

水制工に作用する抵抗に関する一考察

九州工業大学工学部 学生員 ○ 千住司朗、石母田大四郎
 同 上 正 員 秋山壽一郎、浦 勝

1. はじめに

近年、多自然型河川工法のひとつとして水制が盛んに用いられるようになってきているが、それにともない、水制まわりの流況や河床変動についての精度の良い数値計算手法の確立が強く望まれている。数値計算において格子間隔が水制のスケールと比較して大きいような場合には、水制に働く抗力の反作用として反力を基礎方程式に取り込むことによって計算精度をより高めることができることが指摘されている¹⁾。ところが、その際の抵抗係数の値については良く分かっていないのが実状である。このような現実を踏まえ、本研究はせん断流中の不透過水制に働く抗力を実験的に求め、抵抗係数と Reynolds 数との関係を明らかにしたものである。

2. 抗力測定装置の概要

実験に用いた抗力測定装置は、流体力を受ける水制工（長さ 15cm × 幅 5cm × 高さ 12cm）と流体力を応力として測定するためのステンレス製供試体から構成されている。また、水制工と水路底面および側面との摩擦をなくすために、水制工は流下方向に平行に設置された 2 本の金属棒によって支持されている。図-1 に抗力測定装置の概要を示す。

抗力はキャリブレーション結果に基づき算出した。キャリブレーションは、抗力測定装置を検定用ボックスに設置し 20g~200g の間で水平荷重を作用させて行った。図-2 に一例を示すように、キャリブレーションにおける水平載荷重と歪みとの線形性はきわめて良好であった。

3. 実験方法および条件

実験装置は、全長 20.5m、幅 0.5m の可変勾配水路中に、上流端か

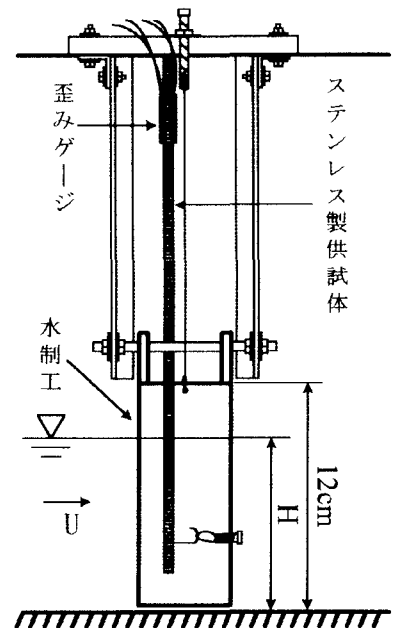


図-1 抗力測定装置

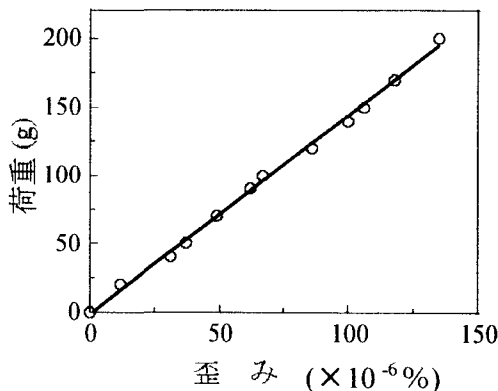


図-2 検定結果

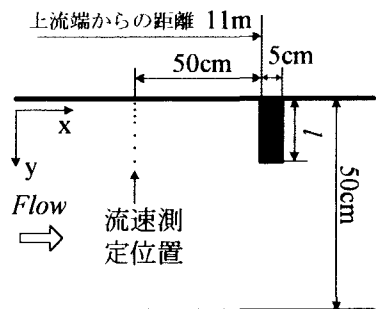


図-3 定義図

ら 11.0m の地点に水制工を 1 個設置したものである。図-3 に測定点付近の平面図を示す。

実験条件は表-1 に示す通りであり、フルード数 $Fr(=V/\sqrt{gH})$; V =断面平均流速)は 0.07 ~0.29 の範囲である。水深 H を 0.1m に固定し、接近流速 U を CASE1 から CASE7 まです系統的に変化させ、抗力測定を行った。接近流速は、電磁流速計を用いて水制工から 50cm 上流において水深方向および横断方向にそれぞれ 7 点ずつ計 49 点測定し、鉛直方向流速分布を 2 次曲線で近似し、表面および底面流速の外挿と測点間の内挿を行い Simpson の 1/3 公式によって水深平均流速 $\bar{u}$ を求め(図-4)、さらにその横断方向分布に対して台形公式を適用して、平均流速としての接近流速 U を算出した。

表-1 実験条件

ケース	接近流速 $U(\text{cm/s})$
CASE1	3.91
CASE2	5.49
CASE3	7.89
CASE4	11.84
CASE5	16.23
CASE6	19.41
CASE7	22.58

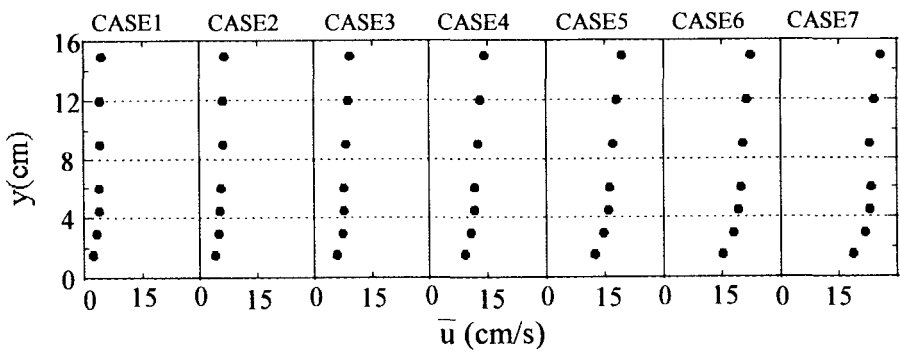


図-4 水深平均接近流速の横断方向分布

4. 抵抗係数

CASE1~CASE4 では、測定された抗力 D に若干のばらつきが見られたため、各々 4 回測定を行った。CASE5~CASE7 では測定された抗力はほぼ一致したため各々 3 回測定した。一般に、抵抗係数は次式で定義される。

$$C_D = \frac{2D}{\rho U^2 A} \quad \dots (1)$$

ここに、 C_D =抵抗係数、 D =抗力(gf)、 ρ =密度(g/cm^3)、 U =接近流速(cm/s)、 A =投影面積(cm^2)である。

式(1)より算出した抵抗係数 C_D と Reynolds 数($=U/\nu$)との関係を図-5 に示す。図より、 Re 数が 5400~9900 の範囲では、 Re 数が増加するにつれて抵抗係数は減少するものの、 Re 数が 9900 以上では $C_D=5.28$ のほぼ一定値を示していることが分かる。

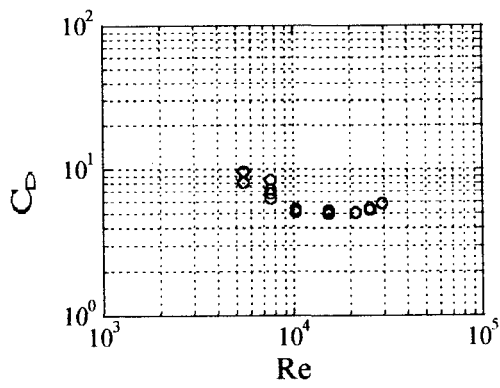


図-5 C_D と Re との関係

5. 結論

せん断流中の非越流型水制工の抵抗係数は Re 数が 9900 以上では $C_D=5.28$ 程度となることが実験的に求められた。

参考文献 1)福岡ら：第 2 回河道の水理と河川環境論文集，pp.211-216,1995.