

II-23

高鍋海岸の海水汚濁拡散の数値計算

宮崎大学 工学部 正員 河野二夫

" " 学生員 仲座栄三

" " " 堀川毅信

1. はじめに

宮崎県高鍋町蚊口浜宮田川河口付近の公共下水道終末処理場計画案に対し、その前面海域での汚濁拡散がどのようなかを数値計算によって検討した。対称領域は宮田川河口から海岸線に平行にNNE方向に2.6 Km、逆向きに1.4 Kmの延長4 Kmと、沖側に2 Kmの範囲とした。

対称海域を図-1に示した。水深は4 Kmに沿って海岸側は10m~2.5mの範囲で若干変化するが計算上は2mと仮定した。また沖側のメッシュ線上は15m~18mの範囲で変化している。全体としては汀線から沖側に向ってはほぼ一様な勾配になっている。現地においては潮流観測も実施された。図中の△印は25時間観測点、○印は15昼夜の観測点を示す。また、図の中の観測点N03とN05の範囲で汀線から約300mの箇所に離岸堤(透過)が設置されている。数値計算は対称海域を400m間隔の差分メッシュを組みADI法によって推算した。モデル変数の定義位置や計算手法は金子らの文献(港研第14巻第1号)を参考にした。

2. 基礎方程式

運動方程式、連続方程式、拡散方程式は水深方向に平均化して行なった。参考までに示すと、おのおの(1)式~(3)式になる。

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{g u \sqrt{u^2 + v^2}}{(z+h) C^2} &= 0 \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + g \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{g v \sqrt{u^2 + v^2}}{(z+h) C^2} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} [(h+\zeta)u] + \frac{\partial}{\partial y} [(h+\zeta)v] = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial [(h+\zeta)p]}{\partial t} + \frac{\partial [(h+\zeta)up]}{\partial x} + \frac{\partial [(h+\zeta)vp]}{\partial y} = 0 \quad (3)$$

上式で平均流速 u , v は x 軸(汀線から沖向き)と y 軸(汀線に平行)方向に対応する。 z は水面変動値, h は水深, C はシェーの係数である。 C の値は表-1に示すように2種類の定義式を用いて計算した。また、式(3)で p は拡散物質の濃度, K は拡散係数である。

3. 入力条件と初期条件

タイムステップはノイマンの安定条件を参考にして表-1に示す値を用いた。強制水位は図-1に示す開境界の端点より1つのメッシュ分だけ外境での潮汐調和分解による定数(M_2+S_2)と4 Km区間の位相差(ξ)よりなる正弦波を与えた。

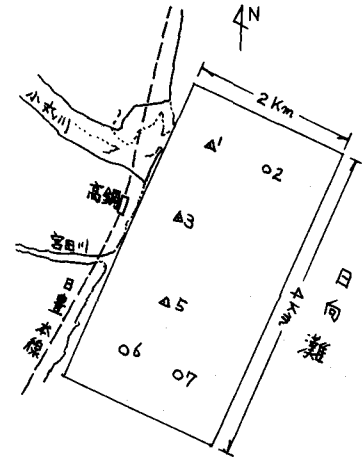


図-1 対称領域

諸元	採用した値
格子間隔	400m
水深(h)	海面より読取(単位 m)
タイムステップ	4.5秒(連続計算), 90秒(濃度計算)
コリオリ係数	0 (計算領域が小さいため)
粗度係数(c)	$C = \frac{1}{h} (R)^{1/2}$, $n = 0.026$ $C = 19.4 / m (0.9h)$
強制水位	宮崎港における潮汐調和定数 M_2+S_2 (振幅) $\xi = 0.672 \sin[2\pi f (At + \xi)]$ 単位(m) ($\xi = 0.1, 2, \dots$)
拡散係数	$K = 10 m^2/sec$ (全領域)

表-1 入力諸元

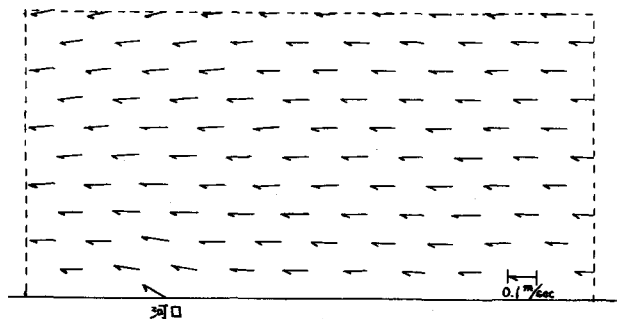


図-2 満潮時の潮流ベクトル図

小丸川からの河川流量は現地調査時の流量 $Q=35.3 \text{ m}^3/\text{sec}$ を与えた。さらに、水理量の初期値は0として計算を行なった。

4. 計算結果と考察

(1). 潮流ベクトル

表1の入カ諸元に対し、3~4潮汐目の潮流の計算結果が図2と図3に示してある。

計算に用いたシェジエ係数は水深の1/6則による。

小丸川からの流過断面積は水深が2m、河幅を400mとして計算した場合であるが、平均流速の算定値には更に検討の必要がある。

(2). 潮流楕円

測点 NO.6 と NO.7 における潮流楕円の計算値と潮流の測定値を用いて調和分解した結果が図4に比較して示してある。分潮は($M_2 + S_2$) を振幅とする平均大潮に対応している。測定値と計算値の差異については十分な判断ができないうが、測定時に台風の接近などのこともあったので、その後の冬期測定値による解析結果をまけて総合的に判断することにした。

(3). 汚濁拡散

10潮汐後の汚濁の濃度分布に対する計算結果を図5に示した。

計算に用いた拡散係数は文献等を参考に $K_x = K_y = 10 \text{ m}^2/\text{sec}$ とし、全域一定と仮定した。汚濁負荷量 (COD 26 PPm, BOD 6 PPm として計 32 PPm) を南側の境界面より 1.8 km、陸側の境界面より 200 m の地点に点源負荷を与えた場合である。点源負荷量を増減すると、その量に比例して任意位置の濃度も増減することが把握された。

(4). 結び

高鍋海岸の潮流現地調査 (8月23日 ~ 9月8日) の潮流調査の結果に対応して、下水処理水の濃度拡散の数値計算による検討を行なった。海水汚濁の問題は、その現象が極めて複雑な機構であるにもかかわらず、現段階では単純な数値モデルによる検討であることや、実測値がないことによる結果の比較検討のできない点など問題がある。しかしながら、一応の判断材料としての結果は得られたと考えている。冬期にも現地観測が行なわれたので、この資料の解析を進めながら海域拡散に対する総合評価をする考えである。

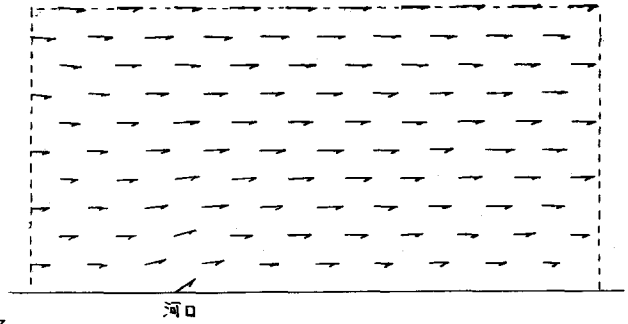


図3 干潮時の潮流ベクトル図

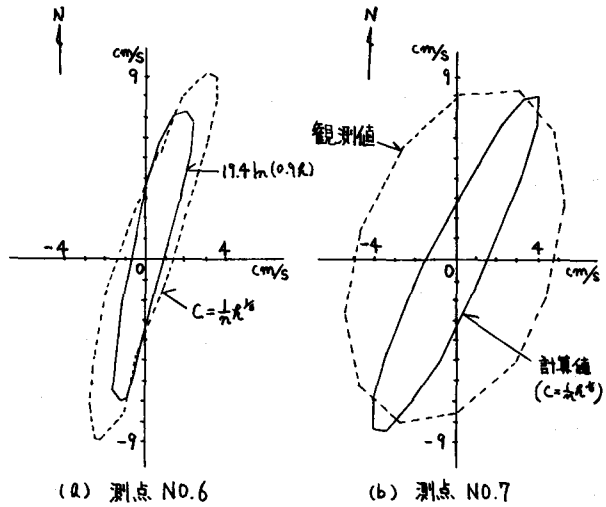


図4 潮流楕円

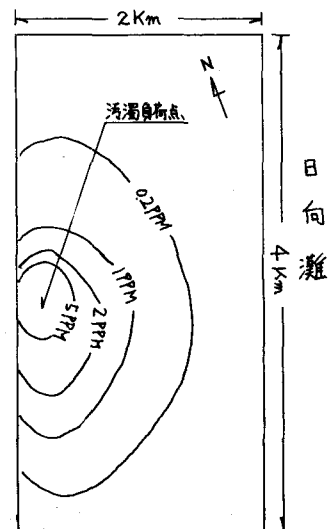


図5 汚濁濃度分布