

II-320

Delta Vane による二次流の制御

熊本大学工学部 正 員 ○大本照憲
 建設省土木研究所 正 員 野仲典理
 福岡県 正 員 樋口憲治

1. はじめに

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¹⁾。その結果、主流方向に軸を有する水深スケールの縦渦が向きを交互に変えて配列した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。本研究では、この点に着目し、Delta Vane により二次流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40cmの亚克力樹脂製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 $d_{50}=0.94$ mmの均一に近い珪砂が用いられた。河床材料は水路全域に亘って厚さ6cm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 が初期河床から高さ $\Delta=3$ cm、迎え角 $\theta=7^\circ$ 、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、左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、水路中央において主流方向にx軸、横断方向にy軸、鉛直上方にz軸を取る。図-2は、2枚のDelta Vane を、その間隔が h (初期水深)、 $2h$ および $3h$ となるように設置した場合の河床形状を示したものである。Case(a)~(c)は、Delta Vane が下流方向に開くように設置した場合である。図よりVane間隔が h および $2h$ の場合には、

表-1 実験条件	
初期水深	$h=4$ cm
流量	$Q=7.02$ l / sec
断面平均流速	$U=45$ cm/sec
水路勾配	$I_0=1/500$
河床材料	$d_{50}=0.94$ mm

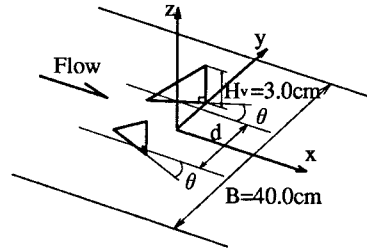


図-1 Delta Vaneの模式図

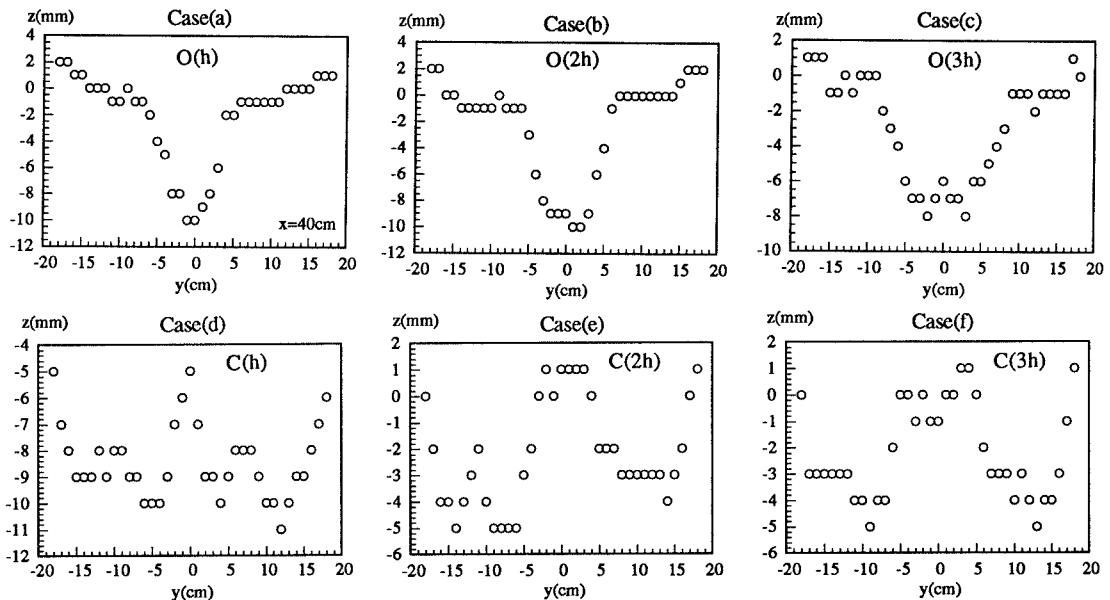


図-2 Delta Vane の間隔による河床高の変化

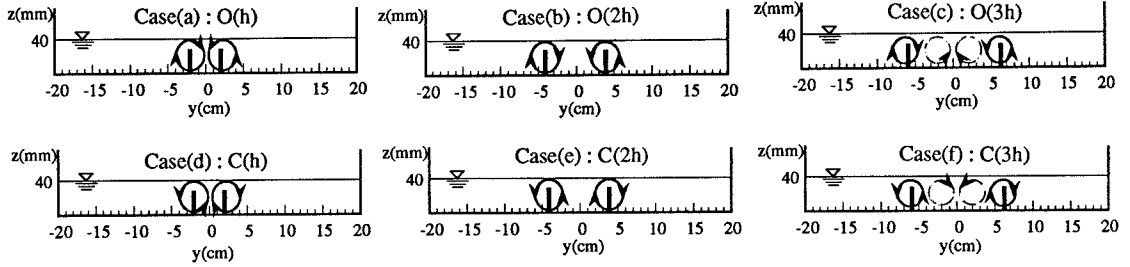


図-3 予想される縦渦配列

Vane の内側に Sand Trough が形成されており、間隔が 3 h の Case(c) では、Sand Trough 中央の $y=0$ の近傍に波高が 2mm の Sand Ridge が見出せる。なお、ほぼ同一の水理条件で Vane の間隔を 4 h にした場合、Case(c) で見られた Sand Ridge の波高は 3mm となり、Sand Ridge が明瞭となることが認められた。Case(d)～(f) は、Delta Vane が下流方向に閉じるように設置した場合である。Case(d) と Case(e) では、Vane 間の中央 $y=0$ の近傍に 1 本の Sand Ridge が、主流と平行に形成され、その波高は約 5mm であることがわかる。Vane 間の距離が 3 h の Case(f) の場合、図より水路中央部に Sand Trough とその両側に 2 本の Sand Ridge が生じていることがわかる。縦筋河床と二次流との関係は、Sand Ridge 上で上昇流、Sand Trough 上で下降流の生ずること、および、縦筋河床と水深スケールの縦渦との位置関係から²⁾ Vane によって生じる水深スケールの縦渦配列は図-3 となることが示唆される。図-4～6 は、それぞれ、8 枚の Vane をその迎角が交互に正負となる様に配置した場合の河床高、掃流砂量および掃流力の横断分布を示したものである。なお、掃流力は Meyer-Peter-Muller の掃流砂量式を用いて掃流砂量から求めたものである。図-4～6 より、Vane によって明瞭な Sand Ridge を発生させ、また、掃流砂量および掃流力を横断方向に大きく変化させることが可能であることが認められる。この時の水深スケールの縦渦は図-8 に示す様な配列を取ることが予想される。なお、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。この様に、Delta Vane は、流れに対して大きな抵抗とはならないため治水安全度を低下せず、二次流によって安定した高速域と低速域が形成されることから魚類等の水棲生物に良好な環境を創出する可能性を有し、河川環境工法の一つとして有力視できるものと考えられる。

参考文献

- 1) 大本照憲、平野宗夫：縦渦列の安定機構とその制御について、水工学論文集、37巻、pp.495-502 1993
- 2) 大本照憲、平野宗夫、M.S.パルー：縦筋河床上の三次元乱流構造、第33回水理講演会論文集、pp.529-534、1989

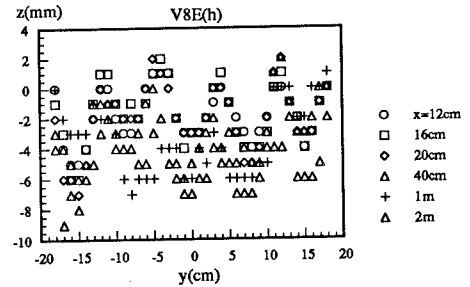


図-4 河床高の横断分布

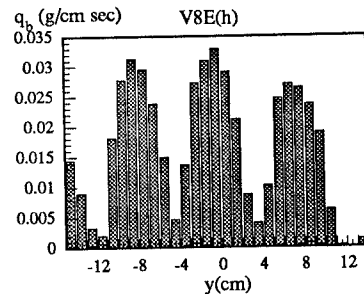


図-5 掃流砂量の横断分布

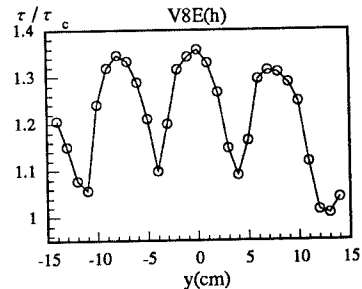
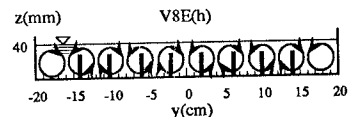

図-6 τ/τ_c の横断分布


図-7 予想される縦渦列