

# 洪水氾濫挙動の3次元数値シミュレーション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  
広島工業大学 非会員 東 達也

## 1. 研究目的

近年,日本を含め世界で自然災害が増加しており,特に自然災害の中でも洪水の発生件数が急激に上昇している.しかし,それに対応する洪水氾濫水の3次元の詳細な挙動シミュレーションの構築が十分に行われていないため,様々な条件の下での被害想定や避難経路の設定が困難である.

本研究では,解析モデルの構築を行うのに3次元モデルへ適用が可能な,CFD2000(Computational Fluid Dynamics)を使用し,仮想空間での実験を再現するシミュレーションモデルを構築することを目的とし,実験と水の経時変化を比較する.

特に,BFC(境界適合座標)を用いてモデル計算を行い,複雑な形状を持つ地形に対し適切な計算を行うことが目的である.

## 2. シミュレーションモデルの概要

### 2.1 対象区域

研究対象区域は,図1のような空間とした.豪雨発生に伴いA川とB川の合流点付近の堤防が破堤する事を想定して作成した.図の右方向をX軸と考え,0.22(m)×0.25(m)の範囲とした.本研究のモデルは実際の模型の1/1縮尺で構築した.



図1 研究対象地域

### 2.2 計算条件

#### (1) 解析モデル

BFCを使用し,図2のような0.22(m)×0.25(m)×0.05(m)の解析形状とした.モデルの構築には,AutoCAD,VectorWorksを用いた.図1に示している住宅等の建物として扱う障害物は,BFCでは作製が困難であるため,今回の研究での解析モデルでは障害物の設定を行っていない.

また,解析形状をX軸方向,Y軸方向で共に境界に沿った型に最適に90分割した.高さ方向Z軸は,50分割した.90×90×50=405000セルからなる3次元解析モデルとした.

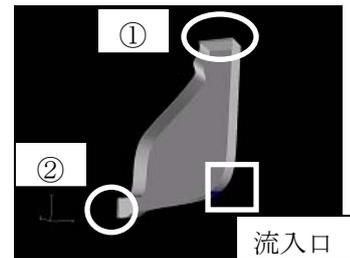


図2 解析モデル

#### (2) 境界条件

図2に示すように,四角で囲んだ部分に流入口を設定した.水の流入流速は0.3(m/s)とし,空気(300K,1atm)中に水を流入させる.また,水の流れは層流とし,自由水面モデルとした.

流出口の設定としては,4つのケースを考慮した.CASE1は壁を開放せず,CASE2は図2に示す①部分の壁を開放した.CASE3は図2に示す①部分と②部分の壁を開放した.また,CASE4は流出口を①,②の2カ所に設定した.

#### (3) 計算時間

時間刻みを $\Delta t=0.001(s)$ として,全計算時間10秒で計算を行った.これを可視化により空気と水の境界である自由表面(水面)をVOF=0.1,0.5で可視化

し、水の経時変化を解析した。

### 3. 計算結果

VOF=0.5で可視化を行った計算結果を図3～図5に示す。図3にCASE1, CASE2の2秒後と10秒後、図4にCASE3, CASE4の2秒後と10秒後を示す。図5に、10秒後の計算結果と別途行った実験結果との比較を示す。

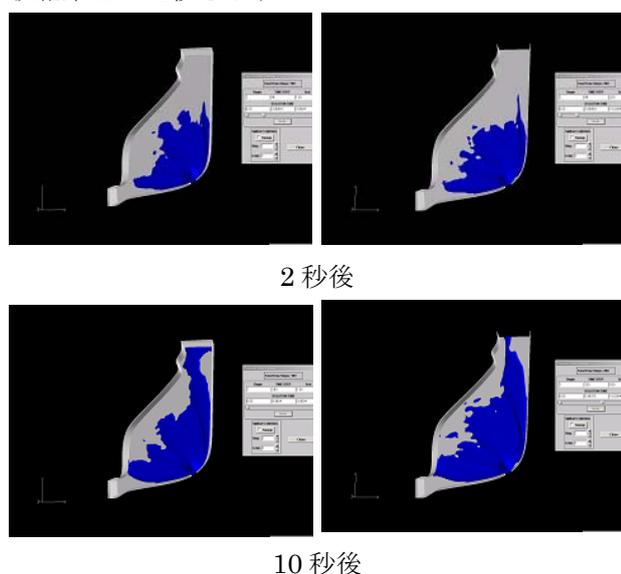


図3 計算結果(左: CASE1 右: CASE2)

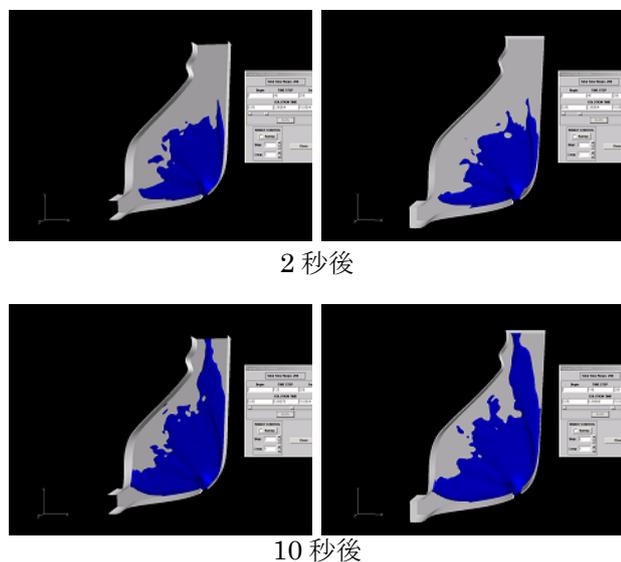


図4 計算結果(左: CASE3 右: CASE4)

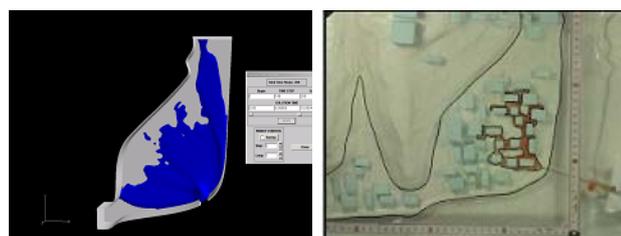


図5 実験結果との比較(10秒後)

図3と図4のうち、10秒間の結果について比べると、水を流入開始してから流出口に到達するまで経時変化に大きな変化は見られなかった。これは、流出口以外の設定が同じであるためと考えられる。水の流れ方は、約2秒後までは扇型状に広がり、その後Y軸上方向に浸水していくことが分かる。水が流出口に到達してからは、CASE1の場合は流出口がないため流出口付近での浸水範囲が広いことが分かる。CASE2, CASE3の場合、流出口設定をせず壁を取り除いただけであったが流出口付近での浸水範囲が狭いことが分かる。これは、水が流出しているためと考えられる。CASE4の場合、流出口を設定したため水は流出して、流出口を設定していないCASE3とCASE4はほぼ同じ浸水範囲であることが分かる。しかし、4つのモデルともX軸方向左への浸水が見られず流出口が機能しなかったため、今後この部分の検討が必要である。

図5より、実験との結果を比較すると、同じ経過時間であっても、浸水範囲に大きな差が現れているのが分かる。これは、実験模型内には建物を設置していることが主な原因と考えられる。建物等の障害物で生じる0.1m/sの誤差を考慮すると、近い値が出たと考えることができる。

### 4. 結論

- 1) CASE1からCASE4とも流出口付近までの水の経時変化に差は生じなかった。これは、流出口以外の設定条件が同じであるためと考えられる。
- 2) 流出口付近の浸水範囲はCASE1が一番大きいことが分かった。これは、流出口が無いためであると考えられる。
- 3) BFCを用いて、複雑な地形の形状の解析モデルを構築することができ、複雑な形状の解析モデルにおいて、比較的適切な浸水状況を現すことができた。

### 謝辞

実験を行うにあたり、御協力を頂いた本研究室の真鍋圭治氏、実久和彦氏に感謝の意を表します。