

群馬県産材を用いた木鋼ハイブリッド構造に関する研究 —ボルト接合におけるボルト配列の影響—

2151049 宮崎 望
指導教員 北野 敦則

木鋼ハイブリッド ボルト接合 木材利用促進
県産材 中規模木造建築

1. はじめに

近年、建築分野において木材の利用促進が求められている。日本では、平成 22 年に「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が定められ、その後も法改正を経て、令和 3 年に「建築物における木材の利用の促進に関する基本方針」¹⁾ が定められている。この基本方針を踏まえ、45 都道府県 685 市区町村で木材利用方針の策定・改定がなされている。群馬県でも平成 30 年に「林業県ぐんま県産木材利用促進条例」²⁾ が定められ、県産木材の利用促進の指針が示されている。現在の群馬県の非住宅分野の木造率は 12%と低く、1~2 階建ての低層建築では 2 割程度、3 階建て以上にあつてはほぼ木造化されていない状況である。非住宅分野の木造化が進んでいない理由の一つとして、中大規模木造建築物で主に使われる集成材の工場が県内にないことが挙げられる。集成材工場がないことで、木材を一度県外に運び出して加工する必要があり、それによってコストの上昇や運搬の際の排気ガスの発生など様々な問題がある。

そこで、本研究では中大規模木造模建築物における県産木材の利用を促進するため、県内の製材工場で生産可能な無垢材を用いた木鋼ハイブリッド部材の開発についての研究を実験的に行う。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

表 1 に試験体一覧、図 1、2 に試験体概要、ボルト配列を示す。実験変数はボルト配列およびボルト径とする。それぞれの試験体を各 2 体ずつ、計 10 体を製作した。

表 1 試験体一覧

試験体名	ボルト径	ボルト配列	スパン mm	支点-加力点 mm	木材ヤング係数 kN/mm ²
B12-A-1	M12	配列A	2520	840	8.56
B12-A-2					8.85
B12-B-1	配列B	8.33			
B12-B-2		9.11			
B16-A-1	M16	配列A			8.32
B16-A-2					8.43
B16-B-1	配列B	8.82			
B16-B-2		8.64			
B8-C-1	M8	配列C	8.97		
B8-C-2			9.05		

製作する試験体はすべて断面寸法 82mm×140mm とし、梁の全長は 2720mm とした。使用する鋼材は SS400、断面 6mm×100mm で、木材は群馬県産のスギ材 JAS2 級を使用し、断面は 38mm×140mm とした。また、鋼板と木材の接合には M16、M12、M8 ボルトを使用する。

ボルトの配列は、ボルト配列 A では、加力点と支持点の 4 点とし、ボルト配列 B、C では木材と鋼材の変形をより一体とするため、加力点と支持点に加えて、梁中央にボルトを配置する。

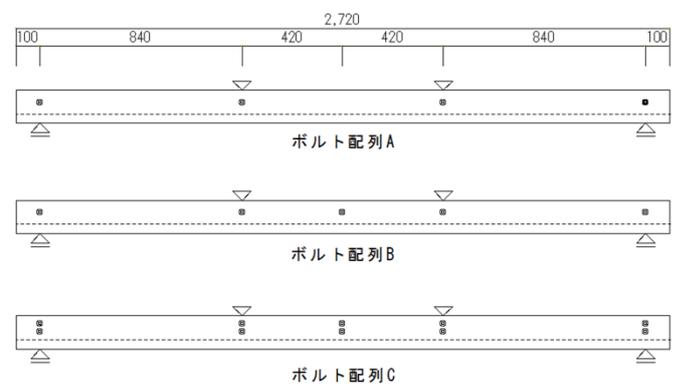


図 1 試験体側面図及びボルト配列

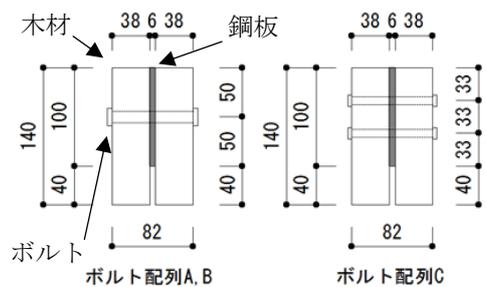


図 2 試験体断面図

2.2 加力方法

実験における加力は単純支持 2 点集中荷重とし、加力点に一方向静的単純載荷を与える。加力点はピン支持、支持点はピンローラーとし、加力制御は加力点位置での変位で制御した

3. 実験結果

3.1 荷重変形関係

表 2 に耐力比較表、図 3 に荷重変形関係の比較、図 4 に配列ごとによるエネルギー吸収能力の比較を示す。なお、

B12-B-1、B16-A-1、B8-C-2 は心材を用いた試験体であり、他の試験体と比べて最大荷重のばらつきが大きいいため、耐力の比較検討から除外した。

曲げヤング係数 E_m ³⁾ と断面二次モーメント I より求める部材の曲げ剛性の実験値 $E_m \cdot I$ は、ボルト径、ボルト配列による大きな差異はなく、最も大きい値が B12-B-2 で $271\text{kN} \cdot \text{m}^2$ 、最も小さい値が B16-B-2 で $241\text{kN} \cdot \text{m}^2$ であった。

最大荷重が最も大きかったのは B12-A-2、部材の曲げ剛性が最も大きかったのは B12-B-2 であった。また、使用する木材のヤング係数と部材の曲げ剛性には正の相関関係がみられたが、最大荷重と部材の曲げ剛性に相関関係は見られなかった。

3.2 ボルト配列による影響

配列 A は配列 B,C と比べて最大荷重に達するまでの変位が大きかった。これは配列 A が部材中央にボルトが配置されていないためと考えられる。また、配列 A は配列 B,C と比べて荷重低下が大きい傾向にあった。

荷重変形関係から求めたエネルギー吸収量では、配列 A と配列 B を比較すると、配列 A がよりエネルギーを吸収していることが分かった。また、配列 C と配列 A、B をそれぞれ比較すると、配列 C のエネルギー吸収曲線は配列 A と似た挙動を示していた。

3.3 ボルト径による影響

荷重変形関係からボルト径での最大荷重、最大変位、荷重低下、エネルギー吸収量に大きな差異は無く、ボルト径がこれらに与える影響は少ないと考えられる。

4. まとめ

本研究では県産木材利用の推進を目的とした木鋼ハイブリッド合成部材の開発についての研究を実験的に行った。ボルト配列の比較においては、最大荷重に達するまでの変位は配列 A が他の配列に比べて大きくなった。また、配列 A は配列 B よりエネルギー吸収量大きいことが分かった。ボルト径の比較においては、最大荷重、最大変位、エネルギー吸収量にボルト径が与える影響は少ないことが分かった。これらの結果から現時点の評価としてボルト配列 A が適切な配列ではないかと考えられる。

今回の実験では、心材を用いた部材を除外して耐力の比較検討をしているため、今後はより試験体数を増やして耐力の比較を行い、ボルト配列・ボルト径の部材に対する影響を探る必要がある。

参考文献

- 1) 林野庁：建築物における木材の利用の促進に関する基本方針等,2021,3
- 2) 群馬県：ぐんま県産木材利用の促進に関する指針,2021,9
- 3) 石森瑛：木材利用促進を目的とした木鋼ハイブリッド構造用部材に関する実験的研究－群馬県産材の利用と接合法の検討－前橋工科大学修士論文,2024,2

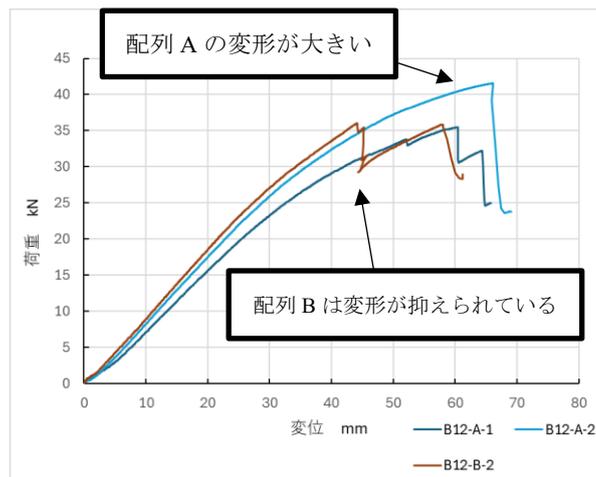


図3 ボルト配列による荷重変形関係の比較

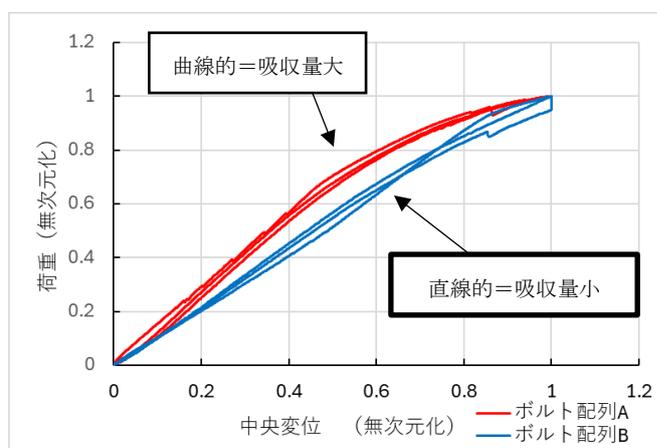


図4 ボルト配列によるエネルギー吸収量の違い

表2 耐力評価表

試験体	曲げヤング係数 E_m kN/mm ²	曲げ剛性 $E_m \cdot I$ kN · m ²	最大荷重 kN
B12-A-1	13.4	243	35.5
B12-A-2	14.6	264	41.5
B12-B-1	13.8	250	39.8
B12-B-2	15.0	271	36.0
B16-A-1	12.9	234	29.3
B16-A-2	13.5	244	37.3
B16-B-1	13.7	248	32.1
B16-B-2	13.3	241	37.0
B8-C-1	14.3	260	38.1
B8-C-2	15.3	277	29.1