新技術開発探訪

ロータリ除雪車の情報化施工技術の実用化に向けた検討

国土交通省 北陸地方整備局 北陸技術事務所 施工調査・技術活用課 課長 前田 光昭（まえた みつあき）
機械調査係長 藤巻 聡（ふじまき さとし）

1. はじめに

近年，熟練除雪オペレータの高齢化が進んでおり，引退に伴う担い手の確保と継続的な除排雪体制の確保が重要な課題となっています。

除雪機械の運転は，路面状況，道路構造，沿道状況等の変化に合わせた作業装置の操作が必要であり，その操作技能の習得には相当の期間を要します。

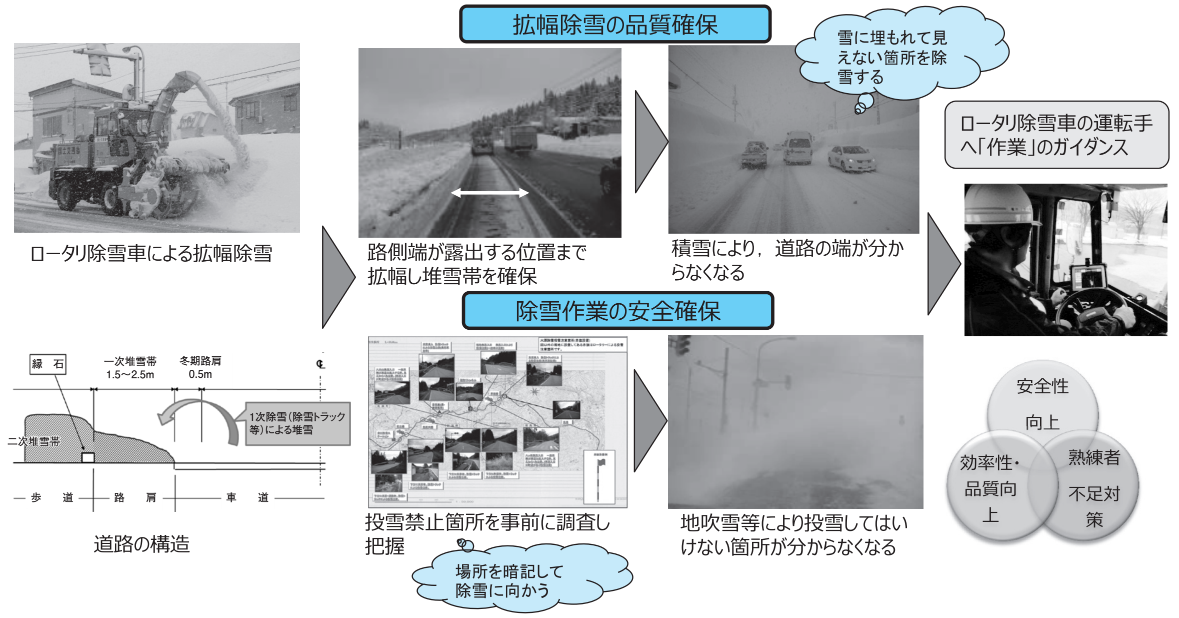
このような背景のもと，北陸地方整備局では，今後さらに深刻化が予想される除雪オペレータの熟練者不足への対応として，平成25年度に情報化施工技術（リアルタイム測位技術等）を活用した作業支援（ガイダンス）装置により除雪作業の安全性と品質確保をアシストする「ロータリ除雪車の情報化施工技術」の開発検討に着手し，平成26年度は実用化に向けた検討を行いました。

2. ロータリ除雪車の作業と作業支援装置の検討

一般的に国道の除雪は，まず車道に降り積もった雪を除雪トラック等で路側帯（一次堆雪帯）にかき寄せ，路側帯の堆雪がいっぱいになると，ロータリ除雪車により路側帯から路外などへ投雪します。このロータリ除雪車による拡幅除雪作業では，次回の降雪に備え，堆雪幅の空き容量を最大限確保する必要がありますが，熟練オペレータはその経験により，堆雪により埋もれた路側端（縁石）ぎりぎりに接近して除雪する技能があります。しかし，経験の浅いオペレータは，縁石への衝突を警戒し，なかなか路側端に接近できず，堆雪幅の確保が十分にできていない場合があります。

また，路外などへ投雪を行う場合，沿道家屋，交差点，隣接する鉄道・水路等が存在し，投雪を行えない箇所（投雪禁止箇所）が多数あります。このため現場では，第三者被害を防止し，作業を安全に行うための対策として，工区内の投雪禁止箇所等を記載した平面図等により，オペレータへ周知を図るとともに，投雪禁止の目印として，現地にポールや籏を設置しています。しかし，吹雪などで視界が悪い中での投雪操作は，ベテランのオペレータであっても細心の注意が必要な作業となっています。

このような作業の課題に対応するため，「路側端までの距離」と「投雪禁止箇所」について，オペレータへのガイダンスを行う作業支援装置（以下「ガイダンス装置」という）の開発を検討しました（図―1）。



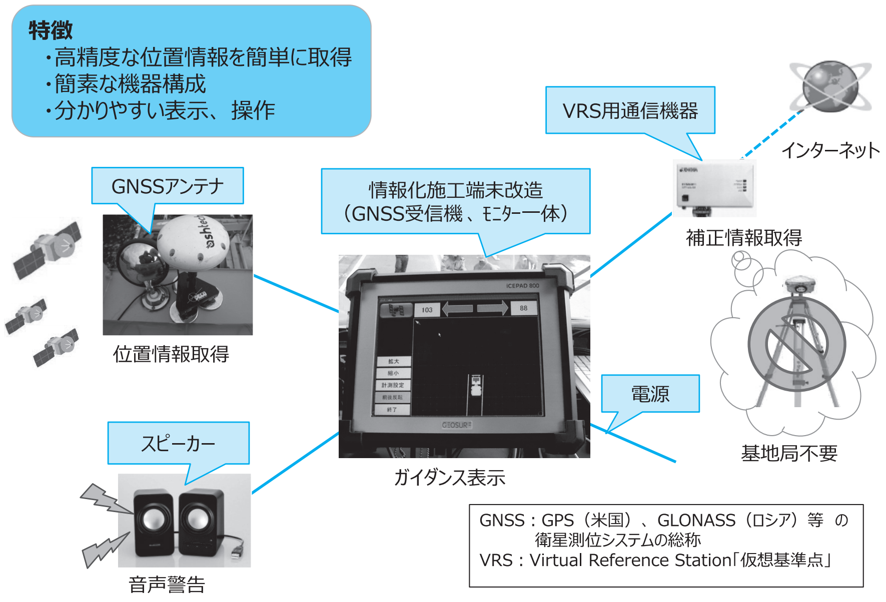
図―1　ロータリ除雪車の作業上の課題とガイダンスの概念

3.　試作装置の開発検討（平成25年度）

(1)　機器構成の概要

ガイダンス装置の試作モデルとして，土木工事に普及しつつあるRTK-GNSS（基準点からの補正をリアルタイムで行う衛星測位方式）を用いた情報化施工用端末（本体に10.4インチのモニターとGNSS受信機を内蔵したマシンガイダンス機器）を利用し，本体のプログラムをロータリ除雪車の拡幅除雪用に書き換えて使用しました（図―2）。

なお，測位補正情報の取得については，現場に基地局の設置を必要としない，VRS方式（ネット



図―2　試作ガイダンス装置の機器構成

ワークサービスにより補正情報を提供する仮想基準点方式）を採用しました。

(2) 機　　能

① 路側端への接近

路側端までの距離については，接近状況が分かるよう画面上部に矢印と数値（単位はcm）で表示し，路側端までの距離が10cm以下になると，矢印を点滅させるものとし，あわせて音声による警告も行います。

② 投雪禁止箇所

投雪禁止箇所の位置については，画面上の平面図に赤く投雪禁止区間を表示するとともに，区間が近づくと区間に入るまでの距離を表示し，投雪禁止区間内に入ったあとは区間の終わりまでの距離を表示します（図―3）。

(3) 検証試験

試作装置は，実際の除雪基地に配備されているロータリ除雪車に搭載し，国道除雪の現場で機能の有効性を確認しました。

検証試験の結果，路側端までの離隔誤差（試作装置の画面表示値と実際の測定値との差）は概ね10cm以下であり，除雪作業に支障ない精度でガイダンスを行えることが確認できました。また，測位の安定性，システムの起動時間等についても同様に実用上支障のないことを確認しました。

4. 試作ガイダンス装置の改良検討（平成26年度）

平成25年度に試作したガイダンス装置について，目的とするガイダンスに対して一定の性能が確認できたことから，「危険予防方策の強化」，「機器のコストダウン」，「ガイダンス用道路データ計測手法」の3点について検討を行いました。

(1) 危険予防方策の強化検討

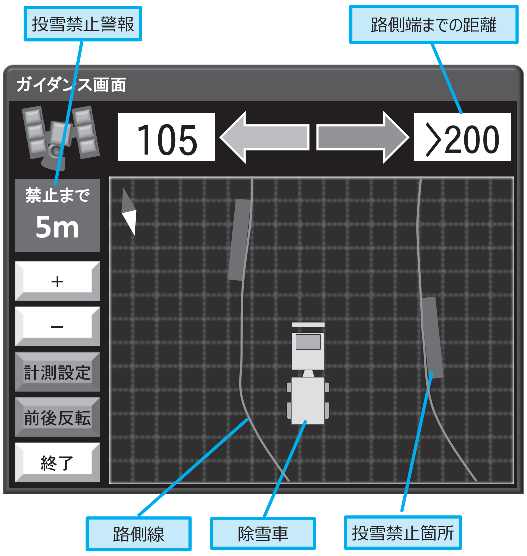
平成25年度の試作装置におけるオペレータへの聞き取り調査の結果，モニターの視認性及びモニターの表示内容について改良要望があったため，下記内容について検討しました。

① モニター視認性対策

運転手は主に車両の運転，助手は主にシュート操作を担当しており，注視する視点が異なるため，運転手用と助手用のモニターをそれぞれ別に設置することとしました（図―4）。

② 投雪禁止区間の種別区分と警告仕様の追加

投雪禁止区間の区分として「並列道路」，「交差道路・鉄道」，「用・排水路」，「家屋」，「その他」の5つを表示できる設定とし，区分別に表示色を



図―3　ガイダンス装置画面

図―4　改良型ガイダンス装置の取付

変え，投雪禁止理由を画面下部に表示するものとしました。また，投雪禁止区間の警告は「距離表示」，「音声＋距離表示」を選択できるものとしました。

⑵　機器のコストダウン検討

品質，保守性を担保しながら機器のコストダウンを図るため，極力，市販の汎用機器を使用することとし，機器構成の見直しを行った結果，平成25年度に適用した市場の情報化施工用機器に比べ，約３割のコストダウンができることが分かりました（図―５）。

⑶　ガイダンス用道路データ計測手法の検討

ガイダンス装置の現場での運用にあたっては，ガイダンスに用いる道路の路側端座標データ（以下「ガイダンス用道路データ」という）の取得が必要となります。

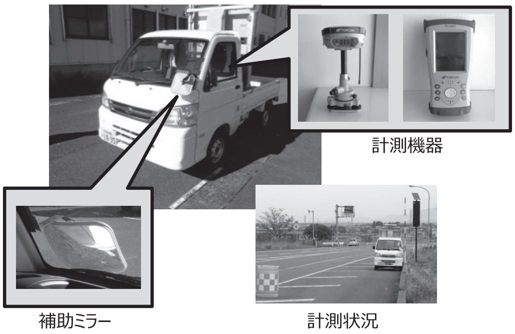
このデータ取得の方法については，高価な技術ではなく，普及が容易となるよう安価で簡易な測量ができる手法の検討を行いました。

①　既存データの利用検討

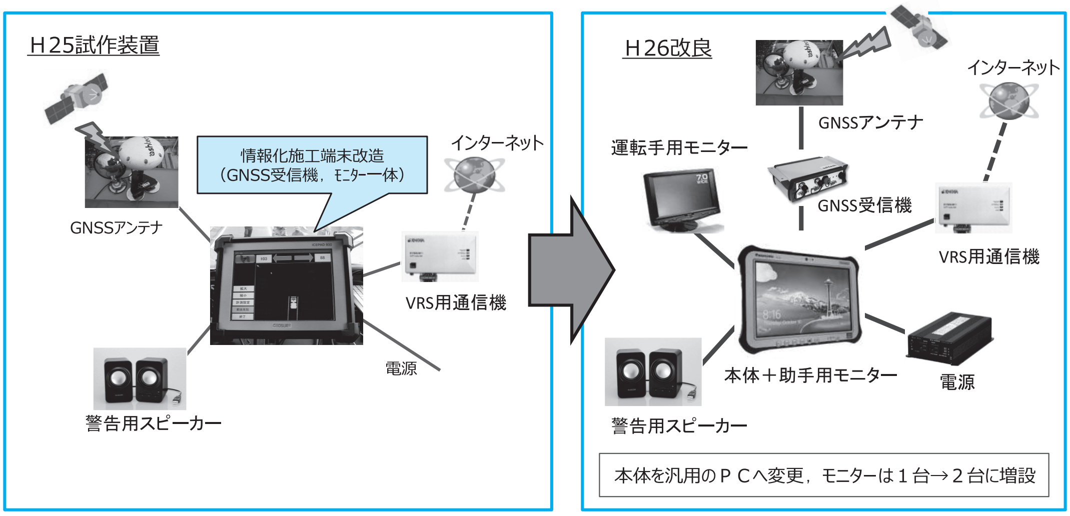
既存データ（市販の国道MMSデータ，道路基盤地図，道路管理者が所有している道路管理図の電子データ等）から座標データを抽出し利用することができないか検討を行った結果，ロータリ除雪車による拡幅除雪作業のガイダンス用データとして用いるには，データの精度が十分ではなかったり，データ整備も進んでおらず，現状では利用が困難であることが分かりました。

②　なぞり計測手法の検討

既存データの利用が現状では難しいため，簡易に現地計測を行う手法について検討を行いました。簡易な方法として，作業支援装置に使用している方式と同じVRS測量器による計測が考えられますが，人力による計測では手間がかかるため作業効率が悪く，計測延長が長く測点数が多い場合はコスト高となります。そこで，機動性があり，路側を走行しても一般交通への影響が少ない小型車両（軽トラック等）にVRS測量器を搭載し，路側端をなぞって走行し，走行軌跡を取得する手法（なぞり計測手法）について検討を行いました（図―６）。



図―６　小型車両によるなぞり計測



図―５　ガイダンス装置の構成機器見直し

③　データ取得試験

試験では軽トラックを使用し，路側端ぎりぎりまで接近するため運転席左側に補助ミラーを設置し，データ取得試験を行った結果，路側端からほぼ15cm以下で軌跡を取得することができました。

④　ガイダンスへの影響確認

ガイダンスへの影響確認は，国道17号堀之内，塩沢及び国道18号藤沢の３工区で，なぞり計測で作成したガイダンス用道路データを用いて影響の確認を行ったところ，大きな問題はなく作業ができ，ガイダンス用道路データとして活用可能なことが確認できました。

5.　ガイダンス装置仕様書(案)等の取りまとめ

検討したガイダンス装置の仕様及び道路データ計測手法について，有識者，除雪機械メーカ，測量機器メーカ，除雪作業を行う建設業等の関係各分野の専門家で構成する「ロータリ除雪車作業ガイダンス装置仕様等検討会議」を設置し，構成員からのご意見・ご助言を得ながら，現場に導入しやすくする取り組みとして，次の仕様・要領の取りまとめを行いました。

■ロータリ除雪車の作業ガイダンス装置基本仕様(案)
購入・開発時に必要な機器・ソフトウェア等の基本的な仕様

■ガイダンス用道路データ計測基本要領（案）
ガイダンスに用いる道路構造物の座標を取得しデータ化するための計測方法，使用機器，手順等の基本的な要領（今回は路肩，歩車道境界等の路側端の計測とする。）

6.　おわりに

今後，平成26年度に試作したガイダンス装置を北陸地方整備局管内の国道事務所に試験導入し，視認性，使い勝手などのフォローアップを行い，調達面の検討も進めながら本格導入を目指す予定としています。

また，今回検討したガイダンス技術について，他機種の除雪機械へも応用を検討していく方針です。

なお，本支援装置については特許を出願中です。
※特許願H26.3.19「道路除雪作業支援装置」（特願2014-05115）

今回の取り組みについて，平成27年度文部科学大臣表彰（創意工夫功労者賞）を受賞しました。
検討に携わった関係者の皆様に感謝申し上げます。