

東海道新幹線鋼橋への耐火塗料の適用 (その2)

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○田中 佑児
 東海旅客鉄道株式会社 正会員 畑中 達彦
 ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社 正会員 門田祐一朗
 大日本塗料株式会社 桑原 幹雄

1. はじめに

東海道新幹線の鋼橋（以下、「鉄けた」という。）に関して、平成25年度より高架下に飲食店等が密集して存在する区間を対象（写真-1）に、耐火塗料の施工を開始している。同塗料の要求性能は、火災時における鉄けたの温度上昇を消火活動の時間を考慮して30分間350℃以下に抑制することとした。さらに、その性能を鉄けたの標準的な塗装周期である8年間確保できることとし、その塗装仕様について検証を行った。本稿は、この取組みを紹介する。



写真-1 施工対象例

2. 要求性能確認試験

耐火塗料は建築構造物等への使用実績がある屋外環境対応型発泡性耐火塗料とした。試験体は、廃用となった旧塗膜（フタル酸樹脂系塗料）を有する鉄けたより試験片（70×150×13mm）を採取し、替ケレン1と替ケレン4の素地調整後、表-1に示す塗装仕様（耐火塗料の膜厚は0, 375, 500, 1000, 2000 μm）を施したものとした。なお、中塗と上塗の塗装系はポリウレタン樹脂塗料と長油性フタル酸樹脂塗料で比較を行った。

表-1 耐火塗装仕様

工程	塗料名	膜厚 (μm)
下塗	厚膜型変性ポリアリル樹脂塗料	60
耐火被覆	耐火塗料	0~2000
バリアコート	無溶剤変性ポリアリル樹脂塗料	50
中塗	ポリウレタン樹脂塗料用中塗	30
上塗	ポリウレタン樹脂塗料用上塗	25

要求性能確認試験として、8年間相当の促進劣化試験^{1),2)}後に燃焼試験を実施し、耐火塗料を適用するための最適膜厚及び塗装系を検証した。また、鉄けた母材に対する塗装の防食性を確認するための防食性試験³⁾と旧塗膜との付着性を確認するための付着性能試験を実施した。

3. 試験結果

1) 促進劣化試験

促進劣化試験結果の一部を表-2に示す。保護塗膜の中塗と上塗をポリウレタン樹脂塗料とした場合、全ての試験体で異常がないことを確認した。一方、長油性フタル酸樹脂塗料の場合は、耐火塗料の有無に関わらず割れが生じた。また、キセノンランプ法による促進耐候性試験においてもポリウレタン樹脂塗料は全ての試験体で異常はなく、長油性フタル酸樹脂塗料は全ての試験体でチョーキングが発生した。この結果、塗膜劣化は耐火塗料の膜厚に関係なく中塗及び上塗塗料の性能が関係することを確認した。

表-2 促進劣化試験結果 (8年間相当)

中塗・上塗 塗装系	耐火塗料 膜厚(μm)	キセノンランプ 7-7試験	凍結融解 試験	高湿度 試験	亜硫酸ガス 試験	塩水噴霧 試験
ポリウレタン	0	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
	375	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
	500	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
	1000	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
	2000	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
フタル酸	0	割れ	割れ	割れ	割れ	割れ
	500	割れ	割れ	-	-	-

表-3 燃焼試験結果

中塗・上塗 塗装系	素地調整	耐火塗料膜厚 (μm)	350℃到達時間 (分)	耐火塗料発泡高さ (mm)
ポリウレタン	替ケレン1 (旧塗膜無)	0	17	0
		375	28	10
		500	45	20
		1000	57	15
		2000	82	20
	替ケレン4 (旧塗膜有)	375	48	20
		500	48	20
		1000	69	30
		2000	110	40

2) 燃焼試験

ISO834 に規定される標準加熱温度曲線を再現した電気炉による燃焼試験結果の一部を表-3に示す。なお、試験体の

キーワード 耐火材料, 耐火性能, 発泡性耐火塗料, 受熱温度, 燃焼試験

連絡先 〒100-0005 東京都千代田区丸の内一丁目9番1号 東海旅客鉄道株式会社 TEL 03-5218-6274

温度は非加熱面側から K 型熱電対を中央 1 点に試験体を削孔した部分に埋め込み計測を行った。燃烧, 受熱により, 耐火塗料を施した試験体は発泡層が形成され (写真-2), 耐火性能を発現することを確認した。試験体の鋼材受熱温度が 350°C に到達する時間は, 耐火塗料の膜厚に依存し, 厚くなる程長くなる傾向がみられ, 耐火塗料の膜厚が 500 μm 以上の場合には素地調整の程度に関わらず 30 分間以上の耐火性能を有することを確認した。しかし, 素地調整が替ケレン 4 で耐火塗料の膜厚を 375 μm と 500 μm としたケースではこの時間に



写真-2 耐火塗料の発泡

3) 防食性試験, 付着性試験

防食性及び付着性試験結果を表-4 に, 試験後の一部の試験体を写真-3 に示す。防食性試験の結果, 塗膜上にカット線を入れない部分は全ての試験体で異常がないことを確認した。鋼材までスクラッチを入れたカット部では膨れがみられたが, 割れ・はがれ・錆びの発生はなく問題のないことを確認した。なお, カット部で発生した膨れについては, カット部から侵入した水により耐火塗料が湿潤し, サイクル試験の加熱により塗膜を持ち上げたものと推定した。付着性試験では, 全ての試験体で 1.0MPa 以上の破断強度があり, 要求される 0.5~0.7Mpa (JIS A 6909 建築用仕上塗材) を満足していることを確認した。

表-4 防食性及び付着力試験結果

中塗・上塗塗料系	素地調整	耐火塗料膜厚 (μm)	防食性試験		付着性試験		
			一般部	カット部	ブルオフ法 (アドヒージョン試験)		クロスカット法 (基準目5mm×9マス)
					破断強度 (Mpa)	破断箇所	
ポリウレタン	替ケレン 1	375	異常なし	膨れ2mm	2.0	耐火塗料凝集: 50% 下塗/耐火塗料凝集: 50%	9/9 分類 1
		2000	異常なし	異常なし	1.0	下塗/耐火塗料界面	9/9 分類 1
	替ケレン 4	375	異常なし	膨れ5mm	2.0	耐火塗料凝集: 50% 下塗/耐火塗料凝集: 50%	8/9 分類 3
		2000	異常なし	異常なし	1.0	下塗/耐火塗料界面	9/9 分類 1



写真-3 試験体例 (防食性, 付着力試験)

4. まとめ

性能確認試験の結果, 中塗・上塗塗料系をポリウレタン樹脂塗料とした耐火塗装仕様において, 素地調整の程度に関わらず耐火塗料の膜厚を 500 μm 以上とした場合, 要求性能である火災時の鉄けたの温度上昇を 30 分間 350°C 以下に抑制する耐火性能を有するとともに, その性能を標準的な鉄けたの塗装周期である 8 年間確保できることを確認した。

さらに, 本検証結果を基に, 実構造物を対象とした試験施工により施工性について検証し, 鉄けたへの適用が可能であることを確認した。なお, 試験施工は環境条件の厳しい米原地区で実施し, 定期的な検査及び暴露試験により塗膜の劣化状態を確認している。今後の取組みとして, 暴露試験体を用いた燃焼試験により耐火性能が維持されていることを確認するとともに, 高速道路交差部における車両火災 (バス・トラック等) に対する耐火塗装の仕様についても検討していく計画である。

参考文献

- 1) (社)日本鋼構造協会: 耐火塗料の実用化に関する調査研究, JSSC テクニカルレポート, No. 41, 1998
- 2) (社)日本鉄道施設協会: 東海道新幹線鉄筋コンクリート構造物維持管理標準, 2009. 5
- 3) 助鉄道総合技術研究所: 鋼構造物塗装設計施工指針, 2013. 12