

供用開始後の溶融亜鉛めっき桁の経年劣化に関する一考察

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○加藤 格
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 工藤 伸司
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 阿部 紗希子

1. はじめに

鋼鉄道橋の防錆対策として、保守作業の軽減を図るため、長期防錆塗料や耐候性鋼材の他に溶融亜鉛めっき（以下めっき）を使用する場合がある。当社では過去に小規模な橋りょうや電化柱、橋側歩道等の2次部材に適用してきたが、中スパンの橋りょうへのめっきの採用実績として、1995年製作の越後線関谷・白山間の鋼床版下路プレートガーダーがある（図-1）。また、秋田新幹線の開業に合わせて架け替えを行なった約50連の上路プレートガーダーにもめっきを採用するなど、適用件数は増加している（図-2）。しかしながら、当社として主要部材への採用は実績が浅いこともあり、防錆能力が明確に確認されていないのが実情である。そこで今回、秋田地区、新潟地区のめっき桁の経年劣化状況を把握するため、膜厚測定を行ったので結果を報告する。



図-1 越後線
下路プレートガーダー



図-2 秋田新幹線
上路プレートガーダー

2. 調査対象

当社鋼構造物の製作や塗装、めっき等の仕様は、土木工事標準仕様書¹⁾に定められており、その中でめっきは、鋼鉄道橋規格²⁾（以下SRS）にて要領が規定されている。SRSにおいて、めっきの処理方法はJIS H 8641によるものとしており、具体的な付着量は表-1の通りである。

調査は、電磁膜厚計を用いて部材の膜厚を直接測定することとし、以下の点に着目した。

①部材ごとの消耗の違い

主要部材、2次部材の膜厚を測定することで、それ

キーワード 溶融亜鉛めっき，防錆，付着量

連絡先

〒151-8578 東京都渋谷区代々木2丁目2番2号 tel.03-5334-1288 fax.03-5334-1289

表-1 めっき付着量（JIS H 8641）

部材	記号	付着量 (g/m ²) (膜厚換算 (μm))
厚さ 5mm を超える鋼部材	HDZ 55	550 以上 (76 以上)
厚さ 3mm 以上 5mm 以下の グレーチング・ガス管等の鋼部材	HDZ 45	450 以上 (63 以上)
M12 以上の普通ボルト、 ナットおよび座金	HDZ 35	350 以上 (49 以上)

それぞれの全体的な消耗状況を把握すると共に、主桁の上下フランジ、ウェブ、橋側歩道の腕材等の部分的な消耗を確認した。また、構造の違いとして、橋桁の他に秋田新幹線のホーム桁も対象とした。また、ホーム桁は、駅の開業時に設置したものと、秋田新幹線7両化に伴いホーム延伸時に新設したものがあり、新旧ホーム桁の経年による違いを確認した。

②環境による消耗の違い

めっきの劣化は周辺環境の影響を大きく受けるが、秋田新幹線沿線は田園地帯、越後線の調査対象橋りょうは海岸まで約1kmの沿岸地帯となっている。これより、秋田地区と新潟地区で環境の違いによる現況膜厚の状況を確認した。

対象とした構造物及び経年は表-2のとおりである。

表-2 調査対象箇所

種別		調査対象	施工年（経年）
秋田地区	上路プレートガーダー	主桁 橋側歩道	1995 (16)
	ホーム桁	旧ホーム 新ホーム	旧：1995 (16) 新：2009 (2)
新潟地区	下路プレートガーダー	主桁	1995 (16)

3. 調査結果

桁の主要部材及び橋側歩道等の2次部材の膜厚の代表的な測定結果を表-3に示す。主要部材は、16年経過後の調査時点でもJIS規格の最低規格値を上回る膜厚が確保されており、2次部材も特別目立った劣化は確認されなかった。また、消耗の傾向として桁

表-3 膜厚測定結果

名称		部材種別	測定箇所	めっき膜厚 (μm)
秋田 地区	上路 プレート ガーダー	主要部材	主桁ウェブ	101~106
			フランジ上面	135~207
			フランジ下面	89~107
		2次部材	橋側歩道腕材上面	68~93
			橋側歩道腕材下面	54~58
	旧ホーム桁	主要部材	柱ウェブ	101~150
			柱フランジ	111~146
新潟 地区	下路 プレート ガーダー	主要部材	柱ウェブ	118~131
			柱フランジ	88~131
			主桁ウェブ	212~273
			主桁フランジ	239~375
			補剛材	203~353

の上下フランジとも上面より下面の膜厚が薄いことが分かった。

新潟地区で調査した橋りょうの特徴として、部材の膜厚は確保されているものの、桁下面に全体的な白錆が発生しており、高力ボルトには局部的な錆が確認された(図-3、4)。

なお、秋田新幹線の新旧ホーム桁は、膜厚にほとんど変化が見られなかった。



図-3 桁下の白錆発生状況



図-4 ボルト端部の錆

4. 考察

本調査では製作時の初期膜厚が不明であったため、初期めっき付着量が部材ごとに一定であると仮定して考察を行なった。

①部材ごとの消耗の違い

両橋りょう共に、フランジの上面より下面の方が消耗量が多いと言える。理由として、桁が結露等により湿潤状態になった際、上面と比較し下面は乾燥しづらいため、相対的に下面が湿潤状態になる機会が多くなるとためであると考えられる。

また、秋田新幹線の新旧ホーム桁は14年の経年差があるが、ほとんど変化が見られなかった。これは、ホーム下は雨水に晒されることが少なく、比較的風通しもよいため、緩やかな消耗となっているためであると考えられる。

②環境による消耗の違い

秋田地区の橋りょうと比較し、新潟地区の橋りょう

うは沿岸部のため飛来塩分が付着し易い状況である。付着塩分を含んだ結露水がボルト端部から垂下したことで、より消耗しやすい状況となったと考えられる。特に当該橋りょうは、閉床式であるため、桁下面に湿気がこもり易く、雨水による塩分の洗浄効果も期待出来ない。よって、これらの作用が促進され、局部的な錆が発生したと考えられる。

参考に平成23年に当社で製作を行なっためっき桁のめっき付着量を表-4に示す。同じ要求規格であっても、プレートとボルトの部材としての違いや、その厚みによって付着量は大きく変わることが分かる。めっきは比例的に消耗していくことから、付着量が多いほど防錆上有利となる。しかしながら、ボルトはナットとの嵌合不良になる可能性があるため、付着量を抑える必要があることに加えて形状が複雑であるので、JIS規格の付着量は満たしていても、部分的に付着量が少ない箇所があり防錆上の弱点となると言える。

表-4 めっき付着量の実績

試料	要求規格	付着量 (g/m ²)	μm 換算
PL22	HDZ55	1211	168
PL12		996	138
MTB		565	78

5. まとめ

秋田地区の橋りょうは健全な状態が保たれており、当該箇所のような田園地帯におけるめっき防錆は有効な手段といえることが確認された。特にホーム桁のような風雨に晒されることの無い構造には防錆上有利となる。海岸地帯では飛来塩分が付着するため消耗が促進される。閉床式の桁の場合特に消耗が促進されるため、沿岸地帯でめっきを採用する際にはディテールの検討や塗装との併用など、桁下面の保護が必要となる可能性がある。

今回調査した結果を基に、数年後に対象橋りょうの膜厚測定を再度行い、消耗速度の推定を行なう予定である。その後塗装等と比較検討を行い、最適な防錆方法を選定できるように努めたい。

参考文献

- 1) 東日本旅客鉄道株式会社, 土木工事標準仕様書, 2010.11
- 2) 財団法人鉄道総合技術研究所, 鉄道構造物等設計標準・同解説(鋼・合成構造物)鋼鉄道橋規格(SRS), 2010.8