

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17H03338

研究課題名（和文）鋼構造薄板化部材の実条件考慮型安定性評価と適用拡大志向型設計手法

研究課題名（英文）Stability evaluation of thin plate steel structure members considering actual conditions and application-oriented design method

研究代表者

五十嵐 規矩夫（Ikarashi, Kikuo）

東京工業大学・環境・社会理工学院・教授

研究者番号：40242292

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、薄板化鋼構造部材の終局状態における実保有性能の評価とその合理的な設計法を確立することを目的としている。具体的には、構成板要素が薄板化された鋼構造部材は座屈不安定現象により部材の保有性能が左右されることから、その挙動を把握、解明することで、弾性座屈耐力から終局耐力算定までの新たな薄板部材設計法を提案したものである。

加えて、薄板化鋼構造部材の不安定性状に大きな影響を及ぼす部材が取り付く箇所の形状・境界条件および補剛スチフナ等の関係性に言及した上で、より合理的な薄板化鋼構造部材の開発、周辺部材との関わりを考慮した合理的な設計法につながる成果を示している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は実部材に近いモデルの検討を通して、周辺境界条件を考慮した鋼構造部材の実挙動を検討したものである。この結果は塑性ヒンジが形成される最も重要な箇所の合理的かつ適切な設計手法を与えるとともに、設計基準、規準、指針等に取り入れられることで、座屈設計手法の高度化に貢献することができる。

また、本研究の成果を応用することにより、適材適所においてさらなる部材構成板要素の薄板化も可能となり、経済的、人為的な省力化に繋がっていく。本研究の成果は、不安定挙動の評価法および設計法の確立という学術発表ばかりでなく、薄板利用を促進による薄板市場の裾野拡大に繋がり、産業界にとってもその恩恵は大きい。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to evaluate the actual performance of thin plate steel structural members in the ultimate state and to establish a rational design method. In particular, the performance of steel structural members composed of thin plates depends on the buckling instability phenomenon. A new thin plate member design method was proposed to calculate the elastic buckling strength and the ultimate strength by grasping and clarifying its behavior.

Furthermore, the relationship between the end shape, boundary conditions, and stiffening stiffener, which has a great influence on the instability of thin steel structural members, was shown. From the results, the rational design method considering the more rational development of thin steel structural members and the relation with surrounding members was shown.

研究分野：工学，建築学，建築構造・材料

キーワード：建築構造 鋼構造 座屈 薄板 境界条件 荷重条件 断面形状 塑性変形能力

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 鋼構造部材の性能を決定づける要因の一つに構成板要素の局部座屈がある。研究代表者はこれまでの研究において、現行の設計体系においてその使用可能範囲よりも薄板からなる部材を耐震部材として使用できる可能性に言及し、その設計手法を提案してきている¹⁾。さらに、これまでの研究成果から、構成板要素が弾性範囲内において座屈したとしても、応力再配分や周辺要素からの拘束により急激な耐力低下をすることなく、場合によってはかなり高い座屈後耐力が期待できることも明らかにされている。この座屈後耐力を積極的に活用することで、薄板化部材の合理的な設計が可能になるが、H形断面部材の設計においては、その性状が明確ではなく、設計法も確立されていない²⁾。

(2) また鋼構造の梁端部には様々な形状が用いられる。例えば、図1に示す梁端部フランジの拡幅、梁せいのテーパ化³⁾などである。これらは、いずれも局部座屈とは異なる要因に対する手立てとして行われるものであるため、部材の局部座屈挙動に対しては十分に検討されているとはいえず、現行の幅厚比規定などの設計規範が適用できるかどうかも曖昧なまま設計が行われている。

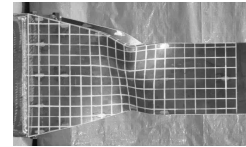


図1 フランジ拡幅断面

(3) さらに、塑性ヒンジが形成される部材端部における局部座屈の発生を、部材構成板要素の板厚を厚くすることなく抑制、遅延させることで部材の塑性変形能力向上させることを目的としてスチフナによる補剛を施す場合がある⁴⁾。現在ではいまだ適切なスチフナ配置、形状についての設計手法は確立されているとはいえず、研究代表者は、このような問題に対する基礎的検討⁵⁾、⁶⁾を図2に示すように行っており、具体的な設計手法の確立に向けた基盤は整っている。

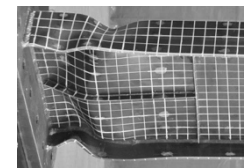


図2 端部スチフナ補剛

(4) また鋼構造部材は、構造要素として他の部材とお互いに接合される。例えば、角形断面柱に接続されたH形断面梁では、伝達応力の不均衡により局部座屈性状が変化する。この接合形式は接合部近傍の局部座屈性状に影響を及ぼすだけでなく、部材全体の不安定現象にまで影響を及ぼす。実部材では様々な接合方式が用いられるため、これらの効果を定量的に評価した部材不安定現象の解明も、座屈設計の高度化、合理化という観点で重要である。

2. 研究の目的

(1) 本研究の目的は、さらなる薄板化部材の座屈挙動を解明し、新たなる設計法の確立とそれに伴う周辺境界条件の影響、補強・補剛方法の影響を考慮した合理的な設計法を構築することである。本研究を遂行するにあたり、以下に示す5つのサブテーマから本研究を構成し、個々のテーマを融合させながら3年間の研究期間で、本研究を総合的に完結させる。

- ① 薄板H形断面構成板要素の弾性局部座屈後挙動と終局耐力設定法
- ② 部材端部形状が局部座屈性状に及ぼす影響と塑性ヒンジ保有性能の評価
- ③ 部材端部スチフナ補剛による部材保有性能の向上効果とその設計手法
- ④ 部材接合方式に起因する座屈性状の定量的評価とその設計手法
- ⑤ 各種境界条件および補剛形式が部材の連成崩壊性状に及ぼす影響の解明

(2) サブテーマ①～③は、H形断面梁自体を対象に、薄板化部材を用いた座屈設計法の高度化と合理化を図ることを目的としている。これらを踏まえて、サブテーマ④、⑤では、部材が接合される相手側の影響とその相互効果を検討する。研究代表者がこれまで構築してきた薄板座屈設計への取組みを適応、応用することで、必ずしも適切かつ合理的な設計が行われているとはいえず、接合方式、部材端部の影響を考慮することで、部材の実保有性能を解明し、鋼構造部材の合理的な座屈設計手法の提案につなげる。

3. 研究の方法

(1) 本研究では研究目的に記載の5つのサブテーマを設けてそれらの関連を取りながら、研究目的を達成する。本研究は、詳細な載荷実験に基づく、鋼構造部材の不安定座屈挙動の解明、安定性評価から始め、補剛形式と接合部との関わりを考慮した検討と性能評価を通して、設計法の提案及び効果的な部材端部形状、補剛形態を提案していく。その際、研究の進捗状況確認および成果の妥当性検証のための体制も整えてあり、適宜適切な助言および検証の内容を研究の進捗に反映できる研究体制としてある。

(2) 「薄板H形断面構成板要素の弾性局部座屈後挙動と終局耐力設定法」

本サブテーマではH形断面構成板要素が弾性座屈した後の部材挙動に着目し、その終局状態を明確にした上で終局耐力設計手法を確立する。このH形断面構成板要素特にウェブ要素が極薄の場合の座屈特性および終局状態を解明するための載荷実験を計画した。試験体の予測崩壊座屈モードは、フランジ局部座屈、ウェブ局部座屈、それらの連成局部座屈の3つの領域になるように設定している。この座屈モードの計測のための設備備品として2次元レーザー変位計

測装置を設置した。あわせて理論解析、数値解析を行い、構成板要素の幅厚比および応力状態を考慮した詳細な弾性局部座屈耐力および終局耐力算定を行なった。

(3) 「部材端部形状が局部座屈性状に及ぼす影響と塑性ヒンジ保有性能の評価」

部材端部において通常とは異なる形状を有する場合、これまでの規定値が十分か不十分かですら明確でない。ここでは、フランジ拡幅タイプ、ウェブテーパタイプの H 形断面梁試験体を作成し、その載荷実験を計画した。特徴的な形状を抽出した上で載荷実験を行い、その周辺は数値解析で検証した。これらの検証を通して、通常形状の部材と比較して、力学性状に及ぼす影響を整理し、簡易設計が行えるように、通常部材からの安全率あるいは余裕率を端部形状および接合部形状に応じて算定した。

(4) 「部材端部スチフナ補剛による部材保有性能の向上効果とその設計手法」

安定的な塑性ヒンジ形成が必要とされるのは部材端部のみであり、部材中央部分においては比較的薄板で形成することが可能であるという考えのもと、必要位置にスチフナで補剛することにより、部材の塑性変形能力向上を図ることを目的とし、スチフ設計の定量化、合理化を目指した検討を進めた。載荷実験を通して、部材に作用する応力状態、部材構成板要素との関係で適切なスチフナ配置、剛性、長さを決定するための設計法を提示した。

(5) 「部材接合方式に起因する座屈性状の定量的評価とその設計手法」

近年では角形断面柱に梁が取り付く場合が多く、その場合の構成板要素は固定端部に取り付く場合の応力状態とは異なり、構成板要素の座屈性状が変化する。またエンドプレートによるボルト接合形式の梁では、角形断面柱に取り付く場合とは異なる現象が現れる。これら、部材単独では扱えない接合条件との関連を考慮した局部座屈に基づく部材端部塑性ヒンジ性能を検討した。ここでは接合部形式に見合った周辺部材の座屈設計法を載荷実験および数値解析を通して提示した。

(6) 「各種境界条件および補剛形式が部材の連成崩壊性状に及ぼす影響の解明」

理想的な境界条件下での連成座屈性状は明らかになりつつあるが、さらなる部材座屈設計の高度化、合理化を目指すためには、端部境界に応じた実挙動を検討する必要がある。これまでの全サブテーマの成果を統合し、有機的な連携を通して、総合的、統一的な本研究成果および設計手法に向けた方向性の妥当性を確認した。

4. 研究成果

(1) サブテーマ 1 に関連し、H 形断面部材構成板要素の基本要素であるフランジ板要素が面内曲げを受ける場合を対象に、エネルギー法を用いた弾性座屈解析、載荷試験結果およびそれらを補完する数値解析の結果を一般化幅厚比によって整理することで、弱軸曲げを受ける H 形断面および溝形断面別に最大耐力、弾性座屈耐力、塑性変形能力を把握した。また同時に現行規準の幅厚比制限値の評価法の確認および断面別に幅厚比制限値の提案を行った。

(2) 図 3 に示すように、弱軸 H 形断面の降伏モーメントを確保するための幅厚比制限値の理論的な最低値 0.87 を得ることができた。この値は現行規準の制限値 0.53 を大幅に確保している。また溝形断面の幅厚比制限値は、いずれも大きく制限値 0.53 を上回っていた。塑性変形能力で性能を見た場合、H 形断面は引用文献 (2) に示されている幅厚比制限値 0.33 を緩和できる可能性を示し、溝形断面は現行規準で適切に評価可能であることを示した。

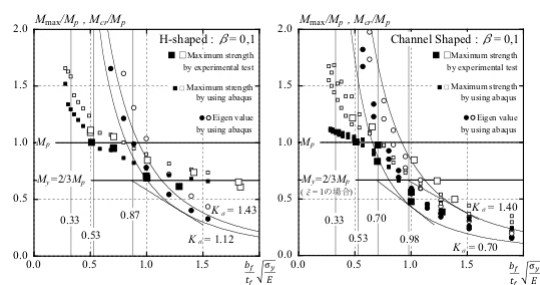


図 3 幅厚比制限値

(3) さらに、曲げせん断力を受ける H 形断面の梁としての最大耐力に影響を及ぼす因子について検討しその結果をもとに静載荷実験を行った。その上で、弾性座屈後の最大耐力に及ぼす影響因子や梁の局部座屈性状に及ぼす影響因子を明らかにした。曲げ型の断面では有効幅の概念を基に、応力状態を考慮して弾性座屈後の最大耐力算定法について提案した。せん断型の断面では不完全斜張力場理論の概念に従い、弾性座屈後の最大耐力算定法について提案した。曲げ型、せん断型とも一般化幅厚比を用いた簡易的な最大耐力を一次式で近似した。その対応を図 4 に示す。

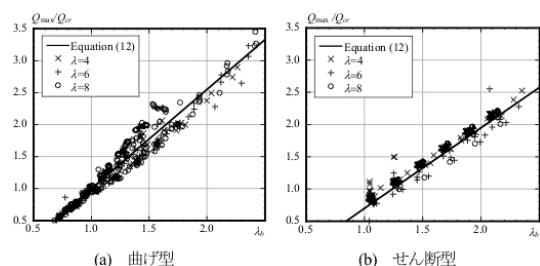


図 4 最大耐力評価

(4) 実験結果の最大耐力値と最大耐力算定値の比較より、算定式を用いて実部材もおおよそ評価できることを確認した。また、実験の断面は幅厚比が大きいため、弾性座屈を生じる断面は初期不整量が大きく、最大耐力に初期不整の影響を受けやすい。そのため、実験値の方が最大耐力より低い傾向になっていることを確認した。実部材で算定値より耐力低下する要因の一つである初期不整の影響について、2次元レーザ変位計および有限要素法解析を用いて、初期不整形が異なることを明らかにした。また、同じ初期不整量の場合、曲げ型よりもせん断型の方が最大耐力低下率が大きいことを明らかにした。

(5) サブテーマ2に関連し、片持ち梁形式の梁端部水平ハンチ付きH形断面梁について、最大梁幅や拡幅長さをパラメータとした数値解析を行い、等断面梁と比較してウェブ座屈応力度は変化せず、フランジ座屈応力度は減少することを示した。また、各板の弾性座屈応力度とハンチの角度から水平ハンチ付き梁を等断面H形断面梁に変換し、等断面梁の算定式から弾性局部座屈応力度を簡便に導出する手法を提案した。

(6) 梁端にフランジ拡幅を有する場合、その塑性ヒンジ形成位置が端部から離れるために、等断面梁に比べて最大耐力は上昇することを確認した。その荷重変位関係を図5に示す。また一方で等断面梁に対して塑性変形能力は低下する。ただし、拡幅長さが小さい場合には等断面梁と同様の挙動となる。ひずみ分布から、拡幅をもつ場合、拡幅内部の応力状態が等断面と異なることを示した。また、拡幅開始点において、その断面の変化からフランジ自由端側に応力集中が発生することを確認した。これらの影響から拡幅梁はフランジ座屈を生じやすくなり、塑性変形能力が低下するものと考えられる。

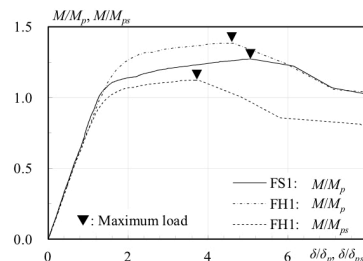


図5 荷重変位関係

(7) 梁端部鉛直ハンチ付きH形断面梁のハンチ起点部において下フランジからウェブに伝達される梁せい方向の直応力度も含め、数値解析を用いて応力度分布を提案した。一例を図6に示す。テーパ勾配を有するフランジが圧縮となる場合にはハンチ起点部に作用する梁せい方向圧縮応力度の影響が増加することでウェブクリッピングが発生しやすくなる。梁せい方向圧縮応力度の大きさを決定するハンチ梁形状係数 ρ を用いて弾性局部座屈耐力算定式を提案した。

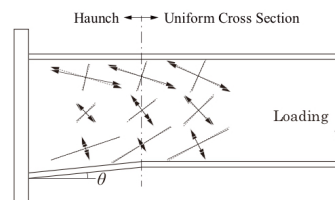


図6 ひずみ分布

(8) 鉛直ハンチ梁の大変形挙動について、ハンチ部における塑性化領域の拡がりを考慮した上で塑性ヒンジ形式を3種類に細分類した。鉛直ハンチ梁の部材性能評価にあたり、危険側となる場合が大半であるハンチ側フランジ圧縮時を対象に最大耐力および塑性変形能力を図7のように評価した。全塑性モーメントを確保するためには $\rho WF \leq 0.3$ 、塑性率4を確保するためには $\rho WF^2 \leq 0.18$ である必要があり、この範囲を超えて設計を行う場合はハンチ起点部にリブを設けるなどの補強を行う必要がある。

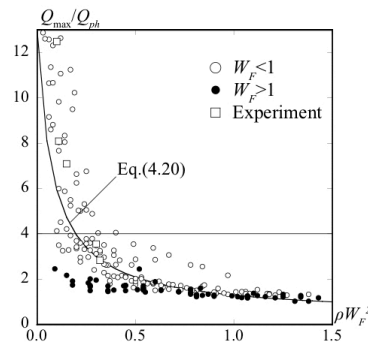


図7 鉛直ハンチ梁最大耐力

(9) サブテーマ3に関連し、エネルギー法によって水平スチフナを2段有するH形断面梁ウェブの応力勾配下における弾性座屈性状の考察を行った。各種パラメータが座屈耐力に及ぼす影響を水平スチフナ1段で補剛した場合と比較し、提案する水平スチフナ設計法に従いスチフナを2段で補剛することの意義を明らかにし、曲げせん断力を受ける薄板補剛ウェブの座屈耐力を決定づける主因子は曲げ剛比 γ であることを示した。さらに、効率的に補剛効果を得ることが出来るスチフナ最適剛比とそれにより全塑性モーメントを確保できるウェブ幅厚比範囲および水平スチフナにより補剛されたウェブの弾性座屈耐力の評価式および算定図表を、水平スチフナ段数と周辺境界条件ごとに検討し提案した。

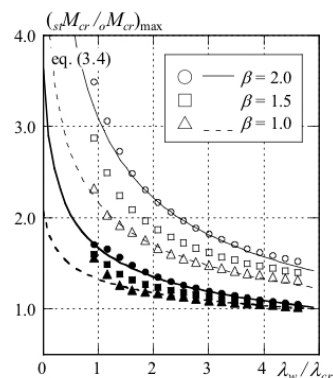


図8 スチフナ付き梁座屈耐力評価

(10) さらに、エネルギー法によって中間スチフナで補剛された上フランジ連続拘束H形断面梁に関して弾性座屈性状の考察を行い、スチフナ非補剛時の拘束梁にて変形が大きい箇所ほど中間スチフナの設置による横座屈耐力上昇は大きく、中間スチフナを一箇所のみ補剛する検討では、補剛を行っていない側の座屈により耐力が決定するため、応力勾配が大きく下フランジ圧縮領域が狭まるほど補剛効果は高くなるなどの知見を得た上で、図8に示すように新

たな評価指標 λ_{cr} を用いた弾性横座屈耐力評価式および局部座屈も考慮した算定法を検討した。また、中間スチフナによる補剛が横座屈に対し最も有効に作用するときの補剛位置を最適補剛位置と定義し、その位置およびその時の耐力上昇を評価した。さらに、提案式より得られる弾性横座屈耐力を用いて、中間スチフナで補剛された上フランジ連続拘束梁の塑性変形性能を検討した。

(11) サブテーマ4に関連して、図9に示すフラッシュ形エンドプレートにより接合されるH形断面梁の横座屈耐力について、接合部の最大耐力およびエンドプレートの離間状態の予測式を導出した。エンドプレートの離間状態を梁端部の境界条件に落とし込んだ上で、接合部の耐力と横座屈耐力より特定される横座屈に対する境界条件と横座屈発生の有無を確認する手法を提案し、本接合形式を有するH形断面梁の横座屈耐力の推定方法を示した。

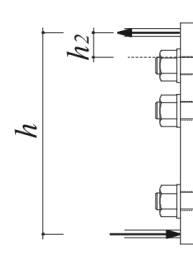


図9 フラッシュ形エンドプレート接合

(12) さらに、角形鋼管に接合されるH形断面梁および水平ハンチ梁を対象に、その局部座屈性状を精緻に把握した。端部詳細をパラメータとした静載荷実験を通して、角形鋼管柱に接合される梁の接合部付近のウェブ応力負担が理想的な固定端に比して小さいことを確認した。この影響により端部に塑性ヒンジが形成され、ウェブに局部座屈を生じる等断面梁は塑性変形能力が向上するものと考えられる。また角形鋼管柱に接合され、梁端にフランジ拡幅を有する場合、塑性ヒンジ形成位置が端部から離れるため、梁の挙動が端部形状の影響を受けにくくなることを確認した。

(13) 薄板軽量リップ溝形鋼組立梁について有限要素法による固有値解析から、端部境界条件が弾性座屈性状に与える影響を明らかにした。図10に示すように、端部境界がウェブのみで接合される場合は全断面で接合される場合より、材端部で変形が卓越するため座屈耐力が低下する。また、つづり間隔を大きくすると耐力が低下する場合があるが、既往の研究で用いられている低減率を考慮することで安全側の評価となることを確認した。さらに大変形解析結果より、端部境界条件が大変形挙動に与える影響を明らかにした。また、規定内のつづり間隔でも、端部境界でウェブのみが接合される場合はつづり材の抜け出しにより最大耐力が決定する場合があることを示した。

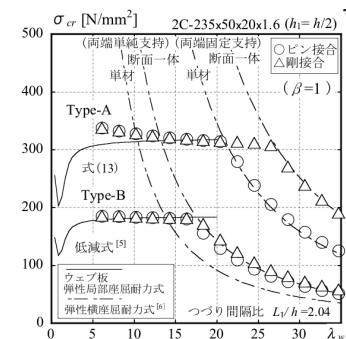


図10 薄板軽量リップ溝形鋼組立梁の座屈耐力

(14) サブテーマ5は、これまでの成果を統合し、構成板要素の局部座屈と部材全体の曲げ振れ座屈の連成座屈性状に部材端部性状が及ぼす効果を検討した。これまでに全サブテーマの成果を統合し、有機的な連携を通して、総合的、統一的な本研究成果および設計手法に向けた本研究成果の妥当性を確認した。理想的な境界条件下での連成座屈性状を再確認した上で、さらなる部材座屈設計の高度化、合理化を目指し、端部境界に応じた実挙動を整理した。

(15) なお、本研究成果の応用知見として、図11に示す表裏交差形式でスチフナ補剛された鋼板耐震壁の座屈耐力算定を行なった。まず、補剛平板を直交異方性平板として近似的に扱うことにより、補剛平板の弾性座屈耐力を算定する手法を提案した上で、周辺部材の面外剛性が補剛平板の弾性座屈耐力に及ぼす影響を把握した。さらに、周辺縦枠部材が取り付く鋼板耐震壁の静載荷実験を行い、周辺縦枠部材の形状因子が弾塑性挙動に及ぼす影響を確認した。



図11 耐震壁

<引用文献>

- (1) 基盤研究(B) (一般) (H23~25) 「鋼構造部材の強地震下における連成不安定挙動の解明と高度座屈設計法の確立」, 五十嵐規矩夫 (研究代表者)
- (2) 鋼構造座屈設計指針, 日本建築学会, 2018. 2
- (3) 鉛直ハンチを有するH形断面梁の座屈挙動に関する研究, 小野美貴, 増田浩志, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造III, pp. 883-884, 2015. 9
- (4) スチフナ補剛されたH形断面柱の高軸力下における塑性変形能力, 村林生朗, 聲高裕治, 日本建築学会近畿支部研究報告集, pp. 513-516, 2016. 6
- (5) 曲げせん断力を受ける補剛平板の弾性座屈性状と最適補剛剛性, 五十嵐規矩夫, 柳下義博, 日本建築学会構造系論文集, Vol. 80, No. 708, pp. 321-331, 2015. 2
- (6) 端部スチフナ補剛を施したH形断面梁の塑性変形能力, 五十嵐規矩夫, 宮崎暁, 一戸康生, 福田浩司, 小野潤一郎, 木村征也, 日本建築学会構造系論文集, Vol. 79, No. 705, pp. 1667-1675, 2014. 11

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 18件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 五十嵐規矩夫, 下村隼人, 安永準平, 植木卓也, 小野潤一郎, 大山翔也	4. 巻 767
2. 論文標題 スチフナ補剛された鋼板耐震壁の座屈性状に周辺部材が及ぼす影響	5. 発行年 2020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 141-150
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.3130/aijs.85.141	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 小橋知季, 五十嵐規矩夫, 清水信孝	4. 巻 755
2. 論文標題 曲げと圧縮が作用する薄肉長方形断面部材の弾性局部座屈耐力および最大耐力	5. 発行年 2019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 97-107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.3130/aijs.84.97	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 石田渉, 五十嵐規矩夫	4. 巻 27
2. 論文標題 曲げせん断力を受ける鉛直ハンチ梁H形断面梁の弾性局部座屈耐力	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 鋼構造年次論文報告集	6. 最初と最後の頁 129-134
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 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 篠原大貴, 五十嵐規矩夫	4. 巻 27
2. 論文標題 端モーメント及び等分布荷重を受けるH形断面梁の弾性横座屈耐力	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 鋼構造年次論文報告集	6. 最初と最後の頁 141-146
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 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 八馬秀, 和田直大, 五十嵐規矩夫, 岡田忠義	4. 巻 27
2. 論文標題 八角形中空断面部材の実挙動を考慮した塑性変形性能評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 鋼構造年次論文報告集	6. 最初と最後の頁 147-152
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 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 渡辺茜, 五十嵐規矩夫, 高橋大夢	4. 巻 27
2. 論文標題 リップ溝形鋼を用いた薄板軽量形鋼組立梁の座屈性状	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 鋼構造年次論文報告集	6. 最初と最後の頁 497-503
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 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 WANG Tao, IKARASHI Kikuo	4. 巻 83
2. 論文標題 STUDY ON ELASTIC SHEAR BUCKLING OF TRAPEZOIDAL CORRUGATED STEEL WEB	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Structural and Construction Engineering (Transactions of AIJ)	6. 最初と最後の頁 1193 ~ 1203
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.3130/aijs.83.1193	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 五十嵐規矩夫, 佐野達彦	4. 巻 749
2. 論文標題 H形断面梁の横座屈性状に及ぼす上フランジ拘束条件の影響	5. 発行年 2018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 1063-1073
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.3130/aijs.83.1063	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 小橋知季, 五十嵐 規矩夫, 清水信孝*3	4. 巻 83
2. 論文標題 隣り合う板要素の幅が異なる薄板軽量形鋼の弾性局部座屈耐力および最大耐力	5. 発行年 2018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 1051 ~ 1061
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.3130/aijs.83.1051	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 中嶋洋介, 五十嵐規矩夫	4. 巻 20
2. 論文標題 曲げせん断力を受ける幅厚比の大きなH形断面梁の座屈後耐力	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 鋼構造年次論文報告集	6. 最初と最後の頁 51-56
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 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 井川直大, 五十嵐規矩夫	4. 巻 20
2. 論文標題 上フランジ完全拘束H形断面梁に対する中間スチフナ補剛	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 鋼構造年次論文報告集	6. 最初と最後の頁 69-74
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 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 増田宏斗, 五十嵐規矩夫, 久保田大貴	4. 巻 20
2. 論文標題 端部境界条件を考慮した薄板軽量リップ溝形断面梁の座屈性状	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 鋼構造年次論文報告集	6. 最初と最後の頁 89-96
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 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 五十嵐規矩夫, 大西佑樹, 佐野達彦	4. 巻 745
2. 論文標題 上フランジを連続拘束されたH形断面梁の崩壊形式と塑性変形性能	5. 発行年 2018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 491-501
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.3130/aijs.83.491	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 安永隼平, 植木卓也, 村上行夫, 小野潤一郎, 木村征也, 大山翔也, 五十嵐規矩夫	4. 巻 743
2. 論文標題 表裏交差形式でスチフナ補剛された鋼板耐震壁の簡易設計法	5. 発行年 2018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 191-199
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.3130/aijs.83.191	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 松原宏志, 高橋順一, 池口義治, 五十嵐規矩夫	4. 巻 740
2. 論文標題 フラッシュ形エンドプレート接合形式を有するH形断面梁の崩壊挙動と横座屈耐力推定法	5. 発行年 2017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 1675-1685
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.3130/aijs.82.1675	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 五十嵐規矩夫, 吉澤克仁, 長谷川龍太	4. 巻 735
2. 論文標題 繰返し曲げせん断力を受けるH形断面テーパー梁の座屈形式と塑性変形性能	5. 発行年 2017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 723-733
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.3130/aijs.82.723	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 小橋知季, 中安誠明, 清水信孝, 菅野良一, 五十嵐 規矩夫	4. 巻 82
2. 論文標題 軸圧縮力が作用する薄肉八角形断面部材の局部座屈耐力	5. 発行年 2017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 713 ~ 722
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.3130/aijs.82.713	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 屋比久竜史, 五十嵐規矩夫	4. 巻 25
2. 論文標題 溝形断面突出フランジの面内曲げにおける安定性	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 鋼構造年次論文報告集	6. 最初と最後の頁 227-232
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 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 下村隼人, 五十嵐規矩夫	4. 巻 25
2. 論文標題 表裏交差形式でスチフナ補剛された鋼板の弾性座屈耐力	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 鋼構造年次論文報告集	6. 最初と最後の頁 898-903
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 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41件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 H. Matsubara, K. Ikarashi
2. 発表標題 PREDICTION METHODS OF POST LATERAL-BUCKLING MOMENT-ROTATION RELATIONSHIPS OF H-SHAPED BEAMS SUBJECTED TO MOMENT AT ONE END
3. 学会等名 12th Pacific Structural Steel Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shinohara, Daiki; Ikarashi, Kikuo
2. 発表標題 Elastic Buckling Strength of H-shaped Beams Subjected to End Moment and Uniformly Distributed Load
3. 学会等名 THE INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON STABILITY AND DUCTILITY OF STEEL STRUCTURES (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ishida, Wataru; Ikarashi, Kikuo
2. 発表標題 Local Buckling Strength of Vertical Haunch H-Shaped Beam Under Shear Bending
3. 学会等名 THE INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON STABILITY AND DUCTILITY OF STEEL STRUCTURES (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Igawa, Naoki; Ikarashi, Kikuo
2. 発表標題 Effect of Stiffener Position on Buckling Behavior of H-Shaped Steel Beam with Upper Flange Restraint
3. 学会等名 THE INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON STABILITY AND DUCTILITY OF STEEL STRUCTURES (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masuda, Hiroto; Ikarashi, Kikuo
2. 発表標題 Elastic buckling strength of lipped channel section beams restrained on upper flange subjected to bending
3. 学会等名 THE INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON STABILITY AND DUCTILITY OF STEEL STRUCTURES (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 面内曲げを受ける突出フランジ板要素の座屈耐力評価
2. 発表標題 屋比久竜史, 五十嵐規矩夫
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中嶋洋介, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 曲げせん断力を受けるウェブ幅厚比の大きなH形断面梁の弾性座屈後挙動および最大耐力算定法
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石田渉, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 曲げせん断力を受ける鉛直ハンチH形断面梁の弾性局部座屈耐力
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡辺茜, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 逆対称曲げを受ける薄板軽量リップ溝形鋼組立梁の座屈性状
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 篠原大貴, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 端モーメントおよび等分布荷重を受けるH形断面梁の弾性横座屈耐力
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 増田宏斗, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 等曲げを受ける薄板軽量リップ溝形断面梁の弾性座屈応力度に与える上フランジ拘束度合いの影響
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井川直大, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 横座屈を生じる上フランジ連続拘束H形断面梁の中間スチフナ補剛に関する基礎的検討
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本篤志, 松原宏志, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 境界条件を考慮したH形断面梁の横座屈後挙動の予測方法 その1 最大耐力前後の横座屈挙動と横曲げ応力
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松原宏志, 山本篤志, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 境界条件を考慮したH形断面梁の横座屈後挙動の予測方法 その2 捻じれ回転角と横変位の予測方法
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 下村隼人, 五十嵐規矩夫, 安永隼平, 小野潤一郎, 大山翔也
2. 発表標題 表裏交差形式でスチフナ補剛された鋼板耐震壁の弾性座屈耐力算定方法
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 五十嵐規矩夫, 下村隼人, 安永隼平, 小野潤一郎, 大山翔也
2. 発表標題 周辺縦枠部材がスチフナ補剛された鋼板耐震壁の弾塑性挙動に及ぼす影響
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toru Inaba, Kosuke Sato, Kikuo Ikarashi
2. 発表標題 Effect of Beam-End- Conditions on Local Buckling Behavior of H-Shaped Cross-Section Beams Subjected to Bending-Shear
3. 学会等名 Thin-Wall Structures, ICTWS2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tatsufumi Yabiku, Kikuo Ikarashi
2. 発表標題 Stability of Flange Plate Elements Subjected to In-Plane Bending
3. 学会等名 Thin-Wall Structures, ICTWS2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hayato Shimomura, Kikuo Ikarashi
2. 発表標題 Elastic Buckling Strength of Steel Plates Restrained by Cross Bracing
3. 学会等名 Thin-Wall Structures, ICTWS2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yosuke Nakajima, Kikuo Ikarashi
2. 発表標題 Strength of H-Shaped Beams with Large Web Depth-Thickness Ratio under Bending-Shear
3. 学会等名 Thin-Wall Structures, ICTWS2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 下村隼人, 五十嵐規矩夫, 安永隼平
2. 発表標題 周辺架構部材の面外剛性が鋼板耐震壁の座屈耐力に与える影響
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋大夢, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 薄板軽量リップ溝形鋼組立圧縮材の局部座屈性状に与える端部境界条件の影響
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 屋比久竜史, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 面内曲げを受ける突出フランジ板要素の座屈性状と幅厚比の関係
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中嶋洋介, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 曲げせん断力を受けるウェブ幅厚比の大きなH形断面梁の座屈後耐力
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松原宏志, 大島千鶴, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 境界条件を考慮したH形断面梁の横座屈後の荷重変形関係の予測方法 その1 横座屈後の挙動と抵抗モデル
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大島千鶴, 松原宏志, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 境界条件を考慮したH形断面梁の横座屈後の荷重変形関係の予測方法 その2 抵抗モデルの検証
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 増田宏斗, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 上フランジを拘束されたリップ溝形断面梁の曲げせん断力作用下における弾性座屈性状
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐野達彦, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 上フランジ拘束条件がH形断面梁の横座屈挙動に及ぼす影響
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井川直大, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 上フランジを完全拘束されたH形断面梁の座屈性状に及ぼすスチフナ補剛位置の影響
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小高弘慎, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 曲げせん断力を受ける梁端部水平ハンチ付きH形断面梁の弾性局部座屈性状
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Daimu Takahashi, Kikuo Ikarashi, Tomoki Kobashi
2. 発表標題 Elastic buckling strength of light-gauge built-up member from lipped C-section under compression
3. 学会等名 EUROSTEEL 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tatsuhiko Sano, Kikuo Ikarashi, Yuki Ohnishi, Daigo Shirai
2. 発表標題 The Experiment of H-shaped beams with continuous restraint on upper flange
3. 学会等名 EUROSTEEL 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 屋比久竜史, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 面内曲げを受ける突出フランジ板要素の弾性座屈解析
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高橋大夢, 五十嵐規矩夫, 小橋知季
2. 発表標題 端部境界条件を考慮した薄板軽量リップ溝形鋼組立梁の弾性座屈性状
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 池口義治, 松原宏志, 高橋順一, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 フラッシュ形エンドプレート接合形式の崩壊挙動とH形断面梁の横座屈に対する境界条件 その1 接合部の崩壊挙動
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松原宏志, 池口義治, 高橋順一, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 フラッシュ形エンドプレート接合形式の崩壊挙動とH形断面梁の横座屈に対する境界条件 その2 横座屈に対する境界条件
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐野達彦, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 中立軸上昇を考慮した上フランジ拘束を受けるH形断面梁の塑性変形性能
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 下村隼人, 五十嵐規矩夫, 安永隼平, 小野潤一郎
2. 発表標題 表裏交差形式でスチフナ補剛された鋼板の弾性座屈耐力
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 植木卓也, 植戸あや香, 難波隆行, 安永隼平, 村上行夫, 小野潤一郎, 木村征也, 大山翔也, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 鋼板耐震壁における補剛スチフナの設計合理化に関する検討 その1 塑性座屈を考慮した座屈耐力検証
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 植戸あや香, 植木卓也, 難波隆行, 安永隼平, 村上行夫, 小野潤一郎, 木村征也, 大山翔也, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 鋼板耐震壁における補剛スチフナの設計合理化に関する検討 その2 塑性座屈を考慮した塑性変形性能検証
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 難波隆行, 植木卓也, 植戸あや香, 安永隼平, 村上行夫, 小野潤一郎, 木村征也, 大山翔也, 五十嵐規矩夫
2. 発表標題 鋼板耐震壁における補剛スチフナの設計合理化に関する検討 その3 片面横スチフナ形式の性能検証
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 田川泰久, 五十嵐規矩夫, 岡崎太一郎, 伊藤浩資, 井戸田秀樹, 小野潤一郎, 竹内徹, 多田元英, 中込忠男, 中野達也, 増田浩志, 見波進, 山田丈富	4. 発行年 2019年
2. 出版社 日本建築学会	5. 総ページ数 197
3. 書名 鋼構造許容応力度設計規準	

1. 著者名 井戸田秀樹, 宇佐美徹, 荒木慶一, 五十嵐規矩夫, 小崎均, 金尾伊織, 木村祥裕, 倉田真宏, 田川浩, 竹内徹, 津田恵吾, 藤本益美, 松井良太	4. 発行年 2018年
2. 出版社 日本建築学会	5. 総ページ数 380
3. 書名 鋼構造座屈設計指針	

1. 著者名 五十嵐規矩夫, 聲高裕治, 石原清孝, 岩間和博, 岡崎太一郎, 金尾伊織, 佐藤篤司, 高松隆夫, 玉井宏章, 向出静司	4. 発行年 2017年
2. 出版社 日本建築学会	5. 総ページ数 274
3. 書名 鋼構造塑性設計指針	

〔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	佐藤 公亮 (Sato Kosuke) (50788510)	東北大学・工学研究科・助教 (11301)	

6. 研究組織（つづき）

	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	王 韜 (Wnag Tao)		
研究協力者	稲葉 澄 (Inaba toru)		
研究協力者	井戸田 秀樹 (Idota Hideki)		
連携研究者	木村 祥裕 (Kimura Yoshihiro) (60280997)	東北大学・工学研究科・教授 (11301)	