

平成 24 年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[熱力学]

1. ピストンとシリンダーで構成されるような閉じた系の理想気体を考える。系の温度を T 、比容積を v 、圧力を p 、定圧比熱を c_p 、定積比熱を c_v 、比熱の比を κ 、気体定数を R 、単位質量あたりに入出入りする熱量を q とする時、以下の あ から か にあてはまる適切な式を書きなさい。

【24点】

この系における熱力学の第一法則は以下のように書ける。

$$\delta q = \frac{\text{あ}}{\text{い}} dT + p dv \quad (\text{式 1})$$

$$\delta q = \frac{\text{あ}}{\text{い}} dT - v dp \quad (\text{式 2})$$

この時、等積比熱 c_v は (式 2) から次式のように書ける。

$$c_v = \left(\frac{\partial q}{\partial T} \right)_v = c_p - \frac{\text{う}}{\text{い}} \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_v \quad (\text{式 3})$$

(式 3) に理想気体の状態式を代入して整理すれば次式となる。

$$c_v = c_p - \frac{\text{え}}{\text{い}} \quad (\text{式 4})$$

(式 4) と比熱の比 κ の関係を用いて、 c_v と c_p を κ と R で書き表せば次式となる。

$$c_v = \frac{\text{お}}{\text{か}} R / (\kappa - 1)$$

$$c_p = \frac{\text{お}}{\text{か}} R / (\kappa - 1)$$

2. 図1に示すブレイトンサイクルを考える。
 作動流体は理想気体と考えて良く、その質量流量を m 、温度を T 、圧力を p 、比容積を v 、定圧比熱を c_p 、気体定数を R 、比熱の比を κ とする。作動流体の状態は図中の番号で表し、添え字の数字は状態番号を表すとする。また、このサイクルでの状態変化はすべて可逆過程と見なして良い。以下の問いに答えよ。

【45点】

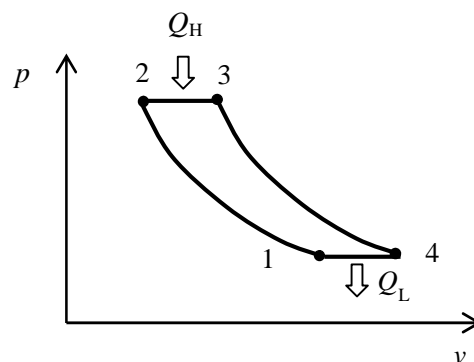


図1

- (1) サイクルの Ts 線図を描き、状態番号の1～4を図中に示せ。
- (2) 状態1から2への変化の名称とその変化の特徴について説明せよ。
- (3) 状態2から3へ変化する時の給熱量 Q_H を T_2 、 T_3 を含む形式で表せ。
- (4) 状態4から1へ変化する時の放熱量 Q_L を T_1 、 T_4 を含む形式で表せ。
- (5) このサイクルが発生する正味の工業仕事 L を T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 を含む形式で表せ。
- (6) p_2 を p_1 、 T_1 、 T_2 を含む形式で表せ。
- (7) 温度の比 T_2/T_1 と T_3/T_4 の関係を表せ。
- (8) 熱効率 η を T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 で表せ。
- (9) 圧力比 $\gamma = p_2/p_1$ とする時、熱効率 η を γ を含む形式で表せ。

3. 文中の から にあてはまる適切な語句を選択枝群から選択せよ。

【31点】

- (1) サイクルは等圧で給熱・放熱がなされるガスタービンの理論サイクルである。
- (2) サイクルは等積で給熱がなされる火花着火エンジンの理論サイクルである。
- (3) サイクルは冷蔵庫やエアコンで利用されている理論サイクルである。
- (4) サイクルは圧縮着火エンジンの理論サイクルであり、一般にこのサイクルでは火花着火エンジンに比べて、空気の圧縮比を大きくできるため熱効率が高い。
- (5) サイクルではボイラーで水蒸気を発生し、タービンで工業仕事を取り出した後、凝縮器で水に戻して再びボイラーへと循環させる。
- (6) 図2は典型的な冷凍サイクルの ph 線図である。図中の細い曲線は飽和液線と乾き飽和蒸気線を、図中の数字は作動流体の状態番号を示している。作動流体は状態1において であり、 によって可逆断熱圧縮されて状態2の となる。その後、作動流体は で放熱して状態3の となる。さらに、作動流体は膨張弁で等 膨張して状態4となる。最後に作動流体は で受熱して状態1に戻る。

——— 選択枝群 ———

オットー、ディーゼル、ブレイトン、ランキン、冷凍、圧縮機、凝縮器、蒸発器、圧縮液、乾き飽和蒸気、湿り蒸気、過熱蒸気、飽和液、エンタルピー、エントロピー、圧、温

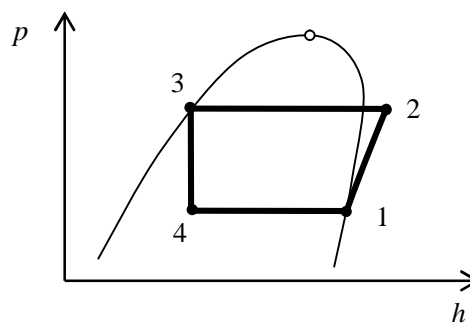


図2