

日本大学理工学部 正員 栗津清蔵

" " " 〇近藤 勉

5.1. まえがき

図-1の円形断面水路の逆流は水路自身とその環境により3つに分類される。

第1報では上述の事柄を理論的に考察し、第2報では3つの内の1つ(α)水路全体が管水路となる場合を理論式を基にして実験的に考察した。

本報では、第2報の流出口の水深 h_{end} に対する実験結果が従来の結果と異った点があったので再確認の目的で追試を行った。

また、(α)水路に管水路と開水路が共存する場合の水面形について研究した。

5.2. 水路に管水路と開水路が

共存する場合の水面形について

この場合の水面形は約 $\%10 \sim 20$ になると図-1のようになつた。

最小水深 h_1 および最大水深 h_2 を求めるために、0~I断面間とI~II断面間に運動量方程式を適用する。ただし、各断面の水圧は静水圧分布しているものとする。

また、水路こう配による断面間の水の重量の流水方向の分力は $\epsilon \ll 0$ であるので無視する。

(i) h_1 について

まず、運動量方程式は

$$P_0 - P_1 = w \frac{Q}{g} \cdot (v_1 - v_0) \quad (1)$$

ここで、

$$P_0 = w \frac{\pi}{8} \cdot D^3, \quad v_0 = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$P_1 = w \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{\sin^3 \alpha_1}{\alpha_1 - \sin \alpha_1 \cos \alpha_1} - \cos \alpha_1 \right)$$

$$\times (\alpha_1 - \sin \alpha_1 \cos \alpha_1) \cdot \frac{D^3}{8}$$

$$v_1 = \frac{4Q}{(\alpha_1 - \sin \alpha_1 \cos \alpha_1) D^2}$$

α : 水面中に対する中心角の $\frac{1}{2}$

また、

$$M = \alpha - \sin \alpha \cos \alpha$$

$$K = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sin^3 \alpha}{\alpha - \sin \alpha \cos \alpha} - \cos \alpha$$

$$A = \pi - MK, \quad B = 32 \left(\frac{1}{M_1} - \frac{1}{M} \right), \quad A/B = C$$

とすると、(1)式は

$$\frac{Q^2}{g D^5} = \frac{A_1}{B_1} = C_1 \quad (2)$$

(2)式により h_1 につき検討するのであるが、実験

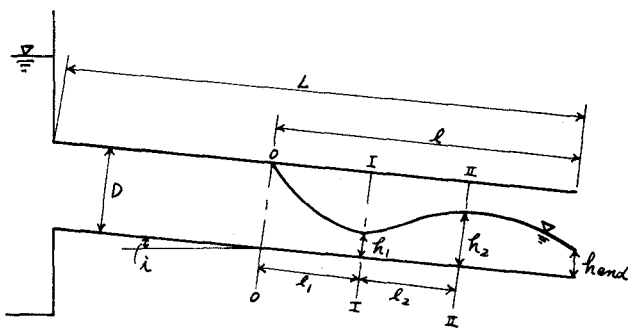


図-1

結果に合うようにするために右辺に係数 m を乗じ

$$て, \quad \frac{Q^2}{g D^5} = m C_1 \quad (2')$$

この m を実験により調べる。

(ii) h_2 について

(i)と同様にI~II断面間に運動量方程式を適用すると、

$$M_1 K_1 \frac{D^3}{8} + \frac{4Q^2}{8 M_1 D^2} = M_2 K_2 \frac{D^3}{8} + \frac{4Q^2}{8 M_2 D^2}$$

これより、

$$\frac{Q^2}{g D^5} = \frac{1}{32} \cdot \frac{M_1^2 K_1 M_2 / M_1 (M_2 / M_1 \cdot K_2 / K_1 - 1)}{M_2 / M_1 - 1} \quad (3)$$

(3)式の左辺はフルード数を代表する変数である

(3)式は実
用的ではな
いので、こ
の式の近似
式を導出す
る。この式
中に含まれ
る変数は

$$\frac{Q^2}{gD^5}, \frac{h_1}{D},$$

$$h_2/h_1 \text{ であるから, } h_2/h_1 = F\left(\frac{h_1}{D}, \frac{Q^2}{gD^5}\right)$$

とき、次の近似式を得た。

$$\left. \begin{aligned} \frac{h_2}{h_1} &= 1.13 \left(\frac{h_1}{D}\right)^{-1.78} \left(\frac{Q^2}{gD^5}\right)^{0.468} \\ 0.12 &\leq \frac{h_1}{D} \leq 0.75 \end{aligned} \right\} (4)$$

この場合も実験結果と合うように右辺に
係数 n を乗じて、この n を調べる。

$$\frac{h_2}{h_1} = n \left\{ 1.13 \left(\frac{h_1}{D}\right)^{-1.78} \left(\frac{Q^2}{gD^5}\right)^{0.468} \right\} (4')$$

5.3. 実験装置とその方法

大体は前報と同じであるが $L/D = 39.4$,
55.1, 78.4 とし, $i = 0, 1.5 \times 10^{-3}$, 3.0
 $\times 10^{-3}$, 4.5×10^{-3} , 6.0×10^{-3} , 9.0×10^{-3} ,
 1.2×10^{-2} として実験を行った。

5.4. 実験結果とその批判

(i) h_{end} について

実験より図-2を得た。この実験値は5.
1の(a), (b)の状態の値が含まれている、ま
た水路こう配 i が限界こう配より大きくなった
場合も含まれている。この図より h_{end}/D は多少 i
にも関係しているようであるが、この範囲の i に
対し Q^2/gD^5 だけの関数であると云えようである。こ
の一連の報文は $i < i_c$ を対象としているのでこの
程度までの i について検討すれば十分であろう。

この結果、水面追跡を行う場合の出発点となる
 h_{end} を限界水深 h_c と仮定して進める方法のある
程度の妥当性が知れよう。(91報参照)

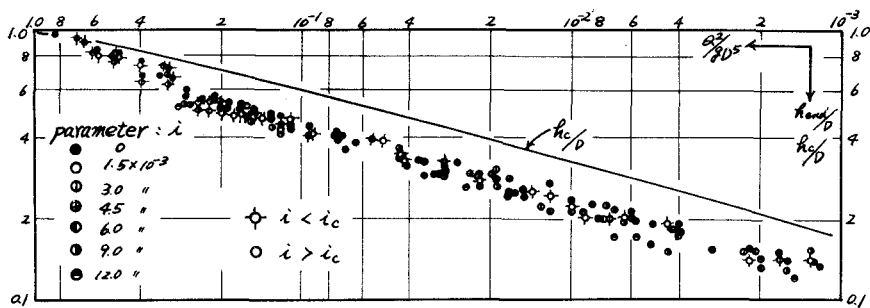


図 - 2

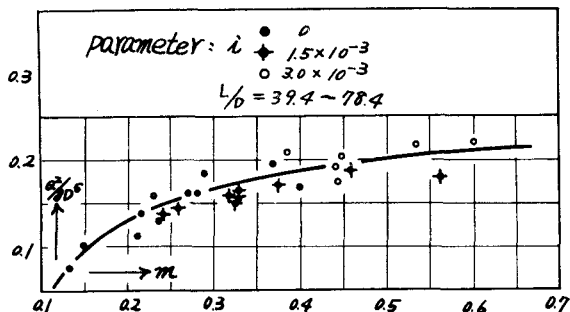


図 - 3

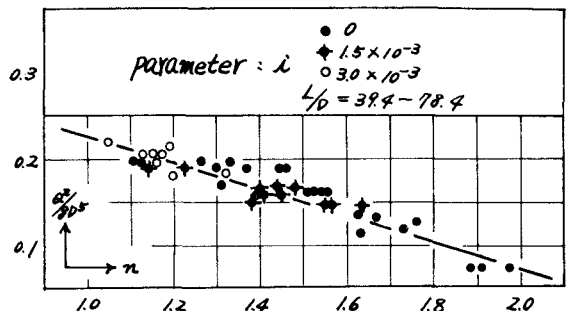


図 - 4

(ii) h_1 および h_2 について

係数 n につき図-3を得た。これを式化すると

$$n = 0.266 - 4.43 \left(\frac{Q^2}{gD^5}\right) + 28.6 \left(\frac{Q^2}{gD^5}\right)^2 (5)$$

また、係数 n につき図-4を得、これを式化し

$$n = -0.766 \left(\frac{Q^2}{gD^5}\right) + 2.75 (6)$$

$h_1/D = h_2/D = 1$ であった。 L が大きくなると山と
谷が2ヶ所以上でき、その距離は下流に行くに従
って大きくなる。この場合も(4)式で $h_2 \rightarrow h_1$, $h_3 \rightarrow$
 h_2 として計算を進めればよい。