

地震火災における延焼予測のモデル及び各影響因子の定量的分析

京都大学大学院 学生員 ○廣岡 孝治

京都大学工学研究科 フェロー 家村 浩和

京都大学工学研究科 正会員 Charles Scawthorn

1. 研究の目的 本研究では、火災に影響を及ぼす因子の定量的な感度分析を行った。影響因子としては、風速、構造燃料(隣棟間隔、建物一辺の長さ)、延焼速度式(浜田式、堀内式、東消式 97、総合技術開発プロジェクトモデル)を考慮に入れ、被害の指標としては、風下方向の延焼速度の大きさを用いた。定量評価において、風速及び構造燃料などの基本データの有するばらつきを Aleatory Uncertainty とし、各延焼速度式間のばらつきを Epistemic Uncertainty として、双方の延焼速度に及ぼす影響について評価した。

2. 風速及び構造燃料データ 風速データは、気象庁から得た、2003 年 1 年間の京都市におけるデータを用いた。また、建物一辺の長さ及び隣棟間隔は、京都市修学院地区のデータを用いた。図 1 に各データの確率分布を、表 1 に各データの平均値、標準偏差及びデータ数を示す。

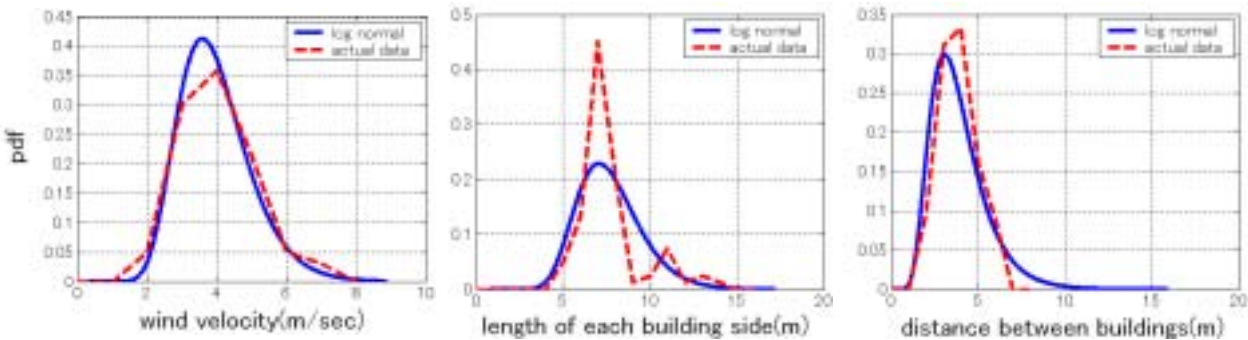


図 1：風速、建物一辺の長さ、隣棟間隔データの分布図

表 1：各データの平均値、標準偏差及びデータ数

3. 延焼速度式 本研究では、次の延焼速度式を考慮した。

- ・ 浜田式…建物が全て木造と仮定した時の経験式。火災記録及び実大建物の火災実験などの資料を基に提案された。
- ・ 堀内式…浜田式を基本として防火的木造構造を考慮した式。ただし、耐火造建物については、延焼上はその部分は空き地があったものと仮定し、木造及び防火的木造の混在率を用いて、平均的な延焼速度を求める。
- ・ 東消式 97…東京消防庁で開発された式。東京消防庁管内に発生した昭和 55 年～57 年までの 3 ヶ年の建物全焼火災 100 平方メートル以上 447 例のデータに基づき検討された既往の「東消式」を基本に、阪神・淡路大震災のデータに基づき修正したもので、酒田の大火や阪神・淡路大震災時の火災被害の再現性もある程度確認されている。
- ・ 総合技術開発プロジェクトモデル…個々の建物火災の理論に基づいた式。延焼拡大過程を、個別建物の燃焼モデル、周囲の建物への熱源モデル、建物が受ける熱量モデル、建物の温度と出火のモデルより、モデル化している。

4. 感度分析 風速、建物一辺の長さ、隣棟間隔データの不確定性を Aleatory Uncertainty とし、各延焼速度式間の不確定性を Epistemic Uncertainty とし、どちらの不確定性の方が大きいかを定量的に評価する。

キーワード 地震火災，延焼速度式，Aleatory Uncertainty，Epistemic Uncertainty

連絡先 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL075-753-5089 FAX075-753-5926

ここで、本研究でいう Aleatory Uncertainty とは、自然に存在するデータの不確定性を表し、Epistemic Uncertainty とは、モデル間の不確定性を表す。定量評価において、標準偏差の大きい方がばらつきが大きく、幅広い延焼速度の値を持つので、より大きく延焼速度に影響を及ぼす。

具体的な手順は以下に示す通りである。

- (1) 各延焼速度式に対する風速、建物一辺の長さ、隣棟間隔の影響を評価する。図 2 参照。
- (2) (1)で個々に扱った各影響因子を、モンテカルロ法により、1つの Aleatory Uncertainty データとして扱う。モンテカルロ法による算出結果を図 3 に示す。
- (3) 各延焼速度式間の不確定性、すなわち、Epistemic Uncertainty を評価し、(2)で得られた Aleatory Uncertainty と比較する。延焼速度の平均値及び 2 種類の Uncertainty の標準偏差の値を表 2 に示す。Epistemic Uncertainty は、各延焼速度式の平均値間の標準偏差で、Aleatory Uncertainty は、各延焼速度式の標準偏差の値の平均である。

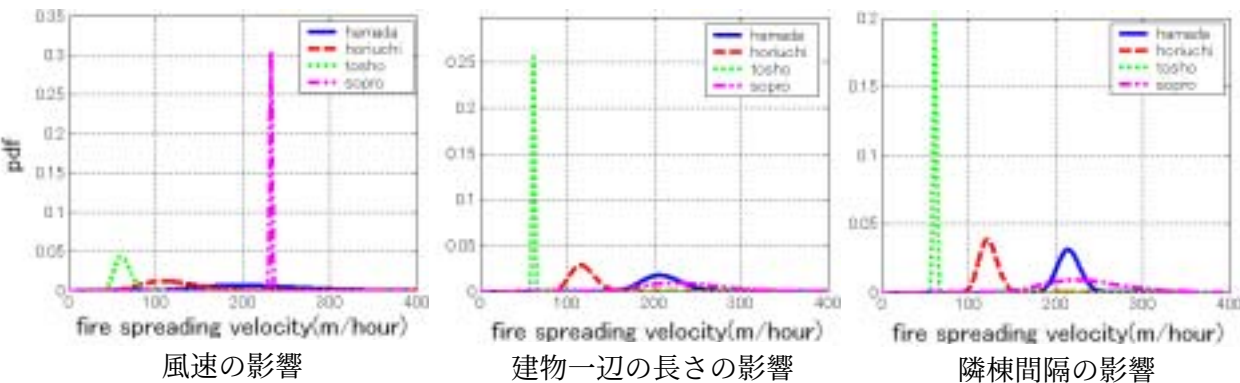


図 2：各影響因子の延焼速度に対する影響

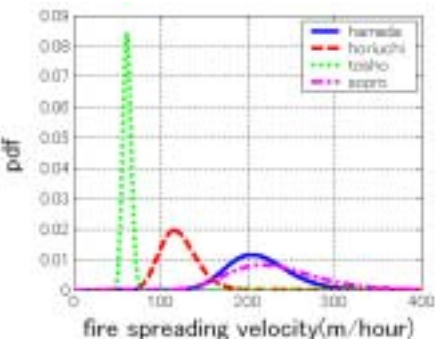


図 3：総合的な Aleatory Uncertainty

表 2：Aleatory and Epistemic Uncertainty

		延焼速度
平均値(m/sec)		157
標準偏差	epistemic	80.5
	aleatory	16.5

5. 結論

- ・ 風速及び構造燃料データの不確定性に比べて、各延焼速度式間の不確定性の方が非常に大きく、延焼速度に及ぼす影響が大きいことが分かった。
- ・ そのため、風速及び構造燃料データのような延焼速度に影響を及ぼすデータをより多く収集するよりも、各延焼速度式の影響因子のモデル化に関する研究を進める方が、延焼予測を行うにあたって重要であることが分かった。

参考文献 [1] 堀内三郎、保野健治郎、室崎益輝：新版建築防火 pp.183-188、株式会社朝倉書店、1999 年 10 月

[2] 塩飽孝一、田中哮義、岩見達也：市街地火災の延焼拡大過程シナリオと延焼シミュレーションモデルの構築、日本建築学会大会学術講演梗概集 2002

[3] 消防庁：阪神・淡路大震災の記録 vol.1