

## 錦帯橋の定量的診断法の検討例

福岡大学 正員 渡辺 浩 不動テトラ 正員 江川 敦 福岡大学 正員 坂田 力

### 1. まえがき

錦帯橋は我が国を代表する木橋であり、我が国の木材利用技術の高さを示す木橋でもある。しかしながら、木橋であるがゆえにその維持管理が永遠の課題でもある。架設後 300 年の間に多くの修理、架け替えが行われてきたが、一般客が渡る橋でもあることから、その維持管理には経験的なもののみならず定量的な手法も求められるところである。本報告では、錦帯橋として使用されていた古材を対象にその残存性能を調べるとともに、各種診断法を適用して定量的な診断法の評価を行う。

### 2. 試験材

本研究にあたり岩国市から平成の架け替えにより 2002 年に撤去された第 3 橋の一部の譲渡を受けた。これは写真-1 のようにアーチ材の一部であり長さは約 5m である。外観では解体時に受けたと考えられる傷も散見されたが、腐朽としては横桁材の取り付け部回り、および最上部の階段状の平均木上面の劣化が目立っていた。いずれも漏水、滞水の影響によるものと考えられる。

### 3. 試験の概要と結果

#### 3.1 基本的な診断

始めに基本的な診断法で部材の劣化をどの程度知ることができるかを試みた。そこでまず片面から視認距離約 1m で目視による診断を行った。続いて千枚通しとハンマーによる打診・触診を加えた診断を行った。診断は、各部材、部位ごとに 3 段階で大まかに評価した。診断者は経験がほとんどない学生ら 7 名である。その結果、個々の診断結果には個人差はあるものの、多人数の診断結果の平均により相対的かつ、ある程度客観的な評価が可能であることがわかった。ただし、これらの診断は解体材を対象に室内で実施したものであるが、実橋では桁下は暗く、視線も鋭角で部材も交錯していることから同程度の診断結果は期待できないと考えられる。

#### 3.2 圧縮試験体の作製

5m のブロックのままでは部材の強度試験を行うことができないため解体し、写真-2 の各部材の比較的健全な部分から長さ 800mm の試験体を 1 本ずつ採取した。試験体はケヤキが 2 体、アカマツが 5 体、ヒノキが 4 体であるが、いずれの部材もほぞ穴や長さ方向における断面変化があり、断面積は一様ではなかった。

#### 3.3 診断機器を用いた診断

図-1 は各部材の超音波伝搬速度を示している。図-2 は一定エネルギー 6J で径 2.5mm のピンを打ち込んだときの深さを測定したものである。両者ともに異常とされる部材があるがそれらは必ずしも一致していない。これは超音波伝播速度では割れの影響を、ピン打ち込み深さでは表面の劣化の影響を受けやすいためと考え



写真-1 譲り受けた部材の全体の様子



写真-2 解体後の様子

キーワード：木橋、錦帯橋、維持管理、診断

連絡先：〒814-0180 福岡市城南区七隈 8-19-1 福岡大学工学部社会デザイン工学科・電話 092-871-6631・FAX092-871-6661

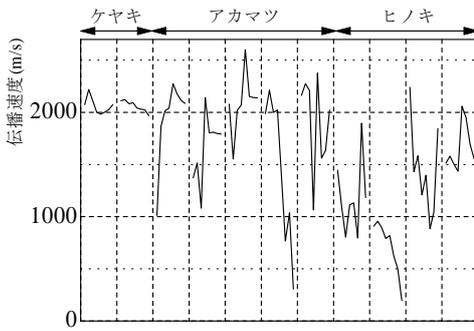


図-1 超音波伝播速度の測定結果

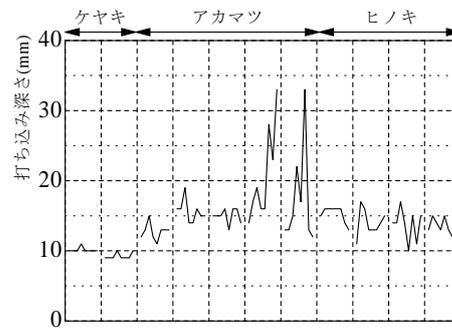


図-2 ピン打ち込み深さの測定結果

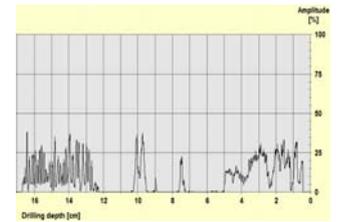


図-3 穿孔抵抗値の結果の例

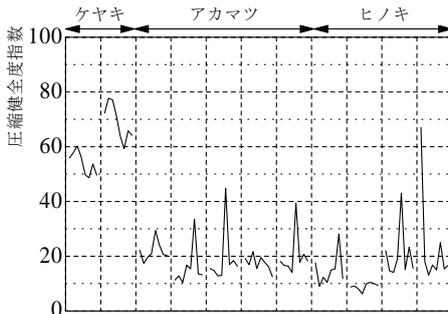


図-4 圧縮健全度指数の結果

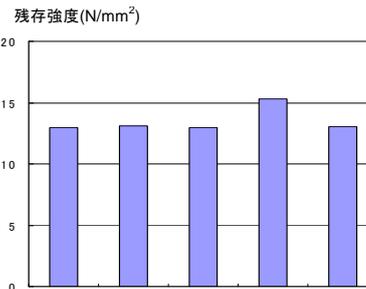


図-5 残存強度 (アカマツ)

られる。

図-3 は径 3mm の特殊なドリルで穿孔深さ毎の穿孔抵抗値を記録したものである。これを、密度が大きいほど穿孔抵抗値は大きいと考え、曲線より下側で囲まれた面積を深さで割って求めた単位深さ当たりの穿孔抵抗値を健全度指数とした。図-4 はその結果である。ここでは樹種による差が明瞭に現れている。またアカマツやヒノキの一部で見られる大きな値は節の影響によるものと考えられる。

### 3.4 縦圧縮試験

京大大学生存圏研究所木質材料実験棟の 1000kN 試験機を用いて縦圧縮試験を行った。図-5 は最大荷重と最小断面積から求めた残存強度をまとめたものである。なお、ケヤキの試験体は試験機的能力では破壊することができなかった。最小の断面積で整理されているため実際よりも大きい値であるとは考えられるが、おおむね普通構造材(針葉樹 III 類)の基準強度<sup>1)</sup>19.2N/mm<sup>2</sup>と同程度以上であった。しかし前述の診断で腐朽が疑われた試験体の残存強度は若干ながら小さかった。

## 4. 診断・評価法に関する考察

縦圧縮試験を行ったのはアカマツの 5 体のみであったが、残存強度は機器による 3 種類の診断値と 0.56、0.86、0.88 と相関が高かった。よってこれらの診断法により残存強度を推定することは可能であると考えられる。また目視等の基本的な診断結果と比較しても残存強度とある程度の相関があることがわかった。

## 5. まとめ

本報告では、錦帯橋の古材を対象に、実用的かつ定量的な診断手法による診断を実施するとともに、縦圧縮試験により残存強度を求め、それらの評価を行った。その結果、各種診断機器により部材の残存強度を推定することができること、また条件がよければ目視や打診・触診の基本的な診断法によってもある程度の腐朽を知ることができることがわかった。

**謝辞** 本報告で使用した錦帯橋古材は岩国市より譲渡していただきました。また各種診断と载荷試験は京大大学生存圏研究所木質材料実験棟共同利用研究の助成により実施しました。記して感謝いたします。

**参考文献** 1) 森林総合研究所：木材工業ハンドブック 第4版, 2004.