

ボルト接合部の応力緩和策における樹脂の効果

宮崎大学工学部 学生員 山ノ内拓哉 宮崎大学大学院 学生員 田中耕太
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

集成材を主材とする木橋は近代木橋といわれ、木橋のジョイント部は木材が鋼より軟らかいことから、鋼橋のような一般的な摩擦接合は適用できないため、ボルトのせん断による支圧接合となっている。ボルト径とボルト孔を一致させる場合(以後、打込み型)、施工時にボルト部が損傷するため、ボルト孔をボルト径よりも大きく穿ち、隙間に樹脂を充填する工法(以後、樹脂型)が用いられることがある。また木部材側面ではボルトの支圧の影響に伴い、過度な応力集中が確認されている¹⁾。

本報告は著者らが先に検討した木部材側面に空洞部(以後、テーパ域)を設けた集成材¹⁾の漸増引張試験を行い、テーパ域に樹脂を充填した場合の影響を検討したものである。

2. 実験概要

図-1 は今回の実験で用いた供試体を示しており、木材の断面が幅×高さ=150mm×180mm の6層ラミナの同一等級構成集成材(E65-F255, 樹種:すぎ)で、実験は測定部(ボルト配列2列1本)を固定し、非測定部から荷重を加えている。測定項目は木部縁端から500mmの変位(感度500μ/mmの変位計)と、ボルトの中心から30mmのラミナごとのひずみ(ひずみゲージ)である。

表-1 は供試体の種類を示したものであり、表-2 は今回の実験における供試体測定部の設計値を木質構造設計規準²⁾に基づき求めたものである。また図-2 はテーパ域の寸法を示したもので、今回はテーパ域への樹脂充填における効果を確認するため、φ16を基準にテーパ域の長さを16mm、端部の直径を2倍の32mmとした。

3. 実験結果

図-3 は荷重と鋼板からの木部材の引き抜け変位を示したもので、(a)は d14φ20 シリーズ、(b)は d16φ20 シリーズである。図中の破線、一点鎖線及び二点鎖線は設計上のボルト接合部の終局耐力(以後、設計耐力)を表している。また表-3 は初期剛性と終局耐力を示したものである。これらの図表から打込み型では、テ

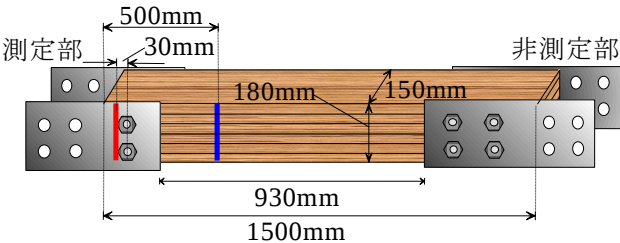


図-1 供試体

表-1 供試体の種類

供試体 タイプ	テーパ域 (樹脂)	樹脂厚 (mm)	ボルト孔		
			φ14	φ16	φ20
打込み型	無し	0mm	d14	d16	d20
	有り(空洞)		—	td16	td20
樹脂型	無し	2mm	—	—	d16φ20
		3mm	—	—	d14φ20
	有り(充填)	2mm	—	—	trd16φ20
		3mm	—	—	trd14φ20
	有り(空洞)	2mm	—	—	td16φ20

d: ボルト径, φ: ボルト孔, t: テーパ域空洞

tr: テーパ域樹脂充填 (単位: mm)

表-2 供試体の設計値

ボルト径 (mm)	ボルト		木部材				鋼板
			テーパ無し		テーパ有り		
	P _a	P _{uj}	P _{uw}	P _{ut}	P _{uw}	P _{ut}	F _{st}
d14	34	52	166	410	—	—	752
d16	45	68	173	400	136	314	
d20	70	106	162	378	127	297	

P_a: 許容耐力, P_{uj}: 終局耐力, P_{uw}: せん断耐力

P_{ut}: 引張耐力, F_{st}: 降伏耐力 (単位: kN)

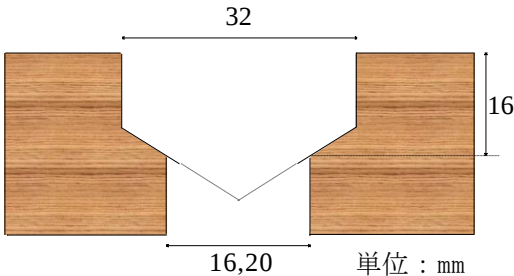
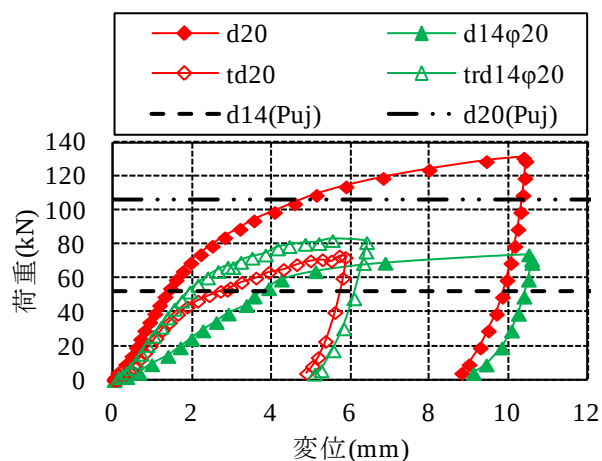
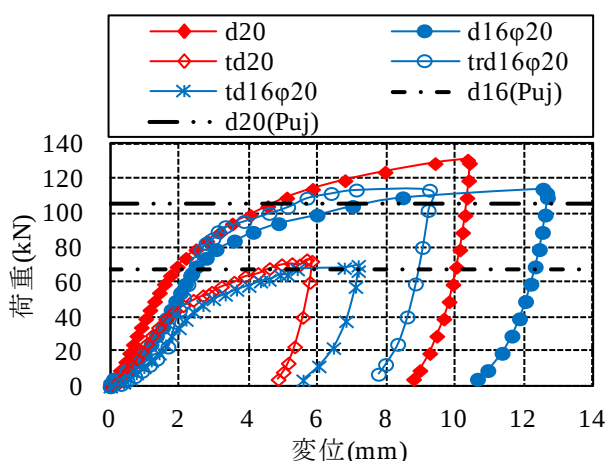


図-2 テーパ域詳細

ーパ域を設けることで終局耐力の減少が見られる。一方 td16φ20 を除く樹脂型でテーパ有無を比較してみると、テーパ域を設けて樹脂を充填した場合、樹脂厚2mm(d16φ20 と trd16φ20) , 3mm(d14φ20 と trd14φ20) それぞれの比較で終局耐力にあまり変化はないが、初



(a) d14φ20 シリーズ



(b) d16φ20 シリーズ

図-3 φ20 シリーズ 荷重-変位

期剛性については樹脂厚 2mm が約 1.7 倍, 3mm では約 1.9 倍に向上している. また, これらの終局耐力と設計耐力を比較すると, td16φ20 以外の樹脂厚 2mm の供試体はボルト孔と同径のボルトの設計耐力を満たし, 3mm の供試体はこれの 7~8 割程度であった. td16φ20 については d16 の設計耐力と同等の終局耐力を示した.

図-4 は全てのラミナに貼り付けたひずみゲージにより測定したひずみから, 10kN ごとのひずみに換算したものを平均し, 高さ方向のひずみ分布に示したものである. また破線はボルトの位置で, 一点鎖線はボルトが木部材に与える平均断面ひずみ(-57μ)を示したものである. 図から見て取れるように, 木部材側面で木材とボルトが非接触状態である td20 を除く全ての供試体は, ボルトの支圧の影響により, ボルト箇所ひずみが平均断面ひずみを上回っている. しかしながら樹脂型では, テーパ域を設けて樹脂を充填した場合, 二つのボルト箇所におけるひずみを平均すると, 樹脂厚 2mm では 15%程度低減しており, 3mm では上下の実験値で差異が激しいものの, その平均値は大きく低

表-3 初期剛性及び終局荷重

設計耐力 P_{uj} (kN)	供試体	初期剛性 (kN/mm)	終局耐力 (kN)	ボルト径 (注1)	ボルト孔 (注2)
52	d14	20	59	1.13	—
68	d16	26	73	1.07	—
106	d20	43	131	1.24	—
	d14φ20	17	74	1.42	0.70
	d16φ20	34	114	1.68	1.08
68	td16	12	64	0.94	—
106	td20	29	73	0.69	—
	trd14φ20	33	83	1.59	0.78
	trd16φ20	58	114	1.67	1.07
	td16φ20	22	70	1.03	0.66

(注1) 実験値/ボルト径の P_{uj}

(注2) 実験値/ボルト孔と同径のボルトの P_{uj}

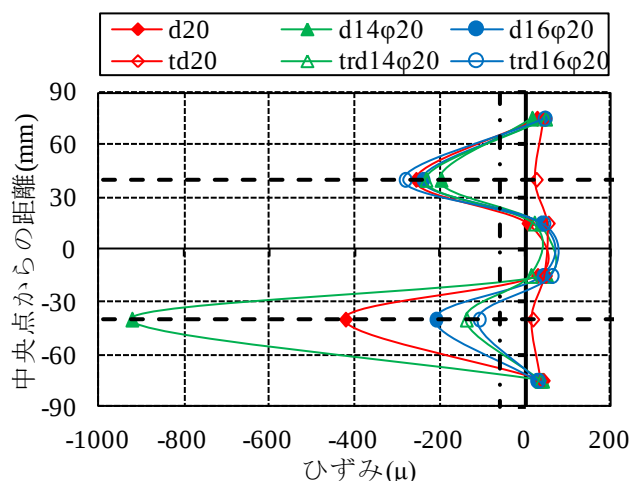


図-4 ひずみ分布

減していることが判る. これにより樹脂厚による差異はあるものの, 一定の応力緩和効果が確認された.

4. まとめ

本研究の成果をまとめると以下ようになる.

1. テーパ域に樹脂を充填した場合, テーパ無しに比べて, 初期剛性は約 1.7~1.9 倍に向上する.
2. 木部材側面のボルト支圧による応力集中に対し, テーパ域に樹脂を充填した場合でも, 樹脂厚による差異はあるものの一定の応力緩和効果がある.

参考文献

- 1) 今井富士夫 他:接合法の違いによる鋼ジョイント近傍の木部材の力学性状: 構造工学論文, Vol.52A, pp.829-836, 2006
- 2) 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