

薄層汚泥除去装置の開発

熊本大学工学部 学生会員 古賀 聖
 熊本大学大学院 正会員 大本 照憲
 熊本大学工学部 正会員 矢北 孝一
 熊本大学大学院 学生会員 柿原 ゆり

1. はじめに

1960年代中頃から1990年まで船底や魚網へのフジツボ等の付着防止のために使用されていたトリブチルスズ(TBT)が現在も海床に堆積している。近年このTBTが0.001ng/gの濃度でイボニシやバイガイ等に生殖異常をもたらすことが確認され、九州北部沿岸域では約10cmの薄層で堆積しているという調査結果が報告されている。海底の底質改善法としては海底耕耘、浚渫、覆土等があり、TBTのような難分解性の物質を含む場合は浚渫が最適の環境改善法だと考えられるが、これまでの浚渫技術は浚渫中に二次汚染の可能性がある、さらに約10cmという薄層には適していない。本研究では、水流を利用しバケット内部に発生させる回転流と上昇流の流れ場を捉え、最適な薄層汚泥除去装置を検討する。

2. 実験装置及び方法

汚泥除去装置には25cm×25cm×5cmの四角柱のバケット(アクリル樹脂製)を作成し、底面付近の四隅に四箇所穴を開ける。穴の大きさは1cm×5cmとする。次にバケット上面の中心に直径2cmの穴を開け円管(アクリル樹脂製)を設置する。また、円管下部に傘状で底部の直径が12.5cmの制流装置(ステンレス製)を設置した。バケット底面の中心を原点として水平方向にx、y軸をとり、鉛直上向きをz軸とする。ここでそれぞれの平均流速をU、V、Wとする。流量 $Q=314\text{cm}^3/\text{sec}$ 、流速 $U_m=100\text{cm}/\text{sec}$ とし河床から吸入口までの高さHを変化させた条件において、バケット内部の流れ場を捉えるために固定床実験として円管の河床からの高さを変化させた場合と制流装置を設置した場合での流速測定を行う。円管のみをRUN1からRUN4とし制流装置を設置したものをRUN5及びRUN6とする。移動床実験においては砂層に珪砂($d_{50}=16\text{mm}$)を、浮泥層にkaolin($d_{50}=5.3\mu\text{m}$)を用いて浮泥の除去を行い洗堀深の変化を計測して実際の河床の洗堀形状を把握する。実験はバケット内部の流れが外部からの影響を受けないような状況とし1分間での実験と、河床洗堀の静的平衡状態と考えられる15分間での実験を行った。実験条件を表-1に示す。

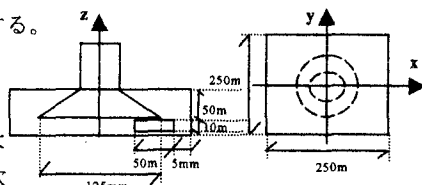


図-1 実験装置概要

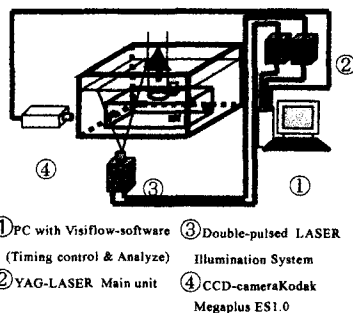


図-2 固定床実験

表-1 実験条件

| 項目 | RUN1 | RUN2 | RUN3 | RUN4 | RUN5 | RUN6 |
|---|------|------|------|------|------|------|
| 河床からの高さH (cm) | 5 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| 流量Q (cm ³ /sec) | 314 | 314 | 314 | 314 | 314 | 314 |
| 流速U _m (cm ² /sec) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

3. 固定床実験

y(cm) z=0.5cm 30cm/sec→

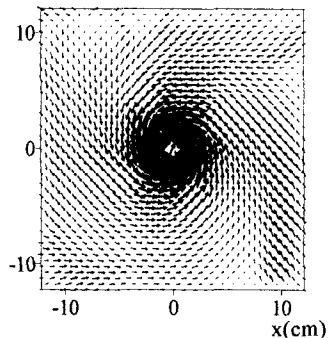


図-3 水平面の流速ベクトル(RUN1)

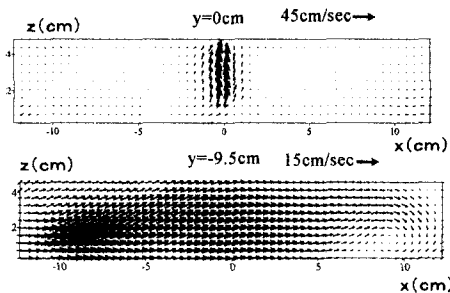


図-4 縦断面の流速ベクトル (RUN1)

図-3はRUN1における水平面の流速ベクトルを示す。計測面全体で回転流が生じていることがわかる。また図-4は同様に $y=0\text{cm}$ 、 $y=-9.5\text{cm}$ での縦断面の流速ベクトルである。流体は流入口からバケット内に流入し、回転流により中心へ進み、中心に生じる上昇流により吸引されていると考えられる。次に図-5にRUN1からRUN6までの $y=0\text{cm}$ におけるでの回転方向の流速成分を示す。RUN1からRUN4において流速に大きな変化は見られないが中心付近の流速の極大値は 70cm/sec を示し、RUN5及びRUN6と大きな差があることから、回転流は制流装置の影響を大きく受けているということが示唆される。つぎに、図-6に同様に半径方向の流速成分を示す。RUN1からRUN4の流速の最大値とRUN5及びRUN6の値を比較すると中心方向への流速が小さくなっている。図-7は鉛直方向の流速成分である。RUN1からRUN6まで鉛直方向の流速の極大値に変化は見られない。しかし、計測面全体でRUN5及びRUN6の流速分布は一様化されていると考えられる。

4. 移動床実験

図-8はRUN1、RUN5、RUN6において $x=0\text{cm}$ での洗堀深 $Z(y)$ を極大洗堀深 Z_{max} で無次元化した洗堀形状を示し、さらにその形状をガウス分布で近似した。図中にそれぞれの極大洗堀深及び標準偏差 σ を示す。各測定での洗堀幅を $2 \times \sigma$ とするとRUN1において1分間では 4cm 、15分間では平衡状態に達したか判断ができなかった。またRUN5は1分間で 4.8cm 、15分間で 6.2cm である。RUN6での洗堀幅は1分間で 3.8cm 、15分間で 4cm となり洗堀幅はRUN5の方が大きくなっており、1分間と15分間どちらにおいてもRUN5での河床の洗堀幅が最も大きな値となった。ここで、RUN5では固定床実験において回転流の流速は小さくなるという結果が示されているが、洗堀幅は最も大きくなっている。このことは河床が回転流よりも上昇流からの影響を受けやすいという可能性を示している。

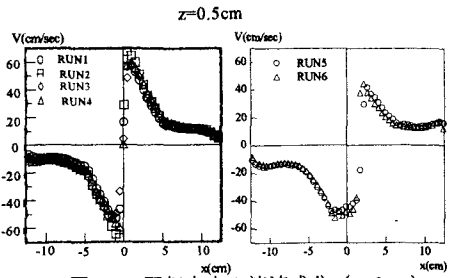


図-5 回転方向の流速成分 ($y=0\text{cm}$)

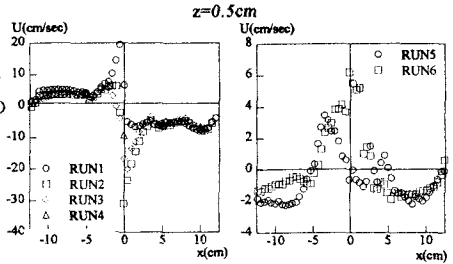


図-6 半径方向の流速成分 ($y=0\text{cm}$)

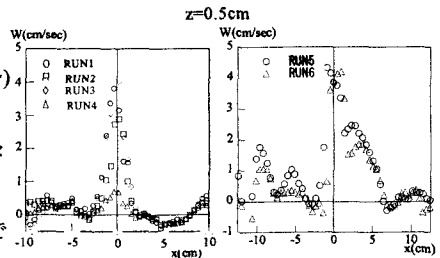
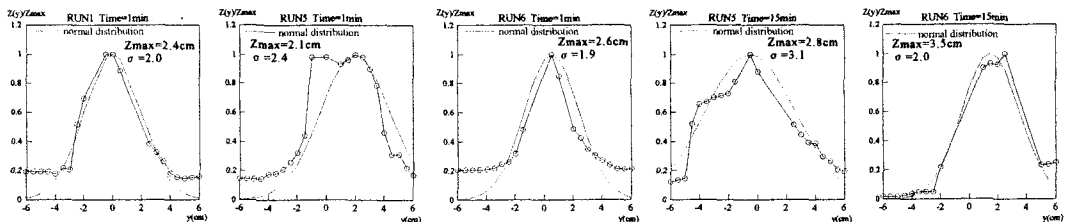


図-7 鉛直方向の流速成分



5. おわりに

図-8 河床洗堀状況

本研究より、バケットの内部における流体の螺旋的な動きにより浮泥が除去されるということが確認された。また、制流装置を設置することにより中心付近での流速が一様化されるという結果が得られた。しかし、浮泥の除去効果は期待できるものの、河床では局所的な洗堀が起こっているため、さらに洗堀を一様化させる改良が必要である。

【参考文献】

本城凡夫：有害赤潮による被害と対策、水産増殖、1999

環境省：トリブチルスズ (TBT) が魚類に与える内分泌攪乱作用の試験結果に関する報告 pp.17-20,2001