

令和 5 年 4 月 23 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19H02279

研究課題名（和文）歴史的RC建築の耐震性向上に適した変位依存パッシブ可変制振システムの開発

研究課題名（英文）Development of a displacement dependent passive variable VC system for improving the seismic resistance of historic RC buildings

研究代表者

白井 和貴（SHIRAI, Kazutaka）

北海道大学・工学研究院・准教授

研究者番号：20610968

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,420,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、小から極大レベルまでの地震動入力に対してパッシブに可変適応する変位依存型の特性を有する、可変摩擦ダンパーと剛性リセット式装置のハイブリッド制振システムを提案した。動的載荷実験による可変摩擦ダンパーおよび剛性リセット式装置の力学的特性取得、振動台加振実験による可変摩擦ダンパー・剛性リセット式装置並列システムの挙動把握、可変摩擦ダンパー・剛性リセット式装置並列システムによる建物の地震時制振効果の数値解析的検討、可変摩擦ダンパーおよび剛性リセット式装置の効果的な剛性や耐力の設定に関する検討を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

歴史的に価値のある鉄筋コンクリート造建築物を保存活用し将来へ伝えていくことは重要であり、そのためには耐震性向上が不可欠となる。また、巨大地震災害に対する備えは現代社会の喫緊の重要課題である。その有効な対応策の一つに、制振構造の適用による建築物の耐震性向上が挙げられる。本研究では、小から極大レベルまでの地震動入力に対して受動的に可変適応する変位依存型の特性を持つ、可変摩擦ダンパーと剛性リセット式装置の併用によるハイブリッド型制振システムを新たに提案し、実験および解析の両面から検討を行った。

研究成果の概要（英文）：This research proposed a hybrid vibration control system consisting of a variable friction damper and a resettable stiffness type device with a displacement dependent characteristic that passively adapts to seismic inputs ranging from small to large levels. The dynamic characteristics of the variable friction damper and resettable stiffness type device were obtained through dynamic loading tests. Also, the response behavior of the parallel hybrid system of the variable friction damper and resettable stiffness type device was investigated through shaking table tests. Moreover, the seismic vibration control effects of buildings with the parallel hybrid system of the variable friction damper and resettable stiffness type device were numerically evaluated. Furthermore, the effective settings of the stiffness and damping force of the variable friction damper and resettable stiffness type device were investigated.

研究分野：構造工学、耐震工学、建築構造、制振構造、鉄筋コンクリート構造

キーワード：パッシブ制振構造 地震応答制御 可変摩擦ダンパー 剛性リセット式装置 鉄筋コンクリート構造

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。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 歴史的に価値のある鉄筋コンクリート造建築物を保存活用し将来へ伝えていくことは重要であり、そのためには耐震性向上が不可欠となる。研究代表者らは、歴史的鉄筋コンクリート造建築物を対象に、現状の構造性能を評価するとともに制振ダンパーを用いた際の補強効果について検討している(引用文献)。一方で、2018年(平成30年)北海道胆振東部地震では最大震度7が観測されたが(引用文献)、我が国ではこのレベルの地震が今後も発生する可能性があり、また南海トラフ地震や首都直下地震の懸念も大きく、巨大地震災害に対する備えは現代社会の喫緊の重要課題である。その有効な対応策の一つとして制振構造の適用による建築物の耐震性向上が挙げられる。

(2) 近年、より多様で高度な制御性能を実現するための制振装置として、電源供給などを必要としない受動的なパッシブ方式ながら減衰特性が変化する可変デバイス(例えば、粘性系の可変オイルダンパーや履歴系の可変摩擦ダンパー)の研究が国内外で行われている。研究代表者らは、履歴系、すなわち変位依存型のパッシブ可変デバイスとして、変位に応じて摩擦力がパッシブに低下する可変摩擦ダンパーを考案し、実験により基本特性を把握している(引用文献)。また、研究協力者らは、変位依存型のパッシブな剛性リセット式装置を考案し、小型試験体の加力実験により基本原理を確認し数値的に挙動を解析している。

(3) 歴史的鉄筋コンクリート造建築は、鉄筋コンクリート構造であるため、大きな地震入力を受けて塑性化が進み応答変形が大きくなるほど等価剛性が低下し等価周期が長くなると考えられる。これに加えて、歴史的鉄筋コンクリート造建築は、経年による劣化・中性化・凍害、建設当時の施工状況などにより、構造体の剛性が著しく低くなり固有周期が伸長している場合もあり得る(引用文献)。このような歴史的鉄筋コンクリート造建築の等価周期や固有周期の振れ幅の大きさに対して、速度(振動数)依存性の強い粘性系ダンパーでは、どの応答変形でも常に狙い通りの減衰力を発揮させることは困難という課題があった。また、変位依存型の従来の(非可変の)履歴系ダンパーは、ダンパー降伏力が概ね一定であり、地震入力レベルに応じてダンパー降伏力を変化させることが出来ないという点が課題であった。

(4) 本研究では、上記課題を解決するため、小から極大の地震入力レベルに対してパッシブに可変適応する変位依存型の減衰力を生み出すことを狙い、可変摩擦ダンパーと剛性リセット式装置の並列化によるハイブリッド制振システムを新たに着想・提案した。しかし、これまでの既往研究では、可変摩擦ダンパーと剛性リセット式装置の動特性は実験データが限定的で十分には把握されておらず、可変摩擦ダンパーと剛性リセット式装置の並列システムが機能するかは実証されておらず、歴史的鉄筋コンクリート造建築に適用した際の制振効果は未解明であり、可変摩擦ダンパーと剛性リセット式装置の効果的な剛性と耐力の割合は未究明であった。

2. 研究の目的

(1) 本研究の主目的は、小から極大レベルまでの地震動入力に対して受動的に可変適応する変位依存型の特性を有する、可変摩擦ダンパーと剛性リセット式装置のハイブリッド制振システムを開発するとともに、その地震応答制御効果を解明することとした。

(2) 具体的な検討内容として、載荷実験による可変摩擦ダンパーと剛性リセット式装置の力学的特性取得、振動台加振による可変摩擦ダンパー・剛性リセット式装置並列システムの挙動確認、可変摩擦ダンパー・剛性リセット式装置並列システムを適用した場合の地震時制振効果の解析的検討、可変摩擦ダンパーと剛性リセット式装置の効果的な剛性と耐力の設定に関する検討、を行う計画とした。

3. 研究の方法

(1) 2019年度には、可変摩擦ダンパーの力学的特性を把握するため、可変摩擦ダンパー試験体を製作し、動的載荷実験を行った。実験パラメータとして、変位振幅、振動数(載荷速度)、繰り返し回数、摩擦面への導入軸力などを設定した。また、可変摩擦ダンパー・剛性リセット式装置ハイブリッド制振システムを各層に有する多層建物を想定した数値モデルを用いた地震応答解析を行った。

(2) 2020年度には、2019年度に実施した可変摩擦ダンパー試験体に対する動的載荷実験から得られた実験データの検討を実施した。さらに、歴史的鉄筋コンクリート造建物を想定した振動モデルに可変摩擦ダンパーを組み込んだ場合の地震応答性状に関する数値解析的検討を行った。加えて、摩擦ダンパーを組み込んだ振動システムを対象に深層機械学習を用いた最適制御設計に関する数値解析的調査を行った。

(3) 2021 年度には、建物と地盤の動的相互作用を考慮した摩擦ダンパーを有するパッシブ制振建物の最適ダンパー滑り力について数値解析的および実験的に検討・分析を行った。この検討は、地震時の制振構造物の振動特性と地盤のスウェイ・ロッキング挙動を考慮した摩擦ダンパーの最適特性を理解することを狙いとした。

(4) 2022 年度には、可変摩擦ダンパーと剛性リセット式装置を並列配置させたハイブリッド制振システムの振動台加振実験を実施した。振動台実験には東北大学が保有する振動台を使用した。建物主架構を想定した 1 層の振動フレーム試験体に、可変摩擦ダンパーと剛性リセット式装置を組み込んだ、ハイブリッド制振システム試験体を使用した。入力波として、観測地震動、模擬地震動、正弦波を用い、入力レベルを多段階に変化させて応答性状を調査した。また、比較のために、ダンパー無しの場合、可変摩擦ダンパーのみを設置した場合、剛性リセット式装置のみを設置した場合の各ケースについても振動台実験を実施しデータを取得した。

4. 研究成果

(1) 2019 年度の実施内容として、主に次の成果が得られた。可変摩擦ダンパー試験体の動的載荷実験から得られた実験結果に基づいて、可変摩擦ダンパーの荷重 - 変位関係や各種依存性などに関する基礎データを取得した。また、剛性リセット式装置試験体については、オープンループとクローズドループの特性の異なる 2 種類の装置の設計を実施した。さらに、解析的検討として、鉄筋コンクリート造建物を想定した非線形トリリニア型復元力を有する主架構の 1 自由度系に可変摩擦ダンパーを適用した場合の地震応答制御効果を、非線形時刻歴地震応答解析により調査した。この結果、可変摩擦ダンパーは、通常の摩擦ダンパーと比べて応答層せん断力の増加を抑制しつつ、ダンパー無しの場合と比べて応答変形を低減できる効果があることが示された。加えて、多層の線形建物の主架構内に可変摩擦ダンパー・剛性リセット式装置ハイブリッドダンパーを設置した場合の応答性状を、非線形時刻歴地震応答解析により調査した。

(2) 2020 年度の実施内容として、主に次の成果が得られた。可変摩擦ダンパー・剛性リセット式装置ハイブリッド制振システムを各層に有する多層建物を想定した数値モデルを用いた地震励起下の応答制御効果について、非線形数値シミュレーションに基づく検討結果について、国際会議で成果発表を行った（引用文献）。さらに、パッシブ振動制御における非速度依存性の減衰モデルに関する研究論文発表を行った。

(3) 2021 年度の実施内容として、主に次の成果が得られた。建物と地盤の動的相互作用を考慮した摩擦ダンパーを有するパッシブ制振建物の最適ダンパー滑り力について数値解析的および実験的に検討・分析を行い、得られた成果を査読付き英文ジャーナル論文に発表した（引用文献）。地盤のスウェイ・ロッキングばねと減衰要素を考慮した摩擦ダンパー付き 6 階建て鉄筋コンクリート造建物モデル（図 1）を使用して、数値的に非線形地震応答性状を評価した。その結果、地盤のスウェイ・ロッキング挙動を考慮した時には基礎固定時と比べてダンパー摩擦力の増加に伴う最大応答の変化の程度が鈍感であり、最適なダンパー摩擦力が高くなる傾向が示された（図 2）。また、基礎固定の場合とスウェイ・ロッキングの場合とで、ダンパー摩擦力に対する平均最大層間変形の応答曲線に逆転現象が発生する場合が認められた。この応答逆転現象について、スウェイ・ロッキング機構で支持された摩擦装置を備えた振動試験体を用いた振動台加振試験の実験データを用いてさらに分析を実施した。さらに、歴史的鉄筋コンクリート造建物を想定した振動モデルに可変摩擦ダンパーを組み込んだ場合の地震応答性状に関する数値解析的検討を行い、得られた成果を国際会議で発表した（引用文献）。加えて、摩擦ダンパーを組み込んだ振動システムを対象に深層機械学習を用いた最適制御設計に関する数値解析的調査を行い、得られた成果を国際会議で発表した（引用文献）。さらに、パッシブ型の非速度依存性減衰装置による地震応答制御に関する研究論文発表を行った。

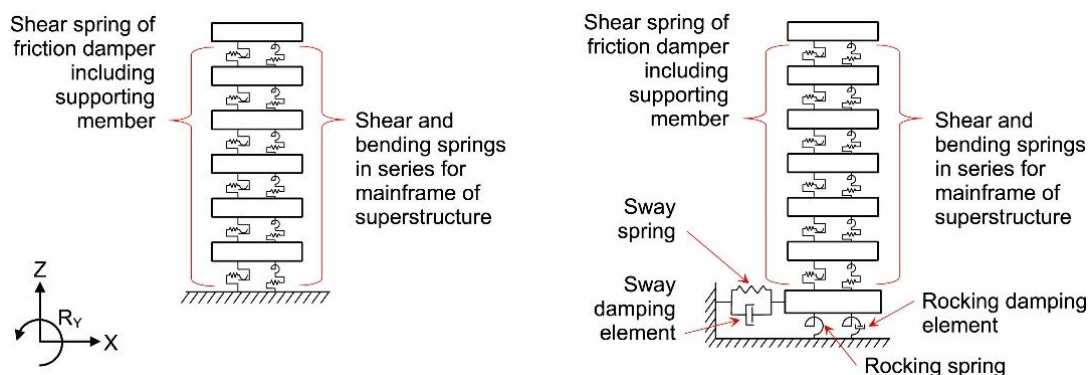


図 1 摩擦ダンパー付き 6 階建て鉄筋コンクリート造建物モデル（引用文献）

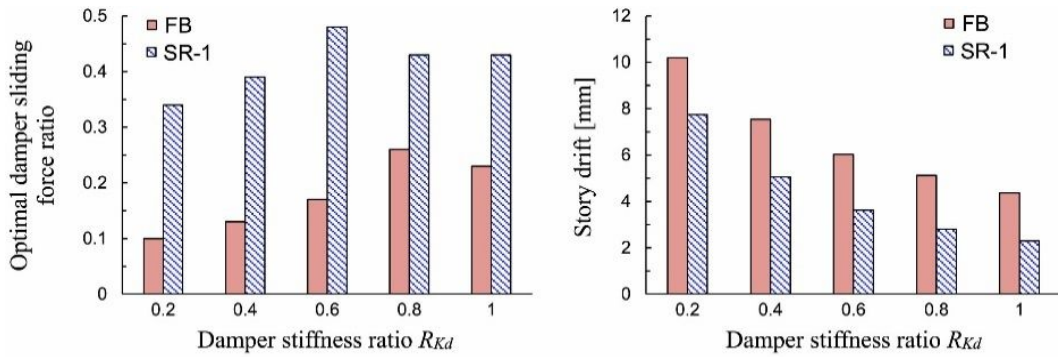


図2 解析結果から得られた最適ダンパー滑り力とその時の層間変位（引用文献）

(4) 2022年度の実施内容として、主に次の成果が得られた。2022年度に実施した振動台加振実験の結果、可変摩擦ダンパーと剛性リセット式装置を並列配置したハイブリッド制振システムの地震応答性状を把握するとともに、ハイブリッド制振システムが応答低減に有効であることが実験的に示された。さらに、可変摩擦ダンパーを歴史的鉄筋コンクリート造建築物（図3）に適用した場合の地震応答制御効果について数値解析的に検討し、査読付き英文ジャーナル論文で発表した（引用文献）。この解析的検討の結果、可変摩擦ダンパーを適用することで、歴史的鉄筋コンクリート構造物の地震応答が制御され、最大応答変位を低減するだけでなく層せん断力と加速度の増加を緩和する効果が期待できることが示された（図4）。可変摩擦ダンパーは、ダンパー無しの場合と比較して、ダンパー設置層の最大応答変位を大幅に低減する結果が示された。可変摩擦ダンパーを主階に設けた場合の基礎階の最大応答変位は、従来型摩擦ダンパーを主階に設置する場合と比較して減少することが示された。また、可変摩擦ダンパーの装置および可変摩擦ダンパーを層間に設置した多層建物のエネルギー応答性状について実験的および数値解析的に検討し、査読付き英文ジャーナル論文で発表した（引用文献）。さらに、パッシブ型の非速度依存性減衰装置および負剛性制振装置を用いた地震応答制御に関する研究論文発表を行った。

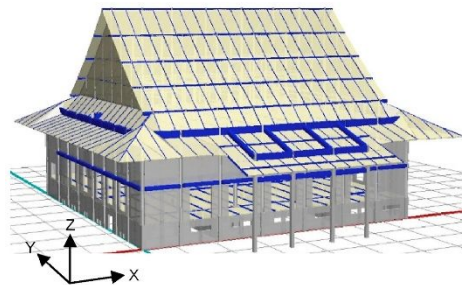


図3 歴史的鉄筋コンクリート造建築物を想定した数値解析モデル（引用文献）

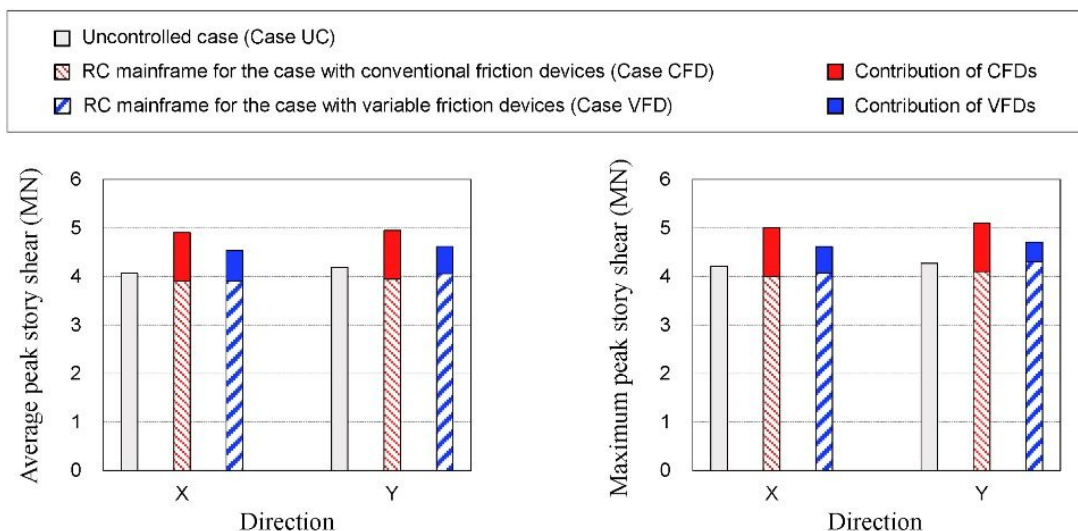


図4 地震応答解析から得られた応答層せん断力（引用文献）

< 引用文献 >

白井和貴，菊地優，石井建，駒木定正（2018） 真宗大谷派函館別院本堂（大正4年竣工）の

構造的特徴と振動性状. 日本建築学会技術報告集, 24(56), 201-206.

Kazutaka SHIRAI, Masaru KIKUCHI, Tomoaki ITO, Ken ISHII (2018) Earthquake response analysis of the historic reinforced concrete temple Otaniha Hakodate Betsuin after seismic retrofitting with friction dampers. *International Journal of Architectural Heritage*, 13(1), 47-57.

Kazutaka SHIRAI, Ryunosuke MATSUMOTO, Junta HORII (2021) Questionnaire survey of the occupants of high-rise residential buildings in Sapporo after the 2018 Hokkaido Eastern Iburu Earthquake. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 21(3), 884-899.

Kazutaka SHIRAI, Kazushige KAMADA, Kodai KOBAYASHI (2021) Damage survey and residual seismic capacity evaluation of reinforced concrete school buildings after the 2018 Hokkaido Eastern Iburu Earthquake. *Journal of Earthquake Engineering*, 26(13), 7032-7055.

白井和貴, 佐野剛志, 鈴井康正, 蔭山満, 菊地優 (2012) 変位依存型の可変減衰力特性を有する摩擦ダンパーの開発. 日本建築学会技術報告集, 18(38), 85-90.

K. K. WALSH, Kazutaka SHIRAI (2020) Passive hybrid damper with variable force-displacement characteristics for seismic protection of structures. *Proceedings of the 17th World Conference on Earthquake Engineering (17WCEE)*, 2g-0055, 1-12.

Kazutaka SHIRAI, Junta HORII, Takeshi FUJIMORI (2021) Optimal sliding force characteristics of friction dampers for seismic response control of building structures considering sway-rocking motion. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 149, 106892.

Kazutaka SHIRAI, Tomoaki ITO, Takeshi SANO (2021) Response simulation of aseismic retrofit for a reinforced concrete historic building structure using a variable friction damper. *Protection of Historical Constructions, PROHITECH 2021, Lecture Notes in Civil Engineering*, vol 209.

Gregorius M. ARMAND, Kazutaka SHIRAI (2021) Determination of optimum friction damper sliding force in vibration control using deep reinforcement learning. *Proceedings of the 17th World Conference on Earthquake Engineering (17WCEE)*, 2g-0302, 1-12.

Kazutaka SHIRAI, Tomoaki ITO, Masaru KIKUCHI (2022) Seismic response control effects for reinforced-concrete buildings incorporating a passive variable friction device. *Journal of Building Engineering*, 62, 105388.

Kazutaka SHIRAI, Takeshi SANO, Yasumasa SUZUI (2022) Energy response of a passive variable friction damper and numerical simulation on the control effects for high-rise buildings. *Structural Control and Health Monitoring*, 29(12), e3124.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Luo Hao、Ikago Kohju	4. 巻 50
2. 論文標題 Unifying causal model of rate independent linear damping for effectively reducing seismic response in low frequency structures	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Earthquake Engineering & Structural Dynamics	6. 最初と最後の頁 2355 ~ 2378
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/eqe.3450	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 Shirai Kazutaka、Horii Junta、Fujimori Takeshi	4. 巻 149
2. 論文標題 Optimal sliding force characteristics of friction dampers for seismic response control of building structures considering sway-rocking motion	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Soil Dynamics and Earthquake Engineering	6. 最初と最後の頁 106892 ~ 106892
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.soildyn.2021.106892	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 Liu Wei、Ikago Kohju	4. 巻 34
2. 論文標題 Feasibility study of a passive rate-independent damping device for the seismic protection of low-frequency structures	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Structures	6. 最初と最後の頁 2499 ~ 2514
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.istruc.2021.09.005	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 Liu Wei、Ikago Kohju	4. 巻 44
2. 論文標題 Feasibility study of the physical implementation of rate-independent linear damping for the protection of low-frequency structures	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Building Engineering	6. 最初と最後の頁 103319 ~ 103319
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jobe.2021.103319	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 Liu Wei、Ikago Kohju	4. 巻 35
2. 論文標題 Causal implementation of rate-independent linear damping for the seismic protection of low-frequency structures	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Structures	6. 最初と最後の頁 274 ~ 288
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.istruc.2021.10.095	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 Shirai Kazutaka、Ito Tomoaki、Kikuchi Masaru	4. 巻 62
2. 論文標題 Seismic response control effects for reinforced-concrete buildings incorporating a passive variable friction device	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Building Engineering	6. 最初と最後の頁 105388 ~ 105388
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.job.2022.105388	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 Shirai Kazutaka、Sano Takeshi、Suzui Yasumasa	4. 巻 29
2. 論文標題 Energy response of a passive variable friction damper and numerical simulation on the control effects for high rise buildings	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Structural Control and Health Monitoring	6. 最初と最後の頁 e3124 ~ e3124
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/stc.3124	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 Luo Hao、Zhu Hongping、Ikago Kohju	4. 巻 68
2. 論文標題 Optimal design of negative-stiffness dampers for improved efficiency of structural seismic isolation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Building Engineering	6. 最初と最後の頁 106172 ~ 106172
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.job.2023.106172	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 Wu Zhanzhan, Liu Wei, Ikago Kohju	4. 巻 275
2. 論文標題 Feasibility study of a practical causal rate-independent damping device for the improved performance of seismic isolated structures	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Engineering Structures	6. 最初と最後の頁 115305 ~ 115305
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.engstruct.2022.115305	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 Chen Xu, Ikago Kohju, Guan Zhongguo, Li Jianzhong, Wang Xiaowei	4. 巻 266
2. 論文標題 Lead-rubber-bearing with negative stiffness springs (LRB-NS) for base-isolation seismic design of resilient bridges: A theoretical feasibility study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Engineering Structures	6. 最初と最後の頁 114601 ~ 114601
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.engstruct.2022.114601	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 Liu Wei, Ikago Kohju, Wu Zhanzhan, Fukuda Iori	4. 巻 54
2. 論文標題 Modified tuned Maxwell-Wiechert model for improving seismic performance of base-isolated structures	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Building Engineering	6. 最初と最後の頁 104616 ~ 104616
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.job.2022.104616	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3件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 K. K. Walsh, Kazutaka Shirai
2. 発表標題 Passive hybrid damper with variable force-displacement characteristics for seismic protection of structures
3. 学会等名 The 17th World Conference on Earthquake Engineering (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shirai Kazutaka, Ito Tomoaki, Sano Takeshi
2. 発表標題 Response simulation of aseismic retrofit for a reinforced concrete historic building structure using a variable friction damper
3. 学会等名 4th International Conference on Protection of Historical Constructions (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Armand G. M., Shirai K.
2. 発表標題 Determination of optimum friction damper sliding force in vibration control using deep reinforcement learning
3. 学会等名 The 17th World Conference on Earthquake Engineering (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Shirai Kazutaka, Ito Tomoaki, Sano Takeshi	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Springer, Cham	5. 総ページ数 7
3. 書名 Protection of Historical Constructions, PROHITECH 2021, Lecture Notes in Civil Engineering, vol 209	

〔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	五十子 幸樹 (IKAGO Kohju) (20521983)	東北大学・災害科学国際研究所・教授 (11301)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	WALSH Kenneth (WALSH Kenneth)	オハイオ大学・准教授	
研究協力者	井上 範夫 (INOUE Norio)	東北大学・名誉教授	

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			
米国	Ohio University			