

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 中川 貴文

本論文は、木造住宅の地震による倒壊過程を計算機でシミュレートすることを可能にするための研究を行ったもので、6章からなる。

木造建築の分野では様々な実験や解析手法で住宅の耐震性能を明らかにする試みがなされてきている。しかしその大部分が静的加力試験によるもので、これらでは動的負荷である実際の地震を受けたときの挙動を完全に予測することはむずかしい。また動的解析を試みた研究でもその大部分は振動モードや最大応答変位を算出することを目的としたもので、破壊挙動まで含めて、動的にシミュレーションした研究例は、木造建築の分野ではほとんど見られない。最近では、現実の住宅を使用して、大規模な振動台実験によって、実際の地震負荷に対する強度性能を評価する研究が行われるようになってきたが、非常に多くのコストと時間がかかるため、すべての家屋をこの方法で調査することは不可能に近い。

本研究は、木造建築物が地震力を受けた際に、どこから破壊が開始し、倒壊に至るかを計算機上で再現することを目的としたものであり、この方法が完成すれば、さまざまなプランや仕様を持つ構造物を、計算機によって何度でもシミュレートすることが可能であるので、コストの面からも非常に有意義な方法と言える。

第1章の緒言において本研究の背景と意義について概説した後、第2章では、既往の研究についてまとめている。

第3章では、改良個別要素法という、従来本研究分野では使用されたことのない新しい手法を採用し、木造住宅の耐震解析に使用可能なようにするためのプログラム開発を行っている。このプログラムにより、簡単な1階建て、2階建て軸組構造躯体のモデルの破壊シミュレーションを行った。1階建てモデルのシミュレーション結果から筋違いのある壁の剪断変形は比較的小さいという現実と同様の結果が得られた。2階建てモデルでは、筋違いの存在位置によって、予測されるシミュレーション結果が得られた。また滑走試験体によってシミュレーションと同様の動的負荷を、接合部の剛性を再現するために特殊な接合部を持った1/10軸組模型にあたえ、その様子を高速度カメラによって観察することにより、シミュレーション結果の正当性を検討した。実験の破壊過程は定性的にシミュレーションによって再現されることが判明した。

第4章では、改良個別要素法のプログラムで定量的な計算結果が得られるようにするために、いくつかの物性試験のシミュレーションを行い、バネ要素のパラメータの決定法を

検討している。また、実大サイズ住宅レベルの解析を行うためには計算時間やメモリを節約する必要があるので、モデル化手法の簡素化を試みている。この簡素化モデルをもとに、合板釘打ち軸組構法耐力壁のせん断試験のシミュレーションを行い、同時に、対応する実大壁試験を実施した。これにより、改良個別要素法パラメータの決定方法の正確さを確認することができた。その結果、合板釘打ち軸組耐力壁のシミュレーションの荷重変位曲線は実験結果とよく一致し、さらに、破壊の進行過程も実験結果と合致するものであった。これらのことから、新たに開発した改良個別要素法のモデル化手法とパラメータの決定方法を木質構造体に適用することにより、実大サイズの構造体の定量的評価が可能であることが明らかになった。

第 5 章では、現実の住宅レベルの要素数が必要とされるシミュレーションモデルを用いて、改良個別要素法によるシミュレーションを行った。解析には 3 階建ての 4×4P の箱型構造躯体と 2 階建ての一般的な住宅を想定したシミュレーションモデルを用いた。耐力壁の配置の違いを持つ、何種類かのバリエーションを構築した。シミュレーションの結果、破壊過程は耐力壁の配置の違いや地盤の揺れの違いによって著しく異なった。またその破壊過程は報告書等にみられる、現実の地震の被害状況と、かなり良く一致するものであった。したがって現実の住宅レベルでも本研究で開発したプログラムにより、計算機上で地震時の破壊過程をシミュレーション可能であることが明らかになった。

第 6 章は総括である。

以上本論文は、現在緊急の課題である、木造住宅の耐震性能の評価を、莫大な経費と時間を要する実大住宅振動台試験をせずに、計算機によるシミュレーションによって、実現できることを具体的に示したもので、学術上、応用上貢献するところ非常に大きい。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。