

凍結防止剤散布の効果に関する試験研究

(独) 土木研究所寒地土木研究所 寒地交通チーム ○川端 優一
(独) 土木研究所寒地土木研究所 寒地交通チーム 高田 哲哉
(独) 土木研究所寒地土木研究所 寒地交通チーム 徳永 ロベルト

積雪寒冷地の道路管理者は、凍結防止剤散布を主とした凍結路面对策を実施している。しかし、今般の道路管理に係わる予算制約のため、より効果的・効率的な凍結防止剤の散布が求められている。本研究では、凍結防止剤散布量の違いによるすべり抵抗値の改善度合いとその持続性の把握を目的として、苫小牧寒地試験道路にて凍結防止剤散布試験を行った。本稿では、当該試験の概要とその結果について述べる。

キーワード：冬期維持管理、凍結防止剤、すべり抵抗値

1. はじめに

積雪寒冷地では、降積雪と気温の低下により凍結路面が発生する。路面の凍結によって路面のすべり摩擦が低下し、スリップ事故などの冬期特有の交通事故を誘発させるとともに、平均旅行速度が低下するため、交通渋滞の要因となることがある。このため、安全かつ円滑な冬期道路交通を確保する上で重要な対策として、道路管理者は凍結防止剤の散布を主とした凍結路面对策を実施している¹⁾。しかし、今般の道路管理に係わる予算制約のある中、より効果的・効率的な凍結防止剤の散布が求められている。

本研究では、苫小牧寒地試験道路において、実際の道路環境に近い条件で、凍結防止剤として主に使用されている塩化ナトリウムの散布量の違いによるすべり抵抗値の改善度合いとその持続性を把握することを目的として、凍結防止剤散布試験を行った。

2. 既往研究

大日向²⁾は、苫小牧寒地試験道路において、凍結防止剤として使用されている塩化ナトリウム及び塩化カルシウムの二種類を用い、凍結路面に対して凍結防止剤を散布する「事後散布」及び路面が凍結する直前に凍結防止剤を散布する「事前散布」の効果把握を目的として散布試験を行った。事後散布では、路面温度が -2°C 程度の氷膜路面の場合、①塩化カルシウム ($15\text{g}/\text{m}^2$ 、 $30\text{g}/\text{m}^2$) では路面のすべり抵抗値を改善できなかったこと、②塩化ナトリウムの散布区間では、 $15\text{g}/\text{m}^2$ ではすべり抵抗値を改善できなかったが、 $20\text{g}/\text{m}^2$ 、 $30\text{g}/\text{m}^2$ と散布量が増えるのに伴い路面のすべり抵抗値が高くなったことを確認

した。他方、路面温度が -10°C 近くまで低下している状況では、塩化ナトリウム・塩化カルシウムともに路面のすべり抵抗値を改善できず、無散布区間より低いすべり抵抗値を示す場合があったことを報告している。

3. 散布試験

本研究では、凍結防止剤散布と路面のすべり抵抗値変化の関係の明確化に寄与するデータ蓄積を目的とし、凍結防止剤として主に使用されている塩化ナトリウムに着目して様々な散布量で試験を行った。

(1) 試験概要

散布試験は、平成23年1月18日に、当研究所が保有する苫小牧寒地試験道路において、凍結防止剤（塩化ナトリウム）の散布量の違いによる散布試験を実施した。表-1に、試験日における試験条件を示す。

表-1 試験条件

試験月日	平成23年1月18日
時刻	16:35 ~ 翌日0:17
天候	晴れ
気温	-6.7°C ~ -1.1°C
路面温度	-3.6°C ~ 0.9°C
散布時期	事後散布
散布条件	無散布
	NaCl $10\text{g}/\text{m}^2$ + CaCl ₂ 水溶液 (重量比10%)
	NaCl $15\text{g}/\text{m}^2$ + CaCl ₂ 水溶液 (重量比10%)
	NaCl $20\text{g}/\text{m}^2$ + CaCl ₂ 水溶液 (重量比10%)
	NaCl $25\text{g}/\text{m}^2$ + CaCl ₂ 水溶液 (重量比10%)
NaCl $30\text{g}/\text{m}^2$ + CaCl ₂ 水溶液 (重量比10%)	

(2) 試験実施場所

散布試験は、当研究所所有の苫小牧寒地試験道路で実施した。試験走路は1周約2,700m (直線区間約1,200m×

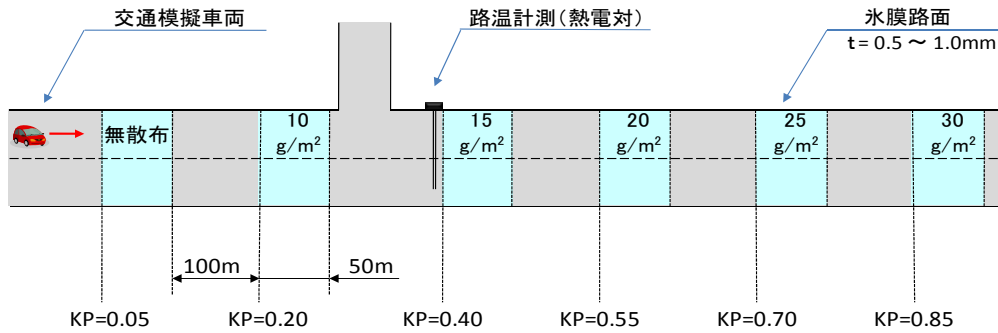


図-1 試験コースレイアウト

2、曲線区間約160m×2) である。

(3) 試験方法

試験方法は、図-1に示すとおり、苫小牧寒地試験道路の直線部に氷膜路面を作製し、凍結防止剤として、塩化ナトリウム (NaCl) と塩化カルシウム (CaCl₂) 水溶液を混合した湿式散布を行った。また、比較用として、散布を行わない区間 (無散布) を設けた。

氷膜路面では、一般の道路交通を模擬した交通模擬車両 (以下、ダミー車両と記す) を走行させた。

測定項目は、氷膜路面のすべり抵抗値、気温、路面温度とした。気温及び路面温度は、KP=0.4地点において測定した。



写真-2 連続路面すべり抵抗値測定装置 (CFT)

(4) 測定装置

a) 連続路面すべり抵抗値測定装置³⁾

散布効果の把握は、連続路面すべり抵抗値測定装置 (写真-2) を用いてすべり抵抗値を測定した。連続路面すべり抵抗値測定装置 (Continuous Friction Tester : CFT) とは、車両後部に測定輪を設け、測定輪を車両進行方向に対して1~2°程度の角度を与え、測定輪が回転する際に発生する横力から、すべり抵抗値を測定する装置である (図-2)。

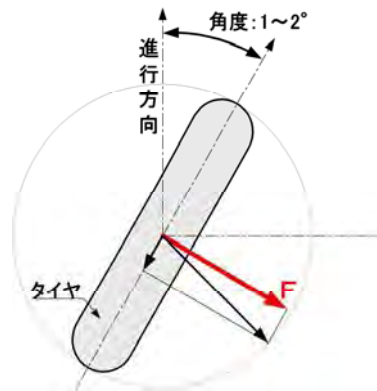


図-2 測定概念図

b) すべり抵抗値

すべり抵抗値とは、当該装置の開発者が独自に設定したHFN (Halliday Friction Number) と呼ばれる値である。

図-3に示すとおり、通常0~100の範囲で変化すること

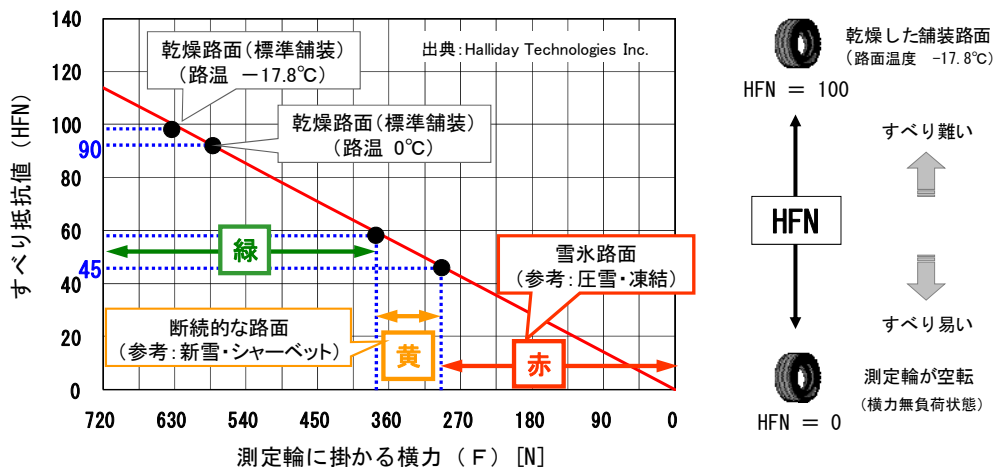


図-3 すべり抵抗値と横力

で、すべりにくいほど高い値を示す。また、測定値が表す路面状態として、0～44は雪氷路面、45～59は断続的な路面、60～100は良好な路面を示している。

(5) 試験手順

a) 氷膜路面の作製

試験で使用する氷膜路面（厚さ0.5～1.0mm）の作製は、試験道路直線部の6区間に、散水車による散水（写真-3）を行い、日没後の気温の低下を利用して作製した。作製した6区間の延長はそれぞれ50mとした。また、各区間の間隔は、走行車両によるひきずりの影響を防止するため、100m間隔とした。



写真-3 氷膜路面作製状況

b) 凍結防止剤散布前の測定

氷膜路面作製の後、試験対象凍結防止剤を散布する前に、連続路面すべり抵抗値測定装置（写真-4）で、路面のすべり抵抗値（HFN）を測定した。

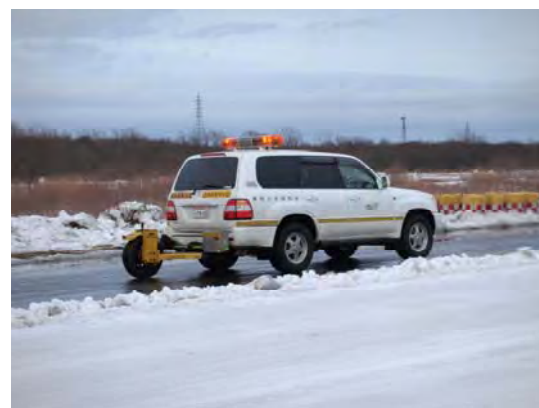


写真-4 すべり抵抗値測定状況

c) 試験対象凍結防止剤の散布

作製した6区間の氷膜路面のうち、無散布区間を除く5区間に、試験対象凍結防止剤（塩化ナトリウム）を散布（写真-5）した。散布を行う5区間の散布量は、 $10\text{g}/\text{m}^2$ 、 $15\text{g}/\text{m}^2$ 、 $20\text{g}/\text{m}^2$ 、 $25\text{g}/\text{m}^2$ 及び $30\text{g}/\text{m}^2$ とした。また、それぞれの散布量に対し、塩化カルシウム水溶液（重量比10%）を混合した湿式散布を行った。

d) 凍結防止剤散布後の測定

試験対象凍結防止剤の散布後、連続路面すべり抵抗値測定装置を40km/hで走行し、路面のすべり抵抗値を測定した。

e) ダミー車両の走行

車両の走行による影響を調査するため、一般の道路交通を模擬したダミー車両（50台走行毎、のべ300台）を40km/hで走行（写真-6）させた。



写真-5 凍結防止剤散布状況

f) ダミー車両走行後の測定

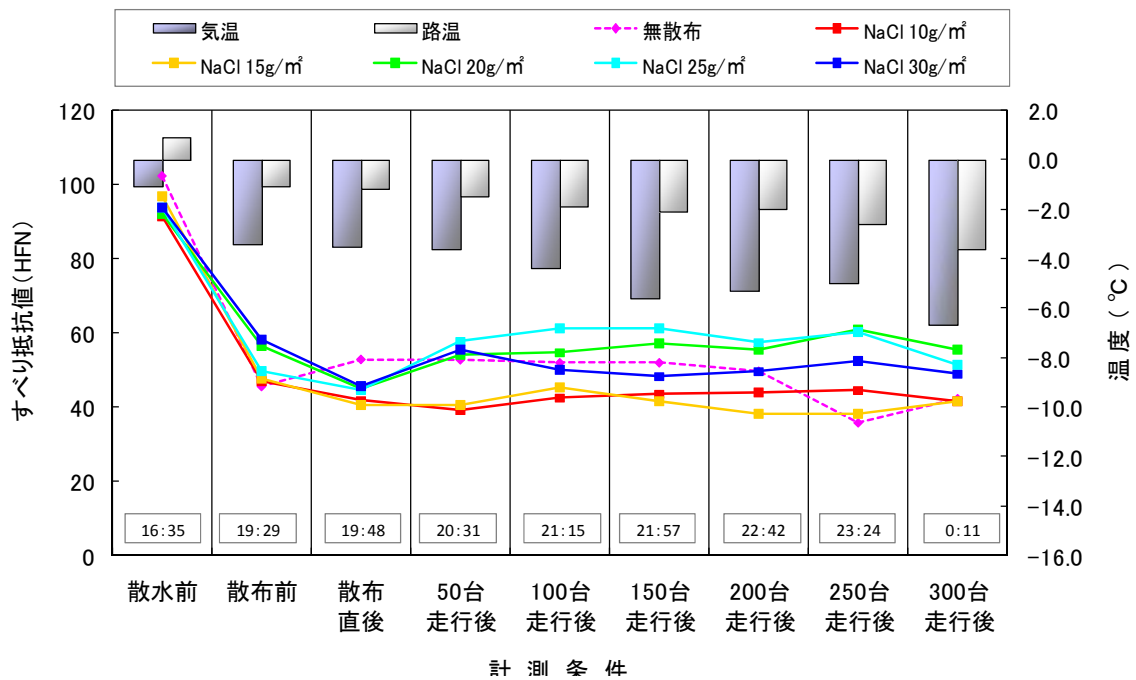
ダミー車両50台走行毎（50台、100台、150台、200台、250台及び300台走行後）に、連続路面すべり抵抗値測定装置にて、各散布区間の、路面のすべり抵抗値を測定した。

4. 試験結果（事後散布：路面温度 -3.6°C ～ -1.1°C ）

図-4に、事後散布での試験結果を示す。散布量 $30\text{g}/\text{m}^2$ では、散布直後のすべり抵抗値（HFN）は45だったが、ダミー車両50台走行後のHFNは55に上昇し、ダミー車両100台走行後からダミー車両300台走行後は、HFNが48～52の間で推移した。なお、ダミー車両50台走行後から、ダミー車両200台走行後までのHFNは、無散布と同程度の値（HFN=50）であった。散布量 $25\text{g}/\text{m}^2$ では、散布直後のHFNは約45だったが、ダミー車両走行開始以降は、HFNが約51～61の間で推移した。散布量 $20\text{g}/\text{m}^2$ では、散布直後のHFNは約45だったが、ダミー車両50台走行開始以降は、HFNが約54～61の間で推移した。一方、散布量 $10\text{g}/\text{m}^2$ 及び $15\text{g}/\text{m}^2$ では、散布直後からダミー車両300台走



写真-6 ダミー車両走行状況



計測条件
図-4 試験結果

行後のHFNは38~44に留まった。また、散布直後からダミー車両200台走行後までのHFNは、無散布区間を下回る場合があることを確認した。

5. まとめと今後の課題

本試験結果から、散布量 $10\text{g/m}^2 \cdot 15\text{g/m}^2$ では、HFNの上昇が確認できず、散布直後から HFN が無散布区間より低下した。これは、氷膜路面の表面が部分的に融解し、薄い水膜を発生させ、無散布区間よりもすべり易くなったと考えられる。

今回の凍結防止剤散布試験より、路面温度が $-3.6^\circ\text{C} \sim -1.1^\circ\text{C}$ の間での事後散布において、少ない散布量では、HFN が無散布区間よりも低下した。これは、大日向が指摘したように、凍結防止剤が氷膜の一部を融解し、氷膜上に水膜を形成することで無散布区間よりもすべり易い状態になったものと考えられる。また、今回の試験結果では、塩化ナトリウムの散布量が 20g/m^2 以上の場

合、散布量に応じた路面のすべり抵抗値改善が確認できなかった。本研究で行った試験では路面温度が -3.6°C まで低下し、大日向の行った試験条件（路面温度 -2°C 程度）より低い路面温度だったことから、路面温度の低下に伴って散布効果が低下したと考えられる。

既往研究からも路面温度が凍結防止剤散布効果に与える影響が大きいと考えられ、様々な路面温度条件、気象条件で散布試験を行うことで凍結防止剤散布と路面のすべり抵抗値変化の因果関係をより明確にし、気象状況や交通条件に応じた適切な散布手法の確立を目指したい。

参考文献

- 1) 北海道開発局：冬期路面管理マニュアル(案)、平成9年11月
- 2) 大日向昭彦、高田哲哉、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、平成23年2月、第54回北海道開発技術研究発表会
- 3) 舟橋誠、徳永ロベルト、浅野基樹：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

