

直列2円柱に作用する流体力

山口大学 正 斎藤 隆 鉄建建設 須志田藤雄
宇部興産 正〇金子雅則 山口大学 学 奥野雅晴

1. まえがき : 鈍い物体の後方に置かれた物体の空力特性は振動などの工学上の諸問題との関連で注目され、多くの研究が行なわれているが、実験条件も個々によって限定され、かつ物体に作用している流体力を直接測定した例はごく少なく、物体に作用している流体力の変動特性などは不明な点が多い。

本研究は、直列2円柱の前円柱に作用している流体力と2円柱まわりの流況についての前年度の結果をふまえて、前・後両円柱に作用している流体力の測定と流況の可視化を行なうことで、両円柱に作用している流体力と2円柱まわりの流況との関連を実験的に検討したものである。

2. 実験装置と実験方法 : 実験は、測定部断面が10cm×1mの貫流式風洞の中心線上に2円柱を軸間距離を変えて設置し、Re数を変えて固有振動数1.4kHzの片持梁方式で2円柱に作用している流体力を測定した。流体力測定円柱には2次的に流体力が作用していることの確認実験を行っている。

3. 実験結果とその検討 : 図-1は前年度に前円柱に作用している流体力の代表的変動特性で、大別すると、B、Cのスパイク状の変動力が存在する場合、D、Eのステップ状に平均流体力、変動流体力が変化する場合、A、Fの比較的変動流体力の強さが安定している場合に分けられ、同じ流体力変動波形が後円柱においてもみられた。相対軸間距離ならびにRe数を系統的に変えた実験によって、上述の流体力の変動波形が出現する条件を調べたものが図-2、3である。図-2は前年度発表した前円柱についてのもので、図-3が後円柱でのものである。両円柱に作用

している流体力とはよく対応しているが、後円柱では抗力係数のkinkがみられる相対軸間距離の範囲に最も特徴的なステップ状の流体力変動パターンがみられる。

2円柱に作用する流体力変動パターンの出現状況に対応した2円柱まわりの流況を可視化したものが写真-1である。相対軸間距離が4以上では前円柱からの剝離せん断層が後円柱の前を交互に交差するように流下して、両円柱における変動流体力の卓越周波数は単円柱のそれに近い一つである。

相対軸間距離が2以下では前円柱からの剝離せん断層が後円柱をつつみこむような流況

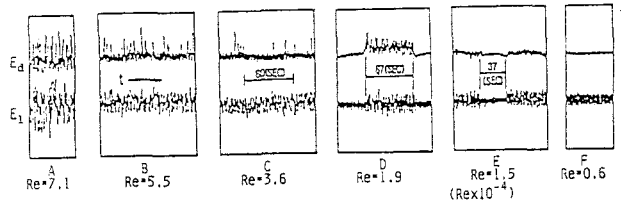


図-1 流体力の典型的変動波形 ($L/D = 3.8$)

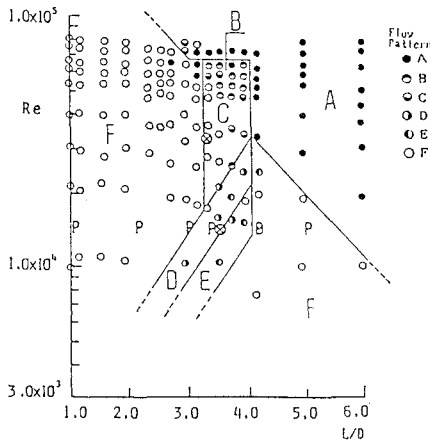


図-2 前円柱に作用する流体力変動パターンの出現状態

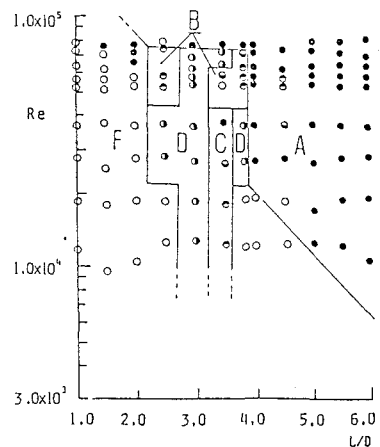


図-3 後円柱に作用する流体力変動パターンの出現状態

となっており、流体力変動には前円柱からの剥離せん断層の不安定に起因するのではないかとみられる高周波数の変動から、2円柱間にある剥離領域の変化によると思われる低周波の変動までの数種の卓越周波数が前円柱の流体力の変動に存在する。後円柱では流体力変動に複数の卓越周波数が存在するのは相対軸間距離が1の場合だけであった。

抗力係数の跳躍現象ならびに後円柱の抗力係数のkink現象がみられるところでの典型的流況は相対軸間距離が3.3の場合で、五十嵐が双安定流と呼んでいるものである。この場合の流況と流体力変動との関係を調べたものが図-4である。平均流体力ならびに流体力変動が小さい場合には前円柱からの剥離せん断層が後円柱の側面に接触した流況を示し、平均流体力ならびに流体力変動が大きい場合は前円柱からの剥離せん断層が後円柱の前方で交互に交差する流況を呈している。前者では剥離せん断層の不安定によるものとみられる高周波の変動が卓越している。

図-5, 6は前円柱、後円柱の抗力係数とRe数との関係、図-7は前・後円柱の抗力係数と相対軸間距離との関係を描いたものである。前円柱の抗力係数のRe数による変化は相対軸間距離が3~3.5を境にして明瞭に違う。後円柱の抗力係数も相対軸間距離が2以下の場合はRe数の増大に伴い漸増し、相対軸間距離が4以上では $Re = 4 \times 10^4$ 程度で最大値をとる傾向があり、Re数のより大きなところで一定値となるとみられる。

4 むすび : 直列2円柱の抗力係数の跳躍現象ならびにKink現象は2円柱まわりの流況ならびにその流況による流体力変動挙動と密接に関係していることが明らかになった。

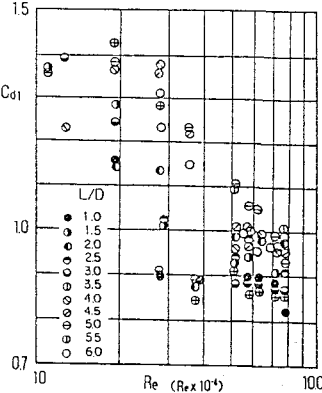


図-5 前円柱 $C_D \sim Re$ の関係

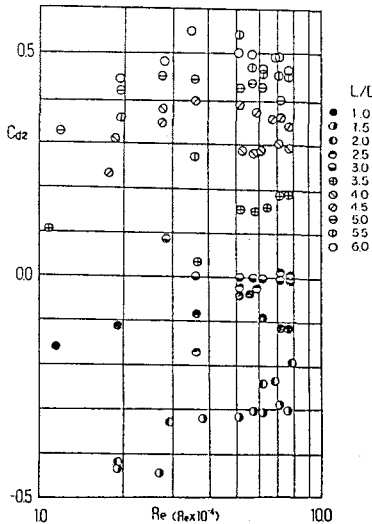


図-6 後円柱 $C_D \sim Re$ の関係

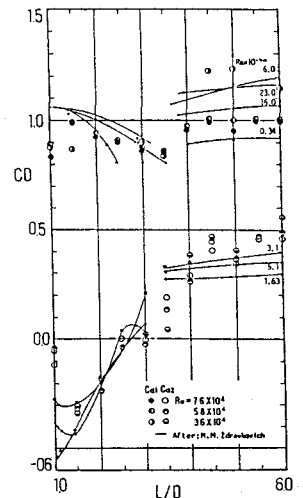


図-7 $C_D \sim L/D$ の関係

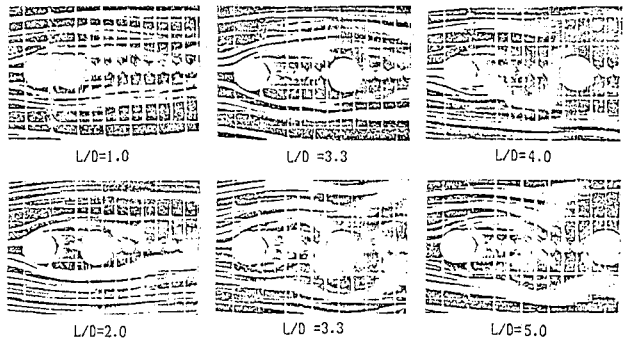


写真-1 相対軸間距離による流況の変化 ($Re = 1.2 \times 10^4$)

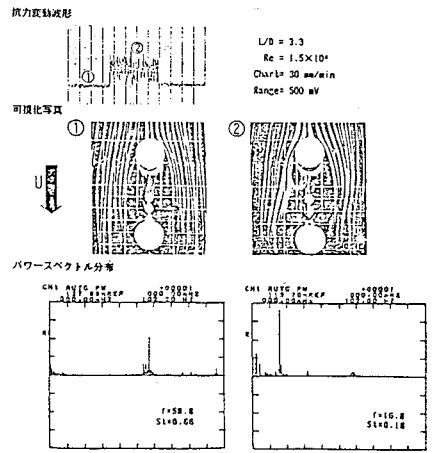


図-4 変動流体力と流況との関連 ($L/D = 3.3$)