流体力学 II 試験問題 (2)

1998-2-12, 10:20～11:50

by E. Yamazato

1. (30) 図 1 に示すようなポンプを含む管路がある。ポンプの吸い込み側タンクは密閉され、$p_1 = 35kPa$（ゲージ圧）の圧力が水面に作用しおり、その水面はポンプ軸心より $4.5m$ 下にある。ポンプの流量を $0.1m^3/s$ にするために必要な (1) 動力および (2) ポンプの吸い込み側の圧力を求めよ。ただし管摩擦損失以外の損失は無視する。

2. (15) ２個の水槽間に同径、同長、同摩擦係数の５本の円管を並列に連結して送水している。いま同じ直径、および同じ摩擦係数の１本の管を使用して同一の流量を送るには、管径を幾らにすればよいか。また出口損失を無視したときの直径比を求めよ。

3. (15) 図 2 に示す同じ直径の二つの円管より流出する流量を同じにするための z_1, z_2 の比を求めよ。ただし両管とも管摩擦係数は相等しく、それ以外の損失はないものとする。また速度ヘッドを無視したときの比を求めよ。

4. (20) 図 3 に示す３水槽で間間間にそれぞれベルヌーイの式を適応して H' を三つの式で表せ。ただし損失は管摩擦損失のみとする。

5. (20) 内径 300mm のアスファルト塗り管内を水が流れている。管の粗さが 0.012cm で、長さが 300m についての圧力降下を 6mAq としたときの流量を求めよ. ただし水の動粘性係数は $0.01cm^2/s$ とする.（Moody diagram 使用可）

6. (10) 河の流れは経年によりその湾曲の度合いが鋭くなるかまたは緩慢になるか二次流れにより説明せよ。

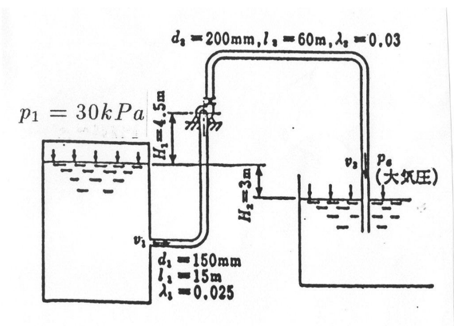

図 1

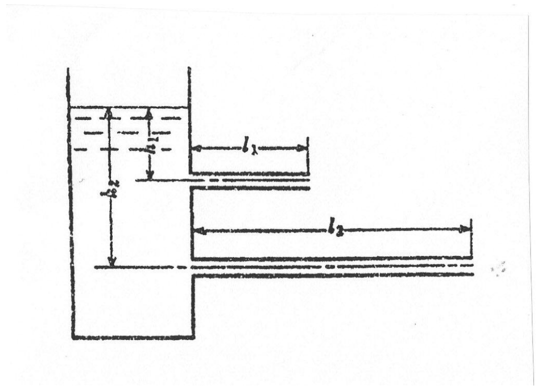

図 2

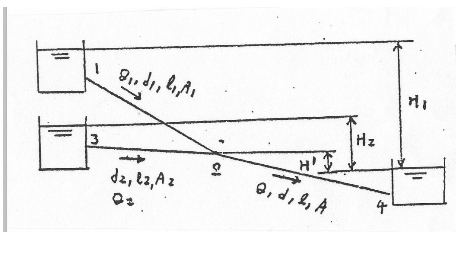

図 3

（解）

1.

$$\frac{p_1}{\rho g}+H_p=[\lambda_1\frac{l_1}{d_1}+\lambda_2\frac{l_2}{d_2}(\frac{d_1}{d_2})^4]\frac{v_1^2}{2g}-H_2+\frac{p_a}{\rho g}$$
$$v_1=\frac{4Q}{\pi d_1^2}=\frac{4\times 0.1}{\pi 0.15^2}=5.66m/s$$
$$\frac{35\times 10^3}{10^3 g}+H_p=[0.025\frac{15}{0.15}+.03\frac{60}{0.2}(\frac{150}{200}^4]\frac{5.66^2}{2g}-3$$
$$H_p=(2.5+2.85)\times 1.63-3-3.57=8.72-6.57=2.15m$$
$$L=\rho gQH_p=10^3 g\times 0.1\times 2.15=2.1kw$$
$$\frac{p_1}{\rho g}=\frac{p_s}{\rho g}+H_1+\lambda_1\frac{l_1}{d_1}\frac{v_1^2}{2g}$$
$$p_s=p_1-\rho gH_1-\lambda_1\frac{l_1}{d_1}\frac{\rho v_1^2}{2}=3.5\times 10^3-44.1\times 10^3-40\times 10^3=-49.1kPa$$

2.

$$H=\frac{v^2}{2g}(1+\frac{\lambda l}{d})=\frac{1}{2g}(\frac{4\times Q}{\pi d^2})(1+\frac{\lambda l}{d})=\frac{1}{2g}(\frac{5\times 4\times Q}{\pi D^2})(1+\frac{\lambda l}{D})$$
$$\frac{d+\lambda l}{d^5}=\frac{25(D+\lambda l)}{D^5},\quad D=1.9d(\frac{D+\lambda l}{d+\lambda l})^{1/5}$$
If no outlet losses, $D=1.9d$

（別解）

$$v=\sqrt{\frac{2gH}{\lambda l/d+1}},\quad V=\sqrt{\frac{2gH}{\lambda l/D+1}}$$
$$5Q=5\left\{\frac{\pi d^2}{4}\sqrt{\frac{2gH}{\lambda l/d+a}}\right\}=\frac{\pi D^2}{4}\sqrt{\frac{2gH}{\lambda l/d+a}}$$
$$D=1.9d(\frac{D+\lambda l}{d+\lambda l})^{1/5}$$
If no outlet losses, $D=1.9d$

3.

$$h_1=(\lambda_1\frac{l_1}{d}+1)\frac{v^2}{2g}$$
$$h_2=(\lambda_2\frac{l_2}{d}+1)\frac{v^2}{2g}$$
$$\frac{h_1}{h_2}=\frac{\lambda\frac{l_1}{d}+1}{\lambda\frac{l_2}{d}+1}$$
$$\frac{h_1}{h_2}=\frac{l_1}{l_2}$$

4.

$$H'+\frac{p}{\rho g}=h,\quad h=\lambda\frac{l}{d}\frac{v^2}{2g}=\lambda\frac{l}{d}\frac{1}{2g}(\frac{Q}{A})^2$$
$$H_1=H'+\frac{p}{\rho g}+h_1$$
$$H_2=H'+\frac{p}{\rho g}+h_2$$

$$H' = \lambda \frac{l}{d}\frac{v^2}{2g} - \frac{p_2}{\rho g} = \lambda \frac{l}{d}\frac{1}{2g}(\frac{Q}{A})^2 - \frac{p_2}{\rho g}$$
$$H' = H_1 - \lambda_1 \frac{l_1}{d_1}\frac{1}{2g}(\frac{Q_1}{A_1})^2 - \frac{p_2}{\rho g}$$
$$H' = H_2 - \lambda_2 \frac{l_2}{d_2}\frac{1}{2g}(\frac{Q_2}{A_2})^2 - \frac{p_2}{\rho g}$$

5.

$$\frac{k}{d} = \frac{0.012}{30} = 0.0004$$

Assume Perfect turbulent flow

$\lambda_1 = 0.016$(from moody diagram)

$$6 = 0.016 \times \frac{300}{0.3}\frac{v_1^2}{2g}, \quad v_1 = 2.7m/s$$
$$Re_1 = \frac{2.7 \times 0.3}{0.01 \times 10^{-4}} = 8.14 \times 10^5$$
$$\lambda_2 = 0.017, v_2 = 2.63, Re = 7.89 \times 10^5, \lambda_3 = 0.017 \simeq \lambda_2$$
$$Q = \frac{\pi}{4}d^2 v_1 = \frac{\pi}{4} \times 0.3^2 \times 2.63 = 0.18m^3/s = 180l/s$$