



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Experimental Investigation and Analytical Modeling of Masonry Wall for In-Plane Shear Strength after Strengthening by Various FRPs [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Rahman, MD. Ataur
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	乙第7003号
Issue Date	2016-09-26
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/63430
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	MD._Ataur_Rahman_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博士 (工学)	氏名	MD. Ataur Rahman
審査担当者 主 査 教 授	上田 多門		
副 査 教 授	横田 弘		
副 査 教 授	松本 高志		
副 査 准教授	佐藤 靖彦		

学位論文題名

Experimental Investigation and Analytical Modeling of Masonry Wall for In-Plane Shear Strength
after Strengthening by Various FRPs

(種々の FRP で補強された組積壁構造の面内せん断耐力に関する実験的研究と解析モデル)

地震国も含み世界中には大量の組積造が存在し、大きな地震が起こるたびに多くの組積造の破壊が生じている。組積造は地元の材料を使え、安価な選択肢となっているが、地震や竜巻など水平に作用する力には脆弱で、既存構造物としての大量の組積造の補強は重要な課題である。組積造は特に開発途上国に多く、安価な補強が特に必要とされている。組積造の補強に軽量で所要の容積が少なくて済む繊維系材料の適用に関する研究は行われているが、補強後の終局耐力や変形の推定方法が十分に確立しているわけではない。また、開発途上国で安価に入手可能な繊維材料の適用に関する研究は少ない。このような社会的背景のもとに本研究は、組積壁構造の耐震補強としての FRP 接着工法に注目し、以下のような社会的に有用な知見を得ている。

学位論文は 3 部構成となっており、第 1 部 (第 1 章と 2 章) は関連の既往の研究の成果のまとめと本研究の必要性と目的を示し、第 2 部 (第 3 章と 4 章) では組積壁構造の耐力推定の基礎となるれんが間のモルタル接着部を含む要素のせん断特性を明らかにし、第 3 部 (第 5 章と 6 章) では FRP 接着補強された組積壁構造の面内せん断抵抗特性を明らかにしている。第 7 章はまとめである。

第 1 章においては、本研究に至った社会的背景と解決すべき課題、本研究の目的と範囲、学位論文の構成を示している。

第 2 章において、本研究に関係のある材料であるれんが、モルタル、FRP の種々の特性、組積壁構造の特徴と施工法、無補強及び補強された組積壁構造の耐力特性と補強法に関する既往の知見をまとめている。

第 3 章では、本研究で実施したれんが間のモルタル接着部を含む要素試験とともに、本研究で対象とした既往の研究の要素試験供試体の概要を示している。実験結果のまとめとして、中実れんが及び中空れんがともに接着面に対する拘束力 (圧縮直応力) とともにせん断強度が増大すること、残存せん断強度が存在し、その大きさも拘束力に依存することを示している。また、れんがやモルタルの強度、れんが接合面の粗度など多くの要因がせん断特性に影響を与え、それらが実験結果のばらつきの要因となっているとしている。

第 4 章においては、既往の研究成果に基づいてれんが要素、モルタル接着部要素、それらを一体とみなした要素、FRP 要素、FRP とれんが間の接合部要素を概観した上で、第 3 章で示したせん断伝達特性を、れんがとモルタル接着部を一体化した要素で推測するモデル (圧縮拘束力下のせん断伝達

モデル)を提案している。このモデルは、剛性を支配するれんがとモルタルの弾性係数、モルタルの厚さ、最大せん断応力と残存せん断応力を決めるモルタル接合部に作用する圧縮応力の関数であり、本研究での実験結果と既往の他の研究者による実験結果ともに、せん断伝達特性を概ね推定可能なことを示している。さらに、れんがとモルタル接着部を一体化した要素の引張直応力下のせん断伝達モデル、圧縮モデルも提示し、組積壁構造の面内せん断特性(水平力と水平変形との関係)を有限要素法で推定可能なことを例示している。

第5章では、組積壁構造供試体の実験の概要とその結果を以下のように示している。無補強供試体2体と種々の繊維シート(炭素、PET、ナイロン、綿、ジュート)で補強した13体の供試体の概要を示した上で、圧縮拘束力下の面内せん断耐荷力性状として、組積造のひび割れ発生状況、FRPシートの破断、荷重-変形関係(最大荷重、靱性を含む)、破壊モードに関し、各供試体の結果とともにそれらと比較し論じている。無補強供試体では曲げひび割れに沿ったせん断ずれと曲げ圧縮側基部の圧壊であったものが、補強後には斜めせん断ひび割れ発生後の曲げ圧縮側基部の圧壊と変化し、FRPシートは定着部以外で剥離が発生し、2体の供試体では炭素繊維シート破断が発生していることを示している。また、FRPシート補強後の耐力は無補強供試体の耐力の2ないし3倍となるが、耐力増加分も補強繊維量がある以上になると増えなくなること、靱性と費用という観点では、高伸長性のPET繊維、ナイロン繊維、天然繊維(ジュートと綿)の方が炭素繊維より優れていることも明らかにしている。

第6章においては、第5章で示された破壊モード及び既往の研究で観察されている破壊モードに対応するモデルとして、既往のモデル(FEMAモデル)に基づいて提案した無補強壁の面内せん断耐力推定モデルと別の既往のモデル(ACI 440モデル)に基づいて提案したFRPシートの有効ひずみ推定モデルとを組み合わせた面内せん断耐荷力推定モデルを提示し、本研究及び既往の補強された実験供試体の破壊耐力の推定が可能であることを示している。

第7章では、第3章から6章までの成果のまとめと残された課題を示している。

以上のように、著者は、組積壁構造の面内せん断特性の向上策としてのFRPシート接着補強工法に関し、れんがとモルタル接合部のせん断伝達特性、高伸長性を有し安価な合成繊維や天然繊維という新たな材料による補強効果、それらの推定モデルを提示し、組積造の合理的な補強工法の確立に大変有益な知見を得ており、維持管理工学、複合材料工学、構造工学の発展に対して貢献するところが大きい。よって、著者は北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認められる。