

路面凍結予測に基づくプロアクティブな冬期路面管理手法構築に関する研究

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 高橋尚人、徳永ロベルト、浅野基樹
北海道大学低温科学研究所 石川信敬
財団法人日本気象協会北海道支社 川上俊一

1. はじめに

積雪寒冷な地域では、冬期の降雪や気温の低下により雪氷路面が出現する。特に、1990 年代初頭にスパイクタイヤの使用が禁止されてから、“つるつる路面”と呼ばれる非常にすべりやすい路面が発生するようになり、冬期渋滞や冬型事故の原因となっている。道路管理者は冬期道路交通機能の確保のために凍結路面対策を講じており、中でも凍結防止剤の散布は恒常的に行われているが、散布量は年々増えており、散布の一層の効率化、適正化が重要な課題となっている。

冬期路面管理の一層の効率化・高度化を図るため、当研究所では、道路管理者に気象予報、路面凍結予測情報を提供する“冬期路面管理システム”の構築と試行運用に取り組んでいる。気象観測の実施や気象予報の発信にあたっては気象事業者と、路面温度予測手法については大学と、さらに、情報提供項目の選定やインターフェースの改善にあたっては道路管理者と連携してシステムを構築・試行運用している。本稿では、当該システムの概要及び構築状況について紹介する。

2. プロアクティブな冬期路面管理

積雪寒冷な気象条件を有する北海道では、冬期における凍結路面対策として凍結防止剤やすべり止め材を散布しており、北海道内の国道（実延長約 6,500km¹⁾）での散布量は年間ですべて約 6 万トに達し（図-1）、散布の一層の効率化が重要な課題となっている。

凍結防止剤は路面凍結が発生する前に散布するのが望ましい散布方法であり²⁾、そのためには事前に路面凍結が発生する区間や時間を把握することが必要である。路面凍結が発生する前に対策を講じる“プロアクティブな冬期路面管理”を行うため、気象や路面凍結に関する予測情報を発信し、道路管理者の作業判断を支援するツールとして“冬期路面管理支援システム”の構築に取り組んでいる。

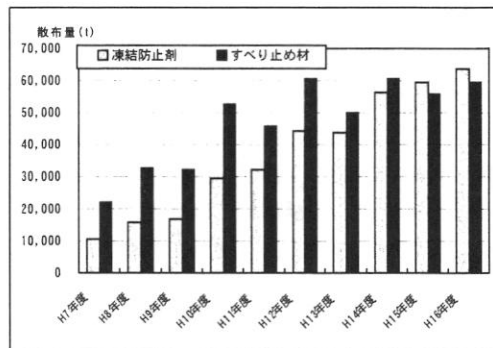


図-1 北海道の国道での凍結防止剤・すべり止め材散布量の推移

3. 冬期路面管理支援システムの概要

冬期路面管理支援システム概要図を図-2に示す。システムの構築は札幌市内の一般国道5号及び一般国道274号を対象とし、大学、気象事業者、道路管理者と連携して取り組んでいる。

(1) 気象観測（現地及び気象機関）

路面温度及び路面状態を予測するため、気象観測を行っている。現地では気温や風速を計測し、また、気象機関からは日射量、雲量、湿度といった観測データや気象予測情報を入手している。

(2) 路面温度観測

路面温度計算のため、舗装の維持修繕等の作業を考慮の上、舗装表面から約 50mm の深度に路面

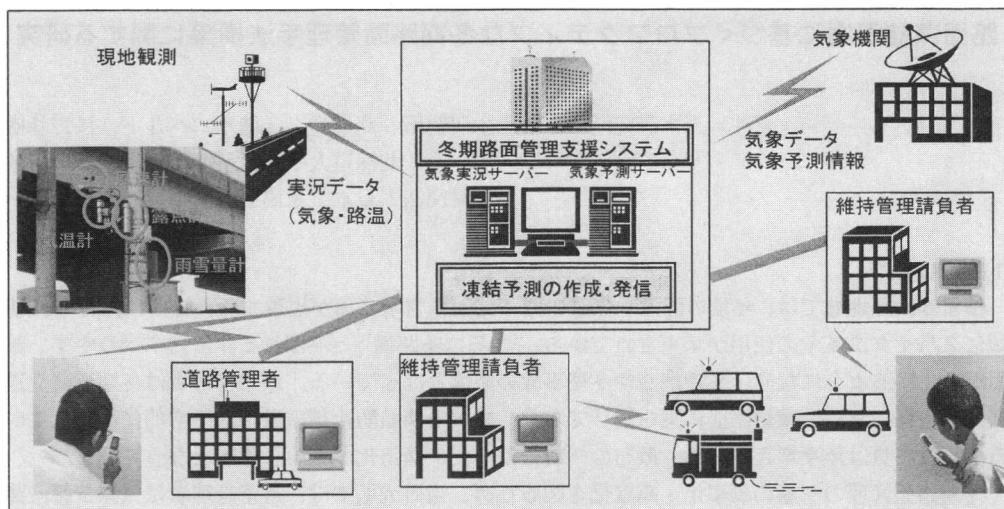


図-2 冬期路面管理支援システムの概要図

温度センサーを設置している。また、路面温度推定モデルの精度検証のため、舗装表面近傍（舗装表面から約5mmの深度）にも路面温度センサーを設置している。

(3) データの集約

現地観測で取得された気象データ、路面温度データは現地のデータロガーに記録される。当該データはNTT回線を介して、また、気象機関からの気象データ及び気象予測情報は専用回線を介して冬期路面管理支援システムのサーバーに集約される。

(4) 予測情報の作成

気象及び路温データをもとに、路面温度及び路面状態予測情報を作成する。

路面温度予測は、熱収支法を用いて通過車両の影響を考慮した路面温度推定モデルを大学との連携により構築している³⁾（図-3）。

路面状態については、路面に供給される水分、路面から排出される水分の収支を考慮した路面状態推定モデルを構築している。

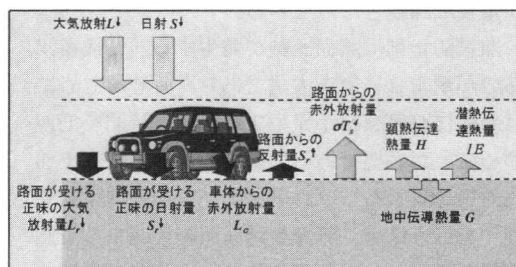


図-3 路面温度推定モデルの概念図

(5) 予測情報の発信

作成された路面温度及び路面状態予測情報は、気象予測情報とともにインターネットを介して道路管理者及び維持管理請負業者に配信される。情報の更新は1時間毎で、道路管理者及び維持管理請負業者向けの情報発信であるため、パスワードによってアクセスを制限している。

3. 冬期路面管理支援システムの運用状況

(1) 情報提供内容の検討

冬期路面管理支援システムの運用は平成17年度冬期より開始している。冬期路面管理支援システムを運用するにあたり、システムの利用者である道路管理者及び維持管理請負業者から、作業サイクルや実施時間帯の把握や、また、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行いながら構築し、逐次改善しながら運用している（表-1）。

(2) 冬期路面管理支援システムの運用

冬期路面管理支援システムの情報提供画面は、ヒアリングを踏まえて逐次改良を加え、現在は図-4に示す情報提供画面となっている。

トップページは、スクロールを要しないサイズの地図を掲載し、ここから各地点の予測画面に移動する。各地点の予測画面では、地点の写真、気象・路温の現況値、気温及び降水量の予測値、路面温度と路面状態の予測情報を提供している。地点の写真は、リアルタイムの動画配信を望む意見があるが、コスト面などの問題から検討事項となっている。

予測情報は、夕方に翌朝の作業を予定する場合を想定し、16 時間後までの予測情報を提供している。路面分類はヒアリング結果から 5 分類とした。なお、路面温度及び路面状態の予測は数時間先まででよいとの意見もあり、何時間後の予測まで行うのか、予測精度の検証と併せて検討課題となっている。

表-1 ヒアリング項目 (抜粋)

①冬期路面維持管理作業の実態について	
日々の作業行程及びサイクル	
作業実施上の目標	
凍結に対して特に留意が必要な地点・区間	
凍結防止剤の重点的な散布箇所や区間	
凍結防止剤の散布量や使い分けについて	など
②情報提供項目、内容、画面について	
何時間先までの予測情報があると望ましいか	
情報提供が必要な項目は？	
路面分類は何分類が適切か？	
何時間先までの予測情報があると望ましいか	
情報提供が必要な項目は？	
路面分類は何分類が適切か？	
トップ画面の表示及び説明について	
1画面に表示する情報量について	
地点の予測画面の縦の長さ(スクロールに影響)	
許容できるクリック回数について	
線的な予測を行う場合の画面表示方法について	など
(現在の表示画面や情報提供に対する要望の他、長期的な改善要望事項を含む)	

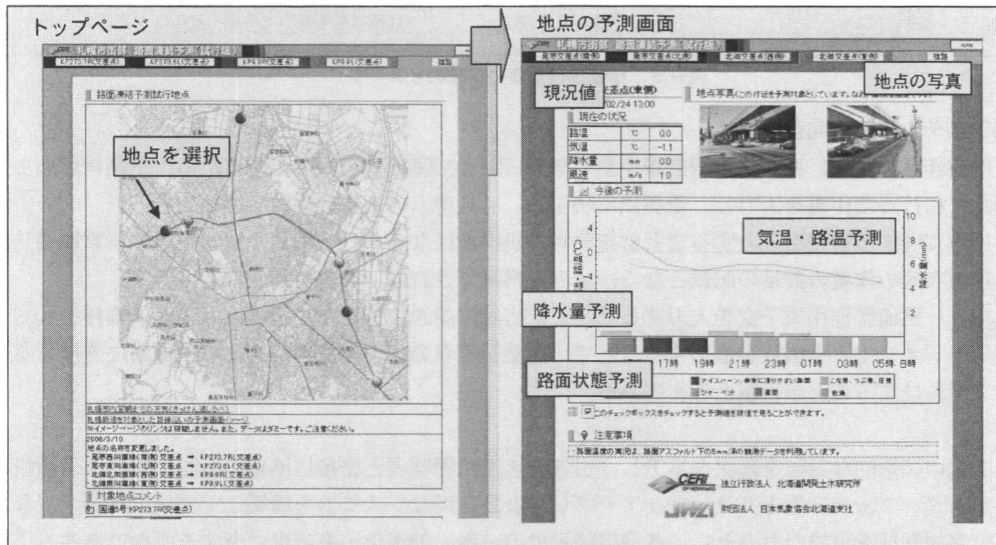


図-4 情報提供画面 (平成 17 年度末時点)

4. まとめと今後の課題

冬期路面管理支援システムは試行運用を開始したばかりであり、より信頼性のある、より有用なシステムとなるよう改善していくことが必要である。以下に、技術面での主な改善点を記す。

①予測精度の向上

路面温度の推定値と観測値の誤差は約 2℃、路面状態については、路面分類 (5 分類) による的中率は約 6 割であり、モデルを改良して予測精度を向上させるとともに、凍結しやすい地点など冬期路面管理上特に注意が必要な地点に観測機器を設置するなど⁴⁾、当該システムの信頼性を向上させることが必要である。

② “点” から “線” への展開

現在は、各地点での路面温度及び路面状態の予測を行っているが、冬期路面管理に役立てていくには、これら予測を道路という延長を持った「線」へ展開させることが必要である。

サーマルマッピング調査⁵⁾により路面温度分布の傾向を把握し、これと各観測地点における推定結果を組み合わせることで路線の路面温度・路面状態を予測する手法を検討しており、今冬より線的な予測情報の提供に取り組む予定である(図-5)。

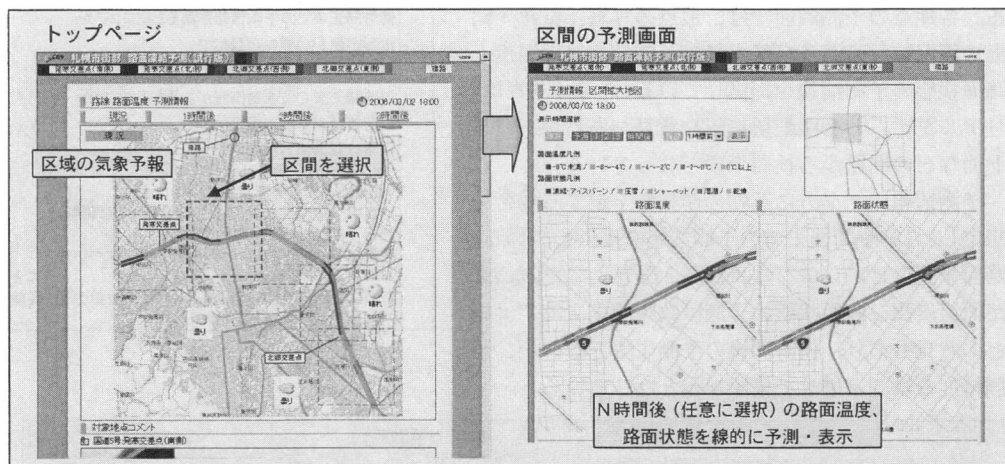


図-5 情報提供画面(将来のイメージ)

③ システムの双方向化

除雪作業の有無、凍結防止剤散布作業の有無によって路面状態が変化するため、予測精度向上のために行った作業を入力し、予測に反映する“システムの双方向化”が必要である。

作業に関する情報を入力することは請負者の負担増になるが、入力した情報がそのまま凍結防止剤散布等の作業の数量の記録となる仕組みを構築できれば、実施可能と考えている。

また、路面管理作業予定を入力することで、当該作業を実施した場合の路面状態の推移をシミュレーションできる機能を追加することで、道路管理者の作業実施判断をより積極的に支援するシステムにすることが可能と考えている。

上記の技術的な課題を逐次クリアし、引き続き道路管理者と密接に協議を重ね、情報提供項目やインターフェース等をブラッシュアップし、より有用なシステムを構築してプロアクティブな冬期路面管理を可能なものとし、冬期道路管理の一層の効率化・高度化に資する所存である。

参考文献

- 1) 道路現況調査、平成17年4月1日現在、北海道開発局
- 2) 冬期路面管理マニュアル(案)、平成9年11月、北海道開発局
- 3) Naoto Takahashi, Roberto A. Tokunaga, Motoki Asano and Nobuyoshi Ishikawa: Toward Strategic Snow and Ice Control on Roads: Developing a Method for Surface-Icing Forecast with Applying a Heat Balance Model, TRB 85th annual meeting, 06-2067
- 4) Paul A. Pisano, Lynette C. Goodwin and Andrew D. Stern: U.S. Road Weather Management Program -Sensor Siting and Weather Information Integration Projects, SIWEC2006, p204-p209
- 5) 宮本修司、浅野基樹: 日高自動車道におけるサーマルマッピングと凍結防止剤散布状況、第45回北海道開発局技術研究発表会