

砕波帯外における漂砂量の評価

九州大学 学生員○今井清人 九州大学 正 員 松永信博
日本文理大学 正 員 樋田 操 九州大学 正 員 小松利光

1. 緒言

海浜変形を予測する上で、netの岸・沖漂砂量を定量的に評価することは極めて重要であり、非常に多くの研究者達が長年にわたって研究を行ってきた。しかしながら、浅海域における漂砂現象は複雑多岐であるため、実験レベルにおいてすら漂砂量や漂砂方向についての正確な評価が得られているとは言い難い。本研究では、そのような現状を鑑み、これまでの多くの研究者達による測定結果を考慮しながら、砕波帯外の斜面上で生じる砂澱の形状、漂砂方向、漂砂量等について定量的評価を試みた。

2. 実験方法

実験には長さ12m、深さ0.4m、幅0.15mの二次元造波水槽が用いられた。その一端には勾配1/26.5の傾斜板を設置し、斜板の一部に長さ60cm、深さ2cmで凹部をつくり、そこにガラス・ビーズを敷き詰めた。入射波や底質の条件を種々変化させることにより底面形状や漂砂量の測定を行った。単位幅・単位時間当りのnetの漂砂量 $Q(g/cm \cdot s)$ は、波を作用させた後、凹部分の中央に仕切り板を挿入し、岸側・沖側それぞれから採取したガラス・ビーズの重量の差から求められた。実験に用いたガラス・ビーズの中央粒径(D)は0.028cmと0.016cmで、密度(ρ_s)は $2.5g/cm^3$ であった。テスト・セクションにおける波の波長(L)と波高(H)は、凹部の両端に取り付けた容量式波高計を用いて測定された。平均水深(h)には凹部の中央水深が用いられた。

3. 実験結果

3. 1 砂澱形状：斜面を遡上する波によって形成される砂澱の形状として砂澱の波長(λ)、波高(η)および砂澱形状の非線形性を表すリップル係数(I)について調べた。 λ については、佐藤・堀川らが $\lambda = 0.6d_g$ ($d_g/D < 1300$)なる関係を提案しているが、今回の実験において得られた λ は、この関係よりもわずかに大きいものであった。砂澱のsteepnessとシールズ数 ($\Psi' = d_g^2 \omega_a^2 / sgD$) との関係を図-1に示す。ここで、 d_g は $H / \sinh(2\pi h/L)$ で与えられ、波による底面での流体粒子の水平移動距離を表している。 ω と s はそれぞれ波の角振動数と粒子の水中比重である。図中の実線はDingerらによって提案された関係であり、 Ψ' の値が約30より小さくなると η/λ は約0.14程度の値をもつ。本研究結果も多くの研究者達のデータから得られた関係とかなり一致することがわかる。砂澱の非対称性を表すリップル係数($I = \beta/\lambda$)とアーセル数($Ur = HL^2/h^3$) との関係を示したものが図-2である。図中の実線は砂材が実測データに基づいて提案した関係で

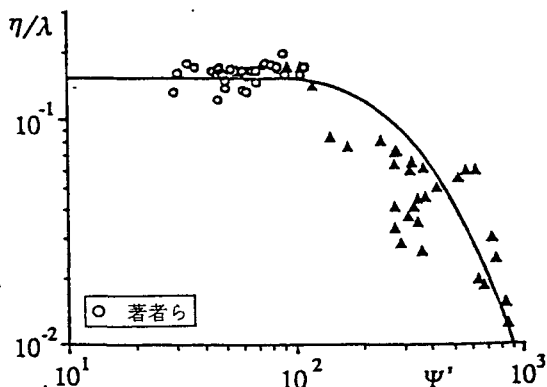


図-1 砂澱のsteepnessとシールズ数の関係

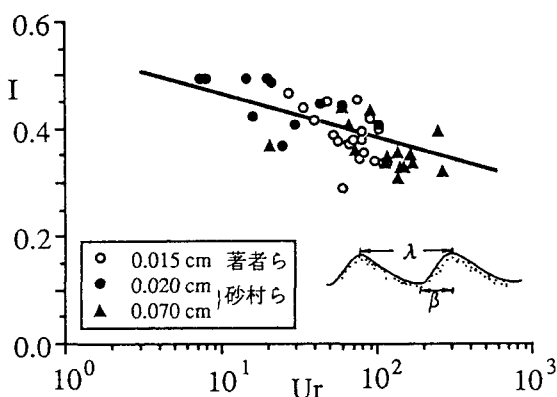


図-2 砂澱の非対称性と波の非線形性との関係

ある。砂澁の非対称性は水面波の非線形性が強くなるにつれて大きくなることわかる。これは、碎波帯外において波の非線形性が強くなればなる程、底面付近で生ずる定常岸向きラグランジェ流速が大きくなることから十分予想可能なことである。

3. 2 netの漂砂方向：図-3は砂村¹⁾の提案に従って、シールズ数 Ψ' と U_r の座標面において底質のnetの移動方向と移動形態を分類したものである。領域Ⅰは底質が移動しない領域で今回の実験では限界シールズ数 Ψ_c' は約25であることがわかる。Ⅱの領域においては、砂澁は形成されないが、底層の第一層粒子が転動することによって掃流砂を生じる。滑面斜板上に沿って碎波帯外では岸向き定常流が形成されることが十分知られているが、移動床による粗面上においても同様な流れが形成され、岸向き漂砂が生じることが可視化実験から明かとなった。領域Ⅲは、移動床には砂澁が形成されており、漂砂の方向が岸向きの領域である。領域Ⅳでも砂澁が形成されているが、漂砂方向は沖向きである。領域ⅢとⅣの間の境界は

$$\Psi' = 4.40 U_r^{0.645} \quad (U_r > 26)$$

で与えられている。砂村によって提案された領域ⅢとⅣの境界は $\Psi' = 0.048 U_r^{1.5}$ であり、今回の実験結果とかなり異なっている。

3. 3 漂砂量の評価：図-4(a)と(b)は、それぞれ無次元化された岸向きおよび沖向き漂砂量 Φ ($=Q/\rho_s w_b D$) を底面摩擦速度を用いて定義されたシールズ数 ($\Psi = f_w d_g \omega / 2sgD$) に対してプロットしたものである。ここで、 w_b は粒子の沈降速度、 f_w は粒径を粗度にとったJonssonの摩擦係数である。図中の実線は渡辺²⁾が提案した関係式

$$\Phi = A (\Psi - \Psi_0) \Psi^{1/2} \quad (A = 7.0, \Psi_0 = 0.11)$$

で、破線は利穂³⁾によって与えられた関係を示している。現在では、広範囲の Ψ に対して渡辺らによって提案された関係式がよく適合すると言われているが、限界シールズ数 Ψ_c 付近の Φ に対しては経験式との間かなりの相違が見られる。このため、これまでの多くの測定結果に本研究結果を考慮して、限界シールズ数を求めたところ $\Psi_0 = 0.065$ を得た。図中の一点鎖線は

$$\Phi = 7.0 (\Psi - 0.065) \Psi^{1/2}$$

なる関係を示しており、 $\Psi = \Psi_0$ 付近において実測結果とよく適合することがわかる。

参考文献

- 1) 砂村 熾夫：浅海域の岸沖漂砂に関する実験的研究，第29回海岸工学講演会論文集，1982，pp.239-243.
- 2) 渡辺 晃：海浜流と海浜変形の数値シミュレーション，第28回海岸工学講演会論文集，1981，pp.285-289
- 3) 利穂 吉彦他2名：二次元海浜変形と岸沖漂砂，第28回海岸工学講演会論文集，1981，pp.217-221.

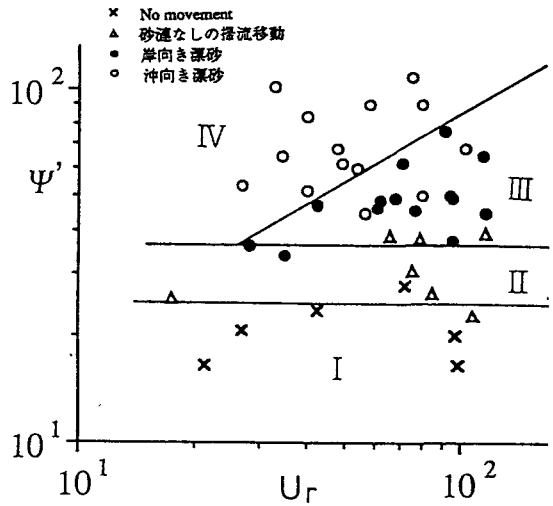


図-3 漂砂形態の分類

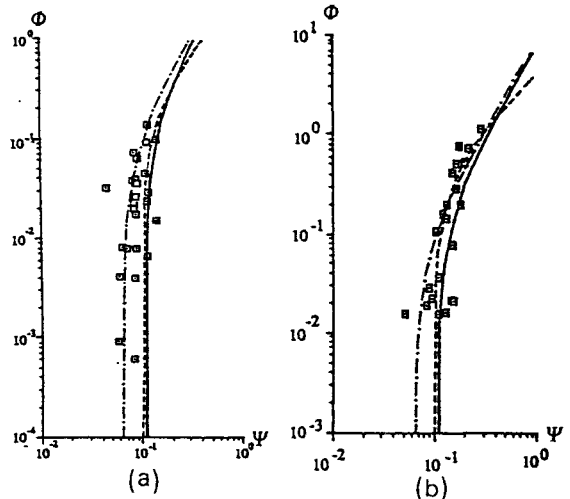


図-4 漂砂量の評価