

令和6年度 第一種冷凍機械講習に係る

技術検定の解答のポイント

技術検定実施日 令和6年5月26日

- ・学識（記述式）の解答例を示したものです。
- ・計算問題の解答例は、計算過程でのポイントを示しています。
- ・電話、メール等での解答および採点に関する質問にはお答えできません。

学識 第1問

- (1) 低段側冷媒循環量 q_{mro}
次式により求める。

$$q_{mro} = \frac{\Phi_o}{h_1 - h_7} = \frac{100}{352 - 210} = 0.704 \text{ kg/s}$$

(答) $q_{mro} = 0.704 \text{ kg/s}$

- (2) 高段側冷媒循環量 q_{mrk}

まず、低段圧縮機吐出しガスの実際の比エンタルピー h'_2 を次式により計算し、

$$h'_2 = h_1 + \frac{h_2 - h_1}{\eta_c \eta_m} = 352 + \frac{380 - 352}{0.70 \times 0.90} = 396.4 \text{ kJ/kg}$$

次に、中間冷却器へバイパスする冷媒循環量 q'_{mro} を次式により求める。

$$q'_{mro} (h_3 - h_5) = q_{mro} \{ (h'_2 - h_3) + (h_5 - h_7) \}$$

$$\begin{aligned} \therefore q'_{mro} &= q_{mro} \frac{h'_2 - h_3 + h_5 - h_7}{h_3 - h_5} = 0.704 \times \frac{396.4 - 370 + 251 - 210}{370 - 251} \\ &= 0.399 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

q_{mrk} は、次式により求める。

$$q_{mrk} = q_{mro} + q'_{mro} = 0.704 + 0.399 = 1.103 \text{ kg/s}$$

(答) $q_{mrk} = 1.103 \text{ kg/s}$

- (3) 低段圧縮機の吸込み蒸気の体積流量 q_{vro} 、高段圧縮機の吸込み蒸気の体積流量 q_{vrk}
それぞれ、次式により計算する。

$$\begin{aligned} q_{vro} &= q_{mro} v_1 = 0.704 \times 0.151 = 0.106 \text{ m}^3/\text{s} \\ q_{vrk} &= q_{mrk} v_3 = 1.103 \times 0.0411 = 0.0453 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

(答) $q_{vro} = 0.106 \text{ m}^3/\text{s}$

$q_{vrk} = 0.0453 \text{ m}^3/\text{s}$

- (4) 圧縮機の実際の総駆動軸動力 P

まず、高段圧縮機吐出しガスの実際の比エンタルピー h_4 を次式により求める。

$$h_4 = h_3 + \frac{h_4 - h_3}{\eta_c \eta_m} = 370 + \frac{397 - 370}{0.70 \times 0.90} = 412.9 \text{ kJ/kg}$$

P は、次式により求める。

$$\begin{aligned} P &= q_{mro} (h'_2 - h_1) + q_{mrk} (h_4 - h_3) \\ &= 0.704 \times (396.4 - 352) + 1.103 \times (412.9 - 370) \\ &= 78.6 \text{ kW} \end{aligned}$$

(答) $P = 78.6 \text{ kW}$

令和6年度 第一種冷凍機械講習に係る

技術検定の解答のポイント

技術検定実施日 令和6年5月26日

- ・学識（記述式）の解答例を示したものです。
- ・計算問題の解答例は、計算過程でのポイントを示しています。
- ・電話、メール等での解答および採点に関する質問にはお答えできません。

学識 第2問

- (1) 実際の圧縮機吐出しガスの比エンタルピー h_2
次式により求める。

$$h_2 = h_1 + \frac{h_2 - h_1}{\eta_c \eta_m} = 524 + \frac{588 - 524}{0.75 \times 0.85} = 624 \text{ kJ/kg}$$

(答) $h_2 = 624 \text{ kJ/kg}$

- (2) 冷媒循環量 q_{mr}
次式により求める。

$$q_{mr} = \frac{\Phi_k}{h_2 - h_3} = \frac{102}{624 - 265} = 0.284 \text{ kg/s}$$

(答) $q_{mr} = 0.284 \text{ kg/s}$

- (3) 液ガス熱交換器における高温冷媒から低温冷媒への伝熱量 Φ_h

液ガス熱交換器に周囲との熱の出入りはなく、熱収支に次の関係があることから、

$$h_3 - h_5 = h_3 - h_6 = h_1 - h_7 \cdots \textcircled{1}$$

Φ_h は次式により求める。

$$\Phi_h = q_{mr} (h_3 - h_5) = q_{mr} (h_3 - h_6) = q_{mr} (h_1 - h_7) = 0.284 \times (524 - 514) = 2.84 \text{ kW}$$

(答) $\Phi_h = 2.84 \text{ kW}$

- (4) 実際の冷凍能力 Φ_0

蒸発器における冷凍効果 w_r は、 $\textcircled{1}$ より次の関係があることから、

$$w_r = h_7 - h_6 = h_1 - h_3$$

Φ_0 は次式により計算する。

$$\Phi_0 = q_{mr} w_r = q_{mr} (h_7 - h_6) = q_{mr} (h_1 - h_3) = 0.284 \times (524 - 265) = 73.6 \text{ kW}$$

(答) $\Phi_0 = 73.6 \text{ kW}$

- (5) 実際の成績係数 $(COP)_R$

次式により求める。

$$(COP)_R = \frac{\Phi_0}{P} = \frac{\Phi_0}{q_{mr} (h_2 - h_1)} = \frac{73.6}{0.284 \times (624 - 524)} = 2.59$$

または、

$$(COP)_R = \frac{\Phi_0}{P} = \frac{\Phi_0}{\Phi_k - \Phi_0} = \frac{73.6}{102 - 73.6} = 2.59$$

(答) $(COP)_R = 2.59$

令和6年度 第一種冷凍機械講習に係る

技術検定の解答のポイント

技術検定実施日 令和6年5月26日

- ・学識（記述式）の解答例を示したものです。
- ・計算問題の解答例は、計算過程でのポイントを示しています。
- ・電話、メール等での解答および採点に関する質問にはお答えできません。

学識 第3問

(1) 凝縮負荷 Φ_k

次式により求める。

$$\Phi_k = c_w q_{mw} (t_{w2} - t_{w1}) = 4.2 \times 3.2 \times (35 - 30) = 67.2 \text{ kW}$$

(答) $\Phi_k = 67.2 \text{ kW}$

(2) 冷却管の外表面積基準の平均熱通過率 K

次式により求める。

$$K = \frac{1}{\frac{1}{a_r} + m \left(\frac{1}{a_w} + f \right)} = \frac{1}{\frac{1}{3.3} + 4.2 \times \left(\frac{1}{8.0} + 0.17 \right)}$$
$$= 0.649 \text{ kW}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

(答) $K = 0.649 \text{ kW}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

(3) 外表面有効伝熱面積 A_o

次式により求める。

$$\Phi_k = K A_o \Delta t_m$$

$$\therefore A_o = \frac{\Phi_k}{K \Delta t_m} = \frac{67.2}{0.649 \times 5} = 20.7 \text{ m}^2$$

(答) $A_o = 20.7 \text{ m}^2$

(4) 総冷却管長 L

内表面有効伝熱面積 A_i は次式により表されることから、

$$A_i = \frac{A_o}{m}$$

総冷却管長 L を次式により求める。

$$L = \frac{A_i}{\pi d_i \times 10^{-3}} = \frac{A_o}{m \pi d_i \times 10^{-3}} = \frac{20.7}{4.2 \times 3.14 \times 16.0 \times 10^{-3}} = 98.1 \text{ m}$$

(答) $L = 98.1 \text{ m}$

令和6年度 第一種冷凍機械講習に係る 技術検定の解答のポイント

技術検定実施日 令和6年5月26日

- ・学識（記述式）の解答例を示したものです。
- ・計算問題の解答例は、計算過程でのポイントを示しています。
- ・電話、メール等での解答および採点に関する質問にはお答えできません。

学識 第4問

①	塩素原子
②	H F C 冷媒
③	炭素原子
④	水素原子
⑤	ふっ素原子
⑥	3 2
⑦	鉱油（鉱物油）
⑧	相溶性
⑨	顕熱
⑩	塩化カルシウムブライン

令和6年度 第一種冷凍機械講習に係る

技術検定の解答のポイント

技術検定実施日 令和6年5月26日

- ・学識（記述式）の解答例を示したものです。
- ・計算問題の解答例は、計算過程でのポイントを示しています。
- ・電話、メール等での解答および採点に関する質問にはお答えできません。

学識 第5問

(1) 円筒胴板の最小必要厚さ t_a

次式により求め、整数値に切り上げて決定する。

$$t_a = \frac{PD_i}{2\sigma_a\eta - 1.2P} + \alpha = \frac{2.96 \times 420}{2 \times 100 \times 0.70 - 1.2 \times 2.96} + 1 = 10.1 \text{ mm}$$

(答) $t_a = 11 \text{ mm}$

(2) 接線方向の引張応力 σ_t 、長手方向の引張応力 σ_l

次式により求める。

$$\sigma_t = \frac{PD_i}{2t_a} = \frac{2.96 \times 420}{2 \times 11} = 56.5 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_l = \frac{PD_i}{4t_a} = \frac{2.96 \times 420}{4 \times 11} = 28.3 \text{ N/mm}^2$$

(答) $\sigma_t = 56.5 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_l = 28.3 \text{ N/mm}^2$