

平成18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：解答用紙に指示してある問題番号，解答の仕方にしたがって記入すること。

岡山大学大学院自然科学研究科
機械システム工学専攻（機械系）

流 体 力 学

【1】非粘性流体の2次元流について以下の問いに答えよ。ただし、 ρ を密度、 u, v をそれぞれ x 方向、 y 方向速度とする。

- (1) 図1に示す長方形 ABCD 内での質量保存法則は以下ようになる。項 (I)、項 (II) は何を表すか符号の違いに注意して説明せよ。なお BC 等はその線上での積分であることを示す。

$$\frac{\partial}{\partial t} \iint_{\text{長方形 ABCD}} \rho \, dx \, dy = - \underbrace{\int_{y_1 BC}^{y_2} \rho u \, dy}_{(I)} - \int_{x_1 DC}^{x_2} \rho v \, dx + \underbrace{\int_{y_1 AD}^{y_2} \rho u \, dy}_{(II)} + \int_{x_1 AB}^{x_2} \rho v \, dx$$

- (2) (1) の保存則が $x - y$ 平面における任意の長方形において成立することから、連続方程式を導け。
- (3) ラグランジュ微分を用いて連続方程式を書け。

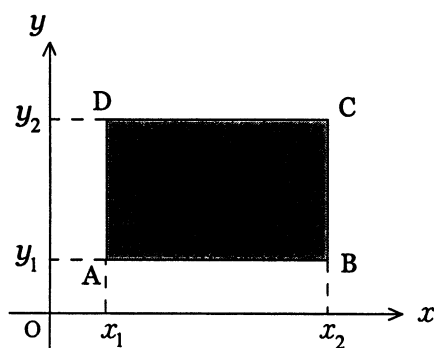


図 1

【2】複素速度ポテンシャル $W = Uze^{-i\alpha} + \frac{A}{z}e^{i\alpha}$ で与えられる2次元流を考える。ここで $z (= x + iy)$ は複素数、 U, A, α ($0 < \alpha < \pi/2$) を正の定数とする。このとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 複素速度を求め、その結果からよどみ点の座標を求めよ。
- (2) 流れ関数 Ψ を座標 (x, y) の関数として求め、 $\Psi = 0$ が表す流線を $x - y$ 平面上に図示せよ。
- (3) 複素速度ポテンシャル W の表す流れはどのような流れであるか説明せよ。

【3】半径方向速度 $u_r = 0$, 軸方向速度 $u_z = 0$, 円周方向速度 $u_\theta = Cr$ で与えられる軸対称流れの渦度を求めよ. ただし, C は正定数, r は対称軸からの距離である.
また, このような渦を何と呼ぶか.

【4】無限遠方で x 方向に U の一様流速を持つ非圧縮性流体の2次元流を考える. 薄い半無限平板が図2のように置かれている. この平板の $x = L$ での平板層流境界層の厚さは, 平板片側で δ であるとする. 座標 (x, y) を, 代表長さとしてそれぞれ L と δ を用いて $x = x'L$, $y = y'\delta$ と表し, また x, y 方向の速度 u, v を, 代表速度としてそれぞれ U と境界層外縁での y 方向速度 V を用いて $u = u'U$, $v = v'V$ と表すことにする. また, 動粘性係数を ν , レイノルズ数を $Re = \frac{UL}{\nu} (\gg 1)$ とする. このとき, 以下の問いに答えよ.

(1) 速度比 V/U の大きさは, 長さ比 δ/L のオーダーであることを示せ.

(2) $x = L$ での境界層厚さ δ は $\frac{L}{\sqrt{Re}}$ のオーダーであることを示せ.

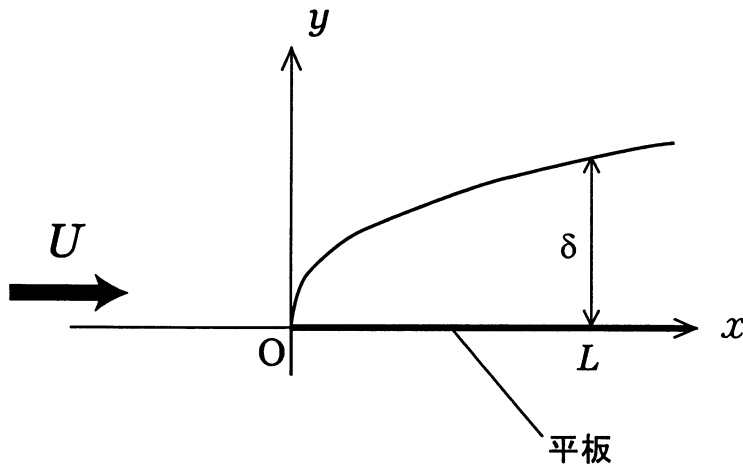


図2