

II-147

円管群内の流れの可視化

福山大学大学院 学生員 花澤 潤
福山大学工学部 正会員 梅田眞三郎

1. まえがき

自然科学の分野ではネットワーク流れが多く存在し、流体制御等に应用可能な興味ある現象¹⁾ もみられる。そこで本研究では、ネットワーク流れの可視化に関する基礎研究として、千鳥状に配列された円管の中心を結ぶ交差線の角度や円管径の違いによる円管群内の流れの変化を可視化実験により調べた。

2. 実験方法

円管群の厚さを8mmとし、円管の直径が18mmで、交差線の角度がそれぞれ30°、45°及び60°となるType-1から3と、円管の直径を32mmと大きくし、交差線の角度は30°であるType-4の4種類の円管群を合成樹脂板で製作した。流下方向の長さについては、今回はType-1を試験区間の最大となるようにした。すなわち、Typeごとに円管の配列が異なり、流下方向に対する横断方向に並ぶ円管配列を下流側に向かう順に第1列、第2列……という名称にすると、Type-1及び4が最小の5列となっている。一方、Type-2と3では8列となっている。このような交差線の角度を変化させた千鳥配列とした理由は、元々千鳥配列間には流れの合・分流が連続してみられ、交差線の角度と円管配列数を変化させることによって合・分流角度の異なる流れ²⁾ があらわれると考えたことによるものである。以後の説明においては、交差線の角度を便宜的に配列の交差角度という名称にする。

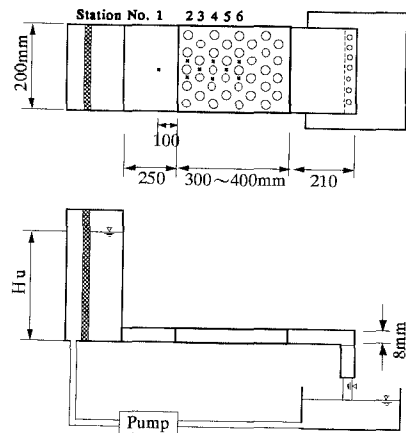
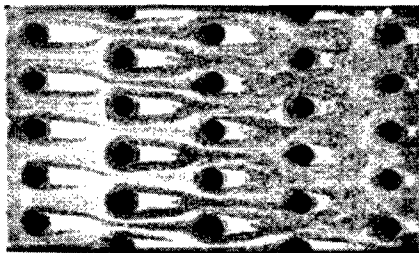
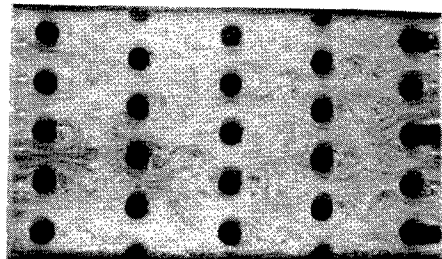


図-1 実験装置の概要

それぞれの円管群に対して、上流側の水位や下流側の条件を種々に変化させて実験を行った。その下流側条件としては、下流側に逆L型の助走管路を取り付け、その末端部分の流出口の数を変化させた場合とその助走管路を取り外した開放の場合を試みた。その実験装置の概要を図-1に示す。上・下流側条件の違いによる円管群内の流動の変化をイオン交換樹脂のハイポラス・ポリマ粒子を用いた注入トレーサ法によって可視化した。ピエゾ水頭による圧力測定及びLDVによる流速測定も行ったが、紙面の都合で省略する。

3. 実験結果と考察

注入トレーサ法を用いた円管群内の流線の可視化写真結果の数例を写真-1～6までに示す。紙面の都合でType-1とType-3の考察結果を以下に示し、その他は発表時に説明する。

写真-1 流線の可視化 (Type-1、 $Re_m=763$)写真-2 流線の可視化 (Type-1、 $Re_m=14,564$)

まず配列の交差角が 30° の Type-1では、Re 数の増加とともに円管の第1列から第4列までの背後における流れが大きく変化している。ここでのRe数の代表流速及び長さは、下流端流量を横断方向に並ぶ円管の隙間の全面積Aで割って得られる平均流速Usを代表流速とし、その一つの隙間の径深の4倍したものを代表長さとした。Re数が小さいときには（写真-1）、円管背後の後流域の流下方向長さが列ごとに異なっているのがはっきりとみられる。Re数が大きくなると第1列目背後から早くも渦の振動が発生し（以下ではその渦に対して剥離渦という名称を用いる）、下流側にその振動が伝わり、大きく流線が脈動しているのがみられる。その下流端では Flip-flop 流れがあらわれ、振動しているのがみられる。なお、写真-1での2つの円管にはさまれた領域前後の流脈から合・分流角度をみると、それぞれ約 40° と 11° となり、合・分流角度差が約 30° であると思われる。このような角度差のために、Re数の増加とともに、Flip-flop流れのような顕著な振動流が発現していると思われる。

次に、写真-4の交差角度を 60° に広げた Type-3では、渦の形の違いがあまりみられず、Re数が増加しても第4列目にわずかに流脈の振動が部分的にみられ、Type-1や2までのような大きな流脈の振動はあらわれていない。またこの Typeでの合・分流角度は、それぞれ約 65° と約 30° で、 30° に近い交差角度差になっていると思われる。 $60^\circ \rightarrow 30^\circ$ の合・分流角度では、分流後は 60° の流れの特性²⁾を示すことから円管背後に比較的安定した剥離渦が形成されているものと思われる。このような渦の安定性は、流体制御等に应用することができるものと考えられる。

4. 結論

円管群内で注入トレーサ法による流れの可視化を行った結果、円管群の配置と上流側水位の違いにより円管まわりに形成される剥離渦の形や大きさが異なることを明らかにすることができた。特に、交差角が 30° の配列となるTYPE-1では、剥離渦による流れの振動である Flip-flop流れがみられることがわかった。逆に、 60° の配列となるType-3では、第3列前後までの円管背後の左右の剥離渦が対称的な形で安定していることがわかった。

なお、本研究を進めるにあたって「財団法人中国電力技術研究財団」及び「ウエスコ土木技術振興基金」による研究助成を得た。ここに記して謝意を表する。

<参考文献>

- 1) 梅田眞三郎、Wen-Jei YANG：ネットワーク管路における流況特性、可視化情報、Vol.16、No.61、pp.28-36、1996
- 2) 梅田眞三郎、Wen-Jei YANG：合・分流角度の異なる交差管内の流れの可視化に関する研究、可視化情報、Vol.16、No.62、1996（印刷中）

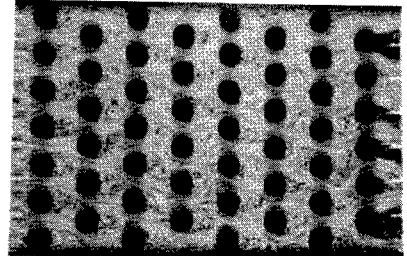


写真-3 流線の可視化
(Type-2、Re、m=11,682)

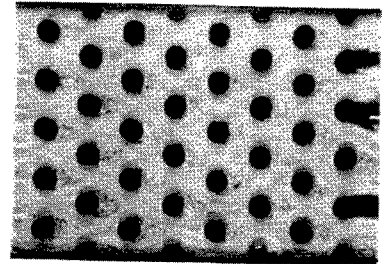


写真-4 流線の可視化
(Type-3、Re、m=14,019)

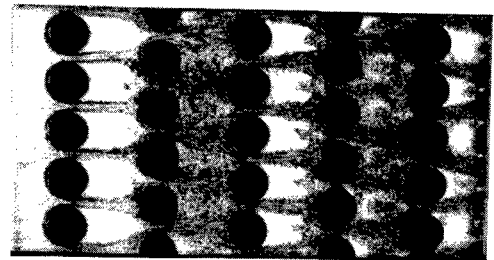


写真-5 流線の可視化 (Type-4、Re、m=771)

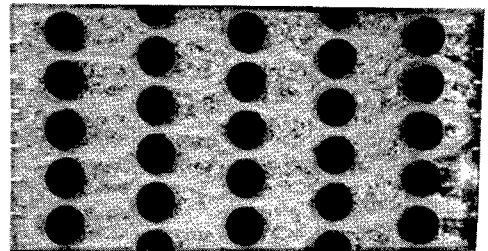


写真-6 流線の可視化 (Type-4、Re、m=8,423)