

II-294

レーザー流速計により得られたモデル砂漣上の渦度と乱れの分布について

ジェー・エー・東海株式会社 正 河合克宜
 長岡技術科学大学 正 早川典生
 神戸高専 正 辻本剛三

1. はじめに

海底砂漣上の流れや浮遊砂の運動機構に関しては水槽実験と数値実験の二手法を用いた研究成果が近年少なからず発表されている。前者に類するものはモデル砂漣上の流速場の測定によるものであり、主としてレーザー流速計の普及により、乱れ成分まで測定できるようになった（例えば [1]）。後者に類するものとしては、モデル砂漣上の流速場の数値計算であり、近年発展してきた乱流モデルの応用例が二、三報告されている（例えば [2]）。

ところで海底砂漣の形成、またその上の砂粒子の運動にはこの砂漣上に形成される渦と乱れが支配的であることが指摘されている [3]。こうした渦の構造については数値実験や水槽実験で調べられてもいるが、その実態については未だ十分明かでないのが現状である。

ここでは実験水槽内に設置したモデル砂漣について、二次元レーザー流速計による流速場の測定を行い、各位相における流線、渦度分布、乱れ分布を比較してその間の相関を議論しようとするものである。さらに流線の剥離により形成される渦を明確に観察するために、現実の海底には存在しないシャープクレストを有するモデル砂漣を作成し、同様の測定を行って検討した。

2. 実験装置および実験方法

実験は幅60cm、高さ80cm、長さ18mの造波水槽に粒径0.23mmの砂粒をはりつけたモルタル製のモデル砂漣5波長分を取り付けて行った。モデル砂漣は砂漣形状を良く表すとされている次式で与えた。

$$x + iy = \xi + (a/2) \exp(i2\pi \xi / \lambda) \quad (1)$$

ここで a は砂漣波高、 λ は砂漣波長、 ξ は助変数である。この式で得られる砂漣形状には、 a/λ に上限値 0.318 があり、このとき砂漣形状はクレストが尖った形（シャープクレスト砂漣）となる。このような砂漣は現実には存在しないが剥離渦の状態を調べる為にモデル砂漣を作成して実験を行った。ここでは移動床実験を再現する通常砂漣とシャープエッジ砂漣の二例の実験結果を以下に示すが、その実験条件は次表の通りである。

表 1 実験条件

	水深(cm)	波高(cm)	周期(s)	波長(cm)	砂漣波高(cm)	砂漣波長(cm)
通常砂漣	45	20.0	1.7	332	1.5	10.0
シャープクレスト砂漣	45	14.5	1.52	261	3.18	10.0

測定は二次元レーザー流速計を用い、砂漣直上では1mm間隔毎に流速を測定し、得られた瞬時流速値から各位相毎の平均流速並びに乱れ流速値を求めた。

3. 実験結果

ここでは得られた流速データの内から、平均流速の流線、渦度の分布、および乱れ強さの分布を岸向き流速最大に近い位相 $t/T=0.3$ の場合について図1～6に示す。ここで $t/T=0$ は流速が冲向きから岸向きへ反転する位相である。通常砂漣について見れば、渦度は流速の反転後は壁面に集中しているが、流線の剥離に伴いコヒーレントな渦へ成長していく ($t/T=0.3$)。乱れは渦度が壁面に集中している位相では ($t/T=0.1$) 底面近傍で著しいが剥離と共に上方に移動し急激に増大する。渦度、乱れのピークの発生する位相は必ずしも一致しておらず、乱れのピークの方が遅れて生じ剥離渦の最大と

なる位相に極めて近い。

シャープクレスト砂漣の場合を見ると、渦度は反転後すぐの剝離によりコヒーレントな渦へ成長していき壁面での集中は見られない。乱れは反転後から砂漣高と同程度の位置で大きくなり砂漣の場合とは異なり爆発的な成長はしない。また乱れのピークは砂漣の場合と同様に剝離渦が最大となる位相で最も大きくなる。

図7に示すのは、渦度のコンターが閉曲線となっている領域をコヒーレントな渦と見なし、その渦の面積に渦度を乗じて得られた循環値と、流線図より得られた剝離域の面積である。シャープクレスト砂漣では反転後すぐに剝離が発生し面積も極めて大きい。循環値は最大流速の生じる位相でピークとなりその後減衰する。また通常砂漣の場合、半周期間で2回ピークを生じているが、シャープクレスト砂漣ではそれが1回である。

4. 結び

渦の形成と乱れの相関について若干の知見を得た。今後は数値解析手法とも組み合わせて、砂漣上の砂粒子の運動の解明に役立てたい。

参考文献：1. 池田他、海岸工学論、36(1989)、
2. 辻本他, ibid. 3. 砂村他、第25回海講(1978)

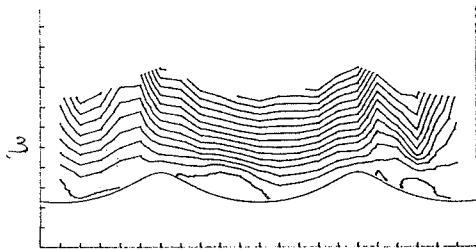


図-1 流線（通常砂漣）

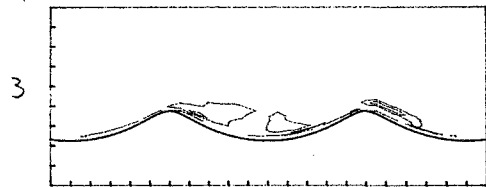


図-2 渦度（通常砂漣、20/s 毎）



図-3 乱れ強さ（通常砂漣、 $10\text{cm}^2/\text{s}^2$ 毎）

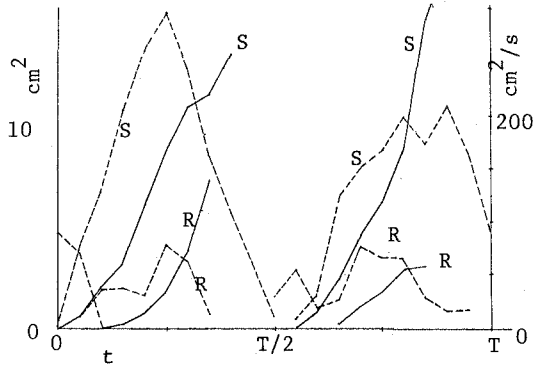


図-4 流線（シャープクレスト砂漣）

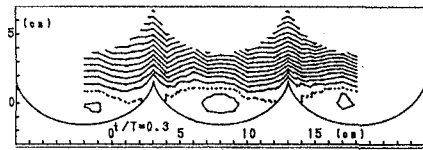


図-5 渦度（シャープクレスト砂漣、20/s 毎）

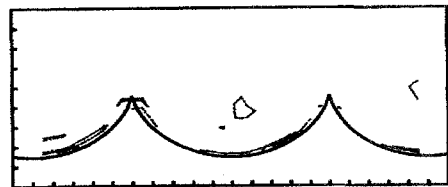


図-6 乱れ強さ（シャープクレスト、 $10\text{cm}^2/\text{s}^2$ 毎）