

## 審査の結果の要旨

氏名 山本 憲二郎

最近の100年間(1915~2015)に、死者数が5,000人以上の地震災害が全世界で21回発生しているが、この中の17回では組積造の被害が死者発生の主な原因で、その割合は約8割に上る。残りの4回の震災は、1923年関東大震災(火災が主因)、1995年阪神・淡路大震災(既存不適格の木造とRC建物崩壊が主因)、2004年スマトラ沖地震(津波が主因)、2011年東日本大震災(津波が主因)である。組積造の被害で多くの人々が死傷するのは、破壊現象が脆性的であるために避難が困難であること、構造物を構成するレンガなどの材料が崩壊時に生存空間を埋めてしまうこと、崩壊時に大量の土埃を発生させ、被災建物に閉じ込められた人々が窒息してしまうことの3つの理由による。

組積造の崩壊が震災による死傷者の主な原因になっている状況は21世紀においても変わらず、グジャラート地震(2001年、インド、死者20,000人以上)、バム地震(2003年、イラン、死者26,000~35,000人)、カシミール地震(2005年、パキスタン、死者約73,000人)、四川大地震(2008年、中国、死者約69,000人)、ハイチ地震(2010年、ハイチ、約316,000人)などの大震災が発生し続けている。さらに、2015年4月に発生したネパール・グルカ地震でも、本来は一般住宅にあまり大きな被害を与えない長周期地震動であったにもかかわらず、脆弱な組積造の崩壊により、約9,500人の死者が出ている。

このような状況を背景として、本論文では、脆弱な組積造の耐震性を向上させる新しい簡便な補強法を提案するとともに、その工法をネパールで普及させるための環境整備に関して研究している。本研究で提案した補強法は、従来の工法と比較して、施工に必要な労働力や時間が格段に縮小されるものである。本研究では、提案工法で用いる材料の試験、提案工法を適用した組積壁の要素実験、さらに縮小模型(1/4スケール)を用いた振動台実験を行い、提案した工法の有効性を検証した。

またネパールのカトマンズ市周辺における住宅所有者に対するアンケートとインタビュー調査を実施し、自助による提案工法の普及可能性に関しても検討した。具体的には、2015年の地震を経験した地域住民に対して、耐震補強に対するインセンティブと平時利用可能な建材として提案工法で用いる材料に対する意識を調査した。調査においては、住民の被災度の程度や収入の差も考慮した。これらの調査を行った上で、提案補強法が普及した場合のネパールにおける被害軽減効果を推定した。

本研究では、以上の内容を以下の5章から構成される論文としてまとめている。

第1章では、本研究の背景、本研究の達成する目的、本論文の章の構成を紹介している。

第2章では、途上国における組積造構造物の耐震補強に求められる要件をまとめ、これまでに開発されてきた組積造構造物の耐震補強法と本研究における耐震補強法の特徴を比較している。

第3章では、第4章で述べる振動台実験で使う組積造住宅を模した供試体に用いる各種材料の材料特性を得るために行った要素試験の説明と試験結果をまとめている。

第4章では、第3章で得られた試験結果に基づいて組積造建物の1/4スケールの縮小模型を作成し、これを用いた振動台実験を行った結果を説明している。実験結果からは、提案工法が組積造建物の耐震性を大きく向上できることが判明した。

第5章では、本研究において提案した耐震補強法を、ネパールにおいて普及させるための要件を理解するために行ったアンケートとインタビュー調査について説明している。調査結果からは、提案工法が住宅の持ち主による自助によって、ある程度普及可能であることがわかった。また、これらの調査の上で、提案補強方法が普及した場合のネパールにおける被害軽減効果を示した。

第6章では、本研究の結果から得た結論をまとめるとともに、今後の課題を整理している。

以上のように、本論文では、大きな地震の度に繰り返されてきた組積造建物の被害軽減のために、新しい工法を提案している。そしてその効果を、材料試験、提案手法を適用した組積壁の要素実験、さらに縮小模型(1/4スケール)を用いた振動台実験から検証し、提案工法が組積造建物の耐震性を大きく向上させることを確認した。本提案工法の長所は、従来の工法に比べて、施工に必要な労働力や時間を大幅に減らすことが可能な点である。また2015年に大きな地震に襲われたネパールのカトマンズ市を対象とした調査から、提案工法が住宅の持ち主による自助によって、ある程度普及可能であることを確認した。また論文申請者は、提案工法を普及させるプロジェクト企画(起業提案)を立案し、国内外の複数のコンペで最優秀賞を受賞している。

このように、本研究の成果は、将来の地震時の組積造被害を大幅に減らし、多くの人的被害と経済的被害の軽減に貢献する可能性を有する研究成果として高く評価できる。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。