

令和元年6月12日現在

機関番号：33906

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K06604

研究課題名(和文) 圧縮木材の変位回復を活用した接合部および面格子壁の開発と経年劣化の評価

研究課題名(英文) Evaluation of joints and grid walls using displacement recovery of compression wood and evaluation of aging

研究代表者

清水 秀丸 (Shimizu, Hidemaru)

椋山女学園大学・生活科学部・講師

研究者番号：70378917

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：面格子壁とは、伝統的木造建築物の耐震補強に多く用いられる人気の耐震要素である。しかし、面格子壁の有する問題点として、木材の痩せ等による初期スリップ変形が挙げられる。本研究により、圧縮木材を用いた面格子接合部を開発を行い、その性能を実験等によって確認した。実験の結果、圧縮木材を用いた面格子接合部によって初期スリップ変形という問題点の解決が可能となった。圧縮木材の変位回復は、圧縮温度60℃、圧縮率60%のような低温かつ高圧縮率のものほど変位回復が大きいことを確認した。耐久性実験の結果、応力残存率は、圧縮木材より縦圧縮材で高い傾向を示した。また、研究成果の一部を日本建築学会学術講演梗概集に投稿した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究結果により、面格子壁が有する初期スリップ変形角という問題点の解決が可能となった。これは、中地震においても面格子壁が耐力壁として機能し、建物の損傷を防ぐことを意味する。圧縮木材により、この機能を発揮するため、接合金物などを多用しない社寺仏閣などの伝統的建築の耐震補強への活用が期待される。

研究成果の概要(英文)：Wood grid walls are widely used as a seismic-load resisting element for upgrading traditional Japanese wood structures. However, because the elements are expected to be joined loosely due to unavoidable drying shrinkage, the current design provisions attribute small initial stiffness to grid walls. An experimental study was conducted to examine how the seismic performance of grid walls may be improved by the use of compression wood. Result of the tests, the grid wall using compressed wood has made it possible to solve the problem of initial slip deformation. As for the displacement recovery of compressed wood, it was confirmed that the lower the temperature and the higher the compression ratio, the larger the displacement recovery. As a result of the endurance test, the stress residual rate showed a tendency of being higher in the longitudinal compression wood than in the compression wood.

研究分野：木質構造

キーワード：圧縮木材 面格子 耐力壁 初期剛性 初期スリップ変形角

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

二酸化炭素排出量の制御に代表される地球環境負荷の軽減対策に伴い、建設分野では既存建物の改修による長寿命化が求められている。既存建物の中で、もっとも棟数の多い木造建物を長寿命化するため、耐震改修による再生・転用といった試みが多く行われ、手軽な耐震改修手法が社会的に求められている。既存建物に対する安価かつ簡便な耐震補強手法の開発こそ、今後我が国が目指す循環型社会を構築する上でも大変有意義なことである。

2. 研究の目的

本研究は、木材同士の結合方法として古来より木製家具等で使われてきた「木殺し」に再度着目し、この技術を用いた圧縮木材接合部と面格子壁の開発・改良と耐久性評価を目的とする。面格子壁とは、格子接合部数によって耐震性能が調整できることから構造設計者に高い人気を有するが、経年変化による木材の痩せ等によって接合部に隙間が生じるため、壁倍率が低いという問題点を有する(最大壁倍率 1.0)。本研究によって、数十年間も膨らみ続ける圧縮木材を開発し、初期剛性の高い木質接合部と面格子壁を開発する。

3. 研究の方法

本研究は研究段階を4ステージに分割し、実施した。第1ステージでは、圧縮木材単体の形状復元挙動に関する研究、第2ステージは圧縮木材を用いた面格子壁の一部分を取り出した実験的研究、第3ステージは、面格子壁の実験および力学的モデルの確認、第4ステージは、圧縮木材および面格子壁の耐久性評価とした。

4. 研究成果

(1) 面格子接合部に使用するスギ材の耐久性を確認するため、乾湿繰り返しによる劣化促進試験を実施し、初期軸力の残存率を確認した(図1)。試験体は全てスギ材とし、木材繊維に対して直交方向に圧縮する部分横圧縮(弾性・塑性)、圧縮木(弾性・塑性)とCLT(横)の5体、繊維方向に圧縮するCLT(縦)、GID(Φ30・36(座金Φ26)・36(座金Φ40))の計9体である。劣化促進試験は、表1に示す乾湿繰り返し法2を実施した。これは、初期軸力を与えた後に飽水、乾燥、飽水、乾燥、静置を行うものである。飽水处理は20±3℃で4時間、乾燥処理は、60±3℃の恒温環境にて20時間、静置は室内で実施した。実験の結果、「CLT(縦)」では応力残存率が0.2程度、「GID(Φ36 座金Φ40)」では0.3程度と比較的大きくなることが確認された。再締付後は「CLT(縦)」と「GID(Φ36 座金Φ26)」の応力残存率が0.3程度と比較的大きい。応力残存率は、縦圧縮で高い傾向を示した。

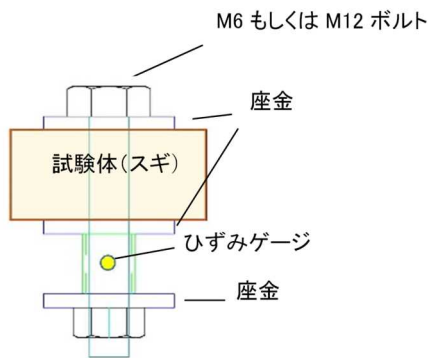


図1 劣化促進試験体

表1 劣化促進処理方法

処理区分	促進処理方法	
処理2	(乾湿繰り返し法2)	
	↓	※1 飽水: 温度20±3℃ 4時間水中浸す
	↓	※2 乾燥: 温度60±3℃ 20時間乾燥
	↓	室内で静置
	↓	

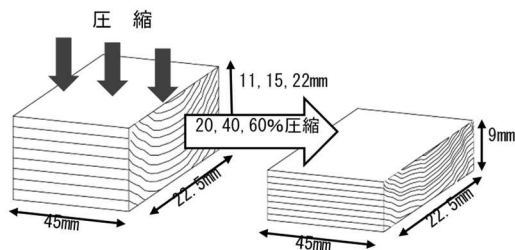


図2 圧縮木材

図2 圧縮木材の作成概要

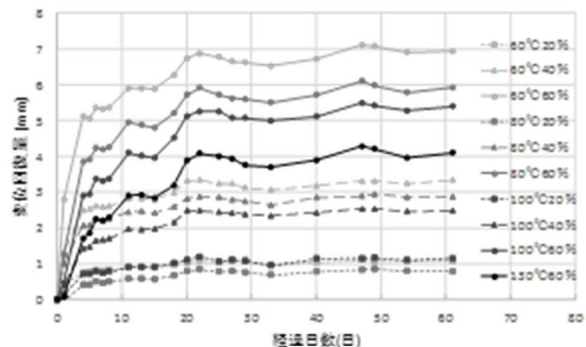


図3 圧縮木材の変位回復挙動

(2) 面格子壁の嵌合接合部へ挿入する圧縮木材の変位回復の継続性や安定性を検証するため、中期の変位・応力度計測を実施した。試験体にはスギを使用し、パラメータは圧縮温度、圧縮率などを变化させた 10 体である。圧縮は図 2 に示すように板目方向 (R 軸) とし、圧縮時、面外へのずれを抑制するため鋼製の枠を用いた。圧縮木材の変位回復は、圧縮温度 60℃圧縮率 60% のような低温かつ高圧縮率のものほど変位回復が大きいことを確認した。応力度に着目すると、圧縮温度 130℃圧縮率 60%で圧縮したものが適しているが、安定性は低い。

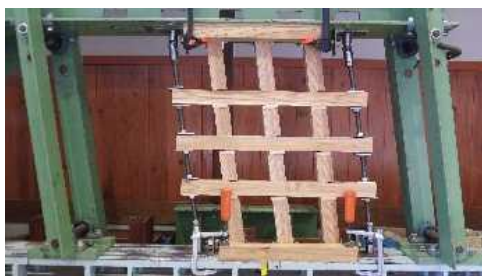


図 4 大きな変形時の圧縮木材接合部



図 5 面格子壁の一部を取り出した実験

(3) 面格子壁の大きな問題である初期スリップ変形角を改良するため、圧縮木材を格子接合部に組み込んだ面格子壁を開発した。また、圧縮木材で構成された要素試験体の面内せん断実験を実施した (図 4)。圧縮木材を組み込んだ格子接合部は圧縮木材の変位回復機能によって、木材間の隙間が無くなることを確認した。面内せん断実験では、初期剛性は解析値より低い値となったが、初期スリップ変形角の改善が見られた。

#### 5. 主な発表論文等

- ① 清水秀丸、若島嘉朗、北守顕久：圧縮木材の変位回復を活用した面格子接合部に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、2019.9.
- ② 上屋沙稀：木質構造接合部の耐久性に関する研究、2018 年度卒業研究発表梗概集、No.122\_1-122\_2, 2019.1.
- ③ 下阪 莉菜子：圧縮木材による嵌合接合部の応力変化に関する研究、2018 年度卒業研究発表梗概集、No.123\_1-123\_2, 2019.1.
- ④ 後藤夕穂：圧縮木材の変位回復を活用した接合部及び面格子壁の開発について、2017 年度卒業研究発表梗概集、No.91\_1-91\_2, 2018.1.
- ⑤ 若島嘉朗、北守顕久、清水秀丸、石川浩一郎、松原独歩：湿度変動下における各種木材の応力緩和挙動、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.129-130, 2017.8.

〔雑誌論文〕 (計 0 件)

〔学会発表〕 (計 2 件)

- ①
- ⑤

〔図書〕 (計 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：

取得年：  
国内外の別：

〔その他〕

日本建築防災協会第7回耐震改修優秀建築賞：富山縣護国神社大拝殿，2018.2.

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：若島 嘉朗

ローマ字氏名：Yoshiaki Wakashima

所属研究機関名：富山県農林水産総合技術センター

部局名：富山県農林水産総合技術センター木材研究所

職名：副主幹研究員

研究者番号（8桁）：10446635

研究分担者氏名：石山 央樹

ローマ字氏名：Hiroki Ishiyama

所属研究機関名：大阪市立大学

部局名：大学院工学研究科

職名：准教授

研究者番号（8桁）：90634436

研究分担者氏名：長谷川 益夫

ローマ字氏名：Masuo Hasegawa

所属研究機関名：職藝学院

部局名：職藝基礎研究センター

職名：職藝基礎研究センター長

研究者番号（8桁）：90446633

### (2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。