

## 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

東日本高速道路株式会社 正会員 ○北浦美涼 正会員 東田典雅 正会員 市川翔太  
 (一社)日本溶融亜鉛鍍金協会 非会員 前山雅博 諸岡俊彦 阿部真丈 柴山 裕

### 1. はじめに

溶融亜鉛めっきは鋼構造物の防錆対策として広く普及しているが、海塩粒子濃度の極めて高い海岸地域等、厳しい腐食環境下では耐食性能が十分でない事例が報告されている。日本海側に面した北陸道の一部でも、亜鉛めっきを施した橋梁付属物に著しい腐食が発生している。この対策として塩害環境下でも十分な耐食性を発揮する溶融亜鉛アルミ合金めっきを実橋の検査路に適用し、日本溶融亜鉛鍍金協会と共同で継続的に腐食状況を調査した。その結果、亜鉛アルミ合金めっきは、亜鉛めっきと比較して耐食性能に優れていることが確認出来たので報告する。

### 2. 溶融亜鉛アルミ合金めっきとは

亜鉛にアルミニウムを添加すると耐食性が向上することは古くから知られており、連続めっき鋼板では1970年代に商品化され、建築部材、電機部材、自動車用電装部材などに適用されている。鋼構造物のめっきでは鋼板の連続めっきのようなめっき皮膜制御が難しく、技術的課題が多くあり実用化は遅れたが、1990年代に実用化され、現在では国内数社でAlを5%添加しためっきを商品化している。

### 3. 調査場所

#### 3-1 調査対象箇所

北陸自動車道糸魚川IC～名立谷浜IC間の徳合川橋、境橋、脇谷川橋の3か所で、図1のようにいずれの橋梁も日本海に面し、海岸線から200m程度の谷間に架けられ、冬季は強烈な海からの季節風に晒される。JIS Z 2381に従って計測した徳合川橋検査路上の飛来塩分を図2に示す。他の海岸地域(伊良湖海岸より30m)での測定結果と比較し、この地域の海塩粒子濃度が極めて高いことがわかる。

#### 3-3 調査経緯

この地域は極めて厳しい腐食環境下にあるため、平成11年にアルミ亜鉛合金めっきを施した検査路を設置した。めっき浴成分は、上部工検査路にZn+5%Al 下部工検査路にZn+5%Al+1%Mgのものを採用した。同時に同環境下で合金成分が腐食減量にどのような影響を及ぼすかを調査するために、ZnめっきとZnに添加するAlを1%、3%、5%とした暴露試験片を徳合川橋検査路上に設置し追跡調査を行った。

### 4. 調査

#### 4-1 検査路の外観

設置14年経過後の外観を図3に示す。検査路表面は全面が高張った腐食生成物で覆われ、腐食生成物の下には灰黒色のめっき皮膜が観察された。また、調査箇所中雨水のかかる場所は腐食生成物が少なく、めっき皮膜が外部より観察された。このことから、めっき皮膜は十分残存し防錆効果を維持していると推察されるが、実物の検査路では腐食生成物を除去して残存めっき皮膜を観察することが困難なため、徳合川橋検査路に設置した試験片により腐食減量を調査した。

#### 4-2 試験片の調査結果

平成13年に試験片を設置し、1年、2年、3年、5年、10年経過後の腐食減量を測定した。図4に10年経過後の各試験片の腐食減量を示す。比較として一般的な海岸地域(九州電力宇多津圧電所 瀬戸内海海岸より300m)、田園地帯(銚子市日本ウエザリングセンター 太平洋より4km、50mの高台)における10年間の溶融亜鉛めっきの腐食減量を示した。



図1 調査場所

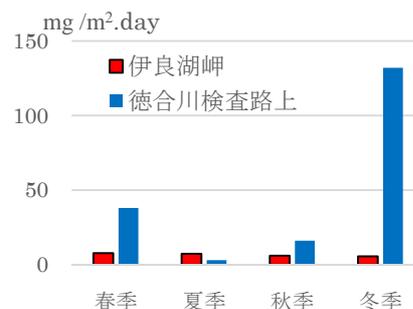


図2 飛来塩分測定結果



図3 検査路の外観

キーワード 亜鉛アルミニウム合金メッキ 塩害環境 耐食性能

連絡先 東日本高速道路(株)新潟支社上越管理事務所 新潟県上越市大字富岡字引田 1717-1 TEL:025-522-1141

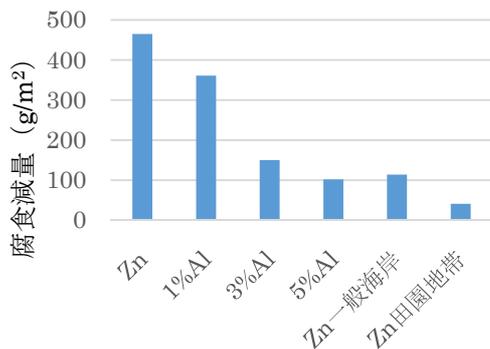


図4 10年経過後の腐食減量

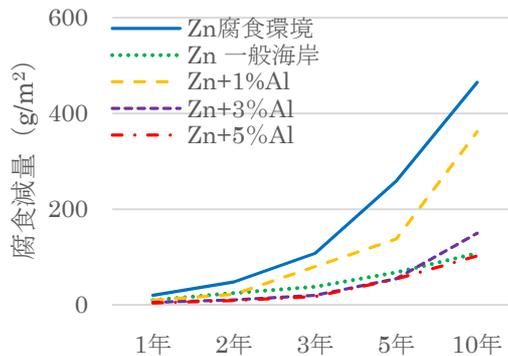


図5 腐食減量の継時変化

図4より、調査対象地区の腐食環境は一般海岸環境や田園地帯と比較して厳しく、一般海岸環境、田園地帯では良好な耐食性を示す亜鉛めっきが、一般海岸環境と比較して腐食減量が4倍以上大きい結果となっていることが分かる。これにAlを添加していくと、Alの含有量に応じて腐食減量は低下し、Alを5%まで添加すると一般の海岸地域における亜鉛めっきと同等の腐食減量となり、調査対象地域のような厳しい腐食環境下でも有効な耐食性能を有することが分かった。また図5に継時変化を表すが、調査対象地区での亜鉛めっきは一般海岸地域に比較して、設置直後から大きな腐食減量を示す。Alを3%添加したものでは5年経過時点までは良好な耐食性を示すが、それ以降の腐食減量が多くなっている。Alを5%添加したものは、継時的にも一般海岸地域で使用されているZnめっきと同等の腐食減量となっていることがわかる。10年以降の動向については現在調査を継続中である。

5. ライフサイクルコスト比較

図6に各種上部工検査路(支間6m程度)1m当たりのライフサイクルコスト(以下:LCC)を示す。

Zn, Zn-5%Al, アルミニウム合金(Al合金), FRPの初期コストは、NETIS<sup>1)</sup>に記載のもの及び物価資料を参考に算出した。Zn及びZn-5%Alは、めっきが初期付着量の95%減となった時点で初回の補修として1種ケレン及びc-3塗装系<sup>2)</sup>で塗替えを行い、2回目以降の補修は上塗ふっ素樹脂が年間消耗速度2/3 $\mu$ で減少し標準塗膜厚の70%となった時点(26年)<sup>3)</sup>で、4種ケレン及び上塗ふっ素樹脂塗装を施すものとした。Al合金は比較期間中の補修は無しとした。FRPはNETISでは30年毎に補修を行うこととしているが、今回はめっき系検査路と同サイクルとした。

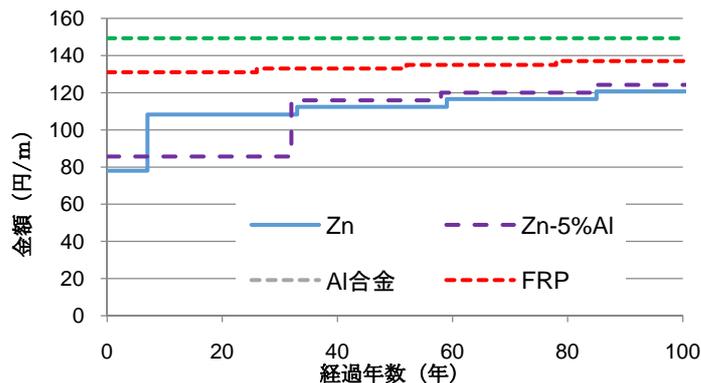


図6 ライフサイクルコスト比較

めっき系の検査路のLCCは、取替を前提とした場合大幅に増加するが、図6に示すとおり塗装による補修を前提とした場合は、Al合金及びFRPより小さくなっている。ただし、本比較では補修時の足場費を考慮していないため、Al合金検査路以外は実際の補修費用は図6に示した額より高くなることから、Zn-5%AlのLCCはZnとほぼ同等か安価であると考えられる。また、各種検査路のLCCも大きな差は無くほぼ同程度と考えられる。

6. まとめ

飛来塩分の非常に多い地点での暴露試験結果より、①溶融亜鉛アルミ合金めっきは溶融亜鉛めっきと比較して耐食性が大幅に向上すること、②めっき系検査路においては、適切な時期に塗装による補修を行うことによりFRPやAl合金検査路と同程度のLCCに出来る可能性があることが確認できた。現在、めっき面へ塗装を施した試験片の暴露試験を実施中であり、今後めっき面へ塗装を施した場合の耐久性の確認を行っていく予定である。

参考文献

- 1)国土交通省：新技術情報提供システム (登録NO. CB-120033A, HK130001-A)
- 2)東日本高速道路(株)構造物施工管理要領 平成24年7月
- 3)社団法人日本橋梁建設協会：鋼橋のQ&A ライフサイクルコスト 平成18年9月