

シートフロー状漂砂に関する実験的研究

鹿児島大学工学部 正員 ○浅野敏之
関西電力 正員 筒井勝治

1. はじめに シートフロー状漂砂が生じる時の流れ場は、固液混相流状態の周期変動流れである。これに対する数学モデルは、単相流流れとしてAhilan-Sleath(1987)が、混相流流れとして浅野(1989)が提案しているが、モデル中の歪み速度と応力の関係に、Bagnold(1985)やSavage-Mckeown(1983)による中立粒子と流体の混相体を用いた一方向流クエット流れの知見を準用したことをはじめとして、いくつかの解決すべき問題が内包されている。本研究では、振動流場でのシートフロー状態での底質運動を詳細に観察し、その運動機構を実験的に明らかにしようとするもので、この流れ場を記述するにあたっての基礎的知見を得ようとするものである。

2. 実験の概要

実験は図-1に示すような振動流水槽を用いて行った。この水槽の固有振動周期は4.26secで、中央170cmの観測部は底面が25mm落ち込んだ構造になっており、底質を敷設した時の上面が、左右の水平部の底面位置と同じ高さとなる。底質粒子には、粒径 $d=0.417\text{cm}$ 、比重 $s=1.24$ の球形人工真珠を用い、一部を着色してその運動をシャッター速度 $1/1000\text{sec}$ のビデオカメラで撮影した。ビデオ画面上で着色した粒子の x, z 座標を逐一読み取り、粒子の移動速度、粒子濃度を解析した。

3. 実験結果ならびに考察

図-2の上段は断面平均流速の時間波形を示したもので、下段は着色した粒子の各時刻での鉛直位置 z を示したものである。図中波線は粒子群が2次元正方格子を組む時の位置を示したもので、右端の数字は水槽底面から数えて何層目に位置するかを示している。第4層の粒子は流速が大きくなる位相で下層の粒子を乗り越えるために鉛直位置が高くなるのがわかる。第5層以上では流速が大きくなる位相で z が増減しており、suspension状態になることを示している。

図-3は底質粒子速度 u_b の鉛直分布を示したものである(図中口印)。また水中を浮遊する小さなゴミを追跡することにより水粒子速度も推算し、図中にこれを+印で示した。図より水槽底面近傍では粒子速度がほぼ0となる領域が存在することが読み取られる。この不動層厚 z_0 は位相とともに変動する。また底質濃度はある高さでほぼ0となり、それより下方では底質粒子はシートフロー状

態で移動することが観察された。その高さはビデオ画像解析から明瞭に判別でき、ここではその高さを移動層厚 z_m と呼ぶことにする(図中破線は各位相における移動層厚 z_m の位置を示す)。

いま $z_m - z_0$ をシートフロー厚 z_s と定義し、 z_s の一周期間の最大値とシールズ数の関係をプロッ

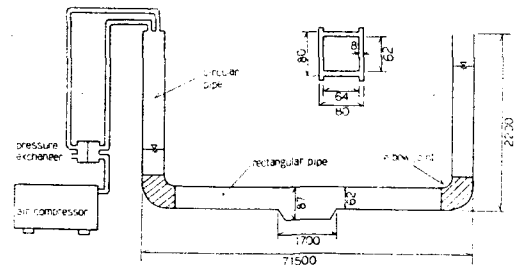


図-1

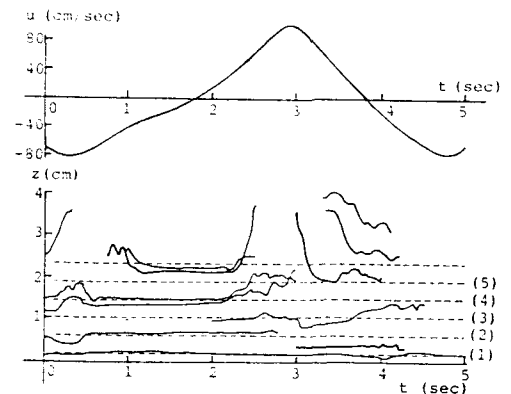


図-2

トしたものが図-4である。図中にはシートフロー一厚に関する予測式も併せて示したが、本実験結果は著者が昨年示した式とよく一致することがわかる。

図-3で示した u_s の平均的な鉛直分布から du_s/dz を求め、また濃度 c の測定値から線形濃度 λ を求めて、dispersive stressを下記のBagnoldの式に基づいて計算した。

$$p = 0.042 \rho_s (\lambda D)^2 (du_s/dz)^2$$

図-5は du_s/dz と p の関係を示したものである。土の動的載荷においては、荷重をかける時と解除する時で発生応力が異なることが知られているが、図-5では左右で異なるヒステリシス曲線を描く結果となった。Bagnoldの構成則の振動流への適用性についても検討を行わねばならないが、その一方で、実験装置および測定の精度の向上を図り、今後も研究を続ける必要がある。

参考文献

- 浅野敏之：平坦移動床上の振動流流れの解析、第36回海岸工学論文集、pp.249-253、1989。
 山下俊彦・日比康生・寺島貴志：シートフロー状漂砂の移動機構とnetの漂砂量、第35回海岸工学講演会論文集、pp.297-301、1988
 Bagnold, R.A. : Experiments on a gravity free dispersion of large solid spheres in a Newtonian fluid under shear, Proc. of Royal Soc. , Vol.225, A, pp.49-63, 1954

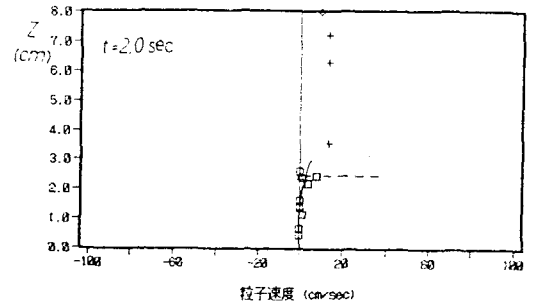
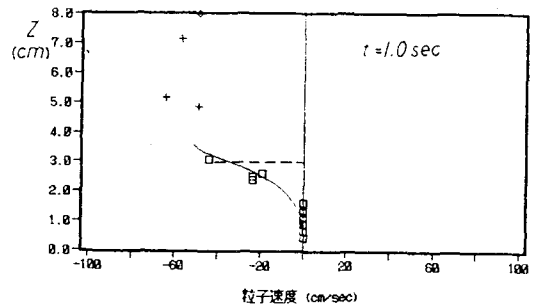
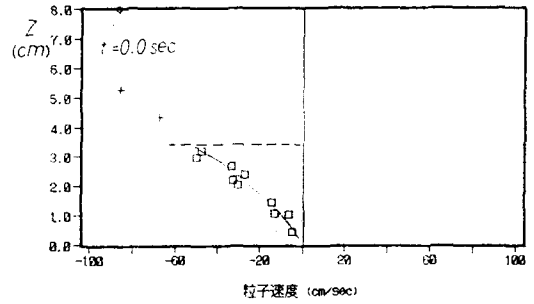


図-3

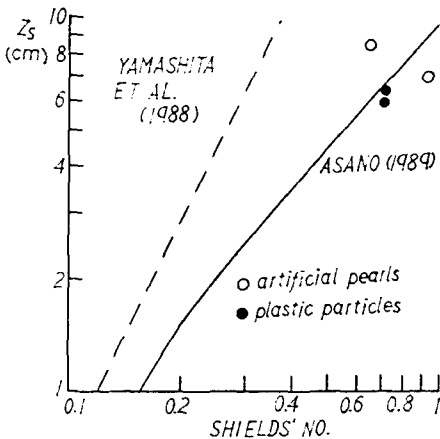


図-4

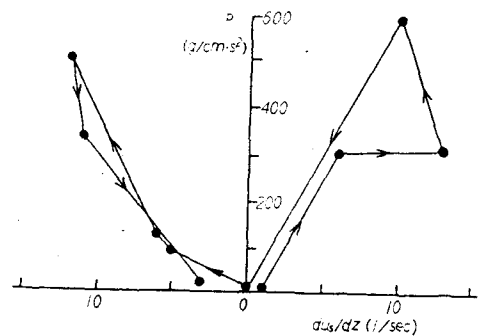


図-5