

異なる設置角度の越流型水制周りの流れと河床変動

広島県 正会員 ○岡信昌利
 広島大学工学部 学生会員 川口広司
 広島大学工学部 フェロー会員 福岡捷二
 建設技術研究所(株) 正会員 西村達也

1. 序論

本研究では直線水路における流れに対し越流水制を直角、上向き、下向きに設置し、同様な実験である秋草・吉川の研究¹⁾と比較している。さらに準三次元モデルを用いて異なる設置角度の水制周りの流れと河床変動についての解析を行っている。

2. 実験方法

実験水路は図-1に示す全長 27.5m、水路幅 1.5m の大型直線水路である。河床材料は粒径 $0.8 \times 10^{-3} \text{m}$ のほぼ一様な砂であり、初期河床勾配 1/600 で敷き詰めている。水制高と水深の比が 0.4 となるよう流量は 36.41/s とし、給砂量は 0.24 l/min である。実験は表-1 に示す 3 ケースについて行う。各実験とも水制の設置区間及び水理条件を同じにしており、水制角度は流れに対して直角、 15° 下流向き、 15° 上流向きに变化させて実験を行う。このとき、流れ方向に投影された水制長は直角に設置した場合と同様に 0.5m である。

3. 実験結果

図-2 に水位及び河床高の縦断形を示す。各実験とも水制の設置区間では水制の抵抗に応じた河床の縦断形状となり、水制の設置していない区間に比べて水深は上昇する。水制設置区間における平衡状態の平均水深は実験 1 から実験 3 の順に 7.73cm, 9.03cm, 6.56cm となり、水制を下流向きに設置すると水制の抵抗は上昇し、水制を上流向きに設置すると抵抗は減少し、水位の上昇が抑えられることが分かる。

図-3, 4 は平衡状態に達した河床形状と河床付近の流速ベクトルを示している。水制周りの流れは水制先端から背後に回り込む流れと、水制を越流する流れから成っている。水制先端から背後に回り込む流れは水制の先端部に洗掘孔を形成し、水制域に土砂の堆積を引き起こす。実験 2 では、水制前面の流れは水制の壁面に沿って大きく水制先端からはねられ主流域に向かっている。洗掘孔は大きく、水制の先端から主流域に向けて下流に伸びる。そのため、水制の抵抗は増大する。水制域に入り込む流れは小さくなるため、水制域の堆積量は減少する。実験 3 では水制先端からはねられる流れが小さくなるため、水制の抵抗が小さくなり、洗掘孔は小さくなる。このため主流域から水制域に入り込む流れが大きくなり水制域の堆積量が増加する。

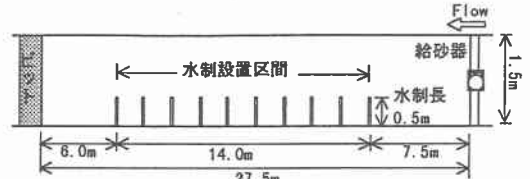


図-1 直線水路

表-1 水制の緒元

	実験1	実験2	実験3
水制長(m)		0.5	
水制幅(m)		0.05	
水制高(m)		0.03	
水制間隔(m)		1.0	
水制設置基数		15基	
水制角度	直角	15° 下流	15° 上流

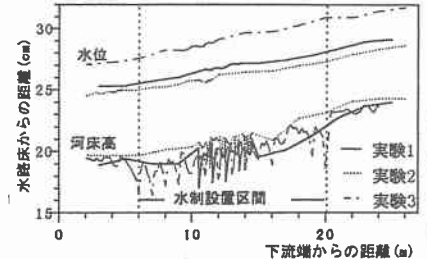


図-2 縦断水位・河床高

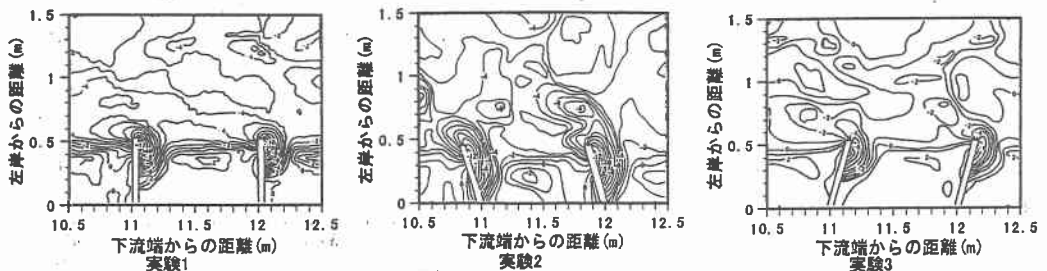


図-3 河床変動コンター

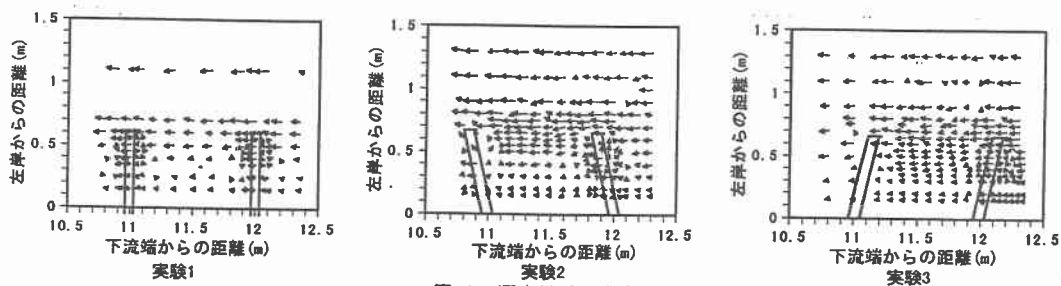


図-4 河床付近の流速ベクトル

4. 秋草・吉川らの研究¹⁾との比較

秋草, 吉川らの研究¹⁾では水制角度を流れに対して直角, 10° 上流・下流に傾けて実験を行っている。彼らの実験は給砂無しの条件で行ない, 通水 3 時間後の結果を整理している。上流向き水制では水制先端の洗掘深が直角水制, 下流向き水制に比べ小さくなり, 水制域には堆積が起こる。逆に, 直角水制と下流向き水制では上流向き水制に比べ洗掘深が大きく, 水制域は堆積傾向を示さない。本実験は給砂を行い, 十分長い時間通水し, 河床が平衡状態となった後に精度の高い測定を行っている。上流向きの水制については秋草らと同様な結果を得た。しかし, 下流向き水制, 直角水制においても水制域の堆積がみられる。以上のことから, 水制先端の洗掘深の規模によって水制域の堆積量が決まる機構²⁾があることが明らかとなった。

5. 越流型水制周辺の流れと河床変動の計算

静水圧分布仮定を導入し, 水制の流体力を取り込んだ準三次元モデルを用いて, 水制周辺の流れと河床変動の計算を行っている³⁾。河床変動の計算は, 掃流砂を対象とした 2 次元の流砂の連続式を用い, 抗力係数, 揚力係数は実験⁴⁾より求めた。 $C_D=5.0$, $C_L=0.1$ を用い計算を行う。

図-5 に各実験の計算結果を示す。計算結果は水制の設置角度を変化させた場合に起こる水制先端の洗掘形状と水制域の堆積量の変化を表すことができる。しかし, 下流向きに水制が設置された場合のように水制前面の流れが大きく曲げられていると, 水制先端では静水圧からのずれの程度が大きくなり, 静水圧近似を用いた準三次元計算では洗掘孔が小さく計算される。しかし, 水制角度が変化しても水制周辺の平面的な流れと河床変動の機構をほぼ表現できている。

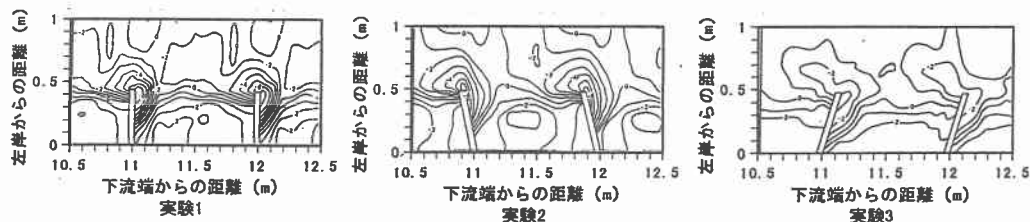


図-5 計算結果

6. 結論

水制周りの流れは水制先端をまわる流れと, 水制を越流する流れに分かれ, これらが水制周りの河床形状と水制の抵抗を決める主な要因となっている。秋草らが指摘したように上流向き水制は洗掘深, 水制の抵抗を小さくするという点から望ましい配置といえる。また, 準三次元モデルを用いた計算では水制周辺の流れと河床変動の特徴的な機構をよく説明できる。

参考文献

- 1) 秋草勲・吉川秀夫・坂上義次郎・芦田和男・土屋昭彦: 水制に関する研究, 土木研究所報告, 第 107 号, pp. 61-153, 1960.
- 2) 福岡捷二・西村達也・岡信昌利・川口広司: 越流型水制周辺の流れと河床変動, 水工学論文集, 第 42 巻, pp. 997-1002, 1998.
- 3) 福岡捷二・渡辺明英: 水制工の配置法の研究, 土木学会論文集, No. 443, II-18, pp. 27-36, 1992.
- 4) 福岡捷二・岡信昌利・川口広司: 水制に作用する流体力, 第 50 回中国支部研究発表会, 1998.