(28) TAYLOR 渦流の時間的発展

広島大・理 八 幡 英 雄

非圧縮性粘性流体の運動を記述するNavier-Stokesおよび連続の方程式は速度場をv，圧力場をpとすると，

$$\begin{cases} \dfrac{\partial \boldsymbol{v}}{\partial t} + \boldsymbol{v}\cdot\mathrm{grad}\,\boldsymbol{v} = -\mathrm{grad}\,\dfrac{p}{\rho} + \nu\nabla^2\boldsymbol{v} & (1) \\ \mathrm{div}\,\boldsymbol{v} = 0 & (2) \end{cases}$$

と書かれる。定常流$\boldsymbol{V}$, Pに対する乱れを$\tilde{\boldsymbol{v}}$，$\tilde{p}$とすると$\boldsymbol{v} = \boldsymbol{V} + \tilde{\boldsymbol{v}}$，$p = P + \tilde{p}$であるが，$\boldsymbol{V}$，$P$を既知として，これらを(1)，(2)に代入して，$\tilde{\boldsymbol{v}}$，$\tilde{p}$に対する乱れの方程式を得る。ここで$\tilde{\boldsymbol{v}}$，$\tilde{p}$を適当な基底函数を用いてモード分解し，その時間振幅に対する非線型連立常微分方程式をみちびき，これを計算機で積分すれば，各モード振幅の時間的発展を追うことができる。その際圧力項$\tilde{p}$は境界条件の指定が容易でないので消去することが通例であるが，この消去法の一つとしてWilliams[1]によるものがある。これは$\mathrm{div}\,\tilde{\boldsymbol{v}} = 0$を用いて，乱れの方程式から$\dfrac{\partial\tilde{\boldsymbol{v}}}{\partial t}$の項を消去し，圧力$\tilde{p}$を

$$\begin{cases} \nabla^2\tilde{p}/\rho = f(\tilde{\boldsymbol{v}}) \\ \text{境界条件} \qquad \mathrm{grad}\,\tilde{p}/\rho = g(\tilde{\boldsymbol{v}})\,|_{\partial\Omega} \end{cases}$$

の形のNeumann型境界問題の解として求め，これを乱れの方程式に代入して，乱れ$\tilde{\boldsymbol{v}}$に対する発展方程式をみちびくものである。

同軸円筒間のTaylor渦流に対して，この方法によって得られた数値解と，以前直接$\tilde{p}$を代数的に消去することによって得た解を比較し，その結果に大きな差がないことを示した。

1) G. P. Williams: J. Fluid Mech **37** (1969) 727.