

開水路湾曲部における透過型水制の設置角度の影響について

名古屋工業大学 学生会員○中居 毅      名古屋工業大学 学生会員 中村尚子  
名古屋工業大学 学生会員 内藤 健      名古屋工業大学 正 会 員 富永晃宏

**1. はじめに** 近年、豪雨の発生頻度の増加などにより河川の増水など治水面の対策がより重要となっているが、特に河道湾曲部では流れが集中することにより破堤などの危険性が高く、河床変動および流れの制御が必要であるといえる。そこで本研究では、流れの制御において有効だと考えられる透過型水制に着目し、湾曲開水路に水制模型の設置角度を変えて配置することで水没時における河床変動および流れの変化を実験的に調べた。

**2. 実験条件** 実験には水路幅  $B=90\text{cm}$ 、深さ  $30\text{cm}$ 、全長  $17.2\text{m}$  の長方形断面水路を用いた。湾曲部の中心曲率半径は  $r=270\text{cm}$  で  $r/B=3.0$  とし移動床および固定床実験を行った。移動床実験には粒径  $0.5\text{mm}$  の砂を用い、水路床から  $12\text{cm}$  となるよう水路全体に一様に敷き詰め、通水 5 時間で実験を行った。水制模型には直径  $5\text{mm}$  の木材を用い、縦断方向および横断方向に  $2.5\text{cm}$  間隔で幅  $10\text{cm}$ 、長さ  $22.5\text{cm}$  となるよう湾曲角  $\theta=0^\circ$  から湾曲角  $\theta=60^\circ$  外岸側に設置した。実験ケースは移動床を S、固定床を D とし、外岸側側壁に対し  $30^\circ$  上向きに設置したケースを Ssu-10 (Dsu-10)、下向きに設置したケースを Ssd-10 (Dsd-10)、直角に設置したケースを Ss-10 (Ds-10) とした。

表 1 実験条件表

|     | Case   | 水深 $h(\text{cm})$ | 流量 $Q(\text{l/s})$ |
|-----|--------|-------------------|--------------------|
| 移動床 | Ss-10  | 14.6              | 40.8               |
|     | Ssu-10 | 15.3              | 39.3               |
|     | Ssd-10 | 15.3              | 38.2               |
| 固定床 | Ds-10  | 14.9              | 41.1               |
|     | Dsu-10 | 15.5              | 40.2               |
|     | Dsd-10 | 15.3              | 38.5               |

**3. 実験結果** 図 1 は通水 5 時間後における河床高コンターである。3 ケースとも湾曲角  $\theta=30^\circ$  以降、水制内で洗掘が生じており、特に湾曲角  $\theta=60^\circ$  では水路全体を通して最も大きな洗掘が生じている。最大洗掘深はケース Ss-10、Ssu-10 では水制前面の根本付近に約  $7\text{cm}$ 、ケース Ssd-10 では水制前面に沿って約  $5.7\text{cm}$  であることから湾曲角  $\theta=60^\circ$  外岸側における洗掘は下向き配置が最も小さくなることがわかる。また、湾曲角  $\theta=30^\circ$  以降において水路中央付近では水制先端の影響による局所洗掘が生じており、湾曲角  $\theta=45^\circ$  付近ではその影響が最も大きい。水路中央付近での洗掘はケース Ss-10 で最も大き

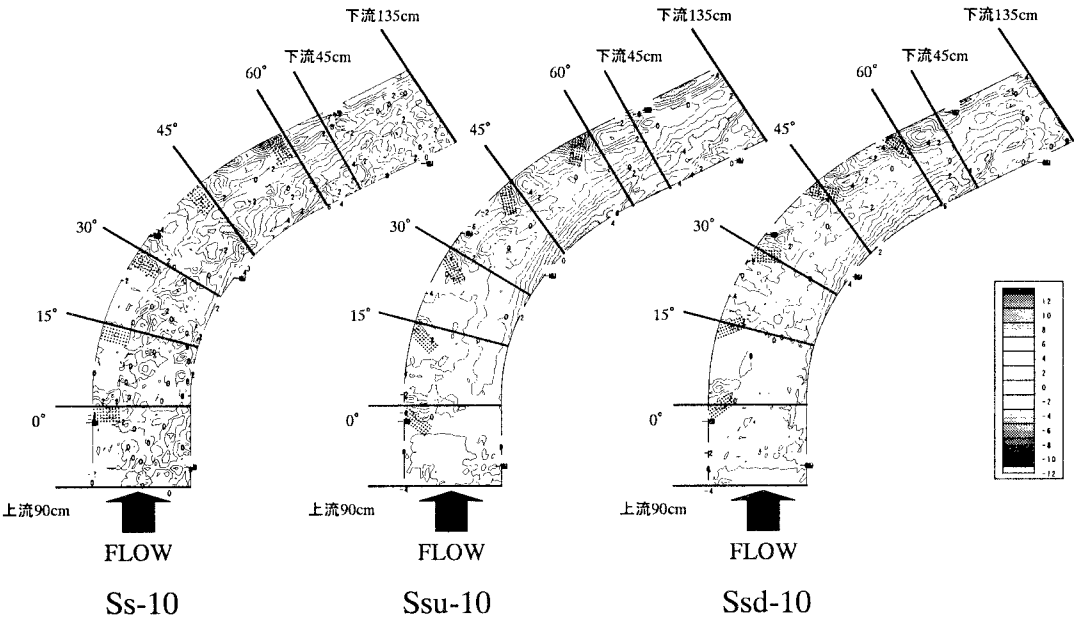


図 1 河床高コンター

く、ケース Ssu-10, Ssd-10 ではほとんど洗掘していないのがわかる。堆積に関しては3ケースとも湾曲角  $\theta=30^\circ$  付近内岸側から堆積が生じ始め、ケース Ss-10 では湾曲角  $\theta=60^\circ$  付近内岸側で最大堆積高約 7.2cm となっている。ケース Ssu-10 では湾曲角  $\theta=45^\circ$  後方で最大堆積高約 8.3cm が生じているのに対し、ケース Ssd-10 では湾曲角  $\theta=60^\circ$  付近で最大堆積高約 7cm が生じている。下流直線部における内岸側から中央付近にかけての堆積は上向き配置にした方が直角配置および下向き配置よりも堆積範囲が広がっており、全体的に堆積は上向き配置が最も大きくなっている。3 ケースとも湾曲角  $\theta=45^\circ$  および湾曲角  $\theta=60^\circ$  水制後方で大きな堆積が生じている。図 2 は移動床および固定床における湾曲角  $\theta=60^\circ$  の 2 次流ベクトル図である。固定床においてケース Ds-10 では水制境界で水制に沿う下降流が生じているが、断面全体にわたる 2 次流を形成している。ケース Dsu-10, Dsd-10 では主流域における 2 次流とは別の 2 次流が水制上方において発生しており、2 重渦構造になっている。両ケースとも 2 重渦は  $y=80\text{cm}$ ,  $z=9\text{cm}$  付近に渦の中心があり、主流域の 2 次流は  $y=30\text{cm}$ ,  $z=5\text{cm}$  付近に中心が生じている。ケース Dsd-10 の方が水制境界における底面付近の流れがケース Dsu-10 より若干速い流れになっているが、全体的にはほぼ同様の渦形状をしている。移動床では3ケースとも2重渦構造を呈しており、これは湾曲角  $\theta=45^\circ$  水制後方における堆積により 2 次流が分断されてしまい外岸側での 2 次流がより強まったためと考えられ、ケース Ds-10 では見られなかった外岸側での 2 重渦がケース Ss-10 でははっきりと確認できる。この外岸側に発生した 2 重渦により湾曲角  $\theta=60^\circ$  水制内の洗掘が大きくなったと考えられる。主流域においてケース Ss-10 では内岸側から水制境界にかけて一つの 2 次流を形成しており、ケース Ssu-10 では  $y=20\text{cm}$  から水制境界にかけて 2 次流を形成しており、最大堆積場所の後方であるため  $y=15\text{cm}$  より内岸側ではっきりとした上昇流は見られない。ケース Ssd-10 では 2 重渦を形成しているものの底面付近の流れは外岸側から内岸側に向かい流れているため全体として大きな 2 次流を形成している。また、外岸側底面付近の流れが上昇していないため 2 重渦があまり大きく発達せず外岸側での洗掘が抑えられていると考えられる。

**4. おわりに** 固定床実験から 2 次流構造は上向き、下向き配置ではほぼ同様の構造をしており外岸側の水制周りに 2 重渦の発生がみられる。しかし、移動床ではどのケースも 2 重渦構造を呈しており、外岸側における 2 重渦が水制内の局所洗掘を生じさせている。しかし、下向きに配置した場合 2 重渦の上昇流が弱いいため水制内の洗掘を比較的抑制でき、全体的な洗掘に関しても下向き配置にした方が抑制効果は大きい。直角に設置した場合、水制先端の影響を強く受けるため全体的に局所洗掘を生じさせることがわかる。

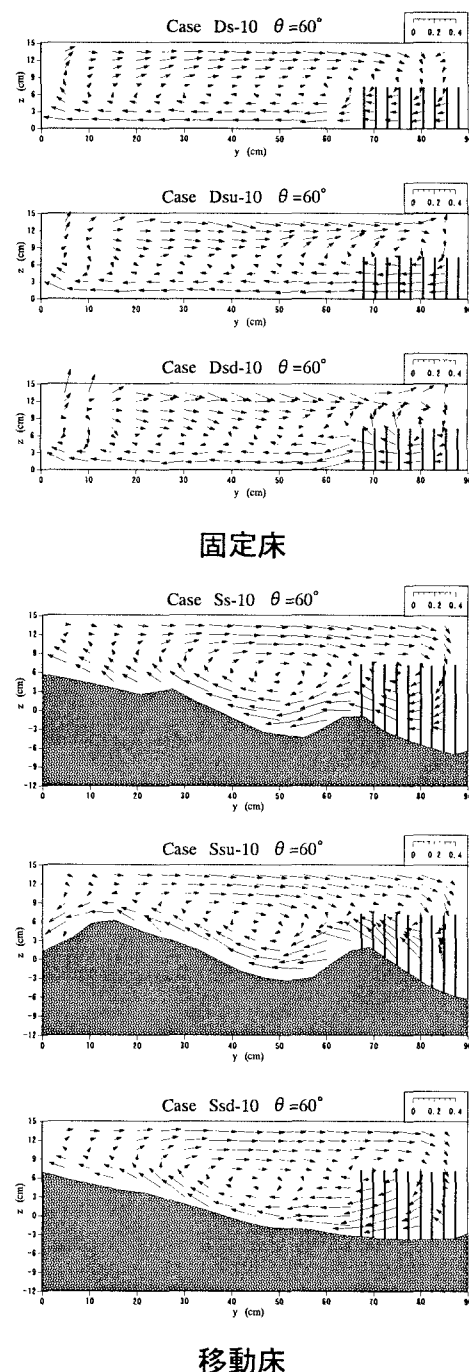


図 2 2 次流ベクトル( $\theta=60^\circ$ )