

洞海湾の潮流・拡散計算

九州大学 工学部 ○松永 康孝 小松 利光 松永 信博
 奥村組(株)九州支店 岡田 豊昭 桃野 武幸
 新日本製鉄(株)九州支店 阿部 隆男 永野 雅巳

1. 緒言

湾口が狭く、奥深い湾は、その高い防波能力のため、その背後に商工業都市が発達することが多い。しかし、内湾水と外海水との間の交換率は非常に低く、さらに湾の自浄能力をはるかに超える多量の工場廃水や家庭雑排水の流入のため、湾内の水質は著しく低下している。洞海湾も同様な問題を抱えた閉鎖性内湾で水質を効率よく浄化するための技術開発が望まれている。本研究では洞海湾内における拡散現象を理解するための第1段階として一次元モデルによる潮流計算を行い、湾内の分散係数の分布を明らかにした。

2. 数値解析 計算は次の連続の式、運動方程式、拡散方程式に基づいて行った。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad \dots\dots (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{2Q}{A} \frac{\partial Q}{\partial x} - \left(\frac{Q}{A} \right)^2 \frac{\partial A}{\partial x} + gA \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{A}{B} - H \right) + gAI_f = 0 \quad \dots\dots (2)$$

$$\frac{\partial(AC)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(AVC) = \frac{\partial}{\partial x} \left(AD_L \frac{\partial C}{\partial x} \right) + q' \quad \dots\dots (3)$$

ここでAは断面積、Qは流量、Hは水深、Bは海面幅、 I_f は摩擦勾配、qは淡水流入量、 q' は負荷流入量、Cは拡散物質濃度、 D_L は分散係数である。

(I) 潮流計算

潮流計算は陽形式差分法を用いた。計算ステップは $\Delta t = 5.0s$ 、メッシュ幅は $\Delta x = 250m$ で洞海湾を湾口から湾奥に向かって50点に分割、境界条件として湾口で M_2 潮の振幅0.35m、周期12hr25minの余弦波で与え、湾奥では流量 $0.0m^3/sec$ とした。またマンニングの粗度係数には0.035の値を与えた。図-2から図-5まではその計算結果を示している。図-2,3はそれぞれ湾口、湾奥での潮位の時系列で図-4,5はそれぞれ湾口、湾奥での流速の時系列である。この図より潮位においては湾口と湾奥の間で位相差はほとんど見られず流速に関しては湾口で最大流速 $0.03m/sec$ 、湾奥で $0.02m/sec$ 程度の値を示していることがわかる。

(II) 分散係数の評価

相良ら¹⁾の研究によると、一次元分散係数

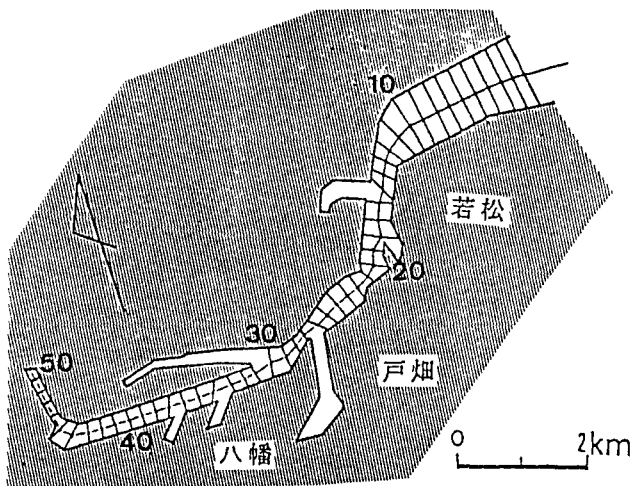


図-1 洞海湾と計算座標

おり今回はその研究結果を適用する。初めに、判別パラメータ $\lambda = \overline{V_m T} / \overline{B}$ を求めると1.93となり $\lambda > 1$ となる。従って代表長さは海面幅となり分散係数は次式で表される。

$$D_L = \beta V_m (x) B (x) \cdots (4)$$

ここで $V_m (x)$ は場所毎の M_2 潮最大流速、 $B (x)$ は海面幅、 β は比例定数である。場所毎の最大流速については (I) の潮流計算の結果を用い、 β については、相良らの研究による結果 (図-6) より求められる。洞海湾における複雑さのパラメータ Ψ は、 $\Psi = L_c / (2L + \overline{B}) - 1 = 0.47$ であるから図-6 より $\beta = 0.03$ が得られる。得られた洞海湾の場所毎の分散係数を図-7 に示す。

図-7より分散係数は、湾口部で 1.2×10^4 (cm²/sec)、湾央部で 0.4×10^4 (cm²/sec) 程度の値を示し湾奥に向かうにつれ、減少しているのがわかる。

3. 結語

今回は、洞海湾の主流部分だけの潮流計算を行って、一次元の分散係数を求めたが、今後合流部を含めた湾全体の潮流計算を行い洞海湾の浄化予測を行う予定である。

<参考文献>

- 1) 相良 誠、小松 利光、矢野 真一郎：内湾における拡散係数の評価について、平成2年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、1991.3.

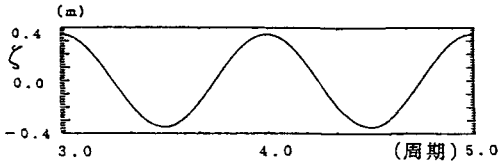


図-2 湾口部の潮位 ζ

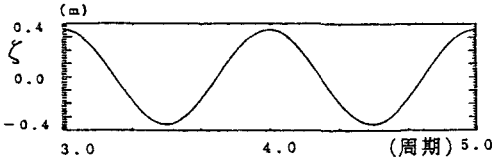


図-3 湾奥部の潮位 ζ

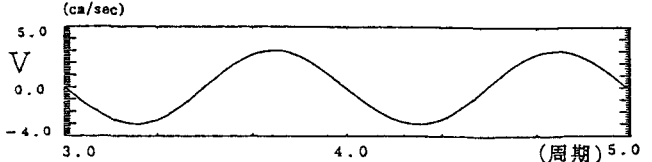


図-4 湾口部の潮流速 V

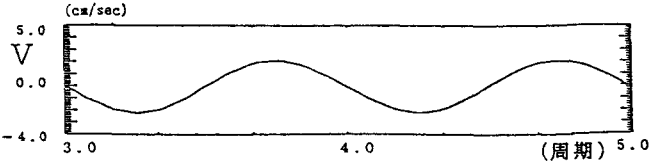


図-5 湾央部の潮流速 V

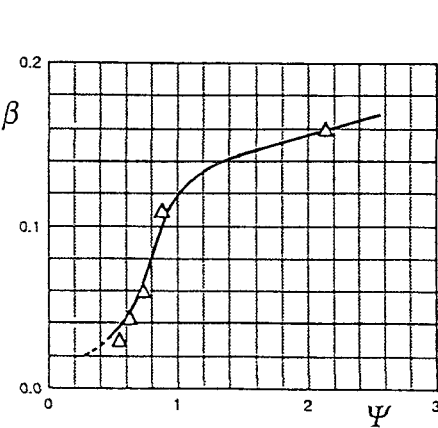


図-6 β と Ψ の関係

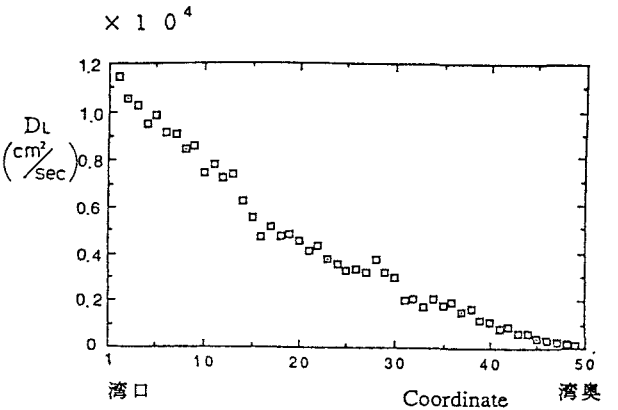


図-7 洞海湾の分散係数