

IV-16

冬期路面管理における凍結防止剤とすべり止め材の適正利用に関する研究

北海道開発局 開発土木研究所 ○正会員 川村 浩二
 正会員 大沼 秀次
 正会員 及川 秀一

1. はじめに

著者らは、凍結防止剤散布等の冬期路面管理手法について適確な使用方法を確立することを目的に種々の試験を行ってきた。これまでに、非常に滑りやすい雪氷路面対策には、雪氷路面に物理的凹凸が多数存在することで凍結防止剤散布後の効果発現に大きく影響を与えることが判明している。つまり、物理的凹凸が存在することにより、凍結防止剤が雪氷と絡みやすく、路面の凹凸の進展に寄与してすべり摩擦係数が向上すると推定している¹⁾。そこで、過去に非常に滑りやすい雪氷路面へ、人為的に物理的凹凸を施した試験として以下の試験を行った。

- ①レーキ装置付き除雪グレーダによる粗面化(縦溝)の効果試験²⁾
 (縦溝単独施工あるいは凍結防止剤散布との併用)
- ②タイヤチェーン装着車両の走行によって形成される物理的凹凸の効果試験³⁾
 (横溝単独施工あるいは凍結防止剤散布との併用)

これらの試験において、凍結防止剤散布単独では改善が困難な非常にすべりやすい雪氷路面に対し、粗面化施工および粗面化後に凍結防止剤散布を実施することにより、効果に大小の程度差はあるものの、すべり摩擦係数を向上できることが確認できた。

しかしながら、改善効果が大きいタイヤチェーンによる粗面化は、現段階において装着車両の確保および管理上の問題から、現実的な作業は非常に困難である。そこで、今回、凍結防止剤散布単独による改善効果が小さい、非常に滑りやすい雪氷路面対策として、すべり止め材単独および凍結防止剤とすべり止め材の混合物の散布効果を調査した。

2. 試験方法

試験は、石狩市の一般国道337号の雪氷路面が形成された単路部において、日射の影響を受けない時間帯に、凍結防止剤(塩化ナトリウム)およびすべり止め材(7号碎石)の散布効果試験を2回実施した。試験区間内は、信号交差点が無く右左折車両が存在しないことから、ほぼ均一な雪氷路面が形成される条件である。

試験は、無散布区間と凍結防止剤単独散布区間、すべり止め材単独散布区間および凍結防止剤とすべり止め材の混合散布区間を設定し、散布前、散布直後、以後1時間毎に各区間のすべり試験車によるすべり摩擦係数や路面残雪深を車両走行位置において測定し、時間経過による路面性状の変化を測定した。また、気温、路温、降雪深および通過交通量を同時に測定した。さらに、散布区間において、すべり摩擦係数が低下し散布効果が認められなくなった時点で同箇所当初と同様の散布剤(材)を追加散布した。

なお、凍結防止剤及びすべり止め材は、路面への定着率を高めるために30%濃度の塩化カルシウム水溶液を散布剤(材)に重量比で20%混合させた湿式散布で行った。

3. 試験結果

図-1にケース1の試験結果を示す。ケース1における路面条件は、氷板上に圧雪が5mm程度存在

Study on the proper use of the Anti-icing agent and Abrasive about the winter road management

by Koji KAWAMURA, Hidetsugu ONUMA and Shuichi OIKAWA

し、物理的凹凸の少ない非常に滑りやすい路面である。また、気象状況は、散布前および追加散布後に5mmの降雪があり、気温・路温は、-3~-6℃程度である。

結果として、気温・路温が極端に低くないこと、路面表面に圧雪が存在すること、また若干の降雪の影響もあったことから砕石が定着しやすく、すべり止め材(砕石200g/m²)散布区間および凍結防止剤との併用散布区間において凍結防止剤単独散布と比較すると、すべり摩擦係数の向上に大きく寄与している状況である。1回目散布が交通量の多い時間帯であったため、通過車両によりすべり止め材が飛散し、散布4時間後程度でほとんどの区間においてすべり摩擦係数が低下しているが、交通量の少なくなった追加散布後以降では、散布直後のすべり摩擦係数を3時間経過後でもほぼ維持していることから、試験箇所が郊外部で走行速度が都市部等と比較して速いことを勘案すると従来までの結果¹⁾²⁾³⁾から判断して概ね改善効果が得られたケースであるといえる。

このように、すべり止め材が定着できる状況では、すべり止め材(砕石200g/m²)の単独散布でもすべり摩擦係数の向上効果が

期待できる。また、散布以降に通過交通の影響により圧雪から氷板へ路面性状が変化することであっても、すべり止め材が路面に定着しているならばすべり摩擦係数の急激な低下が避けられると考えられる。このことから、走行速度の低下が余儀なくされる都市部の渋滞箇所等では、すべり止め材の飛散も小さいと考えられることから、ケース1の結果以上に持続時間も長くなると思われる。また、今回の試験箇所のような走行速度が速い区間・箇所では、すべり止め材の飛散を極力防ぐ意味でも凍結防止剤との混合散布による併用効果が非常に有効であるといえる。

次にケース2の試験結果を図-2に示す。ケース2は、雪氷路面上に一般車両によって形成された物理的凹凸が多少存在する、厚さ5mm程度以下の非常に滑りやすい圧雪路面である。また、気象状況

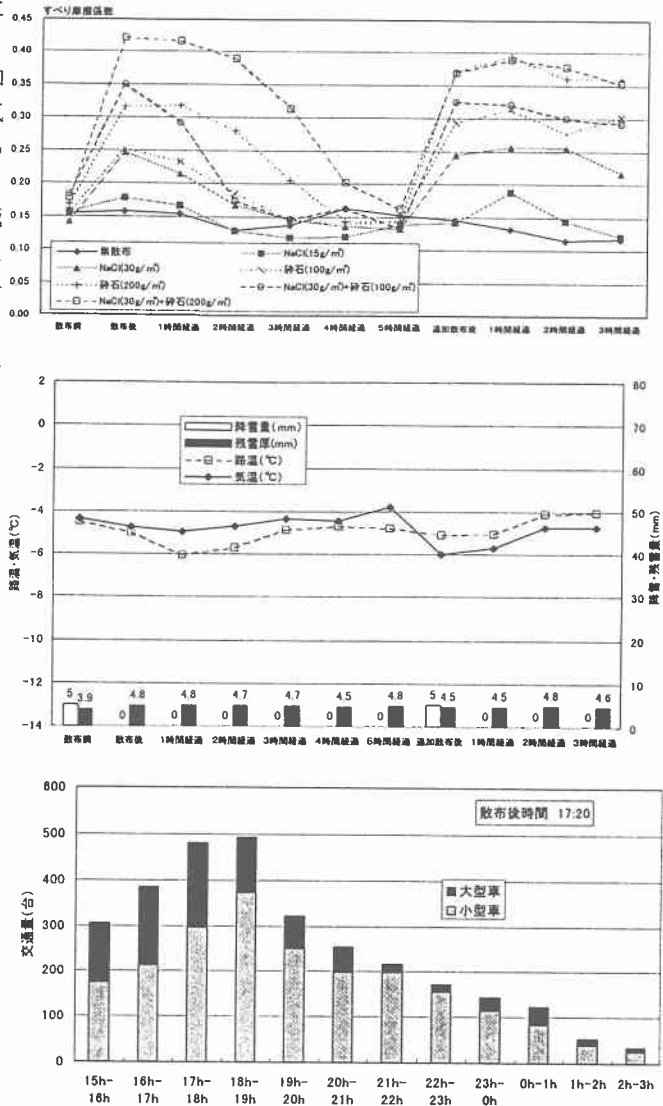


図-1 ケース1 散布試験結果

は、試験時間中降雪は無く、気温・路温は、 $-6 \sim -9^{\circ}\text{C}$ 程度である。

結果的にケース1に比べ交通量が少なかったため、通過車両による凍結防止剤の飛散が少なかったと考えられるにも関わらず、気温・路温が低いため凍結防止剤の効果はほとんど得られていない。また、すべり止め材（碎石 $200\text{g}/\text{m}^2$ ）単独の効果についても低温下における硬い雪氷路面上では、すべり止め材が定着しづらく、通過車両による飛散の影響で散布後1時間以内で効果が消失している。すべり止め材と凍結防止剤の併用散布においては、すべり止め材の量が $100\text{g}/\text{m}^2$ であったこともあるが、凍結防止剤の効果が小さいためすべり止め材の定着効果にも大きく寄与されず、短時間で散布効果が消失している。

ケース2では、ケース1に比べて路面に物理的凹凸が見られたこと、また、ケース1で交通量の少なくなった時間帯での追加散布では少量での混合散布で効果が得られたことを踏まえて、経済性および実際の施工性を考慮して混合物のすべり止め材量を $100\text{g}/\text{m}^2$ に設定したことが結果的に大きなすべり摩擦係数の向上効果を発現させることが

出来なかった要因の一つと考えられる。このことは、ケース2で交通量の少なくなった追加散布後の碎石 $200\text{g}/\text{m}^2$ 単独散布において、すべり摩擦係数の向上効果が1回目散布に比べ大きくなっていることから、飛散度合いが少なければ、つまり定着度合いが高ければ碎石 $200\text{g}/\text{m}^2$ で効果が認められるためである。したがって、ケース2においてもケース1と同様に凍結防止剤 $30\text{g}/\text{m}^2$ とすべり止め材 $200\text{g}/\text{m}^2$ の混合散布を実施していたならば、碎石単独 $200\text{g}/\text{m}^2$ 散布よりも凍結防止剤による定着効果が発揮され、より大きいすべり摩擦係数の向上効果が得られた可能性がある。

一方、ケース2のような状況では、凍結防止剤を多量（ $60\text{g}/\text{m}^2$ 程度）に散布しても、我々がこれまでに行った試験結果において大きな向上効果が認められていないため、臨機の措置として碎石より粒径の小さい焼砂を多めに散布することも有効であると考えている。しかしながら、焼砂（ $200 \sim 300\mu\text{m}$ ）

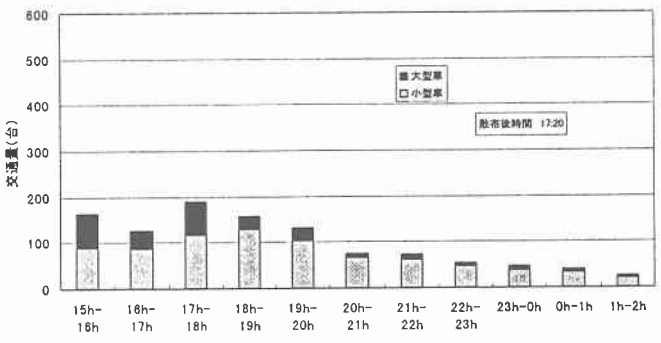
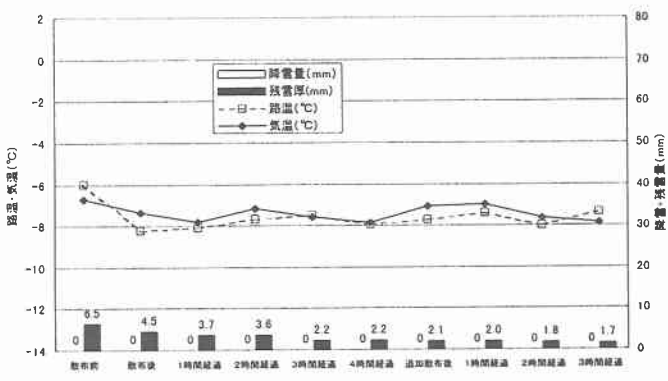
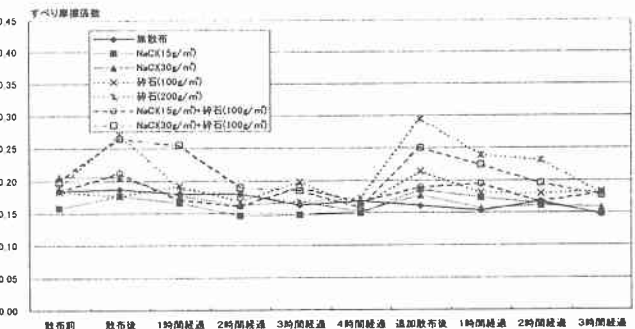


図-2 ケース2 散布試験結果

m) は、散布直後において向上効果が認められるものの持続時間が極めて小さいことから短いサイクルタイムで大量散布する必要があり、現時点では散布機材の台数や経済的な問題がある。

4. まとめ

これまでの結果から、基本的に極端に気温の低くない（-8℃程度以上）状況で現在、最も経済的で効率的な路面管理手法は、機械除雪により徹底的に雪氷を除去した後、わずかに残った雪氷を粗面形成装置により粗面化し凍結防止剤（30g/m²程度）を散布することである。

しかし、日中の降雪により、特に札幌市都市部のように交通混雑が激しい道路では、日中除雪が非常に困難であるため、夕方にかけて気温の低下とともにある程度厚い（10mm程度）非常に滑りやすい圧雪や氷板が形成された場合、路面に顕著（例えば、タイヤチェーンを装着した大型車両走行跡）な物理的凹凸が存在しなければ、凍結防止剤単独によって、すべり摩擦係数を向上させることが非常に困難である。このような場合、今回の試験結果から、凍結防止剤（塩化ナトリウム）30g/m²程度とすべり止め材（碎石）200g/m²程度の混合物散布が必要と考えられ、さらには臨機の措置として即効性に優れている塩化カルシウムとすべり止め材の混合物の使用が有効であると考えられる。一方、圧雪等すべり止め材が路面に絡む状況で車両による飛散が小さい状況であるならば、凍結防止剤単独散布に比べすべり止め材（碎石）単独散布（200g/m²程度）の方がすべり摩擦係数の向上効果が大きいと思われる。

しかしながら、路面状況が非常に薄い氷板あるいは氷膜路面等で気温が極端に低くない場合は、凍結防止剤の散布により路面を早急に露出させることができる可能性が高いこと、また凍結防止剤（塩化ナトリウム）の散布量が30g/m²ならばすべり止め材200g/m²に比べ低コストであること等から、ケースバイケースで使い分けることが重要である。

また、雪氷路面厚が厚い状況では、凍結防止剤を散布することで雪氷表面部分のみを融解させ水膜を形成し、潤滑油的作用を起こすことがあること、さらに凍結防止剤の大量散布で雪氷表面が融解してわずかな改善効果が見られる場合もあるが、その後の再凍結により散布前より滑りやすくなる場合があるので散布作業を行うに当たっては十分留意する必要がある。

5. おわりに

これまで凍結防止剤単独で管理してきた路線・地域で、すべり止め材の使用を推進していくためには、散布機材の増強やすべり止め材貯蔵庫の整備が不可欠である。これは、凍結防止剤散布に比べすべり止め材散布は単位面積当たりの散布量が多いため、散布機械1台に係る散布延長に限界があるからである。これらの問題も含めて、冬期間において特に走行速度の低い都市部渋滞箇所等でのすべり止め材単独およびすべり止め材と凍結防止剤の併用効果について、凍結防止剤の単独散布によって管理している札幌市内の国道においてコスト、効果および環境等の面からさらに調査検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 川村浩二、高木秀貴、美馬大樹：雪氷路面における凍結防止剤等の散布効果に関する研究、開発土木研究所月報 No. 520、1996年9月
- 2) 川村浩二、高木秀貴、及川秀一：凍結防止剤散布等の雪氷路面对策に関する研究、第13回寒地技術シンポジウム、1997年11月
- 3) 川村浩二、高木秀貴、及川秀一：雪氷路面对策に関する研究 一粗面形成と凍結防止剤散布効果の検証一、第14回寒地技術シンポジウム、1998年12月