

部 会 報 告

除雪機の変遷（その 18） 凍結防止剤散布車（4）

機械部会 除雪機械技術委員会

6-8 湿式方式

湿式方式の変遷について、湿式と湿潤式に分けて述べる。どちらも塩と溶液を混合する方式であるが、湿式は、効率的な散布ができることから、高速道路では、すべての路線で採用されており、標準的なものといえる。湿潤式は、湿式と異なり溶液タンクを基地に設置する必要がなく、水道水を利用するため初期投資を軽減できる点が特徴である。

6-8-1 湿式

塩に塩水や塩カル溶液を混合する方式について3社（範多機械(株)、(株)日本除雪機械製作所、ワイ・エンジニアリング(株)）の湿式の方式を紹介する。

平成5年頃、範多機械(株)は、旧日本道路公団向けに湿式凍結防止剤散布車を開発した。この時の散布剤と塩水の混合方式では、ベルトコンベアから搬送されてきた散布剤は、車両後部の横置きスクリーンに流入し、搬送中にスクリーン内で塩水と十分混合され、湿塩が生成される（図6-3）。

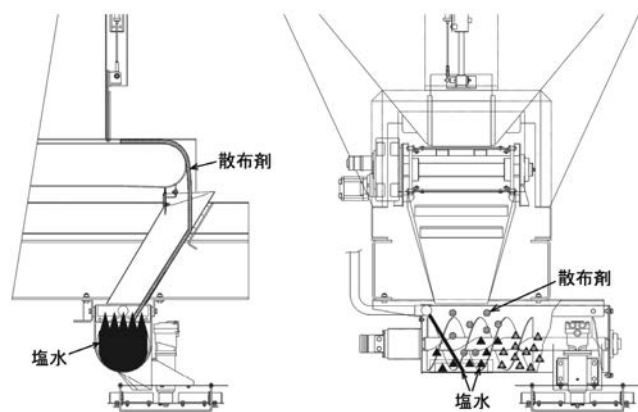


図6-3 範多機械(株)の湿式における溶液混合のやり方 日本道路公団向け

平成10年に範多機械(株)は、湿式の混合方式としてシュート内混合装置（特許取得）を開発した。これはシュート内で溶液を多段混合する方式である。散布剤は、シュート後方上部位位置から落下してくる溶液上に落下した後、さらにもう1回シュート壁に衝突し、散布円盤導入シュートにより絞られながら散布円盤上に落下する。これにより溶液と散布剤を十分に混合する

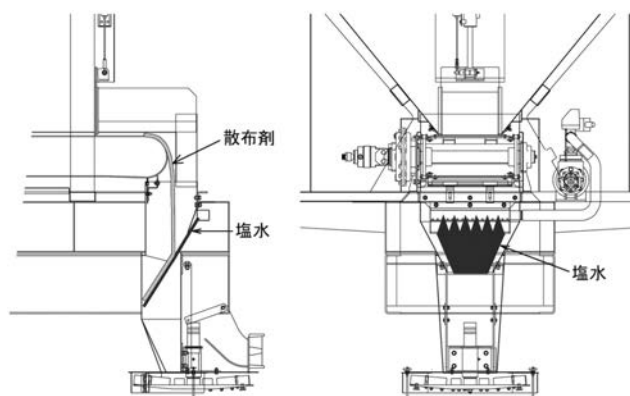


図6-4 範多機械(株)の湿式における溶液混合のやり方

ことができ、散布円盤からの飛散時には湿潤塩状態になる（図6-4）。

平成元年より(株)日本除雪機械製作所は、以下の溶液混合方式を採用した湿式凍結防止剤散布車を旧北陸地方建設局へ納入した。これは、凍結防止剤をホッパ下部に設けられたスクリーンコンベアで搬送すると共に、水溶液をホッパ側面に設けられた水溶液タンクからポンプにて圧送、水溶液を散布円盤上で凍結防止剤に添加し、散布円盤にて均一に散布する方式である。なお、水溶液、凍結防止剤の湿式割合、散布幅、散布密度等については、運転室内の操作パネルと装置後部の制御器の間でCAN方式により通信制御され、さまざまな状況に対応可能である。また、車速に同調して湿式割合、散布幅、密度を一定に自動制御する機能も有している。

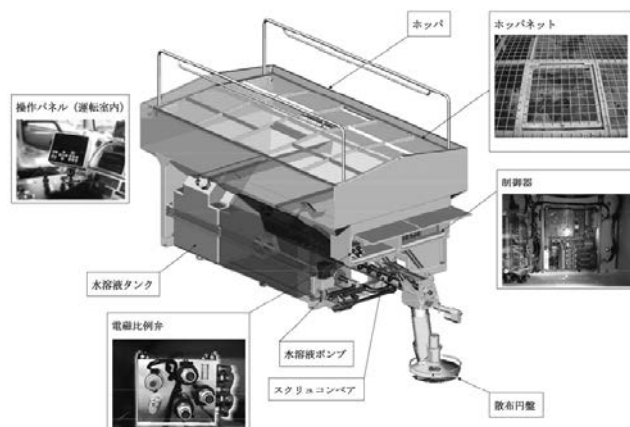


図6-5 (株)日本除雪機械製作所の湿式における溶液混合のやり方

散布円盤上で凍結防止剤に溶液を添加することで以下のようなメリットがある。

- 1) 凍結防止剤の搬送経路を乾燥状態に保つことで、湿式・乾式の切替えを瞬時に行うことができるため、乾燥路面には乾式散布、橋梁や交差点等の凍結しやすい路面には湿式のスポット散布を行いやすいなど、汎用性が高い。
- 2) 塩化カルシウム等の潮解性が高い凍結防止剤を散布する場合においても、搬送経路内でのベタつきおよび固化がなく、安定した散布をすることができる。
- 3) 凍結防止剤を溶けた状態ではなく湿った状態で散布することで、固形剤の持続性を保つことができるため、溶液散布の即効性と、乾式散布の持続性を併せ持つことができる。
- 4) 一度ポットに溶液を溜めることで、配管経路内の空気などの影響を受けにくい（図 6-6）。

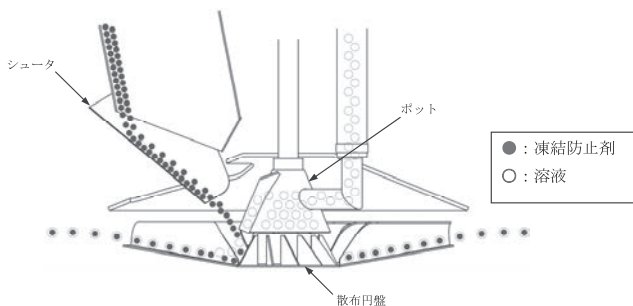


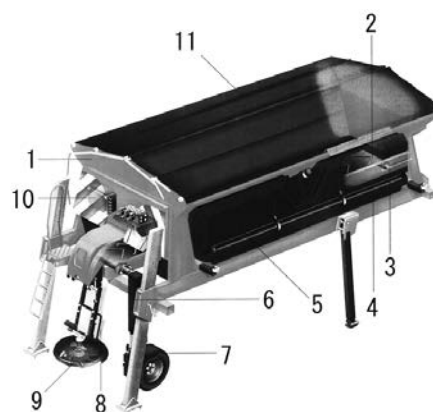
図 6-6 溶液混合部詳細（散布円盤部）

シュミット社製湿塩散布装置（現ワイ・エンジニアリング㈱輸入販売）は、ホッパ下部に設けられたベルトコンベア式移送システムにより、凍結防止剤を送り出し、散布装置後部のシュートを介し、散布円盤へ移送する構造になっている。なお、ベルトコンベア速度は車速と同調する。凍結防止剤と溶液の散布円盤ディスク内での直前混合方式（5ゾーンミキシングシステム）により、混合物の均一化を図っている（図 6-7）。

円錐形のコーン、散布円盤、散布ブレードにおいて混合（ミキシング）効果を高めることにより、凍結防止剤を路面へ均一に散布する。

5ゾーンミキシングシステムとは、次の5つの混合過程よりなる（図 6-8）。

- 1) 固形剤と溶液が別々の経路により円盤の中央部へ運ばれる。
- 2) 中心にある円錐型のミキシングコーンの軸部分において固形剤と溶液が衝突し、最初の混合が行われる。
- 3) 円盤中心の放物線形状の曲面において放射状に混合される。



1. 溶接されたスチール製ホッパ 2. コンベアベルト 3. プラスチック製ローラー 4. ステンレススチール製固定カバー 5. 湿式散布用防錆ポリマータンク 6. 5th ホイール用テレスコピック式ガイド（インナー部分はステンレス） 7. ポリマー製マットガード 8. 調整可能型ステンレススチール製シュート 9. 散布ディスク 10. 内蔵型コントロールボックス 11. フォールディングカバー

図 6-7 湿式凍結防止剤散布機ストラトス シュミット社（ドイツ）製造、ワイ・エンジニアリング㈱輸入販売

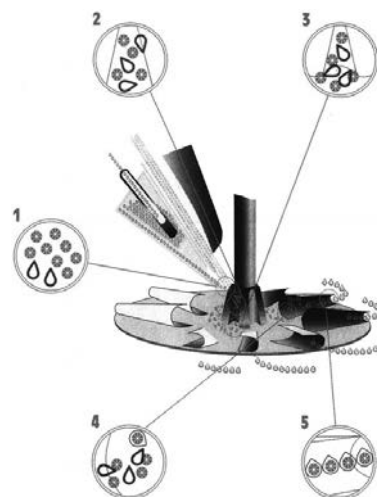


図 6-8 5ゾーンミキシングシステム ワイ・エンジニアリング㈱

- 4) 円錐型の散布ブレードにおいて、遠心力によりさらに混合される。
- 5) 混合された散布剤は、均一化されて、円盤より散布される。

6-8-2 湿潤式

平成 10 年に範多機械㈱は、現国土交通省北陸地方整備局の指導の元に湿潤式散布車を開発した。

湿潤式の場合、溶液タンク内の塩水は、水道水とホッパから供給される塩により生成される。特に攪拌は行わない。塩水（濃度約 3%）は、溶液ポンプにより、配管を通して溶液タンクより吸入され、スクリーコンベア中央部に設置された散布ノズルから、搬送中の塩に吹き付けられる。スクリーコンベアによって、コンベア出口までの間、塩と塩水は、攪拌混合されて、湿潤状態になる。その後、シュート内を落下して、散

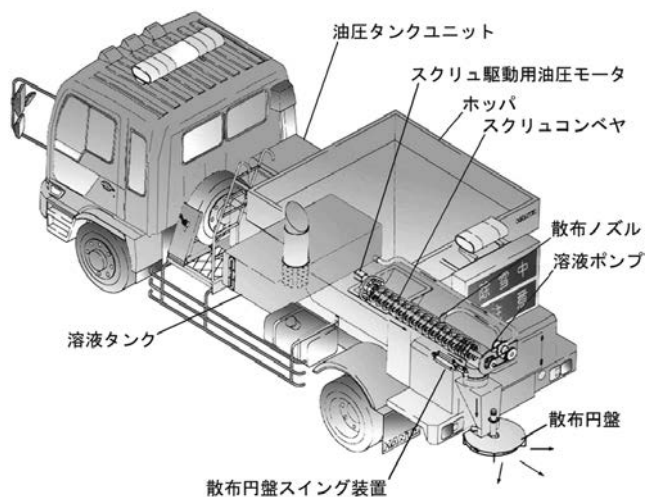


図 6-9 湿潤式の塩水混合方法 範多機械(株)

布円盤に至り、そこから散布される。

6-9 その他

6-9-1 溶液散布車

溶液散布車による散布のやり方は、除雪基地に塩化カルシウム溶液の溶液タンク設備を設置し、溶液散布車に供給し、それにより散布するものである。即効性があるのが特徴である。散布効果の持続時間は固形に比べ短いので、散布回数を増やす必要がある。旧日本道路公団で採用され、車両は、散水車が使用された。したがって、特に溶液散布車独自の装置の開発はなされていない。

平成 7 年の阪神淡路大震災後に、範多機械(株)は、旧建設省近畿地方建設局の指導のもとに溶液散布車 (WSN-63T) を開発し、平成 7, 8 年に近畿地方建設局に納入した。タンクは、災害時に飲料水等が運べるようオールステンレス製となっている。

平成 18 年に、範多機械(株)は、冬季の滑走路や誘導



写真 6-64 溶液散布車 WSN-63T 範多機械(株) 平成 7 年

路の融雪・融氷・凍結防止のために溶液散布車 (WS-80T) を開発し、名古屋空港 (セントレア) に納入した。これは、12 m の散布幅を有し、30 m 幅の滑走路を従来より短時間で散布でき、散布バーは、折り畳み式と



写真 6-65 溶液散布車 WS-80T 範多機械(株) 平成 18 年

なっている。

6-9-2 散布剤貯蔵庫

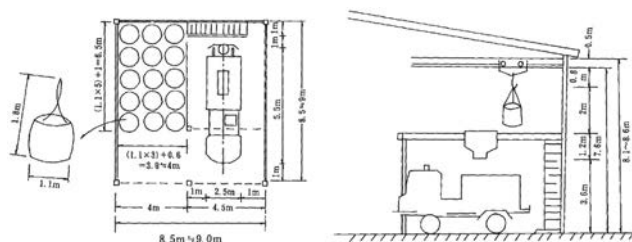
昭和 30 年代の散布剤は、砂が使用され、特に貯蔵庫はなく、地面に野積みされていた。それをトラック荷台に積載して人力散布をしていた。

昭和 50 年代前半に、薬剤庫が設置され、散布剤が貯蔵できるようになった。当時、塩化ナトリウム (原塩) は、30 kg 単位の袋で貯蔵され、人力で、散布車に積み込まれた。

昭和 60 年代には、積み込みに時間を要する袋体に代わり、0.5 t パック、1 t パックが使用されるようになった。

その後、薬剤庫では、積み込みは、トンパック (1 t を袋詰めしたもの) をホイストクレーンで 2 階部分の作業スペースまで吊り上げ、このトンパックの底をカマ等で切り開き、作業スペース床開口部から散布車に投入する方法で行われるようになった。

平成 5 年に、範多機械(株)は、高架式薬剤貯蔵庫 (通

図 6-10 薬剤庫の概要³⁾

称：塩サイロ) の設計開発を行った。

平成 12 年、範多機械(株)は、旧日本道路公団の指導の元に塩サイロ HGS-60 を開発した。これは、凍結防止剤散布車のホッパに塩を自動供給するもので、30 t サイロ 2 基を備え受入から供給まで自動化された本格的な塩サイロプラントであった。平成 12 年度、1 号機が、東北の秋田管理事務所横手 IC に納入された。サイロ内で塩の固結現象が発生するなど運用までに種々の故障が発生したが、その後の製作にその経験が生かされた。以後現在 (平成 28 年時点) まで、約 30 基が製作された。

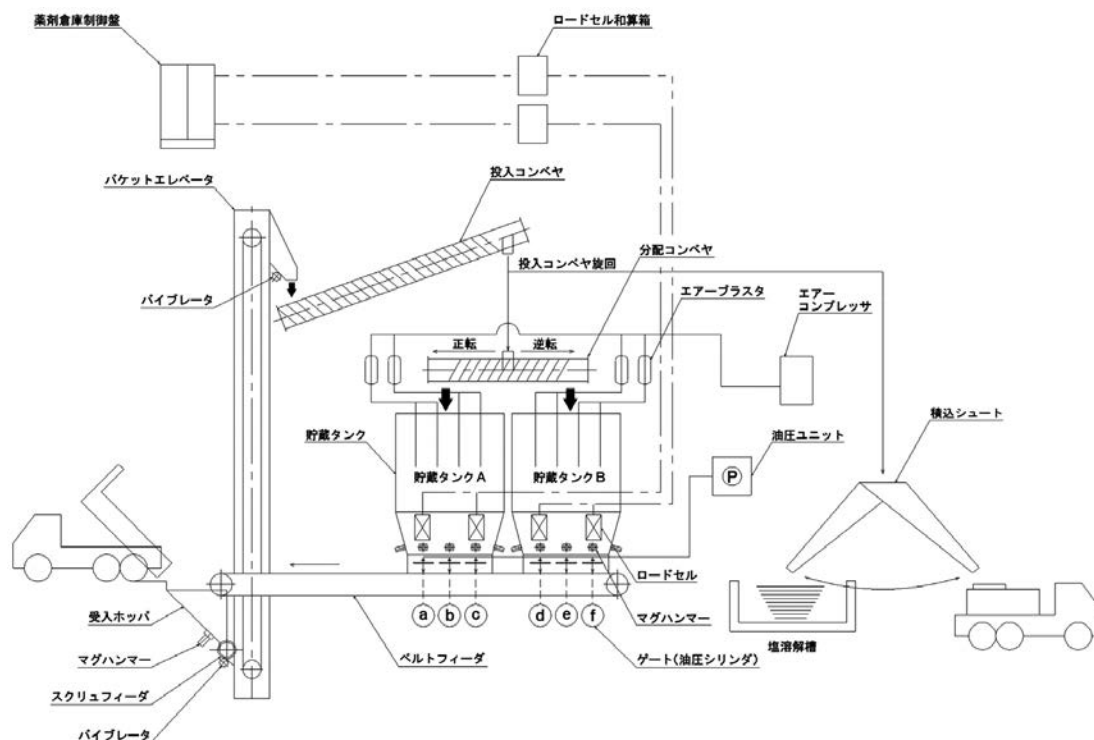


図 6-11 高架式薬剤倉庫のフロー



側面



正面

写真 6-66 高架式薬剤貯蔵庫（模型：側面、正面）

それまで、人力作業では、4tの塩を散布車に積み込むのに約30分を要していたが、塩サイロでは実績として約10分であり迅速に積み込み、作業の効率化が図られた。

塩サイロは塩をタンクに貯蔵し、必要に応じて設定量を散布車に積み込み、または塩溶解槽（塩水）がある場合はそこにも投入を行う。本設備は、受入ホッパ、スクリュフィーダ、バケットエレベータ、投入コンベヤ、分配コンベヤ、積込シュート、貯蔵タンク（2基、以下「サイロ」という）、ベルトフィーダ、油圧ポンプ、制御盤等により構成されている（図6-11）。

積込作業能力は、30 t/hである。所要動力は、約30 kWで既存の電源を利用する。

6-9-3 散布剤積み込み装置

平成元年に範多機械(株)は、散布剤積込装置（油圧リフト式）を山形県と共同開発した。これは散布車にリフト装置を装備したものである。散布剤の積込設備のない場所で、1袋25 kgの剤を最大100 kg（4袋）まで油圧リフトにて、ホッパ上方に上げることができ散布剤の供給を容易にしている。

平成5年に(株)日本除雪機製作所は凍結防止剤積込装置NML-1とNML-2を開発した。NML-1は、スクリュコンベア搬送式で、積載能力は6 t/h、積載高さ2.8 mとなっているが搬送能力が小さく実用化されなかった。NML-2は、ブロウ型エアー搬送式で積載能力は10 t/h、積載高さ2.8 m、200 V電動式となっており、北海道、東北の一部で採用された。

平成6年に(株)日本除雪機製作所は、凍結防止剤積込



持ち上げた状態



格納状態



剤を装置に載せた状態

写真 6-67 散布剤積込装置（油圧リフト式） 範多機械(株) 平成元年



NML-1



NML-2

写真 6-68 凍結防止剤積込装置 NML-1,NML-2 (株)日本除雪機製作所 平成 5 年



NML-3



自動開袋装置部分

写真 6-69 凍結防止剤積込装置 NML-3 (株)日本除雪機製作所 平成 6 年

装置 NML-3 を開発した。ベルトコンベア搬送式で積載能力は 12 t/h、積載高さ 2.665 m となっている。オプション装置として自動開袋装置を装備した NML-3C も同年に開発されており、200 V 電動式で北海道、東北の一部で採用された。

平成 7 年に(株)日本除雪機製作所は、凍結防止剤積込装置 NML-4 を開発した。ベルトコンベア搬送式で、積載能力も 12 t/h で NML-3 と同じであるが、積載高さが約 3 m となっており、大型車両への積込も可能である。横棧付のフレックスベルトを採用して搬送効率向上を図っている。手動の開袋装置を装備した

NML-4C を含め 10 台程度が各地に納入された。

平成 7 年に範多機械(株)は散布剤積込機 MSF-10E II を開発した。自治体などで積み込み設備のない場合、25 kg の袋を手で開封して積み込んでいたが、MSF-10E II によって、地上で散布剤の袋を開封して、スクリーコンベアで搬送し散布車のホッパに積み込むことができる。搬送量は、約 10 m³/h である。散布剤を本装置のホッパに投入するだけで高速で積込め(2.5 m³のホッパで約 15 分)時間が大幅に短縮され省力化が図れ、散布剤の積込みを安全・迅速に行える。動力源は 3 相 200 V 電動式であり、電源のない基地などでは



写真 6-70 凍結防止剤積込装置 NML-4 (株)日本除雪機製作所 平成 7 年



写真 6-71 散布剤積込機 MSF-10E II 範多機械(株) 平成 7 年



受け入れホッパ

投入コンベア

写真 6-72 散布剤積込機 MSF-15 範多機械(株) 平成 21 年



写真 6-73 標準タイプのトラック 4 輪 1 軸駆動 (4 × 2)

平成 3～8 年まで散布車の車両には、4 輪 2 軸駆動 (4 × 4) の高床式が使用された。



写真 6-74 高床式の車両 4 輪 2 軸駆動 (4 × 4)

特別仕様で本装置に発電機が装備できる。散布車の大きさに応じて、投入コンベアの角度調整が可能である。

平成 21 年に範多機械(株)は、受け入れホッパと投入コンベアからなる散布材積込機 MSF-15 を宮城県道路公社と共同開発した。散布剤の 1t 袋をクレーンで吊って人力で開封し、受け入れホッパに投入する。これは、散布車ホッパ上方の車庫の空間が狭くて 1t 袋等の吊り上げが困難な場合に適している。搬送量は、約 15 m³/h (6 m³ のホッパで約 24 分) で、MSF-10E II と同様の特徴を備えている。

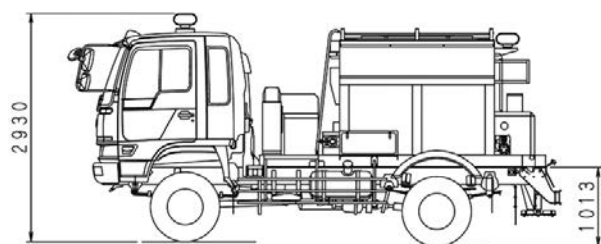
6-9-4 車両

車両の構造の変遷について述べる。

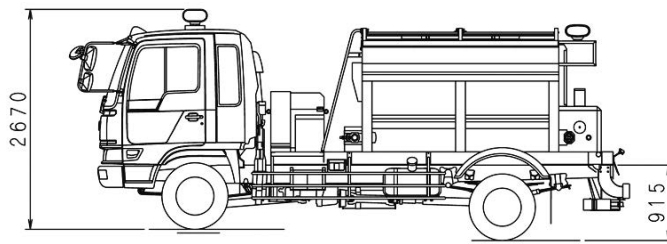
平成 8 年以降、散布車の車両は、低床式の 4 輪 2 軸駆動 (4 × 4) が採用され現在に至っている。

低床式は、車両の地上高を低くして、車両重心の安定を図るものである。わかりやすいように、高床式と低床式の車両の散布装置を搭載後の状態を図面で示す。

6 輪駆動は、凍結防止剤散布車にプラウ及びトラックグレーダを装着するとき使用される車両である。当該車両は、除雪トラック専用車として多く使用され



高床式



低床式

図 6-12 高床式と低床式の比較（散布装置搭載後）



写真 6-75 低床式の車両 4 輪 2 軸駆動 (4 × 4)

ている。

4 輪 2 軸駆動 (4 × 4) (7t 車) や 6 輪 2 軸駆動 (6 × 4) (10t 車) は、フロントプラウだけを装着する場合に使用される。

総輪駆動 (6 × 6) (10t 車) は、トラックグレーダとフロントプラウを装着する場合に使用される。



写真 6-76 フロントプラウを装着した凍結防止剤散布車 6 輪 2 軸駆動 (6 × 4)



写真 6-77 フロントプラウとトラックグレーダを装着した凍結防止剤散布車 6 輪 3 軸駆動 (6 × 6)

6-9-5 防錆

散布車の耐久性を左右するのがシャシの防錆である。防錆の手段としては、塗装が一般的である。車両メーカーから提供される車両は、すでに塗装がなされているが、さらに、防錆効果を上げるために国土交通省の塗装基準による防錆塗装がなされている。

塩を散布することにより、車両自体も塩を浴びるので、車両のフレームや配管系統の腐食が起きやすい。

昭和 48 年当初から、ブレーキパイプが普通の鋼製パイプでは錆びるので、銅パイプに変えられた。しかしその後、銅が有毒であるため使用されなくなった。

昭和 50 年代半ばにエポキシ樹脂、ジーバード塗装などの特殊塗装を防錆のために実施した。

当時ホッパの中には、エポキシ塗装、外側は普通塗装であったが平成 5～6 年頃に内外ウレタン塗装に変わった。

平成 19～20 年に、以下の特殊防錆塗装が実施された。

下塗り：高分子エポキシ樹脂塗料

上塗り：耐寒ゴム系塗料

ガードコート：合成アクリルゴム系塗料

(散布装置・運転席表面はポリウレタン樹脂系塗料)

平成 22 年、国土交通省の仕様書に以下の塗装の性能が規定された。

- ・エポキシ樹脂塗料（最終膜厚 100 μ 以上）を超える防錆性能があること。
- ・塩水噴霧試験 (JIS Z 2371) にて 1,000 時間経過後、発錆率が 10% 未満であること。

平成 23 年に塩水噴霧 1,000 時間の記述が抹消され、以下の塗装が規定された。

- ・標準塗装であるシャシブラックの上に下記の防錆塗装を追加で施すこと。
- ・エポキシ樹脂塗料を防錆塗装として塗装すること、または同等性能以上の防錆性能を有する塗装を施すこと。

散布車の延命のためには、車両側の防錆対策が重要である。車両側のトラックフレームが腐食し、耐荷力

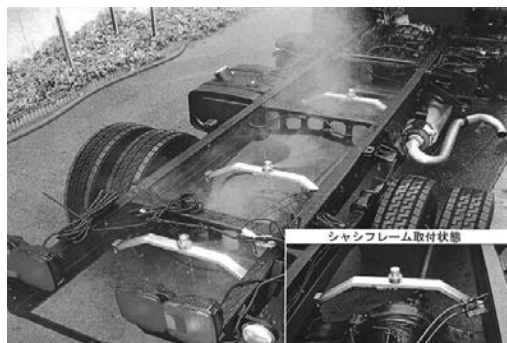


写真 6-78 シャシフレーム洗浄装置 (写真は 4～5.5t 車用)
範多機械(株) 平成 21 年

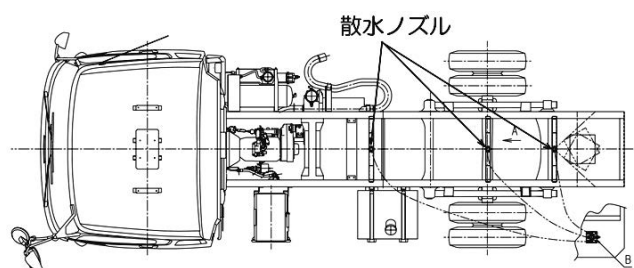


図 6-13 シャシフレーム洗浄装置 散水ノズル取付位置

がなくなることを防ぐためには、散布後に付着した塩分を洗浄することが重要である。しかしながら、車両外側からは、洗浄の死角が生じやすく、完全に洗い流しにくいという欠点がある。平成 21 年に範多機械(株)は、シャシフレーム洗浄装置を開発した。これは、散布車のシャシフレーム内に回転式散水ノズルを 3～4 セット (シャシにより異なる) 設置し、手持ちの温水高圧洗浄機のホースにカップラを接続するだけで、シャシフレーム内部の洗浄を短時間に効果的に行い、付着塩分を効率的に落とすものである (写真 6-78, 図 6-13)。オプション対応であるが、既存の散布車へも取り付け可能である。防錆塗装と併用すればさらに車両寿命の延命が図られることが期待される。

J C M A

《参考文献》

- 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

