

II-344

砂漣モデル近傍における渦の強さの時間的変化に関する実験的研究

○五洋建設

埼玉大学

埼玉大学

埼玉大学

積水化学工業

正員 水谷 将

正員 堀川清司

正員 谷本勝利

正員 中村廣昭

倉科恭子

1. はじめに 著者ら（水谷ら,1991; Horikawa・Mizutani,1993）は、砂漣頂部が曲線的な砂漣モデルと鋭角的な砂漣モデルの近傍の流れをレーザードップラー流速計により詳細に測定し、流速分布、乱れ強さの分布、レイノルズ応力分布等を求め、さらに砂漣近傍に発生する渦の強さの1周期にわたる発生から消滅までの時間的変化を比較検討した。本研究では、曲線的な砂漣モデルを対象を限定し、その近傍の流れについて写真撮影による可視化実験を行う。この結果と既往の研究より得られたデータから、1周期にわたる渦の発生から消滅までの過程を検討する。

2. 実験概要 実験に使用した振動流実験装置はU字型矩形断面水路である。装置の諸元は、断面が30cm×30cm、全長が約1300cmで、水平部の一部210cm区間が観測部となっている。振動流は水平部の一端にあるピストンによって発生し、周期、振幅を変化させることができる。砂漣モデルは表面が滑面で、長さが210cmであり、その1波長の形状は表-1に示すとおりである。振動流の条件を表-2に示す。位相は、左方向への流れから右方向への転流時（正転時）を0、その逆方向への転流時（反転時）を π とした。実験では比重が水と同程度で、かつ光をよく反射するポリスチレン粒子（直径0.3～0.5mm）を水中に混入し、その運動の様子を撮影した。シャッタースピードは $T=9s$ の場合1/8s、 $T=4s$ の場合1/30sとした。なお、表-2の実験条件のうち、 $T=4s$ のケースは、中央粒径が0.43mmの砂を用いたときに、モデルとほぼ同形状の砂漣が発生する条件である。

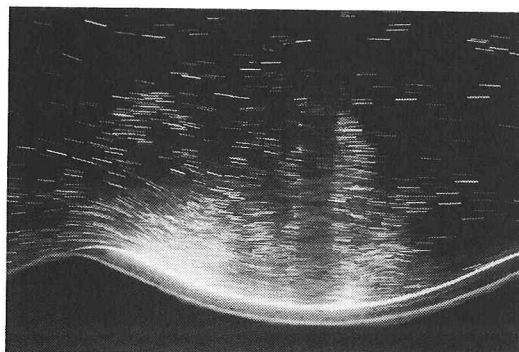
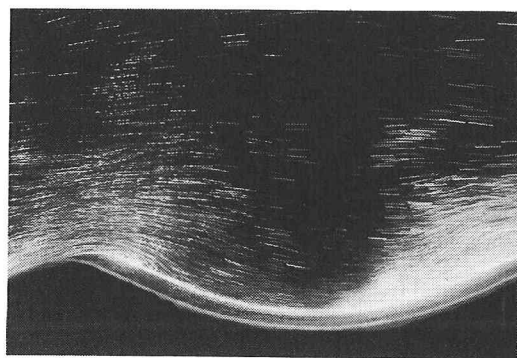
3. 可視化実験の結果 $T=9s$ の位相0から π までの半周期における渦の時間的変化について述べる。正転時の位相0では、写真は示していないが、砂漣傾斜部付近に中心をもつ反時計回りの渦が存在している。これは、流れが正転する前の位相で発生した渦が残存しているものである。正転後この渦は消滅し、平均流が加

表-1 砂漣形状

$\xi = x + (H_r/2) \sin k \xi$
$y = (H_r/2) \cos k \xi$
$k = 2\pi/L_r$
H_r (砂漣の波高) = 4cm
L_r (砂漣の波長) = 30cm

表-2 実験条件

T (s)	4	9
d_0 (cm)	44.0	40.0
U_{max} (cm/s)	34.6	13.9

 T : 周期 d_0 : 水粒子の全振幅 U_{max} : 平均流の最大流速写真-1 位相 $2\pi/9$ 写真-2 位相 $5\pi/9$

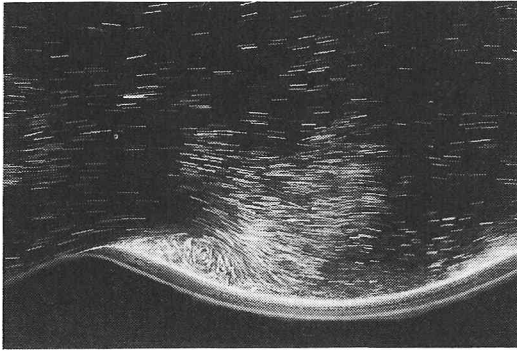


写真-3 位相 $7\pi/9$

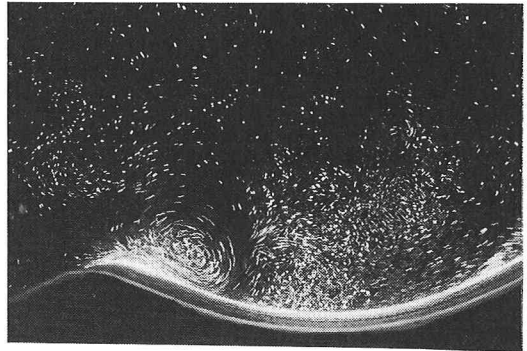


写真-4 位相 π

速する位相 ($0 \sim \pi/2$) では渦の発生はみられない (写真-1)。平均流の減速時 ($\pi/2 \sim \pi$) に入ると、砂漣頂部近傍に時計回りの小さな渦が発生する (写真-2)。減速が進むとともに渦の中心が砂漣傾斜部方向に移動し、渦の領域面積も増加する (写真-3)。そして反転時の位相 π で領域面積の最も大きい渦が認められる (写真-4)。

4. 1周期にわたる渦度と循環値の時間的变化 図-1は、流速のデータから渦度を求め、1周期の各位相毎に、負の渦度の絶対値について、その値以上の領域面積を示したものである。T=9sの場合、平均流の加速時には、低渦度の領域のみが現われる。平均流の減速時に入ると渦度の大きさが増加し、最大値 10s^{-1} を示す。高渦度 ($7 \sim 10\text{s}^{-1}$) の領域は位相 $3\pi/4$ を境に、中渦度 ($4 \sim 6\text{s}^{-1}$) の領域は反転直前に、低渦度 ($1 \sim 3\text{s}^{-1}$) の領域は反転後 ($\pi \sim 2\pi$) に減少を始める。T=4sの場合、各位相においてT=9sの場合よりも大きい値をとるが、渦度の時間的な変化に注目すると、ほぼ同じ傾向にある。

図-2は、渦度とその領域面積から渦外縁の循環値 Γ を求め、1周期間の循環の最大値 $\Gamma_{\max}$ で割った無次元の循環値 $\Gamma/\Gamma_{\max}$ について示したものである。 $\Gamma/\Gamma_{\max}$ は両条件ともに平均流の加速時には小さい値で、平均流の減速時に増加し、反転直前の位相で最大値をとり、その後は徐々に減少している。

5. 結論 1周期にわたる渦の時間的な変化に注目すると周期、振幅とは無関係に断面平均流速の減少時が渦の発生、発達期、転流後が消散、消滅期に相当している。

〈参考文献〉水谷将・堀川清司・中村廣昭：砂漣周辺の振動流境界層と渦の挙動に関する実験的研究，土木学会第46回年次学術講演会講演概要集、第2部、pp.1000-1001, 1991。

Horikawa, K and S. Mizutani: Oscillatory flow behavior in the vicinity of ripple models, Proceeding of the Twenty-Third Coastal Engineering Conference, 1993. (発表予定)

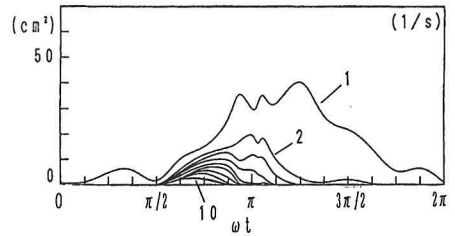


図-1 (a) 渦度 (T=9s)

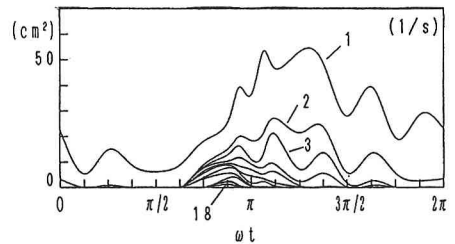


図-1 (b) 渦度 (T=4s)

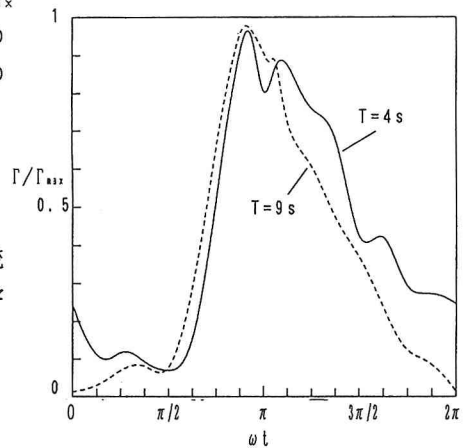


図-2 無次元の循環値