

人工石組み周辺の避難可能領域と主流との関係

Relationship between main stream and refuge able region around artificial assembled boulders

日本大学理工学部土木工学科 正会員 安田 陽一
 日本大学理工学部土木工学科 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

治水対策に伴う河川整備によって、河川が単調化する箇所が多い。単調化した河川は断面形状が一様であり、冠水幅が変化しないことで排水路となり、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。環境改善の実現に向けて必要なのは、平水時の多様な流れの形成、洪水時の避難可能領域の確保^{1),2)}である。最近、湛水化された河川に石組みを部分的に行うことで、洪水時には石組み背後が避難可能領域となること³⁾を示している。また、石組み背後での避難可能領域に着目した実験的検討から、組む礫の流下方向への列数は3列の場合が最も効果的であることが認められた。ただし、部分的に設置した石組みにおいて、波状水面が形成される。この波状水面による影響で石組み背後の水面形が下に凸になる場合と上に凸になる場合が存在する。石組みを通過する流れが下向きになると、石組み背後の避難可能領域が減少する可能性が考えられる。

ここでは、波状水面を有する流れを軽減する方法として、側岸に沿って石組みを設置し、突出した石組み水制工の設置間隔を変化させて、石組み背後の流れについて実験的に検討を行った。

2. 実験概要

実験には水路幅 $B = 0.4 \text{ m}$ 、水路高さ 0.6 m 、水路長さ 15 m の可変式矩形断面水路に対し、 $1/10$ 縮尺で石組み模型を設置した。模型では片側のみを再現し、写真1に示されるように、 $0.08 \text{ m} \sim 0.10 \text{ m}$ の玉石を用いて石組みを3列になるように設置した。また、礫層厚さが 4 cm 程度となるように $0.02 \text{ m} \sim 0.03 \text{ m}$ の砂利を設置し、その上に石組みを行った。フルードの相似則に基づき、模型流量 $0.70 \text{ m}^3/\text{s}$ (原型換算流量 $22.3 \text{ m}^3/\text{s}$) の際の水面形、河床形状、流速の計測を行った。実験条件を表1に示す。表に示すように石組み漁礁(これ以降、水制工とする)の設置間隔を変化さ

せた場合、および側岸に沿った石組みの設置有無について検討を行った。なお、水制工の突出長さは水路幅の半分としている。水制工および左岸側側壁に設置した石組みの状態(Case 1)を写真1に示す。流速については、KENEK社製のプロペラ流速計による計測(測定時間 40 秒)を行った。

表1 実験条件

Case	i (-)	Q (m^3/s)	d_c (cm)	V_c (cm/s)	Fr_{ave} (-)	h_{ave} (cm)	l (m)	b (cm)	b_s (cm)
1	1/200	0.70	14.7	12.0	0.354	29.3	1.00	20.0	13.0
2	1/200	0.70	14.7	12.0	0.352	29.4	1.60	20.0	13.0
3	1/200	0.70	14.7	12.0	0.354	29.3	1.60	20.0	0.0

i は水路勾配、 $d_c (= \sqrt[3]{Q^2/gB^2})$ は限界水深、 $V_c (= \sqrt{gd_c})$ は限界流速、 $Fr_{ave} (= Q/[B\sqrt{gh_{ave}^3}])$ は水路中央における平均水深 h_{ave} から算定したフルード数、 Q は流量、 l は水制工の設置間隔、 b は水制工の横断方向の長さ、 b_s は側壁に沿った石組みの横断方向の長さ



写真1 石組み設置状態(Case 1)

3. 実験結果

3-1. 水面形の変化

各 Case の水面形について、 $h/d_c = f(x/l, y/B, l/B, b_s/B)$ の関係で整理したものを図1に示す。なお、底面形状は $y/B=0.125$ の位置で計測したものである。図の上段、中段に示されるように、側岸に沿って石組みを設置すると $y/B=0.375$ では定常的な波状水面は喪失し、 $y/B=0.25 \sim 0.125$ まで定常的な波状水面が形成され

キーワード 石組み、洪水流、局所流、水制工、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:03-3529-0409 E-mail: yasuda.youichi@nihon-u.ac.jp

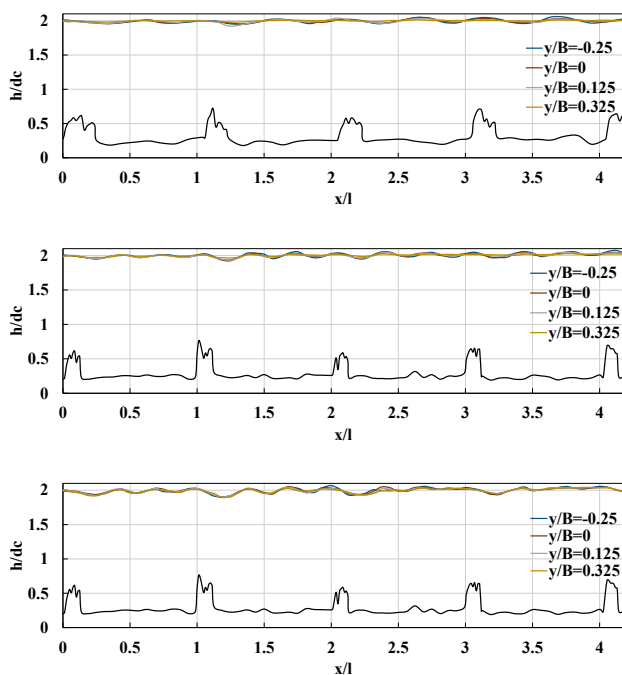
る. Case1 ($l/B=2.5, b_s/B=0.325$)の場合と Case2 ($l/B=4.0, b_s/B=0.325$), Case3 ($l/B=4.0, b_s/B=0$)の場合を比較すると, 水制工間の周期が Case1 の場合には, 2 周期程度, Case2, Case3 の場合には, 3 周期程度となっている. すなわち, 設置間隔によって波状水面の波形の周期が異なる.

4. 石組み水制工背後の流速分布

石組み水制工背後の流速分布について, $u/V_c = f(z/d_c, x/l, l/B, b_s/B)$ の関係で整理したものを図2に示す. 図に示されるように, 側岸に沿って石組みを設置した場合, 底面流速が小さくなり, 避難可能領域が確保されやすい. また, 主流の位置 (最大流速が生じる位置) が水面 ($h/d_c \approx 2$) 近くになることが確かめられる. なお, Case1 と Case2 との違いは小さい.

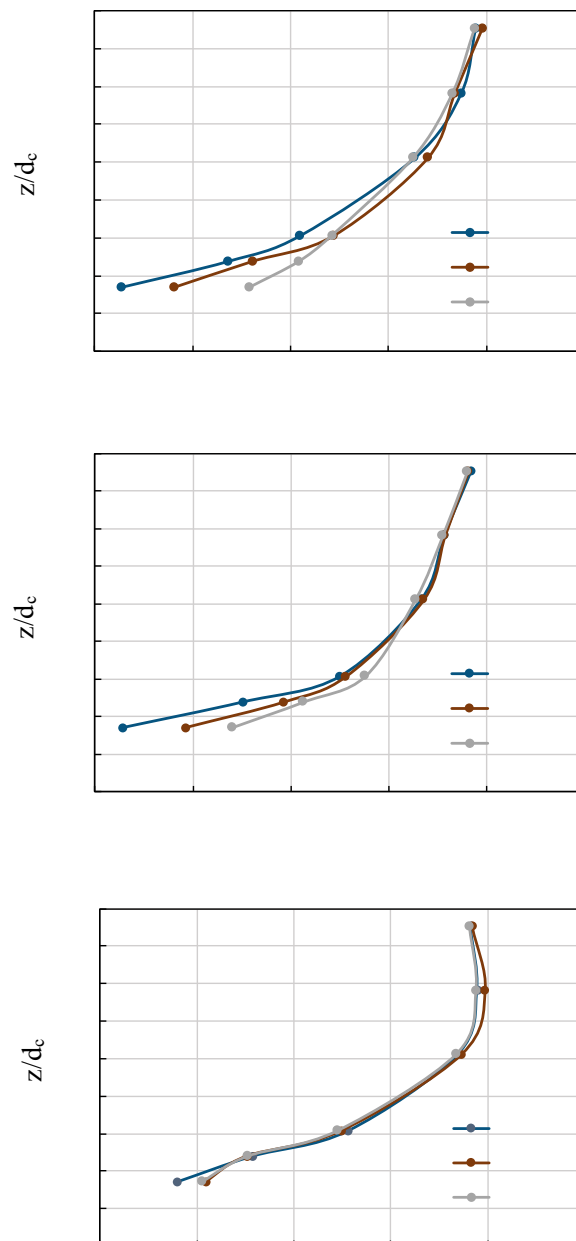
5. まとめ

側岸に沿って石組みを設置することによって, 側岸側で定常的な波状水面が喪失することを実験的に確かめた. また, 石組み水制工の設置間隔によって波状水面の波形の周期が異なることを確かめた. 側岸に沿った石組みを設置していない場合と比較し, 石組み水制工の背後の底面流速が低減され, 避難可能領域を確保しやすい状態となることを確かめた. また, 最大流速が生じる位置が水面付近となることを示した.



上段 : Case 1, 中段: Case 2, 下段 : Case 3

図1 各 Case の水面形および底面形状 ($y/B=0.125$)



上段:Case 1,中段 : Case 2,下段 : Case 3

図2 $y/B=0.125$ での石組み水制工背後の流速分布

参考文献

- 1) Dole Olivier, M. J., Marmonier, P., Befly, J. L.: Freshwater Biology, 37(2), pp.257-276., 1997.
- 2) 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, 土木学会, 第 76 回年次学術講演会, II-126, CD-ROM, 2021.
- 3) 安田陽一, Pietro Beretta Piccoli Marco, 鈴木俊太朗: 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, 土木学会, 第 76 回年次学術講演会, II-128, CD-ROM, 2021.