平成１４年度弁理士試験論文式筆記試験問題

［流体力学］

１．　二次元非圧縮性粘性流体の式は、以下のように記述できる。

連続の式：　$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}=0$$

Navier-Stokes の式：　$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}+\frac{\mu}{\rho}\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y}+\frac{\mu}{\rho}\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right)$$

ここで、x、y は直交座標、u、v は x および y 方向における速度、p は圧力、ρ は密度、μは粘性係数である。

次に､図１に示されているような幅 $2h$ の平行平板間を流れる十分に発達した層流について考える。

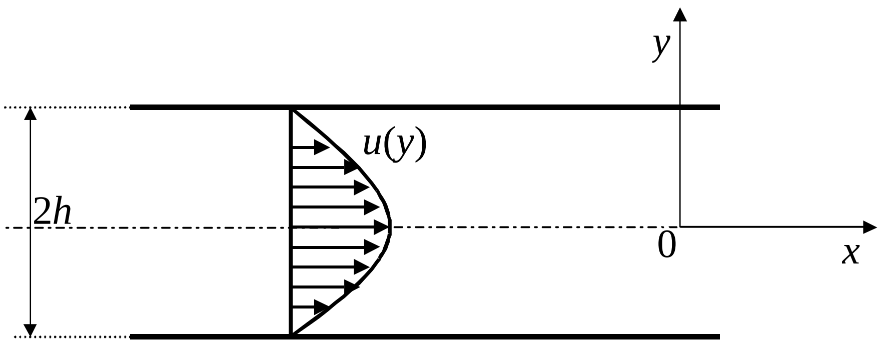

図１　平行平板間の層流

ここで、流れは定常流であり、図１に示されているように速度は x 方向成分のみである。圧力 p は x のみの関数とし、$\frac{dp}{dx}$ は負の値とする。

（１）　与えられた仮定に基づき、解くべき微分方程式を簡略化し、かつ境界条件を記述せよ。

（２）　圧力勾配 $\frac{dp}{dx}$ は一定値（既知）として速度 u を y の関数として表せ。

（３）　平行平板内を通る x 方向流量 Q（紙面に垂直方向単位幅当たり）を求めよ。

（４）　最大速度 u_{max} を求めよ。

（５）　x 方向に垂直な断面における平均速度 u_{av} を求めよ。

【３０点】

２．　流体力学では、流体の運動を支配する種々の力の相互関係を無次元数で表すことがある。以下の（１）及び（２）の各無次元数の定義を（ア）～（エ）より選び、その物理的な意味を記述せよ。

【２０点】

（ア）　$\dfrac{\omega L}{U}$　（イ）　$\dfrac{U}{a}$　（ウ）　$\dfrac{U}{\sqrt{gL}}$　（エ）　$\dfrac{\rho UL}{\mu}$

ω：振動周波数　L：代表長さ　U：代表速度
a：音速　g：重力加速度　ρ：密度
μ：粘性係数

（１）　レイノルズ数

（２）　マッハ数

論点［流体力学］

１． 質量保存の式(連続の式)と運動量保存の式(Navier-Stokes の式)で構成される非圧縮性の粘性流体の問題で、解析的に解くことができるポアズイユ流れに関して、基礎的な理解を問う。

（１） 与えられた仮定より、実際に解く微分方程式、およびそれに必要な境界条件を記述することにより、問題の理解度を問う。

（２） （１）で求められた微分方程式を境界条件の下で積分できるかを問う。

（３） （２）で求められた u を$[-h,\ h]$で積分できるかを問う。

（４） 速度 u の分布に関する理解を問う。

（５） 平均速度 u_{av}の理解を問う。

２． 流体力学の相似則を表す二つの無次元数について、その定義と物理的意味を問う。

（１） 粘性流れに関する理解を問う。

（２） 高速流体に関する理解を問う。