

「SS400H部材の室温から800℃までの弾・塑性・クリープ崩壊耐力測定」

（平成16年度～平成18年度）評価書（事後）

平成19年6月22日（金）

建築研究所研究評価委員会委員長 松尾 陽

1. 研究課題の概要

①背景及び目的・必要性

背景：耐火被覆した鋼部材の許容鋼材温度は、JIS (A1304)、告示の試験法（昭和44年建設省告示第2999号、平成12年廃止）で長い間、平均350℃、最大450℃とされてきたが、外国の規格ではこの値より高い約550℃程度となっている場合が多い。過去に建築研究所で実施したISO基準による梁、柱の載荷耐火試験*1でも、崩壊は平均鋼材温度で梁601℃、柱570℃と評価され、誤差を勘案してそれぞれ梁541℃、柱513℃が提案されている。崩壊耐力に基づく合理的耐火設計を行うためには、鋼部材の崩壊温度について正確な値を明らかにしておく必要がある。

現在、指定性能評価機関が行う耐火試験は、鋼の柱、梁に載荷する方法と載荷しない方法を選択することが可能である。載荷する方法は、一定の時間、標準加熱曲線で加熱を行い、部材が崩壊しないことを確かめる。載荷しない方法は、一定の時間、標準加熱曲線で加熱を行い、部材の温度が上記の許容温度に達しないことを確かめる。従って、このような耐火試験では、部材が崩壊する温度や崩壊耐力に関する情報を得ることができない。

目的：SS400H部材梁・柱の弾・塑性・クリープ崩壊耐力を、室温から800℃の範囲で測定し、温度の上昇に伴う崩壊耐力低下の全体象を明らかにする。この結果から応力レベルと崩壊温度の関係を求め、耐火設計の為の基盤情報とする。また、試験体に用いる鋼材から引張試験片を採取し、高温機械強度を測定する。これを利用した数値計算と実験結果を比較し、予測誤差の大きさを定量化する。加えて、既往の耐火試験結果などとの整合性についても検討を行う。

ここで得られた情報は、耐火試験や建築基準法に規定される耐火構造が崩壊耐力に対して有する余裕度を明らかにするとともに、設計者が崩壊に対する余裕をコントロールする際の資料として役立つと考える。また、耐火性能の予測計算手法の検証に広く利用できる。

必要性：これまでISO834(Fire-resistance tests)などの載荷耐火試験により鋼部材の崩壊温度が評価されてきた。この方法は大型の試験体を使用し、試験は標準耐火加熱曲線に沿った加熱により非定常で行われるため、鋼材温度の制御は困難で鋼材温度にはバラツキがある。その上、載荷荷重として設計荷重を主に作用させるため、その荷重での崩壊温度を知ることは出来るが、任意の温度での崩壊耐力を知ることは出来ない。載荷耐火試験は、室温から高温までの鋼部材の崩壊耐力低下の全体象を明らかにする方法ではないのである。本研究では中型試験体（200H、200L）を使用し、電気炉により鋼材温度一定（定常）の条件の基、部材に作用する荷重を増加させて崩壊耐力を測定するため、任意の温度での崩壊耐力を測定できる。また、試験体が中型であるため、少ない費用で試験体の数を増し実験精度を向上させられる。また、ISOの方法と同様に鋼材温度を上昇させながらの崩壊耐力測定もある程度可能である。室温から高温までの広い温度範囲の崩壊耐力低下の全体像把握には、この方法が適している。

*1：建設省総合技術開発プロジェクト「防・耐火性能評価技術の開発」

②研究開発の概要

建築構造に利用される代表的鋼種SS400について、H形梁・柱部材の崩壊耐力を弾・塑性・クリープ性状を視野に入れ室温から高温までの範囲で測定し、鋼部材の崩壊耐力低下の全体象を明らかにする基礎資料を整備する。また、実験温度での高温機械強度を測定し、それによる数値実験を行い、実験結果と予測結果を比較し誤差を評価する。さらに、この実験手法をSS400材以外の鋼材料について、崩壊耐力低下を評価するための標準的方法として提案する。

③達成すべき目標

- 1) 梁、柱の室温から800℃までの弾・塑性・クリープ崩壊耐力曲線の作成
 - 2) 各応力レベルでの崩壊温度の提案、実験結果と数値実験の比較と誤差の定量的評価
 - 3) 他の鋼材料について、崩壊耐力低下とその全体像を評価するための標準的実験方法の提案
- 以上について報告書をまとめる。

2. 研究評価委員会（分科会）の所見とその対応（担当分科会名：防火分科会）

①所見

・所見①：高温時の物性データが少ない現状に対して、鋼材の耐力データの測定結果を得るという本研究の目標は達成できたと言える。実験装置の考案からはじめて、火災時の崩壊耐力把握という未知分野の研究を行い、崩壊耐力曲線を得た成果は高く評価できる。

・所見②：実験データは基礎的なもので、鋼構造の合理的耐火設計をより発展させるものと期待できる。実験結果および実験方法についての詳細な報告を研究論文に発表するとともに、データの共有化が図れるように努力をお願いしたい。

・所見③：実験は限られたサイズの鋼材に限られているが、この結果を一般的な耐火設計に活用するためには、理論的な面からも検討を進める必要がある。外部の専門家との共同研究や、他の試験研究機関との連携が積極的に行われても良かったのではないかと。

・所見④：既往の耐火試験結果との計算・実験の比較・検討がやや不十分であり、現在の耐火設計システムに整合性させるための配慮が必要である。

・所見⑤：担当者一人でありながら、当初計画を精力的にこなされたことは良いが、研究担当者や研究予算などの研究資源を重点的に集中することで研究スピードを促進し、より早く研究のゴールを目指すことも必要であろう。

②対応内容

・所見①に対する回答：今後、研究成果を合理的耐火設計に利用することを目的とした継続研究を行ないます。

・所見②に対する回答：実験結果の報告は、関連する学会への論文などにより早い機会に行ない、研究成果の公表に努めます。

・所見③に対する回答：より一般的な耐火設計を行なえるためには、今回の実験結果を十分に説明できるモデルと、それを理論的に拡張する手順が必要であると考えています。この点は継続研究において対応していくことを計画しています。その際、外部との共同研究・協力などを積極的に計画致します。

・所見④に対する回答：本研究では基本的な現象の解明に重点を置いており、現在の耐火設計システムへの反映方法についての検討が十分ではありませんでした。今後は現行のシステムとの整合をはかりながら鋼部材性能評価法として耐火設計に活用する方法を検討したいと思います。

・所見⑤に対する回答：今回の実験・研究方法が初めての試みであったため、試行錯誤的な部分が少なく、結果として研究のスピードが遅いものとなりました。継続研究では、外部の専門家との共同研究などを含め、効率的な研究資源の投入を図りたいと思います。

3. 全体委員会における所見

一般的に使用されているSS400H部材について、火災時の耐力低下を精度良く予測するための基礎的なデータが整備され、目標を達成できたと考える。今後は、この研究成果をより分かりやすく公表されたい。

4. 評価結果

- 1 本研究で目指した目標を達成出来た。
- 2 本研究で目指した目標を概ね達成出来た。
- 3 本研究で目指した目標を達成出来なかった。