

2次元複雑後流の乱雑化

佐藤 浩、斉藤博之助、中村 宏 （ながれ研究集団）

The randomization process of 2-dimensional complicated wakes

H.Sato, H.Saito and H.Nakamura

Institute of Flow Research

ABSTRACT

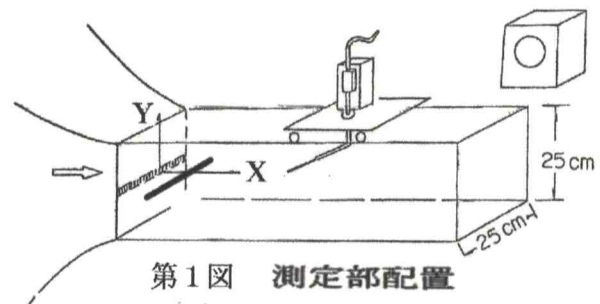
The detail of randomization process of 2-dimensional complicated wakes is studied by experiments in a wind-tunnel. A wake is formed by mixing a separated layer and the vortex street from a circular cylinder immersed in the wake. A screen was placed perpendicular to the free stream,

The degree of randomization is expressed numerically by the newly-introduced wavelength and amplitude analysis.

0. はじめに

2次元後流の作り方には2つのやり方があります。一つは流れを通す網を流れに直角に置くことです。この時は剥離層が両方の角に作られ、それが下流で合体して後流になるものです。音を送り込むと、音によって作られた速度変動は下流に向かって成長したのちに、乱雑化します。もう一つは細い丸棒を流れに垂直に置くことです。この時は棒の下流に渦列が作られます。この渦列も下流で乱雑化します。この両方を比べ、また両方が同時に存在するときどんなことになるかを調べるのがこの研究の目的です。

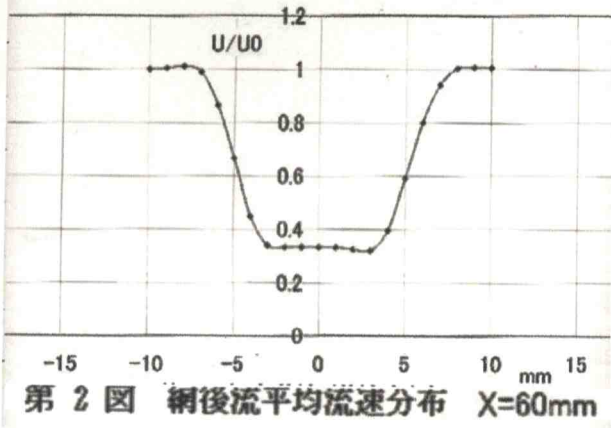
第1図は測定部の配置です。小型の風洞で、図で見えるのは上流側の網と、下流側の丸棒です。トラバース装置に熱線風速計が取り付けられています。右上に見えるのは流れに音を送り込むスピーカーです。



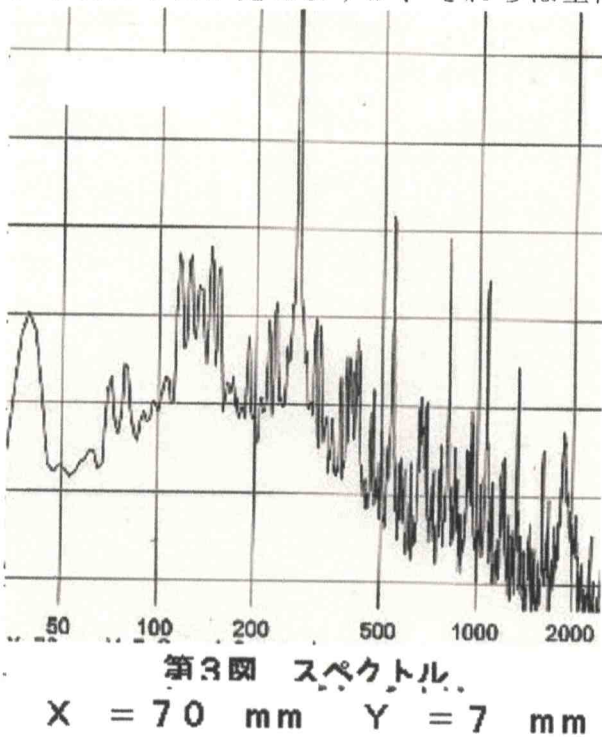
第1図 測定部配置

1.1. 網の後流

使われたのはメッシュ40の真鍮網で、幅は8mmです。これを流れに垂直に置きますと、流れの一部は網を貫通し、網の両端では剥離して一対の剥離流を作ります。それが第2図に示されています。Xの原点は網の位置です。中心線付近は一様流のほぼ0.3倍の流速で、そこに後から円柱を置くのです。左右には一対の剥離層が見えます。X=70mmの場所でのスペクトル



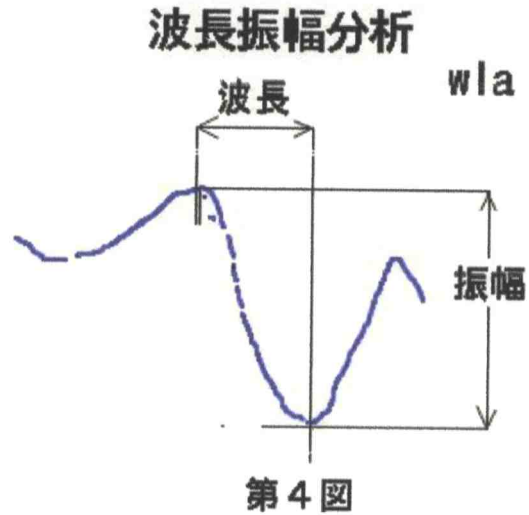
は第3図です。入れた音の270Hz以外にも沢山の山が見えますが、それらは室内



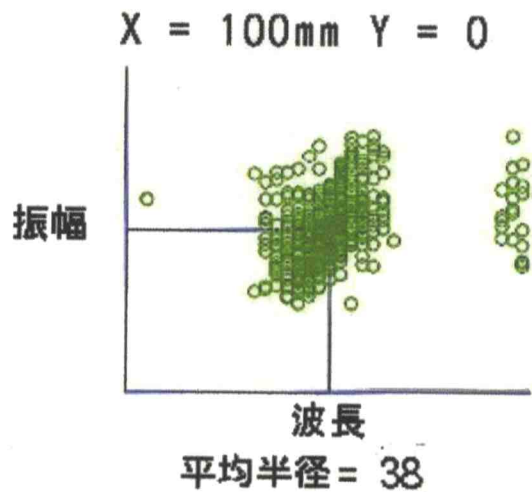
の雑音によるものです。縦軸の1目盛りは10dbですから270Hz成分は卓越しています。スペクトルはX=300mmあたりでは鋭い山のない、連続的なものになり、乱雑化がそのあたりで終了したことを示します。

2. 波長振幅分析

スペクトルは周波数成分をはっきりと表わしてくれますが、乱雑化がどれだけ進行したかを定量的に表わしてはくれません。そこで、波形の一つ一つを分析することに

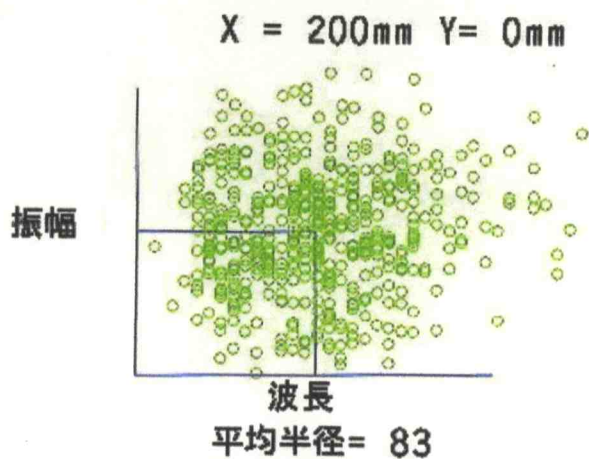


しました。第4図を見て下さい。変動の波形を一つずつ追跡して、波長と振幅を求め、そのおのをおのを平均して、平均値で無次元にされたものを振幅-波長平面に表したものが散布図です。振幅と波長が一定の規則正しい変動では沢山の点が重なって、第5図のようになります。各点の(1, 1)からの半径を平均して、100を掛けたものが平均半径で、これは乱雑さの度合いを表現する数と考えることが出来ます。下流の



点での値が第6図に示されています。この平均半径は純粋な正弦変動でゼロです。80から100近くになると乱雑化が完了し

たと思ってもいいでしょう。第6図は散布

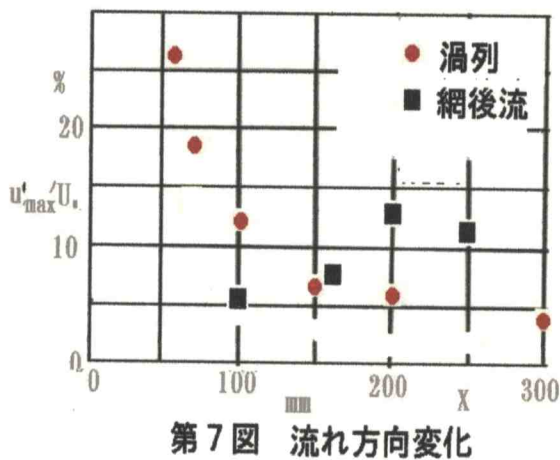


第6図 波長振幅散布図

図が十分に広がって、乱雑化がほぼ完了したことを表しています。ここで注意したいのは乱雑化には、はっきりした境界というものが本質的に存在しないということです。これで十分に乱雑化したとは言えないということです。

3. 網と渦列との比較

円柱の後ろに出来る渦列には倉庫がいっぱいになるほどの研究成果があり、ここで付け加える必要はありません。一つだけ注意をして貰いたいのは、乱雑化が円柱の渦列では渦が減衰しながら起きるのに対して、網の後流では変動が成長しながら乱雑化が起きることです。第7図はあるXでの

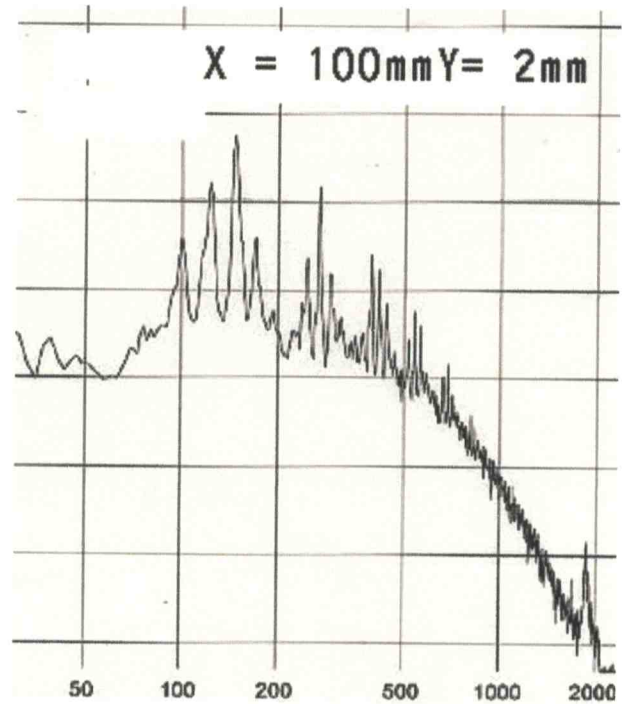


第7図 流れ方向変化

速度変動の最大値を流れ方向にプロットしたものです。渦列では25%を超えるよう

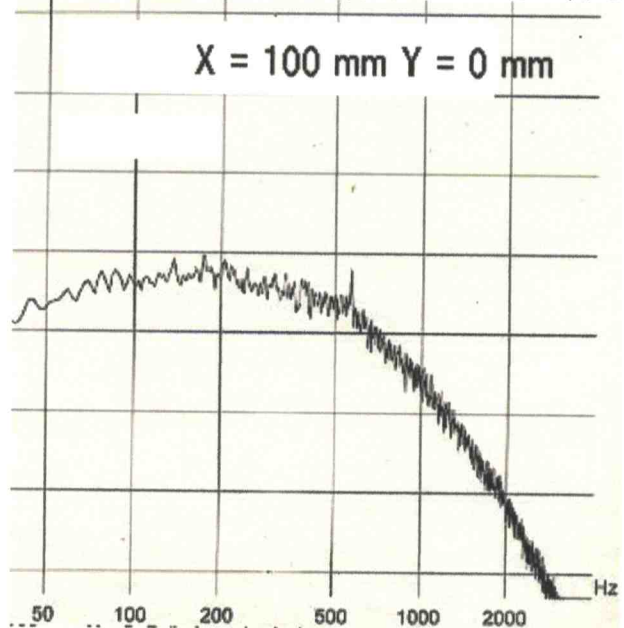
な強い変動から徐々に減衰してゆくのにに対して、網ではほとんどゼロからスタートしています。この大きな違いが乱雑化に影響をしないわけではありません。

それでは渦列と網後流で、乱雑化ノメカニズムはどのように違うのでしょうか。



第8図 スペクトル 網後流

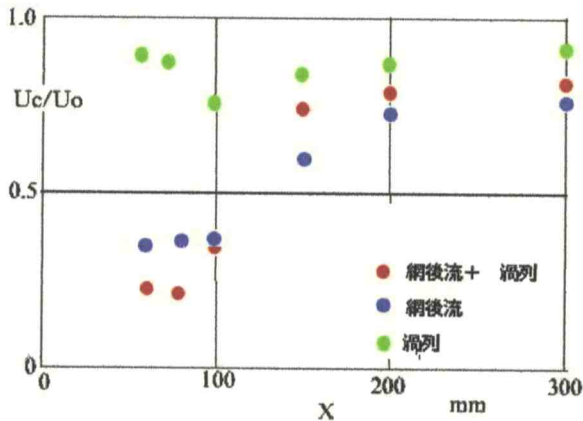
第8図は網後流のX=100mmでのスペクトルで、第9図は渦列についての同じ



第9図 スペクトル 渦列

ぐらいの場所でのものです。すぐ分かることは渦列ははやく乱雑化することで、特徴的な線スペクトルは、早々と消滅して、殆ど連続スペクトルになっていることです。

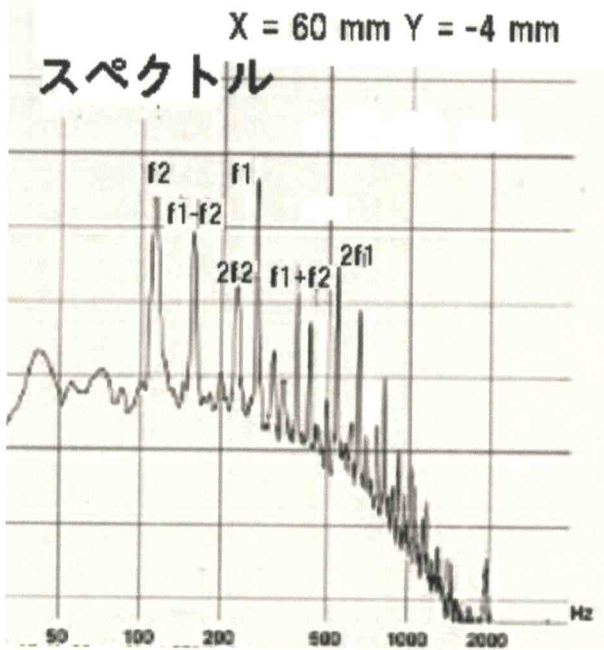
4. 渦列と網後流との共存



第10図 中心線上平均風速

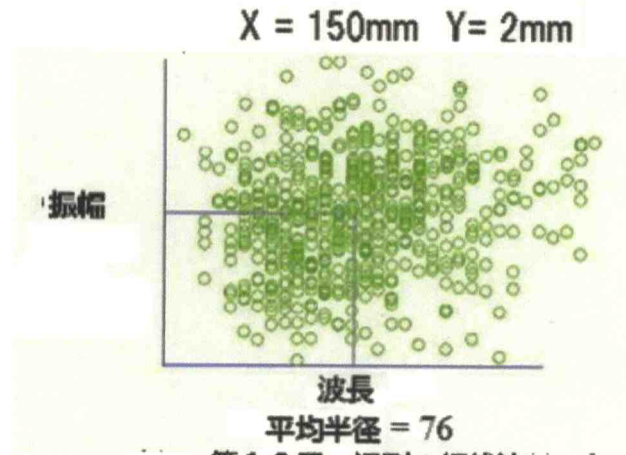
円柱を網の後流の中に入れて、両方の干渉を調べました。

第10図は中心線上の平均風速の流れ方向の変化の有様です。X = 100 mmあたりまでは色々に分かれています、結局は段々と一つにまとまっていくことが分かります。

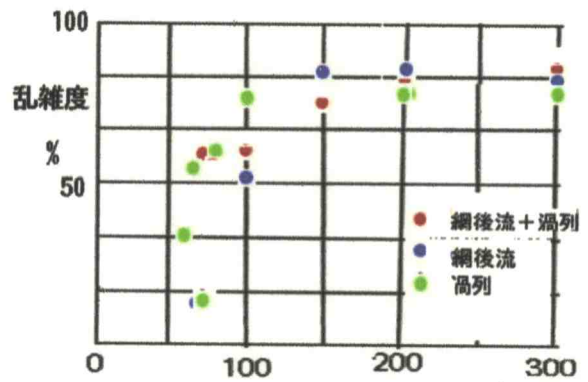


第11図 渦列+網後流

非線形干渉で新しいスペクトル成分が現れるかを調べたものが第11図です。f1は後流の作る基礎周波数成分、f2は円柱による渦列の周波数です。両方の成分の和や、差や、2倍の成分が現れることがはっきりと示されています。これで、後流と渦列が相互非線形干渉をすることが、分かりました。



第12図 渦列+網後流



第13図 平均乱雑度 (Y = 0,2,4 mm)

波長振幅分析については第12図はその一例です。この場合、平均半径は76で、これは乱雑度としてほぼ乱雑化は終了した結果です。

色々な実験条件で得られた乱雑度を第13図に示しました。乱雑度はy-方向に激しく変化しますので、ここではy-方向3点の平均を取ってあります。これを見ると、実験条件による相違は小さいようです。