

(II-32) 開水路底面棧粗度の規模の大小と螺旋流について

東洋大学 学生員 石塚華生
東洋大学 下村 充
東洋大学 佐生知可
東洋大学 正員 福井吉孝

1. はじめに

開水路に斜めに棧粗度を設置すると、二次流（螺旋流）が形成される。この流れは、河床に堆積された物質を輸送させ、また、水を循環させる。越流型の水制であれば、景観的にも優れており、水深が浅ければ、魚などの生息場所にもなり、親水場所としても活用できる。そこで、本研究では水路床に棧粗度を斜めに設置し、棧の規模の違いにより、流況がどのように変化するか検討した。

2. 実験概要

実験には、長さ 9(m) 幅 30(cm) のアクリル製矩形断面水路を用い、角柱棧粗度を主流方向に対して斜め 45 度に 10(cm) 間隔で 15 本設置し、右岸側壁と棧粗度の間に隙間を設けた場合、隙間がない場合について、それぞれ実験を行った。実験ケースを表-1 に示す。

流速の測定には、x 型 hot-film 流速計(KANOMAX 製)を使用し、サンプリング周波数 100(Hz) 計測時間 12.8(sec)で、3 方向成分の測定を行った。測定の際、流量は $Q=11(l/s)$ とし、水路勾配を 1/1000 にセットした。

3. 実験結果

図-2 は、主流方向に対して、斜め 45 度に棧粗度を設置した場合の、十分に二次流の発達が見込めるところの 14~15 本目の棧粗度に沿った断面での二次流(v-w)ベクトル図を示したものである。

棧粗度の断面を(2×1)とした Run-1、Run-2 では、下層部の棧に沿った右向きの流れはみられるものの、その流れが弱い（主流速(u)と横断方向の流速(v)の差が小さい）ため、右岸側壁部において強い上昇流は生じておらず、右向きの流れしかみられない。螺旋流が形成されない要因に左右の流速の差があげられるが、棧粗度の断面幅(b)が 1cm と 2cm の場合では、主流速が手前の棧粗度を越えて次の棧の手前で落ち込む場所が異なっている、また、その付近で乱れが生じており、それらの影響で幅が 1cm の方が 2cm と比べ主流速が遅くなり、流速の差が小さくなるのではないだろうか。一方、棧粗度の断面を(2×2)とした Run-3、Run-4、Run-5 においては、水路底部で棧に沿った右向きの流れ、右岸側壁部で上昇流、水面付近で左向きの流れ、左岸側では下

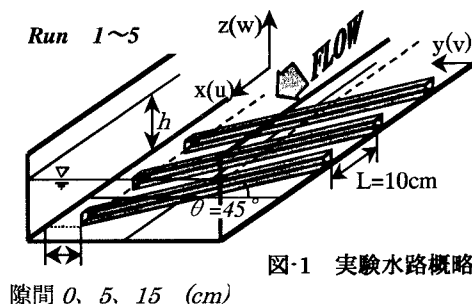
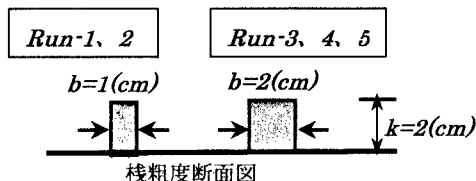


図-1 実験水路概略図

表-1 実験ケース一覧

	流量 Q (l/s)	h/k	B/h	棧高 k (cm)	棧幅 b (cm)	棧設置 角度	棧本数 (本)	側壁との 隙間
Run-1	11	7.4	2.0	2.0	1.0	45°	15	隙間なし
Run-2	11	7.4	2.0	2.0	1.0	45°	15	右、15cm
Run-3	11	7.4	2.0	2.0	2.0	45°	15	隙間なし
Run-4	11	7.4	2.0	2.0	2.0	45°	15	右、15cm
Run-5	11	7.4	2.0	2.0	2.0	45°	15	右、5cm



キーワード：棧粗度(strip roughness)、螺旋流(spiral flow)、二次流(secondary flow)

連絡先：〒350-0815 埼玉県川越市鯨井 2100 TEL.0492-39-1404 FAX.0492-31-4482

降流がみられる。この一連の流れから螺旋流が形成されていることが確認できる。

図-3は螺旋流が形成されたRun-3、Run-4、Run-5における図-2と同断面内での主流速(u/u_{max})コンター図である。Run-3では、左側下層部の栈粗度を越える辺りで最大流速がみられ、Run-4、Run-5では、左側水面付近に最大流速がみられる。また、下層から栈粗度の高さまではどのケースも、遅い流れになっているのが判る。

螺旋流が形成される要因として、左側の速い流速と右側の遅い流速の速度差が影響し合い、速い流れが遅い流れを引っ張ることで、水面付近で左向きの流れが生じ、また、下層部の栈粗度に沿った右向きの流れも加わり、螺旋流が形成されると考えられる。Run-3は、Run-4、Run-5の場合と最大流速の場所が少し異なり下層部付近にあるものの、速い流れは水面付近で左向きの流れを生じさせ、その流れが左岸側で下降流になり、下層部まで十分に引っ張るだけの速度をもっていると思われる。

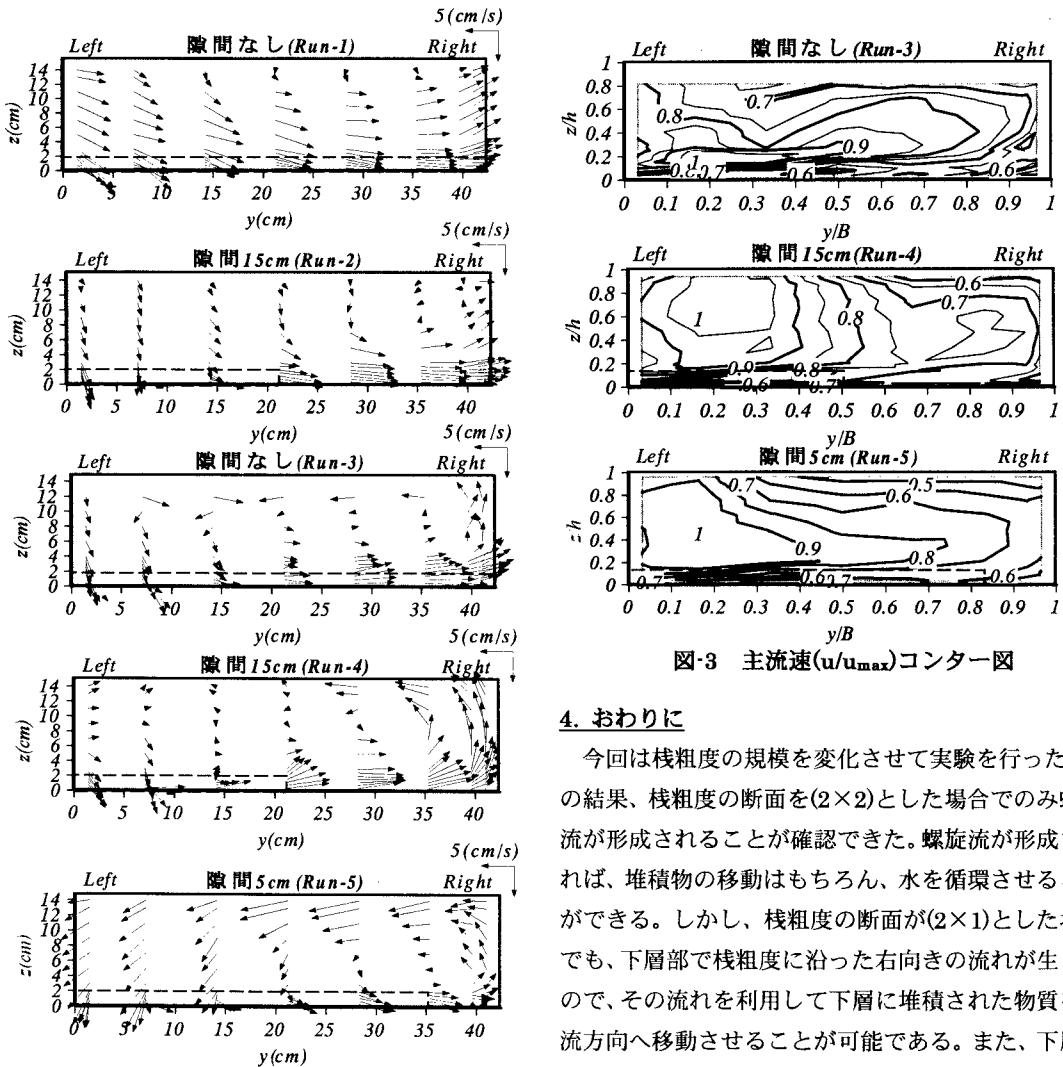


図-2 二次流($v-w$)ベクトル図

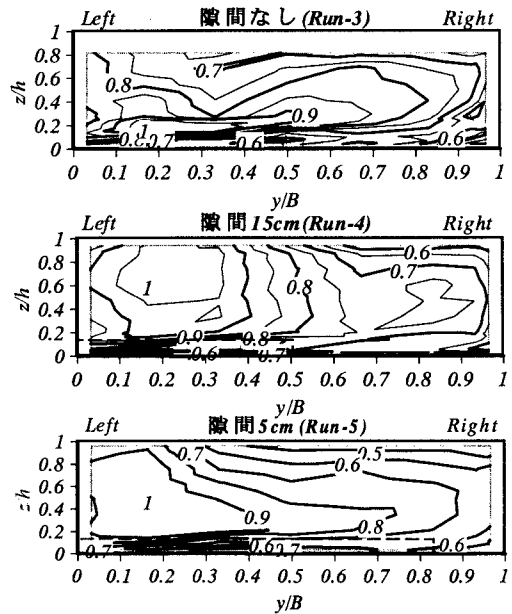


図-3 主流速(u/u_{max})コンター図

4. おわりに

今回は栈粗度の規模を変化させて実験を行った。その結果、栈粗度の断面を(2×2)とした場合でのみ螺旋流が形成されることが確認できた。螺旋流が形成されれば、堆積物の移動はもちろん、水を循環させることができる。しかし、栈粗度の断面が(2×1)とした場合でも、下層部で栈粗度に沿った右向きの流れが生じるので、その流れを利用して下層に堆積された物質を下流方向へ移動させることが可能である。また、下層から栈粗度の高さまでは流速が遅いので、魚などの生息場所にもなり、越流型の水制として環境に優しい河川構造物になると思われる。