

論文の内容の要旨

論文題目 燃焼生成ガスの毒性を考慮した建築物の避難安全設計手法の開発

氏名 趙 玄素

平成 12 年に建築基準法が改正され、不燃材料を評価する国土交通大臣認定に係る性能評価試験に、不燃性試験および発熱性試験の他に新たにガス有害性試験が定められた。ガス有害性試験は、試験体（22cm 角）を加熱して発生した燃焼ガスをマウスに与え、その行動停止時間によってガスの有害性を評価している。動物実験であることから、試験結果に及ぼす動物の個体差の影響が大きい、建築材料固有の分解・燃焼生成ガスの定量分析ができない、火災時の燃焼条件による生成ガスの違いを評価できないなど、生成ガスの有害・有毒性の個別評価が難しいといった欠点がある。

また、現在建築基準法では、火災時の建物の避難安全性能について、避難予測計算から避難終了時間、および煙性状予測から避難限界時間を求め、それらを比較し避難安全性を検証することが基本となる。煙性状予測では火災からの煙やガスが避難上支障のある高さまで降下する時間を計算する。しかし、煙と有害性ガスの拡散速度が異なり、煙降下時間より前に有害性ガスが避難者に与える影響が考慮されておらず、煙に巻き込まれていないのにもかかわらず、有害性ガスが死因となるケースが発生しており、有害性ガスが避難者に与える影響を考慮した避難安全設計がより安全性の高いものと考えられる。

したがって本研究では、2つのことを目的とする。一つ目は動物実験に替わる成分分析に基づくガス有害性試験の代替手法の提案、二つ目は現火災避難安全設計手法に基づき、実火災空間における有害性ガスの影響を考慮した評価方法の提案であり、目的達成のために2種類の加熱実験を行った。

本研究における主要な検討課題は以下の3項目である。

1. 有害性ガスの生成と燃焼条件の検討

チューブ炉（ISO19700）を用いて燃焼実験を行い、燃焼時および熱分解時にそれぞれ発生する有害性ガスの各種の濃度を加熱温度や酸素濃度と比較し、燃焼条件と有害性ガスの生成の関係を調べ、実火災時の火災進展段階それぞれの毒性値を評価する。

2. 有害性ガスが人間の避難行動に与える影響の検討

人間とマウスの挙動の関係性を考慮しながら有害性ガスの刺激性ガスが歩行速度にあ与える影響および窒息性ガスが行動停止時間に与える影響をそれぞれ明らかにし、有害性ガスとマウスの挙動の関係および行動停止時間の関係についてそれぞれ検討を行う。有害性ガスがマウスに与える影響はガス有害性試験装置を用いて行い、ガス有害性試験の代替手法を提案する

3. 有害性ガスの影響を考慮した避難安全設計手法の構築

現行の避難安全設計手法を基本とし、歩行者速度について有害性ガスが避難者に与えられる影響を対し、刺激性ガスおよび窒息性ガス両方の影響を考慮した設計式を提案する。

本研究は、全章で構成され、各章の概要は次に述べるとおりである。

第1章 序論

第1章では、本研究の背景および目的、本論文の構成を述べる。

第2章 既往研究の文献調査

第2章の文献調査では、ガス有害性の評価に相關する国際規格をまとめ、各国の火災時に発生する有害性ガスの評価方法を整理する。また、有害性ガスが人体に与える影響についてまとめる。

第3章 燃焼条件と燃焼生成物の関係

第3章では、燃焼条件と燃焼生成物の関係を明らかにする。チューブ炉試験装置を使って加熱温度と空気供給量を変えながら実験を行い、試験体の燃焼温度と生成する有害性ガスの濃度および種類を調べる。チューブ炉試験は加熱中炉内の温度を計測できないため、試験体の燃焼速度から時間に対する燃焼区間を求め、燃焼区間の雰囲気温度を仮定し、試験体の発熱量やチューブ炉内の流速から移流による熱移動を求め、チューブ炉の出口温度値をシミュレーションで求める。測定した出口温度の値と比較し、仮定した雰囲気温度の妥当性を検討する。

第4章 ガス有害性試験の代替手法

第4章ではガス成分分析を使って有害性ガスの評価を行い、ガス有害性試験の代替手法を提案する。ガス有害性試験装置を使って行った実験のガス成分分析結果から毒性値を計算し、マウスの行動停止時間と比較を行い、両者の相関関係について調べ、有害性ガス影響をガス成分分析によって評価する妥当な手法を提案する。

第5章 火災避難安全設計手法

第5章では有害性ガスの窒息性影響および刺激性影響を考慮した火災避難安全設計手法を提案する。

第6章 簡略チューブ炉

第6章では簡略チューブ炉の実験結果を報告し、チューブ炉の結果と比較を行った。

第7章 まとめ

第7章では、まとめとして本研究の成果および今後の課題について総括して述べる。