

移動床上の流れの三次元性と 縦筋・縦渦の発生過程に関する研究

京都大学工学部 正 員 中川 博次 京都大学工学部 正 員 福津 家久
京都大学大学院 学生員○川崎 伸哉

1. まえがき これまでの研究では、河川や実験水路で、ある条件の下で、縦渦が発生することが知られており、その性質も詳しく知られている。¹⁾ 本研究では、平坦移動床上で、縦筋、縦渦の形成されるまでの非定常過程について、流速、河床の変化を時間を追って探ることを目的としている。

2. 実験方法 実験水路は、長さ8m、幅30cmの勾配可変式水路である。水路には、6.3mmにわたって粒径0.68mmの一樣砂を厚さ5.0cmに平坦に敷きつめた。流速は、レーザー流速計で、1測定点30秒計測し、河床形状は、超音波測定器で測定した。水理条件は、流量2.5l/s、水路勾配 1/567、平均水深 2.6cmである。実験ケースは、(1)自然発生させたケース、(2)上流側に、あらかじめ2本のリッジを設置したケース、(図1)がある。

3. 実験結果及び考察 流速測定点は、時間と共にトラフ、リッジになると思われる個所を選んだ。(図2) 図3から6に、河床近傍での流速、乱れ強度、レイノルズ応力の時間的変化を示す。流速 U は、40分後には約1.5cm/s減少し、その後増加している。これは40分までの間は河床の掃流運動が活発であり、40分以後は縦筋が形成され始めたためと考えられる。40分以後の流速 U は、縦筋の発達と共にリッジ上、トラフ上とも増加するが、図7では、半水深での U の時間的変化を示すが、約40分後からリッジ、トラフ上で流速は減少しており、この時点で縦筋が形成され始め、それによってらせん流が発生し、流れのねじれによって流速が減少したとも考えられる。図3と図7から、河床近傍と半水深とでは U の変化に差異が見られ、河床近傍ではトラフ上の方がリッジ上より U の増分が大きいことから、二次流の存在によって、トラフ、リッジ上で流速分布が異なってくることを、流れが三次元的になることが考えられる。鉛直方向の流速 V は、時間と共にトラフ上では負、リッジ上では正に向かう傾向にあるが、その変動は大きい。乱れ強度 ν は、河床での掃流活動に伴う流れ秩序化と共に減少するものと考えられるが、約70分後には一定値をとり、縦渦が安定しつつあると思われる。レイノルズ応力は、約40分後まではリッジ上、トラフ上ともに減少するが、図8からこの間の河床低下はトラフで約1.0mm、リッジで約0.5mmであるから、レイノルズ応力の減少は単に河床の洗掘による低下では説明できない。図9は、ケース(2)での定常状態でのレイノルズ応力の水深方向の分布を示しているが、このケースでは縦渦が強制発生されており、これによる典型的な流れの歪みを表していると考えられるが、直線分布とは言えない。ケース(1)でも、程度の差こそあれ、二次流が存在する場合、同様の傾向がみられるだろう。図10では、半水深での時間的変化を示すが、図6のように一定値に近づかず減少している。これは、図9の傾向に近づきつ

Hiroji Nakagawa, Iehisa Nezu, Nobuya Kawashima

つあることを暗示している。すなわち、二次流の存在下では、厳密には、レイノルズ応力の非直線分布により、流速分布 U が対数則からずれると考えられる。

図11では、ある断面での河床の変化を示しているが、側壁に近い部分から縦筋が現れており、これは、側壁隅角部による乱れの非一様性が縦渦の発生原因であることを示唆するものかもしれない。

4. あとがき 平坦河床に通水すると、流れと河床との相互作用の結果、縦渦（二次流）と縦筋が発生、発達する。リッジ上では上昇流、トラフ上では下降流となり、平均流速は、リッジ上よりトラフ上の方が大きいことがわかった。

参考文献

1) Nezu, I., Nakagawa, H., : ASCE (1984)

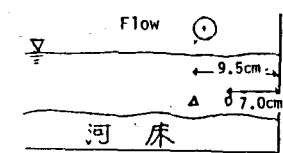


図 2

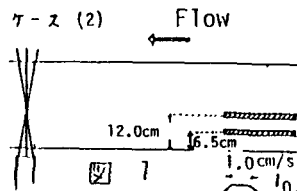


図 7

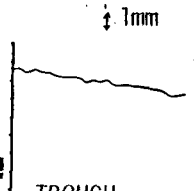
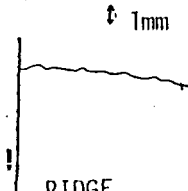


図 8 河床の低下

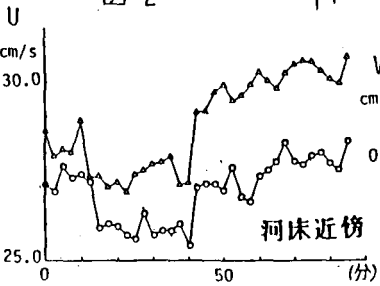


図 3 主流域 U の時間的変化

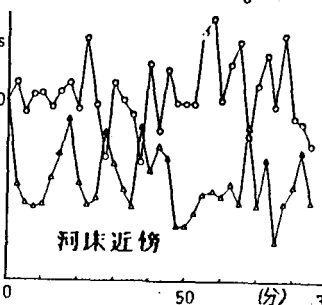


図 4 鉛直流速 V の時間的変化

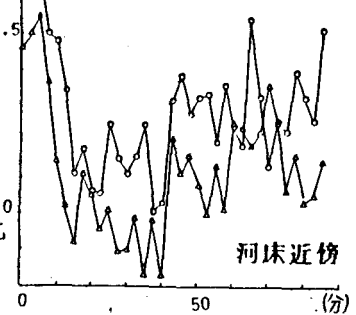


図 5 乱れ強度 U' の時間的変化

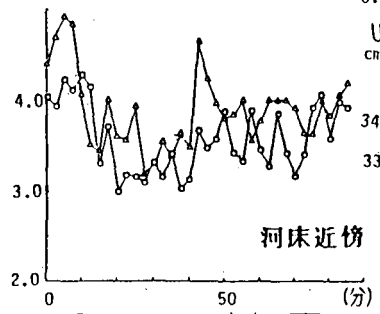


図 6 レイノルズ応力係数 $-uv$ の時間的変化

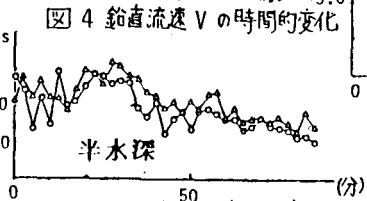


図 7 主流速 U の時間的変化

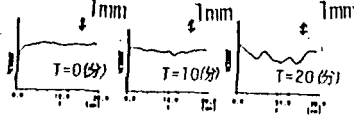


図 11 河床の変化

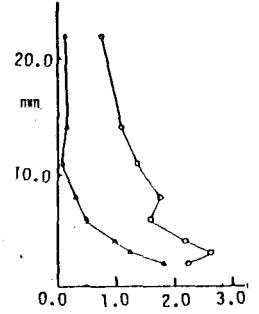


図 9 ケース(2)の水深方向のレイノルズ応力係数 $-uv$ の分布

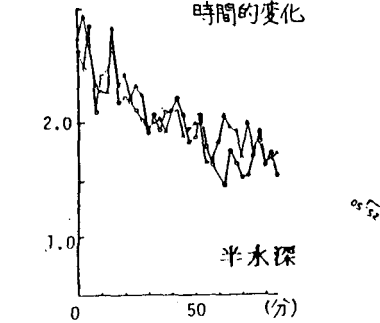


図 10 レイノルズ応力係数 $-uv$ の時間的変化