流体力学 I 試験問題（１）

1974-10-1

by E. Yamazato

1. 図に示すような二次元物体がダクト内におかれている。上流の水の速度が $4.6m/s$ で下流の速度分布が図のようになっている。いま物体にかかる単位長さ当たり $230kg$ の抗力があるとき、上流と下流における圧力差を求めよ。ただし、圧力は各断面で一様であり、壁に働くせん断力はないものとする。

2. 重量 3,400kg、表面積 30m、スパンの長さ 15m の飛行機がある。いまその飛行機が水平飛行しているときの速度を $280km/h$ として次の値を求めよ。

(1) 理論上の circulation

(2) 翼にかかる抗力およびその馬力

(3) 誘導抵抗およびその馬力

ただし、翼の揚抗比は 9 とする。

3. 次の速度分布に対する排除厚さ、運動量厚さを求めよ。

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

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

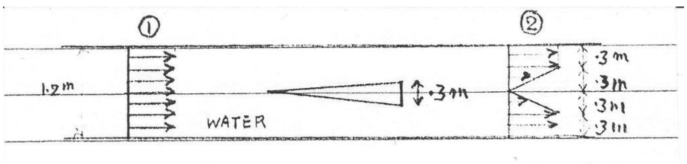

図 1

(解)

1.

Mass Balance :

$$\rho b v_1 = \rho \frac{b}{2} v_2 + 2\rho \frac{1}{2}(\frac{b}{4} v_2)$$

$$v_1 = \frac{v_2}{2} + \frac{v_2}{4} = \frac{3}{4} v_2, \quad v_2 = \frac{4}{3} v_1$$

Energy Balance :

$$\rho b v_1^2 + p_1 b = p_2 b + D + 2\rho \frac{b}{4} v_2^2 + 2\rho \int_0^{b/4} (\frac{4}{b} v_2)^2 y^2 dy$$

$$2\rho \int_0^{b/4} (\frac{4}{b} v_2)^2 y^2 dy = 2\rho \frac{16}{b^2} v_2^2 \frac{y^3}{3}|_0^{b/4}$$

$$= 2\rho \frac{16}{b^2} v_2^2 \frac{1}{3} (\frac{b}{4})^3 = \frac{\rho}{6} b v_2^2$$

$$(p_2 - p_1) b = \rho b v_1^2 - 2\rho \frac{b}{4} \frac{16}{9} v_1^2 - \frac{\rho}{6} b \frac{16}{9} v_1^2 - D$$

$$p_2 - p_1 = \rho v_1^2 - \rho \frac{8}{9} v_1^2 - \rho \frac{8}{27} v_1^2 - \frac{D}{b} = -\rho \frac{5}{27} v_1^2 - \frac{D}{b}$$

$$p_1 - p_2 = 102.04 \times \frac{5}{27} \times 4.6^2 + \frac{230}{1.2} = 0.059 \ kgf/cm^2$$

2.

$$(1) L = W = \rho v \gamma b, \quad \gamma = \frac{W}{\rho v b} = 23.7 \ m^2/s$$

$$L = C_L A \rho \frac{v^2}{2}, \quad C_L = \frac{W}{A\rho \frac{v^2}{2}} = 0.30$$

$$(2) D = C_D A \rho \frac{v^2}{2} = 0.033 \times 30 \times 0.1229 \times \frac{77.8^2}{2} = 368 \ kg$$

$$P = \frac{Dv}{75} = 381 \ Hp$$

$$(3) \lambda = \frac{B}{C} = \frac{15}{2} = 7.5, \quad C_{Di} = \frac{C_L^2}{\pi \lambda} = 0.0038$$

$$D_i = C_{Di} \frac{\rho v^2}{2} A = 42.9 \ kg$$

$$P = \frac{D_i v}{75} = 43.9 \ Hp$$

$$\frac{43.9}{368 + 42.9} = 0.106, \quad 10.6 \ \%$$

3.

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

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

$$\theta = \int_0^\delta \frac{1}{U^2} u(U - u) dy = \int_0^\delta \frac{u}{U}(1 - \frac{u}{U}) dy = \frac{2}{15}\delta$$

$$\frac{\theta}{\delta} = \frac{2}{15}$$

$$\theta = \int_0^\delta = \int_0^\delta \{(\frac{y}{\delta})^{1/7} - (\frac{y}{\delta})^{2/7}\} dy = \frac{7}{72}\delta$$

$$\frac{\theta}{\delta} = \frac{7}{72}$$