

## 円柱群後流の干渉

佐藤 浩、斉藤博之助、中村 宏（流れ研究集団）

The interaction of wakes behind circular cylinders of various sizes

H.Sato, H.Saito and H.Nakamura

Institute of Flow Research

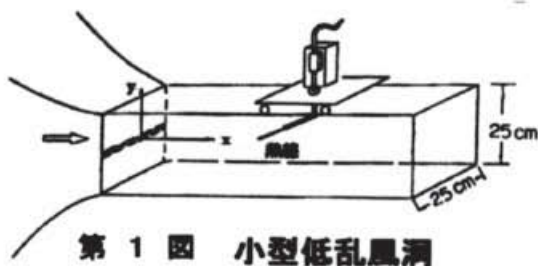
### ABSTRACT

A small-scale experiment was made on the interaction of wakes behind circular cylinders of various diameters. The purpose of the experiment is two-fold, one is to clarify the mechanism of vortex streets formed in the wake, the other is to use the flow around cylinders as a model of the human society. The concept of "fluid dynamic impedance" was introduced. The usefulness of the model may be found in the future investigation.

### 0. はしがき

直径の等しい2本の円柱の周りの流れについては前回に報告されました。今回は直径の違う2本の円柱について行われた実験の結果を報告します。

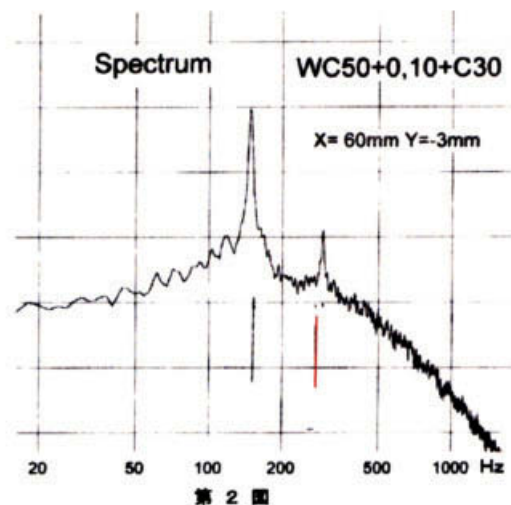
実験の様子は第1図に示されています。測定部断面が  $25\text{ cm} \times 25\text{ cm}$  の乱れの弱い風洞で熱線風速計を用いた測定が行われました。風速はすべてに  $4\text{ m/s}$  です。データはすべてデジタル化されて処理されました。2本の円柱の相対位置には



3つの型があります。並列、直列、混合列です。

### 1. 並列配置

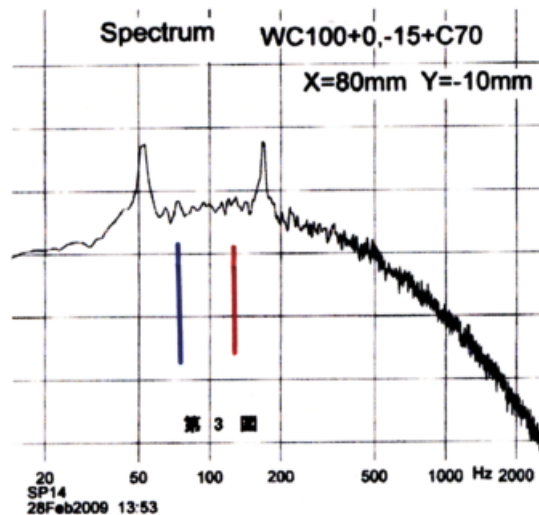
最初の実験は流れに対して横に並んだ並列配置です。この配置では並んだ2つの円柱から作られた渦列が下流で重なり合っており、干渉することが期待され、それがどのようなものかが分かるはずですが、



第2図

第2図は直径が3mmと5mmの円柱を15mmの心と心との間隔で並べたときのスペクトルで、間隔が直径に比べて大きいので二本の縦線で示した線スペクトルは各々が独立のときのスペクトルと完全に一致し、干渉して新しい渦列を作る現象は無いことを示しています。

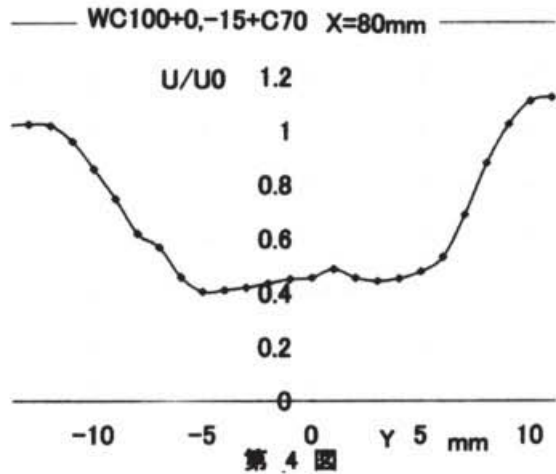
これと対照的なのが第3図で円柱の直径が7mmと10mmになっています。このときは現れる周波数は独立の場合に比べると大きくずれています。両方から近づいているように見えます。中心間の間隔は第2図と同じ15mmです。両方の円柱から出る渦列は強い干渉を見せています。



このときは後流の速度分布は第4図のように、お互いが解け合ったようなものになっています。このような平均速度分布で何故、第3図のようにお互いの線スペクトルがスペクトル空間で近づくような物になるのかというメカニズムはよく分かりません。

この第2図と第3図とに共通して言えるこ

とは スペクトルの測定で線スペクトルの

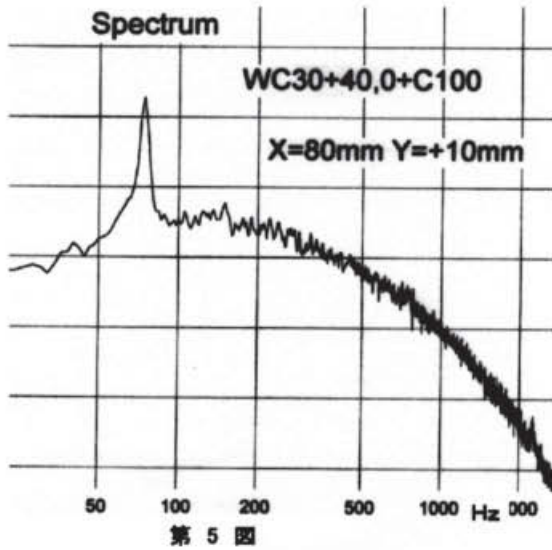


周波数の和や差の周波数成分の発生が観察されないことです。即ち二つの渦列対は非線形の干渉をしないのです。これは大事な結果だと思います。

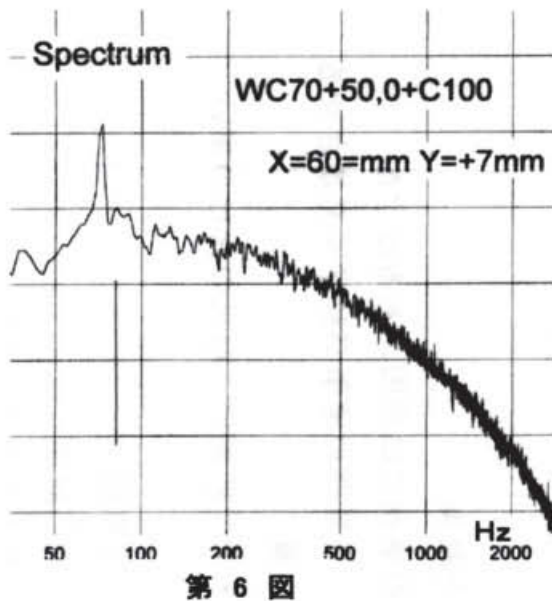
## 2. 直列配置

流れに並行に二本の円柱が並んでいるのが直列配置です。この場合は上流側の円柱が下流側に比べて大きいのか、小さいかどうと違った結果になります。第5図は上流が10mm、下流が3mm直径の場合のスペクトルです。10mm直径の渦列である、80Hzの成分はあきらかに観測されるのに反して、3mm直径の渦の周波数である200Hz付近の成分はまったく観測されません。このことを我々は遮蔽効果と呼んでいます。

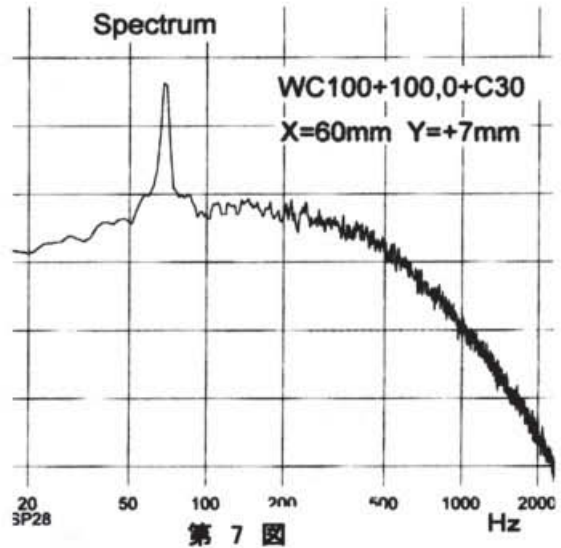
同じようなスペクトルを第6図に示しま



す。これは10mm円柱と7mm円柱の組み合わせで、その間隔は50mmです。上

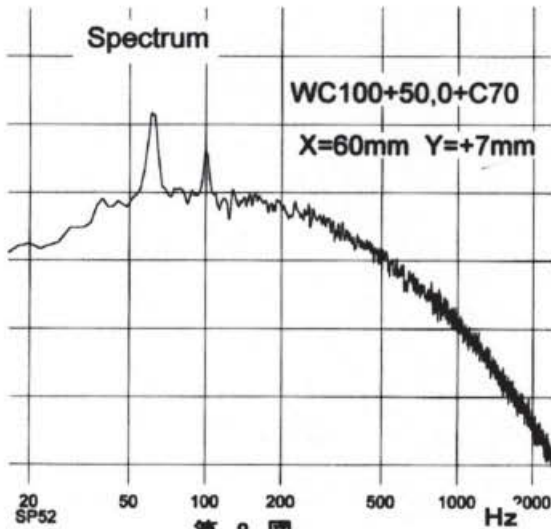


流、下流の直径の違いが少ないときには遮蔽効果は小さいのですが、その場合でも上流の10mm直径に相当する80Hz成分ははっきりとあらわれ、7mm直径に相当する成分はよく分かりません。



次に上流の円柱が細くて、下流の円柱が太い場合を調べます。

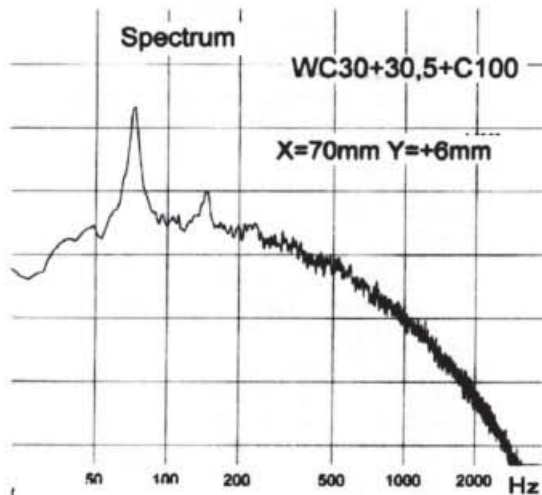
第7図はその一例です。上流の円柱が直径30mm、下流が直径10mmで、間隔は100mmです。上流の円柱による270Hzの成分は完全に消滅して、10mmの円柱に相当する80Hzの成分だけがはっきりと認められます。このことは下流側の円柱による上流側の成分の消滅という形です、このことは他の直径の組み合わせでも全く同じです。第8図はそれを物語ります。この場合に直径の比は7mmと10mmと言うものですが、2つの円柱の作る渦列は少しく変化されて、二つの線スペクトルとして現れています。ここでも2つの円柱の直径が近いときには影響が少ないということが観察されます。この線スペクトルの周波数のずれについてはもっと詳しい実験が必要と思われます、



第 8 図

### 3. 複合配列

これは2つの円柱が流れ方向とそれに直角な方向の両方にずれているという。やや複雑な場合です。



第 9 図

並列と直列の両方の特質を持っていることが期待されます。

別の言葉で言えば、上流の円柱で作られ

た速度の剪断の中に円柱を置いて、それから作られる渦列はどんな姿をしているかを知りたいというのと同じ事です。ただし剪断の強い場所では乱流変動のエネルギーも大きいので、その影響が入ります。純粋に速度剪断の影響だけとして取り出すことは難しいのです。

第9図は二本の円柱をx方向には30mm、y方向には5mmずらしたときのスペクトル測定の結果です。上流の直径10mmの線スペクトルの周波数が少しずれて現れているほかに150Hzあたりの成分が見られます。これが元の周波数の2倍の高調波なのか、別の機構で発生したものかはよく分かりません。

### 4. 流体インピーダンス

流体力学の成果として、理想的なのはそのような物体が、どのように分布していても、それによる流れを手短かに、ハッキリさせると言うことです。多数の円柱が同時に存在するような時に、注目する円柱を一つ決めて、その他の円柱を環境を形成するインピーダンス(fluid dynamic impedance)として見るようにする。複雑流の扱い方についての一つの提案です。これは電気工学で、色々な抵抗やコンデンサーや、インダクタンスのような雑多な回路素子をひとまとめとして、インピーダンスとして扱うのと似ています。それによって複雑流をひとまとめにして、扱うことが出来るのです。ただ実際の流れについてはそれなりの組織的な実験と数値計算とが必要です。この実験では円柱の数を2本に限っていますが、将来はもっと、もっと複雑なものに挑戦したいと思います。