

干潟を考慮した多層モデルによる閉鎖性海域の流動特性解析

宮崎大学工学部 学生員 古松 琢美
宮崎大学工学部 正会員 村上 啓介

1.はじめに

港内静穏度を確保する目的から防波堤の延長や沖合防波堤の設置が進められている。これらの構造物は、透過性構造物のように海水交換の機能がない場合には一般に港内の閉鎖度が増し、結果として海水交換率が低下して水質悪化をもたらす場合がある。よって、構造物を計画する際には波浪制御機能に加えて港内の流動特性や海水交換率の変化についても検討しておく必要がある。内湾や港湾内の流れの解析に関連した研究例は非常に多い。本研究では、これらの既往の研究を参考に、港湾内の3次元潮流解析(多層モデル)を実施する。なお、潮汐変化にともなう海岸線の移動境界処理は湾奥に干潟などがある場合には重要となる。よって、本研究では、潮汐変化にともなう海岸線の移動境界処理についても検討をおこなう。対象とする港湾は、図-1に示す細島港である。細島港は長周期波対策として沖防波堤の建設が計画されており、本報告では沖防波堤による湾内の潮流の変化について考察する。

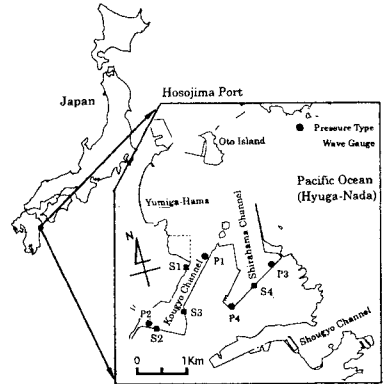


図-1 細島港の位置

2.研究の内容

本研究では、中辻¹⁾による3次元流動モデルを用いる。解析に用いた基礎方程式は以下のとおりである。

$$\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial W}{\partial z} = 0$$

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} + W \frac{\partial U}{\partial z} = fV - \frac{1}{\rho_s} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(A_H \frac{\partial U}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(A_H \frac{\partial U}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(A_V \frac{\partial U}{\partial z} \right)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + W \frac{\partial V}{\partial z} = -fU - \frac{1}{\rho_s} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} \left(A_H \frac{\partial V}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(A_H \frac{\partial V}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(A_V \frac{\partial V}{\partial z} \right)$$

$$\frac{\partial P}{\partial z} = \rho g$$

式中の U,V,W は流速成分、 ρ_s は海水の標準密度、 A_H, A_V は水平および鉛直方向渦動粘性係数、f はコリオリパラメータである。中辻らのモデルでは、上記の基礎方程式に加えて温度偏差および塩分偏差の移流拡散方程式を解き、その結果から密度を求めている。密度の効果は流動解析には重要であるが、本研究では現象の概略を把握することを目的とするため温度偏差および塩分偏差の移流拡散方程式は解かず一様な密度場を仮定した。

数値計算では、計算領域を 50m 格子 (116×141) に切り、計算時間間隔は 1 秒、深さ方向の層数は 7 層とした。層厚は最下層を 7m とし他は 6m とした。沖側入力条件となる潮汐振幅は 1m、周期を 12 時間とした。他の係数については中辻¹⁾を参考とした。

3.結果および考察

図-2 はそれぞれ現在の細島港における表層、中間層(3層目)での潮汐残差流を示したものである。

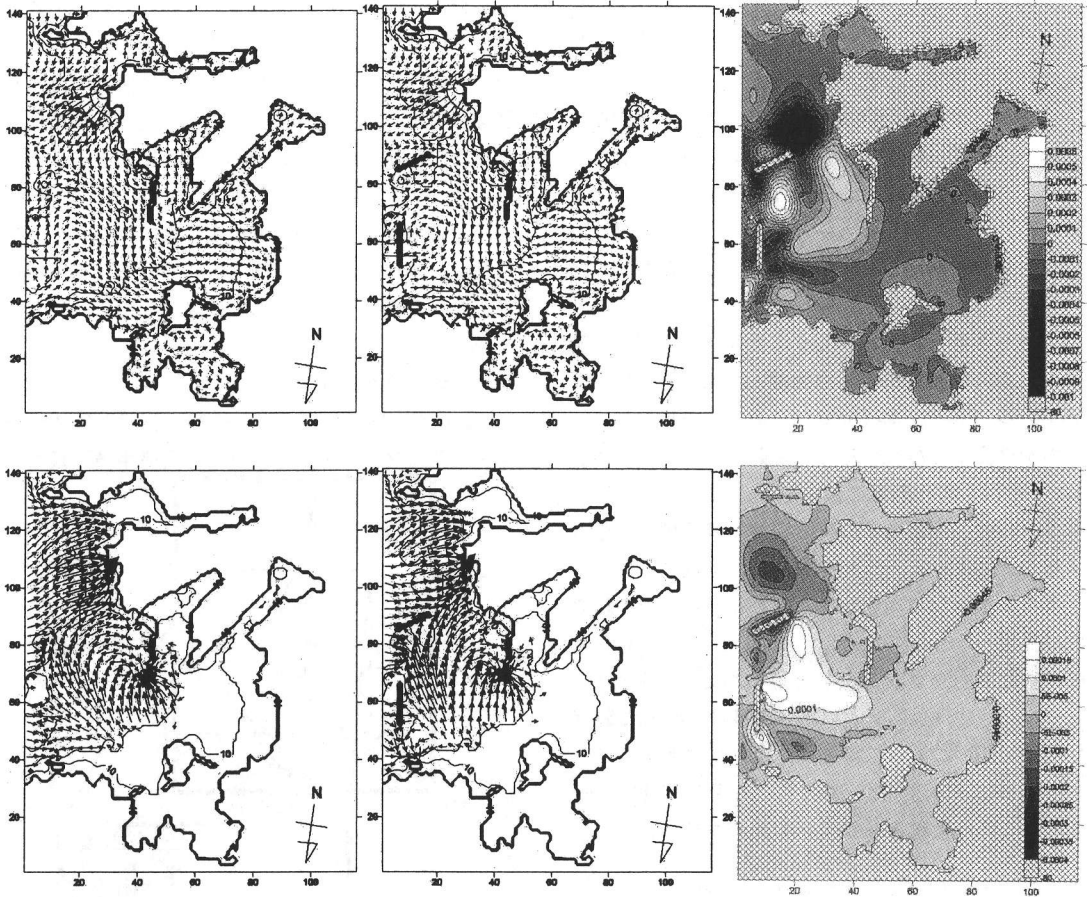
表層の流況について、北側の細島港には港外から港湾内へと流れが形成されているのに対し、南側の商業港は逆に港湾内から港湾外への流況パターンが形成されている。また工業港の入口にわずかであるが循環流の傾向が見られる。中間層では細島港側は表層とは逆に港内から港外へ向かう流れが形成され、また商業港では逆に港外から港内へ向かう流況パターンが形成されている。また表層に比べて全体的に潮流が強く、白浜港の堤防の先端と商業港出口に集中している様子が見られる。

図-3 は沖防波堤の設置に伴う細島港においての表層、中間層での潮汐残差流を示したものである。

表層について見ると、北防波堤の背後に循環流が発生している。また循環流の北側で潮流が反転していると

ころがあり、堤防による影響が見られる。中間層については南北防波堤ともに沿うような流れが形成されており、また新たに南側防波堤の陸側延長上に集中する傾向が見られる。さらに北側防波堤の陸側延長上の小島に防波堤によってさえぎられた流れが集中している。

図一4は沖防波堤の設置に伴い、細島港において表層、中間層でどの程度流れに変化が生じたかを（設置後－設置前）として差をとり示したものである。表層では設置前後では流況パターンが類似していることから考えると、南北防波堤のあいだにおいて流れが強く加速されているのに対し、南防波堤の南側では強く減速している。また商業港では沖防波堤設置に伴い流入する流れが減速していることがわかる。さらに白浜地区と工業港地区でも同様に減速している。中層では商業港出口付近では減速傾向にあるが沖防波堤近傍では流れが加速されており、特に南北防波堤の背後においてその傾向が顕著に見られる。



図一2

図一3

図一4

4.まとめ

細島港の沖防波堤設置に伴う港湾内の流況変化について解析を行った。今回の解析では汀線は固定境界としたが、湾奥に干潟等の浅瀬がある場合には潮汐変化に伴う移動境界処理が重要である。沖防波堤による流量変化について詳細な検討に加えて多層モデルにおける移動境界処理について研究を行う予定である。

参考文献

- 1) 中辻啓二:大阪湾における残差流系と物質輸送 水工学シリーズ 94-A-9,(1994),pp1-2