

京都大学工学部 正員 岩佐 義朗
京都大学大学院 学生員 野口 正人

1. まえがき

前報¹⁾においては、障害物が取水に際して如何なる影響を与えるかについて若干の考察を行なった。密度分布としては線形密度分布の場合を取り扱ったが、ここでは二成層流に着目し、取水に対する限界フルード数を低減する要因として、取水口の開きならびに障害物を取り上げ、その影響を計算および実験から検討した。

2. 取水口の開きの影響

障害物のない平坦な場からの取水については、Huber が line sink の場合に対する結果と理論および実験面より検討した²⁾。ここでは、取水口の開きが水深に比し無視されないような場合の限界フルード数の低減について調べた。計算には、Huber と同じく、リラクゼーション法を用いた。計算にあたっては、まず、内部境界面形状を仮定し、これにより分けられた上下層それぞれの領域で流れ関数に対するラプラスの方程式を解き、内部境界面上でベルヌーイ式を満足しているか否かにより内部境界面形状の妥当性を判定した。なお、取水口においては上下層のそれぞれで一樣な流速分布を仮定した。取水口の開き $y_0/H = 0.1, 0.2$ として求めたものを示したのが図1, 2 である(限界状態の目安として上層流量が下層のものの10%になるところをとった)。図1におけるA点での圧力誤差 $((P_1 - P_2)/\rho_2 g h_2 = \Delta/\rho_2 g h_2)$ を示したのが表1である。現在計算の進行中で不十分なところも多いが、以上のことより、取水口の開きが大きくなるにつれ、限界フルード数は line sink に対する値1.66 よりかなり低減することがわかる。

つぎに実験について述べる。実験に使用した水路および実験方法等は前報とほぼ同じであるが、ここでは実験結果のみを示した(図3, 4)。データに幾分ばらつきがみられるが、取水口の開きが水深に比し無視しうるような場合には、上流側で求めた限界フルード数 $(F_c' = 0.58 K \sqrt{(h_2^2 - y_0^2)/g_0})$ は一定とみなせる。これは内部境界面において F_c でベルヌーイ式に若干の変形を行なって求めた式

$$0.58 \sqrt{g_0 y_0} = F_c = 0.58 K \sqrt{(h_2^2 - y_0^2)/g_0}^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{ただし } K = (g_2 - g_1)/g_2 \quad (1)$$

で K が定数になることを示している。しかし、 $(h_2^2 - y_0^2)/g_0 < 8 \sim 10$ となり、取水口の開きが無視し

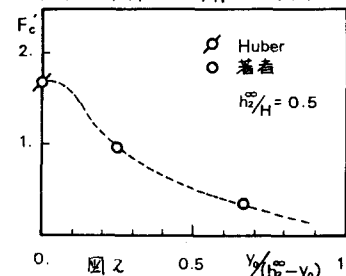


図2

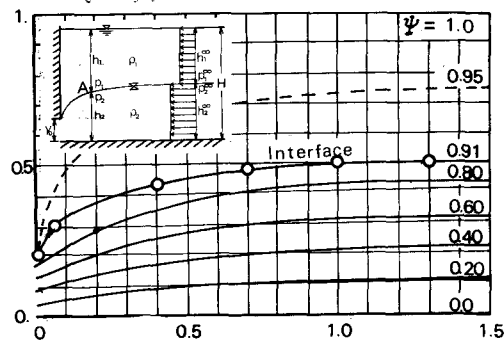


図1

X	Y	圧力誤差
1. 0.005	0.20	1.08×10^{-2}
2. 0.06	0.30	6.81×10^{-3}
3. 0.40	0.43	5.05×10^{-3}
4. 0.70	0.47	1.88×10^{-3}
5. 1.00	0.49	3.97×10^{-3}
6. 1.30	0.48	4.95×10^{-1}

計算条件
 $h_2/H = 0.5, U_{c2}/V = 0.1$
 $(g_2 - g_1)/g_2 = 0.03, y_0/H = 0.2$
 $F_c' = 0.17, \text{マッハ数} = 0.05$
 圧力誤差
 $= \frac{2}{\epsilon} \frac{1}{(1 + \gamma(1 - \epsilon))^2} \frac{\Delta}{\rho_2 g h_2^2}$
 $\times (y_0^2 / (h_2^2 - y_0^2))^{\frac{1}{2}}$

表1

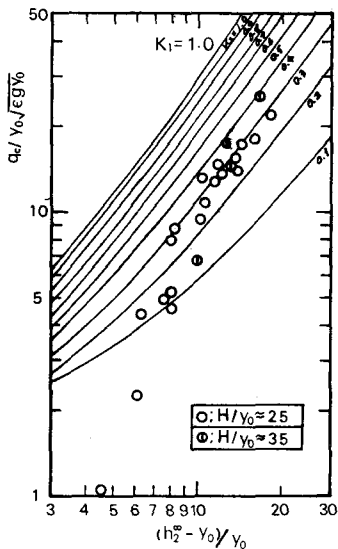


図3

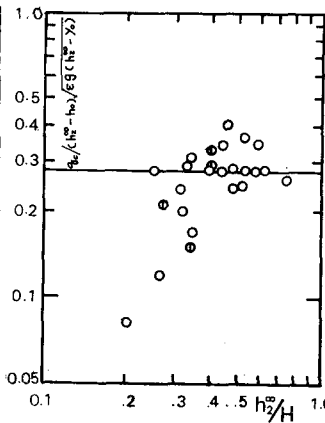


図4

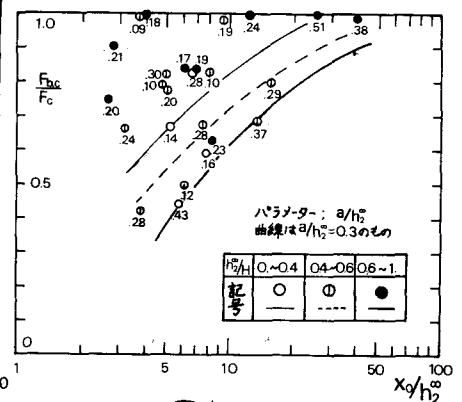


図5

得なくなると、もはや \$K\$ は一定となるが、限界フルード数の低減が生じていることがみられる。実験値と計算値の間には、粘性の効果を見逃したことに伴ない、かなりの隔りがあるが、限界フルード

数の低減特性は両者に共通していることがわかる。

3. 障害物の影響

ここでは、取水場に障害物がある場合の限界フルード数の低減について述べる。このような場合には流れはもはや非回転とは考えられず、ラプラスの方程式にかえて渦度方程式を解かねばならず、数値計算がかなり複雑になる⁽³⁾。そこで今回は限界フルード数の低減特性も実験面のみから調べた。障害物として取水口から \$x_0\$ の距離にある高さ \$a\$ の障壁を考えると、障害物のある場合の限界フルード数 \$F_{b,c} (= g y_0 \sqrt{g y_0})\$ は

$$F_{b,c} = f_1(H/y_0, h_2^0/H, x_0/h_2^0, a/h_2^0) \quad (2)$$

のように表わされる。ここで障害物のない場合のものとの比をとると、限界フルード数の低減率は

$$\frac{F_{b,c}}{F_c} = f_2(x_0/h_2^0, a/h_2^0) \quad (3)$$

の形で与えられる。(3)式により実験値をまとめたのが図5である。これより、\$h_2^0/H\$ が一定の場合には障壁が取水口に近づくほど限界フルード数の低減率が大きくなり、ついには取水に対する限界フルード数が内部跳水に対するものを下まわる。そのため純粋な意味での分離取水を行なうには、内部跳水に対する限界フルード数をも合わせて考慮することが必要になる⁽⁴⁾。もちろん、限界フルード数の低減率は障壁高が大きくなるにつれて増大する。今回の実験では低減特性の概略をみるにとどまったが、定量的な考察のためにはより精度をあげた実験が必要である。

参考文献

- (1) 若佐野口；第25回年次学術講演会概要集，1970 (2) Huber, D.G.; Proc. ASCE, EM, Aug., 1960 & HY, Jan., 1966
(3) たとえば，Allen, D.N.G. & Southwell, R.V.; Q.J.M.A.M., 1955 (4) 若佐野口・松尾；土木学会関西支部年次講演会集，1971