

交互に配置された石組み漁礁による洪水時の避難可能領域に関する実験的検討

Experimental Investigation on Evacuatable Space behind Alternative Installation of Stacked Boulders during Flood Stage

安田陽一¹, ○鈴木俊太郎²Youichi Yasuda¹, *Shuntaro Suzuki²

Abstract: The channelized river leads to monotonous and flooding areas in rivers. In this case, it will be difficult for aquatic animals to secure habitat and refuge region during flood stages. The installation of stacked boulders in the channelized river may help to improve the river environment by as a fishing reef. This study presents the change of the evacuatable space for different channel slopes in order to secure the evacuatable space behind the alternative installation of stacked boulders efficiently during flood stage by using 1/10 scale model.

1. まえがき

治水対策に伴う河道整備により、河川が単調化および湛水化する箇所が生じやすい。単調化した河川では、冠水幅や断面形状の変化がなく、排水路となることで水生生物の漁礁を含む棲息環境、洪水時の避難環境の確保が困難となる。湛水化された箇所では魚影が見られやすく、捕食されやすい。環境改善の実現にあたり必要なことは、平水時の多様な流れの形成、洪水時の避難環境の確保^{[1],[2]}、防災と棲息環境とのバランスのとれた河川整備^[3]である。避難環境については、従来から検討されているものの定量評価に至ってはいない。最近、環境改善の一つとして、湛水化された河川に石組みを部分的に行い、漁礁づくりを試みている。また、石組みを水路中央に設置した場合の石組み背後の避難可能領域に着目することで、石組みの列数は3列が最も有効であることが得られた。石組みによる漁礁の設置に際し、避難可能領域を効率的に確保していくことが求められる。

ここでは、部分的な石組みを交互に設置し、水路勾配を変化させることによって、洪水時の石組み背後に形成される滞流域、すなわち避難可能領域となる空間がどの程度得られるのか、勾配による違いを含めて実験的に検討を行った。

Table 1. Experimental conditions

Case	i (-)	Fr_{ave} (-)	h_{ave} (cm)	Q (m ³ /s)
1	1/500	0.348	30.16	0.144
2	1/200	0.372	28.81	0.144
3	1/100	0.401	27.41	0.144

※ i は水路勾配, Fr_{ave} は平均水深 h_{ave} により算定したフルード数, Q は流量である。

2. 実験概要

水路幅 0.80 m, 水路高さ 0.60 m, 15 m を有する矩形断面水路に **Photo 1** に示すように、1/10 縮尺の石組み模型を交互に設置した。石組みは 3 m の区間に 0.02~0.03 m の礫を約 0.04 m 埋設し、0.08~0.10 m の玉石による石組みを約 0.5 m 間隔で設置した。代表的な石組みの平面図を **Figure 1** に示す。

Table 1 に示す実験条件のもと、フルードの相似則に基づき、模型流量 0.144 m³/s (原型換算流量 46.0 m³/s) の場合の水面形、河床形状、流速の測定を行った。測定方法について、水面形および河床形状はポイントゲージを、流速は KENEK 社製の I 型プローブを有する 2 次元電磁流速計 (測定時間 30 sec, 測定間隔 0.05 ms) を用いた。

3. 実験結果

Case 2 の水面形、底面形状、流速分布を **Figure 2** に示す。図中、青色が流下方向 (x 方向) 成分の時間平均

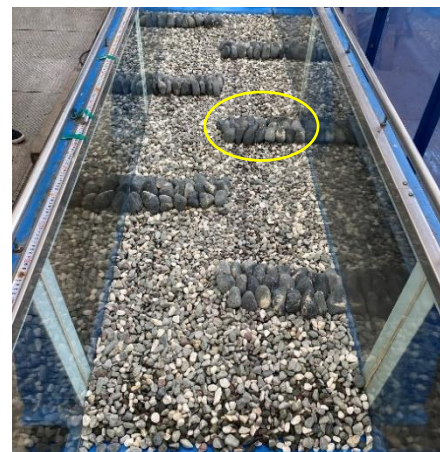


Photo 1. Installation statement (Target areas circled in yellow)

流速, 橙色が流下方向 (x 方向) の標準偏差を示す. 図に示されるように, 主流は水面付近に沿う状態が形成されている. 底面付近から $z=10\text{ cm}$ 付近で標準偏差が大きくなるのは石組みを越える流れによる影響である. 流速分布より, 石組み背後では, 時間平均流速および標準偏差は小さく抑えられており, 滞流域が形成されている. 勾配を変化させた際にも同様の傾向を示した.

流速は水路中央から横断方向に $y=0, -10, -20, -30\text{ cm}$ で測定している. 各測定断面において, 平水時の水生生物の移動可能な状態より, 時間平均流速が 12.6 cm/s (原型規模 40.0 cm/s) 以下, 標準偏差が 7.5 cm/s (原型規模 24.0 cm/s) 未滿となる領域を避難可能な領域とすると, 図中緑の破線と底面とで囲まれた領域が対象となる.

Figure 2 から各横断方向の測定断面において, 石組みと避難可能領域の断面積を計算し, 各 y 断面を合算することで石組み設置体積 V_b , 避難可能領域の体積 V_r および石組み設置体積に対する避難可能領域の体積の割合を Table 2 に示す. 表に示されるように, 本検討範囲において V_r/V_b は $31\sim45\%$ となる. また, $1/500$ 勾配の方が $1/100$ および $1/200$ 勾配と比べ, 避難可能領域は大きくなる. なお, 勾配が $1/100$ において, $1/200$ より避難可能領域が確保されたのは, 石組みを越える流れによる避難可能領域の違いが生じたものと考えられる.

4. まとめ

Table 1 に示す実験条件のもとで, 石組みを交互に設置した場合に, 水路勾配を変化させることで, 洪水時に石組み背後で水生生物の避難可能領域の変化を検討した. その結果, $1/500$ 勾配が最も避難可能領域が確保されることを示した. 今後は石組みの横断方向の長さ, 石組みの礫形状, 設置間隔を変更し, それらの影響について検討を進めていく.

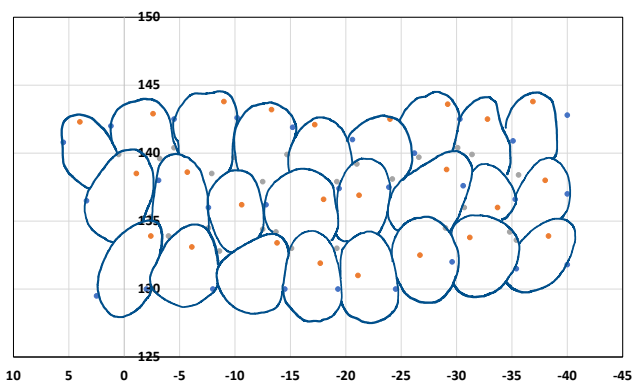


Figure 1. State of stacked boulders (plan view)

5. 参考文献

- [1] Dole Olivier, M. J., Marmonier, P., Befly, J. L. : Response of invertebrates to lotic disturbance: is the hyporheic zone a patchy refugium?. *Freshwater Biology*, 37(2), pp.257-276., 1997.
- [2] 安田陽一: 石組みを利用した減勢工に関する実験から実務への適用とその成果, 河川技術論文集, 第23巻, pp.639-644, 2017.
- [3] Youichi, Yasuda: Improvement of flow condition in channelized river due to stacked boulders, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 626 012001, 2021

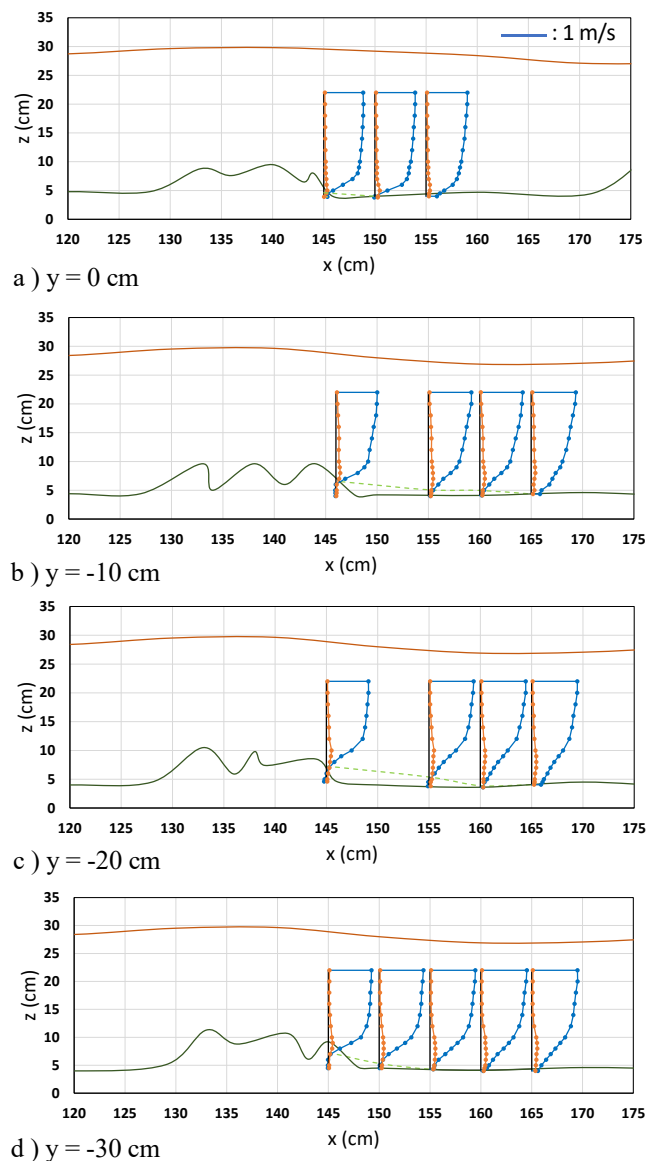


Figure 2. Water surface, bottom shape, and velocity profiles

Table 2. Volume of stacked boulders and evacuable space

Case	i (-)	V_b (cm ³)	V_r (cm ³)	V_b/V_r (%)
1	1/500	2026.7	917.6	45.3
2	1/200	2026.7	619.2	30.6
3	1/100	2026.7	872.8	43.1