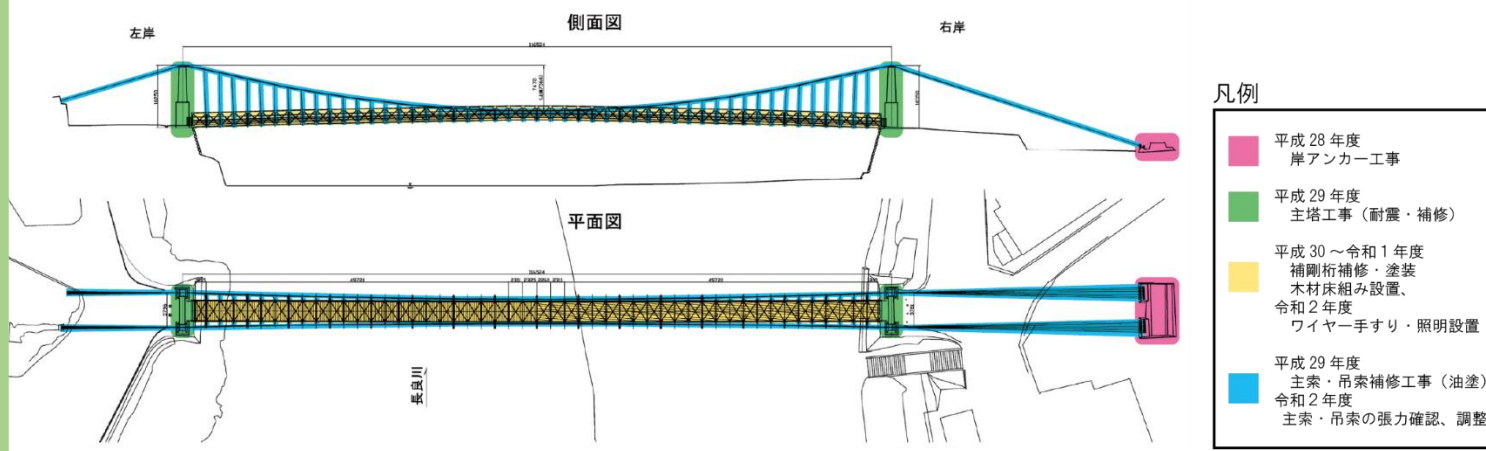


各部の主な修理内容



美濃橋の概要

建設年代 : 大正5(1916)年8月竣工
 所在 : 岐阜県美濃市、長良川
 構造形式 : 単径間補剛吊橋(鋼製補剛桁)
 主要寸法 : 橋長 113.0m
 径間長 116.0m、
 幅員 3.1m(有効幅員 2.9m)
 設計 : 岐阜県技師岐阜県技師戸谷玄名蔵
 (明治21年帝国大学工科大学土木工学科卒)
 岐阜県技手堀宇三郎
 (後、堀正義。明治42年名古屋高等工業学校土木科卒)
 武儀郡吏員の玉井義雄
 ※建設時の設計図面等が残っていない
 施工 : 橋銘板に「名古屋鉄工所」
 (大正期の日本工業要覧によると、大正元年11月設立)
 文化財指定 : 重要文化財

大正5年8月	美濃橋渡初式
大正15年	○「道路構造に関する細則」
昭和8～30年?	修繕:防護柵(高欄)を設置
昭和25年～	○岐阜県永久橋計画(10カ年)
昭和31年	新美濃橋(美濃橋の上流約300m位置)建設、その後、バス通行から人・自転車専用
昭和46～49年	修繕:塗装改変(シルバー→青)
昭和50年5月	市道に移管 修繕:吊索取替(シーリング→クリップ)、主索・吊索油塗
昭和56年	調査:耐荷力調査
昭和58年8月	修繕:床組取替、塗装(青→赤)、主索・吊索油塗
昭和59年	○「小規模吊橋指針」策定
昭和59年頃	修繕:主塔補修塗装
平成3年3月	調査:強度調査
平成9～11年	修繕:床組取替
平成9年10月	調査:橋梁点検
平成13年11月	土木学会選奨土木遺産認定
平成15年5月	重要文化財指定
平成15～17年	委員会:「修復・活用計画検討委員会」 →「美濃橋修復・活用計画書」
平成22～23年	修繕:床組取替
平成24年3月	美濃市歴史的風致維持向上計画書認定

指定基準 : (2) 技術的に優秀なもの (3) 歴史的価値の高いもの
 指定説明 : 美濃橋は、美濃市街地の北部、小倉山の西方を長良川が湾曲して流れる地点に架かる吊橋である。岐阜県技師戸谷玄名蔵を中心に建設が進められ、大正4年8月起工、同5年8月に竣工した。橋長113m、支間116m、幅員3.1mの単径間補剛吊橋である。両岸に据えられたアンカーレイジに、鉄筋コンクリート造の主塔から吊るされた主ケーブルを礎着し、吊ケーブルで支持された橋桁を鉄骨トラスで補剛する。
 美濃橋は、わが国に現存する最古の近代吊橋として、橋梁建設史上、高い価値がある。近代吊橋の要素を構造躯体全体に備え、建設当時わが国で最大級の支間を実現した、大正期を代表する吊橋として、重要といえる。

所在地

岐阜県美濃市曾代、同曾代地先、同前野

事業者

美濃市建設部土木課 (Tel 0575-33-1122)

調査・設計・設計監理・調査協力

(株)文化財保存計画協会、大日本コンサルタント(株)、(株)計測リサーチ、(株)コンステック、(株)太平洋コンサルタント、瀧上工業(株)、田中シビルテック(株)、日塗エンジニアリング(株) ヤマダインフラテクノス(株)

施工

(株)熊谷組、ショーボンド建設(株)、(株)東亜製作所、(株)浅草屋野口工務店、(株)五味塗工店、(株)ゼイトス、ジオ・フロント(株)、成和工業(株)、東京製綱(株)、(株)モクラボ、(有)小川電気商会

撮影協力

大村拓也氏



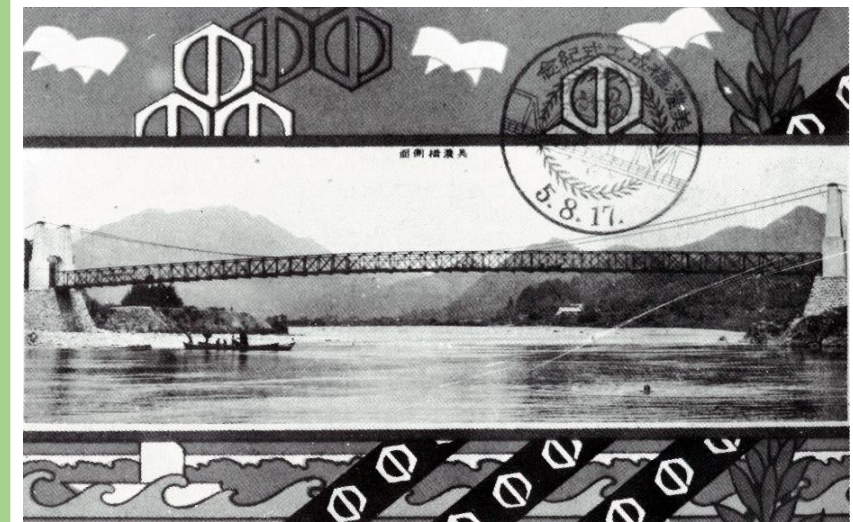
国指定重要文化財「美濃橋」の保存修理



工事概要

美濃橋で建設以後行われてきた修繕は、主に防護柵設置、吊索の交換、塗装の塗替え、定期的な床組交換などで、大きな修理はなく、主索ケーブルや鉄筋コンクリートの主塔、補剛桁などは、当時の部材と形式をそのまま維持しています。平成2年から全国的に近代化遺産に対する調査が行われる中で美濃橋の土木遺産としての重要性が認識され、平成15年には、近代の道路橋としては3件目に、国の重要文化財に指定されました。このことを機に、文化財として橋の価値を保存しつつ修理するための検討が始まり、修復活用検討委員会において修理方針が議論されてきました。平成25年度から26年度にかけて調査工事を行い、補剛桁、ケーブル、主塔、アンカーレイジなどの仕様と破損状況の確認、耐震診断を行いました。

平成28年度からは保存修理工事に着手し、右岸アンカーレイジのケーブル補強工事を行いました。工事の前半にアンカー内部及び地下構造を明らかにし、補強の仕様を再調整して工事を進めました。平成29年度には、主塔の耐震・補修工事と、ケーブルの補修として、油塗りを実施しました。平成30年度から令和1年度にかけては補剛桁の塗装塗替え工事及び補修と、床組の取替え工事を行いました。また、塗装塗替え工事中に部材素地が露わになった状態で詳細な破損・痕跡調査を行いました。令和2年度には、ケーブルの張力測定及び調整と、照明や手摺の設置といった付帯整備を行いました。保存修理工事は令和3年3月4日に竣工し、3月9日には渡橋式典が行われ、一般開放されました。



右岸アンカー

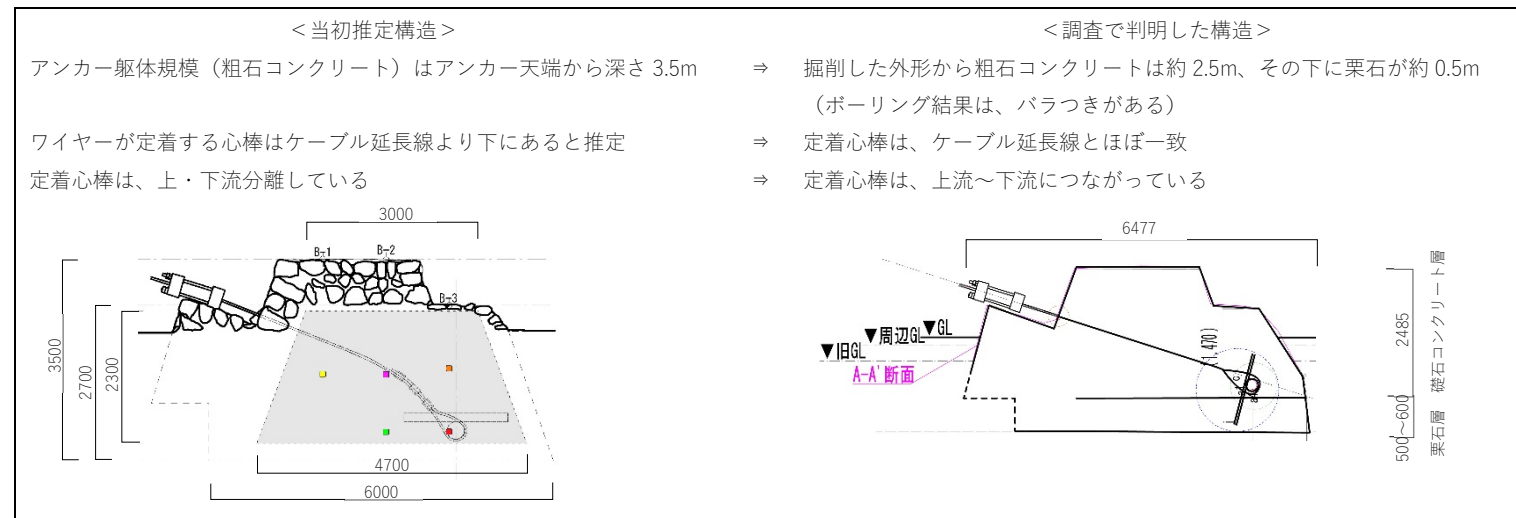
主ケーブルは、吊橋の安全すべてに影響する最も重要な部材です。美濃橋の主ケーブルは、建設当時のものがそのまま使われています。100年以上経過した吊橋のケーブルとしては、国内だけでなく、世界的にも珍しく、非常に貴重なものであるといえます。当初は取替えや全面的補強が必要となることが想定されていました。しかし、調査の結果、ケーブルの断線や腐食は右岸アンカー付近に集中しており、他の部分については劣化が認められるものの、腐食の進行は安定していると判断しました。

修理方針の検討では、主ケーブルの材料的・技術的価値を保存できるよう、取替は行わないこととした上で、次の3つの案で検討しました。

(1) ケーブルを現状のままとする (2) 右岸アンカー付近のみ補修する (3) 主ケーブルを追加する

(2) は、荷重はそのままに、ケーブルを部分的に補強する方法で、高度な施工技術が求められ、また、内部構造によっては工事の段階で大幅な設計変更が生じる可能性を孕んでいました。しかし、(3) では、形や構造形式に大きな影響を与え、文化的価値を十分に保存できかねるという懸念から、(2) を採用しました。具体的には、新たにロッドを設置し、ケーブルの劣化した部分の張力をそのロッドに分担させることで、既存のケーブルには手を加えずに補強しました。

工事の前半で行った掘削・はつり調査によって、アンカー内部・地中の構造が確認でき、当初の推定よりも躯体が小規模でケーブル定着部の構造も異なることが判明しました。専門家による現地指導を経て、応力が栗石層に分散されるよう鉄筋コンクリート梁を設け、側壁や鉄筋コンクリート梁などの補強部は周辺地盤より下に位置するよう施工しました。また、栗石層の空壁を充填しました。



主塔

試掘及びボーリング調査等を行い、耐震診断を行いました。結果、主塔基礎（粗石コンクリート部）では安定が確認できましたが、主塔上部（RC部）では補強が必要と判断されました。修理では、レベル2地震動に対して耐力が不足するため、最も脆弱な部分と判断された柱部（計4基）に対し、炭素繊維の補強を行いました。また、塔全体に対して、ひび割れ補修工、断面修復工、コンクリート表面保護工を実施しました。



補剛桁

補剛桁の破損調査を行った結果、塗装の劣化と共に広範囲における鋼材の腐食が確認され、特に床組の下部に位置する部材（吊桁、下弦材）においては断面欠損を伴う腐食が確認されました。

修理では、建設当時のオリジナル部材を極力残すこととし、断面欠損が著しい箇所に対して当て板で補強を行いました。また、広範囲に断面欠損が確認された部材に対しても取替えは行わず、個別の破損形状に合わせて補修を行いました。これには破損状況の詳細な調査が必要となる為、工事中にプラストで旧塗膜を除去した状態で調査を行い、補修設計の見直しを行いました。吊桁の上フランジでは、床組木材の縦桁（丸太）位置における排水不良が原因と思われる著しい腐食が確認されたことから、修理では、腐食度合いに合わせて金属パテで補修してから上フランジ上に水切り加工を施したゴム板を設置し、その上に丸太を乗せることとしました。また、部材の接合箇所において、現代の橋の工事では、高力ボルトや溶接で接合を行うことが一般的なのですが、美濃橋のような古い橋では、リベットによって接合されています。今回、リベット接合されていた部材を解体して、新しい部材に取り替える箇所に対して、建設当時の工法と技術を継承し、守っていく為、再びリベットで施工しました。



リベット施工の様子

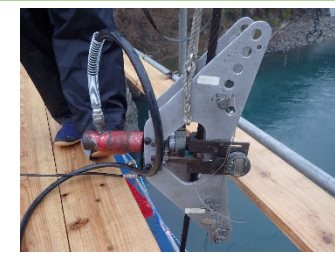


プラストで古い塗装を除去する中で、普段見られない様々な痕跡を発見することができました。例えば、鋼材の製造元や品質を示すロールマーク、仮組した部材を現場で正しい位置に取り付けるために記されたケガキの記号（合票）、現在はなくなってしまった建設当時の横構部材の痕跡などが確認されました。これらの痕跡は、橋の歴史を伝える貴重な遺産としてきちんと調査、記録するとともに、有効的な展示活用を図っていきます。吊桁のウェブ部分にあった当て板は、修理では戻さず、建設当時の横構部材の痕跡が隠れないようにしました。また、橋の上から見える合番などの痕跡は、白色塗料でなぞり、橋を渡るみなさまにもご確認いただけるようになっています。



主索・吊策

平成29年度には主索・吊索の補修として油塗りをを行い、令和2年度には張力測定を行いました。主索は、振動法による張力測定で張力を確認し、今後の維持管理のデータとしてまとめました。吊索は3点ロール式張力計を用いて張力測定を行い、調整必要箇所はターンバックルを締めて張力調整を行いました。調整を行う際には、調整を実施した箇所以外へも張力の再配分がかかり、安定まで時間を要する為、荷重の再配分が完了するまで時間をおいて再測定を行うなど、慎重な調整が必要となりました。



3点ロール式張力測定

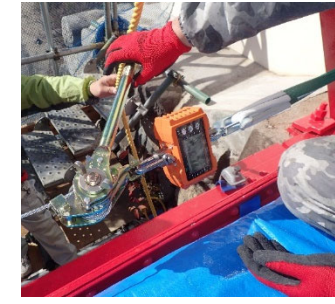
床組・ワイヤー手摺



床組

床組…吊桁の腐食対策として水切形状に加工したゴム板を設け、その上に床組丸太、舗板を設置し犬釘で固定しました。また、下弦材と舗板の間に隙間を作ることで排水機能を設け、腐食リスクを軽減しました。

ワイヤー手摺…今回の工事で、創建時には無かった手摺を撤去し、景観に配慮してワイヤー手摺を設けることとしました。ワイヤー手摺は、まず固定間隔（ワイヤー長さ）を橋4等分の長さ（約30m）として試験を行い、人が乗った際にたわみが無い程度の初期張力として、初期張力導入量を100kg以上、150kg以下に設定して設置しました。



ワイヤー手摺張力導入試験