

令和 6 年 9 月 17 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H02293

研究課題名（和文）実建物の動ひずみ計測による構造部材レベルの性能評価技術

研究課題名（英文）Evaluation of structural member performance by dynamic strain measurement of real buildings

研究代表者

伊山 潤（Iyama, Jun）

東京大学・大学院工学系研究科（工学部）・准教授

研究者番号：30282495

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、鉄骨造建物において動ひずみ計測および加速度計測に基づき、地震後の建物の安全性や修復の必要性を即時に判定する、実用的な技術の確立を目指すものである。低価格かつ必要十分な性能を有する高い動ひずみ計測システムの構築に加え、微小なひずみ振動計測に基づく鉄骨部材の破断や曲げ変形の検出理論を構築した。また、各種の実大振動台実験や実構造物に適用し、このシステムが十分な実用性を有し、かつ合成梁の合成効果の低下など、極めて微細な損傷を検出可能であることを明らかにできた。さらに今後様々な構造部材や非構造部材の損傷検知技術に展開するための実験技術を開発し、実大構造試験装置という形でその実例を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

構造物の動ひずみ計測は実験室レベルではすでに一般的な計測技術であるが、極めて高コストであった。これを実建物にも適用できるまで、低コスト化、簡便化しつつ、必要十分な性能を確保することができた。また、日常的な微小振動によっても、構造物の性能や損傷が評価可能となったため、大地震襲来中の計測が必ずしも必要ではなくなり、計測維持のためのコストも低減できた。この結果、本システムの適用性・実用性を大きく高めることができ、地震後の残存性能評価や修復必要部位を特定する技術を広く一般に普及させる基礎を確立できた。これらの技術普及により、レジリエントな建物や都市の構築に貢献できることが大きく期待される。

研究成果の概要（英文）：This research aims to establish practical technology that can instantly determine the safety of steel-framed buildings and the need for repairs after an earthquake based on dynamic strain and acceleration measurements. A dynamic strain measurement system was developed that was inexpensive but had sufficient performance, followed by establishing theories for detecting fracture, bending deformation of steel components based on micro strain vibration. In addition, by applying them to various large-scale shaking table tests and actual structures, it was demonstrated that they are fully practical and capable of detecting extremely minute damage, such as a decrease in the composite effect of composite beams and a decrease in column base stiffness. Furthermore, experimental techniques were developed to be used for damage detection technologies for various structural and non-structural components in the future, and a full-scale structural testbed was fabricated demonstrated as an example.

研究分野：建築構造

キーワード：構造ヘルスマニタリング ひずみ計測 鉄骨構造 損傷検知 常時微動 構造実験技術 振動台実験

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

近年着目されるようになってきたこれまでの構造ヘルスマニタリング技術は、構造性能や安全性を継続的に監視しようとするものである。極めて多くの既往研究がなされており、建築物モニタリングシステムも各社から市販されている^{例えば①}。既往のシステムの概要を図1(a)に示す。このようなシステムでは一般的には加速度計測のみを行っており、階ごとの損傷推定は可能であるが、各部材ごとの挙動や性能を捉えるには至っていない。このため、地震後の残存構造性能の推定や、各構造部材の修復必要性については、判断が困難である。

構造部材の挙動をより詳細に捉えられる方法の一つとして、ひずみ計測が考えられる。構造実験や振動台実験などの実験室レベルにおいてはひずみ計測は当然に行われている。実建物への適用という点でも橋梁分野ではひずみの計測が行われており、計測技術自体は確立したものであるといえる。しかしながら、現時点で市販されている動的ひずみ計測装置は極めて高価であり、実建物に適用して多点のひずみ計測を行うことはコストの面で現実的ではないため、実建物へのひずみ計測への適用事例は極めて限られている。

一方近年は、Raspberry pi や Arduino など、マイクロコントローラの機能向上と価格低下が進み、高速なデータ処理が必要となる動的な計測も比較的容易で安価に行うことができるようになってきた。小型で高精度な MEMS 加速度センサの普及に加え、AD 変換の速度や精度も向上してきおり、ワンチップで動ひずみを計測してデジタル値に変換する IC チップも極めて安価で入手可能となっている。これらの IT 技術・IoT 技術を活用し、建物の構造ヘルスマニタリング技術の精緻化・高度化が期待される。

2. 研究の目的

本研究が目指す建築構造モニタリング技術を図1(b)に示す。実建物の多点ひずみ計測によって構造部材各部の性能評価手法を確立するとともに、その技術の実用性・適用性を高めることが本研究の目標である。前述したように、近年の IT 技術および IoT 技術の進展により、計測装置のコストという問題点については、克服できる見込みがある。しかし、ひずみ応答計測結果に基づく構造部材の性能評価手法が未確立である点、極めて微小範囲の情報しか得られないため多点計測が必須となる点、非同期データの有用性が不明である点、建物施工におけるひずみゲージや計測装置の設置が実際にはかなり困難な点、ひずみゲージの耐久性に不安がある点、などといった課題は依然として残っており、ひずみ計測に基づく構造性能評価技術を広く実建物に普及させるにはこれらの問題の解決が不可欠である。

本研究では、安価で利用可能となった IT 技術および IoT 技術を最大限活用して、実建物の鉄骨構造部材のひずみを多点・リアルタイムに計測するシステムを構築、実際に実建物に展開して継続的にデータを取得し、その記録を用いて構造部材の挙動や性能を評価するための分析技術の提案・確立を目指す。

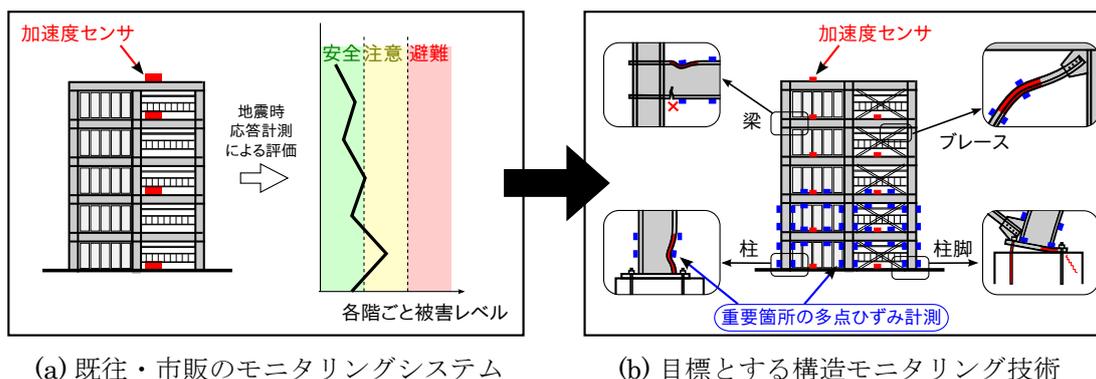


図1 研究の目的：構造部材の多点ひずみ計測に基づく各部材の損傷検知

3. 研究の方法

(1) 構造性能の評価に必要な十分な安価で簡易なひずみ計測システムの開発と検証

現在市販されている動ひずみ計は主として実験・研究目的で制作されており、高精度である一方非常に高価である。実建物への適用を考慮すると、必要十分な性能を有しつつも低価格化で簡素なものとする必要がある。そこで本研究では、安価な動ひずみ計測チップを用いて動ひずみ計を作成し、試験計測を実施して市販システムの計測結果との比較により計測性能の検証を行うとともに、安定稼働性について検証する。

(2) 微小ひずみ応答計測による各種の構造損傷の検出理論の構築

建物に計測システムを設置できれば、平常時の振動も、大地震時の振動も計測することが可能である。ただし、大地震時の振動を捉えるためには、常に計測システムを稼働させておく必要があり、停電や装置の故障も想定すると、平常時の振動計測のみからでも、地震時の損傷や性能劣化を判定できることがより望まれる。そこで、本研究では地震の前後の微小振動（余震や交通振動などによる小さな揺れ）の計測により、鉄骨部材の破断や座屈といった構造損傷を検出する理論の構築と、小型試験体による検証を行う。

(3) 実大構造試験装置の開発とそれを用いた検証

振動性状の変化により、構造性能の変化を捉えるためには、あらかじめ両者の関係を把握するための実験を行っておく必要があるが、一般に行われる構造実験では試験体が振動しないこと、部分的な実験であり実建物の実情とはかならずしも整合しないことなどの問題点がある。そこで本研究では、これらの問題点を解決する新たな実験装置の開発を行う。

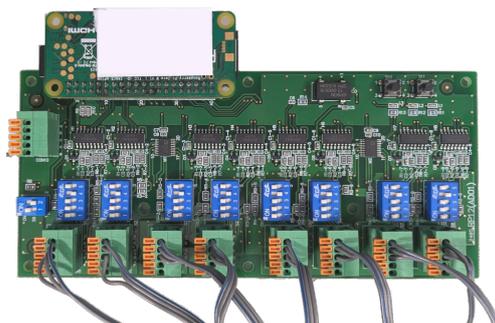
(4) 大型振動台実験や実建物での振動実測による検証

構造実験では建物の一部をモデル化した理想的な性能・形状・条件を有する試験体を用いるが、実際の建物では床、壁、天井などが付属しており、必ずしも理想的な形状・条件ではない。そこで本研究では、開発した計測システムが実建物に設置可能かどうか、有効に稼働するかどうかについて、他大学・研究機関・企業と共同し、実大レベルの大型振動台実験での計測や、実際の建物へ設置・計測を行い、実用性検証を行う。

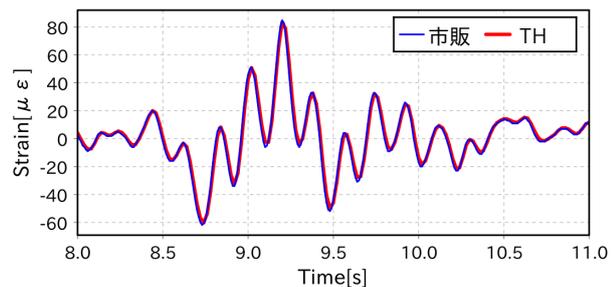
4. 研究成果

(1) 構造性能の評価に必要な十分な低価格で簡易なひずみ計測システムの開発と検証

一つのユニットで複数チャンネルの動的ひずみ計測を行うことができるユニットおよび収集システムの構築を行った。安価なICチップを用いることにより、計測チャンネル1chあたり数千円以下の製作コストとできた。さらに後述する実大構造試験装置や大型振動台実験装置を用いた試験においては、研究の効率を考えるとなるべく多点計測を行うことが求められた。また実建物への適用を想定したとしても、同じコストであれば、多点計測を目指す必要がある。そこで製作・設置コストのさらなる低減を目指し、これまで1台あたりのひずみ計測数を4chから8chにまで拡大し、より容易にさらに多点での動ひずみ計測を可能とした。



(a)構築した動ひずみ計測ユニットの例



(b)精度検証の例

図2 実建物への適用を想定した高い実用性を有するひずみ計測システムの構築

図2(a)には、今回開発した計測システムにより計測されたひずみの時刻歴を示している。図中には本システムによる計測結果（THと表示）と、市販装置による計測結果を示しているが、2つの線は重なって表示されており、十分な精度が得られていることが確認された。一方、本システムでは低コスト化のために厳密な計測時刻同期を行っていないため、これ起因するデータの特徴を考慮したデータ分析手法の検討を行った。今回開発したセンサユニットでは簡易化・低コスト化のために時刻同期を行っていないため、複数のセンサデータを直接加減算することができない。そこで、共振状態にあるとの仮定のもと、周波数分解したのちに共振成分のみの演算を行うことでこの制約を回避した。破断や座屈といった実験データに適用して分析を行った結果、分析結果データはこれらの損傷を反映して変化しており、損傷検出の用途に使用可能であることが示された。

(2) 微小ひずみ応答計測による各種の構造損傷の検出理論の構築

鋼構造の損傷形態である、破断、曲げ座屈、局部座屈についての損傷計測理論を構築した。本研究では、地震後の余震や常時の環境振動など、微小な振動応答の計測により損傷検出を行うことを目指す。地震が生じていない平常時においても、建築物は微小に振動しており、その全体的な振動に応じて、柱や梁などの各種構造要素もわずかにひずみ振動を生じているため、そのひずみ振動を用いて構造部材の状態を把握することが可能である。

例として、大地震により残留曲げ変形を受けた部材のひずみ振動の変化を図3に示す。図3(a)は大地震による損傷が生じる前、すなわち部材がまっすぐな状態における、構造部材の両面のひずみ振動を示している。このときは部材の両面のひずみは同じ大きさで振動している。しかし、大地震により残留曲げ変形が生じたとすると、図3(b)に示すように両面のひずみ振動の大きさは異なったものとなる。このひずみの変化は残留曲げ変形に対して極めて鋭敏でありごくわずかな曲げ変形であっても大きなひずみの変化として現れるため、これを検出できれば早期の部材損傷を捉えることができる。またこのひずみ変化と形状の変化は幾何学的な関係性を有するため、目視あるいは計測ができない場所であっても、残留曲げ変形の大きさを定量的に評価可能であることが示された。

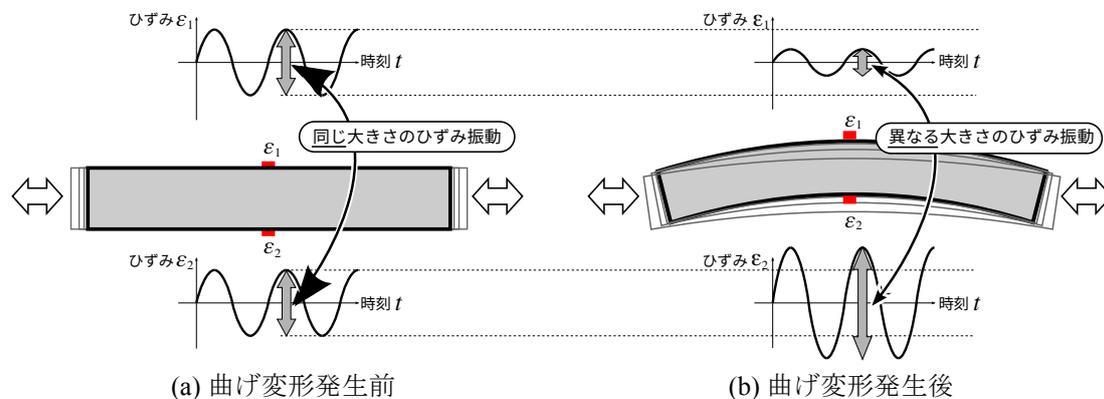
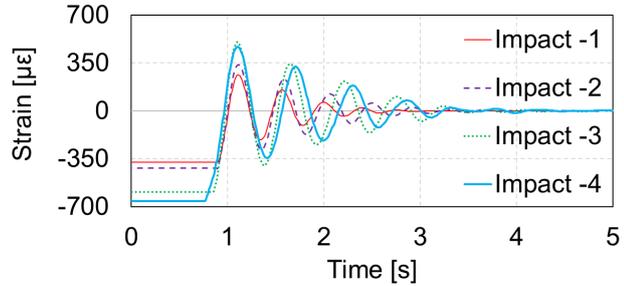


図3 微小ひずみ応答計測による構造損傷検出原理（残留曲げ変形の検出）

(3) 実大構造試験装置の開発とそれを用いた検証

実建物での損傷検知に有益な情報を得るための実験としては、a) 静的繰り返し载荷試験により損傷を与えることができること、b) 実大サイズとし非構造部材などの設置が容易であること、c) 質量を有して自立しており振動すること、の3点が特に重要である。これらの要求を満たす試験装置の構築を目指し本学キャンパス内に、鉄骨建物を模擬した、およそ幅6m、奥行き4m、高さ4mの鉄骨骨組試験装置を設計・製作した。

この試験装置に壁および天井を設置して層間変形角1/50までの静的繰り返し载荷試験および衝撃加振試験を行った。図4(a)に実験中の試験装置を示す。静的载荷試験においては、ひずみ計測から柱脚に加わる曲げモーメント-回転角関係を抽出し、当初の想定通り、柱脚のベースプレートに損傷（塑性曲げ変形）が生じていることを確認した。これに対し、振動計測試験においては人力加振や衝撃加振によって振動を生じさせ、鉄骨柱と柱脚ベースプレートに生じるひずみの振動性状の捉え、損傷程度との関係を明らかにした。



(a) 構築した実大構造試験装置 (b) 衝撃加振により得られたひずみ応答時刻歴
 図4 実大構造試験装置の開発とそれを用いた検証

衝撃加振試験で得られたひずみ応答時刻歴を図4(b)に示す。横軸は時間、縦軸は鉄骨柱表面で計測したひずみ値である。この試験は、載荷ロードをあえて載荷の途中で破断させることにより、人力加振ではなし得ないような大きな振動を与えるものである。図4(a)に示したように、壁を設置した実験を行う場合、人力加振では応答計測に耐えうる大きな振動を与えることは難しいが、この衝撃載荷試験手法により、今回のように振動しにくいケースであっても、十分な振動を生じさせることができ、振動性状を把握することができた。

(4) 大型振動台実験や実建物での実測による検証

世界最大の振動台試験装置である E-Defense で行われた 10 層鉄骨造建物の大型振動台実験に参加し、開発している装置および手法の適用を試みた。センサ設置の概要を図5(a)に示す。このなかでは合計 240 枚のひずみゲージと 6 つの 3 軸 MEMS 加速度計を用いたが、今回の構造物の挙動変化を捉えるという面において、必要十分であること、また、ごくわずかな応答挙動および構造性能の変化を捉えていることが確認された。また、詳細な検討により、特に梁断面内の中立軸が移動していることが確認され、梁と床スラブとの合成効果が低下していることが検出されたものであることが明らかとなった。(図5(b))

さらに、この手法を実用建物に適用していくための課題抽出のため、他大学および民間との協力を求め、実在の体育館や工場、オフィスビルでの計測・設置を行い、現在も地震時、強風時、および積雪時のデータ計測を継続している。

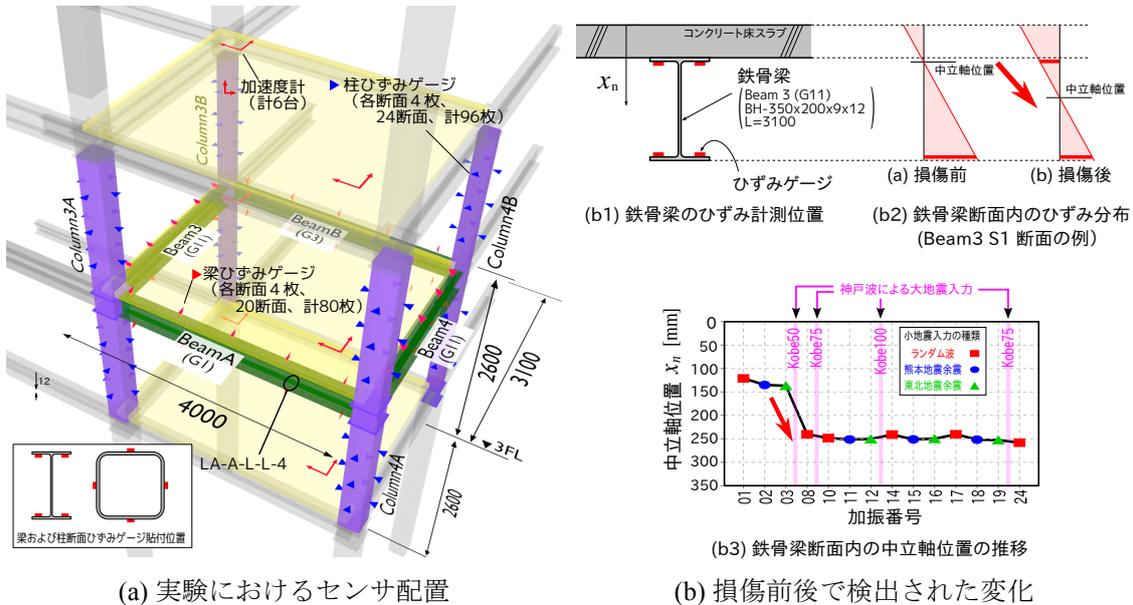


図5 大型振動台試験装置を用いた検証

<引用文献>

①建物の健全度を常にチェック 構造ヘルスマニタリングシステム :国土強靱化 民間の取り組み事例集 (令和6年5月),内閣官房国土強靱化推進室,事例番号 089,

<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/h28_minkan/pdf/2089.pdf>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 原 甲己, 西村 康志郎, 伊山 潤, 八木 尚太朗, 福島 佳浩, 前田 匡樹, Alex Shegay, 巽 信彦, 吉敷 祥一	4. 巻 28
2. 論文標題 MEMS加速度センサによる実大RC骨組の変形測定	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 661 ~ 666
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijt.28.661	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 涌井 将貴, 五十嵐 賢次, 本吉 弘岐, 富永 禎秀, 伊山 潤	4. 巻 87
2. 論文標題 加速度計測による屋根雪荷重の推定方法に関する研究 観測用建物モデルを対象とした検証	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本建築学会構造系論文集	6. 最初と最後の頁 524 ~ 533
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijs.87.524	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 大佛 俊泰, 吉行 菜津美, 岸本 まき, 沖 拓弥, 伊山 潤, 福島 佳浩	4. 巻 87
2. 論文標題 外線人感センサを用いた階段室内歩行者数の推定	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本建築学会計画系論文集	6. 最初と最後の頁 1699 ~ 1707
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aija.87.1699	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 IYAMA Jun, ARAKI Keita	4. 巻 88
2. 論文標題 鉄骨造建物の地震時ひずみ応答実測による層せん断力および架構剛性の推定	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本建築学会構造系論文集	6. 最初と最後の頁 577 ~ 585
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijs.88.577	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 Iyama Jun, Ou Chih Chun, Yamada Satoshi, Chiba Kazuki, Toyoshima Manabu	4. 巻 21
2. 論文標題 Shaking table test of steel truss frame focusing on acceleration and strain response for post-earthquake buckling evaluation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Bulletin of Earthquake Engineering	6. 最初と最後の頁 2759 ~ 2783
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10518-023-01633-x	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 YAGI Shotaro, IYAMA Jun, FUKUSHIMA Yoshihiro, KISHIKI Shoichi, ISHIDA Takanori, SEIKE Tsuyoshi, YAMADA Satoshi	4. 巻 86
2. 論文標題 DAMAGE OBSERVATION AND DETECTION USING ACCELEROMETER OF DRY PARTITION WALL INSTALLED IN STEEL MOMENT FRAME UNDER LARGE STORY DRIFT	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Structural and Construction Engineering (Transactions of AIJ)	6. 最初と最後の頁 1400 ~ 1411
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijs.86.1400	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 Ishida Takanori, Tenderan Randy, Kohtaki Keita, Kishiki Shoichi, Iyama Jun, Hasegawa Takashi, Seike Tsuyoshi, Yamada Satoshi	4. 巻 242
2. 論文標題 Experimental study on full-scale steel moment-resisting frames with nonstructural walls subjected to multiple earthquakes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Engineering Structures	6. 最初と最後の頁 112549 ~ 112549
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.engstruct.2021.112549	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 Iyama Jun, Fukushima Yoshihiro, Hasegawa Takashi, Nakagawa Hiroto, Kaneshiro Yosuke	4. 巻 241
2. 論文標題 Detection of beam-end fractures in steel members based on local stiffness calculated by strain response	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Engineering Structures	6. 最初と最後の頁 112419 ~ 112419
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.engstruct.2021.112419	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 Iyama J., Chih-Chun O., Araki K.	4. 巻 11
2. 論文標題 Bending moment distribution estimation of an actual steel building structure by microstrain measurement under small earthquakes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Civil Structural Health Monitoring	6. 最初と最後の頁 791 ~ 807
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13349-021-00482-z	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 Iyama Jun	4. 巻 20
2. 論文標題 Detection of Fracture in Steel Members of Building Structures by Microstrain Measurement	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Steel Structures	6. 最初と最後の頁 1720 ~ 1729
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13296-020-00408-3	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 Ou Chih-Chun, Iyama Jun, Fukushima Yoshihiro, He Fang, Hasegawa Takashi, Hiroshima Satoru	4. 巻 292
2. 論文標題 Post-earthquake damage detection of local buckling in rectangular hollow section columns based on local stiffness calculated by strain response	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Engineering Structures	6. 最初と最後の頁 116485 ~ 116485
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.engstruct.2023.116485	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 Yaoyama Taro, Itoi Tatsuya, Iyama Jun	4. 巻 108
2. 論文標題 Probabilistic model updating of steel frame structures using strain and acceleration measurements: A multitask learning framework	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Structural Safety	6. 最初と最後の頁 102442 ~ 102442
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.strusafe.2024.102442	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 Yagi Shotaro, Iyama Jun, Fukushima Yoshihiro, Ishida Takanori, Kishiki Shoichi, Seike Tsuyoshi, Yamada Satoshi	4. 巻 28
2. 論文標題 Damage Detection in ALC Exterior Walls in Steel Structural Frames Subjected to Earthquakes Using Acceleration Sensors	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Earthquake Engineering	6. 最初と最後の頁 1109 ~ 1126
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13632469.2023.2228928	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 -

〔学会発表〕 計52件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 Kaile Sun, Jun Iyama, and Yoshihiro Fukushima
2. 発表標題 Study on Quantitative Evaluation Method for Local Buckling of Flange of H-Section Steel Beam by Micro Strain Amplitude Measurement
3. 学会等名 10th International Conference on Behavior of Steel Structures (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 羽田優太, 大佛俊泰, 岸本まき, 伊山潤, 福島佳浩
2. 発表標題 加速度センサを用いた階段利用者人数および歩行方向の推定方法の検証と課題
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 涌井 将貴, 伊山 潤
2. 発表標題 木造建物を対象とした加速度計測による屋根雪荷重推定方法の検証 - 2019/20-2021/22 シーズンの計測結果 -
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小林真帆, 白井佑樹, 伊山 潤, 涌井将貴, 島崎和司
2. 発表標題 体育館を対象とした継続使用性の判定方法に関する検討 - 柱脚ベースプレートの微動ひずみ計測の検討
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 荒木 景太, 伊山 潤
2. 発表標題 鉄骨造建物の地震時応答ひずみ実測に基づく剛性および層せん断力の推定
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡瀬 慎之輔, 欧 治均, 伊山 潤, 福島 佳浩, 長谷川 隆, 廣嶋 哲
2. 発表標題 強震時における角形鋼管柱の終局限界性能に関する振動台実験 その 3 局部座屈形状の詳細計測
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 欧 治均, 渡瀬 慎之輔, 伊山 潤, 福島 佳浩, 長谷川 隆, 廣嶋 哲
2. 発表標題 強震時における角形鋼管柱の終局限界性能に関する振動台実験 その 4 微動ひずみ振動特性の推移
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 劉家シン・永岑光恵・小阪宏之・吉敷祥一・伊山潤・福島佳浩
2. 発表標題 地震の揺れと継続時間予測情報が心理生理的反応の関係性に及ぼす影響
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会（東海）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山田哲・伊山潤・千葉一樹・豊嶋学・伊丹十夢・知念輝
2. 発表標題 損傷前後の微動応答計測による立体トラス構造の座屈損傷検知に関する実験的研究 その1 実験計画
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会（東海）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 千葉一樹・豊嶋学・伊丹十夢・知念輝・山田哲・伊山潤
2. 発表標題 損傷前後の微動応答計測による立体トラス構造の座屈損傷検知に関する実験的研究 その2 静的載荷試験
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会（東海）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 豊嶋学・千葉一樹・伊丹十夢・知念輝・山田哲・伊山潤
2. 発表標題 損傷前後の微動応答計測による立体トラス構造の座屈損傷検知に関する実験的研究 その3 振動台実験の概要と基本的応答性状
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会（東海）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 知念輝・豊嶋学・千葉一樹・伊丹十夢・山田哲・伊山潤
2. 発表標題 損傷前後の微動応答計測による立体トラス構造の座屈損傷検知に関する実験的研究 その4 振動台実験結果における変形性状の分析
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会(東海)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊丹十夢・豊嶋学・千葉一樹・知念輝・山田哲・伊山潤
2. 発表標題 損傷前後の微動応答計測による立体トラス構造の座屈損傷検知に関する実験的研究 その5 振動台実験における振動特性変化による損傷検知
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会(東海)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊山潤・廣嶋哲・長谷川隆・森田高市・中川博人
2. 発表標題 地震時における鉄骨造骨組の梁端部の損傷評価に関する振動台実験 その1 実験計画と荷重変形関係
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会(東海)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 廣嶋哲・長谷川隆・森田高市・中川博人・伊山潤・岩田善裕・沖佑典
2. 発表標題 地震時における鉄骨造骨組の梁端部の損傷評価に関する振動台実験 その2 損傷経過と疲労性能評価
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会(東海)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 孫凱楽・伊山潤・福島佳浩・廣嶋哲・長谷川隆
2. 発表標題 地震時における鉄骨造骨組の梁端部の損傷評価に関する振動台実験 その4 破断および局部座屈の進展と微動応答ひずみ振幅の関係
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会(東海)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤名音・伊山潤・小山毅・福島佳浩・宮崎祥太
2. 発表標題 加速度・ひずみ応答実測による耐震補強鉄骨ブレースの挙動分析 その1 計測の概要および層間変形角と耐震補強鉄骨ブレース軸力の関係
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会(東海)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮崎祥太・伊山潤・小山毅・福島佳浩・加藤名音
2. 発表標題 加速度・ひずみ応答実測による耐震補強鉄骨ブレースの挙動分析 その2 多点加速度記録を用いた耐震補強鉄骨ブレースの挙動推定
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会(東海)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原甲己・西村康志郎・伊山潤・八木尚太郎・福島佳浩・宮崎祥太・吉敷祥一・前田匡樹
2. 発表標題 非構造部材を有する実大 RC 造架構の静的載荷実験 その8 加速度センサを用いた計測結果
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会(東海)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 羽田優太・大佛俊泰・田頭まき・伊山潤・福島佳浩
2. 発表標題 加速度センサを用いた階段利用者人数の推定
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会（東海）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 涌井将貴・伊山潤・本吉弘岐
2. 発表標題 木造倉庫を対象とした加速度計測による屋根雪荷重推定方法の検証
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会（東海）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 涌井将貴・白井佑樹・伊山潤
2. 発表標題 鉄骨造体育館のひずみ計測に基づく地震時のブレース挙動
3. 学会等名 鋼構造年次論文報告集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 欧 治均, 伊山 潤, 山田 哲, 千葉 一樹, 豊嶋 学
2. 発表標題 微動ひずみ応答計測による立体トラス部材の座屈損傷検知手法
3. 学会等名 鋼構造年次論文報告集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 孫 凱楽, 福島 佳浩, 伊山 潤, 廣嶋 哲, 長谷川 隆
2. 発表標題 地震前後のひずみ計測に基づく梁端部の損傷評価に関する振動台実験
3. 学会等名 鋼構造年次論文報告集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 八木 尚太郎, 宮崎祥太, 伊山 潤, 福島 佳浩, 石田 孝徳, 吉敷 祥一, 清家 剛, 山田 哲
2. 発表標題 実大実験を通じた加速度計によるALC外壁の挙動の把握に関する検討
3. 学会等名 日本地震工学会・大会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Koyama, J. Iyama, Y. Fukushima, S. Mkiyazaki, N. Kato
2. 発表標題 Analysis on the Behavior of Seismic Retrofitting Steel Brace Based on Acceleration and Strain Response Measurements
3. 学会等名 Experimental Vibration Analysis for Civil Engineering Structures (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 J. Iyama, K. Araki
2. 発表標題 BENDING MOMENT DISTRIBUTION ESTIMATION OF ACTUAL STEEL BUILDING STRUCTURE BY MICRO STRAIN MEASUREMENT
3. 学会等名 17th World Conference on Earthquake Engineering, 17WCEE (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Koyama, T. Fukushima, J. Iyama, T. Fukuda
2. 発表標題 ESTIMATION OF STRESS DISTRIBUTION BY MICRO STRAIN MEASUREMENT IN SEISMIC REINFORCEMENT STEEL BRACE
3. 学会等名 17th World Conference on Earthquake Engineering, 17WCEE (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 R. Tenderan, K. Kohtaki, T. Isihda, S. Yamada, S. Kishiki, T. Seike, T. Hasegawa, J. Iyama, S. Yagi, N. Tatsumi
2. 発表標題 EXPERIMENT ON SMRF CONSIDERING MULTIPLE EARTHQUAKES PART 1 THE TEST SPECIMEN & LOADING PROTOCOL
3. 学会等名 17th World Conference on Earthquake Engineering, 17WCEE (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Kohtaki, R. Tenderan, T. Isihda, S. Yamada, S. Kishiki, T. Seike, T. Hasegawa, J. Iyama, S. Yagi, N. Tatsumi
2. 発表標題 EXPERIMENT ON SMRF CONSIDERING MULTIPLE EARTHQUAKES PART 2 TEST RESULTS
3. 学会等名 17th World Conference on Earthquake Engineering, 17WCEE (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊山 潤, 谷 翼, 岩田 善裕, 貞許 美和, 岡野 創
2. 発表標題 鋼構造の部材フラジリティを考慮した損傷およびコスト評価手法
3. 学会等名 シンポジウム「大振幅地震動に対する耐震性能評価 -実験データに基づく建築物の損傷予測:部材フラジリティと修復コストのDB化を目指して-」日本建築学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 谷 翼, 伊山 潤, 久礼 実希, 前田 周作, 千葉 大輔, 爰野 将児, 貞許 美和
2. 発表標題 S 造建物の大振幅地震動に対する損傷および修復コスト評価事例
3. 学会等名 シンポジウム「大振幅地震動に対する耐震性能評価 -実験データに基づく建築物の損傷予測:部材フラジリティと修復コストのDB化を目指して-」日本建築学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤名音・伊山潤・小山毅・福島佳浩・宮崎祥太
2. 発表標題 加速度・ひずみ応答実測による耐震補強鉄骨ブレースの挙動分析 その1:計測の概要および層間変形角と耐震補強鉄骨ブレース軸力の関係
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮崎祥太・伊山潤・小山毅・福島佳浩・加藤名音
2. 発表標題 加速度・ひずみ応答実測による耐震補強鉄骨ブレースの挙動分析 その2 多点加速度記録を用いた耐震補強鉄骨ブレースの挙動推定
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Koyama, Y. Fukushima, J. Iyama, T. Fukuda
2. 発表標題 ESTIMATION OF STRESS DISTRIBUTION BY MICRO STRAINMEASUREMENT IN SEISMIC REINFORCEMENT STEEL BRACE
3. 学会等名 17th World Conference on Earthquake Engineering (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 何放, 伊山 潤, 石田孝徳
2. 発表標題 Relationship between local buckling damage and strain vibration under small amplitude loading of SHS columns
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿) 2023 年 9 月
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小野潤一郎, 佐野航, 貞許美和, 木村征也, 伊山潤, 藤原淳
2. 発表標題 包括的耐震性能評価実験その 27 高い実用性を有するひずみ応答計測技術を用いた鋼梁の損傷検出実証: 研究目的と計測概要
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿) 2023 年 9 月
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐野航, 小野潤一郎, 貞許美和, 木村征也, 伊山潤
2. 発表標題 包括的耐震性能評価実験その 28 高い実用性を有するひずみ応答計測技術を用いた鋼梁の損傷検出実証: 事前解析結果
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿) 2023 年 9 月
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 貞許美和, 小野潤一郎, 佐野航, 木村征也, 伊山潤
2. 発表標題 包括的耐震性能評価実験その 29 高い実用性を有するひずみ応答計測技術を用いた鋼梁の損傷検出実証: 梁のモーメント分布
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿) 2023 年 9 月
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 木村征也,小野潤一郎, 貞許美和,佐野航,伊山潤
2. 発表標題 包括的耐震性能評価実験その 30 高い実用性を有するひずみ応答計測技術を用いた鋼梁の損傷検出実証: 梁端回転角
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿) 2023 年 9 月
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 伊山潤,佐野航,木村征也, 貞許美和,小野潤一郎
2. 発表標題 包括的耐震性能評価実験その 31高い実用性を有するひずみ応答計測技術を用いた鋼梁の損傷検出実証: 梁のひずみ分布
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿) 2023 年 9 月
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 OU Chihchun, IYAMA Jun, YAMADA Satoshi, YAGI Shotaro, SEIKE Tsuyoshi
2. 発表標題 Experimental study on the Vibration Characteristics of Full-Size Steel Frame Test bed to Evaluate Building Functional Maintenance Performance
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿) 2023 年 9 月
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 TEA Y Sea,伊山潤,佐野航,貞許美和,木村征也,小野潤一郎
2. 発表標題 実大鉄骨建築構造物の振動台試験におけるひずみ振動の周波数領域解析その1:方法
3. 学会等名 2023年度日本建築学会関東支部研究報告集I 2024年 3月
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 TEA Y Sea, 伊山 潤, 佐野 航, 貞許 美和, 木村 征也, 小野 潤一郎
2. 発表標題 実大鉄骨建築構造物の振動台試験におけるひずみ振動の周波数領域解析その 2: 曲げモーメントとせん断力
3. 学会等名 2023年度日本建築学会関東支部研究報告集I 2024年 3月
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 TEA Y Sea, 伊山 潤, 佐野 航, 貞許 美和, 木村 征也, 小野 潤一郎
2. 発表標題 実大鉄骨建築構造物の振動台試験におけるひずみ振動の周波数領域解析その 3: 梁断面のひずみ分布
3. 学会等名 2023年度日本建築学会関東支部研究報告集I 2024年 3月
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 八木 尚太郎・伊山 潤・欧 治均・山田 哲・清家 剛
2. 発表標題 ビス補強を施した乾式間仕切り壁の面内方向の層間変位に対する挙動の把握
3. 学会等名 2023年度日本建築学会関東支部研究報告集I 2024年 3月
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 大橋 隼斗・伊山 潤・欧 治均
2. 発表標題 柱脚ベースプレートの微動ひずみ応答計測による損傷検知手法に関する実験的研究
3. 学会等名 2023年度日本建築学会関東支部研究報告集I 2024年 3月
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Jun Iyama, Chih-chun Ou, Satoshi Yamada, Shotaro Yagi, and Tsuyoshi Seike
2. 発表標題 Experimental method of steel frame structure for function maintenance capability after strong earthquakes: Part 1 Specimen and Experiment plan
3. 学会等名 12th International Symposium on Steel Structures, November 8-11, 2023, Jeju, Korea (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Chih-chun Ou, Jun Iyama, Satoshi Yamada, Shotaro Yagi, and Tsuyoshi Seike
2. 発表標題 Experimental method of steel frame structure for function maintenance capability after strong earthquakes: Part 2 Static and impact loading test
3. 学会等名 12th International Symposium on Steel Structures, November 8-11, 2023, Jeju, Korea (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Keita Araki, Jun Iyama
2. 発表標題 Investigation on Frame Stiffness of Steel Building Before and After Two Strong Earthquakes using Aftershock Acceleration and Strain Response Measurement
3. 学会等名 12th International Symposium on Steel Structures, November 8-11, 2023, Jeju, Korea (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Fang He, Jun Iyama, and Takanori Ishida
2. 発表標題 Analytical Study on Strain Vibration for A Prediction Method of Local Buckling under Small Amplitude Loading
3. 学会等名 12th International Symposium on Steel Structures, November 8-11, 2023, Jeju, Korea (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Taro Yaoyama, Tatsuya Itoi, Jun Iyama
2. 発表標題 Damage detection and model updating of a steel frame structure by measured strain and acceleration for improving seismic performance assessment
3. 学会等名 14th International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering, ICASP14 Dublin, Ireland, July 9-13, 2023 (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

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