

第I部門

塗装用鋼板の耐食性評価と塗装塗替え寿命の一考察

株式会社	神戸製鋼所	材料研究所	正会員○湯瀬 文雄*
株式会社	神戸製鋼所	材料研究所	正会員 松林 拓人*
株式会社	神戸製鋼所	厚板商品技術部	正会員 松下 政弘**

1. はじめに

近年、橋梁分野においては、メンテナンスや塗装、防食への認識が特に増してきており、初期建設コストの縮減にくわえ、維持管理コストやライフサイクルコスト（LCC）の軽減が求められている。鋼橋では、防食と景観上の観点から塗装が行われるが、塗装は時間の経過とともに塗膜が劣化し、防食性能が低下するため塗替えを行う必要がある。一般塗装系に比べて塗装寿命が長い重防食塗装系においても、防食性能が低下するまでの期間は橋梁の供用期間に比べて短いため、供用期間中に防食性能維持のため、塗替えを行わなければならない。このため塗替え周期を長期化することが、LCC 低減に有効である¹⁾。

LCC の検討には、要求性能に対する塗膜の劣化レベルと塗替え時期に対する判断基準を明確にしておく必要がある。塗替え時期については、点検により、さび、はがれ、変退色および汚れの各項目に対し、段階的評価を行い、決定するとされている²⁾。実際の鋼橋の塗膜劣化には、種々の要因が複合的に関与し、劣化が進行する。その劣化も、鋼板表面に生じる均一な腐食だけではなく、局所的な腐食も考慮する必要があるとされる。そのため、現状では維持管理を行う事業主体ごとに基準を定めている場合が多いようである。また、塗膜の劣化やその後の鋼材の腐食評価については、長期にわたるため継続観察に困難を伴う場合が多い。

今回、LCC に関する一考察として、普通鋼、ロングライフ塗装用鋼板（エコビュー）」（以下、塗装用鋼）を用い、15 年間の長期暴露試験の耐食性評価と、そこから塗装塗替え寿命の検討を行った結果を報告する。

2. 鋼橋の塗装評価の考え方

塗装は鋼材表面に形成した塗膜が、酸素や水および塩化物イオンなどの腐食を促進する物質を遮断することにより、鋼材を保護する防食方法であり、時間の経過とともに塗膜が劣化し防食性能が低下する。つまり経過年数により腐食指標である劣化度は上昇する。その指標がある塗替えレベルに到達すると、塗替えを検討することになる（図 1）。塗膜の防食性能の低下を示すものとして、さびやはがれがあり、その面積率などが指標として用いられている^{1,3)}。一般的に鋼橋塗装は塗装傷部やコバ部（角部）などから進む傾向にあることや、重防食塗装系の腐食の進展は、塗膜表面からの劣化ではなく、当てキズや部分的な塗膜厚不足等初期欠陥部が起点となっている報告例⁴⁾もある。今回は、塗装鋼材の腐食指標として、ふくれ幅を用いた。

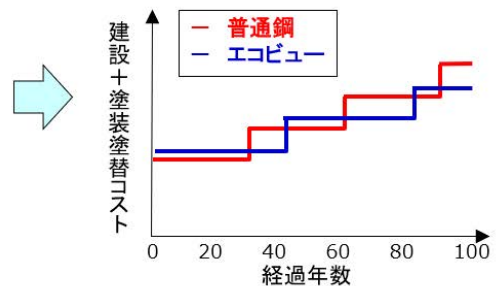
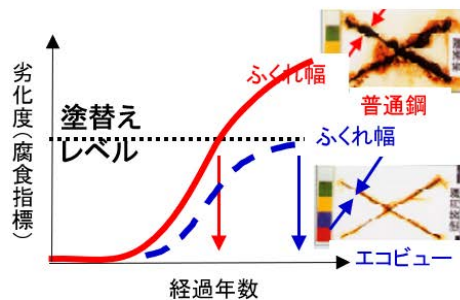
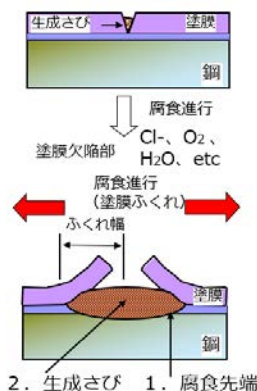


図 1 塗装鋼材の塗膜下腐食モードと劣化モデル、ライフサイクルコストイメージ

Fumio YUSE, Takuto MATSUBAYASHI, Masahiro MATSUSHITA

yuse.fumio@kobelco.com

3. 検討結果

3-1. 試験内容

耐食性評価は、普通鋼と塗装用鋼を鋼兵庫県神戸市内の海外地区にて暴露試験を実施した(図2)。小型試験片に旧C-4塗装系を施し、養生後に、塗装キズ部やさびが広がりやすいコバ部を模擬して、カッターナイフにて人工塗膜欠陥を付与した。15年暴露試験後に、外観観察(われ、はがれ)、人工塗膜欠陥部からのふくれ幅、断面観察、さびのX線回折測定、さび成分の同定および定量なども行った⁵⁾。



図2 暴露試験の状況

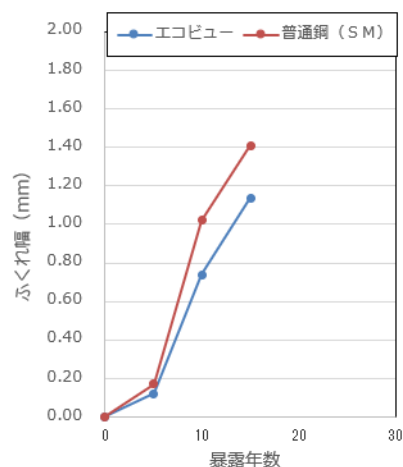


図3 人工塗膜欠陥部からのふくれ幅

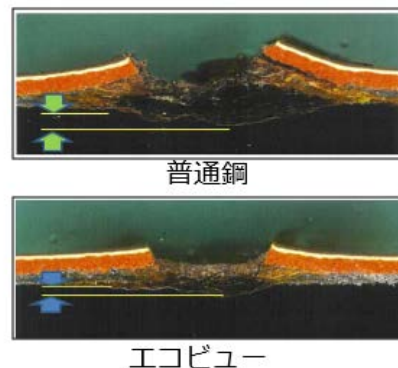


図4 断面腐食状況

3-2. 塗替え塗装寿命の検討

暴露試験後の人工塗膜欠陥部のふくれ幅測定結果を図3に示す。無機ジンク層の効果のため腐食の進行は緩やかであり、ふくれ幅の絶対値は小さいが、塗装用鋼の方が普通鋼よりも小さかった。今回、劣化度基準としてふくれ幅(1mm)を設定した場合、普通鋼は10年目で基準に到達するのに対し、塗装用鋼は13年頃に到達すると読み取ることができる。塗装塗替え寿命を劣化度基準に到達する年数とすると、今回の評価時点から、普通鋼は10年、塗装用鋼は13年より、塗装用鋼の塗装塗替え寿命は普通鋼の約1.3倍あると考えられた。

鋼橋の寿命を100年とし、一般的な普通鋼の塗装寿命を30年と仮定した場合、塗替え寿命が1.3倍であれば塗替え回数が減少し、鋼橋のLCC低減に寄与できると考えられる(図1)。

重防食塗装系の場合、腐食への進展状況が、平面方向ではなく板厚方向(深さ方向)へと進行していく傾向にある⁴⁾とされ、今回の断面観察の結果も同様の傾向を示した(図4)。塗膜下部の鋼材の腐食深さは、普通鋼の方が大きく、板厚方向に腐食が進行していた。これはジンク層の犠牲防食機能が有効に作用しているためと考えられる。鋼構造物の場合、塗膜下の鋼材の腐食は平均的な腐食ではなく、局所的に(板厚方向)に進行しない方が耐荷重的に重要であると考えられる。重防食塗装は塗膜剥離の報告例⁶⁾などもあり、耐食性に優れた塗装を施しても、鋼橋の安心安全のためには、鋼材自身の耐食性も重要であると推察される。

4. まとめ

実環境における15年間暴露試験の結果から、塗装塗替え寿命を検討した結果、現時点ではエコビューは普通鋼の約1.3倍あると考えられ、LCCに寄与できると考えられた。今後も評価を継続予定である。

参考文献

- 1) (社)日本鋼構造協会:JSSC テクニカルレポート55, 2002.
- 2) 鋼道路橋塗装・防食便覧
- 3) 鋼橋塗膜調査マニュアル JSSW IV 03-2018
- 4) 原田孝ら:平成25年度四国地方整備局業務研究発表会
- 5) 湯瀬ら:2020年度土木学会関西支部年次学術講演会, I-46
- 6) 田中誠:鋼橋塗装 長期防錆型(重防食)塗装の歴史と現状 13-2