

水制による河床変動と流れ構造に及ぼす設置角度の影響

名古屋工業大学 学生員○長坂 剛, 名古屋工業大学 学生員 加藤 敦
名古屋工業大学 山田憲司, 名古屋工業大学 正 員 富永晃宏

1. まえがき 水制構造物が流れに対する角度は水制周辺の流れと河床変動に対して重要な影響を及ぼすものと考えられる。この水制設置角度としては、水制の縦軸が側岸に対する角度、水制先端部の水平および鉛直の切り角度、さらにはスリットを設けたときの角度等の様々な要因を含んでいる。著者らはこれまでに、固定床における水制軸角度の影響に関する実験的研究¹⁾および数値計算に関する研究²⁾を行ってきた。本研究は、移動床において実験を行い河床変動と流速分布に及ぼす水制軸角度の影響を検討したものである。

2. 実験装置および方法 実験水路は、長さ13m、幅60cmの勾配可変型水路を用いた。水制の設置平面形状を図-1に示す。水制の水路に垂直な投影長さ $L=15\text{cm}$ とし、水制軸の下流側壁から測った角度 $\alpha=120^\circ, 90^\circ, 60^\circ$ の3種類を設定した。水制は上流から6mの位置に設置し、勾配は $1/3000$ 、流量は $9600\text{cm}^3/\text{s}$ とし、下流部の堰上げを調節し水制上流1mの水深を $h=8\text{cm}$ および 6cm の2通り設定した。実験ケースを表-1に示す。水制上流1.4mから下流4.0mまでの区間に平均粒径 0.05cm の砂を厚さ 10cm で敷き詰め移動床とした。最終洗掘形状は、12時間から18時間の通水後、河床横断形状計測装置によって表示された河床横断形状をビデオ撮影し、画像デジタイザを用いて計測した。通水後のほぼ定常となった河床形状のもとで2成分の電磁流速計を用いて、底面から 2cm の高さと水面から 2cm の高さにおいて主流速と横断方向流速を計測した。

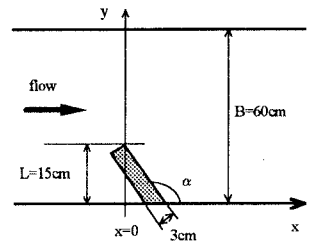


図-1 水制平面図と座標系

表-1 実験ケース

CASE	水制軸角度 α	水深 h (cm)
1	120°	8.0
2	120°	6.0
3	60°	8.0
4	60°	6.0
5	90°	8.0
6	90°	6.0

3 実験結果とその考察

3.1 河床形状 水深 8cm のCASE1, 3, 5と水深 6cm のCASE2の最終河形状のコンターを図-2に示す。水深 8cm の場合、いずれの水制軸角度においても、水制まわりで最大洗掘深となり、水制先端から下流へ水路中心軸となす角度 $\beta=30^\circ$ 程度で洗掘域が伝播している。全般に河床には河床波が形成されており波状の増減を伴っている。水制の下流では $x=10$ から 50cm にかけての $y<15\text{cm}$ の領域で顕著な堆積が見られる。この堆積のピークは $5\text{cm}\sim 6\text{cm}$ にまで達し、水深の半分を超えている。この堆積に続いて下流に向かってほぼ洗掘域と平行に低い堆積域が見られる。水制軸角度の違いに着目すると、下流に傾いた $\alpha=60^\circ$ のケースが水制まわりの洗掘範囲が小さくなり、下流の洗掘も弱くなる。水制背後の堆積は $\alpha=90^\circ$ のケースと同程度であるが、これより下流の堆積は小さい。上流向きの $\alpha=120^\circ$ では、水制まわりの洗掘範囲が最も大きく上流側へも広がっている。これに起因し下流の洗掘も大きく、対岸近傍の洗掘が最も大きくなる。水制背後の堆積もこのケースが最大となり、水制側側壁付近まで大きな堆積を示す。また、下流の対岸の洗掘域下流の堆積も大きくなっている。次に、 $h=6\text{cm}$ のケースは洗掘が激しくなり、水制まわりでは洗掘深が 10cm を越え、水路底が露出するに至った。 $h=8\text{cm}$ のケースと比べると、水制の下流域まで洗掘域が発達し、洗掘域の伝播角度 β は小さくなる。またさらに下流の堆積も大きくなる。なお、このケースでは河床変動が定常とならずに進行し続けたため、12時間で通水を打ち切っている。最大洗掘部(CASE1: $X=-2$, CASE3: $X=2$, CASE5: $X=-2$)、及び最大堆積部(CASE1: $X=40$, CASE3: $X=32$, CASE5: $X=30$)における各ケースの河床横断形状の比較を図-3に示す。最大洗掘は水制先端の上流部に現れ、上流向きと直角は同程度で最も小さくなる。下流の $X=30\sim 50$ では水制側で堆積し、対岸側で洗掘される顕著な傾斜を示している。最大堆積部は、ほぼ同様な形状を示すが、上向きの場合が堆積がもっと大きく、また、側岸よりに現れる。

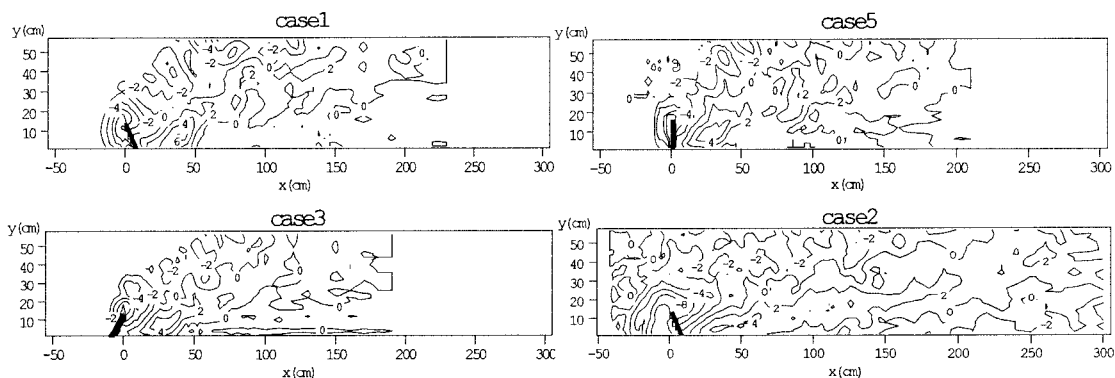


図-2 河床変動コンター図

3.2 流速分布 水深8cmのCASE 1 の $z=2$

cmおよび $z=6$ cmの流速ベクトルを図-4に示す。 $z=2$ cmでは堆積した領域で計測ができず、 $z=6$ cmでも水制背後の最大堆積位置付近で計測できない点があった。流速ベクトルは固定床の場合と大きく異なり水制背後の再循環流領域が大幅に縮小し、水面付近では背後に堆積した峰を乗り越えるように水制側岸へ流れ込んで

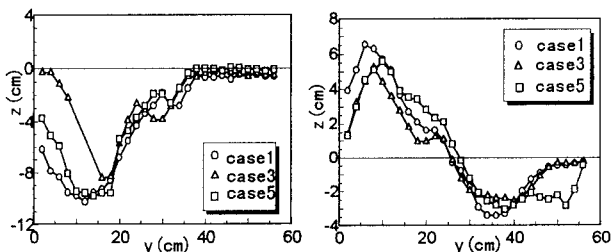


図-3 河床横断形状

いる。底面付近はこの峰り越えた後対岸に向かう流れが見られ、この堆積した峰を巻くようならせん流の存在が示唆される。この結果、固定床の場合よりも水制側岸に高速流が発生することになる。この傾向は上流向きの $\alpha=120^\circ$ のケースで最も顕著となる。

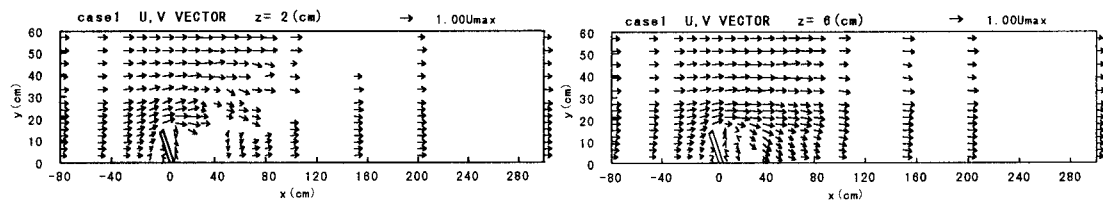


図-4 流速ベクトル図

4 あとがき 水制周辺は顕著な洗掘が見られ、河床波を伴って下流へ伝播する。水制背後運ばれた砂が堆積し峰を形成する。最大洗掘深や下流の堆積、洗掘の形態に多少の角度の影響が見られたが、基本的には同様の傾向を示した。流速分布については水制背後で堆積した峰を越流するように側岸に向かって流れ、再循環流領域が縮小することがわかった。今後は水制先端の切り角度やスリット角度等の影響について検討したい。

<参考文献>1)富永・劉・三尾・大橋：非越流型水制の設置角度の影響に関する研究，土木学会年次学術講演会講演概要集，II-151,302-303,1994，2)Liu,J.,Tominaga,A. and Nagao,M.,Numerical Simulation of the flow around spur dikes with certain configuration and angles with bank, J. Hydroscience and Hydraulic Engineering, vol. 12(2),85-100,1994.