

鋼コンクリート複合橋における塗膜劣化の現状と評価

西日本高速道路エンジニアリング中国(株) 正会員 ○俵 司, 正会員 山内 健利
西日本高速道路(株) 安井 健雄, 澤井 健二

1. 背景と目的

中国地方の高速道路は、冬季の凍結防止剤散布による鋼橋の塗膜劣化への影響が顕著であり、これらに対して様々な調査、試験および評価・解析が行われ、原因・塗替え塗装等の対策工に関わる知見が蓄積されつつある。しかし、鋼コンクリート複合橋の塗膜劣化や塩害の現状を調査・報告した事例等は少ない。本報告は、米子自動車道（蒜山 IC～湯原 IC）の供用後 15 年を経過した波形鋼板ウェブ PC 箱桁橋の塗膜厚と付着塩分量の調査を行い塗膜劣化の現状と評価および維持管理上の留意点を報告するものである。

2. 対象橋梁の概要

今回、調査対象となった波形鋼板ウェブ PC 箱桁橋の橋梁全景を写真-1 に、橋梁諸元を表-1 に示す。本橋梁の周辺環境条件は、橋軸方向が南北、直角方向が東西方向となっており、さらに山間部に架設されているため、冬季には過去 10 年平均で年間約 40t/km の多量の凍結防止剤が散布されている。²⁾

今回の調査は、詳細点検時に波形鋼板外面に点さびが認められたため、塗膜の劣化状況の把握と凍結防止剤による付着塩分量調査を実施し原因の推定と塗替塗装の必要性の判断材料とした。(写真-2 参照)

3. 調査概要

塗装系は施工当時の規格であるⅠ塗装系³⁾でその内訳を表-2 に示す。調査単位（以下「パネル」と表記）は、波形鋼板継目間（幅 3.2～4.0m）とする。塗膜調査は、外観調査、塗膜厚測定（設計値 130μm）を実施した。また、付着塩分量試験は電導度法（センサ固定による直接電気伝導率測定法）により健全部・劣化部で比較測定を行った。なお、付着塩分量の許容量は 50mg/m² 以下³⁾とした。

4. 調査結果

4.1 外観調査・膜厚測定

外観調査は、橋梁点検車による近接目視とし主にパネル毎のさび発生面積に着目し、保全点検要領構造物編（西日本高速道路(株)2017.4）に従い劣化度ランクを判定した。(表-3 参照) これによると、「早急または適時な塗り替え」が必要となる劣化度Ⅱ～Ⅲのパネルが A1-P1～P2-P3 径間に集中していることが分かる。さらに、さびが 1.0%以上発生しているパネルの形状別（凹凸間：A 面～D 面）の劣化面数をキーワード 波形鋼板ウェブ、塗膜劣化、凍結防止剤、付着塩分量



写真-1 橋梁全景

表-1 橋梁諸元（上り線）

構造形式	4 径間連続波形鋼板ウェブ PC ラーメン箱桁橋
供用開始年	2003 年（適用示方書：平成 8 年道示）
橋長（支間）	280.0m（44m+81m+95m+58m）
設計荷重	B 活荷重
全幅員	10.150m
コンクリート	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
鋼材（波形鋼板）	SM490YB, アングルジベル接合 ¹⁾



写真-2 波形鋼板ウェブ腐食状況

表-2 波形鋼板（外面）の塗装系

記号	工 種		塗料または素地調整程度	設計膜厚 μm
Ⅰ	前処理	プライマー	機能性プライマー	17
		下塗り	有機ジンクリッチペイント	75
	工場塗装	中塗り	ポリウレタン樹脂塗料用中塗	30
		上塗り	ポリウレタン樹脂塗料用上塗	25

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

比較すると、C面がその約6割を占めていることが分かる。(図-1参照)

C面にさびが多く確認される理由は、本橋の橋軸方向がほぼ南北方向であること、鋼板の形状が波形であること、約6割が北寄りの風(最寄り測候所の風向きが年間を通じて北東から北西の風)であること⁹⁾によると考えられる。P3-A2径間の劣化パネルが少ないのは、本橋が終点に向かってやや右カーブの平面曲線を有しておりパネルの対面角度が南側に変化しているためと考えられる。

なお、膜厚測定結果は、健全部11箇所・劣化部15箇所とも設計値130 μm を満足し健全部・劣化部の顕著な膜厚差は確認されなかった。(表-4参照)

4.2 付着塩分量試験

波形鋼板表面の付着塩分量は、電導度法にて健全部7箇所、劣化部15箇所を測定し、その平均値を表-5に、パネル形状別を表-6に示す。

付着塩分量は、健全部・劣化部とも箇所別の測定結果平均では明らかな差は確認されないもののパネル形状別(面)では北側に面したC面が他の面に比べ4~5倍と多いことが分かる。この傾向は外観調査と同様であり、本橋の橋軸方向と風向きが大きく関係しており、橋面に散布された凍結防止剤が通行車両により巻き上げられると同時に北寄りの風により桁側面に運ばれ、波形鋼板表面に付着したものと考えられる。

5. まとめ

今回の波形鋼板の塗膜調査結果および補修工事や維持管理上の留意点を下記に示す。

(1) 本橋の塗膜は、当初設計膜厚を概ね満足し付着性も良好であった。

しかし、膜厚と塗膜の早期劣化の関係について「膜厚が125 μm を下回ると急激に欠陥の起こる確率が上昇する(20%から40%)」との文献⁶⁾もあり、当初設計膜厚が重防食塗装系のC塗装系(250 μm)⁴⁾と比べ薄いことが早期劣化の1要因と考えられる。

(2) 外観調査結果(さびの発生状況)と付着塩分量は、波形鋼板特有の凹凸形状および凍結防止剤を飛散させる北寄りの風が原因の一つであり、同様な傾向にあった。

(3) 定期的な水洗いが出来ない場合は、現行の重防食塗装系への早期塗替えが維持管理上効果的と思われる。

参考文献

- 1) 公益社団法人プレストレストコンクリート工学会：コンクリート橋・複合橋保全マニュアル，2018.7
- 2) 日本道路公団中国支社：中国支社管内平成15年度雪氷対策報告書作成業務 雪氷報告書，2004.11
- 3) 西日本高速道路(株)：設計要領 第二集 橋梁保全編，2017.7
- 4) 公益社団法人日本道路協会：鋼道路橋防食便覧，2014.3
- 5) 国土交通省気象庁HP：過去の気象データ <http://jma.go.jp/jma/index.html> (閲覧日2019.2)
- 6) 日本ペイント(株)HP：<https://www.nipponpaint.co.jp/> (閲覧日2018.12)

表-3 パネルの劣化度と径間別パネル数(単位：枚)

劣化度\径間	A1-P1	P1-P2	P2-P3	P3-A2	計
I 緊急な塗替え	0	0	0	0	0
II 早急な塗替え	1	10	2	0	13
III 適時な塗替え	6	11	21	1	39
IV 調査を継続	5	5	9	17	36
合 計	12	26	32	18	88

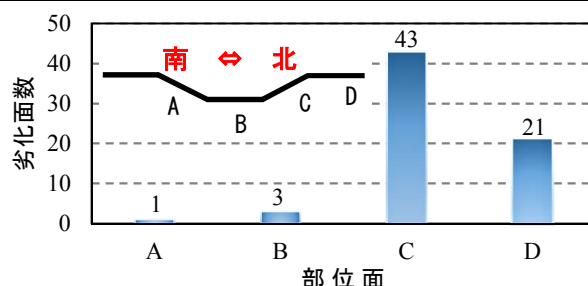


図-1 パネル形状別の劣化面数(発錆1.0%以上)

表-4 膜厚測定結果(平均値)

項目	健全部	劣化部
測定箇所数	11	15
測定値(μm)	187	176
設計値(μm)	130	

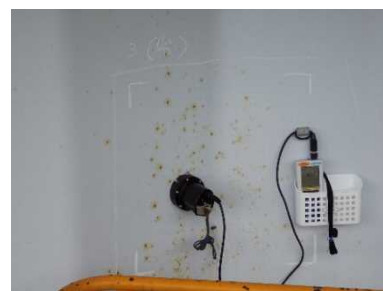


写真-4 付着塩分量測定状況

表-5 付着塩分量測定結果(平均値)

項目	健全部	劣化部
測定箇所数	7	15
付着塩分量(mg/m^2)	86.3	90.4
許容塩分量(mg/m^2)	50	

表-6 パネル形状別の付着塩分量(平均値)

径間\面	A	B	C	D
P1-P2, P2-P3	41.8	52.4	192.6	59.1