

橋脚形状の違いによる橋脚周辺の流れの特性

Flow Characteristics around Pier under Different Shapes of Pier

安田陽一¹, ○石塚舜基²
 Youichi Yasuda¹,*Toshiki Ishitsuka²

Abstract: Debris flow with driftwoods may occur during flood stages. As the flooding flow impinges to the pier, driftwoods may be trapped at the upstream face of pier. In this case, the water level is apt to rise at the upstream of the bridge, and severe damages may occur. As a countermeasure for such problems, the shape of pier was focused, and a trapezoidal columnar pier with 1:1 upstream slope was proposed. This report presents the effect of shape of pier on velocity field, bed profile and water surface around pier.

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^[4]。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、橋脚形状に着目し、台形円柱型とした場合^[4]と長楕円柱型とした場合を対象に、橋脚に衝突した流れの影響を検討する。

2. 実験方法および実験条件

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（Figure 1）。また、橋脚両側の局所洗堀防止として、ブロック模型を流下方向に 5 列、横断方向には片側 3.5 列設置した。その一方、ブロック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 5 mm から 2 cm の礫を深さ 5.5 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、Table 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）

Table 1. Experimental conditions

	case	Q(m ³ /s)	qp(m ² /s)	hd(cm)	hdp(m)
Oblong cylindrical pier	1	0.0469	3.41	10.65	1.6
	2	0.0947	6.88	20	3
	3	0.1239	8.99	22.4	3.36
	4	0.1527	11.09	24.1	3.62
Trapezoidal columnar pier	1	0.0469	3.41	10.06	1.51
	2	0.0947	6.88	20.15	3.02
	3	0.1239	8.99	22.25	3.34
	4	0.1527	11.09	24.54	3.68

※Qは模型流量、 q_p は原型単位幅流量、 h_d は下流水深、 h_{dp} は原型換算下流水深



a) Oblong cylindrical pier



b) Trapezoidal columnar pier

Figure 1. Installation of different type of piers

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

Case 1 を対象とした台形円柱および長楕円柱周辺の水面形を Figure 2 に示し、Case 4 を対象とした場合を Figure 3 に示す。図中の座標の単位は cm で表示し

1: 日大理工・教員・土木 2: 日大理工・学部・土木

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橋脚上部で生じている。また、流量規模が大きくなると下に凸の極値となる位置が下流側に移動する。同時に、橋脚に衝突した影響が長楕円柱の方が大きくなり、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。

4. 橋脚周辺の流速分布

Case 4 を対象とした橋脚区間およびその直下流側の流下成分の時間平均流速の鉛直分布について、台形円柱と長楕円柱との比較を **Figure 3** に示す。Figure 3 に示されるように、台形円柱の場合、橋脚に衝突した流れが橋脚前面の傾斜の影響により衝突位置が分散され、水路中央と側壁側での流速分布の違いは小さい。長楕円柱の場合は、橋脚前面が鉛直になっているため、台形円柱よりも橋脚回りの底面付近の速度勾配が大きくなる。なお、通水後の移動床の形状から長楕円柱の方が局所洗堀の痕跡が大きいことを確認した。

5. まとめ

橋脚形状による橋脚周辺の水面形および流速分布の違いを検討した結果、橋脚形状を台形円柱型にするによって、橋脚への衝突位置を変えることができる。また、長楕円柱型の橋脚形状の場合、橋脚への衝突位置が深さ方向に変わらないため、橋脚周辺の速度勾配が大きくなり、衝突した流れが側壁に及び波状水面が形成される。台形円柱型の橋脚形状の場合、橋脚を通過する流れの流向の変化が小さく、橋脚下流側では橋脚への衝突した流れの影響が小さい。今後は、通水後の河床の測定から、洗堀状況を確認し、洗堀対策の検討をする。

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, 2 pages, 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

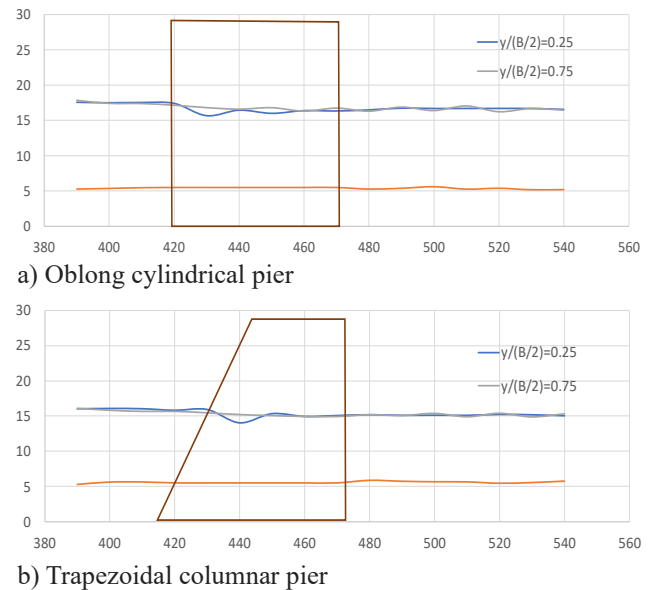


Figure 2. Water surface profiles (Case 1)

(y: Transverse coordinate from center of channel)

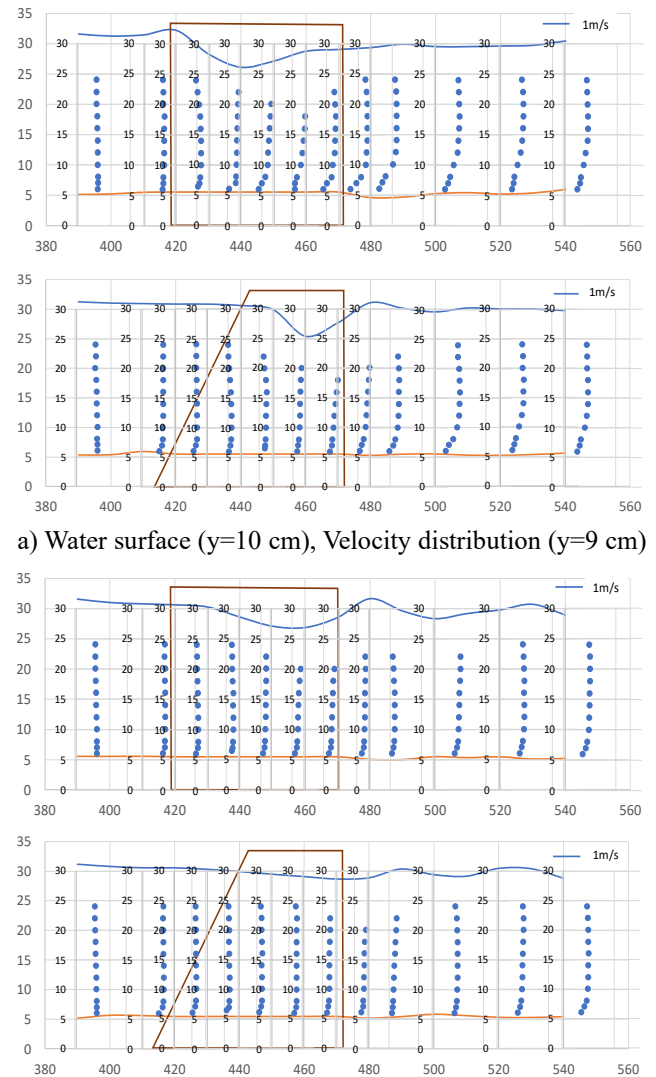


Figure 3. Water surface, Velocity distribution (Case 4)