

金属溶射の塗装工程省力化工法（S I C工法）の開発

(株)中央コーポレーション

○猪狩 達夫

(株)中央コーポレーション

正会員 工博 新銀 武

(株)中央コーポレーション

工博 高木 録郎

1. まえがき

先進諸国において、鉄の生産量に対し腐食による損失は1割程度と言われており、我が国の2013年の粗鋼生産額が約1億1千万tであることより、1製鉄所の年産額にも及ぶ年間1千万t強の鉄を損失していることになる。

図1 鋼橋の腐食状況



我が国は鉄の原材料を殆ど輸入に頼っていることから、腐食による損失を抑えることは経済的にも重要であり、また我々鋼構造物に携わる者としても、鋼道路橋の長寿命化を目指す上で重要な課題の1つといえる。

鋼構造物には耐候性鋼材、溶融亜鉛めっき、塗装、金属溶射など様々な防食法が採られているが、その金属溶射の従来工法に対して、耐久性、経済性等に優れた新しい工法開発を行ったので紹介する。

2. 金属溶射と開発した工法の概要

金属溶射の防食システムは、溶融亜鉛めっきと同様の犠牲防食作用を主としており、鉄に対して亜鉛やアルミニウムの電位差を利用し、異種金属間電池を形成して鉄を防食する。

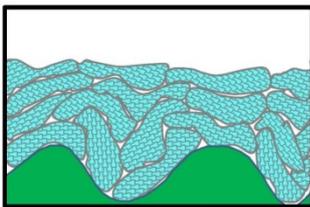
金属溶射は金属を溶かして圧縮空気を吹き付けることで、溶融した金属が微粒子となって飛行し、鉄素地に付着して瞬時に冷えて凝固させる工法であり、あたかもスプレーガンで塗装することより、鉄を熱変形させない、施工物の寸法に制限が無い、現場施工が可能である等の特長がある。

溶融金属粒子の積層被膜であることより、金属溶射の被膜内面はパンケーキ状のミクロン単位の粒子が重なり合った構造で、粒子間の隙間が被膜表面から鉄素地まで続くものがあり（貫通気孔）、被膜全体に10%前後存在する。この気孔を塞ぐ封孔処理が防食上重要であり、さらに意匠性や防食性能向上のため塗装が行われる。

図2 金属溶射の施工状況



図3 溶射被膜断面のイメージ



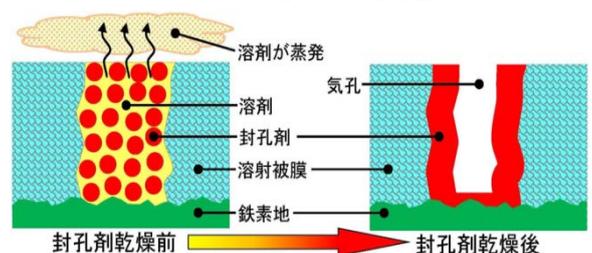
この気孔の封孔処理が不完全な場合、気孔に残存する空気、水分等による塗装塗膜の膨れ・割れ・剥離、溶射被膜損傷の早期化等、金属溶射の耐久性に大きく影響することがある。

従来は有機溶剤系塗料で封孔処理と塗装を行っていたが、紹介する工法は、無溶剤1液型無機系封孔剤を用いこれらの処理を行うことで、従来と比して、耐久性の向上、省工程、環境負荷の低減が期待出来る。

3. 封孔剤に求められる性能

封孔処理は、金属溶射被膜内の気孔を埋めることが最大の目的であり、よって封孔剤に求められる性能は、鉄素地まで達する浸透性と、固形分量を最大として気孔を完全に閉塞させる性能が備わっていることである。従来は有機溶剤系塗料をシンナー等の溶剤で希釈したものが封孔剤として用いられていたが、溶剤の蒸発によりその跡が再び気孔になることにより、気孔を完全に封孔することが困難であった。

図4 希釈型封孔剤の気孔発生モデル



キーワード 重防食, 金属溶射, 無機系樹脂

連絡先 (株)中央コーポレーション 岩手県花巻市東宮野目11番5号 tel 0198-26-3033

4. 無溶剤 1 液型無機系封孔剤

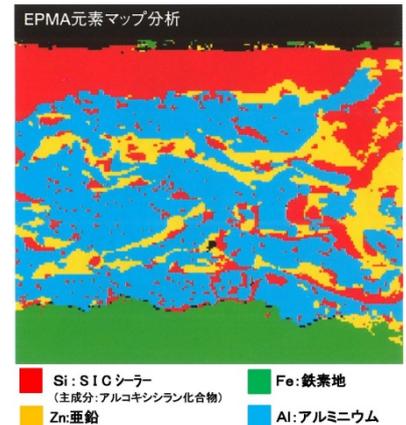
従来から広く使われる有機溶剤系の封孔剤は、溶剤の蒸発による封孔不完全という問題点があることより、当社では金属溶射事業の立ち上げ時から、新規に開発されていた無溶剤系の 1 液型無機系封孔剤を採用してきた。この無溶剤 1 液型無機系封孔剤は、硬化反応後 100%無機系樹脂となるので、紫外線による劣化は殆ど起こさず、耐候性を要求される上塗塗装にも使用可能である。

更に注目すべきは固形分の割合であり、希釈型有機系封孔剤の固形分量は 20%前後（ミストコート仕様では 40~50%とされる）に対し、無溶剤 1 液型無機系封孔剤は 80%以上の固形分量が得られている。

固形分量は、塗料の性能評価項目である加熱残分に該当し、液体で気孔を充填した際の硬化・乾燥後の固形残分であることより、気孔の閉塞率に直結した結果をもたらすので非常に重要な品質と言える。

この無溶剤 1 液型無機系封孔剤による封孔性は、金属溶射被膜断面を E P M A 元素マッピングすることにより、ブローホールのように密閉している気孔を除けば完全封孔していることが検証出来ている。

図 5 E P M A 元素マップ



5. 浸透性の改善

防食目的の金属溶射の被膜厚さは、一般的に 100~150 μ m であるが、金属支承を現場施工した事例では、狭い作業空間、複雑な形状等が相成り、200 μ m 以上の被膜を形成する箇所が発生する。

図 6 支承への金属溶射



上述既存製品の場合、浸透深さは 200 μ m 程度であり、鉄素地まで浸透しない恐れがあることより、封孔剤メーカーと共同して、より深く浸透する新製品の開発を取り進め、500 μ m 迄の封孔を可能にした。

この製品も無溶剤 1 液型無機系であり、耐紫外線性・耐熱性・耐薬品性等の性能も既存製品と同等である。

6. 新技術としての特徴

従来の金属溶射の塗装仕様は、C-5 塗装系の流れを組むもので、各層の役割や層間の密着性を考慮したため、金属溶射後 4 工程必要であり、工期も 4 日となる。

一方、今回紹介する SIC 工法の場合、従来同様の耐久年数であれば、金属溶射後最大 2 工程で完了でき、且つ素地調整も含め 1 日で工事を完了しうる。

表 1 仕様の比較表

| 工程/工法 | S I C 工法 | 従来工法 |
|---------------|------------|------------|
| 防食下地 | 金属溶射 | 金属溶射 |
| 封孔処理 (1次封孔処理) | S I C シーラー | 希釈したエポキシ樹脂 |
| 下塗 | 不要 | エポキシ樹脂 |
| 中塗 | 不要 | ふっ素樹脂 |
| 上塗 (2次封孔処理) | S I C シーラー | ふっ素樹脂 |
| 工程数 | 金属溶射後 2 工程 | 金属溶射後 4 工程 |

※ () 内の工程は、S I C 工法独自の表記。

7. まとめ

本工法は、500 μ m の溶射被膜の完璧な封孔ができ、同時に上塗塗装も可能な SIC シーラーを用いることにより、耐久性向上・省工程・工期短縮・低コスト・環境負荷の低減を実現させた工法であり、新規橋梁とともに既設橋梁の補修にも適用可能であることにより、既工法の改良版として、橋梁や土木鋼構造物の長期防食法として提案し、岩手県新技術等活用促進事業への登録から始まり、国土交通省 NETIS に申請し、登録された。

本工法を開発するにあたり、封孔剤の開発、施工技術面でご協力を頂いた SIC 工法協会の日本電通(株)、(株)永照に謝意を表します。