

III-237

割れ目の形状計測と水理・力学的性質

(株)大林組 鈴木 健一郎、桑原 徹、平間 邦興

1. はじめに 岩盤の水理・力学的特性を把握するためには、割れ目自身の特性を知ることが不可欠である。割れ目の水理・力学的特性はその形態に大きく依存している。割れ目の形態という割れ目表面の風化の度合や介在粘土の特性なども含まれるが、ここでは割れ目表面の形状だけを考えることにする。割れ目の形状については、その測定法^{1)・2)} 表現法^{3)・4)} についての研究、強度・変形特性への影響^{5)・6)}、透水特性への影響^{7)・8)} など非常に多くの研究が成されている。

著者らは割れ目の水理・力学的特性を評価するに当たり、第一段階として天然の割れ目および人工的に作成した割れ目についてその形状を測定し、若干の考察を行なった。以下にその概略を述べる。

2. 試料および計測方法 用いた岩石試料は凝灰岩および安山岩である。凝灰岩は一面せん断試験によって人工的に割れ目を作成し、安山岩については冷却節理をもった岩塊から割れ目を含むように供試体を採取したものである。供試体は $\Phi 100\text{mm} \times h 50\text{mm}$ の円柱で、割れ目はおよそ直径を通るものである。従って計測最大断面は $100\text{mm} \times 50\text{mm}$ となる。安山岩の節理は数mmの粘土をかんでおり、形状の計測に当たってはその粘土分を洗い落して行なった。割れ目表面の形状測定には、自動計測装置を用い、パソコンによりデータを収録した。割れ目を構成する2つの表面形状をそれぞれ測定する場合、基本的には割れ目表面上を $1\text{mm} \times 1\text{mm}$ のメッシュに分割し、交点で凹凸を測定した。安山岩の割れ目においては、同一割れ目に対して、メッシュの大きさを 1.25mm 、 2.5mm 、および 5.0mm の3種類に変えて、測定間隔の影響を調べた。

3. 計測結果と考察 2つの割れ目表面の凹凸の計測結果を最小割れ目間隔が 0mm になるように合成することにより割れ目の物理的な開口量を求めた。2つの面の合成に当たって、計測点は実際に割れ目がかみ合った時点で一致しているとして補正は行なっていない。図-1に安山岩の 1mm 間隔の計測結果を示す。

(a)図は計測平面内での開口量の分布、(b)図は開口量の頻度分布、そして(c)図は代表5断面のパワースペクトラムである。凝灰岩の強制せん断面と比べて、パワースペクトラムの意味からは大きな違いは見られなかった。Brown ら⁷⁾が報告しているような長周期における開口量の頭打ちは今回の計測では得られなかった。また、開口量の分布型は、一般に用いられている正規分布と異なっていることが分かる。図-2および図-3はそれぞれ計測間隔が 2.5mm のものと 5.0mm のものの計測結果を、曲率が最小となるように計測点間を補間して 1mm 間隔のデータを作成した後に2面の計測結果を合成したものである。(a)~(c)図については図-1と同様である。(a)図を比較すると分かるように計測間隔を大きくして、その間の曲率を最小にするような補間をしたために見た目には次第に滑らかな曲面になっている。しかし、パワースペクトラムを比較すると殆ど変わらない。むしろ、図-3(c)を見ると勾配が急になっており、 10mm より大きい波長成分では一定になるという傾向がある。(b)図を比較すると測点間隔を大きくして補間すると次第に正規分布に近づく傾向にあることが分かった。このような補間により、或る程度測定間隔を減少させることが可能と考えられる。

開口量の平面分布から等開口量のコンターを描き、コンターから割れ目面を垂直に圧縮したときの接触分布が得られる。図-4に示したのは、凝灰岩の引張割れ目について強制変位を与えたと仮定した場合の、各段階での接触面分布である。図中の黒い部分が接触していると考えられるものである。強制変位量は最大開口量で無次元化して閉塞率として示した。長軸方向に水が流れる場合を考える。接触率20%を越えると、この割れ目中に水が透過することが不可能となる。この時短軸方向には透過可能であり、これは面内に異方性が存在するということになる。水の流れを考える場合にはこのように物理的な開口量から割れ目の透水係数を推定することは非常に複雑であり、割れ目内の流れの方向も問題となる。

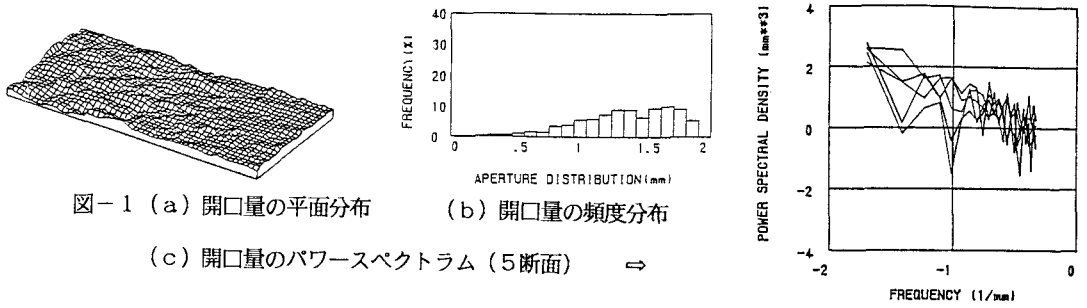


図-1 (a) 開口量の平面分布 (b) 開口量の頻度分布
(c) 開口量のパワースペクトラム (5断面) ⇒

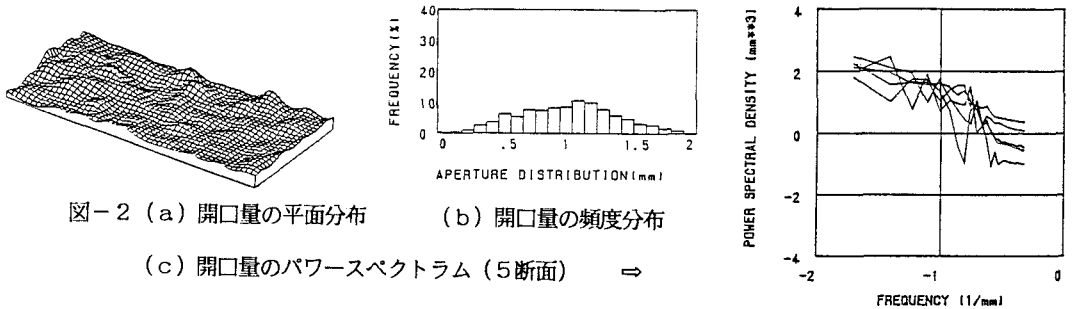


図-2 (a) 開口量の平面分布 (b) 開口量の頻度分布
(c) 開口量のパワースペクトラム (5断面) ⇒

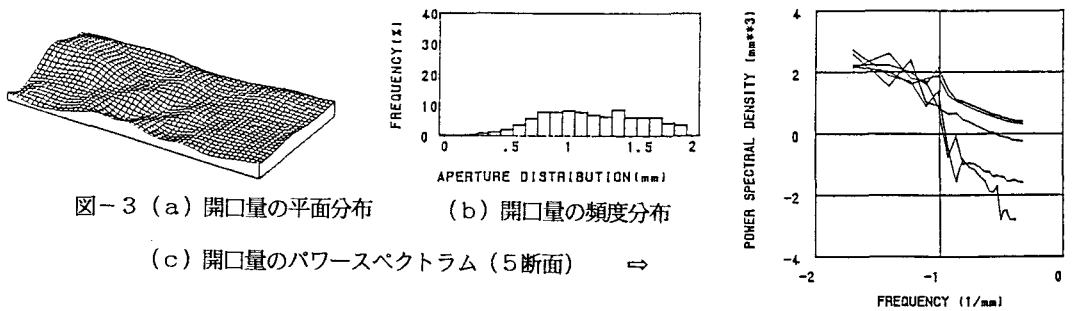
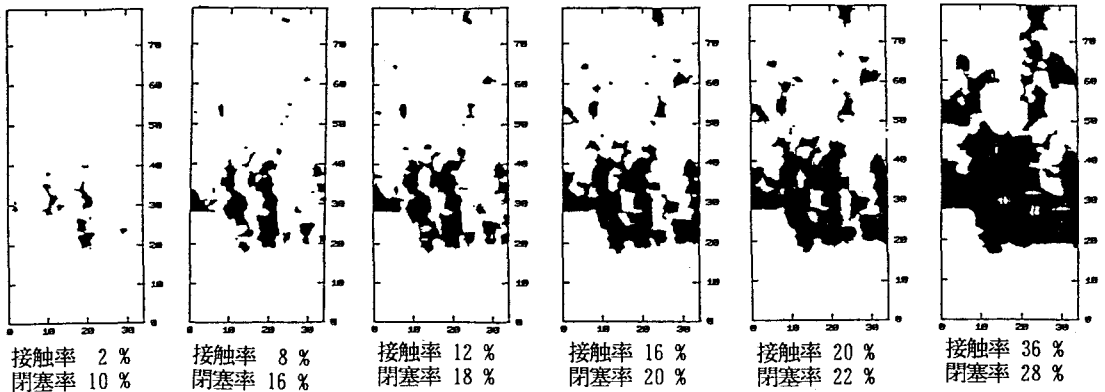


図-3 (a) 開口量の平面分布 (b) 開口量の頻度分布
(c) 開口量のパワースペクトラム (5断面) ⇒



【参考文献】 1) Lam, T. S. K. and Johnston, J. W. (1985): Geoth. Testing J., vol. 8, p. 117-124 2) Keller, K and B. P. Bonner (1985): Rev. Sci. Instrum., vol. 56, p. 330-331 3) 吉中 龍之進、清水 昭男新井 元、加藤 恵三、蟻坂 俊英: 第 19 回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集、386-389 4) Nayak, P. R. (1971): J. Lubr. Technol., vol. 93, p. 398-407 5) Swan, G. (1983): Rock Mech. Rock Eng., vol. 16, p. 19-38 6) Reeves, M. J. (1985): Rock Surface Roughness and Frictional Strength, Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr., vol. 22, no. 6, p. 429-442 7) Brown, S. R., Kranz, R. L. and Bonner, B. P. (1986) Geophys. Res. Lett., vol. 13, p. 1430-1433 8) Brown, S. (1987) J. Geophys. Res., vol. 92, p. 1337-1347