

III-294 岩盤不連続面粗さのフラクタル次元解析

鳥取大学工学部 正員○藤村 尚、正員 池添保雄
鳥取大学工学部 正員 西村 強、正員 木山英郎

1. はじめに

不連続性岩盤のモデル化において、不連続面の物性を評価することは、重要な問題の1つである。とりわけ、不連続性岩盤の強度は表面粗さに密接な関係がある^{1, 2)}。本研究では不連続面の粗さを、フラクタル次元を用いた客観的な指標で検討を試みるものである。

2. 粗さ形状と計測

国際岩の力学学会（ISRM）では、表面粗さを定量的に評価するものとして、図-1のようなJRC値を用いて、表面粗さの程度により10段階にわけて、0～20の値が割り振られている³⁾。また、図-2は、ISRM指針にある典型的な粗さ形状であり、表面粗さを階段状、波状、平坦に分類し、さらにこの粗さを細分して粗い、滑らか、鏡肌の3段階に分けている³⁾。今回は、この2種類の表面粗さ形状を採りあげ、図-1の10曲線と図-2の9曲線について、以下のフラクタル次元解析を行った。

二次元平面の場合の具体的なフラクタル次元の測定法としてグリッド法とサークル法を用いた。グリッド法は対象となる図形に一边 r の正方形格子をかぶせ、図形と交わる格子の数（ $N(r)$ ）を数え、 $\log r - \log N(r)$ プロットからフラクタル次元を求める。一方、サークル法は曲線の一端を始点とし、その点を中心にして半径 r の円を描く。その円と曲線が最初に交った点と始点とを直線で結ぶ。そしてその交点を新たに始点とみなし、以下同じ操作を繰り返す。このように基準となる長さ r と線分の総数 $N(r)$ から上記と同様にしてフラクタル次元を求めた。

3. 結果と考察

図-3と図-4はグリッド法とサークル法の2通りの方法によって図-1の粗さ形状についてフラクタル次元を求めたものである。これらは画像処理を用いて、いくつかの（ r 、 $N(r)$ ）の組み合わせを計算することにより、最小二乗法からフラクタル次元 FD を求めた。両者を比較するとグリッド法による FD 値はサークル法のものより大きい値を示す。

図-5と図-6は、図-1の10種類のJRC値とそれらの粗さ形状について、グリッド法とサークル法により求めたフラクタル次元との関係を示す。両図からJRC値が大きくなるにつれて FD が増大することがわかる。とりわけ、サークル法における両者の関係は明瞭である。なお、JRC18～20の粗さ形状の FD 値は他のものに比べて大きい。

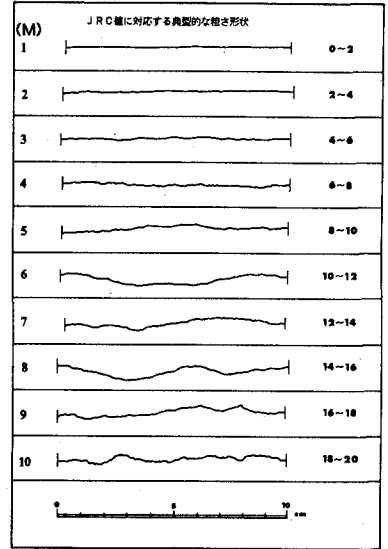


図-1 粗さ形状と、それに対するJRC値

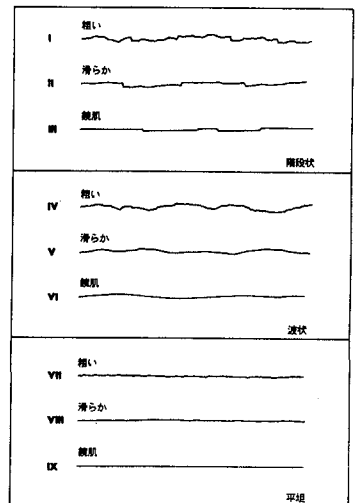


図-2 典型的な粗さ形状の分類

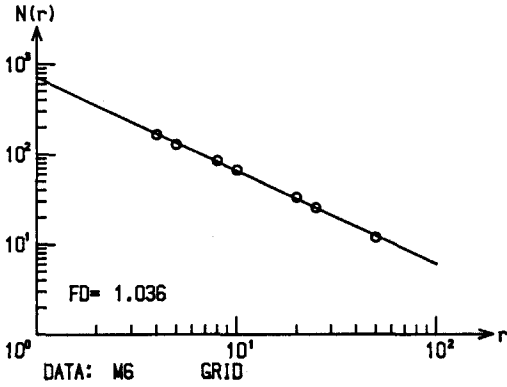


図-3 フラクタル次元の計算例(グリッド法)

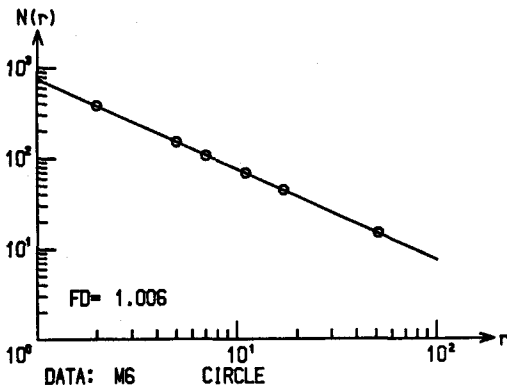


図-4 フラクタル次元の計算例(サークル法)

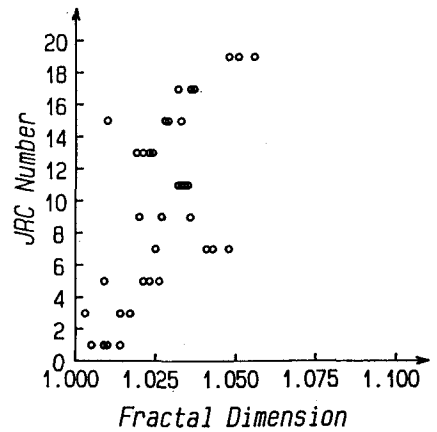


図-5 JRC値とフラクタル次元の関係(グリッド法)

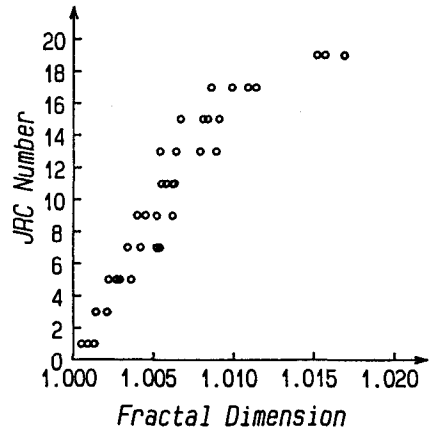


図-6 JRC値とフラクタル次元の関係(サークル法)

図-7は図-2の粗さ形状Ⅰ～Ⅸについて、サークル法によってFD値を求めた結果を示す。階段上、波状、平坦の不連続面と小規模な鏡肌、滑らか、粗いものへの変化がFD値と対応させて表現される。また、図-6と図-7の両図を用いると、FDを介してJRC値と典型的な粗さ形状Ⅰ～Ⅸとの対応が可能となる。

4. おわりに

岩盤の不連続面の複雑さ、不規則性にフラクタル次元解析を実施した。ISRM指針で示される粗さ形状とフラクタル次元の関係を明示した。

参考文献

- 1) 藤村、西村、木山：フラクタル次元解析による亀裂性岩盤の粗さ形状、土木学会第45回年次講演会(1990)
- 2) 藤村、西村、木山：岩盤不連続面の粗さ形状とせん断強度について、土木学会第46回年次講演会(1991)
- 3) 岩の力学連合会訳：ISRM指針、N0.3、岩盤不連続面の定量的記載法、岩の力学連合会(1985)

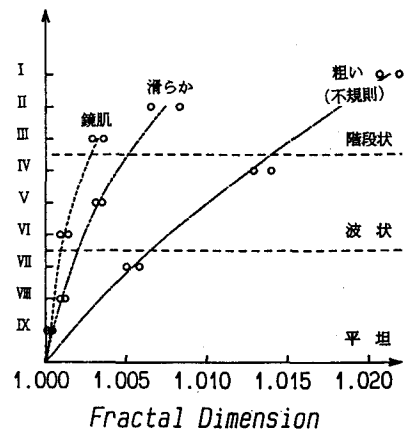


図-7 典型的な粗さ形状とフラクタル次元の関係