

東流・西流時における塩釜周辺の流れと地形変化

愛媛大学大学院 学生会員 ○和田進太郎
愛媛大学大学院 フェロー 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、備讃瀬戸航路の与島南側の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漂砂および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2,800m、 y 方向は1,400mとした(図1)。また、塩釜の最深部は100mである。

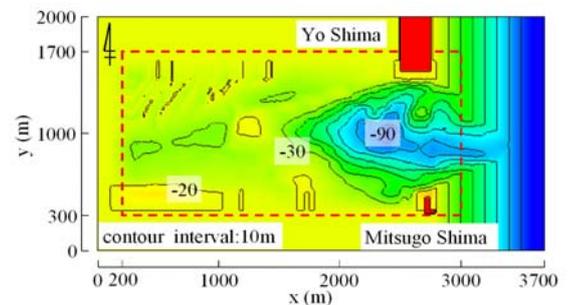
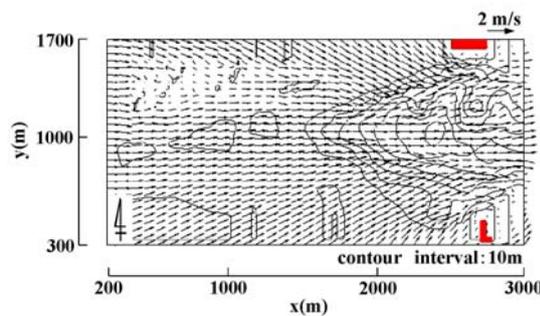


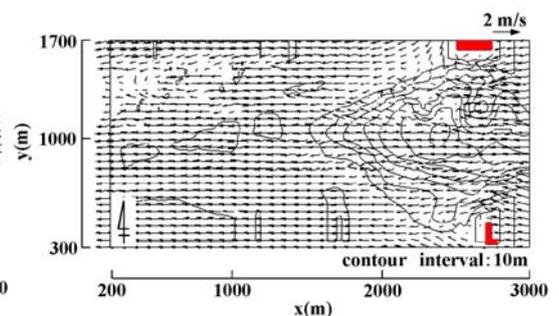
図1 解析領域

(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、流体の密度および海底面の空隙率は、それぞれ0.5mm、 $2,650\text{kg/m}^3$ 、 $1,000\text{kg/m}^3$ 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2.5m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。



(a)東流時



(b)西流時

図2 表層における流速ベクトル

3. 数値解析結果

(1)流れ

図2の(a)および(b)は、塩釜周辺での東流および西流時の表層における流速ベクトルを示すものである。また、図中の黒実線は初期等深線である。

(a)をみると、法肩付近では塩釜中央へ入り込む流れ、三ツ子島南側では三ツ子島を回り込む流れが生じており、三ツ子島東側では三ツ子島遮蔽域となるため流速が小さい。また、 $x=500\sim 1,200\text{m}$ 、 $y=500\sim 1,000\text{m}$ 付近では1.3m/s程度である。(b)をみると、法肩付近で塩釜から y 軸方向に広がる流れ、

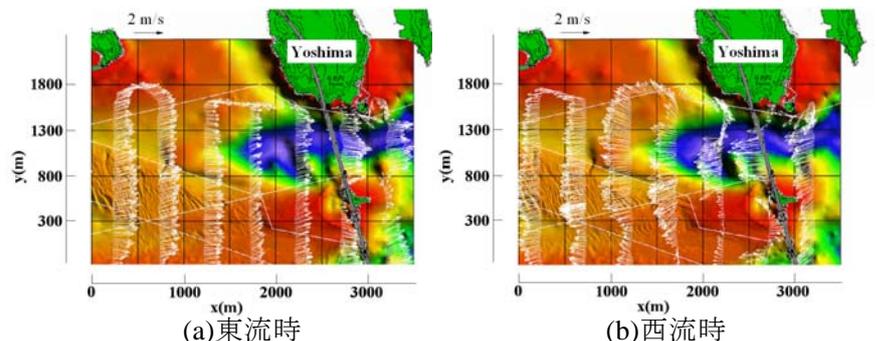


図3 観測結果

与島の西側においては塩釜に向けて入り込む流れが生じており、三ツ子島西側は三ツ子島遮蔽域となるため流速が小さい。また、 $x=500\sim 1,200\text{m}$ 、 $y=500\sim 1,000\text{m}$ 付近では 1.4m/s 程度である。

図3の(a)および(b)は、それぞれ2007年12月の東流時および西流時における塩釜周辺の表層の観測結果を示すものである。

(a)をみると、法肩付近では塩釜に向かう流れ、三ツ子島南側では三ツ子島を回り込む流れ、三ツ子島東側では流速が小さいことが確認できる。また、 $x=500\sim 1,200\text{m}$ 、 $y=500\sim 1,000\text{m}$ 付近では 1.1m/s 程度であり、解析結果より 0.2m/s 程度小さい。(b)をみると、法肩付近では塩釜から放射状に広がる流れ、与島付近では塩釜に向かう流れ、三ツ子島西側は流速の減少と逆流域の形成が確認できる。また、 $x=500\sim 1,200\text{m}$ 、 $y=500\sim 1,000\text{m}$ 付近では 1.4m/s 程度であり、解析結果と同程度である。

以上のことから、局所的に流速が異なる領域もみられるが、流況はほぼ再現できていると考える。

(2)塩釜法肩付近における地形変化

図4の(a)は東流時の掃流漂砂および浮遊漂砂による地形変化を示す。また、図4の(b)および(c)は、それぞれ東流時の計算後の地形を初期条件として西流時の計算をした場合(e-w)および西流時の計算後の地形を初期条件として東流時の計算をした場合(w-e)における地形変化であり、掃流漂砂および浮遊漂砂による初期地形からの変化量を示す。なお、図中の実線は初期等深線である。

(a)をみると、南側法肩付近で堆積領域が広がっており、この堆積領域は馬ノ背状地形の形成に関与していると考えられる。(b)をみると、 $x=1,820\text{m}$ 、 $y=850\text{m}$ で最大 0.79m の堆積が生じており、 $x=2,110\text{m}$ 、 $y=1,390\text{m}$ で最大 0.73m の侵食が生じている。東流時においてはこれらの地点でそれぞれ 0.42m の堆積および 0.38m の侵食、東流後の西流時のみにおいてはこれらの地点でそれぞれ 0.37m の堆積および 0.35m の侵食が生じており、西流時より東流時がそれぞれ 0.05m および 0.03m 大きい。(c)をみると、 $x=1,810\text{m}$ 、 $y=850\text{m}$ で最大 0.67m の堆積が生じており、 $x=1,790\text{m}$ 、 $y=1,260\text{m}$ で最大 0.94m の侵食が生じている。西流時においてはこれらの地点で、それぞれ 0.28m の堆積および 0.35m の侵食、西流後の東流時のみにおいてはこれらの地点で、それぞれ 0.39m の堆積および 0.59m の侵食であり、西流時より東流時がそれぞれ 0.1m および 0.24m 大きい。

(3)堆積量・侵食量

表1は、東流時、西流時、w-e および e-w の掃流漂砂のみおよび掃流漂砂と浮遊漂砂を対象として解析した場合の堆積量と侵食量である。掃流漂砂のみによる堆積量および侵食量より、掃流漂砂と浮遊漂砂によるそれらが6倍～12倍程度であり、塩釜周辺の地形変化には浮遊漂砂の寄与が大きいことがわかる。また、w-e と e-w の堆積量および侵食量はほぼ同一である。さらに、東流時の掃流漂砂と浮遊漂砂による堆積量および侵食量は西流時のそれより、それぞれ $7,500\text{m}^3$ および $3,400\text{m}^3$ 大きい。このことから、塩釜法肩付近の砂の移動は東流時が卓越し、地形変化への寄与が大きいと考える。

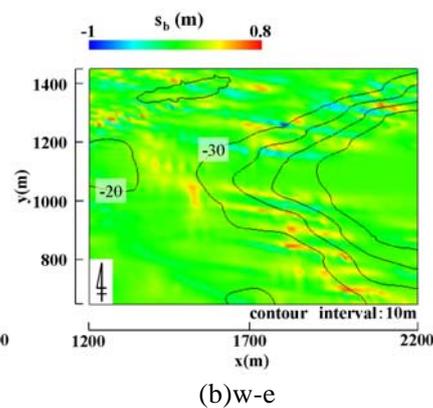
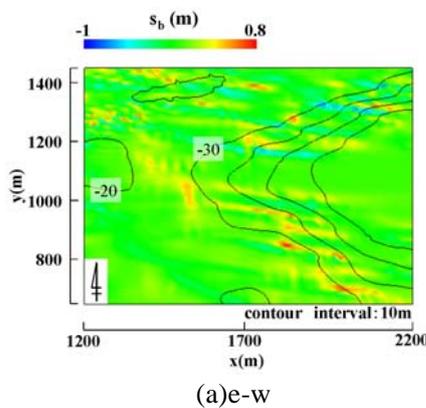
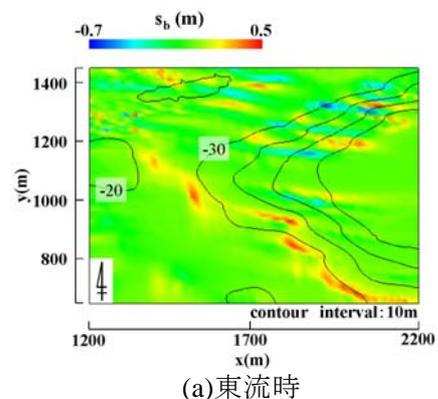


図4 地形変化

表1 堆積量および侵食

	掃流漂砂		掃流漂砂+浮遊漂砂	
	堆積量 (m^3)	侵食量 (m^3)	堆積量 (m^3)	侵食量 (m^3)
東流	4,300	1,800	30,700	22,800
西流	2,800	3,100	23,200	19,400
w-e	5,700	3,600	43,900	32,600
e-w	5,600	3,600	43,300	31,700