

自衛隊奨学生（研究職技官）

選考試験問題

専門（記述式）

（解答時間 120分）

注意事項

- (1) 指示があるまで問題を開いてはいけません。
- (2) 問題及び回答用紙に受験番号・氏名を記入してください。
- (3) 問題の内容に関する質問には答えられません。
- (4) 計算機等の使用は認められません。
- (5) 5問のうち2問を選択し解答してください。
- (6) 解答は解答用紙に鉛筆又はシャープペンシルで記入してください。

受 験 番 号	氏 名

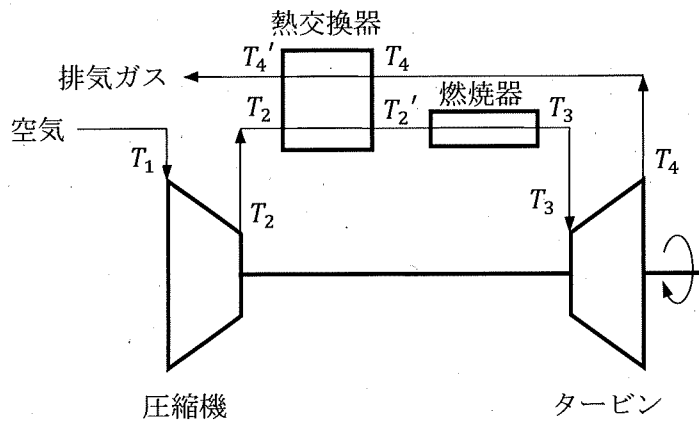
No. 1 ガスタービンのサイクルに関して、以下の問いに答えよ。ただし、作動流体は理想気体とする。また、(1) ~ (3) は、解答に至るまでの式も記載すること。

(1) 圧力比が8の条件におけるブレイトンサイクルの理論熱効率[%]を有効数字3桁で求めよ。ただし、作動流体の比熱比は1.4とし、 $2^{6/7} = 1.8$ を用いてよい。

(2) 下図のようなブレイトン再生サイクルにおいて、ガスタービンの圧力比を ϕ 、作動流体の比熱比を κ とすると、次の式が成り立つことを示せ。

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{T_3}{T_4} = \phi^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}$$

ただし、各位置での作動流体の絶対温度は、図中に示したとおりとする。



- T_1 : 圧縮機入口温度
- T_2 : 圧縮機出口温度、熱交換器入口温度
- T_2' : 熱交換器出口温度、燃焼器入口温度
- T_3 : 燃焼器出口温度、タービン入口温度
- T_4 : タービン出口温度、熱交換器入口温度
- T_4' : 熱交換器出口温度

(3) このブレイトン再生サイクルの理論熱効率を、圧力比 ϕ 、作動流体の比熱比 κ 、 T_1 、 T_3 を用いて表せ。ただし、熱交換器での熱交換は理想的に行われるものとし、 $T_2 = T_4'$ 、 $T_2' = T_4$ とする。

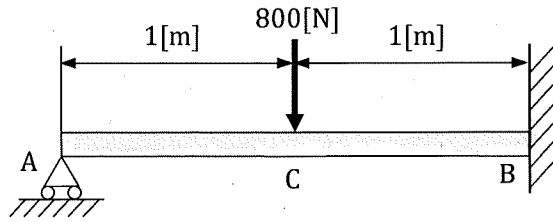
(4) ブレイトンサイクルとブレイトン再生サイクルに関して、それぞれの理論熱効率の特徴を簡潔に説明せよ。

No. 2 主流と平行に置かれた平板上の2次元定常境界層流を考える。境界層内の速度分布 u が、主流流速 U 、境界層厚さ δ 、壁面からの距離 y を用いて、次のように表せるとき、以下の問いに答えよ。ただし、(1)～(3)は、解答に至るまでの式も記載すること。

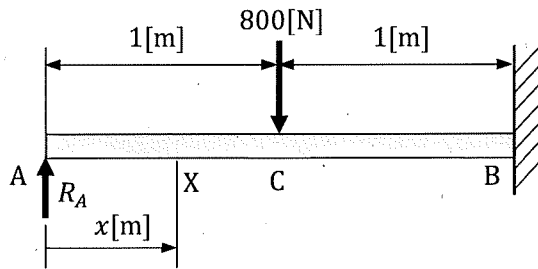
$$u = U \frac{y(2\delta - y)}{\delta^2}$$

- (1) 粘度を μ とするとき、壁面せん断応力 τ_w を求めよ。
- (2) 排除厚さを、 δ を用いて表せ。
- (3) 運動量厚さを、 δ を用いて表せ。
- (4) 境界層の剥離対策として、境界層に制御をかけて流れ場をコントロールすることが行われている。境界層制御法を2つあげて、簡潔に説明せよ。

No. 3 下図のように、B 点が固定された片持ちはりの先端 A 点が支持されており、C 点に集中荷重が作用するとき、以下の問いに答えよ。ただし、はりの曲げ剛性を EI [$\text{N} \cdot \text{m}^2$] とする。また、(1) (3) (5) は、解答に至るまでの式も記載すること。



(1) 下図のように、A 点における支持を反力 R_A [N] で置き換えて考える。A 点から x [m] ($0 \leq x \leq 2$) 離れた点を X 点とする。X 点における曲げモーメントを M [$\text{N} \cdot \text{m}$] とするとき、 M を、 R_A と x を用いて表せ。

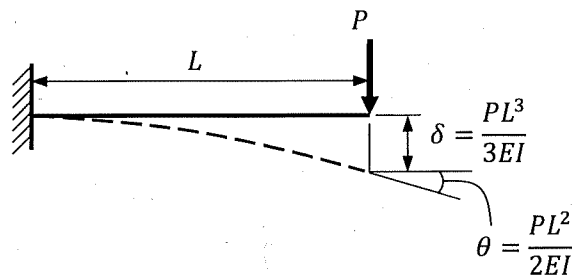


(2) X 点におけるたわみを y [m] とするとき、たわみの微分方程式を x 、 y 、 R_A 、 EI を用いて表せ。

(3) 上記 (2) の微分方程式を解いて、反力 R_A [N] を有効数字 3 桁で求めよ。

(4) 重ね合わせの原理とはどのような原理であるか。簡潔に説明せよ。

(5) A 点の支持反力 R_A [N] を、重ね合わせの原理を用いて有効数字 3 桁で求めよ。ただし、下図のような集中荷重を受ける片持ちはりのたわみ δ の式、たわみ角 θ の式を用いてよい。



No. 4 下表の条件が与えられた航空機に関して、以下の問いに答えよ。ただし、飛行高度は高度2000[m]とし、高度2000[m]における空気密度は $1.0[\text{kg}/\text{m}^3]$ とする。また、重量は最大離陸重量に等しいとする。また、(1)～(4)の解答は有効数字2桁とし、解答に至るまでの式も記載すること。

主翼面積	16[m ²]
翼幅	10[m]
最大離陸重量	$1.3 \times 10^4[\text{N}]$
有害抗力係数	0.02
翼効率	0.8
最大エンジン出力	$1.7 \times 10^5[\text{W}]$
プロペラ効率	0.8

- (1) 270[km/h]で水平巡航飛行するときの有害抵抗[N]を求めよ。
- (2) 270[km/h]で水平巡航飛行するときの必要推力[N]を求めよ。
- (3) 最大エンジン出力の値を用いて、270[km/h]で飛行中の利用推力[N]を求めよ。
- (4) 最大エンジン出力の値を用いて、270[km/h]で飛行中の上昇率[m/min]を求めよ。
- (5) 水平飛行時に航続率が最大となる飛行速度の求め方について、簡潔に説明せよ。

No. 5 ある航空機の縦の短周期運動が次式で表せるとき、以下の問いに答えよ。ただし、

(1) ~ (3) は、解答に至るまでの式も記載すること。

$$\Delta \dot{w} = -0.40\Delta w + 760\Delta \dot{\theta} + 600\Delta \delta$$

$$\Delta \ddot{\theta} = -0.001\Delta w - 0.60\Delta \dot{\theta} - 1.0\Delta \delta$$

θ : ピッチ角[°]

δ : 昇降舵角[°]

w : 機体速度 V の z 軸の成分 (迎角 $\approx w/V$)

- (1) 昇降舵角の変化量 $\Delta\delta$ からピッチ角の変化量 $\Delta\theta$ までの伝達関数を求めよ。
- (2) 上記(1)で求めた伝達関数の極と零点を求め、これらを複素平面上に表示せよ。
- (3) 昇降舵に対して1[°]のステップ状の上げ舵操作($\Delta\delta = -1[°]$)を行った場合に、機体ピッチ角の応答 $\Delta\theta(t)$ を求めよ。
- (4) 航空機の縦の応答のうち、短周期モードと長周期モードの特徴について、簡潔に説明せよ。