

## 側壁に沿った石組み設置による波状水面の軽減に関する実験的検討

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  
 日本大学理工学部土木工学科 学生会員 鈴木 俊太郎

## 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<sup>1),2)</sup>、防災と棲息環境とのバランスのとれた河川整備<sup>3)</sup>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。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<sup>4)</sup>、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<sup>5)</sup>が示されている。

石組みの形状抵抗により、石組みを設置した区間では波状水面が形成される。この波状水面は石組み背後の水面形で下に凸になる場合と上に凸になる場合がある。水面形が下に凸になる場合では、石組み背後で下向きの流れとなり、水生生物の避難可能領域の形成範囲が減少する可能性あると考える。

本研究では、対象区間の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軽減できるか実験的に比較検討をした。

## 2. 実験概要

水路幅 0.40 m、水路高さ 0.60 m、水路長さ 15.0 m の可変式矩形断面水路に対し、水路勾配  $i$  を 1/200 としフルードの相似則に基づいて 1/10 縮尺で実験を行った。

写真 1 に示すように、礫高さが 0.04 m 程度になるように 0.02~0.03 m の砂利を 7.60 m 敷き、その上に 0.08~0.10 m の玉石を 1.60 m 間隔で重ねるように 5 か所に設置をした。さらに、写真 2 のように側壁側が高くな

るように石組み漁礁と同様の玉石で側壁に沿って石組みをした。

表 1 に示す条件のもとで、フルードの相似則に基づき、洪水時を想定した単位幅流量  $0.176 \text{ m}^2/\text{s}$  (原型換算  $5.56 \text{ m}^2/\text{s}$ ) のときの水面形、河床形状、流速を測定した。水面形および河床形状は  $y=-10 \text{ cm}, 0 \text{ cm}, 5 \text{ cm}, 2.5 \text{ cm}$  で流下方向に測定を行った。特に、水面形は 10 cm 間隔で、河床形状について石組み設置区間で 2 cm 間隔で測定を行った。流速はプロペラ流速計 (測定間隔 40 s) を用いて、 $y=5 \text{ cm}$  における 2 列目 3 列目 4 列目の石組み



写真 1 Case 1 における石組みの様子



写真 2 Case 1 における石組みの詳細

表 1 実験条件

| Case | $Q$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | $h_{ave}$ (cm) | $h_c$ (cm) | $L$ (cm) | $b$ (cm) | $b_s$ (cm) |
|------|-------------------------------|----------------|------------|----------|----------|------------|
| 1    | 0.0704                        | 29.4           | 14.7       | 160      | 20.0     | 13.0       |
| 2    | 0.0704                        | 29.3           | 14.7       | 160      | 20.0     | 0.00       |

流量:  $Q$ , 平均水深:  $h_{ave}$ , 限界水深:  $h_c$ , 石組み設置間隔:  $L$ , 石組み漁礁の横断方向の長さ:  $b$ , 側壁に沿って設置した石組みの横断長さ:  $b_s$

キーワード 石組み 単調河川 波状水面 洪水流 避難可能領域

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

の背後から下流側に向かい 5 cm 間隔で測定した。ここで  $y=0$  cm を水路中央とし、左岸側を正とする。また、石組み設置区間で疑似等流が形成されるように下流側のゲート高さを調整した。

### 3. 実験結果

Case 1, Case 2 における  $y=12.5$  cm の水面形を図 1 に示す。両者を比較すると水面形が異なっている。これは側壁に沿った石組みによる形状抵抗によって波状水面が形成されなかったためである。

図 2 に Case 1, Case 2 における  $y=5$  cm での二列目の石組み背後の流速分布を示す。x 軸は水路に沿った流下方向の座標、z 軸は実験水路底面からの鉛直方向の座標である。Case 1 は Case 2 に比較して、底面付近の流速が遅くなり 6.1 cm/s となった。また、Case 1 では主流が水面付近に位置しているが、Case 2 では主流が  $z=20$  cm に位置している。これは、側壁に沿って設置した石組みの形状抵抗によって常に水面が水面近くに向かうようになっているためである。

Case 1 における  $y=12.5$  cm,  $y=5$  cm,  $y=-10$  cm での水面形を図 3 に示す。石組みを設置していない区間では、波状水面の凹凸が大きく形成されるが、側壁に沿った石組みを設置している区間に向かうにつれて、水面の凹凸が小さくなることが確認できた。

### 4. まとめ

表 1 に示す条件のもとで、側壁に沿った石組みをすることで側壁側の波状水面がなくなり主流を水面付近に位置することが可能となる。その結果、図 2 に示されるように、底面流速が小さくなる。今後は、水理条件を変えて系統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.
- 4) 安田陽一, 安田康平: 石組み漁礁での水理特性についての実験的検討, 令和 3 年度土木学会全国大会第 76 回年次学術講演会, II-126, CD-ROM.
- 5) 安田陽一, Pietro Beretta Piccoli Marco, 鈴木俊太郎: 漁礁のための石組み設置による洪水時の避難空間体積の数量化, 令和 3 年度土木学会全国大会第 76 回年次学術講演会, II-128, CD-ROM.

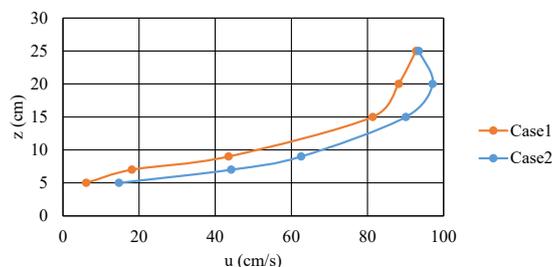


図 2 x=330 cm, y=5 cm における流速分布

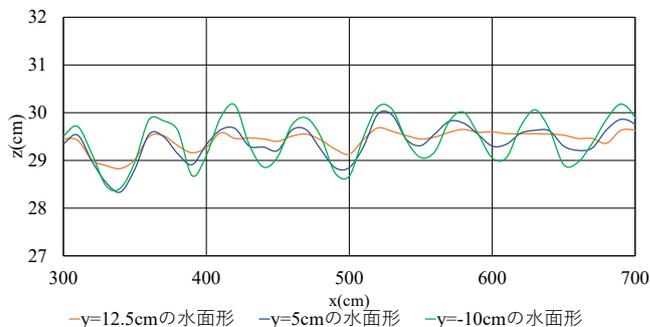


図 3 Case 1 における水面形および礫高さ

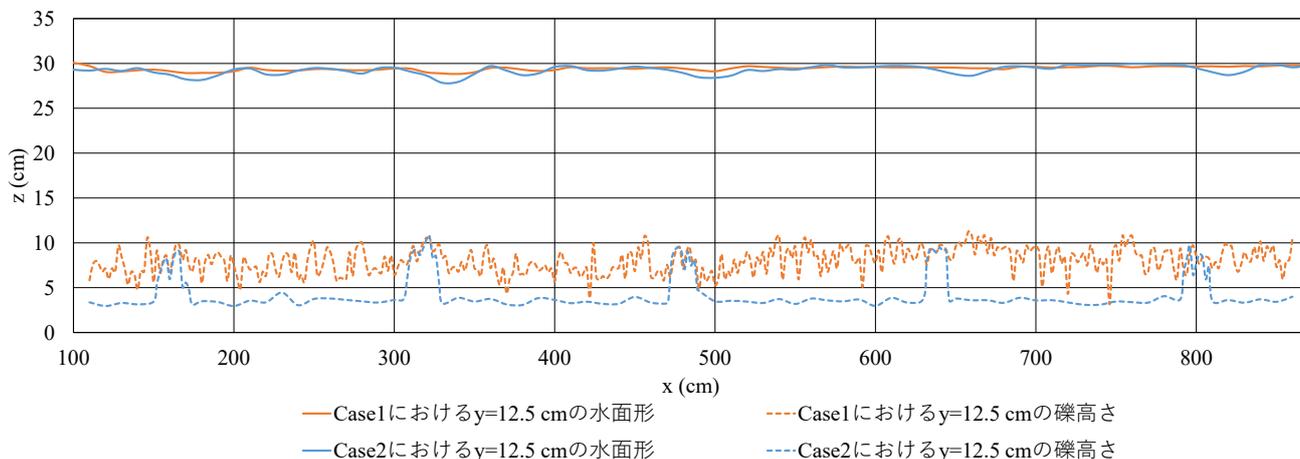


図 1 Case 1, Case 2 における  $y = 12.5$  cm の水面形および礫高さ