

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。

令和元年度

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. 往復圧縮機では、シリンダのすきま容積比および圧力比が大きいほど体積効率が小さい。また、冷凍機油が吸込み側の低圧部分にあるので、始動時や液戻り時にオイルフォーミングを発生しやすい。なお、多気筒圧縮機では、いくつかのシリンダの吸込み弁を開放して、起動時の負荷軽減を行う。

ロ. 低温冷凍装置において、二段圧縮方式を用いる主な目的は、単段圧縮方式を用いた場合に問題となる、圧力比の増大、体積効率低下による冷媒循環量の減少、断熱効率の低下にともなう軸動力の増大と吐出しガス温度の過度な上昇を避けることである。

ハ. スクリュー圧縮機において、多量の冷凍機油を強制的に噴射する目的は、しゅう動部の潤滑、ロータ間などのクリアランスのシールおよび冷媒ガスと圧縮機本体の冷却である。また、この噴射により、吐出しガス温度を断熱圧縮の場合よりも低くすることも可能である。

ニ. スクロール圧縮機では、吸込み弁や吐出し弁を必要としないが、停止時に高低圧の差圧で旋回スクロールの逆転を防止するために逆止め弁をつけたものが多い。この圧縮機は、断熱効率と機械効率が非常に高いが、高速回転に適していない。

- (1) イ、ロ (2) イ、ニ (3) ハ、ニ (4) イ、ロ、ハ (5) 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. 定圧ホットガスバイパス弁を用いて、圧縮機の吸込み蒸気配管にホットガスを吹き込む容量制御では、吸込み蒸気の過熱度が大きくなり、長時間の運転は難しい。しかし、ホットガスを温度自動膨張弁と蒸発器入口の間にバイパスする方法を用いると、適切な過熱度が得られ、長時間運転ができる。

ロ. 作動圧力に差をもたせた圧力スイッチを用いて、吸込み蒸気圧力の上昇、下降にともない複数の多気筒圧縮機を順次発停させる容量制御方法では、圧縮機の同時始動やクランクケース内の冷凍機油量の不均衡に注意しなければならない。

ハ. 熱負荷の増減に合わせて、インバータで圧縮機の回転速度を調節する容量制御方法では、ある限定された範囲内においては、冷凍能力が回転速度にほぼ比例する。クランク軸端に油ポンプを付けている往復圧縮機では、回転速度をあまり低速にすると、潤滑不良を起こす。

ニ. 蒸発圧力調整弁は、熱負荷の減少に伴い蒸発圧力が設定値以下へ低下することを防ぐ。この弁は、温度自動膨張弁の感温筒と均圧管の取付け位置よりも下流側の吸込み蒸気配管に取り付けられ、作動時は圧縮機吸込み蒸気の過熱度や圧力を低下させる。

- (1) イ、ロ (2) イ、ニ (3) ハ、ニ (4) イ、ロ、ハ (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. 熱負荷の減少によって、圧縮機の吸込み蒸気圧力が正常な状態から極端に低下すると、圧力比の増大による吐出しガス温度の上昇を起こす。また、水冷凝縮器の冷却水量が減少しても、圧力比の増大による吐出しガス温度の上昇を起こし、圧縮機が過熱運転となる場合がある。

ロ. 冷凍機油は、圧縮機の軸受、ロータ、ピストンなどの潤滑面に油膜をつくり、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。鉱油を用いた、アンモニアを冷媒とする往復圧縮機の吐出しガス温度は高く、一般に、圧縮機から吐き出された冷凍機油をクランクケースに戻すことはしない。

ハ. 吸込み弁、吐出し弁やクランク軸のある圧縮機で、吐出し弁に漏れが生じると、圧縮機の吸込み蒸気量が減少し、体積効率や断熱効率の低下を招き、吐出しガス温度が大きく上昇する。一方、吸込み弁の漏れでは、体積効率の低下を招くが、吐出しガス温度が大きく上昇することはない。

ニ. スクリュー圧縮機に給油ポンプが付いている場合の給油圧力は、吐出しガス圧力よりも0.2から0.3 MPa程度高い。また、この圧縮機の吐出しガス温度は、フルオロカーボン冷媒では通常90℃以下である。これより高い場合は、油冷却器による冷却不良などを疑う必要がある。

- (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. 空冷凝縮器は、水冷凝縮器に比べて熱通過率が小さく、凝縮温度が高くなる特徴があるが、冬季には凝縮圧力の低下を防ぐために、冷却空気量を制御したり、凝縮圧力調整弁で凝縮圧力を制御する。
- ロ. 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。
- ハ. 水あかや油膜が水冷横形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。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、水あかが厚く付着することによる熱通過率の低下割合が大きい。
- ニ. 空冷凝縮器内に空気などの不凝縮ガスが混入すると、冷却管の空気側の熱伝達率が小さくなり、凝縮温度が高くなる。そのため、圧縮機の吐出しガスの圧力と温度が高くなり、圧縮機用電動機の消費電力が増加し、冷凍能力と成績係数が低下する。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) ハ、ニ (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. フィンコイル乾式蒸発器に霜が厚く付着すると、空気の流れるフィンの隙間が狭くなり、空気の流れ抵抗が増加する。このため、蒸発器通過風量が減少して、蒸発器の冷却能力は減少する。
- ロ. 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。
- ハ. 蒸発器の蒸発温度が低下すると、蒸発器内の冷媒圧力が低下し、圧縮機吸込み蒸気の比体積が大きくなり、冷媒循環量と冷凍能力が減少する。
- ニ. 乾式蒸発器を使用した冷凍装置の運転停止時には、蒸発器内に冷媒液が残留しないように、運転停止前に圧縮機で冷媒を高圧側へ回収して、再始動時の液戻りを防ぐ。

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

問6 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、熱交換器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媒液は、冷凍機油を溶解すると粘度が低くなる。また、過度に油を溶解すると伝熱を阻害することになる。一般に、油の溶解量が3%以下であれば特に支障がない。
- ロ. 凝縮器では、冷媒温度と冷却媒体との算術平均温度差が大きいほど熱流束（熱流密度）が大きくなって、凝縮作用が活発になり、冷媒側熱伝達率も大きくなる。
- ハ. 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。
- ニ. 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、温度によって異なるが、油の粘度はアンモニア液と同じ程度であり、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。

- (1) イ (2) ハ (3) イ、ロ (4) ロ、ニ (5) 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. 温度自動膨張弁本体は蒸発器入口近く、また、感温筒は蒸発器出口近くに取り付ける。感温筒は、周囲の温度や湿度の影響を受けないように防湿性のある防熱材で包むようにし、垂直吸込み管に取り付けるときは、感温筒のキャピラリチューブが上側になるようにする。
- ロ. 電子膨張弁は、サーミスタなどの温度センサからの電気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い、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. 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応答速度が速い。
- ニ. 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に加え、弁前後の圧力差などによっても異なる。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が小さくなり、膨張弁の容量が減少する。

- (1) イ、ロ (2) ロ、ハ (3) ハ、ニ (4) イ、ロ、ニ (5) イ、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. 蒸発圧力調整弁を用いた冷凍装置において、圧縮機容量に対して蒸発器容量が小さくなった場合は、蒸発圧力調整弁での圧力降下が大きくなり、圧縮機吸込圧力が低下するが、蒸発圧力調整弁では、冷媒は等比エンタルピーの絞り膨張となるので、装置の成績係数は変わらない。
- ロ. 直動形吸入圧力調整弁は、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、直動形蒸発圧力調整弁と同じ構造であるが、冷媒の入口と出口の取り付け方が逆である。
- ハ. 凝縮圧力調整弁は、空冷凝縮器の冬季運転における凝縮圧力の異常な低下を防止し、冷凍装置を正常に運転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、凝縮器の冷媒液量を利用する方法であり、装置の冷媒充てん量に多少の余裕を必要とするので受液器がなければならない。
- ニ. 直動形の圧力式冷却水調整弁は、下部の凝縮圧力導入用の接続口付きベローズ部分と、作動圧力設定用ばねを収めた調整部分から成り、凝縮圧力が高くなると弁開度が大きくなる。また、凝縮負荷、水温変化、凝縮器の熱通過率変化などに応じて、凝縮圧力が適正な状態を保つように冷却水量を調節する。

- (1) イ、ロ (2) イ、ニ (3) ロ、ハ (4) 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. 満液式蒸発器を用いた冷凍装置では、フロート弁やフロートスイッチによって、冷媒液だめ器内の液量（液面レベル）の制御を行う。フロートスイッチには、直接作動形と電子式の遠隔作動形の2種類がある。
- ロ. 電磁弁の作動電源は、直流用では、12 V、24 V、100 V、交流用では、24 V、100 V、200 Vが標準であるが、110 V、220 Vもある。また、これらの定格電圧からの許容電圧変動は±10%以下である。
- ハ. 多気筒圧縮機などの大形圧縮機では、油ポンプを内蔵または外部に装着している。運転中に定められた油圧が保持できなくなると、圧縮機の軸受などが焼付き事故を起こす危険がある。このような事故を防止するために、圧縮機を始動してから一定時間、または運転中の一定時間（一般に90秒程度）、定められた給油圧力を保持できない場合には、油圧保護圧力スイッチの電気接点を開き、圧縮機の電動機を停止させる。
- ニ. 蒸気圧式サーモスタットは、感温筒内のチャージ方式により、ガスチャージ方式、吸着チャージ方式、液チャージ方式に分類される。これらのうち、吸着チャージ方式は、受圧部の温度が作動に及ぼす影響が大きく、サーモスタット本体が感温筒と異なった温度環境では使用できない。

- (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、附属機器について正しいものはどれか。

- イ. 油分離器は、冷凍機油が凝縮器や蒸発器に入り込むと伝熱作用を阻害する不都合を生じるアンモニア冷凍装置、冷凍機油を蒸発器から圧縮機へ戻すことが難しい満液式蒸発器を用いたフルオロカーボン冷凍装置、低温で冷凍機油の粘度が高くなり蒸発器から油戻しが難しい蒸発温度 -40°C 以下の冷凍装置などに用いられる。
- ロ. フルオロカーボン冷凍装置では、一般にフィルタドライヤを取り付け、シリカゲルやゼオライトなどの乾燥剤を用いて冷媒系統の水分を吸着除去する。アンモニア冷凍装置でも、一般に同様の乾燥剤を用いて水分を除去する。
- ハ. 高圧受液器には、運転中の大きな負荷変動、冷却器の運転台数の変化、およびヒートポンプ装置の運転モードの切換えなどによる冷媒量の変化を吸収する容量をもたせる。さらに、冷媒充てん量の全量または大部分の量を受液器内容積の 80 % 以内で回収できる容量をもたせる。
- ニ. 低圧受液器は、冷媒液強制循環式冷凍装置の蒸発器冷却管に低圧冷媒液を送り込むための液だめとして、冷却管から戻った冷媒蒸気と液を分離する役割をもつ。低圧受液器では、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、一般に温度自動膨張弁で流量制御が行われる。

- (1) イ、ハ (2) イ、ニ (3) ロ、ハ (4) ロ、ニ (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. アンモニア冷凍装置には液ガス熱交換器を取り付け、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って、凝縮器からの冷媒液を過冷却し、液管内でのフラッシュガスの発生を防止する。さらに、圧縮機吸込み蒸気を適度に加熱することにより、負荷変動などによる液戻りがある程度防止する。
- 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、一般に、入口から入った液滴を含んだ冷媒蒸気は、流れ方向の変化と速度の低下によって、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。
- ハ. フルオロカーボン冷凍装置の満液式蒸発器などに入り込んだ冷凍機油は、冷媒液に溶解している。そこで、油の溶解した冷媒液を抜き出し、油回収器で冷媒蒸気と油に分離して、冷媒蒸気は吸込み蒸気配管へ、油は油だめ器を介して圧縮機に戻す方法がある。
- ニ. 冷媒液強制循環式蒸発器では、一般に液ポンプにより蒸発量の 3 倍から 5 倍の量の冷媒を流す。また、冷凍機油の処理を行うために、一般に蒸発器本体に油戻し用の配管を設ける。

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

問12 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、冷媒配管など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では設計圧力が2 MPa以下の耐圧部分、温度100℃以下の耐圧部分、温度−25℃よりも高温の部分には使用できる。しかし、毒性ガスの冷媒に対して使用してはならない。
- ロ. 冷媒ガス流速は、過大な圧力降下や騒音を生じない程度に抑制する必要がある。一方、冷媒ガスとともに圧縮機から吐き出された油が、確実に冷媒ガスに同伴される流速が必要であり、一般に横走り管で2 m/s程度、立ち上がり管で3 m/s程度にする。
- ハ. 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高温の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。
- ニ. 満液式蒸発器を使用するフルオロカーボン冷凍装置では、蒸発器から圧縮機への油戻しが重要である。油戻しには、油を含んだ冷媒液を絞り弁を通して少しずつ抜き出し、液ガス熱交換器で冷媒液を気化させ、油とともに圧縮機に戻す方法などがある。

- (1) イ、ロ (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. 安全弁、破裂板、溶栓、高圧遮断装置などの安全装置は、設定の圧力と温度で作動し、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. 高圧遮断圧力スイッチの設定圧力は、高圧部に取り付けられた内蔵安全弁を除く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、高圧遮断圧力スイッチ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。
- ハ. 圧力容器用安全弁では、冷媒ガスと圧力容器の外径や全長などにより安全弁の必要最小口径サイズを決定し、圧力容器の圧力が過度に上昇しないようにする。
- ニ. 破裂板の最小口径は、圧力容器に取り付けるべき安全弁の口径の1/2とし、破裂圧力は安全弁の作動圧力以上で、耐圧試験圧力以下でなければならない。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) ロ、ハ (4) ロ、ニ (5) イ、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. 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。
- ロ. 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。
- ハ. 気密試験は、空気または不燃性、非毒性ガスを用いたガス圧試験で実施し、試験する機器の気密性能を確認する。その後、空気、窒素などの気体を使用する耐圧試験を実施して、機器の耐圧性能を確認する。
- ニ. 冷媒設備の気密の最終確認をするための真空放置試験では、真空ポンプを使用して、装置内部を真空状態にしながらか水分を蒸発させて乾燥させるとともに、設備からの漏れの有無を確認する。冷媒設備内の真空度は周囲大気温度に相当する水蒸気飽和圧力以下にすることが必要である。

- (1) イ、ハ (2) イ、ニ (3) ロ、ハ (4) ロ、ニ (5) イ、ロ、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. 蒸発式凝縮器を屋上に設置する場合、地震による据付位置のずれを防止するために、基礎の質量は、その凝縮器の質量よりも十分に大きくし、その基礎の鉄筋と屋上床盤の鉄筋を固く結びつけ、凝縮器本体と基礎も十分に固定する。また、凝縮器は、水平に設置する。
- ロ. 機器の基礎底面にかかる荷重により地盤の不同沈下が起こらないようにするために、基礎底面にかかる応力を、基準の応力以下にする。この基準の応力を基礎の許容応力といい、基礎の材質により決まる。
- ハ. 冷凍機油の選定条件として、使用条件に対して凝固点が高く、ろう分が少なく、熱安定性と引火点が高いことなどがあげられる。また、低温用の冷凍機油では、流動点が低く、水分により乳化しにくいこと、酸に対する安定性が良いことなども選定条件として大切である。
- ニ. フルオロカーボンは安定した冷媒であり、一般に毒性は低く可燃性もないが、高温の物体に触れると、分解して、フッ化水素やホスゲンなどの毒性の強いガスが発生する。圧力容器や配管の修理の際には、内部に残留ガスがないか十分に確認することが大切である。

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

