

# 3次元PIVによる円管群流れの実験的解析

## 3D-PIV experiments on a cross flow past a tube bundle

近江 和生  
(Kazuo OHMI)

3次元PIVのシステムを使用して、管群の流れに形成される渦のパターンと、それにとまなう管群後流の形成メカニズムを実験的に調べた。本来、管群として考えるべきモデルは多数の円管などを前後左右に平行に配置したものであるが、ここではそのような管群の最も基礎的な形態として、円管または正方形管を流れ方向に2本平行に配置したモデルを考えた。この管群モデルにより、3次元PIVの実験を回流式の水槽と曳航式の水槽とを併用して行った。回流式水槽の試験部大きさは $175 \times 175 \times 700$ mm、また曳航式水槽の容積は $400 \times 400 \times 2500$ mmであり、比較的小さい流速により実験レイノルズ数は $100 \sim 400$ 、2本の円管または正方形管の間隔は円管直径（または正方形一辺）に対して $2 \sim 15$ 倍の範囲で変化させた。2本の管群ののまわりに形成される渦や後流パターンの複雑な変化を調べ、より多くの管を配置した場合の流れの基本的な特性や性質を明らかにすることが、本研究の大きな目標であった。

2本の円管または正方形管の間隔を、先述の倍数で表したものを間隔比 $L/d$ と呼び、これを変化させて後流渦列パターンの全般的な変化を調べた。その結果、2本の円管での後流パターンは、①2円管の間隙部で上流側から剥離した剪断層が渦に巻き上がることなく下流円管に再付着し、2円管が近似的に単一物体のように下流へ渦を流出する状態 ( $L/d < 4.0 \sim 5.0$ )、②2円管の間隙部に上流側からの周期的な渦の巻き上がりが見られ、下流円管の背後でも上流側からの波長・振幅・位相をほぼ継続する形で、規則的な交互渦列が流出する状態 ( $4.0 \sim 5.0 < L/d < 8.0 \sim 10.0$ )、③上流円管から周期的な交互渦列が流出する中、その後流中に位置する下流円管が独自の渦流出を開始し、その背後で渦列の縮退・打消し合いと、融合による再配列等の干渉効果が現れる状態 ( $L/d \geq 8.0 \sim 10.0$ ) の3種類に基本分類されることがわかった。また最後の③の領域では、 $L/d = 10 \sim 12$ 付近を境として干渉の様相がさらに細かく変化し、この境界の間隔比以下では、下流円管の背後で渦の縮退・打消し合いが著しく、場合によっては渦列の形態が一度ほぼ消滅したのち、下流 $10 \sim 30$ 直径付近からスケールを拡大した交互渦列が再配列するのに対し、間隔比が12以上ではピート状の融合渦列が下流円管の背後近くから下流へ展開するという相違が見られた。

一方、2本の正方形管による実験結果も円管の場合と基本的傾向は同じであるが、全般的に正方形管の後流は円管のそれに比べて、背後の交互渦列への巻き上がりまでの移動距離が長く、それに伴って上記の領域①、②、③の境界は、いずれも間隔比が大きい側にシフトする ( $1.0 \sim 2.0$ 程度) 傾向が見られた。また正方形管の場合、領域③における渦干渉の様相の細かい変化は、円管の場合のようにある一定の間隔比で断片的に起こるのでなく、間隔比の増減に伴って交互的に起こるといふ相違も観察された。