

円形の有孔部を持つ交差管内の流線の可視化

福山大学工学部 正会員 梅田 眞三郎
 徳永技建工業(株) 正会員 ○吉瀬 正 弘
 (株) サンキット 渡邊 万 洋

1. まえがき

本研究では、合・分流が連続してみられる交差部付近に円形の空洞部を設け、有孔部付近の流れの変化を注入トレーサ法を用いて調べた。また両下流端流量の測定も行った。

2. 実験方法

今回の実験では、有孔部での流れの変化が顕著に現れるようにするために、交差管から有孔部への流れを噴流の形で供給することを考えた。交差管の断面は、一辺 $a=0.3\text{cm}$ と $a=0.5\text{cm}$ の2種類の正方形断面とした。有孔部を持つ交差管との比較のために、それらの正方形断面の直線管路及び交差管も製作した。それぞれの管路は断面が小さいので、透明合成樹脂板に溝を切る形で管路の側面及び底面を作り、その上面に同じ樹脂板を重ねて交差管を製作した。交差角は、 30° 、 60° 及び 90° の3種類とした。実験装置の概要を図-1に示す。

以上のような交差管の違いや上流側左右の水位の変化に対して、交差部周辺の流れがどのように変化するかをイオン交換樹脂のハイポラスポリマによる注入トレーサ法を用いて可視化を試みた。

3. 実験結果と考察

上流側左右の水位や交差角の違いにより、交差部周辺での流線がどのように変化するかを注入トレーサ法によって調べた。直径 $D=6.0\text{cm}$ の円形の有孔部における流線の結果の数例を図-2から6に示す。それぞれの流線図は、上流側左右の水位が最大で対称の $H_l=H_r=17.0\text{cm}$ の場合、非対称水位の $H_l=5.0\text{cm}$, $H_r=17.0\text{cm}$ と $H_l=2.5\text{cm}$, $H_r=17.0\text{cm}$ の場合の3ケースを示した。なお、図中の左右管路出入口には、流量の流入あるいは流出状況をベクトルで表示した。その表示にあたっては、左右の上流側水位に対しては、直線管路の末端流量 Q_{0l} と Q_{0r} を用いた。上流側の右側ベクトルを 1.0 とし、左側ベクトルは流量比 Q_{0l}/Q_{0r} で表示した。一方下流側では、両下流端流量 Q_l と Q_r を直線管路の流量 Q_{0l} 及び Q_{0r} でそれぞれを割った流量比 Q_l/Q_{0l} と Q_r/Q_{0r} で表示した。なお、図-6にみられるような逆流の場合には、同じ流量比 Q_{0l}/Q_{0r} の値を用いて逆向きのベクトル表示で示した。

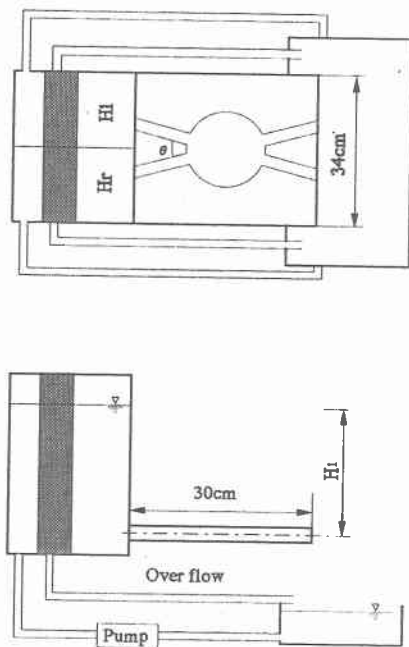


図-1 実験装置の概要

まず、図-2に示す管路断面の一辺 $a=0.3\text{cm}$ で、交差角が 30° の場合の上流側水位が対称の結果については、上流側管路からの噴流の流速が大きいため、交差部中央付近から下流側での衝突による広がり小さくなり、かなりの流れが下流側管路に向かっていくように見える。そのため有孔部下流側付近から円周付近に沿っての逆流の幅が小さく見える。一方、交差角を 60° や 90° と広げた場合の図-3や4の流線を見ても、噴流の衝突後の幅や形などが異なり、交差角 90° の場合には幅がかなり狭くなる部分が見られ

る。また、有孔部の下流側に向かっての広がり状況は、 60° の場合が最も大きくなっていると思われる。

次に、上流側水位条件を非対称にした場合には、はっきりとした循環流などがみられる。その一例として管路断面の大きい $a=0.5\text{cm}$ の 90° の場合の結果を図-5に示すように、有孔部での流れに大きな片寄りが生じ、左右の有孔部の円周方向にはっきりとした循環流がみられる。さらに、左右水位差を大きくした $H_l=2.5\text{cm}$ 、 $H_r=17.0\text{cm}$ の場合の図-6に示す結果では、円周付近の循環流が水位の低い左側上流側管路へ逆流する形で流れ込んでいる大変興味ある現象がみられた。この場合、当然ながら左の上流側水位を $H_l=2.5\text{cm}$ と一定に保っているため、上流側と有孔部内の圧力差との関係でこのような現象がみられるものと思われる。

その他に、上・下流側の交差管路の断面の違いによる流況については、上流側水位の変化に対する流況はよく似ている。しかし交差管断面が大きい場合の有孔部での噴流の広がり幅は、どの交差角の場合も大きくなっている。また円周付近の逆流の幅も大きくなっている。さらに、断面が大きい場合には、有孔部左右の逆流による循環流が顕著になっているのがわかる。特に、交差角が大きい 60° や 90° の場合が顕著となっている。

Re数の違いによる両下流端流量の変化については発表時に説明を行う。

4. 結論

注入トレーサ法及び下流端流量測定により円形の有孔部を持つ交差管内の流れに関して次のような流況特性を明らかにすることができた。

- (1) 有孔部内の流れには、上流側交差管からの噴流の衝突現象がみられ、上流側水位や交差角などの違いによりその噴流幅や方向が大きく変化する。特に、上流側水位差が大きい場合には、上流側管路への逆流現象がみられる。
- (2) 交差管に有孔部を作ることによって下流端流量特性を大きく変化させることができる。

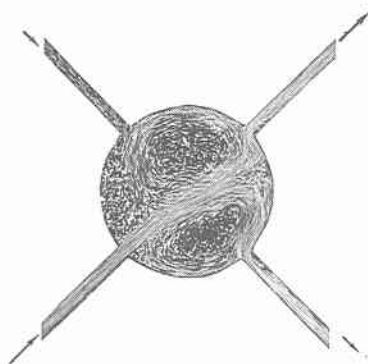


図-5 流線図 ($a=0.5\text{cm}$, $\theta=90^\circ$
 $H_l=5.0$, $H_r=17.0\text{cm}$)

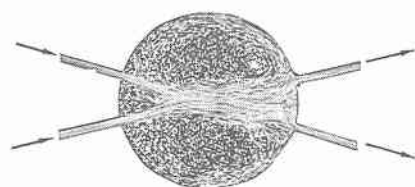


図-2 流線図 ($a=0.3\text{cm}$,
 $\theta=30^\circ$, $H_l=H_r=17.0\text{cm}$)

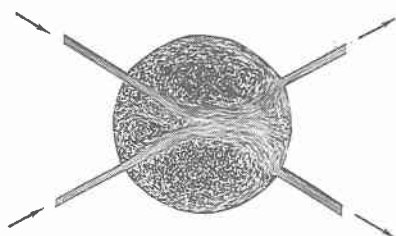


図-3 流線図 ($a=0.3\text{cm}$,
 $\theta=60^\circ$, $H_l=H_r=17.0\text{cm}$)

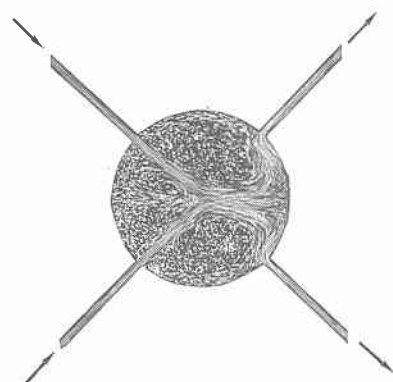


図-4 流線図 ($a=0.3\text{cm}$,
 $\theta=90^\circ$, $H_l=H_r=17.0\text{cm}$)

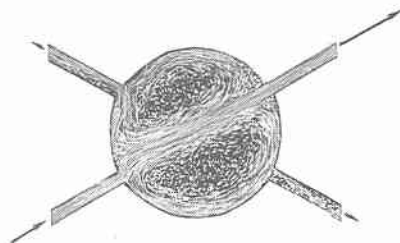


図-6 流線図 ($a=0.5\text{cm}$, $\theta=60^\circ$
 $H_l=2.5$, $H_r=17.0\text{cm}$)