

塗装工程簡略化に向けた耐火塗料の燃焼試験

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○向井 天
東海旅客鉄道株式会社 正会員 庄司 朋宏
大日本塗料株式会社 桑原 幹雄
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

1. はじめに

東海道新幹線の鋼橋では、高架下火災を起因とした桁損傷による列車遅延を防止する目的で、橋梁下がテナント箇所や高速道路交差箇所を対象に、平成 25 年度から耐火塗料を施工している。東海道新幹線では、温度上昇に伴う高力ボルトの軸力低下や、火災時の消火活動に要する時間等を鑑み、鋼部材の温度上昇を 30 分間で所定温度以下に抑制することを耐火塗料の要求性能として定めている¹⁾。耐火塗膜の上層に施工する、中塗り・上塗りは、強溶剤型の塗料となるため、東海道新幹線の仕様では、図－1 のように耐火塗膜と中塗りの間に、耐火塗膜の溶解を防止する目的でバリアコート施工している。耐火塗膜施工後から、バリアコート施工までの塗装間隔は、7 日以上乾燥時間を要し、さらにバリアコート施工から中塗り施工までの塗装間隔は 2 日以上確保する必要がある。以上のことから、耐火塗料の施工は、通常の塗装塗替工事と比較し、長時間の乾燥時間が必要となり、工期が長くなる欠点がある。また、強溶剤の中塗り・上塗りは、揮発性有機化合物やキシレン、トルエン等の特定化学物質を排出するため、環境負荷も大きい。

本稿では、耐火塗料の施工工程簡略化を目的に、バリアコートを省略し、弱溶剤の中塗り、上塗りを施工した試験体の塗膜の付着力試験と燃焼試験を実施した結果を報告する。

表面	
上塗り（強溶剤）	
中塗り（強溶剤）	
バリアコート	
耐火塗膜	
下塗り	
既塗装	
鋼部材	

図－1 従来の塗装断面

2. 試験方法

試験体は、150mm×70mm×13mm の鋼板に、表－1 で示した仕様で製作した。耐火塗膜の膜厚は、500 μm、1000 μm の 2 種類とし、一部の試験体には切込み傷を入れた。製作した試験体を東海道新幹線の沿線環境の中で、寒暖の差が最も厳しい滋賀県彦根市で 4 年間大気暴露させた後、塗膜の付着力試験と燃焼試験を実施した。

付着力試験はプルオフ法（JIS K 5600-5-7）に基づき評価し、素地からの塗膜剥離に対する耐性をクロスカット法（JIS K 5600-5-6）で評価した。

燃焼試験は、電気炉で標準加熱曲線（ISO834）に準拠して試験体を燃焼させ、試験体の受熱温度が所定温度に到達するまでの時間を計測し評価した。なお試験体の温度は、加熱面の裏側にガラス被覆 K 型熱電対を試験体中央に埋込み計測した。

表－1 試験体の塗装仕様
強溶剤仕様

工程		膜厚(μm)
素地調整		
第1層	下塗り	60
第2層	耐火被覆	500, 1000
第3層	バリアコート	50
第4層	中塗り(強溶剤)	30
第5層	上塗り(強溶剤)	25

弱溶剤仕様

工程		膜厚(μm)
素地調整		
第1層	下塗り	60
第2層	耐火被覆	500, 1000
第3層	中塗り(弱溶剤)	30
第4層	上塗り(弱溶剤)	25

3. 試験結果

4 年間大気暴露した試験体は、塗膜の浮きや剥がれ等の劣化は認められなかった。これらの試験体を用いて上記の試験を実施した。試験結果を表－2 に示す。また、付着力試験の結果の一例を写真－1 に示す。付着力キーワード：耐火塗料、バリアコート省略、弱溶剤型中塗り

連絡先: 〒100-0005 東京都千代田区丸の内 1-9-1 丸の内中央ビル 5F 東海旅客鉄道株式会社 TEL 03-5218-6274

表-2 付着力試験・燃焼試験の結果

耐火塗料膜厚 (μm)		500			1000		
大気暴露		無(室内)	有(滋賀県彦根市)		無(室内)	有(滋賀県彦根市)	
切込み傷の有無		無	無	有	無	無	有
付着力 (Mpa)	強溶剤	2.2	2.1	2.1	1.3	1.2	1.1
	弱溶剤	3.2	2.3	2.2	3.4	3.3	3.0
クロスカット法による分類	強溶剤	分類3	分類3	分類4	分類4	分類2	分類2
	弱溶剤	分類4	分類4	分類4	分類4	分類4	分類4
所定温度到達時間(分)	強溶剤	57	52	57	68	62	63
	弱溶剤	48	37	44	73	54	57

試験における破断位置は、全ての試験体で耐火塗料層の凝集破壊であり、付着強度は、大気暴露の有無や切込み傷の有無に影響されないことが確認された。一方で、耐火塗膜 1000 μm の弱溶剤仕様の付着強度は、他の試験体と比較して高い値となっている。これは、弱溶剤仕様の試験体はバリアコートを省略しているため、多孔質な耐火塗膜に中塗りが浸透し、脆弱な耐火層を強固にしたためと考えられる。一般的に活膜と判断される塗膜の付着強度は 1.0MPa 以上であり、全ての試験体で付着力を有していることが確認された。

また、クロスカット法による塗膜の付着安定性は、強溶剤仕様は分類 2～3 であったのに対し、弱溶剤仕様は全て分類 4 (塗膜がカットの線に沿って部分的、全面的に大きく剥がれているもの。剥がれ面積が 35%～50%) であった。これは、前述の通り、中塗り材が耐火塗膜に浸透し、カット時の追従性が低下したことが影響していると考えられる。

燃焼試験の結果は、弱溶剤仕様の試験体が、強溶剤の試験体と比較して、鋼材の所定温度到達時間が短い結果となった。これは、弱溶剤仕様の試験体はバリアコートを省略しているため、試験体全体の膜厚が薄いことが原因である。しかしながら、図-2 のように全ての試験体において所定温度到達時間が 30 分以上となり、東海道新幹線の鋼橋で要求する性能を満足する結果となった。また、所定温度到達時間は、切込み傷の有無や大気暴露の有無等の試験条件に影響されず、膜厚に依存する結果となった。

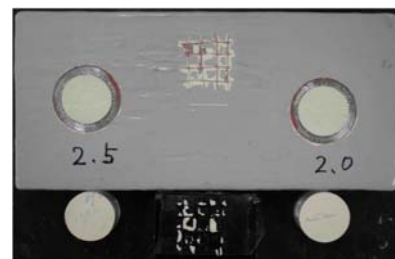
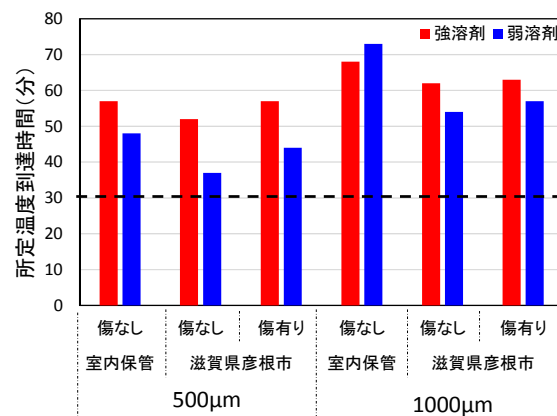
写真-1 付着力試験結果の一例
(弱溶剤仕様 大気暴露有り)

図-2 燃焼試験結果

4. まとめ

- (1) 4年間大気暴露した試験体でも、上塗り及び耐火塗膜の劣化は確認されなかった。
- (2) 付着力試験の結果、破壊形態は凝集破壊で、付着強度は十分確保されていることを確認した。
- (3) 弱溶剤仕様の塗膜の付着安定性は、全ての試験体で分類 4 であった。
- (4) すべての試験体で、要求性能である鋼材の所定温度到達時間が 30 分以上であることを確認した。

5. 今後の展望

今回実施した試験結果から、バリアコートを省略し、中塗り・上塗りを弱溶剤型塗料に変更した耐火塗料の塗膜の付着力、耐火性能が、東海道新幹線の鋼橋で要求する性能を満足することが確認できた。今後は、東海道新幹線の標準的な塗装塗替え周期である 8 年間の耐久性を確認するため、促進劣化試験を実施し、実用に向けた検討を行う。