

ユニモール地下街における地下街防災推進計画の取組（避難検討）について

(株)日建設計シビル 正会員 大森 高樹 ○小野 栄子
(株)ユニモール 上村 修司 松田 憲司

1. 検討目的

名古屋駅に繋がっている地下街（ユニモール）を対象に、大規模地震時における安心な避難空間の確保を図るため、国および名古屋市の地下街防災推進計画に含まれる避難シミュレーション（以下、避難検討という）を「地下街の安心避難対策ガイドライン」（以下、ガイドラインという）」に基づいて行った。この避難検討の目的は、大地震が発生して地下街から地上へ避難するとした場合に出入口が使用できないような様々な状況を想定し、どのような課題が生じるか、また、どのような対策をしたら良いかなどを検討するものである。

2. 検討結果

（1）新・建築防災計画指針に基づく避難検討

新・建築防災計画指針（以下、指針という）に準拠したソフトを用いた避難計算は、ある階を出火階とみなしてその階にいた人々の全員が階段室内および地上まで避難することを予測し、地下街の避難安全性を評価するものである。今回の避難検討は3つのケースを想定した。その検討結果を表1に示す。

Case1 はすべての避難階段からの避難完了が約6分で、ガイドラインに示されている避難の目安時間（8分）以内であることを確認した。

Case2, 3 は滞留人数も約1.5～2倍になっているため、避難完了時間は約15分となり目安時間を大きく超えた。地下街は通路・店舗周りを防火防煙シャッターで区画していて、出火時には自動的に閉鎖し、遠隔操作にて排煙機が運転するので避難時の安全性は確保されている。したがって、災害時には特定の階段に避難者が集中しないように的確で落ち着いた避難誘導を実施すること、そのための訓練を継続的に実施することなどが安全性を確保するための現実的な対応策である。

表 1 避難検討結果及び避難想定ケース

	総避難人数	避難階段数	避難階段幅員 合計	最大避難完了時間 (階段ごと)	最大滞留人数 (階段ごと)	
case1	5621人	16	29.4m	5分49秒 (約349秒)	588人	case 1 ; すべての階段が使用でき避難者が最も近い階段に避難した場合 case 2 ; 大地震時、落下物等により利用者が一番多い2箇所の階段が不慮の事故により使用できなくなった場合 case 3 ; case 2 よりもさらに2箇所、合計4箇所の階段が使用できなくなった場合
case2	5621人	14	25.9m	14分55秒 (約895秒)	873人	
case3	5621人	12	22.3m	14分55秒 (約895秒)	1129人	

（2）三次元モデルとマルチエージェントシステムに基づく避難計算

この指針に準拠した避難検討と合わせて地下街の災害避難状況を直感的に把握するため、マルチエージェントシステム*を適用した三次元モデル（以下、モデルという）で避難検討を実施した。このモデルで適用したマルチエージェントシミュレータは人の避難行動を再現でき、従来の避難計算だけでは見えてこない避難時の人の動きを把握することができる。また人が避難時に滞留する状況の箇所、その場を退避して別な方向へと避難するように設定を行った。表1の避難検討結果は問題とならなかったCase1であるが、店舗からの避難者が一番近くの階段部を目指して避難するため、その階段周辺に避難する人が多く集まり避難時間がかかることを確認した。

*マルチエージェントシステムとは、それぞれ異なった判断のアルゴリズムなど特徴を持ったエージェントモデルを用いて、複数かつある一定以上のエージェントを多数設定し、相互作用をシミュレーションするシステムである。

キーワード 地下街, 地下防災推進計画, 避難検討, マルチエージェントシステム, 三次元モデル
連絡先 〒112-0004 東京都文京区後楽 1-4-27 (株)日建設計シビル TEL 03-5226-3070

表2に示す「シミュレーション結果」と「指針計算結果」の避難完了時間を比較した場合、90秒～190秒の滞留時間差が出ることを確認した。これより最も避難に時間がかかる階段はU3階段で、避難時間は約450秒（7分30秒）であった。なお、モデルを適用した結果でも全ての避難階段は8分以内に避難できることを確認した。全体の結果としては、階段入口の先にあるボトルネックまでを考慮したため指針計算結果と比較するとU1階段を除き、避難時間はモデルを適用した結果の方が長くなる結果となった。図1に示す最も避難時間が長いU3階段内の二方向の階段に分岐する地点から滞留が生じる様子が見られる。このように階段入口よりも先の部分が原因となり、避難時間に影響を与える可能性があることを確認した。

表2 階段別の避難完了時間の比較

避難階段（出口）名	避難完了時間(秒)		
	シミュレーション結果①	指針計算結果②	差（①-②）
U1階段	230	242.2	-10
U2階段	390	245.9	140
U3階段	450	277.1	170
U4階段	340	230.7	110
U5階段	440	252.6	190
U6階段	280	220.5	60
U7階段	430	239.2	190
U8階段	440	289.2	150
U9階段	440	378.6	60
U10階段	290	207.2	80
U11階段	390	245.6	140
U12階段	390	336.8	50
U13階段	310	218.9	90
U14階段	260	239.9	20
U15階段	240	200.3	40
U西U東	250	234.2	20

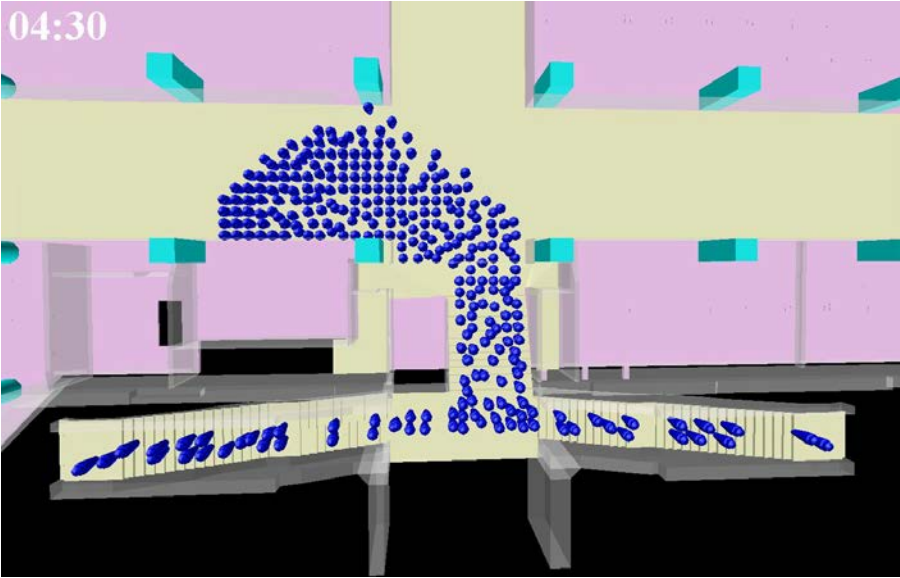


図1 3次元モデルによるU3階段入口付近の滞留状況

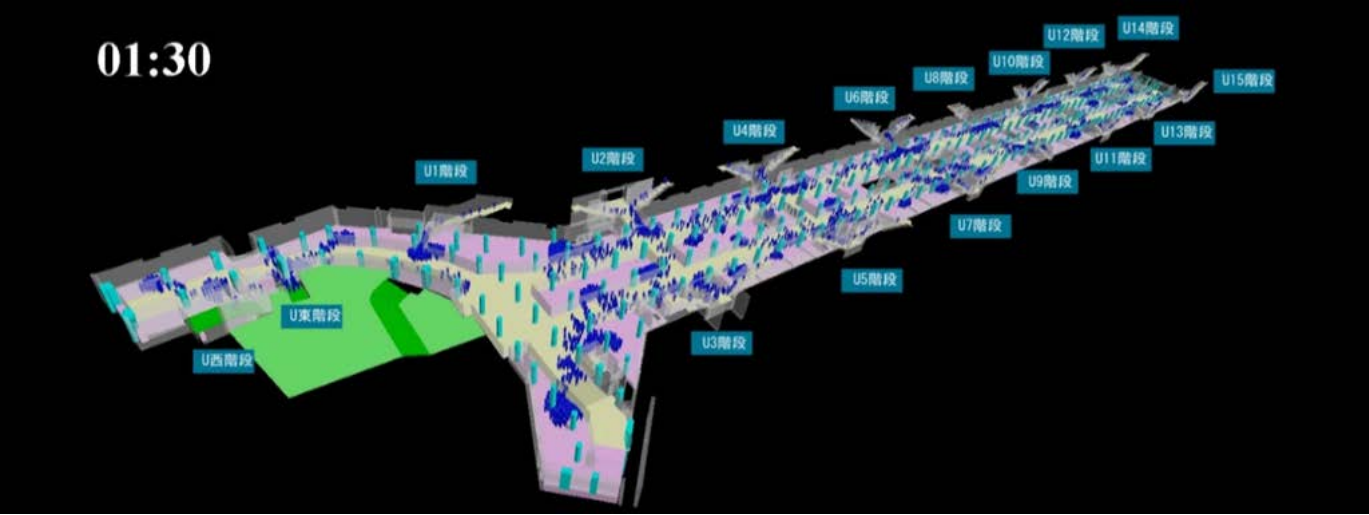


図2 シミュレーション結果を3次元で可視化した画像

3. まとめと今後の取組

今回の検討では、計算結果を三次元モデルのなかで可視化（図2；避難開始を火災発生1分30秒後に想定した場合の状況）した。指針計算だけではなく可視化することにより、地下街全体の避難状況を把握するとともに、今後、地下街と接続するビルや地下街内の店舗等との避難啓発活動（避難訓練）を行うための基礎資料として利用していくことが期待される。