

(III-7) 岩石の鉱物組成と力学的性質の関連性について

宇都宮大学工学部 学生会員 亀原大道
宇都宮大学工学部 正会員 清木隆文

1. はじめに

岩石の材料定数を考えた際、文献等により代表的な値は与えられているが、実際には構成要素の分布状況によって大きく異なることがある。花崗岩を例に挙げると一般に弾性係数は 90GPa 前後で与えられ、構成要素は主に石英、長石、黒雲母であるがその分布状況が明らかとなれば、それぞれにおける材料定数は既知であるため FEM を用いることより、内部構造に即した詳細な解析結果を得ることができる。本研究では稲田花崗岩を対象として岩盤表面の画像を数値化することにより解析し、構成鉱物の分布状況を把握する。さらに有限要素メッシュにこの構造をマッピングし、出力結果から全体の材料定数を導き、岩石の代表要素 (REV) について考察する。また工学的な観点から、過度に微小なメッシュは不必要であるので、複数のピクセルをひとつのメッシュとし、その大きさと精度について検討する。

2. 解析方法

a) FEM 入力データの自動作成

CYBERNET 社製の数式演算ソフト MATLAB を用いて、画像ファイルから各ピクセルにおける色情報を数値として抜き出す。具体的には、画像をグレースケールに変換することによりピクセルの色情報は 0~255 までの自然数で表す。

岩石の構成鉱物毎にマッピングする数値の範囲を定義し、有限要素解析に用いるデータを作成するために、①4 節点四角形の有限要素メッシュの作成、②ピクセル情報数値から構成要素の認識、③境界条件の設定を自動的に行うプログラムを Fortran で作成した。

b) ピクセル群からの代表値の抽出および有限要素メッシュへのマッピング

各ピクセルを一つの有限要素メッシュとするものが、実際の鉱物組成を再現するには最適と考えられる。しかしながら、実用上は、ピクセル群を一つの有限要素メッシュにマッピングすることが望まれるとともに、鉱物組成と力学的性質を再現できると考えられる。そこで、複数のピクセルから、一つの構成鉱物を代表する方法を設定し、個々の有限要素メッシュにそれぞれ一つの材料をマッピングし、岩石供試体を表すメッシュとする (図 1)。

c) 有限要素解析による一軸圧縮試験の再現

a)、b) で作成したデータをもとに、一軸圧縮試験を再現する 2 次元の有限要素解析 (弾性・平面ひずみ) を実施する。計算された各要素の応力を等価節点力に変換することにより、変位固定境界にて反力が求められ、これを断面積で除したものが見かけの応力となる。この値と強制変位により求められるひずみをもとに巨視的な弾性係数を計算する (図 2)。

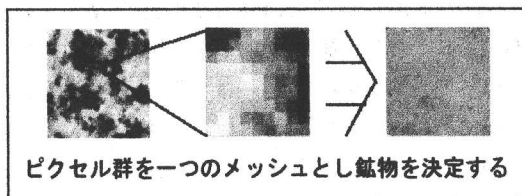


図 1 画像からの有限要素メッシュの作成

キーワード：花崗岩、画像解析、鉱物組成、有限要素解析

連絡先：宇都宮大学工学部建設学科地域施設学研究室

〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 TEL：028-689-6218 FAX：028-689-6230

表 1. 岩石鉱物の材料定数

	弾性係数(GPa)	ポアソン比 ν	体積比率(稲田花崗岩)
石英	76.60	0.200	40%
正長石	87.50	0.109	51%
黒雲母	84.90	0.299	9%

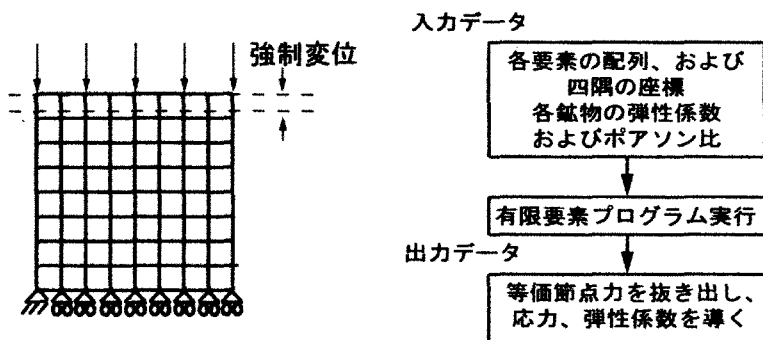


図 2 有限要素解析による一軸圧縮試験

3. 解析結果と考察

図 3 は、解析に使用した要素数と雲母、石英、長石の占める割合と、全体構造のヤング率の関係を表している。花崗岩の構成物質の平均粒径は 2~4mm であるため 1mm の正方形メッシュで再現した。要素数が多いほど、解析寸法が大きくなるため、弾性係数が一定の値に落ち着く傾向に見られる。また、鉱物組成も切り出す面積が大きくなるにつれて、ばらつきが小さくなることから、組成鉱物の面積比率により代表要素を決定することが可能である。さらに、全体構造を切り出す際に、その大きさを固定し、有限要素メッシュの寸法を変化させた時、一つの有限要素メッシュの面積が小さくなるに従い、花崗岩の微細な構造が再現されることとなり、ヤング率がある値に収束すると推測される。

4. まとめ

本研究は、岩石表面の写真について画像解析を実施し、鉱物組成を再現する有限要素解析用のデータを生成し、岩石の代表要素の考え方を数値実験したものである。有限要素メッシュの大きさを固定した解析結果より、稲田花崗岩における代表要素の寸法は約 3.8cm 四方であることが判った。今後は有限要素メッシュの面積に着目し、妥当である寸法を見つける。

【参考文献】 1) Jacob Bear(1972):Dynamics of fluids in Porous Media, pp15-26

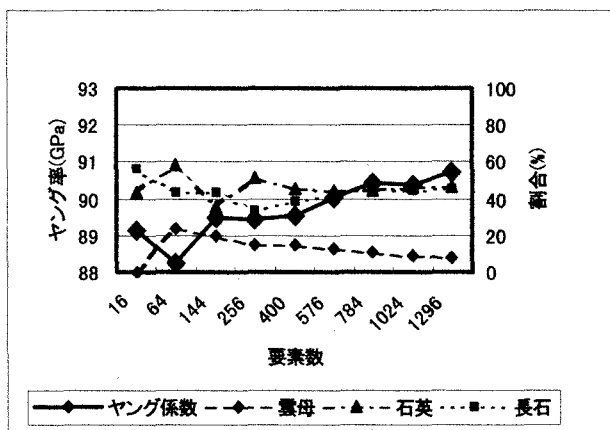


図 3 要素数とヤング率の分布