

## 16 寒冷地における冬期道路のパフォーマンス向上に関する研究

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 25 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 25 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及び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25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）で9区分に分け、気象別に路線のHFN分布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25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

- ① 現道における舗装種類毎の路面状態の把握：密粒度舗装区間と排水性・機能性SMA舗装（粗面系舗装）区間のすべり抵抗値出現傾向を把握するため、一般国道230号札幌市内（KP1.0～45.0の区間、L=44.0km）で実施している、路面すべり抵抗モニタリングデータを用い、粗面系区間および密粒度区間のすべり抵抗値等の特徴を比較分析した。
- ② 舗装種類毎の適切な散布技術に関する試験：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を推定する手法の確立が必要となる。平成25年度は密粒度舗装を対象とし、野外走行試験を実施した。

- ・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25年度は、加熱機器と熱交換器を組み合わせ、水循環回路の凍結対策を施した試作機を用いて動作試験を行った。さらに、過年度の試験結果も踏まえて加熱水温度と混合割合を設定し、苫小牧寒地試験道路で散布試験を実施し、機械の動作確認と散布効果を検証した。
- ② 散布剤の改良による散布技術の検討：より効果的・効率的な凍結路面処理技術を確立するため、海外で使用例のある凍結防止剤の散布効果を新たに検証した。平成25年度は、トウモロコシから製造された糖蜜の湿式剤としての有用性を調べるため散布試験を行った。試験では、苫小牧寒地試験道路に氷膜路面区間を作製し、そこに固形塩化ナトリウムと湿式剤の混合物を散布した後にHFNを計測し、散布効果を検証した。

## (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、臨機で厳格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を開発するため、「ICTを活用した効率的、効果的な除雪マネジメントに関する研究」にお

いて、平成 25 年度は、除雪機械稼働情報を時間経過に伴う状況・形態変化を表す図に可視化し、除雪作業状況の分析、評価を行うための可視化分析・評価手順資料（案）を作成した。また、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関係を確認した。加えて、除雪機械の位置情報を用いて、除雪作業状況を除雪機械マネジメントシステムでリアルタイムに可視化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 25 年度は、バリアフリー区間の縦断勾配設計に関する検討および雪氷路面処理装置が舗装に与える影響の検証を行った。また、雪氷路面処理装置については、過年度の試験で抽出した課題の対策を行い、能力や適応性を確認した。さらに、アイスバーン及び圧雪路面へのすべり止め材及び雪氷路面処理装置による対策効果に関して、歩行実験による主観評価を行った。

##### ・積雪や除雪に対応した歩道の設計技術の提案

道路の移動等円滑化整備ガイドラインに示される歩道部のすり付け部の縦断勾配の最急値は 5% と示されている。寒冷地の歩道においてもこの基準を準用して設計することでよいかの検討するため、縦断勾配 5% のアイスバーン路面をフィールド試験にて再現し、高齢者擬似ツール装着者による評価値の変化を確認した。

雪氷路面処理装置が舗装に与える影響を検証するため、各種舗装路面にて雪氷路面処理装置の走行試験を実施した。路面は、雪氷による荷重分担の影響を受けない危険側の状況を想定し、舗装の上には雪氷がない状態にて、排水性舗装、ILB 舗装、平板ブロック舗装、細粒度舗装、障害者誘導用ブロックにて実施した。

##### ・新しい歩道部の冬期路面処理機械の開発

すべり止め材のみによらない冬期歩道の雪氷路面処理方法として、歩道用の小形除雪車に装着して、雪氷路面を破碎する、雪氷路面処理装置及び排雪装置を試作して、冬期歩道部における当該技術の有用性について、調査試験を行った。過年度までの試験で明らかとなった破碎効果、及び処理装置と一体化した排雪機能の効果などを踏まえ、排雪部を改良して排雪作業により破碎荷重に影響を与えない機構とし、排雪機能と不陸追従性の向上を図った。

##### ・最適な冬期歩道路面管理技術の提案

最適な冬期歩道路面管理技術の提案に関して、アイスバーン路面、圧雪路面へのすべり止め材散布技術および開発中の雪氷路面処理装置の効果の検証を被験者の歩行試験にて検証を行った。

#### (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 25 年度は、一般道路向けのワイヤーロープ式防護柵の研究開発として、苫小牧寒地試験道路での試験施工と実車衝突試験、国土交通省国土技術政策総合研究所内の衝突試験施設での性能確認試験等を行った。また、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、苫小牧寒地試験道路で走行試験を行った。

##### ・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、Bm 種（一般道路）向けの仕様を検討し、CG シミュレーションの結果から 2 種類の仕様の防護柵を苫小牧寒地試験道路に試作した。試作したワイヤーロープ式防護柵に対して、テストドライバー運転による大型貨物車実車衝突実験を行い、防護柵設置基準の値を満足する仕様を決定した。また、国土総合政策研究所の衝突実験施設において防護柵設置基準に定める分離帯用 Bm 種（一般道路）の性能確認試験を行い、その規定値を満足する結果により合格した。

実道への導入に向け、橋梁等の構造物箇所に向けた仕様を検討し、支柱基礎や支柱を試作し、クレーンから吊した重錘による支柱衝突実験を実施した。その他、サグ・クレスト・急カーブの条件で試験施工を行った結果、サグ区間への設置に課題が見つかり、支柱と支柱キャップに対策仕様を開発した。

- ・ 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、冬期道路条件下で騒音計・振動計における客観的評価と一般道路利用者のアンケートによる主観的評価を行った。

## 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