

圧密技術を利用した環境配慮型竹製接合具の開発

— 押し抜き成型（絞り加工）による圧密竹コネクタ製造技術の開発（第Ⅱ報）—

大内成司*・古曳博也*・阿部 優**

井上正文***・田中 圭***・後藤泰男****・梶原光男*****

*産業科学技術センター・**竹工芸・訓練支援センター

大分大学・*(株)ホームコネクタ・*****(株)エクセム

Development of Densified Bamboo Connector Composed of Bamboo Stick (Part II)

Johji OUCHI*・Hiroya KOHIKI*・Masaru ABE**

Masafumi INOUE***・Kei TANAKA****・Yasuo GOTO*****・Mitsuo KAJIWARA*****

*Oita Industrial Research Institute・**Oita Bamboo Craft and Training Support Center

Oita University・*Home Connector Co.,Ltd.*****ECSM Co.,Ltd.

要 旨

本研究では、これまで開発してきた絞り加工による圧密竹コネクタの更なる強度性能の向上を目指し、コネクタの表面加工条件が継手接合部の引張強度にどのように影響するか検討を行った。今回は、コネクタの表面に繊維直行方向の円周上に深さ1mmの切り込みを表面全体に、5mm・10mm・20mmピッチで施したものと、コネクタの両端から約30mmの部分に5mm・10mmピッチで施したものを試験体とし、継手接合部の引張試験を行った。切り込みを入れた目的は、接着表面積を大きくすることと、引っ掛かりによる耐力の向上を目指すものであったが、切り込みによる耐力への影響は見られなかった。また、鋼製接合具（Steelシリーズ）の耐力と比較すると、約2/3の耐力を示した。

1. はじめに

解体・リサイクルに有利な木材接合法の実現を目指し、「竹材と接着剤を併用した接合法」の開発を続けてきた。

昨年度の報告（第1報）¹⁾では、テーパ状の金属治具を使用した絞り加工による全周囲からの圧密化処理による圧密竹コネクタを開発し、製造方法の確立と実際の継手接合部の引張試験を行い、強度性能について検討した。その結果、仮設構造物の短期許容応力の約2倍の耐力を示したが、鋼製接合具を使用した場合の耐力と比較すると低い値を示した。

そこで本研究では、圧密竹コネクタの強度性能のさらなる向上を目指し、コネクタの表面加工をパラメータとした継手接合部の引張試験を行ったので報告する。

2. 実験

2.1 圧密竹コネクタの表面加工処理

絞り加工により製造した圧密竹コネクタ（直径φ18mm、長さ150mm）の表面に、繊維直行方向の円周上に切り込みを施した。Fig. 1, 2 にその様子を示す。切り込みの深さは1mmとし、切り込みのピッチをパラメータにとり、表面全体に、5mm・10mm・20mmピッチの3種類と、コネクタの両端から約30mmの部分に5mm・10mmピッチの2種類



Fig. 1 表面全体に切り込み加工したコネクタ（下から5mm, 10mm, 20mmピッチ）



Fig. 2 両端30mmに切り込み加工したコネクタ（5mmピッチ）

とし、合計5種類とした。なお、コネクターの表面は、接着剤の付着性を向上させるため、サンドペーパー（＃80）加工を施した。Table 1 にその試験体リストを示す。

Table 1 試験体リスト

試験体名	切込深さ (mm)	ピッチ (mm)	切込位置	密度 (g/cm ³)	試験体数
A5	1	5	全体	1.21 ～ 1.25	各3体
A10		10			
A20		20			
B5		5	両端 30mm		
B10		10			

2.2 圧密竹コネクタを用いた継手接合部の引張試験

表面加工処理を施したコネクタを用いて継手接合部の引張試験を行った。母材の樹種はスギ材（乾燥材）とした。スギ材の木口面の中央に直径φ21mmのコネクタ挿入用の穴をあけ、その穴にコネクタを挿入し、エポキシ樹脂接着剤を充填した。突合せ面には木口面接着の効果を排除するためウレタンシートを挟んだ。接着剤の養生期間は14日間とした。試験体数は各条件3体の合計15体とした。Fig. 3 に継手試験体の形状及び寸法を、Fig. 4 に試験に用いた加力装置を示す。载荷は200kN複動オイル

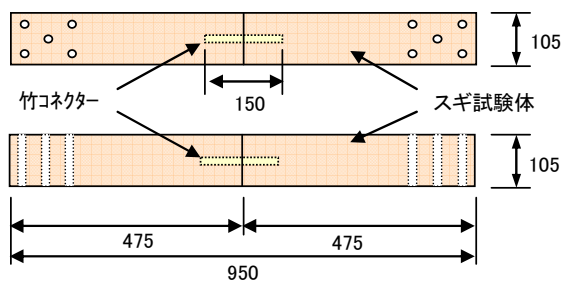


Fig. 3 試験体形状及び寸法

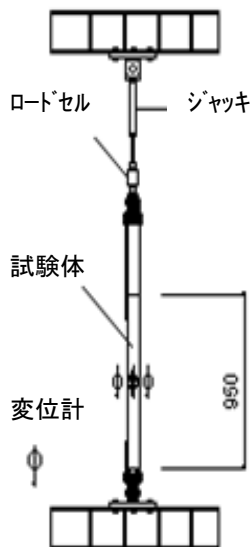


Fig. 4 加力装置

ジャッキにより単調引張载荷で行った。変位は、接合部の4面にストレインゲージ式変位計をそれぞれ取り付け、接合部の開きを測定した。

3. 結果及び考察

3.1 引張試験結果

Fig. 5 に継手接合部の引張試験の最大耐力を示す。なお、比較のため昨年度実施した、表面加工を施していない（Nシリーズ）、サンドペーパー加工のみを施した（Pシリーズ）、表面全体にねじ加工を施した（Sシリーズ）及び鋼製接合具（Steelシリーズ）の耐力についても示す。

今回の試験は、切り込みのピッチをパラメータにとり比較を行ったが、Fig. 5 から分かるように、どのシリーズもほとんど差は見られず、最大耐力が25kNあたりで安定した値を示した。表面処理を行っていないNシリーズと比較すると約1.5倍の高い値となった。A・Bシリーズ共に表面は、サンドペーパー加工を施してあり、サンドペーパー加工のみを施してあるPシリーズと比較してもほぼ同等の値となった。

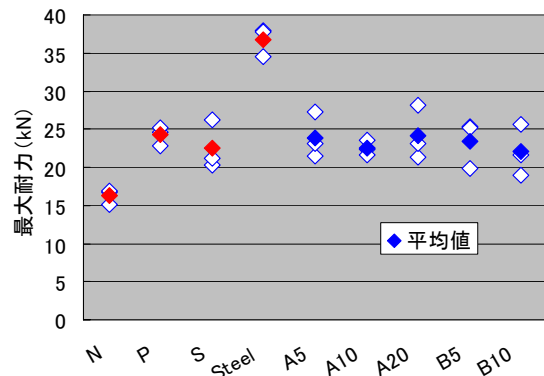


Fig. 5 継手接合部の引張試験の最大耐力

切り込みを入れた目的は、接着表面積を大きくすることと、引っ掛かりによる耐力の向上を目指すものであったが、今回の結果からは、その様な効果は見られなかった。しかし、大分大学が実施した、丸竹ひごを束ねて横圧縮により圧密集成して製造した圧密竹ひごコネクタの実験²⁾によると、本研究の切り込みピッチと同条件で実施しているが、切り込みの効果が確認されており、鋼製接合具（Steelシリーズ）の耐力に近い値を示している。このような現象が起きた原因として考えられることが二点ある。まず、今回試験を実施した時期が12月だったため、低温によるエポキシ樹脂の硬化促進に影響があった可能性が考えられる。エポキシ樹脂の硬化に必要な温度は5℃以上とされている。もう一点は、今回試験を行ったほとんどの試験体で母材の木部破断が見られたが、一部

にはコネクタ自身の破断による破壊形態が見られた。これは、絞り加工によるコネクタは、8本の竹ひごから構成されており、接着剤を注入するための枝管（直径φ6mm）を取り付ける穴の位置が1本の竹ひごに重なった場合、繊維方向に分断する形になるので、その部分から破壊が起こり、耐力が向上しなかったものと考えられる。それぞれの破壊形態の様子をFig. 6, 7 に示す。

2) 吉田他：木質構造用竹製接合具の開発 大分大学福祉環境工学科建築コース卒業論文



Fig. 6 木部破断の様子



Fig. 7 コネクタの破断の様子

4. まとめ

今回の結果をまとめると以下の通りである。

- ・ 切り込みのピッチをパラメータにとり比較を行ったが、どのシリーズもほとんど差は見られず、最大耐力が25 kNあたりで安定した値を示した。
- ・ 鋼製接合具（Steelシリーズ）の耐力と比較すると、約2/3の耐力を示した。
- ・ 仮設構造物の短期許容応力の約2倍の耐力を示した。

5. 参考文献

1) 大内他：押し抜き成型（絞り加工）による圧密竹コネクタ製造技術の開発（第1報） 大分県産業科学技術センター平成19年度研究報告（2007）