

7. 1 冬期道路管理に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 18～平 22

担当チーム：寒地交通チーム・雪氷チーム

研究担当者：徳永ロベルト、舟橋誠、松澤勝

【要旨】

本研究は、冬期の安全・快適な道路交通を確保するための効率的・効果的な道路管理手法を提案し、冬期道路管理マネジメントシステムに資する技術開発を行うための研究に取り組むものである。本研究では、熱収支法等を用いた路面凍結予測手法の開発、定量的冬期路面評価による管理手法の開発及び新規凍結防止剤等の散布効果の評価等に取り組んでいる。

キーワード：路面凍結予測、熱収支モデル、すべり抵抗、凍結防止剤

1. はじめに

積雪寒冷地では、積雪による道路幅員の縮小や、路面の凍結により冬期特有の渋滞・事故などが発生している。特に、スパイクタイヤの使用規制以降、「つるつる路面」と呼ばれる非常に滑りやすい路面が発生し、渋滞、事故が発生し、対策として大量に凍結防止剤が使用される等、維持管理コストの増大、環境への負荷などが懸念されている。

欧米諸国では、環境負荷の軽減や道路管理コストの削減を図るため、凍結防止剤の散布量の削減や摩擦係数等の性能規定発注による冬期道路管理コストの削減を行っており、我が国においても道路管理コストの削減等に資する冬期道路管理手法の確立が求められている。本研究では、効率的・効果的な冬期道路管理手法の構築に資する技術開発を行うものである。

2. 研究実施内容

本研究では、冬期における安全・快適な道路交通を確保するための効率的・効果的な冬期道路管理手法を可能とするための技術開発として、

- (1) 路面凍結予測手法の開発
- (2) 定量的冬期路面評価による管理手法の開発
- (3) 新規凍結防止剤等の散布効果の評価

等に取り組んでいる。

3. 路面凍結予測手法の開発

3. 1 路面凍結予測手法の構築と改良

冬期路面状態を決定する要因には、路面温度と路面上の水分（量と状態）が挙げられる。路面温度や路面上の

水分は、気温や降雪など気象の影響を受け、更に、走行車両や道路構造等の種々の条件の影響を受けて路面温度や路面状態が決定されるため、気象のみならず、このような影響を考慮した予測手法の構築が必要となる。

本研究では、路面温度は、路面に出入りする熱の収支から路面温度を求める熱収支法を用い、車両の影響（車体による日射等の遮蔽と車体からの長波放射）を考慮した路面温度推定モデルを構築し、さらに、高架橋など沿道構造物の影響（日射等の遮蔽と沿道構造物からの長波放射）を考慮する等の改良を施した（図1）。また、路面状態は、路面上の水の収支から路面上の水分（水、雪、氷）の貯留量を求め、路面状態を推定するモデルを構築した（図2）。

これらモデルを用いた推定・予測結果を、サーマルマッピング調査の結果などから線的に展開し、路線の温度分布と路面状態を予測する手法を構築した（特許出願：固定観測点の路面状態並びに路線の路面温度分布及び路面状態の予測システム、特願 2008-87051）。

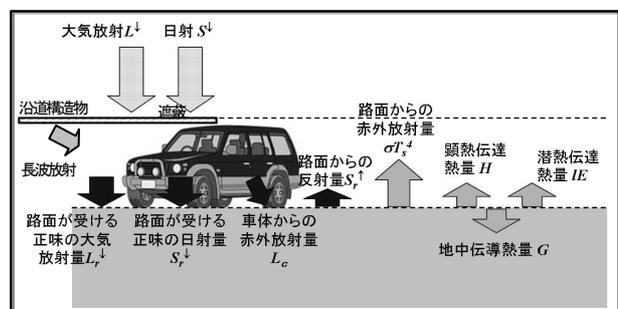


図1 路面温度推定モデルの概念図

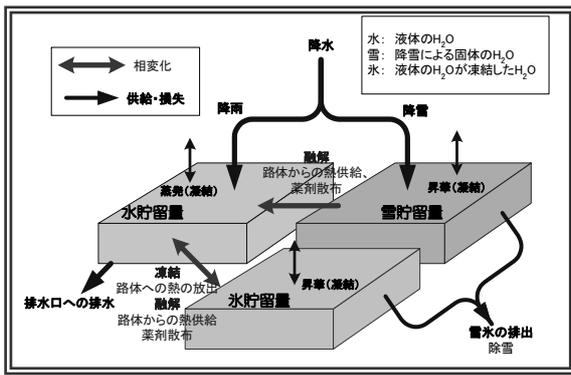


図2 路面状態推定モデルの概念図

モデルの改良や検証データの蓄積によって推定精度は年々向上しており、平成19年度冬期間（平成19年12月～平成20年3月）における路面温度の推定精度（RMSE）は1.2℃となった。また、路面状態（凍結リスク）の的中率は、平成20年2月では約70%となった（いずれも、現地観測を行っている6地点の平均値）。図3に路面温度の計算結果例を示す。

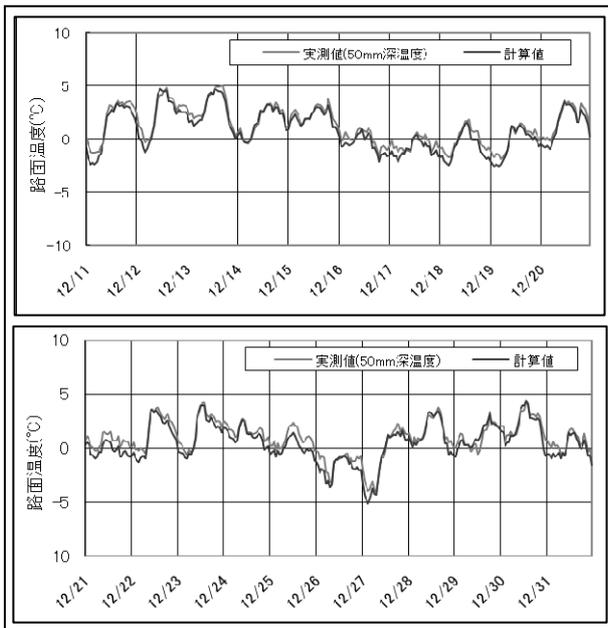


図3 路面温度計算結果例（上：平成19年12月11日～20日、下：平成19年12月21日～31日）

3. 2 冬期路面管理支援の試行

作成した路面温度及び路面状態予測情報を、降雪予測情報等の気象予測情報とともに提供する「冬期路面管理支援システム」を構築し、インターネットを介して道路管理者に配信している（図4）。

システムは、システム利用者である道路管理者から情報提供項目やインターフェースなどについてヒアリング

を繰り返し、逐次改善しながら運用している。

システムへのアクセス件数は、平成18年度冬期間（平成18年12月～平成19年3月末）は約12,000件、平成19年度冬期間では約27,000件のアクセスがあった。

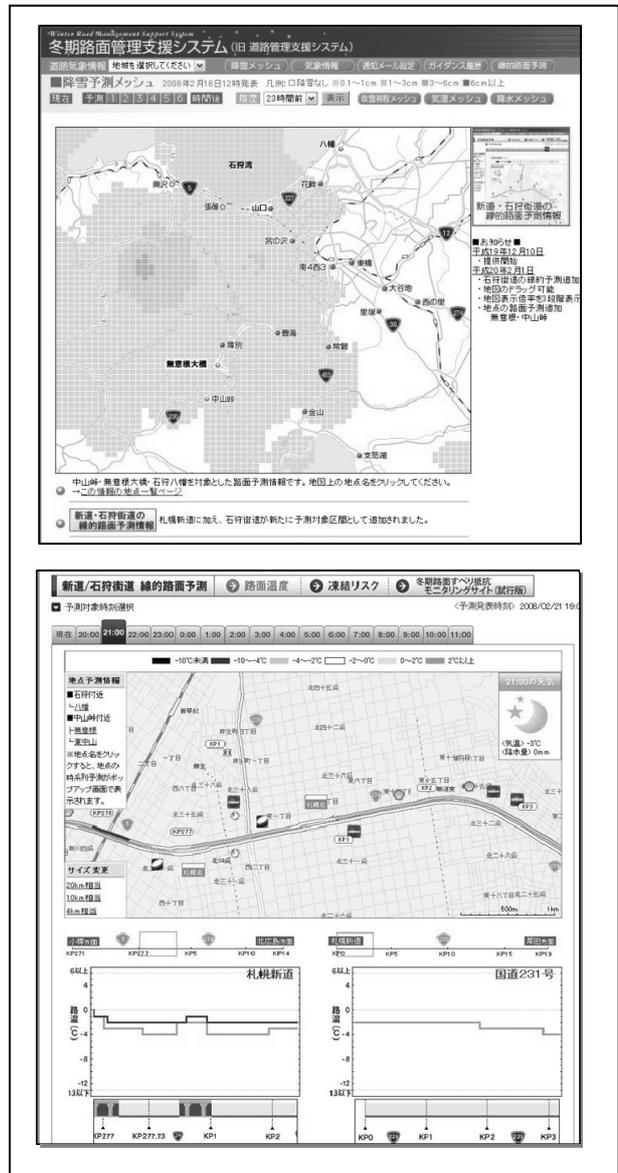


図4 冬期路面管理支援システム
（上：トップページ、下：路面温度予測画面）

4. 定量的冬期路面評価による管理手法の開発

4. 1 研究の概要

冬期における路面管理は、目視による路面状態の判断を基に行っている。しかし、目視による路面状態の判断には、正確な判別が難しい路面や個人差があることから、客観性・的確性に問題が残る。

図5は、実道において路面状態を目視判断した結果と路面すべり測定車（写真1）によるすべり摩擦係数の分布を

示したものである。概ね、目視判断とすべり摩擦係数値には関連性があるが、すべり摩擦係数が低い路面を乾燥または湿潤と判断したり、雪氷路面（シャーベット以下）と目視判断されながらも、高いすべり摩擦係数値となった場合があり、このような誤判断は凍結防止剤等の過剰散布や散布が必要な区間の見落としにつながるおそれがある。

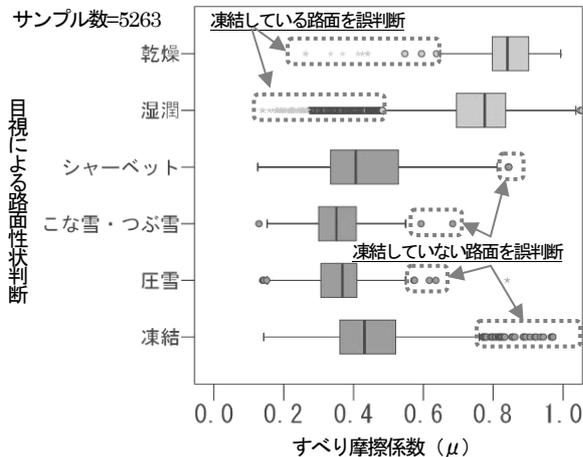


図5 路面状態の目視判断とすべり摩擦係数の関係

欧米では、路面のすべり摩擦係数を冬期路面管理の基準として用いている国があり、我が国においても、路面状態を客観的・定量的に評価する実用的な技術を確立することは効率的・効果的な冬期路面管理を行う上で有効である。

路面状態を定量的に計測・評価する機器には、路面すべり測定車（写真1）や欧米で使用実績のある加速度計（写真2）がある。



写真1 路面すべり測定車



写真2 加速度計（フィンランドで使用している機器）

しかし、これらの機器は、測定輪や搭載車両に急制動を掛けることによって摩擦係数を測定する。急制動を要

するため、断続的な地点（点）での測定となり、路線（線）での路面状態の変化を把握するのは難しい。

そこで、本研究では、連続的に路面のすべり抵抗値を測定可能な装置（写真3）を導入した。当該装置は、試験輪に進行方向に対して1~2度程度の角度を与え、発生する横反力を測定してすべり抵抗値を算出するため（図6）、走行しながら連続的にすべり抵抗値を計測可能である。本研究では、当該装置の利用可能性について、試験道路及び実道での検証試験を行った。



写真3 連続路面すべり抵抗値測定装置

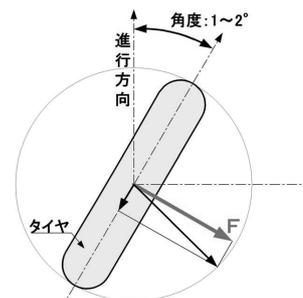


図6 すべり抵抗値測定概念図

4. 2 試験の概要

4.2.1 試験道路における試験

我が国のすべり摩擦係数計測の標準機器である路面すべり測定車と連続路面すべり抵抗値測定装置（Real Time Traction Tool：通称RT3）の比較試験を苫小牧寒地試験道路で実施した（写真4）。



写真4 苫小牧寒地試験道路での試験状況

今後さらなるデータの蓄積が必要であるが、試験の結果から、路面すべり測定車と RT3 の測定値の間には高い相関関係が認められた (図7)。

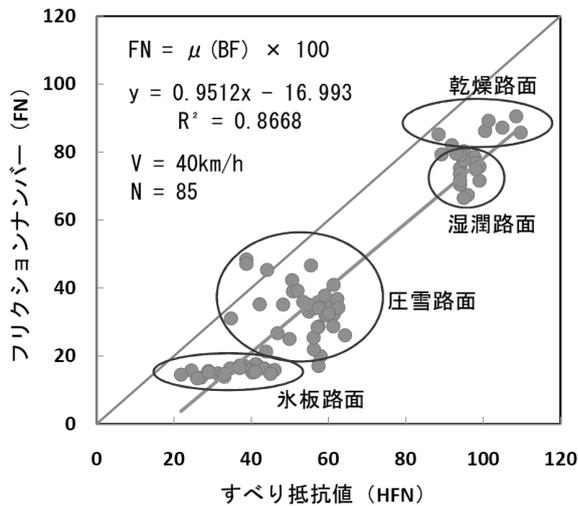


図7 路面すべり測定車と RT3 の比較試験結果

4.2.2 実道における試験

実務への適用可能性を検討するため、実道での計測試験を行った (写真5)。走行しながら測定を行うので、一般交通の支障とならず、また、時間的・場所的なすべり抵抗値の変化を把握可能であり、冬期路面管理における各種路面对策の効果把握、特に注意が必要な区間の抽出、路面状態の発生頻度等を線的及び定量的に把握し、分析可能であることを確認した (図8)。

今後は、すべり抵抗値の測定結果を WebGIS 上に表示し (図9)、道路管理者に情報提供することにより、すべり抵抗値の活用方法等の確立に向けて試験等に取り組む予定である。



写真5 実道での測定状況

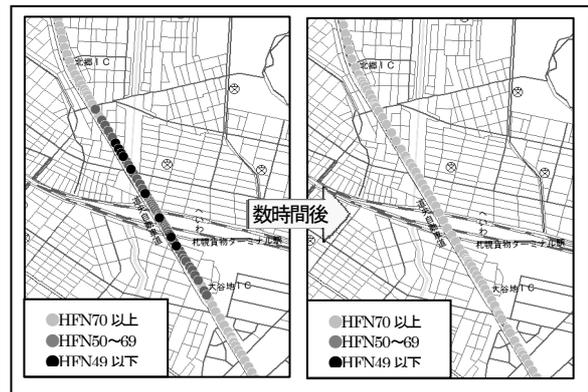


図8 すべり抵抗値の測定例 (時間経過に伴うすべり抵抗値の変化状況)

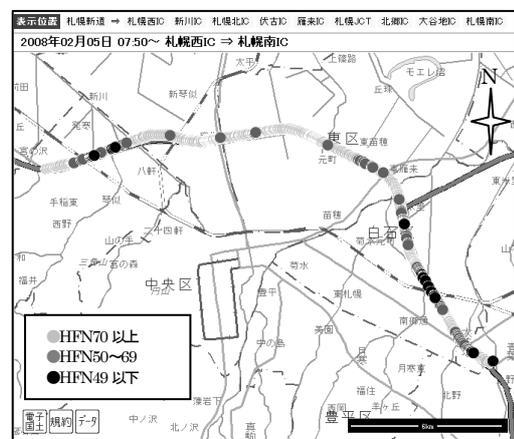


図9 すべり抵抗値分布の WebGIS 表示例

5. 新規凍結防止剤等の散布効果の評価

5.1 凍結防止剤の融水量試験

凍結防止剤は、温度の低下とともに融水効果が低下するため、北海道開発局では -8°C 程度を凍結防止剤散布の下限温度とし、それ以下の気温ではすべり止め材を散布することを基本にしている (冬期路面管理マニュアル (案))。

近年、排水性舗装の施工延長が伸びているが、すべり止め材の散布によって排水機能の低下が懸念されるため、低温な地域においても凍結防止剤を散布している場合がある。

低温下における凍結路面对策手法を検討するため、 -20°C までの低温下における凍結防止剤 (塩化ナトリウム、NM-MIX) の融水量に関する室内試験を実施した。

室内試験の結果、塩化ナトリウム、NM-MIX とともに、試験温度 -3.3°C と比較して、試験温度 -8.9°C での融水量は約 50%、試験温度 -16.6°C では約 20%、さらに、試験温度 -20.5°C では約 10%に低下することが確認できた (図 10)。

低温下で凍結防止剤を散布する場合には、散布量を増

やす、散布頻度を高めるといった対応が必要であることを提案した。

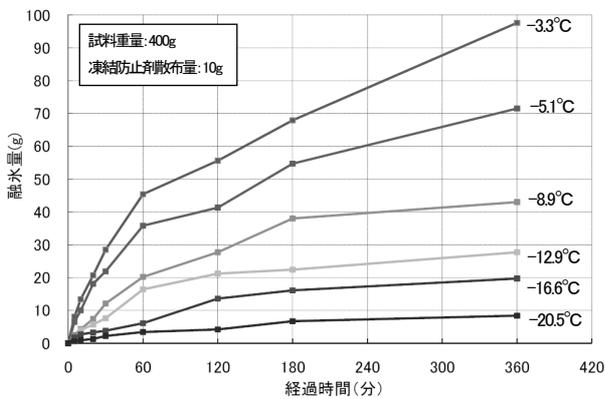


図10 融水量室内試験結果 (塩化ナトリウム)

5.2 すべり止め材の散布試験

凍結防止剤、すべり止め材の散布手法の多様化の検討のため、精糖の過程で発生する残渣を固めた「ライムケーキ」(写真6)や、廃ガラスを利用したすべり止め材(写真7)の利用可能性について調べるため、苫小牧寒地試験道路で散布試験を実施した。

ライムケーキや廃ガラス発泡骨材をすべり止め材として利用することができれば、リサイクルを促進し、(社会的コストも含めた)コスト縮減につながる可能性がある。

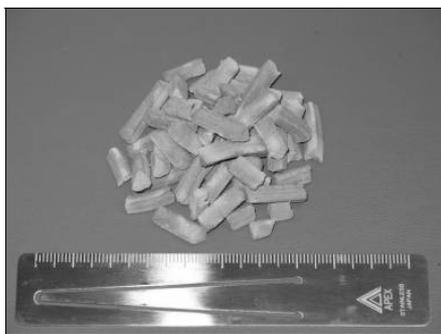


写真6 ライムケーキ



写真7 廃ガラス発泡骨材を利用したすべり止め材

図11に試験結果の一例を示す。すべり止め材として一般的に使用されている7号砕石に比べ、ライムケーキと廃ガラス発泡骨材の方が路面のすべり摩擦係数の改善効果が高く、さらに、ライムケーキの方が効果の持続性が高い結果となった。

散布時の粉じんの発生や道路の汚れが懸念されるなどの課題もあるが、更に試験を重ねることや実道での試験散布の実施など実務への適用を視野に入れて試験等に取り組んでいきたい。

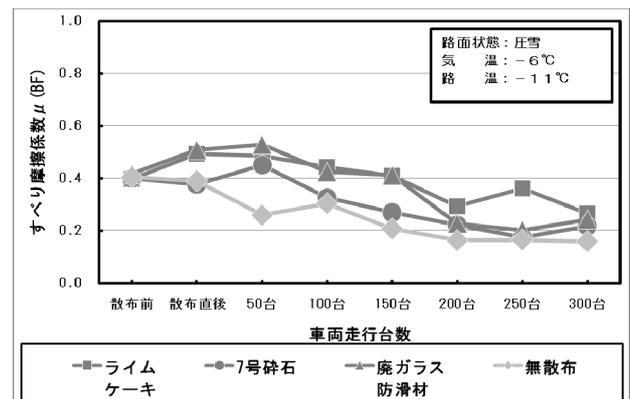


図11 試験結果の一例

6. まとめ

変化の多い我が国の冬期路面の実情に対応できるよう路面予測精度の向上や連続すべり抵抗値の活用方法の確立に向けて更に研究を進めるとともに、道路管理者との連携を図りながら適切な水準で効率的・効果的な冬期路面管理の実施を可能とする技術開発を進め、冬期道路のマネジメントや道路管理者の説明責任達成に貢献していきたい。

RESEARCH ON WINTER ROAD MANAGEMNT

Abstract : In this research, Traffic Research Engineering Research Team and Snow and Ice Research Team perform research on technological developments that improve the efficiency and effectiveness of winter road management to secure road safety and mobility in cold, snowy regions. In FY 2006 and FY 2007, the teams perform research on development of a road-icing forecasting method with applying heat balance model, development of management method of winter road surface's friction and examination of new anti-freezing agents and abrasives.

Key words : heat balance model, road-icing forecast, anti-icing agent, friction