

公益社団法人石油学会
2022 年度設備維持管理士
-回転機-

試験問題・解答用紙

受験番号	(会場を○で囲む) 関東・関西	回転機			
受験者氏名					
生年月日	1.昭和 年（西暦 年） 月 日生 2.平成				
就業業種	(番号記入)				

業種分類コード（出向中の方は、出向先の業種を記入願います）

010	大学・高専	110	道路・アスファルト
020	官公庁	120	電力・電気
030	団体・学協会	130	バルブ・フランジ・ポンプ
040	資源開発	140	設備保安・検査
050	石油備蓄	150	鉄鋼・機械・金属
060	石油精製	160	自動車
070	石油製品・絶縁油	170	商社
080	石油化学・化学	180	情報・コンピューター
090	添加剤・触媒	190	計装・計器の製造
100	エンジニアリング・建設	500	その他

【問1】 次の（イ）～（ホ）の文は、回転機維持規格に関する用語の定義についての記述である。（イ）～（ホ）の文に最も適切な語句を、A～Jの中から選択せよ。なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。

- （イ） 判定基準の内、基準値や経験値を基に事業者が独自に定めた値をいう。
- （ロ） アイテムが、与えられた条件の下で、与えられた期間、故障せずに要求どおりに遂行できる能力をいう。
- （ハ） フォールト検出後、アイテムを要求どおりの実行状態に修復させるために行う保全をいう。
- （ニ） 故障に至る過程をいう。
- （ホ） アイテムの劣化の影響を緩和し、かつ、故障の発生確率を低減するために行う保全をいう。

- A 信頼性 B 故障原因 C 事後保全 D 目標値
- E 補修 F 信頼性中心保全 G KPI H 管理値
- I 予防保全 J 故障メカニズム

【問1】	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	H	A	C	J	I

【問2】 次の文は、回転機の保全形態に関する記述である。文中の（イ）～（ニ）内に入る最も適切な語句を、A～Jの中から選択せよ。なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。

時間基準保全は、定められた時間計画に従って行う保全をいう。時間基準保全には、予定の時間間隔で行う定期保全と予定の（イ）に達した時に行う経時保全とがある。

状態基準保全は、日常又は定期的に状態監視を実施し、その診断結果に基づいて保全の必要性や時期を決めるもので、状態を診断するための（ロ）の確立が必要である。

事後保全は（ハ）後、回転機の機能・性能を修復させるために行われる保全をいう。事後保全には経済性などを考慮して政策的に故障が発生してから修復する（ニ）事後保全と、予想外の故障に緊急に修復する緊急事後保全とがある。

A 保全体制	B 診断技術	C 点検経路	D 改良保全
E 水平展開	F 計画	G 故障回数	H 臨時
I 故障発見	J 累積動作(稼働)時間		

【問2】	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）
解答	J	B	I	F

【問3】 次の（イ）～（ニ）の文について、回転機保全要領に関する説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。

- （イ） 保全は、回転機ごとの損傷パターンを把握し、設備の経済面を第一に考え、安全面を加味し実施される。
- （ロ） 回転機の損傷パターンは、経時劣化又は非経時劣化に分けられ、その大半が非経時劣化であることが知られている。
- （ハ） 経時劣化の場合は、適切なTBMの対応が有効である。
- （ニ） 非経時劣化の場合は、損傷の兆候が顕在化した点を検知し、保全を計画するTBMが重大な損傷を防止する手段である。

【問3】	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）
解答	×	○	○	×

【問4】 次の（イ）～（ホ）の文について、回転機の状態監視とその判定基準に関する説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。

- （イ） 回転機の音響診断は運転音を収録し、周波数分析をする方法と異常波形を検出する方法がある。
- （ロ） 一般に強制給油ではない軸受の管理温度は環境周囲温度+40℃又は最高温度82℃である。
- （ハ） AE (Acoustic Emission) は、固体が変形又は破壊する時に開放される圧力波（ショックパルス）を捉え診断する。転がり軸受の疲れ剥離の検出に有効とされている。
- （ニ） 振動判定の相対値判定法は、同一機種がある場合、それらを同一条件で測定して比較判定する。
- （ホ） 振動パラメータには3種類あり、低速回転（25Hz以下）の機器では変位が有効である。

【問4】	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	○	○	×	×	×

【問5】 次の（イ）～（ホ）の文は、カップリングに関する記述である。（イ）～（ホ）に対する最も適切なカップリングの種類を A ～ E の中から選択せよ。なお、A ～ E の語句の重複使用は不可とする。

- （イ） 外筒の内ギヤと内筒の外ギヤが噛み合っており、歯すじを一定の曲率半径で修正したクラウニングによりミスアライメントを吸収する。
- （ロ） 継ぎ手ボルトにゴムのブッシュ（NBR など）を使っており、ゴムの変形によりミスアライメントを吸収する構造となっている。
- （ハ） 一般に SUS などの同一厚さの薄い板ばねを積層状に組合せ、板ばねの弾性曲げによりミスアライメントを吸収する構造となっている。
- （ニ） きわめて薄い金属板の弾性変形によりミスアライメントを吸収する。また、重量が軽いため主として高速回転の機器に用いられることが多い。
- （ホ） ハブの特殊な歯溝に取り付けられた、蛇腹状の高張力合金鋼の板ばねにより、ミスアライメントと荷重の変動を吸収する。

- A ダイアフラムカップリング
- B ギヤカップリング
- C フランジ形たわみカップリング
- D SF（Steel Flex）カップリング
- E フレキシブルディスクカップリング

【問5】	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	B	C	E	A	D

【問6】 次の（イ）～（ニ）の文について、保全記録に関する説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。

- （イ） 保全を行った場合には、その結果を記録し関係する部署に報告する必要はなく、異常を発見した場合にのみ関係部署に報告する。
- （ロ） 協力会社が作成した記録に対し、保全担当者は所見・考察及び次回整備時への申し送り（注意事項、交換部品）を記録・管理する必要はない。
- （ハ） 回転機は、設置状態・運転方法などにより個々の経歴を持つ。そのため、機器が廃棄されるまでショップテスト記録を含む保全記録の管理を行うことが望ましい。
- （ニ） 保全データを評価・解析し、解析結果から保全計画の見直し、回転機の新設、変更及び運転改善に活用する。

【問6】	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）
解答	×	×	○	○

【問7】 次の文は、遠心ポンプのリサーキュレーションとキャビテーションに関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に入る最も適切な語句を、A～Jの中から選択せよ。なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。

リサーキュレーションはインペラの（イ）二次流れ（渦流れ）で、ポンプが部分流量（設計点から離れた流量）で運転された時、インペラ（ロ）目玉部や吐出部に発生しやすい。この二次流れがキャビテーションの誘因となる。

キャビテーションは流動に伴う液体の気化現象である。液体の（ハ）が（ニ）近くまで低下すると、液体中には気化により多数の気泡が発生する。この現象が液体の流動とともに生じると、フローパターンが変化し、気泡の（ホ）時に騒音が発生したり、物体表面にエロージョンが生じたりする。

A 崩壊	B 吸込	C 動圧	D 飽和蒸気圧
E 生成	F 吐出	G 外部	H 吐出圧力
I 静圧	J 内部		

【問7】	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	J	B	I	D	A

【問8】 次の（イ）～（ホ）の文について、遠心ポンプの故障原因と対策事例に関する説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。

- （イ） 軸受部が異常発熱したため、軸受油面を確認して適切な油面に調整した。
- （ロ） 計画容量、計画吐出圧力が出なかったためウェアリングの腐食、摩耗を点検し、適正隙間になるように交換を行った。
- （ハ） 大流量運転でケーシングが過熱したため、ミニマムフローラインを設置した。
- （ニ） ポンプ吸込性能（NPSH）が設計条件と合致しなかったため、吸込圧力を上げた。
- （ホ） 振動が増加したため、ベアリングサポートのボルトをゆるめた。

【問8】	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	○	○	×	○	×

【問9】 次の **A ~ E** の文は、遠心ポンプの損傷対策事例と改善事例に関する記述である。適切なものを **A ~ E** の中から3つ選択せよ。

- A** 潤滑性の面から油浴式（オイルバス）よりも信頼性の高いグリース潤滑を採用した。
- B** ポンプ効率低下の防止対策として、金属製ウェアリングを樹脂製ウェアリングへ材質変更して隙間を半減した。
- C** スラリーエロージョンによるケーシング吐出舌部などに減肉が発生したので、高硬度の材質を採用した。
- D** ウェアリングの H_2S （硫化水素）による応力腐食割れ対策として、金属製ウェアリングに取り替えた。
- E** 締め切り運転によりケーシングが発熱したため、ミニマムフロー運転以上となるように運転点の見直しを行った。

【問9】	順不同		
解答	B	C	E

【問10】 次の A ~ E の文は、遠心ポンプのメカニカルシールに関する記述である。
適切なものを A ~ E の中から3つ選択せよ。

- A** 分解時に腐食、劣化が確認されたので、プロセス液の性状を確認して材料変更の検討を行った。
- B** 微量漏れした液が固化又は結晶化し作動不良を防止するため、サイクロンセパレータの採用を検討した。
- C** 漏れ原因の多くが回転環の作動不良であることから、ベローズ型又は静止型シールへの変更を検討した。
- D** クエンチとは、メカニカルシールの大気側にブッシュ又はセグメントシールを設け、その中間室に外部供給源からガス (N₂)、水、温水、蒸気などを供給することである。
- E** LPG等の低沸点液体のポンプにおいては、スタフィングボックス内圧力を流体の飽和蒸気圧以上にしてはいけない。

【問10】	順不同		
解答	A	C	D

【問 1 1】 次の表は、遠心圧縮機の代表的な定期検査項目を示したものである。表中の（イ）～（ホ）内に入る最も適切な語句を、A～Jの中から選択せよ。なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。

部位	検査項目	検査方法	判定基準
シャフト	摩耗	外径測定	（イ）
ジャーナル部（滑り軸受）	きず	目視	（ロ）
ケーシング	肉厚	肉厚測定	（ハ）
内面、外面	汚れ	目視	（ニ）
オイルフィルムシール	剥離	目視、（ホ）	剥離がない
フロートリング	摩耗	内径測定	（イ）

A 管理値	B 規制値	C MT	D 推奨値
E 基準値	F PT	G 漏れがない	H 隙間測定
I 汚れがない	J きずがない		

【問 1 1】	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	E	J	A	I	F

【問12】 次の（イ）～（ハ）は、遠心圧縮機のドライガスシール損傷の故障推定原因である。これらに対する最も適切な確認方法をA～Dの中から、最も適切な対策をE～Hの中から選択せよ。なお、A～Hの語句の重複使用は不可とする。

- （イ） 軸受潤滑油の混入
- （ロ） シールガスに液分の混入
- （ハ） ガス組成の変化（腐食、劣化）

確認方法	対策
A 液分（ドレン）有無の確認	E 部品の材質変更、改善
B 軸受潤滑油の分析	F セパレーションガス供給量を調整
C 部品の耐腐食性の確認	G 軸受潤滑油の交換
D セパレーションガスの確認	H シールガスラインを加温

【問12】		（イ）	（ロ）	（ハ）
解答	確認方法	D	A	C
	対策	F	H	E

【問13】 次の文は、遠心圧縮機のサージングに関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に入る最も適切な語句を、A～Jの中から選択せよ。なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。

サージングとは、（イ）がサージング領域に入ると、インペラ内の流れが乱れインペラ内の羽根から流体が剥離する現象である。

サージングが発生すると、（ロ）が不安定になり、それに伴って生じる流体加振力によって軸振動が急激に上昇し、（ハ）へも異常振動を伝播させる。

サージングの原因は、運転状態の変化、アンチサージコントロールシステムの異常、インタークーラーなどの（ニ）の増加が考えられる。

異常振動が発生した場合、運転がサージング領域となっていないか調査するとともに、振動の傾向や周波数分析、（ホ）などを測定することで、振動の要因がサージングによるものか判断することができる。

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| A 吸込配管 | B 吐出圧力 | C 吸込温度 | D 回転数 |
| E 吐出配管 | F 吐出温度 | G 吸込流量 | H 圧力脈動 |
| I 圧力損失 | J 偏流 | | |

【問13】	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	G	B	E	I	H

【問14】 次の A ~ E の文は、遠心圧縮機の補修と改善事例に関する記述である。
適切なものを A ~ E の中から3つ選択せよ。

- A インペラの補修方法の選択は、適用箇所、損傷の程度、又は使用環境によって決めなければならない。
- B シャフトのジャーナル軸受部や軸封部に生じた、きず、摩耗などの損傷は、損傷が軽微であっても手仕上げを含めた研磨加工をしてはならない。
- C ロータの振れ修正において軸振動測定部は、機械的振れ(メカニカルランナウト)は修正してよいが、電氣的振れ(エレクトリカルランナウト)は修正してはならない。
- D 著しい摩耗などによりインペラに減肉が生じている場合は、腐食部位の除去を行い、かつ応力集中を防ぐため減肉した部位を滑らかに仕上げる必要がある。
- E ロータの異常振動は、軸受ハウジングの内径と軸受外径との間に適切な締代(つぶれ代)が不足し発生する場合がある。

【問14】	順不同		
解答	A	D	E

【問15】 次の A ~ E の文は、往復動圧縮機の軸受材料のホワイト、アルミ及びブロンズに関する記述である。適切なものを A ~ E の中から3つ選択せよ。

- A 埋没性・なじみ性は次の関係となる : ホワイト \geq アルミ $>$ ブロンズ
- B 耐疲労強度は次の関係となる : アルミ $>$ ブロンズ $>$ ホワイト
- C 一般的にはホワイトをクロスヘッドシューに用いている場合が多い。
- D ホワイトメタルの主軸受やクランクピンメタルに、疲労によるメタルの剥離が生じた場合には、アルミメタルへの変更が有効である。
- E アルミは最も“強度”に優れているが、硬度が高いため、相手材料にも高硬度(焼入れなど)が必要である。

【問15】	順不同		
解答	A	C	D

【問16】 次の文は、往復動圧縮機のクロスヘッドピン・ブッシュの損傷形態と要因に関する記述である。(イ)～(ホ)内に入る最も適切な語句を、A～Jの中から選択せよ。なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。

コネクティングロッド(イ)とクロスヘッドの接続部にあるクロスヘッドピン及びブッシュは、(ロ)と往復運動となる。回転する軸受と比較すると(ハ)の巻込みが少なく、油膜が形成しにくい特徴がある。

また、ロッドロードが反転しないと潤滑油が補給できず損傷の原因となるので、ロッドロードを反転させるために往復動部(ピストンロッド、クロスヘッド)の(ニ)を考慮して設計されている。設計上ボトムロードの圧縮機を誤ってトップロードで運転してしまった場合、ロッドロードが反転せず、クロスヘッドピン及びブッシュにおいて(ホ)による焼付き損傷を引き起こす可能性があるため、注意が必要である。

- | | | | |
|---------------|--------------|---------------|---------------|
| A 潤滑不足 | B 旋回 | C 小端部 | D 酸化被膜 |
| E 揺動 | F 慣性力 | G 摩擦抵抗 | H 冷却不足 |
| I 大端部 | J 潤滑油 | | |

【問16】	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	C	E	J	F	A

【問17】 次の（イ）～（ニ）の文について、往復動圧縮機のシリンダ耐圧部の急激な減肉の可能性が低い理由に関する説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。

- （イ） ノックアウトドラム下流の吸込配管がスチームトレースで加温されている。
- （ロ） ピストンが往復運動するため、メインボア部の大部分はガスと接触しない。
- （ハ） ノックアウトドラムにより、ガス中のほとんどの水分は分離されている。
- （ニ） 無潤滑式が要求される用途では、腐食成分濃度が低い水素リッチガスが多い。

【問17】	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）
解答	○	×	○	○

【問18】 次の表は、往復動圧縮機の故障原因、確認方法と対策を示したものである。
 (イ)～(ホ) 内に入る最も適切な語句を、A～Jの中から選択せよ。
 なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。

現象	想定原因	確認方法 → 対策
吐出ガス温度の上昇	吸込圧力低下	吸込ストレーナ(イ)の圧力を確認 → 吸込ストレーナを点検・清掃
ノッキング(シリンダ部)	上流からの(ロ)の流入	吸込ライン低所のドレン確認 → 上流ノックアウトドラム(デミスタ)の点検
吐出ガス流量の低下(吐出温度変化なし)	(ハ)からの漏れ量増大(特に高圧・小流量圧縮機の場合)	(ハ)ベントラインの温度や流量(流量計がついている場合)を確認 → (ハ)の取替
異常振動(圧縮機)・異音	(ニ)のゆるみ	(ニ)の打音検査 → 締め付け
主軸受温度上昇	給油温度の上昇	(ホ)供給温度の確認 → 必要に応じて対策(オイルクーラ、温度調節弁など)

A	ピストンリング	B	固形物	C	基礎ボルト	D	上流
E	コンデンセート	F	潤滑油	G	吸込ストレーナ	H	下流
I	ロッドパッキン	J	吸込圧力				

【問18】	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	H	E	I	C	F

【問19】 次の（イ）～（ホ）の文について、蒸気タービンの定期検査項目における留意事項の説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。

- （イ） ドレンアタックとは、蒸気とともに非常に高い速度で流動する蒸気中に含まれる水滴がブレード等に衝突する時、作用面に機械的なエロージョンが発生する現象である。
- （ロ） 翼段落で温度的にも応力的にも過酷な条件となる段落は割れがないことを確認する。一般的には湿り度と比体積の関係でエネルギー密度が高くなる中間段である。
- （ハ） ロータの動翼に組み付けられているシュラウドバンドの浮き上がり検査は、動翼部及びディスク部との隙間を確認のこと。
- （ニ） 軸振動の原因として、長期間使用したロータで振れ量が大きくなった場合には、振れ修正を確認する必要がある。
- （ホ） シャフト側の飛出金具の先端とトリップレバー受け金との寸法隙間は、過速度遮断回転数に影響するため確実な方法で隙間測定を行う。

【問19】	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	○	×	×	○	○

【問20】 次の文は、蒸気中に含まれる不純物に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に入る最も適切な語句を、A～Jの中から選択せよ。なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。

蒸気中に含まれる不純物の内、構造材料に悪影響を及ぼす物質の濃度が高くなると様々な不具合現象を発生させる場合がある。

（イ）域では、蒸気の凝縮化及び腐食原因物質の濃縮により、応力腐食割れ、腐食疲労、腐食が発生する。

（ロ）原因物質であるナトリウム、（ハ）及び塩素は湿り度（ニ）の湿り域で成分の濃縮が起こりやすく、応力腐食割れ及び腐食疲労を発生させる原因となる。

（ホ）及び鉄分はスケールとなり、隙間部分に推積するので作動不良の原因となる。

- | | | | | | | | |
|---|-------|---|------|---|--------|---|-----|
| A | カルシウム | B | 低温 | C | エロージョン | D | シリカ |
| E | 8～12% | F | カリウム | G | 高温 | H | 腐食 |
| I | 中温 | J | 2～6% | | | | |

【問20】	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	B	H	F	J	D

【問21】 タービンの定期検査にて、動翼部にシリカなど蒸気中の不純物が付着している事象が発見された。処置をせずにそのまま運転した時に、近い将来発生しうる事象を（イ）～（ホ）の中から2つ選択せよ。



- （イ） 蒸気通過面積の減少に起因する出力低下
- （ロ） アースブラシ不良に起因する電食によるブレードの損傷
- （ハ） 蒸気湿り度増加により生成された水滴衝突に起因するブレードの損傷
- （ニ） アンバランスに起因する振動の増大
- （ホ） ターニング不足に起因するロータの曲りによるノズルとブレードの接触損傷

【問21】	順不同	
解答	イ	ニ

【問22】 次の（イ）～（ハ）は、蒸気タービンの各部位である。最も起こりやすい
 損傷形態を A ～ D の中から、その原因を E ～ H の中から選択せよ。なお、
 A ～ H の語句の重複使用は不可とする。

- （イ） ケーシング 本体
- （ロ） 蒸気加減弁 リンク
- （ハ） ロータ シャフト

（ 損傷形態 ）		（ 原因 ）	
A	電食	E	冷却管のよごれ
B	がたつき	F	暖気不足
C	冷却水のみ	G	リンク振動による穴、ピンの摩耗
D	割れ	H	アースブラシの不良

【問22】		（イ）	（ロ）	（ハ）
解答	損傷形態	D	B	A
	原因	F	G	H

【問23】 次の（イ）～（ニ）は、流量制御式往復動ポンプの部位名称である。最も適する管理対象部位（単位）を **A** ～ **D** の中から、最も適する構成部品の名称を **E** ～ **H** の中から選択せよ。なお、**A** ～ **H** の語句の重複使用は不可とする。

- （イ）油圧部
- （ロ）付属設備
- （ハ）駆動部
- （ニ）ポンプ部

管理対象部位（単位）	構成部品の名称
A 原動機接続部	E プランジャ、グランド、グランドパッキン、ランタンリング、フォロア、キャップ、フラッシング部
B チェッキバルブ (吸入側、吐出側)	F 空気サーボユニット、電気サーボユニット、インジケータユニット
C ストローク長調節部	G カップリング、フライホイール、駆動部冷却ファン
D スタフィングボックス	H バルブガイド、カートリッジ、ボールバルブ、バルブシート、ガスケット（又はOリング）

【問23】		（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）
解答	管理対象部位 (単位)	D	C	A	B
	構成部品の名称	E	F	G	H

【問24】 次の表は流量制御式往復動ポンプの異常現象、想定原因、確認方法と対策について示したものである。(イ)～(ニ)内に入る最も適切な語句を、A～Hの中から選択せよ。なお、A～Hの語句の重複使用は不可とする。

異常現象	想定原因	確認方法 → 対策
性能低下 (吐出流量が少ない、吐出圧力が上がらない)	(イ)内のエア抜き不良	エア抜きレリーフ弁を取り外し、(ロ)を給油 → 給油後エア抜きを実施
漏れ量増加	(ハ)のきず、摩耗	(ハ)のきず、摩耗を確認→きず、摩耗があれば交換
脈動増加	(ニ)封入圧力の低下	(ニ)封入圧力を確認→封入圧力を規定圧力に調整

A プランジャ	B オイル補給弁	C 制御油	D アキュームレータ
E ダイアフラム	F 作動油	G チェッキバルブ	H ディスプレイスメント チャンバ

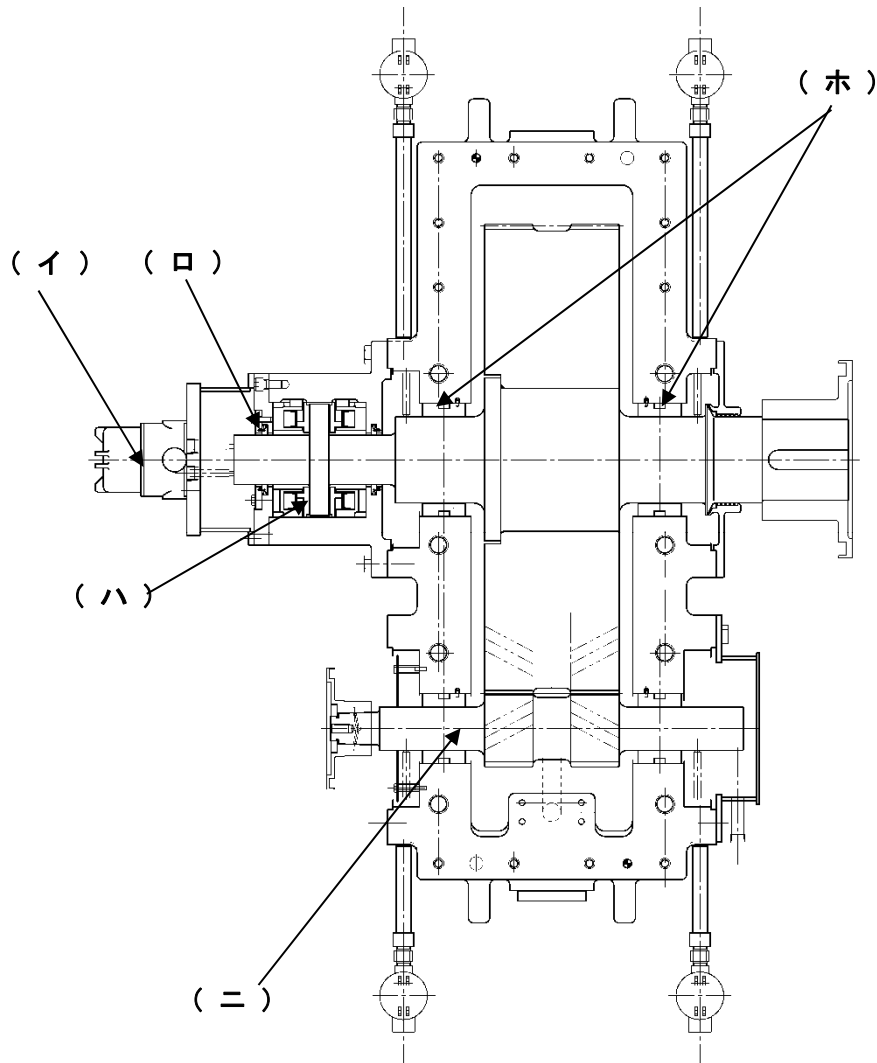
【問24】	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
解答	H	F	A	D

【問25】 次の（イ）～（ホ）の文について、増減速機ロータギヤ部の損傷形態と要因の説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。

- （イ） きず（スクラッチ）が発生した場合は、異物混入や潤滑不良が考えられる。
 （ロ） 摩耗（フレッティング）が発生した場合は、微細な振動（主に運転状態）が考えられる。
 （ハ） 局部減肉（エロージョン）が発生した場合は、潤滑油の過供給状態が考えられる。
 （ニ） 摩耗（アブレッシブ摩耗）が発生した場合は、潤滑不良や歯面粗さが考えられる。
 （ホ） 摩耗（スカuffing）が発生した場合は、過負荷運転や異物噛み込みが考えられる。

【問25】	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	○	×	○	×	×

【問26】 次の図は、代表的な2軸平行増速機の構造である。図の（イ）～（ホ）内に入る最も適切な語句を、A～Lの中から選択せよ。なお、A～Lの語句の重複使用は不可とする。



A ケーシング	B 軸振動計	C 軸移動計	D オイルシール
E バッフルプレート	F スラスト軸受	G 油切り	H メカニカルシール
I ギヤシャフト (低速軸)	J ギヤシャフト (高速軸)	K 軸受 (低速軸)	L 軸受 (高速軸)

【問26】	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	C	D	F	J	K

【問27】 次の **A ~ E** の文は、油冷式スクリュウ圧縮機の故障に対する想定原因、確認方法と対策に関する記述である。適切なものを **A ~ E** の中から3つ選択せよ。

- A** 潤滑油圧力が上がらず起動渋滞となったため、油ラインのガス抜きを実施した。
- B** 給油差圧低下アラームが発報したため、油圧調節弁の作動不良を疑い、油系各部圧力バランスを確認し、圧力設定の調整を行った。
- C** 給油温度の上昇が見られたため、冷却水温度上昇を疑い、油圧調節弁の開度を調整した。
- D** スライド弁が作動しなくなったため、制御油フィルタ差圧の確認を行い、差圧が上昇していたので、フィルタの交換を行った。
- E** 性能が低下したので、スラスト軸受の摩耗による内部リークの増加を疑い、圧縮機ケーシング振動を確認した。

【問27】	順不同		
解答	A	B	D

【問28】 次の a ~ e の文は、油冷式スクリュウ圧縮機の潤滑油に関する記述である。
 (イ) ~ (ホ) 内に入る最も適切な語句を A ~ J の中から選択せよ。なお、
 A ~ J の語句の重複使用は不可とする。

- a 油冷式スクリュウ圧縮機の信頼性維持に関して、最も重要なのは潤滑油の (イ) と管理である。
- b 潤滑油はガスの圧縮工程でプロセスガスと (ロ) すると同時にメカニカルシール及び軸受の潤滑用に供給される。
- c プロセスガス中に (ハ) より重い成分が含まれる場合には、その成分が潤滑油中に溶け込み、潤滑油の粘度が低下する。
- d 通常の測定方法ではサンプリング後に潤滑油中に溶け込んでいた (ニ) のガス成分がガス化してしまうため、運転状態での実粘度を正確に把握することが難しい。
- e 油種変更の際に、旧油が (ホ) でも残留していると、予期せぬ夾雑物が発生し、内部の摩耗やファウリングなどを生じることがある。

A 水素	B 反応・分離	C 数%	D 低分子量
E 選定	F 数 p p m	G 接触・混合	H 高分子量
I プロパン	J 価格		

【問28】	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	E	G	I	D	C

【問29】 次の（イ）～（ホ）の文は、油冷式スクリュウ圧縮機に関連するそれぞれの部位の劣化要因に関する記述である。（イ）～（ホ）に対する最も適切な語句を、A～Jの中から選択せよ。なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。

- （イ） 駆動用のスプール弁が、夾雑物の堆積により作動不良になることがある。
- （ロ） フィルタや潤滑油等の消耗品を除き、油冷式スクリュウ圧縮機の中で最も寿命が短いと考えられる部位。
- （ハ） 軸受を保護することを目的として設置している。閉塞による過大差圧でエレメントが破損しないように、日常点検で差圧の確認を行う必要がある。
- （ニ） プロセスガスに同伴される夾雑物等のファウリングの影響を受けやすい。特にフィンチューブを用いている場合にはこの傾向は顕著となる。
- （ホ） 製油所内のプロセスガスは、一般的には多少の夾雑物を含んでいるため、圧縮機のロータを保護するとともにオイルフィルタの取替頻度を低減するため、日常点検で差圧の確認を行う必要がある。

- | | | | |
|----------|----------|------------|------------|
| A 電動機 | B スライド弁 | C ロータ | D メカニカルシール |
| E スピルバック | F オイルクーラ | G 吸込ガスフィルタ | H オイルフィルタ |
| I ガスクーラ | J ケーシング | | |

【問29】	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	B	D	H	F	G

【問30】 次の（イ）～（ニ）は、軸流ファンブレードの定期検査項目である。最も適切な点検方法を A ～ E の中から、その判定基準を F ～ J の中から選択せよ。なお、A ～ J の語句の重複使用は不可とする。

- （イ）ブレード表面
- （ロ）クランプボルト（キャップスクリュー）
- （ハ）チップクリアランス
- （ニ）ピッチ角度

点検方法	判定基準
A トルクレンチ	F 50%脆化がない
B 目視	G 異常な腐食、汚損がない
C 隙間測定	H 管理値内
D 角度測定	I 設計値±0.5度以内（基準値内）
E 硬度測定	J ゆるみがない

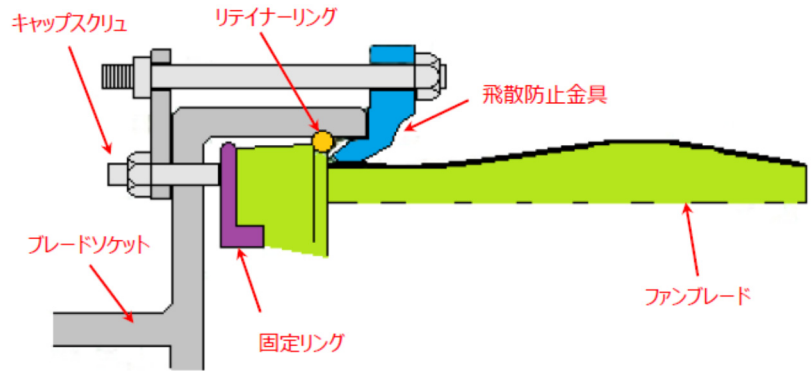
【問30】		（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）
解答	点検方法	B	A	C	D
	判定基準	G	J	H	I

【問31】 次の（イ）～（ホ）の文について、軸流ファンの損傷形態と要因に関する説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。

- （イ） ファンブレードのアンバランスは、腐食減肉などによる回転体の重量的なものと、ブレードピッチのズレ、チップクリアランスのバラツキによる空力的なものがある。
- （ロ） ファンブレード経年劣化の要因は、主にクリープ損傷である。
- （ハ） アルミ合金、FRPなどの非鉄金属材料のように、ファンブレードに使用されている材料の中には、疲労限度がないとされるものがある。
- （ニ） インバータ駆動による可変速ファンは On-Off 制御の繰り返し応力影響による部品の疲労損傷を考慮しないとイケない。
- （ホ） 軸流ファンの構造上、手持ち振動計では、ファン側の軸受箱外面での適正な振動測定ができないことから、軸受の振動状態監視が困難である。

【問31】	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	○	×	○	×	○

【問32】 軸流ファンの定期検査にて、FRP製ブレード固定部の劣化損傷が認められた。設備の維持管理において今後の対策（保全計画）として最も適切なものを（イ）～（ホ）の中から2つ選択せよ。



ファンブレード固定部の詳細



- （イ） 日常点検、目視による予防保全
- （ロ） 振動測定による状態監視保全
- （ハ） リテーナリング部の当たり、摩耗、劣化状況の定期点検
- （ニ） キャップスクリューの適正トルクによる定期締め付け
- （ホ） 固定部の劣化を考慮したキャップスクリューのオーバートルクによる定期締め付け

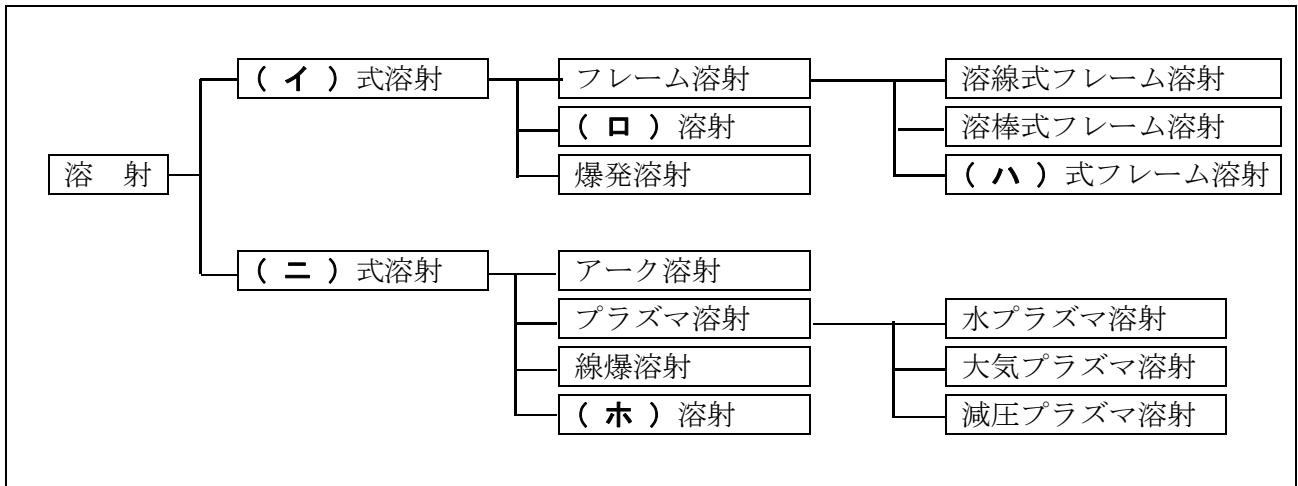
【問32】	順不同	
解答	ハ	ニ

【問33】 次の（イ）～（ホ）の文について、溶接補修に関する説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。

- （イ） 鋳鉄は高温に加熱されると CO・CO₂ ガスが多量に発生するため母材への馴染みが悪い。また、溶接金属中にブローホール、ピットが発生しやすい。
- （ロ） 冷間溶接法は予熱温度が低く作業が容易であるが、溶接ひずみが大きいという短所がある。
- （ハ） 一般に製品になってからの溶接補修は周囲からの拘束が大きく、予熱、直後熱、溶接後熱処理などの熱管理が難しい。
- （ニ） 被覆アーク溶接は機器が小形で運搬・操作が簡便、設備費が安価、姿勢を問わず溶接が可能であり、一般的に最も多く使われている。
- （ホ） 銅合金は固相間に変態がないので溶接による加熱が繰り返されると結晶粒が緻密化し、機械的性質が低下して割れが発生する可能性がある。

【問33】	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	○	×	○	○	×

【問34】 次の図は、溶射法の分類である。図中の（イ）～（ホ）内に入る最も適切な語句を、A～Jの中から選択せよ。なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。



- | | | | |
|---------|----------|------|------|
| A セラミック | B レーザ | C 燃焼 | D 加圧 |
| E 真空 | F 高速フラーム | G ガス | H 粉末 |
| I 電気 | J 低速フラーム | | |

【問34】	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	G	F	H	I	B

【問35】 次の文は、遠心ポンプの性能評価に関する記述である。文中の(イ)~(ホ) 内に入る最も適する語句を、A ~ Jの中から選択せよ。なお、A ~ Jの語句の重複使用は不可とする。

遠心ポンプの性能低下に影響を及ぼす要因には、運転条件の変化(取扱液の比重・(イ)の変化)、インペラ表面もしくは(ロ)の肌荒れ(腐食・摩耗)による円板摩擦抵抗の増加、及びウェアリング(多段遠心ポンプは、ステージブッシュも含む)摩耗による(ハ)の増加がある。これらの性能低下を定量的に評価するには、JIS B 8301(遠心ポンプ、斜流ポンプ及び軸流ポンプ-試験方法)、API610又はポンプ製作者の(ニ)を参考に、現状の運転データから求めた(ホ)と工場試験時の(ホ)とを比較して行う。

- | | | | |
|------------------|----------------|-----------------|------------------|
| A 粘度 | B 内部漏れ量 | C シャフト表面 | D 工場試験要領書 |
| E ケーシング表面 | F 製作図面 | G 断面図 | H 性能曲線 |
| I 熱量 | J 粒度 | | |

【問35】	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	A	E	B	D	H

【問36】 次の（イ）～（ホ）の文について、往復動圧縮機の性能評価に関する説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。

- （イ） 運転条件が変化しても、容積効率は変化しないため、吸込流量は変化しない。
- （ロ） 運転条件が安定している場合は、吐出ガス温度のトレンドを監視していれば、性能低下は把握できる。
- （ハ） 往復動圧縮機は、他の機器と比較して機器内部のガス速度が遅いため内部摩擦が少なく、吸込弁・吐出弁での摩擦損失は無視できる。
- （ニ） 小流量かつ高圧の圧縮機で、吐出ガス温度の上昇を伴わずに圧縮機の吐出流量が減少している場合は、ロッドパッキンからの漏れ量の増加が考えられる。
- （ホ） 圧縮機本体以外の性能低下の要因として、中間段のガス冷却器の性能低下は考えられるが、吸入ストレーナの閉塞は要因にはならない。

【問36】	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	×	○	×	○	×

【問37】 次の文は、多段式蒸気タービンの性能評価に関する記述である。文中の（イ）～（ハ）内に入る最も適切な語句を、A～Fの中から選択せよ。なお、A～Fの語句の重複使用は不可とする。

蒸気消費量の変動幅が70～100%の範囲の運転で、（イ）の上昇が見られる場合は、以下に記す圧力特性係数の計算式によりシリカ等の内部付着物状態の評価ができる。数値が上昇する場合は内部付着物の（ロ）の可能性はある。

$$C = \frac{(P_1)^2 - (P_2)^2}{G^2}$$

C：圧力特性係数 P₁：第一段落圧力(MPa)
P₂：排気圧力(MPa) G：蒸気流量(kg/h)

シリカ等の内部付着物が認められた場合は、対策として（ハ）により付着物の除去を行う。

- | | | |
|--------|----------|------------|
| A 排気圧力 | B ホーニング | C 増加 |
| D 低下 | E 第一段落圧力 | F ドレンセパレータ |

【問37】	（イ）	（ロ）	（ハ）
解答	E	C	B

【問38】 次の（イ）～（ホ）の文について、遠心圧縮機における保安管理システムに関する説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。

- （イ） 一般的に非接触式センサ（渦電流式）による軸振動監視は、連続監視を行うことにより傾向監視が可能となるが、異常振動発生時には振動分析機器を追加しても、周波数分析、位相測定などの精密診断は不可能である。
- （ロ） アンチサージコントロールシステムは、運転状態（圧力・温度・流量）を常時監視し、サージング域に近づいた場合に制御し、サージング域での運転を回避している。
- （ハ） 軸受温度は、潤滑不良及び軸受の疲労による剥離・欠損により軸受の温度は上昇するので、最終的に軸受の焼損に至るのを予防するため監視している。
- （ニ） 遠心圧縮機の保安管理システムは、高速回転機械であることから監視項目の状態変化を監視し、損傷範囲が急速に広がったことを確認するために設置している。
- （ホ） 潤滑油装置の潤滑油供給圧力は、圧力が低下すると軸受が焼損し、焼損度合いによってはロータの接触などの被害が拡大するので、これを防止するため監視している。

【問38】	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	×	○	○	×	○

【問39】 次の（イ）～（ホ）の文について、油冷式スクリュウ圧縮機の保安管理システムに関する説明として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。

- （イ） “プロセスガスに同伴される夾雑物が潤滑油中に存在する”という前提に基づき、長期連続運転を可能とするための監視項目を設ける必要がある。
- （ロ） 軸受及びメカニカルシールの計画給油量を確保するには、潤滑油供給圧力と吸込ガス圧力との差圧（給油差圧）を監視する必要がある。
- （ハ） 圧縮工程でガスを多量の潤滑油で冷却しているため、吐出ガス温度の変化に時間遅れが生じる。そのため潤滑油供給温度監視は必要ない。
- （ニ） オイルフィルタは、軸受及びメカニカルシール保護の観点から吸込ガスフィルタの開口径法と同じものが採用される。
- （ホ） スラスト軸受が何らかの原因で損傷し、ロータが軸方向に移動すると、ケーシングと接触し損傷が拡大する。それを事前に検出し致命的な損傷を防止するために、軸位置を監視する。

【問39】	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	○	○	×	×	○

【問40】 次の（イ）～（ハ）は、振動簡易診断の主な判定法である。この判定に用いる基準値の設定及び留意事項の説明として適切なものを **A** ～ **D** の中から選択せよ。なお、**A** ～ **D** の重複使用は不可とする。

（イ）絶対値判定法

（ロ）相対値判定法

（ハ）相互判定法

- A** 与えられた振動値をそのまま状態判定に用いるものであり、ISO、API、JISなどの基準がある。但し、転がり軸受の判定基準値については普遍的なものではなく、製作者ごとに異なる。
- B** 同一（仕様）機器同士で同一測定箇所を同一の計測条件で測定し、比較判定する。測定箇所及び計測条件を同一とすることに注意が必要である。また、回転数、流体圧力や温度、流量といった性能評価に要する運転データも同一であることが望ましい。
- C** 設備が良好な状態を初期値とし、注意・危険などの設定を初期値に対する値で表す。
- D** 発生している振動の周波数にて判定する。転がり軸受の判定基準値についても普遍的なものであり、製作者ごとに相違ない。

【問40】	（イ）	（ロ）	（ハ）
解答	A	C	B

【問41】 次の表は、振動測定パラメータの「変位」、「速度」および「加速度」に関する記述である。表中の（イ）～（ホ）内に入る最も適する語句を、A～Jの中から選択せよ。なお、A～Jの語句の重複使用は不可とする。

パラメータ	パラメータの意味	単位	どのような場合に使用するか
変位	回転体の（イ）の評価値	mm	回転機械の（ロ）
		μm	
速度	振動する速さ、振動エネルギーの大きさを表し、機械の（ハ）や、劣化の進展度合いに関わる特性値	mm/s	回転機械の振動
		cm/s	
加速度	振動によって生ずる（ニ）の大きさに関わる特性値	mm/s ²	（ホ）による振動
		G	

A 潤滑油量	B たわみ量、振れ量	C 給油量の設定	D 軸振れ
E 接触	F 摩耗	G 騒音	H 衝撃力
I ミスアライメント	J 軸受損傷		

【問41】	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	B	D	F	H	J

【問42】 次の **A ~ E** の文は、振動診断における損傷の程度の予測、対策の立案と実行に関する記述である。適切なものを3つ選択せよ。

- A** 振動値が正常領域内であったが、上昇傾向であったこと、精密診断を行っても異常の判別ができなかったことから、取り急ぎ、分解点検を行ったうえで、点検結果に応じて、必要な対策を実施する。
- B** 定期測定を行っていない機器が日常点検結果にて、振動診断を行ったところ既に管理値を超えた振動値を検知した。直ちに保全工事を行う必要がある。
- C** 振動の主要因がアンバランスであれば、急激に軸受が損傷し機能損失に至る可能性は低く、上昇傾向を監視しつつ計画的な保全工事を行うことも可能なことが多い。
- D** 対策の立案は、程度の予測及び余寿命予測により行う。
- E** 過去の保全履歴と振動値を参照し、どのような異常があったか、また、類似不具合の抽出により、振動要因の特定が可能となることが多い。

【問42】	順不同		
解答	C	D	E