

3 道路の除雪

～除雪機械・除雪技術～



堅田 豊
KATADA Yutaka

一般社団法人 日本建設機械施工協会 / 北海道支部 / 技術顧問

除雪の王道ともいえる道路の除雪。これまで、熟練オペレータの技術と経験により支えられていたが、オペレータの高齢化や減少に伴う技術伝承の問題、異常気象に伴う道路の通行止め問題等が顕在化してきた。課題解決に向け、日々進化し続けている除雪機械・除雪技術とは、一体どんなものか。

除雪工法と除雪機械

北国に住む人々にとって、社会生活や産業経済活動など冬期間の「安全安心で確実な道路交通」の確保は必要不可欠です。その「道」を確保するために「除雪機械」は日夜稼働しています。そして除雪作業は、気象状況や交通状況、除雪時期や道路構造を踏まえて実施しています。通常は交通への支障が少ない深夜に出勤し、通勤や通学の時間前に終わることとしています。

除雪作業には基本的に次の工法があります。図1の①新雪除雪は、新しく降り積もった雪を圧雪になる前に路外に排除します。また②の路面整正は、ガタガタになった圧雪路面や不陸の除去をします。この2工法では一車線道路で除雪トラックの2台雁行、または除雪トラックと除雪グレーダなどの組合せで除雪します。③の拡幅除雪は、雪がたまり雪堤等により狭くなった車線の雪を排除し、幅員を広げます。山間部では除雪トラックで掻き出し、ロータリ除雪車で投雪します。④の運搬排雪は、雪堤等の雪をダンプトラックに積み込み、堆雪場へ運搬排雪します。これには並列積込と、道路交通に支障を及ぼす場合に行われる直列積込があります。⑤の交差点等の抱え込み除雪は、交差点内に雪のウィンドロウ(帯状の堆雪)ができないように、マルチプラウを持つ除雪ドーザや除雪グレーダのシャッターで行う除雪です。⑥の歩道除雪は、歩行者の通行に支障のないように、小形除雪車のブレード作業、ロータリ作業や除雪トラックのシャッターで行う除雪です。⑦の凍結防止剤散布、防滑材散布は、凍結防止剤散布(湿式)と、防滑材(7号砕石)散布を行います。⑧の粗面化形成は、凍結防止剤の路面への定着強化などに効果的です。⑨の高規格幹線道路除雪は、新雪除雪で一般国道除雪より除雪幅の広い除雪トラック等の雁行により除雪します。



図1 除雪工法と除雪機械

この2工法では一車線道路で除雪トラックの2台雁行、または除雪トラックと除雪グレーダなどの組合せで除雪します。③の拡幅除雪は、雪がたまり雪堤等により狭くなった車線の雪を排除し、幅員を広げます。山間部では除雪トラックで掻き出し、ロータリ除雪車で投雪します。④の運搬排雪は、雪堤等の雪をダンプトラックに積み込み、堆雪場へ運搬排雪します。これには並列積込と、道路交通に支障を及ぼす場合に行われる直列積込があります。⑤の交差点等の抱え込み除雪は、交差点内に雪のウィンドロウ(帯状の堆雪)ができないように、マルチプラウを持つ除雪ドーザや除雪グレーダのシャッターで行う除雪です。⑥の歩道除雪は、歩行者の通行に支障のないように、小形除雪車のブレード作業、ロータリ作業や除雪トラックのシャッターで行う除雪です。⑦の凍結防止剤散布、防滑材散布は、凍結防止剤散布(湿式)と、防滑材(7号砕石)散布を行います。⑧の粗面化形成は、凍結防止剤の路面への定着強化などに効果的です。⑨の高規格幹線道路除雪は、新雪除雪で一般国道除雪より除雪幅の広い除雪トラック等の雁行により除雪します。

のサイドウイングで、歩道上の雪を排除します。⑦の凍結防止剤散布や防滑材散布は、凍結が発生しやすい区間で行います。防滑材散布は特に気温の低い箇所で行います。また⑧の粗面化形成は、凍結防止剤の路面への定着強化などに効果的です。⑨の高規格幹線道路除雪は、新雪除雪で一般国道除雪より除雪幅の広い除雪トラック等の雁行により除雪します。

ちなみに北海道は広域分散型の都市構造であり、都市間距離は全国に比べ2倍以上になっており、高速除雪ができる除雪トラックが除雪機械の半分以上を占めています。

除雪機械の変遷

北海道における除雪機械は図2から、現在まで80年弱の歴史を有しており、除雪機械の背景から、昭和18年のVブラウ付除雪トラックによる道路の機械除雪の試験が始まりで、戦後から駐留米軍の命令で旧日本軍の除雪機械を使用した除雪を開始、その後国道を維持管理している北海道開発局の昭和26年の発足とともに本格化し、さらに昭和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』いわゆる「雪寒法」により、道路除雪の急速な機械化が進んできました。機械の開発や改良を繰り返し昭和40～50年代に気候風土や雪質に適した除雪機械が出来上がり、また除雪トラックのダンプトラック等との兼用車両から専用化も昭和40年代後半から進められました。

一方、平成2年にいわゆる「スパイクタイ

ヤ規制法」に伴い、つるつる路面が発生し、その抑制のため凍結防止剤散布車が増強されました。平成に入り排気ガス対策型対応、平成12年からコスト削減による多機能化や兼用化、また高規格幹線道路対応の除雪機械の開発が行われ、最近では高齢化と担い手不足対応の除雪機械の開発が進められています。

図2には除雪機械として主要な6機種である除雪トラック、除雪グレーダ、ロータリ除雪車、除雪ドーザ、凍結防止剤散布車、小形除雪車について、導入開始からの推移と現在の外観を示してあります。

なお、昭和40年代までは除雪装置の昇降装置はウインチ巻き上げ式でありましたが、操作性がよい現在の油圧式に変わっています。

除雪機械の多機能化や兼用化など

平成12年に図3の①除雪トラック、平成17年に各種除雪装置を1台の機械に集約した多機能型の②

項目	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60年代	1989～平成10年代	1998～平成20年代	2008～平成30年代	2018～令和年代
除雪機械の背景	◆ S26 北海道開発局主導による除雪機械の開発 ◆ 輸入機の使用 ◆ S18 除雪車の試験開始	◆ S31 「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」いわゆる「雪寒法」が制定 ◆ S32 国産化	◆ S45 専用化	◆ S53 G設置確認装置 ◆ S56 シャーペンレス	◆ H2 スパイクタイヤ粉塵の発生防止に関する法律 ◆ H10 高規格道路供用開始 ◆ H3～ 排出ガス対策型 H23第4次、H28 4次7マイル ◆ H12 多機能化等(コスト削減)	◆ H20後半～	◆ H20後半～	◆ H20後半～	◆ H20後半～
除雪トラック	S18 北海道で初	S30 Vブラウ、サイドウイング付	S39 路面整正装置	S53 G設置確認装置	S56 シャーペンレス	H10 高規格幹線道路用	現在の除雪トラック	現在の除雪トラック	現在の除雪トラック
除雪グレーダ	S27 Vブラウ、サイドウイング付	S48まで サイドウイング(ロープ併用) 開閉式→S49以後全油圧式	S52 雪を抱え込める シャッター付	H10 レーキ式 粗面形成装置付	現在の除雪グレーダ	現在の除雪グレーダ	現在の除雪グレーダ	現在の除雪グレーダ	現在の除雪グレーダ
ロータリ除雪車	S20 軍払い下げ ラグランドーザ4号	S31 国産初の自走式	S33 トラック本体のロータリ装置	S45 フォンテーゼ(プロウ式)	H1 一車線積込型	現在のロータリ除雪車	現在のロータリ除雪車	現在のロータリ除雪車	現在のロータリ除雪車
除雪ドーザ	S20年代 運転室なし履帯式	S32 Vブラウ サイドウイング付	S45 リバーシブル ブレード付	S52 抱え込み可能なリブレード付	S52 抱え込み可能な シャッターブレード付	現在の除雪ドーザ	現在の除雪ドーザ	現在の除雪ドーザ	現在の除雪ドーザ
凍結防止剤散布車			S43 ドラム回転式	S51 ホットバ式	H12 除雪トラック搭載	現在の凍結防止剤散布車(湿式)	現在の凍結防止剤散布車(湿式)	現在の凍結防止剤散布車(湿式)	現在の凍結防止剤散布車(湿式)
小形除雪車		S39 2tブルドーザ	S46 ブレード カナダ製履帯式	S51 ブレード&ロータリ兼用 ゴム履帯式	S61 車輪式(3輪) 右写真	現在の小形除雪車(ブレード&ロータリ兼用)	現在の小形除雪車(ブレード&ロータリ兼用)	現在の小形除雪車(ブレード&ロータリ兼用)	現在の小形除雪車(ブレード&ロータリ兼用)

図2 除雪機械の変遷



図3 除雪機械の多機能化や兼用化 (I:スノーブラウ、G:路面整正装置)

ロータリ除雪車、平成16年には冬期と夏期の装置を兼用化して1台の機械で年間を通して稼働させる除雪機械の③小形除雪車を開発し、コスト削減を図っています。

また平成27年から、乗車定員1名の除雪グレーダ（ワンマングレーダ）の導入が進められており、安全性確保のため、従来助手が担っていた周辺状況確認を補完するためのカメラ及びモニターの装備、キャビン形状見直しによる視界向上が図られているほか、操作系の見直しなどによりオペレータの負担軽減も考慮した構造となっています（図4）。



図4 ワンマン除雪グレーダの運転室

することから、自動復帰が可能なシャープレス装置が図6の通り各種普及しています。しかし、機械の構造上シャープを取り付けることが出来ない除雪装置もあり、除雪機械からは段差のない道路構造が望まれます。なお安全作業には、これら障害物の位置情報を活用した操作支援も必要です。

除雪機械の運行管理や点検整備

除雪機械の安定した稼働を確保（故障発生の防止）するため、日常における除雪機械の維持管理は非常に重要であり、図7の①～③は一般的な除雪作業における点検サイクルを示したものです。

さらに、シーズンオフとなる夏期には図7の④の定期点検整備を実施し、除雪作業により発生した故障の修理、法定点検、次シーズン以降の重大故障を未然に防ぐための予防的な整備を行なっています。



図5 運転室からの作業状況 (M:マックレー)

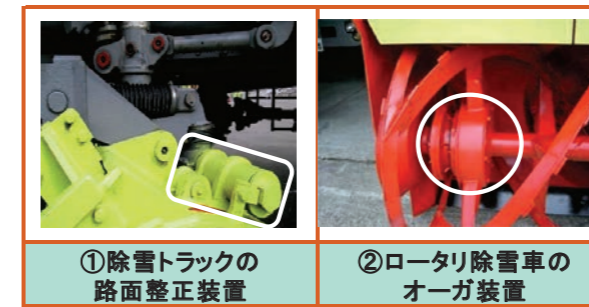


図6 シャープレス装置

最新の除雪技術「i-Snow」

北海道開発局では、平成28年度に除雪機械の熟練オペレータの減少や異常気象による冬期通行止めの発生等、除雪を取り巻く課題の解決のため、産学官民が連携したプラットフォーム「i-Snow」が発足しました。i-Snowでは、除雪現場の生産性や安全性向上を目指した実証実験をしています。そのなかで、平成29年から図8のロータリ除雪車の投雪作業の自動化、図9の吹雪時の映像鮮明化技術等に取り組んでいます。



図7 除雪機械の運行管理や点検整備



図8 投雪作業の自動化のイメージと、実証実験

図9 実機による映像鮮明化技術

求められる技術開発

除雪機械は、ユーザーである官庁主導のもと除雪機械メーカーの開発試作、現場施工による改良の繰り返しで実用になったものであり、それにより現在では地域住民にとって、朝の通勤通学時に除雪されているのが日常の風景となっています。そして、今後も継続的に安心・安全・確実・快適な冬道を確保していくためには、除雪従事者の高齢化や担い手不足への対策、除雪機械の運転操作の自動化・簡易化・省力化を、また大雪や暴風雪等の異常気象による通行止めへの対応として、操作における新しい技術の導入などの技術開発が求められています。

<引用、参考文献>

- 1)「令和3年度 道路除雪オペレータの手引き」(一社)日本建設機械施工協会北海道支部
- 2)「北海道開発局における除雪機械の変遷 (S55)」北海道開発局建設機械工作所
- 3)「北海道開発局70年史 (R3)」第2章 第9節 機械・電気通信 (2)機械の推移と現況 ウ 除雪用機械
- 4)「除雪機械の変遷 (H29)」(一社)日本建設機械施工協会
- 5)「除雪機械の変遷と技術動向」(一社)日本建設機械施工協会、建設機械施工 Vol.67, No.11, 2019.11
- 6)「除雪者によるしく (H26, H29)」(一社)日本建設機械施工協会北海道支部、協力:国土交通省北海道開発局事業振興部機械課
- 7)「i-Snow」国土交通省北海道開発局