

洪水時の石組み背後の避難可能領域に関する実験的検討

Experimental Investigation on Evacuatable Space behind Stacked Boulders during Flood Stage

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

The preservation of aquatic habitat in channelized river is required. Especially, refuge environments for multi-aquatic animals during flood stages are significant. Recently, the installation of stacked boulders in channelized river may help the improvement of aquatic habitat. This report presents the effect of channel slope on the evacuatable space behind stacked boulders installed in center part of channel during a flood stage. Three different channel slopes (1/100, 1/200, and 1/500) were examined for the change of evacuatable space behind stacked boulders, and the location of 1/500 slope might be optimal for the formation of the evacuatable space.

1. はじめに

現在、自然の河川は治水の観点から、排水能力を高めるために水路化された河道に整備されている。その結果、河道の幅が制限され流れが単調となり、勾配変化や地形による河道形状によっては湛水した状態となる。平水時には流速が小さく、せせらぎの形成もされないため、魚影が見られやすくなり、捕食されやすい環境となっている。また洪水時には、流速が大きくなり、アーマー化、河床低下、露岩の形成がみられる。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。最近、淡水化された河川に石組みを部分的に設置し、漁礁づくりを試みている。

本研究では部分的な石組みを設置した場合の中央部の石組みに着目し、中央部が3列の石組みに対して水路勾配を1/500, 1/200, 1/100と変化させることによって、避難可能領域がどのように変化をするのか検討した。

2. 実験概要

実験は水路幅0.8m、水路高さ0.6m、水路長さ15mの可変式矩形断面水路に、Photo 1に示されるようにフルードの相似則に基づいて1/10縮尺の石組みモデルを設置した。水路勾配は1/500, 1/200, 1/100勾配と変化をさせて、黄色で囲んだ箇所を対象に避難可能空間がどのように変化をするのか検討した。モデルは0.08m~0.10mの玉石を重ねるようにして、約0.5m間隔で交互に石組みを設置した。なお、石組みは3列としている。中央の石組みの詳細については、Figure 1に示す。なお、河床は礫層の厚さが4cm程度となるように0.02m~0.03mの砂利を3.5m区間敷いた。

Table 1に示す条件のもとで、フルードの相似則に基づ

き、模型流量0.148 m³/s (原型換算流量46.8 m³/s)のときの水面形、河床形状、流速を計測した。なお表に示す記号は、水路勾配*i*、流量*Q*、フルード数 Fr_{ave} (水路の幅と石組み前後の平均水深から求めている。)、石組み前後の平均水深 h_{ave} とする。水面形および河床形状について、中央石組み前後で10cm間隔で計測を行った。また、石組みを設置している箇所については、



Photo 1. Installation of stacked boulders

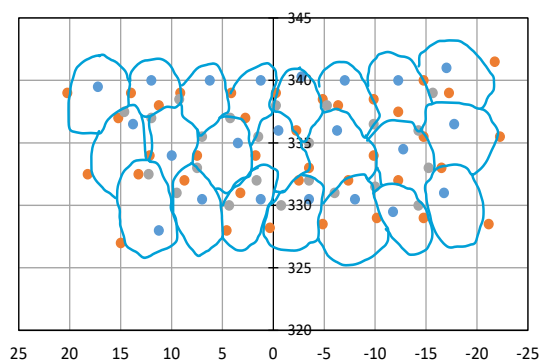


Figure 1. Shape of stacked boulders (plan view)

Table 1. Experimental conditions

Case	<i>i</i> (-)	<i>Q</i> (m ³ /s)	Fr_{ave} (-)	h_{ave} (m)
1	1/500	0.148	0.408	0.276
2	1/200	0.148	0.424	0.269
3	1/100	0.148	0.472	0.250

1 : 日大理工・教員・土木 2 : 日大理工・院(前期)・土木

石組みの形状を再現できるように測定をした。流速について、避難可能領域を検討するため、KENEK社製のI型プローブを有する2次元電磁流速計による計測（測定時間30秒、測定間隔50ms）をした。また、下流ゲート高さは、勾配ごとに下流側の等流区間で水深が一緒になるように調整した。

3. 実験結果

Figure 2にCase 2の水面形、底面形状、流速特性分布を示す。なお、流下方向をx軸、横断方向をy軸、鉛直方向をz軸とする。図中の紺色が流下方向成分の時間平均流速、橙色が同じく標準偏差を示す。図に示されるように、石組みを設置したことで主流が水面に沿うように流れている。標準偏差は礫高さと同程度のz=9cm付近で10cm/sとなり大きくなっている。これは石組みを越える流れの影響だと考えられる。石組み背後での流速および標準偏差は小さく、滞留域が形成されている。また他のCaseでも同様の傾向であった。

避難可能領域について、平水時の水生生物の移動可能な状況より、模型規模で時間平均流速が12.6cm/s以下（原型規模40.0cm/s）、標準偏差が7.5cm/s未満（原型規模24.0cm/s）としている。Figure 2から各横断方向から、石組みと避難可能領域の断面積を計算し、各横断面で合算することで、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 V_r/V_b の計算結果をTable 2に示す。表より、 V_r/V_b は18.0%~21.2%となり勾配が急になるにつれて小さくなることが分かった。これは、勾配が急になることで流速が大きくなり、石組みを越える流れに影響したと考えられる。

4. まとめ

Table 1に示す条件のもとで、水路勾配を変化させた場合での、水路中央に設置した石組みの避難可能領域の形成について検討した。その結果、勾配によって避難可能領域の形成範囲が変わることが分かった。今後は、石組みの設置角度による影響や、流量規模を変えた場合についても統計的に検討する必要がある。

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.

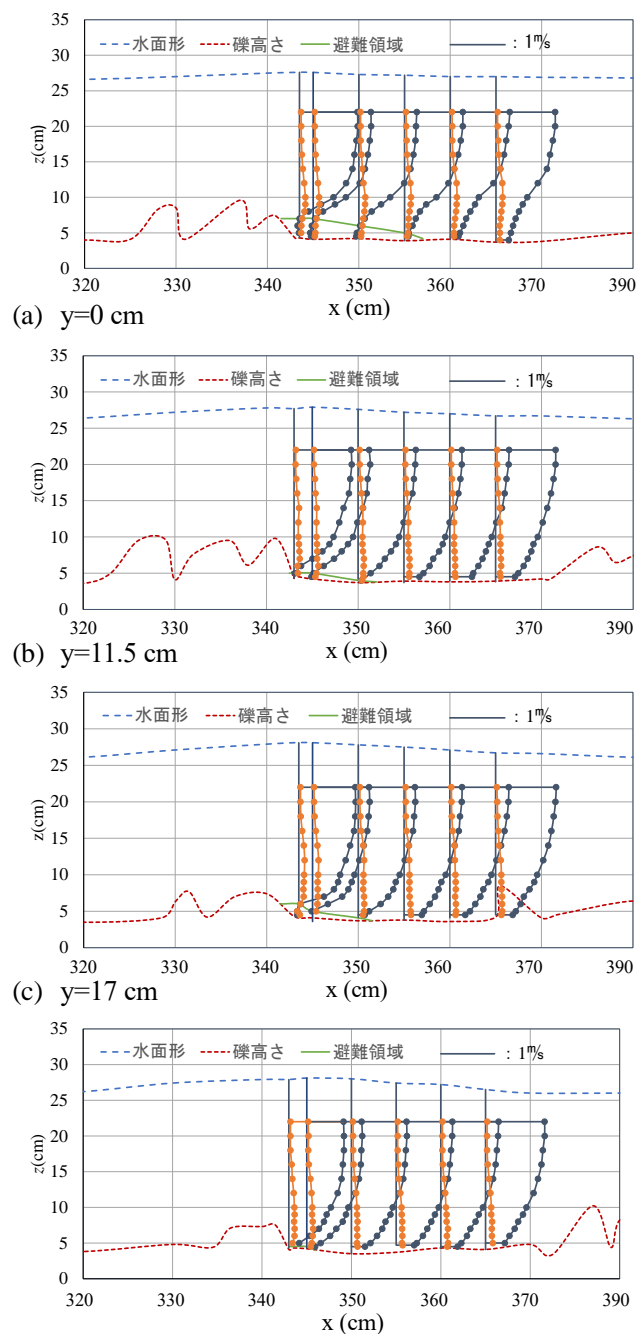


Figure 2. Water surface, bed, and velocity profiles (1/500 slope)

Table 2. Volume of stacked boulders and evacuable space

Case	i	V_b (cm ³)	V_r (cm ³)	V_r/V_b (%)
1	1/500	1125.5	238.1	21.2
2	1/200	1125.5	215.9	19.2
3	1/100	1125.5	202.3	18.0