

# プレストレス木箱桁橋の有限要素モデル化について

秋田大学大学院工学資源学研究科	学生員	尾山 龍之介
秋田大学大学院工学資源学研究科	学生員	上村 哲範
秋田大学大学院工学資源学研究科	学生員	滝田 拓史
秋田大学大学院工学資源学研究科	正会員	後藤 文彦
秋田県立大学木村高度加工研究所	正会員	佐々木 貴信

## 1. はじめに

山間部での間伐材の有効利用や被災地の応急橋に特化して、角材を組み合わせて簡単に組みたられるプレストレス木箱桁橋（オンサイト木橋）は<sup>1)</sup>、既に数カ所に架設されてその実用性が確認されているが、せん断変形の影響や局部座屈の危険性などを数値的に予測するには、有限要素法による数値シミュレーションを用いなければならない。有限要素モデルでプレストレスや摩擦の影響を考慮する



図-1 試験体モデル

ことは、モデルを煩雑にするので、こうした影響を考慮しなくても、プレストレス木箱桁橋の剛性評価を十分に行えるなら、簡単なモデルの方が有用である。そこで、本研究では、プレストレスや摩擦の影響を考慮した有限要素モデルとそれらの影響を無視したモデルによる解析を比較し、後者の簡単なモデルで十分な剛性評価ができることを示す。

## 2. 解析手法

図-1 のように三角孔を設けた鋼板を用いたプレストレス木箱桁橋について、次の3つのモデルを作成し有限要素解析を行う。(1) 非一体化モデル：鋼板部と木材部が一体化されておらず、木材と接触している範囲の鋼板にプレストレス力相当の分布外力を与えて箱断面を形成しているモデル、(2) 一体化モデル（プレストレスなし）：鋼板部と木材部の節点が共有されて全部材が一体化されているモデル、(3) 一体化モデル（プレストレスあり）：(2)の一体化モデルに(1)と同様の分布外力を与えたモデル。解析には、MSC Marc/Mentat（要素は3-D, SOLID hex8）を用いる。今回は、載荷部や拘束部の応力集中を避けるため、片持ち梁モデル

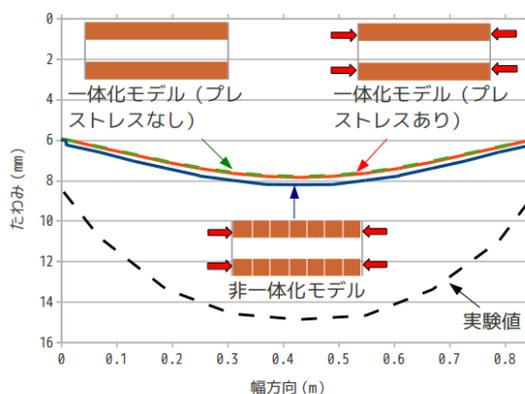


図-2 モデルごとのたわみ比較

とする。載荷は、自由端部のすべての節点に同じ大きさの荷重を与える。

### 3. 解析結果

すべてのモデルについて、片持ち梁先端部に 50kN の荷重を受けた場合のたわみを幅員に対してプロットしたものを図-2 に示す。一体化モデルでプレストレスのあるものとないものとは、大きな違いは認められない。非一体化モデルは、鋼板部と木材部の境界ですべりが発生してたわみがずれているが、平行移動すれば、木材部のたわみ形自体は、一体化モデルとほぼ重なる形である。実験値は、解析モデルの 2 倍のスパンの単純梁に対して 3 点曲げ試験を行ったものの中央部のたわみである。実験値の方がたわみが大きいのは、バットジョイントの影響や、載荷部や拘束部の違いなどの影響と思われる。

さて、一体化モデルでは、便宜上、すべての要素に 0.4 の摩擦係数を与えているが、この数値に特に大きな根拠があるわけではない。プレストレスが作用していない状態で接触する 2 種材料間の摩擦係数は、鋼材、木材の組合せでは 0.2 ~ 0.6 ぐらいなので、その範囲で摩擦係数を変化させて比較した結果を図-3 に示す。摩擦係数が小さくなっていくと、鋼板部と木材部の接触面のずれが大きくなっていき、摩擦係数がある程度大きくなれば、このずれがほとんどなくなることがわかる。

次に、この接触面のずれが全体的に生じているのか部分的に生じているのかを確認するため、梁の軸方向の数箇所でたわみを比較したものを図-4 に示す。接触面のずれは、固定端部から自由端部に向かって、徐々に累積しているのがわかる。木材部は鋼板部に較べて剛性が低いため、自由端の全節点に同じ荷重を与えた場合は、木材部の方がたわみやすくずれが生じる。実際の載荷試験では、破壊するまで載荷を行っても鋼板部と木材部が目に見えてずれることはなく、プレストレス化での実際の摩擦係数はかなり高いことがうかがえる。

### 4. まとめ

プレストレス木箱桁橋について、鋼板部と木材部を一体化させずにプレストレスで押さえた非一体化モデル、一体化させたモデルを比較してみたが、摩擦係数が十分に大きければ、非一体化モデルも一体化モデルも同様の結果を与えることがわかった。破壊試験結果から、実際の摩擦係数は十分に大きいと思われるので、プレストレス木箱桁橋の剛性評価は簡単な一体化モデルでも十分に有効であると考えられる。

#### 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(要旨審査), pp. 41-46, (2013).

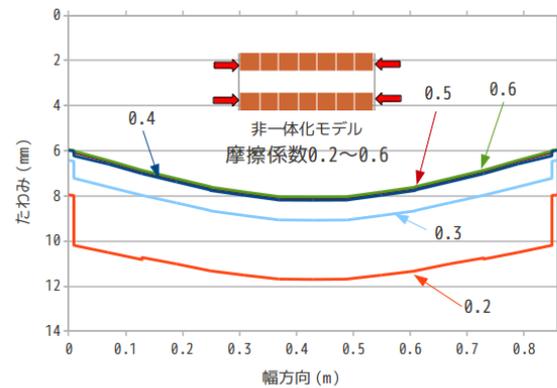


図-3 摩擦係数の比較

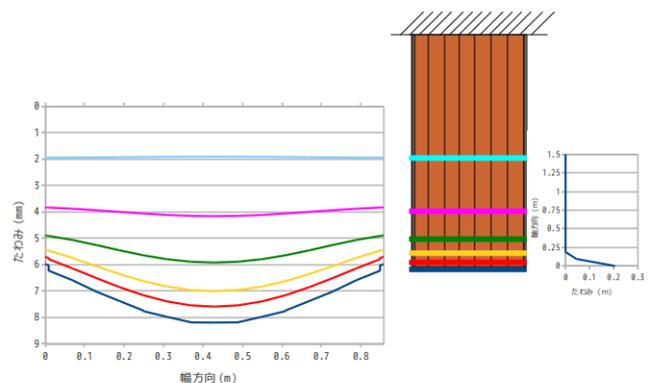


図-4 橋軸方向のたわみ分布