

アスファルト舗装の放射温度計を用いた温度管理手法の検証

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株) 正会員 ○河本盛寛
 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株) 高木直人
 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株) 野呂直史

1. はじめに

現在、アスファルト舗装の施工現場における温度管理は、輻輳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、温度管理には従来から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舗設面広範囲の温度を短時間で測定・把握できないことが課題の1つとして考えられる。

そこで、表-1に示すとおり、測定時間が短く効率的であり、施工箇所から離れた場所で安全かつ広範囲に温度測定が可能な赤外線放射温度計（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、各現場でデータ収集し相関性の検証を行った。なお、この検証では、挿入型温度計と放射温度計とのより高い相関性を得るため、「日向・日陰」の相違、また「気温」、「風速」、「湿度」の相違など各種条件を設定し、合理的で精度の高い施工管理用の相関式を提案した。

表-1 挿入型温度計と放射温度計の比較表

項目	現行手法	検討手法
温度計	挿入温度計	放射温度計
測定範囲	1点での測定	複数点での面的測定
測定時間	1~2分/箇所	1~2秒/箇所
計測写真		
現場での管理状況		

2. 検証の概要

2-1 対象アスファルト混合物と検証条件の項目

対象としたアスファルト混合物は、高速道路の橋梁レベリング層用混合物（以下、FB13 という）とし、5施工現場から約 350 箇所の表面温度および内部温度データ（敷均し～仕上げ転圧）をそれぞれ収集した。

なお、各検証において、データ数が十分に確保されている項目を抽出し、図-1 に示す検討①～⑩に分類した上で、ケース A～D により総合的な評価を行い、相関性に与える影響の有無を判断した。また検証区分は、気温：15℃以下・16℃～29℃・30℃以上の3区分、風速：平均風速 0～1.5m/s・1.6～3.3m/s・3.4m/s以上の3区分、湿度：0～39%・40～70%の2区分とした。

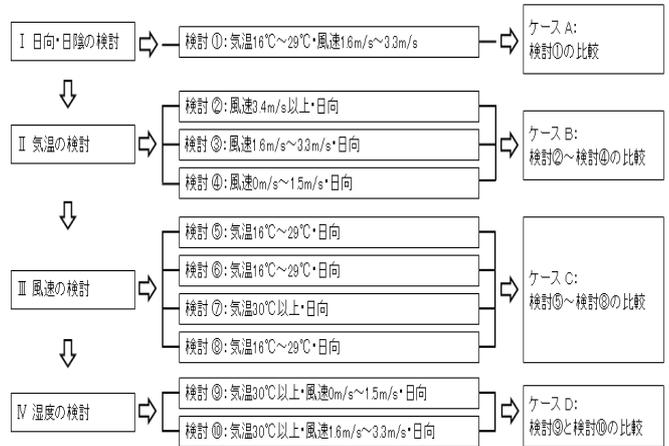


図-1 検証条件のフロー図

2-2 比較検証における評価すべき温度範囲の設定

評価すべき温度範囲の設定については、挿入型温度計での温度管理の基準から、上限側を標準的な敷均し温度の上限値である 170℃とし、下限値は挿入型温度計でアスファルト混合物内部に挿入困難となる 100℃に設定した。また、この温度を測定データの相関式から放射温度計での測定温度に換算すると、おおよそ 90℃～160℃に設定されるため、各検証項目ではそれぞれ設定した温度範囲内で相関性を評価した。なお、比較検証する評価温度は、施工における温度管理基準を考慮し、10℃単位での温度差により比較した。

キーワード：挿入型温度計 放射温度計 相関式 重回帰分析式 温度管理図

連絡先：名古屋市名東区姫若町 57 NEXCO 中日本 名古屋支社 品質管理試験棟 TEL 052-703-2180

2-3 比較検証における相関性を判断すべき温度差の設定

施工管理要領のアスファルトプラント検査試験における温度計検査は、「標準温度計とのずれは±5℃以内」の場合に合格となる基準がある。その基準を準用し、検討評価の基準温度を±5℃に設定した。

検討評価は、各検討項目において温度差を確認し、各測点における挿入型温度計と放射温度計の温度差が 5℃以下の場合には「差なし」、5℃より大きい場合は「差あり」と評価した。表-2 に日向・日陰の比較検証例を示す。

表-2 日向・日陰の比較検証例

検討項目	放射温度計 (℃)	挿入型温度計 (℃)	放射・挿入温度差 (℃)	日向・日陰の差 (℃)	検討評価
日向	90	105	15	-4	差なし
日陰	109	109	19		
日向	100	114	14	-4	差なし
日陰		118	18		
日向	110	123	13	-3	差なし
日陰		126	16		
日向	120	132	12	-2	差なし
日陰		134	14		
日向	130	142	12	-1	差なし
日陰		143	13		
日向	140	151	11	0	差なし
日陰		151	11		
日向	150	160	10	0	差なし
日陰		160	10		
日向	160	169	9	1	差なし
日陰		168	8		

3. 比較検証の結果

比較検証の結果、表-3 に示すとおりケースCにおける検討⑤の一部に「差あり」が生じているが「日向・日陰」、「気温」、「風速」、「湿度」の相違による相関性に与える影響がほとんどないと判断した。

以上より、FB13 での敷均し～仕上げ転圧（放射温度計 90℃～160℃程度の範囲）の施工では、検討区分の「日向・日陰」・「気温」・「風速」・「湿度」の相違による挿入温度計と放射温度計の相関性に与える影響は少なく、区分する必要はないと考える。

そこで、前項の結果に基づき挿入型温度計、放射温度計、気温、風速、湿度の各データを用いて重回帰分析した結果、以下の回帰式が得られた。また、決定係数 R² は 0.9 を上回っており、あてはまりの良さを示す尺度としては問題のない結果と言える。

$$\langle \text{挿入型温度計} = 10.911 + 0.990 \times \text{放射温度計} + 0.062 \times \text{気温} - 0.088 \times \text{風速} - 0.019 \times \text{湿度} \rangle$$

表-3 比較検証の結果

比較検討	検討区分	検討評価の判定					検討区分	検討評価の判定							
		80	100	110	130	140		150	160	80	100	110	130	140	150
ケースA 日向・日陰	気温	16℃～23℃													
	風速	1.5m/s～3.2m/s	差なし												
ケースB 気温	気温	16℃以下・16℃～23℃													
	風速	3.4m/s以上	差なし												
	湿度	16℃～23℃・30℃以上													
	風速	0m/s～1.5m/s	差なし												
ケースC 風速	気温	16℃～23℃													
	風速	0m/s～1.5m/s・1.6m/s～3.2m/s	差あり	×											
	湿度	16℃～23℃													
	風速	0m/s～1.5m/s・1.6m/s～3.2m/s	差なし												
ケースD 湿度	気温	20℃以上													
	風速	0m/s～1.5m/s	差なし												
	湿度	30℃以上													
	湿度	30℃～38℃・40℃～70%													

4. まとめ

放射温度計による非接触の温度管理は挿入型温度計と比較すると、施工機械に対して近接することなく安全な箇所での測定が可能であり、また、1 測点の測定時間も短縮され広範囲に測定が可能である。このような利点を踏まえ従来から導入に対する声が多くあった。したがって、放射温度計による温度管理が運用されることで施工機械との接触事故もなくなり、広範囲かつ短時間での測定が可能となるため、より一層確実な現場管理が可能であると言える。

なお、今回の検証結果から得られた高い相関性を示す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を実施するにあたっては、重回帰分析式より作成した温度管理図（図-2）を用いることが可能であると考えられる。今後は、この温度管理図を試行運用し、現場への導入を図りたいと考えている。

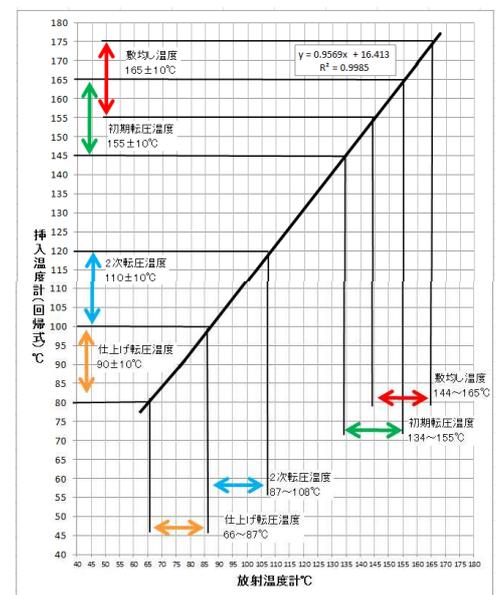


図-2 放射温度計と挿入型温度計との温度管理図