

## 名古屋都心部における災害時歩行者シミュレーションに関する研究

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○那須 水玲  
名古屋工業大学 正会員 藤田 素弘

### 1. はじめに

近年、災害時において生じる帰宅困難者が問題となっている。帰宅困難者が多く発生すると、混雑・渋滞だけに留まらず、避難場所自体や避難場所での飲食料不足の問題も生じる。愛知県の中でも人口の多い名古屋市では、災害時の名古屋駅周辺地区や金山駅周辺地区には特化した計画がある。しかし同様に繁華街である栄地区では現在、計画が検討段階となっている。よって本研究では栄地区における災害時の歩行者シミュレーションを行うことで防災計画の基礎データを得ることを目的とする。

### 2. 歩行者シミュレーションの前提条件

シミュレーションには歩行者シミュレーションソフト、SimTread2021 を用いた。範囲は名古屋市栄の中区役所周辺(図-1)とした。

各建物における発生人数は、栄4丁目のピーク時間帯の滞在者数を元にGoogleマップより各建物の面積を求め、それに階数を乗じた面積を求めてその比から算出した。

歩行速度 [m/s] は SimTread の初期状態の 1.2m/s を、発生頻度 [人/s] は以下のようにして 2.5 人/s を採用した。階避難安全検証法に関する算出方法等に定められた次式<sup>1)</sup>を用いた。

$$t_{queue} = \frac{\sum pA_{area}}{\sum N_{eff}B_{eff}} \quad (1)$$

$t_{queue}$  : 在室者が当該居室の出口を通過するために要する時間 [min]

$p$  : 在館者密度 [人/m<sup>2</sup>]

$A_{area}$  : 当該居室等の各部分ごとの床面積 [m<sup>2</sup>]

$N_{eff}$  : 有効流動係数 [人/min]

$B_{eff}$  : 有効出口幅 [m]

ここで式変形をすると、以下のようになる。

$$\frac{\sum pA_{area}}{t_{queue}} = \sum N_{eff}B_{eff} \quad (2)$$

式(2)の右辺の有効流動係数に関しては、当該居室の出口が直接地上に通ずる場合  $N_{eff} = 90$  であるのでその値

を採用し、有効出口幅は、シミュレーション範囲内に片引きと引き分けの扉が同程度存在すると仮定し、ファイヤードア<sup>2)</sup>の両有効開口幅の平均をとった  $B_{eff} = 1.695\text{m}$  とした。これらの値を代入し、発生頻度は、2.5 人/s とした。

また歩行者発生地点は、実際の建物の主な出入り口とし、1つの建物につき1つ配置した。ただし、シミュレーション範囲の北西に位置する中日ビル及び栄サンシティビルにおいては、発生人数が1000人を超え、建物外に出るだけで何十分もかかる計算になるため、前者には5か所、後者に関しては2か所の歩行者発生地点を設置した。歩行者発生地点を配置した様子を図-1に示す。

それに加えてシミュレーション範囲北側に位置する広小路通の横断歩道部分において、シミュレーション上、人が飛び出さないようにGoogleマップより求めた車道外側線の1.7mだけ空けて障害物を設置した。

### 3. 中区役所周辺のシミュレーション結果

様々な条件のもとシミュレーションを実施し、各シミュレーションの結果を表-1にまとめた。シミュレーション完了時間は、5回実行し最大、最小時間を除いた3回の平均値とした。ただし、シミュレーションを完了できず、5回実行し3回以上値を得られていない場合は、3つの値が得られるまで繰り返しシミュレーションを行い、未完了の場合を最大時間とし、最小時間を除いた2回の平均値をシミュレーション完了時間とした。

まず始めに現状の横断歩道においてシミュレーションした。すなわち図-1で北側設置と南側設置の両横断歩道を考えない状態を“現状”とする。発災後、シミュレーション範囲内の滞在者のうち半分が自分の自宅方向へ帰宅し、残り半分が久屋大通公園へ避難するという仮定のもとで、パーソントリップ調査より求められた帰宅する場合の帰宅方向別割合を用いてシミュレーションを行った。この場合図-2のように様々な方向に人が行き交うために、

キーワード 帰宅困難者, シミュレーション, 避難

連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 藤田素弘 TEL 052-735-5492

約 20 秒後から停滞が発生し始めシミュレーションがフリーズしてしまった。そこで、全ての滞在する人が久屋大通公園にまず避難するとしてシミュレーションを行った。こうすることで、先ほどとは異なり停滞が発生しても流れていき完了することが分かった。続いて、スムーズな避難を促すため、横断歩道を北側に 1 つ設置（北側設置）、南側に 1 つ設置（南側設置）、北側南側に 1 つずつ計 2 つ設置（両側設置）してシミュレーションを行った。両側設置の途中経過を図-3 に示す。南側設置、両側設置においては現状に比べ早く避難できることが分かった。北側設置は、北側設置を通ることが最短経路となる人が多いため密集し、遅くなったと考えられる。

次に久屋大通は自動車交通量が多く、信号を無視して横断することが困難であると考えイベントタイマーという機能を使い実際の信号時間に基づいて開閉するゲートを設けた。この場合、信号がない場合の約 2 倍の時間がかかり横断歩道を設けるほど早く避難できるということが分かった。次に新設置した横断歩道は信号なしのシミュレーションを混合として行った。常時渡れる横断歩道は、両側設置以外は時間短縮にならないことが分かった。

また、地震により壊れた壁面やガラスによる通行止めの発生を考慮し障害物 1～障害物 4 の 4 パターン（図-4）の障害物配置位置を用意し行った。結果通行止めにより逆に避難完了時間が早まる場合もあることが分かった。

#### 4. おわりに

本研究では、一方向避難や横断歩道の新設置により迅速な避難を促せることが分かった。また、横断歩道は両側設置が一番優れ、北側より南側の方が良く、場所の選定の重要性が明らかになった。ただし、災害時における横断歩道の在り方についてはさらに検討する必要がある。また、障害物の有無は避難完了時間に影響を及ぼすため、より多くの配置位置で検証し、場所による影響の大小を確かめ対策を講じる必要がある。

今回、地図上の面積を用いたため発生人数が正しくない可能性がある。また、一律の歩行速度や発生頻度の使用、シミュレーションにおいてまだ非現実的な動きをするケースが散見され条件等の改善も課題として残される。

#### 参考文献

1) 国土交通省, 階避難安全検証法に関する算出方法を定める件, 建築基準法, 2001

表-1 シミュレーション完了までの時間（全員避難）

（単位：[min:s]）

	現状	北側設置	南側設置	両側設置
信号なし	17:42	22:36	17:01	12:35
信号	37:52	31:38	31:36	27:06
混合	—	37:33	33:22	21:23
障害物1	32:38	36:47	26:17	24:18
障害物2	17:27	13:42	14:25	13:28
障害物3	24:46	23:55	18:14	20:27
障害物4	18:48	23:03	15:22	13:01

※信号, 混合は開閉するゲートあり



図-1 歩行者発生地点（赤点）

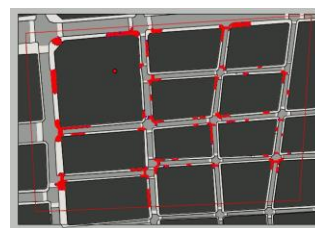


図-2 帰宅、避難半々のシミュレーション

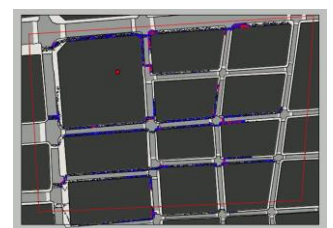


図-3 両側設置の途中経過

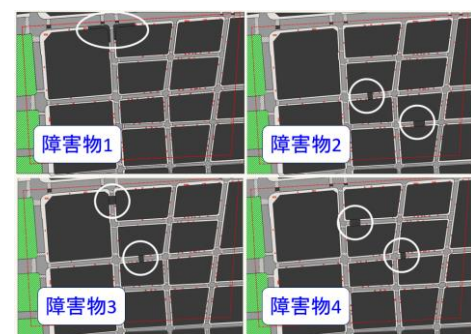


図-4 障害物の配置位置

- 2) 三和シャッター工業株式会社, カタログビュー,  
<https://dcs4.icata.net/portal/CatalogViewInterfaceStartupAction.do?method=startup&mode=PAGE&volumeID=SSY00001&catalogId=783580000&pageGroupID=1&designID=SSYD001&catalogCategoryId=>, 2022/2/7 閲覧
- 3) 荒熊将, 名古屋都心における帰宅困難者シミュレーションに関する研究, 名古屋工業大学卒業研究, 2021
- 4) Google マップ