

木材で補剛された薄肉鋼部材の座屈挙動に関する基礎的研究

発表者 小池真子
指導教員 青木由香利

1. 背景

本研究では木材が鋼材の補剛材として効果が得られるかを調べた。鋼材は多くの構造物に使われていて、剛性が高く加工しやすい利点がある。一方で重くて近年では価格が高騰していることもあり、鋼材をなるべく小さくしていこうという傾向が見られる。鋼材を薄肉にすることで横ねじれ座屈が起きやすくなる。木材は近年景観に優れ軽量でかつ炭素固定の利点から土木構造物への利用を促す傾向が見られる。しかし木材は鋼材と比較して剛性が低い。これらの鋼材と木材の弱点を互いに補うことにより、より良い構造部材の作成が期待できる。本研究では薄肉鋼部材で起こりやすいと考えられる横ねじれ座屈に対して、鋼材、木材そして鋼材と木材を組み合わせた新しいハイブリット部材の座屈解析を行うと同時に座屈挙動の様子を見た。

2. 要素数と理論値

(1) 解析方法

有限要素解析ツール「salome meca」を用いて横ねじれ座屈解析を行う。橋の桁のように、曲げモーメントが作用する部材においてフランジが固定されていない場合はフランジが圧縮力により横方向に曲がり横ねじれ座屈が起こる可能性がある。そのため本研究では鋼板・I型鋼に木材を組み合わせることでどのくらい低減されるかを検討した。

(2) 数値解析モデル・条件

図-1 に示すように片側固定、片側自由端とし、自由端側に単位荷重を線载荷した。ここで、ヤング率は 205GPa、ポアソン比は 0.3 とする。理論値は Andrade¹⁾ の式

$$P_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 EI_y}{4l^3} \sqrt{\frac{4I_w}{I_y} + \frac{4l^2 GJ}{\pi^2 EI_y}} \quad (1)$$

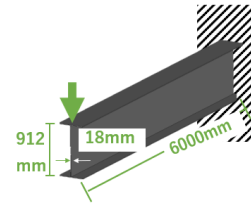


図-1 条件

を用いて求めた。

ここで P_{cr} は座屈荷重、 E はヤング率、 I_y は断面 2 次係数、 l はスパン長、 G はせん断性係数、 J はねじり定数をそれぞれ示す。

(3) 結果

図-2 は I 型鋼の横ねじれ座屈荷重と要素数のグラフである。

これにより要素数は収束することが分かった。理論値は参考に示す。

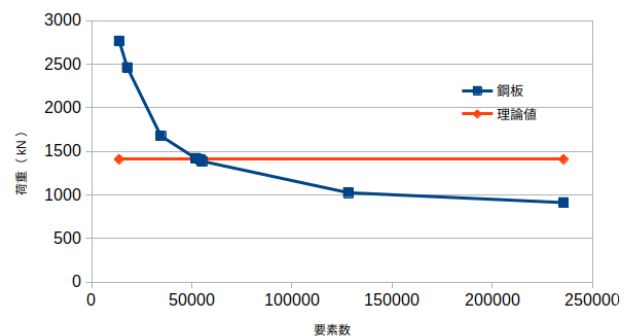


図-2 結果

3. 鋼板横ねじれ座屈荷重

(1) 数値解析モデル

作成した 9 つのモデル A ~ I の詳細を示す。プレートだけのモデルを A、I 型鋼板だけのモデルを B、C、木材だけのモデルを D、E、F、鋼材と木材の合成桁を G、H、I とした。それぞれの断面図を

図-3 に示す .

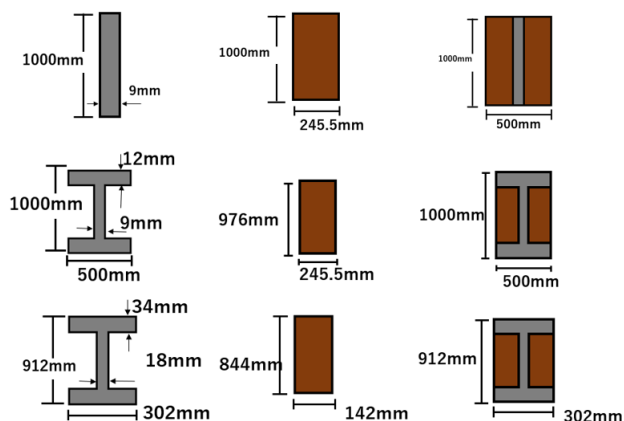


図-3 断面

(2) 条件

図-4 に示すように、側完全固定、片側鉛直・回転固定、橋軸方向自由とし、中央に単位荷重を線載荷した。ここで、鋼材のヤング率は 205GPa, ポアソン比は 0.3, 木材のヤング率は 6GPa, ポアソン比を 0.4 とする。

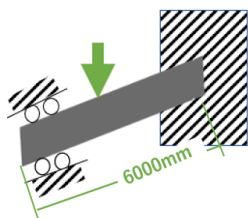


図-4 条件

(3) 結果

結果は図-5 に示すようになる。鋼板のみより合成桁の横ねじれ座屈荷重は 70.76 倍になった。これにより木材は鋼材を補剛する効果があると言える。

4. 木材の厚さと横ねじれ座屈荷重

木材を 50mm ,75mm ,100mm ,125mm ,150mm , 175mm ,200mm ,245.5mm にそれぞれの座屈荷重を図-6 に示す。また、鋼板は 9mm , 11mm の場合で行った。木材 245.5mm を使用した合成桁は木材 50mm の場合と比べ 12 倍横ねじれ座屈荷重が上

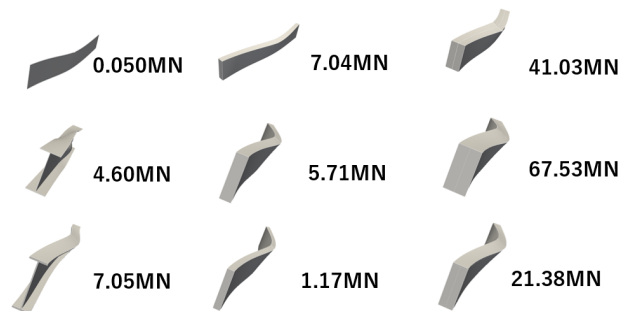


図-5 結果

がった。鋼材のみの場合 9mm と 11mm では 1.21 倍の差があったが、245.5mm の木材をつけた場合 1.10 倍となった。

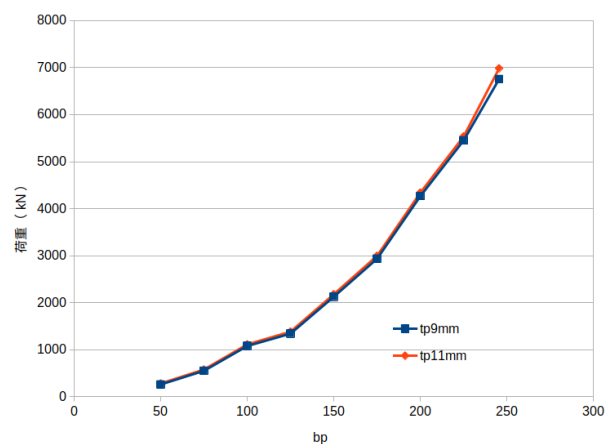


図-6 木材の厚さと横ねじれ座屈荷重

5. まとめ

本研究では鋼材の弱点である横ねじれ座屈を木材と組み合わせることどこまで改善できるかを検討した。プレートでは薄肉のプレート (9mm , 11mm など) でも木材を組み合わせることで座屈荷重が大きくなった。また I 型鋼でも I 型鋼の断面が小さいほど木材を組み合わせたときに座屈荷重が大きくなることが分かった。今後は木材と鋼材の接合方法を変え考えたい。

参考文献

- 1) A.Andrade,D.Camotim,P.Providencia e Costa : On the evaluation of elastic critical moments in doubly and singly symmetric I-section cantilevers,Journal of Constructional Steel Research 63,2007,pp.894-908