

除雪機械技術の動向

(社)日本建設機械化協会 機械部会 除雪機械技術委員会

除雪機械の最近の動向として、ロータリ除雪車では操作の容易化（ジョイスティックレバー）、安全装置機構（湿式多板クラッチ）、除雪トラックでは自動変速トランスミッション搭載車、シャッターブレード、除雪トラックの多目的利用方法、除雪グレーダではバリアブルホースパワー機能、除雪ドーザではロードセンシング機能を取り入れた作業機用油圧システム、HST車、凍結防止剤散布車関連では轍（わだち）部散布、トンパック対応散布剤積込機、新方式の定置式溶液散布装置、などが開発されている。

キーワード：除雪機械、操作の容易化、安全装置、多目的利用、排ガス対応

1. はじめに

本稿では除雪機械の動向を紹介する。除雪機械技術委員会のメンバーは、国土交通省、メーカー等により構成され除雪機械の検討をしている。除雪機械の技術の動向としては、温暖少雪化を受けて、多機能型除雪機械の開発、及び除雪費の増加を抑えるためのコスト削減の努力がなされている。ここでは、主要な除雪機械として、ロータリ除雪車、除雪トラック、除雪グレーダ、除雪ドーザ及び凍結防止剤散布車について、概括的にできるだけ最近の開発事例も含めて述べる。

分担は、次の通りである。ロータリ除雪車（鈴木隆好（日本除雪機製作所））、除雪トラック（甲斐賢（岩崎工業））、除雪グレーダ（井口慎治（コマツ））、除雪ドーザ（久村公秀（TCM））、凍結防止剤散布車（道上昌弘（範多機械））。

2. 除雪機械の開発動向

(1) ロータリ除雪車

ロータリ除雪車は一般に総輪駆動の専用車体前部に除雪装置が昇降可能に架装されており、ステアリング方式は雪中での旋回性能を確保するために車体屈折式が採用されている。走行駆動系にはHSTが使用され除雪作業速度のキメ細かなコントロールによりエンジンへの適切な負荷の制御を行っている。一方、除雪装置はオーガとブローから成る2ステージ式で、有段変速機を介して機械駆動されるのが一般的である（写真1参照）。除雪装置には除雪路面への追従を行うた

めの昇降、チルト、チップバックなどの機能に加え投雪方向を制御するための操作としてキャップ仰角、伸縮、旋回、ブローケース回転などがあり、オペレータは車体側と除雪装置側の操作を行わなければならないため高度な技術と熟練が要求される。



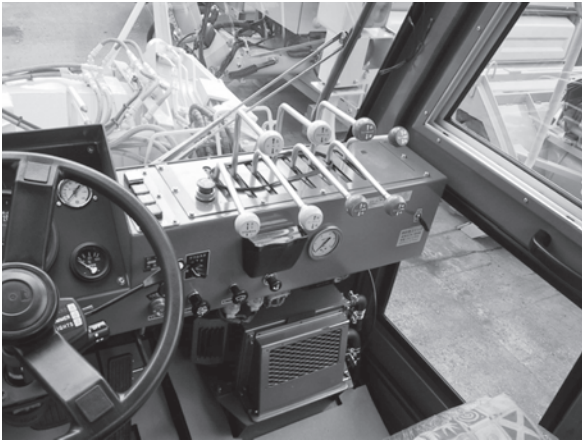
写真1 ロータリ除雪車の外観

近年はこれら操作系の簡略化による操作の容易化や除雪装置の機械駆動系を過負荷から守るために取り付けられる安全装置の新機構によりオペレータの作業環境改善が図られている。

①操作の容易化

ロータリ除雪装置の操作系の数は少なくとも6系統、オプション機能を付加したものでは10系統を超えるものがある。以前のロータリ除雪車では写真2に示すように1系統に対し1本の操作レバーとなっていた。

現行機種構成は写真3に示すようにオペレー



写真一 2 1系統1本の操作レバー



写真一 3 ジョイスティックレバー

タ用として2本のジョイスティックレバーに集約されている。

本機構は中型以上のロータリ除雪車においては数年前から採用されており、近年は小型においても採用する機種が出ている。

②安全装置機構

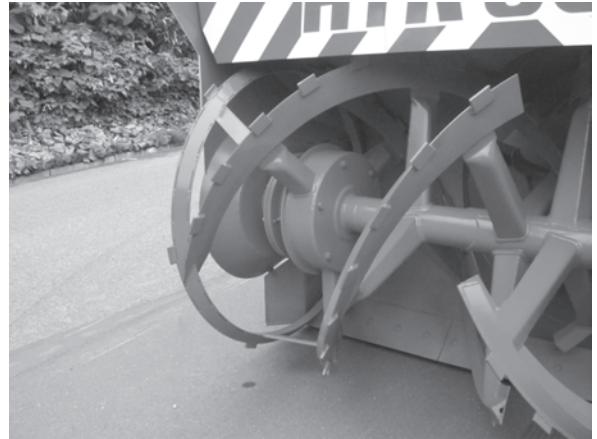
除雪装置を過負荷から防護する安全装置は一般的に写真一4に示すように動力伝達部にシャーピンを用



写真一 4 動力伝達部のシャーピン

いているが、シャーピン切断時の交換作業はオペレータにとって苦痛な作業となる。

写真一5は動力伝達部に湿式多板クラッチを用いた安全装置を示す。僅かなスリップをコンピュータで検出してクラッチ解放を行い過負荷から保護するもので、復旧作業がワンタッチで行えオペレータの負担を軽減している。



写真一 5 湿式多板クラッチを用いた安全装置

(2) 除雪トラック

除雪トラックは、ベース車両が建設機械ではなく、貨物輸送を目的としたトラックに除雪装置を備えていることが特徴で、高速除雪を目的とし高速道路や郊外地で主に利用されている(写真一6参照)。7t級(4×4)の性能を向上させ、10t級(6×6)に近い除雪能力を有する10t級(4×4)が導入され始めているが、昨年末からの自動車販売の落ち込みによる生産機種縮小により、生産が休止される状況となっている。



写真一 6 除雪トラックの外観

除雪トラックの路面整正装置(トラックグレーダ)は、運転席後部に配置されているため、目視での操作がしづらく、長年除雪作業の容易化に取り組んできた。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できるように、自動変速トランスミッション

搭載車（トラックはマニュアルシフトが一般的）や、ブレードの操作及び、押し付け力をコンピュータ制御するブレード自動制御装置の配備が進んでいる。

また、最近の沿道条件に伴い、スノープラウの投雪制御装置及び、雪を出さないシャッターブレードの導入も始められている。

さらに、除雪トラックの有効利用として、今まで除雪専用としていた荷台に、給水、散水装置等を積載した多目的な除雪トラックの開発が進められている。

環境面では、一般の大型トラックと同じ排ガス対応がなされ、従来の自然吸気V8エンジンより、超高压燃料噴射直6ターボ式エンジンが主流となっており、フィルター、化学反応等により排ガス中の黒煙（PM）、有害ガスの浄化を行っている。

次に、除雪トラックの多目的利用について述べる。

除雪トラックは、除雪作業を行う除雪専用車と、除雪以外の作業（散水、凍結防止剤散布、ダンプ装置等）に分けられる。

最近の少雪温暖化傾向に伴い、除雪作業の減少により、除雪専用車の稼働時間の低下が問題となってきている。

そこで、除雪専用車の荷台を利用し、作業装置（給水、散水装置等）を積載し、除雪トラックを多目的に活用しようとする技術である。

給水、散水装置等のタンクは、従来のような固形の物ではなく、軽量で特殊な袋とすることで、作業目的に応じた袋を搭載し、使用しないときには折り畳んでコンパクトに格納することが可能となる（写真—7参照）。



写真—7 散水装置を積載した除雪トラック

従来、荷台装置そのものを載せ替える多目的車の技術はあったが、載せ替える装置が大きく、保管場所及び、載せ替えの労力が効率的ではなかった。

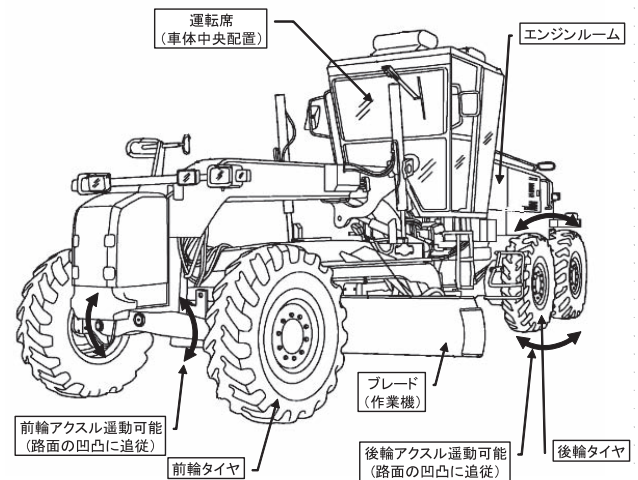
今回の技術では、タンクに替えて軽量で特殊な袋を利用することにより、今まで除雪作業のみに使用されていた除雪専用車が、比較的短時間の簡単な作業により、給水車や散水車等として利用が可能となり、道路

作業車としての効率的な運用が可能となる。

また、側溝清掃、油流出の処理にも活用が期待される。

(3) 除雪グレーダ

除雪グレーダは長いホイールベース（前車軸中心から後車軸中心までの距離）の中心にブレードを備えていることが特徴で、路面の凹凸の影響を受けにくく、雪面を平滑にする性能に優れ、高いブレード押し付け力により新雪除雪から圧雪処理までの幅広い道路除雪に使用される（図—1参照）。



図—1 除雪グレーダの外観

運転席はブレードの後ろに有るため、オペレータは常に除雪作業状態を直接視認できることも特徴である。

除雪グレーダの構造的特徴を生かしながら、除雪専用車両として除雪作業の容易化にも取り組んできている。

経験年数の浅いオペレータにも容易に車両を扱えるように、自動変速トランスミッション搭載車（グレーダはマニュアルシフト車が一般的であった）や、ブレード押し付け力をコンピュータ制御するブレード自動制御装置搭載車、及び操作が容易なトルコントランスミッションを搭載しながら、力強いダイレクト（ロックアップ）モードも選択できる車両を開発し配備が進んでいる。

最新の技術動向としてはバリアブルホースパワーの機能を搭載した車両が新たに配備されてきている。

除雪の高速化に対応した技術で、除雪処理能力の向上によりスピーディな作業を実現している。

次にバリアブルホースパワーについて述べる。

バリアブルホースパワーは、速度段毎に適切なパワーとするように、あらかじめ速度段毎に設定された最高出力にエンジンを自動で切り替える技術である。

除雪グレーダは通常6速～8速のシフト段を持っている。

除雪能力を高めるには速度段の細分化の他に高出力エンジンを搭載したい。

ところがタイヤと路面の摩擦係数から決まるスリップ限界より高い駆動力域(図-2では低速域を示す)では高出力とするとタイヤスリップが増大して、タイヤ寿命低下や車両スリップの原因となりかねない。

一方スリップ限界より低い駆動力域(図-2では中・高速域を示す)では除雪負荷が大きいとエンストまたは車両停止してしまうので高出力を与えてやりたい。

この相反する要求に対応させるため一様に高出力化するのではなく中・高速域のみ高出力化する技術である。

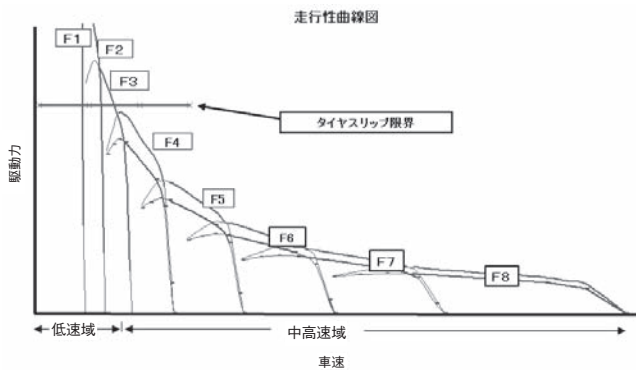


図-2 バリアブルホースパワーの概念

具体的には電子コントロールエンジンのコントローラに数種のエンジン出力カーブを設定し、選択された速度段毎に異なる馬力を与える方式とエンジンのブースト圧をメカニカルコントロールして出力可変とする方式がある。例えば、4.0m級除雪グレーダでは、223ps～320psの範囲でエンジン出力をコントローラ(コンピュータ)制御している。

(4) 除雪ドーザ

除雪ドーザは、土工機械のホイールローダの仕様から、除雪作業に適した仕様に変更している。

安全性の観点から補助席・散光式黄色回転灯・作業灯などを設けている。作業上からは、バケットの代わりにアングリングプラウを設け、作業用途に応じてサイドスライド式・セフティブレード式(反転エッジ)・サイドシャッタ式などの各種プラウも用意している(図-3参照)。周囲環境からは大容量のカーヒータ・スノーワイパブレード・熱線入りガラスなどを用意しており、これらによって消費電気が増えるので発電機(オルタネータ)の容量アップも図って除雪ドーザと

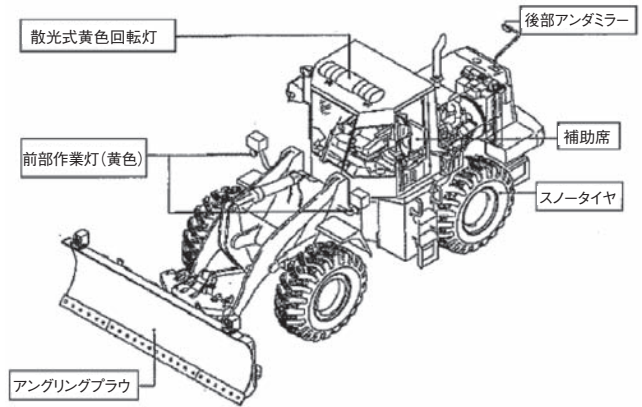


図-3 除雪ドーザの外観

して確立している。

除雪ドーザは低速作業(10km/h以下)が主で車体屈折式のため小回りが効き、山間部の道路や狭隘道路、交差点、高速道路のインターチェンジ等の除雪作業に適しているが、作業装置の操作機会が多く運転者の疲労軽減が重要視される。対策として荷役操作レバーの油圧パイロット化・電気式コントロール、アクセルペダルの電気コントロールなどによる各操作力の軽減などを図っている。

近年の傾向として、作業機用油圧システムに、油圧ポンプを従来のギヤポンプから可変容量ポンプを使うことにより、エンジンへの負荷によるけん引力への影響を少なくし燃費の軽減を図るためロードセンシング機構を取り入れた車両もある。

動力伝達装置としては、小型の除雪ドーザに従来のトルコン(トルクコンバータ:動油圧トランスミッション)車に変わり、HST(Hydro Static Transmission:静圧油圧トランスミッション)車が装備されつつある。

このHSTとトルコン車を、同じ車両の車格で比較する(図-4参照)。

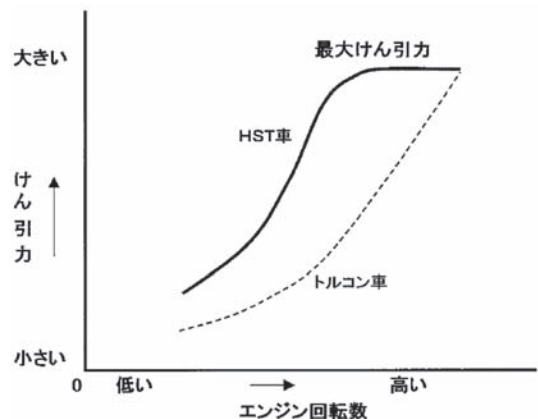


図-4 HST車とトルコン車のけん引力比較

HST車は油圧力によりけん引力が決まるのでエンジン回転数が低くてもけん引力は大きく、トルコン車のけん引力は、エンジン回転数に比例して大きくなるので低速時の作業効率は悪い。従って、除雪ドーザの様に低速での作業ではHST車の特長が活かせるといえる。

また、HST車はアクセルを戻すとHSTブレーキがかかり、ブレーキペダル操作の頻度が少なく、ブレーキの寿命が延びる利点がある。

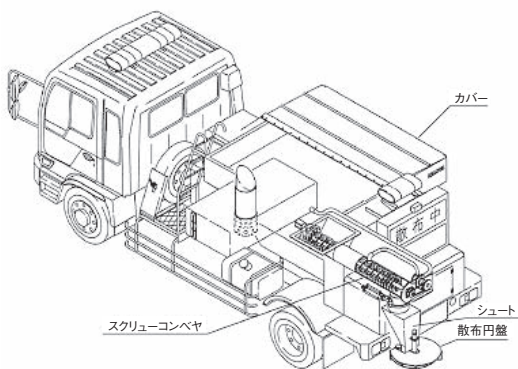
さらにHSTおよびエンジンを電気制御することにより作業負荷に応じたモードで最適なマッチングにより作業性の向上を図っている。

今後は、環境面・省エネに関しての取り組みになり、4次排ガス規制対応・低騒音化・燃費の向上・バイオ燃料等の採用が要求されていくと思われる。

(5) 凍結防止剤散布車

凍結防止剤散布車（以下散布車という）は、ホッパ、コンベヤ（ベルト式及びスクリー式）、シュート、散布円盤などからなる（図一5参照）。

昭和38年頃から、それまでトラック後部あおりに吊り下がるハンガータイプの砂散布装置であったのが、車載式散布装置として登場した。昭和48年頃には専用車タイプが開発された。開発当初は、乾式のみであったが、現在は、湿式、湿潤式があり、路面への散布剤の定着を促進することにより散布効率が向上している。



図一5 凍結防止剤散布車（ベルトコンベヤ式、除雪装置付（スノーブラウ））

積雪上に散布する事後散布には、乾式が適しており、凍結前の事前散布には湿式、湿潤式が使用されている。

最近の暖冬少雪化で、散布車の稼働が除雪作業に占める割合が増えている。除雪事業費の中でも散布作業のウエイトが増えており、この費用削減が課題となっている。

このため下記のようにあらゆる角度からその対策が考えられている。

① 散布量を減らす。

散布密度 30 g/m^2 が普通であったが、総量規制のため 15 g/m^2 などの散布も実施されているところもある。

② 適所に適量を散布する。

残留塩分濃度を測定し、散布の必要性を判断する。路面状態を検知するセンサーにより、散布の必要性を判断する。

③ 作業の高速化の試み

時速 $40 \sim 60 \text{ km/h}$ 程度の散布速度をさらに高速にする試みもなされている。

また、散布車の耐用年数を延伸することにより、購入費を抑える傾向がある。そのために、トラックシャーシの防錆塗装の改良がなされている。

最近の開発事例として次のものがある。

① 轍（わだち）部散布

散布剤の効率的散布のため、車道の轍部にのみ、散布をするものである。既存の散布車の構造をそのまま利用する。回転円盤の廻りを2重のカバーで囲い、内側のカバーのすき間から剤が飛び出し、散布剤が外側のカバーに衝突して、轍部に落下するようにしたものである。

円盤カバーと左右の遮蔽板を運転室内で操作し、通常散布と瞬時に切換可能な構造としている。

② 散布剤積込機（搬送ホッパ付）

トンパックの散布剤を散布車に積み込むための機械でトンパック用の搬送ホッパ（写真一8の左側に見える）を備えており、搬送ホッパに投入した剤をスクリーコンベヤで積み込む。倉庫の屋根が低くて、クレーンによるトンパックのつり上げ代のないところや、積込設備のないところで利用される。



写真一8 散布剤積込機

③定置式溶液散布装置

朝夕の混雑箇所や登り坂などで少量の散布剤を長時間散布することにより、従来の定置式溶液散布装置より大幅なコストダウンを図ったものがでてい

る。路上に施工した溝を通して散布剤溶液をしみだし、その上を走行する車で走行方向に拡散させる。路面に誘導溝（グルーピング）を設置することで、少量の凍結防止剤でも、短時間で効率的に路面散布ができる。ランニングコストは、外気温、タイマーなどの組み合わせで、少量の散布剤で長時間散布により低コストになっている。

④災害用給水装置

除雪トラックの項で述べられているものと同様の機構であるがここでは散布車のホッパに布製容器をいれて災害時に散布車を給水車として使用するものである。

⑤溶液散布装置

除雪トラックの項に述べられている散水装置と同様の機構であるが、NEXCOで使用されている湿式型散布車に能力アップした溶液ポンプ及び、溶液散布制御装置を追加し、車両後方に溶液散布バーを装備する事により、散水及び溶液散布を可能にしたものである。

⑥塩サイロ

散布剤をトン(t)パックから2階の開口部を通して、散布車のホッパに積み込んでいるが、人手を要している。サイロ設備を屋内に設置することにより、散布剤

購入時はバラとなり、トン(t)パックの処理費用もなく、単価的にも安くなり経費削減となる。塩サイロは大量の剤をサイロに貯蔵し、自動運転により、剤を散布車に供給することができる。積み込み作業の無人化により安全性、積み込みの迅速化に貢献するものである。

⑦下廻り洗浄機

散布車の防食のために、散布後のトラックシャーシの洗浄が重要である。これは、高圧水を利用してノズルから噴出させ、車体の下回りを洗浄するもので、車体の下に潜り込ませる。操作は、車体の外から、簡単にできる。

3. おわりに

除雪機械は機能面での開発は成熟しているので、今後、徐々に除雪機械のIT化、情報化施工の方向に進んでいくと思われる。

また除雪機械技術委員会では、除雪機械の安全性について欧州規格EN13021をベースにJIS案を作成し(社)日本建設機械化協会の国内標準委員会で審議後、2009年2月に経済産業省に提出している。除雪機械の安全性は、今後も重要な課題である。