

III-240

フラクタル次元解析による亀裂性岩盤の粗さ形状

(株)大林組(元鳥取大院生)○祝 昌克 鳥取大学 正会員 木山 英郎
 鳥取大学 正会員 藤村 尚 鳥取大学 正会員 西村 強

1. はじめに

岩盤には不連続面が存在し、その性質により岩盤の挙動は支配される。特に、不連続面の形状は、摩擦角、ダイレイタンシーおよび最大せん断応力等に大きく影響を及ぼす。粗さ形状を表す方法として、JRC値がよく知られているが、やや主観的な部分が存在することは否めない。そこで本報告では、粗さ形状を表す方法として、フラクタル次元Dとパワースペクトルによる方法を探り上げて検討したものである。

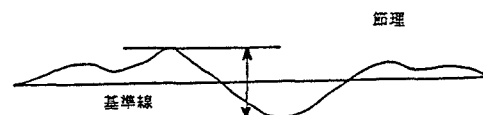


图-1 高低差HD

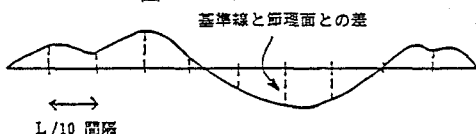


圖-2 標準偏差SD

2. 供試体

供試体は、鳥取県八頭郡用瀬町杉森の斜面にて採取した黒色片岩で対をなしており、概寸法が $80 \times 40 \times 50$ cmの大きさのものである。計測は、両岩の不連続面について行った。計測された平均的なJRC値=9、 $I_r = 12.07$ (mm)である。 I_r は、菊池らによる方法で、形状の平均となる線を基準線とし、その全長にわたる最大高低差HD(図-1)と、全長を10等分した位置での、基準線と不連続面との差を求め、その11個のデータの標準偏差SD(図-2)より $I_r = (HD \times SD)^{1/2}$ として求められる。¹⁾

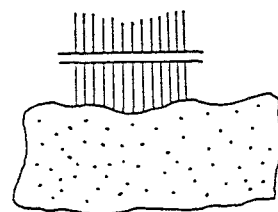


図-3 輪郭ゲージ

3. 計測方法

計測は、2つの方法により行っている。1つは、輪郭ゲージによる方法である。試作の鉄製立方体型枠の中に岩石ブロックの不連続面を上面にし、図-3のような市販の輪郭ゲージをその面に接触させて形状をトレースした。この時の計測ピッチは1 (mm) である。もう1つは不連続面計測装置による方法で概寸および配置を図-4に示す。計測装置はレールに沿って前後に変位計取り付け部は、左右に移動できる。計測ピッチは10 (mm) と5 (mm) を用いている。

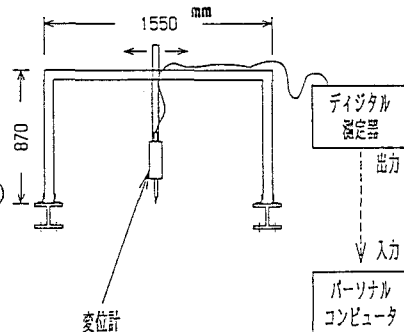


図-4 不連続面計測装置

4. 結果と考察

計測した岩石の粗さ形状を、マンデルブロの提唱するフラクタル次元Dとパワースペクトル方法を用いて調べた。フラクタル次元Dは、正方形によるカバー法を用いて算出する。一方、パワースペクトル法においては、周波数KとパワースペクトルPを面対数グラフ上にプロットしその傾きをパワースペクトル傾斜Sとして用いている。図-5は計測ピッチを10 (mm)とした時の計測結果の一例を示す。この形状のフラクタル次元Dを図-6に、パワースペクトル傾斜Sを図-7に示す。

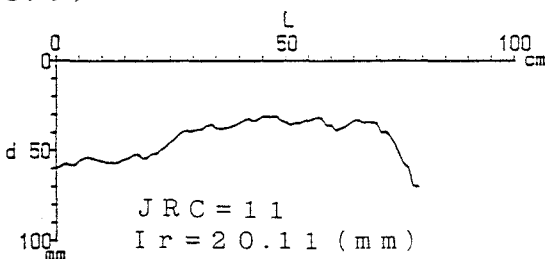


図-5 計測結果の一例

計測した岩石の不連続面(80×40cm)の、JRC値は4~15、Irは2.97~26.53(mm)、Dは1.05~1.23、Sは、-2.10~-1.64の範囲にあったので、これらの関係をもう少し詳しく調べてみる。まず図-8はJRC値とフラクタル次元Dの関係を示す。JRC値が大きくなるにつれてフラクタル次元Dも大きくなる傾向がみられるが、JRC値に対するフラクタル次元Dのばらつきは大きい。図-9はJRC値とパワースペクトル傾斜Sの関係を示す。JRC値が大きくなるにつれてパワースペクトル傾斜Sが、大きくなる傾向がみられるが、ここでもJRC値に対するパワースペクトル傾斜Sのばらつきは大きい。このことについては、JRC値の算定を著者の一人で未経験の者が行ったことも、JRC値に対するDおよびSの値のばらつきを大きくしてしまった一因であると思われる。つぎに図-10はフラクタル次元Dとパワースペクトル傾斜Sの関係を示す。同図によれば、Dは1.05~1.23、Sは-2.10~-1.64の拡がりをもつことがわかる。一方、ISRMによるJRC値を算定するための標準的な形状をそのまま両解析に用いた結果、JRC値3~15に対してD=1.18~1.22とS=-1.79~-1.68の範囲にあり、今回用いた岩石の不連続面の形状から得られたDとS値より、むしろ分布する範囲が小さくなっている。

5. おわりに

粗さ形状を定量的に表すためにJRC値の他に、フラクタル次元Dやパワースペクトル傾斜Sの適用を試みた、D、S値とも大小様々な凹凸を表現するのに適していると思われるが、さらなる検討が必要である。

<参考文献>

1) 藤枝 誠ほか: 節理性岩盤のモデル化における節理面物性と粗度の関連の検討, 第18回岩力シンポジウム

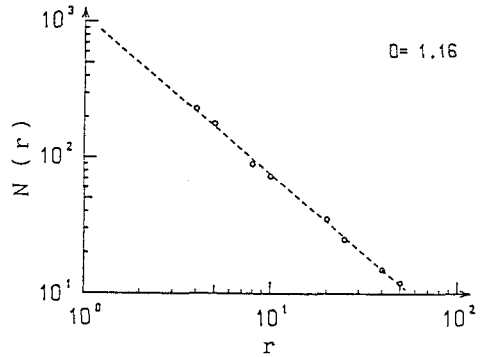


図-6 フラクタル次元D

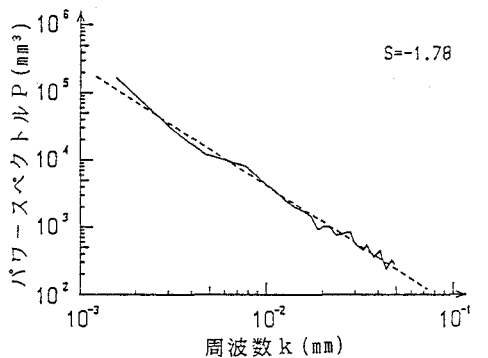


図-7 パワースペクトル傾斜S

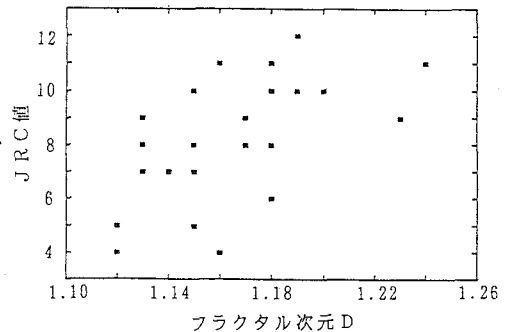


図-8 JRC値とフラクタル次元Dの関係

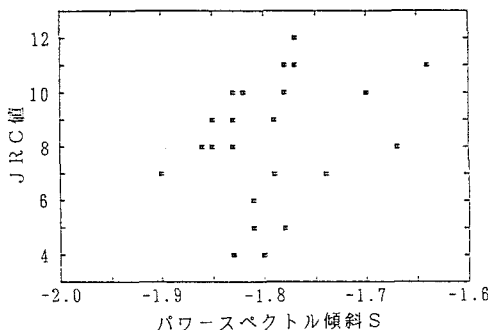


図-9 JRC値とパワースペクトル傾斜Sの関係

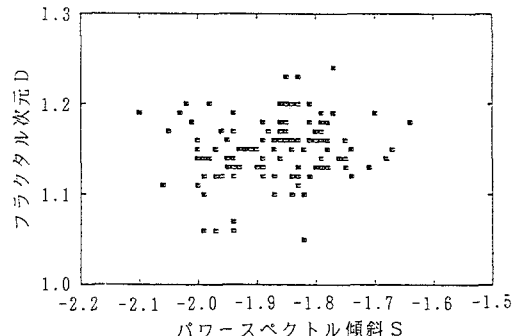


図-10 フラクタル次元Dとパワースペクトル傾斜Sの関係