

# 通過車両による凍結防止剤の飛散について

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 寒地交通チーム ○佐藤 賢治  
(独) 土木研究所 寒地土木研究所 寒地交通チーム 藤本 明宏  
(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

本研究では、車両通過による固形凍結防止剤の飛散・残留特性を明らかにするために走行試験を実施し、乾式散布と湿式散布で路面残塩量の変化を調べた。

その結果、(i)路面残塩量は、走行速度および散布方法にかかわらず通過台数の増加とともに減少し、その減少量は走行速度が高いほど顕著になる、(ii)乾式散布と湿式散布の路面残塩量を比較すると、低速域ではほぼ同等だが、高速域では前者は後者に比べて少ない、(iii)タイヤ通過部の路面残塩量は車線全体の路面残塩量より減少しやすい、ことが分かった。

キーワード：冬期道路管理、凍結防止剤、飛散、散布方法

## 1. はじめに

積雪寒冷地域では、路面の雪氷融解や凍結防止のために凍結防止剤が散布されている。凍結防止剤の散布にあたっては、気温と雪氷量を総合的に判断し、状況に合わせた効果的な散布が求められる<sup>1)</sup>。また、凍結防止剤は散布時や車両通過時の飛散などによって路外へ損失する<sup>2)</sup>。こうした凍結防止剤の損失は凍結防止の効果や持続性を低下させる。このことから、凍結防止剤散布後に凍結防止剤がどの程度路面に留まるかを把握することは重要である。

木村ら<sup>2)</sup>による研究では、現道において凍結防止剤の物質収支を調べ、タイヤによって巻き上げられる水分に伴う路外への凍結防止剤の飛散量を評価した。また、藤本ら<sup>3)</sup>は塩化ナトリウム溶液湿潤路面において車両1台あたりの飛散水量と水膜厚の関係を示した。これら既往研究では、車両通過による溶液化した凍結防止剤の飛散に着目しているが、車両通過による固形凍結防止剤（以下、固形剤）の飛散については研究が少なく、不明な点が多い。また、固形剤のみでの散布（乾式散布）に対して、固形剤に塩化カルシウム水溶液などの湿式剤を付加した散布（湿式散布）は、固形剤の路面への付着性を高め、風や通過交通による飛散を抑えられる<sup>1)</sup>とされている。しかしながら、湿式剤が凍結防止剤の路面付着性をどの程度高めることができるかについては、知見が乏しい。

以上を踏まえて、本研究では、乾式散布および湿式散布における車両通過による固形剤の飛散・残留特性を明らかにするために、走行試験を通して、路面上に残留する固形剤の質量（以下、路面残塩量）の変化を調べた。

## 2. 走行試験の概要

本試験は2014年7月30日から8月1日の3日間の朝から夕方にかけて、苫小牧寒地試験道路で実施された。試験道路は、全長2700 mの水平な周回道路であり、2100 mの密粒度アスファルト舗装区間と600 mの粗面系舗装区間で構成される。写真-1は走行試験の状況である。

試験手順を述べる。(i)路面残塩量を正確に回収できるように測定箇所にてシートを敷設する、(ii)測定箇所およびその前後の密粒度アスファルト舗装区間延べ30 mに凍結防止剤を散布する、(iii)交通模擬車両を5台通過させる、(iv)コース上に通過台数別で設定した測定箇所に残留した凍結防止剤を回収する、(v)手順(iii)～(iv)を10、20、40および60台通過毎に繰り返す、(vi)路面残塩量を重量計で測定する。

試験条件について述べる。散布方法は乾式散布と湿式散布とした。乾式散布では固形剤として粒状塩化ナトリウムを用いた。また、湿式散布では粒状塩化ナトリウム



写真-1 走行試験の状況

に濃度 30%の塩化カルシウム水溶液（湿式剤）を重量比 10：1 で混合したものを用いた。固形剤の散布量はいずれも  $30 \text{ g/m}^2$  に設定した。交通模擬車両は普通乗用車とし、走行速度は 20, 40, 70 および  $100 \text{ km/h}$  とした。

図-1 に走行試験の概要を示す。同図に示すように路面残塩量測定箇所シートを 5 m 間隔で設置し、各測定面積は幅 3.3 m（中央線と外側線間の距離）×長さ 1.0 m とした。また、交通模擬車両の走行風などによって凍結防止剤が車両進行方向へ移動し、路面残塩量に影響を与えることが考えられるため、各測定箇所の前方 5 m 内にも同様の散布量・散布方法で散布した。加えて、タイヤが通過する部分（以下、タイヤ通過部）の路面残塩量を評価するために、ガムテープでタイヤ通過部に線を引き、タイヤ通過部とそれ以外の路面残塩量を区別してそれぞれ回収した（写真-2）。過去の走行試験のタイヤ通過部の幅を参考に、本研究ではタイヤ通過部を幅 0.3 m に定めた。

凍結防止剤の散布方法および路面残塩量の回収方法を以下に記載する。測定箇所毎の散布量のばらつきを最小限にするため、予め測定面積に対する散布量を計測し袋詰めした後、人力散布をした。具体的な散布量は、乾式散布では固形剤 99 g、湿式散布では固形剤 99 g + 湿式剤 10 g である。測定箇所の路面残塩量回収にはハケとチリトリを使用した。

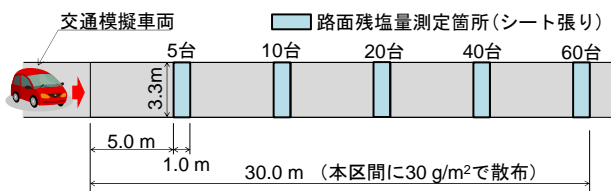


図-1 走行試験の概要図

### 3. 結果

#### 3.1 通過台数に伴う路面残塩量の変化

試験時の天候は晴れ、試験期間の平均風速は  $1.5 \text{ m/s}$  だった。本風速条件下においては、自然風による凍結防止剤の飛散は観られなかった。

図-2 は通過台数増加に伴う測定箇所全体の路面残塩量の変化を走行速度別に表したグラフである。縦軸には路面残塩量 ( $\text{g/m}^2$ )、横軸には交通模擬車両の通過台数（台）を表す。路面残塩量の単位は絶対値 (g) ではなく、 $1 \text{ m}^2$  当たりの換算値 ( $\text{g/m}^2$ ) とした。両散布方法とも走行速度にかかわらず、路面残塩量は通過台数の増加に伴って減少した。乾式散布の 5 台通過時の路面残塩量に着目すると、走行速度 20, 40 および  $70 \text{ km/h}$  では、 $25.9 \sim 28.6 \text{ g/m}^2$ （散布量比 86%~95%）であった。一方、走行速度  $100 \text{ km/h}$  では  $13.0 \text{ g/m}^2$ （散布量比 43%）であり、走行速度 20, 40 および  $70 \text{ km/h}$  と比べて明らかに少ない。10 台通過以降は、全ての走行速度条件において通過台数の増加に伴う路面残塩量の減少が小さくなり、概ね一定の路面残塩量を推移した。次に湿式散布の 5 台通過時の路面残塩量に着目すると、走行速度 20 および  $40 \text{ km/h}$  では、ともに  $27.6 \text{ g/m}^2$ （散布量比 92%）であり、走行速

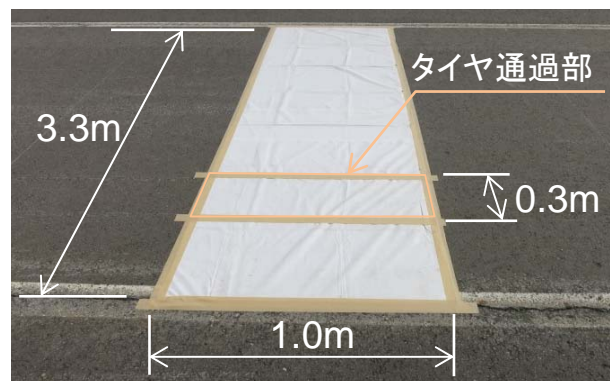


写真-2 路面残塩量測定箇所におけるシートとガムテープの貼付状況

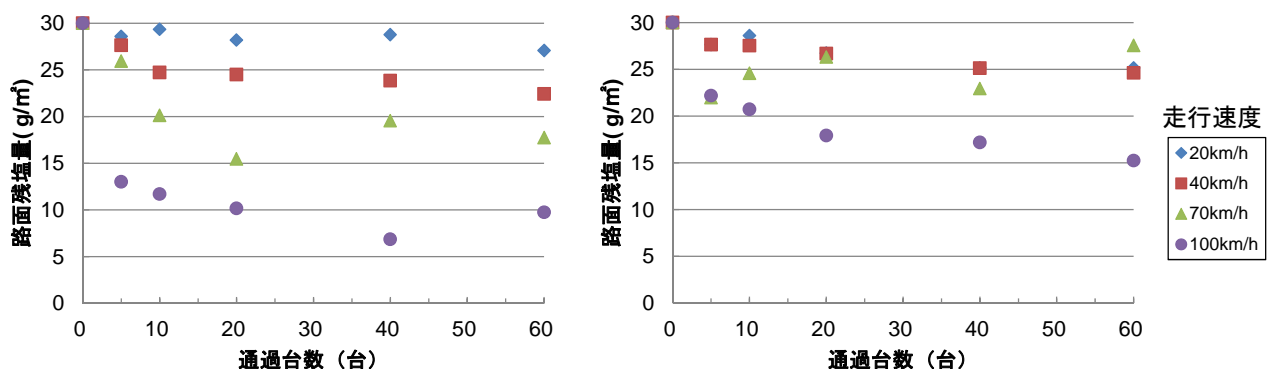


図-2 通過台数増加に伴う路面残塩量の変化  
(左：乾式散布、右：湿式散布)

度 70 および 100 km/h では、22.0 および 22.2 g/m<sup>2</sup> (散布量比 73 および 74%) であった。20 台通過以降は乾式散布と同様に通過台数の増加に伴う路面残塩量の減少は僅かであった。

### 3. 2 乾式散布と湿式散布の路面残塩量の比較

ここでは路面残塩量について、乾式散布と湿式散布で比較する。

図-3 は湿式散布の路面残塩量 (g/m<sup>2</sup>) に対する乾式散布の路面残塩量 (g/m<sup>2</sup>) の割合 (以下、路面残塩量比) を走行速度別に示したグラフである。縦軸には路面残塩量比、横軸には交通模擬車両の通過台数 (台) を表す。路面残塩量比は、走行速度 20 および 40 km/h では全通過台数を通して 0.90~1.14 の間であり、乾式散布と湿式散布の路面残塩量はほぼ同等であった。走行速度 70 km/h では、5 および 10 台通過時で 0.82~1.18 であったが、20 台通過以降には、ばらつきがあるものの 0.59~0.85 となった。走行速度 100 km/h では、全通過台数をとおして小さく、0.40~0.64 の範囲にあった。

最後に、図-3 の結果を基にして、図-4 に走行速度と平均路面残塩量比 (=通過台数毎の路面残塩量比の平均) の関係を示す。平均路面残塩量比は 20 および 40 km/h ではそれぞれ 1.07 および 0.94 であり、低速域においては散布方法による路面残塩量の差異が小さかった。一方 70 および 100 km/h では、それぞれ 0.82 および 0.55

であり、高速域においては差異が大きく、乾式散布の方が湿式散布より明らかに減少し易いという結果となった。

### 3. 3 タイヤ通過部の路面残塩量の変化

本節では、タイヤ通過部における通過台数増加に伴う路面残塩量の変化について述べる。

図-5 は、通過台数増加に伴うタイヤ通過部の路面残塩量の変化を走行速度別に示したグラフである。縦軸にはタイヤ通過部の路面残塩量 (g/m<sup>2</sup>)、横軸には交通模擬車両の通過台数 (台) を表す。乾式散布の結果に着目する。通過台数の増加に伴い路面残塩量は、走行速度 20 km/h では一定の減少傾向を示し、60 台通過時には 3.3 g/m<sup>2</sup> まで減少した。一方、走行速度 40、70 および 100 km/h では、5 台通過時から著しく減少し、20 台通過時には散布量のほぼ全てが飛散した。湿式散布の結果は、乾式散布とほぼ同様であった。

## 4. まとめ

本研究では、車両通過による固形凍結防止剤の飛散・残留特性を明らかにするために走行試験を実施し、乾式散布と湿式散布で路面残塩量の変化を調べた。

その結果、以下の知見を得ることが出来た。

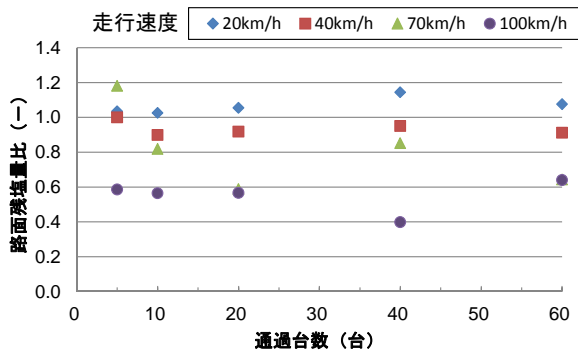


図-3 通過台数増加に伴う路面残塩量比の変化

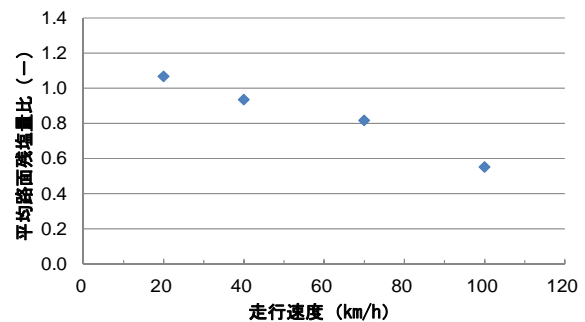


図-4 走行速度と平均路面残塩量比の関係

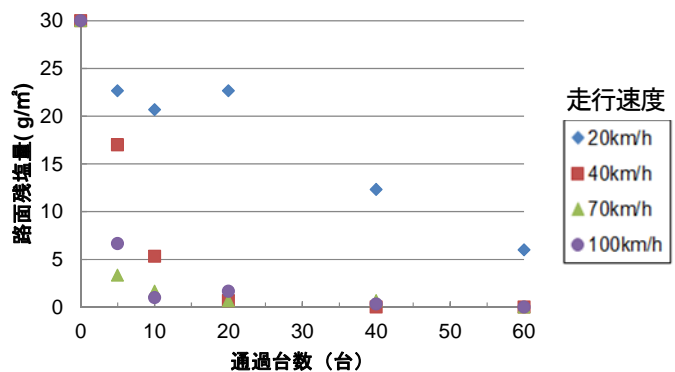
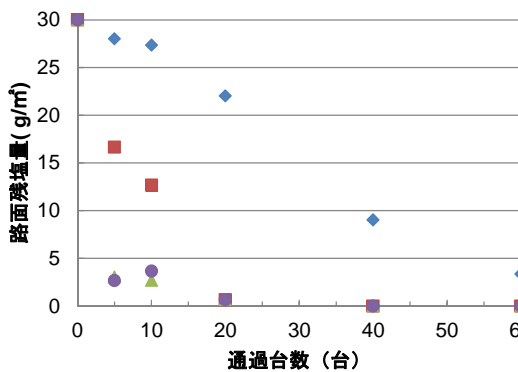


図-5 タイヤ通過部の通過台数増加に伴う路面残塩量の変化 (左: 乾式散布、右: 湿式散布)

- (i) 路面残塩量は、走行速度および散布方法にかかわらず通過台数の増加とともに減少する。
- (ii) 通過台数の増加に伴う路面残塩量の減少は、走行速度が高いほど顕著となり、乾式散布では 10 台通過以降に、湿式散布では 20 台通過以降にそれぞれ緩やかになる。
- (iii) 乾式散布と湿式散布の路面残塩量を比較すると、低速域ではほぼ同等だが、高速域では前者は後者に比べて少ない。
- (iv) タイヤ通過部の路面残塩量は、散布方法にかかわらず、走行速度 40 km/h 以上で 20 台通過時にほぼ 0 になり、車線全体の路面残塩量より減少し易い。

本研究では、乾燥路面上での車両通過による路面残塩量について評価することが出来た。また、走行速度が路面残塩量に与える影響や、湿式散布の優位性についても評価することが出来た。本研究では、乾燥路面、風の影響のない条件で試験を行ったが、様々な雪氷状態、気象および交通条件の下で試験を積み重ねることで、路面残塩量の定量的な評価が可能になり、効果的で効率的な散布手法の確立に貢献できるものと考えている。

#### 参考文献

- 1) 北海道開発局：冬期路面管理マニュアル（案）、1997.
- 2) 木村恵子、曾根真理、並河良治、桑原正明、角湯克典：凍結防止剤と沿道環境、国土技術政策総合研究所、412、33-41、2007.
- 3) 藤本明宏、切石亮、川端優一、徳永ロベルト、高橋尚人、石田樹：凍結防止剤と車両を考慮した熱、水分、塩収支による路面凍結モデルの構築、北海道の雪氷、33、59-62、2014.