

波打帯の岸沖漂砂量の観測

東北大学工学部 学生員 藤間 功司
東北大学工学部 正会員 小川 由信
東北大学工学部 正会員 首藤 伸夫

1. はじめに

波打帯における岸沖方向の砂移動は、海岸線の前進後退といった海岸形状の変化に大きな影響があるにもかかわらず、これに関する研究例はほとんど無いのが現状である。本研究では、ドライベッド上を遡上するタイプ(以下R.U型と記す)と戻り流のタイプ(R.D型と記す)の2種類に関する漂砂量について検討する。

2. 現地観測

現地観測は、茨城県大洗海岸において、1982年8月29日に実施した。今年度の観測では、波打帯に汀線に平行に、従来より用いているバケット型と今年度から用いたプランクトン・ネット型の捕砂器(図1)も2個ずつ配置し、同一の波に対し、寄せ波時と引き波時の砂移動量を測定した。また、水理量として捕砂地点での波高と波先端の位置の経時変化を16mmミニフィルムから読み取った。

3. 結果と考察

(1) 掃流力の評価

一般に、漂砂量は掃流力の関数として扱われている。しかし、波打帯では水粒子速度の測定は非常に困難であるので、より測定し易い波先端の軌跡を用いて水粒子速度 $U(t)$ を評価することを考える。

いま、波先端の軌跡 $X_f(t)$ が放物線で近似でき、水粒子速度が時間のみの関数で波先端の移動速度に等しいと仮定すると、

$$X_f(t) = U_0 t - \frac{1}{2} g' m t^2 \quad \dots (1) \quad U(t) = \frac{dX_f}{dt} = U_0 - g' m t \quad \dots (2)$$

となる。ここで、 m は斜面勾配、 U_0 は初速に対応する特性速度、 g' は重力加速度に圧力勾配・摩擦・移流項の効果を含めたパラメータである。いま、実測により波の最大遡上距離 X_m とそれに要した時間 t_m を得ているので、これらを用いて U_0, g' を表わすと、式(2)は、

$$U(t) = \frac{2X_m}{t_m} \left(1 - \frac{t}{t_m} \right) \quad \dots (3)$$

となる。このことは、様々な要因が重なった結果として実現した U_0, g' を用いていることに相当する。次に、図2に $U_0 (= 2X_m/t_m)$ と $\sqrt{g' H_{max}}$ の関係を示す。 H_{max} は、一波中に出現した波高の最大値である。昨年度と今年度の測定結果で若干異なるものの、平均的な Fr 数は1.8程度である。 g' は、500~1800 cm/s²の範囲で変化している。

以上の流速を用い、摩擦係数を一定とすると、半周期平均の無次元掃流力 Ψ_x は次式で評価できる。

$$\Psi_x = \frac{U^2(t)}{sgd_{50}} = \frac{4}{3} \frac{1}{sgd_{50}} \left(\frac{X_m}{t_m} \right)^2 \quad \dots (4)$$

ここで、 s : 砂の水中比重、 g : 重力加速度、 d_{50} : 砂の中央粒径 で

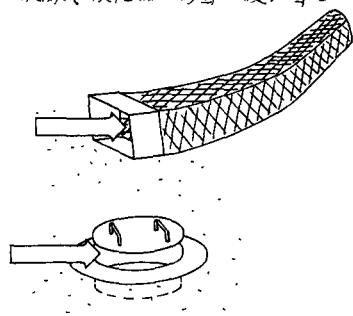


図1. プランクトンネット型 捕砂器(上)とバケット型捕砂器(下)

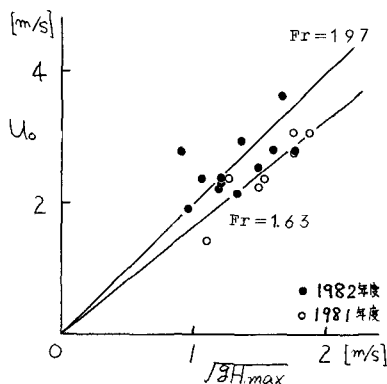


図2. U_0 と $\sqrt{g' H_{max}}$ の関係

ある。

(2) 漂砂量

無次元漂砂量として、

$$\phi = g_B / w d_{50}$$

を考える。ここで、 g_B : 単位幅・単位時間当りに移動する砂の占める体積、 w : 沈降速度である。

無次元漂砂量 ϕ と無次元掃流力 ψ_* の関係を、波のタイプ別・捕砂器の種類別に図3～図6に示す。図中の直線は、最小距離法によって求めた回帰直線である。回帰式はそれぞれ、

$$\phi_{RU,B} = 5.2 \times 10^{-2} \psi_*^{1.0} \quad (\text{図3}) \quad \dots (7)$$

$$\phi_{RU,P} = 7.9 \times 10^{-11} \psi_*^{4.6} \quad (\text{図4}) \quad \dots (8)$$

$$\phi_{RD,B} = 7.2 \times 10^{-3} \psi_*^{1.4} \quad (\text{図5}) \quad \dots (9)$$

$$\phi_{RD,P} = 1.0 \times 10^{-3} \psi_*^{1.8} \quad (\text{図6}) \quad \dots (10)$$

となる。 ϕ の添字は、RU・RDは波のタイプを、B・Pは捕砂器の種類をそれぞれ表わしている。また、従来の漂砂量公式と比較する意味で Madsen - Grant¹⁾ にならい、 $\phi(t) = 40 \psi^3(t)$ を式(3)を用いて積分した式(以下MG式と記す)を図中に破線で示す。ただし、摩擦係数は水粒子最大振幅を $a_m = U_{otm} / 2$ として、Jonsson²⁾ の式から求めて、 $\psi(t)$ から ψ_* に引き直した。実測値の範囲は、Madsen - Grant¹⁾ の示した実験結果に比べ、2オーダー以上大きいにも関わらず、MG式にほぼ等しく、香取³⁾ のシートフローの実験結果と同じ傾向を示している。

図7は、R.U.型での捕砂器による単位幅当りの捕砂量の比較である。図中の実線は図3と図4の回帰式から求めている。 ψ_* が300より大きいと、バケツ型捕砂器では一部の砂は捕砂器上を通過してしまい採取されず、その通過率は ψ_* と共に大きくなると考えられる。R.D.型の場合は、図5・図6からわかる様に、両捕砂器の捕砂量はほぼ等しい。

4. おわりに

波先端の運動から算定される流速を用いた結果、漂砂量公式は比較的良好くまとまった。今後は、その際既知の値として用いた波先端の運動を表わすパラメタ、特に g がどの様な水理量に関係して変化するかを検討する必要がある。

《参考文献》

1) O.S.Madsen, W.D.Grant, I.

C.C.E., 1976, PP1093-1112

2) I.G.Jonsson, I.C.C.E.,

1966, PP127-148

3) 香取, 第27回海講, 1980,

PP202-206

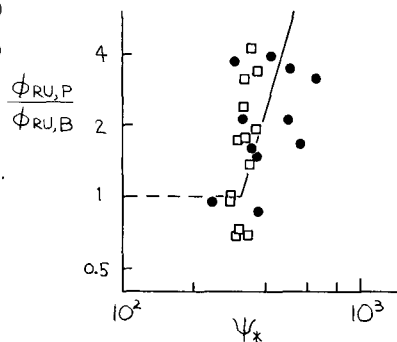


図7 捕砂器による捕砂量の比較

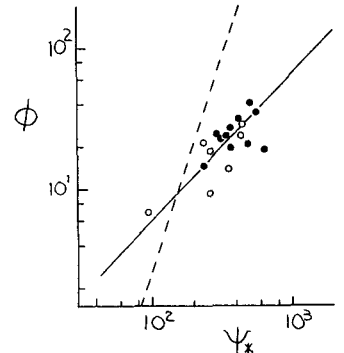


図3. R.U.型(バケツ)

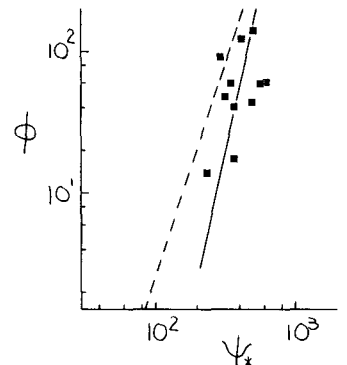


図4 R.U.型(フランクトン)

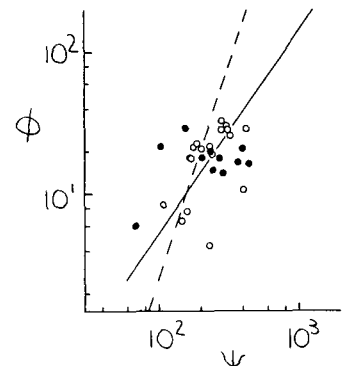


図5. R.D.型(バケツ)

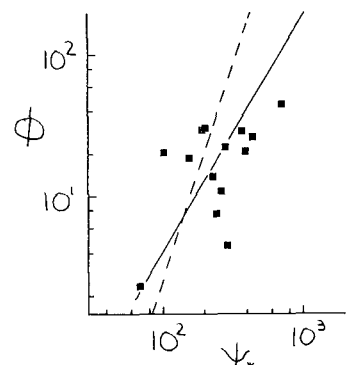


図6. R.D.型(フランクトン)