

混合砂における漂砂量算定式の検討

名古屋工業大学 学生員 ○橋村 嘉之

名古屋工業大学 正会員 Mohammad Dibajnia

1. はじめに 人工海浜の造成等で生じる自然海浜の粒度分布と異なる大量の土砂の投入は、現地の粒度分布に大きな影響を与え、粒度構成の変化は海浜地形自体にも変化をもたらすので、混合粒径漂砂は現地海浜を考える上で重要な課題といえる。なかでも大量の土砂移動を伴うシートフロー漂砂は非常に重要な現象である。そこで本研究では、既存の研究によって均一粒径の漂砂量を精度よく計算できることが示されている Dibajnia・Watanabe(1992)の式を拡張したものをを用い、シートフロー状態での混合砂の漂砂量を精度よく計算できるようにすることを目的とする。

2. 均一粒径砂の漂砂量 Dibajnia・Watanabe(1992)の式を拡張したものを図-1に示す。ただし、 w_0 ：砂の沈降速度、 d ：粒径、 s ：砂の水中比重、 g ：重力加速度、 Φ は無次元漂砂量で式(1)を用いて表せる。ここで、 q は単位幅漂砂量、 ε は砂の間隙率である。

$$\Phi = \frac{q(1-\varepsilon)}{w_0 d} \dots\dots\dots(1)$$

その他の記号は図-2に示すとおりである。この式は粒径 0.20mm の均一砂および1次クノイド波理論による流速波形を用いた実験を基にしている。そこで、その他の粒径(0.13, 0.21, 0.32mm)、流速波形(正弦波+流れ、ストークス2次波)においても漂砂量を精度よく計算できるかどうかを既存の実験データと比較することにより調べた。実験データには、AL-Salem(1993), Ribberink & Chen(1993), Ramadan(1994), Ribberink(1995), Katopodi et al.(1994), Janssen et al.(1996), Janssen & Van der Hout(1997)を用いた。結果を図-3に示す。図中の点線は $\Phi_{cal.} = a\Phi_{meas.}$ ($a=0.5, 1, 2$)である。これを見ると、計算値と実験値はほぼ一致していることがわかり、この漂砂量算定式は均一粒径砂の漂砂量を精度よく計算できることがわかった。

3. 混合砂の漂砂 混合砂の漂砂量を検討するために Dibajniaら(1998)、渡辺ら(1999)の既往の実験データを用い、図-1の漂砂量算定式の計算結果との比較を行ってみた。これらの実験では中央粒径 0.20mm の細砂を中央粒径 0.55mm または 0.80mm の粗砂といくつかの割合で混合して実験を行っている。混合砂の漂砂量は粗砂、細砂それぞれの含有率を乗じて計算した。その結果を図-4に示す。これを見ると、粗砂は実験値とほぼ一致しているものの、細砂はばらつきが大きい。そこで、混合砂の移動層厚の測定を行っている Dibajniaら(1998)の実験データを用いて、式(2)に示す均一粒径砂の移動層厚の経験式である Sumer et

$$\begin{aligned} \Phi &= 0.0015 \cdot \text{sign}(\Gamma) \cdot |\Gamma|^{0.5} \\ \Gamma &= \frac{u_c T_c (\Omega_c^3 + \Omega_t^3) - u_t T_t (\Omega_t^3 + \Omega_c^3)}{(u_c + u_t) T} \\ u_i^2 &= \frac{2}{T_i} \int_0^{T_i} u^2 dt, \quad \omega_i = \frac{1}{2} \frac{u_i^2}{sgw_0 T_i} \\ \left\{ \begin{array}{ll} \text{if } \omega_i \leq \omega_{critical} & \left\{ \begin{array}{l} \Omega_i = \omega_i \cdot T_i \sqrt{\frac{sg}{d}} \\ \Omega_i' = 0 \end{array} \right. \\ \text{if } \omega_i > \omega_{critical} & \left\{ \begin{array}{l} \Omega_i = \omega_{critical} \cdot T_i \sqrt{\frac{sg}{d}} \\ \Omega_i' = (\omega_i - \omega_{critical}) \cdot T_i \sqrt{\frac{sg}{d}} \end{array} \right. \end{array} \right. \\ &(\omega_{critical} = 1.0, i = c, t) \end{aligned}$$

図-1 漂砂量算定式

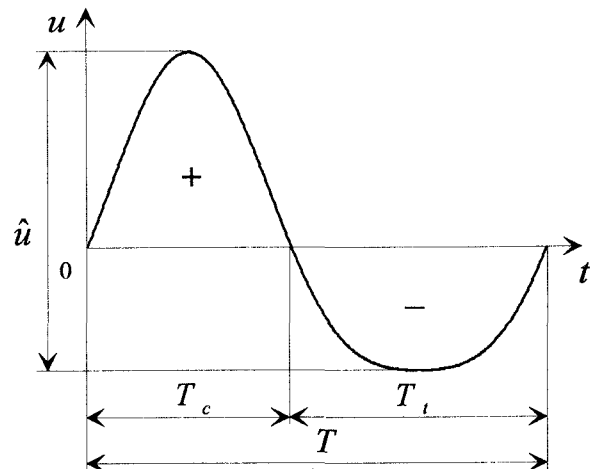


図-2 漂砂量算定式の記号の定義

al.(1996)の式との比較を行った。

$$\frac{\delta_s}{D_{50}} = \alpha \theta_w = \alpha \frac{0.5 f_w u_a^2}{sg D_{50}} \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 δ_s ：移動層厚、 D_{50} ：中央粒径、 f_w ：摩擦係数 (Jonsson,1966)、 u_a ：流速振幅、 α ：11.8である。その結果を図-5に示す。これをみると、粗砂の移動層厚は式(2)とほぼ一致している。つまり混合砂中の粗砂は、均一粒径砂の時とほぼ同じ挙動を示すものと考えられる。一方、混合砂中の細砂は渡辺ら(1999)で報告されているように、細砂含有率および流速によって異なる移動機構を示しており、混合砂の漂砂量を精度よく予測するためにはさらにこれらの移動機構を算定式に考慮しなければならない。

4. まとめ 図-1に示す漂砂量方程式は均一粒径砂の漂砂量を精度よく計算することができる。しかし、混合砂の漂砂量については、粗砂の漂砂量は含有率を乗じることにより計算できるが、細砂の漂砂量は含有率を乗じるだけでは良い結果がえられない。これは、混合砂の移動層厚をみても明らかなように、細砂に関しては均一粒径砂の時とは違った挙動を示し、粗砂による影響を受けているものと考えられる。今後、混合砂の漂砂量を精度良く計算するためには、細砂については粗砂の影響を加味したような計算を行う必要がある。

参考文献

Al-Salem(1993): Ph.D.Thesis, Delft University of Technology.
 Ribberink & Chen(1993): Report H840, Part VII, Delft Hydraulics, The Netherlands.
 Ramadan(1994): Report H1889.11, Part I, Delft Hydraulics, The Netherlands.
 Ribberink(1995): Report H1889.11, Part II, Delft Hydraulics, The Netherlands.
 Katopodi et al.(1994): Data Report H1684, Part III, Delft Hydraulics, The Netherlands.
 Janssen et al.(1996): Data Report H2462, Part IV, Delft Hydraulics, The Netherlands.
 Janssen & Van der Hout(1997): Data Report Z2137, Part I, Delft Hydraulics, The Netherlands.
 Dibajnia・Watanabe(1992): ICCE, pp.2015-2028.
 渡辺 晃ら (1999): 海岸工学論文集, 第 46 巻, pp.521-525.

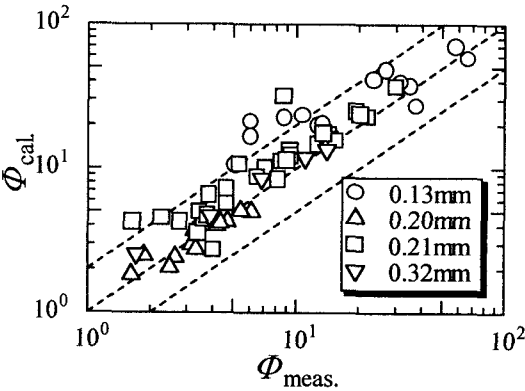


図-3 無次元漂砂量の実験値と計算値の比較 (均一砂)

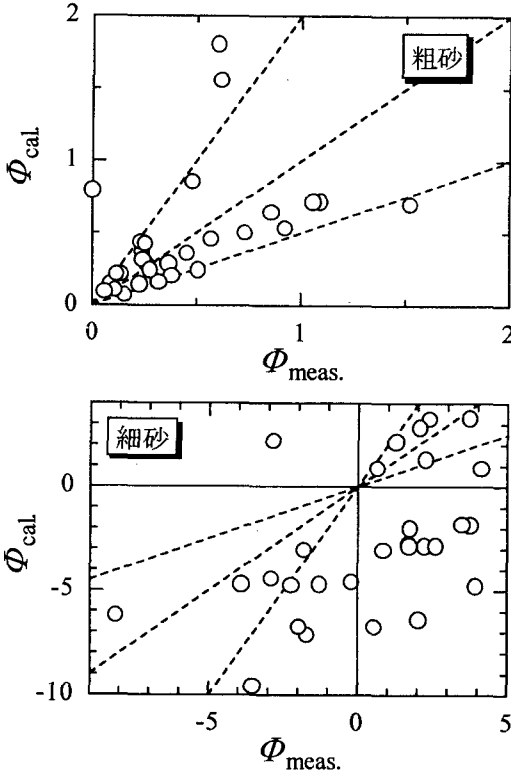


図-4 無次元漂砂量の実験値と計算値の比較 (混合砂)

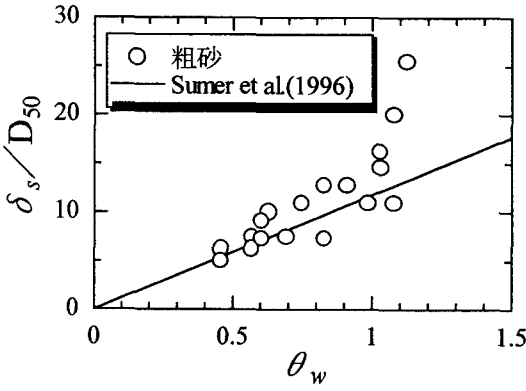


図-5 無次元移動層厚の実験値と計算値の比較