

振動流中にある円柱周辺の流況

山口大学 正 斎 藤 隆
学 本 憲一郎

本研究は振動流中にある円柱周辺の流況を可視化し、放出渦の挙動を調べた結果を報告するものである。流れの可視化に用いたトレーサは蛍光塗料を塗布し比重を調節した直径0.5mmのポリスチレン粒子である。撮影はモータードライブカメラで行ない、カメラのフラッシュ端子からの出力を水面変動ならびに直方向力と同時にペン書きレコーダーに記録することによって撮影時刻を決定した(図-1)。一周期内の流況の変化を詳しく調べるために、撮影時間内での各周期における流況の違いは著しくないものとして、周期内の相対時刻(t/T)の順に写真を並び変えて、一周期内の撮影コマ数を見掛け上殖して検討した。

写真-1は撮影した写真の一枚で、右から左方向へ向う流れが反転する瞬間のものである。この写真におけるポリスチレン粒子の軌跡の始端と終端とをデジタイザー(OSCON A4-11)で座標として読みとり、各点における流速ベクトルに換算して描かせた結果が図-2である。円柱と円柱の左下方にある渦とに中間において、振動流の最大流速 $U_m=21.2\text{cm/s}$ よりも大きい、上から下に向かう $U=28\text{cm/s}$ の流速がみられる。

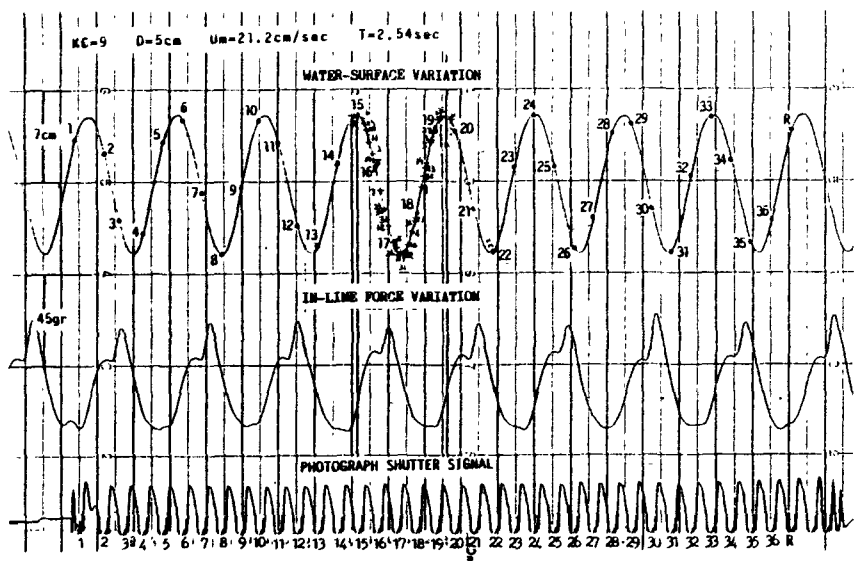
流況をより視覚的にとらえるため、図-2をもとにして流線を描いたものが図-3である。写真からも明らかに、円柱の下方と左下方とに2つの渦が存在し、円柱左下方の流れは反転した流れに移って円柱の下方へ移動していき、反転後の円柱前方の流れは著しく非対称な流れとなっていることが認められた。

一周期間における渦の中心位置を追跡して、描点したものが図-4である。写真-1にある2つの渦は黒丸描点と白三角描点のものである。白三角描点の渦は流れの反転しほぼ最大流速に達した時点で消滅するが黒丸描点の渦は反転流に移って円柱下方に移動し、流れが最大流速を過ぎ減速期に至るまで存在し、大きな揚力を生じる原因となっている。流れが最大流速に達した時点で放出された渦(白丸描点)は流れに移って円柱右下方に移動していき、振動流の流速の低下によってその移動は迷走するようになる。この渦は再反転した流れに移って移動し、その後の流れの反転時にはほぼ白三角描点の位置にある。再反転流がほぼ最大流速に達する時点で放出された渦(黒三角描点)は流れに移って円柱の左側へ離れていき、その後の流れの反転する時点では、写

真-1にみられ、黒丸描点で示した渦とほぼ同じ位置にある。

白丸、三角描点と黒丸、三角描点の軌跡はほぼ円柱の中心を通り流れに直交する軸を短軸とする楕円とみることができ、その軌跡上の渦の運動は丁度振動流の半周期だけずれている。このように放出渦が円柱の片側に偏在することは、揚力が一方に片よっていることが明らかである。

図-1



また、放出渦が円柱周辺の方に偏在していることは、円柱周辺の流れを著しく非対称な流れとなっていて、放出渦がこのような挙動をするK.C数が小さい場合には、円柱に作用する直方向力の評価には、何らかの形で残存渦によるところの流体力を取り入れることが必要である。

図-4に示した放出渦の軌跡は数十～数百波の間は続くが、突然放出渦の上下方向の移動が逆転し、放出渦の軌跡は図-4の円柱を通る水平軸に対称なものに変わる。

各時刻における渦を中心にして適当な閉曲線を描いて循環を求めて描点したものが図-5である。図の縦軸は渦の循環をその初期値で規格化し、横軸は振動流の周期で規格した無次元時間である。図をみると、渦中心周りの循環に値は、算定精度を考慮すると、あまり変化してなく、渦が消滅するとき急速に循環の値が小さくなっていくようである。

振動流の減速時に放出された渦(黒四角描点)の寿命は $0.1 \sim 0.2T$ 程度と比較的短いですが、白丸描点と白三角描点の渦が、ならびに黒三角描点と黒丸描点の渦が同じものであるとすると、最大流速時に放出された渦の寿命は $0.6 \sim 1.0T$ と長く、流れ場に重要な役割を持つものである。

