

既設鋼橋における塗膜付着力に関する検討

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○三條 剛嗣 東海旅客鉄道株式会社 正会員 伊藤 裕一
東海旅客鉄道株式会社 正会員 根岸 裕 鉄道総合技術研究所 正会員 坂本 達朗

1. はじめに

既設の鋼鉄道橋では防食対策として塗装塗替えを実施しており、必要に応じて健全と考えられる塗膜（活膜）は除去せずに塗り重ねている場合がある。塗膜剥離は塗膜劣化現象の一つであるが、剥離の可能性を事前に予測できれば、鋼橋を適切に維持管理する上で有用な情報となる。しかしながら、その定量的な予測手法等については確立されていないのが現状である。本調査では、経年した塗膜の健全度を把握するための基礎調査として、既設橋りょうにおいて鋼橋における外観観察、塗膜厚測定、付着性評価試験を行い、塗膜厚と付着力の関係や塗替え経過年数と付着力の関係について報告する。

2. 調査橋りょう概要

本調査は、定期的に塗替えを実施している 15 橋りょうを選定した。構造形式は、開床式の下路トラス及び上路プレートガーダー（I 断面及び箱桁断面）である。表 1 に各調査橋りょうの構造形式、塗替え後の経過年数、周辺環境、海岸からの距離を示す。これらの橋りょうは、建設時の塗装として、工場で黒皮を除去した後、鉛丹さび止めペイントを 2 層塗布している。続いて、現場での架設時に補修用下塗りの鉛丹さび止めペイントを塗布後、上路プレートガーダーの箱桁断面の橋りょう内部を除き、長油性フタル酸樹脂塗料を 2 層で仕上げています。現在、供用開始から 50 年以上が経過し、塗替え回数は 6～7 回となっている。近年の塗替えは、基本的に軽い素地調整（替ケレン 4）後、塗装設計施工指針¹⁾に定められている塗装系（表 2）にて 8 年周期で塗替えを実施している。

表 1 調査橋りょう概要

No.	橋りょう	構造形式	経過年数 (年)	周辺環境	海岸からの距離 (km)
1	A橋りょう	Gd	7	住宅地	6.6
2	B橋りょう	Gd	7	河川	9.9
3	C橋りょう	Tt	5	住宅地	1.4
4	D橋りょう	Gd	8	田園	2.6
5	E橋りょう	Gd	5	住宅地	1.8
6	F橋りょう	Tt	7	河川	1.7
7	G橋りょう	Tt	13.6.8	河川	5.9
8	H橋りょう	Gd	7	河川	3.3
9	I橋りょう	Gd	6	住宅地	6.6
10	J橋りょう	Gd	7	田園	26.3
11	K橋りょう	Tt	12.8	河川	26.3
12	L橋りょう	Gd	7	河川	46.9
13	M橋りょう	Gd	6	田園	47.4
14	N橋りょう	Tt	7	住宅地・田園	26.6
15	O橋りょう	Gd	8	交差道路	19.7

※1 上路プレートガーダーをGd、下路トラスをTtと表記する。
※2 周辺環境は、田園・山間、住宅地、河川、交差道路、工場、海上・海岸に分けた場合の区分とする。

表 2 塗装系

工程	塗料名	標準使用量 (g/m ²)	区分	塗装間隔 (H:時間,D:日)
第1層目	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料	はけ・ローラー200 (スプレー240)	補修	24H～7D
第2層目	長油性フタル酸樹脂塗料中塗	はけ・ローラー110 (スプレー140)	全面	24H～15D
第3層目	長油性フタル酸樹脂塗料中塗	はけ・ローラー105 (スプレー130)	全面	

3. 調査内容

塗膜の調査は、一般に目視で評価されることが多い。しかしながら、塗膜の健全度は、素地／塗膜間及び塗膜／塗膜間の付着力や、塗膜自体の脆化程度にも影響を受けるため、目視で十分に評価することは困難である。そこで本調査では、外観観察のほかに塗膜厚の測定や付着性評価試験を実施した。調査箇所は、部材毎の塗膜劣化状態が異なることを考慮し、下り線左側及び上り線右側の部材を対象に、①主桁もしくは縦桁の腹板両面、②調査対象部材の下フランジ下面とした。（図 1）。加えて、層間剥離が生じた箇所の近傍においても調査を行った。調査方法を以下に示す。

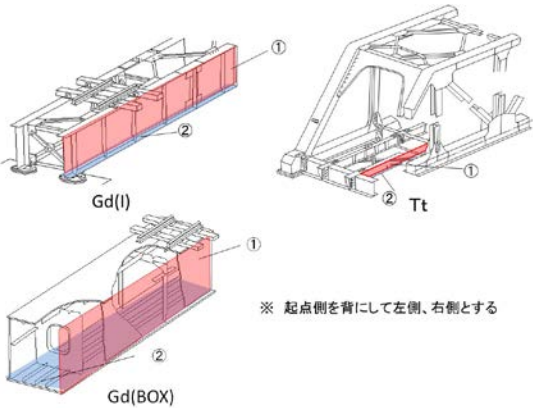


図 1 桁形式による調査箇所概要

キーワード 鋼鉄道橋、塗装、塗膜、塗替え、付着力
連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山1545-33 東海旅客鉄道(株) 総合技術本部技術開発部 TEL 0568-47-5374

1) 塗膜厚の測定

塗膜厚の測定は、電磁式膜厚計を使用して各箇所5回の測定を行い、平均値を記録した。調査状況を写真1に示す。

2) アドヒジョン試験

塗膜の付着性評価として一般的な手法である JIS K 5600-5-7「塗膜の機械的性質-付着性(プルオフ法)」に準じた方法を用いた。試験状況を写真2に示す。具体的には、2液型エポキシ樹脂接着材を用いてφ20のアルミニウム合金治具を塗膜に貼付け、専用工具で治具周辺の塗膜を除去した後、電動式の試験機で引張り、塗膜が破断した際の引張り強さ(MPa)を記録した。なお、試験回数は各箇所2回とした。



写真1 調査状況



写真2 付着性評価試験

4. 調査結果

1) 塗膜厚と付着力

平均塗膜厚とアドヒジョン試験による平均引張り強さの関係を図2に示す。塗膜厚と付着力に関係は、明らかな傾向が認められなかった。なお、外観観察上塗膜が健全と考えられる箇所と層間剥離が生じた箇所の近傍に着目した場合、塗膜が健全な箇所の引張り強さは2.5~9.0MPa程度となり、層間剥離箇所近傍では1.3~2.4MPaとなった。いずれの箇所においても塗膜の主な破断箇所は工場塗装時の鉛丹さび止めペイント近傍であった。

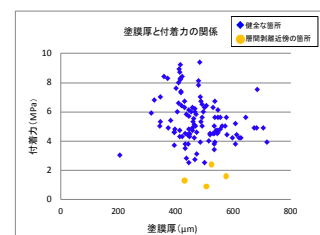


図2 塗膜厚と付着力

2) 塗替え経過年数と付着力

塗替え経過年数と平均引張り強さの関係を図3に示す。付着力は層間剥離が生じた箇所の近傍を除いてばらついており、経過年数の違いによる付着力の変化は見られなかった。また、同じ環境下における経過年数と付着力の関係についてG橋りょうの調査結果を図4に示す。前述した傾向はG橋りょうにおいても確認された。

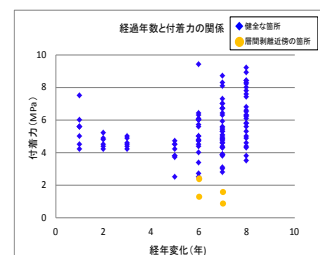


図3 経過年数と付着力(1)

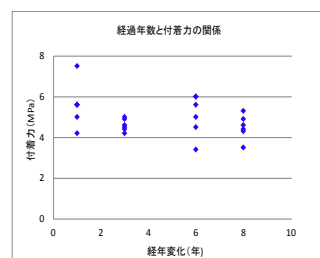


図4 経過年数と付着力(2)

5. 考察

以上の調査結果から、定期塗替え箇所における塗膜の付着力について考察した。

- (1) 塗膜が健全な箇所と層間剥離箇所近傍の付着力に着目した結果、層間剥離箇所近傍は、健全な箇所に比べて低い傾向を示した。一般に塗膜の脆化・劣化により活膜として期待できない塗膜は、鉛丹さび止めペイントを主体とした素地近傍における工場塗装時の塗膜であり、層間剥離箇所と同様に塗膜の付着力が低い状態であると考えられる。したがって、塗膜劣化度を判定する閾値として、引張り強さ2.5MPa程度の範囲を設定し、定量的な評価の一つとして用いるのは、有用であると考えている。
- (2) 塗り重ねている塗膜厚が500μm以上となる場合、素地に対する塗膜の付着性が低下し、大きな面積での塗膜剥がれや割れに至る傾向があることが経験的に知られている¹⁾。今回の調査結果では、塗膜厚が700μmを超えても概ね4MPa以上の付着力を有しており、上述の閾値を適用すると界面剥離を起こす可能性は少ないと考えられる。また、塗替え経過年数の違いによる塗膜の付着力低下は確認されなかった。ただし、塗膜の付着力が低下する塗膜厚や経過年数については、塗替時の素地調整方法、塗り重ね回数、塗料の種類、周辺環境等の他影響要因も考えられるため、今後の検討課題としたい。

参考文献

- 1) (公財) 鉄道総合技術研究所, 鋼構造物塗装設計施工指針, 2013.12