

石組み漁礁での水理特性についての実験的検討

Experimental Investigation on Hydraulics in Fishing Reef with Stacked Boulders

日本大学理工学部土木工学科 正会員 安田 陽一

日本大学大学院理工学研究科土木工学専攻 学生会員 ○安田 康平

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。また、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。洪水時では、流速が速くなり、アーマー化（大きい礫が固定化し、礫砂礫が流出しやすくなる現象）、河床低下、露岩の形成がみられる。これらのことから、水路化された河川では、水生生物の生息環境、産卵環境、越冬環境、洪水時の避難環境の確保が厳しく、水生生物の生息密度が減少する可能性が高い。この水路化された河川の流況の改善として、栃木県那珂川町内を流れる武茂川の馬頭付近で部分的な石組（石組み漁礁）を設置した事例がある¹⁾。

本研究では、フルードの相似則に基づいて石組み漁礁を設置し、平水時を想定した条件下で、形成される流況および流速特性について実験的に検討した。

2. 武茂川での部分的な石組み設置の事例

武茂川は那珂川の支川であり、多様な水生生物が棲息している河川である。馬頭高校水産試験場前では洪水流により河床低下が生じ、湛水化した箇所が生じている。そこで2020年11月7日に写真1に示す通り、多様な流れおよび水面が揺らぐように、30 cmから50 cmの礫を用いて石組みを行い、かつ緩やかな伏流水が形成されるように、石組みの直上流に2 cmから5 cmの河川砂利の投入がされた。石組みは弓なり状に設置し、冠水幅の3分の1程度とし、洪水時に流出しにくいようになっている。

3. 実験概要

実験では水路幅0.80m、水路高さ0.60m、水路長さ17mを有する矩形断面水路を用いた。石組みを設置

したことによる流れの多様性を検討するため、フルードの相似則に基づいて1/2スケールで行った。ここでは、0.08~0.10mの玉石の上に0.2~0.3mの礫を重ねるように石組みを設置し、その後、0.02m~0.03m径の砂利を埋設した（写真2）。また、約0.8m間隔で3か所に石組みを設置した。表1に示す実験条件のもとで実験を行い、水面形および流速特性を測定した。表1の記号のmは模型規模を示す。下流水深は下流側の石組みを越える流れが上流側の石組みの場合と同様な流れとなるように調整した。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30s、測定間隔50ms）で各測定箇所での方向（流下方向、横断方向）成分を計測した。水深の測定は0.1mm判読可能なポイントゲージを用いた。



写真1 武茂川に設置された部分的な石組みの状態



写真2 1/2スケールで石組みを設置した状態

表1 実験条件

流量	限界流速	限界水深	水路勾配
$Q_m (\text{m}^3/\text{s})$	$V_{Cm} (\text{m/s})$	$h_{Cm} (\text{m})$	i
0.0914	1.04	0.110	0

キーワード 直線河道、石組み、流況改善、流れの多様性、生息環境

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. 石組み周辺の流況の説明

平水時を想定した石組み周辺の流況を写真 3 に示す。写真 3 に示されるように、石組み下流から水面が揺らぎ、せせらぎの形成が確認された。石組み上部での水位と底部の高さの違いが小さくなったため、常流中のマウンドを越える流れの状態と同様な水面形となり、その影響が下流側遠方まで伝わったものと考えられる。石組みを越える流況を写真 4 に示す。石組み背後では滞流しているため、流れが乱れているのに対して石組み上部では主流の流れとなっているため、流向が安定している。写真に示すピンポールの先端に付けたタコヒモの挙動から上記の流況を確認した。

5. 石組み設置区間の流速分布

原型換算した、水路中央における時間平均流速および乱れ強さ u' (標準偏差) の鉛直分布を図 1 に示す。流量, 限界流速, 限界水深の原型換算した値を表 2 に示す。なお, Lr は縮尺を示す。図 1 に示されるように, $x=930\text{ cm}$, 1160 cm (石組み間) では, 底面近くの流速が $\pm 15\text{ cm/s}$ となり, 乱れ強さは 10 cm/s 以内となった。全体の傾向として, 水面近くの流速は 120 cm/s に対して底面付近の流速は $\pm 30\text{ m/s}$ となり底面近くでは流速が抑えられている。また, 石組みの形状抵抗によって速度勾配が大きくなっている。これらのことは, 石組みを設置したことによって, 主流が水面に向かって上昇しているためと考えられる。

6. まとめ

水路化された河川の流況改善として、栃木県那珂町内を流れる武茂川の馬頭付近で石組み漁礁が設置された。この設置された石組み漁礁を対象に、石組み周辺の流速特性および流況を調べるために、フルードの相似則に基づいて 1/2 スケールで実験を行った。石組み下流側の底面近くでは、穏やかな流れや逆流している箇所が確認できた。今後は石組み周辺での水生生物の棲息状況を確認し、その有効性を検討する必要がある。

参考文献

1) 安田陽一, 湛水化された河川における礫を用いた多様な流れの形成の試み, 自然環境復元学会 第 21 回全国大会 No.11.

2) Yasuda,Y . Pietro,B ; Installation of ground sill with stacked boulders in channelized river, proceedings of

the 22nd IAHR-APD Congress 2020, Sapporo, Japan.

3) Youichi, Yasuda: Improvement of flow condition in Channelized river due to stacked boulders, IOP Conf. Ser: Earth Environ. Sci. 626 021001, 2021

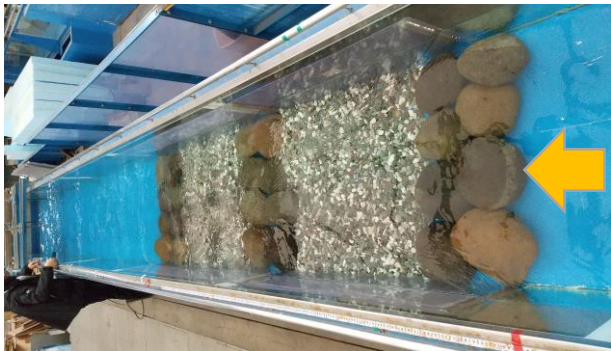


写真 3 石組み周辺の流況



底面付近の様子



水面付近の様子

写真 4 石組み設置区間の流況

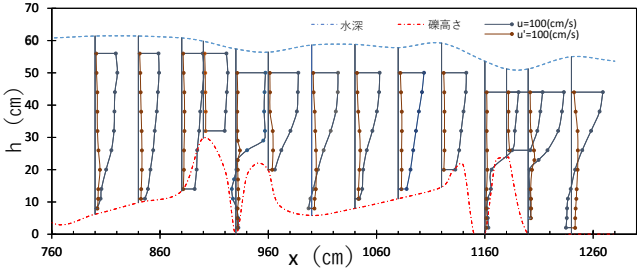


図 1 原型換算した水路中央での流速特性分布

表 2 原型換算した実験条件

流量	限界流速	限界水深	縮尺
$Q_p(\text{m}^3/\text{s})$	$V_{Cp}(\text{m/s})$	$h_{Cp}(\text{m})$	Lr
0.517	1.47	0.220	1/2