

大型商業施設を対象とした地震発生時の避難シミュレーション

撰南大学 学生会員 ○寶田 一峻
撰南大学 正会員 片桐 信

1. 目的

近年、日本では大規模な地震の発生頻度が高くなっている。また、地震を未然に防ぐことは難しいため、減災に関する研究や取り組みが必要となる。そして、日本では大型商業施設の需要が高く、多くの人々が集まる一方で、商業施設の構造を熟知している人は少ない。このことから、一般人が地震発生時の避難行動を想定することは難しいといえる。そのため、商業施設付近で地震が発生した際に、避難経路をいち早く認識し、避難することが重要である。そこで、本研究では大型商業施設を対象とした地震発生時の避難シミュレーションを実施し、避難時間を遅延させる原因の究明、避難口と階段の配置に関する提案、安全かつ迅速な避難計画を行うことを目的とする。

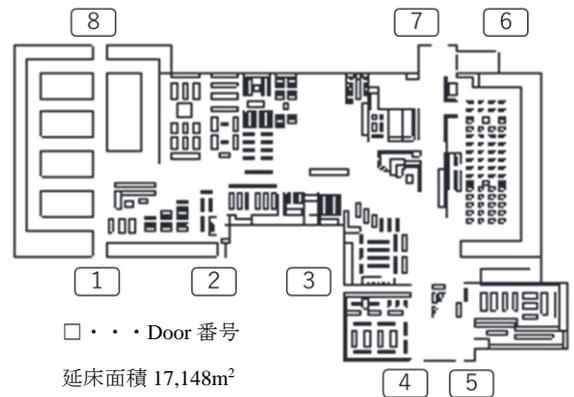


図1 商業施設 A の図面

2. 研究内容

(1) 構造モデルの作成

本研究では、参考にした大型商業施設を商業施設 A とする。図1、図2は1Fの図面である。4階層のつくりになっており、延床面積は17148 m²の商業施設である。はじめに、避難解析ソフト EXODUS を用いて、座標データによる全体の空間構造および各空間の関係を処理するため、空間とノードの概念を導入し、既存の大型商業施設を参考にした構造モデルを作成する。

(2) 人口属性の決定

現地調査から性別、年齢に応じた移動速度⁽³⁾や反応時間、商業施設の構造の認知速度における設定を行う。(表1)

(3) 避難シミュレーションの方法

(1)、(2)で得られたデータをもとに避難シミュレーション EXODUS を用いて、商業施設内の障害物が倒壊する前、障害物が倒壊した後の避難に要する時間を算出する。また、それらの結果を比較し、改善点を見つけ、避難口の提案を行う。

3. 結果解析

各10回のシミュレーションの平均値から検討するものとする。

(1) 障害物の倒壊なしと倒壊ありのシミュレーション (図1)

表2と表3を比較すると、表2の方が105.77秒早く避難が完了した。しかし、CWT(滞留時間)は表3の方が、平均2.61秒

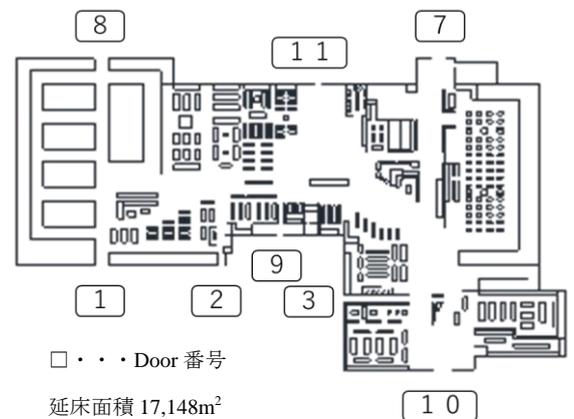


図2 商業施設 A の避難口を新しく配置した図面

表1 人間工学研究センター(HQL)の年齢別歩行速度⁽²⁾

社団法人間工学研究センター(HQL)の年齢別歩行速度			
年齢・状態	性別	速足速度(m/s)	自由速度(m/s)
要介護者	男女混合	0.72	0.18
80代	男	1.3	0.32
	女	1.22	0.24
70代	男	1.55	1.19
	女	1.4	1.12
60代	男	1.6	1.25
	女	1.65	1.27
50代	男	1.7	1.23
	女	1.55	1.25
40代	男	1.7	1.3
	女	1.65	1.29
30代	男	1.7	1.27
	女	1.75	1.27
20代	男	1.65	1.25
	女	1.65	1.25
10代	男	1.65	1.23
	女	1.63	1.23

キーワード 避難シミュレーション, 避難計画, 地震防災対策, 減災

連絡先 〒572-8505 大阪府寝屋川市池田中町17番8号撰南大学理工学部都市環境工学科 TEL 072-839-9118

早くなった。この結果から、障害物の倒壊があるときの方が、避難口に到達する時間差が大きいが原因であると考えられる。よって、避難口の渋滞の緩和が重要であることがわかる。

(2) 新しく避難口の配置を行ったシミュレーション (図 2)

避難口の配置を変えてシミュレーションを行った。避難口の利用人数が少ない避難口の配置を変更した。表 2 と表 3 の場合において、2 か所の避難口が隣接していたことから、解析ソフトの性質上の問題で、片方の避難口の使用頻度が少ないため、合併させて開口部を広くすることで近い条件にした。表 2 と表 3 を比較すると、表 2 の方が、CWT は平均 7.98 秒早くなり、Last Out も小さくなった。また、表 3 と表 5 の場合を比較すると、CWT は平均 6.191 秒早くなったが、Last Out に大きな変化は見られなかった。その理由としては、個人経過時間を見ると表 5 の方が早く、1 人当たりの避難時間は短い。よって、表 5 は最初の避難者と最後の避難者の避難完了時間の差が大きく、避難時間に差が出なかったと考えられる。表 4 と表 5 を比較すると、CWT は平均 0.82 秒しか差がなく、障害物の倒壊による渋滞は緩和できたが、Last Out は、大きく差が開いてしまった。これは、障害物の影響で高齢者の避難速度を著しく遅延していることが考えられる。

4. 考察

各シミュレーションで平均化した数値と比較して、明らかに差異があるデータが、障害物の倒壊ありの場合におけるシミュレーションに見られる。この理由としては、高齢者の初期位置が、障害物の倒壊の影響を大きく受ける位置に配置されていることによる避難時間の遅延であると考えられる。

表 2 と表 3、表 4 と表 5 を比較すると、Last out に大きく差が見られた。Last out に関しては、障害物の倒壊により、高齢者の避難速度が著しく遅くなってしまいうためであると考えられる。このことから、障害物の倒壊を防ぐ対策や避難距離の短縮が必要となる。前者の対策として、商品棚を固定することや店内の通路の幅を広くすることが考えられる。また、後者に関してはあらゆる位置においても近い避難口が存在するようにしなければならない。

参考文献

(1) 小坂 昌平, 完山 英明: 小規模地域における地震災害発生後の避難シミュレーション 2012, 摂南大学卒業論文 (2) 社団法人人間工学研究センター (HQL) の年齢別歩行速度 2008, (3) Building EXODUS バージョン 6.0 クイックスタートガイド, (4) 地震調査研究推進本部 https://www.static.jishin.go.jp/resource/regional_seismicity/katsudanso/f077_ikoma.htm

表 2 避難口 8 つの障害物の倒壊なしの場合

回数	first out (s)	last out (s)	CWT	Distance	PET
1	301.59	636.35	19.37	46.02	364.28
2	301.59	568.60	18.52	45.84	362.79
3	301.59	603.17	17.90	45.32	361.86
4	301.59	564.36	17.79	45.58	361.99
5	301.92	601.37	19.26	46.39	364.64
6	301.59	625.95	18.76	46.20	364.09
7	301.59	607.20	19.92	45.60	364.81
8	301.59	600.07	22.72	46.37	371.41
9	301.59	624.52	18.97	46.11	364.26
10	301.59	769.24	16.77	45.51	367.10
平均	301.623	620.08	19.00	45.89	364.72

表 3 避難口 8 つの障害物の倒壊ありの場合

回数	first out (s)	last out (s)	CWT	Distance	PET
1	301.59	642.00	15.03	45.65	365.39
2	301.59	930.41	15.75	45.84	366.47
3	301.59	778.69	14.94	45.56	365.06
4	301.59	709.88	17.72	46.25	369.26
5	301.59	631.61	16.37	45.53	366.55
6	301.59	720.57	16.17	46.77	367.00
7	301.59	671.77	18.76	46.43	369.87
8	301.59	793.24	16.74	46.27	368.05
9	301.59	611.10	15.66	45.84	365.84
10	301.59	769.24	16.77	45.51	367.10
平均	301.59	725.85	16.39	45.97	367.06

表 4 提案した避難口の場合 (障害物の倒壊なし)

回数	first out (s)	last out (s)	CWT	Distance	PET
1	301.59	591.38	11.10	39.13	350.64
2	301.59	584.47	10.77	39.23	350.95
3	301.59	561.34	10.64	39.15	394.88
4	301.59	576.23	10.15	39.16	349.98
5	301.59	578.63	11.90	39.62	351.78
6	301.59	548.57	11.50	40.28	350.78
7	301.59	540.54	9.62	39.17	349.08
8	301.59	562.37	11.10	39.81	350.92
9	301.59	552.41	10.85	39.05	350.41
10	301.59	572.80	12.55	39.74	352.19
平均	301.59	566.87	11.02	39.43	355.16

表 5 提案した避難口の場合 (障害物の倒壊あり)

回数	first out (s)	last out (s)	CWT	Distance	PET
1	301.59	682.33	9.75	39.71	356.21
2	301.59	710.70	10.30	39.12	356.59
3	301.59	818.10	10.24	38.82	355.75
4	301.59	694.59	10.93	39.29	357.50
5	301.59	656.19	8.95	39.59	355.08
6	301.59	742.67	10.99	39.02	357.28
7	301.59	768.53	10.71	39.19	357.37
8	301.59	689.32	10.28	39.28	356.35
9	301.59	629.63	10.77	39.14	356.75
10	301.59	702.56	9.12	39.98	354.77
平均	301.59	709.46	10.20	39.31	356.37