

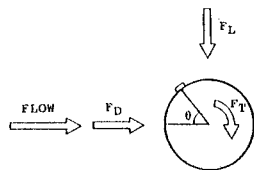
帯状側線付円柱に作用する流体力

○山口大学大学院 多和芳雄 清水建設 原田敏行
山口大学大学院 横山 均 山口大学 斎藤 隆

1. はじめに 数年来、レインバイブレーションに関する基礎実験として、リブレットとして最も単純な形状である半円形状を用いて、円柱に作用する流体力を実験的に研究し、リブレットの接合位置が $\theta = 50^\circ \sim 60^\circ$ である場合、抗力係数は単円柱のそれよりも小さく、揚力係数の絶対値が非常に大きいなどの知見が得られた。リブレットの形状が円柱に作用する流体力に及ぼす影響についての統計的な実験資料はみうけられない。本研究は、この観点から、リブレットの基本的な形状の一つである帯状のリブレットを用い、リブレットの高さ、幅、ならびに接合位置を変えて円柱に作用する流体力を測定したものである。

2. 実験装置と実験方法 実験風洞は測定部断面が高さ10cm、幅100 cm、長さ100 cmの貫流式風洞である。実験に用いた円柱は直径5cmの円筒で、流体力測定部の長さは6cmである。壁面に沿って発達する境界層の影響を除去するため、端板を用いる代りに0.1 mmの間隔を設けて上・下面に境界層厚さの3倍である高さ2 cmのダミー円柱が設置されている。流体力測定円柱に作用する流体力が2次元であることは単円柱実験によって確認してある。実験に用いた帯状リブレットは半円形リブレットの実験結果を参考にして高さを3通り、幅を2通りの表-1に示す6種類である。流体力の測定は7mm角断面で長さ25mmの真鍮角柱を用い、片持梁の撓みを半導体によって測定することで行った。

3. 実験結果とその検討 流体力の符号は図-1に示す矢印の方向を正とした。抗力係数、揚力係数の値は、通常定義に従い、両流体力に直行する平面への投影面積を用いて算出した。リブレットの大きさごとに、抗力係数 C_D ならびに揚力係数 C_L とリブレットの接合位置 θ との関係を描点したものが図-2である。同じリブレットのものを並べて図示してある。



抗力係数：本実験の範囲で、 $Re > 5 \times 10^4$ での抗力係数の値は Re にかかわらず実験条件によってほぼ一定の値となっているが、 $Re < 5 \times 10^4$ では実験条件によっては Re 数によって抗力係数の値が異なり、 Re 数が小さくなると、抗力係数の値が大きくなっている。

$Re > 5 \times 10^4$ の描点を見ると、リブレットの高さが小さい $d'/D = 0.006$ では $\theta \leq 60^\circ$ で抗力係数はほぼ一定値で $\theta > 60^\circ$ で若干大きくなっている。 $d'/D = 0.014$ では $\theta = 60^\circ$ で抗力係数の値は最大値をとり、 $d'/D = 0.030$ では $\theta = 60^\circ$ での抗力係数の値は $\theta \leq 30^\circ$ のときの値よりも大きくなり、 $\theta = 90^\circ$ で抗力係数の値が最も大きくなっている。一方 $Re < 5 \times 10^4$ の場合には、 $d'/D = 0.006$ と 0.014 では抗力係数の値は最小値をとり、 $d'/D = 0.030$ では $\theta \leq 30^\circ$ での抗力係数が大きいこと、 $\theta > 60^\circ$ で抗力係数が Re 数によらないことから、接合位置 θ による抗力係数値の変化は相対的に小さくなっている。

$d'/D = 0.006$ 、 0.014 の場合、リブレット高さを用いた Re 数は1~2桁小さい Re 数であることから、リブレットの上流端で剥離した流れがリブレットあるいはリブレット下流の円柱表面に再付着するとすれば、この剥離領域の大きさを圧力の低下はリブレット Re 数に規定されることが予想されるが、

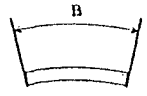
			
d' (mm)	B (mm)	d'/D	B/D
0.3	5.0	0.006	0.10
0.7	5.0	0.014	0.10
1.5	5.0	0.030	0.10
0.3	10.0	0.006	0.20
0.7	10.0	0.014	0.20
1.5	10.0	0.030	0.20

表-1 リブレット形状と寸法

$\theta = 60^\circ$ の場合、抗力係数の値はRe数によって変わらないこと注目され、この場合のリブレット近傍の流れ場がRe数によらずに規定されていると考えられる。

揚力係数：一般的にみて、揚力係数の値がほぼ零であるか正の値である場合には揚力係数の値はRe数によって変わらないが、揚力係数が負である場合はRe数によって値が変わること、揚力係数の絶対値が最大になるのは揚力係数が負の値のときであることの2点が注目される。

揚力係数の絶対値が最大になるリブレットの接合位置をみると、リブレットの幅が $B/D=0.10$ の場合、 $d'/D=0.006$, 0.014 では $\theta=60^\circ$ で、 $d'/D=0.030$ では $\theta=30^\circ$ でリブレットの高さが高くなると揚力係数の絶対値が最大になる接合位置は上流側へ移動する。 $B/D=0.20$ の場合には、 $d'/D=0.006$ ではRe数が小さい場合は $\theta=60^\circ$ であるが、Re数が大きい場合には $\theta=30^\circ$ と 60° の間で揚力係数の絶対値は最大となっている。 $d'/D=0.014$ では $\theta=60^\circ$ でRe数によらず揚力係数の絶対値が最大となっている。 $d'/D=0.030$ では、Re数が小さい場合には $\theta=30^\circ$ と 60° の間で、Re数が大きい場合には $\theta=30^\circ$ で揚力係数の絶対値が最大となっている。

リブレットの幅が狭い場合、リブレットの高さが高い $d'/D=0.030$ のとき、 $\theta=30^\circ$ でRe数による揚力係数の値が変化するが、リブレットの幅が2倍となった $B/D=0.20$ の場合、リブレットの高さが

小さい $d'/D=0.006$ でも $\theta=30^\circ$ での揚力係数の値がRe数によって変化し、 $d'/D=0.030$ では $\theta=30^\circ$, 60° でRe数によって揚力係数の値が変化し、リブレットの大きさで揚力係数は複雑に変化している。

紙面の都合で割愛したが、半円形リブレット付円柱の実験でみられた間欠的な流体力の変動波形がみられ、その頻度分布も正規分布からはずれた分布形となることが認められた。

4. むすび 帯状リブレット付円柱に作用する流体力を大局的に把握するための実験を行なった結果、抗力係数については半円形リブレット付円柱についての実験結果から予想されるような実験結果であったが、揚力係数については、リブレット上流端で剝離した流れがリブレット面へ再付着したり、さらにはリブレット下流端で剝離した流れが下流の円柱表面に再付着するなど、リブレットの高さと幅によってきわめて複雑に変化することが明らかとなり、今後詳細に実験する条件を把握することができた。

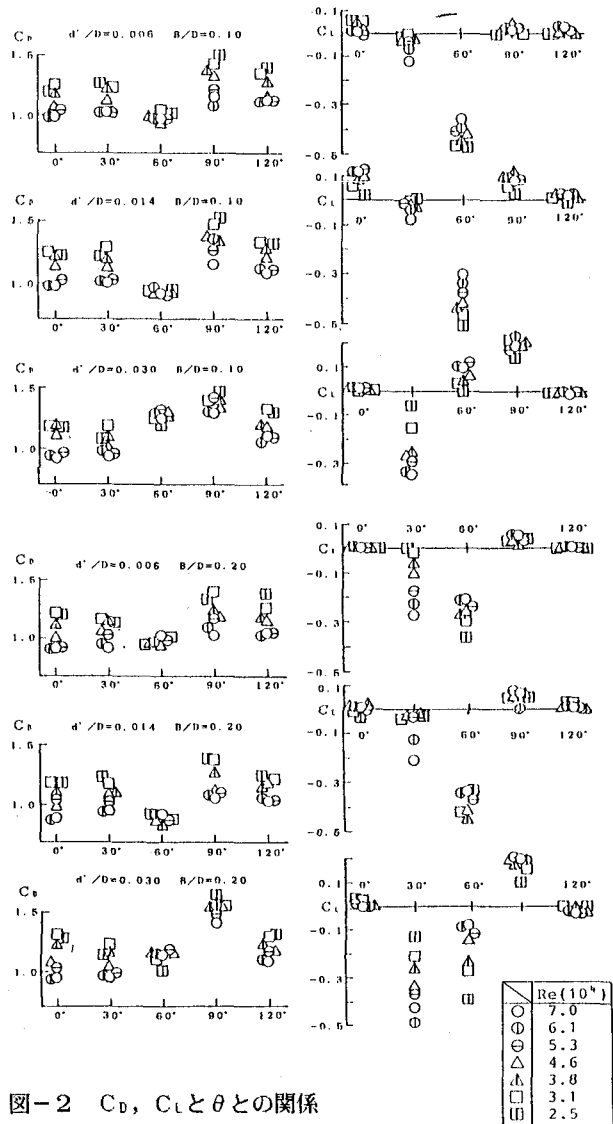


図-2 C_D , C_L と θ との関係