

操作性を向上させた歩道除雪車

本 間 政 幸・小 林 弘 朗・齋 藤 剛

北陸技術事務所では、今まで、熟練操作が必要であった歩道除雪車（1.0 m 級）に新技術を改造により付加することで、経験の浅いオペレータでも簡単に操作可能な簡易操作型歩道除雪車を開発した。本開発機は、「雪詰まり防止機構」、「不陸追従機構」などを搭載しており、また、「5本の操作レバーを1本に集約」しているのが特徴であり、地域住民が主体的に取り組むボランティア・サポート・プログラム（以下「VSP」という）への導入を目的に北陸地方整備局管内では今年度10台（新車6台、改造4台）導入している。

本報文では、開発した簡易操作技術の概要と検討体制について紹介する。

キーワード：歩道除雪車、ボランティア・サポート・プログラム、雪詰まり防止、集約型レバー、不陸追従、コスト縮減、コンソーシアム

1. はじめに

一人乗りの歩道除雪車 [1.0 m 級 (写真—1)] は5本の操作レバーで除雪装置の上下・左右・前後の傾きと、投雪方向・距離の調整及び歩車道の不陸路面の追従操作など複雑な操作が求められ、熟練のオペレータでさえ雪詰まりによる除雪作業の中断、操作レバー持ち替えのための視点移動などにより、作業能率が下がり、安全性の確保が困難などの課題を抱えていた。

北陸技術事務所では、これらの課題に対応するため、歩道除雪作業の安全性・操作性の向上に加え、除雪コストの縮減により歩道除雪の拡充を図ることを目的として、今まで操作が難しかった歩道除雪車に「雪詰ま

り防止機構」「集約型レバー」「不陸追従機構」及び「ワンタッチ式シャーペン」を開発し、操作が簡単で安全に除雪作業が行えるようにした。

2. 操作が難しい歩道除雪車

歩道除雪車は、降り積もった雪をロータリ装置により掻き込み、ブロー装置により歩道外に投雪する除雪車である。オペレータは雪質や積雪深さに応じて変動するエンジン音と投雪状況を感じ取り除雪速度のコントロールを行うとともに、路面の不陸・段差による振動にも対応しなければならない。さらに、作業周辺の安全確認、沿道状況にも配慮しなければならないが、これらの操作は一人で全て行うため非常に難しい操作が要求される。開発時の課題としては、

- ①雪質の変化、積雪深に合わせた除雪速度制御が難しく、投雪装置に雪を詰まらせる。
- ②操作レバーの誤操作、操作レバー位置確認のため視点移動による危険がある。
- ③路面の段差、凹凸などへの追従操作が難しい。
- ④作業装置の安全ピンの交換に時間がかかる。

などがあり、この結果除雪作業が中断したり、安全性が低下するような状況があることから、歩道除雪車の簡易操作技術が要望されていた。



写真—1 狭い歩道上での除雪作業

3. 簡易操作型歩道除雪車の概要

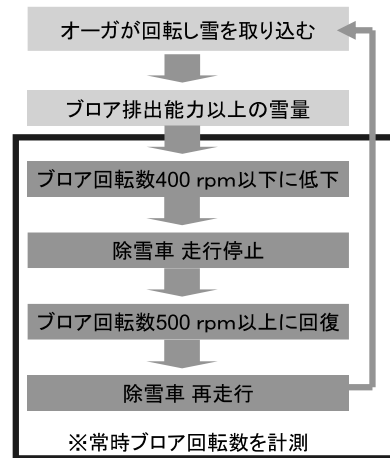
(1) 基本方針

低コスト化を図るため、従来機にセンサー、バルブの部品を追加する範囲での改良を基本方針とし、次の技術について開発した。

(○囲み数字は2. の課題に対応する技術である。)

- ・雪詰まり防止機構 (①)
- ・集約型レバー (②)
- ・不陸追従機構 (③)
- ・ワンタッチ式シャーピン (④)

開発したこれらの各技術について紹介する。



図一 2 過負荷時走行停止装置の制御フロー

(2) 雪詰まり防止機構

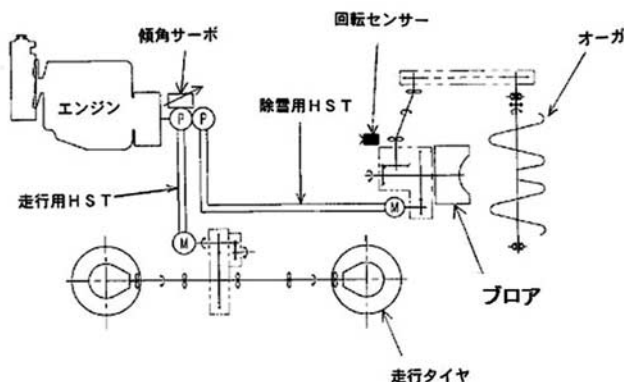
経験の浅いオペレータや熟練のオペレータでも、除雪時の負荷調整（作業速度調整）に苦慮していることから、過負荷時に走行を停止させ雪詰まりを解消する「過負荷時走行停止装置」と、積雪深のダイヤル入力で熟練オペレータ並みの作業速度が得られる「積雪深別速度制御装置」により雪詰まりを防止するものである。検討にあたってはシャーベット状の積雪以外を対象とし、熟練オペレータと同等の作業速度を設定している。

(a) 過負荷時走行停止装置

雪詰まりはブロー排出能力以上の雪を取り込んだ時にブローの回転数が低下し発生する。

そこで、ブローが停止する直前の回転数（350 rpm / 分）に余裕を考慮した回転数（400 rpm / 分）で雪詰まりが発生する前に除雪車の走行を停止させ、ブロー内の雪が排出され、規定回転数（500 rpm / 分）に達したら自動的に再走行するものである。

機構は、図一 1 に示すとおりブローの回転センサーによって走行用 HST を制御している。制御フローは図一 2 に示す。

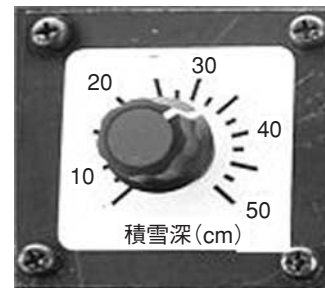


図一 1 過負荷時走行停止装置の機構

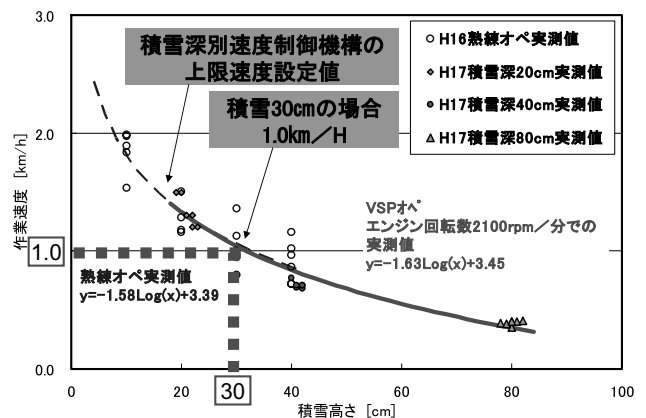
(b) 積雪深別速度制御装置

積雪深別速度制御装置は、除雪開始時にこれから除雪しようとする積雪深を入力することにより、積雪深に応じた除雪速度の上限が設定され、適切な除雪速度で作業が行えるものである。

写真一 2 に示す「速度設定ダイヤル」で積雪深（cm）を入力（セット）すると、積雪深に応じた除雪速度の上限値が設定され、走行ペダルを最大に踏み込んでも設定された速度以上に上がらないようにしており、積雪深別除雪速度は現場試験の結果から図一 3 のとおりとしている。



写真一 2 速度設定ダイヤル



図一 3 積雪深別速度設定の実測値

雪詰まり防止機構は、前述の「過負荷時走行停止装置」「積雪深別速度制御装置」により効果が発揮され、経験の浅いオペレータでも、熟練オペレータ並みの作業効率で雪詰まりすることなく除雪作業が行えるものである。

(3) 集約型レバー

集約型レバーは、除雪装置の動き毎に分かれていたレバーにより「操作が複雑」「一部作業装置の動きと一致しない」「持ち替えが必要だった」などの問題が多かった従来式の5本レバー（写真—3）を1本のレバーとレバー上のスイッチに集約したものである（写真—4）。

これによりオペレータは除雪作業中、集約型レバーを握ったまま作業装置の全操作が行えることから誤操作が解消され、運転操作に集中できるようになり、操作性・安全性の向上が図れた。



写真—3 従来式の5本レバー



写真—4 開発機の集約型レバー

(4) 不陸追従機構

不陸追従機構は、車道と歩道へのすり付け勾配、歩車道部の乗り入れ段差、歩道路面の凹凸に除雪装置を

自重で追従させるものである。

追従方法は除雪装置を上下に昇降させるための昇降油圧シリンダと、前方下方向に傾けるチップバック油圧シリンダの油圧をフリーになるように調整している。

さらに、路面への追従性を向上させるため補助ソリ（写真—5）を新たに取付け、除雪装置先端の雪を掻き込むオーガが、段差・凹凸に接触しないよう工夫している。



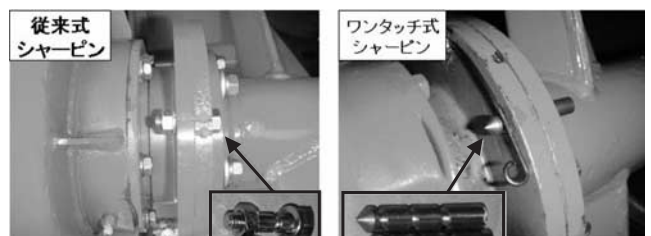
写真—5 補助ソリ

不陸追従機構を作動させると、今までオペレータの感覚で行っていた除雪装置の上下・左右・前方下方向操作が軽減され、オペレータは投雪場所のコントロールに専念するだけで良くなる。

(5) ワンタッチ式シャープピン

除雪作業中に雪の中の異物・障害物をオーガに噛み込んだ場合や、段差・凹凸・すり付け部にオーガを接触させた場合に、作業装置の重大な破損・故障を防止するためオーガ回転伝達部分に安全装置（シャープピン）が組み込まれている（写真—6左）。

従来のシャープピンはボルトナット式であるため、交換作業には工具を必要とし、締め付けトルクはオペレータの感覚で行われ時間がかかっていた。



写真—6 シャープピン

操作の簡易化のため大型のロータリ除雪車に採用されているワンタッチ式シャープピンを導入した結果、工具を使わずに挿入セット可能なことから、交換時間は半減し、交換作業の負担軽減が可能となった（写真—6右）。

4. 導入効果

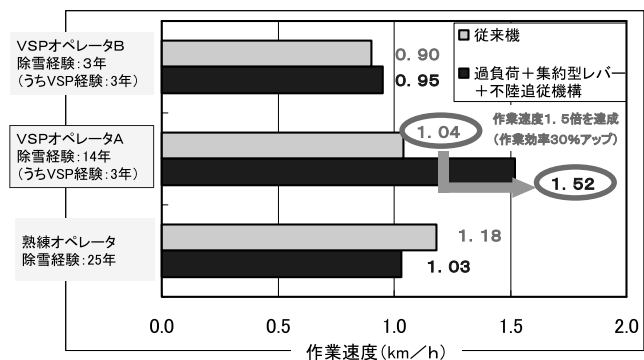
開発した各技術を搭載した簡易操作型歩道除雪車（1.0 m 級）と従来機により、歩道除雪を行い「作業速度、レバー操作回数、路面追従性」等について除雪作業評価及びコスト評価を行った。

歩道除雪作業に従事している VSP2 人と、熟練オペレータ 1 人に参加して頂き、除雪区間長 215 m（車道と歩道とのすり付け勾配 5%，不陸部 5 箇所含む）で、積雪深は 30 cm において除雪作業を実施した。

(1) 作業速度の向上

除雪作業時の平均作業速度は、従来機約 1.0 km/h に対して簡易操作型歩道除雪車は最大 1.5 倍（VSP オペレータ A 氏）の作業速度を得ることができた。

オペレータ 3 名の平均では 2 割程度向上しており、開発した「雪詰まり防止機構・集約型レバー・不陸追従機構」の効果が相乗して作業速度が向上していることが確認された（図—4）。

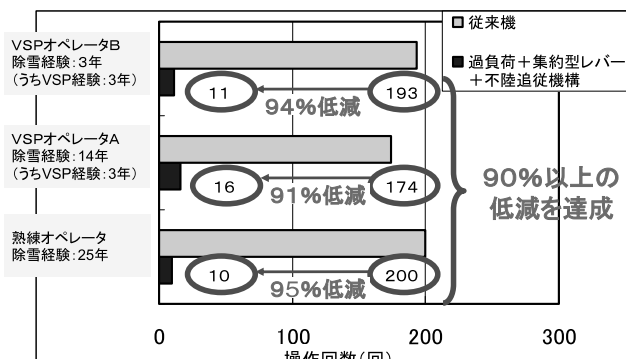


図—4 作業速度の比較

(2) レバー操作回数の低減

従来機では投雪場所の調整、不陸追従、段差対応のため各オペレータが5本の操作レバーを巧みに操り、最大 200 回の操作を行っている。

簡易操作型歩道除雪車では集約型レバーと不陸追従機構の組み合わせにより、操作回数が 20 回未満に激減し、オペレータの負担低減と作業効率の向上に貢献している（図—5）。

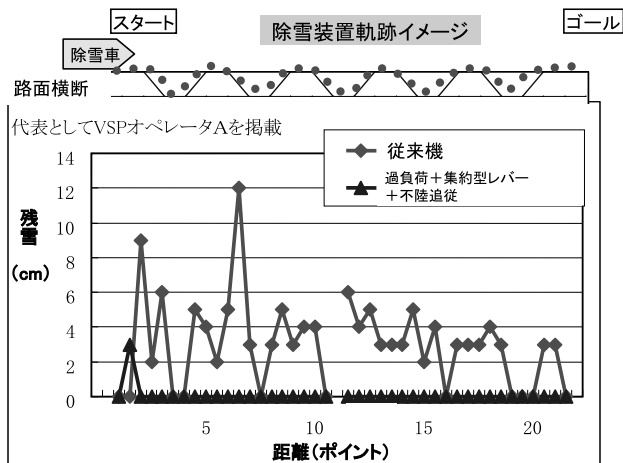


図—5 操作回数の比較

(3) 路面への追従性

従来機では除雪後の路面に最大 12 cm、平均で約 4 cm 程度の残雪があったが、簡易操作型歩道除雪車ではほぼ除雪後の残雪がなく、不陸追従機構の効果が確認できた（図—6、写真—7）。

不陸追従機構の開発目標を「除雪後の残雪 2 cm」としているが、試験の結果、すり付け勾配 5%まではオペレータの熟練度を問わず目標をクリアできた。しかし、8%の場合は 4 cm 程度の残雪がありこの勾配では残雪を 2 cm 以下とすることができなかった。



図—6 路面への追従性



写真—7 除雪後の残雪状況

(4) コスト評価

除雪試験の結果から得られた作業速度（図—4）か

ら、効果が大きかった VSP オペレータ A 氏を基にコスト評価を行った。

除雪作業速度は従来機に対し約 30% (1.04 km/h → 1.52 km/h) 向上していることから、簡易操作型導入時の費用対効果 (B/C) を試算したもので、年間 100 時間稼働した場合 1.14 の効果 (図-7) があり、稼働時間が増すと B/C がさらに向上する傾向となる。

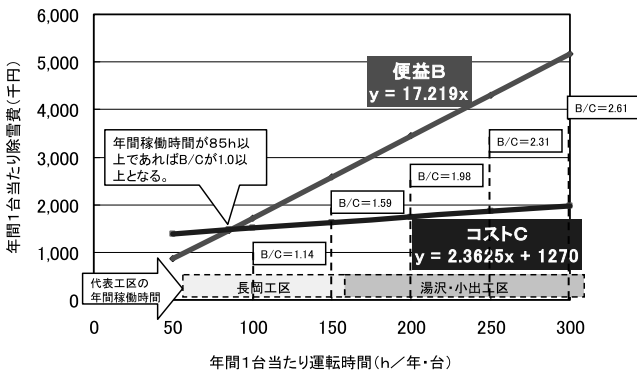


図-7 コスト評価 (試算)

(5) VSP オペレータの評価

導入効果測定後、試験に参加していただいた VSP より簡易操作型歩道除雪車 (1.0 m 級) の意見・評価を次のとおり頂き、今まで難しかった操作から解放され、経験の浅いオペレータでも安心して除雪作業を行うことができることから、今後の歩道除雪の拡大に貢献できるものと考えている。

(a) 雪詰まり防止機構については

「作業への安心感が増す」、「雪詰まり除去から解放される」、「操作が非常に楽だ」。

(b) 集約型レバーについては

「操作方法が覚えやすく慣れも早い」、「投雪装置の旋回と開閉が同時操作でき楽である」、「イージーオペレーティングが可能となった」。

(c) 不陸追従機構については

「作業時前方の安全と投雪場所の確認に集中できる」、「段差等でのシャープンの切断が少なくなりそう」、「除雪後の残雪が少なく仕上がりがいい」。

(d) ワンタッチ式シャープンについては

「交換作業が早い」、「工具が要らないので楽だ」、「締め付け力を考えなくても良くなった」。

5. 検討委員会とコンソーシアム

(1) 検討委員会

本開発にあたっては、北陸地方整備局管内の歩道除

雪作業で活躍されている VSP 従事団体のうち、関原南町内会 (長岡国道事務所管内)、中浜歩道除雪ボランティアの会 (新潟国道事務所管内) の代表者 (地域住民) をメンバーに構成した「歩道除雪機械の安全性向上に関する検討委員会 (委員長: 長岡技術科学大学機械系助教授 阿部雅二郎氏) ・写真-8」にて検討を進めた。



写真-8 検討委員会メンバー

(2) コンソーシアム

本開発にあたり、歩道除雪車の簡易操作にかかる機構の検討、構想の具体化及び検証試験についてより多くの意見の中から確実性のあるものに議論を重ねより良いものとしていくために、コンソーシアム体制により検討することとし、(社)日本建設機械化協会内に組織することとし公募した。

公募の結果、国内の歩道除雪車製作メーカー 4 社が参画した。

また、検討委員会、コンソーシアムの他に、前述し



写真-9 VSP 従事団体へのヒアリング状況

たVSP従事団体より除雪作業の実態等について意見をj得ている(写真—9)。

6. おわりに

開発した装置により歩道除雪車(1.0m級)の簡易操作が可能となったことから、運転操作が未熟なオペレータや経験の浅いオペレータでも熟練者に劣らない除雪作業が可能となった。また、熟練オペレータにおいても安全な除雪作業の一助となることが期待され、当初の開発目的を達成することができた。

簡易操作型歩道除雪車(1.0m級)は、平成18年末現在14台〔国：10台(うち改造4台)、県：4台〕の導入が決定しており、今冬の除雪作業に大いに活躍することを期待している。また、既に稼働している従来式の歩道除雪車(1.0m級)を、簡易操作に改造が可能であることから、今後全国の歩道除雪の拡充と、

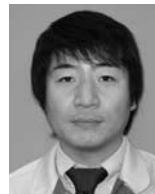
安全な歩道除雪作業に向けて導入・普及していただけることを期待している。

JCMA

〔筆者紹介〕



本間 政幸(ほんま まさゆき)
国土交通省 北陸地方整備局
北陸技術事務所 機械課長



小林 弘朗(こばやし ひろあき)
国土交通省 北陸地方整備局
北陸技術事務所 機械課
機械設計係長



齋藤 剛(さいとう たけし)
国土交通省 北陸地方整備局
北陸技術事務所 機械課
機械設計係主任

建設機械施工安全技術指針 指針本文とその解説(改訂版)

◆「指針本文とその解説」目次

第I編 総論

- 第1章：目的
- 第2章：適用範囲
- 第3章：安全対策の基本事項
- 第4章：安全関係法令

第II編 共通事項

- 第5章：現地調査
- 第6章：施工計画
- 第7章：現場管理
- 第8章：建設機械の一般管理
- 第9章：建設機械の搬送
- 第10章：賃貸機械等の使用

第III編 各種作業

- 第11章：掘削工、積込工
- 第12章：運搬工
- 第13章：締固工
- 第14章：仮締切工、土留・支保工
- 第15章：基礎工、地盤改良工
- 第16章：クレーン工、リフト工等

- 第17章：コンクリート工
- 第18章：構造物取壊し工
- 第19章：舗装工
- 第20章：トンネル工
- 第21章：シールド掘進工、推進工
- 第22章：道路維持修繕工
- 第23章：橋梁工

● A5版 / 330頁

● 定 価

非会員：3,360円(本体3,200円)

会 員：2,800円(本体2,667円)

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 450円

沖縄県 1,050円

※なお送料について、複数又は他の発刊本と同時申込みの場合は別途とさせていただきます。

● 発刊 平成18年2月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>