

巨礫による石組み斜路における流速場に対する礫間の空隙の影響

Effect of gaps between boulders on velocity fields on ramp with consecutively 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 宮澤 大悟

1. はじめに

最近の河川環境において、多様な水生生物の生態系保全、水生植物の保全、親水性、治水対策のバランスの取れた整備が求められている¹⁾。本研究室では床固工、堰などの河川横断構造物、橋脚周辺などの河床保護、水生生物の移動の観点から巨礫による石組みを適用することが有効であることを提案し、その有効性を実験的に示している¹⁾⁹⁾。

実河川において、落差部下流側の河床保護、連続性の確保などの目的から巨礫による石組みが施工されている。しかし石組みの技術的な工法は確立されていない。ただし管理上、重要なことは石組みの安定性である。そのため巨礫の高さの3分の1をコンクリートで埋めている。打設によって巨礫の高さの半分程度埋められて、底面付近の隙間が塞がれることがある。大礫の流水抵抗の検討¹⁰⁾はあるが流速比較はない。ここでは10分の1縮尺の模型を用いて粗礫斜路を対象に、礫の隙間を埋めた場合と空積みにした場合の違いを水面形、流速分布とその大きさより2つの異なる流量規模で検討を行った。

2. 実験概要

実験は長さ15m、幅0.80m、高さ0.60mの変勾配型矩形水路に大礫による石組み模型を設置した。石組み斜路の縦断勾配を9分の1とし、横断方向には側壁から30cmの箇所で9mmの段差を設けている。表1に示す実験条件の下で行った。石組みの安定性を高めるため、各ブロック下流端にはL型金具を設置した。写真1で示されるように左右対称に石組みを行い、横断方向にすり鉢状になるように礫の大きさを調節して設置している。水路中心線より右岸側は礫の隙間を埋めた状態を示す。石組みをした後に粉パテとコンクリートを2：1で配合したもので固定している。本実験では石組み斜路区間を対象とし、下流水位を調整し、斜路からの

射流の流れが水面に沿う流れが形成されるようにする。水面形および河床の凹凸形状の測定には、ポイントゲージを、流速の測定はKENEK社製2次元I型電磁流速計（1測点当たりの測定時間30sec、採取間隔20Hz）およびKENEK社製プロペラ式流速計（測定時間20sec）を用いた。射流区間であるので、電磁流速計で計測が困難な水面付近までの測定をプロペラ流速で補った。xは水路中央部に設置されたゲートからの流下方向の水平座標、yは水路中心より左岸側を正とする横断方向の座標、zは水路底面を基準とした鉛直上方の座標である。

3. 石組み斜路の底面形状および水面形状

Case1の水面形状および底面形状を図1に示す。なおCase2も同様な水面形が形成される。図に示されるように、流量規模が大きいため水面形状は底面の凹凸形状に影響しない。また、底面形状は、礫の隙間を埋めている側（y<0）では凹凸形状が反映されず直線的になる。図2にCase1を対象とした水面形および底面の横断形状を示す。図に示されるように、礫の凹凸形状はすり鉢状であり、水面はほぼ水平である。

表1 実験条件

Case	$h_d(m)$	$Q(m^3/s)$	$h_c(m)$
Case1	0.247	0.0936	0.112
Case2	0.268	0.152	0.154



写真1 中央より右岸側の礫の隙間を埋めた状態

キーワード 石組み斜路、空隙、流速場、水生生物の移動、河床低下対策

連絡先 〒101-8308 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

4. 石組み斜路における流速場

電磁流速計による計測から示した流速分布(時間平均流速, 標準偏差)の比較を図3に示す. 図中の○は礫間の隙間を埋めた場合を示す. 図に示されるように, 埋めた箇所の底面付近(底面から0.9 cm 上方)の時間流速は同じ z の位置の空積み箇所の場合に比べて大きくなる. 特に, 流れが中央に集中する中央部($y = \pm 5$ cm)での時間平均流速の違いは側壁と中央部の中間($y = 23, 27$ cm)の場合より大きくなる. 標準偏差については, 同一の z に対して礫の隙間を埋めた場合との差異は小さい. 隙間を埋めた場合, 埋めた面に沿って礫間を通り抜ける流下方向の流れが支配的となり, 空積みの場合, 石組みの空間内で時間平均流速が小さく乱れが小さくなる.

5. まとめ

大礫による石組み斜路の勾配を9分の1勾配とした場合を対象に, 礫間の隙間を埋めた場合と空積みの場合との比較について, 10分の1縮尺を想定して実験的に検討を行った. その結果, 礫の隙間を完全に埋めると, 礫高さの半分以上が埋まることになり, 礫と礫の間を通り抜ける流れが形成される. また, 水面形については, 両者とも礫の凹凸形状に応じた水面形状にならないことを示した. 礫間の隙間を埋めると, 埋めた面に沿って通り抜ける流れの影響により, 空積みの場合よりも常に時間平均流速が大きくなる. その一方で, 空積みの礫間で生じる空間では流速が時間平均および標準偏差どちらも小さくなる. 今後は様々な巨礫(原型)による石組みの隙間の影響について検討していく必要がある.

参考文献

- 1) Yasuda, Y. (2021) Improvement of flow condition in channelized river due to stacked boulders, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, Vol. 626, pp.1-8.
- 2) Fuchino, N. and Yasuda, Y. (2022) Stability of Consecutive Stacked Boulders behind Check Dams during Flood Stages, River Flow 2022, IAHR, Web-conference, C2, 9th November.
- 3) 安田陽一, 瀧野希: 低落差構造物に設置した粗礫斜路による洪水流の制御に関する実験的検討, 令和4年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会, II-193, CD-ROM.

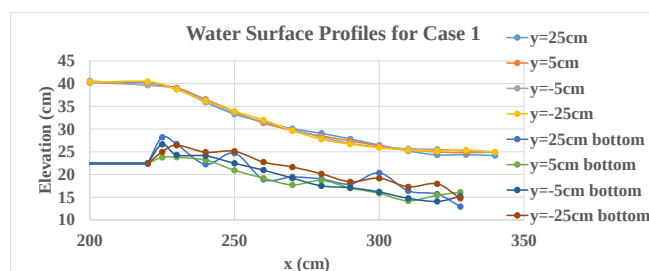


図1 Case1の水面形状および底面の凹凸形状

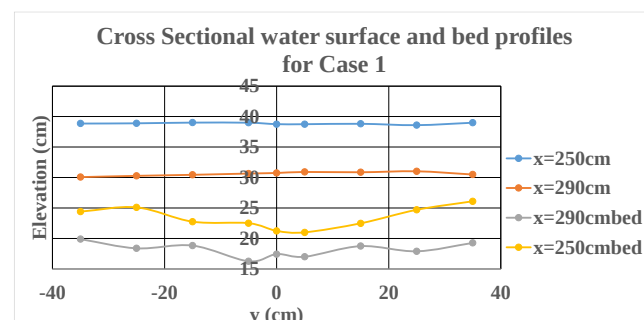
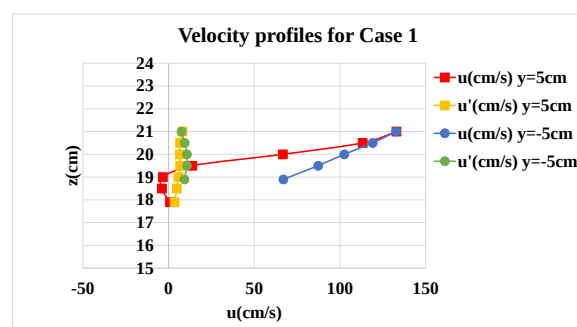
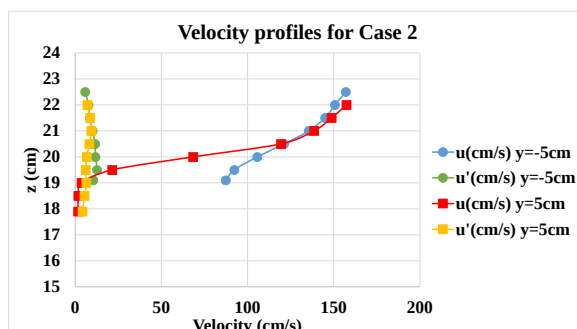


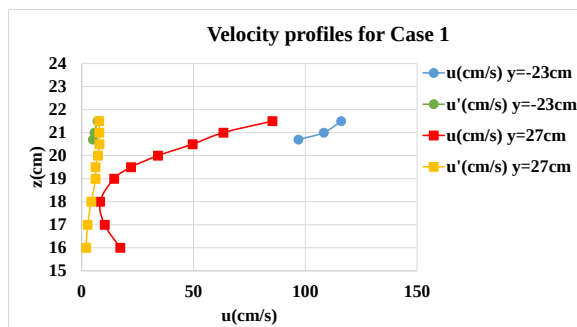
図2 Case1の水面形状および底面の横断形状



(a) 中央部での流速分布の比較(Case 1)



(b) 中央部での流速分布の比較(Case 2)



(c) 側壁と中央部の中間での流速分布の比較(Case 1)

図3 各 Case の時間平均流速と標準偏差の分布