

III-A 401

熱赤外線による原石山掘削面調査

水資源開発公団試験研究所 正会員 小池 淳子
 同 上 正会員 平野 勇
 同 上 正会員 双木 英人

1. はじめに

岩石や岩盤を含めすべての物体は、その表面温度に対応した赤外線を放射している。岩盤の表面温度は、同一環境下であっても風化程度や含水状態によってばらつきを生じると考えられる。そこで、熱赤外線リモートセンシングに用いられる計測機器の一つで、対象物が放射する赤外線を遠隔より瞬時に把握することが可能である赤外線放射温度計や赤外線映像装置などを用いて岩盤温度を計測し、岩盤あるいは岩盤性状を面的かつ迅速に把握することが可能とみられる。

本研究では、以上のような熱赤外線リモートセンシングを用いた岩盤調査の適用性の検討を目的として、比奈知ダム原石山の花崗岩掘削面を対象に赤外線放射温度計を用いた赤外線調査を行うとともに、在来調査による岩盤および岩盤性状についての調査を実施した。その結果、一定の計測条件下において岩の硬軟と赤外線調査結果と比較的良好な対応がみられ、熱赤外線リモートセンシングによる岩盤調査の可能性が確認された。

2. 調査方法

調査は、冬季において3箇所掘削面で行った。地質状況と赤外線画像との対比を行うため、それぞれ高さ3m幅8m程度の範囲を設け、気象調査、赤外線調査、地質調査を実施した。

気象調査では、天候、気温などの他に、対象岩盤の平均温度、深さ15cmの地温も計測した。

赤外線調査は、赤外線映像装置を固定した状態で1時間間隔で24時間実施した。

地質調査では、通常の岩盤調査に加え、表層の湿気や色調についても観察を行った。なお、岩級区分表-1に示す比奈知ダム岩盤分類基準によった。

3. 調査解析

赤外線調査結果と地質状況との対比は対象掘削面に設定した1mのメッシュ毎によった。また、岩盤の温度特性をより把握しやすくする目的で、調査対象域全体の最高温度、最低温度の2時刻の温度差画像を作成し地質調査結果と対比させた。

(1) 地質区分との対比

地質区分と赤外線調査結果との対比では、花崗岩と片麻岩の境界は赤外線調査結果では明瞭ではないが、崖錘またはズリの分布域については常に温度が低い部分と一致することがわかった。

なお、温度差画像結果と地質区分とが一致する傾向はなかった。

(2) 岩級区分との対比

岩級区分と熱赤外線調査結果との対比では、CH級およびCM級の分布域に相対的に温度が高く、CL級およびD級

表-1 比奈知ダム岩盤基準

CH級	岩片は新鮮、割れ目の酸化・風化は見られない。割れ目間隔30cm以上
CM級	岩片は新鮮で硬いが、割れ目沿いの褐色化が普遍的にみられ、一部に開口した割れ目や流入粘土が残っているがほとんどの割れ目は密着している。割れ目間隔は全般に大きく、30cm程度のものが多いが、クラッキーゾーン（割れ目間隔5～10cm程度）であっても割れ目が密着し、割れ目沿いが新鮮なものもこのクラス。
CL級	岩片は新鮮で硬いが、割れ目沿いに風化し、薄いマサ化や著しい褐色化が見られる。また、割れ目に薄く流入粘土が見られ、開口気味である。割れ目間隔は30cm程度のものが多くかなりクラッキーであっても岩片の硬質なものはこのクラス。また、断層、クラッキーゾーン等に沿って中硬質となっているのもこのクラス。
D級	岩片は風化してハンマーがささるかあるいはピックの先で削ることができる程度に風化し、割れ目はほとんどないが、あっても褐色化や酸化跡が線状に残る程度のもの。また、玉葱状風化のあとが見られるが、その周辺は軟質化しているものや、岩片はいがオープンクラックが多数発達し、岩塊を積み重ねた様な状態。
E級	マサ状、又は手で強く押す程度で変形する程軟化している。割れ目は見られない。

の部分は相対的に温度が低いことが確認された。詳細にみても、D級とCL級ではD級の方が温度が低いことが認められた。しかしながら、CH級とCM級の境界やD級とE級の境界については明瞭な区別はできなかった。なお、硬軟、割れ目状態、割れ目間隔などの細区分との対比では、硬軟区分の分布域と最もよく一致しており、割れ目間隔の分布も、ついて一致していた。しかしながら割れ目状態については、相関が得られなかった。

温度差画像との対比では、良好な岩級ほど温度差が大きいことが確認された。これは特に温度の降下過程（最高ピークから最低ピークとの差）において顕著であった。

なお、ポイント3地点の岩級区分図と調査開始時の赤外線画像を図-1に示す。

4. おわりに

地質調査結果と熱赤外線映像調査にて得られた熱赤外線画像および温度差画像を対比した結果、概ね地質区分、岩級区分と温度分布は対応していることが確認され、岩級区分と赤外線調査とを結びつける可能性があることが明らかとなった。しかしながら、赤外線調査を岩盤調査に適用するには、比熱が大きい水の影響や凹凸の影響を始め、立ち木や山影の影響など検討すべき問題点も明らかとなった。

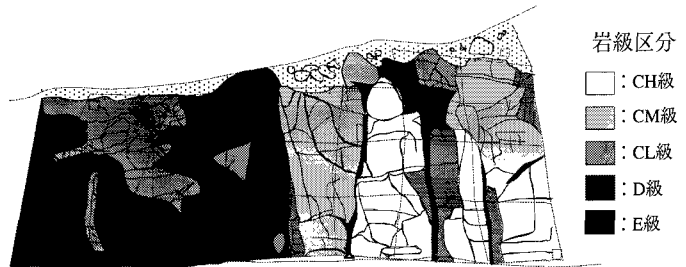
今後は、熱赤外線リモートセンシング技術を利用した岩盤調査を行う技術を確立するために、複数の季節、立地条件及び気象条件で現地調査を行うなど測定結果を増やすとともに、より条件をコントロールした室内試験と現地結果と合わせて数値解析による熱収支シミュレーションを行い、理論的な裏付けを検討する予定である。

謝辞

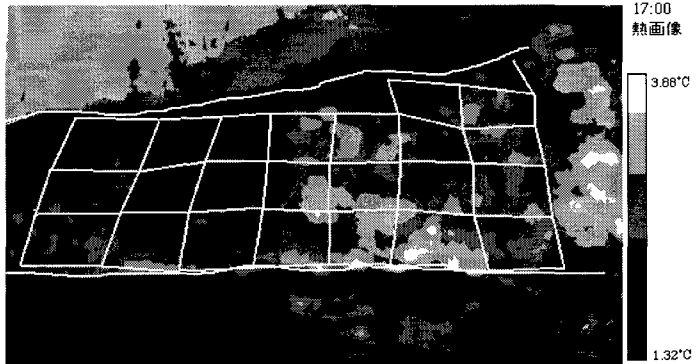
本研究を行うにあたりお世話になりました比奈知ダム建設所、日本工営中央研究所の方々に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 日本写真測量学会編：熱赤外線リモートセンシングの技術と実際、p.30、鹿島出版会、1986
- 2) 宍戸 純一、長谷川秀一、小谷野多美枝：岩盤表面温度観測による風化度の判定手法に関する基礎的実験（その2）、平成5年日本応用地質学会発表講演集、pp.5～8、1995
- 3) 神谷誠一郎、松野 隆、後藤恵之輔：岩と土の熱赤外線リモートセンシング特性の電力土木分野への応用、地盤工学でのリモートセンシングデータの活用シンポジウム要旨集、pp.209～212、1993
- 4) 村山 秀幸、川村国夫：地盤工学分野での赤外線サーモグラフィの適用と評価手法について、地盤工学でのリモートセンシングデータの活用シンポジウム要旨集、pp.135～142、1993



(1) 岩級区分図



(2) 赤外線調査結果

図-1 ポイント3の在来調査結果と赤外線調査結果