

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	村上 了
論文題目	スクリー軸方向性能の木質構造接合部への活用		
(論文内容の要旨)			
本論文は、これまでの釘接合に代わって、最近急速に木質構造への利用が増加してきたスクリー接合の軸方向抵抗性能の発現メカニズムの解明と、軸方向抵抗性能を利用した木質構造接合部の性能向上法について論じたものである。 第1章では、ねじの発明から最近の構造用スクリーの開発に至る歴史的な経緯について概説するとともに、既往の研究に関する文献調査の結果を概説した。 第2章では、スクリーの軸方向の引抜き抵抗性能発現メカニズムを定量的に評価するため、スクリーのねじ山が3個、木材の繊維直交方向に埋め込まれた状況を3次元有限要素法で精密にモデル化し、スクリーの強制変位と反力との関係を数値解析した。その結果、ネジ表面と木材接触面との間で、木材細胞組織の微小な座屈や変形挙動に起因して発生すると考えられる変形に対応する仮想の変形領域を想定した直列バネモデル（表面効果）を導入することによって、数値計算と実験結果とが良好な一致を示すことを見いだした。この表面効果を表すバネ常数は、スクリー解析とは別の木材の横圧縮実験によって決定し、スクリーの解析に導入された。これによって、表面効果を表現するための直列バネモデルは妥当なものであると判断された。一連の離散的な数値解析結果を実験式で表現するため、既往の研究から特定の関数を見出し、様々な幾何学的条件のスクリーに対して、初期すべり係数、降伏耐力、終局耐力を良好に予測できるパラメータを決定して応用性の広い設計式を提案した。 第3章、第4章では、第2章で誘導したスクリーの軸方向抵抗性能を定量的に表現できる関数を用いて、木材の局部めり込み性能を向上させるためのビス補強法を理論的に決定する方法を提案した。第3章では、めり込み応力が木材表面に対して均等に作用する場合の抵抗性能を、第4章では、剛体板が木材表面に対して回転しながらめり込む三角形めり込みの場合の抵抗性を、それぞれ有限要素法によって解析し、離散的な数値解析結果を一つの実験式で表現可能な関数を見出し、実験値と適合するように関数のパラメータを決定した。 第5章では第3章、第4章の結果を具体的に検証するため、引きボルト式柱－梁モーメント抵抗接合部の柱側面への柱木口面と柱背面座金の三角形めり込みによる性能低下の問題を取り上げ、柱の側面にスクリーを適正な本数打ち込むことによって、スクリー補強の無い場合に比べて、初期剛性を2倍、降伏耐力を1.6倍向上させることが可能であることを、実験的、理論的に明らかにした。 第6章では、スクリーの軸方向抵抗性能を考慮に入れた筋交い端部接合部にお			

けるせん断降伏耐力の設計式を誘導し、その設計式に基づいて木造在来軸組構法用の片筋交い耐力壁を、LVLを筋交い材料に使用して新たに設計した。開発目標としては、筋交い部材が引張荷重を受ける場合も、圧縮荷重を受ける場合も、同等の水平せん断耐力を発揮できることを掲げ、最終的に筋交いに引張力が作用して耐力壁が破壊する場合と、筋交いに圧縮力が作用して耐力壁を破壊させる場合の2種類の実験を行い、目標どおり引張、圧縮どちらの荷重を受けてもほぼ同等の耐力が発揮され、しかも従来の製材を用いた筋交い耐力壁よりも高い壁倍率を発揮できる新しい筋交い耐力壁を造ることが可能であることを確認した。

以上、スクリューの軸方向抵抗性能について、有限要素法を用いた数値解析による離散的な計算結果を数式によって表現可能な関数を見出し、関数のパラメータを実験結果と適合するように決定することによって、木材の繊維直交方向に打ち込まれた任意形状のネジを有するスクリューの軸方向抵抗性能を予測できる設計式を提案することができた。更に、この設計式を実際の木造ラーメンにおける柱-梁接合部のめり込み補強法や木造在来軸組構法用の新しい筋交い耐力壁の接合部に応用し、その適用性が妥当であることを実大実験の結果との比較によって明らかにした。

注)論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 words で作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

スクリューを用いた木質構造接合部は、高い引き抜き抵抗性能を持ち、適正に施工された場合は解体も容易であり、また現場での作業性にも優れていることから、従来からの釘による施工に代わって、世界中で広く活用され始めている。しかし、スクリュー接合部の力学的性能は、ねじ山の角度やピッチ、スクリューの山径・谷径寸法等、多くのパラメータの影響を受けるにも拘わらず、それらのパラメータを考慮に入れた設計式は未だに提案されていない。中でも、軸方向抵抗性能の発現メカニズムについては研究例が非常に少なく、実際に使用されるスクリューについて、使用状況に即した実大実験を行って、設計用の剛性や許容耐力を暫定的に決定して運用されているのが現状である。本論文は、様々な幾何学的寸法・形状をパラメータとするスクリューが木材の繊維直交方向に埋め込まれた状況を想定して、スクリューの軸方向剛性と降伏耐力、そして終局耐力を力学的な計算に基づいて誘導できる設計式を導くことを目的として取り纏められたもので、評価できる主要な成果は以下の通りである。

- 1) スクリューが木材の繊維直交方向に埋め込まれた状況を3次元有限要素法でモデル化し、スクリューに微小変位を与えた場合の反力と相対変位の関係を計算した結果、ネジ表面と木材接触面との間に表面効果を仮定した直列バネモデルを導入することで、実験と計算は良好な一致を示した。さらに、木材の繊維直交方向に打ち込まれたスクリューの軸方向抵抗性能を定量的に表現できる関数を見出し、様々な幾何学的条件を持つスクリューの剛性、降伏耐力、終局耐力を予測できる設計式を提案した。
- 2) 木材の繊維直交方向に対する局部めり込み性能を向上させるためのスクリュー補強法の理論的決定法を、めり込み応力が横一線に均一に作用する場合と、剛体板が木材に回転しながらめり込む三角形めり込みの場合について明らかにし、具体的な応用例として引きボルト式柱-梁モーメント抵抗接合部の初期剛性を2倍、降伏耐力を1.6倍向上させることが可能であることを、実験的、理論的に明らかにした。
- 3) スクリューの軸方向抵抗性能を考慮に入れて、引張、圧縮どちらの荷重を受けてもほぼ同等の耐力が発揮され、しかも従来の筋交い耐力壁よりも高い壁倍率を発揮できる新しい筋交い耐力壁を設計可能であることを理論的、実験的に明らかにした。

以上のように、本論文は、様々な幾何学的条件を有するスクリューの軸方向抵抗性能を予測出来る設計式を提案することに成功した。また設計式を実際の本造ラーメンや筋交い耐力壁に適用し、それらの構造性能を大きく向上させる効果を確認した。このように、本論文で得られた成果はスクリューの持つ軸方向性能を木質構造物の性能向上に応用しようとする場合に有効に活用できるものであり、木質構造機能学、木材工学、並びに関連する建築構造分野の発展に寄与するところが多い。

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24年11月26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。

注) Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降