

波と流れによって形成される砂漣形状について

大阪大学工学部 学会員 ○金 圭漢
 大阪大学工学部 正会員 小野正順
 大阪大学工学部 正会員 出口一郎
 大阪大学工学部 正会員 榎木 亨

1. はじめに

海岸で形成される砂漣は、漂砂現象に大きな影響を及ぼし、特に実験室スケールの砕波帯外における漂砂現象はほぼ砂漣によって支配されていると言っても過言ではない。しかし、たとえば底部における水粒子軌道長 a_d と砂漣波長 λ の比というパラメタを考えても、実験室スケールでの値 ($a_d/\lambda \geq 2$) は大きく異なり明らかにそこには縮尺効果が存在する。また通常現地では海浜流、潮流あるいは時として河川流等のほぼ定常な流れが存在する。このような流れが上述の砂漣に及ぼす影響についても系統的な研究は行われていない。そこで本研究では波と流れの共存場での漂砂移動機構の解明及び漂砂量式の確立のための一連の研究として潮汐流等が重畳する波・流れ共存場における砂漣形状の特性について検討を行った。

2. 実験方法

実験は長さ30m、幅70cm、高さ100cmの2次元造波水路を用いて行った。水路中央部3mに渡って、厚さ5cmで底質を平坦にしき、岸側に3カ所砂止めを設置した。流れは順流とし、流速は、給・排水バルブの操作により断面平均流速 ($\bar{U} \approx 0 \sim 20 \text{ cm/sec}$) の範囲を作用せしめた。底面形状が定常状態に達するまで波と流れを作用させた後、砂漣形状は抵抗式砂面測定器を用いて測定した。底質としては、中央粒径 $d=0.18 \text{ cm}$ と $d=0.03 \text{ cm}$ の2種類の砂を用い、波高は ($H \approx 5 \sim 7 \text{ cm}$)、周期は ($T \approx 1.0 \sim 1.5 \text{ sec}$) の範囲で総40ケースの実験を行った。

3. 結果及び考察

波・流れ共存場での浮遊現象が波動場と異なっているように、砂漣の形状にも流れの及ぼす影響は無視できない。波のみでは発達遅い砂漣も、小さい流速が存在すれば急速に発達するようになる。ここでは砂漣の形状の特性の及ぼす流れの影響を次のように大別して検討する。

(1) 砂漣の波長

図. 1 は、本実験において流れがない場合に形成された砂漣の波長 λ と水粒子軌道振幅 $do (= 2 a_d)$ の関係を示したものである。なを、それぞれの値は、底質粒径 d で無次元化してある。図中には、波あるいは振動流によって形成される砂漣形状に関する既往の研究成果も示してある。本実験は、 $do/d < 3 \times 10^2$ という小さい範囲で行われたものであるが、 λ/d と do/d の関係は、図中に実線で示す従来の実験結果と同じ関係を満たしている。

図. 2 は、共存場での砂漣波長を λ/do と Shields 数 ϕ との関係で示したものである。ただし、流れが存在する場合の do は、分散関係式において流れの存在を考慮し

て求められる波数を用いて計算し、 ϕ は波・流れ共存場における底部せん断力に基づいて計算した。波動場での λ/do は、図中に示す柴山らによって提案されている流れがない場合に形成される砂漣に関する実験曲線とよく一致しているが、共存場の λ/do 値は流速が増加するにしたがって波動場より上方へ移行する。流れが存在しても do は大きく変化しないことから、波・流れ共存場(順流)での砂

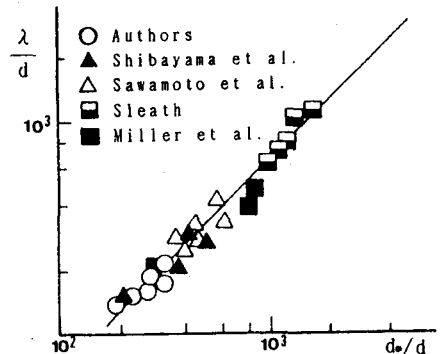


図. 1 波動場での砂漣波長

波長は、波動場での砂波長よりも長くなることが分かる。

(2) 砂波の波形勾配

本研究で得られた波・流れ共存場での砂波の波形勾配 η/λ と ϕ との関係を示したのが図. 3である。図中には流れがない場合に形成される砂波の波形勾配に対する田中らの実験式も示してある。

波動場の値に対して共存場での波形勾配は若干右上がりの傾向を示しているが、波動場、共存場によらずその平均値はほぼ $\eta/\lambda = 0.15$ の値を示す。

(3) 砂波の非対称性

波・流れ共存場での砂波形状のもっとも著しい特性は波動場に比べて非対称な砂波が生じる易いということである。波動場における砂波の非対称性は普通アセル数 ($U_r = gHT/h$) との関係で検討されるが、波・流れ共存場では U_r に流れの効果が含まれていないため適用できない。そこで、波・流れ共存場で形成される砂波の非対称性を表現する量として図. 4で定義される α/λ を取り上げて検討する。

図. 4は、 α/λ と U/U_b (U :断面平均流速、 U_b :境界層外縁流速) との関係を示したものである。 $\alpha/\lambda > 0.5$ の場合は砂波下流側斜面が、 $\alpha/\lambda < 0.5$ の場合は砂波上流側斜面がより急勾配となる。図中には佐藤ら(1984)の実験値も併せて示してある。図から明かなように、砂波の非対称性を表すパラメタ α/λ は、平均流速が増加すると直線的に増加し、波の周期の増加に伴っても増加する。

一般に底質の浮遊は、このような砂波の非対称性の影響を大きく受けるといわれている。図. 4 に示す結果は、現地における波と流れによる浮遊漂砂の移動を含む現象を、実験的に検討しようとする場合、外力としての Shields数及び波と流れの相対的な強さ U/U_b を相似させても、周期の影響が縮尺効果として入ってくる可能性を示しており、従来の漂砂実験における相似則の見直しの必要性を示している。

4. あとがき

波・流れ共存場で形成される砂波の波長及び非対称性は流れの流速によって増加し、特に非対称性については周期の効果が無視できないことがわかった。今後、これらの点に着目し、より大きな Shield数の領域で、現地波浪程度の長い周期を持つ波浪によって形成される砂波について実験的な検討を加え、現地と実験における漂砂移動の相似性について考察を行っていく予定である。

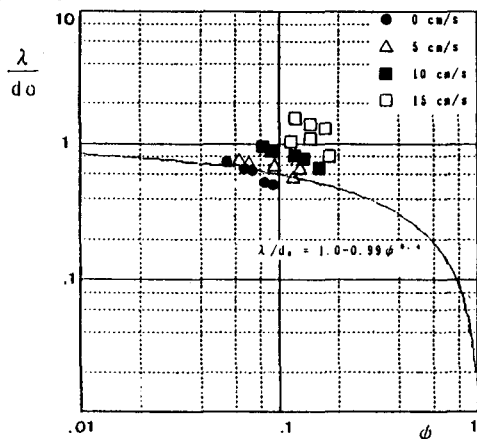


図. 2 砂波の波長

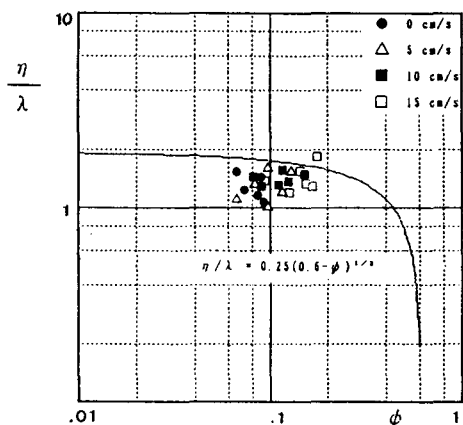


図. 3 砂波の波形勾配

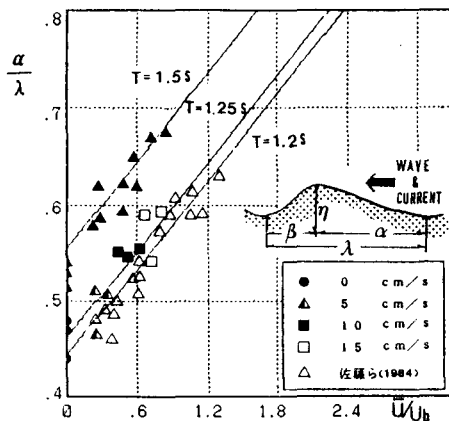


図. 4 砂波の非対称性