

II-146

常流中に設置された鉛直平板に作用する抗力

○ 日本大学大学院 理工 学 山中 康資
 日本大学 理工 正 粟津 清蔵
 日本大学 理工 正 大津 岩夫

開水路常流中に設置された鉛直平板に作用する抗力については、Rajuら¹⁾の研究が報告されているにすぎず、鉛直平板に作用する圧力の大きさ、分布形状、および鉛直平板に作用する抗力等は不明な状況である。ここでは、常流中に設置された鉛直平板前、後面に作用する圧力の大きさと分布形状を実験的に検討し、鉛直平板に作用する抗力の算定式を求めた。

1. 実験

長方形断面水平水路に長方形鉛直平板を設置し(Fig.1)、鉛直平板前、後面の中央に圧力取り出し孔を設け、それにマノメーターを接続し圧力を測定した。



Fig. 1

2. 鉛直平板前面に作用する圧力

鉛直平板前面に作用する圧力 p_f は、次元解析的考察から式(1)の関係で示される。

$$p_f / wh_1 = f(y/S, S/h_1, F_1) \quad (1)$$

式(1)の関係で実験値を整理するとFig.2が得られる。前面に作用する圧力 p_f / wh_1 は、与えられた S/h_1 に対し、 F_1 が大きいほど大きくなる傾向がみられる。圧力分布は、強制跳水の場合、 $y/S = 0.65 \sim 0.75$ で極大値、 $y/S = 0.25 \sim 0.35$ で極小値を取るようなS字型の形状を示すが²⁾、この場合も F_1 が大きいほどその傾向が顕著に表れる。鉛直平板前方における流れの圧力 p の一例をFig.3に示す。Fig.3から、

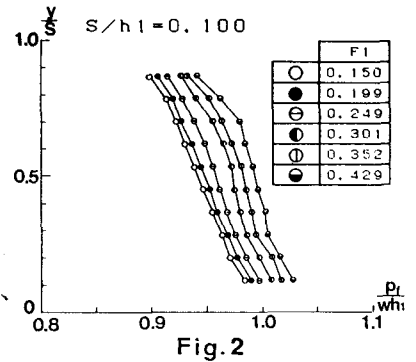


Fig. 2

流れの圧力 p は、 $0 < x'/S < 1.0$ 、 $0 \leq y/S \leq 1.5$ の領域で静水圧分布より大きくなる傾向がみられる。これは、鉛直平板前方の流れの流線が下向きに凸型であるためと考えられる(Fig.4)。

また、鉛直平板前方の流れの流速分布の一例をFig.4に示す。Fig.4から、鉛直平

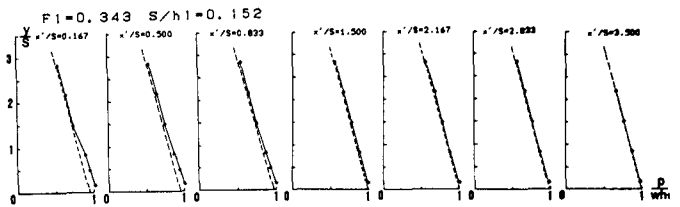


Fig. 3

板前方の流れの流線は下向きに凸型であり、鉛直平板直前に逆流が確認される。よって、圧力分布がS字型の形状を示すのは、鉛直平板直前に形成される渦のためと考えられる。

3. 鉛直平板後面に作用する圧力

鉛直平板後面に作用する圧力 p_r は、次元解析的考察から式(2)の関係で示される。

$$p_r / wh_1 = f(y/S, S/h_1, F_1) \quad (2)$$

式(2)の関係で実験値を整理すると、Fig.5が得られる。後面に作用する圧力 p_r / wh_1 は、直線的な分布で、与えられた S/h_1 に対し、 F_1 が大きいほど小さくなる傾向がみられる(Fig.5)。後面に作用する圧力分布と静水圧分布とを比較した一例をFig.6に示す。Fig.6から、後面に作用する圧力分布は、

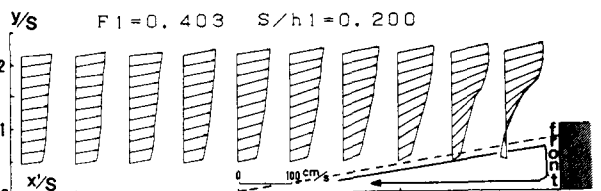


Fig. 4

与えられた S/h_1 に対し、 F_1 が大きいほど静水圧分布より小さくなる傾向がみられる。

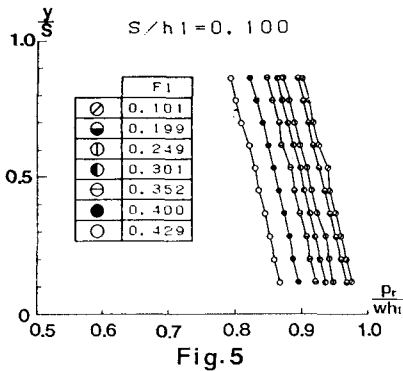


Fig. 5

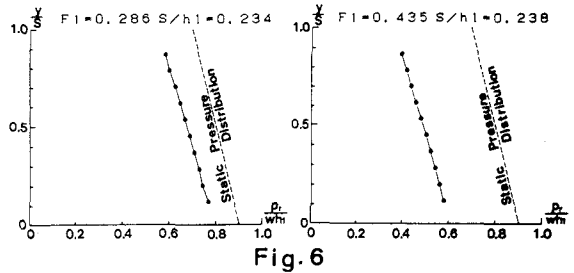


Fig. 6

4. 鉛直平板に作用する抗力

鉛直平板に作用する抗力 P は、次元解析的考察から、式 (3) の関係で示される。ここに、 C_d は抗力係数である。

$$C_d = \frac{P}{(1/2)\rho v_1^2 S} = f(S/h_1, F_1, h_t/h_1, Re) \quad (3)$$

なお、本実験において、 Re の影響はないものと考えられる。

上、下流の水深間の関係は、式 (4) で示される。

$$h_t/h_1 = 1 - (3.617 F_1 - 0.175) \cdot (S/h_1)^{1.761} \quad (4)$$

$$0.05 \leq F_1 \leq 0.45, \quad 0.075 \leq S/h_1 \leq 0.45$$

式 (3)、(4) から、式 (5) の関係が得られる。

$$C_d = f(S/h_1, F_1) \quad (5)$$

式 (5) の関係で実験値を整理すると、Fig. 7 得られる。Fig. 7

から、鉛直平板に作用する抗力 P を算定する実験式 (6) が得られた。

$$C_d = 1.804 \cdot \{10^{2.714(S/h_1)} \cdot F_1^{0.676}\} \quad (6)$$

$$0.1 \leq F_1 \leq 0.5, \quad 0.06 \leq S/h_1 \leq 0.44$$

Fig. 8 の破線は、鉛直平板下流が射流になる境界を示す (式 (7))。

$$S/h_1 = 0.368 \log(0.412 \cdot F_1^{-2.689}) \quad (7)$$

なお、Raju らの表示と比較するため、

$$C_d / F_1^{0.2} = f(h_1/S) \quad (8)$$

の関係¹⁾ で実験値を整理したものを Fig. 8 に示す。これより、式 (8) の関係で表示することには検討の余地がある。

最後に、本研究は、大学院生柳沢 博氏の協力を得たことを付記する。

《記号》 h_1 : 鉛直平板上流の水深 v_1 : 鉛直平板上流の平均流速 F_1 : 鉛直平板上流のフルード数 ($= v_1 / \sqrt{g h_1}$) S : 鉛直平板の高さ h_t : 鉛直平板下流の水深 Re : レイノルズ数 ($= v_1 h_1 / \nu$) y : 床板からの高さ x' : 鉛直平板前面から上流方向への距離 w : 水の単位重量 ρ : 水の密度

《参考文献》 1) Kittur G Raju and Mahendra K Mittal: Supercritical Flow over Sills, Proc. A.S.C.E. Hy. Oct. 1977 2) 山中、粟津、大津: シルに作用する圧力の分布形状に関する考察、第 41 回土木学会年講、1986 年 11 月

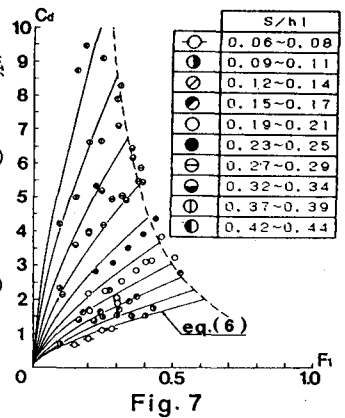


Fig. 7

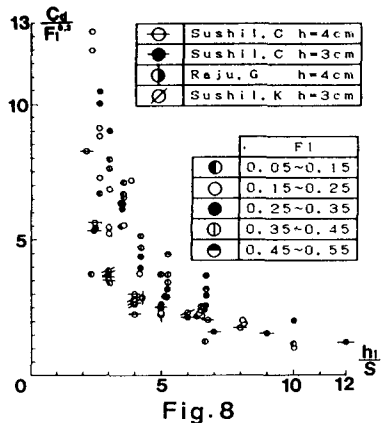


Fig. 8