

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20H02292

研究課題名（和文）崩壊解析による鋼構造物の限界性能評価に基づく構造設計法の確立

研究課題名（英文）Proposal of Structural Design Method for Steel Structures Based on Ultimate Performance using Collapse Analysis

研究代表者

松井 良太（Matsui, Ryota）

北海道大学・工学研究院・准教授

研究者番号：00624397

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,400,000円

研究成果の概要（和文）：繰返し荷重を受ける角形鋼管ブレースが破断する全体変形量を捉えるために必要となる有限要素解析の条件を、試行錯誤により明らかにした。鋼材ブレース、合成梁、CFT柱のデータベースを構築し、耐力と塑性変形能力と断面寸法との関係を明らかにした。模型荷重実験より、太短い鋼材ブレースの塑性変形能力は細長比よりも幅厚比と強く相関すること、合成梁の最大耐力がシアコネクタの合成率で評価できることを確認した。打設後3か月経過した時点では、コンクリート充填鋼管柱とH形鋼梁との接合部におけるコンクリートの自己収縮は、同接合部のパネルゾーンの塑性変形能力に大きな影響を及ぼさないことを模型荷重実験で確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

鋼材ブレース、合成梁、とコンクリート充填鋼管柱は効率的な耐震要素で多用されており、数多くの模型荷重実験および数値解析により、塑性変形能力が検証されてきた。しかし、総合的な視点でこれらの部材の構造性能を定量的に評価された例はほとんどなかったため、本研究課題では構造設計者にとって価値あるデータベースを提示できたのではないかと考えられる。このデータベースで判明した実験例の少ない試験体の性能を模型荷重実験で明らかにすることができた。見過ごされてきたこれらの課題を解決し、定量的に評価する手法を提示したことは、学術的かつ社会的に意義が大きいと考えられる。

研究成果の概要（英文）：Convergence studies suggested the conditions for estimates on the instant of fracture of square hollow structural section braces subjected cyclic loading. A database of steel braces, composite beams, concrete filled steel tube columns was developed, which exhibit the relationship between the inelastic deformation capacity and the dimensional properties. Structural tests provided that the cyclic deformation capacity of squat steel braces could be evaluated by the diameter-to-thickness ratios, and the maximum bending strength of composite beams may be estimated by the ratio of the shear transfer capacity of constructed shear studs to that of shear studs with sufficient numbers to develop fully composite. Autogenous shrinkage of concrete casted in the panel zone of the concrete filled steel tube was not significant was not significantly developed over a span of 3 months between the day casted and testing, which did not affect the inelastic deformation capacity of the panel zone.

研究分野：建築構造

キーワード：ブレース 塑性変形能力 模型荷重実験 コンクリート充填鋼管 鋼構造 データベース

1. 研究開始当初の背景

鋼構造物の災害事例は枚挙にいとまがなく、地震や風により崩壊した事例は年々増え続けている。いまや人命を保護するのみならず、経済的な観点からの事業継続性や、居住快適性が重視されるなど、鋼構造物に求められる設計要求は高度化していた。構造設計に携わる実務者は、以前よりも迅速に、鋼構造物の安全性を検証することが求められていた。鋼構造物に要求される構造性能は、局部座屈や部材破断などにより、耐力劣化を引き起こすことのないよう設定されている。しかし、想定以上の荷重が鋼構造物に作用すると崩壊し、機能を維持できなくなる可能性がある。このような、研究開始当初における本研究課題の背景は、現在も大きく異なることなく鋼構造の研究者たちの関心を引いている。

2. 研究の目的

本研究課題では、申請者らが提案してきた、局部座屈や部材破断による耐力劣化を考慮できる、変形性能評価モデルを用いた崩壊解析手法を整備することを目標とした。この崩壊解析手法により、設計者の技量や熟練度に依らず、想定以上の荷重を受けた鋼構造物の限界性能を、迅速に検証することができる構造設計手法を確立することを目指した。

3. 研究の方法

目的を達成するため、純鉄骨造のみならず、設計で多用されることから床スラブ付合成梁およびコンクリート充填鋼管 (CFT) 柱を用いた構造形式も対象に含め、以下の研究計画を立てた。

(1) 鋼構造物の限界性能を検証できる数値解析プログラムの整備

有限要素解析により、鋼材ブレースを対象とし、部材の限界性能を決定づける破断に至るまでのひずみ分布を分析した。得られた分析結果を参照し、研究代表者がこれまで進めてきたモデルを用い、有限要素解析などの複雑な数値解析プログラムを用いることなく部材破断を推定し得るか検証した。

(2) 既知の実験結果をデジタル化し定量的な評価するデータベースの整備

過去の文献資料から、模型載荷実験で繰返し載荷性能を検証した、鋼材ブレース、合成梁、の寸法、耐力および塑性変形性能について傾向を調査した。CFT 柱については、実験例のみならず実建築物の公表資料も対象とした。

(3) 模型載荷実験により未解明の変形性能評価モデルの精度の検証

未解明であった、細長比の小ささと鋼材ブレースの塑性変形能力との関係、シアコネクタによる合成効果の完全/不完全が合成梁の繰返し載荷性能に及ぼす影響、およびコンクリートの自己収縮が CFT 柱と H 形鋼梁の接合部パネルに及ぼす影響を明らかにするため、模型載荷実験により検証した。初計画では、主として角形鋼管ブレースに対する変形性能評価モデルの妥当性を検証することを予定していたが、現状の研究情勢を俯瞰し、以上に示した実験計画を推進した。なお、詳細な実験条件および解析条件については、資料の読みやすさを優先し、研究成果に記す。

4. 研究成果

(1) 鋼構造物の限界性能を検証できる数値解析プログラムの整備

鋼構造物の限界性能を検証するため、繰返し載荷を受ける角形鋼管ブレースを対象に、文献 1) に示した結果を発展させた成果を記す。図 1 に、局所に塑性ひずみ (歪) が集中したときの挙動を示す。図中の l_b がシェル要素の幅で t はシェルの厚さを示す。軸方向のひずみは最大で 0.9 に達し、比 l_b/t を 0.5 より小さくしても、局所における最大ひずみの大きさに変化は見られなかった。これより、角形鋼管ブレースの局所におけるひずみを議論するためには、シェル要素を鋼管厚さの 0.5 倍程度と

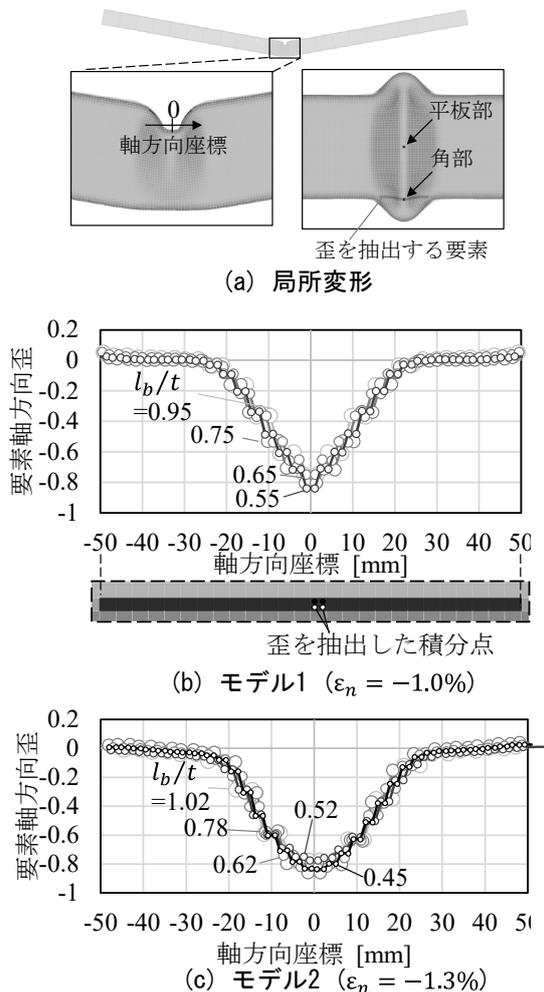


図 1 局所変形箇所における歪分布

設定する必要があると考えられる。図 2 に局所におけるひずみの解析結果と、文献 2) で提示された評価式との対応結果を示す。文献 2) の手法は円形鋼管を対象としていたため、角形鋼管に準用するためには、以下の仮定を設ける必要がある。1) 塑性ひずみが集中する局所の領域を、局部座屈半波長の 0.5 倍とする。2) 局所における最大の相当塑性ひずみは、局所領域の平均ひずみの 4 倍とする。3) 角部における相当塑性ひずみを平板部の 2 倍とする。4) 局所の周方向、板厚方向のひずみは、それぞれ軸方向の 0.1 倍、1.0 倍とする。図 2 に 1) から 4) の仮定を設けて文献 2) の手法で得た局所ひずみを、解析結果と併せて示す。評価式は、解析で最大値を示した角部の局所ひずみを概ね捉えられ、以上に述べた設定で、角形鋼管ブレースの塑性ひずみが集中する局所ひずみを捉えることができると考えられる。

(2) 既知の実験結果をデジタル化し定量的な評価するデータベースを整備

文献 3) で記した成果を示す。収集した総計 529 体の鋼材ブレース試験体のうち、H 形鋼、円形鋼管、角形鋼管の試験体総数は 406 体で、全体の 8 割を占め、これらの断面では幅・静が 14.0 mm から 305 mm、厚さは 1.4 mm から 13.0 mm に分布した。図 3 に、H 形鋼、円形鋼管、角形鋼管の断面を対象に、ブレースの幅厚比・径厚比と細長比 KL/i との関係を示す。H 形鋼はフランジ幅厚比を採用した。角形鋼管は幅とせいがある同一の試験体のみ対象とした。有効座屈長係数 K を、両端ピン接合、両端固定接合、一端ピン他端固定接合それぞれの場合で 1.0、0.5、0.7 とした。両端をガセットプレートで接合した例では、ガセットプレートを長さのない回転バネで置き換え固有値計算より K を算定した。Small Section と示した断面幅 100 mm 以下の試験体は、実建物で適用されるブレースより薄く、降伏強度が鋼材規格の実勢値より高くなりがちで、ブレースの性能としてこれらの試験体を参照する際は注意を要する。本報では、Small Section を除いた試験体について論じる。有効細長比は 30 から 120 の間に集中した。文献 4) を参照し、降伏強度の期待値 R_y, F_y を 300 N/mm^2 とし、Highly ductile に分類される断面の幅厚比・径厚比の制限値を、図中に点線で示す。材料強度の規格値が 235 から 250 N/mm^2 の例を「L」、290 から 500 N/mm^2 の例を「H」と示す。H 形鋼と、「L」の円形鋼管と、「H」の角形鋼管の試験体のうち 7 割は、 $R_y, F_y = 300 \text{ N/mm}^2$ の制限値を満たした。H 形鋼と、「H」の角形鋼管のうち 7 割は満たしておらず、これらのブレースに関しては Highly ductile に分類される実績がほぼない。

図 4 で示したブレース試験体のうち、Small Section でない試験体を対象として、ブレースの座屈後耐力 σ_u と圧縮耐力の比と、図 2 に示した短縮量 ϵ_c の関係を示す。図中の「1st」、「2nd」、「3rd」はそれぞれ同一振幅の 1、2、3 回目の載荷時における座屈後耐力を表す。載荷回数が増えるにつれ、座屈後耐力が低下した。設計規準によっては、ブレースの座屈後耐力を座屈耐力の評価値の 0.3 倍とすることを許容している。本報で対象とした実験結果では、短縮量 ϵ_c が 2% を上回ると座屈後耐力が評価値の 0.3 倍を下回る例が多い。ブレースが、短縮量 $\epsilon_c \geq 2\%$ に相当する振幅を 2 回以上受ける場合は、座屈後耐力を評価値の 0.3 倍以下に設定すべきかもしれない。

文献 5) に示した通り、純鋼梁の全塑性耐力 M_p に対する実験で測定した合成梁の最大耐力 M_{max} の比 M_{max}/M_p は、1.09 から 3.24 の範囲に分布した。寸法比 t/D をみると、0.11 から 0.34 の範囲に分布した。 t/D が大きいほど、 M_{max}/M_p が大きい傾向が見られた。また、破壊モードに着目すると、破断と比べ局部座屈のほうが M_{max}/M_p が大きかった。次に、(b) に示したを見ると、0.30 から 1.00 の範囲に分布し

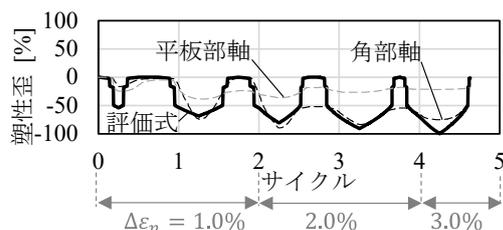


図 2 局所ひずみの推移

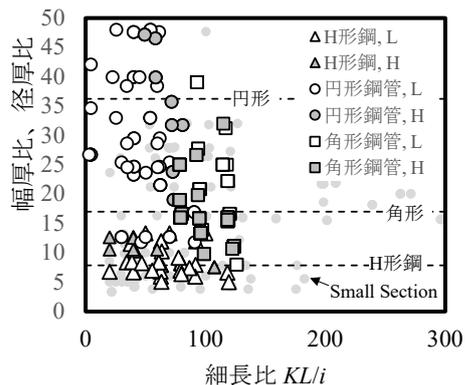
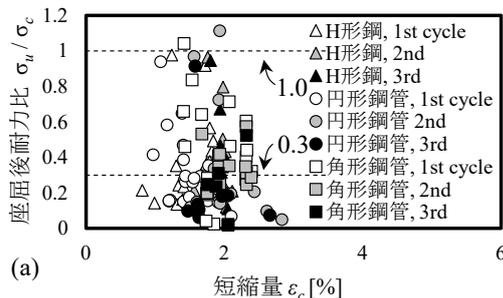
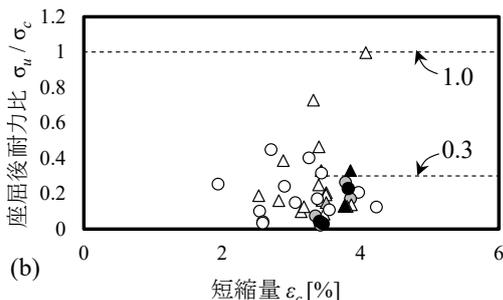


図 3 幅厚比・径厚比と細長比の関係



(a)



(b)

図 4 座屈後耐力 σ_u/σ_c と短縮量 ϵ_c の関係 :

た。 cC_sT と M_{max}/M_p との相関係数 0.62 は、 t/D と M_{max}/M_p との相関係数 0.58 より大きい値であった。

文献 6) で示した CFT 柱のデータベースの概要を示す。文献 7) の第 1 編 2 章 2 節と第 1 編 3 章 2 節で引用された実験を鋼管の細長比 L_k/r について整理した。 $L_k/r \leq 15$ の実験例が多く、特に $L_k/r = 5$ 前後に集中していた。 L_k/r が小さい実験例が多いのは、CFT 研究の黎明期は、短柱範囲にしぼった試験体がほとんどであったこと、また、実験環境や経済性の制約のためだと考えられる。図 5 に、2008 年 5 月号から 2020 年 12 月号までに、文献 8) に記載された性能評価シートから抽出した、超高層建築物や免震構造建築物に用いられた CFT 柱の L_k/r を示す。有効座屈長さ L_k は階高とした。性能評価シートに 2 階以上の階高が記載されていない場合は、1 階階高で代表した。実物件では $L_k/r = 20$ 前後が多い。

$L_k/r = 57.6$ の円形 CFT 柱の例もあるが、これは柱の外径が 216 mm と極端に小さい例で、構造的に主要な役割を果たす柱とは考えられない。

(3) 模型載荷実験により未解明の変形性能評価モデルの精度の検証

文献 9) で報告した鋼材ブレースの模型載荷実験について概要を記す。図 6 に、代表的な試験体について荷重-変形関係を示す。下の横軸はブレースの変形量を全長で除した短縮量を、上の横軸は軸変形を示す。太短い円形鋼管ブレースの試験体 2 は、短縮量の載荷振幅 1.5% の 1 回目で全体座屈を生じ、3.0% の 2 回目で破断した。一方、試験体 2 とほぼ同程度の細長比を有する角形鋼管ブレースの試験体 5 は、載荷振幅 0.4% の 1 回目で全体座屈せず局部座屈を生じ、2.0% の 1 回目で破断した。建築基準法では、鋼材ブレースの塑性変形能力は細長比が小さいほど大きいと規定されている。試験体 2 および試験体 5 はともに細長比が同程度であるが、鋼構造限界状態設計指針・同解説で設定されている塑性変形能力の高い柱材の幅厚比制限値と比べると、試験体 2 の径厚比は制限値に近く、試験体 5 の幅厚比はわずかに大きい。試験体 2 と試験体 5 は両者ともわが国で一般流通している規格材であるため、建築基準法におけるブレースの規定で、細長比だけでなく幅厚比にも制限値を設けるべきではないかと疑問符がつく。試験体 10 は、細長比は 40 ほどであり、建築基準法によると BB ランクに分類されるため、一定の塑性変形能力を期待できるとされているブレースである。図 6(c) の結果を見ると試験体 10 は、載荷振幅 0.4% で局部座屈を生じた後、0.6% で破断したため、保証設計でこの類のブレースを採用する場合は注意を要すると考えられる。

文献 10) で報告した合成梁の模型構造実験について記す。中層鋼構造建築物を想定し、柱梁接合部を抽出したト形架構の試験体を 4 体製作した。柱の両端を単純支持し、梁の自由端側を容量 ± 2000 kN の油圧ジャッキに接続し繰返し載荷した。図 7 の横軸に、試験体のシアコネクタの本数を、AISC¹²⁾で完全合成梁にするために必要なシアコネクタの本数で除した合成率を示す。純鋼梁を想定し合成率 0 で $M_{max} = cM_u$ ⁴⁾とした点と、合成率 1 で $M_{max} = cM_u$ となる点を結び、破線で示す。実測値で算定した AISC 規準⁴⁾の合成率と M_{max}/cM_u との点は、破線に近い値を示した。

文献 13) に記したコンクリート充填鋼管 (CFT) 柱と H 形鋼梁の接合部パネルの載荷実験について概要を示す。CFT 柱パネルの繰

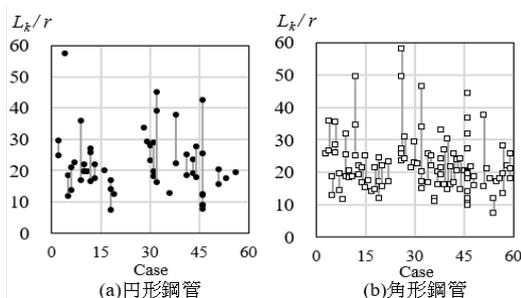


図 5 日本で建設された物件の CFT 柱の L_k/r

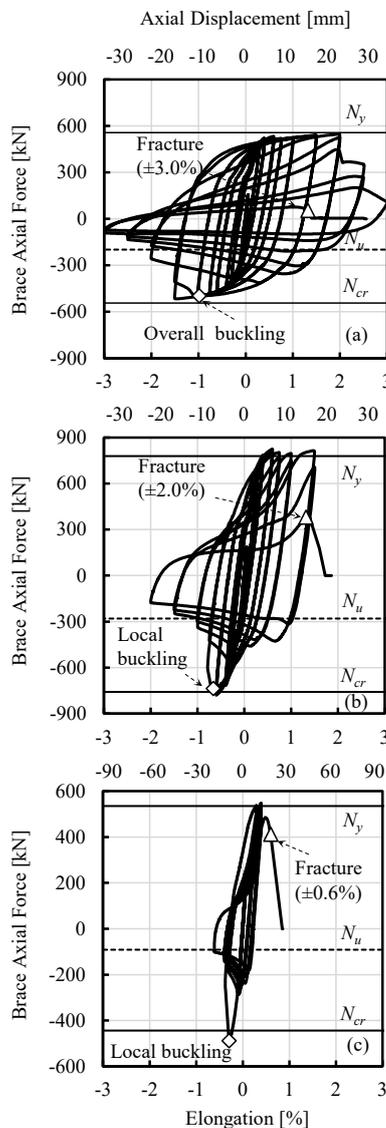


図 6 ブレースの荷重-変形関係

(a) 試験体 2; (b) 試験体 5; (c) 試験体 10

返し荷荷性能を検証するために、図 11 に示す、CFT 柱と純鋼梁の十字形試験体を 2 体製作した。CFT 柱パネル内のコンクリートの自己収縮を観察するために用意した模型実験の試験体と同時に、同バッチのコンクリート（設計基準強度 60 N/mm²）を充填した。柱梁接合部は通しダイアフラム形式で、ダイアフラム鋼板の上下の充填具合をカメラで確認しながら、上からコンクリートを打設した。柱パネルの角形鋼管は、模型実験の縮小パネルと同じとした。反曲点に相当する位置で、柱の上下端と梁の左右端をローラーまたはピン支持した。柱軸力をかけず、水平方向に繰返し荷荷した。コンクリートの打設後、3 か月間、外気温と近い環境下で養生した。荷荷履歴には、米国 AISC⁴⁾の規定を準用した。実験当日、縮小パネルの測定結果に基づいて、普通タイプの十字形試験体は、柱パネル内の両側に 0.04 mm の空隙を生じていたと考えられる。図 9(a)に、十字形試験体について、頂部の荷重 P と層変形角 R の関係を示す。振幅 0.015 rad の正側 1 回目で、コンクリートが圧壊して生じたと推定される爆裂音を確認した。振幅 0.03 rad で正負両側とも最大耐力に達したあと、振幅の増大につれて徐々に耐力が低下した。図 9(b)に、柱パネルに作用するせん断力とせん断変形角 $\rho\gamma$ の関係を示す。CFT 柱パネルの最大せん断耐力は 2.09×10^3 kN で、指針 1) に基づく終局耐力の 1.2 倍であり、既往実験と遜色なかった。

<引用文献>

- 1) 岩佐郁希、松井良太、岡崎太郎、竹内 徹 (2021) 角形鋼管ブレースにおける局部に集中した塑性歪の数値解析的検討、日本建築学会北海道支部研究報告集、No. 94、pp.47-50
- 2) Takeuchi T, Matsui R (2011) Cumulative deformation capacity of circular tubular braces under local buckling, Journal of Structural Engineering, Vol. 137, pp.1311-1318
- 3) 松井良太、岡崎太郎 (2023) 繰返し荷荷を受ける鋼材ブレースの耐力、日本建築学会学術講演梗概集（採用決定）
- 4) AISC (2016) Seismic Provisions for Structural Steel Buildings
- 5) 高橋裕人、松井良太、岡崎太郎 (2020) 梁端の局部座屈または破断で最大耐力が決まる合成梁の耐力と変形性能、日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)、構造 III、pp.737-738
- 6) 吉田紘太郎、松井良太、岡崎太郎 (2021) コンクリート充填鋼管柱の実験例と実用例に関するデータベース、日本建築学会北海道支部研究報告集、No. 94、pp.70-73
- 7) 日本建築学会 (2008) コンクリート充填鋼管構造設計指針
- 8) 日本建築センター：ビルディングレター、No.509 (2008.5)～No.660 (2020.12)
- 9) Raheem Ibrahim Abiodun, Ryota Matsui, Ilanildo Dias, Taichiro Okazaki (2022) Cyclic loading behavior of squat steel braces Part I Test program and results. 日本建築学会北海道支部研究報告集、No. 95、pp.31-34
- 10) 日本建築学会 (2010) 鋼構造限界状態設計指針・同解説
- 11) 松井良太、高橋裕人、岡崎太郎、西村康志郎 (2021) デッキ合成スラブの仕様に着目した合成梁の荷荷性能、日本建築学会北海道支部研究報告集、No. 94、pp.39-42
- 12) AISC (2016) Specifications for Structural Steel Buildings
- 13) 太田真滉、松井良太、吉田紘太郎、岡崎太郎、丸山一平 (2023) コンクリートの自己収縮が CFT 柱梁接合部パネルの繰返し荷荷性能に与える影響、日本建築学会北海道支部研究報告集（採用決定）

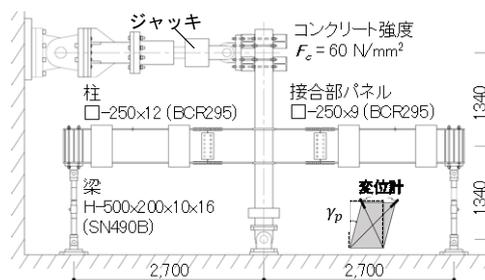


図 8 CFT 柱パネルの仕様とセットアップ

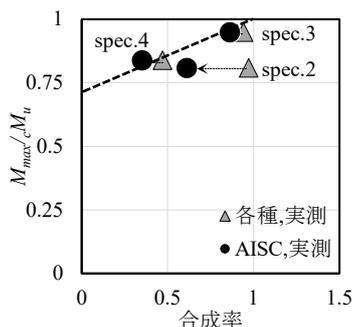


図 7 合成梁の最大耐力と合成率の関係

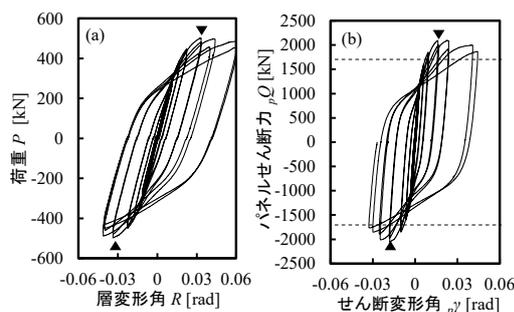


図 9 十字形試験体結果：

(a) 荷重-層変形角；

(b) 柱パネルせん断力-変形角

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計26件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 R. Matsui, Y. Zhang, T. Okazaki, T. Takeuchi
2. 発表標題 A database for steel braces with respect to inelastic strength and ductility capacity
3. 学会等名 The 10th International Conference on the Behavior of Steel Structures in Seismic Areas, Proceedings (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 RAHEEM Ibrahim Abiodun, MATSUI Ryota, Dias Ilanildo, ABE Yoshihiro, OKAZAKI Taichiro
2. 発表標題 Cyclic Loading Performance of Squat Brace -Part 1 Test program and results-
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 阿部祥大, 松井良太, ラヒーム イブラヒム, ディアス イラニルド, 岡崎太郎
2. 発表標題 太短い鋼材ブレースの繰返し載荷性能 その2 細長比に着目した比較と数値解析による再現
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松井良太, 阿部祥大, 岡崎太郎
2. 発表標題 太短い鋼材ブレースの繰返し載荷性能 その3 数値解析による現行規定の検証
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 外山寛太郎, 松井良太, 岡崎太郎, 西村康志郎
2. 発表標題 有効幅に着目したデッキプレート付合成梁の繰返し載荷性能の分析
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Raheem Ibrahim Abiodun, Ryota Matsui, Ilanildo Dias, Taichiro Okazaki
2. 発表標題 Cyclic loading behavior of squat steel braces Part I Test program and results
3. 学会等名 日本建築学会北海道支部研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 阿部祥大, 松井良太, 岡崎太郎
2. 発表標題 太短い鋼材ブレースの繰返し載荷挙動
3. 学会等名 日本建築学会北海道支部研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 外山寛太郎, 松井良太, 岡崎太郎, 西村康志郎
2. 発表標題 有効幅に着目したデッキプレート付合成梁の繰返し載荷性能の数値解析的検討
3. 学会等名 日本建築学会北海道支部研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉田紘太郎, 松井良太, 岡崎太郎
2. 発表標題 軸力と曲げを受けるコンクリート充填鋼管柱に関するデータベース
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松井良太, 高橋裕人, 岡崎太郎, 西村康志郎
2. 発表標題 デッキプレート付合成梁の繰返し載荷実験 その1 実験計画と実験結果
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋裕人, 松井良太, 岡崎太郎
2. 発表標題 デッキプレート付合成梁の繰返し載荷実験 その2 考察
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋直哉, 松井良太, 岡崎太郎, 高橋典之
2. 発表標題 デッキプレート付合成梁の繰返し載荷実験 その3 画像による損傷の分析
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩佐郁希, 松井良太, 竹内 徹, 岡崎太一郎
2. 発表標題 角形鋼管ブレースにおける局部に集中した塑性歪の数値解析的検討
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ZHANG Yiyue, 松井良太, 岡崎太一郎, 竹内 徹
2. 発表標題 耐力および塑性変形性能に着目したH形断面・中空円形・中空角形ブレースのデータベース
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田紘太郎, 松井良太, 岡崎太一郎
2. 発表標題 コンクリート充填鋼管柱の実験例と実用例に関するデータベース
3. 学会等名 日本建築学会北海道支部研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩佐郁希, 松井良太, 岡崎太一郎, 竹内 徹
2. 発表標題 角形鋼管ブレースにおける局部に集中した塑性歪の数値解析的検討
3. 学会等名 日本建築学会北海道支部研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松井良太, 高橋裕人, 岡崎太一郎, 西村康志郎
2. 発表標題 デッキ合成スラブの仕様に着目した合成梁の載荷性能
3. 学会等名 日本建築学会北海道支部研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋裕人, 松井良太, 岡崎太一郎
2. 発表標題 梁端の局部座屈または破断で最大耐力が決まる合成梁の耐力と変形性能
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Okazaki Taichiro, Seki Akiri, Matsui Ryota, Nagae Takuya
2. 発表標題 Fracture Simulation of Beams in a High-Rise Building Subjected to Long Period Ground Motion Part 2 Monte Carlo Simulation over Fatigue Parameter
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡井悠介, 松井良太, 岡崎太一郎
2. 発表標題 文献情報から純鋼梁および合成梁の変形性能を定量的に把握する一手法
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岩佐郁希, 松井良太, 竹内 徹, 岡崎太一郎
2. 発表標題 局部座屈を伴う角形鋼管ブレースの累積変形性能
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Dias Ilanildo, Okazaki Taichiro, Matsui Ryota, Asari Tetsuhiro
2. 発表標題 A Design Procedure for Japanese Steel Chevron Braced Frames
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Zhang Yiyue, 松井良太, 岡崎太一郎, 竹内 徹
2. 発表標題 鋼材ブレースの構造性能に関するデータベース
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sekii Akiri, Okazaki Taichiro, Matsui Ryota, Nagae Takuya
2. 発表標題 Numerical Evaluation of Seismic Capacity of High-Rise Building Subjected to Long Duration Earthquakes Part 2 Force-Based Element for Steel beams Considering Strength Degrading
3. 学会等名 日本建築学会北海道支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Zhang Yiyue, 松井良太, 岡崎太郎, 竹内 徹
2. 発表標題 耐力に着目した鋼材ブレースのデータベース
3. 学会等名 日本建築学会北海道支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岩佐郁希, 松井良太, 竹内 徹, 岡崎太郎
2. 発表標題 局部座屈を伴う角形鋼管ブレースの累積変形性能
3. 学会等名 日本建築学会北海道支部研究発表会
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	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	竹内 徹 (Takeuchi Toru) (80361757)	東京工業大学・環境・社会理工学院・教授 (12608)	

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