

除雪作業の遠隔操作に関する技術開発

東日本高速道路(株) 北海道支社 正会員 ○高橋 亮介
東日本高速道路(株) 北海道支社 正会員 栗田 裕樹
(株)ネクスコ・メンテナンス北海道 非会員 市井 渡

1. 開発概要とプレ開発

1.1 遠隔操作技術の概要

東日本高速道路(株) 北海道支社では、働き方改革を見据えた雪氷対策作業の省力化・効率化ならびに労働環境向上を目的に、除雪作業の遠隔操作の研究と開発を令和2年度より行っている。遠隔操作のしくみを図-1に示す。操作卓（操縦席）から通信回線によって離れたところにある除雪車に取り付けた装置に操作が連動して除雪車が稼働するものである。

映像については、除雪車に設置したカメラや俯瞰できるカメラの映像が操作卓のディスプレイへ伝送される。

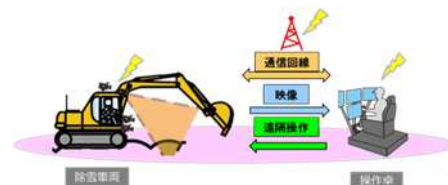


図-1 遠隔操作のしくみ



図-2 プレ開発での雪捨場での遠隔による溝掘り作業

1.2 プレ開発の実証試験内容と結果

本格的な開発を始める前の初期段階として、令和3年の冬から春にかけて同一敷地内で100m程度の距離で除雪車を操作できるか2回の実証実験を行った。2回の実験では共通して、操作卓はコックピット型のものを使用し、バックホウの操縦席に人型のロボットを座らせてロボットの手の部分に操作を連動させた。

1回目の実証実験は、2月に1週間程度、道央道（下り）輪厚PA内で実施した。実験では、休憩施設の横のプレハブ内に操作卓を配置し、ヘリポートにバックホウを待機させて外周や対角線の走行、雪の押出しや、雪をすくう操作を行い、遠隔操作による除雪車両の走行と制御は問題なく行うことができることを確認した。

2回目の実証実験は、4月に2週間程度、道央道 江別西IC付近の雪捨て場（以下、江別西雪捨て場）で実施した。試験のイメージを図-2に示す。この実験では、バックホウで雪山の上から日光や雨による雪融けを促進させるための溝を1日1本掘る作業を行った。実証実験を通して、掘った溝の長さが65mを記録した日もあった。

運用面では、操作卓や除雪車に設置した装置の起動と終了方法を事前に説明してオペレーター自身で1日の作業を完結させるようにしたほか、車載カメラの角度をオペレーター各自が作業しやすいように自在に調整できるようにした。2回の実験を通して、遠隔除雪作業が本格的な実務に活用できると判断し、令和3年度から本格的な開発に取り掛かることにした。

2. 本開発の内容

2.1 本開発の実証試験概要

プレ開発での近距離での実証実験を踏まえ、本格的な実務への運用を目指してさらなる開発を進めることとした。令和4年度春期から2シーズンで操作卓を道央道 札幌ICの敷地内に設置し、江別西雪捨て場（遠隔操作距離6km）と札幌道 金山PA併設の雪捨て場（以下、金山PA雪捨て場、遠隔操作距離26km）に向けたバックホウとブルドーザーを使った遠隔操作の実証実験を行った（図-3）

キーワード 遠隔操作, 除雪作業, 映像技術, 建設DX

連絡先 〒004-8512 札幌市厚別区大谷地西5-12-30 東日本高速道路(株) 北海道支社 技術部 TEL011-896-5322

令和4年は4月にバックホウによる積み上げられた雪山を崩す作業、今年は2月下旬からブルドーザーによる雪山の斜路整備の作業を試行し、遠隔操作に適した除雪作業の内容を検討している。

本研究からは、除雪車に乗せる装置を直接操縦桿に連動させ、座席を空席としている。これにより、作業内容によって直接乗車することも遠隔操作することも可能となっている。この装置はメーカーで開発した既製品であり、すでに建設作業等でも使用実績のあるものであるが、操縦桿への接続方法や治具が車両ごとに異なり、寸法を夏のうちから現調して

計測していた。振動シートの操作と除雪車の動きが互いに連動するしくみを車両別に図-4に示す。振動シートについてはプレ開発のときに除雪車の振動が感じられるという意見があったため、操作卓の下部にサスペンションを設けて斜面の傾斜が分かるようにしている。また、映像についてはいずれも操作卓に6画面を設けて、車載のカメラで車両周辺や車内の映像を映し、スマートフォンによって俯瞰映像を映している。



図-3 遠隔操作距離を延長した後の広域図イメージ



図-4 操作卓と除雪車の装置が連動するしくみ

2.2 実証試験結果

令和4年に行ったバックホウの作業においては主に収容面積の広い江別西雪捨て場で作業を行い、1か月程度で16,000 m³程度の掘削を実施した。

また、金山雪捨て場においても溝掘りを行った結果、60m/日の溝掘りができることを確認した。また、遠隔操作距離を大幅に伸ばしたが、通信状況についても両雪捨て場とも遠隔操作に問題がないことが確認された。視野についても雪山崩しの作業の性格上同じ方向を向いて作業をすることや、バックホウの車体が回転可能であるため大きく支障がないことが確認された。今シーズンは、より本格的な除雪作業への活用を目指してブルドーザーでの実証試験を進めているが、これまでにない課題が出ており、その都度課題を解決しながら試行を進めている。通信環境においては平地の江別西雪捨て場においては良好であるが、札幌市西部を望む手稲山の山麓部にある金山雪捨て場は斜面沿いにあるため通信エラーが起きやすいという課題が出ている。

これについては雪捨て場内で通信環境が良く作業のしやすい環境を検証している。視野については、バックホウに比べると周囲を見渡す必要があるため、画面だけではわかりづらく恐怖心があるという意見がある。これについてはカメラ位置のほか、新たに導入しようとしているLiDARを使用して雪山の高低差や傾斜を計測する検証を始めている。

今年度の実証実験は4月下旬まで続けていくが、課題をつぶしながら今シーズンの実証実験を完結させるべく開発を進めていくとともに、実証実験後は次冬期以降の実運用を目指して、適した車両や作業内容、運用方法を現場の声を聞きながら決めていきたい。