

蛇行水路を有する複断面流れの構造

京都大学防災研究所 正員 芦田 和男
 京都大学防災研究所 正員 江頭 進治
 京都大学大学院 学生員 劉 炳義
 京都大学大学院 学生員 瀧口 將志

1. はじめに

蛇行水路を有する複断面水路における流れは、単断面蛇行水路と複断面直線水路における特性をあわせて持っている。本研究では、単断面蛇行流の特性と比較しながら蛇行低水路を持つ複断面流れの特性を考察する。

2. 実験の概要

実験は、幅100cm、長さ10mの直線水路に幅20cm、深さ3cmの蛇行低水路を4波長半設置(図-1)して行なった。その中心線はsine-generated curveであり、蛇行長220cm、最大蛇行偏角 35° である。測定は上流より3波長めの1波長区間で行なった。水路の底面および側壁に粒径1.3mmの砂粒子がはりつけられている。表-1に実験条件を示している。

表-1. 実験条件

Case	Q (l/s)	I
1	0.87	0.01
2	2.15	0.01
3	7.15	0.01

under bank-full flow
 bank-full flow
 over bank-full flow

3. 実験結果と考察

図-2は、蛇行低水路を持つcase3の垂直平均流速ベクトルである。実線は高水敷高さ以上の領域(over-bank)、破線は高水敷高さ以下の部分(in-bank)のものである。図-3は垂直平均の最大流速ベクトルを連れた流線跡であり、図には単断面流(case1, case2)のものも示されている。まず、over-bankの流れを見ると、 $\phi=0^\circ, 360^\circ$ の右岸近傍および $\phi=180^\circ$ 左岸付近に流速の遅い領域が形成され(図-2)、流線跡が蛇行している(図-3)。その位相は、低水路中心線より $60^\circ \sim 90^\circ$ 程度遅れている。これは、低水路と高水敷における流れの相互作用によって、 $\phi=0^\circ, 360^\circ$ の右岸および $\phi=180^\circ$ 左岸付近の水位が上昇するからである。ついで、in-bank flowの流線跡についてみると、case3の位相は、単断面のもの(case1, 2)に比較して、かなり下流側へシフトしており、またその曲率も小さくなっている。これも上下層の流れのinteractionによるものである。

図-4は、case3について、 $\phi=30^\circ$ の水面近傍、高水敷近傍およびその中間の高さにおける流速の横断分布を示している。流速の極大値が三つ形成されているが、これらは、上述のinteractionの以外に複断面直線水路にも見られる低水路と高水敷の境界付近に生じる強い渦に支配されているもの

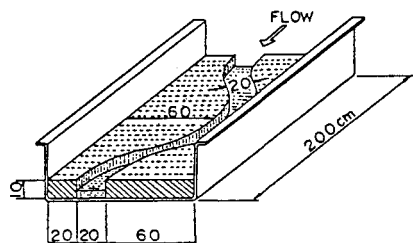


図-1. 実験水路

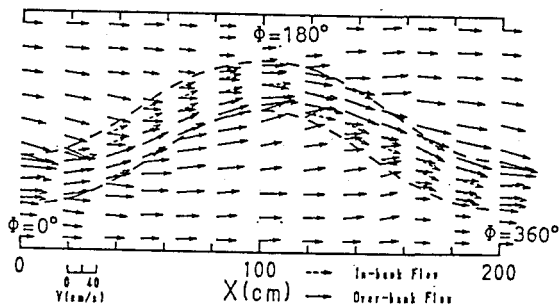


図-2. 複断面平坦床上的流速ベクトル図

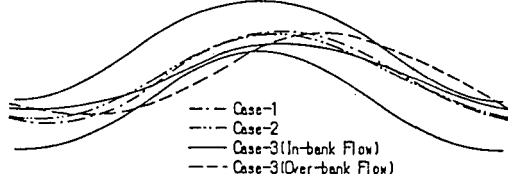


図-3. 最大流速跡線の比較

と推察される。

図-5には、等流速線が示されている(図の右側が左岸である)。複断面蛇行流では、高水敷上の低流速体が低水路上層を横断するため、流速分布は単断面の場合と大きく異なる。例えば $\phi=60^\circ$ において、最大流速は単断面流では水深の約1/2の深さにあるに対し、複断面流では河床近くで生じている。

これは、高水敷上の低流速体が低水路内に流れ込むためである。また、 $\phi=150^\circ$ では、その左岸側が図-3に示されているように、低水路流の水衝部になっており、最大流速は複断面においてより側壁に近い位置で生じており、さらにその一部は高水敷上にまたがっている。

図-6は、垂直平均流の流向を基準としてみたらせん流の分布で、case-2, 3の $\phi=0^\circ, 90^\circ$ のデータを示している。まず、蛇行水路の中心軸におけるらせん流に着目すると、 $\phi=0^\circ$ においてcase2ではs軸をもつ通常のらせん流が形成されている。これに対し、case3では逆回りの流れが見られる。これは、上層よりも下層の流速が大きいからである。

$\phi=90^\circ$ において、case2ではs軸向きのらせん流が見られるものの強度は小さい。これに対し、case3ではかなり大きい強度のらせん流が形成されている。これは、図-2,3に示されているように、case3の $\phi=90^\circ$ 近傍においてover bank flowが低水路を横切るような条件になっているからである。

4. おわりに

蛇行低水路を有する複断面水路の流れは in-bank と over-bank の流れの interaction や境界形状の影響を強く受ける。そのため、in-bank および over-bank の垂直平均流やらせん流は、複断面直線水路、単断面蛇行水路のそれらとは非常に異なった特性を示す。今後、このような特性の評価法について考察を進めるつもりである。

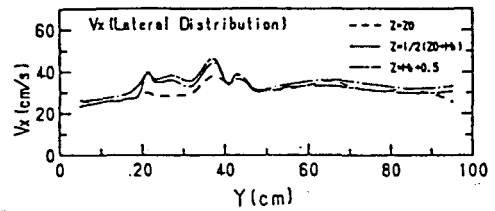


図-4. 流下方向の流速の横断分布

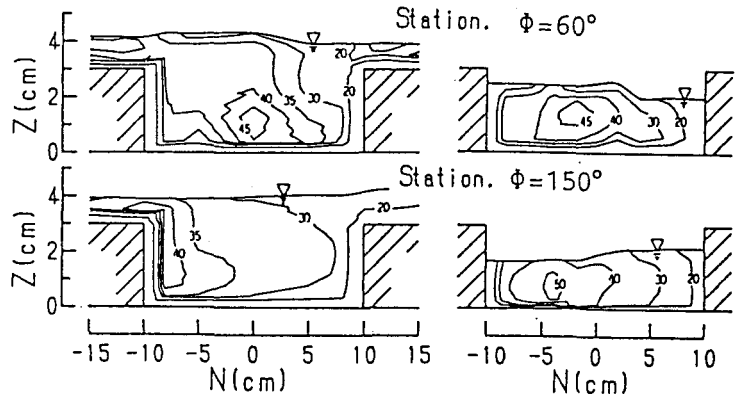


図-5. 等流速線(case2, case3)の比較

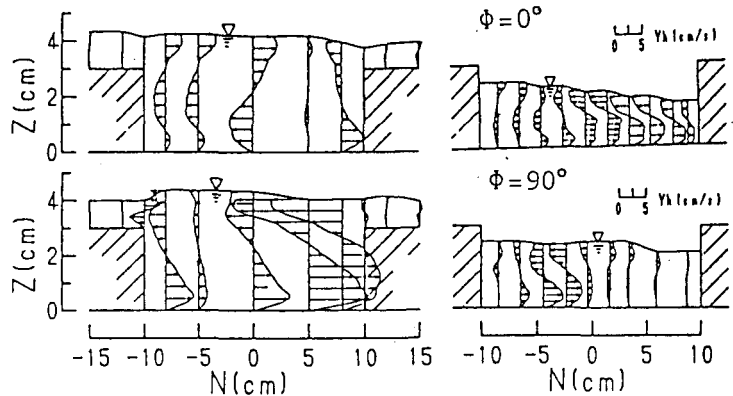


図-6. らせん流の分布(case2, case3)