

II-366

底泥の攪乱・不攪乱による巻き上げへの影響について（第2報）

九州大学工学部 学生員○吉見博之 学生員 山西博幸
同 上 正 員 二 渡 了 正 員 楠田哲也

1. はじめに 従来、底泥の巻き上げ現象を解明するために、現地の底泥を乱した攪乱試料を用いて実験が行われてきた。しかし、実水域における底泥表層部は波などの外力を受け、その粒子間構造が変化しており、攪乱試料と不攪乱試料とでは、巻き上げ量や初期巻き上げ速度などの巻き上げ特性に差があると考えられる。第1報¹⁾では異なる試料で実験を行ったが、本報では、同一試料による攪乱と不攪乱試料を用いて、それぞれ波作用下及び一方向流下での比較対照実験を行い、いくつかの観点から検討を加え、攪乱試料での実験結果を現実的なものへ近づけた。

2. 実験方法 本実験では波作用下、一方向流下ともにアクリル製直線型水路（全長8m幅0.1m）を用いた。この水路の中央区間2mに層厚5cmとなるように現地底泥（本実験の試料は佐賀県牛津川底泥を用い、この土質性状を表-1に示す）を設置した。不攪乱試料は巻き上げ現象に影響を及ぼす底泥表層部を乱さないように採取した。攪乱試料の底泥含水比は、不攪乱試料の表層から1cm厚の平均含水比となるように調整した。波作用下の実験は、水深16cmとなるように海水を満たし、周期を一定にし波高のみを変えて行った。水路鉛直方向に底泥表層から、0.5、1、3、5、7、10、13cmの採水口をもつサイフォンにより、1、3、5、7、10、15、30、60、120minの時間間隔で採水し、SS濃度は濁度計で測定した。一方向流下の実験は下流端に貯水した海水をポンプで循環させ、水路勾配を変化させて行った。

佐賀県牛津川底泥			
中央粒径	3.4 μ m	塑性限界	48.1%
強熱減量	10.3%	液性限界	122.0%
比重	2.51		

表-1 土質性状

	波作用下				一方向流下		
	RUN NO.	含水比 (%)	周期 (s)	波高 (cm)	RUN NO.	含水比 (%)	底面剪断応力 (N/m^2)
不攪乱試料	1-1			3.2	3-1		0.48
	1-2	260	0.85	4.9	3-2	260	3.53
	1-3			6.1	3-3		5.37
攪乱試料	2-1			2.8	4-1		0.42
	2-2	230	0.85	4.0	4-2	230	1.79
	2-3			5.1	4-3		2.32

表-2 実験条件

なお、底泥の設置区間の上流側と下流側で採水を行った。実験条件を表-2に示す。

3. 実験結果及び考察

3-1 巻き上げ量の経時変化

3-1-1 波作用下における巻き上げ量の経時変化

図-1、2は波作用下での巻き上げ量の経時変化である。

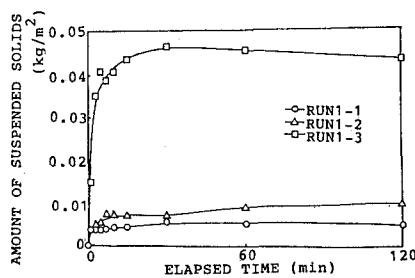


図-1 巻き上げ量の経時変化

（不攪乱試料）

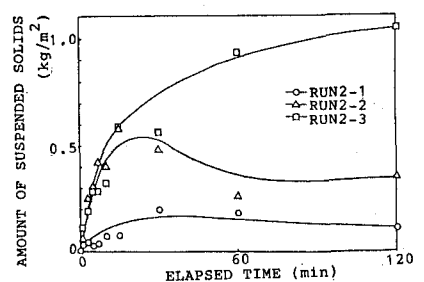


図-2 巻き上げ量の経時変化

（攪乱試料）

は攪乱試料）。実験開始後、数分間で急激に巻き上げ量は増加し、その後は時間経過とともに巻き上げ量は一定値に近づいている。また剪断応力が大きくなると巻き上げ総量も大きくなる傾向にあることがわかる。不攪乱試料の場合は攪乱試料の場合より最終巻き上げ量は、1桁オーダーが小さく、後者に比べ巻き上げられにくいことがわかる。これは不攪乱試料の場合は、剪断応力等の作用により、底泥表層部の粒子間構造が変化し、底泥表層の硬化により既に巻き上げられにくい構造になっていると考えられる。巻き上げがほぼ停止する時間は不攪乱試料より攪乱試料の方が数十分長く、この時間差は攪乱試料の底泥表層が巻き上げられ

にくい構造へと変化する経過時間と考えられる。いったん巻き上げられ難い構造になることにより、つまり底泥表層の硬化により巻き上げ速度はほぼ0となり、その後は総巻き上げ量の変化はなくなる。

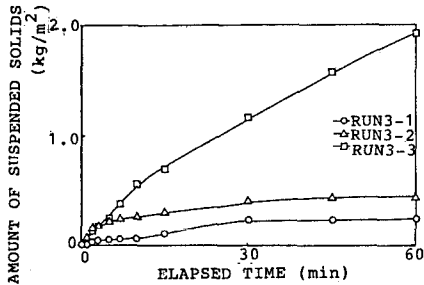


図-3 巻き上げ量の経時変化
(不攪乱試料)

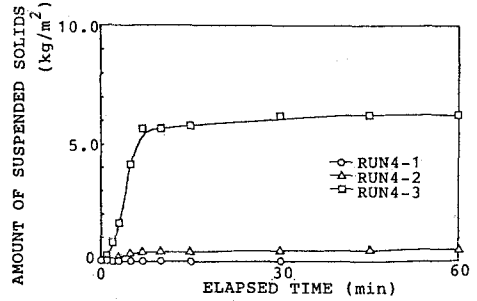


図-4 巻き上げ量の経時変化
(攪乱試料)

3-1-2 一方向流下における巻き上げ量の経時変化 図-3、4は一方向流下での巻き上げ量の経時変化である。（図-3は不攪乱試料、図-4は攪乱試料）。波作用下と同様に剪断応力が大きいほどまた攪乱試料の方が不攪乱試料より最終巻き上げ量は大きくなっている。また、RUN2-3とRUN4-1では、RUN4-1の方が底面剪断応力が大きいのに、RUN2-3の方が最終巻き上げ量は大きくなっている。これは一方向流下では底面剪断応力は一定方向に作用するのに対し、波作用下では一方向流下と同じ剪断応力でも周期的に変化するために、底泥表層部を乱しやすく、実験開始十数分間は、底泥表層部が巻き上げられやすいものとなり、これが最終巻き上げ量に影響を及ぼす。

3-2 波作用下、一方向流下での巻き上げ算出式について 図-5、6は巻き上げ量の経時変化から算出した初期巻き上げ速度と底面剪断応力との関係を示したものである（図-5は波作用下、図-6は一方向流下）。波作用下の場合と一方向流下の場合のいずれも不攪乱試料の方が限界底面剪断応力 $\tau_{0.5}$ は大きい。初期巻き上げ速度 $E_{t=0}$ 、無次元剪断応力 $(\tau/\tau_{0.5}-1)$ とすると、 $E_{t=0}=\alpha(\tau/\tau_{0.5}-1)^n$ と表せる。波作用下、一方向流下でのそれぞれの試料における初期巻き上げ速度は表-3となる。

4. おわりに 同一試料を用いても、波作用下及び一方向流において、不攪乱、図-5

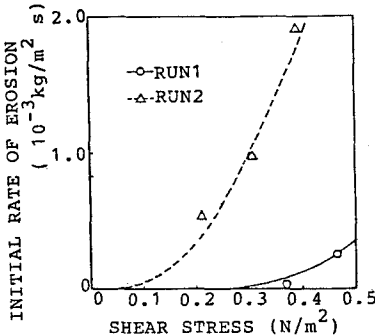


図-5 初期巻き上げ速度と剪断応力との関係（波作用下）

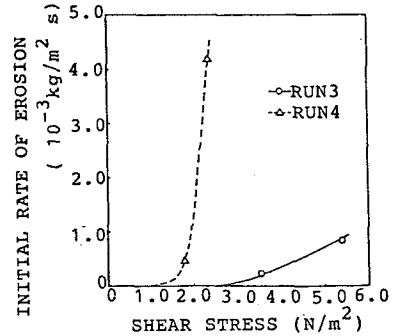


図-6 初期巻き上げ速度と剪断応力との関係（一方向流下）

攪乱試料で第1報と同様に顕著な差がみられた。また巻き上げ速度の低下は底泥表層部の粒子間構造の変化によるものと考えられる。限界剪断応力は、攪乱試料より不攪乱試料の方が、また波作用下より一方向流下

	波作用下	一方向流下
不攪乱試料	$E_{t=0}=3.3 \times 10^{-4} (\tau/0.25-1)^{2.3}$	$E_{t=0}=7.3 \times 10^{-4} (\tau/2.5-1)^{1.6}$
攪乱試料	$E_{t=0}=3.8 \times 10^{-5} (\tau/0.05-1)^{2.6}$	$E_{t=0}=1.1 \times 10^{-6} (\tau/0.5-1)^{6.4}$

表-3 巻き上げ算出式

の方が大きいことがわかった。今後は試料の含水比を変えても上述の巻き上げ算定式に適用できるかを検討していく予定である。なお、本研究は財団法人鹿島学術振興財団研究助成金による援助を受けて行われたものであり、ここに謝意を表す。

<参考文献> 1) 山西、他：底泥の攪乱、不攪乱による巻き上げへの影響について、昭和63年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp292～293、1989