

II-92 円形水路における自由流出口付近の流れについて(2)

日本大学理工学部 正員 栗津清蔵 正員の近藤 勉

円形断面水路の流出口が *free overfall* になっていて、水路こう配が水平あるいは逆こう配の場合のナップの形状、流出口の水深と流量の関係、流出口での圧力や平均流速を用いた時の運動エネルギーと運動量の修正係数を実験より求めた。実験に用いた水路は透明なアクリル製で、粗度係数 0.0079、直径 5, 7.5, 10 cm、長さ 4 m でこれを一辺 70 cm の立方体のタンクの鉛直な一面の中心に取り付けて実験を行った。

ナップの形状について ナップの流(若)下方向に垂直な断面は流出口より流下するに従って図-1のように変化し、最終的には飛沫となってしまふ。

ここで取り扱うのは水路中央に沿ったナップの形状で図-1の $a_0-a_1-a_2-\dots$, $b_0-b_1-b_2-\dots$ である。原典を上面ナップについては流出口の水面にとり、下面ナップについては水路最下端にとり、水平方向に x 軸、鉛直下方に y 軸をとる。限界水深に対応する比エネルギー (E_c) を用いて無次元化したのが図-2である。

水路が下りこう配の時は *parameter* として水路こう配 (i) が入って来たが、逆こう配の場合には i に無関係になった。式化する

$$\text{と, } y_0 = 0.6 x_1^{1.95}, \quad y_0 = 0.7 x_2^{2.04}$$

流出口での水深 (h_0) と流量 (Q : 水路下流端に設けた流量ますによった) との関係は図-3となり、やはり i に関係しない。(D : 水路の口径, g : 重力加速度)

流出口の圧力について これに用いたのは口径 10 cm の水路で、 $h_0 \geq 4$ cm の流れに対して実験した。圧力はピトー管により、これを流線方向に向けて測定した。測定値は流出口の断面を 5 mm な

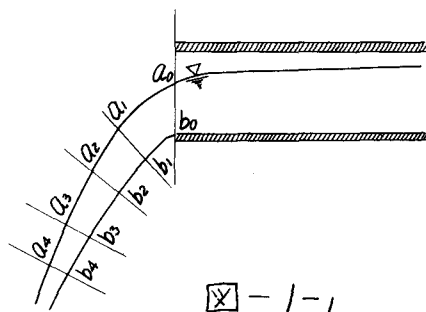


図-1

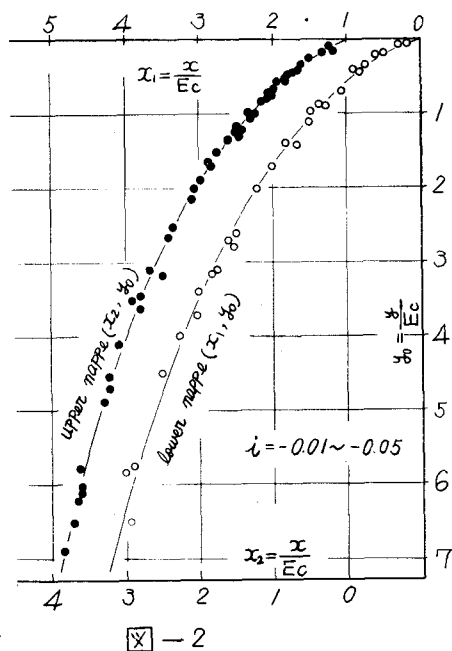


図-2

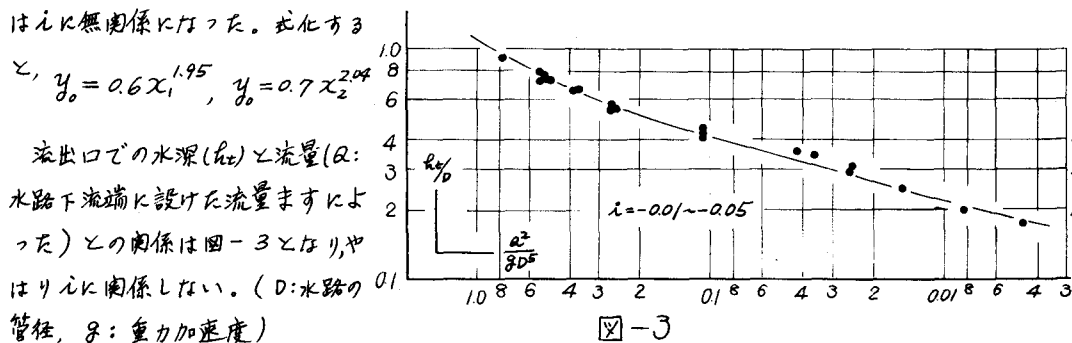


図-3

いは10mmの基準目に分割し、その交点とし、全圧力(P)はそれらを積分した。Pはいづれの場合にも負になり、この結果を整理すると図-4が得られ、決式で近似せよ。

$$\left| \frac{P}{P_0} \right| = -0.318 \left(\frac{a^2}{gD^5} \right) + 0.274$$

$$= 0.445 \left(\frac{h_t}{D} - 1 \right)$$

(P_0 は流出口での圧力分布を静水圧と仮定したときの全圧力)

上式によると、水路全体が管水路になっていると(この時 $\frac{a^2}{gD^5} = 0.86$ であり、水路全体が管水路となる条件を満たしている)流出口では全圧力は零に近いことを示している。

流出口の運動エネルギーの補正係数

(α) および運動量補正係数(β)について 圧力を測定した時と同じ方法により水路方向の流速を測定し、決式により α , β を求めた。

$$\alpha = \frac{1}{A} \int \left(\frac{u}{v} \right)^3 dA, \quad \beta = \frac{1}{A} \int \left(\frac{u}{v} \right)^2 dA$$

(A: 断面面積, u : 任意の場所の流速
 v : 平均流速)

結果は図-6, 図-7に示される通りでほぼ決式で近似される。

$$\alpha = 0.745 \left(\frac{h_t}{D} \right) + 0.852, \quad \beta = 0.445 \left(\frac{h_t}{D} \right) + 0.911$$

図-8は α と β の関係を示したものであり

$$\alpha = 1.67\beta - 0.670$$

同じ図中の他の直線は広長方形二次元乱流で、しかも壁面が粗な場合を示していて、その式は³⁾

$$\alpha = 3\beta - 2$$

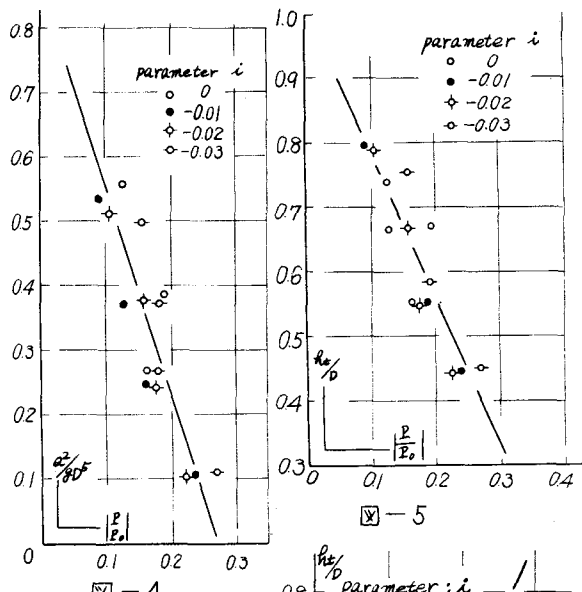


図-4

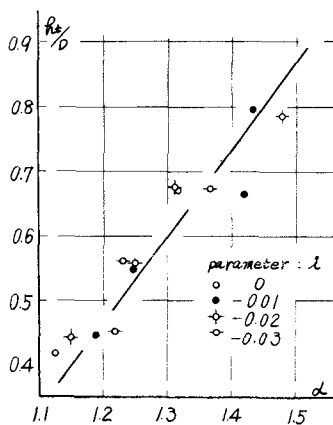


図-6

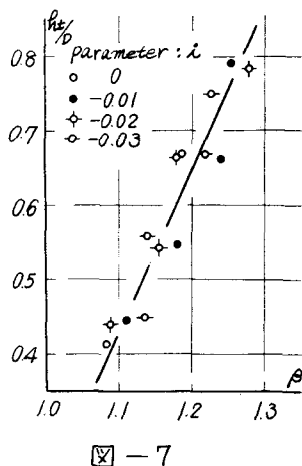


図-7

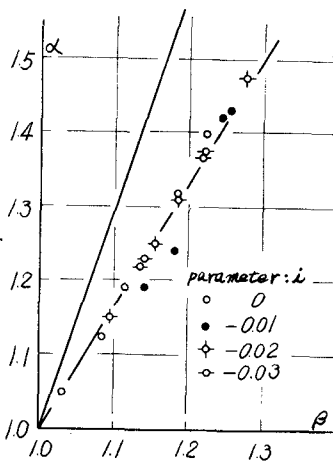


図-8

1) 栗津・近藤, 円形水路における流出口付近の流れについて, 土木学会第25回年次学術講演会講演集.

2) 栗津・近藤, 円形断面水路の自由流出について(第2報),

土木学会第21回年次学術講演会講演概要.

3) 栗津・木村, 演習水理学, p.100.