

低空からのリモートセンシングによる鉄道の保守管理

JR東海 正会員 関 雅樹

JR東海 正会員 岩田勝弘

JR東海 正会員 ○松崎道洋

1. リモートセンシングの適用例

元来、リモートセンシング技術はランドサットに代表されるように地球単位の広域環境調査に利用され、ミクロ的な局地的観測に適用されることは少なかった。これはもっぱら解析が可能な画素（地表の最小観測面積単位）の縮小化が困難であったところによるものである。近年、航空機MSS、ヘリコプター搭載の熱赤外線センサーを利用して、大都市の土地利用変化、土木工事が植物生態に与える影響調査等、割合狭範囲での適用も行われるようになってきている。今回リモートセンシング技術を鉄道の保守管理に適用し、安全かつ安定した鉄道輸送の確保に努めることとした。適用による利点は以下の通りである。

- イ) 同時に広域を調査できる。
- ロ) 広範囲を同じ精度で調査できる。（客観的判断が可能）
- ハ) 労力、時間が少なく済む。
- ニ) 従来（目視、VTR調査）では見落としがちな弱点箇所を検知する可能性がある。
- ホ) 反復観測が容易である。

2. JRにおけるヘリコプター利用について

運輸省令にて2年に1回、線路構造物の検査が義務付けられているため、JRにおいては長年目視等による調査及び空中写真という手段で各種調査を行ってきた。ところがこれには多くの労力、時間を費やし、結果の判断も調査者自身の主観的判断にゆだねられる部分が多くムダとムラの多い調査方法であったといわざるを得ない。JR東海ではヘリコプターを使い、鉄道の保守管理に利用する方法を研究開発することとした。従来の調査に比較して、能率的かつ広域的に行い、内面的にも客観的判断が可能ないようにヘリコプターに熱赤外線センサーを搭載し、線路構造物の防災対策、軌道材料の劣化部の発見、抽出を行うことを目的とした。

3. 今回適用した理由

今回、熱赤外線センサーを適用した理由は前述したように現在の調査に客観的判断の要素を加え、かつ能率的、広域的に行うためである。現状の目視では土構造物とくに盛土構造物に関する弱点箇所の発見は盛土内の地下水流入、滞水性等の目視出来ない部分の要素が影響要素となってくるため判断が困難であった。そこで熱赤外線センサーを用い対象物の温度を測定し、土中の含水率等を明らかにすることにより弱点箇所を抽出する。MSSが紫外線から近赤外線の広範囲の電磁波を検知波長域としているのに対し、熱赤外線センサーは8～12μmの熱赤外線域放射エネルギーを検知するのにとどまり、解析する段階での信頼性、説明性に若干乏しいように感じられる。しかしながら経費の点、手法が未確立の点を考慮して、今回は全体的な弱点箇所（モータリングポイント）の抽出を第一の目的として割合安価に行なえる熱赤外線センサーを選択することに決定した。

4. 実施方法（図-1）

一回目の撮影は62年12月3日、晴天時の滞水現況を把握すべく、ヘリコプターに熱赤外線センサー、可視カラービデオを搭載し、東海道沿線、豊橋駅付近から、米原駅付近までを対象に実施された。ヘリコプターの飛行速度は60km/h、飛行高度は300mを基準とした。二回目は降雨後に撮影し、盛土の通水性

及び切取りのり面の地下水流動向を一回目と二回目の温度差を解析することにより把握する。

5. 実施結果 (中間報告)

当日正午頃、東海道本線、安城・岡崎間 327km付近の盛土区間を撮影したビデオ画像と熱映像写真を写真-1、写真-2にそれぞれ示す。熱赤外線が強さは 0~ 255のカウントでデジタル化され、写真-2では白黒の濃淡で表現されている。地下水位変動等の現象は盛土堤体での含水率の変化となり、それは堤体表面と大気との間の熱交換に変動を生じることとなり温度の低下や温度日変化の減少を引き起こす。写真-2から、白く写り温度の高いのが陽の当たる面側ということが確認できる。

路盤の温度分布にかなりの不均質が認められるため、写真-2中、A地点を現地で教師した結果、A地点付近に数箇所連続して噴泥箇所が存在することを確認した。又付近の碎石のふるい分け試験により、呼び寸法19.1mmの標準網フルイを通過するものの重量百分率が粒度の標準である 0~ 5%を大きく越えていることもわかった。

盛土堤体上部のB地点が写真-2中では温度が低くなっていることがわかるが、B地点付近は盛土内排水のための水抜きパイプが区間30mに渡り設置されておらず、他の区間と比較して堤体の含水率が高くなっていることが予想できる。

これらの現象は熱映像写真のデジカラー化、及び二回目の撮影によって、より明確になると考えられる。

6. 今後の発展 (全般検査の代用として)

リモートセンシング技術を完全に現状調査、検査の代替的手法として用いることは困難であり、結果の判断には必ず現地での教師が必要とされる。リモートセンシングによって得られた結果はあくまで予備調査としてのマクロ的判断基準に用いられるべきで細かなミクロ的判断は不可能という訳である。リモートセンシングによる判断は絶対基準とはなり得ないが、同時に広域を調査できるという利点から地点別に危険度を比較するための比較相対基準として、全般検査に有効に活用できると期待している。

7. 終わりに

リモートセンシングによる弱点箇所の発見はあくまで相対基準として他区域との比較により判断されるべきで、そのリモートセンシングの結果で表現された差異を各区間で効率的にフラットにするような対策を実施していく考えである。この点で、相対基準として比較判断でモニタリングポイントを抽出するには十分に利用価値があり、防災対策を講ずるべき重点箇所の抽出に於いて効果をもたらす防災計画に役立つものと考えられる。また今後、リモートセンシング技術を個別検査にまで発展させる手法を検討していくつもりである。

参考文献 1) 桜井孝・内田裕滋・高橋昭教：盛土部の熱赤外線映像の画像解析、鉄道技術研究所速報
 2) 後藤恵之輔・古本勝弘：リモートセンシングにおける地下水探査法、土木学会誌、1986
 3) 荒木春視：赤外線写真と赤外線映像の土質調査への応用、土と基礎、1977

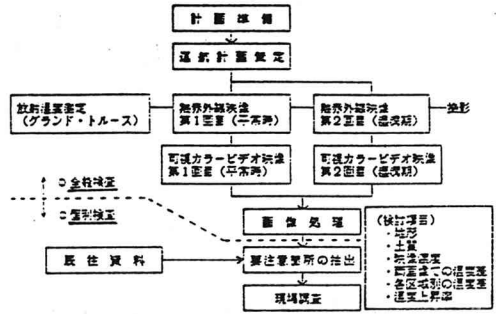


図-1 調査項目と流れのフロー

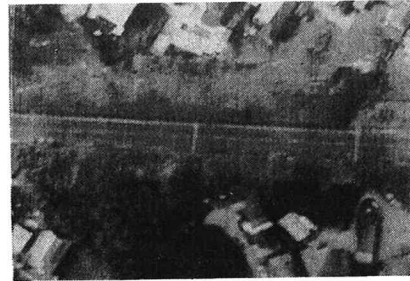


写真-1 ビデオ画像写真

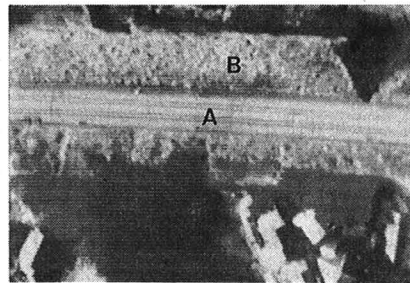


写真-2 赤外線熱映像写真