

密閉空間において使用可能な防錆スプレーの開発

首都高速道路（株） 正会員 ○磯部 龍太郎
首都高技術（株） 正会員 半澤 功祐

1. はじめに

首都高速道路の構造物点検では、点検時に発見された損傷等のうち、可能なものについては現地で防錆スプレー等を用いた応急措置を実施している。しかし、既存製品は特定化学物質障害予防規則(以下、「特化則」と言う)及び有機溶剤中毒予防規則(以下、「有機則」と言う)における規制対象物質が含有されており、写真-1に示す箱桁等で行う内部点検では使用が制限されるため、部分的に応急措置を実施できていなかった。また、既存の防錆スプレーは、揮発性有機化合物(以下、「VOC」と言う)を含有する溶剤形塗料が一般的に用いられており、VOCは主要な大気汚染原因物質である上に、引火、吸引による中毒等、労働災害のリスクも高いことから、その排出抑制に資する技術開発が急務となっている。

上記背景を踏まえ、内面点検でも使用可能となる防錆スプレーを開発し、応急措置の実施を可能とした。

2. 開発経緯

(1)要求性能の設定

本開発では、内部空間での使用を想定し、特化則及び有機則に抵触しない仕様とする必要があった。また、過年度における塗装塗り替え工事現場の火災事故以降、首都高速道路では再発防止対策の一環として消防法上の非危険物となる水性塗料を採用している。また、既存製品の課題有無について、点検協力会社へヒアリングを実施した結果、上向き施工時等にダレが生じる、使用期間中に目詰まりが発生する等の意見があった。

上記背景を踏まえ、新防錆スプレーの要求性能については、「①特化則及び有機則に抵触しないこと、②消防法上の危険物に該当しないこと、③既存製品に対して施工性を改善すること」とした。

(2)防錆塗料の選定及び性能確認

本開発において水性防錆塗料を選定した理由を以下に述べる。特化則及び有機則に抵触しない塗料として、無溶剤塗料と水性塗料が一般的にあげられるが、無溶剤塗料は塗布後の硬化乾燥時に体積収縮が少ない塗料であり、粘性が高くスプレーには適さないと判断した。

なお、防食性能の評価にあたり、表-1に示す2種類の室内試験を実施した。

(3)噴射剤(高圧ガス)の選定

通常、スプレー缶の噴射剤はLPG等の液化ガスが用いるが、水性塗料との相性が悪く、缶内で塗料がゲル化し、目詰まりが発生する。また、液体ガスは一般高圧ガス保安規則上の引火性を有する可燃性ガスに該当するため、引火点を持たず、燃焼反応には関与しない不活性ガス(窒素ガス)を選定した。

表-1 複合サイクル防食性試験の概要と結果



写真-1 内面点検(箱桁内)の作業状況

規格	SDK W-513 (水性エポキシ樹脂塗料)			JIS K 5600 7-9 (塗膜の長期耐久性)	
試験体の養生	塗装後5日置いた後、キセノンランプ法で96時間照射			製品に規定された条件下で養生、少なくとも16時間養生	
試験体の製作	2枚の試験体に塗布し、周辺及び裏面を24時間置いて同じ材料で2回包む。			塗装後、裏面及び端部を製品自身、または製品より防食耐久性の長いものでシールドする。	
1サイクル仕様	段階	時間 (h)	温度 (°C)	条件	
	1	0.5	30±2	塩水噴霧	
	2	1.5	30±2	濃潤 (95±3) %RH	
	3	2	50±2	熱風乾燥	
	4	2	30±2	湿気乾燥	
	段階1へ戻る (1サイクル6時間)				
試験期間	30日 (品質規格試験)			28サイクル (7日、168時間)	
試験結果	一般部：塗膜に異常なし、カット部：さび、膨れ幅4mm以下			3) 正常に補正された視力ではっきり視認できる(0.5mm以下)	

キーワード 構造物点検、応急措置、防錆スプレー

連絡先 〒100-8930 東京都千代田区霞が関1-4-1 首都高速道路(株) TEL 03-3539-9519

(4)実橋における試験施工

水性塗料はVOC低減等の長所がある反面、塗料性状が従来の溶剤系塗料と異なることから、水性塗料に慣れていない施工者では、ダレ等の不具合が発生し易いという短所がある。そのため、ダレの有無及び施工性を十分に確認することを目的とした試験施工を点検協力会社の協力のもと、実橋において実施した。

試験施工の実施にあたっては、前述した室内試験にて長期防食性能を確認した水性塗料を用いて希釈率の異なる3種類のサンプル品を製作した。なお、サンプル品の希釈率は、水性塗料と水の比率であり、3:1、4:1、5:1の3ケースとした。また、施工対象箇所はプルボックス(ウェブ面)、鋼I桁下フランジ下面及びPC桁下フランジ下面の3箇所とした。

プルボックス(ウェブ面)では、すべてのサンプルを使用した結果、最も粘性の低い3:1はダレが生じた。他サンプルでのダレは生じず、施工性に問題がないことを確認した。

鋼I桁及びPC桁の下フランジ下面では、プルボックスでダレが生じた3:1を除く2ケースを使用した結果、ダレは生じず、施工性に問題はなかった。施工性に大きな差異は確認されなかったが、吹付け面に塗膜劣化の進行による不陸がある際の塗料の浸透性等を考慮し、粘性の低い4:1を採用した。

(5)貯蔵安定性の確認

本開発の最終確認として貯蔵安定性試験を実施した。本試験はJIS等の規格はなく、スプレー業界独自のものであり、製品化する仕様のスプレー缶を製作し、45℃の環境下の促進状態に置き、スプレー性状、缶内の塗料の性状を確認するものである。なお、本開発では、使用可能期間を1年間と設定し、促進状態下に4か月間置いた供試体を用いて塗膜の長期耐久性サイクル腐食試験方法(JIS K 5600 7-9 塩水噴霧/乾燥/湿潤)を実施し、スプレー性状等に問題がないことを確認した。

3. 新防錆スプレーの概要及び工夫点

(1)水性防錆塗料

新開発に用いた塗料は、水性エポキシエマルジョン塗料であり、特化則における規制対象物質は一切含有しておらず、有機則の規制対象物質は一部含有するものの含有率が4%以下のため、規制の対象とならない。また、引火点を持たない水性塗料であるため、消防法上の危険物に該当しない。

(2)噴射剤(高圧ガス)

新防錆スプレーの噴射剤(高圧ガス)は、水性防錆塗料との相性が良く、一般高圧ガス保安規制で不活性ガスに該当する窒素ガスを選定した。窒素ガスは水性防錆塗料との相性が良い反面、液化ガスと比べて圧力が弱く、施工性、霧化性状に課題があったため、缶内のバルブシステムの孔数を増やす、噴射ボタン(アクチュエータ)の排出口を多孔式に変更する等の対策を取ることで、水性防錆塗料のスプレー化に成功し、液化ガススプレーと同等の作業性を実現した。開発したスプレーの機構イメージを図-1に示す。

4. まとめ

新防錆スプレーの開発に伴い、箱桁等における内面点検における応急措置が可能となった。今後、実装後に予定している経過観察結果等を踏まえ、必要に応じて改良をする予定である。

最後に、各点検協力会社の皆様には、本開発の遂行にあたり多大なご助言、ご協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

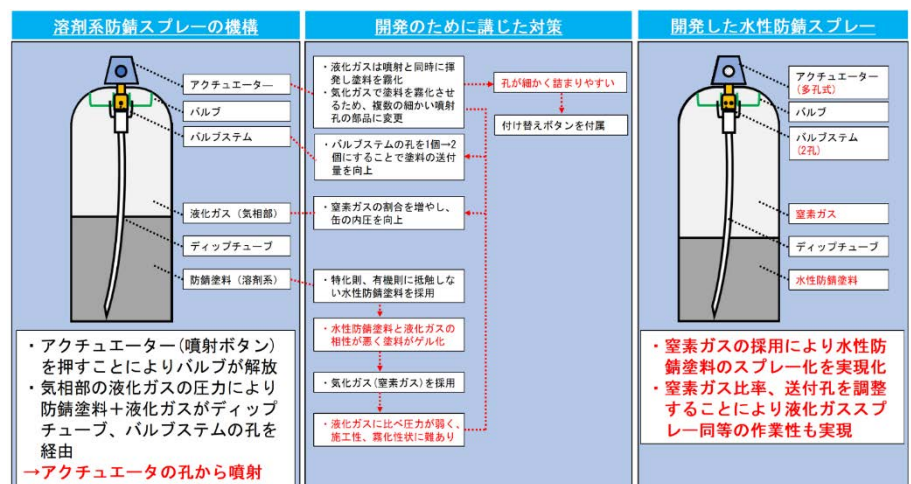


図-1 開発した防錆スプレーの機構イメージ