

## 平成30年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[流体力学]

- 1 十分に長い内径  $2R$  の円管の中を層流状態で流れる非圧縮性流体の流れについて考える。図1に示すように、円管の流れ方向に垂直な断面を上流から下流にかけ、順に、断面 I、断面 II、断面 III と定義する。このとき、上流側の断面 I において、速度分布は半径方向に一様となり、速度は  $U$  であった。また、上流側の断面 I から下流側の断面 III にかけて流れは徐々に発達し、断面 III から下流では速度分布が流れ方向に一様となった。断面 I における圧力を  $P_i$ 、断面 III における圧力を  $P_o$  とする。流体の密度と粘性係数をそれぞれ  $\rho$ 、 $\mu$  とし、以下の問いに答えよ。

【70点】

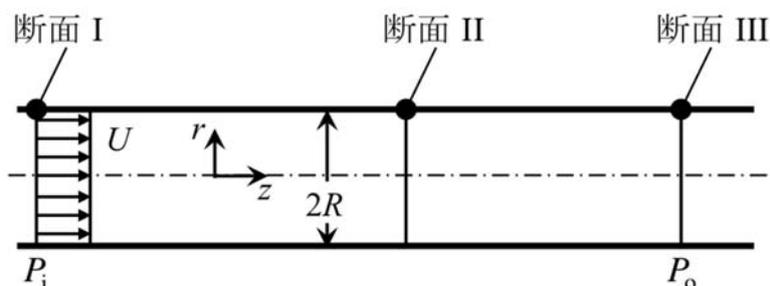


図1

- (1) 流体の流れは軸対称であり、速度分布は半径方向座標  $r$  のみの関数として表される。断面 III における速度分布を  $U$ 、 $R$ 、 $r$  を用いて表せ。
- (2) 断面 II、断面 III における速度分布の概形を示せ。
- (3) 断面 I から断面 III までの区間は助走区間と呼ばれる。助走区間の長さは速度  $U$  が大きくなったときに長くなるか、それとも短くなるか、答えよ。また、その理由を記述せよ。
- (4) 断面 III より下流において円管内壁に働くせん断応力  $\tau_w$  を  $U$ 、 $\mu$  及び  $R$  を用いて表せ。
- (5) 断面 III を通過する流体の単位時間当たりの運動量を  $U$ 、 $\rho$  及び  $R$  を用いて表せ。
- (6) 断面 I から断面 III にかけて流体が円管の内壁面から受ける摩擦力  $F_w$  を  $P_i$ 、 $P_o$ 、 $U$ 、 $\rho$  及び  $R$  を用いて表せ。

2 流れの代表速度を  $U$ 、代表長さを  $L$ 、流れの変動周波数を  $f$  とし、重力加速度を  $g$  とする。また、流体の物性値として、密度を  $\rho$ 、粘性係数を  $\mu$ 、表面張力を  $\sigma$ 、音速を  $a$  とする。このとき、以下の問いに答えよ。

【30点】

- (1) 流体に働く慣性力と粘性力の比を表す無次元数の名前を答えよ。また、その無次元数を  $U$ 、 $L$ 、 $f$ 、 $g$ 、 $\rho$ 、 $\mu$ 、 $\sigma$ 、 $a$  の中から必要なものを用いて表せ。
- (2) 流体に働く慣性力と重力の比を表す無次元数の名前を答えよ。また、その無次元数を  $U$ 、 $L$ 、 $f$ 、 $g$ 、 $\rho$ 、 $\mu$ 、 $\sigma$ 、 $a$  の中から必要なものを用いて表せ。
- (3) 流体に働く粘性力と表面張力の比を表す無次元数の名前を答えよ。また、その無次元数を  $U$ 、 $L$ 、 $f$ 、 $g$ 、 $\rho$ 、 $\mu$ 、 $\sigma$ 、 $a$  の中から必要なものを用いて表せ。
- (4) 周期的に変動する流れの非定常性に起因する慣性力と対流に起因する慣性力の比を表す無次元数の名前を答えよ。また、その無次元数を  $U$ 、 $L$ 、 $f$ 、 $g$ 、 $\rho$ 、 $\mu$ 、 $\sigma$ 、 $a$  の中から必要なものを用いて表せ。
- (5) 流体の圧縮性の影響を表す無次元数の名前を答えよ。また、その無次元数を  $U$ 、 $L$ 、 $f$ 、 $g$ 、 $\rho$ 、 $\mu$ 、 $\sigma$ 、 $a$  の中から必要なものを用いて表せ。