

令和元年6月8日現在

機関番号：17501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2018

課題番号：16K06596

研究課題名（和文）コンファインドメーソリー耐震化による途上国地震災害リスクの軽減

研究課題名（英文）Improved Confined Masonry Lead to Mitigation of Earthquake Disaster in Developing Countries

研究代表者

黒木 正幸（KUROKI, Masayuki）

大分大学・理工学部・教授

研究者番号：10295165

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,700,000円

研究成果の概要（和文）：途上国で採用されている枠組れんが組積造建物の耐震性に関わる主筋定着法の改良について実験的に検討し、強度増大と損傷軽減に有効な方法を提案した。

また、目地厚さがれんが組積体の圧縮強度に及ぼす影響を検討し、れんがの強度に対して目地モルタルの強度がかなり低い場合に、目地厚さ増大に伴って組積体の強度が低下することを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

途上国ではひとたび大地震が発生すると、組積造建物の倒壊で被害が拡大し、大災害になるといったリスクがある。このリスクを軽減することは、途上国の発展のみならず、我が国を含めた国際社会の安定のためにも重要な課題といえる。本研究の結果は、組積造建物の耐震性向上を通じてグローバルなリスクの軽減に貢献する。

研究成果の概要（英文）：Improvement of an anchorage method for main bars of confined masonry walls adopted in developing countries, which affects seismic performance of confined masonry buildings, was considered experimentally. An effective method was proposed, in which mitigation of damage can be expected as well as strength enhancement.

Also, effect of bed joint thickness on the compressive strength of brick masonry prism was investigated. If the strength of joint mortar was quite low to the strength of brick masonry unit, the compressive strength of masonry prism decreases with a joint thickness increase.

研究分野：建築構造・材料

キーワード：組積造 途上国 れんが

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

中南米諸国や東南アジア，中近東などの開発途上の地震国では，過去の地震において無補強の組積造建物が大破することにより，甚大かつ悲惨な被害を受けてきた。しかしながら，粘土焼成れんがは製造が容易なため，途上国においては現在でも建物を建設する主要な材料として用いられている。当該国では，過去の地震被害の経験から，全くの無補強組積造に替わって，れんが壁体の周辺を壁厚に近い幅とせいを有する場所打ち鉄筋コンクリート造の柱と梁部材で拘束する枠組組積造 (Confined Masonry) 壁体が，鉛直荷重と地震による水平力に抵抗する耐力壁として広く利用されるようになってきている。

Confined Masonry 壁体の耐震性能を組織的に検討し始めたのは，日本の政府開発援助 (ODA) によるペルーやメキシコの地震防災プロジェクトが本格化した 1980 年代後半からであり，その耐震性は十分とはいえない。2009 年インドネシア・ジャワ島西部地震では，梁主筋の定着破壊により倒壊した建物が多数確認された。

2. 研究の目的

(1) 主筋定着法の改良

途上国で採用されている従来型の主筋定着ディテールを有する壁体の破壊実験を実施し，その耐震性能を明らかにするとともに力学上の課題を整理する。その後，力学的な観点に加えて施工性も考慮に入れ，数種類の主筋定着法の改良案を検討し，それらの性能を破壊実験と解析により評価する。

(2) 目地厚さが組積体強度に及ぼす影響

インドネシアでは，れんがの厚さに対して目地となるモルタルの厚さが比較的大きく，組積体強度の低下が懸念されることから，それを明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 耐力壁の破壊実験

図 1 に耐力壁試験体と加力装置を示す。上スタブを介して，鉛直方向の油圧ジャッキにより一定鉛直軸力 (軸方向応力度にして 0.1MPa) を載荷した状態で，水平方向の複動油圧ジャッキにより変位漸増の正負繰返し加力を行った。

(2) 組積体の圧縮試験

図 2 に組積試験体と加力装置を示す。インドネシアではもみ殻を混入した低強度れんがも広く使用されているため，今回の実験では低強度れんがとしてコンクリートれんがを使用した。

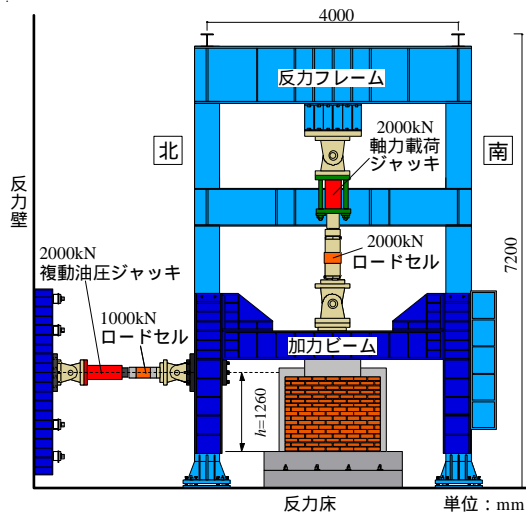


図 1 耐力壁試験体と加力装置



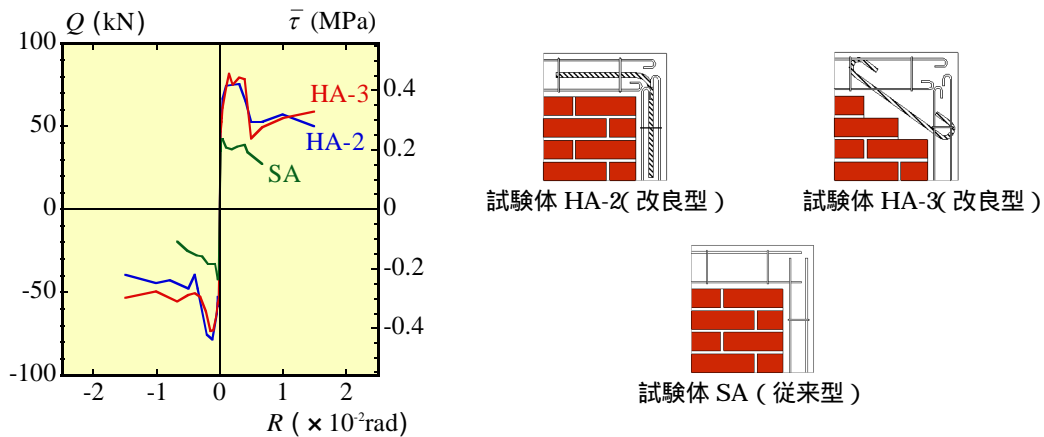
図 2 組積試験体と加力装置

4. 研究成果

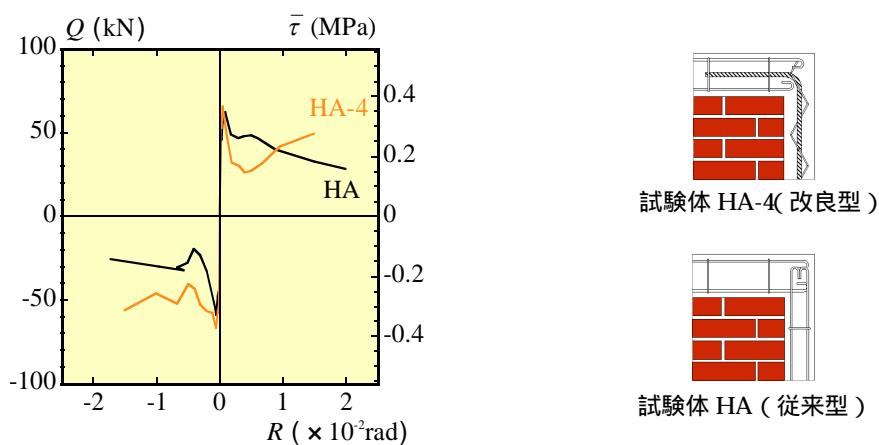
(1) 主筋定着法による耐力壁の性能比較

図 3 に耐力壁試験体の水平荷重 Q - 層間変形角 R 関係の包絡線を示す。図 3 (a) はせん断破壊した試験体についての比較であり，改良型主筋定着法の 2 つの試験体の Q_{max} は直線定着の試験体 SA の 1.8 倍以上を示している。ここで，試験体 HA-2，HA-3 の Q_{max} は同程度であるが，試験体 HA-3 は接合部にひび割れが生じることはなく，高い損傷抵抗性も示した。

一方，図 3 (b) はすべり破壊した試験体についての比較である。2 つの試験体の Q_{max} が主筋定着法に関わらずほぼ等しくなっており，改良型の試験体 HA-4 の性能はせん断破壊する試験体で検証する必要があると考えられる。



(a) せん断破壊した試験体



(b) すべり破壊した試験体

図3 水平荷重 Q - 層間変形角 R 関係の包絡線

(2) 目地厚さが組積体強度に及ぼす影響

図4に組積係数 e_m と目地厚さの関係を示す。ここに、 $e_m = \sigma_m / \sigma_u$ (σ_m : 組積体の圧縮強度, σ_u : れんが単体の圧縮強度)である。目地モルタル強度がれんが単体の強度に対して低い試験体では、目地厚さの増大による組積体強度の低下が見られる。一方、目地モルタル強度がれんが強度と差の小さいものを使用した試験体では、目地厚さに関わらず同程度の圧縮強度を示し、目地厚さに影響されなかった。

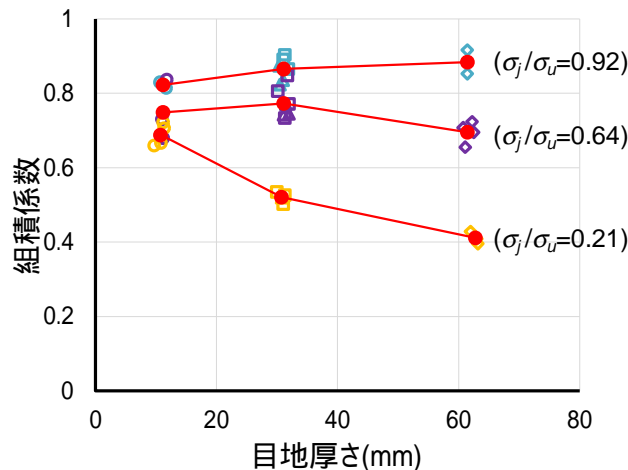


図4 組積係数 - 目地厚さ関係

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計1件)

Masayuki Kuroki, Kenji Kikuchi, Hideko Nonaka, Effects of Thickness of Mortar Joint on Compressive Strength of Brick Masonry Prism, Proceedings of 42nd Conference on Our World in Concrete & Structures, 査読有, 2017, pp.255-260

[学会発表](計5件)

高橋弘臣, 黒木正幸, 菊池健児, 野中嗣子, 枠組組積造壁体における主筋定着破壊に関する実験的研究(その2 改良型定着法を用いた壁体の実験), 日本建築学会九州支部研究報告会, 2019年3月3日, 日本文理大学(大分県・大分市)

黒木正幸, 松茂良諒, 菊池健児, 野中嗣子, 目地厚さがコンクリートれんが組積体の圧縮強度に及ぼす影響に関する一検討, 日本建築学会大会学術講演会, 2018年9月4日~6日, 東北大学(宮城県・仙台市)

深草佳太, 黒木正幸, 松茂良諒, 菊池健児, 野中嗣子, コンクリートれんが組積体の圧縮強度における目地厚さの影響に関する一検討, 日本建築学会九州支部研究報告会, 2018年3月4日, 鹿児島大学(鹿児島県・鹿児島市)

益田一輝, 黒木正幸, 菊池健児, 野中嗣子, れんが組積造の圧縮強度における目地厚さの影響に関する一検討, 日本建築学会九州支部研究報告会, 2017年3月5日, 長崎大学(長崎県・長崎市)

金只夏月, 黒木正幸, 菊池健児, 野中嗣子, 枠組れんが造壁体における主筋定着破壊に関する実験的研究(その1 直線定着およびフック定着した試験体の実験), 日本建築学会大会学術講演会, 2016年8月24日~26日, 福岡大学(福岡県・福岡市)

[その他]

ホームページ等

<http://www.arch.oita-u.ac.jp/a-kou/STRENG-LAB/index.htm>

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名: 菊池 健児

ローマ字氏名:(KIKUCHI, kenji)

所属研究機関名: 大分大学

部局名: 理工学部

職名: 教授

研究者番号(8桁): 50117397

研究分担者氏名: 野中 嗣子

ローマ字氏名:(NONAKA, hideko)

所属研究機関名: 大分大学

部局名: 理工学部

職名: 助手

研究者番号(8桁): 50274741

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。