

橋脚を通過する洪水流れによる河床侵食に対する人工石組みの有効性

Effect of artificial assembled boulders on riverbed erosion due to flood flows passing through a pier

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),4)}。また、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橋脚両側に保護工を設置する対策がされているが、課題が解消されていない。ここでは、橋脚形状を台形円柱型とした場合を対象に、橋脚両側に石組みを設置した場合と護床ブロックを設置した場合の河床保護対策の有効性について検討する。

2. 実験

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（図 1）。また、橋脚両側の局所洗堀防止として、石組みまたは護床ブロックを設置した。石組みに使用した礫については、長辺 6 cm 前後、短辺 4 cm 前後、高さ 3 cm 前後の礫を使用し、橋脚両側に設置した。その一方、保護工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 の礫を深さ 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、2 次元電磁流速計（計測時間 30 秒）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. 橋脚周辺の河床形状

Case 2 を対象とした場合における河床形状を図 2 に示す。図中の座標の単位は cm で表示している。y は水路中央からの横断方向の座標である。図 2 に示されるように、橋脚両側に石組みを設置した場合、河床洗堀はほとんど見られない。一方で、橋脚両側に護床ブロックを設置した場合、橋脚直下流側で河床の洗堀が見られる。

表 1 実験条件

	Q (m^3/s)	h_d (cm)	x_a/B	x_b/B	x_c/B	B_b/B
Case1	0.1239	22.3	0.75	2.00	3.50	0.25
Case2	0.1443	24.4	0.75	2.00	3.50	0.25

Q は流量、 h_d は下流水深

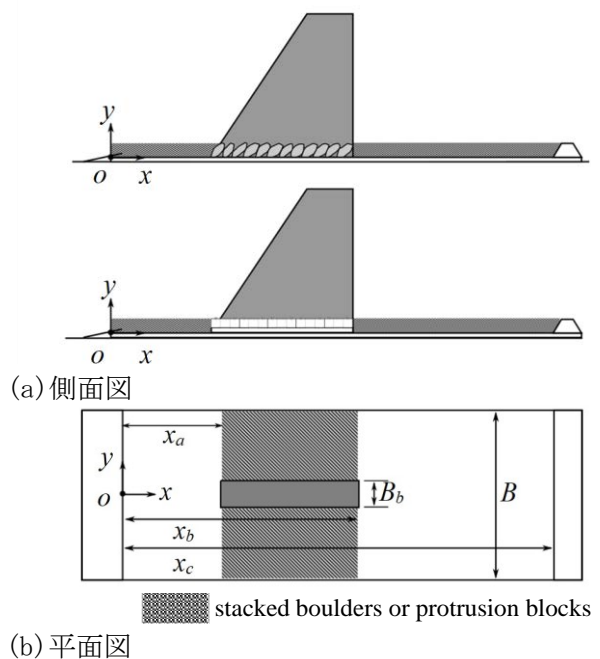


図 1 実験装置

キーワード 橋脚, 洪水流, 局所洗堀, 石組み, 透過性

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

4. 橋脚周辺の流速分布

Case 2 を対象とした橋脚設置区間よりも下流側の時間平均流速の鉛直分布について、**図 2** に示す。**図 2** に示されるように、橋脚両側に石組みを設置した場合と護床ブロックを設置した場合を比較すると、橋脚設置位置よりも下流側の河床付近の時間平均流速の違いは小さい。このことから、時間平均として差異は小さいが、河床形状の違いから乱れの影響が大きいものと考えられる。

橋脚直下流側で河床の洗堀が最も大きかった $x=100\text{ cm}$, $y=17\text{ cm}$, $z=6\text{ cm}$ における流速の横断方向成分 v の時系列変化を**図 3** に、スペクトル解析の結果を**図 4** に示す。**図 3** に示されるように、橋脚両側に石組みを設置した場合、時系列変化から護床ブロックを設置した場合より流速変動が小さくなっている。また、**図 4** に示されるように、橋脚両側に石組みを設置した場合の方が、低周期の Fourier spectrum の値が小さくなる。すなわち、石組み設置により、周期的な変動を制御することが可能と考えられる。

5. まとめ

台形円柱を対象に検討した結果、橋脚両側に人工的に石組みを設置した場合、橋脚前面に衝突した流れの影響を軽減し、保護工直下の河床侵食を抑えることが可能であることを示した。これは、石組みの場合、透過性があるのに対して、護床ブロックの場合、非透過性となるため、護床ブロックの方が橋脚直下流側での乱れが大きくなり、河床洗堀が生じたものと考えられる。今後は、流量および流下方向の勾配を変化させて、橋脚両側に石組みを設置することで河床洗堀の軽減に繋がることを検証する。

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.

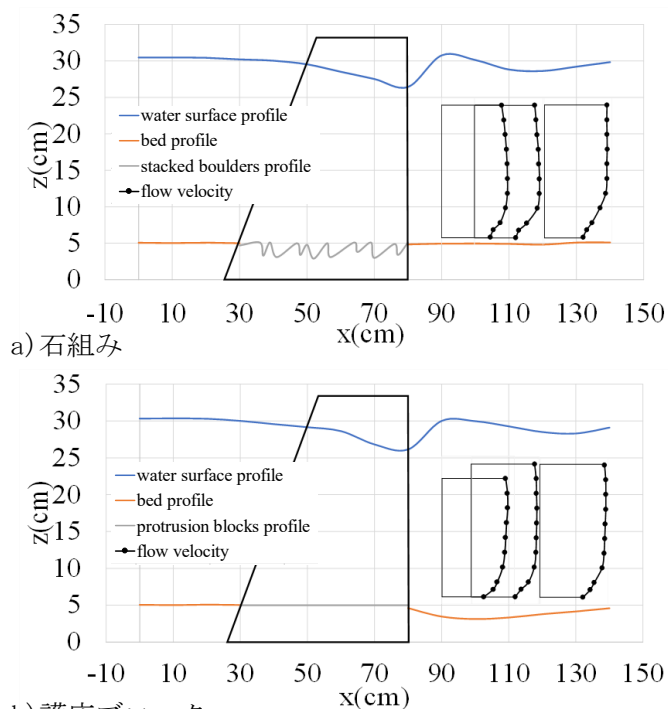


図 2 $y/(B/2)=0.425$ での水面形, 河床形状, 流速分布

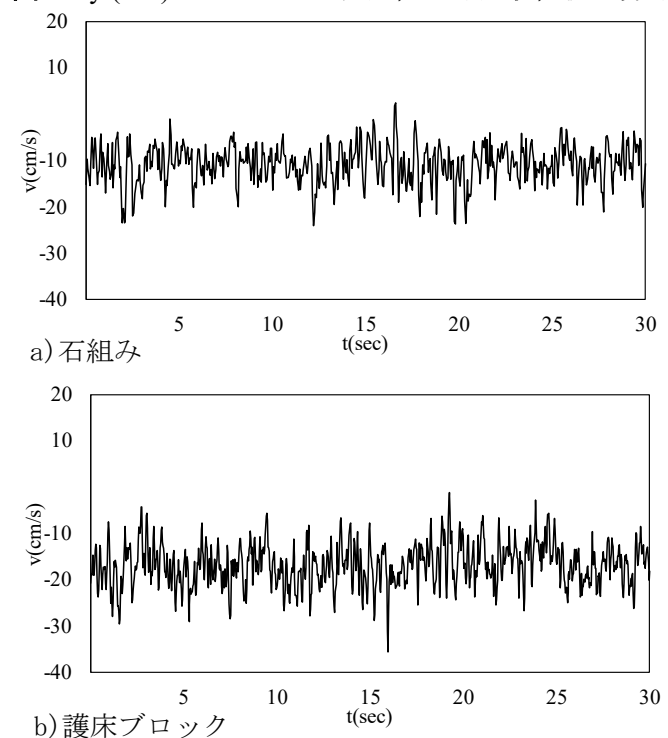


図 3 横断方向成分の流速の時系列変化

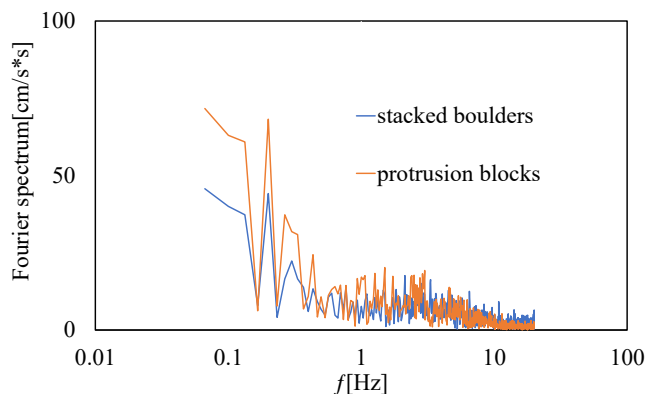


図 4 スペクトル解析の結果