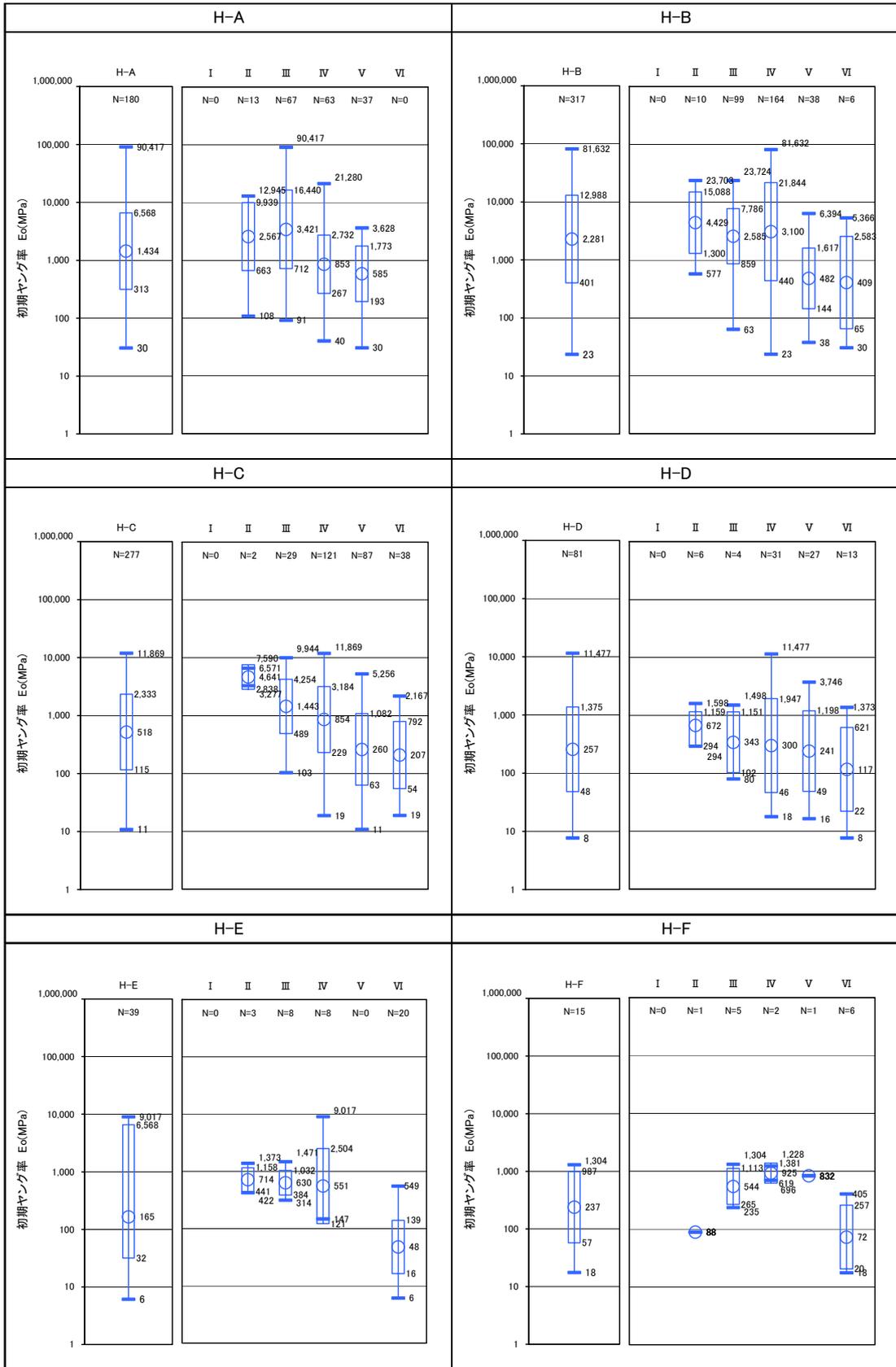


図 4.2.2-11 硬岩[H]の「岩石の強さ」, 「不連続面間隔」別の初期ヤング率  $E_0$  の分布

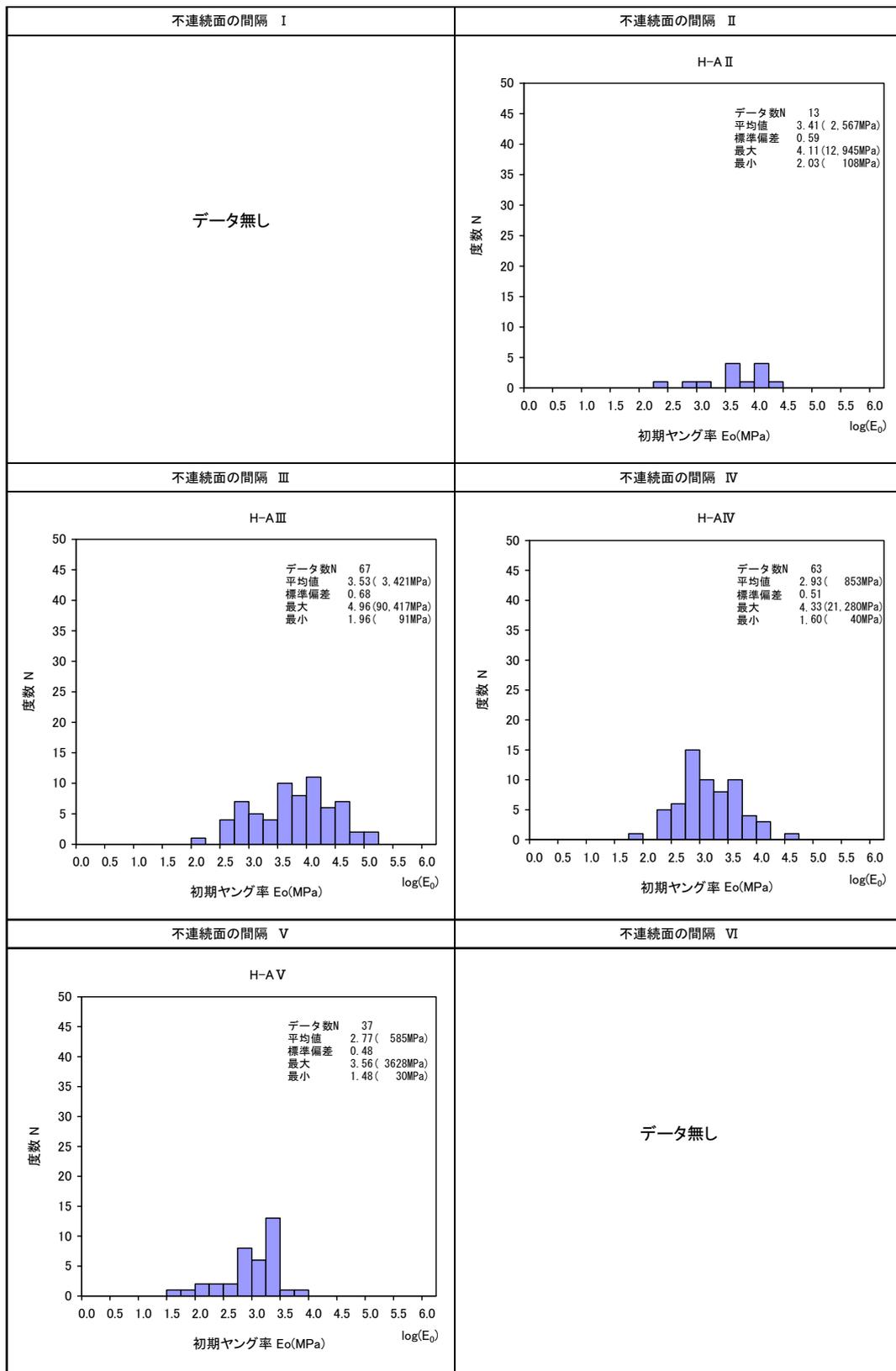


図 4.2.2-12 硬岩[H]の「岩石の強さ」ランク A, 不連続面の間隔別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

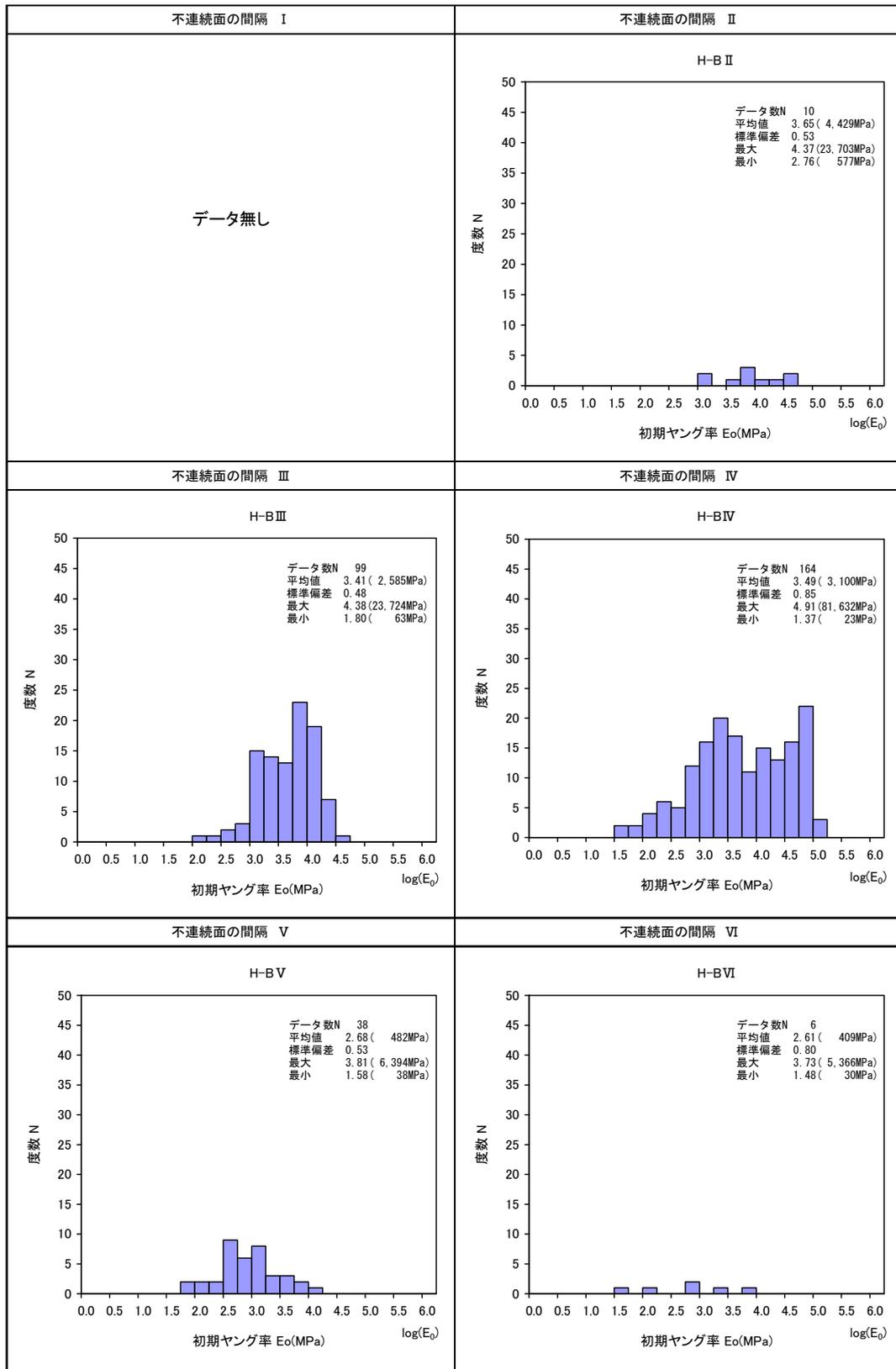


図 4.2.2-13 硬岩[H]の「岩石の強さ」ランク B, 不連続面の間隔別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

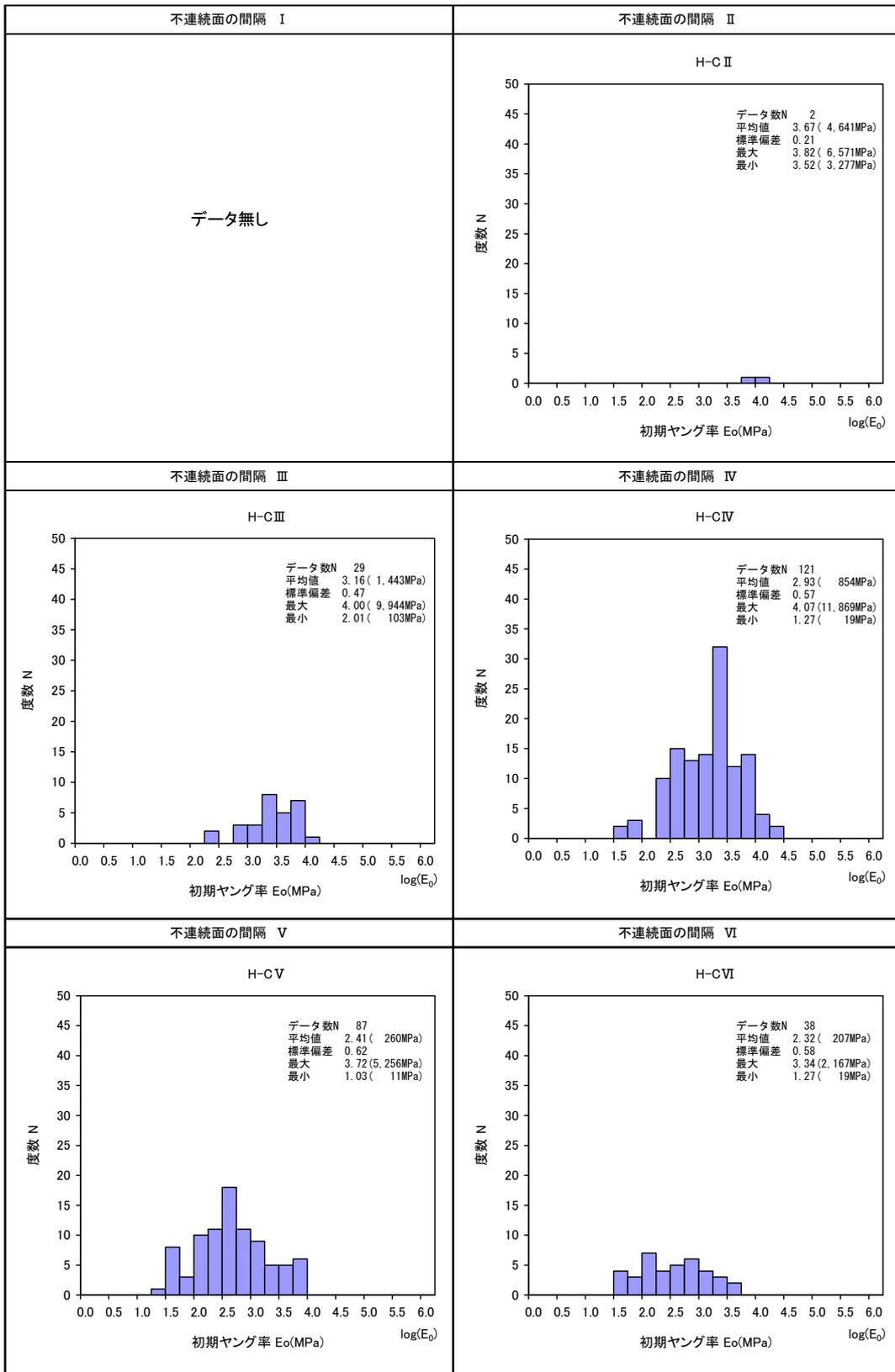


図 4.2.2-14 硬岩[H]の「岩石の強さ」ランク C，不連続面の間隔別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

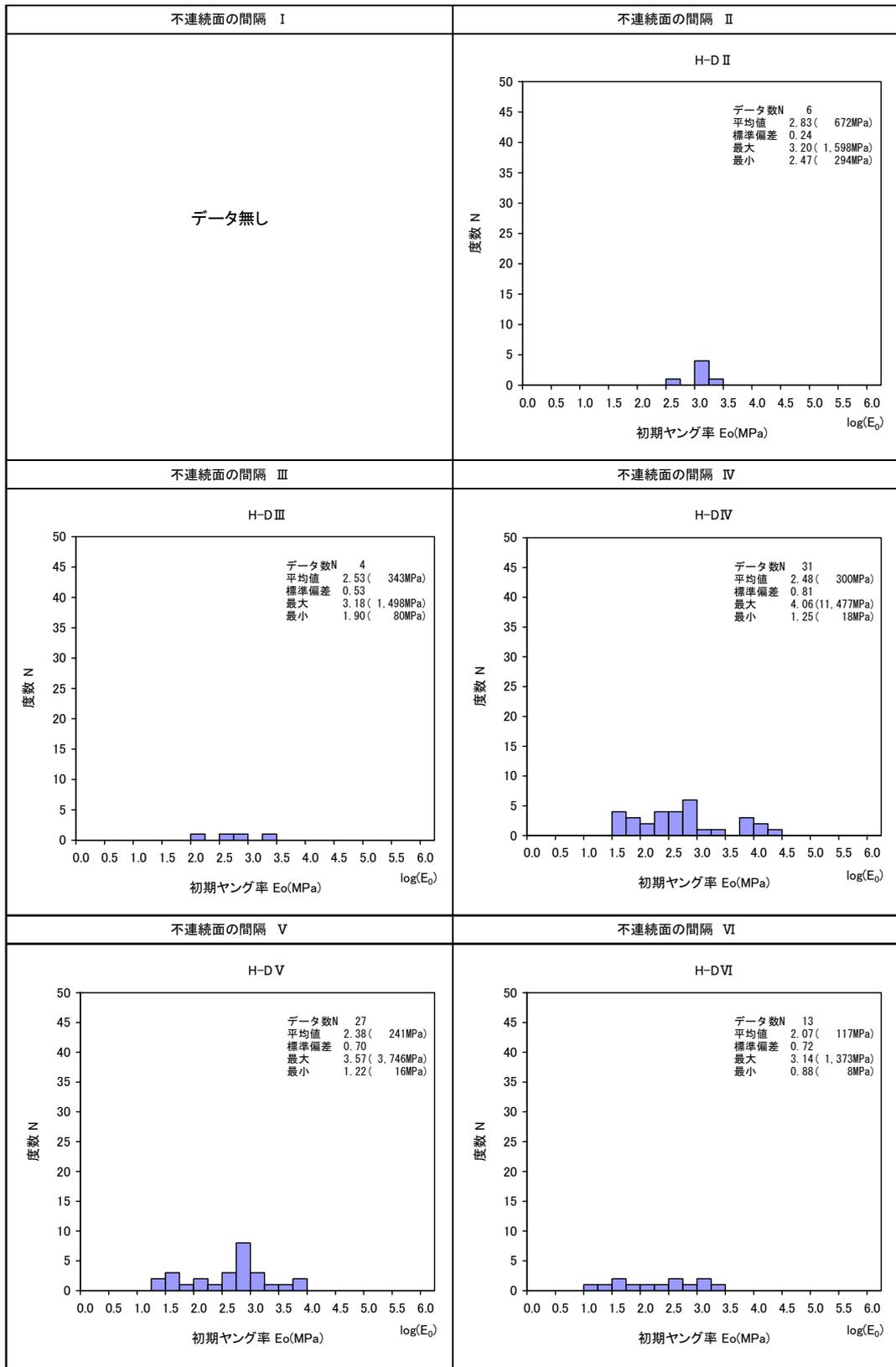


図 4.2.2-15 硬岩[H]の「岩石の強さ」ランク D, 不連続面の間隔別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

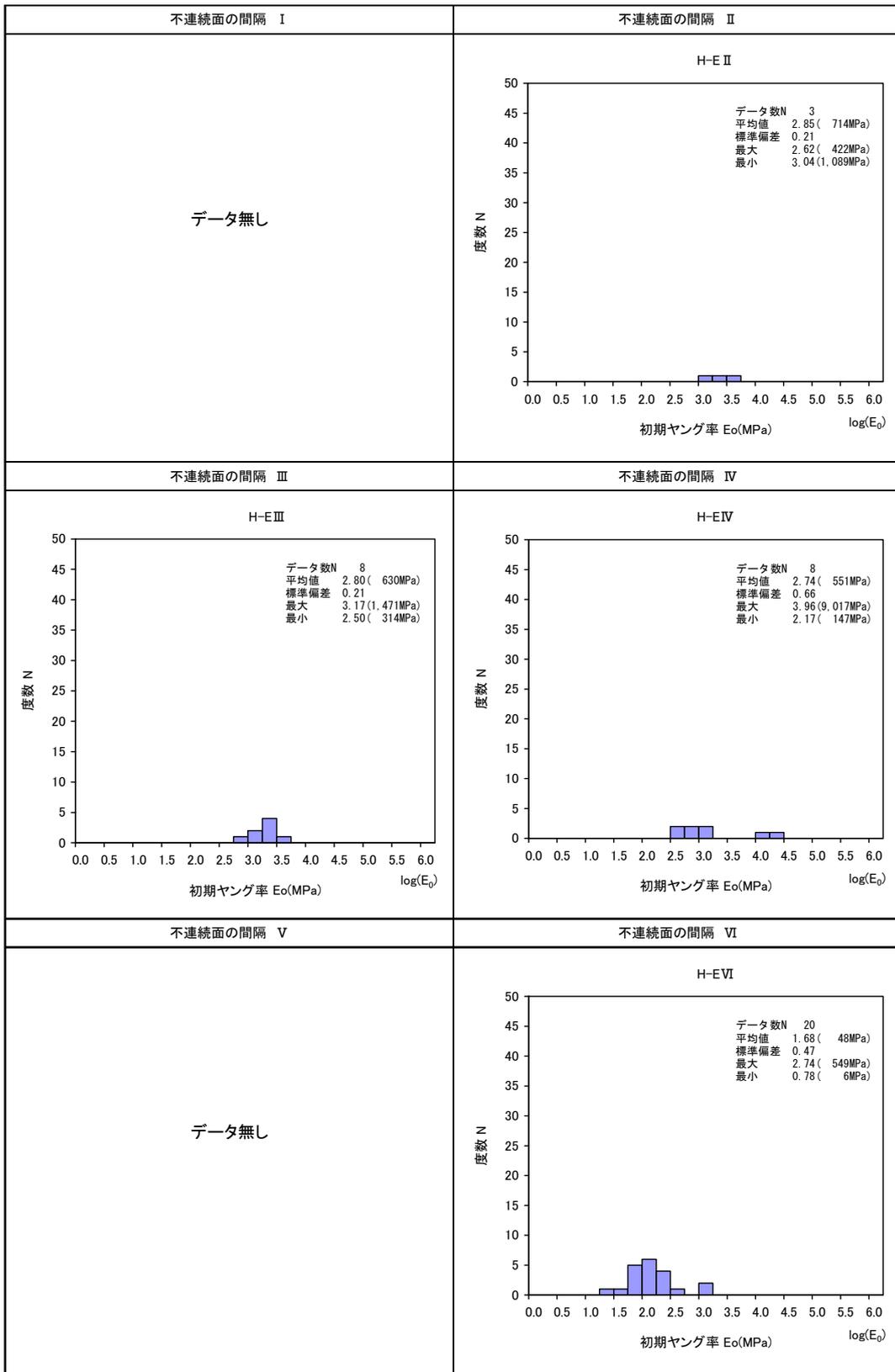


図 4.2.2-16 硬岩[H]の「岩石の強さ」ランク E, 不連続面の間隔別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

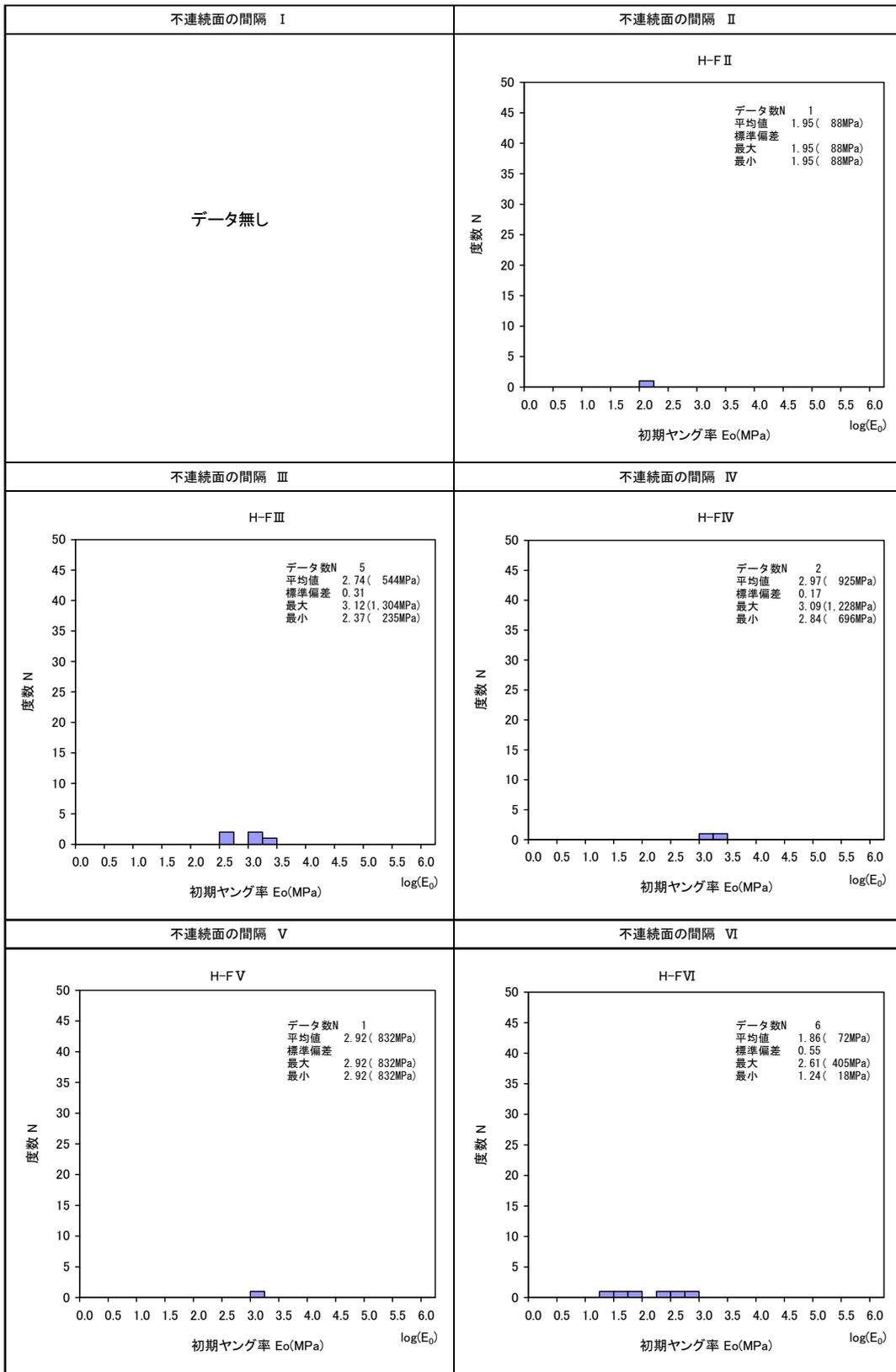


図 4.2.2-17 硬岩[H]の「岩石の強さ」ランク F, 不連続面の間隔別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

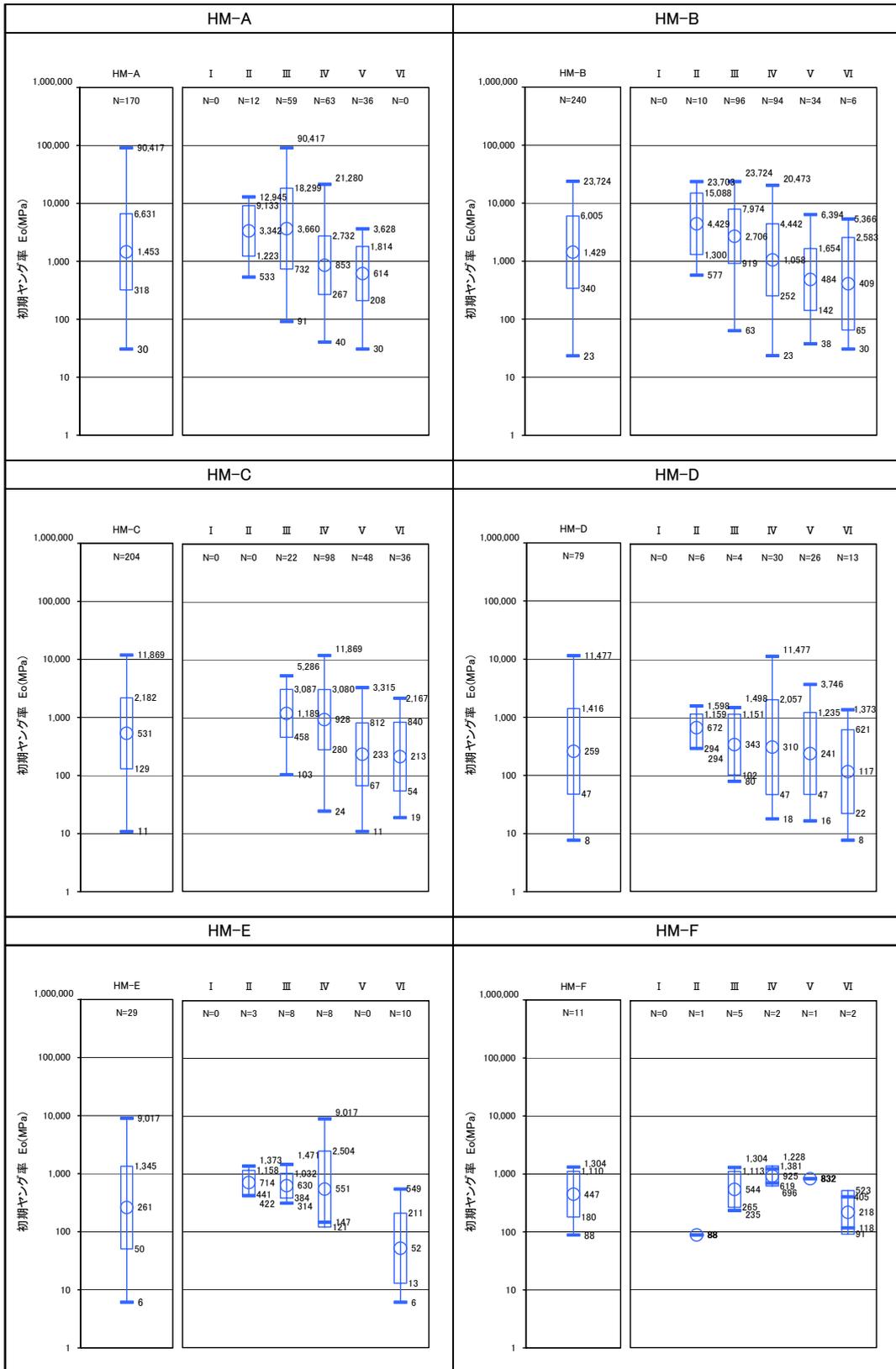


図 4.2.2-18 硬岩・塊状[H] {M} の「岩石の強さ」, 「不連続面間隔」別の初期ヤング率  $E_0$  の分布

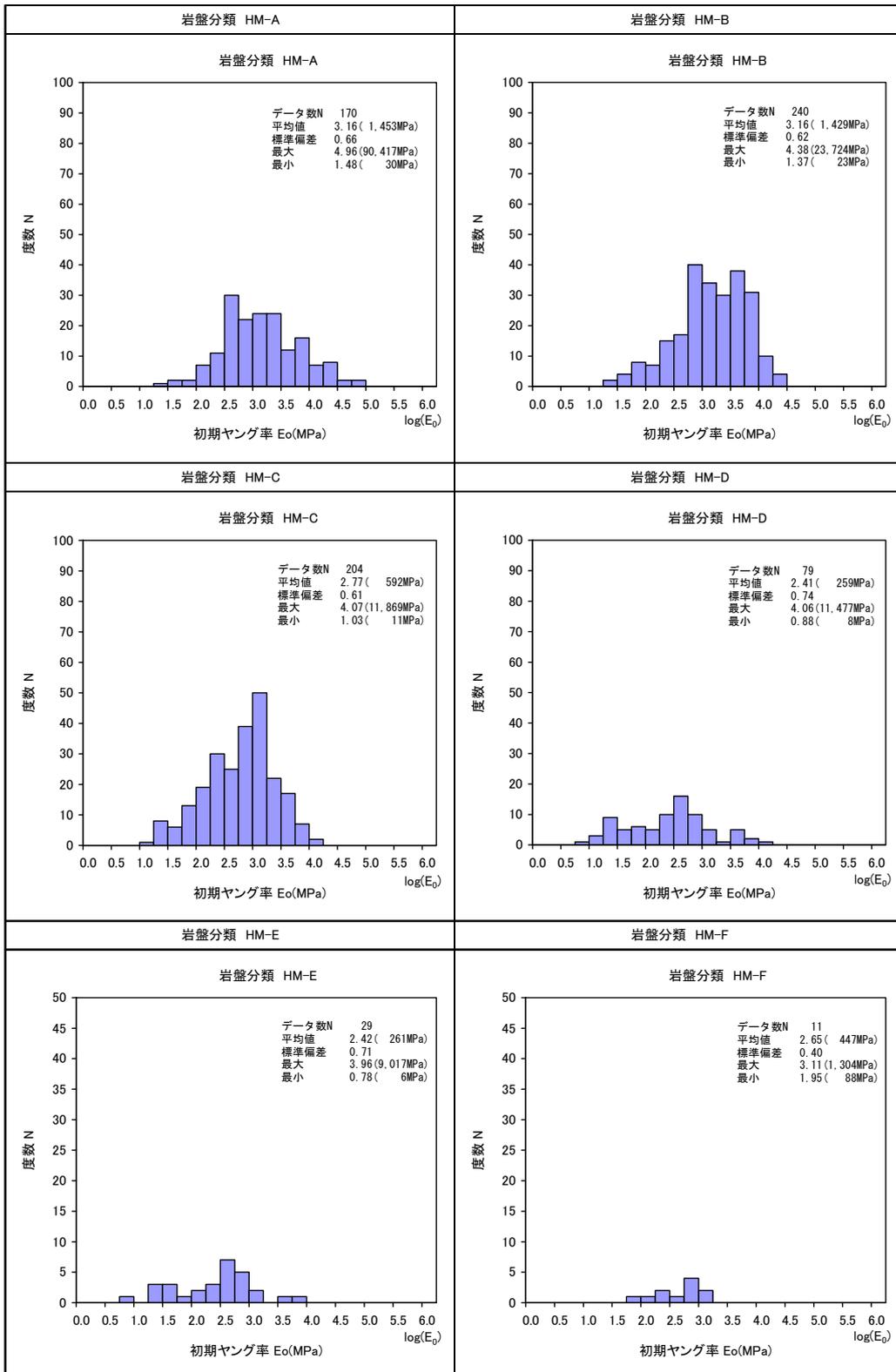


図 4.2.2-19 硬岩・塊状[H] {M} の「岩石の強さ」, 「不連続面間隔」別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

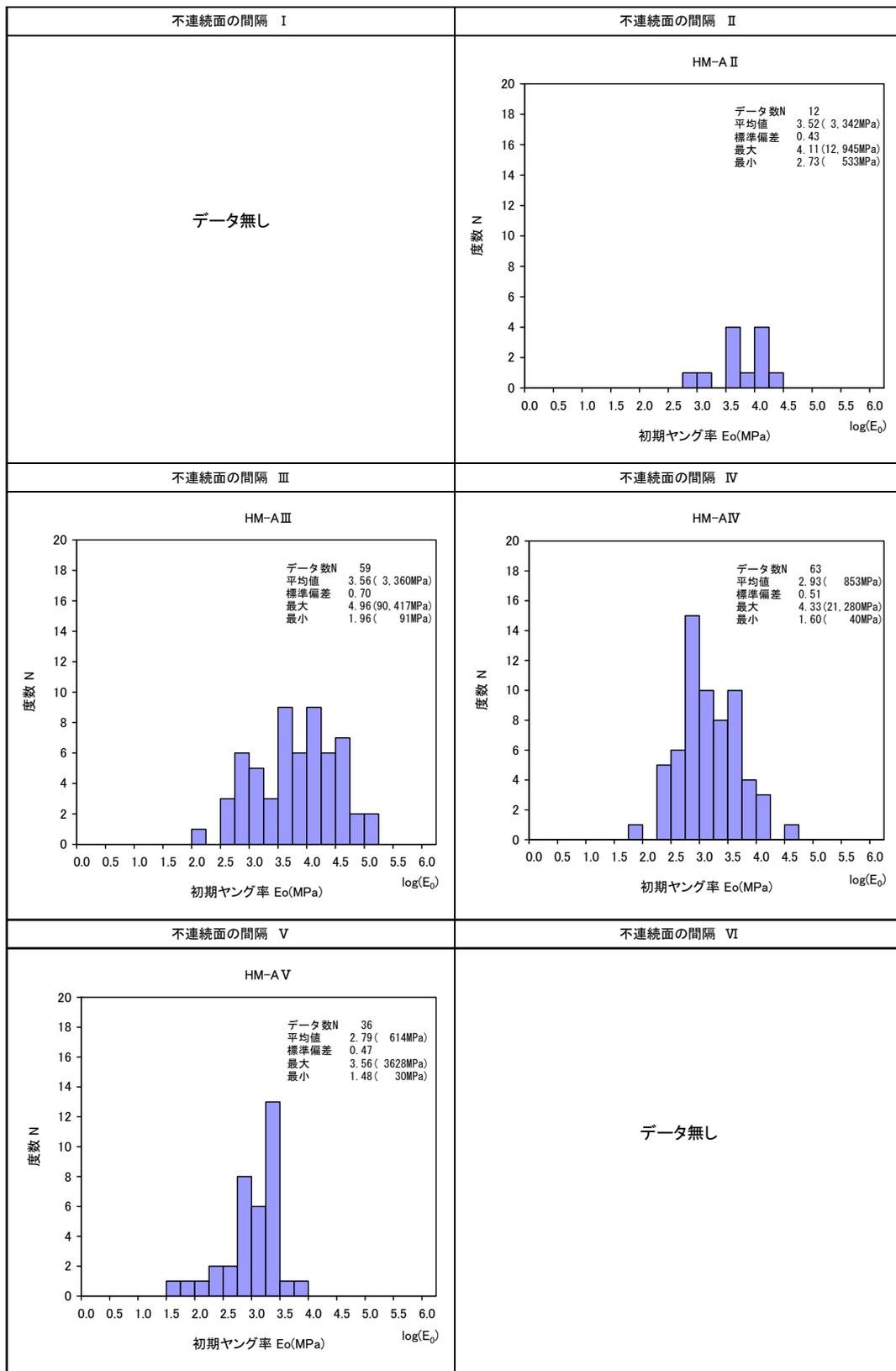


図 4.2.2-20 硬岩・塊状[H] {M} の「岩石の強さ」のランク A,  
「不連続面間隔」別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

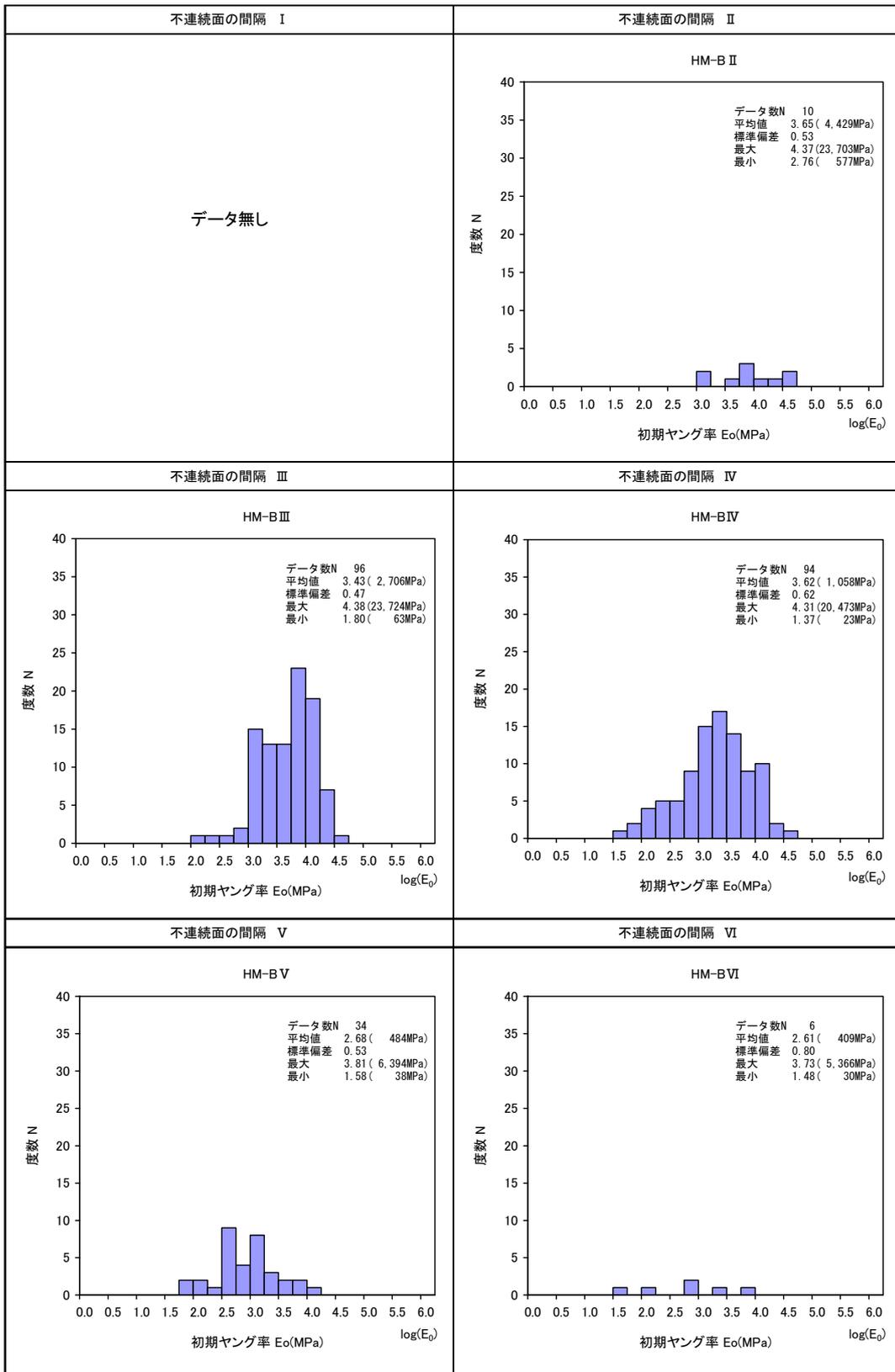


図 4.2.2-21 硬岩・塊状[H] {M} の「岩石の強さ」のランク B,  
「不連続面間隔」別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

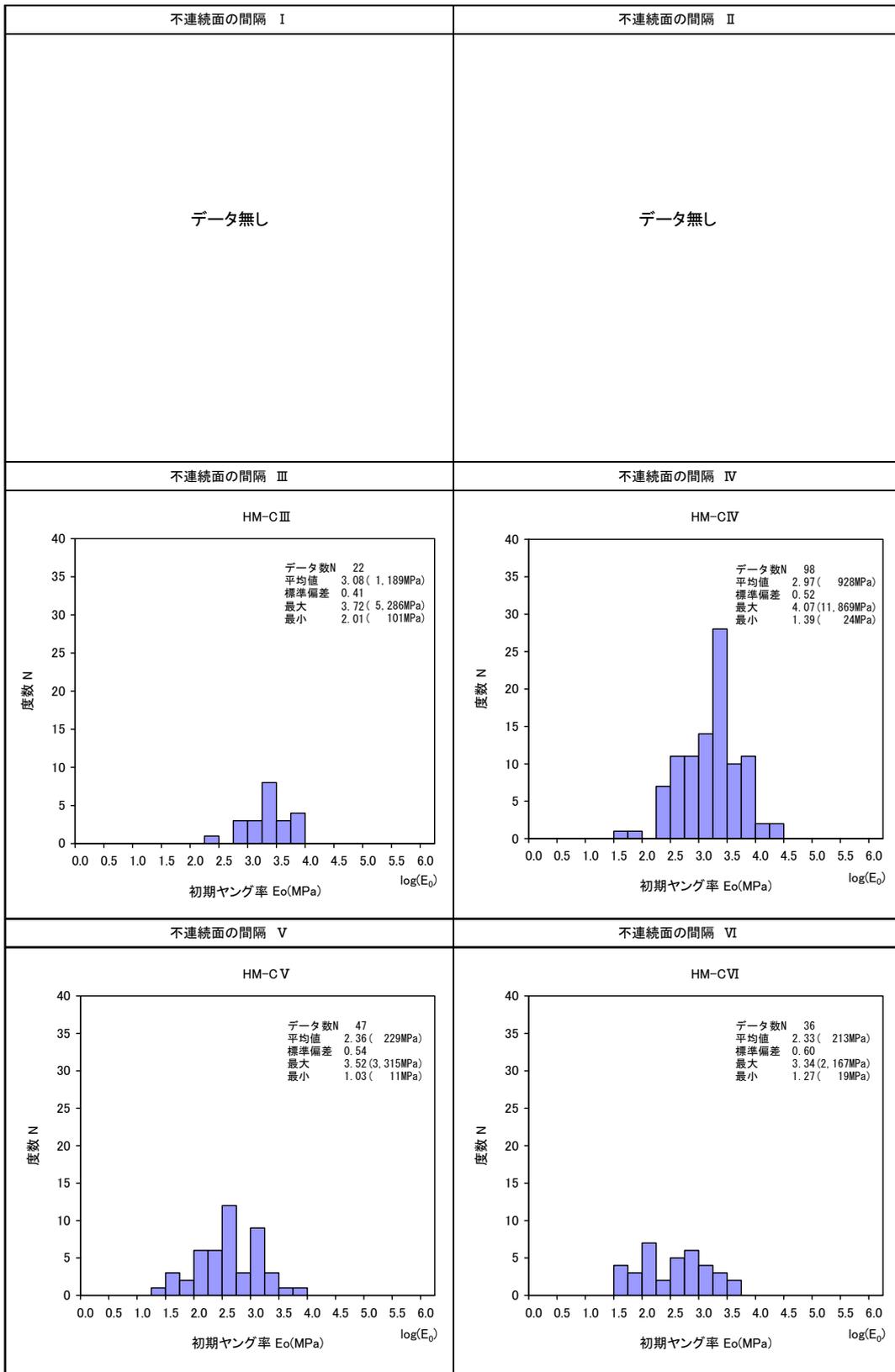


図 4.2.2-22 硬岩・塊状[H] {M} の「岩石の強さ」のランク C,  
「不連続面間隔」別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

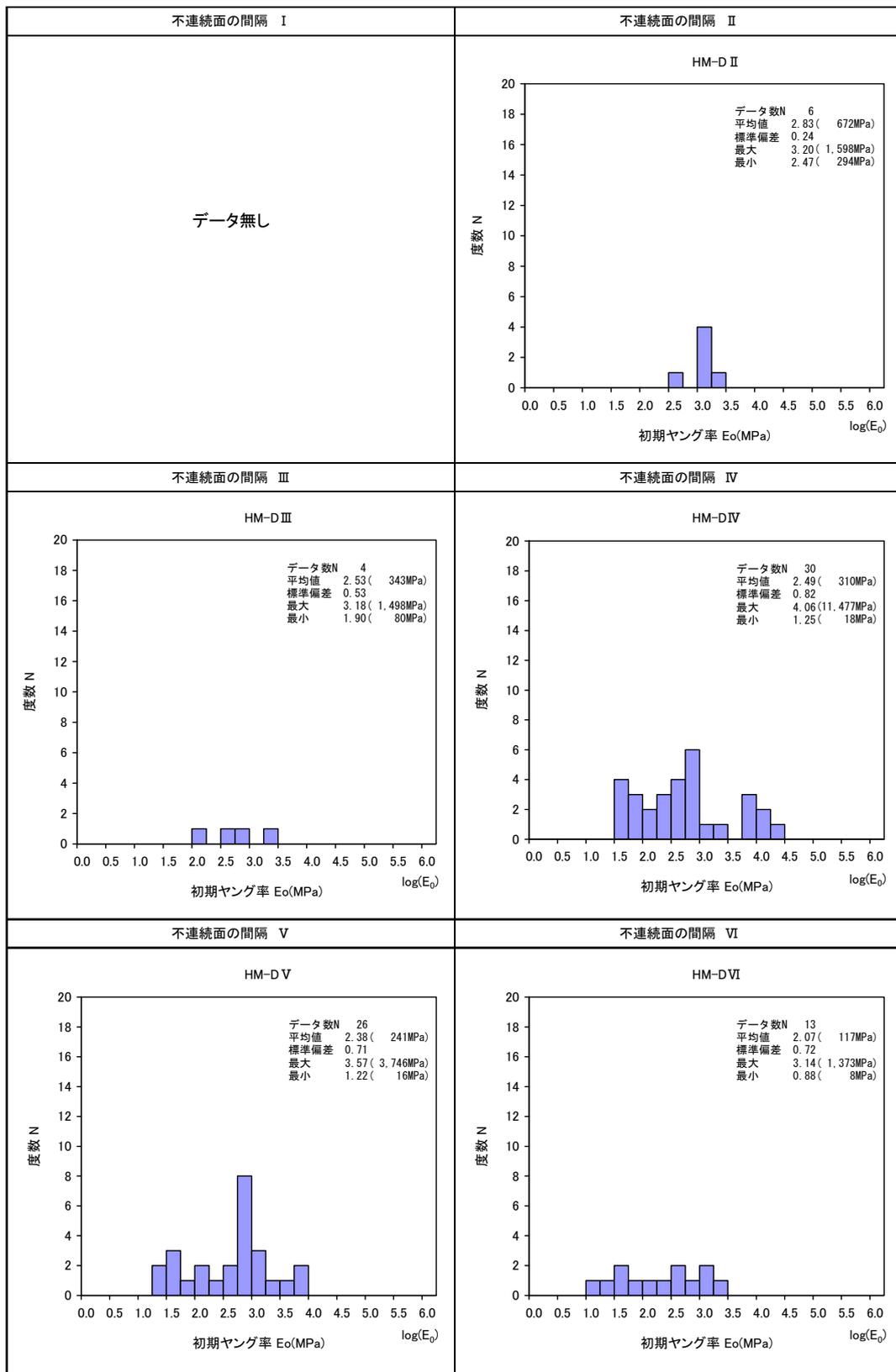


図 4.2.2-23 硬岩・塊状[H] {M} の「岩石の強さ」のランク D,  
「不連続面間隔」別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

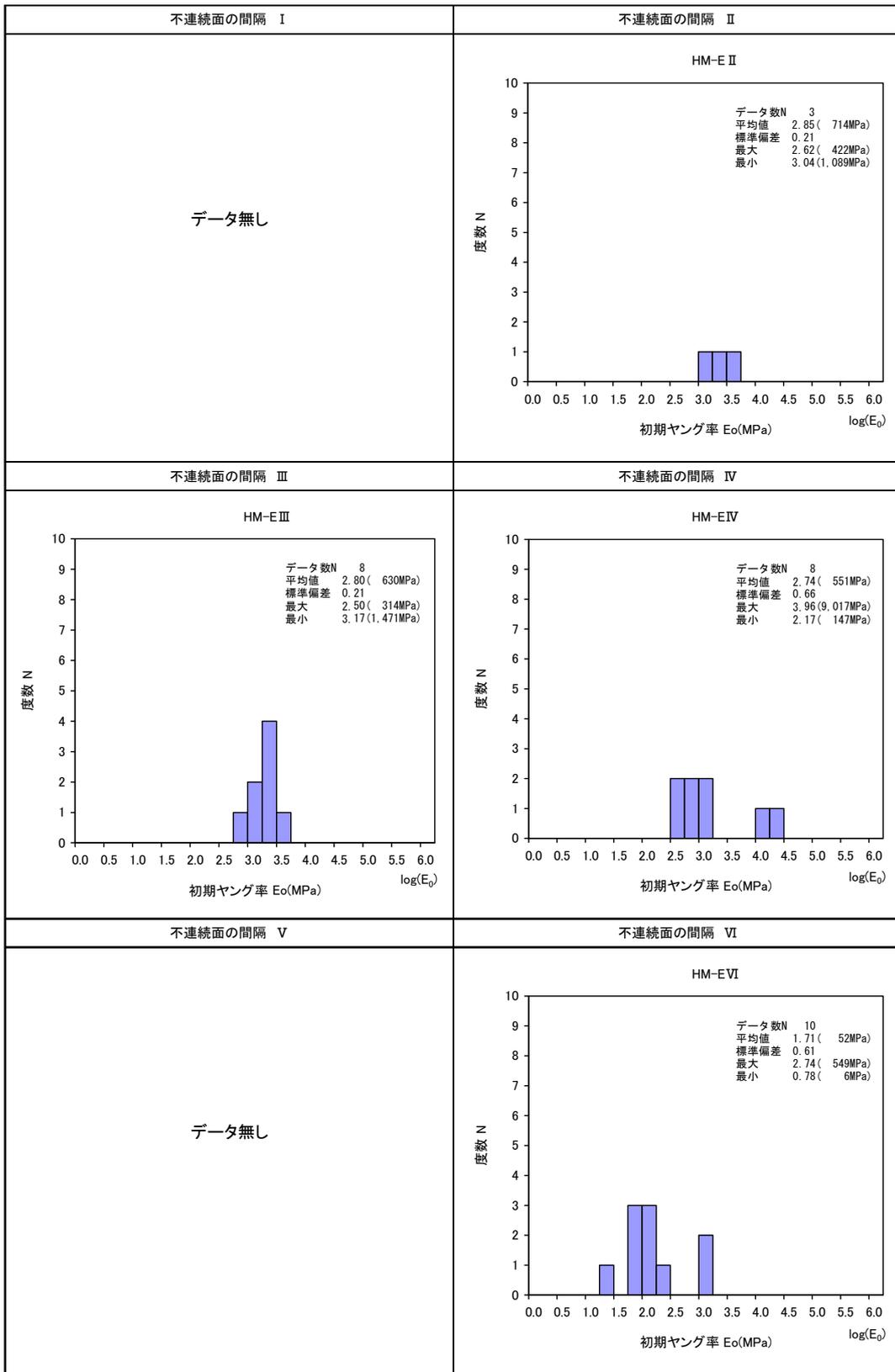


図 4.2.2-24 硬岩・塊状[H] {M} の「岩石の強さ」のランク E,  
「不連続面間隔」別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

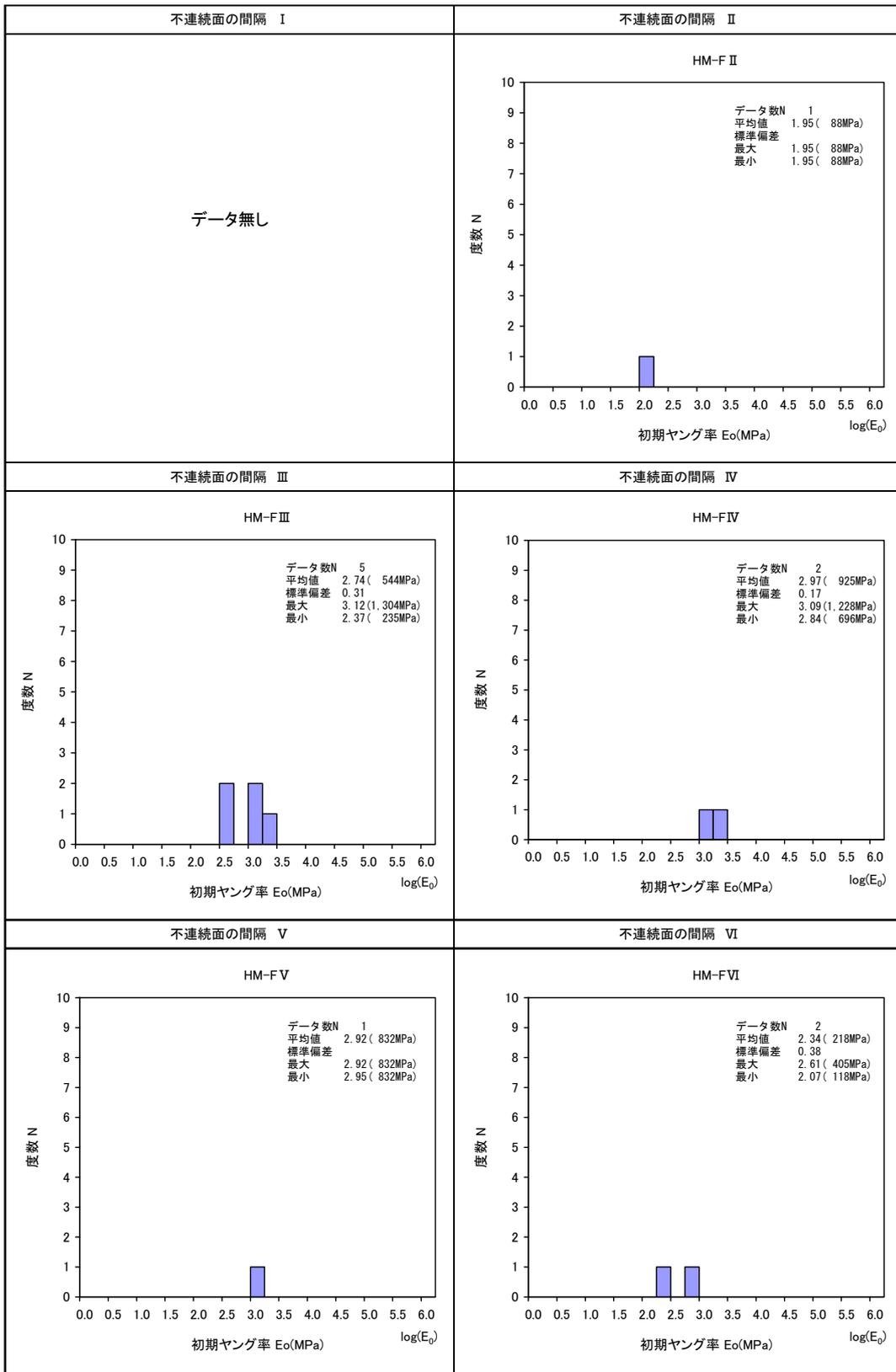


図 4.2.2-25 硬岩・塊状[H] {M} の「岩石の強さ」のランク F,  
「不連続面間隔」別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

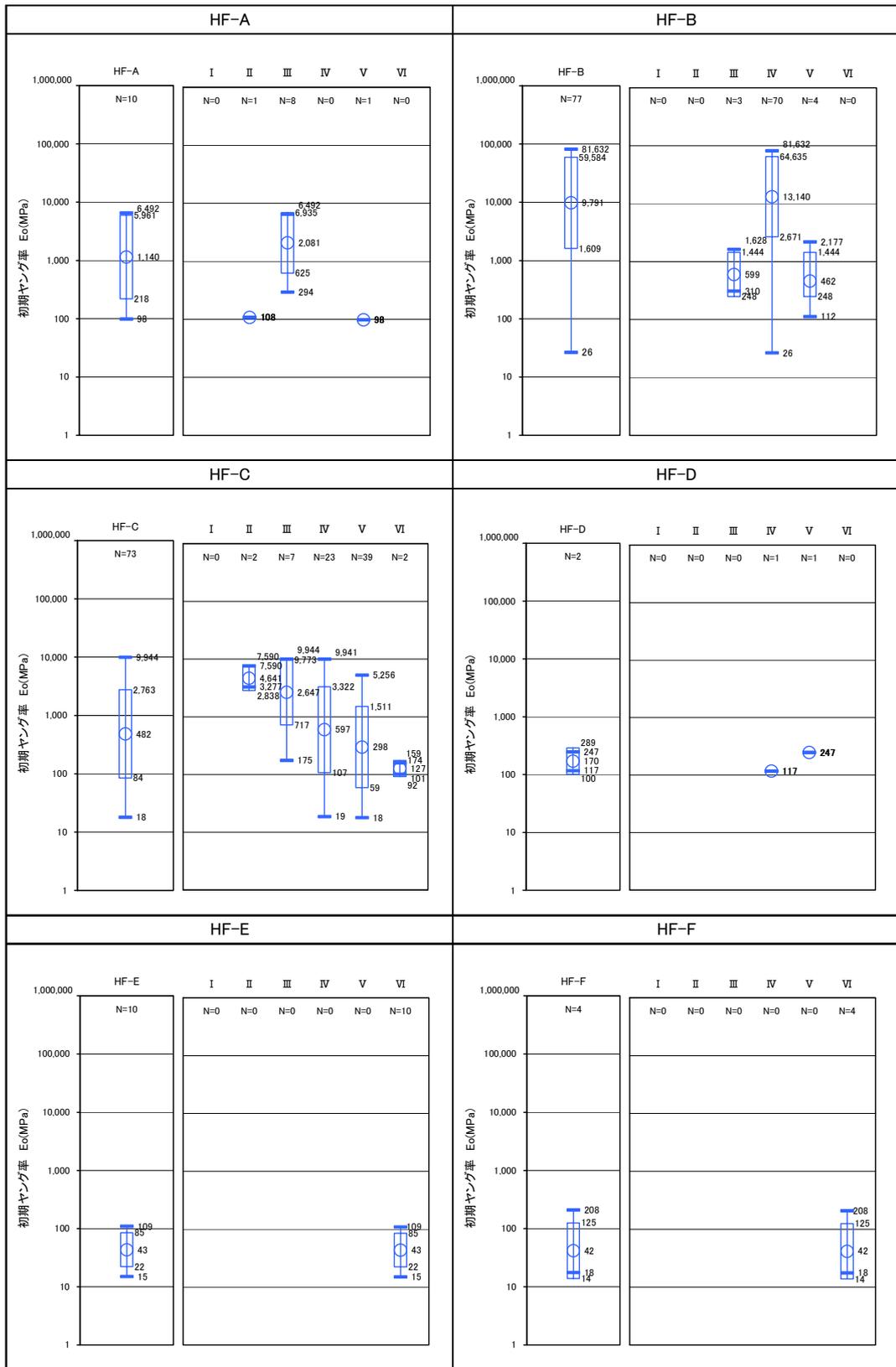


図 4.2.2-26 硬岩・葉状[H] {F} の「岩石の強さ」, 「不連続面間隔」別の初期ヤング率  $E_0$  の分布

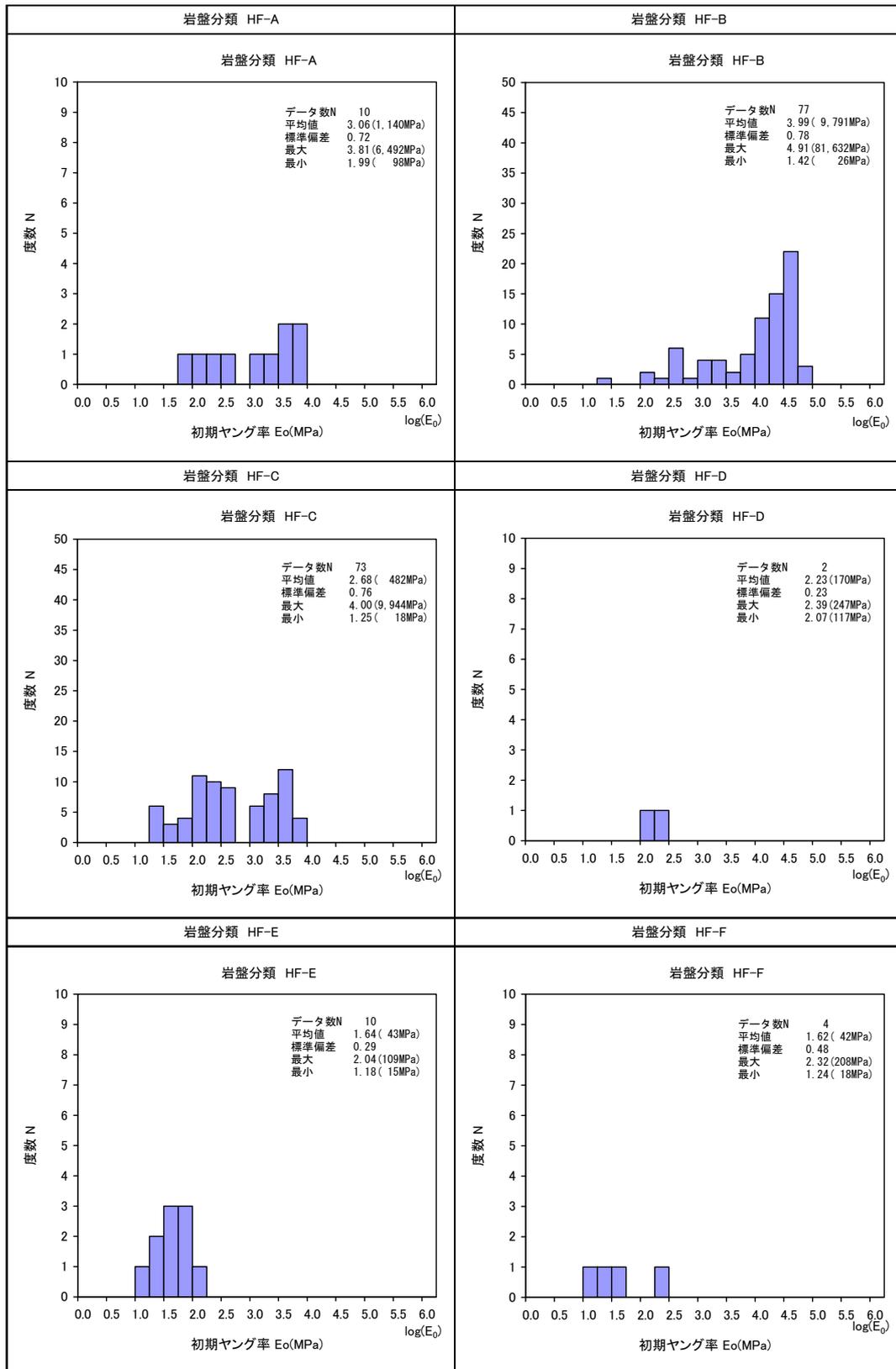


図 4.2.2-27 硬岩・葉状[H] {F} の「岩石の強さ」, 「不連続面間隔」別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

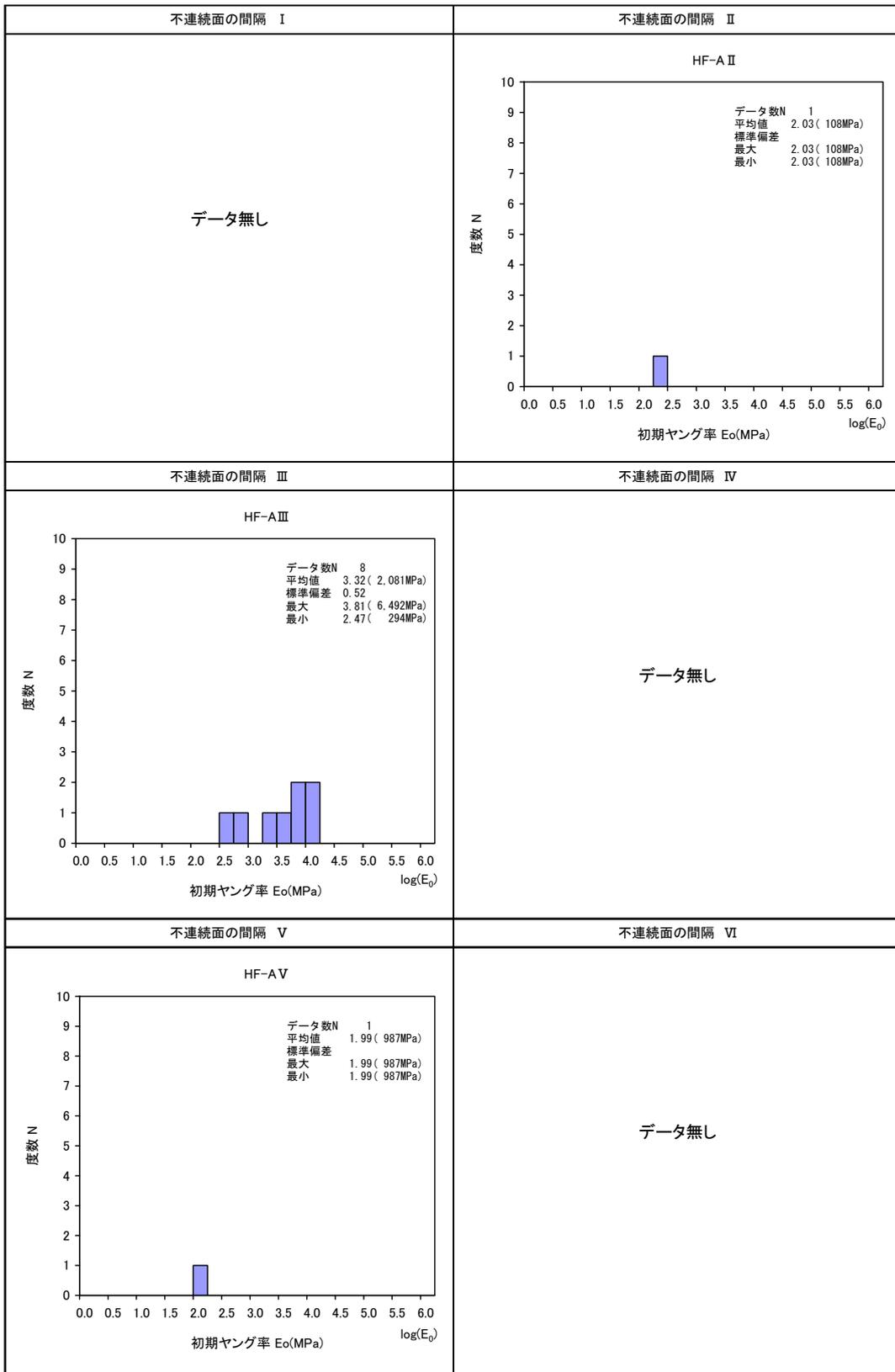


図 4.2.2-28 硬岩・葉状[H] {F} の「岩石の強さ」ランク A,  
「不連続面間隔」別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

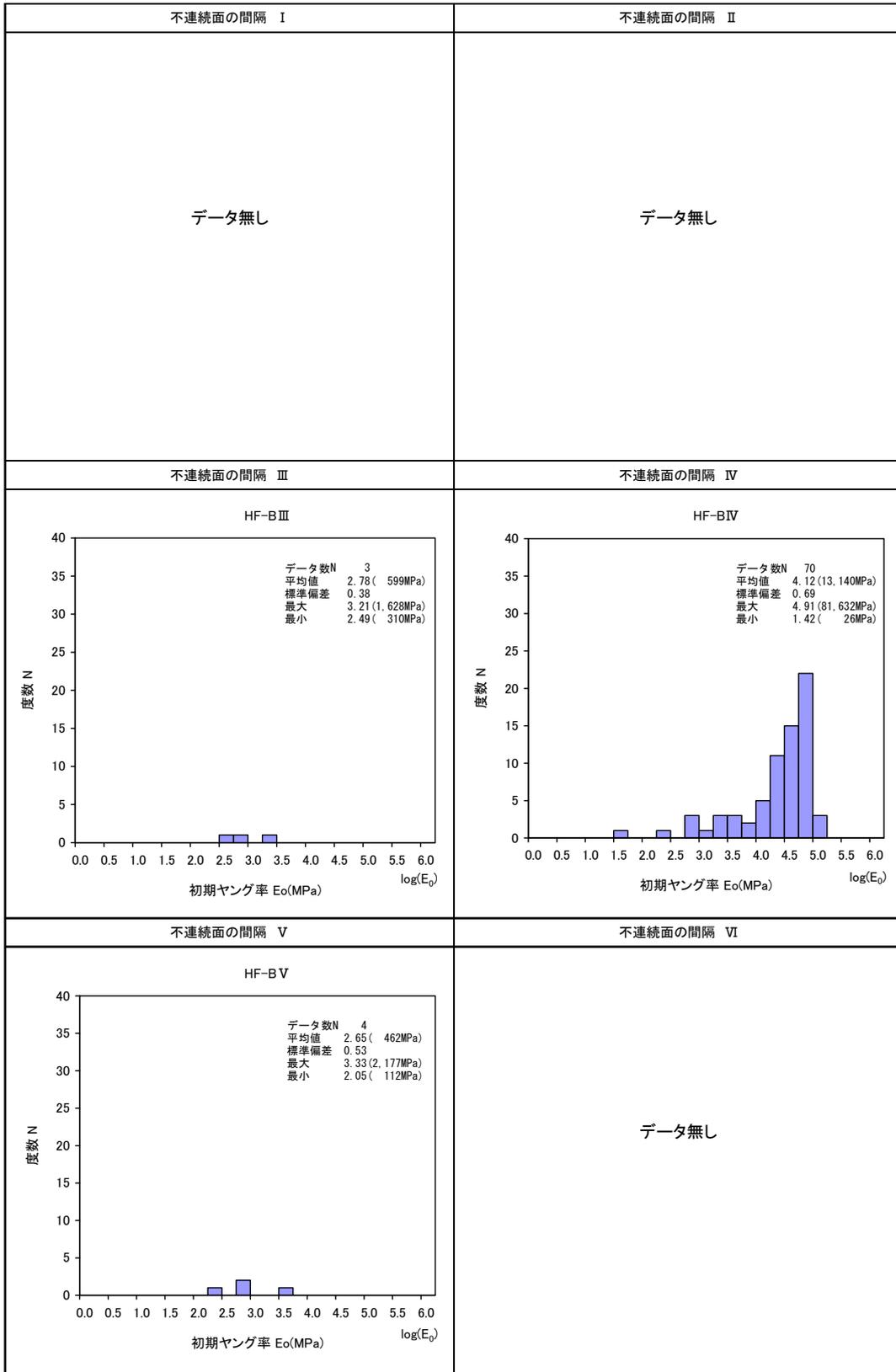


図 4.2.2-29 硬岩・葉状[H] {F} の「岩石の強さ」ランク B,  
「不連続面間隔」別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

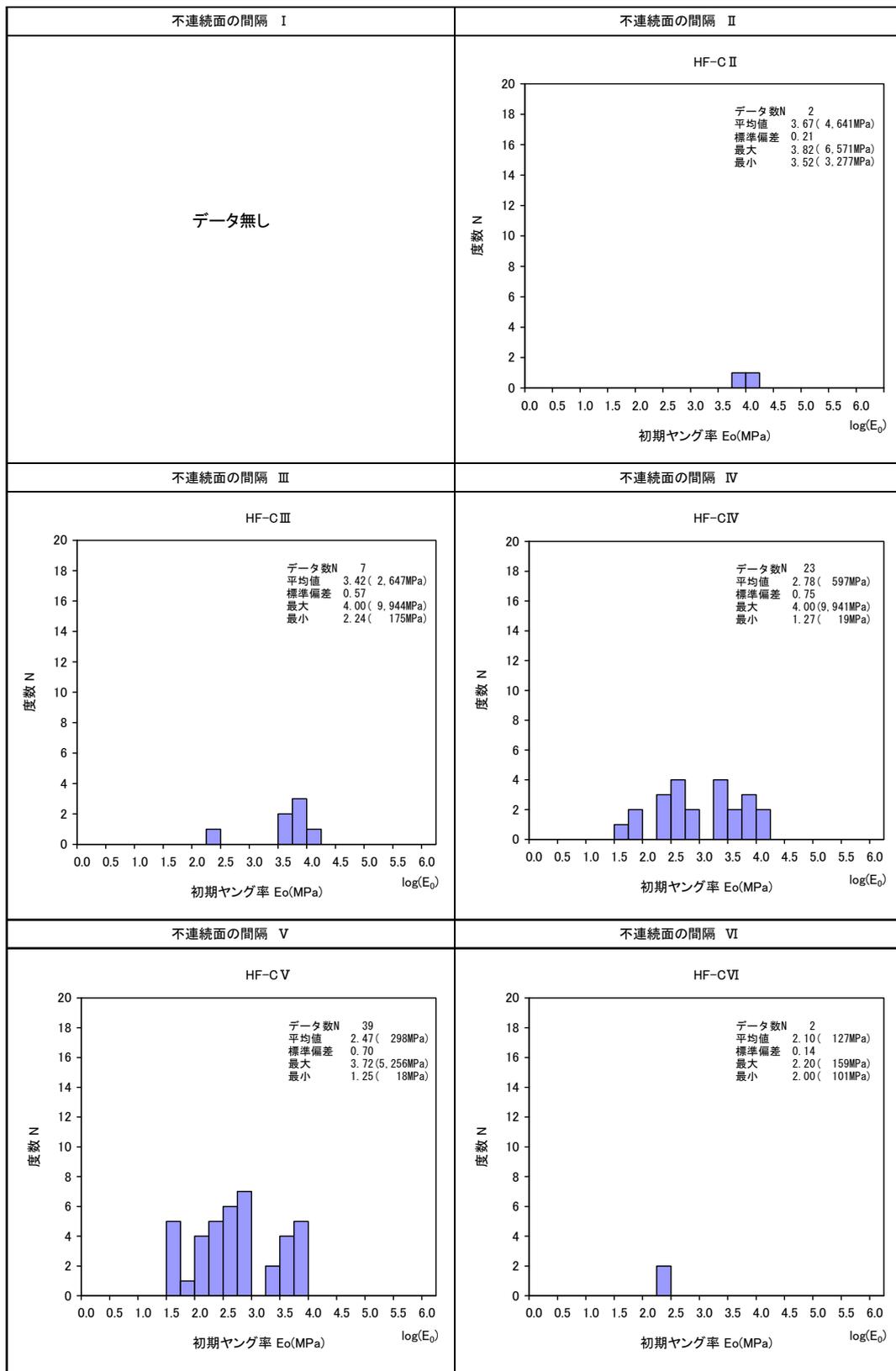


図 4.2.2-30 硬岩・葉状[H] {F} の「岩石の強さ」ランク C,  
「不連続面間隔」別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

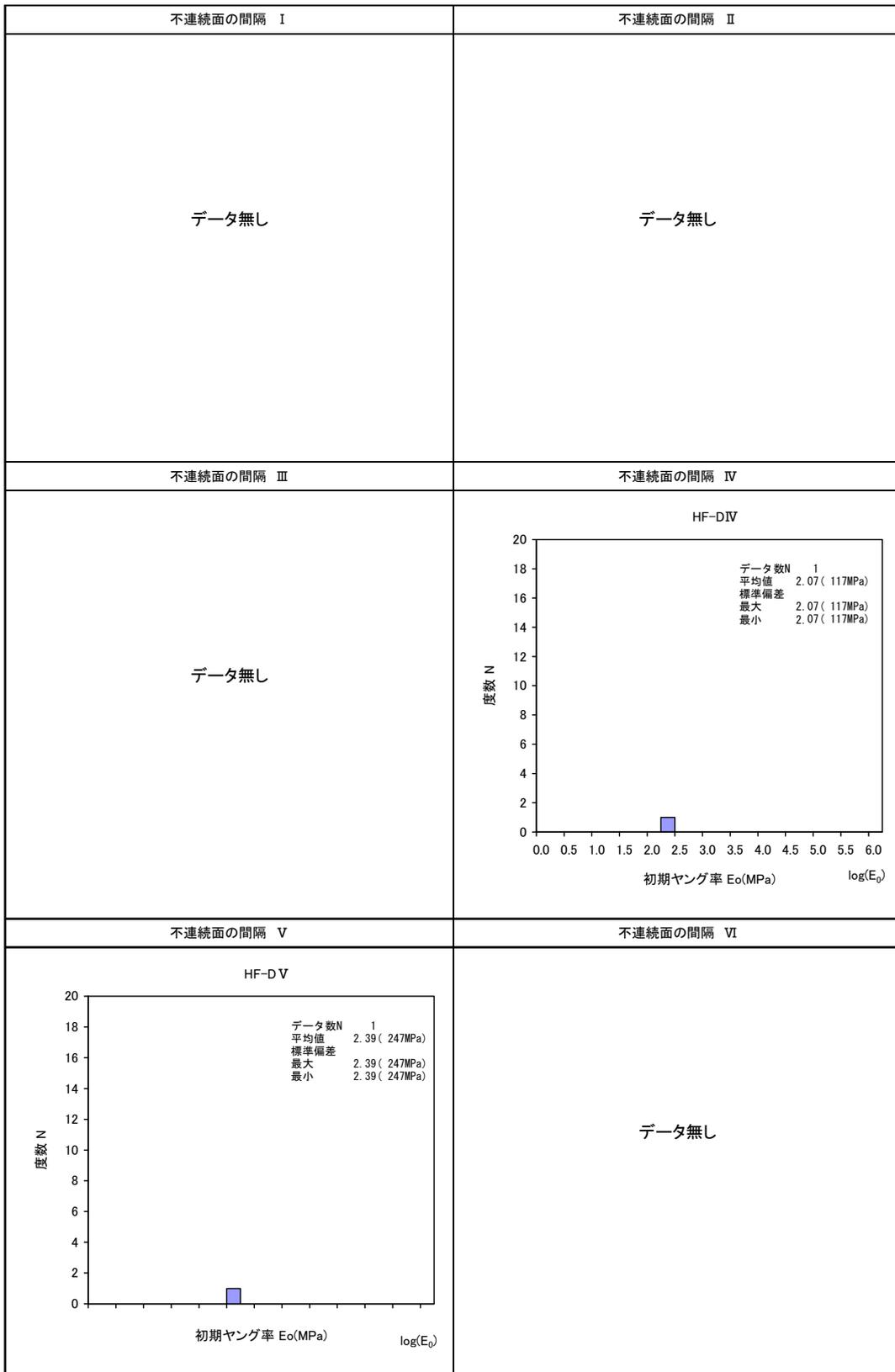


図 4.2.2-31 硬岩・葉状[H] {F} の「岩石の強さ」ランク D,  
「不連続面間隔」別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

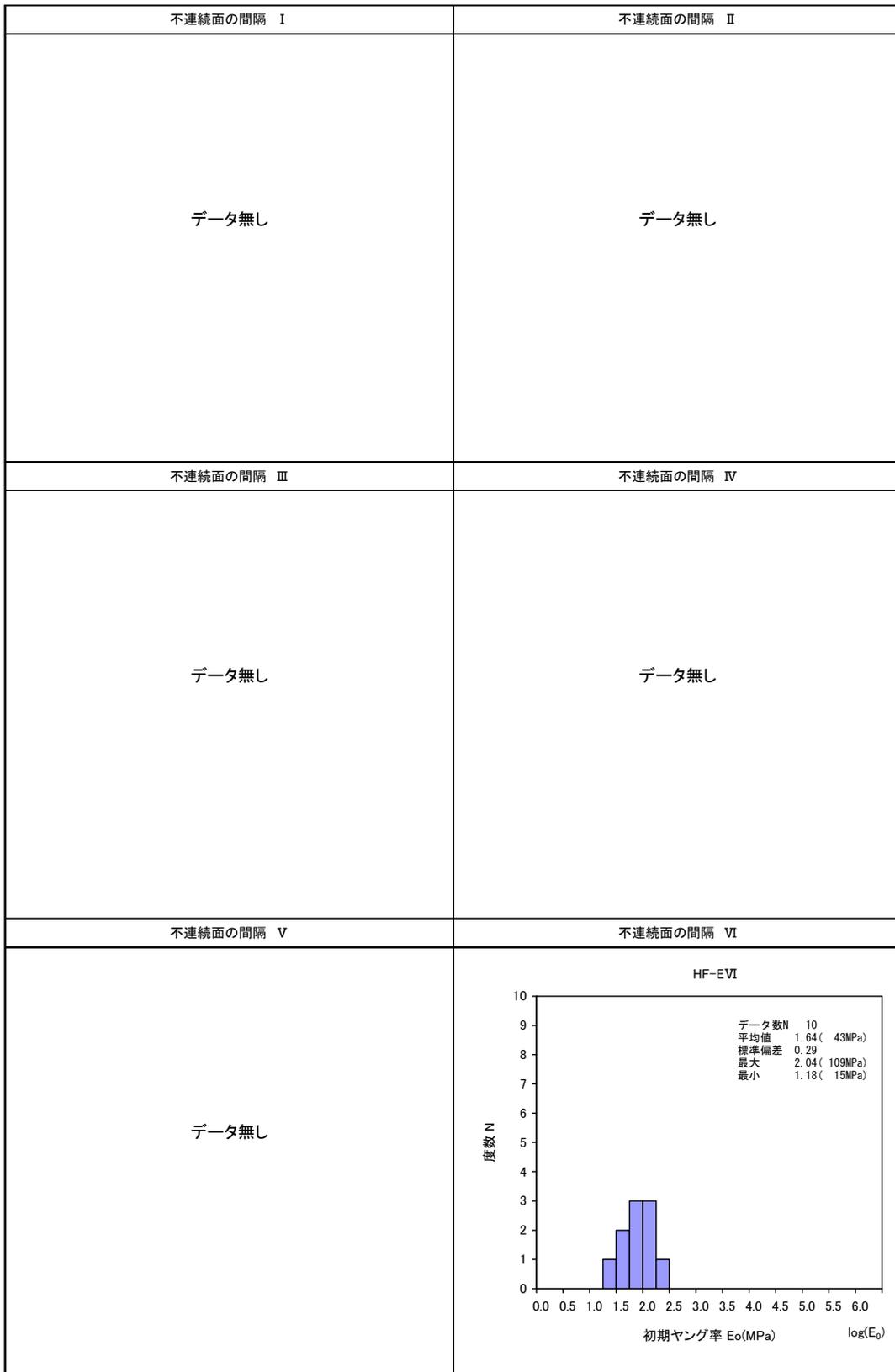


図 4.2.2-32 硬岩・葉状[H] {F} の「岩石の強さ」ランク E,  
「不連続面間隔」別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

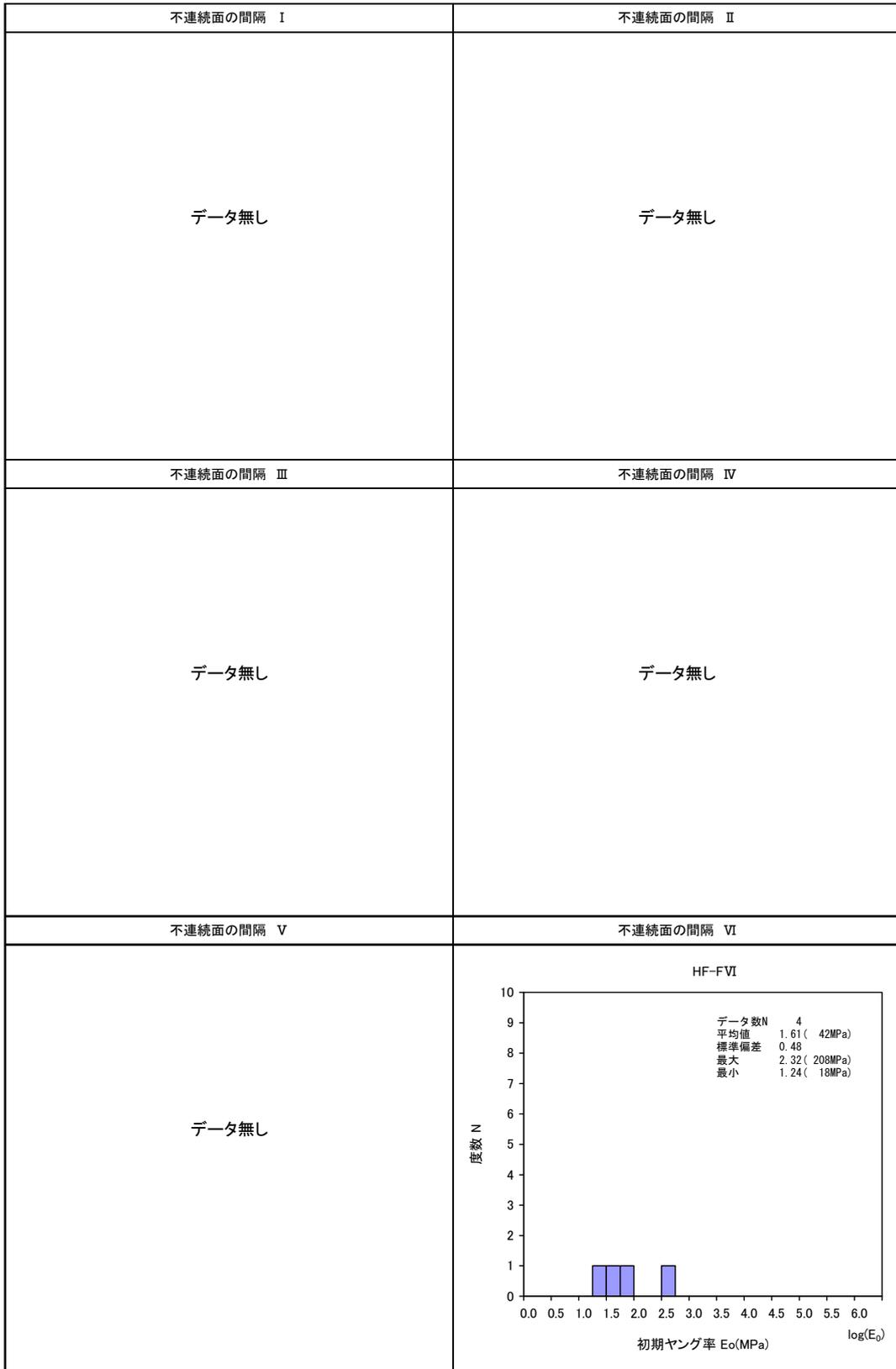


図 4.2.2-33 硬岩・葉状[H] {F} の「岩石の強さ」ランク F,  
「不連続面間隔」別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

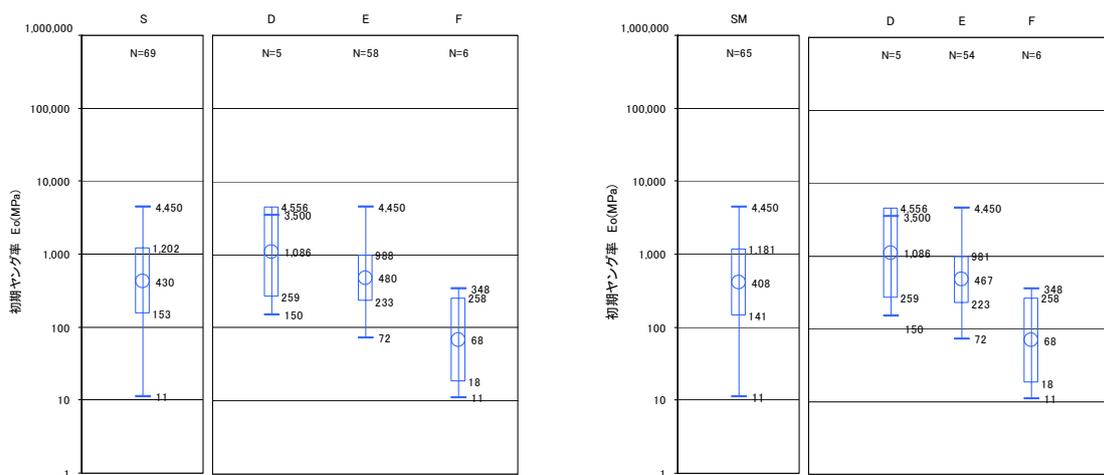


図 4.2.2-34 軟岩[S]の「岩石の強さ」別の初期ヤング率  $E_0$  の分布

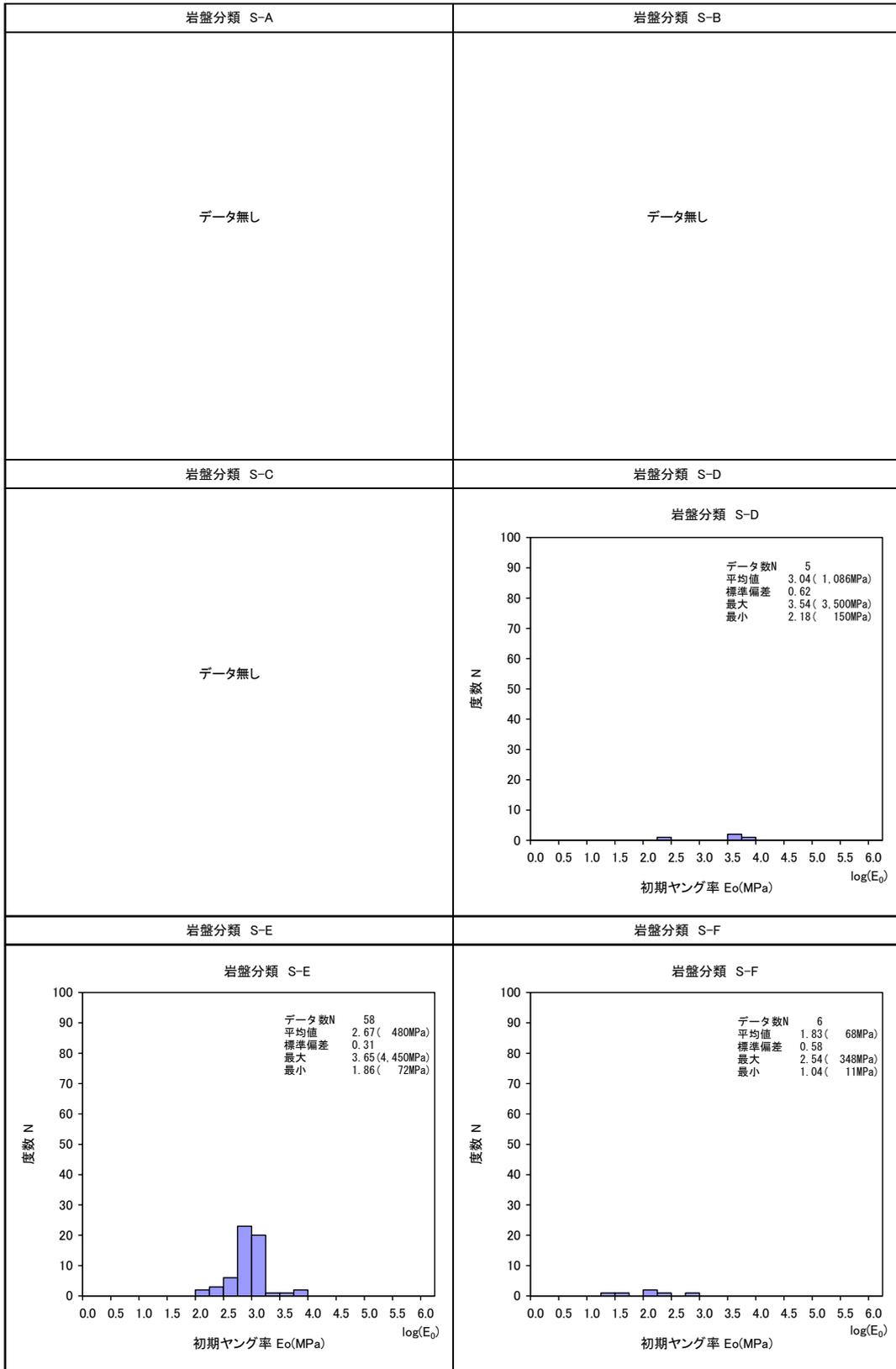


図 4.2.2-35 軟岩[S]の「岩石の強さ」別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

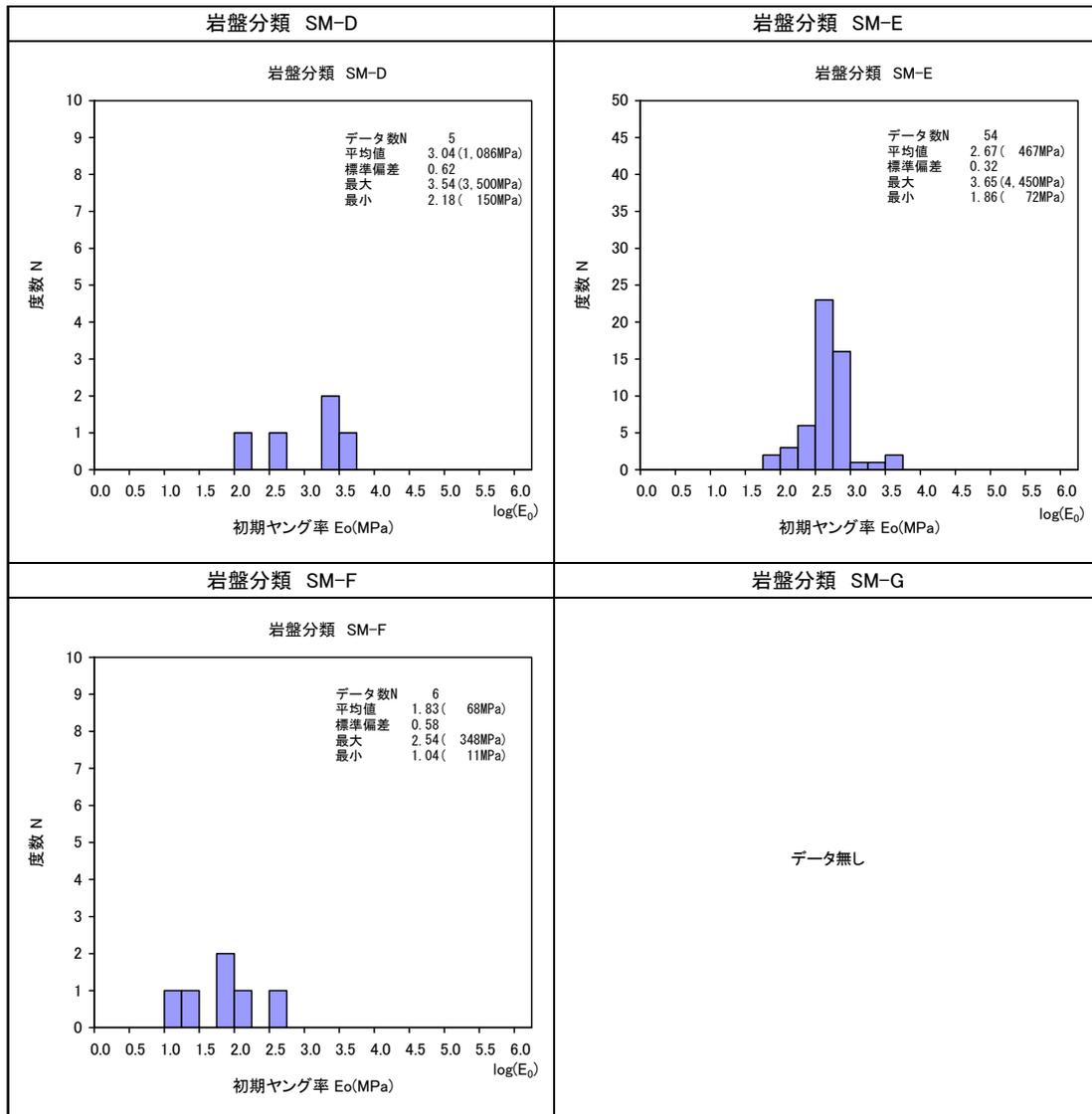


図 4.2.2-36 軟岩・塊状[S] {M}, 「岩石の強さ」別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

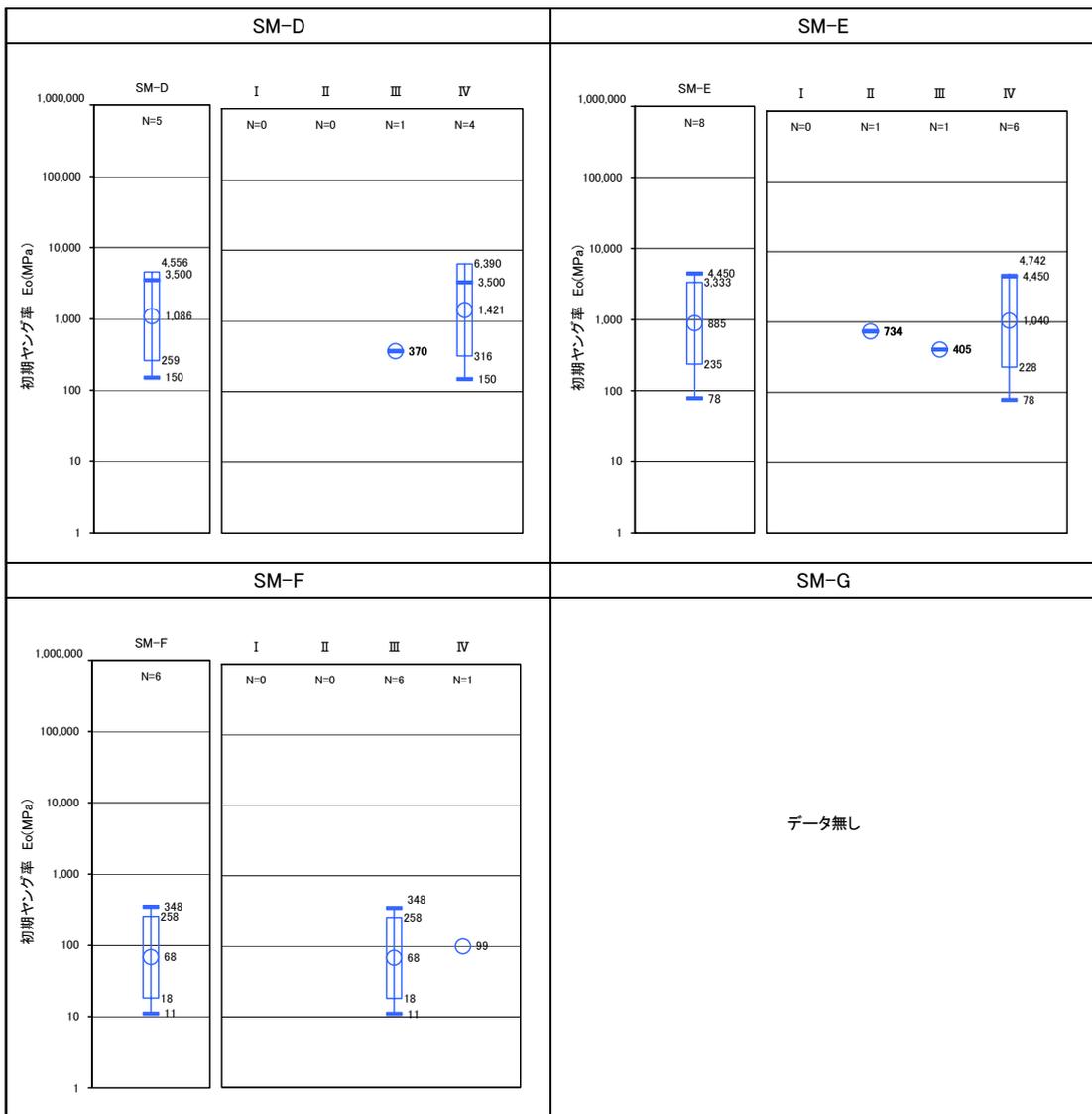


図 4.2.2-37 軟岩・塊状[S] {M} の「岩石の強さ」, 「卓越粒径」別の初期ヤング率  $E_0$  の分布

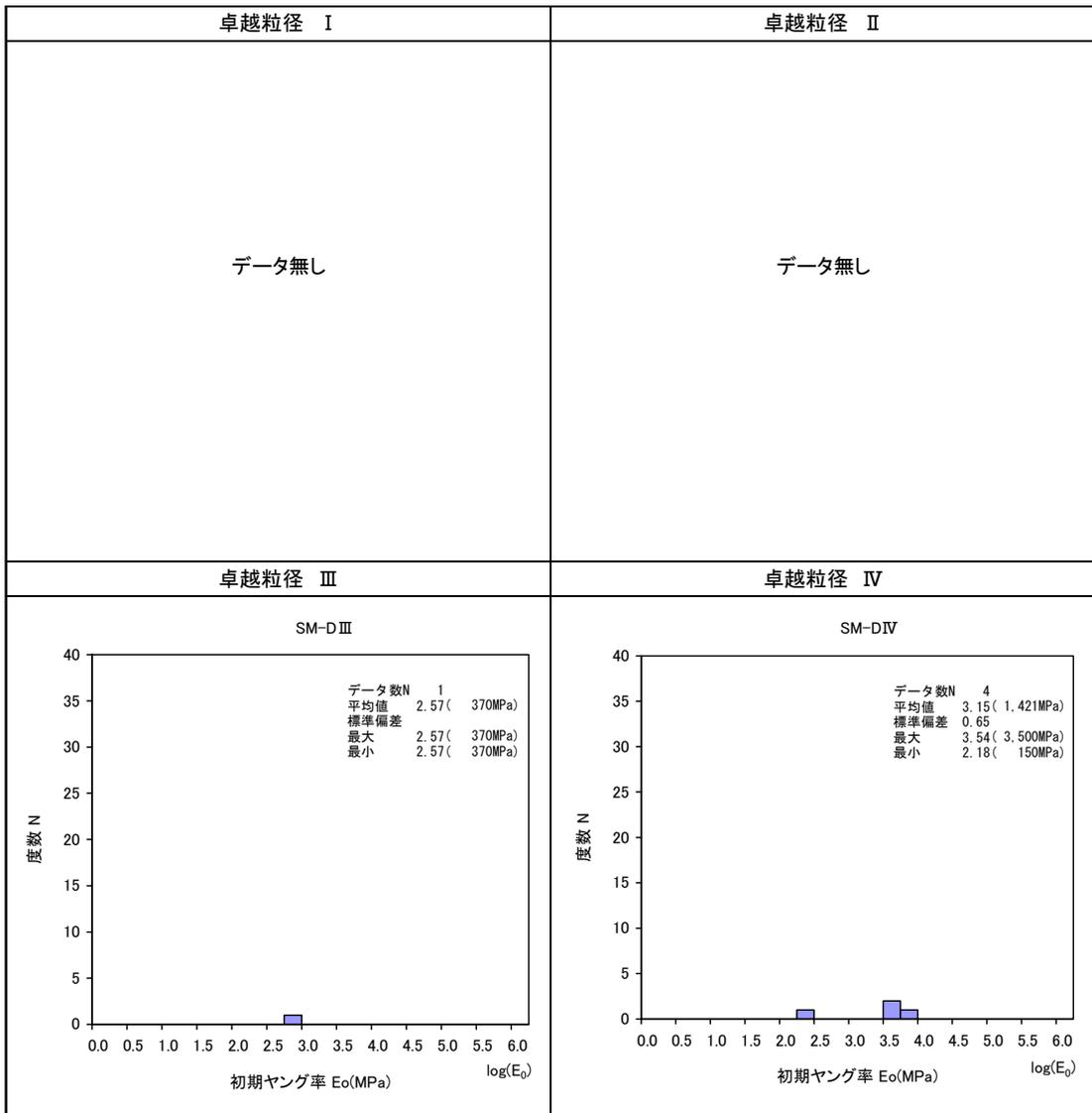


図 4.2.2-38 軟岩・塊状[S] {M} の「岩石の強さ」ランク D,  
卓越粒径別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

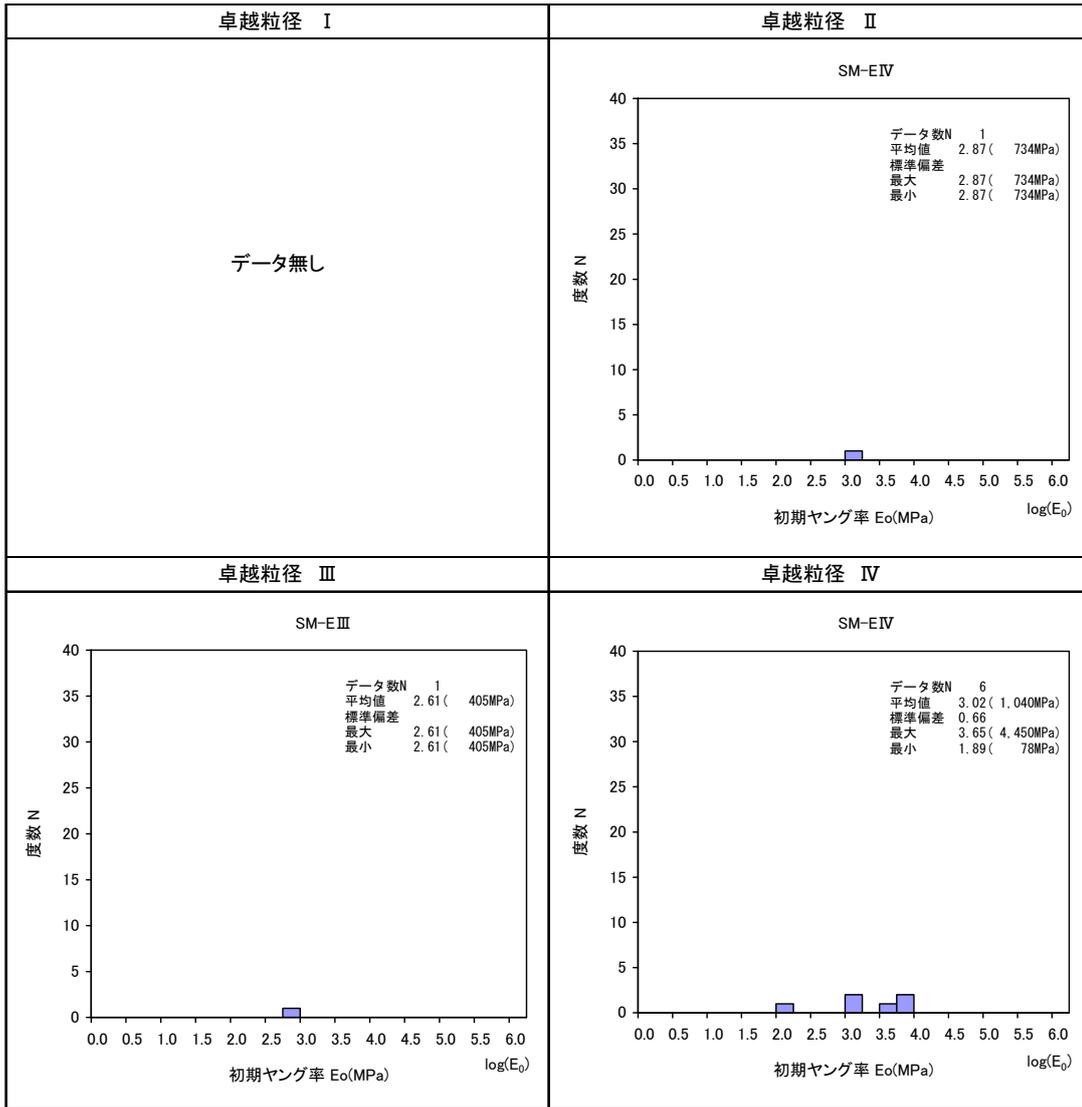


図 4.2.2-39 軟岩・塊状[S] {M} の「岩石の強さ」ランク E,  
卓越粒径別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

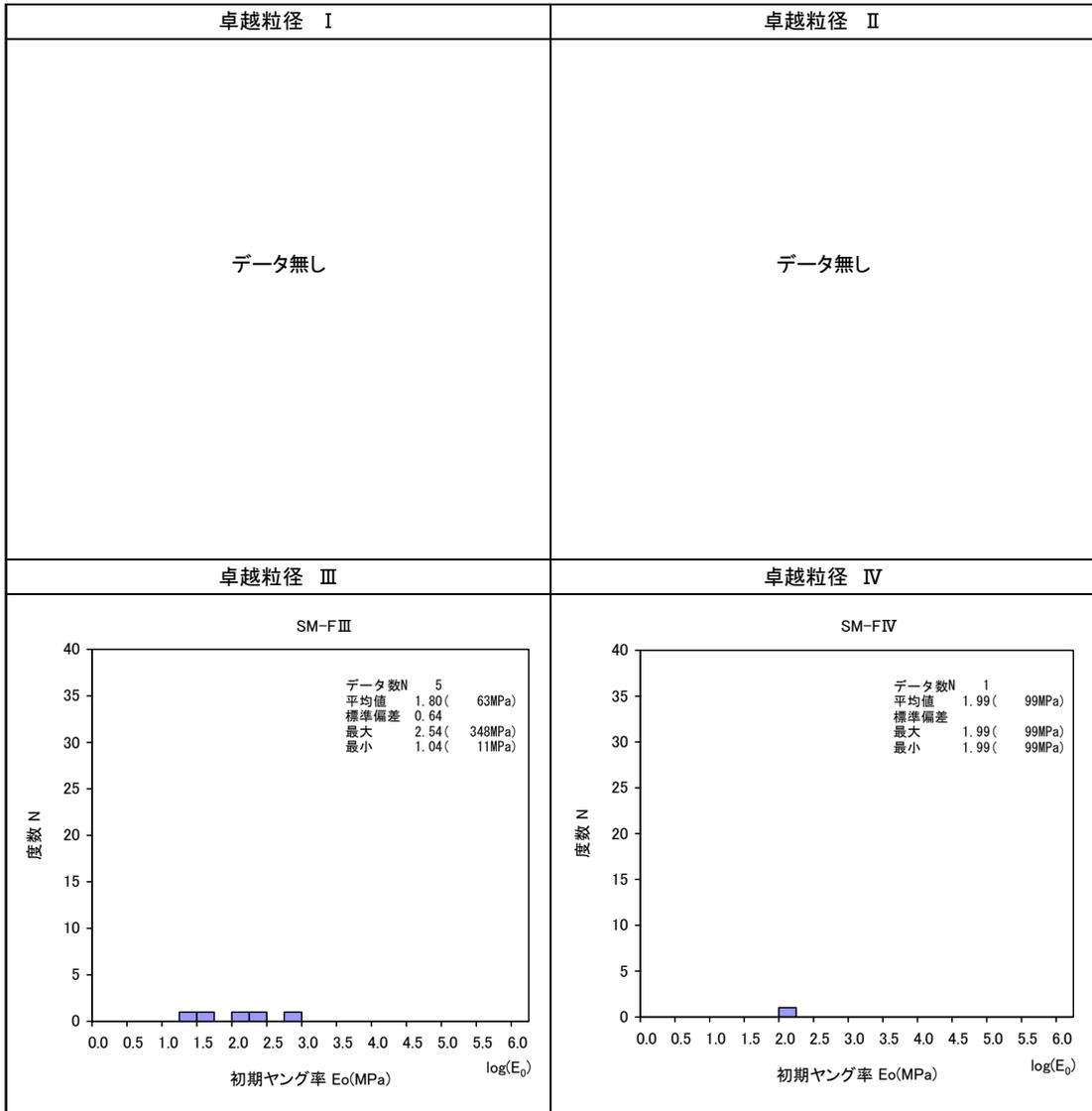


図 4.2.2-40 軟岩・塊状[S] {M} の「岩石の強さ」ランク F,  
卓越粒径別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

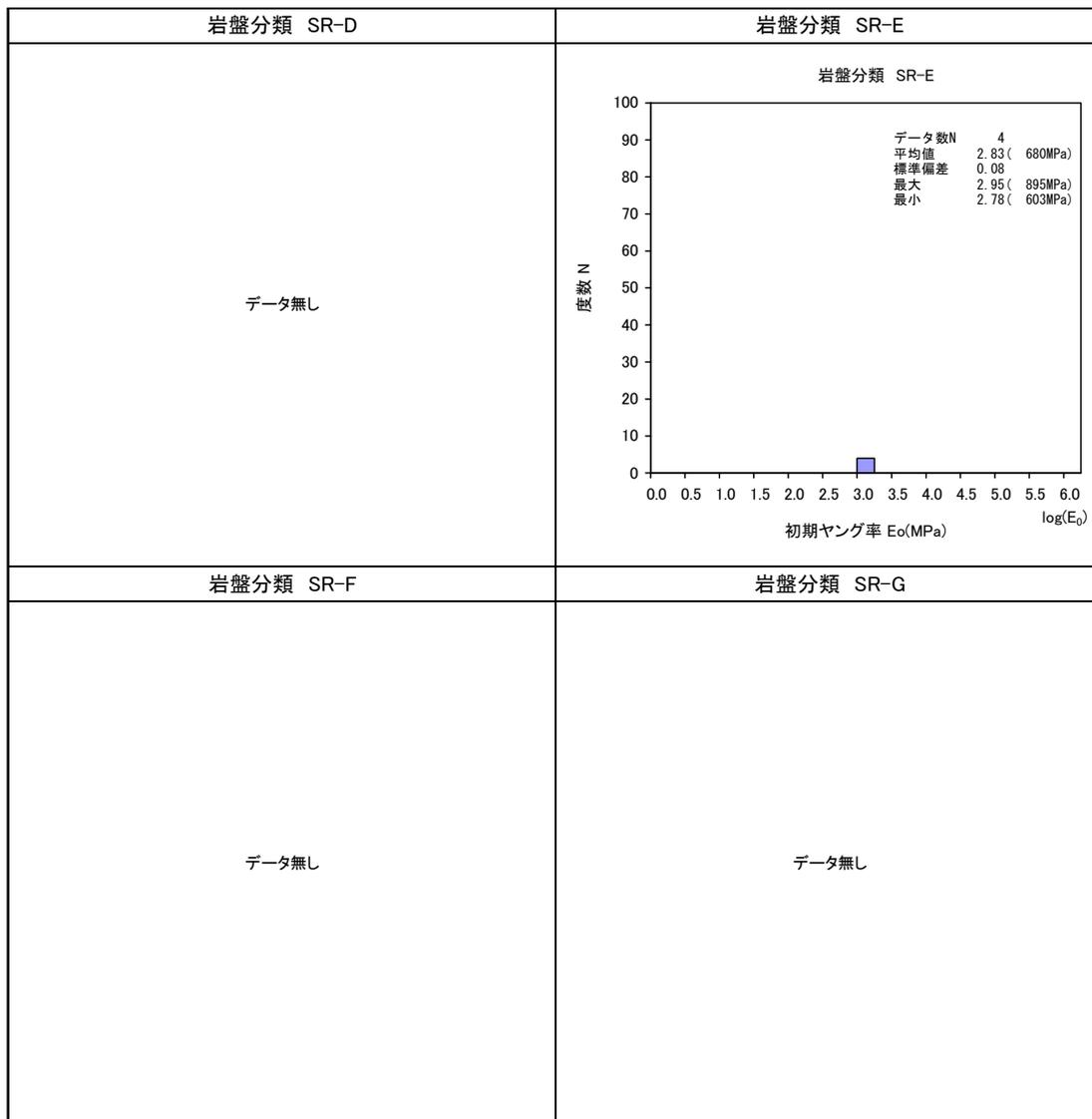


図 4.2.2-41 軟岩・礫質[S] {R} の「岩石の強さ」別の初期ヤング率  $E_0$  のヒストグラム

### 4.2.3 平板載荷試験とプレッシャーメータ試験の比較

ここでは平板載荷試験とプレッシャーメータ試験により得られた変形特性について、岩盤分類別の比較を行った。対象としたデータは平板載荷試験では変形係数  $E_D$ 、割線弾性係数  $E_S$ 、接線弾性係数  $E_t$ 、プレッシャーメータ試験では初期ヤング率  $E_0$  である。

なお、対比する両者の物性値は同一箇所での試験値ではなく、データ・ベースとして得られた数多くの試験データを岩盤分類別に集約整理したものである。

#### (1) 変形係数の $E_D$ の比較

平板載荷試験による変形係数  $E_D$  とプレッシャーメータ試験による初期ヤング率  $E_0$  を比較して図 4.2.3-1~2 に示す。

まず、岩盤分類として大分類、中分類に注目して比較したものが図 4.2.3-1 である。この図では大分類として硬岩[H]、軟岩[S]、そして中分類として硬岩では塊状{M}、葉状{F}、軟岩では塊状{M}、礫質{R} について比較した。各分類において両者の平均値の比を求め最下段に図化した。この結果、平板載荷試験により得られる変形係数  $E_D$  はプレッシャーメータ試験の初期ヤング率  $E_0$  より大きな値を示しており、その比率は硬岩[H]、軟岩[S]ともに 1.5 程度である。

次に岩盤分類として「岩石の強さ」のランク別に比較したものが図 4.2.3-2 である。この図では硬岩[H]では「岩石の強さ」のランク A, B, C, D, E, F について、軟岩ではランク D, E, F について比較した。各区分において両者の平均値の比を求め最下段に図化した。

この結果、平板載荷試験により得られる変形係数  $E_D$  はプレッシャーメータ試験の初期ヤング率  $E_0$  より大きな値を示している。その比率は、硬岩[H]では 0.4~2.5 程度、軟岩[S]では 1.5~5.5 程度の範囲にあり、バラツキが大きい。

#### (2) 割線弾性係数 $E_S$ の比較

平板載荷試験による割線弾性係数  $E_S$  とプレッシャーメータ試験による初期ヤング率  $E_0$  を比較して図 4.2.3-3~4 に示す。

この結果、平板載荷試験により得られる割線弾性係数  $E_S$  はプレッシャーメータ試験により得られる初期ヤング率  $E_0$  より大きな値を示しており、その比率は硬岩[H]、軟岩[S]ともに 3 程度である。

#### (3) 接線弾性係数 $E_t$ の比較

平板載荷試験による接線弾性係数  $E_t$  とプレッシャーメータ試験による初期ヤング率  $E_0$  を比較して図 4.2.3-5~6 に示す。

この結果、平板載荷試験により得られる接線弾性係数  $E_t$  はプレッシャーメータ試験により得られる初期ヤング率  $E_0$  より大きな値を示しており、その比率は硬岩[H]では 3.5 程度、軟岩[S]では 2.5 程度である。

#### (4) 代表データによる変形特性の比較

「岩石の強さ」のランク別の変形特性の平均値を一覧にまとめ表 4.2.3-1 に示す。

同表には平板載荷試験，プレッシャーメータ試験において，硬岩[H]では「岩石の強さ」のランク A, B, C, D, E, F, 軟岩[S]では「岩石の強さ」のランク D, E, F について両試験法により得られた試験結果の平均値を示してある。

また，同表には平板載荷試験による変形係数  $E_D$ ，割線弾性係数  $E_S$ ，接線弾性係数  $E_t$  をプレッシャーメータ試験による初期ヤング率  $E_0$  で除して変形特性比を示した。

同表における変形特性比をプロットして図 4.2.3-7 に示す。同図の横軸はプレッシャーメータ試験による初期ヤング率  $E_0$  とした。

この結果，変形特性が小さいほど両試験法による試験値の相違は大きく，変形特性が大きいほど両試験法による試験値の相違は小さくなる。

同グラフによれば，変形特性が 100MPa 以下の範囲では 5 倍程度，変形特性が 1,000MPa 以上の範囲では 2 倍程となっている。

以上のように平板載荷試験とプレッシャーメータ試験とで変形特性の比較を行った結果，平板載荷試験により得られる変形特性 ( $E_D$ ,  $E_S$ ,  $E_t$ ) はプレッシャーメータ試験結果 ( $E_0$ ) に比べ大きな値となっている。

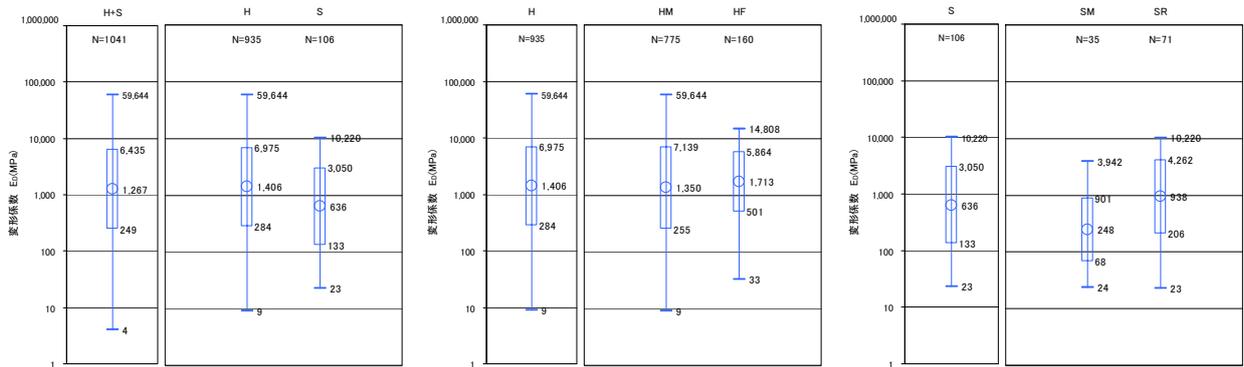
両者の相違については，試験方法に基づく以下のような要因が挙げられるが，今後詳細な分析を加える必要がある。

①試験方法の原理として，プレッシャーメータ試験では載荷面に対して載荷直交方向には引張り側の応力が作用すること。これに対して平板載荷試験では載荷面にのみ載荷応力が作用すること。

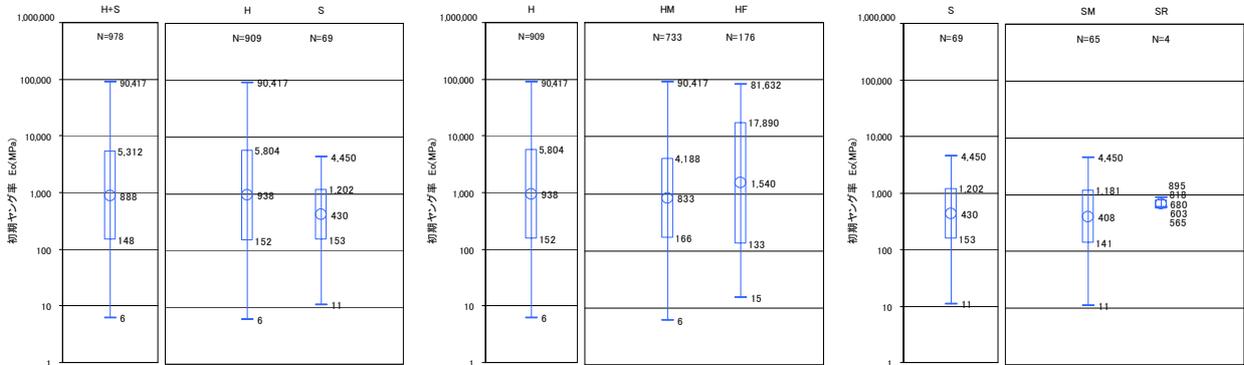
②変形特性の小さな岩盤ほど亀裂が卓越している場合が多く，上記の作用応力の相違により，プレッシャーメータ試験の方が影響を受け易く，変形特性の小さな岩盤ほど試験値は平板載荷試験に比べ小さくなること。

③載荷面積でみると標準的な試験方法では，プレッシャーメータ試験の載荷面積は平板載荷の約 2 倍程度であることから，プレッシャーメータ試験の方が相対的に小さくなる傾向にあること。

(a) 平板載荷試験による変形係数  $E_D$



(b) プレッシュャーメータ試験による初期ヤング率  $E_0$



(c) 平板載荷試験 ( $E_D$ ) とプレッシュャーメータ試験 ( $E_0$ ) による変形特性の比

$E_D$  : 平板載荷試験による変形係数

$E_0$  : プレッシュャーメータ試験による初期ヤング率

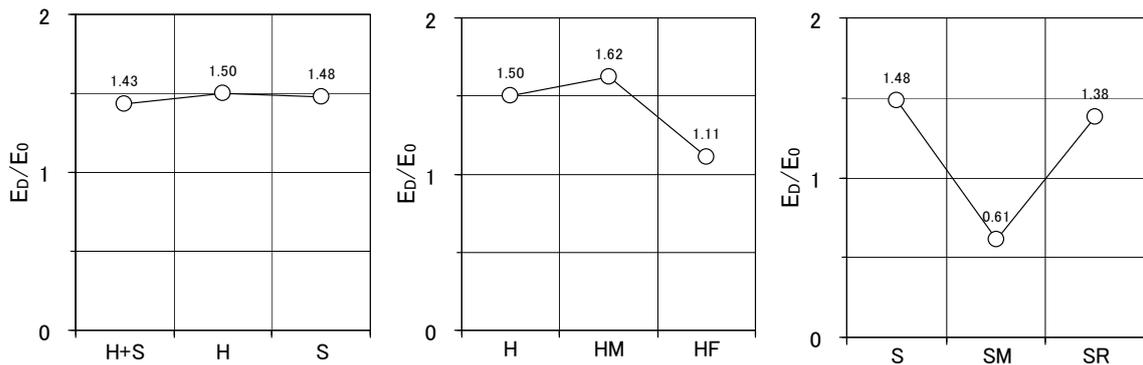
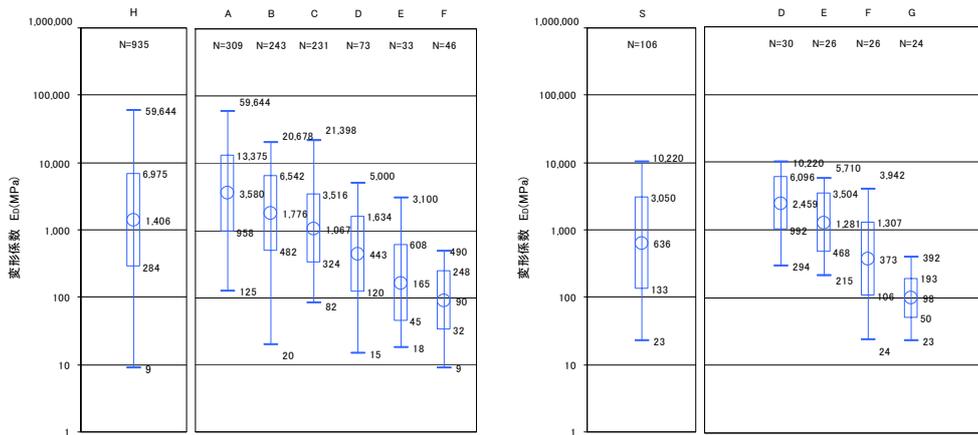
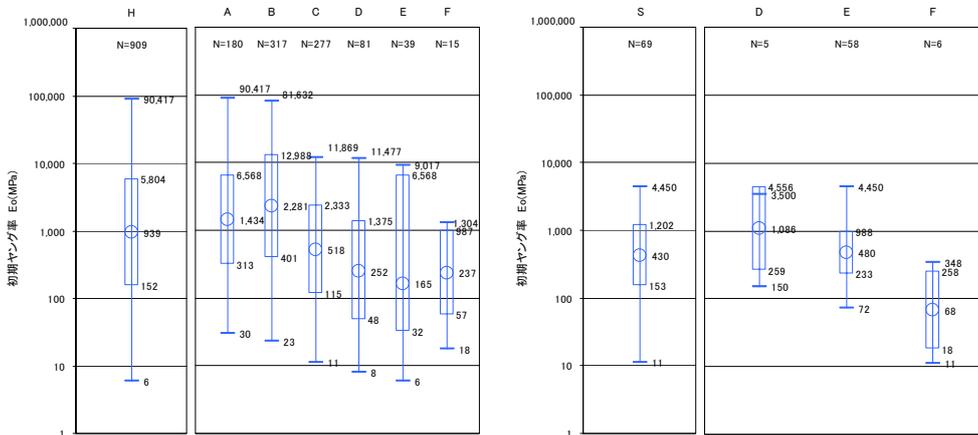


図 4.2.3-1 平板載荷試験とプレッシュャーメータ試験の比較(変形係数  $E_D$ )  
(大分類・中分類別)

(a) 平板載荷試験による変形係数  $E_D$



(b) プレッシュャーメータ試験による初期ヤング率  $E_0$



(c) 平板載荷試験 ( $E_D$ ) とプレッシュャーメータ試験 ( $E_0$ ) による変形特性の比

$E_D$  : 平板載荷試験による変形係数

$E_0$  : プレッシュャーメータ試験による初期ヤング率

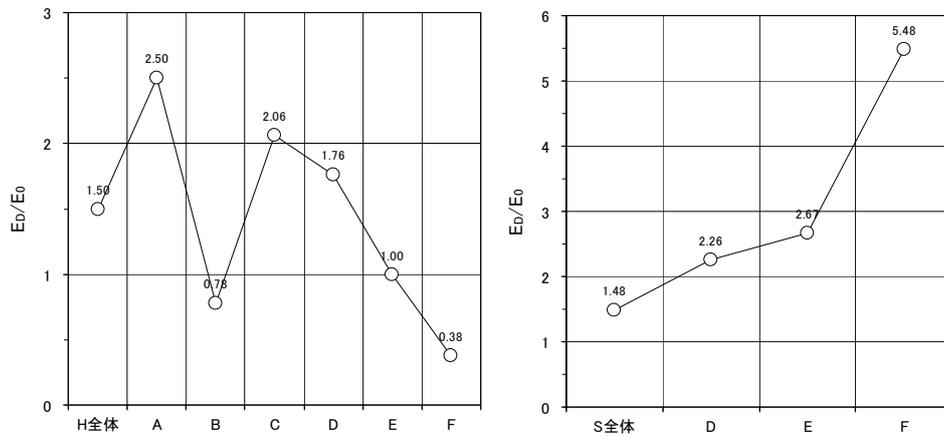
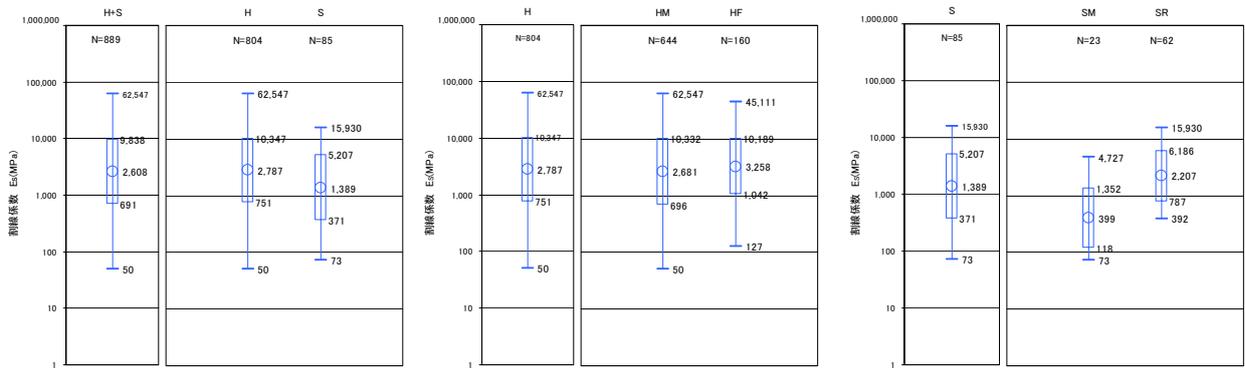
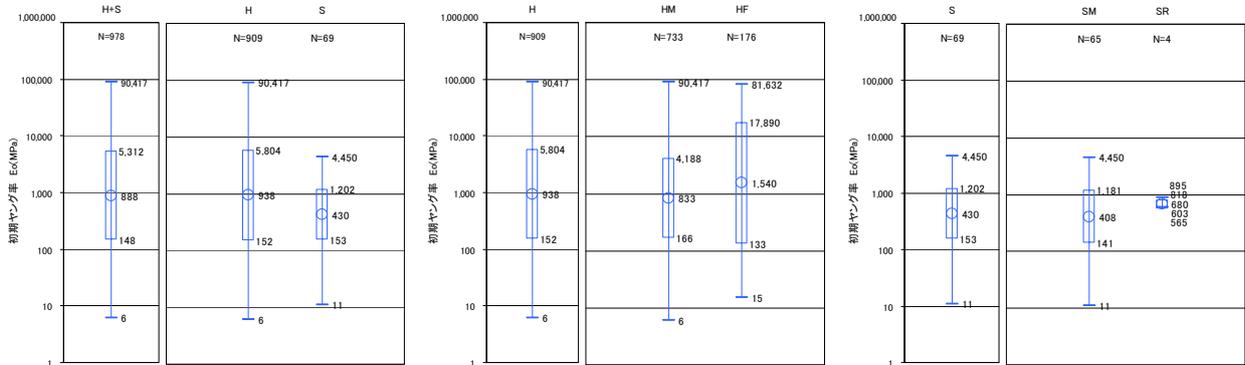


図 4.2.3-2 平板載荷試験とプレッシュャーメータ試験の比較(変形係数  $E_D$ )  
(小分類「岩石の強さ」別)

(a) 平板載荷試験による割線弾性係数  $E_S$



(b) プレッシュャーマータ試験による初期ヤング率  $E_0$



(c) 平板載荷試験 ( $E_S$ ) とプレッシュャーマータ試験 ( $E_0$ ) による変形特性の比

$E_S$  : 平板載荷試験による割線弾性係数  
 $E_0$  : プレッシュャーマータ試験による初期ヤング率

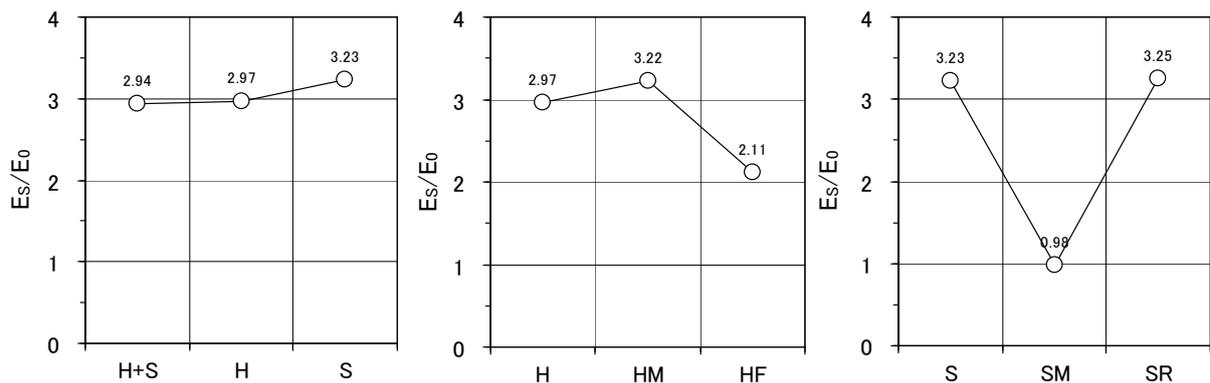
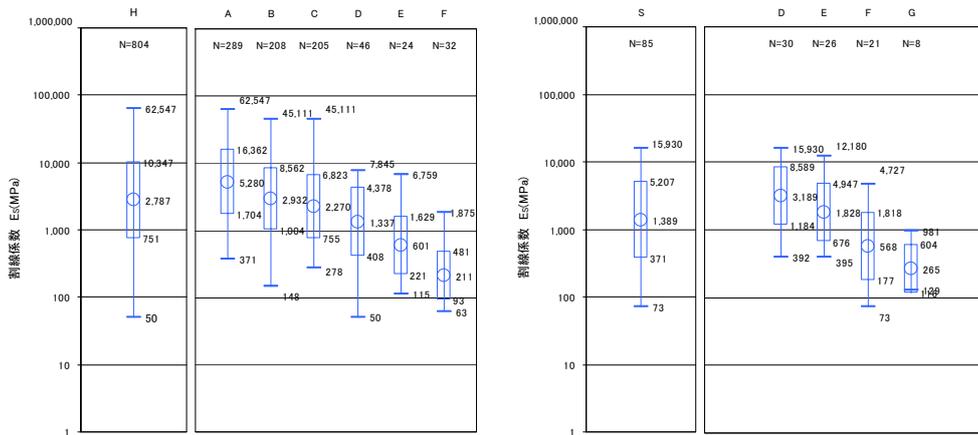
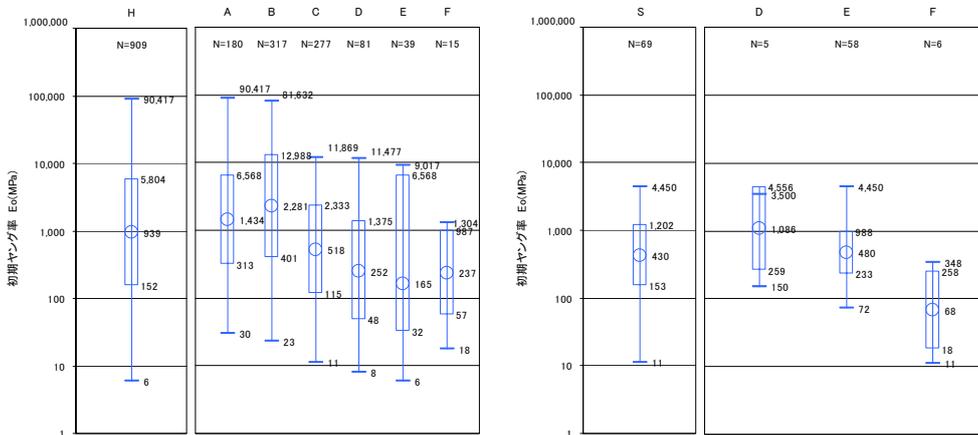


図 4.2.3-3 平板載荷試験とプレッシュャーマータ試験の比較(割線弾性係数  $E_S$ )  
 (大分類・中分類別)

(a) 平板載荷試験による割線弾性係数  $E_S$



(b) プレッシュャーメータ試験による初期ヤング率  $E_0$



(c) 平板載荷試験 ( $E_S$ ) とプレッシュャーメータ試験 ( $E_0$ ) による変形特性の比

$E_S$  : 平板載荷試験による割線弾性係数

$E_0$  : プレッシュャーメータ試験による初期ヤング率

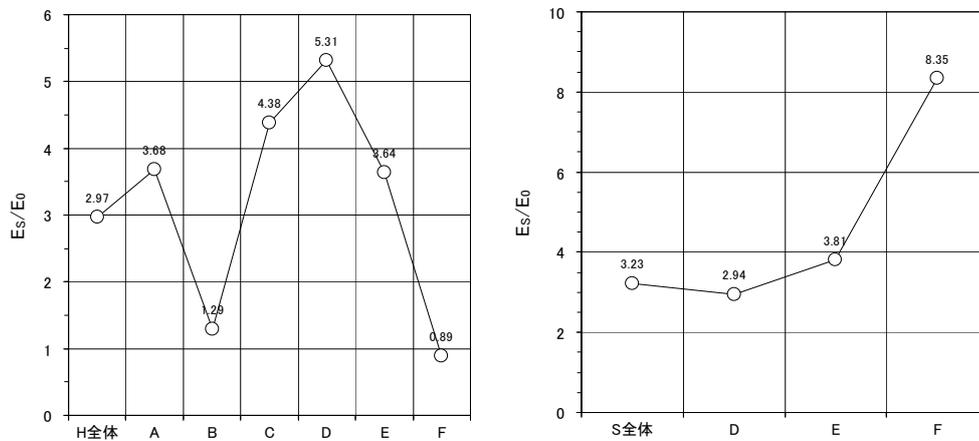
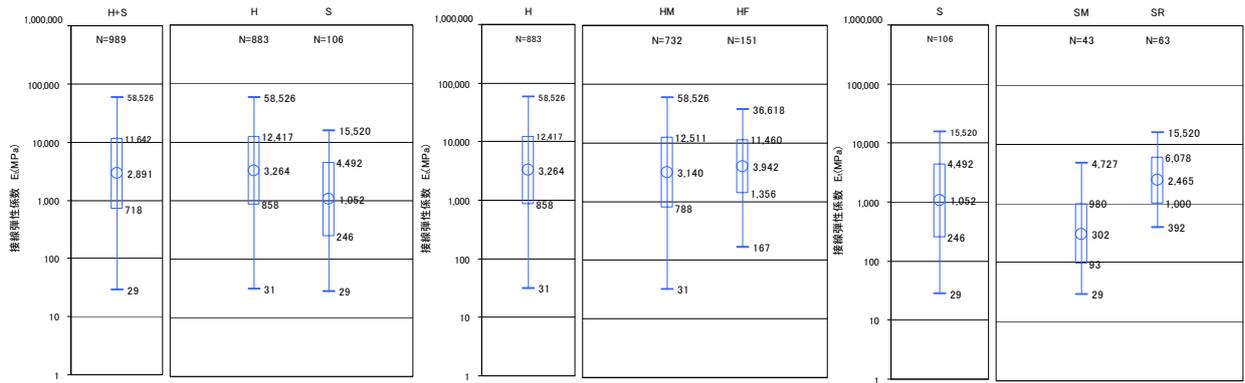
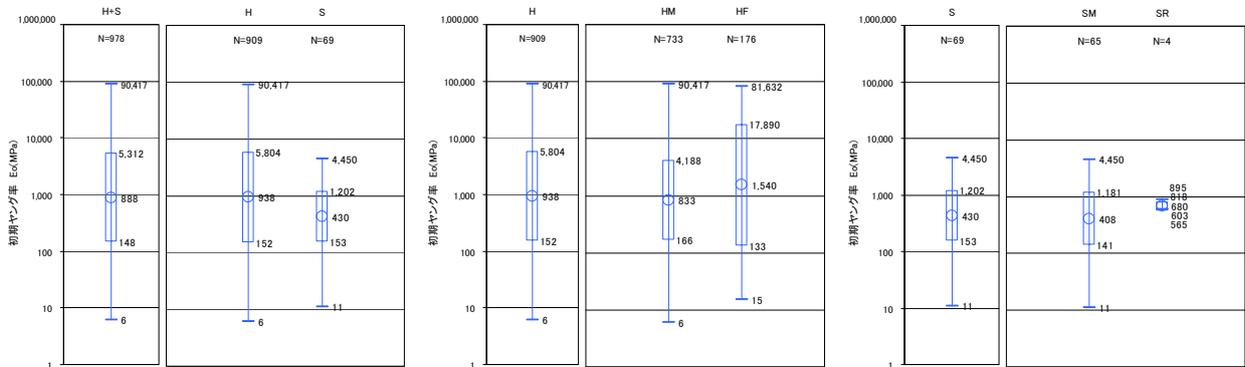


図 4.2.3-4 平板載荷試験とプレッシュャーメータ試験の比較(割線弾性係数  $E_S$ )  
(小分類「岩石の強さ」別)

(a) 平板載荷試験による接線弾性係数  $E_t$



(b) プレッシュャーメータ試験による初期ヤング率  $E_0$



(c) 平板載荷試験( $E_t$ )とプレッシュャーメータ試験( $E_0$ )による変形特性の比

$E_t$  : 平板載荷試験による接線弾性係数

$E_0$  : プレッシュャーメータ試験による初期ヤング率

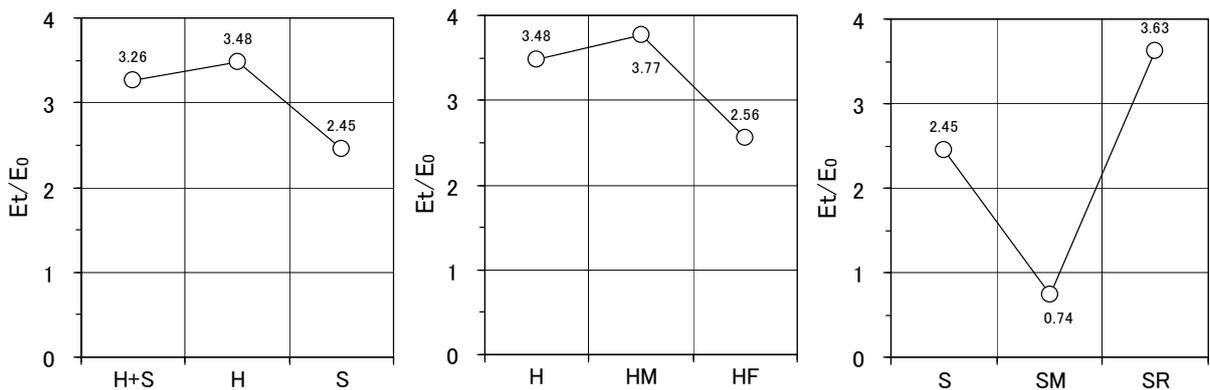
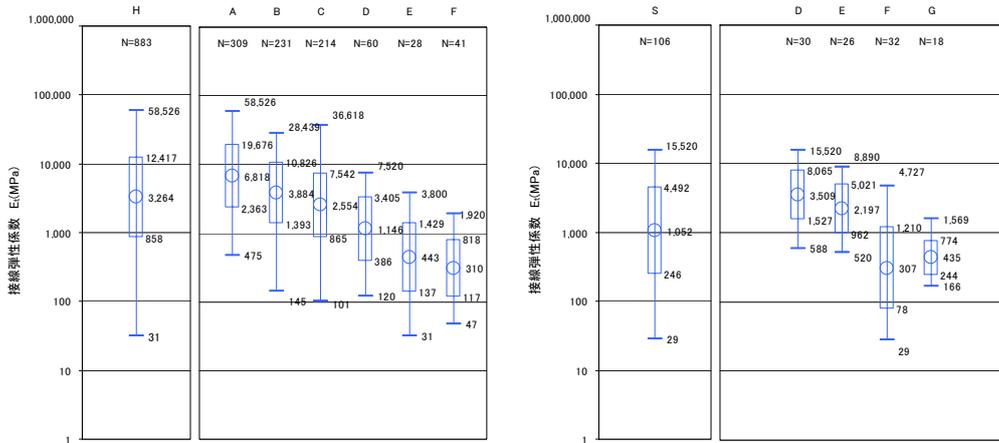
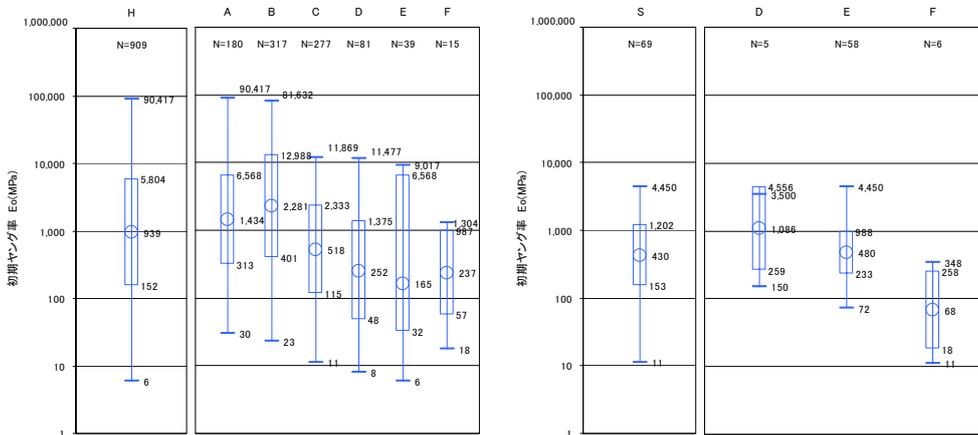


図 4.2.3-5 平板載荷試験とプレッシュャーメータ試験の比較(接線弾性係数  $E_t$ )  
(大分類・中分類別)

(a) 平板載荷試験による接線弾性係数  $E_t$



(b) プレッシュャーメータ試験による初期ヤング率  $E_0$



(c) 平板載荷試験 ( $E_t$ ) とプレッシュャーメータ試験 ( $E_0$ ) による変形特性の比

$E_t$  : 平板載荷試験による接線弾性係数  
 $E_0$  : プレッシュャーメータ試験による初期ヤング率

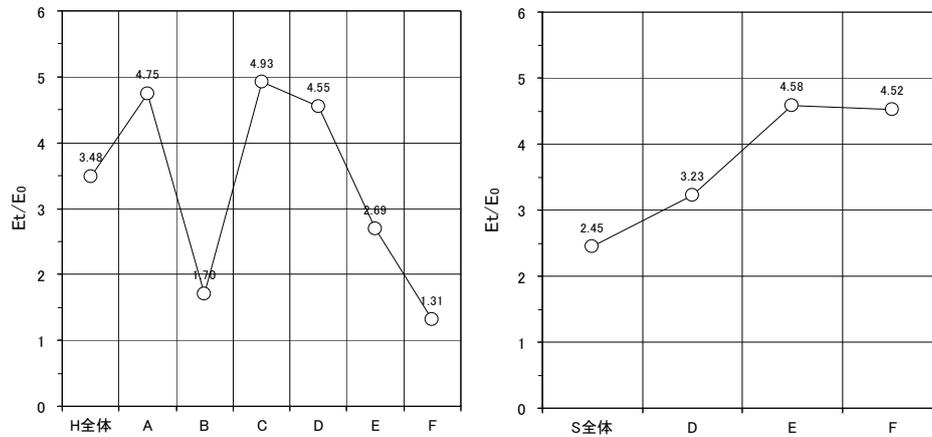


図 4.2.3-6 平板載荷試験とプレッシュャーメータ試験の比較(接線弾性係数  $E_t$ )  
 (小分類「岩石の強さ」別)

表 4.2.3-1 試験方法別の变形特性の比較データ

岩盤分類		プレッシャーメータ試験	平板载荷試験			变形特性比		
大分類	「岩石の強さ」	初期ヤング率 $E_0$ (MPa)	变形係数 $E_D$ (MPa)	割線弾性係数 $E_S$ (MPa)	接線弾性係数 $E_t$ (MPa)	$E_D/E_0$	$E_S/E_0$	$E_t/E_0$
硬岩 [H]	A	1,434	3,580	5,280	6,818	2.50	3.68	4.75
	B	2,281	1,776	2,932	3,384	0.78	1.29	1.48
	C	518	1,067	2,270	2,554	2.06	4.38	4.93
	D	252	443	1,337	1,146	1.76	5.31	4.55
	E	165	165	601	443	1.00	3.64	2.68
	F	237	90	211	310	0.38	0.89	1.31
軟岩 [S]	D	1,086	2,459	3,189	3,509	2.26	2.94	3.23
	E	480	1,281	1,828	2,197	2.67	3.81	4.58
	F	68	373	568	307	5.49	8.35	4.51
	G	—	98	265	435	—	—	—

注) 表内の数値は各岩盤分類における平均値

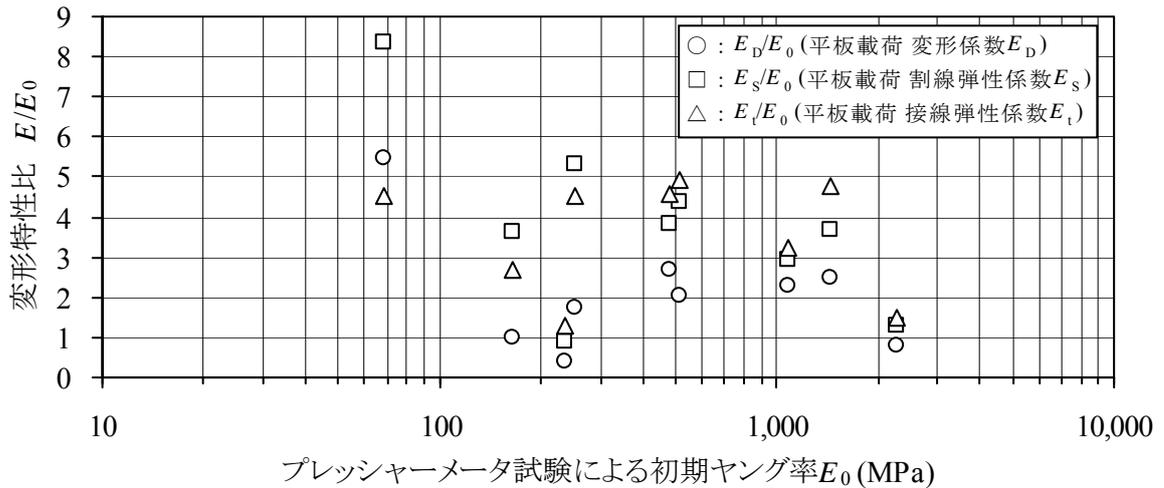


図 4.2.3-7 平板载荷試験とプレッシャーメータ試験による变形特性の比較

注) グラフの説明

平板载荷試験, プレッシャーメータ試験において, 硬岩[H]では「岩石の強さ」のランク A,B,C,D,E,F, 軟岩[S]では「岩石の強さ」のランク D,E,F について両試験結果の平均値の比をプロット

### 4.3 岩盤のせん断試験

本節では、岩盤のせん断試験から得られた結果に対する分析の結果を示す。前節までと同様に、「岩盤の工学的分類方法」(JGS 3811-2004)と試験結果の対応に注目した整理を行っている。整理においては注目すべき各々の分類に属する試験結果を一括して扱い、垂直応力—せん断強さ関係の直線近似を基本とした。得られた各々のせん断強さについて、粘着力  $c$ 、せん断抵抗角  $\phi$ 、せん断強さの標準偏差  $s_{\tau|\sigma}$ 、および標本数  $n$  の値を示した。ただし、 $\tau_f$  はせん断強さ、 $\sigma$  は垂直応力を各々表し、標準偏差は回帰直線からの  $\tau_f$  の偏差について示した。表 4.3-1 に、本節で取り上げた標本数を示す。

#### 4.3.1 大分類および中分類の比較

大分類、すなわち硬岩系岩盤[H]と軟岩系岩盤[S]について、各々に属する標本点のせん断強さを図 4.3.1-1 に示す。試験個数  $n$  は硬岩系岩盤[H]の方がより多く、また標本点の分布範囲も垂直応力  $\sigma$ 、せん断応力  $\tau$  のいずれについても硬岩系岩盤の方がより広い。これらのうち垂直応力  $\sigma$  の範囲については、試験が実施された範囲、すなわち人為的な要因が強く反映されており、材料の特性だけを反映したものではない。せん断応力  $\tau$  の範囲は、垂直応力の範囲との関連もあるものの、硬岩系岩盤の方がより強い岩盤を含むことを反映している。

次いで、中分類ごと、すなわち硬岩系岩盤[H]については塊状{M}および葉状{F}、軟岩系岩盤[S]については塊状{M}および礫質{R}に分けて、これらに属する標本点のせん断強さを図 4.3.1-2~4 に示す。なお、軟岩系岩盤・互層[S]{B}については標本点が得られていない。図 4.3.1-2~4 では小分類に対応する色分けも合わせて表示しているが、いずれの中分類についても概ね、より堅硬な小分類に対してより強いせん断強さが現れている。

硬岩系岩盤[H]に属する中分類である塊状{M} (図 4.3.1-2) と葉状{F} (図 4.3.1-3) を比較すると、標本数は塊状の方がより大きく、また標本点の分布範囲も垂直応力  $\sigma$ 、せん断応力  $\tau$  のいずれについても塊状の方がより広い。したがって、これら 2 者の比較からは、上記の大分類間の比較と類似の結論、すなわち塊状{M}の方がより強い岩盤を含むことが見出される。

軟岩系岩盤[S]に属する中分類である塊状{M} (図 4.3.1-4 (a)) と礫質{R} (図 4.3.1-4 (b)) を比較すると、標本数は礫質{R}の方がより大きい。標本点の分布範囲は、垂直応力  $\sigma$  については塊状{M}の方が、せん断応力  $\tau$  については礫質{R}の方がより広い。したがって、これら 2 者の比較からは、礫質{R}の方がより強い岩盤を含むことが見出される。

なお、岩盤のせん断試験においては、想定せん断面と傾斜荷重のなす角を  $\theta$  として、直線  $\tau = \sigma \tan(90^\circ - \theta)$  より左側には試験結果を得ることが出来ない。したがって、特にせん断抵抗角  $\phi$  が大きい場合には、その値に載荷方法自体の特性も大いに反映されてしまい、一概に材料の特性だけが反映された値と言えないことに注意すべきである。図 4.3.1-1~4 およ

び以下で参照する同種の図には、一般的な $\theta=15^\circ$ の場合を想定し、直線 $\tau=\sigma\tan 75^\circ$ を測定の限界として示した。ただし、 $\theta < 15^\circ$ の場合もあるので、この直線の左側に点が位置することもあり得る。

#### 4.3.2 硬岩系岩盤・塊状 [H]{M}

中分類 硬岩系岩盤・塊状[H]{M}に属する試験結果について、せん断強さの一覧表を表 4.3.2-1 に示す。同表の各小分類の欄には 4 種の数値を示している。上から順に、粘着力  $c$ 、せん断抵抗角  $\phi$ 、せん断強さの標準偏差  $s_{\tau_f}$ 、および標本数  $n$  の値を各々表す。

表 4.3.2-1 に示した粘着力  $c$  およびせん断抵抗角  $\phi$  の値を各小分類について図示すると図 4.3.2-1 のようになる。同図に示された点は互いに入り乱れており、小分類に対応する単純な規則性は見出し難い。

図 4.3.2-2 は、すべての小分類について、垂直応力—せん断強さ関係の近似直線を示したものである。同図における色分けは、左の図から順に、岩石の強さによる分類、不連続面の間隔による分類、および最も堅硬な小分類 A I から最も脆弱な小分類 F VI へ向かう、分類表における対角線方向の分類を各々示すが、いずれの図においても分類は入り乱れており、単純な規則性は見出し難い。しかし、図 4.3.2-3 のように、直線の表示範囲を標本点の存在範囲に限定すると、いずれの図においても、分類が堅硬側であるほどせん断強さ  $\tau_f$  の値が大きいという傾向が見て取れる。

各小分類について、せん断強さを図 4.3.2-4~9 に示す。これらの図における回帰直線はいずれも、すでに表 4.3.2-1 および図 4.3.2-1~3 に示したものと同一である。ここでは単純に試験結果を線形最小二乗近似することとし、粘着力  $c$  の値が負となる場合についてもそのまま示した。なお、HM-B IV の標本点の中に、 $\theta=0$  とされた試験結果が含まれることを付記しておく。図 4.3.2-4~9、さらには以下他の中分類に属する同様の図において、回帰直線からの偏差が比較的大きいケースも見られるが、このような結果は多様な岩盤を一括して扱ったために得られていると考えられ、特に不連続面の方向を考慮せず一括していることの影響は大きいと思われる。

#### 4.3.3 硬岩系岩盤・葉状 [H]{F}

中分類 HF すなわち硬岩系岩盤・葉状に属する試験結果について、一覧表を表 4.3.3-1 に示す。各欄の値が表す内容は、前項に記した表 4.3.2-1 と同じである。

表 4.3.3-1 を表 4.3.2-1 と比較すると、表 4.3.3-1 においては岩石の強さという要素で堅硬と判断されているものが多く、実に分類 E の標本数は 0 となっている。

図 4.3.3-1 は、前項で参照した図 4.3.2-1 と同様に、表 4.3.3-1 に示した粘着力  $c$  およびせん断抵抗角  $\phi$  の値を各小分類について図示したものであるが、図 4.3.2-1 とは異なり、ある程度の規則性を示している。すなわち、粘着力  $c$  の値は、岩石の強さ A, B および C につい

ては、不連続面の間隔 IV から VI へ向けて明らかに増加している。また、D および F については逆に減少している。せん断抵抗角  $\phi$  の値は、不連続面の間隔 I~V については比較的大きな値を示し、VI についてのみ大きく低下している。

すべての小分類について、垂直応力—せん断強さ関係の近似直線を図 4.3.3-2 に示す。色分け等の表示は、前項で参照した図 4.3.2-3 と同様である。図 4.3.3-2 のうち、左側と中央、すなわち岩石の強さおよび不連続面の間隔に対する表示では、直線が互いに入り乱れて明らかな傾向を見出し難い。しかし、右側すなわち分類表における対角線方向の分類に対しては、堅硬側から脆弱側へ向けてせん断抵抗角  $\phi$  が次第に減少するという規則性が現れている。葉状 {F} の場合には、表示領域を限定した図 4.3.3-3 よりも図 4.3.3-2 の方が傾向を読み取りやすく、したがってせん断強さ  $\tau_f$  の値そのものよりも、せん断抵抗角  $\phi$  に特性の変化が現れていると言える。

図 4.3.3-5~7 には、塊状の場合と同様に、各小分類のせん断強さを示す。

#### 4.3.4 軟岩系岩盤 [S]

前項までの硬岩系岩盤と同様に、軟岩系岩盤・塊状 [S]{M} および軟岩系岩盤・礫質 [S]{R} について、表 4.3.4-1, 2 および図 4.3.4-1~9 に整理の結果を示す。

硬岩系岩盤の場合と比較して標本数が小さいが、粘着力  $c$ 、せん断抵抗角  $\phi$  とも、全体的に概ね、堅硬であるほど大きいという傾向が現れている。

表 4.3-1 岩盤のせん断試験 標本数

【硬岩系岩盤・塊状(HM)】

		不連続面の間隔(mm)						小計	
		2000 600 200 60 20							
		I	II	III	IV	V	VI		
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	100	A	0	8	52	123	10	1	194
	50	B	0	8	36	184	29	2	259
		C	0	5	21	120	51	0	197
	25	D	0	5	28	10	53	6	102
	10	E	0	0	15	3	14	5	37
	5	F	0	0	27	6	14	37	84
				0	26	179	446	171	51

【軟岩系岩盤・塊状(SM)】

		卓越粒径(mm)				小計	
		2 0.063 0.002					
		I	II	III	IV		
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	10	D	0	8	0	0	8
		E	0	0	0	0	0
	5	F	0	26	8	0	34
		G	0	4	0	0	4
	1						
	小計	0	38	8	0	46	

【硬岩系岩盤・葉状(HF)】

		不連続面の間隔(mm)						小計	
		2000 600 200 60 20							
		I	II	III	IV	V	VI		
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	100	A	0	0	0	28	2	0	30
	50	B	0	0	6	28	19	4	57
		C	0	4	10	36	17	4	71
	25	D	0	0	0	4	10	1	15
	10	E	0	0	0	0	0	0	0
	5	F	0	0	0	0	8	5	13
				0	4	16	96	56	14

【軟岩系岩盤・礫質(SR)】

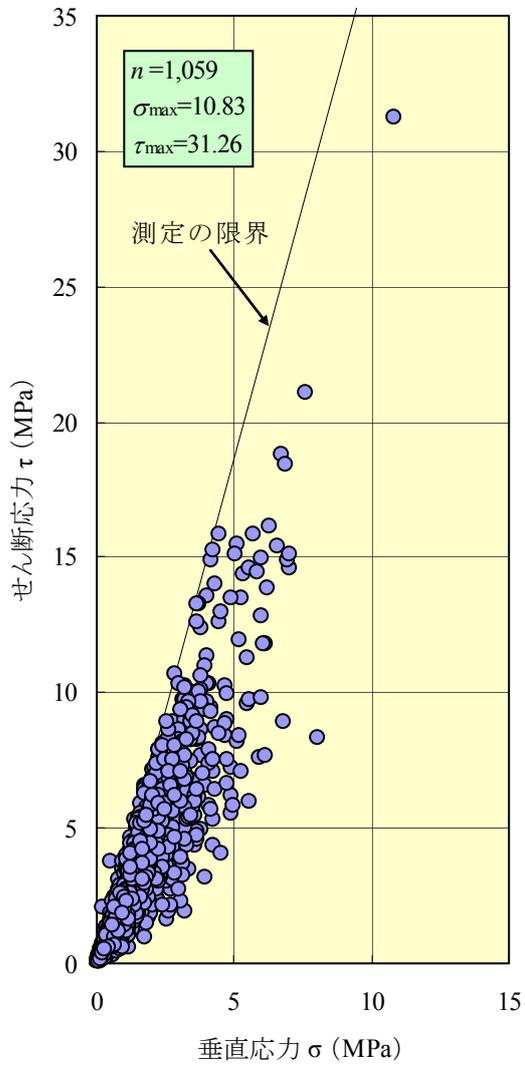
		礫の含有率(%)				小計	
		50 20 10					
		I	II	III	IV		
マトリックスの強さ (MN/m <sup>2</sup> )	10	D	0	28	1	3	32
		E	0	12	7	15	34
	5	F	0	6	0	9	15
		G	0	0	0	0	0
1							
	小計	0	46	8	27	81	

【データ総数】

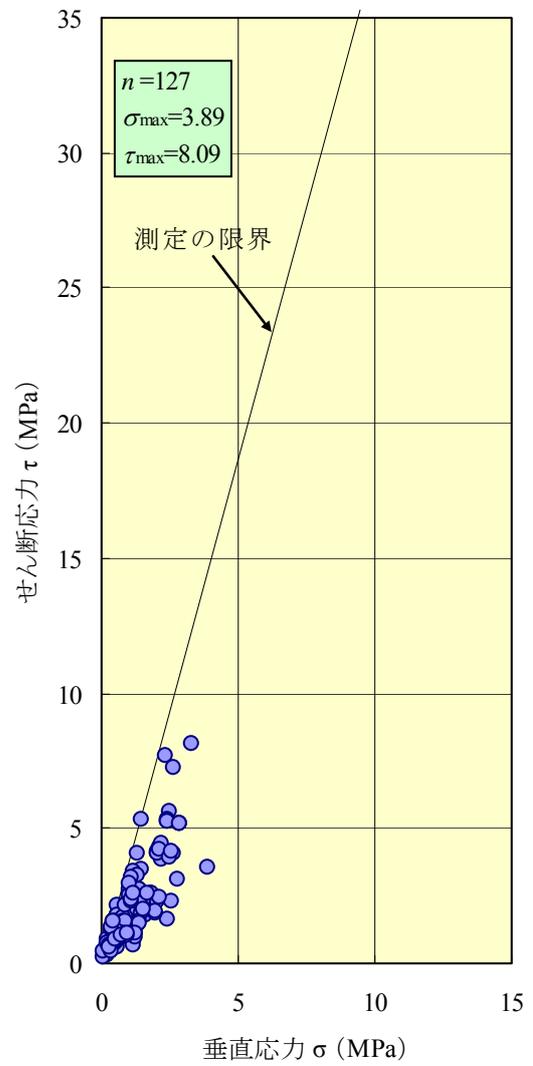
大分類	中分類	データ数	計
硬岩系 岩盤 (H)	塊状(HM)	873	1059
	葉状(HF)	186	
軟岩系 岩盤 (S)	塊状(SM)	46	127
	礫質(SR)	81	
	互層(SB)	0	

【軟岩系岩盤・互層(SB)】

		弱層の構成率(%)					小計
		10 30 50 80					
		I	II	III	IV	V	
層の強さ区分の差	同 等	0	0	0	0	0	0
	1段階	0	0	0	0	0	0
	2段階	0	0	0	0	0	0
	3段階	0	0	0	0	0	0
	小計	0	0	0	0	0	0



(a)



(b)

図 4.3.1-1 各大分類のせん断強さ : (a) 硬岩系岩盤[H] ; (b) 軟岩系岩盤[S]

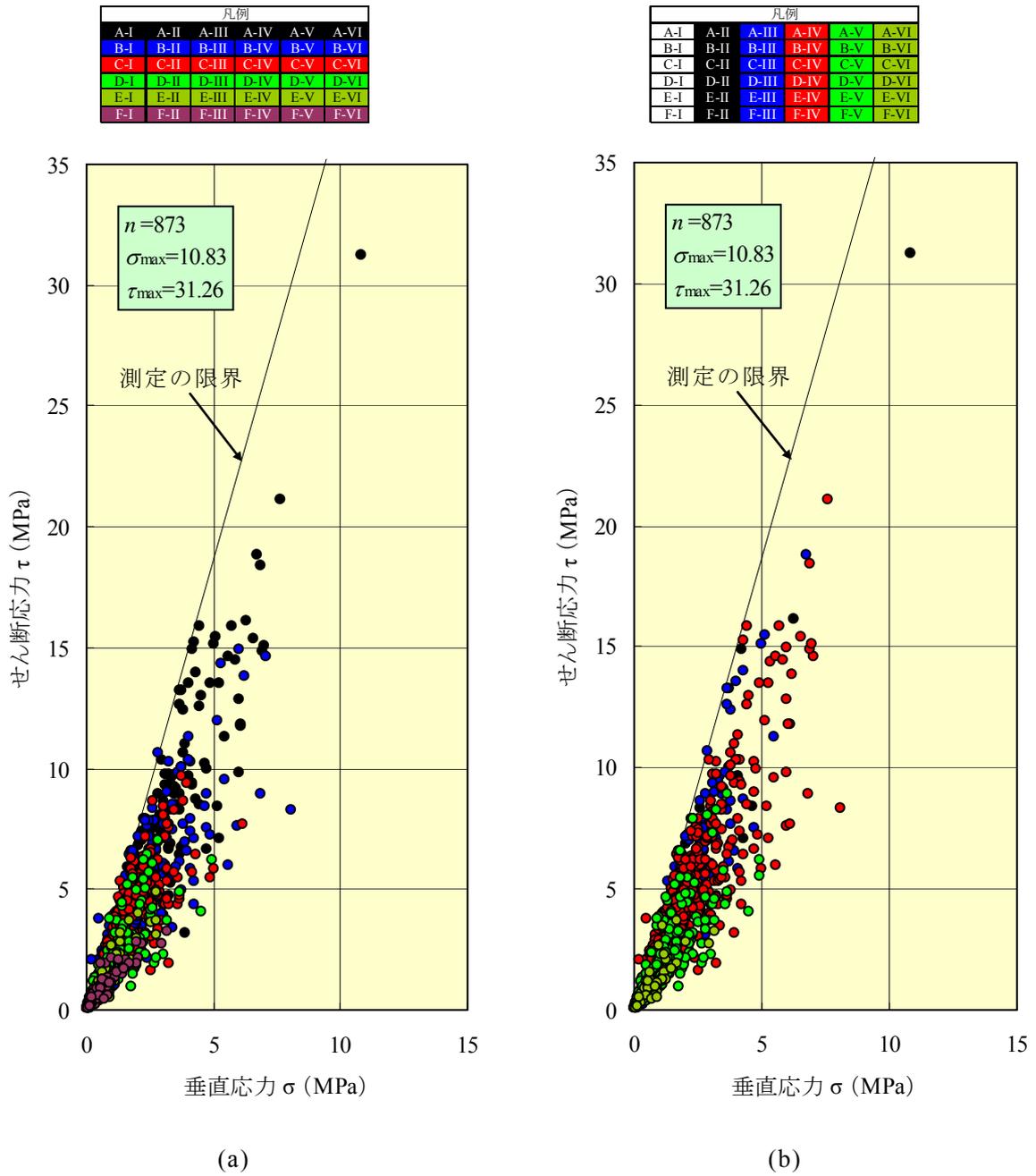
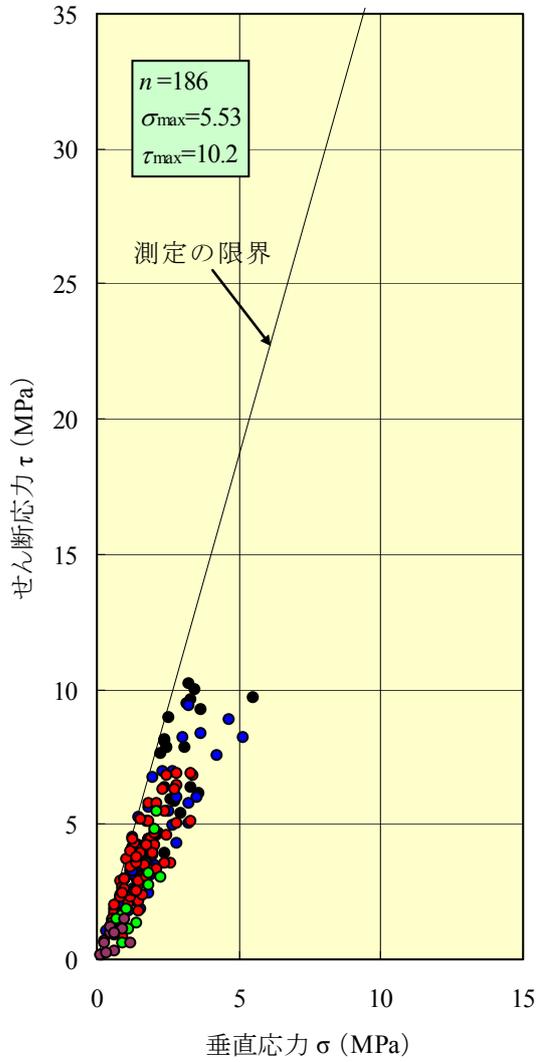


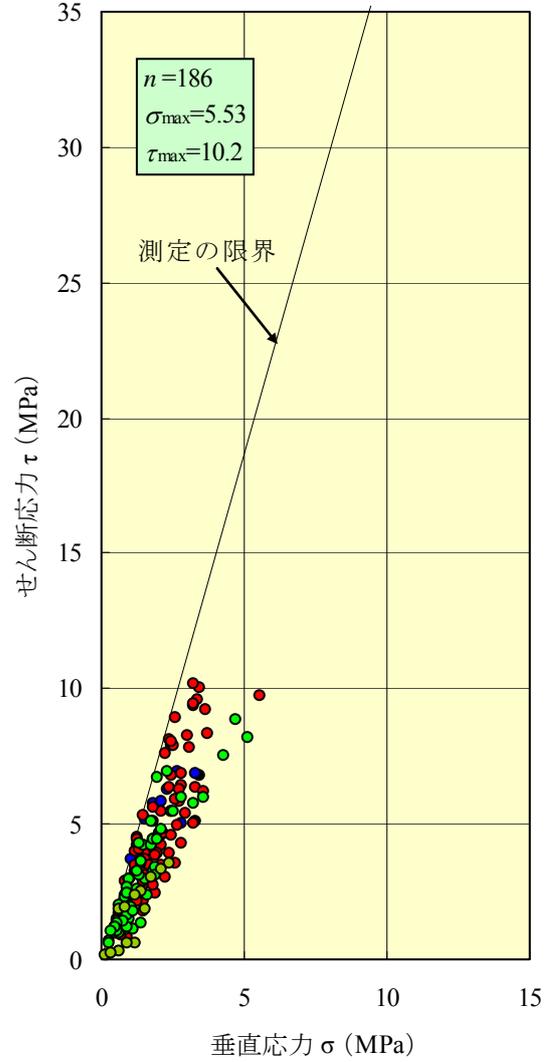
図 4.3.1-2 中分類 硬岩系岩盤・塊状[H]{M}のせん断強さ：(a) A～F 6 段階分類表示；(b) I～VI 6 段階分類表示

凡例					
A-I	A-II	A-III	A-IV	A-V	A-VI
B-I	B-II	B-III	B-IV	B-V	B-VI
C-I	C-II	C-III	C-IV	C-V	C-VI
D-I	D-II	D-III	D-IV	D-V	D-VI
E-I	E-II	E-III	E-IV	E-V	E-VI
F-I	F-II	F-III	F-IV	F-V	F-VI



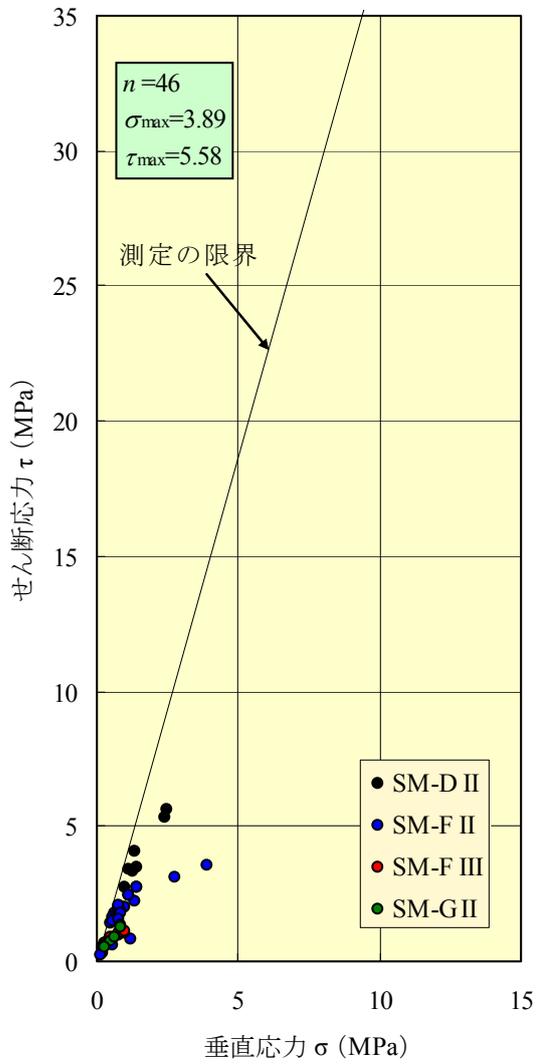
(a)

凡例					
A-I	A-II	A-III	A-IV	A-V	A-VI
B-I	B-II	B-III	B-IV	B-V	B-VI
C-I	C-II	C-III	C-IV	C-V	C-VI
D-I	D-II	D-III	D-IV	D-V	D-VI
E-I	E-II	E-III	E-IV	E-V	E-VI
F-I	F-II	F-III	F-IV	F-V	F-VI

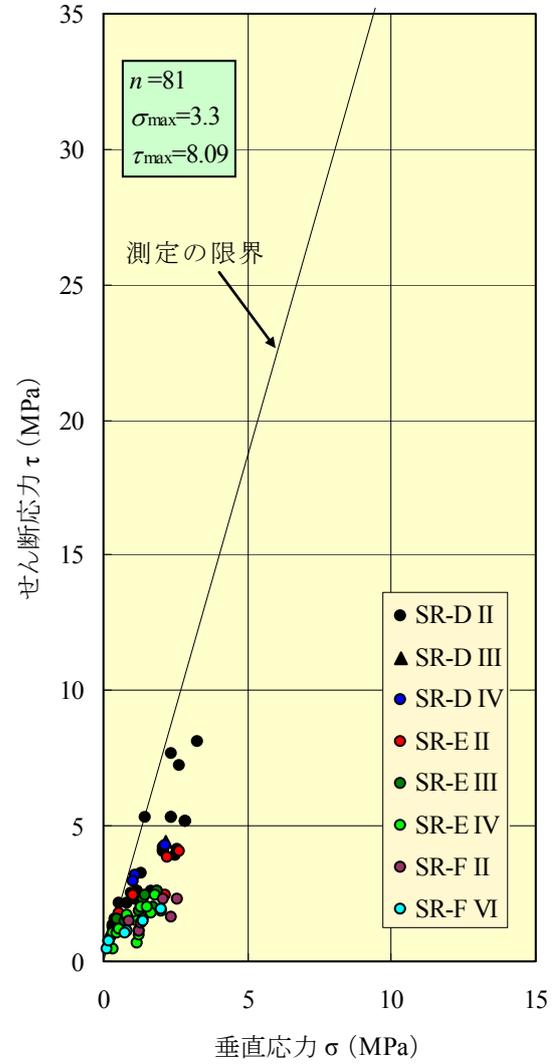


(b)

図 4.3.1-3 中分類 硬岩系岩盤・葉状[H]{F}のせん断強さ：(a) A~F 6 段階分類表示；(b) I~VI 6 段階分類表示



(a)



(b)

図 4.3.1-4 中分類ごとの軟岩系岩盤[S]のせん断強さ : (a) 塊状 {M} ; (b) 礫質 {R}

表 4.3.2-1 硬岩系岩盤・塊状 [H]{M} セン断強さ一覧

	$c$ (MPa)	不連続面の間隔						I~VI すべて			
		I	II	III	IV	V	VI				
									$\phi$ (度)	$s_{\tau\sigma}$ (MPa)	$n$
岩石の強さ	A	0	0.78 70.0 1.56 8	0.43 69.1 1.54 52	-0.07 66.2 1.82 123	-1.02 70.5 0.98 10	1	194			
	B	0	3.91 39.8 1.23 8	2.62 52.9 1.46 36	0.76 59.9 1.47 184	0.13 67.5 1.25 29	1.03 58.0 0.00 2	259			
	C	0	-0.93 72.7 0.88 5	0.42 67.2 0.97 21	1.37 54.0 1.32 120	0.74 50.0 0.83 51	0	197			
	D	0	1.63 60.3 0.29 5	0.69 61.5 0.85 28	0.18 59.6 0.72 10	0.71 42.4 0.74 53	0.13 41.6 0.11 6	102			
	E	0	0	0.63 52.1 0.70 15	-0.10 64.1 0.04 3	-0.04 53.7 0.32 14	0.47 45.7 0.62 5	37			
	F	0	0	-0.12 62.2 0.32 27	0.14 36.5 0.05 6	0.31 44.1 0.21 14	0.17 46.2 0.26 37	84			
	A~F すべて	0	26	179	446	171	51	873			

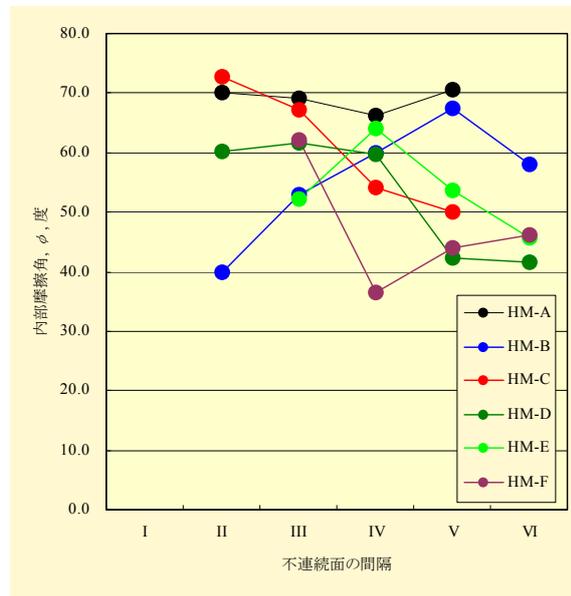
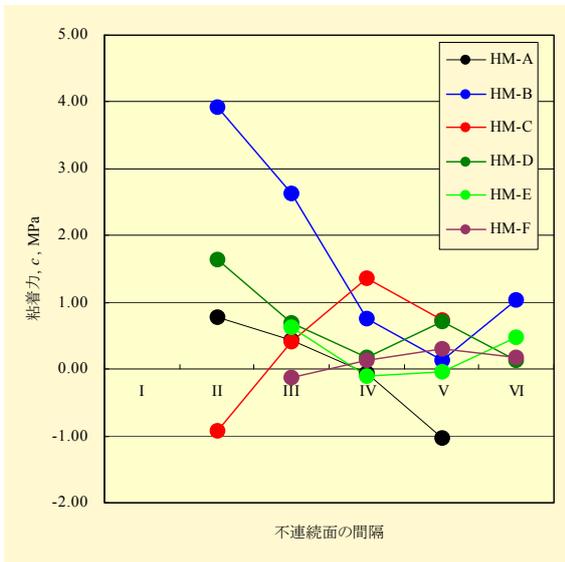
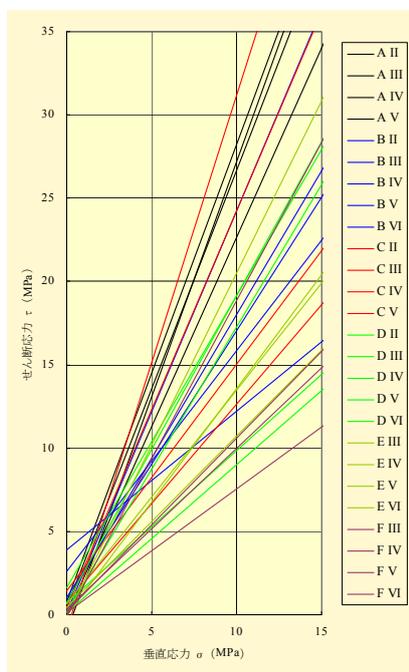


図 4.3.2-1 小分類と強度定数の関係 ([H]{M})

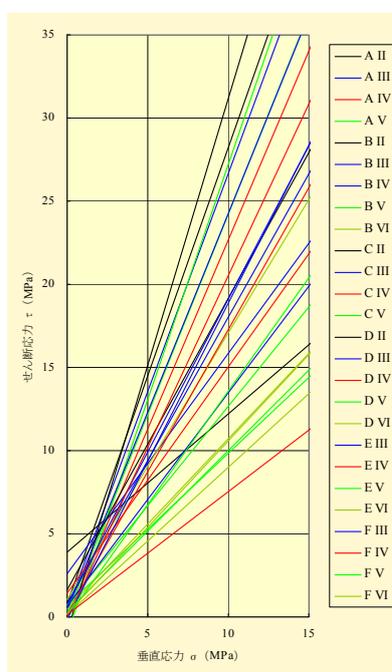
凡例					
A-I	A-II	A-III	A-IV	A-V	A-VI
B-I	B-II	B-III	B-IV	B-V	B-VI
C-I	C-II	C-III	C-IV	C-V	C-VI
D-I	D-II	D-III	D-IV	D-V	D-VI
E-I	E-II	E-III	E-IV	E-V	E-VI
F-I	F-II	F-III	F-IV	F-V	F-VI

凡例					
A-I	A-II	A-III	A-IV	A-V	A-VI
B-I	B-II	B-III	B-IV	B-V	B-VI
C-I	C-II	C-III	C-IV	C-V	C-VI
D-I	D-II	D-III	D-IV	D-V	D-VI
E-I	E-II	E-III	E-IV	E-V	E-VI
F-I	F-II	F-III	F-IV	F-V	F-VI

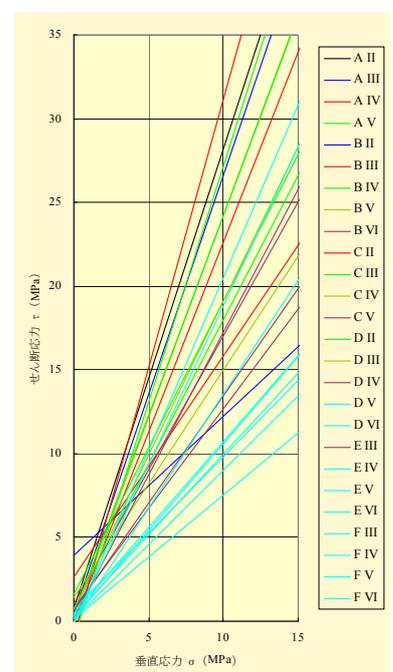
凡例					
A-I	A-II	A-III	A-IV	A-V	A-VI
B-I	B-II	B-III	B-IV	B-V	B-VI
C-I	C-II	C-III	C-IV	C-V	C-VI
D-I	D-II	D-III	D-IV	D-V	D-VI
E-I	E-II	E-III	E-IV	E-V	E-VI
F-I	F-II	F-III	F-IV	F-V	F-VI



A~F 分類 (6 段階)



I~VI 分類 (6 段階)



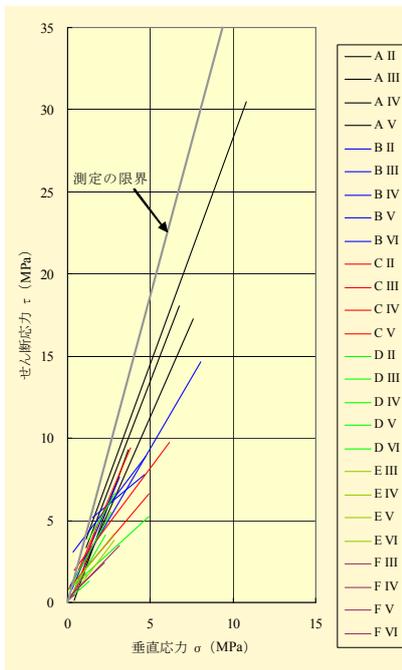
A I~F VI  
対角線方向分類 (6 段階)

図 4.3.2-2 せん断強さの比較 ([H]{M})

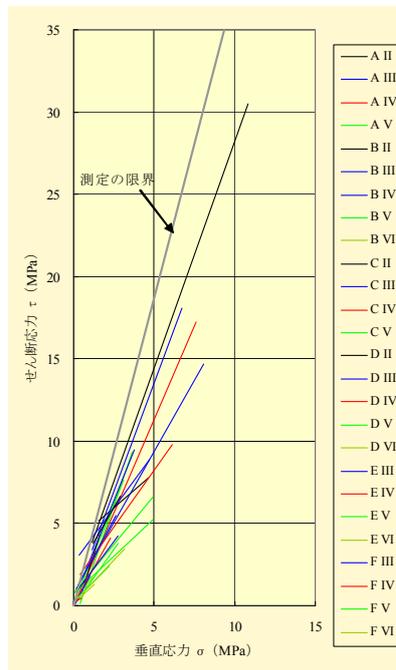
凡例					
A-I	A-II	A-III	A-IV	A-V	A-VI
B-I	B-II	B-III	B-IV	B-V	B-VI
C-I	C-II	C-III	C-IV	C-V	C-VI
D-I	D-II	D-III	D-IV	D-V	D-VI
E-I	E-II	E-III	E-IV	E-V	E-VI
F-I	F-II	F-III	F-IV	F-V	F-VI

凡例					
A-I	A-II	A-III	A-IV	A-V	A-VI
B-I	B-II	B-III	B-IV	B-V	B-VI
C-I	C-II	C-III	C-IV	C-V	C-VI
D-I	D-II	D-III	D-IV	D-V	D-VI
E-I	E-II	E-III	E-IV	E-V	E-VI
F-I	F-II	F-III	F-IV	F-V	F-VI

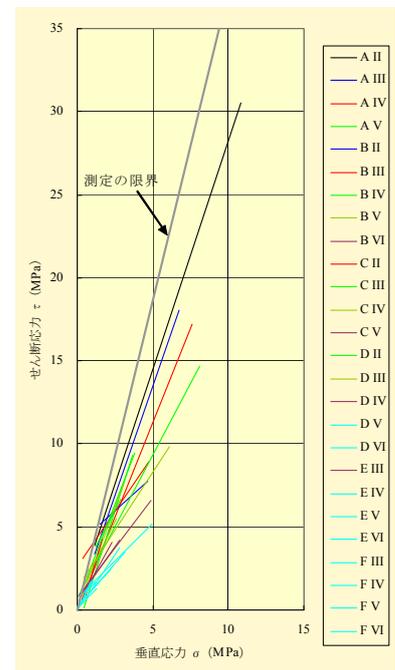
凡例					
A-I	A-II	A-III	A-IV	A-V	A-VI
B-I	B-II	B-III	B-IV	B-V	B-VI
C-I	C-II	C-III	C-IV	C-V	C-VI
D-I	D-II	D-III	D-IV	D-V	D-VI
E-I	E-II	E-III	E-IV	E-V	E-VI
F-I	F-II	F-III	F-IV	F-V	F-VI



A~F 分類 (6 段階)



I~VI 分類 (6 段階)



A I~F VI  
対角線方向分類 (6 段階)

図 4.3.2-3 せん断強さの比較 ([H]{M}) : 表示範囲を限定

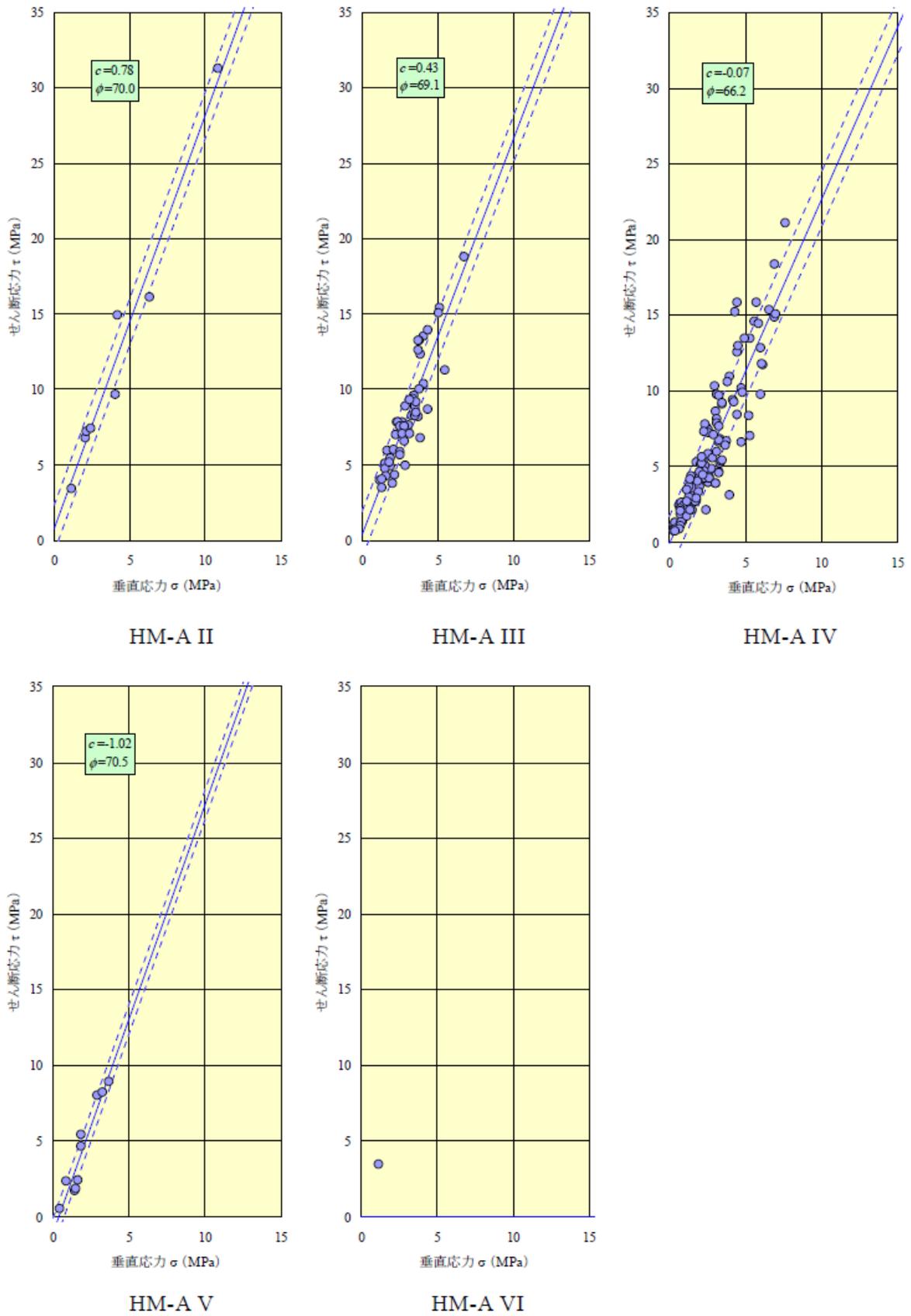


図 4.3.2-4 各小分類のせん断強さ (HM-A)

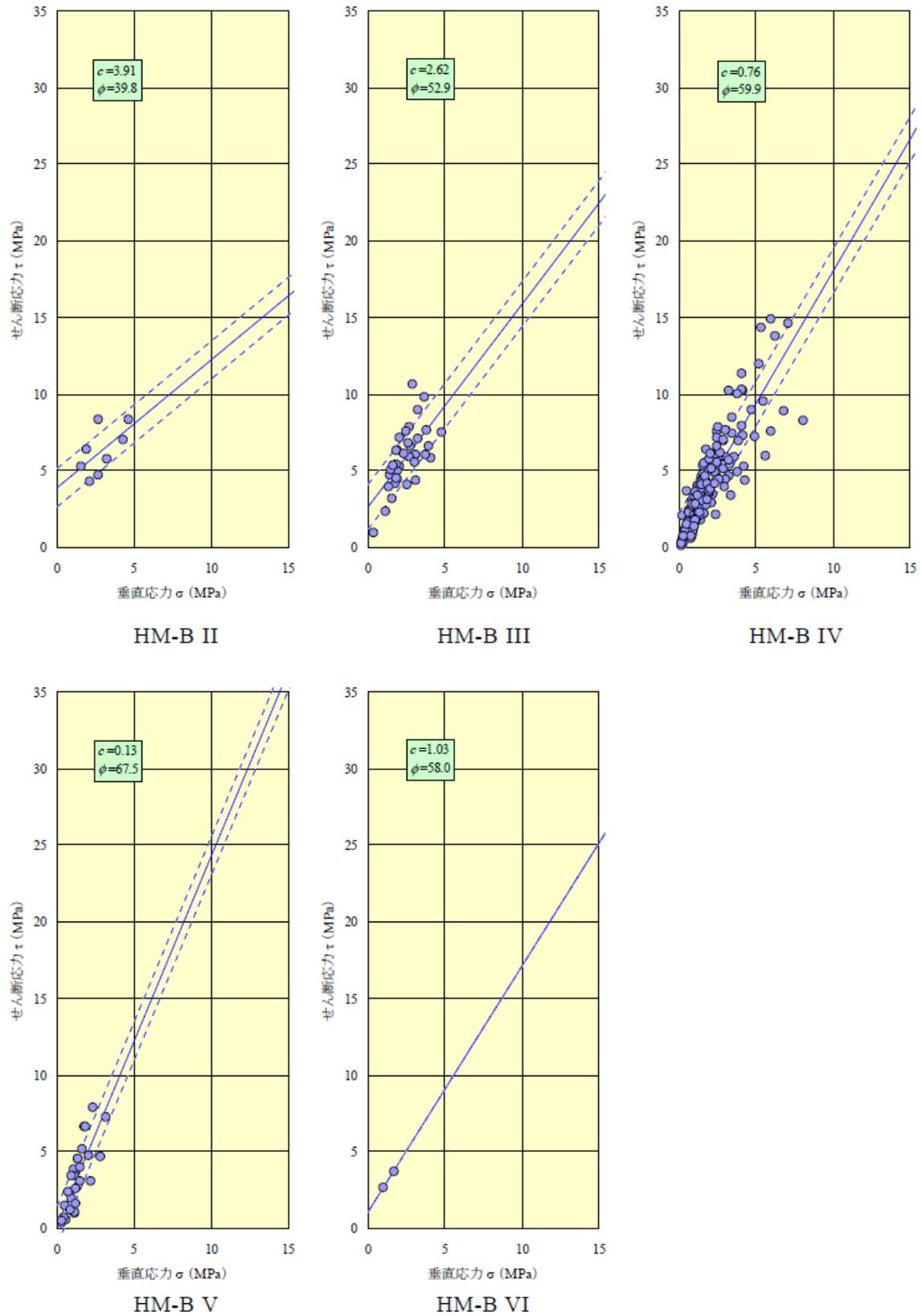
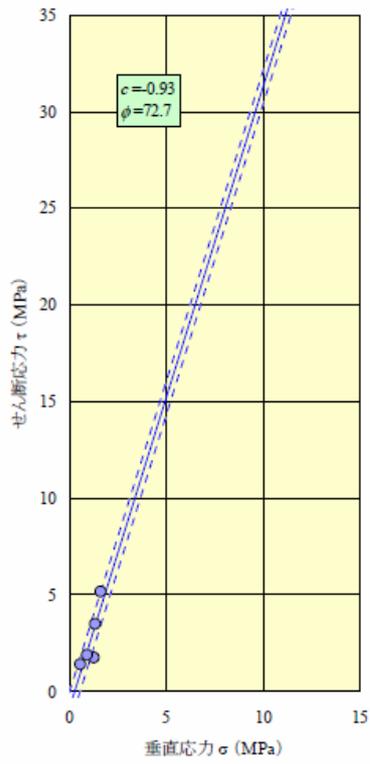
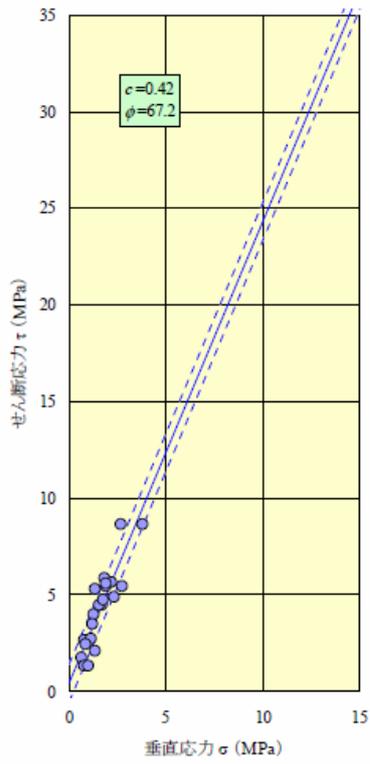


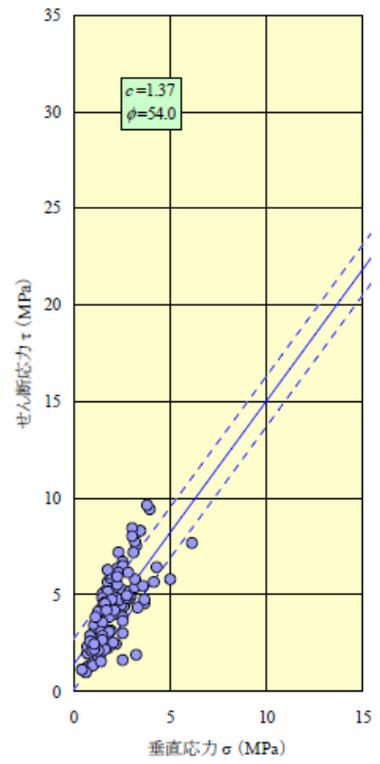
図 4.3.2-5 各小分類のせん断強さ (HM-B)



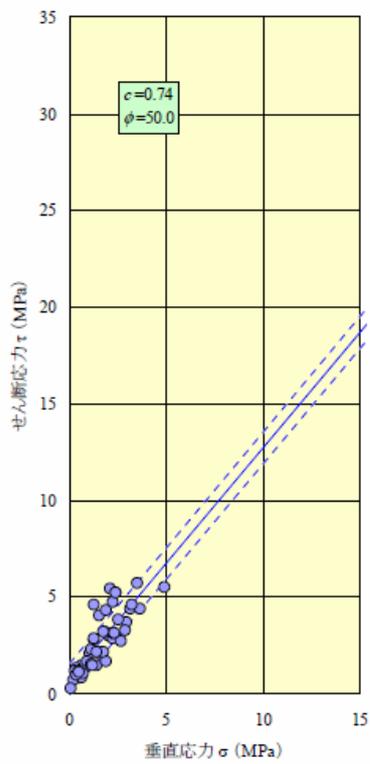
HM-C II



HM-C III



HM-C IV



HM-C V

図 4.3.2-6 各小分類のせん断強さ (HM-C)

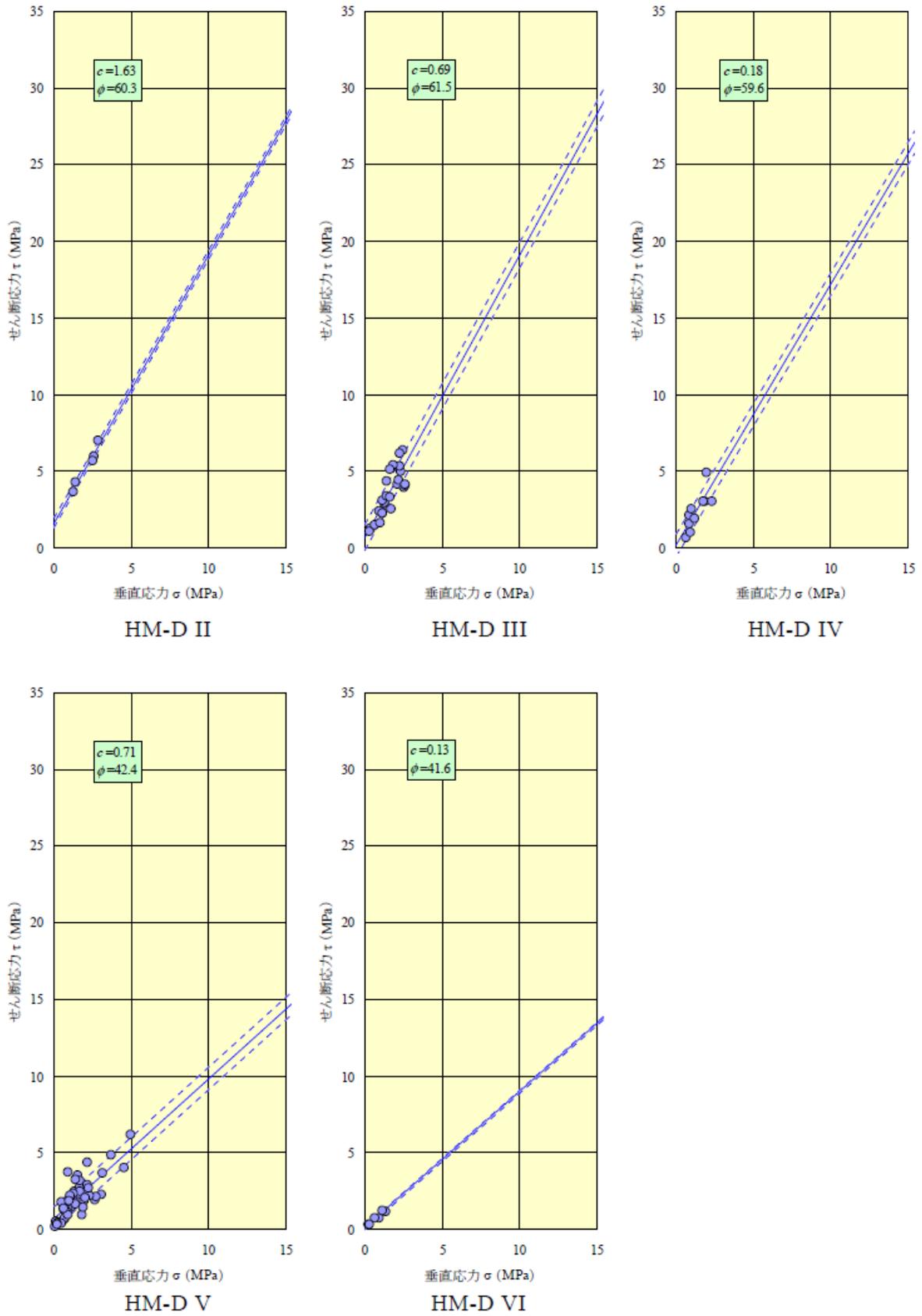
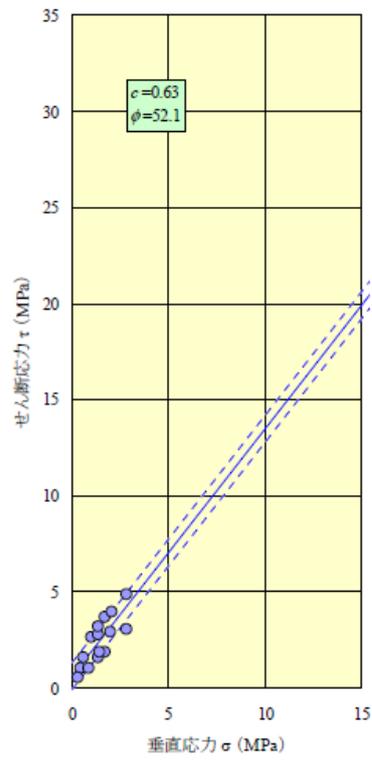
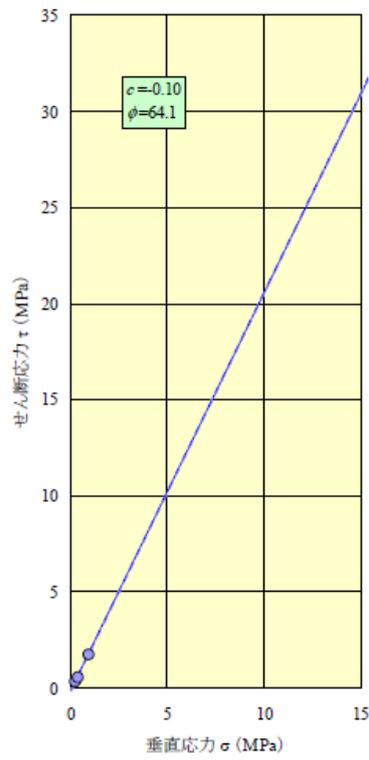


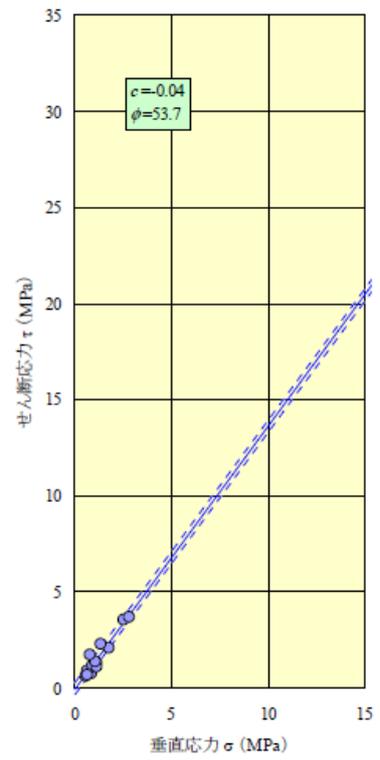
図 4.3.2-7 各小分類のせん断強さ (HM-D)



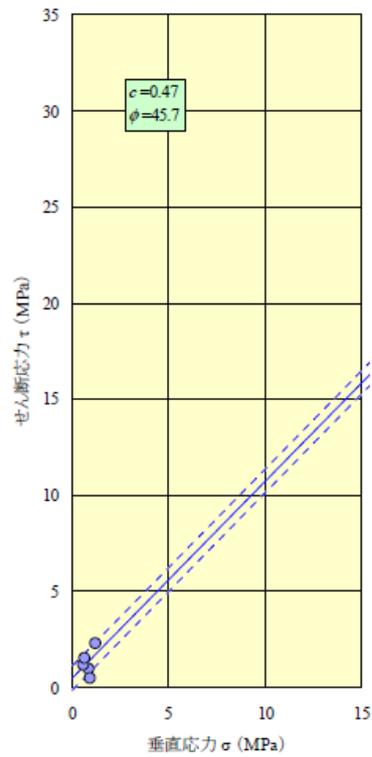
HM-E III



HM-E IV

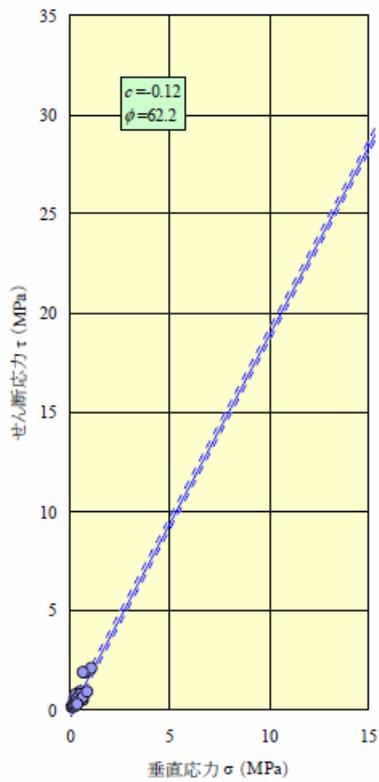


HM-E V

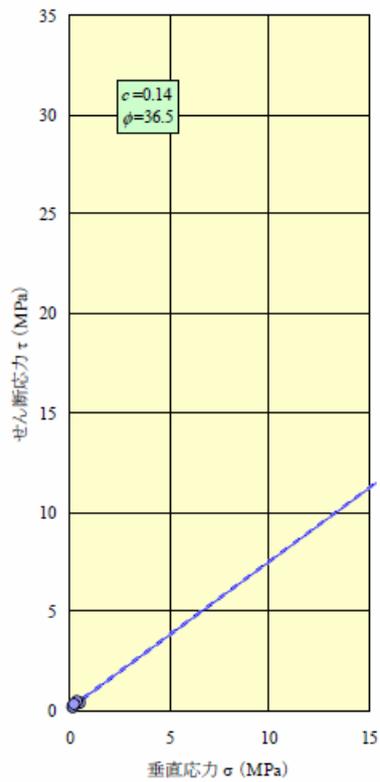


HM-E VI

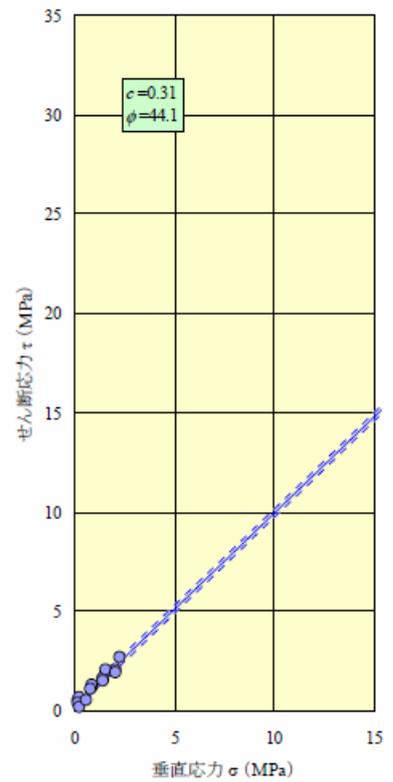
図 4.3.2-8 各小分類のせん断強さ (HM-E)



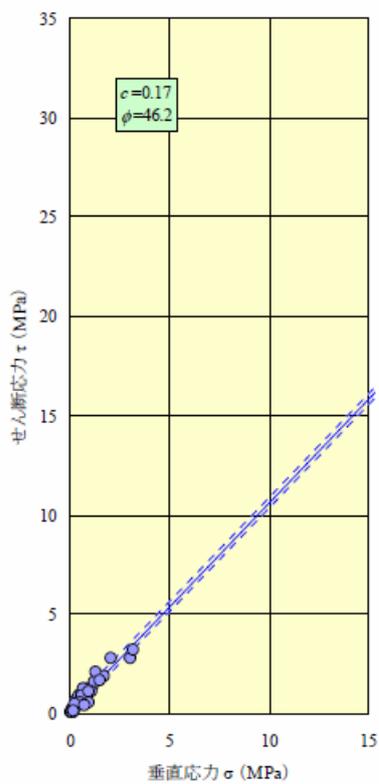
HM-F III



HM-F IV



HM-F V



HM-F VI

図 4.3.2-9 各小分類のせん断強さ (HM-F)

表 4.3.3-1 硬岩系岩盤・葉状 [H]{F} せん断強さ一覧

		不連続面の間隔						I~VI すべて
		$c$ (MPa)						
		$\phi$ (度)						
		$s_{\sigma}$ (MPa)	I	II	III	IV	V	
$n$								
岩石の強さ	A				1.24 63.8 1.60 28	1.32 59.0 0.00 2	0	30
	B			0.63 64.7 0.62 6	0.55 63.1 1.10 28	1.14 57.2 0.97 19	1.87 5.9 0.24 4	57
	C		1.74 51.2 0.83 4	1.81 57.5 0.87 10	-0.04 65.3 0.84 36	0.48 63.5 0.71 17	1.19 45.3 0.07 4	71
	D				0.28 59.1 1.17 4	-0.13 61.7 0.64 10		1 15
	E							0 0
	F					0.48 42.0 0.14 8	0.07 23.8 0.01 5	13
	A~F すべて							0 4 16 96 56 14 186

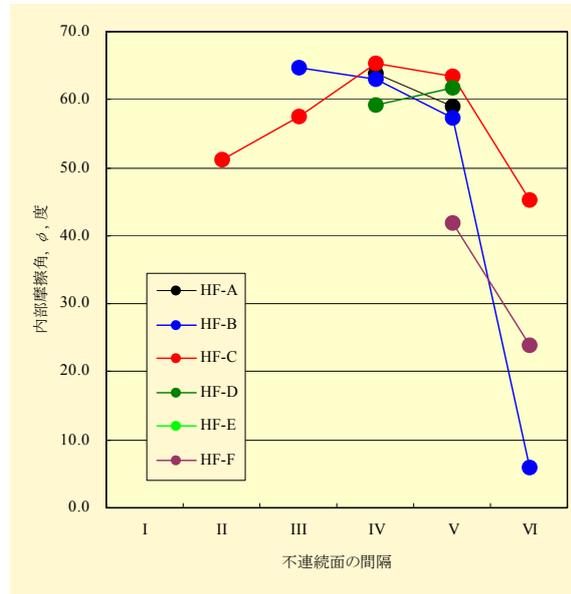
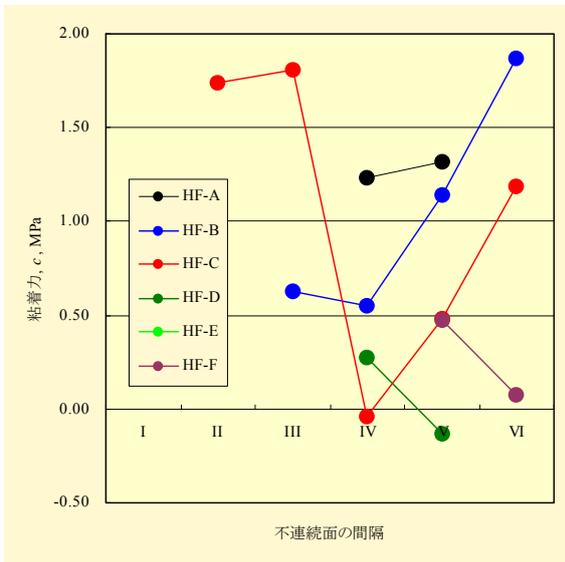
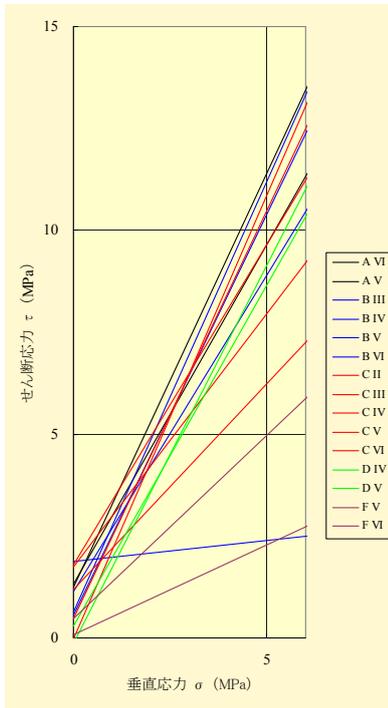


図 4.3.3-1 小分類と強度定数の関係 ([H]{F})

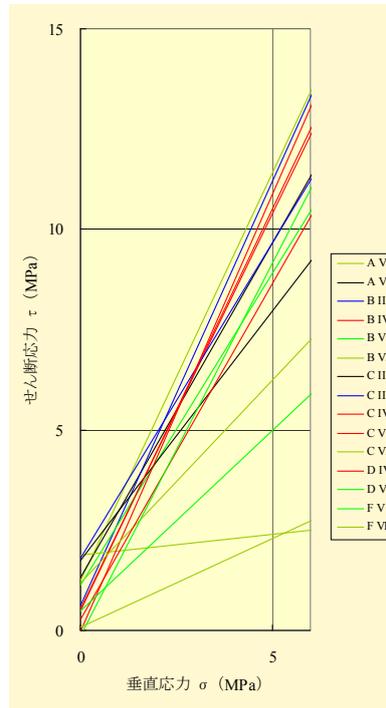
凡例					
A-I	A-II	A-III	A-IV	A-V	A-VI
B-I	B-II	B-III	B-IV	B-V	B-VI
C-I	C-II	C-III	C-IV	C-V	C-VI
D-I	D-II	D-III	D-IV	D-V	D-VI
E-I	E-II	E-III	E-IV	E-V	E-VI
F-I	F-II	F-III	F-IV	F-V	F-VI

凡例					
A-I	A-II	A-III	A-IV	A-V	A-VI
B-I	B-II	B-III	B-IV	B-V	B-VI
C-I	C-II	C-III	C-IV	C-V	C-VI
D-I	D-II	D-III	D-IV	D-V	D-VI
E-I	E-II	E-III	E-IV	E-V	E-VI
F-I	F-II	F-III	F-IV	F-V	F-VI

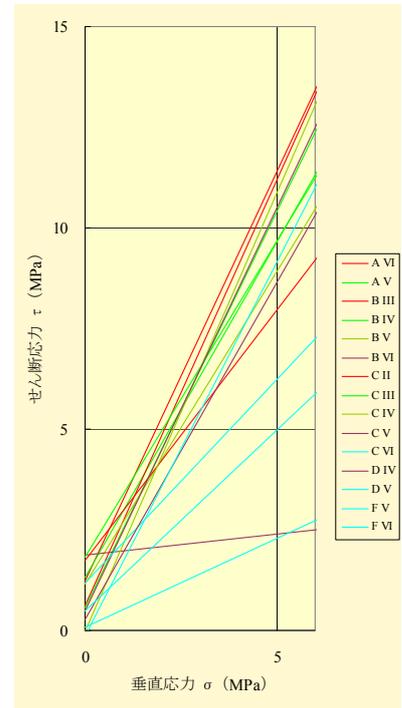
凡例					
A-I	A-II	A-III	A-IV	A-V	A-VI
B-I	B-II	B-III	B-IV	B-V	B-VI
C-I	C-II	C-III	C-IV	C-V	C-VI
D-I	D-II	D-III	D-IV	D-V	D-VI
E-I	E-II	E-III	E-IV	E-V	E-VI
F-I	F-II	F-III	F-IV	F-V	F-VI



A~F 分類 (6 段階)



I~VI 分類 (6 段階)



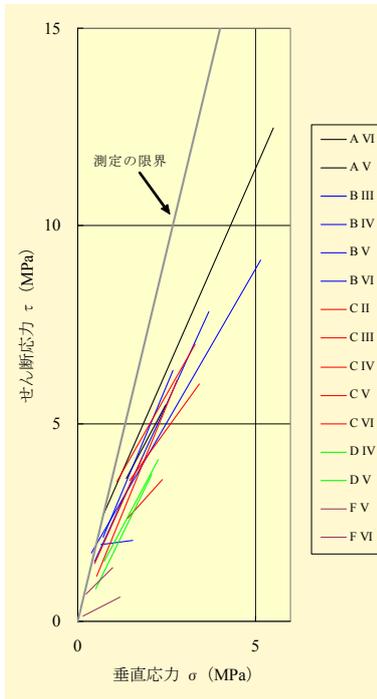
A I~F VI  
対角線方向分類 (6 段階)

図 4.3.3-2 せん断強さの比較 ([H]{F})

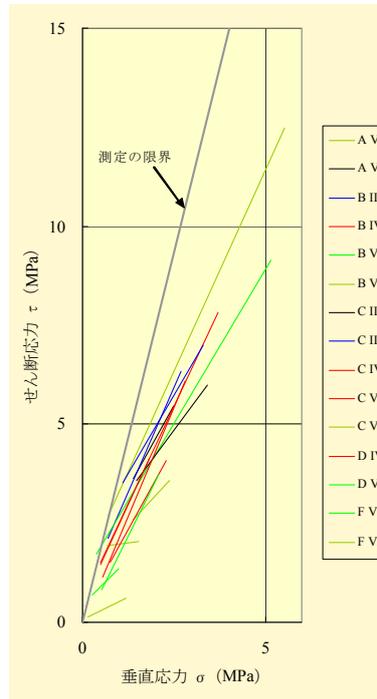
凡例					
A-I	A-II	A-III	A-IV	A-V	A-VI
B-I	B-II	B-III	B-IV	B-V	B-VI
C-I	C-II	C-III	C-IV	C-V	C-VI
D-I	D-II	D-III	D-IV	D-V	D-VI
E-I	E-II	E-III	E-IV	E-V	E-VI
F-I	F-II	F-III	F-IV	F-V	F-VI

凡例					
A-I	A-II	A-III	A-IV	A-V	A-VI
B-I	B-II	B-III	B-IV	B-V	B-VI
C-I	C-II	C-III	C-IV	C-V	C-VI
D-I	D-II	D-III	D-IV	D-V	D-VI
E-I	E-II	E-III	E-IV	E-V	E-VI
F-I	F-II	F-III	F-IV	F-V	F-VI

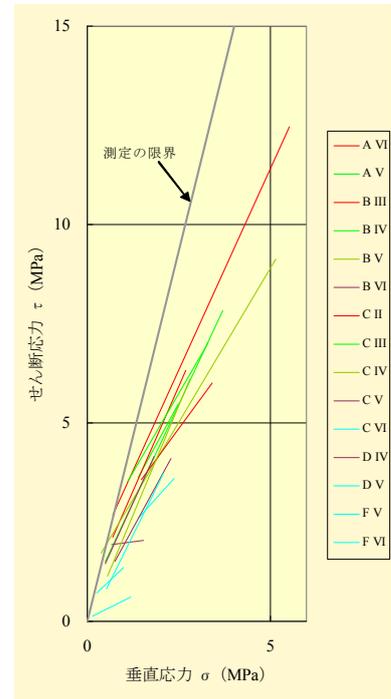
凡例					
A-I	A-II	A-III	A-IV	A-V	A-VI
B-I	B-II	B-III	B-IV	B-V	B-VI
C-I	C-II	C-III	C-IV	C-V	C-VI
D-I	D-II	D-III	D-IV	D-V	D-VI
E-I	E-II	E-III	E-IV	E-V	E-VI
F-I	F-II	F-III	F-IV	F-V	F-VI



A~F 分類 (6 段階)



I~VI 分類 (6 段階)



A I~F VI  
対角線方向分類 (6 段階)

図 4.3.3-3 せん断強さの比較 ([H]{F}) : 表示範囲を限定

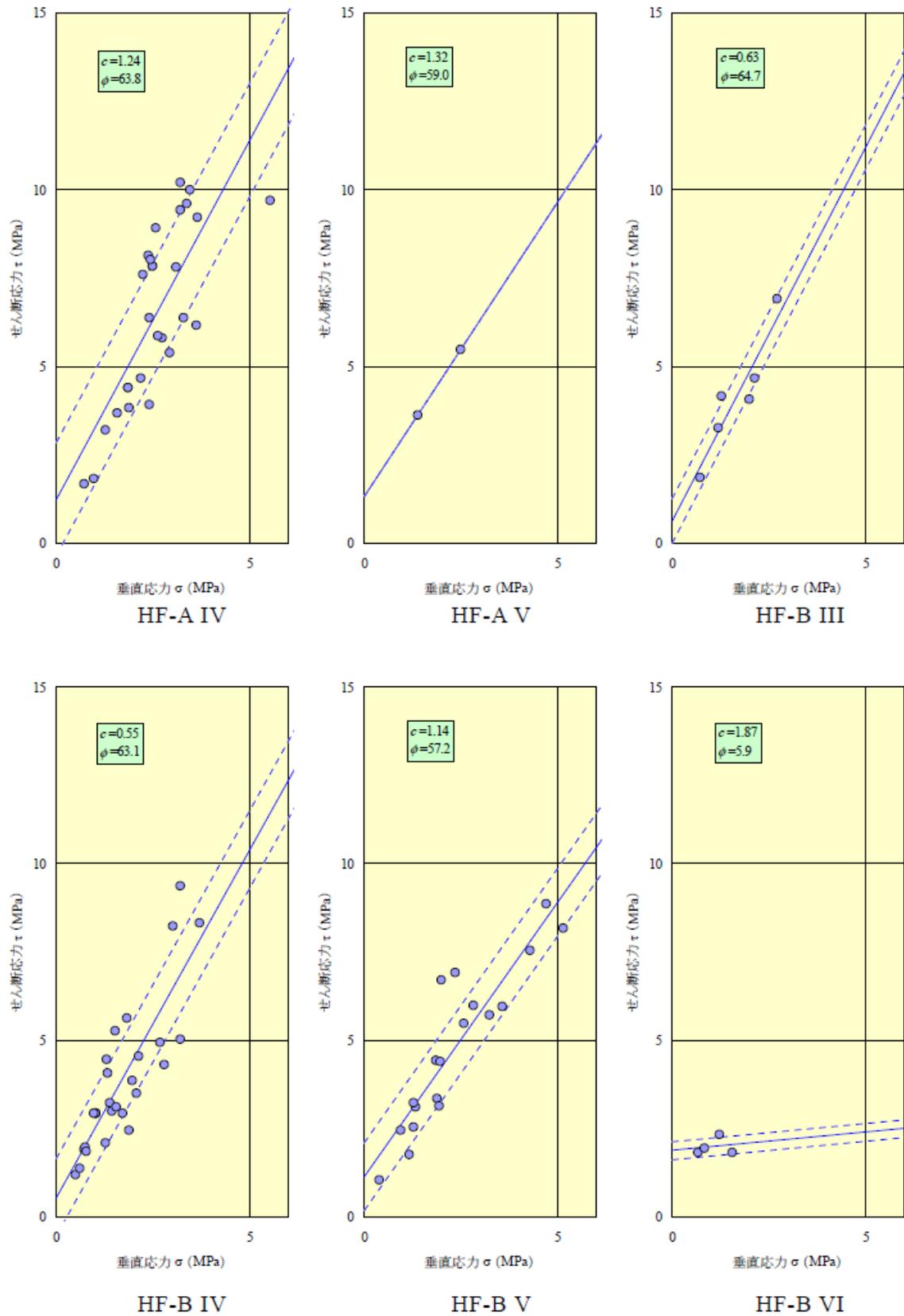


図 4.3.3-4 各小分類のせん断強さ (HF-A, B)

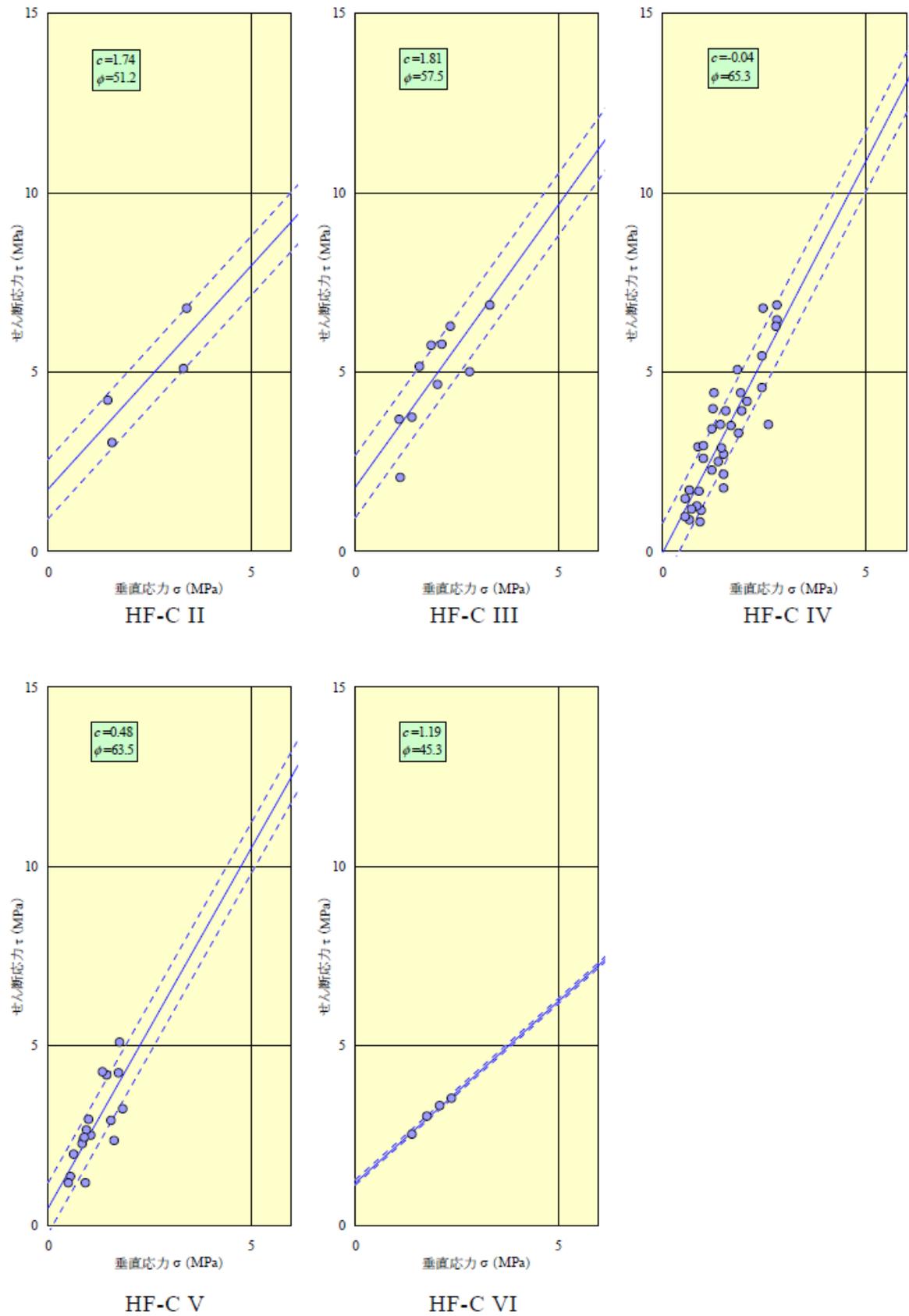


図 4.3.3-5 各小分類のせん断強さ (HF-C)

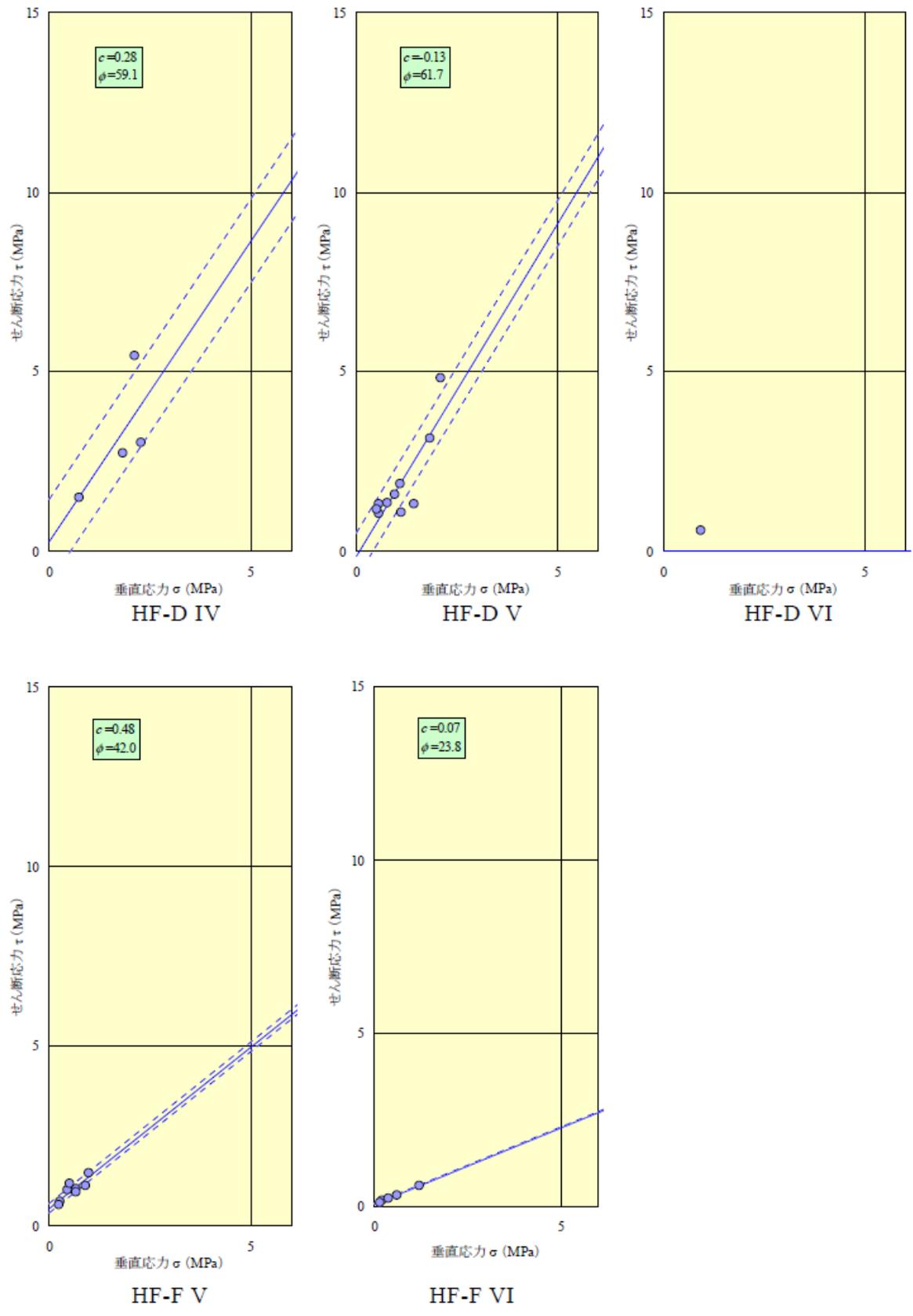


図 4.3.3-6 各小分類のせん断強さ (HF-D, F)

表 4.3.4-1 軟岩系岩盤・塊状 [S]{M} セン断強さ一覧

c (MPa)	卓越粒径					
	I	II	III	IV	I~IV すべて	
$\phi$ (度)						
$S_{\tau \sigma}$ (MPa)						
n						
岩石の強さ	D	0	1.03 60.8 0.42 8	0	0	8
	E	0	0	0	0	0
	F	0	0.76 41.6 0.52 26	0.48 32.4 0.05 8	0	34
	G	0	0.15 49.9 0.04 4	0	0	4
	D~G すべて	0	38	8	0	46

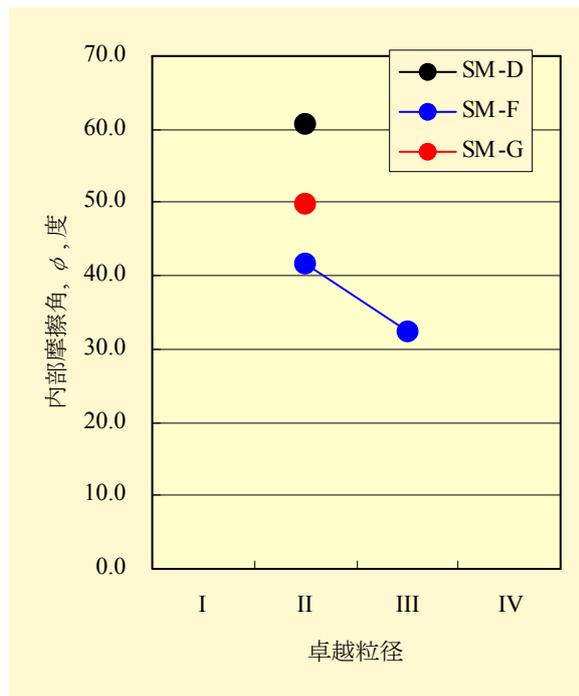
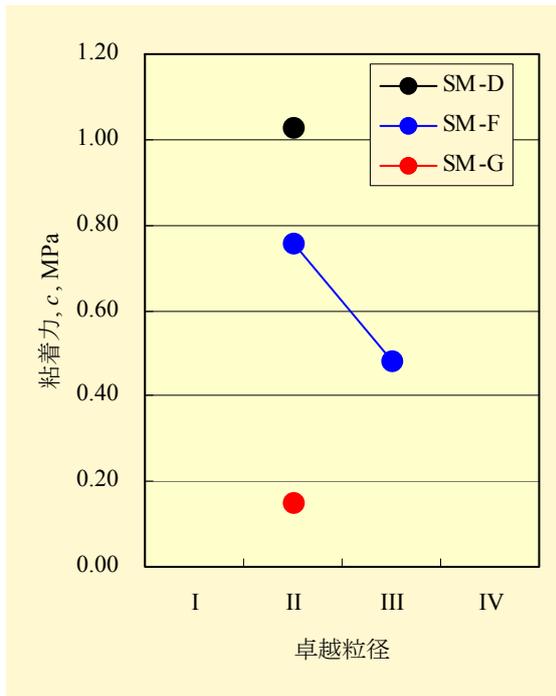
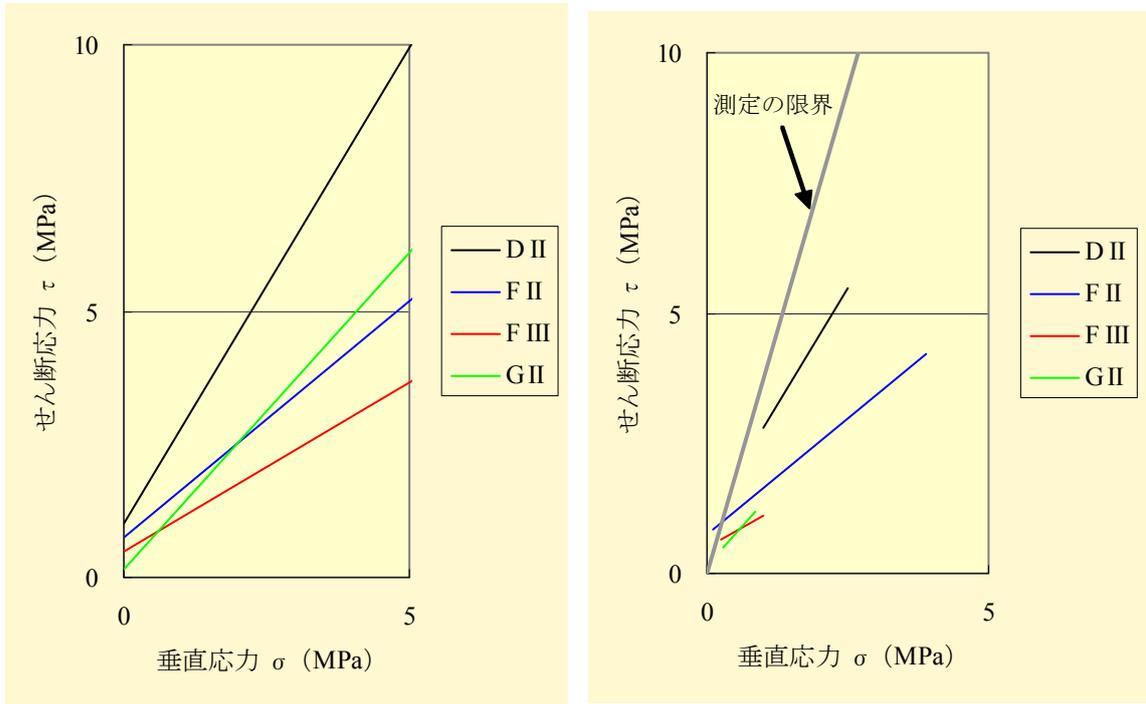


図 4.3.4-1 小分類と強度定数の関係 ([S]{M})



表示範囲を限定

図 4.3.4-2 せん断強さの比較 ([S]{M})

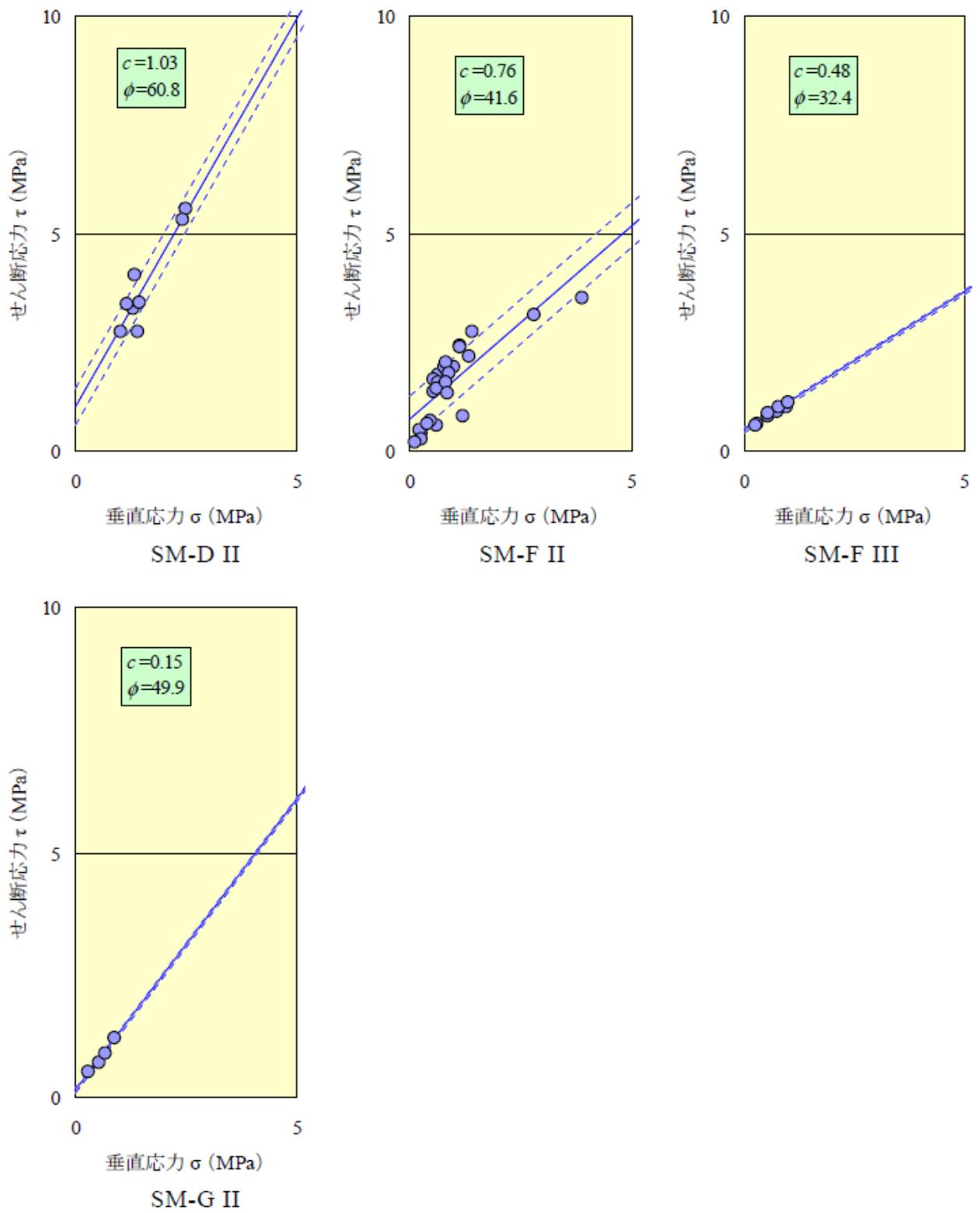


図 4.3.4-3 各小分類のせん断強さ ([S]{M})

表 4.3.4-2 軟岩系岩盤・礫質 [S]{R} せん断強さ一覧

$c$ (MPa)		礫の含有率				
		I	II	III	IV	I~IV すべて
$\phi$ (度)						
$S_{\tau \sigma}$ (MPa)						
$n$						
マトリックスの強さ	D	0	0.65 61.5 0.92 28	1	1.80 49.6 0.07 3	32
	E	0	0.81 47.6 0.44 12	1.04 37.1 0.23 7	0.59 37.4 0.40 15	34
	F	0	0.78 27.5 0.33 6	0	0.52 34.7 0.08 9	15
	G	0	0	0	0	0
	D~G すべて	0	46	8	27	81

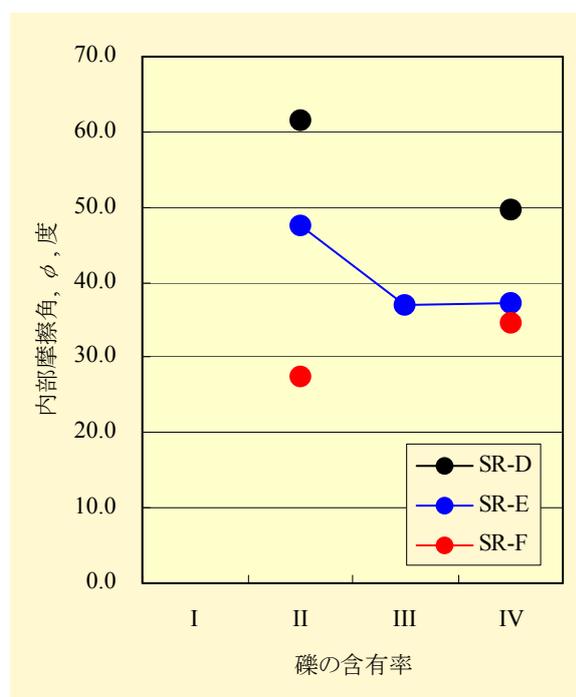
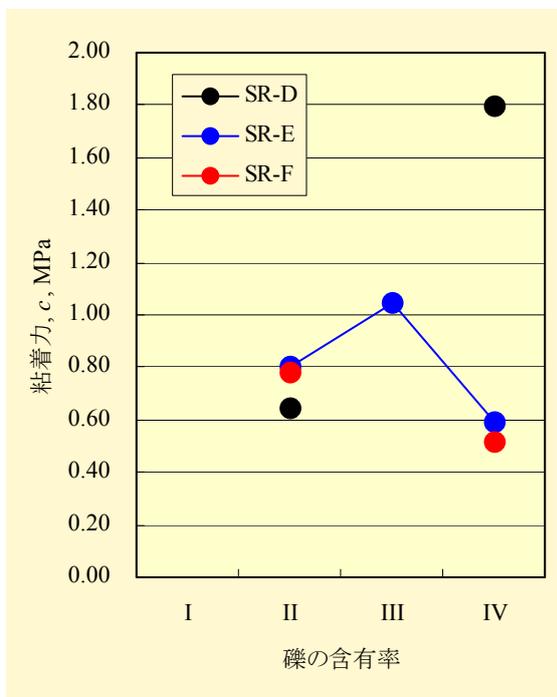
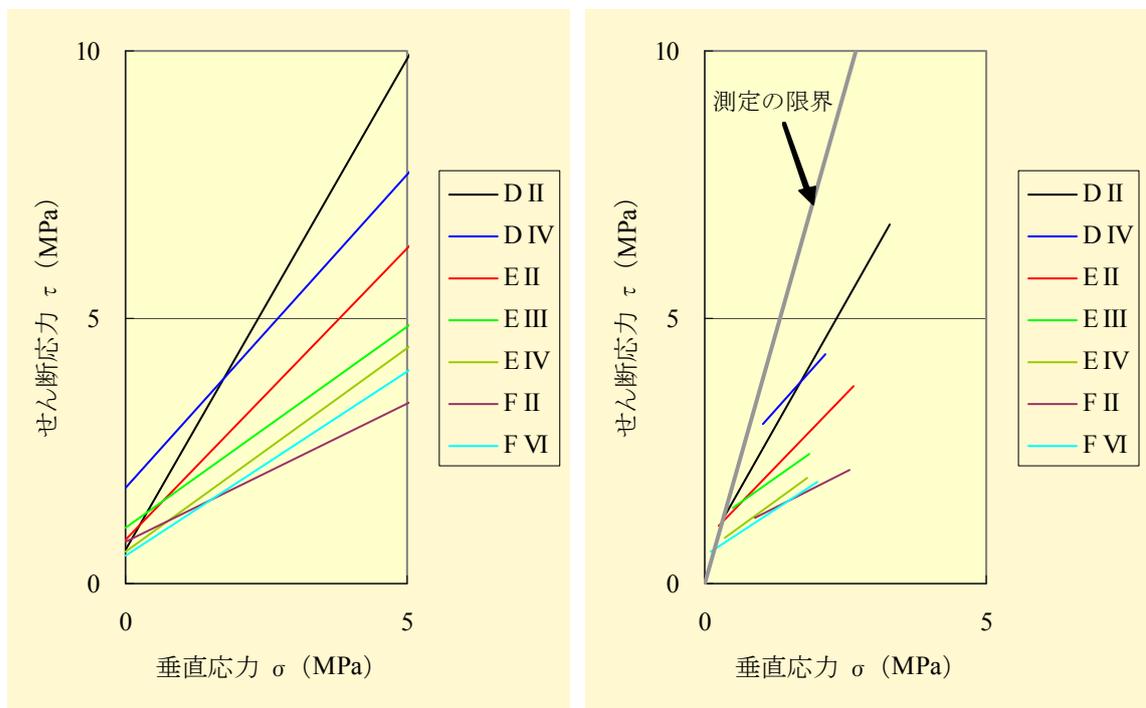


図 4.3.4-4 小分類と強度定数の関係 ( $[S]\{R\}$ )



表示範囲を限定

図 4.3.4-5 せん断強さの比較 ([S]{R})

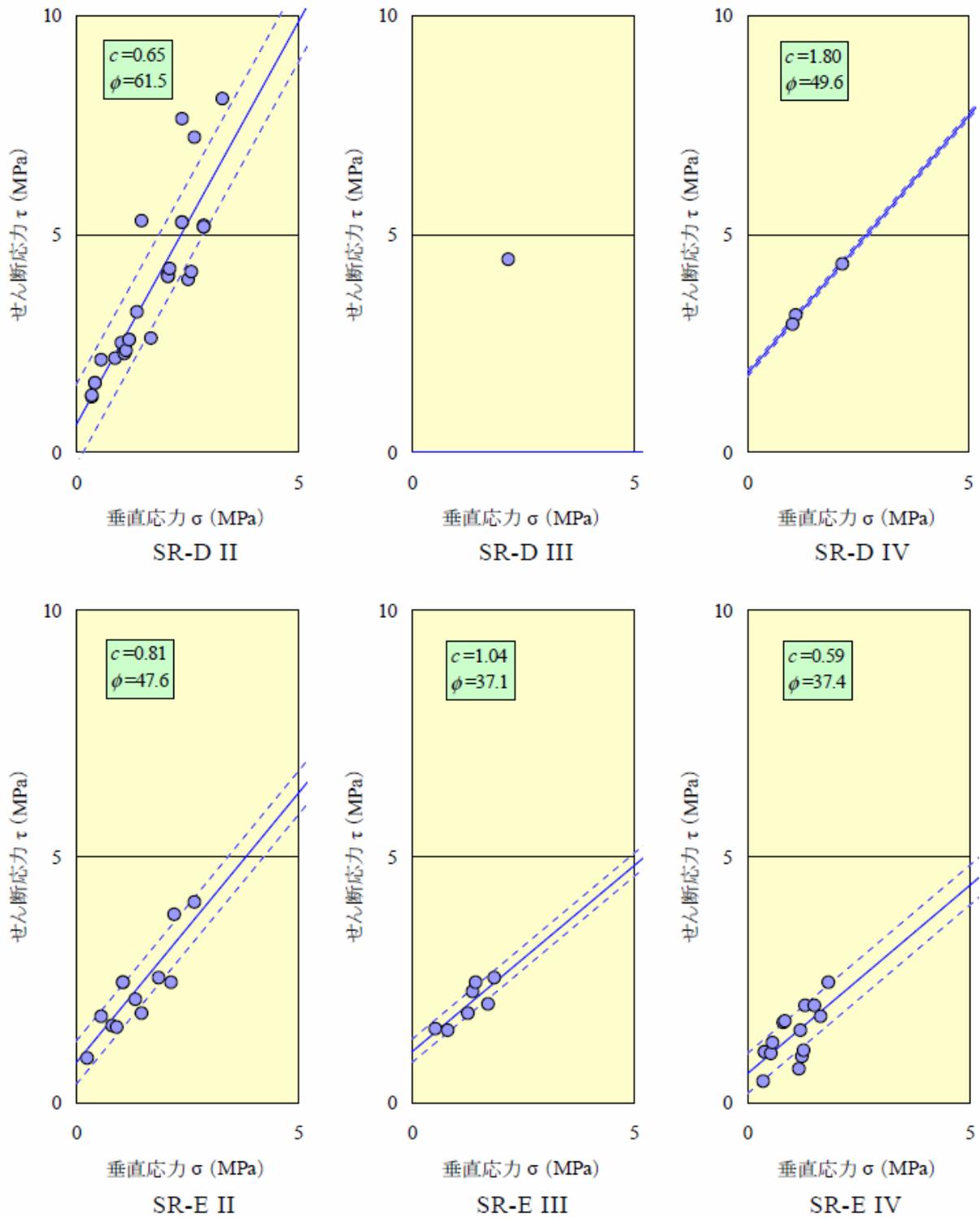


図 4.3.4-6 各小分類のせん断強さ (SR-D, E)

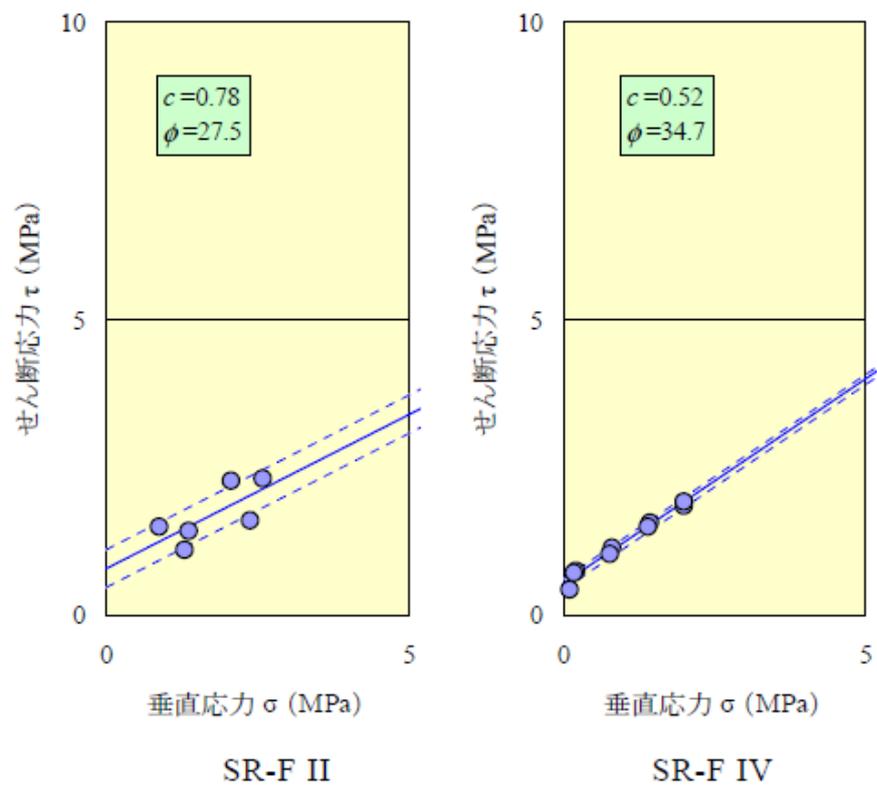


図 4.3.4-7 各小分類のせん断強さ (SR-F)

## 5. あとがき

本報告書は、「JGS 岩盤の工学的分類と原位置岩盤物性に関する研究委員会」の3ヵ年の活動の成果を取りまとめたものである。本委員会の成果は、今後、以下のように公表する予定である。

- (1) 第43回地盤工学研究発表会におけるディスカッションセッション「JGS 原位置岩盤試験データ・ベースとその利用」の実施（付録2参照）。
- (2) 「(仮称)原位置岩盤試験値データ・ベース（2008年度版）」として地盤工学会から出版（付録3参照）。

## 付録1 データ入力マニュアル

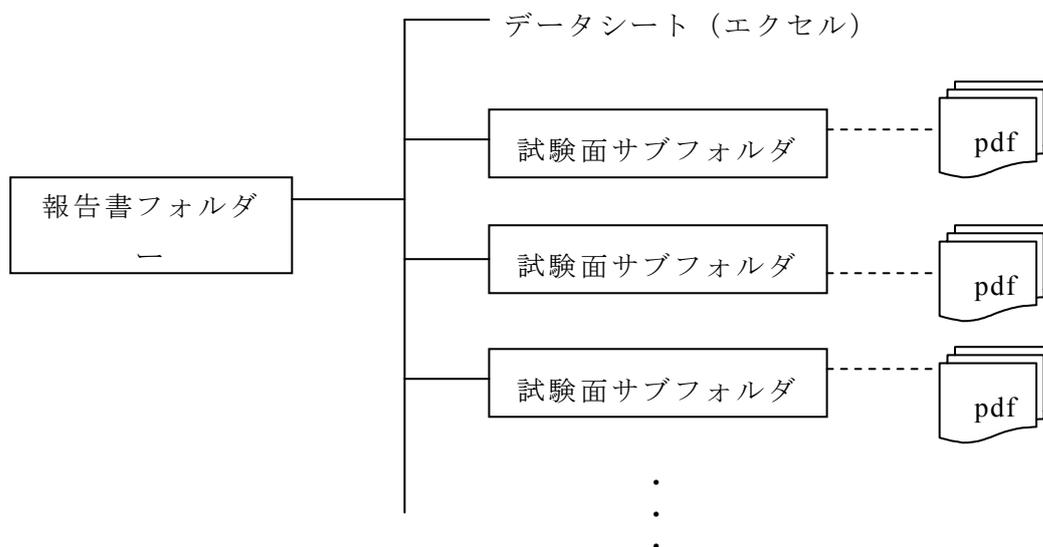
### JGS 岩盤の工学的分類と原位置岩盤物性に関する研究委員会 データ入力マニュアル（案）

このマニュアルは，原位置岩盤物性データ・ベースへ登録するためのデータシート（エクセル形式）と画像データ（PDF 形式）を作成するための手引きである。

#### 1. データのフォルダー構成

データ・ベースへ登録するデータ（データシート&画像データ）は，CD-ROM，USB メモリーなどの記録媒体に納め，データ・ベースシステム担当者へ手渡す。

フォルダー構成は以下のとおりとする。



- 1) 報告書フォルダーは報告書ごとに作成し，フォルダー名は報告書 ID（報告書リスト.xlsに記載，ex.¥平瀬01）とする
- 2) データシート（エクセル形式）のファイル名は，報告書 ID とし（ex.平瀬01.xls），1 件の報告書に含まれている全ての試験面のデータを一枚のシートに記載する
- 3) 試験面ごとにサブフォルダーを作成し，その名称は試験面 ID とする（ex.¥R31）
- 4) 画像データはサブフォルダーにファイル名（ref-1, ref-2, ref-3, ...）をつけて保存する

## 2. データシート

### 2.1 共通事項

- 1) 各データシートに入力された値（数字や文字）は一括してデータ・ベースに登録するため、行の削除，挿入は不可
- 2) 試験面の数だけ列を設ける
- 3) 入力作業の効率化を図るため，試験の種類ごとにシートを分け，該当しない行（項目）は非表示としても良い
- 4) 数字とアルファベットは半角で入力する
- 5) 入力形式がプルダウンの項目は， ボタンをクリックし，表示されるプルダウンメニューの中から選択する
- 6) セルの書式や大きさの変更は必要でない限り行わない

### 2.2 ID 情報

- 1) 報告書 ID：地点名+2桁のシリアル数字（報告書リスト.xls に記載，ex.¥平瀬 01）
- 2) 試験 ID：D；平板，S；せん断，P；プレッシャーメータ
- 3) 試験面 ID：ひとつの報告書の中の複数の試験面を識別するための番号，報告書で用いている試験面番号に関連する 2，3 文字の英数字とする（ex.R31）
- 4) 単位系 ID：単位系は A；重力単位（kgf/cm<sup>2</sup>，kg/cm<sup>2</sup>，ton/m<sup>2</sup>，ton）または B；SI 単位（Pa，N/m<sup>2</sup>，N/mm<sup>2</sup>）のいずれかを選択することとする  
単位系を混用している場合には選択した単位系に換算して入力する  
ton/m<sup>2</sup>，ton を用いている場合には kgf/cm<sup>2</sup> に換算して入力する

### 2.3 地点情報

#### ●入力例

対象となる構造物	ダム基礎
サイトの名称	〇〇ダム
場所	□□県△△郡××町
調査件名	〇〇ダム H10 年度岩盤試験委託
試験情報の所有者	〇〇ダム工事事務所
公開の可否	可
試験の実施年	1983

#### ●補足説明

場所：住所を市町村まで記入する．複数の行政区にまたがる場合には併記する．

公開の可否：デフォルトとして“可”を入力する

所有者に確認後，“否”の場合にはデータ・ベースシステム担当者が手入力で修正する  
 試験の実施年：竣工年（報告書の年）を西暦4桁で記載する。

## 2.4 岩石・岩盤に関する情報

### ●入力例

岩石名（地点固有の名称）	粘板岩
岩石名（ISOの名称）	粘板岩
地質時代	古生代二畳紀
地層名	〇〇層群
岩盤等級	CH～CM
岩盤分類の基準	電中研式
岩石の一軸圧縮強さ	500
一軸圧縮強さを推定した方法	ハンマーの打撃
主要な割れ目と載荷方向の角度（*度）	10
P波（縦波）速度（m/s）	3500
S波（横波）速度（m/s）	1800

### ●補足説明

岩石名（地点固有の名称）：報告書に記載されている岩石名を記載する。

岩石名（ISOの名称）：ISO 14689-1-2003「岩の判別と記載」の岩石名を参照（下表）。

岩盤等級，岩盤分類基準：報告書で用いている岩盤等級，岩盤分類基準を記載する。岩盤等級を範囲で表す場合には，“CH～M”ではなく“CH～CM”と記入する。

岩石の一軸圧縮強さ：岩石の一軸圧縮強さはJGS岩盤分類の基本要素なので，直接の試験結果がない場合には他の試験などから推定する。一軸圧縮強さとこれらの試験結果の相関については，JGS 3811-2004「岩盤の工学的分類方法」を参照。

P波速度，S波速度：屈折法，微小区間弾性波法，PS検層などの方法により原位置で測定した速度を記載する。

表-3.3.5 工学的利用のための「岩石名」判別の手引き<sup>59)</sup>

成因に基づく分類		火成岩				堆積岩				変成岩	成因に基づく分類									
		火山砕屑岩		火成岩		砕屑性堆積岩		化学的/有機的堆積岩												
一般的構造		塊状				層状				葉状～塊状		一般的構造								
組成		50%以上が火成岩の粒子		石英、長石類、雲母類、有色鉱物類		長石類、有色鉱物類		有色鉱物類		岩石の粒子、石英、長石類および粘土鉱物		50%以上が炭酸塩鉱物		岩塩、炭酸塩、シリカ鉱物、炭質物		石英、長石類、雲母類、有色鉱物類、炭酸塩鉱物		石英、長石類、雲母類、有色鉱物類、炭酸塩鉱物		
2 mm 粗粒堆積岩	非常に粗粒	丸みのある粒子 集塊岩		ペグマタイト				輝岩 堆積岩	粒子が岩石片 角が丸い粒子		石灰質凝結岩	溶解性炭酸塩 岩塩 70%以上 石膏		礫岩		非常に粗粒				
	粗粒	角ばった粒子 火山角礫岩		花崗岩		閃輝岩			角ばった粒子 角礫岩			石灰質炭酸塩 石灰岩 ドロマイト		ミグマタイト 片麻岩		ホルンフェルス 大理石 グラニト		粗粒		
	中粒	凝灰岩							粒子が主に鉱物片 砂岩			砂質石灰岩				珪岩		中粒		
	0.063	細粒	凝灰岩		流紋岩		安山岩		玄武岩			シルト質石灰岩		チャート フリント		片岩		0.063		
	0.002	非常に細粒	非常に細粒 凝灰岩						粘土質 泥岩 頁岩 剥離性の泥岩			シルト岩 泥岩 50% 粘土岩 非常に細粒、 50%		チョーク 粘土質石灰岩		千枚岩 粘板岩		0.002		
ガラス質・アモルファス		火山ガラス												マイロナイト		非常に粗粒				
																ガラス質・アモルファス				

補足説明：火山砕屑岩は堆積岩に分類することが少なくない。

## 2.5 JGS 岩盤分類要素に関する情報

### ● 入力例

大分類	S
中分類	M
H：岩石の強さ	
H：不連続面の間隔	
SM：岩石の強さ	E
SM：卓越粒径	II
SR：マトリックスの強さ	
SR：礫の含有率	
SB：層の強さ区分の差	
SB：弱層の構成比率	
風化度	1

### ● 補足説明

JGS 3811-2004「岩盤の工学的分類方法」に従って記載する。

	A	B	C	D	E	F
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	100 以上	100～50	50～25	25～10	10～5	5 以下
不連続面の間隔 (mm)	I	II	III	IV	V	VI
	2000 以上	2000～600	600～200	200～60	60～20	20 以下

	D	E	F	G	
岩石の強さ (MN/m <sup>2</sup> )	25～10	10～5	5～1	1 以下	
マトリックスの強さ (MN/m <sup>2</sup> )	D	E	F	G	
	25～10	10～5	5～1	1 以下	
層の強さ区分の差	DD/EE/FF/GG	DE/EF/FG	DF/EG	DG	
	同等	1 段階	2 段階	3 段階	
卓越粒径 (mm)	I	II	III	IV	
	2 以上	2～0.063	0.063～0.002	0.002 以下	
礫の含有率 (%)	I	II	III	IV	
	50 以上	50～20	20～10	10 以下	
弱層の構成比率 (%)	I	II	III	IV	V
	10 以下	10～30	30～50	50～80	80 以上

## 2.6 平板載荷試験

### ●入力例

試験面の名称	J1	J2	J3	J4
試験箇所の形式	試掘横坑	試掘横坑	試掘横坑	試掘横坑
地表面からの深度 (GL-*m)	50	50	45	45
試験箇所の掘削方法	発破掘削	発破掘削	発破掘削	発破掘削
試験面の整形方法	手掘り	手掘り	手掘り	手掘り
試験面の凹凸の最大値 (cm)	3	3	3	1
主要な割れ目と載荷方向の角度	30	30	90	90
フェーシング材	モルタル	モルタル	モルタル	モルタル
載荷板の種類	鋼製(リブ補強)	鋼製(リブ補強)	鋼製(リブ補強)	鋼製(リブ補強)
載荷板の形状	円形	円形	円形	円形
載荷板の寸法	φ300	φ300	φ300	φ300
載荷の方向	鉛直下方	鉛直下方	鉛直下方	鉛直下方
載荷速度	2	2	2	2
基準梁の長さ (*m)	3	3	3	3
変形係数 $E_D$	17400	14600	54300	14900
上記の値を求めた圧力範囲の下限	4	4	4	4
上記の値を求めた圧力範囲の上限	20	20	20	20
接線弾性係数 $E_t$	34500	22600	129300	37700
上記の値を求めた圧力範囲の下限	10	8	0	0
上記の値を求めた圧力範囲の上限	20	20	20	20
割線弾性係数 $E_s$	30700	19300	129300	33500
上記の値を求めた圧力範囲の下限	0	0	0	0
上記の値を求めた圧力範囲の上限	20	20	20	20
上限降伏値				
極限支持力				
持続 (クリープ) 荷重	20	20	20	20
荷重保持時間 (時間)	6	6	6	6
クリープ率 $C_f$	0.08	0.07	0.21	0.11

### ●補足説明

同じ載荷板で変形，クリープ，支持力試験を実施している場合には同じ列に記載する．φ60cm で変形試験を行い，載荷板をφ30cm に変えて支持力試験を行っている場合には，別の試験面として列を変えて記載する．

主要な割れ目と載荷方向の角度：0～90度の数値を記載する．

各係数や応力（圧力）の単位は，2.2 で選択した単位系で入力する．

上限降伏値，極限支持力：支持力試験で上限降伏値，極限支持力を求めている場合には，この欄に数値を記入する．最大荷重でもこれらの値が決定できない場合には載荷した最大

応力を数値で記入する。

持続荷重，荷重保持時間，クリープ率：クリープ試験に関して数値で記入する。クリープ率は JGS 3521-2004「剛体載荷盤による岩盤の平板載荷試験」によるクリープ変位  $\delta_c$  と弾性変位  $\delta_e$  の比  $C_f$  として求める。

## 2.7 岩盤せん断試験

### ●入力例

試験体の名称	BS-1	BS-2	BS-3	BS-4
試験箇所形式	試掘横坑	試掘横坑	試掘横坑	試掘横坑
地表面からの深度 (GL-*m)	20	18	15	14
試験箇所の掘削方法	発破掘削	発破掘削	発破掘削	発破掘削
試験面・試験体の整形方法	手掘り	手掘り	手掘り	手掘り
試験体の切り出し方法 (ロックせん断試験)				
主要な割れ目と載荷方向の角度	-30	10	-45	45
コンクリートの圧縮強度	326	326	326	311
試験の種類	ブロックせん断	ブロックせん断	ブロックせん断	ブロックせん断
せん断面の傾斜	60×60	60×60	60×60	60×60
せん断面の寸法	水平 0 度	水平 0 度	水平 0 度	水平 0 度
せん断荷重とせん断面の角度	傾斜 15 度	傾斜 15 度	傾斜 15 度	傾斜 15 度
せん断荷重の載荷速度	0.5	0.5	0.5	0.5
初期垂直応力	10	10	2.2	10
破壊点での垂直応力	19.84	21.59	7.36	17.48
破壊点でのせん断応力	39.5	46.5	19.5	30
破壊点での試験体の垂直変位 (mm)	12.3	11.0	5.6	8.5
破壊点での試験体のせん断変位 (mm)	16.1	16.8	18.2	12.6
残留強さ	31.85	34.92	13.67	21.57
摩擦抵抗	25.1	28.2	11.3	18.6

### ●補足説明

応力の単位は，2.2 で選択した単位系で入力する。

主要な割れ目と載荷方向の角度：角度は流れ目を負，差し目を正として -90～90 度の数値を記載する。

残留強さ：残留強さは下図 (JGS 3511-2003 より引用) で定義する。

摩擦抵抗: 本載荷終了後, 再度初期垂直応力を加えて摩擦抵抗試験を行っている場合には, 本載荷と同じ初期垂直応力における摩擦抵抗を記載する。

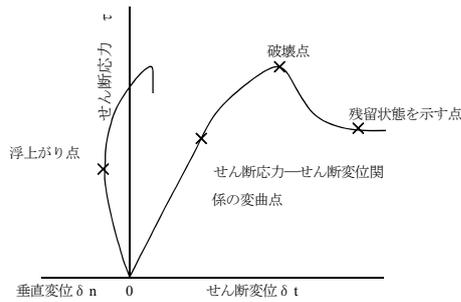


図-8 特異点の概念図

## 2.8 プレッシュャーメータ試験

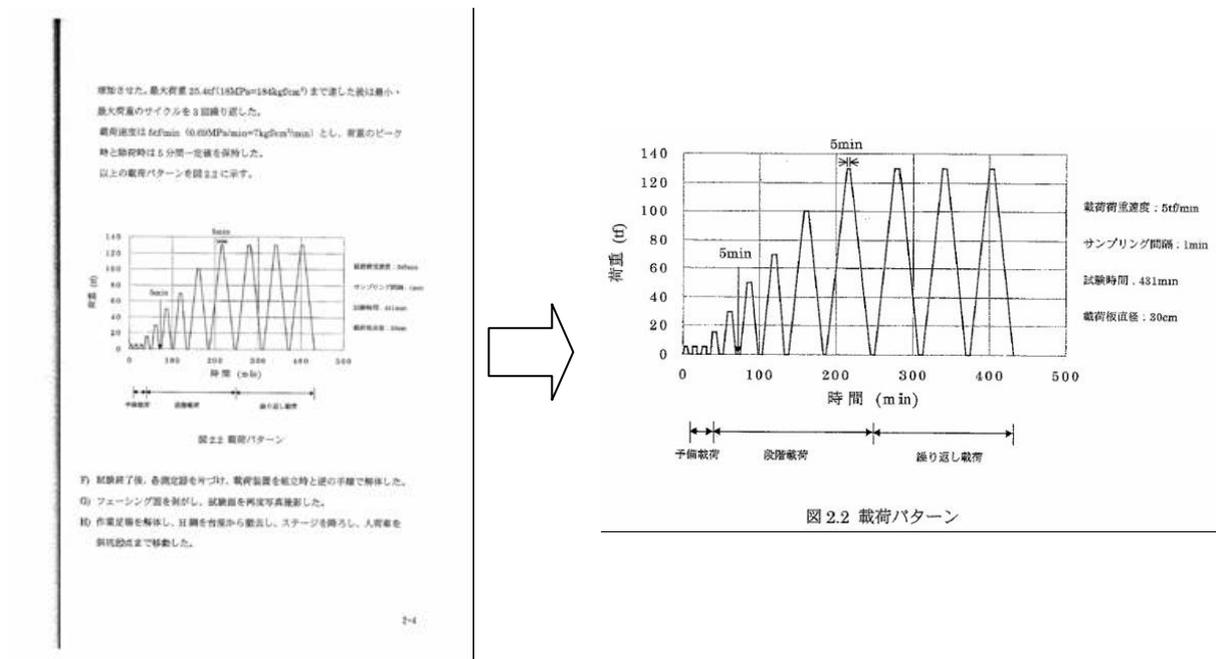
平板載荷試験に準じて入力する.

## 2.9 参照情報（画像データ）

参照情報として各試験面に関する写真，スケッチ，図などの画像ファイルの名称を記入する.

## 3. 画像データの電子化

- 1) 写真，スケッチ，図などの画像データは PDF 形式を原則とし，カラーはカラーで，モノクロはモノクロでデジタル化する.
- 2) 解像度は 200dpi を原則とする.
- 3) 可能な限り余分な部分は切り捨てて再保存する.



- 4) 画像データは様々な組み合わせで一枚の図に整理されていることが多いので、個々に分割しなくても良い。ただし、大判の付図のような場合には、適宜分割しても良い。
- 5) ファイル名は順に *ref1*, *ref2*, *ref3*, ... の名を付して各試験面のサブフォルダーに保存し、データシートにその名を記載する。画像データには様々な組み合わせがあるのでファイル名やページ数は固定せず、原則として以下の順に番号を振る。
  - ・ 載荷パターン
  - ・ 試験面写真（試験前・後）
  - ・ 試験面スケッチ（試験前・後）
  - ・ 荷重－変位曲線
  - ・ その他の図
- 6) 載荷パターンのように複数の試験面に共通するファイルや、複数の試験面の荷重－変位曲線を重ね書きして分割できない場合には、該当する試験面のサブフォルダーに同じファイルを重複して保存する。

## 付録2 第43回地盤工学研究発表会ディスカッションセッション

### 第43回地盤工学研究発表会におけるディスカッションセッション JGS原位置岩盤試験データ・ベースとその利用

期 日：平成20年7月9日(水) 17:00～18:30

会 場：平和記念講演メモリアルホール(316名)

1コマ(90分枠)

#### I. ディスカッション・セッションのプログラム(案)

##### DS-2 JGS原位置岩盤試験データ・ベースとその利用

座長 吉中龍之進(埼玉大学名誉教授)

##### 1. JGS原位置岩盤試験データ・ベース〔2008年度版〕について

##### 1.1 「JGS岩盤の工学的分類と原位置岩盤物性に関する研究委員会」委員会報告

##### 1) データ・ベースの内容と構成

船戸明雄(応用地質)

##### 2) データ・ベースの分析結果から見た岩盤物性の特徴

細野高康(ダイヤコンサルタント)

##### 1.2 話題提供

原位置岩盤試験値と不連続性を考慮した解析による岩盤物性の検討

岩田直樹(中電技術コンサルタント)

##### 2. ディスカッション 司会 伊藤 洋(電力中央研究所)

## 付録3 (仮称) 原位置岩盤物性値データ・ベース (2008 年度版) 出版計画

### 「(仮称) 原位置岩盤試験値データ・ベース (2008 年度版)」出版計画書

JGS 岩盤の工学的分類と原位置岩盤物性に関する研究委員会  
委員長 吉中 龍之進

#### 1. 編集委員会構成

委員長 1 名, 委員兼幹事 2 名, 委員 4 名の合計 7 名にて編集委員会を構成する.

#### 2. 計画内容

(1) 書名: (仮称) 原位置岩盤試験値データ・ベース (2008 年度版)

(2) 対象読者

岩盤工学に係わる実務担当の技術者

(3) 経緯

我が国では過去数 10 年にわたり大規模岩盤プロジェクトが数多く実施され, その一環として各現場で多数の岩盤試験が実施されてきた. その内容は, 量的・質的共に世界に類を見ないほどのものと考えられる. 岩盤試験の実施は大型プロジェクトに限られているので, 今後は, この様な何れのプロジェクトも減少傾向に向かうものと思慮され, 同時に岩盤試験も少なくなると思われる.

その意味からこれまでに蓄積された貴重な岩盤試験データを, 今後, 有効に活用することは極めて重要であり, そのためには早い時期にデータを収集・整理する必要があった. この作業は, 個人や 1 機関のレベルで出来るものではなく学会においてのみ可能であると考えて本研究委員会を立ち上げた.

本研究委員会は, 以下の 3 点を具体的な目標として活動してきた.

- ① これまでに蓄積されたわが国の貴重な原位置岩盤試験データを可能な限り多く収集する. 対象は, 平板載荷試験, 岩盤せん断試験, プレッシャーメータ試験とする.
- ② 新しく制定された共通の指標「岩盤の工学的分類方法(JGS3811-2004)」を基軸に整理し, その指標と岩盤物性との関係を分析する.
- ③ 原位置岩盤試験データ・ベースを構築し公開する.

この間, 国・県・電力会社などにデータの提供を依頼し, 最終的に収集・整理したデータは 440 件, 計 3600 点に上る. この貴重なデータは, 今後の地盤工学の発展への寄与, 原位置試験の実施が経済的・施工的に困難な多くの現場の設計・施工・維持管理情報へ

の活用, また, 合理的な試験計画を立案するための情報としての利用などが可能である. さらには, 今後の岩盤構造物プロジェクトの安全設計やコストダウンに大きく寄与できるものと考えられる. そのためには, 収集した詳細なデータを誰もが利用できる形で公表し, 岩盤情報を共有化することが不可欠である.

#### (4) 活動内容

- ・ 原稿執筆：平成 19 年度中（本研究委員会の任期内）
- ・ 原稿の査読，修正，入稿，校正，印刷：  
平成 20 年度，4 月～3 月（編集委員会の任期内）

### 3. スケジュール

出版予定：2009 年 4 月予定

作業項目	平成 19 年度	平成 20 年度													
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	
原稿作成															
査読（一次）															
修正（一次修正）															
査読（二次）															
修正（二次修正）															
編集委員による最終確認												●			
印刷・校正															
出版															●