

2025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 軸で与えられる二次元平面がある。この平面の $1 \leq x \leq 4$ および任意の y を対象とする領域がある。この領域に、表面の座標が $y = 4/x$ および $y = -4/x$ でそれぞれ与えられる上壁面および下壁面がある。両壁面は縮流部を構成し、両壁面の間のみを完全流体が流れている。 x 軸方向速度が x のみの関数であるとき、以下の問いに答えよ。ここで、流体の密度を ρ とし、 $x=1$ における x 軸方向の速度を U_0 、座標 $(x,y) = (1,0)$ および $(1,4)$ での圧力をそれぞれ P_0 および P_a とする。

- (1) $x=1$ の断面における体積流量を 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。
- (2) $x=4$ の位置における x 軸方向速度を求めよ。
- (3) この流れの y 軸方向の速度を求めよ。
- (4) この流れの渦度を求めよ。
- (5) 座標 $(x,y) = (1,0)$ を通る流線上の圧力を求めよ。
- (6) 座標 $(x,y) = (1,4)$ を通る流線上の圧力を求めよ。
- (7) 上壁面、下壁面、 $x=1$ および $x=4$ で囲まれる領域の流れの循環を求めよ。

流 体 力 学

【2】高度1万メートルの上空を時速900 kmで飛行する全長40 mの航空機の風洞実験を、実物の10分の1の大きさの模型を用いて行うことを考える。このとき、以下の問いに答えよ。なお高度1万メートルにおける空気の密度は 0.4 kg/m^3 、粘性係数は $1.6 \times 10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 、音速は 300 m/s とする。

- (1) 航空機の飛行マッハ数を求めよ。
- (2) 高度1万メートルにおける空気の動粘性係数を求めよ。
- (3) 航空機の周りの流れのレイノルズ数を求めよ。
- (4) 風洞気流の物性値が高度1万メートルの空気の物性値と等しいとき、風洞実験における気流速は何 m/s にするべきか求めよ。なお気流マッハ数の違いが実験に及ぼす影響はないものとする。
- (5) (4)の気流条件における風洞実験で模型に働く抗力が $2.0 \times 10^5 \text{ N}$ と計測されるとき、航空機に働く抗力が何 N になるかを求めよ。なお、航空機の姿勢は風洞実験を行った際の模型の姿勢と同様で、気流マッハ数の違いが抗力に及ぼす影響はないものとする。
- (6) (4)の気流条件では風洞気流のマッハ数が1を超えてしまい、実験としては好ましくない。そこで風洞気流の圧力と温度を変え、気流の密度と粘性係数を高度1万メートルの空気の密度と粘性係数のそれぞれ30倍と1.5倍に増加させた。このとき、風洞実験における気流速は何 m/s にするべきか求めよ。
- (7) (4)から(6)に気流条件を変化させた場合、風洞気流の温度は変化する。温度は「増加」するか、「減少」するか、どちらか答えよ。
- (8) (4)から(6)に気流条件を変化させた場合、模型に働く抗力は変化する。(6)の気流条件における模型の抗力を求めよ。ただし模型の姿勢は(5)と同じで、マッハ数の違いは無視できるものとする。