

自衛隊奨学生（研究職技官）

選考試験問題

専門（記述式）

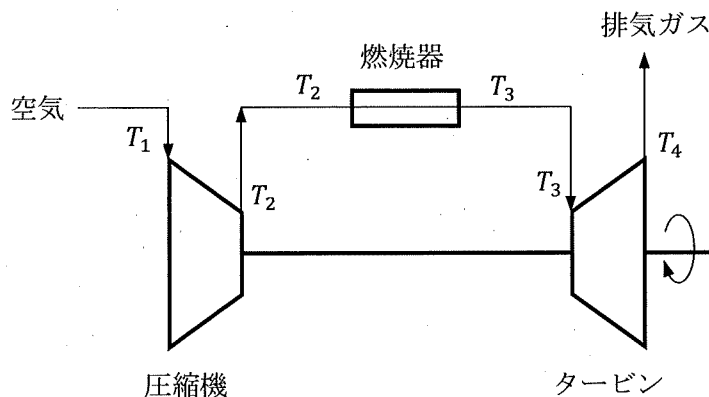
（解答時間 120分）

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 下図のようなブレイトンサイクルにおいて、以下の問いに答えよ。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。また、作動流体は理想気体とし、比熱比を κ とする。また、(1)～(3)は解答に至るまでの式も記載すること。



T_1 : 圧縮機入口温度

T_2 : 圧縮機出口温度、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

- (1) 圧縮機とタービンが断熱行程であることを用いて、次の関係が成り立つことを示せ。ただし、 ϕ は圧力比とする。

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

- (2) 上記(1)の結果を利用して、ブレイトンサイクルの理論熱効率の式を、 ϕ と κ を用いて表せ。

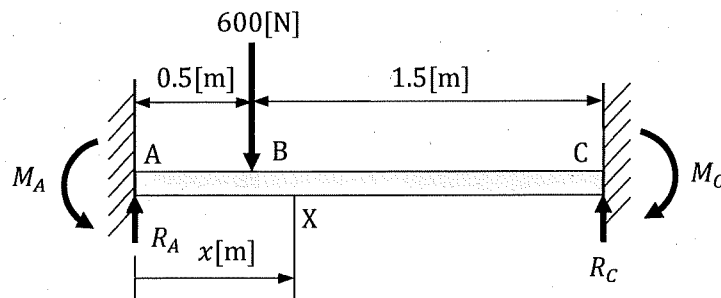
- (3) 圧縮機入口の圧力が0.1[MPa]、温度が300[K]、圧縮機出口の圧力が0.5[MPa]、燃焼器出口の温度が1000[K]であるとき、理論仕事[kJ/kg]と理論熱効率[%]を有効数字3桁で求めよ。ただし、比熱比を1.4、定圧比熱を1.0[kJ/(kg·K)]で一定とする。また、 $5^{2/7} = 1.6$ を用いてよい。

- (4) ブレイトンサイクルの熱効率を向上させる方法として再生ブレイトンサイクルがある。再生ブレイトンサイクルの構成図をかいて特徴を簡潔に説明せよ。

No.2 タンクの中に空気を充填し、タンクに設けた小さな穴を開放して空気を噴出させる
とき、以下の問いに答えよ。ただし、穴から噴出する空気は音速で流れ出るものとし、
周囲の空気の温度を T_a 、気体の比熱比を κ 、気体定数を R 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) 穴から噴出する空気の色度を、全温度における音速 a_0 と κ を用いて表せ。
- (2) タンクの中を周囲の圧力の10倍まで断熱的に圧縮する場合、穴から噴出する空気の
速度を、 T_a 、 κ 、 R を用いて表せ。
- (3) 上記(2)において、単位面積当たりの推力を、タンク内の圧力 p_0 、気体の比熱比 κ
を用いて表せ。
- (4) 圧縮性流体の流れを、主流のマッハ数 M_∞ によって分類し、翼のまわりの流れについ
て、簡潔に説明せよ。

No. 3 下図のように、全長 2[m]の両端を固定したはりにおいて、集中荷重 600[N]が左の固定支持端から 0.5[m]の位置にある B 点に作用している。両端の反力を R_A [N]、 R_C [N]、固定モーメントを M_A [N·m]、 M_C [N·m]とすると、以下の問いに答えよ。ただし、はりの曲げ剛性を EI [N·m²]とする。また、(1) (3) (4) (5) は、解答に至るまでの式も記載すること。



- (1) 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 [N·m] とするとき、 M を、 R_A 、 M_A 、 x を用いて表せ。
- (2) X 点におけるたわみを y [m]とすると、たわみの微分方程式を x 、 y 、 R_A 、 M_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]と固定モーメント M_A [N·m]を求めよ。ただし、解答は分数のままでよい。
- (4) 反力 R_C [N]と固定モーメント M_C [N·m]を求めよ。ただし、解答は分数のままでよい。
- (5) 荷重点 B 点のたわみ[m]を求めよ。ただし、解答は EI を用いた分数のままでよい。
- (6) 静定はりと不静定はりの違いについて、簡潔に説明せよ。

No. 4 ジェット機の水平飛行性能に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 揚抗比が最大となるときに必要推力が最小となる理由について、式を用いて説明せよ。
- (2) 全機の抗力係数 C_D は、以下の式で表せる。この式を基にして、必要推力 T_r を、速度 V 、空気密度 ρ 、最小有害抗力係数 C_{Dmin} 、主翼面積 S 、翼幅 b 、重量 W 、飛行機効率 e 、 π を用いて表せ。

$$C_D = C_{Dmin} + \frac{C_L^2}{\pi e A}$$

C_{Dmin} : 最小有害抗力係数

C_L : 揚力係数

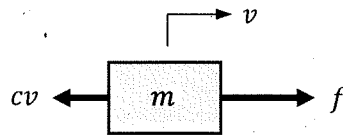
e : 飛行機効率

A : 縦横比

- (3) 速度と必要推力の関係を表す概略のグラフをかけ。
- (4) 必要推力の最小値を、 ρ 、 C_{Dmin} 、 S 、 b 、 W 、 e 、 π を用いて表せ。
- (5) ジェット機が遷音速や超音速で飛ぶ場合は、必要推力は(2)で求めた式で与えられる値よりかなり大きくなる。この理由を簡潔に説明せよ。

No. 5 制御に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 以下の自由物体図が表すように、質量 m の物体が速度 v で右方向に運動している。このときの推進力を f 、速度 v に比例して発生する抵抗を cv とすると、この前後方向モデルのブロック線図をかけ。



- (2) ある航空機の縦の短周期運動が次式で表せるとき、縦の短周期モードのブロック線図をかけ。

$$\Delta \dot{w} = k_1 \Delta w + k_2 \Delta \theta + k_3 \Delta \delta$$

$$\Delta \dot{\theta} = k_4 \Delta w + k_5 \Delta \theta + k_6 \Delta \delta$$

θ : ピッチ角[°]

δ : 昇降舵角[°]

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

$k_1 \sim k_6$: 定数

- (3) 上記(2)において、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。
- (4) フィードバック制御系が安定であるための判別方法を2つあげて、簡潔に説明せよ。