

III-718

画像解析によるトンネル切羽写真からの線情報の抽出

(株)熊谷組 (正)川越 健 (正)村田 均

岩井 孝幸 御手洗 良夫

つくばソフトウェアエンジニアリング(株) 柴山 英一

1. はじめに

現在、施工中の地質調査は限られた時間内で行われ、かつスケッチを元にした主観的な評価が主になるため精度にばらつきが生じている。また、調査には必ずしも専門知識を持ったものが携わってはいない。これらの問題を解決するため、迅速かつ客観的な評価が期待できる画像解析手法を用いた地質の評価方法は施工の合理化とともに有用な技術となっていくと考えられる。本発表では地質調査を行う際に最も基本となる線情報の写真からの抽出方法と抽出した線の地質学的な意味を検討し、トンネルにおける前方予測の可能性を検討する。

2. 画像からの線の抽出方法

(1) 線の認識方法 (図1)

画像上の線を認識させる方法は、1画素毎の濃度差を用いるため、先ずカラー画像を256段階の濃度を持った白黒画像に変換した後、ローパスフィルターをかけ、さらに平滑化する。その後、各画素毎に、周囲の画素との濃淡差を算出し、8方位のベクトルとして表現する(図2)。そして、ある一定以上の大きさを持つベクトルを用いて線情報の元となる線分の認識を行う。この時、線分は16方位、方向としては8方向に分類する(図3)。同じ方向のベクトルを持つ画素が連続していれば、ベクトルの法線方向に線分が認識されることになる。従来行われてきた2値化処理等と比べて濃度差の少ない情報についても認識が可能であり、線分の管理も容易である。

(2) 線情報の抽出

(1)の方法で認識された線分を用いて地質学的に有意な線情報を抽出する。まず、事前調査より得られた地質情報からトンネル路線上の地質境界、亀裂や断層等の線としての情報をパターン化し、このパターンを得られた線分画像にマッチングさせる。実際のパターンは事前調査の結果に切羽の情報

を付加して作成し、最適な線のサーチを行う。また、線の方角性に応じて優先性(priority・交差関係に依存)を設定することで地質構造をより正確に反映させる。さらに、節理等は画像上の線分の方角の統計量をもとに抽出する。こうして得られた画像を連続させることで断層破碎帯、層界面等の走行・傾斜を求め、3次元的に評価する。

3. 解析結果の検討

解析の事例として泥岩地帯を掘削したトンネルでの事例を示す。

(1) 地質の構造線の連続性と前方予測

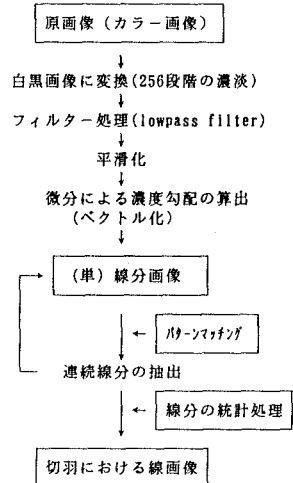


図1 線分抽出作業の流れ

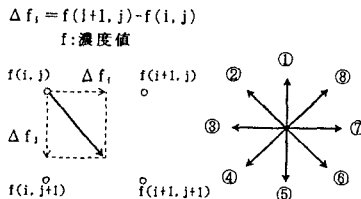


図2 濃度差のベクトル化

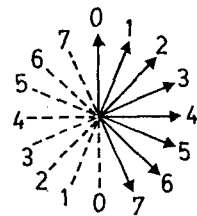


図3 線分の方角

地質構造を反映する線はある切羽とその前後の切羽では基本的に1対1対応の関係にあると考えられる。そこでパターンマッチングにより得られたこの種の線を3次的に解釈することで前方予測を行った。図4は2つの切羽A, B (1サウル, 1.4m 離れ) の線情報のスケッチと画像解析の結果である。この時の連続線のプライオリティは①→②→③の順と設定した。切羽Aとその一つ前の切羽(1.4m 離れ) から①～③の連続線を予測して線分画像上でサーチしたのが切羽Bにおける解析結果である。予測した線のマッチング結果は比較的良好である。しかし、走行・傾斜の計算精度には若干の問題がある。これは画像上の基準座標が明確に定まっていなかったためと思われる。

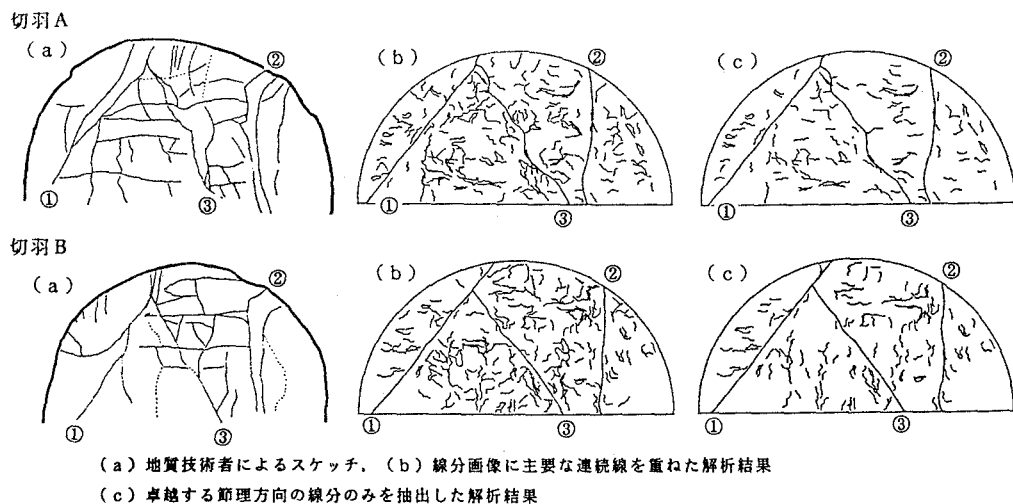


図4 切羽画像の解析結果

(2) 節理等の微小線情報の検討

節理(節理系)の方向には卓越する方向が存在する。この事を利用して画像上の線分方向性を用いて節理系についての線情報の抽出を行った。(ランダムに発達する場合はその模様から出現方向の頻度の多いものを抽出することになる)。連続する二つの切羽A, Bにおける「画像上の方向別の線分数」と「地質技術者によるスケッチの線方向(単位長さに分割した際方向別の数)」を比較した結果を図5に示す。対応関係が良いことから、画像上の線分内、卓越する方向を節理等の方向として扱うことが出来ると考えられる。

4. まとめと展望

画像からの線情報の抽出において濃度差をベクトル表示

することで情報の管理が容易になり、精度の高い切羽観察図が得られた。これにより画像解析から得られた結果を用いた前方予測の可能性を見いだすことが出来た。これにより、必ずしも専門知識を持った者でなくともくともある程度の評価が可能になると考えられる。今後は同時に進めている色及び亀裂パターンの解析から岩種を判定し、さらに赤外線情報からの劣化状態や水分状態についてのデータを有機的に結びつけることで、施工現場での地質調査の省力化を計り、定量的で正確な判断を可能にしていきたい。

〔参考文献〕1)村田, 川越, 岩井, 御手洗: 画像解析による岩盤評価システムの研究, 第25回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, PP.1-5, 1993.

表 主要な線情報の実測値と計算値の比較

No.	実測値	計算値	種別
①	N60E/70S	N86E/55S	シーム
②	N55E/85N	N69E/89N	シーム
③	N50E/75N	N55E/58N	連続する節理

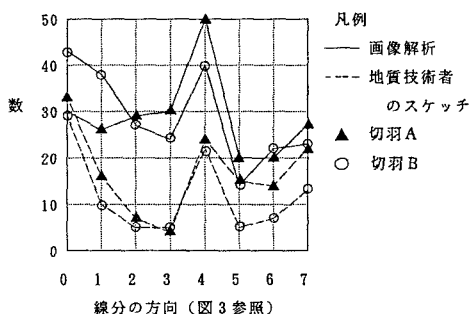


図5 画像解析とスケッチによる線分方向の比較