

関西大学環境都市工学部 学生員 ○松本 光央
 関西大学社会安全学部 正会員 川中 龍児
 関西大学大学院 学生員 浅野 統弘
 関西大学環境都市工学部 正会員 石垣 泰輔

1. はじめに

都市部における水災害の発生要因として内水氾濫、外水氾濫、高潮氾濫、津波氾濫が挙げられる。都市部には、公共施設、交通インフラが数多く集まるため、都市部で発生した水災害は被害が大きくなりやすい。近年、福岡(1999年, 2003年)、名古屋(2000年, 2011年)など、大都市において浸水被害が発生している。東日本太平洋沖地震津波(2011年)では、津波の氾濫流により、車や自動販売機などが流され、二次災害が発生している。このような被害から人命を守るためには、氾濫水の拡がりやそれによる危険性を把握する必要がある。そこで本研究では、大阪を代表する繁華街である大阪梅田地区周辺に着目し、構造格子モデルを用いて津波遡上氾濫解析を行った。その際に、道路の考慮、地下空間への流入など都市の特性も考慮した。さらに、本研究で作成した津波危険度指標を用いて、大阪市指定の避難所の浸水危険度評価を行った。

2. 対象地域の概要

図1に本研究の対象地を示す。大阪梅田はJRや地下鉄、国道が、張り巡らされており、百貨店、オフィスビル、大規模地下街が数多く存在する密集市街地である。対象地域の特徴として、西へ行くほど地盤高が低くなっており、海拔0m地点が多く存在する。

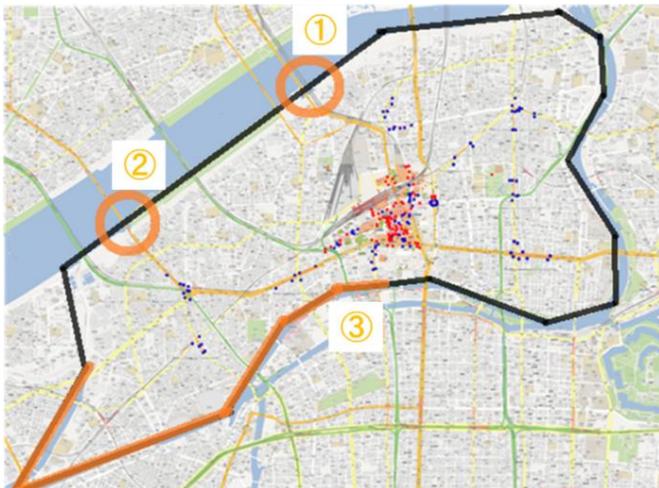


図1 対象地

3. 解析条件

(1) 計算条件

本研究では、浅水方程式を基礎式とした2次元構造格子モデルを用い、氾濫解析を行った。解析対象範囲を、一辺

5mの正方向格子を用いて分割した。住区と道路を一樣に考慮するケースでは、対象範囲全体に $n=0.065$ の粗度係数を与え、道路上のみに氾濫水が流れるとするケースでは、道路部に $n=0.03$ の粗度係数を与えた。図1に、オレンジ色で示す場所は、津波氾濫水の想定流入箇所を示す。図中の①は、阪急電鉄京都線から十三筋(国道176号線)までの約40m、②は、淀川大橋(国道2号線)の約20mであり、同じく図に示す③は、安治川と堂島川の渡辺橋までの約6,000mである。

また、図1に、地下空間への流入を考慮した、地下街及び地下鉄、地下駐車場の出入口を示す。本研究では、対象範囲に氾濫した水は、地上に氾濫した後、地下空間出入口の高さを越えて地下空間に流入するとした。

(2) 流入条件

流入条件を設定することを目的に、2012年8月29日に内閣府によって発表された南海トラフ巨大地震津波の被害想定と同様に、地下流入は考慮せず、地盤高と建物をソドとして取り扱い氾濫計算を行った。津波が河川を遡上すると仮定し、氾濫箇所は図1の③のみとした。氾濫条件として、堤防を0.5m越流し、それが30分間継続すると仮定して計算を行った。図2に示す解析結果は、内閣府の発表の近畿地方が最も被害を受ける【ケース4】の浸水深・浸水面積と、ほぼ同じ結果が得られた。右が内閣府の発表の浸水による被害想定で、左が得られた結果である。両者ともよく一致していることから、この流入条件を用いて、道路や地下流入を考慮したケースの、氾濫解析を行った。

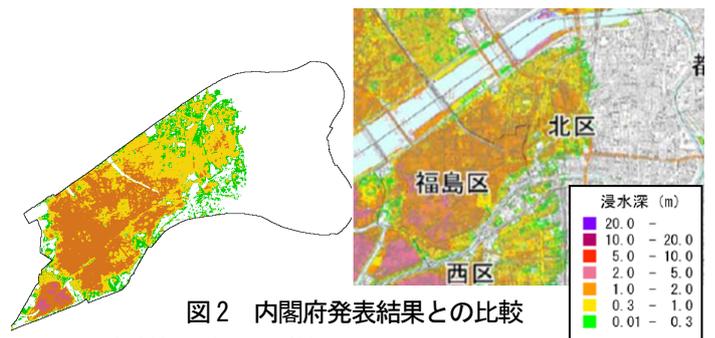


図2 内閣府発表結果との比較

4. 氾濫計算の結果及び検討

対象範囲内で、大阪府が洪水ハザードマップに表示している36箇所ある収容避難所の危険度について述べる。危険度の指標として、浸水深による津波危険度の評価指標として川中ら²⁾、津波対策小史⁵⁾を参考に制作した、表1に示す「津波危険度指標」を用いる。

表1 津波危険度指標

水深		木造家屋	石造家屋	鉄・コンパイル
16m以上			全面破壊	全面破壊 16m以上
8~16m			全面破壊	8~16m
5~8m	3階でも浸水が発生する程度	孤立	全面破壊 (資料無し)	(資料無し) 5~8m
3~5m	2階の天井まで浸水する程度			3~5m
2~3m	2階の床まで浸水する程度			2~3m
1~2m	1階の天井まで浸水する程度	床上浸水	部分的破壊	1~2m
0.7~1m	大人の腰まで浸かる程度 重からの踏出限界 車が浮く			持ちこたえる
0.5~0.7m		床下浸水	持ちこたえる	0.5~0.7m
0.15~0.5m	大人の膝まで浸かる程度 車のエンジンが停止する			0.15~0.5m
0.01~0.15m				0.01~0.15m
0.0001~0.01m				0.0001~0.01m

(1) 道路のみを流れる条件での解析結果

図3に、道路を考慮し道路上のみに氾濫するとした場合の浸水状況を示す。図2で示した道路を考慮していない場合と、同じ地点で氾濫水の流速を比較すると約二倍大きいことがわかった。この結果は縮流効果で説明できる。

(2) 道路のみを流れ地下流入する条件での解析結果

図4に、道路及び地下流入を考慮した場合の浸水状況を示す。図3と比較すると、氾濫水が減少しており、氾濫水の広がりが遅くなっている。また、梅田周辺ではかなり減少していることがわかる。これは、梅田地区は大規模地下街があり、地下への出入口も多くなっているため、地下流入量が多くなっているためである。このことから、地下街を有する大都市部においては、地下街への流入が氾濫水の広がり大きな影響を与えられと考えられる。また、同じ梅田地区で、内水氾濫時における地下流入量と本研究における地下流入量を、比較すると、津波の総流入量は532万m³、地下流入量は73万m³、岡崎豪雨で下水処理されずに地表面に湛水している量は119万m³、地下流入量は275,727.24m³である。このように津波氾濫の場合、本研究で用いたケースでは時間150mmの降雨による地下流入量と比べて約2.5倍以上の氾濫水が地下空間に流入することがわかる。また、内水氾濫の場合は、地下街の東側から流入が始まるのに対して、津波氾濫では西側(海側)から始まり、対象とする外力により流入開始場所が異なる。

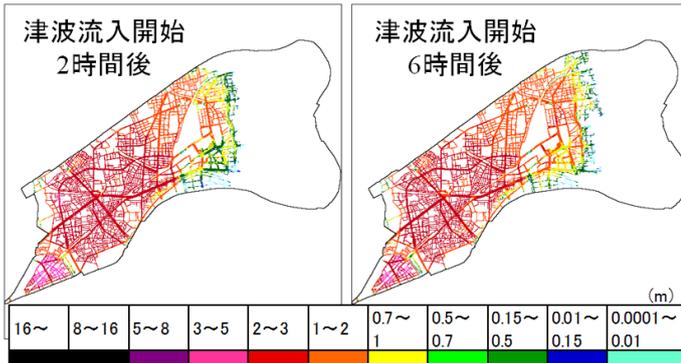


図3 浸水状況

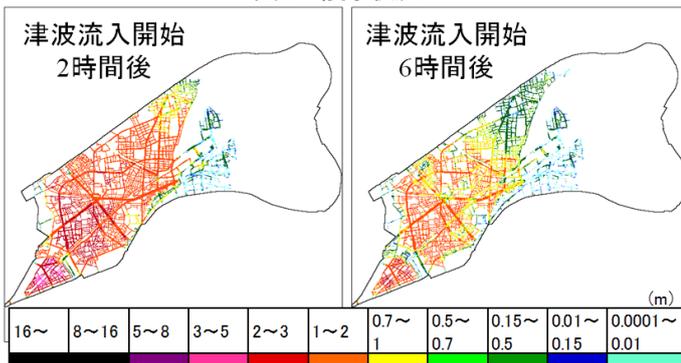


図4 浸水状況

5. 津波氾濫特性による避難所の水危険度評価

図5、対象地の避難所と津波危険度指標に基づいた浸水深による危険度の色分けを示す。19箇所の避難所で浸水の危険があり、梅田地区より東にある17箇所の避難所では、浸水の危険はないことが確認された。浸水深が確認された避難所は、図の黒色以外のほとんどは3階以上に避難する必要があることが確認された。



図5 避難所の危険度

6. まとめ

本研究では、流入条件を決定するために内閣府の発表資料と同様に粗度と地盤高のみで解析を行った。結果として内閣府の発表資料と、ほぼ同様の結果を得ることができた。また、結果を用いて道路を考慮と地下流入を考慮した浸水解析を行い、より現実に近い状態での津波の浸水想定をおこなった。

道路上のみに氾濫水が流れると氾濫水の広がりが速くなることがわかった。また、地下流入を考慮すると、氾濫水の広がりを抑えられ、大きな影響があった。

梅田地区の、内水氾濫による地下への流入量と、津波による地下への流入量を比較した。流入量の総量の数値では2.5倍以上津波氾濫の方が流入量は多いことがわかった。

浸水深が確認された避難所でもほとんどは3階以上に避難する必要があることがわかった。しかし、本研究で流入させた津波は、設定した流入箇所から同時に30分間常に一定の流入をさせた想定津波である。しかし、現実では、このような津波はありえないため、今後の課題として、津波の流入の時間変動を考慮した、流入条件を考える必要があることが挙げられる。

参考文献

- 1) 井上知美・川中龍児・石垣泰輔・尾崎平・戸田圭一：内水氾濫による大規模地下街の浸水過程と避難の安全性に関する検討，水工学論文集，第55巻，p.973-978,2011.
- 2) 川中龍児・石垣泰輔：避難困難度指標及び避難開始時期を考慮した洪水ハザードマップの検討 土木学会論文集 B1(水工学)Vol.68,No.4,I_1081-I_1086,2012.
- 3) 首藤伸夫：津波対策小史5，津波の高さと被害状況，p.13