

木材を充填した鋼 I 桁における基礎的研究

秋田大学
指導教員

辻 拓人
青木 由香利

1. 研究背景

先行研究で鋼 I 桁にコンクリートを充填することで、ウェブの変形を拘束し、圧縮フランジの横倒れ座屈、ねじれ座屈、ウェブのせん断座屈に対する抵抗力が向上できると考えられ開発された「コンクリートを部分充填した鋼 I 桁」¹⁾の有用性がすでに証明済みである。そこで、先行研究より着想を得て、本研究ではコンクリートに代わって木材を補剛材とした鋼木ハイブリット I 桁を提案する。近年、温暖化等の問題から二酸化炭素を削減することは重要であり、土木構造物においても二酸化炭素をいかに削減できるかは課題である。

本研究で考案した鋼木ハイブリット I 桁は木材利用によって二酸化炭素の削減に貢献できると考えられる。ただし、木材は曲げや圧縮に強い性質があるため、桁を補剛する新たな手法として有効であると考えられるが、木材は異方性という方向によって剛性が異なる性質をもつ問題点がある。その点をふまえて鋼木ハイブリット I 桁の性能を数値解析および実験で評価することで、補剛材として木材を利用することの有用性を確認することとした。

2. 解析手法および数値解析モデル

解析には有限要素解析ソフト「Salome-meca2020」を使用する。おこなった解析は曲げ解析および座屈解析である。

今回のモデルは実橋の宮城県丸森橋の桁を約 1/3 倍にしたもので、図-1 に示す鋼材補剛モデルを採用した。載荷部と支点部には厚さ 14mm の垂直補剛材を入れ、それ以外の垂直補剛材を厚さ 4.5mm として 300mm の間隔に入れている。モデル中央部は 600mm とした。

木材の挿入方法は、図-2 にあるように桁に剛結したモデル、桁との隙間が空いたモデル、木材と桁をポリウレタン接着剤で接合したモデルとして、そ

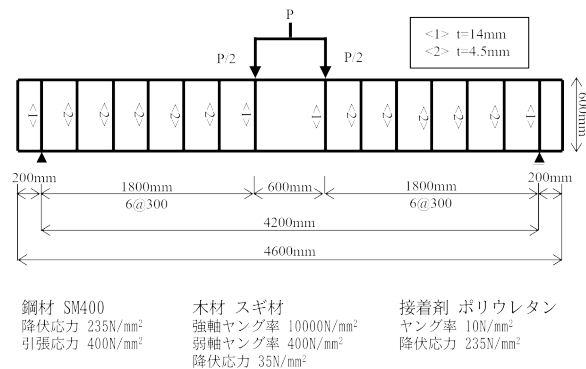


図-1 解析モデル

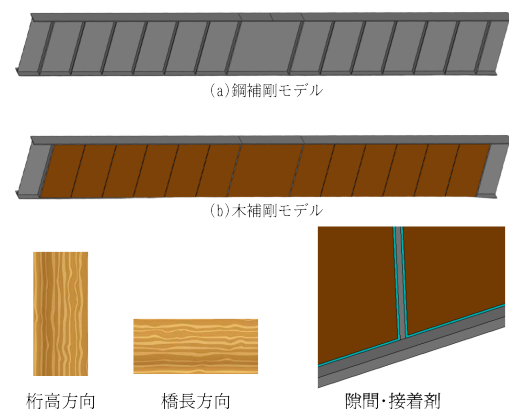


図-2 木材補剛方法

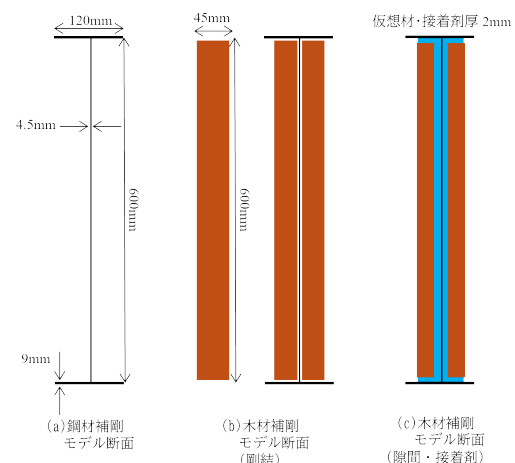


図-3 解析モデル断面

れぞれ木材の強軸を橋長方向と桁高方向に入れる 2 通りとした。よって、鋼補剛モデルと合わせて 7 モデルの解析をおこなった。隙間は仮想材を入れることで再現しており、仮想材と接着剤は厚さ 2mm と

した。また、各モデル断面は図-3 に示すようにそれぞれ (a) 鋼材補剛モデル断面、(b) 木材補剛モデル断面 (剛結)、(c) 木材モデル断面 (隙間・接着剤) のようになっている。

(1) 曲げ解析

本研究では 4 点曲げ試験で性能を評価することとした。モデルごとの降伏荷重を比較するため弾塑性解析をおこなった。鋼材の降伏点を設定し、異方性を考慮した弾塑性解析はできないため木材は降伏点を設定せず解析をおこなった。

(2) 座屈解析

曲げ解析で使用したモデルを用いて座屈解析をおこなった。先行研究では、横倒れ座屈、ねじれ座屈、せん断座屈に対してコンクリートを充填することで効果が得られていたが、コンクリートに代わって木材を使用することで座屈拘束の効果が有り、座屈荷重が高まるのか座屈荷重で比較する。

3. 解析結果

(1) 曲げ解析結果

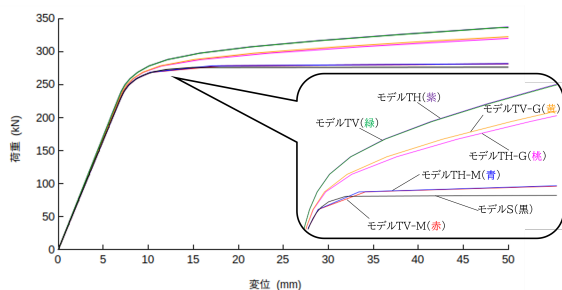


図-4 曲げ解析結果

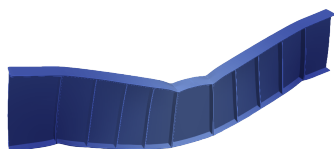


図-5 鋼材モデル曲げ解析

解析結果を比較すると鋼材補剛モデルの降伏荷重約 237.7kN はほぼ一致している。木材補剛モデルは隙間があると鋼材モデルとほとんど変化がみられないが、木材をきっちりと詰めることによって荷重が増加することがわかった。

(2) 座屈解析結果

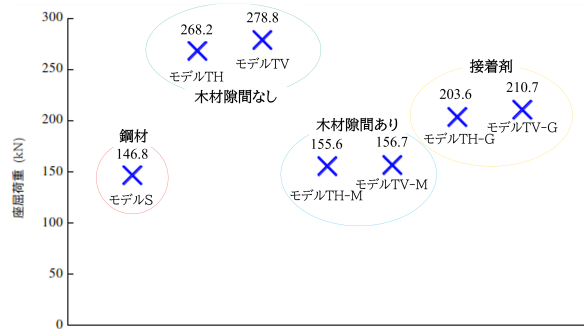


図-6 座屈解析結果

解析結果を比較すると木材補剛モデルのほうが座屈荷重が大きくなっていることがわかる。木材モデル同士を比較するとわずかに強軸が桁の長さ方向と同じモデルのほうが座屈荷重が高くなっている。接合の違いでも座屈荷重が大きく異なり、曲げ解析同様、隙間なく木材をはめ込むことによって効果が得られ、座屈拘束の効果がでていることがわかる。

4. まとめ

今回の結果より、曲げ試験では木材を詰め込むことによって降伏荷重が増加することがわかった。隙間ができてしまうと木材を充填する効果がなくなってしまうため、木材の効果が発揮されないことがわかった。座屈解析に関しても木材で補剛すると大幅に座屈荷重が上がることもわかったが、接合方法で座屈荷重が大きく変わってしまうことがわかった。以上のことから木材で補剛された鋼木ハイブリット I 桁は解析的にウェブの座屈拘束の効果があるだけでなく、鋼 I 桁の曲げに対しても有効であることがわかり、同時に接合方法の重要性も確認できた。

今回は実験段階まで進んでいないため解析的な性能評価のみで木材を簡易的に詰めたが、実験では複数の木材を分割してはめ込む予定である。。よって今後の課題として、隙間なく鋼材と木材を接合する方法としてボルトでの接合方法等を検討をしたうえで木材の挿入方法や使用量等も考慮した実験的な性能評価もおこなっていく。

参考文献

- 1) 中村 俊一、成田 直矢、林 健治：コンクリートを部分充填した鋼 I 桁に関する実験的研究