

平成 1 7 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：問題の解答にあたっては，解答用紙に指示してある問題  
番号、解答の仕方に従って記入すること

(解答用紙 4 枚、草案用紙 1 枚)

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】 一様な気流中に置かれた直径が  $d_0$  [m] の球に働く抵抗を求めるため、その  $\frac{1}{10}$  の大

きさの模型と、密度が実際の 1000 倍、粘性係数が 10 倍の液体を用いて実験を行った。実際の場合の流速が  $u_0$  [m/s] (ただし、このときのマッハ数は十分小さいとする) のとき、実験ではどれだけの流速を用いるべきかを示せ。また、実験での抵抗が  $F_f$  [N] のとき、実際の球に働く抵抗を求めよ。

【2】 図 1 のように、密度  $\rho$ 、粘性係数  $\mu$  の液体が、水平と角  $\theta$  をなす斜面上を定常に流れ下っている。このとき液膜の厚さ  $h$  は一定であり、流れは斜面に沿って変化しないものとする。斜面に沿って  $x$  軸、それに垂直に  $y$  軸を取り、それぞれの方向の液体の流速を  $u, v$ 、圧力を  $p$  とする。また、重力加速度を  $g$  とする。

(1)  $x, y$  方向の運動方程式を書け。

(2) 液膜表面では、圧力は大気圧  $p_0$ 、せん断応力は 0 であるとするときの流速分布、圧力分布を求めよ。

(3) 壁面に働くせん断応力を計算せよ。

なお、紙面に垂直方向には、流れは同じ状態にあるとする。

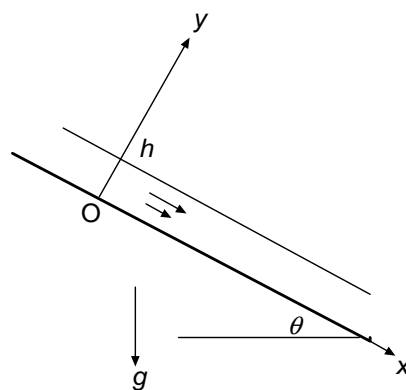


図 1

- 【3】 図2に示すように，無限遠点で， $x$  軸方向に一樣な流速  $U$ ，圧力  $p$  で流れる密度  $\rho$  の非圧縮性完全流体の二次元流を考える．原点  $O$  に時計回りに回転し，循環の大きさが  $\Gamma$  の渦糸をおく．このとき，渦糸に働く力を求めるため， $x$  方向が  $2L$ ， $y$  方向が  $2h$  の大きな長方形の検査面  $ABCD$  を取り，運動量法則を適用しよう．ただし，紙面に垂直方向には単位長さを取る．
- (1) 流れを表す複素速度ポテンシャルを書け．
  - (2) 流速  $(u, v)$  および圧力  $p$  を求めよ．
  - (3) 面  $AB$  から検査領域に流入する単位時間あたりの流体の持つ  $x$  方向運動量および  $y$  方向運動量を  $\rho, u, v$  を用いて表せ．
  - (4) 面  $AD$  から検査領域に流入する単位時間あたりの流体の持つ  $x$  方向運動量および  $y$  方向運動量を  $\rho, u, v$  を用いて表せ．
  - (5) 渦が流体に及ぼす力の  $y$  成分を  $F_y$  とする． $y$  方向の運動量法則を立て， $F_y$  を表す式を求めよ． $u, v$  等を用いて表し，それらをどの位置で計算するかも明確に示せ．
  - (6) 問(5)で得られた式に，問(2)での  $u, v$  等を代入し計算することによって，渦の受ける  $y$  方向の力を求めよ．

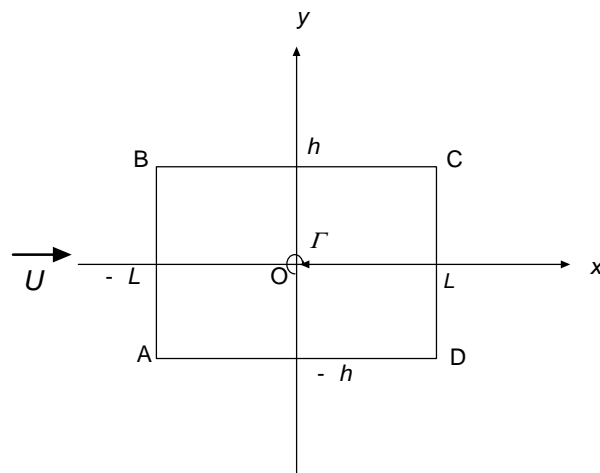


図 2

- 【4】 球座標  $(r, \theta, \phi)$  における密度  $\rho$  の圧縮性流体の非定常流れの質量保存則（連続の式）を導出せよ．ただし，流速の各成分を  $(V_r, V_\theta, V_\phi)$  とし，また，角度  $\theta$  は動径  $r$  の  $z$  軸 ( $z > 0$ ) からの傾き角であり，角度  $\phi$  は動径  $r$  の  $xy$  平面への射影が  $x$  軸 ( $x > 0$ ) となす角であるとする．