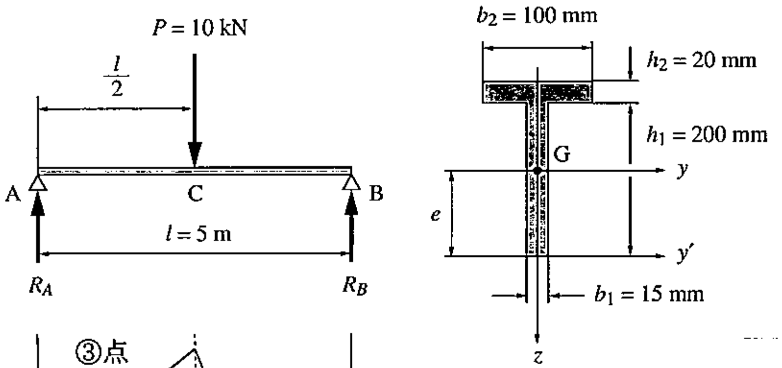
令和８年度　呉工業高等専門学校
専攻科入学試験解答用紙　（専　門）

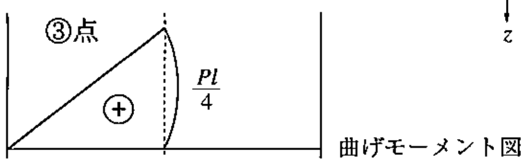
受験番号＿S＿＿＿＿＿＿＿＿

出題分野＿材料力学＿

問題Ⅰ．下図に示すように，中央に集中荷重Pを受ける両端支持はりについて，以下の設問に答えよ．ただし，はりの断面形状は下図に示すＴ型断面とする．

(1) A–C 間における曲げモーメントを求めて，曲げモーメント図（B.M.D）を作図せよ（数式で解答せよ）．
(2) y'軸に関する断面一次モーメントを計算せよ．
(3) y'軸から図心Ｇまでの距離eを計算せよ．
(4) y'軸に関する断面二次モーメントを計算せよ．
(5) y軸に関する断面二次モーメントを計算せよ．
(6) はりの最大曲げ応力（引張・圧縮）を計算せよ．





(1) 曲げモーメント

$$M = R_A x = \frac{P}{2}x \quad ③点$$

(2) y'軸に関する断面一次モーメント

$$M_{y'} = A_1 e_1 + A_2 e_2$$
$$= 200 \times 15 \times 100 + 20 \times 100 \times 210$$
$$= 720000\ (\mathrm{mm^3}) \quad ⑩点$$

(3) y'軸から図心Ｇまでの距離e

$$M_{y'} = \frac{M_{y'}}{A_1 + A_2} = \frac{720000}{200 \times 15 + 20 \times 100}$$
$$= 144\ (\mathrm{mm}) \quad ⑩点$$

(4) y'軸に関する断面二次モーメント

$$I_{y'} = \frac{b_1 h_1^3}{12} + A_1 e_1^2 + \frac{b_2 h_2^3}{12} + A_2 e_2^2$$
$$= \frac{15 \times 200^3}{12} + 200 \times 15 \times 100^2$$
$$+ \frac{100 \times 20^3}{12} + 100 \times 20 \times 210^2$$
$$= 128.3 \times 10^6\ (\mathrm{mm^4}) \quad ⑩点$$

(5) y軸に関する断面二次モーメント

$$I_y = I_{y'} - (A_1 + A_2)e^2$$
$$= 128.3 \times 10^6 - (200 \times 15 + 20 \times 100) \times 144^2$$
$$= 24.62 \times 10^6\ (\mathrm{mm^4}) = 24.62 \times 10^{-6}\ (\mathrm{m^4}) \quad ⑩点$$

(6) はりの最大曲げ応力（引張・圧縮）

$$\sigma = \frac{Mz}{I_y} = \frac{Plz}{4I_y} = \frac{10000 \times 5 \times 144 \times 10^{-3}}{4 \times 24.62 \times 10^{-6}}$$
$$= 73.11 \times 10^6\ (\mathrm{Pa}) = 73.11\ (\mathrm{MPa}) \quad ⑩点$$

$$\sigma = \frac{Mz}{I_y} = \frac{Plz}{4I_y} = -\frac{10000 \times 5 \times (220 - 144) \times 10^{-3}}{4 \times 24.62 \times 10^{-6}}$$
$$= -38.59 \times 10^6\ (\mathrm{Pa}) = -38.59\ (\mathrm{MPa}) \quad ⑩点$$

令和８年度　呉工業高等専門学校

専攻科入学試験問題　（専　門）

67 点

受験番号 S

出題分野　熱力学

問題I　圧力 10 MPa，温度 500 K の空気 3 kg を圧力 1 MPa まで断熱膨張させた．このとき，(1) 膨張後の温度，(2) 内部エネルギーの変化量，(3) 気体がなす仕事，をそれぞれ求めよ．ただし，空気の比熱比 κ=1.4，ガス定数 R=287 J/(kg・K)とせよ．

解答

(1) 膨張後の温度を T_2 とすれば、温度 T と圧力 P に関する断熱膨張の関係　$T/P^{(\kappa-1)/\kappa}$＝ 一定より

$T_2 = T_1 \times (P_2/P_1)^{(\kappa-1)/\kappa} = 500 \times (1/10)^{(1.4-1)/1.4} = 259$ K -- 10 点

(2) 内部エネルギー変化量を求めるには定容比熱 Cv[J/(kgK)]が必要である。比熱比 Cp/Cv = κ = 1.4，ガス定数 R = Cp – Cv＝287 J/(kg・K)より、Cv = 0.718 kJ/(kgK)となる。-------------------------- 7 点

従って内部エネルギー変化量 ΔU は、空気質量を m [kg]とすれば

$\Delta U = mCv(T_2 - T_1) =$　3×0.718×（259－500）＝－519.1 kJ -------------------------------------- 10 点

(3) 熱力学第一法則より Q=⊿U＋W＝0（断熱）であるから

なされた仕事 W＝－ΔU＝519.1 kJ -- 10 点

問題II　室温が 25 ℃の部屋に設置されている冷蔵庫内を 2 ℃に保つために，毎時 150 kJ の熱を除去しなければならない．この冷蔵庫が逆カルノーサイクルで作動しているとき，(1) 成績係数，(2) 必要動力[W]をそれぞれ求めよ．なお，0 ℃=273.15 K とせよ．

解答

(1) 冷蔵庫の成績係数 ε_r は、逆カルノーサイクルで運転されていることから、動力 W、高温熱源への放熱量 Q_1、低温熱源から奪う熱量を Q_2 とすれば、

エネルギー保存則　$Q_1 = Q_2 + W$ より

$\varepsilon_r = Q_2 / W = Q_2 / (Q_1 - Q_2) = T_2 / (T_1 - T_2) = (2+273.15) / (25-2) = 11.96$ ------------- 15 点

(2) $W = Q_2 / \varepsilon_r = 150 \times 10^3 / 3600 / 11.96 = 3.48$ W -- 15 点

令和８年度　呉工業高等専門学校
専攻科入学試験問題　（専　門）

計 67 点

受験番号　S

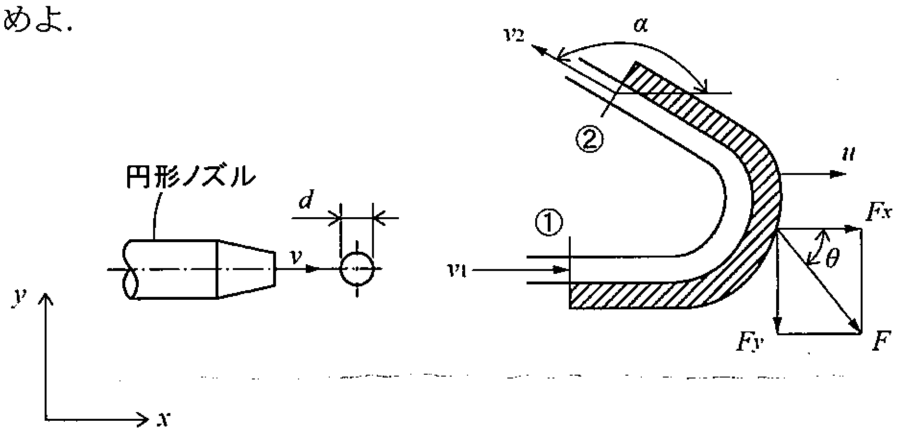
出題分野　水力学

問題Ｉ

図のように，直径 d の円形ノズルから速度 v で噴出する水噴流が同一方向に速度 u で移動する曲面板に衝突している．ここで，ノズル直径 d = 75 mm，噴流の速度 v = 35 m/s，曲面板の移動速度 u = 20 m/s，曲面板の角度 α = 150°，水の密度 ρ は 1000 kg/m^3 とする．

なお，曲面板の流入部①と流出部②に検査面を設定する．また，曲面板に沿う流れのエネルギー損失は無いとし，流入速度 v_1 と流出速度 v_2 は等しいとする．加えて，噴流の速度 v，曲面板の移動速度 u より，流入・流出速度は相対速度と一致し，「$v_1 = v_2 = v - u$」の関係で表されるとする．

以下の設問（１）～（３）の順に求めよ．



（１）移動する曲面板に，流体が与える力の x 方向成分 F_x，y 方向成分 F_y を求めよ．

$$F_x = \rho A(v-u)^2(1-\cos\alpha) = \rho\frac{\pi}{4}d^2(v-u)^2(1-\cos\alpha)$$

$$= 1000 \times \frac{\pi}{4}0.075^2 \times (35-20)^2(1-\cos 150°) = 1855\ \mathrm{N}$$ 15点

$$F_y = -\rho A(v-u)^2\sin\alpha = -\rho\frac{\pi}{4}d^2(v-u)^2\sin\alpha$$

$$= -1000 \times \frac{\pi}{4}0.075^2 \times (35-20)^2 \sin 150° = -497\ \mathrm{N}$$ 15点

（２）F_x および F_y から，曲面板に作用する合力 F，その合力のなす角度 θ を求めよ．

$$F = \sqrt{{F_x}^2 + {F_y}^2} = \sqrt{1855^2 + (-497)^2} = 1920\ \mathrm{N}$$ 12点

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_y}{F_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{-497}{1855}\right) = -15°$$ 12点

（３）水噴流が，移動している曲面板に与える動力 P を求めよ．

$$P = F_x u = 1855 \times 20 = 37.1\ \mathrm{kW}$$ 13点