

(II-35) 開水路床に棧粗度がある流れについて

東洋大学大学院 学生員 井上 正史

東洋大学工学部 学生員 田島 淳

東洋大学工学部 正員 福井 吉孝

1. はじめに

矩形断面開水路床に斜めに棧粗度を設置した場合、流下方向へ螺旋流が形成されるといわれている。そこで今回は、棧高の相対水深(k/h)の違いによって、流下方向への流況がどのように変化するかについて、また棧粗度の後ろに生起する剥離について検討する。

2. 実験方法

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、一辺 1(cm)の正方形断面角柱棧粗度を斜め 45 度に 10(cm)間隔で 10 本設置し、相対水深 h/k (h :水深, k :棧高)を $9<\text{Run-1}> \cdot 15<\text{Run-2}>$ と変化させて行った。測定には x 型 hot-film 流速計を使用し、サンプリング周波数 100(Hz)・測定時間 12.8(sec)で、 $u \cdot v$ および $u \cdot w$ の測定を行った。測定の際、流量は $Q=11(\text{l/s})$ とし水路勾配を $I=1/1000$ にセットした。水深は、水路下端に設置された可変堰により変化させた。

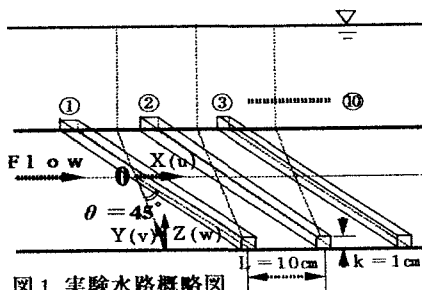


図1 実験水路概略図

3. 実験結果

1) 主流速($u/u_{\max}$)鉛直方向分布

図2より、棧の後ろで流れの剥離が生じていることがわかる。Run-1では2本目の棧上での分布図が、1本目の棧前での分布図に類似していることから、剥離長さが棧間隔と等しいといえる。このことから、棧を直角に設置した場合、粗度効果を最もよく表す(抵抗係数が大となる)相対棧間隔 L/k (L :棧設置間隔)は6~10だと言われているが、棧を斜めに設置した場合でも、水路センター($y/B=0.5$)においては10程度であるといえる。Run-2では、Run-1より相対水深が大きいことから、流速が遅く水圧の影響により二次流が出にくく剥離長さも短い。

図2において、類似した分布型をしている測点(E)の下層部(棧より低い所)における主流速の時間的変動を図3に示した。両測点は剥離領域内にあり、その点では流向も流速も一定でないことが判る。流速変動(乱れ)はRun-1の方が大きい。

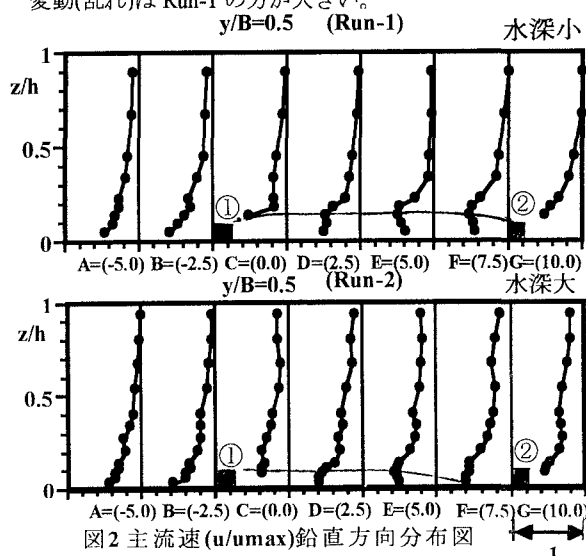


図2 主流速($u/u_{\max}$)鉛直方向分布図

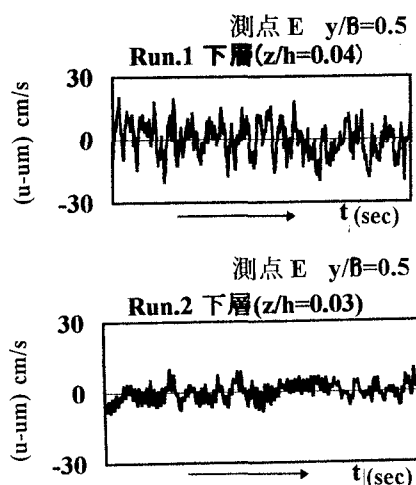


図3 主流速変動グラフ

2) 二次流(v-w)ベクトル図

図4はE断面(2本目の桟前5.0cm-桟に沿った断面)の、図5はO断面(10本目の桟前5.0cm-桟に沿った断面)の、二次流ベクトル図を示したものである。

Run-1の下層部では桟に沿った右向きの強い流れがみられる。これは桟を越えた後に生じる下降流が次の桟に当たり右岸方向へ運ばれるためである。Run-2ではあまり大きな右岸向きの流れは見られなかった。下層部における二次流の大きさがRun-1の方が大きいのは、相対水深 z/h がRun-1の方が大きいいため、流速が速く強い二次流が誘起されたためであると思われる。

また、上層部についてはRun-1では左岸向きの流れが見られる。これは、右岸の方が水深が高いためであると考ええる。2) Run-2においては、目立った二次流は見られない。相対水深が大きく水圧の影響を受け、流れが上層部にまで及ばないためであると考ええる。

Run-1では、E・O断面ともに左岸で下降流が、右岸で上昇流が見られ、流下方向への螺旋流が形成されていることが判る。Run-2について見てみると、E断面では特に目立った鉛直方向流は認められない。しかし、O断面では左岸にはっきりした下向きの流れが生じており、右岸に向かう横断流も生じていることから、右岸の近くで上向きの流れが存在すると考えられる。したがって、Run-2においても流下していくに従い螺旋流が形成されると推測する。

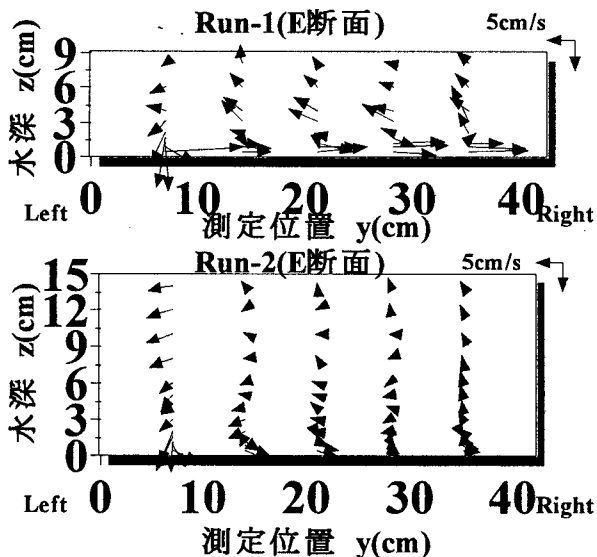


図4 v-wベクトル図(E断面)

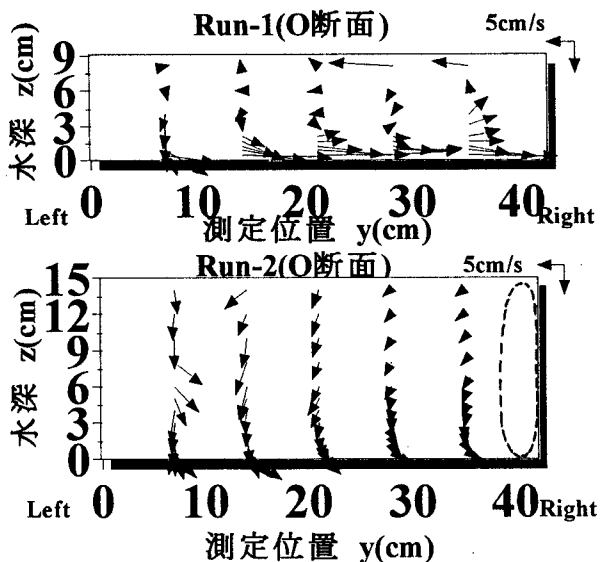


図5 v-wベクトル図(O断面)

4. おわりに

二次流ベクトル図で、横断方向流 v の向きが変わる場所は、螺旋流を確認できたRun-1とRun-2のO断面で $z/h=0.15 \sim 0.20$ 付近であった。したがって、螺旋流の中心の位置は相対水深 h/k に関係なく桟高により決定されることが考えられる。また、図2より流れの剥離が確認できる場所が、同様に $z/h=0.15 \sim 0.20$ 付近であることから、螺旋流の形成と、桟を設置することにより生じる流れの剥離は深く関与していると思われる。

■参考文献■ 1) 富永: 水工学論文集, 第36巻, 1992.2, pp.163 ~ 168 2) 井上・福井・粕谷: II-116, 第51回年講, 1996.9