

新型除雪グレーダ用可変幅型ブレードの開発

国土交通省 東北地方整備局 東北技術事務所 宇野 賢一
国土交通省 東北地方整備局 東北技術事務所 ○田村 直樹

1. はじめに

従来の2人乗り除雪グレーダ（以下、「従来型」）は、昨今の排ガス規制の強化により生産中止となり、平成27年度から土工用の1人乗りモーターグレーダ（以下、「新型」）をベースにしたものが、除雪グレーダとして導入され始めた。

この土工用モーターグレーダは、排ガス規制に対応した世界標準の機種であり日本独自の除雪専用機種ではなく、従来より導入していた道路幅の変化に対して作業幅員を拡大できる、可変幅型ブレード（以下、「VB」）が搭載できなくなり、除雪作業効率の低下が懸念された。

このため、従来型VBと同等程度の作業能力を確保し、さらに1人乗りでも安全に除雪作業を行うことができる、新型VBを開発した。

本稿では、実際に使用するオペレータや製作メーカーへのヒアリングを実施し、その結果から改善点を探り、開発機を完成・現場導入させるまでの取組について紹介するものである。

2. 可変幅型ブレード（VB）とは

ブレード長を標準的な4mから最大6mへと拡大することができるブレードであり、最大の6mまで拡大した場合の作業幅員は約5.2m（推進角60度時）となり、1台で1.5車線分の除雪が可能となる装置である。

バリエブルブレード、作業幅員可変型ブレード、可変伸縮型ブレードなど、複数の呼び名が存在する。



写真－1 従来型VB 作業状況（伸ばした状態(L=6m)）

3. 開発のねらい

除雪作業は、一般交通の中で安全かつ迅速に行わなければならない、特に除雪グレーダにおいては、圧雪除去や路側のきめ細かな作業を求められ、特有の視界領域、複雑な操作方法などの理由から、操作に高い特殊性・専門性を要する。

更に、従来型は2人乗りであったが、新型からは1人乗りとなり、助手が担っていた安全確認などもオペレータ1人で行わなければならない。

これらの要求を満足するために、従来型VBと同等程度の作業能力を確保することはもちろん、次世代人材の育成も考慮し、開発にあたっては、オペレータの意見を最大限反映することを第一に「つかいやすく安全なもの」を目標として検討した。

4. 開発の流れ

開発の流れは次のとおり3ヶ年での計画とした。

- 1年目 ①オペレータヒアリング
- ②メーカーヒアリング
- ③仕様の決定
- 2年目 ④試作機製作
- 3年目 ⑤現地適用性試験

4. ①オペレータヒアリング

従来型VBの改良要望などを確認するため、オペレータを対象としたヒアリングを実施した。

東北地方整備局管内においては、12工区に23台のVBが配備（H29調査時点）されており、このうち、D I D区間が含まれない1工区を除く11工区をヒアリングの対象とした。

主な意見は次のとおり。

- ・常に、構造物との接触に注意している。
- ・従来の4.0m～6.0mで問題ない。
- ・6.0mでの作業時、雪の抱え込み量が多くなると車体が浮いたり不安定となる。また、線圧が低下することで圧雪除雪に対応できない。
- ・伸縮に時間が掛かる。
- ・片側のみ、左右同時の場合の伸縮速度を同じに。
- ・操作レバーや切り替えスイッチが使いづらい。
- ・オートブレードが欲しい。

4. ②メーカーヒアリング

開発に必要な性能と、オペレータヒアリングの要求を提示し、開発の可能性について、各メーカーに対しヒアリングを実施した。

オペレータヒアリング結果に対するメーカー側の主な回答は次のとおり。

- ・従来型VBと同様であれば開発は可能。
- ・圧雪に対応できるVBは、現時点では不可。
- ・伸縮速度については詳細な検討が必要。
- ・操作性については改良可能。
- ・メーカー単独での開発予定はない。

4. ③仕様の決定

メーカーヒアリングの結果から、開発可能と判断し、主要仕様を決定した。

A, 「基本構造、基本寸法」

従来型と新型において、グレーダ独特の車体構造が変更されていないことから、基本的な構造や材質は、従来型に準拠するものとした。

B, 「伸縮幅、ブレード長さ」

「6.0m以上伸びればよい」といった意見も一部の工区から上がったものの、ブレード幅を伸ばすことで線圧が下がること、一般車両・道路構造物等との接触リスクが上がること、ブレード端が目視できなくなること等の理由により、従来型VBに準拠するものとした。

C, 「ブレード線圧」

「線圧をもっと高くしたい」といった意見も一部の工区から上がったものの、設計上の基準値(26kN/m)を満足する計画であることと、仮に基準値を上回る設計とした場合、カウンターウエイトの増設により車体バランスが崩れることが想定されたことから、従来型VBに準拠するものとした。

D, 「ブレード高さ・寸法、切削角、推進角」

従来型VBに対して特段の意見等が無かったことから、従来型VBに準拠するものとした。

E, 「伸縮速度」

「伸縮速度が遅い・バラバラ」といった意見への対応として、伸縮速度を全体的に向上させ、かつ、一定化する方向で見直すものとした。

これは、後方からの追い越しや対向車両を回避する場合や、構造物へのブレード端の接触回避など、急な回避操作に有効であり安全上重要であると考えられた。

F, 「操作性向上」に対する対応

「操作レバー等が使いづらい」といった意見への対応として、ハンドル等から手を放さずに操作が可能となるよう配置や動作を見直すものとした。

これは、走行中の安全確保、誤操作防止、オペレータの負担軽減といった点から重要であると考えられた。

4. ④試作機製作

新型への搭載試験及び現地適用性試験用として試作機を製作した。製作にあたっては4. ③Aのとおり、従来型に準拠するものとした。

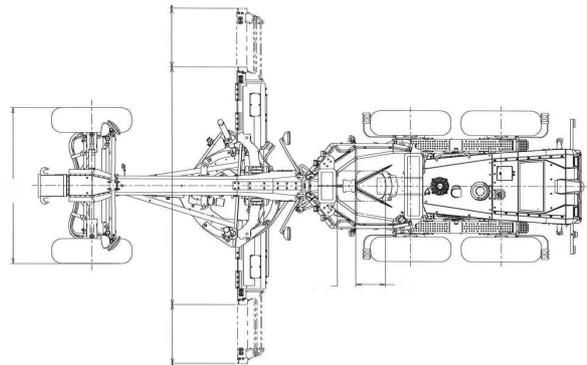


図-1 新型 外観図



写真-2 新型VB 縮めた状態(L=4m)



写真-3 新型VB 伸ばした状態(L=6m)

4. ⑤現地適用性試験

現地適用性試験は、国道13号、尾花沢国道維持出張所の管内において実施した。

試験当初は、「JCMAS T005 除雪グレーダ性能試験方法」に準じた新型VBの除雪量計測や、従来型と新型の作業状況比較なども計画していたが、記録的な小雪のため実施が困難となったことから、オペレータヒアリングとドライブレコーダ画像等を用いた比較検討までとした。

オペレータヒアリングの結果、主な意見は次のとおり。全般的に良好な印象が得られた。

【VB関係】

- ・交差点部及びバス停等の除雪が迅速に行えた。
- ・伸縮速度が向上し操作しやすく安心感もある。
- ・現在の伸縮速度が適切。現在より遅くても早くても操作しづらくなる。
- ・一般車両が追い越しをかけてきた際に接触する不安が軽減した。
- ・通常の車両系建設機械と同様に、どちらかのジョイスティックに操作スイッチを集約したほうが良い。

【車両関係】

- ・ジョイスティックに不慣れで操作しづらい。
- ・慣れていない若手や新人であれば、ジョイスティックの方が使いやすい可能性はある。

ドライブレコーダ画像等を用いた比較検討の結果、時間当たりの除雪量は、従来型VBを1とした場合、新型VBは0.96~1.09と同程度であり、従来型VBと同程度の能力を確保していることが確認された。

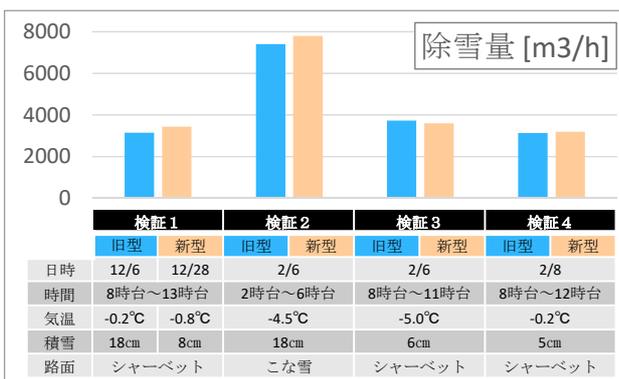


表-1 従来型VBと新型VBの除雪量比較

5. 従来型VBからの大きな変更点

①伸縮速度

ブレードの伸縮には一般的な油圧シリンダが用いられており、油圧シリンダ特有の構造上「伸」と「縮」で伸縮速度が異なる。

従来型VBは、これに加え、1つの油圧バルブ

から2本（左右）のVB用油圧シリンダに分岐する油圧回路となっており、「伸」と「縮」に加え、「片側のみ」と「左右同時」においても伸縮速度が異なる。

これに対し新型VBでは、従来型VBより吐出量が多い2つのバルブを使用し、左右それぞれの油圧シリンダに独立して油圧を供給する回路とした。

これにより、伸縮速度が全体的に向上し、片側の場合と左右同時の場合に発生していた伸縮速度の変化も解消された。

ブレード伸縮速度の比較

項目		旧型		開発装置
片側のみ	(伸)	18cm/秒	→	0~22cm/秒
	(縮)	26cm/秒	→	0~33cm/秒
両側同時	(伸)	9cm/秒	→	0~22cm/秒
	(縮)	13cm/秒	→	0~33cm/秒

表-2 従来型VBと新型VBの伸縮速度

なお、新型VBの伸縮速度を決定するにあたっては、実際に行われている回避行動（＝サークルの回転）から決定しており、「伸」より「縮」を優先し、サークル回転による回避所要時間に近い感覚で伸縮するよう設計している。

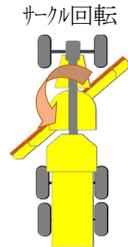
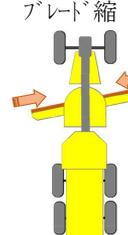
回避方法	従来型VB	新型VB
 サークル回転	ブレード長 6,000 mm → 6,000 mm 推進角 60度 → 40度 車幅 約5,200 mm → 約3,800 mm 旋回速度 12.5度/s 回転角 20度 所要時間 1.6秒	旋回速度 8度/s 回転角 20度 所要時間 2.5秒
 ブレード縮	ブレード長 6,000 mm → 約4,400 mm 推進角 60度 → 60度 車幅 約5,200 mm → 約3,800 mm 縮速度130mm/s(両) 縮距離 800mm(片) 所要時間 約6.1秒	縮速度330mm/s(両) 縮距離 800mm(片) 所要時間 約2.4秒

表-3 伸縮速度の決定

②操作方法

従来型VBの操作方法は、「左右切替スイッチ」にて動かす側のブレードを選択した後、「レバー操作」によりブレードを伸縮させる2アクション式を採用していた。

この場合、操作の際にハンドルから手を放す必要があり、また、手の動作距離も長いことから、急な回避操作などで不向きな操作方式である。

これに対し新型VBでは、「左右切替スイッチ」を廃止し、右ブレードは右ジョイスティック、左ブレードは左ジョイスティックで、左右それぞれを独立して操作できるよう、各ジョイスティックにダイヤルレバーを設けた。

これにより、ハンドル（ジョイスティック）から手を放す必要がなくなり、あわせて、2アクション式から1アクション式へと動作点数を減らし、手の動作から指先の動作へと動作距離を短縮することにより、安全かつ直感的な操作が可能となるよう配慮している。

■旧型機

左右切替スイッチ + レバー操作

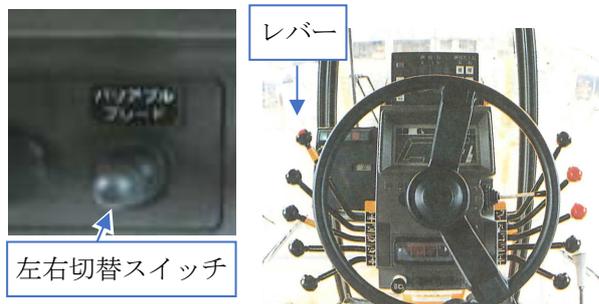


写真-4 従来型VB操作装置

■新型機

左右独立した操作スイッチ



写真-5 新型VB操作装置

7. まとめ

今回開発したブレードは、従来型VBと同程度の作業能力を有し、伸縮速度の向上と操作スイッチの変更により、使いやすく、1人乗りでも安全に除雪作業を行うことができることが確認された。

しかし、「一つの機構（操作）を左右のジョイスティックに振り分ける」という、一般的な車両系建設機械にはないスティック配置としてしまったことに対して、少数だが改善要望も頂いている。

今後は、より多くの状況下での操作性等を検証し、改良について検討を実施していく予定としている。