

1. 図1に示すように、流路が絞られている水の流れる管において、入口部と絞り部にそれぞれ流路径に比べて細い管が鉛直方向に接続されており、それらの液面差が h となっている。流れは定常で非圧縮性であるとし、入口部1と絞り部2での流速をそれぞれ v_1 、 v_2 、圧力を p_1 、 p_2 、断面積を A_1 、 A_2 として、以下の問いに答えよ。ただし、水の密度 ρ 、大気圧 p_a 、重力加速度 g であるとする。

- (1) 入口部1での流速 v_1 を絞り部2での流速、断面積を用いて表せ。
- (2) 入口部1と絞り部2での同一流線上におけるベルヌーイの定理を密度、圧力、速度を用いて表せ。
- (3) 入口部1と絞り部2の圧力差 $\Delta p = p_1 - p_2$ を密度、液面差を用いて表せ。
- (4) 絞り部での流速 v_2 を密度、断面積、液面差を用いて表せ。また、この管の流量 Q を求めよ。

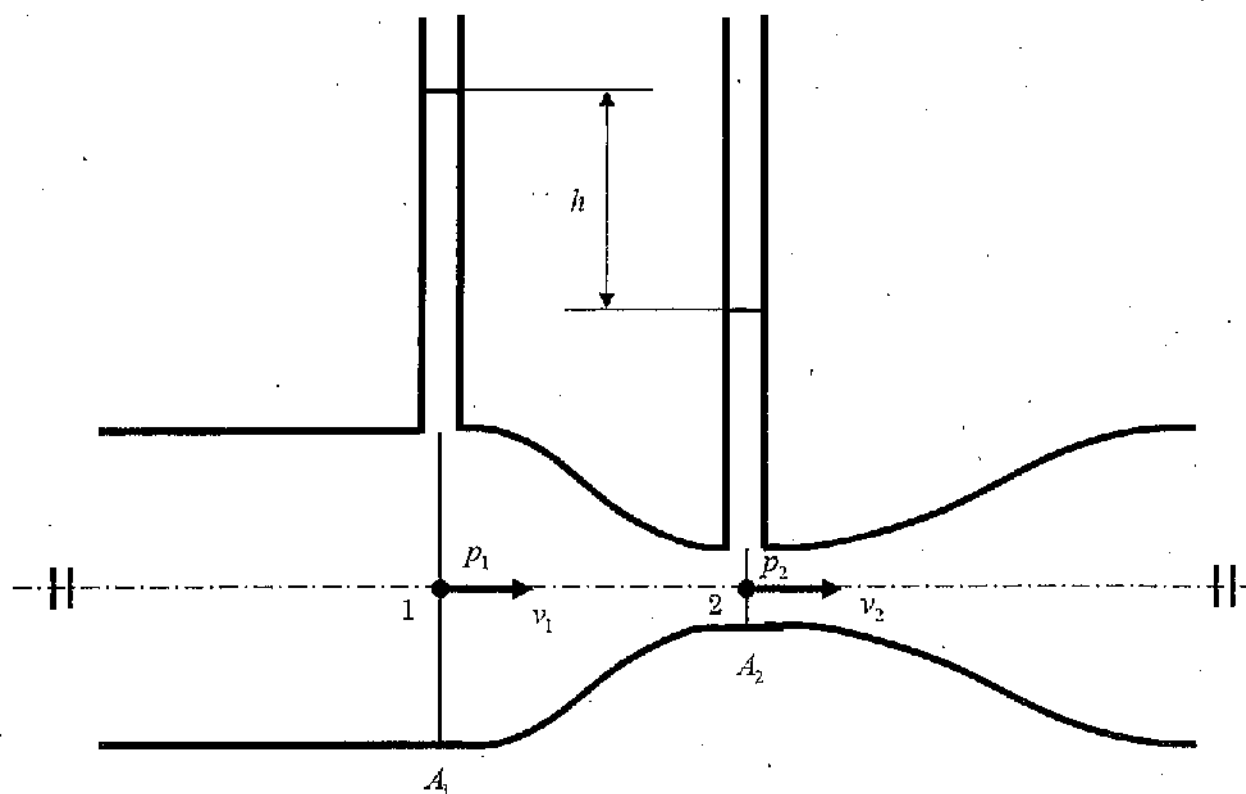


図1

2. 円管内の層流について、以下の問いに答えよ。

- (1) 図2に示すような直径 $2R$ (半径 R)の円管内で十分に発達した層流の運動方程式は、軸方向速度を $u(r)$ 、管長さ L 、圧力損失を Δp (=一定, かつ正)、粘性係数を μ (=一定) とすれば、

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r \mu \frac{du}{dr} \right) = -\frac{\Delta p}{L}$$

と表すことができる。この微分方程式から、速度 u の r 方向分布を求めよ。

- (2) 円管内の流量 Q は、以下の式となることを示せ。

$$Q = \frac{\pi R^4}{8\mu} \frac{\Delta p}{L}$$

- (3) 流量 Q から軸方向速度 u の断面平均速度 u_m を求めよ。

- (4) 圧力損失 Δp は、断面平均速度 u_m を用いて

$$\Delta p = \lambda \frac{L}{2R} \times \frac{\rho}{2} u_m^2$$

と表すことができる。この係数 λ の名称を答えよ。ただし、密度を ρ とする。

- (5) (4)の係数 λ は、管直径 $2R$ を基準としたレイノルズ数 $Re = 2u_m R / \nu$ の関数として、

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

と表されることを示せ。ただし、動粘性係数を ν とする。

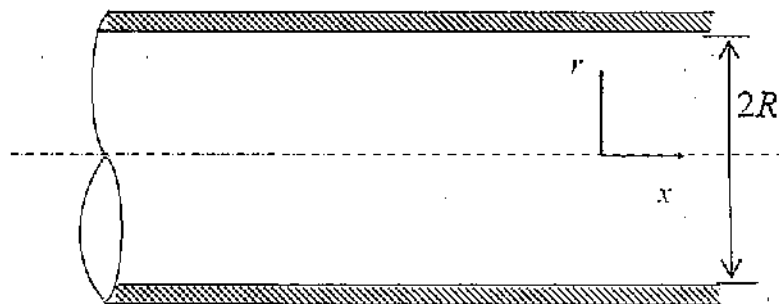


図2