

図-1のような2枚の平行平板間 (距離 $h$ ) の定常な2次元層流について考える。2枚の平板は静止しており、 $x$ 方向の圧力勾配 (既知) で流れが駆動されているものとする。式(1)は2次元のナビエ・ストークス方程式の $x$ 方向の式を記した。ただし、 $t$ は時間、 $x, z$ は2次元デカルト座標、 $u, w$ はそれぞれ $x, z$ 方向の速度成分、 $\nu$ は動粘性係数、 $\rho$ は密度、 $p$ は圧力、を表す。

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{dp}{dx} + \nu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) \quad (1)$$

- (1) 2次元ナビエ・ストークス方程式の $z$ 方向の式を記しなさい。
- (2) 2次元の連続式を記しなさい。
- (3) 上記の流れで、鉛直方向流速 $w$ が0となる理由を示しなさい。
- (4) 上記の流れで、 $u$ に関する平板上での境界条件を記しなさい。
- (5) 上記の流れで、式(1)のうち消去できる項を全て示し、その理由を書きなさい。
- (6) 上記(5)の式と(4)の境界条件のもとで、 $u$ を $z$ の関数として求めなさい。
- (7) 上記(6)で求めた $u$ を $z$ 方向に積分した上で、平板間の平均流速を求めなさい。
- (8) 流れが乱流化した場合、式(1)の左辺第3項の物理的意味を説明しなさい。
- (9) 層流と比べた場合の乱流の物理的特徴を3つ簡潔に説明しなさい。

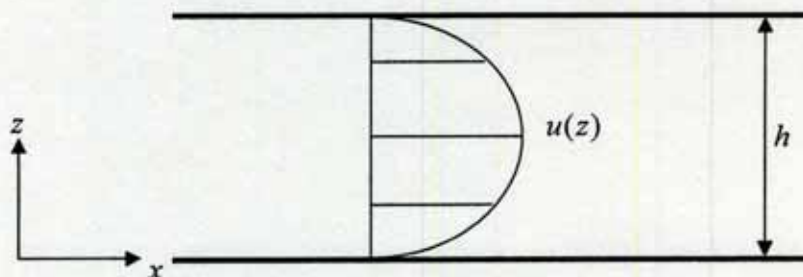


図-1 平行平板間の定常な2次元層流