

潜り跳水中の偏向流況の制御に関する実験的検討

日本大学 正会員 安田 陽一
日本大学 学生会員 ○檜崎 慎太郎

1. はじめに

水門や樋門などの Sluice gate から放出される高速流の減勢に跳水の形成が利用される。河川では潮位変動に応じて下流水位が変化することにより、被りの大きな潜り跳水が形成されることがある。安田らは、被りの大きな潜り跳水中において、主流が底面から水面に向かって上昇し始める段階で、主流が3次元かつ不規則に偏向することを明らかにしている¹⁾。魚道の呼び水効果を得るために、Sluice gate の操作を行うことがある²⁾が、偏向流況の形成によって主流が大きく揺さぶられることにより、呼び水効果が十分に得られず、魚が迷入する可能性がある³⁾。しかし、その対策は現段階では確立されていない。Sluice gate の設計をする際は、魚類の遡上・降下等の水棲生物の生息環境を考慮する必要があること⁴⁾から、偏向流況の制御について検討することは、河川環境の改善のために有効であると考えられる。

本研究では、バッフルを用いた偏向流況の制御を提案し、バッフルの形状を変化させた場合の流速の分布と流速の時系列変化について着目し、バッフル設置の有効性と、バッフルの形状による流速場の変化について実験的検討を行った。

2. 実験

実験は、長方形断面水平開水路（水路幅 $B=0.80\text{m}$ ，ゲート上流部高さ 1.0m ，ゲート下流部高さ 0.60m ，長さ 15m ）を用いて行った。縮流部フルード数 F_0 ($F_0=q/(h_0^{3/2}g^{1/2})$ ， q は単位幅流量， h_0 は縮流部水深， g は重力加速度)，相対下流水深 h_4/h_0 ，相対バッフル高 h_b/h_0 ，相対バッフル幅 w_b/B ，および相対バッフル位置 x_b/h_0 を一定とし、バッフル設置角度 φ ，およびバッフル傾斜角度 θ を変化させて、表 1 に示す条件のもとで実験的検討を行った(図 1 参照)。なお、縮流部フルード数 F_0 と相対下流水深 h_4/h_0 は、安田らの研究⁵⁾から偏向流況が形成される条件を参考に設定した。

測定器具について、水深の測定にはポイントゲージを、流速の測定には I 型および L 型プローブを有する電磁流量計（測定時間 $t=120\text{sec}$ ，測定間隔 $0.05\text{sec}(20\text{Hz})$ ）を用いた。Sluice gate を基準とした流下方向座標を x 軸，水路中央を基準に左岸を正とした水路横断方向座標を y 軸，水路床を基準とした鉛直上向き座標を z 軸とすると，測定点は水路左岸側を対象に x 方向に 9 点， y 方向に 3 点， z 方向に 8~10 点設けた。

表 1 実験条件

Parameter	Symbol	Values
縮流部フルード数	F_0	2.08
相対下流水深	h_4/h_0	6.29
相対バッフル高	h_b/h_0	0.75
相対バッフル幅	w_b/B	0.30
相対バッフル位置	x_b/h_0	13.4
バッフル設置角度	φ	$45^\circ, 135^\circ$
バッフル傾斜角度	θ	$30^\circ, 45^\circ$

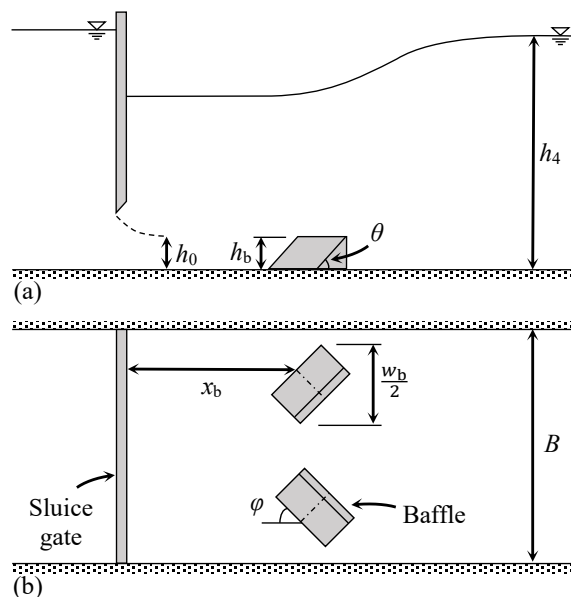


図 1 記号定義図 (a)側面図, (b)平面図

3. 時間平均流速分布

図 2 に水路中央部 ($y/(B/2)=0$) での時間平均流速ベクトル図を示す。

キーワード 潜り跳水，制御，偏向流況，バッフル，迷入対策

連絡先 〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 TEL : 03-3529-0409 E-mail : yasuda.youichi@nihon-u.ac.jp

流況観察と合わせて考察すると、 $\varphi=135^\circ, \theta=45^\circ$ の場合、流れが水路中央部へ集められて鉛直上向き方向に持ち上げられるが、 $\varphi=45^\circ, \theta=30^\circ$ の場合、流れが側壁方向へ拡散することによって、水路中央部においてはバップルを設置していない場合と同様な流速分布となる。

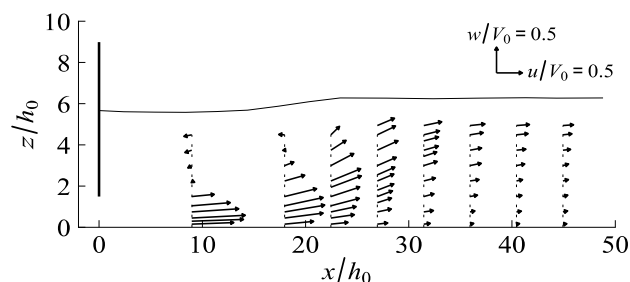
4. 流速の横断方向成分の時系列変化

図3に主流が底面から水面に向かって上昇する位置($x/h_0=26.9, y/(B/2)=0, z/h_0=2.99$)における流速の横断方向成分 v の時系列変化を示す。

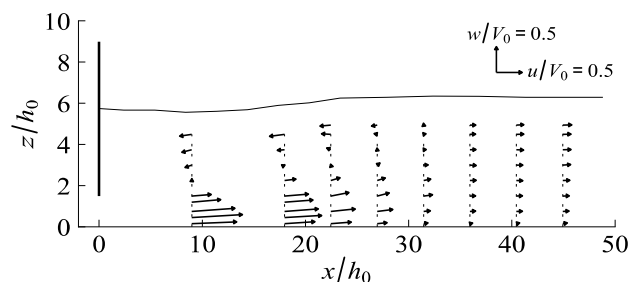
$\varphi=135^\circ, \theta=45^\circ$ の場合、流れが集められることによって、乱れが低減され規則的な時系列変化となるが、 $\varphi=45^\circ, \theta=30^\circ$ の場合、バップルを設置していない場合と同様に、乱れが大きく不規則な時系列変化となる。

5. まとめ

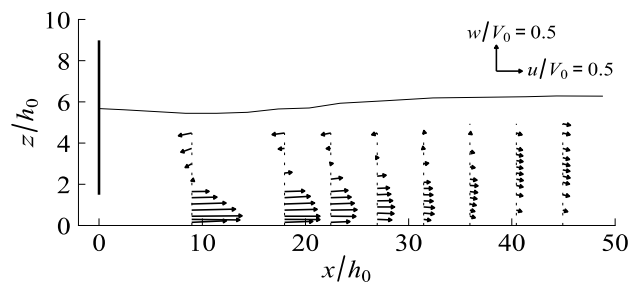
潜り跳水中にバップルを設置して実験を行った結果、 $\varphi=135^\circ$ で設置することにより、流れがバップルの面に衝突し、水路中央部へ集められて鉛直上向き方向に持ち上げられることによって、偏向流況を制御する方向性が示された。この結果をもとに、今後は設置位置や流入条件を変化させて、実験的検討を進める。



(a) $\varphi=135^\circ, \theta=45^\circ$



(b) $\varphi=45^\circ, \theta=135^\circ$

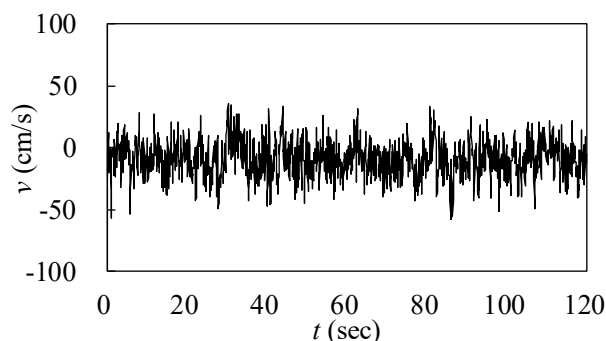


(c) Without Baffle

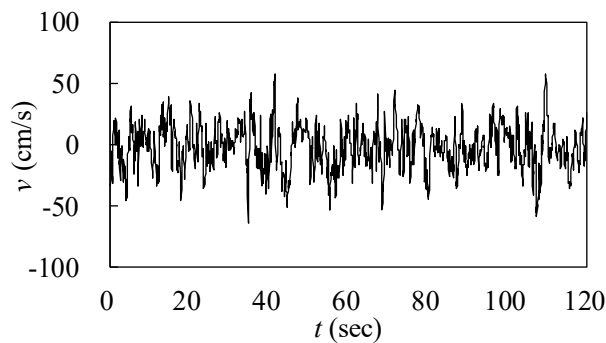
図2 時間平均流速ベクトル図 ($y/(B/2)=0$)

参考文献

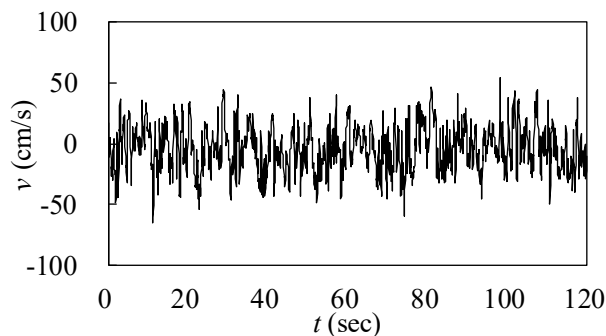
- 1) 安田陽一, 高橋直己, 栗山昂: 跳水部下流側の流速の3次元性に関する実験的検討, 土木学会第68回年次講演会, II-056, pp.111-112, CD-ROM, 2013.
- 2) 国土交通省北海道開発局旭川開発建設部: 天塩川魚類生息環境保全に関する専門家会議資料, 2009・2010.
- 3) 安田陽一: 技術者のための魚道ガイドライン—魚道構造と周辺の流れからわかること—, 初版第1刷, pp.13-14・111-112, コロナ社, 2011.
- 4) 建設省河川局監修, (社)日本河川協会編集: 改定新版 建設省河川砂防技術基準(案)同解説・設計編[I], 改訂新版第15刷, pp.95, 技法堂出版, 2012.
- 5) 安田陽一, 富田麻里子: 矩形断面水平水路における潜り跳水の水理特性, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.71, No.4, I_535-I_540, 2015.



(a) $\varphi=135^\circ, \theta=45^\circ$



(b) $\varphi=45^\circ, \theta=135^\circ$



(c) Without Baffle

図3 流速の横断方向成分の時系列変化 ($x/h_0=26.9, y/(B/2)=0, z/h_0=2.99$)