

No. 3 熱力学Ⅱ 及び演習

—オットーサイクル—

[A]

1. オットーサイクルにおいて、状態 1 の圧力が 80 kPa で断熱圧縮されて圧力が 2 MPa となった。このサイクルの圧縮比と熱効率を求めよ。ただし、比熱比 κ は 1.4 とする。

$$\text{圧縮比: } p_1 V_1^\kappa = p_2 V_2^\kappa \text{ より } \varepsilon = \frac{V_1}{V_2} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{\kappa}} = \left(\frac{2 \times 10^3}{80} \right)^{\frac{1}{1.4}} = 9.97$$

$$\text{熱効率: } \eta = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}} = 1 - \frac{1}{9.97^{1.4-1}} = 0.602$$

2. オットーサイクルにおいて断熱圧縮前後の体積が $V_1=320 \text{ cm}^3$ 、 $V_2=50 \text{ cm}^3$ であるとき、熱効率 η を求めよ。ただし、比熱比 κ は 1.4 とする。

$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2} = \frac{320}{50} = 6.4 \quad \text{よって} \quad \eta = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}} = 1 - \frac{1}{6.4^{1.4-1}} = 1 - 0.476 = 0.524$$

3. オットーサイクルにおいて、熱効率が 0.5 以上となるために必要となる最低の圧縮比 ε を求めよ。ただし、比熱比 κ は 1.4 とする。

$$\eta = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}} \text{ より } \varepsilon = \left(\frac{1}{1-\eta} \right)^{\frac{1}{\kappa-1}} = \left(\frac{1}{1-0.5} \right)^{\frac{1}{1.4-1}} = 5.66$$

4. 空気を作動流体とするオットーサイクル機関において、圧縮比 $\varepsilon=8$ 、サイクル中の最低温度 40°C 、最高温度 1800°C である。吸入行程終わりの圧力を 1.013 bar、比熱比 $\kappa=1.4$ として次の値を求めよ。

a) 理論熱効率 b) 最高圧力 c) 断熱膨張終わりの温度

$$\text{a) } \eta_{th} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}} = 1 - \frac{1}{8^{1.4-1}} = 0.565$$

b) 2→3 等積過程であるので

$$p_3 = p_2 \times \frac{T_3}{T_2} = 1.862 \times 10^6 \times \frac{(273+1800)}{719.1} = 5.37 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$p_2 = (v_1/v_2)^\kappa p_1 = \varepsilon^\kappa p_1 = 8^{1.4} \times 1.013 \times 10^5 = 1.862 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$T_2 = (v_1/v_2)^{\kappa-1} T_1 = 8^{1.4-1} \times (273+40) = 719.1 \text{ K}$$

c) 3→4 断熱変化であるので

$$T_4 = (v_3/v_4)^{\kappa-1} T_3 = (v_2/v_1)^{\kappa-1} T_3 = 1/8^{1.4-1} \times (273+1800) = 902.3 \text{ K}$$