

氏 名	わた なべ じゅん いち 渡 邊 純 一
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 2784 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	二層環境下における天井流性状解析に基づく火災感知器作動予測手法に関する研究

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、実際の建築空間および火災の条件下における火災感知器の作動予測手法の確立を目標に、火災により室内に形成される高温層が非定常に変化する下での、天井流（天井ジェット）の温度・煙濃度変化、予め存在する高温層への火災プルームの貫入高さ、ならびに火災感知器の作動時間の予測手法について研究開発した成果を取り纏めたものであり、7章からなっている。

第1章は序論であり、本論文における研究の背景、目的および論文の構成について記述している。

第2章は火災感知器の作動予測に関係する既往研究をレビューしたもので、特に本論文の研究に関わりがある二層ゾーン煙性状予測モデルおよび天井流性状の予測モデルの主要なものについて、その特徴を整理し、現状の予測性能および課題について評価を行っている。

第3章では、出火室内に非定常的に温度や厚さが変化する高温層が存在する環境を上・下部層の二層環境と捉え、その下での火災プルームの質量および熱量保存を検討することにより、先ず火災プルーム平均温度に対する高温層温度と厚さの関係を示す式を導き、次いで平均温度を既往の端部開放天井下の定常天井流温度予測式に置き換えることにより、二層ゾーン火災性状予測モデルと既往の端部開放天井下の定常天井流温度予測式を統合した新たな天井流温度の非定常予測モデルを導出している。これを用いた天井流温度予測は火源として ISO 試験火災を用いた実大火災実験における測定結果と精度良く一致している。

第4章では、第3章と同様の二層環境下に於ける天井流の煙濃度予測式を導出している。ここでは、煙濃度について煙の光吸収断面積の概念ならびに火源の単位燃焼量当り光吸収断面積発生量の概念を導入し、先ず二層環境下における火災プルームに対する煙の光吸収断面積の保存を検討することにより、二層環境下の火災プルーム平均煙濃度予測式を導出している。一方、天井流濃度については既往の予測式が存在しないことから、煙の光吸収断面積の保存に合わせて熱量の保存を考察することにより、天井流温度と煙濃度の関係を見出し、これから二層ゾーン火災性状予測モデルによる高温層煙濃度予測と既往の端部開放天井下の定常天井流温度予測式を統合した新たな天井流煙濃度の非定常予測モデルを導出している。このモデルによる天井流煙濃度予測は ISO 試験火災を火源として用いた実大火災実験における測定結果と精度の良い一致をみている。

第5章では、日射や暖房の影響で建築空間内に温度分布が形成され、天井付近に予め高温層が存在する条件下で、火源からの火災プルームが感知器の設置される天井に到達することが可能か否かを判断するための評価式を導出している。これは、先ず高温層下面高さにおける火災プルームの運動量が、高温層貫入後に受ける負の浮力により消耗するとして、貫入後の上昇可能高さを支配するパラメタを理論的に見出し、貫入高さの実験測定結果をそのパラメタの関数として回帰させたものである。この実験は実大空間内にメタノール火源を熱源として形成させた高温層が、熱源を取り去ったあと次第に冷却するに従い、別に設定した燐焼火源からのプルームを徐々に上方まで貫入させてゆく性状を測定・観察する方法で行われ

た。この評価式を用いることにより、火源の発熱速度、予め存在する高温層の温度および厚さ、天井高さの関数として貫入高さを予測することが出来るので、貫入高さが天井高さに達するか否かをもって火源からのプルームが天井設置の感知器に到達できるか否かを判定できる。

第6章では、第3～5章の天井流性状予測手法と規定の感知器作動試験による測定から得られる感知器応答時定数(RTI)などの感知器作動特性値を用いて、任意の火源および空間条件の下での熱感知器および煙感知器の作動時間を予測する手法を提案し、その計算プログラムを作成している。この手法による作動時間の予測結果は、発熱速度や発煙量の異なる火源、および作動条件の異なる感知器を用いた複数の実大火災実験の作動時間測定結果といずれも非常に満足な一致をすることが確認されており、この感知器作動予測手法の有効性が検証されている。

第7章は結論であり、本論文の成果が要約されている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、実際の建築空間および火災条件の下における火災感知器の作動予測手法の確立を目標に、火災により室内に形成される高温層が非定常に変化する下での、天井流（天井ジェット）の温度・煙濃度変化ならびに火災感知器の作動時間の予測手法について研究開発した成果を取り纏めたものであり、得られた主な成果は次の通りである。

1. 熱感知器の作動予測に関して、建築空間内が上部の高温層と下部の低温層の2層に成層した条件下における天井流の質量保存および熱量保存の考察に基づき、従来の端部開放天井下における天井流の温度予測式と二層ゾーンモデルによる室内に蓄積される煙層の非定常温度予測を統合した二層環境下の天井流温度の非定常予測モデルを導き、その良好な予測精度を実験的に確認している。
2. 煙感知器の応答予測に関して、煙による光の吸収断面積の概念を導入し、その天井流内での保存と熱量保存との関係を考察することにより、上述の周囲開放天井下における天井流の温度予測式と二層ゾーンモデルによる室内の高温層の煙濃度の非定常予測を統合した二層環境下の天井流煙濃度の非定常予測モデルを導き、その良好な予測精度を実験的に確認している。
3. 日射や暖房の影響により建築空間の天井下に予め高温層が形成されている場合の火災プルームの高温層への貫入に関して、理論的考察と実験に基づいて貫入条件の評価式を導き、天井設置の感知器に火災による熱や煙が到達しない条件を明らかにしている。
4. 天井流性状の予測に関する上記の成果と、感知器作動の検定試験から得られる感知器の応答特性値を総合して、熱感知器および煙感知器の設置空間や火源条件に依らない普遍的な感知器作動予測手法を提案し、実際の建築空間を模した実験室天井に設置した感知器作動実験によって非常に満足な精度で妥当性を検証している。

以上、本論文は、今まで主として作動検定のために規定された試験によってのみ評価され実火災の条件との対応が不明確であった火災感知器の作動性能について、実火災下での作動予測を可能とする工学的評価手法を開発したものであり、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。