

画像処理による風化変質に関する切羽評価手法

前田建設工業株式会社
前田建設工業株式会社
アジアクエスト株式会社

正会員 ○伊藤 竜馬
正会員 五味 春香
 海野 悠真

正会員 荒木 広夢
 後藤 信男

1. はじめに

建設業では、ICT や AI を活用した省力化・省人化が求められており、山岳トンネル工事においても AI による切羽評価や遠隔臨場による岩判定などの技術開発が急務となっている。そこで本研究では、画像解析による評価を目的として、掘削切羽面の画像を処理することで岩盤の風化変質度合いを評価する手法を開発した。本論文では、手法の内容とその有効性について述べる。

2. 風化変質度合いの判定基準

風化変質の判定基準は、近畿地方整備局のトンネル地山等級判定マニュアルに準拠した¹⁾。切羽観察記録を作成するための本マニュアルにおいて (D) 風化変質に関する事項は、表-1 に示すように、それぞれ評価1から評価4までの4段階に区分されている。

表-1 風化変質の判定基準

(D)	風化変質	1.なし・健全	2.岩目に沿って変色，強度やや低下	3.全体に変色，強度相当に低下	4.土砂状，粘土状，破碎，当初より未固結
-----	------	---------	-------------------	-----------------	----------------------

3. 画像処理方法

(1) 前処理の方法

切羽画像において、切羽面に加えて鋼製支保工や吹付けコンクリートは、画像処理や特徴量抽出の性能を下げる要因である。そのため、前処理として、画像のリサイズ処理とマスク処理を施した。これにより、鋼製支保工や吹付けコンクリートを画像から削除でき、切羽面のみを取り出すことができる。そのため、より正確な特徴量抽出が可能である。図-1 に前処理した画像の一例を示す。

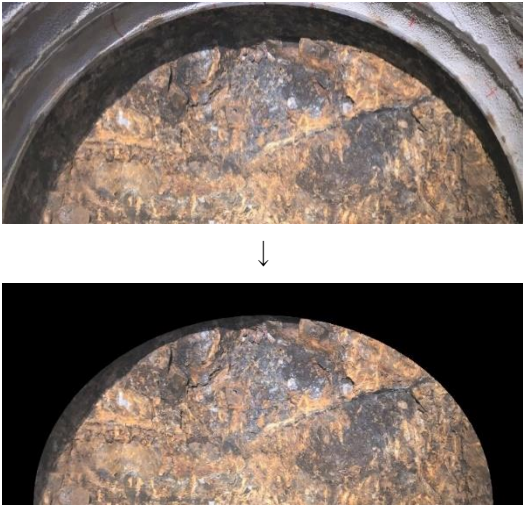


図-1 切羽写真のマスク処理

(2) 画像処理の方法

切羽画像を前処理後、L*a*b*色空間に変換した。L*a*b*空間では、L*が色の明度を表し、a*は緑から赤の色味を、b*は青から黄の色味に対応する。岩盤は、風化が進むと赤褐色化、変質が進むと緑褐色化が進む傾向があり、岩盤の風化変質に関しては a*値で判定することが妥当であると考えた。さらに、a*値をその値に応じて4つのグループに分け、これを (D) 風化変質の評価区分である 1～4 に対応させた。グループ分けの閾値については、対象のデータすべての a 値の分布から決定した。

このようにして得られたピクセルごとの風化変質の度合いについて、1～4 の評価値を異なった色でマスクすることにより風化変質度合の可視化を行った。

4. 風化変質の評価方法

3. 画像処理方法 (2) 画像処理の方法により風化変質の度合いをピクセル毎に着色後、切羽の評価を行った。図-2 に風化変質度合いを評価するフローチャートを示す。

キーワード 山岳トンネル，切羽観察，AI，画像処理，風化変質
連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見2丁目10番2号
前田建設工業株式会社 TEL 03-5276-5551

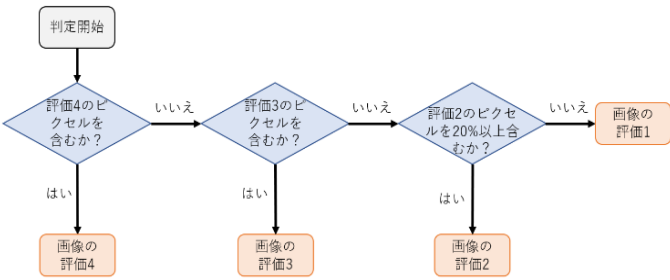


図-2 風化変質度合い評価のフローチャート

5. 評価結果

(1) 評価結果

風化変質度合いの判定は、約 3700 枚の切羽画像を用いて精度検証を行った。その結果、風化変質度合いの分類タスクにおける正解率、再現性、適合率は、60%を超える結果であった。評価結果を表-2 に示す。

表-2 評価結果

モデル	正解率	再現性	適合率
(D) 風化変質	62.0%	61.2%	60.9%

(2) 画像処理結果

画像処理結果の一例を図-2 および図-3 に示す。
可視化にあたっては、強風化・強変質により土砂化が進んでいることを示す評価 4 を青色、全体に変色が進んでいることを示す評価 3 を紫色、岩目に沿って変色が見られることを示す評価 2 を水色、健全な岩を示す評価 1 を無色で表現した。

① 図-2 切羽（花崗岩）の可視化結果について
本切羽は、右側に強風化岩、左側に未風化あるいは岩目に沿って変色した弱風化岩が出現しており、トンネルの中央部に風化の境界がある。

本切羽の風化度合いを可視化した結果、右側は評価 3～4 で着色され、左側は評価 1～2 で着色された。なお、右側の局部的に出現している未風化岩の周辺は、無色である。

② 図-3 切羽（泥岩）の可視化結果について
本切羽は全体的に風化が進んだ泥岩であり、その中にとくに褐色化の著しい強風化部が点在している。また、切羽右下には、未風化の泥岩が出現している。

本切羽の風化度合いを可視化した結果、強風化箇所とその周辺においては、評価 4 と評価 3 で着色さ

れ、亀裂沿いに風化が見られる箇所においては、評価 2 で着色された。なお、右下の未風化岩の周辺は、無色である。

①と②の結果より、本手法で実際の切羽における風化度合いと大きな相違なく可視化できた。

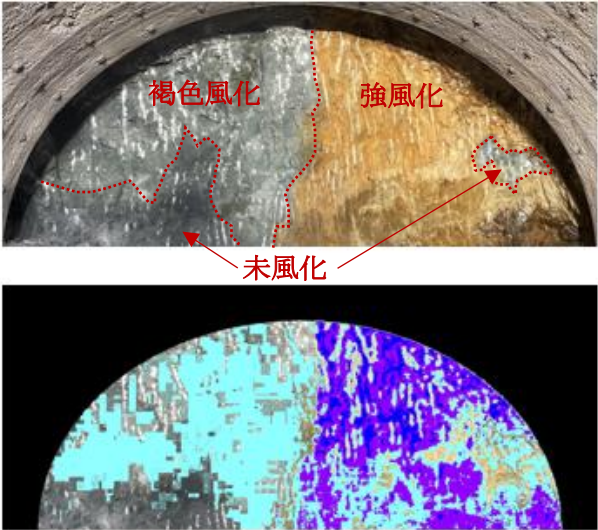


図-2 画像処理結果 可視化の例（花崗岩）

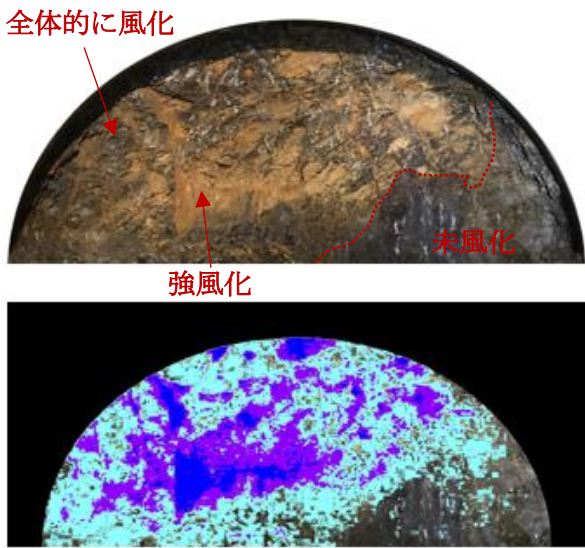


図-3 画像処理結果 可視化の例（泥岩）

5. おわりに

本手法を用いることで、機械学習せずとも 6 割を超える精度の判定結果が得られ、実際の切羽と大きな相違なく可視化できることを確認した。今後は、本手法を現場導入し、有用性を検証する予定である。

参考文献

1) 国土交通省近畿地方整備局，トンネル地山等級判定マニュアル（試行案）平成 28 年 7 月