

I-224 板状側線付円柱に作用する流体力

○山口大学・院 多和芳雄 横山 均  
山口大学・工 斎藤 隆

1. まえがき 円柱や角柱などの剝離を伴う柱状物体の空力特性は、わずかな物体が接合されることによって、岐点、剝離点の移動や再付着流れなどによって作用流体力が著しく異なる。半円形側線付円柱に作用する流体力について実験的に検討してきた。本研究では、側線として基本的形状である板状側線を用いた系統的な実験資料がないので、詳細に検討すべき課題を把握することを目的に、板状側線の厚さ、幅並びに接合位置が円柱に作用する流体力に及ぼす影響について実験的に検討した。

2. 実験装置と実験方法 実験風洞並びに流体力測定方法は半円形側線付き円柱についての実験と同じである。実験円柱は直径5cmの肉厚1mmの円筒である。流体力測定部は長さ6cmで、壁面に沿って発達する境界層の影響を除去するための端板の代りに、境界層厚さの3倍である高さ2cmのダミー円柱との間に0.1mmの間隔を設けている。これによって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の実験で確認してある。実験に用いた板状側線の形状と寸法は表-1に示す6種類である。

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、揚力係数は通常の定義に従い、流体力に直行する投影面積を用いて算出した。図-2は抗力係数 $C_D$ 、揚力係数 $C_L$ と側線の接合位置 $\theta$ との関係で、上・下部の各3図は幅Bが同じで、高さdを変えた結果である。

抗力係数: Re数が $Re > 5 \times 10^4$ である場合と、板状側線の接合位置が $\theta = 60^\circ$ の場合には抗力係数の値はRe数の影響はみられないが、それ以外の場合にはRe数によって抗力係数の値が違い、Re数が小さいほど抗力係数は大きくなっている。 $\theta = 0^\circ$ の場合、側線高さを用いたRe数は円柱径を用いたRe数よりも2桁小さいことから、側線下流の円柱表面に独立した剝離領域が形成され、その剝離領域の規模はRe数によって規定され、円柱背後に形成される剝離領域がRe数によって変わり、その結果として、抗力係数の値は或るRe数以下ではRe数によって変わることになる。

Re数の影響がみられない $Re > 5 \times 10^4$ での実験描点を見ると、側線の接合位置が $\theta = 0^\circ, 30^\circ$ の場合、抗力係数の値は $C_D \approx 1$ であるが、 $\theta = 60^\circ$ の場合は、 $d/D = 0.006$ では $C_D \approx 1$ と $\theta = 0 \sim 60^\circ$ での抗力係数の値とほとんど変わらないが、 $d/D = 0.014$ となると、 $B/D = 0.10$ で $C_D \approx 0.9 \sim 1$ 、 $B/D = 0.20$ で $C_D \approx 0.9$ と $\theta = 0 \sim 30^\circ$ の値よりも小さくなっている。さらに側板厚さが $d/D = 0.03$ と大きくなると、 $B/D = 0.10$ では $C_D \approx 1.3$ 、 $B/D = 0.20$ では $C_D \approx 1.15$ と $\theta = 0 \sim 30^\circ$ での値よりも大きくなっている。単円柱における境界層外線流速は無遠点の流速の約1.7倍であるので、側板の接合位置が、 $\theta = 60^\circ$ より上流側である場合における側板背後の剝離領域に与えるRe数の影響は小さくなると考えられ、 $\theta < 60^\circ$ でのRe数の影響をみると $\theta$ が小さい方が大きいとみることができる。側板の接合位置が $\theta = 90^\circ$ の場合、物体形状が非対称であることから抗力係数が大きくなることは理解できるが、側板厚が小さいほどRe数による抗力係数値の変化が大きくなっている。この原因ならびに上述した推測流況は詳細に検討する必要がある。

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 板状側線の形状と寸法

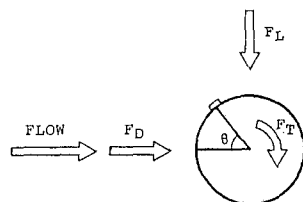


図-1 流体力の定義

**揚力係数:** 揚力係数の値がほぼ零であるか正の場合にはRe数の影響はみられないが、揚力係数の値が負である場合はRe数の影響を受け、板厚、板幅、接合位置によって複雑に変化する。板幅が $B/D = 0.10$ の場合、 $d/D < 0.014$ では $\theta = 60^\circ$ で揚力係数の絶対値が最大となっているが、 $d/D = 0.03$ では $\theta = 30^\circ$ で絶対値が最大となり、抗力係数が単円柱の値よりも大きくなる $\theta = 90^\circ$ で揚力係数は正に変わっている。

板厚が $B/D = 0.02$ の場合、 $d/D = 0.006$ では揚力係数の絶対値が最大となる側板接合位置 $\theta$ はReによって $\theta = 30^\circ \sim 60^\circ$ と変わっている。 $d/D = 0.014$ の場合は $d/D = 0.006$ の場合に比べて揚力係数の絶対値が最大となる側板接合位置 $\theta$ の範囲が狭くなっているようである。 $d/D = 0.030$ の場合は、 $\theta = 30^\circ$ と $60^\circ$ での描点はRe数による傾向は逆転していて、揚力係数の絶対値が最大となる側板接合位置はRe数によって大きく変化すると判断される。この場合の変動流体力の頻度分布の例が図-3である。図の結果から、揚力係数の絶対値が最大となる条件の近傍では、流体力は双安定流れの存在によるとみられる特異な変動が生じているのではないかと推測される。

**4. むすび:** 板状側線付円柱に作用する流体力の概略を実験的に検討した結果、抗力係数の値は比較的単調な変化であるのに対し、揚力係数の値はきわめて複雑に変化することから、側板上流端部ならびに側板背後における剝離領域の形成が流体力に重要な役割を果していることは明らかで、この点について今後詳細な検討を行っていく予定である。

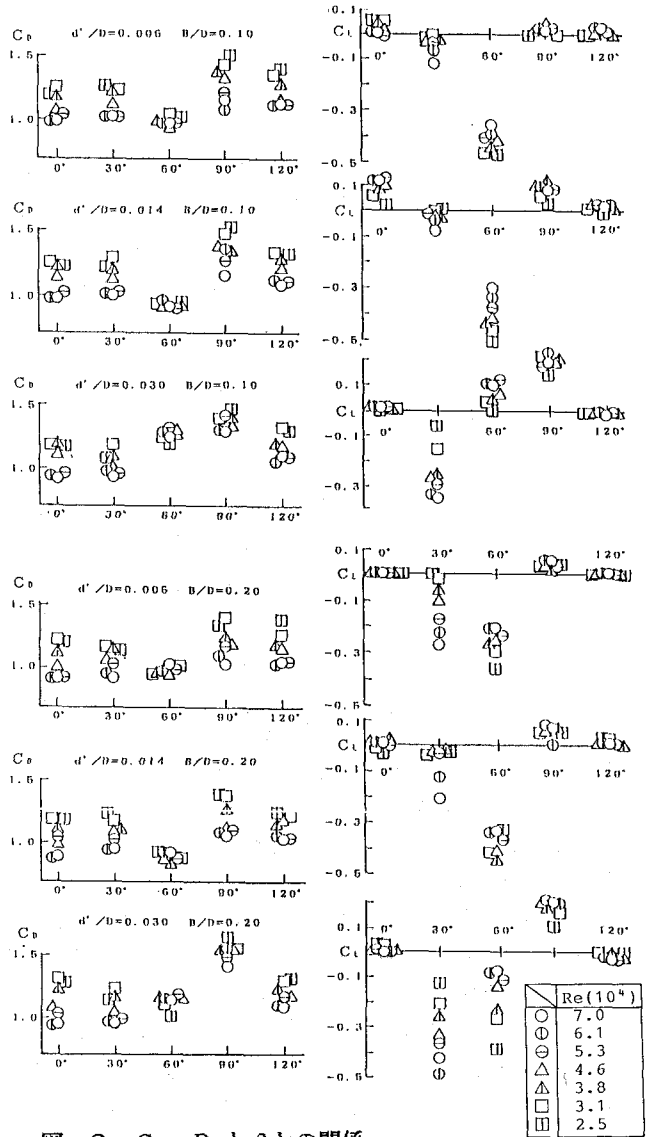


図-2  $C_D, C_L$ と $\theta$ との関係

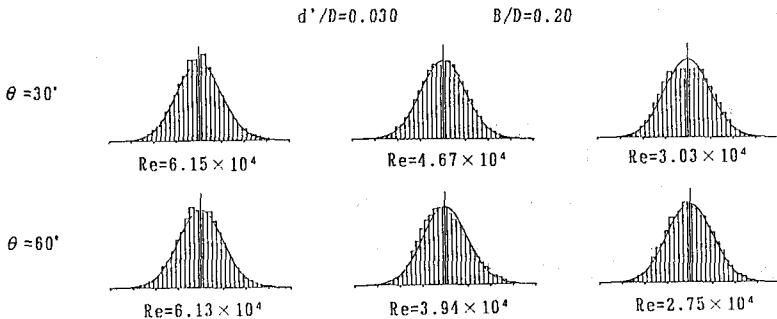


図-3 変動流体力の頻度分布