[別紙 2]

審　査　の　結　果　の　要　旨

論文提出者氏名　　NAVARATNARAJAH（ナバラトナラジャ） SATHIPARAN（サティパラン）

世界規模で地震災害を見た場合、犠牲者の７割は、石やレンガ、ブロックなどを積み上げた構造物（これらを総称して組積造と呼ぶ）の崩壊によって発生している。また組積造は、中国やインド、中東や中南米など、世界の地震多発帯の主要構造物（世界の人口の約６割が住む）であるために、これらの建物の耐震性の向上は世界の地震被害を軽減する上で最重要課題といえる。また組積造の多くは、現地の人々が現地で入手できる材料を使って、自分たちの手で建設するいわゆるノン・エンジニヤード（Non-Engineered、以下では Non-E という）構造物であるため、その強度や耐震性は耐震基準の有無やその良し悪しとは無関係である。ゆえに Non-E 建物の耐震補強法は現地で入手できる材料や簡単な技術で安価に実施でき、しかも現地の人々の生活習慣上許容されるものでなくてはいけない。

そこで本研究は、以下で説明する６章から構成されている研究論文として、組積造の地震被害による犠牲者の軽減を最終目標に、これを実現するための安価で効果的な耐震補強法に関して研究するものである。

第１章では、研究全体の目的や背景、本研究の構成を説明している。

第２章では、組積造建物を対象とした従来の補強法のレヴューと提案する PP-バンドメッシュ耐震補強法の説明をしている。さらに PP-バンドの材料特性、PP-バンドメッシュ耐震補強法で補強した供試体壁を用いた面内と面外に変形を与える要素試験を行った結果を紹介している。面内・面外のいずれの試験においても、PP-バンドメッシュ工法で補強した組積壁は、非補強壁に比べて強度で数倍、変形能では 40～50 倍以上向上できることが確認されている。

第３章では、PP-バンドメッシュ工法による補強の効果を大きく左右する PP-バンドメッシュのピッチ（組積壁に対する密度）の影響、組積壁表面に設置する PP-バンドメッシュと内側の組積壁の間の隙間の影響、補強後に組積壁の表面に施工する被覆材の影響などを検討した。主な成果を紹介すると、メッシュと壁の間の隙間があると、初期クラック発生直後の強度が著しく低下するが、泥やセメントモルタルなどの被覆材を施すことによりその間隙が充填され、メッシュと組積壁間の問題はほぼ解消されることが分かった。すなわち初期クラック発生直後の強度の低下が初期強度の８割程度で抑えられることが確認された。

第４章では、屋根のないボックス型のアドベ組積造モデルと木製フレームの屋根つきのアドベ組積造モデルを用いた振動台実験を行った。用いた供試体モデルは、いずれも 1/4 スケールであるが、屋根のないボックス型のアドベ組積造モデル（非補強と補強）、木造のフレーム屋根を有するアドベ組積造では、屋根を４方向の壁のうちの２方向に固定したモデル（非補強と補強）、同様に４方向の壁に固定したモデル（非補強と補強）、屋根を４方向の壁に固定したモデルで組積壁の表面に被覆材を施した

もの（非補強と補強）の８ケースの検討を行った。実験結果からは、屋根の影響としては、壁上部の変形が屋根によって拘束されることで耐震性が向上すること、屋根の固定法としては４方向の壁に固定したものが２方向に固定したものよりも耐震性が高まることが確認された。また被覆材を施したモデルの耐震性が最も向上することも確認された。最終的には JMA 震度階で 5-程度で大きな被害を受けた建物が、PP-バンドメッシュ工法で補強することで、JMA 震度階 6+でも崩壊を免れるまで耐震性を向上することに成功した。これらの特性を供試体に作用した振動外力の累積効果を表す Arias 震度を指標として評価するとその差が分かりやすく表現できることも示した。

第５章では、中東地域に多く見られる屋根自体もレンガ等をドーム形状に組み上げて建設される建物モデルを対象に振動台実験を行った。その際には、ドーム形状の屋根部分にメッシュを適切に施工する術についても議論した。振動台実験では、補強していない供試体とタイバーと PP-バンドメッシュ工法で補強したもの、PP-バンドメッシュのみよる耐震補強の結果を確認した。実験の結果、十分な量の PP-バンドメッシュを設置した場合には、タイバーを用いなくても PP-バンドメッシュ工法のみで十分に高い耐震性能を確保できることが示された。またこれらの特性も４章同様に Arias 震度を指標としたり、エネルギー減衰能を指標とするなどして確認した。

研究全体の最終章の第６章では、論文全体のまとめと今後の研究の方向性や課題について整理している。

以上のように本研究では、世界規模で見た場合に地震被害の軽減のための最重要課題である途上国の組積造建物の耐震性を向上させる、ローカルアベイラブルで、アプリカブルで、アクセプタブルな補強法として、PP-バンドメッシュ耐震補強法の効果を様々な角度から実験・分析したものである。得られた成果からは、PP-バンドメッシュ工法が途上国の Non-E 建物である組積造住家の耐震性の向上に大きく貢献すると期待され、将来の地震被害の軽減につながるものである。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。