

橋脚周辺の石組みによる局所洗堀対策に対するアスペクト比の影響

Effect of aspect ratio on prevention due to assembled boulders around pier against local scouring

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、橋梁の構造及び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、橋脚周辺で河床洗堀が生じ、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⁴⁾。その一方で、橋脚前面に流れが衝突し、橋脚周辺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。本研究では、橋脚両側の保護工として、連続した石組みを設置することで、橋脚直下流側での河床洗堀の影響を軽減できることを示している⁴⁾。しかし、橋脚前面に衝突した流れがアスペクト比の影響を受ける場合の河床洗堀対策に必要な保護区間は明らかにされていない。

本研究では、橋脚前面に衝突した流れがアスペクト比の影響を受ける場合を対象に、石組みの設置区間、設置方法を工夫した場合の河床保護対策の有効性について実験的に明らかにしたことを報告する。

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 0.475 m、 $d=0.10$ m 径、流下方向の長さ 0.45 m の長楕円柱型の橋脚模型を図 1 のように設置した。また、橋脚周辺での局所洗堀防止として、連続した石組みを設置し、側壁下流側の連続した石組みのみ 0.020 m 突出するように設置した。石組みには、長辺 0.10 m 前後、短辺 0.08 m 前後、高さ 0.04 m 前後の礫を使用し設置した。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河床形状、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 90 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. 橋脚周辺の流況

表 1 に示す条件を対象とした場合における流況を PE テープで可視化した様子を写真 1 に示す。また、左岸側視点からの流況について写真 2 に示す。

写真 1 より橋脚近傍 ($y=0.10$ m)、側壁側 ($y=0.30$ m) ともに、保護工下流端では PE テープが水面に向かうようになびいていることから、主流が上昇している。

写真 2 より橋脚前面に衝突した流れの影響が側壁側まで生じており、保護工下流端付近まで凹凸の大きいうねりが生じている。

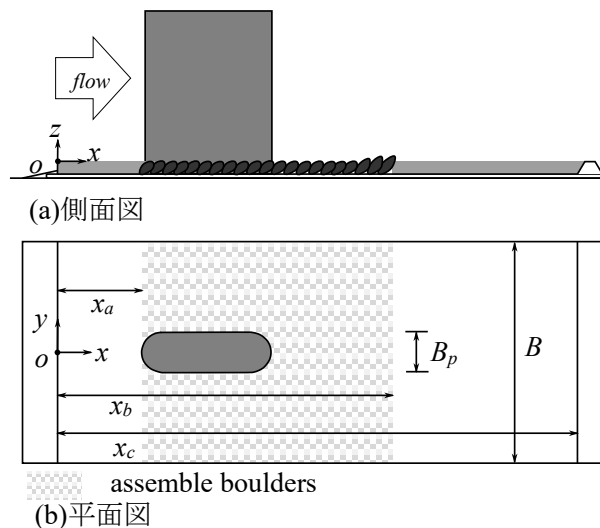


図 1 実験装置

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
0.144	0.249	0.375	1.50	2.38	0.125

※ $Q(m^3/s)$: 模型流量, $h_d(m)$: 下流水深

キーワード 橋脚, 洪水流, 局所洗堀, 連続した石組み, アスペクト比

連絡先 〒101-8308 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

3. 橋脚周辺の水面形と河床形状

表 1 に示す条件を対象とした場合の水面形と通水 30 時間後の河床形状を図 2 に示す。

図 2 に示されるように、橋脚近傍 ($y=0.09\text{ m}$) では、橋脚前面に衝突した流れから生じる堰上げの影響により、下に凸の水面勾配が形成されており、河床に向かう流れが生じている。側壁側 ($y=0.32\text{ m}$) では、アスペクト比が制限されると、橋脚に衝突した流れが側壁に衝突することにより波状水面が形成され、保護工下流側付近の $x=1.05\text{ m}$ で河床に向かう流れが生じている。

河床洗堀の影響については、保護工設置区間の上流側の河床の変形は、ほとんど見られない。下流側の河床についても同様に、変形はほとんど見られない。

4. 橋脚周辺の流速特性

表 1 に示す条件を対象とした場合の橋脚周辺の流下方向成分の時間平均流速 $\bar{u}$ の分布を図 2 に示す。

図 2 に示されるように、橋脚近傍 ($y=0.09\text{ m}$) では、橋脚前面に衝突した流れから生じる堰上げの影響により、上流側での河床付近の速度勾配が大きくなっているが、下流側に向かうに従って、速度勾配が小さくなっている。側壁側 ($y=0.32\text{ m}$) においても、下流側に向かうに従って、速度勾配が小さくなっている。なお、橋脚近傍と比較して、水面形の凹凸が橋脚直下流側でも生じているため、保護工下流側付近の $x=1.05\text{ m}$ 付近まで河床付近の速度勾配が大きい。

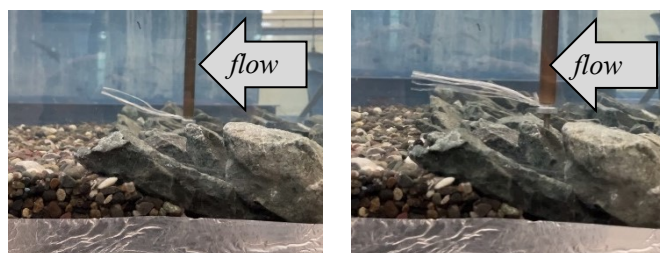
このことから、橋脚前面に衝突した流れがアスペクト比に影響する場合、橋脚下流の水面のうねり状態から保護工区間の検討が重要であると考えられる。

5. まとめ

橋脚前面に衝突した流れがアスペクト比によって影響する場合、側壁付近の水面形に着目して保護工区間を定め石組みし、側壁沿いおよび石組み下流端の高さを工夫することによって、橋脚周辺とその直下流側での河床洗堀対策として効果的であることを示した。橋脚周辺の水面形、河床形状、および流下方向成分の時間平均流速の分布から石組み設置区間が橋脚上下流側の河床洗堀対策に繋がることを裏付けた。今後は、アスペクト比を変化させ、側壁付近の水面のうねりの変化が保護工区間にどのように影響するのか検討する。また、橋脚形状による流木捕捉軽減対策を継続する。

参考文献

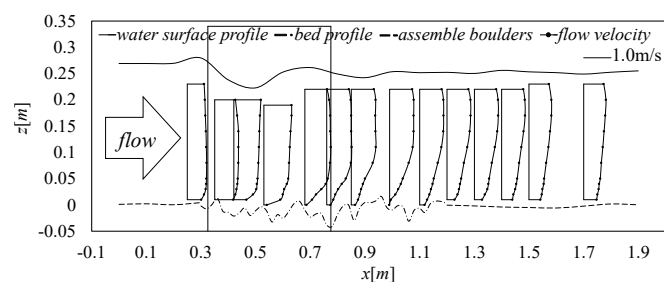
- 1) 岡本, 集中豪雨時の橋梁閉塞と河岸浸食対策に関する実験的研究, 平成 29 年度研究報告書, 前田記念工学振興財団, 土木分野 No.5, 6 pages, 2017.
- 2) 河川を横過する橋脚に関する計画の手引き (案) 国土技術センター, ISBN4-87759-030-7, JICE 資料第 109001 号, 137 pages, 2009.
- 3) 土木技術資料 53-1 橋脚基礎の洗堀への対応事例 国土交通省国土技術政策総合研究所, 2pages, 2011.
- 4) 安田, 石塚, 橋脚周辺の河床保護に対する連続した石組みの有効性, 令和 4 年日本大学理工学部学術講演会, 2021.



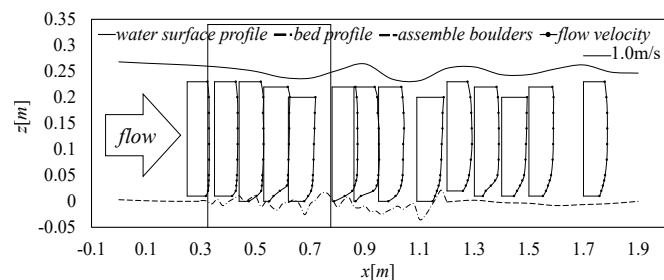
(a) 橋脚近傍 ($y=0.10\text{ m}$) (b) 側壁側 ($y=0.30\text{ m}$)
写真 1 保護工直下流 ($x=1.15\text{ m}$) での河床付近の流況



写真 2 左岸側視点からの流況



(a) 橋脚近傍 ($y=0.09\text{ m}$)



(b) 側壁側 ($y=0.32\text{ m}$)

図 2 橋脚周辺の水面形、河床形状、流速分布