

# 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 A study on effective and efficiently method for warm wetted sanding

切石亮, 川端優一, 徳永ロベルト, 高橋尚人, 中村隆一  
(独) 土木研究所寒地土木研究所)

Makoto Kiriishi, Yuichi Kawabata, Roberto Tokunaga, Naoto Takahashi, Ryuichi Nakamura

## 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>。

防滑材の散布手法としては、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、路面への定着性が高く、乾式散布に比べると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>。

海外においては、表1に示す仕様<sup>5)</sup>で加熱水混合散布が行われているが、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った。その結果、加熱水温度 20℃、加熱水混合割合 20%の場合、90%以上の7号砕石が氷の上に定着し、温度上昇に伴い7号砕石の定着率が向上することを確認した。

表1 海外における加熱水混合散布の主な仕様

防滑材の粒度	0~4 mm
加熱水の温度	90~95 °C
加熱水の混合割合	重量比30 %
散布量	200 g/m <sup>2</sup>

切石ら<sup>7)</sup>は、佐藤らの試験結果を基に、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た。その結果、加熱水温度 20℃の場合には車両の通行により防滑材が飛散し散布効果が低下したが、加熱水温度 40℃の場合には、車両の通行がある場合でも散布効果が持続した。このことより、加熱水温度が 20℃では当該手法の効果は得られないことを確認した。しかし、40℃より高い加熱水温度や 20%以外の加熱水混合割合における散布効果は不明であった。

そこで、著者らは2012年及び2013年に加熱水温度 60℃と加熱水混合割合 30%の散布効果に関する試験を行ったので、試験の概要とその結果について述べる。

## 2. 防滑材散布試験

加熱水の温度及び混合割合による散布効果を目的として試験を行った。

### 2.1 試験概要

試験は、加熱水の温度及び混合割合による散布効果を目的として、苫小牧寒地試験道路で行った。各試験日における試験条件は表2に示す。

### 2.2 試験方法

図1に示すコースレイアウトのように氷膜路面を作成し、4区間の氷膜路面を、無散

表 2 試験条件

試験月日	2012年1月17日	2012年1月18日	2013年1月23日	2013年1月30日
時刻	18:30~23:47	17:49~22:54	17:56~22:38	17:31~22:30
気温(°C)	-10.4 ~ -12.3	-5.0 ~ -13.3	-6.0 ~ -12.0	-0.7 ~ -3.4
路温(°C)	-5.4 ~ -7.9	-4.0 ~ -8.3	-3.0 ~ -6.9	-1.7 ~ -4.7
散布条件	無散布	無散布	無散布	無散布
	7号碎石 150g/m <sup>2</sup>	7号碎石 150g/m <sup>2</sup>	7号碎石 150g/m <sup>2</sup>	7号碎石 150g/m <sup>2</sup>
	7号碎石+ 加熱水(40°C) 150g/m <sup>2</sup>	7号碎石+ 加熱水(60°C) 150g/m <sup>2</sup>	7号碎石+ 加熱水(40°C) 150g/m <sup>2</sup>	7号碎石+ 加熱水(40°C) 150g/m <sup>2</sup>
	加熱水割合 20%	加熱水割合 20%	加熱水割合 20%	加熱水割合 30%
	7号碎石+ 凍結防止剤水溶液 150g/m <sup>2</sup> 水溶液割合 20%	7号碎石+ 凍結防止剤水溶液 150g/m <sup>2</sup> 水溶液割合 20%	7号碎石+ 凍結防止剤水溶液 150g/m <sup>2</sup> 水溶液割合 20%	7号碎石+ 凍結防止剤水溶液 150g/m <sup>2</sup> 水溶液割合 20%

布区間, 7号碎石散布区間, 7号碎石+加熱水散布区間, 7号碎石+凍結防止剤水溶液(以下, CaCl<sub>2</sub>水溶液)散布区間を設定した. 各区間に必要な散布材を散布した後, 交通模擬車両(以下, ダミー車)を走行させ, 車両の通行による影響を再現した.

調査項目は, 氷膜・散布後における路面のすべり抵抗値, 時刻, 気温, 路温, 各区間の写真撮影とした. 気温及び路温はコース上の固定点において計測した. 調査のタイミングは, 散布前, 散布直後, ダミー車の走行50台毎に300台走行までの8回調査を行った.

### 2.3 試験装置

散布作業は図2に示す凍結防止剤散布車を使用して散布作業を行った. なお, 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, 水を加熱し保温する機構を試作し搭載した.

すべり抵抗値は図3に示す連続路面すべり抵抗値測定装置(以下, CFT)<sup>8)</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と呼ぶ独自の値で, すべりにく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.

### 2.4 試験結果

#### 2.4.1 2012年の試験結果(加熱水温度40°C・60°C)

2012年に実施した試験結果を, 図4に示すように各区間(無散布, 7号碎石, 7号碎石+加熱水, 7号碎石+CaCl<sub>2</sub>水溶液)50mにおける0.1秒毎に計測したすべり抵抗値を箱ひげ図に示す. 当該年度は1月17日(加熱水温度40°C)の結果を図4左に, 1月18日(加熱水温度60°C)の結果を図4右に示す.

1月17日の試験では, 加熱水混合散布(40°C)が50台走行後から徐々にすべり抵抗値が低下しているが, 従来の散布手法(7号碎石, 7号碎石+CaCl<sub>2</sub>水溶液)に比べて高いすべり抵抗値を示した.

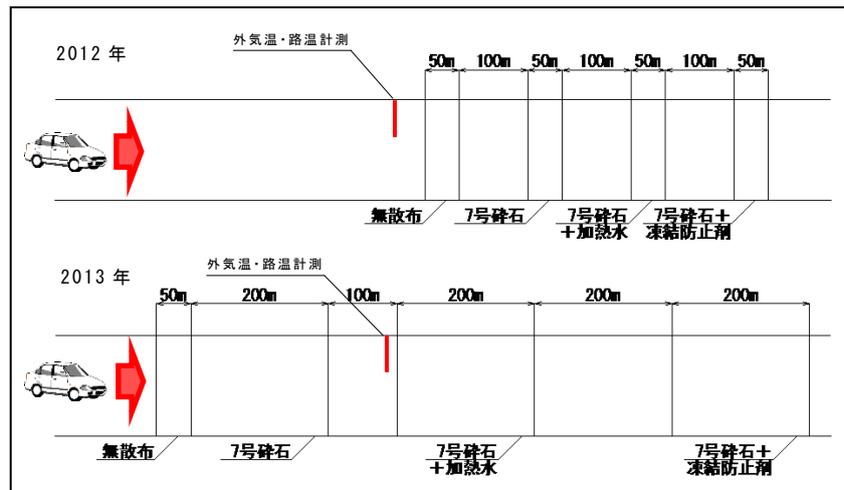


図1 コースレイアウト



図2 凍結防止剤散布車 (4.0m<sup>3</sup>級, 湿式)



図3 連続路面すべり抵抗値測定装置(CFT)

1月18日の試験においても、前日の試験結果と同様に加熱水混合散布(60°C)が100台走行後から徐々にすべり抵抗値が低下しているが、従来の散布手法(7号砕石, 7号砕石+CaCl<sub>2</sub>水溶液)に比べて高いすべり抵抗値を示した。

加熱水温度40°Cに対する加熱水温度60°Cのすべり抵抗値(HFN)は、各区間の平均値で-1.2~4.9異なり、加熱水の温度によるすべり抵抗値の違いは確認できなかった。

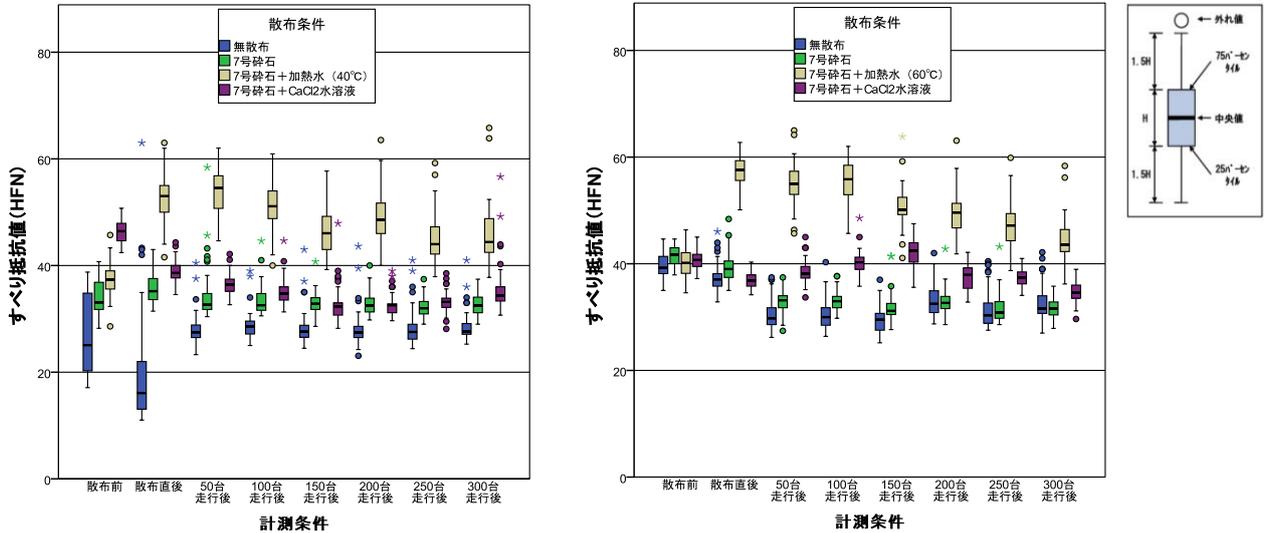


図4 2012年の試験結果(左:1月17日、右:1月18日)

2. 4. 2 2013年の試験結果(加熱水混合割合20%・30%)

2013年に実施した試験結果を、図5に示すように各区間(無散布:50m, 7号砕石:200m, 7号砕石+加熱水:200m, 7号砕石+CaCl<sub>2</sub>水溶液:200m)における0.1秒毎に計測したすべり抵抗値を箱ひげ図に示す。当該年度は1月23日(加熱水混合割合20%)の結果を図5左に、1月30日(加熱水混合割合30%)の結果を図5右に示す。

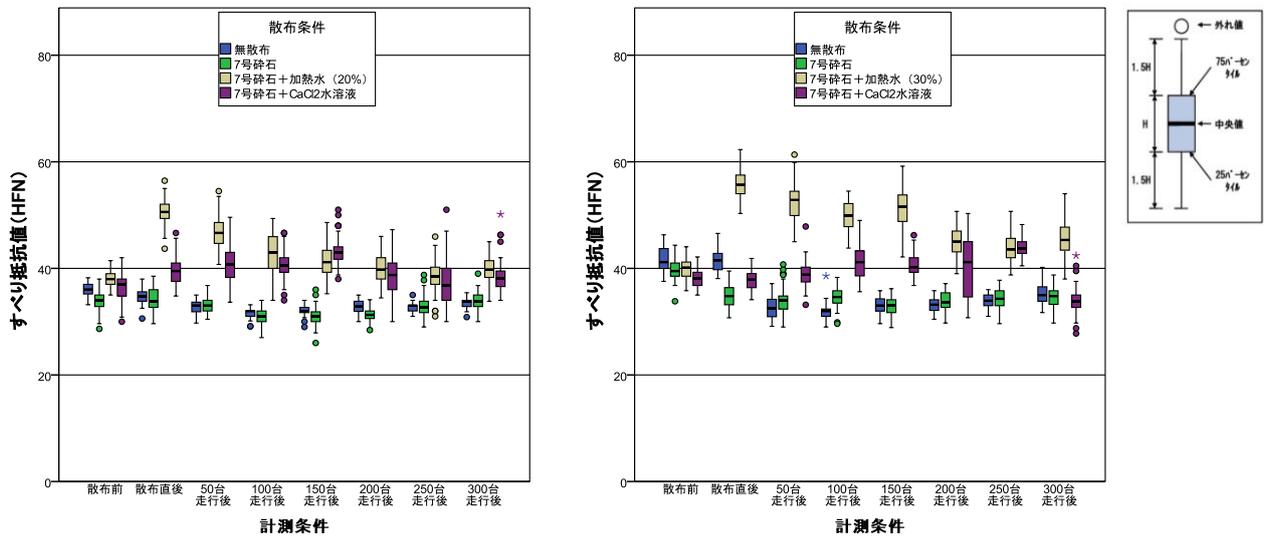


図5 2013年の試験結果(左:1月23日、右:1月30日)

1月23日の試験では、加熱水混合散布(20%)が散布直後から徐々にすべり抵抗値が低下しており、7号砕石に比べ高いすべり抵抗値を示したが、100台走行後以降は7号砕石+CaCl<sub>2</sub>水溶液と同等程度のすべり抵抗値を示した。

1月18日の試験においても、前日の試験結果と同様に加熱水混合散布(30%)が散

布直後から徐々にすべり抵抗値が低下しているが、7号砕石に比べ高いすべり抵抗値を示し、7号砕石+CaCl<sub>2</sub>水溶液に対しても200台走行後及び250台走行後を除き高いすべり抵抗値を示した。

加熱水混合割合20%に対する加熱水混合割合30%のすべり抵抗値(HFN)は、各区間の平均値で5.2~9.6高く、加熱水の混合割合により散布効果の違いが現れた。

### 3. まとめと今後の展望

本試験結果より、防滑材の加熱水混合散布は、従来の散布手法に比べて、高いすべり抵抗値が持続することを既往の試験結果と同様に確認した。

加熱水温度については、40℃と60℃ではすべり抵抗値に明確な差が確認できなかった。既往の試験結果を考慮すると加熱水温度は40℃以上必要であるが、既存の凍結防止剤散布装置の改良を考慮した場合、既存の装置は高温の水に対応した設計がなされていないことや、水の加熱に必要な費用等の面から、加熱水温度を必要以上に高くすることは望ましくない。そのため、加熱水温度は40℃として今後の検討を進めていくことが望ましいと考える。

加熱水の混合割合については、加熱水混合割合30%の場合に高いすべり抵抗値を示したことから、加熱水混合割合が防滑材の散布効果に影響を及ぼす事を確認した。このことにより、防滑材の散布効果を高めるためには、加熱水温度に加え、加熱水の混合割合も防滑材の散布効果を左右する要素として検討を進める必要がある。

今後は、30%より高い加熱水混合割合での散布効果や、圧雪など氷膜以外の各種路面状態における散布効果を含め、様々な条件下における試験・検討を今後も行い、防滑材の加熱水混合散布手法の確立を図る所存である。

#### 【参考・引用文献】

- 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) Torigeir 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) 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