

関門航路のサンドウェーブに対する潮位偏差の長期変動の影響に関する数値シミュレーション

九州大学大学院工学府 学生会員 ○山縣 史朗

九州大学大学院工学研究院 フェロー 橋本 典明

九州大学大学院工学研究院 正会員 山城 賢 中川 康之

国土交通省 松延 嘉國 井方 弘正

1. はじめに

関門航路は、響灘と周防灘を結ぶ全長約 50km、航路幅 500～2,200m の狭く細長い国際基幹航路で、年間約 5 万隻の船舶が通航する。国土交通省関門航路事務所では、今後の船舶の大型化に対応するため将来的に最小水深 14m への増深を進めている。しかし、航路内では複雑な潮流によってサンドウェーブが発生し、船舶の通航への影響が問題となっている。

山城ら¹⁾は、関門航路でのサンドウェーブによる水深変化は潮位偏差の長期変動（潮位偏差を一年移動平均した長期変動成分）と明確な相関が認められ、**図-1** に示すように、潮位偏差の長期変動の大きさは空間的に異なることを示した。これらのことから潮位偏差の長期変動に伴う潮流の変化がサンドウェーブに影響を与えていると推測され、折敷瀬ら²⁾は数値シミュレーションにより検討した。

本研究では、折敷瀬ら²⁾と同様の計算を行い、関門海峡における潮位偏差の長期変動に伴う潮流変動のサンドウェーブへの影響についてより詳細に検討した。

2. 潮位偏差を考慮した地形変化シミュレーション

本研究では、海洋流動モデル FVCOM(Finite Volume Coastal Ocean Model)³⁾を使用した。FVCOM は非構造格子とσ座標系を採用した数値モデルで多くのオプションがあり、本研究では、浮遊砂と掃流砂による底質移動を計算する Sediment Module を用いた。

計算領域を**図-2**に示す。計算格子は、国土交通省の国土数値情報データと NOAA(National Oceanic And Atmospheric Administration)の海岸線データをもとに作成し、水深データは日本水路協会の海底地形データに平均海面高さの補正を施したデータと日本海洋データセンター(JODC)の 500m メッシュ水深データを組み合わせ、笠瀬、山底の鼻、門司港、田野浦地区においては関門航路事務所による 10 数年間の深浅測量データの平均値を使用した。格子のサイズは開境界で 3,000m、航路内で最小 30m である。基本的な計算条件を表-1 に示す。開境界で与える潮位は NAO99.Jb⁴⁾で計算した。折敷瀬ら²⁾は潮位偏差の長期変動を考慮するため、西側の境界は日明と南風泊、東側は青浜と長府の潮位偏差の長期変動をそれぞれ

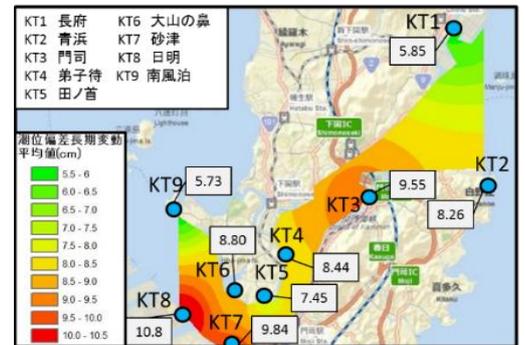


図-1 潮位偏差の長期変動の大きさの分布¹⁾

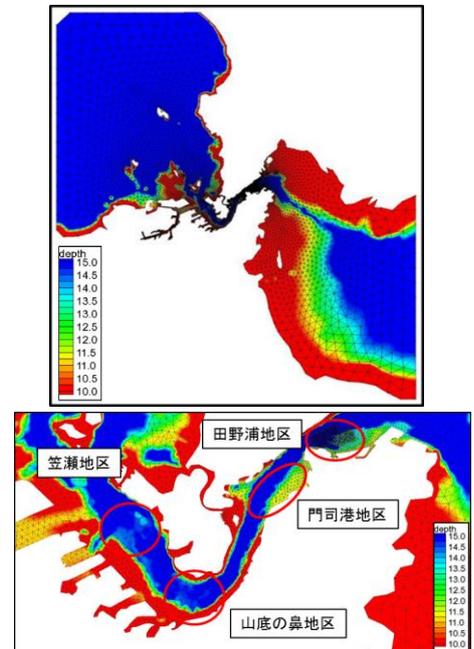


図-2 (上図) 計算領域、(下図) 海峡拡大

表-1 計算条件

水平格子間隔	30～3,000m	
鉛直方向層数	5	
計算時間	外部モード	0.05s
	内部モード	0.5s
計算期間	30日間	
	2010年11月2日0時～ 2010年11月16日23時	

表-2 検討ケース

検討ケース	潮位偏差(cm)	
	西側	東側
CASE-00	0.000	0.000
CASE-01	-1.127	-2.276
CASE-02	-1.784	-3.647
CASE-03	-3.178	-5.519
CASE-04	-2.490	-4.582
CASE-05	-1.202	-1.467
CASE-06	-0.769	-0.027

れ平均し設定した．具体的には，測量データから田野浦のサンドウェーブが 2005 年 3 月頃から発生し始めた
と推測されるため，そこから約 1 年間を対象とし，3 ヶ月ごとに潮位偏差の平均値を算定して 4 ケース (表-2，
CASE-01~04) 設定した．各ケースの計算期間は 1 ヶ月で，表-1 に示した 15 日間の計算を 2 回繰り返すことで
1 ヶ月間とし，CASE-01 から CASE-04 までの境界条件を順に与えて計 4 ヶ月の地形変化を計算した．本研究
では，同様にして 2 ケースを追加し，計 6 ヶ月後までの地形変化を計算した．また，潮位偏差を加えたこと
による変化を調べるため，潮位偏差を加えない場合を CASE-00 として 6 ヶ月分の計算を行った．

3. 潮位偏差の長期変動の地形変化への影響

図-4 に田野浦における潮位偏差を与えた場合と与えなかった場合の水深分布の変化およびその差を示す．計算開始
後数ヶ月は，地形変化に潮位偏差の有無による大きな違いはないように見える．しかし，
右の水深差をみると，地形変化に差が生じていることが分かる．さらに時間が経過すると，
水深分布でも違いが分かるようになる．水深差の図の赤線で示す範囲はサンドウェーブ
が発生発達する範囲を示しており，潮位偏差を与えた場合の方が浅い範囲が全体的
に含まれていることから，潮位偏差の長期変動がサンドウェーブの発生発達箇所に影響
しているといえる．これらの結果から，潮位偏差の空間的な差が地形変化に影響してい
ると考えられる．

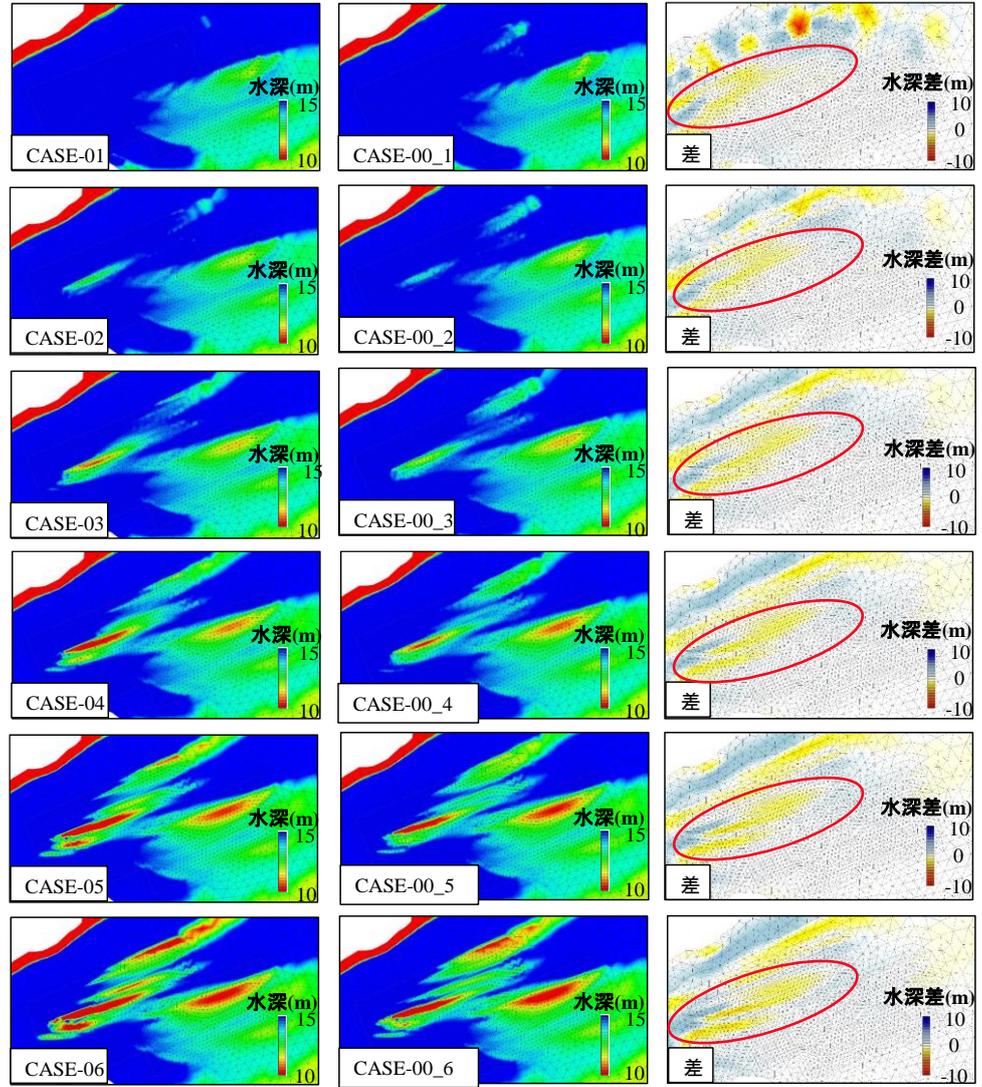


図-4 水深分布図 (左:潮位偏差あり 中:潮位偏差なし 右:水深差)

4. おわりに

関門航路のサンドウェーブに潮位偏差の長期変動に伴う潮流の変化が影響すると推測し，潮位偏差を考慮し
た数値シミュレーションを実施した．その結果，対象とした田野浦地区のサンドウェーブ発達箇所において，
潮位偏差の有無で水深変化に違いが生じることが分かった．しかし，本研究では潮位偏差の変動によって浅所
がより発達することはわかったものの，現実のサンドウェーブとは地形が異なり，サンドウェーブを再現する
には至っていない．今後はサンドウェーブの再現性を高めるためにシミュレーションの改善が必要である．

参考文献

- 1) 山城ら(2017): 関門海峡における潮位偏差の長期変動に関する研究, 日本流体力学会年会 2017 論文集
- 2) 折敷瀬ら(2018): 関門航路のサンドウェーブに対する潮位偏差の長期変動の影響に関する検討, 土木学会西部支部 2018 概要集
- 3) Chen, C. et al.(2003): An Unstructured Grid, Finite-Volume, Three-Dimensional, Primitive Equations Ocean Model: Application to Coastal Ocean and Estuaries, *Journal of atmospheric and oceanic technology*, Vol.20, pp159-186
- 4) Tsumoto, K., T. Takanezawa, and M. Ooe(2000): Ocean Tide Models Developed by Assimilating TOPEX/POSEIDON Altimeter Data into hydrodynamical Model: A Global Model and a Regional Model Around Japan, *Journal of Oceanography*, Vol.56, pp567-581