

部 会 報 告

除雪機械の変遷（その4） ロータリ除雪車（4）

機械部会 除雪機械技術委員会

2-4-5 平成13年以降（国土交通省排出ガス第2次基準適用年代）

1) 汎用及び、大型ロータリ除雪車

排出ガス規制への対応としては、旧建設省の「建設機械の排出ガス第2次基準値」及び旧運輸省の「道路運送車両の保安基準」による排出ガス規制への対応が求められた。

第2次基準値は、「2010年までに建設機械の年間窒素酸化物排出量を1993年レベルより30%以上削減する」という目標に基づき策定され、規制対象も560kW（762PS）まで拡大された。また、「道路運送車両の保安基準」による排出ガス規制は、大気環境改善のために新たに導入される規制であり、当時規制の対象外となっていた特殊自動車の自動車全体における窒素酸化物などの排出割合が高かった。基準値は欧米とほぼ同水準となっており、平成15年10月1日以降は、この基準をクリアしなければ新型自動車登録がで

きないとされた。

平成15年、(株)日本除雪機製作所は、二つの排出ガス規制に対応するため、適合エンジンの装着及び、主要機器の変更により多くの機種モデルチェンジを行った。（例：HTR262を263、HTR300を301、HTR403を405、HTR602を603に変更）

また、平成15～17年、TCM(株)^(注2)は、国土交通省排出ガス2次規制に伴い、250PS級JR180-2、300PS級JR220-2、400PS級JR300-2、600PS級JR440-2を開発した。

平成15年、同じく新潟トランス(株)も排出ガス2次規制エンジン対応のため、NR281、NR300、NRNS301、NR400を開発した。

平成19年度より新千歳空港では、第一優先区域の滑走路における除雪作業の目標時間を作業開始後、概ね20分間を予定し、この体制を確立するため幅60m、長さ3000mの滑走路を全幅一方向より一気に



HTR405



HTR263

写真 2-92 (株)日本除雪機製作所 HTR405、HTR263 平成15年



JR180-2



JR220-2



JR300-2

写真 2-93 TCM(株)^(注2)製 JR180-2、JR220-2、JR300-2 平成15～17年



写真 2-94 (株)日本除雪機製作所 HTR800 平成 17 年



写真 2-95 (株)日本除雪機製作所 HTR801 平成 19 年



除雪可能な大型除雪車が必要になった。

平成 17 年, (株)日本除雪機製作所は, 新千歳空港に高性能除雪車として HTR602 を基本に国内最大級のロータリ除雪車 HTR800 を開発した。主な特徴は, 除雪速度 40 km/h, エンジン馬力 800 PS, オーガ車速同調式油圧駆動方式などである。

また平成 19 年度, (株)日本除雪機製作所は, HTR800 の後継機として HTR801 を開発した。

2) 大型多機能型ロータリ除雪車

平成 15 年度, 国土交通省北海道開発局は, 除雪機械の効率的配置・運用による除雪費縮減を目的として新型の多機能型ロータリ除雪車の開発検討を行った。これは, ロータリ除雪車と除雪トラックの機能を兼用したものであった。

平成 16 年, (株)日本除雪機製作所は, 国土交通省北海道開発局と多機能型ロータリ除雪車 HTR300M を共同開発した。その特徴として, 車体本体のホイールベース間に路面整正装置を取付けるため, フレーム地



写真 2-96 (株)日本除雪機製作所 HTR300M 平成 16 年

上高を高くすると共に走行駆動推進軸は中央部分を迂回する形で配置されていることが挙げられる。ホイールベースは4.2mで、同出力クラスのロータリ除雪車に比べ1.4m長くなっており、プラウ作業時の走行安定性が確保されている。ステアリング機構は、ロータリ除雪作業時は車体屈折式、プラウ作業時はフロントステアリング方式の2系統を装備し運転室内で切替操作ができる。車体前部に装着されているロータリ装置とIプラウは、短時間での交換取り付けが可能となるよう簡易着脱機構を採用し、これにより2名作業で10分以内に装置交換が可能となった。

2-4-6 平成18年以降（国土交通省排出ガス第3次基準適用年代）

1) 汎用及び、大型ロータリ除雪車

平成18年、第3次基準排出ガス対策型建設機械指定制度が創設された。窒素酸化物（NO₂）、微粒子物質（PM）が1次規制と比較すると共に約6割の削減となっており、厳しい規制となった。

平成18年より（株）日本除雪機製作所は、この排出ガス規制に対応するため、適合エンジンの装着及び、主要機器の変更により多くの機種モデルチェンジを行った（例：HTR263を265、HTR300を305、HTR405を406、HTR603を605に変更）。

平成18年、TCM（株）^{（注2）}は、250PS級JR180-3、300PS級JR220-3、400PS級JR300-3を開発した。

平成18年、同じく新潟トランスス（株）も排出ガス3次規制エンジン対応のため、NR282、NR301、NRNS302、NR401を開発した。



写真 2-99 新潟トランスス（株） NR601 平成21年



写真 2-100 新潟トランスス（株） NR800 平成23年



HTR406



HTR265

写真 2-97 （株）日本除雪機製作所 HTR406、HTR265 平成18年



JR180-3



JR220-3



JR300-3

写真 2-98 TCM（株）^{（注2）} 製 JR180-3、JR220-3、JR300-3 平成18年

平成 21 年、新潟トランスス(株)は、排出ガス 3 次規制エンジン対応のため、NR601 を開発した。

平成 23 年、新潟トランスス(株)は、空港向け高速ロータリ除雪車として NR800 を開発した。

2-5-1 動力伝達装置の変遷 (トルコン, HST)

ロータリ除雪車の動力伝達系統を図 2-1 に示す。

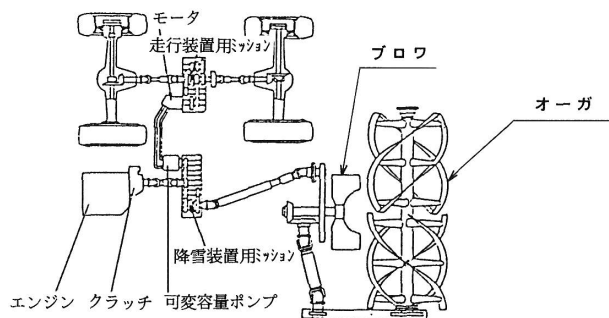


図 2-1 ロータリ除雪車の動力伝達系統

昭和 40 年代前半までは、2 エンジン方式で、昭和 40 年代後半から 1 エンジン方式になった。この 1 エンジン方式の走行動力系統は、歯車変速方式、トルコン式、HST 方式と変遷している。

現在では主に、HST 方式に加え機械式変速装置としてパワースhiftと呼ばれる油圧湿式多板クラッチによる変速装置の組み合わせが殆どである。

ロータリ除雪車は作業系と走行系、2 つの動力系統を有しかつ独立して回転数 (除雪装置側回転数、走行装置側回転数) の制御が必要である。

初期モデルである 2 エンジン方式は、これを作業、走行用と独立したエンジンにて行っていたが、この方式は、イニシャルコストが高価なわりにエンジンの稼働効率が悪いこと、さらに 2 つのエンジンのメンテナンスが必要等のデメリットが多く、次第に 1 エンジン方式に移行していった。

主な 1 エンジン方式は、走行動力系統にトルコンを採用した方式であるが、作業系のエンジン回転数を確保しつつ走行速度を変えるためには、ブレーキにて調整せざるをえず、操作性に問題があった。

HST 方式はこれを改善したもので、エンジン動力は作業機用変速機と平行に可変容量ポンプも回転させる構造の変速機を有し、この可変容量ポンプの押しのけ容積を連続的に可変させモータを駆動することにより、エンジンの回転数とは別に走行速度を変更することができる構造である。

2-5-2 除雪装置

昭和 30 年代、海外より多くの除雪車が輸入、使用さ

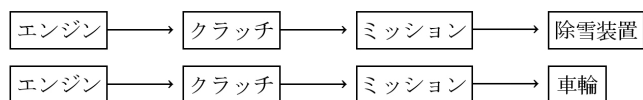


図 2-2 2 エンジン式

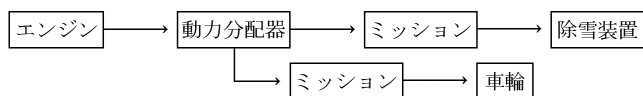


図 2-3 1 エンジン・歯車変速方式

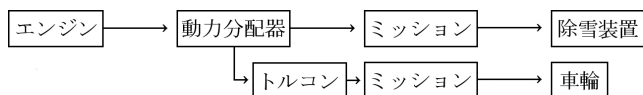


図 2-4 1 エンジン・トルコン式

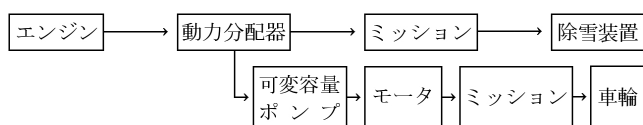


図 2-5 1 エンジン・油圧式 (H.S.T)

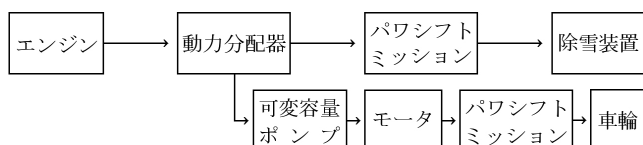


図 2-6 1 エンジン・パワースhift方式

れた。その機種は多様であり、以下にその例を示す。これらの機種は、海外では現在でも使用されているが、日本では最終的に、日本の特徴である様々な雪質に適応可能なツーステージ、リボンスクリューオーガ形が生き残った。

1) スクリュー形 (2 軸) ツーステージ

昭和 31 年に、旧建設省北陸地方建設局に三菱重工業(株)、スクリュー形ツーステージが道路除雪用に導入された。海外製品をモデルに製作されたようである。

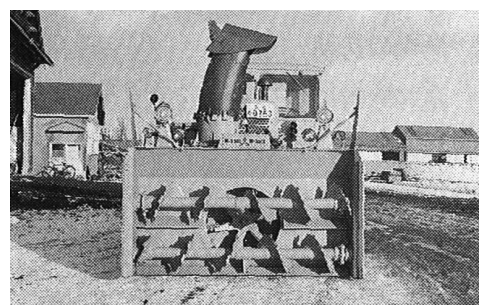


写真 2-101 スクリュー形ツーステージ 三菱重工業(株) 昭和 31 年³⁾

2) ブロア形ワンステージ

ブロア形ワンステージは、PTO 駆動ワンプロア形除雪装置で主に拡幅除雪に使用された。

昭和 37 年に旧建設省東北地方建設局にシュミット社 (西ドイツ) ブロア形ワンステージが導入された。

写真 2-102 ブロア形ワンステージ 32PS シュミット社 昭和 37 年²⁾写真 2-104 ブロア形 (2 ブロア) ワンステージ 走行動力 32PS, 作業動力 110PS シュミット社 (西ドイツ) 昭和 38 年²⁾

ベースマシンは、ウニモグ (32 PS) であった。

3) カッタ形ワンステージ

カッタ形ワンステージは、硬度の高い雪堤除雪に対応可能な装置で作業用エンジンが搭載されており導入台数も比較的多い。

昭和 37 年に旧建設省東北、北陸地方建設局にシュミット社 (西ドイツ) シュミットカッタ形ワンステージが導入された。ベースマシンはウニモグで、走行動力が 32 PS、作業動力が 110 PS であった。

写真 2-103 シュミットカッタ形ワンステージ 走行動力 32PS, 作業動力 110PS シュミット社 昭和 37 年²⁾

4) ブロア形 (2 ブロア) ワンステージ

ブロア形 (2 ブロア) ワンステージは、走行しながら雪をかき込みブロアで飛ばすもので、軽い雪には有効だが硬度の高い雪堤には不向きであった。

昭和 38 年に旧建設省東北、北陸地方建設局にシュミット社 (西ドイツ) ブロア形 (2 ブロア) ワンステージが導入された。ベースマシンはウニモグで、走行動力が 32PS, 作業動力が 110 PS であった。

北陸地方建設局では、ブロア形 (2 ブロア) ワンステージ、バイルハック形も導入された。

5) リボンスクリュ、ツーステージ (ロールバ形)

リボンスクリュ、ツーステージは、昭和 38 年に旧建設省北陸地方建設局と北海道開発局に、昭和 39 年に旧建設省東北地方建設局にロールバ社 (スイス) リボ

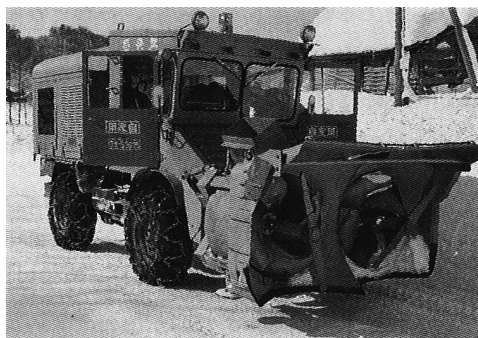


写真 2-105 ブロア形 (2 ブロア) ワンステージ バイルハック社

ンスクリュ、ツーステージ川崎ロールバ, KRH800 が導入された。ベースマシンはウニモグで、走行動力が 32 PS, 作業動力が 113 PS 又は、125 PS であった。

この構造は除雪能力が高く、我が国の重い雪質にも適していたため、国産機は、このタイプになっていった。

写真 2-106 リボンスクリュ、ツーステージ川崎ロールバ, KRH800 ロールバ社 (スイス) 昭和 38 年²⁾

6) 立軸オーガ形、ツーステージ

昭和 62 年に旧建設省東北地方建設局にシュミット社 (西ドイツ) 立軸オーガ形、ツーステージ 450 PS が導入された。

2-5-3 ステアリング機構

1) 後輪ステアリング方式

後輪ステアリング方式は、前輪がフレームに固定され、後輪が操舵する方式である。常に、前輪が内側にトレース、後輪が外側に張り出すため、前輪より前に



写真 2-107 立軸オーガ形、ツーステージ 450PS シュミット社（西ドイツ）TS-4 昭和62年²⁾

ある除雪装置が雪堤へ食い込みやすい。反面、回送時等、比較的高速時の車体安定性に劣るため現行のロータリ除雪車には、ほとんど使用されていない。



写真 2-108 HTR41（後輪ステア）（株）日本除雪機製作所

2) アーティキュレート（車体屈折）方式

アーティキュレート（車体屈折）方式とは、昭和29年頃、米国で開発されたもので、通常は一体の車体フレームを前軸が装着されるフロントフレーム、後軸が装着されるリアフレームへ分割し、これをセンタピンと呼ばれる垂直方向のピンで連結した方式で、通常は油圧シリンダによりフレームを屈折させることにより操舵を行う方式である。油圧シリンダへ作動油を供給するステアリング機構本体部の構造（フィードバックリンケージの有無等）については、インテグラル形、セミインテグラル形、全油圧形等があるが、現在では全油圧形が一般的である。

この方式は、センタピンの位置より前軸、後軸まで距離が同じ場合は、旋回時前後輪が同じ位置をトレースするため内外輪差が発生せず、またロータリ除雪車の場合は、雪堤への切り込みをした状態で旋回動作が可能、雪堤への食い込みが容易というメリットがあり、ロータリ除雪車への採用は、昭和44年に（株）日本除雪機製作所がMR12形で初めて行った。

また昭和50年代になってから普及し、昭和51年に（株）日本除雪機製作所のHTR200形、昭和52年に（株）新潟鐵工所^{（注3）}のNR653形、昭和53年に東洋運搬機^{（株）}^{（注1）}R400形に採用された。

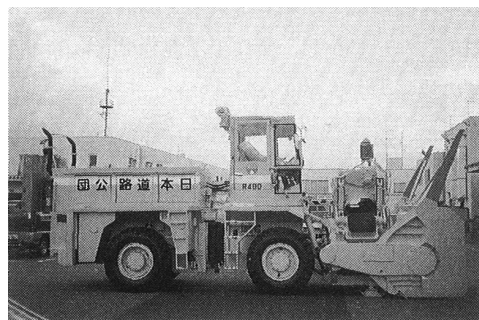


写真 2-109 R400（車体屈折式） 東洋運搬機^{（株）}^{（注1）} 昭和53年

その後、ロータリ除雪車の標準的な操舵方式となっている。

3) 前輪操舵－アーティキュレート切換方式

前輪操舵－アーティキュレート切換方式は、スイッチ操作により、前輪操舵と、アーティキュレートステアリングを切り替えることができる方式である。前輪操舵選択時はセンタピンが、アーティキュレートステアリング選択時は前輪がロックされる構造である。

平成に入り本格的な高速交通時代を迎え、回送では高速安定性に優れる前輪操舵により回送作業の高速化・迅速化と交通支障緩和の目的とし、除雪作業ではアーティキュレート方式のメリットである雪堤への食い込み、前輪と後輪が同じ場所をトレースする良好な車体取り回し性能を生かすことを目的に開発された方式である。

本方式は、主に平成4年より数年間、（株）日本除雪機製作所のロータリ除雪車HTR411S、412に採用された。



写真 2-110 HTR412（前輪操舵 - アーティキュレート切換）（株）日本除雪機製作所

4) 4輪操舵方式

4輪操舵方式は、前輪、後輪が単独または同時に操舵可能な方式である。なお、同時操舵の場合、前輪と後輪が同じ方向に操舵される同位相方式、前輪と後輪が逆に操舵される逆位相方式がある。

平成5年、（株）新潟鐵工所^{（注3）}のロータリ除雪車NRS400に採用された。



写真 2-111 ロータリ除雪車 NRS400 (4 輪操舵) (株新潟鐵工所 (注3))



写真 2-114 スイングオーガ付ロータリ除雪車

2-5-4 オプションの変遷 (高雪堤除去装置, 雪切板など)

昭和 62 年に旧建設省北陸地方建設局にスイングオーガを装備した(株新潟鐵工所 (注3)) NR653 形 (ツーステージ形, 260PS エンジンを搭載) ロータリ除雪車が導入された。

同様に昭和 51 年に旧建設省東北地方建設局に(株新潟鐵工所 (注3)) の NR652 形が導入されている。また, 昭和 51 年に東北技術事務所開発のノコギリ形高雪堤処理装置が導入されている。

昭和 62 年に旧建設省北陸地方建設局に(株日本除雪機製作所 (北陸地方建設局と共同開発)の段切り用ロータリ除雪車が導入された。これは, トラクタショベルに除雪装置を架装し, 段切りのため 1 m 左へ移動できるものである。

昭和 59 年に旧建設省北陸地方建設局に(株新潟鐵工所 (注3)) (北陸地方建設局と共同開発) の高所運転室付ロータリ除雪車が導入された。これは, ロータリ除雪車の運転室を高くして, 雪の落下地点を確認できるものである。



写真 2-115 東北技術事務所開発のノコギリ形高雪堤処理装置

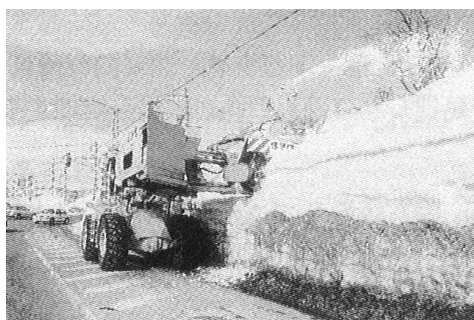


写真 2-116 段切り用ロータリ除雪車 (株日本除雪機製作所 昭和 62 年)

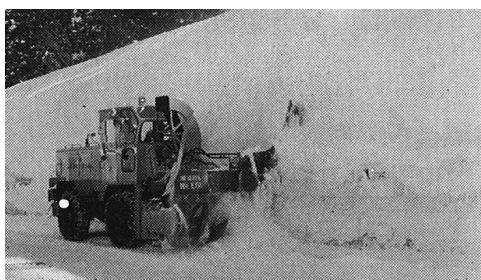


写真 2-112 NR651 形 (高雪堤処理装置付) (株新潟鐵工所 (注3))



写真 2-117 高所運転室付ロータリ除雪車 (株新潟鐵工所 (注3) (北陸地方建設局と共同開発) 昭和 59 年)

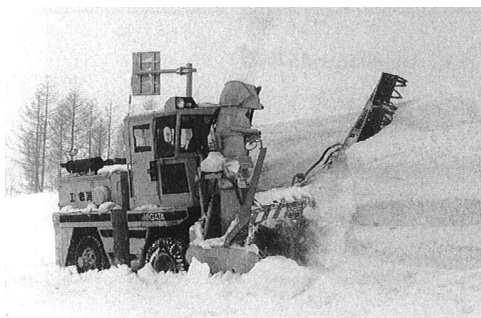


写真 2-113 NR652 形 (高雪堤処理装置付) (株新潟鐵工所 (注3))

注 1: TCM (株)をへて現日立建機(株)

注 2: 現日立建機(株)

注 3: 現新潟トランス(株)

《参考文献》

- 2) 道路除雪 30 年史 平成 3 年 3 月 30 日 編集 建設省東北地方建設局 道路部道路管理課・機械課 発行 社団法人東北建設協会
- 3) 除雪機械の歴史 平成 3 年 3 月 監修 建設省北陸地方建設局 発行 社団法人日本建設機械化協会北陸支部