

橋脚両側の保護工の違いによる洗堀軽減について

日本大学理工学部土木工学科 正会員 安田 陽一
日本大学理工学部土木工学科 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、十分とは言えない。ここでは、橋脚形状を台形円柱型とした場合と長楕円柱型とした場合を対象に、橋脚両側に護床ブロックを設置した場合と石組みを設置した場合における下流側の河床洗堀の影響を検討する。

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、流下方向の長さ 45 cm の長楕円柱または高さ 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（写真 1）。また、橋脚両側の局所洗堀防止として、ブロック模型の場合、流下方向に 5 列、横断方向には片側 3.5 列設置した。また、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、護床ブロックと同じ区間で設置した。その一方、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。

表 1 実験条件

Parameter	Symbol	Values	
		Case1	Case2
模型流量	$Q(\text{m}^3/\text{s})$	0.1239	0.1443
原型単位幅流量	$qp(\text{m}^3/\text{s})$	8.99	10.48
下流水深	$hd(\text{cm})$	22.3	24.4
原型換算下流水深	$hdp(\text{m})$	3.35	3.66



a) 台形円柱型（護床ブロック）



b) 長楕円柱型（護床ブロック）



c) 台形円柱型（石組み）



d) 長楕円柱型（石組み）

写真 1 実験装置

3. 橋脚周辺の水面形及び河床形状

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 1 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。図に示されるように、橋脚近傍では下に凸の曲面が生じており、橋脚に衝突した流れの影響が長楕円柱型の方が大きくなるため、下流側遠方まで波状水面が形成される。この場合、橋脚に衝突した流れが側壁まで及び、水路中央付近よりも側壁側の方が波の凹凸が大きい。このことから、側岸浸食の可能性が高いと考えられる。

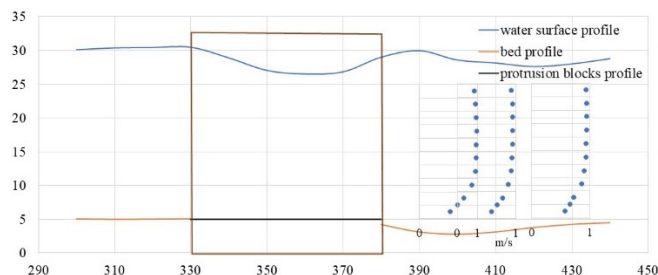
また、橋脚両側に石組みを設置した場合と護床ブロックを設置した場合において、橋脚下流側の河床の洗堀が護床ブロックを設置した場合の方が大きいことが示された。また、水路下流側まで掃流した礫を収集した結果、石組みの場合、護床ブロックと比較して、8 割程度軽減できることが示された。橋脚両側に護床ブロックを設置した場合について、橋脚形状が台形円柱型の場合、長楕円柱型の場合と比較して、洗堀の深度が小さい。

4. 橋脚周辺の流速分布

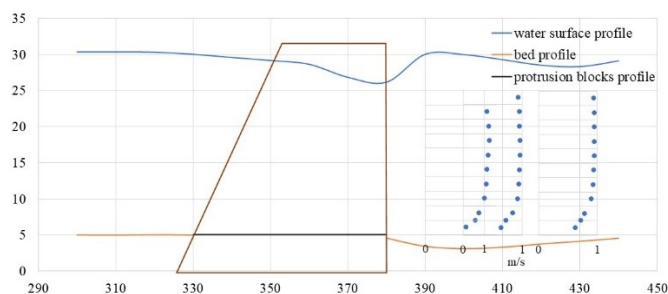
Case2 を対象とした橋脚設置区間よりも下流側の時間平均流速の鉛直分布について、橋脚両側に石組みを設置した場合と護床ブロックを設置した場合との比較を図 1 に示す。図 1 に示されるように、橋脚両側に石組みを設置した場合と護床ブロックを設置した場合と比較をすると、時間平均の流速の違いは小さい。このことから、乱れ強さおよび乱れの時系列から検討する必要がある。

5. まとめ

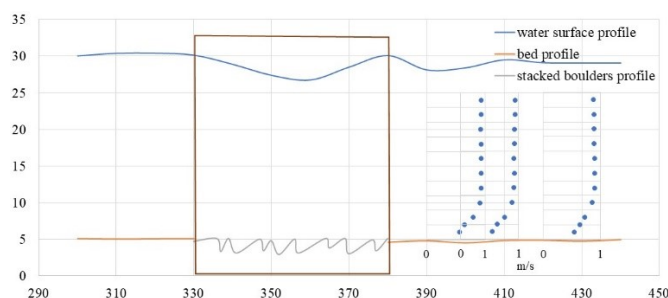
橋脚周辺の水面形及び河床形状と橋脚設置区間よりも下流側の流速を検討した結果、橋脚両側に護床ブロックを設置した場合よりも石組みを設置した場合の方が、橋脚前面に衝突した流れの影響による河床付近の影響が小さいことが示された。また、橋脚形状が台形円柱型の場合だけでなく、長楕円柱型の場合においても、十分に河床への影響を軽減することができることが示された。今後は、橋脚両側に石組みを設置することで橋脚下流側の河床の洗堀軽減に繋がる要因について、時間平均ばかりでなく流れの変動に着目して検討する。



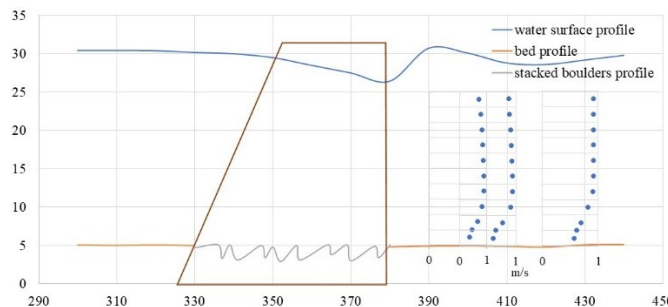
a) 長楕円柱型，護床ブロック



b) 台形円柱型，護床ブロック



c) 長楕円柱型，石組み



d) 台形円柱型，石組み

図 1 Case2 における $y=17\text{cm}$ での水面形，河床形状
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