赤外線計測法による舗装調査の検証

阪神高速技術(株)　正会員○永田 明　　阪神高速技術(株)　正会員　塚本成昭
阪神高速道路(株)　正会員　青木康素　　(株)パスコ　正会員　内間満明
(株)パスコ　正会員　黒須秀明

１．はじめに

赤外線サーモグラフィカメラを用いた計測は、Ｕリブ内の滞水に着目して温度変状を観測する手法を用いることで、鋼床版デッキプレート貫通亀裂を検出できる[1)2)]。この手法は、通常の走行速度で計測した赤外線画像から、ＲＣ床版の損傷や舗装内部の損傷による温度変状を検出することで損傷を特定する。また、一般車両の流れに沿って非破壊非接触で計測する手法は、維持管理上、点検の合理化や損傷に対する多面的判定をする上で有効なツールになると考えられ、この手法に対する期待も高い。今回の検討では路面の表面からは分かりにくいポットホールの前兆や舗装内部の滞水状況を赤外線サーモグラフィ計測にて把握するため、計測結果と現地確認結果を比較することで計測の精度検証し、赤外線サーモグラフィ計測の課題や更なる改良点を抽出することを試みた。

２．赤外線調査

２－１．赤外線サーモグラフィ計測の実施概要

赤外線サーモグラフィ計測検証は図-1に示すデジタル方式の新型舗装点検車「道路音響・赤外線計測システム」を用いて、可視画像撮影、赤外線計測およびGPS測定を同期させた。また、赤外線計測は、有効画素（640×512)、ダイナミックレンジ14ビット、測定波長3～5μmのカメラを使用した。本計測とその精度検証は、図-2に示す手順で実施した。

２－２．解析概要

(1) 赤外線画像の解析手法

赤外線画像の解析手法は、①画像内で周辺温度に比べて温度変化が認められた箇所を抽出、②抽出箇所の温度が、異常であるかどうかを検証、③同一エリアを撮影した可視画像を用いて物理的(ジョイント、舗装の違い、ポールや高欄の影等)影響の有無を確認、④健全か異常であるかを判定し、図-3 に例示するように赤外線損傷マップ、滞水箇所、埋設ジョイント箇所一覧を作成する手順となる。

図-1　新型舗装点検車「道路音響・赤外線計測システム」

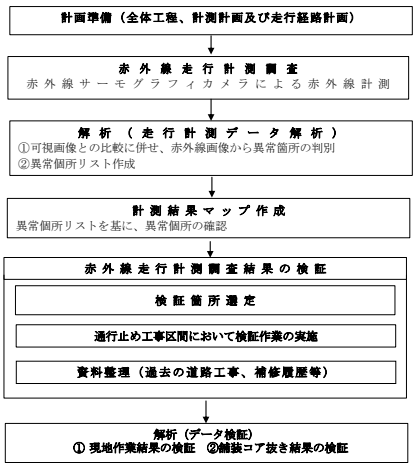
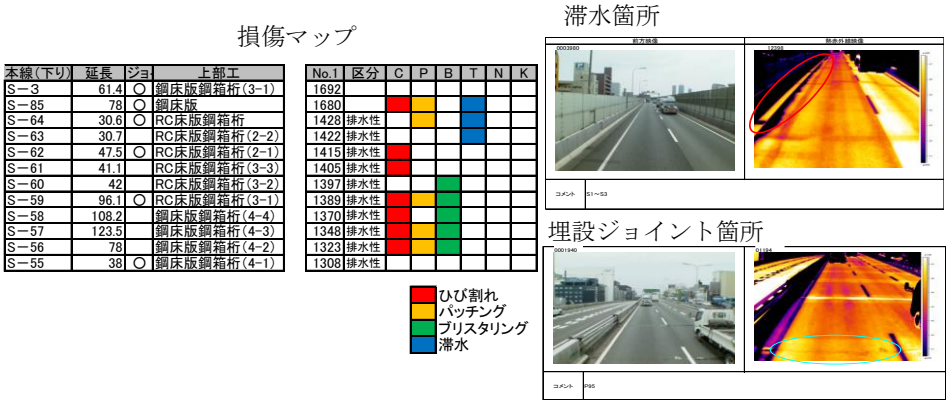


図-2　検証実施手順



本線(下り)	延長	ジョ	上部工
S－3	61.4	○	鋼床版鋼箱桁(3-1)
S－85	78	○	鋼床版
S－64	30.6	○	RC床版鋼箱桁
S－63	30.7		RC床版鋼箱桁(2-2)
S－62	47.5	○	RC床版鋼箱桁(2-1)
S－61	41.1		RC床版鋼箱桁(3-3)
S－60	42		RC床版鋼箱桁(3-2)
S－59	96.1	○	RC床版鋼箱桁(3-1)
S－58	108.2		鋼床版鋼箱桁(4-4)
S－57	123.5		鋼床版鋼箱桁(4-3)
S－56	78		鋼床版鋼箱桁(4-2)
S－55	38	○	鋼床版鋼箱桁(4-1)

No.1	区分	C	P	B	T	N	K
1692							
1680							
1428	排水性						
1422	排水性						
1415	排水性						
1405	排水性						
1397	排水性						
1389	排水性						
1370	排水性						
1348	排水性						
1323	排水性						
1308	排水性						

図-3　赤外線損傷マップおよび埋設ジョイント箇所、滞水箇所一覧

キーワード　，赤外線計測法，舗装内部の損傷，検査精度検証
連絡先　　〒541-0054　大阪市中央区南本町 4-5-7 東亜ビル内
Tel:06-6120-2224 Fax:06-6120-2681

（2）赤外線計測の損傷分類

調査結果に基づき、舗装表面及び内部状況に応じて赤外線画像で損傷の判定できる事項を表-1、損傷の判定が困難な事項を表-2 に示す。

表-1 赤外線画像で損傷の判定できる事項

状　況	内　容	
舗装表面の状況	損傷箇所	ひびわれ
		目地
	補修箇所	クラックシール
		パッチング
	舗装境	
	白線・路面表示	
内部損傷・内部構造の状況	鋼床版Uリブ滞水	
	基層損傷	
	ブリスタリング	
	鋼床版Uリブ	
	橋梁の横桁	
	埋設ジョイント	

（例）ひびわれ

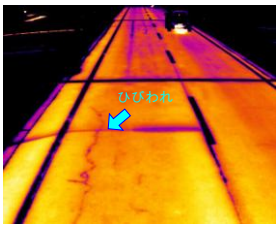
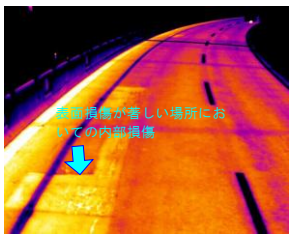


表-2 赤外線画像で損傷の判定ができない事項

状　況	内　容
表面損傷と内部損傷が重複している	①　舗装表面のひびわれと舗装内部のひびわれの判断 ②　ブリスタリング上のひびわれ
表面損傷が著しい場合の内部損傷把握	ひびわれ、パッチングなどが重複している表面損傷が激しい場合における内部損傷
微小なひびわれ	解像力の関係上確認できないもの
晴天が続く中での滞水状況	舗装の表面と内部が完全に乾いている場合の判断

（例）表面損傷が著しい場所においての内部損傷



3．赤外線サーモグラフィ計測の検証結果

赤外線サーモグラフィ計測の検証は、赤外線画像と可視画像から損傷推定箇所を抽出した結果と現地のコア採取結果等を用いて複合的に判断し、舗装種類別（密粒舗装・排水性舗装）、調査項目別にとりまとめた。検証結果一覧表を表-3 に示す。また、今回の検証により、下記事項について赤外線サーモグラフィ計測の有効性を確認した。

表-3　赤外線サーモグラフィ調査検証結果一覧表

舗装種別	調査項目	可視画像の検証結果	赤外調査（可視画像＋赤外線画像）の検証結果
密粒舗装	ひびわれ	幅約 5 ㎜以上	幅約 3 ㎜以上
	ブリスタリング、空洞	路面上に大きく盛り上がっているもののみ	可能※
	埋設ジョイント部でのひびわれ	表面のみ可能	可能※
排水性舗装	内部の滞水	不可	可能
	ひびわれ	幅約 5 ㎜以上	幅約 3 ㎜以上
	ブリスタリング、空洞	路面上に大きく盛り上がっているもののみ	可能（ただし、他の損傷と判別できないことがある。）
	埋設ジョイント部でのひびわれ	表面のみ可能	可能※

※表面・内部の判別が不可の場合がある。

①滞水

路面下の滞水については、雨天後の水が完全に乾ききる前であれば、赤外線計測法を用いて抽出できる。また、排水性舗装の場合、舗装構成、施工年月の条件が同じ場合でも、目詰まりによる排水状況が異なる場合は、赤外線画像においても違いが発生する。

②埋設ジョイント部でのひびわれ

可視画像で見えないひびわれが舗装表面に発生している場合は、ひびわれの内部異常と外部異常を判別することが困難であった。このため、複合調査等（目視調査、路面性状調査等）でひびわれの状況を把握し、総合的な判断が必要である。しかし、内部構造が視覚化できていることから、内部に大きな熱変状（滞水、ひびわれ）が発生しているときは、赤外線画像に温度変化として現れる。

③ブリスタリング

今回の調査では、ブリスタリング箇所を概ね把握できた。一方で、可視画像で確認できなかった表面付着物をブリスタリングと一部判定した箇所も見受けられた。

④ひびわれ

本計測に使用した装置は、解像力および日照条件もあり、可視画像では幅 5 ㎜程度より細かいクラックは確認できなかった。一方で、赤外線計測では、幅 3 ㎜程度までのひびわれが熱変状として確認できた。

4．おわりに

今回の検証結果から目視調査では確認が困難な舗装内部の損傷調査には赤外線サーモグラフィ計測を用いることがある程度有効であることを確認した。本計測の今後の課題は以下の事項が考えられる。

①赤外線計測で異常と判断した箇所が、舗装表面、舗装下面のどちらに起因する損傷であるか判断できるようにする。②路面種別や舗装損傷が、計測結果にもたらす影響を明確にする。③気象条件等による検出限界を把握する。

【参考文献】 1)塚本ら，鋼床版デッキ貫通亀裂発見を目的とする複合的検査手法の開発，土木学会第 64 回年次学術講演会概要集，2009. 9

2)内間ら，熱赤外線計測法による鋼床版のＵリブ滞水診断，土木学会第 64 回年次学術講演会概要集，2009. 9