

平成25年度

大学院博士前期課程（修士）入学試験問題

流 体 力 学

注意事項：解答用紙に指示してある問題番号，解答の仕方にしたがって記入すること。

岡山大学大学院自然科学研究科（工学グループ）
機械システム工学専攻（機械系）

流 体 力 学

- 【1】以下の式で表される2次元速度場 (u, v) を考える. u, v はそれぞれ x 方向速度, y 方向速度である. 速度場が時刻 t の経過とともに次のように変化したとする.

$$0 \leq t < 5 \text{ [s]} \quad (u, v) = (0, 1) \text{ [m/s]}$$

$$5 \leq t \leq 10 \text{ [s]} \quad (u, v) = (1, 0) \text{ [m/s]}$$

このとき, 以下の問いに答えよ.

- (1) 次の流体力学用語を説明せよ.

- (a) 流体粒子
- (b) 流線

- (2) 2つの時間帯 $0 \leq t < 5 \text{ [s]}$, $5 \leq t \leq 10 \text{ [s]}$ における流線を描け.

- (3) 時刻 $t = 0 \text{ [s]}$ に原点 $O(0, 0)$ を出発した流体粒子が, $t = 0 \text{ [s]}$ から $t = 10 \text{ [s]}$ までに描く流跡線を図示せよ.

- (4) 時刻 $t = 0 \text{ [s]}$ から $t = 10 \text{ [s]}$ まで連続して原点に色素を注入した. $t = 10 \text{ [s]}$ においてこの色素が描く線(流脈線)を図示せよ.

- 【2】図1に示すような, x 軸の正方向に向かう速度 U の一様流と, 原点 O にある強さ m の吹き出しの重ね合わせで表される2次元流がある. このとき, 以下の問いに答えよ.

- (1) 速度 U の一様な流れの複素速度ポテンシャル W_1 を示せ.

- (2) 原点にある強さ m の吹き出しの複素速度ポテンシャル W_2 を示せ.

- (3) 図1に示す2次元流の, 点 (x, y) における速度とよどみ点位置を, 複素速度ポテンシャル $W = W_1 + W_2$ を用いて求めよ.

- (4) 原点から単位時間に湧き出す流量 Q を求めよ.

- (5) 複素速度ポテンシャル W は, 無限遠において幅 D となる物体のまわりの2次元非圧縮流れを表す. 物体によって, 下流側で押しのけられる流量はいくらか.

- (6) 強さ m を U, D を用いて表せ.

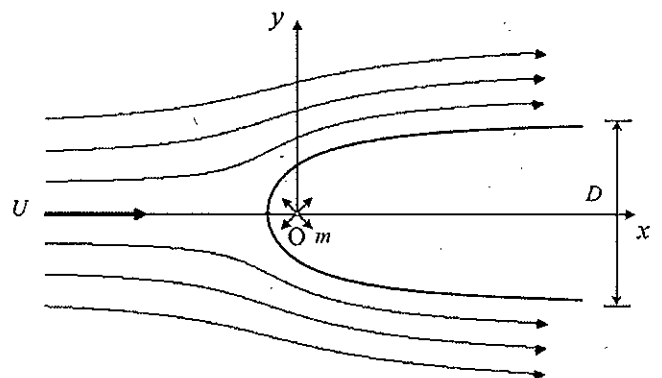


図 1

【3】直径 d 、密度 ρ の小球が、図 2 に示すように、粘性係数 μ 、密度 $\rho_0 (<\rho)$ の非圧縮粘性静止流体中を落下する。この小球の運動について以下の問いに答えよ。なお、重力加速度 g は z 軸の負方向に働いているとする。

- (1) 小球の落下速度を V とするとき、小球のまわりのレイノルズ数 Re はいくらか。
- (2) Re が 1 より小さいとき、流体から小球が受ける抵抗は $3\pi\mu Vd$ となる。この法則の名前を書け。
- (3) 問(2)の条件が満足されるとき、小球に働くすべての力の大きさと方向を求めよ。
- (4) 小球に働く力が問(3)で与えられるとき、時刻 t における小球の z 方向の位置 $Z(t)$ が満たす微分方程式を求めよ。
- (5) 小球が時刻 $t=0$ で原点 $O(0,0)$ から静かに落下を始めたとき、いくら時間が経過しても問(2)の法則が成り立つための条件を求め、最終的に接近する z 軸の負方向速度の大きさを求めよ。また、この速度の名前を書け。
- (6) 問(2)の条件が成り立つとき、流体からの抵抗の 3 分の 1 は小球の落下方向前後の圧力差 Δp と関係している。この圧力は前(z 軸の負方向)と後(z 軸の正方向)のどちらが大きいか。また、 Δp がどの程度の大きさであるか、おおよその値を求めよ。なお、重力に起因する圧力変化は無視する。

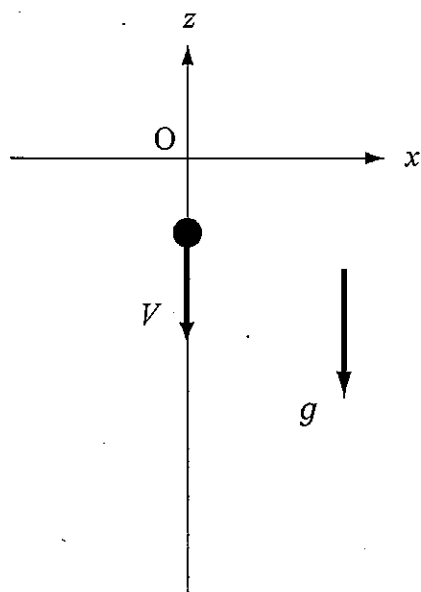


図 2