

合・分流角度の異なる交差管内の流れ

福山大学大学院 学生員 村田 光弘

福山大学工学部 正 員 梅田 眞三郎

ミシガン大学

Wen-Jei Yang

1. まえがき

流れの合流と分流が同時に連続して見られる交差管内の流れは、その交差角の違いなどで流況^{1), 2)}が異なっている。本研究では、交差管内の流れの可視化をさらに進めるために、注入トレーサ法により合流及び分流角度の異なる交差管を用いて流れの可視化を試みた。

2. 実験方法

合流及び分流角度(それぞれ θ_c と θ_b)を 30° 、 60° 及び 90° の3通りの組合せができる交差管を製作した。交差長が 60cm で、交差管の断面積は $3 \times 3\text{cm}^2$ の正方形断面の交差管を水平に設置した。今回は下流側水位 $H_2 = 2.5\text{cm}$ と一定にし、上流側水位は 11.0cm と 40.5cm の水位を左右で対称及び非対称にして実験を行った。また左側の上流側への水の供給を止めて、その上流端を栓で閉じた場合も行った。流況の可視化にあたっては、片栗粉を用いた新しいトレーサ法を適用した。

3. 実験結果と考察

合流及び分流角度の異なる3つの交差角を組合せ、次の6通りの交差管内の流れを調べた。

(1) $\theta_c = 30^\circ$ と $\theta_b = 60^\circ$ の場合: 上流側での管路の流れが速いが、交差部を過ぎてからの分流角度が 60° と広がるため、剥離渦の形成がみられる(図-1)。上流側水位が対称の場合には、水位の上昇に対してはほとんど剥離渦の形の変化はみられない。一方、片方の上流端を閉じた場合には、水位の上昇に伴って右側下流側への流れ込む量が多くなり、剥離渦の形が小さくなっている。

(2) $\theta_c = 30^\circ$ と $\theta_b = 90^\circ$ の場合: 前述の(1)の場合と比べ、交差部下流側の流向が交差角の影響を受けて、外壁側へ向いている。また上流端を閉じた場合の左の下流側には、前述の場合と違って、小さいながらも剥離渦がはっきりとみられる。

(3) $\theta_c = 60^\circ$ と $\theta_b = 30^\circ$ の場合: 交差管全体での流れが非常に滑らかに感じられる。交差部背後にできる剥離渦については、対称水位の場合を比較すると、水位の高い場合の渦が長くなっている。また非対称水位の場合には、水位の高い管路からの流れが水位の低い管路へ流れ込み、その下流側にはほとんど渦はみられない(図-2)。一方、片方の上流端を閉じた場合には、いずれの水位に対してもほとんどがその下流側管路へ流れ込んでいるのが特徴的である。

(4) $\theta_c = 60^\circ$ と $\theta_b = 90^\circ$ の場合: 交差部後半での遠心力の影響が大きく現れ、剥離渦の長さが前述の(1)のものに比べ短くなっている。また剥離渦の形は、(1)の場合とよく似ている。

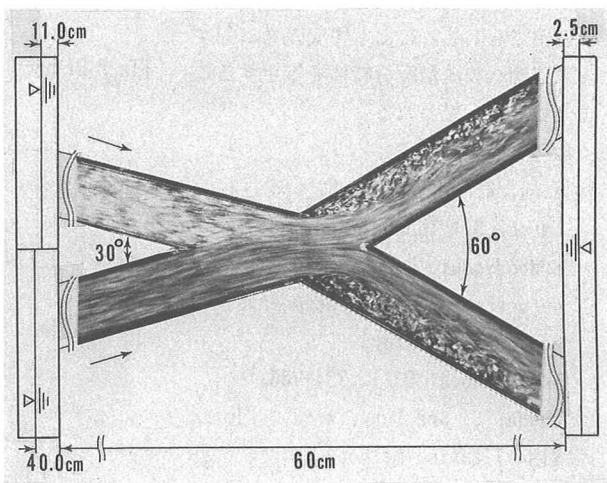


Fig.1 Flow pattern in the intersecting zone with $\theta_c = 30^\circ$, $\theta_b = 60^\circ$, $H_r = 40.5$, $H_l = 11.5$ and $H_2 = 2.5\text{cm}$ (exposure: F2.8, 1/125s).

(5) $\theta_c = 90^\circ$ と $\theta_b = 30^\circ$ の場合：上流側水位が対称の場合には、(3)の場合とほぼ同様の剥離渦が生じている。しかしながら非対称水位差が大きい場合には、水位の高い管路の流れが水位の低い上流側管路に流れ込んでいくという大変興味ある現象がみられた（図-3）。この原因としては、遠心力の影響を受け、内壁側の流れが交差部中央でのエッジ部に当たることによるものと思われる。

(6) $\theta_c = 90^\circ$ と $\theta_b = 60^\circ$ の場合：分流角を広げたことにより、前述のような特異な流れは見られずに、(3)の場合と非常によく似た流況を示している。ただし、流れの速さは、 $60^\circ \rightarrow 30^\circ$ の方が速くなっている。前述の $30^\circ \rightarrow 60^\circ$ が $60^\circ \rightarrow 90^\circ$ の場合に、及びこの $90^\circ \rightarrow 60^\circ$ が $60^\circ \rightarrow 30^\circ$ の場合において、いずれも合・分流角度の差が 30° というのもそれぞれの流況が似ている原因ではないかと思われる。

4. 結論

注入トレーサ法による合・分流角度が異なる流れについての可視化結果から、次のような交差管内の流況把握をすることができた。

- (1) 合・分流角度の組合せにより流況は当然ながら異なるが、それぞれの角度差が同じ場合には比較的よく似た流況を示すことがわかった。
- (2) 交差部背後にできる剥離渦の大きさ及び長さは、交差角及び上流側水位によって異なっていることがわかった。
- (3) 合流角が 90° で分流角が 30° の非対称水位差が大きい場合には、水位の低い上流側管路への逆流が生じるという興味ある現象を発見することができた。
- (4) 合流角が 60° で分流角が 30° の非対称水位の場合には、片方の下流端への流量制御が容易と思われる。

<参考文献>

- 1) Umeda, S., Yang, W.-J. and T. Tanaka:
Mechanics and correlations of flow phenomena in intersecting ducts, Experiments in Fluids(in print)
- 2) Umeda, S. and Yang W.-J.: Mechanics of Fluid Flow in Intersecting Ducts, Experiments in Fluids(in review)

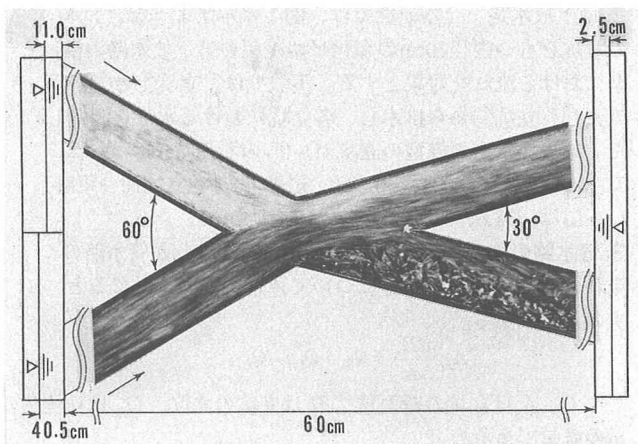


Fig.2 Flow pattern in the intersecting zone with $\theta_c = 60^\circ$, $\theta_b = 30^\circ$, $H_r = 40.5$, $H_l = 11.5$ and $H_2 = 2.5$ cm (exposure: F2.8, 1/125s).

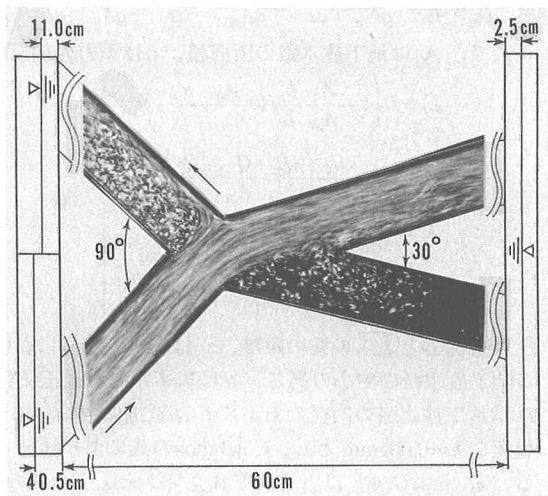


Fig.3 Flow pattern in the intersecting zone with $\theta_c = 90^\circ$, $\theta_b = 30^\circ$, $H_r = 40.5$, $H_l = 11.5$ and $H_2 = 2.5$ cm (exposure: F2.8, 1/125s).