

平成24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】 x 方向速度 $u=x$, y 方向速度 $v=-y$ である 2 次元流について以下の問いに答えよ.

- (1) 次の流体力学用語の定義を述べよ.
(a) 流線 (b) 流跡線
- (2) 流線を表す式を求めよ.
- (3) 流れ関数を求めよ.
- (4) 時刻 $t=0$ で $(x, y)=(1, 1)$ にある流体粒子の, 時刻 $t=\alpha(>0)$ における位置を求めよ.

【2】 図 1 に示すような, xy 平面上の原点 O を中心として速度 $V_t = \frac{C}{r}$ で回転する非圧縮性・非粘性流体を考える. ここで C は正定数で, $r = \sqrt{x^2+y^2}$ である. x 方向, y 方向の速度をそれぞれ u , v とする. このとき以下の問いに答えよ.

- (1) u, v を C, x, y を用いて表せ.
- (2) 流れの渦度を求めよ.
- (3) この流れを何と呼ぶか.
- (4) O の周りの半径 r の円に沿った循環を求めよ.
- (5) 複素速度ポテンシャル W を流れ関数 ψ と速度ポテンシャル ϕ を用いて表せ.
- (6) $z=x+iy$ とし, u, v を W によって表せ. ここで i は虚数単位である.
- (7) 問(1)で得られた u, v を C, z を用いて表せ.
- (8) この流れの複素速度ポテンシャル W を求めよ.

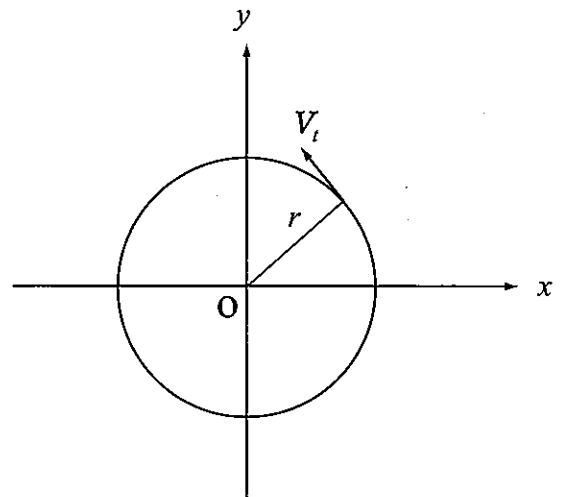


図 1

- 【3】図2に示すような、半径 a の円管内を流れる非圧縮性流体（密度 ρ ，動粘性係数 ν ）の運動を考える。流れは層流であり，軸方向の流速は

$$u(r) = A \left(1 - \frac{r^2}{a^2} \right)$$

となる。ここで A は定数で， r は中心からの距離である。このとき以下の問いに答えよ。

- (1) 円管断面を通過する単位時間あたりの流量

$$\int_0^a u(r) 2\pi r dr$$

を求めよ。

- (2) 円管の直径 $2a$ ，断面平均流速，動粘性係数で定義されるレイノルズ数を求めよ。

- (3) 円管壁に働く粘性応力

$$\rho \nu \left. \frac{du}{dr} \right|_{r=a}$$

の大きさを求めよ。

- (4) 円管中の長さ L の部分における圧力損失 Δp を求めよ。

- (5) 問(2)，(4)の結果を用いて，

$$\lambda = \frac{\Delta p}{\frac{1}{2} \rho U^2 \left(\frac{L}{2a} \right)}$$

で定義される管摩擦係数 λ を，レイノルズ数 Re で表せ。ただし， U は断面平均流速である。

- (6) $a = 5 \text{ mm}$ ， $L = 1 \text{ m}$ ， $U = 10 \text{ cm/s}$ ， $\nu = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ， $\rho = 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ のとき，レイノルズ数 Re ，管摩擦係数 λ ，圧力損失 Δp をそれぞれ求めよ。

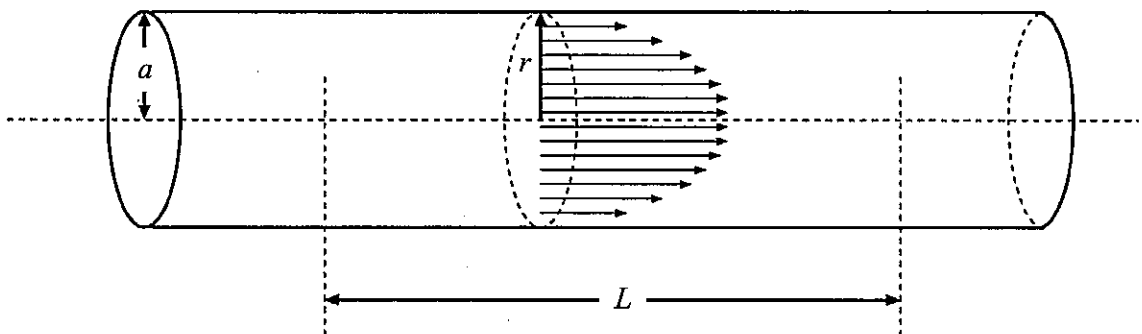


図2