

弾性棒と糸による交差管内の流れの可視化

福山大学工学部 正 員 梅田 眞三郎

ミシガン大学 Wen-Jei Yang

名工建設(株) 正 員 〇池田 敬祐

福山大学大学院 学生員 村田 光弘

1. まえがき

流れが合流し、連続して分流となる交差管内の流れは、交差角によって種々の流況特性^{1), 2)}を示す大変興味あるものと思われる。本研究では、弾性棒を用いた交差部での流体力の変化による流況特性や糸を用いた流れを分離する壁となっているせん断層の振動特性などを把握するための可視化実験を試みた。

2. 実験方法

実験装置の概要及び実験条件は、前報³⁾と同じであるので説明及び図を省略する。交差部内では、流速や圧力の変化に応じて弾力性のある細い棒はたわむと考え、交差部周辺の底の部分に設けた小さな穴より、管路高さに対して約9割程度の2.7cmの長さで、太さが約0.35mmであるポリプロピレン製樹脂の弾性棒を挿入した。測定にあたっては、流れに大きな影響を及ぼさないために、管路横断方向の一系列に3～5本づつ立て、順次その列を変えて測定した。

交差部でのせん断層の振動を調べるために、太さ0.25mmの糸を針につけて、交差部上流端近くの底にあげた小さな穴より挿入した。糸の長さは、交差部の長さが交差角により異なるので、それにに応じて変化させた。交差管路の上面よりCCDカメラにて糸の動きを撮影し、画像処理器で一コマ(1/30秒)ごとの糸の変化を読み取り、約6～7秒間のデータを基に振動解析を試みた。

3. 実験結果と考察

3.1 交差部の流況

交差管路の底から真直ぐに立てた弾性棒は、上流側水位の上昇とともに交差部の場所によって大きなたわみを示した。まず交差角が 30° の上流側水位が対称の場合には、交差部中央断面までは両外壁側の方のたわみが大きくなっている。しかし中央断面から交差部下流側に向かっては、中央部付近のたわみの方が大きくなっている。また交差部の左右位置でのたわみや方向がかなり異なり、流れの非対称性が想像される。トレーサ粒子の流れの可視化結果³⁾にもみられたように、弾性棒の流向が不揃いの方に剝離渦が発生していると思われる。一方、図-1に示す上流側水位が非対称の場合には、当然ながら交差部上・下流側で左右非対称のたわみ量を示している。また交差部の中央横断面付近の弾性棒が最も大きくたわみ、中央縦断の流下方向に向っている。その他の中央縦断方向の弾性棒も同様な流向を示している。また、水位の低い方の外壁側の弾性棒のたわみは小さくなり、剝離渦の影響を受けていると思われる。

交差角が大きくなった 60° や 90° の場合には、交差部前後の流速の変化や遠心力の違いにより弾性棒のたわみの向きや量が異なっている。詳しくは発表時に図でもって説明する。

3.2 せん断層の振動

交差部でのせん断層は、ラム効果の発生による圧力変化や遠心力の影響などにより複雑な振動を示す。これらの状況を可視化するために、針に糸をつけたものを交差部に数本挿入し、写真撮影を行った。結果の一例を図-2に示す。

せん断層の振動を解析するために、交差部中央縦断線上にだけ立てた糸の振動の測定を行った。それぞれの糸の下流端の位置を画像処理により読み取り、その最大値による正規化から振幅比 $\eta_i/\eta_{\max}$ を求めた。なお振幅の中心は、交差部縦断線上とし、交差部の右側への振動を正とし、左側へは負とした。

それぞれの糸の振動の中心がどのようなところに位置しているのかを調べるために、上流側水位比 H_1/H_r に対しての η_i/η_{max} の平均値 η_a の変化を図-3に示した。対称水位の場合には、交差角が 60° や 90° の η_a が零近くの値になっている。また非対称水位に対しては、 H_1/H_r の減少とともに糸が水位の低い左側へ片寄るため、 η_a は小さくなっている。特に 90° の場合片寄りが大きく、 η_a の値が小さくなっている。一方、交差角が 30° の場合には、対称及び非対称水位に対しての η_a にはバラツキがみられる。これは流線の可視化でみられたように、剥離渦の発生位置の不安定さに関係していると思われる。

その他の糸の振動のバラツキや広がり程度の及びスペクトル特性については発表時に行う。

4. 結論

交差管内の流れの可視化手法としての新しい試みである弾性棒及び糸による交差部内の流れの可視化実験を行った結果、次のような結論を得ることができた。

- (1) 交差部上流側での弾性棒のたわむ方向が交差角の違いによって異なり、交差角が 30° の場合には交差部中央縦断方向へのたわみが大きくなっている。しかしながら 60° や 90° の場合には、遠心力などの影響を受け、その向きは異なり、内壁側へ向いている。
- (2) 交差部下流側では、剥離渦の影響を受け、弾性棒のたわみの向きが不揃いで、その量も小さくなっている。また上流側水位が非対称の場合には、弾性棒のたわみの向きや量の非対称性が大きくなっている。
- (3) 糸の振動から交差部での交差角によるせん断層の振動特性を明らかにすることができた。これにより交差部での合流から分流へ向かう流れの変化を明らかにすることができた。

<参考文献>

- 1) Yang, W.-J., Zhang, N. and Umeda, S.: Thermal and Hydrodynamic Behavior in Flow Networks, Journal of Thermophysics and Heat Transfer, Vol.7, No.4(1993), 734-736
- 2) 梅田眞三郎、Wen-Jei YANG: 交差管内の流れの可視化と計測、流れの計測、Vol.11, No.15(1993), 107-119
- 3) 梅田眞三郎、他: 交差管内の流況特性、土木学会中国四国支部研究発表概要集、1994

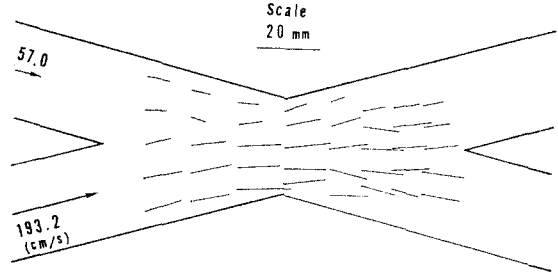


Fig.1 Deflection of elastic poles in the intersecting zone for $\theta = 30^\circ$, $H_r = 40.5$, $H_1 = 11.0$ and $H_2 = 2.5$ cm.

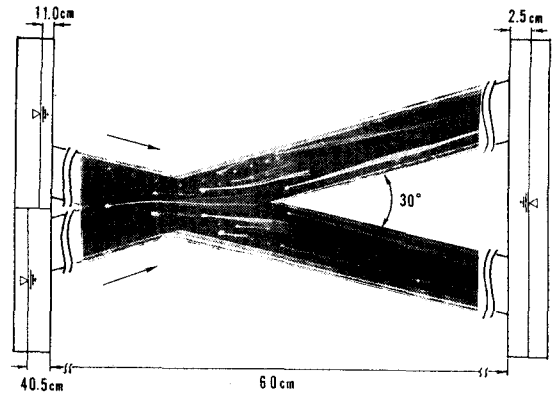


Fig.2 Visualization of flow oscillation in the intersecting zone by the string method in case of top view for $\theta = 30^\circ$, $H_r = 40.5$, $H_1 = 11.0$ and $H_2 = 2.5$ cm.

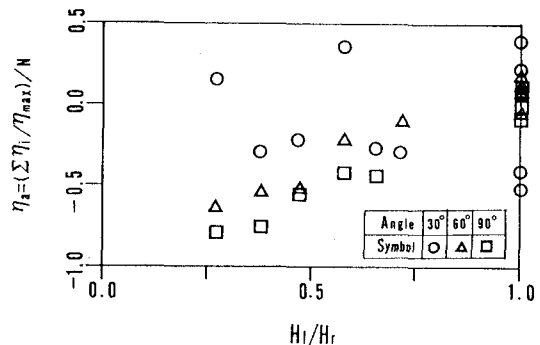


Fig.3 Mean normalized flow oscillation versus H_1/H_r .