

No. 4 熱力学Ⅱ及び演習

—ディーゼルサイクル—

[A]

1. 圧縮比 $\varepsilon=17$ 、締切比 $\sigma=2$ 、ディーゼルサイクルの理論熱効率を求めよ。ただし、比熱比 $\kappa=1.3$ とする。また、このサイクルはどのような過程より成り立っているか。

$$\eta_{th} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}} \frac{\sigma^{\kappa} - 1}{\kappa(\sigma - 1)} = 1 - \frac{1}{17^{1.3-1}} \times \frac{2^{1.3} - 1}{1.3 \times (2 - 1)} = 0.519$$

1 ~ 2 : 断熱圧縮過程

2 ~ 3 : 等圧加熱過程

3 ~ 4 : 断熱膨張過程

4 ~ 1 : 等積放熱過程

2. ディーゼルサイクルで、 $T_1=300$ K、締め切り比 $\sigma=3$ 、圧縮比 $\varepsilon=15$ のとき、最高温度 T_3 を求めよ。ただし、比熱比 κ は 1.4 とする。

$$1 \rightarrow 2 \quad \text{断熱圧縮過程} \quad T_2 v_2^{\kappa-1} = T_1 v_1^{\kappa-1} \Rightarrow T_2 = T_1 \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^{\kappa-1} = T_1 \varepsilon^{\kappa-1}$$

$$2 \rightarrow 3 \quad \text{等圧加熱過程} \quad T_3 / v_3 = T_2 / v_2 \Rightarrow T_3 = T_2 \frac{v_3}{v_2} = T_2 \sigma$$

$$\text{最高温度 } T_3 = T_2 \sigma = T_1 \varepsilon^{\kappa-1} \sigma = 300 \times 15^{1.4-1} \times 3 = 2659 \text{ K} = 2386^\circ\text{C}$$

3. 空気によって作動する 4 サイクルディーゼルエンジンがある。いま下死点におけるシリンダー内体積 $V_1=0.3$ m³、圧力 $p_1=0.1$ MPa、温度 $t_1=40$ °C、圧縮比 $\varepsilon=13$ 、 $t_3=1300^\circ\text{C}$ として次の値を求めよ。

a) サイクル中の断熱圧縮後 2 における圧力、温度、体積を求めよ。

b) 燃焼後 3 における圧力、温度、体積を求めよ。

c) 断熱膨張後 4 における圧力、温度、体積を求めよ。

d) 理論熱効率を求めよ。

ただし、比熱比は 1.4 とする。

$$a) 1 \sim 2 \quad \text{断熱圧縮} \quad p_2 = \varepsilon^{\kappa} p_1 = 13^{1.4} \times 0.1 = 3.627 \text{ MPa}, \quad T_2 = T_1 \varepsilon^{\kappa-1} = 333 \times 13^{0.4} = 929.0 \text{ K}$$

$$\varepsilon = V_1 / V_2 \Rightarrow V_2 = V_1 / \varepsilon = 0.3 / 13 = 0.02308 \text{ m}^3$$

$$b) 2 \sim 3 \quad \text{等圧加熱} \quad p_3 = p_2 = 3.627 \text{ MPa}, \quad T_3 = 273 + 1300 = 1573 \text{ K},$$

$$V_3 = V_2 (T_3 / T_2) = 0.03911 \text{ m}^3$$

$$c) 3 \sim 4 \quad \text{断熱膨張} \quad V_4 = V_1 = 0.3 \text{ m}^3, \quad T_4 = T_3 (V_3 / V_4)^{\kappa-1} = T_3 (V_3 / V_1)^{\kappa-1} = 696.3 \text{ K}$$

$$p_3 V_3^{\kappa} = p_4 V_4^{\kappa} \quad \therefore p_4 = p_3 (V_3 / V_4)^{\kappa} = 3.627 \text{ MPa} \times (0.03911 / 0.3)^{1.4} = 0.2093 = 0.209 [\text{MPa}]$$

(注意：変化の過程は $3 \Rightarrow 4$ であって、 $4 \Rightarrow 1$ ではないので、

等積放熱過程で求めると答の数値が異なる場合がある。

$$T_4 / p_4 = T_1 / p_1, \quad \therefore p_4 = p_1 (T_4 / T_1) = 0.1 [\text{MPa}] \times \frac{696.3}{273 + 40} = 0.2225 = 0.223 [\text{MPa}]$$

$$d) \quad \sigma \text{ (締切比)} = V_3 / V_2 = 0.03911 / 0.02308 = 1.695 \quad \text{より,}$$

$$\eta_{th} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}} \frac{\sigma^{\kappa} - 1}{\kappa(\sigma - 1)} = 1 - \frac{1}{13^{1.4-1}} \times \frac{1.695^{1.4} - 1}{1.4 \times (1.69 - 1)} = 0.5943 = 59.4\%$$