

東海道新幹線鋼橋への耐火塗料の適用（その1）

ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社	正会員	○門田祐一郎
東海旅客鉄道株式会社	正会員	畑中 達彦
大日本塗料株式会社		桑原 幹雄
明星工業株式会社		山城 博隆

1. はじめに

近年、鉄道構造物において、高架下の店舗火災等による被災事例が発生している。駅舎などの建築構造物では、主要部材に耐火被覆を施工し耐火構造としているが、交通インフラに関する土木構造物で耐火性能を付与している事例はほとんどない。

しかしながら、鋼橋などの鋼構造物において火災の影響で熱が加わった場合、鋼材の変形や添接板のボルト・リベットの損傷等により、部材の機能が失われ、復旧に長い時間を要する可能性がある。

そこで、本稿では、高架下の店舗などの建築物火災を対象とした耐火対策として、既存の耐火塗料を鋼橋（以下、「鉄けた」という。）に適用する場合の要求性能とそれを検証する性能確認試験の項目と方法について検討を行った内容を報告する。

2. 要求性能

鉄けたの耐火への要求性能を、「①火災時の鉄けたの温度上昇を 30 分間 350℃以下に抑制」、「②標準的な鉄けたの塗替周期である 8 年間の耐火性能の確保」の 2 項目とした。①の設定理由は、過去の高架下等火災の発生から鎮火までの時間が概ね 30 分以内であったこと、並びに鉄けたの受熱温度が 350℃を超えると添接板に用いられている高力ボルトの摩擦係数が低下することがわかっているためである。また、②の設定理由は、鉄けたの塗替え後 8 年経過した後も、①の耐火性能の確保が必要なためである。

しかし、①の要求性能は、耐火塗料の塗膜が厚いほど性能は向上するが、一方で万が一鉄けたに亀裂などが発生した時には塗膜割れが起こりにくくなり、鉄けた検査において早期発見が困難となることや、塗替えの施工に要する期間も長くなることなどから、同塗料の塗膜厚さを可能な限り薄くすることとした。

3. 建築材料における耐火塗料の性能確認試験

鉄けたに適用する耐火塗料は、駅舎など建築構造物の主要部材への使用実績がある、屋外環境対応型のものでした。建築材料における耐火性能は、「載荷加熱試験（JIS A 1304 建築構造部分の耐火試験方法）」に準拠している。耐火塗料を施工した試験体に、その試験体の許容応力の 1.2 倍に相当する応力が生じるように載荷しながら燃焼試験を行い、「最大たわみ量 $<L^2/10000$ （ L =試験体長さ）」という式で評価するのみである。しかし、この試験だけでは、鉄けたに施工する際の上記①、②の要求性能が確認できないため、独自に性能確認試験の試験項目を検討した。

4. 要求性能確認試験項目の検討

要求性能「①火災時の鉄けた温度上昇を 30 分間 350℃以下に抑制」は、燃焼試験による膜厚で耐火性能を確認することとした。また、「②8 年間の耐火性能の確保」については、8 年間に相当する促進劣化試験を行い、その後の要求性能①の燃焼試験により、耐火性能の有無を確認することとした。また、「鋼構造物塗装設計施工指針（財鉄道総合技術研究所）（以下、「塗装指針」という。）」に基づく防食性能の有無を確認する

キーワード 耐火塗料, 耐火性能, 発泡性耐火, 促進劣化試験

連絡先 〒108-0075 東京都港区港南 2 丁目 1-95 ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社 TEL03-6716-7210

ための防食性試験や、耐火塗料を過去の塗替え塗装（以下、「旧塗膜」という。）に重ねて塗装した際の旧塗膜と耐火塗料の付着力試験も行うこととした。

5. 確認試験の方法

(1) 促進劣化試験

促進劣化試験は、「JSSC テクニカルレポート No. 41 耐火塗料の実用化に関する調査研究 (社)日本鋼構造協会)」に示されている「屋外用耐火塗料の促進劣化試験」を参考とした (表-1)。これによると、日本の気候環境であれば5年間の耐久性が保持できるとされており、今回の試験では、8年間相当の促進劣化試験として各試験の工程を1.6倍のサイクルで行うこととした。なお、参考として、促進耐候性試験¹⁾も8年間相当実施した。

(2) 防食性試験

防食性試験は、「塗装指針」に示されている「耐複合サイクル防食性試験」に準拠して行うこととし、同標準に示される厚膜型変形エポキシ樹脂系塗料の品質規格試験に準じて120サイクルとした (表-2)。評価は耐火塗料の塗膜上にカット線を入れ、カット線周囲2mm以上の範囲で、塗膜に膨れ、はがれ、錆びが生じないかを確認することとした。

(3) 付着性試験

耐複合サイクル防食性試験後の試験体を用いて、劣化後の塗膜における機械的性質を確認することとした。旧塗膜との付着性はプルオフ法 (JIS K 5600-5-7) によって評価することとし、また、塗膜の直角の格子パターンで素地付近まで切り込んだ時の剥離に対する耐性は、クロスカット法 (JIS K 5600-5-6) により評価することとした。

(4) 燃焼試験

燃焼試験の加熱曲線は図-1に示す建築構造物火災を想定した加熱温度曲線 (ISO 834) に準拠して行うこととした。試験を行う加熱装置は、プログラムにより加熱温度曲線が再現できる電気炉を基本とした。促進劣化試験後の試験体の燃焼試験を実施し、鋼材受熱温度が350℃に到達する時間を評価基準とした。

6. まとめ

本研究では、既存の耐火塗料を東海道新幹線の鉄けたに施工する際の要求性能を決め、既存の促進劣化試験を参考として、その性能を検証する試験項目及び試験方法を検討した。今後は、これらの試験結果に基づき、耐火塗料施工の最適仕様を決定していく。

参考文献 1) (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

表-1 促進劣化試験項目一覧表

屋外用耐火塗料の促進劣化試験(8年間相当) 「JSSCテクニカルレポートNo. 41耐火塗料の実用化に関する調査研究(社)日本鋼構造協会)」			
段階	試験項目	サイクル内容	サイクル数(標準の1.6倍)
1	サンシャインカーボンアーク照射	21時間連続照射後、3時間放置	23
2	凍結融解	温度 20℃±2℃の清水中に24時間浸漬後、 温度-20℃±2℃恒温槽内に15時間静置後、 温度 20℃±2℃の清水中に9時間静置	12
3	高湿度暴露	温度 40℃±2℃、相対湿度95～100%の 環境下に6日間静置後、温度 40℃±2℃、 相対湿度55～60%の環境下に1日間静置	5
4	亜硫酸ガス暴露	亜硫酸ガス中に8時間放置	1.6
5	塩水噴霧暴露	18時間噴霧した後、6時間噴霧を停止	23

促進耐候性試験 「JIS K 5600-7-7 促進耐候性及び促進耐光性(キセノンランプ法)」			
段階	試験項目	サイクル内容	試験時間
1	キセノンランプ照射	ぬれ時間18分の後、乾燥時間102分 乾燥期間中の相対湿度40～60%	1200時間

※東海旅客鉄道株の規定により150時間/1年相当であるため1200時間とする

表-2 防食性試験項目一覧表

耐複合サイクル防食性試験 「JIS K 5600-7-9 サイクル腐食試験方法-塩水噴霧/乾燥/湿潤」				
段階	時間(h)	温度(℃)	条件	備考
1	0.5	30±2	塩水噴霧	
2	1.5	30±2	湿潤(95±3)%RH	
3	2	50±2	熱風乾燥	
4	2	30±2	温風乾燥	
5	段階1に戻る			これは段階1～4のサイクルで6時間を要する
移行時間は、各条件に移行後、その条件の規定の温度及び相対湿度に達するまでの時間をいう。				塩水噴霧から湿潤：10分以内 湿潤から熱風乾燥：15分以内 熱風乾燥から温風仮装：30分以内 温風乾燥から塩水噴霧：瞬時に

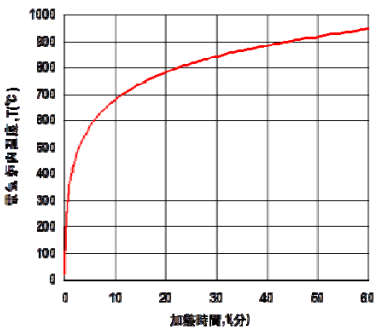


図-1 標準加熱曲線 ISO 834