

II-245

Delta Vane による縦渦および流砂の制御

熊本大学大学院 学生員 ○野仲典理
 熊本大学工学部 正 員 大本照憲
 九州大学工学部 正 員 平野宗夫

1.はじめに

主流方向に軸を持つ縦渦が、その向きを交互に変えて配列した縦渦列は、壁乱流の内層および開水路主流部において観察されている^{1,2)}。著者等は、縦渦列の安定機構に与える境界の影響を明らかにするため、縦渦列が無限領域、半無限領域および有限領域の流れ場に存在した場合の安定性について渦糸モデルにより理論的に検討した。その結果、水深スケールの縦渦列は底面および自由水面の影響により安定することが示された³⁾。本研究では、この点に着目し、Delta Vane により縦渦列を人工的に発生させ、河床および流砂の制御を試みた。

2.実験装置および方法

実験に用いた水路は、長さ10m、幅288mmの亚克力樹脂製の可変勾配水路である。移動床実験には、河床材料として、中央粒径 $d_{50}=0.94\text{mm}$ および 0.57mm の均一に近い珪砂が用いられた。河床材料は水路全域に互って厚さ3cmで一様に敷均し、厚さ5mmの直角二等辺三角形の亚克力板で作られた Delta Vane を、図-1のように Vane が初期河床より高さ $H_v=2\text{cm}$ 、迎え角 $\theta=8^\circ$ 、その間隔が初期水深の整数倍となるように配置した。実験は、上記の境界条件および表-1の水理条件で通水され、120分経過後に超音波測深器により河床形状および横断方向に1cm間隔で仕切られた捕砂器を用いて掃流砂量の測定が行われた。

3.実験結果

座標系は、Delta Vane 下流端を原点とし、主流方向にx軸、水路横断方向にy軸、鉛直上方にz軸を取る。一例として図-2、3および4は、各々、図-1のCase(a)およびCase(b)における河床高、掃流砂量および掃流力の横断分布を示す。なお、掃流力は、掃流砂量式にMeyer Peter-Mullerの式を適用することによって算定された。図-2より水路中央のVaneの間隔が流下方向に漸縮するCase(a)の場合、河床高さは水路中央ではVaneの直上流で谷部であったものが、Vaneの下流領域では峰部に変化していることが認められる。一方、水路中央のVaneの間隔が流下方向に漸拡するCase(b)の場合、河床高さは上・下流領域共に谷部である。両者を比較すれば、Vaneの向きを変えたCase(a)とCase(b)では、河床形状は逆位相となることが分かる。

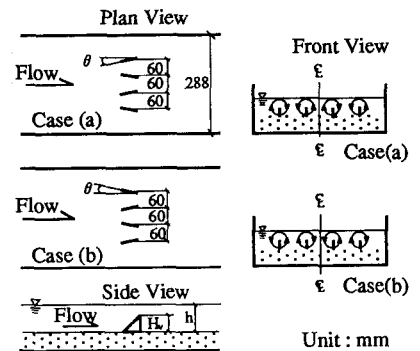


図-1 Delta Vaneと縦渦の配列

表-1 水理条件

Discharg	$Q=2.89(\text{l/sec})$
Water Depth	$H=3.0\text{cm}$
Discharge Velocity	$U_m=33.5\text{cm/sec}$
Friction Velocity	$U_* = 2.71\text{cm/sec}$
Flume Slope	$I_f=1/400$
Reynolds Num.	$Re=9950$
Froude Num.	$Fr=0.618$
Grain Size Reynolds Num.	$Re_* = 25.2$

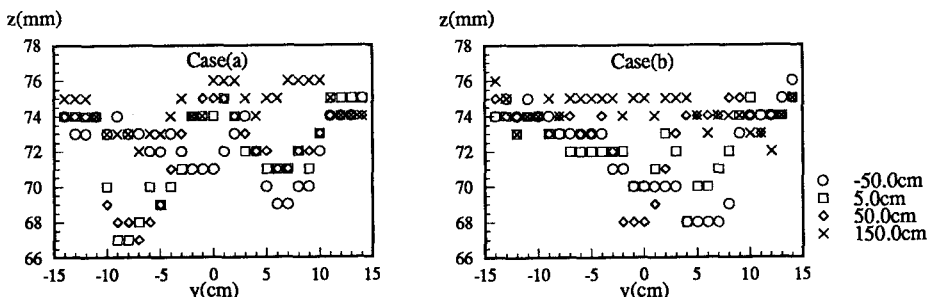


図-2 河床形状の横断分布

また、図-3および4より掃流砂量および掃流力は横断方向に大きく変化し、河床の谷部で極大値、峰部で極小値を示す。図-2、3および4より、縦渦は図-1の中の正面図に示された配列を取ることが予想される。また、Delta Vaneの周辺には顕著な局所洗掘は発生しておらず、円柱等の前方に見られる馬蹄型渦に伴う強い下降流は生じないことがDelta Vaneの特徴として挙げられる。図-5は、各々、一對のDelta Vaneを流下方向に漸縮(Concentration)および漸拡(Extension)した場合の河床形状を縦筋河床の半波長 b および波高 Δ で無次元化したものである。図より、両者とも相似形を示し、Vaneがない場合と類似の形状⁴⁾であることが認められる。代表的空間スケールである波長 $2b$ は、水深との比がVaneのない場合には、 $2b/h=1.7-2.64$ であったが、Vaneを導入した場合には迎角 θ およびその間隔によって変化するが全般的には $2b/h=2$ を中心に変動していることが認められた。また、波高 Δ については、Vaneのない場合には、最大で約 $\Delta/h=0.15$ に対してVaneが流下方向に漸拡した場合に最大で約 $\Delta/h=0.35$ 、漸縮した場合に最大で約 $\Delta/h=0.25$ であった。

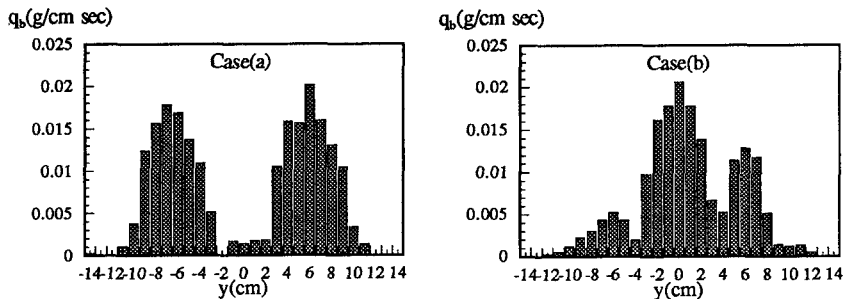


図-3 掃流砂量の横断分布

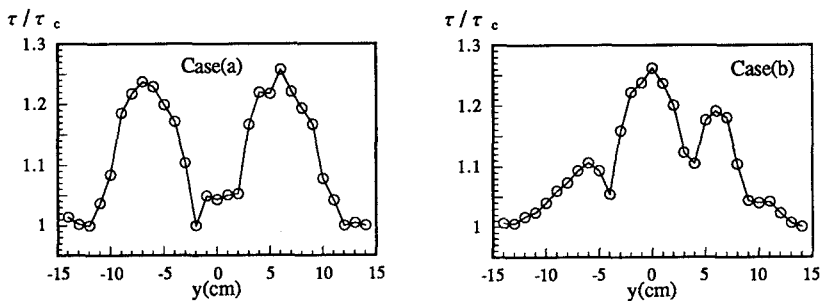


図-4 掃流力の横断分布

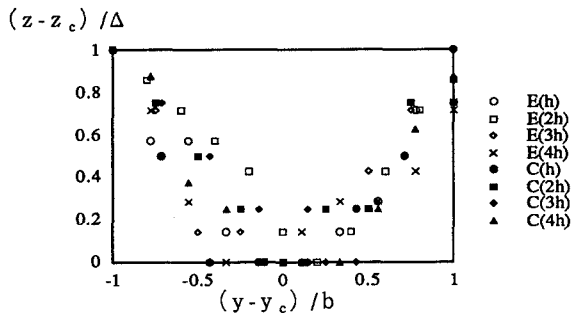


図-5 河床形状の無次元表示

参考文献

- 1) Kline S.J., Reynolds W.C., Schraub F.A. and Runstadler P.W.: J.F.M., Vol.30, pp.741-773, 1967
- 2) 木下良作: 石狩川河道変遷調査(本編、参考編)、科学技術資源局資料、No.36, 1961
- 3) 大本照憲、平野宗夫: 第23回乱流シンポジウム講演論文集1991
- 4) 大本照憲、平野宗夫: 土木学会論文報告集、第399号、1988