

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 22 日現在

機関番号：13901
研究種目：挑戦的研究（開拓）
研究期間：2019～2022
課題番号：19H05510・20K20435
研究課題名（和文）地震被災建物の非構造材の動作計測と画像解析に基づく即時応急危険度判定技術の構築

研究課題名（英文）Immediate risk assessment technology for earthquake-damaged buildings by utilizing response measurement and image analysis towards non-structural components

研究代表者
長江 拓也（Nagae, Takuya）
名古屋大学・減災連携研究センター・准教授

研究者番号：90402932
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 20,000,000円

研究成果の概要（和文）：本提案では、即時応急危険度判定として、地震被災建物の非構造材の動作に関する計測値分析に基づき、構造体の安全性はもとより建物機能の健全性を判定する方法を開発することを目的とした。振動台に試験用骨組を設置し、カーテンウォールに設置したGyroセンサーのデータ積分により建物層間変形角を評価する手法を開発した。床応答加速度において被害が顕著な吊り配管の応答特性を検証し、加速度データに基づく数値解析、応答スペクトル法を使用する評価の有効性を提示した。最終年度には実大10層オフィスの震動台実験において総合検証を実施した。ビデオ映像に基づく外観損傷、部材変形の画像解析を利用する方法について検証を進めた。

研究成果の学術的意義や社会的意義
建物の内外装材、空調設備、各種機器類、配管等の非構造材は、環境条件・生活条件を提供する建物の重要な構成要素である。大地震時において、これらが損傷、損壊すると、重要機能が失われるだけでなく、落下、衝突により安全性を大きく損ねる。南海トラフ地震や都市直下型地震で、膨大な数の建物が一度に強く揺さぶられたとき、オフィス街において建物内の人々が屋外へと一斉避難すれば、地上は人で溢れかえり、周囲は危険な状態に陥る。本研究では、このような状況における即時応急危険度判定として、地震被災建物の非構造材の動作の計測値分析に基づき、構造体の安全性はもとより建物機能の健全性を判定する方法の開発に先駆的に取り組んだ。

研究成果の概要（英文）：In the proposed immediate risk assessment technology for earthquake-damaged buildings, comprehensive measurements on the movements of non-structural components in earthquake-damaged buildings are integrated to evaluate the building safety. Image analyses for damaged and deformed nonstructural components are also used for the relevant decisions. A set of test frame structures equipping various non-structural components were installed in the cooperating shaking-table facilities, based on the joint research framework. A method was developed to evaluate the story drift angles, by integrating the angular velocity data of Gyro sensors installed in the curtain wall system. The response characteristics of suspension pipes, which are damaged due to floor response accelerations, were assessed by those tests. The effectiveness of the proposed sensing methods was demonstrated in the newest shaking table tests of a 10-story office building.

研究分野：耐震工学

キーワード：非構造材 センシング 二次部材 鋼構造骨組 振動台実験 カーテンウォール LED 設備機器

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

建物の内外装材、空調設備、各種機器類、配管等の非構造材は、環境条件・生活条件を提供する建物の重要な構成要素である。大地震時において、これらが損傷、損壊すると、重要機能が失われるだけでなく、落下、衝突により室内はもとより屋外の安全性を大きく損ねる。南海トラフ地震や都市直下型地震で、膨大な数の建物が一度に強く揺さぶられたとき、オフィス街において建物内の人々が屋外へと一斉避難すれば、地上は人で溢れかえり、周囲は危険な状態に陥る。少子高齢化を抱える住宅街では、住宅の損壊対応、居室内の防犯・事故対応として、夜間を含み近隣からの速やかな自助・共助・公助の誘導が必要となる。

2. 研究の目的

本提案では、即時応急危険度判定として、地震被災建物の非構造材の動作に関する計測値分析と、屋内外のビデオ映像に基づく外観損傷や部材変形の画像解析を統合し、構造体の安全性はもとより建物機能の健全性を判定する方法を開発することを目的としている。さらに、判定結果を速やかに周囲に伝達することで、人間避難行動を適切に誘導する判定情報伝達技術の開発までを射程とする。特にオフィスビル(鋼構造建物)や戸建て住宅(木造建物)は外装材や内装材で建物構造が覆われているため、地震被災時における非構造材の動作、損傷状態に基づいて構造被害までを評価する手法確立の意義は大きい。

3. 研究の方法

産官学の連携体制を組み、国際共同研究を並走させた。振動台に試験用骨組を設置し、各種非構造材の損傷過程に関する技術資料を蓄積した。台湾国立成功大学・國家地震工程研究中心との共同研究では、カーテンウォール¹⁾に設置した Gyro センサーのデータ積分により層間変形角を評価する手法²⁾を検証した。文部科学省の首都レジリエンスプロジェクトと連動した開発では、木造住宅用シャッター内に Gyro センサーを設置し、柱傾斜角を直接評価する方法について検証した。³⁾ さらに、2層ユニットハウスを利用して、LED アラートシステムの検証を重ねた。⁴⁾ ビデオ映像に基づく外観損傷、部材変形の画像解析⁵⁾についても検証を進めた。床応答加速度によって被害が生じる設備機器類に関して、10層 RC 造骨組の震動台実験にスプリンクラーを敷設して、被害状況と対策評価、さらに数値解析手法の開発に取り組んだ。⁶⁾ 韓国の釜山大学実験施設 SESTEC では吊り配管の弾塑性応答について、応答スペクトル法の適用性を検証した。⁷⁾ 不二サッシ施設では、3層のカーテンウォールの変形特性を敷設床の動的制御実験によって検証した。⁸⁾ ここでは、変形分布を Gyro センサーで高密度に計測した。最終年度の10層オフィス実験⁹⁾では、各種の非構造材を含む建物全体の総合検証の中で、カーテンウォールを用いたセンシング技術の有効性を実証した。

4. 研究成果

(1) 被害表示技術の開発

提案する被害度即時評価・表示技術では、計測器から得たデータをもとにリアルタイムで被害度に関連する工学指標を計算し、あらかじめ設定した閾値をもとに被害度を複数段階で評価する。ここでは、2層ユニットハウスに対する実験(図1)に JMA 神戸波を入力する振動台実験から、被害度即時評価・表示技術を検証した。地震被災建物の被害度評価と層間変形角を閾値とし、地震被災建物の被害度評価と LED 照明表示技術を実験検証した。一方で、設備機器類の被害は床加速度が支配的になる。そこで、計測震度、床応答スペクトルを閾値とする場合の手順についても検証した。複数指標評価を統合する総合評価が技術開発の目標であり、多岐にわたる構成部材の耐震性に関する技術資料の蓄積は今後も着実に進める必要がある。

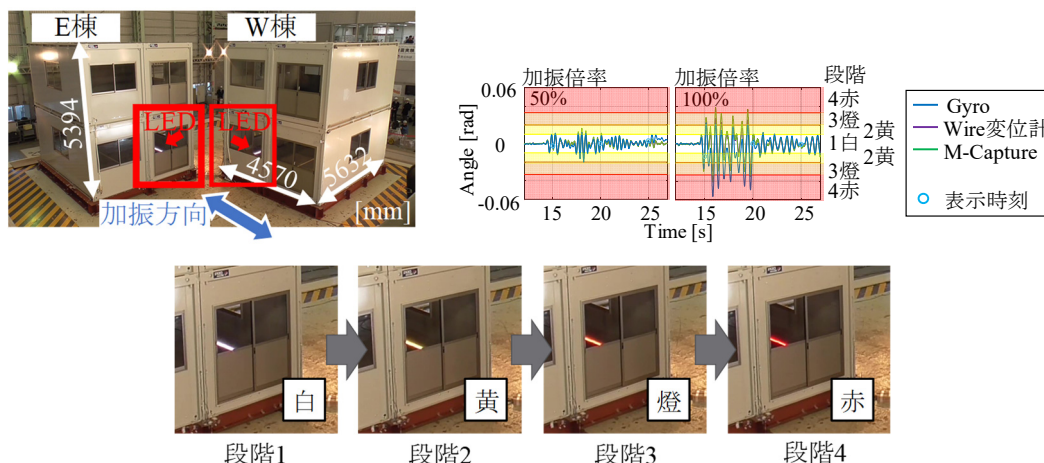


図1 ユニットハウス実験による層間変形角閾値とLED照明色の制御実績

(2) 高層階の床応答を受けるスプリンクラー配管の耐震性評価

2011年3月11日の東日本大震災において、天井材などの建築非構造部材や天吊り設備機器、配管の崩落といった建物として重度の被害事例が多数報告された。調査では、東北地方太平洋沖地震で被災地における大規模ビルの26.3%でスプリンクラーが破損、誤作動を起こした。建築設備の中でもスプリンクラー設備の破損は、初期消火機能の損失はもとより、漏水により二次被害へ拡大する可能性があり、極めて重大な問題である。10層RC造骨組（高さ27.5m）を対象とした震動台実験では、地震動入力により、骨組各層の床応答が現出した（図2）。このRF床下、10F床下に横引き配管のスプリンクラーを、耐震措置あり、耐震措置なしの条件で敷設した。独立居室に配されたスプリンクラー設備を想定し、A40以下の配管を中心に枝管ユニットまでを設計した。被害状況、耐震措置の効果に関する普遍的な評価をめざし、スプリンクラー横引き配管の数値解析に取り組んだ。図3に実験条件、解析結果を示す。吊材の根元に塑性ヒンジを設け、弾塑性解析を行うことで、実験結果に整合する解析結果を確認できた。耐震措置、具体的には斜材設置の効果も良好に表現できた。一方、実験では、現行のガイドラインに準拠した耐震措置の条件においても、十分な効果が得られない場合が存在することが示された。数値解析の再現性向上によって、効果を確認しながら対策を推進する基盤を提示できた。

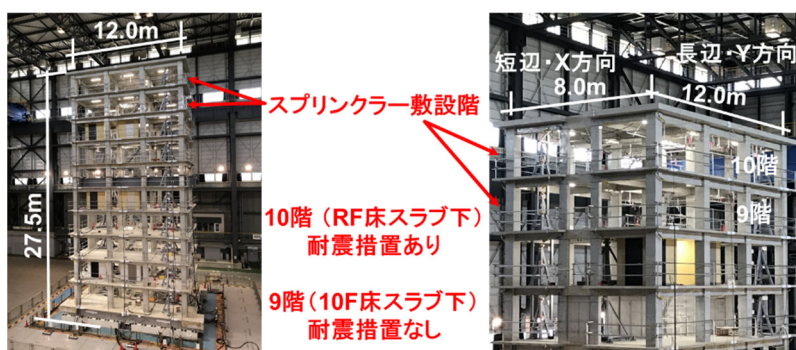
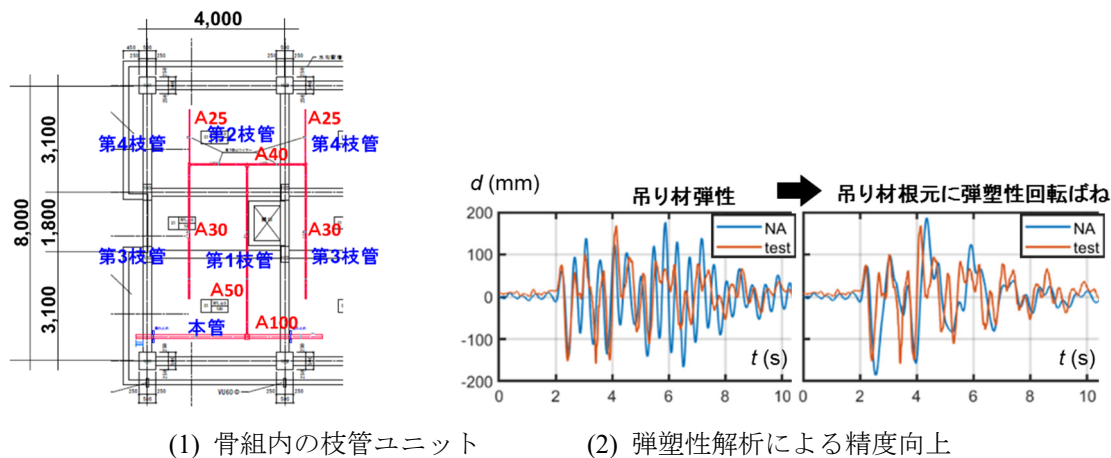


図2 震動台上の10層RC造骨組



(1) 骨組内の枝管ユニット

(2) 弾塑性解析による精度向上

図3 平面図(mm)とスプリンクラー配管の応答解析結果

(3) 横引き給水配管の地震応答実験

床応答加速度を受けて、被害を受けやすい吊り設備、吊り配管については、最大床加速度のみで評価することが多い。床応答スペクトルを用いて、重量と吊り条件から求まる周期や降伏強度を参照して、最大変位を求めることができれば、実用性を確保しつつ、信頼性を向上することができる。釜山大学 Seismic Research and Test Center (SESTEC)にて実施の実験概要を図4に示す。先に耐震支持ありの条件で実験し、その後、耐震支持なしの条件で実験した。管軸方向のデータ分析を対象として、応答スペクトル法の有効性を実証した。分析では、給水管上の記録加速度、横軸に相対変位をとり、履歴を描いた。そこに上部水平梁の記録加速度に対する最大応答スペクトル (S_a-S_d フォーマット) を重ねた。いずれの履歴もピークがスペクトルに対応した。耐震支持なしの条件では、初期剛性が固有周期相当の傾きと概ね一致した。吊り長さ 600 mm の条件では、加速度が水平耐力 P_{max} 相当の値に達して一定値となる降伏履歴を見せた。このときの減衰定数は 0.3-0.4 であった。建築設備耐震設計・施工指針（日本建築センター）などの設備耐震指針類において、吊り配管の吊り支持間隔、吊り支持位置への耐震支持材の敷設間隔等の規定が整備されてきた。適切な実験、理論に基づく分析によって、より詳細な耐震性評価に展開する土台を築くことができた。



図4 給水配管の耐震性に関する振動台実験 (mm)

(4) カーテンウォールの数値解析とジャイロセンシングに関するサブストラクチャ実験

外装材として最もよく用いられる、カーテンウォールは、構造骨組の地震応答変形に追従するように、フレームの構成、接合条件が設計されている。この性質を利用して、センシングシステムを構築し、非構造材含む建物全体の被害を評価する技術が本研究のメインの骨子である。その端緒として、台湾台南市、国立成功大学敷地内に位置する國家地震工程研究中心 NCREE の振動台施設を利用した実験を行った。試験体を図5に示す。床からRF床にかけて、標準的な方立方式のカーテンウォールを敷設した。対象とする中高層、超高層建物のカーテンウォールの地震応答性状に近づけるために、本試験体をサブストラクチャとみなして、振動台に過去の10層RC造骨組実験において記録された床応答波を入力した。骨組の塑性化を伴い、卓越周期は1秒程度である。速度出力200 kineの振動台能力により、JMA神戸波100%に対する7階床の応答波形を再現した。実験では、Gyroセンサー(図6)の角速度積分により、変形分布を評価し、これに整合する数値解析モデルを構築した。

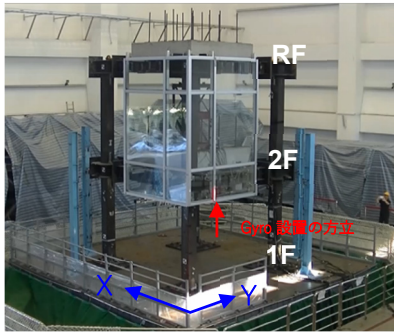
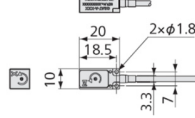


図5 振動台上の試験体

性能	仕様
定格容量	±900deg/s(±15.708rad/s)
非直線性	±0.5%RO以内
ヒステリシス	±0.5%RO以内
定格出力	約2.0V

センサ部



GSAT-A-900 (共和電業資料, mm)

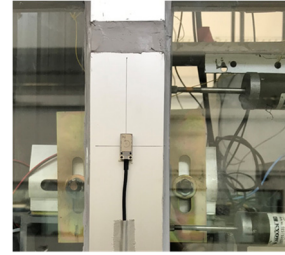
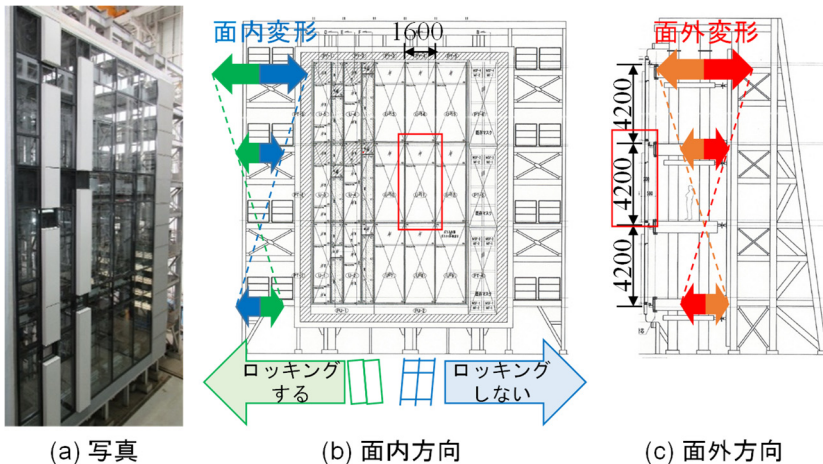


図6 Gyroの仕様と設置状況

(6) ユニット式カーテンウォールを対象とした検証

超高層建物には、ユニット式カーテンウォールが使用される。これを対象とした層間変位追従試験を利用し、数値解析モデルの検証を推し進めた。実験ではGyroセンサーを設置し、部材の詳細な変形分布のセンシングを行った。試験体の全景とともに実験概要を図7に示す。階高4200mmの建物の3層分を想定している。不二サッシ株式会社が運用するF型層間変位試験装置が用いられ、面内・面外方向に層間変位が与えられた。面内方向では層間変形角で1/300 radから1/80 radまで、面外方向では1/300 radから1/100 radまでの変位を対象とし、超高層建物の固有周期を想定して周期5秒の正弦波が採用された。Gyroセンサーの角速度記録を積分して得られる方立の各位置の局所回転角と層間変形角の対応関係を図8に示す。面内方向についてはガラス板とサッシフレームの相互作用から、層間変形角と局所回転角の差は大きくなり、層間変形角の2



(a) 写真

(b) 面内方向

(c) 面外方向

図7 ユニット式カーテンウォールの3層動的実験 (mm)

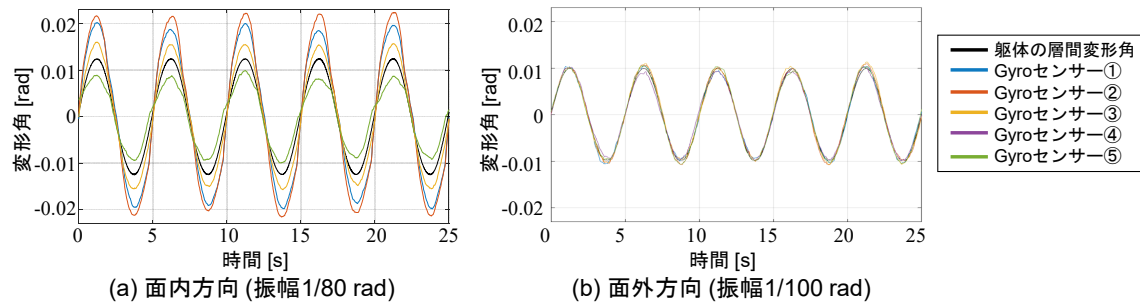


図 8 局所回転角と層間変形角の対応

倍近い回転角となっている部分も見られた。対照的に面外方向では、層間変形角 $1/100 \text{ rad}$ においても各位置の局所回転角は概ね層間変形角と一致している。こうした変形性状は、提案の力学モデルに基づく数値解析によって再現できた。こうした実験検証と数値解析評価が、ジャイロセンサーを用いたカーテンウォールセンシング技術における実践的な全体設計に反映される。

(7) カーテンウォール内蔵型センサー・アラートシステムに向けた震動台実験分析の開始

10 層オフィス実験に対しては、国際共同研究体 (図 9) を構築し、構造骨組、非構造材、設備機器類に対して包括的な検証が行われた。その一環として、骨組外構面の全面にカーテンウォールを設置し、カーテンウォール内蔵型センサー・アラートシステムの有効性を実証した。



図 9 国際共同研究体の参集状況 (台湾國家地震工程研究中心, 台湾成功大学, 釜山大学, ソウル技術研究院, ユタ大学, カリフォルニア大学アーバイン, スイス工科大学ローザンヌ, トルコイリディス工科大学, 国立研究開発法人防災科学技術研究所)

参考文献

- 1) 長江拓也, 藤谷秀雄, 福山國夫, 城戸史郎 (2010) 超高層建物の地震応答を受けるカーテンウォールの耐震性能—E-ディフェンス振動台実験—, 日本建築学会技術報告集, No.33, pp.535-540
- 2) Shunsuke Toyao, Takuya Nagae, James Chen, Koichi Kajiwara, Yoshikazu Kanzaki, Yu-Lin Chung (2019) Assessment of a Curtain Wall System Used in High-Rise Buildings and Development of a Monitoring Method, International Conference in Commemoration of the 20th Anniversary of the 1999 Chi-Chi Earthquake
- 3) T. Nagae, S. Uwadon, C.Yenidogan, S. Yamada, H. Kashiwa, K. Hayashi, T. Takahashi, T. Inoue (2020) The 2019 Full-Scale Shake Table Test Program of Wood Dwellings, 17th WCEE, Japan
- 4) 日高和幸, 神崎喜和, 梶原浩一, 長江拓也, 高谷和樹, 岡崎太郎, 松宮智央, 御子柴正, 中澤博志 (2020) 地震被災建物の被害度即時評価・表示技術に関する振動台実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 461-462
- 5) 梅林舞, 高橋典之, 千田紘之, 長江拓也, 岡崎太郎, 松宮智央, 梶原浩一, 中澤博志, 神崎喜和 (2022) 画像処理とモニタリングを用いた間仕切壁のフラジリティ評価に関する基礎的検討, 構造工学論文集, B, 68B, pp.261-270
- 6) 加藤和生, 鳥谷尾駿佑, 長江拓也, 姜在道, 梶原浩一, 胡哲新 (2019) 10 層 RC 造骨組内のスプリンクラー配管設備の耐震性を検証する E-ディフェンス実験 その 1 スプリンクラー配管の試験体と自由振動実験結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 II, pp.671
- 7) 白恩林, Choi Hyoung-Suk, Choi Jae-sung, 吉川拳人, 姜在道, 長江拓也, 梶原浩一, 萩原達也 (2020) 吊り配管の地震応答性状と評価法に関する振動台実験 (SESTEC 実験 2019.10), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 501-502
- 8) 野々山優輔, 長江拓也, 梶原浩一, 神崎喜和, 太田匡信 (2021) カーテンウォールの耐震性能を評価する数値解析と Gyro によるセンシングシステムのための実験研究, 日本建築学会技術報告集, vol. 65, pp.125-130
- 9) 鈴木里佳子, 高谷和樹, 浅井竜也, 長江拓也, 神崎喜和, 齋藤直佳, 齊藤功男, 梶原浩一, 藤原淳, 岸田明子, 荒井智治, 西峻太 (2023) カーテンウォール内蔵型センサ・アラートシステムに向けた 2023 年 E-ディフェンス実験分析, 日本建築学会北海道支部研究報告集, vol. 96, pp. 47-50

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 野々山優輔, 長江拓也, 梶原浩一, 神崎喜和, 太田匡信	4. 巻 65
2. 論文標題 カーテンウォールの耐震性能を評価する数値解析とGyrolによるセンサリングシステムのための実験研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本建築学会技術報告集	6. 最初と最後の頁 125 - 130
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijt.27.125	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 Aghababaei Mohammad, Okamoto Christian, Koliou Maria, Nagae Takuya, Pantelides Chris P., Ryan Keri L., Barbosa Andre R., Pei Shiling, van de Lindt John W., Dashti Shideh	4. 巻 147-3
2. 論文標題 Full-Scale Shake Table Test Damage Data Collection Using Terrestrial Laser-Scanning Techniques	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 JOURNAL OF STRUCTURAL 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) 10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0002905	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 該当する
1. 著者名 Yenidogan Cem, Nishi Ryota, Uwadan Seiya, Nagae Takuya, Isoda Hiroshi, Tsuchimoto Takahiro, Inoue Takahiro, Kajiwara Koichi	4. 巻 150
2. 論文標題 Full-scale shake table tests of P&B type of Japanese three-story wood dwellings for the collapse characterization	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 SOIL DYNAMICS AND 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) 10.1016/j.soildyn.2021.106898	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 該当する
1. 著者名 梅林舞, 高橋典之, 千田紘之, 長江拓也, 岡崎太郎, 松宮智央, 梶原浩一, 中澤博志, 神崎喜和	4. 巻 68B
2. 論文標題 画像処理 とモニタリングを用いた間仕切壁のフラジリティ 評価に関する基礎的検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 構造工学論文集 . B	6. 最初と最後の頁 261-270
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijjse.68B.0_261	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 松田良介, 岡崎太郎, 長江拓也, 松宮智央, 神崎喜和, 福井隆浩, 飯嶋俊比古, 桐山義郎, 梶原浩一	4. 巻 68
2. 論文標題 ユニットハウスの耐震性能を検証する振動台実験	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本建築学会技術報告集	6. 最初と最後の頁 209-214
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijt.28.209	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 松田良介, 岡崎太郎, 長江拓也, 松宮智央, 高橋典之, 神崎喜和, 福井隆浩, 飯嶋俊比古, 桐山義郎, 梶原浩一	4. 巻 69
2. 論文標題 外壁パネル付大型ユニットハウスの耐震性能を検証する実験	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本建築学会技術報告集	6. 最初と最後の頁 679-684
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijt.28.679	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 -

[学会発表] 計21件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 LIGNOS Dimitrios, ASAI Tatsuya, YOSHIKAWA Kento, NAGAE Takuya, FUJIWARA Jun, KISHIDA Akiko, KAJIWARA Koichi
2. 発表標題 Comprehensive seismic performance assessment testing Part 1 Earthquake-induced Loss Modelling and Analysis
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会梗概集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 YOSHIKAWA Kento, NAGAE Takuya, LIGNOS Dimitrios, ASAI Tatsuya, FUJIWARA Jun, KISHIDA Akiko, KAJIWARA Koichi
2. 発表標題 Comprehensive seismic performance assessment testing Part 2 Assessment including cost on the ten-story prototype building
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会梗概集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 CHUNG Yu-Lin, NAGAE Takuya, JIN Jialiang, LIGNOS Dimitrios, OKAZAKI Taichiro, MATSUMIYA Tomohiro, FUJIWARA Jun, KISHIDA Akiko, KAJIWARA Koichi
2. 発表標題 Comprehensive seismic performance assessment testing Part 4 Numerical simulation of the ten-story test specimen
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会梗概集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 JIN Jialiang, OKAZAKI Taichiro, NAGAE Takuya, TAKAHASHI Noriyuki, MATSUMIYA Tomohiro, FUJIWARA Jun, KISHIDA Akiko, KAJIWARA Koichi
2. 発表標題 Comprehensive seismic performance assessment testing Part 5 Ultimate failure simulation of the ten-story test specimen
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会梗概集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 KISHIDA Akiko, FUJIWARA Jun, KAJIWARA Koichi, NAGAE Takuya, JIN Jialiang, ASAI Tatsuya, YOSHIKAWA Kento
2. 発表標題 Comprehensive seismic performance assessment testing Part 6. Comparison of the ten-story test specimen and the prototype building
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会梗概集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Rikako Suzuki, Kazuki Takaya, Yusuke Nonoyama, Takuya Nagae, Jun Fujiwara, Akiko Kishida, Koichi Kajiwara, Yoshikazu Kanzaki, Kazuyuki Hidaka
2. 発表標題 Comprehensive seismic performance assessment testing Part 7 Numerical analysis on a curtain wall system (2006 E-Defense) corresponding to the prototype frame
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会梗概集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 George C. Yao, Min-Chi Ko, Yu-Lin Chung, Takuya Nagae, Jun Fujiwara, Akiko Kishida, Koichi Kajiwara
2. 発表標題 Comprehensive Seismic Performance Assessment Testing Part 8. Suspended Piping Trapeze System Identification on Shaking Table Tests
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会梗概集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wei-Chung Chen, Juin-Fu Chai, Fan-Ru Lin, Takuya Nagae, Jun Fujiwara, Akiko Kishida, Koichi Kajiwara
2. 発表標題 Comprehensive seismic performance assessment testing Part 9. Experimental study of suspended busway systems
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会梗概集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白恩林 (釜山大), Hyoung-Suk CHOI, Jae-Sung CHOI, 吉川拳人, 姜在道, 長江拓也, 梶原浩一, 萩原達也
2. 発表標題 吊り配管の地震応答性状と評価法に関する振動台実験 (SESTEC 実験2019.10)
3. 学会等名 2020年度日本建築学会大会梗概集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 日高 和幸, 神崎 喜和, 梶原 浩一, 長江 拓也, 高谷 和樹, 岡崎 太一郎, 松宮 智央, 中澤 博志, 御子柴 正
2. 発表標題 地震被災建物の被害度即時評価・表示技術に関する振動台実験
3. 学会等名 2020年度日本建築学会大会梗概集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 LIGNOS Dimitrios, ASAI Tatsuya, YOSHIKAWA Kento, NAGAE Takuya, FUJIWARA Jun, KISHIDA Akiko, KAJIWARA Koichi
2. 発表標題 Comprehensive seismic performance assessment testing Part 1 Earthquake-induced Loss Modelling and Analysis
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会梗概集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 YOSHIKAWA Kento, NAGAE Takuya, LIGNOS Dimitrios, ASAI Tatsuya, FUJIWARA Jun, KISHIDA Akiko, KAJIWARA Koichi
2. 発表標題 Comprehensive seismic performance assessment testing Part 2 Assessment including cost on the ten-story prototype building
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会梗概集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 CHUNG Yu-Lin, NAGAE Takuya, JIN Jialiang, LIGNOS Dimitrios, OKAZAKI Taichiro, MATSUMIYA Tomohiro, FUJIWARA Jun, KISHIDA Akiko, KAJIWARA Koichi
2. 発表標題 Comprehensive seismic performance assessment testing Part 4 Numerical simulation of the ten-story test specimen
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会梗概集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 JIN Jialiang, OKAZAKI Taichiro, NAGAE Takuya, TAKAHASHI Noriyuki, MATSUMIYA Tomohiro, FUJIWARA Jun, KISHIDA Akiko, KAJIWARA Koichi
2. 発表標題 Comprehensive seismic performance assessment testing Part 5 Ultimate failure simulation of the ten-story test specimen
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会梗概集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 KISHIDA Akiko, FUJIWARA Jun, KAJIWARA Koichi, NAGAE Takuya, JIN Jialiang, ASAI Tatsuya, YOSHIKAWA Kento
2. 発表標題 Comprehensive seismic performance assessment testing Part 6. Comparison of the ten-story test specimen and the prototype building
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会梗概集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Rikako Suzuki, Kazuki Takaya, Yusuke Nonoyama, Takuya Nagae, Jun Fujiwara, Akiko Kishida, Koichi Kajiwara, Yoshikazu Kanzaki, Kazuyuki Hidaka
2. 発表標題 Comprehensive seismic performance assessment testing Part 7 Numerical analysis on a curtain wall system (2006 E-Defense) corresponding to the prototype frame
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会梗概集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 George C. Yao, Min-Chi Ko, Yu-Lin Chung, Takuya Nagae, Jun Fujiwara, Akiko Kishida, Koichi Kajiwara
2. 発表標題 Comprehensive Seismic Performance Assessment Testing Part 8. Suspended Piping Trapeze System Identification on Shaking Table Tests
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会梗概集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wei-Chung Chen, Juin-Fu Chai, Fan-Ru Lin, Takuya Nagae, Jun Fujiwara, Akiko Kishida, Koichi Kajiwara
2. 発表標題 Comprehensive seismic performance assessment testing Part 9. Experimental study of suspended busway system
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会梗概集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Min-Chi Ko, George C. Yao, Takuya Nagae, Yu-Lin Chung, Wei-Chung Chen
2. 発表標題 A Study on Suspended Fire Protection Sprinkler Piping Systems in Buildings
3. 学会等名 17th World Conference on Earthquake Engineering
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 M. Koliou, M. Aghababaei, T. Nagae, C. Pantelides, K. L. Ryan, A. Barbosa, S. Pei, J. W. van de Lindt, S. Dashti
2. 発表標題 Rapid damage assessment procedure to collect, process and analyze data for monitoring of full-scale tests
3. 学会等名 17th World Conference on Earthquake Engineering
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Nagae, S. Uwadan, C.Yenidogan, S. Yamada, H. Kashiwa, K. Hayashi, T. Takahashi, T. Inoue
2. 発表標題 The 2019 Full-Scale Shake Table Test Program of Wood Dwellings
3. 学会等名 17th World Conference on Earthquake Engineering
4. 発表年 2020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	梶原 浩一 (Kajiwara Koichi) (10450256)	国立研究開発法人防災科学技術研究所・地震減災実験研究部門・統括主任研究員 (82102)	

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
研究分担者	岡崎 太郎 (Okazaki Taichiro) (20414964)	北海道大学・工学研究院・教授 (10101)	
研究分担者	松宮 智央 (Tomohiro Matsumiya) (20454639)	近畿大学・建築学部・准教授 (34419)	
研究分担者	高橋 典之 (Takahashi Noriyuki) (60401270)	東北大学・工学研究科・准教授 (11301)	
研究分担者	藤原 淳 (Fujiwara Jun) (80817049)	国立研究開発法人防災科学技術研究所・地震減災実験研究部門・主幹研究員 (82102)	
研究分担者	岸田 明子 (Kishida Akiko) (10599468)	国立研究開発法人防災科学技術研究所・地震減災実験研究部門・主幹研究員 (82102)	

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2件

国際研究集会 The 2023 February Symposium for Building Structure and Material at Nagoya University	開催年 2023年～2023年
国際研究集会 Taiwan-Japan Workshop for Environmental Engineering and Architecture at Nagoya University	開催年 2023年～2023年

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

その他の国・地域	台湾國家地震工程研究中心 (NCREE)	台湾國立成功大學		
韓国	釜山大學	ソウル技術研究院		
スイス	スイス工科大学ローザンヌ			
トルコ	イルディス工科大学			
米国	ユタ大学	カリフォルニア大学アーバイン		