

2 × 材を用いた木・鋼ハイブリッド部材の剛性評価

秋田大学 7018835 田村 陸
指導教員 青木 由香利

1. はじめに

近年、温暖化対策がカーボンニュートラルの考えのもと講じられているなか土木分野においても温暖化対策への尽力が求められている。そこで木材の特性である炭素固定に注目して橋梁などの土木構造物への木材の利用を考える。しかし、コンクリートや鋼材の普及に伴い土木構造物への使用率が減少してきた歴史のある木材を使用するとなったときに懸念されるのは強度や耐久性などの面で他材料に劣っているところである。従って木材の弱点を補完するような鋼材との複合部材を木・鋼ハイブリッド部材とし解析にかけて剛性評価を行い実用できるかどうか検討する。

2. 解析手法とモデル

ハイブリッド部材は図-1 のように重ね合わせられる木材の板に、使用する鋼材の径にあったくぼみを掘り鋼材を挟む形で接着して作ることを想定している。実際の接着に関してはエポキシ樹脂で接着することを想定しているが本研究のモデル作成においては考慮していない。

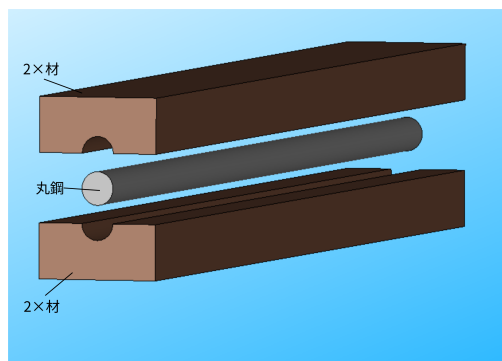


図-1 ハイブリッド部材の構成

使用する木材として、サイズ規格が決められた材の入手の容易さと木材と鋼材の組み合わせを試しやすいということから 2 × 材を採用した。2 × 材は SPF 材で作られていることより木材の材料定数としてヤング率 $E = 6MPa$ 、ポアソン比 $\nu = 0.4$ 、密度 $0.45g/cm^3$ を用いた。また、鋼材の材料定数としてはヤング率 $E = 200MPa$ 、ポアソン比 $\nu = 0.3$ を用いた。

今回は 2 × 材の規格表-1 でいう 2 × 4 材と 2 × 6 材を想定した。またそれぞれに対して丸鋼の直径を 10mm から 20mm まで 2mm ずつ変化させ、さらに入れる鋼材の本数を 2 × 4 において 1 本と 2 本、2 × 6 において 2 本と 4 本のように変えてモデルを作成した。図-2

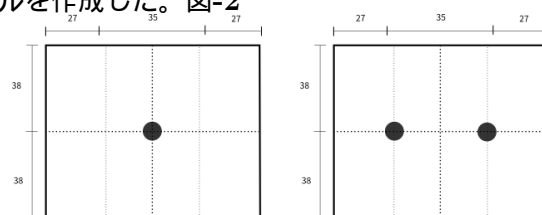


図-2-a 2 × 4, 丸鋼 1 本 図-2-b 2 × 4, 丸鋼 2 本

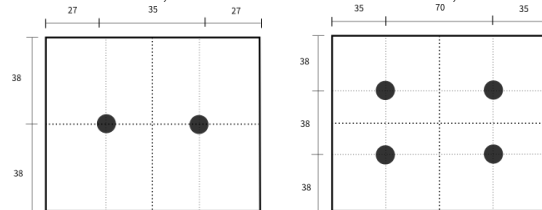


図-2-c 2 × 6, 丸鋼 2 本 図-2-d 2 × 6, 丸鋼 4 本

図-2 解析モデル断面

表-1 2 × 材 断面規格表

サイズ	呼び方	断面サイズ
2 × 4	ツーバイフォー	38mm × 89mm
2 × 6	ツーバイシックス	38mm × 140mm
2 × 8	ツーバイエイト	38mm × 184mm

本研究ではそれぞれのモデルに対して曲げ、圧縮、座屈の解析を行って部材の剛性や強度を評価していくが今回は曲げ解析に焦点を絞って結果、考察に進む。

3. 解析結果

以下の図-3 図-4 図-5 は単純梁各モデルにおいて100kNの集中荷重をかけて曲げ解析を行った結果得られた、たわみ、載荷断面の上面と下面の応力の変位をグラフにしたものである。どの図においても2×4は左側のy軸、2×6は右側のy軸に沿ってプロットしてある。

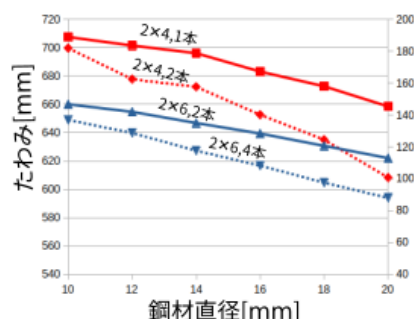


図-3 たわみの変位グラフ

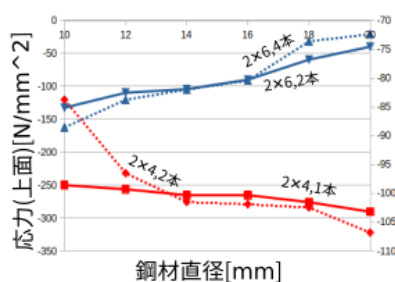


図-4 応力 (上面) の変位グラフ

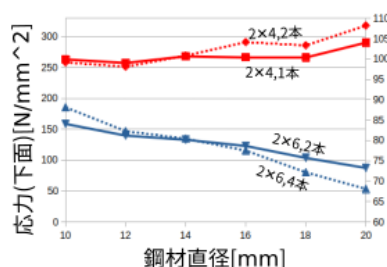


図-5 応力 (下面) の変位グラフ

図-3 よりどの2×材と鋼材の本数の組み合わせでも鋼材の直径が大きくなるにつれてたわみは小さくなった。また2×4と2×6をそれぞれ見てみるとどちらにおいても鋼材の本数が多いほうがたわみの変位量大きいことが分かる。

応力に関しては図-4と図-5を見比べてみると、上面と下面どちらにおいてもたわみの変位と同じように鋼材の直径が大きくなるにつれて増減している。しかし、それぞれの図で見ると2×4と2×6で変位の仕方が逆になるという結果が上面と下面どちらでも得られた。

4. 考察

まずたわみについて考えると、図-3の変位の仕方から本数が多いほど、また鋼材の直径が大きいほどたわみが抑えられることが分かるがこれは断面2次モーメントから考えても妥当だといえるだろう。しかしたわみが抑えられるのに伴って部材の重量も増えていることと木材のかぶりの厚さを考慮すると単に鋼材の本数を増やして直径を大きくするというわけにもいかないだろう。

次に応力について考えると、2×4と2×6では2×6の方が応力が小さくなっているが、これは断面サイズの違いによる断面係数の差の影響だと思われる。応力のグラフで問題なのが2×4と2×6において上面と下面どちらにおいても変位の仕方が違うところである。具体的に図-4、図-5から読み取ると、2×4では鋼材の直径が大きくなるにつれて応力が大きくなっているのに対して2×6では小さくなっている。考えられる理由としては、図-2を見て分かるように、2×4と2×6の重ねる板の違いから、断面の半分で上面と下面に分けた時、半面に含まれる鋼材断面の大きさから応力への影響の違いが生じると思われる。従って2×6では鋼材断面に応力が集中していているため木材部分の断面の応力が小さくなっていているのではないだろうが。

5. 今後の課題と展開

今後の展開としては、ハイブリッド部材の特異性を示すために以下のようなことを考慮しながら、考えられるハイブリッド部材のモデルで各解析を行い商品化を目指す。その後は実際に使用した際のことを考えていきたい。

- 今回の問題点である応力変位の違いの要因を確かめるために鋼材断面の応力の調査
- 部材重量や木材のかぶり厚を考慮した際にベストな 2 × 材と鋼材の組み合わせの特定または、基準の設定
- 2 × 8 を想定したモデルで解析を行い比較対象に追加する
- 強度評価
- 木材、鋼材、コンクリートなど他部材と比較した時、木・鋼ハイブリッド部材の特異性の確立

6. 参考文献

1. 軽部 正彦:木橋を架ける時代から架け続ける時代へ