

樹脂充填が種々の木部材ボルト接合部に与える効果

宮崎大学大学院 学生員 宮村 潔

宮崎大学工学部 正 員 今井富士夫・尾上幸造・中澤隆雄

1. はじめに

近年、木橋の支間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孔の破損やボルトの損傷を防ぐためにボルト孔はボルト径より大きくし、その隙間にはガタを防止するため樹脂を充填する工法が採用される¹⁾。その実施例としてかりこぼうず大橋が挙げられる²⁾。

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³⁾、その補強度合いについては未だ不明である。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⁴⁾、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⁵⁾。

本稿では樹脂の効果を設計に反映させることを目的に、樹脂厚およびボルト径などの種々のパラメータを変化させた実験を実施し、効果の具体的な検討を行っている。

2. 実験概要

供試体には図-1 に示すような1列2本のボルト配列のものを使用しており、鋼板を木部材の両面に配置している。木部材の断面は幅×高さ=150mm×180mmの6層からなる同一等級構成集成材(E65-F255、樹種:スギ)で、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)とボルト径(d)が同一のもの(打込み型)とボルト径よりも大きなボルト孔にボルトを挿入し、隙間に樹脂を充填したもの(樹脂型)を作成した。供試体のパターンをまとめたものを表-1に示す。

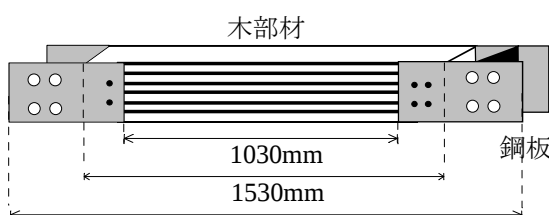


図-1 供試体

表-1 供試体

	樹脂厚	ボルト孔				
		$\phi 12$	$\phi 14$	$\phi 16$	$\phi 18$	$\phi 20$
打込み型	0mm	d12	d14	d16	d18	d20
樹脂型	2mm	—	—	d12, $\phi 16$	d14, $\phi 18$	d16, $\phi 20$
	3mm	—	—	—	d12, $\phi 18$	d14, $\phi 20$

表-2 供試体の設計耐力

	測定部			L/d	備 考
	P_{uj} (kN)	P_a (kN)	P_{uw} (kN)		
d12	38	25	147	12.50	P_{uj} : ボルト接合部の終局耐力
d14	52	35	166	10.71	P_a : ボルト接合部の許容耐力
d16	68	45	173	9.38	P_{uw} : 木部材の終局耐力
d18	86	57	167	8.33	L/d: ボルト径長比
d20	106	70	162	7.50	

木部材とボルトの設計耐力は表-2 に示すとおりで、木質構造設計基準⁶⁾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されている。

本実験での荷重は静的引張荷重で、本実験では1つのタイプについての供試体は2体である。

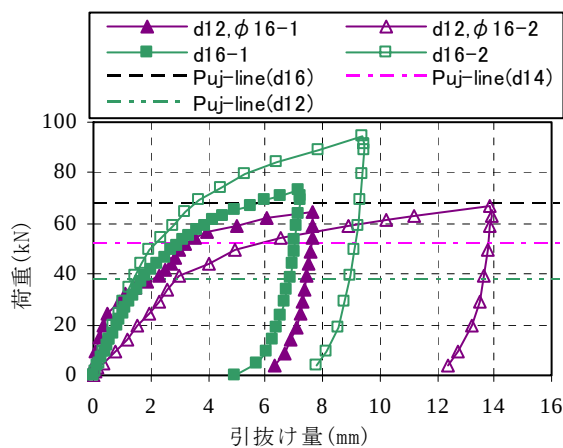
3. 実験結果

図-2 は木部材の鋼板からの引抜け量の変化を示したもので、(a)は $\phi 16$ mm シリーズ、(b)は $\phi 20$ mm シリーズである。図中の破線や鎖線は設計上のボルト接合部の終局耐力(P_{uj})を表している。図から明らかなように、実験結果にバラツキがみられる。これは木目などの木部材の不均一性によるものである。

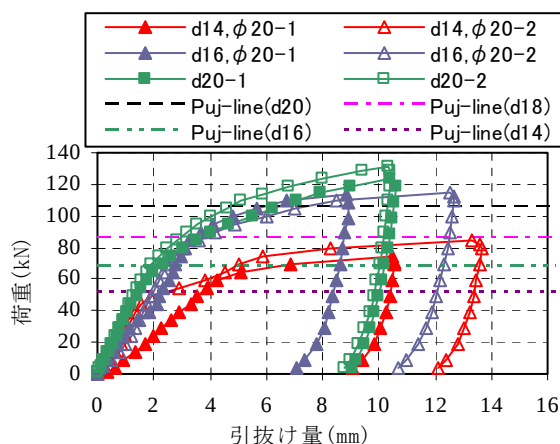
まず、引抜け量についてみると、樹脂型は低荷重域ではボルト孔と同径の打込み型とほぼ同等な引抜け量を示しており、樹脂が引抜け剛性を向上させていることが判る。しかしながら、荷重の増大に伴い、樹脂型の引抜け量は打込み型に比べて大きくなる傾向にある。

耐荷力についてみると、図-2 (a)ではd12, $\phi 16$ の樹脂型の終局荷重はd12の設計耐力を十分に上回り、d16の設計上の終局耐力にほぼ達しているものの、打込み型d16ではその設計耐荷力を上回るものとなっている。また、図-2 (b)では、d16, $\phi 20$ の樹脂型のタイプの終局荷重はd20の設計耐力にほぼ達しているが、d14, $\phi 20$ の樹脂型はほぼd18の設計耐力に留まっており、d20の設計耐力までには達していない。

表-3 は今回の実験で得られた終局荷重をまとめたもの



(a) φ16mm シリーズ



(b) φ20mm シリーズ

図-2 荷重－引抜け量の関係

である。表中の「 P_{uj} に対する実験値の比」は[実験値の終局荷重]/ $[P_{uj}]$ の比を示している。

表から明らかなように、樹脂厚 2mm の樹脂型 (ボルト孔=ボルト径+4mm) の終局荷重はボルト孔と同径の打込み型の終局荷重には達していないものの、ボルト孔と同径のボルト径の設計耐力はほぼ満足している。しかしながら、樹脂厚が 3mm (ボルト孔=ボルト径+6mm) の d14, φ20 ではボルト孔の設計耐力に対する実験値は7~8割程度の値となり、その終局荷重はd18の設計耐力とほぼ同等となっている。このことから、樹脂厚は 2mm が最適な厚さといえる。

図-3 は高さ方向のひずみ分布の変化を示したもので、50~60 kN での 10kN あたりのひずみである。ひずみは木部材側面のすべてのラミナに貼付されたひずみゲージを用いて測定した。測定位置は、ボルト孔から木部材縁端側 30mm の位置である。図中の点線はボルトの位置を表している。

図から明らかなように、ボルト位置で大きな応力集中が発生している。このひずみ分布はいくつかのデータがある中からの一例であるが、打込み型に比べて、樹脂型のほう

表-3 実験で得られた終局荷重

ボルト孔	P_{uj} (kN)	供試体	終局荷重 (kN)	P_{uj} に対する実験値の比
φ 12	38	d12-1	45	1.18
		d12-2	50	1.32
φ 14	52	d14-1	59	1.13
		d14-2	79	1.52
φ 16	68	d16-1	73	1.07
		d16-2	94	1.38
		d12, φ 16-1	64	0.94
		d12, φ 16-2	67	0.99
φ 18	86	d18-1	99	1.15
		d18-2	124	1.44
		d12, φ 18-1	64	0.74
		d12, φ 18-2	69	0.80
		d14, φ 18-1	75	0.87
		d14, φ 18-2	69	0.80
φ 20	106	d20-1	124	1.17
		d20-2	131	1.24
		d14, φ 20-1	74	0.70
		d14, φ 20-2	84	0.79
		d16, φ 20-1	114	1.08
		d16, φ 20-2	114	1.08

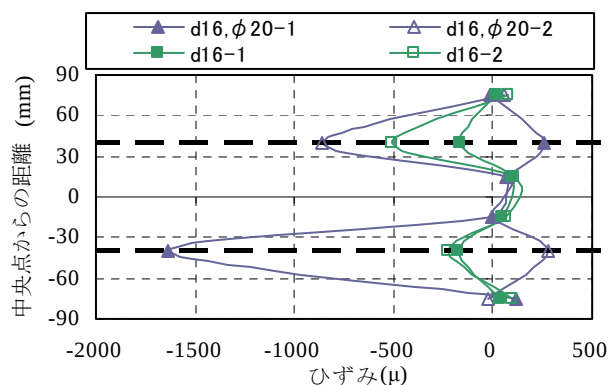


図-3 50~60kN でのひずみ分布(10kN あたり)

がボルト位置で大きな応力集中の発生がみられる傾向にあることが判る。

4. まとめ

本実験で得られた結果を要約すると以下ようになる。

- 1) 樹脂はボルト接合部の耐力を向上させる。
- 2) 樹脂厚は 2mm が最適である。
- 3) 樹脂型は打込み型に比べて、ボルト変形による応力集中が大きくなる。

参考文献

- 1) 土木学会鋼構造委員会木橋技術小委員会：木橋技術の手引き 2005、p.129、2005、2) 有村英樹 他：駒井技報、Vol.23、pp.31-43、2004、3) 手塚升 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、4) Fujio IMAI 他：10th World Conference on Timber Engineering、2008、5) 今井富士夫 他：構造工學論文集 Vol.56A、pp.850-857、2010、6) 日本建築学会：木質構造設計基準・同解説－許容応力度・許容耐力設計法一、p.239-p.247、2006