

プレストレス木箱桁橋における材料間滑りの影響

秋田大学	学生員	海老 拓紀
秋田大学大学院理工学研究科	正員	後藤 文彦
秋田大学大学院理工学研究科	正員	野田 龍
秋田県立大学木材高度加工研究所	正員	佐々木 貴信
秋田大学大学院工学資源学研究科	非会員	河原 萌

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）¹⁾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）。

(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 10.5kN/m^2 の当分布荷重と100kNの輪荷重の2つの場合に分けて行う。輪荷重の載荷位置は支間中央、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。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。

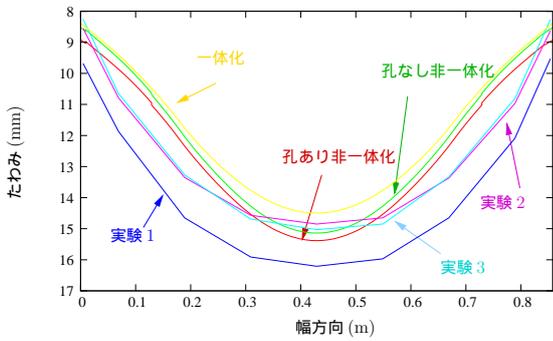


図-2 たわみの比較

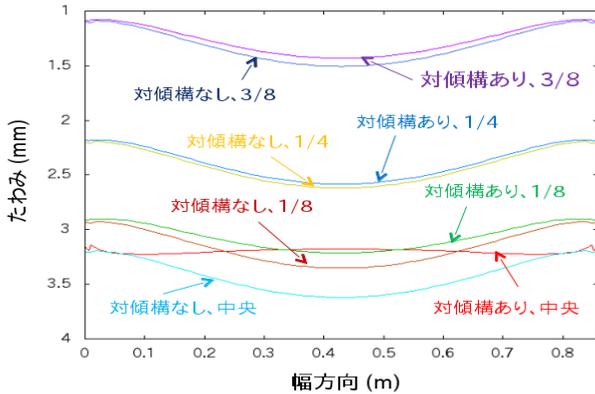


図-3 等分布荷重

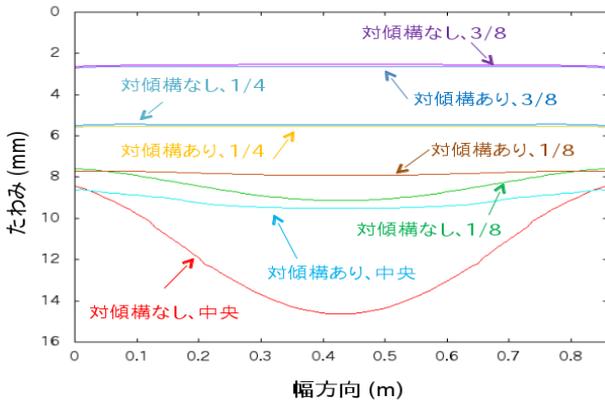


図-4 中央載荷

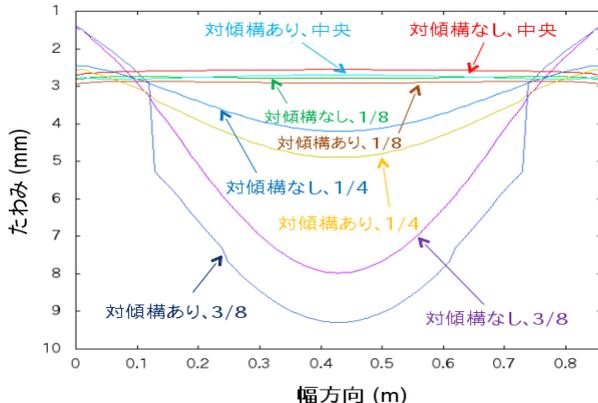


図-5 中央から 3/8 の位置に載荷

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。輪載荷の場合、載荷位置が支間中央、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 の位置に載荷すると、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 の位置に載荷すると、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。実際の載荷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 離れた位置に載荷すると載荷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います。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)