

蛇行流の底面流況

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

蛇行河川における洪水流の内部流況はいまだほとんど解明されていない。本研究の目的は、可視化法を用いて蛇行流の乱流構造の中でもとりわけ未解明の秩序構造を明らかにすることである。可視化実験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付近の流況の変化についても検討され、底面および内部流況に関する興味深いいくつかの知見が得られた。

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)を3通り(2700, 4000, 5000)が選ばれた。

流れの可視化には図-1に示されるような手法が用いられた。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、横断面視にはハロゲンスリット法が用いられ、流れの十分発達したと思われる流路1波長において10箇所の横断面可視化が行われた。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。

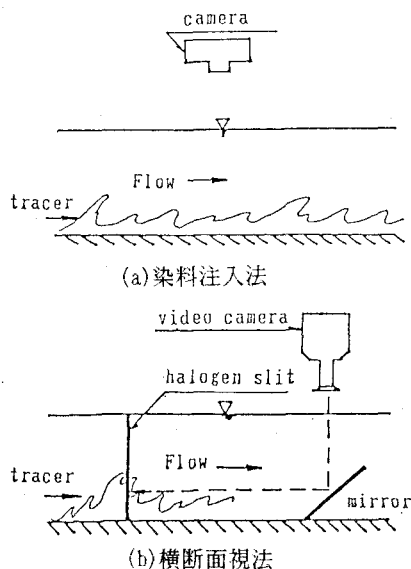


図-1 流れの可視化法

3. 実験結果および考察

(1) 底面流況

図-2には底面流況の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両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を有する底面流況は、蛇行流固有のものと考えられ、それは、流体に働く遠心力や流路各所における様々な2次流れの反映と考えられる。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、それらの上流側の緑線のみを描いたものである。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していることが明らかである。また、輸送経路の形状はレイノルズ数の増加に伴い輸送経路の幅が狭く、最大曲率も小さくなり全体として形状がシャープとなることが認められた。

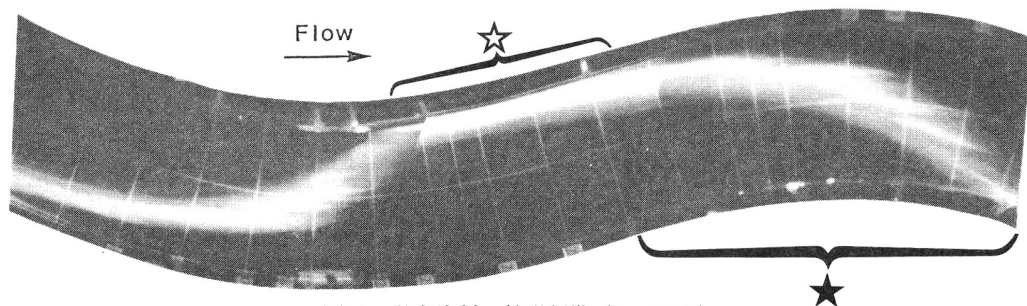


図-2 蛍光染料の輸送経路 (Re=2700)

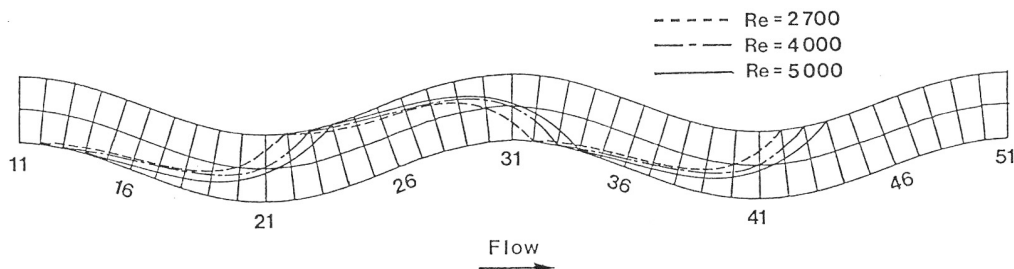


図-3 レイノルズ数の違いによる輸送経路の変化

(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いる。これらは、それぞれ凸岸頂部（写真①：図-2の31断面右岸）、変曲部（写真②：図-2の35断面右岸）、凹岸頂部付近（写真③：図-2の39断面右岸）に相当する。図内の△および▲印は水表面、壁面をそれぞれ示している。

凸岸頂部（写真①）の底壁面上の壁縦渦¹⁾（矢印）は側壁と底壁面の隅角部に向かって緩やかに移動していることが観察された。変曲部（写真②）においては、底壁面上における壁縦渦の側壁方向の移動が凸岸頂部の領域のそれと比べてさらに急速になっていることが認められた。これは、底壁面の壁縦渦が側壁を上昇すること、またこの断面付近の輸送経路の染料が対岸側にほとんど存在していないことに対応していると考えられる。凹岸領域の底壁面上における壁縦渦は前断面と異なり側壁から水路中央方向に向かって移動していることが認められた。この断面付近の染料の輸送経路は側壁を離れて対岸向きにその進行方向を変えており、この断面の底面近傍の流れの方向と対応している。この流れは側壁上に形成された大規模な渦によって引き起こされているように思われる。以上のような底壁面上の壁縦渦の挙動は、蛇行流路の底壁面近傍における2次流れの方向と規模の一部を反映しているものと思われる。

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, 土木学会論文集, 第363号/II-4, pp. 135~144, 1985.

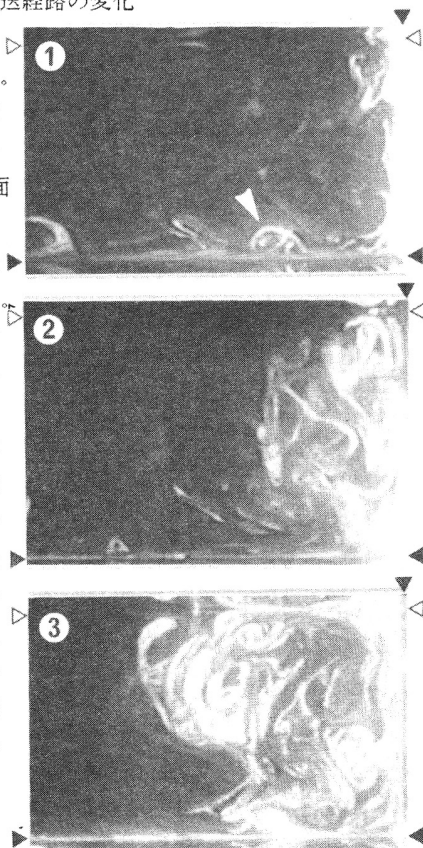


図-4 横断面流況の一例