

III-347

画像処理による岩盤調査手法の研究

ハザマ 技術研究所 正会員 西村 毅

1. はじめに

著者らは画像処理を利用した岩盤調査手法について、様々の検討を行なってきた^{1), 2)}。岩盤調査に画像処理を応用することにより、現位置における調査業務の短縮や個人差の少ない評価などの実施が可能となる。岩盤中に無数に存在する亀裂等の不連続面は、岩盤全体の力学的・水理学的特性を大きく左右する重要な要因であるにもかかわらず、その調査には多大な労力を要することや適切な評価法が確立されていないことから、十分な調査がなされているとは言い難い。本報告では、岩盤画像から亀裂トレース線を抽出する手法およびテクスチャー特徴による岩盤分類手法の検討を実施した結果について述べる。

2. 画像処理による岩盤亀裂抽出

画像処理においては、線や輪郭を抽出することは重要な意味を持ち、エッジ抽出や線抽出のための多くの手法が考案されている³⁾。しかしながら、これらの処理を岩盤画像に適用して亀裂等の特定のエッジ情報を抽出することは困難である。鉱物粒子による模様や凹凸による色むらなど雑音が多く存在するからである。そこで筆者らは、岩盤亀裂を画像処理を用いて抽出することの試みとして、亀裂の直進性に注目して、抽出処理を施した。

図-1に具体的な処理手順を示す。まず画像は指定された抽出方向に、指定された圧縮幅の足し込みを行ない圧縮される。圧縮することにより直線性を持つ明暗部は、濃度勾配が強調される。ピークを検出するために圧縮画像に対し微分フィルタリング処理を施してエッジ部分を抽出した2値画像を作成する。抽出されたエッジ部分が連続数しきい値以上連続する場合のみを亀裂トレース線として抽出し、他はノイズとみなして取り除く。この方法では、圧縮幅×連続数しきい値の画素数に相当する長さが抽出されるトレース線の最小長さとなる。

図-2および図-3に、亀裂線抽出を実施した画像および抽出された亀裂線を示す。両者を比較すると、おおまかには原画像の亀裂情報を抽出しているとみなせるものの、人の判断では当然抽出されるべき亀裂が抽出されなかったり、岩盤面が細片化している部分ではノイズが存在するなどの問題が存在する。

3. 画像処理による岩盤分類

画像処理により岩盤を分類する手法として、色による分類や模様による分類などが考えられる。今回、岩盤面の模様による分類手法としてテクスチャー特徴による分類を実施した。テクスチャー特徴とは、画像のきめ、すなわち微妙な濃淡変化の様子を定量化したものである。テクスチャー特徴量の計算手法として多くのものが提案されているが、有効な手法の一つとして同時生起行列から計算される手法を採用した³⁾。

同時生起行列とは、画像の濃度レベル数が N であるとき、濃度 i の点から一定の距離 $\delta = (r, \theta)$ だけ離れた点の濃度が j である確率 $P \delta(i, j), (i, j = 0, 1, \dots, N-1)$ を要素とする行列である。この

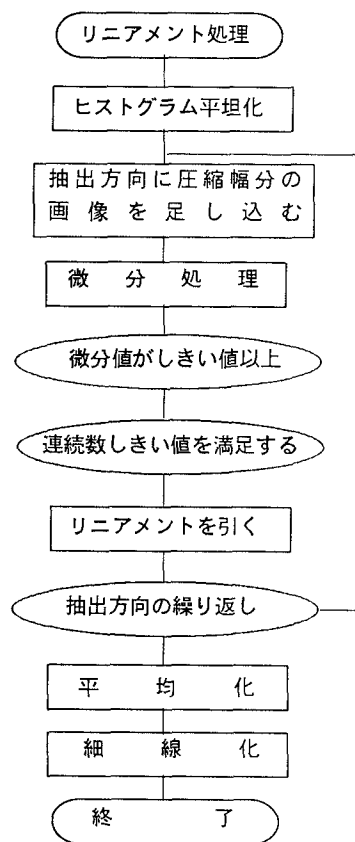


図-1 亀裂トレース線抽出の手順

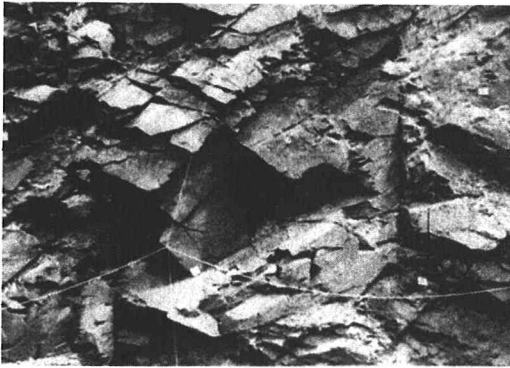


図-2 亀裂抽出処理の原画像
（ヒストグラム平坦化を行なったもの）

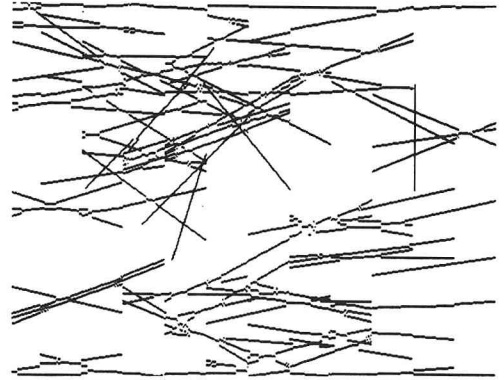


図-3 抽出された亀裂トレース線



図-4 岩盤分類を実施した原画像

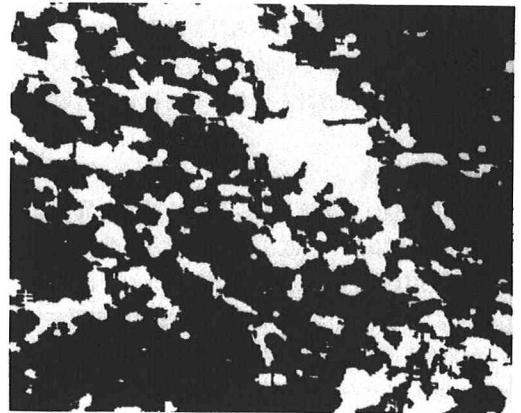


図-5 テクスチャー特徴による岩盤分類

行列からテクスチャー特徴を求める方法についても種々の計算式が提案されているが、今回は次式で表される慣性モーメント法による分類を実施した。

$$I(P) = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} (i-j)^2 P(i,j) \quad (1)$$

図-4および図-5は、岩盤分類を実施した原画像およびその結果を示したものである。図-4の画像では中央上部から右下方向にかけて岩盤面が細片化した濃淡の差の激しい部分が認められ、図-5ではテクスチャー分類によってこの部分が抽出されている。

4. おわりに

以上述べた画像処理手法は、岩盤の特徴を岩盤の不連続面と模様による特徴により説明しようとしたものである。亀裂線の抽出では、すべての亀裂線を自動抽出できたわけではないものの、主要な亀裂線は抽出されておりほぼ満足できる結果が得られた。テクスチャーによる分類では、岩盤表面の模様による分類が可能であることを示すことができた。今後はこれら分類結果と、地質技術者による岩盤分類結果等と比較しながら、他の処理手法も組み合わせて、より合理的な岩盤分類システムに発展させたい。

参考文献 1) 西村、田中、庄子：ステレオ写真による岩盤亀裂面の方向性の計測、第24回岩盤力学に関するシンポジウム、1992 2) 草深、西村、田中：画像処理による岩盤節理抽出手法の研究、第24回岩盤力学に関するシンポジウム、1991 3) 高木、下田：画像解析ハンドブック、東京大学出版会、1991