

# II-212 直列2円柱の前円柱に作用する流体力

山口大学大学院 学生員 ○須志田 藤雄  
山口大学大学院 学生員 奥野 雅晴  
山口大学工学部 正員 斎藤 隆

1 はじめに 近年、複数の煙突や高層構造物に及ぼす強風の問題として、物体の後流に物体が置かれたとき、物体に作用する流体力特性が注目されている。直列2円柱に関する研究は数多くなされ、円柱軸間距離によって抗力係数の跳躍現象、流れ構造の変化、ストローハル数の急変など有益な結果が得られている。これらの研究は円柱壁面圧力分布の測定から抗力の評価がなされていて、抗力、揚力、回転力などの流体力そのものの変動特性についての検討は行われていない。

本研究は、直列2円柱の前円柱に作用する流体力を直接測定することで流体力の変動特性を調べ、煙法によって流況の可視化を行い、流体力の変動特性を流況との関連について若干の検討を行ったものである。

2 実験装置と実験結果 実験は巾 1000mm、高さ 100mmの単形断面を有する貫流式風洞で行った。実験に用いた円柱は直径が 50mmのもので、上下壁面の影響を除くため流体力測定円柱の高さは 60mmとし、両壁面には高さ 20mmのダミー円柱を流体力測定円柱と 0.02mmの間隔で設置した。

流体力は、7mmの真鍮棒の一部を 3mm角に加工した部分に歪みゲージを張付け、曲げとねじり歪みから抗力、揚力、回転力の三成分を同時に測定した。

3 実験結果 図-1は代表的な流体力である抗力係数 $C_D$ を円柱軸間距離 $L/D$ をパラメーターにして、 $Re$ 数に対して描点したものである。 $Re$ 数が大きいところでは、円柱軸間距離による抗力係数値の変化は小さいが、 $Re$ 数が小さい場合は、円柱軸間距離 $L/D$ が2以下では抗力係数値はあまり変わらず、 $L/D$ が3の場合、抗力係数は急に小さい値となり $L/D > 4$ では抗力係数は大きくなっていて、従来から指摘されている抗力係数の跳躍がみられる。

図-2は、 $Re$ 数をパラメーターにして、抗力係数を円柱軸間距離に対して描点したものである。図中の曲線は他の実験者の結果を Zdravkovich の Review から引用したものである。 $L/D < 3$ においては本実験結果が若干大きな値であるが、描点の傾向は一致している。 $L/D > 4$ では、本実験結果は従来の実験結果の傾向とは一致していないが、値的には合致している。

図-1, 2から、従来から明らかにされているように、 $L/D$ が3から4の間で抗力係数の跳躍が見られるが、抗力係数の跳躍する度合は $Re$ 数が大きくなるほど小さくなっているので、流体力の変動挙動を円柱軸間距離と $Re$ 数とを系統的に変化させて調べた。その結果、流体力の変動特性は後述するように6つのパターンに大別することができ、その出現の状況を図示した

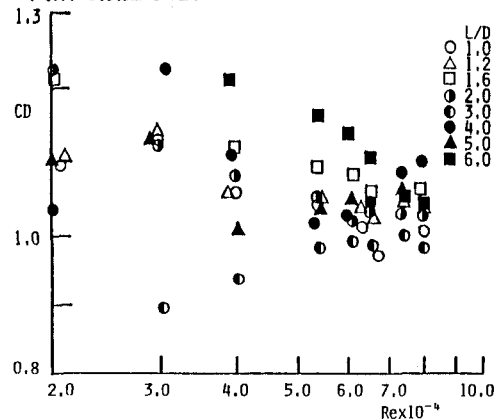


図-1  $C_D \sim Re$ の関係

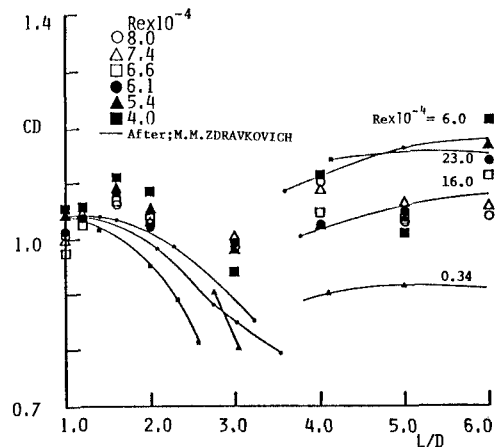


図-2  $C_D \sim L/D$ の関係

ものが図-3で、各流体力変動パターンA-Fの出力波形が図-4であり、その特徴は次のように大別した。

- A：R.数が大きく、大きな流体力の変動と比較的短時間の平均流体力の変化が見られる。
- B：比較的短時間の平均流体力の変化は大きくないが、頻繁に瞬間的に大きな変動流体力がみられる。
- C：瞬間的に大きな流体力の出現が間欠的で、かつランダムに出現する。
- D：数秒から数十秒間の平均抗力の増大とそれに伴う各流体力の大きな変動が間欠的に出現する。
- E：Dと似ているが平均抗力の変化は小さく、流体力の変動が小さくなるのが間欠的に出現する。
- F：流体力の平均値ならびに変動状況がきわめて安定した状態である。

五十嵐らは、図-3の⊗描点で示した実験条件において、B、CならびにD、Eと同様な変動を円柱壁面の圧力変動波形に見いだしている。

煙法による可視化写真は図-3のPで示した実験条件において撮影したものである。L/Dが1、2、3は、前円柱からのせん断層が後円柱に接触しない場合のもので、流況は時間的な変化はなく連続撮影写真は全て似た流況となっている。L/Dが4の2枚の写真は五十嵐らが双安定流と定義している流況で、連続写真で見ると両流況が間欠的にみられる。L/Dが5より大きい場合は、前円柱の両側方から交互に渦が放出されていて、後円柱でこの渦は側方へ押し出されて乱れた流況であるが、前円柱流体力の変動は安定している。

《参考文献》

- 1) Zdravkovich, M.M., Trans. ASME, Ser. 1, 99-4(1977-12), 618
- 2) 五十嵐 保, 機論, 46-406(S'54)1026

図-3 流体力変動パターンの出現状況

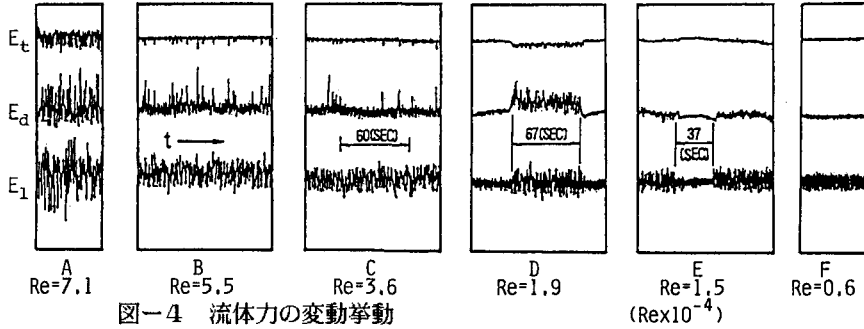
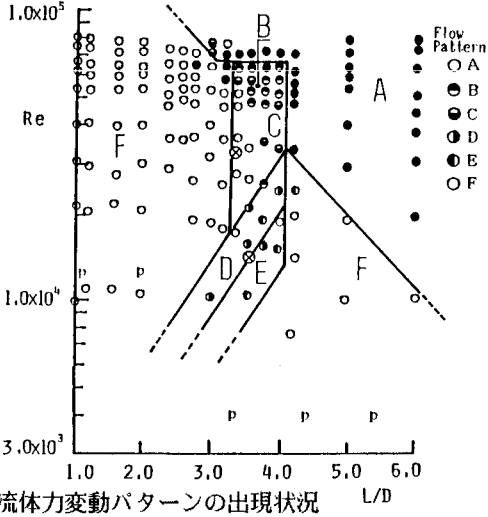


図-4 流体力の変動挙動

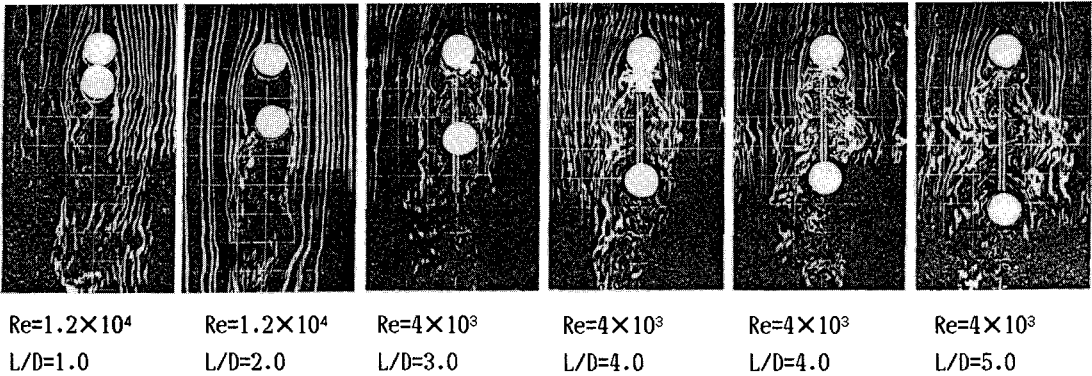


図-5 可視化写真