

出水時に起こる水制群周辺の流れと河床変動特性

佐賀大学 学生会員 松本祥平
 正会員 渡邊訓甫 平川隆一 野口剛志
 学生会員 副島佑介 淡島永光 池島浩貴

1. はじめに

実河川では、平水時に水中に没しない非越流型水制が多く用いられており、増水時には水位が水制高さを上まわり越流型の水制となる。流量が一定状態での河床変動は、越流型水制と非越流型水制で異なっている¹⁾が、流量が連続して変化した場合の河床変動については不明な点が多い。本研究では、非定常の流れ場を対象とし、連続水制周辺の流れ特性と河床変動特性を明らかにすることを目的とする。

2. 実験条件と実験方法

実験水路には幅 0.4m、有効長 18m の長方形可変勾配開水路を用いた。水制は高さ $H=5\text{cm}$ 、長さ $L=10\text{cm}$ であり、水路右岸側壁に水制を垂直に 20cm 間隔で 6 基設置した。水路中間部に約 8m の長さにわたって粒径 0.97mm の均一砂を敷いた。

座標軸は、水制 1 基目設置位置を原点として流下方向に x 軸、横断方向に y 軸、鉛直方向に z 軸とした。通水した流量を図-1 に示す。ピーク時の流量は、その時の水深が水制高の 2 倍となるように設定した。流量が一定の箇所では、水制群下流が等流となるように下流端堰を変化させた。増水期、減水期に各 4 回ずつ、および流量ピーク時に水制周辺の河床形状と水面形を測定した。河床形状は超音波砂面測定器を使用した。流速は、各水深の半水深を測定した。その他の実験条件を表-1 に示す。

3. 実験結果及び考察

各水深における水制設置横断面の半水深の流速 U を図-2 に示す。R-2 の場合は水制先端部に着目すると、水制 1 基目先端の流速と比較して水制 2 期目の流速は小さくなり、3 基目、4 基目となるにつれて流速が大きくなった。これは、水制 1 基目で勿ねられた流れが 3 基目、4 基目付近で再付着しているためと考える。R-3 の場合も同様である。R-5 の水深 10cm の場合は、半水深が水制の上端のため水制設置断面ごとの流速に大きな差は無い。図-3 は各水深における水制設置断面の河床形状である。R-2 と R-3 の場合、洗掘は 1 基目先端の以外ほとんど生じていない。流量ピーク時の R-5 では 2 基目以降

も河床に洗掘が見られる。4 基目以降の先端での洗掘が大きいのは、1 基目の水はねで小さくなっていた流速が 4 基目付近から再度大きくなったからだと考えられる。

図-4 は流量ピーク時における水制先端付近($y=10.5\text{cm}$)の河床縦断面図である。洗掘は水制設置断面で生じており、その大きさは水制 1 基目で最大となり、2 基目では小さく抑えられているが、3 基目、4 基目となるにつれて再び大きくなる。また堆積は、洗掘背後に生じている。図-5 は各ステージにおける水制周辺の極大洗掘深および極大堆積厚である。堆積厚は各水深 1 基目の背後で最大となっている。洗掘深は R-2 の場合と R-3 の場合は水制 1 基目前面で最大となっているのに対し、R-5 の場合は 1 基目先端が最大となっている。水制 4 基目周辺の洗掘が上流と比べ大きくなっている。

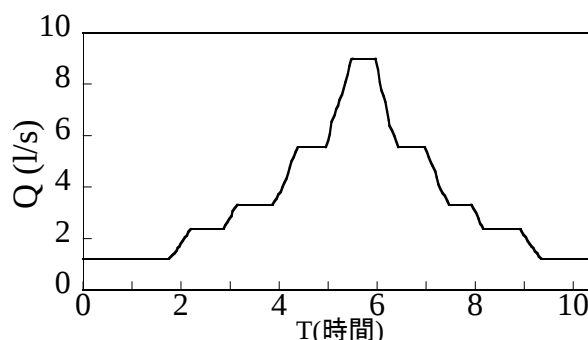


図-1 流量ハイドログ

表-1 実験条件

実験ケース		ケース	設定水深	流量 Q	Fr 数
			(cm)	(ℓ/s)	
非越流	増水期	R-1	3.0	1.1	0.17
		R-2	4.5	2.2	0.18
越流		R-3	5.5	3.0	0.18
		R-4	7.5	5.0	0.2
		R-5	10	8.1	0.21
非越流	減水期	D-6	7.5	5.0	0.2
		D-7	5.5	3.0	0.19
		D-8	4.5	2.2	0.18
		D-9	3.0	1.1	0.17

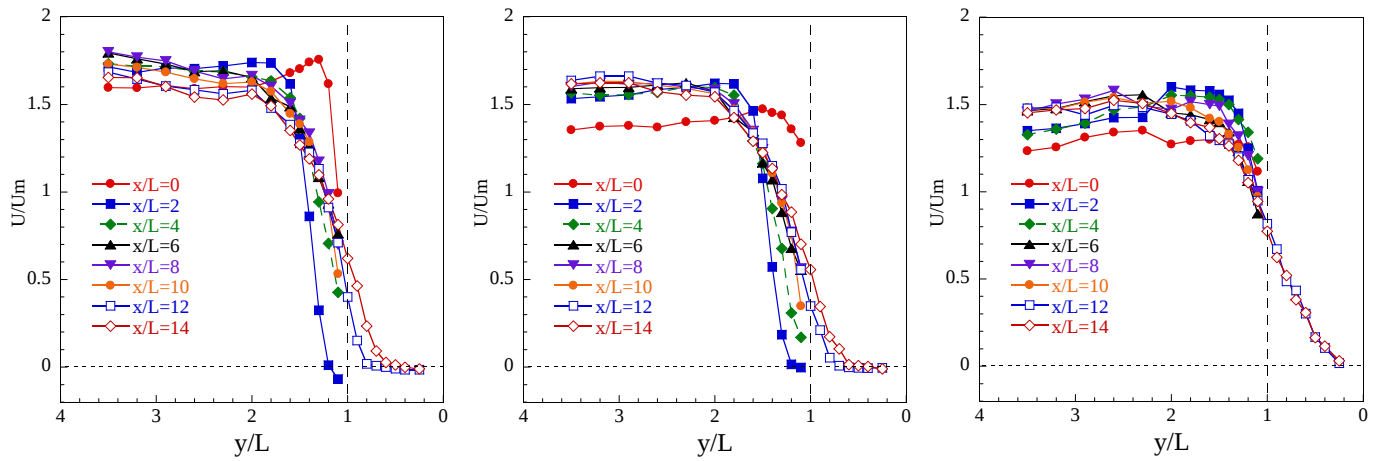


図-2 水制設置断面における主流速の横断分布

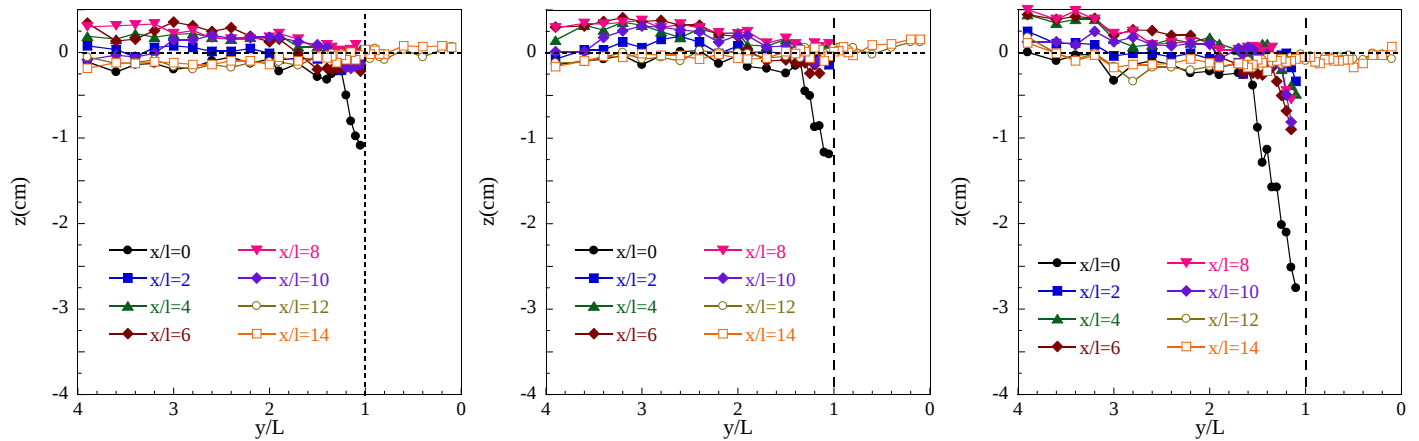


図-3 水制設置断面での横断河床形状

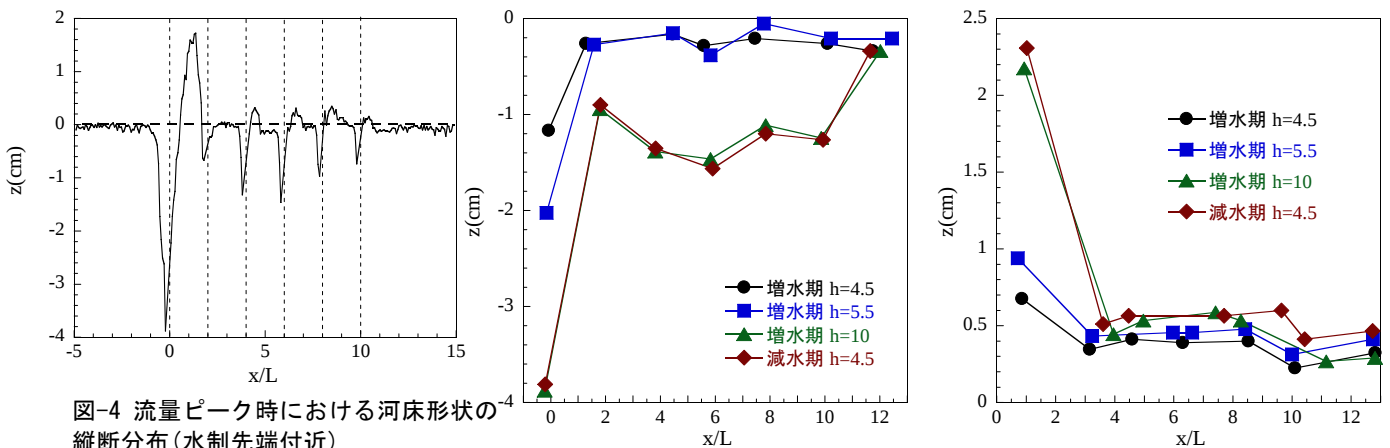


図-4 流量ピーク時における河床形状の縦断分布(水制先端付近)

図-5 水制周辺 最大洗掘(左)及び最大堆積(右)

4. 結論

本研究では、水制群を有する開水路流れにおいて、相対水深を変化させた移動床実験を行った。得られた結果は以下の通りである。

- 1) 水制設置断面での流速は、水制群上流端では水制先端部に最大流速が生じ、その位置は2基目から下流では水路中央へとシフトした。非越流状態では、そこに左岸側でも流速が増大した。水深5.5cmの場合と10.0cmの場合も同様

に上流側は最大流速が水制付近となっているが、下流側で左岸側が最大流量になることはない。

- 2) 河床変動は洗掘、堆積共に水制1基目付近が1番大きく、次いで4基目付近が洗掘、堆積共に大きくなった。

参考文献

- 1) 常盤ら：単一水制周辺の河床変動と流れに及ぼす相対水制高の影響，応用力学論文集 Vol.11, pp.719-726, 2008.