

## H-8

## 急勾配水路におけるホロースケア・ブロックを用いた開水路流れに関する実験的検討

## Experimental investigation on open channel flow on protrusion blocks in steep slope

安田陽一<sup>1</sup>, ○安田康平<sup>2</sup>  
 Youichi Yasuda<sup>1</sup>, \*Kohei Yasuda<sup>2</sup>

Flow characteristics of quasi-uniform flow on protrusion blocks in steep slope were investigated experimentally by using 1/15 scale physical model. The open channel flow on the protrusion blocks might be applied to transition zone between energy dissipator below a gravity dam and small artificial river. The blocks were installed in order to form trapezoidal section with 1/14 side slope. Also, parallel and staggered installations of blocks were conducted in order to investigate the effect of installation of blocks on water surface and velocity profiles during a big flood stage. The velocity measurements in protrusion blocks reveal that the main flow lifts to water surface during flood stages, and also the possibility of refuge region for aquatic animals can be found in a hole of block.

## 1. まえがき

ダムから河口までの距離が短く、河道幅が小さい条件の中で、急勾配の河川を人工的に設けて接続する場合、周辺に生息する水生生物の棲息環境を考慮する必要がある。この場合、ダムからの洪水流を減勢させる機能、河道を安定させる機能、水生生物の棲息環境や遡上・降下が可能な状態を確保することが重要である。自然環境を考慮して河川を設ける場合、河床材料として砂礫や巨礫を利用して多様性を持たせることが求められるが、新たに造成する河川に必要な巨礫を入手することが困難な場合がある。そこで、突出部を有し中心に穴があるブロックを用いて、台形断面として一部の河道を整備することが一つの手法として考えられる。これまでに、大粗度として礫やイボ状の粗度を通過する流れの研究<sup>[1],[2],[3],[4]</sup>は様々なされているが、流量規模が大きくブロックを台形断面にしたときの流れの特性、ブロック中心の穴の流速特性を検討した例はない。

ここでは、原型模型の河道幅 6m, 1/200 の勾配を想定し、設計流量 90m<sup>3</sup>/s とし、縦横 1.5m, 高さ 45cm, 突起高さ 15cm を有するホロー・スケアタイプのコンクリートブロックを横断方向に 4 つ設置し、両側のブロックを約 1/14 勾配となるように傾かせ、水生生物の棲息・避難環境を考慮した水路を提案し、フルードの相似則に基づいて 1/15 縮尺の模型実験で水面形および流速分布を検討した。また、ブロック中心の設けてある穴の中の流速分布から避難環境の可能性を検討した。

## 2. 実験概要

実験は水路長 15 m, 高さ 0.60 m, 幅 0.40 m の矩形断面水路にブロック模型(縦横約 10 cm, 高さ約 3.2 cm,

突起高さ  $k_s=1$  cm) を 6 m 区間設置して行った。横断方向に設置したブロックは Figure 1. に示すように、上流側 2 m 区間では千鳥に配置し、下流側 4 m 区間では並列に配置した。両側のブロックは 8 mm 径の全ネジ棒を水路隅角部の両側に設置してブロックを傾かせている。ブロック下流端では水槽パテで固定し、上流端では 1m 長の鋼板を設置し、水面勾配の急変の制御を行った。実験は Table 1. に示す条件のもとで検討をした。流量計測は水路下流端の全幅刃形せきで計測し、流速は KENEK 社製の I 型検出部を接続した電磁流速計(計測時間 30 s, 測定間隔 50 ms)で水路底面の方向(流下方向, 横断方向)成分を計測した。水深測定は 0.1 mm 判読可能なポイントゲージを用いた。

Table 1. Experimental conditions

i	Q(m <sup>3</sup> /s)	$h_{ave}$ (m)	v(m/s)	Fr	n
0.0005	0.101	0.248	1.026	0.661	0.0160

(a) staggered configuration

(b) parallel configuration



Figure 1. The installation of rugged blocks

## 3. 水面形の様子

流量規模が  $Q = 0.101$  m<sup>3</sup>/s で形成される水面形について  $h/h_c = f(x/h_c, y/(B/2), i, h_c/k_s)$  の関係で整理したもの

1 : 日大理工・教員・土木 2 : 日大理工・学部・土木

を Fig. 1 に示す. 図中,  $h$  はブロック天端からの水深,  $h_c$  は限界水深,  $k_s$  は突出高さ,  $x$  は流下方向の座標であり,  $x=10\text{ cm}$  がブロック上流端に位置する.  $y$  は水路中心を原点とした横断方向の座標 (流下方向に向かって左側が正の方向) である. 図に示されるように, ブロックを通過する流れにおいて, 定常的な波状水面が形成された. ブロック設置区間の流入部および流出部では不等流が形成され,  $6 < x/h_c < 32$  の区間で疑似等流の形成が認められた. また, ブロックを千鳥に設置した場合と並列に設置した場合の水深の違いは見られなかった.

#### 4. 流速分布

ブロックの配置による流水抵抗を検討するために,  $h_c/k_s = 18.5$  での疑似等流区間の流速を摩擦速度で無次元化し,  $u/V_* = f(z/k_s, y/(B/2), x/h_c, i, h_c/k_s)$  の関係で整理したものを Fig. 2 に示す. (a) は千鳥配置した領域, (b) は並列配列した領域である. 図からブロックの配置による, 底面付近の速度勾配の違いはみられなかった.

ブロック中心に設けられた穴の中の時間平均流速および乱れ強さについて検討するために, 千鳥配置した場合の穴の底面近くで流速測定を行った. その結果を Fig. 3 に示す. これより, 穴の底面近くでは時間平均流速および乱れ強さは, 水面近くと比較しても小さく, 流量規模, ブロック設置による影響は認められない. 人工河川として適用した場合, 原型換算すると, 穴の底面近くでは平均流速が  $0\text{ cm/s}$  近くとなり, 標準偏差は  $2\text{ cm/s}$  以下となるため, 水生生物にとって洪水時の避難環境になると推定される.

#### 5. まとめ

人工河川としてコンクリートブロックを設置することで, 洪水時の排水機能, 水生生物の棲息・避難環境の確保について,  $1/15$  縮尺で実験的な検討を行った. 洪水時の疑似等流区間での水深および流速を摩擦速度で無次元化したものを図で示した. ブロックの配置による底面近くでの流水抵抗の違いは見られなかった. また, ブロック中心の穴の底面付近での流速測定から, 穴の中では時間平均流速および乱れ強さに対応する標準偏差の大きさは小さく, 避難環境になり得るものと推定した.

#### 6. 参考文献

[1] 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), pp.1-6.

- [2] Romdhane H, Soualmia A, Cassan L, et al., “Velocity profiles overhomogeneous bed roughness,” Fluid Mech. Res. Int., Vol.2 (4),(2018), pp. 148-154.
- [3] Pagliara, S., Das, R., and Carnacina, I., “Flow resistance in large-scaleroughness condition,” Canadian Jour. of Civ. Engrg. (2008), pp.1285–1293.
- [4] Bathurst, J.C., “Flow resistance of large-scale roughness,” Journal of the Hydraulic Division, ASCE, 104(12), (1978), pp. 1587–1603.

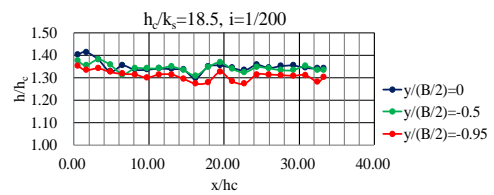
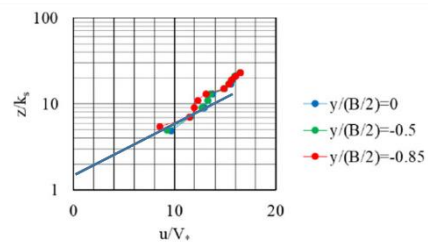
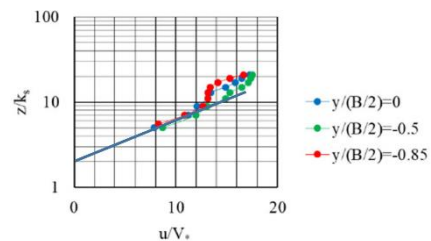


Fig. 1 Water surface profiles for  $Q = 0.101\text{ m}^3/\text{s}$



(a) Velocity profiles at  $x/h_c = 8.11$



(b) Velocity profiles at  $x/h_c = 24.3$

Fig. 2 Mean velocity profiles in non-dimensional form

( $h_c/k_s = 18.5$ )

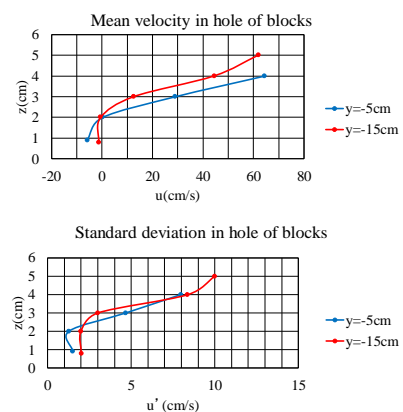


Fig. 3 Velocity Profiles in center hole of blocks

( $h_c/k_s = 18.5$ )