

平成16年度

大学院博士前期課程(修士)入学試験問題

流体力学

* 注意事項：各問題の解答の記載に当たっては、各解答用紙に指示してある問番号に対応した部分に解答や解答の導き方を記載のこと。

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】 間隔が $2h$ なる無限平板間の非圧縮性粘性流体（粘性係数を μ とする）に対する二次元定常流を考える．平板間の中央に座標原点を持つ (x, y) 座標を取る． $y = -h$ の平板は静止し， $y = h$ の平板は x 方向に一定速度 $U(>0)$ で動いている．また， x 方向に一定の圧力勾配 $\partial p / \partial x$ がある．重力は考えない．このとき次の問に答えよ．
- (1) 流れは x 方向のみであり，また，その流速 u は x によらないと考えられる． u に対する基礎式とその境界条件を書け．
 - (2) 上式を解き流速分布を求めよ．
 - (3) 平板間の流量が 0 であるとき，圧力勾配と U との関係を求めよ．
 - (4) 問(3)の状態にあるとき，各平板に働く平板の接線方向の応力を， h ， μ ， U で表せ．

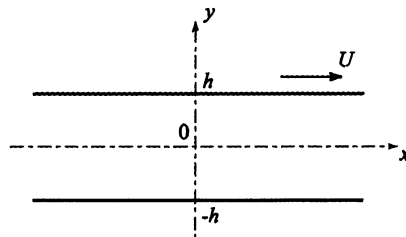


図 1

- 【2】 圧力 p_0 の大気中に置かれた断面積 A の円形ノズルから密度 ρ の水が，一様速度 q で噴出し，ノズルの前方に置かれた大きな板に垂直に当たっている．また，板は噴流の方向と同方向に速度 u で動いているとする．このとき次の問に答えよ．ただし，水の粘性及び重力は無視する．また，板の移動に伴う大気の運動は無視してよい．なお，答えの導出に当たっては，できるだけ丁寧に説明せよ．
- (1) ノズルから出る噴流の単位時間当たりの運動量を求めよ．
 - (2) 板に衝突した噴流は板面上を同心円状に広がっていく．十分広がったところでの水流の持つ板に沿う速度はいくらか．
 - (3) 板表面における最大圧力を求めよ．
 - (4) 板の前面と後面の圧力差により板に力が働く．この力を求めよ．

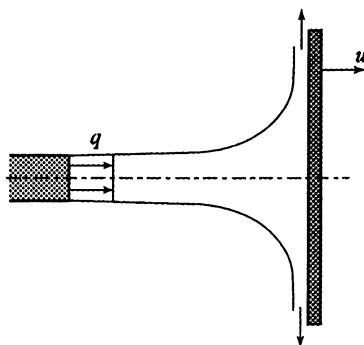


図 2

【3】 検査空間（コントロールボリューム）への運動量の流入・流出等に関する次の問に答え、それらを利用して、流線に沿った一次元のオイラーの運動方程式を導出せよ。

ここで、流線とそれを中心軸とする流管を考え、この流線上のある点での流管横断面を断面1、そこから流線に沿って微小長さ Δs だけ下流でのものを断面2とし、この断面1と断面2の間の流管を検査空間とする。

記号として、時間 t 、流体の密度 ρ 、流管横断面積 A 、流線に沿う流速 W 、圧力 p 、流体の単位質量あたりに働く外力の流線方向成分 F を用いよ。

- (1) 断面1から Δt 時間に流入する質量 m_1 と運動量 M_1 を求めよ。
- (2) 断面2から Δt 時間に流出する質量 m_2 と運動量 M_2 を求めよ。
- (3) 時刻 $t = 0$ に検査空間内の流体が保有している質量 m_0 と運動量 M_0 を求めよ。
- (4) 時刻 $t = \Delta t$ に検査空間内の流体が保有している質量 $m_{\Delta t}$ と運動量 $M_{\Delta t}$ を求めよ。
- (5) 連続の式を導出せよ。
- (6) 圧力による流線方向の力積について、
 - (a) 断面1での力積 I_1 を求めよ。
 - (b) 断面2での力積 I_2 を求めよ。
 - (c) 流管側壁での力積 I_s を求めよ。
 - (d) 上記(a)～(c)の結果より、圧力による流線方向の力積 I_p を求めよ。
- (7) 外力による流線方向の力積 I_F を求めよ。
- (8) 連続の式を含む以上の結果を利用して、オイラーの運動方程式を導出せよ。

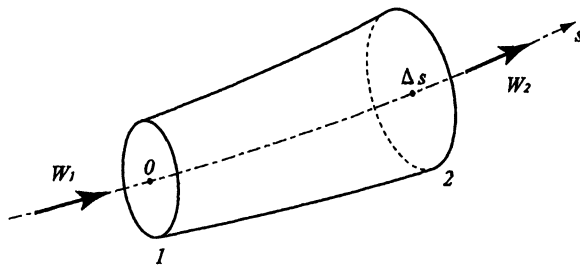


図 3