

高速道路における凍結防止剤最適 自動散布システムの試行運用状況報告

Report on Intelligent Salting Control Optimization System for Expressways

大廣智則 (株式会社ネクスコ・エンジニアリング北海道)
高倉清 (株式会社ネクスコ・メンテナンス北海道)
及川叙二 (東日本高速道路株式会社 北海道支社)
Tomonori Ohiro, Kiyoshi Takakura, Joji Oikawa

1. はじめに

凍結防止剤の散布は、ドライバーへ安全・安心で快適な走行環境を提供する上で重要な役割を担っている。

一方、凍結防止剤の費用は、平成26年度、北海道の高速道路における雪氷費割合は、全体の16%も占めている(図1)。凍結防止剤の散布が必要な箇所を限定した最適な散布が求められている。また、凍結防止剤の散布作業は、剤を積み残した際に懸念される凍結防止剤散布車タンクでの剤の固結を防ぐため、積み込んだら撒ききる手法である。したがって、凍結防止剤を最適に散布するためには、事前に散布量を把握し適量を積み込む必要がある。

筆者らは、平成27年度冬期に凍結防止剤の散布が必要な箇所を限定するため、タイヤ加速度波形の特徴から路面状態を判別するシステム(以下「CAIS¹⁾」という)を5台の雪氷巡回車に搭載し運用を行った。本システムによれば、凍結防止剤の散布量を路面状態に基づき計算し、適量積み込むことが可能である。また、凍結防止剤を路面状態に応じて自動散布するシステム(以下「ISCOS²⁾」という)を11台の凍結防止剤散布車に搭載し運用を行った。本稿では、上述したシステムの運用結果を、凍結防止剤の削減量として報告する。

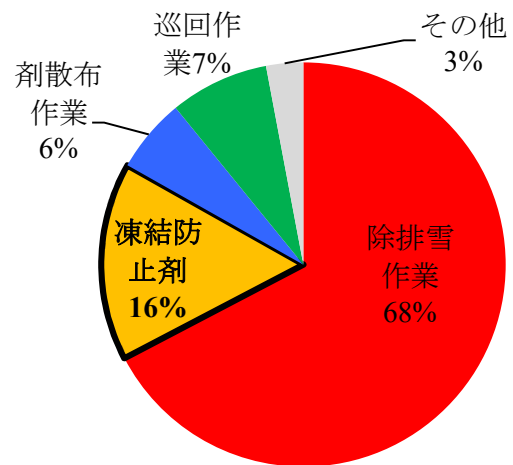


図1 平成26年度、北海道の高速道路における雪氷費割合

2. 方法

(1) 雪氷巡回

雪氷巡回³⁾は、3~5時間毎、緊急時には随時出動し、時々刻々と変化する気象状況や道路状況・交通状況を把握し、雪氷対策及び雪氷作業を効率的、且つ円滑に行うために必要な情報を収集し伝達する作業である。凍結防止剤の散布判断は、緊急時以外は雪氷巡回時に巡回員の判断により行われている。雪氷巡回時には、路面状況・天候・視界・塩分濃度を巡回報告書として作成する。これらは、全て目視により判断されており、路面状態は、乾燥・半湿・湿潤・シャーベット・積雪・圧雪・凍結の7つの状態に判定している。

(2) CAIS

CAISは、タイヤ内面に設置した加速度センサにより、タイヤ（加速度センサ）が道路に接地（道路を蹴り上げる状態）した際の振動波形を高速で計測し、その波形特徴を分類することで目視と同様の7つの路面状態（乾燥・半湿・湿潤・シャーベット・積雪・圧雪・凍結）に判別している。タイヤ内面に発電機を取り付け、タイヤの回転する動力で発電することが可能であり、路面状態の判別結果はWEBサーバにリアルタイム送信される。雪氷巡回車にCAISを搭載することで、WEBサーバに100m毎の路面データベースが巡回とともに構築される。路面状態判別結果および走行画像は、GIS地図上にモニタリング表示するほか、路面ダイヤグラムを自動作成し、路面状態をきめ細かく確認することができる(図2)。図3に雪氷巡回車へのCAIS搭載状況を示す。雪氷巡回車へ搭載したCAISは、エンジンONとともに自動起動し、エンジンOFFとともに自動シャットダウンするオートマチック仕様である。平成27年10月中旬に5台の雪氷巡回車に搭載した。巡回区間は、①銭函~札幌西IC、②札幌西~北広島IC、③北広島~新千歳空港IC、④札幌~岩見沢IC、⑤岩見沢~奈井江砂川ICである。

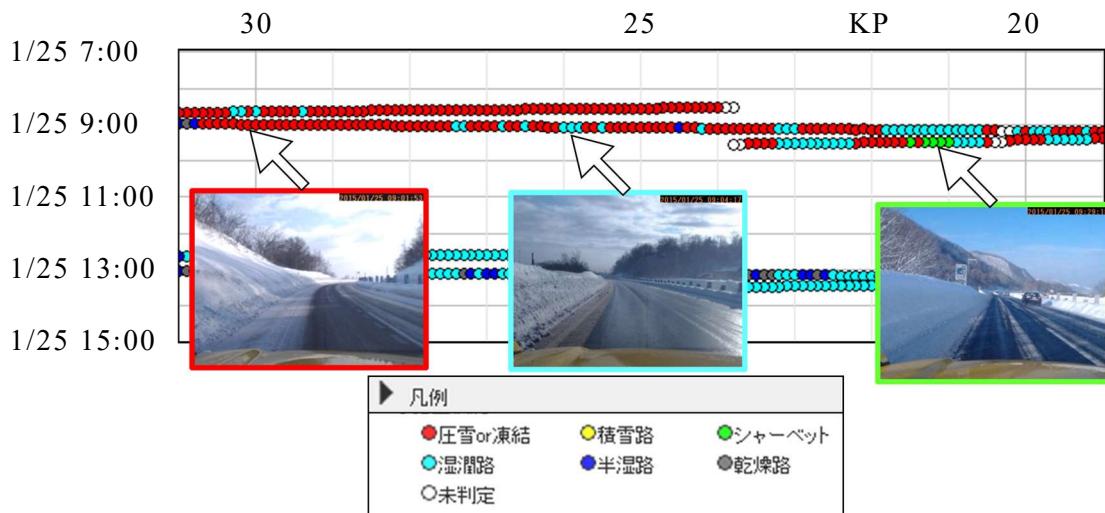


図2 路面ダイヤグラム



図3 雪氷巡回車へのCAIS搭載状況

(3) ISCOS

ISCOS は、CAIS により判別した路面状態に応じて凍結防止剤を自動で散布することが可能である。図 4 に凍結防止剤散布車への ISCOS 搭載状況を示す。自動散布制御装置から凍結防止剤散布車へ直接信号を送り自動散布を行っている。手動操作では瞬時に変更することが難しい様々な散布条件を 100m 毎に変化させることが可能である。GPS により現在位置を把握し、高速道路のキロポストを基準に 100 m 単位で散布判断する。WEB サーバのデータベースに保存された CAIS 走行時の路面判別結果から自動散布を行う。なお、自動散布中も手動操作への切り替えは可能である。凍結防止剤散布車へ搭載した ISCOS は、CAIS と同様に、エンジン ON とともに自動起動し、エンジン OFF とともに自動シャットダウンするオートマチック仕様である。平成 27 年 10 月中旬に 11 台の凍結防止剤散布車に搭載した。散布区間は、①小樽～銭函 IC、②銭函～札幌西 IC、③札幌西～伏古 IC、④伏古～北広島 IC、⑤北広島～新千歳空港 IC、⑥札幌～江別西 IC、⑦江別西～江別東 IC、⑧江別東～岩見沢 IC、⑨岩見沢～三笠 IC、⑩三笠～美唄 IC、⑪美唄～奈井江砂川 IC である。ISCOS の運用期間は、平成 27 年 11 月 25 日～3 月 31 日である。



(a) ISCOS 搭載車両



(b) 自動散布制御装置



(c) モニター



(d) GPS

図 4 凍結防止剤散布車への ISCOS の搭載状況

(4) 凍結防止剤の散布量

高速道路では、凍結防止剤の散布は湿塩散布(ウエットソルト)⁴⁾を実施している。湿塩散布は、固形剤と溶剤を混合して散布する方法であり、路面への付着効果が高く速効性・持続性があり、飛散しない効果が期待できる。自動散布時の散布量は、圧雪・凍結・シャーベット・湿潤・半湿はこれまで通りの 20 g/m²、乾燥・積雪は散布無しとした。路面状態に対応した散布量を定義することで、CAIS 搭載の雪氷巡回車走行後、凍結防止剤散布区間の路面状態から散布量を算出することができる。WEB 環境であればアクセス可能であり、指令台にて事前に散布量を把握し、現場に適量積み込み指示をする。また、TN 坑口は寒暖差や持ち込み雪などの影響で融雪により路面の残留塩分濃度が低下しやすいため、通常よりも散布量を多くする厚撒き機能を設けた。厚撒きすることで、効果の持続性を高め散布回数の減少に努めた。

(5) DD ホッパー

凍結防止剤を適量積み込むために DD(Divide Device)ホッパーを開発した。DD ホッパーは、装置下端部に設けられたバルブをハンドルを回すことで開口し、凍結防止剤が 1 t 入った袋を投入後、目盛を見ながら 0.1 t 単位で積み込むことができる。図 5 に DD ホッパーを示す。



図 5 DD ホッパー

3. 運用結果

図 6 に H27 年度 ISCOS の運用を行った 5 基地（銭函基地，札幌基地，江別西基地，岩見沢基地，美唄基地）の結果を凍結防止剤の削減量として示す。凍結防止剤の削減量は、まず、これまでの方法での散布量を記入し、次に、ISCOS による散布量を記入し、その差分を累積することで求めた。その結果、期間内に削減した総量は 685 t であり、剤の累計削減割合は 7%であった。

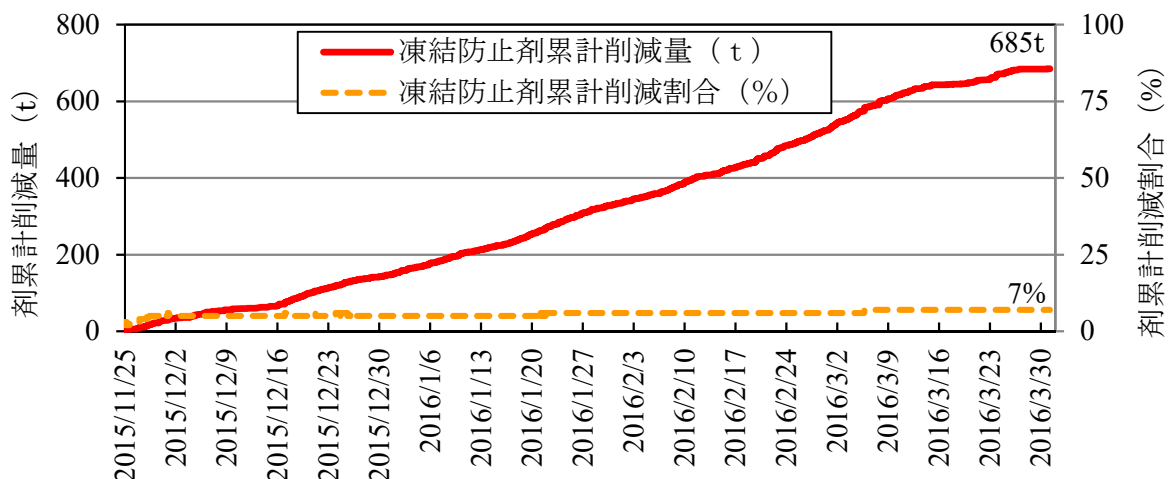


図 6 H27 年度 ISCOS の運用を行った 5 基地の結果（凍結防止剤の削減量）

4. まとめ

CAIS（タイヤ加速度波形の特徴から路面状態を判別するシステム）の実用化に成功し、5 台の雪氷巡回車に搭載し運用を行った。また、ISCOS（凍結防止剤を路面状態に応じて自動散布するシステム）を開発し、11 台の凍結防止剤散布車に搭載し運用を行った。ISCOS の運用を行った結果、凍結防止剤の散布量を 685 t、7%削減することができた。今後、現場における ISCOS 運用の習熟と、ISCOS 運用箇所拡大により更なる削減が期待できるものと考えている。

【参考・引用文献】

- 1) Ohiro, T, et al, 2014 : EFFICIENT WINTER ROAD MANAGEMENT USING A CONTACT AREA INFORMATION SENSING (CAIS)-BASED ROAD SURFACE CONDITION JUDGMENT SYSTEM, PIARC, T5-5-205.
- 2) Morinaga, H, Hanatsuka, Y and Wakao, Y, 2010 : Sensing Technology Tire System Road Surface Condition Judgment, FISITA2010 Transactions, vol.F2010E010.
- 3) 財団法人高速道路技術センター, 2005 : 写真でみる雪氷管理, 12-14.
- 4) 財団法人高速道路技術センター, 2005 : 写真でみる雪氷管理, 25.