

II-213

並列三円柱の中央円柱に作用する流体力

山口大学大学院 学生員 ○奥 野 雅 晴
山口大学大学院 学生員 須志田 藤 雄
山口大学工学部 正 員 斎 藤 隆

1 はじめに、近年、複数の構造物あるいは構造物部材に及ぼす強風の問題としてそれらの空力特性が注目されている。並列三円柱に関する研究は数少ないが、揚力変動、流れの状態並びに後流流れ場の特性などから、円柱軸間距離によって後流流れ場、振動特性は4つに分類されることが明らかにされている。これらの研究のすべて円柱表面圧力分布の測定によって抗力を評価して、抗力や揚力そのものの変動特性並びにこれと流況との関連についての検討は行われていない。

本研究は、並列三円柱の中央円柱に作用する抗力、揚力、回転力の流体力の三成分を直接測定することによって流体力の変動特性を調べ、スモークワイヤー法によって三円柱周辺の流況を可視化して、流体力の変動特性と後流部の流況との関連について実験的に若干の検討を行ったものである。

2 実験装置と実験方法。実験は幅1m、高さ10cmの矩形断面試験部を有する貫流式風洞で行った。実験に用いた円柱は直径50mmのもので、上・下壁面の影響を除くため中央の流体力測定円柱の高さは60mmとし、両壁面に高さ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、直径7mmの真ちゅう棒の一部を3mm角に加工した部分に歪ゲージを張付け、片持梁の曲げ歪とねじり歪とから抗力、揚力、回転力を同時に測定した。

3 実験結果。図-1は、円柱軸間距離をパラメーターに、抗力係数をRe数に対して描点したものである。三円柱が密着している場合、Re数が小さいときはRe数に伴ない抗力係数は増大しているが、Re数が大きくなるとほぼ一定値となっている。この場合、可視化写真でみられるように、三円柱が一体として後流を形成（熊田らのAタイプ）して、より大きな物体の中央部分だけの流体力を抽出したとみられる。

円柱軸間距離が1.2の場合、側円柱の外側から大きな渦が放出されることによって後流は中央円柱に対して非対称（熊田らのBタイプ）となり、後述するように揚力にごく低周波の変動がみられる。

円柱軸間距離が2の場合、三円柱からの剝離渦の放出位相が全て異なる場合と、二円柱あるいは三円柱からの剝離渦の放出位相が一致するときとが間欠的に現れ、極めて複雑な流体力の挙動を示す。抗力係数はこの場合に最小値となり、図-2にみられるように抗力係数の飛躍現象がみられる。図-2中の曲線は熊田らの実験結果で本実験結果とよく一致している。

図-1、2から抗力係数の飛躍の度合いがRe数で異なるので、円柱軸間距離とRe数とを系統的に変えて

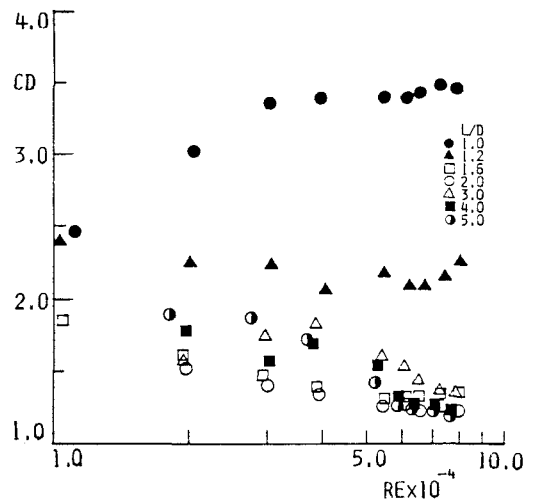


図-1 抗力係数とRe数の関係

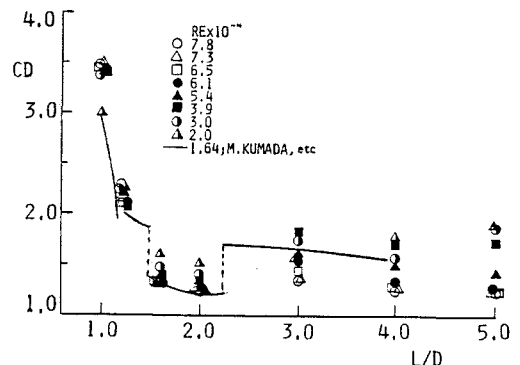


図-2 抗力係数と円柱軸間距離の関係

流体力の変動特性を調べた結果、図-3に示す4つの波形に大別できる。その特徴は次の通りである。

- A：流体力の変動は比較的安定していて、単円柱の場合における変動と類似している。
- B：この流体力の変動は円柱軸間距離が1.2の場合に起こり、揚力のごく低周波の変動がみられる。
- C：流体力の瞬間的に大きな流体力の単発的な出現が間欠的にみられる。
- D：三円柱からの渦放出位相と関連するとみられる極めて大きな流体力の群発が間欠的に出現する。

図-4は上述の4つの流体力変動パターンの出現状況を調べた結果である。図中の⊗描点は下掲の可視化写真を撮影した実験条件である。熊田らはRe数が 3×10^4 以下で円柱軸間隔をより密に変え、後流の平均流速を調べて後流構造を4つのタイプに分類している。熊田らの実験範囲において、熊田らの後流域のタイプ分けと本実験の流体力の挙動による分類とは一致していて、注目すべき結果である。

図-1と2において、円柱軸間距離が2と3の間における抗力係数の飛躍の度合はRe数が小さいときに大きく、Re数が大きくなるほど抗力係数の飛躍の度合は小さくなっていき、 $Re = 8 \times 10^4$ での両円柱軸間距離における抗力係数の値はほぼ同じ値となっている。図-4でRe数が小さい場合、円柱軸間距離を大きくしていくと、流体力の変動挙動はA→B→C→D→CorAと変化し、流体力変動挙動がDからCに変わるときに抗力係数の飛躍がみられる。一方、Re数が大きい場合は、円柱軸間距離を大きくしていくと、流体力の変動挙動はA→B→C→Aと変わっていて、Dの変動パターンは現れず、明確な抗力係数の飛躍現象がみられなくなる。

4 むすび、流体力を直接測定することによって流体力の挙動には熊田らが後流構造から分類した4つのタイプに対応して4つに大別することが出来、抗力係数の飛躍現象は円柱軸間距離だけでなく、その度合はRe数によって違い、Re数が大きい場合には飛躍現象が明確でなくなることが明らかにすることが出来た。

参考文献：熊田・他3名，機論，50-455（昭59），1699

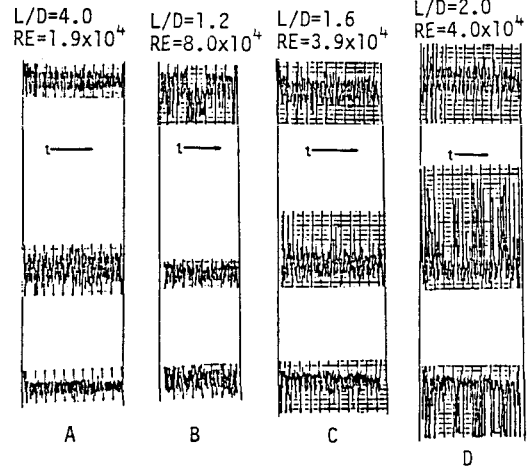


図-3 流体力の代表的変動波形

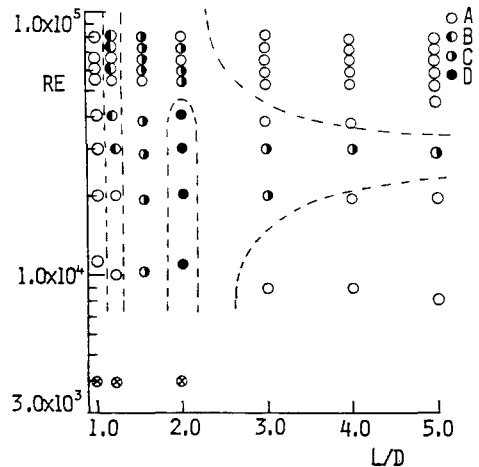


図-4 各変動流体力出現状況の分類

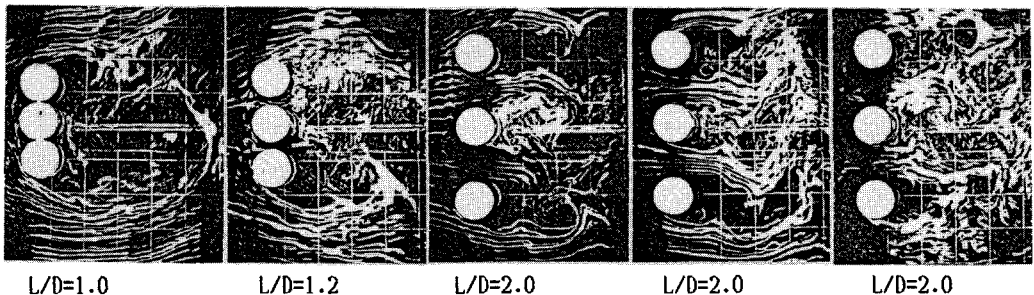


図-5 可視化写真 ($Re = 0.4 \times 10^4$)