

東洋大学 大学院 学生員 井上 正史*

岩槻市

田島 淳**

東洋大学 工学部 正員 福井 吉孝***

1. はじめに

開水路床に斜めに棧粗度を設置すると、二次流（螺旋流）を容易に形成できることがわかっている。今回は、水深（ h ）と棧高（ k ）の比 h/k を変えた場合、また設置する棧の長さを変えた場合の実験を行い、二次流（螺旋流）の挙動について調べることにする。

2. 実験概要

実験には、長さ9（m）・幅30（cm）の亚克力製矩形断面水路を用い、1辺が1（cm）の正方形断面角柱棧粗度を45度傾け等間隔（ $L=10$ cm）に設置した（Run-1～Run-3）。Run-4は、棧を短くして壁面と棧との間に隙間（1cm）を設けたケースである。

流速の測定には、x型hot-film流速計（KANOMAX社製）を用い、サンプリング周波数100（Hz）計測時間12.8（sec）で、 $u-v$ および $u-w$ の測定を行った。測定時には、 $Q=11$ （ l/s ）の一定流量を与え、水路勾配は1/1000にセットした。

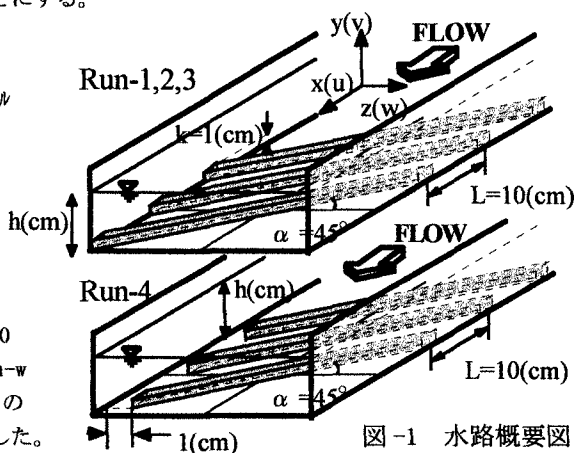


図-1 水路概要図

3. 実験結果

3-1. 水深・外比（ B/h ）の違いによる流れの変化

水深・外比の違いによって、二次流（螺旋流）が流下方向へどのように変わるのかを、斜め棧粗度を等間隔に設置した Run-1, Run-2 の結果（図-2, 3）より考察する。

Run-1（ $B/h=3.3$ ）においては、斜め棧設置による螺旋流の形成を確認できる。また、流下するにつれ螺旋流の中心（二次流の向きが逆になるところ、図-2, 3の○印断面）が、右岸より左岸側へ推移していくこともわかる。

図-4（Run-2）では、図-2（Run-1, 水深小）の場合に比べ、右岸側壁部における上昇流が水面まで達していない。これは水深が大きくなったことから、流速の値が小さく水圧の影響を受けたためであると考えられる。図-4および図-5よりこのケースでの流下方向への変化を見てみると、右岸側壁での上昇流は、棧を越え流下するにつれて大きくなり、水面付近まで達するようになる。水深が大きな場合でも、斜めに棧粗度を設置することにより、結果として断面全体にわたる螺旋流が形成されるようになることがわかる。Run-1, Run-2とも、水路底部における横断方向流は、最大で断面内平均流速の2～3割程度であった。

3-2. 側壁と棧との間に隙間を設けた場合の流れ

3-1のように水路幅一杯に棧を設置した場合、棧に沿って底面上を運ばれてきた物質の右岸（側壁）側水路床での堆積は避けられない。そこで、長さの短い棧を用い右岸側壁と棧との間に隙間（1cm）を

表-1 実験ケース一覧

	流量 $Q(l/s)$	h/k ($k=1cm$)	B/h ($B=30cm$)	棧本数 (本)	側壁と棧 の隙間
Run-1	11	9	3.3	10	なし
Run-2	11	15	2.0	10	なし
Run-3	11	9	3.3	3	なし
Run-4	11	9	3.3	3	右、1cm

= Keyword = 棧粗度 (rectangular artificial roughness)、二次流 (secondary flow)、螺旋流 (spiral flow)

*, *** 〒350 埼玉県川越市鯨井2100 TEL 0492-39-1404 FAX 0492-31-4482

** 〒339 埼玉県岩槻市本町6-1-1 TEL 048-757-4111

設けた場合の流れを見る。

図-6、図-7に、Run-3およびRun-4の場合の2本目と3本目の間における二次流ベクトル図を示した。

図-6より、3本の斜め棧設置の場合でも、容易に二次流が発生し、螺旋流も形成されることが確認できた。ある Δs^* 外比のもとでは、棧の数が複数ならば、その多少に拘わらず螺旋流が形成されることがわかった。

図-7に右岸側壁と棧との間に1 (cm) の隙間を持たせた場合 (Run-4) の二次流ベクトル図を示す。Run-3 (図-6) の場合と比べ、上層での目立った左岸向きの流れが見られない。右岸側壁付近において、上昇流が見られるが、これは水路底部の棧に沿った強い横断方向の流れの作用で生じたものとする。

右岸側壁と棧との間に隙間を設けることによって、主流方向の流速値はあまり変わらないが、横断方向流れ (二次流) は小さくなった。

以上より、右岸側壁部における上昇流の発生が、螺旋流 (水面付近における左岸向きの流れ) の形成に深く関与しているものと考えられる。

4. おわりに

斜め棧粗度設置による螺旋流の挙動を知ることができた。 Δs^* 外比、レイノルズ数、フルード数等の観点からさらに検討をしていきたい。

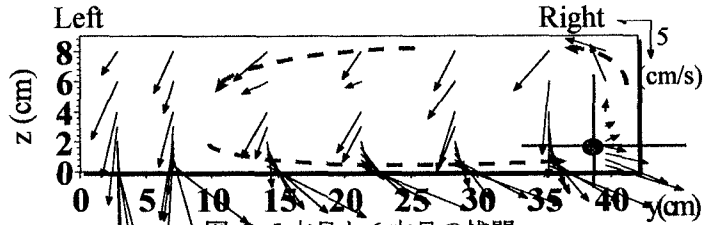


図-2 5本目と6本目の棧間
棧に沿った断面vwベクトル図 (Run-1)

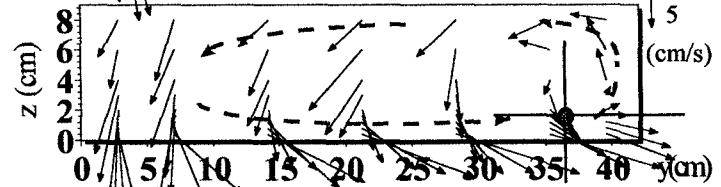


図-3 9本目と10本目の棧間
棧に沿った断面vwベクトル図 (Run-1)

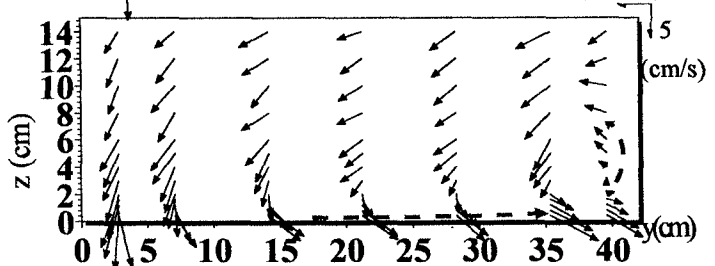


図-4 5本目と6本目の棧間棧に沿った断面vwベクトル図 (Run-2)

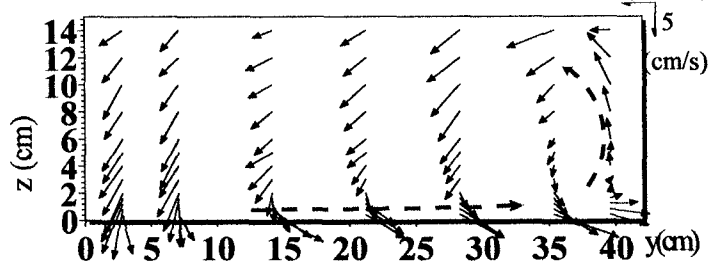


図-5 9本目と10本目の棧間棧に沿った断面vwベクトル図 (Run-2)

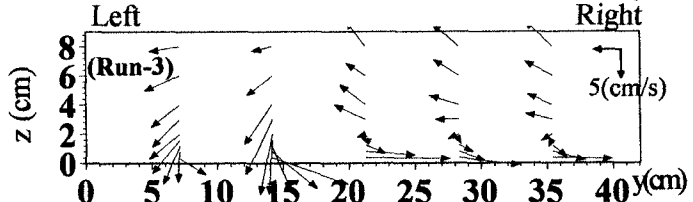


図-6 2本目と3本目の棧間 棧に沿った断面vwベクトル図

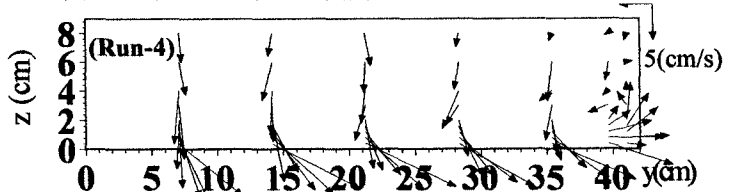


図-7 2本目と3本目の棧間 棧に沿った断面vwベクトル図