

マルチスペクトルカメラ画像解析による岩石の風化の評価

(株)熊谷組 正会員 手塚 仁 正会員 片山 政弘

正会員 石濱 茂崇 正会員 ○青木 宏一

長崎大学 フェロー会員 蔣 宇静

木村 晃彦 学生会員 前田 悠杜

1. はじめに

山岳トンネル工事では、切羽観察・地山評価を行い、地山に見合った適切な支保構造を選定する必要がある。しかし、切羽観察・評価はやや定性的で客観性に欠けること、また評価者の経験により大きく左右されるなどの問題点も指摘されている。そのため、定量的な評価を自動で行う手法の確立が求められ、種々の研究がなされている。

本研究では、切羽観察項目の1つである岩石の風化に着目し、マルチスペクトルカメラによる画像解析を行うことで、定量的かつ客観的な評価を目的に、3種類の岩石を対象に室内試験を実施し、その特徴についての検討を行った。

2. 試験方法

(1) 撮影方法

本研究で使用するマルチスペクトルカメラ (SPECIM IQ) で撮影されるスペクトル画像は、不可視光域を含む 408~991nm の波長中、204 バンドの電磁波を 512×512 ピクセルで記録される。

撮影条件は、志岐ら¹⁾の研究より、光度を一定に保つため、室内を暗室として、光源を供試体から 45°の位置に設置し、カメラは供試体から 1m の位置で固定した (図-1)。光源は、波長の欠けがないハロゲンライト (OSURAM HPL 575/120) を用いた。また、ホワイトリファレンスパネル (WR) を撮影対象内に入れて撮影を行い正規化することで、環境や光量の違いによって生じるデータのばらつきを抑えた。

試験では複数にわたり岩石を撮影することから、撮影画像の同じ場所で解析を行えるよう、金網の格子メッシュ越しに岩石を撮影し (図-2)、各岩石 5 つのメッシュから約 140 個のスペクトルデータを抽出し解析を行った。

今回は、石灰岩・砂岩・花崗岩の3種類の岩石を対象とした。

(2) 岩石の風化方法

岩石の風化を短期間で促進させるため、電気炉を用い 600℃で1時間加熱後、水冷 30 分間を1セットとして、これを繰り返し行い、岩石を強制的に風化させた。

岩石の風化度合いの判定方法は、微小の打痕深さ (0.1~0.5mm) で表面の硬さを測定できるショア硬度計 (図-3) を用いた。この硬度計は、ダイヤモンドハンマの跳ね上がり高さ h を計測して下式に代入することで、ショア硬さ (単位: Hs) と呼ばれる供試体表面の硬さを計測できる。

$$Hs = k \cdot h / h_0$$

ここで、 k : ショア硬さとするための係数、 h_0 : 一定の高さ (mm)。



図-1 撮影状況

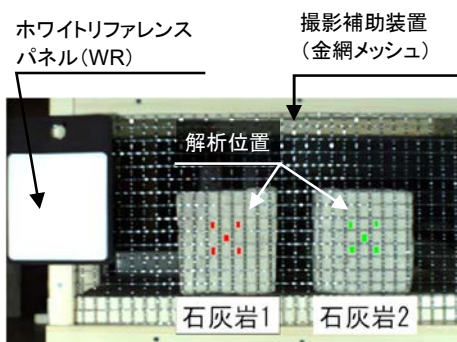


図-2 撮影写真



図-3 ショア硬度計

キーワード トンネル, マルチスペクトルカメラ, 切羽観察, 風化, 岩石

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1 (株)熊谷組 土木事業本部 TEL 03-3235-8649

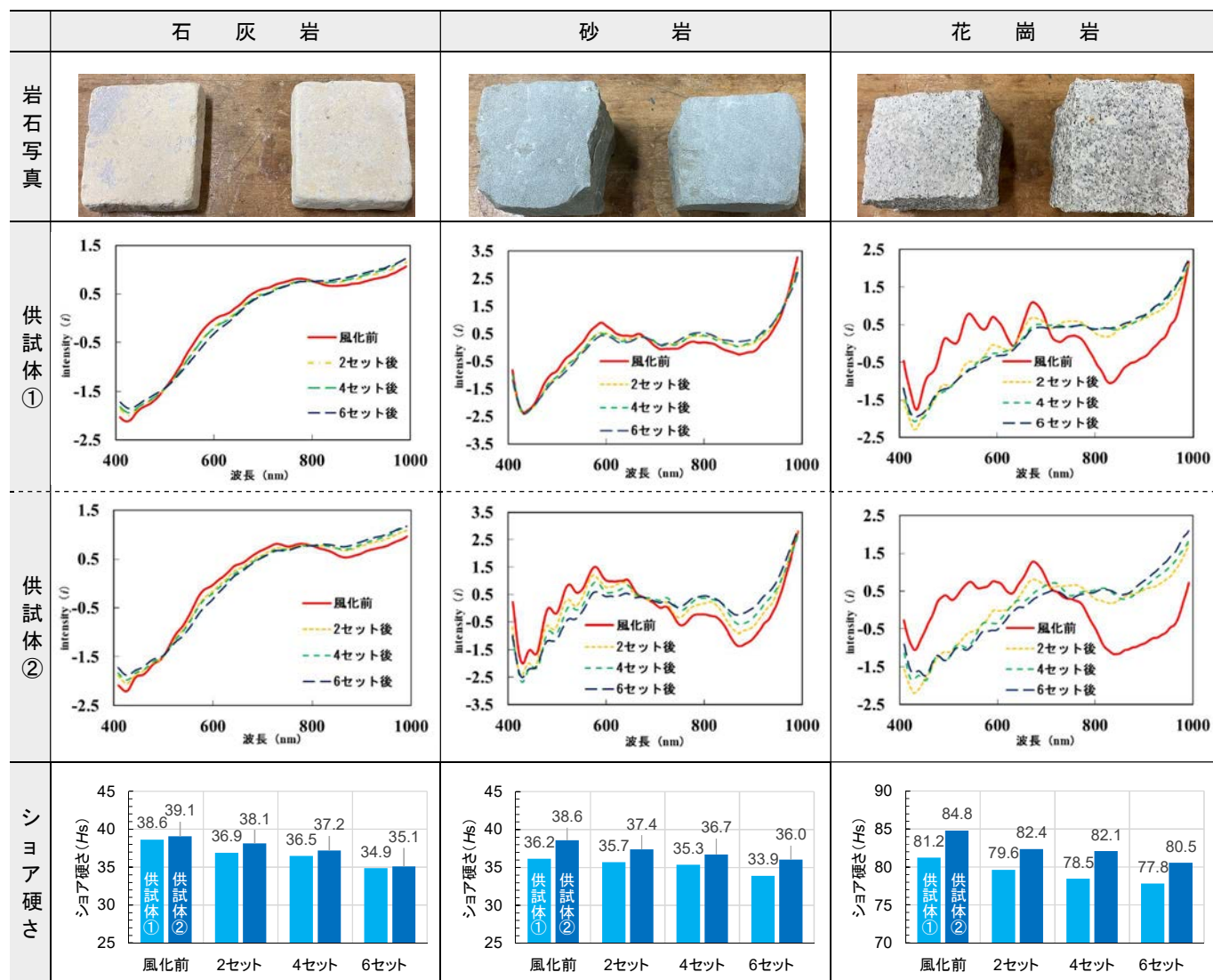


図-4 スペクトルデータの解析結果（平均値）

3. 解析結果

各岩石の強制風化前，強制風化2・4・6セット後のスペクトルデータの解析結果の平均値を図-4に示す。

図中のグラフの横軸は波長（nm）を縦軸は反射強度（ i ）を示す。ある波長において、反射強度がプラスであるほど光の反射が大きくなり、マイナスの場合は光を吸収する。

ショア硬度計の結果では、各岩石とも強制風化によりショア硬さが5～10%ほど低下し、風化は進んでいると考えられる。

解析結果より、得られた波形の平均値は岩石毎に異なるとともに、各岩石とも強制風化を繰り返すにしたがい波形も変化していくことがわかる。但し、花崗岩は風化前と強制風化後で波形の形状が大きく異なる結果となり、岩石固有のものと現時点で考えている。

また、各岩石とも波長600～700nm付近で反射強度の変化が異なり、小さい波長領域では減少し、大きい波長領域では増加傾向を示すことがわかった。

4. おわりに

本研究では岩石の風化をスペクトル画像解析により評価できることがわかった。今後は岩石の種類を増やすとともに、実際のトンネル切羽でのスペクトルカメラ撮影も合わせて実施、風化状況について定量的な評価が行えるよう、研究を進めていく予定である。

参考文献：

- 1) 志岐ら：マルチスペクトル画像に基づく岩の風化程度の評価，令和元年度 土木学会西部支部研究発表会講演概要集，III-6，pp.281-282，2020.3。