

熱工学課題4

J4-210447 川村朋広

2023 年 12 月 26 日

(1)

状態1における混合気体の体積を v_1 、圧力を p_1 、状態2における混合気体の体積を v_2 、圧力を p_2 とおく
断熱変化であることと状態方程式より

$$\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^\kappa = \epsilon^\kappa$$
$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{v_2}{v_1} \frac{p_2}{p_1}$$

が成り立つ。したがって、

$$\frac{T_2}{T_1} = \epsilon^{\kappa-1} = 9.5^{0.4} = 2.46$$
$$T_2 = 2.46T_1$$

と求められる。

(2)

状態3における混合気体の体積を v_3 、圧力を p_3 、状態4における混合気体の体積を v_4 、圧力を p_4 とおく
断熱変化であることと状態方程式より

$$\frac{p_3}{p_4} = \left(\frac{v_4}{v_3} \right)^\kappa = \epsilon^\kappa$$
$$\frac{T_3}{T_4} = \frac{v_3}{v_4} \frac{p_3}{p_4}$$

が成り立つ。したがって、

$$\frac{T_3}{T_4} = \epsilon^{\kappa-1} = 9.5^{0.4} = 2.46$$
$$T_3 = 2.46T_4$$

と求められる。

(3)

等積変化より

$$\frac{P_3}{p_2} = \frac{T_3}{T_2}$$

が成り立つ。したがって

$$\begin{aligned}\frac{P_3}{p_1} &= \frac{p_2}{p_1} \frac{p_3}{p_2} = \epsilon^\kappa \frac{T_3}{T_2} = \epsilon^\kappa \frac{T_4}{T_1} \\ &= 6.79\end{aligned}$$

つまり

$$p_3 = 6.79p_1 = 0.68[MPa]$$

(4)

熱力学第一法則より

$$q_H = c_v(T_3 - T_2)$$

である。また状態1における状態方程式より

$$c_v = \frac{p_1 v_1}{T_1}$$

とあらわせるので、

$$\begin{aligned}q_H &= \frac{p_1 v_1 (T_3 - T_2)}{T_1} \\ &= \frac{p_1 v_1 (T_4 - T_1)}{\epsilon^{\kappa-1} T_1} \\ &= 4.3 \times 10^{-5} [KJ]\end{aligned}$$

と求められる。

(5)

状態4から状態1の過程は等積変化である。熱力学第一法則より

$$q_L = c_v(T_4 - T_2)$$

である。したがって熱効率 η_{th} は

$$\begin{aligned}\eta_{th} &= \frac{q_H - q_L}{q_H} = 1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2} = 1 - \frac{1}{\epsilon^{\kappa-1}} \\ &= 0.59\end{aligned}$$

と求められる。