

(Ⅱ-30) ベントス由来の粘性に着目した底泥巻き上がり現象の実験的検討

千葉工業大学 学 員○南部 雅俊 森 郁平
正 員 村上 和仁 瀧 和夫

1. はじめに

従来、無機物を対象とした巻き上がり現象の侵食限界についてはある程度把握されてきた。しかしながら、生物が考慮された底泥状態の巻き上がり研究はあまり行われておらず、巻き上げが発生する侵食限界に関しては十分に解明されていない。そこで本研究の目的として、ベントス（底生生物）が産出する粘性物質に着目し、ベントス由来の粘性と底泥の巻き上がりの現象について水路実験により検討をおこなった。

2. 実験装置および方法

(1) 実験装置

実験に使用した水路は図1に示すように、透明アクリル製の矩形断面（高さ15cm、幅5cm）全長は4000cmの開水路を用い、水平に設置した。水路の上流部には波が立たないようにフィルターを設置した。水路の中央付近を測定部とし、上下流域（水路中央より前後30cm域）には、不動の擬似河床を敷き、測定部には一層の河床材料を敷いた。また、二次元レーザー流速計を用い、測定部の中央において流速を測定することとした。なお測定点は水路床より粒径の2倍の地点とした。測定部の河床材料は、粒径600 μm のイオン交換樹脂と任意の濃度に調整したアルギン酸（擬似生物粘性）の混合底泥を用いた。

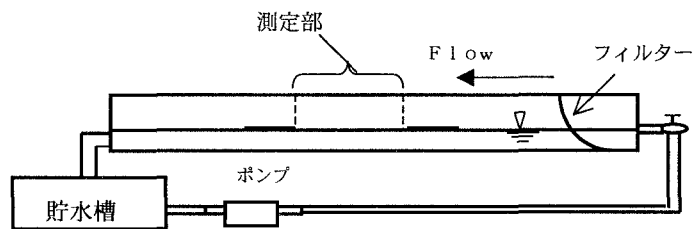


図1実験装置

(2) 実験方法

表1は、粘性条件を示す。Run 1は生物粘性を含まず、非粘性すなわち砂粒子の掃流に相当する。測定部に均一濃度の人工泥（イオン交換樹脂+アルギン酸）を充填し、次に水路上流端から水温20 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ に調節した水を給水した。各流速による河床粒子の動き始めを観察し、そのときの粒子近傍の流速をレーザー流速計によって測定した。ここに底泥粒子が移動し始めた時を粒子の巻き上がり限界と定義した。

測定データを下に、生物粘性を含んだ底泥粒子の移動限界流速の解析、また、生物粘性の有無における無次元掃流力とレイノルズ数の関係の比較検討を試みた。

表.1 実験条件

Run	擬似生物粘性 Pa·s	流速範囲 cm/s	Re $\times 10^3$
1	—	1.7~3.13	1.4~2.6
2	0.0013	4.96~6.52	5.8~5.7
3	0.0017	4.96~7.25	5.8
4	0.0019	5.09~6.11	5.8
5	0.0021	5.3~11.6	5.8

表.2 限界流速値

Run	限界流速 cm/s
1	0.5
2	1
3	1.1
4	1.91
5	2.17

3. 実験結果および考察

表2より、非粘性系（Run 1）の場合、底泥粒子の粒子近傍の限界流速は0.5cm/sであった。そして粘性を

キーワード：巻き上がり現象、粘性底泥、ベントス（底生生物）、アルギン酸、レーザー流速計

〒275-8588 千葉県習志野市津田沼2-17-1(千葉工業大学) TEL 047-478-0452 FAX 047-478-0452

増加 (Run2～Run5) するに従い限界流速も増加し、Run 5 においては 2.17cm/s となり、Run 1 に比べ約 4 倍の流速となった写真 1 は、乱流状態の底層である。写真 1 から、擬似生物粘性が底層にゆるい膜 (境界層) を形成していることが認められる。このことから、底層内は緩やかな流れになっていると考えられる。

図 2 は水深によるレイノルズ数と無次元掃流力との関係を示した。ここで、図 2 の白抜き (◇など) は底泥粒子が動く前、黒抜き (◆など) は動いた後の状態を表した。一般に流速の増大は、レイノルズ数と無次元掃流力の増大をもたらすが、生物粘性が加わると粘性の増大と共に限界掃流力及び流速は増加し増加関数関係を持つ。しかし無次元掃流力 3.0 を超過すると、擬似粘性項が急激に増大し、レイノルズ数のみが減少するようになることが実験より認められる。

図 3 は、粘性系のみに着目した無次元掃流力とレイノルズ数との関係を示した。ここに Re_0 及び τ_{*0} は非粘性の時の値を表す。また、図中の記号の意味は図 2 と同じである。Run 2 前～Run 4 前においては、y 軸の 3～4 の間を緩やかに増大し、x 軸が 1 に到達したとき y 軸方向に急激に増大することが確認できる。また Run 2 後～Run 4 後も全体的に両座標軸の負の方向に寄るが、Run 前系と同じような傾向をたどることが確認できた。このことより、粘性 0.00127Pa・s～0.00212Pa・s の間において、粘性の増大は、レイノルズ数の急激な減少と、ある値からの無次元掃流力の急激な増加を示すことが認められた。

4. まとめ

本研究は、水理学の観点に生物粘性という新たな視点から解明を目指した基礎実験の一環である。実験的検討の成果は以下のようにまとめられる。

- 1) 粘性の有無により限界流速に明らかな変化がある。
- 2) レイノルズ数と生物粘性にも大きな関係があることが認められた。
- 3) 実験粘性範囲における無次元掃流力 τ_{*0} とレイノルズ数 Re との間に反比例の関係があることが水路実験により確認できた。

参考文献

住谷 宏典 (2000) 底泥層における生物由来の巻き上がり現象、第 28 回関東支部技術研究発表会 公演概要集、土木学会関東支部編、pp172～pp173。

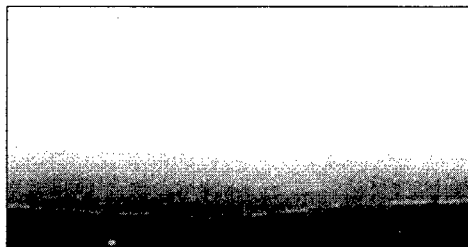


写真 1 底層にとどまる粘性物質

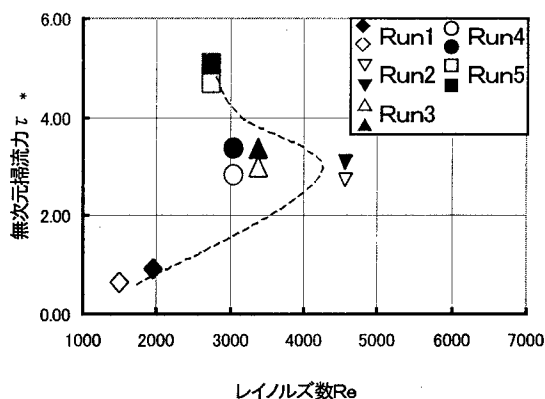


図 2 レイノルズ数と無次元掃流力

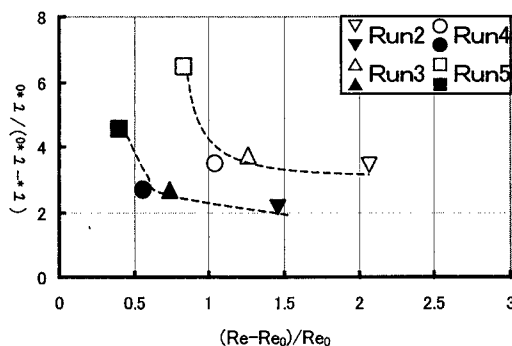


図 3 $(Re - Re_0)/Re_0$ と $(\tau^* - \tau_{*0})/\tau_{*0}$ の関係