

氏 名	やまぐち じゅん いち 山 口 純 一
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 2785 号
学位授与の日付	平 成 19 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	工 学 研 究 科 都 市 環 境 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	吹抜空間を有する建築物の避難安全設計における煙流動性状計算法に関する研究

論文調査委員	(主 査) 教 授 田 中 哮 義	教 授 鉾 井 修 一	助教授 原 田 和 典
--------	----------------------	-------------	-------------

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、火災時の建物内煙拡大の上で潜在的危険をはらむ吹抜け空間を有する建築物に対する合理的な避難安全設計法を構築する上で重要となる煙性状予測および煙制御に関する諸課題に焦点をあてて、それらの工学的解決手法の開発を目標に研究した成果を纏めたものであって、8章からなっている。

第1章は序論であって、本研究の背景、目的、関連する既往研究のレビューおよび論文の構成について記述している。

第2章では、本論文の研究が最終的な目標とするところの「吹抜け空間を有する建築物の避難安全設計法」の枠組みについての考え方と、その設計法構築に関する現状の課題点について分析している。この設計法の枠組みでは、避難安全検証について現行法規の避難安全検証法と同様、火災室避難、火災階避難、全館避難の3段階の安全検証を考えるが、避難と煙層降下時間の比較ではなく、避難完了時点での煙層の状態によって安全性の判断を行うこととしている。

第3章では、避難安全設計法の枠組みを火災リスクの概念に基づいて構築することを目標とし、その前提となる火災条件の設定方法を火災事象のイベントツリーを用いて考察して各火災シナリオの生起確率と避難不能人数を変数とする避難危険リスクの評価式を設定し、また火災統計の分析と避難安全検証における安全クライテリアの性格に対する考察から避難安全設計のコンテキストの中で用いられるべき許容リスクの値を提案している。更に、避難危険リスクを許容レベル以下に抑制するために必要な設計火源の成長係数値の決定方法を提示している。

第4章では、吹抜け空間に面する居室部分が火災になったときの窓などの開口部から噴出する火炎・熱気流による上階延焼危険の評価手法の構築に関して、開口やバルコニー形状などが複雑であっても普遍的に適用可能な噴出火炎・熱気流温度分布の予測手法として無次元発熱速度をパラメタとする相似側と模型実験での温度測定を用いる噴出気流温度予測・評価手法を開発・提案し、その適用可能性を縮尺の異なる模型実験により実験的に検証した。また、開口部の上部に庇などが無い単純な条件の場合に対しては上階開口部位置での無次元温度予測計算式を実験的に導いている。

第5章では、高さの大きい吹抜け空間内における煙危険の拡大速度について、火災プリームの挙動に関する理論的考察から火災プリーム先端の上昇速度に関わる無次元パラメタを導き、火源規模、空間のアスペクト比、頂部開口の有無を変化させた模型実験、および既往の実大実験の結果から実験定数を求めて、自由空間および吹抜け空間における無次元上昇速度予測式を導出している。

第6章では、吹抜け空間内への煙危険の拡大にとって重要な影響を及ぼす、吹抜け空間に面する居室部分火災時の開口部噴出熱気流の空気連行性状を把握するための模型実験を行い、その測定結果と理論的考察から、開口噴流プリームの流量は開口ジェットのアスペクト比の広い範囲で開口流のエンタルピーを熱源と見なした垂直プリームにモデル化して予測できることを見出し、開口噴流プリーム流量の無次元予測式を導出している。

第7章では、大規模な吹抜け空間では天井形状が複雑になることから、既往研究では発熱速度一定の火源の場合しか煙層降下式が得られていなかったのに対し、天井高さが一定でない空間内において、成長火源および成長・定常複合火源など時

間とともに発熱速度が増加する火源を避難安全設計の設計火源としたときの吹抜け空間内煙層降下速度予測式を新たに導いている。また、それらの予測式による精度はコンピュータモデルである BRI2002 二層ゾーン煙流動予測モデルの予測と比較しても殆ど遜色ないことを検証している。

第8章では、上記の第2～7章の成果を利用し、吹抜け空間を有する建築物における避難安全性検証に関して、火災室避難、火災階避難、全館避難の各段階で、避難完了時の避難経路空間内における煙層の状態を、コンピュータモデルを必要とせず、計算式のみで工学的に予測する評価手法を開発している。この手法によれば、出火室内の避難完了時点での煙性状、吹抜け空間に面する火災室から煙の発生時間・量の評価、吹抜け空間における避難完了時点での煙層性状、上階避難完了時点での吹抜け空間内の煙性状、上階避難経路への煙侵入に伴う性状を対応する計算式セットを用いて順次予測・評価することにより、吹抜け空間を有する建築物の避難安全検証を行うことができる。

第9章は、本論文の総括であり、研究の成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、火災時の建物内煙拡大の上で潜在的危険をはらむ吹抜け空間を有する建築物に対する合理的な避難安全設計法を構築する上で重要となる煙性状予測および煙制御に関する諸課題に焦点をあてて、それらの工学的解決手法の開発を目標に研究した成果を纏めたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 避難安全設計法の枠組みを火災リスクの概念に基づいて構築することを目標に、その前提となる火災条件の設定方法を火災リスクの観点からイベントツリーを用いて考察し、避難危険リスクを許容レベル以下に抑制するために必要な設計火源の成長係数値の決定方法を提示した。
2. 吹抜け空間に面する居室部分が火災になったときの窓などの開口部からの噴出火炎による上階延焼危険の評価手法の構築を目的として、開口噴出火炎・熱気流温度分布の予測手法として無次元発熱速度をパラメタとする相似側と模型実験を用いる噴出気流温度予測手法を開発・提案し、その有効性を実験的に検証した。
3. 高さの大きい吹抜け空間内における煙危険の拡大速度について、火災プルームの上昇速度に関する理論的考察と模型・実大実験の結果から、空間のアスペクト比と無次元発熱速度をパラメタとした火災プルーム先端の吹抜け空間内上昇速度予測式を導出した。
4. 吹抜け空間内への煙危険の拡大にとって重要な、吹抜け空間に面する居室部分火災時の開口部噴出煙の空気連行性状について実験的に検討し、開口噴流プルーム流量の予測式を導出した。
5. 大規模な吹抜け空間では天井形状が複雑になることから、天井高さが一定でない空間内において、成長火源および成長・定常複合火源を避難安全設計の設計火源としたときの吹抜け空間内煙層降下速度予測式を導き、その精度がコンピュータモデルと遜色ないことを検証した。
6. 吹抜け空間を有する建築物における避難安全性検証に関して、火災室避難、火災間避難、全館避難の各段階で、避難完了時の避難経路空間内における煙層の状態を、コンピュータモデルを必要とせず、計算式のみで工学的に予測する評価手法を開発した。

以上、本論文は火災時安全対策が複雑な吹抜け空間を有する建築物に対し、建物の設計側および行政など安全確認側の双方にとって明快・透明な安全性検証手段の提供を可能にするものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成19年2月20日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。