流体力学 I 試験問題 (1)

by E. Yamazato

1976-10-25

1. 平板が $5m/s$ の水 (5^oC) の流れの中に流れに平行におかれている。(1) 平板の先端から層流の部分の距離を求めよ。(2) その点における境界層の厚さを求めよ。(3) 平板の長さを 3.2mm としたときの全抵抗を求めよ。ただし、層流部分の速度分布は次の通りとする。

$$\frac{u}{V} = \frac{2y}{\delta} - \frac{y^2}{\delta^2}$$

2. 右図に示すように縮流部 (3) に生ずる負圧によって水を吸い上げる高さがオリフィスタンクの水頭の何倍になるかを求めよ。ただし、タンクオリフィスの速度係数は 0.82, 縮流部の収縮係数は 0.62 とする。

3. せきによって流量 $0.6m^3/min$ を測定する場合に、水頭の読み取り誤差が 1mm くらいあるものとする。これを直角三角せきを用いた場合と幅 30cm の四角せきを用いた場合のそれぞれの流量の測定誤差を求めよ。ただし、流量係数は一定で 0.6 とする。

直角三角せき：$\frac{8}{15}C\tan\frac{\theta}{2}\sqrt{2g}h^{5/2}$

　四角せき：$Q = \frac{2}{3}Cb\sqrt{2g}h^{3/2}$

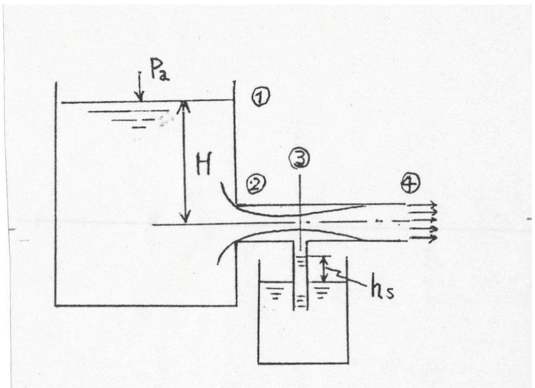

図 1

（解）

1.

$$(1)R_{ec}=\frac{x_ov}{\nu}=5\times10^5,\quad \nu=1.519\times10^{-6}\ m^2/s$$

$$x_o=0.152\ m$$

$$\tau_o=\rho v^2\frac{\partial\delta}{\partial x}\int_0^1(1-\sin\frac{\pi}{2}\eta)\sin\frac{\pi}{2}\eta)d\eta$$

$$=\rho v^2\frac{\partial\delta}{\partial x}\int_0^1(\sin\frac{\pi}{2}\eta-\sin^2\frac{\pi}{2}\eta)d\eta$$

$$=\rho v^2\frac{\partial\delta}{\partial x}|-\frac{2}{\pi}\cos\frac{\pi}{2}\eta|_0^1-|\frac{1}{\pi}(\frac{\pi}{2}\eta-\sin\frac{\pi}{2}\eta\cos\frac{\pi}{2}\eta)|_0^1$$

$$Note:\int\sin^2 mxdx=\frac{1}{2m}(mx-\sin mx\cos mx)$$

$$\rho v^2\frac{\partial\delta}{\partial x}\{-(\frac{2}{\pi}-\frac{1}{\pi}(\frac{\pi}{2}-0)\}=0.137\rho v^2\frac{\partial\delta}{\partial x}$$

$$(2)\tau_o=\mu\frac{\partial u}{\partial y}|_{y=0}=\frac{\pi}{2}\mu\frac{v}{\delta}$$

$$\frac{\pi}{2}\mu\frac{v}{\delta}=0.137\rho v^2\frac{\partial\delta}{\partial x}$$

$$\delta d\delta=11.46\frac{\mu}{\delta}\frac{dx}{v}$$

$$\frac{\delta^2}{2}=11.46\frac{\nu}{v}x+c,\quad \delta=0:x=0$$

$$\frac{\delta}{x}=4.78\sqrt{\frac{\nu}{vx}}$$

$$\delta=1.03\times10^{-3}\ m$$

$$(3)R_{el}=\frac{vl}{\nu}=\frac{5\times3.2}{1.519\times10^{-6}}=1.05\times10^7$$

$$C_f=\frac{0.455}{[log_{10}R_{el}]^{2.58}}=\frac{0.455}{7.02^{2.58}}=2.98\times10^{-3}$$

$$D_f=2C_fA\frac{\gamma}{2g}v^2=24.3\ kgf$$

2.

$$v_4=0.82\sqrt{2gH},\quad v_3=\frac{A_4}{A_3}v_4=1.322\sqrt{2gH}$$

$$\frac{p_a}{\gamma}+H=\frac{p_3}{\gamma}+\frac{v_3^2}{2g}$$

$$\frac{p_3}{\gamma}=\frac{p_a}{\gamma}-H-\frac{1}{2g}\times1.322-2\times2gH$$

$$=\frac{p_a}{\gamma}+H(1-1.322^2)=\frac{p_a}{\gamma}-0.75H$$

$$\frac{p_3}{\gamma}=\frac{p_a}{+}h_s,\quad h_s=-0.75H$$

3.

(1)直角せき（$dh=0.001$）

$$Q=\frac{8}{15}C\times1\sqrt{2g}h^{5/2}$$

$$dQ = \frac{8}{15}C\frac{5}{2}\sqrt{2g}h^{3/2}, \quad \frac{dQ}{Q} = \frac{5}{2}\frac{dh}{h}$$

$$h = (\frac{15Q}{8C\sqrt{2g}})^{2/5} = 0.137$$

$$\frac{dQ}{Q} = 0.018, \quad 1.8\%$$

(2)四角せき（$dh = 0.001$)

$$Q = \frac{2}{3}Cb\sqrt{2g}h^{3/2}$$

$$dQ = \frac{2}{3}Cb\frac{3}{2}\sqrt{2g}h^{1/2}dh,, \quad \frac{dQ}{Q} = \frac{3}{2}\frac{dh}{h}$$

$$h = 0.071, \quad \frac{dQ}{Q} = \frac{3}{2}\frac{0.001}{0.071} = 0.021, \quad 2.1\%$$