

## 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

申請者氏名 遠藤 清一

---

本研究は、木造建築物の外周面などに連続して張られる耐力面材の突合せ部を嵌合連結する事により、建築現場において仮想的な大型構面を構築し、降伏荷重 $P_y$ と最大荷重 $P_{max}$ を高め、弾性域を拡張する事により、繰り返す地震力にも建物の損傷を最小限に抑制する技術について提案をおこなったものであり、以下の6章から構成される。

1章では、研究の背景を紹介し、地震力に対して損傷しにくい建築物の必要正を示すと共に、思考実験として幅方向のモジュール数を1から6Pまでのパラメータとした仮想の大型合板による、降伏荷重 $P_y$ と、終局荷重と塑性率により決まる荷重の壁倍率を、面材耐力壁の詳細計算法により計算し、合板の連結による弾性域拡張の可能性を考察した。併せて既往の研究の紹介より本研究の位置を示した。

2章では、隣り合う合板同士の応力伝達機構として嵌合による連結を提案し、その形状と応力伝達メカニズムを示した。更に要素試験により当該応力伝達機構の特性を明らかにし、嵌合凸部の突合せ面長とせん断長の比率である「アスペクト比」を用いて破壊性状を明らかにした。アスペクト比1:2ではせん断部のせん断破壊、1:4では突合せ面のめり込み破壊となり、1:3では両者の性状が混在する事が判った。また、1:2では凸部のせん断破壊に加え、曲げ応力が加わる事により、他のアスペクト比より剛性が低下する事が判った。ここで、一对の嵌合連結部を嵌合セットと呼び、複数の嵌合セットが並列に並ぶ様な複合試験体を用いて、その破壊性状と、応力集中による嵌合セットの耐力発現の効率を調べ、1 嵌合セットの試験値との比較により、複合的な構成の嵌合連結部に於ける荷重の低減率を示した。

3章では、面材の回転方向を力の釣り合いにより定める方法でせん断挙動を推定する既往の式に、新たに嵌合連結による付加せん断荷重を追加する事により、収束計算の技術を用いて、要素試験から得られた嵌合セットのせん断荷重と、釘の1面せん断荷重を代入し、2P及び3Pの嵌合連結を有する耐力壁の荷重変位関係を、弾性域から塑性域に至るまで予測するための評価式を誘導し提案した。

4章では、実際に試験可能な耐力壁幅として、2P及び3Pの試験体を用いて、嵌合連結の有無及び嵌合セットのアスペクト比の違いを検証する為、実大耐力壁の面内せん断試験を行い、その結果を考察した。ここでは嵌合の有無、アスペクト比の違いに於ける壁倍率、荷重変位関係、嵌合部や隅釘の降伏荷重時における試験体の変位、柱脚引抜力、面材の回転及び釘の降伏の経緯など、当該耐力壁の構造特性を細部まで検証した。結果は、嵌

合連結を有する試験体は連結無しに比べ、降伏荷重 $P_y$ の伸びが大きく、2 P-CN65 では 1.25 倍～1.37 倍、3 P-CN65 では 1.4 倍～1.49 倍、3 P-N50 では 1.48 倍～1.63 倍となり、連結数の多い 3 P でより顕著であった。

嵌合部分の降伏は、2 P より 3 P の方が早い段階で起こり、アスペクト比の違いでは、1:2 より 1:4 の方が早い段階でその兆候が始まることが判った。

四隅に打たれた釘の降伏時変位と、耐力壁自体の降伏変位を比較すると、嵌合連結を有する構造において釘の降伏より耐力壁の降伏が少し遅れる事が判った。水平力による試験体の回転モードは想定通りの動きとなり、最外側の柱脚への引抜力も、連結試験体の方が小さく、複数の柱脚に分散される事が確認された。併せて、実大試験で使用した合板と柱材及び釘の要素試験を行い、解析用のデータを得た。

5 章では、3 章で提案した設計式を用い、4 章で得た要素試験の値を代入して、同じく 4 章で行った実大試験の結果を、収束計算によるシミュレーションにより検証した。

嵌合無し試験体の検証では、2 P では良く一致したが 3 P では試験値が小さめになったため $P_{max}$ で差が見られた。次に実大試験の各種変位計データと荷重値により、低減係数 $\alpha$ の値を、先に誘導した設計式を用いて計算により抽出し、嵌合セットの複合試験に於ける低減率と近似した値が観測された。この低減係数を用いて、要素試験値と理論式にて収束計算を行い、試験値は計算値と比較的一致した。これにより、要素試験の値より、嵌合連結を有する耐力壁の弾塑性域に於ける荷重変位関係を求められる事が判った。

6 章では、これまでの応用として、耐力構面の弾性域を生かした設計法である「弾性設計」を考察した。これは塑性域のエネルギー吸収に頼らない設計法であるが、そのためには、高い降伏荷重 $P_y$ が必要となる。そのため、4 章で示した実大試験の結果を再度詳細に検証し、これまで、四隅の釘の降伏をもって構面の降伏としていた状況を見直し、水平荷重の加力ループの形状より、嵌合連結を有する降伏点の新たな検討を行った。結果として、これまでの降伏点を超える降伏荷重を使用しても十分安全側である事を示し、嵌合連結試験体に於ける新たな降伏荷重 $P_y$ を提案した。

次に嵌合連結構面の建築への応用として、一般的な木造 2 階建ての小規模住宅を対象として、弾性設計の可能性を探るため、実際に建築された 4 つのプランを元にして、その耐力壁を更に増量し、新たに設定した 2 P と 3 P の嵌合連結耐力壁の降伏荷重 $P_y$ を用いて弾性設計のシミュレーションを行った。その際、降伏耐力 $P_y$ と、 $2/3 P_{max}$ の小さい方の値を基準強度  $P_0$ として用いた。そしてきわめて希に起きる大地震の地震力に対しても、存在壁量が必要壁量を上回る事により、一般的な木造住宅等であれば、建物自体が許容応力度内にとどまる事が可能である事を示した。この事により、嵌合連結による耐力構面を用いた建物では、大地震に対する抵抗力が大きく向上する事が示唆された。

以上、本研究は木造建築物の耐力面材の突合せ部を嵌合連結する事により、繰り返しの大地震にも建物の損傷を最小限に抑制する技術について提案をおこなったものであり、木質構造分野において、学術上、応用上の貢献するところが少なくない。よって審査委員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値のあるものと認めた。