

可動堰のコンクリート水叩き下流側の洗堀に対する支柱の影響

The effect of the installation of a support pier on scouring downstream of movable weir with concrete apron

安田陽一¹, ○鈴木俊太郎²

Youichi Yasuda¹, *Shuntaro Suzuki²

Abstract: The design standards of hydraulic structure indicate measures such as the installation of protection blocks on the downstream of a concrete apron, but the direction of the main flow passing through the apron cannot be controlled to prevent from riverbed degradation. In the case of a movable weir, the water-surface gradient may increase as it passes a support pier of sluice gate, and the flow velocity near the riverbed accelerates. The authors' experimental study reveals that riverbed degradation can be prevented by installing assembled boulders instead of protection blocks. In this study, the effect of the support pier on the main flow development below the apron is investigated. The results show that there are differences in scouring conditions by the existence of the support pier.

1. はじめに

堰に設置された水叩き下流側では局所洗堀が生じることから河川構造令および設計基準では、水叩き下流側の護床工として護床ブロックを設置するなどの河床低下対策が示されている。しかし、実際には護床ブロックが流出し、河床低下が発生している。水叩き下流側の河床の局所洗堀の軽減方法として、河床にスクリーンを設置すること^[1]などが示されている。しかし、これらは跳水が形成される状態、すなわち可動堰のゲートが開放されていない状態を想定した検討である。洪水時には可動堰はゲートを開放するが、その状態についての検討は行われていない。ゲートが開放された場合にはゲートを支持する支柱、導流壁があるため、洪水流が支柱間や導流壁を通過する際に、水面勾配が大きくなり、支柱から底面付近の流れが大きくなること安田らの研究^[2]より想定される。水叩き下流側での局所洗堀について、著者らの研究^[3]により護床ブロックに代わり石組みを用いることで河床保護が可能なが明らかにされている。しかし、支柱の有無による流況および洗堀状況の変化は明らかにされていない。

本研究では、可動堰のゲートを支持する支柱を有する場合に河床保護として石組みを設置した上で、支柱がない場合に比べて流況および水叩き下流側での洗堀状態にどのような影響が生じるか実験的に検討を行った。

2. 実験概要

実験は、水路幅 $B=0.80$ m, 高さ 0.6 m, 水路長 15 m を有する矩形断面水路を使用して行った。使用する記号の定義図を **Figure1** に示す。水路横断方向中央に、

長さ $L=0.20$ m, 高さ 0.5 m を有する長楕円の支柱を設置し、支柱の有無による流況および洗堀状況の比較を試みた (**Table1** 参照)。長楕円支柱直下流部に長さ $l=0.51$ m の水叩きを設置した。また、水叩き下流端から河床保護が可能となる相対石組み長さ $Ls/dc = 5.36$ ($dc = \sqrt[3]{q^2/g}$: 限界水深, q : 単位幅流量, g : 重力加速度) となるように設置し、石組み下流端から 0.2 cm ~ 1.5 cm 程度の砂利を長さ 5 cm ~ 6 cm で $Lg = 1.00$ m 区間で設置した。水深および移動床の測定には、ポイントゲージ ($1/10$ mm まで判読可能) を用いた。流速測定には、KENEK 社製の 2 次元 I 型電磁流速計 (測定時間 30 sec, 測定間隔 0.05 sec (20 Hz)) を用いた。

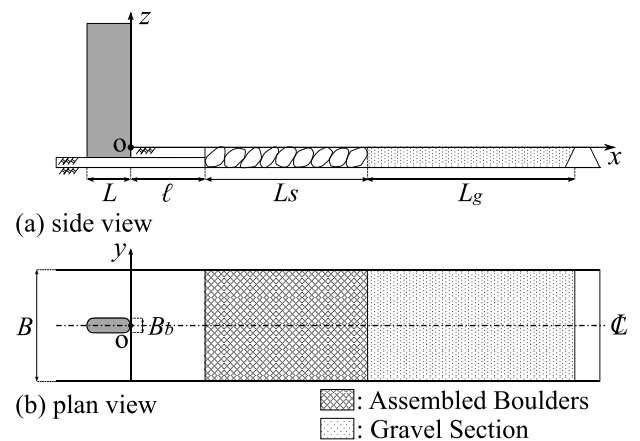


Figure1. Definition sketch

Table1. Experimental condition

Case	-	q (m ² /s)	Ls/dc	l/dc	Bb/B
1	Pier	0.144	5.36	3.42	0.05
2	No Pier				

1 : 日大理工・教員・土木 2 : 日大理工・院 (前)・土木

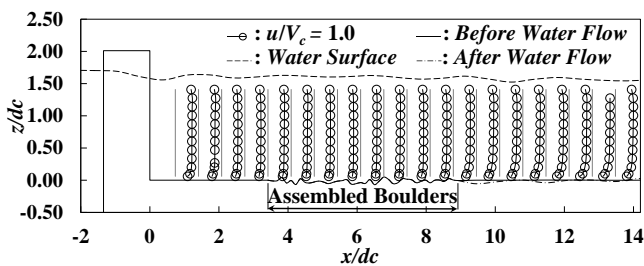
3. 水叩き下流側の河床形状

水叩き下流側での $y/(B/2) = 0.750$ での底面形状について、Figure2 に示す。Case1 では石組み終端から $x/dc = 11.0$ 付近にかけて、最大で $z/dc = 0.056$ 程度の河床の洗堀がみられる。また、Case2 では、Case1 で生じていたような石組み終端からの洗堀はみられず、通水前との河床の変化が生じていない。Case1, 2 に共通して局所的な深掘れとはなっておらず、河床低下対策としての石組みの有効性が確認できる。洗堀状態の違いより、ゲートを支える長楕円支柱を設置したことによる流れの変化が洗堀に対して影響していることが推定される。

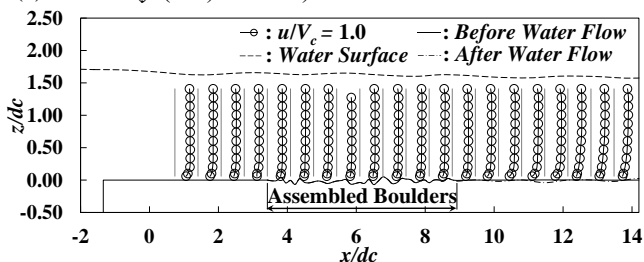
4. 底面付近の時間平均流速の減衰状況

Case1, 2 での流下方向への各計測断面 ($y/(B/2) = 0.000, 0.750$) における底面付近 ($z/dc = 0.108$) の時間平均流速 u_b の変化を Figure3 に示す。Case1, 2 に共通して、水叩き区間での底面付近の流れの加速の傾向がみられる。横断方向に着目すると、 $y/(B/2) = 0.000, 0.750$ それぞれ流下方向への変化は支柱の有無に関わらず同様の傾向がみられ、流速のオーダーについてもわずかな違いがみられるものの同程度である。流下方向への変化に着目すると、共通して石組み設置区間では流速の加速は抑制され、横這いの状態で流下していく。石組み終端からの砂利区間では流速がわずかに減衰する傾向がみられる。

$y/(B/2) = 0.750$ における洗堀の違いが認められた底面付近 ($x/dc = 9.46, z/dc = 0.108$) の横断方向流速の時系列変化を Figure4 に示す。Case2 と比較し、Case1 は流速の変動幅が大きい。このため、支柱の有無により洗堀の違いが生じたものと推定される。



(a) Case1 ($y/(B/2) = 0.750$)



(b) Case2 ($y/(B/2) = 0.750$)

Figure2. Water surface, bed and velocity profiles

5. まとめ

コンクリート水叩き下流側での河床低下対策として、護床ブロックに代わり石組みを設置し、可動堰のゲート両側にある支柱や導流壁による洪水流の変化が洗堀に対し、どのように影響を及ぼすかを実験的に検討した。その結果、Table1 に示す実験条件において、河床洗堀対策として石組みの有効性は確認されるが、支柱の設置により流れに変化が生じ、洗堀に影響を及ぼすことを示した。これは、支柱の設置により、底面付近の乱れが大きくなることに起因することを示した。

6. 参考文献

[1] Hamidifar, H., Omid, M.H., and Nasrabadi, M : “Bed scour downstream of sluice gates”, Journal of Water Soil 24(4), pp728-736, 2010.
 [2] 安田陽一, 石塚舜基: 橋脚形状による橋脚の衝突からなる衝撃波の影響の違い, 令和3年度土木学会全国大会第76回年次学術講演会, II-130, CD-ROM.
 [3] 安田陽一, 鈴木俊太郎: 低落差構造物における水叩き下流側での石組みによる河床保護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-65, CD-ROM.

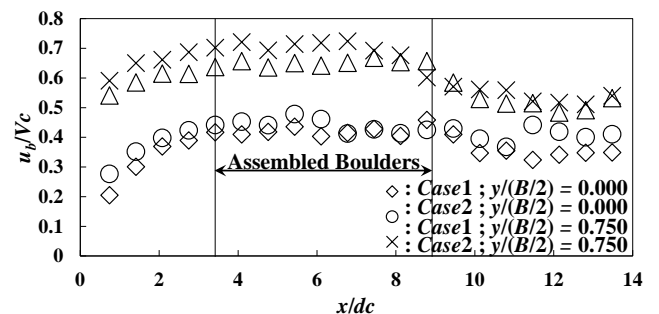
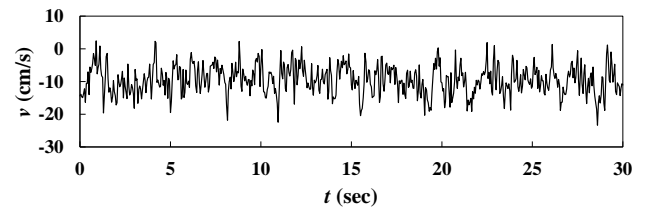
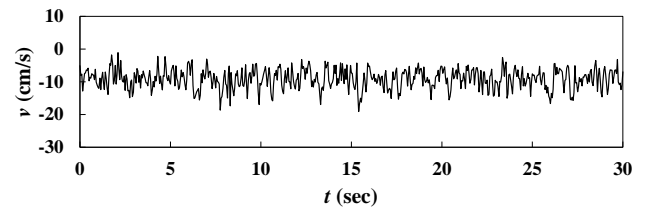


Figure3. Bottom velocity profiles ($z/dc = 0.108$)



(a) Case1



(b) Case2

Figure4. Change of velocity with time series in transverse direction at $x/dc = 9.46, y/(B/2) = 0.750, z/dc = 0.108$