

画像解析による花崗岩中の粒界クラック分布特性に関する研究

宇都宮大学工学部 ○学生会員 篠原 雄介
宇都宮大学工学部 正会員 清木 隆文
宇都宮大学工学部 学生会員 佐川 雄亮

1. 背景と目的

土木工学および地盤工学における役割には、生活基盤の整備と環境保全に対する貢献がある。近年では、原子力エネルギーの開発によって生じた放射性核種の処理問題への対策として、岩盤や土の遮蔽効果を利用した地層処分が計画されているが軟岩への利用に傾きつつある、これは花崗岩などの硬い岩の幾何学的構造解明が困難なためであるためであるが、よりいっそう地下空間を有効利用する需要が高まると予想される中で堅固な岩盤の構造解明は重要であると考えられる。

従来、岩石の工学的性質の判定はハンマーの打撃感覚や音の判断、あるいは感覚的な色彩などの要素をもとに地質技術者が手作業で行われてきた。また、一軸圧縮試験などの室内試験を基準とする考え方もある。しかしながら、大規模な岩盤の評価には莫大な労力とコストが必要である。

そこで既往の研究では、稲田花崗岩の各要素(長石・石英・雲母)を、デジタル画像のピクセルを用いて、有限要素メッシュへのマッピングなどでモデル化し幾何学構造の簡略化を試みてきた。しかし、岩石に内在するき裂を考慮することができなければ、実岩盤をモデル化したものとは言えない。そこで本研究は、岩石に内在するクラックの中で粒界クラックに注目しその認識および解析方法を検討し、不連続面を考慮した有限要素メッシュ作成、解析を目的とする。

2. 画像の獲得方法

アセチルセルロースフィルム(以下フィルム)を用いたレプリカ法で、花崗岩表面の凹凸情報を得る。今回の研究では、粒界クラックの抽出、分布モデル作成

が目的であるために、あまり微視的なサイズでは各結晶との比較が困難である等の理由から、比較的大きめの範囲(3×3cm)を同じ供試体表面から3箇所の凹凸情報を採取した。また、比較用に供試体の同じ個所をデジタルカメラで撮影する。

レプリカ法で得たフィルムのデジタル画像獲得のため、スキャナによりデジタル画像化したものを母体画像とする。この際、黒い背景になるものを挟んで解像度1200dpiで取り込む。しかし、この画像のみでは正確にクラックを認識することが困難であるので、スキャナで得た画像に反映させ、クラックと思われるオブジェクトを明確化するために、三点光源の反射光実体顕微鏡を用いて比較的微視的な範囲でクラックを確認した。

3. 画像の処理方法の検討

まずスキャナで得た画像を、Adobe社photoshopを使ってレベル補正、コントラスト調整などを施して凹凸情報が確認しやすいように加工し、実体顕微鏡で得た画像も同じ処理を行う。微視的な画像から母体の画像上で、き裂オブジェクトの確定基準を作り、母体画像からひび割れを別レイヤーに手作業で抽出する(別色ラインでなぞる)。このレイヤーを比較用に撮影した供試体表面の画像に正確に移し重ね、抽出したひび割れのうち粒界クラックでないもの(明らかに各結晶内に入っている)を削除した(図1)。

4. 画像の解析方法の検討

MediaCybernetic社Image-Pro plusを使用して抽出した粒界クラックの長さおよび角度を測定し、ある角度範囲ごとのクラック長分布の傾向を考慮する。

キーワード：粒界クラック レプリカ法 フラクタル次元

連絡先：栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科 Tel. 028-689-6218



図 1：画像処理により抽出したひび割れ

画像の単位変更

今まで使っていた画像は実際の寸法とは大きく異なるため、寸法を較正する。

粒界クラックの長さおよび角度の測定

Image-Pro Plus の[色抽出]により粒界クラックオブジェクトをまず認識させる。そして、オブジェクト相当楕円(オブジェクトと同面積で、かつ一次および二次モーメントが等しい楕円)の角度として、楕円の長軸方向と画像の水平方向が交わる角度(但し 0° 以上 180° 未満)を測定する。長さは長軸に投影されたオブジェクトの大きさ(キャリパー長)になる(図 2)。但し長さ 0.1 mm 以上でないと角度計測画できないので、これを計測限界長とする。

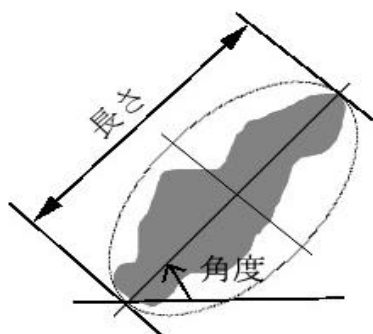


図 2：長さ、角度の認識概念

各角度範囲の長さ分布傾向を考慮

今回の研究では有限要素メッシュへの反映という性質上、細かい角度範囲で傾向を求めても意味がないので、 0° 、 45° 、 90° 、 135° 、 180° の $\pm 22.5^\circ$ 範囲でのクラック分布傾向として、各範囲での累計長さ、平均長さ、分散、標準偏差などを求める。表 1 にその一例を挙げる。

表 1：各値の一例

角度 $X(^\circ)$	長さ累計(mm)	平均長さ(mm)	標準偏差 (mm)
0-22.5	22.18	0.435	4.96
22.5-67.5	21.647	0.451	4.98
67.5-112.5	11.680	0.403	2.00
112.5-157.5	18.164	0.568	4.18
157.5-180	19.757	0.520	3.16

各結晶との相互関係

結晶境界の長さに対してひび割れの長さおよび角度がどのような頻度分布傾向を示すのかを求める。

5. ひび割れのモデル化と有限要素メッシュへの展開方法の検討

画像解析により導き出された値をもとに、粒界クラックを有限要素メッシュへどのように展開させるかのモデルを作成する。このとき有限要素メッシュ上でジョイント要素を用いて粒界クラックを表現する。また通常のメッシュ区分の他に 45° 方向にも区切りを入れる予定である。有限要素メッシュにマッピングされたデータをもとに、一軸圧縮試験を数値計算で再現する。

6. 課題

き裂の認識から有限要素解析を一通り行っただが、レプリカ法でのき裂の認識、き裂の決定方法、有限要素メッシュへの展開方法などにおいて、考慮の余地が残されている。また、き裂を考慮した三次元的な幾何学構造の粒界クラック再現が今後の課題である。

参考文献

- 1) 長田昌彦・樫野誠・山辺正 レプリカフィルムからのクラック抽出方法とその画像解析方法の検討, 応用地質, Vol.40, No.1, pp36 - 46, 1999
- 2) 徐庸碩・清木隆文・市川康明 マイクロクラック発生・進展に起因した結晶質岩の応力緩和現象に関する水浸一軸試験, 「材料」, Vol.48, No.11, pp1255 - 1262, 1999