

石組み斜路における礫間の空隙の流速場への影響

Effect of gaps between boulders on velocity fields on ramp with consecutively assembled boulders

安田陽一¹, ○宮澤大悟²

Youichi Yasuda¹, Daigo Miyazawa²

Abstract: Recently, there has been a demand for balanced river maintenance. Our research laboratory has demonstrated the effectiveness of applying assembled boulders for river maintenance. In the rivers, the stability of assembled boulders is required, and the gaps in assembled boulders have been filled with concrete in construction. In this study, the comparison between gaps of boulders and filled gaps was discussed on velocity fields on ramp with consecutively assembled boulders with a 1/9 slope. The experimental result that the velocity near the bottom with filled gaps is always faster than that with gaps of boulders. Further, the velocity fluctuation near the bottom is larger in the case of filled gaps.

1. はじめに

近年河川環境では、多様な水生生物の生態系保全, 親水性, 治水対策など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応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].

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. 技術が確立されていない中では, 石組みの安定性を高めるため巨礫の高さ 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以上埋められ, 石組みの隙間が塞がれることがある. 大礫の凹凸による流水抵抗は議論されているが流速場の比較はない. 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について, 2 つの異なる流量規模で検討を行った.

2. 実験方法および実験条件

実験では 15m, 幅 0.80m, 高さ 0.60m の可変勾配型矩形水路に巨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 9mm の段差を設けている. **Table 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, 各ブロック下流側に L 型金具を設置した.

Photo 1 で示されるように左右対称ですり鉢状になるように調整して石組みをした. 水路中央より右岸側を礫の埋めた状態を示す. 石組みを設置した後に粉パテとコンクリートを 2:1 で配合したもので埋めている.

斜路上で射流が形成されるように, 下流水深を調整している. 水面計および河床の凹凸形状の測定にはポイントゲージを用い, 流速測定には KENEK 社製 2 次元 I 型電磁流速計 (1 測定当たりの測定時間 30sec, 接取間隔 20Hz) および KENEK 社製プロペラ流速計 (測定時間 20sec) を用いた. x は落差下流端を起点とした水平方向の座標, y は水路中央を原点とし, 左岸側を正とした横断方向の座標, z は水路床を基準とした鉛直上向きを正とした座標である.



Photo 1. Installation of consecutively assembled boulders.

Table 1. Experimental conditions.

Case	下流水深 h_c (m)	流量 Q (m^3/s)	限界水深 h_d (m)
Case1	0.247	0.0936	0.112
Case2	0.268	0.152	0.154

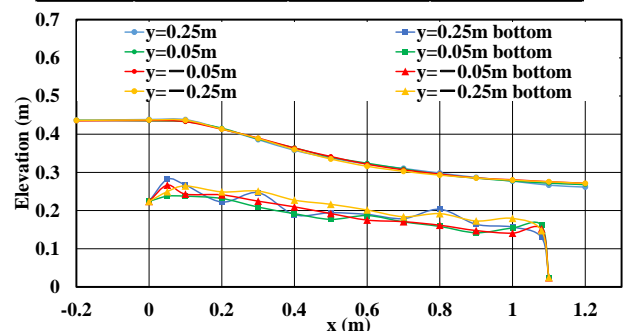


Figure 1. Water surface and bed profile on the ramp.

1: 日大理工・教員・土木 2: 日大理工・学部・土木

3. 水面計および河床形状

Figure 1 に Case 2 の水面形および河床形状を示す。□△の凡例は河床形状を示す Figure 1 に示されるように、流量規模が大きいため水面形は底面の凹凸形状に影響されない。Case 1 でも同様な水面形が形成される。また河床形状では、埋めた場合 ($y < 0$) 底面の凹凸が反映されず直線的になる。Figure 2 に Case 2 の横断方向を対象とした水面形および河床形状を示す。Figure 2 に示されるように、流量規模が大きいため水面形はほぼ水平である。

4. 石組み斜路の流速分布

Figure 3 に Case 2 を対象とした場合の斜路中央部 ($x=0.6m$) で計測した水路中央 ($y=-0.05m, y=0.05m$) と側壁側 ($y=-0.27m, y=0.23m$) 流速分布 (時間平均流速, 標準偏差) を示す。図中の○は埋めた場合を示す。Figure 3 に示されるように、埋めた場合の底面近傍 ($z=0.19m$ 付近) の時間平均流速は同一深さ ($z=0.19m$) の空積みの場合に比べて大きくなる。また標準偏差も大きくなるが時間平均流速と比べると差異が小さい。Figure 4 には Figure 3 と同じ水路中央付近の測点で底面近傍の ($z=0.19m$) 時系列変化を示す。Figure 4 に示されるように、埋めた場合、周期の短い変動が卓越する。隙間を埋めた場合、礫と礫の間を通り抜けるときに流速が大きいため、礫の凹凸によって生じる剝離内で周期の短い変動が卓越したものと考えられる。

5. まとめ

石組み斜路を対象に礫間の隙間を埋めた場合と空積みの場合を比較した。水面形では、流量規模が大きいため横断方向には水平となった。底面近傍の流れは埋めた場合、空積みの場合に比べて時間平均流速が大きくなること示された。なお、底面から離れたところでは埋めた場合も空積みの場合も時間平均流速は同様な大きくなる。埋めた場合、礫と礫の間を通り抜ける流れが速くなるため、標準偏差は石組みの隙間がある場合大きな差異は見られないが周期の短い変動が大きい。今後は埋める程度を変化させることで空積みの場合と同様な効果が得られるのか実験的検討を進める。

6. 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, 湊野希: 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.

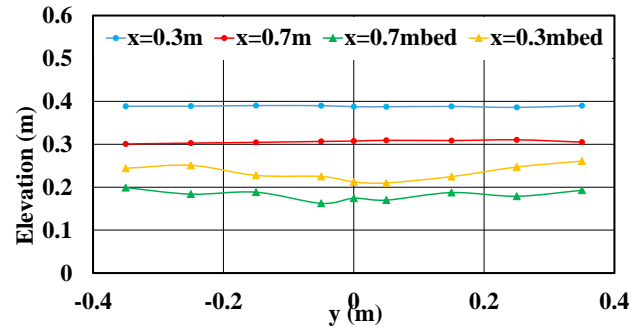


Figure 2. Cross Sectional water surface and bed profiles.

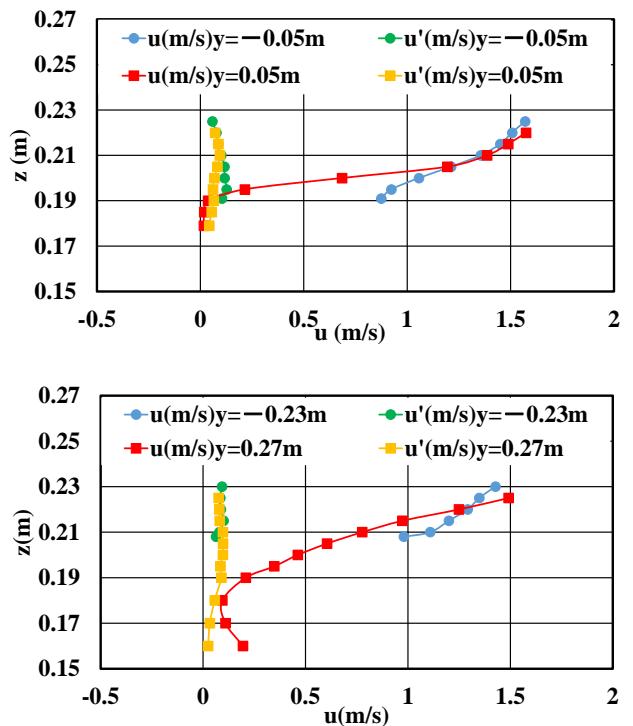


Figure 3. Velocity profiles for Case 2.

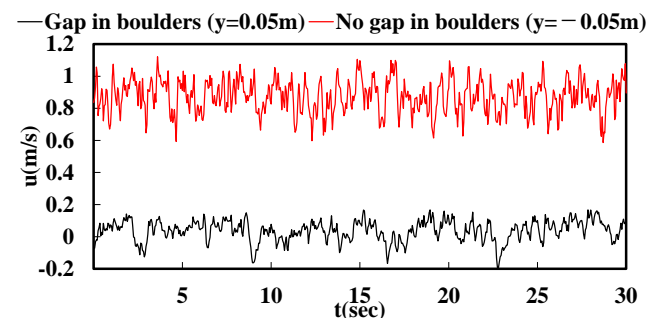


Figure 4. Times series variation of flow velocity at $x=0.62$ m, $z=0.19$ m (Case 2).