

溶融亜鉛アルミニウム・マグネシウム合金めっきの鉄道構造物への適用

東日本旅客鉄道（株）正会員○土田 拓朗 東日本旅客鉄道（株）正会員 吉田 直人
 東日本旅客鉄道（株）正会員 加藤 仁 （株）興和工業所 早川 美則
 東日本旅客鉄道（株） 白川 耕平 ソイル工業（株） 長浜 匡

1. はじめに

当社が管轄する線区には日本海沿岸を縦貫する線区があり、海岸線から 2km 以内に近接する区間が多い。鋼製の土木構造物は、飛来塩分により腐食が多く発生しており、維持管理に苦慮している。本稿では、厳しい塩害環境下においても高い防食性能を期待できる「溶融亜鉛 Al・Mg めっき」（以下「Al・Mg めっき」）について鉄道構造物への導入を図るため、大気曝露試験を行い、実構造物に適用した結果を報告する。

2. 変状の概要

海岸線に近接する区間の線区では、冬季の季節風や荒波による越波や波しぶきの影響を受ける。そのため鋼鉄道橋やしぶき止め柵のような鋼製の防護設備は飛来塩分の影響を受けて腐食等の変状に苦慮している。特に波しぶきが直接かかる防護設備については、溶融亜鉛めっきの鋼材を採用しているが、このような厳しい塩害環境下では築造後 2 年程で白錆が発生し、腐食に至っている。（写真-1）

海岸線に近接する構造物は塩害による腐食の進行が著しく、これまでの防錆・防食方法では限界があった。変状した構造物の更新の時期を迎えており、築造後のメンテナンスを考慮し従来の防食方法より耐久性の高い防食性能が求められた。そのため、高い防食性能が期待できる「Al・Mg めっき」に着目し大気曝露試験を実施した。

3. Al・Mg めっきの大気曝露試験

「Al・Mg めっき」は、「溶融亜鉛アルミニウム合金めっき（JIS H 8643：2019 年 11 月制定）」の一種で、ここでは Al：5%、Mg：1%を加えた合金浴でめっきを施したものを言う。Al や Mg による酸化被膜がめっき皮膜を保護し、また腐食が進むと Al を含む腐食生成物が形成され保護皮膜として作用することから、

経年とともに腐食の進行が緩やかになるという特徴がある。塩水噴霧試験や大気曝露試験では、「溶融亜鉛めっき」と比較して 5～6 倍以上の高い耐食性が期待できるという結果も得られている。

日本海沿岸の海岸線から 30m に位置する駅ホーム側面に試験片を設置し、大気曝露試験を実施した。

（写真-2）この大気曝露試験では、試験片の外観状況の変化とめっき皮膜の腐食減量の計測を行った。

大気曝露試験を開始して約 2 年経過し、「Al・Mg めっき」は試験片表面に若干の白さびの発生が確認されたものの、腐食減量は $6.5\text{g}/\text{m}^2/\text{year}$ 程度であることが確認された。「Al・Mg めっき」の付着量が $350\text{g}/\text{m}^2$ であることを考慮すると、非常に厳しい塩害環境下においても 50 年以上の耐久性が期待できることが確認できた。この結果は、既往の知見¹⁾と比較しても同程度と言える。一方、「溶融亜鉛めっき」は試験片表面の白さびも多く発生し、腐食減 $37.5\text{g}/\text{m}^2/\text{year}$ であることが分かり、溶融亜鉛めっきの標準的な付着量は $550\text{g}/\text{m}^2$ （HDZ55）であるので、耐用年数は 15 年程度と考えられる。以上より、飛来塩分の多い沿岸部の防錆・防食方法として「Al・Mg めっき」が期待できることが確認できた。



写真-1 溶融亜鉛めっき構造物腐食状況

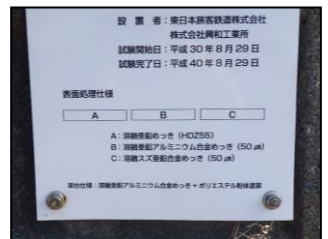


写真-2 大気曝露試験状況

Key words : 塩害, 鋼橋, 耐久性, 腐食, 溶融亜鉛 Al・Mg めっき

連絡先 : 〒945-0831 新潟県柏崎市柳橋町 7-13 TEL : (0257) 21-6536 FAX : (0257) 21-6537

4. 鉄道構造物への適用事例

大気曝露試験結果を受けて、「Al・Mg めっき」を実構造物へ適用することを目指した。「Al・Mg めっき」は通常の「溶融亜鉛めっき」に比べめっき費用が2.5倍程度とめっき費用の増加が見込まれた。また、現時点ではめっき浴槽の寸法が最大で長さ 8m×幅 2.2m×深さ 2.5mであることから、「溶融亜鉛めっき」に比べ小さいものしかなく、構造物の大きさや部材寸法に制限を受けることに注意する必要がある。これらの課題を検討し、鉄道構造物へ適用した事例を報告する。

当社で「Al・Mg めっき」を初めて採用し、2020 年 10 月に架け替えを行った鋼鉄道橋がある。当該橋りょうは、海岸線より約 2km に位置する橋りょうであった。塩害により腐食が進行し腹板に欠食が生じていたことから、桁の架け替えが必要となった。架け替えを行うにあたり、防食性能の高い工法を選定する必要があったことから、「Al・Mg めっき」による工法について検討した。

新設桁はスパン 3.5m、桁高 0.25m、鋼重 2.5t のプレートガーダーであり、部材寸法からめっき浴槽に収まること、また、めっき費用は増加するものの、全体工事費に占める額が小さかったことから「Al・Mg めっき」を採用した。めっきの付着量については東日本旅客鉄道独自の仕様（表-1）とし、品質管理は鋼鉄道橋規格ならびに JIS H 8643 に準じて行い、高力ボルト、二次部材、ネームプレートや防塵版などの付帯設備については、異なるめっき仕様の組み合わせによる電位差に対し十分な知見が無いため、めっきの仕様を「Al・Mg めっき」で統一し、鋼鉄道橋規格に準じた品質管理を行った。（写真-3）

もう一つの事例として、海岸線の鉄道を防護するしぶき止め柵の改良を行った。当該のしぶき止め柵は大気曝露試験箇所と同等の厳しい塩害環境に位置し、飛来塩分による腐食が著しいことから、防食方法に苦慮していた。そのため、試験結果より「Al・Mg めっき」が 50 年程度の防錆効果を期待できることから「Al・Mg めっき」を採用した。（写真-4）（図-1）

両設備とも、部材製作性や施工性は、従来の「溶融亜鉛めっき」と同等であり問題なかった。今後、腐食の状況など経過観察を行っていく。

5. まとめ

本稿の取組で得られた知見は次の通りである。

- ・大気曝露試験結果より「Al・Mg めっき」は厳しい塩害環境下でも 50 年程度（溶融亜鉛めっきの 3 倍以上）の耐久性が期待できる。
- ・厳しい塩害環境下では、塗装塗替え等のメンテナンスコストを抑制したい場合に有効である。
- ・溶融亜鉛めっきに比べ、製作や施工性については同等であった。
- ・今後も追跡調査により腐食の発生状況など経過観察を行っていく。

最後に新しい防食方法について、ご指導、ご協力を頂いた関係各位に感謝いたします。



写真-3 Al・Mg めっき採用例
鋼鉄道橋



写真-4 Al・Mg めっき採用例
しぶき止め柵

表-1 Al・Mg めっき付着量

適用	付着量(g/m ²)
厚さ3.2mmを超える鋼部材	350
厚さ3.2mm以下の鋼部材およびボルト類	250
高力ボルト(F8T)	350

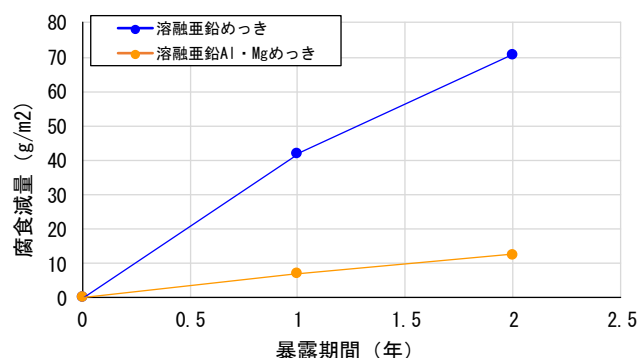


図-1 大気曝露試験による被膜腐食減量

参考文献)

- 1) 塩害環境下における亜鉛アルミニウム合金めっき検査路の耐食性，第 69 回土木学会年次講演会，2014 年 8 月