

東京大学 正会員 柴山知也 渡辺晃 堀川清司
清水建設 正会員 小西徹

波・流れが共存する場における漂砂現象を説明することは、現地海岸での海浜変形の理解のために不可欠である。この問題については田中・首藤(例えば1981)が波・流れ共存場における底面摩擦係数等についてすでに詳細な検討を行なっている。本論では主として底面に砂れんが形成されるような条件下での岸沖方向のnetの漂砂量計測を行ない、その結果と砂移動形式の観察に基づいて考察を加えた。

1. 実験の条件と方法

本実験では、波およびその進行方向と同一または反対方向の定常流(順流・逆流)の共存場における水平床上の砂移動を対象とした。長さ11m、幅0.2mの環流装置付き小型二次元造波水路を用い、その中央部に砂材(1982)が周知した漂砂量測定用トレイに類似のものを設置した。すなわち、二次元造波水路の中にかま上げられた水平部を作り、その一部を切込んで底質を入れるトレイを設けた。トレイ中央部には、トレイを二等分するための仕切板を差込むことができる。あらかじめ質量を計測した底質を二等分したトレイに入れた後、仕切板をはずして、波を作用させ、波停止後、再び仕切り板を挿入して分割した各部分の底質の質量を計測することにより、netの漂砂量を求めた。この方法は従来用いられてきたトラップを用いる方法(例えば Inman・Bowen(1962))、地形変化から求める方法(例えば谷山・渡辺・堀川(1979))に比べて、直接に質量を計測しているという点で精度が高いといえる。

水深を10cmとし、周期Tは0.8S, 1.2S, 1.6Sの3種類、波高は5.0~5.5cmと2.0~2.5cmの2種類、定常流速は0.5cm/s, 約±1.0cm/s, (+は順流, -は逆流)の5種類として、それぞれを組み合わせる30ケースの実験を行なった。底質には豊浦標準砂(中央粒径0.2mm)を用いた。流速の測定には超音波流速計を用い、境界層外縁の流速時間波形を求めた。また、砂れんが充分に発達した段階での砂移動の機構を8mm映画に撮影して観察した。

2. 実験結果と考察

次で定義する時間平均無次元漂砂量 中 (岸向きを正とする)

$$\phi = q / wd \quad \dots \dots \dots (1)$$

w: 底質沈降速度, d: 底質粒径, q: 時間平均体積漂砂量

と、定常流速の関係を図1(波高の比較的高い場合)、図2(波高の比較的低い場合)に分けて示す。いずれの場合にも、定常流以外の条件が同一の点を結んだ線が変曲点を2つもつ3次曲線に類似した線を描くことがわかる。

8mm映画を用いた観察の結果、底質移動形式は浮遊砂雲が渦の作用によって閉じ込められるか否かという観点から図3に示すように以下の2つに分類した。すなわち A) 岸向き流速時に形成された浮遊砂雲は砂れん近傍に形成される渦の作用で閉じ込められ、沖向き流速時に沖向きに運ばれる。一方、沖向き流速時に形成された浮遊砂雲は渦の作用で閉じ込められ岸向き流速時に岸向きに運ばれる。 B) 岸向き流速時に発

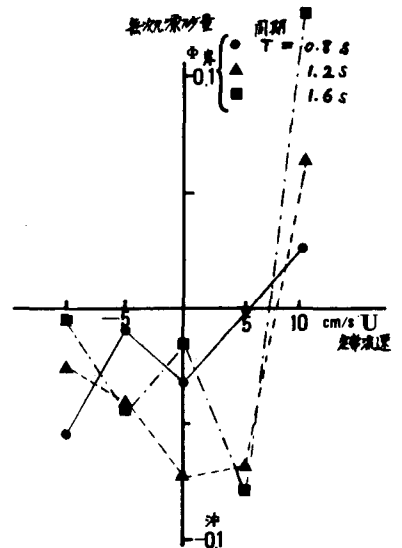


図1 無次元漂砂量と定常流速
(波高 5.0~5.5 cm)

生じた浮遊砂雲はそのまま岸向きに運ばれ、沖向き流速時に発生した浮遊砂雲はそのまま沖向きに運ばれる。つまりである。

以上の移動形式の分類から図1、図2に示した結果の意味を考察する。

まず沖向きの定常流速が大きい場合、(図の定常流が -10 cm/s の場合に対応する) B形式で沖向きの砂の移動が卓越して net の砂移動は沖向きとなる。弱い沖向き定常流速がある場合(-5 cm/s) A形式で沖向きの砂移動と A形式で岸向きの砂移動の差により、net の砂移動は沖向きもしくは岸向きとなる。定常流成分が0の場合、筆者らが従来から報告しているように A形式で沖向きの砂移動が卓越して net の移動は沖向きとなる。岸向きに弱い定常流がある場合($+5\text{ cm/s}$) には A形式で沖向きの移動が卓越する場合が多いが条件により B形式で岸向きの移動も観察される場合がある。岸向きに強い定常流がある場合($+10\text{ cm/s}$) には、B形式で岸向きの砂移動が卓越し、net の移動は岸向きとなる。

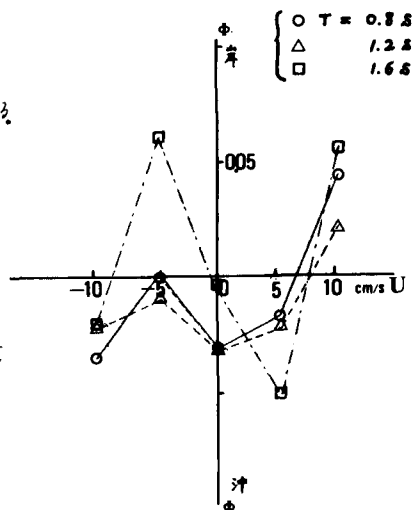


図2 無次元漂砂量 定常流速 (波高 $2.0 \sim 2.5\text{ cm}$)

3. 底質移動量式の検討

時間平均岸沖漂砂量 flux $\bar{\phi}$ が次式のように代表的な浮遊砂移動速度 $\bar{u}$ と代表的な浮遊砂雲内に含まれる移動状態にある砂の量を表わす $\bar{C}$ の積として表わされると考える。(時間平均は岸向き流速時間、沖向き流速時間それぞれについてとる。)

$$\bar{\phi} = \bar{C} \cdot \bar{u} \quad (2)$$

B形式の移動の場合、 $\bar{C}$ と $\bar{u}$ は同位相のものをを用いればよい。

A形式の沖向きの漂砂量を計算する場合、 $\bar{C}$ は岸向き流速時に渦内にとりこまれる浮遊砂雲内の砂量を用い、 $\bar{u}$ は沖向き流速時の表流速を用いることとなる。

以上の考え方にに基づき、今回の測定例について底質移動量の推算を試みた。まず $\bar{u}$ は超音波流速計の出力から岸方向、沖方向それぞれについて時間平均値を求めた。また $\bar{C}$ については C の瞬間値として

$$C(t) = \begin{cases} 40\gamma(t)^3 / u(t) & (\text{流速が加速されている場合}) \\ C_m \times \frac{u(t)}{u_m} & (\text{流速が減速されている場合}) \end{cases} \quad (3)$$

C_m : $C(t)$ の最大値, $u(t)$: 水粒子速度, u_m : 水粒子最大速度, さらに流速の波動成分は正弦的に変化すると仮定し、瞬間シールズ数 $\gamma(t)$ には谷山らの用いた合成シールズ数を用いた。

図4に結果の一部を示す。今回の推算はかなり単純化したものであるため、実験値との一致は必ずしも良好ではない。より詳細な砂移動機構の観察に基づき、より定量的な考察を積み重ねる必要がある。

本論は、昭和57年度文部省科研費奨励研究A(嵯山知也)による研究成果の一部である。

[参考文献] 1) Tanaka and Shuto (1981) Coastal Eng. in Japan vol.24, pp.105~128. 2) 砂村継夫 (1982) 第29回海講 pp.239

~243. 3) Inman D.L. & Bowen A.J. (1963) Proc. 8th coastal Eng. Conf. pp.137~150. 4) 谷山 渡辺 堀川 (1979) 第35回海講 pp.140

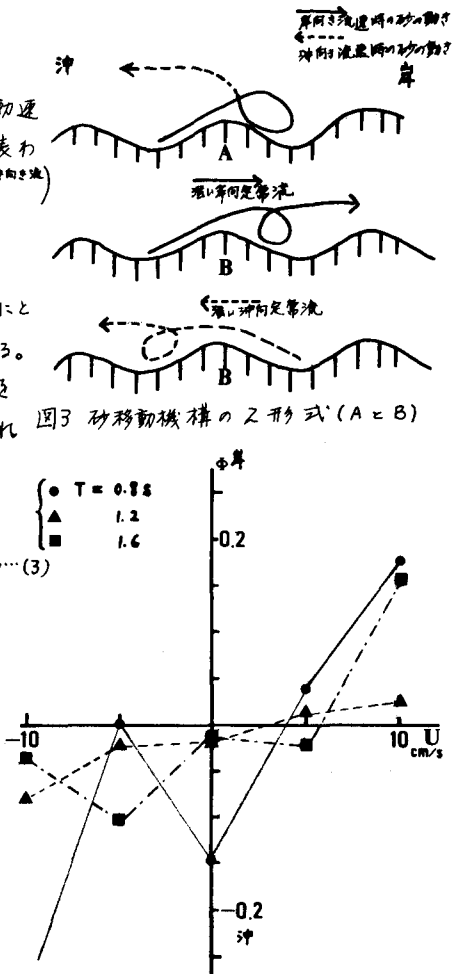


図3 砂移動機構の2形式 (AとB)

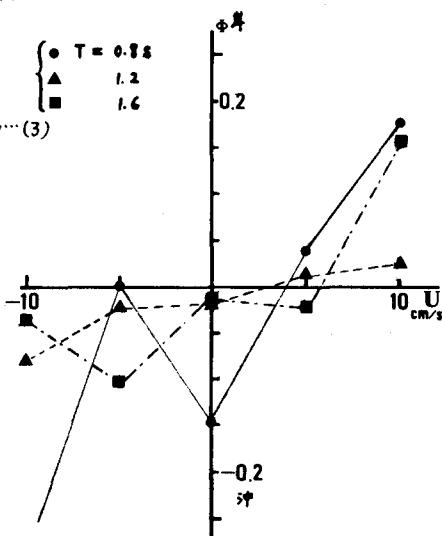


図4 計算結果 (波高 $5.0 \sim 5.5\text{ cm}$)