

遠赤外線照射を用いたアクティブ赤外線法における可視画像と赤外線画像取得方法

三菱重工業(株) 正会員 ○栗田 耕一
 三菱重工業(株) 岡井 隆
 帝都高速度交通営団 正会員 柳沢 有一郎
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 鳥取 誠一

1. はじめに

遠赤外線照射によるアクティブ赤外線法を用いることにより、現状のトンネル検査装置の剥離検知深さ10[mm]より深い剥離検知手法の開発をした。そして、実験室レベルの検証試験及び実トンネルにおける実証試験を経て、剥離深さ50[mm]までの検知が可能となった。しかし、トンネル壁面の健全度評価には、赤外線画像に基づく剥離データに加えて、可視画像によりひび割れを検知し、剥離とひび割れのデータを総合的に評価することが必要となる。そこで、トンネル検査の自動化・高精度化を実現するため、トンネル検査用の赤外線ラインセンサカメラと可視ラインセンサカメラを組合せたシステムを試作・構築し、実トンネルにて連続走行試験を実施した。本報告では、ひび割れ検知のための可視ラインセンサカメラと、剥離検知用の赤外線ラインセンサカメラのシステム構成と画像取得方法について報告する。

2. 背景

本研究では、図1に示すように可視画像と赤外線画像を同時に取得することにより、可視画像と赤外線画像の画像ズレ低減及び画像接合高速化の実現を試みた。可視画像と赤外線画像の同時取得の技術的ポイントは、可視画像取得用光源によるトンネル壁面の加熱が生じないことである。これを実現するため、可視画像取得用光源の開発及び、可視ラインセンサカメラと赤外線ラインセンサカメラのシステム化を実施した。

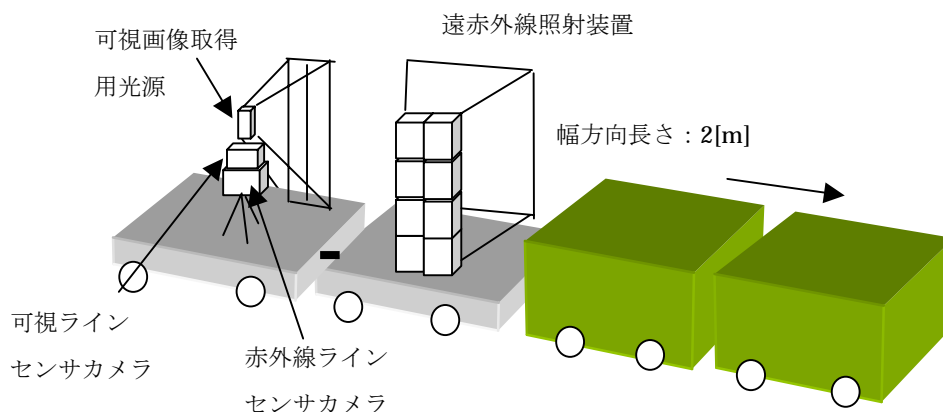


図1 トンネル検査装置の概念図

3. 装置構成

(光源の選定)

可視画像取得のための光源を選定する際には、検査対象となるコンクリートの反射スペクトル、光源のスペクトル、可視カメラの波長感度等を把握した上で選定する必要がある。本研究では図2に示すように可視波長領域におけるコンクリートの反射スペクトルを計測した。反射スペクトルはコンクリートの表面状態や混合する材料

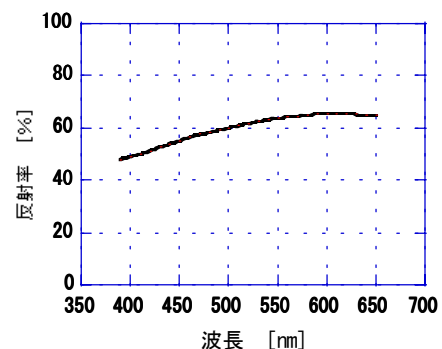


図2 コンクリートの反射スペクトル

キーワード 赤外線非破壊検査, トンネル, コンクリート, 遠赤外線照射装置, 赤外線カメラ

連絡先 〒733-0036 広島市西区観音新町4丁目6-22 三菱重工業株式会社広島研究所 TEL082-294-9830

に強く依存するが、本研究ではこのデータに基づき光源選定を実施した。種々の条件を考慮し、光源にはメタルハライドランプを選定した。そして、均一な照明を実現するため、光ファイバーとレンズ等の光学系を使用して、高さ 2.1[m]、幅 0.15[m]の光照射強度が均一な照明を可能とする照明を製作した。この光源を用いることにより、光源による干渉を受けることなく均一な赤外線画像を取得することが可能となった。

（カメラシステム構成）

同一視野を撮影可能にするために、可視ラインセンサカメラと赤外線ラインセンサカメラを図3に示すように縦に配置した。また、可視光源も同一架台に設置固定した。こうすることにより、可視画像と赤外線画像の同時取得を実現した。

可視ラインセンサカメラの画素数は 6000 画素であるので、1 画素あたりの画素視野は約 0.3[mm]である。このカメラで撮像することにより、0.5[mm]のひび割れの検知も可能となった。

4. 可視/赤外画像の同時取得

画像の撮影には通常 2次元画像を同時に取り込むエリア型カメラが使用されるが、用途に応じてラインセンサ型赤外線カメラが使われる。特に、トンネル検査のように検査幅が一定で連続して計測する場合には、検査車両を等速運転しながら画像取得が可能となる。本研究では、このような画像取得を行なうことにより、画像を切れ目なく連続で記録することを可能とした。本研究で製作した、可視画像と赤外線画像の同時取得システムを実際のトンネルで使用し、性能検証を行った。

図4は可視画像と赤外線画像の同時取得を実施した際の取得画像例である。検査速度は 4[km/h]を目標値としたが、図4で得られた画像は検査速度 4.77[km/h]で取得した画像である。この結果から、赤外線画像では補修痕と剥離に相当する部分が明確に観測されていることが分かる。また、可視画像については画像を拡大すると微小なひび割れが明確に検出されていることが確認でき、画像ズレも検査走行方向に 5[mm]以下であることが確認できた。従って、本システムにより可視画像と赤外線画像の同時取得技術の有効性を検証できた。

5. まとめ

トンネル検査用に可視画像と赤外線画像の同時取得を可能とするカメラシステム及び光源を開発し、実トンネルにて実証試験を実施し、本システムの有効性を検証した。

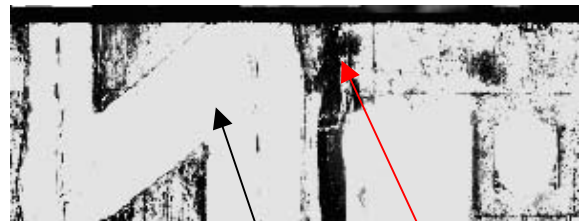
参考文献

- ・非破壊検査第 51 巻 3 号 p134-138
- ・土木学会第 57 回年次学術講演会 VI-443～448



図3 カメラシステムの外観

(可視画像)



(赤外線画像)

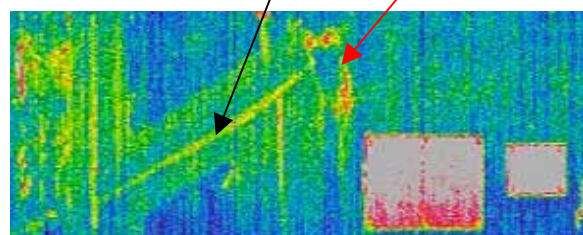


図4 可視画像と赤外線画像の同時取得例