

吸込み機能を有する縦棧粗度を設置した開水路流れの特徴

徳山高専 正会員 ○渡辺 勝利
徳山高専 学生会員 北川 貴崇

1. はじめに

底壁面に複数の縦棧粗度を有する開水路流れにおいては、大規模な縦渦構造が形成され、安定した旋回状の二次流れが生成されることが知られている¹⁾。本研究では、縦棧粗度に集中して形成された縦渦構造の吸い込み操作に伴う流れ場の特徴を流れの可視化と PTV (Particle Tracking Velocimetry) を用いて検討した。

2. 実験装置および方法

実験には、図-1 のような長さ 10m、幅 60cm、高さ 15cm の直線開水路を使用した。本水路床上に長さ 2m、幅 59.9cm、厚さ 3cm の縦棧粗度模型を 3 基設置した。その縦棧粗度模型の詳細を図-2 に示す。同図(a)のように模型上には 5 列の縦棧粗度を設置されている。縦棧粗度の断面は台形(上底 1.5cm、下底 2.5cm、高さ 0.5cm)であり、横断方向の設置間隔は 12cm とした。5 列の棧粗度の中央の 1 つが吸込み機能を有している。同図(b)には吸込み機能付きの棧粗度の詳細を示している。吸込み装置は、塩ビ樹脂板で作られた棧粗度と 2.5cm 四方の矩形アルミ管を合成して作られている。吸込み穴は(c)のように幅 3mm、長さ 22mm であり、流れ方向に 10mm 間隔で開けられている。また、同図(d)のように 20cm 間隔で吸込み用のチューブコネクタが取り付けられており、ハンディポンプに繋がれ吸込みが行われる。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。表-1 は実験条件を示すとおりである。

3. 実験結果および考察

(1) 流れの可視化結果

図-3 には、吸込み操作に伴う棧粗度中央位置($z=0.0\text{cm}$)における縦断面視の経時変化を示している。(a) $t=0\text{sec}$ に示した吸込み操作直後では、縦渦構造が連続的に流下していることが観察された。時間が経過すると、(b) $t=15\text{sec}$ ～(d) $t=45\text{sec}$ のように縦渦構造が形成されない領域が出現し始め、さらに時間が経過すると(e) $t=60\text{sec}$ 、(f) $t=75\text{sec}$ のように、水表面まで到達した縦渦構造が間欠的で、流れ方向スケールは吸込み無のそれと比べて小規模となることが観察された。

(2) 流速計測結果

図-4 には、二次流ベクトル(V, W)分布と主流速(U)分布との重合図の比較を示している。同図(a)は吸込み無しの場合である。これより、時計、反時計の互いに回転方向が反転する大規模な旋回流が、縦棧粗度の両側に形成されている。この V, W 分布は、縦棧粗度状に時空間的に集中して形成される縦渦構造によって形成されており、これにより上述の U 分布の特徴が形成されている。一方、(b)の吸込み有りの V, W 分布においては、縦棧粗度上に極めて微弱な反時計、時計周りの旋回流が形成されている。この V, W 分布は U 分布に影響を及ぼしていない。これは、吸い込み操作によって、縦渦構造の形成が間欠的かつ小規模になったため、 V, W 成分の形成が減衰したためと考えられる。

4. おわりに

底壁面に縦棧粗度を有する開水路流れにおいて、棧粗度の吸い込み操作に伴う流れ場の特徴を検討した。その結果、吸い込み操作によって、棧粗度上に形成される縦渦構造は関係的かつ小規模となることが明らかとなった。また、吸込み有の主流速(U)分布は、吸い込みに伴い二次流れが極微弱となり、吸込み無の U 分布と比べて顕著に変化することが認められた。

参考文献

- 1) 渡辺 勝利, 佐賀 孝徳, 國弘 栄司: 底壁面に縦棧粗度を設置した開水路乱流に形成された並列らせん流の内部構造, 土木学会論文集B, Vol. 62, No. 2, pp.186-200, 2006.

キーワード 縦棧粗度, 吸込み操作, 開水路流れ, 縦渦構造, PTV, 流れの可視化

連絡先 〒745-8585 山口県周南市学園台 徳山高専 TEL 0834-29-6326

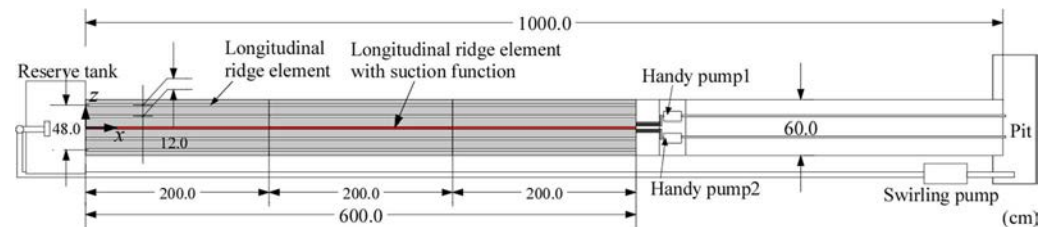
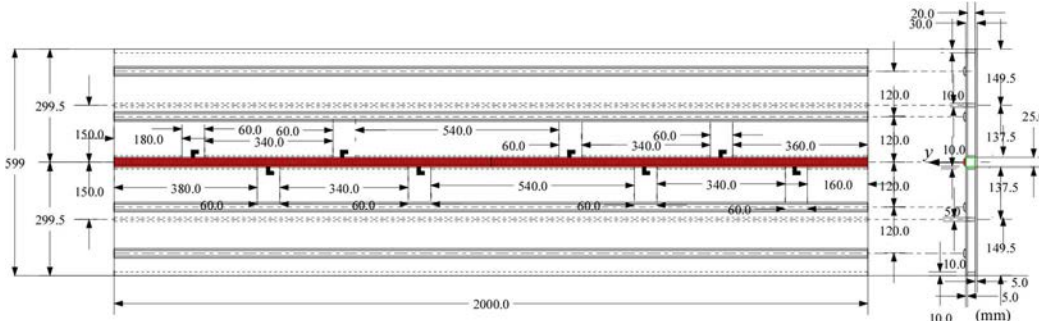
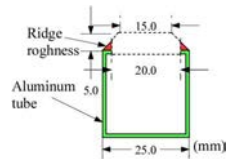


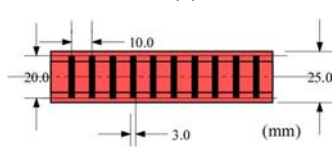
図-1 実験水路平面図



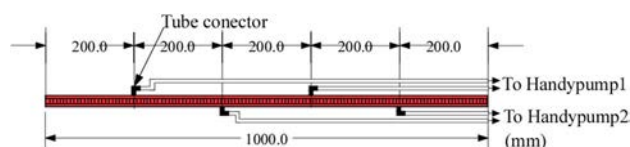
(a)縦棧粗度模型平面図および側面図



(b)吸込み機能付き縦棧粗度模型横断面図



(c)吸込み穴詳細図



(d)吸込み機能付き縦棧粗度模型平面図

図-2 吸込み機能付き縦棧粗度模型の詳細
表-1 実験条件一覧

Case	$Q(\text{cm}^3/\text{s})$	$H(\text{cm})$	$U_m(\text{cm/s})$	$Re(U_m H/\nu)$	$Fr(U_m/(gH)^{0.5})$	$Q_v(\text{cm}^3/\text{s})$	$V_v(\text{cm/s})$	適用
PRE	3957	6.0	11.0	5482	0.14	941	5.2	予備実験・PTV
A	4109	6.0	11.4	6848	0.15	0	0	吸込み操作無・PTV
B	4109	6.0	11.4	6848	0.15	211	0.5	吸込み操作有・PTV
C	2482	6.0	6.9	4137	0.11	653	1.6	吸込み操作有・可視化

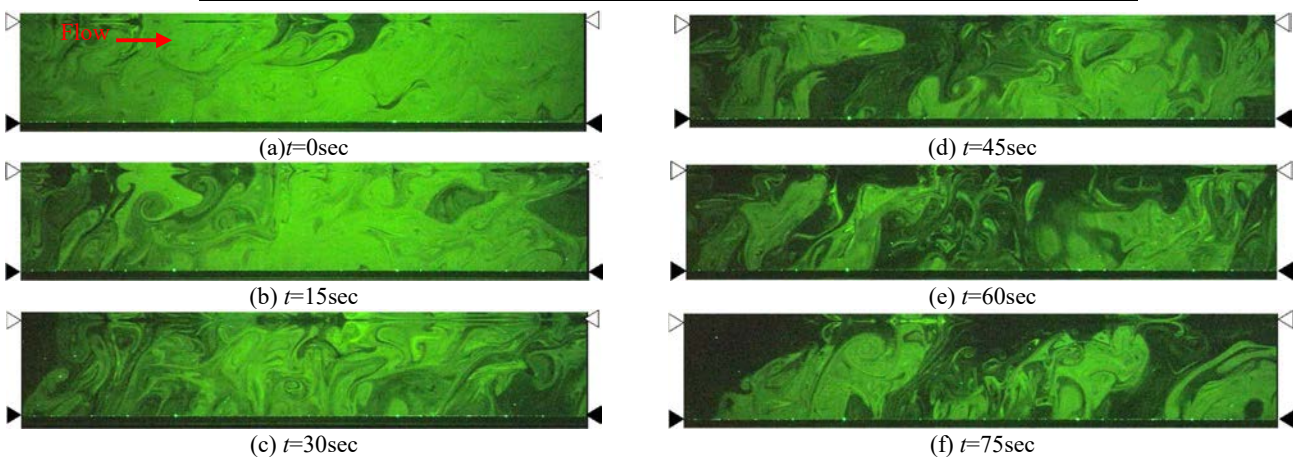
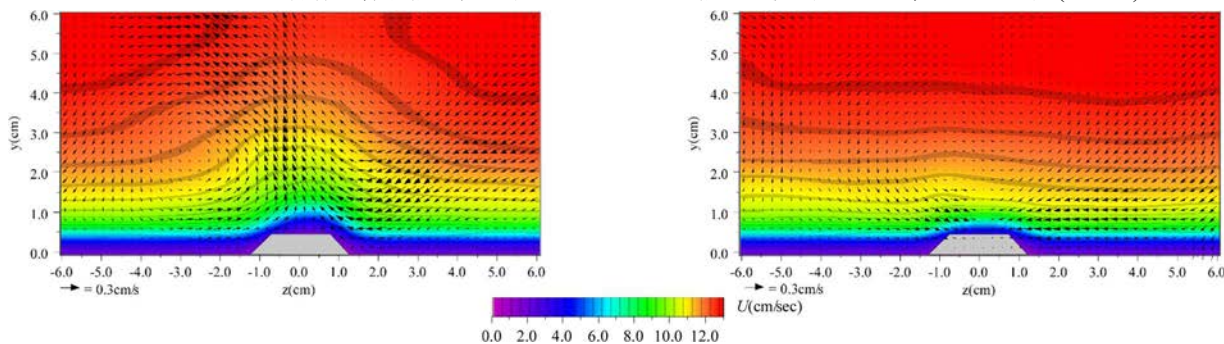


図-3 吸込み操作に伴う縦棧粗度中心断面における縦断面視 (△水表面, ▲底壁面) (Case C)



(a)吸込み無(Case A) (b)吸込み有(Case B)

図-4 吸込み操作に伴う主流速分布(U)と二次流ベクトルの重ね図