

揺動する人工海藻周辺の流れ

東洋建設(株) 正 員 〇岩田 充浩
愛媛大学工学部 正 員 伊福 誠
東亜建設工業(株) 上奥 剛

1. はじめに

近年、生態系をも考慮した波浪・漂砂制御構造物の1つとして人工海藻が提案され、さまざまな研究が行われている。本研究では、人工海藻の揺動を考慮し、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

数値計算では、人工海藻の揺動を考慮し、SGSのスマゴリンスキーモデルに基づくLES方程式を用いる。人工海藻の揺動は浅野ら(1991)のモデルを援用する。また、流体中の濃度は、水粒子速度に依存する乱流拡散係数を用いた拡散方程式で算出する。

3. 解析結果

(1) 水平方向流速の鉛直分布

図1は、水平方向流速の鉛直分布を示したものであり、流速は岸向きを正、沖向きを負とし、 $x_c/l_s=0$ の人工海藻敷設中央位置を波の峰が通過する位相を0とする。なお、図中の実線は人工海藻敷設点である $x_c/l_s=0$ の結果、破線は $x_c/l_s=0$ より岸側1 cmの結果である。人工海藻上端付近において流速が歪んでいる。また、人工海藻敷設点の $\pi/4$ の位相において底面近傍で流速は正、人工海藻上端付近において負であり、流れの向きが逆である。さらに、 $3\pi/4$ から π の位相にかけて、人工海藻上端より上方では流速振幅は増大しているが、人工海藻内ではすでに減速域となる。人工海藻の敷設間隔が広くなると、図1と同様に人工海藻上端付近において流速が歪むものの、その度合いは小さい。また、人工海藻内における位相のずれも小さくなる。

(2) 人工海藻のパラメータと位相のずれとの関係

図2は、人工海藻のパラメータ $(1-\lambda_s)L/l_s$ (λ_s : 人工海藻の開口率, L : 波長, l_s : 人工海藻の敷設間隔)と位相のずれ θ との関係を示したものであり、人工海藻敷設点におけるものである。なお、位相のずれ θ は上方境界において岸向き流速が最大となる0の位相と人工海藻上端より3 mm下方において岸向き流速が最大となる位相との差である。人工海藻のパラメータと位相のずれとの関係には正の相関がある。これらの図より開口率が小さく、波長が長く、人工海藻の敷設間隔が狭くなるほど位相のずれが大きくなる。

(3) 平均流速ベクトルと平均レイノルズ応力

図3(a)および(b)は、人工海藻周辺における平均流速ベクトルと平均レイノルズ応力の空間分布を示したものである。(a)をみると、人工海藻内において平均流速ベクトルは小さいが、人工海藻上端付近において岸向きのベクトルが卓越している。また、この領域で平均レイノルズ応力は大きくなり、

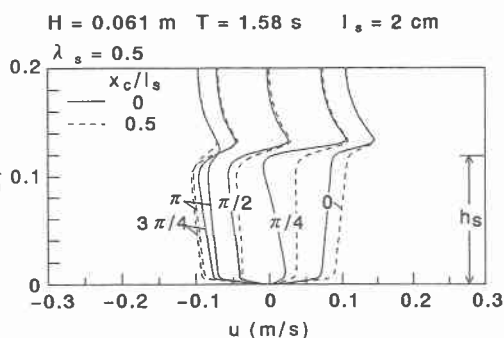


図1 水平方向流速の鉛直分布

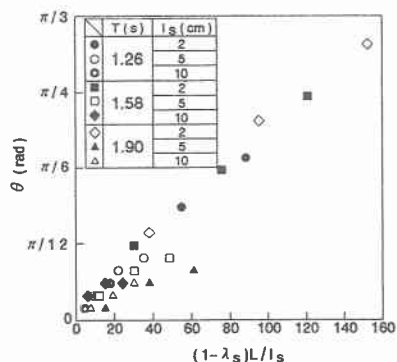


図2 人工海藻のパラメータと位相のずれとの関係

人工海藻上端から離れるにしたがってその値は小さくなる。(b)をみると、人工海藻敷設点において鉛直上向きの流れが生じ、人工海藻上端付近において岸向きの流れとなる。また、平均レイノルズ応力は、人工海藻敷設点の人工海藻上端の岸側と沖側で大きくなる。これらの図よりこの領域で流速がひずみ、大きな混合と乱れが存在することがわかる。

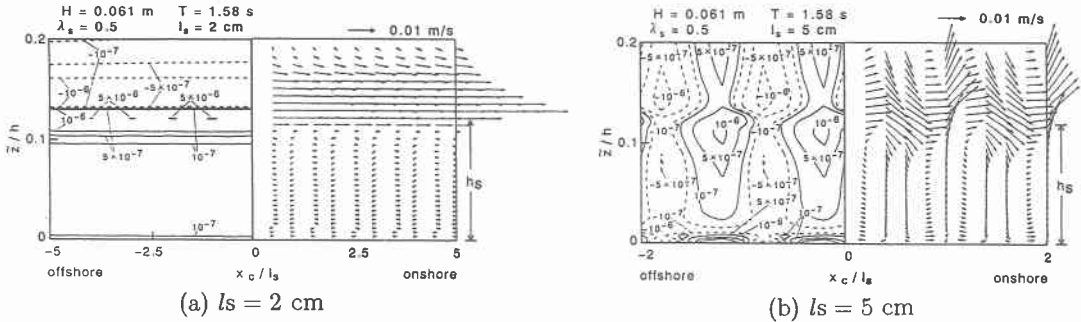


図3 平均流速ベクトルと平均レイノルズ応力

(4) 濃度の経時変化

図4(a)および(b)は、開口率の違いによる濃度の経時変化を示したものであり、人工海藻の敷設位置の底面から4 mm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。(a)をみると、流速が最大となる $t/T=0$ および0.5付近の位相において第1および第2ピークが生じている。また、敷設間隔が2 cmの場合開口率の違いによる濃度差が顕著となる。(b)をみると、第1および第2ピークより $\pi/2$ rad程度遅れた位相において小さなコブ状のピークが生じる。第1および第2ピークは底面からの砂粒子のpick-upによるものであり開口率の大きい方が濃度は高いが、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粒子のpick-upはほとんど無いことより移流・拡散によるものであると思われる、開口率が小さい方が濃度は高い。

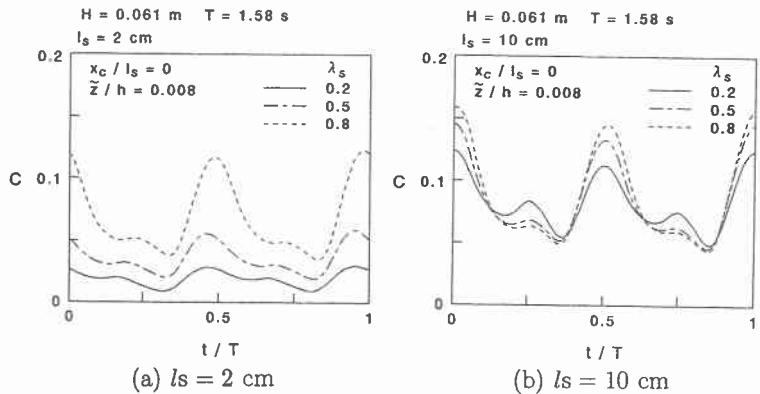


図4 濃度の経時変化

(5) 平均濃度の鉛直分布

図5は、1周期平均した濃度の鉛直分布を示したものである。底面より人工海藻上端付近までは開口率0.8の場合が平均濃度は高い。これは開口率が大きいと流速が増大し、底面からのpick-up量が増大するためである。また、人工海藻上端より上方では開口率0.2の場合、勾配が急になり平均濃度の減少率が小さくなる。これは、開口率0.8の場合、直線的に減少していることを考えれば、開口率が0.2と小さいために人工海藻敷設点付近で鉛直流が増大することおよび渦の発生などにより浮遊砂が渦に取り込まれ浮遊砂雲として人工海藻先端付近に輸送されることに起因すると考える。

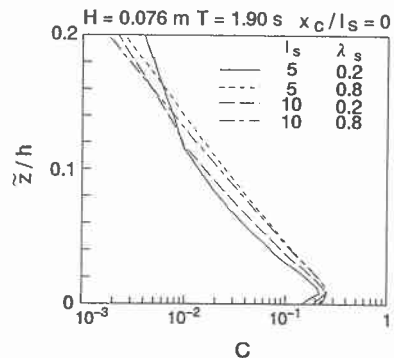


図5 平均濃度の鉛直分布