

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 李元羽

木材の主要用途の一つである木造住宅の耐震性・耐風性等の構造安全性に関する研究及び技術開発は極めて重要な課題である。一方、木材の生産から加工、さらに建築施工に至る工程の合理化についても近年多くの取り組みがなされている。本研究では、大規模なプレカットが不要で、簡単な接合システムによる省力化と断面欠損を最小限にした工法について、その柱脚部と土台の接合耐力に関する実験を行い、構造安全性の確認と接合金物の開発を行っている。さらに、柱頭部と梁の接合法については、現在広く用いられている金物工法に対して短尺の木材を用いる新しい接合法を考案し、その接合耐力を確認している。以上の実験を通じて、特殊な形状を持つ接合金物ではなく、一般的なボルト接合によって接合耐力が予測できる設計手法の確立が望まれることから、有限要素法の汎用プログラムについて構造設計ツールとしての可能性を検討している。

第1章の序論においては日本の在来工法住宅の変遷と現状を述べ、第2章では既往の研究、特に接合耐力および性能の評価法について記述している。第3章では、1992年にアイデアが示され、その後日本各地で実際に住宅建設が行われている合理化構法について、添え柱を用いる軸組柱脚部と土台の接合耐力を明らかにすることを目的として、引張試験を行い3種のタイプの接合金物および接合具の違いによる特性の違いを明らかにした。柱にパイプを埋め込むタイプは剛性・強度には優れているが靱性に乏しく、木質構造躯体の設計によっては適さない可能性があることを指摘している。ホールダウンタイプについてはボルトの変形能による靱性の確保によって、現行の金物より小型でかつ建築基準法で定められた基準を上回る性能が得られることが明らかにされた。第4章では、上記で研究対象とした添え柱による鉛直荷重の支持方法に対して、柱を短尺化した梁受け材を用いた軸組構法について検討を行っている。通し柱にボルト接合した梁受け材が横架材からの鉛直荷重を受けることにより、通し柱の断面欠損による強度低下を防ぐばかりでなく、横架材の仕口加工が単純化され、端部のめり込みを軽減するという接合部が実現することが期待された。柱と梁の接合部については比較のため、一般的に用いられている在来軸組構法および金物工法の接合耐力についても実験的に検証を行った。梁受け材を複数本のボルトで柱に接合することで、十分な耐力を発揮することが確認され、さらに、合板受けや接着剤を用いることにより、短期基準接合耐力の向上と降伏変位が極めて少なくなることを確認している。得られた結果に基づき、接合部の仕様とその性能を評価し、2004年には実際の住宅建設が行われた。現在、試行建設された建物は実際の居住に供されている。第5章では、本研究の対象となった構法の基本的性能をボルト接合が担っていることから、ボルト接合部の強度を予測し、構造物の強度性状を推定することを目的とした基礎研究を行っている。ボルト接合を有限要素法の汎用プログラムであるANSYSを用いて三次元数値解析を行っている。側材 - 主材 - 側材共に木材でボルト一本

を用いて緊結された接合部をモデル化したものである。解析の特徴は非線形解析であるが、幾何学非線形解析と共に材料非線形解析を行っている。汎用プログラムを用いる際の入力データの選択に本研究のオリジナリティーがあり、材料非線形解析に際し、木材に関してはボルト胴部面とめり込み深さの関係を表わす式を、また鋼材（ボルトとナット）に関しては鋼材の引っ張り試験から得られた応力 - 歪曲線を用いている。数値解析の結果は、国際的に広く用いられている EYT (European Yield Theory) に基づいた降伏耐力より高い数値が得られ、実験値とより近い値を示した。すべり剛性については、弾性床上の梁の曲げ理論に基づいた結果より低い値を示し、実験値よりやや高い値が得られた。しかし、本研究の解析手法によってボルト接合部のせん断性能を概ね予測可能であることが検証され、ANSYS が構造設計ツールとして利用可能であることが明らかにされた。

以上本論文は、木質構造において、ボルト接合を用いた住宅構法の合理化と、その構造安全性を裏付ける接合部の性能について明らかにしたものであり、そこから得られた実験結果、ならびに解析手法の試行は実用性が高いことが認められ、学術上、応用上貢献するところが少なくない。よって、審査委員一同は本論文をもって博士（農学）を授与するに価値あるものと認めた。