

2D-3D ハイブリッドモデルによる温井ダム湖と上下流河川の流況解析

神戸大学大学院 学生会員 ○伊藤 佑果
 岡山大学大学院 学生会員 田中 龍二
 岡山大学大学院 フェロー会員 前野 詩朗
 岡山大学大学院 正会員 吉田 圭介

1. 目的

本研究では 2009 年 7 月に発生した洪水を対象に、温井ダム湖とその上下流の滝山川における観測流量を用い、河川と貯水池を連成した 2D-3D のハイブリッドモデルで再現計算を行う。そして、ダム下流の二つの水位観測所の観測値と解析値を比較することでモデルの再現性を検証するとともに、洪水時のダムの上下流河川と貯水池の流況を明らかにすることで今後の効率的なダム管理に資することとする。

2. モデルの概要

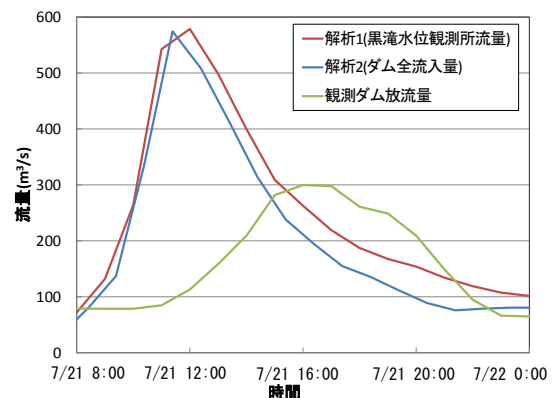
本研究では株式会社フローサイエンスジャパンの FLOW-3D を用い、温井ダムにおける貯水池とその上下流河川を対象とし、二次元モデル(浅水モデル)と三次元モデルを組み合わせたモデルを構築した。FLOW-3D は、汎用 3 次元熱流体解析ソフトウェアで、特に自由表面を高速・高精度に解くことに優れている¹⁾。二次元モデルは水深が浅く広範囲な領域の流況を再現し、水平方向の物理量を水深平均して取り扱う。一方、ダム湖のような水深の深いところでは三次元モデルを用い、水平方向のみならず鉛直方向の流況を再現できるようにしている。二次元モデルと三次元モデルを組み合わせることで、河川とダム貯水池を一体的に、連続した流況を把握することができる。

3. 解析条件

写真-1 に解析対象領域を示す。広島県の温井ダムとその上下流を流れる一級河川太田川水系滝山川を含んでおり、黒滝水位観測所を本解析における境界条件の上流端、滝山川と太田川の合流点(Ok0)を下流端と設定した。また、ダム放流量は貯水位とゲート開度により算定されており、ゲート操作を再現するのは困難なため、ダム下流の二次元モデルについては上流の三次元モデルと接続せず、流入条件としてダム放流量を設定した。さらに、解析に使用した上流端流量とダム放流量のハイドログラフを図-1 に示す。本解析は、2009 年 7 月の洪水を対象とし、上流端を黒滝水位観測所で観測された流量とした解析 1、及び温井ダムで観測された貯水位をもとに算出されたダム全流入量についてダム貯水池到達時間を考慮し、黒滝水位観測所の位置から与えた解析 2 の 2 つの解析を行った。また、下流端は自由流出、ダム放流口は温井ダムで観測された放流量とした。ダム下流では後平水位観測所と滝山水位観測所の 2 つの観測所での流量と水位を、ダム上流では貯水位の観測値と解析値を比較しモデルの再現性を検討する。



写真-1 解析対象領域

図-1 上流端流量及び
観測ダム放流量のハイドログラフ

キーワード ダム貯水池, 2D-3D ハイブリッドモデル, 水面形, 遷移領域

連絡先 〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1 岡山大学大学院 TEL086-251-8151

4. 観測値と解析値の比較

ダム下流において、流量と水位の観測値と解析値を比較したものを、後平水位観測所について図-2、滝山水位観測所について図-3に示す。両地点ともその概形は概ね捉えているが、ピーク時刻及び流量、水位ともに若干誤差がある。しかし、流量について解析値が両地点でほぼ保存されていることを考慮すると、ここで生じている誤差は、上流端で与えたダム放流量、あるいは観測所で観測された浮子観測による流量の観測誤差に起因していると考えられる。

次に、図-4に境界条件で与えた流量ハイドログラフ、及びダム貯水位の変化を示す。解析1は観測値との誤差が特に大きく、この理由として、上流の黒滝水位観測所で観測された流量に関しても浮子観測による流量誤差が原因と考えられる。一方、解析2ではピーク以降若干の誤差があるが、比較的観測値と一致している。これらの誤差は、ダム貯水池到達時間をより正確に検討することで、精度よく計算できると考えられる。

5. 縦断分布における水面形

図-5に、上流河川とダム貯水池の境界部であり、水面形が顕著に変形する遷移領域²⁾付近の縦断分布における水面形の時間変化を示す。水位上昇期では遷移領域は下流側、水位下降期では上流側に発生している。また、洪水ピーク後の13時の水面形では逆勾配が生じており、これは流入量の増加により遷移領域において潜り込み流が発生し、貯水池の流れと水位変化が複雑になったため生じたと考えられる。このような複雑な流れを伴う領域では、流速分布や貯水池内の流動を明らかにするために更なる検証が必要である。

6. 結論

温井ダム湖とその上下流の滝山川における観測流量を用いた再現計算を行った結果、ダム下流では観測値と解析値は異なる値となり、これは水位観測所における観測誤差が原因と考えられ、流量観測手法の課題として挙げられる。一方、ダム貯水池における貯水池における貯水位の変動は概ね観測値と一致し、比較的精度良く計算できたと考えられる。さらに、上流河川とダム貯水池の境界部では遷移領域も確認され、今後はその発生機構などさらなる検証が必要である。

参考文献 1) FLOW Science JAPAN ホームページ: <http://www.flow3d.co.jp/>

2) 塚本洋祐・由井修二・福岡捷二: ダム貯水池の洪水流入量・放流量ハイドログラフと洪水伝播機構に関する研究, 河川技術論文集, 第20巻, pp. 467-472, 2014.

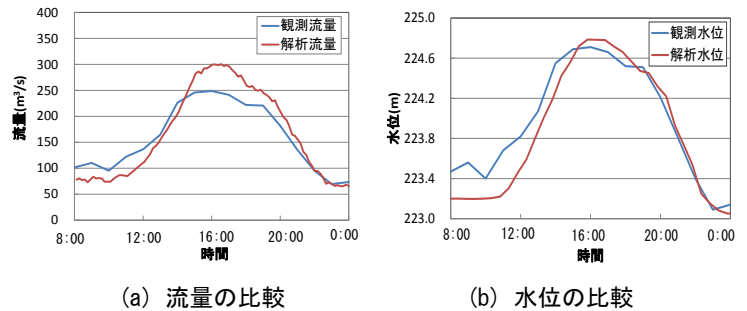


図-2 後平水位観測所

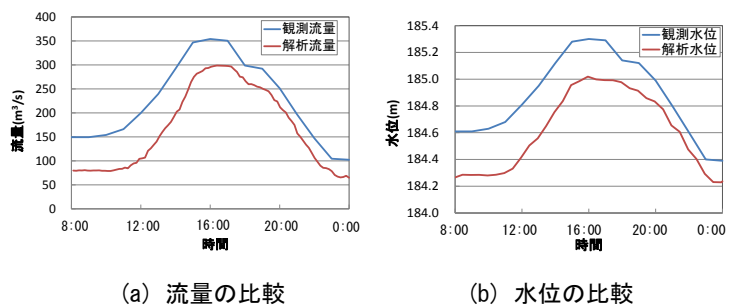


図-3 滝山水位観測所

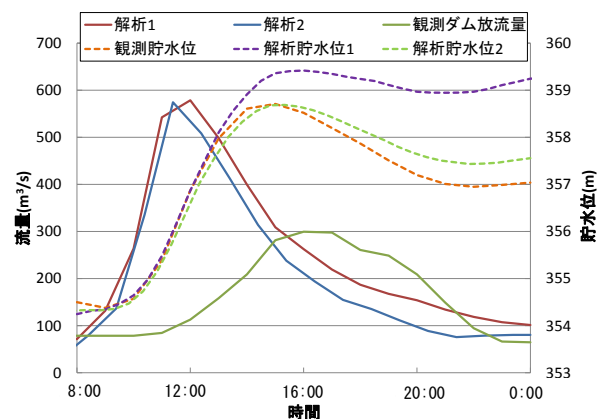


図-4 ダム貯水位変化

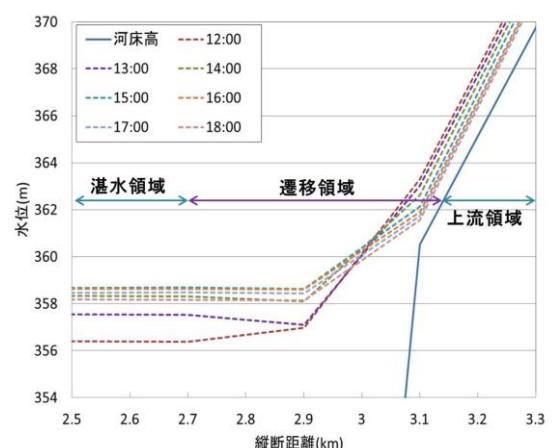


図-5 遷移領域