

第II部門

シートフロー漂砂の流動過程の可視化実験

京都大学工学部 正会員 後藤仁志

京都大学工学部 正会員 酒井哲郎

京都大学大学院 学生員 豊田泰晴

京都大学工学部○学生員 前 啓一

1.はじめに シートフロー漂砂は、大量の土砂移動を伴うため海浜変形への寄与が大きく、その流動機構の解明は重要な課題である。シートフロー漂砂における砂粒子移動速度や濃度分布などの変化に関する実験データは、現在でも必ずしも十分に収集されているとはいえないが、その一因として、シートフロー漂砂の実験でよく用いられてきたビデオ画像解析の方法が、大変な労力と時間を要するものであったことが挙げられる。本研究では、U字管振動流装置を用い、シートフロー漂砂の底質の移動速度分布、濃度分布などの詳細な測定を行い、砂移動機構の解明に必要な基本的情報を収集する。また、ビデオ画像解析においては、入手が容易なパソコンソフトウェアを導入して、作業の効率化と、粒子の読み取りの正確化に配慮した。

2.実験装置 実験は図-1に示すU字管振動流装置を用いて行った。U字管の両端部は電磁弁を介してエアークOMPRESSORに接続されており、左右の電磁弁を開閉して左右の空気室内の圧を調節することにより振動流を発生させる仕組みになっている。左右の電磁弁の開閉はパソコンで制御されており、周期を変化させられる。底質粒子としては、移動状況が把握しやすい粒径 $d=5.15\text{mm}$ (比重 $\sigma/\rho=1.318$) の球形の粒子 (人工真珠粒子の核) を用いた。実験条件は、(周期(s), 流速振幅(cm/s)) = (6.0, 103.1), (6.0, 83.5), (5.0, 95.7), (4.5, 106.6) の4つの条件で行い、市販のビデオカメラを用いて観測部を撮影した。

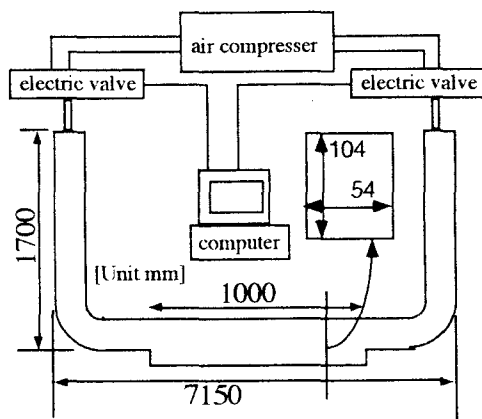


図-1 実験装置

3.解析の手順 砂粒子数密度分布の解析方法について以下に順に述べる。(1)画像編集ソフトウェア‘Avid VideoShop’を用いて、ビデオカメラで再生した画像をパソコンに取り込み、0~ π まで7枚の画像を抽出する(図-2)。(2)次に‘Adobe Photoshop’を用いてその7枚の画像を処理する。まず、階調を反転(白と黒の反転)させ、不要部分を削除してから、グレースケールへの変換(カラーの消去)を行う。(3)画像解析ソフトウェア‘NIH Image’を起動し、二値化(グレースケールを白黒2色に変換)する。(4)そして、シートフロー層を鉛直方向に層分割し、

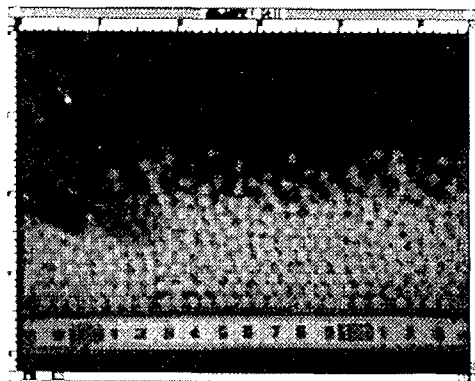


図-2 画像データ

NIH Imageの面積測定コマンドを用いて各層ごとに黒い部分の面積を測定する。(5)以上で層ごとの面積が測定されたわけだが、同じ1つの粒子の面積でも、場所による輝度の違いによってその値が左右される場合がある。そこで画像の1枚を選び、その画像の上に正確な粒子の大きさを担当する円を貼り付けて得られた画像に先ほどと同様の処理を施し、NIH Imageを用いて面積を測定する。この値を真値として層ごとの補正値を求め全ての位相の面積値をこの補正値で補正し、これを層別の粒子部分の面積とする。各層ごとの面積を1個の粒子の面積で割ると数密度が求められる。また、砂粒子移動速度に関しては、種々に着色した粒子を混合した底質粒子群を用いて撮影したビデオ画像を用いて、個々の粒子の運動を追跡することにより求めた。

4. 実験結果及び考察 得られた数密度の鉛直分布の位相別変化、砂粒子平均速度分布の位相別変化、そしてこれらから求められた漂砂量を図-3、図-4、図-5に示す。

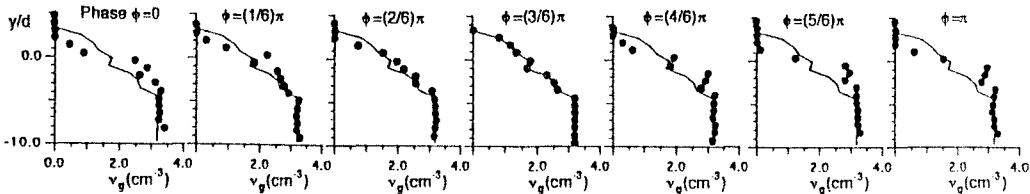


図-3 数密度の鉛直分布の位相別変化 ($T=6.0s$, $u=103.1cm/s$)

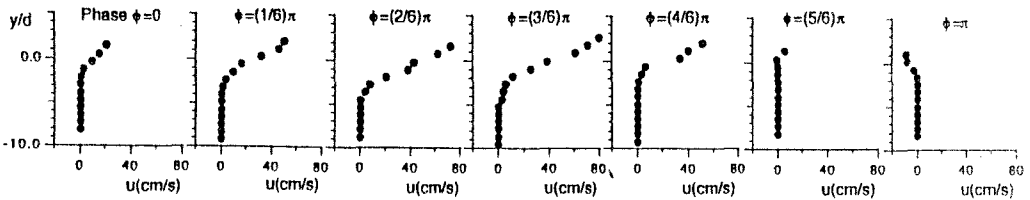


図-4 砂粒子平均速度分布の位相別変化 ($T=6.0s$, $u=103.1cm/s$)

(1)砂粒子数密度に関しては、主流流速の増大とともに、静止時の砂層表面以下5層程度の部分の数密度が徐々に低下し、低下量に見合った分静止時の砂層表面より上の領域の数密度が増大すること、および減速期にはこれと逆の現象が出現することが分かった。(2)砂粒子の平均速度分布からは、粒子の加速に要する時間は減速に要する時間よりも長いこと、すなわち加速過程の応答が減速過程よりも長いことが分かった。

(3)また、数密度分布、速度分布、漂砂量の全てにおいて主流流速よりも位相の進みを生じていたが、主流流速(境界層外縁流速)と底面剪断力との間の位相差を算定した¹⁾ところ、実験結果に現れた位相差と同レベルの値が得られ、底面剪断力の変動に追従した変動となっていることが分かった。本研究では、入手が容易なパソコンソフトウェアを組み合わせ用いてシートフロー漂砂の画像解析を試みた。今後は、種々の条件下で計測を続けてデータの収集に努め、系統的な現象理解の資料としたい。

参考文献：1) 田中仁・Aug THU (1993)：全てのflow regimeに適用可能な波・流れ共存場抵抗則，土木学会論文集 No.467/II-23,pp.93-102.

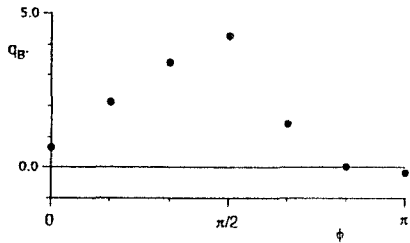


図-5 漂砂量 ($T=6.0s$, $u=103.1cm/s$)