多層階から成る集客施設における避難行動シミュレーション
～熊本鶴屋百貨店における事例～

熊本大学工学部　　学生会員　有岡自然　　正会員　松田泰治

１．はじめに

本研究は，多層階から成る集客施設において避難行動シミュレーションを行い，その結果を避難誘導マニュアル作成の一助とすることを目的としている．防災対策には構造的補強等のハード面からの対策のみならず人間の災害時の行動を予測したソフト面からの対策が必要不可欠であるが，平面構造に比べ多層構造物では，階段を利用するため階段付近での群衆の滞留が起こり避難が困難になることや，火災の発生により避難経路が限られるといったような問題が発生するため，避難誘導マニュアル作成の際には留意すべきことが多い．これまでの研究では，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群の解析を行うことで，この方法が一般地下鉄駅でも適用可能であることを示した．本研究では，熊本鶴屋百貨店をモデル化し，それを基に避難行動シミュレーションを行うことで，多層階から成る構造物においての適用可能性を示す．

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，対象空間を一辺 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．

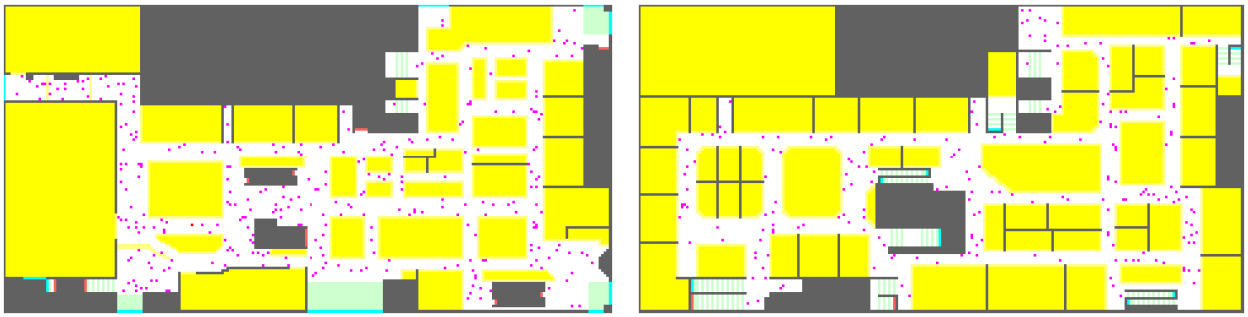
３．百貨店における防災対策の現状

避難誘導マニュアルは，それぞれ火災・水害・地震などの様々な災害を想定して作られており，災害の発生から，一時避難場所への避難を経て避難場所への避難・誘導についてマニュアル化されている．しかし，これらは主に開放的な空間から避難場所への避難誘導であり，閉鎖空間からの避難(脱出)についてはほぼ想定されていない．先日の福岡西方沖地震発生時には，閉鎖空間からの避難誘導マニュアルの整備はなされていなかったため，各集客施設によって避難誘導の方法が異なる結果となった．中には極端に避難誘導が遅れた集客施設も存在した．福岡市のある百貨店においては，避難そのものは混乱なく整然と行われたものの，地震時における対応はマニュアル化されていなかったとのことである．今後は各集客施設における避難誘導マニュアルを確立する必要があると考えられる．

４．熊本鶴屋百貨店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熊本鶴屋百貨店１F・２F モデルの解析を行った．１F，２F の境界は階段の最下段部分として，１F に 300 人，２F に 200 人を配置する．避難人数は，先日の福岡県西方沖地震の際に，福岡市のある百貨店における避難人数を参考にして設定した値である．出火点が１F の店舗部分の場合と，出火点はなく地震などの災害が生じた場合の 2 つの場合の解析を行った．ここで留意しなければならないことは，出火点がある場合は，防火シャッターが下りることによって避難経路が限られてくるということである．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，ψ(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．

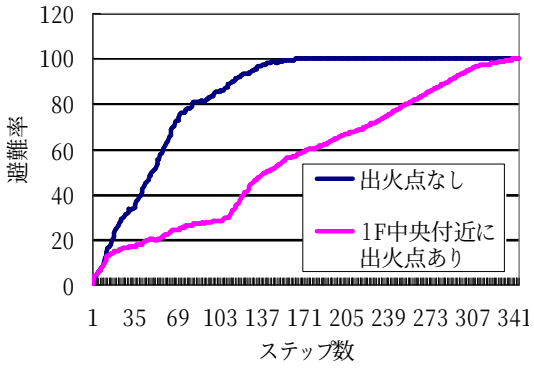


■：人間　□：１Ｆへの出口

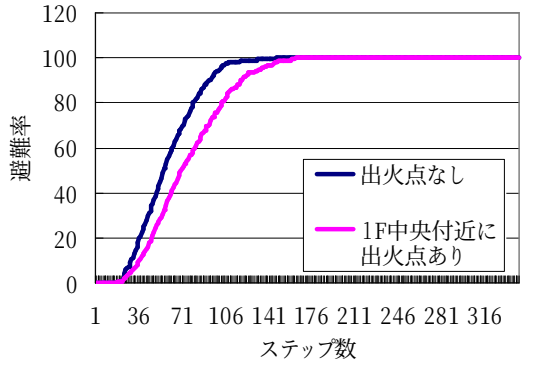
図－１　鶴屋百貨店本館モデル（左：１F-61m×120m　右：２F-61m×120m）

５．解析結果および考察

図－２に，全体の避難率のグラフと２Ｆの避難率のグラフを示す．出火点なしの場合と１Ｆ中央付近に出火点がある場合のそれぞれについて避難行動シミュレーションを行い，それぞれの避難率を比較･検討した．まず出火点なしの場合は，２Ｆにおいて避難が完了するまでに 147 ステップ(49 秒)要している．また，全体の避難が完了するまでに 167 ステップ(56 秒)要している．次に１Ｆ 中央付近に出火点がある場合は，２Ｆの避難が完了するまでに 163 ステップ(54 秒)，全体の避難が完了するまでに 341 ステップ(114 秒)要している．これら 2 つのケースにおいて，避難に要した時間が異なるのは，火災が発生した場合はエスカレーターを避難経路として利用できないからであると考えられる．特に火災が発生した階では避難経路が限られてしまい，避難に時間を要することがシミュレーションより明らかとなった．



(1)鶴屋本館全体



(2)鶴屋本館2F

図－２　避難率の推移

６．まとめ

本研究では熊本鶴屋百貨店１Ｆ・２Ｆ モデルを用いた避難行動シミュレーションを行い，２層の構造物における上下の移動を伴う問題に対して適用可能性を示した．今後は避難誘導者の影響や，煙の影響，さらに階層が増した場合の避難へ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：集客施設における避難の状況，福岡県西方沖地震・土木学会被害調査団速報第 2 報，2005
http://www.jsce.or.jp/report/34/sokuhou2/14.pdf
2)松田泰治，後藤辰徳：地下鉄駅の類型化に基づく避難行動シミュレーション，土木学会西部支部研究発表会講演概要集，2005