

実証実験に基づく名古屋駅周辺の地下街避難行動シミュレーション

名古屋大学 青山純也

1. 研究の背景と目的

1995年1月17日に兵庫県南部地震が発生し、近畿・中国地方を中心に甚大な被害が生じ、兵庫県の大開駅において日本で初めて地震による地下空間の被害が生じた。近い将来、南海トラフ地震が起こった際、名古屋駅周辺の地下街で起こる被害は計り知れないため、避難行動の予測をすることは有用である。本研究では名古屋駅周辺の地下街からの避難行動について実証実験で得られた知見を反映した避難行動シミュレーションを作成し、避難完了時間を算出し、当該地下街からの避難困難性を示す。

2. 名古屋駅周辺の地下街からの避難実証実験

2014年11月29日に表示灯株式会社と地下鉄名古屋駅のホームを出発地点とし、近隣の緊急避難場所を目的地とした実証実験を実施した。20人の被験者は目線カメラを装着し、地震が発生したことを想定し、避難を行う。ただし、被験者は事前に目的地は知らされておらず、名古屋駅の使用頻度が少ない人を被験者とした。被験者一人ひとりに記録係を同行させ、避難経路を記録した。被験者はサイン表示と設置してある地図のみを使用し、目的地に避難する。制限時間は30分である。本実験の最後に地震時の地下街から避難についてのアンケートを行った。

本実験より得られた被験者20人分の目線カメラの録画映像と避難経路を分析し、被験者の避難速度、階段での歩行速度、混雑時の階段での歩行速度、目的地を探すための地図を見る時間をそれぞれ算出した。算出した結果の平均を表1に示す。ただし、本実験では混雑時の状況を再現できないため、混雑時の避難歩行速度については既往研究¹⁾を参考とした。地震災害時の避難については、地震発生をしてからすぐにサイン表示をみて地上に避難する傾向があることがわかり、シミュレーションのルールとする。

5. 避難行動シミュレーションの構築

5.1 対象地下街の概要

本研究では名古屋駅周辺の8つの地下街と近隣建物までの地下通路を対象とする。地下街において地上につながる出口は全部で71箇所あるが、本研究では最悪の場合を想定するため、扉付の出口は使用できないものとし、通常時開放されている56箇所の出口を用いる。また、地下街に接続しているビルについては安全性を調査していないため、本研究では避難できないものとする。対象施設の中には案内板が24箇所、出口表示のある誘導サインは38箇所あり、「非常口」のサインについては今回使用しないものとする。

5.2 避難シミュレーションに使用するパラメータ

本研究では1stepを1秒とする。1つのセルを10m×10mとし、空間全体を100セル×82セルとする。表1のパラメータを人のエージェントに与える。地下街内に273のpointを設置し、pointとpointの間にリンクを結び、道と階段を作成した。実証実験より、被験者は必ずしもサイン表示を見ていないことが得られたため、本研究では60%の確率でサインを見て出口までの道のりを知ることができるようにする。

5. 避難シミュレーションによる検討

本研究では来街者数(土地勘のない人)の割合・人口密集度・要援護者・サイン表示割合に着目し、試行パターンを決定した。

本研究では来街者の変化による避難の困難度とサイン表示の必要性、利用者の多い通勤ラッシュ時や休日での避難困難度、要

援護者の避難困難度を検討した。シミュレーションは1つのパターンに対して10回の試行を行い29パターン行った、得られた値の平均を求め分析を行う。

6. 避難シミュレーション結果の分析

図1より人口密集度による避難完了時間の違いがわかる。混雑時の避難完了時間が一番長くなるのが読み取れる。避難困難度は閑散時、通常時、混雑時の順に高くなり、一番高い混雑時の避難完了時間は通常時の避難完了時間の1.05倍、閑散時の1.17倍となった。

図2より要援護者を考慮した避難完了時間がわかる。要援護者を考慮した場合、避難完了時間が1.22倍かかることが読み取れる。

図3より来街者の割合による避難完了時間の推移がわかる。来街者の割合が増えると地上への出口を探すのに時間がかかり、避難完了時間は長くなっていくが30%を超えると避難時間の増加の割合が小さくなる。よって、地下街から避難する困難度に関して来街者割合20%~30%が閾値となる。

図4よりサイン表示の箇所数の変動による避難完了時間の推移がわかる。現在のサイン表示の設置箇所数を100%として、その割合を変動させ、サイン表示の必要性を読み取る。サイン表示の割合を75%以下にすると避難完了時間は飛躍的に長くなる。故に、サイン表示割合75%が閾値となる。来街者の割合が大きいほど、サイン表示が多く必要なことが見て取れる。

表1 避難時の人のパラメータ

避難歩行速度(m/s)	1.46
階段での歩行速度(m/s)	0.53
混雑時の階段での歩行速度(m/s)	0.41
目的地を探すための地図を見る時間(秒)	18.63
混雑時の避難歩行速度(m/s)	0.88

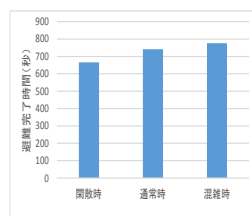


図1 人口密集度による避難完了時間

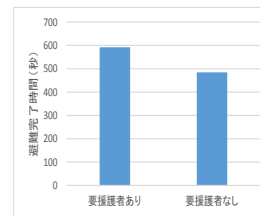


図2 要援護者を考慮した避難完了時間



図3 来街者割合の変動による避難完了時間の推移

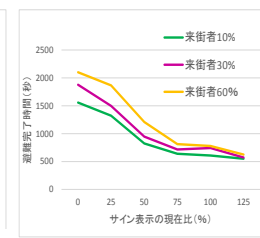


図4 サイン表示の箇所数の変動による避難完了時間の推移

参考資料

1) 森山修治, 長谷見雄二, 小川純子, 佐野友紀, 神忠久, 蛇石貴宏: 大規模地下街における避難行動特性に関する実験研究—実験概要と避難経路・避難出口の選択性—, 日本建築学会環境論文集, pp233-240, 2009.3