

(II-58) 並列らせん流の強度，構造に与える水路床の影響について

宇都宮大学 学生員 平野 真人

宇都宮大学 学生員 大野 貴史

宇都宮大学 F 員 須賀 堯三

宇都宮大学 正 員 池田 裕一

1. はじめに

並列らせん流は，開水路流れにおける大規模組織乱流に関連する最重要課題の一つと位置づけられる．国内では，洪水時の航空写真によると，多くの河川において並列らせん流が発達している．しかし発達していない河川もある．また国外でも明確に発達している河川や発達していない河川もある．その発達原因は，水理量の他，特に底質と砂漣・砂堆等の小規模河床波や砂州等の中規模河床波にあると考えられる．そこで本研究では実験により，種々の条件のもとで水路床が並列らせん流の強度，構造へどのような影響を与えているかについて調べることにした．

2. 実験概要

実験には，長さ 6m，幅 72cm，深さ 25cm の長方形断面を持つ，勾配 1/1000 のアクリル樹脂製水路を用いた．水路床には，砂床の縦渦の強度，構造に与える影響を見るためと，様々な河床形（固定床）を与えるために，流れの掃流力に抵抗し得る砂を敷き詰めた．木下の実験⁽¹⁾を参考に平坦砂床実験（Case-A），格子の対角線長 $L (=4h)$ が水深の 4 倍（図-1）になるような深さ 1.5cm の斜め格子ミゾ床実験（Case-B），また河床に形成される縦筋を模擬した三角形断面を持つ人工縦棧粗度を水深の 2 倍間隔で河床（図-2）に設けることで縦渦を誘起した実験（Case-C），V 字型シルにより水深の 2 倍間隔で上昇流を与えることで縦渦を作成した実験（Case-D）⁽²⁾を表-1 に示す条件で行った．流速測定には 2 成分電磁流速計を用い，サンプリングは，周波数 1000Hz で 20 秒平均したものを AD 変換により平均流速とした．座標系は，主流方向を X 軸，横断方向を Y 軸，鉛直上方を Z 軸とした．

3. 実験結果と考察

(a) 水面流況 水面流況観察をアルミ粉末により行った．Case-B と Case-C の場合には，流下方向に連なるそれぞれ 6 本，5 本の縦縞模様が水深の約 2 倍間隔で現れており，特に Case-D の場合には明瞭な 5 本の縦縞模様が水深の約 2 倍確認され，流れの三次元性，縦渦の存在が示唆された．Case-A の場合には，縦縞模様は確認できなかった．

(b) 主流速分布 図-3～6 は，Case-A～D の断面平均流速 U_m で無次元化された主流速 (U/U_m) コンターである．Case-A（図-3）の場合には，側壁より水深の約 2 倍程度の範囲で，隅角部の縦渦の存在が示唆され，

表-1 実験条件

流量 $Q(l/s)$	7.90
断面平均流速 $U_m(cm/s)$	18.29
水深 $h(cm)$	6.00
アスペクト比 $(=B/h)$	12.00
フルード数 $(=U_m/\sqrt{gh})$	0.24
レイノルズ数 $(=U_m h/\nu)$	10900

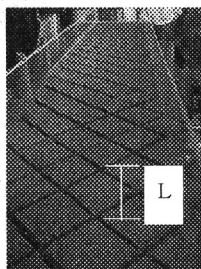


図-1 斜め格子ミゾ床

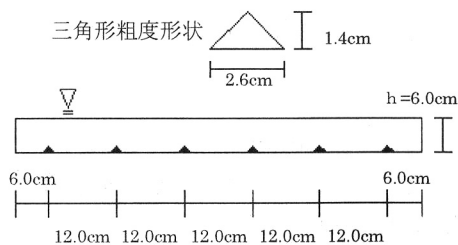


図-2 三角形粗度設置断面

Key Word : 並列らせん流，水路床の状況，縦渦の強度，組織的構造

連絡先 : 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2, 宇都宮大学工学部, TEL : 028-689-6214, FAX : 028-662-6367

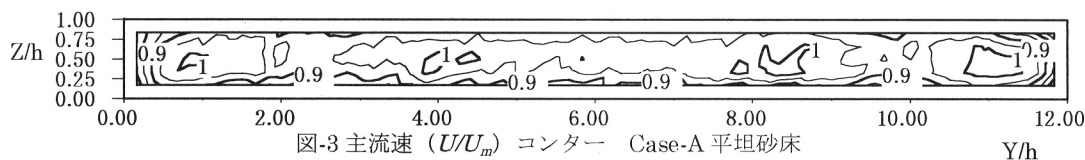


図-3 主流速 (U/U_m) コンター Case-A 平坦砂床

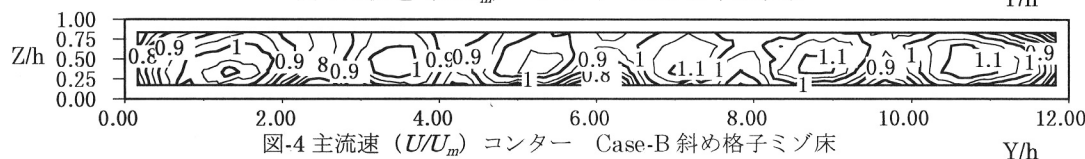


図-4 主流速 (U/U_m) コンター Case-B 斜め格子ミゾ床

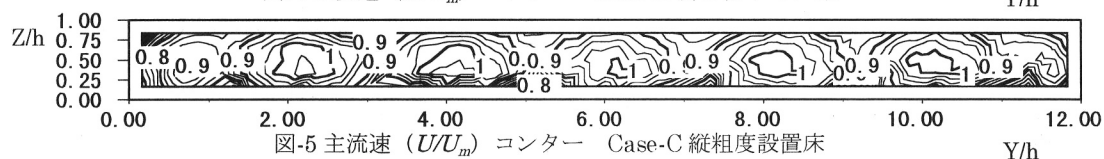


図-5 主流速 (U/U_m) コンター Case-C 縦粗度設置床

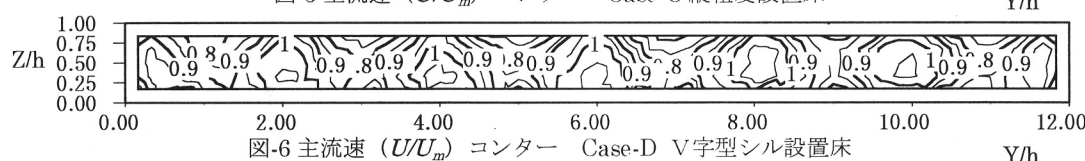


図-6 主流速 (U/U_m) コンター Case-D V字型シル設置床

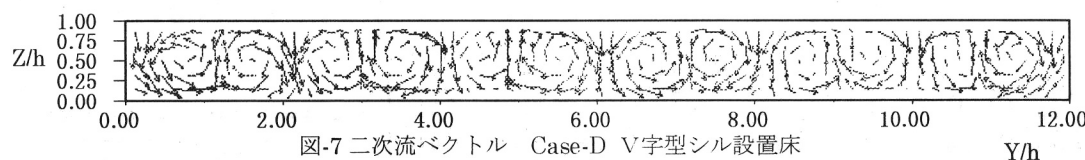


図-7 二次流ベクトル Case-D V字型シル設置床

それにより完全に最大流速点が自由水面下に埋没していた。水路中央部では最大流速点降下現象が確認できたが水深規模の縦渦等の組織立った構造は確認できなかった。Case-B (図-4) の場合には、高速体と低速体とが交互に存在した。これは、水面付近にも現れ、水面流況観察において縦渦模様が観察された位置は、高速体部にあたることになる。Case-C, D (図-5, 6) の場合においては、縦粗度やシルによって上昇流を与えたことにより、どちらの場合にも位置的に一致した高・低速体が交互に存在し、流れの三次元性が明瞭に確認できた。水面流況観察において縦渦模様が観察された位置は、高速体部にあたることになり、Case-B の場合と一致した。

(c) 断面流況 各 Case で流速の V, W 成分をもとに二次流ベクトル図を作成したが、A, B, C の場合は、計測に十分な二次流速成分が得られなかった。図-7 は、Case-D の場合の二次流ベクトルである。この図と図-8 を対応させて見てみると、下降流部が高速体、上昇流部が低速体となり従来行われてきた実験と一致している。

4. おわりに

本研究では、砂床に幾何形状や縦粗度やシルを設けることにより縦渦を形成し、その影響を調べたが斜め格子ミゾ床・縦粗度設置床では、計測に十分な二次流成分が得られなかった。その理由は水深に対して十分なミゾの深さがなかったため (Case-B) と、水路床が砂であるため下降流から上昇流へ跳ね返る際にそのエネルギーが河床に吸収されてしまったためと思われる。今後、他の河床材料を考慮した水路床での実験を行い、比較・検討する必要がある。

【参考文献】

例えば、1)木下良作；並列らせん流に関する実験的研究、北海道開発局石狩川開発建設部委託調査、河道形状と洪水流に関する検討業務報告書、1977.2)大野貴史・平野真人・須賀堯三・池田裕一；並列らせん流の組織的構造に関する実験的検討、第26回関東支部技術研究発表会、1999.3