

# 効率的な防滑材散布手法に関する研究

## —現道における散布試験—

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 寒地交通チーム ○切石 亮  
 (独) 土木研究所 寒地土木研究所 寒地機械技術チーム 中村 隆一  
 札幌開発建設部 滝川事務所 工務課 坂本 多朗

厳寒時の冬期路面管理では、防滑材を散布している。しかし、散布した防滑材は車両の走行等により飛散してしまうことがある。海外では、防滑材に加熱水を混合して散布する事例があり、その効果が報告されている。本研究では、平成22年度より我が国における当該手法の適用性の検証を目的に、試験コース内での試験を実施しその有効性を確認した。本報告では平成25年度に行った現道における試験の結果を報告する。

キーワード：冬期路面管理、防滑材、加熱水、散布

### 1. はじめに

積雪寒冷地では、凍結路面对策として凍結防止剤の散布を行っているが、厳寒時や路面上の雪氷量が多い場合には、凍結防止剤だけでは路面のすべり抵抗値を改善させる十分な効果が得られない場合があり、7号砕石<sup>1)</sup>等を防滑材として散布している<sup>2,3)</sup>。

防滑材の散布手法は、防滑材のみを散布する「乾式散布」、防滑材と凍結防止剤水溶液を混合して散布する「湿式散布」がある。湿式散布は乾式散布に比べて、路面への定着性が高く、散布効果が持続することが知られている<sup>3)</sup>。しかし、防滑材の湿式散布を行った場合でも、車両の走行などにより防滑材が飛散し、時間の経過と共にすべり抵抗値が低下する場合がある<sup>4)</sup>。

海外では防滑材と加熱水の混合散布（以下、加熱水混合散布）が行われている<sup>5)</sup>が、我が国における適用性を確認するため、佐藤ら<sup>6)</sup>は低温室内において基礎的な試験を行い、加熱水混合散布の有効性を確認した。その後、切石ら<sup>7,8)</sup>は苫小牧寒地試験道路において、実際の散布装置、一般交通を模擬した車両等を用いた試験を行い、すべり抵抗値を用いて散布効果を評価し、加熱水温度40℃、加熱水混合割合30%の場合において良好な散布効果が得られることを確認した。しかし、実際の道路環境下における当該手法の散布効果は不明である。そこで、著者らは平成25年度に実際の道路上において当該手法の試験を行ったので、試験の概要とその結果について述べる。

### 2. 現道における加熱水混合散布試験

#### (1) 試験概要

Makoto Kiriishi, Ryuichi Nakamura, Taro Sakamoto

試験は、平成26年2月5日に北海道樺戸郡新十津川町の一般国道451号で行った。表-1に試験条件を示す。

#### (2) 試験方法

試験は、図-1に示すように無散布区間、湿式散布区間、加熱水混合散布区間を設定した（詳細は次節参照）。

調査項目は、路面のすべり抵抗値、天候、気温、路温、路面状態（雪氷厚、雪氷密度、雪氷硬度）、加熱水散布機構内における加熱水温度（3箇所）とした。気温、路温、路面状態はKP=51.0を代表地点として計測した。路面のすべり抵抗値は、散布前（3時台）、散布後（6時台、8時台、10時台）の計4回計測した。

#### (3) 試験装置

防滑材散布作業は写真-1に示す凍結防止剤散布車を使

表-1 試験条件

試験日時	2014年2月5日 3:00～11:00		
天候	晴		
気温	-19.3～-12.8℃		
路温	-16.5～-9.5℃		
路面状態	雪氷厚	21.3mm	
	雪氷密度	808kg/m <sup>3</sup>	
	雪氷硬度	18.8kg/cm <sup>2</sup>	
試験場所	試験区間A	湿式散布	KP=50.8～51.0
		無散布	KP=50.4～50.6
		加熱水混合散布	KP=50.0～50.2
	試験区間B	湿式散布	KP=42.8～43.0
		無散布	KP=42.4～42.6
		加熱水混合散布	KP=42.0～42.2
散布条件	湿式散布	150g/m <sup>2</sup> (凍結防止剤水溶液混合割合20%)	
	加熱水混合散布	150g/m <sup>2</sup> (加熱水温度40℃、加熱水混合割合30%)	



図-1 試験区間

用した。凍結防止剤散布車は、国土交通省北海道開発局で多く使用されている機種と同様の機械を用いた。散布装置部分には、加熱水混合散布を行うため、図-2に示す水を加熱し保温する機構（以下、加熱水散布機構）を試作し搭載した。水の加熱は、直列系統の加熱機器2台に熱交換器1台を介して、水溶液タンク内の水を循環させて加熱する予熱方式とし、制御部を含めてシステム化した。



写真-1 試作した加熱水散布機構

た。水循環回路は、加熱機器と熱交換器間には不凍液を、水溶液タンクと熱交換器間には水を循環させ、熱交換器で冷却された不凍液は再び加熱機器へ、熱交換器で加熱された水は水溶液タンクへ循環し、水溶液タンク内の水を加熱する。また、不凍液の循環時の排熱を利用して、凍結しやすい水溶液ポンプ、ストレーナを含む水循環回路を凍結から保護するため、それらを覆う保温カバーを設けた。

加熱水温度は、水溶液タンク内上部、水溶液タンク内中央及び散布円盤部に熱電対を設置し、加熱水散布機構の経路内における温度を1秒毎に計測した。

すべり抵抗値は写真-2に示す連続路面すべり抵抗値測定装置（以下、CFT）<sup>9)</sup>を用いて計測を行った。CFTで計測するすべり抵抗値は、HFNと呼ばれる独自の値で、すべり難い路面ほど高い値を示し、すべり易い路面ほど低い値を示す。

#### (4) 試験結果

写真-3に試作機における散布状況を、写真-4に加熱水混合散布後の路面状況を示す。

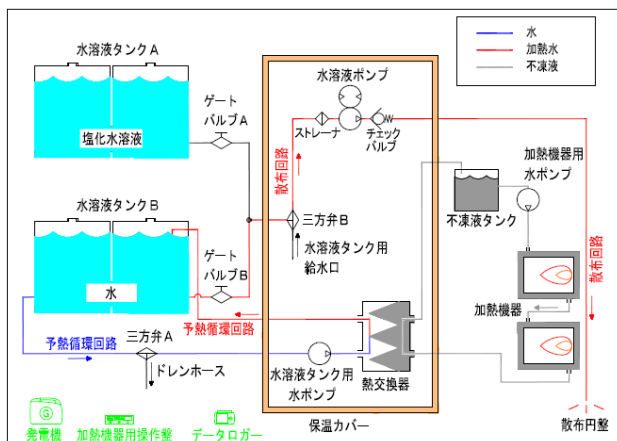


図-2 加熱水散布機構の系統図



写真-2 連続路面すべり抵抗値測定装置



写真3 加熱水散布機構を用いた散布状況



写真4 加熱水混合散布後の路面状況

加熱水散布機構における加熱水混合散布作業時の加熱水の温度推移を図-3に示す。

水溶液タンク内上部の加熱水温度は試験開始時には約60℃であったが、加熱水混合散布終了時には約40℃まで低下した。一方、水溶液タンク内中央の加熱水温度は、試験開始時には約70℃であったが、加熱水混合散布終了時には約55℃まで低下した。散布円盤部における加熱水温度は試験区間の間における回送時に最低で約30℃に低下したが、散布時には急激に温度が上昇し水溶液タンク内中央における温度と同程度となった。このことより、水溶液タンク中央から散布円盤部間の加熱水の熱損失は無視できるほどに小さいことが判った。

なお、本試作機構は電源にポータブルの発電機を用いている。そのため、走行中に水の加熱が不可能であることから、本試験では確実に40℃以上の加熱水を散布することができるよう、試験開始時の加熱水温度を高めを設定した。

加熱水混合散布の効果として、計測したHFNを図-4に試験区間A、図-5に試験区間Bそれぞれにおける上下車線、計測区間及び試験時間帯別に箱ひげ図を示す。箱ひ

げ図のデータは各計測区間200mにおける1秒毎のHFNで、サンプル数は11~17件である。

これらの図より、防滑材散布後の6時台以降では、試験区間及び上下車線の区別なく全てのケースにおいて湿式散布に比べ加熱水混合散布の方が中央値は高い値を示した。しかし、試験区間Aにおける上り車線の6時台や10時台、試験区間Bにおける上り車線の8時台のように、湿式散布と加熱水混合散布のHFNに大きな違いが見られない場合があった。

### 3. まとめと今後の展望

本試験時において加熱水散布機構は、走行中に水の加熱が不可能であったにもかかわらず、外気温約-17℃の環境下で、約1時間の作業時間に亘って40℃以上の加熱水を散布することができた。また、加熱水散布区間のインターバルは最大で10分程度であったが、加熱水が経路内で凍結することは無かった。

防滑材の加熱水混合散布効果は、写真-4に示すように目視において路面への定着を確認できた。一方、すべり

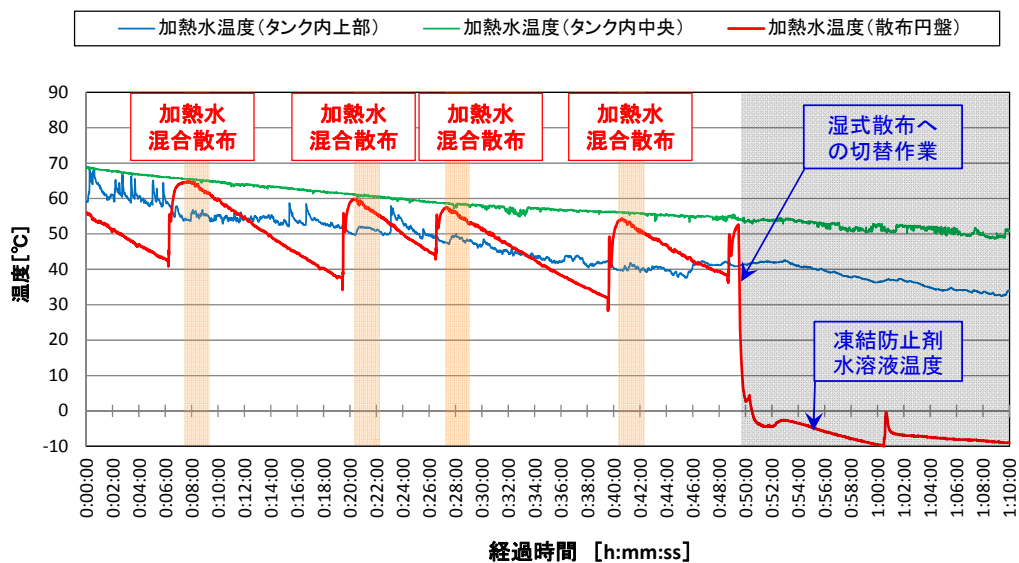


図-3 試作装置内における加熱水温度

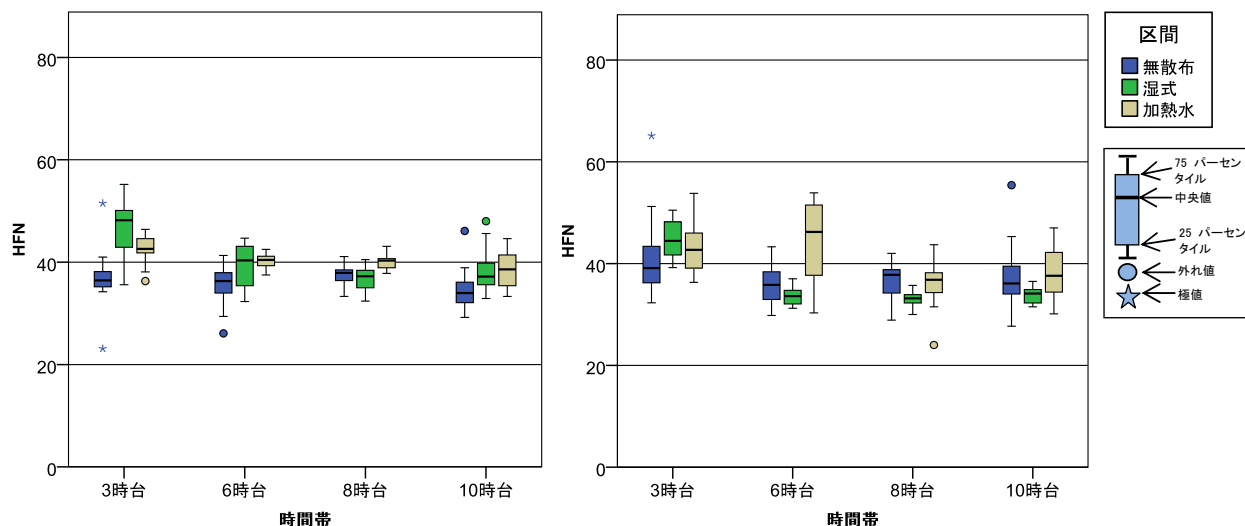


図-4 試験区間AにおけるHFN (左：上り車線, 右：下り車線)

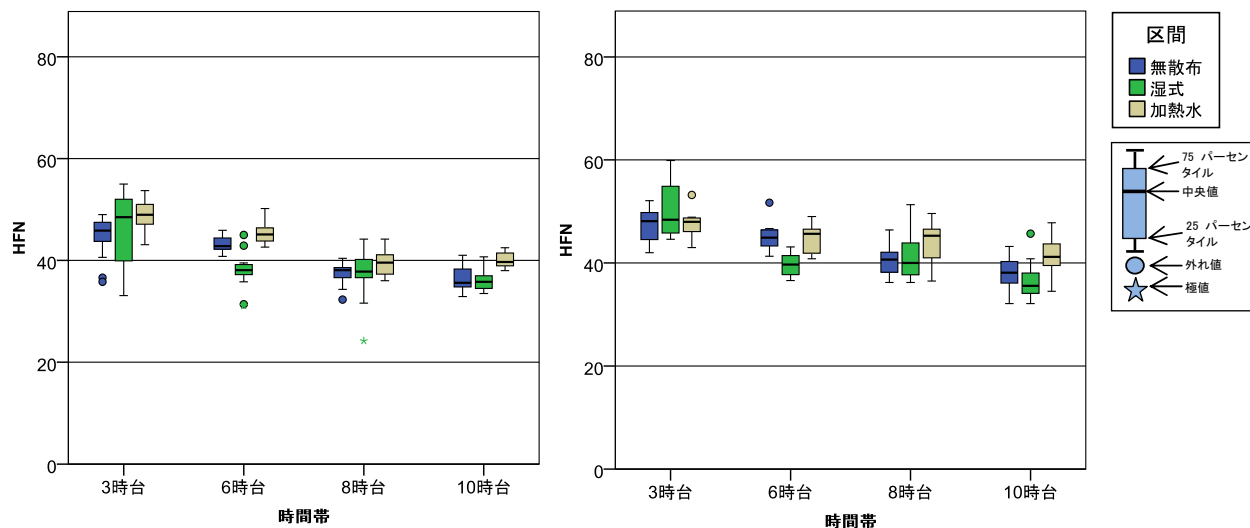


図-5 試験区間BにおけるHFN (左：上り車線, 右：下り車線)

抵抗値を用いた散布効果の評価では、基本的に湿式散布に比べて高いHFNを示したが、同程度のHFNを示す場合もあった。

本試験では、気象条件や現場の作業状況により、有効な試験を1日しか実施できなかった。今後も現道における試験を重ねてデータの蓄積及び、加熱水混合散布の効果を明確にし、効率的な防滑材の加熱水混合散布手法の確立を図る所存である。さらに、加熱水混合散布と湿式散布の工事費の比較、機械の改造費等の試算を行い、道路管理者へ新たな散布手法の提案をしていきたい。

#### 参考文献

- 1) 日本工業規格、1995：道路用砕石、JIS-A5001
- 2) 北海道開発局、1997：冬期路面管理マニュアル(案)
- 3) (社)日本建設機械化協会、2004：2005 除雪・防雪ハンドブック (除雪編) 213-214
- 4) 宮本修司、森田英俊、倉内圭、阿部英樹、舟橋誠、高橋尚人、

浅野基樹、2004：防滑材の再利用に関する研究、寒地土木研究所月報、No.615、44-49

- 5) Torgeir Vaa、2004：Implementation of New Sanding Method in Norway、Sixth International Symposium on Snow Removal and Ice Control Technology、TRB Electronic Circular 63、473-486
- 6) 佐藤圭洋、秋元清寿、宮本修司、徳永ロベルト、2009：防滑材の飛散対策に関する基礎的研究、寒地土木研究所月報、No.675、35-41
- 7) 切石亮、大日向昭彦、徳永ロベルト、高橋尚人、中村隆一、2011：冬期路面管理における防滑材の定着性向上に関する研究、北海道の雪氷 No.30
- 8) 切石亮、川端優一、徳永ロベルト、高橋尚人、中村隆一、2013：効果的・効率的な防滑材の加熱水混合散布手法に関する研究、北海道の雪氷 No.32
- 9) 舟橋誠、徳永ロベルト、浅野基樹、2007：連続路面すべり抵抗値測定装置 (RT3) の導入について、寒地土木研究所月報、No.651、40-47