

樹脂が充填された木部材ボルト接合部におけるボルト偏在が耐荷力に与える影響

宮崎大学大学院 学生員 田中耕太 宮崎大学工学部 学生員 山ノ内拓哉
 宮崎大学工学部 正員 今井富士夫 宮崎大学工学部 正員 尾上幸造

1. はじめに

近年、木橋の支間長が増大するなかで木部材も大断面化するとともに、部材の接合も不可欠なものとなっている。木部材の接合には鋼ジョイントが採用される場合が多く、力の伝達は鋼ボルトを介して行われる。このようなボルト接合ではボルト挿入の際にボルトねじ部の損傷を防ぐために、ボルト孔はボルトより大きくし、その隙間にはガタを防止するために樹脂を充填する工法が採用されている。

ボルト接合に関する研究で、充填された樹脂は木部材接合部の補強に寄与することは明らかにされているが、その詳細な度合いについては未だ不明である¹⁾。著者らも樹脂のボルト接合部に対する補強効果を確認するとともに、隙間に樹脂を充填した場合、接合部の設計耐力はボルト孔の径を設計計算に用いることができることを示唆する結果を得ている²⁾。

しかしながら、ボルト接合に関する研究はボルト孔の中心にボルトが位置する偏在無しでの条件下での報告が多く、ボルトに偏在を与えた供試体での実験データは十分なものとは言えない。施工においてはボルトがボルト孔の中心に必ずしも配置しない場合も想定される。そのため、ボルトの偏在が耐荷力に与える影響について詳細な検討が必要である。

本稿では樹脂の効果を設計に反映させることを目的に、樹脂充填時、ボルトに偏在を与えた供試体での実験を実施し、ボルト偏在が耐荷力に与える影響の具体的な検討を行うものである。

2. 実験概要

供試体には図-1に示すような2列1本のボルト配列のものを使用しており、供試体の断面は幅×高さ=150mm×180mmとし、木部材の全長は1500mm、純木部材部は930mmである。また、鋼板を木部材の両面に配置している。木部材は6層から成る同一等級構成集成材(E65-F255, 樹種: スギ)であり、各層のラミナの厚さは30mmで、ラミナ等級はL70である³⁾。実験では片側(図では左側)のみを測定部とし、右側は非測定部として測定部の破壊以前に破壊が生じないようにボルト接合している。なお、鋼ジョイントに相当する鋼板には板厚が10mmのものを使用した。供試体は、ボルト孔(φ)を22mm, ボルト径(d)を16mmとし、図-2に示すように、偏在を与えないもの(中央), 偏在を与えたもの(下,

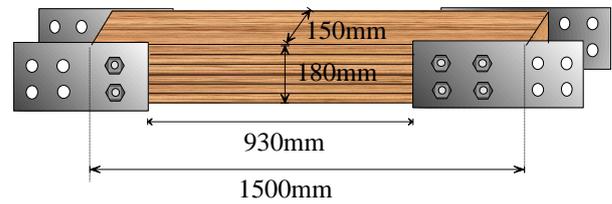


図-1 供試体正面図

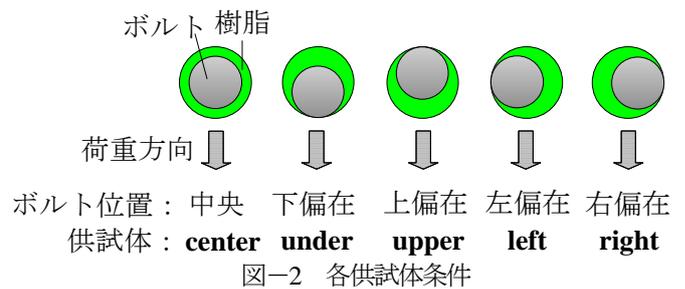


図-2 各供試体条件

表-1 供試体の設計耐力 (単位: kN)

	ボルト破壊			木部材破壊		鋼板 降伏
	許容	降伏	終局	せん断	引張	
	P_a	P_y	P_{uj}	P_{uw}	P_{ut}	
d16	45	56	68	173	400	752
d22	85	107	128	157	367	

上, 左, 右) の5種類を作成した。

木部材とボルトの設計耐力は表-1に示すとおりで、木質構造設計規準に基づいて計算しており、木部材の終局耐力(P_{uw})がボルト接合部の終局耐力(P_{uj})を上回るように設計を行った³⁾。また、表中には本実験で比較対象とするd22の設計値も合わせて掲載している。本実験での荷重は静的引張荷重であり変位制御で載荷した。また、本実験では1つのタイプについての供試体は1体である。

3. 実験結果

図-3は荷重と木部材の鋼板からの引抜け量(以下、変位)の関係を示したものである。図中の破線は使用ボルトであるd16ボルトを基に算出されるボルト接合部の終局耐力(P_{uj})を表わしている。

変位についてみると、低荷重域では偏在供試体は偏在無しの供試体とほぼ同等な変位を示していることが判る。荷重の増大に伴い、下偏在は早い段階で非線形へと変化しており、他の供試体はほぼ同等な変化となっている。

耐荷力についてみると、下側偏在供試体は他の供試体のおよそ90%程度の耐荷力となっている。しかしながら、使用ボ

ルト d16 の設計終局耐力 (Puj(d16)) をすべての供試体が上回るとい結果を得ており、充填樹脂はボルトが偏在される状況下においても補強効果があるものと考えられる。

表-2 は設計耐力と実験で得られた終局荷重および降伏耐力を比較したもので、表中の「ボルト径」は単純に使用ボルト径に対応する設計耐力に対する実験結果の比を示したものであり、「実験値比較」は偏在無し供試体と各偏在供試体の実験値の比を示している。なお、実験での降伏耐力は木質構造設計規準を参考にし、「初期の勾配に対し、接合部径の 5% だけずらした直線と、荷重変位曲線との交点」で確認したものである⁴⁾。

表-2 (a) の終局荷重についてみるとすべての供試体でボルト径を基に算出される設計値を上回る結果となり、その比率は 1.13~1.36 となっている。このことから、充填樹脂は終局荷重の向上に大きな効果を与えていることが判る。また、偏在無し供試体を基にした実験値の比較では高いほうから上側偏在 (1.06)、左側偏在 (1.03)、右側偏在 (0.99) となり偏在無し供試体とほぼ同等な結果となった。下側偏在については、偏在無し供試体と比べおよそ 10% 終局荷重の低下が見受けられる。

表-2 (b) の降伏耐力についても、終局荷重と同様にすべての供試体でボルト径を基に算出される設計値を上回り、実験値の比較では、上、左、右側偏在供試体は偏在無し供試体とほぼ同等の結果となり下側偏在供試体は偏在無し供試体と比べおよそ 10% の低下が見受けられる。

下側偏在の耐力低下に関しては、荷重方向である下側にボルト偏在が発生しているために樹脂の緩衝材としての効果が薄れたことが耐力低下の原因ではないかと考えられる。

しかしながら、耐力が低下した下側偏在に関しても終局荷重および降伏耐力ともに、ボルト径を基に算出される設計耐力を上回る結果から、充填樹脂は緩衝材としての効果を発揮し、ボルト接合部の耐力向上に寄与することが確認できた。このことから、施工時にボルトの偏在が発生する場合においても、接合部の耐力は設計耐力を上回ることが期待できるため、樹脂を充填する施工法は有用であると言えよう。

4. まとめ

本稿で得られた結果を要約すると以下ようになる。

1. 充填樹脂はボルト接合部の耐荷力向上に寄与する。
2. ボルトの偏在による耐荷力への影響は加力方向偏在のみ耐荷力がおおよそ 10% 程度低下する。
3. すべての供試体においてボルト径を基に算出される設計耐力を上回る結果となることから樹脂を充填する施

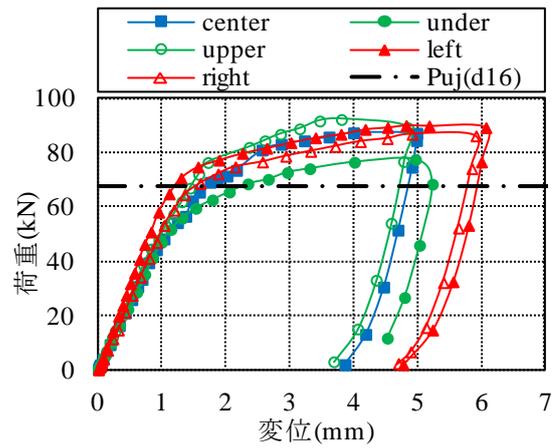


図-3 荷重-変位関係

表-2 実験で得た終局荷重および降伏耐力

(a) 終局荷重

ボルト位置	供試体	終局荷重 (kN)	ボルト径 (注1)	実験値比較 (注2)
中央	center	87	1.28	—
下側偏在	under	77	1.13	0.88
上側偏在	upper	92	1.36	1.06
左側偏在	left	90	1.32	1.03
右側偏在	right	87	1.28	0.99

(b) 降伏耐力

ボルト位置	供試体	実験値 (kN)	ボルト径 (注1)	実験値比較 (注2)
中央	center	75	1.34	—
下側偏在	under	68	1.21	0.90
上側偏在	upper	80	1.43	1.07
左側偏在	left	80	1.43	1.07
右側偏在	right	75	1.34	1.00

注1) ボルトの設計終局耐力との比較 (実験値/理論値)

注2) 偏在無し供試体と各偏在供試体との比較

(実験値/理論値)

工法は有用である。

本実験では1つのタイプについての供試体は1体であり、追加試験の必要性はあると考える。

参考文献

- 1) 山田伸典 他：日本建築学会大会学術講演梗概集，その1，その6，その7，その10，その16，1987~1995。
- 2) 今井富士夫・尾上幸造・中澤隆雄・飯村豊：ボルト孔に充填された樹脂が接合部の引抜け性状に与える効果，構造工学論文集，Vol.56A，pp.850-857，2010。
- 3) 日本合板検査会：構造用集成材の日本農林規格，(JAS)，p.35，2003。
- 4) 日本建築学会：木質構造設計規準・同解説—許容応力度・許容耐力設計法—，pp.239-247，pp.369-371，2006。