流体力学 II 試験問題 (1)

1992-12-22, 12:45～14:25

by E. Yamazato

1. (25) 次の速度分布に対する排除厚さ，運動量厚さおよび形状係数を求めよ．

$$(1)\ \frac{u}{U}=2\frac{y}{\delta}-\frac{y^2}{\delta^2},\quad (2)\ \frac{u}{U}=(\frac{y}{\delta})^{1/7}$$

2. (25) 図に示す単位幅のせきを超えて流れる流量 Q を表す式を求めよ．ただし図に示す物理量のほか，関連するものは重力の加速度 g のみとする．

3. (25) 同じ断面積，同じ長さを持つ円管と正三角形断面の管を流れる乱流において，管摩擦損失水頭が等しければ流量比は幾らにらるか．だだし，両管の管摩擦係数は等しいものとする．

4. (25) 直径 25 cm, 長さ 85 m の円管で 3.5 mAq の圧力損失がある場合について次の値を計算せよ：(1) 円管壁におけるせん断応力, (2) 円管の中心より 3 cm の位置におけるせん断応力, (3) 摩擦速度, (4) 摩擦係数を 0.03 としたときの円管内の平均速度.

（解）

1.

$$(1)\ \delta^*=\int_0^\delta(1-\frac{u}{U})dy=\int_0^\delta(1-\frac{2y}{\delta}+\frac{y^2}{\delta^2})dy=\frac{\delta}{3},\quad \frac{\delta^*}{\delta}=\frac{1}{3}$$

$$\theta=\int_0^\delta\frac{u}{U}(1-\frac{u}{U})dy=\delta\int_0^1(2\eta-\eta^2)-(2\eta-\eta^2)^2d\eta$$

$$=\delta\int_0^1(2\eta-5\eta^2+4\eta^3-\eta^4)=\delta(1-\frac{5}{3}+1-\frac{1}{5})=\frac{2}{15}\delta,\quad \frac{\theta}{\delta}=\frac{2}{15}$$

$$H=\frac{\delta^*}{\theta}=\frac{1}{3}\times\frac{15}{2}=2.5$$

$$(2)\ \delta^*=\int_0^1[1-(\frac{y}{\delta})^{1/7}]dy=\frac{\delta}{8},\quad \frac{\delta^*}{\delta}=\frac{1}{8}$$

$$\theta=\delta\int_0^1(\eta^{1/7}-\eta^{2/7})=\delta(\frac{7}{8}-\frac{7}{9})\frac{7}{72}\delta,\quad \frac{\theta}{\delta}=\frac{7}{72}$$

$$H=\frac{\delta^*}{\theta}=\frac{1}{8}\times\frac{72}{7}=1.286$$

2.

$$Q,\ H,\ D,\ g$$

$$n=4,\ i=2,\ m=n-i=2\ (n,\ d,\ \rho-primary\ variables)$$

$$\pi_1=Q^\alpha H^\beta g^\gamma=L^{2\alpha}T^{-\alpha}L^\beta L^\gamma T^{-2\gamma}$$

$$L:\ 2\alpha+\beta+\gamma=0,\quad T:\ -\alpha-2\gamma=0$$

$$\alpha=1(take),\quad \beta=-\frac{3}{2},\quad \gamma=-\frac{1}{2}$$

$$\pi_1=\frac{Q}{\sqrt{gH^3}}$$

$$\pi_2=Q^\alpha H^\beta D^\gamma=L^{2\alpha}T^{-\alpha}L^\beta L^\gamma$$

$$L:\ 2\alpha+\beta+\gamma=0,\quad T:\ -\alpha=0$$

$$\beta=-\gamma,\quad \pi_2=(\frac{H}{D})^\beta$$

$$\pi_1=\varphi(\pi_2)=\varphi(\frac{H}{D}),\quad Q=\varphi(\frac{H}{D})\sqrt{gH^3}$$

3.

$$h_1 = \lambda \frac{l}{d}\frac{v_1^2}{2g}, \quad h_2 = \lambda \frac{l}{4m}\frac{v_2^2}{2g},$$
$$m = \frac{\sqrt{3}}{12}a, \quad 4m = \frac{\sqrt{3}}{3}a, \quad \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\sqrt{3}}{4}a^2$$
$$\frac{a}{d} = (\frac{\pi}{\sqrt{3}})^{1/2}$$
$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{Av_2}{Av_1} = (\frac{4m}{d})^{1/2} = (\frac{a}{\sqrt{3}d})^{1/2} = [\frac{1}{\sqrt{3}d}(\frac{\pi}{\sqrt{3}})^{1/2}]^{1/2} = 0.882$$

4.

$$(1)\ \tau_w \pi d dx = dpA$$
$$\tau_w \pi d = \frac{dp}{dx}\frac{\pi d^2}{4}, \quad \tau_w = \frac{d}{4}\frac{dp}{dx}$$
$$\tau_w = \frac{0.25}{4} \times \frac{3.5 \times 10^3 g}{85} = 25.1Pa(2.57 \times 10^{-4} kgf/cm^2)$$
$$(2)\ \frac{\tau_w}{tau} = \frac{r_o}{r}, \quad \tau = 25.1 \times \frac{3}{12.5} = 6.04Pa$$
$$(3)\ v^* = \sqrt{\frac{\tau_w}{\rho}} = \sqrt{\frac{25.1}{10^3}} = 0.158m/s$$
$$(4)\ h = \lambda \frac{L}{d}\frac{v^2}{2g}, \quad v = \sqrt{2g \times 3.5 \times 0.25/(0.03 \times 85)} = 2.6m/s$$