

マルチスペクトルカメラを用いた ダム基礎掘削面における岩盤評価の検討事例

川崎地質株式会社 ○窪島 光志, 榊原 信夫,
西松建設株式会社 黒田 卓也, 白武 知浩, 水野 直希

1. はじめに

近年、ハイパースペクトルカメラの普及により、トンネル切羽では地山評価等の自動化が試みられている¹⁾。一方、屋外現場での適用事例は少ない。その理由は、気象条件等によって光源である日光の照射状況が変化するため、物質表面の反射強度がばらつくためである。

上記を踏まえ、筆者らは、ダムの基礎掘削岩盤の評価を効率的かつ定量的に行うべく、その検討手法の開発を進めている²⁾。本稿では、その一環として、UAVとマルチスペクトルカメラを用いて、ダムの基礎掘削面における岩級評価を検証した事例を報告する。

2. 検討対象

検討対象は、宮城県名取市における治水ダムとして、現在建設が進められている重力式コンクリートダムの川内沢ダムの基礎岩盤である。本ダムサイトでは、主に新第三紀 前期中新世 高館層の安山岩部層が分布する³⁾。本地層の特徴は、その大部分が堅硬な塊状岩盤をなす一方、一部で潜在割れ目の発達した自破碎状部の存在等が挙げられる(図-1)。

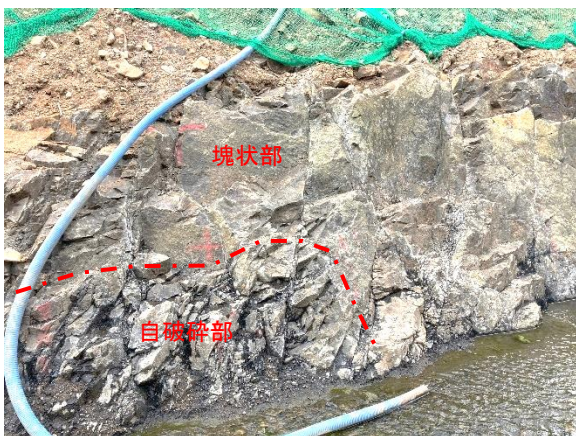


図-1 安山岩の塊状部と自破碎部

2. 検討手法

(1) 手法の開発条件

本検討の手法開発にあたっては、下記の3条件を満足する必要があった。

- ① ダムサイト(広範囲の岩盤)における迅速な調査
- ② 正確なオルソ画像データの取得
- ③ 高い汎用性と経済性

上記した3条件を満たすため、本検討では、農業分野で

植物の生育状況などを把握するために活用されているUAV(DJI社制)と、そのUAVに搭載可能な5バンドの画像(RGBおよび、Red-Edge, NIR)を同時撮影できるマルチスペクトルカメラ(MicaSense社制)を、使用機器として選定した(図-2)。解析ソフトも、汎用性の高い画像解析ソフトであるPIX4Dmapper(Pix4D社製)を使用した。



図-2 使用したUAVとマルチスペクトルカメラ

(2) マルチスペクトルデータとその解析方法

ダム基礎掘削工事での撮影・解析に先立ち、転流工およびトレンチ掘削箇所、事前検証を実施した。事前検証では、地質技術者による評価結果と相関性のある周波数帯や、反射強度比を検証した。

その結果、本ダムサイトに分布する岩盤のスペクトルパターンは、CL級とCM級以上の岩盤で傾向が異なることを確認した(図-3)²⁾

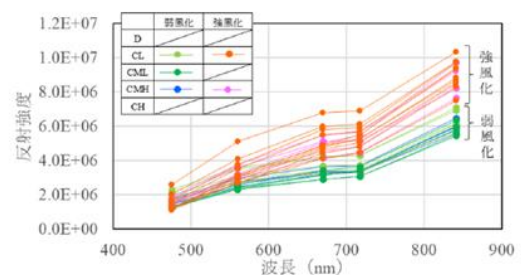


図-3 各岩級のスペクトルパターン²⁾

岩石や鉱物の可視光領域における反射強度の違いについては、リモートセンシングの分野で古くから研究されており、Red(650nm)/Blue(450nm)やRed(650nm)/Green(550nm)の反射強度比は、鉄鉱物の抽出に用いられている⁴⁾。

本ダムサイトでも、反射強度比の分布と、地質の専門技術者が岩級区分した結果を比較検証した結果、Red(650nm)/Green(550nm)の反射強度比が最も整合する

ことが確認できた。また、Red (650nm) /Green (550nm) の反射強度比が1.3を境界として、CL級とCM級以上の岩級に区分できることも確認した²⁾ (図-4)。

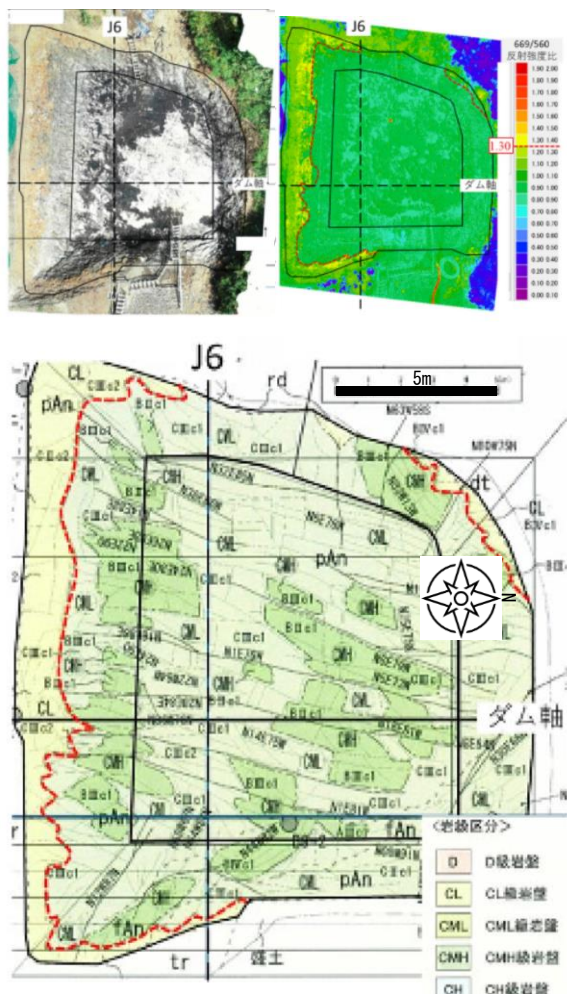


図-4 トレンチにおける比較検討結果

(左上: RGB オルソ画像, 右上: Red/Green の反射強度比スペクトルカラーマップ, 下中央: 地質技術者による岩級区分図)²⁾

3. 検討結果

前述した指標を基に、本ダムサイト右岸部における基礎掘削法面の岩級評価への適用を試みた。その結果を図-5および以下に示す。

- ① 日々、気象条件が異なる屋外現場において、Red/Green の反射強度比を用いることで、褐色酸化に起因した岩級低下部 (CL 級岩盤以下) と、CM 級以上の岩盤を概ね区分することができた。
- ② ①の結果は、岩級区分における三要素区分 (硬さ、割れ目の分布、割れ目の状態) のうち、割れ目の状態を区分する指標にも適用できる²⁾。
- ③ 法面下部では、前日までの降雨 (降雪) の影響を受け、Red/Green の反射強度比が著しく低下する箇所も認められた (図-5)。

4. 今後の課題

今後の課題としては、前述した検討結果③に対する補正方法の検討と、褐色酸化色を呈する高岩級部および、安山岩部 (自破砕状部) における評価手法の検討が挙げられる。自破砕状部については、粘土鉱物を多く含む岩盤が他の岩盤よりも、湿潤状態を相対的に長期間維持することを踏まえ、マルチスペクトル空撮の定期実施による反射強度の差分解析等を実施する計画である。それを基に、褐色酸化色を呈さない低岩級部の抽出を試みる。

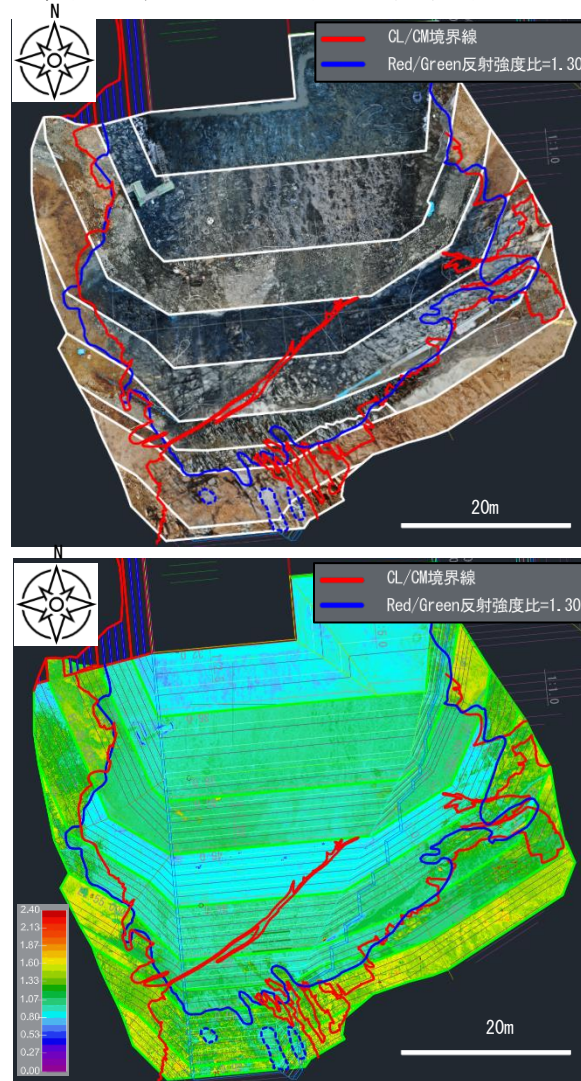


図-5 本ダムサイト右岸部における検討結果

(上: RGB オルソ画像, 下: Red/Green の反射強度比スペクトルカラーマップ)

《引用・参考文献》

- 1) 株式会社 安藤ハザマ: マルチスペクトル画像を活用した地質状況自動評価システムの構築, (最終閲覧2024/06/01). <https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do#1>.
- 2) 小野雄司ほか (2023) : 川内沢ダムの堤体基礎掘削時における定量的な岩盤評価手法の適用, 令和5年度 ダム工学会 研究発表会 論文集
- 3) 生出慶司, 藤田至則 (1975) : 岩沼地域の地質, 地域地質研究報告, 5万分の1図幅, 秋田 (6) 第108号 (最終閲覧2024/06/01) .
- 4) 井上大榮, Lyon Ronald J, P. (1984) : リモートセンシングによる地熱変質帯の抽出, 応用地質学25-4, pp. 158-170.