

[ 別紙 2 ]

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 平野 茂

論文題目 木造軸組構法の耐震性能に関する実大構造試験と免震住宅の開発

研究論文は木質構造の耐震性に関するもので、調査研究と実験研究の両面から検討がなされている。まず、実際の震災において倒壊や大きな損傷を受けた木造住宅について調査研究を行い、過去に指摘されていた問題点や研究成果が生かされていたか、また、現在の技術水準からみて問題点があるのか、被害とその要因を検討している。平成 5 年「1993 年北海道南西沖地震」、平成 7 年「1995 年兵庫県南部地震」、平成 12 年「鳥取県西部地震」、平成 13 年「2001 年芸予地震」の 4 つの地震被害調査から被害要因として、建物の構造計画、材料、施工管理、維持管理、地盤条件の 5 条件により被害の傾向に違いがあることが明らかにされた。

木造住宅の被害数の中で屋根瓦の被害が大きく、特に兵庫県南部地震では、土葺工法で施工された瓦屋根の重さが木造住宅の大被害の要因として指摘されたが、本論文では瓦屋根自体の耐震設計・施工法を研究している。各種の留め付け釘、平瓦、棟瓦の補強法の強度性能について 5 種類の加力実験及び振動実験を実施し、地震の際にもっとも被害を受けやすい棟瓦において、「棟木緊結」や「大回し」は補強効果が明確でないこと、「ボルト」や「一体棟」の耐震効果が高いことが明らかにされた。

申請者は 1985 年より実大建物を用いた一連の実験・研究の中で中心的な役割果たしており、従前の静的加力試験から、近年の振動台を用いた実大建物の振動実験にいたるまで、構造安全性の検証を加えている。振動台による実験は水平 2 方向と上下方向の 3 次元同時加振により、兵庫県南部地震で観測した実地震波や人工地震波を用いてその大きさを変えながら建物に入力し、建物の振動性状や損傷の度合いを考察している。建築基準法施行令第 46 条の地震力に規定される必要壁量の約 1.7 倍を有し、柱と土台をホールダウン金物で緊結した建物は、構造体としての損傷は認められず、仕上げ材に軽微な損傷を生じただけで高い耐震性を有していることが確認されたが、加速度レベルより換算して、震度 6 以上で約  $1/200\text{rad}$  の建物の変形を境に建物内装仕上げ材にクラックなどの軽微な被害が発生し始める傾向も看取しており、今後の研究に有用な知見が得られている。神戸海洋気象台波レベルの地震動を複数回受けても、大破・倒壊しないこと。また、主要構造部に損傷を受けなければ、被害のあったボード等の二次部材を修復すれば、耐震性能が初期の状態まで十分に回復することも判明させている。

さらに、木質構造物の地震被害を防ぐ対策の一つである免震装置に着目し、木造免震住宅の開発研究を行っている。木造住宅のように軽量で小規模な建築物については免震化に対する技術的・経済的制約があるために今まではあまり普及していなかった。本研究論文

では免震装置として、建物の全荷重を低摩擦の滑り支承で支持させ、復元力として超低弾性による積層ゴム支承を活用する方法を開発し、実大建物を供試体とし、実地震波や模擬波による多次元の振動実験を実施しその性能を検証している。実験の結果、免震木造住宅は兵庫県南部地震において神戸海洋気象台で観測された800galを超える入力加速度に対しても、最大応答加速度は200gal前後と通常の約1/4程度の揺れに低減されており、高い免震効果が得られている。また、建物の構造体だけでなく仕上げ材や室内の家具についても損傷が認められないことが示された。

また、振動実験結果に基づいた滑り系木造免震住宅の地震応答評価として、応答変位、応答層せん断力係数、2方向加振の影響、揺れ応答量、上下動の影響などを検討し、解析値は実験値によく一致しているものの、揺れ応答の影響についてはやや過少評価となること等が明らかにされた。

本論文は、木造軸組構法による住宅に関して耐震性能向上について行われたものであり、研究内容は地震力に対する建物の応答を明らかにすることによって構造安全性を解明し、さらに木造免震住宅の手法が有力であることを明らかにした。

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あるものと認めた。