

重要文化財 旧揖斐川橋梁の現状と課題 (修復・活用計画 経過報告)

小坂 潔彦¹・坂井田 実²

¹大垣市役所 建設部 道路課 (〒503-8601 岐阜県大垣市丸の内2丁目29番地)
E-mail:kiyohiko_kosaka@city.ogaki.lg.jp

²正会員 大日コンサルタント株式会社 コンサルタント事業部 保全部
(〒500-8384 岐阜県岐阜市藪田南3丁目1番21号)
E-mail:sakaida-m@dainichi-consul.co.jp

道路橋として供用中の重要文化財である旧揖斐川橋梁を適切に維持管理し、活用していくため、「大垣市揖斐川橋修復・活用計画策定委員会」にて有識者の助言を得ながら、修繕方法等について検討を開始した。本橋に関する情報収集と合わせ、安全性と応急措置の必要性を確認するため、上下部工の健全性の評価、耐震性能評価、塗装の塗り替えの仕様について優先的に検討し、また今後行うべき調査や検討すべき課題を抽出した。文化財の保存・活用計画については、歴史的な価値や補修に向けての課題を検討し、復元を目指す時期や保存する姿の設定と道路橋としての機能確保との整合を図り、今後の維持管理計画を立てるとともに、市民の認知度や理解度の向上を進めながら策定する予定である。

Key Words : 重要文化財, 旧揖斐川橋梁, 200フィートトラス桁, 錬鉄製, ピン結合

1. はじめに

大垣市は平成20(2008)年に重要文化財に指定された旧揖斐川橋梁(以下本文では揖斐川橋梁と呼ぶ)を、文化財として適切に維持管理し、活用していくため、平成24年度から平成25年度にかけて劣化状況の把握と修繕方法の検討を行い、有識者による「大垣市揖斐川橋修復・活用計画策定委員会」を開催して課題を整理し、修繕方法の妥当性を検証した。本橋は、現在もなお使い続けられている遺産として高い価値を有しており、「文化財としての保存・活用」と「道路橋としての保全・活用」の両立が維持管理の重要なポイントである。本論文では、現状把握のために行った調査と喫緊の課題である防食仕様の検討、ならびに文化財の広報を含めた今後行うべき課題の概要について報告する。

2. 揖斐川橋梁の特色

(1) 創立沿革

明治19(1886)年12月に竣工し、明治20(1887)年1月より東海道線の揖斐川橋梁(写真-1)として供用を開始した同橋は、イギリス人鉄道建築師ポーナル(Charles Assheton Whately Pownall)によって200フィートトラス桁

橋のピン結合、錬鉄製のダブルワーレントラス桁橋として詳細設計された。その後英国在住の顧問技師シャービントン(Thomas Rovert Shervinton)の審査により若干の手直しが行われ、英国メーカーのペント・シャフト社(The Patent Shaft & Axletree Co., Ltd.)によって製作された¹⁾。

文献²⁾によると、イギリス技術の特徴を示すトラス桁はわが国に350連以上架設され、その内、200フィートトラス桁は、錬鉄製、鋼鉄製のものを合わせて112連を数えるというが、揖斐川橋梁には、利根川、木曾川及び長良川に架設された橋梁と共に、国内で最初に採用された200フィートトラス桁が用いられている。



写真-1 現在の揖斐川橋梁

(2) 施設の性格

わが国における鉄道の歴史は、明治5（1872）年に開通した新橋・横浜間の官線を始めとして全国に広がった。岐阜県内においては、明治16（1883）年に関ヶ原駅が、明治17（1884）年には大垣駅が開設され、西から東へ延びるかたちで発達した。そうした状況の中で、東西の東海道線をつなぐために重要となったのが、日本を代表する木曾三川（揖斐川、長良川、木曾川）に対応するための長大橋であった。

明治41（1908）年に東海道線複線化工事の一環として複線仕様の新橋が建設されたのに伴い、旧鉄道橋は県道として道路橋に転用され、昭和63（1988）年には大垣市へ移管された。現状では、自転車・歩行者道として利用されている。

(3) 文化財の価値

揖斐川橋梁は、わが国で最初に完成した幹線鉄道である東海道線において、最も高度な技術を駆使して建設された大規模トラス橋の一つで、木曾三川において最も早く完成し、かつ唯一原位置に残る遺構として貴重である。

また、ポータル設計による200フィートトラス桁は、弦材及び端柱を一体化した構造、床桁の配置、部材の結合方法等に、わが国の近代最初期に導入されたイギリス鉄道技術の特色を顕著に表すばかりでなく、鍛鉄製から鋼鉄製へ、またピン結合からリベット結合へと発展する橋梁において、明治期に全国各地で建設された大規模鉄道橋梁の一つの規範を示すものとして、鉄道技術史上、価値が高い³⁾。

また本橋は、明治24（1891）年の濃尾震災によって被災したが、上部工の損傷は少なく、煉瓦積み下部工が積み直されて現在に至っている。

3. 健全度評価

力学的な観点も含め、現在の揖斐川橋梁の健全度を評価するために、(1) から (4) に示す項目について現地調査を行った。

(1) 上部工損傷目視調査

a) 評価内容

上部工に生じている腐食や剥離割れなどの損傷についての目視点検

b) 評価結果

- ・下弦材ダイヤフラム部（特に支点上）で、著しい腐食がある。
- ・斜材で鉄板の剥離割れが見られ、その内部が腐食している。

- ・集成材の接合面が腐食し、板材が変形している。
- ・車両衝突等による板材の変形がある。
- ・意図的なものと思われるリベットの欠損がある。
- ・RC床版に鉄筋露出がある。
- ・橋台の橋座に土砂詰まりがある。橋脚の支承直下の橋座コンクリートに剥離がある。

(2) 上部工現状耐荷力検討

a) 評価内容

現状の道路橋（自転車・歩行者道）としての常時鉛直荷重に対する耐荷力照査のため復元図を元に、腐食による断面欠損や部材変形を無視して、既設橋の耐荷力照査を行った。

断面力は3次元弾性骨組構造解析によって算出した。

b) 評価結果

床版が主構造として応力分担しないとしたモデルにおいて、下弦材に4%の許容応力度超過が見られるが、床版が実際には下弦材の引張荷重を分担していることと群集荷重満載の荷重状態とならない利用状況であることから、危険な状況ではないと判断している。

(3) 橋脚形状寸法計測

a) 評価内容

橋脚寸法及び、橋脚の傾き、沈下の有無を確認した。

b) 評価結果

- ・顕著な傾斜や沈下とは考えられない。
- ・巻き立てコンクリートのひびわれや煉瓦との境界面に漏水痕が見られるが、煉瓦造り部分に顕著な損傷は見られない。

(4) 橋脚衝撃振動試験

a) 評価内容

衝撃振動試験マニュアル⁴⁾に従い、重錘打撃による衝撃振動計測結果から橋脚の固有振動数を求め、橋脚の健全度判定を行った。

b) 評価結果

固有振動数が高く、躯体内部の空洞や打ち継ぎ目などの劣化はないため、橋脚は概ね健全であると判断している。

(5) 健全度の評価結果

上記調査の結果、上下部工とも、自転車・歩行者道としての現状の使用状況においては、緊急を要する通行止めや補修は不要であるが、鉄材の防食については、できるだけ早期に塗装の塗り替え等を行い、劣化の進展を抑制する必要があると判断される。

4. 耐震性能評価

現在人道橋として供用下にあり、今後も同様に活用される予定であることから、「道路橋示方書・同解説 V耐震設計編」⁵⁾に示される耐震基準に対して評価を行った。評価結果は次のとおりである。

a) 橋台

構造物が地中及び盛土中に位置するため、耐震性能は高いと思われるが、詳細構造が不明であるため、現段階では照査できない。

b) 橋脚

現橋梁の上部工死荷重の約半分を占めるRC床版を載せていない状況で濃尾地震に置いて損傷した履歴があり、復旧において井筒間に架された鉄製梁は上端連結部のみの補強と考えられるため、井筒基礎部は明らかに耐震性能が不足している。上端連結部は鉄製梁等、内部の詳細構造が不明であるため、現段階では照査できない。

c) 支承部

建設時に比べて死荷重が7割以上増加しており、設計水平震度も高くなっているため、現行の耐震設計基準が求める耐力は満たしていないと判断するのが妥当である。

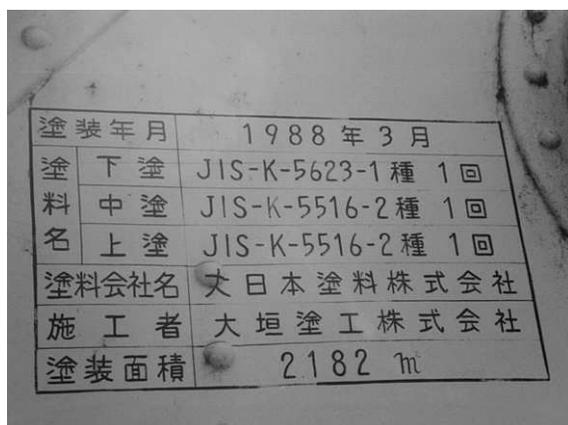
d) 上部構造落橋防止システム

支承部が破壊したときに、橋軸方向の上下部構造間の相対変位が桁かかり長を超えないようにする、落橋防止構造が必要である。

e) 上部構造

横構のみでは地震時水平荷重に抵抗できないが、RC床版に水平力伝達機能が期待できる。

主構の端部については構造が複雑であり、応力の伝達が不明確であるため、FEM等を用いて詳細に検討しなければならない。ただし、建設時に比べて死荷重が7割以上増加しており、設計水平震度も高くなっているため、現行の耐震設計基準が求める耐力は満たしていないと判断するのが妥当である。



塗装年月	1988年3月	
塗料名	下塗	JIS-K-5623-1種 1回
	中塗	JIS-K-5516-2種 1回
	上塗	JIS-K-5516-2種 1回
塗料会社名	大日本塗料株式会社	
施工者	大垣塗工株式会社	
塗装面積	2182 m ²	

写真2 塗装歴

5. 計画の策定にあたって

本橋は、鉄道橋から道路橋に目的が変わったものの、橋梁としての機能を今なお必要とされている。そのため、道路橋として使い続けながらいかに文化財として保存していくかが重要である。上部工には部分的に断面欠損をとまなう腐食が生じていることから、継続的な使用にあたって歩行者等の利用者の安全性の確保が重要であり、また文化財としての価値も損なわれていくことから、本橋に関する情報の収集と合わせ、塗装の塗り替えの仕様について優先して検討した。

6. 塗装の塗り替え

(1) 概況

全体的に塗装が劣化しており、特に下弦材のダイヤフラムでは断面欠損をとまなう著しいさびを生じている部分があり、構造物の耐荷力を維持して本橋利用者の安全な通行を確保し、重要文化財を崩壊から守るために、腐食の進行を抑制することは喫緊の課題である。

直近の塗り替えは昭和63(1988)年に実施され、25年が経過している。当時既に道路橋として供用されていたため、「鋼道路橋塗装便覧(昭和54年2月)」⁶⁾に準じ、A塗装系が適用されている(塗装歴より:写真-2)。

当初の塗装及び塗り替えにおいて、これまで下地処理にブラストは用いられておらず、黒皮(ミルスケール:圧延時に生じる鉄材表面の黒さび)が残っている(写真-3)。また、現地の下塗りの塗装回数は1回である。

(2) 各部分の状況

一般部においては全体的に旧塗膜が劣化し、鉄材の露出やさびが多く見られる。特に下弦材の内部で腐食が激しく、一部の下弦材の腹板やダイヤフラムに貫通腐食が見られる(写真-4)。早期の塗装塗り替えが必要である。



写真3 鋼鉄材表面に見える黒皮



写真4 下弦材ダイヤフラム (欠損部)

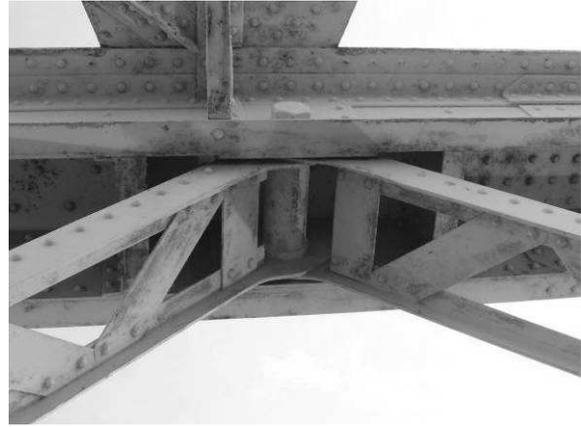


写真5 上弦材格点部



写真6 端柱と地覆の干渉



写真7 板厚中央での狭く深い割れ

本橋はリベットを用いた集成構造であり、部材の合わせ面にさびが見られるものの、斜材を除いてさびのふくれによる部材の大きな変形は見られない。

上弦材の格点部では、格点の両側にダイヤフラムが配置されているとともに、特に支間中央付近の格点では両側の斜材にタイプレートやレーシングバーが配置されているため、作業スペースが狭い(写真-5)。

端柱はRC床版の地覆部と干渉しており、接触部に雨水が流入しやすい箇所であるため腐食が生じやすく、また断面欠損が見落とされやすい。そのため、当該箇所においては塗装に当たって地覆の一部を撤去し、空間を設けた上で塗装作業を行う必要がある(写真-6)。

斜材には、錬鉄やリムド鋼などに見られる層状剥離が何箇所も見られ、剥離面にさびが生じている。割れの位置は板厚の中央だけでなくさまざまな位置に生じており、開口の幅や長さ、深さについてもさまざまで、剥離面に挟まれた空間(以下割れ部と呼ぶ)は開口の幅が狭いくさび形で、内部にさびが詰まっている(写真-7)。

(3) 塗り替えの基本方針

今後の長期防錆のためには、旧塗膜とさびをできるだけ除去することが重要である。一度確実にさびを除去し、付着の良い塗装を施した部分については、その後の塗り

替えにおいて、非発錆部に清浄度3種または4種の素地調整を適用することが可能である。

しかし、現在の塗膜の中に建設当時の塗膜やその後の塗り替えの履歴を示すものが含まれている可能性があり、塗膜の除去作業の前に十分な調査が必要である。塗膜に高い歴史的価値があると判断された場合には、部分的にこれを残す必要が生じることも考えられる。

一般部の塗装については、「鋼道路橋塗装・防食便覧(平成17年12月)」⁷⁾において奨励されている重防食塗装仕様

(Rc-I 塗装系:ジンクリッチペイントによる防食とふっ素樹脂塗料による環境遮断)を用いるのが適当であると考えられる。その後の塗り替えにおいては、下地処理の簡易なRc-IIIまたはRc-IV塗装系が適用できる。

割れの内部で固着したさびを除去する際には、本橋において重要な文化財的な価値を有する錬鉄材に変形や折損を与えないように配慮する必要がある。割れ部に類似した形状の供試体を用いて施工実験を試みたが、固着したさびの除去には強い衝撃の工具が必要であり、一般部と同様のさび除去方法(ブラスト)では、割れ部の奥のはく離面に付着したさびを十分に除去できないため、内部に残ったさびや今後割れ部に侵入する腐食因子(水や酸素)による腐食の進展を抑制するための特別な配慮が必要である。

(4) 塗装色

現在の塗装色は、卵色（たまごいろ）から薄卵色（うすたまごいろ）に近い。

「東海道木曾、長良、揖斐三鉄橋錆落及び塗替工事」⁹⁾に、鶯色(とびいろ)のペンキによる塗替えを行う旨の伺いが記録されていることから、建設当初の塗装色は鶯色であった可能性が高い。

昭和50（1975）年に撮影された航空写真¹⁰⁾の時点で既に白っぽい明るい色に塗られていたことから、少なくとも38年間は現在の色の橋として親しまれてきた経緯がある。また、現在の塗装色が平成20（2008）年に重要文化財指定を受けた時点の色である（写真-8）。

したがって、現段階では鉄道橋としての供用時に復元する場合には鶯色（マンセルシステムで8R3/2⁸⁾）、当面現状を維持する場合には卵色（10YR8/7.5⁸⁾）で塗り替えを行うことが望ましい。

7. 保全対策に向けての課題

これまでの調査により、最新の塗り替え仕様がフタル酸樹脂塗料を用いた、いわゆるA塗装系で卵色に近い色であること、鉄道橋として供用されていた頃は鶯色であ

った可能性が高いことがわかっているが、現在の塗膜に隠れている塗装履歴や、第三の表面色の存在の可能性や、当初の錬鉄以外の部材の存在の可能性もあることから、さらなる調査が必要である。

また、力学的に通常の供用状態については危険な状態でない判断しているが、鉄筋コンクリート床版が追加されたことによる死荷重の増加により、耐震性は不十分であるため、今後防食機能の回復のみならず、耐震性確保のため部材補強や制震デバイスの追加などを行うことが考えられる。これらの作業によって歴史的価値が失われる可能性のある項目については、十分な検討が必要である。

煉瓦積みの下部工については、濃尾震災による災害復旧における補強方法やその効果など、歴史的かつ技術的に価値の高いものである。しかし天端付近には、劣化による崩壊を防ぐためにPC鋼材及び鉄筋コンクリートを用いた巻き立て補強が施されている。建造時の姿にもどすためにこれを撤去することは、現時点では構造的（耐荷力）の著しい低下を避けることが困難であるため、将来的な技術開発に託さざるを得ない。

現状では橋脚の内部構造や材料特性などについての情報が少ないため、本橋を適切に補修補強するためにはこれらの調査を行う必要があるが、その方法についても

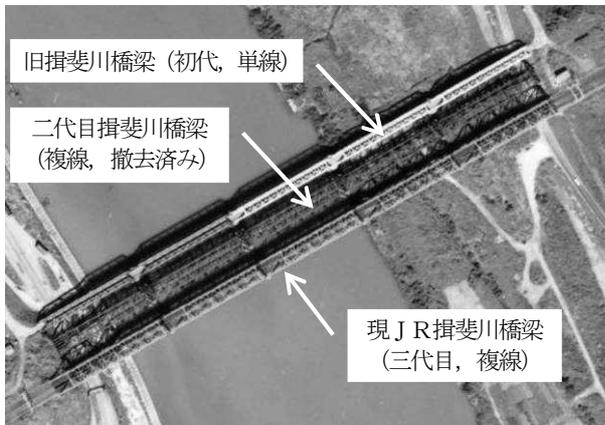


写真-8 昭和50年時点の揖斐川橋梁航空写真¹⁰⁾



写真-9 道路橋の橋面（RC床版）



写真-10 現地に設置された説明看板

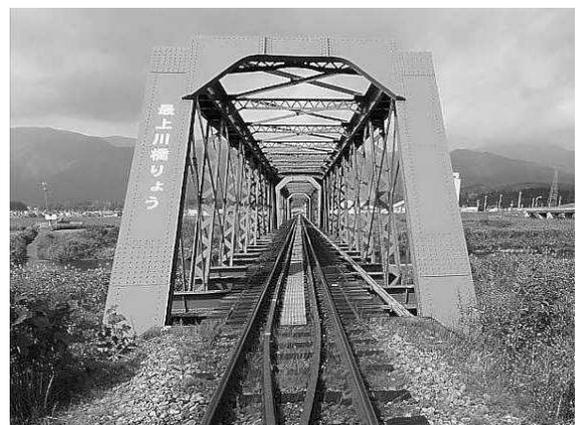
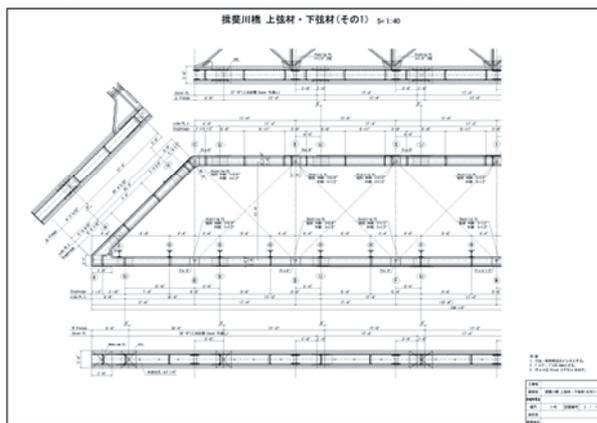
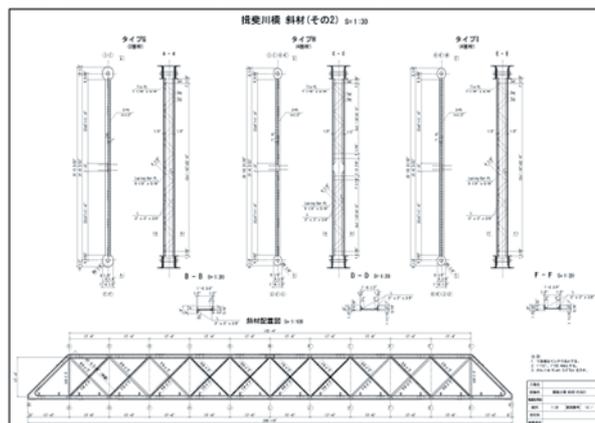


写真-11 鉄道橋の橋面（開閉式）¹¹⁾



a) 主構図



b) 斜材図

図-1 上部工復元図 (抜粋)

慎重な検討が必要である。

錬鉄製200フィート単線ダブルワーレントラス桁橋上部工の設計図(図-1に例示)及び数量計算書の復元を行ったが、今後は部品毎の材質や寸法、損傷状況、文化財としての価値などについての記録の作成や維持管理方法を規定することも必要である。

写真-10に示すように現地には重要文化財であることを示す看板が設置されているが、アプローチ部分が歩行者にとって十分な状況ではないため、より詳細な説明看板の設置やホームページ等を用いた広報のほか、現地へのアクセスルートや展望スペースの整備が必要であると考えている。

8. おわりに

「大垣市揖斐川橋修復・活用計画策定委員会」を開催し、有識者の助言を得ながら上下部工の健全性の評価、耐震性評価、塗装の塗り替えの仕様について検討した。その過程において、新たな知見や課題が抽出された。

本橋は、明治期の鉄道橋としての姿のみならず、濃尾震災後の修復後の姿、そして道路橋として改修された姿がある。それらの変遷を経て、今なお往時の位置に現存し、橋としての機能を有している。そのなかで、復元を目指す時期の選定とともに、現在の技術の中でできるだけ可逆性を持った、補強・修繕方法を用いて復元保存し、利用し続けていくかが大きな課題となる。

今後は、これらの情報を整理し、さらに調査を進めながら、修繕方法、復元を目指す時期や保存する姿の設定を行い、今後の維持管理計画を立て、市民の認知度や理解度の向上を図りながら検討を進め、保存・活用計画を策定する予定である。

謝辞：本論文をまとめるにあたって「大垣市揖斐川橋修復・活用計画策定委員会」の委員、オブザーバーの皆様、ならびに協力していただいた皆様の芳名を記させていただき、謝辞とさせていただきます。

日本大学 五十畑 弘氏、中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 山田 健太郎氏、公益財団法人鉄道総合技術研究所 小野田 滋氏、岐阜大学 村上茂之氏、大垣市文化財審議会委員 横山 正氏、文化庁文化財部、岐阜県教育委員会 社会教育文化課

参考文献

- 1) 小西純一、西野保行、淵上龍雄：明治時代に製作された鉄道トラス橋の歴史と現状(第1報)——200フィートダブルワーレントラスを中心として——, 第5回日本土木史研究発表会論文集, pp.207-214, 1985.6.
- 2) 小西純一・西野保行・淵上龍雄：わが国における英国系鉄道トラス桁の歴史, 土木史研究, 第10号, 1990.
- 3) 文化庁：建第2535号重要文化財指定書, pp.35-41, 2008.12.
- 4) 財団法人鉄道総合技術研究所：衝撃振動試験マニュアル, 1994.3.
- 5) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編, 2012.3.
- 6) (社)日本道路協会：鋼道路橋塗装便覧, 1979.2.
- 7) (社)日本道路協会：鋼道路橋塗装・防食便覧, 2005.12.
- 8) 小学館：色の手帖, 1986.7.
- 9) 逓信省：東海道木曾、長良、揖斐三鉄橋錆落及び塗替工事, 逓信省公文, 鉄道博物館所蔵, 1896.
- 10) 国土交通省：国土情報ウェブマッピングシステム, <http://w3land.mlit.go.jp/WebGIS/> (2014.3にてカラー空中写真閲覧終了)
- 11) 山形鉄道最上川橋梁(白鷹町)：山形県ホームページ, http://www.pref.yamagata.jp/ou/shokokanko/110001/him/him_07.html

(2014. 4. 7 受付)