

一様流中の物体に作用する流体力

広島県庁 正員 〇赤木 建夫
 三菱重工業プラント 正員 清水 克彦
 山口大学 正員 菊地 政文
 山口大学 正員 斎藤 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する。それらの力を評価することは、工学的に重要である。本研究では、昨年度発表の角柱にひまつづき、構造物に使用されている部材の簡単なモデルとしてアングルとチャネルを使用した。(ただし、紙数の都合上、アングルに話をしづる。)また、本研究では、物体の形と回転力に特に着目して実験したものである。

間隔10cmの平行板間の空気流中にモデルを、流体力測定用の直径7mmのしんろう棒で設置した。流体力は、しんろう棒上に貼付されたひずみゲージを用いて測定された。モデルの長さは4cmであり、上下端に、床面上のえりま渦の効果を軽減させるため、長さ3cmのダミー部材が設置されている。実験は、レイノルズ数 $Re (=uD/\nu)$ (u は流速、 D は部材の辺長、 ν は動粘性係数)と部材設置角度 θ を変えて、行なわれた。部材設置角度の定義と流体力測定部の概略を、図1, 2に示す。

抗力 F_D 、揚力 F_L 、回転力 F_T の各流体力係数 C_D 、 C_L 、 C_T は、各流体力を、流速 u 、流下方向の射影面積、辺長、密度で無次元化したものである。 C_D とレイノルズ数の関係を図3に、 C_D と θ の関係を図4に示す。 C_D の値は、 $\theta=45^\circ$ を中心にして対称な分布をしている。また、 $-45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$ では値が大きくなり、それ以外の場合は小さい。これは前者の場合はアングルの開口部が上側側面を向いており、部材と後流域の幅の広がりや鈍頭物体のような効果もあり、後者の場合は開口部が下側側面を向き、流線型に近いために考えられる。次に、 C_L と Re 、 C_L と θ の関係を、それぞれ図5, 6に示す。 C_L の値は $\theta=45^\circ$ を中心にして反対称な分布をしている。また、 $-45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$ か否かで値の大きさが異なっている。 C_T についても同様の傾向が、図7, 8に示してある。

次に合成流体力 $F_s (= \sqrt{F_D^2 + F_L^2})$ の作用点と支持点との距離 r を、式

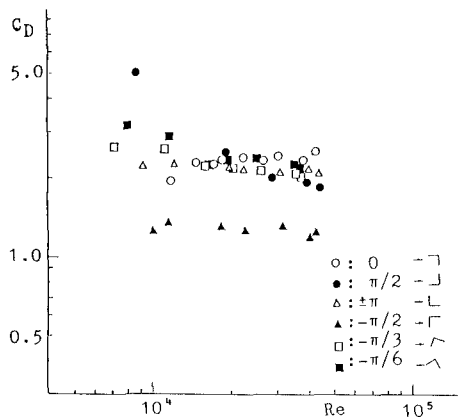
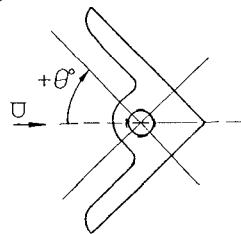
図3. C_D と Re の関係

図1. 部材設置角度の定義

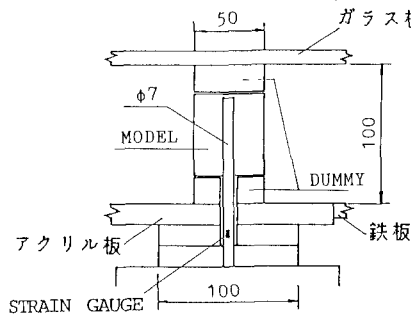
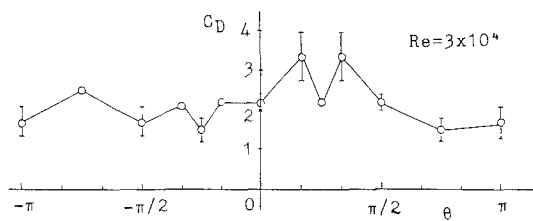


図2. 流体力測定部

図4. C_D と θ の関係

$$\gamma = F_T / F_S$$

で求めた。図9に r/D_0 と Re の関係を示す。ここで、 D_0 は部材幅の流下方向への射影長さである。図からレイノルズ数が小さいほど r/D_0 の値が大きい傾向があることがわかる。そのため、レイノルズ数が小さい場合、合成流体力は小さくても回転力が無視できなくなる。最後に、 F_S の作用方向 θ_F を次式で求めた。

$$\theta_F = \tan^{-1}(F_L / F_D).$$

θ_F と Re の関係を図10に示す。本研究と並行して行なわれた研究で、円柱のカルマン渦による場合は、 θ_F は数度であることが求まっている。しかしながら、物体の形によれば、揚力が卓越してきて、今回の場合は θ_F が 50° をこえることがあることもわかる。

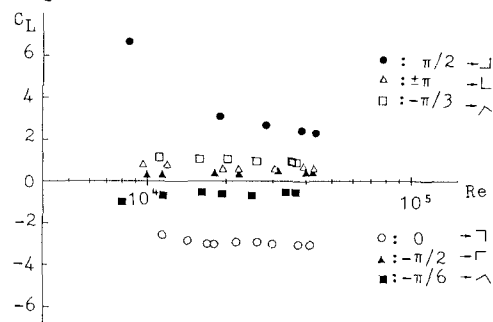


図5. C_L と Re の関係

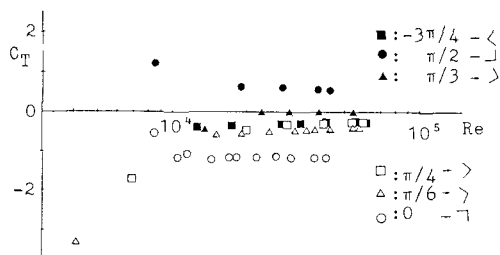


図7. C_T と Re の関係

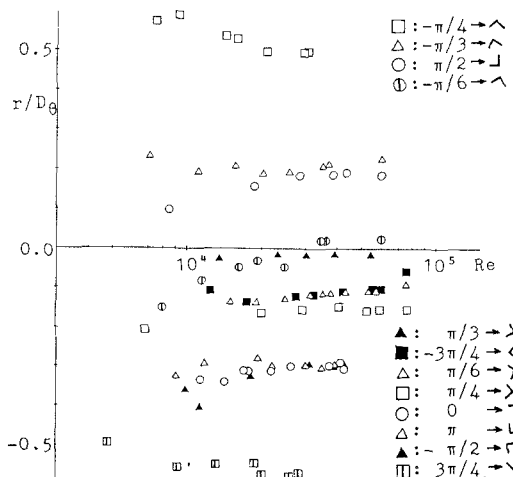


図9. r/D_0 と Re の関係

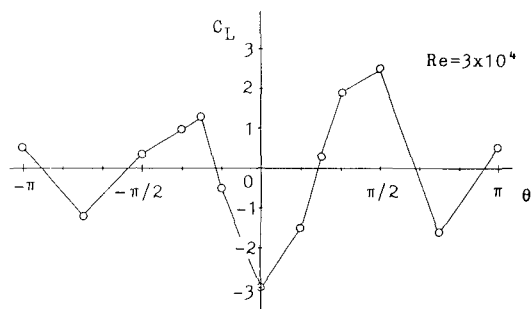


図6. C_L と θ の関係

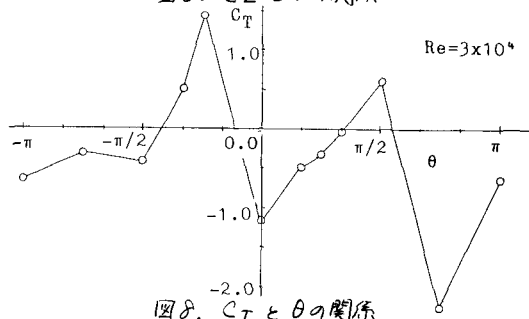


図8. C_T と θ の関係

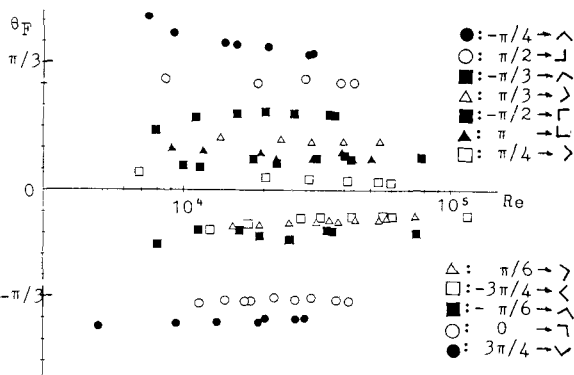


図10. θ_F と Re の関係