

木材接合における高信頼度化技術の確立

－スギ圧縮材の性能評価－

福留重人*

Establishment of High Reliable Technology in Timber Joints

－Performance Evaluation of Compressed Sugi－

Shigeto FUKUDOME

木造建築物の耐力向上を目的として、スギ圧縮材の特性を活用した接合技術の開発を行った。今回は、スギ圧縮材の製造実験及び性能試験を実施し、製造条件の強度性能に及ぼす影響等について検討を行った。その結果、寸法変化を少なくするための適切な加熱時間及び圧縮時間が明らかになった。また、圧縮率及び寸法と強度性能の間には高い正の相関が見られ、スギ圧縮材の有効性が示唆された。

Keyword: スギ、圧縮材、マイクロ波加熱、寸法変化、強度性能

1. 緒 言

木造軸組構法建築物の構造性能に関するクレームを低減させるためには、接合技術の信頼度を高めることが重要である。

圧縮木材は低比重材の高強度化や復元力による嵌合度向上などの効果があるため、接合工法の改良や開発において有効的な手法として期待されている¹⁾。

そこで、本研究では建築物の耐力向上を目的として、スギ圧縮材の特性を活用した接合技術の開発を行った。今回は、スギ圧縮材の製造実験及び性能試験を行い、製造条件の強度性能に及ぼす影響等について検討した。

2. 試験方法

2. 1 圧縮木材の寸法変化測定

スギ板目板を幅40mm×長さ40mm×厚さ30mmに裁断した試験片を、マイクロ波（2.45GHz、500W）により100℃以上に加熱した後、油圧式加力装置により厚さ方向に圧縮した。圧縮時の厚さ決め用として、試験片の左右に厚さ10mmの鋼板を設置した。圧縮時間を60秒で統一し、マイクロ波加熱時間を0、20、40、60（秒）の4条件とした。次に、マイクロ波加熱時間を20秒に統一し、圧縮時間を10、60、120、600（秒）の4条件とした。圧縮解除後、室内環境において、試験片の厚さ変化を測定した。

2. 2 スギ圧縮材の強度試験

スギ板目材を幅40mm×長さ180mm×厚さ30mmに裁断した試験片を、マイクロ波により90秒間加熱した後、油圧式加力装置により厚さ方向に120秒間圧縮した。圧縮率と強度

の関係を把握するために、圧縮時における厚さ決め用鋼板の厚さを10mm、16mm、22mmの3条件とし、比較用に無圧縮のスギ材を試験に供した。圧縮率Cは(1)式により求めた。

$$C = \frac{T_0 - T_1}{T_0} \times 100 \tag{1}$$

ここで、 T_0 ：圧縮前の試験片厚さ(mm)、 T_1 ：圧縮解除後の試験片厚さ(mm)である。

圧縮解除後に強度試験用の試験片を作成し、集中荷重方式による曲げ試験（高さ方向辺長：12mm、スパン：160mm）、集中荷重方式によるせん断試験（高さ方向辺長：12mm、スパン：60mm）ならびに部分圧縮試験（圧縮用鋼板幅：30mm）を実施した。

2. 3 スギ圧縮材を用いた接合部の強度試験

スギ圧縮木材の復元力が接合具のゆるみを防止して耐力を維持する一手法として、込み栓を取り上げた。込み栓の断面寸法を9mm×9mm、15mm×15mm、21mm×21mmの3条件とし、スギ圧縮材の圧縮率は60%の一定とした。接合部の強度試験は、図1に示す二面せん断試験と、図2に示す曲げ

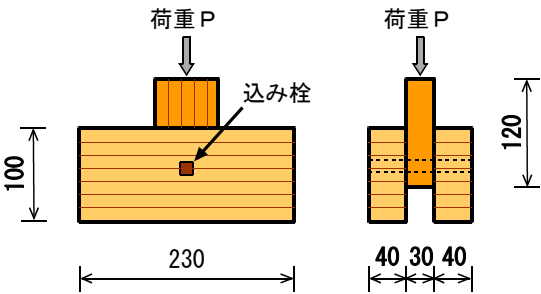


図1 接合部の二面せん断試験方法 (mm)

*木材工業部

モーメント試験を行った。両試験とも、主材及び側材にスギ製材を用いた。

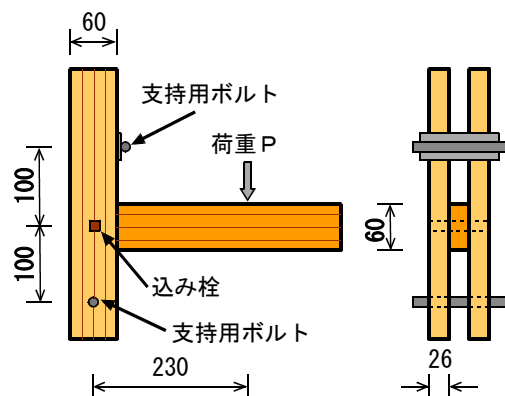


図2 接合部の曲げモーメント試験方法 (mm)

3. 試験結果

3.1 圧縮木材の寸法変化

圧縮解除後における加熱時間ごとの厚さ変化を図3に示す。解压直後では、加熱時間が長くなると寸法復元は少なくなる傾向が見られた。240時間経過後では、加熱時間60秒の場合、加熱時間0秒と同等の厚さに復元し、加熱時間20秒と40秒では同等の厚さを示していることから、今回用いた試験片の体積では、20秒程度の加熱時間が効率的と思われる。

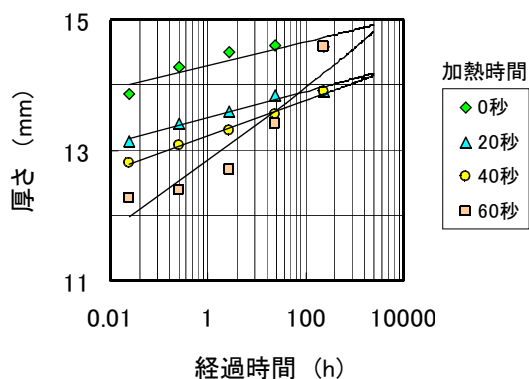


図3 加熱時間ごとの厚さの変化

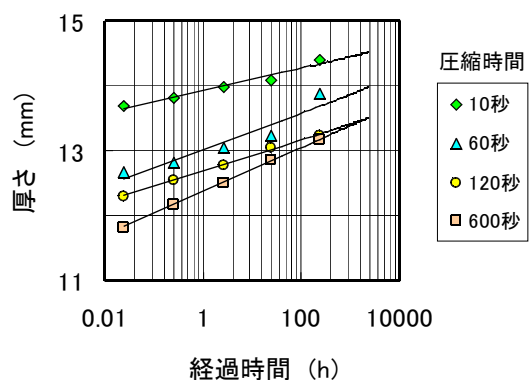


図4 圧縮時間ごとの厚さの変化

れる。次に、圧縮解除後における圧縮時間ごとの厚さ変化を図4に示す。圧縮時間が長くなると寸法復元は少なくなる傾向が見られたが、120秒以上圧縮しても寸法変化の割合が変わらないことから、今回用いた試験片の体積では、120秒程度の圧縮時間が効率的と思われる。

3.2 圧縮木材の強度性能

圧縮率と曲げ強さの関係を図5に、密度と曲げ強さの関係を図6に示す。次に、圧縮率とせん断強さの関係を図7に、密度とせん断強さの関係を図8に示す。また、圧縮率と部分圧縮強さの関係を図9に、密度と部分圧縮強さの関係を図10に示す。いずれの場合も両者の間には高い正の相

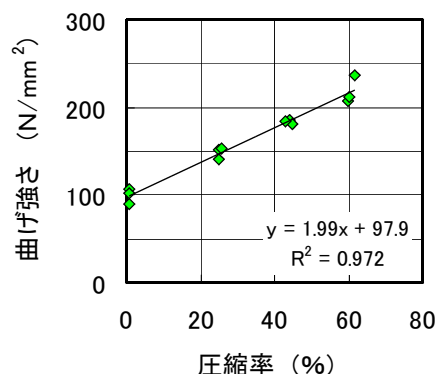


図5 圧縮率と曲げ強さの関係

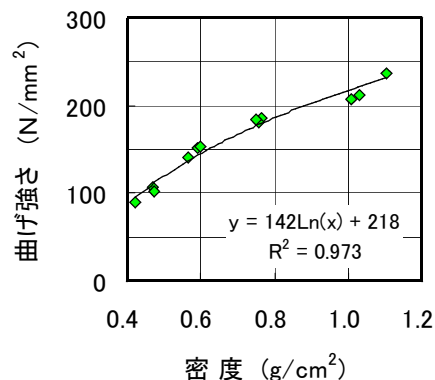


図6 密度と曲げ強さの関係

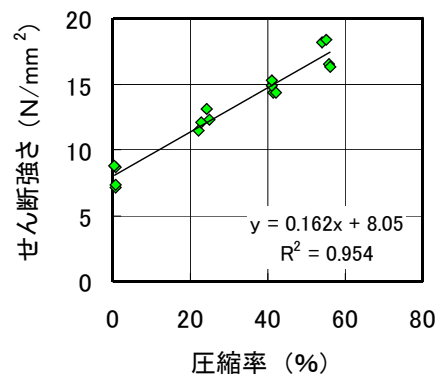


図7 圧縮率とせん断強さの関係

関が認められた。

3. 3 スギ圧縮材を用いた接合部の強度性能

二面せん断試験における荷重と相対変位の関係を図11に示す。込み栓の曲げ破壊が生じて荷重が低下した後、再度、荷重が増加しており、粘り強い強度性能を有することが確認された。これは、荷重低下時に破断した込み栓が、その後も接合具としての機能を有しており、主材及び側材にめり込むことで荷重が増加したものと思われる。また、込み栓辺長と最大荷重の関係を図12に示す。ここで、最大荷重は、込み栓の破壊時の荷重とした。両者の間には高い正の相関が認められた。次に、曲げモーメント試験におけるモーメントと回転角の関係を図13に示す。接合部の回転角が

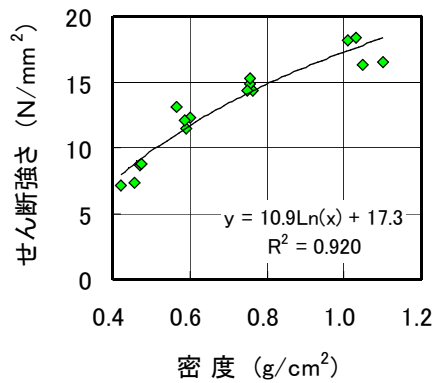


図8 密度とせん断強さの関係

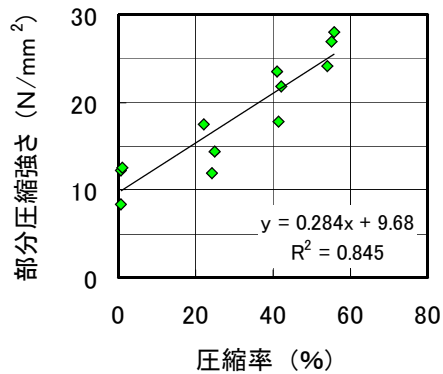


図9 圧縮率と部分圧縮強さの関係

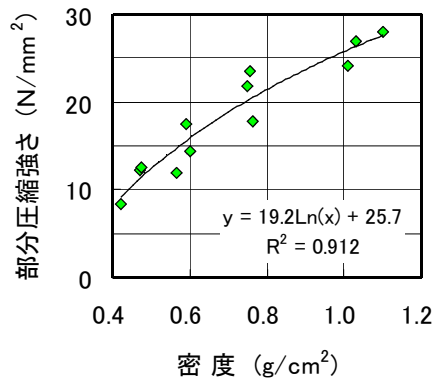
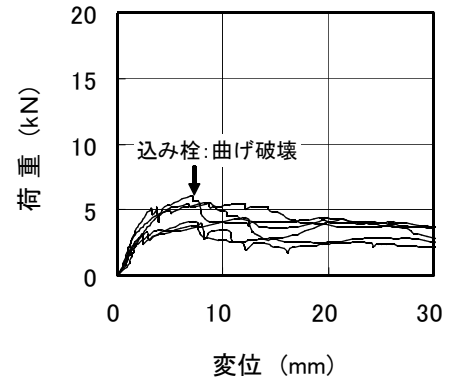
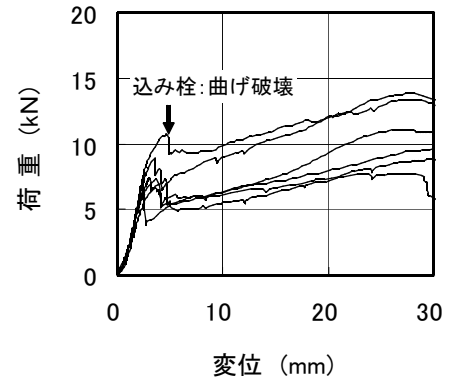


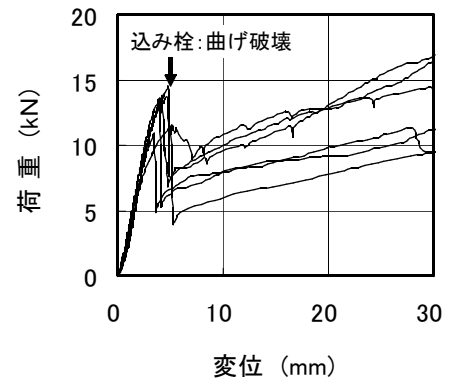
図10 密度と部分圧縮強さの関係



(1) 込み栓辺長 9mm



(2) 込み栓辺長 15mm



(3) 込み栓辺長 21mm

図11 二面せん断試験における荷重－変位関係

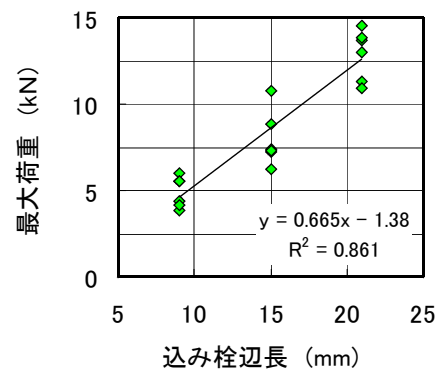
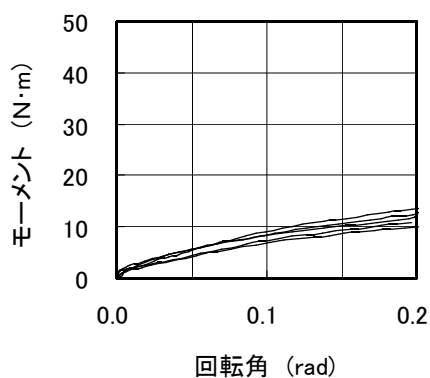
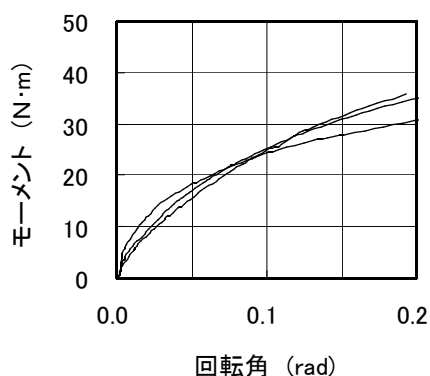


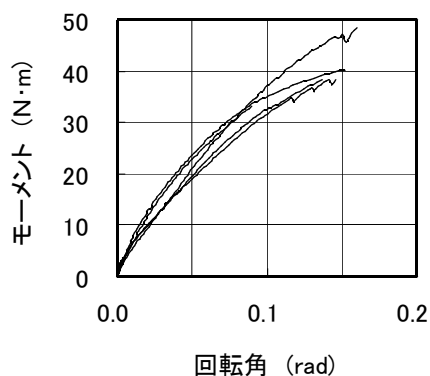
図12 込み栓辺長と二面せん断最大荷重の関係



(1) 込み栓辺長 9mm



(2) 込み栓辺長 15mm



(3) 込み栓辺長 21mm

図13 モーメントー回転角関係

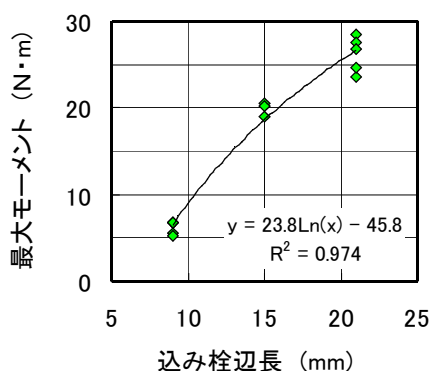


図14 込み栓辺長と最大モーメントの関係

1/10rad以上になってもモーメントが増加しており、粘り強い強度性能を有することが確認された。また、込み栓辺長と最大モーメントの関係を図14に示す。ここで、最大荷重は、込み栓の破壊時とし、明確な破壊が認められない場合は、1/5rad時の荷重とした。両者の間には高い正の相関が認められた。

4. 結 言

スギ圧縮材の製造実験及び性能試験を実施し、製造条件の強度性能に及ぼす影響等について検討した結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 解压後の寸法変化を抑制するためには、今回実施した試験片の体積では20秒程度の加熱時間が効率的であると思われる。
- (2) 解压後の寸法変化を抑制するためには、今回実施した試験片の体積では120秒程度の圧縮時間が効率的であると思われる。
- (3) スギ圧縮材の強度性能と圧縮率及び密度の間には高い正の相関が認められ、圧縮の効果を確認した。
- (4) スギ圧縮材込み栓を用いた接合部は、粘り強い強度性能を有しており、二面せん断最大荷重及び最大モーメントと込み栓辺長の間には高い正の相関が認められた。

以上のことから、低密度のスギ材であっても圧縮加工により、一般的に込み栓に用いられているカシ材と同等の強度性能を有することが明らかになり、木造建築物の接合具に用いることの有効性が示唆された。

参 考 文 献

- 1) 鄭基浩, 北守顕久, 小松幸平: 木材学会誌, 53, No. 6, 306-312 (2007)