

2026 年度  
神戸大学大学院工学研究科 博士課程前期課程  
機械工学専攻 入学試験問題

科目名：流体力学 [ 1 / 3 ]

(問題 [1], [2] は別々の答案用紙に解答すること)

- [1] 二次元直交座標系の流れ場を考える．位置ベクトルを  $x = (x, y)$ ，速度ベクトルを  $v = (u, v)$  とするとき，速度勾配テンソル  $F$  を用いて，

$$v = F \cdot x, \quad (1A)$$

と表されるとする．また，

$$F_1 = \begin{pmatrix} 0 & -a \\ a & 0 \end{pmatrix}, \quad F_2 = \begin{pmatrix} 0 & -b \\ -b & 0 \end{pmatrix}, \quad (1B)$$

とする．ここで， $a, b$  は正の定数とする．以下の問いに答えなさい．

- (1) 速度勾配テンソル  $F$  の対称成分と反対称成分の物理的な意味をそれぞれ答えなさい．
- (2)  $F = F_1$  のとき，流線の概形を図示しなさい（流れの方向も図示すること）．
- (3)  $F = F_1$  のとき，渦度  $\omega$  の大きさを求めなさい．
- (4)  $F = F_2$  のとき，流線の概形を図示しなさい（流れの方向も図示すること）．
- (5)  $F = F_1 + F_2$ ， $a = b$  のとき， $y$  軸上の速度ベクトルを図示しなさい．また，流体はどの方向に伸長し，どの方向に回転するか，簡潔に説明しなさい．

科目名：流体力学 [ 2 / 3 ]

(問題 [1], [2] は別々の答案用紙に解答すること)

- [2] 一様な重力加速度  $g$  の働く系において、図 1 (次ページ) に示すように、水平面と角度  $\theta$  をなす傾斜平板に沿って流れる液体 (非圧縮性粘性流体) の定常運動を考える。傾斜平板が  $y = 0$ 、流れの方向が  $x$  軸の正方向となるように空間二次元直交座標を導入する。自由表面が  $y = L$  (正定数) にあると仮定し、 $y = L$  上においてせん断応力が 0、圧力が大気圧の条件を課す。傾斜平板上では粘着 (すべりなし) 条件を課す。 $(x, y)$  方向流速を  $(u, v)$ 、圧力を  $p$  で表すと、自由表面を伴うこの流れの支配方程式系は、

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0, \quad (2A)$$

$$\rho_0 \left( u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} \right) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \rho_0 g \sin \theta, \quad (2B)$$

$$\rho_0 \left( u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} \right) = -\frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - \rho_0 g \cos \theta, \quad (2C)$$

$$\text{境界条件: } u = v = 0 \quad (y = 0); \quad \frac{\partial u}{\partial y} = v = 0, \quad p = P_0 \quad (y = L), \quad (2D)$$

と表される。ここに、 $\rho_0$  は流体の密度、 $\mu$  は粘性係数、 $P_0$  は大気圧であり、いずれも定数である。以下の問いに答えなさい。

- (1) 上記流れを  $x$  方向の平行流、つまり  $v = 0$  を仮定すると、式 (2A)–(2C) は、

$$\underline{\hspace{2cm}} \text{ (i) } = 0, \quad (2A')$$

$$0 = -\frac{\partial p}{\partial x} + \underline{\hspace{2cm}} \text{ (ii) }, \quad (2B')$$

$$0 = -\frac{\partial p}{\partial y} - \underline{\hspace{2cm}} \text{ (iii) }, \quad (2C')$$

となる。下線部 (i)–(iii) を埋めなさい。ただし、式 (2B') 導出の際に、式 (2A') を用いた。

- (2) 式 (2C') と  $p$  に対する境界条件 (2D) より、圧力分布  $p$  を求めなさい。
- (3) 問 (2) の結果より  $\partial p / \partial x = 0$  である。これと式 (2A'), (2B'), および  $u$  に対する境界条件 (2D) を用いて、 $x$  方向流速  $u$  を求めなさい。さらに、この流れの体積流量 (ただし奥行き方向の長さを 1 とする) を求めなさい。
- (4) 図 2 (次ページ) に示すように、 $y = a (> 0)$  にも傾斜平板を設置すると、 $0 < y < a$  の 2 平行平板間が流体で満たされ、 $v = \partial p / \partial x = 0$  を満たす  $x$  方向平行流となった。この流れの体積流量が問 (3) の結果と一致するとき、 $a$  の値を  $L$  を用いて表しなさい。なお、この流れの境界条件は、両傾斜平板において粘着 (すべりなし) 条件を課す。

科目名：流体力学 [ 3 / 3 ]

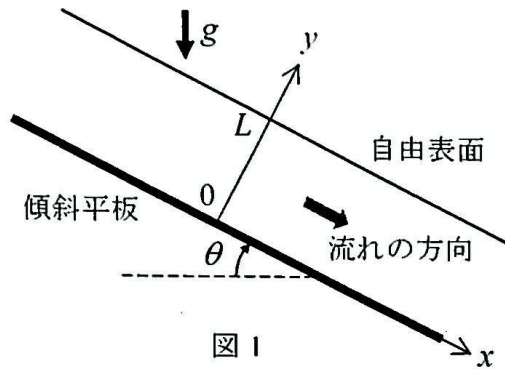


図 1

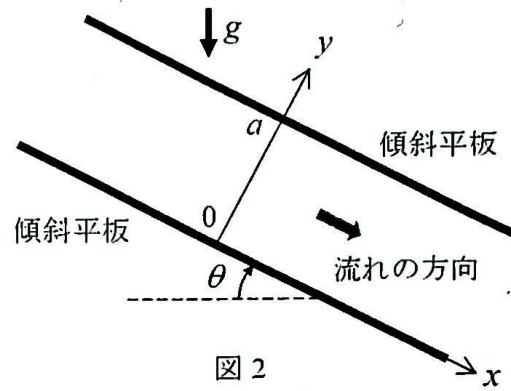


図 2