

論文の要約

本論文「大規模地震に備えた戸建免震住宅の耐震安全性向上に関する研究」は、2011年東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）で戸建免震住宅に生じた過大な免震層変形の原因解明と、過大な免震層変形を抑制する付加減衰装置の開発を行ったもので、急速に普及しつつある免震住宅のより一層の耐震安全性向上を目指した研究である。

論文の概要は以下の通りである。

第1章では、研究の背景や目的を述べ、既往の研究成果を俯瞰して本研究の位置づけを明確にするともに、本論文の構成を示している。

第2章では、免震構造の歴史と戸建免震住宅に関する研究について現状を整理し、戸建免震住宅の開発思想と、開発経緯を概観している。また、すべり支承と積層ゴムを併用した戸建免震住宅について大震災後に実施した一次被害調査で回収した854棟に及ぶ免震住宅の罫書き記録の詳細分析によって、神奈川県と宮城県の一部で過大な免震層変形が生じた地域があったことを特定している。これは、共通の長周期建築物の広域での応答変動を明らかにした初の研究成果である。

第3章では、神奈川県足柄平野に建つ70棟の罫書き記録から免震層最大変形を分析し、建設敷地での常時微動H/Vスペクトルのピーク

周期と免震住宅周期が近接した場所で過大な免震層変形が生じたことを確認している。さらに、過大な免震層変形が生じた住宅近隣の地震観測記録を用いた実大免震建物の震動台実験を実施し、地震動の卓越周期と免震周期が近接した場合に地震動数波で共振が大きく育つことを実証している。

第4章では、宮城県内に建つ30棟の免震住宅の免震層最大変形を分析し、地震観測記録のPGV（地動最大速度）との相関が高いことを確認している。一方で、飽和砂質土地盤や液状化現象が見られた砂質土地盤上の免震住宅では上記の対応が悪く、最大変形が著しく増大する傾向があることも確認している。

第5章では、免震層変形抑制装置の実用化に向けた研究開発を行っている。擁壁などに衝突させて免震層変形を拘束する方法は長周期地震動に対して有効であるが、パルス性地震動に対しては衝突速度が速いために衝撃力が大きく、その時に生じる大加速度によって住宅内部の危険性が増すことを確認している。また、建物層せん断力や層間変形角などの建物損壊の指標に加え、免震住宅の居住性の指標である応答周波数と応答加速度の抑制を重視している点に特徴があり、本研究で新規開発した減衰力が免震層応答速度の2乗に比例して変化するオイルダンパの効果に関して、実大震動台実験による検証を行っている。

第6章では、各種の性能可変ダンパの減衰力特性を類型化し、免震住宅の地震応答特性を比較することで、開発したダンパがクライテリアを満足する唯一の減衰力特性を有することを解析的に示し、その有効性と優位性を示している。また、ダンパの減衰力特性を簡易的に関数化する手法を構築し、実地震動に対する免震システムの最適設計値を導出している。さらに、想定南海トラフ巨大地震および想定上町断層帯地震を入力波とした地震応答予測を通して、大規模地震に対する変形抑制効果を検証している。

第7章では、本研究で得られた結論をまとめるとともに今後の課題を整理している。

本論の成果は次のように要約できる。東日本大震災における約1000棟の免震住宅の調査から、過大な免震層変形が生じた事実を明らかにした。地震多発国である我が国において、免震住宅は最も優れた耐震技術の一つであるが、想定を超える事象に対して非免震住宅よりも冗長性が不足することは否定できない。このことを解消するために、その原因が地震動特性にあることを理論的・実証的に解明した。その上で、変形抑制のための可変性能ダンパを新たに開発し、その有効性を実大震動実験で実証した。さらに、想定される大規模地震の地震動に対しても開発ダンパが効果的であることを検証した。