

側壁に沿った組立式転石設置が洪水時の水生動物の避難所形成に与える影響

Effect of installation of assembled boulders along sidewalls on the refuge formation of aquatic animals during flooding

安田陽一¹, ○安田康平²
Yoichi Yasuda¹, * Kohei Yasuda²

The preservation of aquatic habitat in channelized river is required. Recently, the installation of assembled boulders in channelized river may help the improvement of aquatic habitat. The installation of masonry creates a undular water surface. In this study, the effect of installing masonry along the sidewalls on the flow regime was examined. The results showed that the installation of assembled boulders along the sidewalls allowed the flow to be collected in the center of the channel and suppressed the undular formation in the water surface shape on the sidewall side.

1. はじめに

自然の河川は治水対策として、直線河道に整備がされている。その結果、河川が排水路となり、河道の幅が制限され流れが単調となっている。平水時には、せせらぎが形成されずに魚影が見られやすい環境となり、洪水時には水生生物の避難可能領域の確保が困難となっている。また、洪水時には流れが河床に集中するため、河床低下の原因となっている。このため、環境改善の実現に向けて必要なことは、平水時の多様な流れの形成、洪水時の水生生物の避難可能領域の確保、防災と棲息環境とのバランスの取れた河川整備^{[1], [2]}である。最近、湛水化された河川に石組みを部分的に設置して、漁礁づくりを試みられている^[3]。本研究室では、石組みを部分的に設置したことで、平水時には多様な流れが形成され、洪水時には石組み背後が水生生物の避難可能領域になることを示した。また、石組みを設置した際に波状水面が形成されるが、側壁に沿った石組みを設置することで、側壁側の波状水面の形成を抑え、底面近くの流速を抑えられることが確認できた^[4]。

本実験では、洪水時を想定した流量で、水路勾配が1/100における避難可能領域の形成が厳しい条件下において、側壁に沿った石組みを設置することによる流れの影響について実験的に検討する。

2. 実験概要

実験には水路長さ15 m、水路幅0.80 m、水路高さ0.60 mの可変式矩形断面開水路に対し、フルードの相似則に基づき1/10縮尺で石組み模型を設置した。模型はPhoto 1.に示されるように、0.06 m~0.12 m程度の碎石を用いて、水路中央側が側壁側よりも低くなるようにし、1.6 m間隔で6箇所水制工を設置した。模型設置区間で、0.02 m~0.04 mの砂利を礫層が0.04 m程度になるように敷き詰めた。さらにCase2では、Photo 2に



Photo 2. Installation of stacked boulders (Case1)



Photo 2. Installation of stacked boulders (Case2)

Table 1. Experimental conditions

Case	Q (m ³ /s)	q (m ² /s)	i (-)	Lr (-)	h_{ave} (cm)	h_c (cm)	L (cm)	b (cm)	b_s (cm)
1	0.149	0.186	1/100	1/10	26.7	14.1	160	40	0
2	0.149	0.186	1/100	1/10	26.5	14.1	160	40	15

※ここに、流量： Q 、単位流量： q 、水路勾配： i 、縮尺： Lr 、平均水深： h_{ave} 、限界水深： h_c 、水制工設置間隔： L 、水制工の横断方向の長さ： b 、側壁に沿った石組みの長さ： b_s である。

示すように水制工と同程度の高さで側壁側が高くなるように石組みを設置した。Table 1に示す実験条件のもとで水面形、河床形状、流速の測定を行い、沿った石組み設置の有無による比較検討を行った。なお、水面形および河床形状はポイントゲージ、流速はKENEK社製の電磁流速計（計測時間30 s、測定間隔50 ms）を用いた。また、下流側のゲート高さは、測定区間でS1

1：日大理工・教員・土木 2：日大理工・院（前期）・土木

曲線になるように調整した。

3. 実験結果

Figure 1 に各 Case における水面形を示す。ここで、 $x=0\text{ cm}$ を水路の中間に設置されたゲートを起点とした流下方向を正とし、 $y=0\text{ cm}$ は水路中央を起点とした左岸側方向を正とし、 $z=0\text{ cm}$ は水路床を起点とした鉛直上向き方向を正とする。Figure 1 に示されるように、Case 1 は上流側の水制工の影響で、水面に凹凸が発生するが、4 列目の水制工より下流側では、堰上げ効果の影響を受けて、水面の凹凸が小さくなっている。また、水路中央よりも側壁側の方が水面の凹凸がわずかに小さくなっている。これは、石組みの水制工が中央に向かって横断方向に傾いているためである。Case 2 では水路中央と比較して側壁側の水面形の凹凸が抑えられている。これは側壁に沿った石組みの形状抵抗により、流れが水路中央に集められている。なお、 $y=0\text{ cm}$ での平均水深は Case 1 で 26.42 cm 、Case 2 で 26.61 cm であり、 $y=38\text{ cm}$ での平均水深は Case 1 で 26.78 cm 、Case 2 で 26.66 cm である。このことから、水路下流端の設定が同一の中で側壁に沿った石組みを設置した場合においても水位上昇につながらない。

Figure 2 に $y=30\text{ cm}$ における各 Case の 4 列目水制工前後の流速分布を示す。紺色の丸のプロットが流下方向成分の時間平均流速、オレンジ色の四角のプロットが乱れ強さ（標準偏差）である。Case 1, Case 2 とともに水面近くと比較して底面近くの流速は抑えられている。また、乱れ強さは礫高さと同程度の位置で最大となり、 14 cm/s である。石組み内部の流速を比較すると、Case 2 は Case 1 よりも 10 cm/s 程度小さい。これは側壁に沿った石組みにより、隙間の流れがなくなったためである。

4. まとめ

側壁に沿った石組みを設置することで、流れを水路中央に集め、側壁側の水面形の凹凸の形成を抑えることが可能である。また、平均水深の比較から、側壁に沿った石組みを追加設置した場合においても、水位上昇につながらないことを示した。今後の検討事項は、水制工を設置せず側壁に沿った石組みのみを設置した際に流れにどのような影響を及ぼすか検討を行う。

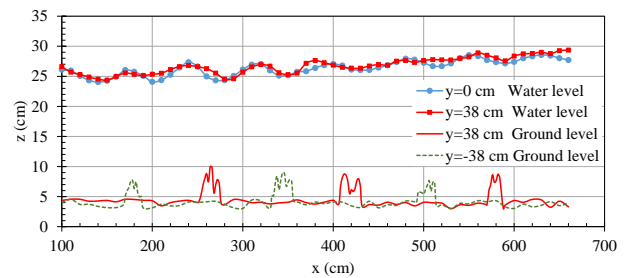
5. 参考文献

[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.

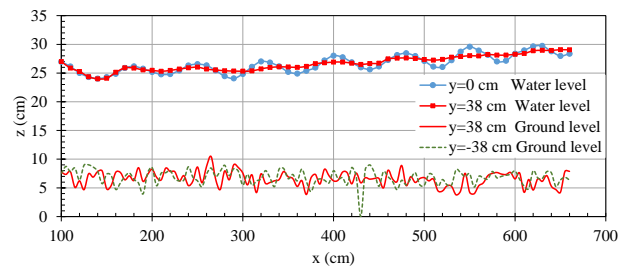
[2] 安田陽一: 石組みを利用した減勢工に関する実験から実務への適用とその成果, *河川技術論文集*, 第 23 巻, pp.639-644, 2017.

[3] Youichi Yasuda: Improvement of flow condition in channelized river due to stacked boulders, *IOP Conf., Ser.: Earth Environ. Sci.* 626 012001, 2021.

[4] 安田陽一, 安田康平, 鈴木俊太郎: 人口石組み周辺の避難可能領域と主流との関係, *土木学会*, 第 77 回 年次学術講演会, II-196, 2022

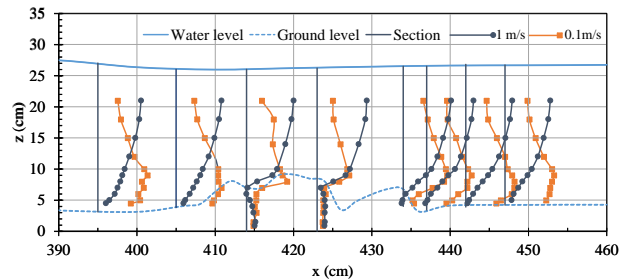


a) Case 1

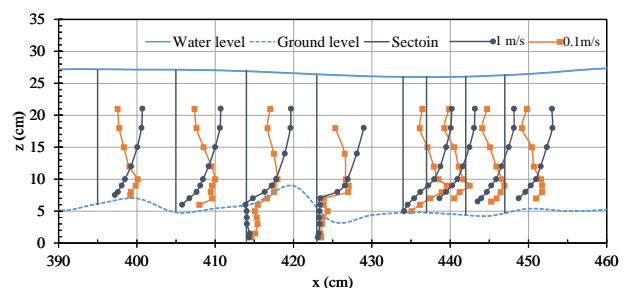


b) Case 2

Figure 1. Water surface profile and bed profile



a) Case 1 ($y=30\text{ cm}$)



b) Case 2 ($y=30\text{ cm}$)

Figure 2. Velocity characteristic distribution