

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 (Swash zone) における岸沖漂砂は、汀線の前進・後退、さらには前浜地形の変化、河口砂州の発達といった工学的に重要な現象に密接に係わっているにもかかわらず、これに関する研究例は少ない。

そこで、本研究では、ドライベッドに波が迎上する場合 (以下 R. U. 型と記す) と、波が引いて戻っていく場合 (以下 B. W. 型と記す) の漂砂量算定式について、現地観測をもとに検討する。

2. 現地観測

現地観測は、茨城県大洗海岸において 1981 年 8 月 31 日、9 月 1 日に実施した。これらの観測では、汀線に平行に、バケットタイプの捕砂器を 3 個近接して砂中に設置し、寄せ波あるいは引き波といった半周期の移動砂量を測定した。また、水理量として、一方向電磁流速計により流速変動を、容量式波高計により水位変動を測定した。なお、本稿では、以前に発表したデータ¹⁾も含めて整理した。

3. 観測結果

一般に、移動砂量は、波による底面摩擦係数 τ_b に関係する。したがって、摩擦係数 f を用いて τ_b を評価すると、単位時間あたりの移動砂量 g と、 τ_b を介在した断面平均流速 u との間には次の関係がある。

$$g \sim \frac{\tau_b}{\rho} = f u^2 \quad \text{----- (1)}$$

各時間について (1) 式が成立つとし、摩擦係数 f を一定と仮定する。ここで、寄せ波あるいは引き波の継続時間 ($T/2$) について $\{u(t)\}^2$ を積分することにより、捕砂量 Q と $\{u(t)\}^2$ の間には (2) 式が成立する。

$$Q = \int_0^{T/2} g(t) dt \sim \int_0^{T/2} \frac{\tau_b(t)}{\rho} dt = f \int_0^{T/2} \{u(t)\}^2 dt \quad \text{----- (2)}$$

Q と $\int_0^{T/2} \{u(t)\}^2 dt$ との関係を、現地観測のデータを用いて整理したのが、図-1、2 である。いずれの場合も両者には良い相関がある。

しかしながら、実際には流速変動を積分して求めるのは不便であり、何らかの代表的な流速値との相関がわかれば、それを用いた方が簡便で使い易い。そこで、代表流速として流速最大振幅 u_{max} を選び、 $\int_0^{T/2} \{u(t)\}^2 dt$ と $u_{max}^2 \cdot \frac{T}{2}$ の関係を描いたのが、図-3、4 である。両者には良い線形性が認められる。従って、以下では $\int_0^{T/2} \{u(t)\}^2 dt$ の代わりに $u_{max}^2 \cdot \frac{T}{2}$ を用いることにする。これは、継続時間あたりの捕砂量が最大流速の二乗と継続時間の積に関係があることを意味する。

以上より、無次元掃流力 $u_{max}^2 / (sgd_{50})$ と無次元漂砂量 $g_s / (\omega_o d_{50})$ (ここで、 g_s : 単位時間、単位幅あたりの移動砂体積、 ω_o : 沈降速度、 d_{50} : 中央粒径、 s : 砂の水中比重、 g : 重力加速度) の関係を調べたのが、図-5、6 である。R. U. 型の場合、両者

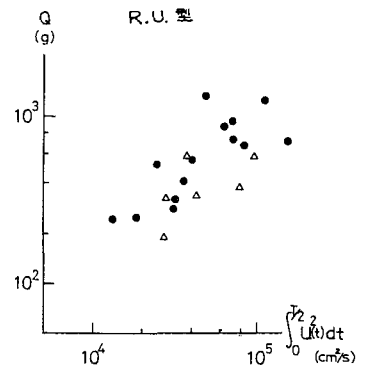


図-1. 捕砂量と $u(t)^2$ の積分値の関係

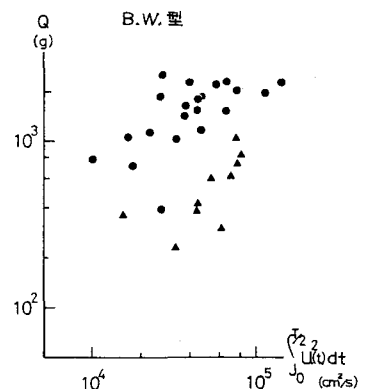


図-2. 捕砂量と $u(t)^2$ の積分値の関係

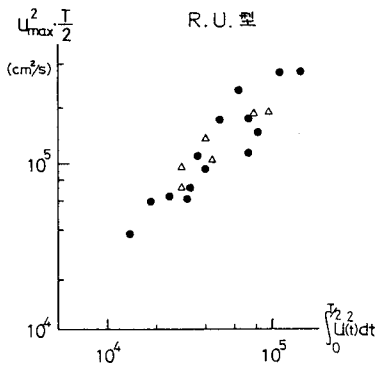


図-3. $U(t)^2$ の積分値と U_{max}^2 の関係

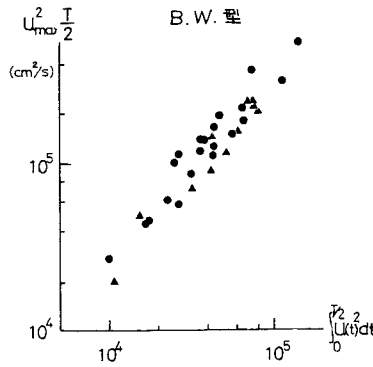


図-4. $U(t)^2$ の積分値と U_{max}^2 の関係

には良好な相関が認められる。B.W. 型の場合はR.U.型ほど相関は良くないが、これは、最大遡上時の空間波形、地形などの影響であろう。これらの図から、最小自乗法を用いて漂砂量公式として次式を得る。

$$\text{R.U. 型} \quad \frac{q_s}{w_0 d} = 0.028 \left(\frac{U_{max}^2}{sgd_{50}} \right)^{0.85} \quad \text{---- (3)}$$

$$\text{B.W. 型} \quad \frac{q_s}{w_0 d_{50}} = 0.184 \left(\frac{U_{max}^2}{sgd_{50}} \right)^{0.56} \quad \text{---- (4)}$$

さらに、R.U. 型については、波先端の乱れと斜面勾配の影響が大きいことがわかっていて、そこで、捕砂地点の水位変動から求まる局所的なイリバーレン数 $I_r' = \tan \alpha / (H_{max}/L')$ (ここで α : 捕砂地点の局所的な斜面勾配, H_{max}/L' : うちあげ波先端部の波形勾配) を導入すると、図-7のように相関が良くなり、漂砂量公式として次式を得る。

$$\frac{q_s}{w_0 d_{50}} = 0.035 \left(\frac{U_{max}^2}{sgd_{50}} \cdot \frac{1}{I_r'^{0.5}} \right)^{0.73} \quad \text{---- (5)}$$

これは、摩擦係数を局所的なイリバーレン数 I_r' の関数として表示したことに相当する。

4. おわりに

主な結論を以下に記す。

- (1) ドライベッドを遡上する場合、波が引いて戻り流れとなる場合の半周期平均の漂砂量公式として (4), (5) 式を得た。
- (2) 特に波が引く場合については、地形・遡上形態などとの関連性を検討し、精度の向上を図る必要がある。

謝辞：本研究の実施にあたり、東北大学工学部、後藤智明助手から多大なる助力を得た。また、資料整理に際し、当時学生であった西嶋亮郎君の助力を得た。ここに記して謝意を表する。

《参考文献》小川・首藤：第28回海讀論文集

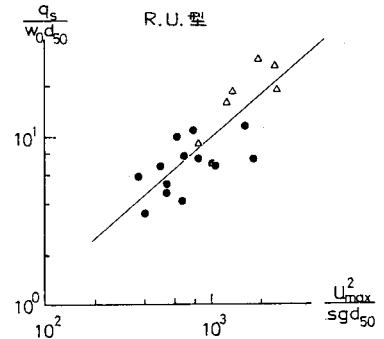
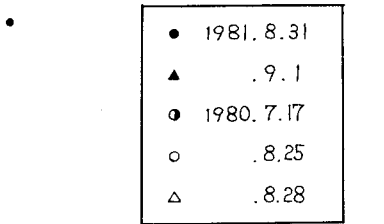


図-5. 無次元掃流力と無次元漂砂量 (1)

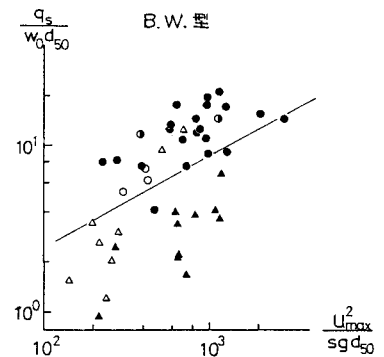


図-6. 無次元掃流力と無次元漂砂量 (2)

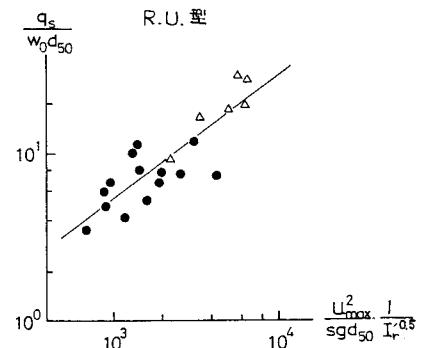


図-7. 無次元掃流力と無次元漂砂量 (3)