

ボルト孔端部のテーパ域と充填樹脂が木部材ボルト接合部の耐荷力に与える効果

宮崎大学大学院 学生員 渡邊 敬史 宮崎大学工学部 正 員 安井賢太郎
 宮崎大学大学院 学生員 岩吉 絢子 宮崎大学工学部 正 員 今井富士夫

1. はじめに

木橋部材接合部の施工では、ボルト孔をボルト径よりも大きく開け、その隙間に樹脂を充填する工法が採用されることがある¹⁾。既往の研究で、充填樹脂は接合部の耐荷力を向上させることが明らかにされている²⁾。著者らは木部材接合部の耐荷力向上とボルトによる応力集中の低減を目的に、接合部が引抜きを受ける際にボルトが大きく変形するボルト孔端部に、テーパ域を設け樹脂を充填する方法を提案した。この方法が接合部の耐荷力を向上させることを確認している³⁾。

本研究は木部材側面に設けたテーパ域の形状と接合部に充填された樹脂の種類をパラメータとして、接合部の耐荷力向上を実験的に検討したものである。

2. 実験概要

本研究で用いた供試体を図-1に示す。木部材は幅×高さ=150mm×180mmであり、6層のラミナで構成される同一等級構成集成材(E65-F255 樹種：すぎ)を用いている。本実験では測定部を固定し、非測定部側から0.5mm/minの引張変位を与えている。また、表-1は供試体接合部の詳細と供試体としての記号を示したものである。打込み型はボルト径とボルト孔が同径のものであり、樹脂型はボルト径より大きいボルト孔を穿ち隙間に樹脂を充填したもの。テーパ型は樹脂型を改良したものでボルト孔の両端部にボルト孔より大きい孔を開けテーパ域を設けたものである。表-2は、本研究で検討した供試体の一覧で、供試体名のdはボルト径、φはボルト孔、Tはテーパ孔の直径である。また、本研究では2種類の2液性エポキシ樹脂(J及びB)を使用しており、表-3に2つの樹脂の物性値を示す。両者を比較すると、樹脂(J)は樹脂(B)に比べて、弾性係数と圧縮強度が約10%低くなっている。測定項目は変位とひずみであり、変位計(感度500μ/mm)は測定部側の木部材縁端から500mmの位置に貼り、鋼板からの引き抜け変位(以下、変位)を測定している。ひずみゲージ(ゲージ長20mm)は、ボルト位置のラミナ層はボルト孔中心かつボルト孔縁端から20mmの位置に設置し、それ以外のラミナは各ラミナの中心か

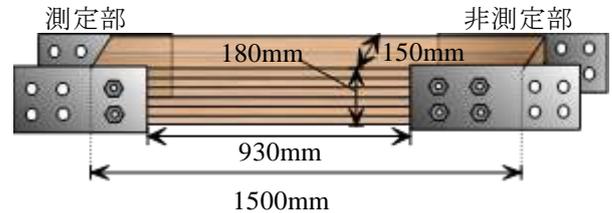


図-1 供試体

表-1 接合部の詳細と記号(測定部)

記号	打込み型	樹脂型	テーパ型
	d○	d○φ○	d○φ○T○
概略図			

表-2 供試体の種類

供試体名	ボルト径 (mm)	ボルト孔 (mm)	テーパ孔 (mm)	充填樹脂
d16	16	16	—	—
d16φ20(J)	16	20	—	J
d16φ20(B)	16	20	—	B
d16φ20T26(J)	16	20	26	J
d16φ20T26(B)	16	20	26	B
d16φ20T32(J)	16	20	32	J
d16φ20T32(B)	16	20	32	B
d16φ20T38(J)	16	20	38	J
d16φ20T38(B)	16	20	38	B
d20	20	20	—	—

表-3 樹脂の物性値

樹脂	弾性係数	圧縮強度	引張強度	ポアソン比
	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	—
(J)	3470	99	24	0.44
(B)	3200	90	25	0.44

つボルト孔縁端から20mmの位置に貼り、木材ひずみを測定している。

3. 実験結果

図-2は荷重と変位の関係を示したもので、図中のP_{uj}は使用ボルト径の設計終局耐力を表している。表-4は各供試体3体以上から得られた初期剛性、降伏荷重、終局荷重の平均値を示しており、最大値のものを色付けしている。なお、設計耐力は木質構造設計規準⁴⁾より算出したものである。表-4より樹脂を充填することで、初期剛性、降伏荷重、終局荷重は向上し、尚且つ適切なテーパ域を設け樹脂を充填すれば、更な

る接合部耐荷力の向上が期待できる。樹脂(J)を用いた場合には、初期剛性、降伏荷重、終局荷重の全ての観点から 38mm のテーパ孔が適切である。樹脂(B)を用いた場合には、初期剛性は 32mm および 38mm のテーパ孔が適切で、降伏荷重および終局荷重の観点からは、38mm のテーパ孔が最大となっている。このことから樹脂(B)では 38mm のテーパ孔が最適である。

木橋でのボルト接合は鋼橋などで利用される摩擦接合ではなく、リベット接合と同様な支圧接合となるため、ボルト近傍の部材には応力が集中する。図-3 は降伏荷重以前の低荷重域での荷重を 10kN あたりに換算したボルト直下位置での木材ひずみを供試体条件ごとに平均したものである。著者らは、充填樹脂によってボルト直下でのひずみは大幅に増加するが、テーパ孔を設けることで、応力集中を低減すると報告している²⁾。テーパ孔による応力集中の低減は、どちらの樹脂においてもテーパ孔が拡大するに連れて、効果を発揮している。これは、テーパ孔に充填された樹脂が応力を分散させており、テーパ孔の拡大によって分散効果が向上するものと推定される。樹脂(J)では 26mm のテーパ孔で応力集中の低減効果が発揮されているが、樹脂(B)では、26mm のテーパ孔では応力集中の低減は大きいものではなく、効果は 32mm のテーパ孔から発揮している。

4. まとめ

本研究で得られた結論を要約すると、以下のようになる。

- 1) テーパ域に樹脂を充填することで接合部の耐荷力は向上し、16mm のボルトに対して、テーパ孔径は樹脂(J)では 32mm、樹脂(B)では 38mm が適切である。
- 2) テーパ孔の拡大に伴い、ボルト直下位置での応力集中は低減する。
- 3) 今回使用した 2 種類の樹脂では、接合部の耐荷力に与える影響の差は見られなかった。

参考文献

- 1) 有村英樹 他：世界最大級の支間を有する車道木橋（かりこぼうず大橋）の施工，駒井技報，Vol.23，pp.31-43，2004。
- 2) 山田伸典，手塚升，松井源吾：エポキシ充填鋼板挿入式ボルト接合に関する研究，日本建築学会構造系

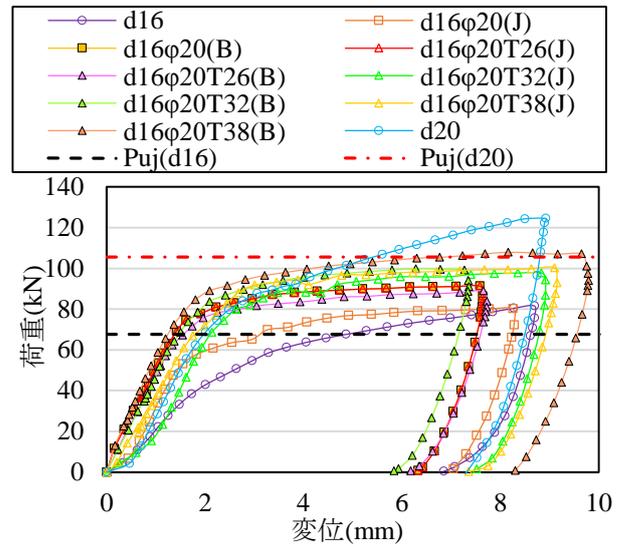


図-2 荷重-変位曲線

表-4 初期剛性と荷重(平均値)

供試体	初期剛性 (kN/mm)	降伏荷重 (kN)	終局荷重 (kN)
d16	26	63	84
d16φ20(J)	48	66	89
d16φ20(B)	43	75	88
d16φ20T26(J)	45	75	92
d16φ20T26(B)	43	81	92
d16φ20T32(J)	55	88	105
d16φ20T32(B)	47	92	101
d16φ20T38(J)	38	85	98
d16φ20T38(B)	47	97	107
d20	43	85	117

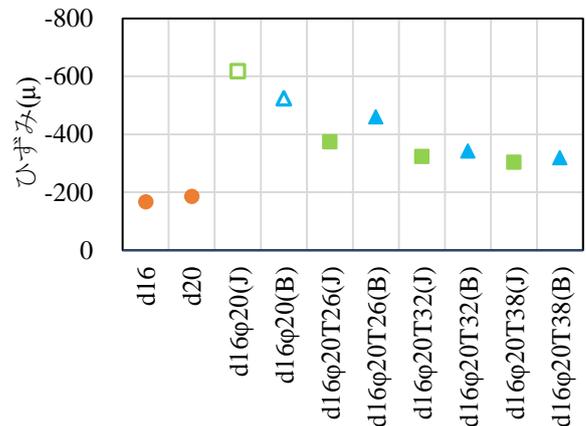


図-3 ボルト直下の平均ひずみ

論文報告集，第 448 号，pp.69-78，1993。

- 3) 渡邊敬史 他：テーパを有するボルト孔の樹脂が木部材接合部の機能に与える影響：木材利用研究論文報告集 13，pp.99-104，2014。
- 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.239-247，369-371，2006。