

薄板における溶融亜鉛めっきの付着量と表面処理グレードについて

(株) 高速道路総合技術研究所 道路研究部 橋梁研究室

若林 大、木次 克彦

(一財) 日本塗料検査協会 技術開発部 西本 悟

はじめに

NEXCO 3社は管理する橋梁において、検査路をはじめとする橋梁付属物の防食に溶融亜鉛めっきを標準的に使用している。溶融亜鉛めっきは鋼材に対する亜鉛の電気防食作用により、また一般環境下であれば亜鉛の腐食生成物によって欠陥部が補填され、所謂不動態化された緻密な被覆層が形成されるために、非常に長期の耐食性を有する被覆材料である。

しかし、塩害を受ける沿海地区や冬季に凍結防止剤を散布する地域では、周知のように著しい腐食を生じることがある。特に検査路や付属物などは山間部等穏やかな腐食環境下に架設された橋梁と言えども路面からの漏水や飛散した水の影響を受けやすく、凍結防止剤を高濃度に含む水によって激しく腐食することが知られている。



写真1 溶融亜鉛めっきが施された橋梁付属物
(上; 検査路、下; 落下防止柵)

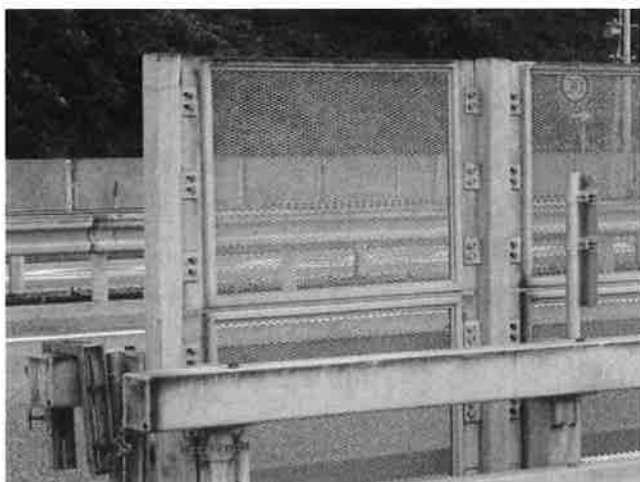


写真2 橋梁付属物の腐食例

従来より、過酷な腐食環境下で使用される鋼材に亜鉛めっきを施す場合には JIS H 8641 の HDZ55 (550g/m²) の付着量を基準としてきたが、平成 19 年 4 月に、鋼材の「厚さ 3.2mm 以上であることが望ましい」から「厚さ 6mm 以上であることが望ましい」と改正された。

溶融亜鉛めっきの耐食性はめっき層の厚さによって大きく左右され、めっき付着量 (g/m²) は鋼材の板厚や

化学成分に影響されることが知られている。特に、薄い板厚では十分な付着量が確保し難く上記の JIS には表 1 のように標記されている。

そこで 6 mm 以下の鋼材を対象にめっきに関する基準改訂が必要となり NEXCO 総研殿より委託され検討を行った。

1. 検討内容

溶融亜鉛めっきの主な作業工程は、①前処理工程（脱脂～酸洗～フラックス処理）②めっき工程（めっき～冷

却）③仕上工程（仕上げ）に区分される。

①の前処理後にめっきを施すが、従来の酸洗いだけでは薄板の場合、めっきの付着量の確保が困難となる。めっきの付着量を増やすには表面粗さを付けるのが有効と言われている。

そこで、6 mm 以下の薄板を対象として、550g/㎡の亜鉛めっき付着量を確保するために前処理工程におけるプラスト処理の効果と適切なめっき時間について検討した。

試験の概要を表 2 に示した。

表 1 溶融亜鉛めっきの分類（日本工業用規格）

溶融亜鉛めっきの規格 Standard

1. 溶融亜鉛めっきに関する日本工業規格

- JIS H 8641 溶融亜鉛めっき
- JIS H 0401 溶融亜鉛めっき試験方法

2. 種類及び記号

めっきの種類及び記号は表-1 の通りとします。

表-1 種類及び記号

種類	記号	適用例(参考)
1種A	HDZ A	厚さ5mm以下の鋼材・鋼製品、鋼管類、直径12mm以上のボルト・ナット及び厚さ2.3mmを超える座金類。
1種B	HDZ B	厚さ5mmを超える鋼材・鋼製品、鋼管類及び鍛造品類。
2種35	HDZ 35	厚さ1mm以上2mm以下の鋼材・鋼製品、直径12mm以上のボルト・ナット及び厚さ2.3mmを超える座金類。
2種40	HDZ 40	厚さ2mmを超え3mm以下の鋼材・鋼製品及び鍛造品類。
2種45	HDZ 45	厚さ3mmを超え5mm以下の鋼材・鋼製品及び鍛造品類。
2種50	HDZ 50	厚さ5mmを超える鋼材・鋼製品及び鍛造品類。
2種55	HDZ 55	過酷な腐食環境下で使用される鋼材・鋼製品及び鍛造品類。

備考 1. HDZ 55 のめっきを要求するものは、素材の厚さ6mm以上であることが望ましい。
素材の厚さ6mm未満のものに適用する場合は、事前に受渡当事者間の協定による。

2. 表中、適用例の欄で示す厚さ及び直径は、呼称寸法による。

3. 過酷な腐食環境は、海塩粒子濃度の高い海岸、凍結防止剤の散布される地域などをいう。

表 2 試験の概要

試験片のサイズ	めっき前の表面処理		めっき時間(分)		
			2	3	5
150*70*3.2	①黒皮	～酸洗い	○	○	○
	②Sa1		○	○	○
	③Sa1～2の中間		○	○	○
	④Sa2		○	○	○
	⑤Sa2.5		○	○	○
150*70*4.5	①黒皮	～酸洗い	○	○	○
	②Sa1		○	○	○
	③Sa1～2の中間		○	○	○
	④Sa2		○	○	○
	⑤Sa2.5		○	○	○
150*70*6.0	①黒皮	～酸洗い	○	○	○
	②Sa1		○	○	○
	③Sa1～2の中間		○	○	○
	④Sa2		○	○	○
	⑤Sa2.5		○	○	○

1) ブラストによる表面処理

当協会内で黒皮鋼板に処理グレードを粗さ基準板で粗さを調整しながらブラストした。処理グレード Sa2.5 の試験板はメーカーにてブラスト処理した試験板を使用した。なお、昨年度の検討結果から鋼材組成で Si、P の含有量が多いとめっきの付着量が特に多くなる傾向があったので事前にミルシートを調べ、極力組成の類似する試験板を使用した。各鋼材に含まれる化学成分を表3に示した。

表3 めっき鋼材のミルシート (抜粋)

試験体	化学成分(%)				
	C×100	Si×100	Mn×100	P×1000	S×1000
t=3.2mm	17	1	40	16	9
t=4.5mm	6	4	54	17	3
t=6.0mm	6	2	54	20	7

2) 亜鉛めっき付着量の測定

各表面処理を行った試験板をめっき工場(横浜ガルバー(株))で酸洗い、フラックス処理した後、所定の時間めっき槽に浸漬した。浴温は通常温度の約450℃で行った。めっき前後の試験板の重量を電子天秤で測定する直接法で付着量を求め、試験板毎に算出した全表面積で除して1㎡当たりの平均の付着量とした。

2. 検討結果

1) 表面処理と表面粗さ

表面処理後の素地状態を写真3に示した。

各処理グレードにおける表面粗さ(RzJIS)の測定結果を図1に示した。

測定はMITUTOYO SURFTEST 301を使用し、基準長さ: 8mm、カットオフ: 8mmの測定条件で行った。

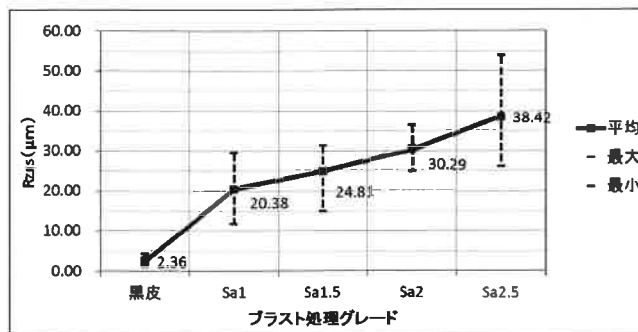


図1 各処理グレードにおける表面粗さ (RzJIS)

2) 亜鉛めっきの付着量

上記したように、めっきの付着量は鋼材の化学組成や板厚の影響を強く受けることが知られている。そこで、付着量に対する表面処理グレードの効果を端的に比べるため、グレードが同じ試験片の付着量の総平均値を浸漬時間毎に求め、各表面処理におけるめっきの付着量とした。図2に各浸漬時間毎の付着量を示した。

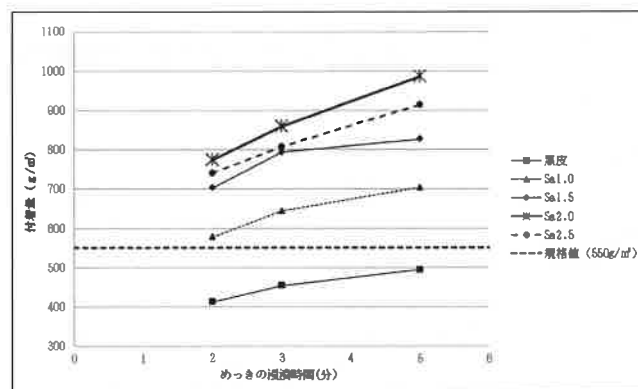


図2 各浸漬時間におけるめっきの付着量 (板厚=3.2/4.5/6.0mmの平均値)

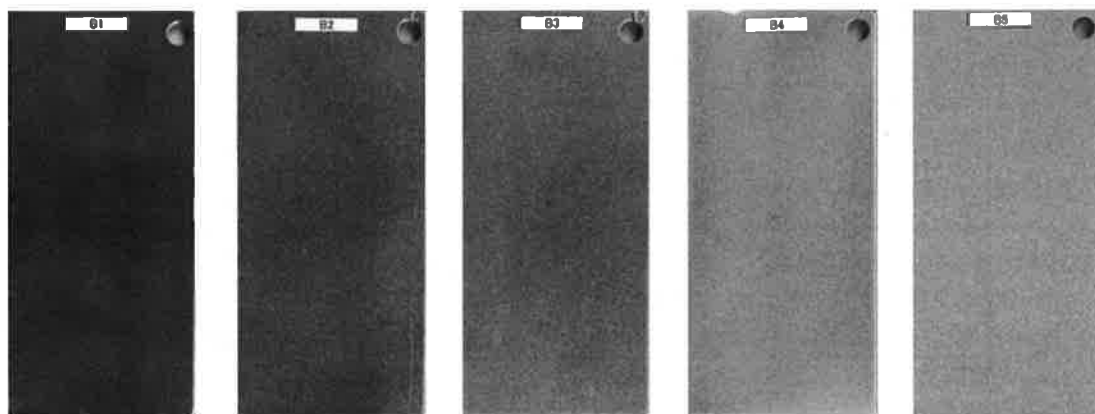


写真3 表面処理後の素地の状態

注) 左より B1: 黒皮 B2: Sa1 B3: Sa1 ~ Sa2 B4: Sa2 B5: Sa 2.5

3. 試験結果のまとめと考察

溶融亜鉛めっき工場において、薄板の浸漬時間は2分で行われていることが多く、浸漬時間2分における表面粗さ (RzJIS) とめっき付着量 (g/m²) との関係について調べた。結果を図4に示した。

ブラスト処理による処理程度を Sa1 とした場合、表面粗さが 20 μm 以上あれば、規格値を満足する結果となっているが、図中破線黒丸で示すように 20 μm 以下になった場合、めっきの付着量の規格値 (550g/m²) を満足しないものがある。

このことから、規定のめっきの付着量を確実に確保するには、処理程度を Sa2 かつ表面粗さ 30 μm 以上とする必要があることがわかった。

4. おわりに

薄板における溶融亜鉛めっきの付着量と表面処理グレードに関する検討結果を報告した。NEXCO ではこの検

討結果をもとに平成 23 年度の構造物施工管理要領改訂で検査路の溶融亜鉛めっきの付着量について下記のように改訂した。

3) 溶融亜鉛めっきの付着量

溶融亜鉛めっき付着量は、JIS H 8641 (溶融亜鉛めっき) に基づき、1 溶融亜鉛めっき工場に 1 回試験を行い、規格に適合していることを確認するものとする。

なお、厚さ 6 mm 未満の鋼板、形鋼に 550g/m² 以上のめっき付着量を確保する場合には、めっき前処理としてブラスト処理を行うものとする。ブラストの程度は「2-3-8 塗装作業 (1) 素地調整」に示す G-b (ISO Sa2) 程度を目安とし、表面粗さは 20 ~ 40 μm RzJIS 程度とする。

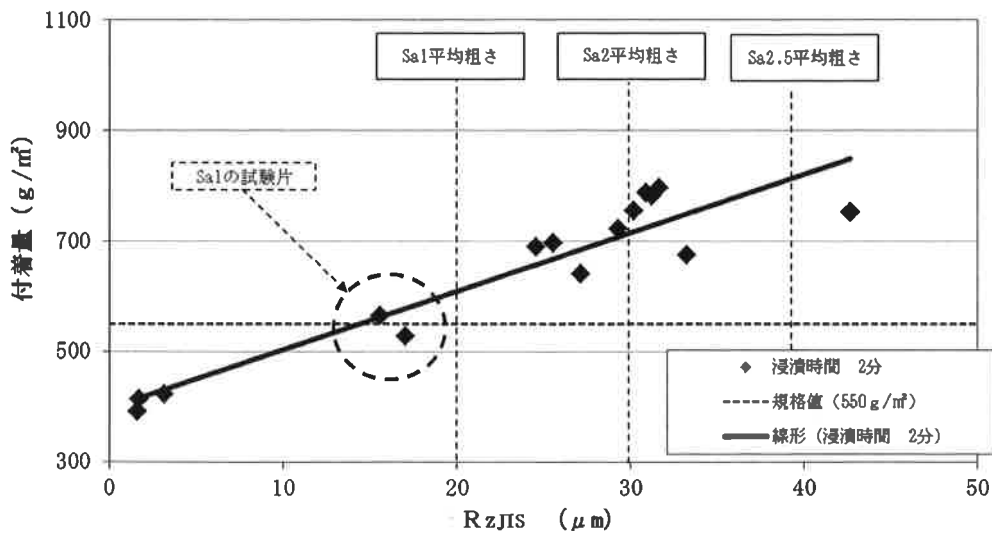


図4 表面粗さと付着量 (浸漬時間 2分)