

東海道新幹線鋼橋（高速道路交差区間）への耐火塗料の適用

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 津田 英朗
 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 正会員 桑原 幹雄

1. はじめに

東海道新幹線の鋼橋に対する火災への対策として、平成19年度より屋外環境対応型発泡性耐火塗料（以下、「耐火塗料」という。）の適用について検討^{1),2)}し、平成26年度に建築物火災が懸念される高架下に飲食店等が密集して存在する区間での施工が完了した。本稿では、建築物火災と異なり、急激な火災温度の上昇が考えられる高速道路交差区間における自動車火災（写真-1）を対象とした耐火塗料の塗装仕様について検証を行った内容について紹介する。



写真-1 自動車火災

2. 要求性能確認試験

耐火塗料の要求性能は、「建築物火災を対象とした場合と同様、火災時における鋼橋の温度上昇を30分間350℃以下に抑制すること」、「その耐火性能を東海道新幹線鋼橋の標準的な塗装周期である8年間確保できること」とした。

要求性能確認試験は、自動車火災（バス・トラック）を想定した加熱曲線を設定し、電気炉による燃焼試験（写真-2）により耐火塗料の膜厚の検証を行った。廃用となった旧塗膜（フタル酸樹脂系塗料）を有する鋼橋より試験片（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500, 625, 750 μm）を施した試験体で比較を行った。



写真-2 燃焼試験

表-1 耐火塗装仕様

工程	塗料名	膜厚(μm)
下塗	厚膜型変性ポキシ樹脂塗料	60
耐火被覆	耐火塗料	500, 625, 750
パリアコート	無溶剤形変性ポキシ樹脂塗料	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

高速道路交差区間のような自由空間における自動車火災の加熱曲線は確立されていないが、自由空間中における火災温度の高さ方向の分布は、床面からの高さz(m)と発熱速度Q(kw)に依存する³⁾ことが知られている。そこで、過去の高速道路上の火災実績データ^{4),5)}より初期温度を50℃として算出した高さ5mにおける温度と火炎継続時間の関係を図-1に示す。本結果と電気炉の性能により、加熱曲線を950℃で一定と設定し、試験体の受熱温度が350℃に到達するまで燃焼試験を実施することとした。なお、試験体の温度は非加熱面側からK型熱電対を試験体に削孔して埋め込んで計測を行った。

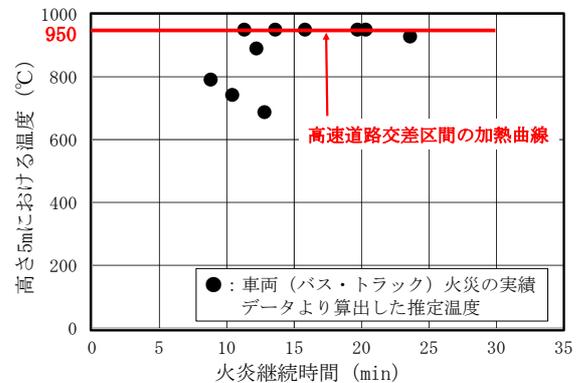


図-1 加熱曲線（高速道路交差区間）

キーワード 耐火材料, 耐火性能, 発泡性耐火塗料, 燃焼試験, 自動車火災

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

3. 試験結果

燃焼試験結果より、試験体の受熱温度が 350℃に到達する時間（図-2）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 625 μm 以上の場合は素地調整の程度に関わらず 30 分以上の耐火性能を有することを確認した。また、試験体の受熱温度推移については、素地調整の程度により違いがあることを確認した。耐火塗料の膜厚を 625 μm とした場合の一例を図-3 に示す。素地調整の程度を替ケレン1とした場合、試験体の受熱温度は 200℃程度まで急激に上昇し、緩やかな温度上昇傾向に変化するのに対し、既塗装を残す替ケレン4とした場合は、試験体の受熱温度が 100℃を超えたあたりから 250℃程度まで 15 分以上かけて直線的に上昇し、それ以降は緩やかな温度上昇傾向に変化している。この理由として、替ケレン4とした場合、旧塗膜であるフタル酸樹脂系塗料の吸熱反応により温度上昇が抑制され、その後、耐火塗料の発泡による温度上昇の緩和が発生したと考えられる。この結果より、旧塗膜をある程度残して耐火塗料を塗布した場合の方が火災時の急激な温度上昇を抑制できる可能性があることを確認した。

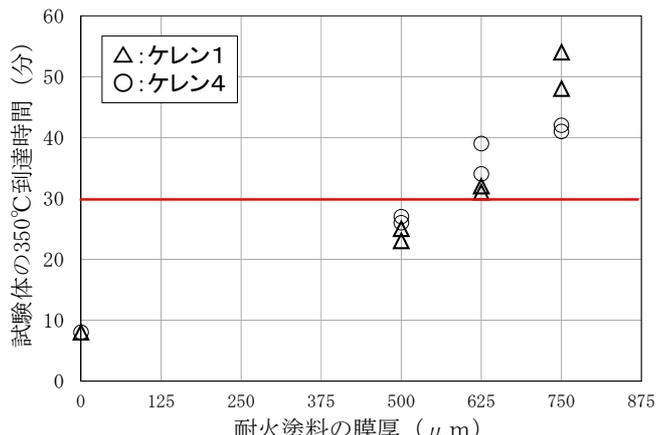


図-2 耐火塗料の膜厚と 350℃到達時間

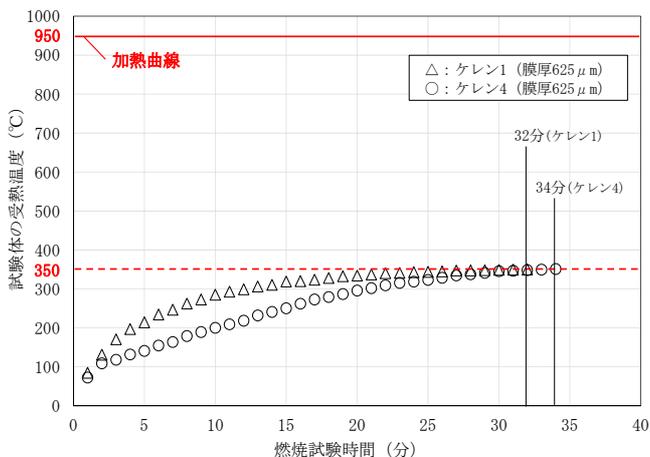


図-3 燃焼試験結果の一例

4. まとめ

自由空間中の自動車火災を想定した加熱曲線による燃焼試験の結果、素地調整の程度に関わらず耐火塗料の膜厚を 625 μm 以上とした場合、要求性能である火災時の鋼橋の温度上昇を 30 分間 350℃以下に抑制する耐火性能を有することを確認した。

本検証結果を基に、耐火塗料の膜厚を建築物火災を対象とした塗装仕様より 1 層 (125 μm) 厚く、625 μm とすることで高速道路交差区間の耐火塗装仕様（表-2）を決定し、平成 27 年度から実構造物を対象とした本施工を開始した。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、耐火塗装を施した鋼橋のライフサイクルコストを考慮した最適な塗替え周期とその方法についても検討を実施していく予定である。

表-2 耐火塗装仕様（高速道路交差区間）

工程	塗料名	膜厚 (μm)
下塗	厚膜型変性ポリウレタン樹脂塗料	60
耐火被覆	耐火塗料	625
バリアコート	無溶剤形変性ポリウレタン樹脂塗料	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

参考文献

- 1) 門田祐一郎, 畑中達彦, 桑原幹雄, 山城博隆: 東海道新幹線鋼橋への耐火塗料の適用 (その1), 土木学会第 70 回年次学術講演会, VI-315, pp. 629-630, 2015. 9
- 2) 田中佑児, 畑中達彦, 門田祐一郎, 桑原幹雄: 東海道新幹線鋼橋への耐火塗料の適用 (その2), 土木学会第 70 回年次学術講演会, VI-316, pp. 631-632, 2015. 9
- 3) 田中孝義: 改訂版 建築火災安全工学入門 p171, 日本建築センター, 2002
- 4) 日本建築学会局所火災に対する耐火設計 WG: 耐火設計のための局所火源を考える-魅力ある耐火設計に向けて-2005. 2. 24
- 5) Proceedings of the International Symposium on Catastrophic Tunnel Fires, p33, Nov. 2003