

### 側岸凹部流れの非定常特性

神戸大学工学部	正会員	藤田 一郎
神戸大学大学院自然科学研究科	学生員	川本 尚紀
神戸大学大学院自然科学研究科	学生員	熊城 秀輔

#### 1.はじめに

近年、環境意識の高まりから、河川の親水機能を確保するために側岸に凹部を設け、そこに階段を取り付ける工夫がなされている河川が見られるようになった。ところが、そのような側岸凹部構造物を設置すると河川の構造が複雑になり、そのため新たな二次元性、三次元性を持った非定常流れが発生し、災害の原因になることも考えられる。また凹部形状を変化させるによって非定常特性も異なってくる。そこで、本研究においては側岸凹部の存在によって発生する流れの非定常特性を調べることを目的として、PIVによる表面流の解析や水面形状、水面変動の計測を行い、その結果について検討を行った。

#### 2.実験概要

図-1 に側岸凹部付近の平面図を示す。O を座標系の原点とする。本実験では、全長 7.5m、幅 30cm の可変勾配型循環式直線水路を使用し、常に低下背水条件で実験を行った。水面の計測点は 10cm 間隔を基本として、凹部下流端付近などは 5cm 間隔とした。本実験では勾配を  $I=1/250$ 、流量を  $Q=10l/s$  とした。まず長方形凹部において凹部幅  $b$  を変化させてアスペクト比( $As=L/b$ )を  $As=5, 7.1, 10$  とし、流れの非定常特性を比較した。その後凹部の幾何形状による非定常特性の違いを比較するために  $As=5$  の長方形凹部の上流部または下流部に  $y$  軸との傾きが  $60$  度となる斜面を取り付け、台形凹部とした。斜面を上流部に取り付けたケースを  $As5U$ 、下流部に取り付けたケースを  $As5D$  とする。

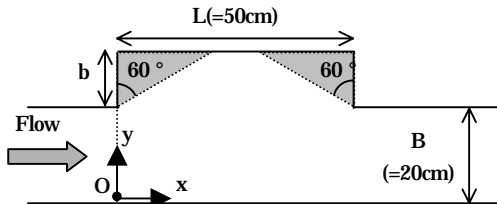


図-1 側岸凹部付近の平面図

#### 3.実験結果および考察

##### (1)表面流乱流特性

図-2 に流下方向流速変動成分  $u'$  の分布を示す。どのケースにおいても剥離せん断層に沿って乱れが広がっている。As 別に比較すると、As が小さくなるほど乱れの主流部への広がりが大きくなっており、As が小さいほど流れの非定常性が強くなっている様子が見て取れる。これは As が大きいほど凹部内と主流部の間における流体の交換が盛んに行われるためだと思われる。ここで非定常性の強かった  $As5$  のケースにおいて、どのような形状にすれば流れの非定常性が緩和されるかを検討するために斜面を取り付けて実験を行った。その結果、 $As5U$  においては上流部の乱れ領域が  $As5$  よりも大きくなる事がわかった。これは凹部内で循環した逆流が上流側の斜面に誘導されて主流に混入するためである。一方、 $As5D$  においては全体的に乱れを抑えることができた。

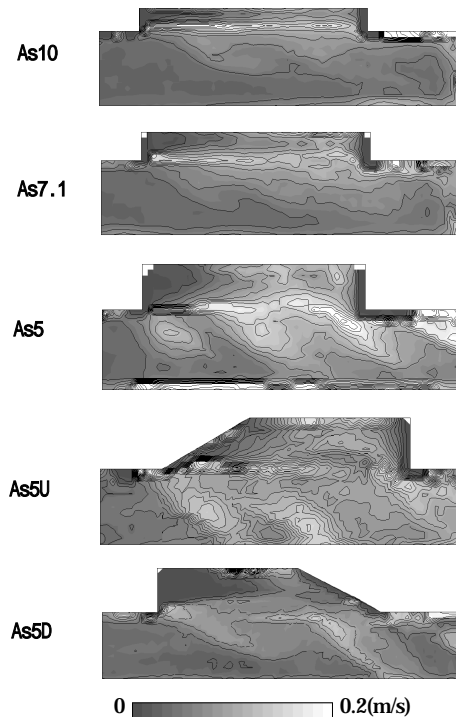


図-2 流下方向流速変動成分  $u'$  分布

キーワード：河川構造物、非定常特性、側岸凹部、PIV、剥離流れ

連絡先：〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 Tel.078-803-6439, Fax.078-803-6394

(2)水面変動強度

図-3 に水面変動強度  $h'$  の分布を示す。本研究における  $h'$  は瞬間水深  $h$  を時間平均水深  $\bar{h}$  で無次元化した値の変動強度とする。As 別に比較すると、表面流乱流特性と同様に As が小さくなるほど水面変動強度が大きくなっており、特に凹部上流端付近の主流部と凹部下流端付近において顕著であった。このことから、この2つの領域の水面変動は相互的に作用を及ぼしており、As が小さくなるほどその作用が大きくなると言える。次に斜面を取り付けたケースと比較すると、As5U においては上流部の水面変動がさらに大きくなった。これは前述のように、上流側の斜面に誘導された流れの主流への混入のためである。逆に As5D においては全体的に水面変動強度が小さく、特に上流部の水面変動があまり見られなかった。これは凹部下流端の形状が流れに対して滑らかなため、水面変動の相互作用が起こりにくいからである。

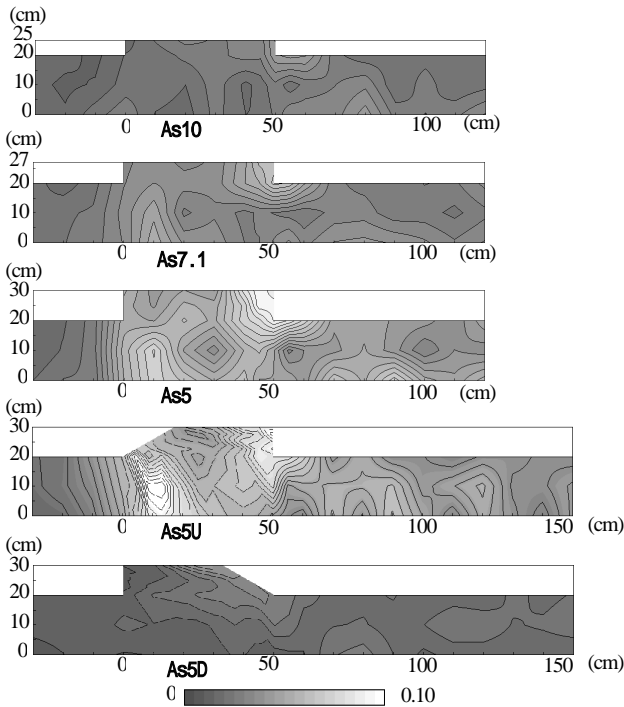


図-3 水面変動強度  $h'$  分布

(3)水面変動の時系列特性

凹部上流端付近の主流部と凹部下流端付近の水面変動強度が大きかったため、それらの部分の時間的な水面変動の特性を調べるために、図-4 のような上流部の A 点および B 点における無次元化水深  $h/\bar{h}$  の時系列データをそれぞれ図-5、図-6 に示す。ケースは As5, As5U, As5D のみとする。A 点においては、As5, As5U の2ケースにおける水面変動はやや長い周期が卓越しており、非常に大きい水面変動を引き起こしている。それに対し

As5D のケースでは、長い周期の変動も若干見られるものの、短い周期が卓越しており、変動は小さい。B 点においては、As5, As5U の2ケースは複数の周期が重なり合っており、複雑な水面変動が起こっている。変動量は A 点における変動量とあまり変わらない。As5D のケースでは、やはり短い周期の変動が卓越しているが、その変動量は A 点における変動量よりも大きくなっている。以上から、As5, As5U ではセイシュ的な長い周期(3秒弱)の変動が流れ場全体で激しく起こっているが、As5D では大規模な変動は見られないことがわかった。特徴的な点として、凹部下流端の B 点においては大規模な変動に加えて、渦の衝突に起因すると思われる短い周期(0.5秒程度)の小規模な変動が重なり合っている様子がはっきりと見られるということが挙げられる。

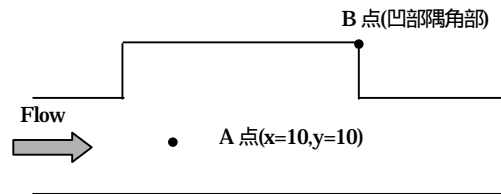


図-4 A点, B点の概要

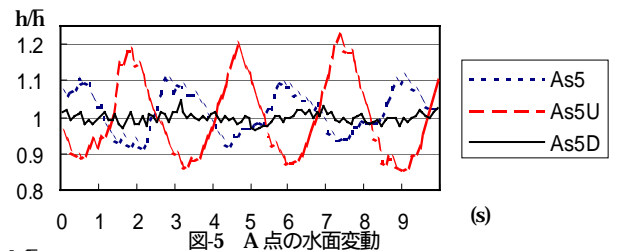


図-5 A点の水面変動

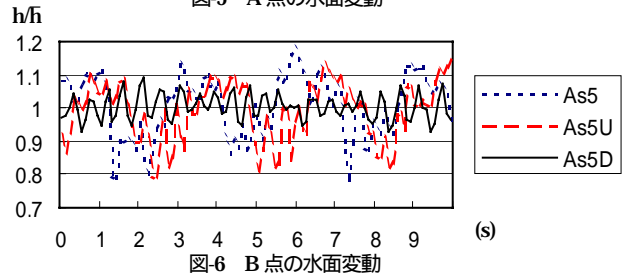


図-6 B点の水面変動

4.おわりに

本研究は、側岸凹部流れの非定常特性について実験で得られた統計的なデータおよび時系列データをもとに考察を加えたものである。今後は流れと水面変動の関係を同時計測などから明確にしていく予定である。

参考文献

1) 藤田一郎, 小澤純, 長浜弘典: 直線開水路に設置された側岸凹部が主流に与える影響について, 応用力学論文集 Vol.4, pp.549-556, 2001.