

## 74. 除雪トラックの自動化技術の開発 (ブレード押付の自動制御)

建設省（北陸地建）：前田 孝司・\*本間 政幸  
岩崎工業(株)：甲斐 賢

### 1. まえがき

最近幹線道路の整備拡充が目ざましく、交通量の増大とともに除雪作業の高速化のニーズが高まり、新雪除雪と路面整正作業が高速で行える路面整正装置付きの除雪トラックが普及してきた。しかし、熟練オペレータの経験と勘を頼りに頻繁なレバー操作を行う必要があるため、使用しづらいとの意見が現場から強まってきた。

一方、建設工事の従事者不足が深刻化し、除雪機械のオペレータ等にあっては豪雪時には8割以上の事業所で不足しており、熟練オペレータの高齢化が進む中で、除雪機械の簡易操作化、自動操作化の要望は高まってきており、これらの技術開発が特に必要となってきた。

そこで、除雪トラックの路面整正作業を自動化し、初心者でも熟練者並の作業が可能な除雪トラックを目指して、「ブレード押付力の自動制御機構」の開発を行ったものである。

### 2. 開発の経緯

除雪トラックは、従来、7t級フロントプラウ付きが主力機種として採用されてきたが、路面整正作業の高速化等のニーズの高まりから、路面整正装置を装備したもの（写真-1）が採用され始めてきた。

しかし、除雪トラックでの除雪作業は高速で走行しながら、頻繁な走行操作と作業装置の操作を同時に行う必要があるうえ、作業装置が運転席から確認しにくいいため、自動操作化の要望が強かった。

そこで、施工性等の向上を図るため、平成元年度に北陸技術事務所において新型除雪トラック（10t級、6×6、走行自動変速、路面整正装置の自動操縦機構、除雪幅可変型）を開発した。この新型除雪トラックは、走行にオートマチックトランスミッション、路面整正装置に自動操縦機構等を採用したもので、走行操作とブレード操作が従来機と比較して大幅に軽減されたため、全国で急速に普及してきた。（写真-2）



写真-1 除雪トラックの概略図



写真-2 新型除雪トラックの全景

しかし、この除雪トラックの路面整正装置の操縦機構はブレードを作業姿勢にするまでの手順を自動化したものであり、ブレードの路面押付力については依然として熟練オペレータの経験と勘を頼りに、路面上の圧雪の有無、硬度等を判断し、路面とブレードの接触音及びミラーによる除雪状況を確認しながら、最適な押付力に調整しなければならない。特に、除雪トラックのオペレータは除雪グレーダと異なり、ブレード操作の経験のない人ばかりであるため、ブレード押付操作の自動化の要望が強く出されていた。

そこで、初心者でもベテラン並の施工性が得られる機構の開発を目指し、路面状況などを自動的に判断し、最適なブレード押付力を得る自動制御装置を開発することとした。

### 3. 開発機の概要

#### 3.1 自動制御機構の原理

ブレードと路面及び圧雪との接触により振動が発生することに着目し、調査した結果、図-1に示すように路面の露出状態により振動エネルギーが異なることが判明したため、その振動エネルギーの大小によりブレード押付力を制御することとした。

#### 3.2 自動制御機構の特徴

今回、開発したブレード押付力の自動制御機構は、押付力を路面状態に合わせて自動的に調整するものである。

この自動制御装置は、作業開始前に「自動」の項目をタッチパネルから選択するだけで、制御装置が路面状態を判断し、最適なブレード押付力を維持するので、オペレータは一時回避（橋梁ジョイントなどの障害物を回避すること。）以外の作業装置に関する操作が不要となるため、初心者でも熟練オペレータ並の作業が可能となる。

また、制御装置のタッチパネルはモニターの役割も果たしており、作業中のブレードの状態を表示し、オペレータが確認できるシステムとした。

### 4. 性能試験

#### 4.1 構内試験

除雪トラックの路面整正装置ブレード下部カッティングエッジ付近に加速度計を取り付け、作業状態で走行させて振動加速度を測定した。また、振動の特徴を調査するために、車両走行速度、押付力（線圧）及び路面状態（乾燥、湿潤）を変化させて行った。

調査の結果、図-2及び3に示す結果が得られた。図-2は押付力（線圧）と振動加速度の関係につ

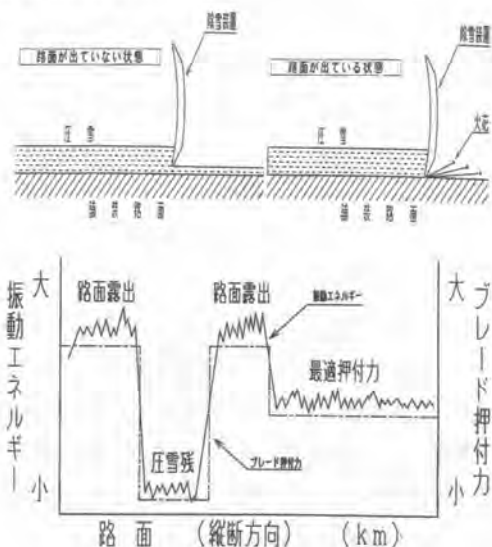


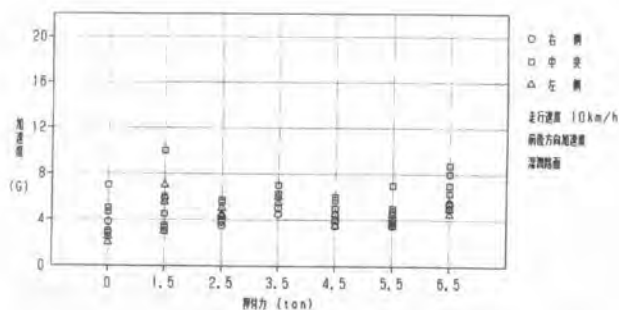
図-1 振動と押付力の関係



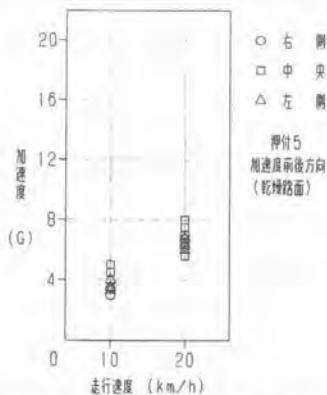
写真-3 制御装置の入力装置  
(タッチパネル)

いて示したものであるが、押付力が変化しても振動加速度はほぼ一定であることから、雪のない路面上においては押付力と振動加速度には相関関係がないことがわかる。

図一3は走行速度と振動加速度の関係を表したものであるが、ブレードの振動加速度は走行速度に比例して大きくなるのがわかる。



図一2 押付力と振動加速度



図一3 走行速度と振動加速度

#### 4. 2 模型試験

技術事務所構内に設置してある低温実験室内において、アスファルト盤上に疑似圧雪を作成し、台車の移動速度と押付力の調整ができる試験装置に模擬ブレードを取り付け、押付力、移動速度及び圧雪硬度などを変化させて振動加速度の調査を行った。(写真一4)

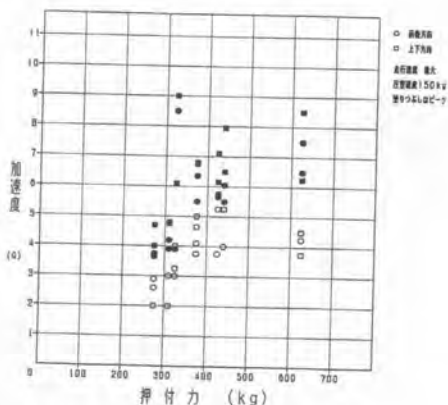


写真一4 模型試験状況

結果は、走行速度と振動加速度の関係は構内試験と同様であったが、圧雪上においては図一4に示すように押付力の増加に比例して振動加速度が大きくなる傾向を示した。これは、押付力の増加に伴い、ブレードが圧雪に食い込み、圧雪の処理量及び抵抗が増加するためと思われる。確認のため、押付力を変化させて、乾燥路面上で試験を行ったが、構内試験の結果と同様で押付力は振動加速度に影響を与えないことが確認された。

このことから、押付力は圧雪路面上でのみ振動加速度に影響を与える要因として確認された。

また、圧雪硬度による影響を把握するため、現場で通常発生する圧雪硬度 $100\text{kgf/cm}^2$ と、これ以上を想定して $150\text{kgf/cm}^2 \sim 200\text{kgf/cm}^2$ でも試験を行ったが、圧雪硬度が増加しても振動加速度が比



図一4 圧雪における押付力と振動加速度

例して増加する傾向は見られず、制御上の障害とならないことが確認された。

#### 4. 3 現場試験

前述の試験結果に基づいた制御装置を試作し、それを搭載した試験車両を用いて、一般国道17号新潟県南魚沼郡湯沢町二居地先の実際の除雪現場において、制御状態の確認を行った。(写真-5)

試験車両を後方から追跡し、作業状況及び路面状態を目視により調査を行った結果、急カーブで若干の横すべりが発生した以外は試験車両に特に異常な挙動はなく、除雪後の路面状態も良好であった。

また、ブレードに加速度計を取り付け作業中の振動加速度と路面状態を照らし合わせることで、自動制御の作動状況を確認している。

図-5は圧雪と露出路面との制御状態を説明するため、トンネルが連続している区間で行った結果を示している。この図では作業開始時の路面上に圧雪があるため、徐々に押付力が増加し、約20秒後に最大押付力に達している。(図中・A) 最初のトンネル内は雪が吹き込み薄い圧雪が形成されていたため、押付力が最大値付近で安定している。(図中・B) 2番目以降のトンネル内は路面が露出しており、押付力は0kgf/cm<sup>2</sup>付近で安定し(図中・C)、すべてのトンネルを通過して圧雪路面になると、再び押付力が徐々に増加し、最大押付力に達した時点で安定した。(図中・D)

この区間に限らず、他の調査結果も制御状態は良好であることが確認された。



写真-5 現場試験状況

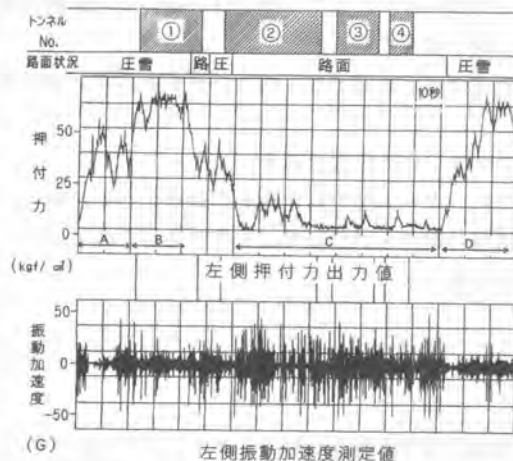


図-5 自動制御の作動状況

#### 5. まとめ

以上の結果から、ブレード押付力の自動制御機構は実用レベルに十分達しており、除雪作業の大幅な省力化、省人化に大きく寄与していくものと思われ、次のような効果が期待されます。

- ① 初心者でも熟練者並の作業が行え、より効果的で安全な作業を実施できる。
- ② ブレードの押付過ぎが防止でき、車両の安定性が向上し、エッジの偏磨耗防止、燃費の向上などの経済効果も期待できる。
- ③ 除雪グレーダなどにもこの技術を転用し、除雪作業の省力化、省人化を図ることができる。

今回、開発した押付力の自動制御機構は、平成7年度に2台 採用される予定であり、今後は大幅な普及・導入が期待される。