

## 底面近傍の濃度や漂砂量に及ぼす粒子の突出の効果

愛媛大学 工学部 正会員○伊福 誠  
復建調査設計(株) 正会員 後藤博光

## 1. まえがき

著者ら(1988)は流体中における浮遊砂の濃度分布に関する数値モデルにおいては底面を構成する砂粒子は一樣に分布していると仮定した。しかしながら、現地海浜の底面は種々の粒径を持つ砂粒子で構成され凹凸があるとの考えから、前報(1989)において底面を構成する底質粒子の突出を考慮し、粒子の突出が底面における浮遊砂濃度や漂砂量に及ぼす影響について検討した。その解析においては着目する粒子に隣接する粒子の突出率は同一であると仮定した。本報では着目する粒子に隣接する粒子の突出率が異なる場合を対象とした解析を行い、前報での結果と比較・検討し粒子の突出が浮遊砂濃度や漂砂量に及ぼす効果について調べる。

## 2. 基礎方程式

境界層内の方程式および物質の濃度に対する方程式は前報(1989)で報告したのと同じである。

掃流層内の濃度

図1に示すように一樣な粒径からなる底面を考える。着目する

粒子および隣接する粒子の海底面からの突出率をそ

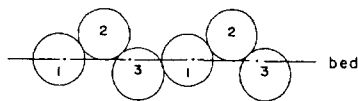


図1 球状粒子で構成される底面のモデル化

れぞれ、 $e_2$ および $e_1, e_3$ とする。底質粒子に作用する流体力は抗力および揚力であり、粒子の突出率と線形関係であると仮定すると

$$\left. \begin{aligned} D &= D_{\max} (e_2 - e_1) \\ L &= L_{\max} (e_2 - e_1) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

が成立する。ここに、 $D_{\max}$ および $L_{\max}$ は $e_1 = e_3 = 0$ 、 $e_2 = 1$ である場合の着目する粒子に作用するの抗力および揚力である。また、粒子の湿潤重量は

$$W = \frac{\pi}{6} d^3 (\rho_s' - \rho_f) \quad (2)$$

と表される。ここに、 $d$ は底質の粒径、 $\rho_s'$ は砂の乾燥密度、 $\rho_f$ は流体の密度である。

着目する粒子が移動する条件は

$$D > (W - L) \tan \beta \quad (3)$$

となる。ここに、 $\tan \beta = \sqrt{1 - (e_2 - e_3)^2} / (e_2 - e_3)$ である。

Paintal は抗力と揚力は同一オーダーであると仮定して理論を展開している。Chepil(1958)は種々の粒径を使った一樣流中での実験から抗力と揚力の比は

$$L/D = 0.85 \quad (4)$$

であることを得ている。式(1)中の $D_{\max}$ と $L_{\max}$ の間にも式(4)の関係が成立するとすれば着目する粒子のpick up rateは

$$P = \int_{e_2}^1 \left\{ \int_0^{e_1} \int_0^{e_3} 1 \, de_1 \, de_3 \right\} de_2 \quad (5)$$

となる。ここに、 $e_2$ および $e_1, e_3$ は着目する粒子が底面から離脱するための最小突出率および最大突出率である。

移動を開始した底質が最終的に底面に停止するまでのstep-lengthを考慮すると掃流漂砂量は

$$q_b = 2P_0^3 u_* \lambda_0 / 3A_1 (1 - P_0) \quad (6)$$

与えられる。ここに、 $A_1$ および $A_2$ は体積定数および面積定数、 $A_3$ は比例定数、 $u_*$ は摩擦速度、 $\lambda_0$ は無次元step-lengthである。

底面濃度は

$$C_b = q_b / \int_{z_0}^{\delta_b} u \, dz \quad (7)$$

与えられる。

式(6)中の $\lambda_0$ は中川・辻本(1975)が一樣流中における移動床の実験から得た結果を援用し粒径の100倍、 $A_2 \lambda_0 / A_1 A_3$ はPaintalが種々の実験結果をうまく説明し得た値9.9を用いて解析を行う。

1983年梅津寺海岸で得た観測結果を解析対象とした。すなわち、波および底質の特性は、それぞれ、波高0.53 m、周期4.5 s、平均水深2.15 m、底質の粒径0.2 mm、である。

### 3. 解析結果

粒子2の

突出率が

1および

粒子1の

突出率が

0.13で粒

子3の突

出率が変

化した場

合、底面

から0.5

cmの高さ

における

濃度波形

を示した

のが図2である。図中の実線、一点鎖線、破線および点線は $e_3$ が0.13, 0.25, 0.5および0.75の場合である。濃度の経時変化は比較的よく似ており、第一ピークおよび第二ピークが生ずる位相はほぼ同一である。しかしながら、水粒子速度が沖向きとなる位相付近においては粒子3の突出率が大きいほど遮蔽効果が大きくなり濃度は低くなる。粒子3の突出率が0.75の第一ピークおよび第二ピークの値は突出率が0.13のそれらの90%および53%程度である。

粒子2の突出率が1および粒子1の突出率が0.75で粒子3の突出率が変化した場合の波の一周期で平均した掃流漂砂量と $e_3/e_2$ との関係を示したのが図3である。図中には粒子2の突出率が1で粒子1と粒子3の突出率が等しい場合も記してある。粒子3の突出率と粒子1の突出率が異なる場合の漂砂の移動方向はすべて沖向きである。粒子1と粒子3の突出率が同一の場合の漂砂量は僅かではあるが突出率が大きいほど大きいようである。一方、粒子1と粒子3の突出率が異なる場合の漂砂量は粒子3の突出率が大きいほど徐々に減少する。このことは水粒子速度が沖向きとなる位相において粒子の遮蔽効果が大きくなり沖向きの漂砂量が減少するためである。粒子1の突出率が0.75で粒子3の突出率が0.13, 0.25および0.5の場合、漂砂量の絶対値は粒子1および粒子3の突出率が0.75の場合のそれぞれ、3倍、2倍および1倍程度である。

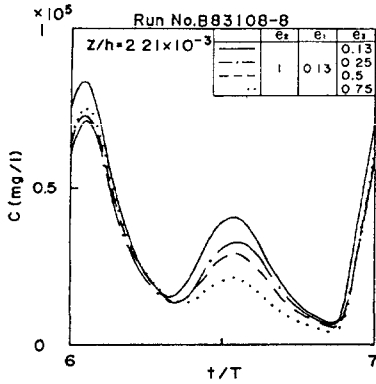


図2 濃度の経時変化

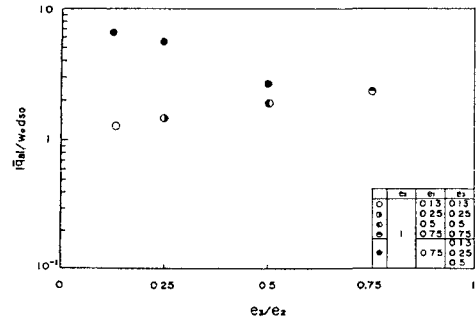


図3 掃流漂砂量と突出率

突出率の変化率と掃流漂砂量の変化率との関係について検討する。水粒子速度が正（岸向き）の場合、図4に示すように粒子2および粒子3の突出率は一定で粒子1の突出率が大きくなる場合、 $e_1' < e_1$ を考える。

水粒子速度が岸向きの場合の粒子2の突出率に対する粒子1の突出率の変化量と掃流漂砂量の変化率との関係を示したのが図5である。図中の○、●および○は粒子2の突出率がそれぞれ1, 0.75および0.5の場合である。粒子2の突出率に対する粒子1の突出率の変化量が增大するにつれて、掃流漂砂量の変化率は増大する両者は線形関係にあるようである。

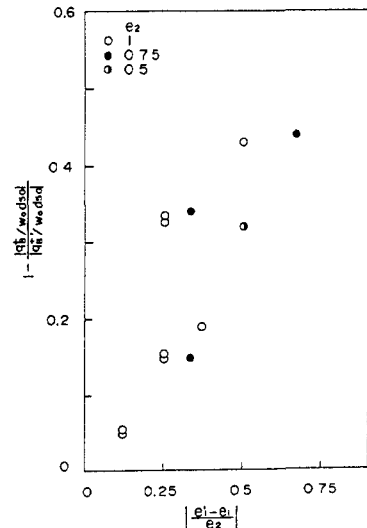


図4 突出率の変化量と掃流漂砂量の変化率