

令和 4 年 9 月 26 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18H01578

研究課題名（和文）途上国の建物におけるURM壁を構造部材として活用する耐震診断・改修手法の構築

研究課題名（英文）Development of seismic evaluation of URM infill as structural elements for developing countries

研究代表者

前田 匡樹（MAEDA, MASAKI）

東北大学・工学研究科・教授

研究者番号：30262413

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,200,000円

研究成果の概要（和文）：経済成長に伴い拡大発展し高密度化する発展途上国における、都市の災害脆弱性の改善に貢献することを目的に、地震に対して脆弱でありながら、発展途上国において広く用いられる鉄筋コンクリート造建築物の後積みレンガ（Un-Reinforced Masonry, URM）壁を対象として、(1) 破壊メカニズムとその影響因子の明確化、(2) 耐震診断法の開発、(3) 現地の材料や施工レベルに適合する耐震補強工法の開発を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で研究開発した後積みレンガ（Un-Reinforced Masonry, URM）壁の耐震診断法、フェローセメントを用いた耐震補強工法、及び、それらの技術マニュアルは、経済成長に伴い拡大発展し高密度化する発展途上国における既存建築物の耐震性能を改善する技術をエンジニアに普及させるものである。耐震改修の必要な建物を効率的に絞り込み、低コスト・短工期での補強工事を可能とすることで、都市の災害脆弱性の改善・克服スピードアップさせることで、世界各国の減災に貢献することが期待できる。

研究成果の概要（英文）：Urban area in developing countries has been getting highly dense due to economical growth and expansion. As a result of high density, upgrade of seismic vulnerability is one of most important issues to overcome earthquake disaster and keep resilience of urban cities. Un-Reinforced Masonry (URM) walls are popular construction material in reinforced concrete buildings in main regions in the world. URM walls are generally non-engineered materials so that seismic capacity is not expected in structural design practice and severe damage has been observed in previous damaging earthquake disaster. In order to develop proper evaluation of URM walls, this research focuses on (1) Clarification of failure mechanism mechanism and influencing factors, (2) Development of seismic evaluation methods, and (3) Development of seismic retrofitting methods with local materials and construction practice.

研究分野：耐震構造

キーワード：RC造建築物 無補強組積造壁 耐震診断・耐震改修 開発途上国 無補強モルタル

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、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

開発途上国の鉄筋コンクリート造建築物では、外壁や間仕切り壁として、後積みレンガ (Un-Reinforced Masonry, URM) 壁が一般的に使用される。レンガ造建築や補強レンガ造建築では、レンガ壁は構造体として扱われるが、写真 1 に示すような鉄筋コンクリート架構内の URM 壁は、構造設計では、非構造部材として扱われ無視される。それは、構造特性が、架構との相互作用や、使用材料、施工によるばらつきが大きく破壊メカニズムが複雑で未解明であることによる。URM 壁は、建物の耐震性に対して余力として働くだけではなく、面外への崩落や RC 柱の短柱化などの安全性に対する悪影響を及ぼす場合もあり、URM 壁を無視した構造設計・耐震診断では、正確な耐震性能を評価できず、的外れな結果を与えている場合も多い。

したがって、RC 造建物の URM 壁の破壊メカニズムと影響因子を明らかにし、耐震診断法を開発するとともに、構造部材として活用するための耐震補強工法を開発することが、学術的にも、地震防災の観点でも極めて重要な課題と位置付けられた。



写真 1 倒壊した URM 壁付き建物  
(2015 年ネパール地震)

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、(1) URM 壁の破壊メカニズムと影響因子を明らかにすること、(2) URM 壁の効果・影響を既存建物の耐震診断に導入すること、(3) URM 壁を有効活用する耐震改修構法を開発することである。

レンガや目地モルタルの材料特性、周辺 RC 架構との相互作用 (拘束状態) など複雑で未解明な URM 壁の破壊メカニズムを解明すること、それに基づく耐震性能評価法・耐震診断法を開発することに学術的独自性があり、開発途上国で容易に入手でき施工が簡単な材料を用いた耐震補強工法を開発することで、URM 壁を構造部材として積極的に活用し、これらの地域で耐震補強を普及させることを最終的なゴールと位置付けた。

## 3. 研究の方法

### (1) URM 壁の破壊メカニズムと影響因子の解明

鉄筋コンクリート造建物の架構内に後積みで施工されるレンガ造壁について、その破壊モードや発生メカニズムと支配因子を解明する。RC 造架構及び URM 壁の特性を変化させた部材実験を行う。既往の実験結果で、RC 架構と URM 壁の強度比、レンガや目地モルタルの強度・剛性により、破壊モードや耐力・変形能力が大きく異なることが分かっている。これらの因子の影響を明らかにするために、1 年目は、十分に剛強な RC 架構の中のレンガ壁の特性を変化させた部材実験を行った。2 年目以降は、RC 架構の強度とレンガ壁の強度比を変化させ、壁の拘束レベルを変化させる。実験結果に基づき壁の破壊メカニズムを検討した。壁の破壊モードは、スリップ破壊と斜め圧縮破壊に大別できるが、RC 架構による拘束のレベル、壁の強度・剛性 (応力度-ひずみ度関係) と破壊性状の関係を明らかにし、復元力特性を評価するマクロモデルを構築する。

本研究課題と並行して実施された JICA/JST プロジェクト (SATREPS 「都市の急激な高密度化に伴う災害脆弱性を克服する技術開発と都市政策への戦術的展開プロジェクト」) 共同研究相手先であるバングラデシュ・建築研究所 (HBRI)、アサヌラ工科大 (AUST) と連携し、現地のコンクリート、レンガなどの材料を用いた壁試験体の実験結果を入手し、マクロモデルや強度評価法の検証を行った。

### (2) 耐震診断法への URM 壁の効果の導入

URM 壁を有する RC 造建物の耐震診断法を開発するために、典型的な発展途上国であるバングラデシュにおいて、建物の構造計算書・設計図面などの資料を入手して、建物の構造的特性や URM 壁の配置や使用材料・施工方法を調査した。現地調査では、JICA/JST プロジェクト (SATREPS) の共同研究相手先のひとつである公共事業局 (Public Works Department) の協力を得た。

日本の診断基準で用いられる構造耐震指標  $I_s$  値をベースに、URM 壁の効果を導入することとし、簡易診断 (1 次診断) と詳細診断 (2 次診断) の手法を開発した。米国 Purdue 大の Santiago Pujol 教授らが開発した既往の地震被害に関するデータベースを用いて、過去の地震の被害レベルを検討した結果、柱率・壁量 (延べ床面積あたりの柱・壁の断面積) により、大破・中破・小破の被害率がある程度の精度で分類できた。この検討では、柱及びレンガ壁の平均せん断強度を

過去の検討結果を参考に、それぞれ  $1.0\text{N/mm}^2$ 、 $0.2\text{N/mm}^2$  とされているが、バングラデシュの建物の調査結果及び実験結果、さらに他国の地震被害データも収集して、これらの数値の妥当性を検証・修正し、簡易断法 (Visual Rating 法) としてまとめた。詳細断法については、研究項目 (1) の研究成果から、URM 壁の破壊モードに基づいて強度・変形性能の評価法を開発し、強度指標 C、靱性指標 F として、耐震指標  $I_s$  値に導入した。

耐震診断で、建物の性状を正確に把握するためには、コンクリートやレンガ、目地モルタルなどの材料強度を正確に把握して診断に反映することが必要である。分担者・西脇が引っ掻き法、ウィンザーピン法などの簡易な非破壊試験 (NDT) による簡易材料強度推定法を開発する。これにより、コア抜きなどに比較して簡便で低コストに強度推定を可能にした。

#### (3) 後積みレンガ壁の耐震補強構法の開発

現在、開発途上国で行われる耐震補強は、レンガ壁を撤去し、RC 造壁や枠付き鉄骨ブレースを増設するなど、日本や欧米の技術をそのまま適用していることが多い。しかし、本研究では、URM 壁の強度・変形性能を評価し構造部材として活用する方針を取った。補強工法としては、URM 壁の表面に繊維補強モルタルを設置して拘束する構法を採用する。使用する繊維は、HBRI で開発に着手している金網に加えて、繊維産業が盛んな現地で容易に入手可能なポリエステル繊維も対象とした。URM 壁のひび割れ拡大を防止し、強度及び変形性能を向上させるのに最適な繊維補強モルタル層の力学特性を設計し、要素実験で検証した。また、URM 壁の面外方向への崩落防止や十分な拘束効果を得るための繊維の定着方法を開発し、部材実験により検証した。

### 4. 研究成果

上記の研究開発の結果から、以下の研究成果が得られた。

- (1) 既存建物のコンクリート圧縮強度の簡易推定法
- (2) 無補強組積造壁 (URM 壁) を有する鉄筋コンクリート造架構の耐震診断法
- (3) フェローセメントを用いた無補強組積造壁 (URM 壁) の耐震補強工法と性能評価法

上記(1)及び(2)の成果は、JICA/JST プロジェクト (SATREPS) が 2022 年 2 月に発行した耐震診断ガイドライン「Technical Guidelines for Seismic Evaluation of Existing Reinforced Concrete Buildings in Bangladesh for Extended Application of PWD Seismic Evaluation Manual」の第 2 章及び第 4 章として掲載されている。また、上記(3)の成果は、同じく JICA/JST プロジェクト (SATREPS) で 2022 年 7 月に発行予定の耐震診断ガイドライン「Technical Guidelines for Seismic Retrofit of Existing Reinforced Concrete Buildings in Bangladesh for Extended Application of PWD Seismic retrofit Manual」の 3.3 節として掲載予定である。

次ページ以降に、ガイドラインの概要を示す。

#### (1) 既存建物のコンクリート圧縮強度の簡易推定法

簡易推定法であるリバウンドハンマー法による Q 値、及び、引っ掻き法によるひび割れ幅 GW 値に基づいて、コンクリートの圧縮強度  $f_c$  を分類した結果を図 1 に示す。これにより、良い (Good、 $f_c = 21\text{MPa}$  以上)、普通 (Fair、 $f_c = 15 \sim 21\text{MPa}$ )、悪い (Bad、 $f_c = 9 \sim 15\text{MPa}$ )、極めて悪い (Very Bad、 $f_c = 9\text{MPa}$  以下) の 4 ランクに分類できることが示された。

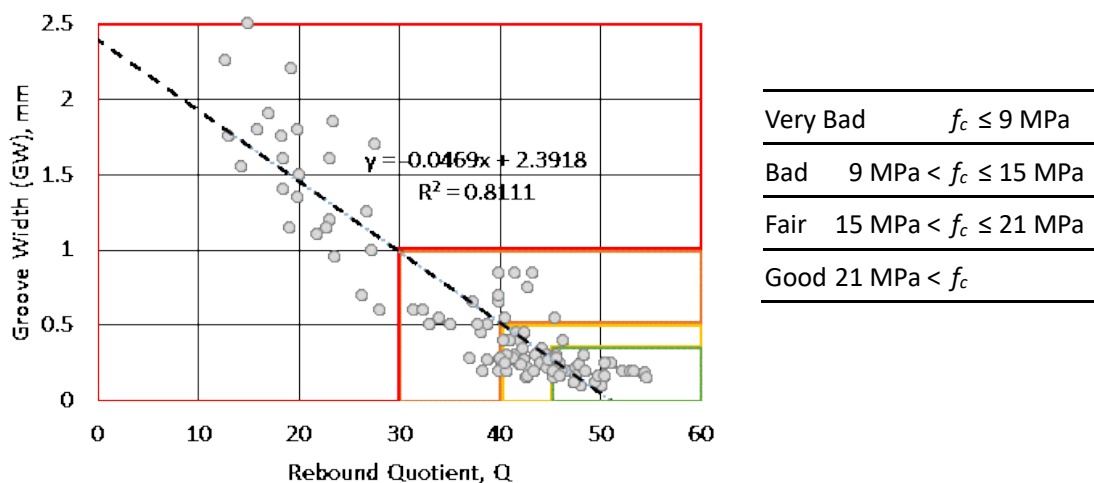


図 1 簡易試験によるコンクリート圧縮強度の推定をグルーピング

#### (2) 無補強組積造壁 (URM 壁) を有する鉄筋コンクリート造架構の耐震診断法

実験に基づき、URM 壁を有する壁の破壊モードを表 1 に示すように、Type I~Type IV の 4 つに分類し、せん断強度 Q 及び靱性指標 F 値を、それぞれ表 2 及び表 3 により評価することで、建物全体の耐震診断の中で考慮できる手法を開発した。

表 1 URM 壁の破壊モードの分類

	Column $h_o = h_{inf}^{*1}$		Short Column $h_o = h_{inf}/2^{*1}$ (hinge at mid height)	
	Shear Type A $Q_{su}/Q_{mu}^{*2} < 1$	Flexural Type B $Q_{su}/Q_{mu}^{*2} > 1$	Shear Type C $Q_{su}/Q_{mu}^{*2} < 1$ for $h_{inf}/2$	Flexural Type D $Q_{su}/Q_{mu}^{*2} > 1$ for $h_{inf}/2$
<b>Type I</b> Diagonal compression $a_c/h_o \geq 0.30$			N.A.	N.A.
<b>Type II</b> Sliding – diagonal cracking failure $0.2 < a_c/h_o < 0.30$	N.A.	N.A.		
<b>Type III</b> Overall flexural $a_c/h_o \leq 0.2$			N.A.	
<b>Type IV</b> Column punching & joint sliding $a_c/h_o \leq 0.2$	N.A.			

表 2 破壊モードとせん断強度 Q の評価法の概要

	Confinement	$a_c/h_o$	Masonry	Frame
Type I	Good	$0.3 \leq a_c/h_o$	Eq. (4.4.3)	As per BSPP manual ( $Q_{frame}$ )
Type II	Fair	$0.2 < a_c/h_o < 0.3$	Eq. (4.4.4)	
Type III	Poor	$a_c/h_o \leq 0.2$	-	Eq. (4.4.5)
Type IV			-	$Q_{pc}$ as per Eq. (4.4.8) and $rQ_{col}$ as per BSPP manual

評価式 (Technical Guidelines for Seismic Evaluation of Existing Reinforced Concrete Buildings in Bangladesh for Extended Application of PWD Seismic Evaluation Manual)

$$C_{mw} = \frac{Q_{mw}}{\sum W} \quad (4.4.1)$$

$$Q_{mw} = \begin{cases} Q_{frame} + Q_{dia} & \text{Type I} \\ Q_{frame} + Q_{sld} & \text{Type II} \\ Q_{fw} & \text{Type III} \\ Q_{jw} & \text{Type IV} \end{cases} \quad (4.4.2)$$

$$Q_{dia} = 0.5f_{m,\theta} W_s t_{mas} \cos\theta \quad (4.4.3)$$

$$Q_{sld} = \frac{\tau_{inf} \cdot t_{inf} \cdot l_{inf}}{1 - \mu \frac{h_{inf}}{l_{inf}}} \quad (4.4.4)$$

$$Q_{fw} = M_{wmu}/h_o \quad (4.4.5)$$

$$M_{wmu} = a_{t,col} \sigma_y l_w + 0.5N l_w \quad (4.4.6)$$

$$Q_{jw} = Q_{pc} + rQ_{col} \quad (4.4.7)$$

$$Q_{pc} = K_{min} \tau_o bD \quad (4.4.8)$$

表3 靱性指標 F 値の評価

Failure mechanism	Contact length ratio, $a_c/h_o$	F-index
Diagonal compression (Type I)	$a_c/h_o \geq 0.3$	1.75
Sliding-diagonal cracking (Type II)	$0.2 < a_c/h_o < 0.3$	1.27
Overall flexural (Type III)	$a_c/h_o \leq 0.2$	1.75
Column punching-joint sliding (Type IV)	$a_c/h_o \leq 0.2$	1.00

(3) フェローセメントを用いた無補強組積造壁（URM 壁）の耐震補強工法と性能評価法

図2に示すように、フェローセメントを用いた URM 壁の耐震補強工法の施工の手順を整理した。また、耐震診断結果に基づいて、フェローセメント耐震補強工法の耐震性能評価法を開発し、適用可能な破壊モードを Type I、及び、Type II を対象とし、補強目標として、せん断強度、靱性指標、その両者とする場合の設計の考え方を整理して、図3としてまとめた。

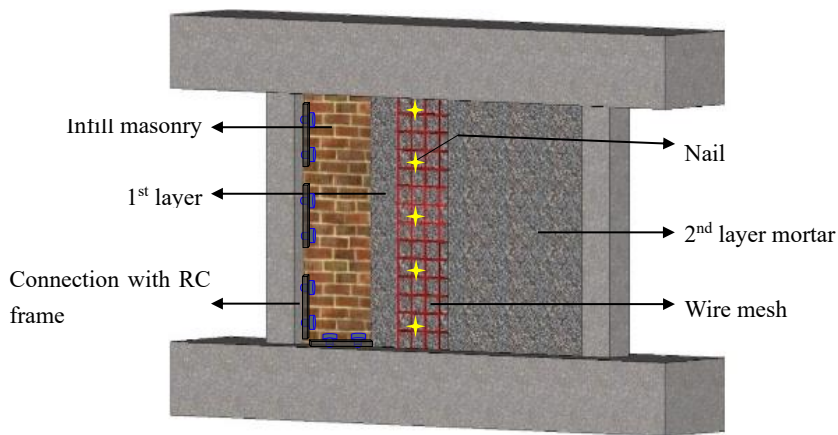


図2 フェローセメントによる耐震補強工法の概要

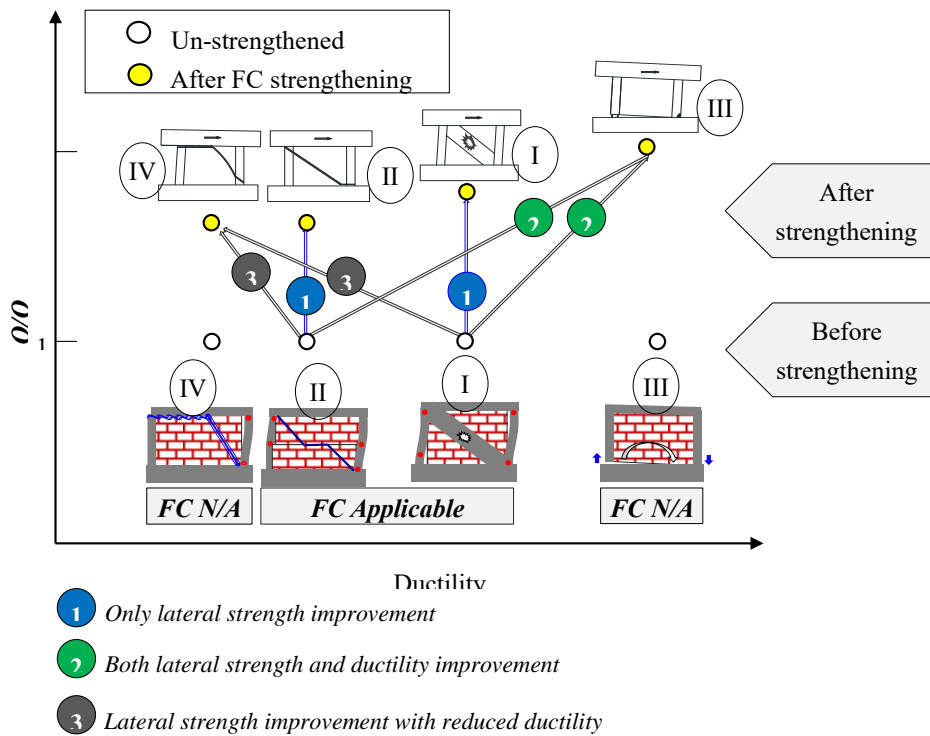


図3 フェローセメントによる耐震補強工法の概要

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 17件 / うち国際共著 6件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Hamood Alwashali, Debasish Sen, Kiwoong Jin, Maeda Masaki	4. 巻 189
2. 論文標題 Experimental investigation of influences of several parameters on seismic capacity of masonry infilled reinforced concrete frame	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Engineering Structures	6. 最初と最後の頁 11-24
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.engstruct.2019.03.020	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Debasish SEN, Yuta TORIHATA, Hamood ALWASHALI, and Masaki MAEDA	4. 巻 41
2. 論文標題 AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON THE CYCLIC BEHAVIOUR OF FERRO-CEMENT LAMINATED MASONRY INFILLED RC FRAME	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集	6. 最初と最後の頁 859-864
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Md. Shafiul ISLAM, Debasish SEN, Hamood ALWASHALI, Masaki MAEDA	4. 巻 41
2. 論文標題 VISUAL RATING METHOD FOR SEISMIC EVALUATION OF EXISTING RC BUILDINGS WITH MASONRY INFILL : A CASE STUDY OF BANGLADESH	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集	6. 最初と最後の頁 1009-1014
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hamood ALWASHALI, Md. Shafiul ISLAM, Debasish SEN, and Masaki MAEDA	4. 巻 41
2. 論文標題 STUDY ON SEISMIC CAPACITY OF EXISTING RC BUILDINGS WITH MASONRY INFILL BASED ON PAST EARTHQUAKES DAMAGE	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集	6. 最初と最後の頁 1015-1020
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Islam Md., Alwashali, H., Sen D., Maeda M.	4. 巻 18
2. 論文標題 A proposal of Visual Rating method to set the priority of detailed evaluation for masonry infilled RC building	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Bulletin of Earthquake Engineering	6. 最初と最後の頁 1613-1634
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10518-019-00763-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Hamood Alwashali, Md. Shafiul Islam, Debasish Sen, Jonathan Monical and Masaki Maeda	4. 巻 53
2. 論文標題 seismic capacity of RC frame buildings with masonry infill damaged by past earthquakes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Debasish SEN , Hamood ALWASHALI , Md. Shafiul ISLAM , Masaki MAEDA	4. 巻 26
2. 論文標題 NVESTIGATION OF THE LATERAL CAPACITY OF FERRO-CEMENT RETROFITTED INFILLED MASONRY IN RC FRAME AND SIMPLIFIED PREDICTION APPROACH	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本建築学会技術報告集	6. 最初と最後の頁 159-163
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijt.26.159	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 M.S. Islam, H. Alwashali, D. Sen & M. Maeda, M.A.M. Sikder & M.R. Islam	4. 巻 -
2. 論文標題 Proposal of visual rating method for seismic capacity evaluation and screening of RC buildings with masonry infill	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 2019 Pacific Conference on Earthquake Engineering	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 D. Sen, Y. Torihata, H. Alwashali, S. Islam, Z. Tafheem & M. Maeda	4. 巻 -
2. 論文標題 Investigation of the Ferro-cement laminated infilled masonry wall under cyclic lateral load	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 2019 Pacific Conference on Earthquake Engineering	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 H. Alwashali, M.S. Islam, D. Sen & M. Maeda, J. Monical, M.A.M. Sikder, M.R. Islam	4. 巻 -
2. 論文標題 Study of Seismic Capacity of Existing RC Buildings with Masonry Infill Damaged by Past Earthquakes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 2019 Pacific Conference on Earthquake Engineering	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 初航、西脇智哉、MALIHA Maisha、湯浅昇	4. 巻 41
2. 論文標題 コンクリートの強度推定へのリーブ式硬度計の適用性について	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集	6. 最初と最後の頁 1895-1900
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hamood ALWASHALI, Yuta TORIHATA, Kiwoong JIN, Masaki MAEDA	4. 巻 40
2. 論文標題 Evaluation of Diagonal Compression Strut of Masonry Infill in RC Frames Based on Experimental Investigation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集	6. 最初と最後の頁 817-822
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -



1. 著者名 Debasish SEN , Hamood ALWASHALI , Kiwoong JIN , Masaki MAEDA	4. 巻 40
2. 論文標題 CONTRIBUTION OF SURROUNDING RC FRAME AND MASONRY WALL IN LATERAL RESISTANCE OF MASONRY INFILLED RC FRAME	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集	6. 最初と最後の頁 823-828
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Md. Shafiul ISLAM , Hamood ALWASHALI , Yuta TORIHATA , Masaki MAEDA	4. 巻 40
2. 論文標題 RAPID SEISMIC EVALUATION METHOD OF EXISTING RC BUILDINGS WITH MASONRY INFILL BASED ON EARTHQUAKE DAMEGE	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集	6. 最初と最後の頁 1027-1032
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hamood ALWASHALI , Debasish SEN , Kiwoong JIN , Masaki MAEDA	4. 巻 189
2. 論文標題 EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF INFLUENCES OF SEVERAL PARAMETERS ON SEISMIC CAPACITY OF MASONRY INFILLED REINFORCED CONCRETE FRAME	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Engineering Structures	6. 最初と最後の頁 11-24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.engstruct.2019.03.020	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 初航、西脇智哉、湯浅昇、野中英	4. 巻 40
2. 論文標題 バングラデシュを対象とした非破壊検査を用いた低強度コンクリートのスクリーニング調査事例	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集	6. 最初と最後の頁 1779-1784
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 初航、西脇智哉、MALIHA Maisha、湯浅昇	4. 巻 41
2. 論文標題 コンクリートの強度推定へのリーブ式硬度計の適用性について	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計15件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Md. Shafiul Islam, Zasiyah Tafheem, Debasish Sen, Hamood Alwashali, Matsutaro Seki, Masaki Maeda
2. 発表標題 Evaluation of Seismic Capacity and Expected Damage of RC Buildings in Bangladesh Part 1: Study on characteristics of existing RC buildings in Bangladesh
3. 学会等名 日本建築学会大会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Zasiyah Tafheem, Md. Shafiul Islam, Debasish Sen, Hamood Alwashali, Matsutaro Seki, Masaki Maeda
2. 発表標題 Evaluation of Seismic Capacity and Expected Damage of RC Buildings in Bangladesh Part 2: Correlation between Seismic capacity and Damage level
3. 学会等名 日本建築学会大会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hamood Alwashali, Debasish Sen, Zasiyah Tafheem, Md. Shafiul Islam, Matsutaro Seki, Masaki Maeda
2. 発表標題 Experimental investigation of Ferro-cement laminated masonry infilled in RC frame Part 1: Experimental program
3. 学会等名 日本建築学会大会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Debasish Sen , Zasiah Tafheem , Md. Shafiul Islam , Hamood Alwashali , Matsutaro Seki , Masaki Maeda
2. 発表標題 Experimental investigation of Ferro-cement laminated masonry infilled in RC frame part 2: Evaluation of Failure Mode and Seismic Capacity under Lateral Load
3. 学会等名 日本建築学会大会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Maisha Maliha, 西脇智哉, 初航, Dinil Pushpalal, 五十嵐豪, 湯浅昇
2. 発表標題 Prediction of Compressive Strength of Concrete by Non-destructive Inspection based on Case Studies in Developing Countries
3. 学会等名 日本建築学会大会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Maisha Maliha, 西脇智哉, 初航, Dinil Pushpalal , 五十嵐豪, 湯浅昇
2. 発表標題 発展途上国での調査事例を踏まえた非破壊検査によるコンクリートの圧縮強度推定
3. 学会等名 日本建築学会東北支部研究報告集
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hamood Alwashali , Debasish Sen , Md. Shafiul Islam , Yuta Torihata , Masaki Maeda
2. 発表標題 Seismic assessment of existing RC buildings with masonry infill in Banlladesh part 1:Proposal of ductility index for RC frame with masonry infill for 2nd level screening
3. 学会等名 2018年度日本建築学会大会(東北)学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Debasish Sen , Md. Shafiul Islam , Hamood Alwashali , Yuta Torihata , Masaki Maeda
2. 発表標題 Seismic assessment of existing RC buildings with masonry infill in Bangladesh part 2:Evaluation of the Effect Masonry Infill on Seismic Capacity of Building
3. 学会等名 2018年度日本建築学会大会(東北)学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Md. Shafiul Islam , Hamood Alwashali , Debasish Sen , Yuta Torihata , Masaki Maeda
2. 発表標題 Seismic assessment of existing RC buildings with masonry infill in Bangladesh part 3:Proposal of Visual Ranking Method and its application to existing RC buildings
3. 学会等名 2018年度日本建築学会大会(東北)学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鳥畑優太 , Hamood Alwashali , Md. Shafiul Islam , Debasish Sen , Masaki Maeda
2. 発表標題 Seismic assessment of existing RC buildings with masonry infill in Bangladesh part 4:Pushover Analysis of Existing RC Building with masonry infill
3. 学会等名 2018年度日本建築学会大会(東北)学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masaki MAEDA , Md. Shafiul ISLAM , Hamood ALWASHALI , Md Rafiqui ISLAM , Matsutaro SEKI , Kiwoong JIN
2. 発表標題 A SEISMIC CAPACITY EVALUATION AND PRIORITY SETTING FOR RC BUILDING WITH MASONRY INFILL
3. 学会等名 16th European Conference on Earthquake Engineering (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hamood ALWASHALI , Yuta TORIHATA , Kiwoong JIN , Masaki MAEDA
2. 発表標題 EXPERIMENTAL STUDY ON RC FRAMES WITH MASONRY INFILL CONSIDERING PARAMETERS INFLUENCING BACKBONE CURVE
3. 学会等名 16th European Conference on Earthquake Engineering ( 国際学会 )
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Maisha Maliha, 西脇智哉, 初航, Dinil Pushpalal , 五十嵐豪, 湯浅昇
2. 発表標題 発展途上国での調査事例を踏まえた非破壊検査によるコンクリートの圧縮強度推定
3. 学会等名 日本建築学会東北支部研究報告会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Maisha Maliha, 西脇智哉, 初航, Dinil Pushpalal , 五十嵐豪, 湯浅昇
2. 発表標題 Prediction of Compressive Strength of Concrete by Non-destructive Inspection based on Case Studies in Developing Countries
3. 学会等名 2019年度日本建築学会大会 ( 北陸 ) 学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hang Chu, Tomoya Nishiwaki, Noboru Yuasa
2. 発表標題 Development of Screening Methods for Low Strength Concrete using Non-destructive Test - Case Study of Bangladesh
3. 学会等名 The Sixth Japan-US NDT Symposium - Emerging NDE Capabilities for a Safer World (Honolulu, USA) ( 国際学会 )
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<https://www.maedalab-tohoku-u.com/stareps>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	西脇 智哉  (Nisiwaki Tomoya)  (60400529)	東北大学・工学研究科・准教授   (11301)	
研究分担者	アルワシャリ ハモードアハメドハ モード  (Alwashali Hamood)  (90839177)	東北大学・工学研究科・助教   (11301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
Bangladesh	Housing and Building Research Institute	Ahsanullah Univ. of Science & Technology	Public Works Department	