

新技術開発探訪

1人乗り除雪グレーダの安全性向上に関する検討

国土交通省 東北地方整備局 東北技術事務所

施工調査・技術活用課 課長

なかじま ともや
中島 朋也

施工調査・技術活用課 計画係長

おおぬま はるき
大沼 玄樹

1. はじめに

道路除雪作業は、冬期間に一般通行車両との輻輳作業を伴うなど厳しい作業条件下にあり、除雪車のオペレータには「安全な車両運行」と「確実な作業装置操作」が同時に要求される。

東北地方整備局の除雪機械の主力である除雪グレーダは、平成24年度の建設機械排出ガス4次規制に伴い、平成27年度から新たな除雪グレーダの供給が始まったところであるが、従来のオペレータに加え助手が同乗できる2人乗りから、オペレータのみの1人乗りの仕様となっている（図-1）。

1人乗りとなったことで、従来、助手が担って

いた安全確認への影響が懸念されることから、安全性の確保を目的とした運転操作支援について検討したものである。

本稿は、昨年度の本誌に掲載した成果¹⁾に加え、平成28年度試験結果により、運転操作支援の効果が確認できたことから、最終成果として報告するものである。

2. 助手の役割と操作支援すべき内容

運転操作支援を検討するにあたり、助手の役割を把握するため、除雪作業中の車内映像からオペレータと助手の行動分析を実施した。オペレータは作業装置類の確認に約6割の時間を費やしているのに対し、助手は車両周囲の確認に約6割の時



図-1 除雪グレーダの作業環境変化

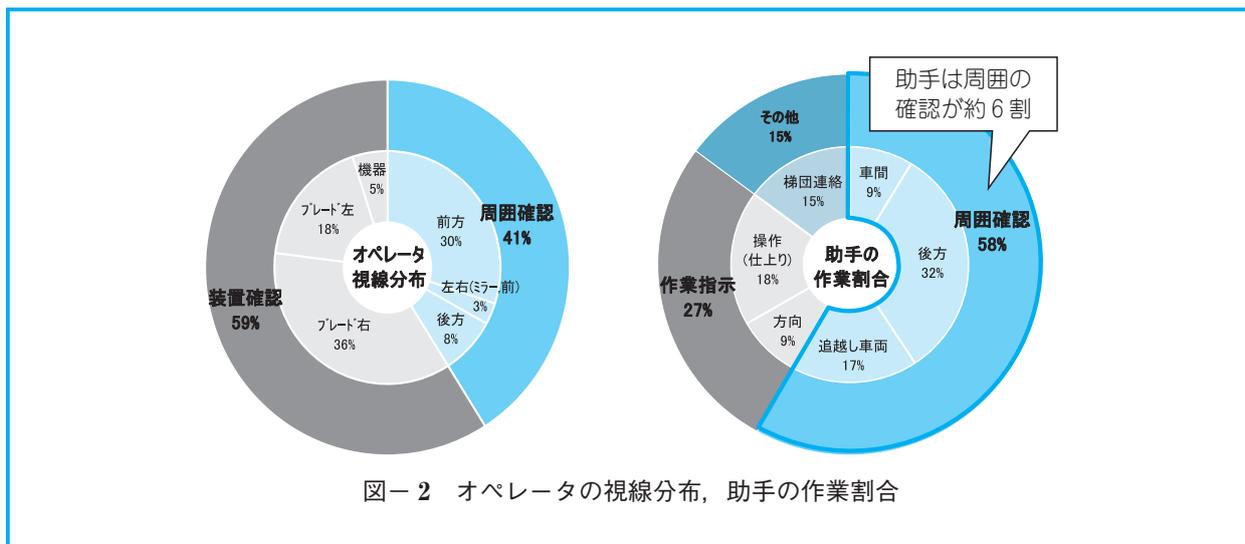


図-2 オペレータの視線分布, 助手の作業割合

間を費やしており, その中でも後方の確認を多く実施していることが過去の調査から判明している(図-2)。

また, 助手からのヒアリング結果でも, 後方に接近してくる車と追越しを行う車の有無を重視しているとの意見が挙がっている。

オペレータからのヒアリングでは, 助手から接近車両や追越し車両の有無などの情報を受け, 状況に応じてブレード操作や待避行動をとるといった操作を行うとの結果であった。

以上のことから, この助手が担っていた「周辺の確認」, 「状況認知」, 「オペレータへの報告」を補うものとし, オペレータに周辺確認を促す近接車両検知システム(以下「システム」)の検討を行ったものである(図-3)。

3. システムの概要

(1) システムの機能

システムの機能は, 除雪グレーダの後方30m程度から検知し, 接近する車両等をオペレータに情報提供する。

また, 「後ろ」, 「右後方」, 「左後方」からの追

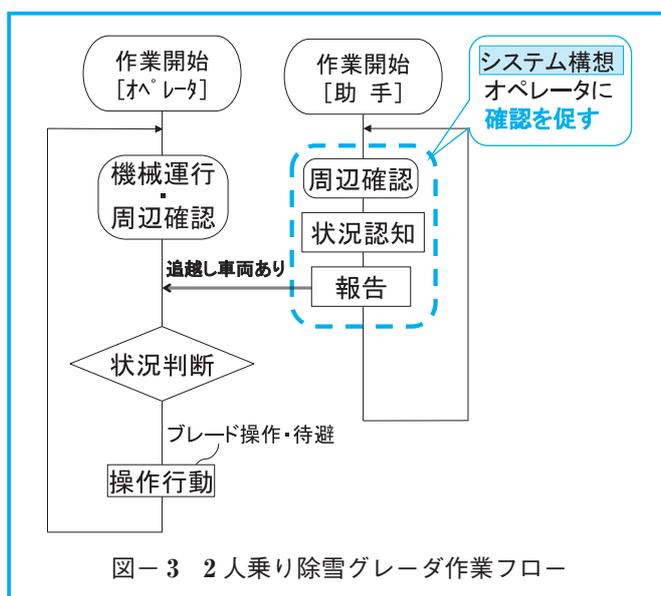


図-3 2人乗り除雪グレーダ作業フロー

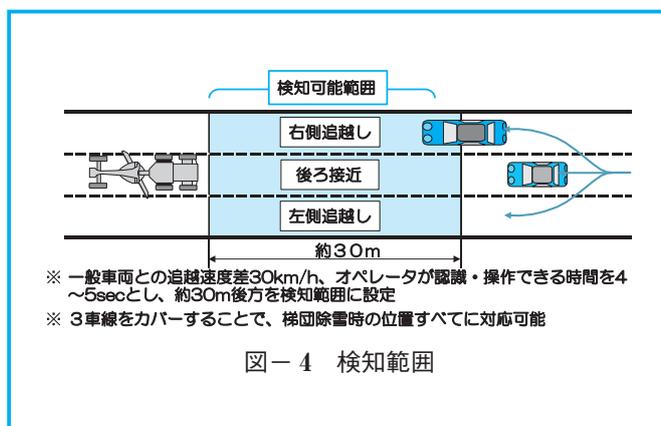


図-4 検知範囲

越し車両の検知を可能とするため, 検知範囲は3車線をカバーするものとした(図-4)。

(2) システムの構成

システムのセンサー取付状況を写真-1、オペレータへの通知装置を写真-2に示す。

車両接近などの情報通知については、運行装置の上に配置した機器により、ブザー音と赤ランプにて通知する。赤ランプは、検知した車線で点灯位置が変わり、一目で接近車両の位置がわかるものとしている。

センサーは、低温、降雪環境での使用になるため、(国研)防災科学技術研究所雪氷防災研究センターとの共同研究により、降雪強度や着雪による検知性能を確認し、マイクロ波方式の検知機を採用している。

システム構成

- (1) センサー仕様
 - ・センサー方式 マイクロ波レーダ
 - ・使用環境 - 30℃～40℃ (屋外仕様)
- (2) システム概要
 - ・センサーが接近車両を検知
 - ・検知信号を信号処理装置が演算処理し、車両接近信号を出力
 - ・通知装置がオペレータに車両の接近を光とブザー音で伝達

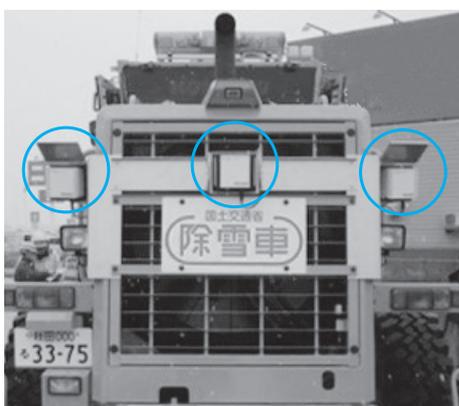
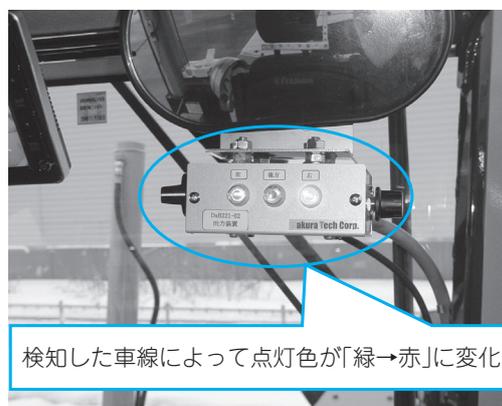


写真-1 センサー取付状況



検知した車線によって点灯色が「緑→赤」に変化

写真-2 オペレータへの通知装置

4. 実機による現地試験

(1) 試験目的

接近車両に対するシステムの検知精度の確認と、システムの有無による支援効果の比較評価を、1人乗り除雪グレーダを用いた現地試験により実施した(写真-3)。

(2) 試験現場

現場試験は、次の現場条件から国道13号(湯河川国道事務所管内 大曲工区)にて行った。

- ・1人乗り仕様の除雪グレーダが配備されている
- ・多車線区間を含む市街地である
- ・過去5年の平均積雪深60cm以上の豪雪地区であり、降雪、除雪回数が多い

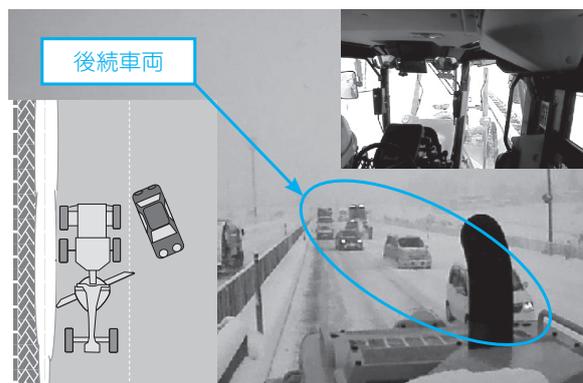


写真-3 現地試験状況

(3) 検知精度の確認

システムの検知精度を確認するため、後続からの接近車両台数と車内に設置した検出装置の運動性をカメラによる映像から確認した。

検知精度の試験は、検知条件として悪い条件となる降雪の日に実施した。

接近車両 393 台のうち 363 台を検知し、92%の検知率となっており、助手が行っていた後方からの接近車両確認の補完が十分可能であると考えられる（表-1）。

なお、非検知車両については、後方車両が複数台連なって接近した場合、最後尾等の車両が検出できなかったものであり、「後方車両が接近して

いる」という事象を検出できなかったものではない（図-5）。

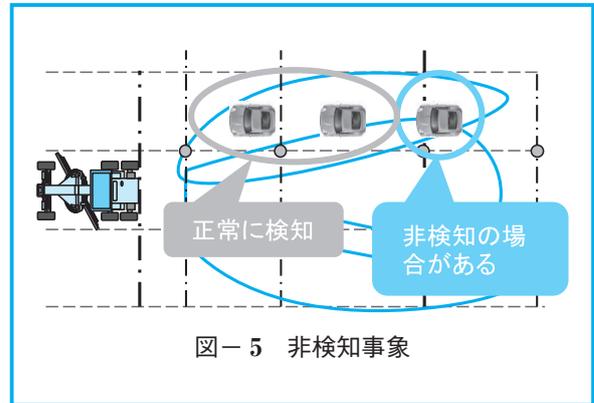


表-1 システムの検知精度

項目	1回目	2回目	3回目	4回目	計
日時	H29.2.1 AM2:00～6:00	H29.2.16 AM2:00～6:00	H29.2.16 AM9:00～11:00	H29.2.17 AM2:00～7:00	
天候	雪	雪	雪	雪	
①後続車両台数	63	119	69	142	393
②正常検知台数	57	110	60	136	363
③非検知台数	6	9	9	6	30
検知率(②/①)	90%	92%	87%	96%	92%
非検知率(③/①)	10%	8%	13%	4%	8%

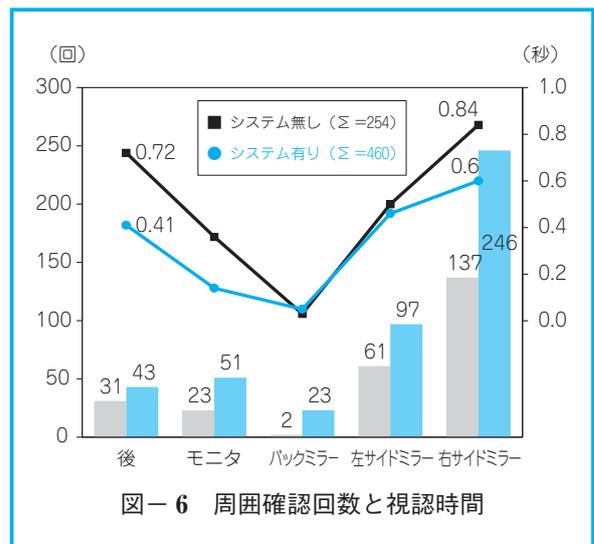
(4) システムの効果

システムの効果を検証するため、アイカメラを用いて除雪作業中におけるオペレータの視線の動きについて調査し、周囲確認回数と接近車両を認識するための視認時間の調査を実施した（図-6）。

システム無しの場合、周囲確認回数が 254 回であったが、システム有りの場合 460 回と増加している。

これは、システムが光と音によりオペレータに接近車両の確認を促す効果が現れたものであり、確実に接近する一般車両を把握できることから、安全性が向上しているものと考えられる。

オペレータからのヒアリング結果では、「システムにより接近車両を事前に掌握でき、気がついたら隣に一般車両がいた、などという事象がなくなった。」との意見であった。



視認時間の調査からは、1回の接近車両の視認にかかる時間が減少しているのがわかる。これは、システムを使用していない場合、接近車両の

存在を「探す」必要があるため1回の視認する時間が長いのに対し、システム使用時は車両が接近していることはわかっており、その存在を「確認」する時間のみであることの差と推定される。

「探す行為」から「確認する行為」に変化したことにより、作業に集中でき安全な除雪作業ができるものと考えられる。

(5) オペレータ等の意見

システム搭載車を使用したオペレータ等の意見は、以下のとおりである。

- ・ 接近する車両の気づきになり見落としが無くなることから、助手の補完として役立つ
- ・ 追越し車両が大型車両の場合、車幅が大きく接近しての追越しとなり、作業装置の操作や待避行動をとる必要があるため、後方車両の挙動に早く気づくことができ有効である
- ・ 新人の安全面の補完として検知システムがあると良い

5. おわりに

従来は、助手がオペレータへ危険察知・警告の役割を補うことで安全かつ円滑な除雪作業がなされていたが、1人乗り仕様となったことで安全性が低下することは否めない。

今回の現地試験結果により、助手の補完をするうえで十分な検知精度を有し、また、除雪作業時の安全性確保において有効であることを確認した。

本システム導入することで、今後配備される除雪グレーダの作業の安全性向上に寄与できることを期待する。

【参考文献】

- 1) 除雪作業の安全性向上に向けた検討「建設マネジメント技術」2016年7月号 P51-57