

6) 住宅・都市研究グループ

6) - 3 市街地火災時の人的被害発生メカニズムの解明【基盤】

Study on the Mechanism of Human Damage due to City Fires

(研究期間 平成 26～27 年度)

住宅・都市研究グループ
Dept. of Housing and Urban Planning
防火研究グループ
Dept. of Fire Engineering

岩見 達也
Tatsuya IWAMI
樋本 圭佑
Keisuke HIMOTO

To grasp the mechanism of human damage due to city fires, we examined fire spread and human damage at a past instance of city fires. And we conducted fire experiments of down scaled city model to grasp the relationship between fire spread speed, building distance and wind speed. We developed a simulation program of evacuation from city fire. Using this program, we reproduced a past instance of city fires, and verified relationships of human damage and wind speed or decision distance to start evacuation from fire buildings.

【研究目的及び経過】

内閣府や東京都により、南海トラフ巨大地震あるいは首都直下地震に関する被害想定がなされ、数万人規模の火災による死者が想定されている。しかし、これらの被害想定手法に関しては、特に火災死者の予測に関して検討が十分とはいえず、相当に粗い検討に止まっている。

本研究では、火災延焼及び避難行動のシミュレーション技術を活用して、市街地火災周辺の熱気流や煙の拡散状況の推定、およびそれに基づく避難行動モデルを作成し、火災による大量死の発生条件、及び抑制方策を明らかにすることを目的として検討を行う。

【研究内容】

1) 市街地火災時の人的被害発生状況の分析

過去の市街地火災時の避難行動事例を収集し、気象状況、延焼範囲、死者発生地点等に関する情報を整理する。また、市街地火災に関する火災実験を行い、隣棟間隔及び風速の違いによる延焼速度への影響等を定量的に把握すると共に、火源風下の温度分布等に関する基礎データを収集する。

以上を踏まえて、火災状況を時空間的に推定し、人的被害が発生した状況を再現する。

2) 市街地火災時の人的被害発生条件の定量化

市街地火災時の周囲の火災環境の計算モデル及び当該環境による避難行動への影響を考慮した避難行動シミュレーションモデルを作成する。その上で、このモデルを用いて気象状況、市街地状況、地形状況等を入力条件として様々な組み合わせで避難行動シミュレーションのケーススタディを実施し、これらの入力条件が人的被害量に与える影響を算定し、火災死者発生条件の定量化を行う。

【研究結果】

1) 市街地火災時の人的被害発生状況の分析

a) 過去の市街地火災時の避難行動事例の整理

2800 人超の死者・行方不明者が発生した昭和 9 年函館大火に関する資料収集を行い、延焼動態、死者が多数発生した場所を GIS 上に整理した。また、地形、風向・風速等の関連データと照合して死者発生要因の整理を行った。

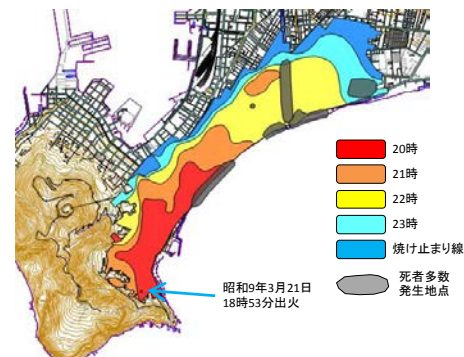


図1 延焼動態と死者発生箇所整理 (函館)

b) 市街地模型火災実験

平成 27 年 4 月～5 月に 2 棟の模型による予備実験を実施し、本実験での模型の詳細形状、室内に設置する可燃物の条件を決定し、平成 27 年 8 月～9 月に本実験を実施した (図 2、写真 1)。本実験では隣棟間隔 2m、3m、4m (実大スケール)、風速 0m/s、5m/s、(一部 10m/s) の条件組み合わせで実験を実施し、それぞれの延焼性状 (隣棟間隔 2m 及び隣棟間隔 3m の風速 5m/s で大規模に延焼 (図 3)) のデータを取得した。併せて地上 1.75m (実大スケール) の高さにおける平面的な温度分布の計測及びビデオ映像記録を行った。

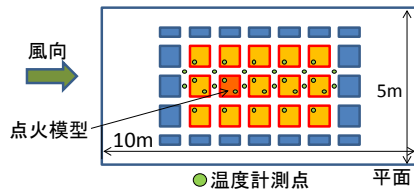


図 2 市街地模型配置図



写真 1 市街地模型火災実験

	隣棟間隔0.3m、風速1.6m/s			隣棟間隔0.2m、風速0m/s			隣棟間隔0.2m、風速1.6m/s		
	D列	C列	B列	D列	C列	B列	D列	C列	B列
1番目	-	-	-	968	509	1008	943	879	868
	-	-	-	1313	934	1398	893	834	1053
2番目	752	149	637	728	219	823	328	114	313
	692	164	577	813	269	858	438	134	593
3番目	772	934	702	933	754	953	513	434	523
	812	889	802	1168	709	1368	533	629	643
4番目	982	974	977	1548	1299	1483	673	659	728
	1007	1114	1032	1643	1479	1653	708	884	848
5番目	1197	1209	1202	2203	2049	2188	873	979	983
	1277	1379	1382	2193	2084	2283	1083	1099	1038

図 3 各模型が 200℃を超えた時刻（上 2 階、下 1 階）

2) 市街地火災時の人的被害発生条件の定量化

a) 火災避難シミュレーションプログラム開発

市街地火災による熱的影響等の認知を考慮した避難行動について、マルチエージェント型の避難シミュレーションにより計算するためのシミュレーションプログラムの開発を行った。避難者が避難を開始することを意思決定する過程については、阪神・淡路大震災時の避難行動に関する調査結果を再整理し、分析結果より避難開始のモデル化を行った。また、目的地選択や目的地までの経路選択時に火災状況を踏まえて判断するよう、市街地火災による火災環境に関するシミュレーション結果を避難経路となる道路ネットワーク上にマッピングするためのプログラム開発を行った。

昭和 9 年函館大火時の火災環境を計算するため、シミュレーションに用いるデータを作成し延焼動態の計算及び避難経路の火災環境の計算を行いこれらのプログラムが稼働することを検証した。当時の風速をそのまま計算条件とした場合を風速 100% (17.2m/s~24.1m/s) とし、25%ピッチで 0%~100%の 5 ケースについて計算を行った結果を図 4 に示す。また、風速 100%時の避難経路上の熱流束分布を計算した結果を図 5 に示す。

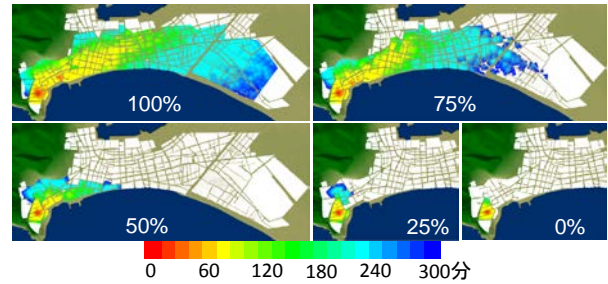


図 4 風速に応じた延焼状況（計算結果）

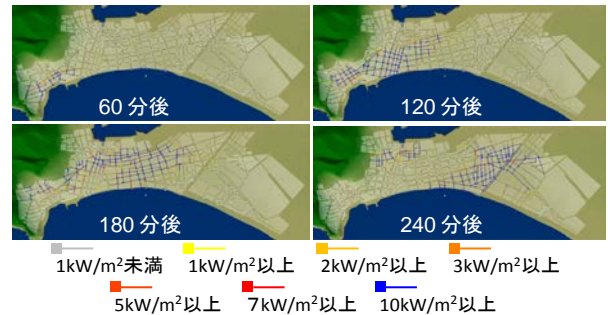


図 5 避難経路上の熱流束分布（計算結果）

b) 火災死者発生条件の定量化

函館大火の事例をモデルとして、風速と避難開始距離の 2 つのパラメータの組み合わせにより避難シミュレーションを実施し、避難失敗者数の変化を検証した。

大火当時の罹災人口は 102,001 人であり、シミュレーションはその約 1%の避難者となるようにランダムに市街地内に配置した。配置した避難者は 1105 人となった。

風速は大火当時の時刻別風向・風速を基準として、0%~100%までを 25%ピッチで 5 種、避難開始距離は 50m から 200m までを 50m ピッチで 4 種について計算を行った。風速・避難開始距離の条件組み合わせによる避難失敗者数の違いを表 1 に整理した。

表 1 避難失敗者の発生条件[単位：人]

		避難開始距離（火災が迫った時に避難を開始する距離）			
		50m	100m	150m	200m
風速 (函館大火条件に対する割合)	100%	57	12	2	0
	75%	22	2	0	0
	50%	18	2	0	0
	25%	2	1	0	0
	0%	0	0	0	0

【参考文献】

- 1) 岩見達也、樋本圭佑：縮小模型による市街地延焼火災実験、日本建築学会大会学術講演梗概集、2016
- 2) 岩見達也：阪神・淡路大震災における大規模火災地域周辺住民の避難開始過程の分析、平成 28 年度研究発表概要集、日本火災学会、2016.5
- 3) 岩見達也：市街地火災のリスク評価、日本建築学会大会研究協議会資料、2014.9