

2次元数値解析による洪水氾濫挙動に関する基礎的研究

広島工業大学大学院 学生会員 ○福山 慶高
広島工業大学 正会員 石井 義裕

1. はじめに

現在，全国的に局所的な豪雨が発生する可能性が高く，広島県でも「平成 21 年 7 月中国・北部豪雨」などの局所的豪雨の発生によって甚大な被害を受けている．このような災害に対処するには，災害発生が予想される場所や浸水過程を事前に認知しておくことで，河川災害が発生した際，一次的な混乱や被害を最小限に抑えることができる．このような情報は，数値シミュレーションによって表現することが主で，福岡ら¹⁾や中川ら²⁾は模型実験と 2 次元モデルを主流とした数値解析で氾濫解析を行っている．さらに神原³⁾，山重⁴⁾は，3 次元モデルを使用し，浸水深を含めた氾濫解析を行っているが，2 次元モデルの数十倍という莫大な時間を要するなど工学的には改良の余地がある．

そこで本研究では，2 次元数値解析モデルの構築し，模型実験から得られた実験結果をもとに数値解析モデルの適用性を検討する．模型実験は，紙面の都合上省略する．

2. 数値解析モデルの概要

本研究での対象領域は，図 1 に示す領域で，岡の下川からコイン通りまでの南北 360m，東西 560m の五日市中央 1 丁目とした．図 1 上に示した ～ の 9 つの箇所と枠で囲んだ中心部に着目する．中心部は，細く入り組んだ道が多く存在し，多くの住宅密集地と接している．また，コイン通りに直接繋がる道で，北側の ～ 地点がある道と南側の ～ 地点がある道をそれぞれ A 道，B 道とする．



図 1 五日市中央 1 丁目地区

数値解析モデルを，図 2 に示す．大きさは縮尺 1/600 で作

成しており， $0.94\text{m} \times 0.60\text{m} \times 0.03\text{m}$ とした．数値解析モデルには物体適合座標を用いており，格子は X 軸方向に 170 格子，Y 軸方向に 150 格子，Z 軸方向に 1 格子の合計 25500 格子で構成した．計算には，CFD2000(Adaptive Research 製)により，有限体積法の 1 種である PISO 法⁵⁾を用いて行った．図 2 に示すように，流入口は枠で囲んだ 4 つの箇所に設置した．流出箇所は，流入箇所以外の道と境界面が接している全ての箇所に設定した．また，数値解析における流入流速は，表 1 に示す 3 つのケースを設定した．数値解析モデルに流入する液体は水(300K)とし，乱流モデルとしては LES Smagorinsky を用いた．また 計算時間と時間刻みは，CASE2 では全計算時間を 30 秒，時間刻みを 0.001 秒とし，実計算時間は 30～40 時間となった．

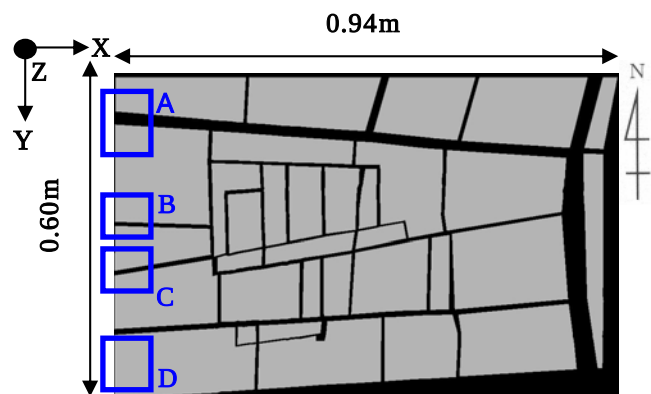


図 2 数値解析モデル

表 1 流入流速

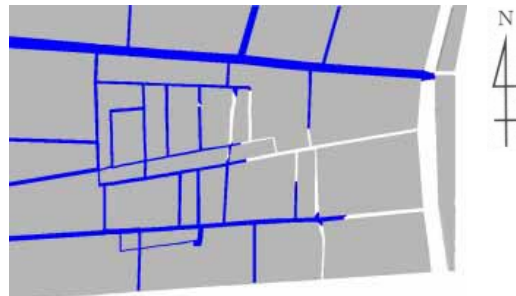
	CASE1	CASE2	CASE3
模型の流入流速	0.16m/s	0.20m/s	0.24m/s
原型の流入流速	4.0m/s	5.0m/s	6.0m/s

3. 数値解析結果

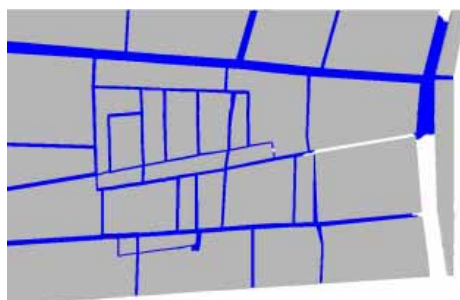
流入してから浸水が全体に行き渡るまでの数値解析結果を示す．今回は，特に重要な CASE2 について示す．図 3 には，CASE2 において実験結果と同様の挙動となった数値解析結果を示す．時間は縮尺 1/600 の大きさでの時間を表している．

CASE2 では，A 道の浸水は 7 秒になると，～ 地点に到達しコイン通りに浸水が及ぶようになる．B 道の浸水は，6 秒に

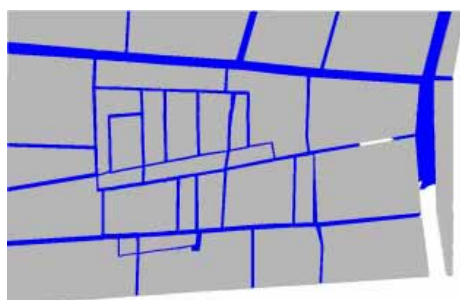
は地点に、12秒に地点に到達した。中心部では、2秒から南北方向へ浸水が進行し始め、6秒には半分が浸水した。7秒で約2/3が浸水し、10秒で中心部のほぼ全域浸水した。コイン通りでは、8秒からA道の浸水が南側の方へ進行しゆっくりと浸水が広がっていき、16秒で対象領域全域が浸水した。



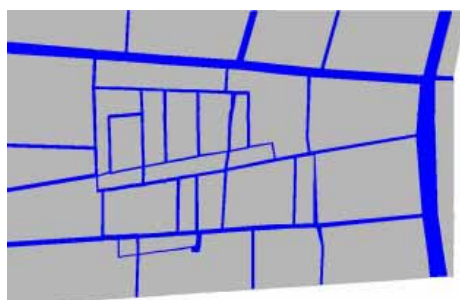
7 秒



10 秒



12 秒



16 秒

図3 数値解析結果(CASE2)

4. 考察

無次元化した浸水面積の経時変化をそれぞれ図4に示す。

図4から、数値解析では全ケースでグラフはほぼ一致してお

り、差異はほとんどみられない結果となった。また近似曲線をみると、ほとんどのデータが近似曲線上にあり、3つのケースで同様の曲線を描いている。決定係数 R^2 は0.9989となっており、1に近いことから模型実験と同様に全データが近似曲線に近い値となっていることが分かる。このことから、数値解析においても全ケースで同じような浸水の拡がり方をしており、浸水挙動はほぼ同じような結果となった。

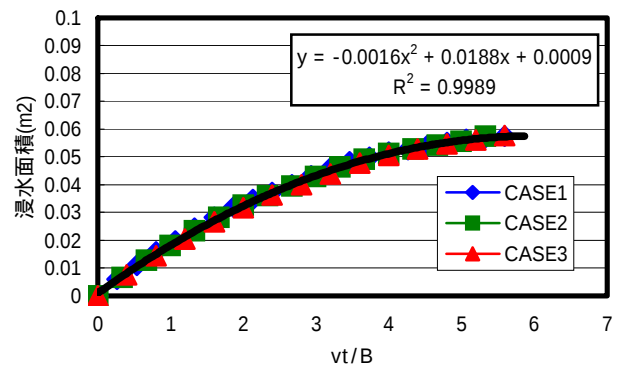


図4 浸水面積の経時変化(無次元化)

5. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) 模型実験と数値解析を比較すると、A道と中心部では全ケースで浸水挙動はほぼ同じ結果となり、比較的实验に近いような2次元数値解析モデルの構築ができた。
- (2) 本モデルでは入り組んだ道への水の浸入が再現でき、流入流速と浸水時間の関係も再現できた。
- (3) 浸水面積の経時変化は、本研究の設定流速の範囲では差異が少なく、実験とも比較的良好な結果が得られた。

参考文献

- 1) 福岡捷二, 川島幹雄, 横山洋, 水口雅教: 密集市街地の氾濫シミュレーションモデルの開発と洪水被害軽減対策の研究, 土木学会論文集, 第No.600/ -44, pp.23-36, 1998
- 2) 中川一, 石垣泰輔, 武藤裕則, 八木博嗣, 張浩: 都市域を対象とした洪水氾濫模型実験と解析, 土木学会水工学論文集, 第48巻, pp.571-576, 2004
- 3) 神原浩: 広島市中心部を対象とした洪水氾濫シミュレーションに関する基礎的研究, 平成19年度広島工業大学大学院修士論文, p.66, 2007
- 4) 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, 平成17年広島工業大学卒業論文, p.36, 2005
- 5) CFD2000 和訳マニュアル Version3, Adaptive Research