

速乾性耐火塗料の東海道新幹線鋼橋への適用に関する検討

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 加藤 千博
大日本塗料株式会社 正会員 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

鋼橋直下において火災が発生すると、鋼部材の受熱温度によっては耐荷力が低下する可能性がある。道路橋では、長期的な使用停止が必要になった事例もある¹⁾。このことから、東海道新幹線の鋼橋では、橋梁下がテナント使用されている箇所や、高速道路交差箇所を対象に耐火塗料を施工している。耐火塗料の要求性能は、鋼部材の機械的性質などを鑑み、温度上昇を 30 分間で 350℃以下に抑制することとし²⁾、表-1 に示す塗装仕様としている。

一方で、耐火塗料の施工は、塗装工程が多く、層間の塗装間隔が長いいため、通常の塗装塗替工事と比較して工期が長くなる欠点がある。また、耐火塗料の主要触媒であるリン酸二水素アンモニウム(NH₄)₂HPO₄ は、水と反応すると流失する性質があり、塗膜の付着力に影響を及ぼす。この反応は、結露のようなごくわずかな水分であっても生じるため、耐火塗料の施工は、施工中の塗装面の養生や温湿度などに非常に厳しい管理が要求される。

表-1 現行の耐火塗料の塗装仕様

工程	塗料名		膜厚(μm)	塗装間隔
第1層	補修塗	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料	200	24H～7D
第2層	下塗	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料	200	
第3層	耐火被覆	耐火塗料	500 (125×4回)	24H～30D
第4層	バリアコート	無溶剤型変性エポキシ樹脂塗料	50	3H～24H(各回) 第3層後7D以上
第5層	中塗	ポリウレタン樹脂塗料中塗	30	2D～10D
第6層	上塗	ポリウレタン樹脂塗料上塗	30	24H～15D

そこで、これらの課題を解決するために、速乾性の新たな耐火塗料（以下速乾性耐火塗料）を適用することを検討した。適用にあたり、耐火性能の検証を行ったので、その内容について報告する。

2. 検討内容

(1) 燃焼試験

速乾性耐火塗料の耐火性能を確認するために燃焼試験を実施した。試験では、既塗装の影響を考慮するため、新駅の建設工事に伴い撤去された橋梁から試験片をサンプリングし、150mm×70mm の寸法に切断加工した。切断後、替ケレンⅣで素地調整を実施した後、表-2 に示す仕様で試験体を作成した。

表-2 試験体の塗装仕様

工程	塗料名		膜厚(μm)
第1層	下塗	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料	60
第2層	耐火被覆	速乾性耐火塗料	500
第3層	バリアコート	無溶剤型変性エポキシ樹脂塗料	100
第4層	上塗	ポリウレタン樹脂塗料上塗	55

燃焼試験は、電気炉で ISO834 に示されている標準加熱曲線に準拠して試験体を加熱した。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め込み計測した。

なお、従来仕様の耐火塗料では、火災時の鋼材の受熱温度推定を、塗膜の pH 値を測定することで実施している。これは、受熱温度 350℃付近を境に、塗膜の化学変化により pH 値が変化することに着目したものである。この受熱温度推定方法が、速乾性耐火塗料においても適用可能かどうか、あわせて検討した。

キーワード：速乾性耐火塗料，燃焼試験，鋼鉄道橋

連絡先：〒100-0005 東京都千代田区丸の内 1-9-1 東海旅客鉄道株式会社新幹線鉄道事業本部施設部工事課

(2) 促進劣化試験と燃焼試験

経年劣化に伴う耐火性能の低下度合を確認するため、耐火塗料に対し促進劣化試験³⁾を実施した。促進劣化試験は東海道新幹線の沿線環境を考慮し、サンシャインカーボンアーク照射、凍結融解、高湿度暴露、塩水噴霧暴露の4項目とした。与える劣化の程度は、東海道新幹線の鋼橋の一般的な塗装塗替え周期である8年相当とした。その後、8年相当の劣化を与えた試験体に対し、上記と同様の方法で燃焼試験を実施した。

3. 試験結果

(1) 燃焼試験結果

試験体の受熱温度と塗膜のpH値を表-3に示す。また、表-3のうち受熱温度が350℃、400℃、430℃の試験体の、350℃到達時間を図-1に示す。受熱温度350℃以下ではpH値が3.7～5.3の酸性を示したのに対し、受熱温度400℃以上では、pH値が8以上のアルカリ性を示した。これは、従来仕様も速乾性耐火塗料のいずれも、塗料の主要触媒はリン酸二水素アンモニウムであることから、受熱時の塗膜の化学変化が両塗料で同一であるためと考えられる。

試験体が350℃到達に到達する時間には、ばらつきが生じたが、要求性能の30分以上であることが確認できた。このばらつきは、試験体製作時に生じる塗装の膜厚差によるものと考えられる。

(2) 促進劣化試験実施後の燃焼試験結果

促進劣化試験実施後の試験体には、塗膜の浮きや割れなどの不具合は確認されなかった。これらの試験体を用いて実施した燃焼試験の結果を図-2に示す。劣化を与えていない試験体と比較すると、受熱温度350℃到達時間が平均で4分短くなったが、要求性能である30分以上を満足した。過去、従来仕様の耐火塗料でも同様に、8年相当の劣化を与えた試験体で燃焼試験を行っており、その際の結果は、劣化なしの状態と比較して350℃到達時間が平均で10分短くなった。従来仕様では、耐火塗料上部に施工しているバリアコート、中塗、上塗で計110μmの膜厚であったのに対し、速乾性耐火塗料では計155μmの膜厚がある。この45μmの膜厚差が、両塗料の劣化に伴う耐火性能の低下度合に影響を与えていると考えられる。

4. まとめ

速乾性耐火塗料の実橋への適用を検討し、以下の知見を得た。

- (1) 速乾性耐火塗料は、8年相当の劣化を与えても要求性能を満足している。
- (2) 受熱温度の推定方法は、従来仕様の耐火塗料と同様に、燃焼した塗膜のpH値を測定することで実施可能である。

今後は更なる長期耐久性を確認するため、10年、16年相当の劣化を与えた試験体で燃焼試験を実施する。

参考文献：1) 桑野忠生，増井隆，鈴木寛久，依田勝雄：首都高速5号池

袋線タンクローリー火災事故の復旧工事，土木学会誌，Vol.93，No.12，pp.30-33，2008.12.

2) 田中佑児：東海道新幹線鋼橋における火災対策の取組み，JREA，Vol.59 No6，2016.

3) (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 No41,1998.

表-3 受熱温度と塗膜のpH値

受熱温度	pH値	リトマス試験紙
200℃ No1	3.74	
200℃ No2	3.72	
250℃ No1	4.09	
250℃ No2	4.37	
300℃ No1	4.62	
300℃ No2	4.32	
350℃ No1	4.74	
350℃ No2	5.33	
400℃ No1	11.5	
400℃ No2	8.94	
430℃ No1	9.41	
430℃ No2	8.02	

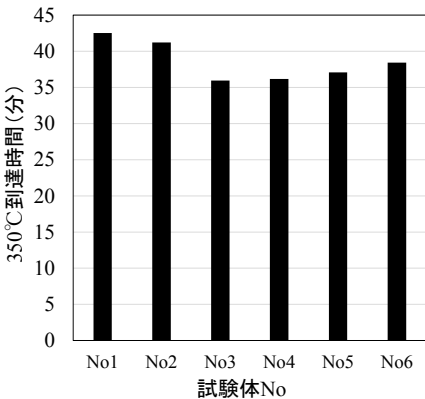


図-1 燃焼試験結果

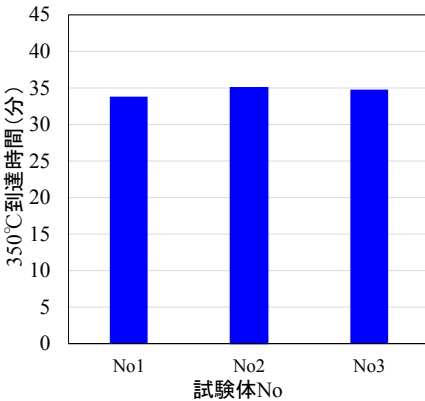


図-2 燃焼試験結果

(劣化試験後)