

氏 名	樋 本 圭 佑
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 2505 号
学位授与の日付	平 成 17 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 生 活 空 間 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	都 市 火 災 の 物 理 的 延 焼 性 状 予 測 モ デ ル の 開 発

論文調査委員 (主 査) 教 授 田 中 孝 義 教 授 吉 田 治 典 助 教 授 原 田 和 典

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、地震火災に代表される市街地火災延焼予測モデルを、火災現象の物理的基盤に立脚して、従来の統計的延焼モデルとは全く異なる新たな手法で、構築したものであって、下記に要約される9章からなっている。

第1章は序論であり、物理的基盤に立脚した市街地火災延焼モデルの必要性、既往の延焼モデルおよび関連する研究のレビュー、および本研究における新たな延焼モデルのコンセプトと予測計算手法全体のフレームワークを提示している。

第2章は市街地火災の最小単位となる個々の建築物の火災性状予測モデルについて記述したものであり、一層ゾーンモデルの概念に基づいて、建物内の任意の区画の質量、エネルギーおよび化学種の保存関係など区画火災の基本となる物理的関係をゾーン方程式として定式化し、さらに可燃物の燃焼・発熱、開口部を通しての気体および熱の移動、および区画境界部材を通しての熱の移動、燃え抜けによる開口の形成についての数学的モデル化を行っている。

第3章は建物間の火災拡大性状予測モデルについて記述したものであり、延焼に関係する3つの主要メカニズムであるところの、火災建物から未燃建物への熱輻射による熱伝達、火災建物の風下側に形成される火災気流の温度性状と熱伝達、および飛び火による延焼のモデル化を行っている。

第4章は可燃物の燃焼モデルとその区画火災への適用について記述したものであり、まず木材など炭化層を形成する可燃物の非定常的燃焼性状を、計算の負荷軽減のためプロファイル法を用いた熱伝導計算を用いて予測する手法を構築し、その妥当性を既往の可燃材料燃焼実験との比較で検証している。次いで、このモデルを組み込んだ区画火災モデルを構築し、このモデルを用いて区画火災温度を始めとする諸物理量とともに区画内可燃物の質量燃焼速度を予測し、既往の区画火災実験による測定値との良好な一致を確認している。

第5章は火災室開口から噴出する火炎・熱気流の温度性状に関する実験とモデルに関して記述したものである。ここではまず、火災室開口からの噴出火炎・熱気流の流出速度が外気風により建物にかかる圧力の影響を受けて変化する点について模型実験で性状を調べ、次いで窓開口の上方に壁がある場合の噴出火炎・熱気流の窓外での温度とトラジェクトリーの無次元パラメータを用いた予測モデルを構築し従来のモデルと比較して実験結果との良好な一致を見出している。

第6章は火災建物から放出される火の粉の飛散性状のモデル化について記述した部分であって、まず外気風の存在する下での火災気流性状をLESを用いて数値計算し、次いで、平板にモデル化した火の粉がその気流中で抗力、揚力を受け回転しながら飛翔する場合のシミュレーションを行っている。最後に、そのシミュレーションによる飛散分布に基づいて、火の粉の飛散分布の予測式を火災の発熱速度、火災規模、外気風速などが関係する無次元パラメータの関数式の形で提示している。

第7章は、第6章迄の内容を総合してコンピュータープログラム化した延焼性状予測モデルによる予測機能・精度を検証結果を記述した部分である。ここでは、まず個々の建物内の室間延焼予測の妥当性を検証するために、上記モデルを建設省建築研究所により1983年に火災実験が実施された2階建て実大家屋に適用して、予測と火災実験結果を比較している。次いで1976年に約1,800棟を焼損した酒田市大火について同延焼モデルを適用して延焼予測シミュレーションを行い、消防活動

等の人為的要素を無視した条件下での予測結果ではあるが、火災後に調査された延焼動態図と相当程度良好に一致する結果を得ている。

第8章は、延焼シミュレーションによる市街地の火災リスクをケーススタディした結果を記述したものである。ここでは重要伝統的建造物群保存地区として指定されている高山市の三町地区を対象とし、伝統的町並みの雰囲気維持が可能なような対策を選択して講じた場合に市街地火災による損失リスクがどの程度低減出来るかを、延焼性状に関わる条件の確率的側面を考慮した延焼シミュレーションにより検討している。

第9章は研究の総括である。

論文審査の結果の要旨

本論文は、地震火災に代表される市街地火災延焼予測モデルを、火災現象の物理的基盤に立脚して、従来の統計的モデルとは全く異なる新たな手法で、構築したものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 市街地火災を構成する個々の建築物の火災性状を、一層ゾーンモデルの概念に基づいて、建物内の任意の区画の質量、エネルギーおよび化学種の保存関係など区画火災の基本となる物理的關係をもとにゾーン方程式として定式化し、さらに関連する要素過程について数学的モデルを構築した。
2. 建物間の火災拡大に関係する3つの主要メカニズムである、火災建物から未燃建物への熱輻射による熱伝達、火災建物の風下側に形成される火災気流の温度性状と熱伝達、および飛び火による延焼の数学モデル化を行った。
3. 外気風の圧力の影響下で建火災室開口から噴出する火炎・熱気流の温度とトラジェクトリーの挙動について無次元パラメータを用いた予測モデルを構築し、実験により妥当性を検証した。
4. 火災建物から放出される火の粉の飛散性状について数値予測計算モデルを構築し、これによる予測結果を基に、火の粉の飛散分布予測式を火災の発熱速度、火災規模、外気風速などが関係する無次元パラメータの関数式形で提示した。
5. 市街地火災の延焼を構成する上記の要素モデルを総合して市街地火災の延焼性状予測モデルを構築し、その予測妥当性を既往の実大建物火災実験、および1976年の酒田市大火における延焼動態調査結果と比較することにより検証した。

以上、本論文は物理的基盤に立脚して新たな市街地火災延焼モデルを構築したものであり、これにより過去に比較し条件の大幅に変化した現代の都市における地震火災被害リスクや被害低減のための諸対策の効果を適正に評価する上での手法に端緒が拓かれたと言う事ができ、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17年2月16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。