

審査の結果の要旨

氏名 劉 高 育

劉高育氏から提出された「実火災状況下における遮炎性ワイヤレス防火ガラスの破壊挙動に関する研究」は、防火区画の構成材料として利用されることが期待されるワイヤレス防火ガラスの火災時の破壊挙動を明らかにすることを目的として、高温下におけるワイヤレス防火ガラスの力学特性および破壊基準を求め、高温下におけるワイヤレスガラスの構成則を構築するとともに、実大レベルでの火災実験および模擬注水実験を行って、構築した構成則の検証を行ったものである。ガラスは透明であるため、防火区画部材として用いられれば、火災時に可燃物の燃焼状況、危険物・可燃物などの配置、取り残された要救助者の有無などが容易に視認でき有用であるが、通常のガラスは、火災時に生じる温度応力によって破壊に至るため遮炎性・遮煙性が確保できないため、火災時にも破壊しない防火ガラスが開発されてきている。しかしながら、消火活動等で急激な温度変化が生じる場合の挙動については不明な点が多く、劉氏の博士論文は、これら火災時の様々な状況における防火ガラスの挙動を明らかにし、その適切な利用方法について有益な示唆を与えるものである。

本研究は6つの章で構成されている。

第1章では、本研究の背景、目的、範囲などが的確に述べられている。

第2章では、本研究と関連する既往の研究に関する調査がなされており、ガラスの製造方法、ガラスの力学特性の測定方法およびガラスの破壊原因に関する調査を通じて、火災時の防火ガラスの挙動を把握できる実験方法に対する検討がなされ、実験に際しての注意点を明確にしている。

第3章では、火災加熱時のガラスの力学特性を把握するための実験方法について解析的な検討がなされており、第4章および第5章で行われる実験の理論的検証がなされ、その正当性が確認されている。すなわち、ガラス板の高温下の曲げ試験において大変形が生じる場合であっても、ガラスの弾性係数および破壊応力を算出できるような補正方法が提案されており、強化ガラスの表面応力が昇温に伴って変化する様子に関する理論的検討がなされている。また、ガラスの断面における温度分布を推定する方法についての理論的検討もなされている。

第4章では、第3章で構築した試験方法を用いて、遮炎性ワイヤレス防火ガラスである耐熱結晶化ガラスおよび耐熱強化ガラスの高温下における弾性係数、粘性係数などの構成則および破壊応力が算出されるとともに、加熱後の耐熱強化ガラスの表面応力が慎重に測定されており、火災加熱時の遮炎性ワイヤレス防火ガラスの破壊予測式が導出されている。実験を通じて、耐熱結晶化ガラスの弾性係数は 575°C 程度以下の範囲では変化しないこと、耐熱強化ガラスの場合には 475°C 以上の範囲で顕著な粘弾性的性質を示し、歪点を超えると構造流動現象を示すことを明らかにしている。さらに、耐熱強化ガラスが 600°C 以上に加熱されると応力誘起浸食現象が加速されることを見出しており、その危険性を指摘している。

第5章では、実際の火災および消火活動を模擬した実大規模の空間火災実験を実施しており、遮炎性ワイヤレス防火ガラスの破壊の発生状況を第4章で求めた構成則を用いて有限要素法で予測するとともに、同じく第4章で構築した破壊予測式の検証を行っており、構成則および破壊予測式の妥当性を確認している。

第6章では、本論文の結論と今後の課題が要領よくまとめられている。

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。