

車載式赤外線サーモグラフィーによる橋梁床版調査技術の開発

西日本高速道路エンジニアリング関西(株) 正会員 ○松井 俊吾
 (株)エルゴビジョン 非会員 内田 勇治
 神戸大学 正会員 阪上 隆英
 西日本高速道路エンジニアリング関西(株) 正会員 柳井 喜浩

1. はじめに

橋梁床版の変状は、橋梁の耐荷性能だけでなく、舗装路面のポットホール等、使用性能に影響を与える。これら変状は舗装の下にあるため、舗装上面に変状が発生してからでないと把握することができず、事後保全での対応となっている。また、変状部の補修工事では舗装剥離後にしか変状の数量を把握できず、工事発注時には変状発生 の推測に基づく発注となってしまう。舗装上面から床版の変状を把握する手法として、変状部での温度変化を検出する赤外線サーモグラフィー調査(写真-1)が実施されてきた。しかし、本調査は車線規制が必要であり、効率性に問題があったため、効率性の向上を目指し、車載式赤外線サーモグラフィーによる調査技術(車載式赤外線調査)を開発した。



写真-1 赤外線調査

2. 開発技術概要

車載式赤外線調査は写真-2に示すような車両の後部に車線全幅(約3.5m)が撮影できるよう赤外線サーモグラフィーを設置し、高速走行(80km/h)により赤外線画像を取得して計測を行う。撮影された画像はあおり補正後につなぎ合わせて展開図を作成し、展開図から変状部を推定して調査結果とすることを目標とした。



写真-2 車載式赤外線

3. 開発内容

車載式赤外線調査技術の開発のため実施した開発の内容を以下に示す。

①非接触速度計を利用した展開図作成

非接触速度計の信号を利用し、100mm進む毎に撮影するように赤外線サーモグラフィーへ信号を送る同期ユニットを作成した。これによりフレーム間距離が一定となり、走行速度の影響を受けない正確な展開図の作成が可能となった。

②画像補正

赤外線画像の撮影には広角レンズを使用している。レンズによる画像の変形を除去するために画像補正を行った。正確な補正のため、可視画像用のチャート板を使用するのではなく、赤外線用チャート板(黒:断熱塗料, 白:アルミテープ)を作成して画像補正を実施した。これにより、写真-3に示すように赤外線画像上でもチャートの境界が明確に確認することができ、正確な画像補正を実施することが可能となった。

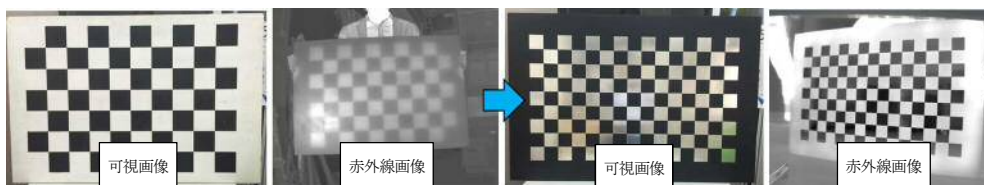


写真-3 チャート板赤外線画像(左:可視画像用チャート板, 右:赤外線用チャート板)

③撮影領域の調整

写真-4に示すように撮影領域をフルスケール(640pix×512pix)から、640pix×150pixに調整して撮影を行った。これにより、処理データ量が小さくなったため、フレームレートが向上(最大280fps)して高速走行での撮影(最大100km/h)が可能となった。

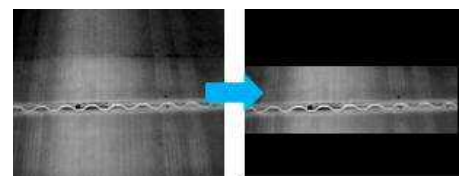


写真-4 撮影領域の調整

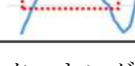
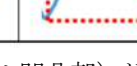
キーワード 赤外線サーモグラフィー, 床版上面変状, コンクリート床版, 非破壊検査

連絡先 〒567-0032 大阪府茨木市西駅前町 5-26 西日本高速道路エンジニアリング関西(株) TEL072-658-2420

④赤外線画像のスタッキング処理

赤外線画像は可視画像と比較して画像の特徴が乏しく、変状箇所の特定が難しい。そこで、スタッキング処理（画像の重ね合わせ）により、情報量を増やし、画像のノイズを除去することで赤外線画像の画質改善を行った。画像 1 フレームの進行方向長さは約 1,000mm であり、100mm 毎に撮像しているため、スタッキング処理では 10 枚の画像重ね合わせが可能であった。スタッキング処理の結果を表-1 に示され、変状部が視認しやすくなっており、赤外線画

表-1 スタッキング処理の効果比較

		静止画試験		動画画試験	
		スタッキングなし	スタッキングあり	スタッキングなし	スタッキングあり
赤外線画像					
	波形図				
可視光画像					
	波形図				

4.調査技術の精度検証

車載式赤外線調査の有用性を確認するため、床版の状況を確認できる橋梁で調査精度の検証を実施した。なお、過去の研究成果から車載式赤外線調査の適用にあたっては、表-2 に示す環境条件が必要となることが確認されている。精度検証の概要を以下に示す。

表-2 環境条件

車載式赤外線調査 環境条件
・天候が雨天でないこと
・調査（撮影）対象部位が湿潤状態でないこと
・舗装表面最高温度が40℃以上であること
・気温日較差が7℃以上であること
・湿度50%以下が望ましいこと

【検証概要】

対象橋梁：2 径間連続鋼版桁橋（4 主版桁），橋長 69m，幅員 14m，2 車線（車線中央部は撮影不可）

気象条件：晴れ，最高気温 30.8℃，撮影時気温 20.8℃（較差 10℃），湿度 45%，舗装表面温度 49℃

検証内容：①打音調査結果と赤外線調査結果における変状部の突合せによる検出位置の比較（写真-5 参照）

②打音調査結果と赤外線調査結果における変状部の面積・割合の比較（表-3 参照）

比較検証の結果、打音調査と赤外線調査による変状の位置は概ね一致しており、床版部の変状を捉えることができていられると思われる。また、表-3 に示すように変状の割合についても 10%の誤差で納まっており、精度良く床版の変状を抽出できている結果となった。

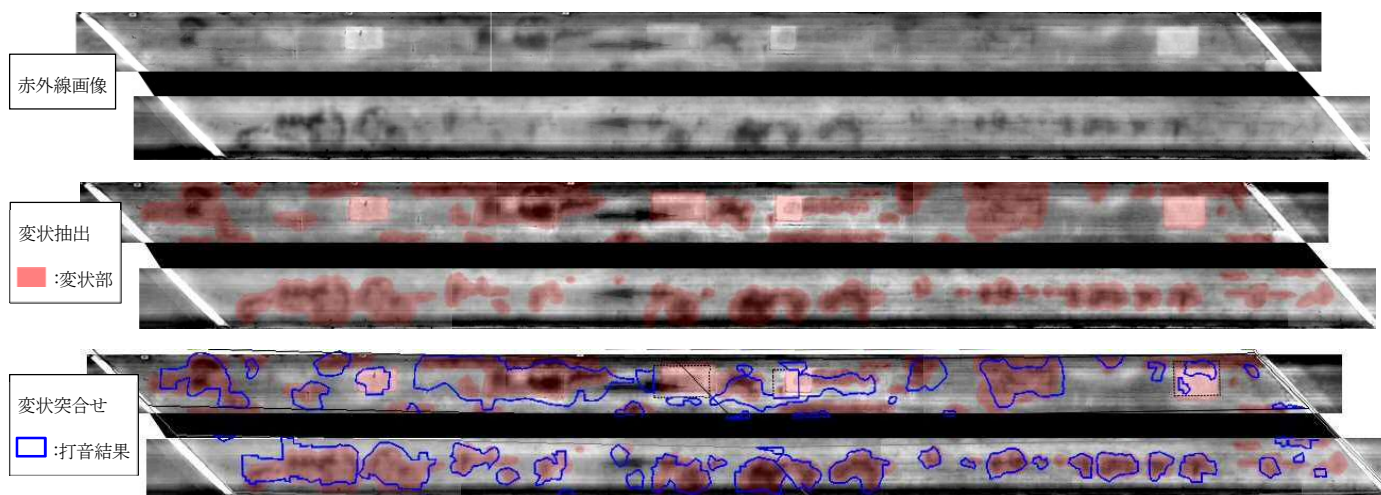


写真-5 精度検証結果（赤外線画像比較）

表-3 精度検証結果（割合一覧）

	A1-P1			P1-A2		
	調査面積(m ²)	変状面積(m ²)	変状割合(%)	調査面積(m ²)	変状面積(m ²)	変状割合(%)
打音調査	234.2	89.1	38.0%	230.6	60.2	26.1%
赤外線調査	243.6	96.1	39.5%	245.7	88.9	36.2%

※打音調査はCAD、赤外線調査は画像から面積を算出しているため、誤差が生じている

5. おわりに

開発した調査技術の検証の結果、車載式赤外線調査により床版の変状を精度良く検出することが可能であることが確認された。床版調査技術として有用な調査技術であると考えられるため、今後検証橋梁を増やすとともに、変状部の特定方法の明確化等を行い、床版上面の調査技術としての活用を目指していきたい。