

低温時における凍結防止剤散布に関する試験研究

An Experimental Study on Salting at Low Temperatures

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

Yuichi Kawabata, Makoto Kiriishi, Tetsuya Takada, Roberto Tokunaga
and Naoto Takahashi

1. はじめに

積雪寒冷地の道路管理者は，安全かつ円滑な冬期道路交通を確保するため，凍結防止剤やすべり止め材の散布を行っている．効果的な冬期路面管理を行うにあたり，気象条件，路面状態，交通状況等の各種現場条件を考慮した上で，散布材料や散布量を決定することが望ましい（北海道開発局，1997）¹⁾．しかし，気象条件と凍結防止剤散布効果に関する実証データが極めて少ない．そこで本研究では，低温時における凍結防止剤の散布効果を確認するため，苫小牧寒地試験道路において実道の環境に近い条件下で，凍結防止剤の散布試験を行ったので，その概要と結果を報告する．

2. 散布試験

本研究では，低温時における凍結防止剤の散布効果を確認することを目的とし，凍結防止剤として主に使用されている塩化ナトリウムを用いて，様々な散布量で試験を行った．

2.1 試験概要

散布試験は，2012年1月19日及び1月26日に，当研究所所有の苫小牧寒地試験道路（一周約2,700m）において，低温時における凍結防止剤散布効果を確認するため，散布量の違いによる散布試験を行った．表-1に，各試験日における試験条件を示す．

2.2 試験方法

試験方法は，図-1に示すとおり，試験道路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）水溶液の混合散布を行った．また，比較用として，凍結防止剤の散布を行わない区間（無散布）を設けた．

二車線分の氷膜路面では，左側車線を走行レーンとして交通模擬車両（以下，ダミー車両と記す）を走行させ，右側車線を観測レーンとし，車両の走行の有無による影響を調査した．

測定項目は，氷膜路面のすべり抵抗値，気温及び路温とした．気温及び路温は，

表-1 試験条件

試験日	2012年1月19日	2012年1月26日
天候	晴れ	晴れ
気温(°C)	-13.1 ~ -5.6	-18.0 ~ -8.2
路温(°C)	-8.7 ~ -3.6	-11.3 ~ -4.9
散布時期	事後散布	事後散布
散布条件	無散布	無散布
	NaCl 10g/m ² + CaCl ₂ 水溶液 (重量比10%)	NaCl 20g/m ² + CaCl ₂ 水溶液 (重量比10%)
	NaCl 15g/m ² + CaCl ₂ 水溶液 (重量比10%)	NaCl 30g/m ² + CaCl ₂ 水溶液 (重量比10%)
	NaCl 20g/m ² + CaCl ₂ 水溶液 (重量比10%)	NaCl 40g/m ² + CaCl ₂ 水溶液 (重量比10%)
	NaCl 25g/m ² + CaCl ₂ 水溶液 (重量比10%)	NaCl 50g/m ² + CaCl ₂ 水溶液 (重量比10%)
	NaCl 30g/m ² + CaCl ₂ 水溶液 (重量比10%)	NaCl 60g/m ² + CaCl ₂ 水溶液 (重量比10%)

KP=0.40 地点において測定した。なお、各種測定は、散布前、散布直後、ダミー車両 50 台走行毎に 300 台走行後まで行った。

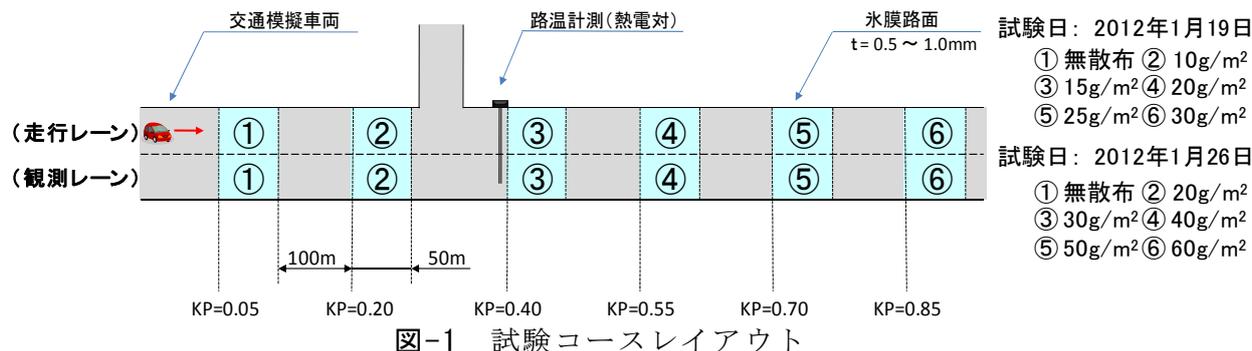


図-1 試験コースレイアウト

2.3 測定装置

散布効果の把握は、連続路面すべり抵抗値測定装置 (図-2) を用いて路面の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。

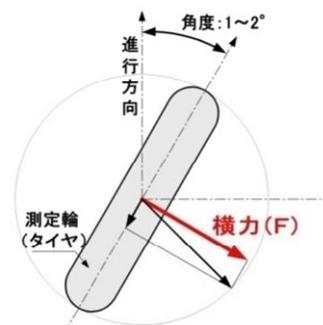


図-2 連続路面すべり抵抗値測定装置(CFT) (左)
すべり抵抗値の測定原理 (右)

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) と呼ばれる値であり、通常 0~100 の範囲で変化することで、すべりにくいほど高い値を示す。

2.4 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 (区間延長 50m) に、散水車を用いて散水 (図-4) を行い、日没後の気温の低下を利用して作製した。また、各区間の間隔は、走行車両による引きずりの影響を防止するため、100m 間隔とした。

b) 凍結防止剤散布前の測定

氷膜路面の作製後、試験対象凍結防止剤の散布前に、CFT が 40km/h で走行し、走行レーン及び観測レーンの路面のすべり抵抗値を測定した。

c) 凍結防止剤の散布

作製した 6 区間の氷膜路面のうち 1 区間を無散布区間とし、残り 5 区間に凍結防止剤 (塩化ナトリウム) を散布 (図-4) した。凍結防止剤散布量は、1 月 19 日の試験では 10g/m², 15g/m², 20g/m², 25g/m² 及び 30g/m² とし、1 月 26 日の試験では 20g/m², 30g/m², 40g/m², 50g/m² 及び 60g/m² 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%) を混合させて散布を行った。

d) 凍結防止剤散布後の測定

凍結防止剤散布後、CFT にて、走行レーン及び観測レーンの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（図-5）させた。

f) ダミー車両走行後の測定

ダミー車両50台走毎（50台、100台、150台、200台、250台及び300台走行後）に、CFTにて、各区間の路面のすべり抵抗値を測定した。

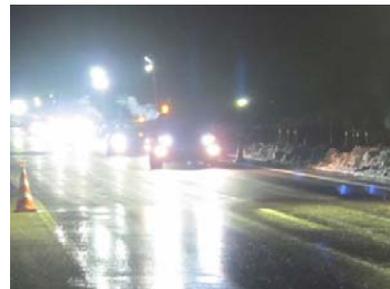


図-3 氷膜路面作製状況 図-4 凍結防止剤散布状況 図-5 ダミー車両走行状況

3. 試験結果

3.1 1月19日の試験結果

走行レーンの試験結果を図-6に示す。凍結防止剤散布区間の散布直後の路面のすべり抵抗値(HFN)は38以下を示し、ダミー車両走行開始以降もHFNの上昇を確認できなかった。

観測レーンの試験結果を図-7に示す。凍結防止剤散布区間の散布直後のHFNは40以下を示し、時間経過後もHFNが上昇せず、無散布区間と同程度、または下回った。

3.2 1月26日の試験結果

走行レーンの試験結果を図-8に示す。凍結防止剤散布区間の散布直後の路面のすべり抵抗値(HFN)は39以下を示し、ダミー車両走行開始以降もHFNが上昇せず、無散布区間と同程度、または下回った。

観測レーンの試験結果を図-9に示す。凍結防止剤散布区間の散布直後のHFNは40以下を

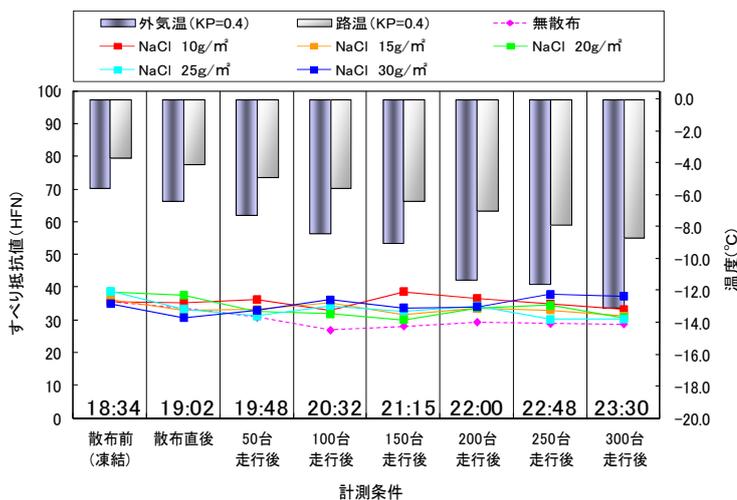


図-6 1月19日の試験結果（走行レーン）

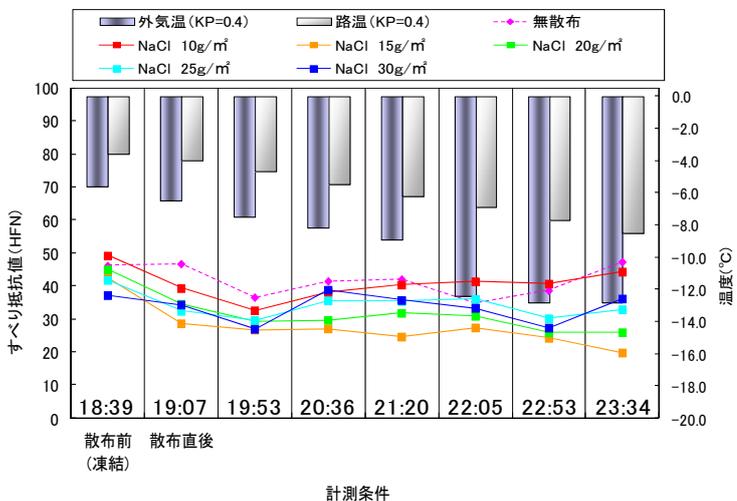


図-7 1月19日の試験結果（観測レーン）

示し、時間経過後も HFN が上昇しなかった。一方、無散布区間の散布直後の HFN は 55 を示し、試験終了までの HFN は 52 以上を保持した。

4. まとめと今後の課題

今回の凍結防止剤散布試験より、気温が $-18.0^{\circ}\text{C} \sim -5.6^{\circ}\text{C}$ の間の事後散布において、凍結防止剤散布区間の HFN が上昇せず、散布直後からダミー車両 300 台走行後の HFN が、無散布区間と同程度、または下回った。凍結防止剤により氷膜路面の表面の一部が融解し、薄い水膜を発生させ、無散布区間よりもすべり易い路面状態に変化したためと思われる。また、凍結防止剤の散布量を、最大で $60\text{g}/\text{m}^2$ まで増加させて散布を行った場合でも、HFN の上昇が確認できなかった。

本試験結果から、低温下では凍結防止剤の散布効果が確認できず、さらに、散布量を増やしても効果が得られないことが

わかった。また、観測レーンでは凍結防止剤散布区間の HFN が無散布区間より低下し、走行レーンでは凍結防止剤散布区間と無散布区間で同程度の HFN を示す結果となった。走行レーンでは、氷膜上に発生した水膜をダミー車両が引きずり、氷膜路面から水膜を除去することで、結果的に無散布区間と同程度の HFN に回復したと推察する。ダミー車両が与えた影響については不確かであるが、いずれにせよ、低温下では凍結防止剤が効果を発揮できないことを本試験で確認できた。

今後も様々な気象条件、交通条件及び散布材料による試験を行い、気象条件や交通状況に応じた適切な散布手法の確立を目指したい。

【参考・引用文献】

- 1) 北海道開発局, 1997: 冬期路面管理マニュアル(案), 10-21.
- 2) 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.

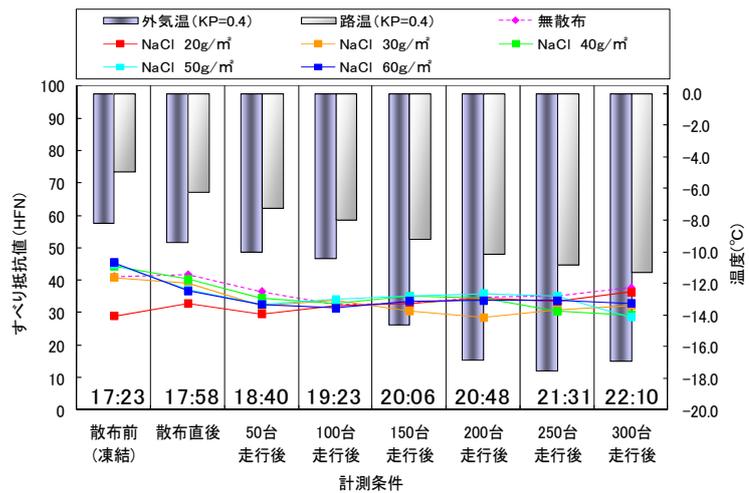


図-8 1月26日の試験結果(走行レーン)

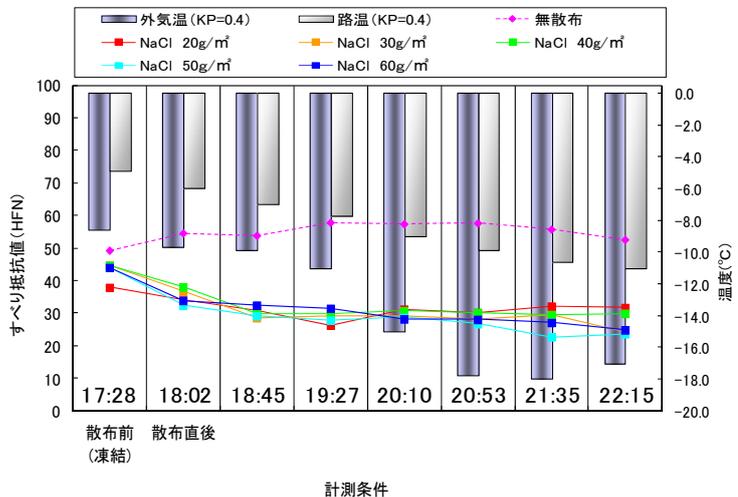


図-9 1月26日の試験結果(観測レーン)