

熱影響を受けた鋼鉄道橋鋼材の塗膜特性評価試験

鉄道総合技術研究所 正会員 ○坂本 達朗
 JR 西日本 正会員 中山 太士
 JR 西日本 正会員 正司 誠
 大阪工業大学 正会員 松井 繁之

1 はじめに

火災を受けた鋼鉄道橋は、被災状況によって要求される耐荷力または防食性能を満足できなくなり、性能回復のための修繕が必要となる。塗膜の外観変状（変色、塗膜われなど）は鋼材の受熱温度が 200℃程度となつてから生じるとの試験報告がある¹⁾。しかし、被災直後に外観変化の見られない箇所でも、早期に塗膜われ、はがれといった塗膜変状に至るケースも確認されている（図 1）²⁾。したがって、火災の影響により修繕を必要とする範囲を目視に頼らずに適切に評価できる管理手法の確立が望まれる。そこで本稿では、架設から 50 年前後で廃用となった鋼鉄道橋から切り出した塗装鋼板を用いて、外観上塗膜変状の見られない加熱温度範囲で修繕の要否を判定できる付着性評価試験法を検討したので、その結果について報告する。



図 1 被災した橋りょうにおける早期の塗膜変状²⁾

当該箇所は桁下火災を受けた橋りょうの腹板部であり、被災直後は火災による影響は見られなかったが、約 1 年後に塗膜われ、はがれが進行した。

2 試験方法

2.1 加熱方法

被災した際に塗膜変状の見られない（200℃以下の受熱温度）箇所は、火災発生地点から離れており、輻射熱および鋼材中の伝熱によって昇温すると考えられる。そこで鋼材の加熱方法に赤外線ヒーターを用いることとした。加熱温度範囲は 75～150℃とし、被災時の消火方法を想定し、加熱後直ちに急冷した場合と、加熱後 30 分間温度を維持した後に急冷した場合の 2 通りの試験を行った。加熱中の試験片温度測定には赤外線カメラを用いた。図 2 に測定イメージを示す。

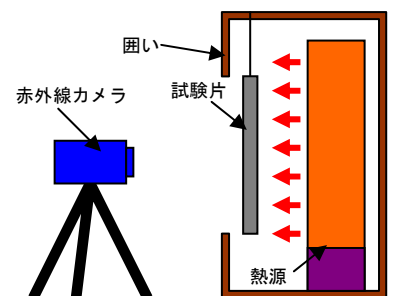


図 2 試験の概観図

2.2 試験片

試験片は、供用されていた鋼鉄道橋（2 橋）の主桁腹板部から寸法 120×220×10mm で切り出した。切り出した橋りょう別に試験片 A、試験片 B と称す（図 3）。塗替え塗装回数は、試験片 A で 3 回、試験片 B で 2 回であり、以

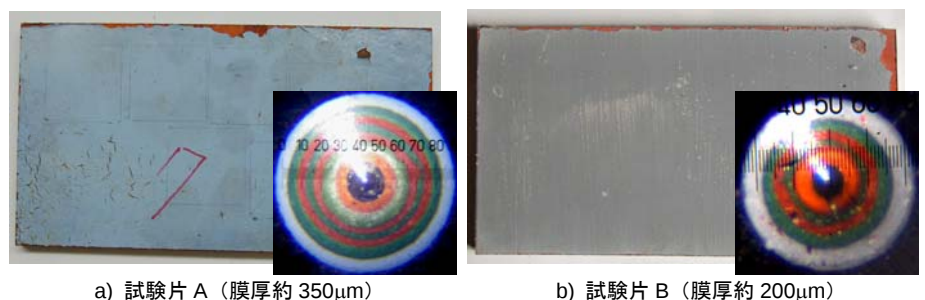


図 3 試験片外観とカット式膜厚計による塗膜切削写真
 カット式膜厚計では、塗膜の層数から塗替え塗装回数などを推測できる

前の塗膜が活膜として残存している。なお、塗装履歴より、塗替え塗装には旧「鋼構造物塗装設計施工指針」³⁾に規定の塗装系 B-7（鉛系さび止めペイント 2 回塗り+長油性フタル酸樹脂塗料 2 回塗り）が用いられている。また、最下層（鋼板と接触する塗膜）は、色相から鉛丹さび止めペイントと考えられる。

キーワード 防食性、塗料、鋼構造物、付着性、火災

連絡先: 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財) 鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7339

2.3 付着性評価試験

加熱前後の塗膜付着性評価方法として、基盤目試験およびアドヒジョン試験を実施した。基盤目試験では、測定箇所の塗膜表面を洗浄した後、カッターで幅 10mm の基盤目状の素地まで達する傷を導入し、セロハンテープを用いて 2 回引き剥がしを行い、試験片に残存する塗膜の面積割合で塗膜付着性を評価した。アドヒジョン試験は、JIS K5600-5-6「塗膜の機械的性質—付着性（プルオフ法）」に準じ、試験箇所を十分に洗浄およびサンドペーパーで目荒らした後、所定形状のアルミ治具を 2 液型エポキシ系接着剤で塗膜に貼り付け、十分硬化した後に引張り試験機を用いてアルミ治具を引き剥がした際の破断時付着強さを測定した。

3 試験結果

試験片 A, B とも 120℃前後で塗膜ふくれが局所的に見られた。図 4 に示すように、赤外線カメラ像にも塗膜間での空隙によるものと考えられる不均一な温度分布が観察された。図 5 に基盤目試験結果を示す。加熱後直ちに急冷した場合、試験片 A では 100℃から 140℃の間で、試験片 B では 140℃から 150℃の間で残存率が大きく減少した。加熱後 30 分間温度を維持した後に急冷した場合には、加熱温度 90℃で残存率の低下が見られた。なお、塗膜破断箇所は最下層の鉛丹さび止めペイントでの凝集破壊や層間剥離であった（図 6）。これらの結果から、外観上の変状が見られない 200℃以下の加熱温度でも塗膜付着性が低下していること、加熱後に冷却するまでの時間が長い場合には比較的低温でも塗膜付着性の低下に至ることが分かった。

アドヒジョン試験による引張り試験結果は、加熱後直ちに急冷する条件で引張り強さの低下は認められたが、加熱後 30 分間温度を維持した後に急冷した場合には、表 1 に示すように加熱前後に違いは見られなかった。従って被災後の塗膜修繕範囲の評価には、基盤目試験の方が適切な評価手法であることが示唆された。

参考文献

- 1) 吉田雅彦：火災を受けた鋼鉄道橋の運転再開，第 22 回総合技術講演会論文，日本鉄道施設協会，p9-12，2007.10
- 2) 坂本ら：火災の発生した鋼鉄道橋の塗膜特性に関する考察，鋼構造年次論文報告集 第 16 巻，日本鋼構造協会，p697-702，2008，11
- 3) (財) 鉄道総合技術研究所編：鋼構造物塗装設計施工指針（1993）

表 1 アドヒジョン試験による引張り強さ

試験片種類	加熱温度	維持時間	冷却方法	引張り強さ [MPa]					
				加熱前			加熱後		
				n=1	n=2	n=3	n=1	n=2	n=3
A	90℃	30分	急冷	1.9	2.0		1.8	2.0	1.7
A	100℃	30分	急冷	2.0	1.9	2.0	1.9	1.7	2.0
B	100℃	30分	急冷	2.2<	2.4<	3.0<	2.8	3.7<	4.2<
B	120℃	30分	急冷	2.3	3.0	2.2	3.2	2.0	3.2

備考：引張り強さの不等号は、破断面の 25%以上が接着剤—上塗り間であり、少なくとも数値以上の引張り強さであるという意味を示す

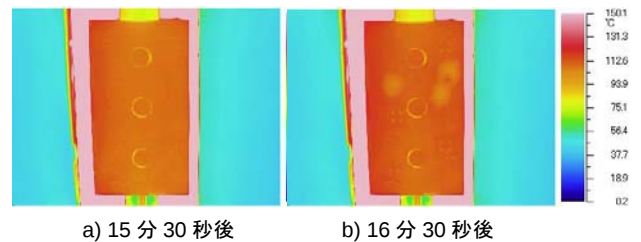


図 4 赤外線カメラによる加熱中の試験片温度分布（試験片 A, 140℃まで加熱）

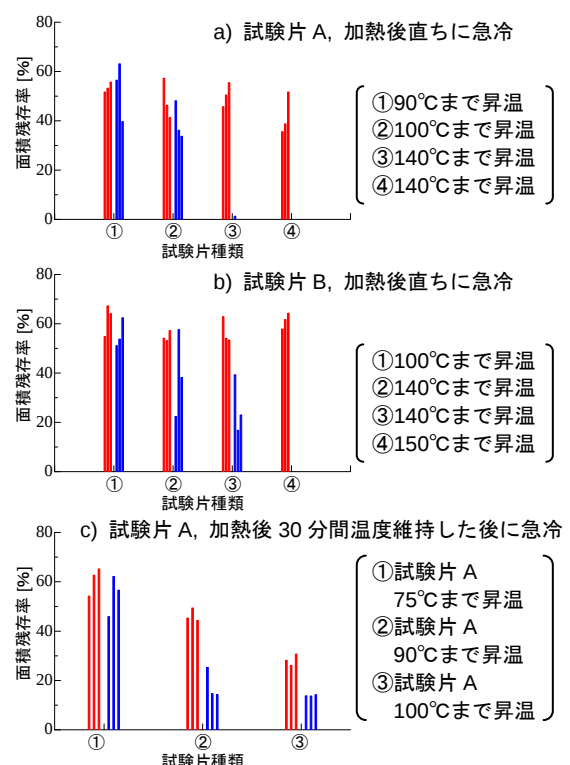


図 5 基盤目試験による面積残存率 (n=3)

赤：加熱前の面積残存率
青：加熱後の面積残存率



試験片 A
140℃まで加熱後に急冷



試験片 B
150℃まで加熱後に急冷

図 6 塗膜破断箇所