

第Ⅱ部門

梅田地下街の浸水解析と避難経路の安全性

関西大学工学部 学生員 ○井上 知美
 関西大学大学院 学生員 中畑 佳城

関西大学環境都市工学部 正会員 石垣 泰輔
 京都大学防災研究所 正会員 戸田 圭一

1.はじめに

近年都市化が進行しており、短時間に局所的な豪雨をもたらすゲリラ豪雨の回数が増えている。1時間に80mm以上の「猛烈な雨」が1年間に発生する回数は、ここ数十年のうちに2倍近くに増加している。都市化により地面がコンクリートで覆われ、浸透・遊水機能が低下し、雨水が直接下水管に流れ、下水道の処理能力を超えることにより地上で氾濫する。そして地上で氾濫すると、氾濫水は地盤の低いところへと流れていくために、地下空間に流入してしまう可能性がある。本研究では、都市型水害が起こってしまった場合の梅田地下街の浸水シミュレーションである浸水解析を行うとともに、単位幅比力により避難の安全性を検討する避難解析を行った。

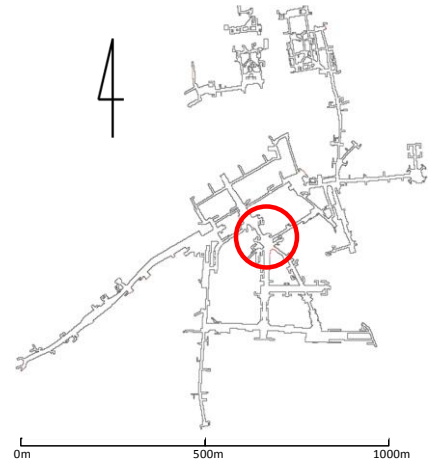


図1 梅田地下街のモデル図

2.計算条件

・浸水解析

本研究では店舗などを対象外とし、通路部のみを対象とした。計算モデルには、2次元浅水流方程式を基礎式とした構造格子モデルを用い、地上での水深上昇は内水氾濫時を想定、3000sまで2cm/minで流入、排水は行われぬものとした。雨水は地上の地盤高を考慮して時間差で流入させ、解析時間は6600s、粗度係数0.0215、計算差分時間0.025である。地下の構造は図2を参考に高低差を考慮している。地上の地盤高も考慮し、地上の地盤高が一番低い地点から2cm上昇するごとに1min遅らせて雨水を流入させている。

・避難解析

図1に示す赤丸の地域を避難者が避難する対象地域とする。また、成人男性と成人女性を対象とした。従来の研究で用いられている単位幅比力を用いて避難困難状態と避難限界状態を表し、避難者を避難させる。

避難者は図3の赤四角に配置し、地下街内の地上につながる階段を利用して避難する。避難経路はあらかじめ決め、避難開始場所から避難終了場所までの距離は最短経路、階段を上った時点で避難完了となり、雨水の浸水状況により避難経路は変更されない。この地域に図3の青い矢印のように8つの経路を設ける。避難開始水深は、①流入開始と同時に避難者を避難させる、②避難者の足元の水深が0.01m、③0.05m、④0.10m、⑤0.20m、⑥0.30mの6ケースとする。初期歩行速度は成人男性で1.4(m/s)、成人女性で1.3(m/s)とし、避難者の歩行速度は従来の研究の成果に基づき、単位幅

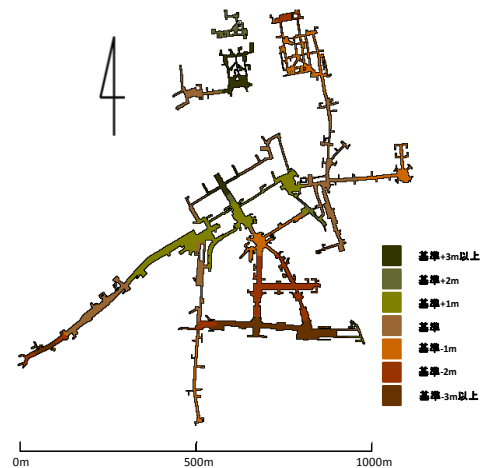


図2 梅田地下街の高低差

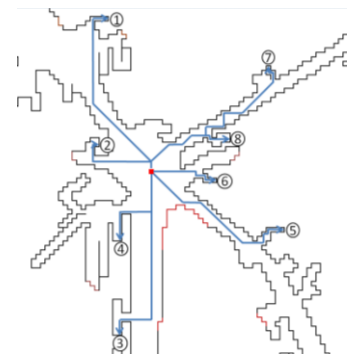
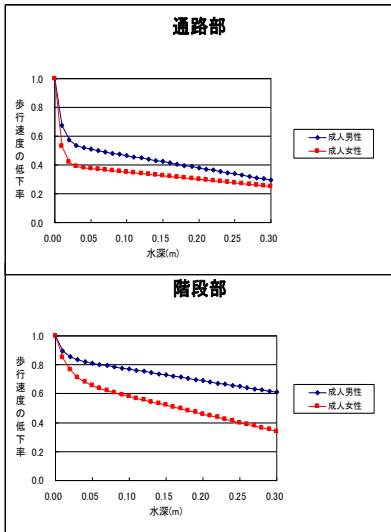


図3 避難経路

Tomomi INOUE, Yoshiki NAKAHATA, Taisuke ISHIGAKI, Keiiti TODA
 itimi7891@yahoo.co.jp



成人男性の歩行速度低下率
 通路部 $V/V_0 = 0.45\exp(-120M)-0.85M+0.55$
 階段部 $V/V_0 = 0.15\exp(-100M)-0.80M+0.85$
 成人女性の歩行速度低下率
 通路部 $V/V_0 = 0.60\exp(-150M)-0.50M+0.40$
 階段部 $V/V_0 = 0.30\exp(-60M)-1.20M+0.70$

V: 単位幅比力時の歩行速度(m/s)
 V₀: 非浸水時の歩行速度(m/s)
 M: 単位幅比力(m³/m)

図 4

上: 通路部の歩行速度低下率
 下: 階段部の歩行速度低下率

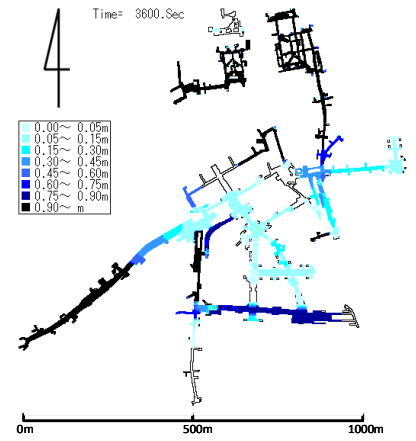


図5 3600s時の浸水解析図

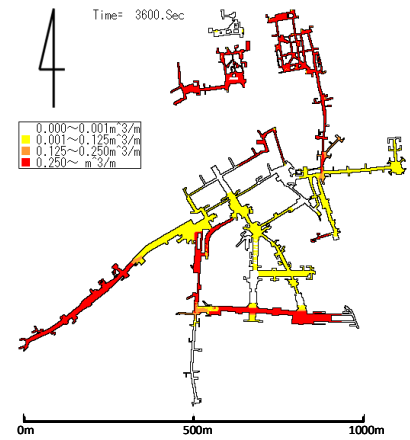


図6 3600時の成人男性の単位幅比力図

比力に応じて変化させ歩行速度は図 4 の条件で低下していくものとした。

3.計算結果

・浸水解析

まず西方から、その次に北方から雨水は流入してくる。3600s 時の浸水解析図を図 5 に示す。最後に雨水が浸水するのは南方であることが分かった。約 3600s で対象面積の約 9 割の地域が浸水する。

・避難解析

3600s 時の成人男性の単位幅比力図を図 6 に示す。偶数番号の出入口を近辺出入口、奇数番号の出入口を遠方出入口とする。避難成功率を図 7 に示す。成人男性、成人女性ともに近辺出入口では避難開始水深 0.30m でも避難成功率は 100%であるが、遠方出入口においては避難開始水深 0.20m から急激に避難成功率が下がっていく。避難開始水深 0.30m では近辺出入口と遠方出入口の結果が大いに異なっている。

さらに平均避難所要時間を図 8 に示す。避難開始水深が上昇するにつれて、避難に時間を要していることが分かる。とくに避難開始水深が 0.00m と 0.01m の間で急激に避難に時間を要している。

4.まとめ

本研究では下水道の処理能力を超えて対象地域が一様に浸水する内水氾濫を想定した浸水解析と避難解析を行った。また、浸水解析は地上の地盤高、梅田地下街の高低差を考慮して行った。この結果、従来の研究より詳細に浸水状況を示すことができ、単位幅比力の指標を用いて避難者が避難する様子も示すことができた。避難解析について避難開始水深が高くなると急激に避難が難しくなり、さらに避難に要する時間が長くなっていくことが分かった。

<参考文献>大西良純、石垣泰輔、馬場康之、戸田圭一(2007): 地下空間浸水時の避難困難度と利用者の水防意識について. 水工学論文集, 第 51 巻, pp.559-564

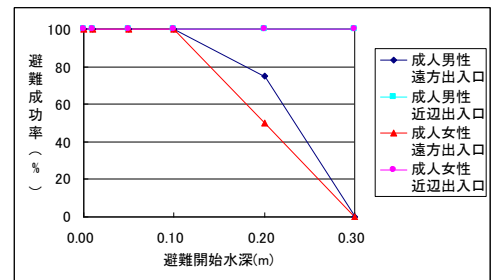


図 7 避難成功率

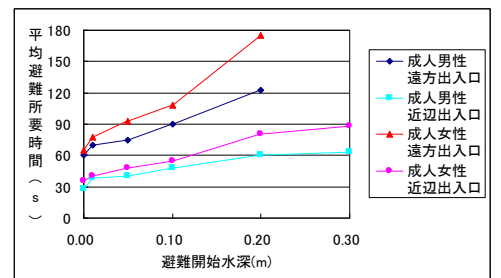


図 8 平均避難所要時間(避難成功者)