

17. 簡易操作型歩道除雪機械の開発

建設省北陸技術事務所：倉島 冠・*前田 孝司
フジコーポレーション(株)：高山 徳七

1. まえがき

近年、歩道除雪は、「冬期歩行者空間確保パイロット事業」が施工されたことに伴い、地域住民と一体となった面的除雪が急務となり、歩道除雪機械台数の増加と作業員の確保が重要となっている。しかし、歩道除雪機械は、数多くのレバーのため操作が複雑化しており運転には熟練した技術が要求される。さらに最近は、作業員不足とともに高齢化の傾向にある。このため、歩道除雪作業の安全性向上と作業員の確保を容易にすることを目的に、操作レバーの本数を削減し操作方法を簡素化するとともに、自動制御機構を採用し、誰でも簡単に操作できる簡易操作型歩道除雪機械の開発を行ったものである。

2. 開発機の仕様

2.1. 操作装置

ハンドガイド式歩道除雪機械の操作機構は、構造が簡単なワイヤ、リンク機構などの伝達方式であるため9本以上の数多くのレバーがある。このため、作業時には複数のレバーを同時に操作したり、大きな操作力を要するなど、操作は大変難しいものとなっている。

そこで、開発機は、表-1に示すように操作レバーを整理統合し、機械動作が各機能ごとに1本のレバーで操作できるように大幅な簡易化を図り、作業中は3本のレバーで全ての操作ができる。

また、油圧及び電動駆動を採用し、レバー操作力の軽減と、写真-1に示すように、オペレータの最も操作し易い位置に操作レバーを配置することができた。

3本の操作レバーは、図-1に示すように、どれも十字方向に操作し、前、後進走行はレバーを前後方向に、進行方向はレバーの左右方向の傾倒で調整する。また、除雪装置やシュート装置の調整、操作もそれぞれ1本のレバーで操作できる。なお、開発機の仕様諸元を表-2に示す。

表-1 操作レバーの整理統合

	従 来 機	開 発 機
走行部	主 変 速 レ バ ー	主 変 速 サ イ ド ク ラ ッ チ レ バ ー
	右サイドクラッチレバー	
	左サイドクラッチレバー	
	走行クラッチレバー	
投雪部	投雪方向調節ハンドル	シュート旋回
	投雪距離調節レバー	投 雪 レ バ ー
除雪部	除雪装置調節レバー	除雪装置調節レバー
作業装置	作業クラッチレバー	作 業 ス イ ッ チ (作業時 ON) (回送時 OFF)
	副 変 速 レ バ ー	
合 計	9本	合 計3本 (スイッチ1個)



写真-1 開発機の操作レバー配置

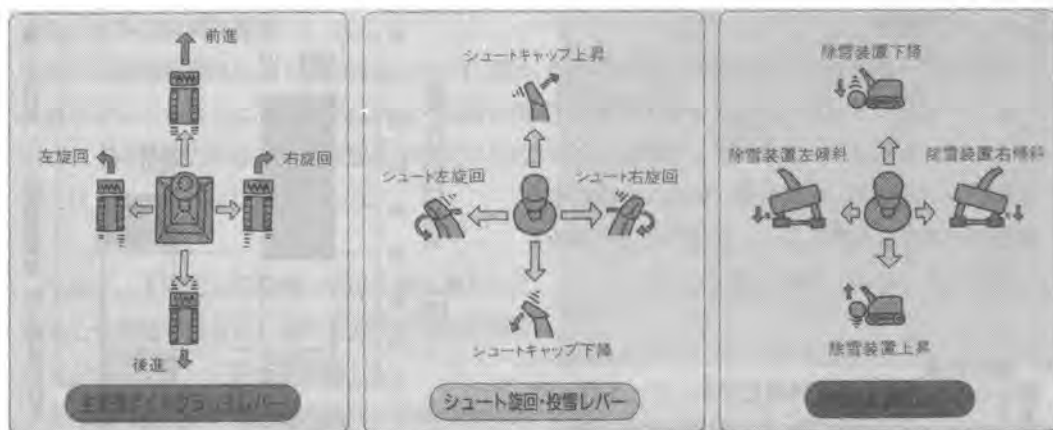


図-1 レバーの操作方法

2.2 自動制御機構

開発機には、除雪精度の向上と、さらに操作を簡易化する目的で、負荷に対して作業速度を自動的に制御する機構及び、除雪装置を常に水平に保つ自動制御機構を組み込んだ。

(1) 負荷自動制御機構

歩道除雪機械は、除雪負荷が大きい場合に車速のコントロールを誤ると、エンストや雪詰まりを起し作業を中断することがある。

これを改善し、作業性を向上させるため、負荷自動制御機構は、図-2に示す制御フローのように、除雪負荷が大きくなりエンジン回転数が2200rpmまで下がると、車速を減速させ負荷を少なくして、一定のエンジン回転数まで回復させる。

また、負荷が小さくなりエンジン回転数が2500rpm以上となった場合は、自動的に車速を増速させてエンジン回転数を保持する。

なお、急激に負荷が加わった場合の雪詰まり対策として、1秒間にエンジン回転数が300rpm以上低下した時には、一旦機体を停止させた後、緩やかに増速する制御も組み込まれている。

(2) 水平自動制御機構

除雪作業中、自重で機体が左右方向に沈み込み、除雪面が凹凸になることを防ぎ、仕上がりを良くするため、除雪装置を常に水平に保つ制御機構を採用した。この機構は、機体に取り付けた振り子式傾斜センサが、左右のどちらに傾いたかを常に検知し、制御装置が油圧シリンダを作動させて機体を水平状態に補正制御するものである。

表-2 仕様諸元

種別	2ステージ オーガ・ブロウ式		除雪部	イ形形式	リボンスクリュー センター付式
	エンジン	4羽立型直列 3気筒ディーゼル		最大出力 22Ps	イ形径 幅
機体寸法	全長	2,500mm	安全装置	ローリング 角度	6度
	全幅	1,100mm	走行部	走行装置	イ形軸シャフト 方式
	全高	1,900mm		履帯種別	HST無段変速 エンドレス ゴムクローラ
除雪装置	除雪幅	1,100mm	履帯幅	250mm	
	除雪高さ	700mm	自動制御	負荷自動制御機構 水平自動制御機構	
全重量	770kg				

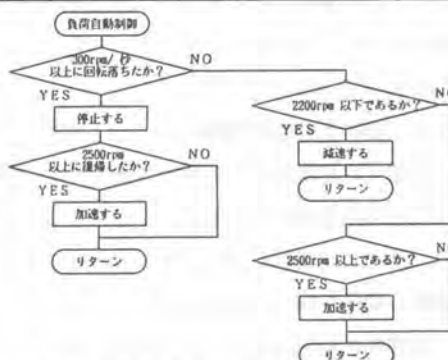


図-2 負荷自動制御機構のフロー

2.3. 安全機構

開発機は、建設省の歩道除雪機安全対策指針（案）で定めた9項目の安全対策機構を満足するとともに、さらに、ロックボタンを解除しなければ走行レバーが前、後進位置へ倒れない機構や、後進時に警告音が鳴るなど、誤操作による事故を未然に防止する安全機構を備えている。

3. 調査結果

3.1. 操作性比較試験

簡易操作レバーの有効性を確認するため、自然積雪のある道路上に、5m間隔で負荷時（積雪50cm）と無負荷時（積雪0cm）に除雪断面を変化させたコースを作り、従来機と開発機の除雪作業におけるレバーの操作回数を比較した。

操作回数は、図-3に示すように従来機の66回に対し開発機は43回と、23回（35%）減少しており簡易化の効果が現れている。

系統別では、走行部で26回と顕著に差が見られた。これは、負荷変化がある場合、開発機は、レバー1本の傾倒角度で無段階に速度調節ができるのに対して、従来機は2本のレバーを操作しなければならないためである。

3.2. 負荷自動制御機構

頻繁な負荷変動がある場合を想定し、試験コースの除雪断面高さを、写真-2に示すように70、50、25cmと段階的に変化させ、エンジン回転数と車速の関係を調べた結果を図-4に示す。

除雪高さが50cmから70cmにおいては、エンジン回転数は安定しており、自動制御機構の制御により車速は、0.2～0.4km/hの範囲で安定している。

また、25cmから50cmへの負荷変化では、機体を一旦停止させ緩やかに増速させる制御が作動し、雪詰まりもなく良好に除雪を行うことができた。

なお、除雪断面高さ25cm以上の負荷変化があった場合でも、制御装置が自動的に車速をコントロールするため、雪詰まりを起こさずに除雪することができた。

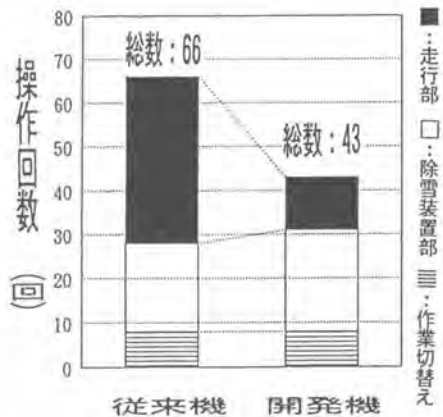


図-3 操作回数の比較



写真-2 試験状況

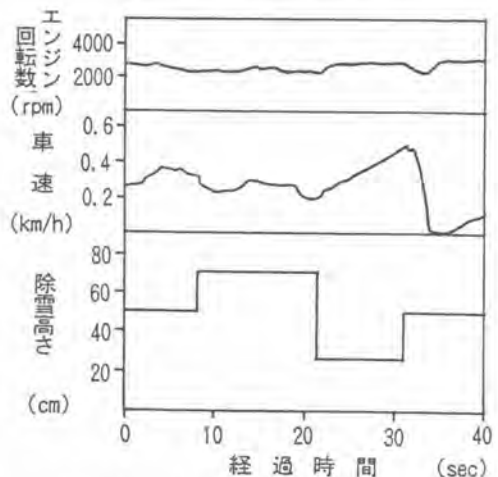


図-4 負荷自動制御試験結果

3.3. 水平自動制御機構

水平自動制御機構による除雪の仕上がり状態は、写真-3に示すように、仕上がり状態、除雪精度ともに、熟練者の手動による状態と同程度の平坦面に仕上がり十分な結果であった。



写真-3 水平自動制御による仕上がり状態

3.4. 現場調査

平成3、4年度に開発機の実用型機を導入した現場の作業員を対象に、操作具合や使用上の問題点などのアンケート調査を実施した。

走行レバー（前後進、左右旋回）の操作性に関しては、中立位置に採用したロック機構の効果で「使い易く操作性が良い」という回答であった。

また、従来のレバー式から改良した作業スイッチについては、大半が「大変使い易く操作性が良い」としていた。

負荷自動制御機構については、雪詰まりを起こさず作業が行え、作業速度の調節操作が不要になったため、「使い易い」という回答であった。



写真-4 開発機の作業状況

次に、安全性に関しては、「安全なため安心して使える」との高い評価を得た。また、簡易操作レバーの扱いには殆どが数時間で慣れるという回答であり、操作を簡易化した効果が現れていた。

4. まとめ

今回開発した簡易操作型歩道除雪機の特徴を以下に示す。

- ①操作類の簡易化で操作性、作業性とも向上し、また初心者でも操作が容易にできる。
- ②負荷自動制御により雪詰まりが防止でき、作業を中断することもなく効率的な除雪が行える。
- ③水平自動制御は、熟練者並みの精度で除雪することができる性能である。
- ④誤操作等における事故を防ぐため、各装置に安全対策を施し、安全性を高めた。

作業環境の厳しい冬季の現場では、簡単に操作ができる機械のニーズが高く、本開発機の効果はより大きなものになると思われる。

5. あとがき

今回の調査で、簡易操作型機の操作性が優れていること、及び開発した自動制御機構を使用することで、初心者でも雪詰まりを起こさず良好に除雪できることが確認できた。また、作業員のアンケート調査結果からも、簡易操作型機は、大変使い易く操作性が良いとの高い評価を得られた。

今後は、さらに装置の改良を重ねると同時に当該機が広く普及することを願うものである。