

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 26 日現在

機関番号：25101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23560685

研究課題名(和文) 伝統大工技術により補修された木造軸組架構の性能評価実験

研究課題名(英文) Structural performance evaluation tests of timber frameworks repaired with traditional method

研究代表者

中治 弘行 (Nakaji, Hiroyuki)

鳥取環境大学・環境学部・准教授

研究者番号：80314095

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円、(間接経費) 1,260,000円

研究成果の概要(和文)：木組みによる伝統的な構法は、再生産・再利用が可能な自然素材のみを使った環境負荷の小さい、循環型社会に適した建築技術である。伝統大工技術を用いた補修による構造性能回復の定量的な評価は、重要な研究課題である。本研究では、伝統技術により補修された構造部材で構成される軸組や耐力壁などの実大実験を行い、一部を補修された木造軸組架構とすべて健全な材で構成された木造軸組架構の構造性能と比較して、補修による構造性能回復の効果を定量的に評価した。また、垂れ壁中央に設けられた束による木造軸組への影響を実大実験により明らかにした。

研究成果の概要(英文)：The objective of this study was to evaluate the effect of a joint of a column on the restoring force characteristics of timber frameworks, and to investigate the behavior of Tsuka (stud) between the horizontal upper beam and Sashigamoi beam in a timber framework. The joint of column improved the restoring force of the timber framework when used in stronger direction. Wider width of Tsuka increases the maximum restoring force of the timber framework. The rotation of Tsuka pushes the upper beam and Sashigamoi, and these horizontal members are bent. The bending behavior of these horizontal members is not fully assumed in the structural design of wooden houses.

研究分野：建築学

科研費の分科・細目：建築構造・材料

キーワード：伝統的構法 木組み 補修構造部材 束

1. 研究開始当初の背景

(1) 木組みによる伝統的な構法は、再生産・再利用が可能な自然素材のみを使った環境負荷の小さい、循環型社会に適した建築技術である。伝統大工技術を用いた補修による構造性能回復の定量的な評価は、古建築の保存・有効利用の観点からも、新築住宅の長寿命化の観点からも、サステナブル社会に必要な建物の維持管理技術を向上させるためにも、重要な研究課題である。

(2) 平成 12 年施行のいわゆる「品確法」による性能規定化の流れの中で、昨今では、技術者の習熟度により性能に大きな差が出ると考えられている伝統構法が敬遠され、壁量や N 値計算による簡易構造計算に基づく現代構法を多用する木造建築が増加している。その結果、木造住宅の普及・維持管理を支えてきた各地の工務店や大工の技術力を著しく後退あるいは疲弊させ、単なる組立工の役割しか存在しない状況が続いている。

(3) 古来より地域の気候風土や利用可能な材料に合わせて受け継がれてきた伝統大工技術の「よい部分」を工学的に再検証することにより、伝統構法木造住宅の適切な維持管理による長寿命化を図ることが可能となり、かつ、有能な技術者の育成につなげることで伝統技術を後世に残し伝えることも意義深いことと考えられる。

2. 研究の目的

(1) 本研究の目的は、伝統的な大工技術による劣化構造材の性能回復に効果的な補修方法を開発・検証し、既存木造住宅の長寿命化ならびに将来の補修が容易な新築時の構法に応用させることである。

(2) 伝統構法による木造建物の補修では、腐朽・蟻害等により劣化した構造部材の全体を取り替える以外にも、柱の根継など、部材の一部を健全な木材に交換するといった補修方法が採られることがある。その際、新築と同様の構造性能が発揮されることが期待されているが、継手や仕口の接合強度に関する要素実験の他には、補修による実大軸組架構の構造性能回復について工学的に検証された例は少ない。

(3) 木造住宅の耐震改修や古民家などのリフォームにおいては、経年劣化した柱材の根継による一部交換や断面積の小さい材への添え柱の追加などの構造部材の補修・補強が必要となることがある。鳥取県内にも、伝統構法を用いた文化財の修復や住宅改修などに従事している大工がいる。彼らの伝統技術により補修された構造部材で構成される軸組や耐力壁などの実大実験を行い、一部を補修された木造軸組架構とすべて健全な材で構成された木造軸組架構の構造性能と比較して、補修による構造性能回復の効果を定量的に評価する。

3. 研究の方法

(1) 鳥取県の中中部地域にも文化財クラスの木造建築物を適切に行うことのできる技術を持った大工が多く存在するので、彼らの伝統技術を実験的に評価するため、複数の仕様で実大架構の実験を行った。接合部単体の性能も、既往の研究成果との比較あるいは要素実験により確認した。

(2) 平成 23 年度は、鳥取県内の大工数名からヒアリングを行い、伝統的な補修技術に関する調査を行った。実態調査と並行して、例えば、鳥取県倉吉市内に存在する旧牧田家の復元工事で用いられた柱の根継やはりの一部交換などの継手を模した試験体を作製し、それらの構造性能の評価、健全な材で作製した試験体との比較を行った。継手には、金輪継ぎ、尻はさみ継ぎを採用した。試験体は金輪継ぎ、尻はさみ継ぎ、根継ぎなしを各 1 体とした。平成 24 年度には、平成 23 年度に用いた 2 種類の根継ぎ方法について、使用方向を 90 度回転させたものについて同様の実験を行った。試験体は金輪継ぎ、尻はさみ継ぎを各 1 体とした。

(3) 平成 25 年度には、差鴨居を有する 2P 木造軸組について、中間部に束を設けた場合の桁・差鴨居の鉛直方向変形および復元力特性への影響を明らかにするための実大実験を実施した。束の幅を 120mm、180mm、240mm の 3 種類として、各 1 体の試験体を用いた。

(4) 実大実験は、載荷式の面内せん断加力実験とした。見かけのせん断変形角が $1/480\text{rad}$ ~ $1/7\text{rad}$ の範囲で増大させながら、桁の水平変位をアクチュエータで制御した。荷重と各部の変形・ひずみを計測し、P Δ 効果を除いた復元力特性を得た。



図 1 尻はさみ継ぎ(弱軸)試験体

4. 研究成果

(1) 平成 23 年度および 24 年度に実施した金輪継ぎ(DSK)、尻はさみ継ぎ(DSS)を用いた木造軸組の実験結果から、接合部が増えることの影響か、試験体数が少ないためにばらつきの影響があったのかは不明であるが、根継ぎなし試験体(DSN)よりも根継ぎのある 2 つの試験体の復元力が大きくなる傾向が得られた。継手の方向により、強軸・弱軸の影響が復元力にも表れることが明らかとなった。

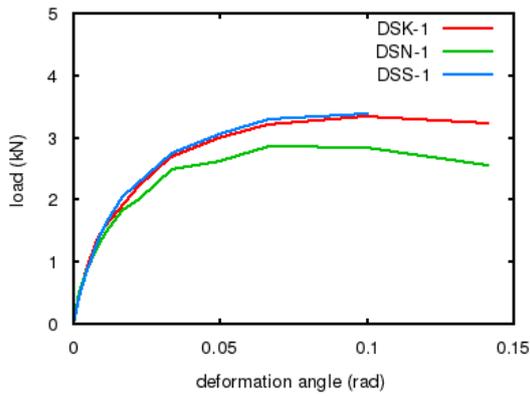


図2 根継ぎの有無による復元力特性の違い

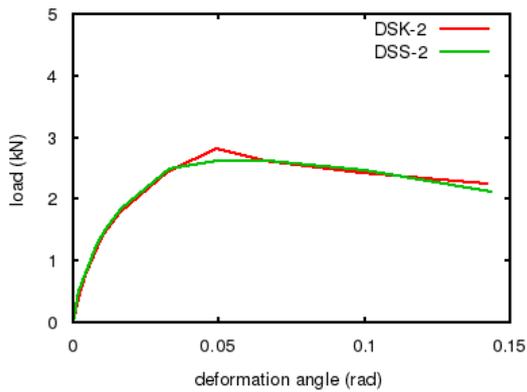


図3 継手方向による復元力特性(弱軸)

(2) 束の影響について、差鴨居の中間に束を設けた場合、束の幅が120mmよりも大きいと復元力が增大すると共に、束の転びにより桁や差鴨居が上下に押し広げられる傾向が明らかになった。

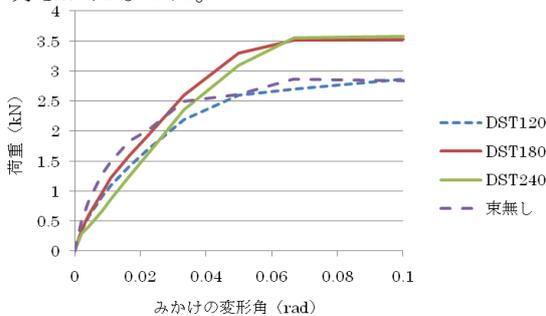


図4 束幅による復元力特性

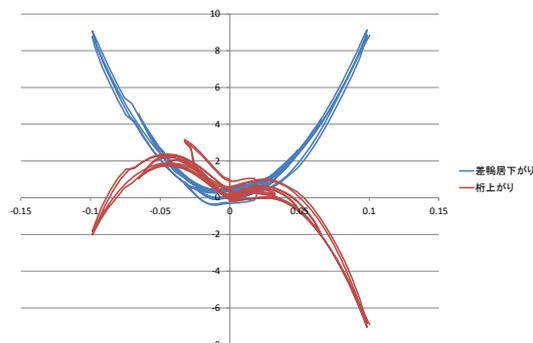


図5 横架材の鉛直変位(束幅120mm)

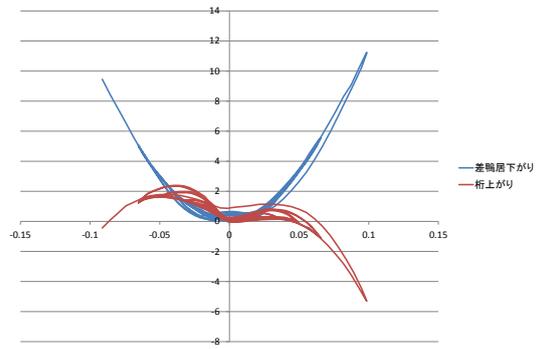


図6 横架材の鉛直変位(束幅180mm)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計3件)

- 1) 山田耕司, 中治弘行, 鈴木祥之: 異なる強度を持つ壁土を用いた土壁耐力の推定, 日本建築学会構造系論文集 Vol.76, No.660, pp.347-352 (2011), 査読有
- 2) Hiroyuki Nakaji, Teruo Kamada, Masami Gotou, Koji Yamada, Yoshiyuki Suzuki : SEISMIC PERFORMANCE OF MUD-WALLS WITH SILL BASED ON FULL-SCALE CYCLIC LOADING TESTS . 12th World Conference on Timber Engineering 2012. (2012), 査読有

[学会発表] (計7件)

- 1) 中治弘行, 倉恒俊一: 鳥取県産スギ材を用いた面格子壁の水平加力実験, 日本建築学会大会, 2011年8月23-25日, 早稲田大学(東京都)
- 2) 向坊恭介・瀧野敦夫・村上雅英・中治弘行・鈴木三四郎・大岡優: 2011年東北地方太平洋沖地震による木造建物の被害調査 その2 外観目視調査の結果. 日本地震工学会・年次大会. 2011年11月
- 3) 中治弘行・倉恒俊一: 柱根継ぎのある木造軸組の面内せん断加力実験. 2012年度日本建築学会大会学術講演梗概集(東海). pp.511-512, 2012年9月
- 4) 三宅健太郎・河原大・後藤正美・中治弘行・鈴木祥之: 足固めを有する土壁の復元力特性評価法の検討 その1 実験概要と実験結果. 2012年度日本建築学会大会学術講演梗概集(東海). pp.105-106, 2012年9月
- 5) 河原大・三宅健太郎・後藤正美・中治弘行・鈴木祥之: 足固めを有する土壁の復元力特性評価法の検討 その2 評価法の概要および評価結果の検討. 2012年度日本建築学会大会学術講演梗概集(東海). pp.107-108, 2012年9月
- 6) 中治弘行・後藤正美・河原大・鈴木祥之: 土塗り壁の復元力特性への壁高さの影響 その1 土台仕様試験体, 2013年度日本建

- 築学会大会学術講演梗概集(北海道),
pp.453-454, 2013年8月
- 7) 河原大・後藤正美・中治弘行・鈴木祥之：
土塗り壁の復元力特性への壁高さの影響
その2 足固め仕様試験体, 2013年度日本
建築学会大会学術講演梗概集(北海道),
pp.455-456, 2013年8月

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

- 出願状況(計0件)
- 取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

公開実験の案内：

<http://d4407.kankyo-u.ac.jp/Members/nakaji/kokaijikken20130803>

6. 研究組織

(1)研究代表者

中治弘行 (NAKAJI HIROYUKI)

鳥取環境大学・環境学部・准教授

研究者番号：80314095