

除雪機の変遷と技術動向

(一社) 日本建設機械施工協会 機械部会 除雪機技術委員会

我が国は国土のおよそ6割が積雪寒冷地に指定され、そこには2,000万人以上もの人々が雪と共に暮らしている。冬期間の道路交通確保は、雪国のみならず日本全体の経済活動や日常生活において大変重要なものとなっている。

冬期間の道路交通確保に使用される代表的な道路除雪機械として、ロータリ除雪車、除雪トラック、除雪グレーダ、除雪ドーザ、凍結防止剤散布車、小型除雪車があげられる。

それら除雪機械は操縦に熟練が必要で、かつ後継者不足もありオペレータの高齢化が進んでいる。将来の道路除雪体制を維持していくためにも、除雪機械の操作容易化、安全・環境への配慮が求められている。

本稿では代表的な除雪機械について、機械除雪の始まりから、最新の技術動向までを紹介する。

1. はじめに

日本における機械除雪の始まりは昭和10年代で、当初の除雪機械は軍主導の開発であったと記録に残されている。

戦後は、旧日本軍や米軍の払下げ車両を流用しての道路機械除雪が始り、交通量の増加に伴い昭和31年に制定された「積雪寒冷特別地域における道路交通の確保に関する特別措置法案」いわゆる「雪寒法」により、道路除雪の急速な機械化が進んだ。

その後、旧建設省（後の国土交通省）をはじめとする官庁及び旧日本道路公団（後の高速道路各社）主導のもと、昭和40年～50年代に除雪専用オプションの開発、機種の開発・改良を繰り返しながら、日本の気候風土、雪質に適した性能を持つ除雪機械の品揃えが

	1935～ 昭和10年代	1945～ 昭和20年代	1955～ 昭和30年代	1965～ 昭和40年代	1975～ 昭和50年代	1985～ 昭和80年代	1989～ 平成一桁年代	1998～ 平成10年代	2008～ 平成20年代	2018～ 平成30年代	2019 令和元年
除雪機の変遷		◆終戦 ◆輸入機の使用 ◆軍払下機の使用 ◆大日本帝国陸軍主導開発	◆国産 ◆S31 ◆88年家雪	「積雪寒冷特別地域における道路交通の確保に関する特別措置法案」いわゆる「雪寒法」が制定される。			◆H3 ◆H4第1次	◆H15第2次 H18第3次 H23第4次 H26 4次ファイナル 「排出ガス対策型建設機械指定要領」			
ロータリ除雪車											
除雪トラック											
除雪グレーダ											
除雪ドーザ											
凍結防止剤散布車											

図一 1 主な除雪機の変遷

ほぼ完成した。

道路除雪の機械化黎明期から既に70年以上経過した今日では、オペレータの負担を軽減させ安全に除雪作業が出来る技術など、将来の除雪機械の省力化や自動運転化を感じさせる技術の兆候も出て来た(図-1)。

2. ロータリ除雪車

ロータリ除雪車は、一般的に拡幅除雪、運搬排雪を担当し、特別仕様の装置を使用して雪庇・雪堤処理を行う場合もある。分類として、大きくは小型、中大型に分けられ、小型については更に、1.0 m 級 (30 kW)、1.3 m 級 (60 kW) 及び 1.5 m 級 (60 kW) の3種類がまた、中大型についても、2.2 m 級 (220 kW)、2.6 m 220 kW 級、2.6 m 級 (260 kW) の3種類が有る(写真-1, 2)。尚、1.0 m 等の数値は除雪装置全幅を示し、() 内の数値は、そのクラスに使用される主たる機関出力を示す。

この他、積込除雪時の交通量確保を目的に、車体後部にベルコン装置を設けた一車線積込型、また除雪機械の効率的配置、運用を目的にロータリ除雪車と除雪トラックの機能を兼用させ、装置の交換によりロータリ除雪作業、プラウ及び路面整正作業の両方を可能とさせた多機能型も開発されている(写真-3~5)。

国産車は昭和31年に誕生し、以降様々な改良がなされている。例として操舵方式は、リアステア式より車体屈折式へ、また走行作業動力系統は、2エンジン(除雪、走行、各1)式より1エンジン+トルコン式を

経て、現在は1エンジン+HST(ハイドロスタティックトランスミッション)式となった。

近年の開発は、道路運送車両法による排出ガス規制に伴うモデルチェンジが多い。

規制自体は、平成15年より開始され、平成18年よりいわゆる3次規制となり、エンジン関連の多くが電子制御化された。

更に2011年規制(暫定4次規制)でディーゼル微粒子捕集システム(DPF, DPD等)が、また現在は2014年規制(4次ファイナル)であり、尿素SCRシステム(Selective Catalytic Reductionの略:ディーゼルエンジンの排気中の窒素酸化物を浄化する技術)が多く車両に搭載されている。

また、更なる環境配慮を意識し、ハイブリッドロータリ除雪車の開発も行われた。これは、90 kW 級の小型車をベースとし、インバータ、電動機、大容量バッテリーなどのハイブリッド機器及び発電用小型ディーゼルエンジンを搭載、また従来車両のエンジンを駆動電動機に置き換え、除雪装置駆動と車両走行はもとより、ステアリングやブレーキの油圧も発生させる構造としている(写真-6, 図-2)。

災害対策用車両としても、ロータリ除雪車は活用されている。写真-7は、取り回しの良い1.0 m 級小型ロータリ除雪車のタイヤ部へ、雪上走行用クローラを容易に着脱可能な構造、またオーガ部にはガード、機関室上部に物資運搬用かごを有している。この車両は、異常集中豪雪に伴う渋滞時における以下の活用を想定



写真-1 小型ロータリ除雪車



写真-2 中大型ロータリ除雪車



写真-3 一車線積込型



写真-4 多機能型(ロータリ)



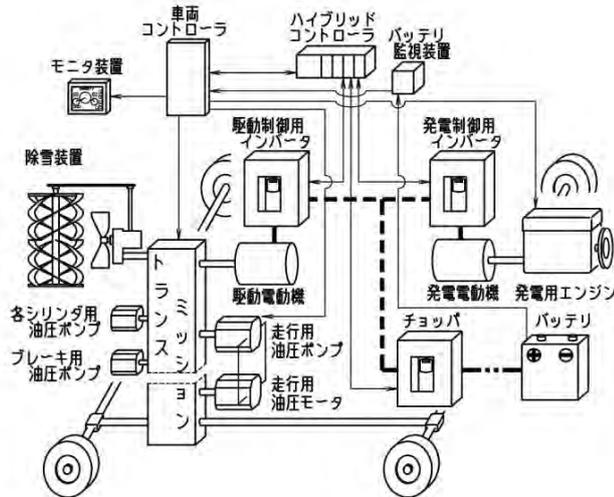
写真-5 多機能型(プラウ)



写真一六 ハイブリッドロータリ除雪車



写真一七 クローラ式災害救助除雪車



図一 二 ハイブリッドロータリ除雪車システム図

が難しくなっている。北陸地方整備局では歩道除雪にボランティア・サポートプログラムの活用をするため、経験の浅い人でも熟練オペレータ並に作業を行うことができる「簡易型小型除雪車 1.0 m 級簡易操作型」の開発を行った(写真一 8, 9)。開発した簡易操作機構を以下に示す。

- ①複数の制御レバーを一本で簡単操作
- ②雪詰まり防止装置でエンストなし(雪詰まり傾向を検知し、自動で作業速度を調整。)
- ③緊急停止はボタン一つ(危険になったらボタン一つで完全停止。事故の未然防止。)
- ④不陸追従機構で残雪を低減(歩道の勾配へ自動追従。残雪が少なくきれいな路面。)

して開発された。

- ①現場の迅速な情報収集及び状況把握
- ②走行不可車両へ状況説明, 物資提供
- ③現場の迅速除雪, 車両除去可能な雪上走行車両, 本車両はクローラ取り外しにより, 通常の小型ロータリ除雪車として使用可能。

ロータリ除雪車の操作は、複雑で熟練を要する。一方、児童、生徒の通学路確保のためには歩道除雪が欠かせないが、昨今の人手不足に伴いオペレータの確保

近年の情報化施工技術として、北陸地方整備局にてロータリ除雪車の作業ガイダンス装置が開発された。これはオペレータの高齢化に伴う人員確保のため、作業支援と簡易操作技術にて経験不足、安全性を補えるようにしたものである。

この装置は、道路幅を広げる拡幅除雪において、通常は雪で見えない路側帯、縁石までの距離及び、投雪を行えない禁止区間をガイダンス画面、音声にて指示可能とした。

仕組みとしては自車位置測位用 VRS 方式 RTK-GNSS



写真一八 簡易型小形除雪車 1.0 m 簡易操作型



写真一九 運転室内

受信機とパソコン，モニタの組み合わせたもので，緑石への距離表示にて熟練オペレータ並みにギリギリの除雪が可能である（写真—10，図—3）。

ロータリ除雪車に関する，更なる最新の技術は作業，操舵の自動化で現在，二つのプロジェクトが進んでいる。

一つは，北海道開発局を中心とした i-Snow プラットフォーム（積雪寒冷地特有課題の解決，地域発イノベーションに向け，産学官民が広く連携し除雪現場の省力化に関する様々な活動を行う場。）にて，除雪における投雪方向，位置を自動制御し，除雪装置操作要員である助手の負担低減，将来的な省人化を目標とするもの，もう一つは NEXCO 東日本にて開発している，除雪作業における自動操舵を目標とするものである。

どちらのプロジェクトも準天頂衛星「みちびき」と高精度 3D マップを利用，自車位置を特定し，投雪位置，方向及び操舵方向の制御を行い，熟練オペレータ不足解消と言う大きな課題解決に向かって実証実験を行っている。

i-Snow においては，北海道開発局が昨年，メーカーと仕様協議，決定した専用車両を購入，今春，知床峠

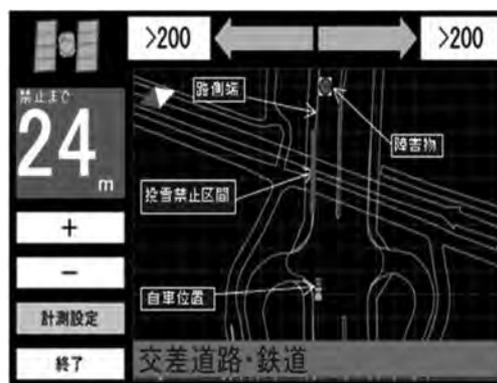
にて実証実験を行った。これは「みちびき」よりの電波受信状況，3D マップに対する位置精度，特定位置におけるブローケース回転の自動制御，無視界時における車両方向の制御等の状況確認を行うものであった。来春には引き続き同場所で，シュート装置にてピンポイントな投雪位置・方向の制御など，より複雑な動作の実証実験を行う予定である（図—4）。

NEXCO 東日本は，研究・技術開発計画として，まず自動操舵技術の確立を目指し平成 28 年度より実証実験開始，平成 29 年度には北海道，岩見沢～美唄間にて図—3 にて示す，運転支援ガイダンスシステムの試行導入が実施された。このシステムは，運転席のガイダンスモニターに，除雪車の通行位置，ガードレール等からの離れ，走行車線へのはみだしやガードレール等への接触を回避するための車体修正角の情報を表示して，オペレータの運転操作を視覚的にサポートするものである。

今後に向けては，除雪作業における自動操舵を開発中である（図—5）。

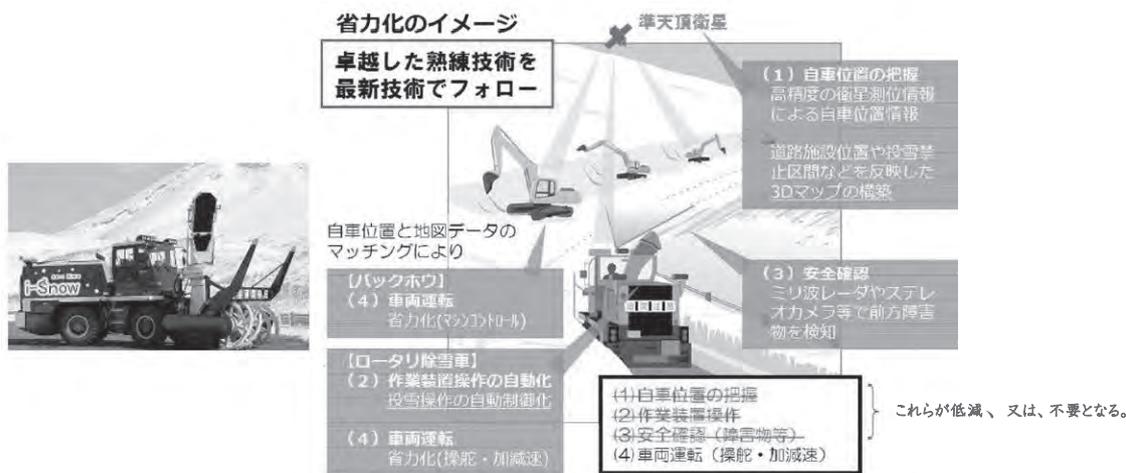


写真—10 歩道除雪車用ガイダンス装置



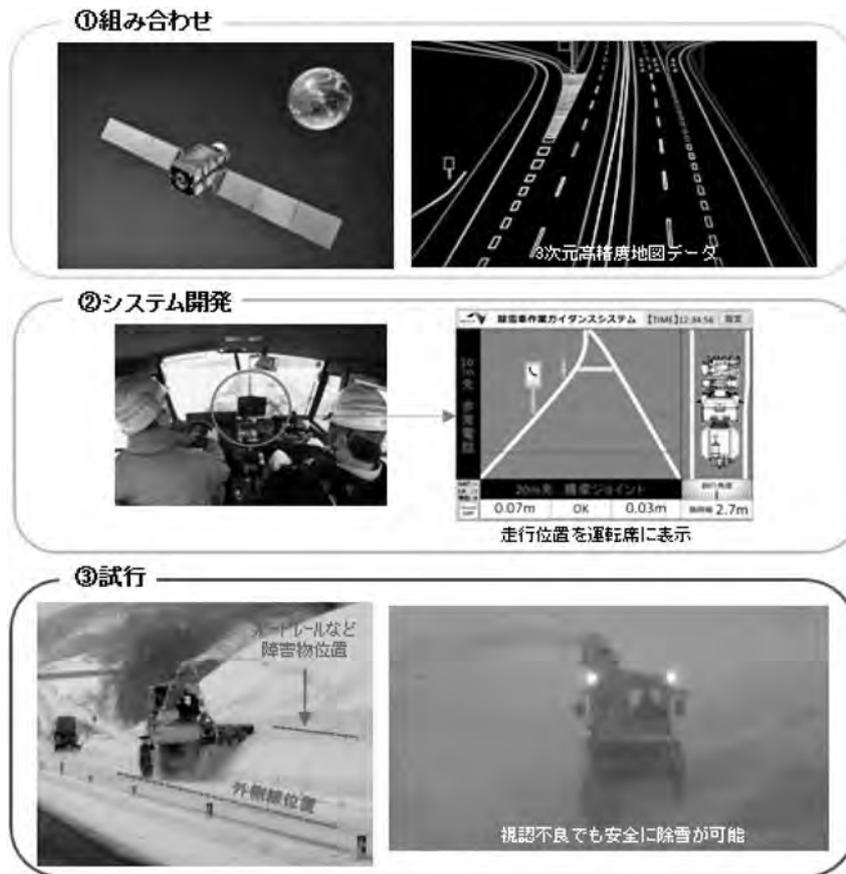
図—3 ロータリ除雪車用ガイダンス表示画面

出典元 国土交通省北陸地方整備局北陸技術事務所パンフレット



図—4 i-Snow システムイメージ

出典元 国土交通省北海道開発局ホームページ「i-Snow 省力化のイメージ図を加工して作成」



図一五 除雪作業車の運転支援システム
出典元 NEXCO 東日本ホームページ

3. 除雪トラック

我が国は地域によって雪質や降雪量に大きな差があり、また除雪する道路の構造や沿道条件、空港などの除雪箇所の違いによって除雪工法も異なっている。

除雪トラックも、除雪条件によって求められる種々の機能に適合する除雪装置が開発され、対象道路や空港における高速除雪の主力機械として進化している。ここではその技術動向について紹介する。

除雪トラックは、専用に設計された総輪駆動トラック 10t 級 (6×6)、7t 級 (4×4) の前部に、新雪除雪や拡幅除雪を行う為のスノープラウ、軸間に圧雪を^{せいせい}整正する為の路面整正装置 (トラックグレーダ) が取付けられた除雪機械で、高速除雪を目的とした高速道路や郊外地で主に活用されている (写真一11)。

除雪トラックの路面整正装置 (トラックグレーダ) は、運転席後方に配置されている為に、オペレータは直接ブレードを目視確認できず操作には熟練を要する。

少子高齢化が進み熟練オペレータが少なくなる中、経験年数の少ないオペレータにも容易に高精度の除雪作業が出来る様に、オートマチックトランスミッション搭載や、ブレード操作及び押付力の自動化が進めら



写真一11 除雪トラック外観, 10t 級 6×6

れてきた。

北陸技術事務所では、一次除雪機械 (除雪トラック) の作業装置の「マシンコントロール化」へ向けての検討を平成 29 年度から実施している。

除雪作業では、橋梁のジョイント、マンホール等の障害物が多く、車道に雪を残さないよう路側端に寄せる必要があることから、障害物への接近や路側端までの距離の把握を容易とするモニタ画面上での距離表示や音声警告するガイダンス装置が開発された (写真一12, 図一6)。

路面整正装置からの排雪を、交差点や間口で一時的に遮断し雪を残さないサイドシャッタにも自動化の研究が進んでいる。

北陸地方整備局では、2018 年 11 月より 4 機体制で



写真-12 ガイダンスを使用した除雪作業

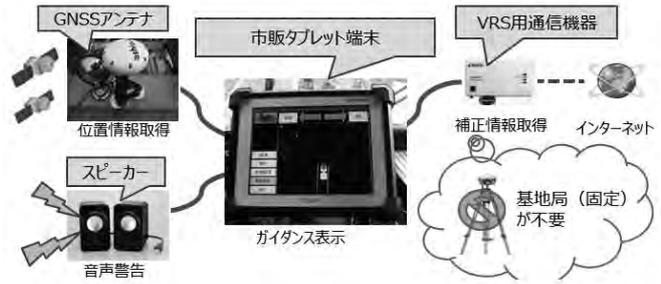


図-6 ガイダンスシステム

出典元 国土交通省 北陸地方整備局 北陸技術事務所パンフレット

運用されている準天頂衛星「みちびき」を利用した自動除雪技術の開発が進められ、交差点や間口など所定の位置でサイドシャッタを自動昇降させるマシンコントロール化の開発を行った。引き続き、プラウや路面整正装置についてのマシンコントロール化の検討を行っている(図-7、写真-13)。

広域分散型都市構造で都市間平均距離の長い北海道では、国道、一般道用の除雪トラック10t級(6×6)にスノープラウ、路面整正装置に加えて側部に歩道除雪や拡幅除雪を行う為のサイドウイング装置が取り付けられている場合が多い。

サイドウイング装置は、スノープラウ、トラックグレーダにより排除された雪が堆積し、道路幅が狭くなると高速除雪が制約されるため、拡幅除雪(押し出し・かき込み)を実施する装置で、除雪トラックに装着さ

れる事により極めて効率的に使用されている(写真-14、図-8)。

北海道の高速道路で使用される除雪トラック(湿塩散布装置付)は、全て10t級6×6でプラウ+路面整正装置(トラックグレーダ)付きとなっており、近年は東北の高速道路用湿塩散布車もプラウ付き、又はプラウ+路面整正装置(トラックグレーダ)付きのどちらも10t級6×6となっている。

西日本などの小雪地域では、10t級6×4でプラウ+汎用車が運用されており、多目的に活用する技術として除雪車の荷台に軽量なポリエチレン製タンクを搭載し、その前方を荷台とすることでプラウ取付時に塩水7,500ℓ、プラウ取外時は荷台に小型タンクを積載し水10,000ℓ以上の給水が可能となっている。冬期間は幅8m-0.08ℓ/m²(速度同調機能付)の塩水散布



図-7 除雪トラック外観と自動化検討装置

出典元 国土交通省 北陸地方整備局 北陸技術事務所記者発表及びシンポジウム資料



写真-13 サイドシャッタ自動運転

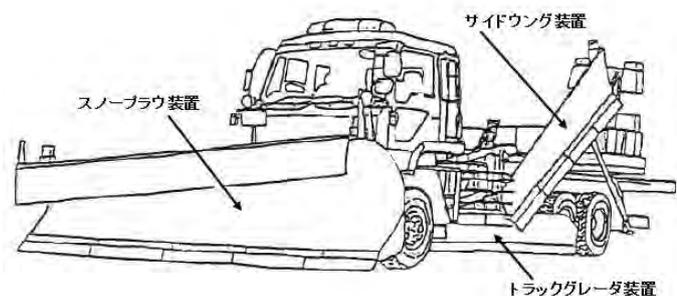


写真-14 / 図-8 除雪トラック外観, 10t級6×6サイドウイング付き



写真-15 プラウ取外し時



写真-16 8m 散水

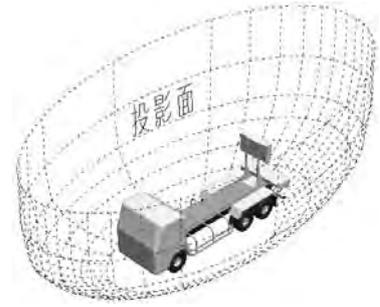


図-9 カメラ映像投影面のイメージ



写真-17 車両後方からの俯瞰映像



写真-18 空港用除雪トラック (スノーパ除雪装置牽引)



写真-19 除雪グレーダ

により路面の凍結防止を行い、その他は清掃車等への給水車として活用されている (写真-15, 16)。

除雪トラックには死角が多くあり、作業時の安全確保を目的とした車両俯瞰システムが実用化されている。カメラ映像を投影面に合成する事で、車両の周囲を俯瞰的に映像表示することができるシステムで、車両周囲の状況を1画面で把握する事が可能となっている (図-9, 写真-17)。

空港用除雪トラックの技術動向としては、牽引式スノーパ除雪装置をセミトレーラ方式で連結し、滑走路や誘導路の積雪を除雪トラックのプラウで除雪し、牽引式スノーパ除雪装置のブラシで残雪を掃雪し、ブローで吹き飛ばして舗装面を露出させる除雪車が開発されている (写真-18)。

従来のフルトレーラ牽引式に比較して全長が短く機動力があり、滑走路と誘導路の交差部や、エプロンなどでの旋回除雪時にプラウとスノーパの除雪軌跡を一致させる制御機能もあり、作業効率の向上と除雪時間の短縮による欠航便数の減少、遅延便の減少や延滞時間の短縮を可能とした。

4. 除雪グレーダ

除雪グレーダは、車体の中央に装着されたブレードで雪を削り取り、側方に排出することで除雪作業を行う車両で、高い圧雪除去能力と作業速度の速さから、幹線道路除雪の主力機械となっている (写真-19)。

乗員は作業時の安全を確保するため、運転者と安全

確認を行う助手との2名乗車が長らく主流であったが、現在販売中の新型除雪グレーダは全て1名乗車となっている。

1名乗車となった新型除雪グレーダにおいては、従来助手が行ってきた安全確認作業を補完するため、各種の安全装備が採用されている。

(1) 転倒時保護構造 (ROPS)

車両が転倒した際、シートベルトで支えられたオペレータが車両に押しつぶされないように保護する構造が採用されている。

これまで2名乗車のキャブでは、車体の大きさや構造的な理由から本構造を採用することが難しかった。

(2) 視界改善

キャブの床面形状が従来の4角形から6角形に変更になり、足元の視界が大幅に改善されたことで、安全性が向上した (写真-20)。



写真-20 前方視界の比較

(3) 側方カメラ

標準装備のエンジンフード後端に取り付けられた後方カメラに加え、除雪グレーダ用の追加装備として側方確認用のカメラ2台が装備されている。それぞれのカメラはキャブ上部に取り付けられ、車両後側方の追い越し車両や周囲の確認が可能となっている（図-10、写真-21）。

(4) 双方向同時通信システム

オペレータ1名で作業するためには、周囲からの安全確認や、梯団を組む他の車両とのコミュニケーションが重要であり、これを実現する手段として双方向同時通信システムを搭載している。

親機1台と最大4台の子機の同時通信が可能のため、別々の車両に乗っていながら、あたかも顔を合わせているかのような会話を実現可能となった（写真-22）。

(5) 近接車両システム

このシステムは、マイクロ波レーダセンサにより後方への接近、又は追い越しをしてくる車両を検知し、オペレータへ知らせることで安全確認を支援する。

接近車両の検知エリアは、自車走行車線と左右各1車線の計3車線、車両後方30m以内が検知可能範囲

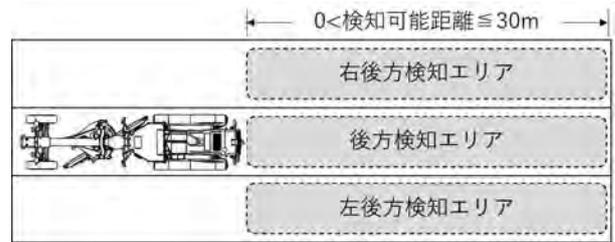


図-11 検知エリア

として設定されており、警報装置による警報音と3つのランプの点灯位置によって、後続車両が3車線のいずれから接近しているかを通知できるようになっている（図-11）。

なお、本システムは国土交通省東北地方整備局において開発⁴⁾されたもので、現在は商品化され、国土交通省各地方整備局にて使用されている。

5. 除雪ドーザ

除雪ドーザは、建設機械であるホイールローダに、各種プラウを装備したもので、主に雪を押し除ける作業に使用される。除雪ドーザの除雪性能には機械質量が密接に関係するため、国土交通省建設機械購入仕様基準は、機械質量に応じて8, 11, 14, 18t級と4規格となっている（写真-23）。

環境性能としては、最新のエンジン燃焼技術により、排出ガスの後処理装置に、酸化触媒又はマフラフィルタと尿素SCRシステムを採用し、2014年規制(4次ファイナル)に対応している。

除雪作業に有効な車体装備としては、走行振動抑制装置、HST機のトラクションコントロールシステム、動力伝達装置のディファレンシャルがある。

走行振動抑制装置は、悪路や雪道などを走行するときに発生する車両の縦揺れ（ピッチング）や飛び跳ね（バウンス）を打ち消すように車体の動きを自動制御している。走行時の揺れが小さくなる事で、悪路でのステアリングの操作性やブレーキ性能の確保が可

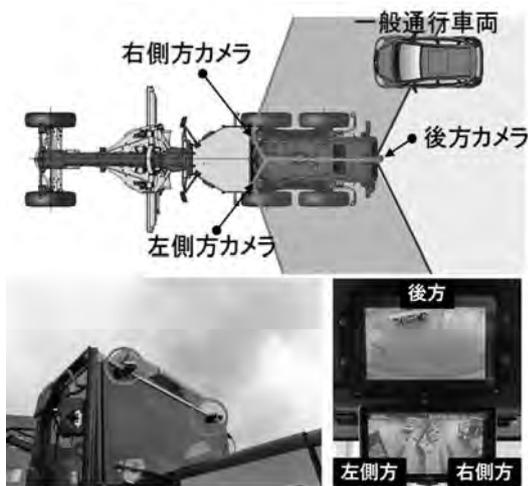


図-10 / 写真-21 側方カメラ



写真-22 システム構成



写真-23 除雪ドーザ

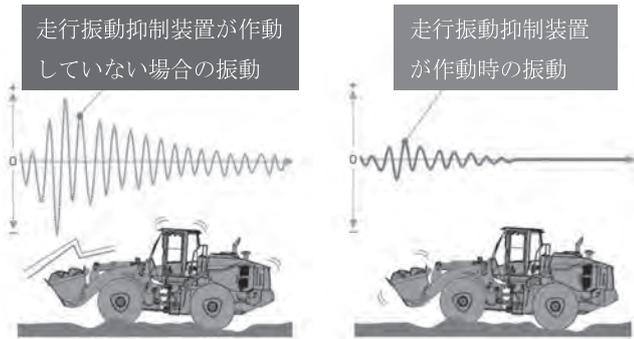


図-12 走行振動抑制装置



図-13 トラクションコントロール

能となり、走行安全性の向上とオペレータの疲労を軽減する（図-12）。

HST機には、トラクションコントロールシステムを搭載しており、スイッチ等での切換えによりけん引力を低く設定でき、除雪作業でのスリップを低減でき効率的な作業が可能となる（図-13）。

動力伝達装置には、左右のタイヤに駆動力を適切に分散させるディファレンシャルを装備しており、タイヤのスリップ限界（左右タイヤへの負荷の差）を高め、タイヤスリップを抑制する。これにより、あらゆる雪押し作業で抜群の作業能力を発揮する。

安全装備としては、ガラス接合部のピラーレス化により、ほぼ全周が見渡せるワイドパノラマキャブを採用し、周囲の視認性を高めている（写真-24）。また、リアアンダーミラー又はバックモニタを装備し、運転席から死角となるリアグリル近傍の確認を可能としている（写真-25）。

除雪作業用プラウには、代表的な物として、アングリングプラウ、サイドスライドアングリングプラウ、マルチプラウ（汎用プラウ）があり、そのオプション装備として反転エッジ、サイドシャッタがある。

アングリングプラウは、左右へのアングリング、前後傾の角度調整ができ、後傾とアングリングの組み合わせによる左右チルト（傾斜）もできる。拡幅や路肩へのかき寄せ作業や、路面傾斜への対応など、効率の良い作業を行うことができる（図-14）。

サイドスライドアングリングプラウは、アングリングプラウの機能に加え、左右へのスライドができ、路肩障害物の回避や路肩除雪、拡幅などの作業に効率的



写真-24 キャブ視界



写真-25 バックモニタ

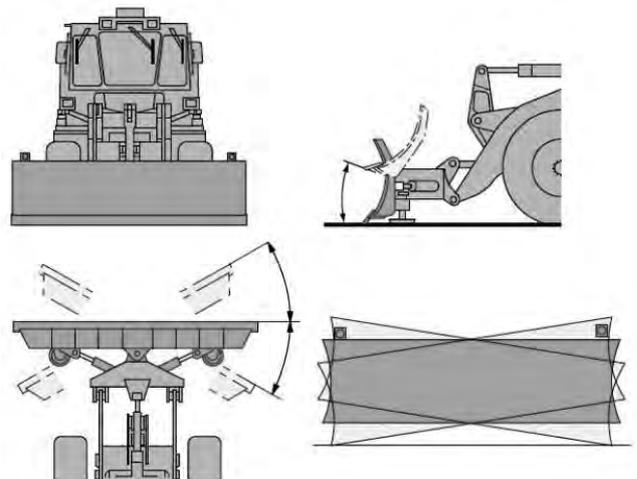


図-14 アングリングプラウ

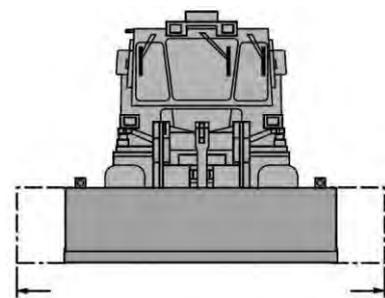


図-15 サイドスライドアングリングプラウ

である（図-15）。

マルチプラウ（汎用プラウ）は、左右のプラウがそれぞれ前後にアングリングすることにより、V型、U型など9通りの作業姿勢が可能である。両サイドへ力強く排雪するV型、雪のかき込みに適したU型、左右へのアングリングなど、汎用性が高く、一台で幅広い作業に活用できる（図-16）。

反転エッジは、プラウ先端部がマンホールや縁石な

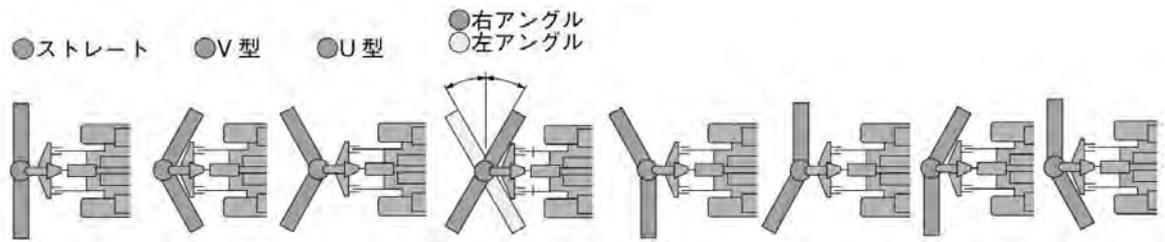


図-16 マルチプラウ

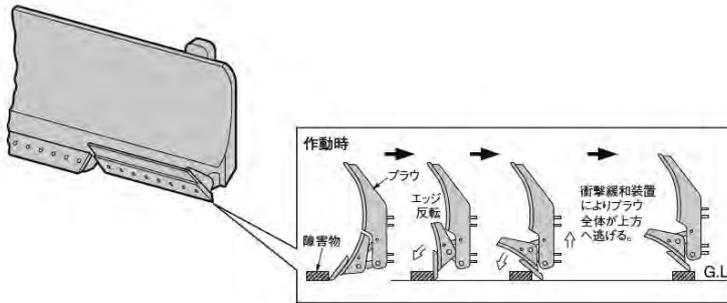


図-17 反転エッジ

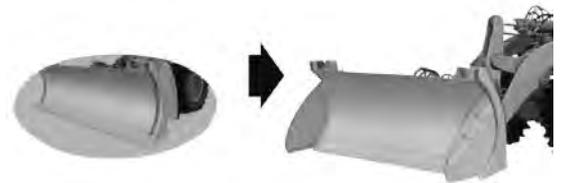


写真-26 サイドシャッタ

どに衝突した際、エッジを反転して障害物の破損を抑えるとともに、プラウやリフトアームへの衝撃を和らげて損傷を軽減できる（図-17）。

サイドシャッタは、プラウ側面にシャッタを取付け、油圧操作でスピーディに開閉ができ、除雪の際の雪こぼれを防止できる（写真-26）。

6. 凍結防止剤散布車

冬期間の道路交通確保の一つに路面凍結防止があり、路面凍結防止策としては、速効性のある溶液散布、持続性が高い凍結防止剤散布（乾式・湿式・湿潤式）がある。

凍結防止剤散布の乾式散布は乾燥した薬剤を散布するものであるが、車両の走行風の影響を受けるため（特に高速走行車両）薬剤の定着性が悪くなる。また、散布後溶け出すまでに時間が掛かり速効性を期待できない反面、持続性が有利な散布方式である。

乾式散布の欠点を補う散布方式が湿式散布である。塩化カルシウム溶液や塩化ナトリウム溶液を混合（比率30%）する事によって、溶液による速効性と溶液の粘性で定着性を向上させることが可能となった。散布装置に溶液タンク・ポンプを備えることが必要なため、装置は乾式より高価となる。

湿式は溶液用設備（溶液生成施設・貯蔵タンク）を必要とするが、この設備を不要とした凍結防止剤散布車が湿潤式である。車両に搭載した溶液タンクに水道水を充填すれば、ホoppaから塩を送り込んで塩水を生

成する。ホoppaと凍結防止剤を散布する円盤上部のシュート装置の間で、スクリュウ搬送装置によって十分に混合されるため、塩水混合比率は10%である（塩が湿って路面で定着するのに必要な比率）。

人力散布から機械式散布に時代と共に進化し、平成に入って散布量・散布幅・溶液混合比・車速同調機能・自己診断機能がキャブ内で調整・把握できるのが当たり前の装備となった。

冬期間の道路交通確保のため凍結防止剤を散布する必要があるが、高速道路・各自治体が管理する道路は膨大な面積となり、使われる凍結防止剤も相当量となり、費用面・環境面からも効率的な散布作業が求められ、様々な技術が開発されている。

散布作業はオペレーターの経験に頼ることが多かったが、路面状況を把握しその情報を散布作業に利用する技術がある。

平成10年代、車両に搭載したセンサーで路面に残る塩分濃度を検出し、残留塩分濃度により凍結防止剤散布車の制御装置に指令を出し、散布量を調整するシステムが開発された（写真-27）。

これは前輪タイヤ後部に設置されたセンサー（地面からの水の跳ね上げを計測）からの塩分濃度“低”“中”“高”の指令で散布量を3段階で自動調整するものである。

路面状況を把握するシステムにも様々なものがあるが、平成20年代後半にはパトロールカーのタイヤで路面状況（乾燥・湿潤・凍結等）を判別することが可能となった（路面状態判別システムCAIS[®]）。



写真-27 センサー取付部

パトロールカーは路面情報と同時にGPSで位置把握も実行、情報をWEBサーバに送信、データベースで状況に最適な散布設定を構築し散布量の計算から積載量を現場に指示（凍結防止剤の適量積載を実現、凍

結防止剤使用量削減）、凍結防止剤散布車はWEBサーバにアクセスすることにより走行位置に合わせた最適散布量を自動散布するシステムが開発された（凍結防止剤最適自動散布システムISCOS）。

路面状況の把握・判別の自動化により熟練者を必要としない体制構築、凍結防止剤散布車のオペレーターの作業負担が軽減される（図-18）。

平成20年代、オペレーターの散布ノウハウを蓄積するための記録装置『出来形管理車載装置』が開発された（図-19）。

凍結防止剤散布車の散布データと散布した場所を記録媒体に保存するもので、管理路線の熟練オペレーターの散布ノウハウが蓄積できるものである。

新たにガイダンス装置が開発され、散布ノウハウを

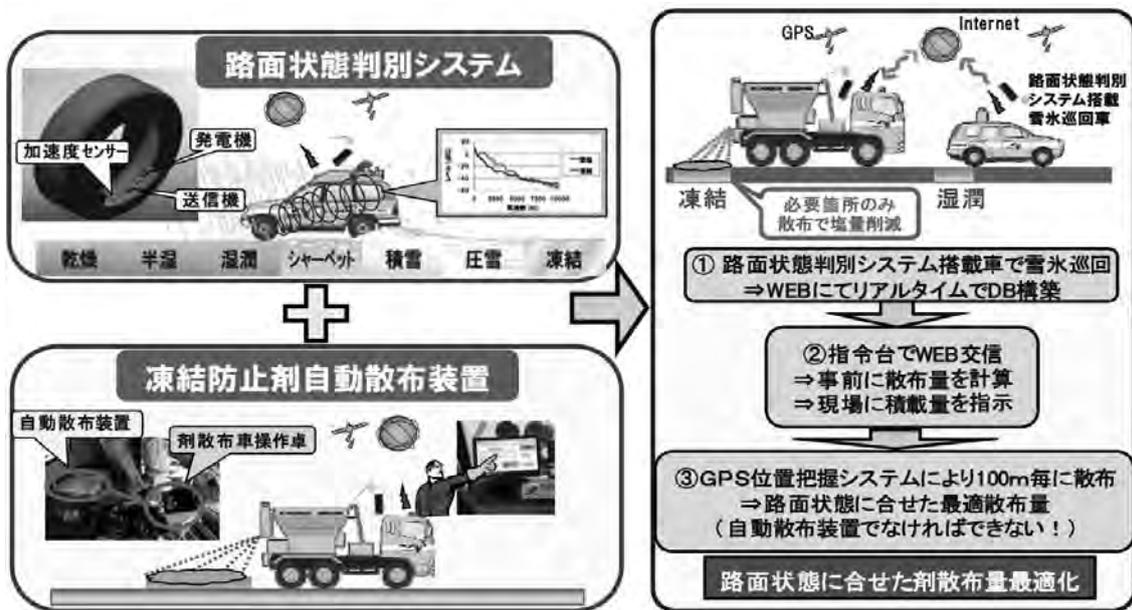


図-18 CAIS® + 自動散布システム = 凍結防止剤最適自動散布システム

出典元 (株)ネクスコ・エンジニアリング北海道ホームページ



図-19 『出来形管理システム』概要

出典元 国交省北陸地方整備局北陸技術事務所ホームページ

元にオペレーターに散布指示する事が可能となり、熟練オペレーターと同等の散布作業が可能となった(図-20)。

凍結防止剤散布車メーカーは数社存在する。凍結防止剤散布車としての機能は各社同じであるが、各々のメーカーで独自の制御装置を開発しており、操作方法等メーカー毎に違いがある。

オペレーターは基本的には決まった凍結防止剤散布車に乗るが、メーカーが異なる凍結防止剤散布車に乗った際、メーカーごとに操作が異なりオペレーターの負担になっていた。凍結防止剤散布車の後部に搭載される標識装置・除雪装置(プラウ)においても同様の事が言える。各メーカーによる操作方法の違いを解消するべく、『集中操作器』が開発された。

『集中操作器』は各装置を自動制御し一元化操作できるので、オペレーターの負担軽減や操作性向上につながる装置である。

- ・散布計画区間(交差点の手前、橋梁部、道路の幅員が変化する箇所等)手前から画面表示
- ・同時に音声案内(警告開始距離は設定可能)



図-20 ガイダンス

出典元 国交省北陸地方整備局 北陸技術事務所ホームページ



図-21 『集中操作器』概要と運用例

出典元 西日本高速道路(株)ホームページ

『集中操作器』と各機器の制御装置は通信しており、専用タッチパネルで全ての装置を一元化操作できるのである。凍結防止剤散布車の位置をGPSにより把握しており、車両が登録地点に近づくと次の区間の作業がモニタに表示され、高速道路の走行位置(キロポスト)に合わせてプログラムされた作業が、登録地点に到達すると開始される(図-21)。

これらの技術は、経験豊富な熟練オペレーター不足の解消と、凍結防止剤の最適散布を目的に開発されている。

7. おわりに

除雪機械技術委員会では、隔年での除雪現場見学会を平成29年度より始め、国土交通省殿のご協力を得て既に札幌、青森の除雪現場を見学させていただいた。

除雪管理者の方々との座談会において、除雪作業に従事される若者の確保が難しくなっている事、それにより除雪機械オペレータの高齢化が進んでおり、オペレータが将来不足する可能性を深刻な問題と痛感させられた。

本稿で述べた除雪機械の操作容易化や、測位衛星を活用した除雪ガイダンスシステムの技術革新は、オペレータの苦渋作業を軽減し、若者の除雪作業従事を促進するものと信じる。除雪の高度化にご尽力頂けている方々に敬意を表する。

謝 辞

執筆に当たり、最新技術情報の提供など絶大な協力を賜りました国土交通省殿、高速道路各社殿には心より謝辞を申し上げます。

また直接の執筆者ではないが、除雪機械技術委員会幹事会各位にも執筆に協力をいただいている事を付け加える。

《参考文献》

- 1) 国土交通省北海道開発局「i-Snow 除雪現場の省力化による生産性・安全性の向上に関する取組」, 建設機械施工 2018年10月号, 日本建設機械施工協会
- 2) 東日本高速道路(株)北海道支社, (株)ネクスコ・エンジニアリング北海道「準天頂衛星を活用した除雪車運転システムの開発」, 建設機械施工 2018年10月号, 日本建設機械施工協会
- 3) 国土交通省北陸地方整備局北陸技術事務所「除雪車の自動化試験を実施～熟練オペレータの除雪技術を自動化へ～」, 記者発表資料, 2019年
- 4) 国土交通省東北地方整備局東北技術事務所「除雪作業の安全性向上に関するシステムの開発」, ゆき No.103, 公益社団法人雪センター, 2016年
- 5) 国土交通省北海道開発局ホームページ
- 6) 国土交通省北陸整備局ホームページ
- 7) 国土交通省北陸整備局北陸技術事務所ホームページ
- 8) 国土交通省東北整備局ホームページ
- 9) (株)ネクスコ・エンジニアリング北海道ホームページ
- 10) 東日本高速道路(株)ホームページ
- 11) 西日本高速道路(株)ホームページ

【筆者紹介】

太田 正樹 (おた まさき)
除雪機械技術委員会 委員長
(株)NICHIGO
執行役員 (技術総括部 除雪機械技術部)

清水 康史 (しみず やすし)
岩崎工業(株)
技術部長

杉谷 侑樹 (すぎや ゆうき)
(株)小松製作所
商品企画本部 市場開発部

石井 隆 (いしい たかし)
日立建機(株)
建設車両システム事業部
主任技師

道上 昌弘 (みちがみ まさひろ)
範多機械(株)
常務取締役 (営業本部)

井口 慎治 (いぐち しんじ)
執筆取りまとめ
(株)NICHIGO
東京支社 専門部長
(旧社名: (株)日本除雪機製作所)