

流 体 力 学

【1】図 1 に示すような円形断面の管内に，非圧縮性・非粘性で密度が ρ の定常流が存在する．管直径がゆるやかに d_1 から d_2 へ変化し，流入速度が V_1 で流出速度が V_2 とする．重力の影響が無視できると考えて，以下の問いに答えよ．

- (1) ベルヌーイの定理を表す式を書け．
- (2) 流入圧力が p_1 であるとするとき流出圧力 p_2 はいくらになるか計算せよ．
- (3) 流入口を単位時間当たり通過する運動量流束を求めよ．

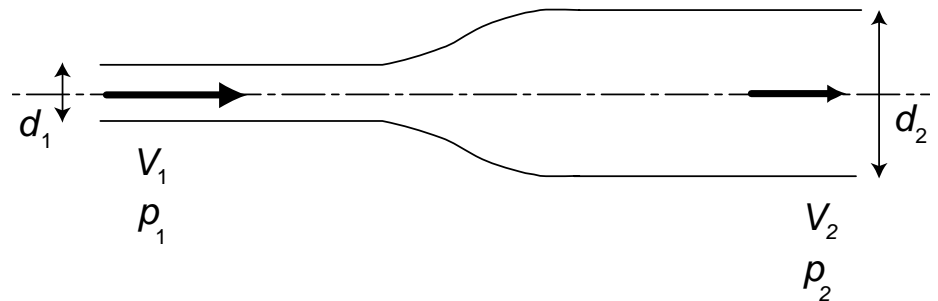


図 1

【2】 xy 平面上の非圧縮性・非粘性流体の渦なし流れを考える．速度場は $\mathbf{u} = u\mathbf{i} + v\mathbf{j}$ とし， \mathbf{i}, \mathbf{j} はそれぞれ x 方向, y 方向の単位ベクトルである．このとき以下の問いに答えよ．

- (1) u, v を流れ関数 ψ を用いて表せ．
- (2) u, v を速度ポテンシャル ϕ を用いて表せ．
- (3) 複素速度ポテンシャル W を流れ関数と速度ポテンシャルを用いて表せ．
- (4) 図 2 に示すような，原点を中心として旋回する速度場 $\mathbf{u}_\theta = \frac{C}{r}$ を考える．ここで C は正定数で， $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ である．この流れの x, y 方向速度 u, v を求めよ．

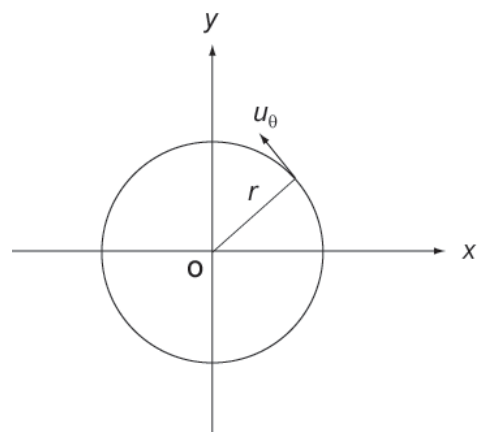


図 2

- (5) 問(4)の流れによる原点 O の周りの半径 r の円に沿った循環 Γ を求めよ．
- (6) 問(4)の流れに対応する流れ関数，速度ポテンシャル，複素速度ポテンシャルを求めよ．

【3】 平行な二平板間にある非圧縮性・粘性流体（密度 ρ ，粘度 μ ）の二次元流れに関する問題を考える．一方の平板は， $y = 0$ である xz 平面にあり，静止している．他方の平板は， $y = h$ の位置にあり， x 方向に U （＝一定）の速さでその平板自身に平行に動いているとする．流れの方向の圧力勾配 dp/dx が与えられた場合において以下の問いに答えよ．

- (1) この流れ場内に微小検査空間 $dx dy$ (z 方向には単位長さ) をとり，粘性によるせん断応力 τ と圧力 p による力の釣り合い式を導出せよ．
- (2) この平行二平板間の流体の速度分布 $u(y)$ ($0 \leq y \leq h$) を求めよ．
- (3) また， $y=0$ にある静止平板面上において粘性力が働かなくなる圧力勾配の大きさを求めよ．