赤外線サーモグラフィによるRC床版上面調査法について

About the RC-slab upper surface investigation method
by the infrared thermography

○小出　博　　　　　中馬　勝己
HIROSHI　KOIDE　　KATSUMI　CHUMAN
株式会社補修技術設計
Infrastructure Renewal Engineering Co,.Ltd

概　　要
我国において社会資本ストックの維持管理は喫緊の課題となる、橋長15m以上の道路橋は全国で15.7万橋あり、20年後には供用年数が50年を迎える橋が半数に及ぶ。また地方自治体の場合、維持管理費の増加に伴う財政構造になっていないのが現状である。我国は気候風土を始め多種多様な環境を有し道路橋においても凍害、塩害等による部材劣化や輪荷重の繰り返しによる疲労等で損傷した橋梁を補修することが必要になる。地方自治体が抱える財政構造に即し橋梁の調査診断から補修については効率的な手法が要求される。本技術は劣化した橋梁調査の一手法として提案するものである。

キーワード　赤外線サーモグラフィ、RC床版、塩害、凍害

１．まえがき

本調査技術は地方自治体で多くを占める道路橋の RC 床版 (ReinforcedConcreatSlab)の上面部を調査する手法である。寒冷地や山間部のRC床版は寒暖差による凍害や凍結防止剤の散布により舗装下のコンクリート部の劣化が進み砂利化し脆弱になっている。

このようなRC床版上面部の劣化状況を調査する手法として、舗装を除去し露出したコンクリート部を見る方法や舗装面を打音検査し異常部を推定する方法が用いられている。これらは費用負担が多く簡易に利用することは難しい。

私たちは赤外線サーモグラフィにより舗装上面の温度分布により舗装とRC床版間の空隙や耐水等が推定できることを確認した。また同機を車両搭載し走行しながら道路上面部を連続撮影し短時間で舗装面の温度分布データを取得することができる。舗装面の温度分布により健全部と劣化部を判定する手法を試み本手法が道路橋RC床版の健全土判定に効果的であると確認した。

２．赤外線サーモグラフィ試験法

本調査で使用する赤外線サーモグラフィ機器の概略仕様を表１に記す、本機はコンクリート構造物の浮き・剥離や建築物の外壁調査で標準的に使用されているものである。但し車両搭載し連続撮影用途ではインテグレーションタイムが数十msecと長く十分な

ものではない。実調査では車両走行速度を20km/hour 以内としデータの取得漏れを回避している。この速度は地方自治体が管理する多くの道路では許容内である。

本調査で使用する車両は一般車両を使用し併せて HDVS カメラにより可視動画も撮影し赤外線サーモグラフィ連続データと併せて撮影している。また位置情報は車両のエンジンコントロールユニットから出力するパルスをカウントし走行速度の変動による位置情報を補正している。

撮影では一車線分（約 3.5m）を撮影し搭載機器は舗装面に対し 30～40° 内に設置している。写真１は赤外線サーモグラフィ等を搭載した車両である。

調査対象は地方自治体が管理する１等橋から２等橋で RC 床版を有するものを対象としている。中でも冬季に凍結防止剤を散布する山間部や寒冷地では写真２に見られるような舗装下の RC 床版上面部が砂利化したものが多く見られる。これらは舗装下の為、目視で舗装ひび割れ等で推定することは困難であり、打音や舗装削除で調査するには調査工数が係り効率的ではない。

３.赤外線サーモグラフィデータ解析

本調査は撮影した赤外線サーモグラフィデータ、可視動画データ、車速パルスカウントデータから図１に示すフローで処理する。

解析業務は赤外線連続データ上で機器付属の解析ソフトで温度解析をし舗装上の変状が確認しやすい温度幅、中心温度の設定をする。連続画像データは赤外線データ、可視データ共に AVI 動画データに変換する。AVI 動画データから画像連続合成ソフトにて正対変換及び画像の連結を自動的に処理し橋梁舗装面の展開画像にする。図２は展開した画像例である。

表1.赤外線サーモグラフィ機器仕様

型式	非冷却型赤外線サーモグラフィ
検出素子	非冷却マイクロボロメータ
温度分解能	0.1℃
画素数	640×480/320×240 ピクセル
感度波長	7.5～14 μm

写真１：調査車両外観

写真２：床版上面損傷例

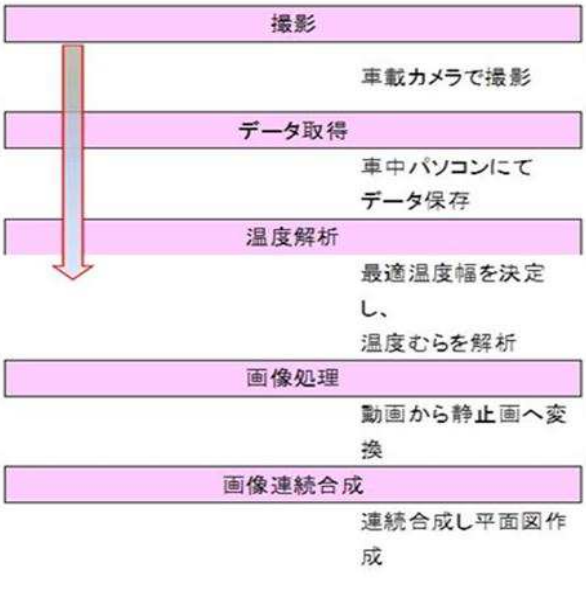

図 1　処理フロー

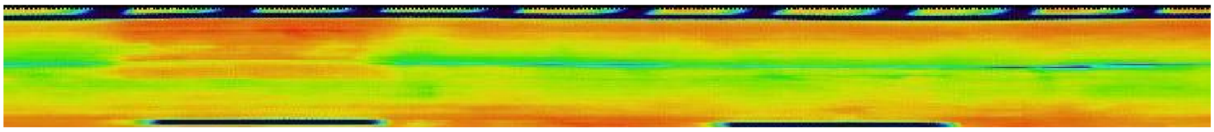

図 2　画像自動連結ソフトによる展開画像（赤外線）

画像連続合成ソフトはユーザーインターフェース上で撮影機器の取り付け位置と舗装面に対する俯角、仰角をマニュアルで調整設定し連続データをその設定に応じ取得した全データに適用する。画像合成は連結する各データの任意の位置を選択できる。

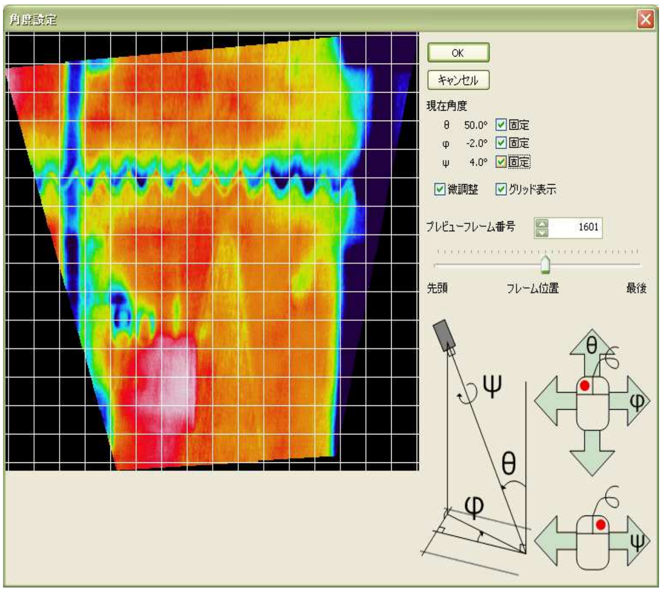

図 3　画像合成ソフト初期設定メニュー

4．調査結果

本調査法を用いて実橋梁で調査は数十例の実績がある、ここでは実例についてその結果を記す。

【調査例】

対象橋梁：鋼連続桁橋、鋼サンドイッチ床版の構成で舗装は定期的に表層アスファルトが損傷し部分補修を実施している箇所がある。

撮影条件：天候　秋季時曇り後晴れ、気温 22.8℃～15.9℃
観測時間　10 時～14 時

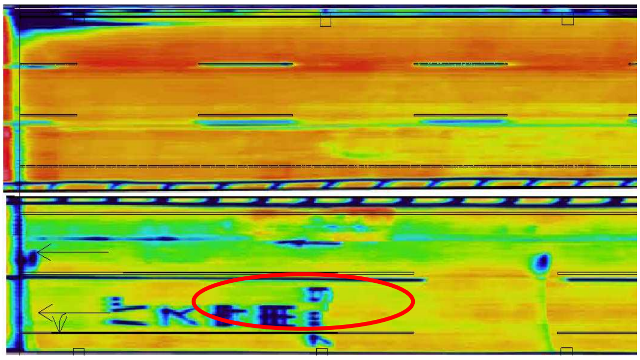

図 4　舗装面の熱画像展開図

結果：　赤外線サーモグラフィデータの一部が図 4 である。赤丸部については特に温度変状があり、可視画像と併せて診断すると補修部と一致する。床版上面部に変状があることが推定できる。また本位置は

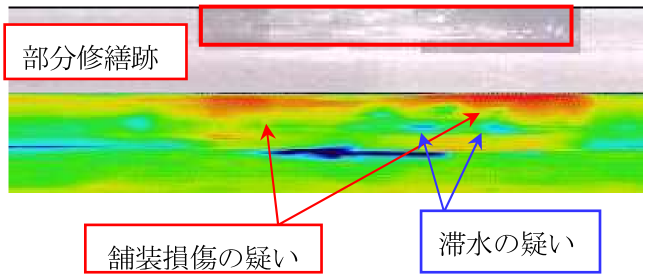

図 5　損所部の判定

補修を数回実施していることより、予防処置をしなければ再発の可能性がある。

検証：　赤外線サーモグラフィによる調査結果を受けて、調査により指摘した箇所について実際に舗装を撤去し、滞水状態等の調査を実施した。舗装を剥がした状態を写真３に示す。床版上面は滞水し、舗装下面は砂利化していた。

写真３：舗装を撤去した状態

【その他】

対象橋梁：鋼桁橋、RC 床版アスファルト舗装。

撮影条件：天候　初夏時晴れ、
気温 24.0℃～11.7℃
観測時間　９時～12 時

結果：　調査結果の一部を図６に示す、本床版は下面にひび割れも多く老朽化が進んでいる。しかし上面部の状況については劣化状況が把握できない為、赤外線サーモグラフィの調査を実施した。結果として舗装面上には温度ムラが多く見られ舗装層と床版間の異常が推定できる。後日舗装除去後の確認で床版上面が砂利化している報告があった。

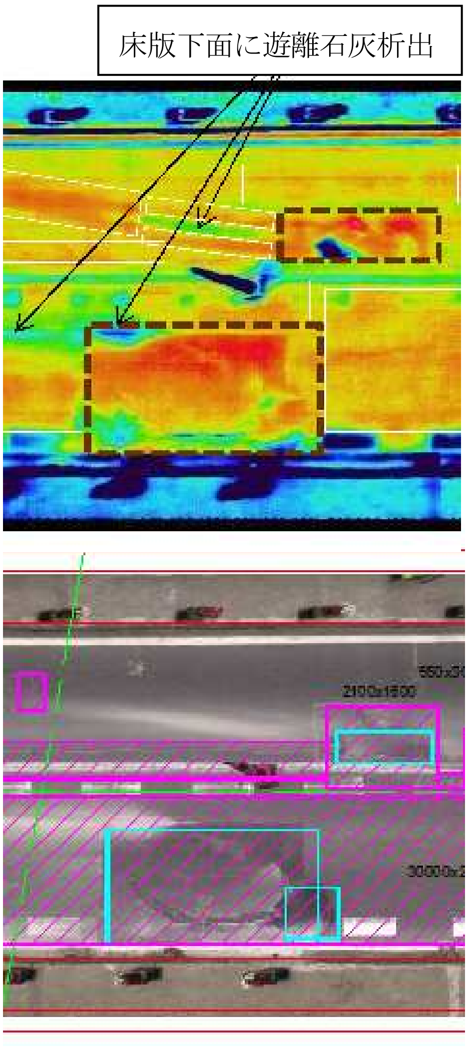

図６　舗装面の熱画像と可視画像

５．まとめ

赤外線サーモグラフィを使用した舗装面からの調査で床版上面部の変状を調査する有効性は確認できた。また橋梁詳細調査と併用することによりスクリーニングとして効率的である。今後本手法の効果を啓蒙し普及させて行きたい。交通量の多い場所での調査ではインテグレーションタイムの短い冷却型の赤外線サーモグラフィを利用することが望ましい。

参考文献

・斎藤他　平成 22 年度土木学会年次大会　赤外線サーモグラフィ法による床版上面の調査手法について