

振動流中におかれた円柱周辺の流況(2)

山口大学大学院 学 ○平 田 幸 靖
山口大学工学部 正 羽田野 袈裟義

1. はじめに

著者らは、海洋構造物に作用する流体力の評価を最終目的とし、2次元的な振動流中に設置された円柱周辺の流況を、トレーサー粒子を用いた可視化法により調べている。前報¹⁾ではトレーサー粒子を写真撮影して得られた印画紙上で粒子の始・終点を識別する方法を示した。ここでは、こうして得られた速度ベクトル分布のデータを用いて、流れ場全体を渦度および換算渦強さ(後述)の分布により表示することを試みたのでその結果を報告する。

2. 換算渦強さ

流れ場を流体力学的な量で表示する場合、ふつう速度ベクトル分布と渦度分布による表示が行なわれる。振動流中におかれた円柱周辺の流れは、渦をとともなう複雑なものである。この場合、視覚により認識される渦が渦強さとしてはどの程度のものか、との疑問が出て来る。

そこで、図-1に示すように、速度 U の一様流中に円柱が置かれ、かつ流れの中の1点 P_A に渦が生じている場合を想定し、瞬時の流速ベクトル分布データ(u_i, v_i)に速度ポテンシャルの理論と最小自乗法を適用し、その渦強さ Γ_A を逆算することを試みた。これを換算渦強さと呼ぶことにする。まず、円柱半径を a とすると、一様流と1個の渦による複素速度ポテンシャル関数 $W(z)$ は、

$$W(z) = U \left(z + \frac{a^2}{z} \right) + \frac{\Gamma_A}{2\pi} \log \frac{(z - z_A)z}{z - z_A^*} \quad (1)$$

ここに、 $z_A^* = a^2 / z_A$; z_A は z_A の共役複素数である。

速度場は次式

$$u - i v = dW / dz \quad (2)$$

で与えられるから、 N 個の測点 z_i ($i=1, N$)での速度ベクトル(u_i, v_i)に最小自乗法を適用すると、換算渦強さ Γ_A が得られる。想定渦の位置を、流れの中の各メッシュ点に順次移していくと流れ場全体における換算渦強さの分布が得られる。

3. 適用例

図-2は、円柱直径5.0cm、周期4.863秒、流速振幅8.996cm/s、 $KC=8.751$ の場合の、主流がほぼ最大流速および中間的流速となる位相での結果を、上から速度ベクトル補間値、渦度等値線、換算渦強さ等値線(2種)の順に示す。位相は主流が左向きに転じた時刻をゼロとしている。流速補間のためのメッシュは1.25cm間隔とし、渦度の算定にはこのメッシュを用いた。渦強さの算定には円柱の半径を直径とする円内、および円柱と同じ大きさの円内の補間後速度データを用いた。円柱背後の渦領域では渦強さ、渦度とも類似の等値線を示すが、それ以外の部分では両者で差異がある。渦強さは、データ取り込み範囲により状況が違って見えるが、渦度に比べて渦巻いた部分をよりうまく表現している。一方、渦度等値線は、速度分布より2次元的な発散やせん断が大きいと予想される部分で大きな値を示す傾向にある。なお、渦強さ、渦度とも割合近い位置で極大・極小をもつ。

参考文献

1) 羽田野ら：振動流中に置かれた円柱周辺の流況；第43回土木学会中四国支部、pp.270-271, 1991.

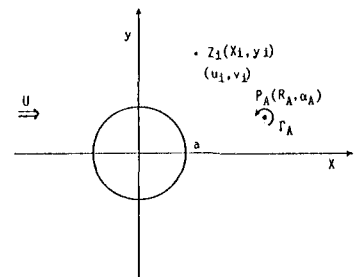
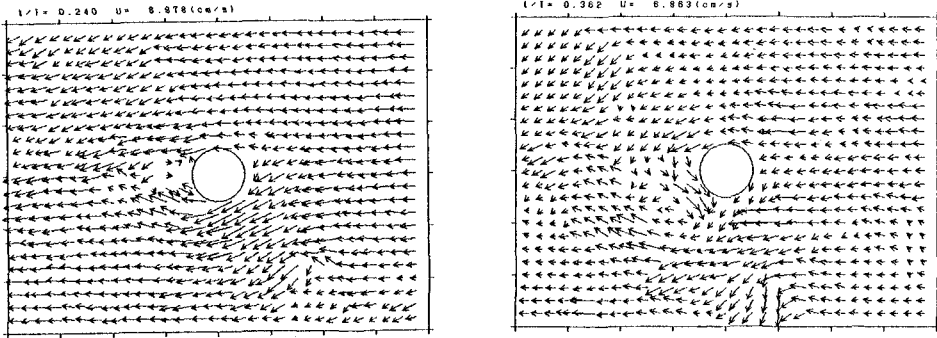
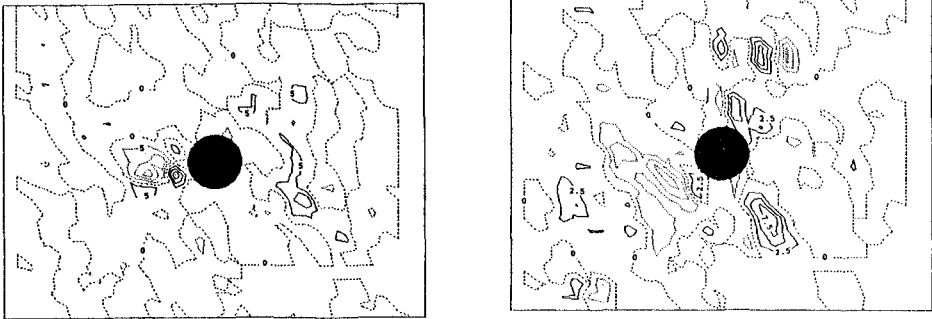


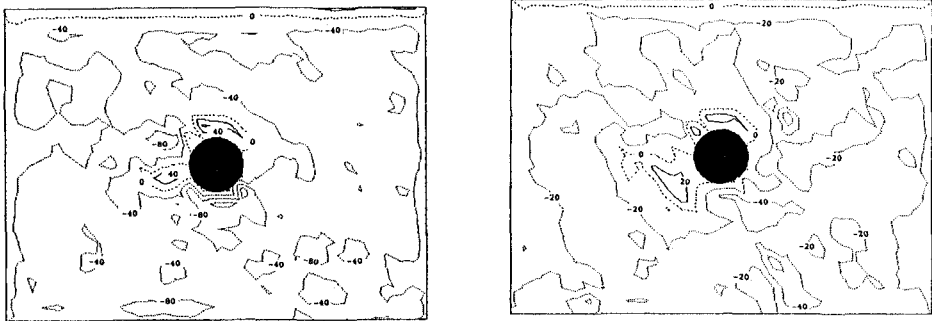
図-1 流れの模式図



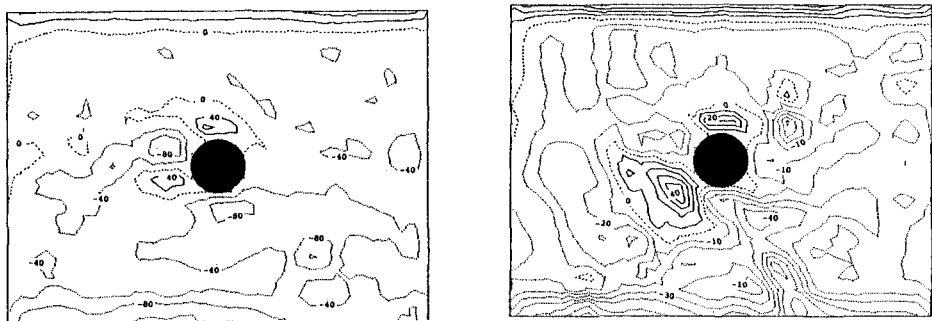
(A)速度ベクトル



(B)渦度等値線(1/s)



(C)渦強さ等値線(cm^2/s) ; 1/4 Area of Cyl.



(D)渦強さ等値線(cm^2/s) ; One Area of Cyl.

図-2 解析結果