

竹繊維を活用した高強度材料の開発

木材工業部 ○日高富男, 福留重人, 山角達也

1. はじめに

本県は竹資源が豊富に存在し、3～5年で再生産が可能であることから持続可能なバイオマス資源として最適な材料である(竹林面積16,000ha:全国一位)。

これらの竹の有効利用を目的として、モウソウチクを構成する強靱な竹繊維の効率的な解繊技術、竹繊維を用いた竹ダボの成形条件を検討し、竹ダボを用いた木造住宅でのダボ接合の強度性能を評価したので報告する。

2. 実験方法

2.1 竹繊維の解繊

供試材は、表皮を剥皮した鹿児島県内産モウソウチク割竹を用いた。蒸煮処理条件は、処理温度及び時間を可変し、円筒縦置型オートクレーブ((株)ヤスジマ製)を用いて行った。

蒸煮処理した割竹を乾燥後、プラスチックハンマーで叩き潰した後、面状の荒い板の間に挟み摺り合わせるにより竹繊維を得た。また、各蒸煮条件毎の竹繊維の収率を測定した。

取り出した竹繊維の引張強度試験は、繊維引張試験(JIS L 1069)に準じて繊維引張試験機((株)島津製作所製AGS-5kNB)を用いて行った。

2.2 竹ダボの成形条件

供試材には、オートクレーブで200℃、30分の蒸煮処理を行い、それを解繊処理した竹繊維を用いた。竹ダボのプレス条件として、プレス温度は180℃、プレス圧力は30MPaで一定とし、プレス時間を、15分、30分及び60分と変化させ竹ダボの試作を行った。

2.3 曲げ強度試験

試作した竹ダボ(14mm角材)を用いて、曲げ強度試験を行った。曲げ強度試験は、木材の曲げ強度試験(JIS Z 2101)に準じて精密万能試験機((株)島津製作所製AG-100kNE)を用いて行った。

2.4 引張試験

単軸引張試験は、試作した竹ダボ(14mm角材)を用い45mm角のスギ材の木口面に直径20mmのダボ穴を100mmと70mmの深さにあけて、エポキシ系樹脂接着剤を充填し竹ダボを埋めて1週間養生後に試験体とした。また、竹ダボと母材との接着力を高めるために竹ダボ表面に、サンドブラスト処理を用いたものと無処理のもの各5試験体で強度の比較を行った。

次に、T型引張試験(柱と土台の接合)は、試作した竹ダボを4本(14mm角材)を用い、接合面に対しそれぞれ垂直に直径20mmのダボ穴を穿孔した。柱への穿孔深さは、70mmで統一し、土台への穿孔深さは、35mm、53mm及び70mmの3条件とした。接着剤はエポキシ系樹脂接着剤を用い、その際、接合面の影響を避けるために、柱と土台の直接的な接着を防止する工夫をした。なお、試験体数は各6体とし接着後1週間養生した後、試験を行った。

3. 結果及び考察

3. 1 竹繊維の解繊

各蒸煮処理条件で得られた竹繊維の引張強度試験の結果を図1に示す。160℃で120分処理した時の引張強度は280MPa, 200℃で30分処理した際の繊維の引張強度が300MPaと高かった。また, 200℃で30分処理の時の解繊も容易であり繊維の収率も5割を超えた。

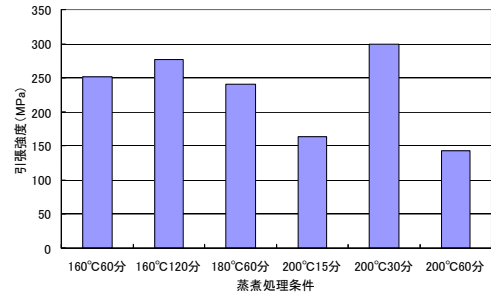


図1 竹繊維の引張強度試験

3. 2 曲げ強度試験

竹ダボの曲げ強度試験結果を図2に示す。プレス時間30分で最も曲げ強度が高かった。これは, プレス時間15分では, 成形が不十分であり, また, プレス時間60分では竹繊維の熱変成が進み, 強度低下につながったためと推察される。

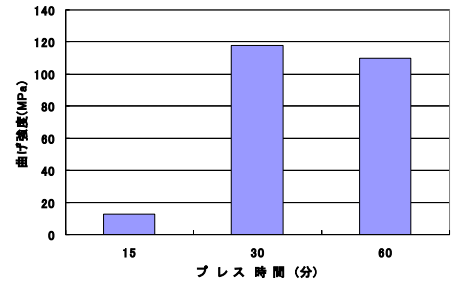


図2 竹ダボの曲げ強度試験

3. 3 引張試験

単軸引張試験結果を図3に示す。表面無処理の竹ダボの平均引張強度は31.5kNに対して, サンドブラスト処理を行った竹ダボの平均引張強度は33.1kNと約5%向上していた。

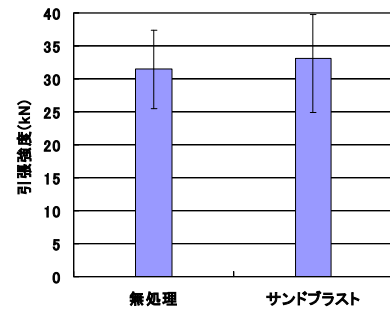


図3 竹ダボの単軸引張試験

これは, プレス加工で作られる竹ダボの表面が平滑であるのに対して, サンドブラスト処理を行うことで接着剤の投錨効果が現れたものと考察された。

次に, T型引張試験の結果を図4に示す。土台埋め込み深さ35mm, 53mm, 70mmの試験体の平均引張強度は, それぞれ18.5kN, 19.8kN, 27.1kNであり, 埋め込み深さが深くなるほど強度が向上する傾向が見られた。

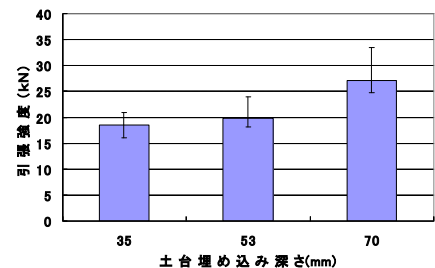


図4 竹ダボのT型引張試験

3. 4 接合部の評価

今回の試験結果から算出した短期基準接合耐力は, 土台埋め込み深さ70mmの場合では12.67kNを示し, 平成12年建設省告示第1460号で例示された仕口の許容引張耐力「10kN用引き寄せ金物(10.0)」と同等以上の耐力が得られた。

4. おわりに

以上のような条件で竹繊維の解繊, 竹ダボを用いた試験の結果次のことが明らかになった。

- (1) 竹の解繊は, 200℃で30分蒸煮処理の際に引張強度が高く, また, 繊維の収率も高かった。
- (2) 竹ダボは, プレス温度180℃, プレス圧力30MPa, プレス時間30分の製造条件で, 曲げ強度が最も高くなった。
- (3) 竹ダボの表面にサンドブラスト処理を行うことで接着効果が向上し引張強度が高くなった。
- (4) 今回の試験条件下における竹ダボ接合の短期基準接合耐力は, 建設省告示で例示され仕口の許容引張耐力と遜色ない耐力が得られており, 木造住宅における竹ダボ接合の可能性が示唆された。