212 軸対称鈍頭物体の後流場の渦構造

大同工大 山田 廣也, 大同工大大学院 村井 博昭^{*}, 坂井 智弘, 名古屋大学 中村 育雄

The Vortical Structure of the Near Wake of an Axisymmetric Bluff Body

Hiroya Yamada^{*}, Hiroaki Murai^{**}, Tomohiro Sakai^{**}, Ikuo Nakamura^{***}

The vortical structure of the near wake of an axisymmetric bluff body in the region of low Reynolds number is experimentally investigated. Morel model which is the fundamental shape of a flying body is used as the bluff body. This model has interchangeable after-bodies with slanted bases having slant angles from 0° to 60° . The model is installed in a uniform flow in the test section of the water channel. And the velocity distribution in the near wake is measured by using laser doppler velocimeter. Also the structures of shedding vortices are examined by the flow visualization technique. Behind the model, it was confirmed that there were regular shedding vortices. As the slant angle of the after-body becomes larger, the frequency of the shedding vortices becomes shorter. The remarkable change of the vortex pattern owing to the variation in the slant angle of the after-body could not be confirmed. It was found out that the geometrical form of the vortex was an arch-type with a revolution.

1. 結論

本研究は一樣流中に置かれた三次元鈍頭物体の後流の特性と渦放出機構を解明しようとするもので、鈍頭物体としてMorel模型⁽¹⁾を取りあげた。この種の流れはロケットなどの飛行物体に利用される。そのため、これまでにSchwarzら⁽²⁾によって数値解析や可視化実験が行われている。ここでは、この模型の後部傾斜角を種々に変化させた時に模型後方の速度場がどのように変わるかをレーザー流速計を用いて調べた。さらに、可視化実験を行って模型後方の渦パターンの特徴を調べた。

2. 実験装置と方法

Fig.1に流れ場と座標系を示す。本実験に用いた水槽の測定部断面は一辺が400mmの正方形で、長さが約2mである。Morel模型の直径Dは40mmで、先端は剥離が生じないように先端形状は翼型NACA0018を三次元的に利用した。後部傾斜角 α は 0° 、 2° 、 3° 、 4° 、 5° 、 6° の6種類とした。模型は後部傾斜面とその周辺に染料射出用の小穴を多数設け、翼型支柱とピアノ線で固定した。実験は一樣流速3cm/sで行った。この時レイノルズ数 $Re(=U_\infty \cdot D/\nu)$ は約1200である。後流の速度分布は傾斜角 α が 0° 、

^{*}Daido Institute of Tecnology

^{**}Graduate Student, Daido Institute of Tecnology

^{***}Nagoya University

Fig.1 Flow field and coordinate system

40°、50°について測定し、 $x/D = 1.25$ から10.0までの10断面について測定した。また、可視化実験では色素流脈法を用いた。可視化映像の撮影は市販のホームビデオカメラと35mmカメラを使用し、その映像を繰り返し観察して渦パターンを描いた。

3. 実験結果と考察

Fig. 2(a)~(c)は平均速度 U の分布の下流方向変化を示す。傾斜角 α が0°の場合には $y/D = 0$ を中心に y 方向に対して対称性を示しているが、 α が40°と50°の場合には上流において後流の中心位置が $y/D = 0$ より上側へ移行しており、非対称な分布となっている。しかし、 $x/D \approx 7.5$ より下流へいくと再び対称な分布に戻る傾向がある。

Fig. 3は α が40°の場合の平均欠損速度 U^* の相似分布を示す。なお、この分布は後流の中心位置を $y/y_{0.5} = 0$ として示されており、 $y_{0.5}$ はそれぞれの半値幅である。図中の破線は通常の軸対称物体の後流の分布⁽³⁾を示し、実線は二次元物体に対する生井らの半径験式⁽⁴⁾を示している。本結果にはバラツキが認められるが、後流の外縁付近を除けば生井らの分布とはほぼ一致している。

(a) $\alpha = 0^\circ$

(b) $\alpha = 40^\circ$

(c) $\alpha = 50^\circ$

Fig. 2 Disdistribution of

mean velocity

 Fig.3 Conventional distribution of the mean velocity-defect ($\alpha=40^\circ$)

Fig.4は各傾斜角における瞬時速度 u の時間変化を示す。測定は各傾斜角において最も周期性の良い位置で行った。傾斜角が大きくなるにつれて周期が短くなっていくことが確認される。また、ストップウォッチを用いて渦の周期を実測した結果はFig.4における周期とほぼ一致していた。この周期から求めたストロハル数はここでは示さないが α の増大につれて若干大きくなる傾向にあった。

Fig.5(a)~(d)は各傾斜角の場合において放出される渦のパターンの特徴を示したものである。Morel模型の後方に放出される渦は図示のような旋回を伴うアーチ型をしている。 α が 0° から 40° までは流れの不安定性によって渦の形状が上向きや下向きとランダムに観察された。しかし、傾斜角 α が 50° 以上ではかなり安定しており、上向きだけの形状となることが確認された。

Fig.4 Variations of the instantaneous velocity

Fig.5 Vortex skeleton behind the Morel body

4. 結論

一様流中に置かれたMorel模型まわりの流れ場の流速測定と可視化実験を行った結果、以下の結論を得た。

- (1) Morel模型後方には規則的な渦放出が認められ、その周期は後部傾斜角が大きくなる程短くなる。
- (2) Morel模型の後方に放出される渦は旋回を伴うアーチ型である。
- (3) Morel模型の後方に放出される渦は模型の後部傾斜角が 0° から 40° までにおいて不安定であるが、 50° 以上ではかなり安定する。

参考文献

- (1) Morel, T. et al., Aerodynamic Drag Mechanism of Bluff Bodies and Road Vehicles, Plenum Press, (1978), 191.
- (2) Schwarz, V. et al., Bluff-Body Wakes, Dynamics and Instabilities, Springer-Verlag, (1992), 105.
- (3) Townsend, A. A., The structure of turbulent Shear flow, Cambridge University Press, (1956), 169.
- (4) 生井・井上, 粘性流体の力学, 理工学社, (1978), 219.