

雪でも定刻 ＜かがやき 500号＞ 東京行き

北陸新幹線を支える 軌道用除雪車「MCR」

世界でも有数の豪雪地帯をかかえる日本の鉄道。
安全に定刻で運転するためには除雪作業が欠かせない。
真夜中に黙々と作業する除雪車の古くて新しい技術。

新潟トランス株式会社
技術・開発室 特機技術部

宮廻 成志



MCR600 除雪状況

軌道用除雪車の活躍

2015年3月、北陸新幹線が長野駅から金沢駅まで延長開業したことは記憶に新しい。さっそく多くの観光客が詰めかけ、北陸地方のにぎわいぶりが報道されている。

新しく開通した区間は、長野県北部から新潟県西部、富山県といった日本でも有数の豪雪地帯を通過する。新幹線としても、雪に負けずに安全・定刻に運転するための対策が不可欠となる。1982年に同様の豪雪地帯に開業した上越新幹線では、線路にスプリンクラーを設置するなどして線路内の積雪自体を防ぐ対策が採られた。一方、北陸新幹線ではスプリンクラーに必要な水の確保や費用の面から、主に除雪で対応するという方針が採られている。そこで活躍するのが新潟トランス株式会社（NTS）の製造した軌道用除雪車 MCR（Motor Car Rotary）である。

MCR の仕組み

鉄道線路の除雪には大きく二つの方式がある。

一つはラッセル式といい、線路上の雪の山に斜めの板を押し当てて前進させ、雪を線路の脇へ移動させる。NTS のラッセルでは、この板は上から見て V 型のものと斜め直線になっているもの（片流れと呼ぶ）がある。両側に除雪したい場合は V 型、片側に送りたい場合は片流れを使う。片流れの板は左右逆向きにすることも可能である。

もう一つはロータリー式で、オーガという回転する刃物で雪を切り崩しながら装置に取り込み、それをフロアと呼ぶプロペラ状の回転翼の遠心力で加速して、シュート（投雪筒）の先端から遠くへ投げ飛ばす。このとき、装置と一緒に前進するかき寄せ翼を立てて雪を十分に取り込めるようにする。さらにフランジャーといってレールとレールの間の地面近くの雪を取り込むベロ状の板も備えている。

ラッセル式とロータリー式にはそれぞれ得手不得手がある。ラッセルは浅い雪であれば高速（実用的には 40 km/h 程度まで）に走行しながら雪を排除していくことができる。ただし深くなると雪の抵抗が大きくなって除雪が困難になる。一方、ロータリーはその逆で、最大でも 10 km/h 程度の速度しか出せないが、

深い雪を確実に除いていける。そこで最新の MCR では、モーターカーの両側にラッセル装置とロータリー装置をそれぞれ装備して、状況に応じてより適した方式を使用できるようになっている。

実際にはお客さまによって運転パターンはおおむね決まっており、例えば北陸新幹線では、行きは前側のロータリー式でそれまでに積もった雪を除雪し、帰りは反対側のラッセル装置でその後に積もった雪を排除するという使われ方をする。しかし、例えば MCR の基地から北側を除雪するときと南側へ向かうときでは、車体の向きを逆にする必要がある。そこでモーターカーの底には「転車台」が用意されているものもある。転車台は車体を持ち上げて、180度回転させて前後の向きを入れ替えるもので、蒸気機関車時代の転車台がほとんど残っていない現在では、除雪車の向きを自力で変えられるというのは非常に便利である。

さらに特徴的な装備として「アウトリガー」というシリンダーも広く装備されている。これは車体の下にある伸縮可能な足状のもので、車両全体をレールから持ち上げられるようになっている。万一、深い雪に乗り上げるなどして車両が脱線したときでも、これを使ってレールの上に戻すことができる。

このような特殊な作業を行う MCR の動力源には最新のディーゼル機関が用いられ、出力は想定される雪の深さに応じて 300～590 kW（約 400～800 馬力）が用意されている。

こういった装備を備えた MCR は今では鉄道線路除雪の主役であり、旧来の機関車を基にした除雪車は姿を消している。NTS では、道路用の除雪車と並行して鉄道用除雪車両を旧株式会社新潟鐵工所以来長く手掛けてきており、NTS 発足以降だけでも在来線向けに 50 台以上を納めている。

なお、この除雪車は法的には鉄道車両（機関車など）ではなく、軌道上の機械として登録・管理される。したがって運転・操作するのは、鉄道会社の免許を持った運転士ではなく、保線担当の作業員ということになる。

新幹線用の MCR

今回、北陸新幹線用に MCR を製作するに当たっ

て、新たに幾つかの技術を開発・導入した。やや専門的になるが、順に解説してみよう。

【かき寄せ翼の範囲拡大】

ロータリーのかき寄せ翼は通常、レール面よりも上の雪をかき集める。北陸新幹線では、20年に一度の大雪に備えて線路の脇に「貯雪帯」と呼ばれる側溝を設け、そこに一定量の雪をためてからロータリーで吹き飛ばすことが想定されている。そのため、かき寄せ翼はレール面よりも低い位置の雪を集めることが求められた。

機構としては、翼の根元の支持部に翼を上下に移動させる構造を持たせればよい。しかし実際に想定される条件で試験を行ったところ、下の方の雪はオーガの待つ中央部にかき寄せられず、押す力は十分にあるにもかかわらず十分な除雪を行うことができなかった。そこで雪の動きや翼に掛かる力などを種々の解析や観察によって検討し、かき寄せ翼の形状、具体的には斜面部の角度を最適化した結果、要求どおりの除雪ができるようになった。

【油圧走行とトルコン走行の両立】

MCRの動力源はディーゼル機関であると述べたが、通常のディーゼル車のように機関が車輪を回して走っているわけではない。機関の出力をいったん油圧に変換して油圧モーターが車輪を回す油圧走行を行う。雪の負荷を受けるなかで低速で一定の速度を保て

る最適な駆動方法である。

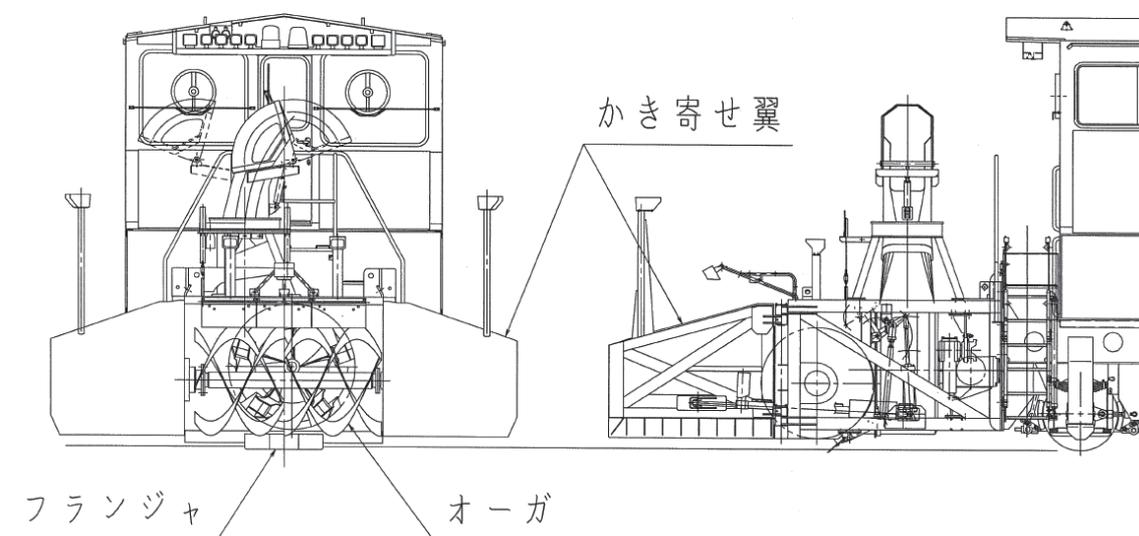
通常のディーゼル車は機関と車輪の間に変速機（トルクコンバーター：トルコン）を設けて、車輪を駆動している。走るためにはこのトルコン走行の方が力があり、スピードも出る。また起動停止などの運転も容易である。しかしトルコン走行と油圧走行を両方備えるのは質量やコストの制約から困難だった。

北陸新幹線では、スピードや機敏な運用が求められることからこの制約に挑戦し、各機器の軽量化やコンパクト化を図って、トルコン走行と油圧走行の両方を具備したMCRを開発した。トルコン走行が可能なおことから、冬期以外でも汎用の運搬車やけん引車として活用することが容易となった。

【必ず帰投する】

新幹線の営業時間はおおむね6:00～24:00であり、除雪は終列車から始発列車の間の最大で6時間の間に行わなくてはならない。そして翌朝には確実に除雪を終え、線路を営業列車に明け渡す必要がある。万一MCRが線路上で故障、立ち往生すると、そのMCRをどこかまで運転が開始できないことになってしまう。新幹線を止めるとたちまち大きな損失となることから、仮にMCRにトラブルがあってもなんとか基地まで帰投できるよう、幾つかの仕組みを導入した。

- ・ 前述の脱線から復帰するためのアウトリガー
- ・ 予備の緊急用油圧ポンプ（手動、電動）
- ・ 開いた翼を強制的に格納できる機構



MCR ロータリー装置図



V型ラッセル装置



ロータリー装置

- ・ 除雪装置の先端に格納されている緊急用の連結器（ほかの車両にけん引させて移動する）
- ・ 止めない制御…エンジンの異常ランプが点灯しても、警告を発するだけで自動的に止めることはしない。壊れるまで回し続ける。

こうして開発した北陸新幹線用 MCR は 25 台が東日本旅客鉄道株式会社、西日本旅客鉄道株式会社に納入された。営業運転ではまだ最初の冬を迎えていないが、すでに試運転期間中に毎晩のように出動している。

【油圧走行でも惰行が可能】

またこれは在来線用 MCR の機能であるが、鉄道車両としては国内で初めての技術を開発した。

油圧走行は極低速（1～2 km/h）で安定して走ることが可能であり、ロータリー除雪を行うときは必ずこちらを用いる。しかし油圧走行に独特の性質として、惰行、つまり動力を切って惰性で走るということができなかった。走行レバーを戻すと、いきなりブレーキが強力に掛かるため、スムーズな加減速を行うことが難しい。そこで、油圧ポンプと油圧モーターを独立に制御するという今回の開発によりこの弱点を解消して、ボタン一つで動力を入れた走行（力行という）と惰行を切り替えられるようにした。これによって例えばトロッコをけん引するときなどは格段に運転が容易になった。車体前後のロータリー、ラッセル装置は取り外すことが可能であり、汎用モーターカーとして通年での活躍が期待される。

多品種少量生産でお客様のニーズに応える

MCR は原理としてはほぼ完成された機械といえるが、いっそうの性能向上や使いやすさ向上の余地はまだまだあると考えている。一例として在来線向けの「段切り装置」がある。これは無人駅のプラットフォームの除雪や雪庇落としを線路上の除雪車から行おうとするものである。いまだに昭和の古い段切り装置が残っており、最新の技術を用いて簡素化、軽量化を図ろうとしている。これに限らず、MCR 全体の軽量化やダウンサイジング、もちろん燃費向上も終わりのない課題といえる。

一口に除雪といっても、地方ごとに雪の性質や降り方は異なる。除雪の方法も鉄道会社、除雪業者ごとの流儀がある。そのため在来線用 MCR はほとんど一品生産のようにお客様の要求が異なっている。設計・製造をする側からすると苦しい面もあるが、多品種少量生産こそが NTS の特色であり、今後もお客様のニーズに応える MCR を提供していきたい。

問い合わせ先

新潟トランスシステム株式会社
技術・開発室 特機技術部
電話（025）256-3614

URL：www.niigata-transys.com/