

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 非会員 横山 達哉
 (株)ネクスコ・メンテナンス北海道 非会員 市井 渡

1. 概要と遠隔操作の仕組み

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遠隔地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。



図-1 遠隔操作のしくみ

映像については、除雪車に設置したカメラの映像と周囲を俯瞰できるカメラの映像を操作卓のディスプレイへ伝送し、操作者が見ながら操作できる。これまでに、令和3年2月と4月に開発の初期段階の動作確認として、同一敷地内での遠隔操作による除雪作業についての実証実験を行い、その結果をもとに、令和4年4月に操作卓から離れた除雪箇所への除雪作業を行う実験の準備を進めている。実証実験の内容とその結果を次項より記す。

2. 第1回遠隔操作実証実験(令和3年2月)

2.1 概要

第1回遠隔操作実証実験は、令和3年の2月上旬に、道央自動車道(下り)輪厚PA内のヘリポートで1週間程度、昼夜間で実施した。試験のイメージを図-2に示す。ヘリポートに除雪車(バックホウ)を待機させ、休憩施設の横のプレハブ内に操作卓を配置し、除雪作業員が操作を行った。操作卓はコックピット型のものを使用し、除雪車へ操作を連動させる装置については人型のロボットを除雪車の操縦席に座らせた。映像については除雪車の正面と左右の3か所にカメラを設置し、撮影した映像をコックピットのディスプレイに伝送したほか、ヘリポート横の高台に俯瞰カメラを仮設して上空の映像を映すことで走行位置を見られるようにした。試験はヘリポートでの外周や対角線の走行、雪を押し出す操作やすくう操作を行った。

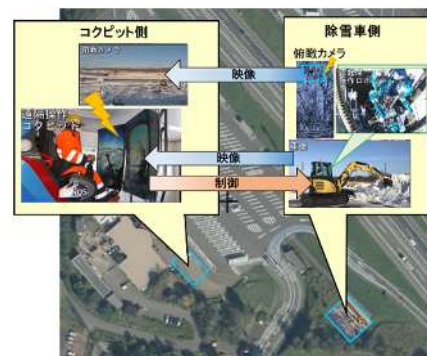


図-2 第1回遠隔操作実証実験実施イメージ

2.2 試験結果

実証実験を通して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たが、気づいた点を以下に記す。走行の際には、ハンドルの遊びがないため、左右のブレを直しにくいという意見があった。視認性については、車両前面の映像だけでは方向感覚や距離間隔が分かりにくく、曲がる時に角の位置が分かりにくいため、俯瞰カメラからの映像を頼りに操作を進めていた。また、下のほうが見えにくいという意見があったため、第2回実証実験では足元の方向にカメラをつけることにした。昼夜の違いでは、昼間を中心に空や雪の色の差異が出にくいという意見があった。

キーワード 遠隔操作, 除雪作業, 映像技術

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

3. 第2回遠隔操作実証実験（令和3年4月）

3.1 概要

第2回遠隔操作実証実験は、令和3年の4月中・下旬の昼間に、道央自動車道（下り）江別西 IC 付近の雪捨場（以下、江別西 IC 雪捨場）で2週間程度実施した。試験のイメージを図-3に示す。第1回実証実験と同様に、雪捨場の敷地内のプレハブの中にコックピット型の操作卓を設置して、除雪作業員が操作を行った。この実験では、除雪車（バックホウ）を遠隔操作によって雪山に上がらせながら溝掘りを行って日光や雨による雪融けを促進させる作業を行った。除雪車に設置するカメラは第1回実証実験での意見を受けて正面と左右のほかに足元に設置できるようにしたほか、角度を操作者自身で調整可能とした。また、周囲を俯瞰撮影するカメラはスマートフォンを用い、作業箇所に合わせて動かしながら撮影できるようにした。



図-3 第2回遠隔操作実証実験
実施イメージ

3.2 試験結果

実証実験を通して、溝を1日1本ずつ切削し、最長日は65mを記録した。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おくことで開発者がいなくても作業を行うことができた。カメラの角度についても、操作者自身で正面と足元のカメラの視野をつなげたほか、左右のカメラを下に傾けるなど工夫して調整した。操作者からは、除雪車の動きと連動して操作卓の座席を傾けてほしい、有事の際は除雪車に乗って作業できたほうが良いという意見があった。これに対応して、今年実施の第3回実証実験では、操作卓に振動可能なシートを使用し、除雪車に設置する装置は遠隔操作が除雪車の操作レバーに連動し、操縦席を空席にできるものを使用することとした。

4. 第3回遠隔操作実証実験（令和4年4月）

これまでの2回の敷地内での実証実験を踏まえ、現在は操作卓から離れた2箇所での遠隔操作を行うための実証実験を令和4年4月に行うべく準備を進めている。今回は操作卓を道央自動車道（上り）札幌 IC の敷地内に設置し、除雪車（バックホウ）を江別西 IC 雪捨場（遠隔操作距離 6km）と札幌自動車道（上り）金山 PA 併設の雪捨場（以下、金山 PA 雪捨場、遠隔操作距離 26km）に設置した。（図-4）操作卓については



図-4 第3回遠隔操作実証実験 実施イメージ

除雪車の動きと連動して操作卓の座席が傾くことが可能な振動シートと、通常の机に設置可能な卓上シートを用意し、雪捨場ごとに1台ずつ使用する。除雪車に設置する装置は、2台とも遠隔操作が除雪車の操作レバーに連動し、操縦席を空席にできるものを使用する。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図-5に示す。今回の実証実験で行う作業は、昨春の第2回実証実験と同様に雪山の溝掘り作業を予定している。しかし今年は雪が多いため、雪捨場で溝掘りの前に行う高速道路本線等の堆雪の受け入れやブルドーザーによる斜路の形成が3月下旬でも続いているが、除雪車と操作卓の搬入、操作者（除雪作業員）への操作説明などの準備段階でできることを進めている。4月に入ると同時に、実証実験を本格的に開始したい。



図-5 振動シートと除雪車の動作が連動するしくみ