

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 7 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 ● の部分を読み取ります。
- (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) イ、ロ (2) イ、ハ (3) ロ、ニ (4) ハ、ニ (5) ロ、ハ、ニ
(1) (2) (3) (4) (5)
(3)を選択する場合には、○ ○ ● ○ ○ 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

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

イ．コンパウンド往復圧縮機は、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、装置の配管が簡略化できる。

ロ．半密閉コンパウンドスクリー圧縮機では、一般に、中間冷却器からの冷媒ガスと低段側の吐出しガスを直接混合して、高段側に送る構造となっている。低段側吐出しガス温度が比較的低いことから、低段側吐出しガスは中間冷却器を通さない。

ハ．一般に、ツインスクリュー圧縮機は、冷凍機油の噴射によってロータ歯間、ロータ歯とケーシングの間の潤滑を行い、ロータ歯間で動力の伝達を行っている。

ニ．開放往復圧縮機は、電動機から圧縮機へ動力を伝えるために、クランク軸が圧縮機のケーシングを貫通して外部に突き出ており、その貫通部に冷媒の漏れ止め用の軸封装置(シャフトシール)を必要とする。

- (1) イ、ハ (2) イ、ニ (3) ロ、ハ (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．ホットガスバイパスによる容量制御を行うときに、ホットガスバイパスの割合が多くなると、吸込み側へのホットガス量が多くなるが、凝縮器熱負荷が減少し凝縮圧力が低下してくるので、結果的にホットガス量も低下する。そのため、凝縮圧力が低くなり過ぎることはない。

ロ．蒸発圧力調整弁は、圧縮機の吸込み蒸気配管に取り付けて、蒸発圧力が所定の圧力以上に上昇しないように吸込み蒸気を絞り、圧縮機吸込み圧力を低下させて圧縮機の容量制御を行う。

ハ．冷凍装置の始動時などの圧縮機の過負荷を防止するために、吸入圧力調整弁は、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、圧縮機の容量制御を行う。

ニ．容量制御装置にスライド弁を用いたスクリー圧縮機は、冷凍装置の冷凍負荷が大きく減少した場合でも、スクリー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。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) ロ、ニ (4) ハ、ニ (5) 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．冷凍機油は、圧縮機の軸受、ロータやピストンなどの摺動面に油膜をつくり、摩耗防止や摩擦によって生じる熱を除去するなどの役割があるが、アンモニアを冷媒とする往復圧縮機では、吐出しガス温度が高く、冷凍機油が劣化しやすい。そのため、非相溶性の冷凍機油を用いる冷凍装置では、圧縮機から吐き出された冷凍機油を冷凍装置の外部に排出する場合もある。

ロ．密閉圧縮機の電動機が焼損すると、巻線の絶縁物や冷凍機油が焼けて、圧縮機内の全面にカーボンの付着や、冷媒の分解が生じる場合がある。この場合、装置内の高圧系統の膨張弁までの熱交換器や配管に汚れが生じるが、焼損した部分だけを洗浄すれば正常な運転が可能である。

ハ．吸込み蒸気圧力の低下と過大な吸込み蒸気過熱度、吐出しガス圧力の上昇などがあると圧縮機は過熱運転状態になる。吸込み蒸気の温度と圧力がともに上昇する場合には、吸込み蒸気過熱度が大きくならなければ過熱運転にはならない。

ニ．スクリー圧縮機の給油圧力は、強制給油式では、吐出し圧力より 0.2 ～ 0.3 MPa 高い値が適正值であり、差圧式では、吐出し圧力より 0.05 ～ 0.15 MPa 高い値が適正值である。

- (1) イ、ハ (2) イ、ニ (3) ロ、ハ (4) ロ、ニ (5) 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．空冷凝縮器を用いた冷凍装置が、冬季に冷凍能力の低下を起こすことを防止するため、凝縮圧力調整弁を使用し、凝縮器内の冷媒液量を調節して凝縮能力を制御することがある。この目的のためにも受液器を別途必要とするが、その理由は、液配管でのフラッシュガスの発生を防止するためである。

ロ．水あかや油膜が水冷シェルアンドチューブ凝縮器の冷却管に付着すると、それらの熱伝導抵抗によって熱通過率の値が小さくなる。そのため、圧縮機の消費電力は増加し、冷凍能力は減少する。水あかが厚く付着することによる熱通過率の低下割合は、冷却管がローフィンチューブの場合よりも裸管の場合のほうが大きい。

ハ．凝縮器内に不凝縮ガスが存在すると、伝熱作用が阻害される。このため、冷凍装置の運転中には、器内に存在する不凝縮ガスの分圧相当分以上に凝縮圧力が高くなる。

ニ．受液器兼用の水冷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填すると、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中につかり、冷媒蒸気の凝縮に有効な伝熱面積が減少し、凝縮温度が上昇する。一方、凝縮器出口の冷媒液の過冷却度は増大する。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) ロ、ニ (4) イ、ハ、ニ (5) ロ、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．温度自動膨張弁の感温筒は、蒸発器出口の過熱された冷媒蒸気温度を吸込み蒸気配管の管壁を介して検出し、圧縮機の吸込み蒸気過熱度を制御する。そのため、管壁から感温筒が外れ、感温筒の温度が上がると膨張弁は開く方向に作動し、感温筒内に封入されている冷媒が漏れると膨張弁は閉じる方向に作動する。

ロ．乾式シェルアンドチューブ蒸発器と満液式シェルアンドチューブ蒸発器では、蒸発温度が低下して、被冷却物である水やブラインが凍結した場合、冷却管の破損の危険性は乾式シェルアンドチューブ蒸発器のほうが高い。

ハ．フィンコイル乾式蒸発器を用いた冷凍装置における液戻り対策として、運転停止時に蒸発器内に冷媒液を残留させておくことが挙げられる。これは、再起動時に蒸発器内の液による液戻りを起こすことを防ぐためである。

ニ．フィンコイル乾式蒸発器に霜が厚く成長すると、蒸発器の熱通過率の低下にともない蒸発器への冷媒供給量が減少し、低圧側圧力が正常値よりも低下し、冷却能力は減少する。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) イ、ニ (4) ロ、ニ (5) ロ、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．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%以下であれば特に支障がない。

ロ．空気冷却用のフィンコイル乾式蒸発器は、冷媒と空気との平均温度差が大きくなれば、蒸発器能力は増大する。蒸発器能力が増して熱流束が大きくなると、冷媒側熱伝達率は大きくなるが、熱通過率の値はあまり大きくならない。

ハ．ローフィンチューブを用いる水冷凝縮器や満液式水冷却器では、汚れ係数の増大とともに冷却管の外表面積基準の熱通過率は低下する。また、汚れ係数の増大とともに熱通過率の低下割合は大きくなる。

ニ．フィンコイル乾式蒸発器では、蒸発器の冷媒出口側から入口側に向かって冷却しようとする空気を流す向流方式と、蒸発器の冷媒入口側から出口側に向かって空気を流す並流方式がある。一般に、過熱部での冷媒と空気との平均温度差は、向流方式よりも並流方式のほうが大きくなる。

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

問7 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、膨張弁について正しいものはどれか。

イ．吸着チャージ方式の温度自動膨張弁の感温筒内には、活性炭などの吸着剤とともに炭酸ガスのような通常の使用状態で液化しないガスが封入されている。吸着チャージ方式は、封入する吸着剤の量とガスの種類によって、感温筒温度に対する感温筒内ガス圧力の応答感度を変えることができ、クロスチャージ方式よりも膨張弁の動作が速い。

ロ．電子膨張弁は、サーミスタなどの温度センサからの電氣的信号を調節器で過熱度に演算処理し、電氣的に弁を駆動して開閉の操作を行うので、温度自動膨張弁と比較して幅広い制御特性にすることができる。また、構成材料を適切に選択すれば、電子膨張弁は冷媒の種類に関係なく使用できる。

ハ．膨張弁の容量(冷凍能力)は、オリフィス口径と弁開度に加え、弁前後の圧力差によっても異なる。膨張弁出口側に液分配用ディストリビュータを取り付けると、弁出口圧力が高くなって弁出入口圧力差を小さくし、膨張弁の容量を減少させる。

ニ．内部均圧形の温度自動膨張弁を用いると、蒸発器の圧力降下の大きさに応じた蒸発器出口冷媒の過熱度の増大をもたらす。したがって、圧力降下の大きな蒸発器に、外部均圧形の温度自動膨張弁を使用した。

- (1) イ、ニ (2) ロ、ハ (3) イ、ロ、ハ (4) イ、ロ、ニ (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．凝縮圧力調整弁は、空冷凝縮器の冬季運転時における凝縮圧力の異常な低下を防止し、冷凍装置を正常な運転にするための圧力制御弁である。凝縮圧力調整弁による凝縮圧力の制御は、凝縮器への液の滞留による方法であり、その滞留分だけ、装置の冷媒充填量に余裕を必要とするので、受液器がなければならない。

ロ．蒸発圧力調整弁は、水またはブライン冷却器に用いて凍結を防止したり、被冷却物の温度を一定に保持することができ、また、この弁により1台の圧縮機で蒸発温度の異なる複数の蒸発器を運転することができる。

ハ．直動式吸入圧力調整弁は、ベローズによってシールされた作動圧力設定用ばねとベローズに直結されたバルブプレートからなっている。この弁は、バルブプレートの向きも含めた構造が、直動式蒸発圧力調整弁と同じであるが、冷媒の入口と出口の取り付け方が逆である。

ニ．温度式冷却水調整弁は、冷媒に直接触れることなく作動するので、凝縮器以外のオイルクーラなどの液体温度制御用にも使える。圧力式冷却水調整弁は、冷凍装置が停止して凝縮圧力が低下すると自動的に弁を絞り冷却水を止める。また、始動時には、凝縮圧力が高くなるまで弁が開かないのでバイパス弁を必要とする。

- (1) イ、ニ (2) ロ、ハ (3) イ、ロ、ニ (4) イ、ハ、ニ (5) ロ、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. 満液式蒸発器、低圧受液器、中間冷却器などの液面レベルを一定に保つためのフロート弁は、低圧フロート弁と呼ばれ、高圧冷媒液を絞り膨張させて、低圧機器内に送液する。
- ロ. 直動式の交流用の電磁弁は、点検時などに、通電させたままプランジャからコイルを抜くと、コイルのインピーダンスが小さくなり、コイルが焼損することがある。
- ハ. 高圧圧力スイッチは、安全装置として使用する場合には、冷凍装置の停止した原因を修復してから運転再開する必要があるので手動復帰式を使用し、一方、制御用としては、自動復帰式を使用した。
- ニ. 低圧圧力スイッチは、冷凍装置の圧縮機の吸込み蒸気配管に圧力検出端を接続し、冷凍負荷が減少して蒸発圧力が低下したとき、その圧力低下を検出して圧縮機電源回路を遮断して圧縮機を停止させるのに使用する。自動復帰式の低圧圧力スイッチを用いて、圧縮機の発停を行う場合、スイッチの「入り」「切り」差を小さくするほど圧縮機の運転間隔が長くなり、吸込み圧力の変動幅を小さくできる。

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

問10 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. フルオロカーボン冷凍装置のフィルタドライヤに使用する乾燥剤としては、ゼオライト、シリカゲルなどを使用し、水分を吸着して化学変化を起こすものや、砕けやすく流出するような乾燥剤は使用しない。
- ロ. 冷凍機油に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し、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、その油を直接圧縮機のクランクケースへ戻している。
- ハ. 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、これがある場合は吸込み蒸気配管に、液分離器を取り付ける必要はない。
- ニ. 高圧受液器の容量は、修理時に装置内の冷媒充填量の大部分を回収できる容量とする。その容積は、回収された冷媒液が高圧受液器の内容積の 95 % 以内の空間に収容できるものとし、少なくとも 5 % の冷媒蒸気空間を残さなければならない。

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

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．液ガス熱交換器は、凝縮器から出た高温冷媒液と蒸発器から出た低温冷媒蒸気との間で熱交換させて、冷媒液の過冷却度と圧縮機吸込み蒸気の過熱度を適度に調節するのに使用され、一般的にフルオロカーボン冷凍装置およびアンモニア冷凍装置で利用される。
- ロ．二段圧縮一段膨張式冷凍装置に利用される直接膨張式中間冷却器は、シェルアンドチューブ熱交換器と同様の構造をしており、温度自動膨張弁により高段側圧縮機に吸い込まれる冷媒の過熱度の制御を行う。この冷却器は、フルオロカーボン冷凍装置によく利用される。
- ハ．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、流れ方向の変化と流速の低下によって、液と蒸気に分離される。分離された容器底部の冷凍機油と冷媒液は、U 字管底部にあけられた小さな孔から、少量ずつ圧縮機へ吸い込まれる。
- ニ．フルオロカーボン冷凍装置において、満液式蒸発器や低圧受液器内の冷凍機油は冷媒液に溶解している。そこで、冷凍機油の濃度が高い冷媒液を抜き出し、冷媒液は加熱して蒸気とし、冷媒と冷凍機油に分離する機能をもった油回収器を使用する。不燃性冷媒を使用する装置では、加熱には高圧冷媒液または高圧の吐出しガスを利用し、電気ヒータは加熱源として使用しない。

- (1) イ、ロ (2) ロ、ハ (3) ハ、ニ (4) イ、ロ、ニ (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．液配管は、冷媒液にフラッシュガスを発生させないようにする必要がある。やむをえず、フラッシュガスの発生が懸念される温かい所に液配管を通す場合には、配管に防熱を施工し、フラッシュガスの発生を防止する。
- ロ．液配管に取り付けられている附属品の 1 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．蒸発器が 2 基以上の冷凍装置では、無負荷の蒸発器に主管内の冷凍機油や冷媒液が流れ込むのを防止するため、蒸発器吸込み管は、主管の下部(下面側)から接続するのがよい。
- ニ．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。ただし、この鋼管は、設計圧力が 1 MPa(ゲージ圧力)を超える耐圧部分、温度 100℃を超える耐圧部分(圧縮機の吐出しガス配管など)には使用できない。

- (1) イ、ロ (2) ロ、ハ (3) ハ、ニ (4) イ、ロ、ニ (5) イ、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．二段圧縮冷凍装置の過冷却液配管は、液封事故を起こしやすいため、圧力逃がし装置の設置を検討し、水撃作用が発生しないように留意したうえで安全弁を設置した。
- ロ．フルオロカーボン冷凍装置において、シェルアンドチューブ凝縮器の内容積が 600 L であったので、圧縮機吐出しガス温度の影響を受けない位置を定め、安全装置として溶栓を取り付けた。
- ハ．高圧遮断装置の設定圧力は、内蔵安全弁を除く、高圧部に取り付けられたすべての安全弁の最低吹始め圧力以下で、かつ、高圧部の許容圧力以下の圧力で作動するように設定する。なお、高圧遮断装置の設定圧力の精度は、1 MPa 以上 2 MPa 未満の設定圧力の範囲では、 -12% 以内でなければならない。
- ニ．R290 を用いる冷凍装置の安全弁の放出管開口部の位置を検討する際、近接する建築物や工作物の高さを調べ、それらの高さより低い高さで周囲に着火源などのない位置に決定した。

- (1) イ、ハ (2) イ、ニ (3) ロ、ハ (4) ハ、ニ (5) イ、ロ、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．冷媒設備の気密の最終確認をするための真空試験は、高真空を必要とするため真空ポンプを使用して行い、設備からの漏れの有無の確認とともに、設備内を真空にしながら、水分を蒸発させて設備内を乾燥させる。設備内は、大気温度 0°C に相当する水の飽和蒸気圧力以下とする。この試験では、真空計を用いて真空度を測定する。
- ロ．圧縮機、圧力容器などの耐圧強度を確認するために行う耐圧試験の圧力は、設計圧力に対して高いほうが信頼性も増すが、機器に変形を生じてはいけけないので、加圧時に発生する応力を、その機器材料の引張強さよりも低くなるようにしなければならない。
- ハ．気密試験(配管を完了した設備)に使用するガスには、空気、窒素などが使用される。空気圧縮機を使用して圧縮空気を供給する場合には、圧縮により空気が高温になるので、徐々に圧力を上げるようにし、空気圧縮機の吐出し温度が 140°C を超えないようにする。
- ニ．耐圧試験を液体で行う場合の実施要領は、圧力容器内の空気を完全に排除した後、液体を徐々に加圧して耐圧試験圧力まで上げ、その圧力を 1 分間以上保った後、圧力を耐圧試験圧力の $1/2$ まで下げて、各部、溶接継手などについて漏れ、異常な変形、破壊などの異常のないことを確かめる。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) イ、ニ (4) ロ、ニ (5) 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．冷媒充填量が不足すると、蒸発圧力が低下し、圧縮機の吸込み蒸気の過熱度が大きくなり、吐出し圧力が低下し、吐出しガス温度も低下する。また、冷凍能力も低下する。
- ロ．アンモニアは毒性があり、多量に浴びると死に至る危険がある。一方、燃焼性はなく、アンモニアを冷媒とする冷凍装置においては、電気設備に対して防爆性能を必要としない。
- ハ．冷凍機油の選定条件として、凝固点が低く、ろう分が少ないこと、熱安定性がよく、引火点が高いこと、粘度が適当で、油膜が強いこと、酸に対する安定性がよいこと、水分や酸類などが含まれていないこと、水分により乳化しにくいことなどが挙げられる。
- ニ．多気筒圧縮機の基礎の質量は防振支持をしている場合を除き、機械質量の 2 ～ 3 倍にするのが一般的である。また、機械と基礎とが共振しないように、基礎の固有振動数は、機械が発生する振動の振動数よりも少なくとも 20 % 以上の差をつけるようにする。

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