

Ⅲ－1

規則的な節理面モデルの圧縮せん断実験

日本大学工学部 学生会員 ○阿部大志

日本大学工学部 正会員 山野久貴

日本大学工学部 正会員 渡辺英彦

1、はじめに

岩盤内に地下空洞を設計するときや岩盤斜面の崩壊が起こるとき、節理面を有する岩盤の滑り現象を理解することは非常に重要である。しかし、実際の岩盤節理面の挙動は複雑である。そこで本実験は、岩盤挙動の基礎的理解として規則的な凹凸節理面を有する人工岩質材料を作製し、圧縮せん断試験を行った。アコースティック・エミッション（AE）の計測を行ったので、この結果と比較検討を行う。

2、実験方法

実験に用いた供試体は、石膏と珪砂より作製した。その寸法を図-1に示す。中央に二等辺三角形の規則的な凹凸を与えている。凹凸のサイズや供試体の配合比は表-1に示す。

実験は、圧縮せん断ダイスを一軸圧縮試験機に取り付けて行った。せん断面上のせん断応力（ τ ）および垂直応力（ σ ）は式(1)にて示される。

$$\left. \begin{aligned} \tau &= P \cdot \cos \theta / A \\ \sigma &= P \cdot \sin \theta / A \end{aligned} \right\} (1)$$

ここにP：鉛直荷重、 θ ：ダイスの角度、A：せん断面の面積である。

載荷方法は、手動で200kgf/mmの荷重速度の制御を行った。ダイスの角度は55、50、45°と3種類の変化をさせた。実験中の供試体人工節理面の变形を測定するためにダイヤルゲージを節理面と平行方向に2カ所、垂直方向に合計4カ所に取り付け計測を行った。なお、実験中の荷重や各ダイヤルゲージなどの計測はデータロガーにより10秒間隔で自動計測により行った。

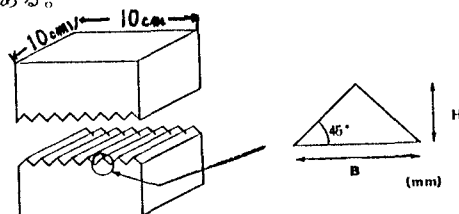


図-1 供試体寸法

AEセンサーは節理面を挟んで2カ所づつ、計4カ所に配置した。センサーの特性としては、120～130KHzの共振周波数を有している。圧縮せん断試験機を図-2に示す。

3、実験結果と考察

計測結果の例を図-3に示す。ダイスの角度が50°、凹凸高さ（H）2mmのせん断変形とせん断応力およびAEの累積イベントの関係である。ただし、破線のAE累積イベントは計測終了時を最大値とし、さらにその最大値が1（100%）になるように計算された値である。

この図において、AEの発生は載荷初期からピークまで、ある傾きを示し、ピーク以降やや増加することが認められる。そしてピーク以後、応力は著しく低下して一定の応力の値を示している。そして、せん断変位の増加に比例してAEが発生しているように推測される。

B(mm)	4	7	9
H(mm)	2.0	3.5	4.5
配合比	石膏	水	珪砂
	1.0	0.6	0.2

表-1 凹凸サイズ及び配合比

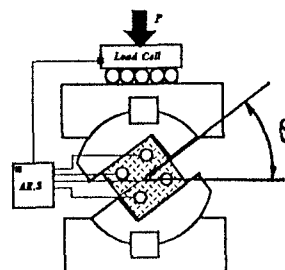


図-2 圧縮せん断試験機

図-4は同様にして得られた垂直変位と垂直応力の関係である。垂直応力のピークまで節理面は圧縮されており、ピーク後において垂直変位は元に戻る、いわゆるダイレクタンシーが生じている挙動と認められる。A Eの発生に関しては垂直応力のピーク後に垂直応力が低下し、その後ほぼ一定値を示しているが負の垂直変位に対して急増している。

図-5は、ピークのせん断応力と垂直応力を各供試体ごとにプロットし、凹凸の寸法別に最小二乗法にて直線を描いたものである。この図から力学定数の C 、 ϕ を寸法と比較したのが、図-6である。 $C=1\sim 5\text{kgf/cm}^2$ 、 $\phi=40\sim 50^\circ$ の範囲にある。凹凸の寸法が大きくなると見かけ上 C が増加し、 ϕ は減少する傾向が認められる。

4、まとめ

今回の実験結果は、以下のようにまとめられる。

- (1) A Eは、ピーク前後では発生傾向が異なる。
- (2) 垂直応力ピーク後、ダイレクタンシー効果に伴ってA Eは多発した。
- (3) ピーク以後、垂直変位の減少が認められた。
- (4) 凹凸の寸法が大きくなると、強度定数 ϕ は減少し、 C は増加した。

今後の課題としては、ピーク強さ前後のA Eのパラメータに関して解析をおこなうことである。

また、三軸圧縮試験や一軸圧縮試験などでワイブル確率関数の適用¹⁾がなされているので、圧縮せん断試験においてもワイブル確率関数への適用を検討している。

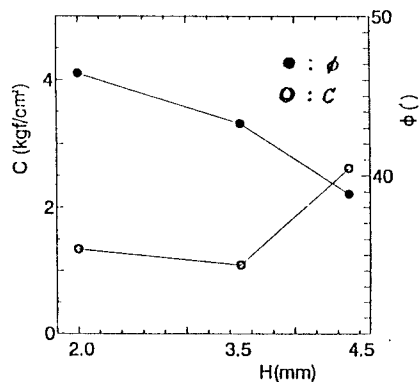


図-6 力学定数 C 、 ϕ と凹凸寸法

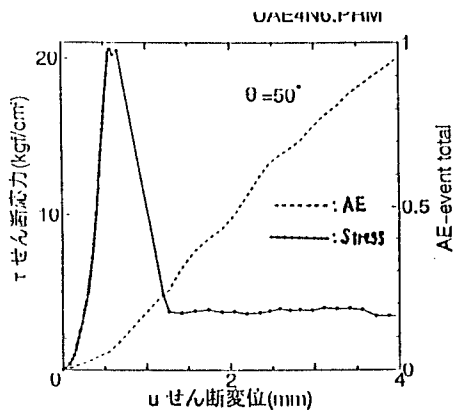


図-3 せん断応力-せん断変位

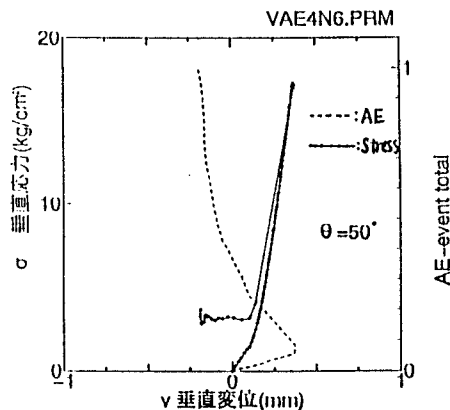


図-4 垂直応力-垂直変位

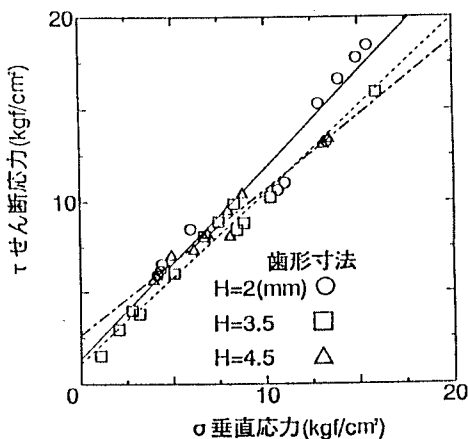


図-5 供試体節理面の力学的性質

参考文献

- 1) 中村 寛: ワイブル確率関数の三軸下適用に関する基礎的研究、日本大学大学院 平成4年度 修士学位論文