

平成23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】 図1に示すような、上面の開いた円筒容器内で、密度 ρ の水が z 軸の周りに一定角速度 Ω で回転している。この水とともに回転する円柱座標系 (r, θ, z) を図1のように定義する。 $-z$ 方向に重力が働き、大気圧を p_a とするとき以下の問いに答えよ。ただし重力加速度の大きさを g とし、 z 軸上での水面の高さを $z=0$ とする。

- (1) z 軸上の圧力 $p_0(z)$ を求めよ。ただし $z \leq 0$ とする。
- (2) z 軸から距離 r の位置にある、体積 $r dr d\theta dz$ の微小な流体塊に働く遠心力の大きさを求めよ。
- (3) (2)の流体塊に働く圧力勾配による力 $dp r d\theta dz$ が遠心力とつり合うことから、 $z=0$ 面内の圧力 $p(r)$ を求めよ。
- (4) z 軸から距離 r の位置での水面の z 座標を求めよ。

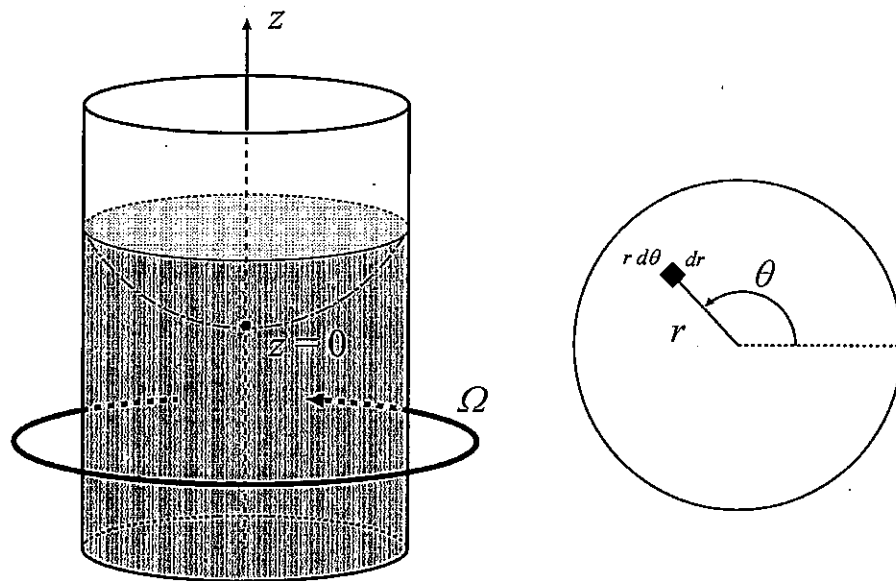


図 1

【2】複素速度ポテンシャルが

$$W = i \left(Uz - \frac{\mu}{z} - \gamma \log z \right)$$

で与えられる2次元ポテンシャル流を考える。ただし U, μ, γ は正の実数, i は虚数単位とする。このとき以下の問いに答えよ。

- (1) $\gamma = 0$ のとき, よどみ点を求めよ。
- (2) $\gamma = 0$ のとき, 流れ関数を極座標表示 (r, θ) で求め, よどみ点を通る流線を描け。
- (3) 原点を中心とする半径 r の円に沿った循環の値を求めよ。
- (4) よどみ点が1点のみとなるとき, γ を求めよ。このときのよどみ点の座標を μ と U で表せ。

【3】図2に示すような, x 方向に無限に長い平行二平板間における非圧縮・粘性流体 (密度 ρ , 粘度 μ) の層流を考える。 $y=0$ の平板は静止し, $y=h$ の平板は一定の速さ $U (> 0)$ で正の x 方向に移動している。いま流れは紙面に垂直な方向には変化しないと仮定して以下の問いに答えよ。ただし, 速度の x 成分を u , y 成分を v とする。

- (1) 流れが定常, x 方向に一様で, 速度場が $(u, v) = (u(y), 0)$ となることを考慮してナビエ・ストークス方程式を解き, $u(y)$ を求めよ。ただし x 方向の圧力勾配 dp/dx を F とせよ。
- (2) (1) で得られた解から x 方向の平均流速を求め, 平均流速がゼロとなるときの, F の値を求めよ。
- (3) (2) の場合, 流体から両壁が受ける単位面積あたりのせん断力の合計を求めよ。

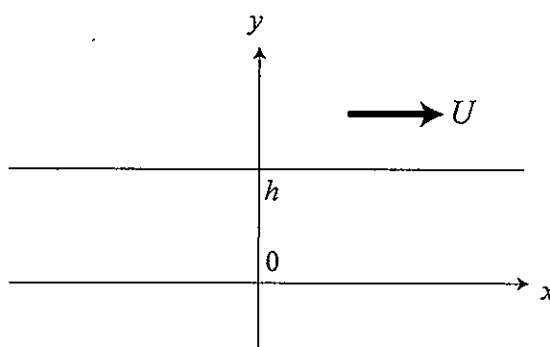


図 2