

合・分流角度の異なる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
 ミシガン大学 Wen-Jei YANG

1. まえがき

交差管内の流れは、断面変化に伴って合流と分流が連続していることから大変興味ある現象¹⁾をわれわれに提供してくれている。本研究では、合・分流角度の交差角及び上流側水位の違いによる交差部背後に生じる剝離渦の変化を注入トレーサ法を用いて調べた。さらに、上・下流側流量変化から流況特性の考察を試みた。

2. 実験方法

交差管の長さが60cmで、一辺3cmの正方形断面の交差管を用いて実験を行った。その実験装置の概要を図-1に示す。30°、60°及び90°の3つの合・分流角度 θ_c と θ_b の組み合わせによる合計9通りで実験を行った。それぞれに対して、上流側水位を11.0、19.0、29.0及び40.5cmの4つの水位の組み合わせにより、左右の水位 H_l と H_r を対称及び非対称水位に変化させた合計10通りで測定を行った。交差角や上流側水位の変化に対して、上・下流側流量や交差部周辺の流れの変化を調べた。上流側流量は2次元レーザー流速計による流速分布の測定から求めた。一方、下流側流量は両下流端での流量測定から求めた。また、イオン交換樹脂のハイポラスポリマを用いた注入トレーサ法によって交差部での流況の可視化を行った。

3. 実験結果と考察

注入トレーサ法による交差部周辺の流況については発表時に説明を行い、ここでは主として交差角及び上流側水位の違いによる流量変化の考察を示す。なおRe数の水理諸量は、交差部の中央断面に関係するものを用いた。今回の考察対象交差管は、左右下流端流量の変化を考え、合・分流角度が同じ3つの場合と、60°→30°、90°→30°及び90°→60°の交差角の異なる3つの場合を選んだ。

左右上流側管路における流入流量 Q_{ul} と Q_{ur} に対して、それぞれの両下流端流量 Q_{dl} と Q_{dr} がどのように変化をしているかを調べた結果の二例を図-2と3に示した。図-2に示す30°→30°の場合は、左右の流量比 Q_{dl}/Q_{ul} と Q_{dr}/Q_{ur} がそれぞれ1.0に近く、その差も最も小さくなっている。しかもRe数が大きい場合はほとんど差がない。また60°→30°の場合も左右の流量比の差が小さくなっている。それに対して図-3に示すように、合流角が大きくなると上流側水位が非対称の場合の左右の流量比の差は大きくなっている。これらの結果から、合流角が大きく上流側水位が非対称の場合には、上流側の左右管路の流れが交差部で合流した後片方の逆の下流側管路へかなり流入していることがわかる。しかしながら、対称水位の場合や30°→30°及び60°→30°の場合には、そのような片方への流れ込みは少なくなっている。

次に、上・下流側の左右管路での流量和の比 Q_d/Q_u の変化の二例を図-4と5に示した。図-4に示す30°→30°の場合の左側水位が同じものの流量比の変化をみると、例えば $H_l=11.0$ cmの場合の結果では、Re数の増加とともに流量比は減少した後水位差の最も大きい場合の流量比の値が上昇している。一方、上流側水位が対称の場合には、Re数の増加とともに流量比は増大しているが、これも最大水位の40.5cmの場合には値が小さくなっている。このように30°→30°の場合には、上・下流側流量比の変化はRe数と水位差とに関

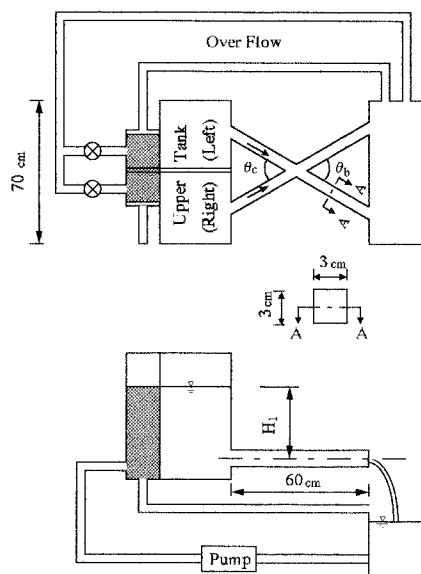


図-1 実験装置の概要

係していると思われる。それに対して、 $60^\circ \rightarrow 60^\circ$ 、 $90^\circ \rightarrow 90^\circ$ や $90^\circ \rightarrow 60^\circ$ の場合には、Re数や水位差による流量比の値の変化が小さくなっている。また図-5に示す $60^\circ \rightarrow 30^\circ$ や $90^\circ \rightarrow 60^\circ$ の場合の結果では、Re数に対する流量比が下向きに凸の曲線的な変化を示している。特に、 $60^\circ \rightarrow 30^\circ$ の場合の変化には、その変曲点がはっきりとあらわれていると思われる。一方、流量比 Q_d/Q_u の値の変化をみると、 $60^\circ \rightarrow 60^\circ$ 、 $90^\circ \rightarrow 90^\circ$ 及び $90^\circ \rightarrow 60^\circ$ の結果では、ほとんどの流量比が1.0より小さくなっている。それら以外は、1.0前後の流量比の値を示している。

4. 結論

注入トレーサ法、2次元レーザ流速計及び下流端流量測定などによって合・分流角度の異なる交差管内の流れの可視化を試みた結果、次のような結論を得ることができた。

- (1) 交差角の違いによる交差部背後の剝離渦の変化を明らかにした。
- (2) 合・分流角度及びRe数の違いによる上流側流量や下流端流量の変化特性を明らかにした。特に、合・分流角度の小さい 30° の場合にはエネルギー供給が考えられることを明らかにした。
- (3) 合・分流角度が $60^\circ \rightarrow 30^\circ$ の場合は、交差部での圧力変化の影響が小さく、上流側流量と下流側流量の変化の応答性が高いので、流量配分や制御がやり易い合・分流角度と思われる。

<参考文献>

- 1) 梅田眞三郎、Wen-Jei YANG、鉛直交差管内の流れの可視化—抵抗と流量特性—、可視化情報（印刷中）

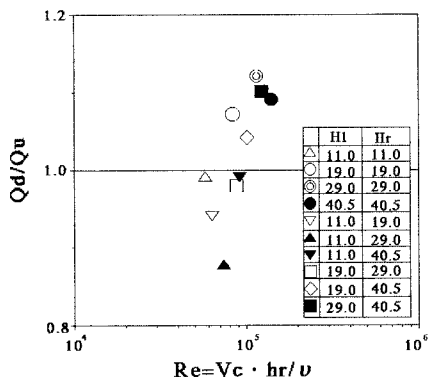


図-4 Re数に対する上・下流側の流量比 Q_d/Q_u の変化 ($\theta_c = \theta_b = 30^\circ$)

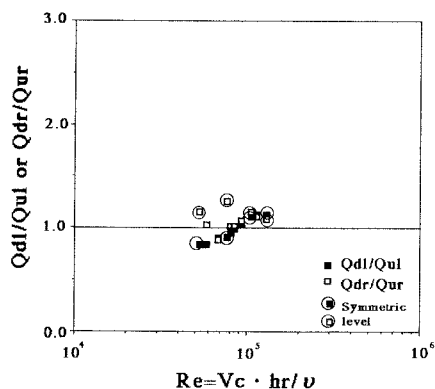


図-2 Re数に対する上・下流側の左右管路における流量比 Q_{dl}/Q_{ul} と Q_{dr}/Q_{ur} の変化 ($\theta_c = \theta_b = 30^\circ$)

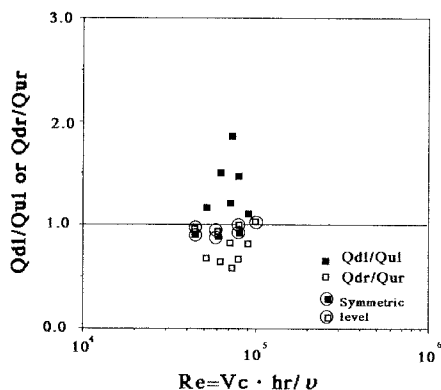


図-3 Re数に対する上・下流側の左右管路における流量比 Q_{dl}/Q_{ul} と Q_{dr}/Q_{ur} の変化 ($\theta_c = \theta_b = 60^\circ$)

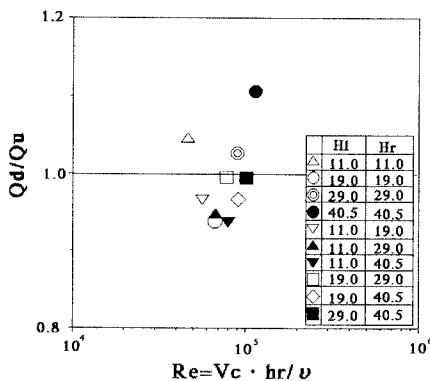


図-5 Re数に対する上・下流側の流量比 Q_d/Q_u の変化 ($\theta_c = 60^\circ$, $\theta_b = 30^\circ$)