

プレストレス木床版を利用した新形式木橋

秋田大学	○ 学生員	ブイ ジュ ハイ
戸田建設 (株)	正会員	高橋 篤
秋田大学	正会員	後藤 文彦
	フェロー	薄木 征三
秋田県立大学	正会員	佐々木 貴信
日本機械工業 (株)		安部 隆一

1. はじめに

本研究では、プレストレス木床版状の平板構造 2 段を、鋼部材により桁高方向に離間して固定した箱桁で構成される新しい形式のハイブリッド木橋²⁾を提案する。この橋は、現地製材により現地で加工された間伐材などの木材を利用して、現地で比較的簡単に組み立てられ、腐朽部材の交換や橋梁自体の解体・撤去も比較的容易であり、災害時の応急橋としても期待される。鋼部材としてトラス部材を利用したモデルと、部材数を減らして組立てをより簡単にするため三角孔を設けた鋼板を利用したモデルのそれぞれについて、箱桁部の試験体を作成し、載荷試験を行い、本木橋の実用性について検討する。

2. 鋼トラスを用いた場合

図-1 に示すように、鋼トラスの上下弦材をプレストレス木床版構造の支圧板として PC 鋼棒と連結し、斜材に山形鋼を用いてプラットトラス状に配したモデルを製作し、載荷試験を行う。試験施工を想定している実橋は、図-2 に示すように鋼トラスと上下段のプレストレス木床版構造によって囲まれる箱桁が幅員方向に 3 つ並んだ断面のモデルであるが、この箱桁 1 つぶんの試験体を製作し、単純支持中央載荷の 3 点曲げ試験を行う。試験結果を図-3 に示す。実線は、試験結果を示し、破線は、以下のように求めた理論値を示す。まず鋼トラス部分を梁要素で有限要素モデル化し、汎用有限要素解析ツール CalculiX¹⁾ で鋼部材全体の曲げ剛性 EI_s^{FEM} を求める。次に、測定された木部材のヤング率から木部材の曲げ剛性 $EI_w^{測}$ を求める。これらを

合成した箱桁全体の曲げ剛性 $EI_s^{FEM} + EI_w^{測}$ をたわみの式 $\frac{Pl^3}{48EI}$ に代入してたわみの理論値とする。なお、木部材は軸方向には一箇所以上のバットジョイントを介して連結されているため、下側（引張側）の木部材は、曲げ剛性には全断面が有効に寄与する訳ではない。そこで、極端な場合として下側の木部材断面を無視して合成した曲げ剛性についてもたわみの理論値を求める（一点鎖線）。

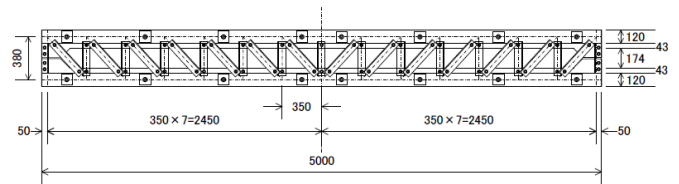


図-1 鋼トラスを用いたモデル (側面図)

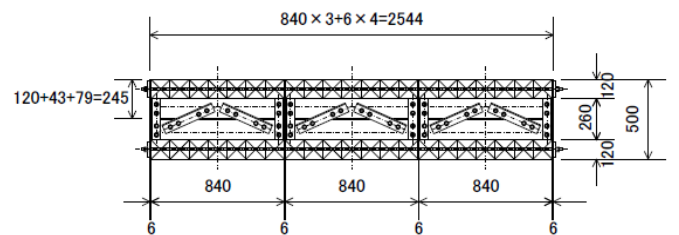


図-2 鋼トラスを用いたモデル (正面図)



写真-1 試験体

二等林道橋の後輪荷重は 55kN であるが、衝撃などを考慮し、69kN の載荷に耐えられることを目安として載荷試験を行ったところ、図-3 の「補強前」で示されるように、30kN 付近から剛性が下がり始め、トラス上弦材鋼板の上部の数箇所にて PC 鋼棒の定着部間を座屈長とする局部座屈が認められた。このため、70kN で載荷を停止して除荷し、上弦材鋼板の PC 鋼棒定着間隔の中央付近 2 箇所をラグスクリューで固定し、100kN まで載荷したところ、図-3 の「補強後」で示すように、剛性の低下が大きく改善し、上弦材鋼板上部の局部座屈も、ほとんど認められない。ただし、剛性は、下側木部材を無視した理論値に近い値を示す。

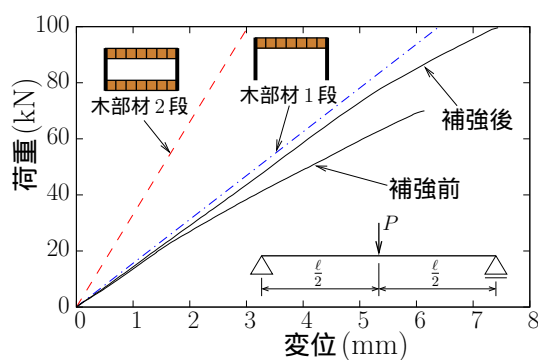


図-3 荷重-変位関係

3. 三角孔を設けた鋼板を用いた場合

三角孔を設けた鋼板を用いてトラスモデルと同様にプレストレス木床版構造を連結したモデル(図-4)について、前章と同様に載荷試験を行う。このモデルは、三角孔の周囲の部分(トラスの垂直材や斜材に相当する部分)の面外剛性が、トラスモデルの山形鋼に比べて低くなるため、板厚を 9mm とする。試験結果を図-5 に示す。実線は、試験結果を示し、破線は、理論値を示す。理論値は、前章とほぼ同様に以下のようにして求める。まず鋼板部分を三角形シェル要素で有限要素モデル化し、汎用有限要素解析ツール CalculiX¹⁾ で鋼部材全体の曲げ剛性 EI_s^{FEM} を求める。次に、測定された木部材のヤング率から木部材の曲げ剛性 $EI_w^{測}$ を求める。これらを合成した箱桁全体の曲げ剛性 $EI_s^{FEM} + EI_w^{測}$ をたわみの式 $\frac{Pl^3}{48EI}$ に代入してたわみの理論値とする。なお、前章と同様に下側の木部材を無視した曲げ剛性についてもたわみの理論値を求める(一点鎖線)。

三角孔を設けた鋼板を用いたモデルの試験体は、前章のトラスを用いたモデルと同様に下側木部材の剛性を無視した理論値に近い剛性を示す。鋼板上部は、板厚を 9mm にしたこともあり、最大で 1.4mm の横たわみを発生しているものの、補強前のトラスモデルで認められたような明らかな局部座屈は認められない。

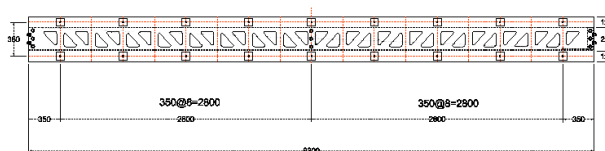


図-4 三角孔を設けた鋼板を用いたモデル



写真-2 試験体

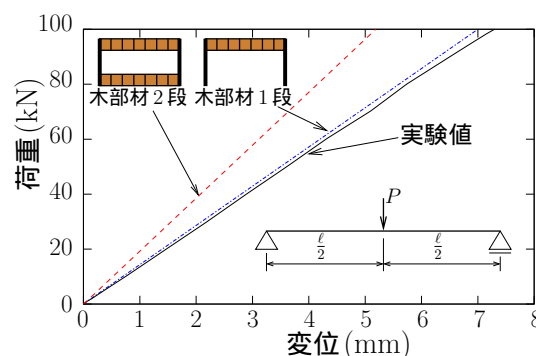


図-5 荷重-変位関係

4. まとめ

2 段のプレストレス木床版構造を鋼部材を用いて固定し箱桁を形成する新しい形式の木橋を提案した。鋼トラスを用いたモデルでは、適切な補強により一定の剛性が確保できることが確認された一方、構造を簡略化した三角孔を設けた鋼板を用いたモデルでも同等の剛性を確保できることが確認された。

謝辞

本研究は、農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」の補助の下に行われた。

参考文献

- 1) <http://www.calculix.de/>
- 2) 高橋 篤, ブイジュハイ, 後藤文彦, 薄木征三, 佐々木貴信, 安部隆一: プレストレス木床版を利用した新しいタイプの木橋, 平成 22 年度 土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集 (CD-ROM), I-39, 2011.