

II-90

岩盤節理系のフラクタル次元と浸透流の相関解析

埼玉大学工学部 正会員 ○佐藤 邦明
東京都 市川 正憲

1. はじめに

複雑でしかも不均質な節理・割れ目系やクラックを記述するために有効かつ適切なパラメーター指標を見出す事は岩盤浸透流，力学においても重要である。節理系・割れ目系の幾何的要素は長さ，開口幅，方向，密度，脈絡である。本研究はマンデルブローによるフラクタル幾何学^{1),2)}を実測割れ目系に応用してフラクタル次元を求め，浸透流の水理特性との関係を求めたものである。

2. 岩盤節理系のフラクタル次元と浸透流の相関

岩盤割れ目系の幾何的性質を捉えるためにフラクタル幾何学の応用がなされはじめてまだ過去1～2年であり，ほとんど判っていない。フラクタル幾何学において最も重要な特性は自己相似性とフラクタル次元にあり，ここではフラクタル次元がいろいろな実際の岩盤節理や岩石の顕微鏡レベルのクラックに対してどの程度の値をもつか，またこのフラクタル次元が浸透流と相関をもつものであろうか，といった2点に注目して検討を加えた。

フラクタル次元Dの定義は図-1のように節理系を一辺 η の格子でおおい，

$$D = - \frac{d \log N(\eta)}{d \log \eta}, \quad (1), \quad \begin{array}{l} N(\eta) : \text{交差格子数} \\ \eta : \text{格子辺長} \end{array}$$

とする。^{3),4)}

式(1)のDの値は両対数紙上のこう配になる。一方，有効割れ目系の流量 Q_{ij} は，

$$Q_{ij} = \frac{\rho g}{12\mu} \frac{3}{b_{ij}} \frac{h_i - h_j}{s_{ij}}, \quad (2)$$

b : 割れ目開口幅， μ : 粘性係数
h : ピエゾ水頭，s : 割れ目長さ
 ρ : 流体密度，g : 重力加速度

により，岩盤幅，長さ，及び境界水頭差を用いて無次元化する。

実際に測定された割れ目系は図-2のようにコンピューターシステムによって処理するのが有利である。³⁾つまり，割れ目系の情報を一度数値化して記憶させておいてから解析に用いる。

3. 解析結果と検討

今回用いた岩盤割れ目系のデータは15個であり，内6個は岩石鉱物の顕微鏡分析により得られたもので，いわゆるスケール効果を調べるために大小スケールの違ったものを用いた。図-3，4はそれらの中の2例の節理，クラック系を参考のため示してあるが，両者は違った形態をもっていることが直観的に知れる。図-5，6はフラクタル次元Dと格子辺長 η の関係を示す。フラクタル次元Dは顕微鏡レベルのクラックの方が大きい。さらに，図-7，8，9はフラクタル次元Dと割れ目数，節点数，有効流路長の関係をそれぞれ示してあり，一応相関が

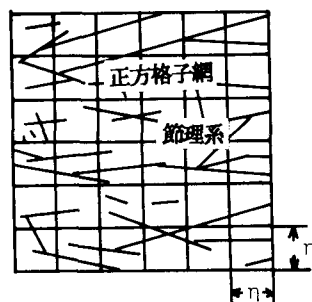


図-1 節理系のネットワーク

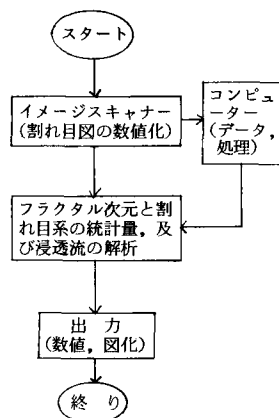


図-2 節理系情報処理法

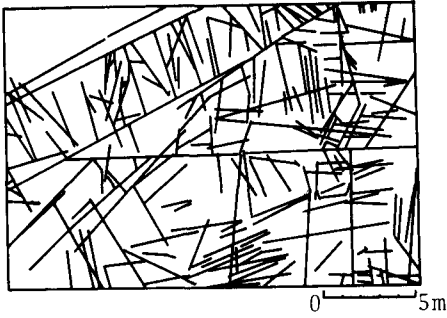


図-3 岩こう岩の割れ目系トレース

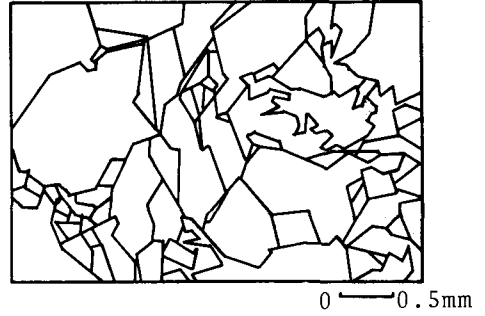


図-4 顕微鏡レベルの微小クラック系

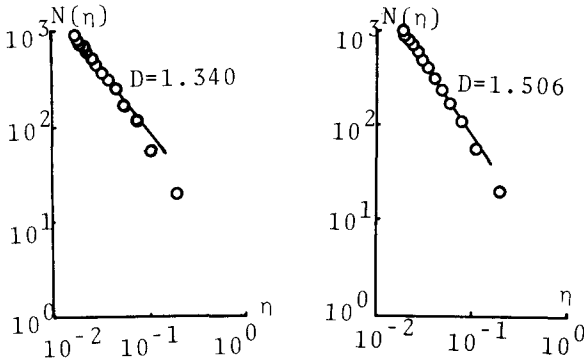


図-5 花こう岩節理系のフラクタル次元

図-6 顕微鏡レベルの微小クラック系のフラクタル次元

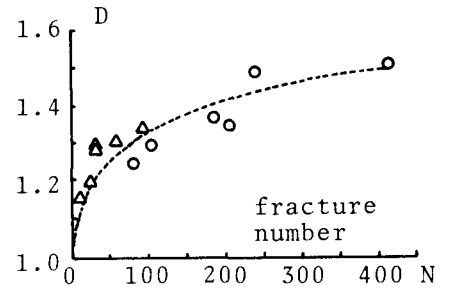


図-7 フラクタル次元と割れ目数の関係

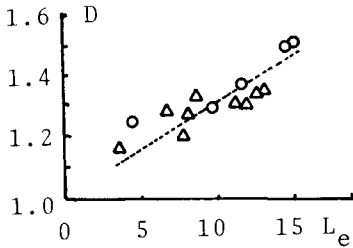


図-9 フラクタル次元と無次元有効流路長の関係

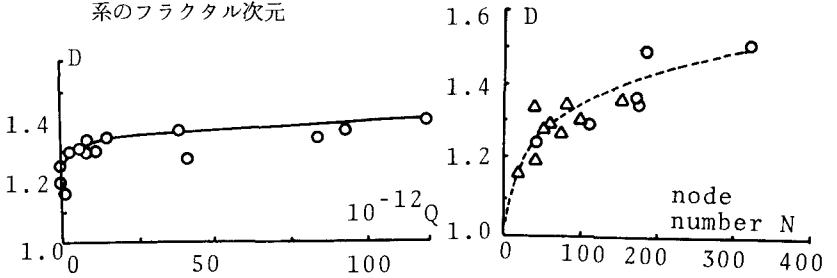


図-8 フラクタル次元と節点数の関係

図-10 フラクタル次元と無次元元流量の関係

認められる。また、図-10はフラクタル次元と流量の関係を示す。

参考文献

- 1) ベンワール・マンデルブロー：フラクタル幾何学，広中平祐訳，日経サイエンス社，1985
- 2) 高安秀樹：フラクタル，朝倉書店，1986
- 3) 佐藤邦明他：岩盤浸透流におけるきれつ系のフラクタル構造に関する基礎研究，第35回水講論文，1986
- 4) 大西有三他：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検討，土木学会岩盤シンポ，1986