２．流体力学	1/3

１．図１に示す２次元平板間内の十分に発達した定常・非圧縮の層流について、x 方向速度の y 方向分布を $u(y)$、圧力勾配を dp/dx （=一定)、粘性係数を μ とすれば、この運動方程式は以下のように表すことができる。

$$\frac{d}{dy}\left(\mu\frac{du}{dy}\right)=\frac{dp}{dx}$$

また、平板間距離 h、上壁速度 U_1、下壁速度 U_0 とする。

（１）$U_1=U_0=0$ であるとき、x 方向速度の y 方向分布 $u_1(y)$ を求めよ。

（２）圧力勾配 $dp/dx=0$ のとき、x 方向速度の y 方向分布 $u_2(y)$ を求めよ。

（３）（１）と（２）の境界条件の重ね合わせから、$U_1=U_0\neq 0$、$dp/dx\neq 0$ のときの $u(y)$ を求めよ。

（４）この平板間内での単位長さ（紙面垂直方向）あたりの流量 Q を求めよ。

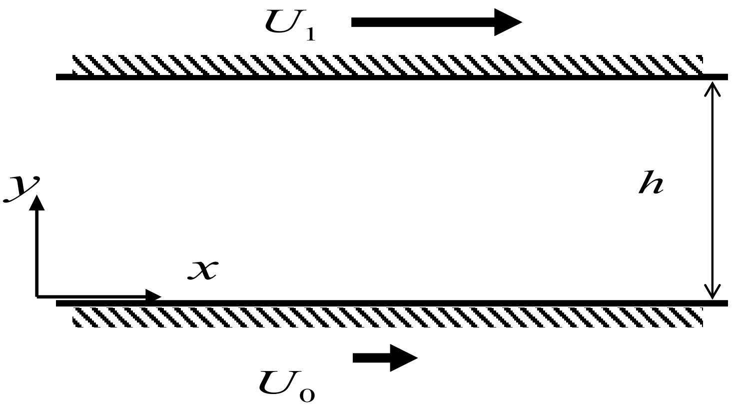

図１

２．図２に示すように、水で満たされたタンクの一部に面積Aの小穴が開けてあり、この穴の位置から高さhだけ上に水面がある。これについて以下の問いに答えよ。ただし、水の密度ρ、大気圧p_a、重力加速度gであるとする。また、水の粘性は無視する。

（１）水面の高さがzのときの小穴から流れる水の速度Vをベルヌーイの式を用いて求めよ。ただし、穴の面積Aはタンク上部の水面の面積Sに比べて十分小さく，流れは定常とする。また、タンクの下は地面に固定されており動かないものとする。

（２）（１）のとき、小穴から流れる流量QをVなどを使って表せ。

（３）水面の小穴からの高さがzのとき、流量Qで微小時間dtに面積Sの液面がdz下がるということを利用して、dtとdzの関係を表す式を示せ。

（４）水面の高さが$z=h$から小穴と同じ高さ（$z=0$）になるまでに要する時間を求めよ。

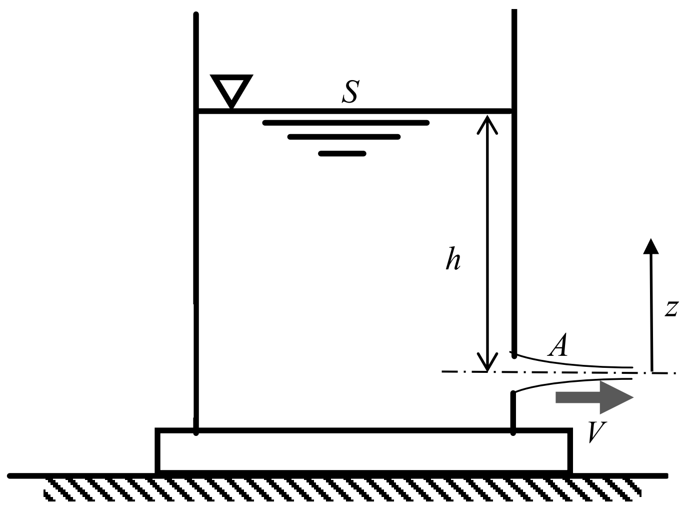

図２

３．下記文章の［　　］内に入る適切な用語，記号，数字等を記入せよ。

物体まわりの流れは物体の形状によって異なり、流れが物体に沿うような形状のことを[　Ａ　]形状、流れが途中で物体から離れる（[　Ｂ　]する）ような形状を鈍頭物体形状とよぶ。

流れの中に置かれた物体は、流れから力を受ける。この力の流れ方向成分を抗力、流れに垂直方向の成分を[　Ｃ　]とよぶ。

［　Ａ　]形状に働く主たる抗力は、物体の表面と流体の間（境界層）で働く［　Ｄ　］抗力であり、鈍頭物体形状に働く主たる抗力は、流れが[　Ｂ　］し、物体の流れ前後での圧力低下による[　Ｅ　]抗力とがある。

鈍頭物体形状まわりの流れの代表的な例として、円柱まわりの流れを考えたとき、物体（円柱）の抗力係数C_Dから、円柱に働く抗力Dは以下のように求められる。

$$D = \frac{1}{2}\rho U^2 C_D \times [\quad F \quad]$$

ただし、流体の密度と主流速度をそれぞれρ、U、円柱の直径をd、円柱の高さをhとする。