

平成18年度

大学院博士前期課程（修士）入学試験問題

工業熱力学

注意事項：解答用紙に指示してある問題番号，解答の仕方にしたがって記入すること。

岡山大学大学院自然科学研究科  
機械システム工学専攻（機械系）

## 工 業 熱 力 学

- 【1】 閉じた系において，質量  $m$  の理想気体が状態 1 から状態 2 まで変化するとき，可逆断熱変化とはならず，ポリトロープ指数（定数）を  $n$  として，

$$P_1 V_1^n = P_2 V_2^n = \text{一定}$$

と表されることが多い。ただし，ガス定数を  $R$ ，比熱比を  $\kappa$ ，状態 1 における圧力，温度，容積は  $P_1$ ， $T_1$ ， $V_1$ ，状態 2 における圧力，温度，容積は  $P_2$ ， $T_2$ ， $V_2$  として，以下の問いに，与えられた記号を使用して答えよ。

- (1) ポリトロープ変化は多方向変化とも呼ばれる。 $P$ – $V$ 線図上に，可逆断熱変化，等温変化，定圧変化，定容変化をする場合の過程を  $n$  の値とともに概略的に示せ。
- (2) 状態 1 から状態 2 までポリトロープ変化をするとき，この系が，外部に対してなす仕事および外部から得る熱量を，温度を用いて表せ。
- (3) ポリトロープ変化をするときの平均比熱を求めよ。

- 【2】 ある理想気体が，状態 1 から可逆断熱圧縮されて状態 2 になり，状態 2 から等温膨張して状態 3 になる。状態 3 から状態 4 まで可逆断熱膨張し，その後，熱を放出しながら定容変化をして状態 1 まで戻る。以上のような熱機関サイクルについて，以下の問いに答えよ。ただし，状態  $i$  における圧力，温度，容積はそれぞれ  $P_i$ ， $T_i$ ， $V_i$  とし，ガス質量は  $m$ ，ガス定数は  $R$ ，比熱比は  $\kappa$ ，圧縮比  $\varepsilon = V_1 / V_2$ ，容積比  $\phi = V_3 / V_2$  とする。

- (1)  $P$ – $V$ 線図， $T$ – $S$ 線図および  $T$ – $V$ 線図を描け。
- (2) それぞれの状態変化において，系に出入りする熱量を求めよ。
- (3) 理論熱効率  $\eta_{\text{th}}$  を  $\varepsilon$ ， $\phi$ ， $\kappa$  で表せ。
- (4) それぞれの状態変化におけるエントロピー変化を  $m$ ， $R$ ， $\phi$  を用いて表せ。

【3】 下図に示すようなランキンサイクル（1→2→3→4→5→1）において，状態 1 における過熱蒸気の圧力  $P_1$ ，温度  $T_1$ ，比エンタルピー  $h_1$ ，比エントロピー  $s_1$ ，状態 4 における圧縮液の圧力  $P_4$ ，温度  $T_4$ ，比エンタルピー  $h_4$ ，比エントロピー  $s_4$  は既知である．圧力  $P_1$  および  $P_2$  における飽和液および乾き飽和蒸気の比容積，比エンタルピー，比エントロピーを表 1 のように表す．図 1 は装置図を，図 2 は  $T$ - $s$  線図をそれぞれ示している．図中の破線は飽和限界線を表している．以下の問いに答えよ．

- (1) タービン出口（状態 2）における乾き度  $x_2$  を求めよ．
- (2) タービン出口（状態 2）における比エンタルピー  $h_2$  を求めよ．
- (3) タービンにおいて動作流体が外部にする単位質量あたりの仕事  $w_t$  を求めよ．
- (4) このランキンサイクルの理論熱効率  $\eta_{th}$  を求めよ．
- (5) タービン出口（状態 2）における乾き度  $x_2=0.9$ ，圧力  $P_2$  における蒸発熱がボイラおよび過熱器において供給される熱量の 2 分の 1 であったとすると，このときのランキンサイクルの理論熱効率を算出せよ．

表 1 圧力基準飽和蒸気表

圧力	比容積		比エンタルピー		比エントロピー	
	(飽和液)	(乾き飽和蒸気)	(飽和液)	(乾き飽和蒸気)	(飽和液)	(乾き飽和蒸気)
$P_1$	$v_1'$	$v_1''$	$h_1'$	$h_1''$	$s_1'$	$s_1''$
$P_2$	$v_2'$	$v_2''$	$h_2'$	$h_2''$	$s_2'$	$s_2''$

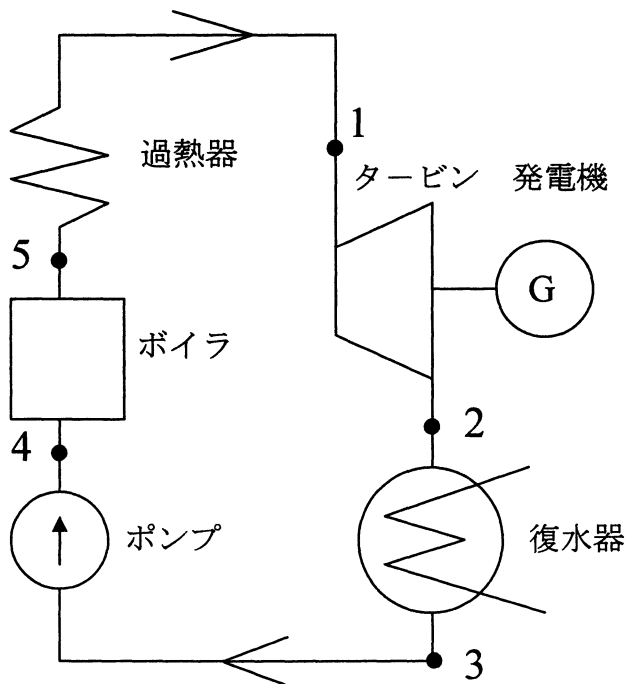


図 1

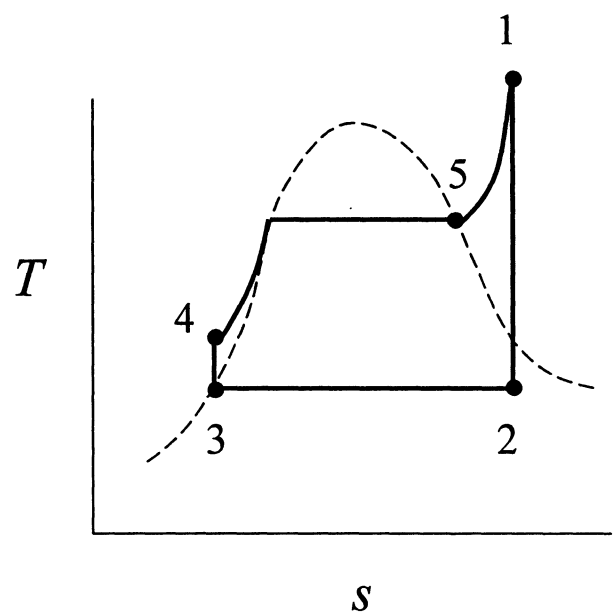


図 2