

マルチスペクトル画像解析に基づく岩の風化程度の評価

長崎大学 学生会員 ○志岐泰章 長崎大学大学院 フェロー会員 蔣宇静

長崎大学大学院 正会員 大嶺聖 杉本知史 森政信吾

(株)熊谷組 正会員 手塚仁 青木宏一

1. はじめに

トンネル建設では、計画地点における地質状況を詳細に把握し、その状況に応じて最適な設計及び施工を実施することが重要となる。また施工段階においてトンネル切羽の地質状況を直接詳細に観察することにより事前に想定していた地質と実際の差異を評価し、その状況に応じて支保パターンの変更や追加対策工を検討することが重要となる。現在これらの評価の高度化・自動化が課題となっている。

そこで、マルチスペクトルカメラによりトンネル切羽や掘削のり面で採取した岩のスペクトル画像を取得し、岩の風化程度を解析し評価する。また得られたスペクトル画像より風化している部分と風化していない部分にどのような特徴があるのかを検討することを目的とする。

2. マルチスペクトル画像を用いた評価手法とその特徴

本研究のカメラ図-1 によるマルチスペクトル画像は複数の波長帯の電磁波を記録した画像で、目視できる可視光線の波長帯の電磁波だけでなく、紫外線や赤外線などの目視できない不可視光線の波長帯の電磁波を記録できる。これにより、現場で撮影する際の照明などの光の加減による写真写りの相違といった弱みを無視することができる。このカメラで撮影することによって、光成分を吸収して異なる成分を放出する様々な物質に対しスペクトルを示すことができるので、物質の風化している箇所の区別が可能となることが期待される。

写真撮影は図-2 のように供試体の正面にマルチスペクトルカメラを設置し、カメラを挟むようにして、専用のハログンライトを供試体に向けて設置する。図-3の試供体(左から、砂岩、安山岩、凝灰岩)は風化しており、これらのスペクトル画像を風化していない部分とも比較してそれぞれの特徴を評価する。

これらを応用して現場で使用するためにまず以下のことを明らかにする。つまり、使用条件や環境を変えることで異なるマルチスペクトル画像が得られるため、①供試体に光を当てる角度(30° , 45° , 60°), ②供試体とレンズの距離(100cm, 150cm, 200cm), ③室内を暗転した時といった条件下での撮影を行い、3つの岩種の試供体のマルチスペクトル図の違いが最も鮮明に現れる条件を明らかにする。

① 供試体に光を当てる角度による影響

分度器を用いて供試体とライトの位置を設定する。30° の場合、2台のライトの間にカメラを置くため3脚の関係上設置が難しい。60° の場合は設置上問題ないが、光を対象物に、きちんと当てづらく、一度にたくさんものを撮る際に影ができる。45° の条件の時がこれらのデメリットを最も緩和しており、今回の実験に適している。

② 供試体とレンズの距離による影響

ズームの機能がないカメラなので150cm, 200cmと距離が長くなるにつれて対象物にピントが合わず、細部までの解析が困難となる。よってカメラと供試体の距離は適度に短い方が良いと考える。



図-1 研究用カメラ



図-2 写真撮影



図-3 供試体

③ 不可視光線が供試体に与える影響

室内の照明の強弱による解析の差はほとんどなかったが、カメラの製造会社に問い合わせたところ、蛍光灯から出る不可視光成分をカメラが捉えてしまい、撮影に影響を及ぼす理由により、室内を暗転した状態で撮影する条件を今回の実験で採用した。

3. 結果と考察

上記より、今回の実験では、供試体までの撮影距離は60cm、光を当てる角度45°、室内の電気は消した状態で撮影を行った。また、供試体は砂岩・安山岩・凝灰岩を用意し、それぞれ風化の進んでいるものと、そうでないものを用いた。図-4は砂岩、図-5は安山岩、図-6は凝灰岩のスペクトル画像による解析結果である。グラフの横軸は光の波長を表し、縦軸では波長の強さを表す。最小の波長408nmの時には風化していない部分の3つの岩種のスペクトルは高い値を示している。逆に風化している部分のスペクトルは低い値を示している。

また、波長520-600nmの辺りで風化している部分のスペクトルが風化していない部分のスペクトルを上回っている。3種の岩とも風化していない部分のスペクトルにおいて波長708nmの時に最小値を示している。最後に、風化している部分、風化していない部分のスペクトルは波長708nmより大きくなるにつれ、波長の強さは徐々に大きくなる。

これらの特徴をまとめると、風化している部分のスペクトルは、最小波長408nmの時に、波長の強さは低い値を示し、波長が708nm以上になるにつれ、波長の強さも大きくなっていく。風化していない部分のスペクトルは、最小の波長408nmの時に波長の強さは高い値を示し、波長520-600nmの辺りで風化していない部分のスペクトルを上回っている。また波長708nmで最小の値を示しており、波長708nm以降は波長の強さは大きくなっていく。

4. おわりに

今回、用いた供試体(3種類)は山岳トンネルの現場でよく現れるものであり、それぞれのスペクトルを調査し、それぞれの特徴が類似していたため現場での応用の可能性が高いと判断した。また、岩種ごとにスペクトルが異なるため、それらの判別も可能である。風化していない部分での波長の強さが最小を示す波長は3種類とも類似しているのに対し、風化している部分では、値にばらつきが大きく、さらに多くの岩種によるスペクトル画像の比較が必要である。

参考文献 1) 安藤ハザマ技術研究所：マルチスペクトル画像を用いた地質評価システム、2018。

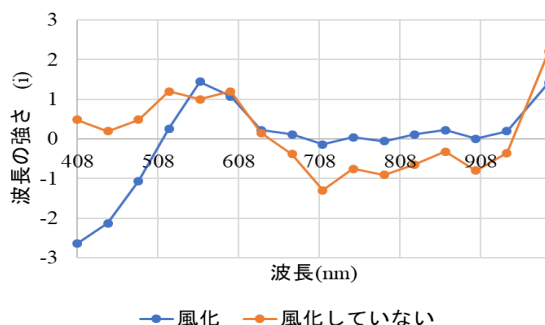


図-4 砂岩のスペクトル

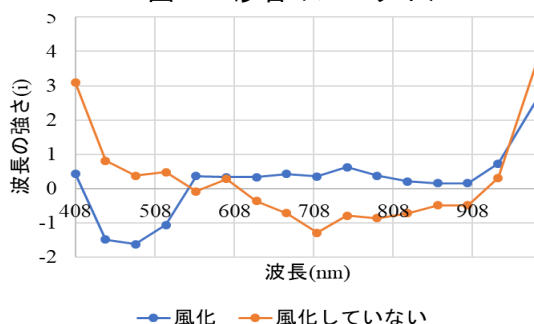


図-5 安山岩のスペクトル

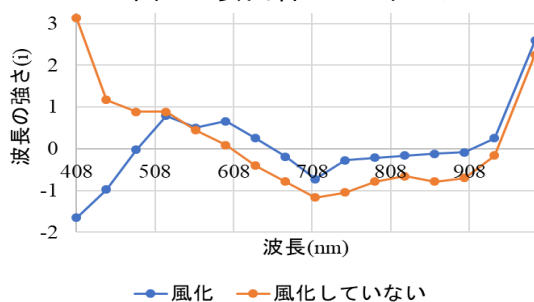


図-6 凝灰岩のスペクトル