

東京理科大学「火災安全科学研究拠点」

■ 研究成果概要報告書

研究課題		鉄骨造柱梁接合部の耐火性能解明	実施年度
			2019年度
研究代表者	所属	名古屋大学大学院環境学研究科	
	氏名	尾崎文宣	
	問合せ先メールアドレス	ozaki@nuac.nagoya-u.ac.jp	
共同研究者	氏名・所属・職	太田和弥・名古屋大学大学院・大学院生 鈴木淳一・国土交通省国土技術政策総合研究所・主任研究官	
受入担当責任者	氏名	河野守	

1. 研究の背景および目的

本研究の主目的は鉄骨造接合部の耐火性能を解明することであり、本年度においては柱および梁で多用されているボルト継手に対して、特にその柱継手に着目して研究を進める。高力ボルト柱継手はH形鋼柱の標準的なボルト接合形式であるものの、その耐火性能は未だ検討されておらず、建築学会等の最新の耐火設計指針においても評価対象外となっている。高力ボルト接合部の耐火性能に関する部材レベルの既往研究としては、梁同士を接合した梁継手に関するもの、柱梁接合部に関するもの(主に海外で用いられる高力ボルトを用いた半剛接形式の接合部)に限られ¹⁾、本研究が対象とする柱同士を接合する高力ボルト接合柱継手の研究は今までに行われていない。柱接合部の特徴として、曲げモーメント、柱軸力とせん断力をそれぞれ伝達する必要があり、それらが同時に作用する場合の高力ボルト接合部の耐火性能は不明であり、特に高力ボルトは高温時の強度低下が激しいために、火災時では作用荷重により柱接合部の破断が懸念される。また火災時鋼架構の全体崩壊を防止するために、架構全体の荷重再配分能力を考慮した耐火設計が実現されているが、この場合、火災区画内の柱が高温座屈した後も安定的な座屈後の残余耐力が要求される。しかしながら荷重再配分過程において柱接合部のボルト破断により柱耐力が急激に低下してしまい、これにより架構全体崩壊が発生する可能性がある。本研究により柱接合部の耐火性能を新たに解明することで、建築鉄骨造の火災安全性確保と合理的な耐火設計法構築に寄与できると考えられる。

2. 利用施設及び利用日

- ・ 多目的水平載荷装置 (2020年3月2日～3月6日)

3. 実験方法・研究成果、および考察（申請時の計画に対する達成度合いも含む）

※継続課題の場合は、前年度との関係性、進展度合いについても記載すること。

本年度においては高力ボルト柱継手の耐火性能を解明することとし、東京理科大学火災科学研究センターの多目的水平載荷装置を用いて、炉内を一定温度に制御しながら柱接合部を含む鋼柱の温度一定・荷重漸増実験を実施した。試験体数は2とし、ボルトの強度低下が母材のそれより大きくなる700℃において、柱接合部

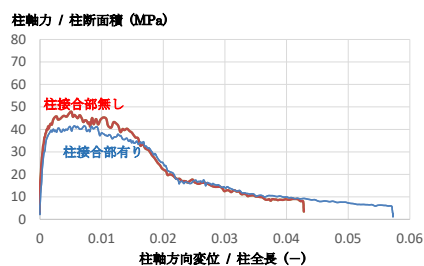


図 柱軸力～軸変位関係（700℃）



写真 柱接合部試験体の試験後

有りとなしの場合の無被覆鋼柱の座屈耐力と座屈後残余耐力を解明することとした。本実験により、柱の高温座屈により柱中央部の接合部に曲げモーメントと軸力が同時作用することで接合部のボルト破断が発生するのか、また柱接合部の有無により座屈後の残余耐力は変化するのか等を解明する。試験での計測は、一般的な鋼柱の載荷加熱試験と同じく、柱試験体温度（材軸方向の3断面位置のフランジおよびウェブ板を計測、ボルトを配した断面ではボルト温度も計測）、柱の材軸方向変位（柱の伸びおよび縮み変形）、および荷重とした。なお本年度の実験では間に合わなかったが、次年度の実験においては柱試験体から変位治具を炉外に出して、柱中央のたわみ（座屈によるたわみ）も計測する予定である。

実験に供したボルト柱接合部は日本建築学会の最新版の「鋼構造接合部設計指針」により設計し、これより得られたフランジおよびウェブのボルト本数を用いることとした。事前に柱接合部に対する高温時の曲げ耐力～軸耐力の相関曲線を新たに提案し、実験の柱接合部は700℃においてボルト破断が発生すると事前評価されていた。一方、本実験においては、上記写真に見るように柱接合部はボルト破断せず、接合部有りとなしの場合の柱試験体にはH形弱軸の局部座屈（柱はFAランク）が発生し、最大耐力後の座屈後挙動もほぼ同一であった（上図参照）。なお局部座屈発生位置は、継手無しは柱材中央、一方継手有りは柱材中央に位置する継手部よりやや上方であった。ただし試験後のボルトにはせん断の塑性変形が残留しており、接合部についても最大耐力に近かったと考えられる。本実験結果より「鋼構造接合部設計指針」で設計された柱継手は高温破断せず、当該柱継手を有する鋼柱は高温座屈後の安定的な残余耐力も期待できることが確認できた。しかしながら実際の構造設計においては、上記の接合部設計指針によって柱継手が設計されないケースも十分に考えられ、ボルト投入量がさらに少ない柱継手も考えられる。また本実験での試験体のパラメータ数も少なく、今後の追加検討も必要と考えられる。

4. 今後の展望（今後の発展性、見込み等についても記述）

今後の展望として、柱接合部の高温破断柱接合部のボルト投入量をパラメータに設定して耐火実験を行う必要がある。すなわち、常温時に保有耐力接合のみを満たすような接合部

(本年度の約 2/3 のボルト投入量)、柱接合部が確実に高温破断するような接合部(本年度の約 1/3 ボルト投入量)を設けた柱試験体に対しての温度一定、荷重漸増の高温座屈実験、さらに実験温度を変更した耐火実験が必要である。本年度の実験結果および今後の実験結果の蓄積により、日本建築学会・鋼構造耐火設計指針において柱継手の耐火性能評価法の新提案に繋がると考えられる。

[参考文献]

1) 日本機械工業連合会、日本建築総合試験所：平成 20 年度 建築部材の接合部耐火性能評価の技術的問題点についての調査報告書、平成21年3月、http://www.jmf.or.jp/japanese/houkokusho/kensaku/pdf/2009/20anzen_06.pdf (2020年9月1日現在)

5. 成果の公表状況（学会への発表，学術誌への投稿等を記述。予定も含む）

下記論文を投稿している。

- 1) 太田和弥、尾崎文宣：高力ボルト接合鉄骨柱継手の耐火性能評価 その1 試設計による検討、日本火災学会 2020 年度研究発表会梗概集
- 2) 太田和弥、尾崎文宣：高力ボルト接合柱継手を含む鋼柱の高温載荷実験、日本建築学会学術梗概集(防火)、2020 年

6. 経費の使用状況

消耗品費・会議費・印刷費等		旅費		人件費	
事 項	金額(円)	事 項	金額(円)	事 項	金額(円)
鉄骨試験体費 (継手あり・なし計 2 体)	527,835	東京～名古屋 (往復, 計 3 名)	70,046	実験作業費 (試験体搬入・	588,170
実験消耗費 (ブランケット、熱電対等)	242,000	理科大宿泊費 (3/1-6 2 名)	37,500	セットアップ 計測セットアップ等)	
小計	769,835	小計	129,636	小計	588,170
東京理科大学 負担分		総計	1,465,551	円	

上記以外 負担分 総計 0 円

以上

※ページは適宜増やしてください。

※上記 5 に記載された成果公表については、別刷 1 部をご提出願います。PDF ファイル等の電子データでも構いません。

※本成果報告概要書に記載された内容は、本拠点の成果報告として Web 等で公開されることをお含み置き下さい。

※本成果報告概要書と併せて、研究報告書を提出頂いても構いません。(フォーマットは問いません。)

※後日開催予定の成果発表会で使用されるプレゼンテーション用の電子ファイルについても提出願います。