

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 30 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23360242

研究課題名(和文) 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手法の確立

研究課題名(英文) Investigation of steel structural members behavior under the sever earthquakes and the establishment of advanced buckling design

研究代表者

五十嵐 規矩夫(Ikarashi, Kikuo)

東京工業大学・理工学研究科・准教授

研究者番号：40242292

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 15,300,000円、(間接経費) 4,590,000円

研究成果の概要(和文)：本研究はH形断面部材に代表される鋼構造部材の連成座屈挙動を解明し、繰返し荷重下での塑性変形能力を明らかにし、それらを整理評価することを目的としている。理論的検討を通して連成座屈挙動の基本性状を明らかにした上で、H形断面梁に対して詳細な繰返し載荷実験を行い、その崩壊形式及び塑性変形能力を統一的に評価している。

さらにそれらの知見を検討、再評価することにより、効果的で有益な座屈補剛形式、部材形状について考察を加えるとともに、梁に与える床スラブの補剛及び合成効果についても検討し、総合的に座屈設計法を提案している。

研究成果の概要(英文)： Coupled instability behavior and the plastic deformation capacity of H-shaped steel beams under the cyclic load are cleared in this study.

Buckling strength of the beam is cleared by theoretical analysis. And the cyclic loading tests are carried out. From these results, plastic deformation capacities of H-shaped steel beams which are collapsed by coupled buckling are estimated.

And effective buckling bracing methods and shape of members are examined. Effectiveness of floor slab as also examined, and those compression buckling design methods are proposed.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学 建築構造・材料

キーワード：鋼構造 梁 座屈 連成 変形性能 補剛 断面形状 材料特性

1. 研究開始当初の背景

H 形断面に代表される鋼構造部材は、平板要素でその断面が構成されている。このような部材が地震等により繰返し荷重を受けた場合、その耐震性能は、梁端部接合部の破断等を除けば、構成板要素の局部座屈あるいは梁の横座屈で決定される。この中で局部座屈性状については、研究代表者等が既に影響因子との関係で解析的、実験的に明らかにできている。

また横座屈と局部座屈との連成挙動についても、理論解析的には梁の連成不安定挙動はほぼ研究代表者等のこれまでの研究により解明できてきており、曲げせん断力を受ける部材の座屈耐力は、連成効果により大幅に低下し、連成効果を見込んだ座屈設計法の必要性が明らかになってきている。これまでの横座屈と局部座屈の連成挙動に関しては、他の研究者のものも含めて数値解析的な検討が多いものの、繰返し荷重を受ける梁に対する実験的な検討は少なく、未だ明確な座屈設計法が確立されていない。

この繰返し荷重下における連成座屈挙動を詳細に検討し、その要因を解明することにより、座屈耐力や座屈に伴う塑性変形能力を向上させるための効果的で有益な座屈補剛の手法が見えてくる。例えば、単にスチフナ等により部材構成板要素を補剛することで連成座屈を効果的に抑制できるようになり、それに伴う横座屈が結果として発生しない可能性もあり得る。逆に単に細長比からのみ横座屈補剛の必要性を検討していたことへの危険性が指摘されることもあり得る。

また、床スラブ効果は現在のところ考慮されておらず、何らかの拘束効果があることは誰もが認識しながらも、未だ具体的かつ一般性を有する床スラブ効果を見込んだ座屈設計指針は示されていない。この要因は、床と梁の接合性能の不明確さ、補剛された梁の繰返し力下の連成座屈挙動の未解明にある。これらの解明のためには、系統的な検討が必要であり、研究代表者のこれまでの一連の研究成果や研究実績を応用発展させることで、効果的な座屈設計法が確立できる。

2. 研究の目的

上記のような現状に対して本研究の目的は、実験的に実挙動を検討することで、鋼構造部材の連成座屈挙動の解明と、その知見を応用する事により梁の座屈補剛法及び設計法の提案を行うことである。まず、詳細な実験に基づく梁の連成座屈挙動の解明から始め、梁の繰返し荷重下における塑性変形能力を連成座屈を考慮して統一的に評価する。その上で設計上要求される耐震性能を有するに必要な補剛方法の検討、床スラブ効果による横座屈補剛効果の解明と要求性能を検討した上で、一般的な知見を有する指針に向けた設計資料を示す。

これまでの研究において、局部座屈と横座

屈の連成効果を考慮した上で、弾性局部座屈及び弾性横座屈を同時に防止し得る構成板要素の幅厚比制限値曲線を提示できている。この曲線は大変特徴的であり、独創的なものである。この考え方を応用発展させることにより、梁の耐力、塑性変形能力を確保するために、幅厚比と部材細長比が個別に規定されている現状とは異なり、より重要な座屈規定因子を用いて統一的に評価、表現することが可能となる。

また、上記の統一的な評価が可能となれば、その応用として無駄な補剛材の排除、座屈形式に対応した効果的な補剛方法、床スラブ等を座屈補剛として効果的に活用するための具体的な手法、さらにはこれらを網羅した新たな座屈設計法、指針に向けた基本的な知見、設計資料を提供できる。

3. 研究の方法

前述の総合目的達成のため、以下に示す5つのサブテーマを設定し、研究を遂行した。

- (1) エネルギー法を用いた各種境界条件、応力状態及び補剛形式を考慮した梁の座屈耐力算定
- (2) 繰返し荷重を受ける H 形断面部材の連成座屈挙動および座屈後挙動の解明
- (3) 繰返し荷重を受ける梁の塑性変形能力評価の統一的表現と性能区分
- (4) 座屈形式を考慮した効果的な断面形状及び座屈補剛方法の提案
- (5) 梁の座屈性状に及ぼす床スラブ等の効果を見込んだ座屈設計法

サブテーマ(1)、(2)、(3)は、本研究の根幹をなすものであり、梁の連成座屈挙動を詳細に解明し、梁に対する座屈設計法の基本的な考え方を構築するものである。この座屈設計法を基に発展的サブテーマである(4)、(5)を遂行する。サブテーマ(4)、(5)を問題なく遂行するために、具体的な載荷実験に先立ち有効な座屈補剛形式について前もってサブテーマ(1)で検討しておく。

本研究で設けた5つのサブテーマの具体的内容、方法を以下に示す。

(1) エネルギー法を用いた各種境界条件、応力状態及び補剛形式を考慮した梁の座屈耐力算定

本サブテーマは、本研究を遂行する上で基礎となりかつ重要なテーマである。ここでは、H 形断面部材の座屈性状を把握するため、様々な状況での弾性座屈耐力算定を行う。また横座屈耐力算定を行うために、端部境界条件及びモーメント勾配の影響を考慮した座屈耐力近似式を導く。そこから得られた横座屈耐力式を用いて、局部座屈との連成効果を確認する。

これらに加えて、座屈耐力を向上させるための断面形状およびスチフナ補剛形式について、弾性座屈耐力の面より検討を加える。ここでは、エネルギー法を用いて座屈耐力を算出した上で、その結果を用いた半理論式に

よる座屈耐力近似式を提案する．併せて数値解析を行うことで，その有効性について検討する．

(2) 繰返し荷重を受ける H 形断面部材の連成座屈挙動および座屈後挙動の解明

本サブテーマは本研究の主要テーマである．H 形断面鋼構造部材の繰返し挙動は複雑であるため，特に本研究で扱う各種連成効果を含めた部材挙動を詳細に観察し，検討するためには，載荷実験を行うことが必要不可欠である．ただし，載荷実験を行うためには，時間と費用の面からあるパラメータの範囲で検討せざるを得ない．そのため，サブテーマ(1)で随時検討している弾性座屈挙動をもとに試験体パラメータを決定する．

併せて数値解析（数値実験）を行い，検討範囲を補う．載荷履歴は強地震下での挙動の把握を目的とした正負漸増変位繰返し載荷を行う．本実験を通して，H 形断面梁の繰返し荷重下における各崩壊座屈モードと劣化域を含めた塑性変形性能，エネルギー吸収性能との関係を明らかにする．

(3) 繰返し荷重を受ける梁の塑性変形能力評価の統一的表現と性能区分

ここでは，(2)で得られた成果を整理し，繰返し荷重を受ける梁の連成座屈を考慮した塑性変形能力の評価を行う．研究代表者は，本研究開始当初において，図1に示すような部材構成板要素の連成局部座屈のみを考慮した H 形断面部材の塑性変形能力区分を定める新たな幅厚比制限値 (WF) を提案している (雑誌論文 11) ．

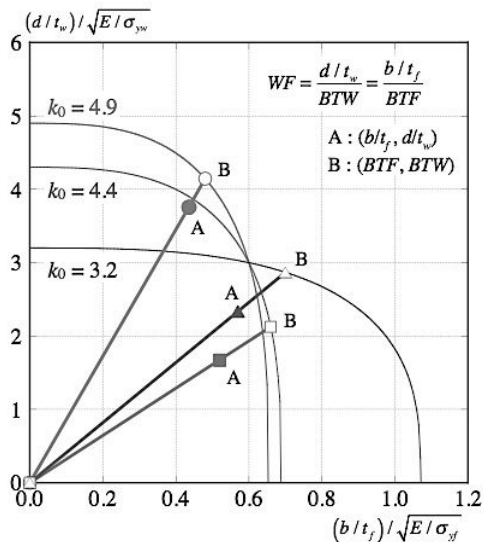


図1 局部座屈評価指標

局部座屈と横座屈が関連した連成座屈に関しても同様な成果が得られることは十分予測できるため，弾性座屈耐力指標を用いて，鋼構造部材の崩壊形を整理，区分し，塑性変形能力及び最大耐力を評価する．その弾性指標については，サブテーマ(1)で得られた成果を反映させる．このように，サブテーマ(1)～(3)は相互に関係しているものであるため，

本研究期間及び研究対象全てに実施されている．

(4) 座屈形式を考慮した効果的な断面形状及び座屈補剛方法の提案

本サブテーマは，研究開始当初横座屈を主な崩壊形式とする連成座屈に対する効果的な補剛形式を検討，探索することを目的としていた．しかし，サブテーマ(1)及び(2)を行うなかで，断面形状の工夫や部材内におけるスチフナ等の補剛による座屈耐力の向上が明らかになってきたので，そちらに重点をおいた検討を行った．具体的には，図2示すような梁せい方向にテーパを有する断面形状の構成板要素の座屈及び横座屈性状の把握と図3に示すような水平スチフナを局部座屈補剛にのみ働かせるのではなく，横座屈補剛効果も同時に期待するものである．これらの成果により，部材断面の薄板化を図った上で，部材性能の向上が期待できる．ここでは，これらに対して載荷実験を行い，その座屈挙動を検討している．

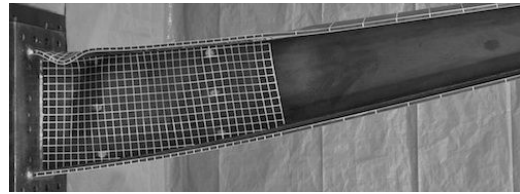


図2 テーパー梁

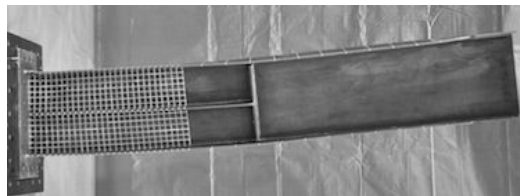


図3 スチフナ補剛梁

(5) 梁の座屈性状に及ぼす床スラブ等の効果を見込んだ座屈設計法

梁の座屈に対する床スラブ等の効果については，未だ具体的かつ一般性を有する設計指針は示されていない．これは，梁と床スラブや屋根等の相互作用の関係が一般的な関係で明確に提示されていないためである．ここでは，サブテーマ(1)とも関連させて床スラブ等により，上フランジが拘束された際の横座屈及び連成座屈耐力算定近似式を導く．さらには床との合成効果を考慮した応力状態下での座屈耐力算定を行う．その上フランジを拘束した梁の載荷実験を行い，上フランジ拘束が梁の連成座屈挙動，塑性変形能力及び最大耐力に及ぼす効果を検討する．

なお，申請時には具体的な床スラブ等が取り付けられた梁の載荷実験を計画していたが，より基礎的な知見の蓄積が必要と判断し，ここではモデル的な上フランジ拘束治具を作成し，それを取り付けた載荷実験のみを行っている．

4. 研究成果

鋼構造H形断面梁に対して実験的にその挙動を検討することで、梁の繰返し荷重下における塑性変形能力を横座屈と局部座屈の連成座屈を考慮して統一的に評価すること及び繰返し荷重下における連成座屈挙動を解明することを通し、座屈耐力や座屈に伴う塑性変形能力を向上させるための効果的で有益な座屈補剛手法を検討し、合理的な座屈設計法を確立することを本研究の最終目的としている。

ここでは、研究対象ごとに得られた成果について、サブテーマとの関連性を示しつつ、主要な発表論文と対応させて記載する。

(1) H形断面材の連成座屈挙動とその塑性変形性能評価

H形断面梁の局部座屈と横座屈の連成効果及びその塑性変形性能を評価するにあたり、サブテーマ(1)と関連して、これまで曖昧であった横座屈耐力に与える境界条件及びモーメント勾配の影響について理論解析的検討を加え、その近似評価式を導出した^{雑誌論文(10)}。

併せて、サブテーマ(2)として繰返し載荷実験を行い^{雑誌論文(5)}、連成座屈挙動に与える繰返し荷重の影響を明らかにし、その塑性変形能力評価を行った^{雑誌論文(5)}。図4にその最終変形の一例を示す。写真に示すように、その崩壊性状は極めて複雑である。その実験データ及び数値解析データを整理する際に雑誌論文(10)で得られた成果を活用している。



図4 連成座屈崩壊

また、サブテーマ(3)として、雑誌論文(11)で得られている局部座屈で決まる梁の塑性変形性能評価手法を準用することで、連成座屈を伴う梁の塑性変形能力評価を行っている^{雑誌論文(5)}。この手法は梁の横座屈耐力指標^{雑誌論文(10)}と局部座屈耐力指標を用いて、梁の連成座屈挙動を説明するものである^{雑誌論文(5)}。局部座屈耐力と横座屈耐力が比較的等しい場合には、連成効果により塑性変形能力が低下する。一方、その座屈耐力に差がある場合には、個別の評価で良いことを示した。さらに、座屈設計を行う際の塑性変形能力分を図5のように整理した。

同時にサブテーマ(2)として局部座屈により崩壊する梁の挙動及びその材料特性の影響^{雑誌論文(7)}及び梁端部形状の影響^{学会発表(5)}についても検討を加え、局部座屈耐力指標による塑性変形能力評価は、材料の影響を受けないことを明らかにするとともに、梁端部の影響は応力分布の影響と捉え直す必要があることを示した。

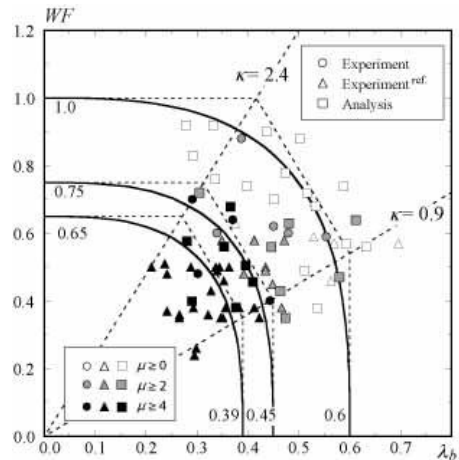


図5 連成効果を考慮した塑性変形能力区分

またこれまでの梁の知見を踏まえて、同様な手法でH形断面柱の塑性変形能力評価をサブテーマ(3)として行っている。現段階では、局部座屈により塑性変形性能が決定する柱部材に限られているが、その塑性変形能力評価式を提示できている^{雑誌論文(2)}。

(2) H形断面テーパ梁の座屈耐力算定とその繰返し履歴挙動

薄板からなるH形断面梁の局部座屈耐力を向上させる一つの手法として、図2に示した様にウェブにテーパをもたせることがある。このテーパ梁に関しては、古くから使用されているが、いまだ具体的な設計手法などは確立されていないのが現状であった。そこで、サブテーマ(1)に関連し、雑誌論文(3)、(4)において局部座屈耐力および横座屈耐力を検討している。その中で、ウェブにテーパを設けることで、ウェブの局部座屈耐力は上昇するものの、応力状態の変化によりフランジ局部座屈耐力は相対的に低下することが明らかになるとともに^{雑誌論文(4)}、横座屈耐力も通常のH形断面梁に比較して低下することを示した^{雑誌論文(3)}。

サブテーマ(4)に関連し、テーパ梁に対して繰返し載荷実験を実施した^{学会発表(7)、(8)}。テーパ梁に関しても、その挙動は弾性座屈耐力指標を用いることで整理分類することができ、併せて塑性変形能力評価を行うことができる。この傾向は通常のH形断面梁の場合と同様である。

(3) 水平スチフナ補剛による薄板H形断面梁の連成座屈抑制効果

薄板からなるH形断面梁の梁端部における局部座屈耐力を向上させる手法として、スチフナ補剛がある。このスチフナ補剛長さを梁端部のみでなく材長の半分程度まで延長することで、横座屈補剛効果も期待できる。サブテーマ(1)に関連し、梁端スチフナ補剛に及ぼす梁断面応力状態の影響について検討した。これまでの単純な応力状態のみならず、梁に作用している実際の応力状態に対応した適切なスチフナ形状について明らかにし

ている 雑誌論文(1), 学会発表(4) .

またスチフナ延長による座屈補剛効果を検討するために, サブテーマ(4)に関連して, 載荷実験を行っている 学会発表(1) . 図3はその載荷結果の一例である. 併せて数値解析も行っている. その結果, 外側から補剛された梁の塑性変形能力と同等の値を得ることはできないものの, ウェブ幅厚比の大きな梁に対しても耐震設計上必要な塑性変形能力をスチフナ補剛のみで実現できることを明らかにしており, 今後の発展的な設計手法に向けた基礎的データを示すことができている.

(4)床スラブ拘束効果を考慮した梁の座屈性状解明と座屈設計手法の提示

通常の梁は, 床等により拘束を受けるとともに, 合成効果により梁内の応力状態が変化する. これらの効果を適切に考慮することで, 梁の座屈設計がより合理的なものとなる. ここでは, 床からの拘束を連続的な上フランジ完全拘束と仮定し, その弾性座屈耐力及び座屈形式をサブテーマ(1)に関連して明らかにしている. その結果として, 図6に示すような座屈耐力近似曲線の導出に成功している. 上フランジ連続完全拘束における梁の弾性横座屈耐力は上昇するものの, 局部座屈耐力に変化が無いことを明らかにしている. さらに, その場合の横座屈耐力近似算定式を提示している 雑誌論文(6), 学会発表(6) .

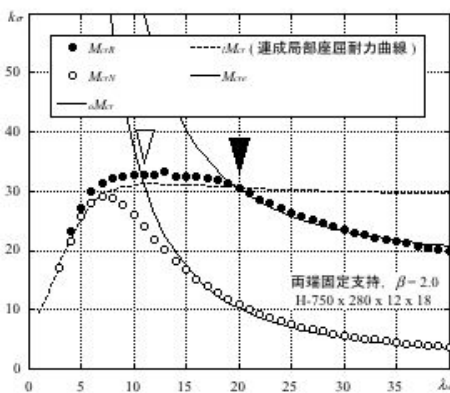


図6 連続完全拘束梁の弾性座屈耐力評価

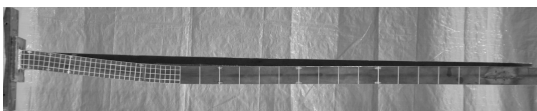


図7 連続完全拘束梁の横座屈性状

またフランジ連続完全拘束を模擬した拘束治具を考案し, それを用いた載荷実験をサブテーマ(5)として実施した. これらの成果については, まだ公表段階に至っていないが, その成果により, 上フランジ連続完全拘束された梁の大変形挙動は明らかになりつつある. 図7に載荷終了後の最終変形の一例を示す.

併せて, 床スラブ等との合成効果を考慮した弾性座屈耐力評価及び座屈形式の分類を

行い 学会発表(2), 梁内部応力状態, すなわち中立軸位置が座屈耐力, 座屈形式に及ぼす影響を明らかにした. この結果, 弾性横座屈耐力に及ぼす影響は小さいものの, ウェブの局部座屈耐力は低下することを示している. したがって, 上フランジ連続完全拘束下での局部座屈耐力評価では, 安全側に中立軸の移動を考慮する必要があることを示している 学会発表(2) .

以上, 鋼構造部材の連成不安定挙動を考慮した高度座屈設計手法を確立し, 具体的な設計規範に向けた基礎資料を提示した. これらの成果は論文として公表し, その成果の一部を学会出版物 図書(1)として周知するとともに, 広く海外への情報発信 雑誌論文(6)~(9)も行った.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計17件)

- (1)五十嵐規矩夫, 柳下義博: 不均等曲げせん断力を受ける中立軸補剛平板の弾性座屈耐力, 鋼構造シンポジウム, 鋼構造年次論文報告集, 査読有, Vol.21, pp.353-358, 2013.
- (2)五十嵐規矩夫, 長谷川龍太: H形断面柱の最大耐力及び塑性変形能力評価, 鋼構造シンポジウム, 鋼構造年次論文報告集, 査読有, Vol. 21, pp.333-338, 2013.
- (3)五十嵐規矩夫, 吉澤克仁, "曲げせん断力を受ける H 形断面テーパ梁の弾性横座屈耐力, 日本建築学会構造系論文集, 査読有, Vol.78, No.690, pp.1493-1501, 2013.
- (4)五十嵐規矩夫, 吉澤克仁, 曲げせん断力を受ける H 形断面テーパ梁の応力度分布と弾性局部座屈耐力, 日本建築学会構造系論文集, 査読有, Vol. 78, No.688, pp.1139-1148, 2013.
- (5)五十嵐規矩夫, 末國良太, 鞆伸之: 繰返し曲げせん断力を受ける H 形断面梁の連成座屈挙動と塑性変形能力, 日本建築学会構造系論文集, 査読有, Vol.77, No.678, pp.1319-1328, 2012.
- (6)Y. Ohnishi, K. Ikarashi: Elastic Buckling Behavior of H-Shaped Beams with Continuous Restraint on Upper Flange, Coupled Instabilities in Metal Structures, Proceeding of the 6th International Conference on Coupled Instabilities in Metal Structures, 査読有, pp.231-238, 2012.
- (7)T. Shinohara, R. Suekuni, K. Ikarashi: Cyclic Behavior of High Strength Steel H-shaped Beam, 2nd International Conference on Civil Engineering, Architecture and Building Materials (CEABM 2012), Applied Mechanics and Materials, Trans Tech Publications, 査読有, Vol.174-177, pp.159-165, 2012.
- (8)K. Yoshizawa, K. Ikarashi, Elastic Local Buckling Strength of Tapered

H-shaped Cantilever Beams , 2nd International Conference on Civil Engineering, Architecture and Building Materials (CEABM 2012) , Applied Mechanics and Materials , Trans Tech Publications , 査読有 , Vol.166-169 , pp.1033-1039 , 2012 .

- (9) K. Ikarashi ,R. Suekuni ,T. Shinohara ,T. Wang : Evaluation of plastic deformation capacity of H-shaped steel beams with new value of plate slenderness ,*Stessa 2012 ,Behaviour of Steel Structures in Seismic Areas* , 査読有 , pp.599-606 , 2012 .
- (10) 五十嵐規矩夫 ,鞆伸之 ,王韜 : H 形断面梁の横座屈耐力に与える端部境界条件及びモーメント勾配の影響係数 ,*日本建築学会構造系論文集* , 査読有 , Vol.76 , No.670 , pp.2173-2181 , 2011 .
- (11) 五十嵐規矩夫 ,末國良太 ,篠原卓馬 ,王韜 : 鋼構造 H 形断面梁の耐力及び塑性変形能力評価のための新規幅厚比指標と幅厚比区分 ,*日本建築学会構造系論文集* , 査読有 , Vol.76 , No.668 , pp.1865-1872 , 2011 .

【学会発表】(計 19 件)

- (1) 久保田大貴 ,五十嵐規矩夫 : ウェブ幅厚比の大きい H 形断面梁の横座屈挙動に及ぼす端部スチフナ補剛の効果 ,*日本建築学会大会学術講演梗概集* , 掲載予定 , 2014.9.12 , 神戸大学 .
- (2) 白井大悟 ,五十嵐規矩夫 : 上フランジを連続拘束された H 形断面梁の弾性座屈性状に及ぼす中立軸位置の影響 ,*日本建築学会大会学術講演梗概集* , 掲載予定 , 2014.9.12 , 神戸大学 .
- (3) 長谷川龍太 ,五十嵐規矩夫 ,今井卓司 : H 形断面テーパ柱構成板要素の弾性局部座屈耐力 ,*日本建築学会大会学術講演梗概集* , 掲載予定 , 2014.9.12 , 神戸大学 .
- (4) 柳下義博 ,五十嵐規矩夫 : 端部スチフナ補剛を施した H 形断面梁ウェブの必要補剛剛性 ,*日本建築学会大会学術講演梗概集* , 掲載予定 , 2014.9.12 , 神戸大学 .
- (5) 稲葉澄 ,五十嵐規矩夫 : 曲げせん断力を受ける H 形断面梁の局部座屈性状に及ぼす梁端部形式の影響 ,*日本建築学会大会学術講演梗概集* , pp.1145-1146 , 2013.8.30 , 北海道大学 .

- (6) 大西佑樹 ,五十嵐規矩夫 : 上フランジを連続拘束された H 形断面梁の弾性横座屈耐力 ,*日本建築学会大会学術講演梗概集* , pp.1101-1102 , 2013.8.30 , 北海道大学 .
- (7) 吉澤克仁 ,五十嵐規矩夫 : せん断曲げを受ける H 形断面テーパ梁の座屈耐力と塑性変形性能 その 1 弾性座屈耐力評価 ,*日本建築学会大会学術講演梗概集* , pp.1139-1140 , 2013.8.30 , 北海道大学 .
- (8) 今井卓司 ,五十嵐規矩夫 ,吉澤克仁 : せん断曲げを受ける H 形断面テーパ梁の座屈耐力と塑性変形性能 その 2 崩壊形式と塑性変形能力評価 ,*日本建築学会大会学術講演梗概集* , pp.1141-1142 , 2013.8.30 , 北海道大学 .

【図書】(計 1 件)

- (1) 竹内徹 ,小崎均 ,井戸田秀樹 ,木村祥裕 ,金尾伊織 ,宇佐美徹 ,津田恵吾 ,五十嵐規矩夫 ,荒木慶一 ,多田元英 ,田川浩 ,藤本益美 : 鋼構造物の座屈に関する諸問題 2013 ,*日本建築学会* , 202p(pp.125-140) , 2013 .

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

五十嵐 規矩夫 (IKARASHI , Kikuo)
東京工業大学・大学院理工学研究科・准教授
研究者番号 : 4 0 2 4 2 2 9 2

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

西村 康志郎 (NISHIMURA , Koshiro)
北海道大学・大学院工学研究院・准教授
研究者番号 : 0 0 3 4 3 1 6 1

(4) 研究協力者

王 韜 (WANG , Tao)
浙江大学寧波理工学院・土木建築分院土木工程研究所・准教授
(申請時 : 連携研究者)