

## 1.はじめに

塩水遡上制御構造物を築造した場合、構造物の上・下流側においては微細粒子の堆積が懸念される。微細粒子が堆積すると底層の貧酸素化が進行し、砂地を好む貝類の生存が危うくなる恐れがあり、堆積環境の変化に対しては注意を払う必要がある。こうしたことから、本研究では、構造物周辺における微細粒子の動態について数値解析的に検討し、堆積環境に及ぼす影響についての基礎的資料を得ようとしたものである。

## 2.数値計算

流体が非圧縮性で密度は塩分のみ関数、Bussinesq 近似ができるとし、運動方程式、連続の式、水面形の方程式、塩分の輸送方程式および状態方程式を連立して解く。なお、渦動粘性係数は SGS(subgrid-scale)を用い、乱流拡散係数は縦断方向、横断方向および鉛直方向の流速成分に依存すると仮定する。また、微細粒子の運動については Corrsin-Lumley による運動方程式を用いた。なお、Basset 項および揚力項は考慮しない。

解析に用いた水路は、水路長は 20m、水路幅は 0.25m、解析領域の下流境界における水深は 0.133m、上流境界における水深は 0.033m、水路床勾配は 1:200 である。また、縦断方向は 400 等分、横断方向は 10 等分、鉛直方向は 14 分割し解析した。なお、時間間隔は  $T/4800$  ( $T$ : 潮汐の周期) とした。下流境界では周期 240 秒、振幅 0.7cm の正弦波を与え、海域における塩分  $S_0$  は 3‰ とし、上流からの淡水流入量は  $5 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$  とした。粒子の形状は球とし、粒径は  $0.2 \mu\text{m}$ 、密度は  $2.65 \text{ g/cm}^3$  とする。構造物は鶴翼型の 3 次元構造物 type-a30 と、水路幅方向に断面が一樣な 2 次元構造物 type-x90 の 2 種類で、type-a30 における凸部分との角度は 30 度である。なお、両構造物の設置範囲はそれぞれ下流境界から 4.4~5.35 および 4.65~5.35 m、最浅部の位置は 5m、構造物の最大高さは 3 cm である。図 1(a) および (b) は、type-a30 および type-x90 の形状を示したものである。以下は主に type-a30 を設置した場合の解析結果を示す。

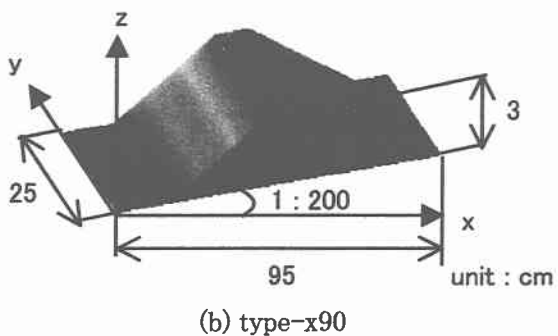
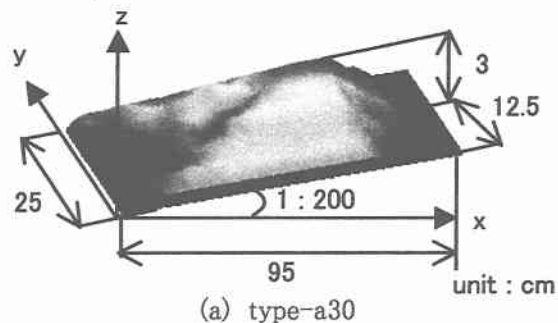


図1 構造物の諸元と形状

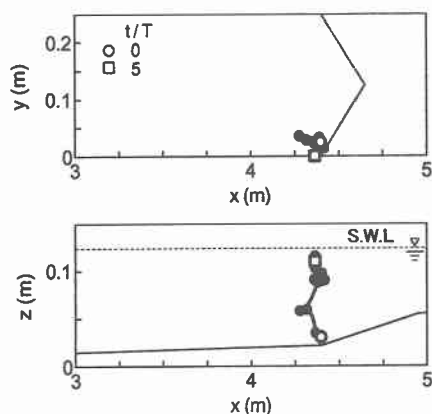
## 3.解析結果

微細粒子の追跡周期は 5 周期であり、○は微細粒子の追跡開始位置、□は 5 周期目の位置、●は 1/4 周期毎の位置である。

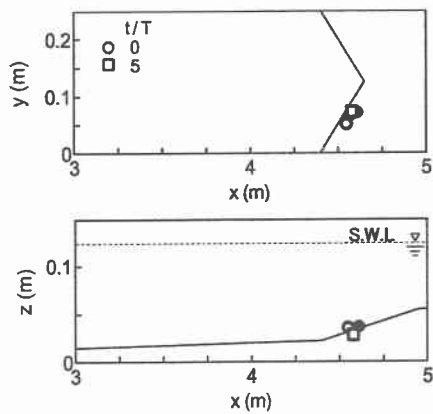
図 2~4 は、type-a30 を設置した場合の微細粒子の軌跡と粒子位置における流速成分を示す。

図 2(a) および (b) は、微細粒子の放出位置が  $x = 4.4 \text{ m}$ ,  $y = 0.025 \text{ m}$ ,  $z = 0.008 \text{ m}$  におけるものである。微細粒子は、縦断および横断方向へはほとんど移動しない。また、 $t/T = 0.25 \sim 0.5$  および  $0.75 \sim 1$  では鉛直上向き流速が大きく、急激に鉛直上方へ移動する。さらに、 $t/T = 2.5 \sim 5$  において縦断方向、横断方向および鉛直方向の流速成分はほぼ 0 であり、微細粒子はほとんど移動しない。

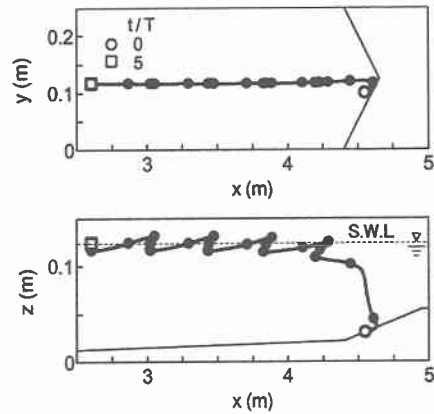
図 3(a) および (b) は、微細粒子の放出位置が  $x = 4.55 \text{ m}$ ,  $y = 0.05 \text{ m}$ ,  $z = 0.008 \text{ m}$  におけるものである。 $t/T = 2 \sim 5$  において縦断方向、横断方向および鉛直方向の流速成分はほぼ 0 であり、微細粒子はほとんど移動しない。



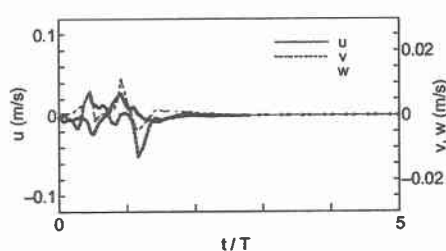
(a) 微細粒子の挙動



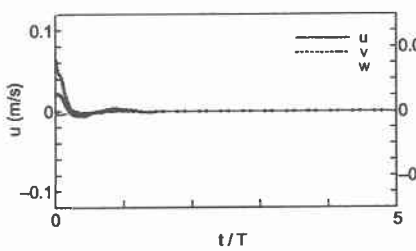
(a) 微細粒子の挙動



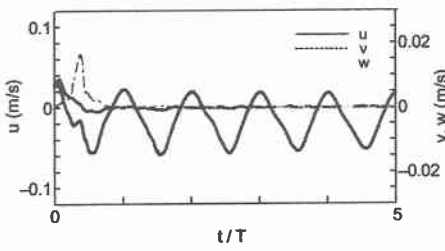
(a) 微細粒子の挙動



(b) 粒子位置における流速成分



(b) 粒子位置における流速成分



(b) 粒子位置における流速成分

図2  $x = 4.4 \text{ m}$ ,  $y = 0.025 \text{ m}$ ,  $z = 0.008 \text{ m}$  図3  $x = 4.55 \text{ m}$ ,  $y = 0.05 \text{ m}$ ,  $z = 0.005 \text{ m}$  図4  $x = 4.55 \text{ m}$ ,  $y = 0.1 \text{ m}$ ,  $z = 0.008 \text{ m}$

図4(a)および(b)は、微細粒子の放出位置が  $x = 4.55 \text{ m}$ ,  $y = 0.1 \text{ m}$ ,  $z = 0.008 \text{ m}$  におけるものである。微細粒子は、下流方向へ  $2.05 \text{ m}$  程度移動する。また、 $t/T = 0 \sim 0.25$  においては水路中央方向へ移動するが、 $t/T = 0.25 \sim 5$  においては横断方向へはほとんど移動しない。さらに、 $t/T = 0 \sim 0.5$  では鉛直上向き流速が大きく、急激に鉛直上方へ移動する。なお、 $t/T = 0.75 \sim 5$  では水面付近に存在する。

図5および6は、type-a30 および type-x90 を設置した場合における微細粒子の軌跡の比較を示す。

図5は、微細粒子の放出位置が  $x = 4.4 \text{ m}$ ,  $y = 0.05 \text{ m}$ ,  $z = 0.008 \text{ m}$  におけるものである。微細粒子の下流方向への移動距離の差は  $0.8 \text{ m}$  程度であり、type-a30 を設置した方が下流方向へ大きく移動する。また、type-x90 を設置した場合、水路側壁方向へ移動している。

図6は、微細粒子の放出位置が  $x = 6 \text{ m}$ ,  $y = 0.1 \text{ m}$ ,  $z = 0.008 \text{ m}$  におけるものである。微細粒子はtype-a30 を設置した場合では下流方向へ移動しているのに対し、type-x90 を設置した場合では上流方向へ移動している。また、どちらの場合も横断方向へはほとんど移動しない。なお、type-a30 を設置した場合の方が鉛直方向へ大きく移動している。

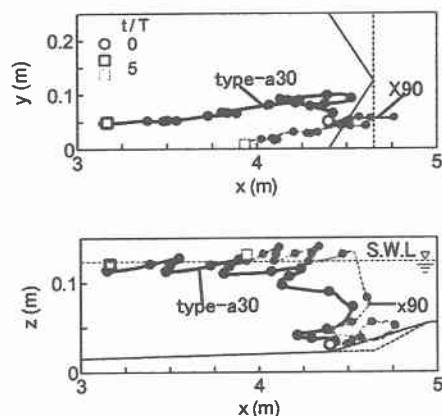


図5 微細粒子の挙動

( $x = 4.4 \text{ m}$ ,  $y = 0.05 \text{ m}$ ,  $z = 0.008 \text{ m}$ )

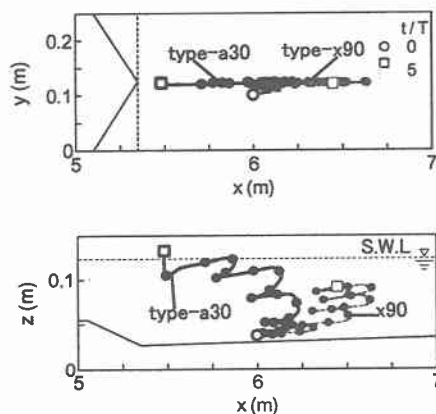


図6 微細粒子の挙動

( $x = 6 \text{ m}$ ,  $y = 0.1 \text{ m}$ ,  $z = 0.008 \text{ m}$ )