

II-601 鳴門内の海周辺の潮汐流の数値シミュレーション

佐藤工業 正会員○定時 勇
 徳島大学工学部 正会員 中野 晋
 徳島大学工学部 正会員 三井 宏

1. はじめに 図-1のように徳島県鳴門市にある内の海は島田島、大毛島高島に囲まれた海域で、北東側の堀越水道は播磨灘に、南西側の宮ノ鼻水道は小鳴門海峡に通じており、紀伊水道と播磨灘を結ぶ水路である小鳴門海峡には数多くの船舶の往来がみられる。近年になって内の海周辺を中心としてリゾート開発の構想が打ち出され、将来内の海での急激な水質汚染が心配される。そこで本研究では、内の海の水質予測を行う上で基礎となる流れの状況を数値解析により検討する。

2. 数値計算の概要 水深方向に積分した2次元平面に対する潮流の基礎方程式(1)～(3)を大西ら¹⁾に従い、Galerkin法により、有限要素定式化した。なお時間微分の項は2段階陽的スキームを用いて離散化した。その際、質量マトリックスを対角部へ集中化する完全陽的スキーム²⁾を採用した。

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \frac{\partial \xi}{\partial x} - f v + \frac{\tau_x^b}{\rho_w(h+\xi)} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + g \frac{\partial \xi}{\partial y} + f u + \frac{\tau_y^b}{\rho_w(h+\xi)} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial [(h+\xi)u]}{\partial x} + \frac{\partial [(h+\xi)v]}{\partial y} = 0 \quad (3)$$

この計算では気圧変化と風の影響、水平拡散項はいずれも微小であり無視した。計算に用いた要素分割図を図-2に示す。図中の境界部の内、2重線で示される開境界（ Γ_1 、 Γ_2 、 Γ_3 ）に潮位変動を与え計算した。内の海の流れの計算結果はこの3ヶ所の潮位変動に支配されるため、これらの与え方が最も重要である。そこで Γ_1 には小松島港、八木の鼻、 Γ_2 には引田、北泊、亀浦港、 Γ_3 には撫佐港、亀浦港、北泊でのそれぞれの推算潮位変動を選び、適当に組み合わせて予備計算を行った。各地点の推算潮位と内の海（撫佐港）での観測結果を比較したものを図-3に示す。内の海での潮位観測値と各ケースの計算結果を比較し、 Γ_1 には小松島港、 Γ_2 には北泊、 Γ_3 には亀浦漁港での推算潮位を用いることにした。計算でのタイムステップは5秒、助走計算時間は24時間で、内の海での徳島県による流速測定結果がある1989年1月22日について現況計算を実施した。このスキームでは質量行列の集中化を図ったために大きな人工粘性が内在している。そこで川原²⁾にならい、補正係数を導入して集中係数の修正を行い、人工粘性の影響を軽減した。

3. 計算結果および考察 まず、補正係数 e の検討を行った。 e は

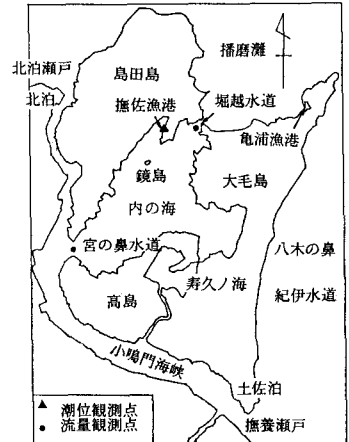


図-1 内の海周辺図

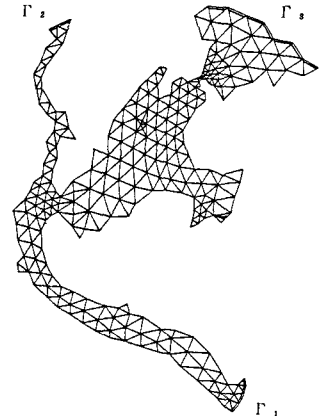


図-2 要素分割図

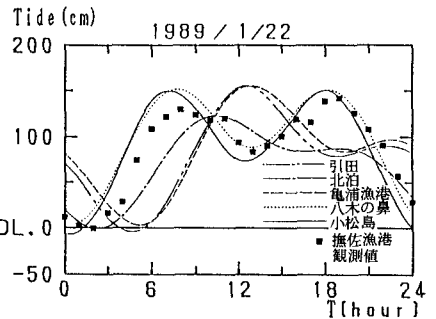


図-3 各地点の潮汐変動

0から1までの範囲の数値で、1に近づけるほど数値粘性は小さくなるが、内の海では0.85より大きくすると計算は発散することがわかった。一般には $e=0.7\sim 0.95$ が用いられている。内の海(撫佐港)での潮位変化と堀越水道と宮ノ鼻水道での流量変化(東流時を+)の計算値を観測値とともに図-4~6に示す。図-5で $e=0.85$ の場合、流量に若干の振動がみられるので、 $e=0.8$ を採用した。次に、海底摩擦(Manning係数)を $0.0\sim 0.03$ まで変化させて影響を調べた。図-7および8に示すように堀越水道および宮の鼻水道での流量変化を観測値と比較すると観測値のばらつきに比べ、

粗度係数の変化の影響は小さいようである。両水道での流量時間変化をみると、堀越水道から内の海へ流入する際には宮の鼻水道で流出し、宮の鼻水道から流入する際に堀越水道側から流出する。このように内の海は播磨灘と紀伊水道の海水の通路となっており、比較的海水交流は盛んである。図-9は内の海の流れが最強時(1月22日、6時)の流速ベクトル図である。内の海の中央部は比較的流程があり、海水交流は盛んであるが、大毛島側の一部で停滞水域が存在しており、今度この水域の海水交流促進対策が必要であろう。

謝辞 貴重なデータを快く御貸し頂きました徳島県水産課の関係者各位に心から御礼申し上げます。

参考文献 1)大西和榮監修:パソコンによる流れ解析, 朝倉書店, 232p., 1986

2)川原睦人:有限要素法流体解析, 日科技連, pp.556~559, 1985

3)徳島県水産課:内の海的环境改善に関する報告書, 1990

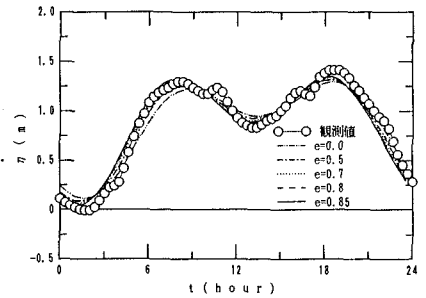


図-4 潮位変化(撫佐漁港)

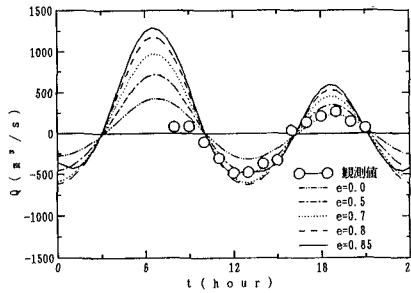


図-5 堀越水道の流量変化

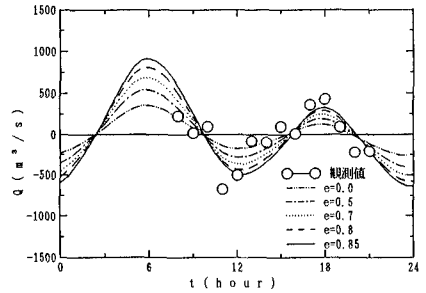


図-6 宮の鼻水道の流量変化

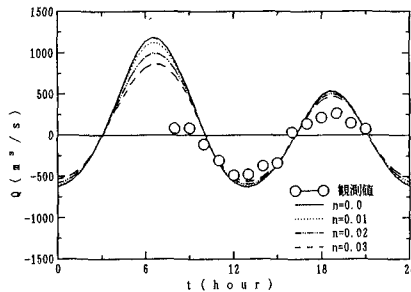


図-7 堀越水道の流量変化

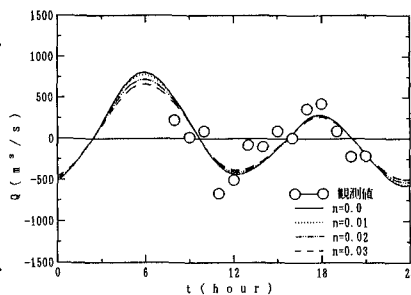


図-8 宮の鼻水道の流量変化



図-9 流速ベクトル図(1月22日6時)