

日大・理工 正大津 岩 夫
○ 日大大学院・理工 学 山 中 康 資

従来、基本的形状である鉛直連続シルに作用する抗力については、ニミの研究が報告されているが、シルに作用する圧力分布形状、抗力の大きさ等不明な点が多い。I型跳水³⁾(シル前方の流況が下流水深の影響を受ける場合)のシルに作用する抗力については、年譜⁴⁾で発表した。ここでは、II型跳水³⁾(シル前方の流況が下流水深の影響を受けない場合)(図-1)のシル前面に作用する圧力について実験的に検討し、その実験式を提案した。

次元解析

シル前面に作用する圧力の総和 P_f を支配する水理量間の関係は、式(1)によって示されるものと推論される。

$$f(P_f, g, h_1, x_s, S, g, \rho) = 0 \quad (1)$$

ここで、 $P_f = \int_0^S P_f dy$ (2)

次元解析により、式(3)が得られる。

$$f(P_f / \frac{1}{2} \rho g h_1^2, F_1, S/h_1, x_s/h_1) = 0 \quad (3)$$

さらに、与えられた F_1, h_1 のもと自由跳水の場合と比較するため、 x_s を L_d で無次元化した量 x_s/L_d を用いると、

$$x_s/L_d = (x_s/h_1)(L_d/h_2)(1/2)(\sqrt{8F_1^2+1}-1) \quad (4)$$

$$L_d/h_2 = f(F_1) \quad (5)$$

であるから、式(3)は式(6)のように示される。

$$f(P_f / \frac{1}{2} \rho g h_1^2, F_1, S/h_1, x_s/L_d) = 0 \quad (6)$$

ここで、II型跳水の場合、強制跳水を支配する水理量間の関係は、式(7)によって示される³⁾。

$$f(S/h_1, x_s/L_d, F_1) = 0 \quad (7)$$

式(6)、(7)から、シル前面に作用する圧力の総和は、式(8)の関係で示される。

$$f(P_f / \frac{1}{2} \rho g h_1^2, S/h_1, x_s/L_d) = 0 \quad (8)$$

実験

図-2で示されるような水平水路に、長方形鉛直連続シル(シル高 $S=3\text{ cm}, 4\text{ cm}, 4.5\text{ cm}, 6\text{ cm}$)を設置し、シル前面に設けた圧力取出し孔にマンメーターを接続し、圧力を測定した。

シル前面に作用する圧力

II型跳水のシル前面に作用する圧力分布形状を与えられた S/h_1 に対して、 $P_f/\rho g h_1$ と y/S の関係で整理したものを図-3、図-4に示す*。図-3、図-4より、シル前面に作用する圧力は、 x_s/L_d が小さいと大きくなり、 x_s/L_d が大きいと小さくなることがわかる。また、シル下部における圧力の増加は、シル前方に生じる渦の影響と考えられ、シル上部における圧力の減少は、シルを越す流れの影響と考えられる。

実験式の提案

式(8)の関係に基づき、実験値を整理すると、図-5のように良い相関が得られ、実験式(9)が得られる。

$$\frac{P_f}{\frac{1}{2} \rho g h_1^2} = 1.503 \left(\frac{S}{h_1} \right)^{2.55} \left(\frac{x_s}{L_d} \right)^{-1.20} \quad (9)$$

$$(x_s/L_d)_{\min} \leq x_s/L_d \leq 0.6 \sim 0.7, \quad 1.60 \leq S/h_1 \leq 3.60$$

最後に、本研究を行うにあたって、御指導いただいている栗津清蔵教授に感謝申し上げます。

＊シル前面に作用する圧力 P_f を支配する水理量間の関係は、 $f(P_f, g, h_1, x_s, S, g, \rho) = 0$ によって示されるものと推論され、次元解析的な考察から、 $f(P_f/\rho g h_1^2, S/h_1, g/h_1, F_1, x_s/L_d) = 0$ が得られる。

これと式(7)から、 $P_t/w h_1 = f(y/h_1, S/h_1, x_s/L_j) = f(y/S (= (y/h_1)/(S/h_1)), S/h_1, x_s/L_j)$ (10) が得られる。式(10)に基づき、資料を整理すると図-3、4が得られる。

(記号) Q : 流量 h_1 : 跳水始端の水深 x_s : 跳水始端からシル前面までの距離 h_2 : 自由跳水の場合の共役水深 ρ : 水の密度 L_j : 自由跳水の場合の跳水長 F_1 : 跳水始端のフルード数 y : 水路床からの高さ g : 重力加速度 w : 水の単位重量 $(x_s/L_j)_{min}$: II型跳水が形成されるための必要最小シル高 S/h_1 での x_s/L_j h_t : 下流水深

- (文献) 1) Rajaratnam & Murahari: "A CONTRIBUTION TO FORCED HYDRAULIC JUMPS" Journal of Hy. Res. 1971. 9. No. 2
 2) Narayanan & Schreiss: "FORCE ON SILL OF FORCED JUMP" A.S.C.E. Hy. July. 1980
 3) 大津岩夫: "鉛直シルによる強制跳水" 土木学会論文報告集第311号 1981年7月
 4) 大津岩夫、山中康資: "シルに作用する抗力について" 第38回土木学会(年議) 1983年

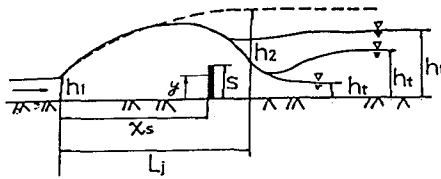


図-1

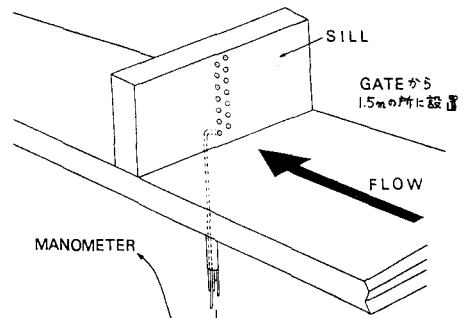


図-2

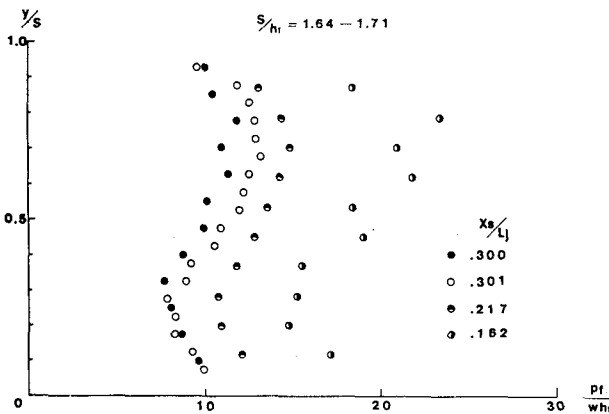


図-3

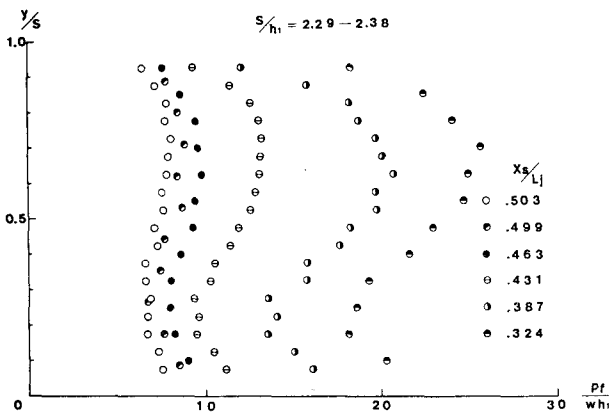


図-4

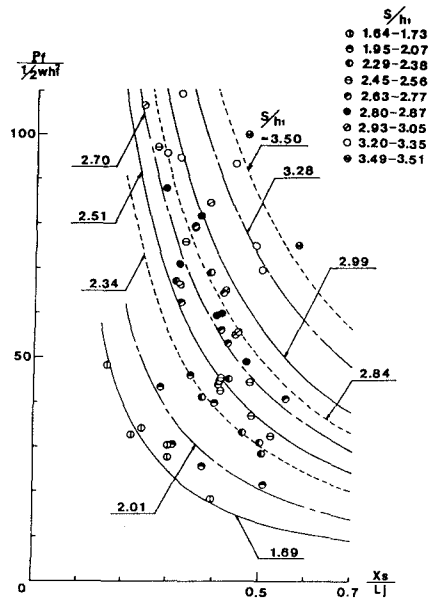


図-5