

ネットワーク管路内の振動特性

福山大学工学部 正会員 梅田眞三郎

福山大学大学院 学生員○神原 英知

1. まえがき

筆者ら^{1), 2)}は、菱形形状流路のネットワーク管路下流端の噴流がフリップフロップ現象を起こすことを発見した。また短冊板群内における隙間からの噴流の流れが短冊板の配列の違いにより短冊板背後で異なることを明らかにした。いずれの流れにも後流渦が関係し、その特性説明が求められている。

本研究では、二次元レーザ流速計(LDV)を用いて噴流の乱れ計測を行い、その周期変動解析から後流渦の動きとフリップフロップ現象の説明を試みた。

2. 実験方法

Fig.1に示すような循環水路の試験区間に短冊板群と菱形形状流路群のそれぞれの管路を設置した。短冊板群内の流れ²⁾については、幅 5mm、厚さ 10mm に対して、長さが 25mm と 45mm の2種類の短冊板を直列及び千鳥配列とした種々の短冊板群内の管路を用いて流れを調べてきた。今回は、短冊板の長さが 45mm で、隙間の中心線の交差角(配列交差角)が 30° のものとそれに縦方向にも短冊板を付けた十字型のものの2種類を選んだ。さらに、短冊板の長さが同じ 45mm で、配列交差角が 60° のもの及び 30° と同様の十字型のものも2種類選んだ。それぞれは、既に Type 30-2、Type 30-3、Type 60-1 及び Type 60-2 と名づけられている。一方、菱形形状流路を有するネットワーク管路は、アクリル樹脂板に 4mm の深さと 8mm の幅で左右の方向に 30° の角で交差する溝切り加工したものを用いた。すなわち流路まわりには鋭角の部分が 30° となる菱形が配置された管路を用いた。その管路は、Type D30-1 と名づけた。

以上の管群内で LDV を使い、噴流や後流境界付近での速度変動結果からスペクトル解析を行った。それぞれの流れの変化は、上流側水槽の水位 H_u を変えることによって行った。一方、下流端流量を短冊板の隙間の断面積及び菱形形状流路の交差部の断面積で割って平均流速 U を求めた。またそれらの断面における水力直径 h_D を代表長さとするレイノルズ数 $Re = U \cdot h_D / \nu$ を求めた。

3. 実験結果と考察

それぞれの管路内での噴流の流速変動を二次元 LDV で測定した結果では、流れに直角方向の流速成分 v の乱れの時系列データに周期的変動がみられたので、そのスペクトル解析を行った。それらの結果の二例を Fig.2 と 3 に示す。また Re 数の違いによる卓越周波数の変化を Fig.4 に示す。

交差配列角が 30° の場合には、Fig.2 に一例を示すように、どの Re 数に対してもパワースペクトルにはっきりとした卓越周波数が現れている。しかも Fig.4 にみられるように、 Re 数の増加とともに卓越周波数が増大している。それに対し

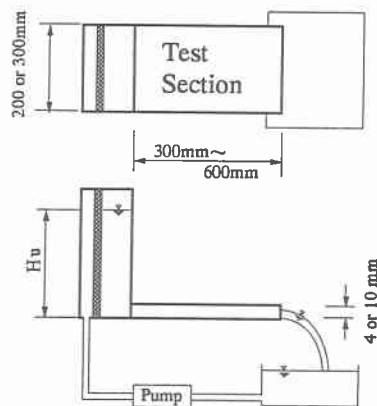


Fig.1 Schematic of experimental setup

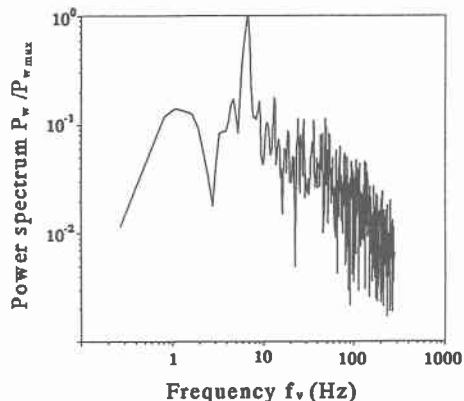


Fig.2 Power spectrum for Type 30-2

配列交差角が 60° の Type 60-1では、Re数の増加に対して卓越周波数が大きく変動している。すなわち、それぞれのパワースペクトルの変化には卓越周波数以外の周波数に対するパワースペクトルが大きくなり、白色雑音を示すスペクトルに近づいている。しかしながら Type 60-2では、同じ十字型の Type 30-3 と同様に、Re数に対して卓越周波数が緩やかに増大している。

一方、Type D30-1の菱形形状のものについては、Fig.3 に示すように卓越周波数が 1.36Hz を示し、他のものに比べ小さくなっている。またそのRe数に対する変化も Fig.4 にみられるように緩やかに上昇している。

次に、卓越周波数 f_v を用いた Strouhal数の Re数に対する変化を Fig.5に示す。なお、卓越周波数に変動がみられた Type 60-1の結果は除いている。いずれの Typeの場合にも、Re数の変化に対して St数はほぼ一定の値を示している。円柱の後流域でのカルマン渦列振動の St数³⁾は、今回のRe数の範囲では 0.19~0.21 となっている。それと比較すると、各管路内の渦による振動は周期のかなり長いものとなっている。特に、Type D30-1ではかなり長周期のものとなっている。これは、渦の連結振動が上流側から下流側へと伝播する形の振動でもあるためと思われる。

以上のようなLDVによるスペクトル解析からネットワーク管路内の噴流には、物体背後の後流の動きに連動した興味ある振動特性がみられることを明らかにすることができた。

4. 結論

配列が異なる短冊板や菱形形状のネットワーク管路における噴流と後流の動きとの関係をLDVなどを用いて可視化を行った結果、次のような結論を得ることができた。

- (1) 交差配列角の違いにより噴流のスペクトル特性が異なることが明らかとなった。
- (2) 物体形状の違いにより噴流のパワースペクトルにおける卓越周波数の値が大きく異なることが明らかとなった。

なお、本研究を進めるにあたって「中国電力技術研究財団」及び「ウエスコ土木技術振興基金」による研究助成を得た。ここに記して謝意を表する。

<参考文献>

- 1) 梅田眞三郎、Wen-Jei YANG：ネットワーク管路における流況特性、可視化情報、Vol. 16、No.61(1996)、28-36
- 2) 梅田眞三郎、Wen-Jei YANG、高橋俊正：短冊板群内における衝突噴流の流れの可視化、可視化情報、Vol.16、Suppl. No.2(1996)、215-218
- 3) H. Schlichting：Boundary-Layer Theory、7th. ed.(1979)、32

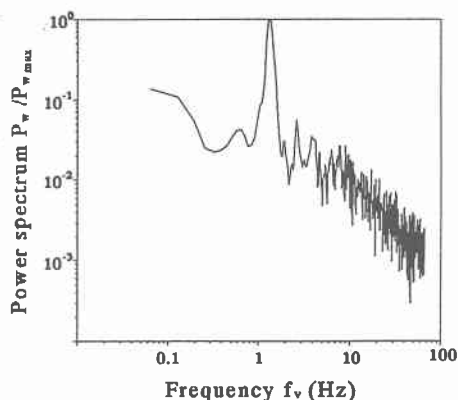


Fig.3 Power spectrum for Type D30-1

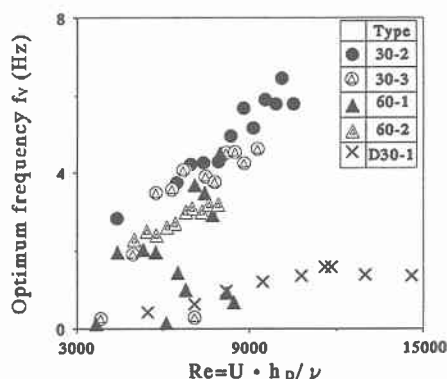


Fig.4 Change of optimum frequency f_v versus Reynolds number

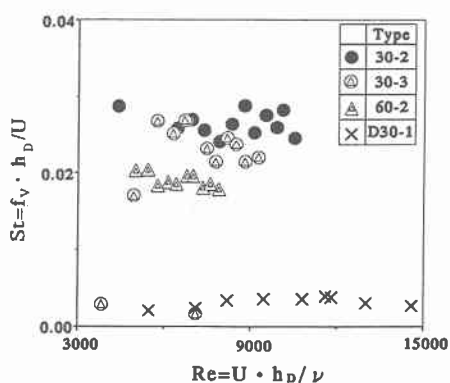


Fig.5 Change of Strouhal number versus Reynolds number