

平面 2 次元波打ち帯での底質移動機構に関する実験

鹿児島大学工学部 古賀尚永・末富博文・浅野敏之

1. はじめに

波打ち帯の漂砂は独特の底質移動機構の下で生起し、汀線の前進・後退に大きく関与するが、その機構の詳細については良くわかっていない。波打ち帯では波の遡上・流下に伴って没水・干出を繰り返すため、漂砂量の定量的算定には遡上端を移動境界とする時間依存型の計算を必要とし、筆者らは一昨年この観点から漂砂量算定モデルを提案した(浅野・末富, 1994)。しかしながら、数値結果の妥当性を確かめられる実験データが見当たらないため、現状での本研究の成果は十分に確立された段階には至っていないと考えられる。

かかる観点から本年度は、波打ち帯に着色砂を敷設し、その移動から直接漂砂量を測定し、実験により本研究の解明を試みた。実験結果と前述の数値モデルによる結果との比較検討も現在進行中である。

2. 実験の概要

実験は図-1に示す長さ26.7m、幅13m、深さ1.2mの平面水槽を用いて行った。水槽の一端にはコンクリートにより、造波板に対して $\theta=15^\circ$ の角度を持つ勾配 $S=1/7.5$ の一樣勾配斜面が設置されている。沖の一樣水深部の水深は79cmと一定である。波高は沖波地点に1本、一樣勾配斜面部に1本の容量式波高計により測定した。斜面部には静水時汀線を挟んで、幅1.0m、長さ3.2mの砂溜まりを設置した。砂の設置厚さは5mmであり、周囲は同じ高さの薄いモルタルで枠が作られている。

予備実験の結果、直径0.3mm程度の標準砂では、砕波点付近で底質がすべて流送されてしまうため、本実験では粒径の比較的大きな砂を用いることにした。実験に用いた砂は鹿児島県開聞崎付近で採取した火成岩起源の碎屑粒子と見られ、直径0.9mm、比重2.96を有するものである。底質粒子は直径2mm以上の粗粒分を除去し、一部を4色の蛍光塗料で着色した。着色粒子を図-2に示す位置に設置し、1分間の波の作用後中心点から20cm、40cm離れた同心円上の点で底質をサンプリングし、着色砂の個数をカウントした。表-1に実験条件を示す。

3. 結果および考察

図-3は中心点から20cm離れた同心円上で採取した蛍光砂の個数 n の測定結果の一例である。蛍光砂とサンプルした全体の砂の重量比から濃度 c に換算した。最初、図-2の同心円の中心に位置する一粒の粒子が時間 Δt の間に

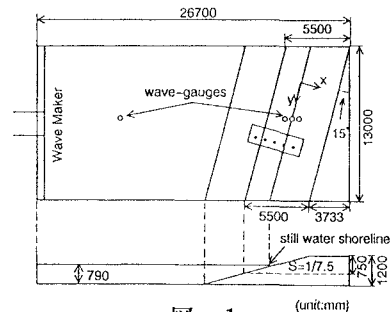
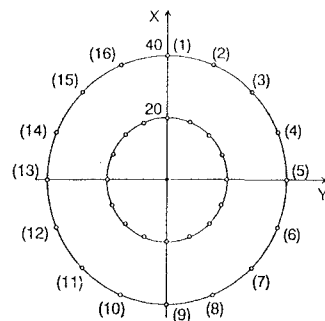


図-1



・ INJECTION POINT

図-2

	H_i (cm)	T (s)	x_b (cm)	W_u (cm)
Case-5	6.4	2.5	-70	85
Case-6	7.9	2.0	-60	70
Case-7	3.3	3.0	-70	100
Case-8	7.5	1.5	-65	65

表-1

極座標 (r, θ) に移行する確率から、蛍光砂の岸沖・沿岸両方向の移動速度 u_s 、 v_s が次式で計算される。

$$u_s = \frac{\iint c(r, \theta) \frac{r \cos \theta}{\Delta t} dS}{\iint c(r, \theta) dS} = \frac{\int_0^\infty \int_0^{2\pi} c(r, \theta) \frac{r \cos \theta}{\Delta t} r d\theta dr}{\int_0^\infty \int_0^{2\pi} c(r, \theta) r d\theta dr} \quad (1)$$

$$v_s = \frac{\iint c(r, \theta) \frac{r \sin \theta}{\Delta t} dS}{\iint c(r, \theta) dS} = \frac{\int_0^\infty \int_0^{2\pi} c(r, \theta) \frac{r \sin \theta}{\Delta t} r d\theta dr}{\int_0^\infty \int_0^{2\pi} c(r, \theta) r d\theta dr} \quad (2)$$

ただし、本実験では2つの同心円上の16箇所での測定に限定されているため、実際には次式で計算していることになる。

$$u_s = \frac{\sum_{i=1}^{16} c_i \frac{r_1^2 \cos \theta}{\Delta t} + \sum_{j=1}^{16} c_j \frac{r_2^2 \cos \theta}{\Delta t}}{\sum_{i=1}^{16} c_i r_1 + \sum_{j=1}^{16} c_j r_2} \quad (3)$$

図-4は全4ケースに対して得られた砂粒子の移動速度 u_s 、 v_s をベクトル表示して示したものである。x軸の原点 $x=0$ は静水時汀線(S. W. L.)とし、岸側を正、沖側を負として表示している。図から砕波点(B. P.)より沖側では砂粒子は岸側に移動している。これは砕波帯より沖側では沿岸流が小さいことと、波の浅水変形により流速波形が岸向きに先鋭化し大きな岸向き漂砂を生じることに原因する。次に砕波点より岸側で静水時汀線より以深では沿岸方向の移動が大きいことがわかる。これは沿岸流のこの領域での発達と、波による流速波形が浅水変形で岸向きの移動を生じさせるのを下層部の戻り流れがこれを相殺するためと考えられる。さらに静水時汀線付近より以浅のswash zoneでは、遡上時に打ちあがる水塊が流下時の薄層流れで戻るため流下時に大きな流速が生じ、その結果大きな沖向きの砂移動速度が得られることがわかる。

swash zoneにおける流速場を平面2次元に拡張した非線形長波方程式で計算し、これを外力として海底勾配の効果を含めた形で漂砂量を計算したところ、数値結果は図-4の実験結果の特性とほぼ一致する結果を得たが、紙面の制約上結果は講演時に発表したい。

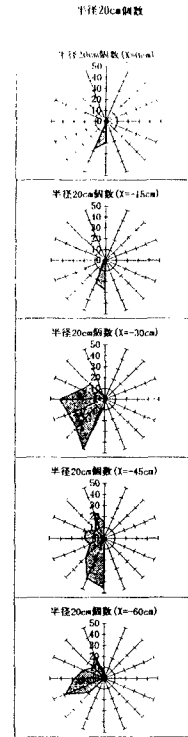


図-3

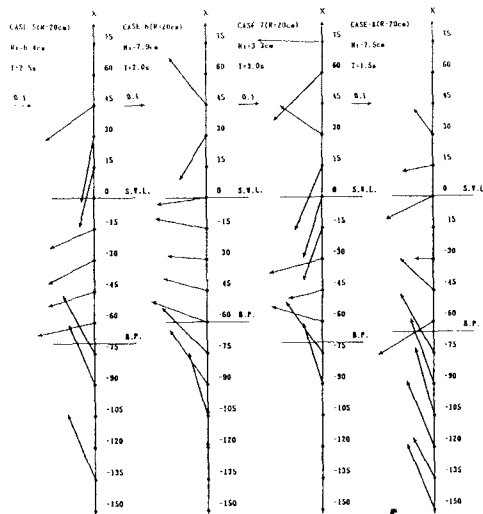


図-4