

平成28年度

大学院博士前期課程（修士）一般入学試験問題

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、氏名を記入して下さい。
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に示すように、管直径が緩やかに d_1 から d_2 へと増大しながら、 180° 向きを変える円管がある。直径 d_1 の管入口から速度 V_1 で x の正方向に密度 ρ の流体が流入し、直径 d_2 の管出口から速度 V_2 で x の負方向へ流出する。このとき、以下の問いに答えよ。なお、流体は非圧縮で非粘性、重力は無視するとし、大気圧を p とし、管軸中心は xy 平面内にあるとする。

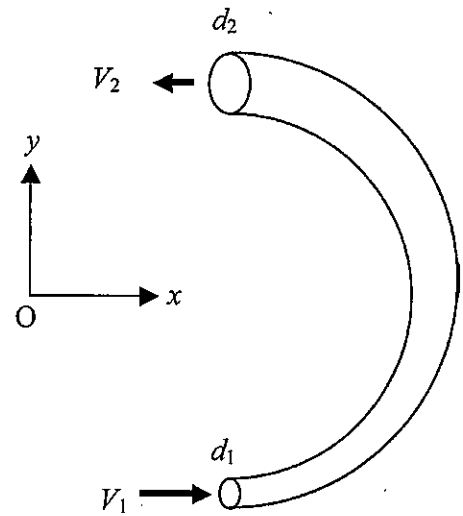


図 1

- (1) V_2 を V_1 , d_1 , d_2 を用いて表せ。
- (2) 管には、どのような大きさの力が、どの方向に働くか求めよ。

- 【2】 図2に示すように、一部を細くしたくびれ管（以下管と呼ぶ）がある。流入部の速度を u_1 、圧力 p_1 、面積 A_1 、くびれ部の速度を u_2 、圧力 p_2 、面積 A_2 とする。また、流体は非圧縮で非粘性とし、重力加速度を g 、管を流れる流体の密度 ρ 、マノメータ内の流体の密度 ρ_m ($\gg \rho$) とする。このとき、以下の問いに答えよ。

- (1) このような管を流量の計測に応用した装置を何と呼ぶか、答えよ。
- (2) 流入部とくびれ部の間に成り立つベルヌーイの定理を書け。
- (3) マノメータ内の水位差を h とするとき、 p_1 と p_2 の関係式を書け。
- (4) 管を流れる体積流量 Q を g , h , A_1 , A_2 , ρ , ρ_m を用いて表せ。

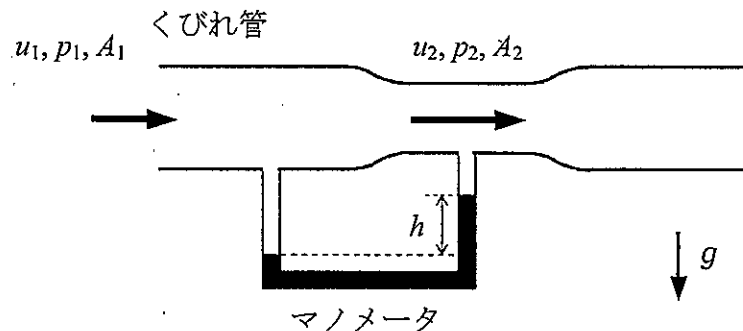


図 2

流 体 力 学

【3】 図3に示すように、密度 ρ 、動粘性係数 ν の非圧縮、静止流体中に平板が置かれている。時刻 $t=0$ にこの平板が一定速度 U で x の正方向へ動き出した。この平板の運動が引き起こす $y \geq 0$ における流れに関して、以下の問いに答えよ。ただし、流れは2次元とし、平板は x 方向に無限に長いものとする。また平板の運動が誘起した流れは層流で xy 平面内で圧力勾配はないものとする。

- (1) 2次元非圧縮性流体の連続の式とナビエ・ストークス方程式を全て書け。ただし、 x 方向の速度は u 、 y 方向の速度は v 、圧力は p とせよ。
- (2) (1)で答えた x 方向のナビエ・ストークス方程式を主文の条件にしたがって書き換えよ。
- (3) 平板が動き出した影響は、流体の粘性によって時々刻々と流体中へと広がっていく。時刻 $t (\geq 0)$ におけるこの影響領域の厚さ δ を ν と t を使って近似せよ。
- (4) (3)で答えた δ を使って平板からの距離 y を規格化すると、無次元速度分布 u/U は無次元距離 $\eta (= y/\delta)$ に対して相似関数 $f(\eta)$ となることが知られている。(2)で求めた方程式を η と $f(\eta)$ を使って書き換えよ。
- (5) $f(0)$ 、および $f(\infty)$ の値をそれぞれ答えよ。
- (6) (4)で求めた方程式を解き、 $f(\eta)$ を求めよ。ただし、 $g(\eta) = \int_0^\eta e^{-\frac{1}{4}h^2} dh$ とするとき、 $g(0)=0$ 、 $g(\infty) = \sqrt{\pi}$ である。

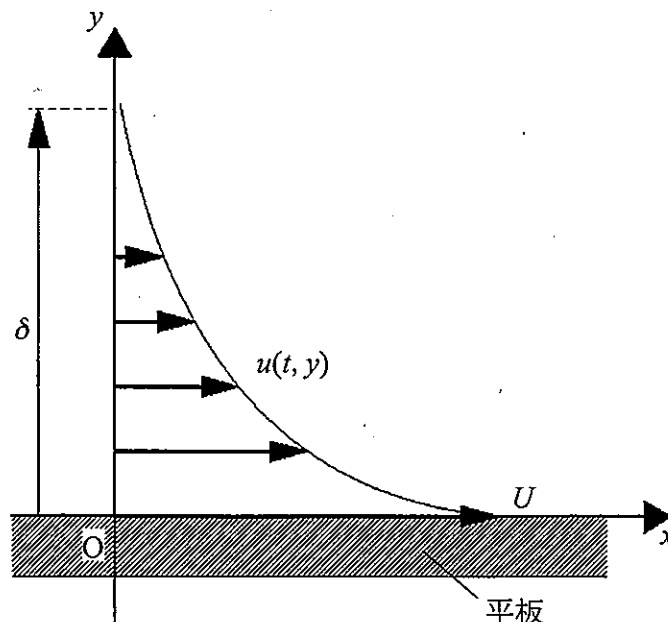


図 3