

宇都宮大学工学部建設学科 ○学生会員 松田 伯春
正会員 清木 隆文

1. 研究目的

放射性廃棄物を安全に隔離するためには深層岩盤の力学的挙動を正確に把握することが必要不可欠である。岩石は一般的に奥行き方向にも不均質であるため、二次元問題として仮定すると現実と即していない。そのため本研究では、岩石の造岩鉱物の空間配置をX線CT画像から画像データとして読み出し、これを有限要素メッシュの上にマッピングし、3次元的に幾何構造を再現し、幾何構造の簡略化を試みる。

2. 研究方法

X線CT装置により断面画像を1mm間隔で連続的に撮影し、コンピュータ上で再構築することにより、岩内部の可視化を行い、三次元的な定量評価を実施する。供試体のX線CT画像は、(独)産業技術総合研究所に導入されているX線CT装置(日立メディコ製W2000)により撮影した。

X線CT画像は512×512の画素(pixel)から構成されており、16bitチャンネルで示されている。X線CT画像においては一つの正画素にX線照射厚を高さとしているため、画素はvoxelと呼ばれる直方体を意味する。そのため、CT画像を重ね合わせることで3次元画像を作成できる。(図-1)

花崗岩における構成鉱物は主に長石・石英・雲母である。岩盤表面を見たとき、乳白色で最も広い面積に分布しているのが長石、黒色で直径が1～5mm程度の斑点状に分布しているのが雲母、石英はガラス質であるが、表面からは透けた向こう側が霞んで見えるため、ねずみ色を呈したように見える。3種の鉱物を肉眼で見分けることは容易であるが、これらをコンピュータを使って判別するのに次のような方法をとった。

まず、撮影したX線CT画像はTIFFファイルで保存されているためMEDIA CYBERNETICS社のImage-Proを用いて8bitのグレースケールに変換し、



図-1 X線CT画像の再構築三次元画像

bmpファイルに保存する。

CT画像をグレースケールに変換することで、全てのピクセルは0～255までの整数で表現することができ、容易に扱うことが可能となる。

グレースケールに変換された花崗岩は、おおまかに白＝長石、灰＝石英、黒＝雲母と表現でき、やはり巨視的な判別は肉眼でも容易に行える。しかし微視的には、解像度に依存して同一ピクセル内に異なる鉱物が混在する場合など、ピクセルは当然その中間の階調を持って与えられる。

このピクセルをどちらの鉱物と判断するかは非常に困難なところである。今回は階調に閾値を設けることによってこの三種の鉱物を判別することにした。

$$0 \leq \text{雲母} \leq \text{閾値} 2 < \text{石英} \leq \text{閾値} 1 < \text{長石} \leq 255$$

なお、ピクセル情報を抜き出し、閾値の決定についてはCYBERBET社のMATLABを用いてプログラムを作成した。解析を行う条件として、抜き出すピクセル数は比較的自然数で割りやすい120×120(pixel)、ピクセルの抜き出し位置は統一した。

X線CT画像データそれぞれについて解析を行うことで岩石の内部構造について各鉱物の割合、ばらつきを知ることができる

キーワード：X線CT画像、数値解析、閾値

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建設学コース

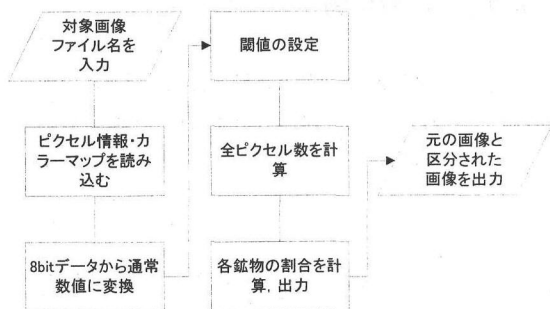


図-2 プログラム簡略フローチャート

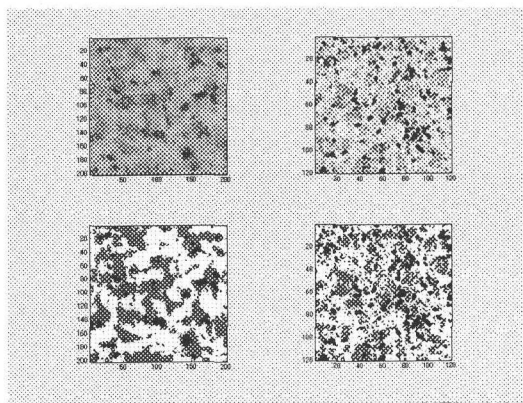


図-3 元の画像 (上) と区分された画像

また、デジタルカメラで撮影した岩石の画像解析も行い、X線CT画像との関連性を考察する。

デジタルカメラを用いた画像の解析条件としては、抜き出す代表要素寸法を約3.8cm四方とした。

図-2はMATRABで作成したプログラムの簡略フローチャートである。対象画像ファイルをbmpファイルで入力することによって図-3のような画像を出力することができ、各鉱物の割合も出力される。

図-3は右上の画像がデジタルカメラで撮影したもの、左上の画像がX線CT画像である。それぞれの下の画像が三種類の鉱物に区分したものである。

閾値の設定においてはデジタルカメラ、X線CT画像、それぞれについて図-4のラインプロファイルを使い三種類の鉱物を判別する。

まず、対象とする画像にラインを引きライン上の鉱物の数値がグラフに表示されるので、人間の目でおおよその判断をして三種類の各鉱物の閾値を設定した。閾値の境界が明確でないため、値を変えて解析を行った。

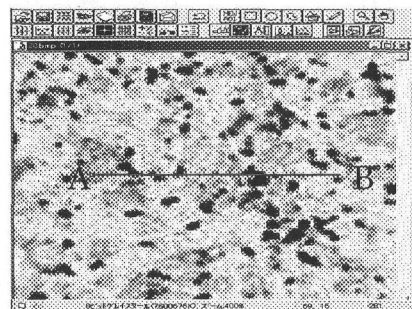
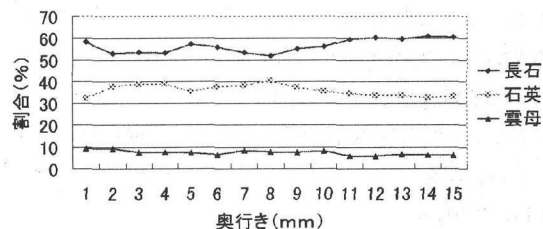


図-4 ラインプロファイル



$$0 \leq \text{雲母} \leq 90 < \text{石英} \leq 170 < \text{長石} \leq 255$$

図-5 各鉱物の割合

3. まとめ

X線CT画像の解析結果を図-5に示す。Y軸に岩石中に含まれる各鉱物の割合(%)を、X軸に奥行きを示した。また、閾値を変化させて解析した結果、閾値を変化させると各鉱物の割合は変化するが奥行き方向のグラフの変化に大きな変化が見られないことがわかった。

閾値を設定する際に境界が明確でなく、最終的な閾値の決定は人間の目で判断したため、最も適切な閾値を設定することが重要である。

4. 今後の展望

三次元構造の数値解析の研究を進め、表面情報から内部構造の三次元的予測を可能にする。