

除雪機械の安全対策

梅田 佳彦

冬季における社会経済活動及び物資輸送を始めとするあらゆる分野での移手段を維持するため道路除雪は機械化され、自動車の増加と共にその高度化要求は高まり除雪機械の進化を促してきた。近年では歩道除雪においても機械化が進み、歩行者と除雪機械が共存する事が増えている。除雪機械の中でも除雪専用機械として活躍するロータリ除雪車を中心に、ここでは主に機械側での安全対策を紹介する。

キーワード：除雪機械、ロータリ除雪車、歩道用除雪車、安全対策

1. はじめに

我が国には世界で類を見ない豪雪地帯の都市が多数あり、国土のおよそ6割が積雪寒冷地に指定されている。そこにはおよそ2000万人もの人々が雪と共に暮らし、なかでも北国の大都市札幌では近年地球温暖化が問題化していながらも年間降雪量が約6mにも達し人口はおよそ190万人。積雪地域にこれほどの人が暮らすのは、世界でも極めて稀である。

冬季における社会経済活動を維持するため、道路の除雪は数十年前にブルドーザなどの土工用機械を使用して開始され、自動車の増加と共に道路は整備延長され、維持・管理の高度化要求は除雪機械の進化を促した。道路除雪の進化と共に歩道の除雪に対する要求も高まり、現在では道路、歩道共に機械での除雪を行っている。

除雪機械にはその場所や作業形態に応じてロータリ除雪車、除雪トラック、除雪グレーダ、除雪ドーザ及び凍結防止剤散布車などがあるが、本稿では、機械除雪の中でも除雪専用機械として活躍するロータリ除雪車における安全対策を最近の動向と併せて紹介する。

2. ロータリ除雪車の概要

除雪専用機械として昭和31年に初の国産ロータリ除雪車が誕生して以来、雪災害を克服するために様々な工夫、改良が行われてきた。南北に積雪地域が伸びる我が国では、北と南での雪質も大きく変化し、それに合わせる様に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

得られるとして、雪をかき込む「リボンスクリュウ式オーガ」と、雪を投げ飛ばす「ブロウ」からなる2ステージ式の現在の形に至った。現在では出力4kW程の家庭用ロータリ除雪機から590kW級の空港用ロータリ除雪車まで種類も多くシリーズ化されているが、搭乗式の道路用及び歩道用ロータリ除雪車全てに、この2ステージ式除雪装置が採用されている。



写真一 道路用ロータリ除雪車



写真二 歩道用小型除雪車

3. ロータリ除雪車の構造概要

ロータリ除雪車は、専用車体の前面にロータリ式の除雪装置を装備した車両である。

車体の主な特徴としてステアリング機構が挙げられる。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、内外輪差が大きすぎるなどの不都合があり、現在では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採用されている。図-1に一般的なロータリ除雪車の構造概要図、写真-3に車体屈折式ステアリング方式での操向状態を示す。



写真-3 車体屈折式ステアリング

(1) 車体屈折部防護装置

先に述べた車体屈折式のステアリング方式は、他の建設機械にも広く採用されている方式で屈折部に人を挟み込む危険性がある。PL法（製造物責任法）に基づき危険を喚起する銘板を貼り付ける等して安全に努めてはいるが、ロータリ除雪車の場合、ほとんどは大型の車体にキャブ付きであり、更にオペレータがフロントフレーム側に位置するため、屈折部付近に人が近付いたことに気が付きにくい。その為、誤って人間が屈折部に入り込めないようなガードを取り付けた。写真-4に取付例を示す。



写真-4 車体屈折部防護装置

ロータリ除雪車は他の建設機械、産業機械と同じく構造的に多くの危険源が想定されるが、その多くは建設機械に類するものである所以ここでは割愛し、除雪機械における危険源とその対策を述べる。

4. 車体構造

除雪機械は公道走行を行うため、道路運送車両の保安基準を満足しているのは当然であるが、その特徴ある構造から来る独特の危険源がある。

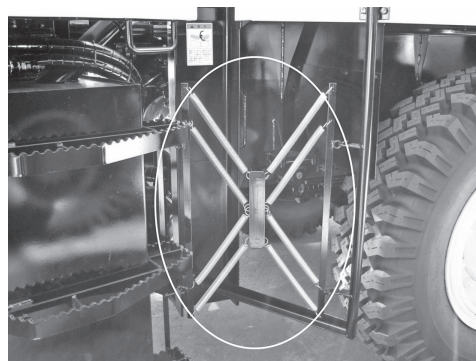


写真-5 拡大写真

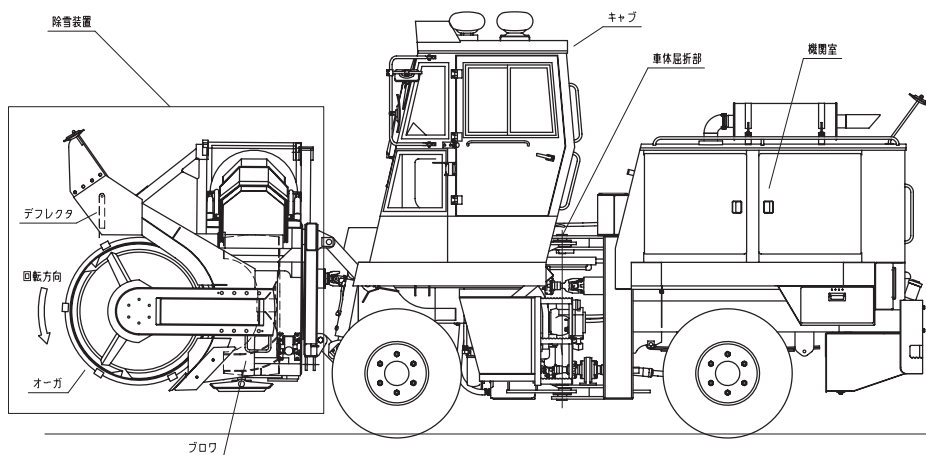


図-1 構造概要図

(2) 各種インターロック（誤操作防止）

ロータリ除雪車は走行用変速機の他に、除雪用にも変速機がある。エンジン始動時の必要条件として共に中立（ニュートラル）であることとし、エンジン始動と共にオーガが急に回転しだすことが無いようにしている。

また構造概要図に示す通り、車体前方に大型の除雪装置を備えている。この装置は油圧シリンダによる昇降機構を備えており、公道走行時には最低地上高以上に上げて保持される。走行中誤って下降させる事が無い様に走行速度、或いは走行変速段により自動的にロックがかけられる。このロックは作業開始時に改めて解除ボタンを操作するまで維持されている。

5. 除雪装置

ロータリ除雪装置は最前面にオーガを備えるものである。オーガはロータリ除雪車の中で最も重要な部分であると同時に最も危険な部分（危険源）でもある。それによる危険を少しでも回避しようと今まで様々な工夫がされてきている。その機能を以下に紹介する。

(1) オーガブレーキ

オーガは雪を砕き、かき集めるため作業時は回転するが、回送中には当然ながら停止している事が望ましい。除雪用と走行用の駆動源（エンジン）が同一であるため、エンジン稼働中でもオーガの停止を維持できるように装置とエンジンの間にはクラッチを設け、更にブレーキも設けられている。

作業中に何らかの危険を回避するためオーガを緊急停止させる場合、オーガの最大回転数からでもこのブレーキを使用して極短時間で停止させられる様になっている。またその作動スイッチは操作パネル内から独立させて配置させ、そのような状況下でも間違いなく操作可能な様に配慮されている。このオーガブレーキの機能は現在ほとんど全てのロータリ除雪車に標準的に装備されている。

(2) デフレクタ（写真—6～8）

オーガは進行方向に対し、かき込む方向（地面方向）に回転しているため除雪装置上部では吐き出す事となり、雪の塊や異物などを前方に飛散させる危険性がある。その為、装置前方上部には飛散を防止するデフレクタを装備している。このデフレクタは積雪が多い（高雪堤）時には内側に倒れ込んで除雪の障害にならない様に可倒式になっている。一方、道路除雪においては

対向車或いは側方を通過する車両への飛散が危惧されるため、必要以上に動かない様にバネが組み込まれている。この構造もほとんど全ての除雪装置に採用されている。



写真—6 デフレクタ



写真—7 高雪堤時



写真—8 道路除雪時

(3) 雪こぼれ防止板（写真—9, 10）

前述のデフレクタの発展型ともいえるものであり、除雪装置の前方右側に鉄またはゴム製の板を取り付けたものである。道路除雪時の右側方への雪の吐き出しを積極的に防止することによって、側方通過車両への危険防止となるものである。



写真-9 鉄製雪こぼれ防止板



写真-12 跳ね上げ姿勢



写真-10 ゴム製雪こぼれ防止板

(4) オーガガード

固い圧雪、もしくは氷をも粉碎するため、オーガ先端には突起を持たせている。車体外部の突起であり、もちろんそのものが危険源ではあるが、それらをカバーしてしまう事は雪の入口を塞ぐ事になり作業が出来ない。

この安全にとっては相反する要求に応えるため、オーガ前面に柵状のガードを取り付けたものがある。写真-11にその写真を示す。柵の間から雪が流れ込み、一方では人間は誤って触れることが出来ないことを期待したガードである。しかしながらこの装置については固く締まった雪の除雪作業においては柵で雪が崩れずに作業が困難となるため、柵を跳ね上げての作



写真-11 オーガガード

業にならざるを得ない。現在のところは降り始めの圧縮されていない雪でしか効果を発揮できないのが実情である。写真-12に跳ね上げ姿勢を示す。

(5) オーガ遠隔停止装置

ロータリ除雪車による作業は、通常は誘導員を配置し無線機などを使用して機械のオペレータと連絡を取り合って作業を行っている。その為、作業中に起きる危険は誘導員の方がいち早く気が付く事が多い。そこで誘導員が危険に気が付いたとき、無線機でオペレータに指示を出すよりも直接機械を止めることが出来ないかと考え開発された。

これはちょうど自動車のリモコン式エンジンスタータなどに似たようなもので、誘導員が持つリモコンのボタン操作で、作業中のオーガ回転を停止（オーガブレーキを作動）させるものであり、一部の歩道用除雪車に搭載され運用されている。

この装置の開発段階では、危険回避のため、ボタン操作で車両停止させる事も検討されたが、運転手の意図しない走行停止は危険との判断から見送られた。

(6) 誘導員監視装置

歩道除雪作業における誘導員は除雪車の前方を歩き、作業進行方向の安全確保を目的とすることが多い。その為、当然ながらまだ除雪されていない歩道を、後方から迫る除雪車との距離を保ちながら歩くことになる。もし前方の誘導員が足を滑らせ転倒し、更に後方の除雪車のオペレータが吹雪等によって視界不良に陥っていた場合は重大な人身事故に至ってしまう。

土木・建設工事の現場では機械と人が入り乱れる様に作業している事が見受けられる。もし機械のオペレータの死角に人が入った場合も上記と同様に重大な人身事故が起きる可能性がある。そこで作業員が身に着ける安全帯にある装置を埋め込み、機械側にはそれ

を検出するセンサーを装備し、お互いに危険な領域に接近した場合、オペレータ、作業員双方に警報を発するものが開発されている。これを除雪作業時の誘導員と除雪機械に転用できないかと試験運用されたが、荒天時等の検出距離が不安定であること等から実際の作業での運用までには至っていない。今後センサーの改良などがされれば安全に大きく貢献する装置として期待される。

6. 今後の課題

(1) 騒音対策

オペレータの耳元騒音低減のため、キャブは気密を高め、床には厚手のマット、内張りなどの工夫が凝らされている。

しかしロータリ除雪車はその作業特性上、作業騒音がとても大きい。先に述べたとおりロータリ除雪車による除雪作業は大変危険を伴う作業であるため、騒音が大きい事は車両の接近を周囲に知らしめると言う役割があるとも解釈は出来る。一方、その騒音によってオペレータが危険を察知する事が遅れることも想像できる。現在のところは残念ながら低騒音型の機械は存在しないが、今後の安全対策としては低騒音型機械の開発も有効と思われる。

(2) 前方視界支援

除雪は一般車両、或いは歩行者が少ない夜間作業となることが多い。当然ながら吹雪になることも多く、視界確保は重要な課題である。現在でも前照灯の他に前方作業灯の配置や前面ガラスを熱線入りにする等、視界確保のための工夫はされている。誘導員監視装置にもある様に、センサー、検出装置の開発状況によって、一般歩行者を検知出来る装置の開発が望まれる。

(3) 雪中異物検知

積雪の中の異物は、如何に視界を確保しても現実的には発見出来ない。もし石塊等があった場合、機械を

損傷するだけでなく、跳ね飛ばす、又は雪と共に投げ飛ばしてしまう危険がある。雪とは比重などが異なるため、飛散方向も雪と異なる場合も多い。

そのため、雪中異物の検出は安全対策の大命題ではあるが、前項同様検出装置の開発が望まれる。

なお、現在のロータリ除雪車は、駆動源のエンジン・走行用の油圧システム・変速機、全てを電子制御されており、前方視界支援装置、雪中異物検知装置、いずれかの装置が開発された場合でも車両コントロールはほとんどが対応可能な状態である。

7. おわりに

除雪の安全対策は、作業時の安全確保のために車両前後に誘導員を配置したりし、基本的な運用面での対応が行われてはいるが、それでもなお危険な作業であることに変わりはない。少しでも安全に、また速やかに危険回避出来る様に機械側でもこれまで述べたような様々な試行錯誤を繰り返してきた。

雪国の人々が安心して暮らせる環境を守るために必要不可欠となった除雪機械である。吹雪の中の視界確保、雪中の異物検知装置の開発など、今後もより一層きめ細かな安全に対する要求に応えながら進化を続けていくものと考えている。

除雪機械に携わる一員として、安全な機械を作ると言う側面から今後も微力ながら貢献していきたい。

JICMA

【筆者紹介】

梅田 佳彦 (うめだ よしひこ)
 (株)日本除雪機製作所
 技術部
 グループリーダー

