

M<sup>3</sup> : maintenance/management/machinery

特集 道路における維持管理機械

## 除雪トラックの自動化

甲斐 賢・岩崎 茂雄

除雪トラックは、新雪除雪・圧雪整正用機械として広く普及している。路面整正装置（トラックグレーダ）による圧雪整正作業は熟練を要するため、操作の自動化が望まれていた。本報文は、除雪トラックの自動化に関するものであり、最新のオートマチックトランスミッション付きトラック及び除雪作業時にブレードと路面及び圧雪により発生する振動を利用したブレードの自動制御装置の技術を報告する。これらの技術により、初心者でも機械の性能を十分発揮できるようになり、除雪作業の安全性や作業効率が向上した。

キーワード：除雪トラック、オートマチックトランスミッション、除雪装置、トラックグレーダ装置、自動制御

## 1. はじめに

道路が整備され、通行車両の増加と高速化にともなって、安全で効率的な除雪作業が求められ、除雪トラックはめざましく進歩した。また、オペレータの高齢化および熟練オペレータの不足が社会問題化し、除雪トラックの自動化が検討され、オートマチックトランスミッションや路面整正装置（トラックグレーダ）の自動制御装置が開発された。

現在、除雪トラックは高速道路用として高出力10t級6×6、幹線国道用として10t級6×6、10t級4×4が主に採用されているが、これらの自動化の技術について紹介する。

## 2. 除雪トラックの概要

除雪トラックは、車両クラスや架装形態によりさまざまな種類がある。国道及び高速道路用除雪トラックは、最新の自動化技術が採用され、効率化、及び安全性の向上が図られている。高速道路用の除雪トラックは、国産最大クラスが採用されており、特長は、以下のとおりである。外観を写

真一、図一、仕様を表一に示す。

- ① 最高出力316 kWの高出力エンジンを搭載している。
- ② オートマチックトランスミッションを搭載している。
- ③ 前輪は許容荷重が9,000 kgのスタッドレスタイヤ 365/70 R 22.5-160 Jを装着しており、路面整正装置（トラックグレーダ）作業時の除雪能力及び作業中の安全性向上が図られている。
- ④ 除雪装置は、前方に4.2 m 2分割折りたたみ式ワンウェイプラウ、4.2 m 折りたたみ式路面整正装置（トラックグレーダ）を装着し



写真一 高速道路用除雪トラック

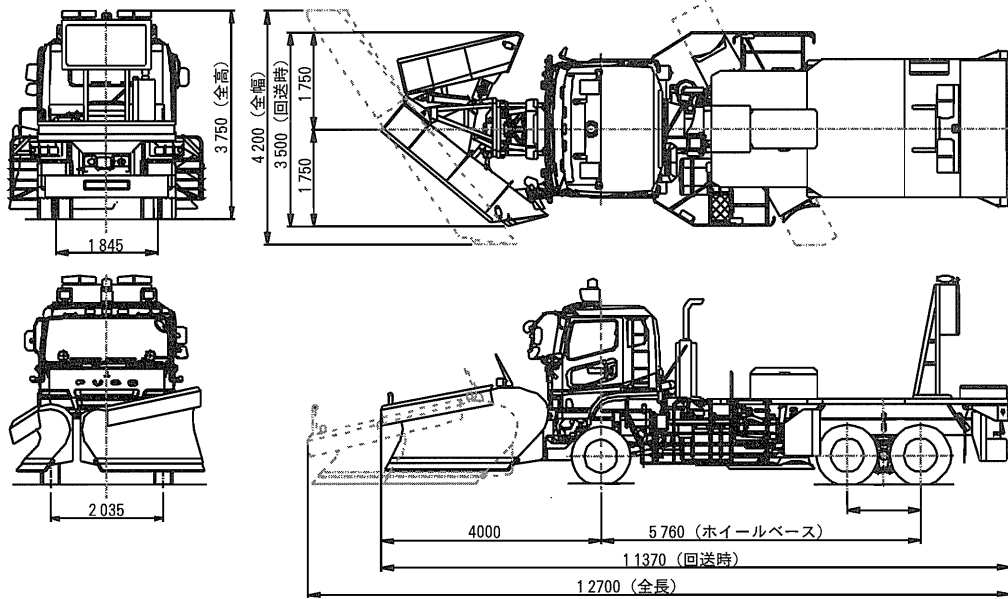


図-1 高速道路用除雪トラック外観図

表-1 高速道路用除雪トラックの仕様

項目	仕様
車両形式	KL-FW 50 MNZ (オートマチック車)
車両総重量	21,850 kg
全長	12,700 mm
全幅	4,200 mm
全高	3,750 mm
最小回転半径	10.5 m
機関最高出力	316 kW/2,200 min <sup>-1</sup>
主変速機	トルクコンバータ付き遊星歯車式自動変速機
副変速機	主変速機一体型(ドロップボックス式)センターデフ付き
変速段	前進6段, 後進1段
フロントブラウ	除雪幅 4,200~3,295 mm (進行角可変, 2分割折畳み式)
路面整正装置	除雪幅 自動操縦装置
	ブレードモニタ

ている。

- ⑤ フルオートブレード自動制御装置を搭載している。
- ⑥ 車両後方には、LED式車載標識装置を搭載している(写真-1は字幕式)。

### 3. フルオートブレード自動制御装置

ブレードを作業姿勢にするまでの手順と、操作

レバーのモード切替でブレード押付け力を設定値に制御する自動化は、平成元年度に開発され、平成7年度には、ブレードの押付け力を適正値に制御するフルオートブレード自動制御装置が開発された。

#### (1) 路面整正装置の構造

路面整正装置(トラックグレーダ)は、トラックのホイールベース間に装着され、図-2、図-3に示すとおり、左右の独立した昇降機構部とブレード部で構成されている。切削角度は、反転シリンダで調整し、万一の路面段差との衝突に対しては、図-4のように安全装置が作動し、衝撃を回避する。

大型のブレードは、折畳み式(図-2)及びスライド式(図-3)により除雪幅を可変できるものがある。

#### (2) 自動制御の基本構想

路面整正装置(トラックグレーダ)は、車両のホイールベース間に取付けられているため、オペレータが直接ブレードを目視確認できない。悪天候下での夜間作業では、オペレータの勘によらなければならない。

オペレータが判断を必要とする作業は以下のと

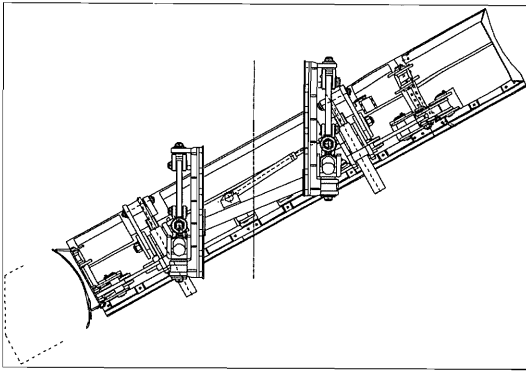


図-2 路面整正装置の構造（折畳み式）

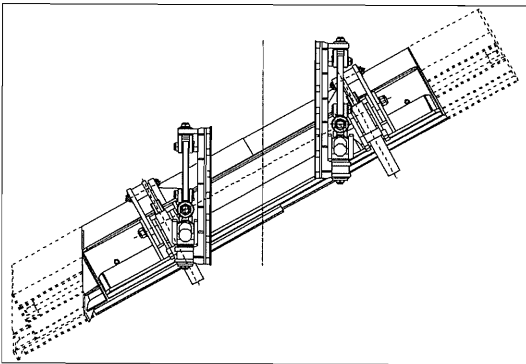


図-3 路面整正装置の構造（スライド式）

おりであり、自動化の対象としたのは作業姿勢への移行、押付け力の調整、ジョイント回避姿勢への移行、安全装置のワンタッチ復帰である。

- ① ブレードが除雪姿勢に移行したかどうか確認する。
- ② 圧雪の状況を目視により判断し、ブレード押付け力を設定する。

- ③ 押付け力が適性であるかどうかを、サイドミラーの映像（作業後の路面状況、作業時にブレードから発する火花）、ブレードが路面をこする音、及び作業抵抗で判断し、ブレード押付け力を調整する。
- ④ 橋梁のジョイント等、段差があるかどうかを確認し、安全装置が作動しないように回避姿勢をとる。
- ⑤ 作業中は安全装置の作動に注意し、作動した場合は復元作業を行う。

### （3）ブレード押付け力の制御

路面整正装置（トラックグレーダ）の自動制御において最も問題になるのがブレード押付け力の制御方法であり、従来から様々な方法が検討されてきた。

作業中のブレードは図-5及び図-6の状態である。図-5では押付け力不足、図-6では適正または押付け過ぎである。オペレータは、ブレードが路面をこする音でブレードの状態を判断していることに着目し、圧雪上のブレードの振動と舗

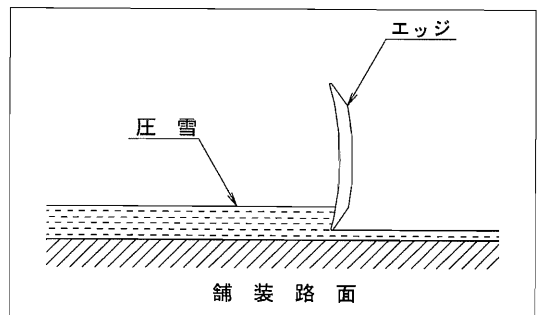


図-5 作業中のブレードの状態（圧雪上）

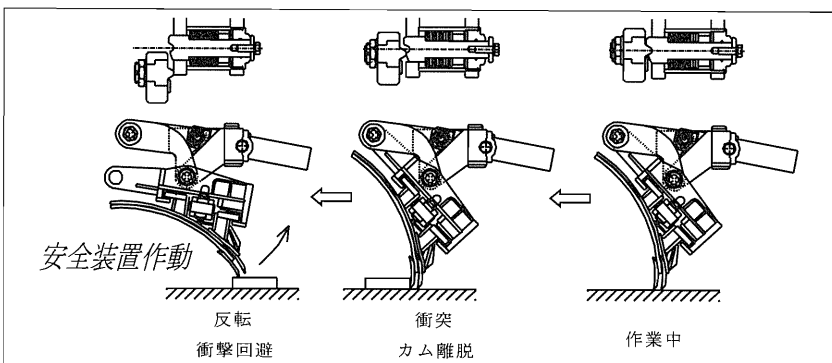


図-4 路面整正装置の安全装置

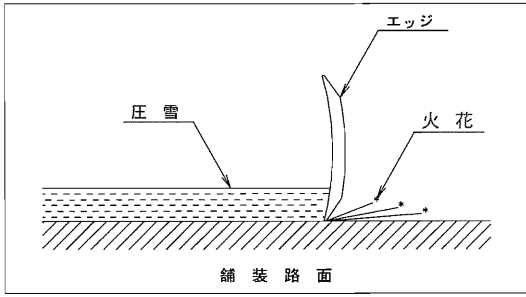


図-6 作業中のブレードの状態(舗装路面上)

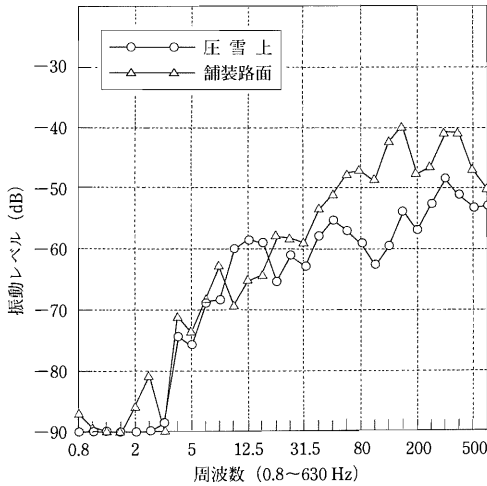


図-7 路面による振動の差異

装路面上のブレードの振動に特徴的な違いが見られるかどうか振動解析を行った。結果は図-7に示すとおり、路面の違いによる振動の差異は見られなかった。

次に、振動エネルギーについて比較したところ、路面上に圧雪が残っている状況では、発生する振動エネルギーが小さいが、圧雪を処理しエッジが路面に接触する状況では大きいことが判明した。さらにその振動エネルギーはブレード押付け力を変化させても、ほとんど変化しないことが明らかとなった。即ち、図-8に示すように路面整正装置のブレード部の振動を適正に制御することにより、路面上の圧雪を効率良く除去することが可能となり、従来オペレータの勘で行っていた押付け力の調整を客観的に行うことができることが明らかとなった。

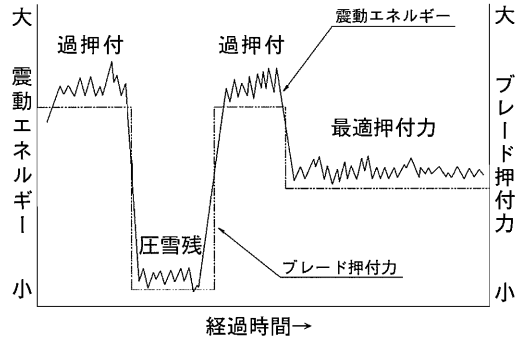


図-8 震動と押付け力の関係

(4) 制御のフロー

除雪作業の制御は、

- ① 作業装置の姿勢制御,
- ② 押付け力の制御,

の2つに分けることが出来る(図-9参照)。

作業装置の姿勢制御は、数種類のアクチュエータを順に作動させるシーケンス制御である。

作業装置の押付け力制御は、ブレードの振動を検出し、所定の振動値と比較し振動が多ければ押付け力を減少させ、振動が少なければ押付け力を増加させるように制御する。この制御を常に繰り返すことにより最適な押付け力を得ることが出来る。

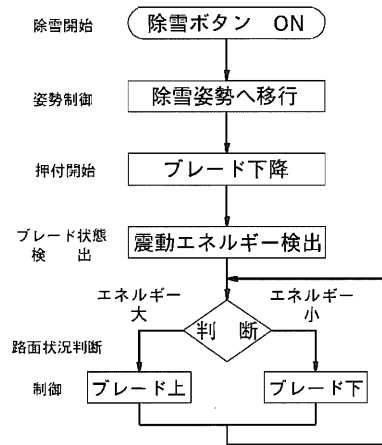


図-9 押付け力制御のフロー

(5) 操作盤

オペレータが除雪作業に専念でき、かつ初心者でも操作ができるように、操作に必要なスイッチを運転手の近くに配置し、モニタ等はオペレータ

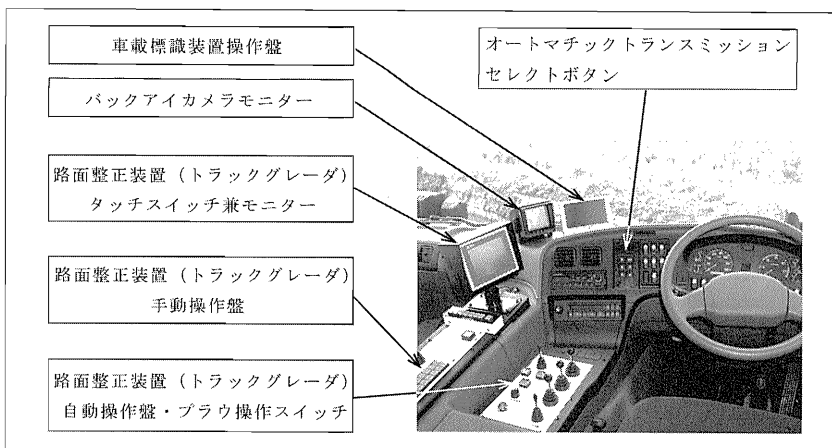


写真-2 運転席内操作盤

に向けて配置した（写真-2 参照）。

#### 4. おわりに

今後更に、道路交通量の増大及び通行車両の高速化が進み、高規格道路の延伸が予想されるなか、除雪体制のより一層の整備、拡充が必要となる。さらに、ITS の利用が始まり除雪分野にも応用できる情報、技術開発が望まれる。

岩崎工業では、プラウおよびグレーダの大型化、自動化への取組み等除雪トラックの進歩に多大の努力を傾けてきたが、今後共

- ① IT 技術を応用した、除雪トラックの作業性、安全性の向上、管理体制の充実
- ② 自動化、気象、道路情報利用改善による労働環境の改善
- ③ 公害対策等による地球環境保全への対応等を積極的に取入れながら、除雪トラック及び除

雪作業の抜本的改良に取り組む所存である。なお、路面整正装置（トラックグレーダ）の自動操縦装置は建設省北陸地方建設局と岩崎工業株式会社との共同開発製品である（特許第 2571535 号、特許第 1994478 号）。

#### 【筆者紹介】



甲斐 賢（かい まさる）  
岩崎工業株式会社  
技術開発部  
部長



岩崎 茂雄（いわさき しげお）  
岩崎工業株式会社  
常務取締役  
営業部長