

1. はじめに

近年、河口部の閉塞が工学的に重要な問題となっている。よって、このような場における砂移動機構を知り、河口周辺の海浜変形を支配する漂砂量則を導く事は工学的に重要である。特にその中でも砂連上の砂移動に関しては、多くの漂砂量モデルが提案されているが、砂連近傍の渦層内の運動機構に仮定や大胆なモデル化が多く、漂砂量とその移動方向まで正確に予測するに至っていない。そこで、本研究では、このような渦層内の砂移動の運動特性を知る為に水理実験を行い、浮遊砂濃度の詳細な測定を行った。また数値計算から求めた流速を用いて砂連上の浮遊砂濃度フラックスを求めた。

2. 実験方法

実験装置は図-1に示す様にU字管振動流装置である。上下流に定常流の流入流出口があり振動流・一様流共存場を設定出来るようになっている。また水路中央部には厚さ5cm長さ180cmにわたり中央粒径0.075cmの砂が敷いてある。実験は平衡状態に砂連が発達するまで振動流・一様流を与え平衡と判断される時点で浮遊砂濃度の測定を行った。浮遊砂濃度測定には写真機とスリットストロガ装置を用い、一周期を16分割した各位相ごとに砂連の上下流2領域の砂粒子静止画像を撮影しその個数を測定する事で求めた。

3. 砂連上の砂粒子の運動特性

渦層内の浮遊粒子の運動特性のひとつとして浮遊砂濃度の最大値の軌跡を、測定した浮遊砂濃度分布から求めたが図-3である。高濃度の領域は、底面近傍特に砂連頂上付近である。今回使用した砂粒子が中央粒径0.075cmで比較的大きく沈降速度が速いために、高濃度の浮遊砂雲の長距離の移動はなかった。また、渦層内から上層への浮遊砂の移動も少なかった。次に図-3には砂連上の全浮遊粒子数 (NT), 上流側斜面上の浮遊粒子数 (Nu), 下流側斜面上の浮遊粒子数 (Nd) の経時変化を示している。Ntの平均値よりこ

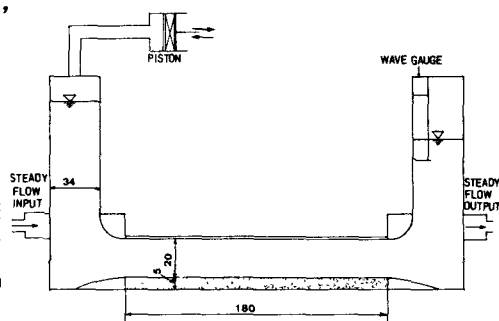


図-1 実験装置

表-1 実験条件

周期	水粒子軌道距離	定常流速	Shields 数
3.03 sec	27.32 cm	5.41cm/s	0.056

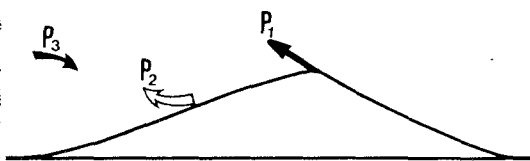


図-2 浮遊砂濃度のピーク

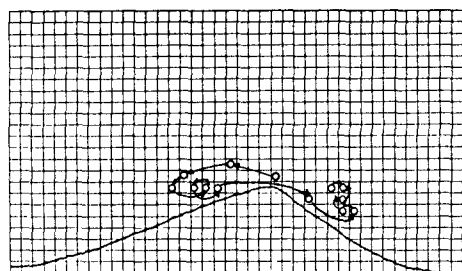


図-3 浮遊砂濃度ピークの軌跡

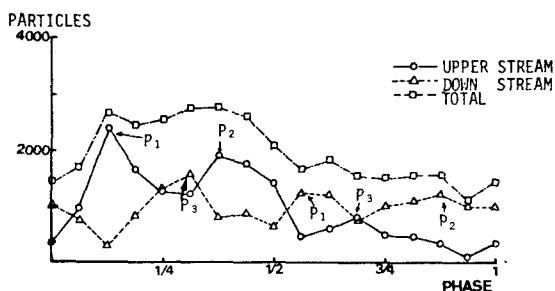


図-4 砂連上の平均濃度経時変化

の水利条件下の、砂澁の平均的なpick-up量が次式より求まる。

$$P_m = C \cdot w_s \quad (1)$$

C: 砂澁一波上の平均濃度 w_s : 沈降速度

0.84個/cm²・sであると推定できる。次ぎに上・下流側の浮遊粒子の経時変化より、濃度のピークが3つに分類出来ることが判る。その概念図は、図-2に示してあるが(I) 反対斜面からの掃流砂の放出によるもの(P₁)、(II)、剥離渦の巻き上げによるもの(P₂)、(III) 隣接砂澁からの移流によるもの(P₃)である。このような濃度ピークの変化により、基本的な砂澁上の砂移動が生じている。

4. 浮遊砂濃度フラックス

砂澁上での詳細な砂移動量を求めるために、砂澁上の場所的な浮遊砂濃度フラックスを求めてみた。浮遊砂濃度フラックスを求めるに当たり、砂澁近傍迄の正確な濃度値が必要であるので、実験で得た砂澁形状浮遊粒子の位置を(1)式の写像関数を用いて水平直線上に写像変換する。

$$Z = \zeta + i \sum A_j \exp(i\{jk(\zeta - i\beta_j) + \theta_j\}) \quad (2)$$

ここで $Z=x+iy$, $\zeta=\alpha+i\beta$, $k=2\pi/L$, L は砂澁波長

次ぎに砂澁上の流速は、渦素子法による数値計算から求めた。この方法については、Ismail (1985) に詳しいので参照されたい。以上の様にして求めた流速と実験で求められた濃度値との積で、浮遊砂濃度フラックスを計算した。得られた浮遊砂濃度、流速、浮遊砂濃度フラックスの一周期平均値を示したのが図-5

(a) - (c) である。(a)の浮遊砂濃度には、前述した濃度ピークに対応する極大値が、上下流面上に生じている事が判る。また、上下流面で比較すると下流面の方が一周期平均濃度が高くなっており、これは下流面に砂が堆積して砂澁が下流方向に移動することを示している。また(b)の流速については、下流側に渦が発生しており実現象と対応している。浮遊砂濃度フラックスについては、上流面上で強い上流向きのフラックスがあり、下流面では上流面より弱い下流向きの一周期平均フラックスが生じている。このように、砂澁上では一周期平均の濃度フラックスに場所的分布があり、これが砂澁の進行を生ぜしめている。また、

平均的には上流向きの漂砂を生じるので、砂澁が下流向きに進行し、漂砂が上流向きになるという今回の実験結果を旨く説明できる。

5. 結論

はじめに砂澁上の浮遊砂濃度を渦層内まで詳細に測定する事によって上下流面上で起こる濃度のピークの性質を明らかにし、基本的な砂移動を支配する因子を示した。次ぎに、数値計算から求めた流速を用いて、砂澁上の浮遊漂砂量の場所的な分布を示し、これが実現象と良く対応する事を確かめた。今後は、砂澁上の浮遊漂砂量の定量化が必要であると考えられる。

<参考文献>

Ismail・首藤：波・流れ共存場における砂澁上の流況、第32回海講論文集 pp278~pp282, 1985

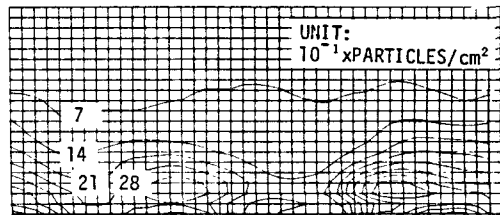


図-5 (a)一周期平均濃度分布

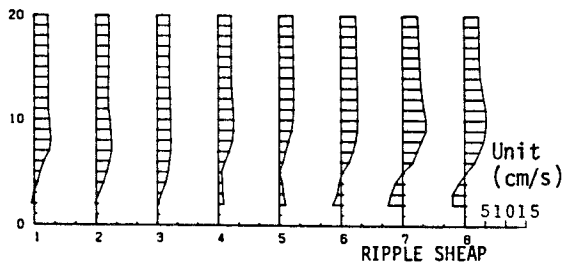


図-5 (b)一周期平均流速分布

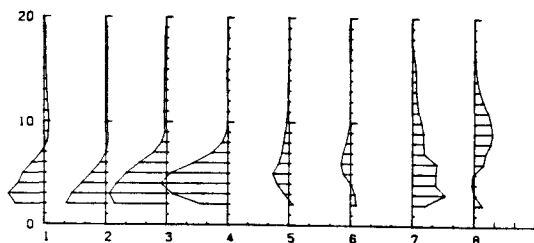


図-5 (c)一周期平均浮遊砂濃度フラックス