

橋脚両側での護床対策の違いによる河床洗堀の影響について

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 ○石塚 舜基

1. はじめに

洪水時には、土砂流出と同時に流木が発生し、橋脚に流木等が衝突・堆積することがある。この場合、橋梁の上流側の水位上昇が発生し、河川が氾濫し、人家や橋などの流出・崩壊などの甚大な被害が生じている¹⁾。橋脚の選定には、流量変化を考慮した河道内の流れに基づくことが多い²⁾。さらには、河床の洗堀が生じ、洗堀の程度が進行すると、橋脚の安定性が失われ、倒壊に繋がる事例がある³⁾。流木による橋梁閉鎖対策などについての研究が行われている¹⁾。その一方で、橋脚に衝突したことにより形成される流れによって橋脚直下流側で洗堀が進行することを抑制する対策として護床ブロックを設置しているが、橋脚直下流側では河床洗堀が見られる。ここでは長時間通水を対象に、橋脚形状を流木堆積の対策として提案した台形円柱型とした場合において、橋脚両側に護床ブロックを設置した場合と連続した石組みを設置した場合における橋脚直下流側の河床洗堀の影響と保護工区間の影響の違いについて検討する。

2. 実験概要

実験では水路幅 0.8 m、高さ 0.6 m、長さ 17 m を有する長方形断面水路を用いた。また、水路横断方向の中心となる位置に、高さ 47.5 cm、 $d=10$ cm 径の円柱に厚さ 1 mm 塩ビ板で傾斜角度 45° の三角形部材（空間には木材で補強）と一体化した台形円柱の橋脚模型を設置した。また、橋脚両側の保護工として、ブロック模型の場合には、ホロースケアタイプの護床ブロックを使用し、石組みの場合には、長辺 0.09 m 前後、短辺 0.07 m 前後、高さ 0.05 m 前後の礫を使用し、図 1 のように設置した。また、護床ブロックと石組み前後の局所洗堀の影響を検討するため、橋脚上下流側には 2 mm から 1.5 cm の礫を厚さ 5 cm 程度まで設置した。実験は 15 分の 1 縮尺を想定し、フルードの相似則に従い、表 1 に示す実験条件の下で行った。橋脚周辺の水面形および流速場を検討する

ため、流速測定には、KENEK 社製の 2 次元 I 型電磁流速計（計測時間 90 sec、測定間隔 0.05 sec(20 Hz)）を用いた。また、水深測定には、ポイントゲージ（0.1 mm 判読可能）を用いた。なお、流量は水路下流に設置された全幅刃形せき（JIS 規格）で測定した越流水深から流量公式を用いて測定した。

3. 橋脚周辺の水面形及び河床形状

Case1, Case2 を対象とした場合における水面形および河床形状を図 2 に示す。図 2 に示されるように、橋脚両側に連続した石組みを設置した場合と護床ブロックを設置した場合での水面形の違いは小さい。

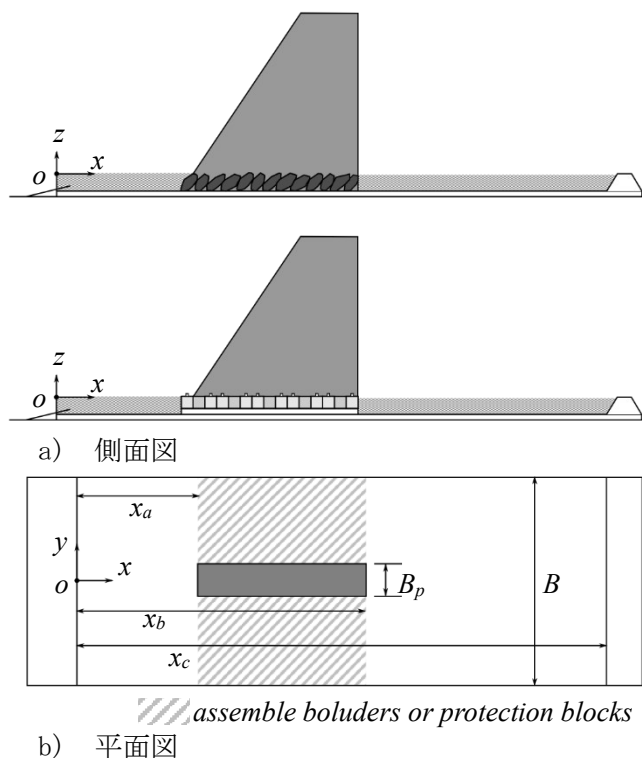


図 1 実験装置

表 1 実験条件

	$Q(m^3/s)$	$h_d(m)$	x_a/B	x_b/B	x_c/B	B_p/B
Case1	0.144	0.244	0.375	1.00	1.75	0.125
Case2						

Case1:石組み, Case2:護床ブロック, Q :模型流量, h_d :下流水深

キーワード 連続した石組み, 橋脚形状, 洪水流, 局所洗堀, 護床工

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

一方で、橋脚直下流側での通水後の河床形状は橋脚両側に護床ブロックを設置した場合、20時間の通水で0.05 m 設置していた礫がほとんど掃流される結果が示されたのに対して、橋脚両側に連続した石組みを設置した場合30時間通水で0.02 mの河床洗堀が確認された。橋脚両側に連続した石組みを設置した場合でも多少の河床洗堀が生じた要因として、水面勾配から示されるように、主流が底面に向かう区間が橋脚直下流側での移動床区間に及んでいるためと考えられる。

4. 橋脚周辺の流速特性

Case1, Case2 を対象とした橋脚周辺の流下方向成分の時間平均流速 \bar{u} について図2中の黒点で示す。図2に示されるように、橋脚両側に連続した石組みを設置した場合と護床ブロックを設置した場合と比較をすると、速度勾配による違いは小さい。

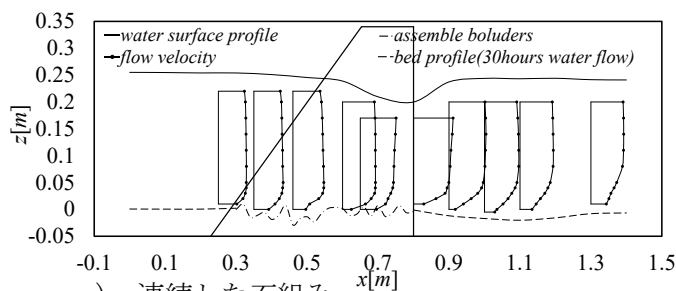
図2に示す保護工下流端($x=0.80\text{ m}$, $y=0.17\text{ m}$)での河床付近の流下方向成分流速 u の時系列変化を図3に示す。また、図4には、図3と同じ測点における変動流速 u' のスペクトル解析の結果を示す。図3に示されるように、橋脚両側に護床ブロックを設置した場合と比較して連続した石組みを設置した場合の方が流速の変動幅が小さい。また、図4に示されるように、橋脚両側に連続した石組みを設置した場合の方が Fourier spectrum の値が小さくなっている。すなわち、橋脚両側に連続した石組みを設置することにより、乱れを抑制できることが示された。

5. まとめ

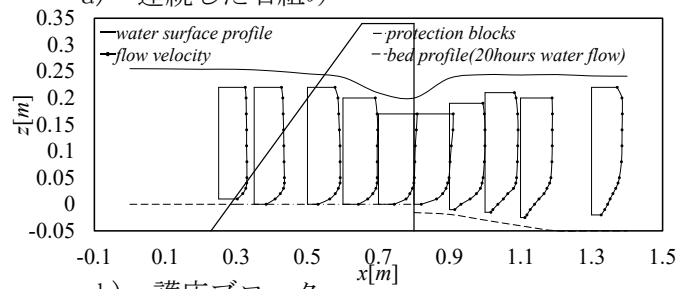
橋脚両側に連続した石組みを設置した場合、護床ブロックを設置した場合よりも橋脚前面に衝突したことにより形成される流れにおける河床付近の影響を軽減できることを示した。また、保護工下流端での時間平均流速や乱れの低減に繋がることを示した。したがって、橋脚両側に連続した石組みを設置することは橋脚周辺の河床洗堀対策として効果的であることを示した。なお、連続した石組みを設置した場合において、長時間の通水により河床の変形が確認されたため、今後は連続した石組みの設置区間について水面勾配から主流が底面に向かう区間を保護するように保護工区間の検討を進める。

参考文献

- 1) 岡本, 集中豪雨時の橋梁閉塞と河岸浸食対策に関する実験的研究, 平成 29 年度研究報告書, 前田記念工学振興財団, 土木分野 No.5, 6 pages, 2017.
- 2) 河川を横過する橋脚に関する計画の手引き(案) 国土技術センター, ISBN4-87759-030-7, JICE 資料第 109001 号, 137 pages, 2009.
- 3) 土木技術資料 53-1 橋脚基礎の洗堀への対応事例 国土交通省国土技術政策総合研究所, 2pages, 2011.
- 4) 安田, 橋脚形状による流木堆積防止の提案, 令和 3 年度砂防学会研究発表会, R4-15, 209-210, 2021.



a) 連続した石組み



b) 護床ブロック

図2 橋脚周辺の水面形, 河床形状, 流下方向の時間平均流速分布($y=0.17\text{ m}$)

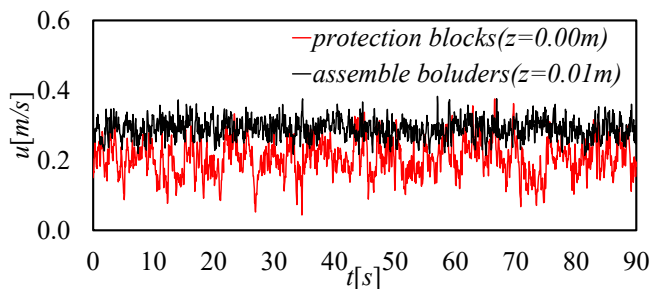


図3 流下方向成分流速 u の時系列変化 ($x=0.80\text{ m}$, $y=0.17\text{ m}$)

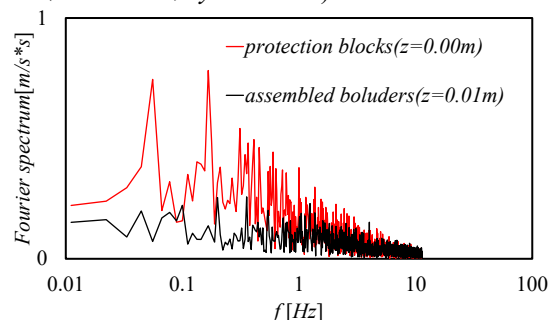


図4 流下方向成分流速 u のスペクトル解析 ($x=0.80\text{ m}$, $y=0.17\text{ m}$)