

氏 名	し 清 水 秀 丸
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 2255 号
学位授与の日付	平 成 15 年 3 月 24 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	工 学 研 究 科 建 築 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	在 来 軸 組 構 法 木 造 住 宅 の 変 形 性 能 を 考 慮 し た 耐 震 性 能 評 価 に 関 す る 研 究

論文調査委員 (主 査) 教 授 鈴 木 祥 之 教 授 河 合 宏 允 教 授 中 島 正 愛

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、在来軸組構法木造建物の高い変形性能に着目して、耐震要素個々の性能評価実験ならびに実大木造住宅の振動台実験により、軸組構法の建物全体の大変形に至るまでの耐震性能評価法と耐震設計法への応用について考察した結果をまとめたものであり、6章の構成よりなっている。

第1章は序論であり、現在の木造建物の設計法やこれまでの耐震性能評価に関する動的および静的な既往の研究について述べている。また、既往の研究の問題点を考察した上で、本研究の目的と概要について述べている。

第2章では、耐震要素単体の既往の壁量計算では考慮されない大変形領域までの挙動および耐震性能を解明するために動の実験を実施している。柱と土台・桁から構成される単位軸組に耐震要素を配置した試験体による振動台実験を行って、各耐震要素の破壊に至るまでの動的な挙動を把握し、荷重と変形の関係と変形に伴う減衰定数、卓越振動数の変化を調べている。また、動的な観点より壁倍率を算出するとともに、現在の壁量計算では評価されない軸組、特に土壁の小壁なども耐震要素になり得ることを確認している。

第3章では、木造建物の強震時の挙動、特に変形性能と破壊性状を把握するために実大振動台実験を実施している。ここでは、在来軸組構法の2階建木造住宅を想定して、土壁、筋かい、合板などの耐震要素を組み込んだ実大試験体を製作している。常時微動計測および振動台加振実験により、試験体の極微小変形から破壊に至るまでの大変形領域での動的な挙動を把握している。まず、常時微動時から強震時までの変形に伴って変化する減衰定数と卓越振動数を確認している。次に、破壊に至るまでの復元力特性を評価して、荷重－変形特性と破壊性状との関係を検討している。柱の曲げモーメントの計測により、土壁筋かい、合板などの各耐震要素が軸組に与える影響を解明している。さらに、第2章の耐震要素単体実験における各耐震要素の破壊に至った変形角と本実験で破壊が発生した変形角の双方を考慮して、耐震要素ごとに破壊が発生する変形角を定義している。

第4章では、建物全体の復元力特性を建物に組み込まれた耐震要素の復元力特性から評価するにあたって、従来良く用いられている荷重－変形関係の単純加算ではなく、各耐震要素の構成パラメーターに応じて加算する手法を提案している。ここでは、第2章より得られた各耐震要素の荷重－変形関係を用いて、第3章の実大振動実験で用いられた筋かい付、土壁付、合板壁付などの2階建実大試験体の復元力特性を本手法で求めた結果、初期剛性、最大耐力、変形性能とも実験結果をよく追従し得ることを示し、本手法の妥当性を確認している。

第5章では、実際の建物にも適応が可能な建物全体の耐震性能評価法を提案するとともに耐震設計法への実用化を図っている。まず、建物の耐震性能を大変形に至るまで評価するために、変位増分法を用いた限界耐力計算法を導入している。この手法を用いて、2階建実大試験体の最大変位応答を推定し実験結果と良い対応が得られることを示し、本手法の妥当性を確認している。次に、実際の設計に適用するために、各耐震要素の荷重－変形関係をエネルギー一定則のバイリニア型置換方法を用いてモデル化している。ここでは、耐震要素の荷重－変形関係は、耐震要素ごとに設定された破壊限界の変形角ま

で求めており、従来の限界変形よりも大きな変形領域まで活用できる。これらモデル化された各耐震要素の復元力特性を基に、第4章で提案した加算法を用いて建物全体の復元力を求めて、建物全体の安全限界に至るまでの耐震性能を評価し得ることを示している。このように、本論文で提案した個々の耐震要素の加算法から求められる木造建物全体の復元力特性に基づいて木造建物全体の耐震性能を評価する方法が、変形性能を考慮し得る限界耐力耐震設計法に適用できることを示している。

第6章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、在来軸組構法木造住宅で用いられる耐震要素の単体実験ならびに実大木造住宅の振動台実験を実施し、軸組構法木造住宅の耐震性能を大変形に至るまで適切に評価する手法の開発と、軸組構法の変形性能を生かし得る耐震設計法への展開を行ったものであり、得られた成果は次のとおりである。

1. 在来軸組構法木造住宅の耐震要素単体の動的実験を実施し、各耐震要素の耐力と変形の関係、変形角に応じた減衰定数と固有振動数の関係を大変形時まで把握した。これら耐震要素の耐力—変形性能と破壊性状は、軸組構法木造住宅の基本的な耐震性能の指標となることを示した。特に、現行の壁倍率では低い評価とされる土壁は、大変形時に大きな耐力を発揮し、軸組構法の主要な耐震要素となり得ることを確認した。
2. 実際の建物の地震時挙動と振動特性を把握するために、標準的な2階建木造住宅を想定した実大試験体を用いて動的実験を実施した。常時微動のような微小振幅から振動台実験による強震時の大変形に至るまでの減衰定数、固有振動数など動特性および荷重—変形関係を評価した。また、人命に関わる建物の崩壊・倒壊を生じる限界を各耐震要素の破壊状況の対応から層間変形角を用いて提示した。
3. 建物各階の復元力を各階に配置されている耐震要素の復元力から評価する方法を開発した。従来良く用いられている荷重—変形関係の単純加算ではなく、各耐震要素の構成パラメーターに応じて加算する手法を提案した。種々の耐震要素の単体実験による復元力特性を用いて、筋かい付、土壁付、合板壁付などの実大試験体の復元力を本手法で求めた結果、実験結果をよく追従し得ることを示し、本手法の妥当性を確認した。
4. 大きな変形性能を有する軸組構法木造建物の耐震性能を評価するため、変位増分法を用いた限界耐力計算法により実大振動実験で用いた試験体の耐震性能を評価した。まず、実験で得られた復元力特性を用いて最大変位応答を推定し、実験結果と良い対応が得られることを示し、本計算法の妥当性を確認した。次いで、各耐震要素の復元力特性から建物全体の復元力特性を評価して、各試験体の安全限界に至るまでの耐震性能を評価して、本計算法が耐震設計に適用できることを示した。

以上要するに、本論文は、軸組構法木造建物の強震時大変形に至るまでの耐震性能評価法を実験と解析から導き、その妥当性を検証するとともに、木造建物の耐震設計法への実用化を図ったものであり、その成果は、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成15年2月18日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。