

スギ集成材と添え板鋼板による単位ボルト接合の繰り返し実験について

福岡大学大学院 学生員 ○佐久間太亮 福岡大学 正員 渡辺浩
 京都大学生存圏研究所 森拓郎 京都大学生存圏研究所 小松幸平

1. まえがき

大規模な木質構造物の接合部では写真-1 のようにボルト接合された鋼板を介して接合される例が大半である。そのため、接合部の減少により維持管理には貢献しているがその重要度はさらに増している。この接合法は高力ボルトによる摩擦接合ではないため、初期すべりやがたつき、めり込みが発生する可能性がある。

筆者らは過去に図-1 のような4本のボルトを有する接合部の正負交番の載荷実験¹⁾を行った。その結果、許容耐力以下の荷重レベルであってもボルトが破断することがあることがわかった。これはボルトの疲労破壊によるものであり、木部材のボルト接合部に固有の問題であると考えられる。

ここで、ボルトが長ければ同じめり込みが生じても曲げ応力は小さくなり、ボルトが短ければ過大な曲げ応力は生じないと考えられ、接合部のボルトの径や太さが違うことで接合部にはそれぞれ違った挙動や破壊状況が生じると予想される。本研究では4種類のボルト径長比を有するスギ集成材と添え板鋼板による単位ボルト接合部の繰り返し載荷実験を行い、その挙動について検討するものとする。



写真-1 木橋の接合部の様子

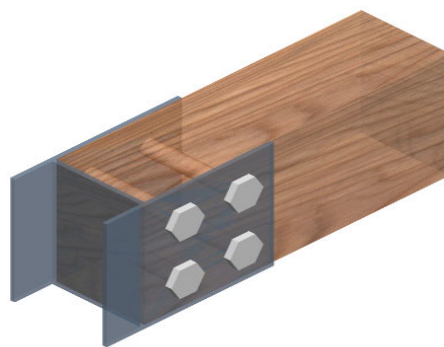


図-1 接合部の拡大図

2. 実験概要

試験体はスギの集成材を使用し、寸法は長さが241mm、厚さが145mm、幅は4種類ある試験体のボルト長に合わせたものである。ラミナ等級はL70でノーフィンガーのものを使用した。また、ボルト孔はラミナをまたがないようにあけた。

ボルトについてはボルト接合部のせん断に対する塑性変形能力および終局耐力は、主材厚（主材の有効厚さ）とボルト径の比 L/d に依存する。 L/d が大きければボルトの曲げ変形により大きな塑性変形を生じ、終局耐力は増大する。一方、 L/d が小さいと木材のせん断破壊や割裂により脆性的な破壊を示す。鋼板を添え板とする2面せん断ボルト接合の場合、塑性変形能力をある程度期待できるのは、 L/d がおおむね8以上の場合であるといわれている²⁾。そこで、ボルトの径を16mmで一定として長さが違う4種類の試験体を用意した。表-1にそれぞれの試験体の諸元と木質構造設計基準に基づく計算値による接合部の降伏耐力を示す。

表-1 各モデルの諸元

試験体	A	B	C	D
ボルト径 $d(\text{mm})$	16			
ボルト径長比 L/d	10	8	6	4
ボルト長さ $L(\text{mm})$	160	128	96	64
接合形式係数 C	0.6	0.7	0.9	1.4
計算値による接合部の降伏荷重(kN)	28.2			19.8

載荷方法については載荷荷重を表-1 に示す計算値による降伏耐力の 0 から 90%を周波数 2.0Hz で増減させる繰り返し載荷とした。

載荷装置の概略図を図-2 に示す。

3.実験結果

各試験体の実験結果を表-2 に示す。試験体 A・B・C ではボルトが破断した。これは既往の研究と同様で疲労破壊したと考えられる。破断したボルトとボルト孔の断面の様子を写真-2 に示す。ボルト孔の中央部と両端部を比較すると両端部の方が広がっていた。図-3 に荷重変位曲線の一例を示す。図-3 より破断直前で変位が急激に増加していることがわかる。試験体 A・B・C においては降伏耐力以下の荷重でも繰り返し荷重がかかるとボルトが破断し接合部が破壊することがわかった。

一方、試験体 D に関しては 50 万回載荷しても破壊に至らなかったため実験を終了した。実験終了時のボルト孔は試験体 A・B・C に比べて、両端部と中央部でめり込みにほとんど差は生じなかった。

今回の実験において接合部の挙動と破壊状況はボルトの径長比でそれぞれ異なることがわかった。

4.まとめ

- ・ 接合部の降伏耐力以下の荷重でも繰り返し荷重がかかると接合部が破壊することが確認できた。これは、繰り返し荷重が作用する木質構造物の設計においては注意が必要であることを示している。
- ・ 接合部の破壊状況はボルトの径長比に関係することが確認できた。

参考文献

- 1) 渡辺浩, 飯村豊, 樋口友三, 山田朗央：木橋における集成材ボルト接合部の繰り返し挙動に関する実験的検討, 第 4 回木橋技術に関するシンポジウム論文報告集, pp.95-100, 2005.
- 2) 日本建築学会：木質構造設計基準・同解説, pp222-247, 2006.

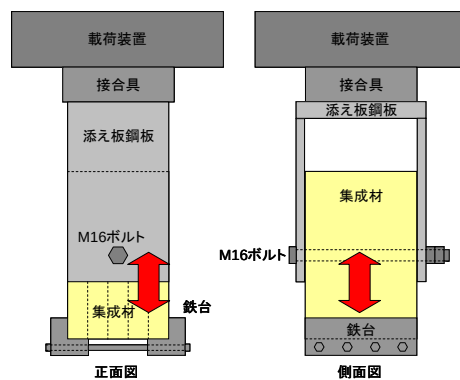


図-2 載荷装置の概略図

表-2 実験結果

試験体	実験終了時の載荷回数	破壊状況
A	A4	ボルト破断
	A5	
B	B4	
	B5	
C	C4	
	C5	
D	D4	破壊に至らず
	D5	



写真-2 破断したボルトとめり込みが生じた木材

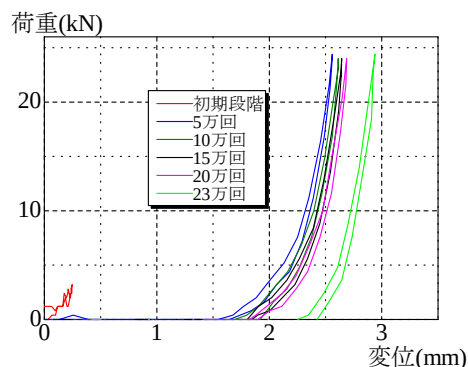


図-3 試験体 B4 の荷重変位曲線