

神戸市立工業高等専門学校 正会員 ○日下部重幸、辻本剛三

近畿大学理工学部 正会員 竹原 幸生

神戸市立工業高等専門学校元学生 白泉真希、山田郁美

1. まえがき

河川の機能として、水生生物の生息環境整備が重要視されてきており、その一つとして人工ワンドの計画が挙げられている。ワンド内の流れについては、実験や計算による研究がいくつか行なわれているが^{1) 2)}、計画に際して十分な指針を与えるまでには至っていない。人工ワンドでは、低水時の水質悪化や洪水時の土砂流入が問題となるはずである。ワンド内への土砂流入の問題に限定しても、少なくとも水が高水敷上を流れる大洪水時と低水路内を流れる中小洪水時に分けて考える必要がある。

本研究では、常流であるが比較的勾配の大きな可川で、中小洪水時の掃流による流砂が本流で発生している場合を想定して、土砂の流入とワンド内の流速について実験的な検討を行なった。

2. 実験方法

堆砂実験は開水路（長さ 12m、幅 0.4m、深さ 0.4m）に、本流部幅 10cm、ワンド部 10x10cm を水路勾配 1/100 に設置して行なった。ワンドの平面形状は図-1 に示すように 4 タイプとした。タイプ 1 の開口部 10cm、他のタイプは 5cm、2.5cm の 2 種類とし 1mm の砂を 3cm に敷き詰め、流量 3.4ℓ/s とし上流端で平衡流砂量を給砂した。ワンド内には、実験開始直後から砂が堆積し始め、数分で定常的な形状を保つようになった。定常に達した後、ワンド内の堆砂高を 1cm 間隔で計測した。

流速計測は堆砂実験と同じワンド形状で水路勾配 1/200 の固定床で行なった。流速の計測方法は、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 (New Wave 社製) 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 100msec で、繰り返し周波数は 15Hz で計測を行った。照明光は、水槽側面から水平に水面から水深の 0.6 倍の深さに照射した。PIV アルゴリズムとしては、Super-Resolution KC 法³⁾ 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 50μm、比重 1.02 のナイロン粒子を用いた。

3. 結果および考察

3.1 堆砂実験 図-2 にタイプ 4（開口部 2.5cm）、図-3 にタイプ 1 の実験結果を示す。開口部の幅や設置位置によって、堆砂形状は若干異なるが、水深と比較してその高さが割合大きくなっている。中小洪水でも場合によっては、多量の土砂流入が起こる可能性がある。また、堆砂のピークとなる位置が開口部の幅の増加に伴い、ワンドの下流側および奥側に移動していることが分かる。

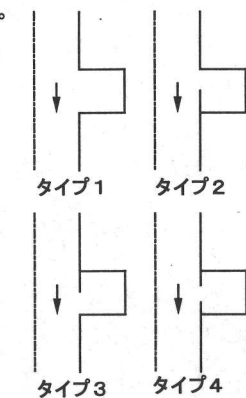


図-1 ワンドの平面形状

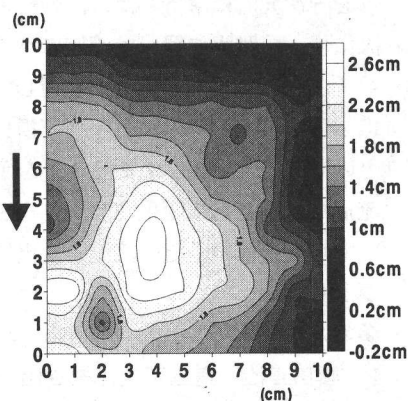


図-2 堆砂形状 (タイプ 4)

3. 2 瞬間流速分布 図-4, 5にタイプ1の瞬間の流速値を示す。値は空間平均して算出した。ワンド内には常に循環流が形成されているが、その中心は一定ではなく変動していることが分かる。また写真-1は図-4に対応するものである。

3. 3 平均流速分布 図-6にタイプ1のワンド内における平均流速の測定結果を示す。平均値は、連続した16画像を時間平均したものである。循環流が形成されて、その中心はワンドの中央ではなくやや下流側になっており、Jali and Kawahara⁴⁾による可視化と同様な結果になっている。堆砂高が最大となる地点も、ワンド中央よりやや下流側であり、両者の位置がほぼ対応している。循環流の値は最大10~15cm/sであり、浮子を用いた表面流速値と同程度の値である。

4. あとがき

本研究では、ワンド内の堆砂および流速分布特性を画像解析により調べた。ワンドのような自由水面を有する場合の凹部内の流速を詳細に測定した例は少ない。今後は、移動床での流速計測等を行ない流れ場と堆砂形状との関係を明確にしたい。

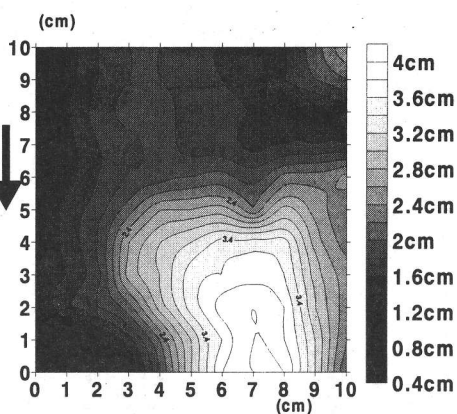


図-3 堆砂形状 (タイプ1)

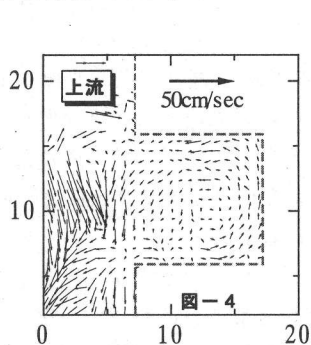


図-4

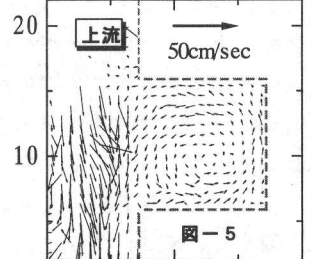


図-5

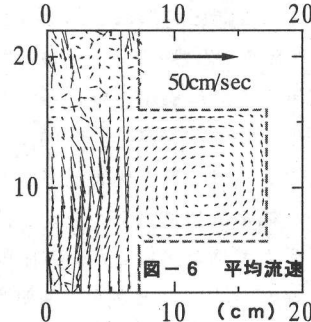
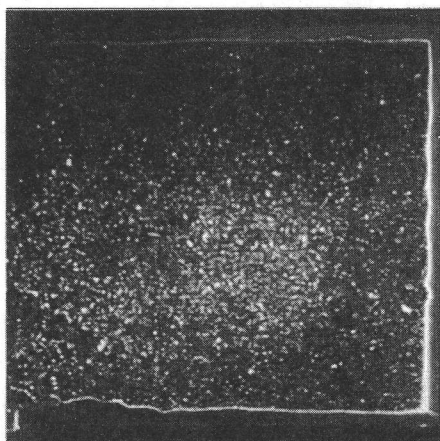


図-6 平均流速

37 卷, pp.503-510,1993

上流



下流

写真-1 画像の一例

【参考文献】

- 1) 中川研三、河原能久、玉井信行：ワンド内の流れの水理特性に関する実験的研究、水工論文集、第39巻、pp.595-600、1995
- 2) 木村一郎、細田尚、村本嘉雄：開水路死水域の浮遊砂堆積特性に及ぼす水理パラメーターの効果、第2回環境流体シンポジウム講演論文集、pp.449-450、1997
- 3) 竹原幸生、R. J. Adrian、江藤剛治：Super-Resolution KC 法の提案、水工学論文集投稿中、2000
- 4) Muhammad A. Jalil、河原能久、玉井信行、管和利：Experimental Investigation of Flow in Embayment、水工論文集、