

PS I-12 複合円柱に作用する流体力とその変動特性

宇部興産 竹本 信司 宇部興産 金重 和義
山口大学 斎藤 隆

1. まえがき: レイン・バイブレーションと呼ばれている振動の発現にはケーブル上下面に形成される水路が重要な役割をもち、傾斜円柱の背後に誘起される軸方向流れによる不安定性が水路の形成によって増幅されると考えられているが、その機構など未だ十分解明されていない。本研究は、現象を単純化して、複合円柱に作用する流体力を測定し、煙法による可視化実験の結果を検討したものである。

2. 実験装置と実験方法: 実験は測定断面が高さ10cm、巾100cmの貫流式風洞で行なった。実験に用いた円柱は直径5cmで、この円柱の流れに直交する側面の片側に直径2~10mmの接合円柱を接合してある。流体力は測定系の固有振動数が1500Hzの片持梁方式の流体力測定装置を用いて測定した。

3. 実験結果とその検討: Re数が小さい場合は測定精度が低下することを考慮してみると、各Re数に対して抗力係数は d/D が0.06~0.12、0.16~0.2でほぼ一定値で、 d/D によって階段的に変化している。回転力係数をみると、Re数が小さい場合、 $d/D < 0.12$ では d/D によってほぼ直線的に大きくなり、 $d/D > 0.16$ ではほぼ一定値となっている。一方、Re数が大きい場

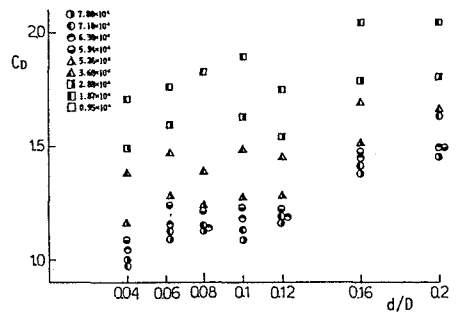


図-1 抗力係数と円柱径比の関係

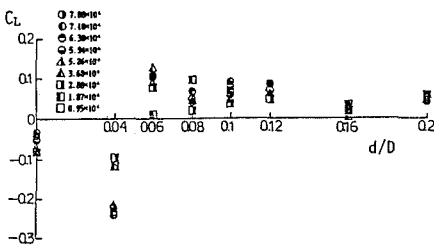


図-2 回転力係数と円柱径比の関係

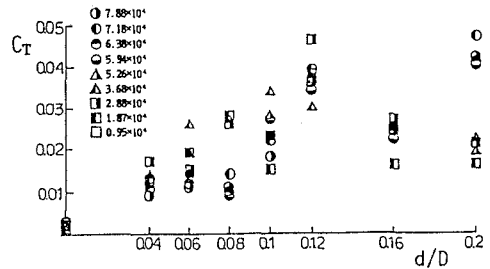


図-3 揚力係数と円柱径比の関係

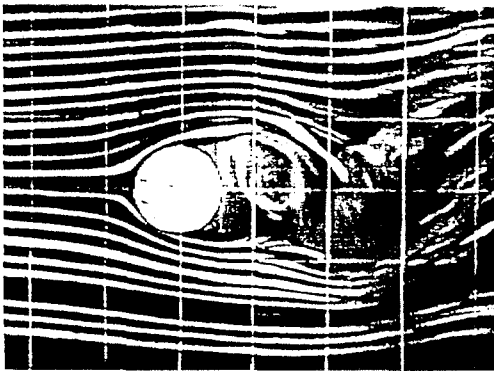


写真-1 $d/D=0.04$ の可視化写真

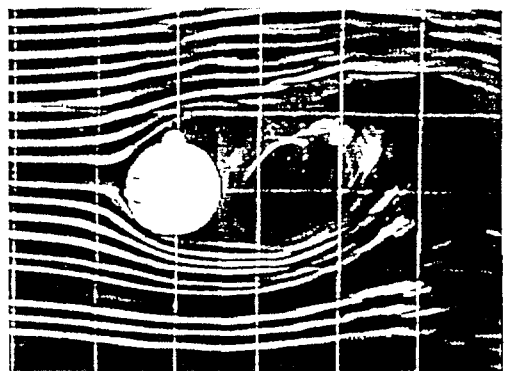


写真-2 $d/D=0.2$ の可視化写真

合、揚力係数の直径比による変化は、抗力係数の値がほぼ一定値となる直径比の範囲ごとに分けられ、それぞれの範囲内でほぼ直径比の増加に伴い直線的に大きくなっている。

揚力係数の直径比に対する変化をみると、 $d/D=0.04$ で負の値をとり、 $d/D=0.06$ で正の値に変化し、 Re 数によって $d/D=0.06\sim 0.12$ で最大値をとり、直径比の増大に伴い波状に変動しながら漸減している。揚力の作用方向が逆転する現象を調べるため、流況を煙法で可視化したものが写真-1、2である。写真-1では、円柱背後の接合円柱側の剝離領域に強い渦が形成され、接合円柱側を流下する流跡線は円柱背後の剝離領域内に強く回り込んでいる。この流況は、円柱周りに時計方向廻りの循環が存在するとみることができる。この循環によるマグナス効果

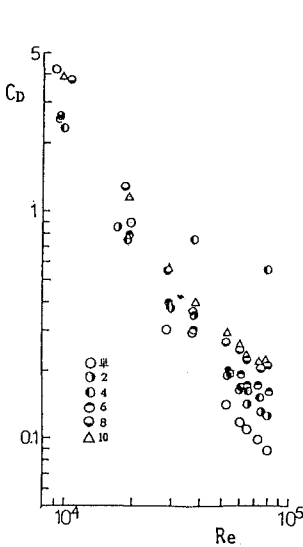


図-4 $C_d \sim d/D$ の関係

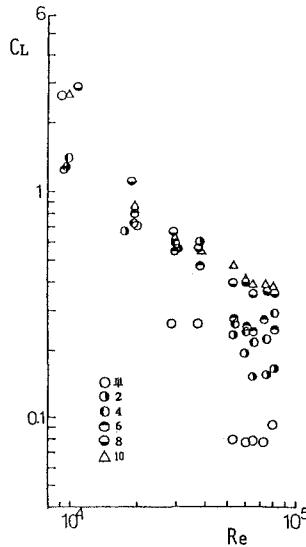


図-5 $C_l \sim d/D$ の関係

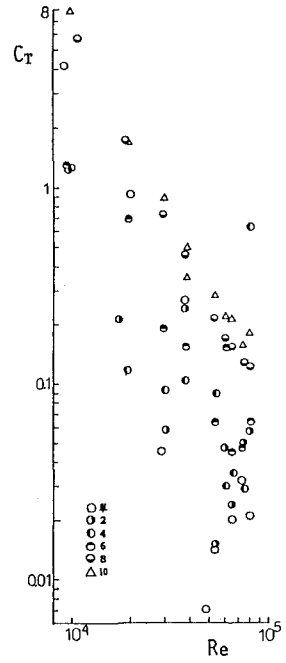


図-6 $C_t \sim d/D$ の関係

で円柱には接合円柱方向（負）の揚力が作用する。一方、写真-2では、接合円柱と反対側を流下する流跡線が円柱背後に廻り込んでいて、反時計方向の循環が存在するとみられる。この結果、円柱には正の揚力が作用する。

各流体力の変動強さを流体力表示で描点したものが図-4～5である。各流体力ともその変動強さは Re 数の増加によって急激に小さくなっているが、 Re 数が小さい場合には平均流体力に比べ数倍の変動強さとなっている。揚力の変動卓越周期を用いた St 数が図-7である。円柱径比の増大に伴い抗力係数が大きくなるので、 St 数の値は小さくなっている。

4. むすび： 抗力係数は円柱径比によって階段的に変化する。揚力係数は抗力係数の不連続的な変化に対応して変化が異なる。本実験範囲では、円柱径比が最も小さいときに揚力の絶対値が最も大きく、長径間化に伴い、ケーブルの振動が発現し易いことが明かとなった。

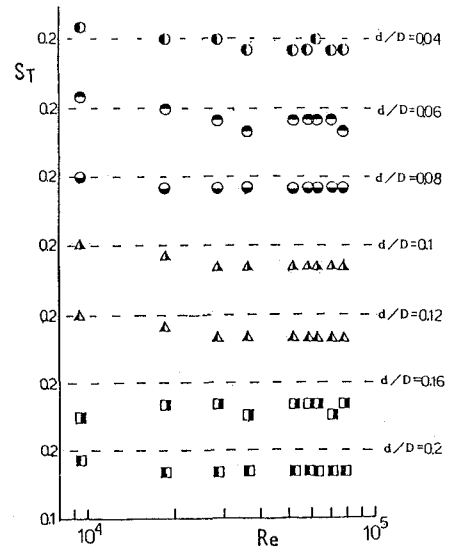


図-7 St 数 $\sim Re$ 数の関係