

II-275

非越流型水制周辺の洗掘と背後の堆積形状について

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 正 員 富永晃宏

1. まえがき 堤防の保護や低水路の維持のために河道に大きく手を加えない工法として水制の利用が期待されている。しかし、水制の設計に対して十分な知見が得られていない。実河川に適用する場合は水制周辺で大きな河床変動を伴い流れの様相が一変することが指摘されているため¹⁾、水制による河床変動の予測が重要であり、その後の河道安定と流速への影響を検討する必要がある。本研究は、移動床に水制を設置した実験を行い、河床変動に及ぼす水制軸角度、水制間隔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。群水制では水制間隔 a を水制長 L の1, 2, 3倍の3通りについて8個連続して設置した。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 $h=8\text{cm}$ とした。単独水制については流量はそのまま水深を6cmとして掃流力を大きくした実験も行った。水制条件とケース名を表-1に示す。ケース6までの奇数番は水深8cm、偶数番は6cmである。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。流速は2成分の電磁流速計を用いて計測した。

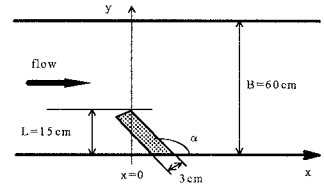


図-1 水制平面図と座標系

表-1 水制条件

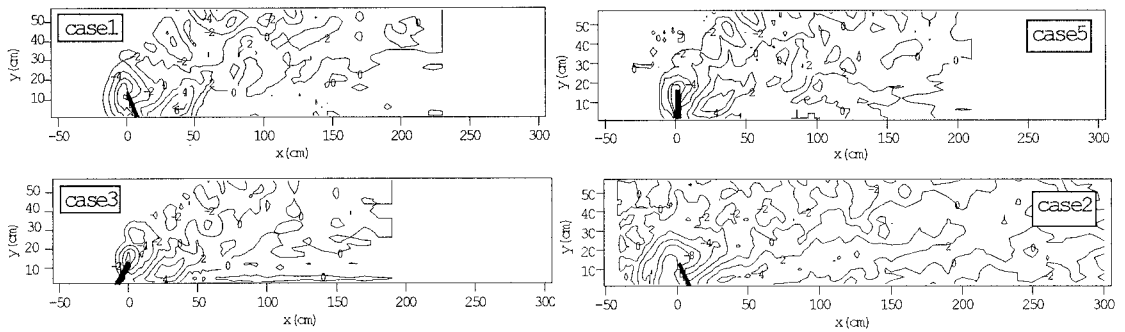
CASE	水制軸角度 $\alpha (^{\circ})$	水制間隔 a/L
1, 2	120	∞
3, 4	60	∞
5, 6	90	∞
21	90	1
22	90	2
23	90	3

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 $D_{\max}=8\text{cm}$ 程度となり、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起伏を伴っている。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5cm~6cm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。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。水制による河床変動の大きさを定量評価するために、河床の変化高の2乗の空間平均の平方根で定義される平均河床変動高さ Z_r を調べた。この結果を表-2に示す。河床変動は下向き、直角、上向きの順で大きくなることからわかる。図-3に群水制とした場合の河床変動コンターを示す。水制間隔 $a/L=1$ では第2水制の上流側根元に堆積が見られ、また、第3から第4水制にかけての水制頭部に流れ方向の堆積が峰上に発生している。下流の水制群によって堆積位置が水制頭部付近に固定され、水制開口部をふさぐ形となる。 $a/L=2$ では、堆積位置がちょうど第2

キーワード：水制、河床変動、局所流、局所洗掘、流れ構造

〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学工学部社会開発工学科 TEL&FAX 052-735-5490



図－2 河床変動コンター（単独水制，角度の影響）

表－2 平均河床変動高さZr

角度 水深	60°	90°	120°
8cm	1.10	1.37	1.51
6cm	1.94	2.19	2.46

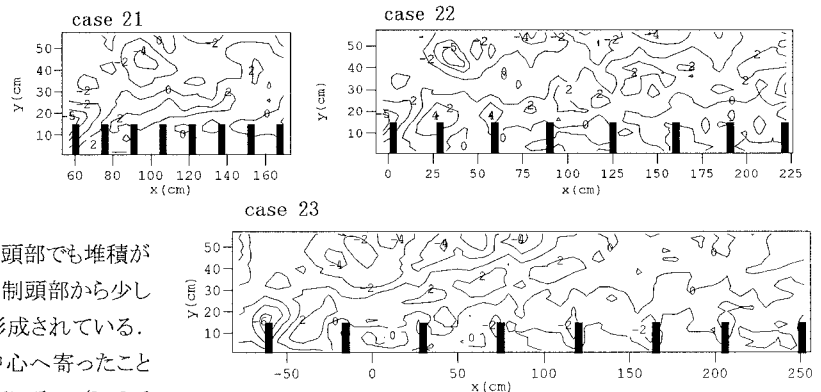
$$Zr = \sqrt{(1/A) \int (z - z_0)^2 dA}$$

水制頭部付近になり，第3水制頭部でも堆積が見られる．それから下流でも水制頭部から少し離れた位置で堆積した峰が形成されている．第1水制背後の堆積位置が中心へ寄ったことにより，対岸の洗掘が増大している． $a/L=3$ では，第1水制と第2水制の間に堆積が生じている．また，第3水制から下流では斜めの堆積域が長く続き，対岸の洗掘も少し大きくなっている．第4水制から下流の水制頭部は2-3cm程度の洗掘が生じるようになる．

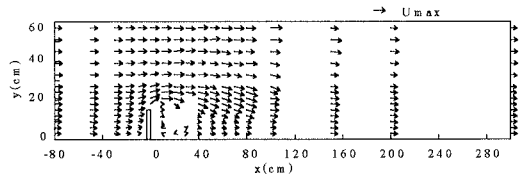
3. 2 流速分布 直角水制の場合の流速ベクトルを図-4に示す．流速ベクトルは固定床の場合と大きく異なり水制背後の再循環流領域が大幅に縮小し，水制背後に堆積した峰を乗り越えるように水制側側岸へ流れ込んでいる．底面付近ではこの峰り越えた後対岸に向かう流れが見られ，この堆積した峰を巻くようならせん流の存在が示唆された．この結果，固定床の場合よりも水制側側岸に高速流が発生することになる．この傾向は上流向きの $\alpha=120^\circ$ のケースで最も顕著となった．また，この最終河床洗掘形状を取り入れて行った2次元平面流方程式の数値計算結果を図-5に示す．河床変動後の流れを良く再現している．

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．また，水制間隔によって背後の堆積位置が制御される．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．また，この傾向は数値計算によっても再現された．

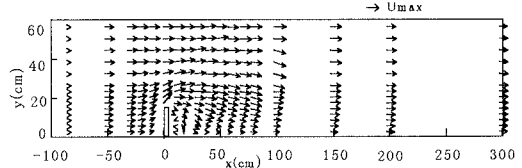
<参考文献>1)加藤敦・富永晃宏・黒川有一：スリットを有する水制周辺の流れと河床変動，第52回土木学会年次学術講演会講演概要集，2，250-251，1997.1) Liu, J., Tominaga, A. and Nagao, M., Numerical simulation of the flow around spur dikes with certain configuration and angles with bank, J. Hydroscience and Hydraulic Engineering, vol.12(2),85-100,1994.



図－3 河床変動コンター（群水制）



図－4 移動床の(U,V) ベクトル(実験)



図－5 移動床の(U,V) ベクトル(計算)