

45 年経過した塗装耐候性鋼橋梁の調査

新日本製鐵(株) 鉄鋼研究所 正会員 ○原田 佳幸*
 新日本製鐵(株) 厚板営業部 正会員 田中 睦人**
 新日本製鐵(株) 九州支店 非会員 長谷 忠生***
 新日鉄エンジニアリング(株) 非会員 佐藤 弘隆****

1. はじめに

橋梁の初期コストや維持管理費低減のニーズが高まる中、最近では無塗装耐候性鋼橋梁が鋼橋の 30% 近くを占めている。一方、海上コンテナや各種車両等のように塗装した耐候性鋼が活用されている分野も多い。

塗装耐候性鋼の防食機能は、塗装普通鋼の防食機能よりも延命化がはかれることが以前から報告されている^{1,2,3)}が、実橋梁での評価はほとんど報告されていない。

大分県の大分川にかかる弁天大橋は、別府湾を北側に臨み、離岸距離約 1km に位置している(図 1、写真 1)。本橋梁は、拡幅工事による 2 車線から 6 車線化の過程で、2 鋼種(耐候性鋼(コルテン)、普通鋼)に塗装が施されており、特に耐候性鋼においては、経過年数が 28~45 年と長期に及んでいることから、実橋梁における、塗装耐候性鋼の有効性に関する調査検討を行った結果について報告する。

2. 橋梁架設環境

2.1 橋梁の概要:

弁天大橋の断面図を図 2 に示す。本橋は 12 主桁桁より構成され、架設後 45 年経過した塗装耐候性鋼の 5 桁(G6, G8~G11)、架設後 36 年経過した塗装耐候性鋼の 2 桁(G5, G12)、架設後 17 年経過した塗装普通鋼の 5 桁(G1~G4, G7)より成る。普通鋼は 17 年が経過しているが、C-1 系塗装で外観上はさび発生が見られなかったため、耐候性鋼で 45 年経過しそのままの G9、途中塗り替え塗装した G6、耐候性鋼で 36 年経過した G5 の 3 つの桁について調査を行った。塗装仕様を表 1 に、調査項目を表 2 に示す。腐食部分の耐食性を評価するために、腐食部のケレンを行い、樹脂による型取り、石膏レプリカの作製により腐食状況を測定した。

2.2 架設場所の腐食環境:

適用箇所の曝露環境は、表面塩分計 SSM-14P(東亜ディーケーケ一製)による測定値で 400 から 2000mg/m² の付着塩分量であった。

3. 調査結果と考察

3.1 外観観察結果:

外観写真を図 3 に示す。耐候性鋼に塗装して 45 年経過した G9 のウェブ面および下フランジ部にはさびが見られるが、大きな塗膜の剥がれは見られなかった(評価点 2~3)⁴⁾。30 年経過して塗り替え塗装をした G6 は、とても良好な外観を保っていた(評価点 0~1)。



図 1 弁天大橋設置位置



写真 1 弁天大橋外観 (上流側)

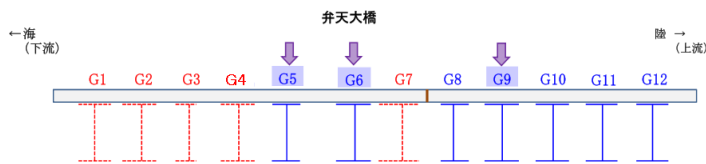


図 2 弁天大橋断面図 (調査桁位置 (青: 耐候性鋼、赤: 普通鋼))

表 1 鋼種と塗装仕様

	鋼種	架設経過年	塗装系	塗装経過年
G9	耐候性鋼	45	A	45
G6	耐候性鋼	45	A→c-1	30→15
G5	耐候性鋼	36	B-1	36

表 2 調査項目

	調査項目
1	外観目視観察
2	付着塩分測定
3	膜厚測定
4	塗装仕様確認
5	イオン透過抵抗測定
6	塗膜下腐食状態
7	腐食部調査(レプリカ採取)

キーワード: 橋梁、耐候性鋼、塗装、耐久性、実構造物調査

* 〒293-8511 千葉県富津市新富 20-1

** 〒100-8071 東京都千代田区丸の内 2-6-1

*** 〒812-8522 福岡市博多区店屋町 5-18

**** 〒293-0011 千葉県富津市新富 20-1

Tel 0439-80-2875 Fax 0439-80-2744

Tel 03-6867-6401 Fax 03-6867-4933

Tel 092-273-7023 Fax 092-273-7083

Tel 0439-80-4425 Fax 0439-80-4398

また、36 年経過した B-1 系塗装の G5 は外観の退色(白亜化)は進んでいるが、ウェブ面はほぼ健全(評価点 1)で、下フランジ部の一部にさびの発生(評価点 3)が見られた。

3.2 塗膜健全部およびさび部の絶縁性測定結果：

図 4 に塗膜健全部の塗膜抵抗測定結果を示す。G9 で数十 $k\Omega$ の塗膜抵抗値が観測されたが、その他の健全部はおおむね百 $k\Omega$ 以上の良好な塗膜抵抗値を示しているのが解る。

さびの発生している塗膜部分の塗膜抵抗の測定結果を図 5 に示す。塗膜とさびが混在しているため、塗膜抵抗の値はさびのイオン透過抵抗値を示すと考えられる。さびが盛り上がって、さび厚みが厚く観測された箇所においても、イオン透過抵抗値が $10k\Omega$ 以上であり、腐食反応を抑制できる抵抗値となっている。また、さびが完全に露出した面で評価したところ、さび厚み $350\mu m$ でイオン透過抵抗値が $1.7k\Omega$ の結果から、保護性のさびが形成されていると判断される⁵⁾。

3.3 腐食部分の腐食幅と腐食深さの関係：

耐候性鋼と普通鋼における塗装の耐久性に関する特徴として、普通鋼ではさびが横方向に広がるのに対して、耐候性鋼ではさびが横方向に広がりにくいことが報告されている¹⁻³⁾。

そこで、図 6 にさび部のさび幅と腐食深さの関係及び、過去に報告されている塗装耐候性鋼(SMA,SPA 相当)と A 系塗装普通鋼の 8 年曝露の結果¹⁾とともに示す。

普通鋼では 8 年の曝露でも、腐食深さに比較してさび幅が大きいのが特徴である。今回の塗装耐候性鋼の調査結果は、設置年数が 36~45 年で、腐食深さが $0.05\sim 0.25mm$ 程度と 8 年間曝露された普通鋼の腐食深さと同等でありながら、さび幅は 8 年曝露後の耐候性鋼(SMA,SPA)のさび幅と同程度であり、経過年数が長いにも関わらず、腐食深さおよびさび幅の広がりが小さいことが解る。耐候性鋼に塗装を施した場合に塗膜の剥離進行が抑制される理由は、塗膜欠陥部からさびが発生しても、耐候性鋼自体の優れた耐食性により、塗膜下での鋼材の腐食進行が抑制されるためと考えている。

4. まとめ

塗装耐候性鋼で 45 年経過した弁天大橋を調査した。その結果、塗り直しの無い桁ではさびの発生が見られたが、塗膜の剥離の広がりは小さかった。これは、腐食の深さに対して、さびの横方向への広がりが小さいため、さび幅の拡大が遅いという、従来の曝露試験で報告されている耐候性鋼の塗膜耐久性が良い特徴が実橋梁でも確認されたものと考えられる。今後、実橋梁に多く適用され実適用期間も長期に渡る塗装耐候性鋼の塗膜耐久性について調査し、今後の維持補修費低減への効果を評価していく。

参考文献

- 1) 渡辺常安, 増田一広：耐候性鋼の塗装効果, 防錆管理 Vol. 33, No. 12, P1-7, (1989)
- 2) 山口伸一, 伊藤陽一, 増田一広：耐候性鋼の塗装後耐久性について, 第 16 回防錆防食技術発表大会予稿集, 201 (1996)
- 3) 原田佳幸, 宮坂明博, 伊藤陽一：塗装後耐久性に及ぼす鋼種の影響, 材料とプロセス, Vol. 18, No. 6p. 1493, (2005)
- 4) ASTM D610-08: Standard Practice for Evaluating Degree of Rusting on Painted Steel Surfaces
- 5) 紀平寛, 塩谷和彦, 幸英昭, 中山武典, 竹村誠洋, 渡辺祐：耐候性鋼さび安定化評価技術の体系化, 土木学会論文集 No. 745/1-65, 77-87, (2003)

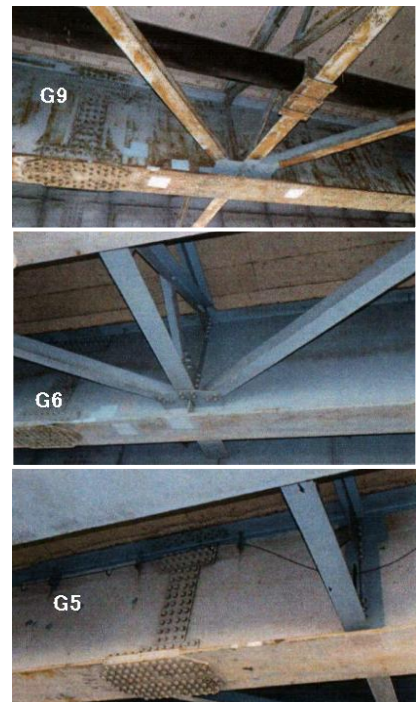


図 3 各桁の調査部外観

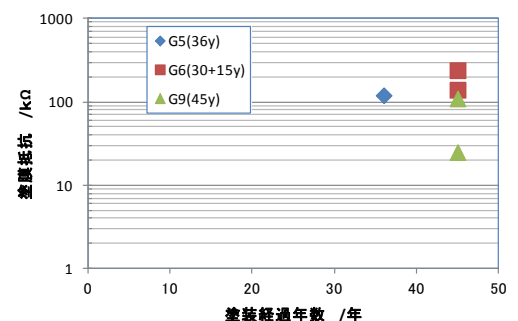


図 4 塗膜健全部の抵抗測定結果

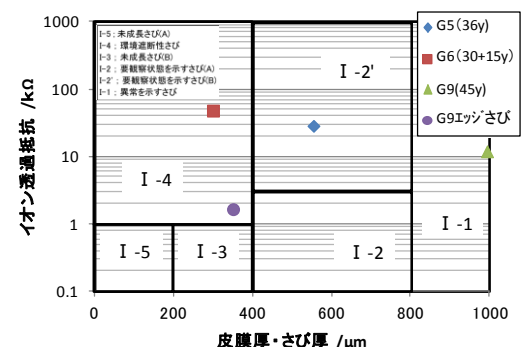


図 5 塗膜さび部イオン透過抵抗値

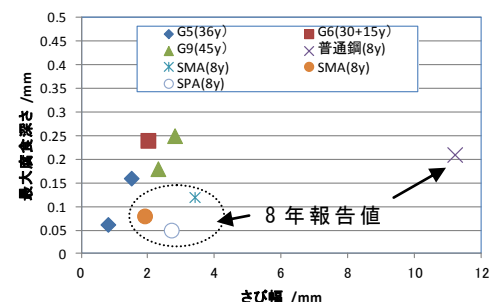


図 6 さび部のさび幅と腐食深さの関係