

平成31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3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. 解答欄が足りないときは、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。

岡山大学大学院自然科学研究科（工学系）
機械システム工学専攻（機械系）

流 体 力 学

【1】図1のような円筒形状の水槽に高さ H まで密度 ρ の完全流体が入っている。底面に面積 a の小さな流出孔が開いており、その孔から水槽内の流体が流出するとき、以下の問いに答えよ。ただし、水槽底面の面積は流出孔の面積に比べて十分に大きく、流体が流出する間、流れは準定常状態にあるものとする。なお、水槽の内径は $2R$ とし、液面と流出する流体には大気圧が作用している。また、重力加速度の大きさは g 、円周率は π とする。

- (1) 水面の高さが z のとき、流出孔から流出する流体の流速 w を求めよ。
- (2) (1) のとき微小時間 dt の間に流出する流体の体積 dV を求めよ。
- (3) 微小時間 dt の間に $dz (< 0)$ だけ液面が変化したとき、 dV を dz を用いて表せ。
- (4) 水槽内の流体がすべて流出するまでの時間 T を求めよ。

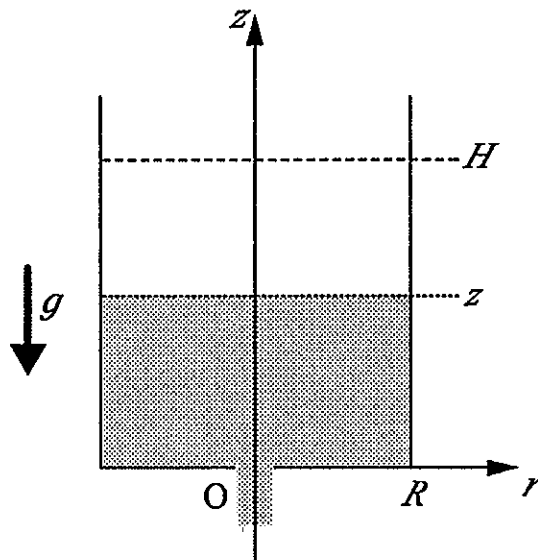


図 1

【2】複素速度ポテンシャル $W(z) = -z^2$ が、 x - y 平面における $x, y \geq 0$ の領域で表す流れについて、以下の問いに答えよ。ただし $z = x + iy$, i は虚数単位である。

- (1) 点 $A(2, 2)$ を通る流線の式を求めよ。
- (2) (1) で求めた流線の概形を描け。また、 x 方向、 y 方向の速度を求め、流れの方向を示せ。
- (3) 原点 $O(0, 0)$ と点 A を結ぶ線分 OA を通過する体積流量を求めよ。

流 体 力 学

【3】 静止した非圧縮・粘性流体中におかれた無限平板が、急に一定速度 U で x 軸方向に動き出し、流体中に図2のような速度が誘起された。このとき以下の問いに答えよ。
なお、時間は t 、流体の密度は ρ 、 x 方向の流速は u 、 y 方向の流速は v 、圧力は p 、動粘性係数は ν とする。

- (1) 2次元 (x - y 平面) における非圧縮・粘性流体の連続の方程式を書け。
- (2) 2次元 (x - y 平面) における非圧縮・粘性流体のナビエ・ストークス方程式を書け。
- (3) 平板の運動方向における圧力勾配はゼロで流れが層流の場合、連続の方程式とナビエ・ストークス方程式はそれぞれどのように近似されるか書け。
- (4) (3) で求めたナビエ・ストークス方程式を相似変換により解くことを考える。粘性が支配的な領域の厚さ δ を ν と t を用いて近似せよ。
- (5) (4) で求めた δ を用い平板からの高さを $\eta = y/\delta$ と無次元化したとき、無次元速度分布は η の関数 f で $u/U = f(\eta)$ のように書ける。このとき (3) で求めた式を f と η を用いて表せ。

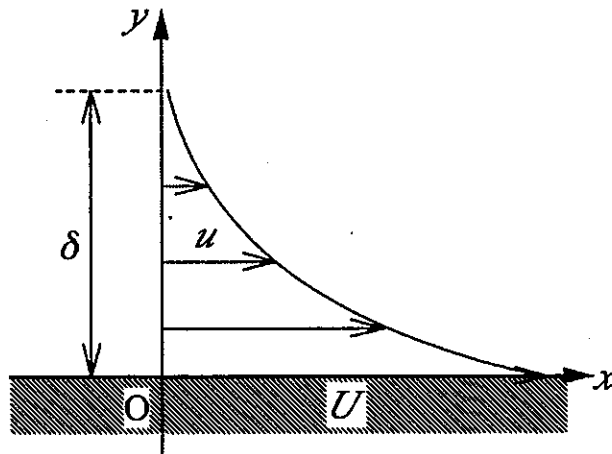


図 2