

II-182

並列3円柱に作用する流体力の変動特性

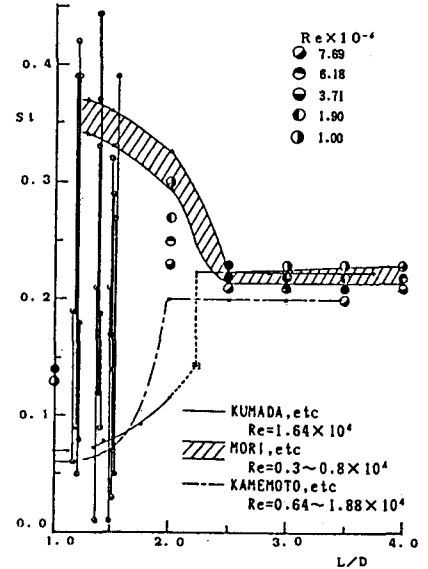
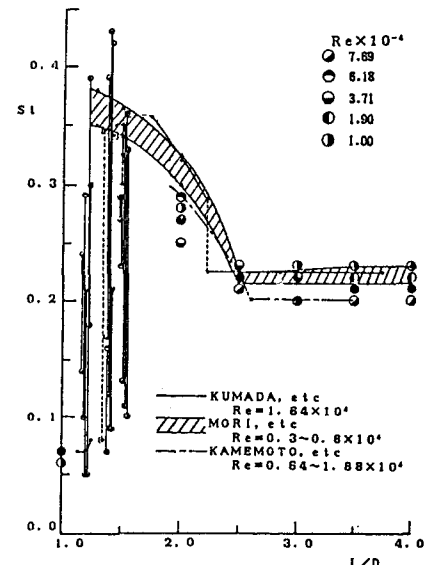
山口大学 正 斎藤 隆 学○奥野 雅晴
正 羽田野袈裟義

1 まえがき : 構造物の長尺化、装置の高速化に伴う部材の振動などの問題と関連して、近接して置かれた各部材の空力特性が注目され、多くの研究が行われているが、それらのほとんどは物体表面の圧力分布と物体近傍の速度変動の測定によって行われていて、物体に作用する流体力を直接測定しているのはごく少数であり、また、実験条件をも限定されていて、流体力の変動特性は十分解明されているとは云い難い。本研究は、並列に設置された3円柱に作用する流体力を直接測定して、各円柱に作用している流体力の変動特性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高さ10cm、巾1mの貫流型風洞で行った。実験に用いた円柱は直径5cmである。流体力測定部の上・下壁面には厚さ2cmのダミー円柱が設置されている。ダミー円柱の厚さは流体力測定部円柱に流体力が2次元的に作用している確認実験によって決められた。流体力は測定系としての固有振動数が1400Hzの片持梁を用いて、抗力・揚力の2成分を同時に測定した。

3 実験結果とその検討 : 中央円柱に作用する揚力の変動における卓越周波数から求めたストローハル数 St を、レイノルズ数 $Re = UD/\nu$ をパラメーターにして、円柱径で無次元化した相対軸間距離 L/D に対して描点したものが図-1である。図中にはP-N半導体ゲージで測定した森ら、円柱側後方の速度変動から求めた熊田らと亀本らの結果が記入してある。相対軸間距離 L/D が2.5以上の場合、本実験の結果をも含めて St 数は0.2~0.23の範囲内ではほぼ一定値である。相対軸間距離が2.5以下においては、半導体ゲージで測定した場合には相対軸間距離の減少によって St 数は大きくなるが、円柱側後方における速度変動から求められた St 数は逆に小さくなっている。本実験の結果をみると、相対軸間距離が2の場合は卓越周波数は1つであるが、 Re 数が大きいほど St 数の値は小さい。この傾向は森らの結果と同じであり、 Re 数が同じ場合の St 数はほぼ一致した値となっている。

相対軸間距離が1.5以下の場合、他の実験結果をカバーするように、ほぼ同程度のスペクトル密度を持つ複数の卓越周波数が存在する。以上の結果は、前年度年講ならびに20回乱流シンポジウムで報告した円柱列後方の流況と流体力の変動波形と密接に関連している。すなわち、相対軸間距離が2.5以上の場合は、 Re 数によってまれにスパイク状の変動波形がみられるが、流体力の変動波形ならびに円柱列後方の流況は比較的安定していて、各円柱か

図-1 中央円柱の St 数と L/D の関係図-2 側円柱の St 数と L/D の関係

らの渦放出が安定しているため流体力変動の卓越周波数が一つである。相対軸間距離が2の場合は、各円柱からの放出渦の位置パターンの変化によって、抗力には激しいスパイク状の変動波形が存在するが、揚力には抗力のような変動がみられなく、 Re 数による各円柱間の干渉の度合いが異なることによって、 Re 数によって St 数が異なるものとみられる。相対軸間距離が1.5以下の場合には、抗力・揚力の両者、あるいはそれぞれにスパイク状あるいは間欠的なステップ状の変動波形が円柱列後方の流況パターンに対応してみられる。流体力が間欠的にステップ状に変化すると、各期間における卓越周波数が異なることによって複数の卓越周波数が存在することになる。

図-2は側円柱のストローハル数 St と相対軸間距離との関係を描点したもので、中央円柱の場合とほぼ同様な結果となっていて、相対軸間距離が2以下では円柱列後方の流況パターンと関連で、各円柱間に強い干渉がみられる。

図-3は中央円柱、図-4は側円柱に作用する抗力ならびに揚力の変動強さを抗力係数、揚力係数の形で表し、相対軸間距離をパラメータにして、 Re 数に対して描点したものである。図より、 Re 数が 5×10^4 以上における抗力変動係数、揚力変動係数は相対軸間距離によってほぼ一定の値となっているが、 Re 数が小さくなると各変動係数とも急激に大きな値となっている。抗力の変動係数は、相対軸間距離による違いはほとんどみられないが、揚力の変動係数は、相対軸間距離が2.5を境にして、変動係数の変化の度合いが大きい Re 数の範囲が異なっている。

4 まとめ : 並列3円柱に作用する流体力の変動特性を実験的に検討した結果、流体力の変動は円柱列後方の流況パターンと密接に関連して、相対軸間距離が2以下では流体力は極めて複雑な挙動をし、 Re 数が大きい場合の変動流体力の強さは単円柱に作用する平均抗力の一割程度であるが、 Re 数が小さい場合は、変動流体力の強さは単円柱の平均抗力よりも大きな値であることが明らかとなった。

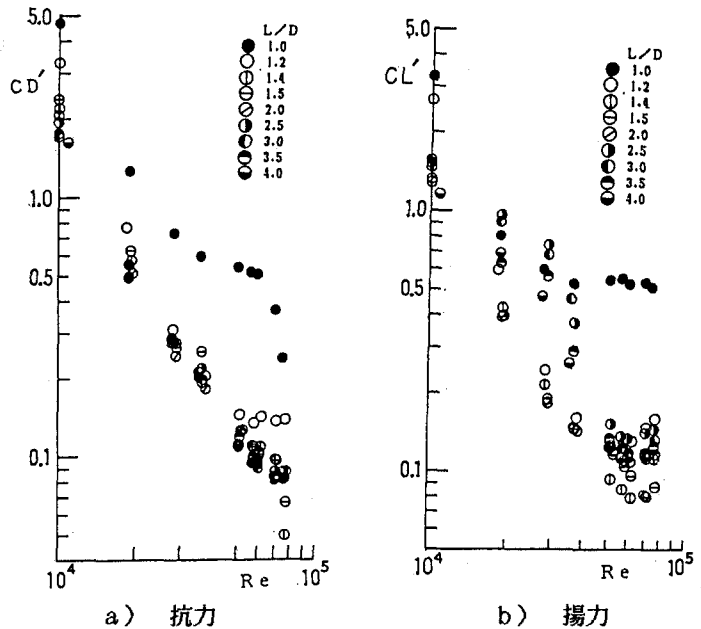


図-3 中央円柱に作用する流体力の変動強さ

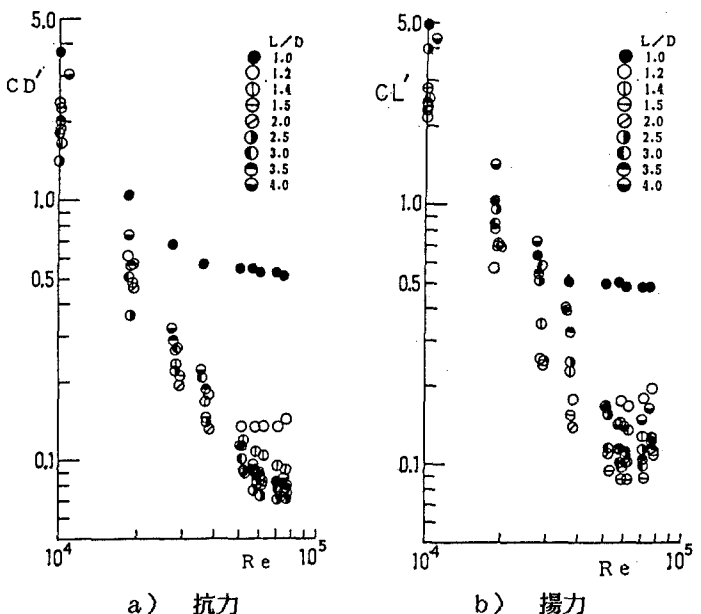


図-4 側円柱に作用する流体力の変動強さ