国道 8 号福井県内区間における路線滑り評価に関する一考察

福井大学大学院　工学研究科　正会員　○寺崎　寛章
土木研究所寒地土木研究所　正会員　齊田　光
福井大学　技術部　正会員　伊藤　雅基
福井大学大学院　工学研究科　正会員　田中　雅人
福井大学大学院　工学研究科　正会員　福原　輝幸

1. はじめに

日本では毎年大雪により多大な人的および物的被害が発生しており，人々の生活の維持のために冬期道路の安全な交通(人流･物流)確保が重要となる．そのためには積雪地域のみならず非積雪地域にも道路気象情報･路面状況を発信する必要があり,今まで以上に効率的かつ高度な冬期路面管理が求められる．その 1 つに危険箇所の抽出が挙げられる．現時点で危険路面を抽出する技術は主に路面温度を指標として低温箇所を特定する方法が一般的であり，サーマルマッピングと呼ばれ，例えば渡邊と福原 [1)]によって 90 年代から行われてきた．しかしながら，サーマルマッピングだけでは積雪(または凍結)路面の危険度を評価することが難しく，路面温度に代わる指標が望まれる．また近年，欧米などでは路面温度に代わり路面滑り摩擦を指標とした路面管理が行われ始めている [2)]．

そこで本研究では光学式の非接触型路面滑りセンサーを用いて，冬期の福井県における国道 8 号に沿った路面温度および滑り摩擦係数の連続計測を行ったので，得られた結果の一部を報告する．

2. 線的計測試験概要

図 1 は福井県内の国道 8 号に沿って実施された路面温度および滑り摩擦の計測(線的計測)試験の範囲を示す.福井市から越前市の間は概ね平野部であり,牛ノ谷峠(標高 110m)付近および武生トンネル(標高 190m)から新道野越(標高 260m)間は山岳部である.とりわけ武生トンネルから敦賀市街地の間は縦断勾配(4～6%)が大きい区間が続く．本論文では**図 1** 中の実線区間(福井県福井市から福井県南条郡南越前町，約 38km)を測定対象とする.

本試験は**図 2** の GPS を登載した車両を用いて, 2014 年 2 月 8 日 の 21:30～23:30 にかけて行われた. 赤外放射温度計により路面温度 T_{surf}(℃)を，気温計により外気温 T_{air}(℃)を，光学式の非接触型路面滑りセンサーにより路面滑り摩擦係数μ*(＝0～1.0)，路面状態(乾燥から凍結まで 7 段階)および路面水膜厚さをそれぞれ計測し，ビデオカメラにより路面状況を撮影した．なお，いずれも約 1 秒間隔毎に携帯端末に自動記録される.

3. 試験結果

図 3 は国道 8 号に沿った T_{surf} 分布(路線温度，図

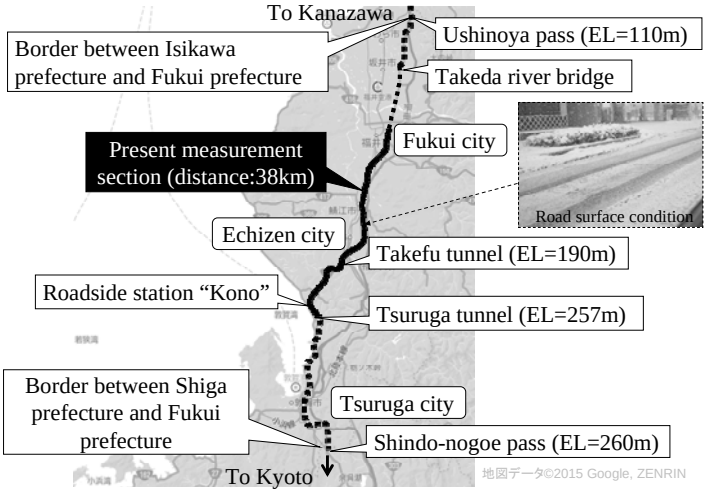

図 1　路面温度および滑り摩擦の線的計測試験の範囲

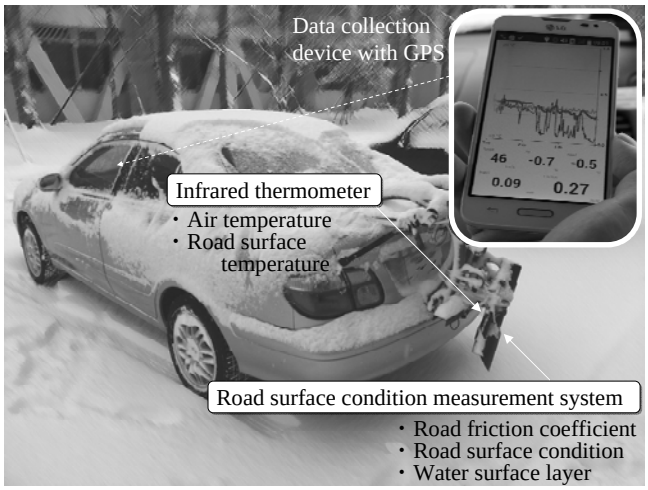

図 2　路面滑り摩擦計測車両の概要

キーワード：冬期路面管理，滑り評価，サーマルマップ，フリクションマップ，路面雪氷状態
連絡先：〒910-8507 福井市文京 3-9-1 福井大学工学部建築建設工学科 環境熱･水理研究室 TEL 0776-27-8595

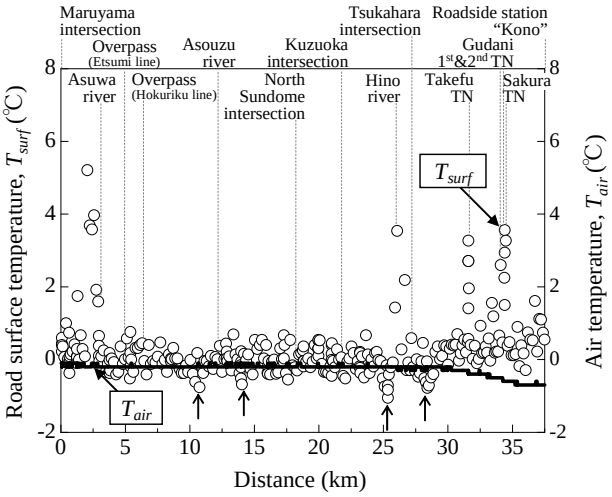

図 3 国道 8 号の路線温度および気温分布

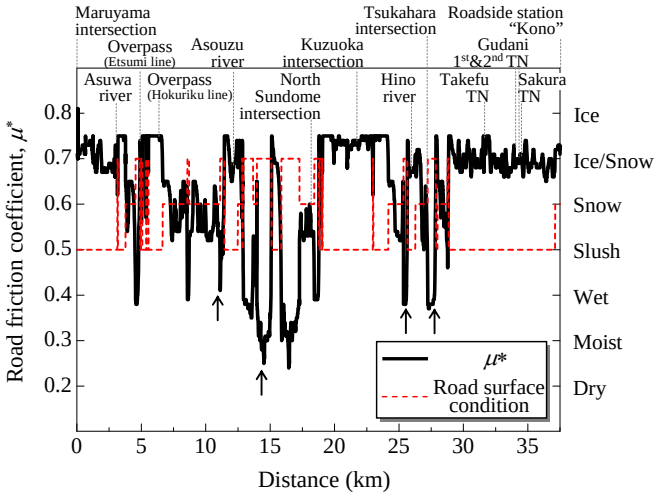

図 4 路線滑り摩擦係数および路面状態

中○)および気温分布(図中太線)を示す. 計測時の天候は雪であり, 試験期間中の T_{air} は概ね 0～-1℃の間を推移した.

一方, T_{surf} は-1℃を下回る区間は現れず, 積雪のためにほぼ全区間において 0℃前後を推移した. ただし, 散水区間(例えば, 福井バイパス日野川付近, 図中 26km 地点)およびトンネル区間(例えば, 武生トンネル, 図中 31.6km 地点)では降雪日においても T_{surf} が 2℃を超えることが確認された.

図 4 は国道 8 号に沿った μ^*分布(路線すべり摩擦係数)および路面状態を示す. μ^*は 0.2～0.8 まで変動した. 図中の↑印で示すように, T_{surf} が低い箇所で μ^*が低いことは認められるが, この逆(μ^*が低い箇所で T_{surf} が低くなること)は必ずしも成立しない. 上述の事を示したものが**図 5** の T_{surf} と μ^*の相関である. 両者には特定の傾向は見出し難いことから, T_{surf} だけでは危険路面を抽出し難いことが再確認された.

次に, 路面状態に着目する. Slush(シャーベット路面)判定時に μ^*は 0.7 前後, Snow(積雪路面)判定時に μ^*は 0.5～0.7, Ice/Snow(部分凍結および積雪路面)判定時に μ^*は 0.2～0.4, にそれぞれ集中することが知れる. また同図では判別し難いが, トンネル坑口付近以外でも, 路面状態ならびに μ^*の急変が確認された. このように本計測は局所的な μ^*の低下の検知および危険路面抽出の可能性が示された.

なお, 本試験においては鯖江市東鯖江付近(図中 16.5km 地点)および越前市行松付近(図中 25.5km 地点)において μ^*が低下しており, 連続滑り抵抗測定車により計測された滑り抵抗値の結果 [3] と類似の傾向を示した.

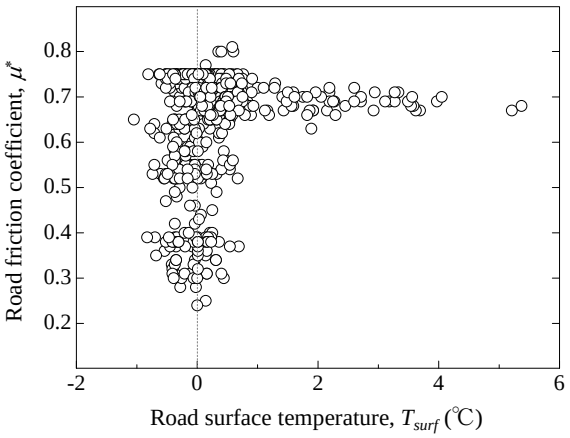

図 5 路面温度と滑り摩擦係数の関係

4. おわりに

本研究では国道 8 号福井県内区間を対象に, 非接触型路面滑りセンサーを用いて路線温度に加えて, 路線すべり摩擦係数および路面状態を調べた. その結果, 本計測システムによって路面温度だけでは捉えきれない危険路面抽出の可能性が示された.

今後は本計測方法の信頼性を評価する試験を継続して実施する. 更に μ^*データを蓄積し, 国道 8 号の冬期路面特性を明らかにするとともに, 広域滑り摩擦予測モデルの開発に努める.

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) 小島崇幸：冬期道路サービスのマネジメント, 日本雪工学会誌, Vol. 30, No. 4, pp. 303-305, 2014.
3) 齊田光, 寺崎寛章, 福原輝幸：降雪時の福井県内国道 8 号線におけるサーマルマップおよびすべりマップに関する一考察, 土木学会第 69 回年次学術講演会講演概要集, V-630, pp. 1259-1260, 2014.