

(Ⅱ - 3) 幅の狭い開水路に発生する内層内縦渦の特性 (第2報)

足利工業大学大学院 学生員 ○小林哲也, 学生員 岩下敦之
足利工業大学 正員 新井信一, 正員 長尾昌朋
正員 上岡充男

1. まえがき

著者らは、幅の狭い開水路に発生する内層内縦渦構造の特性を調べてきた^{1) 2) 3)}。前報までに、縦渦の成長高さが幅広水路では高々 $Y^*=100$ と言われているのに対し幅の狭い水路では100を超えるものが存在することと、縦渦の成長高さは、底面から発生する縦渦より左右側壁から発生する縦渦の方が高いことを報告した。この結果は、水路幅が狭いことによる側壁の影響であると考えられた。そこで今回は、水路断面のアスペクト比(幅 B /水深 H)が3.66と1.43の流れを可視化するとともに流速も計測し、相対的に幅の広い水路と幅の狭い水路の流れを比較した。

2. 実験方法

実験は、長さ11.05m, 幅0.15mの開水路の上流端より6.3m下流の断面で実施した。上流端にフルオレセインナトリウムの水溶液を投入し、計測地点の水路横断方向にArイオンレーザーのシート光を照射し、開水路の底面と左右側壁から発生する縦渦を可視化した。また、計測断面内の主流方向の流速をArイオンレーザー流速計で計測した。計測時間は1点につき40.96秒である。代表長さに水深 H をとった Re 数は、前報と同じく可視化が比較的良好な4000である。図1は実験断面に現れる渦のパターンである。縦渦は実験断面に出現すると同時に段々小さくなって消える。その縦渦の最大高さ時の頂点を渦頂点、根元を渦根とし、これらの発生状況を調べた。なお、水深方向の縦軸 Y は $Y^*=Y \times U_*/\nu$ 、動粘性係数、同様に水路幅方向の横軸 Z は $Z^*=Z \times U_*/\nu$ 、動粘性係数のように無次元化した。ここで U_* は摩擦速度である。 U_* は水路底面中央部における粘性底層での流速分布を計測し、その勾配から $B/H=1.43$ の場合 $U_*=0.274\text{cm/s}$ を $B/H=3.66$ の場合 $U_*=0.609\text{cm/s}$ を得た。

3. 実験結果

図2は $B/H=1.43$ の縦渦の発生状況の図で、記録時間16分中に水路底面から発生する渦が575個、右側壁より発生する渦が288個、左側壁より発生する渦が420個観測された。また、図3は図2同様に $B/H=3.66$ の場合で、記録時間2分中に水路底面から発生する渦が540個、右側壁より発生する渦が250個、左側壁より発生する渦が250個観測された。

図4、5、6は、左側壁、底面および右側壁から発生する縦渦の成長高さの頻度分布である。 n は発生個数、 N は発生総数である。この結果から次のことがわかる。 $B/H=3.66$ の場合、底面からの縦渦の成長高さは、たかだか $Y^*=100$ となり佐賀らの⁴⁾幅広水路の結果に一致する。 $B/H=1.43$ の場合はこれより大きくなる。縦渦の高さの最頻値は、水路幅の大小に関係なく B/H が1.43と3.66の両方とも底面から発生する渦より左右側壁の縦渦の方が大きい。

図7と図8はそれぞれ主流の乱れ強度の水路中央における水深方向の分布を、また1/2水深における幅方向の分布を B/H が1.43と3.66で比較したものである。図7の幅広い断面の例は二点鎖線で示した柵津⁵⁾の普遍関数に近いが、幅の狭い方はこれより強い乱れとなっており図8の幅方向の分布でも同様である。

4. まとめ

幅狭水路の流れは幅広のそれとは異なるようである。 $B/H=1.43$ と $B/H=3.66$ の流れで差が顕著なのは乱れ強度である。すなわち前者が後者の倍近い強度となる。このとき縦渦の無次元成長高さは、前者が若干大きいにすぎない。

(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
- 3) 小林、新井、上岡、岩下：幅の狭い開水路に発生する内層内縦渦の特性，49回年講，1994
- 4) 大成、佐賀、斎藤：開水路乱流内層の縦渦構造，土木学会論文報告集，No.363/Ⅱ-4，1985
- 5) 柵津：開水路乱流の乱れ強度に関する研究，土木学会論文報告集，No.216，1977

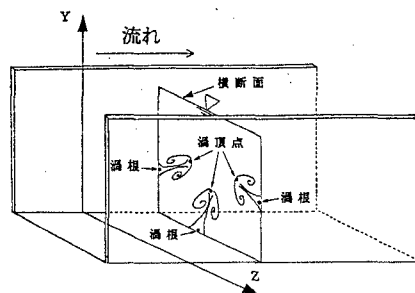


図1 開水路に発生する渦のパターン

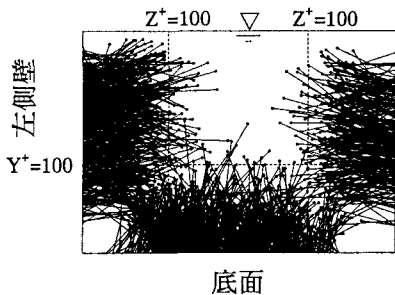


図2 $Re=4000$, $B/H=1.43$ での
水路横断面内の縦渦の発生状況

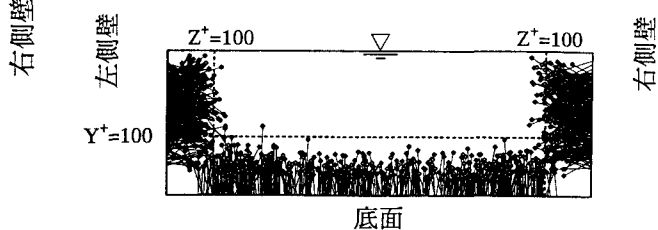
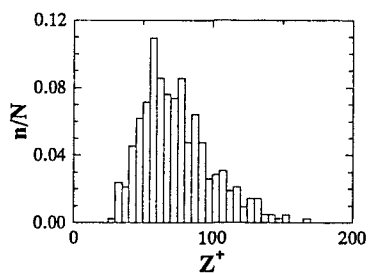
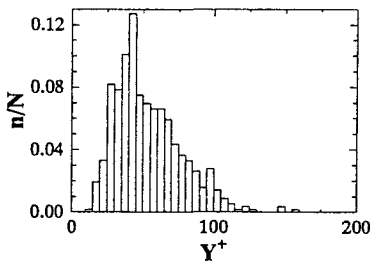


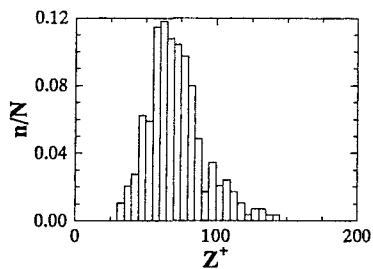
図3 $Re=4000$, $B/H=3.66$ での
水路横断面内の縦渦の発生状況



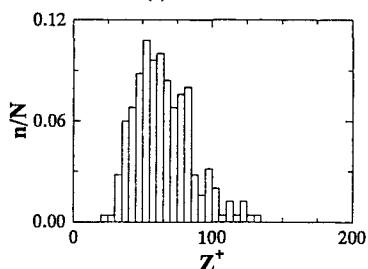
(a) $B/H=1.43$



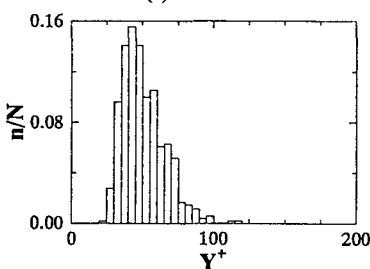
(a) $B/H=1.43$



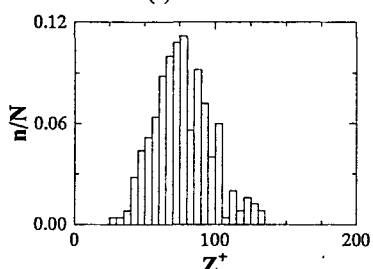
(a) $B/H=1.43$



(b) $B/H=3.66$



(b) $B/H=3.66$



(b) $B/H=3.66$

図4 $Re=4000$, $B/H=1.43$, 3.66 の左側壁
から発生する縦渦の成長高さの頻度分布

図5 $Re=4000$, $B/H=1.43$, 3.66 の底面
から発生する縦渦の成長高さの頻度分布

図6 $Re=4000$, $B/H=1.43$, 3.66 の右側壁
から発生する縦渦の成長高さの頻度分布

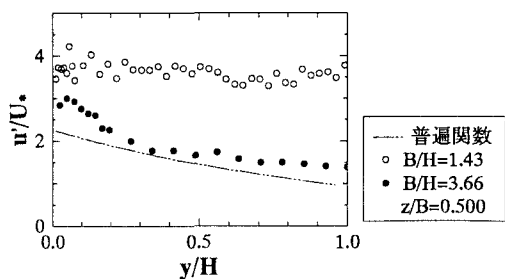


図7 $Re=4000$, $B/H=1.43$, 3.66 水路中央
における水深方向の乱れ強度分布

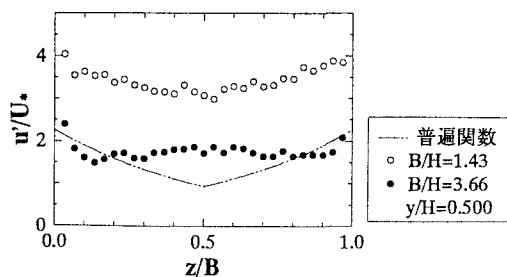


図8 $Re=4000$, $B/H=1.43$, 3.66 , $1/2$ 水深
における幅方向の乱れ強度分布