

ICT 除雪機械の開発

歩道除雪車の作業装置自動化機構の開発

国土交通省北陸地方整備局北陸技術事務所

同

同

○深澤 慶

畑山 啓

以倉 直隆

1. はじめに

北陸地方整備局では、管内3県（新潟県・富山県・石川県）の直轄国道14路線、管理区間延長約1,092kmの冬期道路交通を確保するため、約530台の除雪機械を配備し、除雪作業を実施している。そのうち、149台の歩道除雪車を配備している。

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適応した操作が必要であり、経験と熟練した技能を必要とするが、昨今は、熟練技能を持つオペレータの高齢化や、新規入職者の減少により、担い手の確保及び技能の維持が課題となっている。

このような背景のもと、北陸技術事務所では、オペレータの負担軽減、経験の浅いオペレータの作業支援を目的として、ICT（情報通信技術）を活用し、作業装置の操作を自動化した除雪機械の開発に取り組んでいる。

本稿では、作業装置の自動制御機能を装備した歩道除雪車について概要を報告するものである。

2. 作業装置の自動制御

2-1) 歩道除雪車作業装置の概要

歩道除雪車は、歩道に降り積もった雪をかき込み、かき込んだ雪を飛ばす「オーガ／ブロア」、投雪位置を調整する「シュート」で構成されている。（図-1）

オペレータは、車両本体の運転と同時に7本のレバーにより作業装置の操作を行わなければならないが、熟練した技能が求められる。歩道除雪車の作業装置（オーガ／ブロア、シュート）の操作を自動化することにより、オペレータは車両の運転に専念できるため、作業の安定性が向上する。また、オペレータの負担軽減も図られることにより、担い手の確保にも寄与するものと考えている。



図-1 歩道除雪車の作業装置および操作レバー

2-2) 自動制御機能の概要

作業装置を自動化するための制御は、GNSS 受信機（準天頂衛星システムみちびき対応型）で取得した自車位置情報と、事前の MMS（モバイルマッピングシステム）による調査から得た構造物情報、除雪作業用地図データに反映させたオペレータの運転操作情報とを照合し、作業装置を動作させる位置へ到達した際、自動制御装置から除雪車本体の作業装置制御ユニットへの制御信号を出力し、作業装置の動作を行う仕組みとしている。

自動化を図る装置の動作は、①シュートの旋回 ②シュートの伸縮 ③シュートキャップの開閉 ④除雪装置枠の上下動作 ⑤除雪装置枠の左右傾斜動作 ⑥除雪装置枠の前後傾斜動作の6つの動作としている。（図-2）

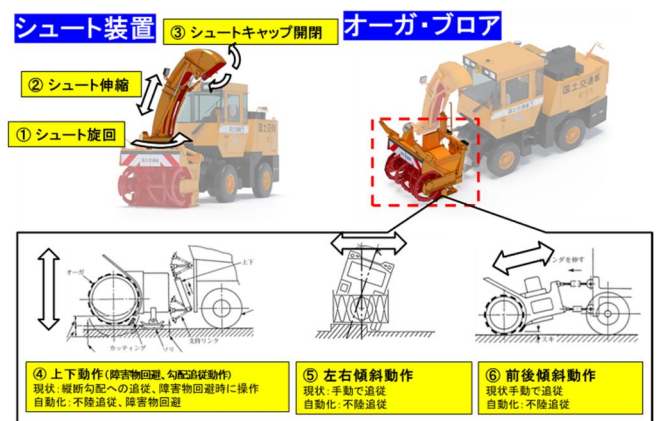


図-2 自動化を図る除雪作業装置の動き

2-3) 自動制御プログラムの概要

オペレータの手動運転操作情報を自車位置情報とともにリアルタイムに記録し、そのまま再現する「ならい制御」および、投雪したい線上の座標へ投雪することができる「ライン制御」があり、これら2つの自動制御プログラムを構築している。

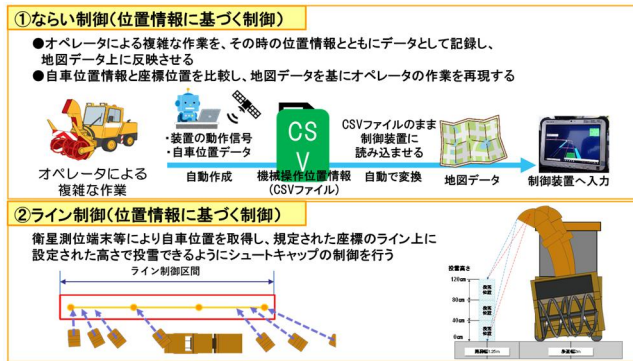


図-3 自動制御プログラムの概要

3. 自動制御機能の精度確認

自動化した作業装置の動作精度について、現道上で動作の実証試験を実施した。

3-1) 現道上での実証試験 (投雪制御機構)

降雪期前の無負荷試験(投雪なし)と、降雪時の負荷試験(投雪あり)をそれぞれ実施した。

ならい制御については、特に大きな問題はなく、覚えた動作をそのまま再現できた。手動操作とならい制御による作業装置の動作位置ズレ誤差については、縦断方向 $-1.35\text{m}\sim 0.57\text{m}$ 、横断方向 $0.00\text{m}\sim 0.27\text{m}$ となった。衛星受信状態が悪い箇所では位置ズレが 1.0m を超える箇所があったが、受信状態が良い状態では位置ズレ 1.0m 以内で良好な結果を得ることができた。

ライン制御については、「車体進行方向の左右のズレ」「マウントアップ歩道の車両乗入部や残雪による不陸部分を走行する際の作業装置の左右の傾き」などによる横断方向の車体姿勢変化に対して、ライン制御が十分機能しているか、誤差と再現性について検証した。

投雪ラインの位置に対する横断方向の誤差については、 $-1.07\text{m}\sim 0.09\text{m}$ であり、本制御の有効性が確認できた。

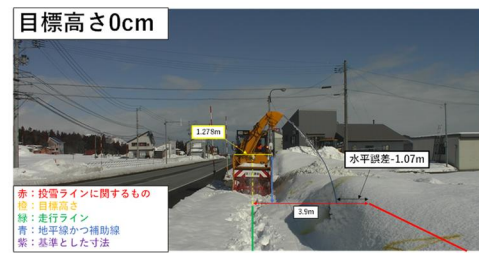


図-4 ライン制御での投雪状況

3-2) 現道上での実証試験 (不陸追従)

ならい制御により、歩道上で最も除雪がしにくいマウントアップ歩道の頂点を基準に、頂点の前後 5m で残雪高さを計測した。

出来形管理基準としては「通学児童等の歩行に支障がない程度であれば許容可能」と考え、新潟県の歩道除雪の出来形管理基準「除雪後の残雪深は 5cm 以下を標準とし、除雪工法からやむを得ない場合は 10cm 以下とする」に準拠することとした。

試験の結果、手動操作とならい制御では残雪の高さに大差はなく、手動操作による除雪時に残雪高さが、出来形管理基準(5cm 以下)を満たしたときのデータをならい制御で用いた場合、ならい制御による除雪後の残雪は、出来形管理基準を満たす結果となった。

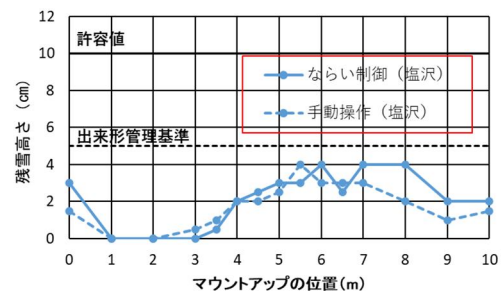


図-5 除雪後の残雪高さ

4. まとめ

位置情報に基づく制御が歩道除雪作業に有用であり、精度も十分実作業で耐えられると判断できた。

今後の課題としては、実証試験で得られたような良好な結果を得るための条件を詳細に調査し、様々な条件がある実作業現場での運用方法等について検討を深めることで、自動化した歩道除雪車が活用できる条件を整理する必要があると考えている。