

堰の部分撤去が流況及び河床地形に及ぼす影響について

徳島大学大学院 学生会員 ○住田英之
 徳島大学大学院 正員 武藤裕則・田村隆雄

1. 研究背景・目的：河川横断構造物は治水・利水面で貢献する一方で、河川の連続性を阻害してしまう問題を抱えている。この問題を解消するために、世界各地で横断構造物の撤去が行われている。しかしながら、横断構造物の撤去が流況や河床地形に及ぼす影響は、十分に把握されていない現状である。そこで、本研究では横断構造物の撤去が流況及び河床地形に与える影響を把握することを目的とし、堰模型を用いた水路実験を行った。実験では、河幅水深比を大・小2パターン（Pシリーズ及びHシリーズ）に設定し、前者では撤去形状と撤去後に形成される流路形状や洗掘孔について、定量的な整理を試みた。後者では、撤去形状と形成される砂州地形の関係性や、砂州地形と断面内流況の対応について考察を進めた。

2. 実験方法：実験は長さ 800cm、河床勾配 1/200 の長方形断面水路で行われ、Pシリーズでは水路幅を 100cm、Hシリーズでは 50cm に設定した。堰模型の正面図を図 1 に示す。実験ケースは D/hc 及び W/B の値を変更し、それぞれ表 1 及び表 2 に示すように設定した。また、それぞれの水理条件を表 3 に示す。実験は堰撤去前を初期形状として所定の流量・時間で通水し、通水停止後、部分撤去を施してから再度通水した。計測は水位・河床形状・表面流速・断面内流速を測定した。水位はポイントゲージを用い、河床形状はレーザ変位計を用いて計測した。表面流速は PVC 粒子により表面流速を可視化し、藤田の PIV 手法による解析を行った。断面内流速は 2 種類の電磁流速計を用いて計測した。

3. 実験結果 (Pシリーズ)：撤去幅を 33cm に固定し、撤去深さを変化させた場合の撤去前と撤去後の平衡河床形状を図 2 に示す。初期河床の (a) P0 では波長の長い複列砂州が形成されているが、部分撤去を行ったケースを見ると、

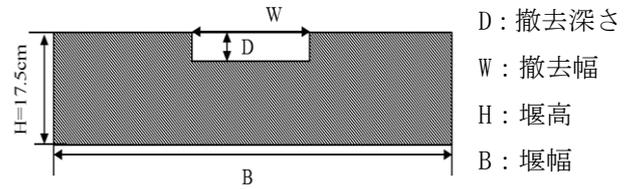


図 1 堰模型正面図

表 1 実験ケース (Pシリーズ)

		W/B				
		0.2 (20/100)	0.25 (25/100)	0.33 (33/100)	0.5 (50/100)	1.0 (100/100)
D/hc	0.5 (1.2/2.5)	—	P0.5-0.25	P0.5-0.33	P0.5-0.5	—
	1.0 (2.5/2.5)	P1.0-0.2	P1.0-0.25	P1.0-0.33	P1.0-0.5	P1.0-1.0
	1.5 (3.7/2.5)	P1.5-0.2	P1.5-0.25	P1.5-0.33	—	—
	2.0 (5.0/2.5)	P2.0-0.2	P2.0-0.25	P2.0-0.33	P2.0-0.5	—

P0: 初期形状 hc: 限界水深 (2.46cm)

表 2 実験ケース (Hシリーズ)

		W/B	
		0.25 (12.5/50)	0.33 (16.6/50)
D/hc	1.0 (4.8/4.8)	H1.0-0.25	H1.0-0.33
	1.5 (7.2/4.8)	—	H1.5-0.33
	2.0 (9.6/4.8)	H2.0-0.25	—

H0: 初期形状 hc: 限界水深 (4.78cm)

表 3 水理条件

	Pシリーズ	Hシリーズ
Q (L/s)	12.1	16.4
h ₀ (cm)	2.72	4.85
τ* / τ* _c	1.4	2.1
Fr	0.85	0.98
Re	12000	32800

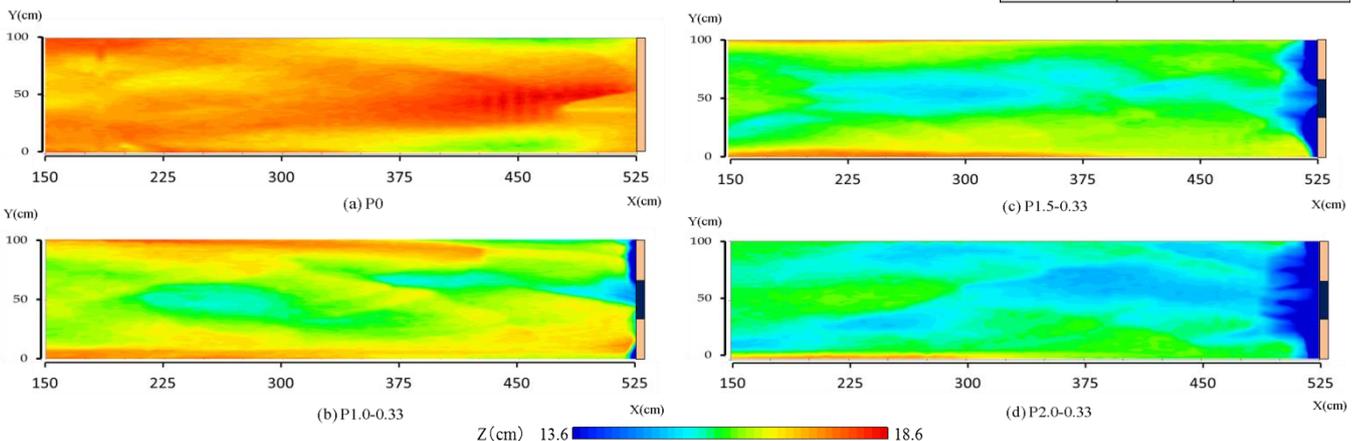


図 2 平衡河床形状 (Pシリーズ)

複列砂州は消失し、水路中央部に流路の発達を確認できる。その流路は撤去深さを大きくすることにより、徐々に深く・深くなっており、複断面の横断形状が形成されたと言える。また、開口部に生じている局所洗掘が撤去深さの増加に伴い拡大していることが分かる。流路形状を詳しく見るため、限界水深の値を基準にし、初期河床からの河床位の減少が $0.5hc \sim 1.0hc$ になるものを浅い流路、 $1.0hc$ 以下になるものを深い流路と定義した。さらに、浅い流路幅を B_s 、深い流路幅を B_d と定めた。浅い流路幅の値 B_s を堰幅 B で無次元化し、実験ケースの表に倣って整理した結果が図3である。図より、 B_s/B は撤去深さと撤去幅が複合的に影響していることが認められる。

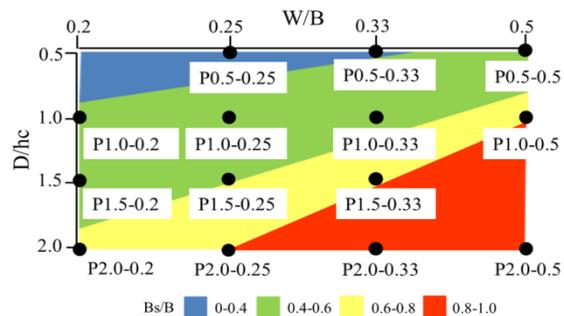
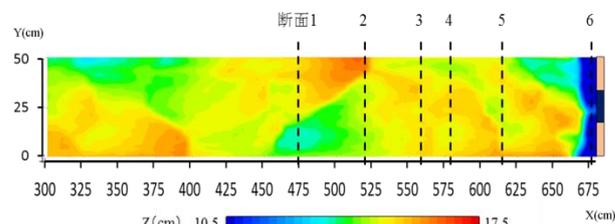


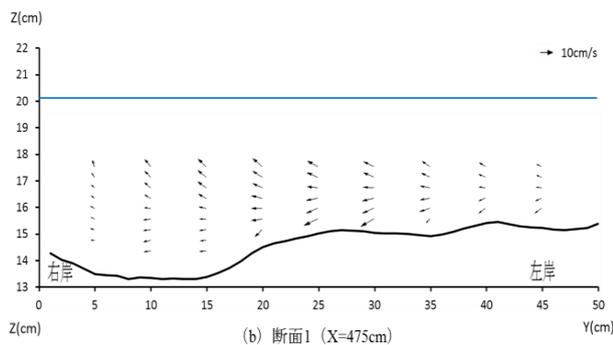
図3 B_s/B (浅い流路幅/堰幅) の階層分け

4. 実験結果 (H シリーズ) : H1.0-0.33 における平衡河床形状と断面内の 2 次流ベクトルを図4に示す。なお、2 次流ベクトル図は下流から上流に向かって見た図を示しており、図中の青い線は水面の位置を表している。(a) 平衡河床形状を見ると、 $X=525cm$ を境界にして、交互砂州領域と複列砂州領域が存在していることが分かる。次に、断面内の流況を見ると、交互砂州の中腹部に位置する (b) 断面1 では、左岸側に時計回りの大きな 2 次流が確認され、右岸側では反時計回りの 2 次流が形成されていることが分かる。複列砂州上である (c) 断面4 を見ると、水路を横断方向に 3 等分するように、右岸側から時計回り→反時計回り→時計回りの 2 次流が並んでいる様子が確認できる。この断面は、複列砂州のちょうど中腹部に位置しており、複列砂州上の微地形に対応して複数の 2 次流が生じたと推測される。(d) 断面5 では、水路中央を境界にして右岸側で時計回り、左岸側で反時計回りの 2 次流が生じており、下流側で形成された水みち ($X=615 \sim 665cm$) に流れが集中する傾向は認められない。これは、形成された水みちの形状が浅く幅広であるためと考えられる。堰近傍の (g) 断面6 では、ほぼ左右対称にして、開口部に流れが集中の様子が認められ、水みちからの流れの影響は確認されない。

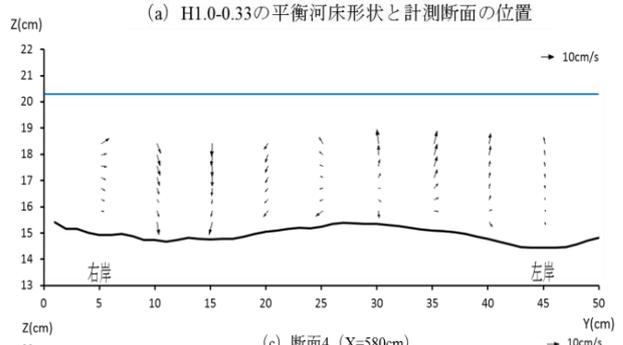
5. まとめ : P シリーズの実験結果より、撤去後の流路形状と撤去形状の関係性を定量的に評価することができた。H シリーズにおける、断面内流況の計測結果より、交互砂州上では 2 対の相反する 2 次流が確認された。また、堰直上流で形成される水みちの形状の違いによって、堰周辺の流況が大きく異なり、その流況の変化が撤去後に形成される砂州地形に影響を及ぼすことが示唆された。



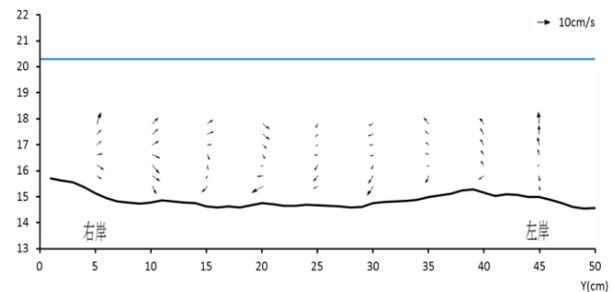
(a) H1.0-0.33の平衡河床形状と計測断面の位置



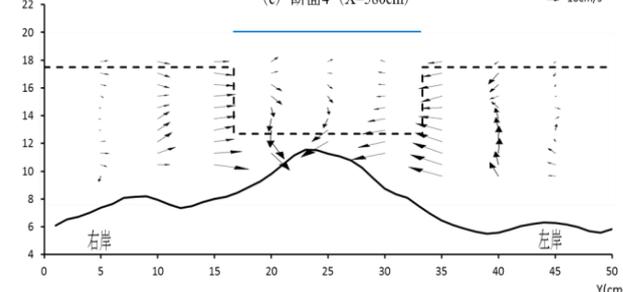
(b) 断面1 (X=475cm)



(c) 断面4 (X=580cm)



(d) 断面5 (X=615cm)



(e) 断面6 (X=677cm)

図4 H1.0-0.33の断面2次流ベクトル