

溶融亜鉛めっき橋梁に対する健全性評価の新技术

西日本高速道路エンジニアリング中国(株) 正会員 ○山根 久美子, 俵 司, 山下 隆光
 JFE テクノリサーチ(株) 非会員 吉田 新
 西日本高速道路(株) 非会員 出雲 真仁, 西村 克紀

1. 背景と目的

溶融亜鉛めっき橋梁に対する健全性の評価は、目視による判定と電磁膜厚計によるめっき厚の測定により実施されている^{1) 2)}。電磁膜厚計で腐食生成物が存在する部位を測定した場合には、測定値に腐食生成物の厚さも反映される。鉄や亜鉛の腐食生成物は、腐食前に比較しその体積が膨張するため、腐食生成物が存在する場合、電磁膜厚計では健全性を評価できないという課題があった。

鉄や亜鉛の腐食生成物が存在した場合においても、健全な亜鉛めっき厚を正確に把握できれば、橋梁の健全性を腐食の有無によらず数値的指標で判定可能になる。また、適正な保全計画を立案することが可能になり、LCCの観点からもメリットが大きいと考えられる。

本論は、通常重防食塗装系の塗膜厚調査に使用されるカット式膜厚計を、溶融亜鉛めっき橋梁に適用し、健全な亜鉛めっき厚の測定の可否を検証することを目的としたものである。



写真-1 カット式膜厚計

ペイントボアラー518PC(Erichsen 社製)

2. カット式膜厚計の概要

カット式膜厚計は、先端が円錐形状のドリルが内蔵されており、このドリルで対象物に微細なカットを設ける。カット部を CCD カメラで俯瞰方向から観察した際に、各層の境目は同心円状に見られる。その円の間隔から、各層の厚さを算出するツールである⁵⁾。大きな特徴として、対象が積層物であった場合でも、各層を個別に測定可能である。破壊式であるが、素地の露出が 1mm に満たない点となり、修繕が簡易にすませられる。主に塗装橋を対象として利用されている塗膜厚測定用の可搬式測定機であり、複層となっている C5 塗装系の重防食塗装等に対し適用した場合、上塗り、中塗り、下塗りおよび無機ジンクリッチペイントの各層の塗膜厚が測定可能である。

一般乗用車のドアをカット式膜厚計で測定した例を図-1 に示す。各層の厚さは、CCD カメラに映し出される画像から目視により各層の界面を判断し、解析時(専用のソフトウェア)に指定し層厚を算出する。カット式膜厚計により得られた各層の厚さは、断面観察によって確認した厚さと高い相関を示しており、現地測定において正確な膜厚を測定できていることがわかる。

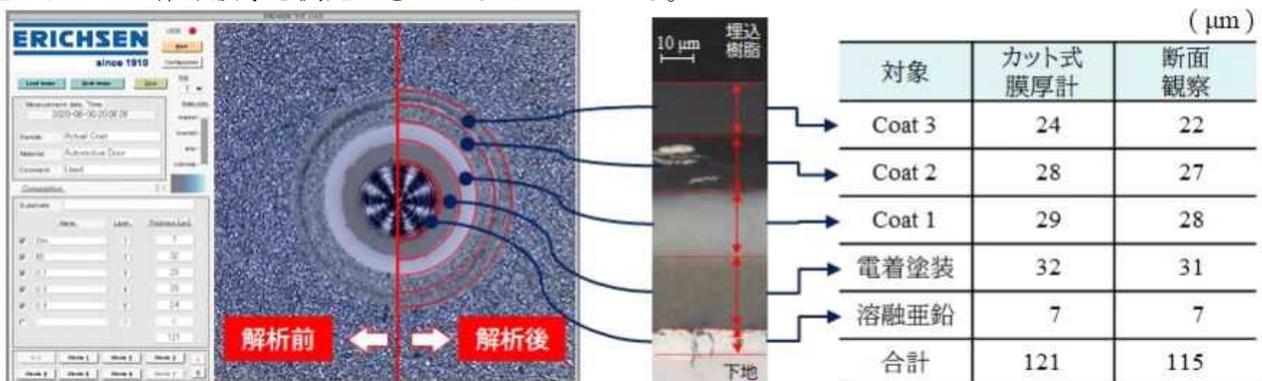


図-1 一般乗用車のドアをカット式膜厚計で測定した例

キーワード 溶融亜鉛めっき橋梁, カット式膜厚計, 追跡調査

連絡先 〒733-0037 広島市西区西観音町 2-1 西日本高速道路エンジニアリング中国(株) TEL082-532-1433

3. 実橋検証結果

実橋検証は、供用後 18 年が経過している中国地方の高速道路本線上のランプ橋で実施した。測定箇所は、異常の見られない箇所（健全部）と表面が赤く見える箇所（劣化部）の 2 箇所の桁端部を測定した。

3.1 異常の見られない箇所（健全部）

目視では腐食生成物が認められず健全性が保たれていると思われる箇所における電磁膜厚計とカット式膜厚計の測定結果を表-1 に示す。両方式によるめっき厚の測定結果は同等の値であり、カット式膜厚計では、 η 層と合金層の厚さをそれぞれ測定可能であった。

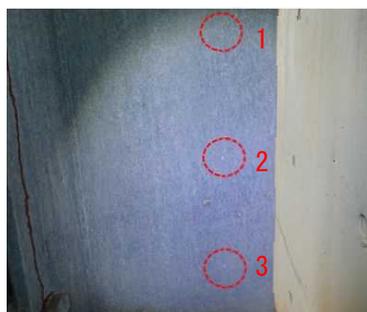


写真-2 測定箇所（健全部）

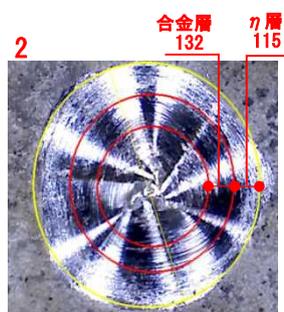


写真-3 CCD カメラ

表-1 めっき厚の測定結果（健全部）

	めっき厚さ (μm)			
	カット式膜厚計			電磁式 膜厚計
	η 層	合金層	合計	
1	117	133	251	256
2	115	132	247	242
3	111	144	255	258

3.2 赤く見える箇所（劣化部）

目視では表面が赤く見える部分における電磁膜厚計とカット式膜厚計の測定結果を表-2 に示す。カット式膜厚計では、鍍層、 η 層、および合金層をそれぞれ測定可能であり、 η 層が観察され合金層が露出していないことから、外観上赤く見える部分は、桁端部からの漏水により赤錆が付着したものであると認められる。



写真-4 測定箇所（劣化部）

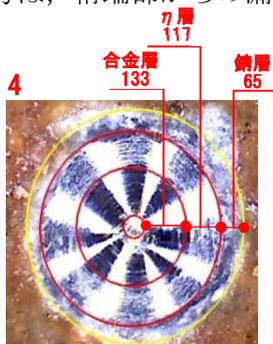


写真-5 CCD カメラ

表-2 めっき厚の測定結果（劣化部）

	めっき厚さ (μm)				電磁式 膜厚計
	カット式膜厚計			合計	
	鍍層	η 層	合金層		
4	65	117	133	315	372
5	48	98	233	379	341
6	66	136	141	343	357

4. まとめ

溶融亜鉛めっき橋の補修は、塗装塗替えが基本であるが、耐久性を保持するために適切な時期に実施する必要がある。適切な時期とは、補修時の素地調整がライフサイクルコストへ影響するため、赤錆が発生する前（合金層の腐食前）に実施することが重要である³⁾。これは、塗替塗装の表面の塗膜が腐食因子をブロックし、水や腐食因子が透過しても耐食性のある亜鉛めっきが緻密な保護皮膜を形成し鉄をさびから守り耐久性の向上につながるためである。

これまで、溶融亜鉛めっき橋の追跡調査において、腐食部位や付着性等の堆積した部位では、電磁膜厚計で測定した厚さ情報が不明であり、目視観察による健全性を評価する必要があった。今回のカット式膜厚計を用いた実橋検証結果より、表面外観の状態に左右されず η 層（純亜鉛層）と合金層の厚さを把握可能であることが検証できた。なお、定期的な追跡調査により、架橋位置、水掛かり、および凍結防止剤の散布量の違い等の影響に応じた η 層（純亜鉛層）の腐食速度が把握でき適切な補修時期を予測することが可能である。

参考文献

- 1) 西日本高速道路（株）：設計要領第二集 橋梁保全編, 令和 2 年 7 月
- 2) (社) 日本道路協会：鋼道路橋防食便覧, 平成 26 年 3 月
- 3) (社) 日本鋼構造協会：鋼構造物塗膜調査マニュアル, JSS IV03-2018