

明石川河口流出流の数値計算

大阪大学工学部 正 員 室田 明

大阪大学工学部 正 員 中辻啓二

大阪大学大学院 学生員〇許 再寧

1. まえがき：海に流れ込む河川水は海水よりも軽く、海の表面を薄い層を形成して拡がって行く。河川水の運動はその河口で持っていた運動量によって支配されるとともに、密度差に起因して生じる圧力勾配は河川水の拡がりを促進する。したがって、河口流出流のモデル化に際しては密度差に起因する水面上昇量とともに、密度構造の三次元性を考慮する必要がある。著者らは以前積分モデルを展開して¹⁾明石川河口流出流の拡がり機構の解明を試み、一応の成果を得た²⁾。しかし、それは理想化された周囲環境に対してのみ有効であった。本文では現実に即した地象・海象条件下での河口流出流の振舞いを検討するために、三次元密度流微分モデルの開発を行い、明石川河口流出流への適用を試みたのでその結果を報告する。

2. 数値モデルの概要：数値モデルは第30回水講で発表した二次元表層密度噴流の数値モデル³⁾を三次元場に拡張したものである。その考え方は岩佐ら⁴⁾の離散化法に準じている。本モデルの特徴は水位変動を直接計算できる点にある。各保存則は図1のようなコントロールボリュームに関して適用するが、鉛直方向運動方程式を静水圧近似により簡略化したために流体の鉛直方向運動を規定する方程式がなく、コントロールボリュームを底面から水表面まで順に上積みして連続方程式を満たすように水位変動を求める必要がある。その過程で運動方程式に含まれる速度勾配にimplicit差分近似が適用され、その結果、水位変動は全計算領域の水位と連成された二次元ポアソン方程式で表現される。これをSOR法で解くことにより不安定な水位変動による誤差も相殺され計算の安定性が保てることになる。運動量等の乱流輸送は乱流粘性の概念を採用した。用いた渦動粘性係数と渦動拡散係数は

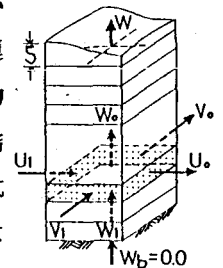


図1. 概念図

それぞれ $0.5 \text{ m}^2/\text{s}$, $0.01 \text{ m}^2/\text{s}$ である。また成層化による乱れの抑制を考慮するために鉛直方向成分は前報³⁾と同様にWebbおよびKondo et al.の提案式を用いて局所リチャードソン数の関数として表わした。河口流出流は左右対称と仮定して格子網は流軸から左半分とし

18(沿岸に直角方向) × 15(沿岸方向) × 10(鉛直方向) とした。海底地形は鉛直方向格子網を変化させることにより考慮した。格子間隔は $\Delta x = 20 \text{ m} \sim 300 \text{ m}$ (沿岸に直角方向), $\Delta y = 5 \text{ m} \sim 300 \text{ m}$ (沿岸方向), $\Delta z = 0.3 \text{ m} \sim 1.5 \text{ m}$ (鉛直方向) である。沖合境界は河口から1300m、沿岸境界は河口中心から1300m、水深は最大10mである。差分時間間隔は1.0秒とし、定常解を求めた。さらに境界条件等について次のような仮定を設ける。(1) 放流口での境界条件として流量は一定であり流速及び密度分布は一様であるとする。また流速成分はすべて流下方向成分であり時間的に変化しないと仮定する。(2) 中心軸上の流下方

向流速成分 u ・横方向流速成分 v および密度差の横方向変化はなく、また水面勾配もないものとする。(3) 壁面および底面に垂直な流速成分および浮力成分はないが、接線方向の流速成分によって外力としてせん断応力が作用するものとする(non-slip 条件)。(4) 沖合の境界条件としては沖合の開口端での流量の流出入は可能であるが、水平方向の拡散はないものとする。

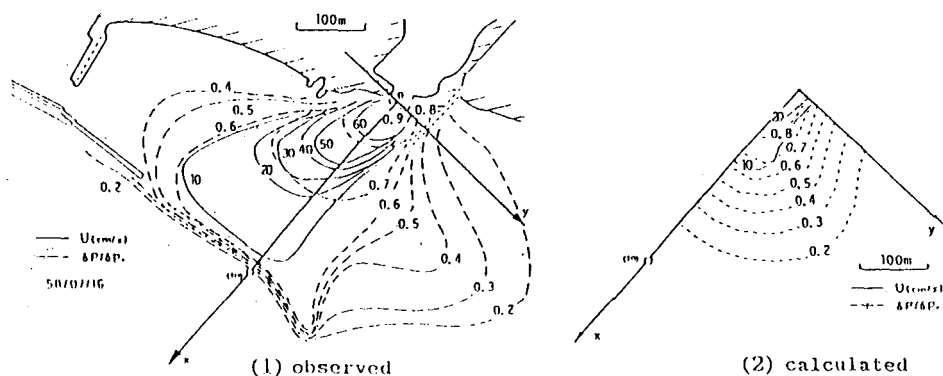


図2．実測値と計算値との比較($Fd_0=1.0$)

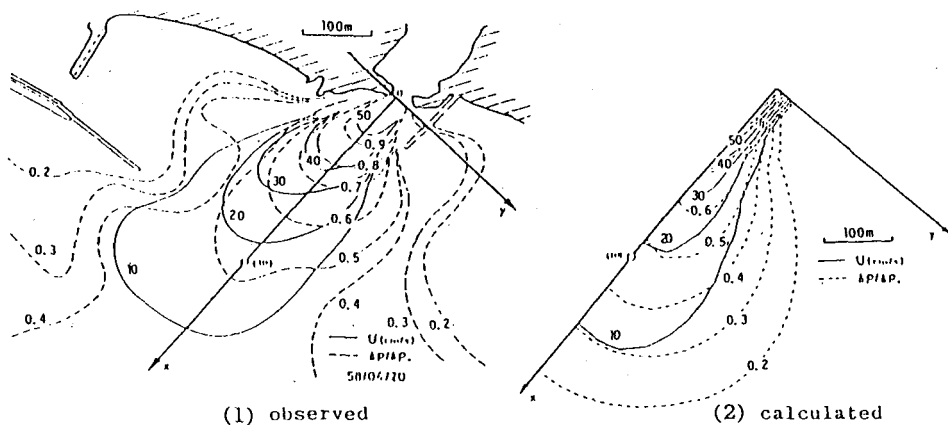


図3．実測値と計算値との比較($Fd_0=2.1$)

3. 計算結果及び考察：図2及び3に密度フルード数1.0 及び2.1 の場合の計算結果と実測結果²⁾を併せて表わす。図中の(1) は実測値、(2) は計算値であり実線は $\sqrt{u^2+v^2}$ で表わされる等流速線、点線は $\Delta p / \Delta \rho_0$ で表わされる等密度線である。 $Fd_0=1.0$ の場合計算値は実測値に比べて拡がりがかかなり狭くなっているが、 $Fd_0=2.1$ の場合は実測値と計算値がよく一致している。これは、 $Fd_0=1.0$ の河口流出流は河口から120mの範囲で弱い塩水くさびの存在が認められその範囲を過ぎると河川水は急激にその層厚を減じ $Fd_0=2.0$ まで到達してから海面上を四方に拡がっていく²⁾という河川流出流特有の現象がみられるのに対し、本モデルの河口条件の与え方ではその複雑な流動を再現できないためである。したがってこのような場合には塩水くさびを考慮した計算が必要となろう。一方、 $Fd_0>1.0$ の噴流のような流れに対しては数値モデルが実測値を比較的良好に予測し得ることが分かる。＜参考文献＞ 1) 室田・中辻ら：土木学会論文集第 351号,1984. 2) 室田・中辻ら：第31回海講,1984. 3) 室田・中辻：第30回水講,1986. 4) 岩佐ら：京大防災研年報,1970.