

氏名	の 野 ぐち まさ ひろ 口 昌 宏
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学位記番号	農 博 第 1520 号
学位授与の日付	平成 17 年 5 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	農学研究科森林科学専攻
学位論文題目	Development of wooden semi-rigid frame with improved column and proposal of design methods (改良型柱を用いた半剛節木質骨組み架構の開発と設計法の提案)
論文調査委員	(主 査) 教授 小松幸平 教授 川井秀一 教授 矢野浩之

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、長寿命木造住宅を実現する一方策として注目されているスケルトン・インフィル住宅（住宅の外周構造「スケルトン」は固定的な構造とし、内部間仕切り「インフィル」は、住み手の要求に応じて可変とする構造）に着目し、スケルトン構造に適した高強度・高剛性、そして高靱性な集成材骨組み架構の開発と、接合部の剛性・耐力設計式の提案、並びに骨組み全体の構造耐力評価について論じたものである。

第 1 章では、本論文に関連する既往の研究を調査し、本研究との関連性、本研究の意義と必要性について論述した。

第 2 章では、鉄骨構造に見られるような、柱に短い梁が取り付けられた部材、以後「改良型柱」と呼ぶ、を木造の分野で実現するため、集成材交差重ね合わせ接着接合法とグルーインロット構法を併用させた接着接合法を用いて、集成材による改良型柱を開発し、積層数を 3 層とした場合、部材の曲げ基準強度の平均値を上回る接合部耐力を発揮することを実験的に明らかにした。さらに、このハイブリッド型接合法の初期剛性と降伏耐力を理論的に推定するための力学モデルを提案し、計算によって剛性、降伏耐力が精度良く推定されることを実大実験の結果を用いて検証した。

第 3 章では、上記「改良型柱」の短い梁の先端部分に屋根梁や床梁を接合するために必要となる「木—木ボルト接合法」について、設計に必要な全てのパラメータを変数の形で含んだ簡便な剛性・降伏耐力設計法を提案した。ボルト接合法自体は目新しい接合法ではないが、既往の設計法では、主材—側材とも木材の場合、剛性の推定には弾性床理論に基づく極めて複雑な計算式の適用が必要であった。また、その降伏耐力は、ヨーロッパ型剛塑性理論という変形を無視した近似式で推定するのが現状であった。本研究では、この 2 つの不完全な設計式に代わるものとして、剛性から降伏耐力までを、首尾一貫して、弾性床理論だけに基いて誘導した設計計算式を提案した。弾性床理論によってボルト自身の降伏耐力を解析的に決定することは数学的に困難であるため、通常は弾性床理論を用いる方法は採用されていないが、本研究では、想定される広範囲な条件を殆ど網羅した範囲内でボルトの設計条件を設定し、弾性床理論に基づくシミュレーション計算を行うことによって、ボルトの降伏耐力を設計に必要な変数を取り入れた形で設計式として表現することに成功した。提案した設計式の妥当性は、広範囲な幾何学的、物理的パラメータを含んだ実験によって検証した。

第 4 章では、「木—木ボルト接合」によるモーメント抵抗接合部の設計法について、特に、ボルトの配置が極端に扁平な場合でも正確な答えを算出できる設計式を提案した。これまでのクーロンのねじり仮説に基づく鉄骨リベット群の計算法では、ボルト配置が正方形から長方形に扁平化するに伴い、剛性の評価に関する誤差が大きくなった。そこで、本研究では、木材の材厚方向のねじり変形を考慮できるサンブナンのねじり仮説に基づく新たな力学モデルを提案し、接合部における木材の弾性変形も考慮に入れた独自の計算式を誘導した。提案したボルト締めモーメント抵抗接合法の設計式は、実大規模の実験で観察された剛性値とよく一致し、本研究で誘導した設計計算式の妥当性と応用範囲の広さが明らかとなった。

第 5 章では、第 2 章で提案した「改良型柱」を使用し、第 3 章、第 4 章で提案した「木—木ボルト接合法」によって屋根梁、および 2 階床梁を改良型柱に連結した 2 層門型集成材半剛節木質骨組み構造の縮小モデル実験を行った。試験体としては、

従来型の柱と梁の交差部分にボルトを配置するタイプ（コントロール）、改良型柱の短い梁の先端にボルト接合部を設け、モーメント最大の箇所での接合を避けるタイプ、そして、改良型柱の矩形面積をすべて利用した扁平な形のボルト接合部を構成するタイプの3種類を作成した。静的正負繰り返し加力実験を行った結果、改良型柱を用いた2つのタイプの試験体は、コントロール試験体に比べて、初期剛性、降伏耐力、靱性のいずれにおいても2倍以上の高い性能を発揮し、改良型柱を用いた集成材スケルトン構造の力学的優位性が明らかとなった。また、仮想仕事法を用いる事によって、3タイプの半剛節骨組み架構の降伏耐力を、実用上許容できる誤差の範囲内で推定できることを明らかにした。

論文審査の結果の要旨

現在の木造住宅の寿命は、約20年から30年と言われている。その原因は単なる木部材や接合部の生物劣化によるものだけでなく、長年にわたる使用期間中に機能が陳腐化することにも大きく起因している。これに対応する一つの方策として、大空間の骨組み（スケルトン）と間取りや機能を変更可能とする内部間地切り壁（インフィル）からなるスケルトン・インフィル（SI）住宅の開発が期待されている。本論文は、集成材交差重ね合わせ接着接合法とグルーインロット構法を併用させた接着接合法を用いた、剛性、耐力、靱性のいずれにも優れた集成材半剛節架構によるスケルトン構造の開発に関するものである。

得られた主要な成果は以下の通りである。

1. 交差重ね合わせ接着接合法とグルーインロット構法を併用した接着接合法を用いて集成材による改良型柱を開発し、部材の曲げ基準強度の平均値を上回る接合部耐力を発揮することを実験的に明らかにした。
2. 「木-木ボルト接合法」について、これまで困難とされてきた剛性から降伏耐力までを単一の理論に基づいて説明することに、シミュレーション計算を取り入れることで初めて成功し、設計に必要なパラメータを変数の形で設計式に含ませることができた。
3. 従来の木-木ボルト設計法では、ボルト配置が正方形から長方形に扁平化するに伴い、剛性を過大評価する傾向にあったが、本論文ではサンブナンのねじり仮説を導入して、正確な計算ができる設計式の誘導に成功し、その妥当性を実験的に検証した。
4. 「改良型柱」を使用し、新たに設計法を提案した「木-木ボルト接合法」によって屋根梁、2階床梁を結合した2層門型集成材半剛節骨組み架構の実験を行い、改良型柱を用いたタイプの架構が、従来型架構に比べて、初期剛性、降伏耐力、靱性のいずれにおいても2倍以上の高い性能を発揮する、力学的優位性の高い構造形式であることを明らかにした。

以上のように、本論文は、長寿命木造住宅に適したスケルトン構造として、改良型柱を用いた高剛性、高耐力、高靱性な集成材半剛節骨組み架構を提案し、その力学的合理性の高さを理論並びに実験によって明らかにしたものであり、木質構造機能学、木質材料学、並びに関連する木造建築分野の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成17年4月18日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。