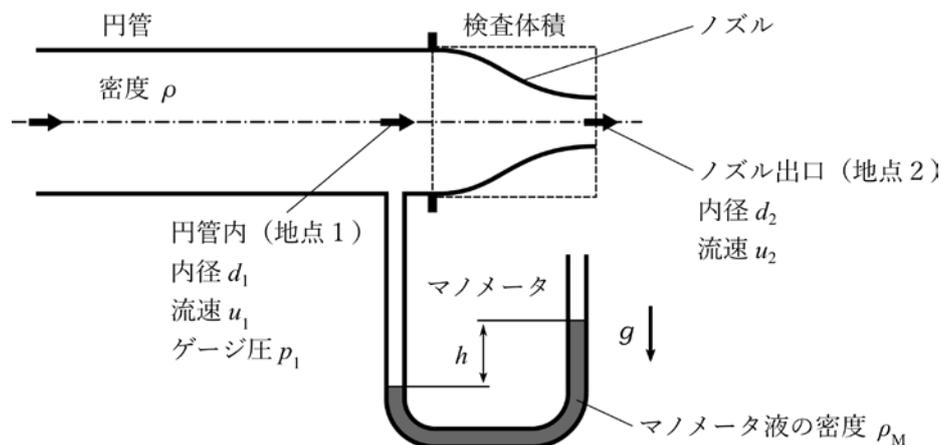


## 令和2年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[流体力学]

- 1 図1のように、内径  $d_1$  の円管に出口内径  $d_2$  のノズルが接続され、水平に配置されている。内部を密度  $\rho$  の空気が流れており、ノズル出口から大気中に噴出している。流れは定常であり、円管内及びノズル出口の断面内の流速は一樣で、それぞれ  $u_1$ 、 $u_2$  である。円管の壁面には図1のようにマンメータの一端が接続されており、マンメータの另一端は大気に開放されている。マンメータが設置されている位置を地点1、ノズル出口を地点2とする。マンメータ液の密度は  $\rho_M$ 、マンメータの液面差は  $h$  である。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、管内の流れは非圧縮性流体の流れとみなすことができ、空気の温度及び密度は一定であるものとする。また、流れに損失は無いものとし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

【50点】



- (1) 質量保存則を用いて、ノズル出口における流速  $u_2$  を  $u_1$ 、 $d_1$ 、 $d_2$  を用いて表せ。
- (2) マンメータの液面差  $h$  から、地点1のゲージ圧  $p_1$  を求めよ。ただし、マンメータ液の密度  $\rho_M$  は空気の密度  $\rho$  よりも十分に大きく、空気の重量がマンメータの液面差に及ぼす影響は無視できるものとする。
- (3) ノズル出口における流速  $u_2$  を  $\rho$ 、 $\rho_M$ 、 $d_1$ 、 $d_2$ 、 $h$ 、 $g$  を用いて表せ。
- (4) この流路のノズルの入口から出口までを取り囲む、図1中に点線で示されるような検査体積を考える。この検査体積から流出する運動量から、この検査体積へ流入する運動量を差し引いた値  $\Delta M$  を  $\rho$ 、 $u_1$ 、 $u_2$ 、 $d_1$ 、 $d_2$  を用いて表せ。
- (5) ノズルが流体から受ける力の大きさ  $F$  を  $\rho_M$ 、 $d_1$ 、 $d_2$ 、 $h$ 、 $g$  を用いて表せ。

2 十分広い空間において、密度  $\rho$ 、粘性係数  $\mu$  の空気が、流速  $U$  で一様に流れている。この流れの中に、直径  $D$  の表面が滑らかな円柱が、その軸が流れに直交するように固定されている。円柱の後流にはカルマン渦が発生しており、その発生周波数を  $f$  とする。また、円柱が軸方向単位長さあたりに流れから受ける抗力の大きさを  $F$  とする。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、円柱は軸方向に十分長く、両端の影響は無視できるものとする。また、流れは非圧縮性流体の流れとみなすことができ、空気の温度と密度は一定であるものとする。

【50点】

- (1) この円柱周り流れのレイノルズ数  $Re_D$  を  $\rho$ 、 $\mu$ 、 $U$ 、 $D$ 、 $f$ 、 $F$  の中から必要なものを用いて表せ。
- (2) この円柱周り流れを、直径  $D_m$  の円柱模型を用いて風洞実験で再現することを考える。流れを代表する粘性力と慣性力の比が、実際の流れと風洞実験で等しくなるために、風洞の流速として設定すべき値  $U_m$  を  $\rho$ 、 $\mu$ 、 $U$ 、 $D$ 、 $D_m$ 、 $f$ 、 $F$  の中から必要なものを用いて表せ。ただし、風洞実験における空気の密度は  $\rho$ 、粘性係数は  $\mu$  であるものとする。
- (3) この円柱周り流れのストローハル数  $St$  を  $\rho$ 、 $\mu$ 、 $U$ 、 $D$ 、 $f$ 、 $F$  の中から必要なものを用いて表せ。
- (4) この円柱周り流れの抗力係数  $C_D$  を  $\rho$ 、 $\mu$ 、 $U$ 、 $D$ 、 $f$ 、 $F$  の中から必要なものを用いて表せ。ただし、抗力係数の基準面積は円柱の軸方向単位長さあたりの前面投影面積とする。
- (5) 以下の図2は、円柱周り流れのレイノルズ数  $Re_D$  と抗力係数  $C_D$  の関係を示している。図2に矢印で示されたレイノルズ数付近で、抗力係数が減少する理由を答えよ。

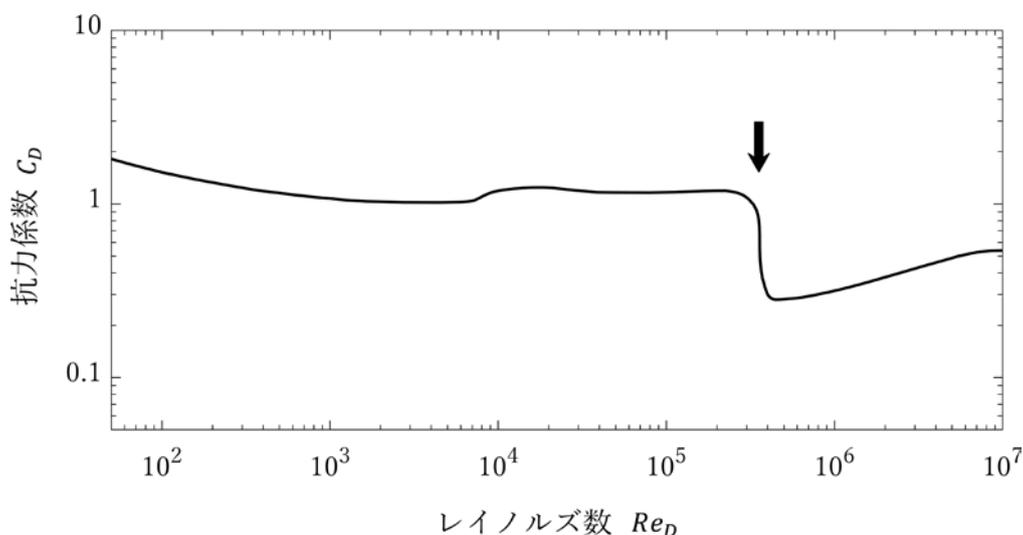


図2