

高水敷先端部における吸込み操作に伴う複断面開水路流れの特徴

徳山高専 正会員 ○渡辺 勝利
徳山高専 学生会員 松下 将也

1. はじめに

複断面開水路流れには、水平渦、斜昇流という複断面開水路流れ固有の構造の存在が明らかにされている。これまでの筆者らの研究により、斜昇流は高水敷先端部に時空間的に集中して形成される縦渦構造群が形成因であることが明らかにされている¹⁾。本研究では、高水敷先端部に形成された縦渦構造群の吸込み操作に伴う流れ場の特徴を流れの可視化と流速計測を用いて検討した。

2. 実験装置および方法

実験には、図-1 に示すような長さ 10m、幅 60cm、高さ 15cm の直線開水路を使用した。本水路の右岸側に長さ 1m、幅 21cm、高さ 4cm の高水敷を 6 個設置して複断面水路とした。高水敷の先端部には吸込み装置を取り付けており、ハンディポンプを取り付けて吸込み操作を行った。図-2 には吸込み機能を有する高水敷の詳細を示した。この高水敷は幅 15cm、長さ 1m、高さ 4cm の塩ビ樹脂板の前方に長さ 45cm、幅 6cm、高さ 2cm の塩ビ板を 2 つ取り付けている。この先端部に 2cm 四方のアルミ管を設置した。アルミ管の上面には、図-3 のように幅 3mm、長さ 1.35cm の穴が 2cm 間隔であけられている。アルミ管の側面には 25cm 間隔で、吸込み用のチューブコネクタを取り付けられ、その先にはハンディポンプが設置されている。実験では、流れの可視化と流速計測を行った。流れの可視化には蛍光染料注入法を用いた。流速計測には PTV (Particle Tracking Velocimetry) を用いた。実験条件は表-1 に示すとおりである。

3. 実験結果および考察

(1) 流れの可視化結果

図-4 には、高水敷先端部位置における縦断面視の経時変化を示している。(a)0sec では吸込みポンプのスイッチを入れた時点での縦断面視の一例である。これより高水敷先端部には流下方向に連なって縦渦構造が形成されていることが明らかである。(b)45sec ではあまり変化は見られないが、時間経過に伴って、(c)90sec のように蛍光染料の存在しない領域、すなわち縦渦構造が形成されていない領域が見られるようになる。その後は(d)120sec のように縦渦構造の形成が間欠的となることが認められた。

(2) 流速計測結果

図-5 には、PTV には流速計測の結果の一例を示している。同図(a), (b)吸込み操作の有無による平均主流速 (U) と二次流ベクトル (V/W) を示している。これより、吸込み操作無では、高水敷先端部に斜昇流、その両側に互いに回転方向の異なる対を成す旋回流の形成が明らかである。一方、吸込み操作有の場合は、斜昇流、旋回流が消失しており、高水敷先端部周辺は高速域が形成されている。また、同図 (c), (d) は水平方向レイノルズ応力 ($-\overline{uv}$) 分布を示している。吸込み操作無では、高水敷先端部の左が負値、右が正値の対を成す比較的大きな値が分布しているが、吸込み操作有では、正負の位相が逆転しておりその値は吸込み操作無に比べて小さくなっているように思われる。

4. おわりに

本研究では、高水敷先端部の吸込み操作に伴う流れ場の変化を検討した。その結果、高水敷先端部に時空間的に集中して形成されている縦渦構造は吸込み操作によって、その形成は間欠的となることが明らかとなった。また、平均主流速、二次流分布においては、吸込み操作によって斜昇流および対を成す旋回流が消失することが明らかとなった。さらに、乱れの分布からは、吸込み操作によって分布特性が大きく変化し、吸込み操作有の場合は、操作無の場合に比べて値が小さくなることが明らかとなった。

キーワード 複断面開水路流れ、吸込み操作、斜昇流、二次流れ、縦渦構造

連絡先 〒745-8585 山口県周南市学園台 徳山工業高等専門学校 土木建築工学科 TEL 0834-29-6326

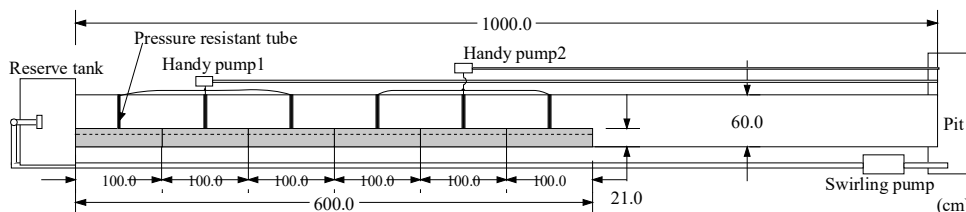


図-1 実験水路概要

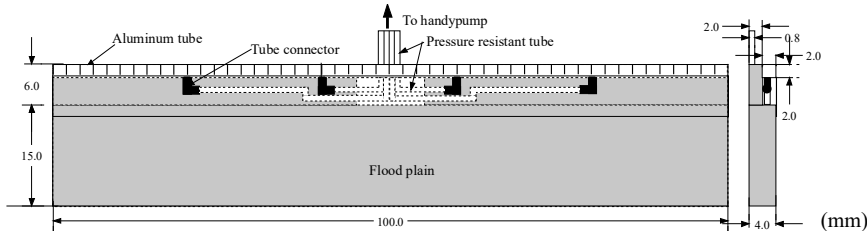


図-2 吸込み機能付き高水敷詳細

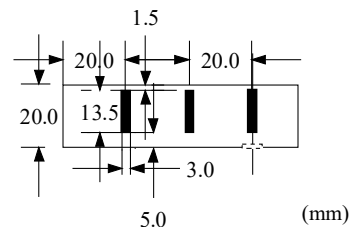


図-3 吸込み管詳細

表-1 実験条件一覧

Case	Q(cm ³ /s)	H(cm)	Um(cm/s)	Re(UmH/ν)	Fr(Um/(gH) ^{0.5})	Qv(cm ³ /s)	Vv(cm/s)	適用
A	3027.4	8.0	5.71	3263	0.065	765.4	6.3	吸込み操作有 水平PTV
B	2946.2	8.0	7.44	5535	0.084	0	0	吸込み操作無 水平PTV
C	3010.8	8.0	5.64	3186	0.064	775.4	6.4	吸込み操作有 縦断・水平可視化
D	3010.8	8.0	7.60	5781	0.086	0	0	吸込み操作無 縦断・水平可視化

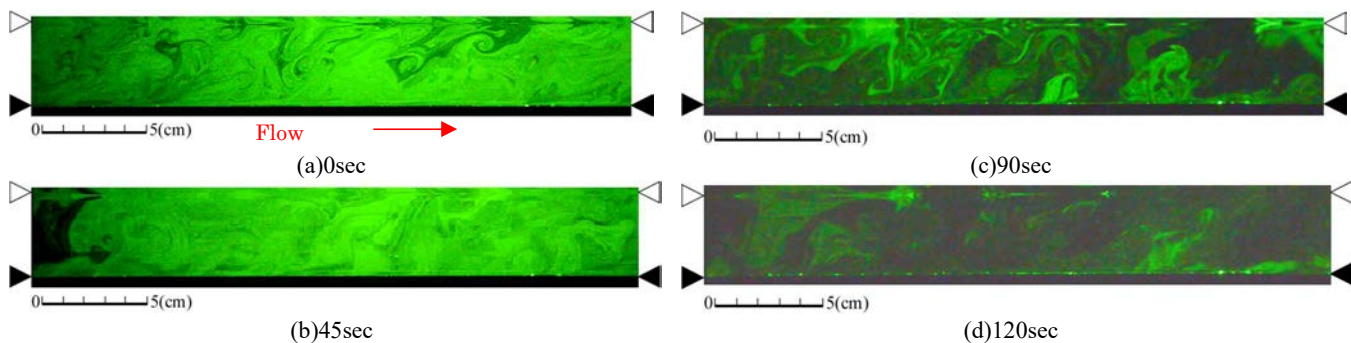


図-4 縦断面視時系列変化 (△: 水表面, ▲: 底壁面)

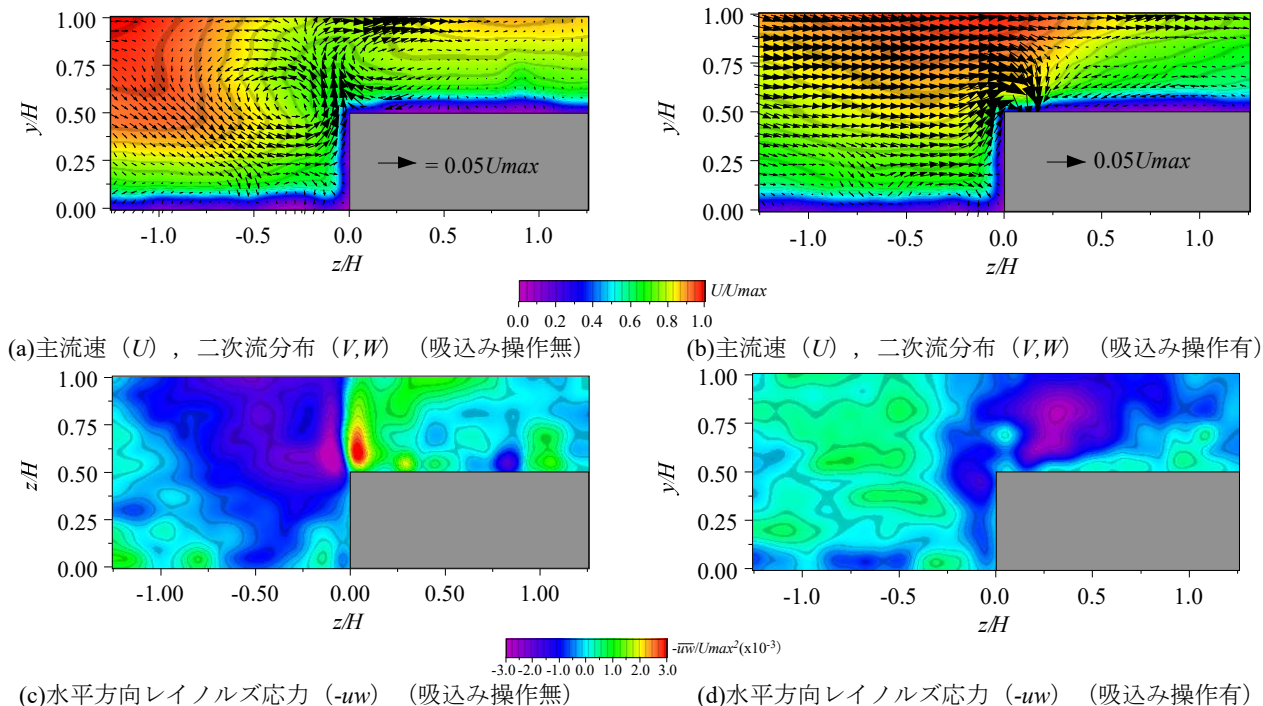


図-5 流速計測結果

参考文献

1) 渡辺勝利, 森山拓士, 佐賀孝徳: 低レイノルズ数における片複断面開水路流れに形成される斜昇流の内部構造, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.67, No.2, pp.41-53, 2011.