

神戸市立高専都市工学科
神戸市立高専都市工学科
神戸市立高専都市工学科

学生員 ○山田浩之
フェロー 辻本剛三
正会員 日下部重幸

1. はじめに

河川の機能として水生生物の生息環境整備が重視されてきており、著者ら¹⁾も底生生物と河川環境との関係を検討している。また著者らはワンド内への土砂堆砂に関する実験を行い、水理条件やワンド形状によって、ワンド内の中央部が高くなるような地形が形成されたことを示した。この事はワンド内で3次元的な流れ場が形成されていることを示唆している。ワンド内の流れについて実験や計算による研究²⁾はいくつか行われている、3次元的な流動を検討したものは少ない。そこで本研究では、画像計測を用いてワンド内の流動機構を検討した。

2. 実験方法および装置

実験は水路勾配 1/200 の開水路(長さ 12m、幅 0.4m、深さ 0.4m)に 9.5x9.5cm の矩形のワンドを設置して行った。ワンドの平面形状は図-1 に示すように開口部を変化させた 3 タイプとした。水深 6.1cm、流量 9.2ℓ/s、主流部の流速 80cm/s とした。流速計測は、画像計測法の 1 つである PIV (Particle Imaging Velocimetry) を用いた。照明には、ダブルパルス Nd:YAG レーザーを用い、シリンドリカルレンズによりシート光とした。2本のレーザーのパルス間隔は 10、20msec で、繰り返し周波数は 10Hz で計測を行った。3次元的な流動場を計測するため、照明光を水槽側面から水平に底面から 1.5、3.0、5.0cm の高さとワンド開口部より 2、4、6cm の鉛直断面に照射した。PIV アルゴリズムとしては、Super-Resolution KC 法を用いた。Super-Resolution KC 法は、2時刻間の画像中での各粒子の移動を計測することができ原理的に PTV (Particle Tracking Velocimetry)であるため PIV の中で最も高い空間解像度を持つものである。画像は 1008×1018(pixel)の CCD ビデオカメラ(Kodak 社製)により撮影された。ダブルパルスレーザーと CCD ビデオカメラはコントローラーに制御され、同期がとられている。トレーサー粒子として、粒径 50 μ m、比重 1.02 のナイロン粒子を用いた。得られた画像の 15 組を重みつき空間平均して平均流速値を算出した。

各瞬間流速値と平均流速値との差より乱れ強度を算定した。

3. 実験結果

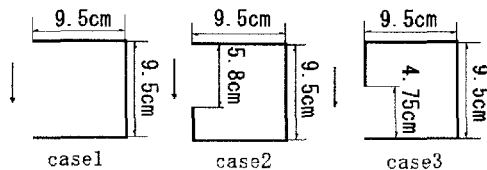


図-1 ワンドの平面形状

3.1 ワンド形状の違いによる水平面内の流速

図-2 に底面より 5cm の水平面上の流れを示す。反時計回りの循環流が case1、case3 では 1 箇所、case2 では 2 箇所確認できる。下流側の開口部が閉じている場合、循環流が 2 箇所に見られ河原ら³⁾の点計測の結果と同様である。循環流の速度は主流部の 10~20%程度である。

3.2 ワンド形状の違いによる鉛直面内の流速

図-3 は開口部より 2cm の位置の鉛直断面での流速である。図中陰の部分の開口部に設置された仕切り板である。図-3 に示すよう case1、case3 は類似した循環流場形成されているが、鉛直断面ではその傾向が異なり、case1 では左から右の水

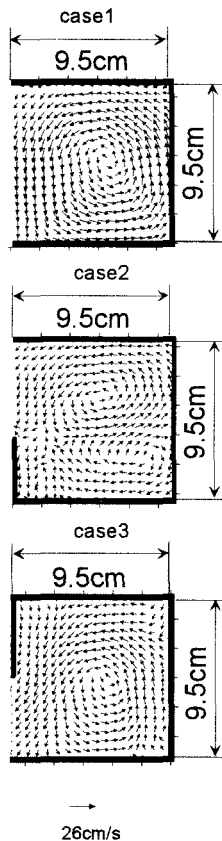


図-2 水平面の流速分布

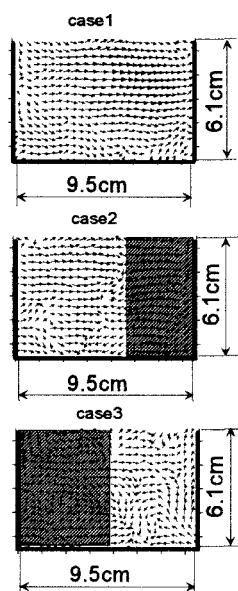
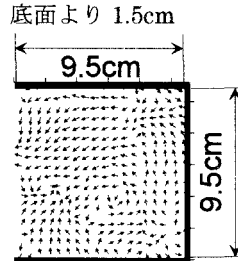
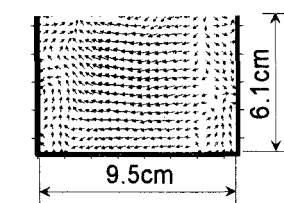


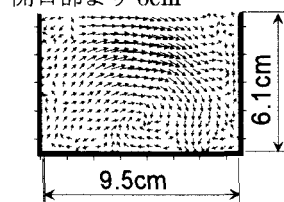
図-3 鉛直断面の流速



開口部より 1.5cm



開口部より 4cm



開口部より 6cm

図-4 case1 の流速分布

平流れが卓越しており、case3 では水平流れが見られず、断面中央部から下向きの流れが生じる。case2 では中心に向かう流れが形成されており、流れが合流する場所が、水面から底面に向かうに連れて左側に移動していることがわかる。つまり、2箇所の循環流の流軸が傾斜していることを示唆している。

3.3 流れの3次元性の検討

図-4 に case1 の底面から 1.5, 3.0cm の水平面、開口部から 4, 6 cm の鉛直断面における流速分布を示す。図-2 や図-3 の case1 の流速を参照すると、水面近くの明瞭な循環流が底面にかけて消滅しており、流れが3次元になっていることがわかる。

また、鉛直断面内では、開口部側では左から右、奥側では右から左に流れが生じている。ほぼ中央の断面では、底面近傍に中心を有する循環流が見られ、ワンド中央部に土砂を堆砂させる上で重要な役割を果たす流れと推測される。

3.4 乱れの分布

図-5 は図-2 の乱れ強度の分布を示す。開口部を部分的に閉鎖している仕

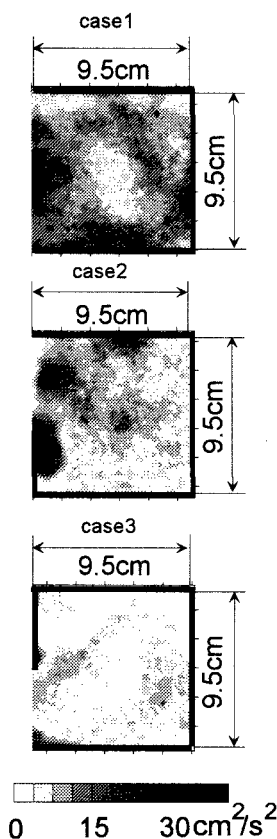


図-5 図2の乱れ強度分布

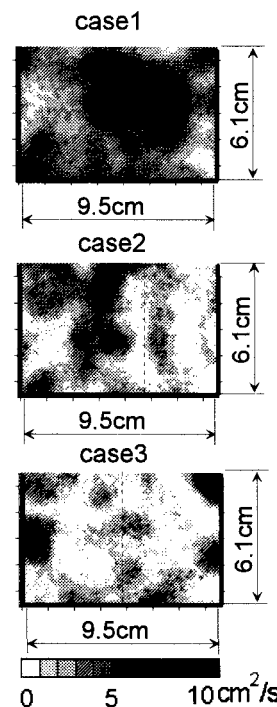


図-6 図3の乱れ強度分布

切り板先端部において、大きな乱れが発生している。また、循環流の外縁において強い乱れ強度が見られる。case3 の形状の乱れが小さいことがわかる。

図-6 は図-3 の乱れ強度の分布である。図中の点線が仕切り板を示す。図-5 と比較して乱れ強度がやや小さく、乱れのピーク値を示す場所がワンドの形状によって異なる。

4. 結論

ワンド内の流れが3次元的であり、土砂の堆砂に影響を及ぼしていることがあきらかとなった。今後はさらにデータ解析をする予定である。

参考文献

- 1) 小谷・辻本 (2002) : 多変量解析を用いた底生生物と水質および土地利用形態の比較検討、関西支部年次講演会
- 2) 瀬津ら (2001) : 開水路わんどモデル内の乱流特性と組織渦、土木学会論文集
- 3) 河原ら (1993) : 人工ワンド内の流れ場の2次元数値解析、数値流体解析シンポジウム