

III-33 開水路の等流に関する二三の実験

東京都立大学工学部 正員 丸井 信雄

開水路に対する平均流速公式を検討する為に行つた実験の序であるが、一つの傾向がうかがわれるので、ここに発表するものである。

[実験装置]

室内に全長約9m、幅20cmの矩形の三方ガラス張りの水路を作り、勾配を可変にした。90cm毎のガラス板の接目はつき合せとし目地はペンキでうめて漏水を防ぎ、勾配の測定のためにマノメーターをつけ1mmの単位まで読み取り得るようにした。別に既設の流量測定坑を用いて流量を測定することとし、ポンプで水を循環させた。

[実験の方法]

水深を5cm、7.5cm、10cmの3種とし、各の場合について、勾配を $\frac{1}{2000} \sim \frac{1}{200}$ に変えた。(これより緩勾配は水路の構造上及び勾配測定の精度の関係上から不適当であり、これより急勾配にすることはポンプの容量から不可能であつた)。流量の調節はポンプのバルブによって行い、流量の測定は矩形坑により水理公式集の板谷-手島公式によつた。

水深の調節は水路の終端に設けた坑の高さを調節することによつて行い、等流の決定は水路の始端より約5m、終端より約2mの真の中間2mの間(等流区間)に於て、ガラスの側面から透視し側面に添付したmm目盛で $\pm 0.5\text{mm}$ の誤差範囲で水深が一定な場合を以つて等流とした。

水温は流量測定坑と実験水路の入口との2個所で測定して平均値を採つた。実験中に於ける水温は7.0~12.0°Cであつた。

二次流(Secondary flow)の観測は等流区間に於て、ナイロンの糸を径0.5mmの針金の先端に結び付け、流水中に流してその流れの方向を上方及び側方から観測した。ナイロン糸は水より稍、重い程度であるので、水路の方向に対する偏向をそのまま二次流の方向とした。二次流の大きさについては、水路の壁面附近の流速の測定が困難であつたので求められなかつた。

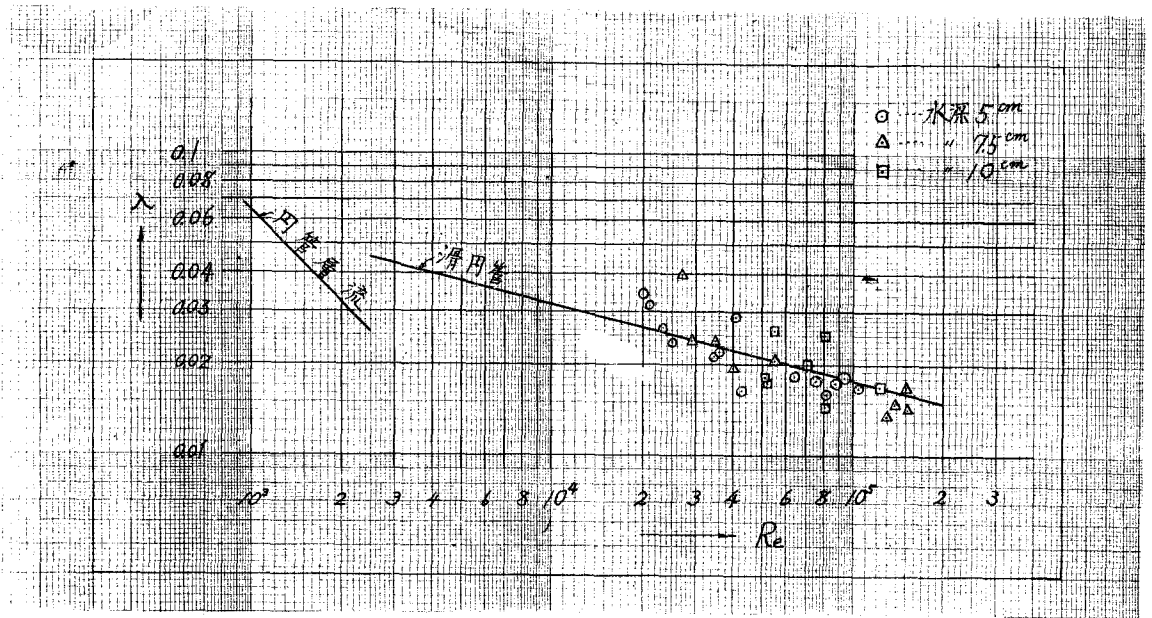
[実験の結果]

抵抗係数 λ 及び Reynolds 数 Re は円管の場合と対比させるために次のものとした、

$$I = \lambda \frac{1}{4R} \frac{v^2}{2g}, \quad Re = \frac{4RU}{\nu}$$

ここに、 I : 水路勾配(水面勾配), R : 径深, v : 断面平均流速, g : 重力の加速度, ν : 水の動粘性係数

λ と Re との関係は次図に示す様である。一部を除き大部分は常流の範囲にあつたが、射流に移行する部分では衝撃波によつて水面が擾乱され水深の観測に困難を感じたが、眼分量によつて平均的水位を定めた。



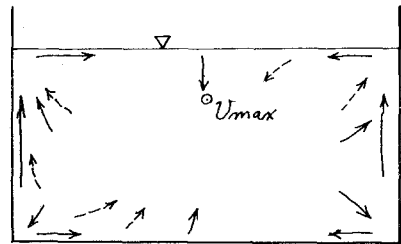
此の実験の結果について見れば

1. 水深が変わっても、即ち断面の形が変わっても、抵抗係数と Reynolds 数との関係には相違が認められない。
2. Re 数が $2 \times 10^4 \sim 1.5 \times 10^5$ の範囲では 滑らかな円管水路の場合の理論値並みに実験値と一致する。

従って、平均流速公式としては、Kutter の公式及び Manning の公式よりも寧ろ Colebrook の公式が円水路の場合にも適応するものと予想した方が一般的であろう。この Colebrook の公式の適応性については、著者が先年予想した所と一致する。

尚、 Re 数がもっと小さい場合に対しては 装置を縮小して実験を行わなければならない。

二次流については右の図の如く、その存在が認められた。水深が小さい場合は側壁近くの上向流だけ認められ、他の部分は一次流が大きいために二次流は認め難い。右図でも Brandtl の指摘した如き傾向がうかがわれ、そのために流速最大の矢が水面以下に来るものと想像してよいようである。



二次流の方向図 (水深 10 cm)

→ 存在が確かなもの

---→ " 不確かなもの

(矢印の長さは速度の大きさを示したものでない)

流速分布も測定したが、従来の研究結果と畧同様な傾向があったことを確認しておくだけにしたい。