

地下鉄駅の類型化に基づく避難行動シミュレーション

熊本大学工学部 学生会員 後藤 辰徳 正会員 松田 泰治

1. はじめに

本研究は地下鉄駅などの閉鎖空間を対象に災害等による緊急時の避難行動シミュレーションを行い、防災対策の一助とすることを目的としている。2003年2月18日の韓国テグ市での地下鉄火災に見られるように、地下鉄駅や地下街などは閉鎖空間のため、災害が発生した場合、地上空間に比べて人間は混乱状態に陥りやすい。そのため、構造的補強などのハード面の対策だけでなく災害時の人間の行動を予測するソフト面の対策も非常に重要である。これまでの研究¹⁾では、セルオートマトン法を用いた避難行動シミュレーションシステムの構築を行い、それを用いて福岡市地下鉄箱崎駅の地下1階、地下2階の解析を行うことで、階層平面での群衆避難行動のモデル化の可能性を示した。本研究においては、福岡市地下鉄駅群の類型化を行い、それを基に避難行動シミュレーションを行うことで代表的地下鉄駅に対して適用性の確認を試みた。

2. セルオートマトン法による避難行動シミュレーション手法

これまでのシステムでは、人間が出口に向かうことを避難行動の基本とし、対象空間を一边0.5mの正方形セルで分割し、人間・壁・出口・通路・階段などを表現する。さらに、人間を表すセルの周囲8セルについて「出口までの距離」・「炎までの距離」・「障害物周り」・「堂々巡りを防ぐ」・「環境を表す」・「非常灯の影響」・「位置高さ」の状態量の計算を行う。そして、状態量の計算で算出された値に係数を乗じたものの総和を求め、その値の周囲8セル内で最も小さい値を持つセルに人間が移動するとしたものである。ただし、1セルには人間は1人しか入れないものとしている。

3. 福岡市地下鉄駅群の類型化

福岡市地下鉄駅は全部で19駅あり、姪浜と貝塚を除く17駅の駅構造を調査した。その結果を表-1に示す。また、駅の内部構造についてはホームの形式(島式、相対式)の違い以外はホーム・コンコースともに類似した構造が多かった。そこで福岡市地下鉄駅群の中でも利用者が多い、西新・赤坂・天神・博多・福岡空港を主に参考にした。類型化を行うにあたって、次のことを考慮した。

- ・ 出口の数、位置
- ・ 通路、階段の幅
- ・ 人間が集まりやすい場所(改札口など)周辺

まず、出口の数は表-1よりホーム～コンコース間が約3箇所、コンコース～地上間が約5箇所の場合が多く見られた。位置はホームでは、中央に2箇所、端に1箇所。コンコースでは、改札口周辺に2～3箇所、駅の両端に1箇所ずつ配置されている場合が多く見られた。改札口前には幅10m前後の空間が広がっている駅が多く見られた。これらを基に作成したモデルが図-2である。

表-1 調査結果

大きさ	200～250m×15～17m
ホームの形式	島式(14駅), 相対式(3駅)
階層の数	地下2階(12駅), 地下3階(5駅)
ホーム～コンコース間の通路	約3箇所
コンコース～地上間の通路	約5箇所

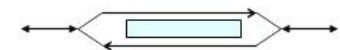


図-1(a) 島式ホームの例



図-1(b) 相対式ホームの例

5. 類型化モデルを基にした避難行動シミュレーション

既往研究の状態量を用いて、類型化モデルの解析を行った。地下1階、地下2階の境界は階段の最上階部分

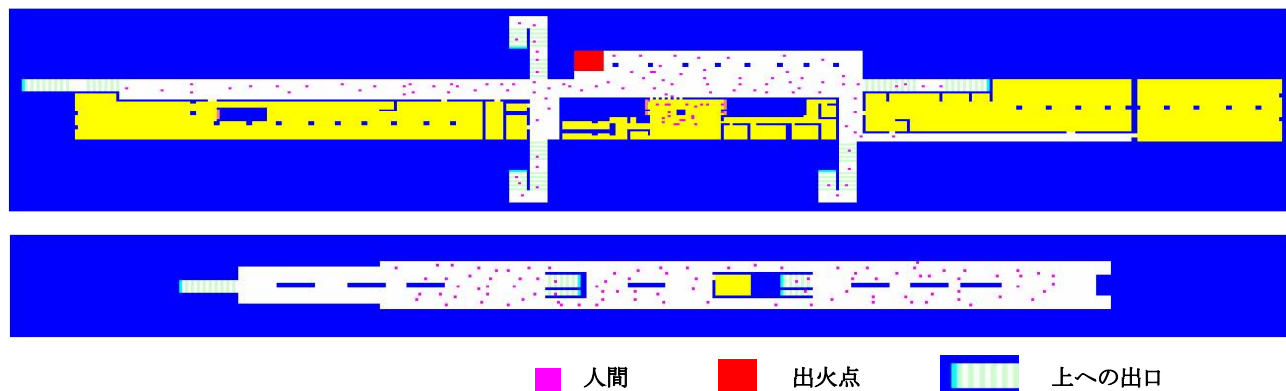


図-2 島式モデル図 (上: 地下1階-216.5m×45m 下: 地下2階-216.5m×19m)

として、地下1階に125人・地下2階に94人を配置する。避難人数は前述した5駅の1日平均乗車人員と列車の1日停車回数に基づき設定した値である。出火点が地下1階のコンコース部分の場合(ケース1)と出火点ではなく地震などの災害が生じた場合(ケース2)の2つの場合の解析を行った。それぞれの状態量の係数は α (出口までの距離)=800, β (障害物周り)=0.5, γ (堂々巡りを防ぐ)=14, δ (環境)=0.005, ϕ (炎までの距離)=200, θ (非常灯までの距離)=730, ϕ (非常灯の矢印)=0.5, η (改札口までの距離)=800, ι (位置高さ)=20とした。避難開始時刻は同時と仮定し、地上への出口に到達する前に改札口を通過する必要がある人間は、改札口を通過するまでは外部出口を認識させず改札口を出口と認識させる。これらの条件で解析を行った。

6. 解析結果および考察

全体の避難率のグラフを図-3, 地下2階の避難率のグラフを図-4に示す。まず、ケース1の避難時間については、地下2階において避難率80%に達するまでに138ステップ(46秒), 90%に達するまでに301ステップ(100秒)要している。また、全体の避難率においては地下2階から避難してきた人間も存在するので、避難時間が長くなっている。避難率が80%に達するまでに301ステップ(100秒), 90%に達するまでに353ステップ(118秒)要している。グラフが途中からなだらかになっているのは、地下2階のホーム中央付近が2つの階段出口裏側に位置しており、その付近にいた人間は出口まで向かうのに迂回行動をとる必要があり、避難に時間を要しているからである。また、ケース2について地下1階での避難が若干ケース1より遅れているが、全体的に見てケース1とそれほど変化がない結果となった。

7. まとめ

本研究において、福岡市地下鉄駅群を類型化したモデルを用いた避難行動シミュレーションを行い、適用可能性を示した。今後は一平面ではすでに導入されている避難誘導者の影響や他の避難者の影響などを考慮することが課題である。

<参考文献>

- 1) 松田泰治, 大塚久哲, 山田昌平: セルオートマトン法による地下鉄箱崎駅を対象とした避難行動シミュレーションに関する一考察, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集第2分冊, 2004

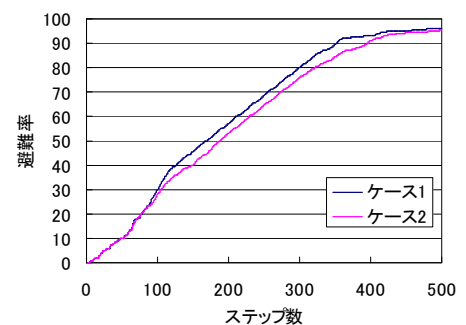


図-3 全体の避難率

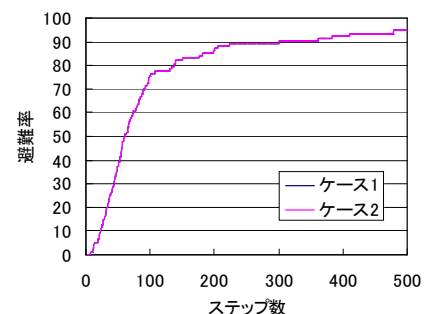


図-4 地下2階の避難率