

## 円柱後流の乱流化素過程に関する実験的研究

Experimental investigation on turbulence onset in the wake  
of circular cylinders

近江 和生(OHMI Kazuo)

本研究は柱状構造物における後流形成過程を調べるのが目的であるが、その中でも詳細な挙動が明らかにされていない複数の柱状構造物における後流渦の複雑な形成パターンと、その乱流化素過程における特徴的挙動を2次元および3次元 PIV による実験的アプローチで明らかにしようとするものである。複数の柱状構造物として、今回は主流に対して前後に平行におかれた2本の円柱を考え、その後流の挙動を曳航式水槽による PIV で調べた。後流の全体的な渦形成パターンについては、円柱軸の中央で軸に直交する水平断面における2次元 PIV の結果より解析し、乱流化素過程における特徴的挙動については、上と同様の水平断面における3次元 PIV、および円柱軸に平行な鉛直断面における3次元 PIV の結果により調べた。主流レイノルズ数は100~300の範囲とし、2本の円柱の設置間隔は単円柱直径の2~12倍の範囲で変化させた。2次元および3次元 PIV の解析方法は標準的な相互相関方式であるが、精度向上のために検査領域のサイズを縮小させながら走査を繰返す再帰的アルゴリズムを組み込んでいる。

2次元 PIV により後流の全体的な渦形成の過程を検討した結果、2円柱の後流の渦形成パターンは、円柱間隔比(2円柱の間隙部の長さと同円柱直径との比)により大きく3ないし4のパターンに分類できることを明らかにした。すなわち円柱間隔比が増大するにしたがって、(1) 2円柱が全体として単円柱のように後流渦を放出し、円柱間隙部には渦の巻上がりが全く見られない状態、(2) 2円柱のそれぞれから後流渦が放出され、下流側円柱では上流側円柱から到来する渦列(主流方向への渦の連なり)の波長や位相をほぼ保つ形で、さらに下流へ渦が放出される状態、(3) 上流側円柱から放出され下流側円柱へ到来した渦列が、下流側円柱自身の放出渦と干渉し、打ち消し合いやビート状の渦列、さらには長さスケールを拡大した渦列の再構成等の特徴的な現象を示す状態、以上の3パターンであり、とくに最後の(3)のパターンは、下流側円柱の背後で渦列の顕著な打ち消し合いが発生するか否かにより(3a)と(3b)に細分化できることが分かった。

一方、3次元 PIV により2円柱後流における乱流化素過程としての放出渦の3次元挙動について調べた結果、2次元 PIV と同一の観測断面で行った3次元 PIV 実験では、上記の後流渦パターンの順を追って、渦集中領域での断面垂直速度が増加する様子が観測され、渦列の3

次元性が增大していることが確かめられた。また円柱軸に平行な鉛直断面における3次元 PIV の結果から、円柱背後の渦列が円柱軸にほぼ平行に放出されるのは上記の (1) の領域のみであり、その平行放出の度合は単円柱の場合以上に顕著であったのに対し、上記 (2) と (3) の領域では放出渦列中にいわゆる knot や finger 等の不規則的な3次元挙動が単円柱の場合以上に発生し、特に (3) の領域では dislocation (渦の軸線の間中部での組換え) のような顕著な3次元挙動が観測された。