

II-108

蛇行流の大規模秩序構造の特徴

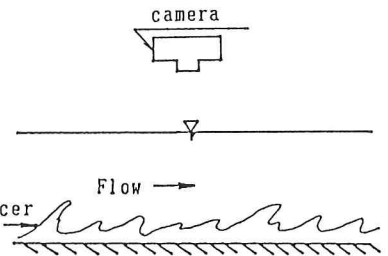
徳山高専 正員	渡 辺 勝 利
徳山高専 正員	大 成 博 文
徳山高専 正員	佐 賀 孝 徳
山口大学 正員	斎 藤 隆

1. はじめに

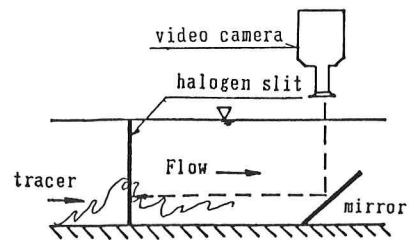
蛇行河川の乱流構造に関してはいまだ未解明点が少なくない。本研究の目的は、可視化法を用いて蛇行流秩序構造の特徴を明らかにすることにある。可視化法には染料注入法および横断面視法が用いられ、蛇行流の底壁面付近の流れ構造およびその内部構造が詳しく観察された。またレイノルズ数の変化による底壁面流況の変化についても調べられた。その結果、蛇行流固有の大規模な秩序構造に関する2, 3の興味深い知見が得られた。

2. 実験装置および方法

実験には長さ8m、幅25cm、高さ10cmの総アクリル製蛇行水路が用いられた。蛇行線形には1波長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 1/1000、水深H6.8cmを一定として、レイノルズ数 $Re (=U_m \cdot H / \nu, U_m$:断面平均流速, ν :動粘性係数) 2700, 4000, 5000の3通りが選ばれた。底面流況の平面視には染料注入法（図-1 (a)）が使用された。水性の蛍光染料水溶液（比重 1.2）が静かに水路底壁近くに流し込まれ、それらの長時間変化後の姿が水路上のカメラによって撮影された。照明にはブラックライト（40ワット、10本）が使用された。一方、横断面視には光切断法が用いられ、流路1波長における10箇所の横断面可視化が行われた。これらの本実験法の詳細は文献¹⁾に詳しく記述されておりここでは省略する。



(a) 蛍光染料注入法



(b) 横断面視法

図-1 流れの可視化法の概要

3. 実験結果および考察

(1) 底面流況

図-2には底面流況を可視化した一例が示されている。図内の黒い部分は底壁面、白い部分は蛍光染料水溶液の輸送経路を示している。蛍光染料の輸送経路は左右兩岸の凸岸頂部を交互に經由し、その線形は流路の蛇行線形とほぼ逆位相を呈している。またその形状は、水路凸岸部の下流側では側壁と底壁面の隅角部に沿って幅が狭く直線的であるが、凹岸頂部付近では幅が広がり、対岸に向かって曲がりが大きくなっている。このような染料の輸送経路は蛇行流固有の遠心力効果や流路各所

図-2 蛍光染料の輸送経路 ($Re=2700$) (流れは左から右)

における様々な2次流れの反映の結果と考えられる。図-3にはレイノルズ数の変化に伴う染料の輸送経路の移動状況が示されている。流路内の3種類の曲線は各々のレイノルズ数における染料の輸送経路をスケッチし、それらの上流側の縁線のみを描いたものである。

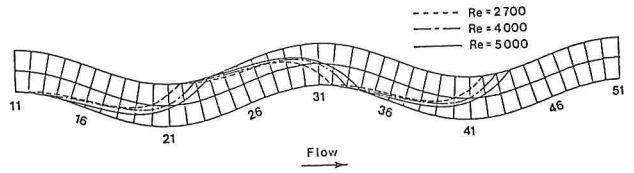


図-3 レイノルズ数の違いによる輸送経路の変化

この図よりレイノルズ数の増加に伴い輸送経路全体が下流側に前進することが明らかである。この輸送経路の形状は、レイノルズ数の増加に伴ってその幅を狭くし、最大曲率も減少させ、さらに全体の形状をシャープにすることも認められた。

(2)横断面流況

図-4にはレイノルズ数が2700の横断面視の一例が示されており、4枚の写真は、それぞれ凸岸頂部およびその近傍（写真①：図-3の31断面右岸，写真②：図-3の33断面右岸），変曲部（写真③：図-3の35断面右岸），凹岸頂部付近（写真④：図-3の39断面右岸）に相当する。これらの写真より、凸岸頂部の隅角付近から発生して、下流方向に発達する大規模集中渦の存在が推測される得る。この場合、集中とは、種々の規模の秩序構造が文字通り集中して、大規模な発達を遂げていることを意味する。この渦は図-5に示されるように大規模な平均スケールを有し、しかも場所的に固定して形成されている点において蛇行流固有の秩序構造の一つと考えられる。この大規模集中渦は、緩い角度で傾斜しながら発達し、下流に行くにしたがって自らのスケールを増大させる。発達した大規模集中渦の先端は水面付近に到達するが、同時に横方向への揺動も加わるようである。次にもう一つの注目点は、凸岸頂部付近において図-2で示された染料の輸送経路とこの大規模集中渦の発生地点が一致することである。この断面（図-4④）では底壁において壁縦渦¹⁾が隅角に向かって移動を繰り返すがそれによって図-2のような染料の集中化が促されるものと思われる。

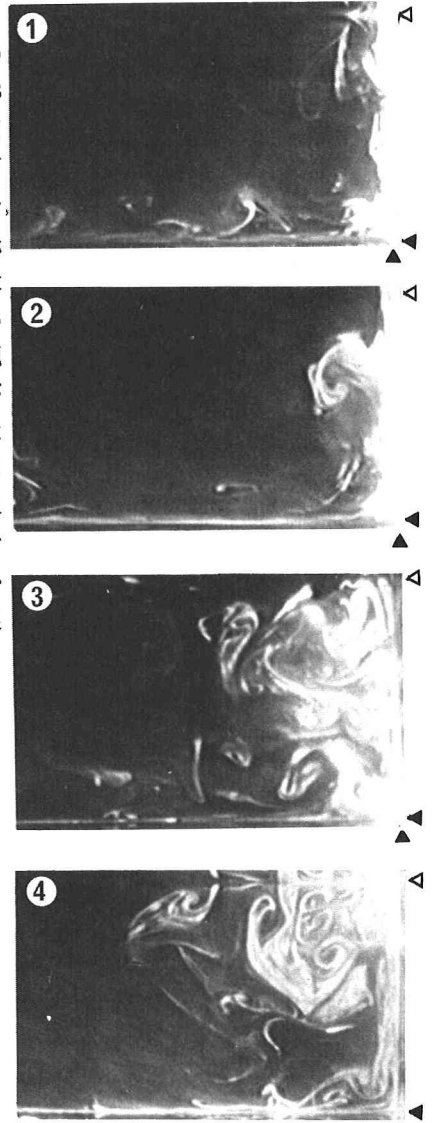


図-4 横断面流況の一例

（Δ，▲；水面，壁面）

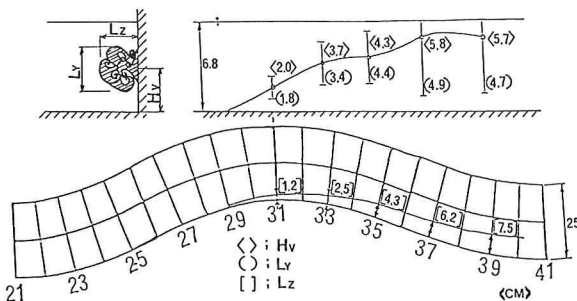


図-5 大規模集中渦の平均スケール

参考文献

1) 大成博文，佐賀孝徳，斎藤 隆；開水路乱流内層の縦渦構造，

図-4 横断面流況の一例

土木学会論文集，第363号/Ⅱ-4，pp.135～144，1985。