

(Ⅱ - 8) 幅の狭い開水路に発生する渦の特性

足利工業大学大学院 学生員 小林哲也
足利工業大学 正会員 上岡充男
足利工業大学 正会員 新井信一

1. まえがき

クラインらが壁から発生する馬蹄形の渦構造を発見し、この渦が乱流生成に大きな役割を果たしていることが見いだされた。一方、著者ら¹⁾は、幅の狭い水路には馬蹄渦以外の渦構造が存在することを報告した。しかしその渦構造の詳細はいまだ明かではない。ここではこのような幅の狭い水路における底面と側面から発生する渦の性質の一部を調べてみた。

2. 実験方法

計測は、図1に示す長さ11.05m、幅0.15mの開水路の絞り部終りより6.3mの所で実施した。絞り部にフルオレセインナトリウムの水溶液を投入し、計測横断面にA r イオン

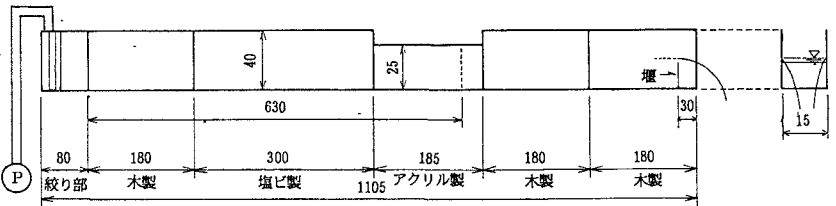


図1 実験水路 (単位cm)

レーザーのシート光を照射し、開水路の底面と側壁から発生する渦を可視化した。また、A r イオンレーザー流速計（1次元FLV）で横断面内の主流流速も計測した。実験のRe数は代表長さに水深hをとって、可視化が比較的良好な $Re = 4000$ である。図2は水路横断面に発生する双子渦²⁾のパターンを示している。この図は上流からみた水路横断面であり縦軸と横軸を図のごとくとする。これらの渦の高さと渦根の位置及び発生個数を調べた。なお、摩擦速度 U_* は、6回計測した水路の水面勾配Iの平均値 $1/6357$ をもちいて $U_* = \sqrt{g \times R \times I}$ より求めた。

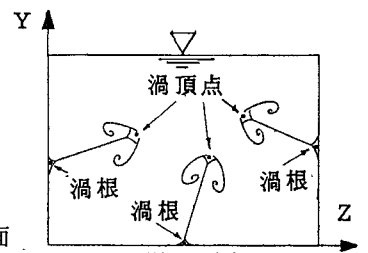


図2 渦のパターン

3. 実験結果

記録時間16分中に水路底面から発生する渦が575個、右壁面より発生する渦が288個、左壁面より発生する渦が420個観測された。図3はそれらの渦根と渦頂点を結んだものである。

図4、6は左壁面と右壁面の渦根の位置とその度数分布である。横軸は水深方向Yを無次元化した $Y^+ = Y \times U_* / \text{動粘性係数}$ である。縦軸は発生個数である。図5は底面の渦根の位置とその度数分布である。横軸は、水路幅方向をY軸と同様に無次元化した Z^+ であり、縦軸は発生個数である。図5の特徴は

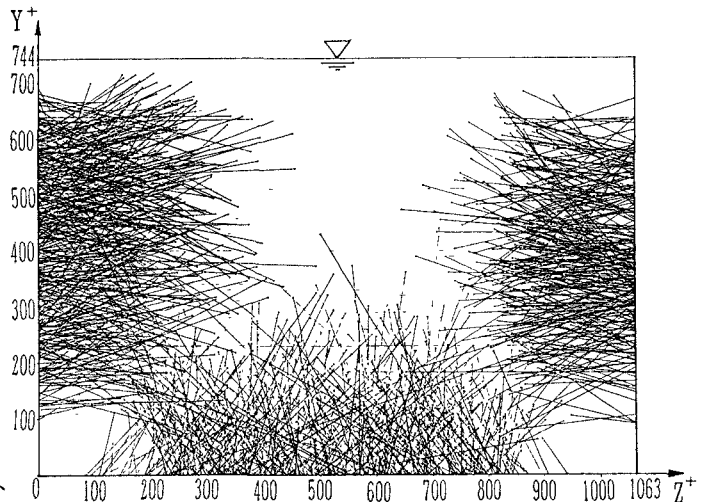


図3 双子渦の発生状況

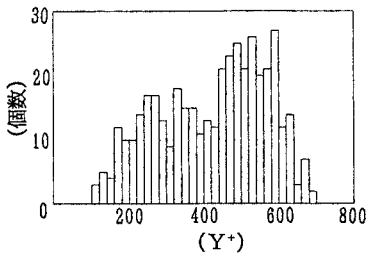


図4 左壁面の渦根の度数分布

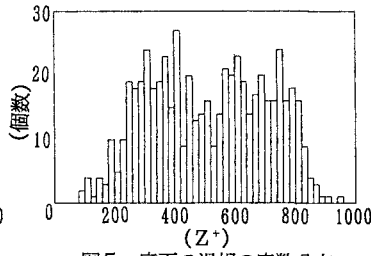


図5 底面の渦根の度数分布

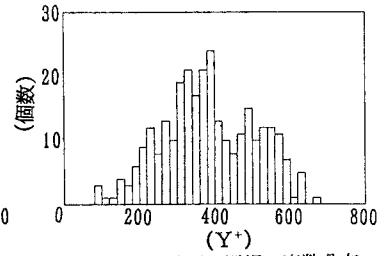


図6 右壁面の渦根の度数分布

$Z^+ = 240 \sim 420$ と $540 \sim 800$ に渦が多くみられる。このように度数の大きな山が2つあることが、図4と図6でも確認できる。すなわち図4では $Y^+ = 240 \sim 320$ と $440 \sim 600$ 、また図6では $Y^+ = 300 \sim 400$ と $480 \sim 600$ で度数の増加が見られる。ただし左壁面では Y^+ の大きい方が、また右壁面では Y^+ の小さい方が度数が高くなる。次に図7は底面より8mmにおける時間平均流速 $\bar{u}$ で、横軸は下が無次元距離 Z^+ 、上が水路幅の実寸法である。これを図5に照らし合わせてみると渦の多く発生する位置と流速の遅くなる位置がほぼ一致する。

図8, 9, 10は、それぞれの壁面から発生する双子渦の成長高さの度数分布を示す。横軸に無次元距離及び無次元高さをとり、縦軸に個数を示す。この3つの図の共通の特徴は、一つのピークがありそれを境に比較的なだらかに減少することである。また図9の底面から発生する双子渦の成長高さのピークの位置が $Y^+ = 100 \sim 140$ なのに対し図8, 10の両側壁面からのピークは $Z^+ = 160 \sim 240$ である。従って側壁面壁面からの渦の方が大きく成長する傾向がある。

4. あとがき

幅の狭い開水路で、側壁から発生する渦と底から発生する渦を可視化し、読みとり、比較した結果、その差異の一部が明らかになった。今後は、 Re 数を変えた実験を試みてデータをより多く取得し、渦の性質をさらにを解明して行きたい。なお、実験及び解析にあたり、卒研生の岩下敦之君、紀平拓哉君、新田孝一君の尽力を得たことをここに記して感謝する。

(参考文献)

- 1) 高橋、諏訪、新井、岩崎：開水路内層内渦構造の3次元的可視化の試み，47回年講，1992
- 2) 新井、岩崎、上岡、小林：開水路内の乱流構造に及ぼす側壁の影響，48回年講，1993

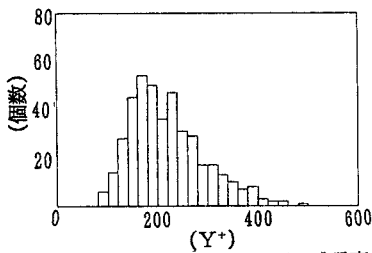


図8 左壁面から発生する渦の成長高さ

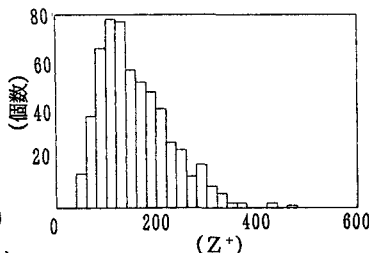


図9 底面から発生する渦の成長高さ

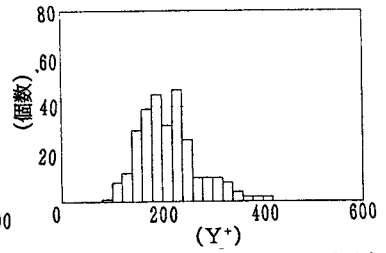


図10 右壁面から発生する渦の成長高さ