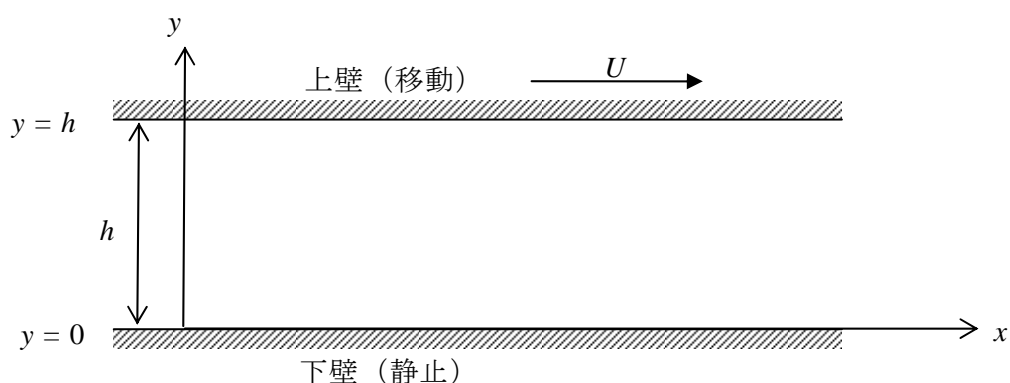


平成 22 年度 弁理士試験論文式筆記試験問題

[流体力学]

1. 図 1 に示されるような無限に広い平行平板があり、その中を非圧縮性流体が流れている。下壁の位置を $y=0$ 、上壁の位置を $y=h$ とする。下壁は静止しており、上壁は $y=h$ の位置で x 方向に速度 U で動いている。流れは定常で、完全に発達しており、圧力は x 方向に一樣であるとする。なお、流体の密度を ρ 、粘性係数を μ とする。このとき、以下の設問に答えよ。

【50点】

図 1 上壁が速度 U で動いている平行平板間の流れ

- (1) 代表速度を U 、代表長さを h とするとき、レイノルズ数 Re を U 、 h 、 ρ 、 μ を用いて表せ。
- (2) 流れが層流のとき、流れの速度分布として正しいものを図 2 の (ア) ~ (カ) の中から選べ。

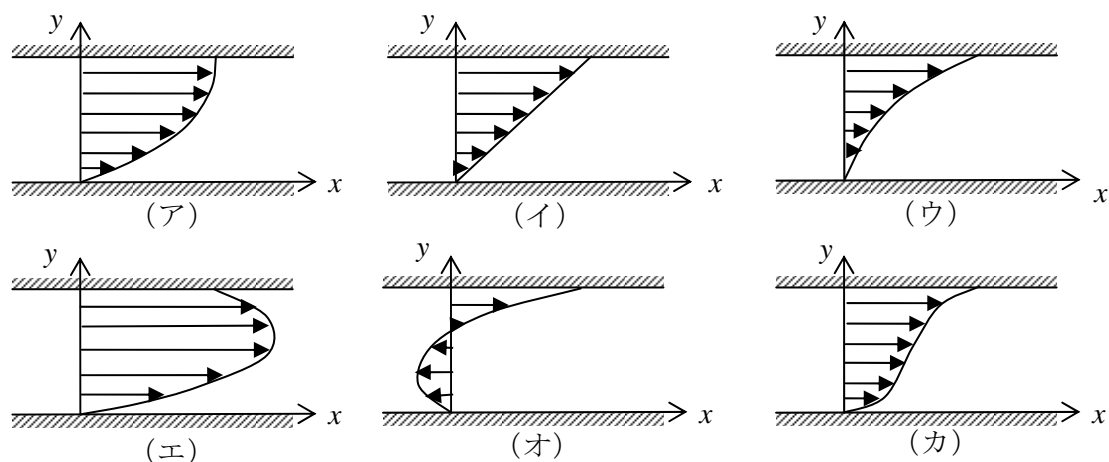


図 2 速度分布

- (3) 流れが層流のとき、壁面に働くせん断応力 τ を U 、 h 、 ρ 、 μ の中から必要なものを用いて表せ。
- (4) 壁面せん断応力を流れの動圧で無次元化したものを壁面摩擦係数 C_f と呼ぶ。流れが層流のとき、上壁の壁面摩擦係数 C_f を設問(1)で求めたレイノルズ数 Re の関数として表せ。ただし、動圧は速度 U に基づくものとする。
- (5) 流れが乱流のとき、流れの速度分布として正しいものを、設問(2)の図2の(ア)～(カ)の中から選べ。
- (6) 流れに圧力差を与えることによって図2の(ア)のような速度分布を実現させたい。上壁での速度勾配をゼロ、下壁での壁面せん断応力を τ_w とすると、流れ方向圧力勾配 dp/dx をどのように与えれば良いか。このときの流れ方向圧力勾配 dp/dx を、 τ_w 、 h 、 ρ 、 μ の中から必要なものを用いて表せ。

2. 図3のような水で満たされた容器がある。水面から深さ h の位置に、内径 d の円管がその先端が容器の中央近くまで達するように水平に挿入されている。ただし、 $d \ll h$ とする。容器の外側にある円管の左端からは水が流出している。容器の外の静圧を p_1 、水の密度を ρ 、重力加速度を g とする。容器の断面積は十分に大きく、水面の高さの変化は無視できるものとする。また、流れの損失も無視できるものとする。このとき、以下の設問に答えよ。

【50点】

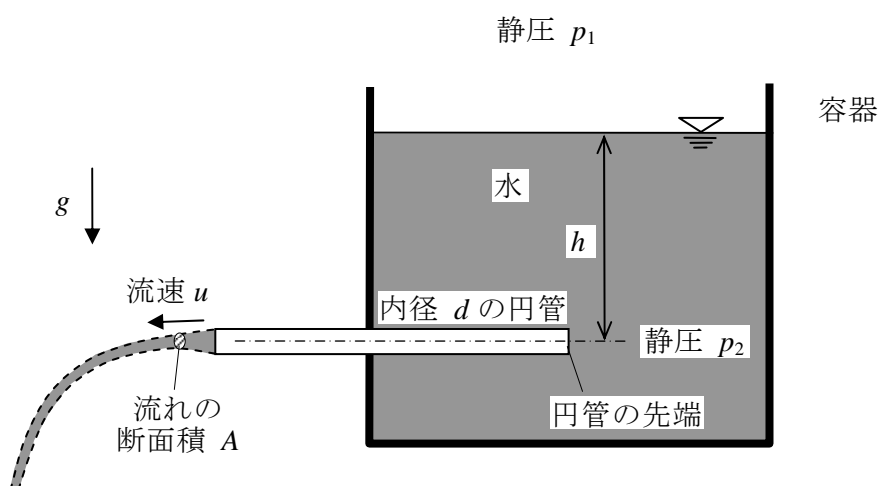


図3 水で満たされ円管が挿入された容器

- (1) 円管が挿入されている深さ h の位置において、円管の先端から十分に離れていて流れが静止しているとみなせる場所での静圧 p_2 を、 p_1 、 h 、 ρ 、 g の中から必要なものを用いて表せ。

(次頁へ続く)

- (2) 図3に示すように、円管左端から流出した水は流出した直後に静圧が p_1 となり、その位置での流れの断面積を A とする。この位置での流速 u を、 p_1 、 h 、 ρ 、 g 、 A の中から必要なものを用いて表せ。
- (3) 設問(2)で流速を求めた断面を通過する水の単位時間当たりの運動量 M を、 p_1 、 h 、 ρ 、 g 、 A の中から必要なものを用いて表せ。
- (4) 図4の破線で示した検査体積で水平方向の運動量保存を考えると、容器内においてこの検査体積に流入する水平方向運動量はゼロとみなすことができる。このとき、設問(2)で流速を求めた位置での流れの断面積 A を、 p_1 、 h 、 ρ 、 g の中から必要なものを用いて表せ。

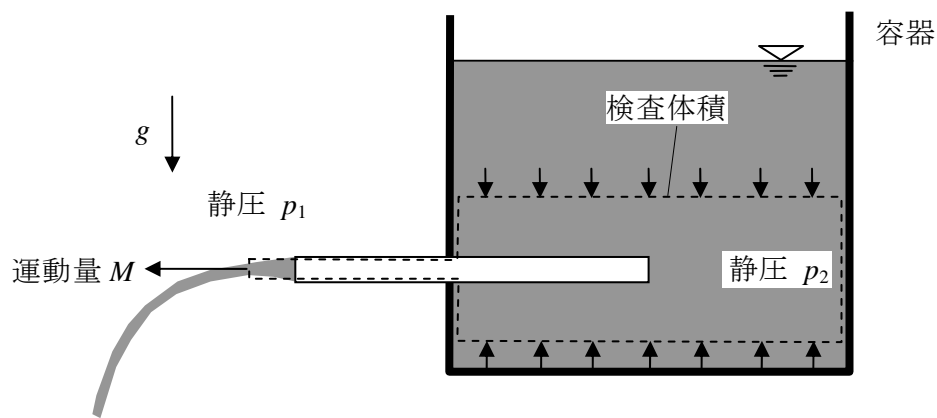


図4 検査体積