

13年で架け替えられたトラス木橋の再組立とその変化

Re-build and Its Change of Wooden Truss Bridge which was replaced after 13years use

○軽部正彦* 藤田和彦** 築山健一** 長尾博文*** 宮武敦***
KARUBE Masahiko, FUJITA Kazuhiko, TSUKIYAMA Kenichi,
NAGAO Hirofumi and MIYATAKE Atsushi

*博(工学) 独立行政法人森林総合研究所 (〒305-8687 茨城県つくば市松の里1)

**広島県立総合技術研究所 林業技術センター (〒728-0015 広島県三次市十日市町168-1)

***農修 独立行政法人森林総合研究所 (〒305-8687 茨城県つくば市松の里1)

ABSTRACT In this paper, we report the wooden truss bridge which was replaced by steel truss bridge in December 2003, and was re-build in March 2007. The wooden truss bridge was first built in Prefecture Park in March 1990. After 13 years use, this wooden truss bridge was replaced by the steel one because of its reliability was severely decreased for lack of evaluation techniques. To recover these techniques, we rebuild in the testing field and are going to survey, practical trial and over-loading test at the end.

Keywords: トラス橋、再組立、重量変化、載荷実験、経年変化
Truss bridge, re-build, weight change, loading test, aging

1. はじめに

「近代木橋の時代」として数多くの木橋が架設されたのは1990年代であり、社会全体がバブル経済とも呼ばれる不思議な好景気に沸き立つ時代でもあった。好景気を背景にした木橋の建設は、今日の社会資本建設に対する低コスト要求や、環境負荷削減とは全く異なる状況にあり、審美性や快適さをキーワードに「奇抜な挑戦」と言った趣もあったのではないだろうか¹⁾²⁾。

この時代を代表する橋梁にまつわる事例としては、まず、1990年3月に架設し1999年9月に落下したボンゴシ橋³⁾⁴⁾が挙げられよう。10年に満たない時間で事故に至ったこの橋は、木橋の設計行為が架橋時点までの強度設計を中心として為されるものではなく、全供用期間に亘る耐久設計および維持管理が重要であることを知らしめたものである。もう一つの橋としては、本報で扱うトラス橋を挙げたい。公園内の木橋として13年の供用を経て除却解体されたこの橋⁵⁾は、現在性能を適確に確認する術を持たず、また余寿命を正しく評価することも出来なかった。またこの管理者の不安が、木橋ではなく、鋼橋への架け替えを促進した事例でもある。

どちらの事例も、木橋を社会的な基盤・資本と位置づけるために超えなければいけない課題であり、今後の技術的な解決が望まれるものである。

本報では、解体部材として約3年間の保管を経て、再び橋の姿に組立てたトラス橋について、除却から再組立までの経緯と材質的な変化、再組立前後の構造的な変化について報告する。

2. 対象橋梁の概要

2.1 構造概要と設計

再組立した橋梁は、広島県立山野峡自然公園内に平成2年(1990年)5月に竣工し、13年後の昨年平成15年(2003年)12月に除却解体された、下路式木造単純トラス橋である⁶⁾。現在は同じ下路式鋼製単純トラス橋(角型鋼管に木装樹脂塗装仕上げ)に置き換わっている⁷⁾。架橋現地の都合から「くの字」に配置されたこの橋は、第1径間が3m×12ユニットの36.3m、第2径間が3m×6ユニットの18.3mで、両径間とも有効幅員2.3m、主構高さ2.7mである。(写真1参照)

設計は道路橋示方書・同解説(昭和55年)に準拠し、群集荷重350kgf/m²、死荷重800kgf/m³で設計

されたものである。主架構であるトラス部材はベイマツ一級集成材に天然系防腐塗料仕上げ、トラス格点接合部はSS400で作られた「コの字」型金物とボルトによる鋼板添え板二面せん断ボルト接合である。なお著者のうち、藤田は架橋当時、当該木橋の管理担当部局に所属していた。解体までの経緯は、文献⁵⁾⁷⁾にて詳説している。

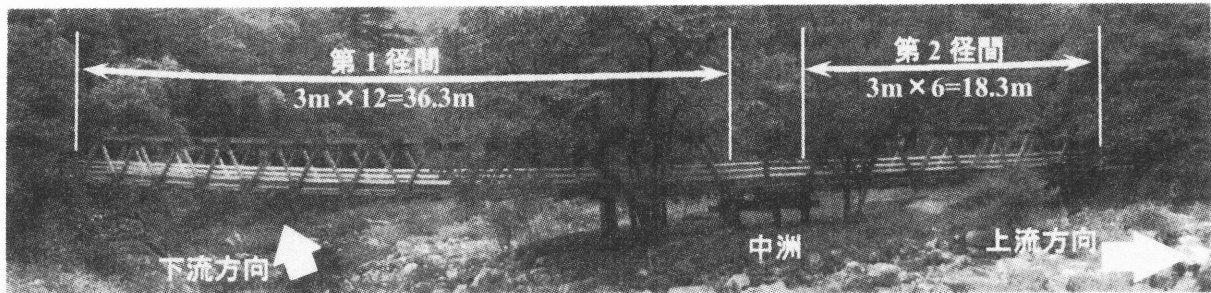


写真1 解体前の対象橋梁の全景（2003/11/06 撮影・4枚を合成）

2.2 解体時の調査

2003年12月の解体時には、架橋現地での調査項目として、原位置の局所気候、木部含水率、部材固有振動数(接合状態)、全体振動性状簡易測定、全体形状測定、載荷実験、移設実験を行っている⁸⁾。また解体後に広島県林業技術センター（現広島県立総合技術研究所 林業技術センター、以下林業技術センター）に改修された全部材は、2004年3月に構造部位の特定、部材形状・重量・含水率測定、PUNDIT(超音波伝播時間測定)、縦振動ヤング率測定、たわみ振動ヤング率測定を実施し、部分的な腐朽が見られた部材については、PILODYNやResistographを適用している⁹⁾。構造及び部材番号を図1に示す。

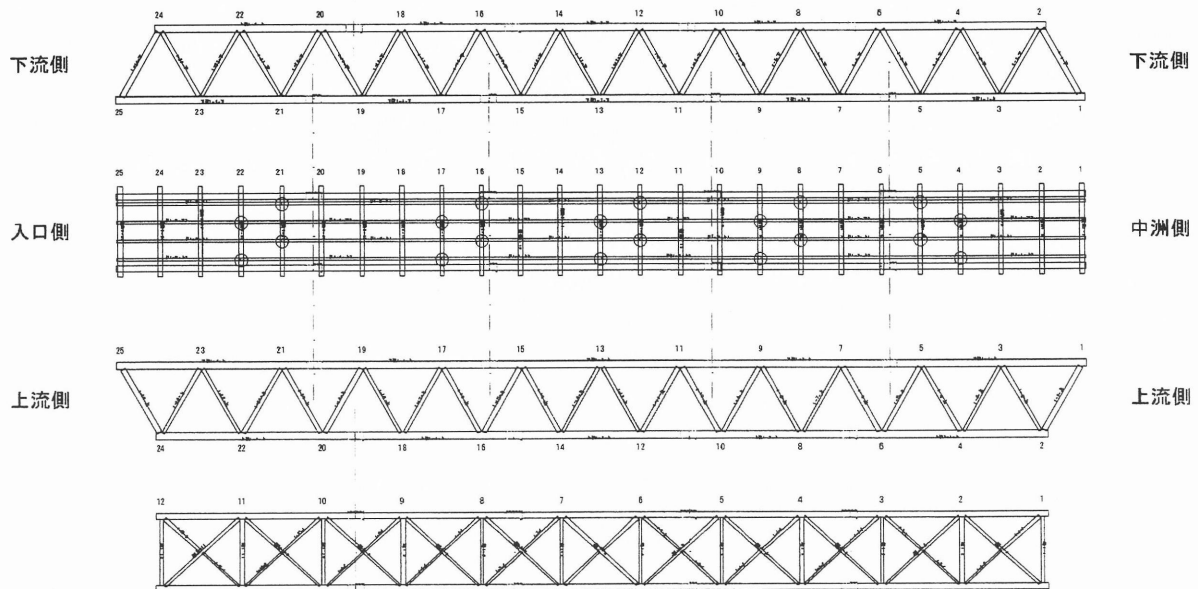


図1 構造及び部材番号（第1径間）

2.3 部材の保管と再組立の開始

全部材は実験室内で保管し、再組立から始まる実験再開の機会を伺っていたが、第1径間について2007年3月に再組み立てを実施した。トラス橋は、林業技術センター内の実験場に再組立することになったが、実験室から屋外への搬出に際して、重量、縦振動ヤング率測定、たわみ振動ヤング率測定を実施した。再組立に使用した材料は、全て解体時に保管した部材・金物・ボルトを使

った。ボルトと床板は、残念ながら正確に解体前の位置に配置できなかった。また一部の不足数量は、今回組立しなかった第2径間のものを用いた。錆などにより固着したボルトは、あらかじめタップ及びダイスを使って整備して用いた。

2.4 再組立の実際

再組立は、後に予定する載荷実験との関係から、整地し水平に均されたコンクリート上に900mm角のコンクリートブロックを2段設置して橋台とした。この上に300kN容量のロードセルを4基設置し、その上に上部構造の支承金物を載せ、橋梁全体の重量と積載荷重を合わせて測定することにした。木部本体は、全長に亘って水平に準備された総足場の上に、別途ブロック単位で地組した部材を一方の橋台から順次組上げ、上部構造全体を一体化した。この後、ロードセル荷重を観察しながら支承に平均的な荷重が掛かるように足場の支保を下げた。(写真2参照)

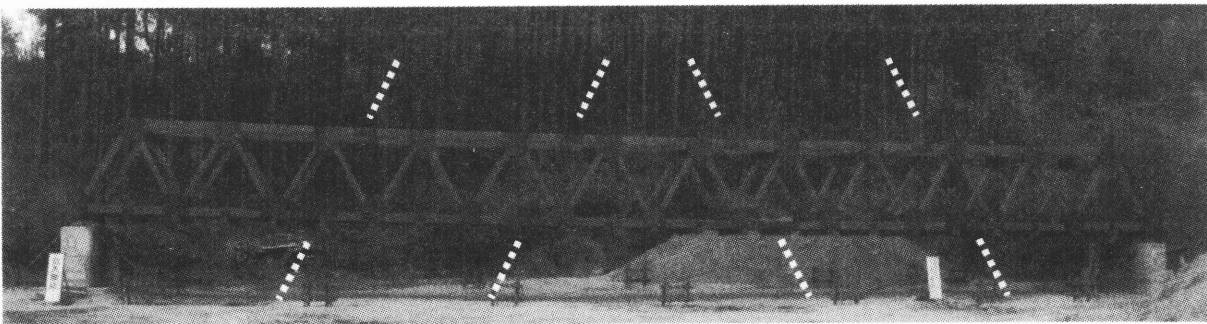


写真2 再組立した木造トラス橋 (破線は組立ブロック分割位置)

3. 部材の変化

解体後の部材調査を行った2004年3月を基準にとり、再組立前2007年3月の重量、縦振動、たわみ振動の各測定値の変化率を図2、図3にパーセント表示する。実験室内での保管により3~10%の重量減少があった。これは乾燥による水分減少と思われるが、これに関連して縦振動数が上昇している。たわみ振動数については、重量減少との間で一定の相関は見られず、腐朽など部材の傷みが大きかったものほど増加に転じているようでもある。

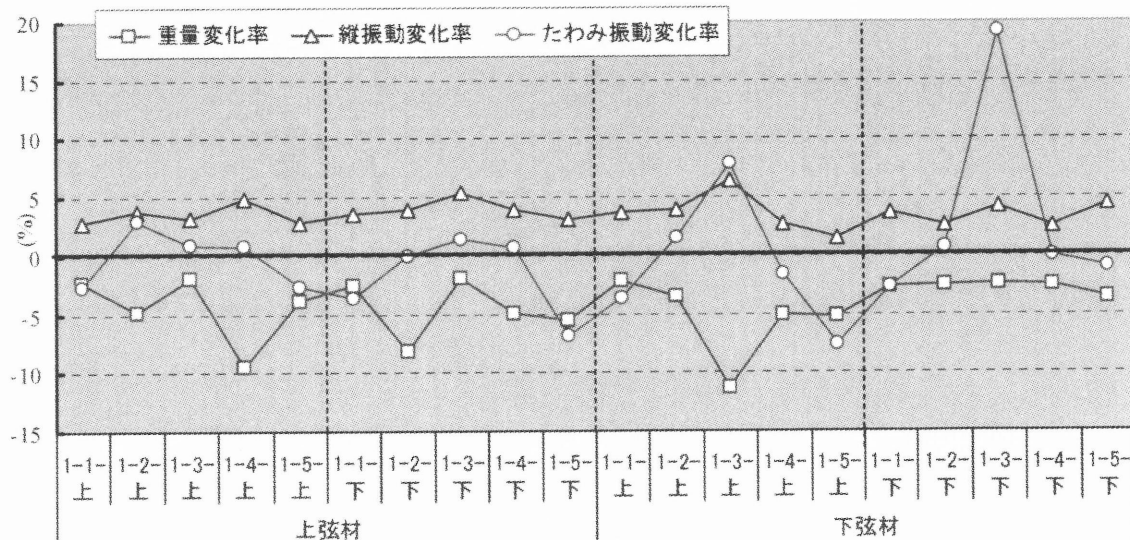


図2 部材保管前後での各測定値の変化 (上・下弦材)

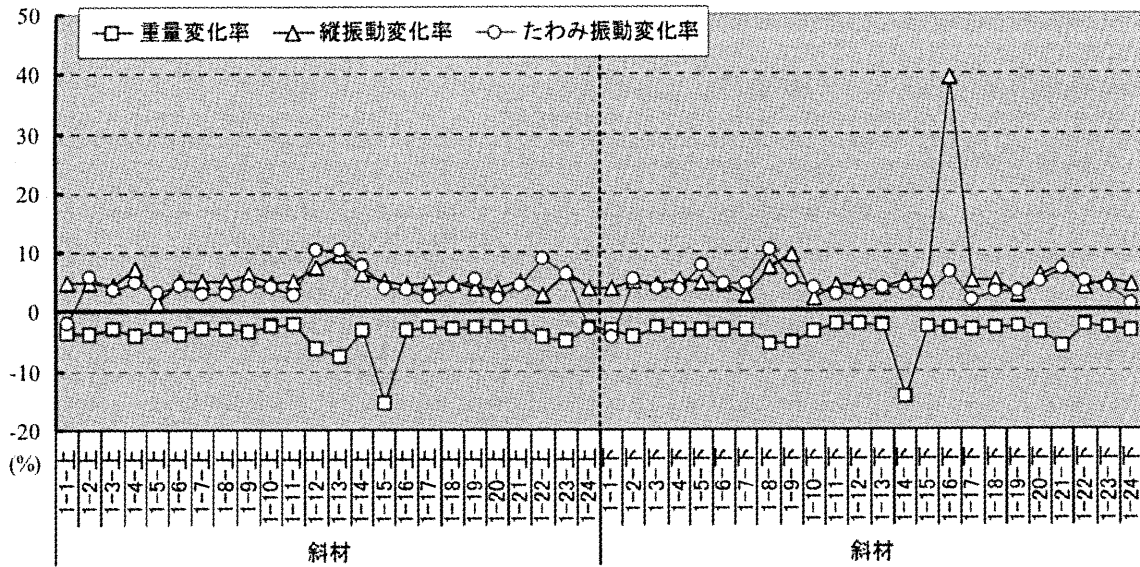


図3 部材保管前後での各測定値の変化（トラス斜材）

4. 再組立後の形状

再組立を完了して、足場の支保を外した直後の形状を図4に示す。形状は鉛直変位のみを、水準測量（測定器の最大分解能は0.1mm）で測定したが、全体として滑らかに変形していることが良くわかる。再組立は水平な状態で完了したが、足場による支持を解放すると、ボルト接合部の滑り及び接合金物と木部の隙間が詰まり、滑らかな懸垂線状に垂下した。当該橋は、キャンバー（むくり量）を設定せずに製作されたために、接合部のボルトクリアランス他の遊びが自重によって押し詰まり、全体変形として観測されたものである。また、再組立時のボルト締め付けによって発生した鋼板と木材の摩擦接合が、それより大きな接合部作用力によって滑り、変形が固定されたものと思われる。この摩擦力は、屋外に組み立てられた木橋の木部材の吸放湿および鉄材料の温度変化に伴う伸縮によっても変化し、ボルト軸部の支圧接合に完全移行するまで続くものと思われる。同様の現象は1990年3月の架設時にも生じている。再組立直後の最大変位 (sag) は159.8mmであり、支間36mに対しての比率は0.44%であった。

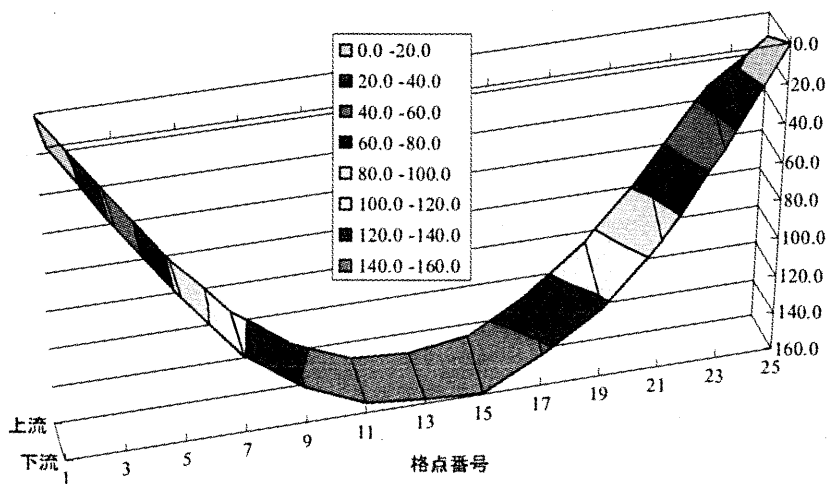


図4 足場支持解放直後の鉛直変位 (mm)

5. 構造体の変化

足場支持開放の翌日、再組立後の構造性能を確認するために簡単な荷重実験を行った。実験は、支間中央の床板上にコンクリートブロック（約500kgw）二つを順次積載し、最大で約1twの荷重を支間中央に作用させ、下弦材格点金物下面の鉛直変位を水準測量によって測定した。荷重前からの相対変位として最大3.2mmの鉛直変位を生じた。解体直前の2003年12月にも同様の荷重実験（積載荷重は1,339kgw）を行っているので比較してみるとその鉛直変位の最大は2.1mmであり、荷重前後の総大変軽量は再組立後のほうが大きい。鉛直変形量を図5に示す。左右対象に振れているようであるが、絶対的な変形量は少なく、一部で連続した弦材を持ち、また立体的な構造を成すトラス橋であるために安定した挙動を示した。前述した接合部滑りや隙間がまだ残っているとも考えられるが、除荷によってほとんど回復しているようであり、今後、何回か予定している荷重実験によって継続的に検証を進める予定である。

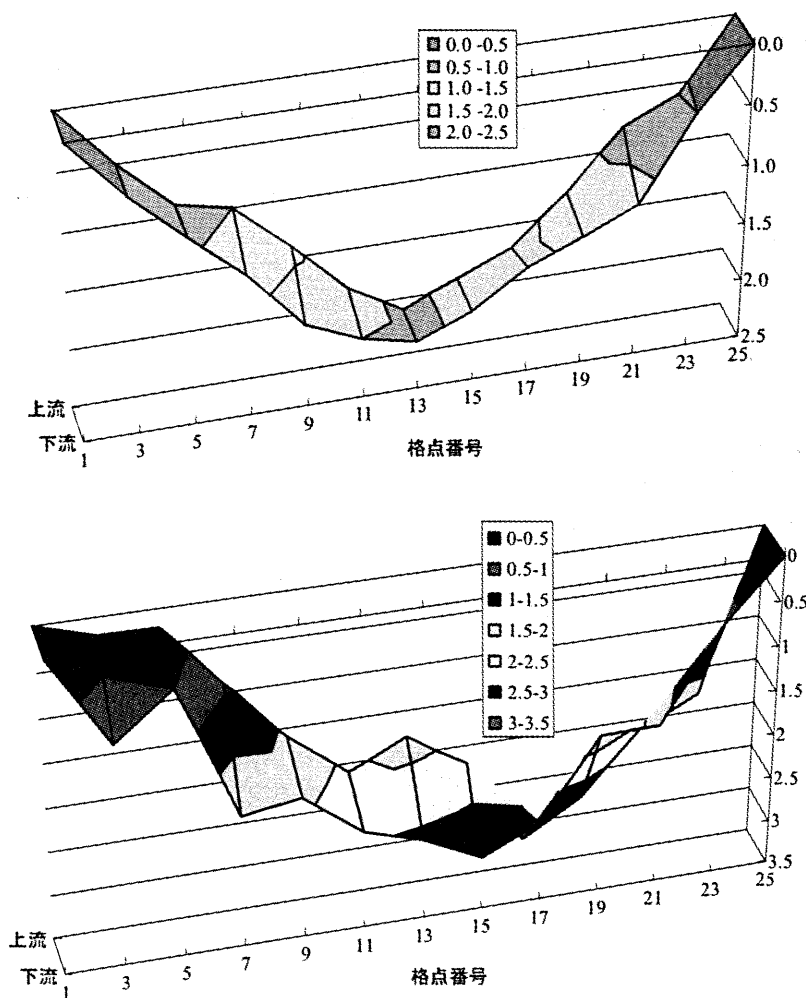


図5 荷重積載に伴う相対変位 (mm)
上は解体前の2003/12、下は再組立後の2007/03

再組立後の全重量の変化を図6に示す。降雨による重量増加と、晴天が続いて付着水分蒸発による重量減少が観察できる6月後半からは梅雨の時期に入ったこともあって重量が顕著に増加している。図中には、4基のロードセル間の最大値と最小値の差を偏差量として併せて表してみたが、時間的経過に伴って偏差量が減少傾向にあり、接合部や部材が馴染み、変形して不整合量が減少しているものと思われる。

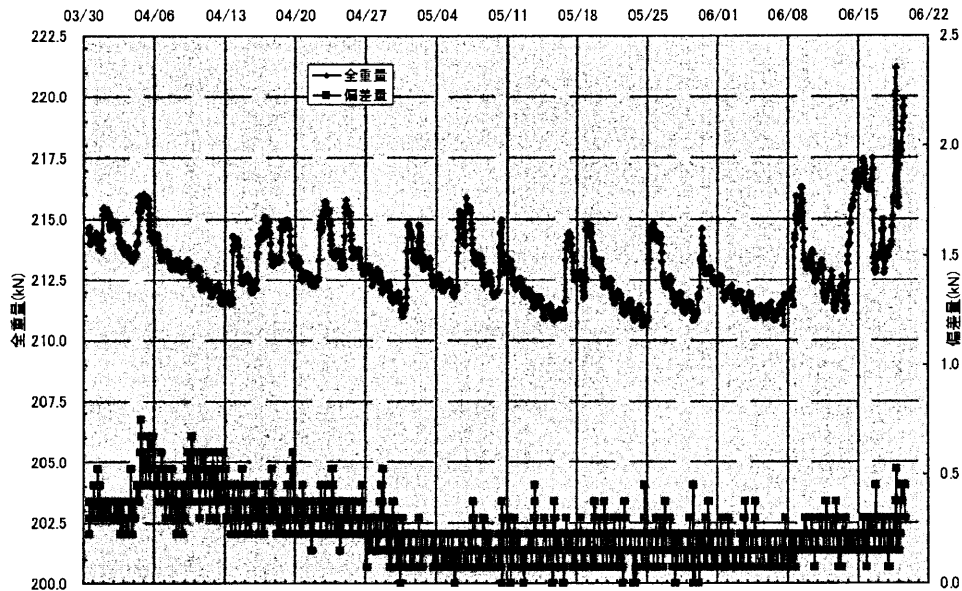


図 6 再組立した木橋の全重量とロードセル間偏差量

6. まとめ

13年間の供用履歴を持つ木橋を再組立し、解体直前と同じ項目を調査し、両者を比較した。まだ最終的な結論には至っていないが、定期的・継続的な実験観測を開始したことにより、今後、解明が進むことを期待している。

本研究は、独立行政法人 森林総合研究所 運営費交付金によって実施したものである。また、本研究の実施にあたり、広島県立林業技術センター（現 広島県立総合技術研究所 林業技術センター）、銘建工業(株)並びに同社 孕石剛志氏、(株)河本組他、関係各位に多大なる協力をいただきました。ここに記して感謝いたします。

本研究の内容は、平成19年度開始の独立行政法人 森林総合研究所 運営費交付金プロジェクト研究「既存木橋の構造安全性を維持するための残存強度評価技術開発」に引き継がれ、第1径間の載荷破壊実験、第2径間の再組立と補修・補強技術開発などが追加実施される予定です。

参考文献

- 1) 軽部正彦・宮武 敦・渡辺 浩:木橋計画の妥当性、土木学会 木橋技術に関するシンポジウム論文報告集、pp. 79-82, 2001/07.
- 2) 飯村豊:新しい木橋の事例、木材工業、Vol.54, No.9, pp. 432-435, 1999/09.
- 3) 鈴木憲太郎・軽部正彦・宮武 敦・加藤英雄:ボンゴシ材を使った公園用木橋の落下について、木材工業、Vol.55 No.2, pp.78-81, 2000/02.
- 4) 軽部正彦・宮武 敦・鈴木憲太郎・加藤英雄:ボンゴシ材を用いた公園用木橋の落下調査報告、日本建築学会 技術報告集、No. 12, pp. 89-92, 2001/01.
- 5) 藤田和彦・軽部正彦・宮武 敦・渡辺 浩:13年で架け替えられた木橋の経緯と履歴、土木学会 第3回木橋技術に関するシンポジウム論文報告集、pp. 127-132, 2004/07.
- 6) 土木学会 木橋技術小委員会:木橋事例集、土木学会 木橋技術に関する講習会・テキスト・シンポジウム論文報告集、pp. 304-307, 2001/07.
- 7) 藤田和彦:さようなら かつば橋、木材工業、Vol.59, No.5, pp. 229-232, 2004/05.
- 8) 軽部正彦・藤田和彦・宮武 敦・原田真樹・平松 靖・渡辺 浩:架橋後 13年経過した木橋の調査概要と移設実験、土木学会 第3回木橋技術に関するシンポジウム論文報告集、pp. 133-138, 2004/07.
- 9) 原田真樹・長尾博文・加藤英雄・井道裕史・宮武 敦・平松 靖・軽部正彦・藤田和彦・Yin Yafang:架橋後 13年経過した木橋部材の非破壊調査報告、土木学会 第3回木橋技術に関するシンポジウム論文報告集、pp. 139-146, 2004/07.