

2024年4月入学

大学院博士前期課程（修士）一般入試 問題

流体力学

注意事項

1. 解答始めの合図があるまで、中の頁を見てはいけません。
2. 問題用紙が2枚、解答用紙が2枚、草案用紙が1枚あります。
3. 解答始めの合図があったら、全ての用紙を見て枚数を確認して下さい。  
また、全ての解答用紙及び草案用紙に、受験番号を記入して下さい。
4. 解答は、それぞれの問題の解答用紙に記入して下さい。他の問題の解答を記入しても採点の対象となりません。
5. 解答スペースが足りないときは、同じ問題の解答用紙の裏に記入して下さい。裏に解答を記入するときは、表の頁に裏に解答を記入していることを明記して下さい。

岡山大学大学院環境生命自然科学研究科  
機械システム都市創成学位プログラム  
先端機械学コース

## 流 体 力 学

【1】  $x$  軸および  $y$  軸で与えられる複素平面がある. この平面において, 粘性のない, 非圧縮性流れがある. ここで, 流体の密度を  $\rho$  とし, 淀み点における圧力を大気圧とする.  $x$  および  $y$  方向の速度をそれぞれ  $Kx + U$  および  $-Ky$  とするとき, この流れについて, 以下の問いに答えよ. ただし,  $K$  および  $U$  を実数の正定数とし, 問(1)に限り  $U = 0$  とする. なお, 虚数単位を  $i$  とする.

- (1) 流線を  $x, y$  の関数として求めよ.
- (2) 座標  $(x, y) = (1, 1)$  と  $(x, y) = (1, -1)$  をむすぶ線分を通過する流管の体積流量を,  $x$  軸および  $y$  軸に垂直な方向の単位幅あたりの量として求めよ.
- (3) 連続の方程式を示せ.
- (4) 渦度を求めよ.
- (5) 複素速度ポテンシャルを  $x, y$  の関数として求めよ.
- (6) 淀み点の座標を求めよ.
- (7) 流れ場のゲージ圧を  $x, y$  の関数として求めよ.

## 流 体 力 学

【2】 図1に示す二次元の流体粒子 ABCD の  $y$  方向のナビエ・ストークス方程式を導出する。流体粒子の一辺の長さは  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ , 密度は  $\rho$  で紙面に垂直な奥行き方向に一様とする。流体粒子には図中の矢印の方向に, 垂直応力  $\sigma$ , せん断応力  $\tau$  がそれぞれ働いているものとし, 以下の問いに答えよ。なお, 時間は  $t$ , 重力加速度の大きさは  $g$ , 流体粒子の  $x$  方向の速度は  $u$ ,  $y$  方向の速度は  $v$  とし, 紙面に平行な流体粒子の面には応力は働いていないものとする。

- (1) 流体粒子の単位奥行き当りの質量とこの流体粒子に働く重力の大きさ (単位奥行き当り) を求めよ。
- (2) 辺 AD に働く  $y$  方向の力 (単位奥行き当り) を図中の記号を用いて示せ。
- (3) 辺 BC に働く  $y$  方向の力 (単位奥行き当り) を図中の記号を用いて示せ。
- (4) (2) と (3) で求めた  $y$  方向の力の和を, 流体粒子が十分小さく,  $\Delta x \rightarrow \delta x$ ,  $\Delta y \rightarrow \delta y$  とみなせるとし, 応力の偏導関数を用いて書き換えよ。
- (5) (2) から (4) と同様にして, 辺 AB と DC に働く  $x$  方向の力 (単位奥行き当り) の和を, 応力の偏導関数を用いて示せ。
- (6) (1), (4), (5) を用いて, 流体粒子の  $y$  方向の運動方程式を導出せよ。
- (7) 流れが非圧縮で流体粒子の体積変化率をゼロとし,  $\sigma$  と  $\tau$  が以下の式で表せるとする。このとき (6) で得られた運動方程式を書き換え, ナビエ・ストークス方程式を導出せよ。なお  $p$  は圧力,  $\mu$  は粘性係数 (正定数) である。

$$\sigma = -p + 2\mu \frac{\partial v}{\partial y}, \quad \tau = \mu \left( \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right)$$

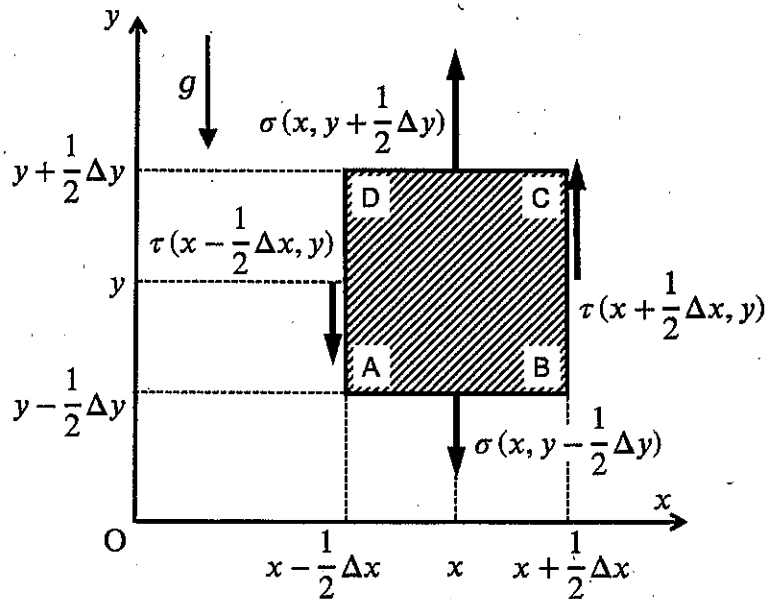


図1