

II-200

河口流出流の実態－現地実測と数値計算による検討

大阪大学大学院 学生員 許 再寧

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

1. まえがき：河口流出流は温排水と同様に、水平および鉛直方向から周囲水を連行しながら拡がる。同時に、密度差による成層安定効果は鉛直方向の混合を抑制し、水平方向の拡がりをも促進する。流量が小さく浮力効果が河口からすぐに現れる場合には、河川水は直ちに四方に拡がるポテンシャル流的流動となる。しかし、運動量の卓越した噴流型の河川流が浅水域へ流出し、海底面に付着して流下する場合には、下層からの周囲水の連行が遮断されるために、深水域への流出流とは少し異なる拡がり特性を呈する。本文ではその一例として明石川河口流出流を対象として三次元密度流数値モデルによる計算を行い、著者らの観測結果¹⁾をも考慮した上で、河口流出流の拡がりについて若干の検討を加える。

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²⁾を三次元場に拡張したものであり、その考え方は岩佐ら³⁾の離散化法に準じている。本モデルは水位上昇量を直接計算できるように自由水面の仮定を採用している。運動量等の乱流輸送は乱流粘性の概念を採用し、渦動粘性係数と渦動拡散係数はそれぞれ $0.5 \times 10^4 \text{ cm}^2/\text{sec}$, $0.01 \times 10^4 \text{ cm}^2/\text{sec}$ とした。また、成層化による乱れの抑制を考慮するために、鉛直方向の渦動粘性および拡散係数は前報²⁾と同様にWebb et al. 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。水平・鉛直方向の格子間隔は各々 $\Delta x = 20\text{m} \sim 300\text{m}$, $\Delta y = 5\text{m} \sim 300\text{m}$, $\Delta z = 0.3\text{m} \sim 1.5\text{m}$ である。河口流出流は河川軸に対して左右対称と仮定し、計算領域は沖合方向に1300m, また、沿岸方向に1300mの領域とした。沿岸域を除く境界では、流速・密度の水平方向勾配を0と仮定した。また、河口条件として、流速と密度差を実測に基づいて与えた。

3. 計算結果および考察：数値計算は明石川河口流出流に対して行った。図1・図2は河口における放流密度フルード数 Fd_0 が2.1 および4.1 の場合の実測結果と計算結果との比較を示す。両図ともに、左図は実測結果、右図は計算結果である。実線は $\sqrt{U^2 + V^2}$ の等値線、点線は相対密度差 $\Delta \rho / \Delta \rho_0$ の等値線を示す。実測の等流速線と等密度線は河口近傍で複雑な分布形状を呈しているが、全体的には計算結果と良好な一致を示している。 $Fd_0 = 4.1$ の流出流の等流速・等密度分布は流下方向にほぼ相似形を保ちながら拡がっている。これに対して、 $Fd_0 = 2.1$ の流出流では $Fd_0 = 4.1$ の場合と比較して横方向により拡がった分布形状を示している。それは、特に $U = 10 \text{ cm/sec}$ の等流速線および等密度線分布に顕著に認められる。この傾向は、密度フルード数の減少とともに、換言すれば、浮力効果の増加とともに河口での水位上昇が増加し、その結果として生じる横方向への拡大を助長するということから容易に理解できる。y方向運動方程式中の各項の寄与を検討したところ、圧力勾配と拡散項がほぼ釣り合っていることから、上述のことが確認できる。

図3・図4は各々の場合の流速ベクトルを示す。ブルーム外の流速は極端に小さくベクトル表示すれば点になるので、流況を表現するために>印をつけて方向性を強調した。流速値は矢印の長さで表現している。各図の上段はx-y平面の表層流速ベクトル、下段は中心軸におけるx-z鉛直面の流速ベクトルである。表層流速分布は上述の横方向拡がり特性をより詳細に表わしている。図3の上段に示した水平面内の流況図において中心軸の両側に大きな循環が形成されている。密度フルード数がより大きい図4の場合には、河口流出流の挙動が運動量流束によって支配され、中心軸方向の流れが卓越する。しかし、流下とともに、横方向流速成分が増大する。

河口付近では底面地形の影響によって鉛直方向の連行が抑えられる。この点が河口流出流と深水域の表層に放流される温排水との顕著な相異点である。図3に底面に沿った微弱な岸向きの流れが現れているが、これは河川水が強い浮力の影響を受け始め海底面から剥離するためである。さらに、このような浅水域では鉛

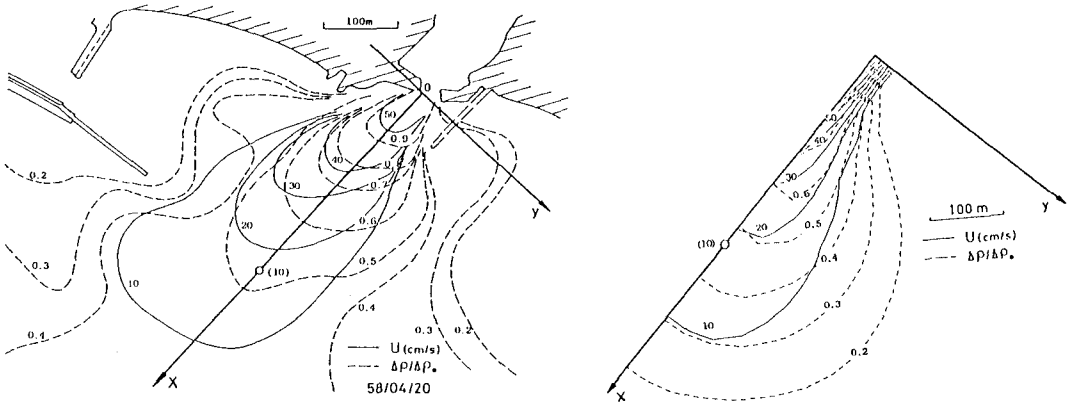


図1．実測結果と計算結果との比較($Fd_0=2.1$ の場合)

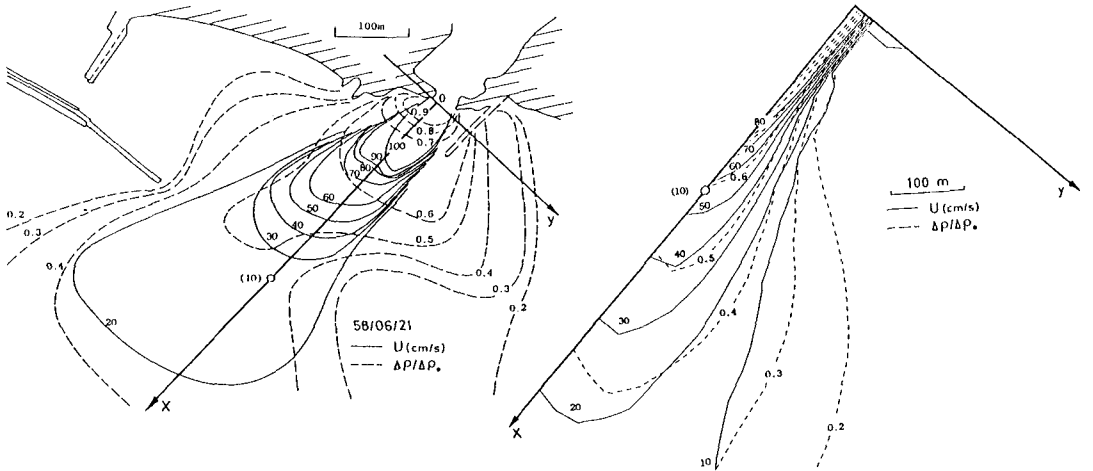


図2．実測結果と計算結果との比較($Fd_0=4.1$ の場合)

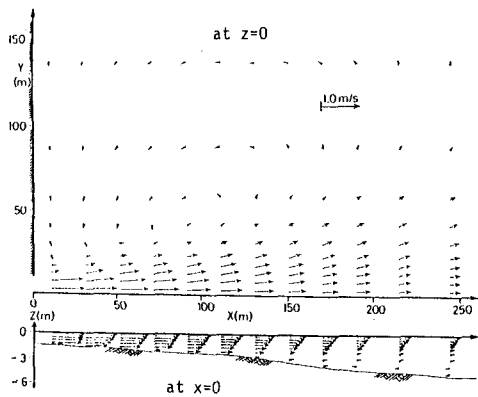


図3．流速ベクトル図($Fd_0=2.1$ の場合)

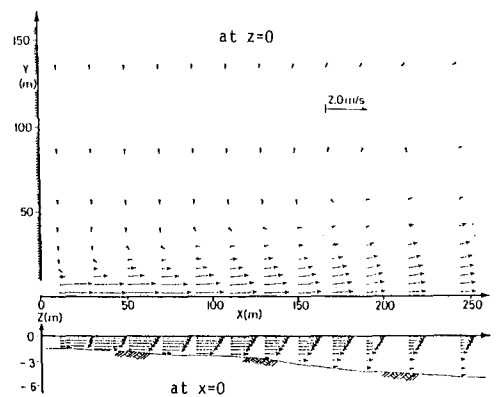


図4．流速ベクトル図($Fd_0=4.1$ の場合)

直方向の拡がりが抑制され、その結果、河口付近においても平面二次元流的な特徴を有する可能性が高い。

＜参考文献＞ 1)室田・中辻：第31回海講，1984。 2)室田・中辻：第30回水講，1986。 3)岩佐ら：京大防災研年報，1983。