

出水時に起こる水制周辺の河床変動特性

佐賀大学大学院 学生会員 副島佑介
 佐賀大学 正会員 渡邊訓甫 平川隆一 野口剛志

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。すなわち、洪水時に水制が越流状態から非越流状態へと連続的に変化する。その際、水制周辺の河床は常に変動していると考えられる。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。

そこで本研究では、非定常の流量を設定し、単一水制周辺の河床形状の時間変化特性を明らかにすることを目的とする。

2. 実験条件および方法

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=5cm、長さ L=10cm であり、水路右岸側壁に垂直に 1 基設置した。座標軸は、水制設置側壁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。水路中間部に約 8m の長さにならって粒径 0.97mm の均一砂を敷いた。実験は、流量ピーク時のフルード数が 0.4 となるよう設定した case-1 と、流量ピーク時のフルード数が case-1 の半分の 0.2 となるよう設定した case-2 の 2 ケースとした。それぞれの通水した流量を図-1 に示す。また実験条件を表-1、2 に示す。両ケース共、流量ピーク時には水位が水制高の 2 倍になるよう流量を設定した。流量を変化させるときは下流端堰を調整し、等流を保つようにした。流量が一定の箇所では、流れ場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、およびピーク時に水制周辺の河床形状を測定した。河床形状の計測は、下流端堰を上げ、河床変動を停止させた状態で行った。

3. 実験結果および考察

図-2 は各ステージにおける初期河床からの変動量 $Z_s(\text{cm})$ である。いずれのケースも上からステージ R-3、流量ピーク時のステージ R-5、最終河床形状のステージ D-9 を示している。

case-1 では流量が増加すると共に洗掘が進行しているのがわかる。またステージ R-3 でみられた $x/L=4$ 付近の堆

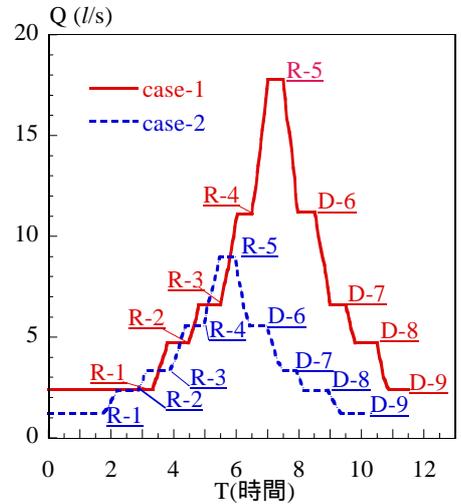


図-1 通水したハイドログラフとステージ名

表-1 case-1 の実験条件

		ステージ名	勾配	流量 Q (l/s)	Fr 数
非越流	増水期	R-1	1/1100	2.4	0.35
		R-2		4.7	0.38
R-3		6.6		0.39	
R-4		11.1		0.41	
R-5		17.8		0.43	
越流		D-6		11.2	0.41
		D-7		6.6	0.39
		D-8		4.7	0.37
非越流		減水期		D-9	2.4

表-2 case-2 の実験条件

		ステージ名	勾配	流量 Q (l/s)	Fr 数
非越流	増水期	R-1	1/4800	1.0	0.17
		R-2		2.1	0.18
R-3		3.1		0.18	
R-4		5.6		0.20	
R-5		8.9		0.21	
越流		D-6		5.4	0.20
		D-7		3.4	0.19
		D-8		2.2	0.18
非越流		減水期		D-9	1.2

キーワード：水制，河床変動，非定常流

連絡先 〒840-8502 佐賀県佐賀市本庄町 1 番地，TEL：0952-28-0685，FAX：0952-28-8699

積箇所は洗掘箇所へと変化している．最終河床形状 D-9 では水制背後の洗掘深の増加はみられるものの、そのほかに大きな変化は見られない．流量ピーク時のステージ R-5 から最終河床形状のステージ D-9 で水制背後の洗掘深の増加がみられたのは、流量減少により水位が下がり、そのため流れが主流部側に寄ったためだと考えられる．

case-2 でのステージ R-3 では、水制先端部で洗掘され、その背後から主流部に向かって堆積が見られる．流量ピーク時のステージ R-5 では堆積が $x/L=1.0, y/L=1.5$ 付近と $x/L=1.0, y/L=0.8$ 付近の 2 箇所に現れ、後者で最大堆積となった．しかしその後、減水期に入り最終河床形状のステージ D-9 では流量ピーク時の河床形状 R-5 と比較してほとんど変化が見られなかった．河床形状から、流れはステージ R-3 で主流部に向って流れていると思われるが、ステージ R-5 と D-9 では水制域内に向う流れも発生したと思われる．

水制付近の先端部周辺($y/L=0.9$)に沿った河床形状の縦断変化を図-3, 4 に示す．case-1 では、水制前面でステージ R-1 は約 6cm の洗掘が起き、流量が増加するとともに洗掘深が増加していく．しかしピーク流量時のステージ R-5 を過ぎた減水期のステージ D-6 でも洗掘が進行し、最終流量でのステージ D-9 では、流量ピーク時よりも洗掘深が大きくなった．水制背後でも同様な傾向が見られる．

case-2 での水制前面の洗掘は、流量の増水期に徐々に洗掘が進行している．流量ピーク時から減水期になるステージ D-6 では大きな変化は見られないが、ステージ D-6 から D-9 にかけては洗掘深が徐々に小さくなっており、埋め戻しがみられる．水制背面での堆積は、増水期には堆積厚が大きくなりつつ、下流側に進行している．流量ピークからステージ D-6 にかけては、堆積の下流への進行は続いているが、堆積厚は小さくなる．その後は大きな変化はない．

4. 結論

本研究では、単一水制を有する開水路流れにおいて、流量を変化させた移動床実験を行った．その結果、増水期における河床形状は、流量の増加に伴って洗掘・堆積規模が大きくなること、減水期に入った後は、若干の洗掘の進行・埋め戻しや、堆積厚の減少が生じるが、その形状はほぼ維持されるため、最終形状はピーク流量に規定されることが明らかになった．

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．

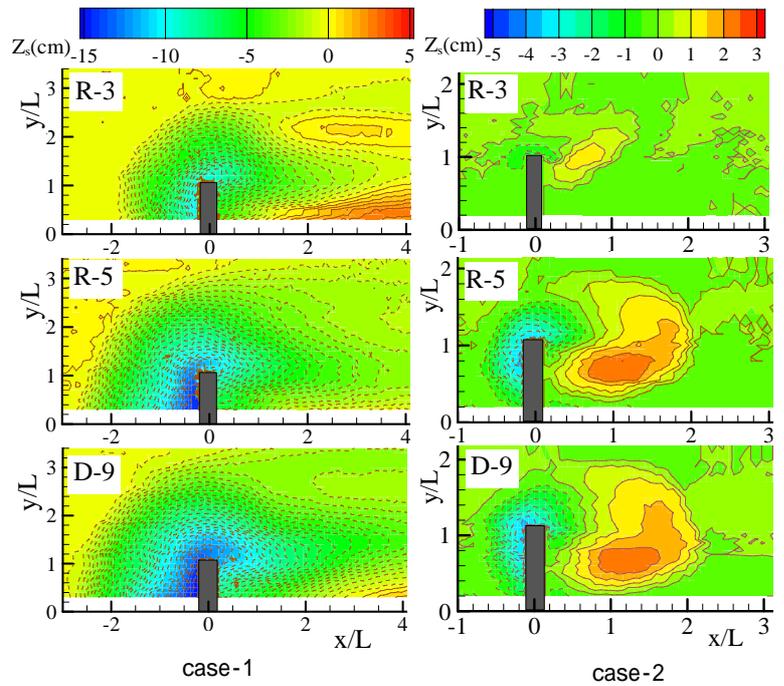


図-2 河床形状の時間変化

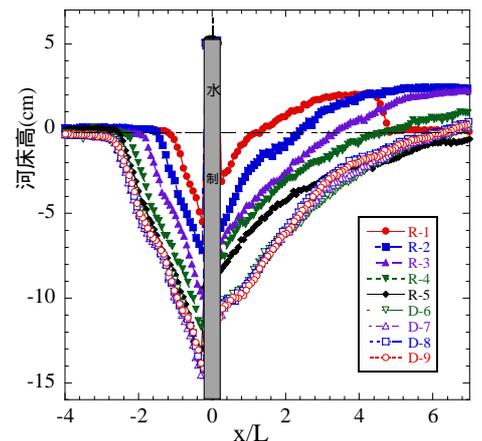


図-3 河床高の縦断分布
case-1 : $y/L=0.9$

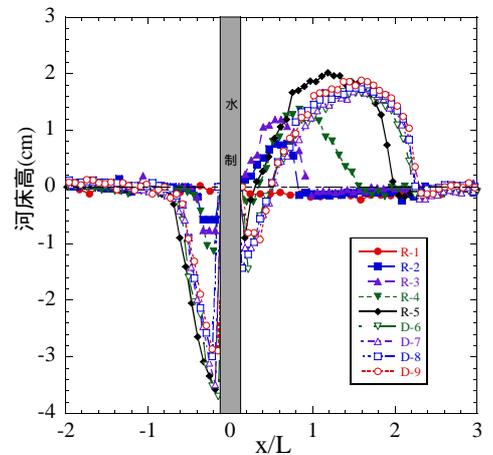


図-4 河床高の縦断分布
case-2 : $y/L=0.9$