

広域路面温度予測モデルによる上根バイパスの凍結予測

建設技術研究所	正会員	○吉岡	正樹
占部建設		江種	良紀
寒地土木研究所	正会員	齊田	光
建設技術研究所	正会員	津吉	俊尚
建設技術研究所	正会員	山口	大輔
ミサワ環境技術	正会員	田中	雅人
広島工業大学	正会員	福原	輝幸

1. はじめに

中国地方には南北に走る路線が数多くある。これは積雪地域と非積雪地域を結ぶ道路を意味する。中国地方では冬期の最低気温が 0°C 付近の地域が多くあり、いつどこで凍結路面が発生するかを推定することは難しい。特に、山間部を縫う様な区間では山岳地形や沿道構造物による日射の遮蔽により、路面温度（以下、路温）は縦断方向に数 $^{\circ}\text{C}$ から10数 $^{\circ}\text{C}$ の変化が生じることがある¹⁾。従って、日向・日陰の時・空間分布を正しく求めることが路面凍結の推定に必要不可欠である。また、橋梁では凍結しやすいことが知られており、道路構造の違いも路温変化に影響を及ぼす。今回対象とした国道54号上根バイパスの「下浜ヶ谷交差点」から「上根交差点」の間は山間部にあり、高架橋・トンネル・橋が連続しているために路温変化の大きいことが予想される。

そこで、本研究ではデジタル地表モデル（DSM）、沿道地物、道路構造および車両の熱的影響を組み込んだ熱収支法を用いて、同路線の凍結を予測するための広域路温予測モデル（SAFFモデル）を構築する。

2. サーマルマッピング

サーマルマッピングは、赤外線放射温度計を装着した車が走行することで、路温の空間変動を路線に沿って地図化する行為である。本実験では赤外線放射温度計としてTECONER社のセンサーを用いた。そのセンサーを図-1の様に車両に取り付けて、路温および緯度経度などを1秒毎に測定した。また、現地の気象データ（日射量と気温）を収集するために、日射計と気温計を上根交差点付近の除雪基地に設置した。

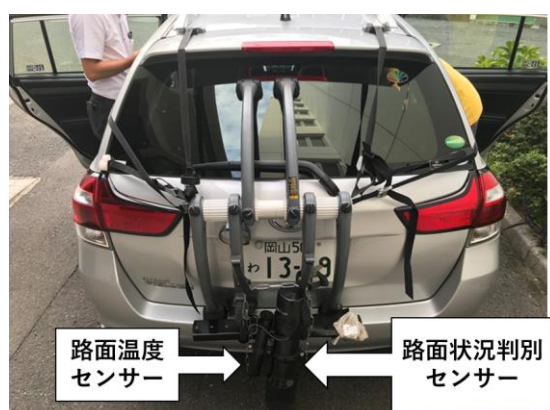


図-1 サーマルマッピングに使用した機器

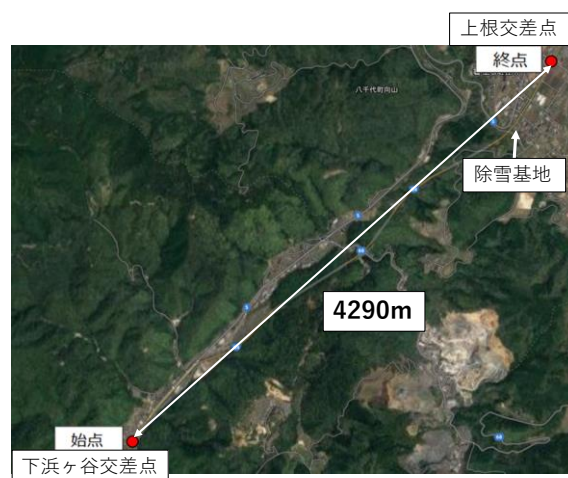


図-2 上根バイパスの研究対象区間（国道54号）

キーワード 凍結予測, 熱収支法, サーマルマップ

連絡先 〒731-5193 広島市佐伯区宇三宅2丁目1-1 広島工業大学工学部環境土木工学科

T E L 082-291-7446

本研究では図-2 に示す国道 54 号上根地区（上根バイパスの一部区間、「下浜ヶ谷交差点」～「上根交差点」）の路温予測を試みた．この区間は谷部に位置し、3 つのトンネル、1 つの高架橋、5 つの橋が存在することから 1. で述べたように路温は複雑な空間変化を呈することが予想され、広域路温予測モデルの妥当性検証に適していると考ええる．

3. 実測と計算結果の比較

3.1 広域路面温度予測モデル

広域路面温度予測モデルではまず、DSM（10m メッシュ）の格子点標高データを基に、三角形面要素の集合体として沿道の地形および構造物（沿道地物と呼称）を構築する．次に、太陽の位置と沿道地物の形状より、道路気象（路面（1m メッシュ）への日射量および沿道地物や大気からの長波放射量）を計算する．その後、車両熱や舗装熱を組み込んだ熱収支法により路温を計算する．モデルの詳細は参考文献 2）を参照されたい．

3.2 夏期の結果

図-3 は 2018 年 8 月 26 日の路温の実測値（プロット）と計算値（青色実線）の比較を示す．なお、空白区間はトンネルである．計算値は、下浜ヶ谷交差点（始点）より 1000m～1400m で起こる日陰による路温の凹み（9:00 および 11:00），およびその後の日陰の消失に伴う路温の変化を再現している．午後になると全区間は日向となり、路温の空間変化は小さくなる．

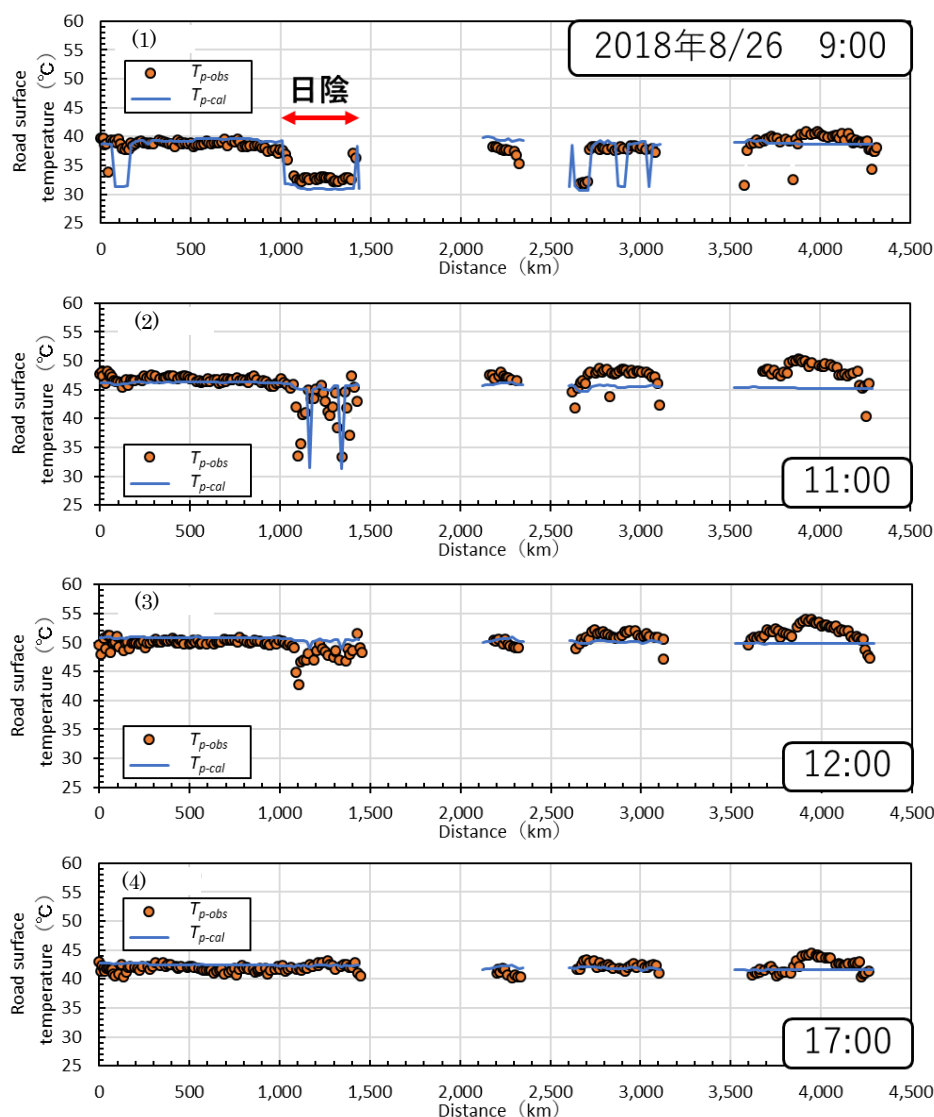


図-3 夏期のサーマルマップと計算結果の比較

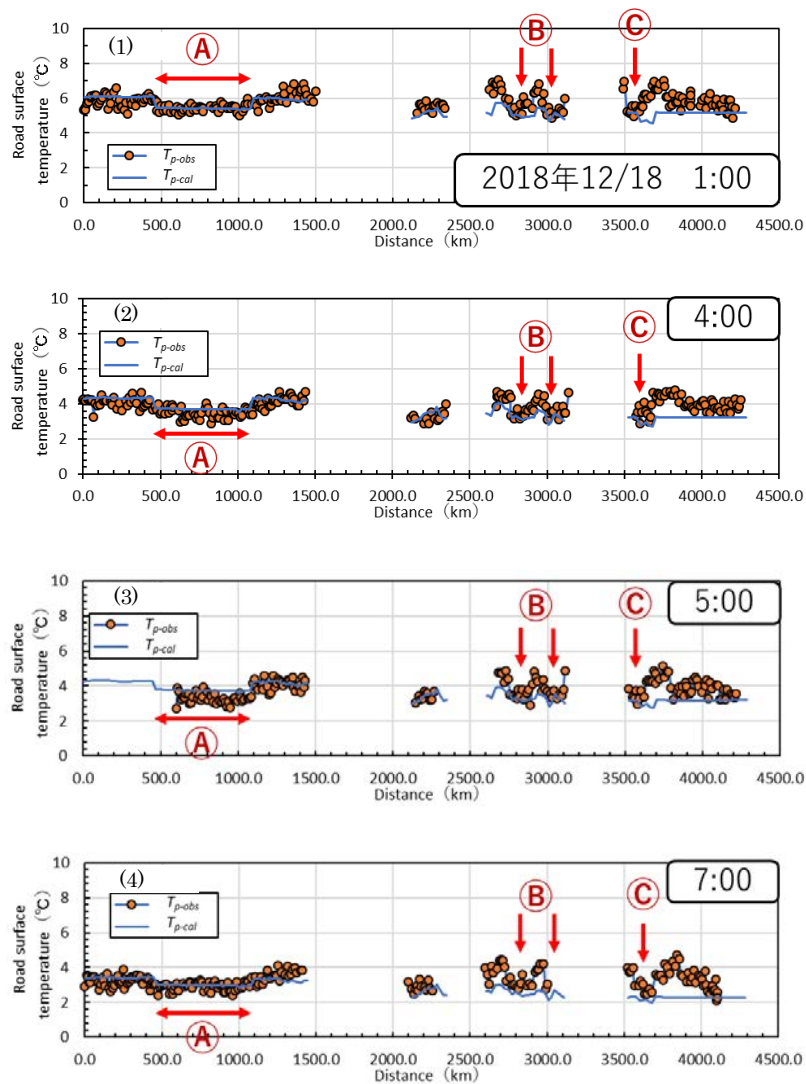


図-4 冬期のサーマルマップと計算結果の比較

3.3 冬期の結果

図-4は2018年12月18日の路温の実測値と計算値の比較を示す。深夜から通勤が始まる朝7時まで始点より500m～1000mの高架橋(A)，土工部で区切られた2つの橋梁部(B)および上根トンネル坑口付近の橋梁部の路温低下(C)を，計算結果はそれぞれ良好に再現している。

4. おわりに

広域路温予測モデル(SAFFモデル)を国道54号上根バイパスに適用した結果，SAFFモデルは夏期および冬期の路面温度特性を概ね再現することができた。今後は，サーマルマップの改良によって正確な路面分布を蓄積するとともにモデルの精度を高め，凍結予測の実用化を目指す。

なお，この研究は中国弘済会の研究助成を受けて行われたものであり，記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 渡邊 洋・福原輝幸：サーマルマッピングによる冬期道路の路面温度特性，日本雪工学会誌，Vol. 14，No. 2，pp. 133-140，1998
- 2) 齊田光，藤本明宏，福原輝幸：熱収支法による広域路線温度予測－乾燥路面の路線温度分布予測－，土木学会論文集 E1，Vol. 69，No. 1，pp. 1-11，2012