

差分法及び水理模型実験による干潟海域海床路設置に関する検討

九州産業大学 学生会員 ○保利善明 九州産業大学 正会員 加納正道  
九州産業大学 正会員 赤坂順三 九州産業大学 学生会員 四方智紀

1. はじめに

S干潟は、全国的に減少しつつある干潟の中でも、絶滅危惧種等も含む多様な生態系を確立している貴重な干潟である。現在S干潟の沖合いでは、新空港やS地1.5kmの干潟域にS漁港の建設が進行中であり、S干潟周辺海域の閉鎖性が強まっている。また漁港への連絡道路の建設も計画されているが、その際S干潟を南北に分裂する形となり、海水交換性低下による水環境の変化や生態系等への影響が懸念される。私達は、海水交換性を確保するためボックスカルバート型海床路で通水口0m、100m間隔、有効鉄筋コンクリート型海床路で開口率10%、30%の海床路を設置に関する検討を行う。本数値解析は、潮位変動によって解析領域全体の3分の2をも占める干潟領域の出現のある水域をもつ。そこで本研究では、干潟領域すなわち陸海が交互に入れ換わるという特異な水域を解析するにあたって、海である場所に干潟の出現、またその場所への海水侵入について考慮し、差分法によって解析を行った。模型実験装置を図1に示し、S干潟分割メッシュを図2に示す。

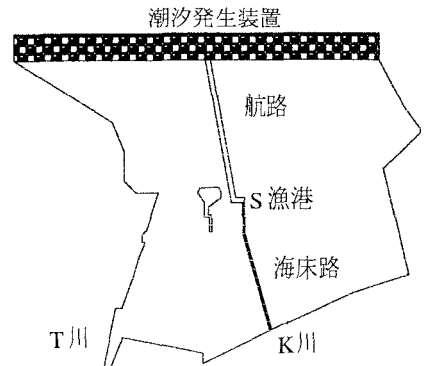


図1 模型実験装置

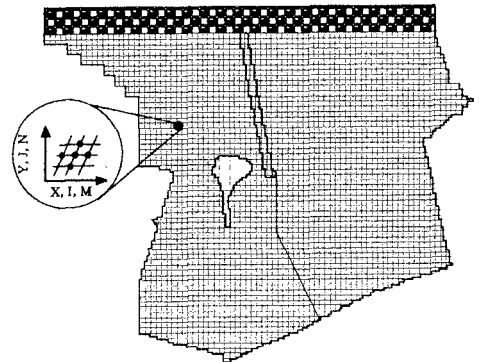


図2 S干潟分割メッシュ

2. 干潟の特性を考慮した解析手法

周辺点の配置を図3に、水位の各諸元の定義を図4に示す。地盤高 $h(x,y)$ は平均水位 M.W.L から海底まで深さからとり、潮位 $\zeta(x,y,t)$ とする。この時の $\zeta_{max}$ は満潮時の潮位(≒3.66m)、 $\zeta_{min}$ は干潮時の潮位(≒0.21m)を表す。下げ潮時において各格子点について地盤高 $h$ と潮位 $\zeta$ の和によって水深 $H$ を算出し、これが1.0cm以下の時、干潟の出現と考え、そのステップ時の計算は陸として取り扱う。また、そのときの潮位および線流量はゼロ値とする。下げ潮時に陸となった地点 $(I, J)$ において上げ潮時にその点の周辺点 $(I+\Delta x, J), (I-\Delta x, J), (I, J+\Delta y), (I, J-\Delta y)$ における潮位の平均値が1.0cmより大きくなる時に、これを干潟域への海水侵入を考える。ここで、 $x$ 方向の線流量を周辺点 $(I+\Delta x, J), (I-\Delta x, J)$ の流量の平均値、 $y$ 方向の線流量を周辺点 $(I, J+\Delta y), (I, J-\Delta y)$ の流量の平均値で表し、そのステップ時の計算からその点は海として取り扱う。

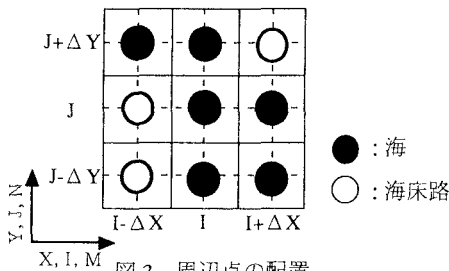


図3 周辺点の配置

海陸の判定  $H(x,y,t) = h(x,y,t) + \zeta(x,y,t)$   
 $0.2m \leq \zeta \leq 3.7m$   
 海:  $H(x,y,t) > 1.0cm$   
 陸:  $H(x,y,t) \leq 1.0cm$

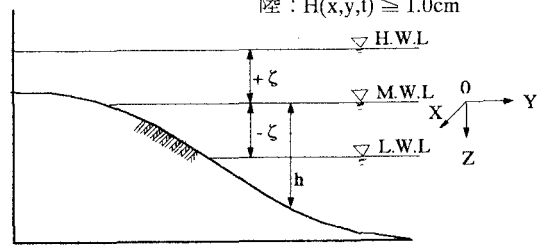


図4 水位の各諸元の定義

### 3. 基礎式

基礎式は、浅海流方程式(1)、式(2)と質量保存則を表す連続方程式(3)とする。ここに、 $M=u(h+\zeta)$ 、 $N=v(h+\zeta)$ は各々  $x, y$  方向の線流量、 $u, v$  は  $x, y$  方向の流速、 $\zeta$ は潮位変動量、 $g$ は重力加速度、 $\gamma_b$ は、海底摩擦係数、 $h$ は地盤高、 $t$ は時刻を表す。但し、コリオリ力、風の影響、気圧低下などは室内実験のため無視する。閉鎖性の高い場所においては、潮流はしばしば局所的に大きな流速が生じるので移流項を含んだ基礎式を用いる。 $x, y$  軸は平均海面上にとり  $z$  軸は水深方向にとっている。鉛直方向( $z$ 軸方向)については海底から海面までを積分する。 $x$ 方向計算時についてのみ示すと、 $u < 0$ の時式(4)を用いて、 $u \geq 0$ の時式(5)を用いて2次精度の差分法解析を行った。

$$\frac{\partial M}{\partial t} = -\frac{M}{(h+\zeta)} \frac{\partial M}{\partial x} - \frac{N}{(h+\zeta)} \frac{\partial M}{\partial y} - g(h+\zeta) \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \gamma_b \frac{2M\sqrt{M^2+N^2}}{(h+\zeta)^2} \quad (1)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} = -\frac{M}{(h+\zeta)} \frac{\partial N}{\partial x} - \frac{N}{(h+\zeta)} \frac{\partial N}{\partial y} - g(h+\zeta) \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \gamma_b \frac{2N\sqrt{M^2+N^2}}{(h+\zeta)^2} \quad (2)$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} = -\left(\frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y}\right) \quad (3)$$

$$\frac{du}{dx} = \frac{-u_{i+2} - 4u_{i+1} - 3u_i}{2\Delta x} \quad (u < 0) \quad (4)$$

$$\frac{du}{dx} = \frac{3u_i - 4u_{i-1} + u_{i-2}}{2\Delta x} \quad (u \geq 0) \quad (5)$$

### 4. 解析結果の検討

干潟水理模型実験より得られた流速ベクトルの一部を図5,6に示す。差分法数値解析より得られた流速ベクトルの一部を図7,8に示す。図7,8は、干潟模型実験より得られた流速ベクトルと同じ潮流の動きを示しているので、干潟模型実測値と照合した精度も期待できるとのではないと思われる。

### 5. まとめ

本報において差分法解が干潟部分が解析領域の3分の2を占める海域における潮流解析に応用できることを示した。今後は、S干潟の現地及び干潟水理模型実験における実測値との比較検討により解析精度を上げていきたい。

### 参考文献

- 1) 伊藤 剛：数値解析の応用と基礎
- 2) 高橋 亮一・棚町 芳弘：差分法～数値解析シミュレーションの基礎～(培風館)

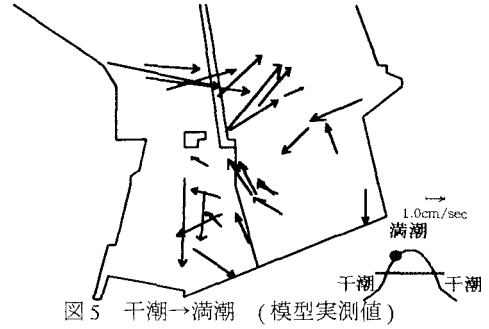


図5 干潮→満潮 (模型実測値)

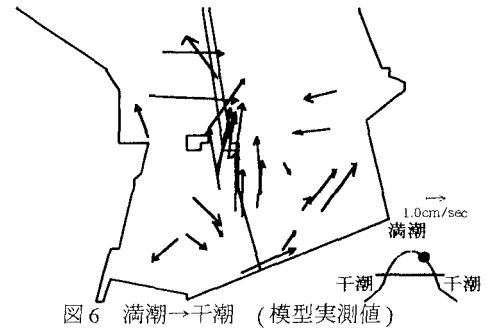


図6 満潮→干潮 (模型実測値)

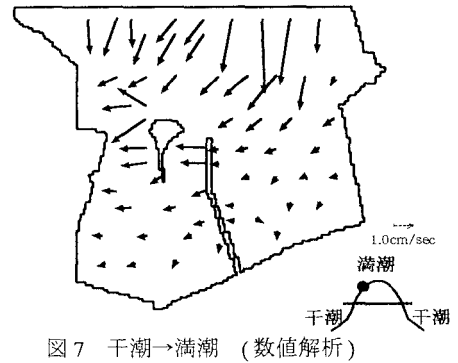


図7 干潮→満潮 (数値解析)

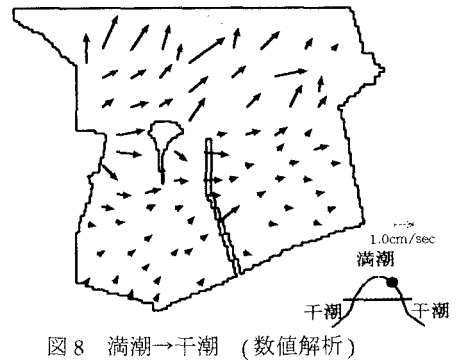


図8 満潮→干潮 (数値解析)