

歩道除雪機械の安全性について

佐々木隆男

1. はじめに

歩道除雪作業に用いられるロータリ式除雪機械は、ハンドガイド式小型除雪機と搭乗式小型除雪機械があり、先のハンドガイド式小型除雪機の安全対策としては、当協会の“歩道除雪機安全対策指針(案)”や“歩道除雪機械安全施工マニュアル(ハンドガイド編)”が整備されており、これに基づいた安全対策型小型除雪機で除雪が行われている。

一方の搭乗式小型除雪機械は、車道を除雪する大型ロータリ除雪車をそのまま小型化した機械であるが、ワンマンオペレータのため、機械の運転操作と周囲の安全確認を運転員一人で行わなければならない等、運転員の負担は大きく、歩道除雪の作業環境に必ずしもマッチしているとは言えない。また、近年の歩道除雪では、地域住民のボランティア団体等の参画による歩道除雪が実施されることが多くなり、国土交通省ではボランティア・サポート・プログラム(以下、VSPという。)により、除雪機械の貸与、機械操作の講習会、安全指導等を行っている。しかし、VSPの運転員は機械除雪経験が豊富ではなく、歩道路面や雪質に見合った機械操作を行う技量が乏しいため、意識の大半が機械操作に取られ、機械周囲の安全確認が不足する懸念がある。

CMIでは、搭乗式小型除雪機械の安全性、操作性及び作業性を向上させた“次世代形歩道用除雪機械”の開発を行うと共に、操作の手順、作業上の留意事項などをマニュアルにとりまとめたので、ここに報告する。

なお、本開発は国土交通省北陸地方整備局北陸技術事務所の委託に基づき実施したものである。

2. 次世代形歩道除雪機械の開発

2.1 開発項目

運転経験の浅い運転員でも取り扱い易く、安全性に優れた搭乗式の歩道除雪機械とするため、図-1の項

目について、除雪車製造メーカーが参画する“CMI 新技術開発研究会の除雪機械分科会”で検討・開発を行った。



図-1 次世代形歩道除雪機械の開発項目

(1)集約型操作レバー

現状の機械には、除雪装置の接地状態を定めるためのレバーが3本と、投雪位置調整のレバーが2本、合計5本のレバーが並列に並べられており、操作の度にレバーの視認と持ち替えが必要である。また、レバーは前後方向操作であるのに対し、シュート旋回は左右方向と動作が一致しないため、動作の目視確認が必要となる。

開発した操作レバーは、必要な操作要素を1本のジョイスティックレバーに集約したものであるが、十字のレバー操作方向では不足する要素について、レバーから手を離すことなく指先で操作できる範囲に、モーメントリスイッチを設け、その操作方向と動作方向を一致させたものである。

この持ち替え不要のレバーにより、運転員は除雪作業中の視線移動(レバー確認)がなくなることで安全性が向上する。また、並列レバーでは不可能であった除雪装置の姿勢調整と投雪位置調整が同時にできることにより、操作性も向上した。

(2)不陸追従機構

歩道は車道のように平坦な路面の除雪と異なり、乗り入れ部の段差やマウントアップのすり付け等があり、これらに除雪装置が接触することを避け、尚且つ残雪の少ない良好な路面を確保するためには、振動や異音を判断して操作する熟練した技量が必要である。

開発した追従機構は、歩車道のすり付け勾配8%、段差5cmを除雪装置が自動的に追従するもので、除雪装置の昇降用シリンダ及びチップバックシリンダの伸縮をフリーにし、オーガが路面及び段差に接触することを避ける補助ソリを新たに考案したものである。

この追従機構により、段差やすり付けでの複雑な姿

勢操作が不要となったこと、これらへのオーガ衝突が回避されたことで、シャープピン切断による作業中断が減少し、作業性・安全性が向上した。

また、シャープピン交換作業時間短縮のため、差し込み形のワンタッチシャープピンを開発した。

(3)雪詰まり防止機構

ロータリ除雪車は最も除雪に適した機関回転数を維持するよう速度調整を行わなければならないが、急激な積雪深や雪質等の変化に対応できないと、機械の除雪能力を超え雪の排出ができなくなる、いわゆる雪詰まりを起こすことになる。

開発した防止機構は、除雪負荷変動が捉えやすいプロア回転数をセンサーで検知し、回転数が設定値以下になった場合走行を停止し、除雪装置内の雪が排出され回転数が回復設定値より上回った時に、自動的に走行を再開するものである。

この防止機構により、雪詰まりの除去作業がなくなり、作業性と安全性が向上した。

(4)積雪深別速度選択機構

先の雪詰まりにも関連するが、除雪中の速度選択や維持は経験の浅いオペレータには難しく、積雪深の低い時は機械の持つ能力を生かし切れているとは言い難く、積雪深が深い時には過負荷となりやすい。

開発した速度選択機構は、除雪時の積雪深をダイヤル設定すると、走行速度の上限値を自動制御するもので、操作ミスによる過負荷を防止するものである。また、オペレータの走行ペダル操作の軽減のため、速度固定（オートクルーズ）機構も設けた。

この速度選択機構により、オペレータの操作負担が軽減され作業性が向上した。

(5)人検知警報装置

除雪作業中歩行者との接触を避けるため、一定距離内に人を検知したら警報ブザーを発する装置を考案した。

一般に物体を検知するセンサーとして、光電センサーや超音波センサー等の反射量を捉えるものが用いられる。これら反射式センサーでは、歩行者のみならず立木や標識等にも感応するため、頻繁に警報が発せられることになる。そこで、人体のみを検知する方策として、人体を熱源として捉えることとし、赤外線放射温度計をセンサーとすることを試みた。

警報装置に使用した赤外線放射温度計は、外気温 1.6 において一般的防寒着を着衣した人物を 8 以上で、最大 14m 遠方まで検知可能であり、人検知警報装置として成り立つことが確認された。しかし、本センサーは屋内用として製作されたものであり、実作業

条件下（降雪、気温等）での検知性能（検知温度、警報設定温度）が未知であり、実用に向けた検討が今後必要である。

(6)安全装置

シャープピン切断や雪詰まりなどで除雪装置に近づく場合、万が一オーガが駆動状態になっていると事故の恐れがある。この事故の防止として、除雪装置の駆動状態で運転席ドアを開放すると機関を停止する安全装置を装備した（運転者離脱時安全装置）。

また、緊急停止用に非常停止ボタンを装備した。

(7)その他

誘導員が除雪機械に接近せずに危険を通報する手段を検討した結果、安価なワイヤレスチャイム（ナースコール）を利用することで、十分な実用性が確認された。

また、雪に隠れた縁石等の乗り降り時等における転倒防止を図るため、傾斜状態を示すインジケータを検討した。

2. 2 開発機の評価

開発機の評価として、実際の歩道上で除雪作業試験を実施した。オペレータは歩道除雪作業に従事している熟練者と VSP オペレータとし、開発機の比較のために従来機も試験した。試験結果を表 - 1 に示す。

表 - 1 開発機の評価・確認試験結果

	熟練者 従来機	VPS 開発機	
		集約レバー操作	不陸追従使用
除雪区間：延長215m、すり付け勾配 5 %、不陸部 5 力所、積雪深30cm			
作業時間 (速度)	13分 7秒 (1.04km/h)	11分11秒 (1.21km/h)	9分10秒 (1.48km/h)
操作回数	200回	77回	11回
平均残雪	スロープ上り	1.9cm	0.2cm
	スロープ下り	3.3cm	1.4cm
	平坦部	1.9cm	0.8cm
シャープピン切断	3回	0回	0回

備考：熟練者の作業時間はシャープピン切断による中断時間を含まない。

熟練者による従来機の作業に比べて、開発機の集約レバー操作で行った場合でも、作業時間、操作回数は減少し、不陸追従機構を使用することにより、更に作業性が向上すること、残雪が残らないことが確認された。

試験結果から次のことが言える。

- ・ 本開発機は VPS オペレータのような未習熟者でも、操作しやすく残雪の少ない除雪作業が行え、その作業時間も短縮される。
- ・ 雪詰まり等の作業中断がないか、発生してもその時間は短時間であり、作業効率がアップする。
- ・ 操作頻度が減少するため、オペレータは機械周辺

の安全確認が行える。

- ・ 雪詰まり除去等の作業が減少すること、運転者離脱時安全装置等の安全装置により作業の安全性が高まる。

### 3．安全施工マニュアル

搭乗式小型除雪機械の操作に係わる方を対象に、操作の手順、作業上の留意事項などを分かり易くまとめた安全施工マニュアルを作成した。本マニュアル及びハンドガイド編は、当協会北陸支部のホームページ(<http://www.jcmanet.or.jp/hokuriku/>)から無料ダウンロード可能である。



図 - 2 安全施工マニュアル

### 4．おわりに

歩道除雪は地域住民の生活と密接に関連することから、今後更に、VSP等による歩道除雪の拡充が図られると思われ、その作業機械として搭乗式小型除雪機械の使用が多くなると考えられる。今回開発した次世代形歩道除雪機械や安全施工マニュアルが、歩道除雪作業の安全・安心の確保に役立つことを願うところであります。

#### [著者紹介]

佐々木隆男（ささき、たかお）

社団法人日本建設機械化協会

施工技術総合研究所 研究第四部 主任研究員

キーワード：歩道除雪機械、ハンドガイド式小型除雪機、搭乗式小型除雪機械、安全施工、集約型操作レバー、不陸追従、雪詰まり防止、速度選択、人検知警報装置、安全装置