

舗装改良工事における橋梁床版上面の変状把握に向けた取り組み

西日本高速道路エンジニアリング関西（株） 正会員 ○石原 佳典
 西日本高速道路株式会社 正会員 中村 和博
 西日本高速道路エンジニアリング関西（株） 正会員 井置 聡
 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
 NEXCO イノベーションズ（株） 正会員 仲田 慶正

1. はじめに

橋梁床版上面の変状は、橋梁の耐荷性能だけでなく、ポットホール等の発生により道路の使用性能に影響を与える。この変状は、基本的に舗装改良工事等により舗装切削をした後に補修されるが、舗装が敷設されているため、補修前に詳細な数量把握ができず、舗装切削後に打音点検等で補修の数量を把握することとなる。特に、工事に時間制約のある高速道路や交通量の多い一般道においては、舗装切削後に補修数量を把握しては、材料の手配や作業人工等の確保を早急に対応しなければならず、工程調整が困難な状況となることがある。そのため、橋梁床版上面の変状範囲を事前に把握することは、舗装改良工事のスムーズな工程管理のため、非常に重要な課題となっている。

西日本高速道路(株)では、舗装上面から橋梁床版上面の変状を把握する手法として、車載式赤外線サーモグラフィーによる調査技術（以下、車載式赤外線調査）を開発し、適用について検討している。車載式赤外線調査は、これまでに80%程度の検出精度を確保できていたが、R1年度の検証において、精度低下が確認（検出精度50%程度）された。そのため、車載式赤外線調査の精度向上および調査技術の確立のため、R2年度より車載式赤外線調査の改良を実施している。本項では、技術の概要と精度向上に向けた取り組みについて報告する。

2. 開発技術概要

車載式赤外線調査は写真-1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。また、車載式赤外線調査は、赤外線サーモグラフィーを活用した調査のため、調査の実施に当たっては、表-1に示したような環境条件を満たす必要がある。



写真-1 車載式赤外線

表-1 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

3. 検出精度

これまでの車載式赤外線調査における検出精度の精度検証結果一覧を表-2、精度検証における赤外線画像の一例を写真-2に示す。車載式赤外線調査による検出精度は、打音調査で確認された変状面積を正解とし、車載式赤外線調査で抽出された変状面積を比較して検出率を算出し、確認を行っている。前述したようにH27年度およびH29年度における検出精度は80%以上確保できていたが、R1年度の精度検証において、過年度と比較して50%程度と低い検出率が確認された。

表-2 精度検証結果一覧

実施年度		H27年度	H29年度	R1年度
調査面積(m ²)		465	831	1,666
変状面積	【A】車載式赤外線調査(m ²)	156	329	185
	【B】打音調査(m ²)	149	284	412
検出率(%)※		95%	84%	45%

※検出率は、打音調査による変状面積を正解とし、以下の式により算出した。

$$\text{検出率(\%)} = \left[\frac{|1 - \frac{【A】}{【B】}|}{1} \right] \times 100$$

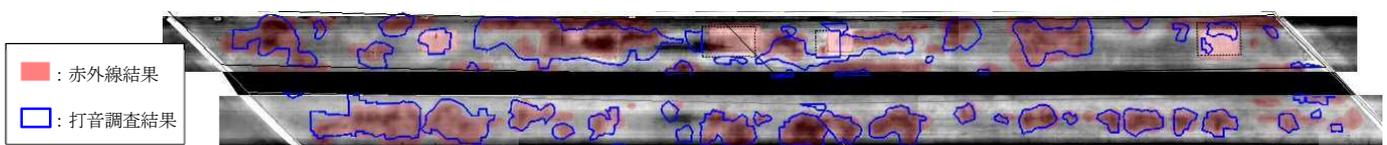


写真-2 車載式赤外線調査 展開画像 精度検証結果

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

検出率が低下した原因を確認するために、打音調査結果と赤外線調査結果を突き合わせて比較すると、タイヤ位置や画像端部（車線の端部）の検出状況が悪い傾向が確認された。そのため、画像位置別の検出状況を確認するために、画像位置を中央部、タイヤ位置、端部に分類し、画像位置別の検出率を確認した（表-3 参照）。その結果、車線中央部においては、検出精度を 80%程度確保できているものの、タイヤ位置および画像の端部で検出率が著しく低下していることが確認された。そのため、車載式赤外線調査の調査技術の確立のため、タイヤ位置および画像端部における精度向上による取り組みを行うこととなった。

表-3 画像位置別精度検証結果

画像位置		中央部	タイヤ位置	端部
調査面積(m ²)		714	476	476
変状面積	車載式赤外線調査(m ²)	149	20	15
	打音調査(m ²)	196	108	108
検出率(%)*		76%	19%	14%

4. 精度向上に向けた取り組み

部分的な精度低下が確認されたため、R2 年度より車載式赤外線調査の精度向上に向けた取り組みを実施している。実施内容の一部を以下に示す。

(1) 精度低下の実態把握

前述したように、撮影画像の中央部と比較して、タイヤ位置と画像端部に精度低下が確認懸念されている。そのため、画像位置（中央部と端部）とタイヤ位置における精度低下の実態を把握するために以下の検証を実施する。

① 画像位置の精度

車載式赤外線調査は、赤外線サーモグラフィを用いて車線幅（約 3.5m）の撮影を行っている。端部と中央部の検出状況を確認するために、車線幅の供試体を作成して撮影を行い、画像位置における精度確認を行う。

② タイヤ位置における精度

車載式赤外線調査は、車両後部に赤外線サーモグラフィを設置して撮影を行っているため、自車のタイヤ摩擦熱の影響を受けてしまう。タイヤ摩擦熱の発生条件や影響について確認し、タイヤ位置における精度確認を行う。

(2) 角度検証

車載式赤外線調査は、広角レンズ（視野角 45° × 36°）を取り付けた赤外線サーモグラフィを斜め 45° で車両後方に設置している（図-1 参照）。そのため、撮影した画像は、設置角度と視野角の影響を受け、画像の端部では、画像中央部と比較して精度の低下が懸念される。

設置角度と視野角の検出精度への影響を確認するため、角度の検証を行う。また、本検証結果を基に、車載式赤外線調査における赤外線サーモグラフィの最適な設置角度の条件についても検討を行う。

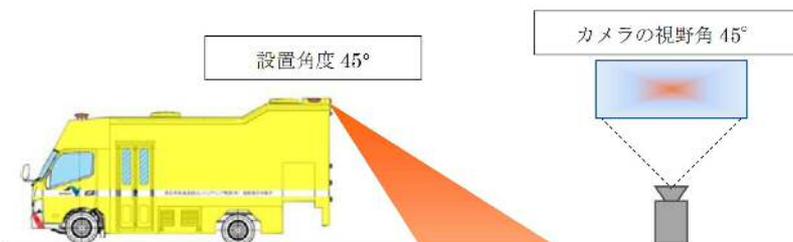


図-1 車載式赤外線調査の設置角度と視野角

(3) 車載式赤外線調査の仕様検討

検証結果を基に、検出精度が最も高くなる車載式赤外線調査の赤外線サーモグラフィの取り付け高さや設置角度・位置等の仕様を検討する。

(4) 精度検証

仕様検討の結果を基に車載式赤外線調査の改良を行い、実橋梁において精度検証を実施する。精度検証は、床版上面の変状が確認できる橋梁（架替橋梁等）において、車載式赤外線調査を実施し、調査結果により抽出された変状部と実際の床版変状（打音調査にて変状部を抽出）を比較して行う。

5. おわりに

調査技術の有用性が確認されれば、舗装改良工事前の変状把握技術として活用が期待できるため、調査技術の精度向上に取り組み、調査技術の確立を目指していく。

また、調査技術を舗装工事のみに活用するだけでなく、橋梁部における舗装改良工事の優先順位や工事実施の指標、橋梁の健全性評価手法としての活用等、調査技術の活用の幅を拡大していくことも考えていきたい。