

III-161 ラフネスの画像処理システムを用いて求めたフラクタル次元での評価

京都大学大学院 学生員 大谷司郎

京都大学工学部 正会員 大西有三

1. はじめに

不連続面の壁面の粗さは、そのせん断強度を支配する潜在的に重要な要素である。この壁面の粗さを定量的に評価しようとするものにJRC値がある。観測された不連続面の形状からJRC値を決定する方法は、Barton¹⁾らによってISRM指針²⁾としてまとめられており、粗さの程度により10段階に分かれ、JRCの値として0~20が割り当てられている(図1)。JRC値の決定に際しては、現在は技術者の主観によるところが大きい。その点を改良すべく、様々な定量化の方法が提案されている。大西、鍵本³⁾は、ラフネスの定量化の方法として、新しい数学の考え方であるフラクタルを用いることを提案している。本研究では、画像処理システムを用いて、割れ目のフラクタル次元を求めラフネスの定量化を試みる。

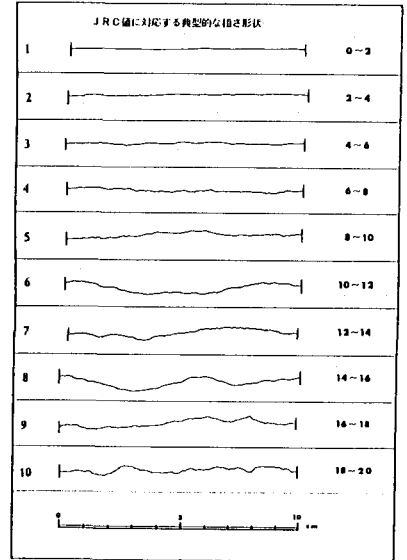


図1 JRC値に対する典型的な粗さ形状

2. フラクタル

白い紙に1本だけ線をひくと疑う余地なく次元は1である。次々に線をたくさん引いて真っ黒にしてしまうと平面と考えられるから次元は2である。では途中の節理ネットワーク(図2)の様な状態では次元は1と2の間と考えることはできないかという疑問がわく。フラクタル理論では次元を非整数にまで拡大することによりこの疑問を解いている。では、如何なる図形もフラクタルかといえばそうではない。フラクタルとは簡単には自己相似性をもつ現象のことである。自己相似性とは部分と全体が似ていることである。例を上げると、リアス式海岸を20万分の1の地形図でみると、小さな湾や岬が細かく描かれている。余り複雑なので、ある部分を拡大して、5万分の1の地形図を見ると、確かに拡大はされているものの、20万分の1では表示不可能な部分まで図上にあらわれて、全体としては、複雑さの程度は変わらない。この様に大きくみても、小さくみても複雑さの度合いがあまりかわりのないことを自己相似性という。

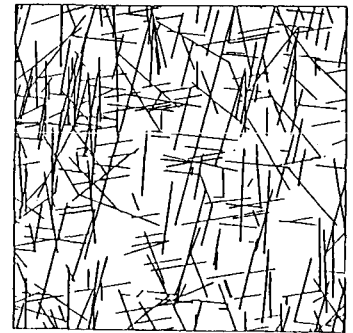


図2 節理ネットワーク

3. コンピューターを用いたフラクタル次元の求め方⁴⁾

コンピューターを使ってフラクタル次元を求めるのに有利な方法に、フラクタル次元を求めようとする物体を含む空間を1辺が r の細胞に分割し、対象物の一部を含んでいる細胞の数 $N(r)$

を数える方法がある。（図3）

もし、 r を色々変えたときに、

$$N(r) \propto r^{-D}$$

なる関係があるならば、この対象物は、 D 次元のということができる。直線、平面等の場合、経験的な次元と一致することは明らかであろう。この操作を画像処理システムの中で行うことを試みた。

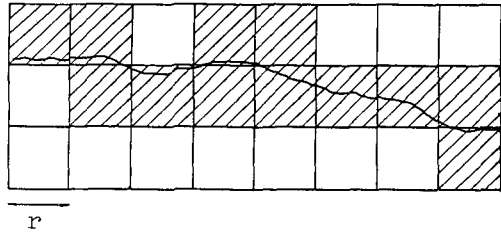


図3 $N(r)$ の数え方

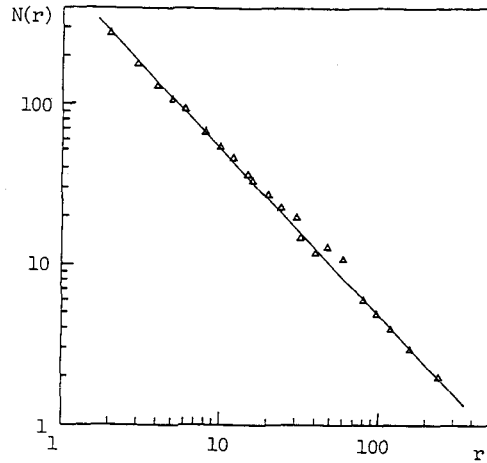


図4 $\log(r) \sim \log N(r)$ の関係

4. 結果

図1のJRC値8～10に対応する割れ目形状についてフラクタル次元を求めた例を図4に示し、図1の各形状に対して、フラクタル次元を求めた結果を図5に示す。

5. 結論

(1) 図4より、割れ目形状の $\log(r) \sim \log N(r)$ プロット点が1直線上に並ぶというフラクタルな図形特有の性質をあらわしていることがわかる。従って、割れ目形状もまた、フラクタルな図形である。

(2) 図5より、割れ目形状が複雑になるにつれて、フラクタル次元は大きくなっている。ラフネスを評価する定量的指標としてフラクタル次元を用いることができる。

(3) 割れ目形状のトレースを装置端末のカメラから入力するだけで比較的簡単に強度定数を推測できる一手段となり得るのではなかろうか。

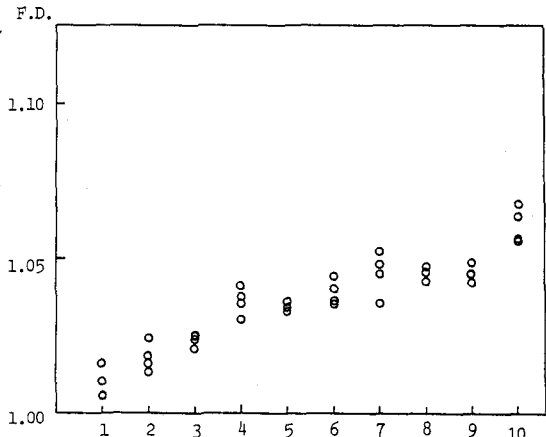


図5 Bartonによる粗さ区分とフラクタル次元の関係

参考文献

- 1) Barton N. & Choubey V. : The shear strength of rock joints in theory and practice. Rock Mechanics (Springer-Verlag) 10, 154 (1977)
- 2) ISRM 指針 Vol.3 岩盤不連続面の定量的記載法 岩の力学連合会
- 3) 大西有三・鍵本広之：フラクタル幾何学の岩盤工学への適用についての基礎的研究、第18回岩盤力学に関するシンポジウム論文集，昭和61年2月
- 4) 高安秀樹：フラクタル，朝倉書店，昭和61年4月