

## 透過水制周りの流れ場の再現に関する検討

群馬工業高等専門学校 学生会員 〇後藤 裕司 群馬工業高等専門学校 学生会員 坂本 佑太  
群馬工業高等専門学校 学生会員 古田島 樹 群馬工業高等専門学校 正会員 長山 昭夫

### 1. はじめに

近年, 自然材料を使った水制工が見直されている. 群馬県多野町神流川上流域において緑泥片岩の巨石を用いて透過水制を設置し瀬と淵を再生し多様な生態系が形成することを目的とする実験工事が行われた. 本研究では, 現地観測によって確認された透過水制周辺の流れ場の再現を河川シミュレーションソフト iRIC のソルバである NaysCUBE で再現可能なのかを検討した.

### 2. 対象地域

写真-1 に研究対象地の神流川上流域を示す. この写真から 2 基の透過水制が設置されており, 流れ蛇行しており, その蛇行に伴い, 瀬(堆積域)と淵(侵食域)が形成されていることがわかる.



写真-1 対象地域の様子

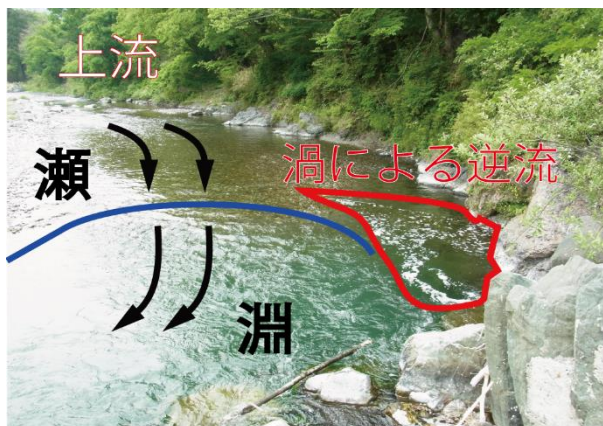


写真-2 水制前面での流れ

また写真-2 に, 上流側水制の前面の流れ場を示す. この写真から, 水制設置に伴い侵食域と堆積域の範囲とまた, 水制があることで流れが右岸方向に蛇行している様子もわかる. また水制前面の左岸側において, 渦を形成しており複雑な流れが発生していることがわかる. 次に対象地域の流量測定を電磁流速計 (2 点法) で簡易的に行った. その結果, 流量は  $1.29\text{m}^3/\text{s}$  程度, 流速は  $0.61\text{m/s}$  となった.

### 3. 計算条件

対象域を DGPS で観測し地形データを得た. また観測不可能な淵などについては過去の資料などからある程度の整合性のあるデータを追加した. それらの地形データから生成した格子を図-1 に示す. 水制の位置は航空写真から設定した. また NaysCUBE は透過性構造物の表現が出来ないため, 今回は不透水水制として計算した. また計算領域全体の構造物の設定を図-2 に示す.

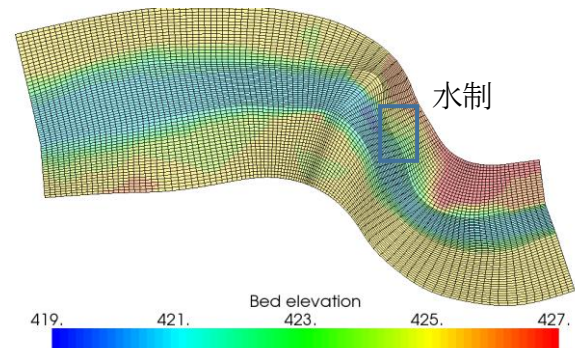


図-1 計算格子

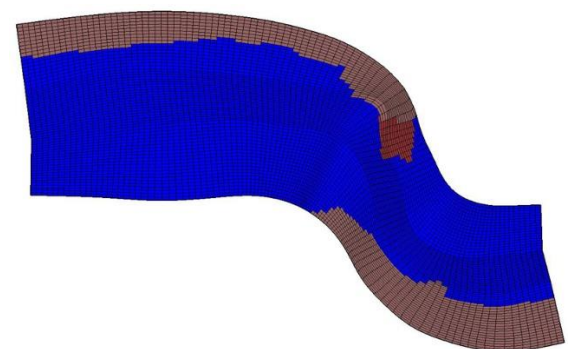


図-2 障害物の設定

キーワード 透過水制, 瀬と淵, 地形変化, NaysCUBE

連絡先 〒371-0845 群馬県前橋市鳥羽 580 群馬工業高等専門学校 E-mail:nagayama@cvt.gunma-ct.ac.jp

計算条件は表-1 である。

表-1 計算条件

|       |                      |      |      |
|-------|----------------------|------|------|
| 流量    | 1.3m <sup>3</sup> /s | 計算時間 | 70 秒 |
| 河床条件  | 固定床                  | 格子数  | 7104 |
| 乱流モデル | 二次非線形 k-ε モデル        |      |      |
| 移流項   | 三次 TVD-Muscl スキーム    |      |      |

#### 4. 計算モデル

NaysCUBE は動水圧を考慮した 3 次元流れの基礎式を河川流に適用したものであり、境界適合法のひとつである。また水平方向には一般曲線座標、鉛直方向にはシグマ座標を使用している。また時間積分には 2 次アダムス・バッシュフォース法、圧力計算には動水圧を考慮した HSMAC 法を利用している。乱流モデルの二次非線形 k-ε モデルは定常現象や湾曲部の第一種二次流だけでなく、非定常乱流現象や第二種二次流を再現可能である。移流項の計算に関しては計算精度の高い TVD-MUSCL スキームを使用している。

#### 5. 計算結果及び考察

図-3 に表面流速ベクトルと流速のコンター図を示す。この図から、水制により表面流速が右岸側に蛇行する様子がわかる。また、蛇行した後は、蛇行した流速と水制から比較的遠くあまり蛇行していない流速とが衝突しあい、流速が大きくなっていることがわかる。つまり水制があることで流れが曲げられさらに流速が大きくなることが推測される。また図-4 は流線図を示すが、これも水制により流れが曲がり、さらにそれらが集中する様子がみてとれる。一方、現地では、水制前面の左岸側に渦による複雑な流れが発生していたが今回の設定条件ではその流れは再現できなかった。これは、現地において水制を構成する巨石の凹凸と水制内部の空隙が原因による複雑な流れを考慮していないことに起因すると考えられる。

次に図-5 に水中での流速のコンター図を示す。この図から、水制の周辺では表面流速だけでなく水中でも同じ傾向が見られる。

#### 6. まとめ

今回、NaysCUBE を使用し、透過水制の表面の流れ場を再現することを試みた。その結果、水制により曲げられた流れとあまり曲げられない流れが衝突することで流速が大きくなることが再現できた。しかしながら、水制を構成する巨石の凹凸などに起因すると考えられる水制前面の渦の発生は再現できなかった。

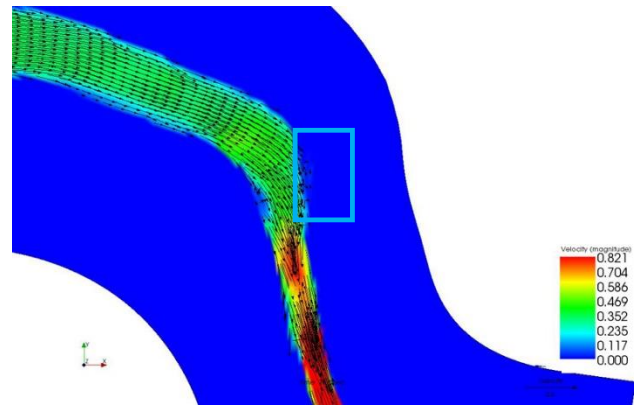


図-3 表面流速ベクトルと流速のコンター図



図-4 流線図

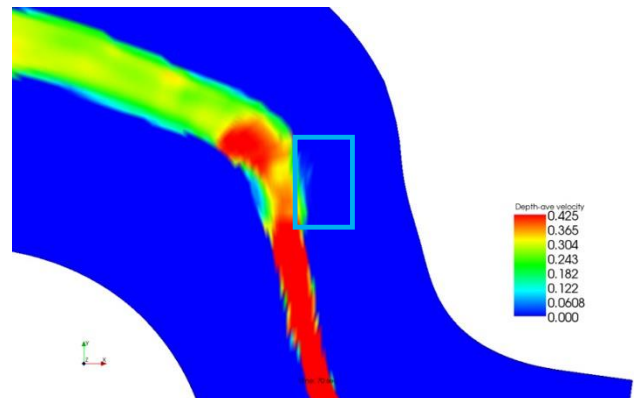


図-5 水深平均流速のコンター図

#### 7. 参考文献

- 1) Google Map, <https://maps.google.co.jp/>
- 2) iRIC ユーザーコミュニティ, <http://i-ric.org/ja/forum>
- 3) 木村一郎, iRIC 三次元ソルバーNaysCUBE Solver Manual
- 4) 掛川優子・神田茉莉・大井田朋子・青井透・中島啓次, 群馬県・瀬と淵を取り戻す実験工事サイト(神流川)における水生昆虫と付着珪藻類の群集推移について, 多自然研究 115 号, pp3-10, 2005