

広島市中心部を対象とした洪水氾濫シミュレーションモデルの構築

中電技術コンサルタント(株) 正 会 員 神原 浩
広島工業大学 正 会 員 石井 義裕
広島工業大学大学院 学生会員 福山 慶高

1. 研究目的・背景

2005年9月の台風により太田川では警戒水位を超える水位を記録し、越水する可能性が充分考えられる。著者等はデータ解析を行った結果、広島市中心部に位置する三篠橋付近で越水する可能性が最も高い。山重²⁾は、三篠橋付近を越水箇所とし市内部へ流入する数値シミュレーションを行っている。その結果、主に城北通りと広島城沿いの国道54号線から浸水が行われている。そのため、行政などの公的機関と商業地域へ浸水が発生した場合には大きな被害が予想される。

本研究は広島市中心部の旧太田川に架かる三篠橋で越水氾濫が発生した場合、市街地内への浸水挙動を明らかにする。また、三次元基礎流動数値シミュレーションモデルを構築し、浸水する氾濫水の挙動を明らかにすることにより、避難経路と浸水への軽減対策に役立てることを目的としている。

2. シミュレーションモデルの概要

図1に広島市中心部を示す。図中の赤で囲んだ領域を計算領域とする。解析モデルの作成・解析には、CFD2000(Adaptive Research)を使用する。解析手法としては有限体積法を用いる。自由表面の取り扱いにはVOF (Volume of Fluid) 法を基礎とした物理モデル⁴⁾を用いる。計算には縮尺1/25のモデルを用い、フルード相似により流速等を算出している。

計算領域は縮尺1/25を考慮して21.2m×17.7m×0.12mと設定した。解析には物体適合座標を使用し、X軸方向へ212格子、Y軸方向へ20格子、Z軸方向へ177格子の合計750480格子で構成する。

境界条件は、図2に示すように地点を流入境界とし、流速 $u=1\text{m/s}$ で水を流入させる。流入境界以外の通路と境界面が接している箇所はすべて流出境界とする。流出境界では、水が制約を受けずに流入出できるようにVOFを設定する。通路以外の場所は障害物と考え、障害物の壁面には摩擦を無視しないような設定としている。流れは計算を簡略化するため、層流として取り扱うこととする。初期条件として通路には空気がそんざいしており、流入境界より連続して水が流入する。流入速度は広島市消防局提供の資料より、太田川の河川流速も参考に実流速 5m/s と推計した値を用いる。また、3次元計算を行っていることからY軸に -9.8N の重力を作用させる。流入高さは実寸法で 0.1m とした。時間ステップは、全計算時間 $T=700\text{s}$ 、時間刻み $\Delta t=0.01\text{s}$ とする。

3. シミュレーション結果と考察

図3に流入してから通路全体に氾濫水が行き渡るまでのシミュレーション結果を示す。水面はVOF=0.5の面を表示している。表示時間は実時間に換算して示している。



図1 広島市中心部³⁾

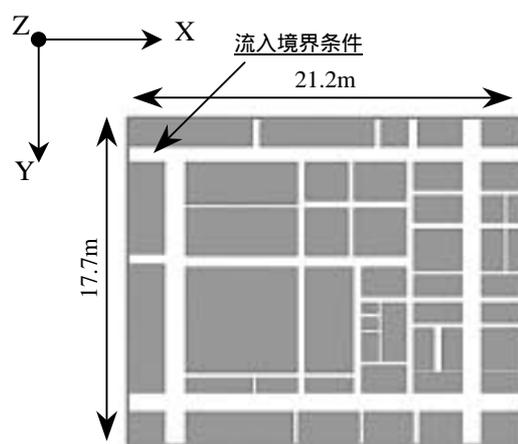


図2 計算モデル

全体的な水の拡がりを見ると、大きな通りの城南通り(図2の - - -)、相生通り(- - -)、鯉城通り(- - -)、白鳥通り(- - -)から流入が進行している。5分50秒後に浸水が地点に到達し、7分30秒後から城南通りと鯉城通りへ進行を始めた。そして、16分40秒後には、計算領域中心部の浸水に大きな影響を与えると思われる地点から計算領域中心部への浸水が始まった。47分30秒後には城南通り白鳥通り経由の浸水と鯉城通り相生通り経由の浸水がほぼ同時期に地点に到達している。浸水の広がり方を見ると、斜線が八丁堀に向かうように浸水が行われている。その要因としては、流速が遅い事から小さな通路への流入が多いことが考えられる。

VOFの値を0.5とした時の浸水面積の経時変化を図4に示す。浸水初期は緩やかに浸水していたが、1500s付近から急激に浸水面積が広がっている。浸水の広がりを見るために城南通り・鯉城通りにおける経時変化を図5に示す。計測は通

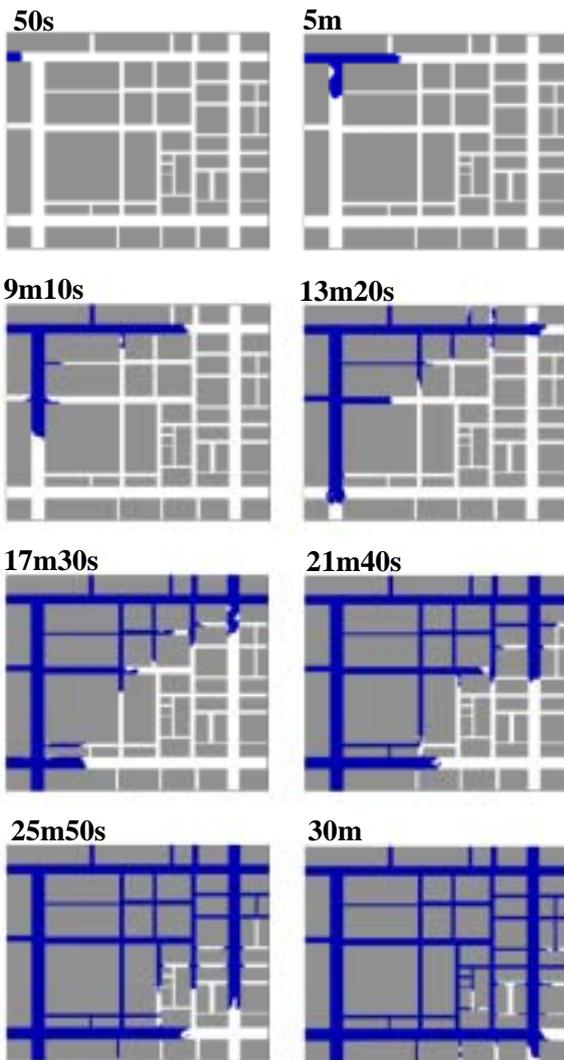


図3 シミュレーション結果

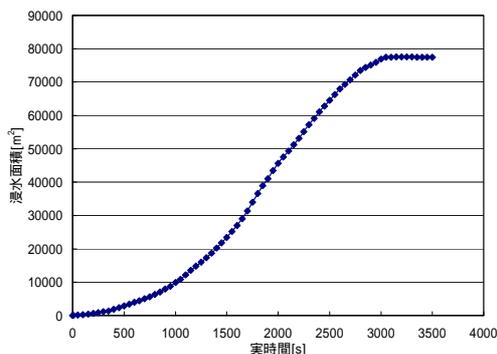


図4 浸水面積の経時変化

路の中央で行っている。城南通り・鯉城通りは、同じスピードで水が進んでいる事が分かる。

次に水深に着目した。図2に示す地点の合同庁舎前と地点の広島そごうバスセンター入口前と地点の広電立町駅の3ヶ所についての水深の経時変化を図6に示す。合同庁舎前の水深は徐々に上昇しているのに対し、立町では急激に水位が上昇している事が分かる。その要因として、相生通りからの浸水と計算領域中央からの浸水が重なったために急激な水位上昇が見られたと思われる。その結果、合同庁舎前

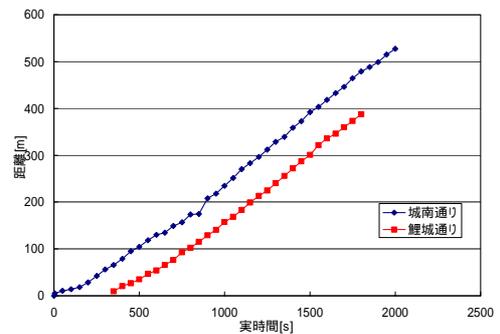


図5 城南通り・鯉城通りにおける経時変化

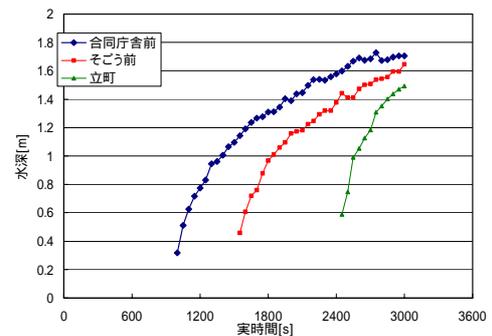


図6 水深の経時変化

と離れた立町の水深は、浸水が八丁堀に到達する頃には水深が約1.8mに近づいている。広島市消防局が発表しているハザードマップ⁵⁾では、水深1m以上2m未満の区域となっている事から、初期条件は違うものの浸水深はほぼ同様の値を得ることができ、対応した結果が得られている。

5. 結論

- 1) 地上部においてVOF法を用いた3次元計算を行うことで浸水状況を計算するモデルの構築を行い、平面的な水の広がりに対する経時変化と水深の経時変化を明らかにする事ができた。
- 2) 図2に示す地点の合同庁舎前と地点の広島そごうバスセンター入口前と地点の広電立町駅の3ヶ所の地点の水深は約1.8mに近づいている。
- 3) 浸水深については、氾濫水が流入した場合、浸水深が2m弱となる可能性があるため、2階建て以上の高いビルに避難することが望ましい。
- 4) 道路や建物の粗度係数を正確に取り込むことにより、工学的に高い結果を提供することが可能になる。

参考文献

- 1) 独立行政法人土木研究所：洪水等の水災害の現状と今後の見通し
<http://www.pwri.go.jp/jpn/news/20040326/unesco20040326b.pdf#search>
- 2) 山重伸仁：広島市中心部における洪水氾濫シミュレーションに関する研究，広島工業大学卒業論文，p.36，2005
- 3) アルプス社：YAHOO! JAPAN 地図情報
<http://map.yahoo.co.jp/pl?sc=3&lat=34.22.58.937&lon=132.27.27.101>
- 4) CAE ソリューションズ：CFD200 ユーザーページ
<http://www.fluid.co.jp/docs/cfd2000/index.htm>
- 5) 広島市消防局：洪水ハザードマップ
<http://www.city.hiroshima.jp/shobou/m4/kozuimap/map1.pdf>