

赤外線サーモグラフィ法によるアスファルト舗装内の剥離検出に関する基礎研究

芝浦工業大学 学生会員 ○櫻木 裕隆
 芝浦工業大学 正会員 勝木 太
 芝浦工業大学 F 会員 魚本 健人

1. 背景と目的

近年アスファルト舗装の層間剥離診断の手法として赤外線サーモグラフィが試験的に用いられている。しかし、それらはコンクリートの劣化診断の経験測から成り立ったものでありアスファルト舗装に対して用いるには基礎研究の部分が不十分である。

そこで本研究では、剥離を模擬した供試体を赤外線カメラにより撮影して得られた熱画像の信頼性を解析により検証することを目的とする。

特に本研究では、外部から与えられる熱エネルギーの影響を日射計、放射収支計、温度計を用いて計測し、それらのデータを解析ソフトに入力、供試体の解析を行なった。そこで得られた結果と実際に撮影したサーモグラフィカメラの映像、供試体内部に埋設した熱電対の測定結果を比較し、外部からの影響による供試体内部や表面の温度変化を検討し、解析における内部温度分布の評価を試みた。

2. 実験概要

2-1 供試体概要

アスファルト舗装された床版を模擬した 100cm×100cm×30 cm の供試体を作成した。供試体は、まず鋼製型枠内に 20cm の厚さのコンクリートを打設し、コンクリート硬化後、厚さ 5cm のアスファルト（常温合材）を 2 層転圧して舗装した。なお剥離部は、アスファルトの層間に厚さ 2mm×幅 20cm の高発泡ポリエチレンシートを供試体中央に敷設して模擬した。また、供試体側面の熱の移動を避けるために、供試体側面を厚さ 10cm の発泡スチロールで囲んだ。

2-2 熱電対の配置

図-1 に供試体内部に設置した熱電対の配置状況を示すが、底面から 0cm、10cm、20cm、22.5cm、25cm、27.5cm の地点に熱電対を埋設した。なお熱電対のデータは温度解析時に初期温度としても使用した。

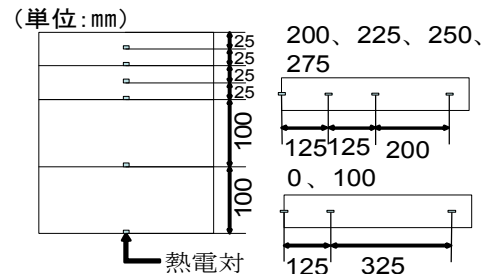


図1 熱電対設置図

2-3 赤外線撮影

供試体を出来るだけ日射を多く受けることの出来る場所(江東区豊洲芝浦工業大学敷地内)に置き、日中の日射、気温、赤外線放射の変化による表面温度の変化を撮影した。同時に日射量、赤外線放射量、気温を計測した(図-2 参照)。計測は H19 年 1 月 10 日の AM7:00 から翌日の AM7:00 まで行った。



図-2 測定風景

2-4 解析について

日射によるアスファルトの熱吸収を考慮するため、式①によって求まる等価外気温を用いて 2 次元 FEM 熱伝導解析を行った。

$$T_e = T_o + A_{su} \cdot J / a_0 \dots \text{式①}$$

ここで、 T_e : 等価外気温 (°C)、 T_o : 外気温 (°C)、 A_{su} : 表面の日射吸収率、 J : 日射量 (W/m²)、 a_0 : 熱伝達率 (W/m²°C)

キーワード：非破壊検査 アスファルト舗装 剥離 赤外線法 維持管理

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 TEL 03-5859-7000 E-mail: h04036@sic.shibaura-it.ac.jp

3. 結果と考察

3.1 アスファルト表面温度の履歴

図-3 に赤外線カメラで計測した剥離部中心および健全部のアスファルト表面の温度履歴を示す。両者の温度履歴には差が生じており、これまでの研究同様、赤外線カメラによって舗装剥離部を検出できることがわかる。

そこで、剥離部中心の温度履歴が解析で評価できるか検証することにする。なお解析では、等価外気温を使用するが、アスファルトの日射吸収率 (A_{su}) を 0.85、流体 (空気) と固体間 (アスファルト) の熱移動を表わす熱伝達率 (a_0) を 30 として評価した。図-4 に解析結果と実測の温度履歴を示すが、両者の履歴はほぼ一致する結果となった。なお最高温度計測付近や表面温度の降下過程で誤差が多少出ているが、これは今回の等価外気温の計算で使った空気と個体間の熱伝達率を $30\text{W/m}^2\text{C}$ で一定として扱ったためと考えられる。この熱伝達率は、風の影響で変化することから、今後計測時の風速を計測し、適切な熱伝達率を用いて等価外気温を設定する必要がある。

3.2 アスファルト内部の温度履歴

一例として、剥離部を介して上下に設置した熱電対の実測値と解析値の履歴を図-5 に示す (剥離部上=表層より 2.5cm の深さ位置、剥離部下=表層より 7.5cm の深さ位置)。図-5 より、日中は剥離部上層部の温度が高く、外気温の低下に伴い剥離部下層の温度が高くなる結果となった。これは剥離部によって剥離部下層の熱移動が拘束されたためであり、計測結果および解析結果は妥当なものと判断する。また、各位置の実測値と解析値の温度履歴はほぼ一致するものの、最高温度付近や表面温度の降下過程で誤差が多少出ている。これは、使用したアスファルトの熱伝導率の影響により生じたものと考えられる。本来ならば舗装に使用した常温合材の熱伝導率を試験により評価したものを解析で用いる必要があるが、今回は一般的なアスファルト舗装材の熱伝導率を使用した。

4. まとめ

本研究では、アスファルト表面の温度上昇に与える日射量の影響が大きいことから、熱伝導解析では等価外気温を使用することが望ましいことが分かった。また、

ほぼ解析で剥離部を有するアスファルト舗装表面の温度履歴を評価できることから、剥離部の存在有無や深さ位置を計測される表面温度から逆解析することにより明らかにできる可能性があることが分かった。

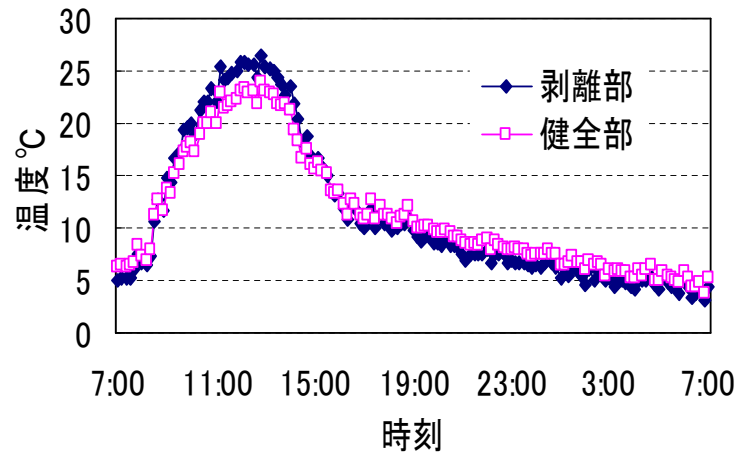


図-3 温度履歴

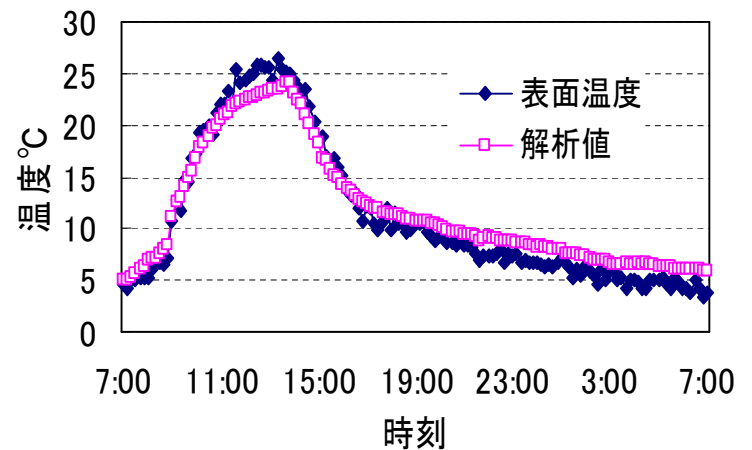


図-4 解析値と表面温度

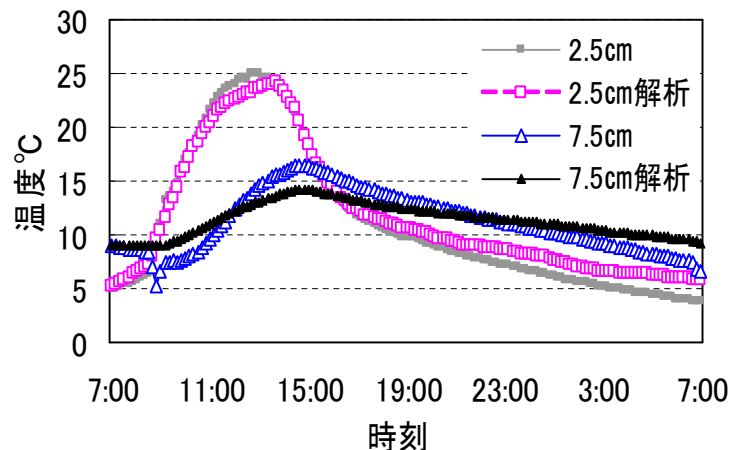


図-5 中心部位の解析値と温度変化