

岩盤不連続面強度・変形に関する実験的研究

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
新日本製鉄 正会員 龍原 毅 京都大学大学院 学生会員 ○西川直人

1. はじめに

露頭や掘削中の岩盤を観察すれば容易にわかるように、岩盤内には必ずと言ってよいほど不連続面が存在する。この不連続面の強度および変形特性は岩盤全体に大きな影響を与えるので、不連続面の強度および変形特性を十分に理解しなければならない。ところで非常に滑らかな不連続面と粗い凹凸を有する不連続面では、すべりを生じさせるために必要な力の大きさが異なる。またせん断される際に凹凸を削り取らないで乗り越える場合がある。以上のことから岩盤では不連続面の強度特性と粗さ形状（ラフネス）、そしてせん断にともなう垂直方向の変形（ダイレイタンス）の特性が密接に関係してくるのは明白である。そこで本論文では、一面せん断試験の実験結果からこれらの不連続面の強度・変形特性の関係を考察した。

2. 実験方法

(1) 供試体 本実験では不連続面の強度・変形に与えるラフネスの影響を除くために、同一強度・同一ラフネスをもつセメントモルタル供試体を用いた。花崗岩を型どった鉄製鋳型を作製し、これを用いて同一ラフネスの供試体を複数個作製した（図1）。せん断方向は鋳型の段階で決定し、またセメントモルタルの配合比は、セメント1、標準砂2に対し水を0.65の重量比とする。供試体は円筒形であり、直径10cm、高さ10cmであるが、供試体にはせん断試験機のカセットに設置できるように台座をつけた。なお上記供試体と同時に作製した一軸圧縮試験用の試料で単位体積重量、一軸圧縮強度がほとんど同一であることを確認した。

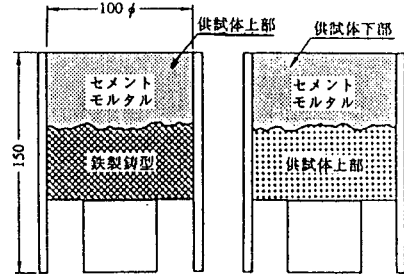


図1 供試体の作製方法

(2) せん断試験方法 これまで一面せん断試験では垂直応力一定、あるいは定体積（垂直変位一定）という条件で行われることが多かったが、今回それらに加えて垂直剛性一定という条件（連続荷荷式試験¹⁾）で試験を行った。連続荷荷式試験はバネを用いることにより、垂直変位に応じて垂直応力が変化する試験方法で、1回の試験で不連続面の破壊線を規定できるものである。また今回は供試体の1つの径に沿って互いに逆の2せん断方向で実験を行い、初期垂直応力を5、10、20、40kgf/cm²とした。

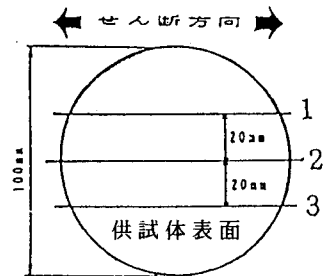


図2 ラフネスの測定位置

(3) ラフネス測定 上記の台座をつけた状態で、供試体の表面上を直径を通る軸に平行に20mm間隔で軸を含めて3本のデータ（図2の1、2、3）をとり、供試体が同一かどうかを検証した²⁾。

3. 実験結果および考察

(1) せん断方向の違いによるせん断強度の相違 連続荷荷式試験の場合であるが、図3の(a)と(b)を比較すると、(b)に示すせん断強度の方が大きく、同一ラフネスでもせん断方向によって強度が異なる。また連続荷荷式試験で得られる不連続面の破壊線は、さまざまな垂直応力下で行われた垂直応力一定試験の破壊点をうまく結んでいて、1回の試験で破壊線を決定することが確認できる。しかも垂直応力が大きくなると不連続表面の凹凸が削られ、ラフネスが変化するために、その破壊線は曲線になることがわかる。

Yuzo OHNISHI, Takao YANO, Takeshi TATSUHARA, Naoto NISHIKAWA

(2) 状態空間上における変位と応力の関係

ここで状態空間とは垂直応力、せん断応力、垂直変位、せん断変位の中から計測値を視認しやすいように3次元的に表示し、その3次元空間のことをいう。図4の(a)は垂直応力一定試験、図4の(b)は連続載荷式試験の結果であり、垂直応力、せん断応力、垂直変位を取り出している。(a)、(b)の破線はせん断変位が、0.5、1.0、3.0、5.0、10.0mmである等変位線である。また図4の(c)、(d)、(e)はそれぞれの平面への投影図である。(a)、(b)の等せん断変位線で結び付けられた4本の曲線は、状態空間内にある1つの平面上に存在する。

しかも投影図を参考にすると、(a)、(b)の平面は同一である。つまり同一ラフネスをもつ不連続面の応力と変位の計測値は試験方法にかかわらず、状態空間内の同一平面上に存在することがわかる。

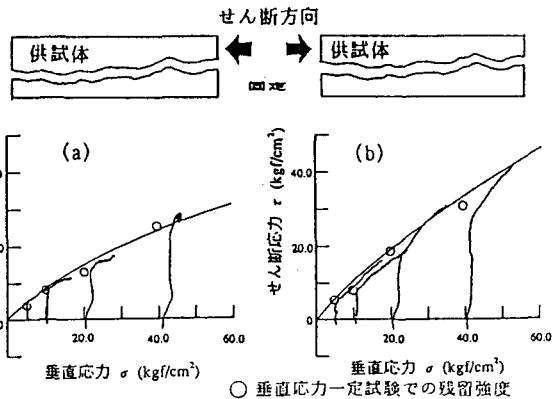


図3 実験結果

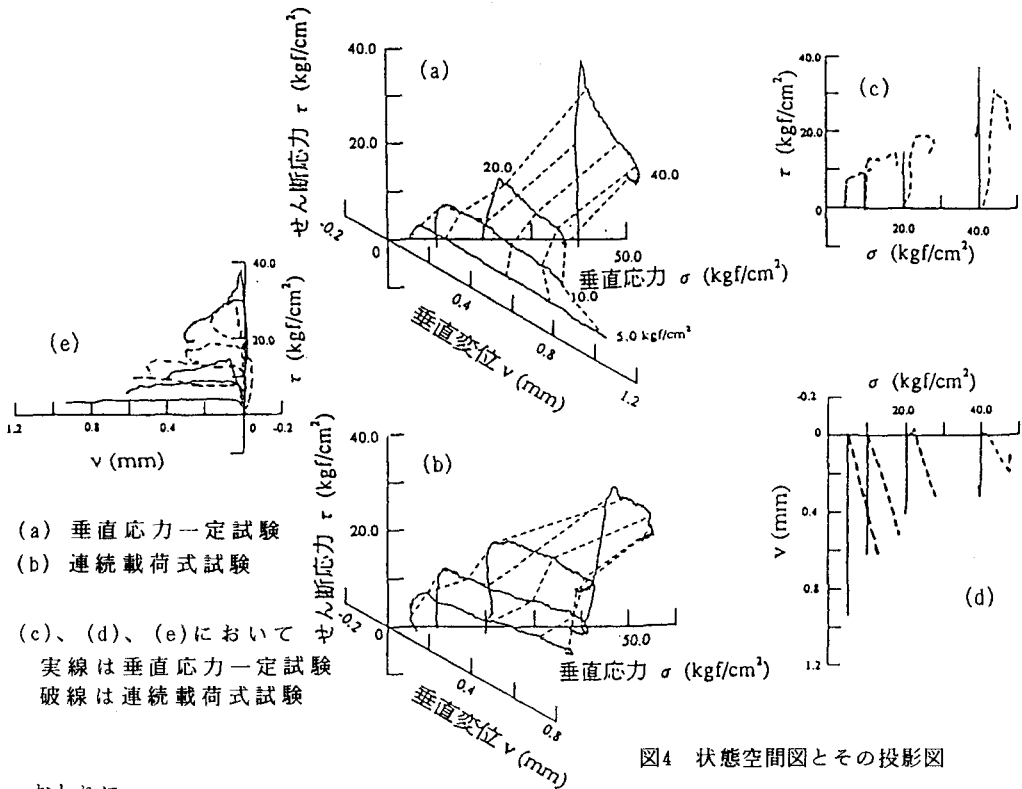


図4 状態空間図とその投影図

4. おわりに

今回は定性的な考察が大部分を占めている。したがって更に検討を加え、状態空間内の平面を構成式として表現できるようにすることが今後の課題となるであろう。

参考文献 1)大西ら；岩盤の単一不連続面の変形と強度特性，第24回土質工学研究発表会，1989

2)阿保寿郎；岩石の一面せん断試験に関する割れ目凹凸形状の表現法について，土木学会関西支部講演概要，1990