

流体力学 I 試験問題 (1)

1991-9-17

by E. Yamazato

1.(25) 図に示すように鉛直に設置された曲り角度 135 度の狭まり曲り円管内を流量 $0.4m^3/s$ の水が流れている。いま曲り円管内の断面 (1)、(2) 間の容積が $0.2m^3$, 曲り管の質量を $12kg$ としたときの曲り管内に及ぼす x および z 方向の分力をもとめよ。

2.(25) 円管の速度分布が次式で示される場合の断面 (2) と (1) における運動量の比を求めよ。また、円管断面に及ぼす水平方向の力を求めよ。ただし、 r は管中心からの距離、 R は管の半径、 u_1 は入口の一様速度、 U は管中心における流速とする。

$$u = U \left(1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right)$$

3.(25) 上部が大気に開放している直径 2m の円筒形水槽の底に流量係数 0.63、直径 6cm の小穴を設け排水する。水槽水面の高さが 3m のとき、水槽内の水を全部排水するのに必要な時間を求めよ。

4.(25) 図に示すような管路を $8.0m^3/min$ の水がポンプによって送られている。ポンプの動力を求めよ。ただし、マンメータ液は水銀が使用されている。

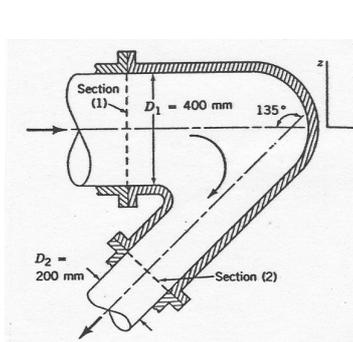


図 1

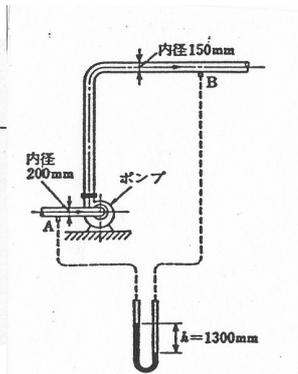


図 2

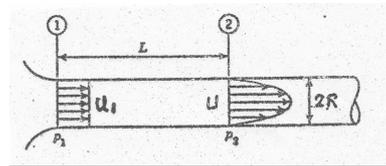


図 3

(解)

1.

$$\begin{aligned}P_x &= \rho Q(v_1 - v_2 \cos \theta) + p_1 A_1 - p_2 A_2 \cos \theta \\P_z &= \rho Q(0 - v_2 \cos \theta) + 0 - p_2 A_2 \sin \theta - (M + \rho V)g \\v_1 &= \frac{0.4}{\pi 0.4^2/4} = 3.18 \text{ m/s}, \quad v_2 = \frac{0.2}{\pi 0.4^2/4} = 12.7 \text{ m/s} \\P_x &= 10^3 \times 0.4(3.18 + 88) + 150 \times 10^3 \left(\frac{\pi}{4}\right) 0.4^2 - 90 \times 10^3 \left(\frac{\pi}{4}\right) 0.2^2 \cos(-135) \\&= 10^3(4.86 + 20.83) = 25.7 \text{ kN} \\P_z &= 10^3 \times 0.4 \times 8.98 - 90 \times 10^3 \left(\frac{\pi}{4}\right) 0.2^2 \sin(-135) - (12 + 200)g \\&= 10^3(3.59 + 1.99 - 2.08) = 3.5 \text{ kN}\end{aligned}$$

2.

$$\begin{aligned}M_1 &= \rho \pi R^2 u_1^2 \\ \pi R^2 u_1 &= \int_0^R u 2\pi r dr \\ &= \int_0^R U \left\{1 - \frac{r^2}{R^2}\right\} 2\pi r dr = U \frac{\pi R^2}{2}, \quad U = 2u_1 \\ M_2 &= \int_0^R \rho \left\{2u_1 \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)\right\}^2 2\pi r dr \\ &= 8\rho \pi R^2 u_1^2 \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{6} - \frac{1}{2}\right) = \frac{4}{3} \rho \pi R^2 u_1^2 \\ \frac{M_2}{M_1} &= \frac{4}{3} \\ (p_1 A - p_2 A) &= M_2 - M_1 + D_f \\ D_f &= (p_1 - p_2) \pi R^2 - \frac{1}{3} \rho \pi R^2 u_1^2\end{aligned}$$

3.

$$\begin{aligned}-Adz &= Qdt, \quad Q = Cav = Ca\sqrt{2gz} \\ -Adz &= Ca\sqrt{2gz}dt, \quad dt = -\frac{A}{Ca\sqrt{2g}} \frac{dz}{\sqrt{z}} \\ T &= \frac{2A}{Ca\sqrt{2g}} (\sqrt{(H-0)}), \quad T = \frac{2(\pi 2^2/4)}{0.63(\pi 0.06^2/4)\sqrt{2g}} \times \sqrt{3} = 1379.3 \text{ sec} = 23 \text{ min}\end{aligned}$$

4.

$$\begin{aligned}H_p &= \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + \left(\frac{p_2}{\rho g} + z\right) - \left(\frac{p_2}{\rho g} + 0\right) \\ \frac{\Delta p}{\rho g} &= \left(\frac{p_2}{\rho g} + z\right) - \left(\frac{p_2}{\rho g} + 0\right) = h \left(\frac{\rho g}{\rho} - 1\right) = 1.3((13.6 - 1)) = 16.38 \\ v_1 &= \frac{8.0/60}{\pi 0.2^2/4} = 4.24 \text{ m/s}, \quad v_2 = \frac{8.0/60}{\pi 0.15^2/4} = 7.54 \text{ m/s} \\ H_p &= 1.98 + 16.38 = 18.4 \text{ m} \\ L &= \rho g Q H_p = 10^3 g \times 0.133 \times 18.4 = 24.0 \text{ kw}\end{aligned}$$

