

スプリッター付き 有孔部を持つ交差管内の流れの可視化

福山大学工学部 正会員 ○梅田眞三郎
豊岡市役所 村田 光弘
(株)オカコン 藪田 善久

1. まえがき

本研究では、流量制御等の流体力学的基礎研究として前報¹⁾と同様に、交差部内壁側のスプリッター部分を残し、交差部周辺を円形にくりぬいたり、新たにサーキット管路を取り付けた有孔部を設け、合流後の流れの分岐状況や有孔部内での二次流などの流況特性の把握を試みた。

2. 実験方法

今回の交差管の上・下流側管路の断面は、一辺 $a=0.5\text{cm}$ の正方形断面とした。交差角は、 30° 、 60° 及び 90° の3種類とした。その実験装置の概要を図-1に示す。今回の上流側水位は、5、10、20、30及び44cmの5種類を選び、左右対称と最も水位の高い44cmに対する残りの水位との組み合わせによる4種類の非対称水位で実験を行った。流況把握のための可視化実験として、ハイポーラスポリマ及び異なる2色の染料による注入トレーサ法や二次元レーザ流速計(LDV)による流速測定法を用いた。また両下流端流量の測定も行った。紙面の都合でLDV関係の結果の考察のみを以下に示す。

3. 実験結果と考察

有孔部内の主要な点におけるLDVによる流速測定結果の三例を図-2から4までに示す。

まず、Type-1の交差角が 30° の上流側水位が対称の場合には、交差部付近に大きな流速があらわれている。その左右の有孔部には、交差部の流速の1/4程度の流速で、それぞれ反時計及び時計方向の旋回を示している。一方、図-2に示す左右が非対称水位の場合には、右の上流側管路からの流れが速くなり、有孔部での流速ベクトルも大きくなった結果、その方向も下流の左側管路へ向かう流れとなり、交差部での流速ベクトルが対称水位のものとは異なっている。また、有孔部での左側の旋回速度が右側に比べて小さくなっている。そのために上流側水位の違いによる下流端流量の変化が大きくあらわれている。なお、交差角が 60° の場合に対する結果でも、流速ベクトルの大きさと向きが同じように異なっている。特に、対称水位の場合の交差部付近の流速ベクトルの向きは、 30° の場合に比べ非対称性が大きくなっている。

一方、有孔部の形状が非対称であるType-2のいずれの場合も、交差部周辺のベクトルの一部の向きが交差管路の方向とは異なるところがあらわれている。そのため左右の有孔部での旋回方向もType-1とは異

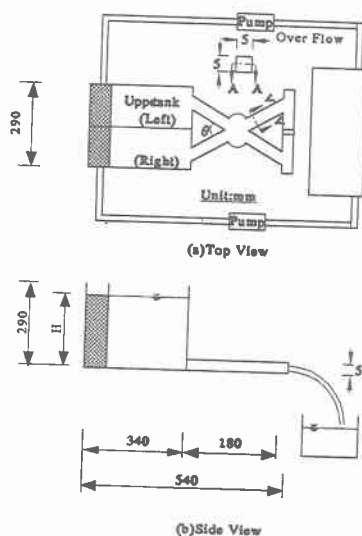


図-1 実験装置の概要

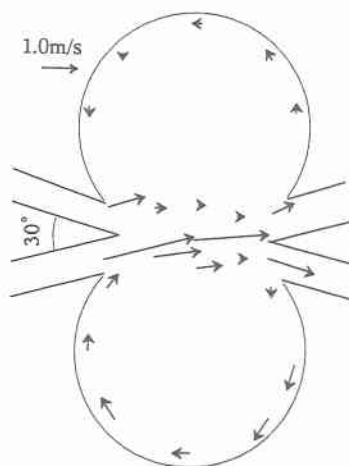


図-2 流速分布図 (Type-1, $\theta=30^\circ$, $H_r=44\text{cm}$, $H_l=5\text{cm}$)

なっている。図-3や4に示す上流側水位が非対称の場合には、左右の有孔部での流速差が小さくなり、水位の高い上流側管路から逆の位置にある下流側管路への流速ベクトルの一部に大きなものがみられる。

次に、有孔部の中央横断面の左右外壁に最も近い2測点での流速に対して、上流側から下流側に向かう流速 U を用いた遠心力 $F_c = mU^2/R$ を求めた。ここでの m は流体の質量、 R は曲率半径である。今回の曲率半径 R は、有孔部の中心から流速測定点までの距離とした。Type-1では、 30° 及び 60° ともに $R=1.8\text{cm}$ で、Type-2では、 30° の場合には $R=0.44\text{cm}$ 、 60° の場合には $R=0.41\text{cm}$ である。上流側の水位を対称及び非対称の水位に対して交差角の違いによる有孔部内での遠心力の変化を調べた。この場合、流下方向に向かって有孔部内の左右の位置での遠心力をそれぞれ F_{cl} と F_{cr} とした。それらを質量力 mg で割った無次元量とし、下流側管路におけるレイノルズ数 Re, d に対する変化を示したのが図-5と6である。

まず、図-5で示されるType-1の結果では、有孔部の形状が左右対称であるために、上流側水位が対称の場合については、交差角が 30° と 60° の左右の遠心力 F_{cl} と F_{cr} との差が小さくなっている。またそれぞれの遠心力は、 Re, d 数の増加とともに増大している。一方非対称水位に対しては、左右での遠心力の差が大きくなっている。特に、交差角が 30° で水位差が大きくなると、左右の遠心力の差が顕著となり、上流側水位が高い右側の遠心力の方が大きくなっている。

次に、図-6で示される有孔部が非対称形状のType-2の場合には、いずれの上流側水位及び交差角に対しても、左右の遠心力の差が大きくなっている。しかもType-1の結果より右側遠心力がかなり大きくなっている。特に、非対称水位の交差角 60° の場合に対しての右側の遠心力が大きくなっている。これは、サーキット管路の半径が 60° の交差角の場合の曲率半径に近いことによるものと思われる。

4. 結論

L DVを用いた流速測定による可視化から有孔部の形状と上流側の水位条件によって有孔部での流況が大きく変化することを明らかにすることができた。今回の実験条件では、有孔部の円形形状を交差角度に対応する曲率半径に近づけたり、左右の有孔部での旋回速度の関係によっても単一管路あたりの流量を増大させることが可能であることが明らかになった。

<参考文献>

- 1) 梅田眞三郎、Wen-Jei YANG、村田光弘：スプリッター付き有孔部を持つ鉛直交差管内の流線の可視化、可視化情報、15-Suppl. No.2、pp.233-236、1995

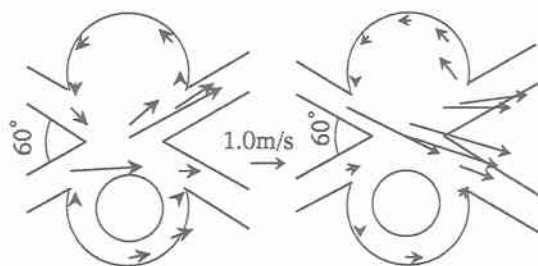


図-3 流速分布図 (Type-2, $\theta=60^\circ$, $H_r=44\text{cm}$, $H_l=5\text{cm}$) 図-4 流速分布図 (Type-2, $\theta=60^\circ$, $H_r=5\text{cm}$, $H_l=44\text{cm}$)

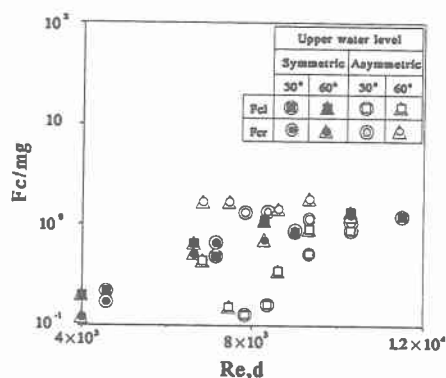


図-5 下流側管路での Re, d 数に対する有孔部における遠心力の変化 (Type-1の場合)

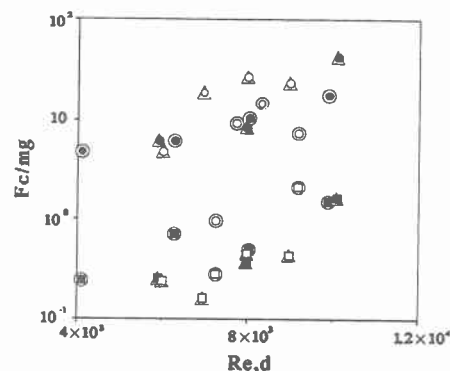


図-6 下流側管路での Re, d 数に対する有孔部における遠心力の変化 (Type-2の場合)