

くいちがい配列された 2円柱に作用する流体力の測定

・山口大学 正員 深田三夫
新井組 城一俊幸
山口大学 正員 齊藤 隆

一様流中に置かれた単独円柱には時間平均揚力（流れ方向と直角方向の力）は発生しないが、2個の円柱が置かれると円柱まわりの流れ場の変化に伴ない揚力が発生するようになる。その大きさ、向きは円柱相互の位置関係によって変化するが、特に、後側に置かれた円柱が受ける流体力の変化が激しい。モデル円柱を用いた水槽実験を行ない、円柱に取り付けられたひずみゲージによって流体力が直接出力された。ここではその実験結果について報告する。

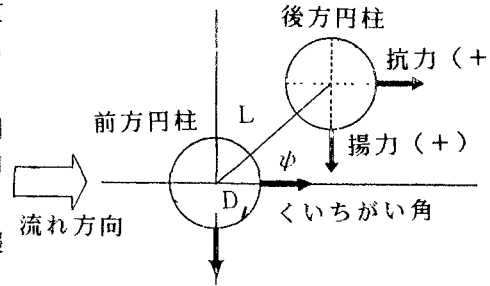


図1 記号図

水槽は幅75mm、深さ400mm、長さ1800mmの亚克力製循環水路にて行ない、上流部に置かれたハニカムブロック（ $\phi 4 \times 40$ ）で整流した後、それより380mm下流、床面から175mmの位置に径32mmのモデル円柱を水平に設置した。円柱は図2のように $\phi 5$ のしんちゅう棒で支持され、その支持点付近に貼られたひずみゲージにより、円柱に加わる流体力が検出される。あらかじめこの円柱に荷重をかけその大きさと出力電圧の関係を求めておき、出力電圧から逆に円柱に加わる流体力を求める。実験は円柱間隔比 L/D （ L :円柱中心間距離、 D :円柱径）を1.1、1.5、2.4の三通りに変化させ、またそれぞれの間隔比において、くいちがい角 ϕ （円柱中心を結ぶ線と流れ方向のなす角）を 0° （直列）、 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 、 90° （並列）に変えて行なった。接近流速は円柱前方10cmの位置にてヒトー管で測った。実験を通じてレイノルズ数 Re （ $=UD/\nu$ 、 U :接近流速）は6400で一定である。図1に記号図を示す。

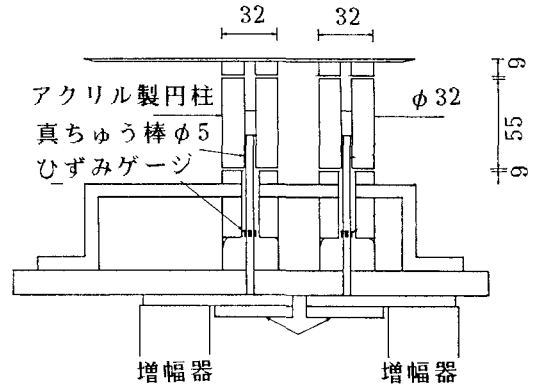


図2 流体力測定装置

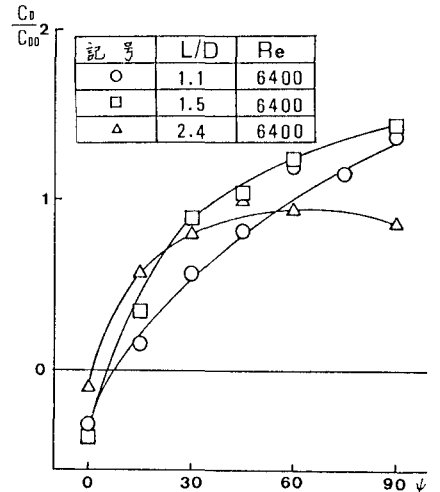


図3、図4で後方円柱の抵抗力係数比、揚力係数比を示す。ここで係数比と呼ぶのはいずれも、円柱が一様流中に単独で置かれた場合に受ける抵抗係数 C_{D0} （抵抗力/（ $\rho U^2 D/2$ ））との比で示されているからである。後方円柱の抵抗力係数比の特徴はくいちがい角 ϕ の増加に伴ないその大きさの急激な増加にある。この原因のひとつは前方円柱によりつくられた後流域の影響を受けることによるが、間隔比が1.1、1.5の場合と2.4の場合ではやや傾向が異なる。 $L/D=2.4$ の場合は 30° 付近までは急激に増加するか、その後は一

図3 くいちがい角と抵抗力係数比（後方円柱）

様流に単独でおかれた場合に近い値をとるようになる。一方 $L/D=1.1, 1.5$ の場合には 90° に到るまで増加する。直列配列に近い状態では ($\psi=0^\circ \sim 10^\circ$) 後方円柱は流れとは逆向きの力が作用する。つまり前方円柱にひかれるという特徴がある。 ψ が $30^\circ \sim 60^\circ$ になるとほぼ完全に前方円柱の後流域を脱するために単独の場合と同じ大きさになりそれ以後逆に大きくなっていく。これは間隔比が小さいため、2円柱前方の流れがよどんだ状態になり、その部分の圧力がある結果、大きな抗力を受けるためと考えられる。

次に後方円柱の揚力係数比についてみる。この場合も上の抗力の場合と同様に間隔比が $1.1, 1.5$ の場合と 2.4 の場合では傾向が異なり、特に、 $L/D=1.1, 1.5$ の場合は、くいちがい角がおよそ 45° を境にして力の働く向きが全く逆になるという際立った特徴がある。すなわち $\psi=0^\circ \sim 45^\circ$ では前方円柱によってつくられた後流中心に向う力が働き、しかも 15° 付近でそのおおきさはピーク値を示し、抗力の30%~40%にも達する。一方 45° を越すと逆に後流中心から離れる向きに力が働き、その大きさは 90° で最大値に達する。一方 $L/D=2.4$ の場合には 45° を越しても揚力はほとんど存在しない。

図5、図6に前方円柱の抗力係数比、揚力係数比を示す、前方円柱の抗力係数比は後方円柱に比較すれば変化は乏しく、くいちがい角の増加に伴ない $20 \sim 30\%$ の増加があるにすぎない、揚力についても間隔比が $1.5, 2.4$ の場合には変化が小さいが、2円柱が極めて近接した ($L/D=1.1$) において、揚力の大きさかほとんど抗力の大きさと同じになるという特徴がある。この原因は2円柱前方の流れがよどんだ状態にありその部分の圧力が上昇するためであると前に述べたが、そのことを確かめるために行なった円柱表面の圧力分布の測定例を図7に示す。前方円柱上部の圧力が上昇したために結果として下向きの揚力が生じていることがわかる。

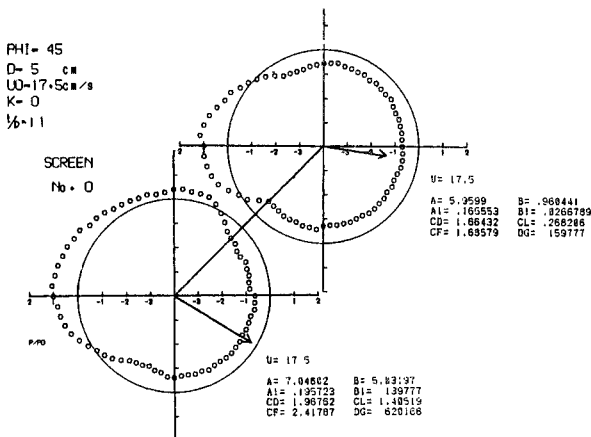


図7 円柱表面圧力分布例 ($L/D=1.1, \psi=45^\circ$)

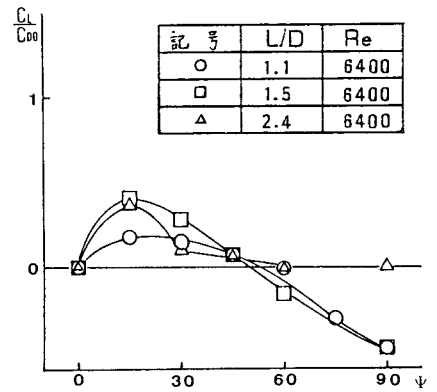


図4 くいちがい角と揚力係数比 (後方円柱)

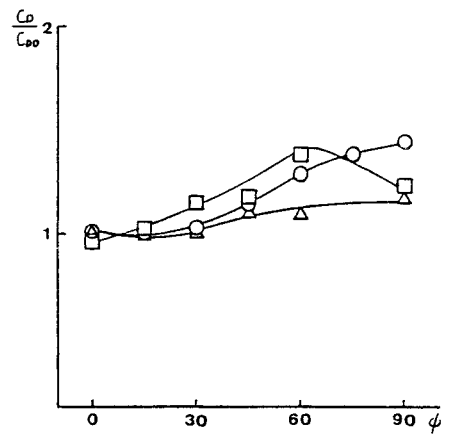


図5 くいちがい角と抗力係数比 (前方円柱)

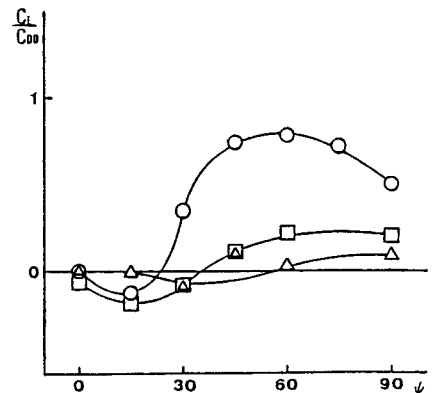


図6 くいちがい角と揚力係数比 (前方円柱)