

大都市地下街の津波避難計画に関する研究

STUDY ON TSUNAMI EVACUATION PLAN AT THE UNDERGROUND MALL IN A METROPOLIS

建築構造学分野 合田祥子

我が国の都市部では地下施設が大規模に開発され、人口や資産、情報等が集積する傾向にあるが、その一方で地下空間は浸水に対して極めて脆弱である。本研究では、洪水氾濫や津波による浸水被害把握のための GIS 情報の基礎データとなる大都市地下街の 3 次元データを構築した。さらに地下街の各エリアにおいての避難時間と津波到達時間との関係をシミュレーションにより明らかにし、避難行動の安全性の評価を行い、津波災害時の避難計画を策定する上での課題を考察した。

In urban areas of our country, underground facilities are extensively developed, and the population, assets, information, etc. tend to be accumulated, on the other hand, underground space is extremely vulnerable to the inundation. In this study, a 3-D data of underground space in a metropolis for a basic data of GIS information is constructed to grasp the inundation damage caused by the flood or tsunami. In addition, the relationship between the evacuation time and the tsunami arrival time is revealed by numerical simulation, and the safety of evacuation behavior is evaluated, finally agendas to develop the evacuation plan in the tsunami disaster are considered.

1. はじめに

近年、都市部において台風や集中豪雨等によって河川や下水道から溢れた雨水が低地に集まり、地下街や地下鉄駅等の地下空間が浸水することによって重大な被害が発生している¹⁾。地下空間への浸水は人命にかかわる深刻な被害につながる可能性が高いため、避難の確保計画や浸水の防止対策が必要とされている。

一方で、大都市中心部では、人口や資産、情報等の中枢的機能が集中しており、空間の有効利用の観点から、地下空間は地下街や地下鉄駅をはじめとし、地下駐車場やそれらを結ぶ地下通路等が多くネットワークで結ばれ、複雑で多層になってきている。それに伴って権利や管理関係が複雑となり、統合された避難計画の策定が無いばかりでなく、地下街の基礎的情報ですら共有できていない状況にある。さらに近い将来、我が国の広範囲に影響を及ぼす地震として予想されている南海トラフ巨大地震では、全国でも有数の巨大な地下街である大阪市北区に位置する「梅田地下街」にも最大で 2m の津波が押し寄せるという浸水想定がされた²⁾。東日本大震災において、津波の浸水被害が内陸深くまで及んだことを考慮すると、河川氾濫や内水氾濫等による緩やかな浸水だけでなく、地震による津波災害を含めた非常時の対策を今一度見直すことが急務であると言える。

そこで本研究では、大都市ターミナルの地下空間の一つである大阪市北区の梅田地下街を対象として、地下街の空間情報を統合し、洪水や津波による浸水被害把握のための GIS 情報基礎データとなる 3 次元データを構築する。さらに津波災害時の浸水対策および避難計画の提案のために、地下街の各エリアにおいての避難時間と津波到達時間との関係を数値シミュレーションにより明らかにし、避難行動の安全性の評価を行う。

2. 梅田地下街の概要

梅田地下街は、東西約 1.1km、南北に約 1.1km の範囲に複雑に広がっており、ディアモール大阪、ホワイティうめだ、ドージマ地下センターの主に 3 つの地下街と、地下鉄御堂筋線梅田駅、四ツ橋線西梅田駅、谷町線東梅田駅、阪神梅田駅、JR 北新地駅の 5 つの地下駅コンコースで形成され、飲食店街、ショッピングモール等で構成されている。これに加えて、百貨店等のビルの地下階や地下駐車場にも連結しており、全国でも有数の巨大な地下空間を形成している。この複雑な地下の空間情報を統合するために、管理会社提供の図面、実測調査および地下街の地上出入口と公道との高さ関係の調査から 3DCAD ソフト ArchiCAD を用いて単純化した 3 次元モデルを構築した(図-1)。また、このモデルから作成した地下一階の平面図を図-2 に示す。高さの基準は O.P. (大阪湾最低潮位, O.P.=T.P.

(東京湾平均海面) +1.3m) とする.

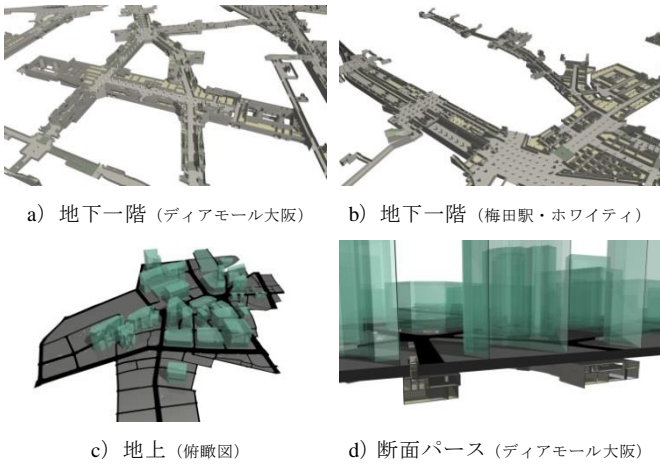


図-1 3次元モデル

3. 津波避難ビル

3.1 概要

津波から身を守るためには高台等の高所に避難することが大原則であるが、平野部等のような避難地確保が容易ではない地域や避難する十分な時間が確保できない地域では、緊急的・一時的な避難施設として津波避難ビルの指定が求められる。ここで、津波避難ビルの指定に必要とされる要件³⁾を以下に示す。

(1) 耐震性

耐震診断によって耐震安全性が確認されていること、または、新耐震設計基準に適合していることとする。

(2) 津波に対する構造安全性

原則として RC または SRC 構造とし、想定浸水深に応じて

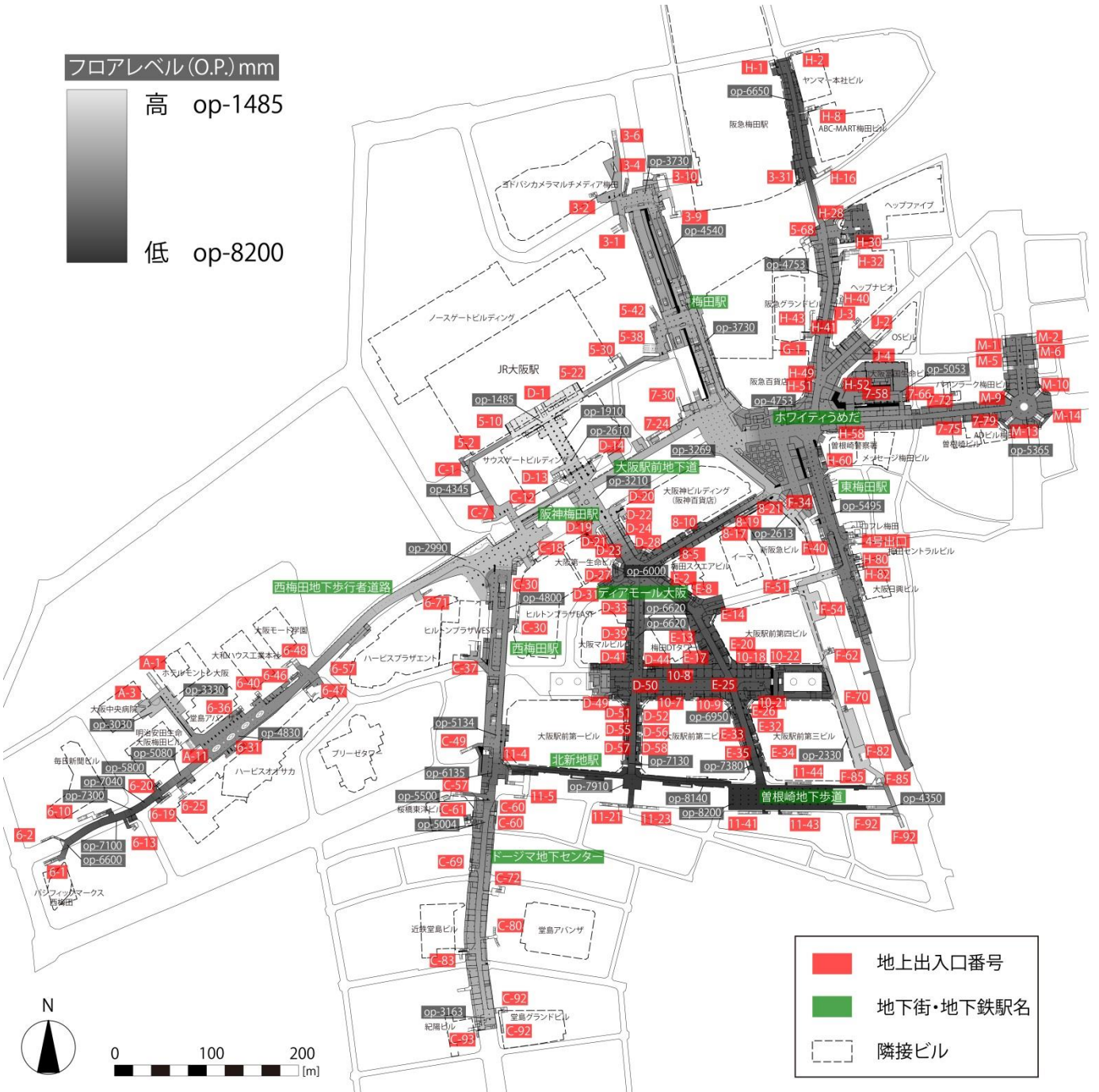


図-2 梅田地下街の地下一階平面図

階数や津波の進行方向の奥行きを考慮する。想定浸水深が2mの場合は3階以上、3mの場合は4階建て以上の建物を候補とする。

3.2 津波避難ビルの選定

大阪市北区では、現在合計で約7,000人が避難可能となる津波避難ビルを8棟指定しているが、北区の昼間人口の7割にあたる約27万人が避難すると考えると、これらに収容するのは不可能であると考えられるので、本研究の対象とする梅田地下街周辺において津波避難ビルを選定する。ここで、対象となる建物は、現在避難確保計画を策定している地下街の隣接建物およびそれ以外の常時出入り可能で不特定多数の人を収容できる商業施設を含む建物のうち、3.1で示した要件をクリアするものとする。選定した建物を表-1に示す。

3.3 避難可能人数の算出

津波避難ビルに選定した各施設について、施設内に想定される避難スペースの総面積および避難者一人当たりの専有面積をもとに、避難可能人数を推計する。避難者一人当たりの専有面積は、1.6m²/人とする。本研究では、a) 商業フロアとb) 商業以外のフロア（主にオフィスフロア）の2つに分けて考える。まずa)は、売場（純売場+売場内通路）以外の共用部分（通路または階段部分等）を避難場所と考える。百貨店の売場面積は延床面積の50~60%程度、スーパーマーケット（大規模量販店）は60~65%で計画されることから、売場面積を延床面積の60%と考え、それ以外の共用部分の面積である40%を避難場所とすることとする。次にb)は、共用部分（廊下または階段）を避難場所と考える。ここでは、延床面積に対する収益部分の床面積の割合であるレントラブル比を採用する。これは、中規模なビルで80~90%、大規模な場合で65~75%になること⁴⁾、また大阪富国生命ビル避難可能人数から概算した避難可能場所の割合（13.75%）を踏まえ、避難場所となり得る共用部分の面積を延床面積の15%とする。算出式を以下に示す。また、算出した各施設の避難可能人数を表-1に示す。

a) 商業フロアの避難可能人数

$$(\text{延床面積}) \div (\text{総フロア数}) \times (\text{3階以上の商業フロア数}) \div 1.6 \times 0.4 \quad (1)$$

b) 商業以外のフロアの避難可能人数

$$(\text{延床面積}) \div (\text{総フロア数}) \times (\text{3階以上の商業以外のフロア数}) \div 1.6 \times 0.15 \quad (2)$$

この結果、梅田地下街周辺の津波避難ビルに避難可能な人数は合計で18万4,505人となり、大阪駅周辺地域での一時避難者が最大で休日の場合約14万6,000人となると考えられている⁵⁾ので、これを避難推計人数とすると、避難スペースの確保が可能だと考えられる。

3.4 津波避難ビルのカバーエリア

津波避難ビルの避難可能人数に相当する収容可能な範囲（カバーエリア）を推定する。これは、式(3)によ

り算定された収容可能距離Lを半径とした避難ビルを中心とする正円を範囲として算出する。

$$\text{収容可能距離 } L \text{ (m)} = \sqrt{\frac{\text{避難可能人数 (人)} / \text{人口密度 (人/m}^2\text{)}}{3.14}} \quad (3)$$

ここで人口密度は避難ビル周辺の人口密度とし、大阪駅周辺地域が82万m²であることから、対象とする梅田地下街周辺を一律で0.178人/m²とする。これより算出したカバーエリアを図-3に示す。

表-1 梅田地下街周辺の津波避難ビルと避難可能人数

北区指定	施設名称	延床面積 [m ²]	避難可能フロア数	避難可能人数[人]
	ABC-MART 梅田ビル	27,128	a)1+b)8	2,086
	ヘップファイブ	45,772	a)7	6,161
	ヘップナビオ	48,141	a)7	7,020
	阪急百貨店	137,576	a)11	25,222
	阪急グランドビル	76,560	a)5+b)24	7,881
	OSビル	19,213	a)4+b)12	2,041
	バイナラック梅田ビル	2,946	b)7	175
	曾根崎警察署	13,477	b)8	777
	曾根崎ビル	4,776	b)6	298
	ADビル梅田	6,692	b)7	337
	梅田セントラルビル	9,738	b)7	491
	大阪日興ビル	13,604	b)8	784
	阪急三番街 (阪急梅田駅)	128,000	1*	1,333
	メッセージ梅田ビル	7,632	b)6	357
	コフレ梅田	5,396	b)9	325
	大阪第一生命ビル	32,694	b)17	2,171
	梅田スクエアビル	19,300	b)15	1,357
	梅田DTタワー	47,613	b)25	3,599
	イーマ	26,700	a)11	4,319
	大阪マルビル	41,159	b)28	3,177
	大阪駅前第一ビル	101,406	b)10	5,281
	大阪駅前第二ビル	103,746	b)14	6,808
	大阪駅前第三ビル	121,276	b)32	9,574
	大阪駅前第四ビル	98,808	b)23	7,346
	大阪神ビルディング (阪神百貨店)	97,000	a)9	13,640
	NU茶屋町	27,878	a)7	4,435
	ヨドバシカメラマルチメディア梅田	113,548	a)6	11,354
	JR大阪駅 (時空の広場)	3,000*	**	1,500
	ノースゲートビルディング	210,000	a)9	14,765
	サウスゲートビルディング	138,537	a)14	15,641
	新阪急ビル	53,000	a)1	779
	堂島アバンザ	95,137	a)1	951
	ヒルトンプラザ EAST	88,029	a)6	3,474
	ヒルトンプラザ WEST	44,900	a)4	1,870
	ハービスプラザエント	106,506	a)5	4,160
	ハービスオオサカ	136,823	a)4	3,040
	ブリーゼタワー	84,749	a)6	3,435
	大阪富国生命ビル	68,491	4	736
	ポートピア梅田 (北大阪堂山ビル)		7	2,805
	グランフロント大阪 南館	187,846	1	1,000
	グランフロント大阪 北館	295,100	1	2,005
	計			184,505

*避難可能面積を80%と考える。 **改札前の面積およそ15%で算出。

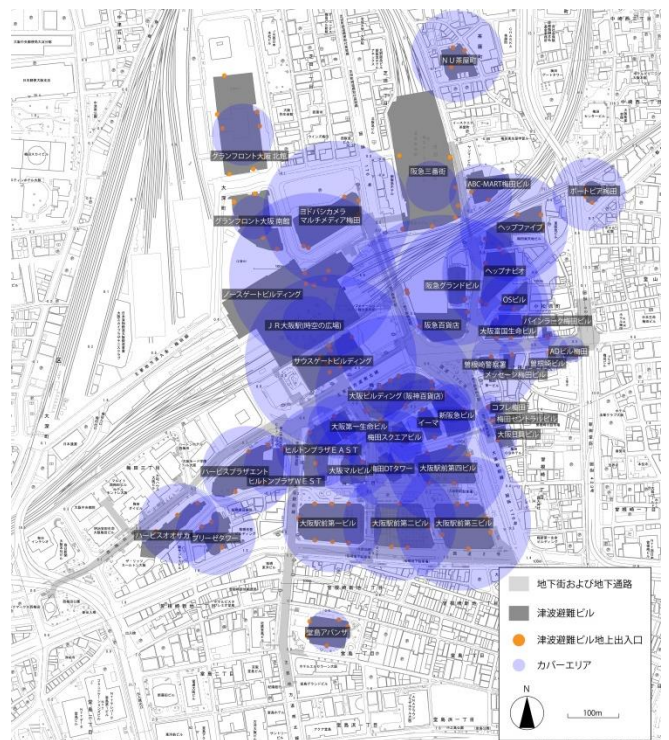


図-3 カバーエリア

図-3より、ディアモール大阪やホワイトティーム周辺では重複箇所が多いが、ドージマ地下センターや西梅田地下歩行者道路においてはカバー不足がうかがえる。この周辺では、避難者が特定の避難ビルに集中することも考えられるため、比較的余裕のある避難ビルに誘導することや、商業施設以外の建物を津波避難ビルに指定することが求められると考えられる。

4. 数値シミュレーションによる避難行動特性の分析

ここでは、マルチエージェント群集シミュレータを用いて地下空間滞在者の避難性状を予測し、その結果から避難上の課題を検討する。

4.1 大阪駅前地下道

解析対象範囲は、図-4に示すように御堂筋線梅田駅および阪神梅田駅に隣接し、JR大阪駅、四ツ橋線西梅田駅に繋がる通路を有する大阪駅前地下道のうち、縦約100m×横約310mの範囲とした。①～⑯が対象範囲の境界断面であり、歩行者の流入流出口となる。このうち赤線で示す④、⑤、⑩、⑪が駅の改札に通じており、緑色で示す部分が地上出口となる。

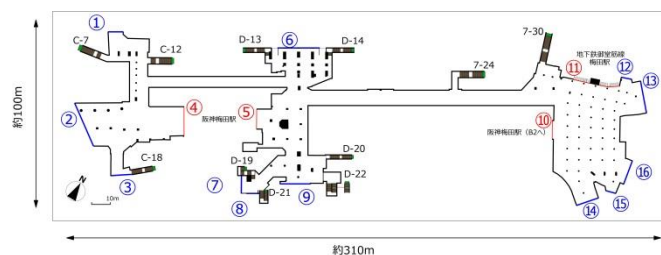


図-4 解析対象範囲（大阪駅前地下道）

(1) 解析条件

地震発生直後に解析対象範囲が最も混雑すると考えられる時間帯を評価対象時間（地震発生時刻）とし、大阪市が管理する監視カメラのデータより平日および休日のそれぞれ8, 10, 12, 15, 18時の内から対象範囲が最も混雑する通勤ラッシュの時間帯の平日朝8時台を評価対象時間とし、地震発生時刻は平日朝8時とした。

地震発生時刻の解析対象範囲の歩行者分布を設定するため、監視カメラのデータを参考に1分間の平均人数を割り出したところ、対象範囲内の歩行者数は948人となり、歩行者分布は図-5のようになった。本検討では、この歩行者分布を避難開始時の避難者の初期配置とした。図の赤い粒子は一人の歩行者を表す。

避難者の避難条件として、避難者は地震発生直後、現在地から近い地上出口を選択し、一斉に地上出口に移動を開始するものとする。ここで、対象範囲に隣接するビルへの移動はないものとし、ドア等は障害物とした。また本検討では、境界断面からの流入は無いものとする。

歩行速度は、建設省告示第1441号の居室避難計算より、水平路における歩行速度を1.0m/s、階段における

歩行速度を0.45m/sとした。群集の歩行速度は、シミュレーションソフト上で密度に応じて低減する。

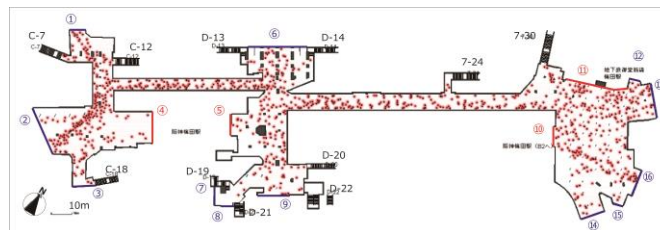


図-5 地震発生時の歩行者（948人）の分布

(2) 解析結果・考察

避難開始時を0秒とする解析対象範囲内の滞留者数の推移を図-6に示す。避難者948人全員が地上に避難完了するまでに122秒を要した。また、表-2に各出入口の通過終了時刻および累積通過人数を示す。出入口の累計通過人数は大きく差が見られ、7-30は避難者全体の約3分の1と最も多くの人を選択した。また、避難開始から80秒後には7-30以外の出入口は避難を完了しているが、7-30には約150人もの滞留が見られる。これは付近に出入口がないためであり、場所による避難出口の過不足があると考えられる。

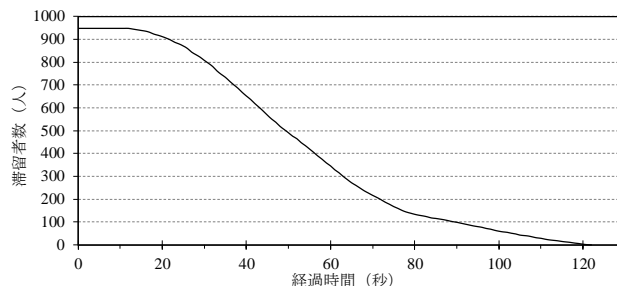


図-6 解析対象領域の滞留者数の推移

表-2 各出入口の通過終了時刻、累積通過人数

地上出入口番号	通過終了時刻 (秒)	累積通過人数(人)
C-7	35.4	31
C-12	75.4	158
C-18	66.4	91
D-13	78.4	104
D-14	79.8	91
D-19	47.2	6
D-20	52.2	47
D-21	44.8	6
D-22	30.2	9
7-24	67.6	91
7-30	121.8	314

4.2 梅田地下街全体

解析対象範囲は図-7に示す約1.1km四方の範囲で、作成したモデルのうち、通路部分のみを考え、店舗や噴水等は障害物とする。この領域は地下1階部分であり、緑色で示す部分が地上出口となる。

(1) 解析条件

地震発生時刻は、梅田地下街全体での滞留人口が最も多くなる時間が把握できていないため設定しない。

本検討では、避難者の人数による避難行動の違いを検討するため、6,000人、8,000人、10,000人の3パターンの避難者を設定し、その違いを分析する。歩行者分布はほぼ同じ分布とし、駅周辺ではそのおよそ1.5倍の分布として配置した。

避難者の避難条件として、避難者は地震発生直後、

現在地から近い地上出口を選択し、一斉に地上出口に移動を開始するものとする。ここで、隣接ビルの連絡口や駅の改札に通じる断面はすべて障害物とし、境界断面からの流出入はないものとする。

さらに本検討では、身体障がい者や高齢者等の歩行速度の遅い避難者の人数による避難行動の違いを検討するため、歩行速度の遅い人の割合を全避難者数の 0 割、1 割、2 割と 3 パターンの避難者を設定する。通常（健常者）の歩行速度は、先ほどと同じく水平路では 1.0m/s、階段では 0.45m/s とした。身体障がい者や高齢者等については、階段の昇降速度が 0.21m/秒ということ⁶⁾を考慮し、水平路における歩行速度および階段における歩行速度を健常者の半分に設定する。また、群集の歩行速度は、シミュレーションソフト上で密度に応じて低減する。

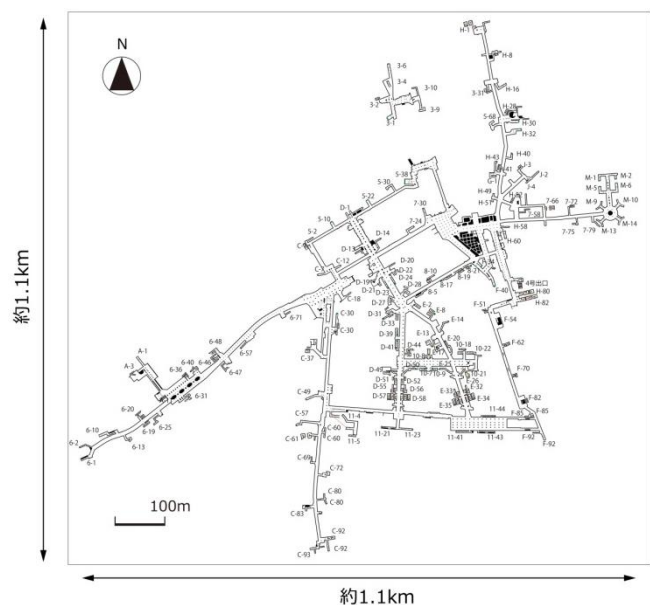


図-7 解析対象範囲（梅田地下街全体）

(2) 解析結果・考察

避難開始時を 0 秒とする解析対象範囲内の滞留者数の推移を図-8 に示す。避難人数が多くなるほど、また、歩行速度の遅い人の割合も多くなるほど避難時間は増加することがわかる。最も避難完了時間が長いのは、避難人数 10,000 人、歩行速度の遅い人の割合が 2 割の場合で、363 秒を要した。出入口の累積通過人数にも偏りが見られ、駅周辺の出入口で滞留が発生し、避難

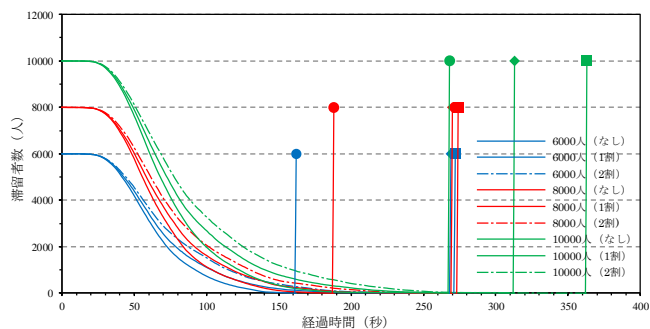


図-8 解析対象領域の滞留者数の推移

時間が長いところが多く見られた。本検討では考慮していない駅からの流入を考えると、さらに避難時間は長くなると予測できる。こういった駅周辺において特にラッシュ時等に災害が起きた場合には、パニックになることも考えられるので、避難誘導をすることが必要であるのに加え、地上出入口を増やすことが避難時間の短縮につながると考えられる。

5. 避難行動の安全性の判定

地下街のある地点から地下空間利用者が避難場所となる津波避難ビル 3 階以上まで到達するのにかかる時間を「避難行動所要時間」とし、津波到達時間をそれで除した値を「安全率」、津波到達時間から避難行動所要時間を差し引いた時間を「避難行動余暇時間」と定義づけ、これらにより安全性の判定を行う。ここで、避難行動所要時間の算出は以下の手順により行う。

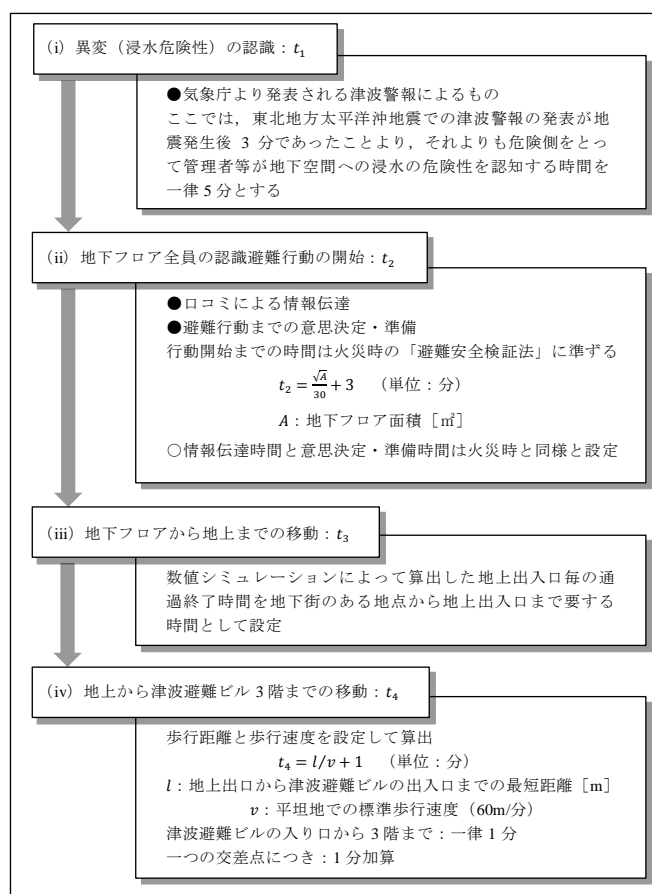


図-9 地下空間における避難行動所要時間の設定手順以上の $t_1 \sim t_4$ を足し合わせたものを避難行動所要時間とする。なお、時間はすべて分単位とし小数点以下は繰り上げとする。さらに、津波到達時間を 120 分とし、安全率および避難行動余暇時間を算出する。表-3 に最も避難完了時間が長かった避難人数 10,000 人、歩行速度の遅い人の割合が 2 割の場合の避難行動所要時間、安全率および避難行動余暇時間を示す。

この結果、安全率はすべて超え、避難行動余暇時間はどのエリアにおいても 100 分程確保されており、津波襲来までにかかなりの猶予があったことがわかった。ま

た、すべての条件においても避難行動余暇時間の最短はA-1、最長はF-85および11-4となり、最大でその差は11分となった。また、階段の途中で2手に分かれる等の理由で片側に避難者が集中したと考えられる出入口においては、避難者数が増加するほど、または歩行速度の遅い人の割合が増加するほど差が開いており、最大で11-4と11-5では7分の差が見られた。避難者数や歩行速度の遅い人の割合による時間の変化はほぼないと考えられる。

本検討では、避難を開始するまでの時間はどの地点においても10分～15分程度を想定しているが、この時間が遅くなればなるほど安全率は低くなる。地下空間滞在者全員が確実に避難するためには避難行動開始時刻は重要な指標となり、管理者等による避難情報の伝達は非常に有用であると考えられる。

表-3 10000人(2割)での安全率、避難行動余暇時間

地上出入口番号	安全率	避難行動余暇時間[分]	地上出入口番号	安全率	避難行動余暇時間[分]	地上出入口番号	安全率	避難行動余暇時間[分]
6-1	6.00	100	D-28	6.67	102	3-4	7.50	104
6-2	5.45	98	D-31	7.06	103	3-6	7.50	104
6-10	5.71	99	D-33	6.67	102	3-9	7.50	104
6-13	6.32	101	D-39	6.67	102	3-10	6.67	102
6-19	6.32	101	D-41	6.67	102	H-1	6.67	102
6-20	6.00	100	D-44	6.67	102	H-8	8.00	105
6-25	6.67	102	D-49	6.67	102	H-8	6.32	101
A-1	5.22	97	D-50	6.67	102	H-16	6.67	102
A-3	5.71	99	D-51	7.06	103	3-31	7.06	103
A-11	6.00	100	D-52	7.06	103	H-28	8.00	105
6-31	6.67	102	D-55	7.06	103	H-30	7.50	104
6-36	6.00	100	D-56	7.06	103	H-32	7.50	103
6-40	6.32	101	D-57	6.32	101	5-68	6.67	102
6-46	7.06	103	D-58	6.67	102	H-40	7.06	103
6-47	7.50	104	E-2	6.67	102	H-41	7.06	103
6-48	6.32	101	E-8	6.67	102	H-43	6.67	102
6-57	6.67	102	E-13	6.67	102	G-1	7.06	103
6-71	6.67	102	E-14	6.67	102	H-49	7.06	103
C-1	8.00	105	E-17	6.67	102	H-51	6.67	102
C-7	7.50	104	E-20	6.67	102	H-52	6.67	102
C-12	7.06	103	E-25	6.67	102	J-2	7.50	104
C-18	7.06	103	E-26	6.67	102	J-3	6.32	101
C-30	8.57	106	E-32	6.67	102	J-4	5.45	98
C-30	6.32	101	E-33	7.06	103	H-58	6.67	102
C-37	6.67	102	E-34	6.67	102	H-60	6.32	101
C-49	6.32	101	E-35	6.67	102	4号出口	7.06	103
C-57	6.32	101	8-5	6.67	102	H-80	8.00	105
C-60	7.06	103	8-10	6.67	102	H-82	7.50	104
C-60	6.67	102	8-17	6.67	102	7-58	6.32	101
C-61	6.67	102	8-19	7.06	103	7-66	6.67	102
C-69	7.06	103	8-21	7.06	103	7-72	6.67	102
C-72	7.50	104	10-7	6.67	102	7-75	7.06	103
C-80	7.50	104	10-8	6.67	102	7-79	7.06	103
C-80	8.00	105	10-9	7.06	103	M-1	6.67	102
C-83	6.67	102	10-18	6.67	102	M-2	6.00	100
C-92	5.71	99	10-21	8.00	105	M-5	6.67	102
C-92	8.00	105	10-22	6.67	102	M-6	6.00	100
C-93	7.06	103	7-24	6.67	102	M-9	7.06	103
5-2	8.00	105	7-30	6.00	100	M-9	6.67	102
5-10	8.00	105	F-34	7.06	103	M-10	5.45	98
5-22	8.00	105	F-40	7.50	104	M-10	5.45	98
5-30	8.00	105	F-51	7.50	104	M-13	7.06	103
5-38	6.67	102	F-54	8.57	106	M-13	7.06	103
D-13	7.06	103	F-62	8.00	105	M-14	6.32	101
D-14	7.06	103	F-70	8.00	105	M-14	6.67	102
D-19	7.06	103	F-82	8.57	106	11-4	10.00	108
D-20	7.06	103	F-85	10.00	108	11-5	6.32	101
D-21	7.50	104	F-85	8.00	105	11-21	6.32	101
D-22	7.50	104	F-92	7.06	103	11-23	6.32	101
D-23	6.67	102	F-92	6.32	101	11-41	6.00	100
D-24	7.06	103	3-1	6.67	102	11-43	7.06	103
D-27	6.32	101	3-2	7.50	104	11-44	6.67	102

6. 結論

本研究で得られた結論を以下に示す。

- 1) 現在避難確保計画を策定している地下街の隣接建物およびそれ以外の商業施設を対象に避難ビルの選定を行ったところ、避難スペースの確保はできると考えられた。
- 2) しかし、カバー不足となるエリアも見受けられたため、避難者が特定の避難ビルに集中しないよう、比較的余裕のある避難ビルに誘導することや、商業施設以外の建物を津波避難ビルに指定することが求められる。
- 3) 各地上出入口における安全率はすべての地点において1を超え、避難行動余暇時間も100分

近くあるという結果になり、津波襲来までにかんがりの猶予があることがわかった。

- 4) 避難者数や歩行速度の遅い人の割合による避難行動余暇時間の変化はほぼないと考えられ、津波避難時に地下空間滞在者全員が確実に避難するためには、避難行動開始時刻は重要な指標となることが考えられた。

以上の結果より、今後の梅田地下街における避難計画の策定においては、現状における管理者毎の避難確保計画を策定することも重要であるが、それ以上に管理者間の垣根を超えた対策が今後の重要な課題となり、避難誘導という面からみても梅田地下街全体を使用した大規模な避難訓練等を執り行う必要性が感じられる。

さらに、地下街の利用者に明確な避難場所を示すためにも津波避難ビルの指定は早急な課題となり、本研究では地震発生時刻を考慮していないが、いつ何時災害が起こったとしても避難できるようにするために24時間体制で対応できるように隣接ビルや近隣の建物とも協力していくべきである。

謝辞

本研究は、平成25年度一般社団法人近畿建設協会の助成を受けたものです。また3次元データを作成するにあたり、図面等の貴重な資料を提供して頂きました。大阪市街地開発株式会社、大阪地下街株式会社、堂島地下街株式会社、阪急阪神ビルマネジメント株式会社、大阪市建設局および大阪市交通局、さらにデータの整合性を図るためにレベル測量をして頂きました。ベストサポート総合事務所に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 日本建築防災協会：「地下空間における浸水対策ガイドライン 同 解説<本編>」, 2002
- 2) 大阪府防災会議 南海トラフ巨大地震災害対策等検討部会：第3回 南海トラフ巨大地震災害対策等検討部会 発表資料, 2013.8
- 3) 津波避難ビル等に係るガイドライン検討会 内閣府政策統括官(防災担当)：「津波避難ビル等に係るガイドライン」, 2005.6
- 4) 長澤泰, 在塚礼子, 西出和彦：「建築計画」, 2009.9
- 5) 大阪駅周辺・中之島・御堂筋周辺地域都市再生緊急整備協議会(大阪駅周辺地域部会)：「大阪駅周辺地域 都市再生安全確保計画」, 2013.4
- 6) 足立啓, 小松和郎, 荒木兵一郎：「障害者を考慮した住宅団地の研究：(その1) 歩行行動からみた障壁の分析」, 学術講演梗概集, 計画系, 日本建築学会, pp.1233-1234, 1980.9

討議

討議 [谷口与史也]

避難行動余暇時間が最長のものと最短のものに影響するのは何か。

避難には階段しかないが、その場合車椅子の人はどうするのか。

回答

特に避難行動所要時間に影響するのは、地上の移動にあたる t_4 です。この中でも最長となった F-85, 11-4 に関しては、階段の途中で2手に分かれる等の理由によりシミュレーション上で片側に避難者が集中し t_3 が短くなったためと考えられます。

本研究では車椅子で避難する場合の避難時間は考慮していませんが、階段での避難が困難と考えられるため、共助による避難またはハード面の対策として避難エレベーターの設置が必要になると考えられます。

討議 [瀧澤重志]

シミュレーションの到着地点は地上まで、避難ビルの3階までのどちらか。その場合地上での混雑は考えているか。

回答

地上までです。地上においては図-9の(iv)にあるように、避難ビルまでの距離を一律の歩行速度(60m/s)で移動するとしており、混雑による速度の低下は考えていません。

討議 [山田卓]

他の避難シミュレーションのケースとの比較はしているか。

回答

梅田地下街を対象としたシミュレーションは安福¹⁾によるものが挙げられます。当シミュレーションでは2万5千人の避難者を想定した場合に避難完了まで約5分を要していることから、本研究で得られた避難時間は妥当であると言えます。また、他の地下街を対象としたものは、山田ら²⁾によるものがあります。この場合と比較すると、本研究では想定していない駅からの流入を考えればさらに避難時間は長くなると予測されるため、このことを考慮してシミュレーションを行うことが今後の課題となります。

討議 [松村政秀]

この結果をどこかにフィードバックするのか。

津波襲来まで120分とかなり余裕があるため帰宅してしまう人もいるかもしれないが、どのように考えているか。

高低差が7mあるが、影響しているのか。

回答

図面を提供して頂いた管理会社や自治体の防災担当者にはフィードバックし、防災対策や避難計画策定の資料として頂く予定です。

本研究では最大クラスの地震・津波という想定される最悪のケースにおける避難を考えており、その場合には交通機関等も停止していると考えられるため、帰宅するといった行動はないとしています。

深い場所では地上までの距離が必然的に長くなるため避難時間がその分長くなると考えられます。しかし本研究では、シミュレーション上で最後のエージェントが避難完了した時間をそれぞれの地上出入口での避難時間としているため、高低差が直接避難完了時間には関係しないと考えられます。

討議 [吉中進]

シミュレーションや安全率の精度、確からしさをどう確認すれば良いのか。

回答

現地での調査や実際の避難訓練等によって確認します。

参考文献

- 1) 安福健祐：「GPUを利用した大規模避難シミュレーションシステムの開発」, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.201-202, 2011.7
- 2) 山田武志, 大森高樹, 廣井悠, 福井潔：「群集シミュレーションを用いたターミナル駅地下空間における避難安全確保対策の検討」, 第16回地下空間シンポジウム, 2013.1