

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 西山 誕生

木質構造において建物が地震力や風力による水平力に抵抗するための重要な接合形式であるボルト接合、ドリフトピン接合及び面材張釘接合のせん断性能について、有限要素法の幾何学的非線形解析を用い予測した。

構造用合板等の面材張耐力壁は、枠組壁工法で多用されるばかりでなく、1995年の阪神淡路大震災以来、その性能が評価され在来軸組工法にも取入れられ広く普及されている。また、1993年の建築基準法改正以降広がりを見せている大断面集成材構造において用いられる接合部としてはボルト接合やドリフトピン接合が一般的であり、その広がりとともに木質構造におけるそれらの役割も大きくなってきた。木質構造建物の破壊の殆どが接合部から発生することを考えると、それら接合部の性能を正確に予測が建物の構造安全性を確保する上で重要であると考えられる。

木質機械的接合部に関する理論的研究は数多く、現在では法的にも構造設計指針として整備され、この分野に関する理論的研究は既に確立された感があるが、実際にはその理論値は実際のせん断性能を過小評価してしまうという問題がある。特にローブ効果を含むボルト接合や面材張釘接合でその傾向は顕著である。

このように既往の理論式が実際の性能を過小評価してしまう原因は、既往の理論式が1次元且つ微小変形理論を基にした解析であることにある。既往の研究では加力方向のみを対象としており、加力方向に直行する座金ナット又は釘頭の側材へのめり込みや接合具軸部に発生する引張力を考慮することは出来ない。細く長い接合具では接合部軸部の軸力の影響が特に大きく、理論値と実験値とが大きく異なる。また、既往の方法では、主材と側材の摩擦力を予測することができない為に、理論式による剛性は過小評価される。

上記の解析上の問題点を解決する為に、接合部のせん断性能を、大変形挙動の解析に適した有限要素法の幾何学非線形解析を適用し、荷重増分法により解析した。これにより、微小変形理論では算出できない接合具の軸力を幾何学的非線形解析では算出でき、更に、その軸力から主材と側材の摩擦力を算出することができる。よって、幾何学的非線形解析による解析値は実験値によく一致することになる。

本研究では、面材張釘接合部及びボルト接合の一面せん断性能評価への幾何学的非線形解析の有用性を証明するために、実験と解析を行った。比較のため、既往の評価方法と微小変形理論を基にした

解析も行った。

解析モデルには、バネ-梁モデルを用い、接合具を材端回転バネ梁要素で、接合具の木材へのめり込みを軸バネ要素でモデル化した。釘の曲げに関する非線形性は、材端の回転バネによって表現するという手法をとった。解析に用いたインプットデータは各種単体試験の結果から定めた。

その結果、既往の評価方法と微小変形理論による剛性及び耐力が実験値の5割程度であったのに対し、幾何学的非線形解析ではよく一致した。既往の評価方法及び微小変形理論による解析では接合具の曲げ降伏により終局を迎えるという解析結果を得たが、幾何学的非線形解析では、接合具の軸部に引張力が発生する為に接合具の曲げが起こりに難くなり、側材のめり込み降伏によって終局を迎えるという結果を得た。更に、主材と側材の間の摩擦力を考慮した場合は解析値と実験値が極めてよく一致した。

面材張釘接合の初期挙動においては特に摩擦力の影響が大きいため、摩擦力を正確に評価する必要がある。摩擦力の評価において静止摩擦から動摩擦に移行する過程を考慮することで、一面せん断の初期挙動を極めて高い精度で予測することができた。

また、釘側面の主材あるいは側材へのめり込み特性を取得する試験方法として既に提案されている面圧試験などの幾つかの試験方法及び評価方法について検討を行い、釘側面抵抗試験が一面せん断性能予測に最も適した試験法であることがわかった。

2次元有限要素法の幾何学的非線形解析を適用し、面材張り釘接合部のせん断特性を正確に予測できることが確認された。

本論文は、面材張り釘接合部のせん断耐力の新しい評価方法を提案したものであり、精度の高い構造設計の実現化に用いるだけでなく、接合部のせん断耐力の発現機構を極めてよく説明でき、構造用面材の開発・改良にも利用できるものであることを明らかにした。

よって、審査員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。