

III-719

「切土法面施工支援システムの開発」

-その1 赤外線画像による岩盤斜面調査の試み-

西松建設 正会員○荒井紀之、明石健、平野享、平田篤夫
東興建設 正会員 安田永昌、青柳芳夫

1. はじめに

現在、著者らは建設省土木研究所との官民共同研究の一環として、「切土法面施工支援システムの開発」を進めている。このシステムは、道路、ダム、トンネル坑口等の法面工事に対して、種々のリモートセンシング技術を応用して、法面の表面情報より簡易かつ迅速に法面の安定性を評価し、工事の安全と合理化施工を行うことを目的としている。本論文は、自然斜面を対象として熱赤外線画像を撮影し、同時に行った地質調査やシュミットハンマーによる反発度調査をもとに、熱赤外線画像の斜面安定度評価への利用可能性とその問題点を検討した。

2. 計測概要

計測場所は神奈川県三浦市剣崎で、計測期間は1993年3月16正午から3月17正午までの約1日である。調査地周辺は、海食崖と隆起海食台が海岸線に沿って分布し連続露頭がみられる。地質は、新第三系三浦層群の堆積岩類からなる。

熱赤外線画像撮影に使用した機器の諸元をTable 1に示す。なお、赤外線強度から温度に変換する際、放射率を1.0と仮定した。撮影地点は、対象斜面から25m離れた地点である。撮影時間は、16日の午後1時から午後4時、午後8時から午後9時、17日の午前4時から午前11時である。計測前の気象条件は、15日の正午ごろから16日未明にかけて雨、16日の日中から17日の正午までは曇り一時晴れの天気であった。対象斜面の向きは、西向きであり、日射を受けにくい地点に位置している。

同一斜面を対象として、同時に地質調査とシュミットハンマーによる反発度を測定した。シュミットハンマー計測では、岩盤用のプランジャーを使用し、同一地点を10回打撃した。

3. 調査結果と考察

Fig. 1に、対象斜面の地質分布および巨視的な

Table 1 赤外線放射温度計の仕様

温度測定範囲	-50~2000°C
使用赤外線波長	8~13μm
検出器	HgCdTe (液体窒素冷却型)
最小検知温度差	0.1°C
測定精度	±0.5%/レンジフルスケール
測定視野	水平30°×垂直28.5°
水平解像度	344本以上(1.5mrad)
走査線数	207本

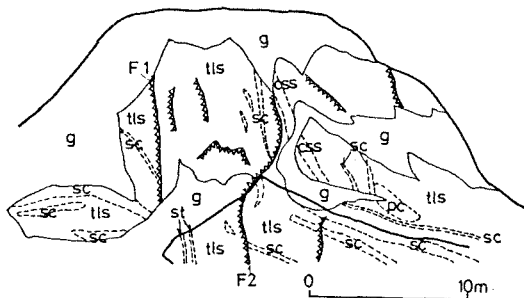


Fig. 1 自然斜面の地質スケッチ

tis: 凝灰質シルト質砂岩、sc: スコリア質凝灰岩
pc: 軽石凝灰岩、css: 粗粒砂岩、st: 砂質凝灰岩
---: 断層または顕著な節理、g: 植生



Fig. 2 温度差コンター図







 0~2°C 2~4°C 4~6°C 6~8°C 植生

地質不連続面の位置を示す。地質は、主に灰白色の凝灰質シルト質砂岩、黒褐色のスコリア質凝灰岩の互層からなる。断層としては、F1、F2断層があり、特にF1断層を境として地層の走向・傾斜が大きく変化している。顕著な湧水箇所は認められないが、砂質凝灰岩層中に部分的に含水率が大きい部分が存在する。

Fig. 2に、17日の午前4時と10時に撮影した熱赤外線画像の温度差コンター図を示す。図中に植生、断層、代表的な節理の位置を併記した。この図より、岩盤表面の温度差は、 $7.0^{\circ}\text{C} \sim 1.0^{\circ}\text{C}$ と、場所により約6℃の差があることがわかる。図の中央付近に温度差が4℃以下の領域が認められ、その左側の境界は、ほぼF1断層に一致している。また、岩種と比較するとスコリア質凝灰岩層の部分は、他の岩種にくらべ温度差が大きいことがわかる。Fig. 3はFig. 2中の1～3地点について表面温度の時間変化を示したもので、参考として三浦市三崎地内の気温変化をあわせて示す。

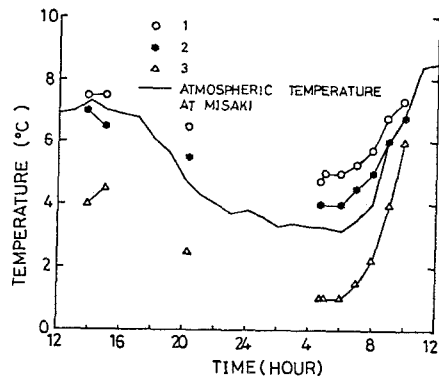


Fig. 3 岩盤表面温度の時間変化

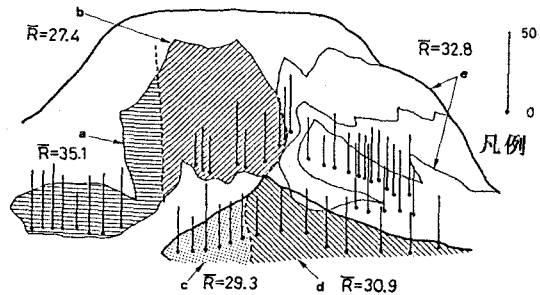


Fig. 4 シュミットハンマー反発度
R: 各岩盤ブロックの平均反発度

Fig. 4は、シュミットハンマー反発度の分布図であり、10回の反発度の最大値を棒グラフとして示した。また、対象斜面を、断層や岩盤形状によりa～eの5ブロックに分割し、各ブロックの平均反発度Rを、図中に示した。これらの値より、bブロックやcブロックの平均反発度は、他のブロックに較べ相対的に小さいことがわかる。地質調査結果からもbブロックの岩盤は、他のブロックにくらべ風化作用が卓越していることが確認された。シュミットハンマーの反発度は、静弾性係数や一軸圧縮強度と正の相関がある。したがって、温度差の小さいブロックは、風化岩盤に対応していると考えられる。

斜面の安定性は、斜面を構成する材質や不連続面の強度と、斜面内の応力、ひずみ分布により決定される。一方、熱赤外線画像から得られる情報は、斜面表面の温度情報であり、熱赤外線画像から斜面の安定性を評価しようとする場合、力学的パラメータと熱パラメータとの関係を明らかにする必要がある。Fig. 2に示したように、温度差画像と、岩盤の風化度や、岩種とはある程度相関性が認められる。Fig. 2の温度差画像は、局所的な日射量や含水率等の違いが無視できる場合、熱慣性 $\rho c K$ の分布を示していると考えられる。ここにKは熱伝導率、cは比熱、 ρ は密度である。今後、熱情報を斜面安定度の指標とするためには、岩盤の熱慣性等の熱定数と線弾性係数や1軸圧縮強度等の力学的定数との相関性を明らかにする必要がある。

5. おわりに

熱赤外線の差画像は、岩種区分、地質不連続面調査、岩盤風化区分に対し有効であることがわかった。今後は、ステレオ画像法等により斜面の3次元形状を計測し、赤外線画像と併用することにより、赤外線画像のノイズ処理や地質不連続面調査に応用していきたい。

〔謝辞〕現場計測にあたり、多大の御協力をいただいた日本電気三栄株式会社の福井一雄氏に謝意を表する。