

鯉川河口部周辺における流れの数値シミュレーション

東北大学工学部 学生員 今村 文彦
 東北大学工学部 正 員 小川 由信
 東北大学工学部 正 員 首藤 伸夫

1. はじめに

河口部を含む沿岸海域における温排水、塩水の拡散予測を行なうためには、流れの場を適切に把握することが必要である。湾内などの場合、物質拡散に寄与する主な流れは潮流であり、従来より潮流計算と拡散計算とを合わせた予測方法がとられてきた。しかしながら潮流計算での境界条件設定の複雑さのため外海に直接面した領域を対象とする計算例は少ない。そこで本計算では鯉川河口部周辺を対象として、潮汐による流れのシミュレーションを行なった。

2. 対象領域

図-1に計算対象領域を示す。海域には鯉川からの河川水(淡水)および発電所の温排水(塩水)が流出している。鯉川は河口付近で河幅が広がり河口部では砂洲が発達している。河川流量は $7\text{ m}^3/\text{s}$ 前後であり、上げ潮時には河口全断面を通じて海水が侵入し、下げ潮時には河川水は上層部を流れる緩混合型を形成している。また、温排水放出量は最大では $70\text{ m}^3/\text{s}$ 以上にも達する。ただし今回対象とした時点では $18\text{ m}^3/\text{s}$ 程度であった。計算領域は二段階とし、鯉川河口部および放水口付近 $4.1 \times 1.95\text{ km}$ の領域を格子間隔 50 m とし、その外側 $9.0 \times 5.25\text{ km}$ に格子間隔 150 m の大領域を設定した。

3. 計算方法

支配方程式は梁系方向に積分した浅水理論である。差分法に Leap-frog 法を用いた。外海との境界条件を与えるために、まず対象領域中の三点において行なわれた流速観測データを用い主要4分潮の潮流楕円を求めた。まず入射波は主要4分潮ごとに方向を潮流楕円から、振幅を小名次実潮値から決定した。すなわち、直線の境界 $y=0$ をもつ一様水深において沖合方向を正とする x 軸に α の角度で入射する振幅 a 、波数 k の波によって生じる重複波の流速ベクトル (u, v) は次のような軌跡を描くので観測

$$\left(\frac{u}{2ag\ell/\sigma \cdot \sin \ell x} \right)^2 + \left(\frac{v}{2agm/\sigma \cdot \cos \ell x} \right)^2 = 1, \quad \ell = k \cos \alpha, \quad m = k \sin \alpha$$

点 x で得られた楕円の長短軸から未知数 α を求めた。ただし計算値 α は実際とは離れた値が出たので実潮値によった。反射波は汀線での入射波の鏡像として考え、外海境界はこの入射波と反射波の合成した水位を強制入力力として与えた。潮流は長い波長を有する波であるので汀線での屈折はほとんどない。従って、以上の境界条件の考えで十分再現性は得られるものと考えられる。

4. 計算結果

A点での流速が最大、最小になった時の流況をそれぞれ図-3,4に示す。

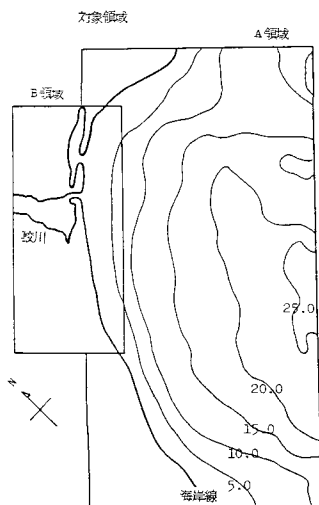


図-1

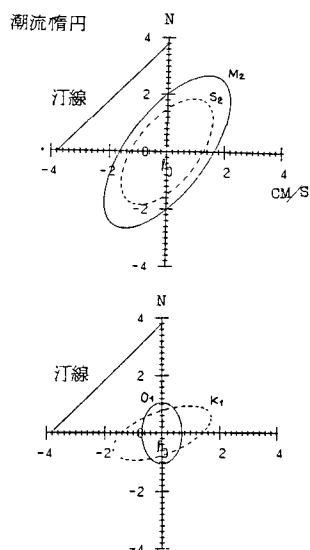


図-2

河口部、放水口前面の2点における水位、流速の経時変化も併せて示してある。図-3.4から、本計算ではA点において流速が最大、最小になる時には潮流は汀線に平行に流れることがわかる。これは潮流槽田から推察できる結果と一致する。放水口前面での流速の経時変化を見ると流量が多いために出口付近では常に海域に向かって流れている。それに対して河口部では上げ潮時付近に海域から河道内に流れ込み、下げ潮時付近に逆に河道内から海域へ流れ込む様子が見られる。図-4には57年8月10日の河口部における潮位変化を○印で、小名浜での潮位変化を△印で示している。計算値と観測値との周期の差は、境界での入力を求めた潮流の調和解析の精度によるものと思われる。

5. 結論

強制入力の外界境界条件を用いて河口付近の潮流計算を行った。今後、外海境界条件の設定法をより合理的に行なうとともに、観測データとの比較を行なう必要がある。

〈謝辞〉

本研究の一部は文部省科学研究費(代表 東北大 栗原康毅教授)によった。ここに記して謝意を表す。

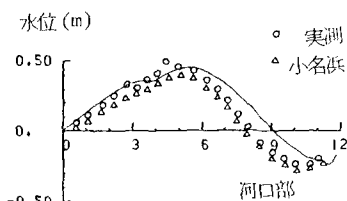


図-5

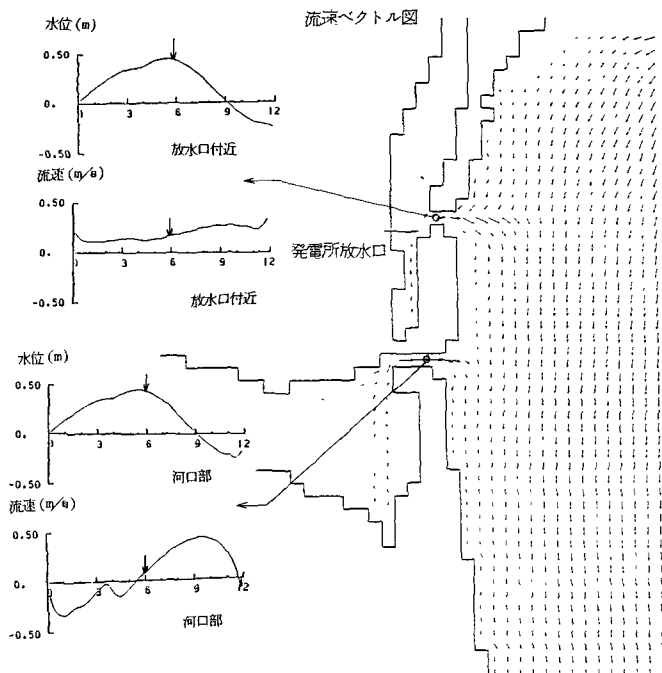


図-3

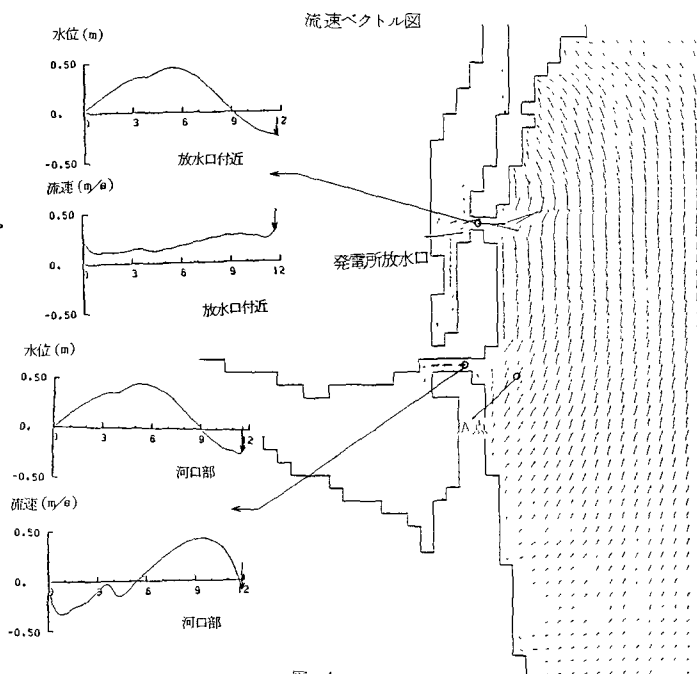


図-4