

準天頂衛星システムを活用した除雪車運転支援システムと 自動化の開発完成に向けて

東日本高速道路(株) 正会員 ○山下 岳

1. はじめに

高速道路における除雪等の雪氷作業は、降雪による視界不良や夜間等の厳しい作業環境の下、熟練オペレータによる高度な技術と経験によって行われているが、熟練オペレータの高齢化や労働人口の減少により、技術伝承が困難な状況になりつつある。そこで、非熟練オペレータでも安全・確実に作業ができる環境を構築すべく、令和元年度から除雪車の自動化開発を行っている。

本報文は、ロータリ除雪車の自動化開発の完成に向けた各試験や検討について報告するものである。

2. 冬期路面不陸発生状況等

準天頂衛星システム「みちびき」からの cm 級測位補強信号とあらかじめ作成した高精度地図情報を組み合わせ、運転席に設置したモニタに正確な自車位置を表示し、運転操作を視聴覚的に支援するシステム（以下、ガイダンスシステムという。）を開発した。このガイダンスシステムから位置情報・測位情報を受け取り、ロータリ除雪車が自動で走行（以下、自律走行という）し、除雪装置が自動で制御（以下、自動除雪という）される仕組みである（以下、自律走行と自動除雪を総称し、自動運転という）。(図 - 1 参照)。



図-1 自動化開発イメージ図

3. 開発進捗

上記のガイダンスシステムは平成 29 年度に完成した。令和元年度に除雪車メーカーと共同研究開発協定を締結し、開発を進めたところ、令和 2 年秋に夕張 IC 構内にあるテストコース（以下、夕張 TC という。）にて自律走行が確認でき、翌令和 3 年春に本線での自律走行試験を成功させている。この結果を受け追加改良を実施のうえ、令和 3 年秋～冬季に本線での自律走行と自動除雪の試験を実施するものとした。

4. 令和 3 年度秋季本線試験

令和 3 年 11 月に、道央自動車道 岩見沢 IC～三笠 IC を対象区間として試験を実施した。試験のポイントとしては、「①自律走行の精度確認」、「②自動除雪の稼働確認」、「③課題の抽出」を念頭に実施した。

「①自律走行の精度確認」においては、一部の区間で精度の低下がみられたものの、開発目標精度（誤差 20 cm 以内）に収まっていることを確認できた。

「②自動除雪の稼働確認」では、仮想の地物（標識や橋梁のジョイントなど、除雪作業をする際に支障となる構造物の総称）に対し、自動で投雪回避する様子が確認できた。

また、①と②のいずれにおいてもオペレータの介入なく正常に動作していることを確認できた。(写真-1)

「③課題の抽出」については、跨道橋下等の衛星受信が不安定な環境下での精度低下が課題として抽出されたことから、今後の開発では衛星受信不安定環境下での精度の向上を検討している。



写真-1
試験中のオペレータ

キーワード 雪氷、衛星測位、自動化、省力化

連絡先 〒004-8512 北海道札幌市厚別区大谷地西 5-12-30 TEL : 011-896-5322

3. 令和3年冬季本線試験

11月の試験を受けて、雪氷期に除雪負荷を掛けた状態での試験を実施することとした。今回の試験では、㈱ネクスコ・メンテナンス北海道 札幌事業所が実施する雪氷作業に合わせて行うこととした。規制を掛けず実際の作業にて試験するため、一般車が走行中の本線において試験をしても問題ないか、事前に夕張TCで除雪負荷確認試験を実施したところ精度に問題はなく、安全に本線試験が実施可能と判断された（写真-2）。



写真-2 夕張TCでの除雪負荷確認試験の様子

本線試験は、岩見沢IC～美唄ICの2IC間で実施した。試験内容として、「①除雪負荷の掛かった状態での自律走行の確認」と「②除雪負荷の掛かった状態での自動除雪の稼働確認」を実施した（写真-3）。なお、試験中に精度低下など安全性に支障がある場合はオペレータが手動で介入することとした。



写真-3

「①除雪負荷の掛かった状態での自律走行の確認」については、今回の試験では概ね10cm以内の誤差に収まっており、開発目標精度を確保できていることが確認された。一方で以下に示す課題も得られた。

跨道橋下については秋季試験同様に精度の低下が確認されたため、ソフト上の自車位置把握ロジックの見直しを検討した。

また、乗車したオペレータより、自律走行可能な速度が遅いという意見があったため、上限速度の変更を検討した。

「②除雪負荷の掛かった状態での自動除雪の稼働確認」については、実作業時における雪質や積雪量に対して、投雪方向など調整可能にする必要があることから、それらの程度によって自動除雪のパターンを変更可能になるよう検討している。

6. 令和4年度冬季本線試験

令和3年度の冬期試験の得られた課題に対し、令和4年度の秋季までに改善を行い、技術としての確立を確認するため同年の冬季に最終試験を行った（写真-4）。本報文の作成時期が3月中と、試験結果取りまとめの最中ということもあり、具体的な数値や成果について示すことはできないが、内外からの挙動確認及び試験に試験にて実作業に当たったオペレータの意見より概ね当初の目標を満たす結果であると確認された。



写真-4 試験中の車内外及びモニタの様子

7. 今後の展開

技術としては成果を得られたものの、実際に雪氷作業で運用するうえで改善の余地はある。例えば自動運転用の専用のモニタについて、これらは操作性やわかり易さという点において優れているとは言えない状況にある。また自律走行の速度によって、若干ではあるものの自動除雪の制御にずれが生じ、その結果オペレータに不安感を与えることなどが懸念されている。これらの事項については、研究開発後も引き続き改良に向けて検討すべきと認識しているところである。

今後は上記のような細かい改良を続け、また適宜オペレータへのフォローアップを行いながら、管内に順次展開を図っていく計画である。導入は昨今の世界・社会情勢から見通しが立っていない部分もあるが、導入の都度、除雪作業の省力化へ寄与すると期待しているところである。