

シートフロー漂砂に関する実験

鹿児島大学工学部 学生員 高沢 俊満
 鹿児島大学工学部 学生員 中野 康弘
 鹿児島大学工学部 正 員 浅野 敏之
 鹿児島大学工学部 正 員 中村 和夫

1. まえがき

シートフロー状漂砂の力学機構の解明は、大量の土砂輸送を生じるために工学的にきわめて重要である。荒天時の海底地形変化を予測するためには、外力である波の条件と漂砂量の関係を明らかにする必要がある。シートフロー状漂砂は底質が固液混相状態で集合的に流送されるので、漂砂量を記述するためには、その移動層厚と移動速度の特性を明らかにする必要がある。本研究は上述の課題を実験的に解明するために、U字管振動流装置を製作し、振動流下の底質粒子群の運動を詳細に調べたものである。

2. 実験装置・実験方法

振動流水槽は図-1に示すように、全長600cmの水平部と左・右鉛直管部から構成される。水平部は15cm×15cmの正方形断面である。中央180cmの区間は観測部であり、底面を50mm深くして底質溜りとし、底質を敷設したときの上端面が左右水平部の底面位置と同じ高さとなるようにした。底面には後述する人工真珠粒子を一面に貼付け、粒子と底面の間を滑りなしの状態にした。観測部の上面部分は、底質の取り出しが容易にできるように、120cm×15cmの取り外し可能なハッチとなっていて、26個の金具で水槽に圧着するようになっている。水槽右側の鉛直管部は管径20cm、高さ250cmで上部は大気圧に解放されており、その中には容量線波高計が設置され水槽内の水位が計測される。左側の鉛直管部は右側と同じ管径を持つが、その上に長さ220cmの駆動部がくるスペースが必要なため180cmの長さとなっている。この振動流水槽の固有周期は左右の鉛直部に80cmの水柱が存在すると仮定すると、4.53secとなる。

振動流の駆動は、電動サーボモーターによってドライブシャフトを回転させ、ドライブシャフト上に止めてあるボールネジの上下運動を介してピストンが運動する方式を採用した。ピストンの位置を電気的に検出し、その信号をサーボ回路にフィードバックして、より正確な正弦運動が起こせるよう制御した。

底質粒子群の運動は、高精度ビデオカメラを用いてシャッタースピード1/1000secで撮影した。粒子の運動軌跡をトレースするには、底質粒径は大きい方が望ましい。一方、実験装置の寸法の制約から、移動層厚は2～3cm以下であることを勘案して、比重1.24、粒径4.17mmの球形人工真珠粒子を採用した。一部の粒子を数色に着色し、移動状況が把握しやすいようにした。実験の諸元を表-1に示す。

3. 実験結果・考察

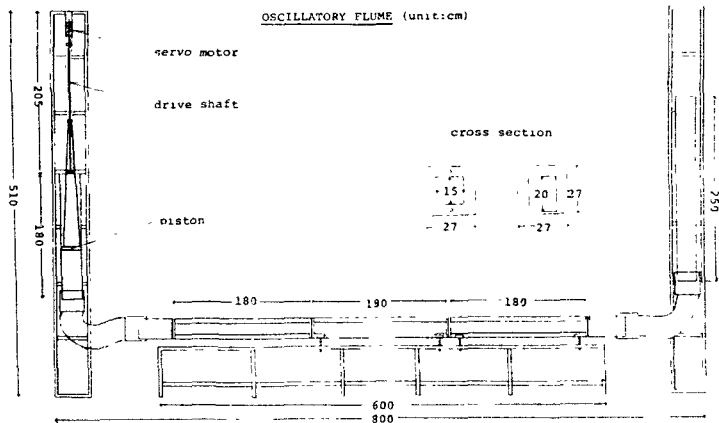
シートフロー層厚は次のようにして定めた。まず、底質を上端面が平坦となるよう水槽内に敷き詰め、その上端面の位置を基準面とした。静水状態から振動流を駆動し、数波間の底質運動を高速ビデオカメラで撮影した。粒子が流動する基準面からの深さを $\delta_1(t)$ とし、これをシートフロー層厚とした。粒子のサルテーション、下層の粒子群を乗り越えるときに発生するダイレイタンスーによって、粒子群の運動する範囲は基準面より上方 Δ まで存在する。そこで、粒子が運動する上限値と下限値の差 $\delta_2(t) = \delta_1 + \Delta$ を第2のシートフロー層厚と定義した。

図-2はシートフロー層厚 δ_1 と δ_2 の時間波形を示したものである。図中には主流部の流速変動波形を併せて示した。図から、流速が大きくなる位相でシートフロー層厚が増加することがわかる。第1波目の層厚の波形が他と異なるのは、振動流の駆動開始時点で発生する圧力勾配の影響

である。また振動流の作用時間を長くすると、底質が水槽のどちらかへ運ばれて、流れ方向の現象の一様性が悪くなる。理想的な結果は、振動流駆動開始後 1 / 2 周期～2 周期の範囲と考えられ、以下ではこのデータについて解析を行った。

図－3 は無次元掃流力 $\theta(=U_{amp}^2/[(s-1)gD])$ と無次元シートフロー層厚 δ/D の関係を調べたものである。図から δ/D と θ はほぼ線形の比例関係があることがわかる。

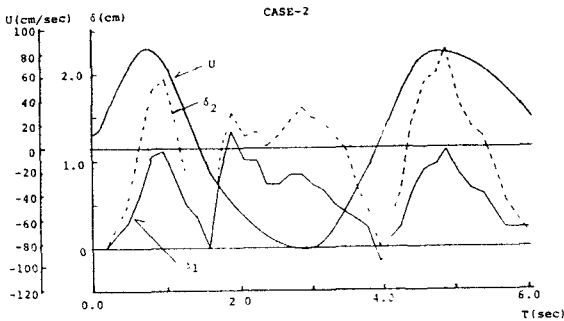
図－4 はビデオ画像の解析から、微小時間内の底質粒子の移動速度 u_s を求めたものである。粒子の移動速度 u_s はシートフロー層内ではほぼ直線的な分布を示す。これに底質濃度 $C(z)$ を乗ずれば、漂砂量 Ψ が得られる。現在この解析を急いでいるところである。



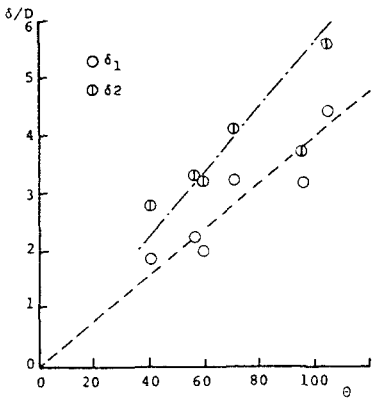
図－1

表－1

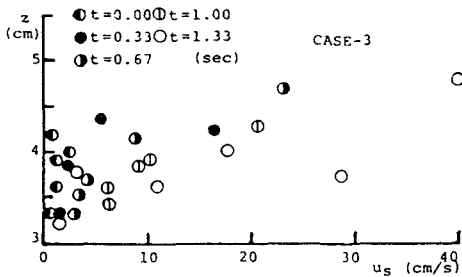
	T (sec)	U_{amp} (cm/sec)
CASE-1	4.64	73.9
CASE-2	4.64	96.9
CASE-3	4.98	101.3
CASE-4	5.28	83.0
CASE-5	5.44	63.1
CASE-6	4.35	76.4



図－2



図－3



図－4