

## 素地に錆を残して補修塗装を行った耐候性鋼橋梁の試験報告

西日本高速道路エンジニアリング四国 正会員 ○古川清司  
 西日本高速道路エンジニアリング四国 正会員 平田篤司  
 愛媛大学大学院 正会員 全 邦釘

### 1. はじめに

耐候性鋼橋梁は、地山からの距離が近く湿潤状態となりやすい箇所や冬季に凍結防止剤の影響を受ける桁等で保護性錆が形成されずに部分的な補修塗装が行われてきた。しかし、現在の補修塗装は、素地調整が1種ケレン、c-3 塗装<sup>1)</sup>として5層仕上げである。耐候性鋼材は、錆が非常に硬く十分なケレンが難しく、塗装間隔で工程が左右され、仮設費も含めると割高となっていた。そこで、素地調整程度が悪くても、塗装の仕上げ回数が少なく、補修塗装として有効と考えられた数種類の塗装工法を用いて室内試験<sup>2)</sup>を行い、結果として2層仕上げである環境遮断性の高い塗装工法(以降、環境遮断性塗装とする)が有効であると確認されたことを受け、2015年9月に既設塗装に損傷が見られる実橋に塗装を施し追跡調査を行ってきた。本稿は、約2年経過した2017年10月に塗膜の付着性試験と付着性試験後の治具(ドリル)に残る錆のX線回析を行ったのでその結果を報告するものである。

### 2. 試験施工の内容

試験施工を行った橋梁の塗装範囲と素地調整の組合せを図-1に、試験塗装の塗装仕様を表-1に示す。

塗装位置は、A1橋台のG1桁であり、地山に近接して湿潤状態となり、凍結防止剤の影響を受ける箇所である。試験塗装は、7ブロックに区分し、素地調整を替えて3種類の塗装を施工した。素地調整では、既設塗装が残る7ブロック(No.7とする)を3種ケレンとし、他のブロックは、錆厚を平均50μmと100μmとした上に塗装をしている。各ブロックでは、定点を定めて塗膜厚・錆・ふくれを約100日単位で観察し整理した。また、塗装評価を行う目的でアドヒージョン試験(各ブロックに5点づつ)による付着性試験を実施した。さらに、錆の性状を確認するためにX線回析を行い評価した。

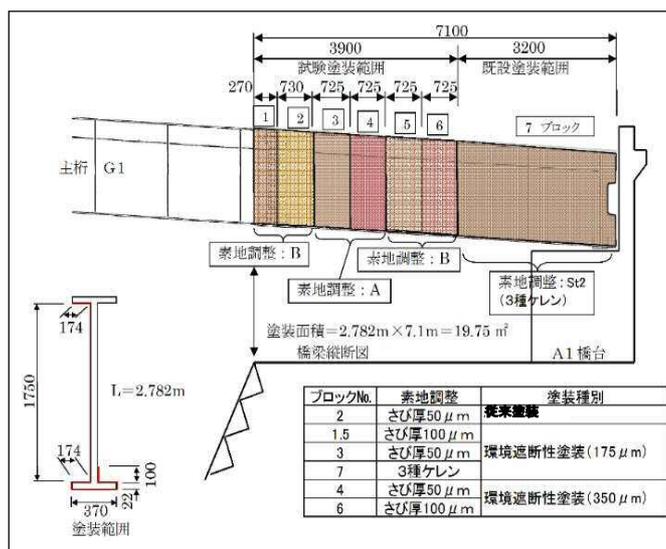


図-1 試験塗装範囲と素地調整等

表-1 試験塗装の塗装仕様

種別	塗装工程	塗料名	標準使用量 kg/m <sup>2</sup>	塗装方法	標準膜厚 μm	塗装間隔
従来塗装 (下塗有機ジンクリッチペイントを省略)	下塗	(弱溶剤形)変性エポキシ樹脂塗料下塗(1回)	0.24	ハケ	60	1~10日
	下塗	(弱溶剤形)変性エポキシ樹脂塗料下塗(1回)	0.24	ハケ	60	1~10日
	中塗	(弱溶剤形)変性フッ素樹脂塗料中塗(1回)	0.14	ハケ	30	1~10日
	上塗	(弱溶剤形)変性フッ素樹脂塗料上塗(1回)	0.12	ハケ	25	1~10日
環境遮断性塗装 175μm	下塗	応力緩和と高密着エポキシ樹脂塗料(1回)	0.23	ハケ	50	1~10日
	上塗	超厚膜形エポキシガラスフレーク樹脂塗料(1回)	0.435	ハケ	175	1~10日
環境遮断性塗装 350μm	下塗	応力緩和と高密着エポキシ樹脂塗料(1回)	0.23	ハケ	50	1~10日
	上塗	超厚膜形エポキシガラスフレーク樹脂塗料(1回)	0.87	ハケ	350	1~10日

### 3. 追跡調査(外観)および試験結果

各ブロックで実施した追跡調査結果では、塗膜厚の変化や錆は確認されなかった。塗膜のふくれは、従来塗装のNo.2側面で小さいものが確認され、環境遮断性塗装でも多少認められたが大きさや頻度は明確に判断することができ

キーワード：耐候性鋼橋梁の補修塗装、付着性試験、X線回析試験

連絡先：〒760-0072 香川県高松市花園町3-1-1 西日本高速道路エンジニアリング四国 TEL087-834-2413

きなかった。このことは、素地の錆中にある空隙を塗装時に埋めることができなかつたため、閉じ込められた空気によってふくれが発生したともと考えられる。普通鋼と同様に下塗に低粘度のプライマーを使用すると抑制できるものと考えているが、今後の検証が必要である。

付着性試験結果を表-2に示す。No.2がやや高めで、No.7はやや低めの値を示した。従来塗装のNo.2は、塗料粘度が低く素地に馴染み易く、錆表面部に浸透し易い下塗を使用したためと考えられる。

No.7は既設塗膜に3種ケレンを施し、環境遮断性塗装を施工したもので、酸素や水分等の遮断が他の仕様より長期的に行われたことから脆弱な黒錆層の生成量が多くなり、付着力が低くなったものと推察される。このことは、X線回析の結果からも黒錆(36°付近)のピークが大きいことから裏付けることができた。付着性試験は無塗装部(錆のみ)でも1箇所行って高い値を示しているが、酸素と水分等

が十分に供給されたことで塗装箇所と結晶状態に差が出たためと考えられる。恐らく、普通鋼と同様に塗装箇所は脆弱なマグネタイト黒錆層が増加し、低い値となったと推察される。

X線回析は、得られた錆が少量であったことから通常の測定とは異なり、測定時間を5時間程度に延長して繰り返し実施した。しかし、元素の検出ピークが低い結果しか得ることができなかつた(図-2)。

結果は、ゲーサイト $\alpha$ -FeOOH緻密な錆(21°付近)、レピドロサイト $\gamma$ -FeOOHポーラスな錆(27°, 37°, 47°付近)、マグネタイト黒錆Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>通常錆(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)が酸素遮断により還元された黒錆(36°付近)と思われるピークが検出されており、No.2(従来塗装)とNo.7は、他と異なるピークを示しているが、何を示しているかは不明であった。無塗装部(錆のみ)の38°, 44°, 78°付近の強いピークは、アルミのピークと考えられ、ドリーのアルミを検出した可能性が高い。

4. おわりに

今回の試験は、外観、付着性、X線回析と各々の僅かな差から得られた情報を基に考察を行ったものである。試験では、錆をあえて残した状態で塗装を行ったことが大きく影響したと考えられるが、今後さらに時間が経過すれば防食耐久性に確実な差が出てくるとも考えられるため、長期的に追跡調査を実施するとともに、3種ケレン程度の素地調整で下塗りに低粘度のプライマーを使用した上で再度、耐久性を検証したいと考えている。本試験では(株)四国総合試験所にご協力をいただきました。関係各位に感謝申し上げます。

参考文献 1) (社)日本道路協会：鋼道路橋塗装・防食便覧 2005、2) 耐候性鋼橋梁の補修塗装に関する研究 2014

表-2 ブロックごとの付着性試験結果

No.	試料	付着力 (MPa)		剥離形態	
		値	平均	詳細	平均
No.1	1	1.8	1.7	下10、錆90	錆90
	2	1.6		下10、錆90	
	3	1.4		下10、錆90	
	4	1.9		下10、錆90	
	5	1.9		下10、錆90	
平均		1.7			
No.2	1	1.8	2.3	下10、錆90	錆90
	2	2.2		下20、錆80	
	3	3.3		下15、錆85	
	4	2.2		下20、錆80	
	5	2.1		中1、下14、錆85	
平均		2.3			
No.3	1	1.7	1.5	下5、錆95	錆95
	2	1.7		下5、錆95	
	3	1.2		下5、錆95	
	4	1.7		下5、錆95	
	5	1.4		下5、錆95	
平均		1.5			
No.4	1	1.5	1.8	下5、錆95	錆95
	2	1.9		下5、錆95	
	3	1.8		下5、錆95	
	4	1.6		下5、錆95	
	5	2.3		下5、錆95	
平均		1.8			
No.5	1	1.8	1.7	下5、錆95	錆95
	2	1.8		下5、錆95	
	3	1.7		下5、錆95	
	4	1.4		下5、錆95	
	5	1.8		下5、錆95	
平均		1.7			
No.6	1	1.8	1.6	下5、錆95	錆95
	2	1.9		下5、錆95	
	3	2.0		下5、錆95	
	4	1.2		下5、錆95	
	5	1.3		下5、錆95	
平均		1.6			
No.7	1	0.9	0.9	錆100	錆100
	2	2.0		錆100	
	3	0.4		錆100	
	4	0.2		錆100	
	5	0.8		錆100	
平均		0.9			
錆のみ		3.3		錆100	

剥離形態について  
 中：中塗塗膜の凝集破壊  
 下：下塗塗膜の凝集破壊  
 錆：錆面の凝集破壊

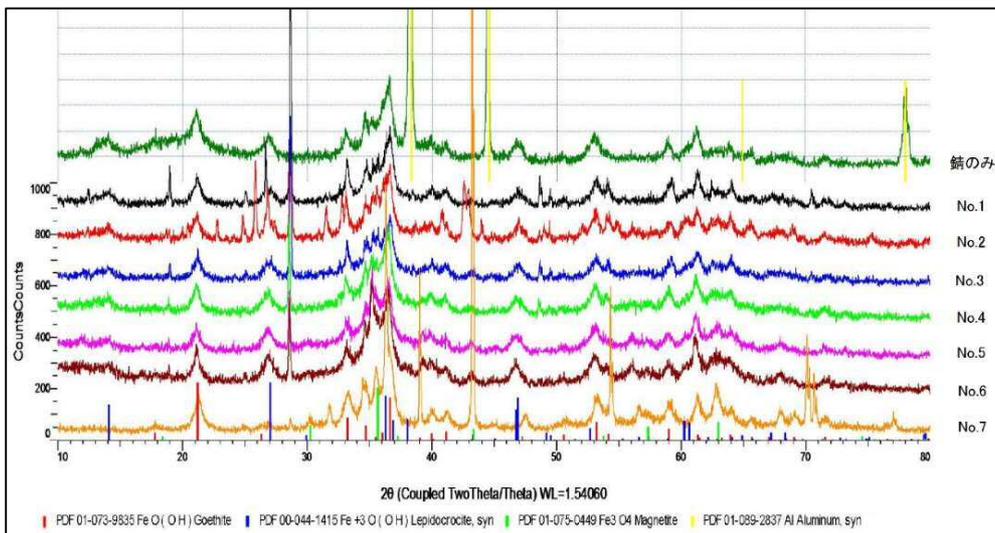


図-2 X線回析結果