

集成材木歩道橋の連結部の剛性評価法

岩手大学大学院 学生員 ○山 口 隆 之
 日本大学工学部 正 員 五 朗 丸 英 博
 岩手大学工学部 正 員 宮 本 裕
 岩手大学工学部 正 員 岩 崎 正 二
 岩手大学工学部 正 員 出 戸 秀 明

1. まえがき

最近、集成材を用いた歩道橋が公園等を中心に架設されるようになってきた。この背景には、木材加工技術の進歩に伴い、木材を集成材として利用することにより強度・品質が安定した長期耐久性に優れた大断面の長大材の製作が可能になったことがあげられる。集成材は、ひき板を積層圧縮接着して工業的に生産されるため、長大材や湾曲材が比較的容易に製造できるという利点がある一方で、工場からの運搬が困難であることから、数部材に分割し現場で連結することが一般的である。このため、集成材を用いた歩道橋は、各部材の接合部の他に、分割された部材をつなぐ連結部が必要となり、その連結位置や連結方法が、構造物の静的及び動的特性に影響を与えることが考えられ、その剛性評価は重要な問題となる。著者らは既に集成材による歩道橋の振動実験と振動解析を実施したが¹⁾、解析においては、連結部の有無やその連結部の部材接合条件が解析結果に相違をもたらすことを明らかにした。特に、連結部をバネ要素でモデル化した場合に、バネ定数を予め決定しておくことは、解析上必要なことであり、木橋連結部の静的及び動的特性を早急に明らかにしておくことは、木橋を研究する上で重要であると思われる。一般に木構造の橋梁は固有振動数が問題となることは少ないと思われるが、今後の木橋の長大化とともに重要性が増すと考えられ、この種の研究が必要になってくるとと思われる。著者らは文献1)において木歩道橋の部材連結部にバネ要素を用いるモデル化を提案し、そのバネ定数を決定する方法として固有振動数の数値解析値を実測値に収束させる最適化手法を提案した。しかし、この連結部剛性評価法は構造物の架設後にしか適用できない。この問題を解決するために本研究では、岩手県下閉伊郡田野畑村の思惟公園内に架設された秋田スギの集成材を主材料とする下路式アーチ形式歩道橋（写真-1）の部材連結部に注目し、連結部を含む実物大の集成材試験体を作成し、静的及び動的実験を行うことにより連結部の静的及び動的特性を明らかにしようと試みた。

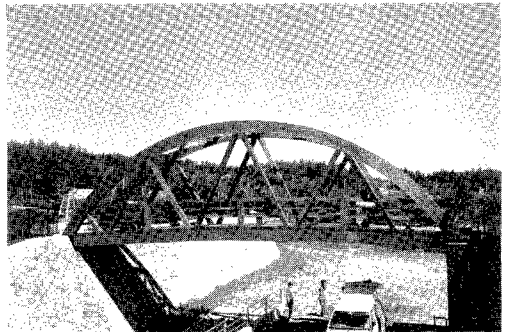


写真-1 下路式アーチ形式歩道橋

2. 部材連結部のバネ要素を用いたモデル化

本研究の対象である下路式アーチ形式歩道橋の部材連結部は、木部材の中に1000×60×9(mm)の鋼板4枚を挟んで両側から12本のボルトで固定する鋼板挿入型ボルト接合（写真-2）となっている。本橋の連結部は、アーチ部と下弦材に計8カ所設置されているが、他の部材との接合はなく、極めてシンプルな連結構造となっている。そのため本橋の部材連結部は半剛結の特性を有するもの



写真-2 ボルトをはずした状態の連結部

と考えた。そこで、数値解析をする上での1つの方法として、本橋の部材連結部に3次元バネ要素を用いたモデル化を行い、以下に述べる静的及び動的の局部実験を行い、それらの実験より3次元バネ要素の静的及び動的バネ定数を決定しようと試みた。

3. 実大局部実験と数値解析

実大局部実験では連結部が有る場合と無い場合について集成材梁試験体（幅22cm、高さ45cm、長さ286cm等）を作成して行った。静的局部実験では縦圧縮試験、純せん断試験、純曲げ試験を行ない、それらの荷重-変位曲線より部材連結部の静的バネ定数を求めた。動的局部実験では写真-3に示すように、試験体を2本のロープで吊り、試験体に縦打撃実験と曲げ打撃実験を行い、その応答加速度から周波数応答関数を求め、その卓越振動数から固有振動数を推定した。また、縦打撃及び曲げ打撃実験より求められた動的ヤング係数と固有振動数を振動数方程式に代入して動的バネ定数を逆算する数値解析手法を提案した。

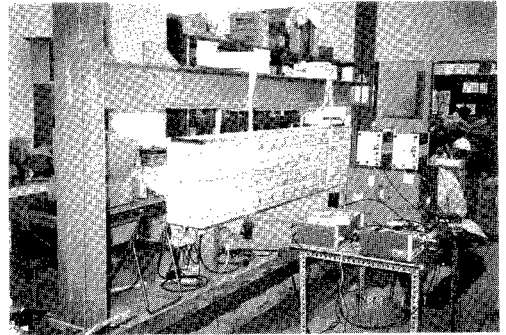


写真-3 打撃加振実験状況

4. 実験結果の考察

本研究の静的及び動的実験から推定されたバネ定数と文献1)における全体構造を考慮した最適化手法により推定されたバネ定数を表-1に示す。最適化手法とは構造物の1次及び2次固有振動数の実測値と、6個のバネ定数を変化させて計算した数値解析値の誤差が最小となる最適バネ定数を求める手法である。表-1より、静的実験から得られたバネ定数の値は、動的実験から推定した結果より大きく算出された。また、 K_x と K_z は静的、動的結果ともほぼ同様な値が得られている。最適化手法の K_z の値は、動的実験結果と一致しており、回転バネ定数は静的、動的結果と比較して大きく評価していることがわかる。今回得られた局部実験結果と全体解析（最適化手法）の結果が一部を除いて大きく異なったことより、連結部剛性評価が局所的な考察のみでは十分でなく、全体構造の影響を考慮しなければならないと思われるので今後の検討課題としたい。

表-1 バネ定数の比較

| バネ定数 | 動的実験 | 静的実験 | 最適化手法 |
|--------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| K_x (kgf/cm) | 5.17×10^5 | 6.39×10^5 | 9.76×10^4 |
| K_y (kgf/cm) | 4.13×10^3 | 2.60×10^4 | 1.34×10^5 |
| K_z (kgf/cm) | 1.56×10^4 | 4.04×10^4 | 1.56×10^4 |
| $K\theta_x$ (kgf·cm/rad) | - | - | 8.94×10^{12} |
| $K\theta_y$ (kgf·cm/rad) | 4.95×10^6 | 4.59×10^9 | 2.79×10^{13} |
| $K\theta_z$ (kgf·cm/rad) | 3.45×10^9 | - | 1.26×10^{13} |

(K_i , $K\theta_i$: i方向バネ定数、i軸回りの回転バネ定数)

5. あとがき

本研究では、連結部を有した実物大集成材梁を用いて静的実験と動的実験を行い、連結部の剛性評価を行った。これからの検討課題として、以下のようなものが考えられる。(1)試験体軸回りのねじれに関する静的及び動的バネ定数 $K\theta_x$ を求める実験方法を開発する。(2)今回の静的実験では1方向の荷重のみで行っているが、載荷-除荷の反復による実験を行い、耐荷力を算出する²⁾。(3)本研究では鋼板挿入型ボルト接合の連結部についての実験を行ったが、他の連結方法（例えば、鋼板側材型ボルト接合）で同様の実験を行い、連結方法の違いが構造物に及ぼす影響についても明らかにする。最後に、本論文をまとめるにあたり、田野畑村役場、三井木材工業(株)、(株)リンデンバウム遠野の方々に大変お世話になりました。記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 出戸秀明、五朗丸英博、岩崎正二、宮本裕、土田貴之：集成材を用いたアーチ形式歩道橋の振動実測と解析、構造工学論文集、Vol140A、pp.1321-1330、1994.3
- 2) 日本建築学会：木構造計算基準・同解説、pp.219-222、技法堂、1992.8