

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 平島 岳夫

本論文は、鋼構造の防火区画を構成する一般鋼による骨組の力学的性状について、400～600℃における一連の実験を行い資料を蓄積すると共に、それらの結果を火災時における鋼架構の変形性状の予測に用い、数値解析に基づく耐火設計手法への適用限界について解明を試みたものである。耐火試験においては、耐火被覆が施された一般鋼による構造部材の鋼材温度が平均 350℃以下かつ最高 450℃以下であることを判定条件に、その耐火時間を決定していたが、1992 年に実施された多数の高層鉄骨架構棟における熱応力変形解析の報告から、耐震設計された一般鋼による構造骨組は 600℃程度まで温度上昇しても耐火性を保持する可能性が示されたと分析している。また、同報告では火災加熱を受ける鋼柱の柱頭と柱脚および鋼梁の端部と中央部に大きな曲率が生じ局部座屈が発生することも指摘されていることを問題とし、高温時における鋼柱と鋼梁の荷重支持能力を検証するため、本実験的研究を実施したと述べている。

常温～800℃までの溶接構造用圧延鋼材の高温引張試験では、5 種類の SM490A および 1 種類の裏当て金について高温時の応力・ひずみ曲線をはじめ、弾性係数・0.2%オフセット強度・引張強度・伸びなどの高温時における引張特性に関する資料を蓄積している。H形断面・箱形断面部材の短柱圧縮実験では、圧縮ひずみ 15%程度における残存圧縮耐力は、H形断面部材および箱形断面部材共に、500℃においては基準強度の 0.4 倍程度、600℃においては 0.2 倍程度であったとし、この結果を用いることにより、H形断面部材の局部座屈後における応力・ひずみ曲線式を提案し、当該部材の局部座屈後における耐力低下を考慮することが可能となったと述べている。H形断面部材の純曲げ実験では、ヨーロッパ鋼構造協会の耐火設計ガイドで推奨されている梁の変形量の許容値を目安として、大変形時における一般鋼の曲げ耐力を検討し、幅厚比 10 以下においては、梁のたわみ許容値に相当する変形が生じても局部座屈に伴う曲げ耐力の低下が見られないことから、数値解析に基づく耐火設計の力学的性状予測に際しては、鋼梁に生じるたわみが許容値を超えないことを確認すればよいとし、塑性ヒンジ部分における曲げ耐力が曲率の増大にもかかわらず全塑性モーメントを維持すると仮定した塑性設計が適用できることを示している。ヨーロッパ鋼構造協会における柱の変形量の許容限界値（階高の 1/30）を超える水平変形を与えた H形断面・箱形断面部材の曲げ圧縮実験に関しては、加熱梁の伸び出しを受ける一般鋼の柱が維持できる存在軸力を明らかにしている。すなわち、軸力比および鋼材温度を要因とする鋼柱の荷重支持能力は、幅厚比 10 以下の一般鋼 H形断面部材については、軸力比 0.3 以下の柱で鋼材温度 600℃まで、軸力比 0.3～0.4 の柱で 550℃まで、軸力比 0.4～0.5 の柱で 500℃までであり、幅厚

比 30 以下の一般鋼箱形断面部材については、軸力比 0.3 以下の柱で鋼材温度 600°C まで、軸力比 0.3~0.5 の柱で 500°C までであることを各々検証している。これより、数値解析に基づく耐火設計の力学性状予測において鋼柱に生じる水平変形量が許容値（階高の 1/30）を超えないことを確認して軸力比に応じて鋼材温度を制限すれば、局部座屈の影響により外柱が軸力を支えられなくなる事態を回避できる見通しが得られたと総括している。

数値解析に基づく耐火設計への適用に関しては、先述の数値解析が行なわれた高層鉄骨架構棟の中から、外柱における軸力比が最も大きく、また 600°C までの熱応力変形解析において鋼梁のたわみが最も大きかった例を用いて、防火区画による火災の延焼拡大防止のための構造部材に生じる許容変形量をヨーロッパ鋼構造協会の耐火設計で推奨されている値とし、鋼構造骨組の熱応力変形解析を実施し、局部座屈を考慮しない熱応力変形解析においては鋼材温度 590°C で梁のたわみが許容値に達し、短柱圧縮実験の結果を用いて局部座屈を考慮した場合は 575°C で外柱側梁端部に局部座屈が発生し 580°C で収束不可能となり、これらの結果から鋼構造骨組の熱応力変形解析による鋼材温度の許容値は 575°C であるとしている。また、H 形断面部材を用いた軸力比 0.32 の外柱における鋼材温度の許容値は 550°C、箱形断面部材を用いた軸力比 0.47 の内柱における鋼材温度の許容値は 500°C となり、本実験的研究を適用して求められた本例においては一般鋼材温度の許容値は 500°C であるとし、耐火設計への適用方法を具体的に示している。

以上要するに、本研究は、従来著しく不足していた一般鋼に関する高温時の変形性状を 600°C までの部材実験を行うことにより蓄積し、局部座屈の発生を前提とした鋼構造部材の残存耐力と荷重支持能力を明らかにして、実験と熱応力変形解析の両面から、一般鋼による構造骨組の耐火性能を検証可能としたものであり、この成果は鋼構造の耐火設計法の発展に寄与するところが極めて大きい。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。