

10. 操作性を向上させた歩道除雪車の開発について

国土交通省 北陸地方整備局 北陸技術事務所 機械課長 ○本間 政幸
機械課 機械設計係長 小林 弘朗
機械設計係主任 齋藤 剛

1. はじめに

写真-1 に示す、一人乗りの歩道除雪車（1.0m 級）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・距離の調整を行うとともに、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って除雪速度をコントロールするため、操作が非常に難しい。

特に運転操作経験が浅いオペレータは、雪詰まりでの除雪作業の中断による効率の低下や操作レバーの持ち替え時の視点の移動による安全性の確保が困難などの課題を抱えていた。

本検討は、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、除雪コストの削減により歩道除雪の拡充を図ることを目的として、簡易操作が可能な「歩道除雪車（1.0m 級）」の開発をすすめてきたものである。



写真-1 狭い歩道上での除雪作業

2. 歩道除雪作業の課題

過去のアンケート調査及び実態調査結果より、歩道除雪作業の課題（表-1）を整理し、対応策として有効性が確認された「雪詰まり防止機構」、「集約型操作レバー」「不陸追従機構」、「ワンタッチ式シャープピン」が歩道除雪作業に与える効果を検証した。

表-1 歩道除雪車の実態と課題

作業実態 (アンケート及び調査結果より)	課題			課題に対応する対応策
	作業効率の低下 (コスト削減)	安全性の向上	施工品質の確保	基本方針 低コスト化を図るため、従来機を改造(センサー、バルブ等の既製部品追加)する範囲での検討
【雪詰まり】 1日1回以上の雪詰まりを経験した熟練オペレータは約6割に及んでいる(アンケート結果)。	○	○		雪詰まり防止機構 雪詰まり防止を図ることにより、作業効率の向上はもとより、雪詰まり除去時の危険回避が見込める。 ・過負荷時走行停止式 ・フロアの回転数にて雪の取込み量を制御し、雪詰まりを防止する機構 ・積雪深別速度制御式 除雪速度を積雪深別にダイヤル設定することで、雪詰まりをしない速度で作業が可能な機構
【複雑な操作レバー】 除雪装置レバーのシュート旋回操作が全操作回数の約半数を占め、1時間当りのレバー操作回数は459回に及んでいる(調査結果)。	○	○	○	集約型操作レバー 複雑である従来機の5本レバーを集約化を図ることで、操作回数の低減による作業効率、操作性の向上はもとより、オペレータがハンドル操作に集中できることによる安全性の向上、操作性が向上したことによる施工品質の向上が見込める。
【不陸部等の段差での操作】 昇降レバー操作回数は、1時間に128回、操作レバー全体の28%に及んでいる(調査結果)。	○	○	○	不陸追従機構 歩道乗入れ部等の不陸に除雪装置を自動追従させることで、作業効率、操作性の向上はもとより、オペレータがハンドル操作に集中できることによる安全性の向上、不陸部の操作が不要となるため操作性、施工品質の向上が見込める。
【シャープピン切断】 1日1回以上の切断を経験したオペレータが約半数に及んでいる(アンケート結果)。	○	○		ワンタッチ式シャープピン 工具レスでワンタッチにてシャープピンを装着可能なシャープピン機構とすることで、交換時間の短縮が見込める。

3. 簡易操作が可能な歩道除雪車の開発

各装置を開発するため、低コスト化を基本方針として従来機を改造（センサー、バルブ等の既製部品追加）する範囲で以下の項目について検討を行った。

3.1 雪詰まり防止機構（過負荷時走行停止機構、積雪深別速度制御機構）の検討

シャーベット状の積雪以外を検討対象とし、熟練オペレータと同等の作業効率を確保することを目標に検討を行った。

経験の浅いオペレータは、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機構や、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機構を検討した。

3.1.1 過負荷時走行停止機構の検討

過負荷時走行停止機構は、除雪作業中のブロー回転数をセンサーにて検知し、①回転数が設定値より低下（過負荷検出）した場合に走行停止、②回転数が設定値よりも上昇（負荷軽減）した場合に自動的に再走行する機構である。試験の結果から得られたブロー回転数で、図-1 に示す一連の動作が的確に作動し雪詰まりしないことが確認され、オペレータは除雪時の負荷調整が不要となった。

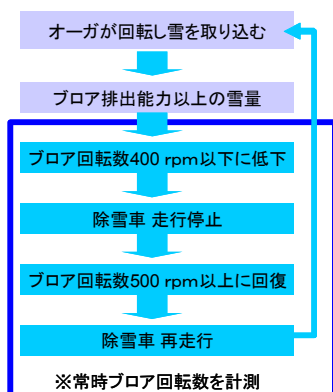


図-1 過負荷時走行停止式の制御フロー

3.1.2 積雪深別速度制御機構の検討

積雪深別速度制御機構は、除雪開始時の積雪深をダイヤル（写真-4 左上）入力すると作業速度の上限（図-2 積雪深 30 cm の場合、速度設定 1.0 km/H）を自動的に設定する機構である。試験状況を写真-2 に示す。

これは、オペレータが走行ペダルを全開に踏み込んでも、上限設定された速度以上には上がらず、過負荷

を予防するもので、経験の浅いオペレータでも熟練オペレータと同等の作業速度が得られるようにしている。また、オペレータのペダル操作の負担軽減を図るため、速度固定（オートクルージング）機構（写真-5 下）を設けた。

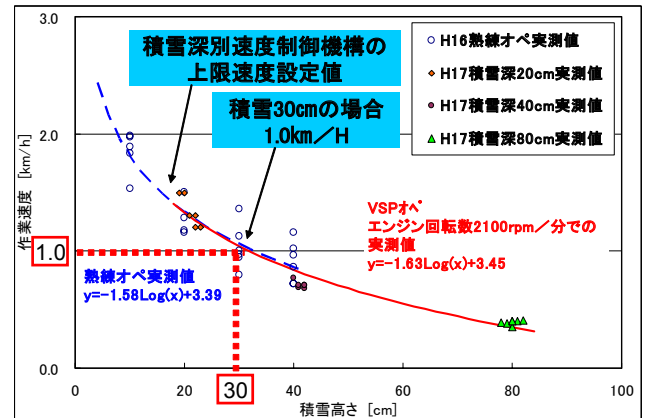


図-2 積雪深別速度設定の実測値



写真-2 雪詰まり防止機構の試験状況

3.2 集約型操作レバーの検討

集約型操作レバーは、「①操作が複雑、②除雪装置の動きと一致しない、③持ち替えが必要であった従来の5本レバー」（写真-3）に対し、除雪装置の上下・左右方向の操作を1本の操作レバーで、投雪方向・距離はレバーに組み込んだスイッチ操作により、持ち替えを不要としたもので、操作方向と作業装置の動きを一致させた（写真-4,5）。

これによりオペレータは除雪作業中、集約型操作レバーを握ったまま作業装置の全操作が行える（写真-5 下）ことから誤操作が解消され、運転操作（ハンドル操作、投雪位置制御、安全確認）に集中できるようにな

り、操作性・安全性の向上が図られた。試験状況を写真-6 に示す。



写真-3 従来機運転室

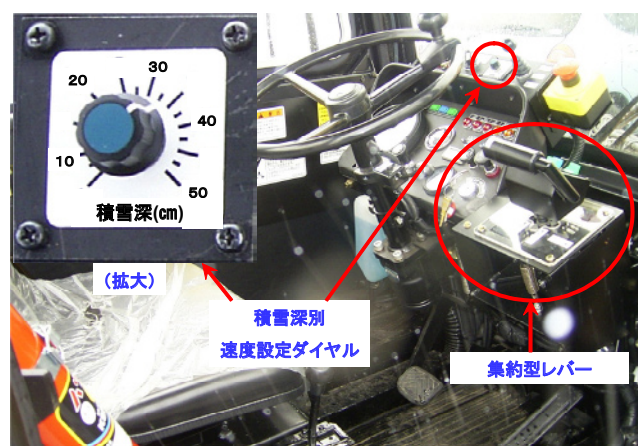


写真-4 簡易操作型運転室



写真-6 集約型操作レバーの試験状況

チップバック(除雪装置前傾)スイッチ

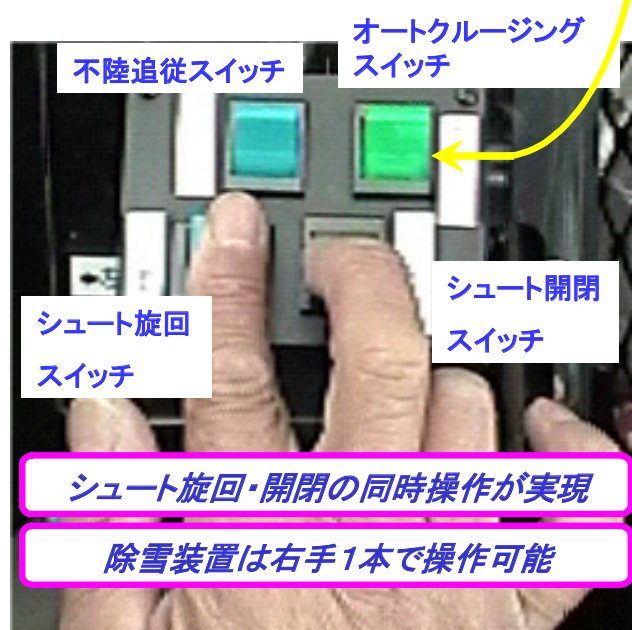
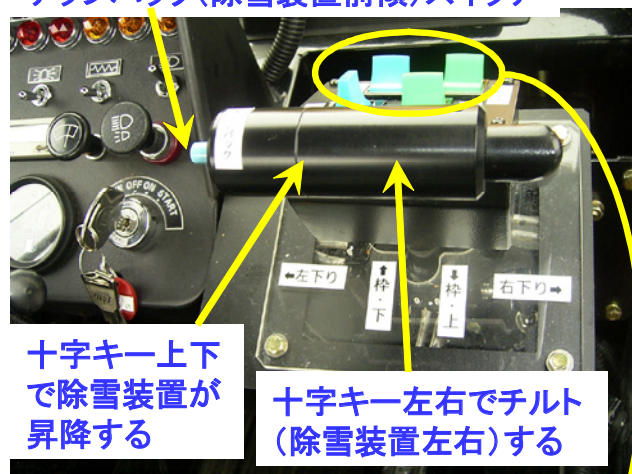


写真-5 集約型操作レバー

3.3 不陸追従機構の検討

不陸追従機構は、歩車道のすり付け勾配 8% (旧通達：「S48 歩道および立体横断施設の構造について」に対応) において、除雪後の残雪 2 cm以内で、歩車道等の不陸、段差に自動的に追従できることを目標に検討を行った。

追従機構は、①歩車道等の不陸・段差への追従性を向上させるため、②除雪装置を上下、左右方向に動かす昇降油圧シリンダ及び前方下方向に傾けるチップバックシリンダ(写真-7)の伸縮をフリーにすることと、③エッジの前にある高速で回転するオーガが不陸、段差に接触しないように補助ソリ(写真-8)を新たに考案し、今まで(エッジ、ソリ)よりも前方に除雪装置

と路面との接地位置を設けた。

歩車道とのすり付け勾配 8%での負荷試験では、最大残雪が 4 cmと目標を達成できなかったが、路面に追従させることは可能と判断できた。

これにより、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・前方下方向操作が大幅に軽減されることから、オペレータはハンドル操作や投雪位置の制御と周辺の安全確認に専念できるようになり安全性の向上が図られた。



写真-7 除雪装置油圧シリンダ

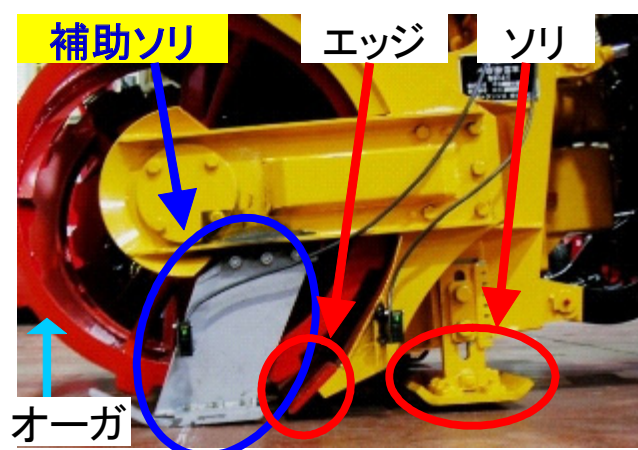


写真-8 不陸追従の補助ソリ

3.4 ワンタッチ式シャープピンの検討

従来のシャープピン（写真-9）はボルトナット式であるため、交換には工具が必要であったが、ピンを挿入するだけでセット可能（工具レス）なワンタッチ式（写

真-10）とすることで、作業者の負担軽減、交換時間の短縮を目標に検討を行った。その結果、交換時間の半減（103 秒→52 秒）が図られた。

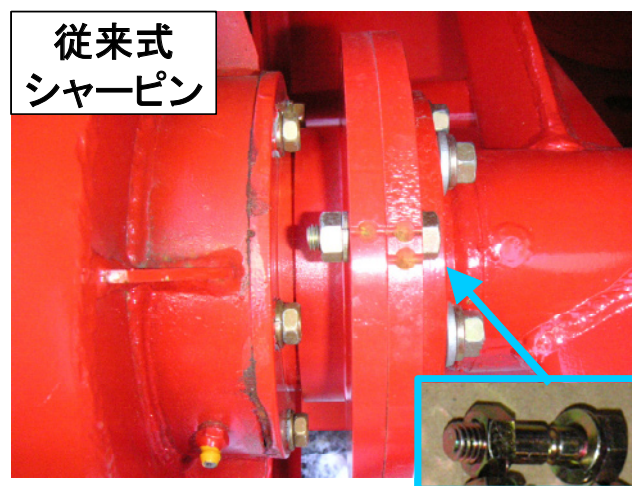


写真-9 従来式シャープピン

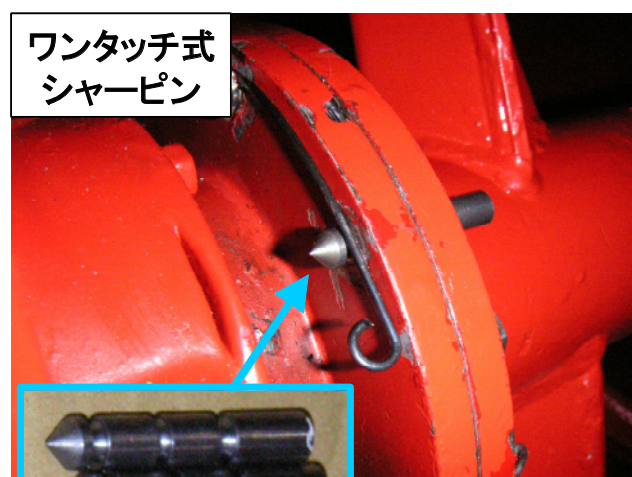


写真-10 ワンタッチ式シャープピン

4. 導入効果

考案した各技術を搭載した歩道除雪車（1.0m 級）により、「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。

4.1 現道試験

現道試験（写真-11）は、従来機と今回開発した簡易操作型の歩道除雪車（過負荷時走行停止式雪詰まり防止機構、集約型操作レバー、不陸追従機構を装備した車両）を使用して、除雪区間長 215m（歩車道等のすり付け勾配 5%、不陸部 5 箇所含む）、積雪深 30 cmの条件で除雪作業を実施した。オペレータは、歩道除雪作業に従事しているボランティアサポートプログラム（VSP）2 名と、熟練オペレータ 1 名により実施した。



写真-11 現道試験状況

4.1.1 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 に対して不陸追従機構を装備した場合、最大 1.5 倍(VSPオペレータA)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割程度向上した(図-3)。また、不陸追従機構は作業速度の向上に効果があることが確認された。

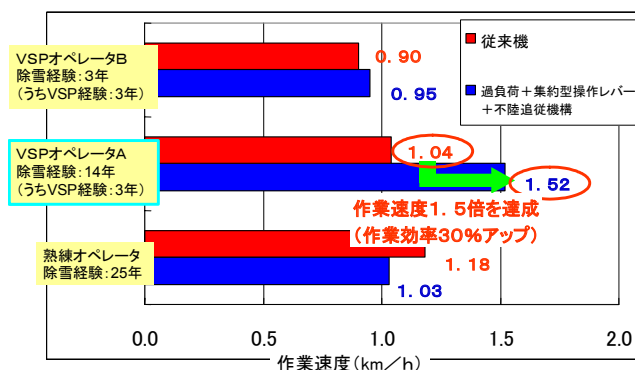


図-3 作業速度の比較

4.1.2 除雪装置操作回数(レバー操作)の低減

従来機では各オペレータが5本の操作レバーを巧みに操り、投雪位置の調整、段差への対応が必要となっているのに対し、開発した集約型操作レバーと不陸追従機構を組み合わせた除雪作業では、除雪装置の操作回数が従来機で最大 200 回だったものが 10 回に激減しており、オペレータの負担低減と作業効率の向上に大きく貢献していることがわかった(図-4)。

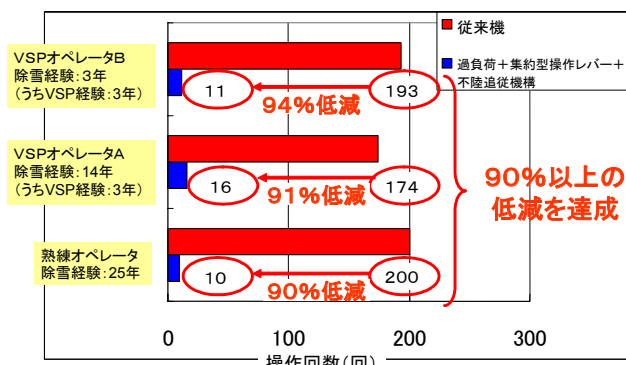


図-4 操作回数の比較

4.1.3 不陸の追従性

施工品質を示す「除雪後の残雪 2 cm」を開発目標とした不陸追従機構は、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達成でき、大きな効果が得られた(図-5)。

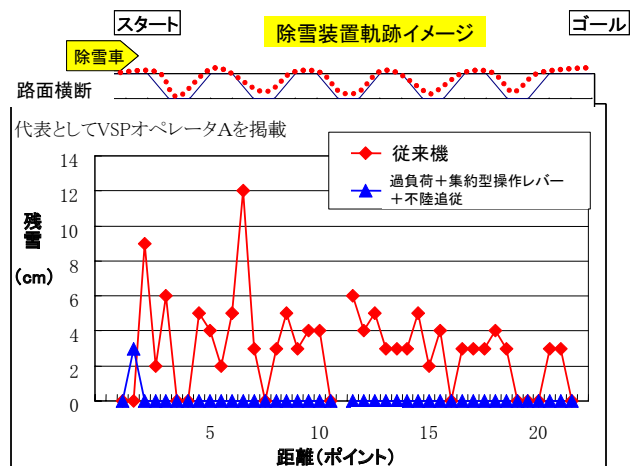


図-5 残雪量 (cm) の比較

4.2 コスト評価

現道試験から、効果が最大であったVSPオペレータAの作業速度(図-3)を例にコスト評価を行った。作業速度は、従来機に対し約 30% (1.04km/h→1.52km/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) は、年間 100 時間稼働した場合 1.14 の効果(図-6)があり、稼働時間が増すと B/C の向上が期待できる。

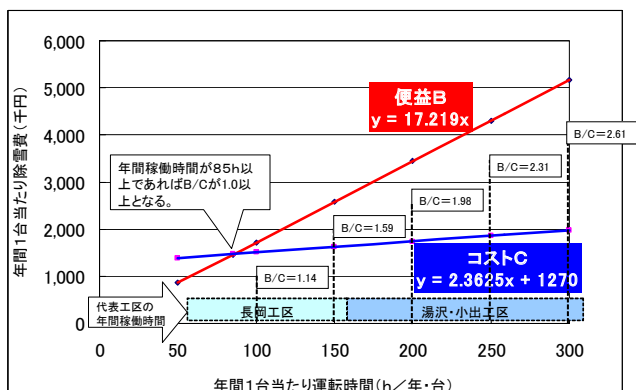


図-6 費用対効果

5. 普及について

新潟県、富山県及び石川県の除雪担当者を対象に簡易操作型の歩道除雪車を公開しPRを実施した（写真-12,13）。試乗した参加者からは、「操作が容易」「導入（改良）したい」などの意見が多数寄せられ、今まで苦慮していた歩道除雪の課題解消の期待が高まった。

北陸地方整備局では、歩道除雪車（1.0m 級・簡易操作型）を平成 18 年度に管内の歩道除雪箇所にて 6 台配置する予定である。また、既に稼働している従来機にも簡易操作に改造が可能であることから、今後、歩道除雪の拡充と、安全な歩道除雪作業に向けて導入・普及されることを期待している。



写真-12 富山県でのPR状況



写真-13 自治体担当者による試乗状況

6. まとめと今後の課題

開発した装置により小形除雪車（1.0m 級）の簡易操作が可能となったことから、運転操作経験が浅いオペレータでも熟練オペレータに劣らない除雪作業が行えるようになり、当初の目的を達成することができたと考えている。

平成 17 年度は、第三者などを巻き込むロータリ除雪車の事故が各地で発生しているため、事前に危険を回避するための安全対策機構等の考案が必要と考えている。一例として赤外線放射温度計による人接近検知センサーを写真-14 に示す。



写真-14 安全対策機構の一例