

京 都 大 学	博 士 (工 学)	氏 名	西 塔 純 人
論 文 題 目	常時微動計測を用いた低層住宅の被災前後の耐震性能評価に関する研究		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>日本の住宅の多くを占める低層住宅の耐震化率の向上と被災後の継続利用可否判断の即時性の向上は、地震被害軽減上の重要な課題である。本論文は、既存低層住宅の耐震性能評価に関して、常時微動計測を用いた被災前の耐震診断法と被災後の被災度判定法を提案し、その精度や有効性の検証を行った6章構成の論文である。</p> <p>第1章では、日本における低層住宅の被災前の耐震診断法および被災後の被災度判定法の現状を説明し、本論文で提案する手法の位置づけを明確にしている。そして、本論文の目的を、常時微動計測により算出される固有振動数に着目し、被災前の耐震診断法と被災後の被災度判定法を構築することとしている。</p> <p>第2章では、2階建て既存在来木造住宅を対象として、常時微動計測より得られた1次固有振動数と建築年代による接合部仕様の違いを考慮することで、慣用されている精密耐震診断法と同等な診断結果を簡易に算出可能な評価法を構築している。既往の研究によれば、常時微動計測による1次固有振動数と精密耐震診断法による評価値の間には、一定の相関があるもののばらつきが無視できない。本論文では、2階建て既存在来木造住宅28棟の常時微動計測と精密耐震診断を実施し、診断評価値と固有振動数の関係について分析を行った。その結果、精密耐震診断評価値が固有振動数の自乗に比例することを考慮した回帰分析と、1981年と2000年の建築基準法改正で変更された接合部の規定を反映した補正により、固有振動数から精密耐震診断と概ね等価で簡便な評価が可能な方法を新たに提示した。</p> <p>第3章では、地震被災後における低層住宅の継続利用可否判断の即時性と明確性を向上するため、常時微動計測より得られた1次固有振動数の低下率を用いて、損傷度の指標となる地震時に経験した最大変形角の推定法を構築している。まず、在来木造と軽量鉄骨造の架構を対象とした振動台実験により、架構の1次固有振動数の低下率と加振中に経験した最大変形角の関係（以下、1次固有振動数の最大変形角依存性）を新たに求めた。そして、在来木造・軽量鉄骨造・伝統木造の3種類の構法について、1次固有振動数の最大変形角依存性の評価式を新たに提案している。地震前後に行った常時微動計測より得られる1次固有振動数の低下率に提案評価式を適用することで、地震時に低層住宅が経験した最大変形角の推定を可能としている。なお、提案評価式は、構法によらず統一した数式で表現し、構法の違いは1次固有振動数の低下率の自乗が0.5となる経験最大変形角の違いとして表している。</p>			

第4章では、実大住宅試験体の振動台実験結果を用いて、在来木造と伝統木造について、第3章で提案した評価式の適用性検討を行っている。在来木造については2階建て試験体を、伝統木造については平屋と2階建ての試験体を用いている。振動台実験では、加振後に微動計測が実施されていなかったため、試験体が殆ど振動していない時間の加振記録を用いて1次固有振動数を同定している。そして、振動台実験より得られた1次固有振動数の最大変形角依存性が、提案評価式と概ね対応することを示している。ただし、在来木造については、部分的な補修を行った場合に、1次固有振動数の低下率を小さめに評価するため、最大変形角を小さめに推定している。

第5章では、地震被害調査とその分析を通じて、軽量鉄骨造住宅と在来木造住宅について第3章で提案した評価式の適用性検討を行っている。まず、2016年熊本地震における軽量鉄骨造住宅84件の被害調査と微動計測を行っている。殆ど被害の無かった住宅の常時微動計測結果より地震前の1次固有振動数の範囲を設定している。そして、1次固有振動数の低下率より推定された住宅の変形量は、強震観測記録の0.2～0.3秒の変位応答スペクトルの平均値と良い相関をもっていることを示し、提案評価式の有用性を示している。次に、2018年大阪府北部の地震で被災した築46年の在来木造住宅の被害調査と微動計測を行っている。地震の前後に行われた微動計測結果より推定される住宅の最大変形角は、強震観測記録や住宅の損傷程度と比較して小さめの推定結果となっているものの、継続利用可否判断には影響がないことを確認している。

第6章では、各章で得られた成果をまとめている。

(論文審査の結果の要旨)

耐震化率と被災後の継続利用可否判断の即時性の向上は、被害軽減を行う上での重要な課題である。本論文は、既存低層住宅の耐震性能評価に関して、常時微動計測を用いた被災前の耐震診断法と被災後の被災度判定法を提案し、その精度や有効性の検証を行った成果をまとめたものである。得られた主な成果は次のとおりである。

- 1) 2階建て既存在来木造住宅を対象として、常時微動計測より得られた1次固有振動数と建築年代による接合部仕様の違いを考慮することで、慣用されている精密耐震診断法と同等な診断結果を簡易に算出可能な評価法を構築している。
- 2) 在来木造・軽量鉄骨造・伝統木造と多様な構法の低層住宅を対象として、地震被災後における低層住宅の継続利用可否判断の即時性と明確性を向上するため、常時微動計測より得られた1次固有振動数の低下率を用いて、損傷度の指標となる地震時に経験した最大変形角を推定する方法を構築している。
- 3) 常時微動計測を用いた被災度判定手法が、在来木造・伝統木造の実大住宅試験体の振動台実験や、軽量鉄骨造・在来木造の低層住宅の地震後調査を通じて行い、実用的な精度で被災度が推定可能であることを確認するとともに、適用上の課題を明らかにしている。

本論文は、独創性と実用性（簡便性・適用性）の高い耐震性評価法を提案しているだけでなく、低層住宅の耐震化率向上や被災後の再建に大きく貢献すると考えられ、学術上、實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31年1月22日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。