特集≫≫　建設機械

# ロータリ除雪車の排出ガス対策

梅　田　佳　彦

自動車の排出ガスについて，日本では昭和 41 年から規制が開始され，現在まで年々強化されてきている。ロータリ除雪車も一般の自動車と同じく公道を走行する自動車であるが，その分類は大型特殊自動車であり，長い間排出ガス規制の適用から除外されてきた。しかしながら地球温暖化や大気汚染の防止の観点から大型特殊自動車の排出ガス規制も始まり，近年では特にディーゼルエンジンから排出される粒子状物質（PM）や窒素酸化物（NOx）の規制が厳しくなってきている。ここでは他の建設機械と比較して生産台数が少量ながらも多品種であるロータリ除雪車の排出ガス対策を紹介する。

**キーワード**：上位語：排出ガス規制，中位語：ロータリ除雪車，他：除雪機械，小型除雪車，特殊車両，オンロード

## 1. はじめに

我が国は国土のおよそ 6 割が積雪寒冷地に指定されており，世界で類を見ない程に豪雪地帯の都市が多数ある。冬季における社会経済活動を維持するため，道路除雪のほとんどは機械化され，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，それぞれの形態に合わせて進化してきた。これら多くの除雪機械が一般のトラックや建設機械の亜種的な形であるのと比較して，除雪専用機械として進化を続けるロータリ除雪車における排出ガス対策を本稿にて紹介する。

## 2. ロータリ除雪車の構造概要

ロータリ除雪車は除雪専用機械として昭和 31 年に初の国産車が誕生して以来，様々な工夫，改良が行なわれてきた。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，それに合わせるべく除雪装置の方式も数種類のものが試されてきたが，現在では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 ステージ式がほとんどの機種で採用されている。

試行錯誤を繰り返していた時代も昭和の終焉を迎える頃にはほぼ終わり，現在に至る「あるべき形」をおおよそ完成させていた。車体前方には前述による大型の除雪装置を備え，車体は雪中旋回能力に優れるフレーム中央部で屈折することで操舵を行う車体屈折式（センターピン式）ステアリング，車体前部に運転台，そして前方の除雪装置とバランスを取る形で車体後部にエンジンを搭載する。搭乗式のロータリ除雪車は出

写真―１　昭和 61 年式ロータリ除雪車

写真―２　最新のロータリ除雪車

写真―３ 36 kW 級小型除雪車

写真―４ 空港用ロータリ除雪車

力 36 kW 程の小型のものから，590 kW 級の空港用ロータリ除雪車まで数多くシリーズ化されているが，いずれのシリーズでもこの車体構成は変わらない。

## 3. ロータリ除雪車のエンジン

特殊車両に分類される建設機械，産業車両のほとんどは車体製作メーカとエンジンメーカが別であり，我々車両メーカはエンジンメーカと協調して１台の車両に纏め上げるのが通常である。エンジンに要求される仕様・特性は建設機械の作業形態に合わせて様々であるが，ロータリ除雪車の作業とは当然ながら除雪，即ち前方にある雪を投げ飛ばす作業であり，搭載するエンジンは出力のほとんどがその投雪のために消費されると言っても過言ではない。

そのため，ロータリ除雪車の最も重要な性能は最大除雪量でありその単位は一時間当たりの処理トン数（t/h）で示され，車両のクラス区分としては搭載されるエンジンの定格出力で区分される程にエンジン性能は重視されてきた。

詳細は割愛するが，除雪作業の容易なエンジン，端的に表現するならば“粘り強いエンジン”として低回転高トルク型のディーゼルエンジンをその区分に合わせた定格出力毎に専用設定してきた。

## 4. 建設機械の排出ガス対策

それまでは作業に主眼を置いたエンジン特性であったが，排出ガス対策が始まるとその排出ガスにも着目しなければならなくなった。

特殊車両の排出ガス対策としては，道路運送車両法によって規制されるよりも先の平成３年に，規制を伴わない制度として「排出ガス対策型建設機械指定制度」が開始された。これは主に特殊自動車の中でも建設機械の排出ガス削減を目的とし，国土交通省の直轄工事においては指定された機械の使用を原則化するものであった。

ロータリ除雪車も順次対策型エンジンへの変更を行っていった。平成 13 年に排ガス基準値をより厳しくする第２次基準値による指定が始まったが，平成 14 年に初めて「第１次基準値」の排出ガス対策型建設機械の指定を受けた。

## 5. 道路運送車両法による排出ガス規制開始

平成 15 年 10 月，道路運送車両法により公道を走行する特殊自動車の排出ガス規制が始まり，ロータリ除雪車は公道を走行するオンロード車両であるため，この規制には遅滞なく対応していく必要が出てきた。しかしこの基準値は先の指定制度による第２次基準と変わらなかった事も有り，それまでに搭載していたエンジンに準じる形で新たなエンジンをメーカが開発していた。この時の対応方法の多くは既存技術から大きく変わるものではなかったため，車体側も大幅な変更を伴わずにエンジン変更への対応が出来た。

しかしながらすぐ後の平成 18 年から始まる規制は既存技術では対応出来ないもので，各エンジンメーカは機械式の燃料ポンプに変えて電子制御式コモンレール型の燃料ポンプ，インジェクタ，EGR（排気ガス再循環装置）の採用など，様々な新技術を開発して対応していった。

この時の対応は排出ガス規制をエンジンメーカに頼らざるを得ない我々車両メーカにとっても少なからずインパクトがあった。各エンジンメーカとも規制へ対応するための開発工数が激増した事は想像に難くないが，多種多様に設定された数多くのエンジンバリエーションの整理統合が図られるようになった。そのため従来と同じエンジン型式，定格出力，定格回転数のエンジン入手が難しくなり，選択出来るエンジンで性能が得られる様にギヤ比や油圧機器などの変更が必要となった。またラインナップの中ではエンジンメーカや

排気量の変更を余儀なくされた車両もあった。

この時，エンジンコントロールが電子制御化された事で車両全体としても大幅な電子制御化が進み，当社のロータリ除雪車で初めてCAN通信が採用された。

現在，オンロード特殊自動車の排出ガス規制は平成23年から始まる規制値で更に強化されている。ディーゼルエンジンの排出ガス規制対応の技術は，特殊自動車より先行して規制が強化されている一般の自動車（乗用車やトラック，バス）で既に開発されてきている。この時の新技術としてエンジンから出た排気ガスを浄化する，いわゆる「後処理装置」が挙げられ，代表的な物はディーゼル微粒子捕集フィルター（以下DPF）と尿素SCRシステムの二つである。

今回搭載したエンジンはDPFを採用した。DPFの一般的な構造，機能については既に知られている通り，基本的に煤を受け止めるフィルターであるため，エアフィルター等と同じく煤が溜まると清掃（除去）する必要がある。これは再生と呼ばれ，排気温度を高温にする事で溜まった煤を焼く事で行われる。このフィルターは非常に高価なものであるため，溜まりすぎて交換しなければならない事態に陥らない様に適切な制御や操作を行って再生を行う必要がある。トラック，バスで十分に開発された「後処理装置」ではあったが，特殊自動車はその言葉どおり公道を走行する以外にも特殊な使われ方をする自動車であるため，特殊な作業環境下でエンジンはどの様な挙動を示すか，その時DPFにはどの程度煤が溜まるのか，またオペレータ（運転手）に与えるフィーリングや再生要求に対する操作などの影響を，試験車両を使って一つ一つ確認していった。これによりDPFを搭載した開発車両の試験期間はこれまで経験した事が無い程長期間にわたった。

煤は一般的に低負荷が続くと溜まり易く，低温環境であると再生し難い。エンジンメーカではこのような一般的事項までしか知り得ず，特殊車両の作業環境，条件については車両メーカで想定してDPFの試験を行わなければならない。ロータリ除雪車の作業環境は当然ながら低温である。しかし除雪作業中は高負荷が連続し，排気温度も高温が保たれるためほとんど煤は溜まらない。ところがロータリ除雪車は除雪のために必要な出力のエンジンを搭載しているため，現場まで移動するための回送中はエンジンにとっては低負荷が連続する。また，ロータリ除雪車特有の作業に運搬排雪作業がある。これは道路脇に寄せられた雪を郊外の雪捨て場まで運ぶためにダンプトラックに積み込む作業であるが，中型クラスのロータリ除雪車で十数秒足らずで1台の荷台いっぱいになり，次のダンプトラックを待つ。この待ち時間が通常はアイドリング待機となるため，低温・低負荷の悪条件が重なる。

この様に今回新たにエンジン負荷の状況や変化に着目したモードをいくつか想定し，煤の溜まり方，再生の入り方等各種試験を行った。DPFは既に市場投入されているものと同じく一定以上煤が溜まってしまうと車両を停止させて強制的に再生しなければならない。ロータリ除雪車は夜間出動し早朝までに除雪を終わらせる様なパターンが多いが，雪が多くなると日中の作業も珍しく無く，ここ数年では短期集中的な豪雪が国内のどこかで発生しており，ある意味災害対策車両の一つとも言える。その様な作業の性質もあり，あらゆる状況下でも強制的な再生が必要な状況に陥る事が無い様に各種の対策を施し，今冬からいよいよ市場投入されている。

## 6. 新型自動車届出

ロータリ除雪車は公道を走行する自動車であり，特殊車両の道路運送車両法に合致させた車両である事は前項で述べたとおりである。また国土の半分以上が積雪寒冷地である我が国の道路をその作業現場としているため，全国どこでも車検取得可能な様に国土交通省に届出を行っている。

乗用車等に比べると圧倒的に少量生産車であり，従来は一度届出をすると中々モデルチェンジは実施しなかった。ところがここ数年は徐々に規制値を厳しくする法改正に合わせ，少なくとも規制値をクリアするエンジンへの変更が求められ，一方では新エンジンを搭載した試作車での試験期間の長期化もあり，モデルチェンジが完了する頃にはすぐ次の規制への設計検討に着手すると言う状況である。実際に今冬より新型を市場投入しながら既に次期規制への検討は始まっている。

## 7. おわりに

除雪専用の機械であるロータリ除雪車は，その使命として稼働する場所は人々の生活の場と密接に関わるものであり，一般の道路を普通自動車と共に走行する。そのためこれまで除雪機としての性能向上はもちろんの事，安全対策や渋滞緩和のための走行性能向上など，様々な部分で試行錯誤を繰り返しながら進化し，今では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。地球規模

で温暖化や環境破壊が叫ばれているのは今更ここで述べる事では無いが，その対策の一環である排出ガス規制に順次対応していくのはロータリ除雪車も当然のことである。

法律に追われる様になってしまっている排出ガス規制への対応ではあるが，更なる環境対策，省エネルギー化を目指してハイブリッドロータリ除雪車を開発した。フォークリフトや油圧ショベルと比べて絶対数が少なく市場投入された例も無い事から，まずは構想を具体化した車両を製作した。本稿の中で述べた様にロータリ除雪車特有の使われ方があるため，ハイブリッド化の可能性を探りつつ技術の蓄積のための各種試験中である。まだ市場投入出来るレベルには達していないが，特殊車両の環境負荷低減のために将来必ず必要になる技術であると確信し開発は続けている。

特殊車両，除雪機械に携わる一員として，環境負荷を低減する機械を作るという側面から今後も微力ながら貢献していきたい。

JCMA

［筆者紹介］
梅田　佳彦（うめだ　よしひこ）
㈱日本除雪機製作所
技術部
グループリーダ

平成 25 年度版　建設機械等損料表　発売中

■平成 24 年度版に対する変更点
・損料算定表の「諸元」欄を拡大，諸元記載要領も変更し読み易さを改善
・損料算定表の「燃料油種・消費率」欄の記載要領を変更し読み易さを改善
・関連通達・告示に「東日本大震災の被災地で使用する建設機械の機械損料の補正について（通知）」を追加

■B5 判　モノクロ　約 682 ページ
■一般価格
7,700 円（本体 7,334 円）
■会員価格（官公庁・学校関連含）
6,600 円（本体 6,286 円）
■送料（単価）　600 円（但し沖縄県を除く日本国内）
注 1）複数冊発注の場合は送料単価を減額します。
注 2）沖縄県の方は一般社団法人沖縄しまたて協会（電話：098-879-2097）にお申し込み下さい。

一般社団法人　日本建設機械施工協会
〒 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　http://www.jcmanet.or.jp