

福山大学工学部 正会員 梅田眞三郎
 福山大学大学院 学生員 神原英知
 (株)サンキット 坂西俊一

1. まえがき

本研究では、矩形及び菱形の角柱を並べたネットワーク角柱群内における角柱列背後の流れの把握を目的に、注入トレーサ法や流れの中におかれた糸の振動などの流況の可視化及び二次元レーザ流速計(LDV)による流速変動計測を行い、流れの振動特性を調べた。

2. 実験方法

実験装置の概要をFig.1に示す。今回実験に用いた角柱群は、Type-1からType-3までは、幅 $w=10\text{mm}$ で長さ $l_c=17.3\text{mm}$ の矩形角柱を用い、直列配列と角柱位置の異なる千鳥配列とした。これらの角柱は、Fig.1の平面図に角柱間の拡大を示しているように、その4つの頂角を結ぶ交線の角度(対角交差角)の小さい方が 60° となっている。また角柱間隔 l_g は、前後の角柱の4つの頂角を結ぶ交線の角度が 30° となっている。なお、この間隔の領域をスポットと名づけ、以下の説明に用いる。Type-4は、Type-3と同じ千鳥配列とし、流れ方向の物体の先端部分の角度が 60° となる菱形角柱を用いた。Type-5では、物体の下流側の先端部分が 30° の鋭角となる菱形角柱を用いた。

流況の把握にあたっては、ハイポラス・ポリマー粒子を用いた注入トレーサ法による流跡線の可視化や角柱まわりに糸をつけて流れの振動の可視化を行った。次に、LDVを用いて後流域での流速変動を計測した。

3. 実験結果と考察

注入トレーサ法及び角柱まわりに糸をつけて流況を可視化した結果の一例をFig.2と3に示す。Type-1では、角柱まわりの流跡線や角柱につけられた糸が大きく乱れ、複雑な流況を示している。特に、第3列目及び第4列目の角柱間の糸の振動が激しくなっているのが実験時にも観察することができた。千鳥配列としたType-2からType-3に至っては、Type-1に比べ角柱まわりの流跡線に乱れが少なくなり、Fig.2と3に示すようにType-3とType-5でははっきりとしたX字型の交差流れがあらわれている。特に、このTypeでは、角柱背後の後流領域が第2列目以後ほとんど同じ大きさとなっている。

菱形角柱としたType-4とType-5では、X字型の交差流れの合・分流角度がType-3のものに比べそれぞれ小さくなり、大変滑らかな流れとなっている。Type-4では、角柱背後の後流域の大きさがType-3のものより大きくなっている。それに対してType-5での後流域は、偏平なものとなっているのが特徴的である。

なお、糸の振動については、実験時の観察結果によると、Type-1での糸が変則的な動きを示していたのに対して、Type-2~Type-5まではいずれもほぼ規則的な左右への変動を示していた。

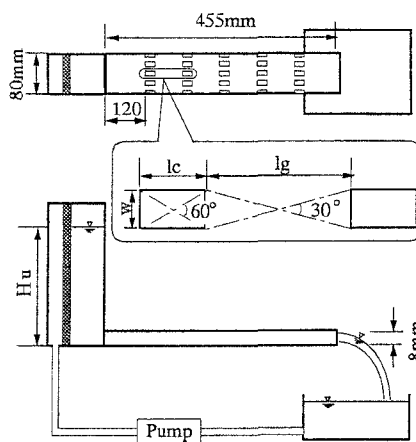


Fig.1 Schematic of experimental setup



Fig.2 Flow pattern for Type-3
 ($Re=10,200$, $s=1/60$, $F=4.0$)

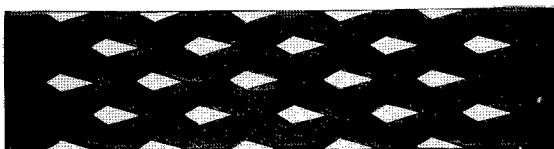


Fig.3 Flow pattern for Type-5
 ($Re=10,500$, $s=1/60$, $F=2.8$)

キーワード：角柱群管路，流れの振動，交差流れ，注入トレーサ法，LDV

連絡先：〒729-0292福山市学園町一番地三蔵福山大学，Tel.0849-36-2111，Fax.0849-36-2023

各Typeの後流域に形成される渦の振動状況を調べるために、LDVを用いて流速変動の時系列データから u 及び v 方向のパワースペクトルを求めた。各Typeともに v 方向の変動に周期特性があらわれる場合が多かったので、その変動の周波数に対する正規化されたパワースペクトルの変化を求めた。その結果の二例をFig.4と5に示す。

Type-1については、下流側に向かってスポットごとに流れが変化していることから、Fig.4に一例を示すように、いずれの場合も1Hz前後から数Hz程度までの周波数に対してパワースペクトルが大きくなったスペクトル変動を示し、卓越周波数があらわれるような周期特性はみられなかった。Type-2 から Type-5までは周期特性があらわれ、特にType-4については、一例をFig.5に示すように、いずれのRe数に対しても卓越周波数があらわれ、Re数の増加に対して、卓越周波数 f_v はほとんど直線的に増大している。また同一Re数で比較すると、Type-4、Type-5、Type-3、Type-2の順に周波数が大きくなっている。

次に、Re数に対するStrouhal数 $St=f_v \cdot w/U_0$ の変化を調べた結果をFig.6に示すように、いずれのTypeもRe数の変化に対してほとんど一定のSt数となっている。前節までの流れの可視化結果も考慮してこれらの周期特性を考察してみる。Type-4では、菱形角柱背後にはっきりとした渦領域を形成し、カルマン渦列振動に近い周期特性を示していると思われる。それに対して、主流のX字型交差流れが鮮明にみられたType-3やその主流によって渦の領域が狭くなったType-5では、それぞれ主流の振動の影響を受けた周期の短い変動特性を示していると考えられる。さらに、主流の振動の影響を受けたと考えられるType-2での周期は短くなり、大きなSt数を示す周期変動となっている。

4. 結論

注入トレーサ法による流跡線と糸による後流域の振動のそれぞれの可視化及びLDVを用いた流速測定により、矩形と菱形角柱群管路内の流れの振動特性を明らかにした。

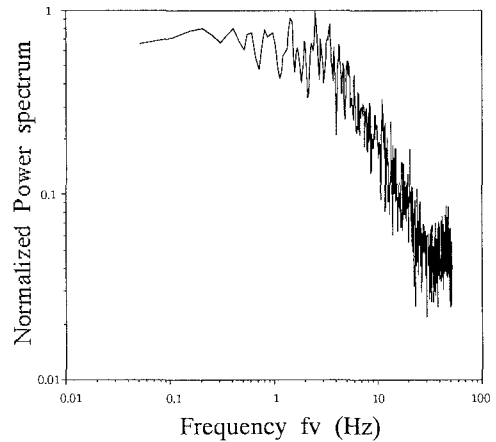


Fig.4 Power spectrum distribution in fourth spot for Type-1(Re=10,900)

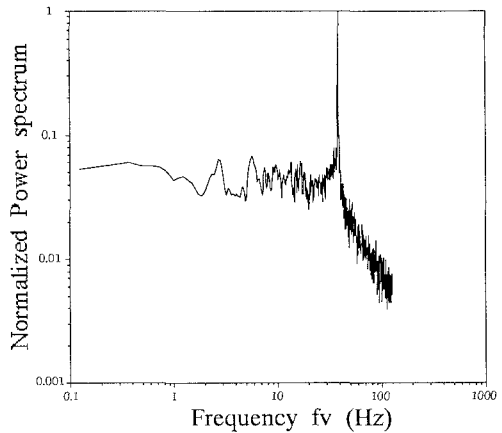


Fig.5 Power spectrum distribution in fourth spot for Type-4(Re=11,600)

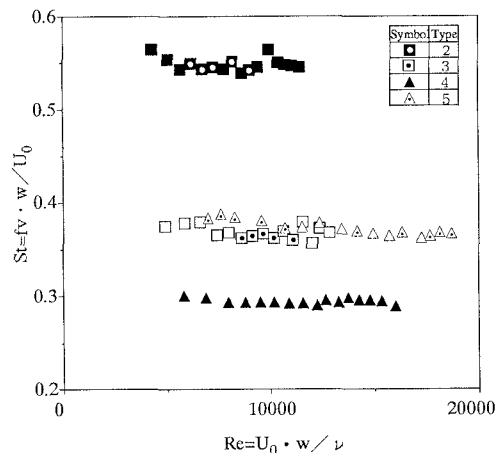


Fig.6 Change of Strouhal number St versus Re