

プレストレス木箱桁橋の剛性低下について

環境構造工学講座 10722 齊藤 輝
 指導教員 後藤文彦

1. はじめに

間伐材利用のために考案されたオンサイト木橋は、組み立てが簡単で応急橋としても適しているため、これを被災地での運搬や架設の容易性に特化したプレストレス木箱桁橋も提案されている。私の研究では、箱型断面のプレストレス木箱桁橋の左右の端に補剛材をつけることによるせん断変形への影響を実験と有限要素 (FEM) 解析で確かめた。

2. モデル

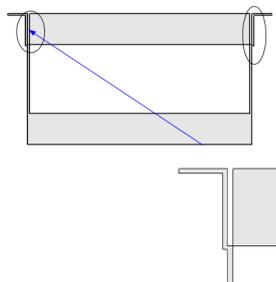
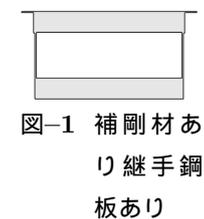


図-2 補剛材あり継手鋼板なし

扱うモデルは、図-1 のような箱型断面のプレストレス木箱桁橋の上部左右に補剛材をつけたモデルと、図-2 のような補剛材と木材との間の鋼板がないモデル、図-3 のような補剛材がないモデルの3つである。断面の寸法等については、表-1 に表している。実験は、図-1 のモデルは3点曲げで200kNまで載荷試験を行い、図-3 のモデルは100kNまで載荷した。図-4 は、実際に行った実験の写真である。



図-4 補剛材あり継手鋼板ありの載荷実験

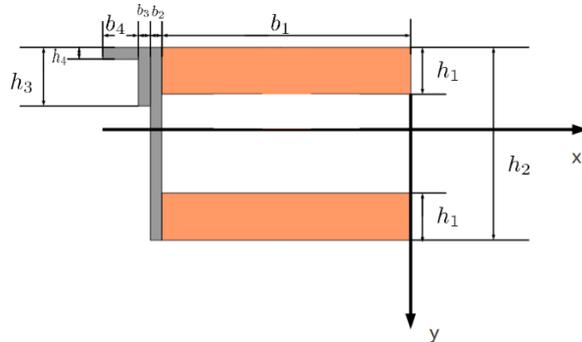


図-5 補剛材あり鋼板があるモデル

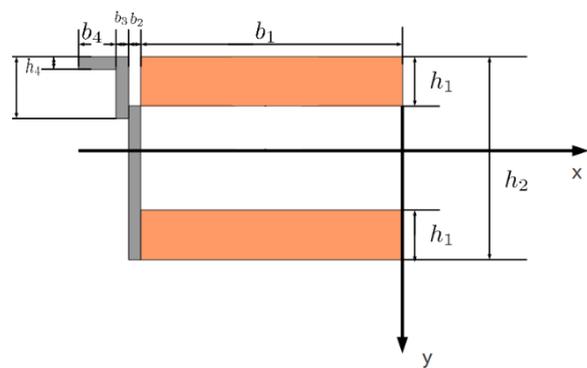


図-6 補剛材あり鋼板がないモデル

表-1 材料諸元

| | |
|-----------------|----------|
| 角材の長さ b_1 | 120mm |
| 鋼板の長さ b_2 | 9mm |
| 継手部分の長さ b_3 | 7mm |
| 継手部分の長さ b_4 | 68mm |
| 角材の高さ h_1 | 120mm |
| 鋼板の高さ h_2 | 500mm |
| 継手部分の高さ 1 h_3 | 125mm |
| 継手部分の高さ 2 h_4 | 7mm |
| 木材のヤング率 E | 7.694GPa |
| 鋼板のヤング率 E_2 | 206.0GPa |
| ポアソン比 | 0.30 |
| 全体の幅 | 7.0m |

キーワード: 木橋, プレストレス木箱桁橋

連絡先: 後藤文彦 (<http://www.str.ce.akita-u.ac.jp/~gotou/>)

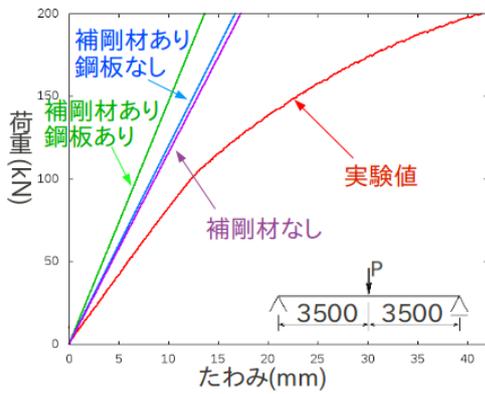


図-7 FEM 解析値と補剛材あり継手鋼板あり実験値の比較 (3点曲げ)

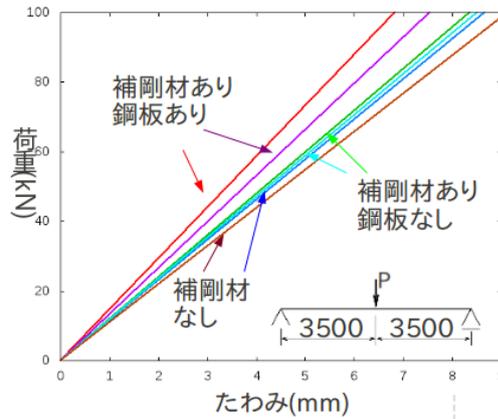


図-8 FEM 解析値とティモシェンコ梁の理論値との比較 (3点曲げ)

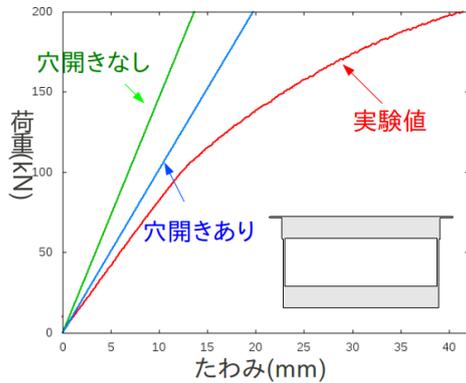


図-9 補剛材あり継手鋼板あり FEM 解析値と補剛材あり継手鋼板あり実験値の比較 (3点曲げ)

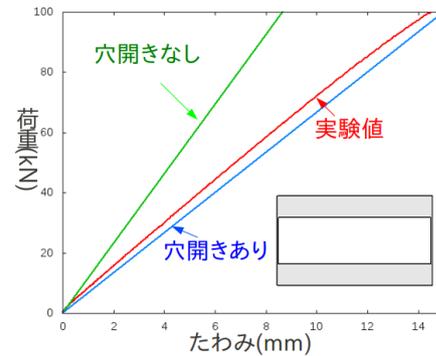


図-10 補剛材なし FEM 解析値と補剛材なし実験値の比較 (3点曲げ)

3. 解析手法

先述した3つのモデルのFEM解析と、実験値の比較を行う。FEM解析では、モデルをCalculiX 2.3によって解析する。実験によって得たたわみと、FEM解析で得たたわみを比較し、それぞれの曲げ剛性を確かめ、補剛材による影響を考察する。

4. 解析結果

図-7は、FEM解析と実験値を比較した結果である。これらのFEM解析で得たたわみ値を、ティモシェンコ梁のたわみの式 $\frac{Pl^3}{48EI} + \frac{Pl}{4k*EA}$ にBankの修正せん断補正係数 k^* (-角材を用いたオンサイト応急橋のせん断挙動)¹⁾を適用した式で得られるたわみと比較したのが図-8である。FEM解析値と実験値との誤差を小さくするため、FEMモデルに実験で使われたモデルと同じく鋼板部分に存在する穴を追加した穴開きモデルをつくり、FEMで解析を行った時の解析値と実験値とのグラフが図-9、図-10

である。実験値では、載荷荷重100kN付近で大きく傾きが変わっているが、実際に、実験で補剛材あり継手鋼板ありの実験モデルを200kNまで載荷した破壊試験では試験後に実験モデルの継手鋼板部分に広がりが見られた。このことから、今回のケースでは、載荷荷重が100kN付近に達したとき、継手鋼板の広がりにより補剛材部分や継手鋼板部分の剛性性能が発揮されなくなったと考えられる。

5. まとめ

プレストレス木箱桁橋においては、補剛材がない場合には、鋼板部分の穴開きを想定したモデルによるFEM解析で剛性を評価することは十分可能である。しかし、補剛材がある場合には、上部鋼板部分(継手)による剛性低下が発生する可能性があるため、過大な荷重を受けた場合の上部鋼板部分の状態を想定してFEM解析をする必要がある。

参考文献

1) 滝田 拓史, 後藤 文彦, 佐々木 貴信, 清水 光弘, 安部 隆一: 角材を用いたオンサイト応急橋のせん断挙動, 木材利用研究論文報告集 12, pp. 41-45, (2013).