

36. ロータリ除雪車の自動化技術の開発

建設省北陸技術事務所： 萩原 哲雄・上村 弘
*中川 毅志

1. はじめに

近年の交通量増大等に伴い、除雪作業のオペレータは絶えず一般車両や周囲の状況に注意しながら作業を行っている。なかでも数多くの操作レバー類を有するロータリ除雪車の運転操作には、安全作業に対し特に高度な運転技術と経験、注意力が要求されている。また、住民やドライバー側からの除雪作業に対する高い精度（きめ細かさ）も要求されている。そこで、ロータリ除雪車の操作性、除雪能力及び精度、安全性の向上を目的として、投雪機構及び走行機構に自動制御機構を取り入れた除雪装置の開発を行った。

2. 投雪の自動化

2.1 現状のロータリ除雪車

ロータリ除雪車の投雪位置は、シュートの方向及びシュートキャップ開閉等の除雪装置の形状を変えることによってほぼ決まる。しかし、シュート旋回、シュートキャップ開閉等の個々のレバー操作では、図-1に示すようにシュート旋回の場合はシュートを中心とした回転の円移動、シュートキャップ開閉の場合はシュート

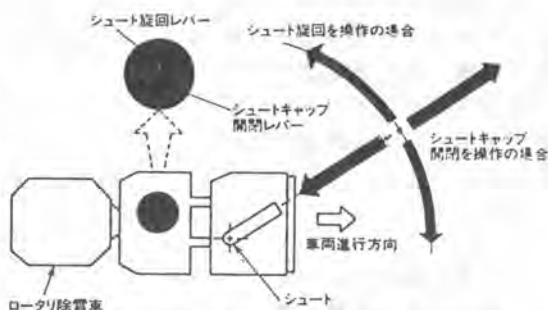


図-1 ロータリ除雪車の投雪操作概要図

先端からの放射線方向の直線移動である。そのため操作が複雑でオペレータの操作感覚とマッチせずまた、雪が放物線を描いて飛ぶため目標投雪位置に投雪するには高度な技術と熟練を必要とする。

そこで、現状のロータリ除雪車の問題点を踏まえ、投雪位置の簡易化、安全性の向上を図るため、以下による自動制御を取り入れた機構を開発した。

2.2 投雪のXY制御機構

投雪位置をオペレータの人体感覚に合わせ、図-2に示すように車両の前後方向（Y方向）と左右方向（X方向）及びその組み合わせ方向の任意の目標位置に向かって現在の投雪位置から直線的に動かす機構である。

入力操作は、運転室に設けた以下に記す2つのいずれかの装置で操作する。（写真-1）

2.2.1 XYコントロールレバー

1本のXYレバー（ジョイスティック式）

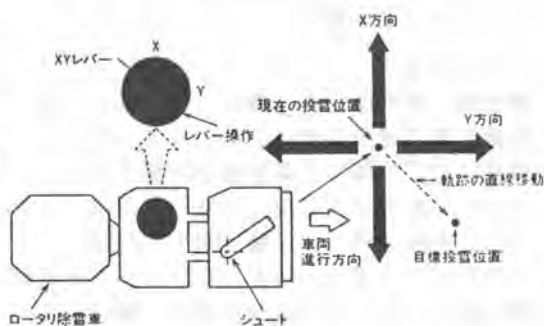


図-2 投雪のXY制御機構概要図

によって、投雪位置がレバー操作とそのまま対応する機構で、現在の投雪位置から動かしたい方向へレバーを傾けることで投雪位置が目標点へ移動する装置である。

2.2.2 ワンタッチ入力ボード

タッチパネル及び投雪位置表示ボードで構成され、パネル表面に指で触れることによって投雪位置を動かしたい場所へ直接入力できる装置である。

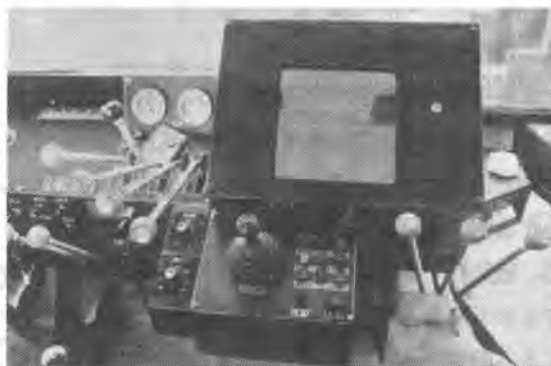


写真-1 自動制御装置操作部

2.3 投雪の一点集中制御機構

投雪作業中において、車両が図-3に示すように家屋、交差点などの投雪禁止地域に近づき自由に投雪ができない場合、投雪可能地域へ集中的に投雪する必要がある、その操作を簡略化する機構である。

入力操作はオペレータが制御スイッチを押すことにより指示した時点の投雪位置を記憶して車両の移動及びステアリング操作に係わらず投雪位置を1点に集中させるものである。

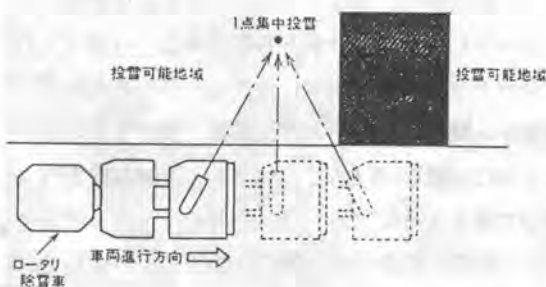


図-3 投雪の一点集中制御機構概要

2.4 投雪の直線移動制御機構

制御開始時点の投雪落下点からその時の車両の進行方向と投雪落下点の目標移動線を設定し、除雪等の作業中に車両停車帯の除雪や障害物の回避等で、車両が操向動作を行っても、投雪落下位置を目標移動線に沿って直線的に移動させる制御である。

入力操作は、オペレータが制御スイッチを押すことにより指示した投雪落下線を記憶して車両の移動及びステアリング操作に係わらず投雪を直線的に動かすことができる。(図-4)

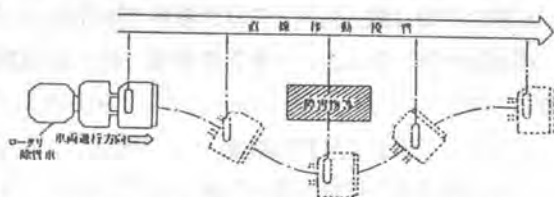


図-4 投雪の直線移動制御機構概要図

2.5 投雪のパターン制御機構

一定の除雪区間の投雪作業における投雪位置の変更をパターン化し、その区間の一連の変更投雪位置データを走行距離データと関連させて事前にコンピュータに記憶させておき、除雪作業での走行に従って自動的に投雪位置を変更する制御である。(図-5)

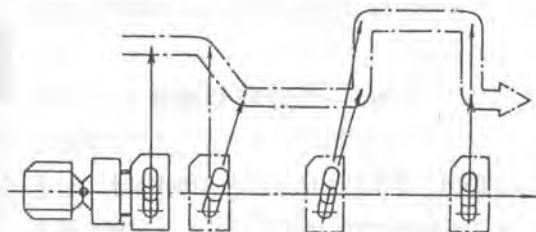


図-5 投雪のパターン制御機構概要図

3. 走行の自動化機構

本機構は、フェライト誘導方式により自動操向操作制御を行う。フェライト誘導方式は、産業廃棄物である複製フェライト（鉄の酸化物を主成分とする強磁性体で、永久磁石、高周波トランス鉄芯、磁気テープ等に多く使用されている）をアスファルトに混入し、フェライト標識体として使用するものである。

このフェライト標識体を除雪道路に沿って一定の幅と厚さで敷設し、フェライトセンサの働きによって除雪車は、フェライト標識体上を自動的にトレースしながら走行するものである。（図-6）

ロータリ除雪車のオペレータは、ステアリング操作から開放され周囲の作業環境と投雪する場所に十分な注意を向けることができ、正確な投雪作業ができるようになる。

この制御と前述した投雪の自動化を組み合わせることにより、所定の区間で自動運転が可能となり、より効率的な除雪作業が可能となる。（図-7）



図-6 走行の自動化機構



図-7 投雪の自動化との組み合わせ

4. 試験結果

4.1 投雪の自動化

試験は平坦な舗装路面上の自然積雪で除雪を行いながら各試験条件に設定された目標投雪落下位置（模擬指令値）を入力し、その指令値における目標投雪落下軌跡と実際の投雪落下軌跡との違いを調査した。

4.1.1 投雪のXY制御機構

投雪軌跡の目標投雪落下軌跡に対するずれ量は、1m程度と良好な結果であった。しかし、投雪距離の大きいものはやや精度が劣る場合がある。

4.1.2 投雪の一点集中制御機構

ステアリング時にタイヤスリップが発生し、制御誤差を生じて精度が劣る場合があったものの比較的精度が良好に行えた。試験結果を写真-2に示す。



写真-2 投雪の一点集中制御機構試験結果

4.1.3 投雪の直線移動制御機構

実際の車両旋回軌跡を理論旋回軌跡とほぼ一致させることができ、キャップ開閉位置、シュート旋回角度及び投雪位置が試験開始時と終了時で一致した。

4.1.4 投雪のパターン制御機構

シュート動作終了時の投雪位置の車両進行方向に対するずれ量は、投雪位置の車両直角方向への移動距離9mの移動量では1.5m程あるものの、5mではほとんど見られなかった。

4.2 走行の自動化

4.2.1 走行試験

試験は、平坦な舗装路面上にフェライト標識体を並べて、試験条件に設定した種々の目標とする走行軌跡を設置した。最少回転半径7m、最大屈折角度25度まで可能であった。センサの標識体との高さは、90mm～190mmまで可能であった。

また、フェライト標識体を一般国道49号新潟国道工事事務所 水原維持出張所管内津川町福取地先の現場に100m施工するとともに、現道上において実負荷試験を行った。

積雪のある所を走行するため、タイヤスリップを生じ、安定性は悪くなったが、精度が比較的良好であった。(写真-3)



写真-3 現場試験状況

4.2.2 耐磨耗・流動性試験

5種類の標識体(プランク、ライナ、タイル、ペイント、アスリュウ)について、道路上に埋設することを想定し、耐磨耗・流動性試験(スパイクラベリング試験、ホイールトラッキング試験)を実施した。

磨耗性では、タイルが一番良く、流動性では、タイル、プランクが良かった。しかし、道路上に敷設することを考慮するとアスファルト舗装(細粒ギャップ20F)と同等の磨耗性・流動性を有するペイント、アスリュウを使用する方が良いという結果になった。

そこで、現場にはアスリュウを敷設した。

5. おわりに

一般車両が通行している状態で施工する除雪作業のうち、とりわけ運転操作の複雑なロータリ除雪車に多機能の自動制御装置を開発し、取り付けた。

投雪の自動化機構は、管内の現場に2台導入されている。今後も使用実績を積むことにより機械の改良を続け、なおいっそう使いやすい機械にしていきたい。

走行の自動化については、投雪の自動化を組み入れることによりロボット化への実現性へと発展させたい。

今回開発した自動制御装置により、ロータリ除雪車が現場でより性能を発揮し、運転操作の負担が少しでも軽減されることを期待する。