

No.23 小さなレイノルズ数での球のまわりの流れ

佐藤 浩、斎藤博之助, 中村 宏 (ながれ研究集団)

Observation of flow around a sphere at small Reynolds numbers

SATO Hiroshi, SAITO Hironosuke, and NAKAMURA Hiroshi

Institute of Flow Research

ABSTRACT

There is a long-lasting debate about the structure of the wake behind a sphere. One insists that the wake is composed of a successive circular vortex ring. Conflicting opinion is that the wake is something like a screw with axis in the flow direction. The present research was carried out for contributing to the debate. The flow was observed in a water tunnel by the hydrogen bubble technique. The hot-wire flow meter was also employed. The Reynolds number covers from 100 to 1000. In order to obtain more general view, flows behind a flat circular disk and behind an axisymmetrical stream-line body. The tentative answer to the flow question is that both kinds of wake structure are possible depending on the mode of residual disturbance in the flow.

key words: sphere wake, small Reynolds number

0. はしがき

一様流の中の球の後流の構造については昔から議論が続いています。一つは後流は渦輪の並びだというもので、もう一つは後流は流れ方向に軸を持つねじのようなものだということです。そのどちらかをはっきりさせるための実験を行いました。

1. 実験装置

実験を行ったのは回流水槽で、測定部は幅も深さも150mmほどです。水流は4-10cm/sで実験はすべて小さなレイノルズ数のものです。

流れの中に細い泡線張ってそこから放出される水素気泡によって流れを観察しました。また10ミクロンの白金線を使って熱線流速計としました。

この種の実験で大きな問題は模型をどのように吊すかということです。この実験では50ミクロンの

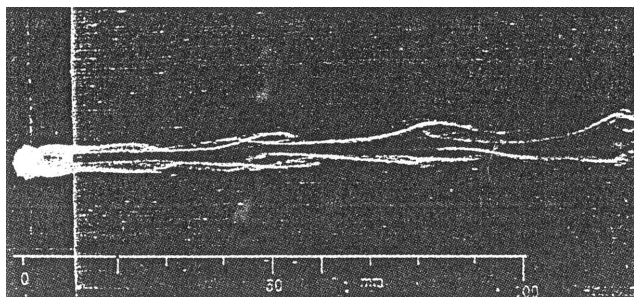
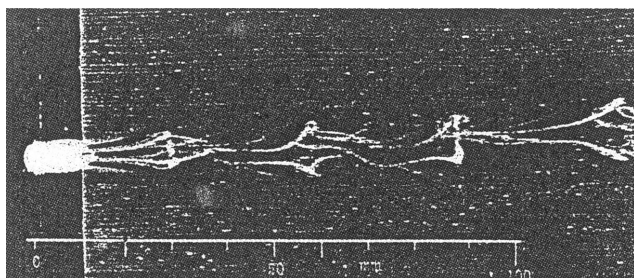
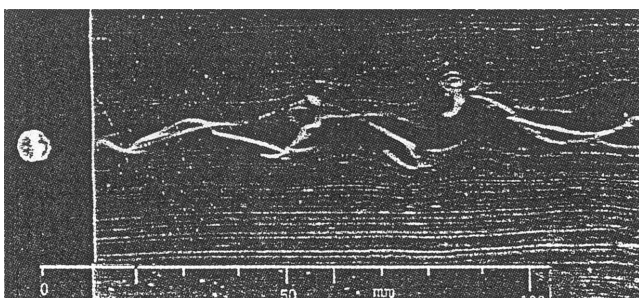
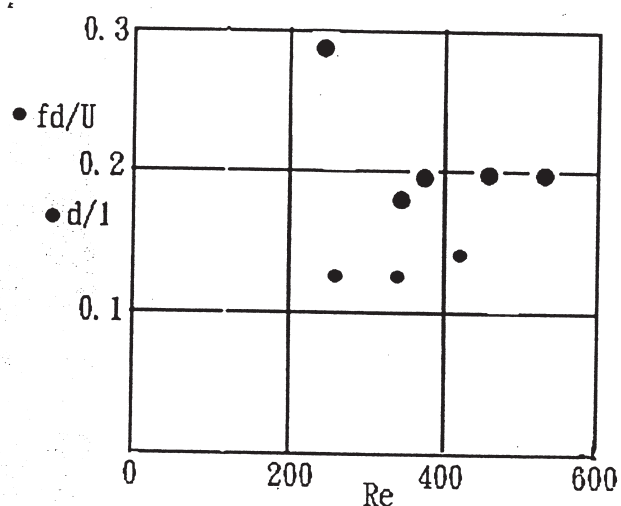
タングステン線で吊りました。流速が10cm/sのときこの吊線のレイノルズ数は5で、渦が放出される可能性はありません。線と物体との接合点から変な乱れは作られないことが熱線流速計で確かめられました。

2. 球実験

$Re < 150$ では後流には速度の変動は現れません。

Re が370までは軸対象な渦輪が見られます。(第1図、第2図) $Re = 510$ ではねじのような後流が発生します。(第3図)

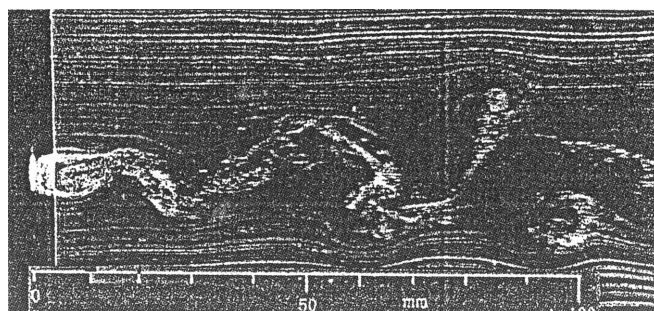
第4図には後流の中に見られる周期的な速度変動の周期を無次元化して示しました。いわゆるストロウハル数は0.2付近です。

第1図 球後流 直径=6 mm $Re = 330$ 第2図 球後流 直径=6 mm $Re = 370$ 第3図 球後流 直径=6 mm $Re = 510$ 

第4図 速度変動周波数の無次元表示

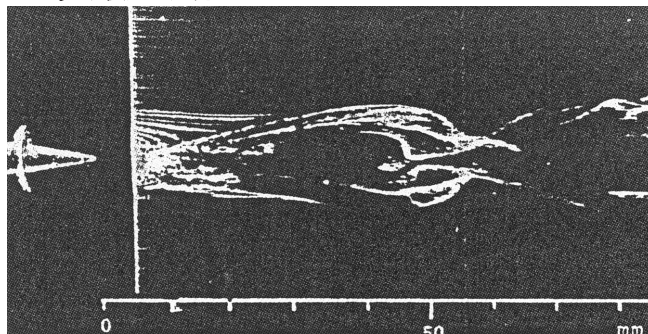
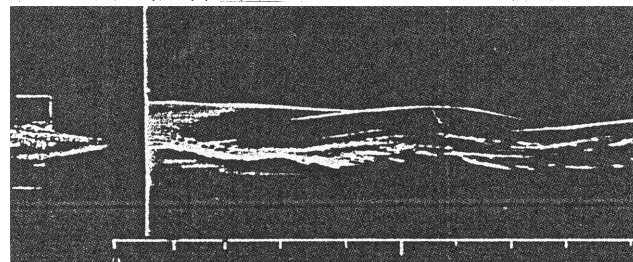
3. 円盤

球を流れ方向に潰した形の平たい円盤では剥離点
が固定されていて、簡単な流れになります。その一
例が第5図で、 $Re = 440$ ではスクリュウ形です。

第5図 円盤後流 $Re = 440$

4. 流線形

球を流れ方向にのばした物が流線形です。実験で
使われた流線形の断面はNACA0012です。表
面からの剥離がないのでそのままでは後流の中には
殆ど速度変動は現れません。尾部に小さな環を流れ
に垂直に取り付けてみますと後流には渦輪の行列の
ような流れが観察されます。(第6図)

第6図 軸対称環付き流線型 $Re = 1440$ 第7図 捻れ尾翼付き流線型 $Re = 1750$

尾部に流れをひねるようなねじれ尾翼を付けてみ
ると後流にひねられたねじのような流れが作られま
す。(第7図)

5. むすび

軸対称物体の色々な後流が観察されました。

球の後流には渦輪も捻れも同じような確率で出現
するようです。どちらが実現するかは流れの中にあ
る弱い変動の種類によるのでしょうか。そのどちらか
をつよく主張するのは間違いです。球の周りの流れ
は直接数値計算でも結果が得られていますが、流れ
の中の残留変動までを考えに入れると数値計算によ
っても一義的な結果は得られないでしょう。