

京都大学工学部 正員 岩佐義朗
建設省土木研究所 正員 田村正香

この研究は、過去においてほとんど行われていない、放射開水路流れの水理学的実験を行なって、その水理学的特性を明らかにすることを中心としたものである。

1. 実験装置 この研究において用いられた実験装置の概略は、図-1に示されている。図から明らかにわかるように中心付近は流れの一樣性が保たれるよう案内板が設置されている。なお実験に用いられた水路はアクリライト製である。

2. 放射流れの水面形 放射開水路流れは、

$$\frac{dh}{dr} = \frac{\sin \phi - \frac{\pi^2 Q^2}{(2\pi)^2 h^{1/3} r^2} + \frac{\beta Q^2}{(2\pi)^2 g h^2 r^3}}{\cos \phi - \frac{\beta Q^2}{(2\pi)^2 g h^3 r^2}} \quad (1)$$

によって近似的に表わされる。(1)式は、Manningの粗度係数で表面まきつ抵抗力を評価しているが、この実験のように滑面水路では、Darcy-Weisbachの f によっても、まきつ項を表現することができる。この場合(1)式の右辺分子第2項は $f Q^2 / (32 \pi^2 g h^3 r^2)$ と表わされる。ここで f として、BlasiusおよびPrandtl-von Kármánの式を用い、またそれによる水面形をBlasiusまたはPrandtl-von Kármánの水面形と呼ぶことにする。つぎに各水理量の水面形におよぼす影響について定性的に考察する。

a) Manningの粗度係数 n 図-2は、流量 $Q=20 \text{ L/s}$ 上流端水深 $H_s=7 \text{ mm}$ のとき、実測水面形と $n=0.000 \sim 0.0$ の範囲における理論水面形を比較したものである。図-2から大多数の実験値が $n=0.005$ と $n=0.01$ の間にあることが明らかである。このことからこの実験水路のManningの粗度係数 n は 0.005 と 0.01 の間にあることが推測される。またこの図では、同じ水理条件のもとでのBlasiusおよびPrandtl-von Kármánの水面形が示されているが、これら2つとも定性的には、Manningの n を用いた水面形と類似の傾向を示し、これを n で表わせは 0.0092 程度であることがわかる。図-2からの結論として未知要素 n を含むManningの形の表示より理論的に導かれるBlasiusやPrandtl-von Kármán

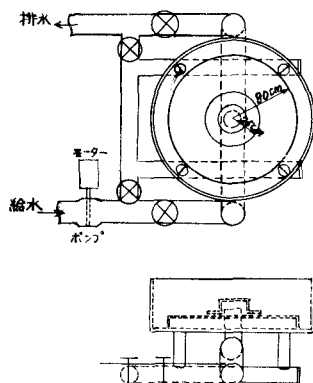


図 - 1

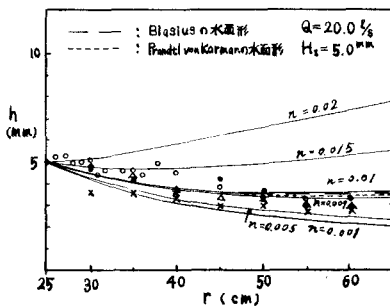


図 - 2

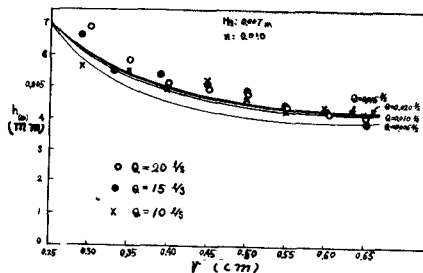


図 - 3

などの表示の方が有利であるといえる。

b) 流量 Q 図-3は、流量 Q の変化による水面形曲線の変化をあらわしたものである。Manningの水面形は、 Q が増加すると水深が増加するが、BlasiusやPrandtl-von Kármánの水面形は、 Q が増加すると水深が減少する。これらのいずれかが実際の現象により近いかを実験値から考察しようとしたが、実験値のパラッキの方が Q の変化による水面形の変化よりも大きいので、実験の結果からは5~20 Q/s の範囲では水面形は流量に無関係だといえる。

c) 上流端水深 H_s 図-4は、上流端水深 H_s の水面形に及ぼす影響を示している。図から理論水面形と実測水面形の両方とも、 H_s の影響が距離にしたがって減少していくことを表わしている。しかし理論的に H_s がその場所における限界水深 h_c より小さいときだけ上の関係が成り立つということが推測される。

3. 放射流れにおける跳水 放射流れでは、中心において限界水深 h_c が無限大となる。したがって中心付近では流れが射流であると考えるのが一般的である。したがって放射流れは、射流のまま水路の終端に至るか、跳水をともなう常流に遷移して水路の終端に至るかのいずれかである。放射流れの跳水における其後水深の関係は跳水の形を図-5のように仮定すると先に筆者ら放射流れにおける運動量方程式と連続の式から導いた* (2) 式がなりたつと考えられる。

$$(\eta+1)(2\eta+3)\xi^3 + \eta(\eta+1)\xi^2 - (\eta+1)(6F_1^2 + \eta+3)\xi + 6F_1^2 = 0 \quad (2)$$

$$\text{ここに } \eta = (r_2 - r_1)/r_1, \xi = h_2/h_1, F_1^2 = \beta u_1^2/g h_1$$

(2) 式において $r_1 = r_2$ すなわち跳水が瞬間に生じると仮定すると $\xi_0 = (-1 + \sqrt{8F_1^2 + 1})/2$ となって、(2) 式は広い長方形水路について従来よりえられている式と同じになる。跳水の水面形の測度は常流側の水面の変動が小さいため非常に困難であったが、オメガグラフによって時間的な平均水面を求めた。その結果は図-6に示されている。図-6の結果から(2)式を検証するために図-7として $\eta \sim \xi/\xi_0$ の関係を、(2) 式の解を実線で描いて実験値から求めた $\eta \sim \xi/\xi_0$ の関係をプロットしてみたが実験値のパラッキがひどくて目的を達せられなかった。

【参考文献】

岩佐泰朗, 田村正吾 “放射流れに関する水理学的研究” 土木学会関西支部 年次学術講演会 講演概要 pp. 81-82 (1966)

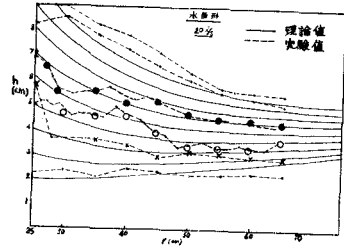


図-4

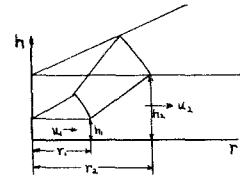


図-5

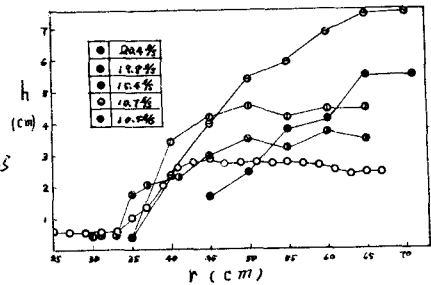


図-6

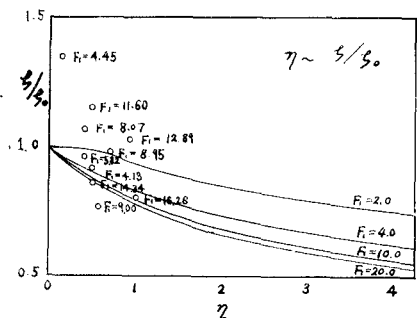


図-7