

平成22年5月25日現在

研究種目：若手研究（B）  
 研究期間：2008年度～2009年度  
 課題番号：20760368  
 研究課題名（和文） 露出型柱脚の耐力と変形能力のデータベースと柱脚変形を伴う鋼構造建物の地震応答実験  
 研究課題名（英文） Database of strength and ductility of exposed-type column base and experimental study on steel structures  
 研究代表者 伊藤 拓海  
 東京理科大学・工学部第一部建築学科・講師  
 研究者番号：50376498

## 研究成果の概要（和文）：

本研究では、低層・中層規模の鉄骨造建物における柱脚接合部の地震時挙動と、柱脚変形を伴う建物の耐震性能を明らかにすることを目的としている。まず、国内で発表された鉄骨露出型柱脚の研究、ならびに柱脚変形を伴う鋼構造物の地震応答性状に関する既往の研究を調査し、データベースとして整理した。次に、柱脚変形を伴う鋼構造物の地震応答性状を明らかにするため、地震応答実験による実証的な検討を行った。実験結果より、柱脚部の弾塑性挙動を把握し、建物の耐震性能に与える影響について検討した。

## 研究成果の概要（英文）：

In this study, the seismic performance of steel column base and steel structures considering the behavior of column base during earthquake motion are investigated experimentally.

The first, in order to classify the ultimate behavior of column base, the strength and ductility of column base are reviewed with a large number of past references, from which database is structured.

The next, the sub-structure pseudo-dynamic response test on steel frame with exposed-type steel column base are conducted. From the test results, it may be said that the dynamic behavior of column base would affect the overall behavior of the structure.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2009年度	1,600,000	480,000	2,080,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

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：建築構造，鋼構造，露出型柱脚，耐震，地震応答解析，地震応答実験，データベース

### 1. 研究開始当初の背景

阪神淡路大震災をはじめ、近年の国内外の地震被害において、鉄骨造建物の柱脚部の被害が多数報告されている。そのため、柱脚部は耐震設計上重要な部分であり、柱脚部の細部の多様性と力学的挙動の複雑さのため、国内外で膨大な実験的・解析的研究が行われてきた。既往の研究では露出型柱脚を持つ建物の耐震性についての研究も行われているが、これらの研究ではパラメータが限定的なものが大半で、課題が残されている。

また、近年様々な形式の柱脚部が開発されており、多様化する構造物の耐震要求性能に対応できる柱脚部が利用できる環境になってきている。そのため、既往の研究で提案されている柱脚部の耐力と変形能力をデータベース化し、構造設計に供するための基礎資料を作成・整理しておくことが望ましい。

このように多様な要求性能に応じた柱脚部を選択できる中で、柱脚部の構造性能と弾塑性挙動が建物の地震時挙動に与える影響について実証的な検討を行い、柱脚部の構造性能と建物の構造性能との関係を明らかにし、設計指標や設計規範を提案することは急務であると考えられる。

### 2. 研究の目的

本研究では、低層・中層規模の鉄骨造建物における柱脚接合部の地震時挙動と、柱脚変形を伴う建物の耐震性能を明らかにすることを目的としている。

まず、既往の研究の実験データをデータベース化し、設計に供する基礎資料を整理する。

また、典型的な接合部ディテールの試験体に対する構造実験を実施し、耐震性能の実証的な検討を行うとともに、数値解析手法を提案し、その適用性・有効性を検討する。さらに、ばね特性を有する接合要素を用いて新しい鉄骨接合工法を提案し、その耐震性能について実験的・解析的な検討を行う。

### 3. 研究の方法

本研究計画は、(1) 既往の研究のデータベース化、(2) 柱脚変形を伴う鋼構造物の地震応答実験および数値解析手法、(3) ばね特性を有する新しい接合工法の開発、に大別される。以下に項目ごとに研究方法を説明する。

#### (1) 既往の研究のデータベース化

国内で発表された露出型柱脚の実験的・解析的研究の研究論文、ならびに露出型柱脚を有し、柱脚変形を伴う鋼構造物の地震応答性状について研究された既往論文を調査する。

各論文において、以下の項目について整理し、データベース化する。

- ①柱脚部のモデル、寸法・ディテールなど
- ②実験条件、解析条件（柱脚部）
- ③結果と特筆すべき考察など
- ④建物モデル（階数、振動特性）
- ⑤実験条件、解析条件（建物）
- ⑥結果と特筆すべき考察など

#### (2) 柱脚変形を伴う鋼構造物の地震応答実験および数値解析手法

実験制御プログラムを開発し、柱脚変形を伴う鋼構造建物の地震応答実験を実施する。

まず、図1に示すように、露出型形式の柱脚を有する角形鋼管柱の試験体を片持ち柱形式として、載荷実験部分を準備する。これにより、片持ち柱部分は常に弾性範囲に留まるため、柱脚部以外の試験体部分を再利用することが可能となる。このとき、上述で整理したデータベースに基づいて、柱脚部のベースプレート板厚、ボルト配列、ボルト径を参照し、これらを主要パラメータとして試験体を設計する。耐力と変形能力、さらには仮想骨組との固定度を実験変数とする試験計画を行う。

また、実際の建物の地震応答時には、建物重量や筋かい材の軸力などによって柱脚部には鉛直力が作用し、弾塑性応答挙動は非常に複雑になる。そこで、軸力を導入したオンライン地震応答実験を実施し、軸力の影響が

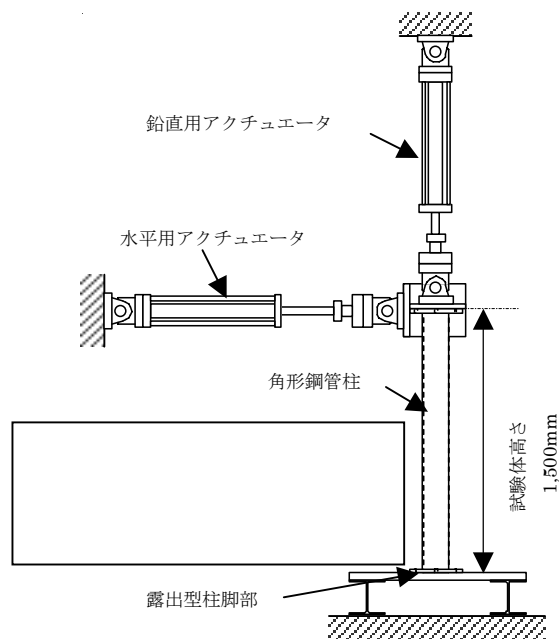


図1 試験体のセットアップ図  
建物の地震時挙動に与える影響について実証的な検証を行う。

(3)ばね特性を有する新しい接合工法の提案  
(2)の結果より、柱脚部の変形・崩壊モードを考察し、従来の露出型柱脚を有する鋼構造物の耐震性について問題点を整理する。それを受けて、耐震性能に優れた接合工法の提案を試みる。提案工法の具体的な構成としては、図2のように、通常のボルト接合部で使用される平座金の代わりに皿ばね座金を使用し、地震終了時にばね特性によって建物が自身前の状態に復帰するような接合部の実現を目的とする。そこで、皿ばね座金単体の構造性能を把握するために実験ならびに解析による検討を行う。次に、接合部試験体を製作し、構造実験を実施する。さらに、提案する接合部の数学モデルを提案し、実験結果と比較して、その適用性や有効性を確認する。

#### 4. 研究成果

##### (1) 既往の研究のデータベース化

国内で発表された露出型柱脚の実験的・解析的研究、ならびに柱脚変形を伴う鋼構造物の地震応答性状に関する既往の研究を調査し、データベースとして整理した。

##### (2) 柱脚変形を伴う鋼構造物の地震応答実験および数値解析手法

柱脚変形を伴う鋼構造物の地震応答性状を明らかにするため、地震応答実験による実証的な検討を行った。低層鉄骨造建物を想定し、柱脚部に関しては典型的な露出型柱脚の構造試験体を製作し、それ以外の建物部分の柱梁はオンラインに接続したコンピュータ内でシミュレートするオンライン地震応答実験手法により実験を行った。図3に実験結果の一例を示す。実験結果より、地震時における柱脚部の弾塑性挙動を把握し、建物の耐震性能に与える影響について検討した。さらに、柱脚部の数学モデルを構築し、数値応答解析結果と実験結果を比較した(図4)。

##### (3) ばね特性を有する新しい接合工法の提案

(2)の実験結果より、柱脚部の変形・崩壊モードを考察し、耐震性能に優れた接合工法の提案を試みた。提案した工法では皿ばね座金を使用し、地震終了時にばね特性によって建物が自身前の状態に復帰するような接合部の実現を目的としたものである。そこで、皿ばね座金単体の構造性能を把握するために実験ならびに解析による検討を行った。次に、接合部試験体を製作し、構造実験を実施した。結果(図4)より弾塑性挙動を明らかにするとともに、ばね特性を發揮する条件を検討した。さらに、接合部の数学モデルを提案し、

実験結果と比較して、その有効性を確認した。

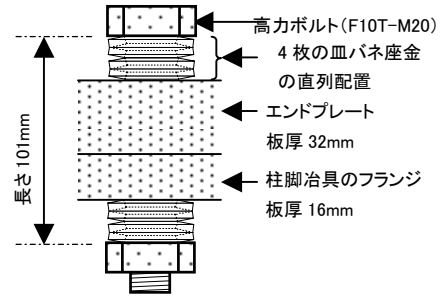
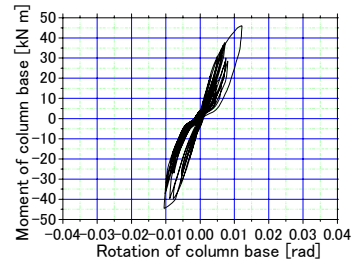
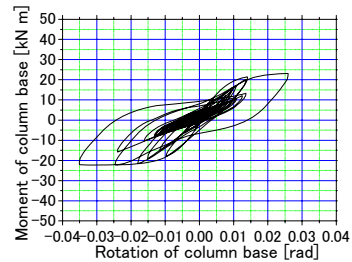


図2 バネ鋼材を用いた鉄骨接合部

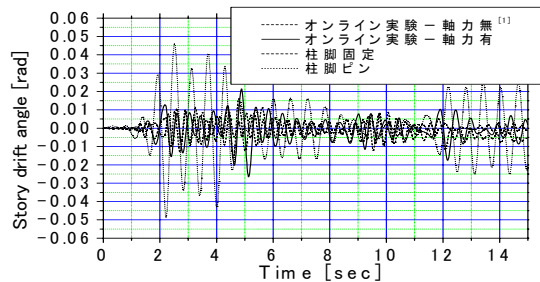


(a) ボルト崩壊型の場合

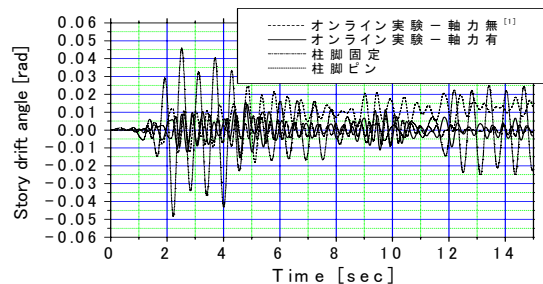


(b) ベースプレート崩壊型の場合

図3 露出型柱脚の地震応答実験結果



(a) ボルト崩壊型の場合



(b) ベースプレート崩壊型の場合

図4 実験結果と数値応答解析結果の比較

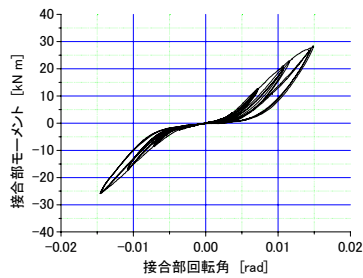


図5 バネ鋼材を利用した鉄骨接合部の弾塑性実験結果

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3件)

藤井啓樹, 伊藤拓海, ほか, ばね鋼材を利用した柔性型接合部を有する鉄骨構造物の耐震性能に関する研究, その1 皿バネ座金の要素試験と弾塑性挙動, 日本建築学会関東支部研究報告集, 査読無, 2010年, pp.309-312

藤井啓樹, 伊藤拓海, ほか, ばね鋼材を利用した柔性型接合部を有する鉄骨構造物の耐震性能に関する研究, その2 皿バネ座金の数値解析と有限要素法解析, 日本建築学会関東支部研究報告集, 査読無, 2010年, pp.313-316

藤井啓樹, 伊藤拓海, ほか, ばね鋼材を利用した柔性型接合部を有する鉄骨構造物の耐震性能に関する研究, その3 皿バネ座金を用いた突出型エンドプレートの半剛接合部の実験, 日本建築学会関東支部研究報告集, 査読無, 2010年, pp.317-320

[学会発表] (計4件)

T. ITO, An Experimental Study on Inelastic Response Behavior of Steel Frame with Exposed-type Steel Column Base under Axial Loading, 14th World Conference on Earthquake Engineering, 2008年10月, 中国・北京

藤井啓樹, 伊藤拓海, ほか, ばね鋼材を利用した柔性型接合部を有する鉄骨構造物の耐震性能に関する研究, その1 皿バネ座金の要素試験と弾塑性挙動, 日本建築学会関東支部研究発表会, 2010年3月5日, 建築会館

藤井啓樹, 伊藤拓海, ほか, ばね鋼材を利用した柔性型接合部を有する鉄骨構造物の耐震性能に関する研究, その2 皿バネ座金の

数値解析と有限要素法解析, 日本建築学会関東支部研究発表会, 2010年3月5日, 建築会館

藤井啓樹, 伊藤拓海, ほか, ばね鋼材を利用した柔性型接合部を有する鉄骨構造物の耐震性能に関する研究, その3 皿バネ座金を用いた突出型エンドプレートの半剛接合部の実験, 日本建築学会関東支部研究発表会, 2010年3月5日, 建築会館

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等

<http://www.rs.kagu.tus.ac.jp/tito-lab/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 拓海

東京理科大学・工学部第一部建築学科・講師

研究者番号: 50376498

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

