

近代木橋の残存強度評価技術開発

誌名	愛媛県農林水産研究所林業研究センター研究報告
ISSN	13489534
著者名	田中,誠 藤田,誠
発行元	愛媛県農林水産研究所林業研究センター
巻/号	29号
巻号補足	
掲載ページ	p. 9-13
発行年月	2011年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



<資料>

近代木橋の残存強度評価技術開発

田中 誠・藤田誠

Tanaka Makoto, Fujita Makoto

愛媛県では、1999年度から公共建築物の木造化が推進されており、県下各地に多くの木造建築物が建設されているが、木造建築物の経年劣化状況の調査方法やメンテナンスについて体系化されたものは少ない。1999年9月宇和島市津島町の南予レクリエーション都市公園内の4橋の木橋のうち最もスパンの長い4号橋が落下した。この木橋は公園内の歩道橋として、1990年3月に架設されたボンゴシ材(*Lophira alata Banks ex Gaertn. f.*)によるトラス橋で、落橋の主原因は部材間接合部に発生した腐朽に伴う強度低下であったと考えられている(鈴木憲太郎ら(2000))。このことをきっかけに、木橋等木造構造物の劣化の非破壊診断、メンテナンスについての重要性が再認識されることとなった。本試験では、県内の木橋を対象とし劣化診断の方法として2007年に予備調査として、目視法、打音、ピロディン、シュミットハンマー、超音波伝搬速度、木ねじトルク判定等を行うとともに(矢田茂樹(2000))、採取された小試験体での曲げ・縦圧縮等の強度試験を行った結果、ボンゴシの強度を推定するには、密度および曲げヤング係数をパラメータとするのが適当である判明した。また、既存木橋の部材及び接合部に生じる劣化に特化した非破壊強度評価技術を開発するため橋の温湿度データの収集や含水率の測定を継続して行った結果、特殊な機器に頼らず出きるだけ非破壊で行える木橋の劣化診断として高周波含水率計による経年測定が有効であることが判明した。

キーワード — ボンゴシ, 非破壊試験, 木橋

1. 緒言

今回の橋の材料であるボンゴシは比重1.1と非常に重くそして硬い、そのため一般的に物質の硬度を測る上で有効なシュミットハンマーやピロディンなどでは硬い外側に阻まれ内部の劣化状況を正確に把握することができず、これらの内では超音波伝播速度と木ねじトルク判定が比較的比較的現場に適応され易い判定方法であることが判明し、曲げ試験による曲げ強度(MOR)とトルクの最大値(Tmax)間に高い相関が認められた。

これらのことから、架かっている多くの木造橋の劣化診断を行うためには、①非破壊で判断できること、②局所的な測定が可能であること、③年に数回、簡易に測定可能であることなどが上げられ、その先には、劣化度に合わせたメンテナンス手法や、更には腐朽し難い設計等への進展が期待されるところである。

そこで本研究では、同じ宇和島市津島町に残っ

ていたボンゴシ材のポニートラスト橋1号2号(写真-2, -3)も劣化が進んでおり、その他県下の木造橋を対象とし、橋のデータの収集と、温湿度の測定、含水率計など簡易な手法を用い非破壊で継続的に行うことができる劣化診断について検討した。

なお、本試験は2007年度から2009年度までの間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」で実施した。

2. 試験研究方法

【2007年度】

(1) 既往データの精査と愛媛県内に架橋された近代木橋の設計資料の収集

既往データの精査は、落橋したトラス部材から採取したボンゴシの曲げおよび縦圧縮試験データ、曲げ試験データについて実施し、架橋数の精査は、既往の文献によった。愛媛県内に架橋された近代

木橋の設計資料の収集は、既往文献および木橋の発注者または管理者などに対し行った。

(2) 現地調査による検討

<津島プレーランド1号橋および2号橋>

予備調査を2007年6月、本調査を10月に行った。非破壊試験は、目視試験、超音波伝播試験、穿孔抵抗試験(写真-4)を実施した。温湿度計は1橋あたり6カ所に設置し、2007年10月から2009年9月まで測定した。

<神の森大橋(写真-1)>

事前調査を2007年9月、予備調査を2007年10月、本調査を12月に行った。非破壊試験は、目視試験、超音波伝播試験、高周波容量試験、小木片による腐朽菌検出試験を実施した。温湿度計は9カ所に設置し、2007年12月から2009年9月まで測定した。

【2008年度】

(1) 現地調査による検討

<津島プレーランド1号橋および2号橋>

調査開始より年々川下側への傾きとそれに伴う、川下側上下弦の圧縮による破壊と上流側の引張による破壊が進行していた。(写真-5, -6) これらを比較的簡易な判断基準として2種類の含水率計(電気抵抗式・高周波式)で測定しその数値で部材の異常を評価できないか検討した。測定箇所は、1号橋2号橋の接合部と接合部周辺を10cm単位で測定した。基本的には森林総合研究所が超音波伝播試験を行った橋梁弦材のボルト接合部周辺とし、間隔も同じ材端部では、材端を起点に10cm間隔で5カ所、材端部以外では、ボルト中央部を起点として、材長方向に10cm間隔で5カ所とした。また、測定した弦材は1号橋及び2号橋の上弦部2,3及び下弦部2,3とした。

【2009年度】

森林総合研究所が実施する近代木橋の調査に同行し津島プレーランドの2橋及び砥部町神の森の劣化調査を行い、2007年に設置した温湿度計の回収と合わせて、橋の現状について再度試験を行い先に行った、非破壊パラメータと現状の関係を検討した。また、木橋の構造安全性に適した非破壊

測定手法を取りまとめた。

(1) 現地調査による検討

<津島プレーランド1号橋および2号橋>

設置された温湿度計を回収すると共に、先の非破壊検査で得たデータをもとに予測を立て、2橋の支保工を下げ、自立しているかどうかの確認と、また、橋の撤去が決まっていたため、撤去された橋から接合部等の部材を回収するした。(写真-7, -8)

<神の森大橋>

2007年の調査では下流側林道寄りのアーチ部材接合部周辺で含水率等に異常な値を示したが、その後、改修工事を行ったので、含水率を測定しその効果を確認した。

3. 結果と考察

【2007年度】

(1) 既往データの精査と愛媛県内に架橋された近代木橋の設計資料の収集

落橋したトラス部材から採取したボンゴシの曲げおよび縦圧縮試験データ、曲げ試験データについて検討したところ、容積重と曲げヤング係数、容積重と曲げ強度、曲げヤング係数と曲げ強度、容積重とたて圧縮強度との間に、危険率1%で正の相関が認められた。(図-1～-4) これらのことからボンゴシの強度を推定するためには、密度及び曲げヤング係数をパラメータとすることが適当と考えられる。

また、愛媛県内に架橋された近代木橋の設計資料の収集を収集した。

(2) 現地調査による検討

<津島プレーランド1号橋及び2号橋>

超音波伝播速度の累積相対度数曲線は、1号橋および2号橋ともに速度が遅い範囲の累積度数が年々高くなる傾向を示した。2006年時点では、2号橋よりも1号橋の方がその傾向は顕著だったが、2007年時点では、2号橋の方が1号橋よりも速度が遅い範囲における前年との差が大きかった。目視試験における接合部撮影では、調査開始時点には確認できなかった材の表面割れが、2007年時点

で多数発生している状況になっていることが明らかとなった。

＜神の森大橋＞

下流側林道寄りのアーチ部材接合部周辺で、打音および触診を併用した目視試験、超音波伝播試験、含水率計による高周波容量試験の全てが異常と思われる箇所を確認した。

【2008年度】

(1) 現地調査による検討

＜津島プレーランド1号橋および2号橋＞

含水率計での測定は電気抵抗式で796箇所、高周波式で797箇所を行った結果、高周波式の値で含水率が繊維飽和点(25～35%)の25%を超えていたのは31箇所(全箇所中3.9%)であった。20%以上と比較すると213箇所(測定箇所全体の26.7%)になった。25%以上、20%以上の含水率が測定された部位は特に接合部付近に限られてはおらず全体に分布していた。これは、水道や水溜り等又は密度異常を示す箇所が全体に広がっていること

を示している。

これらの結果と前度測定した超音波伝播速度の異常を示す箇所との関係を確認してみたが特に相関は得られなかった。

【2009年度】

(2) 現地調査による検討

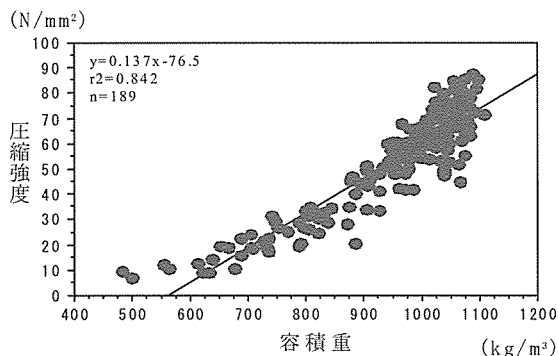
＜津島プレーランド1号橋および2号橋＞

設置された温湿度計を回収した。2橋の下部にひずみ計を設置し、橋の上部はレベル測量機で高さを測りながら支補工を下げ、橋の挙動を確認した結果、2橋とも支補工を下げるに従い落ちていった。最大で8 cm下がった時点で自立していないことを十分に確認できたので終了した。

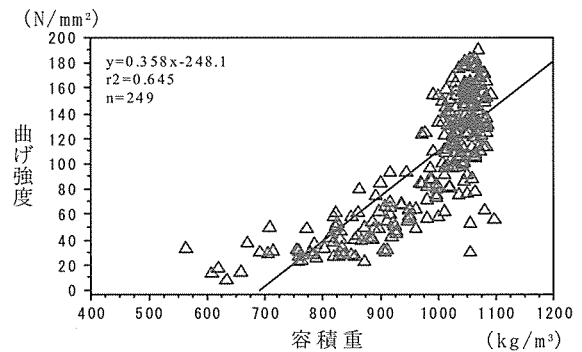
また、橋の改修工事後、撤去された橋から接合部等の部材を回収した。

＜神の森大橋＞

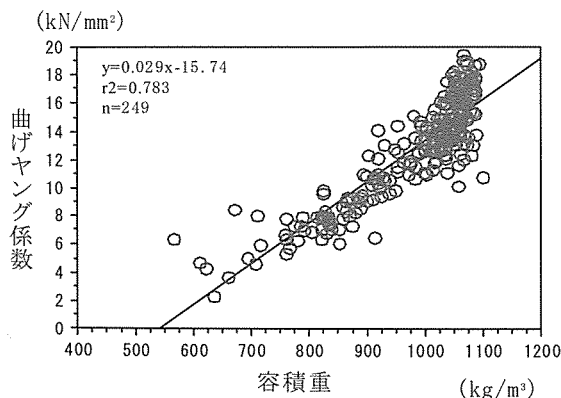
温湿度計を回収すると共に、2007年に異常な値を示した箇所などについて高周波含水率計で測定した結果、異常な値は測定できず、橋の塗装など



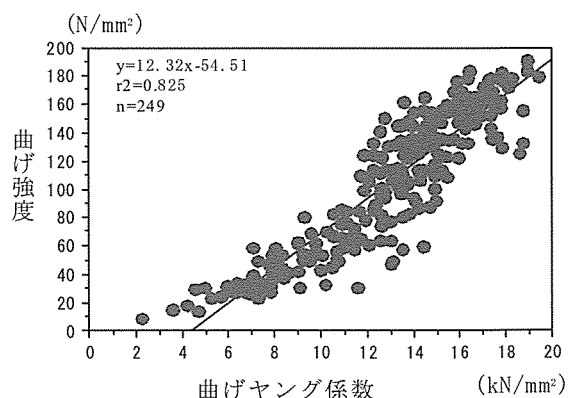
図一. 容積重と圧縮強度との関係



図二. 容積重と曲げ強度との関係



図三. 容積重と曲げヤング係数との関係



図四. 曲げヤング係数と曲げ強度との関係

の効果が確認できた。

4. 結論

津島プレーランド1号橋及び2号橋では、測定データをもとに異常であると判断し、この結果を持って県担当課に報告し2007年から通行止めとした。それ以降年々異常を示す箇所は広がり2010年には事実上の落橋を確認し事故となることなく改修工事に至った。

これらの実験を通して、本試験で行った各種非破壊測定が構造全体の性能を評価するための基礎データになり得ることが確認できた。

また、含水率の測定等、比較的簡易な方法で継続し測定することで改修や補修の必要性や部位の特定、また、改修や補修の効果を評価し得ることが実験的に明らかになった。

今後、これらの結果を更に実務者レベルにマニュアル化し普及することが今後の木造化を進める上での早急の課題である。

修(Ⅱ)ーピロディンおよび超音波による劣化診断

ー：日本木材学会大会研究発表要旨集：412

Anon：British Standard BS5268, Part2, 1996, p. 22.

Anon：Deutschen Norm DIN1052, Teil 1 (4), 1988, p. 4.

参考文献

土居修一, 佐々木貴信, 飯島泰男, 堀江和美(2000)
：木造橋のメンテナンスー(2)改めてメンテナ
スマニュアルの提案ー：日本木材学会大会研究
発表要旨集645.

堀江和美(1994)：エッキ材を用いた木造歩道橋に
ついて：日本木材学会北海道支部講演集：23-27.

堀江和美, 土居修一, 佐々木貴信, 飯島泰男(2000)
木造橋のメンテナンスー(1)エッキ材の耐久性能
評価についてー：日本木材学会大会研究発表要
旨集：645.

伊藤良介, 堀沢 栄, 渡辺 浩(2001)：ボンゴシ
橋から単離した担子菌の特性：日本木材学会大会
研究発表要旨集638.

小松幸平, 堀江和美, 黄 権煥(1998)：ボンゴシ
実大材の曲げ性能：木材学会誌, 44(5), 368-374.

鈴木憲太郎, 軽部正彦, 宮武 敦, 加藤英雄(2000)
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55：78-81

矢田茂樹(2001)エクステリアウッドの点検と補



写真-1 改修中の神の森大橋



写真-2 南レクプレイランドの1号橋(左)と2号橋(右)



写真-3 下流側に傾いた2号橋

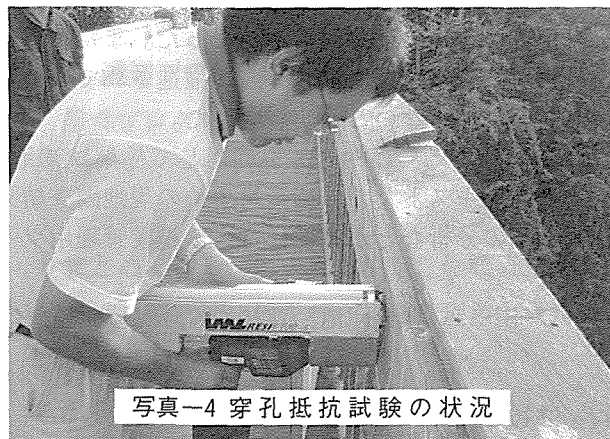


写真-4 穿孔抵抗試験の状況



写真-5 下流側に傾いた2号橋

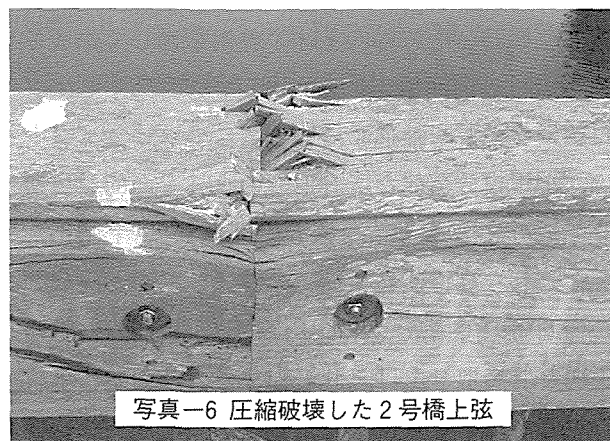


写真-6 圧縮破壊した2号橋上弦



写真-7 回収された上弦接合部



写真-8 回収中抜け落ちた接合部