

越流型水制に作用する流体力

広島大学大学院 学生員 ○川口 広司  
広島県 正員 岡信 昌利  
広島大学工学部 フェロー会員 福岡 捷二

序論

水制のある流れの解析モデルを構築する上で水制に作用する流体力を適切に見積もることが重要となる。本研究では、固定床の大型直線水路を用いて主流に対する水制の配置及び方向を種々変化させ、それぞれの流体力を直接計測する。さらに、水制周辺の流速、水深を詳細に計測することにより流体力の特性を明らかにする。

実験方法

図-1 は実験に用いた全長 10m、水路幅 1.5m、勾配 1/500 の固定床直線水路である。水路の中央にピットを設けて分力計を設置し、これに水制を取り付けて直接流体力を測定する。表-1 は実験諸元である。水制間隔と水制角度を変化させた計 12 ケースの流体力を直接測定した。また、水制間隔/水制長 (L/D) =2.0 の場合における、水制周辺の流速、水深を詳細に計測した。

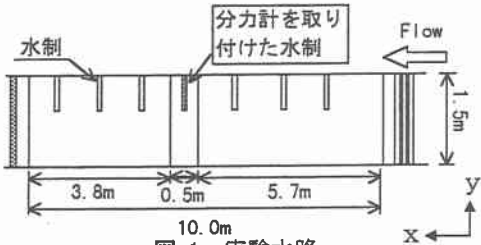


図-1 実験水路

表-1 実験諸元

|              |                     |
|--------------|---------------------|
| 流量 (l/s)     | 30.67               |
| 水路床勾配        | 1/500               |
| 平均水深 (m)     | 0.06                |
| 水制長 D (m)    | 0.5                 |
| 水制幅 b (m)    | 0.05                |
| 水制高 Hg (m)   | 0.03                |
| 水制間隔 L (m)   | 0.5, 0.75, 1.0, 1.5 |
| 水制間隔 L/水制長 D | 1, 1.5, 2, 3        |
| 水制角度         | 直角、15°上流、15°下流      |

実験結果及び考察

図-2 に水制に作用する流体力を示す。揚力は右岸から左岸方向を正の向きとした。水制間隔/水制長 (L/D) が大きくなるにつれ、流体力は大きくなる。一方、抗力は水制角度の影響を受けず、一定となる。さらに、揚力は上流向き水制では右岸方向に、下流向き水制では左岸方向に働く。

抗力係数  $C_D$ 、揚力係数  $C_L$  を流下方向流速  $u$  と横断方向流速  $v$  により発生する各々の流体力を考慮して式(1)にて算出した<sup>1)</sup>。ここに、 $F_x$ 、 $F_y$  はそれぞれ抗力、揚力であり、 $a_x$ 、 $a_y$  は縦断方向、横断方向の水制の投影面積である。 $u$ 、 $v$  には水制上流 5cm の平均流速を用いた。

$$C_D = \frac{2\{a_x(u|u|)F_x/\rho - a_y(v|v|)F_y/\rho\}}{a_x^2(u|u|)^2 - a_y^2(v|v|)^2} \quad (1)$$
$$C_L = \frac{2\{a_x(u|u|)F_y/\rho - a_y(v|v|)F_x/\rho\}}{a_x^2(u|u|)^2 - a_y^2(v|v|)^2}$$

図-3 は式(1)により算出した抗力係数  $C_D$ 、揚力係数  $C_L$  の値である。水制間隔/水制長 (L/D) が大きくなると、水制

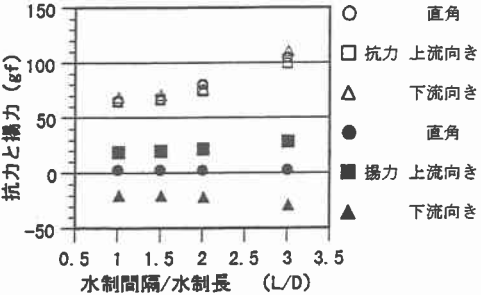


図-2 抗力と揚力

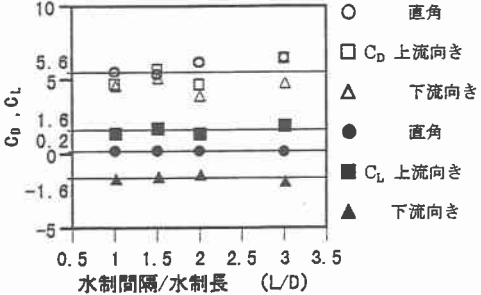


図-3  $C_D$  と  $C_L$  の値

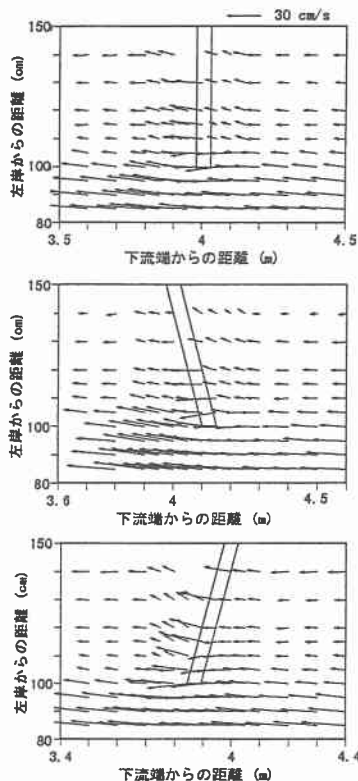


図-4 水深平均平面流速

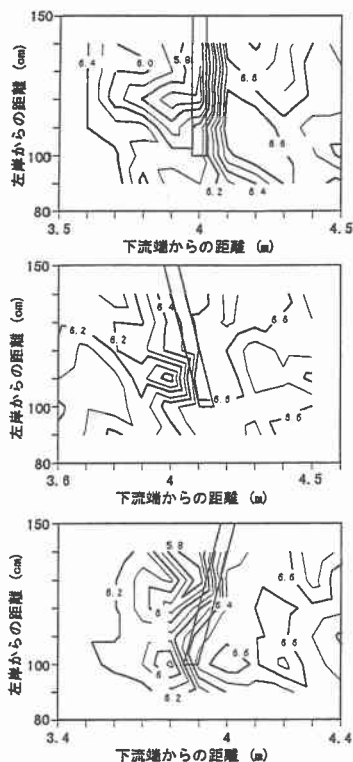


図-5 水深コンター

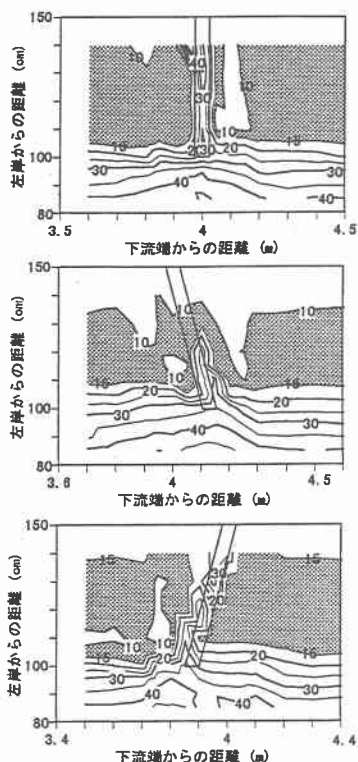


図-6 水深平均主流速コンター

前面の接近流速が大きくなり抗力係数  $C_D$ 、揚力係数  $C_L$  は水制間隔/水制長 ( $L/D$ ) によらず、ほぼ一定となる。その値は抗力係数  $C_D$  が 5.6、揚力係数  $C_L$  が直角水制、上流向き水制、下流向き水制の順に 0.2、1.6、-1.6 である。

図-4、図-5 は、水制間隔/水制長 ( $L/D$ ) = 2.0 の場合における平面流速の水深平均値、水深コンターである。直角水制の場合、水制前面、背面で流れの向きは変わらず、水面勾配もそれに対応している。その為、揚力は極めて小さい。上流向き水制の場合は水制前面における側壁よりの流れが水制下流で真っ直ぐに流れ、側壁から水制先端の方向に水面勾配がつく。よって、揚力は正の値となる。逆に、下流向き水制の場合は上流で真っ直ぐな流れが水制下流で側壁よりの流れとなり、水制先端から側壁方向に水面勾配がつく。このことから、揚力は負の値となる。

図-6 は、水制間隔/水制長 ( $L/D$ ) = 2.0 の場合における水深平均の主流速コンターを示す。水制域の流速は水制角度によらずほぼ 10~15cm/sec となっている。これは、水制の抗力が水制角度によらずほぼ一定であるという実験結果と符合する。

## 結論

抗力は水制角度によらず一定となり、抗力係数  $C_D$  は水制間隔、水制角度によらず、ほぼ 5.0 程度の値となる。揚力は、上流に 15 度に向けて設置すると水制先端から側壁、下流に 15 度傾けて設置すると側壁から水制先端の方向に作用する。揚力係数  $C_L$  は直角、上流向き、下流向きのそれぞれ場合について、水制間隔/水制長 ( $L/D$ ) によらず一定値をとる。

## 参考文献

1) 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