

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 6 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、圧縮機の種類・構造と特徴について正しいものはどれか。

- イ. 全密閉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、始動時のオイルフォーミングは発生しないが、圧縮機容器内で冷媒の凝縮が起こることがある。
- ロ. スクロール圧縮機は、遠心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、逆止め弁や逆転防止の機構が必要である。また、トルク変動が非常に小さく、特に振動や騒音が小さい。
- ハ. 遠心圧縮機において、容量制御を吸込み側にあるベーンにより行う場合、低流量になると運転が不安定となり、振動や騒音が発生する。また、低温用の冷凍装置で使用するときは、圧力比が大きくなるので、多段圧縮式を採用する必要がある。
- ニ. 往復圧縮機を構成する主な部品は、シリンダ、ピストン、吸込み弁、吐出し弁、クランク軸である。吸込み弁を必要とするものは、往復圧縮機のほかにロータリー圧縮機もある。

- (1) イ、ハ (2) イ、ニ (3) ロ、ハ (4) ロ、ニ (5) 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. 容量制御用のホットガスバイパス弁は、蒸発器の熱負荷が減少した場合でも、圧縮機を連続的に運転するために用いられる。ホットガスバイパス弁出口側圧力が設定圧力以下に低下すると、自動的に圧縮機吸込み蒸気配管へホットガスをバイパスさせて、吸込み圧力を所定の圧力に戻す。
- ロ. 蒸発圧力調整弁を用いて圧縮機の容量制御をするとき、この調整弁は、温度自動膨張弁の感温筒および均圧管の取付け位置よりも上流側の配管に取り付けなければならない。
- ハ. インバータを用いて、電源周波数を変えて圧縮機の回転速度を調節し、容量制御を行う方法は、ロータリー圧縮機、スクロール圧縮機などに多く用いられる。回転速度がある限定された範囲内では、体積効率はあまり変わらず、圧縮機の回転速度と容量はほぼ比例する。
- ニ. 多気筒圧縮機を用いた冷凍装置にかかる熱負荷が大きく減少した場合、圧縮機の容量を調節できるようにした装置が容量制御装置（アンロード）である。この容量制御装置がないと、負荷減少時に吸込み圧力が低下し、1冷凍トン当たりの消費動力が減少し、成績係数が小さくなる。

- (1) イ、ハ (2) イ、ニ (3) ロ、ハ (4) ロ、ニ (5) 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. 熱負荷の減少で圧縮機の吸込み蒸気圧力が正常な状態から異常に低下すると、圧縮機での圧力比が減少し、湿り圧縮運転状態となり、圧縮機の吐出しガス温度は低下する。一方、水冷凝縮器の冷却水量が減少すると、圧力比の増大によって吐出しガス温度が上昇し、圧縮機が過熱運転となる場合がある。
- ロ. 往復圧縮機の吐出し弁からの漏れは、吐出しガス温度を上昇させ、体積効率の低下を招く。吸込み弁板の割れや変形による漏れは、圧縮機の吐出しガス量が減少するので体積効率の低下を招くが、吐出しガス温度は大きく上昇することはない。
- ハ. 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が付着し、装置内の高圧系統の膨張弁までの熱交換器や配管の汚れとなる。圧縮機を交換し、これらの高圧系統の部分を十分に洗浄すれば正常運転が可能である。
- ニ. 冷凍機油は、圧縮機の軸受、ロータ、ピストンなどの摺動面に油膜をつくり、摩擦によって生じる熱の除去や摩耗防止などの役割がある。往復圧縮機の潤滑の方法として、はねかけ式、強制給油式がある。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。

- (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、高圧部の保守管理などについて正しいものはどれか。

- イ. ある凝縮負荷のもとで水冷凝縮器を用いた冷凍装置を運転したとき、凝縮器の伝熱面積は定まっているので、凝縮温度に影響するものは、冷却水の温度、冷却水流量、冷却管の汚れなどである。
- ロ. 不凝縮ガス（空気）が冷凍装置内に混入する原因としては、冷媒充填前の冷凍装置の冷媒系統内の真空引きが不十分で空気が残ったこと、分解修理のために開放した冷媒系統を復旧したときにその部分のエアパージが不十分で空気が残ったことなどが考えられる。
- ハ. 水あかや油膜が冷却管に付くと、その熱伝導抵抗によって熱通過率の値が小さくなり、凝縮の温度と圧力が高くなるので、圧縮機の消費電力が低くなり、冷凍能力も減少する。
- 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) ハ、ニ (3) イ、ロ、ハ (4) イ、ロ、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. 蒸発温度低下の原因としては、蒸発器への冷媒供給量の不足、蒸発器への霜付き、蒸発器への送風量の減少、蒸発器伝熱面積の減少、蒸発器内の冷媒に多量の冷凍機油が溶解することなどが考えられる。

ロ. 冷凍装置の使用目的によって、蒸発温度と被冷却流体との温度差が設定される。設定温度差が小さいと、冷蔵品の乾燥や蒸発器が着霜しやすいなどの問題も起こる。また、設定温度差が大きいと、蒸発温度を低くしなければならないので、圧縮機の駆動軸動力は低下するが、冷凍能力の減少と成績係数の低下を招く。

ハ. 蒸発器に霜が付くと、霜の熱伝導抵抗により熱通過率が低下し、蒸発圧力の上昇、冷却能力の減少を招く。また、フィン付き蒸発器に霜が付着すると、空気の流れるフィンの隙間が狭くなり、通風抵抗が増加し通過風量は減少する。

ニ. 乾式シェルアンドチューブ蒸発器は、冷媒が冷却管の中を流れるので、円筒胴と冷却管との間を流れるブラインや水が凍結しても、管外での凍結なので冷却管を破損させる危険性が満液式に比べると低くなる。

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

問6 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、熱交換器の合理的使用について正しいものはどれか。

イ. アンモニアと冷凍機油（鉱油）とはほとんど溶け合わない。また、常温では、冷凍機油の粘度はアンモニア液と同じ程度であり、冷凍機油の熱伝導率はアンモニア液の1/3程度である。アンモニアの蒸発および凝縮の際の伝熱面上の油膜は、伝熱の大きな障害となるので、伝熱面からできるだけ排除することが望ましい。

ロ. 凝縮器内に不凝縮ガスが存在すると、伝熱が阻害される。これは、不凝縮ガスを含む混合気境界層が液膜の外側に存在するため、冷媒の液膜表面温度が冷媒蒸気分圧に対応する飽和温度まで低下することによる。

ハ. 水冷凝縮器では、冷媒と冷却水との算術平均温度差が大きいほど凝縮作用が活発となるため、凝縮液膜が厚くなる。その結果、冷媒側の熱伝達率が小さくなる。このため、水冷凝縮器の設計で伝熱面積を決定する際には、一般に、冷媒と冷却水との間の算術平均温度差が5～6 K程度になるようにする。

ニ. 冷却器を用いて必要な冷却能力を効果的に得るためには、冷却しようとする空気を、冷却器の冷媒出口から入口側に向かって流れるようにし、冷媒と空気を向流方式にするのが有効である。空気を冷却器の冷媒入口側から流す並流方式にすると、過熱部での冷媒と空気との平均温度差が向流の場合よりも小さくなって、伝熱性能上不利であり、過熱部管長が長くなる。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) ハ、ニ (4) イ、ロ、ニ (5) ロ、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. 温度自動膨張弁の容量（冷凍能力）は、オリフィス口径と弁開度でほぼ決まるが、弁前後の高低圧間の圧力差によっても異なる。カタログなどに記載されている定格容量は、特定の凝縮温度と蒸発温度において、約 80 % の弁開度のときの値であり、最大容量は定格容量よりも若干大きい。
- ロ. 外部均圧形温度自動膨張弁は、蒸発器出口と膨張弁本体の均圧管接続部との間を均圧管で接続している。蒸発器出口側の均圧管取付位置は、通常、膨張弁の感温筒取付位置より少し上流側とする。
- ハ. キャピラリチューブに過冷却状態で流入した冷媒液は、摩擦抵抗により圧力が飽和圧力以下になり、自己蒸発することで気液二相の状態の流れになる。この気液二相流の状態の冷媒は、液相流の状態よりも圧力と温度が大きく低下し、チューブ出口から蒸発器に流出する。
- ニ. 感温筒のクロスチャージ方式は、冷凍装置の冷媒に対して温度と圧力の特性が異なる媒体を、感温筒にチャージしたものである。この方式の特徴は、蒸発温度が高温でも低温でも、ほぼ同じ過熱度設定値が保持できることである。

- (1) イ、ロ (2) ハ、ニ (3) イ、ハ、ニ (4) ロ、ハ、ニ (5) イ、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. 凝縮圧力調整弁は最低の必要凝縮圧力に設定し、夏季の外気温度が高いときには全開になるため、冷媒液の流れの抵抗はほとんどない。冬季に凝縮圧力が低下すると、弁は閉じ始め、水冷凝縮器内に冷媒液を滞留させて凝縮圧力を高める。
- ロ. パイロット式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くなると、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、主弁を開くようになっている。
- ハ. 蒸発圧力調整弁を流れる冷媒の状態変化は、温度自動膨張弁と同じ等比エンタルピーの絞り膨張である。圧縮機容量に対して蒸発器容量が小さくなった場合には、蒸発圧力調整弁での圧力降下が大きくなるので、圧縮機吸込み圧力が大きく低下し、冷凍装置の性能が低下する。
- ニ. 直動式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、水温変化、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。冷凍装置の始動時には、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、ロ (2) イ、ハ (3) ハ、ニ (4) イ、ロ、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. 圧力式断水リレーは冷却水出入口間の差圧を検出し、その信号で警報を発し、圧縮機を停止させる。圧力降下の少ない流路にはフロースイッチと呼ばれる流量式を用いる。パドル形フロースイッチは、配管内にパドルを入れて流れを検知する。
- ロ. 圧力センサは、信号出力の違いから、電圧出力タイプと電流出力タイプの2種類があり、圧力の検出素子の違いから、セラミックダイアフラム・静電容量式、金属ダイアフラム・ひずみゲージ式などに分類される。
- ハ. ガスチャージ方式サーモスタットは、感温筒内の液量が少ないために応答が速く、主に高温用に使われるが、感温筒よりも受圧部の温度が高くないと正しく作動しないので、注意を要する。しかし、感温筒が最高使用温度（最高作動圧力）を多少超えても、サーモスタットを損なう危険は少ない。
- ニ. 高圧圧力スイッチは、冷凍装置の高圧圧力の異常高圧防止のための安全装置や、空冷凝縮器の送風機の台数制御などの制御装置として用いられている。いずれの用途においても、高圧圧力スイッチには高い信頼性が需要であり、高圧圧力スイッチは手動復帰式でなければならない。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) ロ、ニ (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. バッフル形油分離器は、容器内に円筒状の金網が2重、3重に配置され、圧縮機からの吐出しガスがこの金網を通過する際に、金網によって油滴を分離する方式で、フルオロカーボン冷媒用は、フロート弁により冷凍機油を自動的に圧縮機クランクケースに返油する。
- ロ. 蒸発器が複数台設置されている冷凍装置では、それぞれの蒸発器の運転状態により蒸発器への冷媒液供給用電磁弁を開閉することがある。したがって、蒸発器の運転台数が変わったときには、全体の蒸発器内の冷媒量が大きく変化するので、冷媒量の変化を吸収できるような容量の高圧受液器を必要とする。
- ハ. 冷媒液強制循環式冷凍装置に用いる低圧受液器は、蒸発器冷却管に低圧冷媒液を送り込むための液溜めであり、運転状態が変化しても、冷媒液ポンプと蒸発器が安定した運転を続けられるように、温度自動膨張弁により送液量を調整し、液溜めの液面高さを制御する。
- ニ. フルオロカーボン冷媒装置の冷媒系統内の水分を吸着して除去するために、ろ過乾燥器の乾燥剤としてシリカゲルやゼオライトなどを使用する。また、アンモニア冷凍装置の場合、冷媒系統内の水分はアンモニアと結合しているため、乾燥剤による吸着分離がむずかしく、通常アンモニア冷凍装置に、ろ過乾燥器を使用しない。

- (1) イ、ハ (2) ロ、ニ (3) イ、ロ、ニ (4) イ、ハ、ニ (5) ロ、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. アンモニア用の多孔板式の液分離器は、円筒胴内の蒸気流速が1 m/s以下の蒸気の流れに乗った液滴が多孔板に衝突して下方に落ち、蒸気は孔を通り抜けて流れることによって、液と蒸気を分離する。

ロ. 中間冷却器には、その冷却方法により、フラッシュ式、液冷却式、直接膨張式がある。液冷却式および直接膨張式は、二段圧縮一段膨張式冷凍装置に、フラッシュ式は、二段圧縮二段膨張式冷凍装置の中間冷却器に利用される。

ハ. 液ガス熱交換器は、凝縮器からの高温冷媒液と蒸発器からの低温冷媒蒸気との熱交換により、凝縮器からの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もたせるものであり、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使用される。

ニ. フルオロカーボン冷凍装置の満液式蒸発器や低圧受液器に入り込んだ冷凍機油は、冷媒液に溶解している。そこで、冷凍機油の溶解した冷媒液を抜き出し、油回収器で冷凍機油と冷媒蒸気に分離して、それぞれ別系統で吸込み蒸気配管へ戻すのが一般的である。

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

問12 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、配管など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において、管径が19.05 mmまでの小口径の銅管で、取り外す可能性のある部位については、フレア管継手を使用することが多い。

ロ. グランド式の止め弁では、弁棒と弁箱との間のシールの方法が、パッキン（グランドパッキン）をパッキン押さえ（グランド）で押圧して弁棒部からの冷媒漏れを防ぐ。また、ふたに逆座（バックシート）を設けて、弁全開時に弁棒側への冷媒漏れを防ぐ構造になっており、弁が全開の状態であれば、冷媒の漏れなしにパッキンの交換が可能である。

ハ. 圧縮機が蒸発器より下側に配置されている場合には、冷凍装置の停止中に冷媒液が圧縮機に流れ落ちるのを防ぐ必要がある。そのため、冷凍機停止時にポンプダウン操作を行わないのであれば、圧縮機の吸込み蒸気配管は、蒸発器出口に小さなトラップを設け、蒸発器上部まで一度立ち上げてから圧縮機に接続する。

ニ. 液配管では、管内を流れる冷媒液の流速は1.5 m/s以下とし、摩擦抵抗による圧力降下が0.02 MPa以下になるように、管径を決める必要がある。これは、冷媒液の圧力降下が、一般に、流速の三乗に比例するため、圧力降下に及ぼす流速の影響が大きいためである。

- (1) イ、ハ (2) イ、ロ、ハ (3) イ、ロ、ニ (4) ロ、ハ、ニ (5) イ、ロ、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. 安全弁、破裂板、溶栓、高圧遮断装置などの安全装置は、いずれも設定の圧力や温度で作動し、外部に冷媒ガスを放出することで冷媒設備の圧力を許容圧力以下に戻す。
- ロ. 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求められる。また、圧力容器用安全弁は、冷媒ガスの飽和圧力が設定された圧力に達したときに冷媒ガスを噴出し、過度の圧力上昇を防止する。
- ハ. 高圧圧力スイッチは、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。圧力誘導管は、配管の上側（上面側）に接続する。また、高圧圧力スイッチは、原則として手動復帰式とするが、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、自動復帰式を用いてもよい。
- ニ. 二段圧縮冷凍装置の過冷却された液の液配管や、冷媒液強制循環式冷凍装置の低圧受液器まわりの液配管では、弁の誤操作で液封になりやすいので、液封による事故の防止のため圧力逃がし装置を取り付ける。

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

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

- イ. 耐圧試験を液体で行う場合は、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分間以上保っておく。その後、圧力を耐圧試験圧力の1/2まで下げて、被試験品の各部、溶接継手などについて、漏れ、異常な変形、破壊などの異常がないことを確認して合格とする。
- ロ. 気密試験に用いるガスは、冷媒の種類にかかわらず、空気、窒素ガスまたは炭酸ガスを用いる。空気圧縮機を使用して圧縮空気を供給する場合は、空気圧縮機の吐出し温度が140℃を超えないようにする。
- ハ. 真空試験は、高真空を必要とするので、真空ポンプを使用しなければならない。また、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。この試験は、機器、装置の大きさや構造などによって異なるが、1時間から一昼夜近い十分に長い時間を必要とする。
- ニ. 溶接部を対象に実施される非破壊試験には、放射線透過試験、超音波探傷試験、磁粉探傷試験、浸透探傷試験がある。突合せ溶接継手を対象に放射線透過試験を実施した場合には、溶接継手の効率の値を高く設定できることがある。

- (1) イ、ロ (2) イ、ニ (3) ハ、ニ (4) イ、ロ、ハ (5) 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. 圧縮機やコンデンシングユニットを据え付けるときは、水平に据え付けることが大切である。また、コンデンシングユニットからの冷媒配管の接続にフレア管継手がある場合、冷媒配管の固定に注意し、フレア管継手に無理な力がかからないようにする。

ロ. 密閉圧縮機を用いたフルオロカーボン冷凍装置の冷媒充填量が不足すると、吐出しガスによる電動機の冷却が不十分になり、電動機を焼損する場合がある。一方、過充填は、蒸発器で蒸発に有効に使われる伝熱面積が減少して、圧縮機の消費電力の増大を招く。

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、冷媒との溶解度が冷凍装置の構造に適合したものであること、酸に対する安定性が良いことなどが挙げられる。

ニ. 一般に、コンクリート基礎の質量は、その上に据え付ける機器の質量よりも大きくする。特に、多気筒圧縮機では、機器の質量の2倍から3倍の質量の基礎が必要である。なお、防振装置を備えた防振支持の基礎は、通常的基础に比べて軽量にすることができる。

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

