

凍結防止剤最適自動散布システムによる冬期路面管理について

大廣 智則*1, 高倉 清*2, 斎藤 孝志*3

1. はじめに

凍結防止剤の散布判断は、お客様の安全・安心な走行環境を確保するために安全側となる傾向が強い。一方、凍結防止剤最適自動散布システム（以下、「ISCOS¹⁾」という）は、機械（路面状態判別システム（以下、「CAIS²⁾」という）が判断した路面判別結果に基づき凍結防止剤を自動散布するため定量的となる。また、凍結防止剤散布量を事前把握し、適量積み込み撒ききることによって散布車ホッパー内での撒き残りが固結する心配もない。

ISCOSの運用により、これまでの手法に比べ、安全性を低下させることなく凍結防止剤の散布量の削減が期待できる。

平成27年度冬期に世界で初めてCAISの実用化に成功した。5台の雪氷巡回車に搭載し運用を行った。また、ISCOS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報告する。

2. ISCOSの概要

図1にISCOSの概要を示す。ISCOSは、CAISと凍結防止剤適量積み込み装置（以下、「DDホッパー」という）、凍結防止剤自動散布装置からなる。CAISを搭載した雪氷巡回車により、これまで人力判断では困難であった100m毎の路面状態を判別しWEB上にDBを構築する。地域指令台にて散布判断を行い、凍結防止剤の散布量は、WEB交信し事前に計算する。凍結防止剤倉庫では、DDホッパーにより0.1t単位で指令台からの指示に基づき凍結防止剤散布車に適量積み込む。凍結防止剤自動散布装置を搭載した凍結防止剤散布車による散布作業により、CAISで判別した路面状態に基づき高速道路のキロポストを基準に100m単位で凍結防止剤を自動散布する。

2.1 CAIS

CAISは、タイヤ内面に設置した加速度センサにより（図2）、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。タイヤ振動は路面状態ごとに特徴的な波形を示す。例えば、乾燥路ではトレッドゴムが路面から拘束されるため、接地面における振動レベルが低い。凍結路では定常走行中でも微小なすべりが発生するため、接地面内に高周波振動が発生する（図3）。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道路画像とともにリアルタイムにWEBサーバに送信さ



図1 ISCOSの概要

れ、地域指令台などで閲覧することが可能である（図4）。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、路面ダイア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5）。図6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。

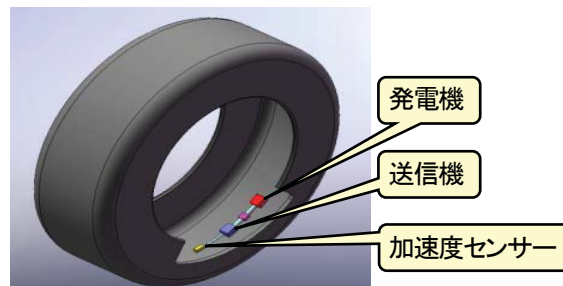
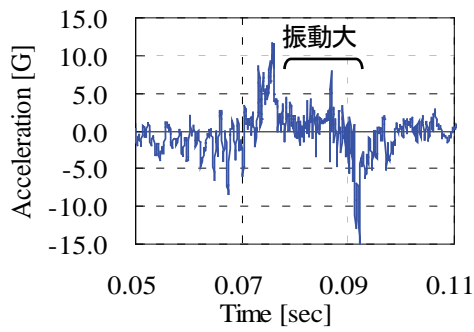
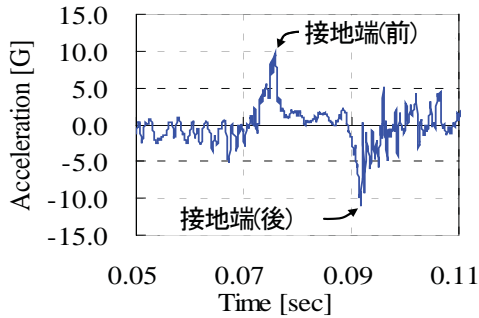


図2 CAISタイヤ内面

*1 (株)初ス・エンジニアリング 北海道 *2 (株)初ス・メンテナンス北海道 *3 NEXCO東日本(株)



(b) 凍結路



(a) 乾燥路

図3 タイヤトレッド内面周方向波形例



図4 路面状態判別システム

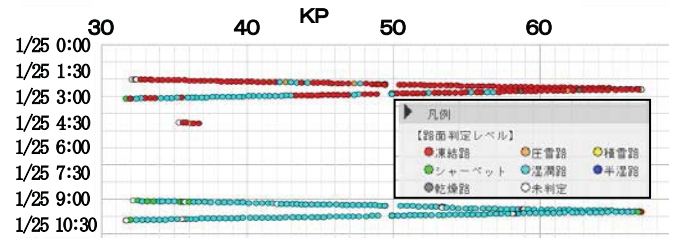


図5 路面ダイヤグラム

2.2 DDホッパー

図7にDD(Divide Device)ホッパーを示す。DDホッパーは、装置下端部に設けられたバルブがハンドルを回すことで開口する。トンパック(凍結防止剤が1t入った袋)の底部をカットして投入後、メモリを見ながら0.1t単位で積み込むことが可能な装置である。DDホッパーの構造は、頂部を下方に向けた円錐形状を有するホッパーと、このホッパーに收容された凍結防止剤の重量を示す目盛り部と、ホッパーの側面に設けられたハンドル操作に応じて下端部に設けられた排出口を開閉



図7 DDホッパー



(a) CAIS 搭載車両



(b) 制御装置



(c) アンテナ



(d) モニター

図6 雪氷巡回車へのCAIS搭載状況

するバタフライバルブからなる。DD ホッパーは、アングル材によって立方体状に組み立てられた枠体に固定されている。この枠体の下部には移動するために複数の車輪を設けている。

2.3 凍結防止剤自動散布装置

凍結防止剤自動散布装置は、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8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100m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。

3. 運用方法

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）³⁾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、地域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、トンネル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。H27年度は、ISCOSの運用を5基地（銭函基地、札幌基地、千歳基地、江別西基地、岩見沢基地、美唄基地）で行った。ISCOSの運用期間は、平成27年11月25日～3月31日である。

4. 運用結果

図9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685tであり、凍結防止剤の累計削減割合は7%であった。



(a) ISCOS 搭載車両



(b) 自動散布制御装置



(c) モニター



(d) GPS

図8 凍結防止剤散布車へのISCOSの搭載状況

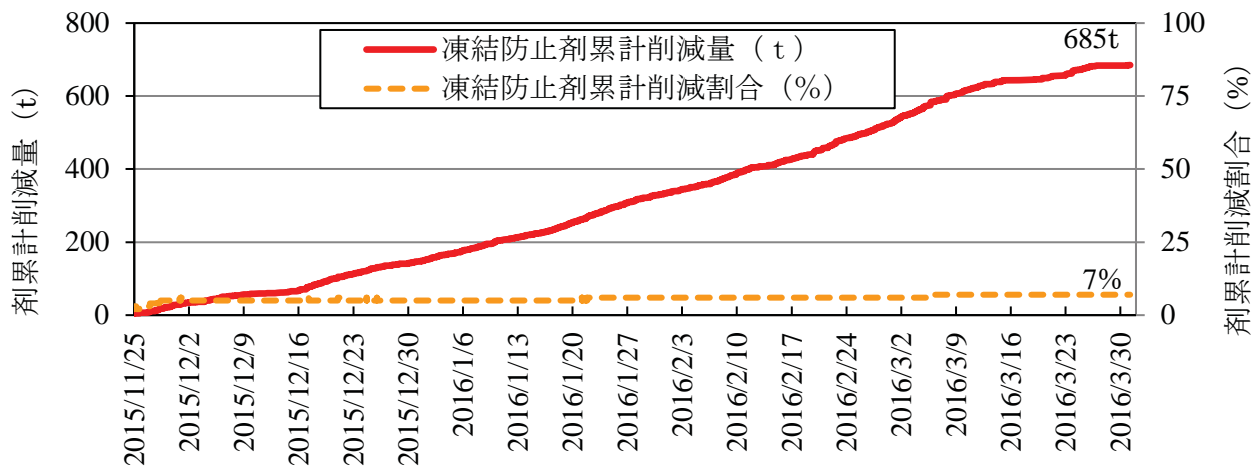


図9 H27年度ISCOSの運用を行った5基地の結果（凍結防止剤の削減量）

5. 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。その結果、凍結防止剤の散布量を685t、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, 25.