

# 両岸に高水敷を有する複断面開水路流れの組織構造の特徴

徳山高専 正会員      ○渡辺勝利・佐賀孝徳  
 学生員                      山下祐介  
 長岡技術科学大学 学生員      坂本健一

## 1. はじめに

複断面開水路流れは、高水敷、低水路の流れが構成され、その両者の境界部では、斜昇流、大規模水平渦というこの流れ固有の流れ構造の存在が知られている。筆者らは、これまでに、流路の片側に高水敷を有する複断面流れの内部構造を流れに可視化法を用いて検討してきた<sup>1) 2) 3)</sup>。その結果、高水敷上には縦渦構造が形成され、とくに高水敷先端部にはそれが安定して形成されることが明らかになった。また、その縦渦構造が斜昇流および瞬時の時計、反時計方向の旋回状の二次流れを誘起していることを明らかにした。また、大規模水平渦の形成にも高水敷上に形成された縦渦構造群が重要な役割を果たしていることが明らかとなった。本研究では、流路の両側岸に高水敷を有する複断面開水路流れの内部構造を明らかにするために、流れ場に形成された組織構造に注目し、その時空間的な特徴を流れの可視化法を用いて検討した。

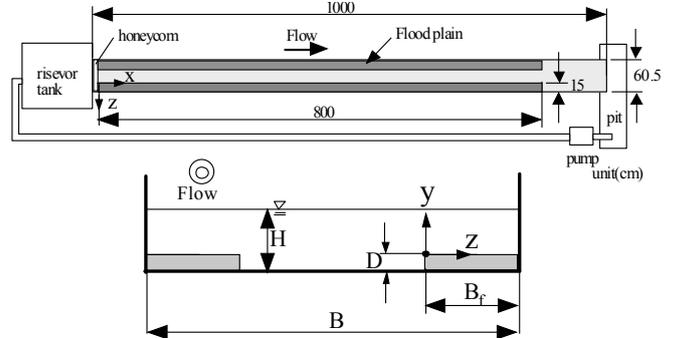


図-1 実験水路

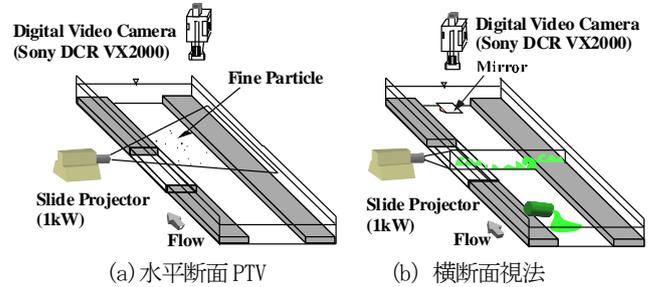


図-2 実験方法概略

## 2. 実験装置および実験方法

実験には図-1に示す、幅 $B=60.5\text{cm}$ 、長さ $10\text{m}$ 、高さ $15\text{cm}$ 、水路床勾配 $1/1000$ の亚克力樹脂板製滑面直線開水路を用いた。開水路の両岸に幅 $B_f=15\text{cm}$ 、高さ $D=4\text{cm}$ の高水敷を設置することにより、両複断面開水路とした。実験では、本水路の上流から $5\text{m}$ 付近でPTV(Particle Tracking Velocimetry)を用いた流速計測および流れの横断面視、水平断面視、縦断面視を行った。PTVでは図-2(a)に示すように、平均粒径 $100\mu\text{m}$ 、比重 $1.04$ の微細粒子を水路内に注入し、スライドプロジェクター(1kW)の厚さ $3\text{mm}$ のスリット光膜によって可視化された粒子流動状況をデジタルカメラ(SONY DCR VX-2000)を用いて撮影した。それらの連続画像を流体解析ソフト「Flow PTV」(株)ライブラリを用いて瞬時流速を計算し、それらを統計処理することにより平均流速分布を求めた。また、同図(b)のように、蛍光染料水溶液と同光膜を用いて組織構造の可視化を行った。また、組織構造と瞬時流速の対応関係を調べるためにDPTV<sup>1)</sup>を適用した。実験条件は、表-1に示すとおりである。

表-1 実験条件

CASE	H(cm)	Bf(cm)	D(cm)	U (cm/sec)	Re =UH/v
A	8.0	15.0	4.0	6.7	4805
B	8.0	15.0	4.0	5.8	4060
C	12.0	15.0	4.0	6.2	6814

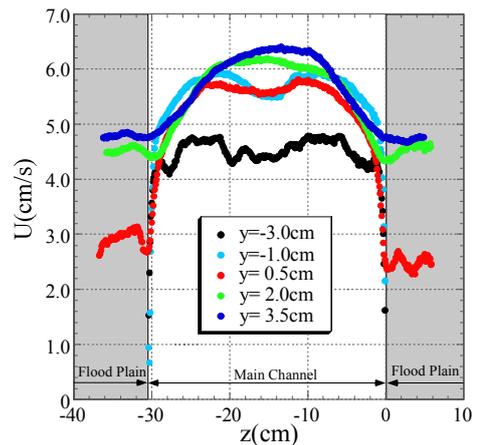


図-3 平均主流速分布(Case A)

## 3. 実験結果および考察

図-3には、各高さにおける主流速(U)の横断方向分布を示している。本図においては、高水敷先端部周辺および低

水路中央付近に局所的な低速領域が認められる。図-4には、本流れ場の内部流況の可視化の一例を示している。本流れ場においては、同左図のように高水敷上および低水路において縦渦構造の形成が認められた。高水敷先端部には、同右図に示すように縦渦構造の時空間的な集中が認められ

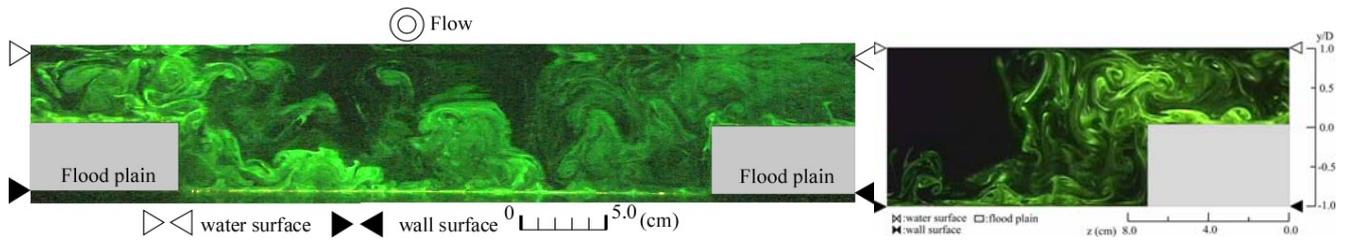


図-4 内部流況の可視化結果

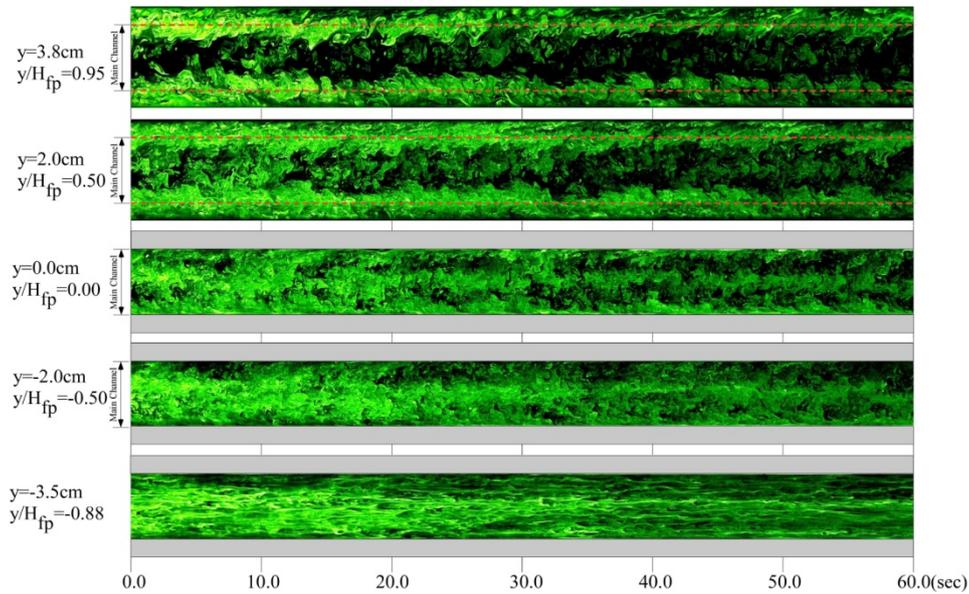


図-5 縦渦構造の形成領域の経時変化 (Case B)

た。図-5は、この縦渦構造の形成領域の経時変化を示している。本図から、高水敷先端部および低水路中央部付近に縦渦構造が長時間にわたって形成されていることが明瞭であり、この形成領域は図-3における局所的な低速領域と対応している。図-6には、低水路中央部におけるDPTV解析結果(変動速度分布)を示している。これより、縦渦構造の内部では相対的に低速、上昇領域であることから、本流れ場における局所的な低速領域の形成に本流れ場に形成された縦渦構造が重要な役割を果たしていることが理解される。図-7には、本研究で得られた知見を踏まえて、流れ場の概念図を示した。

#### 4. おわりに

両岸に高水敷を有する複断面開水路流れにおいては、高水敷先端部および低水路中央付近に縦渦構造の時空間的集中が発生し、それが平均主流速分布に影響を与えていることが明らかとなった。

#### 参考文献

- 1) 渡辺ら：土木学会水工学論文集，第51巻，pp.649-654，2007.
- 2) 渡辺ら：土木学会水工学論文集，第53巻，pp.186-200，2009.
- 3) 渡辺ら：土木学会水工学論文集，第54巻，pp.955-960，2010.

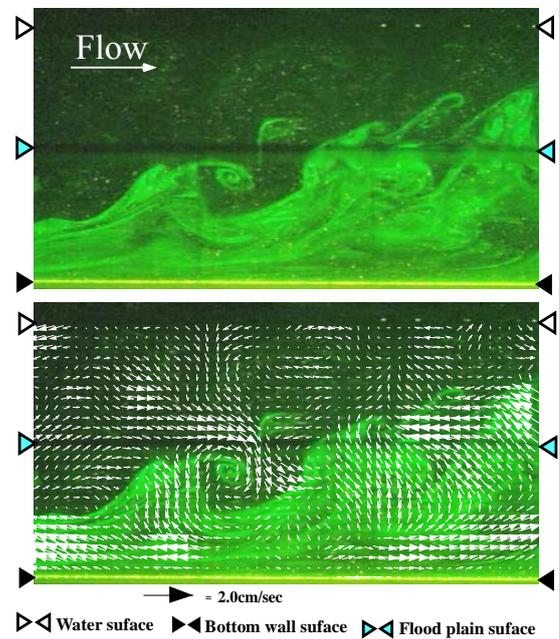


図-6 低水路中央部における DPTV 解析結果

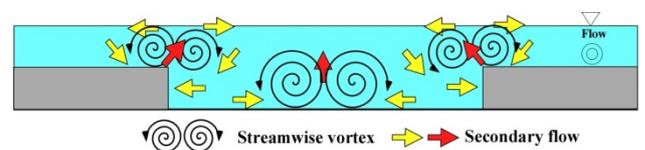


図-7 流れ場の概念図