

## 金属被覆防食された鋼橋の塗装による補修性能に関する研究

栗田光二\*, 伊藤義人\*\*, 廣畑幹人\*\*, 細井章浩\*\*

\*名古屋大学

\*\*名古屋大学大学院

### 1. はじめに

高度経済成長期に集中的に建設された我が国の社会基盤構造物の大部分が高経年化しており、公共事業投資が急減している現在、これら構造物の維持管理の重要性はますます高まっている。橋梁分野においても状況は深刻であり、供用年数が50年以上となる高齢橋が今後急激に増加すると予想されている。その中で、維持管理経費における防食システムの割合は大きく、橋梁の適切な維持管理における防食の重要性は大きい。

鋼橋における防食としては塗装が一般的であるが、近年では、耐候性鋼材の使用や亜鉛めっきおよび各種金属溶射を用いた金属被覆の防食の適用も増加している。適切な維持管理を行うためにこれら防食の劣化特性を把握することが必要である。一般に、防食の耐久性は鋼橋の想定供用年数である100年よりはるかに短く、維持管理段階で防食を数度更新する必要があるが、金属被覆防食の更新に関する研究は少ないのが現状である。

本研究では、鋼橋における金属被覆防食の劣化に対する補修塗装を想定し、劣化した金属被覆上に施した塗装による補修性能に関する一連の検討を実施した。

### 2. 劣化した金属被覆防食鋼板の塗装補修実験

#### 2.1 実験供試体

供試体の形状および寸法を Fig.1 に示す。

使用した鋼材は JIS G3106 溶接構造用圧延鋼材 (SM490A) であり、板厚は 9mm である。供試体の寸法は縦 150mm×横 70mm である。

素地調整としてブラスト処理を行い、溶融亜鉛めっき、亜鉛アルミ合金溶射、亜鉛アルミ擬合金溶射およびアルミ溶射の4種類の金属被覆を用いて、それぞれ防食処理を施した。

供試体の中央部には下地鋼板に達する深さのクロスカット部 (幅 1mm, 長さ 40mm) を設けた。

#### 2.2 環境促進実験条件

本研究では、金属被覆鋼板供試体を劣化させるために実施する酸性雨噴霧複合サイクルによる環境促進実験を前実験と呼ぶ。また、劣化させた金属被覆鋼板供試体にアルミナを用

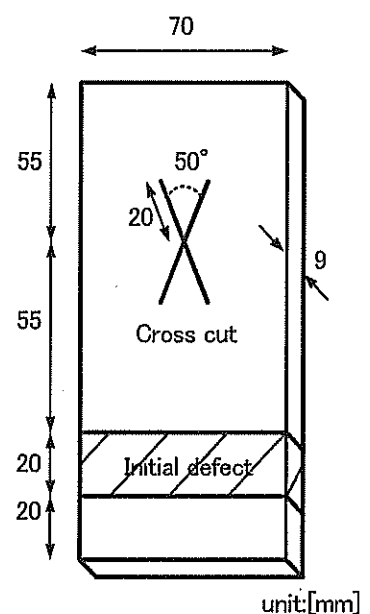


Fig. 1 Test specimen

いたスneeプブラスト処理および補修塗装を施した後に再度実施する環境促進実験を本実験と呼ぶ。

前実験および本実験では、酸性雨噴霧複合サイクルによる環境促進実験を行う。JIS K5600 に規定される S6 サイクルの環境促進実験条件を参考にし、5%濃度の塩化ナトリウム水溶液の噴霧を行うサイクルにおいて、塩水を人工酸性雨に置き換えた。人工酸性雨は JIS H8502 による規定に基づき、5%濃度の塩化ナトリウム水溶液に硝酸と硫酸を加えた後、10%水酸化ナトリウム溶液を加えて pH を 3.5 に調整したものである。

実験には、複合サイクル試験機 CYP-90A（スガ試験機社製）を用いた。実験供試体は鉛直方向から保持角 15 度で設定した。また、25 日間ごとに設置位置をローテーションさせることにより、設置位置による環境の違いを抑えた。

### 2.3 実験方法

上述の実験供試体を用いて、100 日、200 日および 300 日の酸性雨複合サイクルによる環境促進実験（前実験）を実施した。

前実験実施日数が 0 日（劣化させていない新規供試体）、100 日、200 日、300 日の各供試体表面のさびを、アルミナを用いたスneeプブラストにより除去した後、Rc-I 塗装<sup>1)</sup>による補修を施し、再度、酸性雨複合サイクルによる環境促進実験（本実験）を実施した。また、新規の鋼板に塗装を施した供試体（新規塗装供試体と称す）を比較のために実験に供した。

本実験実施中および終了後、写真撮影および光沢度測定を実施すると共に、レーザー深度計を用いて表面形状を計測した。

## 3. 実験結果および考察

### 3.1 外観変化

前実験日数 0 日と 300 日の供試体に対し、300 日間の本実験を実施した後の写真を Fig.2 に示す。Fig.2(a)に示す前実験日数 0 の溶融亜鉛めっき供試体では、クロスカット部に白さびの発生が認められるが、亜鉛めっき上に施した塗装のふくれやはがれは確認できない。一方、亜鉛アルミ合金溶射、亜鉛アルミ擬合金溶射およびアルミ溶射供試体では、クロスカット部および素地露出部からの塗装のふくれやはがれが確認できる。

これに対し、Fig.2(b)に示す前実験日数 300 日の場合では、クロスカット部や素地露出部からの赤さびの発生がみられるが、塗装のふくれやはがれはほとんどない。

### 3.2 光沢度保持率

本実験 300 日終了後における各供試体の塗装の光沢度保持率を Table 1 に示す。光沢度保持率とは、初期計測時における光沢度に対する各計測時における光沢度の割合 (%) である。

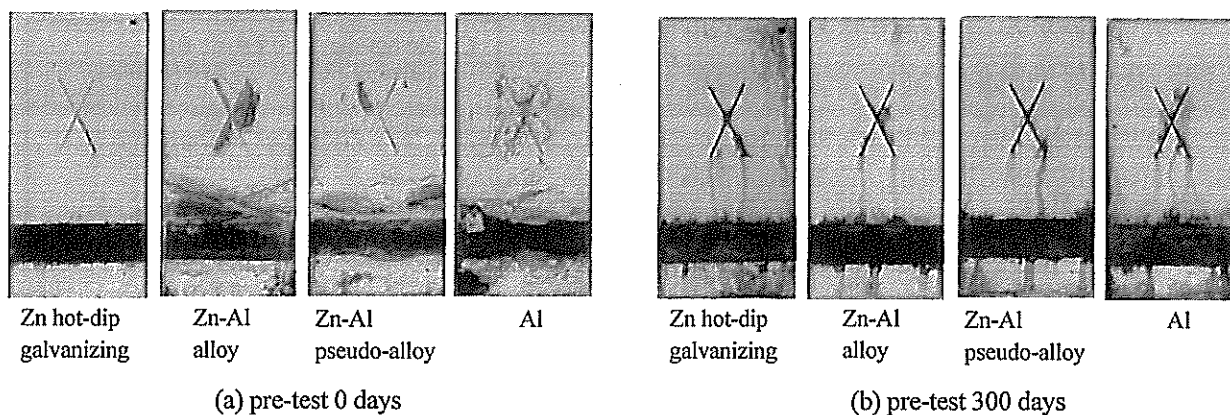


Fig.2 Appearance of test specimens after 300 days of testing

前実験日数によらず，溶融亜鉛めっき，亜鉛アルミ合金溶射および亜鉛アルミ擬合金溶射供試体に施した補修塗装の光沢度は，新規塗装鋼板供試体に施した塗装の光沢度と比べ，本実験 300 日終了後も概ね変わらない値を保持していることが分かる．しかし，アルミ溶射供試体では，前実験日数 300 日の場合を除いて，新規塗装鋼板供試体に施した塗装に比べ，補修塗装の光沢度保持率が 30-50%程度小さくなっている．

### 3.3 ふくれ面積

実験実施日数の経過に伴い，各供試体の素地露出部およびクロスカット部からの腐食進行に起因する塗膜のふくれが生じた．レーザー深度計を用いて計測した供試体の表面形状測定結果から，塗膜のふくれが発生している面積を算定した．ここでは，初期表面形状に対し，塗膜のふくれが 20 $\mu$ m 以上となる領域の面積をふくれ面積と定義した．

前実験終了後に計測した各供試体のクロスカット部の残存金属被覆厚と，本実験 300 日終了後のふくれ面積の関係を Fig.3 に示す．

図中の点線は，新規塗装供試体のふくれ面積を示している．また，実線は，著者らが提示したふくれ面積の劣化評価基準 (1280mm<sup>2</sup>)<sup>2)</sup>を示している．これは，日本鋼構造協会による塗装の劣化度評価<sup>3)</sup>において，早期に塗り替えが必要とされる劣化状態に対応する．

溶融亜鉛めっき供試体のふくれ面積は前実験後の残存被覆厚によらず小さく，新規塗装供試体の場合とほぼ同じである．溶融亜鉛めっき被覆上に補修塗装を施す場合，残存被覆厚が塗装の劣化に及ぼす影響は小さいといえる．

Table 1 Gloss retention ratio after 300 days of testing (%)

Metallic coating	Pre-test days			
	0	100	200	300
Zn hot-dip galvanizing	61.6	39.3	42.3	49.0
Zn-Al alloy	47.7	55.9	56.4	52.1
Zn-Al pseudo-alloy	33.0	47.3	57.6	55.9
Al	28.1	21.5	29.9	40.6
Painting on virgin steel	42.5			

一方、亜鉛アルミ合金溶射と亜鉛アルミ擬合金溶射供試体の場合、残存被覆厚が  $100\mu\text{m}$  あるいは  $130\mu\text{m}$  を超えると、ふくれ面積が大きく増加しており、補修塗装が著しく劣化していることが分かる。また、アルミ溶射供試体の場合、残存被覆厚が  $15\mu\text{m}$  程度でも、ふくれ面積は塗装の劣化基準を超えており、残存被覆が補修塗装の劣化に大きく影響を及ぼしている。これは、溶射被覆上に補修塗装を施す場合、残存被覆が塗装の劣化を助長する危険性を示唆している。

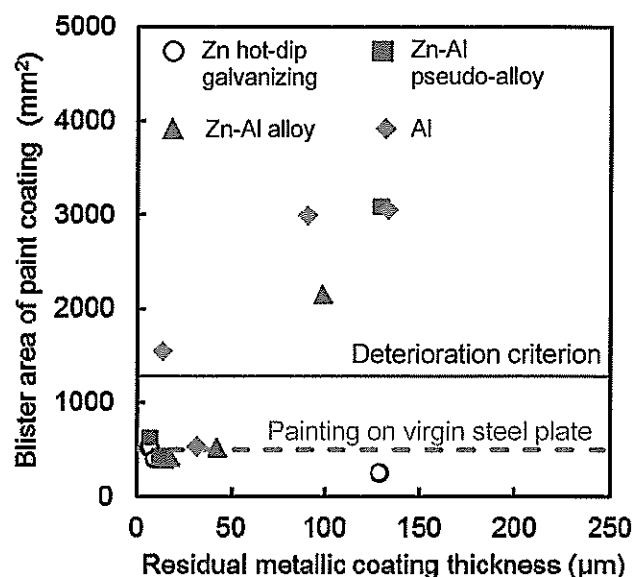


Fig.3 Relationship between blister area of paint coating and residual metallic coating thickness

#### 4. まとめ

本研究では、鋼橋における金属被覆防食の劣化に対する補修塗装を想定し、劣化した金属被覆防食上に施した塗装による補修の性能に関する一連の検討を実施した。

得られた主たる知見を以下に示す。

- (1) 劣化した熔融亜鉛めっき、亜鉛アルミ合金溶射および亜鉛アルミ擬合金溶射被覆上に施した塗装の光沢度は、300日間の環境促進実験後も、新規の鋼板に施した塗装の場合と変わらない値を保持していた。アルミ溶射被覆上に施した補修塗装の光沢度保持率は、新規の鋼板に施した塗装に比べ30-50%程度低くなることを確認した。
- (2) 劣化した熔融亜鉛めっき被覆上に施した補修塗装のふくれ面積は、残存被覆厚の大小によらず、新規の鋼板に施した塗装の場合と同程度であった。
- (3) 劣化した各種溶射被覆上に補修塗装を施した場合、残存被覆厚が塗装のふくれに大きく影響を及ぼすことが分かった。亜鉛アルミ合金溶射、亜鉛アルミ擬合金溶射の場合、残存被覆厚が  $100\mu\text{m}$  あるいは  $130\mu\text{m}$  を超えると、塗装のふくれ面積が著しく増加した。アルミ溶射の場合、残存被覆厚が  $15\mu\text{m}$  程度でも、塗装のふくれ面積が増加する可能性を明らかにした。

#### 参考文献

- 1) 社団法人 日本道路協会, 鋼道路橋塗装・防食便覧, 2005.
- 2) 伊藤義人, 坪内佐織, 金仁泰 (2008): 環境促進実験による塗替え塗装鋼板の腐食劣化特性に関する研究, 土木学会論文集, Vol.64, No.3, pp.556-570.
- 3) 社団法人 日本鋼構造協会 (1993): 鋼橋塗膜調査マニュアル JSS IV-03.