II-214　　河口流出流に関する実測に基づく考察（その２）

建設省土木研究所　正員　須賀堯三
〃　　〃　○高橋　晃

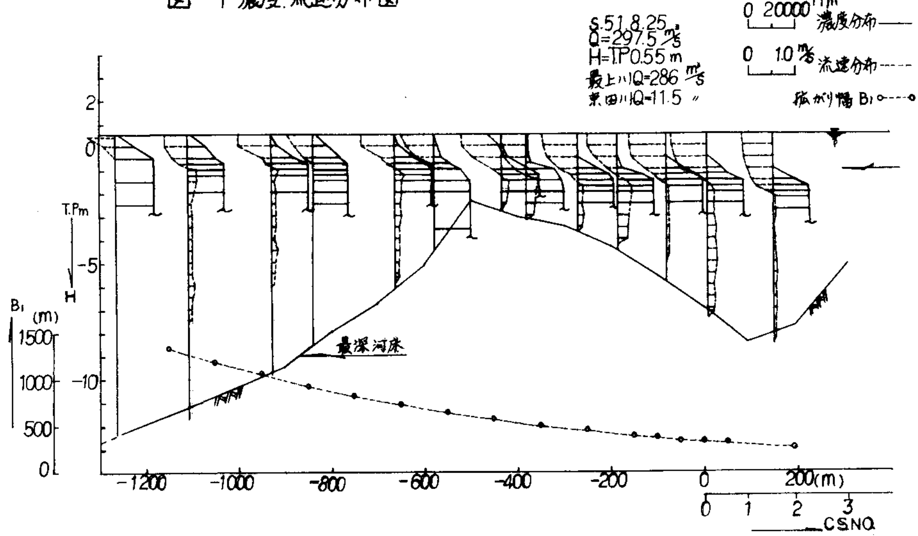
１．はじめに

河川水が河口より海域へ流出する定常状態の現象は、河口出口において内部フルード数がほぼ1となり、流れの拡がりとともに淡水中の塩分濃度が急増する。この河口流出流は、河口砂州や海底形状、導流堤等構造物の影響のほか、波浪や沿岸流などに多少左右されるものと考えられる。しかし内部ジャンプ後の二層流についても、波浪や砕波等の影響が少ない場合には、一般的な取扱いが可能であると思われる。ここでは最上川の実測資料より、準定常状態の河口流出流について一次元二層流モデルを前提として、その適用性を検討した。

２．実測資料と計算方法

潮位変動量の小さい日本海側河川では、多くの場合に弱混合流の状態であり、河口付近で内部フルード数F_iはほぼ1となる。最上川河口においては、S51、8月25～26日に水面下15cm層の流線、および縦断的に数断面において流速分布と塩素イオン濃度の測定を行った。表層流線は50×10cmのブリキ板を2枚十字に連結し、これをゴムマリで浮かせたものを流下させて2台のトランシットにより流下位置と経過時間とを追跡することにより調査したものである。任意点の鉛直線上の流速分布および濃度分布はプロペラ式微流速計および電導度計により、急変部で25cm間隔、緩変部で50cm間隔に測定した。図－1は流心部付近の濃度、流速分布の縦断変化図であり、河口から遠ざかるにつれて淡水厚が薄くなると同時に、濃度勾配もゆるやかになり、やがて表層水面まで塩水が混合している。流速分布も濃度分布と対応するように連続的に変化し、下層海水部では逆流現象を呈している。なお河口砂州による最狭部断面位置は、+200m付近であるが、それより下流で表層流は最大値を示し、やがて流れの拡がりとともに次第に遅くなっている。内部フルード数は同様河口最狭部を過ぎた地点で急激に大きくなり、その後いくぶん小さくなって再び沖に行くにしたがってその値が増加している。これより内部フルード数が1となっている地点は縦断50m付近と推定される（なおここでは下層塩分濃度の9割の濃度の地点$Z_c=0.9C_2$を境界面と定義して各測点の内部フルード数を求めている）。横断面内の濃度、流速分布は、左岸側において内部境界面位置が多少上昇ぎみであるが、表層における流速の横断分布は、ほぼ一様とみ

図－1 濃度.流速分布図



なす資料が得られているので、平均的にみて河口流出流を一次元流と考えることも不可能ではないであろう。

いっぽう通常の計算では、内部フルード数1付近では、$\frac{\Delta h_1}{\Delta x}=\infty$ となるため、ここでは中村[2]の示した方法に混合を考慮した次式を用いた。

$$\varepsilon_{I} h_{1I}+\frac{u_{1I}^{2}}{2g}\left\{1-\frac{f_{iI}}{2}\left(\frac{1}{R_{1I}}+\frac{1}{R_{2I}}\right)\Delta x\right\}=\varepsilon_{II} h_{1II}+\frac{u_{1II}}{2g}\left\{1+\frac{f_{iII}}{2}\left(\frac{1}{R_{1II}}+\frac{1}{R_{2II}}\right)\Delta x\right\} \quad \text{--------}(1)$$

ここで添字I，IIは上流側および下流側断面を示す。内部境界面抵抗係数および連行係数は、拡がりの影響や内部ジャンプ後の流速分布が通常のものと異なるので，関数形の常数を補正することにより計算した。

3．諸水理量の河口外縦断分布

図−2は計算結果について実測値と比較したものである。ただしこの場合連行係数 $E=6.67\times10^{-4}F_i^{3}$，抵抗係数 f_i は，−250 mより上流を $f_i=2.5F_i^{-0.5}$，−250 mより下流で $f_i=1.75F_i^{-0.5}$ として流路幅の拡がりは実測値を，また計算の出発位置を $F_i=1$ となる地点として求めたものである。河口流出流は内部ジャンプ渦が発生し、その区間では流速や濃度分布も通常のものと異なり，不安定な現象のため、わずかな境界面の変化で F_i や u_1 が大きく変わり、他のEや f_i の係数を用いては発散したり，実測値と一致しない。f_i は河道内の $F_i<1$ で得られる場合よりかなり大きく、とくに内部ジャンプ後の区間では、流速や濃度分布に顕著な現象は表われていないが、ジャンプ渦等の影響によって大きくなり、それより下流域ではやや小さく，前者の7割程度の f_i となるものと考えられる。反対に連行係数Eは、これまでの式の1/3としなければ連行量が大きくなり過ぎて、流量および上層濃度の増分とは合わない。これはジャンプ後の流速分布が三角分布を示し，境界面付近の流速が小さいことや拡がりによる海水中への反対の連行によるものとも考えられる。ただし，内部ジャンプ後は非常に不安定な現象でもあり、f_i やEがこの水理条件のみの場合であるのか、今後他の水理条件による検討が必要である。しかし単純な海床形状の場合には、このような一次元解析による取り扱いが可能であることが推定され、水理量と拡がり幅および f_i やEの特性を解明することによって、その適用が可能と考えられる。

参考文献　1) 須賀，高橋：海講，S.52　2) 中村，阿部：土研所報 6607Y，S.42

図—2 河口外水理量縦断変化図