

最近の除雪車

鈴木 隆好

積雪地域の人々を過酷な人力除雪から解放し、豊かな冬の生活環境を作る機械除雪が行われるようになってから半世紀以上が経過した。車両を通行させるために雪を道路上から取除く事だけで十分満足されていた当時の除雪作業だが、自動車の飛躍的な増加と道路網の整備による交通環境の変化に併せ機械除雪も進化した。本報文では時代の要求に応え変化してきた除雪機械をロータリ除雪車中心に紹介すると共に、最近の動向についても概説する。

キーワード：除雪車、機械除雪、ロータリ除雪車

1. はじめに

日本の国土には世界でも類を見ない豪雪地域の都市が多数ある。北国の180万人都市である札幌の年間降雪量は5mを記録する。国土のおよそ6割が積雪寒冷地に指定され、人々は冬期の社会活動の維持と快適で豊かな暮らしを守るため雪や凍結による障害と闘い克服してきた。

1960年には、40万台にも満たなかった自動車保有台数が現在では当時の20倍となり、社会活動には欠かせないものとなっている。自動車の増加と共に整備延長されてきた道路の冬期維持・管理の高度化要求は除雪機械の進化を促し現在に至っている。

本報文では上記の除雪機械の中で一般には馴染みの少ないロータリ除雪車を中心に最近の動向を併せて紹介する。

2. 機械除雪とその工法

機械による除雪は数十年前にブルドーザなどの土工機械によって開始された。その後多様化するニーズに応えるために除雪トラック、グレーダ、ドーザ、ロータリ除雪車、凍結防止剤散布車など数々の目的に添った専用除雪機械が開発、国産化されてきた。

道路除雪では路上に堆積した雪を出来るだけ早く除去して路面を露出させる事が重要だが、特に豪雪地域と呼ばれる地域では現実的に難しい。一般的には新雪を除去（1次除雪）するためには作業速度の速い除雪トラックが使用される。除雪トラックは除雪専用製

造されたトラックの前部にプラウを装着したもので、郊外では40km/h程度の作業速度で路上の雪を路肩へと除去する。

新雪除雪は高速で行われるが、常に降雪直後に出動する事は出来ないため、自動車によって踏み固められた雪が圧雪となって路上に堆積していき凹凸路面が発生する。圧雪や凍結による凹凸の除去には除雪グレーダが併用されるが、近年は除雪トラックにグレーダ機能を付加した機械が普及しており北海道地区や高速道路では主力機械となっている。

交差点、間口除雪では小廻りが利き機動性の高い除雪ドーザが使用される。除雪ドーザで装着されるフロントプラウには機能別に数種類の形状が用意されており、近年では一時的にプラウ両端からの雪こぼれを防止するサイドシャッタを取付けたプラウも多用され交差点での除雪効率の向上に寄与している。

ロータリ除雪車は1次除雪によって路肩に堆積した雪を掻込み、任意の場所に投雪して有効道路幅を広げる拡幅除雪、市街地の路側帯に堆積した雪をダンプトラックに積込んで除去する排雪作業及び冬期閉鎖道路の春先除雪などが主な用途となっている。

本州地域では以前より凍結路面に対する路面管理機械として凍結防止剤散布車が使用されてきたが、北海道地域においてもスタッドレスタイヤの使用が原則禁止されて以降普及が進み、凍結路面による交通渋滞、スリップによる事故などの防止に活躍している。

3. ロータリ除雪車の変遷

昭和31年に初の国産ロータリ除雪車が誕生して以

来、約半世紀の歴史を持つ機械となったが、その間様々な変更と改良が行われてきた。

(1) 除雪装置（ブロワ、オーガ）

南北に積雪地域が延びる我国は、北と南での雪質も大きく変化する。そのため除雪装置の方式も数種類のものが試されてきたが、雪質変化に対して最も安定した性能が得られ、あらゆる除雪工法に対応可能な現在の形となった。雪を掻込みリボンスクリー式オーガと雪を投げ飛ばすブロワからなる2ステージ式除雪装置は、国内生産されている道路用ロータリ除雪車全てに採用されている。

写真一1に昭和37年製ロータリ除雪車、写真一2に現在のロータリ除雪車を紹介する。



写真一1 昭和37年製ロータリ除雪車



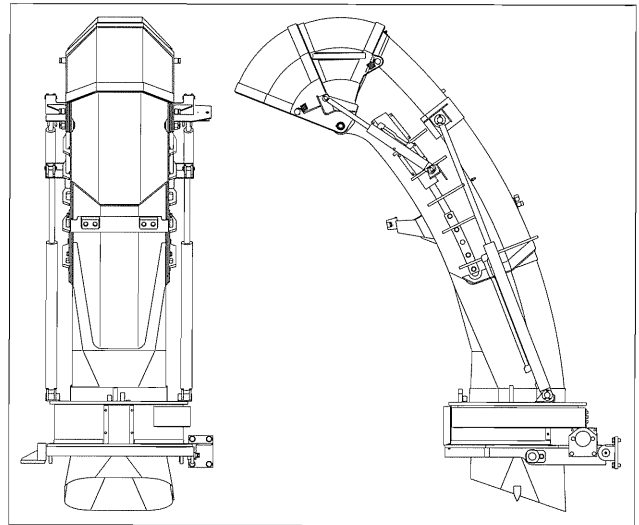
写真一2 現在のロータリ除雪車

(2) 投雪筒（シュート）

昭和37年には、既に現在と同じリボンスクリーオーガで2ステージ式の除雪装置となったが、除雪装置から放出される雪を案内するための投雪筒形状は至極単純な構造で単に右又は左方向に放出することしか出来ないものが多く、ロータリ除雪車の主な活躍の場は郊外や空港となっていた。その後、市街地の拡幅除

雪、運搬排雪などの除雪工法に対応するために投雪方向は360度、仰角（距離）もコントロール可能な現在の投雪筒形状となった。

図一1に現在の一般的な投雪筒形状を示す。この他、高速道路等に設置されている防音壁を越えて直下に雪を案内出来るロングシュート、蔵王など観光としても有名な春先のボックスカット除雪で使用される特殊な投雪筒が開発されている。



図一1 投雪筒

(3) ステアリング機構

一般自動車のステアリング機構はフロントタイヤの方向を制御するフロントステアリング方式となっているが、ロータリ除雪車ではフロントフレームに架装された除雪装置も進行方向に向く必要がある。車両側方の雪壁を除雪しようとした場合、一般自動車のようにタイヤだけが進行方向となりフレームが直進状態では雪壁に切込む事が出来ない。

そのためロータリ除雪車ではリヤタイヤによるステアリングが主流であったが、内外輪差が大きすぎるなどの不都合があり、昭和44年にフレームの中央部で屈折することで方向を制御する車体屈折式ステアリング方式が初めてロータリ除雪車に採用された。

現在では、ほとんどのロータリ除雪車がこの方式となっている。

写真一3に車体屈折式ステアリング方式での操向状態を示す。

車体屈折式ステアリング方式においては、ホイールベースの中心を屈折中心とすることで、内外輪差がなくなりタイヤが残雪に乗上げるのを防ぐと共に除雪装置が進行方向に向くため雪中への切込み能力が高く雪中旋回性が確保される。



写真-3 車体屈折式ステアリング方式

(4) 走行駆動方式

ロータリ除雪車のパワーラインは一般的に図-2に示す構成となっている。搭載機関の動力を走行系と作業系に効率良く分配するために走行油圧ポンプ(HST)が使われ、有段トランスミッションとの組み合わせで作業時の超微速コントロールから回送時の最高速度(49 km/h)までの走行変速を行っており、ロータリ除雪車の大きな特徴の一つである。

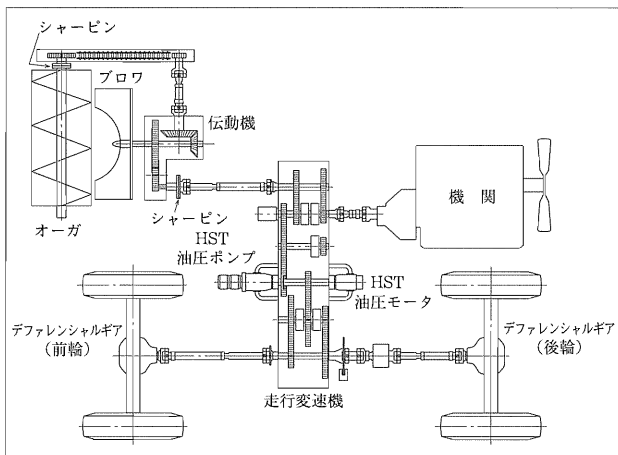


図-2 ロータリ除雪車のパワーライン

タイヤショベルなどの産業機械では走行系にトルコンが広く採用されているがロータリ除雪車の場合、作業時には機関動力の約80%が除雪装置で消費され除雪断面積の変化に合わせて0.5 km/h以下の速度から10 km/h程度の安定した速度コントロールによる除雪負荷の調整が必要となる。

一方、回送時には走行系のみ動力を100%分配することが要求され、ステアリング方式の変更と同年代にトルコンが主流を占めていた走行駆動系にHSTを採用したロータリ除雪車が開発され、以来ロータリ除雪車の一般的な形となっている。近年では小型ショベルなどにおいても使用されている。

4. ロータリ除雪車開発の動向

ロータリ除雪車も他の産業機械と同様に基本部分に関しては成熟期に入った感があり近年は大きな変革は少ないが環境、安全、効率化のための技術開発が進められている。

(1) 交通流の阻害緩和

前述したようにロータリ除雪車の最も特徴的で得意とする作業に拡幅除雪作業とダンプトラックへの積込み作業がある。しかし、路肩に堆積した雪を積上げて道路幅を維持する拡幅除雪作業は時速2~5 km/hで行われ、除雪作業自体が交通渋滞の原因となることがある。

市街地の除雪を行うロータリ除雪車は通常200馬力から300馬力のものが使用されるが作業幅は2.6 mが主流であった。これは保安基準で定められた自動車の最大幅2.5 mよりも0.1 m広くする事でロータリ除雪車のワンパス作業で自動車の通行が可能となるようにしたものであった。

現在ではロータリ除雪車以外の除雪車も多数保有され、特に市街地においてはロータリ除雪車による1次除雪が行われる例がほとんど見られない状況の中、ロータリ除雪車の狭小化が行われた。幅2.6 mの除雪装置の狭小化はシャープ全体狭小化を伴い、クリアしなければならない様々な問題もあったが現在は除雪幅2.2 mまでの狭小化により交通流への緩和が図られた。

狭小化による最大のメリットとして一般車両からの前方交通状況確認が容易となり、対向車の通過や後続車の追越しがより安全に行えることが挙げられる。狭小化によりロータリ除雪車が作業中、交通流に及ぼす影響は3分の1に軽減されたとする実験結果が得られている。

拡幅除雪により路肩に積上げられた雪堤が高くなると、一般車両から道路横断歩行者の確認が難しくなり、時には雪壁から飛出す子供などが危険にさらされることとなる。ある高さまで積上げられた雪は路肩から除去するためロータリ除雪車によりダンプトラックなどに積んで郊外の雪捨て場などへ運搬する排雪作業が行われる。

このトラックへの積込み作業ではロータリ除雪車とダンプトラックが併走することとなり、道路の1車線以上を占有するため交通渋滞の原因となる。そのため路線によっては交通量の少ない深夜の作業を強いられている。

写真-4はロータリ除雪車の上部にベルトコンベヤを搭載した機械で、これによりロータリ除雪装置で掻込んだ雪をベルトコンベヤで後方に搬送し、真後ろのダンプトラックに雪を積込む事が可能となり1車線内での作業が可能となった。

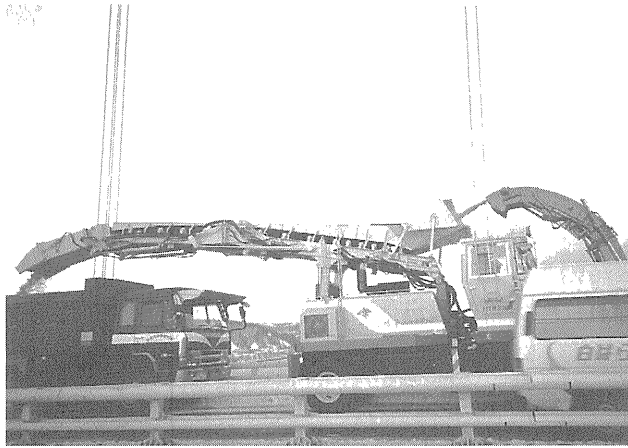


写真-4 1車線積み込み型ロータリ除雪車

この機械は都市部並びに高速道路の高架など路外に雪を捨てられない場所などでも使用され、除雪作業による渋滞の緩和に貢献している。

(2) 作業環境の快適化

除雪作業中のロータリ除雪車の操作は、通常の自動車としての運転操作の他に車両前部に取付けた除雪装置の複雑な操作を行わなければならない、長時間の作業においては過酷でかつ熟練を要するものである。

この運転、作業操作の省力化及び騒音低減等による作業環境の改善もまた最近の流れの一つである。

図-3は在来の作業装置操作レバーの配置を示すが、除雪装置の昇降動作、路面の傾きに除雪装置を合わせるためのチルト動作、投雪筒の動きを制御するものを合わせると7~9本の操作レバーが並び、オペレー

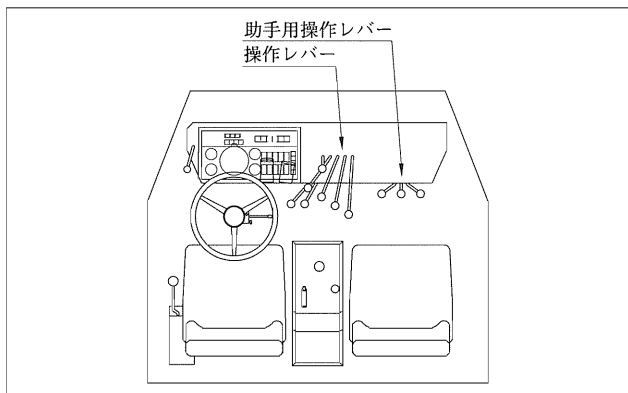


図-3 従来の操作レバー配置

タはその時々レバーを選択し、操作しなければならない。

図-4は近年のレバー配置で、除雪装置の動作の数だけ並んでいたレバーをジョYSTICK化により集約したものである。使用頻度の高い動作指示を1本のレバーに集約する事でオペレータを煩雑な操作から解放するものとして普及が進んだ。

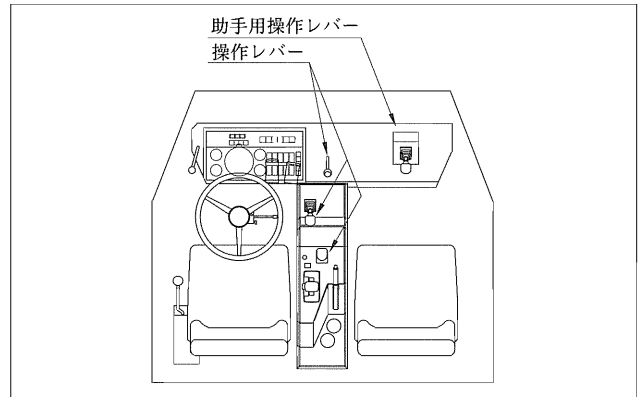


図-4 近年の操作レバー配置

この他、投雪筒コントロールについては、タッチパネルを使用して雪の落下位置を指示するだけで投雪筒の旋回動作、先端のキャップ仰角等をコンピュータ制御により行う装置、あるいは一度ティーチングさせる事で、以降はティーチングデータを基に自動で投雪位置をコントロールする装置なども開発されている。

オペレータは上記の操作に加え除雪効率に最も影響を与える除雪速度のコントロールを行わなければならない。前述したように、ロータリ除雪車の搭載機関は一つで、除雪断面の大きさにより作業速度をコントロール（油圧ポンプの吐出量コントロール）する。機関の負荷が最適になるように回転数を監視しながらの操作は緊張の連続となる。

図-5に示す装置はオペレータの代わりに除雪負荷

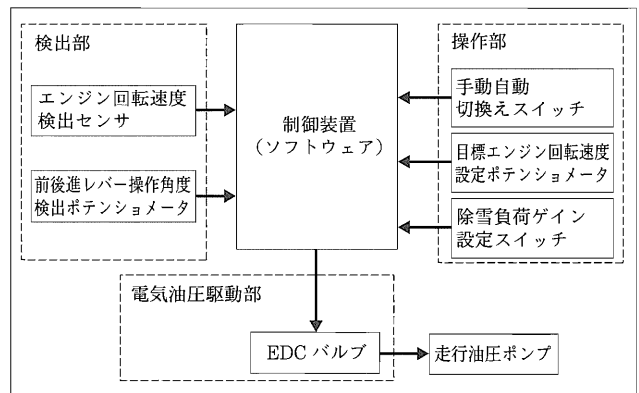


図-5 自動速度制御装置

に応じた作業速度操作をコンピュータにて行うものである。これは、除雪負荷の増減を機関回転数の変動で検出し、除雪負荷が一定となるように作業速度を自動制御するシステムで、

- 機関速度検出部
- 目標機関回転速度の設定
- 除雪負荷変動量に応じた車速ゲイン設定および自動、手動の切替えを行う操作部
- 信号を入力し演算結果を出力する制御部
- 出力信号を受けて走行油圧ポンプ（HST）の吐出量を制御する電気油圧駆動部

で構成されている。

車両を自動走行させる研究としては、自動ステアリング装置の試作も行われている。これは、路面に埋込んだ素子の検出と、GPS情報を基に道路変化に合わせて自動操向しながら除雪作業を行うもので、まだ実用化には至っていないが注目されている開発テーマとなっている。

オペレータの運転操作以外の付帯作業軽減を目的に開発されたのが写真—5に示すシャープレス装置である。



写真—5 シャープレス装置

路肩に堆積された雪の中にはコンクリートブロックやタイヤチェーンなどの異物が混入しており、これらの異物が除雪装置に進入した場合は衝撃により動力伝達部が損傷する。通常は動力伝達部を保護するためのシャープンと呼ばれる安全装置が、オーガとブローの回転伝達部に装着されている。

異物混入によりシャープンが切断されるとシャープン交換作業となる。交換作業そのものは簡単だが、暖かい運転室から屋外に出て取付け部の雪を取除くという作業になり、オペレータの作業環境、交換作業中の

除雪中断による効率低下の面からも交換作業時間の短縮が求められていた。

シャープレス装置は交換作業を必要としない安全装置で回転伝達部に油圧クラッチを使用し、駆動側と従動側の回転を監視することで衝撃により油圧クラッチに滑りが生じた場合は、直ちに油圧を開放して動力系統を保護する構成となっている。

この装置の開発によりオペレータの負荷軽減と作業中断時間の短縮が図られ多くの車両に搭載される安全装置となった。

（3）ロータリ除雪車の多機能化

大部分のロータリ除雪車は専用車として使用されており冬期間だけの稼働となる。加えて近年の少雪傾向により益々稼働時間が少なくなっているのが現状である。有効活用を目指した多機能化は以前より行われて来たが、近年は特に注目すべき開発傾向にある。

ロータリ除雪車に他の機能を付加した例として粗面形成装置がある。「スパイクタイヤ粉塵の発生防止に関する法律」が施行されて以来、北海道の都市部ではつつる路面对策が重要課題となり、ロータリ作業と同時に路面を粗面化する装置が付加された。この装置は車道用ロータリ除雪車以外に歩行者のスリップ転倒防止を目的に歩道用ロータリ除雪車にも多数取付けられている。

夏場の利用を目的に除雪装置を取外し草刈装置を装着して路肩の除草を行う事は比較的早くから行われていた。近年の夏場利用の試みはグラビヤに示す排水ポンプ装置である。

ロータリ除雪車は、その車体の大きさに較べ出力の大きな機関を搭載しており、動力の取出しも容易なことから災害時等の冠水道路復旧用に排水ポンプを装着したものである。

多機能化の方向として上記のような現有機械の有効活用を図った装置が多数開発されているが、一方で近年は開発計画当初よりロータリ除雪車以外での用途にも対応可能な機械の開発が行われている。

写真—6は小形の多機能車で、冬期間は車両前面にロータリ装置やプラウが装着可能となっており、更に車両後部に設けられた積載スペースには凍結防止剤散布装置、下部には粗面形成装置の架装が可能となっている。夏季には車両前面にブラシ装置、後部にサクションスウィーパーを装着して道路清掃車として利用可能な機械となっている。

この他にも大型除雪トラックをベースとした多機能化として前面にプラウ装置と油圧駆動式ロータリ除雪



写真-6 小形多機能車

装置が装着可能な機械の開発も行われるなど、除雪機械全般にわたる有効活用が試みられ、今後も益々開発が進むものと思われる。

5. おわりに

地球規模では温暖化が進行し暖冬少雪の傾向が叫ばれる昨今であるが、雪国の人々の生命線とも言うべき冬期道路の維持管理で、その一端を担う除雪車は今後も更に多様化するニーズに応えながら進化して行く機械である事は疑いのないところである。

低公害、低騒音への取組みによる環境への負荷低減はもちろんの事、

- ・冬期歩道のバリアフリー化に対応する
- ・人に優しい除雪機械の開発
- ・更なる操作性の改善

など未来を見据えた機械開発への挑戦をいつまでも忘れる事なく続けていきたい。

JCMA

【筆者紹介】

鈴木 隆好（すずき たかよし）
株式会社日本除雪電機製作所
副部長



大深度地下空間を拓く 建設機械と施工技術

最近の大深度空間施工技術について取りまとめました。

主な内容は鉛直掘削工、単円水平掘削工、複心円水平掘削工、曲線掘削工等の実施例を解説、分類、整理したものです。

工事の調査、計画、施工管理にご利用ください。

定価 2,310円（本体2,200円）送料500円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館） Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289