

九州大学工学部 学生員○末次敏弘

同 上 正 員 楠田哲也 正 員 二 渡 了

福岡市役所

大津圭祐

1. はじめに

河川流域や河口域に存在する微細な粘土・シルト系粒子からなる軟弱底泥は、波や流れの影響を受けて、巻き上げ、沈降、輸送、堆積といった現象を繰り返している。それらは海上交通の拠点となる港湾において、水質汚濁や航路及び泊地の埋没等の諸問題を引き起こしている。現在、これらの現象の解明による人工的制御が社会的に強く求められており、問題解決のため、早急な研究を行わなければならない。これまでの波動下における巻き上げ実験¹⁾の結果によると、濃度分布は、圧密底泥直上の高濃度層(浮泥層)とその上層のほとんど一様な低濃度層の二層構造となることがわかっている。本研究では懸濁物質の水平輸送に大きな影響を与えていると思われる高濃度層に着目し、振動流中における高濃度層の挙動、特にその限界状態(濃度層消失)について考察を加え、前報²⁾との比較検討も合わせて行った。

2. 実験装置及び方法

本実験に使用した実験装置は、全長5m、測定部断面幅及び高さ20cmの正方形断面を有するアクリル製U字型振動流水槽である(図-1参照)。この装置を用いることによって、波動下における水面変動の影響を無視し、水理現象を単純化させて実験を行った。また、水槽片端面からのピストン(ストローク、

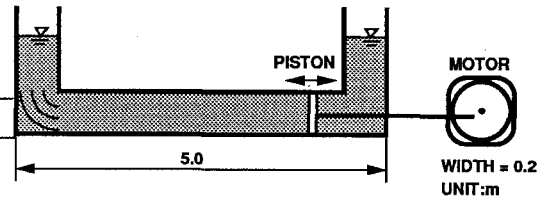


図-1 実験装置

周期は可変であり、これによって底面剪断応力を変えることが可能)の往復運動により定常的な振動流を発生させることができる。さらに、水槽内の濃度分布を求めるため、水槽側面中央部にステンレスパイプを使った採水装置を取り付けている。なお、採水点は鉛直方向に12点(底面より0.1, 0.3, 0.6, 1, 1.5, 2, 3, 5, 7, 10, 14, 18cm)である。採水の際は、ピストンを一時停止し、パイプを中央部まで差し込んで採水(約1分)を行った。この中で、0.1, 0.3, 0.6cmの採水点は底面近傍の濃度が、

表-1 実験条件

高濃度層内の平均濃度に大きく影響を与えるために、今回新たに設けたものである。懸濁物質の濃度は透過式濁度計を用いて測定を行った。試料には、有明海沿岸の佐賀県牛津川底泥(比重2.51、中央粒径 $d_{50}=1.7\mu\text{m}$)を用い、所定の濃度に設定するために海水と混合した。実験は、懸濁液を素早く水槽片端から注入し、同一の初期濃度(C_0)のものに対して数通りに剪断応力を変化させ、定常状態に達するまでに必要な300分程度行った。剪断応力は、周期を一定のまま振幅によって変化させている。実験条件は表-1に示し、表中のRUN1~3は前報、RUN4~7は今回の実験条件である。

RUN No.	初期濃度 C_0 (kg/m ³)	周期 T (sec)	振幅 a (cm)	最大底面剪断応力 (N/m ²)
1-1	1.0	4.0	1.6	0.261
1-2			1.2	0.196
1-3			0.8	0.131
2-1	5.0	4.0	1.6	0.261
2-2			1.2	0.196
2-3			0.8	0.131
3-1	10.0	4.0	1.6	0.261
3-2			1.2	0.196
3-3			0.8	0.131
4-1	1.0	3.0	1.8	0.453
4-2			1.6	0.402
4-3			1.4	0.352
4-4	5.0	3.0	1.0	0.251
5-1			1.8	0.453
5-2			1.6	0.402
5-3	7.0	3.0	1.4	0.352
5-4			1.0	0.251
6-1			1.8	0.453
6-2	10.0	3.0	1.6	0.402
6-3			1.4	0.352
6-4			1.1	0.277
6-5	1.0	3.0	0.8	0.201
6-6			0.5	0.126
7-1			1.8	0.453
7-2	10.0	3.0	1.6	0.402
7-3			1.4	0.352

3. 実験結果及び考察

(a) 高濃度層厚

前報の実験では、高濃度層厚の決定を壁面からの目視によ

って行っている。しかし、初期濃度によって界面が明瞭でない時があることや水槽外側からの目視による境界面が水槽壁面の影響を受けていることを考慮し、本報では実験より得られた濃度分布(図-2参照)により決定している。図-3は、高濃度層厚と底面剪断応力との関係を示したものである。これまで高濃度層厚は剪断応力、初期濃度が増加するにつれて大きくなると思われていたが、剪断応力に関して言えば、ある剪断応力値を越えればほとんど増加しなくなる傾向があることがわかった。初期濃度に関しては、これまでと同様、濃度の増加にともなう厚くなっている。ここで $C_0=10\text{g/l}$ 、剪断応力 0.3N/m^2 以下の傾向が他と異なっているが、これは前報のものであり、何らかの実験条件の違いによるものと思われる。

(b)高濃度層内平均濃度

図-4は高濃度層内平均濃度と底面剪断応力との関係を示したものである。懸濁粒子は海水が静止した状態で最もよく沈降すると考えられるので、高濃度層内の平均濃度は、底面剪断応力が大きくなるにしたがい減少し、最終的に初期濃度に漸近することが予想された。前報の結果では、初期濃度によってその傾向が異なっていたが、今回の結果では全ての濃度でその傾向が現れ、特に 1.0g/l では著しい。ここで、 $C_0=1.0\text{g/l}$ 、底面剪断応力 0.3N/m^2 以下の濃度が低いのは採水点の違いによるもので、底面近傍の濃度が求められていればもっと高くなると考えられる。しかし、 $C_0=5.0, 7.0, 10.0\text{g/l}$ では今回の設定剪断応力では、初期濃度よりもやや高めの値に漸近している。これは、高濃度層に作用する剪断応力が連成運動により小さくなっていることが原因として考えられ、さらに剪断応力を増加させることによって初期濃度に漸近させることができると推測される。

4. おわりに

今回の実験では底面剪断応力と高濃度層厚・高濃度層平均濃度の関係から高濃度層消失に関する定性的な結果が得られた。今後、この定量的な評価のために、正確な流速分布及び剪断応力の算定を行い、実験を行っていく予定である。

<参考文献>

- 1) 楠田, 他; 波による底泥の浮遊及び挙動に関する研究, 第35回海岸工学講演会論文集, pp.352~356, 1988.
- 2) 楠田, 他; 振動流下における懸濁物質の沈降過程と形成された高濃度層の特性, 土木学会第45回年次学術講演会概要集II, pp.672~673, 1990.

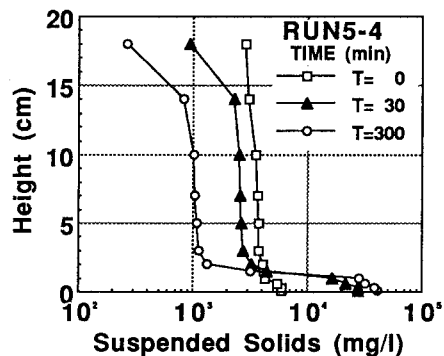


図-2 鉛直濃度分布

- | | |
|----------------|----------------|
| ○ R-1(1.0g/l) | ● R-4(1.0g/l) |
| △ R-2(5.0g/l) | ▲ R-5(5.0g/l) |
| □ R-3(10.0g/l) | × R-6(7.0g/l) |
| | ■ R-7(10.0g/l) |

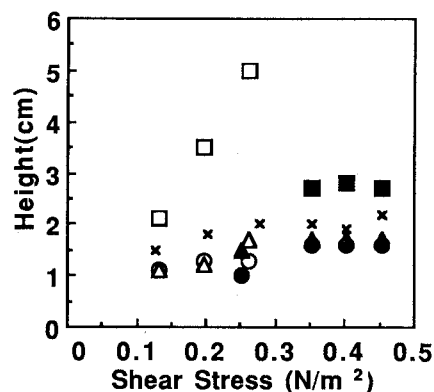


図-3 層厚と底面剪断応力の関係

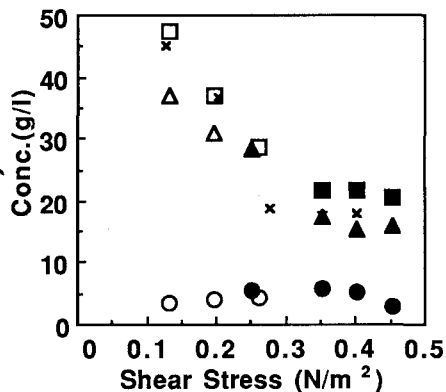


図-4 高濃度層内平均濃度と剪断応力との関係
(図中の記号は図-3と同じ)