

I-323 前縁フラップの振動に伴う角柱表面の 圧力分布の測定

福岡工業大学 工学部 正員 溝田武人

金沢大学 工学部 正員 岡島 厚

1. はじめに

一様流中にある角柱が流れに直角に振動する場合、流れには剥離点の上下振動に伴う放出渦sheetへの攪乱と、剥離流中のafterbodyによる流れ場への攪乱が与えられる。これらが、例えば渦励振や低風速励振等のフラッグ現象および角柱独特の特徴的な現象に各々どのような影響があるのかを調べることは興味深い。

本研究は角柱前縁にフラップを取りつけ、これを角振動させることにより放出渦sheetに人工的な攪乱を与え、流れ場や角柱表面圧力を調べ、渦sheetとafterbodyの干渉効果を調べる目的を持つ。本報告はそのために、フラップの角振動に伴う角柱表面の時間平均圧力を調べた予備的な実験結果である。

2. 実験装置と圧力測定

1) 風洞装置: 実験には測定部高さ×幅×長さ=1.0m×0.5m×2.5m, 流速範囲0~17.3m/s, 境界層部分を除く流速の一様性は±1%以内, 同じく乱れ度は0.1%の測定部を有する低速低乱風洞を使った。

2) フラップと振動装置: 前縁の2ヶ所の剥離点から剥離せん断層に与える攪乱にはコード長20mm(厚さ2mm)のフラップを用いた。このフラップとそれを角振動させる装置を図1に示す。図中①ディスクをモータで回転させると⑤⑥⑦シャフトがみそすり運動する。⑧⑨⑩のリンク機構により⑭のフラップを角振動させることが出来る。角振動の振幅 θ はシャフト⑤⑥⑦のディスク①上への取り付け位置④により変える。この装置ではフラップの振幅は $\theta = \pm 1.5^\circ \sim \pm 30^\circ$, 振動数は $f = 0 \sim 30\text{Hz}$ の範囲で設定可能である。ここでは、後に示すようにフラップを角柱側面から 45° の方向に向け $\theta = \pm 10^\circ$, $f = 5.06\text{Hz}, 10.375\text{Hz}, 20.25\text{Hz}$ で振動させた。

3) 供試角柱と圧力測定など: 供試角柱の断面比は $D/H=4.0$ ($D=200\text{mm}, H=50\text{mm}$)であり, 風洞測定部高さ1.0mに対し風洞閉そく比は5%である。6mm厚のアクリル製で作り四箇所の角は鋭く仕上げてある。角柱両端には端板を取り付けて流れの二次元性を保っている。角柱四面には48個の圧力孔($\phi 0.5\text{mm}$)が開けてあり, 導圧チューブにより風洞外の切り替え装置(スキャバル社製)を経て圧力計(司測研製)に導かれている。角柱表面の時間平均圧力 P は圧力係数 $C_p = (P - P_\infty) / (1/2 \rho U^2)$ として示す。ここで, P_∞ は風洞内静圧, ρ は空気密度, U は上流流速であ

って $U=4.2\text{m/s}$ 一定とした。また無次元流速は $V=U/(H \cdot F)$ と表わす。 V_{cr} は後流渦との共振流速である。

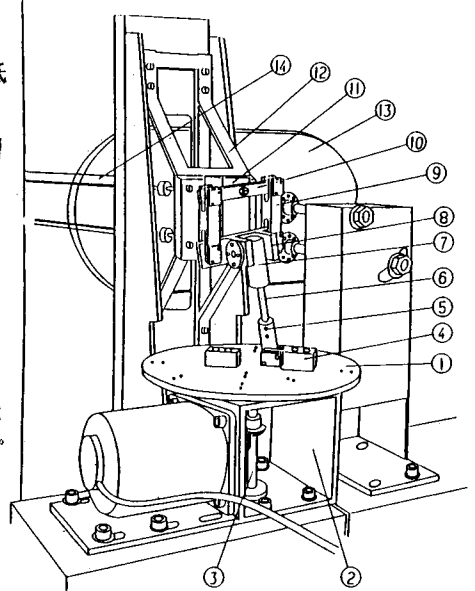


図1 フラップ振動装置

3. 実験結果

1) $D/H=4.0$ 角柱およびフラップ静止時: 実験に先立ちフラップを取りつけないで, $D/H=4.0$ 角柱のみの圧力分布を測定した。その結果, 圧力分布 C_p は上下対称で, 背圧係数は $C_{pb}=-0.355$, ストローハル数は $St=(F_v \cdot H)/U=0.1$

36の値を示し、何れも他の二次元性の良い実験と同様であった。ここで Fv は後流渦の振動数である。図2はフラップを取りつけたままで振動させない状態での C_p 分布である。この結果は、フラップを付けない $D/H=4.0$ 角柱と上下面の圧力分布形状、背圧係数の値ともほぼ等しい。ストローハ数 $St=0.147$ でありわずかに高い。

2) 高い無次元流速: 図3には $V \sim 2 \times V_{cr}$ における無次元流速時の圧力分布を示す。上下面の圧力分布は無振動時とあまり変わらないが、背圧係数は $C_{pb}=-0.355$ から -0.532 へと大きく低下している。なおこの無次元流速においても角柱の後方 $\sim 1.0 \times H$ における熱線の信号はフラップ振動数と一致しており、locking-in状態であった。

3) 共振流速付近: 図4には V_{cr} 付近での圧力分布を示す。上下面の圧力分布は前縁から後縁に向けてまず大きく低下し、その後後縁に向け非常に激しく特徴的に回復している。回復傾向を示す位置は図3の $V \sim 2 \times V_{cr}$ の場合に比べ前縁側へ大きくシフトしている。これは角柱全体が振動する場合と同様な傾向である。後縁付近では局所的に圧力低下が生じている。また背圧係数の低下も著しい。

4) さらに低流速域: 図5は $V \sim V_{cr}/2$ における圧力分布である。上下面における圧力分布のうち最低圧に至る過程や最低値は図4の V_{cr} 付近の結果と同様であるが、後縁に向かう圧力回復は緩やかであり、背圧係数は $C_{pb}=-0.355$ の定常値から -0.298 へとむしろ回復傾向である。

4. あとがき

フラップの振動に伴う $D/H=4.0$ 角柱表面の時間平均圧力分布には、無次元流速の低下と共に上下面の圧力の低下・回復の特徴的な変化が強調されて現れる。

なおこのような変化が全体として角柱自身の振動と相似な様相を呈するかどうかを考えるに際しては、角柱断面比や種々のパラメータを系統的に変化させた実験を行ない、吟味しなければならない。

実験装置の製作に際しては、福岡工業大学長野和幸技術員および工学部電子機械工学科昭和62年度卒業研究生山下信吾、高野信一、山下克明の諸君にお世話になりました。

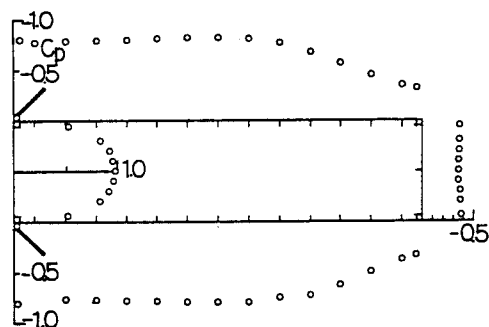


図 2. フラップ静止時の C_p 分布 ($U=4.2\text{ m/s}$)

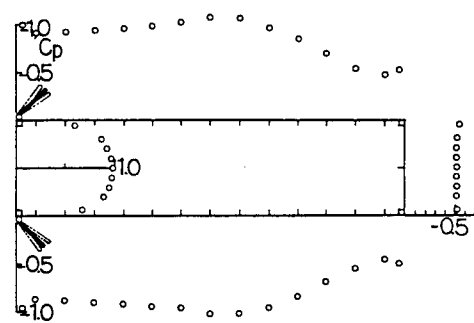


図 3. $V \sim 2 \times V_{cr}$ における C_p 分布
($F=5.05\text{ Hz}$) $\theta = \pm 10^\circ$ 以下同一

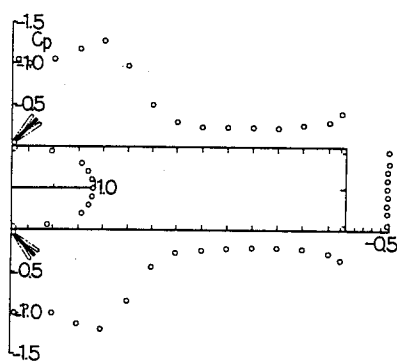


図 4. $V \sim V_{cr}$ における C_p 分布 ($F=10.375\text{ Hz}$)

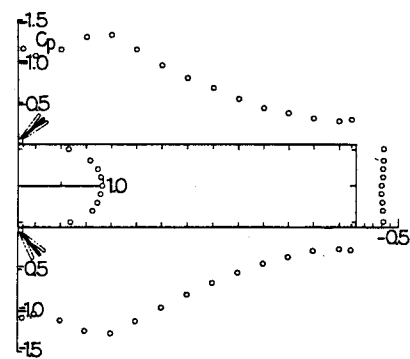


図 5. $V \sim V_{cr}/2.0$ における C_p 分布 ($F=20.25\text{ Hz}$)