

鉛直交差管内の流況特性

福山大学工学部 正 員○梅田 眞三郎
 ミシガン大学 Wen-Jei Yang
 石川島機械鉄工
 エンジニアリング(株) 堂免 慎哉

1. まえがき

X字型の交差管は、合流及び分流する側のそれぞれの管路が直管に比べ余分についている形となっているため、形状に関連する問題が想像される。しかしながら、交差部内での流れは、流体力学的に大変興味ある流れ^{1),2)}となっていることを考えると、逆に余分な管路による新しい流れが存在することを利用する発想も生まれてくると思われる。このような交差管の形状特性を利用するために、交差管を鉛直に設けてその流況特性の把握のための可視化実験を試みた。

2. 実験方法

上流側水槽に交差管を鉛直にして接続し、片方の水槽（左側）に水を供給せずにそのままの開放（Open）の形と交差管路の上流端を栓で閉じた閉鎖（Close）形の2種類の左側水槽条件に対して、右側水位（H_r）を変化させて実験を行った。水位を11.5、16.0、23.5及び30.0cmの4種類に変化させた。交差管の断面は1.5×1.5cm²の正方形断面とし、交差管長を30cmと統一し、交差角を30°、60°及び90°と変化させた。

実験では、両下流端でそれぞれの流量を3370mlのカップで受け、それが一杯になる時間を測定した。一方、交差管内の流況については、片栗粉を用いたトレーサ粒子により可視化写真を撮影した。

3. 実験結果と考察

上流側水槽での右側水位や左側の条件などにより交差部内での流況が異なっている。これは、交差部内での圧力と右側管路での流速などの条件により、水脈の壁面への付着現象であるCoanda効果の発現がみられるためと思われる。大きく分けると、表-1に示すような4つのパターンの流況に分類され、60°の交差角に対して図-1～図-4のような可視化写真結果となる。

まず、交差角が30°の左側の上流端を開放した場合には、交差部周辺での鉛直下向きの流れが大きいために、右側管壁へのCoanda効果による付着はみられず、ほとんどが右側下流管路を経て流出している。しかしながら上流端を閉じた場合には、下流左側管路にもかなり流出し、両側水位を供給した場合に比べ、右側交差部背後の剝離渦が大きくはっきりと現れている。いずれにしても、この交差角が30°の場合には、上流側水位の条件などを変化させても流況パターンはこの2種類のみであった。

それに対して60°では、まず上流端が開放時には、図-1のように交差部から両下流側管路へと流出している。しかしながら、例えば左側上流端よりわずかの水を流してやったり、左側下流端を一時的に調節すると、図-2に示すようなCoanda効果が発現し、ほとんどが左側下流管路を流出することになる。なお、今回の上流側水位が最も低い11.5cmの場合には、図-1のような流況パターンはみられず、図-2のようなパターンでの流出となった。一方、上流端を閉じた場合には、右側の流れの発生とともに左側上流管路内が密閉室となり、交差部が減圧される形となる。そのために交差部周辺での流速が増大し、ポンプからの右側上流端への

Table-1 Type of flow in the intersecting ducts.

Type	H _l =0.0 Condition	Characteristics of flow
11	Open	No Coanda effect Flow in two ducts
12	Open	Coanda effect Flow in almost one duct
21	Close	Suction, Coanda effect Flow in two ducts
22	Close	Suction, Coanda effect Flow in almost one duct

供給量を同じとしているため、図-3に示すような上流側初期水位の設定よりか水位の低下するパターンがみられる。また下流端条件によっては図-4のパターンもみられる。

最後に、交差角が 90° の場合には、いずれの上流側水位に対しても 60° と同じ4つの流況パターンを示す。

次に、Coanda効果が発現しない Type 11と左側上流端を閉じたType 21の場合について、上流側水位 H_u と位置水頭 z による速度 $\sqrt{2g(H_u+z)}$ と、両下流端での平均流量 Q_d による流速 Q_d/A との関係を調べた結果、図-5のようになった。図から明らかなように、上流側の左側を閉じた Type 21の方が大きな平均流速となっている。同じ上流側水位に対して比較すると、交差角が 30° の場合には約45%の流速の増大となっている。これは、片方の上流端を閉じることによって交差部の圧力の減圧による吸引力が大きく作用し、交差管への流量が増大していることがわかる。

4. 結論

水平から鉛直に交差管の向きを変え、片方の上流側交差管への水の供給を止めて実験を行った。その結果、交差管内にもCoanda効果が発現することを発見した。また、片方の上流端を閉じることによって、交差部での吸引特性が大きく現れることを明らかにすることができた。

<参考文献>

- 1) Umeda, S. Wen-Jei Yang, 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)

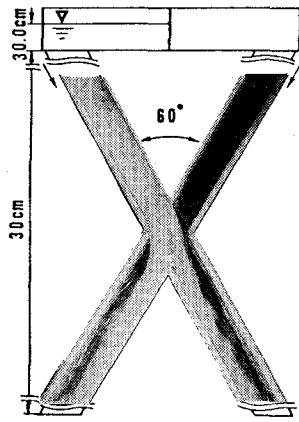


Fig.1 Flow pattern of Type 11

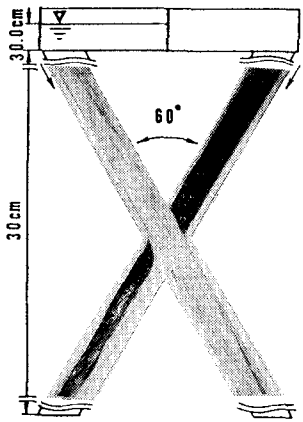


Fig.2 Flow pattern of Type 12

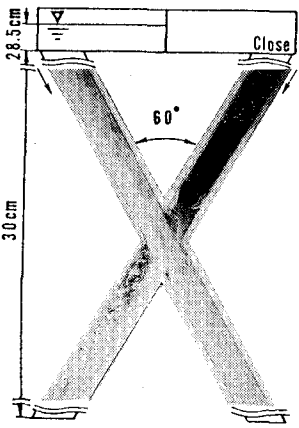


Fig.3 Flow pattern of Type 21

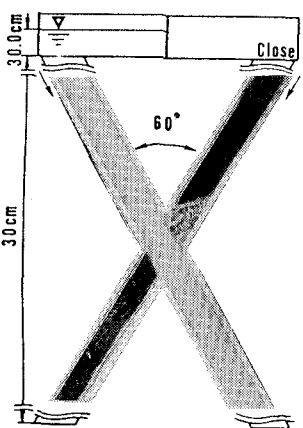


Fig.4 Flow pattern of Type 22

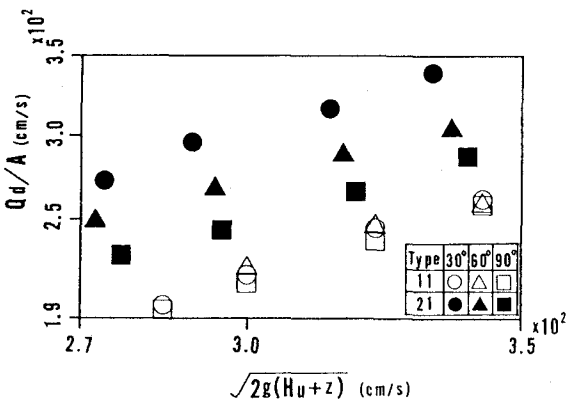


Fig.5 Relationship of $\sqrt{2g(H_u+z)}$ versus Q_d/A in case of comparing Type 11 to Type 21.