

CMI 報告

凍結防止剤散布車の
耐久性向上検討

太田 正志

1. はじめに

道路管理者は、冬期における安全な交通路を確保するため、塩化ナトリウムや塩化カルシウムなどの凍結防止剤を散布し、路面の凍結防止対策を実施している。

この作業に使用される凍結防止剤散布車は、付着する塩分の影響などにより、一般的な車両や他の除雪機械に比べて腐食や劣化の進行が著しい。

本稿では、凍結防止剤散布車の耐久性を向上させることによる延命化を目的に、国土交通省中部地方整備局中部技術事務所の委託を受けて実施した検討業務の内容を報告するものである。

2. 腐食や劣化の要因

(1) アンケート調査

凍結防止剤散布車における腐食や劣化の要因を調査・分析し、改善方法を検討するため、各地の発注者（国土交通省の機械管理担当職員）および受注者（道路維持業者）を対象としたアンケート調査を複数年にわたって実施した。

アンケート調査内容を表—1に示す。

アンケート調査の結果から、メンテナンスの対応は大きく異なっており、保管車庫の設備や洗浄機器類にも差が生じていた。

なお、腐食や劣化の要因としては、車両の構造的に下回りのシャーシフレーム内側などは洗浄しにくく、腐食しやすい箇所となっている。

表—1 アンケート調査内容

調査項目	調査内容
稼働実態	稼働日数, 散布量, 薬剤の残り
凍結防止剤	管理・保管, 積込み方法
洗浄作業	器具, 頻度, 方法, 作業性
腐食・劣化	部位・状況, 洗浄作業との関係
補修塗装	実施時期, 使用塗料
保管状況	設備, 夏期・冬期の対応
メンテナンス	問題点・改善策, 配置換え

(2) ヒアリング調査

凍結防止剤散布車の稼働状況や具体的なメンテナンス内容を把握するため、道路維持業者および車両の点検・整備業者を対象にヒアリング調査を実施した。

ヒアリング調査内容を表—2に示す。

表—2 ヒアリング調査内容

調査対象者	調査内容
道路維持業者	・散布作業の実態, 薬剤の残量
	・作業後の洗浄方法
	・洗浄機器類, 乾燥設備
	・補修塗装の有無
	・メンテナンスの改善策
点検・整備業者	・点検・整備・車検の時期
	・補修塗装方法と使用塗料
	・車両ごとの個体差
	・メンテナンスの改善策

道路維持業者は、地域の安全管理や事故防止といった住民への配慮から、作業期間内は昼夜を問わず雪氷作業が行われており、車両のメンテナンスにおいても愛着をもって対応している会社が多い。

補修塗装に関しては、車両返納前に車両整備として、下回りの塗装が行われている地域もあり、防錆性や耐久性の優れた塗料が試行されている。

点検・整備業者においては、他の除雪機械とともに定期整備や車検整備が毎年行われており、車両ごとの状態に合わせて各部の修繕がなされている。

車両の状態は、稼働状況・保管状態・メンテナンスなどの程度により、車両の健全度に差が表れていた。

メンテナンスにおける改善策は、腐食しやすい箇所の材質変更や塗装仕様の改善、健全時における予防整備の増強などが挙げられ、日頃の対応としては洗浄後の乾燥（水切り）作業が重要という意見もあった。

3. 塗料の比較試験

腐食や劣化に強い車両下回り塗装にすることにより、車両の耐久性の向上につながるため、新車時の塗

装仕様とアンケート調査およびヒアリング調査による各種塗料をもとに、塗料メーカーの推奨塗料を対象とした比較試験を実施した。

試験方法は、塗料試験事例の多い塩水噴霧に加え、乾燥と湿潤状態を組み合わせた複合サイクル試験と、凍結防止剤散布車の作業状況を模擬した屋外暴露試験を実施した。

(1) 現状の塗装仕様

新車時の塗装仕様は、車両の上部（運転席と散布装置）、下部（シャーシ周り）に区分されており、上部はポリウレタン樹脂塗料、下部はエポキシ樹脂塗料が採用されている。塗装膜厚は、各部位ごとに90～100 μm に規定されており、標準的なトラックの防錆塗装に比べると強化された塗装仕様となっている。

ところが、凍結防止剤散布車の作業環境は厳しく、納車後2～3年経過すると隅部や下回りに錆や塗膜の劣化が発生し、毎年補修塗装を繰り返す状況である。

補修塗装に使用される塗料の多くは新車時の塗装仕様を基準に行われているが、簡易的な補修には乗用車の下回り塗装に使用されるシャーシブラックといった膜厚の薄いスプレー塗料も使用されている。

(2) 複合サイクル試験

JIS K 5600-7-9 サイクル腐食試験方法のサイクル A および JASO M 609 自動車用材料腐食試験方法に規定されている、各種材料や塗料を対象とした促進腐食試験である。

実施した試験条件を表—3に、複合サイクル試験機を写真—1、図—1に示す。

表—3 複合サイクル試験条件

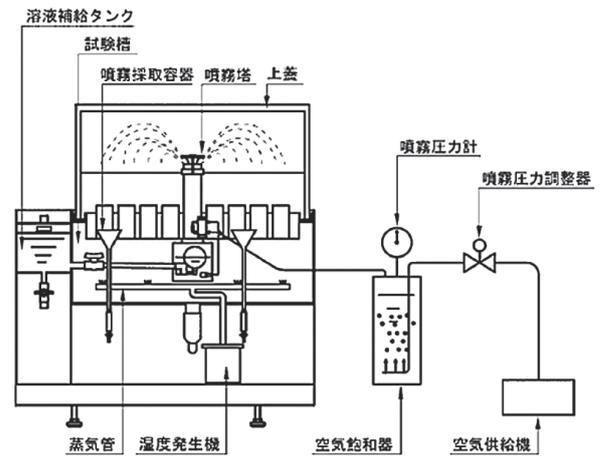
条件	時間	温度	湿度
①塩水噴霧	2hr	35 \pm 1 $^{\circ}\text{C}$	
②乾燥	4hr	60 \pm 1 $^{\circ}\text{C}$	20～30%
③湿潤	2hr	50 \pm 1 $^{\circ}\text{C}$	95%以上

※塩水の試験溶液は、5%濃度、pH6.0～7.0である。

塩水噴霧の開始は瞬時であるが、①から②および③から①への温度移行時間は30分以内、②から③へは15分以内とされている。



写真—1 複合サイクル試験機



図—1 複合サイクル試験機の概要

(3) 屋外暴露試験

一般的な塗料の暴露試験は、各地の気象および環境条件により、長期間の腐食や劣化を比較するものであるが、凍結防止剤散布車は薬剤散布と高圧洗浄が繰り返されることから、気象変化に加え塩水噴霧と水洗浄を組み合わせた屋外暴露試験を実施した。

噴霧する塩水の濃度は、薬剤散布後の路面から直接跳ね返る状況を考慮し、10%の塩水を使用した。

水洗浄は、水道のホースを絞って高圧洗浄機を模擬する状態で実施した。

なお、塩水噴霧と水洗浄は週1回の頻度で実施するものとし、塩水噴霧後の表面が完全に乾燥する翌日降りに水洗浄を実施した。

また、屋外暴露試験の多くは試験板を傾けて配置するが、今回は車両の下回りなどを対象としているため、水平に配置して行った。

(4) 塗料試験板と塗装条件

複合サイクル試験および屋外暴露試験に使用した塗料の試験板は、JIS G 3101に規定される鋼板（150 mm \times 70 mm）を使用し、塗装後は片側半分には×印の切り込みキズを付けて試験を実施した。

また、試験の塗装仕様は新車用と補修用に区分し、新車用は実際のトラックシャーシに施される電着塗装への塗り状態を、補修用は予め錆を発生させた鋼板に2種～4種のケレン作業と補修塗装を行うことで実車の塗装条件を再現するものとした。

(5) 試験結果

塗料の腐食や劣化状態から、複合サイクル試験は90サイクル（720 hr、30日）、屋外暴露試験は12週間の経過にて終了し、各塗料の比較検証を行った。

新車用の塗装仕様は概ね良好な塗料が多い状況で

あったが、×印の切り込み周辺に小さな膨れや剥離が発生するものもあった。

予め錆を発生させた補修用は、ケレンの状態と下地処理が大きく影響し、約半数の塗装仕様に腐食や劣化が確認された。

近年の補修塗装に使用される塗料としては、塗装後の表面が半乾性の状態で、塗膜が劣化しにくく効果の持続性があるものや、錆に浸透して腐食の進展を抑制する下地処理などがあり、現場での性能が期待される塗料を推奨塗装仕様として整理した。

4. 現場実証試験

凍結防止剤散布車の状態と日頃の洗浄作業、改善・対策事項の検討を行うため、実際の作業現場にご協力いただくことで現場実証試験を実施した。

(1) 塩分濃度測定

車体の腐食や劣化要因となっている塩分の付着状況を把握するため、散布作業後および洗浄作業後の塩分濃度を測定した。

測定方法は、水分を含めた脱脂綿で車体表面を拭き取り、付着塩分量を塩水濃度に換算することで、塩分濃度を測定する簡易的な方法とした。

使用した脱脂綿は市販のカット綿とし、含める水滴と拭き取り面積、往復回数を調整することで、付着塩分濃度を確認できるものとした。

測定結果によると、散布作業時の気象条件、路面状態、散布作業量が異なるため、同一箇所の塩分付着量が変化すること、車両各部においても濃淡差が発生することとなった。

散布作業後と洗浄後の測定値を比較すると、7割程度に塩分濃度の減少傾向が見られ、3割程度が変化しない状況であった。下回りの裏側などは洗浄作業が難しい箇所なため、注意して洗浄ノズルを操作しなければ細部までの洗浄は困難となっている。また、頻繁に散布作業が行われる稼働率が高い地域や時期によっては、車体の洗浄タイミングを確保しにくいこともあり、付着塩分が累積することも考えられる。

(2) 洗浄試験

凍結防止剤散布車は、散布作業後に車体の洗浄を行うことが義務付けられており、寒冷地における深夜・早朝作業を考慮して、一般的には温水高圧洗浄機を利用した洗浄作業が行われている。

使用する機器により 50～80℃の温水と、5～9 MPa

の水圧となっているが、具体的には気象条件や雪氷などの付着状況により調整され、アンケート調査によると洗浄時間は30分前後が多い。

洗浄試験は、従来どおりの洗浄方法に対して、洗浄しにくく腐食しやすい箇所と塩分濃度の測定結果を考慮した重点的な方法として、洗浄時間内で注意する箇所と洗浄ノズルの向きを調整して実施した。

なお、使用した洗浄ノズルは車両下回りへの対応を考慮して先端に角度の付いた「へ」の字型で、旧型の直線タイプよりも洗浄効率が向上している。

(3) 洗浄用架台

凍結防止剤散布車の洗浄作業について、シャーシフレームなどの下回りの視認性と作業性を改善するため、また点検・整備時においても有効となる洗浄用架台を製作し、現場実証試験にて使用した。

整備工場におけるリフトアップ作業と同様、車両の下側にて直接目視可能となるため、シャーシフレーム内側などの洗浄や各部の点検・整備時には非常に有効的な設備である。

洗浄用架台の使用状況を図-2に示す。

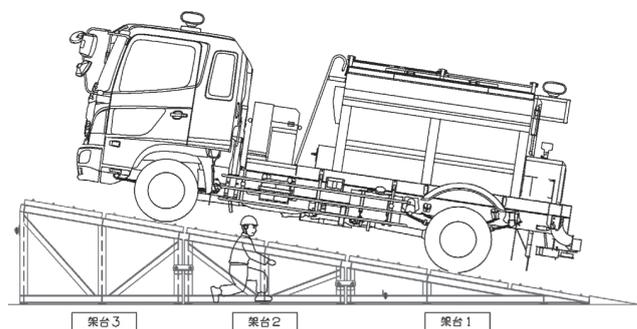


図-2 洗浄用架台の使用状況

(4) エア吹き作業

洗浄後は車体を乾燥させるため、また付着した水分の凍結を防ぐため、車庫内には暖房やジェットヒーターが装備されている場合もあるが、細部まで乾燥させるには時間を要する状態となっている。

凍結防止剤散布車の製造メーカーや点検・整備業者によれば、一般的な乗用車と同様に洗浄後は水分を除去して、乾燥状態を確保することが腐食防止対策には必要と判断されたことから、コンプレッサと噴射ノズルを利用した水切り作業を実施した。

コンプレッサは、圧力 1.0 MPa、吐出量 250 L/min 程度のベビコンと呼ばれるタイプで、口径φ 3 mm、長さ 1.0 m のエア噴射ノズルを取り付けて使用した。

洗浄後の車両は全体が濡れているため、完全に水分

を除去するまでには時間を要するが、細部の乾燥しにくい箇所や下回りの腐食しやすい箇所などを重点的にエア吹き作業を行った。作業時間は約10分とし、洗浄時間の約20分に比べて短時間とすることで、現場作業への負担が少ない範囲で試行した。

なお、エア吹き作業は、短期間で効果が確認できるものではなく、作業期間中に継続して対応することで、腐食や劣化の低減を図る対策であるため、日常的に多忙な現場へ作業を追加するという内容では導入が難しいことも考えられる。

5. 点検確認シート

凍結防止剤散布車の状態確認と要整備箇所を記録するため、車両の貸付時・返納時には外観確認を、整備前には部位ごとの状態確認を実施するものとした。

(1) 貸付時・返納時点検

貸付時の確認は作業期間中に車両を使用する受注者が実施し、返納時は車両を管理する発注者が対応するものとした。記入様式には車体の外観図を添付し、異常箇所にコメントを追記する方法で、運転操作を必要とせずに外観の腐食や劣化を対象とした。そのため、車両の点検・整備に関する知識や経験は特に不要で、所要時間は1台当たり10分程度を目安としている。

(2) 定期整備前点検

車両整備前に行う点検は、整備工場にて実施するものとし、腐食や劣化、損傷などの詳細記録と状況が確認できる写真を添付する様式とした。

除雪機械の点検・整備時には機械ごとに点検シートや記録用紙などもあるが、近年では同一業者が継続的に対応していない地域もあるため、内容を把握しやすい様式と写真を管理することで車両の変化や整備箇所を共通の様式にて確認できるものとした。

6. メンテナンス手法 (案)

アンケート調査、ヒアリング調査、塗料の比較試験および現場実証試験の結果を踏まえ、凍結防止剤散布車の耐久性向上を目的としたメンテナンス手法 (案) を作成した。

記載内容は、腐食や劣化を防ぐための対策や改善事項などメンテナンス全般を網羅するものとして、以下の項目について整理した。

- ・塗装仕様 (新車用・補修用の推奨塗料)

- ・貸付時・返納時の確認 (点検シート)
- ・洗浄と乾燥 (作業方法・使用機器類)
- ・保管時の対応 (点検・換気)
- ・健全度の確認 (整備前点検記録)

特に、発錆や腐食が進展する条件として、気温20℃以上、湿度65%以上の高温・多湿時が著しいため、夏期の保管時における対応は重要となっている。

一般的なメンテナンスとして、定期整備や車検整備が毎年行われているが、その実施時期は統一されているわけではなく、冬期使用後 (車両返納後) 直ちに行うことが理想であるが、夏から秋以降に対応されている地域が多い。

車両の腐食・劣化対策を優先する場合、梅雨入り前に修繕作業を完了し、使用しない夏期の高温多湿環境下においては健全な状態で保管することが望ましい。

7. おわりに

凍結防止剤散布車は、除雪機械の中でも腐食や劣化が著しく、トータルコストという観点では本体価格に対して購入後の維持管理費用の割合が大きい機械に分類される。

また、近年のコスト縮減対応により、車両の更新台数削減や長期活用・延命化が急務となっているため、耐久性向上を目的としたメンテナンスが非常に重要となっている。

本業務にて検討した内容は、使用者や管理者の対応を追加・改善すること、塗装仕様を見直すことで車両の耐久性が向上すると考えられ、各種調査・試験結果からは効果の期待できる内容が多く確認された。

今後は腐食や劣化、損傷を低減するためにも、事前対策や予防整備などのメンテナンス対応を充実させることで、耐久性向上と延命化が実現することを期待している。

謝辞

最後に、本業務の実施にあたり、アンケート調査やヒアリング調査、塗料の比較試験および現場実証試験と多岐にわたってご協力いただいた関係各位、発注者である中部技術事務所の方々への感謝の意をあらためてここに表します。

JICMA

【筆者紹介】

太田 正志 (おた まさし)
一般社団法人日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所 研究第四部
主任研究員

