要求性能提示による鋼鉄道橋の防食工法選定

ＪＲ西日本　正会員○木村 元哉　　ＪＲ西日本　正会員　中山 太士
鉄道総研　正会員　田中　誠　　日本塗料検査協会　正会員　山田 卓司

１．はじめに

近年，様々な分野で性能規定化が進められている．鋼構造物の維持管理上，塗替え塗装は構造物自体の長期耐久性を左右し，維持管理費用に占める割合も非常に大きい．そこで,塗替え塗装に関して性能規定化を検討することとし，手はじめとして，施設管理者側から要求性能を提示し，これに合致した防食工法を公募することにした．

この種の工法選定において，要求性能を提示して公募する手法は，これまでに事例がなく，要求性能の提示から室内試験に至る一連の防食工法評価・選定について，検討・実施したので報告する．

２．塗替え塗装の現状と課題

（１）　ケレン困難箇所とまくらぎ下

鋼鉄道橋防食上の課題としてケレン困難箇所が挙げられる．鋼鉄道橋の多くを占める古いリベット橋は型鋼を組み合わせた複雑な集成構造になっており，部材内部には工具が入らないなど，ケレンが困難であり，腐食が著しいものは孔食や小片部材の破断に至るものもある．特に飛来塩分の影響を受ける海岸近傍では，長期防錆タイプの塗装を採用しても非常に早い時期に劣化した事例がある．これについては腐食箇所のさび落としが十分にできず，さび層と鋼素地との界面に形成される塩化物イオンの濃縮したネストが除去できていないことが原因と考えられる．

さらに，鉄道特有のまくらぎ下の腐食が挙げられる．まくらぎを直載する桁の上フランジ上面では列車荷重を直接受けるため，その物理的作用に対する塗膜の耐久性が必要である．加えて塗装施工時には，列車通過の合間を縫っての作業であることから，時間的制約も大きく，材料に要求される性能としては非常に過酷な特殊条件といえる.現在,これらの条件に適切に対応できる工法はなく，維持管理上の問題と考える．

（２）　構造物検査と塗装周期

近年，鋼橋の維持管理分野では，より効率的で的確な検査を目指し,①通常の目視検査 と②頻度は少ないが詳細に検査を行う至近目視検査 とを組み合わせる方法が採用されつつある．②の至近目視検査を実施する際，塗装塗替え時の足場を使用するのが好適であることから，一部の橋梁では構造物検査に併せて定期的に塗替えをすることも検討している．

つまり塗替え塗装に関しては，これまでトータルコストを抑える目的で塗替えの長周期化を進めてきたが，一部では一定周期で塗替えを実施するケースも想定され，この場合は耐久性は要求されないため，いかに労力・コストを低減するかが塗装に要求されるポイントになる．

３．防食工法の公募

今回は２．で示した問題点を踏まえ，要求する耐久性や環境毎に要求性能を分類し，それぞれの要求性能に対して防食工法を公募することとした．

（１）　要求性能

橋梁の部位により，防食に対する条件等が大きく違うため，一般部位，特定部位（ケレン困難箇所），特定部位（まくらぎ下）の３つに区分した．それぞれのカテゴリーに対して設定した要求性能を**表１，２**に示す．

一般部位および特定部位（ケレン困難箇所）（**表１**）では表に示すとおり，施工時の塗装等劣化度，要求耐久性（年数），素地調整の程度および架設環境（地域；北陸・山陰,瀬戸内等）をパラメータとして分類し，それぞれのグレードについてその条件を満たす工法を提案してもらうこととした．

表１　要求性能の分類

[一般部位と特殊部位(ケレン困難箇所)]

部位	分類番号	要求性能と条件			環境		
		施工時の塗膜劣化度	要求する耐久性	素地調整	北陸・山陰	瀬戸内	その他
一般部位	A1	Ｐ－III（になるまで）	10＋α年	替ケレン２，３	不要	○	○
	A2		30＋α年		不要	○	○
	A3	Ｐ－Ｉ（になるまで）	10＋α年		○	○	○
	A4		30＋α年		○	○	○
	A5		50＋α年	ブラスト	○	○	○
	A6		40＋α年	替ケレン１	○	○	○
特殊部位（ケレン困難）	B1	Ｐ－III（になるまで）	10＋α年	浮き錆除去程度，塩分を含む錆が残存する状態	不要	○	不要
	B2		30＋α年		不要	○	不要
	B3	Ｐ－Ｉ（になるまで）	10＋α年		○	○	不要
	B4		30＋α年		○	○	不要

○印のグレード･環境について，募集を行った

表２　要求性能の分類 [まくらぎ下]

分類番号	条件	要求性能	施工上の制約等
C1	まくらぎ移動（順送り）	耐衝撃性・耐磨耗性がガラスフレーク塗料と同等以上	旧塗膜等との相性
C2	まくらぎ移動復旧（施工時，一時移動し復旧する）		ケレン不十分短時間施工（１～３ｈ）旧塗膜等との相性
C3	まくらぎ不動		

キーワード　要求性能，鋼構造物，塗替え塗装，促進環境試験
連絡先　〒530-8341　大阪市北区芝田 2-4-24　西日本旅客鉄道㈱　施設部（土木技術）℡06-6375-8841

特定部位（まくらぎ下）について，列車荷重による物理的作用と作業上の時間的制約を考慮して**表2**の要求性能を規定した．

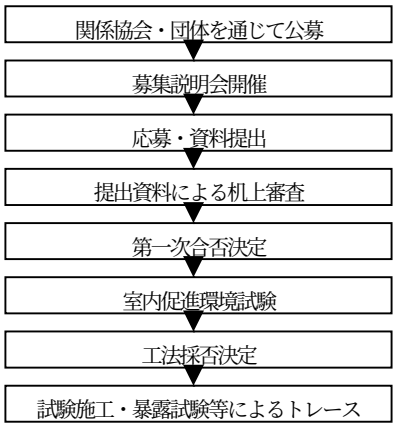

図1　募集手順

（2）　募集概要

上述の要求性能に合致した防食工法を広く公募し，机上審査・暴露試験等を行ったうえで，採否を決定することとした．募集の流れを**図1**に示す．

募集対象としては特に塗装のみに限定せず，既設の鋼鉄道橋に適用できる防食工法であれば可とした．

また机上審査は JR 西日本の委員会に参加いただいている学識経験者を交えて，使用材料（組成，MSDS）や施工に関する資料などに基づき実施した．

今回の募集に対し 47 工法の応募があり，机上審査で検討を行った結果，24 工法が次ステップへ進んだ．

（3）　促進環境試験

促進環境試験に進んだ防食工法は塗装系工法と溶射系工法とに大別できる．両者は防食メカニズムが違うため，異なる促進環境試験方法により耐久性の評価を行った．

①試験片作製　　試験には一旦鋼素地のままで塩水噴霧試験によりさびを発生させた試験片(150mm×70mm)を用いた．架設環境ごとに異なるさびを再現するため，塩水濃度を変えるなどして腐食生成物に含まれる塩化物イオン量を変えたさび鋼板を作製した．その後，要求性能ごとに所定の素地調整を施し，試験に供した．

②塗装系工法　　塗装系工法の促進試験は鉄道総研式複合サイクル試験[1]（**図2**）により実施した．

判定は鋼鉄道橋での実績が多い B-7 系[2]との相対比較により，判断することとした．すなわち要求性能により例えば「B-7 系の 2 倍」の耐久性を有することを判定基準とした．

③溶射系工法　　溶射系工法は一般の塗装系に比べ，防食性能が高いと予想されたため，通常のクロスカットを入れる方法ではなく，**図3**に示すような二等辺三角形の塗り残し部（未施工部）を設け，促進試験に供した．

促進試験方法は JIS K5600-7-1:1999「塗料の長期耐久性 耐中性塩水噴霧性」により実施し，塗り残し部に生じた赤錆・膨れの度合いにより耐久性を判定することとした．評価に際して，溶射系工法では実績のある溶融亜鉛めっき鋼板を同様形状に加工し，これをコントロール試験片として，これとの比較により耐久性を評価することとした．

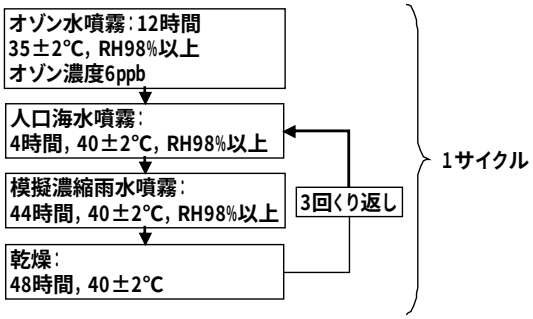

図2　鉄道総研式複合サイクル試験[1]

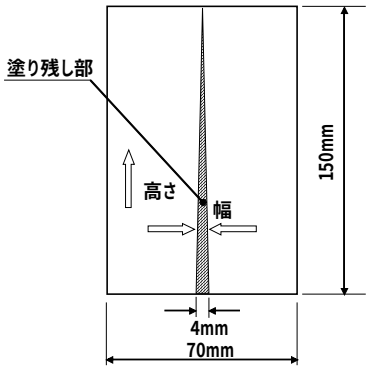

図3　試験片の形状（溶射系工法）

本稿執筆時は，机上審査を終え，室内促進環境試験を行っている最中であり，講演会では結果を報告できる予定である．

4．おわりに

鋼鉄道橋の防食について，条件に応じた最適な防食工法を選定し効率的に維持管理を行うため，鋼鉄道橋防食の性能規定化をめざすこととし，手はじめとして要求性能を明示することによる防食工法の公募を行った．今回は募集から促進環境試験による工法選定までを実施した．鋼鉄道橋の防食が抱える問題を考慮し，塗替え塗装等の性能評価として適切な手法を提案できたと考える．今後は，施工性等を確認する試験施工および暴露試験によるトレースを実施する．

しかし，工法選定のみで維持管理が可能になるものではなく，施工面などで実現しなければならない課題は依然残されている．既設構造物の防食においては発注者と材料メーカーと施工者の 3 者が協同して取り組む必要があり，今後の方向性を検討しなければならない．

なお，本稿の内容は JR 西日本で設置した鋼・合成構造物維持管理検討委員会において検討をすすめたもので，大阪大学松井繁之委員長をはじめ委員の方々には多大なるご尽力をいただいた．ここに謝意を表する．

《参考文献》

1) 田中誠：鉄道総研式複合サイクル試験による塗膜性能評価，防錆管理，Vol.47，No.6，2003
2) 鉄道総合技術研究所編：鋼構造物塗装設計施工指針，研友社，1993