

複数の金属溶射工法で防食された橋梁群の経年変化調査

福岡北九州高速道路公社 正会員 ○二村大輔, 非会員 香川祥大
土木研究センター 正会員 三浦正純, 片山英資, 中島和俊

1. はじめに

福岡高速5号線ではライフサイクルコストの削減を目指し、鋼橋の防食方法として一般的な塗装ではなく、金属溶射が採用されている。しかし、橋梁に適用された金属溶射皮膜の経年変化についての報告事例は非常に少なく、どのような外観変化、劣化過程をたどるのかよく分かっていないのが実情である。そこで、金属溶射皮膜の詳細調査を行い、皮膜の劣化パターンや劣化程度を把握し、防食機能の現状評価ならびに今後の維持管理方法についての基礎検討を行った。本稿では調査結果の一部を紹介する。

2. 金属溶射の種類

福岡高速5号線では3種類(6工法)の金属溶射仕様が採用されている。さらに、同一工法において第二封孔処理の有無、封孔処理剤の違いを含めると10種類の溶射仕様に区分される。溶射仕様の一覧を表-1に示す。

なお、封孔処理剤は本来クリアーであるが、景観仕様として着色顔料を添加したものが用いられている。

表-1 金属溶射仕様一覧

溶射種類	工法	前処理	第1封孔剤	第2封孔剤
Zn・Al擬合金溶射 (アーク溶射)	A	ブラスト +粗面形成材	ブチラール	—
			ブチラール	ブチラール
	B	ブラスト	アルコキシシラン	—
Zn・Al合金溶射 (溶線式フレム溶射)	D	ブラスト	エチルシリケート	—
			エチルシリケート	ポリウレタン
Al・Mg合金溶射 (プラズマ溶射)	F	ブラスト	変性エポキシ	アクリルシリコン
			アクリルシリコン	ポリウレタン
Al・Mg合金溶射 (プラズマ溶射)	F	ブラスト	アクリルシリコン	ポリウレタン
			アクリルシリコン	—

3. 調査内容

各溶射仕様毎に代表箇所(今後の追跡調査を考慮し、寄り付きが容易な桁端部)を選定し、外観観察、皮膜厚さ測定、皮膜付着力測定、表面塩分測定、コアを採取し皮膜断面の電子顕微鏡観察および元素分布分析を行った。また、溶射皮膜変状箇所の生成物の成分分析を行った。

4. 調査結果

(1) 亜鉛・アルミニウム擬合金溶射

下フランジ上面(写真-1)や、外桁の下フランジコバ面(写真-2)といった水の供給を受けやすい(濡れ時間が長いと想定される)部位において、皮膜の浮きや剥離が発生している。浮き皮膜下(写真-3)には白色結晶の析出が認められる。また、鋼表面は高pH状態となっており、腐食はほとんど進行していない。このような皮膜浮き、剥離は、程度の差はあるものの3工法ともに発生しており、擬合金溶射特有の劣化症状の可能性がある。



写真-1 皮膜浮き・剥離



写真-2 コバ面の皮膜剥離



写真-3 浮き皮膜下の高pH状態

キーワード 金属溶射, 経年変化, 封孔処理剤, 皮膜浮き, 断面観察

連絡先 〒812-0055 福岡県福岡市東区東浜 2-7-53 福岡北九州高速道路公社 福岡事務所保全課 TEL092-631-3304

(2) 亜鉛・アルミニウム合金溶射

溶射皮膜上の封孔処理剤層の剥離(写真-4)という表面劣化事象が認められる。封孔処理剤の種類によらず、また、一次封孔処理のみの場合においても発生している。断面のSEM観察では、溶射皮膜上の封孔処理被膜層が脱落(剥離)した箇所を確認できる。脱落してはなくても、微細なひび割れが発生(写真-5)しており、今後も脱落(剥離)が継続すると予想できる。封孔剤の剥離以外に、表面に細かな突起状の生成物(写真-6)が認められ、垂直面に比べて水平面の突起がやや大きい。

現状では、地铁の腐食進行に直結するような溶射皮膜の劣化事象は認められなかった。



写真-4 一次封孔処理皮膜の剥離

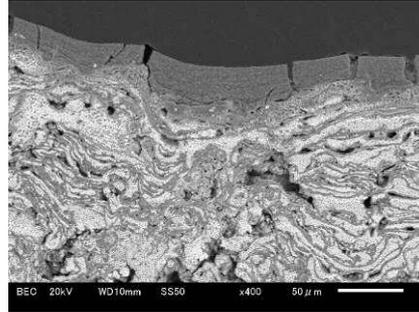


写真-5 皮膜表面のひび割れ



写真-6 水平面の突起状生成物

(3) アルミニウム・マグネシウム合金溶射

黒い斑点状の変色が広範囲に発生(写真-7)している箇所が認められた。黒色部(写真-8)は小さな突起の集合体となっている。ただし、このような劣化症状は1か所のみであった。内桁など、他の箇所においても突起の集合体(写真-9)が認められたが、黒変斑点部に比べると突起が大きく、生成過程が異なるように思える。



写真-7 黒斑が発生した外桁

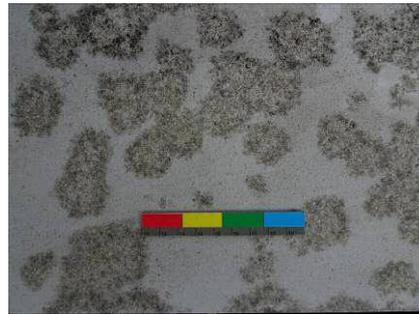


写真-8 黒変した微小突起集合体



写真-9 内桁水平面の突起集合体

内桁の突起集合体が生成している箇所から採取したコア断面(写真-10)を見ると、封孔処理被膜と溶射皮膜層の間に、アルミニウムの酸化物と思われる大きな塊(写真-11)が認められた。この塊の成長により、封孔処理被膜が押し上げられているように見える。この塊がどのような過程で生成したかについては、今後の検討が必要である。しかし、突起下の溶射皮膜は周囲と差は認められず、突起が溶射皮膜そのものに影響を与えてはいないようである。

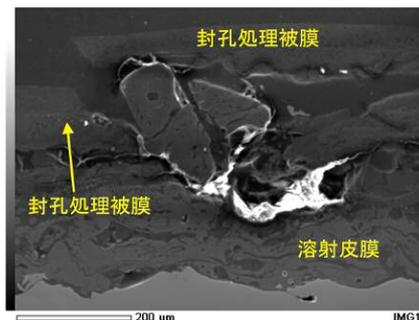


写真-10 突起部断面のSEM像

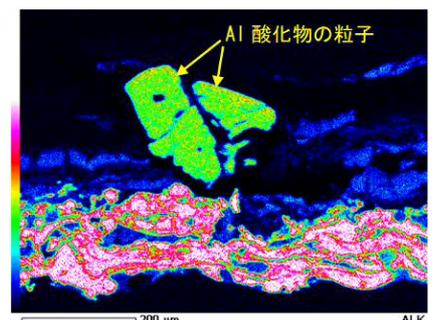


写真-11 突起部断面のAl分布

5. まとめ

建設から8~15年程度経過した金属溶射橋梁において、皮膜の浮き・剥離、突起状生成物といった、これまで認識されていない経年変化事象が確認されたものの、おおむね良好な防食状態にあることが分かった。しかし、変化メカニズムや将来の劣化パターンが不明であり、追跡調査を実施する予定である。