

II-106 直線・蛇行水路の流れに形成される組織構造の特徴

徳山高専 正員 ○渡辺 勝利
 正員 大成 博文
 正員 佐賀 孝徳
 山口大学 正員 斎藤 隆

1. はじめに

著者らは、これまでに蛇行水路乱流に形成された組織構造に関する系統的な究明を進めている。その結果、蛇行水路乱流には大規模な組織構造が形成され、それらが蛇行水路乱流の二次流れの形成に重要な役割を果たすことが明らかにされた¹⁾。しかし、それらの大規模な組織構造の発生・発達過程については、いまだ不明な点が少ない。

そこで本研究では、蛇行水路乱流の大規模な組織構造の発生過程を明らかにするために、直線から蛇行に至る水路に形成される組織構造に関する検討がなされた。その結果、直線水路と蛇行水路との境界付近の底壁面近傍に形成された組織構造の特徴が明らかにされた。

2. 実験装置および方法

実験には、図1に示される直線・蛇行水路が用いられた。本水路の直線部の長さ、幅および高さはそれぞれ3.9m, 25cm, 10cmである。蛇行部は長さ4m, 幅25cm, 高さ10cmの蛇行水路が用いられた。その線形には一波長 200cm, 最大偏角 20° の sine-generated curve が使用されている。水路幅およびその高さは直線部と同一である。流れの可視化実験では、底壁面近傍の組織構造の平面視および横断面視がなされた。それらのトレーサーにはフルオレセインナトリウム水溶液が用いられ、照明にはブラックライトおよびレーザーライトシートが使用された。それらの方法の詳細は、文献1) および2) にそれぞれ詳述されておりここでは省略する。実験条件を表1に示す。なお、表中の U_m は平均流速、 ν は水の動粘性係数、 Re はレイノルズ数を示している。

表1 実験条件

CASE	H (cm)	U_m (cm/sec)	Re $U_m \cdot H / \nu$
A	7.0	0.7	500
B	7.0	2.1	1500
C-1	8.7	3.1	2700
C-2	8.8	4.0	2700
C-3	5.0	5.4	2700
C-4	4.2	6.4	2700
C-5	3.1	8.7	2700
C-6	2.5	10.8	2700
D	7.0	5.7	4000
E	7.0	7.1	5000

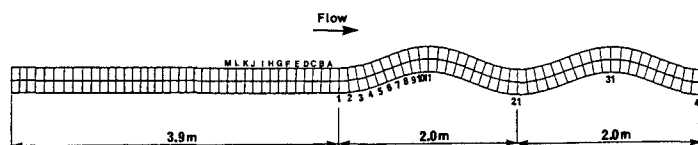


図1 実験水路概略

3. 実験結果および考察

可視化実験の結果から、直線水路と蛇行水路の境界付近の底壁面近傍には、この流れ場固有の大規模な組織構造が形成されることが明らかにされた。その特徴の1つは、それが湾曲していることである。2つめは、この組織構造の大規模化は、low speed streaks (以下、l.s.sと呼ぶ) の集中によってなされるが、その集中はレイノルズ数の増加に伴って顕著になるということである。以下に詳細な説明を行う。

図2には、各レイノルズ数 ($Re=500, 2700, 5000$) における底壁面近傍の組織構造の平面視の一例がそれぞれ示されている。(a)～(c)において、水路内の白く写された部分がトレーサーによって可視化された組織構造に相当している。(a)は、層流状態 ($Re=500$) であるため直線部では明確な l.s.s は形成されないが、湾曲部では l.s.s が認められる。それらは断面C付近から緩やかに左岸方向に湾曲しながら左岸に到達している。レイノルズ数が増加して流れが乱流になると、(b)のように直線水路においても明確な l.s.s が形成される。それらは、(a)の場合と同様に左岸方向に湾曲していることが明らかである。また、l.s.s が湾曲する過

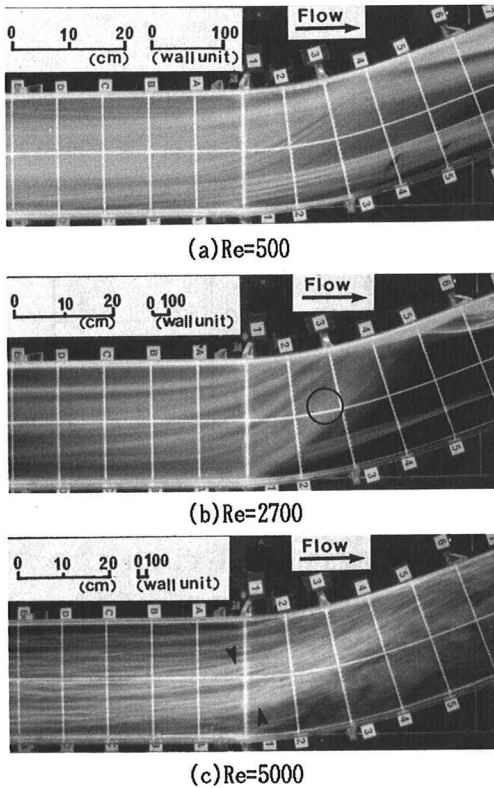


図2 各レイノルズ数における底壁面近傍の組織構造の平面視

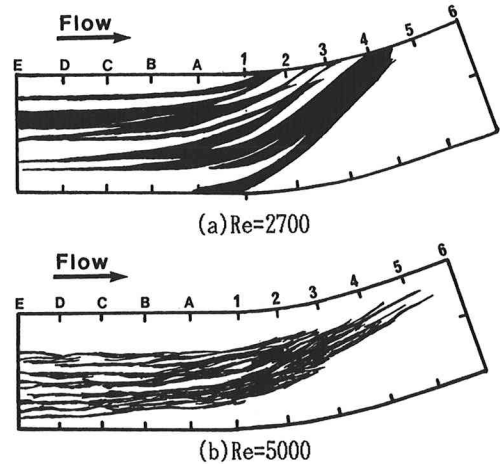


図3 streaksの集中現象

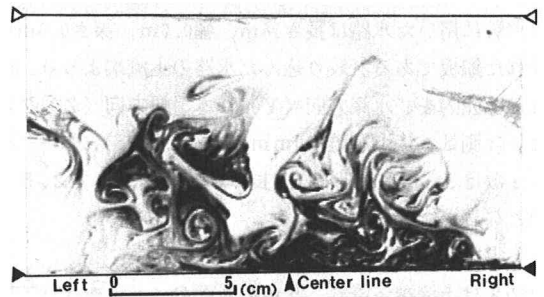


図4 横断面視の一例
(CASE E 断面1 中央付近)

程で、それらの間隔が狭まり2本の1.s.sが集中する現象が認められる（○印）。さらに、レイノルズ数が増加すると(c)のように直線部の1.s.sは細く、短くなる事が明らかである。湾曲部ではそれらが集中し、2本の大規模な1.s.sが形成されている（矢印）。ところが、それらは左岸方向に湾曲する過程で、集中して1本となり、断面1 付近より下流にはさらに大規模な1.s.sが形成されていることが明らかである。このような1.s.sの集中する現象のレイノルズ数の大小による相違を明確にするために図3が描かれた。この図は、図2の(a)および(c)における大規模な1.s.sをスケッチしたものである。この図より(a)よりレイノルズ数の大きい(b)の方が1.s.sの集中が盛んになされていることが明らかである。

この1.s.sの集中する過程を明らかにするには、流れの内部構造を明らかにしなければならない。図4には、レイノルズ数5000における断面1の横断面視の一例が示されている。流れ方向は手前向きであり、水表面および底壁面は△、▲でそれぞれ示されている。この断面の水路中央付近の底壁面付近には、前述の大規模な1.s.sが形成されている。この断面の横断面視ではこの図のように、いくつかの壁縦渦が集中した比較的大規模な渦構造の存在が認められた。今後、この大規模な渦構造と1.s.sの集中する現象との相互関係を究明することが必要である。

参考文献

- 1) 渡辺, 大成, 斎藤: 低レイノルズ数における蛇行水路乱流の組織構造, 土木学会論文集投稿中
- 2) 大成, 佐賀, 斎藤: 開水路乱流内層の縦渦構造, 土木学会論文集, 第363号/II-2, pp135~pp144, 1985.