

課題名：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

主査氏名（所属）：林 知行（木質資源利用担当研究コーディネータ）

担当部署：構造利用研究領域、複合材料研究領域、木材改質研究領域

参画機関：広島県立総合技術研究所 林業技術センター、愛媛県農林水産研究所 林業研究センター、奈良県森林技術センター、福岡大学、山佐木材株式会社、銘建工業株式会社

研究期間：平成19～21年度

1. 目的

木橋の点検法や補修技術は最近ようやく整備され始めたが、現存する木橋には、構造安全性上の問題を抱えたものが相当数存在すると思われる。とはいえ、多額の費用が掛かる架け替えができないものについては、健全度を的確に判断し補強・補修する技術を早急に開発する必要がある。

本研究では、経年劣化のある実際の木橋を使って部材及び接合部の非破壊強度評価技術を開発し、その構造体を破壊実験することで残存強度を的確に推定し得る構造強度評価技術を開発する。併せてこの劣化部位を有効に補修・補強する技術を開発し、既存木橋の構造安全性維持、ひいては既存木造建築物の構造安全性と木質資源の有効利用に資するものである。

2. 全期間における研究成果の概要

13年の橋梁履歴を持つ既存木橋の内、第1径間（36m）を2007年3月、第2径間（18m）を同年9月に再組立した。以降、全体重量と中央垂下量、各部位の温湿度を測定した結果、降雨時には重量増加し、天候回復時には重量減少しながら変形が進むことがわかった。また各部材は、適時に各種非破壊検査を実施し続けたところ、深刻な劣化部位を見出し、破壊載荷実験の破壊起点を事前に予測することができた。また接合部実験から、対象木橋では部材劣化が接合部強度に対してあまり影響を及ぼさないことがわかった。

世界にも例を見ない土嚢積載による破壊実験は2008/06/18に実施した。26袋（94.4kN）積載で上流側下弦材が引張破断し、53袋（189.7kN）積載で下流側上弦材が圧壊し木橋全体が落下した。付着していた子実体から、破壊箇所がワタグサレ菌（推定）、敷梁がチョークアナタケ（確定）による腐朽とわかった。

破壊実験後の健全部材を集めて半分長（18m）の木橋に再編し、その半分長には部材カバーを、第2径間の半分長には屋根を追加するなどして、補修・構造的改修方法の実際的検討を2008/12より開始した。

以上の他、愛媛県下及び岡山県下の供用中木橋の補修・点検現場に赴き、非破壊調査・測定と、劣化状況に応じた補修・補強方法の現地検討を行い、現場関係者に対して技術的な助言を行なった。

3. 全年度の発表業績

- 1) 柳川靖夫・川井秀一・林 知行、繊維材料による部材接合部の強化(Ⅲ) ポリビニルアルコール繊維シートの接着と屋外ばくろ後の集成材含水率、日本木材学会 大会研究発表要旨集、57、PH002、2007.08
- 2) 軽部正彦・長尾博文・林 知行・加藤英雄・宮武 敦・藤田和彦・築山健一、13年の供用履歴を持つ木造トラス橋の再組立、日本木材学会 大会研究発表要旨集、57、PH012、2007.08
- 3) 軽部正彦・藤田和彦・築山健一・長尾博文・宮武 敦、13年で架け替えられたトラス木橋の再組立とその変化、土木学会 第6回木橋技術に関する論文報告集、113-118、2007.08
- 4) 加藤英雄・軽部正彦・井道裕史・原田真樹・平松 靖・長尾博文・藤田和彦・築山健一、13年間使用された木造トラス橋部材の超音波伝播法による非破壊調査、日本木材加工技術協会 第25回年次大会(旭川)講演要旨集、89-90、2007.9
- 5) 軽部正彦・林 知行・新藤健太・青木謙治・藤田和彦・築山健一、再組立した木造トラス橋の全重量変化と変形の進行、日本木材学会 大会研究発表要旨集、58、PH014、611-612、2008.03
- 6) 青木謙治・軽部正彦・新藤健太、13年の供用履歴を持つ木造トラス橋の振動特性、日本木材学会 大会研究発表要旨集、58、PH015、613-614、2008.03
- 7) Atsushi Miyatake・Tatsumi Kobayashi・Hideyuki Honda、The Glulam bridges : Last two decades in JAPAN、Conference proceedings of 10th World Conference on Timber Engineering (CD-ROM)、2008.6
- 8) KARUBE Masahiko・MIYATAKE Atsushi・Hideo KATO、Report on the collapse of bridge made with Bongossi in 1999、Conference proceedings of 10th World Conference on Timber Engineering (CD-ROM)、

2008.6

- 9) 新藤健太・平松靖・山本幸一、タイ国ワンポーにおいて供用されている木製鉄道橋の概況調査、第7回木橋技術に関するシンポジウム論文報告集、51-56、2008.8
- 10) 渡辺浩・藤田和彦・宮武敦・佐久間太亮、用倉大橋の地覆と高欄材の健全度診断の検討例、第7回木橋技術に関するシンポジウム論文報告集、111-118、2008.8
- 11) 原田真樹・加藤英雄・井道裕史・藤田誠・長尾博文・平松 靖・宮武 敦・西村 健・藤田和彦・築山健一・軽部正彦、ベイマツトラス橋部材の非破壊測定値の分布性状および劣化との関係、第7回木橋技術に関するシンポジウム論文報告集、119-128、2008.8
- 12) 軽部正彦・林 知行・加藤英雄・宮武 敦・新藤健太・青木謙治・藤田和彦、13年の供用履歴を持つ既存木橋の載荷破壊実験、第7回木橋技術に関するシンポジウム論文報告集、129-134、2008.8
- 13) Takeshi Nishimura・Hideo Kato・Nobuaki Shirai・Takashi Watanabe、Chemiluminescence approach for non-destructive evaluation of early wood decay in high sensitivity、Abstracts and Proceeding of MIE BIOFORUM 2008、136-137、2008.9
- 14) 山本 健・花ヶ崎裕洋・藤田和彦・軽部正彦・林 知行・長尾博文・宮武 敦・新藤健太・青木謙治、13年使用したトラス木橋の載荷破壊試験、日本木材学会中国・四国支部大会研究発表要旨集、16-17、2008.9
- 15) 軽部正彦、木質構造物の安全性検証について、木材情報、208、5-7、2008.9
- 16) 軽部正彦、木橋を安全に破壊する方法、Journal of Timber Engineering、85、135-140、2008.9
- 17) 軽部正彦・新藤健太・青木謙治・加藤英雄・原田真樹・林 知行・藤田和彦・山本 健・原田浩司、再組立した既存木造トラス橋の載荷破壊試験（その1）全体概要と予備試験、日本木材学会大会研究発表要旨集、58、H15-1615b、2009.3
- 18) 山本 健・藤田和彦・花ヶ崎裕洋・軽部正彦・新藤健太・青木謙治・林 知行、再組立した既存木造トラス橋の載荷破壊試験（その2）破壊載荷実験の概要と破壊状況、日本木材学会大会研究発表要旨集、58、H15-1630b、2009.3
- 19) 青木謙治・軽部正彦・新藤健太・林 知行・藤田和彦・山本 健、再組立した既存木造トラス橋の載荷破壊試験（その3）各部変形とひずみの計測、日本木材学会大会研究発表要旨集、58、H15-1645b、2009.3
- 20) 青木謙治、軽部正彦、新藤健太、林 知行、藤田和彦(広島総研)、山本 健(広島総研)、再組立した既存木造トラス橋の載荷破壊試験（その4）主要測定点の挙動、日本木材学会大会研究発表要旨集、58、PH015、2009.3
- 21) 山本 健・藤田和彦・花ヶ崎裕洋・軽部正彦・宮武 敦・林 知行、再組立した既存木造トラス橋の載荷破壊試験（その5）破壊後の部材断面と含水率、日本木材学会大会研究発表要旨集、58、PH016、2009.3
- 22) 軽部正彦・林 知行・加藤英雄・宮武 敦・藤田和彦・山本 健・柳川靖夫、再組立した既存木造トラス橋の載荷破壊試験（その6）再編組立架設と屋根・カバーの設置、日本木材学会大会研究発表要旨集、58、PH017、2009.3
- 23) 加藤英雄・西村 健・原田真樹・井道裕史・軽部正彦・青木謙治・長尾博文・藤田和彦、13年の供用履歴を持つ既存木橋の非破壊試験、日本木材保存協会年次大会研究発表論文集、25、20-25、2009.05
- 24) 加藤英雄、部材の非破壊検査技術、日本木材保存協会年次大会研究発表論文集、25、78-83、2009.05
- 25) 軽部正彦・青木謙治・新藤健太・藤田和彦、13年の供用履歴を持つ既存木橋の載荷破壊実験、日本木材学会木質科学シンポジウム、4、64-65、2009.05
- 26) 軽部正彦・青木謙治・新藤健太・藤田和彦・山本 健、世界初の実大木橋の破壊実験 - 壊してわかった既存木橋の残存強度 -、独立行政法人森林総合研究所平成21年版研究成果選集、32-33、2009.07
- 27) 原田真樹・加藤英雄・井道裕史・長尾博文・西村 健・藤田和彦・軽部正彦、ベイマツトラス橋周辺の温湿度環境に対する長期測定結果、第8回木橋技術に関するシンポジウム論文報告集、69-76、2009.08
- 28) 軽部正彦・青木謙治・新藤健太・藤田和彦・林 知行・加藤英雄・宮武 敦、載荷破壊した既存トラス木橋実験の結果解析、第8回木橋技術に関するシンポジウム論文報告集、77-84、2009.08
- 29) 宮武 敦・軽部正彦・藤田和彦・柳川靖夫・孕石剛志・渡辺 浩・原田真樹・井道裕史・平松靖・長尾博文、既設木橋を用いた各種補修技術とその効果の実験的検証、第8回木橋技術に関するシンポジウム論文報告集、85-90、2009.08
- 30) 柳川靖夫・宮武敦・林 知行・藤田和彦・山本健、FRPによる木橋の補修およびFRPを接着した集成材接合部の含水率、第8回木橋技術に関するシンポジウム論文報告集、91-??、2009.08
- 31) 青木謙治・軽部正彦・新藤健太・林 知行・藤田和彦・山本 健、三次元変位測定システムによる木

- 質構造物の大変形測定、日本建築学会技術報告集、15、31、735-738、2009.10
- 32) 軽部正彦、第2章 設計のための調査・試験 -4 木質材料の調査・試験、structure、112、32-35、2009.10
- 33) 加藤英雄・井道裕史・軽部正彦・原田真樹・宮武敦・長尾博文・藤田和彦・横尾謙一郎、13年間使用された木造トラス橋部材の強度試験、日本木材加工技術協会年次大会講演要旨集、27、87-88、2009.10
- 34) 加藤英雄、木質構造部材の非破壊評価、日本木材保存協会木材保存講座テキスト、27、15-25、2009.11
- 35) T. Nishimura・H. Kato・N. Shirai・T. Watanabe、Chemiluminescence approach for non-destructive evaluation of early wood decay in high sensitivity、Biotechnology of Lignocellulose Degradation and Biomass Utilization, Edited by Sakka et al., 83-88、2009
- 36) 西村 健、ケミルミネッセンスによる木材初期腐朽の高感度診断と劣化度評価、ケミルミネッセンス研究会講演要旨集、4、20-24、2009
- 37) 加藤英雄・軽部正彦・井道裕史・原田真樹・西村 健・青木謙治・宮武 敦・長尾博文・藤田和彦、載荷実験を行った木造トラス橋部材の強度試験、日本木材学会大会研究発表要旨集、60、2010.03 【投稿中】
- 38) 西村 健・加藤英雄・白井伸明・渡辺隆司、ケミルミネッセンスによる木材初期腐朽検知の試み-カワラケ腐朽材からの化学発光 と検出感度-、日本木材学会大会研究発表要旨集、60、2010.03 【投稿中】
- 39) KARUBE Masahiko・HAYASHI Tomoyuki・KATO Hideo・MIYATAKE Atsushi・SHINDOU Kenta・AOKI Kenji・FUJITA Kazuhiko、Destructive loading test of a rebuilt wooden bridge served for 13 years、World Conference on Timber Engineering、2010.06 【投稿中】

4. 評価委員氏名 (所属)

本田 秀行 (金沢工業大学 環境・建築学部 教授)

5. 評価結果の概要

本プロジェクトの内容は、既存木橋の安全性と保全法の確立するための残存強度の評価技術を開発することである。その内容は社会的に急を要する重要課題であることから、研究成果の社会的貢献度は非常に高い。19年度から3カ年に亘る本プロジェクトでは、木材の劣化状況と診断技術の開発、世界で初の実橋の破壊実験と残存強度推定の技術開発、補修技術の開発と検証などの内容に関して、精力的な研究が推進されて来た。そして、それらデータの分析も図られて、有用な成果と知見を得ている。より実用的な成果として社会に貢献するためには、更なるデータ分析と検討が残されており、各課題間の整合および集約を期待したい。

6. 評価において指摘された事項への対応

評価委員からは、本プロジェクト課題が解決しようとする問題について、その社会的重要性と研究活動の状況、取り組んで得た成果に対して、評価して頂くことができた。その一方で、より実用的な成果として社会に貢献するためには、更なるデータ分析と検討が必要との指摘を受けるとともに、各課題間の整合および集約を一層綿密に進めるように指導して頂いた。これらを受けて、より分かり易い成果集としてとりまとめが完了するよう、関係者の力を合わせて行くこととする。