

II - 309

壁面近くに設置された円柱に作用する変動流体力

NEW J E C Inc. 赤松 利之
山口大学 斎藤 隆 河元 信幸

1. はじめに

円柱に作用する流体力に及ぼす壁面の影響についての研究は数少なく、不明な点が残されている。前年度円柱と壁面との間隔を系統的に変えた実験で、抗力係数、揚力係数、円柱表面圧力分布、前方岐点、剥離点に対する円柱径比の影響についての結果を報告した。

本研究では、抗力、揚力と円柱表面圧力の変動強さと円柱背後における乱れ強さについて検討した。

2. 実験装置と実験方法

実験風洞（10cm x 100cm）、実験円柱（ $D = 5\text{cm}$ ）、流体力ならびに円柱表面圧力の測定装置は前年度に使用したものである。前年度と同様に S/D 、 Re 数を系統的に変えて流体力と圧力の変動の測定し、円柱周りとは後流域での流速を2次元熱線流速計で測定した。

流体力と記号の定義は図-1の通りである。

3. 実験結果とその検討

抗力と揚力の変動強さを通常の抗力係数と同様な形で無次元化した値を抗力変動係数、揚力変動係数と呼ぶことにする。

Re 数をパラメータにして、抗力変動係数、揚力変動係数と円柱径を基準値とした間隔の大きさ S/D との関係を示したのが図-2、3である。

S/D による両変動係数の変化をみると、抗力変動係数の値は $S/D=0.1$ で最小値をとり、 $S/D<2$ では S/D と共に大きくなっていき、 $S/D>2$ ではほぼ一定値となっている。一方、揚力変動係数の値は $S/D=0.2$ 程度で最小値をとり、 $S/D=0.2\sim 0.7$ で急増し、 $S/D=0.7$ 程度付近で最大値をとり、 $S/D=0.7\sim 2$ の範囲で漸減し、 $S/D>2$ ではほぼ一定値となっている。両変動係数の S/D による変化は Re 数が小さくなるほど大きくなっている。

両変動係数における Re 数の影響を見ると、 Re 数の値が 4.5×10^4 では両変動係数とも Re 数による変化は見られないが、これ以下の Re 数では Re 数が小さいほど両変動係数の値は大きくなっている。しかしながら、変動強さの絶対値は小さい。

$S/D>2$ においては両変動係数と同様に、前年度に報告した抗力係数、揚力係数ともほぼ一定値であることから、壁面の影響は微弱であると考えられる。

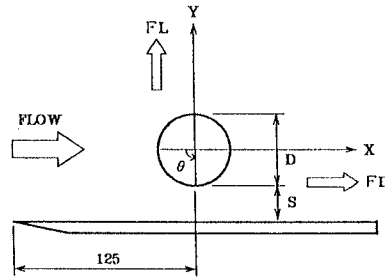


図-1 記号の説明

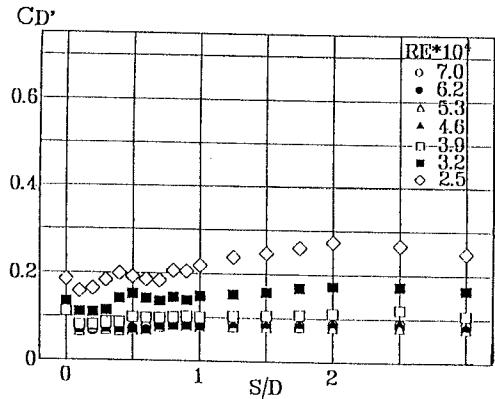


図-2 抗力変動係数

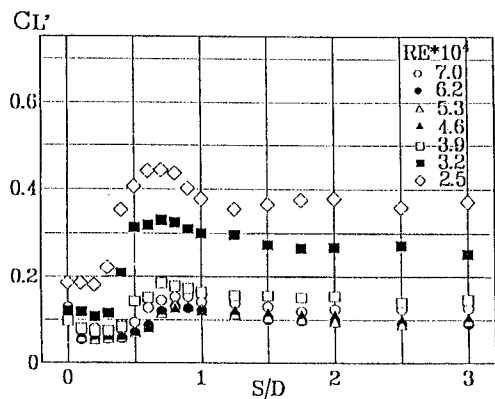


図-3 揚力変動係数

円柱表面圧力の変動強さを通常の圧力係数と同形式で無次元化して、その円柱周りの分布を示したのが図-4である。図中には壁面の影響を受けない単円柱での測定結果を実線で示してある。

全ての場合、圧力変動係数は単円柱と同様に剥離点位置付近において最大値を示す分布となっている。

$S/D=0, 0.2$ の場合での圧力変動係数は、前方岐点から両側約 50° の範囲で 0.4 程度の一定値で、両側面での剥離点近傍で最大値を示し、円柱背後部では 0.5 程度のほぼ一定値となっていて、全周にわたり単円柱での値に較べて小さく、平均的に約 $1/2$ の値である。この様な圧力変動係数の分布は剥離点を基準にして見ると、前年度に報告した円柱周りの圧力係数の著しい非対称な分布と対応している。

$S/d=1, 2$ の場合では、単円柱での値とほとんど変わらない値となっていて、円柱表面での圧力変動係数に対する壁面の影響は小さいと考えられる。

両者の中間の間隔である $S/d=0.7$ の場合は、壁と反対側にある円柱表面での値は単円柱での値とほぼ変わらないが、壁側にある円柱表面においてはかなり大きな値となっている。

図-5は円柱下流部におけるレイノルズ応力の等値線図である。円柱が壁面に接している $S/D=0$ 場合、当然の結果であるが、剥離せん断層は円柱上方からのだけであつて、壁面への再接触直前である $X/D=8$ 付近で高レイノルズの領域が形成されている。

間隔が小さい $S/D=0.2$ の場合は、円柱の両側面からの剥離せん断層が円柱背後で接近しており、両層とも高レイノルズ層を形成し、上方からのせん断層では再接触点まで高レイノルズ応力層となっている。

$S/D=0.7$ の場合、両側面からの剥離せん断層はほぼ均衡しているが、円柱背後で壁面から離れる方向に曲がり、広い乱れた後流域を形成されている。

$S/D=1, 2$ では円柱両側面からの剥離せん断層はほぼ対称となり、 $S/D=2$ では壁面に沿う境界層が乱流化した影響が認められる。

4. まとめ

前年度からの結果から、抗力係数、圧力変動係数、揚力変動係数が共に相対間隔 $S/d=0.7$ で最大値となること、さらに紙面の都合で割愛したが、この相対間隔では円柱近傍における壁面での圧力勾配がもっとも大きいことが明かとなった。

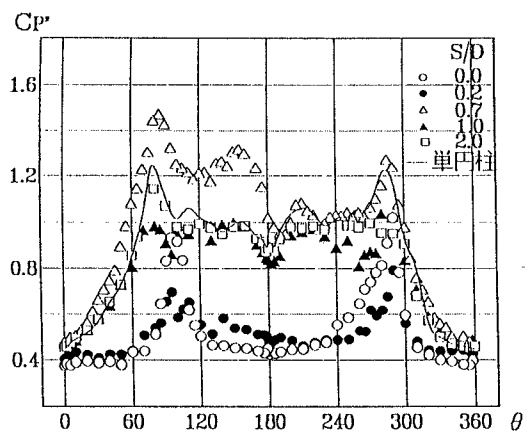


図-4 円柱表面圧力変動係数

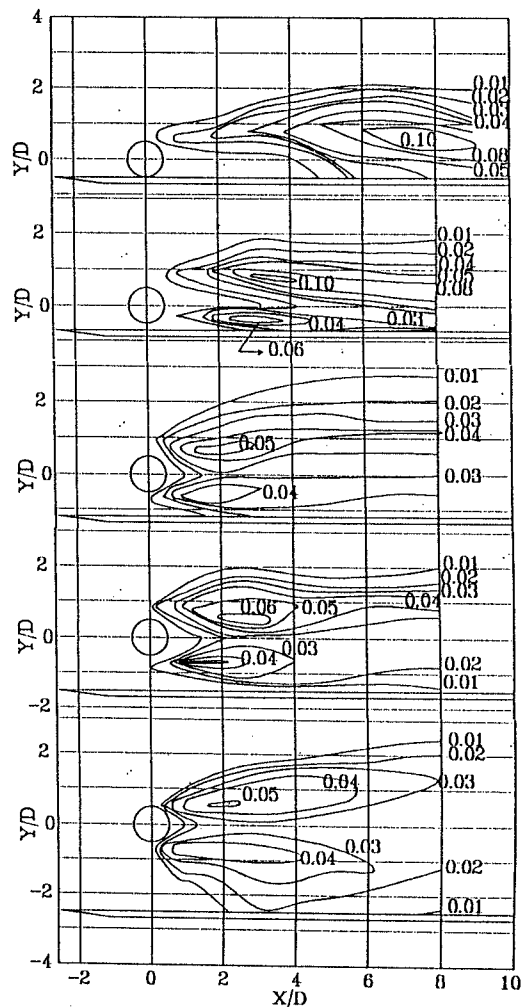


図-5 等レイノルズ応力線