

サーモグラフィによるアスファルト表面温度管理の高度化について

株環境風土テクノ	正会員	○本田陽一、須田清隆
株愛亀	正会員	黒河洋吾
可児建設(株)	正会員	可児憲生
立命館大学	正会員	建山和由、横山隆明

1. 目的

アスファルト舗装工事において、舗設時の締固め時の温度管理は重要であり、適切な温度での締固めが舗装体の寿命に大きく影響を及ぼすとされている。そこで、従来の点計測による温度管理に加えてサーモグラフィカメラにより面的かつ空間的な温度管理が行われることがある。しかし、サーモグラフィカメラでは撮影したままの熱画像として温度分布を確認するにとどまり、温度データとして管理するまでにいたらないことが多い。そこで、安価かつ自動的に温度の面的分布や時系列分析などを行うことを目指した。

2. 方法

マカダムローラーにサーモグラフィを設置して表面温度の自動計測を行い、RTK-GNSS による座標情報や 9 軸のモーションセンサーの情報と組み合わせた温度管理を行った。また、定点に設置したサーモグラフィにより温度の時間変化を管理した。取得したデータは後処理によるデータ確認ばかりでなく、リアルタイムにデータを可視化してオペレータや管理者が施工現場もしくは遠隔で確認できるようにした。

3. システム構成

使用したセンサー機器は、RTK-GNSS モジュールおよびアンテナ (各 2)、サーモグラフィおよびスマートフォン内蔵型サーモグラフィカメラ、9 軸モーションセンサーである。RTK-GNSS は基地局と移動局を用意し、それぞれパソコンにより制御した。サーモグラフィおよび 9 軸モーションセンサーはマイクロコントローラー (ESP32) で制御した。各センサーデータはシリアル通信により 1 台のパソコンに集め、処理を行った。使用したサーモグラフィの画素数は 60×80 および 32×24 である。

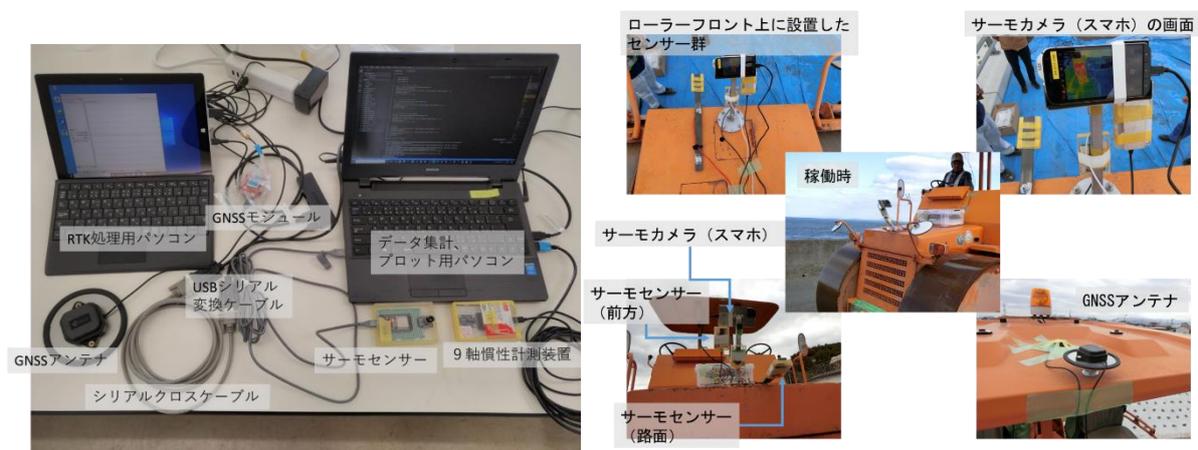


写真 1 使用機器一式 (左) およびマカダムローラーへの設置状況 (右)

4. データ処理方法および結果

(1) データの流れ

RTK-GNSS には RTK-NAVI を利用した。座標情報は一定間隔 (1 秒) の出力とした。データのオーバーフローを防ぐため、サーモグラフィおよびモーションセンサーはデータ処理用パソコンで前ステップの処理が終了したのちにデータ送信用トリガーを発信し、データを受け取る形とした。

(2) リアルタイムデータ処理

取得したデータを以下の内容についてリアルタイム処理した。図 1 に表示例を示す。

a. ローラー転圧時温度マップの表示

サーモグラフィの全画素中、もっともローラーに近い部分を計測した画素の範囲の値を平均し、転圧時温度とした。これを一定時間間隔でマップ上にプロットした。

b. 転圧回数マップの表示

施工範囲を一定サイズの格子(40cm)に区切り、転圧回数をカウントしてプロットした。転圧の判断はGNSSによるローラー座標およびモーションセンサーによるローラー輪の方向からローラー直下の格子を判定した。重複カウントを防ぐための時間閾値を設けた。

c. 熱画像の表示

サーモグラフィからの温度情報はリアルタイム熱画像として表示した。また、スマートフォン搭載型についても常時確認できるようにローラーの操作台近くに設置した。

(3)後処理

ローラーの走行経路およびその時間分布、転圧回数などを一括で管理、評価できるように可視化処理を行った。図 2 はローラーの移動経路と移動時間、転圧時の温度、転圧回数を平面座標(x y座標)と時間軸(z座標)で表した例である。ローラー移動の速度や往復移動による転圧の均一性、転圧時に十分な温度が確保されているかの確認、最終的な転圧回数などをみることができる。

(4)定点計測

道路わきに設置したサーモグラフィによるアスファルト表面温度の時間変化を図 3 に示す。フィニッシャーが到着し、切削面上にアスファルトが敷設された瞬間に高温を示し、その後はおおむね指数関数的に温度が低下する。また、マカダムローラーが転圧を行う度に温度が階段状に低下していく様子も確認することができる。なお、温度計測値がスパイク状に低下する部分は、機械や作業員が計測対称点の手前に位置したところである。

5. まとめ

サーモグラフィによりアスファルト敷設時表面温度の時間的・空間的变化について、リアルタイム可視化や時間・空間的可視化などによりとらえることができた。これまでの点管理に比較し、精細な温度管理や温度変化の要因分析、およびその温度管理への反映などが期待できると考える。

キーワード アスファルト温度管理、サーモグラフィ、RTK-GNSS

連絡先 〒165-0026 東京都中野区新井 1-1-5 (株) 環境風土テクノ TEL03-5318-9706

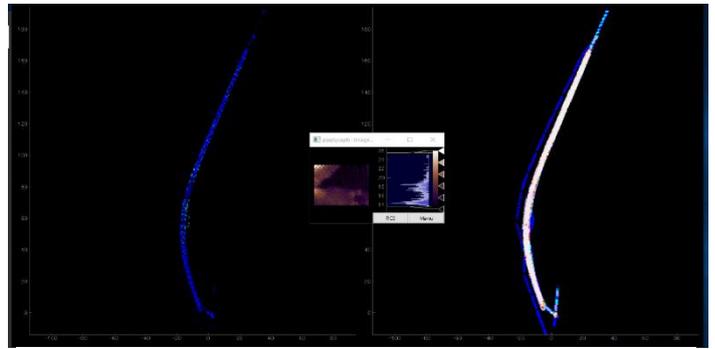


図 1 リアルタイム表示の例

左：路面温度、右：転圧回数；中央：温度画像

マカダムローラーの軌跡、転圧時温度、転圧回数

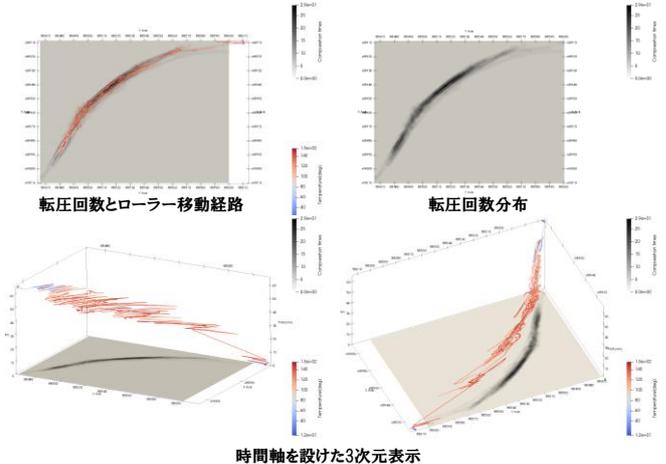


図 2 移動経路と温度および転圧回数の時間・空間マップ

固定したサーモセンサーの中心付近温度の時間変化

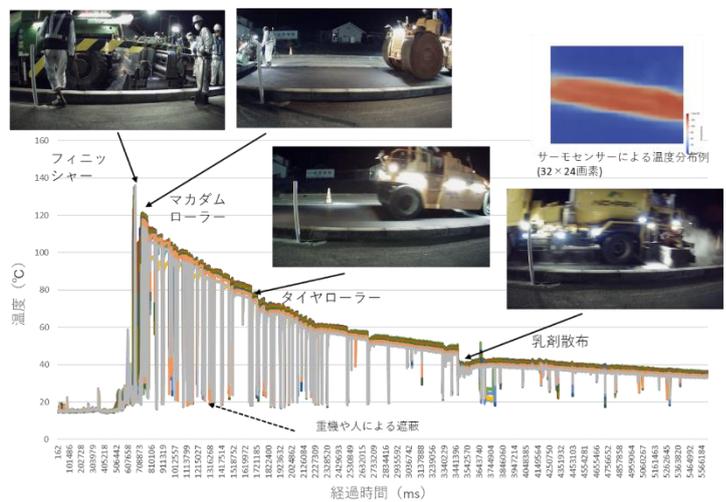


図 3 定点サーモグラフィによるアスファルト表面温度の管理