

角柱に作用する流体力と流体力係数について

熊谷道路 正員 ○保田 和典
 住建道路 正員 雑喉 順司
 山口大学 正員 薄地 政文
 山口大学 正員 斉藤 隆

流体中に設置された物体には、抗力、揚力ならびに回転力が作用し、それぞれの力は互いに位相差をもって変動していて、それらの力を評価することは、工学上重要である。

本研究は、間隔 4 cm の平行板間の空気流中に正方形角柱を流体力測定用の直径 4 mm のしんちゅう棒で設置し、抗力、揚力ならびに回転力の同時測定とスモークワイヤー法によって角柱周辺の流れの可視化を行ない、各流体力の挙動を、角柱の設置角度ならびにレイノルズ数 ($Re = UD/\nu$, U : 流速, D : 角柱の辺長, ν : 動粘性係数) を系統的に変えて、調べたものである。

図 1 に可視化写真の 1 例を示す。図から壁面近傍のえりまき渦が、角柱背後に回り込んで、後流域の幅を減じていることがわかる。図 2, 3, 4 に流体力係数と Re の関係を示す。抗力係数 C_D , 揚力係数 C_L , 回転力係数 C_T はそれぞれ

$$C_D = \frac{F_D}{0.5\rho U^2 L D / \cos\theta} \quad (1)$$

$$C_L = \frac{F_L}{0.5\rho U^2 L D / \cos\theta} \quad (2)$$

$$C_T = \frac{F_T}{0.5 U^2 L D^2 / \cos\theta} \quad (3)$$

で定義されている。 C_D と Re の関係を角度別に図 2 に示す。2 次元流れにおける $0^\circ, 45^\circ$ の場合の Delany & Sorensen (1953) の結果も示してある。図から 0° , C_D 45° の場合の C_D は 2 次元の場合の値よりも小さい。これは、図 1 で示したように、壁面近傍のえりまき渦により後流域の幅が 2 次元の場合よりも小さくなるためと考えられる。次に $|C_L|$ と Re の関係を図 3 に示す。この場合も図 2 と同様な Re 依存性を示している。 $Re > 105$ では、揚力係数の値は、小さくなる。これは、後流域が流れに対して対象に近くなるためであると考えられる。回転力係数とレイノルズ数の関係を図 4 に示す。定義式から、

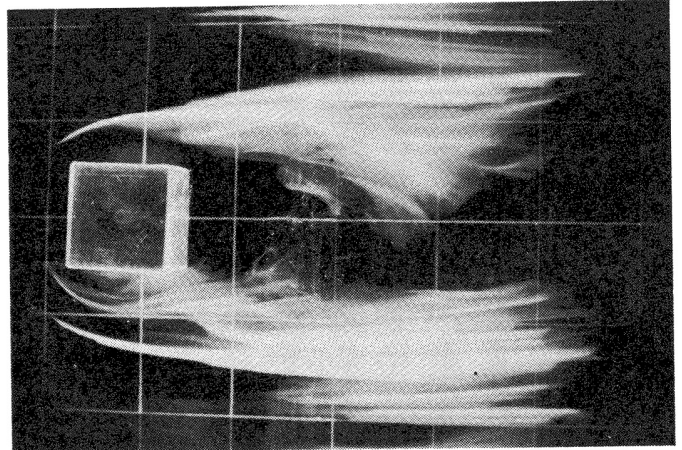


図 1 角柱回りのフローパターン $\theta = 0^\circ$, $Re = 3185$.

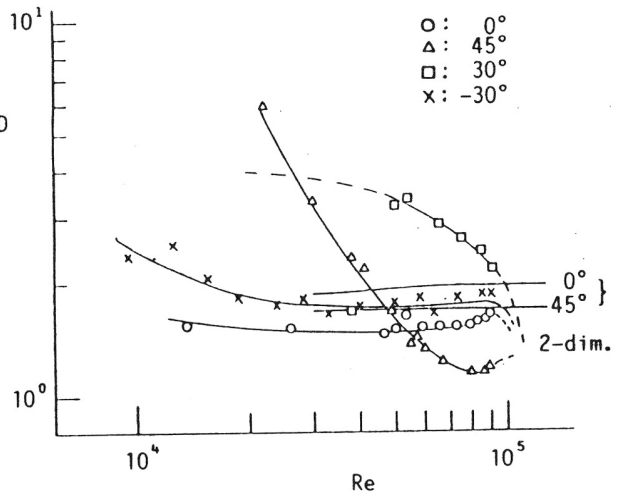


図 2 抗力係数とレイノルズ数との関係

$$C_T = F_T^* Re^{-2}, \quad (4)$$

$$F_T^* = \frac{F_T}{0.5\rho v^2 L}, \quad (5)$$

と変形できる。 $C_T \sim Re^{-n}$ とおくと、実験データから $n = 2$ と求まる。このことは、角柱の場合ははかり点が固定されているため D_T はほぼ幾何学パラメーターによって規定され、 F_T^* への Re の寄与は、きわめて小さいことを表している。角度と各流体力係数との関係を図5に示す。今回の実験では、 C_T は C_D 、 C_L に比べて1桁小さい値が求まった。このことは、抗力と揚力の合成流体力の作用が重心付近にあることを示している。そのため、物体をその重心からはなれた位置で支持した場合には大きな回転力が生じる。

(参考文献)

N.K.Delany & Solensen, (1953)

NACA, TN3038.

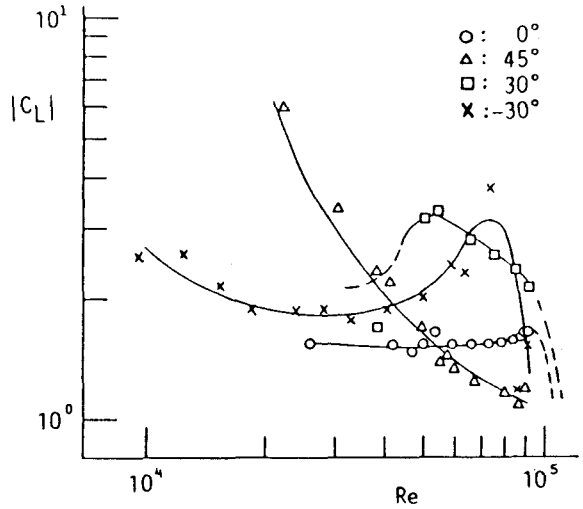


図3 揚力係数とレイノルズ数との関係

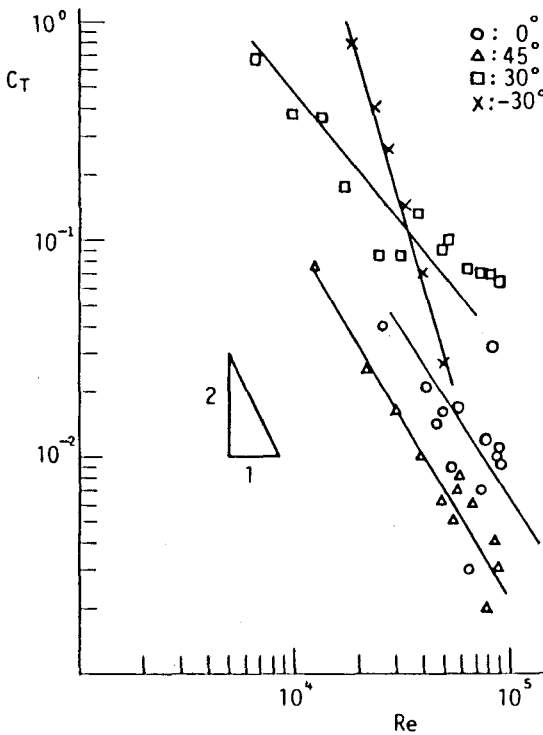


図4 回転力係数とレイノルズ数の関係

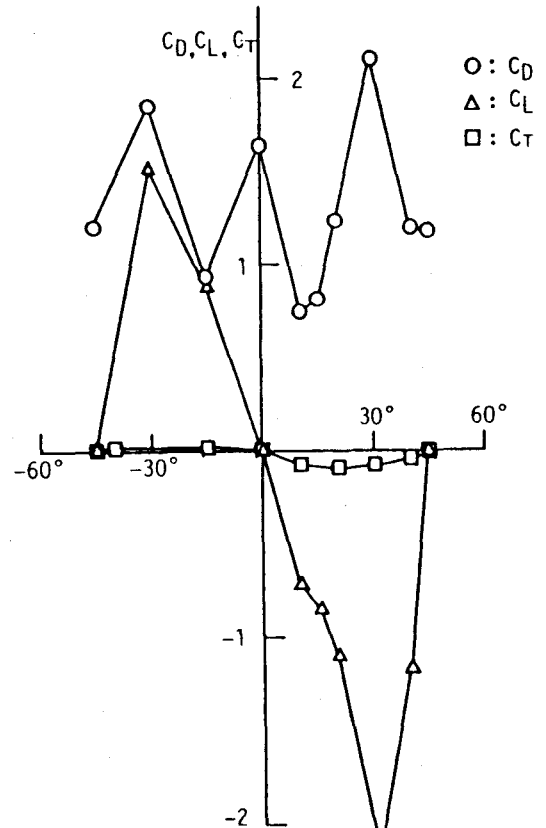


図5 角流体力係数と角度との関係