

人工海藻周辺の流れと漂砂

愛媛大学工学部 正 員 伊 福 誠
 愛媛大学大学院 学生員 〇 岩 田 充 浩
 鉄建建設(株) 高 井 勉

1. はじめに

近年、人工海藻を用いた波浪・漂砂制御に関する研究が盛んに行われるようになった。本研究では、人工海藻の敷設間隔や開口率が人工海藻周辺の流れ場や流体中に浮遊する底質の濃度に及ぼす影響について調べ、実用化に向けての基礎的資料を得ようとするものである。

2. 数値計算

本数値計算では、人工海藻に作用する抗力および慣性力を考慮し、SGSのスマグリンスキーモデルに基づくLES方程式およびporousモデルを用いる。拡散方程式は空隙率を有する人工海藻を敷設した場合を考慮したものを用い、漂砂の連続式は底勾配の影響を考慮したものを用いる。

3. 解析結果

(1) 平均流速ベクトル

図1(a)および(b)は、平均流速ベクトルである。(a)はLES方程式による解析であり、(b)はporousモデルによるものである。(a)をみると、 $\bar{z}/h=0 \sim 0.03$ の範囲では岸向きの流れが卓越する。人工海藻の直背後で人工海藻上端の下方と上方では水平方向の流れの向きが逆である。なお、人工海藻の岸側では循環流らしきものが見て取れる。(b)をみると、 $\bar{z}/h=0 \sim 0.03$ 付近の範囲では岸向きの流れであるが、 $\bar{z}/h=0.03$ より上方では沖向きの流れとなる。(a)と比較すると、porousモデルの場合は人工海藻の上端より上方で沖向きの流れであるが、一方、(a)はその領域においてほぼ岸向きの流れである。さらに、底面近傍での水平方向の流速成分が小さい。

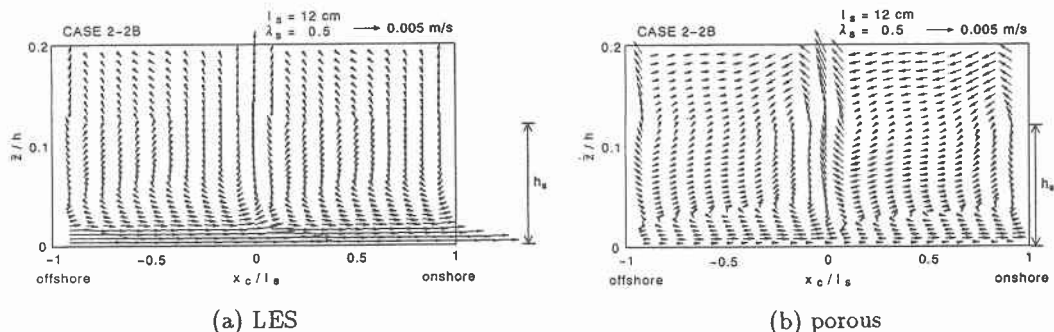


図1 平均流速ベクトル

(2) 流速ベクトルの経時変化

図2(a)および(b)は、1周期間の流速ベクトルの経時変化を示したものであり(a)は実験値、(b)は計算値である。なお、流速は岸向きを正、沖向きを負とする。 x 方向の測定点は、人工海藻敷設位置の岸側2 cmの所であり、 z 方向の測定点は底面より2, 4, 6, 8, 10および15 cmの高さである。なお、実験および計算とも底面に1 cmの高さの基部が存在する場合を対象とした。長軸の傾きは底面から人工海藻上端まではほぼ一致している。それより上方においては実験結果を再現し得ていない。

(3) 濃度分布

図3(a)および(b)は、人工海藻周辺の濃度分布を示したものであり、それぞれ開口率が0.2および0.5である。なお、図中の横軸の $x_c/l_s=0$ の点は、人工海藻敷設領域の中央位置である。また、位相の0は $x_c/l_s=0$ の点を波の峯が通過する時間であり、上方境界における最大流速振幅(図中の破線)に対する相対的な流速振幅を実線で示している。(a)をみると、 $x_c/l_s=-1 \sim -0.25$ の底面近傍、 $\bar{z}/h=0.02$

付近の $x_c/l_s=0.25 \sim 1$ に 10^{-1} の高濃度領域が存在する。前者は、底面近傍の流速の増大にともなう pick-up によるものである。後者は、移流・拡散によるものであると考える。(b) をみると、(a) と比較して 10^{-1} の等濃度領域の面積が増大し、高濃度領域が広がる。これは、開口率が大きくなると、水平方向流速が増大し、底面からの砂の pick-up 量が増大するとともに移流・拡散の寄与が大きくなることを示している。

(4) 濃度の経時変化

図4は、濃度の経時変化であり人工海藻の敷設位置の底面から4mmの高さにおけるものである。また、図中の実線、一点鎖線および破線は、それぞれ開口率が0.2、0.5および0.8である。流速が最大となる $t/T=0.5$ より遅れて第1、第2ピークが生じ、それぞれのピークより $\pi/2$ rad 程度ずれて小さなコブ状のピークが生じる。開口率が大きくなると、コブ状のピークは小さくなる。これは、開口率が大きいために、人工海藻敷設点付近において鉛直流が小さく拡散の寄与が小さいためであると考えられる。一方、コブ状のピーク以外においては、開口率が大きくなると濃度は高い。第1ピークおよび第2ピークは底面からの砂の pick-up 量によるものであるが、小さなコブ状のピークは、この位相において底面からの砂の pick-up はほとんど無いことから、移流・拡散によるものと思われる。

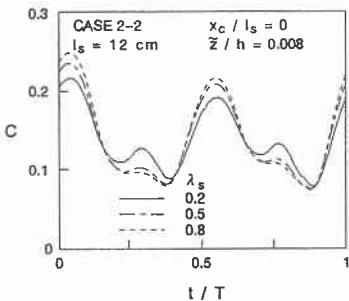


図4 濃度の経時変化

(5) 地形変化

図5は、地形変化を示したものであり、40周期目の結果である。また、z軸は地形の変化量を $x_c/l_s=-1 \sim 1$ の最大量 z_{Bmax} で無次元化している。人工海藻の敷設位置では砂が堆積し、人工海藻の沖側における堆積量が多い。その岸側では局所洗掘が生じる。また、人工海藻間中央においても洗掘が生じている。

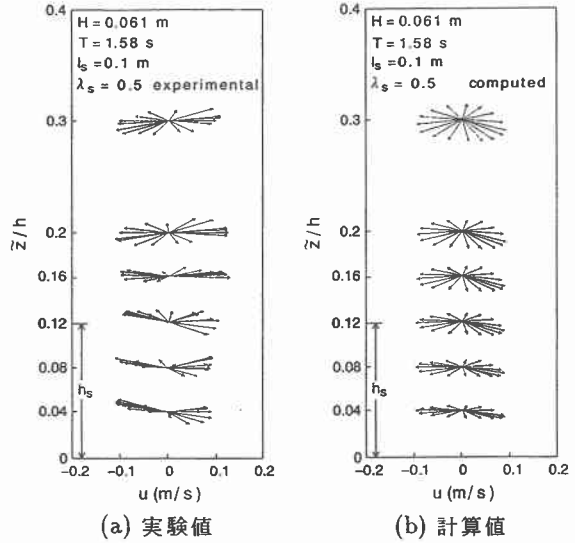
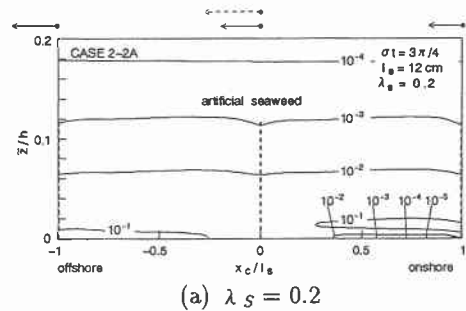
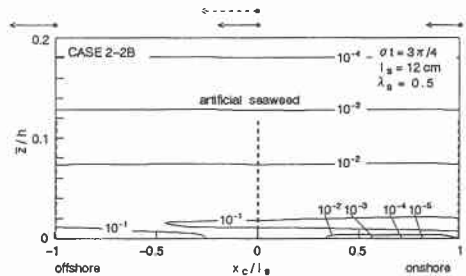


図2 流速ベクトルの経時変化



(a) $\lambda_s = 0.2$



(b) $\lambda_s = 0.5$

図3 濃度分布

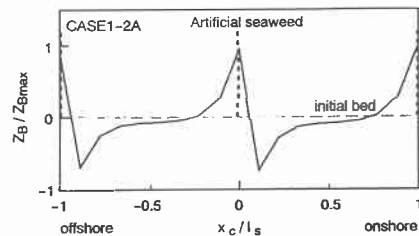


図5 地形変化