

北海道の高速道路における省人化を目指した除雪作業機械の開発について

坂田 史典*1, 池田 憲昭*1, 栗原 啓伍*2

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、令和元年度からロータリ除雪車の自動化開発を行い、令和5年度より運用開始している。

ロータリ除雪車を用いた拡幅除雪の作業では通常2名が乗車し、車両の走行制御を1名が行い、もう1名がシュータ等の除雪装置の操作、雪氷基地との無線通信、周囲の安全確認等を行っている。このうち走行時のハンドル操舵と除雪装置の操作を自動化できれば省人化を図れると考え、ハンドル操舵を自動で行う「自律走行」と除雪装置を自動で操作する「自動除雪」の2つを軸として開発を進めた。自律走行については、道路構造物の精細な位置情報を落とし込んだ高精度地図と日本のほぼ真上を周回する準天頂衛星「みちびき」からの高精度測位情報をもとに自車位置を把握する仕組みとなっている。また、自動除雪は一度手動により操作したものを記録し、その記録を再現する形（以下、「ティーチング」という）で行っている。

本報告では、運用を開始したロータリ除雪車の運用状況と課題対応状況及び更に、このロータリ除雪車の後尾警戒として追従し自律走行する標識車の開発も実施していることから開発概要を報告するものである。



写真-1 稼働時の車内外及びモニタの様子

稼働項目	回数	稼働時間
自律走行	20日	延べ 136時間
自動除雪（記録）	9日	延べ 61時間
自動除雪（再生）	1日	延べ 2時間

表1 稼働状況表

次に、運用に際して確認されたオペレータからの意見は、次のようなものがあった。

- ①自律走行時に車両の姿勢（向き）が目標走行ラインから外れることがある。
 - ②自動除雪でティーチング記録を再生する際に、投雪方向を調整できる機能が欲しい。
 - ③雪壁の影響で本線・ランプでの分合流部で後方から接近する一般車の確認が出来ない。
 - ④1名では車両トラブル時に対応が出来ないため、トラブル時は回送で基地に戻らなければならない
- 意見①の事象が生じる原因のひとつとして、ガイダンスシステム内で処理される、車両の進行方向を決定する計算方法に課題があると考えられる。準天頂衛星システムは、上空にOV等の遮蔽物がある区間を通過する際に電波状況が悪くなり、精度が低下するケースが確認されている。今回の事象は、衛星電波低下時に受信機から得られる車両進行方向の精度が低下している際に、補正で用いているIMU情報（回転方向の姿勢変化）を十分に活かしてきれていないことに起因すると考えている。

意見②にある自動除雪は、記録された一連の除雪操作手順を再現する手法により行っている。道路内外の堆雪状況が日々異なることから、ティーチング記録したパターンをそのまま運用できる場面が少ない結果となった。

意見③は安全上の課題となる。拡幅除雪の作業中は、投雪位置の調整や、雪が崩れたり意図しない範囲まで



図-1 自動化開発イメージ図

2. ロータリ除雪車の運用状況と課題について

令和5年度冬期は、自動ロータリ除雪車を2台配備し道央自動車道 岩見沢IC～美唄IC間で運用を行った。自律走行及び自動除雪での運用を開始した令和5年度冬期は、比較的小雪傾向であったため次表のとおりであった。

飛び散ったりしないかを確認するため、投雪先を注視する必要がある。この確認作業と並行して、ランプ部を横断する際には、後方から接近してくる一般車両が居ないか目視確認を行う必要がある。車両の構造上、運転席が左側にあるため車線側は特に確認が難しく、1名乗車での作業を実現するうえでの課題となっている。

意見④は除雪車の構造に関する課題となる。例えば雪中の異物を取り込んでしまった際など、機械に過大な力がかかっても重要な部分が破損しないように、破断しても構わないピン（シャープピン）で機械内の力の伝達部を結合してあることが一般的である。2名乗車であれば、シャープピンが破断するトラブルが発生しても1名が手作業でブローをゆっくり回しながらもう1名がシャープピンを付け直すといった応急対応が可能であるが、1名では困難であるため車両の構造から変更する必要がある。

近年ではシャープピンレスの装置もメーカー独自で開発が進んできているものの、抜本的な解決には時間を要する見込みである。

現在は、課題解決に向けてメーカーなどと検討を進めている段階である。

3. ロータリ除雪車に追従する標識車の開発

ロータリ除雪車の自動化と協調し、除雪車の後方を追従する標識車について車両メーカーと共同で開発を令和3年度より開始している。低速走行する除雪車とお客様の車両の衝突や接触を防ぐため、除雪車の後方で電光表示板や回転灯等により注意喚起を行っている。この除雪車と標識車の間隔は一定ではなく、カーブ等で前方が見通せない箇所等道路の線形や構造に応じて適切に変化させる必要がある。



写真-2 除雪車に追従する標識車(開発前)

このため、開発中のシステムは、衛星測位システムによる除雪車・標識車各々の位置情報に加え、車車間通信により双方の位置情報の共有や車間距離の指定を行って、適切に車間距離を変化させる仕組みとなっており、道路の線形に応じて車間距離を変化させる仕組みとなっている。



図-2 標識車の自動走行の概要

これまでに車両メーカーで初期試作車両を開発し、テストコースでの評価試験を実施したうえで、高速道路内で車線規制内にて夏期路面での試験走行を実施した。



写真-3 高速道路での試験走行状況

4. おわりに

ロータリ除雪車の自動化については令和6年度も岩見沢IC～美唄IC間の運用を継続し、更に道央道 美唄IC～奈井江砂川IC間での試行運用に拡大予定である。また、標識車の開発については、冬期路面での試験走行を行い精度検証していく。また、引き続き省人化を目指した技術開発について継続して実施していく予定である。

* 1 東日本高速道路(株) 北海道支社 技術部 技術企画課

* 2 (株)ネクスコ・エンジニアリング北海道 土木事業部 土木技術部 交通環境課