

除雪グレーダの最新技術動向

1 名乗車化とそれを取り巻く安全技術

杉 谷 侑 樹

道路除雪の主力機械である除雪グレーダは、平成 24 年度末に販売が一時休止するまで、オペレータと安全確認を行う助手の 2 名が乗車可能な機械が販売されてきた。平成 27 年度からはオペレータ 1 名のみが乗車する仕様として除雪グレーダの販売が再開されたが、本稿ではこの新型除雪グレーダの概要と、1 名乗車にあたってこれまで車両メーカ、使用者の双方で検討・採用されてきた、従来助手が行ってきた補助作業を補完する種々の安全技術に関してまとめ、紹介する。

キーワード：除雪機械，除雪グレーダ，安全技術，1 名乗車

1. 除雪グレーダとは

除雪グレーダとは、車体の中央に装着されたブレードで雪を削り取り、側方に排出することで除雪作業を行う車両のことを指し、装着するブレードの長さによって 3.7 m 級、4.0 m 級、4.3 m 級の 3 つの規格が存在している。かつては規格に合わせた 3 機種の除雪グレーダが各社より販売され、いずれも土工用グレーダをベースとしていたが、特に 4.3 m 級においては高速圧雪整正機とよばれる除雪専用の大型・高出力のグレーダが過去国土交通省とメーカ共同で開発され、独自の進化を遂げてきた経緯がある。

除雪グレーダは構造上高いブレードの押し付け力を確保でき、また作業速度も比較的高いことから、新雪除雪や路面の凹凸や轍を削って平らにする路面整正作業、固くしまった圧雪の除去作業などに使用され、幹線道路における除雪作業の主力機械となっている。

これらの除雪作業においては、複数の車両が梯団（ていだん）を組んで作業を行うことが一般的で、特に新雪除雪や路面整正においては、複数の除雪グレーダが斜めに並んで作業を実施する雁行作業が行われることが多い。こうした作業では、2 台目以降の車両は先頭車両から排雪された雪も処理する必要があるため、出力の高い除雪グレーダが配置される場合がある。

除雪作業中のオペレータは作業時の安全を確保するため、前方の障害物、対向車に加えて、後方からの追い越し車両など、あらゆる方向に注意を払って作業を実施している。2 名乗車の除雪グレーダにおいては、助手はこうした安全確保の補助や故障対応、部品交換

などの作業を担当し、新人運転者が同乗した場合は運転指導の場としても機能していた。

日本ではこうした 2 名乗車グレーダが長らく運用されており、遡ると昭和 40 年代から助手席が装着された除雪グレーダの記録が残っている（写真—1, 2）。



写真—1 除雪グレーダ（2 名乗車）



写真—2 路面整正作業

2. 1 名乗車化へ

しかし、このような2名乗車のグレーダは、世界に目を広げると必ずしも一般的な仕様ではなく、海外にも教習用の2名乗車グレーダは存在するものの、2名乗車の需要は日本国内の除雪グレーダ向けに集中しており、グレーダ全体で見ると限定的であった。その折に排出ガス規制が強化されたこともあり、各メーカーは第4次排出ガス規制の対応に追われる形で、平成24年度末を最後に2名乗車の除雪グレーダの販売を終了することとなった。

この後の販売再開までの空白期間には、除雪グレーダの代替について調査検討がなされている¹⁾が、効率よく圧雪を除去する有効手段は発見されず、また老朽化した除雪グレーダの更新需要は常に存在していたことから、一刻も早い排出ガス規制に適合した除雪グレーダの販売再開が必要であった。

そこで、この状況を打開すべく国土交通省と（一般社団法人）日本建設機械施工協会除雪機械技術委員会が対応策を協議した結果、ベース機を1機種として、ブレード交換で3.7m級、4.0m級、4.3m級すべての規格をカバーすることと、国土交通省建設機械購入仕様基準から乗車定員を削除されることが決定された。

このことが、本稿のトピックである1名乗車の新型除雪グレーダが販売される大きな契機となった。

3. 新型グレーダの概要

次に新型除雪グレーダの概要について紹介する。表－1に新型除雪グレーダの主な仕様を示す。新型除雪グレーダは3.7m級の土工用グレーダがベースとなっているが、従来機と比べ高出力化・大型化しており、平成24年度末までに販売されていた3.7m級除雪グレーダと4.0m級除雪グレーダとの中間的な重量・馬力となっている。

新型除雪グレーダは操作方式に特色があり、キャタピラージャパン製12M3においては作業機の操作が2本のジョイスティックに集約されているのが特徴的である。これにより手や腕の動きが低減され、オペレータの操作負担軽減が図られている。

一方、コマツ製GD675-6の作業機操作においては、従来通りのレバー式を採用しているが、オートマチックトランスミッションを採用することでシフトチェンジ動作を減らし、オペレータの負担軽減を図っている。

また駆動方式はGD675-6が後輪駆動を採用しているのに対し、12M3が総輪駆動（AWD）を採用し、作業効率の向上を図っている。

なお、どちらの除雪グレーダにおいても、3.7m、4.0m、4.3mの3種のブレードが装着可能となっており、除雪グレーダの各規格にそれぞれ対応している。

施工能力に関しては、札幌道路事務所において²⁾積雪量や梯団内の車両位置によっては、施工上の不具合は発生しないとの評価がある一方、氷盤除去において車体挙動が不安定になるという指摘もあり、また北

表－1 除雪グレーダの主な仕様

		～ H24		H27 ～	
3.7 m 級		GD655-3Y0	MG430III	GD675-6	12M3
定格出力	kW	142	129	135-163	141-188
車両総重量	kg	15960	15330	18265	18275
操作方式		レバー式	レバー式	レバー式	ジョイスティック式
駆動方式		後輪駆動	後輪駆動	後輪駆動	総輪駆動（AWD）
4.0 m 級		GD755-5Y	MG500-GIII	GD675-6	12M3
定格出力	kW	235	190	135-163	141-188
車両総重量	kg	19540	19790	18335	18490
操作方式		レバー式	レバー式	レバー式	ジョイスティック式
駆動方式		後輪駆動	後輪駆動	後輪駆動	総輪駆動（AWD）
4.3 m 級		GH320-5	SR230III	GD675-6	12M3
定格出力	kW	235	250	135-163	141-188
車両総重量	kg	19960	19790	18465	18555
操作方式		レバー式	レバー式	レバー式	ジョイスティック式
駆動方式		後輪駆動	後輪駆動	後輪駆動	総輪駆動（AWD）

出典：道路除雪オペレータの手引き（（一社）日本建設機械施工協会）を元に加筆修正

陸地方整備局においては³⁾降雪量が多い地域での除雪能力不足は否めないとの指摘がある。

新型除雪グレーダは、特に以前の4.3m級との比較において重量・馬力が低下していることから、作業性能に関しては今後もこうした検証が実施されていくものと考えられる(写真—3, 4)。



写真—3 新型除雪グレーダ (12M3)



写真—4 新型除雪グレーダ (GD675-6)

4. メーカーによる安全性向上策

除雪グレーダの1名乗車化においては、従来助手が行ってきた安全確認作業を補完するため、各種の安全装備が標準装備となっている。

(1) 転倒時保護構造 (ROPS)

車両が転倒した際、シートベルトで支えられたオペレータが車両に押しつぶされないように保護する構造が採用されている。この転倒時保護構造 (ROPS) は労働安全衛生法が2013年7月に改正された際、建設用土工機械においては、転倒又は転落の恐れがある作業でその使用が努力義務化されている。

除雪作業中の建設機械に関しては建設機械としてみなされないものの、夏場に土工作業に転用されることがあることから、除雪グレーダにおいても転倒時保護構造の採用検討が必要であった。

これまで2名乗車のキャブでは、車体の大きさや構造的な理由から本構造を採用することが難しかったが、1名乗車化とともに、新型除雪グレーダでも採用が可能となり、各社標準装備となった。

(2) 視界改善

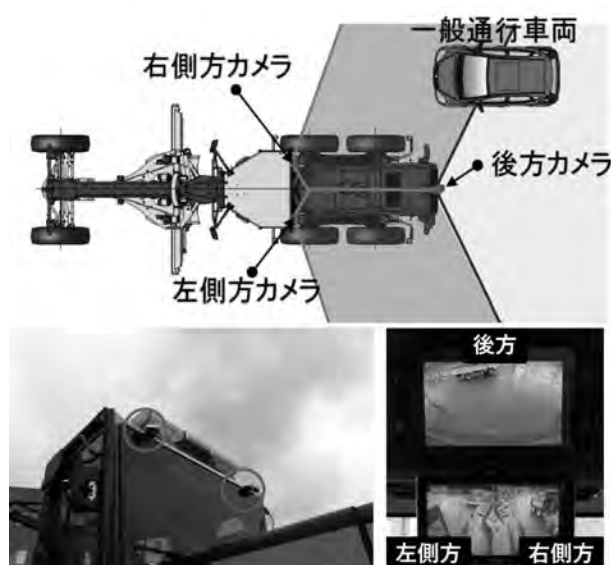
新型除雪グレーダにおいてはキャブの床面形状が4角形から6角形に変更され、足元の視界が向上したことで運転席に着座したままブレードを容易に視認できるようになった(写真—5)。このことは、従来立ちあがって操作することもあったグレーダの運転においてオペータの着座とシートベルトの装着を促し、安全性の向上にもつながっている。



写真—5 前方視界の比較

(3) 側方カメラ

後方の視界性向上策として、新型グレーダではエンジンフード後端に取り付けられた後方カメラが標準装備となったが、除雪グレーダ用の追加装備として側方確認用のカメラ2台が装備されている(図—1)。それぞれのカメラはキャブ上部に取り付けられ、車両後側の追い越し車両や周囲の確認が可能となっている。



図—1 側方カメラ

側方カメラの評価については北海道開発局において²⁾ 後進での視界確保に非常に有用であるとの評価がある一方、北陸地方整備局での評価³⁾ も含め、カメラによる映像では車両の距離感が把握しにくいといった課題が挙げられている。

(4) 双方向同時通信システム

オペレータ1名で作業するためには、周囲からの安全確認や、梯団を組む他の車両とのコミュニケーションが重要であり、これを実現する手段として双方向同時通信システムを搭載している。

通信装置は写真一六の通り、除雪グレーダ内に設置したベースステーション（親機）と他の除雪車両に設置した子機で構成されている。最大4台の子機で同時通信が可能のため、別々の車両に乗っているながら、あたかも顔を合わせているかのような会話の実現可能となった。

標準のアンテナは梯団の先頭車両となることを想定し、高指向性のアンテナが車体後方に向けて設置されているが、北陸地方整備局ではこれを無指向性アンテナに変更し、山間部やヘアピンカーブなどの道路線形・高低差がある現場で使用する場合や、梯団内の作業位置が変わった場合でも安定した通信が行えるように改良された例も存在する³⁾。



写真一六 システム構成

5. 使用者による安全性向上策

以上は、各グレーダ製造メーカーにより提供されている安全技術であるが、使用者による安全技術の検討・採用も同時に進んでいる。

一例として東北地方整備局において開発された、後方への接近、又は追い越しをしてくる車両をオペレータへ知らせるシステムを紹介する(図一2, 写真一七)⁴⁾。

このシステムは車両を検知するマイクロ波レーダセンサ、検知した情報の処理を行うコントローラ、オペレータへ検知状況を伝える警報装置を組み合わせたもので、センサは車両後部、コントローラと警報装置はキャビン内にそれぞれ設置されている。



図一2 システム構成



写真一七 装着例

接近車両の検知エリアは自車走行車線と左右各1車線の3車線、車両後方30m以内が検知可能範囲として設定されており、警報装置による警報音と3つのランプの点灯位置によって、後続車両が3車線のいずれから接近しているかを通知できるようになっている。

完成した装置は現地試験の後に実用化され、現在では東北地方整備局管内において採用例がある。

6. おわりに

以上のような現場、メーカーレベルの取り組みにより1名乗車となった新型除雪グレーダの安全性は向上しており、また一部の装置においては使用者側のアイデアで改良が進んでいることもわかった。しかし、視点を広げると、オペレータの後継者育成や作業性能アップなど、除雪グレーダを取り巻く環境には、まだまだ解決すべき課題が多く残されている。

日本はその雪質や降雪地の人口の多さもあり、海外と比べてもきびしい環境であるといわれている。技術の進歩が継続的な除雪体制の維持につながることを願いたい。

《参考文献》

- 1) 国土交通省東北地方整備局東北技術事務所, 除雪体制確保に関する検討について, <<http://www.thr.mlit.go.jp/Bumon/B00097/K00360/happyoukai/H25/1-2.pdf>>, 2013 年
- 2) 国土交通省北海道開発局札幌開発建設部, 新型 1 人乗り除雪グレーダの導入について, <<https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/jg/gijyutu/splaat000000rt7s-att/splaat000000rtbn.pdf>>, 2016 年
- 3) 国土交通省北陸地方整備局北陸技術事務所, 新型除雪グレーダの作業安全性に関する検討, <<http://www.hrr.mlit.go.jp/library/happyoukai/h28/a/A-21.pdf>>, 2016 年
- 4) 国土交通省東北地方整備局東北技術事務所, 除雪作業の安全性向上に関するシステムの開発, ゆき, No.103, 公益社団法人雪センター, 2016 年

[筆者紹介]

杉谷 侑樹 (すぎや ゆうき)

コマツ

商品企画本部 市場開発部 モータグレーダチーム

