

牛島北側の塩釜周辺における流れと地形変化

愛媛大学大学院	学生会員	○魚下一平
西日本電信電話株式会社	非会員	白神秀晃
愛媛大学大学院	正会員	伊福 誠

1. はじめに

備讃瀬戸航路は、瀬戸内海を東西に結ぶ海上交通の要所として、外国貿易上の国際幹線航路であるとともに、大阪湾・瀬戸内海諸港と九州間を結ぶ国内幹線航路としても重要な役割を果たしている。同航路は沿岸域の産業経済の発達に伴い航行船舶の増加・大型化が進み、安全で円滑な航路の整備が急務となっていた。そこで、備讃瀬戸航路の一部は、港湾区域外の水域における船舶の航行を確保するため、開発および保全に関する工事が必要とされ、「開発保全航路」に指定されている。

こうしたことから、本研究では、備讃瀬戸航路の本島と牛島に挟まれた塩釜地形をモデル化し、3次元LESを用いて塩釜周辺における流れや地形変化を数値解析的に検討し、航路の維持・管理に対する基礎的資料を得ようとしたものである。

2. 数値解析法

(1) 解析モデルおよび解析ケース

解析対象とする塩釜部のモデル地形は、x方向は2,300m、y方向は1,800mとし、 $x=0\sim800\text{m}$ 、 $y=200\sim500\text{m}$ の範囲は牛島を想定した。塩釜は $x=0\sim2,000\text{m}$ 、 $y=700\sim1,700\text{m}$ で塩釜の法肩はx軸に対して $\pm 20^\circ$ であり、 $y=1,200$ を境に対象である。一様水深部の水深は20m、最深部は60mとした。なお、牛島の東側海域は、水深が20mより浅い領域が存在するため、一様水深部の水深を15mとしても解析した。

(2) 各種係数と格子間隔の評価

Smagorinsky定数は0.1、砂の粒径、密度および海底面の空隙率は、それぞれ0.5mm、 $2,650\text{kg/m}^3$ および0.4とした。

水平方向の格子間隔は10m、鉛直方向は水深を20等分している。潮位差は2mと2.5mの場合を対象とし、東向きおよび西向きの流れ(以下、それぞれ東流、西流と記す)が最強となる時間を含む2時間を計算した。また、流入境界においては、流れとx軸とのなす角度は 0° とした。

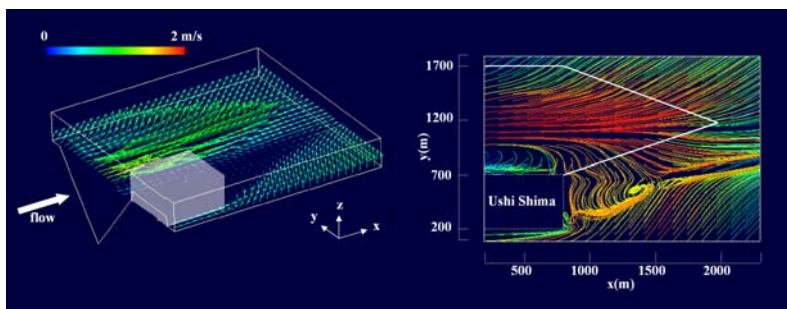
3. 数値解析結果

(1) 流況

図2および図3は塩釜周辺における東流および西流時の最深部から42mの高さにおける3次元ベクトルと流線を示したものである。また、(b)中の白線は塩釜の法肩である。

図2をみると、塩釜中央付近で流速が大きい。また、法肩付近では法面を駆け上がり放射状に広がる流れがみられ、北側の法肩の方が流速は大きい。なお、牛島東側では死水域が発生し、牛島を抱き込むような流れが生じている。さらに、東側では南からの牛島を迂回する流れが顕著である。一方、牛島北側では牛島の影響を受け、流速が小さく西向きの流れが生じている。

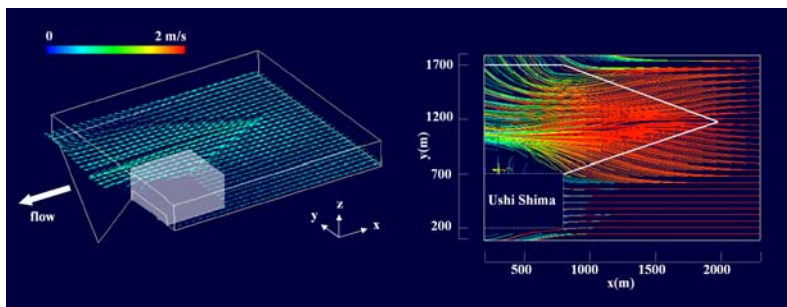
図3をみると、塩釜中央付近で流速が大きく、法肩付近では塩釜に潜り込み塩釜中央へ向かう流れがみられる。さらに、塩釜北側では流れが一旦塩釜中央に向かい再び側方境界へ向かっている。なお、牛島北側では牛島の影響を受け流れが剥離しており、塩釜中央に向かう流れとなっている。また、東流に比べ全体的に流速が小さいのがわかる。



(a) 3次元ベクトル

(b) 流線

図2 東流時流況



(a) 3次元ベクトル

(b) 流線

図3 西流時流況

図4は平成19年12月に観測された東流および西流時の底層における水平流速を示したものである。

図4(a)をみると、塩釜中央付近で流速が大きく、牛島を抱き込むような流れ、牛島を迂回する顕著な流れ、法肩付近における放射状に広がる流れ、牛島北側で流速が弱く、僅かに西向きの流れが生じており、流速値に僅かな違いがあるものの流況をほぼ再現できている。

図4(b)をみると、塩釜中央付近で流速が大きく、牛島北側では流が剥離し、法肩付近では塩釜中央に向かう流れがみられる。また、東流に比べ全体的に流速が小さいことから、流速値に僅かな違いがあるものの流況をほぼ再現できている。

(2)漂砂・地形変化

図5および図6は東流および西流時の方向別掃流漂砂量分布を示したもので、漂砂量は最大値および最小値で正規化している。また、図中の黒実線は初期状態の等深線である。

図5をみると、x方向の漂砂量は塩釜北側の法肩付近、牛島南東側とそれより東側で顕著であるが、牛島東側では漂砂量が極めて少ない。また、y方向の漂砂量は、塩釜中央を境に法肩付近で北向きおよび南向きの漂砂が生じているが、北向きの漂砂量が多い。牛島東側では、極めて少ないが、牛島南東側において北向きの漂砂量が多く、北航路方向および牛島東側への漂砂が確認される。

図6をみると、x方向の漂砂量は、 $z=40\text{m}$ の塩釜より東側の一様水深部ではほぼ西向きで、y方向の漂砂量は牛島東側および塩釜へ落ち込む傾向がある。また、東流より西流の方が全体的に漂砂量は少ない。

地形変化については、東流時は法肩付近では法面側が僅かに侵食され、西流時は塩釜の法面側に堆積領域が生じているが、南側がその傾向が顕著である。なお、東流および西流それぞれ牛島東側で地形変化が顕著であるので北側と南側に分けて図7および図8に示す。

図7をみると、牛島東側、牛島南側、法肩一様水深側に堆積が生じ、法肩法面側、牛島南側で侵食領域が生じている。

図8をみると、法肩法面側、牛島法面側で堆積が生じ、法肩の一様水深側、牛島背後南側で侵食領域が生じているが、東流時の堆積領域が広く堆積量も多い。

以上の解析結果から極めて単純化したモデル地形を用いても観測結果を再現できた。しかしながら、サンドウェーブの形成機構を明らかにするまでには至らなかった。

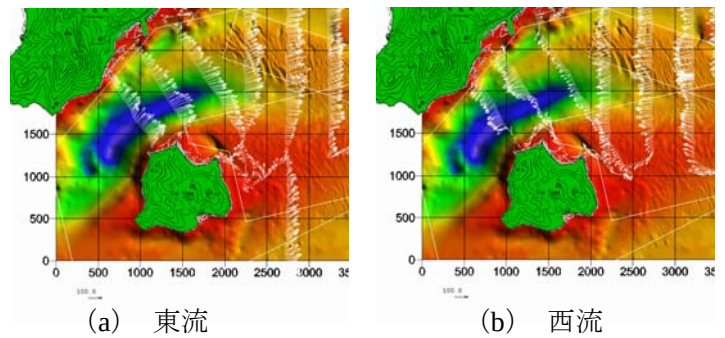


図4 観測値（底層）

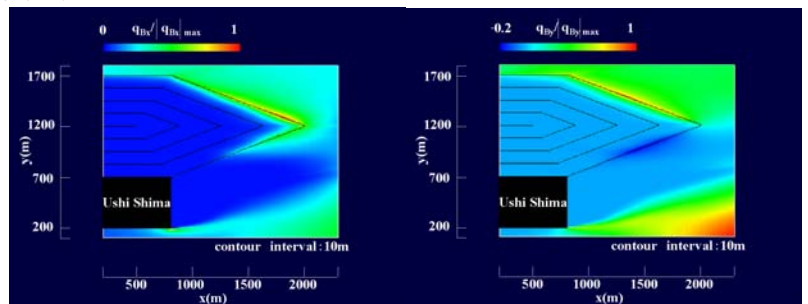


図5 東流時掃流漂砂

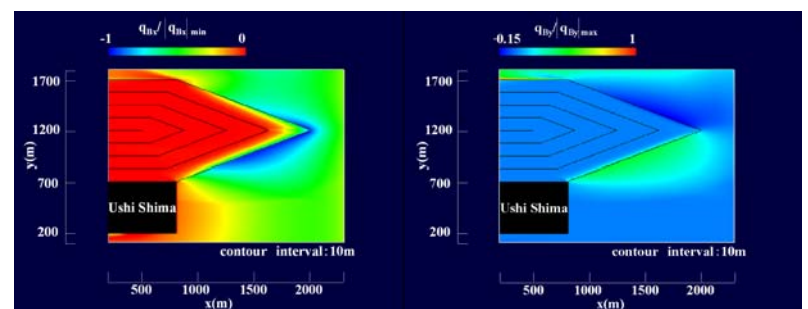


図6 東流時掃流漂砂

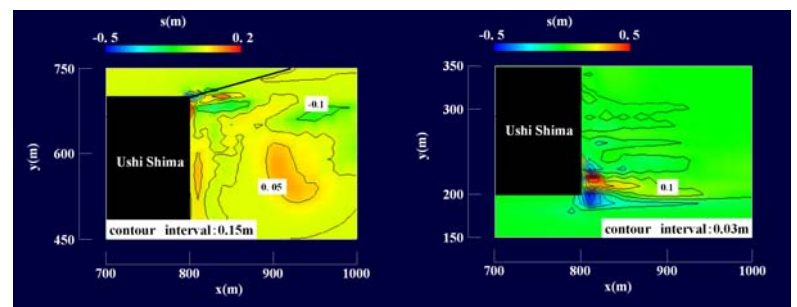


図7 牛島東側地形変化（東流時）

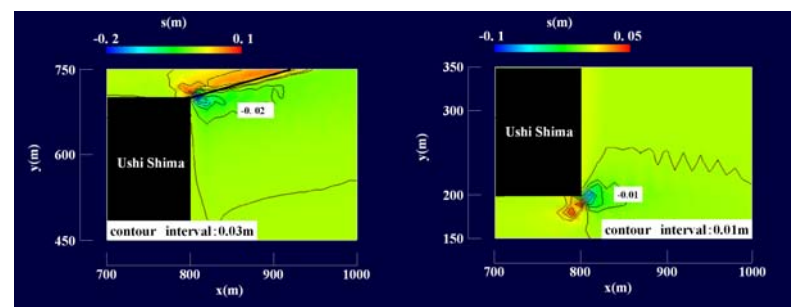


図8 牛島東側地形変化（西流時）