

蛇行流の底面流況（3）

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

蛇行流の底壁面近傍には、「染料の輸送経路」と呼ばれる大規模な染料集中領域が存在し、そこでは平均流速および壁面せん断応力が、その領域周辺と比べて相対的に低いことが明らかにされている^{1), 2)}。これは、蛇行流固有の複雑な二次流れの反映と考えられ、その挙動は、流れ場の水理条件に依存するものと考えられる。

そこで本研究は、流れ場のレイノルズ数とアスペクト比（水路幅水深比）をそれぞれ系統的に変化させて、本「輸送経路」の形象特性が観察された。その結果、蛇行流固有の底面流況に関する2, 3の知見が得られた。

2. 実験装置および実験方法

実験には、長さ8m、幅(B)25cm、高さ10cmの総アクリル樹脂製蛇行水路が使用された。蛇行線形には1波長(L₀)200cm、最大偏角20°のsine-generated curveが採用された。実験条件には、水路勾配を1/1000として、表1に示されるレイノルズ数(Re=U_m*H/ν, U_m:断面平均流速, H:水深, ν:動粘性係数)およびアスペクト比(B/H)が選ばれた。流れの可視化実験は、本水路の3mから6mの3/2波長間において行われた。図2には、本実験の方法の概要が示されている。トレーサーには水溶性蛍光塗料、照明にはブラックライト(40W, 10本)がそれぞれ用いられた。トレーサーは、注入器によって水路の曲頂部付近の隅角に連続的に注入された。輸送経路の全体像は、水路上方に設置されたカメラによって撮影された。

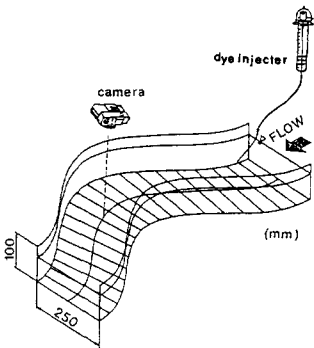


図1 実験方法概要

表1 実験条件

CASE	U _m (cm/s)	H (cm)	Re	AR
A-1	0.7	0.8	500	2.8
A-2	0.9	0.8	500	3.7
A-3	1.2	0.8	500	5.0
A-4	2.4	2.5	500	10.0
A-5	4.8	1.3	500	20.0
B-1	2.0	0.8	1500	2.8
B-2	2.6	0.8	1500	3.7
B-3	3.5	0.8	1500	5.0
B-4	7.1	2.5	1500	10.0
B-5	13.6	1.3	1500	20.0
C-1	3.5	0.8	2700	2.8
C-2	4.7	0.8	2700	3.7
C-3	6.4	0.8	2700	5.0
C-4	12.7	2.5	2700	10.0
C-5	21.1	1.5	2700	10.7
D-1	6.7	0.8	5000	2.8
D-2	8.0	0.8	5000	3.7
D-3	12.1	0.8	5000	5.0
D-4	24.2	2.5	5000	10.0
E-1	9.4	0.8	7000	2.8
E-2	12.4	0.8	7000	3.7
E-3	16.9	0.8	7000	5.0
E-4	31.3	2.7	7000	9.3
F-1	13.4	0.8	10000	2.8
F-2	17.8	0.8	10000	3.7
F-3	24.2	0.8	10000	5.0
F-4	35.5	3.4	10000	7.4

3. 実験結果および考察

図2には、レイノルズ数2700の場合の、アスペクト比の変化に伴う輸送経路の形象の変化の一例が示されている。図中の黒く塗られた部分が染料の輸送経路に相当し、これらはアスペクト比の変化に応じて著しく変化している。(a), (b)では、断面11の右岸隅角に注入されたトレーサーは、水路の粘性底層を横断して断面22の左岸に到達し、いわば、本経路は対岸へ「付着」している。ところが、(c)を過ぎて(d), (e)の場合には、本経路は対岸に到達せずそのまま下流に伸びている。また、経路全体の形象も異なり、その対岸付近のくびれが消えてなめらかな曲線を描いている。

図3には、表1に示された本実験条件がレイノルズ数トアスペクト比によって示されている。図中の○, ●は、それぞれ本経路が対岸に到達する場合(上記(a), (b))とそうでない場合(上記(d

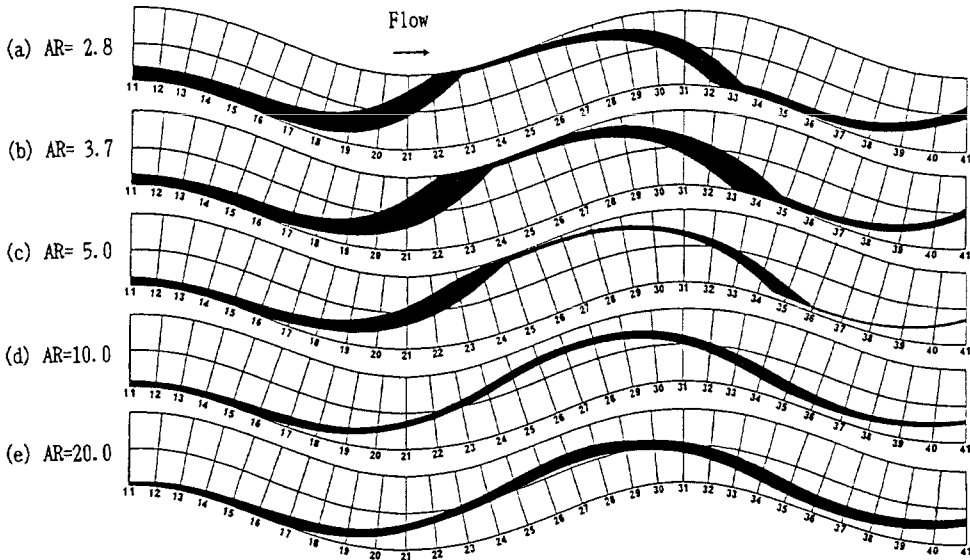


図2 アスペクト比の変化による輸送経路の形象変化

), (e) の実験条件を表す。これより、レイノルズ数とアスペクト比の増加に伴って本経路が対岸に到達しなくなる様子とその境界が存在することが明らかである。

図4には、輸送経路の対岸への到達距離が比較されている。図の縦軸は、輸送経路の到達点までの水平距離 (1) (輸送経路が対岸に到達しない場合は、輸送経路が対岸に最も接近している所までの距離) を水路の波長で無次元化したものである。これより、レイノルズ数およびアスペクト比の増加に伴って本到達距離が大きくなっていることが明らかであり、 $1/L_0$ の勾配の変化点は、本経路の対岸への到達限界点にほぼ対応するようである。

以上、図2～4の結果は、レイノルズ数とアスペクト比によって蛇行流における二次流れの構造が顕著に変化することを示唆しており、今後はその詳細な解明が必要と思われる。

参考文献

- 1) 渡辺勝利 他: 蛇行流の大規模組織構造と平均流特性, 第44回年次講演会概要集, pp.486-487, 1989.
- 2) 渡辺勝利 他: 蛇行流の秩序構造に関する研究, 20回乱流シンポジウム講演論文集, pp.33-37, 1989.

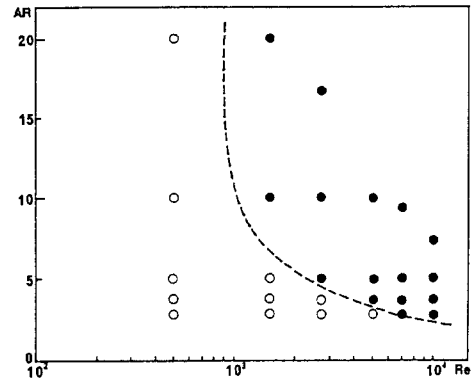


図3 輸送経路の対岸到達の実験条件による分類

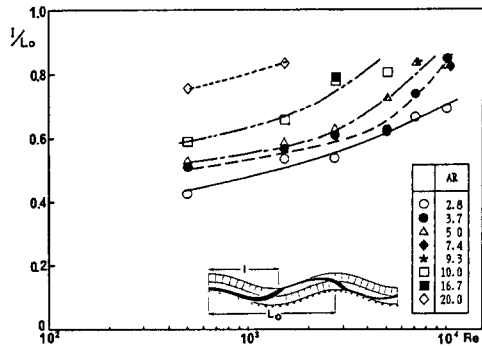


図4 各条件における輸送経路の到達距離