

## バッフルブロック設置による潜り跳水中の偏向流況の制御

Artificial control in submerged hydraulic jump with periodically deflected flow by installation of baffle blocks

日本大学理工学部 正会員 安田 陽一  
 日本大学大学院理工学研究科 学生会員 ○檜崎 慎太郎

## 1. まえがき

水門などのスルースゲートから放出される高速流の減勢に跳水現象が利用される。スルースゲートの操作は下流側の水位の変化に対して、上流側の水位が安定するように行われるが、下流側の水位が高くなった場合に被りの大きな潜り跳水が形成される。安田ら<sup>1)</sup>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上昇し始める段階で、不規則に偏向することを明らかにしている(以下、偏向流況と呼ぶ)。魚道の呼び水効果を得るために、スルースゲートの操作を行うことがある<sup>2)</sup>が、偏向流況の形成によって魚が迷入する可能性がある<sup>3)</sup>。しかし、その対策は現段階では確立されていない。

潜り跳水の流況改善を目的として、バッフルブロックやエンドシルを用いた研究は既に行われている<sup>4)5)</sup>。しかし、これらは減勢工としての機能に着目したものが多く、魚類の遡上・降下といった生態系保全の観点から議論された事例はほとんどない。

以上より、本研究では、魚類のスルースゲート周辺への迷入対策を目的として、バッフルブロックを用いた潜り跳水中の偏向流況の制御を提案し、バッフルブロック設置の有無に対する時間平均流速特性と流速の変動特性に着目し、バッフルブロック設置の有効性と、バッフルブロック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、スルースゲートを有する長方形断面水平開水路(水路幅  $B=0.80$  m)を用いて行った。縮流部のフルード数  $F_0$  ( $F_0 = q/(h_0^{1.5}g^{0.5})$ ,  $q$  は単位幅流量,  $h_0$  は縮流部水深,  $g$  は重力加速度) および相対下流水深  $h_4/h_0$  は、安田らの研究<sup>1)</sup>より偏向流況が形成される条件となるように変化させた。流量規模一定のもと、下流側の水位の変化に対して、上流側の水位が変化しないようゲート操作を行ったため、相対上流水深  $h_u/d_c$  ( $d_c = \sqrt[3]{(q^2/g)}$ ) は一定とした。バッフルブロックについてはスルースゲートからの相対距離  $x_b/B$ 、水平

投影幅比  $B_b/B$  およびアスペクト比  $h_b/w_b$  を一定とし、設置角度  $\varphi$  および傾斜角度  $\theta$  を変化させ、表1に示す条件のもとで実験的検討を行った(図1参照)。測定器具について、水深の測定にはポイントゲージと剛尺を、流速の測定には電磁流量計(測定時間 120 sec, 測定間隔 20 Hz)を用いて、水路左岸側を対象に、図1に示す  $x, y, z$  方向の流速  $u, v, w$  を測定した。

## 3. 時間平均流速特性

図2に水路床から 20cm の位置における、時間平均流速  $\bar{u}, \bar{v}$  の平面ベクトル図を示す。いずれの  $F_0$  と  $h_4/h_0$  においても、 $\varphi = 135^\circ, \theta = 45^\circ$  の場合、主流が水路中央部へ集められるのに対し、偏向流況が形成される場合、水路中央部よりも側壁付近の流速が大きくなり、このような流れが水生生物の迷入に起因すると考えられる。また、 $\varphi = 45^\circ, \theta = 30^\circ$  の場合は、バッフルブロックを設置しない場合と類似した傾向となる。

表1 実験条件

Run	$F_0$	$h_u/h_0$	$h_u/d_c$	$x_b/B$	$B_b/B$	$h_b/w_b$	$\varphi$	$\theta$
1	1.27	5.19	5.09	-----	Without baffle blocks		-----	-----
2				1.13	0.30	0.30	$135^\circ$	$45^\circ$
3				-----	Without baffle blocks		-----	-----
4	2.08	6.29	5.09	1.13	0.30	0.30	$135^\circ$	$45^\circ$
5							$45^\circ$	$30^\circ$

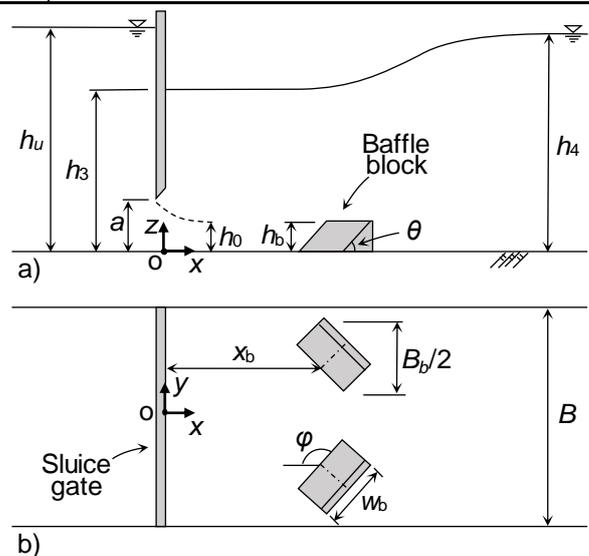


図1 記号定義図; a) 側面図, b) 平面図

キーワード 潜り跳水, 偏向流況, 制御, 迷入対策, バッフルブロック

連絡先 〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 TEL ; 03-3259-0409 E-mail ; yasuda.youichi@nihon-u.ac.jp

4. 流速の変動特性（周波数特性）

図3に主流の位置における，流速の横断方向成分  $v$  のスペクトル解析結果を示す．いずれの  $F_0$  と  $h_4/h_0$  においても， $\varphi = 135^\circ, \theta = 45^\circ$  の場合は，バップルブロックを設置しない場合および  $\varphi = 45^\circ, \theta = 30^\circ$  の場合と比較すると， $0.05 < f < 1$  の周波帯で Fourier spectrum

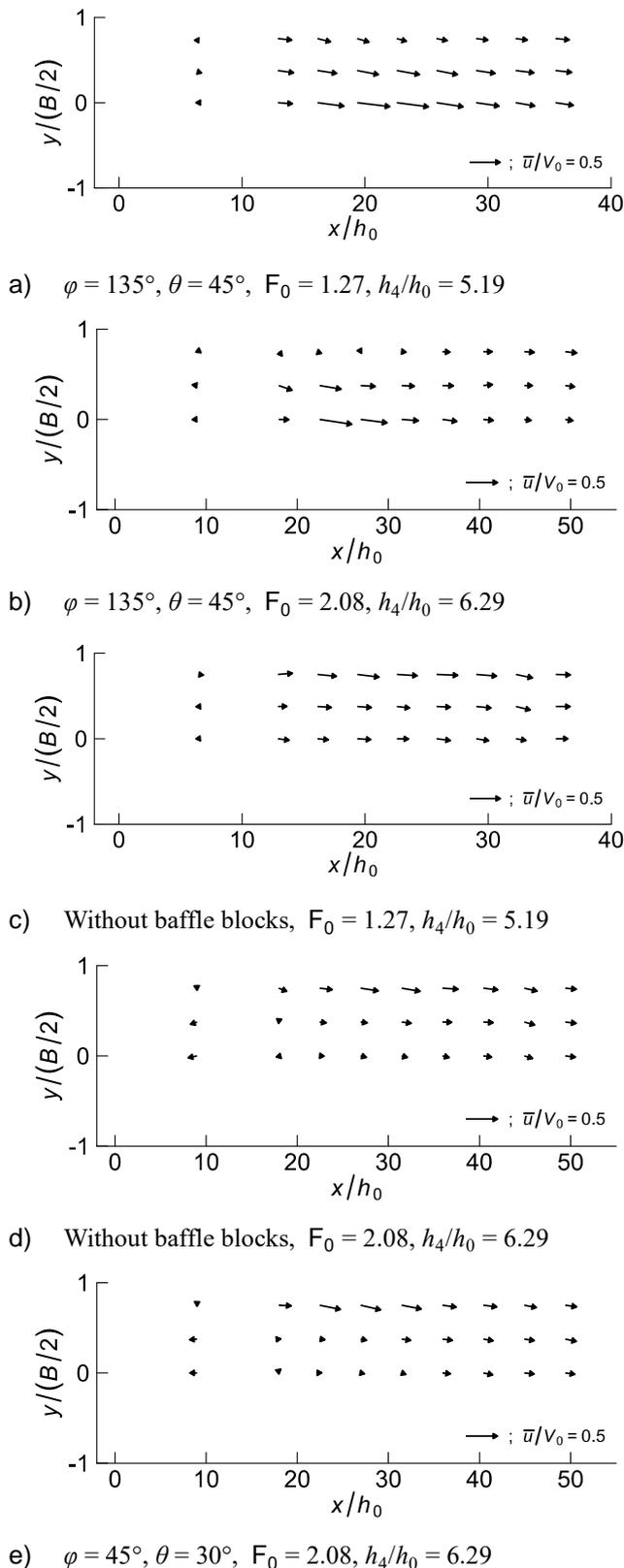


図2 時間平均平面ベクトル図

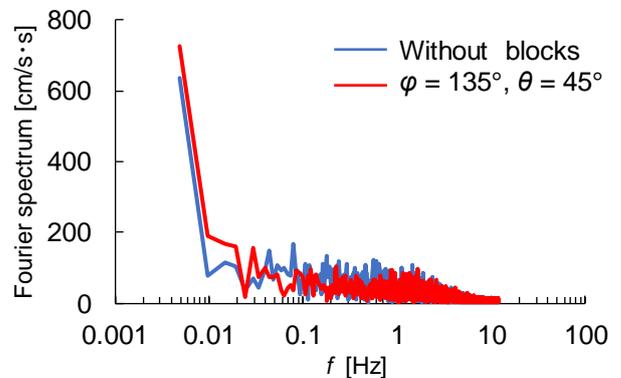
の値が低くなることが示される．すなわち，流れを集めることによって，偏向流況の特徴である低周波の成分を低減させることができると考えられる．

5. まとめ

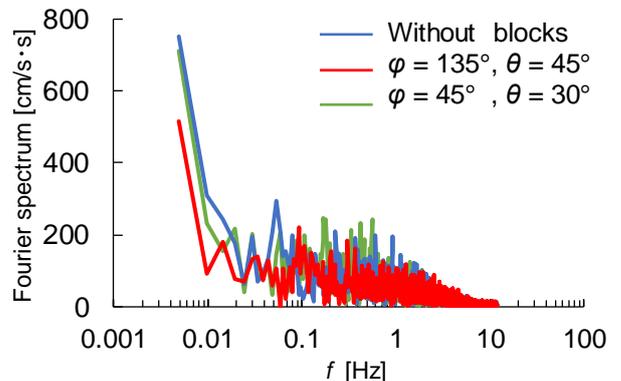
潜り跳水中の偏向流況の制御について，時間平均流速特性と流速の変動特性の両方に着目した結果， $\varphi = 135^\circ, \theta = 45^\circ$  の条件でバップルブロックを設置することによって，偏向流況を制御できる可能性が示された．今後は，偏向流況が形成される範囲において系統的に検討する．

参考文献

- 1) 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利特性，土木学会論文集B1(水工学)，Vol.71, No.4, I 535-I 540, 2015.
- 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，コロナ社，2011.
- 4) W. Hager and D. Li : Sill-controlled energy dissipator, *Journal of hydraulic research*, IAHR, Vol. 2, No. 30, pp. 165-181, 1992.
- 5) A. Habibzadeh, M. R. Loewen and N. Rajaratnam : Performance of baffle blocks in submerged hydraulic jumps, *Journal of hydraulic engineering*, ASCE, Vol. 138, No. 10, pp. 902-908, 2012.



a)  $F_0 = 1.27, h_4/h_0 = 5.19$



b)  $F_0 = 2.08, h_4/h_0 = 6.29$

図3 流速の横断方向成分  $v$  のスペクトル解析