

# 凍結防止剤散布作業の効率化について

嶋原 謙二

関東地方整備局 長野国道事務所 調査課 (〒380-0902 長野市鶴賀字中堰145)

効率的な道路維持管理の必要性が高まる中、冬期道路管理についても工夫が求められている。コスト削減が求められている一方で、道路管理者に対する道路利用者の要求が高くなっているためである。

除雪はその性質上、コスト削減と道路利用者のリスクが直結しており、標記を考える際にはどのように道路利用者の安全を確保するかが問題となる。

今回の報告では、長野国道事務所で行った凍結防止剤散布作業のコスト削減と安全確保を目指した取り組みについて紹介する。

キーワード 凍結防止剤散布作業 コスト削減 安全確保

## 1. 背景

2010年10月19日、鳥取県では、事故を起こした運送会社が道路管理者である鳥取県を相手に損害賠償を求め、「凍結した路面で事故を起こし損害を受けたのは鳥取県の道路管理が不十分だったため」として、鳥取県に対し約280万円の支払いを命ずる判決がでた。

ちょうどこの頃、道路維持管理費が一律削減され、冬期の道路管理に対する危機感が強まった。

道路利用者の安全を確保しながら、どのように道路除雪費の削減を行うかが命題となり、私の除雪担当者としての挑戦の日々が始まった。

今回の報告では、冬期道路管理の様々な取り組みのうち、除雪作業全体の半分以上を占めている凍結防止剤散布作業に注目し、コスト削減を目指した取り組みとその経緯について紹介する。

## 2. 長野国道事務所の冬期道路管理について

長野県はスキー場及び温泉地といった首都圏から比較的近くかつ大規模な観光地を幾つも抱えており、冬期にも多くの観光客が首都圏からやってくる。その中にはノーマルタイヤの車両も少なからずある。

長野国道事務所は長野県内の幹線道路である国道18号、19号、20号、141号及び新直轄自動車専用高速道路である中部横断自動車道(長野県区間)の各路線(約292km)の管理を行っており、全線が寒冷地に指定され、そのうちの82kmは積雪地域に指定されている。

特に新潟県境と接する信濃町は特別豪雪地帯として年間累計積雪量は10mを越える。

また盆地地形のため、気温が $-10^{\circ}\text{C}$ を下回ることもし

ばしばある。

加えて、各県境部には標高1,000m前後の峠があり、そこでは気温が1時間で $5^{\circ}\text{C}$ 程度下がるなど気候の変動が激しく、冬期の路面管理をいっそう難しくしている。

## 3. 凍結防止剤散布作業の現状と課題

### (1) 凍結防止剤散布作業の現状

長野国道事務所では、路面の凍結の恐れがある場合、凍結防止剤散布車を用い、凍結防止剤散布剤として塩化ナトリウム散布量 $20\text{g}/\text{m}^2$ を基本とし、路面状況や除雪請負者(作業員)の経験と勘により、基本散布量を増減させながら散布作業を行っていた。

長野国道事務所管内では、平均して年間約3,300t(約5,000万円)の塩化ナトリウムを散布していた。

### (2) 凍結防止剤散布作業の課題

現行の散布作業では、塩化ナトリウムの散布量や散布時期を決める明確な指標となる数値がないため、路面状況に応じた散布作業ができていないか不明であった。

したがって散布作業の効率化、コスト削減を図る上で、どんな指標に基づいて進めればよいのか皆目見当もつかない状況であった。

そもそも、現在行っている凍結防止剤の散布方法で、確実に安全を確保できているかさえ、私自身、自信をもって回答ができないという恥ずかしい状況であった。

加えて、それまで熟練作業員の経験や勘に頼るところが大きかった凍結防止剤散布作業であったが、彼らの高齢化による世代交代のため、技術が適切に受け継がれていないことも問題となってきていた。

## 4. 課題解決のためのプロセス

凍結防止剤散布作業における問題を解決するにあたり、自分なりに問題を提起し、ひとつひとつ追及していった。以下に提起した問題と解決のプロセスを紹介する。

### (1) そもそも熟練作業員の経験や勘とは何か。

多くの除雪の作業員や作業責任者に対してヒアリングを行った。

#### ヒアリング結果

- 天気予報以外に上空の寒気の温度と風向きで天候や気温を予想している。過去の経験から路面が凍ると思われる際には早めに準備、出動している。
- 橋梁、日陰、トンネル坑口は周辺より路温が低いと考え、危険箇所として散布時期を早めたり散布回数を増やして対応している。
- 散布量や散布回数は路面状況と天候及び路温を総合して決定。路温は手測り、路面状況は目視で判断している。

#### ヒアリング結果から考察したこと

- 地元で長く生活している方が持つその地域の気象特性を経験とよんでいる。しかし、自然相手なので不確定要素が大きく、管理瑕疵を避けるために、塩化ナトリウムの散布量を多めにしている可能性があると考えた。
- 日常常識的に考えられる感覚を勘とよんでいる。しかし感覚を裏付けるデータがないので実態と剥離している可能性があると考えた。

そのため感覚や経験値を数値化して確認することができれば、コスト削減のヒントになると考えた。

### (2) そもそもなぜ塩化ナトリウムを撒くのか。

塩化ナトリウムの特性について調べた。

#### 教科書の回答

- 塩化ナトリウムを水の中に混ぜることにより、水の凝固点が下がるという性質を利用し、路面上の水を凍らないように管理している。(図-1 路面と塩分濃度との関係)

#### 教科書の回答から考察したこと

- 対象路面の路温と塩分濃度の関係がわかれば、塩化ナトリウムの散布必要量が算出されるのではないかと考えた。

そのためにはまず路面温度と塩分濃度を正確に計測できる計測器の有無の確認、計測器を用いて調査を行った実績、及び長野国道事務所管内での適用可否を確認することが必要になった。

#### a) 計測器について

各団体が発行している、冬期道路管理に関する報告書や、雪みらい等のイベントでの資料収集により、気

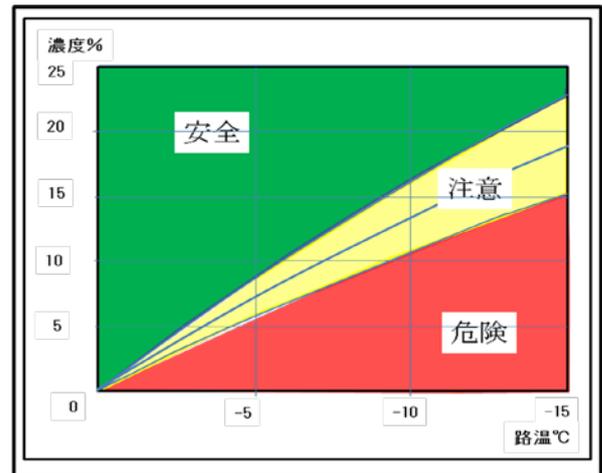


図-1 路面と塩分濃度との関係

温、路温及び路面上の塩分濃度を計測することができる計測機器を見つけた。

#### b) 機器の使用実績について

近畿、北陸、中部の各地方整備局において、除雪の効率化を検討している中で、同機器を試験的に採用を始めていることがわかった。

#### c) 長野国道管内での適用可否について

この機器の精度、測定範囲及び機能等について問い合わせ等を行った結果、当方の要求を満たしていることが確認された。

そのため、この機器を利用することで、長野国道事務所における凍結防止剤散布作業の原状把握行い、その結果を利用して、効率のかつ安全な凍結防止剤散布の提案ができること確信できた。

### (3) そもそも効率的な散布作業を行うために必要なこととは。

機器を使うのは人であることから、現場を監督する出張所職員や除雪請負者に使ってもらうために必要なことは何かを考えた。

#### ●説得力があること

経験や勘に頼って行っている作業を数値化したものと実際に機器を用いて測った数値とを比較することにより、感覚だけに頼るのは危険であり、数値を確認することにより道路利用者にとって安全が確保されることを、除雪関係者に理解してもらうこととした。

#### ●簡単であること

作業員が難しいと感じては使われない可能性があると考え、誰が見ても簡単だと感じるマニュアルを作成することとした。

計測に手間と時間がかかる路温ではなく、気温と地図によって散布量を決められないか調整した。

## 5. 調査結果と対応

### (1) 2010年度及び2011年度の調査

長野北部区間(図-2)(長野市豊野町～信濃町野尻(新潟県境))の凍結防止剤散布車1台に路温センサー、塩分濃度計及び散布記録装置を試験的に設置(写真-1)し、気温、路温、塩分濃度、散布量及び位置情報を記録し、実態調査を行った。

#### a) 調査結果

調査の結果、路温0℃前後の範囲で、必要散布量よりも多く撒いている傾向が確認された。例として2011年12月31日の散布データを添付する。(図-3)

この日は路温が-4.3℃～-0.1℃で塩分濃度が3.25～18.75%であった。これは部分的に5g程度散布する必要があったものの、基本的に散布の必要なかったことを示している。

しかし作業者は単純に気温が0℃以下であったため、標準散布量5-30g/m<sup>2</sup>を断続的に散布していた。

このように、人の感覚的な部分を「見える化」できれば、散布量の低減が図れることが確認できた。

また、当該区間で部分的に路温あるいは路面上の塩分濃度が下がっている箇所が確認できた。

調査の結果、橋梁あるいは日陰部が当てはまった。

しかし路温が低いといわれていたトンネル坑口では路温の低下が観測されなかった。

また道路外からの流水、舗装の劣化による水溜り、あるいは舗装の種類が大きな原因となり塩分濃度の低下が見られることが確認できた。

#### b) 調査結果を受けた対応

調査の結果を受け2012年度の除雪作業に向けて、使いやすい凍結防止剤散布作業マニュアルを作成した。

マニュアルの冒頭で、今回のマニュアル作成に当たったの意義を説明し、利用者の説得に努めた。

また毎回、路温を用いて路面管理をするのは困難だと考え、本工区の路温と気温の相関関係を調査し、気温のみで塩化ナトリウム散布量を設定できるよう一覧表を作成した。(表-1)

表作成の際、1時間で5℃程度の温度低下があることを加味し、温度帯を広く設定し、頻繁に散布量変更しなくてもよいようにした。

表-1 標準散布量(案) 長野北部区間用

気温区分	予想される路面温度	現在の散布量	標準散布量の提案
-1℃以上	～0.2℃	20g/m <sup>2</sup>	5g/m <sup>2</sup>
-1～-5℃	1.7～-1.8℃	20g/m <sup>2</sup>	15g/m <sup>2</sup>
-5～-9℃	-2.2～-4.3℃	20g/m <sup>2</sup>	20g/m <sup>2</sup>
-9℃以下	-5.5～-7.7℃	20g/m <sup>2</sup>	30g/m <sup>2</sup>



図-2 試行場所(長野北部区間)



写真-1 機器設置状況

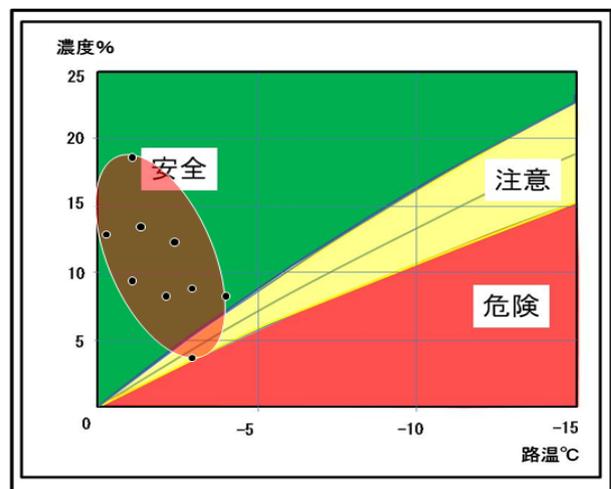


図-3 2011年12月31日朝の散布データ

また作業者がリアルタイムの路面状況(塩分濃度や路温)をキャビンのモニターで助手が見られるように、「見える化」をはかり、路面が必要塩分濃度に達していない場合警報を発砲するようにし、作業員が安心して作業できるように必要な機器の設置を行った。

同時に気温、路温、塩分濃度、散布量及び位置情報を記録できる記録装置を凍結防止剤散布車内に設置し、記憶媒体(USB)でいつでも取り出し、除雪請負者や出張所監督職員がいつでも情報を利用できるようにした。

さらに、工区内の特異な位置点(必要塩分濃度が低下する区間)については、マニュアルの中に塩分濃度が低下する理由と位置を図化したものを入れ、作業員が対応しやすいようにした。

同時に調査により、危険箇所として抽出された箇所について、各々必要な対策を立てることができた。

例えば、路肩からの流水を防ぐために縦断方向にカッターを入れること、或いは道路構造上対応できない箇所については、標準散布量(案)一覧表の中で指示された散布量に対して、1段低い気温帯で指示されている散布量を使用することとした。

特に、当該工区の最も路温が低い危険箇所に路面流熱センサーを試験導入し、路温の傾向管理を行うことにより、適切な時期での散布出動を目指した。

## 6. フォローアップ結果

2012年度、長野北部区間(長野市豊野町～信濃町野尻(新潟県境))において2011年度作成したマニュアルを基に、確認作業(フォローアップ)を実施した。以下にその結果を紹介する。

### a) コスト縮減

仮に2012年度に以前のように一律標準散布である20g/m<sup>2</sup>で塩化ナトリウムを散布したと仮定した値と比較すると、塩化ナトリウム散布量約50%、散布作業全体のコスト約30%の削減が達成された。(図-4)

また、2012年度と同じような気象条件であった2010年度と比べても2割以上の散布作業全体のコスト削減が達成された。(図-5)

### b) 安全性

コストを削減しながらも、安全な路面管理を行うことができた。

例えば今回の試行期間中である2011年3月28日11時40分、上水内郡信濃町野尻地先(長野新潟県境近くの交差点付近)において車同士の死亡事故が発生した。

所轄の警察署から担当出張所の職員が、当日の路面状況や散布作業状況について事情聴取を受けた。

この際、事故現場での散布時間帯や路面状況を記録したデータを提示することによりすぐに解決した。

### c) 冬期道路管理従事者の精神的負担の軽減

路面流熱センサーの活用により、現状及び近い将来の

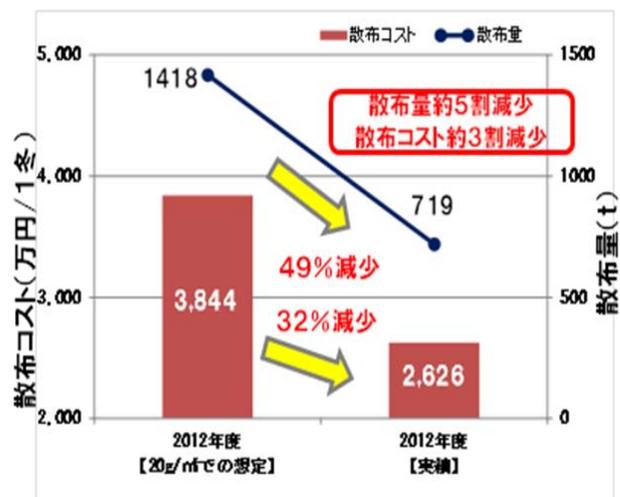


図-4 標準散布量との散布量及びコスト比較



図-5 2010年度とのコスト比較

路温が把握でき、かつ出動条件に近づくと警報音が鳴る等、危険な状態を目や耳で確認できるようになったため、作業関係者から精神的負担の軽減になったと喜ばれた。

## 7. 今後の予定

長野国道事務所の他のすべての除雪工区において、同様な手法で調査を行い、各除雪工区の特徴を入れた凍結散布マニュアル(標準散布(案)及び危険箇所を図示化したマップ)作成を行う予定である。

また今回、排水性舗装区間の調査を行う中で、今まで寒冷地では不向きとされていた排水性舗装が、積雪がない場合、一概には不向きと言いきれないというデータが収集できた。(路面の必要塩分濃度が長く持続した)

今後更に詳細な調査分析を行い、寒冷地における排水性舗装の利用方法についても、新たな提案を行いたいと考えている。

**謝辞:** 長期にわたる本取り組みに対し、ご協力いただいたすべての関係者の皆様に心から御礼申し上げます。