

流体力学 II 試験問題 (2)

1977-10-5, 12:50~15:00

by E. Yamazato

1. 平板が $5m/s$ の水 ($5^{\circ}C$) 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。

$$\frac{u}{V} = \sin \frac{\pi y}{2 \delta}$$

2. 重さ $1.13kg$, 表面積 $0.74m^2$ の帆が図に示すように飛んでいる。たこひもの角度が水平に対して 45° で、その張力が $3kg$ あった。風速を $8.9m/s$ としたときの帆に加わる揚力係数および抗力係数を求めよ。

3. 直角三角せきで測定した最大水頭が $75cm$ であった。いま、この三角せきを四角せきに改造して、同じ流量を測ったときの水頭が四角せきの幅の $1/2$ 以下になるためには幅をいくらにすればよいか。

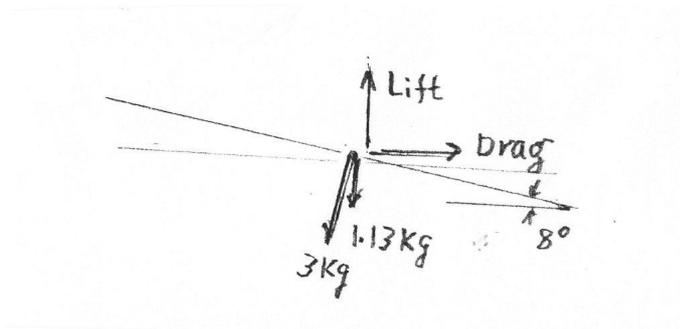


図 1

(解)

1.

$$\begin{aligned}(1) R_{ec} &= \frac{x_o v}{\nu} = 5 \times 10^5, \quad \nu = 1.519 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \\ x_o &= 0.152 \text{ m} \\ \tau_o &= \rho v^2 \frac{\partial \delta}{\partial x} \int_0^1 (1 - \sin \frac{\pi}{2} \eta) \sin \frac{\pi}{2} \eta d\eta \\ &= \rho v^2 \frac{\partial \delta}{\partial x} \int_0^1 (\sin \frac{\pi}{2} \eta - \sin^2 \frac{\pi}{2} \eta) d\eta \\ &= \rho v^2 \frac{\partial \delta}{\partial x} \left[-\frac{2}{\pi} \cos \frac{\pi}{2} \eta \Big|_0^1 - \left| \frac{1}{\pi} \left(\frac{\pi}{2} \eta - \sin \frac{\pi}{2} \eta \cos \frac{\pi}{2} \eta \right) \right|_0^1 \right] \\ \text{Note : } \int \sin^2 m x dx &= \frac{1}{2m} (m x - \sin m x \cos m x) \\ \rho v^2 \frac{\partial \delta}{\partial x} \left\{ -\left(\frac{2}{\pi} - \frac{1}{\pi} \left(\frac{\pi}{2} - 0 \right) \right) \right\} &= 0.137 \rho v^2 \frac{\partial \delta}{\partial x} \\ (2) \tau_o &= \mu \frac{\partial u}{\partial y} \Big|_{y=0} = \frac{\pi}{2} \mu \frac{v}{\delta} \\ \frac{\pi}{2} \mu \frac{v}{\delta} &= 0.137 \rho v^2 \frac{\partial \delta}{\partial x} \\ \delta d\delta &= 11.46 \frac{\mu dx}{\delta v} \\ \frac{\delta^2}{2} &= 11.46 \frac{\nu}{v} x + c, \quad \delta = 0 : x = 0 \\ \frac{\delta}{x} &= 4.78 \sqrt{\frac{\nu}{v x}} \\ \delta &= 1.03 \times 10^{-3} \text{ m} \\ (3) R_{el} &= \frac{v l}{\nu} = \frac{5 \times 3.2}{1.519 \times 10^{-6}} = 1.05 \times 10^7 \\ C_f &= \frac{0.455}{[\log_{10} R_{el}]^{2.58}} = \frac{0.455}{7.02^{2.58}} = 2.98 \times 10^{-3} \\ D_f &= 2 C_f A \frac{\gamma}{2g} v^2 = 24.3 \text{ kgf}\end{aligned}$$

2.

$$\begin{aligned}v &= 8.9 \text{ m/s}, \quad A = 0.74 \text{ m}^2 \quad D = T \cos 45^\circ = 3 \times 0.707 = 2.12 \text{ kg} \\ L &= T \sin 45^\circ + 1.1 = 3.22 \text{ kg}, \quad \gamma = 1.221 \text{ kg/m}^3 \\ D &= C_D A \frac{\gamma}{2g} v^2, \quad C_d = \frac{D}{A \frac{\gamma}{2g} v^2} \\ C_D &= 0.58, \quad C_L = 0.88\end{aligned}$$

3.

$$\begin{aligned}\text{Thomson の式 : } Q &= 1.40 h^{5/2} \\ (\text{三角}) Q_{max} &= 1.40 \times 0.75^{5/2} = 1.40 \times 0.487 = 0.68 \text{ m}^3/\text{s} \\ (\text{四角}) Q &= 1.838 (b - 0.2h) h^{3/2}, \quad b = 2h \\ 0.68 &= 1.838 (2h - 0.2h) h^{3/2} = 1.838 \times 1.8 \times h^{5/2} \\ h &= 0.53 \text{ m}, \quad b = 1.06 \text{ m}\end{aligned}$$

