

東京工業大学
東京工業大学

学生会員 村田和夫
正会員 福岡捷二

1 まえがき 水位変化のある領域(湖)に河川が流出入する場の流動について実験的考察を加えた。図-1のようにa)河川水位が湖(湾)に比較して高い場合には平面噴流が、b)低い場合には平面ポテンシャル流が、湖(湾)内でおこり、両者が交互に生ずる場合を考察する。

2 実験装置 幅50mの河川が幅1mの湖(湾)に直角に接続している。河川上流部に貯水槽を設け水位変化を与える。湖(湾)の水深は下流端の越流堰で30cmに保たれた。

3 実験結果 図-2にa), b)の場合の河口流速の時間変化を示す。測定に用いたプロバ式流速計はキャリブレーションによって実験範囲の流速変化に対して十分追従できることが確かめられた。

a)の場合 Goertlerの定常二次元噴流の流速¹⁾は次式で与えられる。

$$u = \frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt{\frac{J}{\rho(x+g_2/2)}} (1 - \tanh^2 \eta) \quad (1)$$

ここに $\eta = \frac{y}{b\alpha} = \frac{y}{\sigma(x+g_2/2)}$ $J = \rho \int_{-\infty}^{\infty} \tilde{u}(x, y) dy$ α : 河口幅
 $b\alpha$: x における噴流幅 σ : 噴流幅の勾配 ρ : 流体の密度

図-3に一例として6秒後の河口の運動量を用いて計算した(1)式とその時の各断面の実測値を示す。横軸の $b/2$ は最大流速の半値半幅である。他の時間についても図-3と同様な結果が得られた。非定常二次元噴流²⁾は定常の場合と同様、流速分布は相似形をなし、瞬間瞬間の河口の運動量を用いて流速を算定できると思われる。図-4は噴流幅が時間的に殆ど変化しないことを示す。流れのコアンダ効果により測定範囲が $\alpha \approx 6$ 程度に限定された。

b)の場合 Schwartz-Christoffel変換²⁾を用いて物理面を写像すると次式の関係が得られる。

$$z = \frac{B}{\pi} \left(\log \frac{1+\sqrt{1+\frac{t}{\alpha}}}{1-\sqrt{1+\frac{t}{\alpha}}} - \frac{1}{\sqrt{\alpha}} \log \frac{\sqrt{\alpha}+\sqrt{1+\frac{t}{\alpha}}}{\sqrt{\alpha}-\sqrt{1+\frac{t}{\alpha}}} \right) - i \frac{B^2}{2} \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{t^2}{1+t^2} = \exp\left(-\frac{2\pi W}{V\alpha}\right) \quad W = \phi + i\psi$$

ここに B : 湖(湾)の幅 $\alpha = B^2/\alpha^2$ V : 河川流速

図-5は(2)式に ϕ と ψ を与え $\psi = \text{const.}$ と結んで得た流線と写真撮影による流線の比較を示す。両者の対応がよいことがわかる。この事から考えて、図-1のような半無限領域についてもこの方法が適用できると思われる。本実験の対象とした流れは、相似則にもとづくと半日周期の潮汐湾に対して河幅10m、水深2mとしたとき、水位変化20cm、平均河口流速80%程度の流れに対応している。

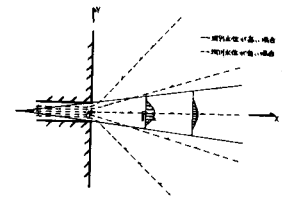


図-1 流れの場のモデル

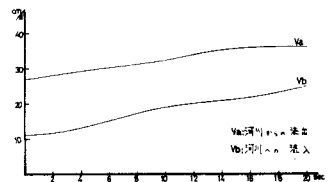


図-2 河口流速の時間変化

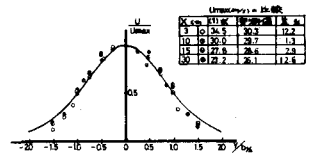


図-3 流速分布の比較

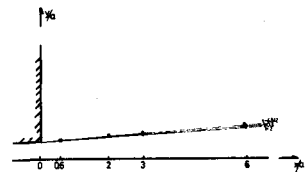


図-4 噴流幅の時間変化

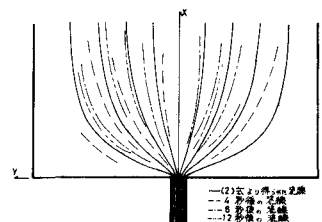


図-5 流線の比較

1) 日野幹雄; 流体力学 朝倉書店

2) Milne-Thomson; Theoretical Hydrodynamics Macmillan & Co. LTD