

## 塩害環境における鋼鉄道橋転用桁の延命化対策

東日本旅客鉄道（株） 正会員 ○渡邊 義久  
 東日本旅客鉄道（株） 正会員 小野 裕介  
 東日本旅客鉄道（株） 正会員 高山 充直

### 1. 背景と目的

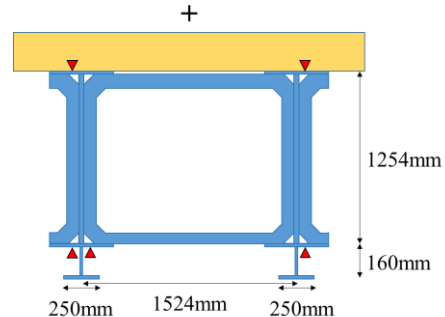
明治期から製作された鉄道橋の上路プレートガーダの中には、各時期の要求性能にあわせて改造転用され、現在でも他線区で共用されているものがある。その内、塩害環境下で腐食が著しく進行した、同種構造の転用桁を擁する2橋りょうについて、各種塩分に対する防食効果を検証するために、それぞれ異なる塗替え塗装系を採用し、古い鋼橋の効果的な延命化対策について検討した。また、将来の維持管理の省力化を図る目的で、現在の要求性能に見合った橋桁改良を検討・実施した。

### 2. 調査対象橋りょうについて

調査対象橋りょうのA橋、B橋はどちらも千葉県JR内房線の東京湾沿岸に位置し、明治期に製作された錬鉄式鉸桁の上路プレートガーダを1954年に他所から転用したものである。図-1、写真-1に両橋りょうの桁断面図および欠食状況の写真を示す。桁の全長、支間長は13.66 m、12.90 m、主桁中心間隔は1.524 mであり、下フランジ底面には舟形補強が施されている。これは桁転用の際、当時の内房線を走行していた貨物列車の荷重に耐えるよう増設された部材である。また写真-1のように舟形補強を含む桁全体の腐食が著しく進行した。

### 3. 延命化および省力化対策の計画

A橋、B橋はどちらも同様の塩害環境下で著しく腐食が進行した。そこで、この2橋で異なる高耐久塗装系を採用し、それらを長期的観察で比較し、効果的な塗替え塗装系の選択について検討した。塗装系の諸元を表-1に示す。除塩方法は、両橋りょうともブラスト2回による素地調整を行った。ブラストの間隔は1日とした。この除塩方法は、これまでの施工実験の中で高い除塩効果を確認したものを採用している。塗装方法についてA橋では表層にポリウレタン樹脂塗料を用いたのに対し、B橋では第1層には防食塗装に用いられるジンクリッチペイント、表層には紫外線抵抗性の高いフッ素樹脂塗料を使用した。以上の差異から、B橋の方がより高いキーワード 転用補強桁、塩害、延命化、高耐久塗装



ここで、図中の赤矢印はひずみゲージ取付位置（スパン中央断面）

図-1 桁断面図およびひずみゲージ取付位置



写真-1 桁欠食状況（左：A橋、右：B橋）

表-1 塗装系諸元

橋りょう	工程	規格	塗料名
A橋	素地調整		ブラスト2回
	第1層	鉄道総研規格	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料
	第2層	鉄道総研規格	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料
	第3層	鉄道総研規格	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料
	第4層	鉄道総研規格	厚膜型変性ポリウレタン樹脂塗料上塗
B橋	素地調整		ブラスト2回
	第1層	鋼道路橋塗装用塗料標準	有機ジンクリッチペイント
	第2層	鋼道路橋塗装用塗料標準	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料
	第3層	鋼道路橋塗装用塗料標準	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料
	第4層	鋼道路橋塗装用塗料標準	弱溶剤形フッ素樹脂塗料
第5層	鋼道路橋塗装用塗料標準	弱溶剤形フッ素樹脂塗料	

防食効果を発揮すると考えられる。また、塗替え塗装に併せて、維持管理の省力化を目的として、桁転用の際に増設された舟形補強部材の撤去を検討した。この部材は旅客列車のみが走行する現在のJR内房線では不要と考えられる。また、舟形補強近傍は塗装の弱点となり腐食環境を助長する。以上の観点から、舟形補強を撤去した場合の耐荷力を各設計基準<sup>1)4)</sup>に基づき照査し、要求性能を満足することを確認した。照査結果を表-2に示

す。表中の現有応力比率  $SR_s$  に関する健全度判定目安を表-3に示す。表-2, 3より舟形補強撤去後において要求性能を満足する耐荷力を有していることが確認できた。

#### 4. 高耐久塗装および補強部材撤去の実施

##### (1) ブラストによる除塩効果

A橋, B橋にて3.に記述した方法で塗替え塗装を行った。素地調整におけるブラスト前後での鋼材表面の塩分量について、ブレッセル法で鋼材表面の塩分を採取し、得られた試料を用いて測定した導電率<sup>5)</sup>によって評価した。結果を図-2に示す。測定は桁の山側および海側の腹板表面の複数箇所で行っており、そのうち2回目のブラスト後の導電率が最大の箇所を代表としてグラフに示す。過去の施工実験および既往の研究<sup>6)</sup>で塗膜劣化が起きにくいとされるのは導電率が  $200 \mu\text{S}/\text{cm}$  以下であり、今回の施工でも2回目のブラスト後が同様となっていることを確認してから塗装を開始した。

##### (2) 補強部材撤去前後の耐荷力測定

A橋, B橋にて舟形補強撤去前後でのたわみ量および応力を測定、比較した。応力はBMCシステム<sup>7)</sup>、たわみ量はU-DOPPLER<sup>8)</sup>(レーザー式ドップラー方式)を用いて測定した。応力の測定は図-1に示す通り桁のスパン中央断面にひずみゲージを設置した。たわみ量も同様に桁スパン中央で測定した。測定結果を図-3, 4に示す。たわみ量と応力は撤去前後で一部増大したが、撤去後においても鉄道構造物維持管理標準<sup>4)</sup>における上限値を下回った。以上より舟形補強部材撤去後も十分な耐荷力を有していることが確認できた。

#### 5. 今後の維持管理について

塩害環境下で転用桁を擁する2橋りょうに対して高耐久塗装および不要部材撤去を施し、机上調査と現場測定によって耐荷力に問題がないことを確認した。今後は、A橋, B橋の防食効果の長期的観察による比較や、舟形補強撤去後の溶接線近傍の変状について経過を観察し、適切な維持管理を行っていきたい。

#### 参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物，2009.7
- 2) 日本国有鉄道：建造物設計標準解説 鋼・合成鉄道橋，1983.4
- 3) 橋梁研究会：鋼橋設計資料（第5版），1986.3
- 4) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等維持管理標準・同解説（構造物編）鋼・合成構造物，2017.12
- 5) HORIBA：LAQUAtwin

表-2 耐荷力照査

		作用値	許容値	現有応力比率 $SR_s$	
応力度照査	A橋	引張側	87.83	143.75	164
		圧縮側	76.13	131.25	172
	B橋	引張側	82.33	143.75	175
		圧縮側	71.36	131.25	184
たわみ照査	A橋	たわみ	11.70	16.13	-
	B橋	たわみ	10.97	16.13	-

ここで、応力度、たわみ、現有応力比率の単位はそれぞれ  $\text{N}/\text{mm}^2$ ,  $\text{mm}$ , %

表-3 現有応力比率による健全度判定目安

現有応力比率	健全度	構造物の状態
$SR_s \leq 100$	AA	運転保安、旅客公衆等の安全を脅かす変状等があり、緊急措置を要する
$100 < SR_s \leq 120$	A 1orA2	構造物の性能が低下しつつある、もしくは失われるおそれがある
$120 < SR_s$	B / C / S	将来Aになるおそれのある / 軽微な変状等がある / 健全

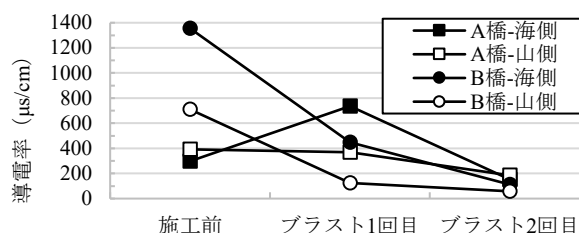


図-2 素地調整前後の鋼材表面の塩分量

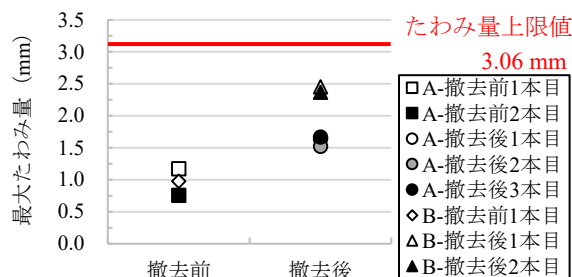


図-3 桁撤去前後のたわみ量

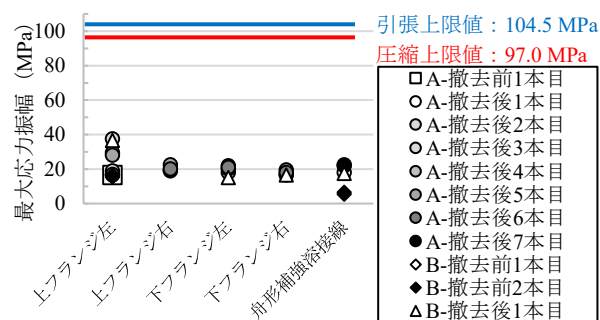


図-4 桁撤去前後の最大応力振幅

CONDhttps://www.horiba.com/laquatwin/ja/lineup/index.html

- 6) 石松豊：鋼橋等の塗替え塗装における素地調整の研究，2007.6
- 7) 杉館ら：橋梁診断システム（BMCシステム）における鋼橋の健全度評価法，1994.8
- 8) 鉄道総合技術研究所：構造物振動の非接触測定技術

https://www.rtri.or.jp/rd/division/rd50/rd5040/rd50400304.html