

プレストレス木箱桁橋の剛性評価

秋田大学 学生員 齊藤 輝
秋田大学 学生員 滝田 拓史
秋田大学 正会員 後藤 文彦
秋田県立大学 正会員 佐々木 貴信

1. はじめに

間伐材の有効利用のために考案されたオンサイト木橋等のプレストレス木箱桁橋は、組み立てが簡単で応急橋としても適しているため、これを更に被災地での運搬や架設の容易性に特化した合板を用いたタイプも提案されている¹⁾。こうしたプレストレス木箱桁橋は、プレストレス木床版状の平板構造 2 段を鋼板で、図-2 のように固定した箱桁が基本構造になっているが、せん断変形の影響が大きいことから、その剛性の評価を適切に行うことが重要である。本研究では、有限要素モデルによる解析例と継手を設けた載荷試験とを比較しながら、プレストレス木箱桁橋の剛性評価について考察する。

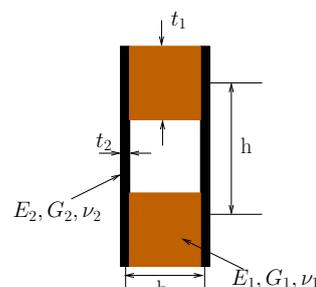


図-1 せん断補正係数算定断面



図-2 補剛材なしモデル



図-3 補剛材ありモデル

2. 解析例（補剛材なし）

角材と鋼板を用いたプレストレス木箱桁橋について、3点曲げ載荷に対する実験値、Bank の修正せん断補正係数¹⁾を用いたティモシェンコ梁によるたわみ、初等梁理論によるたわみ、有限要素法による解析値を比較する。ティモシェンコ梁のたわみと有限要素法の解析値については、鋼板の三角孔部分に簡単のため長方形の孔を設けたモデルとも比較する。Bank の修正せん断補正係数 k^* は、図-1 に示すせん断弾性係数算定断面に対して Bank の合成箱型断面を適用した。「ティモ(孔あり)」における修正せん断補正係数 k^* は、図-1 に示す孔を考慮して鋼板部分を薄くならしたせん断弾性係数算定断面に対して Bank の合成箱型断面を適用した。「FEM(孔なし)」と「FEM(孔あり)」は、それぞれ孔なしモデルと孔ありモデルに対して、有限要素解析ツール CalculiX の直方体要素 (C3D8) で解析した結果である。角材部分の要素は一体化した異方性材料で、鋼板部分の要素はの一体化した等方性材料で、両者の接合面では節点を共有しているものとし、プレストレスは考慮していない。3点曲げ載荷によるたわみの実験値は、孔なしモデルでは、せん断変形を無視した初等梁のたわみよりは2倍程度も大きくなるが、ティモシェンコ梁理論との誤差は-34.3%程度、FEMとの誤差は-42.5%程度となり、せん断変形を考慮したティモシェンコ梁理論や FEM よりもかなり剛性が低かった。

孔ありモデルの場合、ティモシェンコ梁理論との誤差は-24.4%程度、FEMとの誤差は-2%程度となり、実験値に近いものとなった。孔を設けたことによるげ剛性の低下は、せいぜい2%なので孔があいたことによるせん断剛性の低下の影響が大きいと考えられる。

3. 解析例（補剛材あり）

過大な荷重を受けた場合の鋼板上部の局部座屈を防止するために補剛材を設けたモデル（図-3）についても前節と同様の考察を行う。

「実験値（補剛材なし）」は補剛材なしのときの実験値である。ティモシェンコ梁におけるBankの修正せん断補正係数の算定法は、基本的に前節と同じであるが、補剛材部分は考慮していない。3点曲げ荷重によるたわみの実験値は、せん断変形を無視した初等梁のたわみよりは2倍程度も大きくなるが、孔なしモデルでは、ティモシェンコ梁理論との誤差は-35%程度、FEMとの誤差は-46.3%程度となり、せん断変形を考慮したティモシェンコ梁理論やFEMよりもかなり剛性が低かった。孔ありモデルの場合、ティモシェンコ梁理論との-23.5%程度、FEMとの誤差は-26.18%程度となり、孔なしよりも剛性は落ちるが補剛材がないときに比べて、実験値よりかなり剛性が高かった。「FEM（孔あり）」が値が予想される曲げ剛性の増加分よりもかなりかたくなっているため、解析では補剛材がせん断変形に抵抗しているが、実験では補剛材が完全に一体化されていないことや継手の影響などがあるものと考えられる。

4. まとめ

本研究では、鋼板を用いたプレストレス木箱桁橋にせん断変形が与える影響について数値的に調べた。その結果、補剛材なしのモデルでは、四角孔をあけて実際の試験体に近いモデルを解析することで有限要素法によりせん断の影響についても一定の評価が可能である。ティモシェンコ梁でも、孔が空いている影響を考慮して修正せん断補正係数を求めることが出来ればティモシェンコ梁理論のたわみでも十分な近似ができる可能性がある。補剛材ありのモデルでは、有限要素解析は、実験結果よりも補剛材のせん断に対する補剛効果が過剰に評価されていると思われるので、せん断の影響の評価という意味では、補剛材なしのモデルを有限要素解析の方が安全側となる。

4. まとめ

参考文献

1) 滝田 拓史, 後藤 文彦, 佐々木 貴信, 清水 光弘, 安倍 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. 41-46, (2013).

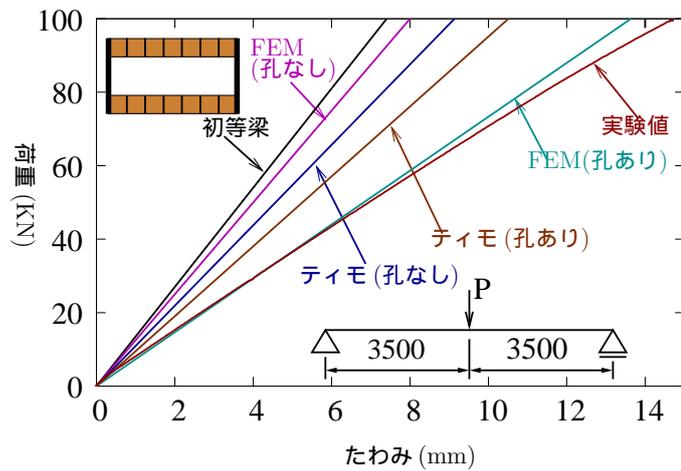


図-4 荷重-たわみ関係（補剛材なし）

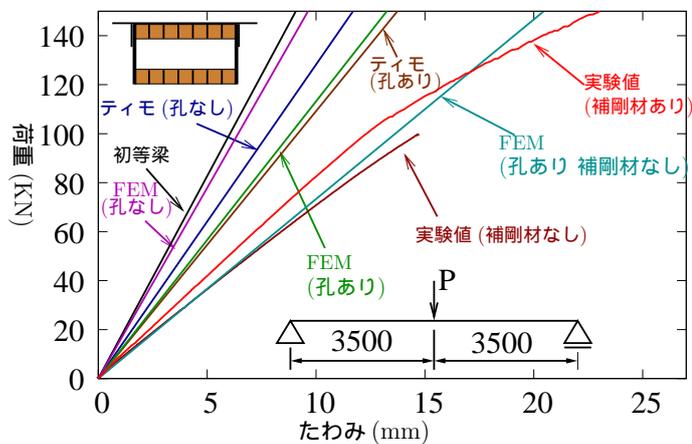


図-5 荷重-たわみ関係（補剛材あり）