

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月 8日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2011

課題番号：21560589

研究課題名（和文）

鋼構造柱梁接合部段違いパネルの崩壊機構に及ぼす種々の影響

研究課題名（英文）：Effects of Various Parameters on the Collapse Mechanism of Panels with Offset Beam-to-Column Connections of Steel Structures

研究代表者

桑原 進 (KUWAHARA SUSUMU)

大阪大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：10243172

研究成果の概要（和文）：一般に左右の梁せいが等しく、フランジ位置がそろった標準的な柱梁接合部パネルが多く用いられるが、機能上の要求や鉄骨重量の軽減目的により、左右の梁において梁せいやフランジ位置が異なる接合部が存在する。このようなパネルを段違いパネルと称する。段違いパネルには複数の崩壊機構が存在する。本論では塑性解析法に基づいて各崩壊機構形成時の耐力算定式を提案すると共に、耐力式のパラメトリック計算により、パネル耐力に及ぼす諸変数の影響を検討している。得られた結果より柱・パネルの断面形状に応じて、設計時に検討すべき崩壊機構が明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：In general, standard beam-to-column connection panels are commonly adopted in which both the right and left beams connected to a column share identical beam depth and flange position. However, due to functional requirements and with the aim of reducing the weight of the steel frame, connections were adopted in which the beams on either side of the columns have a different beam depth and flange position. Such panels are called offset panels. These panels exhibit several collapse mechanisms. In this paper, an equation is proposed that calculates yield strength during the formation of various collapse mechanisms based on the elastic analytical method, and at the same time an examination using parametric calculations is made of the effect of various parameters on panel yield strength. The research results thus obtained have clarified the collapse mechanisms to be examined at the design stage depending on the sectional configuration of the columns and panels.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,800,000	1,140,000	4,940,000

研究分野：建築構造学，鋼構造学

科研費の分科・細目：建築学，建築構造・材料

キーワード：建築鋼構造学，柱梁接合部パネル，段違いパネル，塑性解析，繰り返し載荷，パネル耐力，崩壊機構，梁せい

1. 研究開始当初の背景

柱梁接合部パネルは地震時に大きなせん断力が作用する部位である。既往の研究によれば、パネルの断面と柱断面が同じ場合、パネルが柱に比べて早期に降伏し、構造体の剛性・耐力に大きく影響を及ぼすことが指摘されている。したがって、構造体全体の力学性状・崩壊性状を解析的に検討するためには、パネルの力学性状を正確に把握し、モデル化することが必要である。柱梁接合部の研究は従来から数多く行われてきており、研究成果が柱梁接合部の設計に反映されている。筆者らも通しダイアフラム形式の角形鋼管・円形鋼管柱梁接合部パネルの力学性状を実験より把握し、力学モデルならびにパネルを意識した耐震設計法を提案している。

これらの柱梁接合部の研究は左右の梁に段差のない標準的な接合部を対象に行われているが、現実の鉄骨造骨組はこのような標準的な接合部だけでなく、左右で梁断面を変化させ、梁に段差を設けた接合部（以下段違いパネルと称する）を用いる場合が数多くみられる。このような段違い接合部に関する研究はH形鋼柱骨組接合部では中尾，平野，福地らが、角形鋼管・円形鋼管柱骨組接合部では筆者らが行っている。研究の結果、標準型パネルで形成されるパネル全体がせん断降伏する崩壊機構の他に、段違いパネルでは複数個の崩壊機構が存在することを明らかにするとともに、その剛性・耐力の算定法を示している。本成果は「鋼構造接合部設計指針」に引用され、広く一般に段違い接合部の設計法を提示している。しかしながら、実験的に確認したパラメータはごくわずかであり、より広範なパラメータによる検討とそれらパラメータの影響を反映した、より汎用的で簡便な設計法が望まれる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、これまでに実験的に確認された範囲よりも広範囲なパラメータに対し、段違いパネルの力学性状（弾性剛性・崩壊性状・全塑性耐力）を明らかにし、汎用的で簡便な設計法を提案することである。柱の断面形状は角形断面、円形断面、H形断面を対象とする。左右の梁の接合位置は、左右の梁の上または下フランジの一方が異なる高さに接合される場合（片側段違いパネル）、左右の梁の上・下フランジの両方が異なる高さに接合される場合（両側段違いパネル）、左右一方の上下フランジの内側に他方の梁フランジが接合される場合の3種である（図1参照）。また、2方向加力を受ける場合の段違いパネルも検討対象としている。

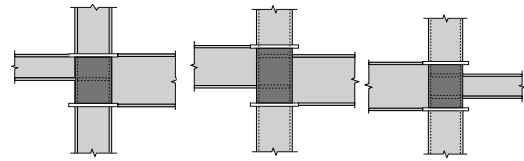


図1 段違いパネル（梁の接続位置）

3. 研究の方法

本研究は、以下の方法で実施する。

- (1) 既往の実験結果と FEM 解析結果を比較し、FEM モデルの妥当性を検証する。
- (2) 実験で未検討であったパラメータに対する FEM 解析を行い、その力学性能（弾性剛性・崩壊性状・全塑性耐力）を明らかにする。
- (3) 崩壊性状より、塑性解析手法を用いて全塑性耐力算定式を提案する。
- (4) FEM 解析結果と比較することにより、前塑性耐力算定式の妥当性を検証する。
- (5) 全塑性耐力算定式から、全塑性耐力に及ぼす諸変数を明らかにし、パラメトリック計算により、その影響の大きさについて検討する。
- (6) (5)で明らかとなった諸変数に対し、現実的な範囲を設定し、それより得られる崩壊機構を算定し、柱形状ごとに形成しやすい崩壊機構を特定する。
- (7) (6)の検討に基づき、多数の機構を想定した複雑な全塑性耐力の設計式を、簡略化する。

4. 研究成果

研究成果を以下に列記する。まず、片側段違い、両側段違いパネルに対して、

- (1) 実験により確認した角形断面柱段違いパネルの4種類（パネル全体がせん断降伏する崩壊機構、パネルの一部と梁の一部が塑性化する崩壊機構3種）の崩壊機構以外に、種々のパラメータに対するFEM解析結果より、新たな崩壊機構2種（パネルフランジに面外変形が生じる崩壊機構）とそれより導かれる耐力式を提案した。これにより角形鋼管柱段違いパネルの崩壊性状・耐力を合理的に評価することができる。
- (2) 円形断面・H形断面柱ではそれぞれ4種類の崩壊機構が生じることを確認し、それより導かれる耐力式を提案した。なお、角形断面柱で確認されたパネルフランジが面外変形する崩壊機構は、円形断面・H形断面柱の場合は想定しなくても良い。
- (3) 提案した耐力式を用いて様々な柱梁の組み合わせについてパラメトリックに計算

を行い、崩壊機構・耐力に及ぼす諸変数の影響を考察した。その結果、形鋼を組み合わせた柱梁接合部では、角形鋼管柱の場合は機構B（パネルの一部と梁の一部が塑性化する機構）が、円形鋼管の場合は梁機構が、H形断面の場合は機構A（パネル全体がせん断降伏する機構）が卓越する頻度が最も高い機構であり、その他の機構が生じることはほとんどないことがわかった。

片側の梁フランジの内側に、もう一方の梁フランジが位置するタイプの段違いパネルについて、

- (4) FEM解析ならびに崩壊機構を想定した塑性解析に基づく耐力推定式を提案した。
- (5) 耐力式によるパラメトリックな解析を行い、卓越する機構を明らかにした。

その他、FEM解析においては、

- (6) 軸力が作用した場合に、段違いパネルの全塑性耐力に及ぼす軸力の影響を明らかにし、耐力式を提案した。
- (7) 角形断面柱段違いパネルに対し、2方向加力を想定した解析を実施し、耐力式を提案した。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計2件）

- (1) 鈴木悠史, 桑原進：片側梁のフランジが他方の内側に位置する段違いパネルの崩壊性状, 日本鋼構造協会 鋼構造年次論文報告集, 査読有り, 第19巻, 2011.11, pp. 291-298
- (2) 桑原進, 一瀬明子, 鈴木悠史：諸変数が鋼構造柱梁接合部段違いパネルの崩壊性状に及ぼす影響, 日本鋼構造協会 鋼構造年次論文報告集, 査読有り, 第18巻, 2010.11, pp. 291-298

〔学会発表〕（計4件）

- (1) 桑原進：諸変数が鋼構造柱梁接合部段違いパネルの崩壊性状に及ぼす影響, 日本鋼構造協会鋼構造シンポジウム 2011(招待講演), 2011.11.17, 東京都
- (2) 鈴木悠史, 桑原進, 一瀬明子：左右の梁せいが異なる鋼構造柱梁接合部段違いパネルの崩壊性状 その1 崩壊機構 D の提案およびFEM解析による検討, 日本建築学会大会, 2010.9.9, 富山市
- (3) 一瀬明子, 桑原進, 鈴木悠史：左右の梁せいが異なる鋼構造柱梁接合部段違いパネ

ルの崩壊性状 その2 パラメトリックな計算による各種パラメータの影響の検討, 日本建築学会大会, 2010.9.9, 富山市

- (4) 一瀬明子, 桑原進, 鈴木悠史：各種変数が鋼構造柱梁接合部段違いパネルの崩壊性状に及ぼす影響, 日本建築学会近畿支部研究報告, 2010.6.20, 大阪市

〔図書〕（計1件）

- (1) 桑原進（共著）：鋼構造接合部設計指針, 日本建築学会, 2012.1., pp. 225-258

〔産業財産権〕

- 出願状況（計0件）
- 取得状況（計0件）

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

桑原 進 (KUWAHARA SUSUMU)
大阪大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号：10243172

(2) 研究分担者

向出 静司 (MUKAIDE SEIJI)
大阪大学・大学院工学研究科・助教
研究者番号：20423204

(3) 連携研究者

なし

