

赤外線熱画像を活用したポットホールの事前検知に向けた取り組み

(株)ネクスコ東日本エンジニアリング 正会員 ○大庭 健太郎
 東日本高速道路(株) 岡田 健汰
 (株)ネクスコ東日本エンジニアリング 仲谷 国雄

1. はじめに

ポットホールとは、舗装表面に生じる直径0.1～1m程度の穴であり(写真1)、高速道路上で発生した場合、走行安全性を阻害し重大事故に繋がる危険性がある。しかしながら、ポットホールが発生する前に検知する手法は確立されておらず、発生後に緊急対応しているのが現状である。そこで、東日本高速道路(株)三郷管理事務所では、赤外線熱画像よりポットホールを事前に検知する目安となる温度差に関する知見を得たので、ここに報告する。



写真1. ポットホール発生状況

2. 赤外線熱画像の特徴

赤外線熱画像(以下、熱画像という)は、物体から放射される赤外線放射エネルギーを赤外線サーモグラフィ装置で撮影し、温度分布に換算して可視化した画像である。物体の表面温度は、物質の熱伝導率によって変化するため、舗装体内にはく離や空隙、滞水が存在する場合、熱画像では健全部(中温)と比較して局所的な温度差(高温または低温)となって現れる(図1)。

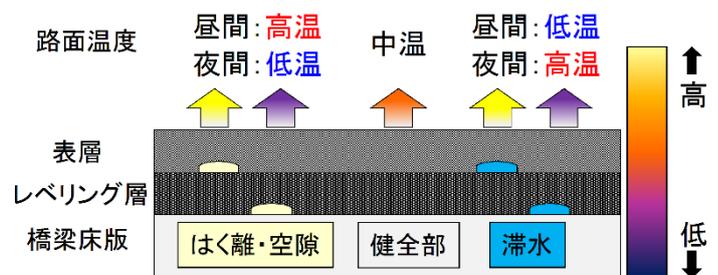


図1. 内部変状による路面温度の一般的な変化

3. ポットホールと局所的な温度差の関連性

ポットホールの発生原因は、ひび割れなど舗装表面から進行するものと、橋梁床版の劣化や層間はく離、舗装体内の滞水など舗装内部から進行するものに大別されるが、多くの場合は「水」の存在が影響しているものと考えられる¹⁾²⁾。「水」が存在するのであれば、理論上は上述のとおり、熱画像上の健全部との温度差より検知が可能であるため、ポットホールと局所的な温度差の関連性を検証することとした。

4. 検証方法

供用中の高速道路において、走行式赤外線熱計測技術³⁾を用いて舗装路面の熱画像を撮影し、撮影後にポットホールが発生した箇所の情報より、ポットホールが発生する前の健全部と変状部の温度差を確認する方法で行った。なお、温度差を確認するのに適した撮影時期・時間帯も検証するため、温度差が顕著に生じると想定される夏季(8月)と冬季(12月)の昼間(10時～15時)と夜間(22時～3時)の4回に分けて撮影を実施した。

5. 検証結果

撮影後にポットホールが発生した箇所の諸情報を表1にまとめ、特筆すべき事項を下記に述べる。

キーワード 赤外線熱画像 ポットホール 路面温度

連絡先 〒116-0014 東京都荒川区東日暮里5-7-18 (株)ネクスコ東日本エンジニアリング TEL 03-3805-7928

- ・ポットホールが発生した 11 箇所のうち，昼間の熱画像では 9 箇所が健全部と比較して温度が低く，そのうちの 8 箇所では可視画像よりひび割れを確認した．
- ・No.2(図 2)は，健全部と比較して温度が高かった．要因として，撮影時点で既に小さなポットホールが発生しており，舗装表面の空洞放射効果により局所的に高温を示したものと推測する．高速走行する巡回車から目視で行う日常点検で微小なポットホールを発見することは難しいが，熱画像では容易に異常を検知できた．
- ・可視画像において，ひび割れは確認できたが噴出物が確認できなかった No.10(図 3)などは，日常点検で異常と判断することは難しいが，熱画像では明確な温度差が確認でき，容易に異常を検知できた．
- ・夜間の熱画像からも温度差は確認できたが，昼間の熱画像の方が顕著に表れる傾向にあった．
- ・夏季・冬季ともに，昼間の熱画像では 0.4℃以上の温度差が生じていた．

表 1 ポットホール発生箇所と健全部の温度差

No.	健全部との温度差		撮影時の路面状況	
	昼間	夜間		
夏 季	1	-1.7℃	-0.5℃	ひび割れ+噴出物
	2	6.5℃	-0.6℃	既にポットホール化
	3	-1.9℃	-0.4℃	ひび割れ+噴出物
	4	-0.8℃	-0.6℃	ひび割れ+噴出物
	5	-0.4℃	無し	ひび割れ
	6	無し	無し	ひび割れ
冬 季	7	-1.1℃	0.4℃	オイル漏れの跡
	8	-0.6℃	-0.6℃	ひび割れ
	9	-0.4℃	無し	ひび割れ
	10	-1.7℃	-0.2℃	ひび割れ
	11	-0.4℃	-0.2℃	ひび割れ、補修箇所(再ポットホール化)



図 2. No. 2 の可視画像および熱画像

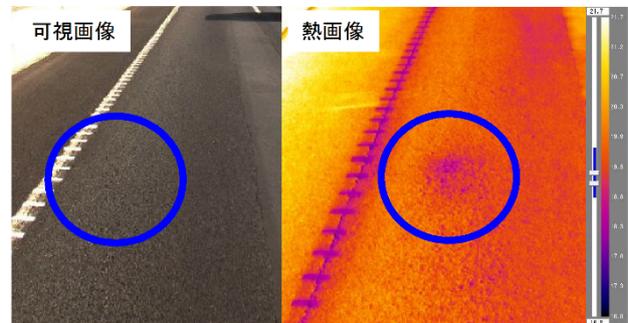


図 3. No. 10 の可視画像および熱画像

6. 結論および今後の展望

今回の検証より得られた知見は以下のとおりである．

- ・健全部との温度差を捉えるには昼間の撮影が適しており，撮影時期の違いによる影響は小さい．
 - ・健全部と比較して温度が低く，ひび割れが発生している箇所がポットホールへ進行する確率が高い．
- すなわち，昼間に撮影した熱画像より，健全部と比較して 0.4℃以上温度が低いひび割れ箇所を抽出することで，ポットホールを事前に検知することが可能となる．

今後は，解析の効率化と精度の向上が課題である．前者について，赤外線自動熱解析診断システム⁴⁾の開発により，大幅な時間短縮が期待される⁵⁾．後者について，0.4℃が適正な温度差の閾値であるかの検証を行うとともに，局所的に温度が低いひび割れが生じていない箇所や，はく離や空隙が疑われる局所的に温度が高い箇所などについても着目し，ポットホールと局所的な温度差の関連性を追究することが肝要である．

参考文献

- 1) 鎌田ら．水浸ホイールトラッキング実験による橋面舗装でのポットホールの発生とその要因，舗装工学論文集，土木学会，No.6，pp.196-201，2001．
- 2) 公益社団法人 日本道路協会．舗装点検必携，平成 29 年 4 月
- 3) 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 回年次学術講演会講演概要集，VI-340，2009． 9
- 4) 内間ら．赤外線自動熱解析診断システム，土木学会第 74 回年次学術講演会講演概要集，2019 投稿中
- 5) 宮島ら．赤外線自動熱解析診断システムを活用した効率的な路面調査，土木学会第 74 回年次学術講演会講演概要集，2019 投稿中