

まくらぎ下防食工法の試験施工結果の検証

(株)レールテック (正) ○正司 誠 鉄道総研 (正) 坂本 達朗
 J R 西日本 (正) 中山 太士 J R 西日本 (正) 伊藤 裕規
 大阪工業大学 フェロー 松井 繁之

1. はじめに

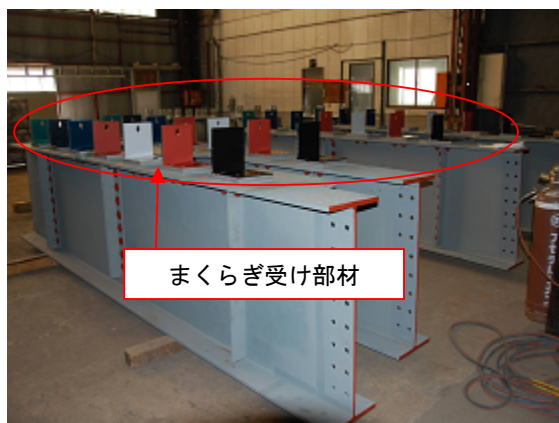
鋼鉄道橋では、まくらぎ下の上フランジが局部的に腐食する（以下、まくらぎ下腐食と称する）ことが知られている。この要因として、まくらぎ下では湿潤状態になりやすいこと、列車荷重の影響によってまくらぎと接する上フランジの防食塗膜が早期に破壊されることなどが挙げられる。この腐食により、桁を取り替えた事例も少なくない¹⁾。このような過酷条件下で適用される防食塗装系として、鋼構造物塗装設計施工指針にはガラスフレーク塗料を用いたまくらぎ下防食塗装系が規定されている¹⁾。しかし、この塗装系は、施工性に課題があるため、一部の橋梁への適用に限られている。そのため、ガラスフレーク塗料以外のまくらぎ下の上フランジの防食工法（以下；まくらぎ下防食工法と称する。）の開発が望まれている。著者らは、これまで、まくらぎ下のフランジの状況を模擬した繰り返し載荷試験により、まくらぎ下防食工法を検討し、現地の状況が定性的に再現できることを明らかにしてきた²⁾。本稿では、現段階で、まくらぎ下防食材料として有用と考えられる材料を対象に、実橋梁で試験施工した1年後の経過状況を報告する。



図－1 試験施工対象橋梁

2. 試験材料

試験施工した橋梁は図-1に示す供用後100年を経過した複線下路トラスである。複線の縦桁取替え施工に伴い、新設する縦桁のまくらぎ受け部材のまくらぎ接触面に新規防食材料を適用することとした。図-2に試験施工状況を示す。適用する防食材料の種別は、ハンドリング用のFRP樹脂（以下、シート系材料）、溶融亜鉛めっき、VMテープ（ポリ塩化ビニル樹脂、ブチルゴムから成る粘着シール）を用いた。シート系材料は、プライマーを塗布し、次に、FRP用の液状エポキシ樹脂を塗布した後に繊維シート（ガラス繊維、炭素繊維、アラミド繊維）を含浸した。その他に、比較用の防食材料として、鋼鉄道橋用防食塗装系として使用実績のある塗装系B-7（鉛クロムフリーさび止めペイント2回塗り+長油性フタル酸樹脂塗料2回塗り）および塗装系G-7（厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料4回塗り）を用いた¹⁾。さらに、塗装系G-7の厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料2回塗りに対してガラス繊維シートを含浸した場合の評価も行なった。表-1に各防食材料の施工工程を示す。



図－2 現地設置前の縦桁

3. 現地調査方法

防食材料を施工した新設縦桁を1年間供用した段階で、各防食材料の耐久性評価を実施した。

キーワード 鋼鉄道橋、塗料、繊維シート、まくらぎ、防食、塵埃

連絡先 〒543-0055 大阪市天王寺区悲田院町8-22 大阪調査監理センター TEL 06-6775-0650

調査は、敷設されているまくらぎを移動させて、防食材料の損傷程度の確認とまくらぎ受け部材との界面の付着性を外観観察およびハンマーを用いて打音検査で評価した。なお、上り内側線は合成まくらぎが使用されており、ロングレールが敷設されている。一方、上り外側線は木まくらぎが使用されており、定尺レールが敷設されている。一般的に合成まくらぎの方が木まくらぎに比べて、フランジへの発生応力が高くなることが知られている。また、定尺レールの継目が近くにあると衝撃力が大きくなることが知られているので、この観点から、防食材料の耐久性を調査した。図-3に各線の外観を示す。

4. 現地調査結果

各防食材料の調査結果を表-2に示す。溶融亜鉛めっきでは、表面の損耗が一部で確認された。シート系材料では、厚膜型変性エポキシ樹脂塗料2回塗り（ガラス繊維シート含浸）の防食材料において表面への磨耗が生じており、上り内側線では一部に塗膜浮きが生じていた。それ以外のシート系材料については損傷や塗膜浮きは認められず、健全であることが確認された。塗装系B-7および塗装系G-7では、いずれにおいても上塗り塗装の損耗が確認された。塗装系B-7では塗膜の割れによる鋼素地の露出も確認された。VMテープでは、まくらぎとの摩擦によるものと想定されるはがれが一部に生じていることが確認された。以上の調査結果から、現段階で健全性を保持しているシート系材料について、まくらぎ下防食材料として有用である可能性が得られた。また、レール、まくらぎ種別の違いによるまくらぎ下防食工法の明確な差は見られなかった。

5. まとめ

今回、まくらぎ下防食工法として有用と考えられる新規防食材料について、実橋梁での試験施工を実施した。その結果、シート系材料が耐衝撃性、耐摩耗性に優れており、まくらぎ下防食材料としての適用可能性が得られた。今後は追跡調査の継続とともに、まくらぎ下防食工法に要求される耐摩耗性、耐衝撃性を評価可能な室内試験機を用いた促進試験からシート系材料の耐久性評価を行う。

参考文献

1) 日本鋼構造協会 耐用性調査小委員会：鋼構造物の耐用性調査報告, JSSC Vol5, No39, 1969.
2) 正司ら、まくらぎ下防食における塗膜劣化メカニズムの推定, 第64回土木学会年次学術講演会, 2009.9
3) (財) 鉄道総合技術研究所編：鋼構造物塗装設計施工指針 (1993)

表-1 各防食材料の施工工程

	工程	塗料	希釈率	塗布量	塗布量 [g]	
			[%]	[g/m ²]	垂直部	水平部
液状樹脂2回塗(アラム ド繊維シート 1枚含浸)	下地	プライマー	0	200	7.8	7.3
	第一層	液状樹脂	0	400	15.7	14.6
	シート	アラミド繊維シート 2方向シート、目付け量180g/m ²				
	第二層	液状樹脂	0	200	7.8	7.3
液状樹脂2回塗(炭素 繊維シート1 枚含浸)	下地	プライマー	0	200	7.8	7.3
	第一層	液状樹脂	0	400	15.7	14.6
	シート	炭素繊維シート 2方向シート、目付け量200g/m ²				
	第二層	液状樹脂	0	200	7.8	7.3
液状樹脂2回塗(ガラス 繊維シート1 枚含浸)	下地	プライマー	0	200	7.8	7.3
	第一層	液状樹脂	0	400	15.7	14.6
	シート	ガラス繊維シート 2方向シート、目付け量300g/m ²				
	第二層	液状樹脂	0	200	7.8	7.3
厚膜型変性エ ポキシ樹脂系 塗料+ガラス 繊維シート	第一層	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料	10	500	21.5	20
	シート	ガラス繊維シート 2方向シート、目付け量300g/m ²				
	第二層	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料	10	200	8.6	8
	第三層	鉛クロムフリーさび止めペイント	5	140	5.8	5.4
B-7塗装系	第二層	鉛クロムフリーさび止めペイント	5	140	5.8	5.4
	第三層	長油性フタル酸樹脂塗料	5	110	4.5	4.2
	第四層	長油性フタル酸樹脂塗料	7	105	4.4	4.1
	第一層	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料	10	200	8.6	8
G-7塗装系	第二層	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料	10	200	8.6	8
	第三層	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料	10	200	8.6	8
	第四層	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料	10	200	8.6	8

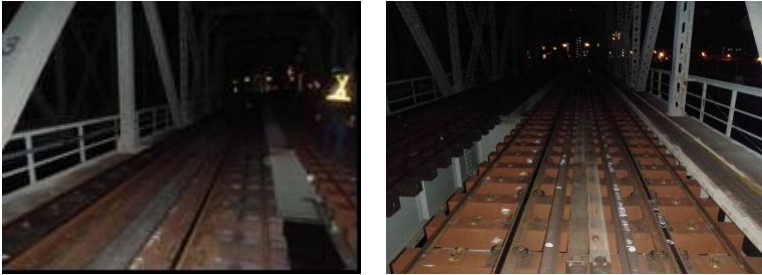


図-3 上り内側線(左) 上り外側線(右)の外観

表-2 各防食材料の調査結果

材 料	変 状	上り内側線				上り外側線				備 考
		割れ	剥れ	浮き	損耗	割れ	剥れ	浮き	損耗	
③溶融亜鉛めっき		○	○	○	△	○	○	○	△	一部に表面の損耗有
④液状樹脂2回塗り(アラム ド繊維シート		○	○	○	○	○	○	○	○	
⑤液状樹脂2回塗り(炭素繊維シート)		○	○	○	○	○	○	○	○	
⑥液状樹脂2回塗り(ガラス繊維シート)		○	○	○	○	○	○	○	○	
⑦厚膜変性エポキシ樹脂塗料2回塗り (ガラス繊維シート1枚含浸)		○	○	△	△	○	○	○	△	表面の損耗および一部に浮き有
⑧B7塗装系		×	○	○	×	×	○	○	×	一部に割れ、損耗有
⑨G7塗装系		○	○	○	×	○	○	○	×	一部に損耗有
⑩VMテープ(ポリ塩化ビニル樹脂、フ チルゴム)		△	×	×	△	△	×	×	△	一部に損耗および破れ有

備考：表中の記号は以下の状態を示す。○：健全，△：一部に不具合があるが、鋼素地が露出していない，×：鋼素地が確認できるもの