

アスファルト舗装におけるポットホールの子兆検出方法に関する実験報告 その3 赤外線サーモグラフィ法による検知結果

立命館大学 学生会員 佐々木 優一
立命館大学 フェロー会員 建山 和由
立命館大学 学生会員 ○松崎 友哉
立命館大学 正会員 横山 隆明
大林道路株式会社 正会員 光谷 修平

1. はじめに

アスファルト舗装は交通荷重や温度変化、アスファルト内部に水が浸透することにより劣化を引き起こす。その中でも舗装表面が剥離を起こして発生するポットホールは、交通車両の走行安全性が損なわれかねない問題であり早期に発見し、補修を行う必要がある。

本稿では、ポットホールの発生前段階であるアスファルト舗装下の損傷を模擬して作成された試験ヤード（詳細は「その1」で説明）を使用し、舗装表面の温度分布計測による損傷検出の可能性について検討を行った。損傷検出には、赤外線サーモグラフィカメラのFLIR C2、解析ソフトにはFLIR Toolsを使用し、アスファルト舗装表面を撮影し、損傷により生じる温度分布の違いを確認した。

2. 温度分布計測の有効性について

「その1」で記した試験ヤードにおいて秋季実験を行い、アスファルト舗装表面を赤外線サーモグラフィカメラで撮影を行ったところ、周囲と温度分布が異なる箇所が検出された(図1)。この箇所は、人為的に作成した損傷部の位置と一致し、かつ、同時期に行った地中レーダー解析結果や、打音による音の違いと一致したことから、基本的にアスファルト舗装内部の損傷検出に温度分布計測が有効であると判断した。これはアスファルト舗装下に損傷がある部分では、熱伝導率に差が生じ、太陽光によりアスファルト表面に加わった熱が下の層に伝わり難い現象が起こり、アスファルト表層部に熱が蓄積され、温度分布に違いが発生したと考えられる。

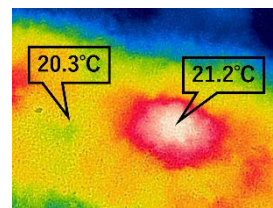


図1 損傷確認地点

3. 実験概要と結果

試験ヤードでは、様々な損傷を人為的に配置した上にアスファルト表層を施工している。実験では、損傷の大きさや種類、計測する季節と時間帯、日射陰、ならびに交通荷重による損傷部の変形が検出精度に及ぼす影響について調査を行った。

3.1 損傷の大きさによる違い

図2, 3にそれぞれφ15 cmと30 cmの損傷部を冬季の日中(12:30)にサーモグラフィ画像を計測した結果を示す。損傷が大きい30 cmの方がアスファルト舗装表面の温度が高くなり、周辺部分との温度の違いが顕著に表れることが分かる。この原因としては、損傷があると舗装表面の熱が下部に伝わり難く、表層に熱が蓄積されて温度分布の違う箇所ができ易いが、傷部分の面積が小さいと、その周辺から下部に熱が伝わるため、表面部分に温度が違う箇所ができ難いためと考えられる。

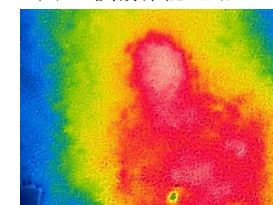


図2 φ15 cm中央部分
(冬季・12:30)

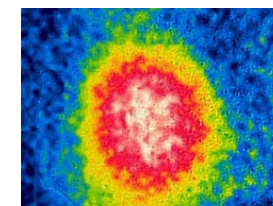


図3 φ30 cm中央部分
(冬季・12:30)

3.2 季節による違い

季節により、太陽光(熱)に起因する日射強度が異なるため、損傷が検知しやすい時期があると考え、秋季(2020/11/05)と冬季(2021/02/25)において同じ損傷部のサーモグラフィ画像を比較した。図3に冬季の結果を、図4に秋季の結果を表す。これらの結果より、温度が高くなる箇所の範囲は同程度であるが、高温部(白色)の範囲は秋季の方が広いことが分かり、日射強度が強い方が温度の差が現れやすいと考えられる。

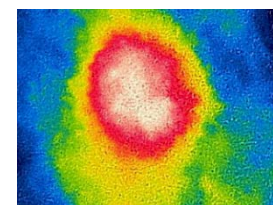


図4 φ30 cm中央部分
(秋季・13:00)

前年度、供試体を使用して行った研究では、夏季において大きな温度分布の変化が見受けられたため、夏季に近づくほど温度分布に差が出る可能性が高いと考えられる。

キーワード 温度分布計測, 赤外線サーモグラフィ, アスファルト舗装, 剥離模擬, 層間剥離, ポットホール
連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東1丁目1-1 立命館大学びわこ・くさつキャンパス TEL 077-561-2617

3.3 時間帯による違い

1日のうちで損傷が検出しやすい時間帯を調査した。日中は日射強度が強くなるにつれて、損傷が大きい地点では徐々に温度差が生じ、温度分布が健全部よりも高くなることが分かった。朝方の時間帯(図5, 6)では、図2, 3の日中の結果とは逆に損傷部分が健全部分よりも温度が低くなる分布が確認できた。また、損傷が大きい程、温度分布に差が生じていることが分かる。このことから、朝方の日射光が照る前の時間帯においては、温度分布の低い地点を検出することで、温度分布計測を行うことも可能であると考えられる。

4. 課題点

本研究を行う中で温度分布計測による損傷検出は可能であるが、以下に示す条件では、損傷部分特有の温度分布の違いが確認できなかった。そのため、温度分布計測を実際の道路舗装において実施するためには、以下のパラメーターとの関係性を明確にする必要がある。

4.1 影による影響

温度分布が異なり舗装下に損傷が確認できた地点において、損傷による温度変化の値よりも影による温度変化の値が大きいことで、損傷部分の特有の温度変化が出ていない時間帯があった(図7)。その後日射光が当たるにつれて、損傷部分に起こる温度分布の特徴を確認するができた(図8, 9)。

実際の道路舗装では、街灯や防音壁などにより日中影ができる場所があるため、アスファルト舗装全体を温度分布計測によって損傷検知を行うためには、影による影響を考慮した知見が必要になる。

4.2 交通荷重による影響

交通荷重が加わる車輪通過部分では、損傷による温度分布の変化が確認できなかった(図10)。この原因としては、損傷を模擬して作成された損傷部材が、交通荷重が加わる際に締め固まり、アスファルト同士が密に接することで、損傷を模擬した材質との熱伝導率の違いが出難い状態に陥った可能性があると考えられる。

温度分布計測においては、損傷部分と健全部分の熱伝導率の違いによって損傷検知を行うため、密に締め固まっている状態であると発見が難しい可能性がある。

5. おわりに

本研究では、実際の道路舗装を模擬して作成された試験ヤードにおいて、模擬欠陥を作成し、温度分布計測による損傷の検出方法について検討を行った。結果として、アスファルト表面に生じる温度分布の違いから損傷位置の検出が行えることや、損傷が大きい程、温度分布の違いが大きく出ることが確認できた。

今後は、熱解析シミュレーションを用いて本実験で得られた温度分布計測方法の正当性を検討するとともに、課題点である影の影響や交通荷重による影響について検討を重ね、実際のアスファルト舗装において温度分布計測による損傷検出が行えるよう研究を進めていく予定である。

参考文献

1) 赤外線カメラによるポットホール発生危険部位の診断技術に関する基礎検討/平成28年度 国土交通省国土技術研究会/丸山他

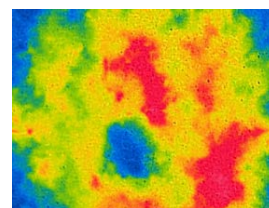


図5 $\phi 15$ cm中央部分
(冬季・6:30)

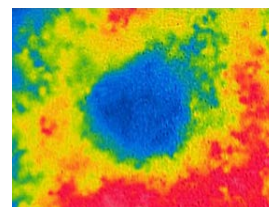


図6 $\phi 30$ cm中央部分
(冬季・6:30)

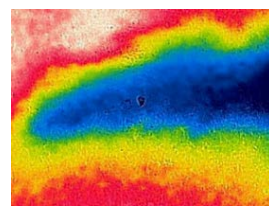


図7 $\phi 30$ cm中央部分
(冬季・9:45)

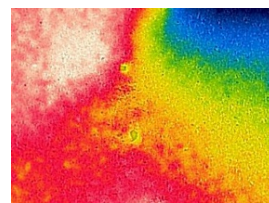


図8 $\phi 30$ cm中央部分
(冬季・10:15)

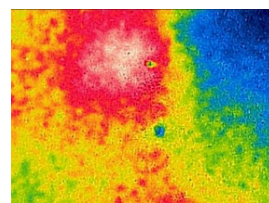


図9 $\phi 30$ cm中央部分
(冬季・10:45)

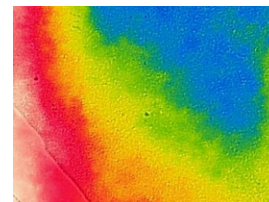


図10 $\phi 30$ cm車輪部分
(冬季・12:40)