

III-235 連続載荷式の新しい岩石一面せん断試験方法について

京都大学工学部	正会員	大西有三
京都大学工学部	正会員	矢野隆夫
京都大学工学部	学生会員	龍原 毅

1. はじめに 一面せん断試験は、一般に複数回数試験を行わないと破壊線が求められない。本論では、垂直応力載荷経路にバネを取り入れることにより破壊線が一度の実験で求まるようなせん断試験（連続載荷式試験）を行った。

2. 実験手法 今回用いたせん断試験機（図1）は、岩石をはじめ、モルタルやコンクリートなどで作製された亀裂を有する供試体のせん断特性を解明するために開発されたものであり、以下のような機能を有している。

(1) せん断箱および供試体 せん断箱は、せん断方法に応じて取り替え可能のようにカセット式となっており、供試体は、円筒形であれば最大で直径10cm、高さ10cm、直方体であれば各辺10cmまで使用可能である。

(2) 載荷方法 鉛直、垂直荷重とも油圧サーボシステムにより載荷しており、コントロールはコンピューターによって行っている。試験の制御はC言語を用いており、計測・制御時間間隔は約40msecとなっている。

(3) 計測・制御方法 本装置で計測できる変数はせん断荷重（最大20ton）せん断変位（10mmか25mm）、鉛直変位（5mmか25mm）および鉛直荷重（25ton）であり、荷重検出はひずみゲージ式のロードセルで、変位の検出はひずみゲージ式の変位計で行っている。以上のセンサーの信号は各々専用のプリアンプで増幅した後、A/D変換機を介してコンピューターに記録される。制御信号はD/A変換機を介して試験機に送られ、その信号によって制御される。本装置では応力制御と変位制御が任意に選択でき、試験方法は垂直応力一定、等体積およびバネを用いた連続載荷式せん断試験が実施可能である。

3. 試料の作製 試験には様々な供試体を用いたが、それらはせん断試験機のカセットに設置

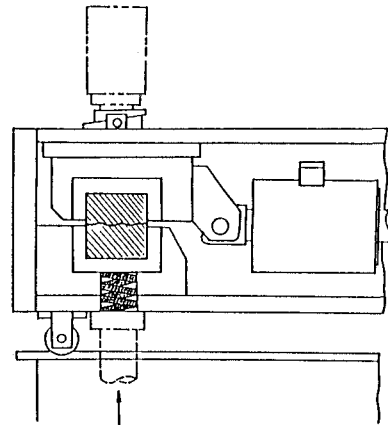


図1 連続載荷式試験をするためのせん断試験機のモデル図

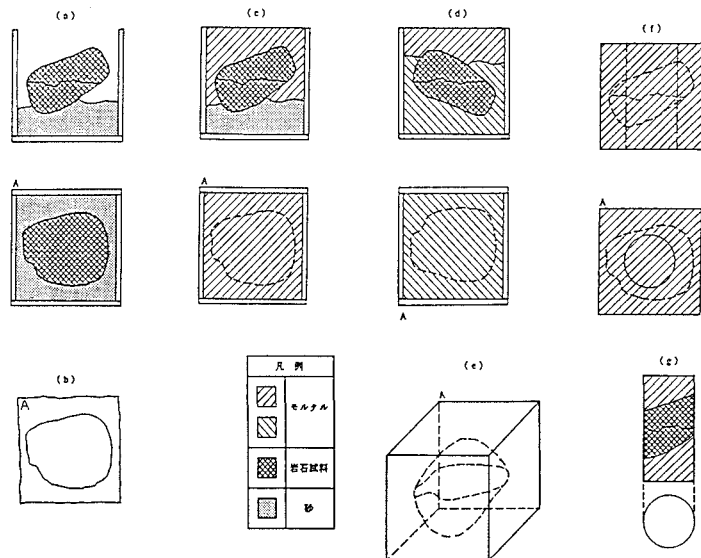


図2 供試体の作製方法

できるように作製されなければならない。その作製方法を図2に示す。

1. 供試体は、図(a)のように分離した岩の節理面を合わせた状態で、その節理面が出来る限り水平面と平行になるように木枠で作った直方体のモールド内に設置する。その際、節理面の位置を図(b)の様にトレーシングペーパー上に書き込み、ノギス等で標高を確かめておく。

2. モールド内に注意深くモルタルを流し込み図(c)、適度に固まった後、上下裏返し裏側からもモルタルを流し込む図(d)。期間を置き、ある程度の強度をもったら木枠をはずす図(e)。

3. あらかじめ確かめておいた位置に、注意深く円筒の薄肉コアリングビットで鉛直方向に10～13cm程くり抜く。図(f)その際、ジョイント部を傷つけぬように細心の注意を払う必要がある。

4. 両端面を電動鋸に必要な長さになるように切断した後、旋盤で水平面をとれるように整形する。図(g)

4. 実験結果 現在、福井県越前海岸の岩石を用いて作製した試料でせん断試験を行っている。今回はその結果ではなく、このせん断試験機の代表的な結果として、直径5cmの円筒モルタル供試体を用いたときのものを以下に示す。この供試体は実際の岩石供試体から型をとったものであり、おなじ割れ目形状を持つものを複数個用意して、垂直応力一定試験と連続載荷式試験を行った結果が図5、6、7である。

4. 1 せん断変位とせん断応力の関係(図3) 垂直応力一定試験においては、せん断変位が起こり始めてからすぐに最大せん断応力に到達している。しかし連続載荷式試験においては、せん断応力は徐々に増加し続け、かなりせん断変位が起こった後にピークに達している。

4. 2 せん断変位と垂直応力の関係(図4) 連続載荷式試験においては、せん断変位の増加にともない垂直応力は徐々に増加している。

4. 3 垂直応力とせん断応力の関係(図5) 垂直応力一定試験から得られたピークせん断強度の値と、連続載荷式試験から得られた破壊曲線を示している。垂直応力一定試験においては破壊線に達すると破壊しそこがピークとなっているが、連続載荷式試験では破壊線に達してもさらにせん断応力は増加し、それにより描かれる破壊曲線は、さまざまな垂直応力下で行われた垂直応力一定試験から得られた破壊点をうまく結んでいる。つまり、この連続載荷式せん断試験を行えばわずか1回の試験で破壊曲線を決定することができることになる。

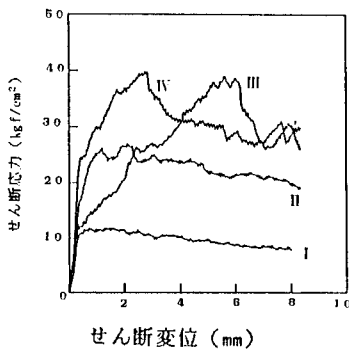


図3 せん断変位とせん断応力
I、IIは垂直応力一定
III、IVは連続載荷式

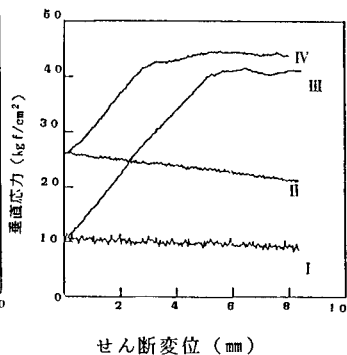


図4 せん断変位と垂直応力
I、IIは垂直応力一定
III、IVは連続載荷式

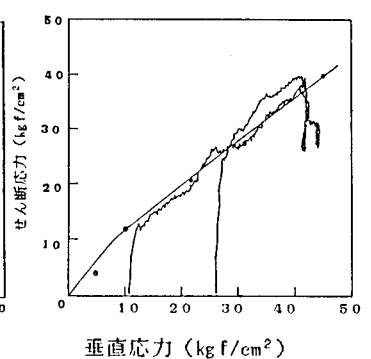


図5 垂直応力とせん断応力
プロットは垂直応力一定
曲線は連続載荷式

- (参考文献) 1) 岩本宏: 岩盤の単一不連続面の変形と強度に関する実験的研究、平成元年2月
2) 阿保寿郎: 岩石の一面せん断強度に関係する割れ目凹凸形状の表現法について、平成2年2月