

アクリル樹脂を充填した木橋部材接合部の引抜き抵抗

宮崎大学工学部 (正)○安井賢太郎, 黒木雄大, 金田晃平, (正)今井富士夫

1. はじめに

トラス木橋における木部材同士の接合方法として、ボルトと同径のボルト孔を木部材に開けてボルトを打込む「打込み型」(図-1(a))がある。著者らは、ボルトよりも大きくボルト孔を開けて、ボルト挿入後の隙間に樹脂を充填する「樹脂型」(図-1(b))について実験を行い、充填樹脂の効果で接合部からの木部材の引抜きに対する初期剛性、降伏荷重及び終局荷重が向上することを明らかにしてきた。さらに、ボルト孔の両端にテーパを設ける「樹脂テーパ型」(図-1(c))を提案し、ボルト孔内部でボルトが偏在して施工された場合でも樹脂の効果を保てることも明らかにした¹⁾。これは「打込み型」と比べ接合部におけるボルト本数の低減に加え、ボルト挿入時の配慮を不要とするもので、経済面ならびに施工面で大きな効果を産み出すものと考えている。

本研究では、樹脂材料の選択肢を広げるためこれまでの実験で使用してきたエポキシ樹脂に加え、耐候性や湿潤状態における接着性に優れるアクリル樹脂を充填した木部材接合部の引張試験を行い、接合部の引抜き抵抗について「打込み型」及びアクリル樹脂と比較を行った。

2. 実験概要

2.1 供試体及び実験方法

図-2 に供試体の概略図を示す。木部材は幅×高さ＝150mm×180mm の 6 層ラミナからなる同一等級構成集成材 (E65-F255, 樹種:スギ) である。固定側では接合部のボルト配列を 1 列 2 本とし、鋼板 (板厚 10mm) を木部材の両面に配置し、ボルト接合部は図-1(c)に示すような樹脂テーパを設けている。本実験で使用するボルト径は 16mm, ボルト孔径は 20mm, テーパ孔径は 32mm である。一方の引張側は固定側よりも先に破壊しないように設計している。引張試験は変位制御で行い、載荷速度は 0.5mm/min とした。測定項目は鋼板からの木部材の引抜き変位 (以下, 変位) と木部材のひずみであり、変位は木部材の固定側端部から 500mm の位置に変位計を取り付け、ひずみはボルト孔縁端部から固定側に 20mm 離れた位置の各ラミナ中央にひずみゲージを貼り付け測定した。

2.2 樹脂接着剤

表-1 に本実験で使用した樹脂接着剤の諸元を示す。A-1 はアクリル樹脂、E-1 及び E-2 はエポキシ樹脂であり、これらは主にコンクリート構造物のひび割れ注入材として使用されている。また、E-1 は 2003 年に宮崎県に竣工した世界最大級の支間長を有する車道木橋「かりこぼうず大橋」において木橋部材接合部の充填樹脂に採用された²⁾。表より、A-1 は E-1 及び E-2 と比較して粘度が低く、また降伏強度及び弾性係数も低い。

3. 実験結果

図-3 に荷重－変位曲線 (代表値) を示す。図中の d16

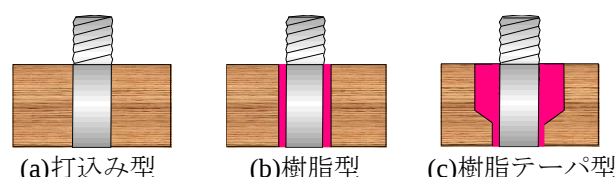


図-1 接合部概略図

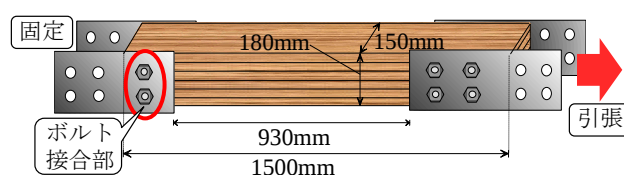


図-2 供試体概略図

表-1 樹脂接着剤の諸元

樹脂	A-1 (アクリル)	E-1 (エポキシ)	E-2 (エポキシ)
物性			
粘度 (mPa・s)	300	1000~3000	200~1000
密度 (g/cm ³ 硬化物)	1.02	1.0~1.3	1.15~1.17
圧縮降伏強度 (N/mm ²)	52	99	90
圧縮弾性係数 (N/mm ²)	850	3470	3200

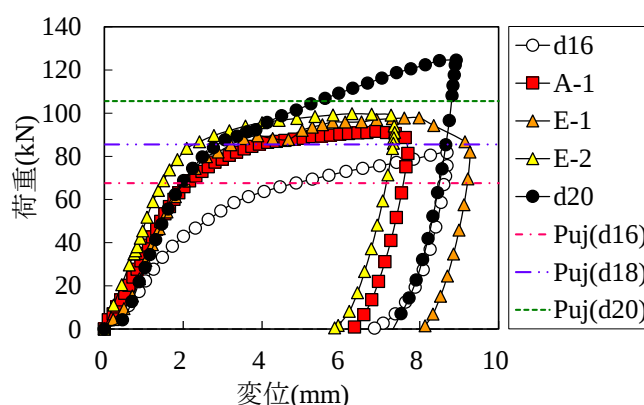


図-3 荷重－変位曲線

及び d20 は、「打込み型」のボルト径 16mm 及び 20mm の実験結果ある。また、Puj は「打込み型」の各ボルト径における接合部設計終局耐力³⁾である。この結果を基に初期剛性、降伏荷重ならびに終局荷重について図-4～図-6 に整理する。図中の○は実験値、●は平均値、Py は「打込み型」での各ボルト径における接合部設計降伏耐力³⁾である。図-4 において、A-1 の引抜きに対する初期剛性は d16 を上回っているものの E-1 及び E-2 よりも低いことが分かる。これは表-1 より A-1 の圧縮弾性係数が E-1 及び E-2 よりも低いため、载荷時にアクリル樹脂が変形し引抜きに対する接合部の抵抗が弱くなったためではないかと考えられる。図-5 において、A-1 の降伏荷重は d16 を上回り、また d18 の設計降伏耐力を上回った。これは、打込み型の木部材がボルトからの荷重を局部で受けるのに対し、樹脂テープ型の木部材は樹脂を介して分散された荷重を受けることで d16 よりも変形を抑えることができているのではないかと考える。ただし E-1 及び E-2 よりも低い結果となり、A-1 の圧縮降伏強度が低いためにアクリル樹脂が先に圧壊して降伏に至ったものと考えられる。また、図-6 においても A-1 の終局荷重は d18 の設計終局耐力を上回ったものの、E-1 及び E-2 よりも低い結果となった。図-7 に A-1 及び E-1 のボルト近傍ひずみ分布を示す。载荷初期、Py 時、Puj 時及び終局時における両者を比較すると、樹脂の物性が異なるにも関わらず、大きな差異は認められなかった。

4. おわりに

本研究ではトラス木橋における木部材同士の接合方法として提案した「樹脂テープ型」において、アクリル樹脂を充填した引張試験を行った。引抜き抵抗はエポキシ樹脂を充填した場合と比べ低いものとなったが、d16 よりも高く、d18 の設計降伏耐力及び設計終局耐力を上回っているため、「打込み型」にかわる接合方法であると考えられる。また、粘度が低いことからエポキシ樹脂の充填が難しい箇所にも有利であると考えられる。

付 記

本研究は科学研究費助成事業・基盤研究(C) (平成 25 年度～27 年度、課題番号: 25420487、代表者: 今井富士夫) の交付を受けて実施された。

参考文献

- 1) 渡邊敬史, 安井賢太郎, 今井富士夫, 尾上幸造: 樹脂が充填されたボルト孔両端のテープによる木部材接合機能の向上効果, 構造工学論文集, Vol.61A, pp.562-569 (2015)
- 2) 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)
- 3) 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 (2006)

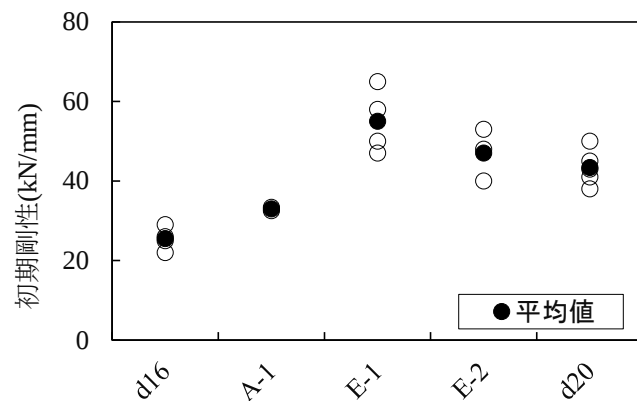


図-4 初期剛性

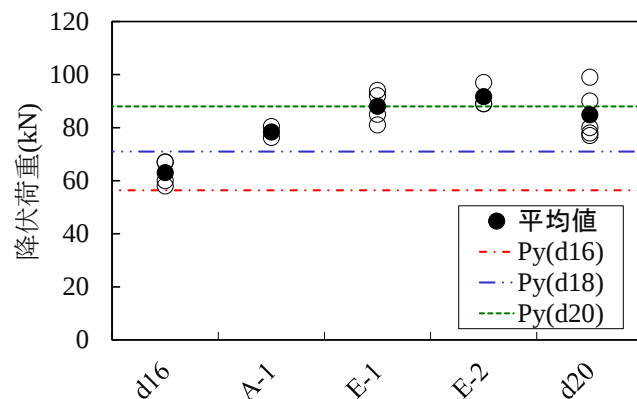


図-5 降伏荷重 (5% offset 法)

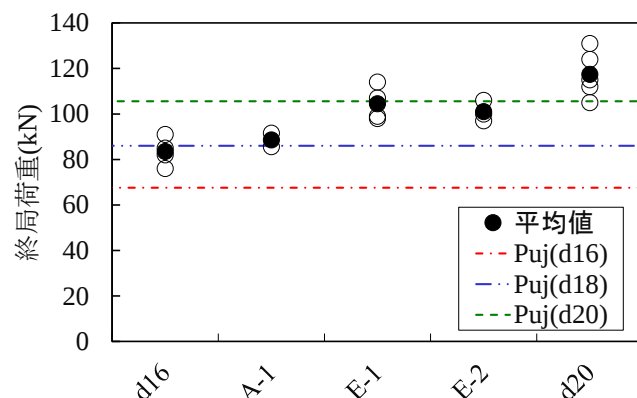


図-6 終局荷重

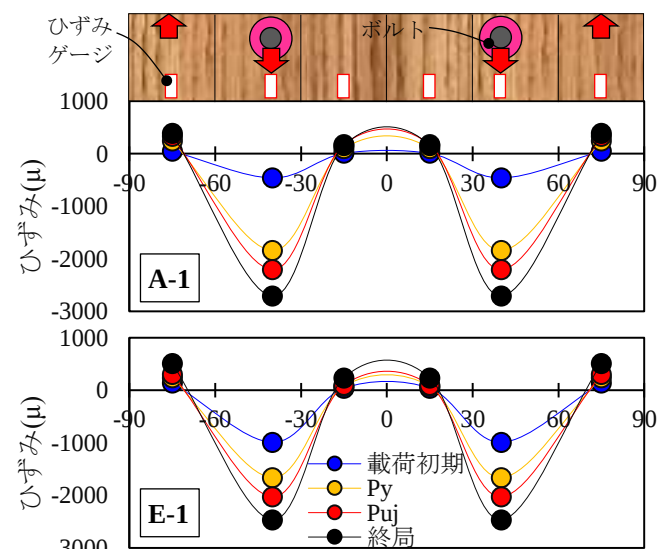


図-7 ひずみ分布