

第Ⅱ部門

杭水制による河川直角合流部における砂州の動態制御に関する実験的研究

明石工業高等専門学校建築・都市システム工学専攻 学生員 ○藤原 太輝
 明石工業高等専門学校建築・都市システム工学専攻 栄 翔太
 明石工業高等専門学校都市システム工学科 正会員 渡部 守義
 明石工業高等専門学校名誉教授 神田 佳一

1. はじめに

兵庫県の一級河川である加古川とその最大支川である美囊川との合流部の約 4 km 下流には、1989 年に加古川大堰が竣工され、美囊川合流点は平水時の大堰湛水区間の上流端となっている。このため、合流点近傍の河川地形は、合流による影響と下流の堰による湛水や上流の弯曲の影響を受け、合流部右岸側下流での砂州の固定・肥大化、滞筋の左岸への偏向・固定化が進行し、それに伴う水面利用域の浅水化、砂州の樹林化等の治水・河川環境上の諸課題が生じている。この砂州を制御するため、2015 年に合流部上流左岸側には水制工が設置されたが、その効果は十分に発揮されていない。

そこで本研究では、水制による砂州の動態制御のための基礎的な知見を得るため、現地の水制を模した水制と木杭列による透過型水制を用いた模型実験を行った。

2. 実験概要

加古川大堰は河口から 12.0 km の地点に位置し、高さ 5.3 m、平常時における湛水区間上流端は、美囊川の合流部付近である¹⁾。合流部の本川幅は 200 m、支川幅は 140 m であり、支川美囊川には合流する直前に高さ 2 m の落差工が設置されている。実験では、1/250 のスケールの水路(図-1)を用いた。水路下流端には、高さ調節が可能な堰板を設置し、大堰の操作による湛水効果を、水路上流端に水路幅の 1/4 幅の板を左岸側に設置し、現地合流部上流における弯曲後の流れをそれぞれ模擬した。また、支川に給砂装置を設置し、支川からの土砂流入を模擬した。水制は図-2 に示すように現地水制と 3 つの形状の杭水制を用いた。

実験条件は通水時間 1.0 h、本川流量 3.0 l/s で固定し、表-1 に示す堰高、支川流量及び水制形状を変化

させた。測定項目の表面流況は、通水中のビデオ画像より LSPIV 法を用いて測定を行った。河床変動量は、放水後にレーザー変位計を用いて測定を行った。

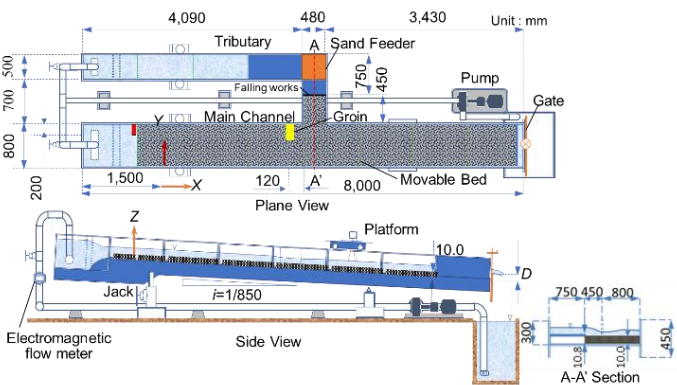


図-1 実験水路

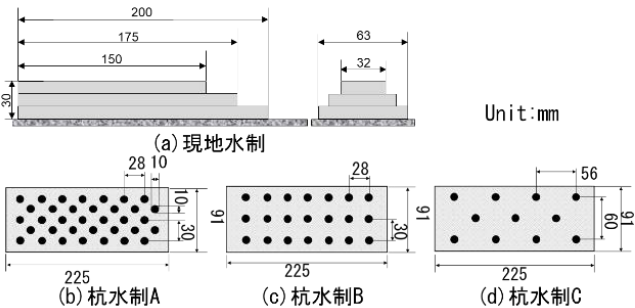


図-2 現地水制および杭水制模型

表-1 実験条件

番号	水制形状	本川流量 $Q_M(\ell/s)$	支川流量 $Q_T(\ell/s)$	給砂量(g/s)	堰高D(cm)	通水時間(h)	
CASE1	現地水制	3.0	1.0	3.0	0.0	1.0	
CASE2			1.5	5.9	0.0		
CASE3			1.0	3.0	1.0		
CASE4			1.5	5.9	1.0		
CASE5	杭水制A		1.0	3.0	0.0		
CASE6			1.5	5.9	0.0		
CASE7			1.0	3.0	1.0		
CASE8			1.5	5.9	1.0		
CASE9	杭水制B		1.0	3.0	0.0		
CASE10			1.5	5.9	0.0		
CASE11			1.0	3.0	1.0		
CASE12			1.5	5.9	1.0		
CASE13	杭水制C		1.0	3.0	0.0		
CASE14			1.5	5.9	0.0		
CASE15			1.0	3.0	1.0		
CASE16			1.5	5.9	1.0		

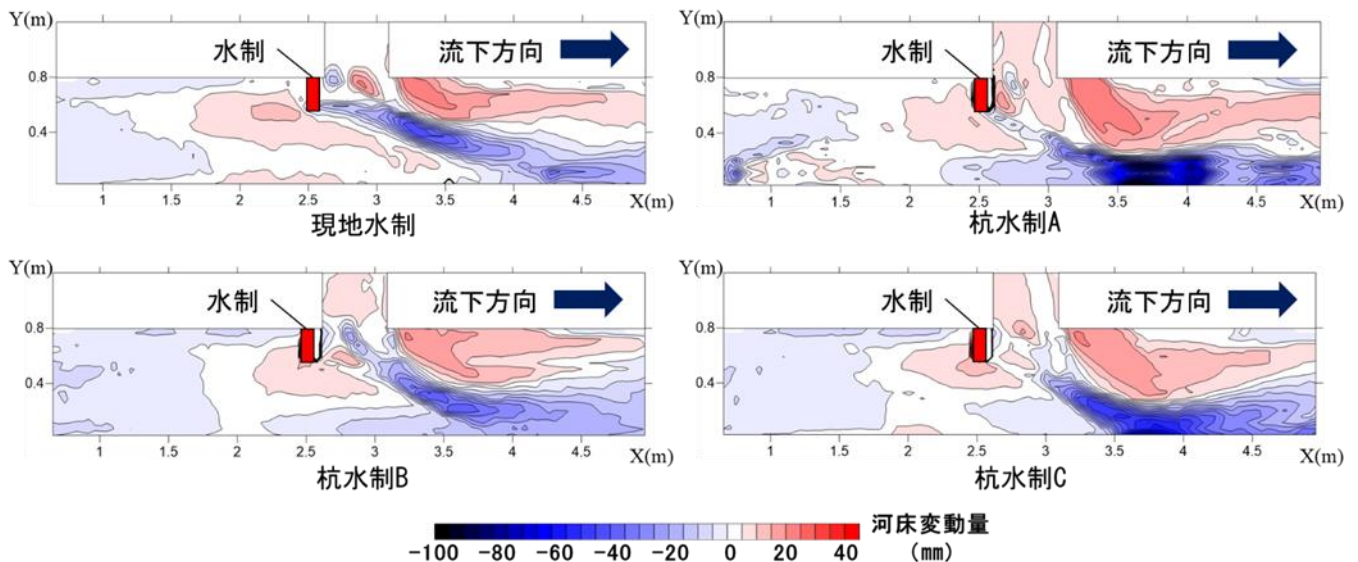


図-3 実験結果（支川流量 1.0ℓ/s, 堰高 0cm の場合の河床変動量）

3. 実験結果及び考察

洪水時において支川からの流量が最も少ない支川流量 1.0 ℓ/s, 湛水をしていない堰高 0 cm の場合の水制の河床変動量の実験結果を図-3 に示す。

現地水制では、支川との合流後本川左岸側に最大高さ 18 mm の堆積が生じている。また、水制により流れが右岸側へと偏向され、水制の右岸側から伸びるように最大深さ 53 mm の局所洗掘が生じている。また、水制前面広範囲で堆積が見られ、水制背面 $X=2.8$ m, $Y=0.7$ m では支川の流入を妨害する形状の堆積が確認できる。この状態は現在の現地の状況とほぼ同じである。

杭水制 A では、支川との合流後本川左岸側に最大高さ 34 mm の堆積が生じている。また、水制により流れが右岸側へと偏向され、本川右岸側広範囲に局所洗掘が生じ、その最大深さは 150 mm であった。現地水制と比べ、水制前面の広範囲の堆積および水制背面の支川の流入を妨害する形状の堆積は小さくなったことが確認できる。

杭水制 B では、支川との合流後本川左岸側 $Y=0.8$ m 付近に最大高さ 22 mm の堆積が生じており、その堆積範囲は杭水制 A と比べ減少しており、最大高さ範囲においても減少が見られる。また、現地水制で見られた水制前面の堆積はフラッシュでき、合流後本川右岸側で発生した洗掘範囲の縮小が確認できその最大洗掘深さは 48 mm であることが確認できる。

杭水制 C では、支川との合流後本川左岸側 $Y=0.8$ m 付近最大高さ 16 mm の堆積が生じており、杭水制 A と比べ、その堆積の最大高さ範囲が減少していることが確認できる。杭水制 B と同様に、現地水制で見られた水制前面の堆積はフラッシュでき、合流後左岸側で発生した堆積範囲は縮小している。杭水制 B と比べ水制背面の堆積の縮小が確認できた。また、洗掘範囲は杭水制 A とあまり変化は見られないがその最大洗掘深さは 82 mm と減少が確認できた。

以上より、本川右岸側の流れの偏向効果を確保しつつ、水制背面の堆積をフラッシュ出来る水制は杭水制 C であり、これは本川左岸側の堆積抑制および本川右岸側の洗掘深さが浅い点からも杭水制 C が好ましいと考えられる。

4. おわりに

本研究では、加古川・美囊川合流部における杭水制による河床変動の制御効果を明らかにするために移動床実験を行い、堰高、支川流量及び水制形状の変化による河床変動について実験的に考察した。

【参考文献】

- 1) 高田翔也ら：上流の河道形状と堰湛水の影響を受ける合流部の河床変動とその制御に関する研究，平成 28 年度 水工学論文集，第 61 巻，2017