

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H01476

研究課題名（和文）RC耐震壁載荷実験における計測技術精密化による抵抗機構解明と数値解析手法の改善

研究課題名（英文）Clarification of shear resistant mechanism and upgrading of numerical analyses of RC shear wall by using cutting-edge measuring systems

研究代表者

西山 峰広（Nishiyama, Minehiro）

京都大学・工学研究科・教授

研究者番号：50183900

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、デジタル画像相関法（DIC）、モーションキャプチャおよび光ファイバーによる変位変形計測という最新の計測技術を、3次元載荷を受ける鉄筋コンクリート造2次元構造部材（壁部材およびディープビーム）載荷実験に適用し、得られた詳細な部材挙動データに基づき抵抗機構を解明しようとするものである。また、得られたデータに基づき、抵抗機構のモデル化、有限要素解析などの数値解析シミュレーションに利用するモデルの開発と改善、および、新たな設計式の提案を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地震時、耐震壁には、面内および面外方向水平力、鉛直方向軸力が作用する。このような実際の状況における耐震壁の耐力と変形性能評価はこれまでになかった。これには載荷実験の実施に様々な困難が伴うためである。6本のジャッキを制御し、かつ、デジタル画像相関法、モーションキャプチャおよび光ファイバーによる変位変形計測という最新の計測技術を駆使し、これまで困難であった実験を実施した。これにより、材料レベルでの詳細なデータを得、数値解析シミュレーションも併用し、3次元載荷を受ける耐震壁の耐力評価および挙動解析が可能となった。このような成果により、より安全な鉄筋コンクリート造建築物を設計することが可能となる。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to apply cutting-edge measurement technologies such as Digital Image Correlation (DIC), motion capture, and fiber-optic displacement and deformation measurement to loading experiments on reinforced concrete 2D structural members such as wall members and deep beams subjected to 3D loading. Another objective is to elucidate the resistance mechanisms based on the detailed member behavior data obtained. Based on the obtained data, modeling of the resistance mechanism was proposed. Furthermore, models for numerical simulations, such as finite element analysis, were developed and improved. Finally, new design equations were proposed.

研究分野：建築構造

キーワード：鉄筋コンクリート 耐震壁 三方向加力 脚部すべり破壊 せん断破壊 デジタル画像相関法 モーションキャプチャ 変動軸力

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

現在の鉄筋コンクリート構造部材の曲げ設計理論とせん断設計理論は、載荷実験、試験体観察、抵抗機構のモデル化、数値解析シミュレーションというサイクルを繰り返しながら改善されてきた。最後には、実務設計に適用できるような設計式への落とし込みが行われる。実験により得られた計測データは、抵抗機構のモデル化にとって欠かせない。計測データは力の流れを表すためである。外力として与える力はロードセルにより測定できるが、試験体内を流れる力を直接測定することはできない。そのため、変形やひずみを測定し、力の流れを推定することになる。ひずみ測定技術の進歩は、理論構築、その改善、抵抗機構のモデル化にとって欠かせないものとなっている。数値解析技術や抵抗機構モデルは、実験技術の改善と計測技術の発展に基づいて改良されてきた。しかしながら、特に、載荷実験におけるひび割れ計測は、手作業でひび割れを記録し、ひび割れ幅を測定するという方法が行われてきた。

ICTの活用により、建築構造部材や骨組の載荷実験における計測方法も変わりつつある。現在、すでに実用化されている計測技術として、デジタル画像相関法(DIC)、モーションキャプチャおよび光ファイバーによる変位、変形、および、ひずみ計測がある。従来、変位計やひずみゲージで測定していた変位、変形、および、ひずみを、面的に、あるいは、3次元的に、さらには、1mmという微小な検長で連続的に測定することができるようになった。

デジタル画像相関法(DIC)とは、計測対象の表面にスペckルパターンと呼ばれるランダムな模様を塗装などで与え、変形前後の画像を解析演算することでひずみおよび変位を計測する手法である。コンクリート表面、特に壁面のように2次元の広がりを持った面に生じたひび割れの計測に有効である。

モーションキャプチャでは、試験体に取り付けたターゲット(反射マーカ)を複数のカメラで追跡する。それぞれのカメラはターゲットの移動を平面的にしか捉えられないが、ひとつのターゲットを複数のカメラにより追跡し、3次元空間での移動を記録できる。本研究で対象とする3次元載荷を受ける部材の挙動追跡には欠かせない計測技術である。

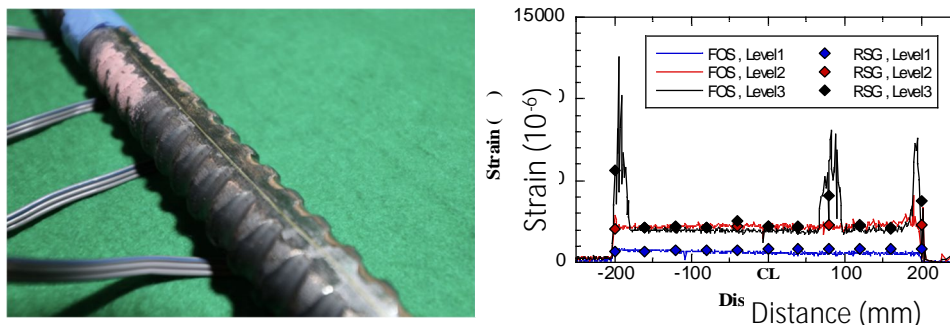
光ファイバーでは、反射光の戻り時間の変化と反射する光の波長の変化を検出し、その伸縮を測定しひずみに変換する。光ファイバーを鉄筋に貼付し、鉄筋全長にわたるひずみの変化を連続的かつ微小な検長で測定することができる。

本研究は、このような計測技術を開発するものではない。このような計測技術を用いて、これまで計測不可能であったような建築構造部材の変位、変形、ひずみを測定し、特に、壁部材の抵抗機構を把握、モデル化し、設計に適用できるような理論を構築することにある。また、有限要素解析などの詳細な数値解析シミュレーションでは、部材各部の詳細な挙動が得られるのに対して、現状では計測データが十分ではなく、載荷実験による数値解析シミュレーションモデルの検証が十分にできない状態にある。

また、壁筋と柱筋にはひずみゲージを貼付し、生じるひずみを測定し、これに基づき力の流れを推定する。壁筋1本には通常ひずみゲージを数箇所にしか貼付しないため、壁筋の長さ方向にわたるひずみの分布は測定できない。ひずみゲージの測定値から推定された応力が、壁筋全長にわたって生じていると考えることになる。しかしながら、壁筋にはコンクリートとの付着があり、ひび割れが生じている付近では大きなひずみが生じ、ひび割れの無い部分では小さなひずみとなっているはずである。ひび割れ位置での壁筋ひずみが測定できないと、壁筋がどの程度有効に

働いているのかを判定することが難しい。

壁筋に光ファイバーを貼付することにより、壁筋全長にわたる 1mm 検長でのひずみを測定することが可能となる。下図は鉄筋に貼付した光ファイバーと抵抗線ひずみゲージによって測定されたひずみを示す。抵抗線ひずみゲージでは貼付位置でのひずみが、2mm 検長で測定されるのに対して、光ファイバーでは連続的なひずみが測定され、両者でピーク値が大きく異なることがわかる。



鉄筋に貼付した光ファイバーとその計測結果

2. 研究の目的

本研究の目的は、デジタル画像相関法 (DIC)、モーションキャプチャおよび光ファイバーによる変位変形計測という最新の計測技術を、3次元荷重を受ける鉄筋コンクリート造 2 次元構造部材 (壁部材およびディープビーム) 荷重実験に適用し、得られた詳細な部材挙動データに基づき抵抗機構を解明しようとするものである。また、得られたデータに基づき、抵抗機構のモデル化、有限要素解析などの数値解析シミュレーションに利用するモデルの開発と改善、および、新たな設計式の提案を行う。

3. 研究の方法

本研究では、2018～2020 年度の 3 年間にわたって申請者らが行ってきた基盤研究 (B)「3 次元荷重を受ける耐震壁の耐力、変形性能および破壊性状解明と最適な設計手法の開発」において得られた成果を基に、荷重実験と数値解析シミュレーションとの調和を図り、実験技術と数値解析技術の両方を改善しようとするものである。その結果に基づき、現在上記研究で検討している耐震壁の設計手法のさらなる改善を意図している。

理論モデルを構築するためには、より実状に近い応力状態が再現された実験での検証が必須である。本研究で取り上げている耐震壁は、建物が地震を受けた時に 3 次元的な力を受ける。これを実験室で再現するためには、耐震壁への 3 次元荷重を行う。申請者らは、6 本の油圧ジャッキを同時に制御し、水平 2 方向と鉛直方向荷重を加えるシステムを開発し、耐震壁の荷重実験に活用してきた。このような荷重装置は世界でも例を見ないものである。3 次元の荷重が可能となる一方、変位、変形、ひずみ、および、ひび割れの測定を従来の変位計やひずみゲージで行うことは難しい。これに対して、デジタル画像相関法 (DIC)、モーションキャプチャおよび光ファイバーによる計測を駆使することにより、試験体の 3 次元での変位変形および鉄筋の連続的なひずみ計測を行おうとするものである。

得られた計測データは、抵抗機構モデル化と、下図に示す有限要素解析のような数値解析シミュレーションの精度向上に利用する。さらには、実験結果、数値解析シミュレーション結果、抵抗機構モデルを組み合わせて、耐震壁のよりよい設計法を提案する。また、下図に示すような壁せん断補強筋および柱軸筋とせん断補強筋に沿って、光ファイバーを貼付する。

2018～2020年度には計10体の耐震壁試験体に対して3次元載荷を行ってきた。実験変数としては、一定軸力(軸力比:0.12および0.2)、変動軸力(軸力比:0～0.2および-0.33～0.2)および、面外変形倍率(0,1.5および3.0)を設定した。

2021年度の本研究においては、上記基盤研究(B)で作製した試験体と同様にせん断破壊先行型の壁試験体を3体作製し、3次元載荷実験を実施した。ただし、これら3体は、柱型なしの試験体である。軸力比0.2の一定軸力で載荷したSR00-C20とSR30-C20は、SR00-C20では面外変形倍率を0.0とし、SR30-C20では3.0と設定した。残る1体SR30-C20T33には、面外変形倍率3.0、軸力比は圧縮0.2、引張0.33とした。

2022年度には、耐震壁の破壊モードとして、設計上考慮される曲げ破壊およびせん断破壊に加え、部材脚部で発生する変形に部材全体の変形の大部分が集中する脚部すべり破壊を採り上げた。脚部すべり破壊は実際の地震被害や建物試験体に対する振動台実験においても発生が確認されており、実際の地震時に想定される三方向の加力条件が及ぼす影響について検討が必要である。2022年度の研究では、過去の実験において脚部すべり破壊となった試験体に対し、変動軸力を含む三方向加力実験を行い、軸力条件と面外方向変形量が脚部すべり挙動に及ぼす影響について検討した。試験体は3体で、面外変形倍率を3.0としたIT-3VHとIT-3H、面外変形倍率を1.0としたIT-1VHである。IT-1VHとIT-3VHでは、最小軸力0、最大軸力1370kNの変動軸力を与えた。IT-3Hでは一定軸力1370kNを与えた。

2023年度には、2021年度に行った載荷試験の試験体SRシリーズの壁の一部を模したディープビームに対するせん断載荷試験を実施した。実験変数は壁筋間隔とし、100mmと60mmと設定した。壁筋間隔100mmは2021年度の試験体SRシリーズと同様であり、壁筋比にして0.278%と耐震壁壁板部の最小壁筋比0.25%に近い水準である。ゆえに、より高い壁筋比として0.463%の壁筋間隔60mmを、損傷性状などへの影響の検討を目的として設定した。本実験では従来の計測手法としてひずみゲージと変位計を、詳細な計測手法としてモーションキャプチャ、デジタル画像相関法、光ファイバセンサを用いた。

4. 研究成果

2021年度には、枠柱を持たない耐震壁の3次元加力試験を行った。試験体寸法は2020年度までに実施した耐震壁試験体の設計を基に、若干せん断スパンを短くした矩形断面とした。長期一定軸力下では確実にせん断破壊するように設計した。試験体は全3体である。長期軸力下で面内一方方向加力の試験体と、水平二方向加力の試験体、変動軸力を受ける試験体とした。検討事項は以下の通りである。

- ・長期軸力下での面外方向変形によるせん断耐力への影響
- ・建物内で耐力壁に対して作用する軸力変動が及ぼす矩形断面耐震壁挙動への影響

正方向載荷時は、設計式による計算値に対する実験値の比が3試験体とも1を上回った。その一方、負側では、圧縮軸力のみが作用するSR00-C20およびSR30-C20は1を上回ったのに対し、引張軸力が作用するSR30-C20T33は0.68と、1を下回った。引張軸力作用時のせん断耐力評価は今後さらなる検討が必要である。同じ軸力条件であるSR00-C20とSR30-C20のせん断耐力を比較すると、SR30-C20の方が大きくなっている。面外変形倍率をパラメータとした2018～2020年度の実験では、面外変形倍率の増加によって面内方向のせん断耐力が低下するという結果が得られているが、本実験ではその傾向は見られなかった。その一因として、コンクリート強度の違いが挙げられる。そこで、計算値に対する実験値の比および最大強度時せん断応力とコンクリート引張強度の比を用いて比較した。その結果、面外変形倍率が大きくなると耐力が低下する傾

向が見られた。SR30-C20T33 に関しては、脚部すべり破壊が支配的となり最大耐力が低下した。これには、コンクリート打設不良の影響も考えられる。試験体には壁筋を中心に光ファイバーを貼付し、ひずみ分布を計測した。また、モーションキャプチャによりターゲットの3次元的な変位を測定し、ひび割れ幅、主ひずみの算定などに利用した。これら3体の実験結果に基づき、他の載荷条件に関しても数値解析的に検討を行うことで、2020年度までの載荷実験および数値解析結果との傾向の違いなどを考察した。得られたデータをこれまでの載荷実験と比較検討し、荷重抵抗機構、変形性能について把握した。

2022年度は2021年度の実験結果をもとに、モーションキャプチャを用いた変形分離を行い、各試験体の最終破壊性状を推定した。2022年度の実験においては、光ファイバーは使用しなかった。施工費と計測費が高額であったためである。光ファイバーによる鉄筋ひずみ計測を行えなかったため、令和4年度の載荷実験では、壁筋の詳細なひずみデータが得られず、コンクリートひび割れと鉄筋ひずみの関係についての考察も行うことができなかった。

また、井戸裕らの手法に基づいて算出した脚部すべり耐力を含め、各試験体の耐力評価を行った。その結果、軸力変動の有無による最大耐力の差は見られなかった。一方、面外変形量が小さい方が最大耐力は大きくなった。また、井戸裕らの手法による脚部すべり耐力計算では、変動軸力が作用する試験体の破壊性状を適切に評価できなかった。すべり耐力算定に使用する摩擦係数を改善する必要がある、今後より詳細な検討が必要である。

2023年度は、壁の一部を模擬したディープビームに対する載荷実験を行った。試験体は2体作製し、いずれも2021年度に実施したSRシリーズ試験体の壁板部を模したディープビームである。計測手法については以下のような知見が得られた。

- ・モーションキャプチャ計測におけるノイズについて、細かい定常的なノイズ、コンクリートの剥離・剥落による影響、計測環境などによるノイズに関して検討を行った。その結果、細かいノイズの影響を除くために移動平均を取るべきであるということ、損傷状況に応じて計測限界を設定するべきであるということ、計測環境の条件として光源やカメラ配置が重要であるということが確認された。

- ・Gehriらによる既往の提案手法を基本として、ノイズを低減するための条件を設定するとともに、より柔軟にDIC計測点を選択できるようにした。最大主ひずみ図から作成したひび割れ図を画像から直接作成したひび割れ図と比較したところ、よく一致することを確認した。また、変形前後のひび割れの縁を実際の画像におけるひび割れ縁の形状と比較すると、概ね一致した。

- ・光ファイバセンサによる鉄筋ひずみ分布から応力分布を求め、さらに付着応力分布を算出した。その結果、ひび割れ位置の周辺において付着応力分布はほぼ一定の値となることが確認された。

また、詳細な計測に基づくせん断抵抗機構の検討については、以下のような知見が得られた。

- ・MartiらのTension Chord Modelに基づき、ひび割れ幅からせん断補強筋の応力分布を推定し、ひび割れ直下の最大応力および応力分布が、光ファイバセンサの結果と比較的よく対応することを確認した。

- ・骨材のかみ合い作用の大きさは微小ひび割れの長さによって変化するため、骨材のかみ合い作用を検討する際には、微小ひび割れ長さを適切に設定する必要がある。

- ・デジタル画像相関法の計測データから算出した骨材のかみ合い作用とせん断補強筋の寄与分の合計値の推移は、作用せん断力の推移の傾向と概ね一致することを確認した。また、骨材のかみ合い作用とせん断補強筋は、ひび割れの角度に応じて寄与割合が変化し、相補的にせん断抵抗機構に寄与すると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 5件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Ryo Yamada, Masanori Tani, and Minehiro Nishiyama	4. 巻 119
2. 論文標題 Tri-Directional Loading Tests on Reinforced Concrete Shear Walls	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACI Structural Journal	6. 最初と最後の頁 129-140
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14359/51734796	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 YAMADA Ryo, TANI Masanori, NISHIYAMA Minehiro	4. 巻 87
2. 論文標題 EVALUATION METHOD OF SHEAR CAPACITY OF REINFORCED CONCRETE WALLS IN CONSIDERATION OF TRI-DIRECTIONAL LOADING	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Structural and Construction Engineering (Transactions of AIJ)	6. 最初と最後の頁 1225 ~ 1236
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3130/aijs.87.1225	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 須貝 太郎, 山田 諒, 松尾 康平, 谷 昌典, 西山 峰広	4. 巻 構造
2. 論文標題 軸力条件の異なる鉄筋コンクリート造耐震壁の水平二方向加力実験（その4:実験概要及びWB00-C20の実験結果）	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本建築学会大会講演梗概集（東海）2021年9月	6. 最初と最後の頁 181-182
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 無
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 松尾 康平, 山田 諒, 須貝 太郎, 西山 峰広, 谷 昌典	4. 巻 構造
2. 論文標題 軸力条件の異なる鉄筋コンクリート造耐震壁の水平二方向加力実験 その5:WB15C-C20およびWB30-C20T33の実験結果	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本建築学会大会講演梗概集（東海）2021年9月	6. 最初と最後の頁 183-184
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 無
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 山田 諒, 須貝 太郎, 松尾 康平, 谷 昌典, 西山 峰広	4. 巻 構造
2. 論文標題 軸力条件の異なる鉄筋コンクリート造耐震壁の水平二方向加力実験 その6: 各実験変数が構造性能に及ぼす影響に関する検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本建築学会大会講演梗概集 (東海) 2021年9月	6. 最初と最後の頁 185-186
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 無
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 山田 諒, 山田 英輝, 松尾 康平, 谷 昌典, 西山 峰広	4. 巻 構造
2. 論文標題 鉄筋コンクリート造矩形断面耐震壁の三方向加力実験 (その1: 実験概要および面内一方向加力試験体の実験結果)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本建築学会大会講演梗概集 (北海道) 2022年9月	6. 最初と最後の頁 371-372
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 無
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 松尾 康平, 山田 英輝, 山田 諒, 谷 昌典, 西山 峰広	4. 巻 構造
2. 論文標題 鉄筋コンクリート造矩形断面耐震壁の三方向加力実験 (その2: 水平二方向加力試験体の実験結果)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本建築学会大会講演梗概集 (北海道) 2022年9月	6. 最初と最後の頁 373-374
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 無
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 山田 英輝, 山田 諒, 松尾 康平, 谷 昌典, 西山 峰広	4. 巻 構造
2. 論文標題 鉄筋コンクリート造矩形断面耐震壁の三方向加力実験 (その3: 詳細な計測に基づく損傷測定)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本建築学会大会講演梗概集 (北海道) 2022年9月	6. 最初と最後の頁 375-376
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 無
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 山田 諒, 山田 英輝, 村瀬 仁, 谷 昌典, 西山 峰広	4. 巻 構造
2. 論文標題 鉄筋コンクリート造耐震壁の脚部すべり挙動に三方向加力条件が及ぼす影響 (その1: 実験概要)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本建築学会大会講演梗概集 (京都) 2023年9月	6. 最初と最後の頁 171-172
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 無
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 山田 英輝, 山田 諒, 村瀬 仁, 谷 昌典, 西山 峰広	4. 巻 構造
2. 論文標題 鉄筋コンクリート造耐震壁の脚部すべり挙動に三方向加力条件が及ぼす影響 (その2: 実験結果)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本建築学会大会講演梗概集 (京都) 2023年9月	6. 最初と最後の頁 173-174
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 無
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 村瀬 仁, 山田 諒, 山田 英輝, 谷 昌典, 西山 峰広	4. 巻 構造
2. 論文標題 鉄筋コンクリート造耐震壁の脚部すべり挙動に三方向加力条件が及ぼす影響 (その3: 破壊モードと耐力評価)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本建築学会大会講演梗概集 (京都) 2023年9月	6. 最初と最後の頁 175-176
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 無
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 山田 諒, 谷 昌典, 西山 峰広	4. 巻 69B
2. 論文標題 面外方向載荷条件が鉄筋コンクリート造耐震壁のせん断性状に及ぼす影響	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 構造工学論文集	6. 最初と最後の頁 256 ~ 267
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijjs.69B.0_256	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 YAMADA Ryo, TANI Masanori, NISHIYAMA Minehiro	4. 巻 89
2. 論文標題 EFFECT OF TRI-DIRECTIONAL LOADING CONDITION ON SHEAR CAPACITY OF REINFORCED CONCRETE WALLS	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Structural and Construction Engineering (Transactions of AIJ)	6. 最初と最後の頁 86 ~ 97
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijs.89.86	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 Yamada Hideki, Yamada Ryo, Tani Masanori, Nishiyama Minehiro	4. 巻 60
2. 論文標題 Damage evaluation for reinforced concrete shear walls via motion capture and optical fiber sensors	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Structures	6. 最初と最後の頁 105955 ~ 105955
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.istruc.2024.105955	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11件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Ryo Yamada
2. 発表標題 BI-DIRECTIONAL LOADING TESTS ON RC SHEAR WALLS SUBJECTED TO VARYING AXIAL LOAD
3. 学会等名 The 23rd Seminar on Earthquake Engineering for Building Structures (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 須貝 太郎
2. 発表標題 軸力条件の異なる鉄筋コンクリート造耐震壁の水平二方向加力実験 (その4:実験概要及びWB00-C20の実験結果)
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会 (東海) 2021年9月
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松尾 康平
2. 発表標題 軸力条件の異なる鉄筋コンクリート造耐震壁の水平二方向加力実験 その5:WB15C-C20およびWB30-C20T33の実験結果
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会(東海)2021年9月
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山田 諒
2. 発表標題 軸力条件の異なる鉄筋コンクリート造耐震壁の水平二方向加力実験 その6: 各実験変数が構造性能に及ぼす影響に関する検討
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会(東海)2021年9月
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山田 諒
2. 発表標題 鉄筋コンクリート造矩形断面耐震壁の三方向加力実験 (その1: 実験概要および面内一方加力試験体の実験結果)
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会(北海道)2022年9月
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松尾 康平
2. 発表標題 鉄筋コンクリート造矩形断面耐震壁の三方向加力実験 (その2: 水平二方向加力試験体の実験結果)
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会(北海道)2022年9月
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山田 英輝
2. 発表標題 鉄筋コンクリート造矩形断面耐震壁の三方向加力実験（その3: 詳細な計測に基づく損傷測定）
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会（北海道）2022年9月
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山田 諒
2. 発表標題 鉄筋コンクリート造耐震壁の脚部すべり挙動に三方向加力条件が及ぼす影響（その1: 実験概要）
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会（京都）2023年9月
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山田 英輝
2. 発表標題 鉄筋コンクリート造耐震壁の脚部すべり挙動に三方向加力条件が及ぼす影響（その2: 実験結果）
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会（京都）2023年9月
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 村瀬 仁
2. 発表標題 鉄筋コンクリート造耐震壁の脚部すべり挙動に三方向加力条件が及ぼす影響（その3: 破壊モードと耐力評価）
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会（京都）2023年9月
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Minehiro Nishiyama
2. 発表標題 TRI-DIRECTIONAL LOADING TESTS ON REINFORCED CONCRETE SHEAR WALLS
3. 学会等名 American Concrete Institute Convention in San Francisco (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	坂下 雅信 (Sakashita Masanobu) (50456802)	国立研究開発法人建築研究所・構造研究グループ・主任研究員 (82113)	
研究分担者	谷 昌典 (Tani Masanori) (50533973)	京都大学・工学研究科・准教授 (14301)	
研究分担者	杉本 訓祥 (Sugimoto Kuniyoshi) (60758233)	横浜国立大学・大学院都市イノベーション研究院・教授 (12701)	

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
---------	---------