

非接触型放射温度計を用いた舗装工事における 表面温度管理の手引き（案）について

福田道路（株）技術研究所 ○清 水 忠 昭
（国研）土木研究所 寺 田 剛

1. はじめに

測定器の進歩や価格低下から、施工時の温度管理、供用時の表面温度測定などに、計測が簡便かつ迅速な非接触型の放射温度計を活用する場面が多くなっている。製造業や建築などの他分野では、非破壊調査方法として規格等が提案されているものの、舗装用の試験方法としては測定結果の適用範囲も明確になっておらず、補助的な使用にとどまっている。

そこで、筆者らは放射温度計の精度、信頼性、適用限界などを明確にすることを目的として、舗装表面温度を接触型の表面温度計および非接触型の放射温度計を用いた計測による試験法の提案と適用性の把握を行ったので、その内容について報告する。なお、本報は「つくば舗装技術交流会（TPT）」放射温度計の適用技術と測定法に関する調査検討WGで得られた知見に基づいたものである¹⁾。

2. 検討の概要

2-1 表面温度計との比較

アスファルト舗装工事の転圧時の表面温度測定を想定し、転圧直後のホイールトラッキング試験用供試体を自然冷却する過程において、放射温度計、熱電対、表面温度計の測定値を比較した。図-1は、密粒度アスファルト混合物を使い、各温度計の測定値を時間に対してプロットしたものである。高温域において表面温度計の測定値が他の測定値よりも低く表示される傾向がみられた。表面温度計は測定値が落ち着くまでに時間が掛かっており、急激に変化する温度の測定には向いていないと考えられる。

2-2 路面のテクスチャと表面温度

図-2は、図-1から放射温度計と表面温度計の測定値の差を求め、放射温度計の測定値に対してプロットしたものである。表面温度が高いほど測定値の差は大きく、ポーラスアスファルト混合物では密粒度アスファルト混合物よりもさらにその傾向が大きくなることが分かる。ここで、写真-1の熱画像から、ポーラスアスファルト混合物は表面の骨材に比べ凹部の温度が高いことが確認された。このことから、放射温度計が凹部を含むある程度の範囲（測定視野という）の平均温度を表示しているのに対し、表面温度計は凹部より低い表面の骨材の温度のみを測定しているため、計測値の差がさらに大きくなるものと考えられる。

2-3 放射温度計の優位性

各温度計の構造や測定原理を踏まえると、熱電対、表面温度計、放射温度計が計測している対象はそれぞれ、熱電対の接点の温度、接地面の金属プレートの温度、対象表面から放射される赤外線、と大きく異なっている。実際に、表面温度計は応答が遅く、他の温度計よりも低温側になる傾向に

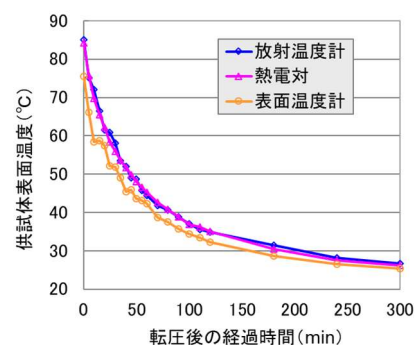


図-1 測定値の比較

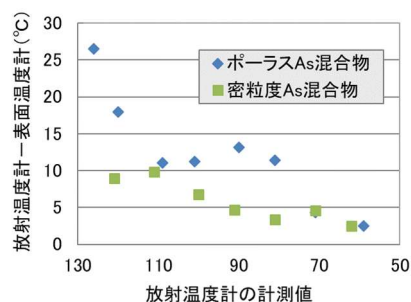


図-2 テクスチャの影響

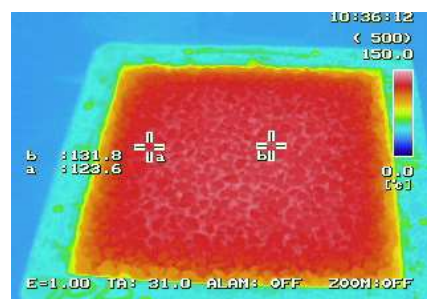


写真-1 ポーラス As の熱画像

あった。また熱電対は、埋設や貼付による定点観測には向いているが、任意の点の測定には向いていないといえる。これに対し、放射温度計は、応答速度が早いことに加え、離れて測定できることから、接触事故の危険性も低い。したがって、舗設現場において表面温度を測定する温度計として最も汎用性の高い温度計であるといえる。

3. 留意事項

本検討において確認された、放射温度計を使用する場合の留意事項を以下にまとめる。

(1) 点検・校正

放射温度計の場合も一般的な熱電対方式の温度計と同様に点検・校正が重要である。日常的な点検項目としては、誤差の要因となる電池の残量と測定窓の汚れがあげられる。校正は、黒体炉を用いた機材が必要であるため、メーカーや校正機関に依頼するのが一般的である。なお、校正では標準温度計との「器差」が得られるので、これを用いて表示温度の補正を行う。

(2) 放射率

放射温度計では、まず温度を測定する表面の材質に基づいて放射率を設定しなければならない。アスファルトの文献値は 0.9～0.98 の範囲にあり²⁾、本検討では、放射率を 0.9 と 0.98 に設定した場合の温度差が 1℃であることを確認している。放射率が 0.95 に固定された機種もあるが、アスファルトの温度測定には支障ないといえる。なお、遮熱塗料などで放射率が未知の材料については、材料メーカーに確認する、接触式温度計と同じ温度を示す放射率を確認するなどが必要である。

(3) スポット比 D/S

スポット比 D/S は、放射温度計から路面までの距離 D と温度を測定している範囲（測定視野）の直径 S との比のことである。（図-3）本検討で調査した機種のスポット比は 1～60 と様々であり、距離 D を 1m とすると直径 S は 1m～1.7cm と大きく異なる。さらに D/S が一律でない機種も存在するため、現場での使用を想定した距離 D における直径 S を把握しておくことが重要である。また、放射温度計を傾けると距離 D は同じでも長径が長くなることに注意する。30°傾けた場合の長径は S の約 1.2 倍となり、45°傾けた場合は約 1.4 倍となる。（図-4）

(4) レーザーマーカ

多くの機種には、測定視野を確認するためにレーザーマーカがついている。図-5 のように測定視野の外周を確認できるサークルレーザのほか、測定視野の上下 2 点、中心 1 点、中心から○cm 上に 1 点などの種類があるが、測定視野を容易に把握するために、サークルレーザまたは上下 2 点が望ましい。

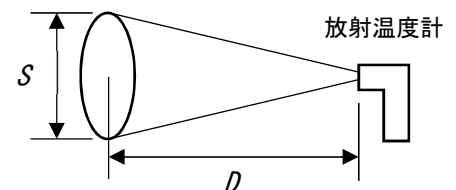


図-3 スポット比 D/S の概念

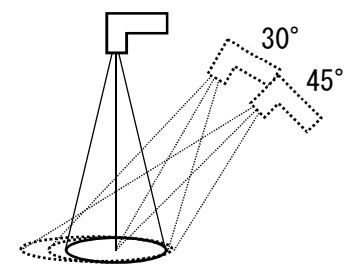


図-4 測定角度と長径の概念

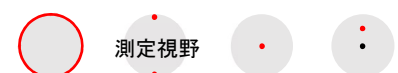


図-5 レーザーマーカの例
（左からサークル、2点、中心1点、中心上○cmに1点）

4. おわりに

本検討の結果を取りまとめた「非接触型放射温度計を用いた舗装工事における表面温度管理の手引き（案）」³⁾を作成した。「つくば舗装技術交流会（TPT）」の専用ウェブサイトにて公開しているので、舗装工事における表面温度管理に活用頂ければ幸いである。

【参考文献】

- 1) つくば舗装技術交流会，放射温度計の適用技術と測定法に関する調査検討，TPT Report No. 16, pp. 50～75, 2019.3
- 2) 真鍋 隆，赤外線技術 第9号，pp. 68～82, 1984 など
- 3) つくば舗装技術交流会，非接触型放射温度計を用いた舗装工事における表面温度管理の手引き（案），2019（最終閲覧日：2019年6月21日）<http://www.pwrc.or.jp/tpt/siryoujitu/index.html>