

1. はしがき

下流に剥離した流れを伴ういわゆる bluff body の空力弾性的不安定問題は、古くから多くの研究者の興味を引いている。特に、円柱、角柱等の比較的単純な形状の物体や、橋梁、吊橋主塔のような複雑な地上構造物に因する動的応答特性については多数の研究が行われてきた。しかしながら、これらの物体の周囲の流れの基本的な特性に關して未だ解決されていない点が多くある。一般には、このような物体周囲の剥離流れは非定常で、しかも逆流域を伴うであろう。従って物体周囲の伴流の諸特性を定量的に明らかにすることはかなり困難なことである。本研究は、一様流にある正方形角柱(以下角柱と称す)の周囲の流れを、まず油膜法で調べ、次に流れの正逆方向を検出できる熱線プローブを使って、平均速度分布、R.M.S分布を調べ、さらに、角柱背後の静圧分布を Disc probe で調べたものである。主要な結果は、角柱側面及び背後にそれぞれ高さの0.15倍、1.4倍の範囲で定常逆流域があり、さらに背後約3.4倍の範囲に非定常逆流域があることである。

2. 実験装置と方法

実験は高さ3", 幅0.7"の測定部を持つエッフェル型の風洞で行った。模型は、正方形角柱(0.15"×0.15"×0.7")である。以下、角柱中心を原点とし、流れ方向をx軸、垂直方向をy軸とする。流れ観察は、角柱のスパン中央部のx-y平面に置いた平板(0.45"×0.45")表面に油膜を塗布して、風速12"/secで行った。流速を測定する熱線は、流れの正逆方向を検出できるタンデム型熱線プローブ¹⁾であり、応答の直線性(±15"/sec)、周波数特性(約1000 Hz)共良好であった。このプローブをx-y平面内で駆動できる精密トランス装置に取り付け、必要な位置で流速の定常成分 U_{ave} 、非定常成分R.M.Sの測定を行った。流速の測定結果は、一様流速($U_0=8.01"/sec$)で、位置(x,y)は、角柱の-辺(0.15")で無次元化して、(X,Y)として示す。図1に、角柱に作用する非定常揚力 $L(t)$ 、平均流速がほぼ0となる $X=1.0, Y=0.3$ におけるプローブ出力の非定常成分 $U(t)$ を示す。又、x軸上の静圧分布の測定は、Disc probe の静圧と U_0 の静圧との差をまとめた。

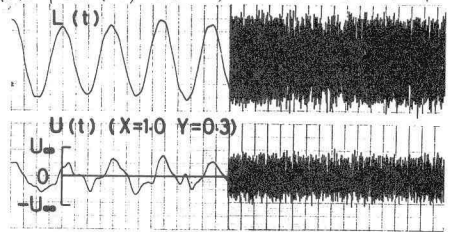


図1. 熱線出力波型 $L(t)$

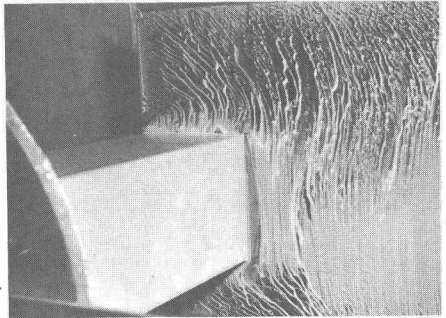


図2. 油膜法による流れ観察

3. 実験結果

(3-1) 流れ観察, 図2 角柱前縁から剥離した流れは側面で、いわゆる剥離域を形成し、後縁の下側($X=0.5, Y=-0.5$)の油膜はその付近に逆流があることを示している。(3-2) 平均速度分布, 図3 角柱上半面上方の平均速度分布を示す。側面近くではいずれの位置の profile も逆流を示し、その範囲は $X=0.1$ で $Y=0.65$ であった。逆流の最大値は、 $X=0.1$ で $0.23 \times U_0$ であった。

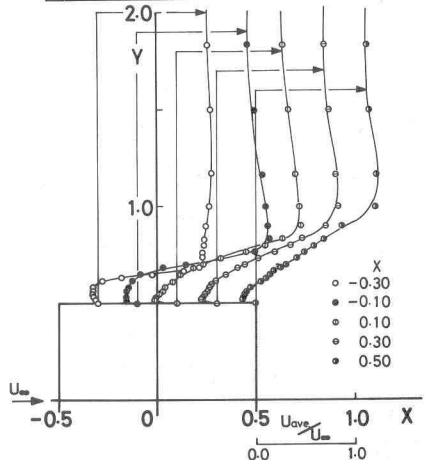


図3. 平均速度分布

(3-3) 平均速度分布(後流), 図4 $X=1.0 \sim 8.0$ における平均速度分布を示す。 $X=1.0$ では中央部付近に定常逆流域があるが

, $X \geq 2.0$ では消滅し, U_{ave} はすべて正の値を取る。 $X=8.0$ に到るまで速度欠損は徐々に回復し, Y 方向に広がって行く。(3-4) R.M.S. 分布, 図5 流速の非定常成分の R.

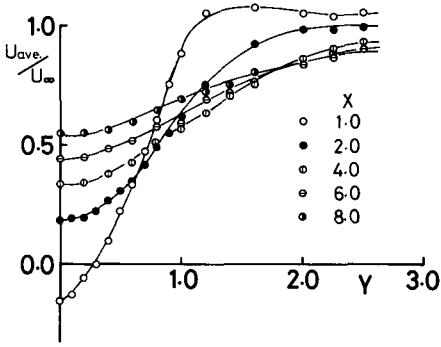


図4 平均速度分布(後流)

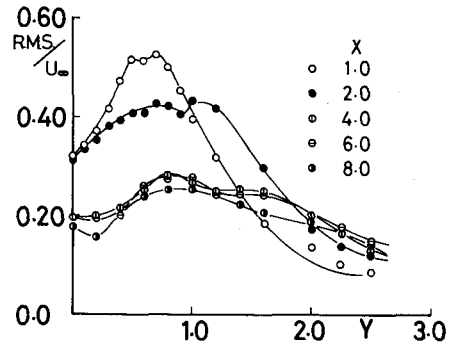


図5 R.M.S. 分布

M.S. 値と $X=1.0 \sim 8.0$ について示す。 X の各々の位置において R.M.S. 値がほぼ最大になる付近で逆に値が低下する所がある。これは, タンデム型熱線プローブの指向性のためであり, 熱線プローブに対して Y 軸方向の流れは出力されないことによると考えられる。従って, この位置は, カルマン渦の cluster がほぼ円形であると仮定すれば cluster の中心が通過する線上であると考える。この位置を図7に示す。

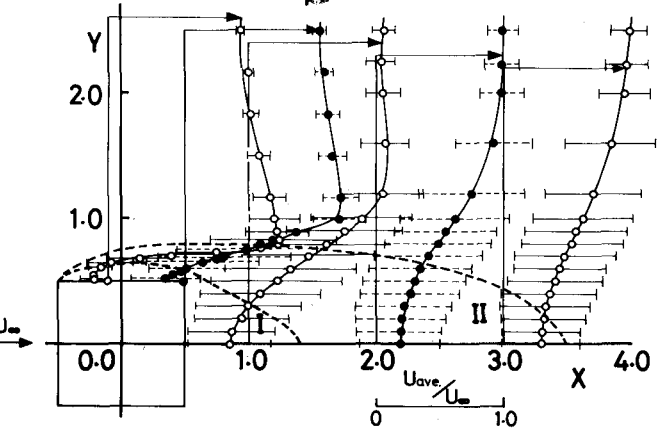


図6 定常逆流域 I, 非定常逆流域 II

(3-5) 定常逆流域, 非定常逆流域, 図6

図3, 4, 5 をまとめ示す。平均速度分布曲線から, 時間平均流速が逆流を示す定常逆流域 (I) が示される。又, R.M.S. 値が平均速度よりも大きい所を非定常逆流域 (II) と称する。領域 I は角柱後方 $X \approx 1.4$ の範囲であり, 領域 II は, $X \approx 3.5$ の広い範囲に渡る。しかしながら, 領域 II は R.M.S. 値で定義しているため, 実際にある一瞬でも逆流を示す領域はさらに広い範囲である。(3-6) Cluster の中心, 図7 (3-4) で述べたように, R.M.S. 値から Cluster の中心位置の軌跡を図示すると図7のようになる。 $X \rightarrow$ 大になるにつれ軌跡は拡大する傾向にある。しかしこの定義は, あまり厳密ではないので今後検討を要する。(3-7) Low pressure region, 図8

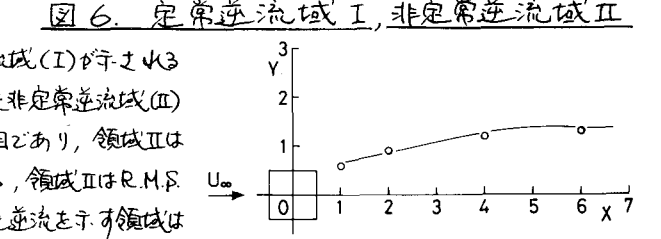


図7 Cluster の中心軌跡

Schiller, L., and Linke, W. & Roshko, A. は 90° 平板, 円柱, の X 軸上での静圧分布を調べ, 各々2倍, 1.1倍後方に低圧部があることを指摘している。角柱についても, 図8のように, ほぼ1倍後方に低圧部があることが判る。図中, X 軸上の平均流速分布を示す。おわりに, 本研究を進めるに当たり, 当研究室の中村教授, 岡島助教授, 友成助手に数々の御助言をいただいたことを記して, 謝意を表します。

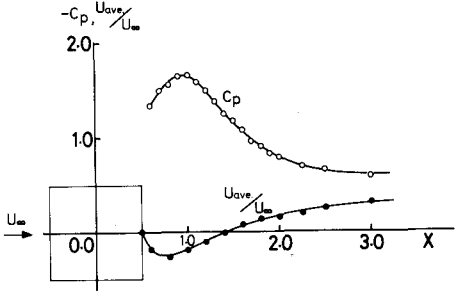


図8 Low pressure region

文献 1) 浅沼 外 2 名 林義誌, 73-617 (昭45-6) 2) Schiller, L., and Linke, W. Z.F.M., Jahrg. 24, Nr. 7, Apr. 13, 1933 3) Roshko, A. NACA TN 3169, 1954