

第Ⅱ部門 斜め堰が含まれる市川中流域を対象とした数値解析

神戸大学工学部 ○学生会員 奈須 隆一

神戸大学大学院工学研究科

正会員 藤田 一郎

神戸大学大学院工学研究科

学生会員 辻 一成

1. はじめに

姫路市を流れる二級河川の市川中流部には河道を45度斜めに横切るように堰（花田井堰）が設置されている。通常、堰は河道に対して直交に設置されるため、斜めに設置されていることには何らかの理由があると考えられる。本研究では、二次元浅水流モデルを用いて検討を行うが、数値解析結果の妥当性を検証するために、画像解析による結果との比較を行った。本論文には、モデルの検証方法とその検証結果について示す。

2. モデルの概要

本研究では、数値解析モデルとして運動方程式を水深方向に平均した二次元浅水流方程式を使用した。解析ソフトウェアとして、「iRIC (International River Interface Cooperative)」, ソルバーは「Nays2DH」を使用した。ただし、本研究では植生の影響は考慮しない。モデルには図-1に示す砥堀地区（生野橋 13k500～高木橋 9k700）約3kmの区間において右岸から左岸までの計153断面の河床データを用いている。格子は横断方向に39本、縦断方向に153断面を基本とし、飾磨井堰周辺には24本、花田井堰周辺（図-2）には33本の格子線を挿入した。したがって格子数は 210×39 の8190格子となっている。河床の粗度係数は0.025とした。今回は、一定の流量を1時間与え続けた解析結果が定常になるのを確認した上で検討を行った。



図-1 砥堀地区（水域図）Yahoo!地図より

3. モデルの妥当性の検討方法

数値解析モデルの結果と観測によって得られた実測値を比較することでモデルの妥当性の検討を行った。観測に用いたのは画像解析によって河川の表面流速を算出するSTIV^{1,2)}である。観測は台風19号通過直後の2017年10月23日に行われ、当時の砥堀観測所での水位は3.67mであった。撮影は高木橋のやや上流の堤防においてビデオカメラで撮影した。画像解析で算出した表面流速に対して更正係数の0.85を掛けることで鉛直方向の平均流速とし、流水断面積を乗じて観測当時の流量を求めた。結果は $449\text{m}^3/\text{s}$ であった。ちなみに、砥堀観測所のH-Q曲線によって当時の



図-2 花田井堰（UAVによる空撮）

水位3.67mから流量を算出したところ419.1 m^3/s であり、相対誤差は6.7%となった。これにより画像解析結果の確からしさが示された。したがって数値解析には本結果で得られた流量を使用する。

4. モデルの妥当性の検討結果

数値解析によって得られた結果を示す。図-3 は解析結果の水深コンターである。図-4 の UAV で撮影した観測当時の状況と比較すると砂州の水没状況が一致している。図-5 にシミュレーション結果を示す。堰によって上流側の水位が上昇し、流速ベクトルが堰上で堰に対して直交するように向きを変えている。STIV による結果を数値解析と比較したのが図-6 である。流速分布形は良好に一致しており、流速最大値も近い値を示している。以上の結果から二次元浅水流モデルによる数値解析結果の妥当性が示された。

5. おわりに

本研究結果としては、画像解析によって得られた流速より観測時の流量をおおよそ正確な値で算出できることがわかったことや、二次元浅水流モデルの数値解析結果の妥当性を示せたことが挙げられる。今後は花田井堰の河道に対する角度をシミュレーション上で変えるほか、流量を変えることで堰上流部の水位の上昇量などを比較し、花田井堰の河川工学的な評価を行いたい。また、植生の考慮、メッシュの細分化による微形地の精度向上によりシミュレーションをより実河川形状に近づけるといったことが課題である。画像解析も複数箇所で行っているため、それらとの比較を行うことで数値解析結果の妥当性をより明らかにしたい。

最後に、本研究の遂行に当たっては、兵庫県中播磨県民局及び八千代エンジニアリング(株)からの協力を頂いた。ここに、記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 原浩気・藤田一郎：時空間画像を用いた河川表面流解析における二次元高速フーリエ変換の適用，水工学論文集，54 巻，pp.1105-1110,2010.
- 2) Fujita, I., Watanabe, H. and Tsubaki, R. : Development of a non-intrusive and efficient flow monitoring technique : The space time velocimetry (STIV) , International Journal of River Basin Management, Vol. 5, No. 2, pp. 105-114, 2007.

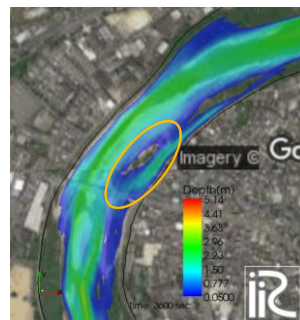


図-3 水深コンター
(高木橋周辺)



図-4 高木橋周辺の砂州
(UAV による空撮)

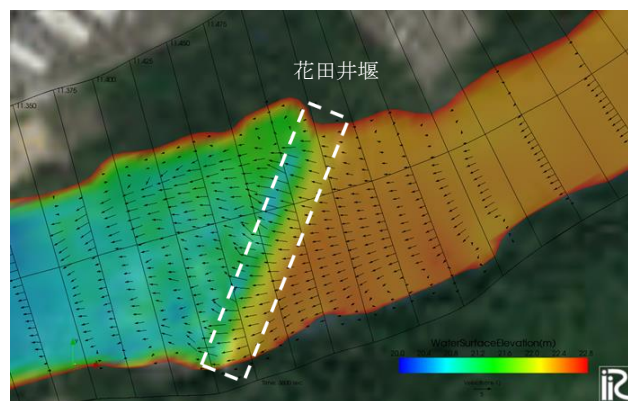


図-5 シミュレーション結果
(水位コンター，流速ベクトル)

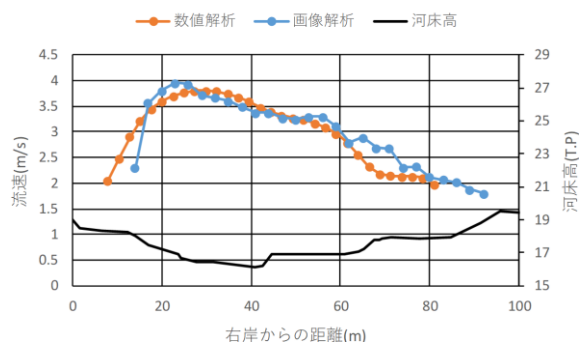


図-6 流速分布比較グラフ