



Title	高速道路における冬期路面管理の高度化に関する研究〔論文内容及び審査の要旨〕
Author(s)	大廣, 智則
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第14237号
Issue Date	2020-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/79962
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Ohiro_Tomonori_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（工学） 氏名 大廣 智則

学 位 論 文 題 名

高速道路における冬期路面管理の高度化に関する研究

(A Study on Advanced Winter Road Surface Management on Expressways)

冬期間、ドライバーに安全安心で快適な走行環境を提供するため、冬期路面管理は重要な役割を果たしている。NEXCO 東日本北海道支社が管理する高速道路では、凍結路面の発生を抑制するため、凍結防止剤を散布している。凍結防止や融氷剤として、塩化ナトリウムや塩化カルシウム、塩化マグネシウムなどの塩化物ベースの凍結防止剤は、費用対効果と有用性から一般的に使用されている。近年、安全への意識の高まりから冬期間（10 月 翌年 4 月）に約 2.8 万 t の凍結防止剤（主に塩化ナトリウム）を散布している。凍結防止剤の散布費用は、雪氷対策費全体の約 30

本論文は 7 章から構成されており、各章の内容は以下のとおりである。

第 1 章では、本研究の背景に関する高速道路における冬期路面管理の課題をまとめており、研究の目的とともに論文の構成を示している。特に、冬期間における凍結防止剤散布の重要性やそれに起因する塩害による問題が顕在化したことを背景とし、ドライバーに安全安心で快適な走行環境を提供しつつ、凍結防止剤散布量を低減することを研究目的としたことについて詳細に記述している。

第 2 章では、北海道の高速道路における冬期路面管理の現状を把握し、既存の凍結防止剤散布方法について整理している。凍結防止剤の散布量を最適化するためには、路面状況の把握・判断が重要である。現在の凍結防止剤の散布は、路面状態を目視により評価し、その結果に基づいて実施されている。目視による評価は、点検者の認識・判断力や熟練度、点検時の視認領域に依存するため定性的であり、時として安全側の評価となる場合があることを示している。また、凍結防止剤散布車への凍結防止剤の積込みは、0.5t が最小単位となる。このため、必要となった凍結防止剤の散布量を 0.5t 単位で切り上げて積込むため、凍結防止剤の積込量は必要な散布量より多くなる。既存の凍結防止剤散布方法には、改善の余地があり、冬期における凍結防止剤の効果を維持しつつ、凍結防止剤の散布量を低減する凍結防止剤散布システムの開発が必要であることを示している。

第 3 章では、自動路面状態判別システム（以降、CAIS）の原理、システム構成を詳細に示し、実用化へ向けて開発した機能を示している。1 章で示した課題を解決するための手段として、CAIS を実用化するための開発が必要と考えた。CAIS は、タイヤ（加速度センサ）が路面に接地（タイヤの踏込み～タイヤの蹴り出し）しているときの加速度振動波形をセンシングし、その加速度振動波形の特徴から凍結防止剤散布の判断に必要な 6 つの路面状態（乾燥、半湿、湿潤、シャーベット、圧雪・凍結、積雪）を 100m 区間毎に自動判別する仕組みである。高速道路の冬期路面管理で活用するために、2009 年度から行った様々な改良や機能構築を示している。

第 4 章では、2013 年度に行った凍結防止剤最適自動散布システム（以降、ISCOS）の開発状況と 2014 年度に行った ISCOS の試行導入結果として、ISCOS による凍結防止剤散布量の低減効果を既存の凍結防止剤散布方法と比較することで示している。また、凍結防止剤散布量の低減量に基づいた導入計画も示している。1 章で示した課題を解決するための手段として、3 章で実用化した CAIS を加え、ISCOS の開発が必要と考えた。ISCOS は 3 つのシステム「CAIS」、「凍結防止剤適量積込システ

ム(以降,DD ホッパー)」、「凍結防止剤自動散布システム」で構成する.ISCOS は,100m 区間毎に路面状態を自動判別,次に散布が必要かどうかを判断し,散布が必要な 100m 区間のみに凍結防止剤を自動散布する仕組みである.一方,既存の凍結防止剤散布方法は,約 5km の区間で凍結防止剤の散布判断を行っており,この約 5km の区間の中に散布不要な路面が混在していても凍結防止剤を散布する仕組みである.ISCOS では散布不要な 100m 区間では凍結防止剤を散布しないことから,既存の凍結防止剤散布方法より凍結防止剤の低減が可能となることを示している.また,DD ホッパーは,0.1t 単位で凍結防止剤を凍結防止剤散布車に積込むことを目的として開発した(これまでは 0.5t 単位).凍結防止剤散布後の凍結防止剤散布車に残った凍結防止剤は,再利用はできなく,0.1t 単位で積込むことから端数となる凍結防止剤を減らせることができ,凍結防止剤の使用量の低減につながることを示している.

第 5 章では,スマート凍結防止剤散布システムの凍結防止剤散布作業実施判断の意思決定プロセスを詳細に示し,既存の凍結防止剤散布方法からスマート凍結防止剤散布システムに変わることによって,凍結防止剤の低減量を比較し,スマート凍結防止剤散布システムによる凍結防止剤の低減効果を定量的に明らかにしている.加えて,これら凍結防止剤散布量が低減された状況において,冬期における北海道の高速道路の安全性や快適性が保たれたかどうかについて冬期の事故件数および走行速度の年変動から明らかにしている.4 章で開発した ISCOS には自動化による課題があり,凍結防止剤の散布判断を安全とするため,自動化を補完するための手動システムが必要と言えた.そこで,現場の担当者の意見を ISCOS のシステム制御に組入れ,冬期道路交通の安全性・快適性が損なわれない冬期路面管理となるようにしつつ,凍結防止剤散布量の低減に資する,スマート凍結防止剤散布システムとして開発・実用化を行った.スマート凍結防止剤散布システムの導入は,年々増加し,2018 年度に NEXCO 東日本北海道支社が管理する高速道路で全基地・全車両に搭載できた.

第 6 章では,本研究の成果をとりまとめ,今後の課題を記す.