

第 部門

斜路を有する側岸凹部表面流れの構造

神戸大学工学部 正会員 藤田一郎

神戸大学工学部 学生員 ○松原隆幸

1. はじめに

近年，河川の環境機能が注目される中，水辺のもつ親水性についても注目が集まっている．その中で，川幅が比較的狭い都市河川においても側岸凹部を設け，そこに階段やスロープ(以下斜路)を取り付けて親水性を確保している場合がある．一方，凹部流れは流体力学的にも注目すべき点が多く，様々な研究が行われている^{1) 2)}．しかし，工学的な観点から凹部内に斜路を取り付けた場合の流れへの影響に関する研究はあまり行われていない．そこで本研究では斜路付凹部の周辺流れを特に表面流に着目して実験的な検討を行った．

2. 実験装置および実験条件

実験は図-1 に示すような凹部上流端に $H_s=6.0(\text{cm})$ ， $L_s=5.0, 15.0, 25.0(\text{cm})$ の3種類の階段工模型を設置して行った．実験条件を表-1 に示す．水路勾配は $1/400$ であり，水利条件の諸量は凹部下流端より 100cm 下流の断面においてのものである．

表-1 実験条件

CASE	U (cm/s)	h (cm)	F_r	L_s (cm)
Ls00	61.9	7.0	0.75	
Ls05				5.0
Ls15				15.0
Ls25				25.0

3. 実験結果および考察

表面流の撮影にはデジタルハイビジョンカメラ(SONY: HDR-FX1)を用いた．その映像($1440 \times 1080\text{pixel}$)から得られた RAW ファイル($1/60\text{fps}$)3600 枚(1 分間に相当)に対して PIV 解析を行った．解析結果および考察を以下に示す．

(1) 時間平均流速分布

図-2 に平均流速ベクトル($u/U, v/U$)を，図-3 に図-2 に対応する流跡線を示す．但し，ここでは凹部の周辺のみ($y/b=0 \sim 2$)の結果を示している．

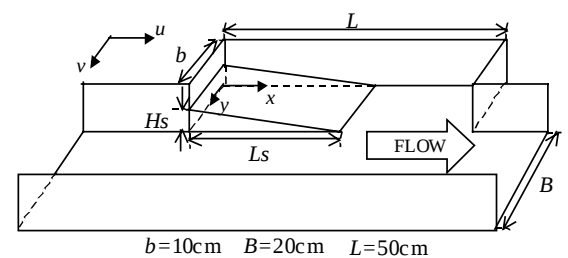


図-1 実験水路

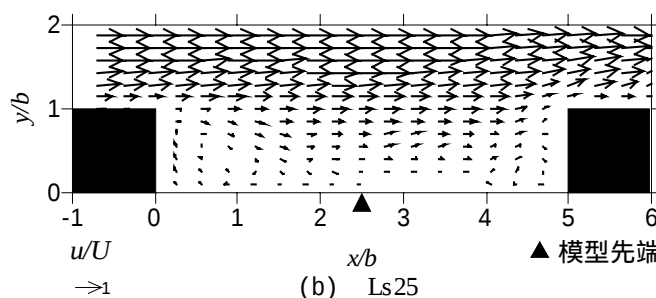
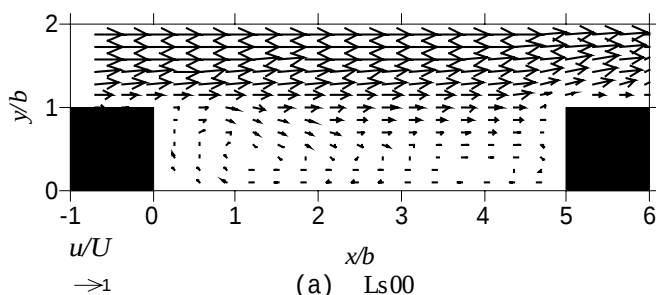


図-2 平均流速ベクトル

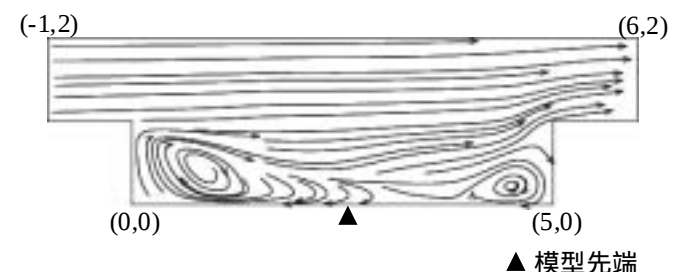
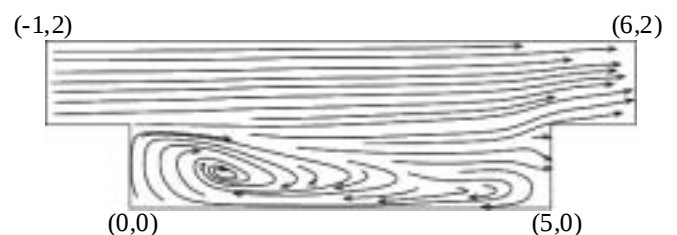


図-3 流跡線

Ls00 では大きな循環渦が1つ形成されているのに対し、Ls25 では凹部上流側に大きな循環渦、下流側には小規模な渦が形成されているのが特徴である。Ls00 の場合の循環渦は凹部内全体で流体塊が大きな非定常性を伴いながら循環しているのに対し、Ls25 で凹部下流側に形成された二次渦の運動特性は比較的定常的であった。このため、Ls25 はトレーサーなど(現実にはゴミなど)が下流側の隅角部にたまりやすい構造となっている。従って、現実的には図-4 に示すように凹部下流端に鉛直斜面を追加することが妥当性を帯びることになる。藤田ら³⁾が図-4 に示すような凹部形状で実験を行っており、凹部下流端で流体塊が滞留しにくくなることを確認している。なお、Ls05 はLs00、Ls15 はLs25 と同様の傾向がみられた。

(2) 乱れ特性

図-5 に横断方向流速成分の乱れ強度分布(v'/U)を示す。平均流速分布と同様に Ls00 と Ls05、Ls15 と Ls25 の2パターンに分類することができる。前者では流れが衝突する凹部下流端において極大値がみられ、衝突による影響が上流に及んでいるのが確認できる。一方、後者では凹部内の $x/b=3$ 付近で極大値がみられ、斜路の底辺長 L_s が大きくなるほどその値が増大し、凹部の奥へ移動している。また、乱れの範囲は斜路の底辺長 L_s が大きくなるほど主流側へも広がっている。これは図-3 に示したように凹部内に2つの渦が生じていることが原因と思われる。このことは凹部の設置による流水抵抗を考える上でも重要な点である。凹部への流入部での水深を計測したところ、3~4%程度の水深の増大が確認され、抵抗の増加が認められた。

4. おわりに

本研究では表面流の PIV 解析を行うことにより、底辺長 L_s が異なる3種類の斜路状の階段工模型を凹部上流端に設置が凹部流れにもたらす影響について調べた。その結果、階段工模型を設置することにより凹部内の流れは複雑化し、主流に与える影響が増大することがわかった。即ち、斜路の設置は凹部上流側からのより活発な流れの流入をもたらすため、流れの三次元構造がさらに複雑化することが表面流況の観測から明らかになった。また、階段工模型の底辺長 L_s が大きくなることに伴い、その影響が顕著になることも確認できた。今後、より多くの異なる形状の階段工模型を用いて様々な水理条件下で実験を行い、階段工の設置による影響を調べていきたい。また、図-4 ように凹部形状を変えるなどしてどのようにすれば凹部内に斜路を設置した場合の影響を減少させることができるか検討していきたい。それらに加えて三次元構造の解明を進めていきたい。

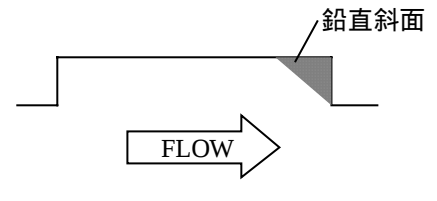


図-4 鉛直斜面を設置した場合

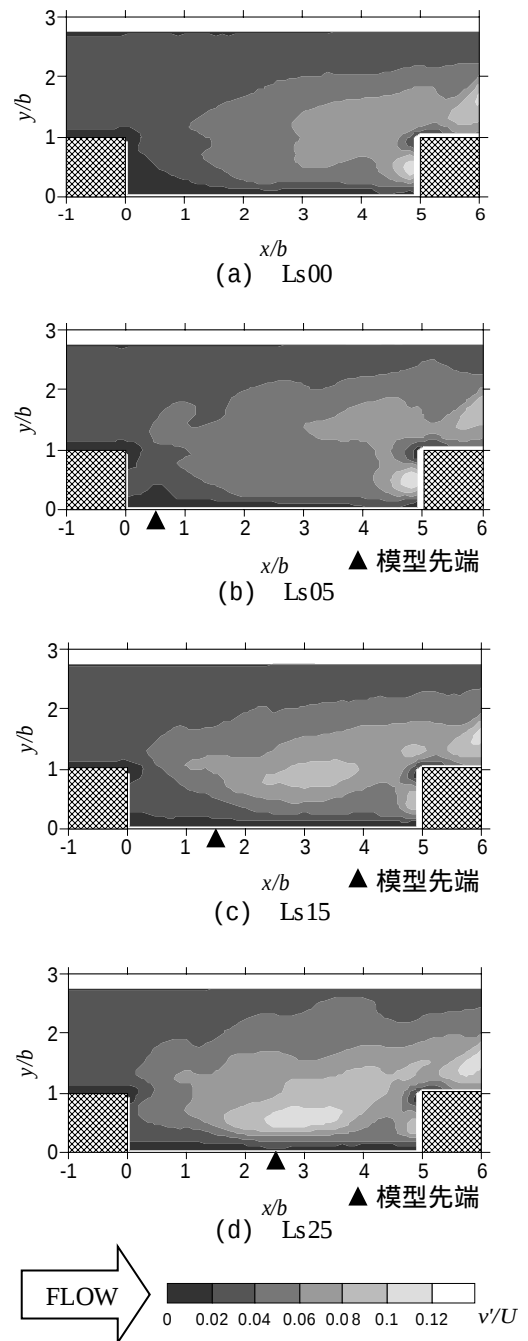


図-5 乱れ強度 v' 分布

参考文献

- 1) 瀬津家久, 鬼束幸樹, 高橋俊介, 矢野勝士: 側壁に凹部を有する開水路乱流の組織構造に及ぼすフルード数の影響, 土木学会論文集, No.712 -60, pp.1-10, 2003.
- 2) 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.
- 3) 藤田一郎, 椿涼太, 熊城秀輔: 側岸凹部の形状変化が開水路流に与える影響, 応用力学論文集 Vol.6, pp.967-974, 2003.