

熱赤外線計測法による鋼床版のUリブ滞水診断

株式会社パスコ	正会員	○内間	満明
株式会社パスコ	正会員	黒須	秀明
株式会社パスコ	正会員	前田	近邦
阪神高速道路株式会社	正会員	田畑	晶子
阪神高速技術株式会社	正会員	山上	哲示
阪神高速技術株式会社	正会員	塚本	成昭

1. はじめに

近年、大型車交通量の多い都市高速道路の橋梁の走行路面において、鋼床版のUリブや溶接部から亀裂が生じてデッキプレートを貫通する鋼床版貫通亀裂が問題視されており、その早期発見・補修が重要な課題となっている。Uリブ溶接ルート部から発生する鋼床版貫通亀裂について、Uリブの閉断面構造や鋼床版上の舗装のために外観からでは発見できず、交通規制をかけ舗装をはがして確認される(図1)。しかし、鋼床版貫通亀裂は多くの場合に舗装損傷を伴い、舗装損傷部から雨水がUリブに滞水するため^{1)、2)}、Uリブ滞水の検出は鋼床版貫通亀裂の指標となり得る。Uリブ滞水の診断法として打音検査法があるが、検査時には鋼床版下面に特設足場を組むことが必要なため、検査に多大なコストや労力を要するとともに、滞水量によっては客観的判定が難しい。超音波検査法でも同様に多大なコストを要する。そこでUリブ滞水の熱(温度)変状によって滞水診断する熱赤外線計測法に対する期待は高く、交通規制せずに高速走行で、舗装面上から熱赤外線計測によってUリブ滞水を検出することが可能になれば、道路点検の効果的な効率化に結びつく。このことから今回、阪神高速道路で発生した鋼床版貫通亀裂のUリブに対し、鋼床版下面からの滞水診断、並びに高速走行での舗装面上からの滞水診断を試行し、熱赤外線計測法の有効性を検証した。



図1. 鋼床版貫通亀裂

2. 熱赤外線調査の概要

本調査は、阪神高速湾岸線の走行車線で熱赤外線計測装置(インジウム-アンチモン型赤外線サーモグラフィカメラ)を用い、鋼床版貫通亀裂に伴うUリブ滞水について、①鋼床版下面の移動式足場からのUリブ観測、②舗装点検車による時速約65kmの通常交通で舗装面上からの高速走行観測を実施したものである(図2、3)。

(1) Uリブの滞水現状観測

鋼床版のUリブは、約12m長・約1m³容積・閉断面構造の密閉ダイヤフラム(単体リブ)を接合したものである。Uリブ滞水は、鋼床版貫通亀裂により、その下の単体リブに雨水が侵入し溜まる状態である。Uリブ滞水について、はじめに熱赤外線計測法による鋼床版下面及び舗装面上からの現状観測を行い、次いで滞水実験観測を行った。

(2) Uリブの滞水実験観測

滞水が確認された単体リブから水を抜いた後、滞水実験観測のため、改めて、約600リットルの水を注入して単体リブの60%の容積に滞水させ、鋼床版下面及び舗装面上からの観測を再度実施した。



図2. 鋼床版下面からのUリブ観測風景



図3. 舗装点検車(赤外線サーモグラフィカメラ・可視カメラ・GPS装備)

キーワード 熱赤外線計測法、鋼床版、疲労損傷、鋼床版貫通亀裂、Uリブ滞水診断

連絡先 〒153-0043 東京都目黒区東山2丁目8-11 株式会社パスコ 研究開発センター TEL03-3715-4011

3. 調査の結果

(1) 鋼床版下面からのUリブ滞水観測

阪神高速湾岸線の走行車線において、走行車の右輪荷重が主にかかるUリブの VR9 とその外側（走行方向の右側）の VR8、内側（同左側）の VR10 を鋼床版下面から観測した（図 4）。滞水は、昨年夏季に鋼床版貫通亀裂が発生した VR9 単体リブで検出され、最高気温 6.2℃（気象庁の気象データ）の寒冷期でも滞水診断の可能なことが判明した（図 5）。現状の滞水の VR9 単体リブの温度は、隣接する VR8 単体リブより 0.5℃低く、VR10 単体リブより 0.8℃低かった。滞水の VR9 単体リブにおける熱赤外線計測前に実施された打音検査で、滞水は確認されなかった。熱赤外線計測後にリブの底に穴を開けたところ、約 40 リットル（容積率 4%）の水が抜け、滞水が確認された。その後の VR9 単体リブの滞水実験で、気温とともに全体的にUリブ温度も上昇した状況においても、同様の滞水低温変状が明瞭に認められた。

(2) 舗装面上からの高速走行観測

鋼床版下面からの滞水検出後の実験で 60%容積に滞水させた VR9 単体リブにおいて、舗装面上からの走行観測によって低温変状が検出され、特にリブ縁辺部の低温状況が、明瞭に表出した（図 6）。この縁辺部の温度分布について、VR8、VR9、VR 10 単体リブで比較したところ、滞水の VR9 単体リブで VR8 及び VR 10 単体リブより 0.6～0.8℃低かった（表 1）。

4. おわりに

鋼床版貫通亀裂に起因して発生するUリブ滞水を検出するための方法として、高速走行での舗装面上からの熱赤外線計測法の有効性が明らかとなった。本方法は交通規制をせずに比較的短時間で、Uリブ滞水を検出できるため、交通規制による社会経済的損失を伴わないとともに、異常箇所を早期発見する道路維持管理の予防措置の一手段として今後、重要性を増すと考えられる。今回は、熱赤外線計測にあまり適していないと考えられる寒冷期であったにもかかわらず、打音検査でわからなかったUリブ滞水を鋼床版下面からの観測で検出し、さらに舗装面上からの高速走行観測で初めて検出した価値は高いと考える。今後、検出精度の向上、さらなる効率化をめざし、技術開発を進める予定である。



図4. 走行車線のUリブVR8～VR10

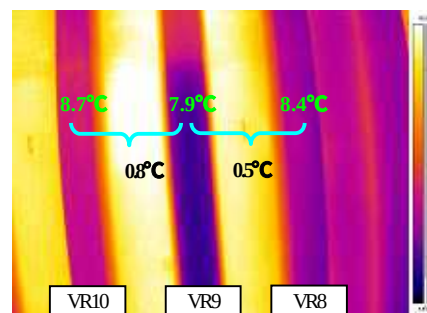


図5. VR9単体リブにおける滞水（昼間、曇り、最高気温62℃）



図6. 舗装面上からの撮像による可視画像（左）及び熱赤外線画像（右）
※VR9単体リブの舗装面からの滞水推定箇所（右図）は滞水実験箇所

表1 Uリブ単体VR8～VR10の縁辺部温度分布

Uリブ単体	温度 (°C)			測点数
	最低	最高	平均	
VR8	142	158	150	650
VR9	135	148	142	681
VR10	140	153	148	669

参考文献

- 1) 木内ら，鋼床版の簡易検査手法（非破壊検査の適用性），土木学会第 61 回年次学術講演会概要集，2006．
- 2) 紺野ら，鋼床版Uリブき裂調査への赤外線カメラ利用環境の検討，土木学会第 63 回年次学術講演会概要集，2008．