

16 寒冷地域における冬期道路のパフォーマンス向上技術に関する研究

研究期間：平成 23 年度～27 年度

プロジェクトリーダー：寒地道路研究グループ長 三木 雅之

研究担当グループ：寒地道路研究グループ（寒地交通チーム）

寒地保全技術研究グループ（寒地道路保全チーム）

技術開発調整監（寒地機械技術チーム）

1. 研究の必要性

豊かで質の高い国民生活を支え、地域の活力を引き出すためには道路交通が担う機能の維持と向上が不可欠である。迫りくる人口減少や少子高齢化、厳しい財政事情の中では、その機能をより効果的・効率的に維持・向上させる戦略的な維持管理技術の導入が求められる。特に寒冷地では、冬期道路状況に応じて事業投入と機能が均衡する冬期道路管理技術が重要である。また、冬でも快適な歩行空間の確保を図るため、バリアフリーに加え転倒を防止するための技術開発が必要であり、さらに冬期の交通事故に有効な対策技術の向上も非常に重要な課題の一つである。

2. 研究の範囲と達成目標

本プロジェクト研究では、寒冷地の冬期道路交通のパフォーマンスを維持・向上させるため、冬期道路のパフォーマンスに最も影響する冬期路面水準の評価・判断支援・対策技術の開発、路線・区域全体の除雪効率化向上のための技術開発、冬期歩道の安全性・信頼性向上技術の開発及び冬期の交通事故に有効な対策技術の開発を行うための研究に取り組むこととし、以下の達成目標を設定した。

- (1) 冬期道路管理の効率化、的確性向上技術の開発
- (2) 冬期歩道の安全性・信頼性向上技術の開発
- (3) 冬期交通事故に有効な対策技術の開発

3. 個別課題の構成

本重点プロジェクト研究では、上記の目標を達成するため、以下に示す研究課題を設定した。

- (1) 冬期路面管理水準の判断支援技術に関する研究（平成 23～27 年度）
- (2) 効率的な冬期路面管理のための複合的路面処理技術に関する研究（平成 23～27 年度）
- (3) ICTを活用した効率的、効果的な除雪マネジメント技術に関する研究（平成 23～27 年度）
- (4) 積雪期における安心・安全な歩道の路面管理技術に関する研究（平成 23～26 年度）
- (5) 郊外部における車線逸脱防止対策技術に関する研究（平成 23～27 年度）

4. 研究の成果

本プロジェクト研究の個別課題の成果に関して、「2. 研究の範囲と達成目標」に示した達成目標を踏まえて、平成 26 年度に実施した研究内容を要約すると以下のとおりである。

(1) 冬期路面管理水準の判断支援技術に関する研究

本研究は、連続路面すべり抵抗値測定装置の活用により路線の路面管理の適切な実施判断に資する技術開発に取り組むものである。平成 26 年度は、冬期における安全・円滑な道路交通確保に向けて、効率的・効果的な冬期道路管理の判断支援に資する技術開発を進めるために、冬期路面管理水準の妥当性検討、路線におけるすべり特性の把握と診断技術の開発に関する検討および道路気象と診断技術に基づいた冬期路面管理水準の判断支援技術の検討を行った。

- ・冬期路面管理水準の妥当性検討

連続路面すべり抵抗値測定装置により測定した路面のすべり抵抗値を用いて、今後の冬期路面管理水準の妥当性の検証するために、現道における路面すべり抵抗モニタリング調査を行った。具体的には、一般国道 230 号の KP1.0～45.0 の区間において、昨冬期 1～2 月の平日計約 40 日間（2 往復/日）にわたり、路面管理作業実施前後においてモニタリング調査を実施した。また、過年度に取得したモニタリング調査結果、冬期道路管理作業記録データも用いて、冬期路面管理水準の妥当性検討に向けた基礎解析を行った。

- ・路線におけるすべり特性の把握と診断技術の開発

平成 26 年度は、既往のシステムに集約・蓄積したデータを用いて、路線における冬期路面状態の（すべりやすさ）の出現傾向、要注意箇所・条件等、路線のすべり特性を把握するための基礎的分析を行った。具体的には、一般国道 230 号のすべり抵抗モニタリングデータを、気象条件（日最低気温および夜間 12 時間降雪量）と前日の路面状況（路面すべり抵抗値 HFN）で 13 区分に分け、気象・路面状況別に路線の HFN 分布の再現性を検証した。

- ・道路気象と診断技術に基づいた冬期路面管理水準の判断支援技術の検討

フリクションマップの作成には複数の HFN データが必要となり、気象条件と路面状況の条件のカテゴリ（分類数）が少ない方が HFN を測定する回数が少なくて済む。平成 26 年度は、上記 13 区分のフリクションマップのカテゴリを統合して 5 区分に減らし、5 区分でのフリクションマップの再現性を検証した。

(2) 効率的な冬期路面管理のための複合的路面処理技術に関する研究

本研究は、舗装の種類・特性に応じた凍結防止剤の散布技術を確立し、散布剤、散布技術及び散布機械の改良による複合的な凍結路面処理技術を開発することで、より効果的・効率的な凍結路面对策の実施に資する技術開発に取り組むものである。平成 26 年度は、より効果的・効率的な凍結路面对策の実現に資するため、舗装種類に合致した効果的・効率的な凍結防止剤等の散布技術の検討、散布剤や散布技術の改良、散布機械の改良も合せた凍結路面処理技術に関する検討を行った。

- ・舗装種類に合致した効果的・効率的な凍結防止剤等の散布技術の検討

舗装種類毎の適切な散布技術を確立するため、凍結防止剤散布後の HFN や路面すべり摩擦係数 μ を推定する手法の確立が必要となる。平成 26 年度は密粒度舗装、排水性舗装および SMA 舗装を対象とした室内実験を実施し、 μ と路面氷膜厚の関係、および凍結防止剤の散布量に対して舗装内部に浸透する量の割合を明らかにした。また、これらの知見を基に凍結防止剤散布後の μ を推定する手法を提案した。

- ・散布剤や散布技術の改良、散布機械の改良も合せた凍結路面処理技術の提案

- ① 機械的改良による散布技術の検討：すべり止め材の定着性向上を図るために、散布機械の改良によるすべり止め材と加熱水の湿式散布手法（以下、加熱水混合散布）の可能性について検討した。平成 26 年度は、車両走行中に湿式剤を加熱できるように、電源を車両から供給する機械改良を行った。また、湿式剤の温度管理を容易にするため、運転室から各経路の温度を確認しながら加熱ユニットを操作できるように改良した。
- ② 散布剤の改良による散布技術の検討：平成 26 年度は、加熱水混合散布の効率化を図る目的で、試験道路にて野外試験を実施し、路面上のすべり止め材の量と HFN の関係を明らかにした。また、現道においてすべり止め材の散布試験を行い、従来の塩化カルシウム溶液を湿式剤とした湿式散布と加熱水混合散布の HFN の改善効果を比較検証した。

(3) ICTを活用した効率的、効果的な除雪マネジメント技術に関する研究

人為的な判断のみによらない、最適な除雪出動判断支援技術や、豪雪時等における迅速かつ効率的な除雪運用支援技術の開発に取り組むものである。平成 26 年度は、降雪量に応じた除雪出動判断・運用支援技術の提案に向け、除雪工区上の降雪量と除雪作業所要時間の相関分析を行った。また、通常降雪時における代表的な除雪ルートを折れ線グラフで表示する機能を開発した。

・気象情報・除雪機械稼働情報の分析と ICT を活用した情報共有による、除雪出動判断・除雪運用支援技術の提案

① 除雪出動判断・運用支援技術の検討

降雪量と除雪作業所要時間の関係を解明するため、過去の降雪量と除雪作業所要時間の相関関係を分析し、一部の工区を除き相関関係があることを確認した。また、降雪の増加に伴う除雪作業所要時間の増加要因は、繰り返し除雪による除雪作業延長の増加であることを確認した。

② 除雪機械マネジメントシステム機能の開発

降雪量に応じた最適な出動タイミングの判断を支援するため、過去の作業実績を基に、それぞれの除雪工区の通常降雪時における除雪の出動から帰着までの代表的な除雪ルートを、折れ線グラフで表示する機能を開発した。

(4) 積雪期における安心・安全な歩道の路面管理技術に関する研究

冬期でも快適な歩行空間を提供するため、冬期の歩行者にとって快適な路面性能を明らかにし、適切な路面を提供するための歩道の設計手法、機械除雪と路面管理の最適な組合せ手法について提案することを目的としている。平成 26 年度は、新しい歩道部の冬期路面処理機械の開発を目的に、過年度の試験で抽出した雪氷路面処理装置の課題の対策を行い、処理能力や路面に対する適応性を確認した。また、実路面における雪氷路面処理装置の粗面効果の持続性の検証を行った。さらに、最適な冬期歩道路面管理技術の提案を目的に、車道の凍結リスク予測等で路面管理に試験的に運用されている冬期路面管理支援システムの歩道路面予測への適用の可能性調査を行った。加えて、冬期歩道路面対策として散布されている砕石および塩化ナトリウムの散布効果の判断指標に関して主観評価と生体情報について検討を行った。

・新しい歩道部の冬期路面処理機械の開発

- ① 薄い雪氷での施工による舗装路面への影響はあると考えられるが、破碎深さ制御機能により、舗装路面への影響を軽減できることを確認した。
- ② 雪氷路面処理装置の施工により雪氷面の静摩擦係数値が大きくなることを確認した。

・最適な冬期歩道路面管理技術の提案

- ① 雪氷路面処理装置の施工路面における粗面効果の持続性については、試験施工を実施した気温条件（終日 0℃以下、降雪なし）では 5 日程度は効果が残ることを確認した。
- ② 歩道路面は車道と管理水準が異なり、路面に雪を残した状態で管理する機会が多いことなどから、車道で運用されている冬期路面管理支援システムを歩道路面の凍結リスク予測にそのまま適用することは適切ではないことを確認した。
- ③ 砕石、塩化ナトリウムの散布効果を定量化するための指標として、アンケート調査や心拍振動分析は、データのばらつきなどに課題は残るものの有用な指標となり得ることを確認した。

(5) 郊外部における車線逸脱防止対策技術に関する研究

寒冷地域等における道路交通の安全性を維持・向上させるため、①郊外部において死亡事故に至る割合の高い車線逸脱事故の防止対策技術として、諸外国で既に効果を挙げているワイヤーロープ式防護柵に着目し、各道路区分に対応した性能、仕様の検討、施工・維持管理手法の検討や路肩への適用性検証、効果

の測定の実施を通じて、我が国の条件に適した緩衝型ワイヤーロープ式防護柵の開発すること、また、②工作物衝突事故対策箇所の選定手法、対策手法等について検討し、工作物衝突事故対策手法の提案を行うこと、から構成される。

平成 26 年度は、ワイヤーロープ式防護柵の開発として、張力低下時における性能向上対策のために連結材を開発し、テストドライバーによる実車衝突実験を行った。工作物衝突事故対策手法の提案として、道路管理者と交通管理者による大型車対応のランブルストリップスの評価試験を行った。

- ・ワイヤーロープ式防護柵の研究開発

ワイヤーロープ式防護柵の道路区分に対応した性能・仕様検討として、張力低下時における性能向上対策のために連結材を開発し、テストドライバーによる実車衝突実験を行った。

実道への導入に向け、橋梁等の構造物箇所に向けた仕様の検討、試作品による支柱衝突実験から使用を決定し、帯広広尾自動車道に導入された。

- ・工作物衝突事故対策手法の提案

工作物衝突事故対策手法の提案として、大型車対応のランブルストリップスの規格を検討するために苫小牧寒地試験道路において、道路管理者と交通管理者による主観的評価を行い、設置に向けた推奨規格を提案した。

RESEARCH ON PERFORMANCE IMPROVEMENT OF WINTER ROAD IN COLD REGION

Budget: Grants for operating expenses General account

Research Period: FY 2011-2015

Research Team: Traffic Engineering Research Team,
Road Maintenance Research Team,
Machinery Technology Research

Team

Abstract : It is essential to maintain and improve functions of roads in order to support the wealthy and quality citizens life and draw forth the vitality of the regions. It is desired to introduce the strategic maintenance technologies that maintain and improve the functions in the circumstances of the looming population decline, lowering birthrate and aging society. Particularly in cold regions, the winter road maintenance technologies are desired which match the balance of cost and performance in response to winter road conditions. In order to secure the comfortable pedestrian spaces also in winter, development of the technologies for prevention from pedestrian's falling down are necessary adding to barrier-free measures. Furthermore, the improvement of countermeasure technologies effective to traffic accidents in winter is one of the highly significant subjects. In order to correspond to such above subjects, the research teams perform researches in FY 2013 as below.

- Research on technology for decision making support of winter road surface maintenance level
- Research on technology of composite road surface treatment for efficient winter road maintenance
- Research on technology of efficient and effective snow removal management utilizing, ICT, Information and Communications Technology
- Research on technology for secure and safe pedestrian's road surface maintenance in snow season
- Research on technology of countermeasures for lane departure accident in suburban area

Key words : winter road maintenance, decision making support, snow removal, information and communications technology, pedestrian space, lane departure