

問題用紙は、試験監督員からの開始の指示があるまで一切開かないでください。

令和 3 年度

第一種冷凍機械

保安管理技術試験問題

GY

試験時間 11:10 ~ 12:40

注意事項

- (1) 配布された問題用紙の種類（左上に黒地白文字で示しています。）が受験する試験の種類に間違いがないか、また、問題用紙と受験番号札の色が合致しているかどうか、必ず確認してください。
万一、異なる場合は、速やかに試験監督員に申し出てください。
- (2) 答案用紙に記入されている受験番号、氏名等を確認し、間違いがあれば「受験者住所等修正票」を請求し、正しい内容を記入して試験監督員に提出してください。
- (3) この試験は電子計算機で採点しますので、答案用紙に記入する際には、記入方法を間違えないように特に注意してください。
電子計算機は、黒く塗りつぶした ● の部分を読みとります。
- (4) 試験問題の解答は多肢選択式です。解答は、各問題の下に掲げてある(1)~(5)の中から、**最も適切なものを1問につき1個だけ選んでください**。1問につき2個以上選択した場合には、その問題については0点になります。
- (5) 解答は、次の例にならって、答案用紙の所定の欄にマークしてください。
「記入例」
問 次のうち正しいものはどれか。
(1) A (2) B (3) C (4) D (5) E
(3)を選択する場合には、

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
○	○	●	○	○

のように、○の枠いっぱいにはみ出さないようにHBまたはB鉛筆で黒く塗りつぶしてください。
- (6) 試験問題に関する質問にはお答えできません。
- (7) 「問題用紙」および「答案用紙」は、試験監督員の指示に従い必ず提出してください。

一冷(保)GY

次の各問について、正しいと思われる最も適切な答をその問の下に掲げてある(1)、(2)、(3)、(4)、(5)の選択肢の中から1個選びなさい。

問1 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、圧縮機の構造と特徴について正しいものはどれか。

- イ. ロータリー圧縮機は、構造上、圧縮機の容器内は高圧であり、運転時の電動機巻線温度は吐出しガス温度よりも高くなる。また、油ポンプによって底部の油溜りから汲み上げられた冷凍機油は、高圧側にあるため、高低圧の差圧によってロータとシリンダとの隙間を通り、低圧側のシリンダ内へ流れ込む。
- ロ. スクロール圧縮機は容積式圧縮機の一つで、吸込み弁と吐出し弁を必要としないが、停止時に高低圧の差圧で圧縮機の旋回スクロールが逆回転するので、逆止め弁などの逆転防止機能を付けたものが多い。また、トルク変動が非常に小さいので振動や騒音が小さく、体積効率、断熱効率も高く、高速回転に適している。
- ハ. コンパウンド圧縮機は、二段圧縮の冷凍サイクルを実現するために、1台の圧縮機に低段側と高段側の気筒を配置し、1台の電動機で駆動するようにした圧縮機である。低段側と高段側の気筒数比によって、それぞれのピストン押しのけ量の比が決まってしまうので、中間圧力は最適値から若干のずれを生じることがある。
- ニ. 一般に、遠心圧縮機は、遠心冷凍機として凝縮器および蒸発器とともに一つのユニットにまとめられており、羽根車が高速回転するので、材料、強度、動的バランス、防食処理などに配慮して設計されている。また、容量制御を吸込み側にあるベーンによって行う場合、低流量になると、流量の低下とともに振動や騒音が低下し、運転が不安定になることはない。

- (1) イ、ロ、ハ (2) イ、ロ、ニ (3) イ、ハ、ニ (4) ロ、ハ、ニ (5) イ、ロ、ハ、ニ

問2 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、冷凍装置の容量制御について正しいものはどれか。

- イ. 圧縮機の吸込み蒸気配管に蒸発圧力調整弁を取り付けることにより、この弁の作動時には圧縮機の吸込み圧力が低下し、圧縮機の容量制御ができる。この蒸発圧力調整弁は、温度自動膨張弁の感温筒取付け位置と均圧管接続位置よりも上流側の圧縮機吸込み蒸気配管に取り付けなければならない。
- ロ. 往復圧縮機の容量制御をインバータで行う場合、圧縮機の回転速度をあまり低速にすると、クランク軸端に油ポンプを付けている圧縮機では、適正な油圧が得られず、潤滑が悪くなる。
- ハ. 吸入圧力調整弁は、圧縮機の吸込み蒸気配管に取り付ける。この調整弁を取り付ける目的は、圧縮機の吸込み圧力が所定の圧力以上にならないように、吸込み蒸気を絞り、容量制御することである。この容量制御は、冷凍装置の始動時や蒸発器の除霜終了後の再始動時に圧縮機の過負荷を防止することもできる。
- ニ. アンローダ機構を備えたスクリュウ圧縮機は、冷凍装置の冷凍負荷が大きく減少した場合でも、スクリュウ圧縮機の容量をある範囲内で無段階に調整できるため、負荷変動に対して追従性がよい。この容量制御は、圧縮機始動時の負荷軽減装置としても使われている。しかし、低負荷で長時間運転すると、吐出しガス温度が高くなることがある。

- (1) イ、ロ、ハ (2) イ、ロ、ニ (3) イ、ハ、ニ (4) ロ、ハ、ニ (5) イ、ロ、ハ、ニ

問3 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、圧縮機の運転と保守管理について正しいものはどれか。

イ. 往復圧縮機の潤滑の方法として、はねかけ式、強制給油潤滑式がある。はねかけ式では、クランクケース内の油量が少ないと潤滑が不十分となり、油量が多すぎると圧縮機からの油上がり量が多くなる。強制給油潤滑式では、油圧が低くなりすぎると油圧保護圧力スイッチが作動して、圧縮機が停止する。

ロ. 往復圧縮機の吐出し弁の弁板の割れや変形による逆流によって、吐出しガス温度は高くなり、体積効率と断熱効率の低下を招く。また、吸込み弁の漏れは、圧縮機の吐出しガス量が減少するので、吐出しガス温度は大きく上昇し、体積効率の低下を招く。

ハ. フルオロカーボン冷媒を用いた冷凍装置では、圧縮機停止中の冷凍機油温が低いときに、冷凍機油に冷媒が溶け込む割合が大きくなる。このような状態で往復圧縮機を始動すると、クランクケース内の圧力が急速に低下するので、冷凍機油に溶け込んでいる冷媒が急激に気化し、冷凍機油が沸騰したようなオイルフォーミングが発生する。

ニ. 圧縮機の運転を手動で短時間停止する場合には、冷媒液配管での液封の防止および始動時の冷媒液戻り防止のために、受液器液出口弁を閉じてからしばらく運転し、低圧側の冷媒液を受液器に回収する。

- (1) イ、ロ (2) ロ、ハ (3) ハ、ニ (4) イ、ロ、ニ (5) イ、ハ、ニ

問4 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、高圧部の保守管理について正しいものはどれか。

イ. 水冷凝縮器における凝縮圧力上昇の原因として、冷却水ポンプの吸込み管でのストレーナの目詰まり、吸込み管内面への水あかの付着、散水ノズルの閉塞、冷却塔の水位の低下、冷却管への水あかや油膜の付着、受液器への凝縮液の落ち込み不良、冷媒や冷凍機油の分解などが挙げられる。

ロ. 空冷凝縮器を用いた冷凍装置では、冬季の外気温度低下によって、凝縮圧力が低下して膨張弁の容量が不足する。この対策として、凝縮器入口側に設置した凝縮圧力調整弁により、凝縮器内に冷媒液を滞留させ、凝縮圧力を上昇させる方法がある。

ハ. 受液器兼用の水冷横形シェルアンドチューブ凝縮器において、装置内に冷媒を過充てんすると、余分な冷媒液が凝縮器に貯えられ、多数の冷却管が冷媒液に浸され、冷媒蒸気の凝縮に有効に使われる冷却管の伝熱面積が減少し、凝縮温度が高くなり、凝縮器出口の冷媒液の過冷却度が小さくなる。

ニ. 満液式蒸発器において、散水方式のデフロストを行うときには、散水する前に冷媒液の供給を止めて、あらかじめ、コイル内の冷媒を回収するか、補助受液器に冷媒液を移動させてから、散水を実施する。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) イ、ニ (4) ロ、ハ (5) ハ、ニ

問5 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、低圧部の保守管理について正しいものはどれか。

- イ. 冷凍装置の使用目的によって、蒸発温度と被冷却物の温度との温度差が設定され、それに従って装置が運転される。一般に、設定温度差の値は空調用で15～20 K程度であり、冷蔵用では5～10 K程度である。この設定温度差が小さすぎると、冷蔵品の乾燥や蒸発器への着霜などの問題が起きる。
- ロ. 冷凍能力は圧縮機に吸い込まれる冷媒の蒸気量により変化する。蒸発温度が低下すると、湿り蒸気の密度が大きくなり、結果として冷凍能力は減少するので、蒸発温度を必要以上に下げないように努めなければならない。
- ハ. 強制通風式冷却器と冷却塔を利用した冷蔵庫用冷凍装置において、蒸発温度が低下する原因としては、蒸発器への冷媒供給量不足、蒸発器熱交換不良、冷却風量の減少、蒸発器の熱負荷の減少、冬季の冷却塔の冷却水温の低下などがある。
- ニ. 乾式空気冷却器に霜が付くと、霜の熱伝導抵抗により熱通過率が低下し、蒸発圧力の低下、冷却能力の低下を招く。一般に、霜の厚さが厚くなるほど、熱通過率は低下する。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) ロ、ハ (4) ロ、ニ (5) ハ、ニ

問6 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、熱交換器について正しいものはどれか。

- イ. 冷媒と空気との算術平均温度差が大きくなれば、蒸発器の伝熱量が増大し、冷媒側熱伝達率が大きくなるが、空気側の熱伝達抵抗が小さいために、熱通過率の値はあまり大きくならない。
- ロ. 水冷横形シェルアンドチューブ凝縮器内（冷媒側）に不凝縮ガスが存在すると、伝熱面近くに混合気境界層が形成されて伝熱作用が阻害される。また、冷凍装置の運転停止中における凝縮器の圧力は、凝縮器内に存在する不凝縮ガスの分圧相当分だけ高くなる。
- ハ. ローフィンチューブを用いる水冷凝縮器における汚れ係数の値が小さい範囲では、汚れ係数が増加しても熱通過率はあまり低下しない。しかし、汚れ係数の値が大きい範囲では、汚れ係数が増加すると、熱通過率は大幅に低下する。
- ニ. フルオロカーボン冷媒液は、冷凍機油を溶解すると粘度が高くなる。そのため、過度に冷凍機油を溶解すると、熱交換器における伝熱を阻害することになる。一般に、冷凍機油の溶解量が3%以下であれば、伝熱には特に支障がない。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) ロ、ハ (4) ロ、ニ (5) ハ、ニ

問7 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、膨張弁などについて正しいものはどれか。

- イ. 液チャージ方式の温度自動膨張弁では、膨張弁本体の温度が感温筒温度よりも低くなると、感温筒内のチャージ媒体の飽和液の全てが弁本体側に集まり、膨張弁は、弁本体の温度に感応してしまい、適切な過熱度制御ができなくなる。
- ロ. ダイアフラム形の温度自動膨張弁は、ばね力と、ダイアフラム上下に加わる感温筒圧力および蒸発圧力の圧力差により、蒸発器出口の過熱度を制御する。内部均圧形温度自動膨張弁では、蒸発器内での冷媒の圧力降下が大きいと、感温筒取付け位置での冷媒圧力を正確に検知できなくなるため、冷凍装置運転中の実際の過熱度は大きくなる。
- ハ. 電子膨張弁は、温度センサの信号をもとに調節器において過熱度を算出し、その値と過熱度設定値との偏差に応じて膨張弁の開閉操作を行うため、幅広い制御特性を得ることができる。しかし、冷凍装置を停止するときに、蒸発器への送液停止をさせるための電磁弁の機能を兼ねることはできない。
- ニ. キャピラリチューブにおいて、チューブ入口、出口の圧力、チューブの口径、長さなどが、チューブ内を流れる冷媒の流量に影響を及ぼす。ただし、チューブ内で冷媒の流れが臨界状態に到達する場合は、チューブ出口の圧力は流量に影響を及ぼさない。

- (1) イ、ハ (2) イ、ニ (3) ロ、ニ (4) イ、ロ、ハ (5) ロ、ハ、ニ

問8 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、調整弁について正しいものはどれか。

- イ. 直動形の圧力式冷却水調整弁は、凝縮圧力の変化に対応して弁開度の制御を行う。このため、凝縮負荷、水温、凝縮器の熱通過率の変化などに応じて、冷却水量を調節することができる。しかし、冷凍装置の始動時には、凝縮圧力が低いため、冷却水量の調節を行うことはできない。
- ロ. 直動形蒸発圧力調整弁は、バルブプレートに作用する蒸発圧力が、ばねで設定した値以上になると、その差圧で弁が開く。また、一般に、蒸発圧力が変化しない場合でも、バルブプレートに作用する圧縮機の吸込み圧力が低下した場合には、弁前後の差圧が大きくなり弁が開く。
- ハ. パイロット形蒸発圧力調整弁では、パイロット弁にダイアフラムと圧力設定用ばねを備える。蒸発圧力が設定した圧力を超えれば、パイロット弁が開き、主弁のピストン上面に蒸発圧力を伝えて弁開度を制御する。ピストン上部に流入した冷媒蒸気は、ピストンに設けたノズルから調整弁の上流側に排出される。
- ニ. パイロット形吸入圧力調整弁では、パイロット弁に圧縮機吸込み管と接続する均圧用ポートを有する。吸込み圧力が設定よりも低下すれば、パイロット弁が開き、蒸発器側の圧力を主弁のピストン上部に導き主弁を開く。

- (1) イ、ニ (2) ロ、ハ (3) ロ、ニ (4) イ、ロ、ハ (5) イ、ハ、ニ

問9 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、制御機器について正しいものはどれか。

イ. 低圧フロート弁は、満液式蒸発器などの液面レベルを一定に保持するものである。液面レベルの変動に応じて送液を行うので、フロートスイッチを使用した液面制御に比べ、液面レベルの変動を小さくすることができる。また、冷媒液の密度変化の影響が小さく、一般に、各種冷媒で共用することが可能である。

ロ. 電磁弁には、直動式、パイロット式などがある。直動式は、電磁力で弁を直接操作するので、弁前後の圧力差が無くても弁の開閉を行うことができる。それに対し、パイロット式は、一般に、弁上流側の圧力が下流側に比べて7～30 kPa程度高くなければ動作しない。

ハ. 低圧圧力スイッチは、圧縮機運転中の吸込み圧力の低下を検出し、電気接点を開にして圧縮機を停止させるが、機器保護の目的以外に用いる場合は、使用目的に応じ、手動復帰形か自動復帰形のいずれかを用いる。これに対し、高圧圧力スイッチは、原則として手動復帰形を用いる。

ニ. 電子式サーモスタットは、金属線あるいは半導体の温度変化による電気抵抗の変化を利用するもので、温度感度と精度が高い。このため、電子回路にPIDの補償をした制御に用いられるなど、応用範囲が広い。しかし、一般に、設定温度での電気接点の開閉動作のみに使用されるものが多い。

(1) イ、ロ、ハ (2) イ、ロ、ニ (3) イ、ハ、ニ (4) ロ、ハ、ニ (5) イ、ロ、ハ、ニ

問10 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、附属機器などについて正しいものはどれか。

イ. 冷凍装置に設置されている附属機器には、多くのものがある。一般に、主な附属機器の冷凍装置内の配置は、圧縮機を起点として、冷媒の流れに沿って、油分離器、フィルタドライヤ、高圧受液器、低圧受液器の順となる。

ロ. 鉱油を用いたアンモニア冷凍装置では、油分離器は圧縮機と凝縮器との間に設置され、圧縮機吐出しガスに含まれる冷凍機油を冷媒から分離して、その油を圧縮機のクランクケースへ戻す。

ハ. 高圧受液器には、運転中の大きな負荷変動、蒸発器の運転台数の変化、ヒートポンプ装置の運転モードの切換えなど、冷媒量の変化を吸収する役割がある。そのため、高圧受液器の容積は、冷媒をすべて回収しても、少なくとも受液器の内容積の20%の冷媒蒸気空間を保持できるように決定する。

ニ. 低圧受液器は、蒸発器から戻ってきた気液混合状態の冷媒を蒸気と液に分離し、圧縮機に液が戻らないようにする液分離器としての機能をもっているため、吸込み蒸気配管に、液分離器を取り付ける必要はない。

(1) イ、ロ (2) ロ、ニ (3) ハ、ニ (4) イ、ロ、ハ (5) イ、ハ、ニ

問11 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、附属機器について正しいものはどれか。

- イ. 二段圧縮二段膨張式冷凍装置に利用されるフラッシュ式中間冷却器では、冷媒液の一部が凝縮する。冷媒液はその潜熱により自己冷却して中間圧力の飽和液となり、蒸発器へ送られる。
- ロ. 小形のフルオロカーボン冷凍装置に用いられる U 字管を内蔵した液分離器では、入口から入った液滴を含んだ冷媒蒸気は、蒸気の流れ方向の変化と速度の低下によって、密度の差で液と蒸気に分離される。
- ハ. フルオロカーボン冷凍装置に用いる油回収器では、満液式蒸発器内の油の濃度が高まらないように、冷媒液と油と一緒に蒸発器の外部に抜き出した後、これらを加熱して冷媒蒸気と油に分離する。その熱源には、電気ヒータのほか、高圧冷媒液や高圧冷媒ガスが用いられる。
- ニ. 大形冷凍装置などで利用する冷媒液強制循環式蒸発器では、冷媒を液ポンプで強制循環する。この蒸発器では、冷媒充てん量が乾式蒸発器の場合よりも多くなることが欠点であり、液戻りを防ぐために液分離器を設ける必要がある。

- (1) イ、ニ (2) ロ、ハ (3) ハ、ニ (4) イ、ロ、ハ (5) イ、ハ、ニ

問12 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、配管について正しいものはどれか。

- イ. 配管用炭素鋼鋼管 (SGP) は、フルオロカーボン冷媒およびアンモニア冷媒の配管に使用できる。また、この鋼管は、設計圧力が 1 MPa を超える耐圧部分には使用できない。
- ロ. 液配管に取り付けられている附属品の一つである止め弁は、耐圧、気密性能が十分であることが要求される。止め弁は、管と比べて圧力降下が大きく、冷媒漏れの原因となることもあるので、設置する数をできるだけ少なくし、弁のグランド部を下向きに取り付けないようにする。
- ハ. 圧縮機と凝縮器が同じ高さに設置されている場合、凝縮器と圧縮機を接続する吐出しガス配管は、凝縮器からいったん立ち上がり管を設けて、圧縮機へ下がり勾配で配管する。これは、停止中に吐出しガス配管内の油が圧縮機へ戻りやすくするためである。
- ニ. 2 台以上のフィンコイル乾式蒸発器が異なった高さに設置されている場合には、それぞれの蒸発器出口の吸込み蒸気配管はトラップを設けてから蒸発器より高い位置まで立ち上げる。その後、吸込み蒸気配管の主管への接続は、主管の上部 (上面側) から行う。

- (1) イ、ハ (2) イ、ニ (3) ロ、ハ (4) ロ、ニ (5) ハ、ニ

問13 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、安全装置について正しいものはどれか。

- イ. 高圧遮断圧力スイッチは、圧縮機吐出し部で吐出し圧力を正確に検出する位置に圧力誘導管で接続する必要がある。配管の下側から圧力誘導管を接続することは避ける必要がある。また、高圧遮断圧力スイッチは、原則として手動復帰形とするが、毒性ガス以外の冷媒を用いた自動運転方式の冷凍装置では、自動復帰形を用いてもよい。
- ロ. 冷媒設備では、安全弁の異常による冷媒の漏れや放出を避けなければならない。圧縮機用安全弁は、吹出し圧力において、圧縮機が吐き出すガスの全量を噴出することができなければならない。
- ハ. 溶栓は、全ての冷凍装置に設けられるが、温度によって作動するので、高温の吐出しガスの影響を受けやすい場所や冷却水で冷却される管板などに取り付けてはならない。
- ニ. R 134a 冷媒を使用する冷凍装置の低圧部の容器で、容器本体に附属する止め弁によって封鎖（液封）される構造のものには、安全弁、破裂板または圧力逃がし装置を取り付ける。

- (1) イ、ロ (2) イ、ニ (3) ロ、ハ (4) ロ、ニ (5) ハ、ニ

問14 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、圧力試験について正しいものはどれか。

- イ. 耐圧試験圧力は、設計圧力に対して高いほうが信頼性も増すが、加圧時に機器の材料に発生する応力が、その材料の降伏点よりも低くなければならない。耐圧試験では、部品ごとに試験したものを組み立てた機器については試験を行わなくてもよい。
- ロ. 配管を除く圧縮機や容器の部分について、その強さを確認するために、耐圧試験の代わりに量産品について適用する強度試験がある。強度試験の試験圧力は、設計圧力の3倍以上の高い圧力である。
- ハ. 真空試験は、真空ポンプを使用し、冷媒設備内を周囲大気温度に相当する飽和水蒸気圧力以下として実施する。なお、真空試験は、微量な漏れの有無は確認できるが、漏れ箇所の特定はできない。
- ニ. 気密試験と耐圧試験を実施した圧力は保安上重要な事項であり、被試験品本体への刻印や銘板により表示しなければならない。なお、気密試験は、冷媒設備の配管の部分を除く構成機器の個々のものについて、耐圧試験を実施する前に気密を確認するために行う。

- (1) イ、ロ (2) イ、ロ、ハ (3) イ、ハ、ニ (4) ロ、ハ、ニ (5) イ、ロ、ハ、ニ

問15 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、据付けおよび試運転について正しいものはどれか。

- イ. 冷凍装置の試運転を行う場合、試運転開始前に電力系統、制御系統、冷却水系統、冷媒系統の冷媒量、冷凍機油量、弁の開閉状態などを点検することが必要である。これらの点検の後、装置の始動試験を行い、異常がなければ数時間運転を継続し、運転データを採取する。
- ロ. アンモニア冷凍設備において、アンモニアには強い刺激臭があり、機器からの微量な漏えいでも早期に発見できるため、漏えい検知警報設備は必要ないが、毒性ガスに指定されているため除害設備の設置が義務付けられている。
- ハ. 冷凍機油の選定は、冷媒の種類、冷凍装置の構造、運転温度条件などにより異なるが、一般に、低温用の冷凍装置には、流動点が低い油を選定し、高速回転圧縮機で軸受荷重の比較的小さいものには、粘度の高い油を選定する。
- ニ. アンモニアの可燃性は爆燃範囲が体積割合で15～28%の濃度であり、プロパンよりも比較的広いが、その下限値は15%の濃度で比較的高い。また、アンモニアは銅および銅合金を腐食するので、漏えいがあったときは電気設備の点検が必要である。

- (1) イ、ロ (2) イ、ニ (3) ロ、ハ (4) イ、ハ、ニ (5) ロ、ハ、ニ

