

III-640 ナチュラルジョイントのせん断時の凹凸の破壊

国立環境研究所 正会員 木村 強
九州大学工学部 正会員 江崎哲郎
○九州電力(株) 正会員 生貞幸治
九州大学工学部 学生会員 中原和宏

1. はじめに

岩盤不連続面のせん断特性、透水特性はその表面形状に大きく依存する。本研究では現場から採取した自然の不連続面のShear-flow coupling実験(江崎ら, 1993)に並行してAE計測、またその前後で表面形状の計測を行いそれぞれの相互関係を明らかにした。

2. 計測装置および計測方法

2.1. AE計測

AE計測は、Shear-flow coupling実験と並行して行われる。使用したAE計測システムは、NF回路設計ブロック社製のMAGIC(Multi-channel Acoustic-emission Graphic Imaging Computer)システムで、センサー(AE-906:応答周波数 0.4-2.0MHz)、プリアンプ(AE-912:増幅率 40dB)、ローカルプロセッサ(AE9600:4チャンネル, 外部パラメータ入力可)、およびパソコンにより構成されている。実験時において、試験体はせん断箱で覆われているためセンサーを直接取り付けることができない。そこで、せん断箱の前後左右に感熱式の接着剤を用いて4つのセンサーを取り付けることにした。

2.2. 表面形状の計測

不連続面の凹凸を計測するための完全自動計測システムを構築した(Fig.1)。本計測システムは、精密X-Y位置決めテーブル(日本トムソン社製, ストローク長120mm×120mm, 繰返し位置決め精度±0.002mm)、およびレーザー変位計(キーエンス社製, スポット径0.05mm, 分解能0.5μm)からなり、試験体をテーブル上に固定し、コントローラーによる自動制御でテーブルを移動させることによって、不連続面の表面形状を迅速に計測することができる。レーザー変位計によって測定された不連続面のプロファイルは電気信号に変換され、ひずみ計(東京測器社製, TDS-301)にアナログ出力される。ひずみ計とパソコンはGP-IBでつながれており、データはデジタル量として取り込まれる。

この計測システムを用いて、不連続面の表面形状を上下両面について計測した。その際、4本の測線(長さ100mm)を上下面の同じ位置に設け、測定間隔0.05mmで読み取った。さらに、それぞれの垂直応力下でShear-flow coupling 実験を行った後にも同様の計測を行い、垂直応力の増加に伴う表面形状の変化を段階的に調べた。なお、せん断時に発生したグーじは軽く流し落とした状態で計測した。

3. 計測結果および考察

Fig.2に計測LineBの各垂直応力における表面形状の変化状況を示す。低い垂直応力においては表面は局所的な破壊をするが垂直応力の増加に伴い破壊は表面全体に広がってくる。

Fig.3に、せん断により破壊された凹凸の平均高さ(以後、平均高さと呼称する)と垂直応力の関係、および累積AEイベントと垂直応力の関係を併せて示す。ここで、平均高さはせん断前後の計測データの差の平均をとることによって求められ、単位長さにおける凹凸の破壊面積を表している。これによると、各測線におけるデータに有意な差異はなく、局所的ではなくほぼ均等に凹凸が破壊されているといえる。また、平均高さは垂直応力の増加に伴い10MPa付近から急激に増加している。これは、累積AEイベントの増加傾向と良く一致している。そこで、累積AEイベントと平均高さの関係を調べるとFig.4のようであり、実験値をもとに最小自乗法による回帰計算を行った結果、次式のような実験式を得た。

$$Y=114X^{0.889}$$

ここで、

Y: 累積AEイベント

X: 破壊された凹凸の平均高さ(mm)

両者の間には高い相関があり、AE計測を行うことでせん断による凹凸の破壊状況を的確に捉えることができるといえる。

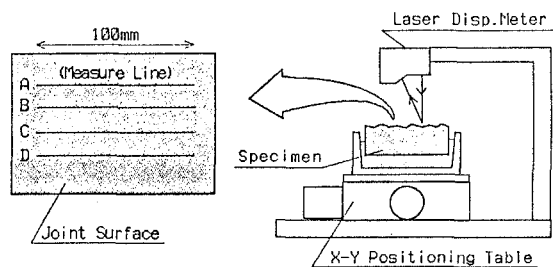


Fig.1 The measuring system for surface roughness of rock joints.

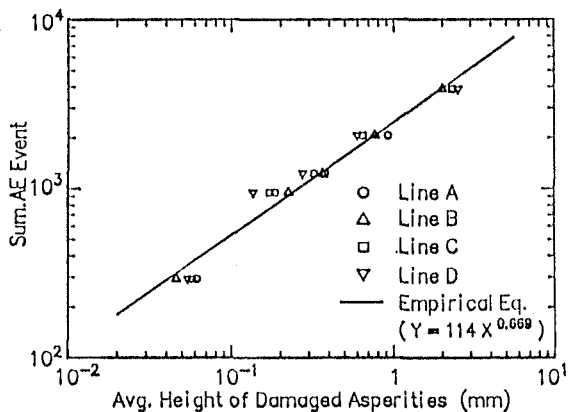


Fig.3 Relationship between average heights of damaged asperities, also AE event count and normal stress during shearing.

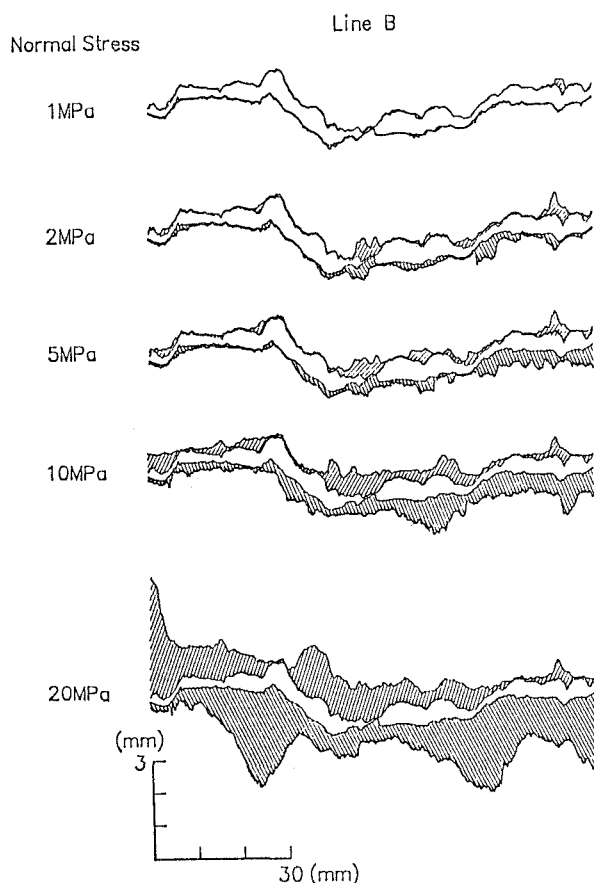


Fig.2 Roughness profiles obtained from the measurement of joint surfaces after shearing under different constant normal stresses.

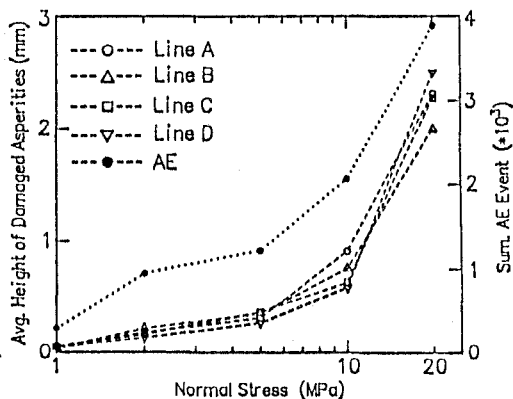


Fig.4 Relationship between AE event count and average heights of damaged asperities.

4. おわりに

凹凸が破壊されることによって不連続面のせん断特性および透水特性は鋭敏に変化する。今回の実験結果からAEと凹凸の破壊は高い相関性が認められたので、AEは不連続面のせん断特性および透水特性を評価するうえで有効な手段になり得ると考えられる。

5. 参考文献

江崎哲郎・木村 強・生貞幸治・中原和宏(1993): ナチュラルジョイントのせん断-透水同時計測、土木学会年次学術講演会