

切羽写真の画像解析による割れ目間隔の定量評価技術

鹿島建設(株) 正会員 ○工藤翔太 戸邊勇人 宮嶋保幸

1. はじめに

山岳トンネル工事において合理的な施工を行うには、切羽の地山評価を適切に行うことが重要である。しかしながら、現状では日常管理の中で土木技術者の目視観察により地山評価が行われており、その評価結果には個人差が発生している。筆者らは、これまでに画像解析による切羽の岩盤性状の定量評価技術を開発し現場に適用してきている¹⁾。今回、この技術を応用し、切羽の割れ目間隔を定量的に評価することを目的として、割れ目間隔が小さい切羽と大きい切羽の写真を使って比較検討を実施した。本稿ではその概要を報告する。

2. 画像解析による割れ目間隔の評価方法

割れ目間隔を定量的に評価するため、これまでに筆者らが開発した切羽写真の画像解析による割れ目評価技術¹⁾を活用した。以下に割れ目間隔の評価方法を示す。

2.1 割れ目の抽出¹⁾

岩盤の節理や劈開などの割れ目は、切羽では筋状の凹凸として発現される。そのため、切羽写真では割れ目を境界として輝度の差が発生する。この性質を利用し、輝

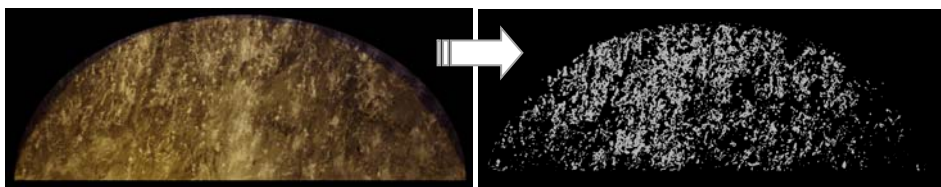


図-1 切羽写真から割れ目を抽出

度の差が生じた部分を白点で抽出すると、割れ目は白色の線状構造として抽出できる(図-1)。

2.2 割れ目間隔の計測

割れ目間隔の計測方法を図-2に示す。はじめに、割れ目抽出画像を縦横のピクセル数が同一となる一定幅の正方形のメッシュに分割する。図-2では、大きさが20×20ピクセルのメッシュを示している。次に、メッシュ毎に割れ目の卓越方向を評価し¹⁾、割れ目間隔を計測するため、割れ目の卓越方向がメッシュの縦方向に並ぶようにメッシュを回転する。次に、割れ目の卓越する方向に直交する向き(横方向)にメッシュ内を走査して横断する割れ目の本数を計測する。図-2では中央付近を走査した結果、割れ目を4本計測していることが分かる。最後にメッシュ幅(20ピクセル)を割れ目数(4本)で除算することで割れ目間隔(5ピクセル)を算出することができる。当該のメッシュは20×20ピクセルなので、以上の走査を上端から下端まで20回計測し、20の割れ目間隔の計測結果を得ることができる。また、ここで得られた計測結果は切羽の一部を切り出したメッシュであり、切羽全体を評価するためには、これらのメッシュごとの計測結果から総合的な評価が必要となる。そこで、今回の検討ではメッシュごとに得られる割れ目間隔(図-2の場合、1メッシュ中20回の計測結果)の平均値と最大値、最小値を集計し、それぞれの集計結果で切羽全体の分布を出力した。この時に、メッシュの大きさをパラメータとして変化させ、メッシュの大きさによる割れ目の計測結果や集計結果の分布の特徴から割れ目間隔の定量評価について検討を行った。

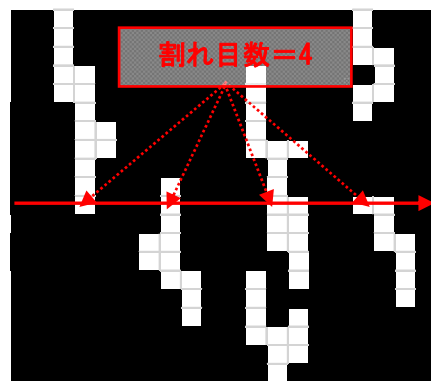


図-2 割れ目間隔の算出法

3. 解析結果と考察

画像解析による割れ目間隔の定量評価について検討するため、あるトンネルの緑色岩優勢層を対象として、切羽観察において割れ目間隔が5~20cmと1m以上と評価された切羽写真を使って解析結果を比較した。なお、当該のトンネルはトンネル掘削幅が約15mであり、1ピクセルは1cmと換算される。

キーワード：切羽評価、割れ目間隔、施工の合理化

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-6594

解析は1メッシュの大きさを20, 25, 50, 100ピクセルの4段階に変化させて実施し、メッシュごとに出力される割れ目間隔の平均値、最大値、最小値を集計の上、それぞれを切羽全体のヒストグラムに整理した。それらのうち、特徴的な結果

を示した20ピクセル・最小値と100ピクセル・最大値の分布を表-1に示す。ここで、割れ目間隔の小さな切羽を見ると、20ピクセル・最小値の解析結果では8ピクセルの級（割れ目間隔8cm）に最頻値が表れており、切羽観察と整合的な結果となっている。一方、100ピクセル・最大値の解析結果では、40ピクセル（割れ目間隔40cm）に最頻値が表れている。これは、解析では割れ目の走査本数から割れ目間隔を算出するため、メッシュ内の割れ目の分布に粗密が混在している場合には平均的な割れ目間隔が結果として算出されるためと考えられる。

次に、割れ目間隔の大きい切羽を見ると、20ピクセル・最小値

の解析結果では20ピクセル（割れ目間隔20cm）に最頻値が表れており、割れ目間隔1mよりも小さなメッシュでは適切に評価できないことが分かる。また、100ピクセル・最大値の解析結果では、全てのメッシュで100ピクセル（割れ目間隔1m）に最頻値が表れており、切羽観察と整合的な結果となった。

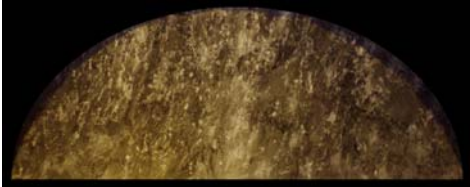
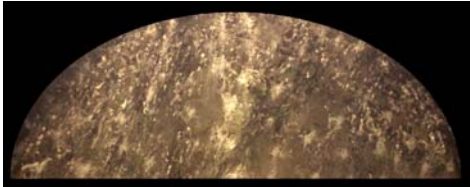
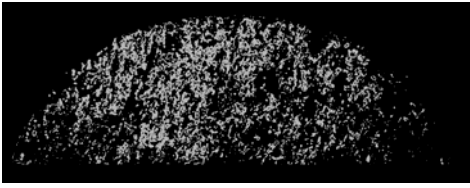
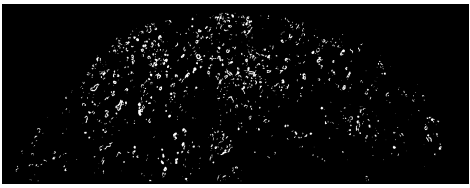
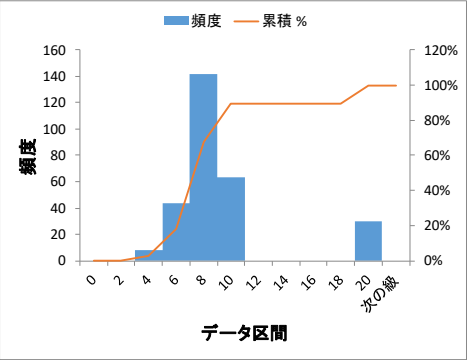
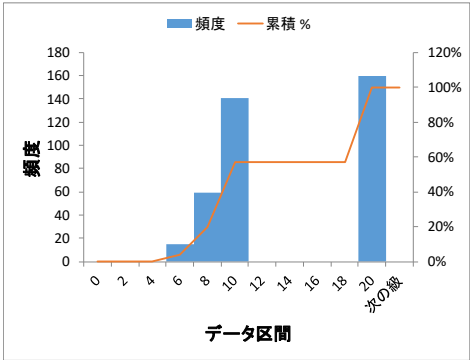
4. おわりに

画像解析による割れ目間隔の定量評価手法について検討を行った結果、小さいメッシュからヒストグラムを作成し、メッシュの最大幅に最頻値が表れる場合には、より大きいメッシュに解析を移行することにより割れ目間隔を自動的かつ定量的に評価できる可能性を見出した。今後はさらに評価精度を向上すべく検討を進める予定である。

参考文献

1)戸邊ら：切羽写真の画像解析による亀裂分布の定量的解析と現場への適用，2017年度土木学会年次講演会講演論文集，2017.

表-1 割れ目間隔の異なる切羽間での解析結果の比較

	割れ目間隔の小さい切羽	割れ目間隔の大きい切羽
目視判定	割れ目間隔：5～20cm	割れ目間隔：1m以上
切羽写真		
割目抽出画像		
20ピクセル・最小値		
100ピクセル・最大値	