

アスファルト舗装の赤外線放射温度計を用いる温度管理

中日本高速道路（株）名古屋支社	正会員	○阿部 徳男
中日本高速道路（株）名古屋支社		山本 将
中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋（株）名古屋支店		佐藤 博亮

1. はじめに

アスファルト舗装の施工現場における温度管理は、輻輳(ふくそう)する施工機械との接触事故等、多くの危険が伴う行為を余儀なくされている。また、温度管理には従来挿入型温度計が用いられているが、測定に時間を要することや点としての管理となることから混合物全体の温度を把握できないことなどの課題がある。

そこで、測定時間が短く効率的で、離れた場所から安全で広範囲に温度測定できる赤外線放射温度計（以下、「放射温度計」という）を用いた温度管理手法の確立を目指し、室内試験と現地試験施工により検証した。アスファルト舗装内部温度と表面温度との温度差の計測では、アスファルト混合物種別ごとに異なった現地条件を設定して、各データを重回帰分析を行うことにより、重回帰式を導いた。条件設定では、挿入型温度計と放射温度計とのより高い相関性を確認するため、「土工部・橋梁部」の道路構造の相違、「日なた・日陰」、「気温」および「風速」の相違などを考慮して、合理的で精度の高い温度管理用の回帰式を提案した。

2. 現地検証の結果

(1) 挿入型温度計と放射温度計との相関

室内試験での外気温と風速を考慮した試験結果およびアスファルト舗装の現地試験施工での敷均し・転圧時の測定結果を用いて重回帰分析を行い、挿入型温度計（内部温度）と放射温度計（表面温度）との間に、以下の重回帰式を導いた。表層（高機能舗装Ⅰ型）および基層とも強い相関性を確認した。

① 表層（高機能舗装Ⅰ型）の重回帰式

$$\text{内部温度} = 12.65473 + 0.991083 \times \text{表面温度} - 0.20751 \times \text{気温} + 2.17425 \times \text{風速} \quad [R=0.996]$$

② 基層の重回帰式

$$\text{内部温度} = 11.06782 + 1.103598 \times \text{表面温度} - 0.33639 \times \text{気温} + 0.92078 \times \text{風速} \quad [R=0.991]$$

(2) 施工条件ごとの検証結果

挿入型温度計と放射温度計との相関性に外的要因が与える影響を検証するため、図1に示すような検証条件を設定した。比較検証の結果、表層（高機能舗装Ⅰ型）については、「日向・日陰」、「土工部・橋」と判断した。しかし、「風速」の相違については、相関図を区分すべきと判断した。

この結果に基づき、風速を2区分し重回帰分析を行った結果、**図2**に示す高い相関性を持った表層（高機能舗装Ⅰ型）の放射温度計と挿入型温度計（回帰式）の相関図（回帰式）が得られた。この相関図を用いることにより、施工現場での放射温度計による温度管理が可能となった。

また、基層については、高機能舗装Ⅰ型と異なり、各項目とも相関性に与える影響が少ないと判断され、一つの相関図（回帰式）での温度管理が可能と判断した。

なお、図2には、敷均し～仕上げ転圧の温度管理範囲を矢印で示しているが、これは、試験舗装等で温度管理の基準値を設定した場合、放射温度計ではどの程度の温度範囲で管理することになるのかを仮に示したものである。

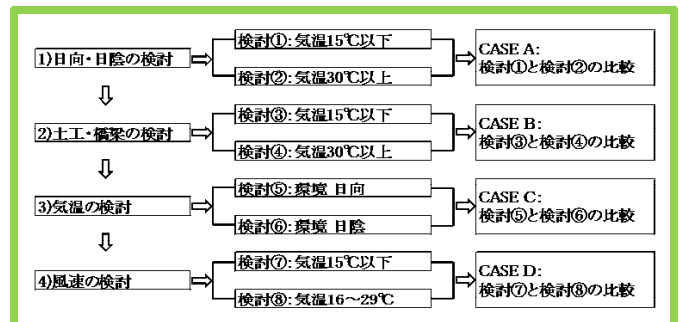


図1 検証条件

キーワード：放射温度計、温度管理、重回帰分析、相関図

連絡先：中日本高速道路（株）名古屋支社 〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦2-18-19 TEL 052-222-3724

3. 試行運用

以上の結果に基づき、技術資料「アスファルト舗装の放射温度計による温度管理について（平成25年9月）」を定めて、平成25年9月30日よりNEXCO中日本名古屋支社管内において、試行運用を開始している。

現在建設中である舞鶴若狭自動車道の舗装工事での試験舗装（基層）における計測データを、表1に示す。ここでは、初期転圧時に表面温

度（放射温度計）と内部温度（挿入型温度計）を測定しているが、いずれも管理図の範囲内で管理されている。また、現場切取供試体の締固め度も基準値を満足しており、良好な施工結果が得られている。

引き続き、現場施工での温度管理手法の検証を行うとともに、安全性や計測可能範囲の確認を行っているところである。

4. 砕石マスチックアスファルト舗装での検証状況

温度管理手法の検証を行った舗装種別は、表層（高機能舗装Ⅰ型）と基層（密粒度舗装）であるが、これらの他に標準的に使用されている砕石マスチックアスファルト舗装（以下、「SMA」という）と表層（高機能舗装Ⅱ型）でも、引き続き現地試験を行い検証を進めている。現時点におけるSMAでの測定結果に基づく挿入型温度計（内部温度）と放射温度計（表面温度）の関係は、図3に示すとおりである。決定係数0.9125と高い相関性が得られており、SMAの施工でも放射温度計による温度管理の可能性が高いものと推定される。

5. おわりに

放射温度計による非接触の温度管理については、従来より導入の声が多くあり、安全性、効率性の面からも、利点が多いと考えられていた。しかしながら、内部温度と表面温度の客観的な相関性の検証が不十分であった。今回、700ヶ所を超える実測データを基に比較分析することで、高い相関性を示す相関図を得ることができ、アスファルト舗装（表層（高機能舗装Ⅰ型）および基層）の施工現場における放射温度計を用いる温度管理手法を確立することができた。また、試行運用でも良好な結果が得られている。

今後は、平成25年度から検証を開始したSMAおよび表層（高機能舗装Ⅱ型）での運用、また実施工に基づく改善等を考慮し、さらなる運用の充実を図りたいと考えている。

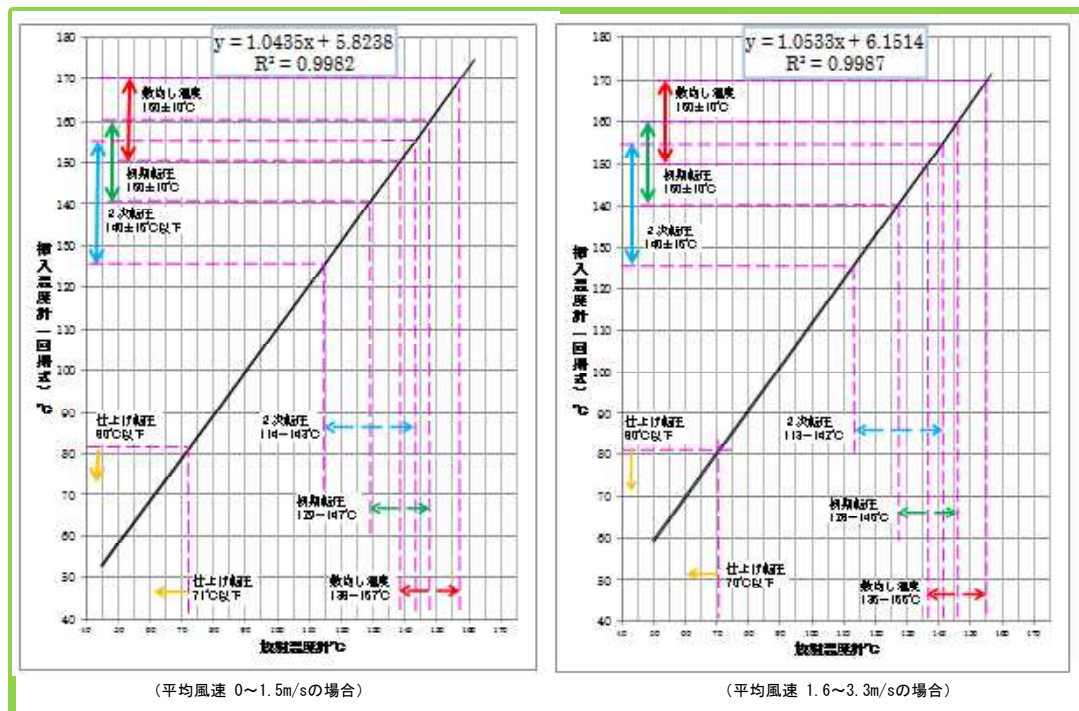


図2 放射温度計と挿入型温度計（回帰式）の相関図（回帰式）を用いた温度管理図の例
表層（高機能舗装Ⅰ型）

表1 試験舗装計測データ

計測項目			基準値	実測値
初期転圧 温度	放射温度計	℃	134±10	138~143
	挿入型温度計	℃	155±10	148~156
マーシャル 試験結果	安定度	kN	6.0以上	16.22~17.49
	フロー値	1/100cm	15~40	35~37
現場切取 供試体	密度	g/cm³	2.427*以上	2.477~2.516
	締固め度	%	96%以上	98.0~99.5

* 2.528(基準密度)×0.96

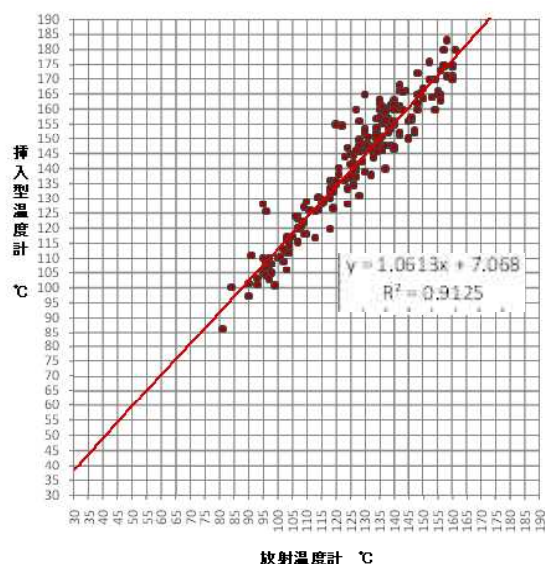


図3 SMAでの現地測定結果に基づく相関図