

## 7. 5 凍結防止剤散布量の低減に関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：平 20～平 22

担当チーム：寒地交通チーム・寒地機械技術チーム

研究担当者：高橋尚人、徳永ロベルト、切石亮、高田哲哉、大日向昭彦、国島英樹、佐々木憲弘、中村隆一

### 【要旨】

積雪寒冷地では、安全・円滑な交通を確保するために、冬期道路管理は極めて重要である。その管理手法の一つとして、凍結防止剤散布が適宜実施されている。一方、今後の冬期道路管理手法の検討に際しては、道路維持管理に関する予算の削減や環境保全に対する関心の高まりなど、現下の社会的要請を踏まえた持続的な対策であることが求められている。

このような背景の下、本研究では、環境負荷の小さい散布剤等の散布手法の開発、薄氷処理技術の開発及び冬期路面管理による環境負荷の予防など凍結防止剤の散布量の削減等に資する技術開発を行ったものである。

キーワード：凍結防止剤、環境負荷、散布手法、薄氷処理技術

### 1. はじめに

積雪寒冷地では、冬期特有の現象として、積雪による道路幅員の縮小や、路面の凍結が発生しやすく、渋滞・事故などの要因となっている。特に、スパイクタイヤの使用規制以降は「つるつる路面」と呼ばれる非常に滑りやすい路面が出現するため、凍結路面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。

このため、本研究では、環境負荷の小さい散布剤等の散布手法の開発、薄氷処理技術の開発及び冬期路面管理による環境負荷の予防など、凍結防止剤の散布量の削減等に資する技術開発を行った。

### 2. 研究実施内容

本研究では、凍結防止剤散布量の低減に向けて、以下の3つの研究開発を行った。

- (1) 冬期道路管理による環境負荷評価と予防手法
- (2) 塩化物以外の散布材等とその散布手法
- (3) 薄氷処理技術

### 3. 冬期道路管理による環境負荷評価と予防手法の検討

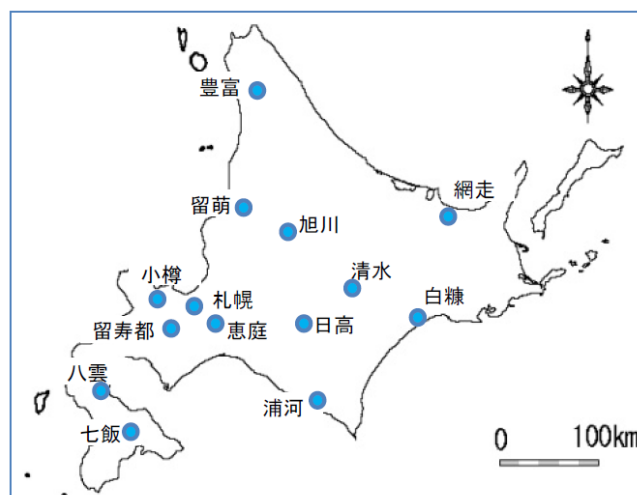
#### 3.1 凍結防止剤散布による環境負荷と予防手法

凍結防止剤散布による環境負荷を評価するために、北海道内の国道沿道で地下水の水質調査および土壌成分調

査を実施した(図1、2)。その際、凍結防止剤散布の影響を受ける可能性のある項目(水質12項目、土壌6項目)(表1、2)を分析項目として設定し、季節変化・経年変化を把握した。

図1 沿道環境調査実施箇所

その結果、水質成分については、関係する環境基準等に照らし、季節変化・経年変化を考慮した上で全ての項目で基準値を満たした。そのため、凍結防止剤散布によ



る地下水への影響はないと評価された。

一方、土壌成分については、散布期間中に一部項目(塩素イオン)の数値が農用地土壌評価レベルを超過した。その測定時期は3月(融雪期)であったが、同年10月の測定値は大幅低下して規定値内に回復したことから、土

壤成分に関する影響については、さらに詳細な調査を行うことが望ましいと考えられる。

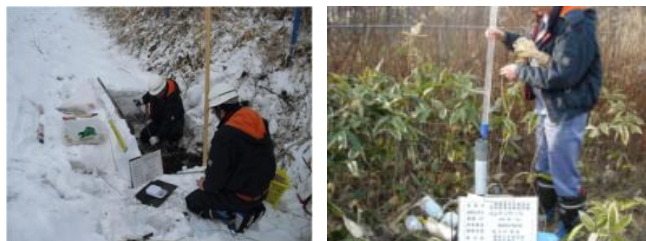


図2 現地調査（左：土壌サンプル、右：地下水採取）

表1 水質調査項目と分析方法

分析項目	分析方法	
電気伝導度	JIS K0102 13	電気伝導率測定法
水素イオン濃度	JIS K0102 12.1	ガラス電極法
ナトリウムイオン	JIS K0102 48.2	フレイム原子吸光法
カルシウムイオン	JIS K0102 50.2	フレイム原子吸光法
マグネシウムイオン	JIS K0102 51.2	フレイム原子吸光法
塩素イオン	JIS K0102 35.5	イオンクロマトグラフ法
炭酸水素イオン	JIS K0101 25.2 及び25.1	赤外線分析法
カリウムイオン	JIS K0102 49.2	フレイム原子吸光法
硫酸イオン	JIS K0102 41.3	イオンクロマトグラフ法
硝酸イオン	JIS K0102 43.2.5	イオンクロマトグラフ法
ホウ素	JIS K0102 47.1	メチレンブルー吸光法
フッ素	昭和46年 環境庁告示第59号付表6	イオンクロマトグラフ法

表2 土壌調査項目と分析方法

分析項目	分析方法
水素イオン濃度	土壌および作物栄養の診断基準(分析法-改訂版) Ⅲ.1.1 ガラス電極法
塩基置換容量	土壌および作物栄養の診断基準(分析法-改訂版) Ⅲ.1.8 ショーレンベルガー法
置換性ナトリウム	土壌および作物栄養の診断基準(分析法-改訂版) Ⅲ.1.7 フレイム原子吸光法
置換性カルシウム	土壌および作物栄養の診断基準(分析法-改訂版) Ⅲ.1.7 フレイム原子吸光法
置換性マグネシウム	土壌および作物栄養の診断基準(分析法-改訂版) Ⅲ.1.7 フレイム原子吸光法
塩素イオン	土質試験法 JGS 0241*2 イオンクロマトグラフ法

\*1:北海道中央農業試験場(1992)

\*2:(社)地盤工学会(2000)

凍結防止剤による環境負荷予防手法については、上記調査結果を踏まえ、フィンランド等で行われている凍結防止剤の沿道環境負荷予防手法に関する文献調査を行った<sup>1)</sup>。その結果、沿道に地下水脈が近接する場合に凍結防止剤の散布を抑制または中止（それに伴い必要に応じて規制速度を変更）する例、凍結防止剤の効果的な使用（抑制）に努めた維持事業者に対して金銭的インセンティブが付与される例などが確認された。

### 3.2 環境負荷の小さい散布剤等の散布手法

環境負荷の小さい散布剤等の散布手法等の開発に向けて、効果的・効率的な塩化物の散布手法による環境負荷低減および塩化物以外の凍結防止剤・防滑材の導入可能性検討の観点から試験研究を実施した。

まず、各種凍結防止剤について、屋内低温実験室で融氷試験を実施し、融氷特性を把握した。その結果、①凍結防止剤の性能は、温度が低下するほど融氷量が低下すること、②塩化カルシウムは塩化ナトリウムに比べて速効性に優れるものの、最終的な融氷量では塩化ナトリウムに劣ること、を定量的に確認した<sup>2)</sup>。

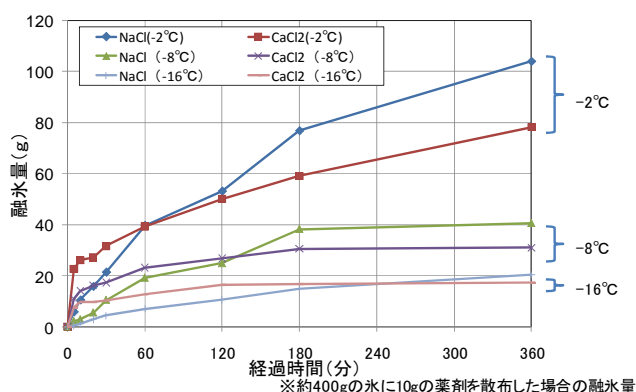


図3 凍結防止剤の融氷試験結果例（塩化ナトリウムと塩化カルシウムの比較）

また、苫小牧寒地試験道路において、散布試験を行った結果、①凍結防止剤を路面凍結後に事後散布するよりも、路面凍結前に事前散布することが有効であること、②路面温度が-2°C程度、路面上の雪氷量が少ない場合には塩化ナトリウム 20g/m<sup>2</sup>の散布で路面状態の改善が可能なこと、一方③路面温度が-10°C近い低温下では凍結防止剤散布では対応できないこと、そして④総合的に塩化カルシウムより塩化ナトリウムが有効であると判断できること、を確認した<sup>3)</sup>。

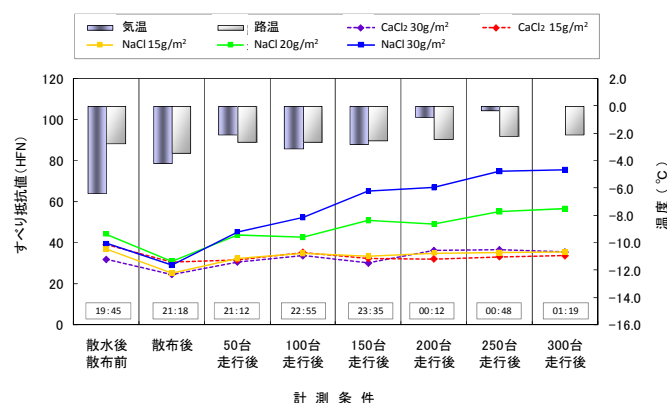


図7 ライムケーキ防滑材

図4 試験結果例 (事後散布、路面温度-2°C程度)

次に、塩化物以外の凍結防止剤・防滑剤の導入可能性を検討するため、塩化カルシウム水溶液にかわる湿式剤として、北米などで使用実績のある糖蜜液の散布試験を行った。その結果、湿式剤としての使用法と比較して、予め固形剤に含浸させる使用法の効果が高いことを確認した(図5)。

さらに、産業リサイクル促進の観点から、精糖過程で発生する残渣(ライムケーキ)(図5、6)について、防滑材としての活用可能性について実験した。その結果、試験道路における実験では一定の性能が得られたため、引き続き国道での散布試験を実施したところ、路面すべり抵抗値の改善が確認できた<sup>4)</sup>。

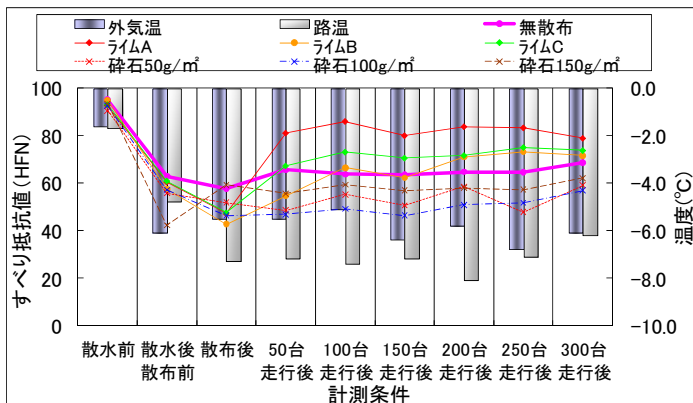


図8 ライムケーキの散布試験結果例 (苫小牧寒地試験道路)

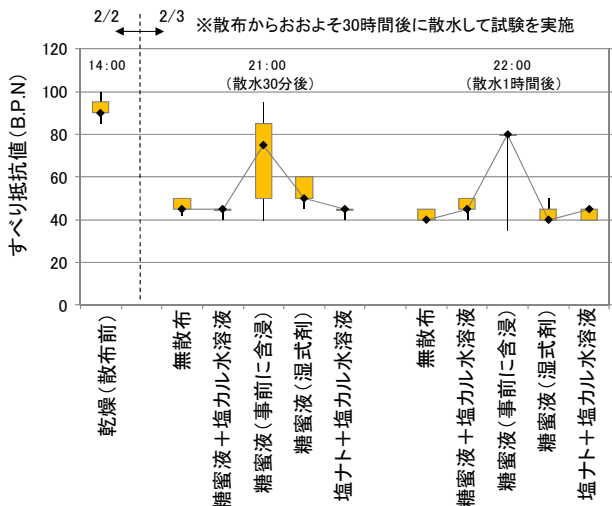


図5 糖蜜液の散布試験結果例

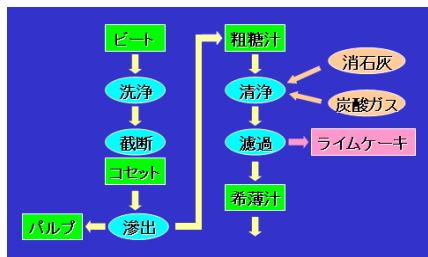


図6 ライムケーキ発生過程



### 3.3 薄氷処理技術

凍結防止剤の散布量削減に資する技術開発を目的に、ブラシ式除雪試験装置による薄氷処理技術の検討を行った。試験は、既存の維持除雪用機械をベース車両とするブラシ式除雪試験装置及び凍結防止剤散布車を使用して、試験道路に設定した氷厚2mm程度の路面に対する薄氷処理を行い、すべり摩擦係数の改善効果を計測した。

ブラシ式除雪試験装置(図9)は、横軸縦回転式で、①平鋼線を面状の束とし放射線状に配列した平鋼線ブラシ(図10左)、②波状に縮れた丸鋼線をスパイラル状にピッチ巻きした縮毛丸鋼線ブラシ(図10中)、③樹脂をリング状にピッチ巻きした樹脂ブラシ(図10右)の3種類にて確認を行った。

試験の結果、ブラシ施工により、路面のすべり摩擦係数の改善が確認できた。また、ブラシ式除雪試験装置又は凍結防止剤散布車の単独施工よりも、ブラシ装置及び散布装置の組合せ施工は路面のすべり摩擦係数の改善傾向が高いこと、ブラシ式除雪試験装置の施工は気温・路温共に温度による影響が少ないこと、一方、舗装に影響を与えずに薄氷を完全に除去することは困難であることを確認した(図11、12)。



図9 ブラシ式除雪試験装置

図10 使用したブラシ材 (左:平鋼線ブラシ中:縮毛丸鋼線ブラシ右:樹脂ブラシ)

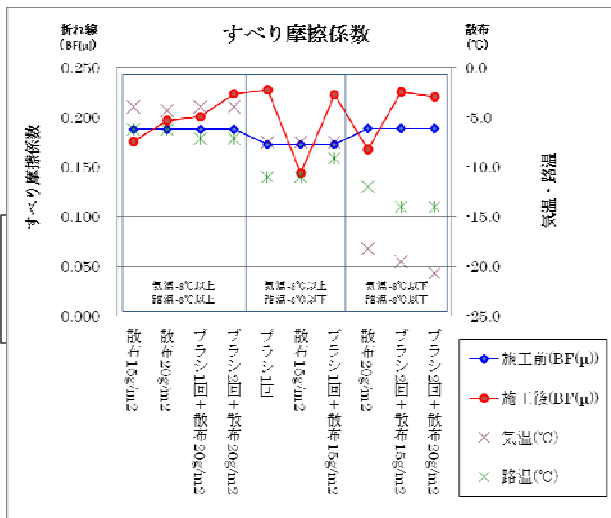


図11 凍結防止剤との組合せ施工試験結果 (平鋼線ブラシ)

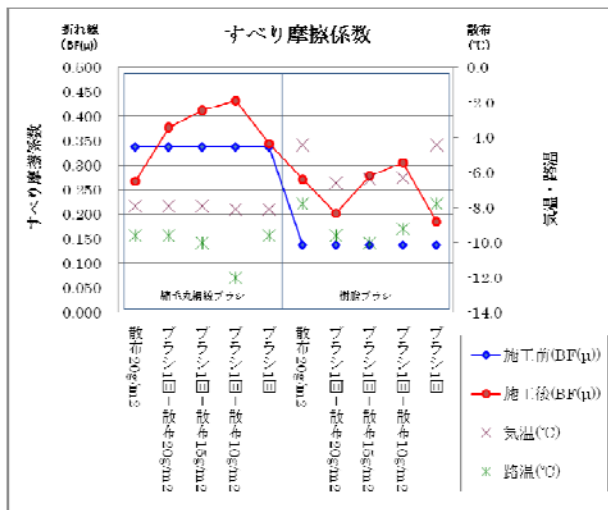


図12 凍結防止剤との組合せ施工試験結果 (縮毛丸鋼線ブラシと樹脂ブラシ)

これらの結果より、凍結防止剤散布とブラシ施工を同時並行して実施できる機械施工が効果的であることが分かった。そのため、既存の凍結防止剤散布車にブラシ式装置及びブロー装置を搭載する機械の仕様を開発した。

主要諸元を以下に、外観図を図13に示す。

凍結防止剤散布車

(10t級、6×6、ブラシ装置+ブロー装置付)

ホoppa容量	2.5m <sup>3</sup>
溶液タンク容量	700L
最大作業幅	2,500mm
ブラシ回転速度	230~700rpm
最高作業速度(ブラシ作動時)	40km/h
ブロー風量	280m <sup>3</sup> /min

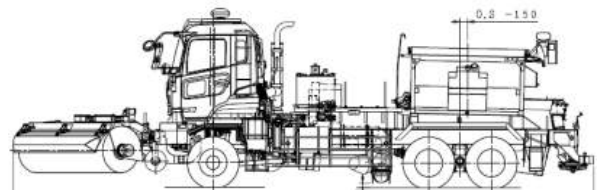


図13 凍結防止剤散布車外観図

## 6. まとめ

本研究では、凍結防止剤環境負荷の評価と予防手法の検討、環境負荷の小さい散布剤等の散布手法の開発及び薄氷処理技術の開発など凍結防止剤の散布量の削減等に資する技術開発を行った。これにより得られた成果は、道路管理者に検討資料として提供するとともに、冬期道路管理の基準見直し(凍結防止剤散布基準)において、試験結果・知見が活用された。また、物理的に雪氷路面を除去する機械装置の検討を行うなど、道路管理者の要請に対応した技術開発に取り組んだ。

## 参考文献

- 1) PIARC Technical Committee B5 : Snow & Ice Databook 2010
- 2) 熊谷卓士, 佐藤圭洋, 秋元清寿, 徳永ロベルト : 融氷特性を考慮した凍結防止剤の選定に関する一考察, 第52回(平成20年度)北海道開発技術研究発表会, 2008.2
- 3) 大日向昭彦, 高田哲也, 徳永ロベルト : 凍結防止剤の散布手法に関する基礎的研究, 第54回(平成22年度)北海道開発技術研究発表会, 2010.2
- 4) 大日向昭彦, 徳永ロベルト, 高橋尚人, 河端享一 : 精糖残渣(ライムケーキ)を活用した新たなすべり止め材の散布効果について, 平成21年度 ゆきみらい研究発表会, 2010.1