

5

凹曲面に沿う縦渦の揺らぎ

伊 藤 光* 福 富 泰 幸*

Fluctuations of Longitudinal Vortices along a Cocave Wall

by

Akira ITO and Yasuyuki FUKUTOMI
Meiji University

ABSTRACT

The fluctuations of the longitudinal vortices along a concave wall of 1 m in radius were visualized by smoke and measured by Hot-wire anemometer at a free air stream velocity ranging from 2 to 5 m/s. It was shown that the magnitude of such fluctuations increased as the length of straight channel set in front of the concave channel increased. The experiments were carried out by three straight channels of 200 mm, 800 mm and 1600 mm in length. The relation between the fluctuation behaviour and the turbulence intensity of the free stream flow in the straight channel were investigated.

Keywords: aerodynamics, boundary layers, Görtler vortices, fluctuations

1. はじめに

風洞縮流筒出口から凹曲面観測筒までの流路平行部を伸ばしてゆくと、凹曲面に沿う Görtler 渦の軌跡が明瞭でなくなるのを、Kottke と Mpouridis の可視化実験¹⁾で報告されている。この実験では、曲率半径0.25m の凹曲面表面に薄い化学フィルムを張り、縦渦間の流速差によってフィルムが発色する濃淡を長時間にかけて観察して、縦渦存在の有無について検討している。

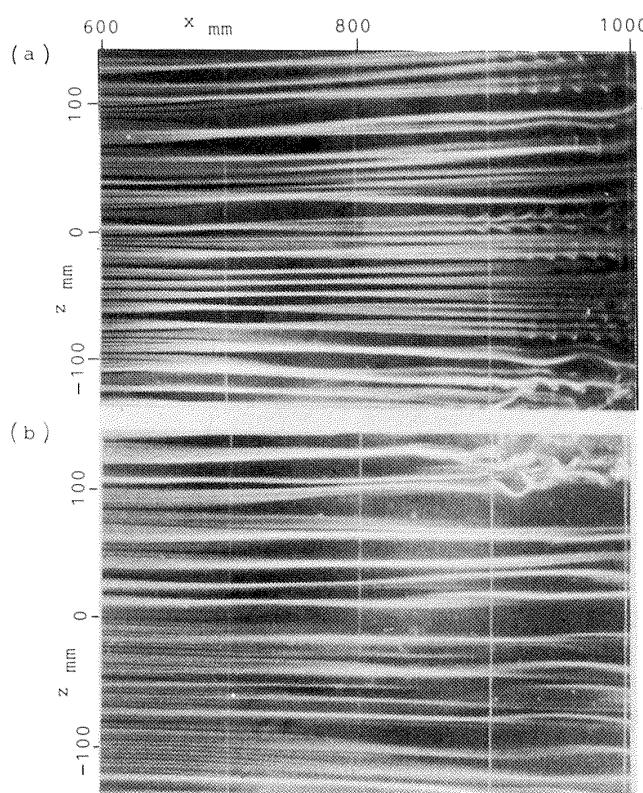
一方、筆者らの風洞実験では曲率半径1m の凹曲面観測筒を縮流筒出口直後に付け、境界層底部に軽油蒸気の煙を送って Görtler 渦の三次元的構造をストロボ光で観察している。これまでの実験^{2),3),4)}では、縦渦は極めて安定していて、その揺らぎのような不安定性は認められていない。そこで試みに、縮流筒出口に長さの異なる平行筒

を追加してみたところ、その流路長さが増すにつれて、主流に直角方向への縦渦の揺らぎが顕著になるのを確かめた。このような揺らぎの挙動、ならびに上述の Kottke らの実験との関連を検討する目的で、長さ $L=200, 800, 1600$ mm の三種の平行筒を使い、煙による可視化と熱線流速計による測定との比較を試みた。

2. 揺らぎの模様

第1図は曲率半径1m の凹曲面に沿う縦渦の揺らぎのストロボ写真で、平行筒入口での主流速 $u_0 = 2.5$ m/s、平行筒長さ $L=200$ および 1600 mm の比較である。同図(a)のように一対の縦渦の回転作用により壁面に沿う煙が流速の極小 Z 位置に集められるが、煙がほとんど Z 方向に動搖していないことから、縦渦の揺らぎはないと理解される。一方 $L=1600$ mm の筒では縦渦に揺らぎが生じ、このために主流方向への煙の形が図(b)のように歪み、

* 明治大学理工学部

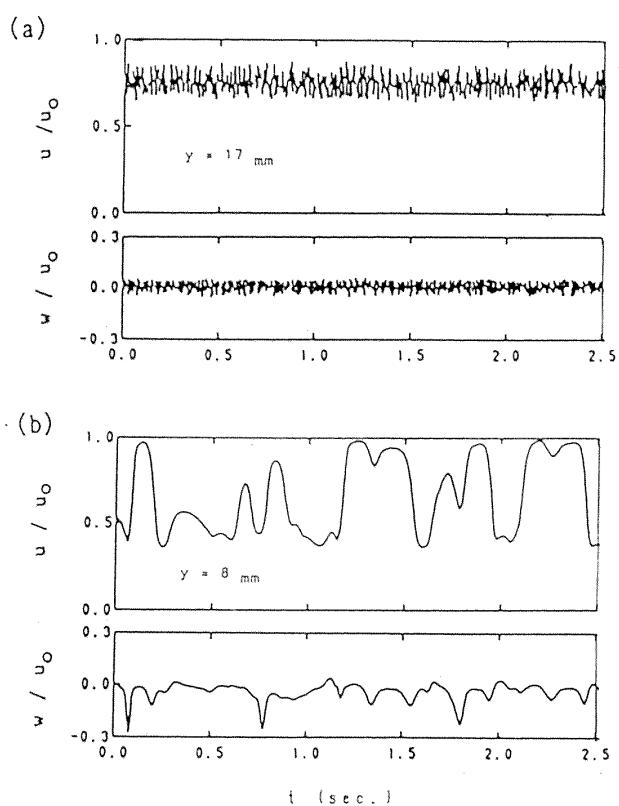
第1図 縦渦の揺らぎの模様 ($u_0=2.5\text{m/s}$)

- (a) $L=200\text{mm}$ 平行筒の場合
- (b) $L=1600\text{mm}$ 平行筒の場合

$x=900$ から 1000mm では煙に捩りがみえてくる。このような縦渦の揺らぎはやや不規則で、その振幅は約 10mm 、周波数は 3Hz 程度の極低周波である。第2図に $x=1000\text{m}$ 位置での X プローブによる出力波形の比較を示す。第2図(b)のように $L=1600\text{mm}$ の平行筒の場合、 x 方向への流速 u/u_0 および Z 方向への流速 w/u_0 の変動が顕著である。特に u/u_0 の変動が大きいのは、縦渦の揺らぎによって縦渦の極小流速と極大流速とを周期的に含むためと考えられる⁵⁾。

3. む す び

上の縦渦の揺らぎの成因を検討するために、平行筒出口断面内での主流の乱れ度を測定した。平行筒の長さが増すにつれ、 Z 方向への流速変動が増大し、その中に低周波を含む乱れが確かめられた。この周波数は縦渦の揺らぎの周波数に近く、揺らぎの成因に関連していると考えられる。上のような揺らぎが生じると、Görtler渦の残す面上での軌跡も明瞭でなくなることが予想される。昇華法などの可視化実験を試み、前述のKottkeら



第2図 揺らぎによる出力波形の比較

- (a) $L=200\text{mm}$ 平行筒の場合
- (b) $L=1600\text{mm}$ 平行筒の場合

の実験との比較も予定している。本実験の契機を与えた Western Ontario 大学の J.M.Floryan 教授に謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) Kottke, V., & Mpourdis, B. : Proc. VI, Int. Symp. Flow Visualization, Paris 1986, Hemisphere, Washington 1987, pp.475-480.
- 2) 伊藤 光 : 凹曲面に沿う縦渦の生成と崩壊, 日本航空宇宙学会誌, 28卷318号, 1980, pp. 327-333.
- 3) 伊藤 光 : 凹曲面に沿う縦渦崩壊の構造, 日本航空宇宙学会誌, 33卷374号, 1985, pp. 166-173.
- 4) 伊藤 光 : 凹曲面に沿う縦渦崩壊の構造(続報), 日本航空宇宙学会誌, 36卷413号, 1988, pp.274-279.
- 5) 伊藤 光, 福富泰幸 : 凹曲面に沿う縦渦の横揺れ, 第23回流体力学会講演会講演集, 1991. 11, pp.177-180.