

令和 5 年 6 月 23 日現在

機関番号：82113

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2021～2022

課題番号：21K20454

研究課題名（和文）同時多発火災時のリアルタイム避難誘導に関する研究：出火点に応じた見切り時刻の評価

研究課題名（英文）Study on Real-Time Evacuation in Simultaneous Multiple Fires

研究代表者

鈴木 雄太（Suzuki, Yuta）

国立研究開発法人建築研究所・防火研究グループ・研究員

研究者番号：80909177

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：地震後の同時多発火災において、火災情報に基づいた行政主導による住民の避難誘導が重要である。本研究では、火災の延焼による道路閉塞に対する避難のしやすさに着目し、単純な火災モデルを設定した仮想市街地を想定し、特定の出火分布において、住民が火災に対して逃げ惑いが生じないための避難開始時間の安全限界を評価するモデルを構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

先行研究では地震火災の潜在的避難リスクの評価が主流である中、リアルタイム避難誘導における活用を想定し、特定の出火分布に対する避難開始時間の安全限界の評価手法を明らかにした点で学術的意義がある。また、本研究のように出火点の空間分布に着目し顕在化された避難リスクを直接評価する手法がリアルタイム避難誘導手法として社会実装されることで、将来の大地震時において、リアルタイムに危険な避難者や地区の特定に寄与し、大幅な人的・物的被害の低減に繋がると考えられ社会的意義がある。

研究成果の概要（英文）：In order to prevent human damage by simultaneous multiple fires after large earthquake occur, it is important to guide residents to evacuation sites effectively and safely based on fire information under the initiative of the government. In this study, focusing on the difficulty of evacuation from road blockage due to fire spread, we constructed the evaluation model about deadline of starting evacuation for residents to evacuate without failing to escape from a specific fire distribution.

研究分野：都市防災

キーワード：地震火災 同時多発火災 避難誘導 リアルタイム 広域避難シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

大地震直後には、常設消防機関の消防力を超える同時多発的な火災(以下、地震火災)が発生し、木造住宅密集地域を中心として大規模な延焼拡大による人的・物的被害が懸念されている。これに対して、消防団や自主防災組織等の初期消火活動による発災時の出火点減少効果が期待されている。過去の風水害等の大災害では、こうした住民の活躍の一方、際限のない活動によって住民自身の被害につながる事例が確認される。地震火災時も例外ではなく、避難の遅れによって、延焼拡大に対する避難途上の逃げ惑いによる被害が生じる可能性がある。そのため、できる限り地域に留まり活動し、適切な時期に活動の見切りをつけ避難を開始する体制が重要である。本研究では、この避難開始時刻を「見切り時刻」と呼ぶ。

申請者は上述の避難を実行可能にするための方策として、リアルタイム避難誘導モデルの提案及びその基礎モデルの研究を行っている。リアルタイム避難誘導モデルは、発災後に消防機関等によって収集される火災情報に基づき市街地の火災状況を把握し、各地域の住民にとって安全な避難経路及び避難開始時間の導出・伝達を行う、行政主導の避難誘導モデルである。

2. 研究の目的

本研究では地震火災時のリアルタイム避難誘導體制の確立を目指し、前述の課題に対する基礎的な知見を得るために、簡易なシミュレーションモデル上で「見切り時刻」を算出するモデルの構築・評価を行うことを目的としている。本研究では、「見切り時刻」として、最遅避難理論に基づく避難開始時間(最遅避難時間)に適切な安全マージンを与えた時間(安全限界時間)を求める方針で、以下の(1)(2)(3)を実施した。

(1) 避難経路の残存状況を評価するための「候補避難経路セット」の抽出

(2) 地震火災時における避難検証を目的とした広域避難シミュレーションの開発

(3) 広域避難シミュレーションに基づく安全限界時間の算出方法の検討

最遅避難理論:火災の延焼拡大に対して、居住地及び就業地に留まることが可能な最も遅い避難開始時間を導出する避難理論

3. 研究の方法

先行研究において、東京都23区の市街地データ(建物・道路・避難場所)を使用し、出火点が無作為に分布し等速かつ同心円状に延焼する地震火災が生じる仮想市街地モデルを構築している。本研究では本仮想市街地上において、安全限界時間のモデル化を行った。

(1) 避難経路の残存状況を評価するための「候補避難経路セット」の抽出

本研究では、避難開始場所(町丁目重心)から避難場所までの避難経路を評価するのに際して、複数の異なる経路の閉塞時間し、火災の延焼状況に対して残存している避難経路を評価することで、安全限界時間を求める。その準備として、避難開始場所と避難場所を結ぶ互いに異なる避難経路群(候補避難経路セット)を構築する。

(2) 地震火災時における避難検証を目的とした広域避難シミュレーションの開発

(1)で抽出した「候補避難経路セット」のそれぞれの経路が、特定の出火分布に対して、避難場所への到達可否を検証するための広域避難シミュレーションモデルを構築する。本モデ

ルは、各候補経路に沿って一定速度で避難を開始し、目前の火災を迂回しながら避難場所へ向かう避難行動(自由避難モデル)を考案・採用した。図1に避難検証の流れを示す。設定した避難開始時間に避難開始地点を出発し、避難場所まで自由避難を実施する。この時、避難場所に到達すれば成功とし、到達する前に所在地が最遅避難時間を迎えた場合に失敗とする。

(3) 広域避難シミュレーションに基づく安全限界時間の算出方法の検討

候補避難経路セットの各経路について、最遅避難時間を上限とした毎時間に対して避難検証を実施する。この時初めて避難が不能になる直前の時間を各経路の安全限界時間とし算出する。また、各経路の安全限界時間の平均を避難開始地点の安全限界時間とし算出する。

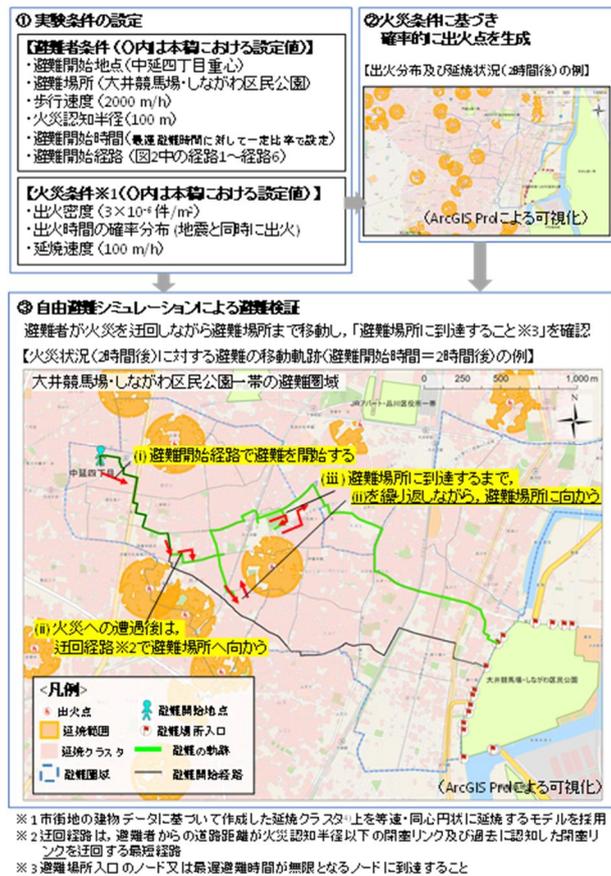


図1 避難検証の流れ及び実験条件

表1 安全限界時間の試算結果

	経路1	経路2	経路3	経路4	経路5	経路6	平均
経路長 [km]	4.1	4.8	5.0	4.0	3.4	3.3	4.0
火災遭遇確率	0.60	0.62	0.72	0.74	0.77	0.81	0.75
安全限界時間 [分]	15	73	80	85	62	85	67
最遅避難時間 [分]	117分						

震直後に避難を開始した場合に経路上で火災に遭遇する確率

4. 研究成果

(1) ケーススタディ

図1に示す条件の下、ケーススタディによる安全限界時間の試算を行った。図2(a)の避難開始経路について安全限界時間を算出した。図2(b)、図2(c)に安全限界時間に避難した場合の避難軌跡及び最遅避難経路をGIS上に可視化した地図を、表1にケーススタディにおける安全限界時間の試算結果を示す。避難開始地点の安全限界時間は67分であり、最遅避難時間(117分)に対して50分のマージンが存在している。

(2) まとめ

本研究では、単純な仮想市街地に対して最遅避難時間に対して適切な安全マージンを考慮した安全限界時間の算出方法を検討にし、逃げ惑いによる被害が生じないための避難開始時間の設定に関する知見を得た。



(a) 候補避難経路セット (b) 安全限界時間に避難した場合の軌跡 (c) 最遅避難経路
((b)(c)における火災の延焼範囲は、最遅避難時間(地震後117分)の状況を可視化)

図2 避難開始経路・安全限界時間に避難した場合の軌跡・最遅避難経路

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 鈴木雄太, 糸井川栄一
2. 発表標題 同時多発火災の避難限界期に残存する複数避難経路の抽出
3. 学会等名 第50回（2022年度）地域安全学会研究発表会（春季）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木雄太, 糸井川栄一
2. 発表標題 地震火災時の広域避難シミュレーションに基づく逃げ惑いリスク評価の試み
3. 学会等名 第51回（2022年度）地域安全学会研究発表会（春季）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木雄太, 糸井川栄一
2. 発表標題 地震火災時の広域避難シミュレーションに基づく避難開始時間の安全限界評価の試み
3. 学会等名 2023年度日本火災学会研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鈴木雄太, 糸井川栄一
2. 発表標題 同時多発火災の出火分布に応じた住民避難の安全限界評価
3. 学会等名 2023年度日本建築学会大会（近畿）
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------