

(I) ま え が き

一定流量の完全流体の流れが常流から射流に遷移するときは、エネルギーは一定であるが比力の減がある。水門からの流出をこの常流と射流の関係でとらえて流出量を理論的に算定した前報告²⁾では、もぐり流出時に流量係数が Henry の実験値に比べてやや大きくでている。本文はこれに対する一つの補正方法を示し、これにより理論値が実験値にさらに近づくことを報告するものである。

(II) エ ネ ル ギ ー 式 と 比 力 式

水平水路上に設けられた高さ d の鉛直刃形水門について、その上流を常流水深 h_1 とする自由流出 (図-1) および水門に沿っての下流側の水深が h_2 のもぐり流出 (図-2) を考える。自由流出ともぐり流出のそれぞれに対するエネルギー式および比力式を再掲すると (1) ~ (8) 式

自由流出

$$h_1 + \frac{1}{2g} \left(\frac{P}{h_1} \right)^2 = h_e + \frac{1}{2g} \left(\frac{P}{h_e} \right)^2 \quad (1)$$

$$\frac{h_1^2}{2} + \frac{P^2}{g h_1} = \frac{h_e^2}{2} + \frac{P^2}{g h_e} + \frac{P}{w} \quad (2)$$

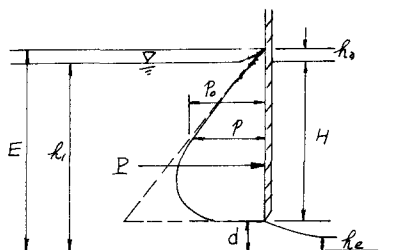


図-1 自由流出

もぐり流出 (I), (II) 断面)

$$h_1 + \frac{1}{2g} \left(\frac{P}{h_1} \right)^2 = h_e + \frac{1}{2g} \left(\frac{P}{h_e} \right)^2 + e \quad (3)$$

$$\frac{h_1^2}{2} + \frac{P^2}{g h_1} = \frac{h_e^2}{2} + \frac{P^2}{g h_e} + \frac{P}{w} + \frac{f}{w} \quad (4)$$

もぐり流出 (II), (III) 断面)

$$\frac{h_2^2}{2} + \frac{P^2}{g h_2} + \frac{f}{w} + \frac{P'}{w} = \frac{h_3^2}{2} + \frac{P^2}{g h_3} \quad (5)$$

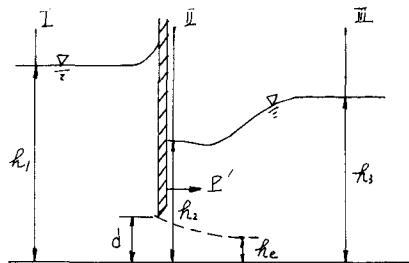


図-2 もぐり流出

ただし、 P は図-3 の等流速線を仮定して次式で与える。

$$P = P_0 - w g^2 \left(\frac{0.002527}{d} - \frac{1}{40.36E - 8.78d} \right) \quad (6)$$

$$P_0 = \frac{w}{2} (H + h_2)^2 \quad \text{m 単位}$$

また、 P' は水門下流側面に作用する静水圧の力として

$$P' = \frac{w}{2} (h_2 - d)^2 \quad (7)$$

記号の意味は図-1 または図-2 に示され、 h_2 は常流水深 h_1 に対応する射流水深である。e および f はもぐり流出を ($h_2 - d$) に相当する静水圧を空気圧の形でうつる自由流出と考えたときに追加すべきエネルギーおよび比力であるとして

$$e = (h_2 - d), \quad f = wd (h_2 - d) \quad (8)$$

$h_2 = d$ とすれば $e = f = 0$ となり自由流出の式になる。

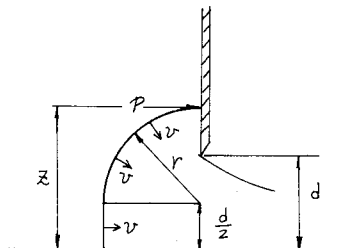


図-3 等流速線略図

(Ⅲ) もぐり流出の再検討

もぐり流出量を求めるには接近流速を考慮して、 h_1 と h_2 に関する(3)、(4)式の連立方程式を解くことになる。この場合、 P は η の関数として(6)式、 e および η は(8)式で与えたが、ここではこの(8)式について再検討して若干の補正を行なう。

図-4は開口部において追加すべき比力を説明したもので、前報では開口部に対して下流側すなわち、(Ⅱ→Ⅲ)側から出口におけるかぶり(h_2-d)に相当する静水圧の圧力が出口の全断面に均等に作用するものと仮定したが、実際には流出後のジェット部曲線 ABC もなすので、出口に作用する平均圧力は前図より若干大きくなるのが妥当である。そこで、いま出口および h_2

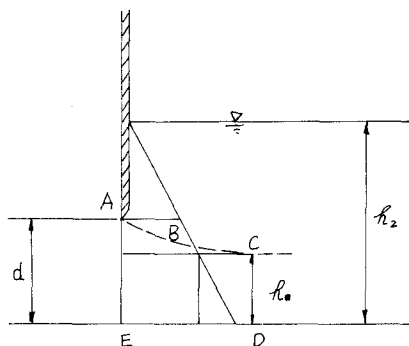


図-4 追加比力(もぐり流出)

の位置ではともに水位は同じ h_2 であり、曲線 ABC 上のかぶり部は静水圧的であると仮定すれば、加算すべき力は曲面 ABC に作用する静水圧の水平方向の成分と CD 面に C 点の静水圧の大きさで一様に作用する水圧の和となる。すなわち、 $\eta = \frac{1}{2} \omega h_2 - \frac{1}{2} \omega (h_2 - d)^2 - \frac{1}{2} \omega h_0^2$ であり、 $h_0 = 0.6$ (概数でよい)としたときの η は(9)式となる。これは($h_2 - 0.68d$)の水圧が開口部 d に一様に分布しているのと同じ結果になる。(9)式を(8)式と比べると追加すべき比力がかなり大きくなり、したがって流出量の減少が期待される。なお、追加すべきエネルギー e については、ここでは(10)式としている。

$$\eta = \omega d (h_2 - 0.68d) \quad (9)$$

$$e = (h_2 - 0.68d) \quad (10)$$

(Ⅳ) 計算例

$d = 0.1^m$, $h_1 = 0.4^m \sim 1.4^m$ の条件で、 h_2 を適当に仮定して行なった計算結果を図-5に○印で示しており、一点鎖線はこれらの結果から推定したものである。また、(8)式による結果は○印および破線で、Henryの実験結果は+および実線で示している。本計算がHenryの実験値とほとんど一致することがわかる。なお、自由流出の場合の値は(9)式で $h_0 = 0.68d$ として求めたものであり、流量係数 C は $\frac{2}{3} C d \sqrt{2g h_1}$ としたときの値である。

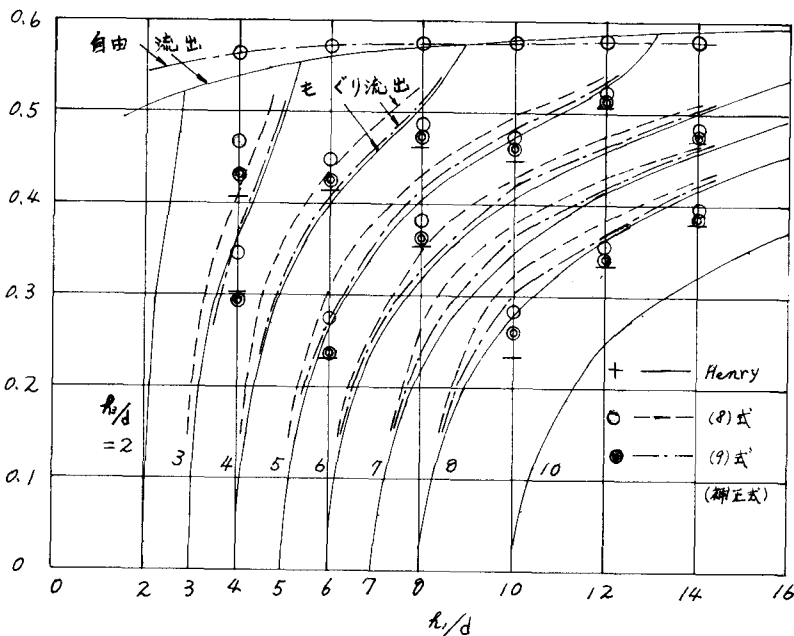


図-5 Henryおよび本計算による流量係数

参考文献

- 1) 田中光: 跳水現象の把握に関する一考察, 土木学会関西支部講演概要集, 1980。
- 2) 田中光, 小池一彦: 90°の流出量の理論的算定, 土木学会関西支部講演概要集, 1981。
- 3) 土木学会: 水理公式集, 土木学会, 1973。