

## 大阪駅前地下街の津波避難計画に関する研究

正会員 ○合田祥子\* 正会員 谷口与史也\*\*  
同 吉中進\*\*\* 同 瀧澤重志\*\*\*

地下街 津波 避難計画  
避難シミュレーション マルチエージェント

## 1. はじめに

近年、洪水氾濫や津波による地下空間への浸水に対するリスク管理が急務となっている。一方で、都市部では地下施設の複雑化、重層化に伴い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、地下街の基本的情報すら共有できていない状況にある。

そこで本研究では、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た3次元データを構築する。さらに地下街の各エリアにおいて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する。

## 2. 津波避難ビルのカバーエリア

津波から身を守るには高所(建物の3階相当以上)への避難が大原則である。そのため、梅田地下街周辺で現在北区が指定する津波避難ビルの他に、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で常時出入り可能かつ不特定多数の人を収容できる商業施設を含む建物を津波避難ビルに選定する。

選定した各建物について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、 $1.6 \text{ m}^2/\text{人}$ とする。本稿では、a) 商業フロアと b) 商業以外(主にオフィス)のフロアの2つに分けて考える。まず a) は、売場面積を延床面積の60%とし、それ以外の共用部分(通路、階段部分等)を避難場所とする(式(1))。次に b) は、レントラブル比を参考に<sup>1)</sup>、避難場所となり得る共用部分(廊下、階段)の面積を延床面積の15%とする(式(2))。

## a) 商業フロアの避難可能人数

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

## b) 商業以外のフロアの避難可能人数

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

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14万6千人となると考えられている<sup>2)</sup>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。

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、大阪駅周辺地域が  $82 \text{ 万m}^2$ であることから、対象とする梅田地下街周辺を一律で  $0.178 \text{ 人/m}^2$ とする。これより算出したカバーエリアを図-1に示す。

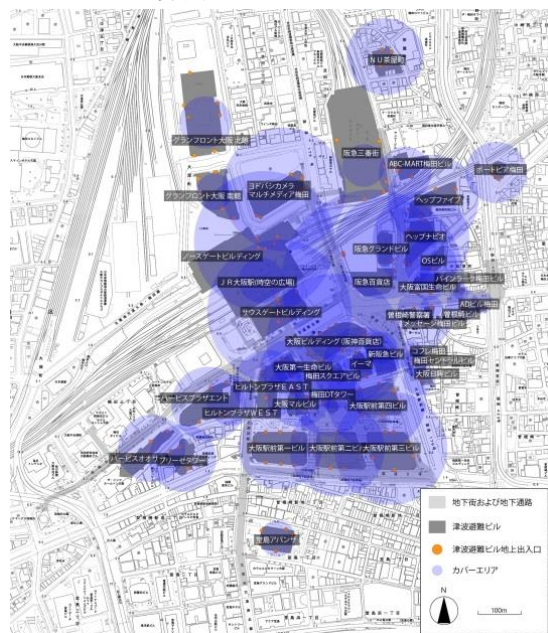


図-1 津波避難ビルのカバーエリア

図-1より、南側のドージマ地下センターや西側の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。

## 3. 数値シミュレーションによる避難行動特性の分析

## 3.1 解析条件

マルチエージェント群集シミュレータ (Sim Tread) を用いて地下空間滞在者の避難性状を予測する。解析対象範囲は図-2に示す地下1階部分の約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る。

本稿では、避難者数および身体障がい者や高齢者等の歩行速度の遅い避難者数による避難行動の違いを検討するため、避難者数を6千、8千、1万人と、歩行速度の遅い人の割合を0, 1, 2割の計9通り設定する。通常(健

常者)の歩行速度は、水平路で1.0m/s, 階段で0.45m/sとする<sup>3)</sup>。身体障がい者や高齢者等については、健常者の半分とする。避難者は最寄りの地上出口に一斉に避難を開始する設定としている。ここで、隣接ビルの連絡口や駅の改札に通じる境界断面からの流出入はないものとする。

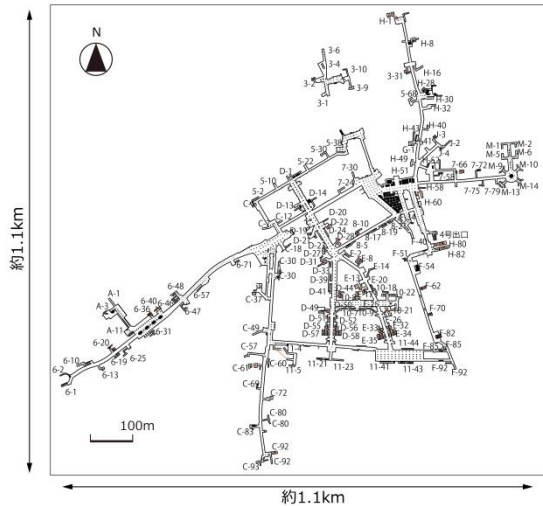


図-2 解析対象範囲

### 3. 2 解析結果・考察

図-3 に避難開始後の経過時間と避難者数を示す。最も避難時間が長いのは、避難人数 1 万人、歩行速度の遅い人の割合が 2 割の場合で、363 秒を要した。出入口の通過人数にも偏りが見られ、駅周辺で滞留が発生し、避難時間が長い箇所が多く見られた。本稿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。パニックを避けるためにも、避難誘導が必要不可欠であるのに加え、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。

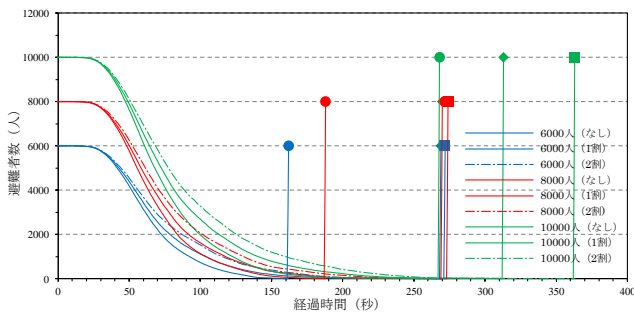


図-3 解析対象領域の避難者数の推移

### 4. 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を除いた値を「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、安全性の判定を行う。避難行動所要時間の算出は以下の手順により行う。

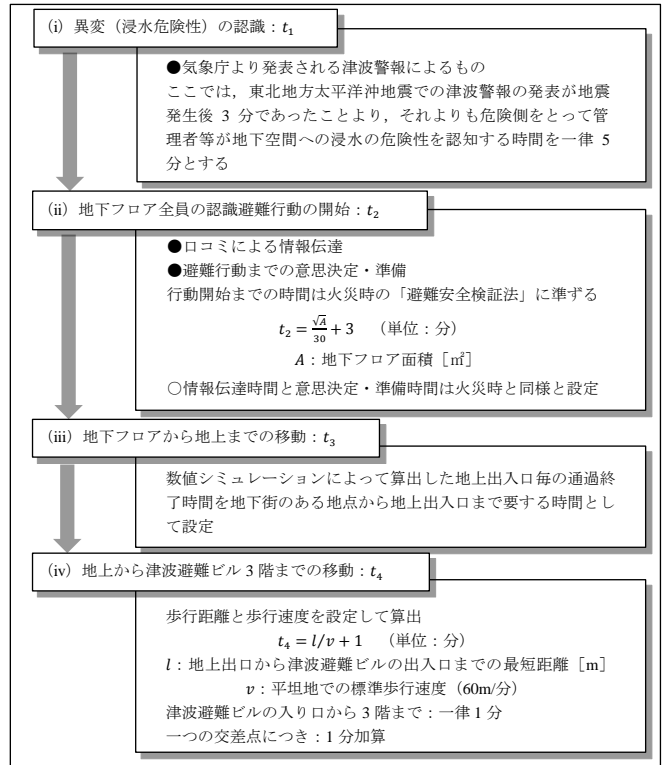


図-4 地下空間における避難行動所要時間の設定手順

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、安全率を算出する。この結果、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、津波襲来までかなりの猶予があることがわかる。また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る。

表-1 1万人(2割)の安全率, 避難行動余暇時間(最大・最小)

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]
A-1	5.22	97	F-85	10.00	108	I1-4	10.00	108

### 5. 結論

今後の避難計画策定においては、24 時間体制で対応出来るように隣接ビルや近隣建物と協力し、早急に津波避難ビルの指定を行うべきである。また、現状の避難確保計画で選定されている避難ビルも昇降機以外の方法での避難や経路の表示をする等して対策を見直すべきである。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) 長澤泰, 在塚礼子, 西出和彦:「建築計画」, 2009.9
- 2) 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
- 3) 建設省告示第 1441 号, 居室避難計算

\*大阪市立大学大学院工学研究科 前期博士課程  
 \*\*大阪市立大学大学院工学研究科 教授・工博  
 \*\*\*大阪市立大学大学院工学研究科 准教授・工博

\*Graduate Student, Osaka City University  
 \*\*Prof, Graduate School of Engineering, Osaka City University, Dr.Eng.  
 \*\*\*Assoc.Prof, Graduate School of Engineering, Osaka City University, Dr.Eng.