

II-365

高水数幅が変化する複断面開水路流れに関する実験的研究

東京大学大学院 学生員 佐々木 淳
 東京大学工学部 正会員 河原 能久

1. はじめに

複断面蛇行河道の流れに関する従来の研究では、低水路のみが蛇行する場合と低水路と高水数の双方が蛇行する場合とが取り扱われてきた。このような流れでは、低水路の蛇行による影響と高水数の幅が変化する影響の両方の影響が重なり、流れの構造は極めて複雑になるものと考えられる。本研究は、これらの2つの影響のうちの高水数幅のみが変化する場合の流れを取り上げ、流れ場の特性に関する基礎的な情報を提供しようとするものである。

2. 実験装置および方法

図-1の様に長さ20(m)、幅40(cm)の変型配直線水路内に幅10(cm)、厚さ21(mm)のベニヤ板を左右対称に敷き複断面水路を作成し、上流から約10mの地点から下流に向かい、高水数上に波長1(m)、振幅2.5(cm)のサインカーブ状の側壁を9波長分設置した。実験では水深、流向及び流速を測定した。測定断面は図-1に示す7断面であり、片側半分の断面についてのみ測定を行った。横断面内の測定点配置は図-2の通りである。図中の平面A, B, C, D, E, Fの低水路底面からの高さはそれぞれ0.7, 1.2, 1.7, 2.2, 2.7, 3.3(cm)であり、横断方向の間隔は、1(cm)を基本とし高水数と低水路との接合部付近では5(mm)とした。水深を4.11(cm)と3.53(cm)の2通り変化させ測定を行った。ただし、水深は断面1の低水路中心におけるものである。水路床勾配は両ケースとも1/570とした。

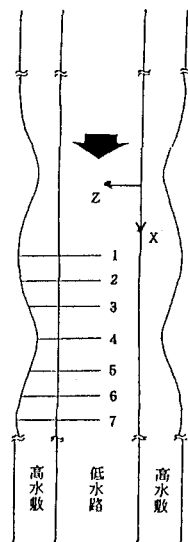


図-1 実験水路の平面図及び測定断面

3. 実験結果と考察

3.1 流速ベクトルの平面分布 流向と流速の測定結果より、各水深における流速ベクトルの平面図を作成することができる。図-3に、ケース1の高水数上の2つの水深（平面E, F）における流速ベクトルを

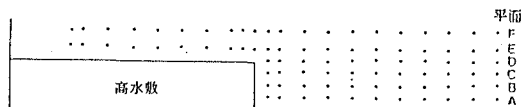


図-2 横断面内の測定点配置

例示する。図中では流向の変化を明示するために、流向の流下方向からのずれを5倍に拡大して描いてある。低水路内の流向の変化は僅かであるので、その他の水深における結果は省略する。図より、高水数上の流れの基本的な特徴として、境界形状に沿うが、慣性により高水数幅にやや遅れた位相で生じていると言える。断面1と断面7の高水数上の流れに着目すると、底面に近い遅い流れの部分では高水数幅の変化の影響を大きく受けて、早めに低水路へ流れ込もうとする。これに対して、流速の大きい上層部では上流側の影響を残し、高水数上に乗り上げる流れが残っている。

3.2 横断面内の流下方向の流速分布 ケース1の断面1から4における流下方向の流速成分の等値線図を図-4に示す。等値線図の間隔は2(cm/s)である。これらの図より次のようなことがわかる。高水数幅の変化につれて、各断面内の流速値は増減しており、高水数上の速度分布が敏感に変化している。ほとんどの断面において、低水路内の等値線は高水数の先端部に向かい張り出した形状を示している。また、低水路内の水面近くでは、流速の小さい領域が低水路中央に向かいのびている。なお、高水数幅の狭い断面3及び4においては、高水数上の小さい運動量が低水路内に輸送され低流速の領域が低水路内に広がっている。また、断面4においては低水路隅角部に向かって流速の大きい領域が形成されており、低水路内の側壁付近にセル状のパターンを有する2次流の形成を示唆している。

3. 3 移流による横断方向の運動量輸送 複断面直線水路の流れにおいては、移流による運動量輸送がレイノルズ応力による拡散形の輸送に比べ、同程度かあるいは条件によればより重要となることが知られている。低水路が蛇行していたり、高水敷幅が変化していたりすれば、移流による運動量輸送がさらに重要となることが容易に推測される。そこで、実測結果をもとに移流による横断方向の運動量輸送量を算出し、その大きさを低水路底面での剪断応力の概略値と比較する。図-5はケース1における移流による運動量輸送量と流下方向の距離との関係を見たものである。符号の正は低水路から高水敷に向かう運動量輸送を表している。流下方向の変化は高水敷幅の変化と基本的にはよく対応している。図中には低水路内の水深と水路床勾配を用いて概算された底面剪断応力値を記入している。移流による運動量輸送量が底面剪断応力に比べ1桁程度大きい区間が存在することがわかる。このことより、正にも負にも変化する移流により運動量輸送を正確に表現することの重要性が確認される。

4. おわりに

本実験の内容は、高水敷幅の変化が流れ場に及ぼす影響を定性的に理解することにとどまっている。今後、精度の高い実験結果の集積をはかるとともに、3次元数値解析を実行し、流れ場の詳細や形状の効果などを系統的に検討する予定である。

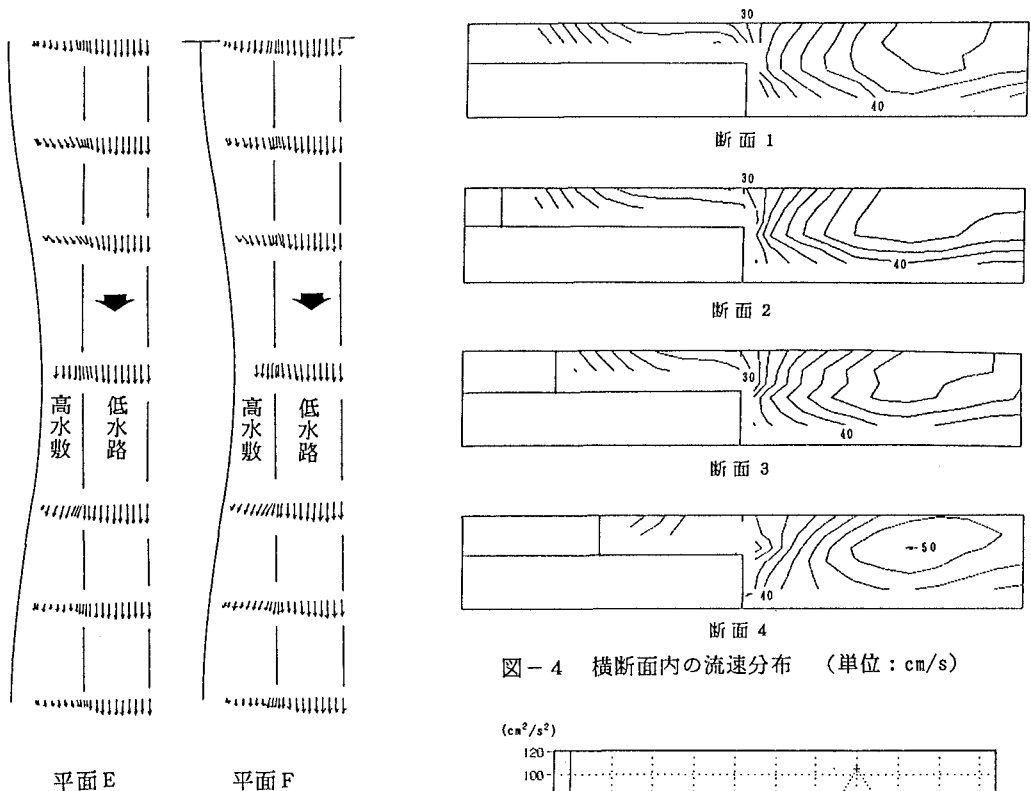


図-4 横断面内の流速分布（単位：cm/s）

図-3 流速ベクトルの平面図

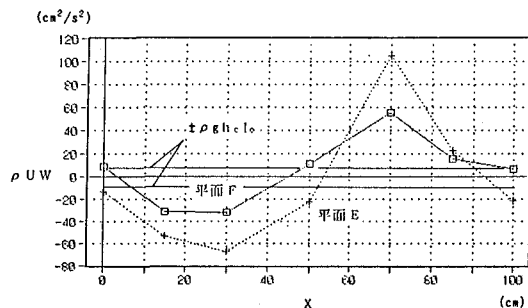


図-5 移流による横断方向の運動量輸送量