

# オンサイト木橋としての CLT・鋼箱桁橋の検討

土木環境工学コース 7018830 高橋 憲史  
指導教員 後藤 文彦

## 1. はじめに

プレストレス木箱桁橋は、間伐材等の角材を有効利用しながら箱桁を構成する合理的な構造であるが、近年、木橋の横締め用いる PC 鋼棒の破断に警鐘を鳴らす声もあり、業者の自主規制により PC 鋼棒が購入できないといった状況が生じている。そこで、PC 横締めした角材の代わりに、近年土木分野でも橋梁床版等への利用が試みられている CLT<sup>1),2)</sup> を利用した新しいオンサイト木橋を提案し、従来のタイプとの剛性性能等について数値解析により比較・検討する。

## 2. 解析手法

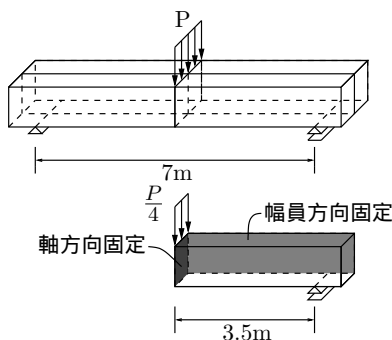


図-1 解析モデルの境界条件

### (1) 解析モデル

本研究ではオンサイト木橋としての CLT の運用を検討するに当たり、PC 鋼棒の使用の規制を考慮し CLT と H 形鋼を併用したモデルと、供用されているプレストレス木箱桁橋の諸元を参考に作成した、支間長 7m、桁高 500mm のモデルを解析し比較する。

解析において十分な精度を得られるよう要素数を細かくするために、対称性を考慮し図-1 に示したような境界条件で 1/4 解析を行う。

荷重条件は図-1 に示すとおり、支間長 7m、支間中央上部に線載荷する 3 点曲げ載荷とし、荷重を 100kN とする。またそれぞれのモデルの断面につ

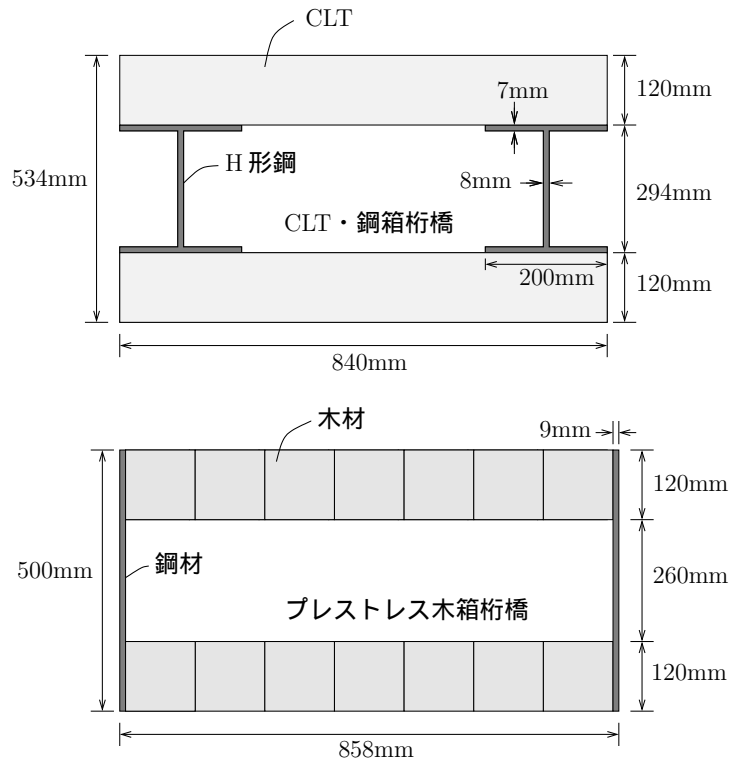


図-2 断面

いては図-2 に示すとおりである。

またどちらのモデルについても完全合成として解析する。

### (2) 材料定数の検討

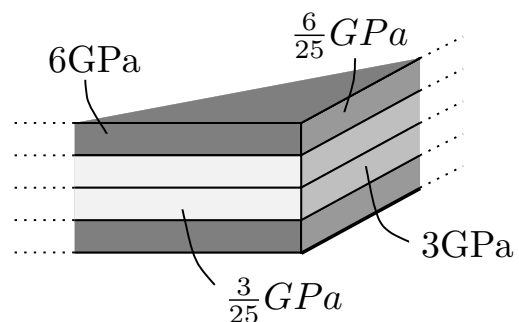


図-3 Mx60-3-4

本解析で用いる CLT の材料定数は Mx60-3-4(3 層 4 プライ) を参考に直交異方性材料として計算する。Mx60-3-4 の構造は図-3 のようになっており、弱軸を  $x$ 、強軸を  $y$ 、板厚方向を  $z$  としたとき、曲げ剛性の合成から弱軸方向ヤング率  $E_x = 0.585\text{GPa}$ 、

強軸方向ヤング率  $E_y = 5.265\text{GPa}$  , 板厚方向ヤング率  $E_z = 0.211\text{GPa}$  となった。またせん断弾性係数はある軸が梁として曲げ変形した際にせん断変形する影響を考えると、梁側面のせん断合成は梁軸の  $1/15$  と見積もる考え方から、弱軸直交面のせん断弾性係数  $G_{yz} = 0.351\text{GPa}$  , 強軸直交面のせん断弾性係数  $G_{zx} = 0.039\text{GPa}$  となった。CLTの板面のせん断弾性係数に関しては曲げを受ける軸が2方向あることから  $G_{yz}$  と  $G_{zx}$  を平均して  $G_{xy} = 0.195\text{GPa}$  とした。ポアソン比については上記のヤング率から、 $\nu_{xy} = \nu_{yz} = \nu_{xz} = 0.016$  としたとき  $\nu_{yx} = 0.144$   $\nu_{yx} = 0.0058$   $\nu_{xz} = 0.0006$  となりいずれも  $0.5$  を下回っているためこの値をポアソン比とした。

また H 形鋼は呼称寸法  $300 \times 200$ (高さ×辺) を用いることとし、ヤング率は  $206\text{GPa}$  , ポアソン比は  $0.3$  の等方性材料とする。

プレストレス木箱桁橋の材料のヤング率は木材を  $7.694\text{GPa}$  , 鋼材を  $206\text{GPa}$  , ポアソン比は木材を  $0.4$  , 鋼材を  $0.3$  とする。

### (3) 対傾構

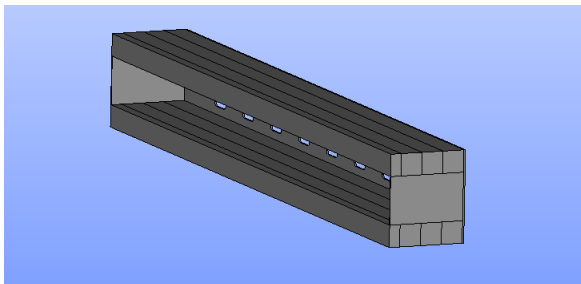


図-4 対傾構を設けたモデル

実際に供用されているプレストレス木箱桁橋には対傾構が設けられているため、対傾構を設けたモデルと CLT・鋼箱桁モデルを解析し比較する。プレストレス木箱桁橋に対傾構を設けたモデルを図-4 に示す。なお、対傾構は断面の4辺に接するように、梁の両端と中央に設ける。

### 3. 解析結果

CLT・鋼箱桁橋モデルと普及しているプレストレス木箱桁橋モデルのたわみの比較を表-1 に示す。

表-1 解析結果の比較

モデル	CLT・鋼箱桁橋モデル	プレストレス木箱桁橋モデル
平均たわみ	9.40mm	9.17mm
最小主応力	$-11.653\text{N/mm}^2$	$-9.871\text{N/mm}^2$
最大主応力	$2.846\text{N/mm}^2$	$3.282\text{N/mm}^2$

比較すると、CLT 鋼箱桁橋モデルのたわみはプレストレス木箱桁橋モデルと大きな差はなく、その誤差は  $2.51\%$  程度であった。

CLT の最小主応力は CLT を構成しているラミナである M60 の部分にかかっており、M60 の圧縮強度は  $21.6\text{N/mm}^2$  であることから破壊は生じないことがわかる。

### 4. まとめ

今回作成したモデルが普及しているモデルより大きい剛性を見せることはなかったが、プレストレス木箱桁橋の代替としては、あり得る候補だと考えている。ただし、CLT の現場での接合や、H 形鋼に継ぎ手を設ける場合を考えると、資材の搬入や現場での施工性やの観点からは、プレストレス木箱桁橋よりもオンサイト木橋としてのオンサイト施工性は低くなるかもしれない。

また、今回は CLT と H 形鋼、接合に用いているボルトを完全合成としてモデル化したが、CLT と H 形鋼の接合が不完全なモデルについても検討していきたい。

### 参考文献

- 1) 吉田 一穂, 後藤 文彦, 佐々木 貴信: プレストレス木箱桁橋の横締め緊張材について, 令和 2 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-10, 2021.
- 2) 佐藤 美紅, 後藤 文彦, 佐々木 貴信: 鋼製防護柵に荷重を受ける CLT 床版橋の挙動, 令和 2 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-27, 2021.
- 3) 海老拓紀, 藤田智郁, 後藤文彦, 野田龍, 佐々木貴信: プレストレス木箱桁橋の構造詳細の数値モデル化, 木材利用研究発表会講演概要集 16, 2017.
- 4) 倉西茂: 鋼構造, pp.354, 1974.
- 5) 中島史郎: CLT による木造建築物の設計法の開発 (その 1) 材料強度等の評価, 2014.
- 6) 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.