

平成15年度

大学院博士前期課程(修士)入学試験問題

流体力学

岡山大学大学院自然科学研究科(工学系)

機械システム工学専攻(機械系)

平成15年度大学院博士前期（修士）課程入学試験問題  
流体力学

- 【1】内径 1 [m] の円管に、平均流速 30 [cm/sec] で油を流す場合の管摩擦係数や乱流への遷移状態などの流動状態を実験で調べたい。実験では、内径 2 [cm] の円管に水を流すとしたら、平均流速をどのように取ればよいか。ただし、油の比重は 0.8 であり、粘度（粘性係数）は、水の 40 倍とする
- 【2】湯飲み茶碗の中の水の中に細かい茶殻が沈んでいる。この水をかき混ぜ、茶碗の周りに沿ってくるくる回るように動かし、そのまま放っておくと、茶殻はどのような状態になるか。また、なぜそうなるかをわかりやすく説明せよ。
- 【3】紙で作った軽い円筒の真ん中に糸を 20 回ほど巻き付ける。糸の端を持ち、円筒を水平にして、静かに円筒を落下させる。この時の円筒の動きを図示せよ。また、なぜそのような動きをするかをわかりやすく説明せよ。
- 【4】半径が  $R$ 、高さが  $H$  の大きな蓋のない円筒容器が水平に置かれ、その中に密度  $\rho$  の水が一杯入っている。この容器の底面の中心に半径  $r$  の小さな穴（ $R \gg r$  とする）が開いていて、この穴から、水が下方に流れ出している。穴の出口では、流下水は、半径  $r$  の円形をし、一様流速  $v$  とする。（出口での縮流はないものとする）この時、次の問いに答えよ。ただし、水の粘性は無視する。
- (1) 容器内の水面の降下速度を、 $v, R, r$  で表せ。  
この結果より、 $R \gg r$  においては、水面の降下速度は殆ど無視できるので、容器一杯に水のある状態で考えることにする。
  - (2) 穴より流出する流速  $v$  を  $H, g$  を用いて表せ。ただし、 $g$  は重力加速度である。
  - (3) 穴より下方  $H$  の点に大きな板を水平に置く。流下水による板に働く力を求めよ。但し、板の上ののっている水流は薄いものとし、その部分での重力や水の重さにより板にかかる力は無視してよい。
- 【5】物体の抵抗と流速の関係を調べるため、質量は異なるが同じ半径の球状物体を 4 種類用意する。これを自由落下させ、速度が一定になったと思われたときの速度を測定した。その結果、物体の質量  $m$  と速度  $v$  について、表 1 の関係を得た。今の速度の範囲では、物体に働く抵抗は速度のべき乗に比例し、その指数と比例係数は一定であることがわかっている。
- (1) 抵抗は速度に関しどのような関係にあるか決定せよ。
  - (2) 次に、 $m = 1[\text{g}]$  と  $m = 2[\text{g}]$  の物体を細くて長い糸で結んで自由落下させる場合の落下速度を求めよ。ただし、2 物体の流れの間に干渉はなく、それぞれが一様流中におけると同じ抵抗を受けるとし、また、糸に働く抵抗を無視する。

$m$ [g]	1.0	2.0	3.0	4.0
$v$ [cm/s]	0	1.0	2.0	3.0

表 1: 質量と速度の関係

【6】密度が  $\rho$  である非圧縮性流体の 2 次元非定常流れがあり、直交座標  $Ox$ ,  $Oy$  の各軸方向の速度成分をそれぞれ  $u, v$  とする。この流れ場内に、固定された点  $(x, y)$  とそこから  $x$  の正方向に  $\Delta x$ ,  $y$  の正方向に  $\Delta y$  の長さを 2 辺とする長方形の検査領域（紙面に垂直な方向へは単位長さとする）を取る。この検査領域における  $x$  方向の運動量方程式の導出等に関して、下記の問いに答えよ。

- (1) (a)  $x$  方向速度成分により  $\Delta t$  時間内に検査領域に流入する  $x$  方向の運動量を記せ。  
(b)  $x$  方向速度成分により  $\Delta t$  時間内に検査領域から流出する  $x$  方向の運動量を記せ。
- (2) (a)  $y$  方向速度成分により  $\Delta t$  時間内に検査領域に流入する  $x$  方向の運動量を記せ。  
(b)  $y$  方向速度成分により  $\Delta t$  時間内に検査領域から流出する  $x$  方向の運動量を記せ。
- (3) (a) 座標  $x$  の面に働く圧力  $p$  による  $x$  方向の力を記せ。  
(b) 座標  $x + \Delta x$  の面に働く圧力による  $-x$  方向の力を記せ。
- (4) (a) 時刻  $t$  に検査領域内の流体が保有している  $x$  方向の運動量を記せ。  
(b) 時刻  $t + \Delta t$  に検査領域内の流体が保有している  $x$  方向の運動量を記せ。
- (5) (a) 「この検査領域の流体が保有する  $x$  方向の運動量」の  $\Delta t$  時間での増分を、上記 (1)~(3) のものを用いて表せ。  
(b) 単位質量あたりの運動量方程式を記せ。
- (6) 単位質量あたりの運動量方程式を無次元化表示した場合に、
  - (a) 非定常項から得られる無次元数の名称・定義・(使用または利用) 例を一つ記せ。
  - (b) 圧力項から得られる無次元数の名称・定義・(使用または利用) 例を一つ記せ。