

# 接触を考慮したプレストレス木箱桁橋の数値モデル化

環境構造工学講座 13706 海老 拓紀  
指導教員 後藤 文彦

## 1. はじめに

間伐材の有効利用のために考案されたプレストレス木箱桁橋（通称オンサイト木橋）<sup>1)</sup>は、角材と鋼板または合板を組み合わせて簡単に組立てられるので、被災地の応急橋としての利用にも期待されている。既に主に秋田県内の数カ所に架設されているが、過大な荷重を受けた場合に鋼板部と角材部の接触面で滑りが生じ得る。そこで摩擦係数を与えた接触解析により、こうした滑りや対傾構の有無を有限要素法でモデル化し、剛性に与える影響について考察する。



図-1 鋼板タイプ

## 2. 解析手法

次の2つのモデルについて有限要素解析を行う。解析には SALOME-MECA を用いる。角材部分は異方性材料で鋼板部分は等方性材料を用いる。それぞれのヤング率は鋼板を 206GPa, 木材を 7.694GPa, ポアソン比は鋼板を 0.3, 木材を 0.4, とし、摩擦係数は全て 0.4、スパンは 7m とする。

### (1) 1/4 解析 (三角孔あり)

実験では三角孔や補剛材、対傾構が設けられているが、今回考慮するのは三角孔のみとした。また、

三角孔の有無が変形に与える影響について調べるため、三角孔があるモデルとないモデル両方で解析を行う。載荷方法は実験と同じく輪載荷で、荷重は 25kN(1/4 解析のため)。載荷面は木材上部の先端  $0.1 \times 0.25\text{m}^2$  の範囲。また試験体では1つの鋼棒につき 70kN のプレストレスを作用させているが、解析ではプレストレスは面荷重として  $0.799 \times 10^6\text{N}$  を木材と接している鋼板の上下の部分に作用させている。要素の分割数は軸方向 73 分割、角材は 1 本当たり幅 12 分割、高さ 8 分割で鋼板は 1 枚当たり幅 4 分割、高さ 24 分割とした(線形要素)。ただし、三角孔付近は四面体要素。

### (2) 1/2 解析 (対傾構あり)

次に、対傾構の有無が変形に与える影響について調べるため、対傾構があるモデルとないモデル両方で解析を行う。載荷方法は、木材上部に積雪 3m を想定した  $10.5\text{kN/m}^2$  の当分布荷重と 50kN(1/2 解析のため)の輪載荷の2つの場合に分けて行う。輪載荷の載荷位置は支間中央、全長を 1 とした時の中央から  $1/8, 1/4, 3/8$  の距離の 4 通り。この際、非対称載荷としたいので幅員方向に 1/2 にしたモデルで解析を行う。

## 3. 解析結果

### (1) 1/4 解析 (三角孔あり)

孔ありモデル、孔なしモデル、実験値のたわみの比較を図 2 に示す。実験 1 は補剛材あり。実験 2, 実験 3 は補剛材なし。対傾構、三角孔は実験 1, 2, 3 全てに設けられている。図より、三角孔があるとせん断変形の影響が大きくなるが、孔ありモデルと孔なしモデルではたわみが 0.2mm 程度しか違いが無いことから孔ありモデルでも十分な強度が得られると考える。

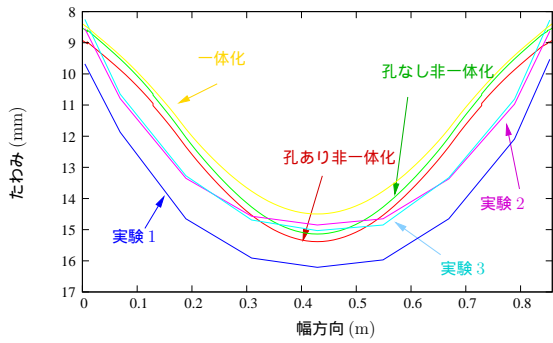


図-2 たわみの比較

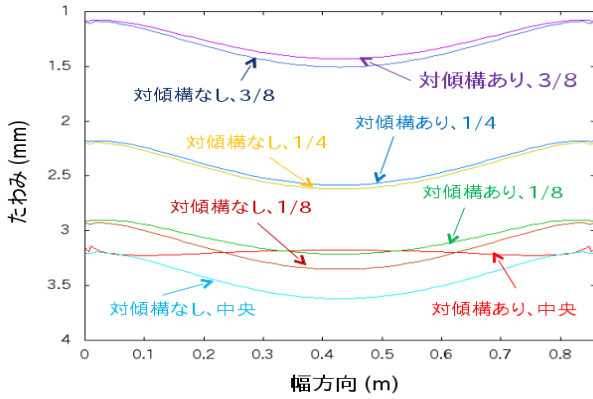


図-3 等分布荷重

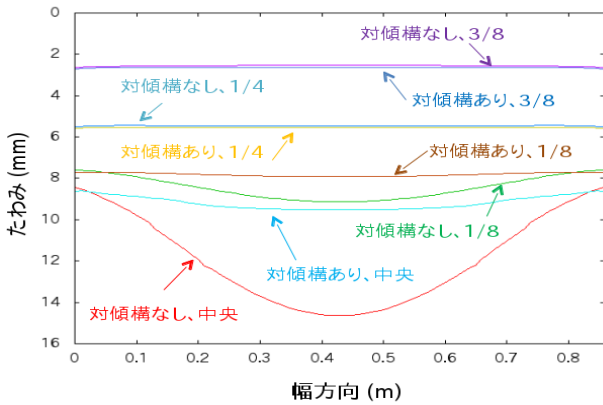


図-4 中央荷重

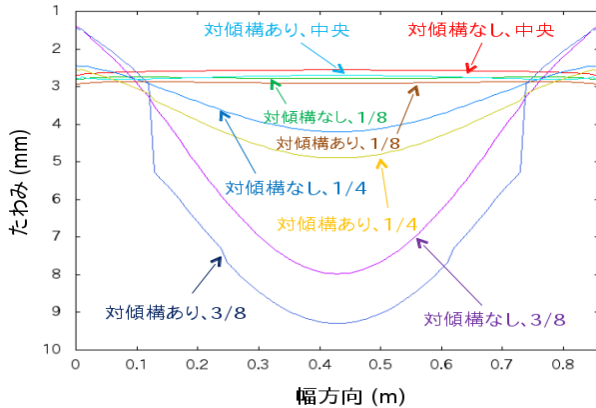


図-5 中央から 3/8 の位置に荷重

また、実験値・解析値共に鋼板と角材間のずれはほとんど見られなかった。中央付近のたわみは実験値に近い値が得られたが、鋼板付近の木材のたわみは実験値とずれた。これについては摩擦係数などの条件を調整すれば更に近い値が得られると思う。

## (2) 1/2 解析 (対傾構あり)

対傾構ありモデル、対傾構なしモデルのたわみの比較を図 3~5 に示す。当分布荷重の場合、中央から 1/4 の位置のたわみはあまり変化が見られなかったが、全体的にたわみが小さくなった。特に中央付近では 12 % 程小さくなった。輪荷重の場合、荷重位置が支間中央、中央から 1/8 の時は対傾構を設けることで中央付近のたわみを抑える事が出来た。中央から 1/4 の位置に荷重すると、対傾構を設けても大きな変化は見られなかった。しかし、中央から 3/8 の位置に荷重すると、対傾構がない場合の方がたわみが小さくなった。

## 4. まとめ

対傾構を設けていない FEM モデルでも鋼板と角材間のずれは 0.05mm 程度だった。実際の荷重試験でもほとんどずれはなく、摩擦係数が十分に大きいか対傾構によってずれが抑えられていると思われる。また、対傾構がある場合、中央から 3/8 離れた位置に荷重すると荷重位置のたわみが大きくなることについては、対傾構によって木材先端が下から上に押される形となるためと考えられる。この影響は対傾構をもう少し中央よりに設置することによって改善できるのではないかと思う。接触解析を行う際現在のモデルでは全ての要素に摩擦係数 0.4 を与えているが、摩擦面の滑りの影響はほとんど無視できる程度である。ただし、応力下の摩擦面の摩擦係数の具体的な数値は不明なので、実際の値を推測する方法を模索したい。また、最も剛性が高くなる対傾構の位置や許容される三角孔の大きさなどについても考察していきたい。

## 参考文献

- 1) 後藤文彦, 尾山龍之介, 斉藤輝, 佐々木貴信: プレストレス木箱桁橋の数値モデル化と剛性評価, 構造工学論文集, Vol.61A(2015)