

空白が足りない場合には裏を使用しても良い

**流体の性質と分類**

1-1 空欄に当てはまる言葉をいれよ.

- ① 粘性の強さを表す物性値は粘性係数であり, これを密度で割ったものを ( ) という.
- ② ( ) とは壁近傍の速度の小さな流れの領域であり, 粘性の影響を強く受ける. 一方, 壁から離れたところの流れは ( ) と呼ばれ, ( ) 流体で近似できる.
- ③ 圧縮性の影響の大きさを示す無次元量は ( ) である. この値が1より大きな流れを ( ) といい, 衝撃波が発生する.

**流れの基礎**

2-1 空欄に当てはまる言葉をいれよ.

- ① 質量流量とは, ある断面を単位時間あたりに通過する流体の ( ) である.
- ② 周速が半径に比例する旋回流を ( ) という.
- ③ どの場所でも同一方向に同じ速さで流れている流れを ( ) という.
- ④ 時間と共に変化する流れを ( ) という.

2-2 ある物体表面付近の流速  $u, v$  が次式で与えられている. ただし,  $U$  は主流の流速,  $\delta$  は境界層厚さである.

$$\text{境界層内 } (0 \leq y \leq \delta) \quad u = \frac{3U}{2} \left( \frac{y}{\delta} \right) - \frac{U}{2} \left( \frac{y}{\delta} \right)^3, \quad v = 0$$

$$\text{主流 } (y \geq \delta) \quad u = U, \quad v = 0$$

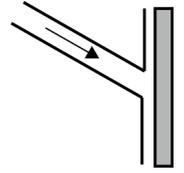
- ① 主流でのせん断ひずみ速度  $\gamma_{xy}$  を求めよ.
- ② 境界層でのせん断ひずみ速度  $\gamma_{xy}$  を求めよ.
- ③ 主流での粘性によるせん断応力  $\tau$  を求めよ.
- ④ 境界層でのせん断応力  $\tau$  を求めよ.
- ⑤  $\delta = 10 \text{ mm}$ ,  $U = 1.5 \text{ m/s}$  のとき, 壁面せん断応力  $\tau$  を求めよ. なお粘度  $\mu = 18 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{s}$  とする.
- ⑥ この境界層は層流境界層, 乱流境界層どちらか.

**測定に関する基礎事項**

3 標準ピトー管の測定原理を述べよ. また流れに対してピトー管が  $\theta$  だけ傾いた場合, 測定した物理量はどのようになるか.

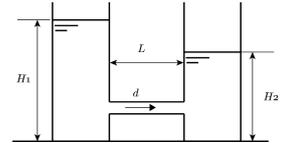
**運動量の法則**

4 水をノズルから噴出させ, 壁に当てている. この噴流は壁となす角  $60^\circ$  で壁にあたり, その後, 壁に沿って放射状に拡がって流れている. 噴流の流速を  $18 \text{ m/s}$ , ノズル出口直径を  $80 \text{ mm}$  として, 壁に働く力を求めよ. 検査体積を図示すること.



**管内の流れ**

5 図のように2つのタンクを円管 (内径  $d = 100 \text{ mm}$ , 長さ  $L = 8 \text{ m}$ , 管摩擦係数  $\lambda = 0.03$ ) でつなぎ, 中のオイルを流している.  $H_1 = 4 \text{ m}$ ,  $H_2 = 3 \text{ m}$  のとき, 円管内の流量を求めよ. 入口損失係数は無視出来るとし, 管摩擦損失, 出口損失を考慮せよ. また, この時の  $Re$  数を求め, 層流, 乱流を判断せよ. 動粘度を  $\nu = 1 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  とする.



**物体まわりの流れ**

7 プロ野球の投手が投げる球速  $150 \text{ km/h}$  のボールに作用する抗力を求めよ. ただしボールは直径  $d = 72 \text{ mm}$  とし無回転とする. 抗力係数はテキストの図より求めよ. ここで空気密度を  $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$ , 動粘度を  $\nu = 15 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  とする. また野球ボールにはゴルフボールのようなディンプルは無いが, どの程度の球速であればディンプルが有効になるか, 根拠と共に示せ.

**流体の運動方程式**

8 二枚の十分広い平板を  $h$  だけ離して水平に置いてある. 下側の板は静止しており, 上側の板が一定の速度  $U$  で下側の板に平行に動いている ( $x$  方向に動いている). このとき, 二枚の間の密度  $\rho$  粘度  $\mu$  の流体の流れの, ①断面内速度分布  $u(y)$  を求めよ ( $y$  と圧力勾配の関数になる). なお, 流れは定常で, 十分に発達した流れである. また流れは二次元と見なせる. 次に, ②圧力勾配の違い (正, ゼロ, 負) によってどのような流れになるか, 図示せよ. (クエット・ポアソユ流れ)