

社団法人石油学会

2009 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) 東京・大阪	回転			
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（a）～（c）の文は、回転機の保全計画に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記入せよ。）

- (a) 設備及び運転上の変更が行われる時には、損傷への影響を評価し、（イ）保全計画の見直しを行い、回転機の信頼性の維持と（ロ）を図る。
- (b) 供用開始後の回転機に係る検査には、（ハ）と適用法規に基づく検査がある。
- (c) 回転機の（ニ）や検査周期は、適用法規、回転機の重要度・保全グレード、設計条件、運転条件、最近の運転実績及び（ホ）に基づいて決定する。

- | | | | |
|---------|--------|----------|----------|
| A 保全履歴 | B 日常点検 | C 定期的に | D 生産性の向上 |
| E 事故の防止 | F 保全費 | G 定期自主検査 | H その都度 |
| I 臨時検査 | J 保全形態 | | |

問1	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	H	E	G	J	A

【問2】 次の（イ）～（ホ）の文について、回転機の保全形態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。（解答は下の解答欄に記入せよ。）

- (イ) 時間基準保全には、予定の時間間隔で行う定期保全と、予定の累積動作(稼働)時間に達したときに行う経時保全とがある。
- (ロ) 時間基準保全は、故障確率が時間と共に減少する損傷パターンのときに適用するのが効果的である。
- (ハ) 状態基準保全は、部品寿命の把握ができていない場合又は時間基準保全では信頼性を維持できない場合に対して適用される。
- (ニ) 状態基準保全は、日常又は定期的に状態監視を行い、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ある。
- (ホ) 予防保全には計画事後保全と時間基準保全とがある。

問2	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	○	×	○	○	×

【問3】 次の（a）～（d）の文は、回転機の保全要領に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記入せよ。）

- (a) 保全是回転機ごとの損傷パターンを把握し、設備の（イ）を第一に考え、（ロ）を加味し実施される。
- (b) 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（ハ）であることが知られている。
- (c) 損傷パターンが経時劣化の場合は、適切な（ニ）の適用が有効である。
- (d) 損傷パターンが非経時劣化の場合は、顕在化した損傷の兆候から進展を評価して、保全を計画する（ホ）を適用する。

- A 非経時劣化 B 経時劣化 C 状態監視保全 D 計画事後保全
 E 安全面 F 時間基準保全 G 設備診断 H 経済面
 I 緊急事後保全 J 臨時検査

問3 解答	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
	E	H	A	F	C

【問4】 次の（イ）～（ホ）の文は、回転機維持規格の用語の定義である。それぞれの文が説明する用語として最も適するものを、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

- (イ) この判定基準は公的機関または回転機及び部品製作者が定めたものをいう。
- (ロ) 故障状態の形式による分類。例えば、断線、短絡、折損、摩耗、特性の劣化など。
- (ハ) 初期故障期間を過ぎ、摩耗故障期間に至る以前の時期に起こる故障のこと。
- (ニ) 期間中の総動作時間を総故障数で除した値である。
- (ホ) 予定の時間間隔で行う時間基準保全のこと。

- A 故障メカニズム B 管理値 C 故障モード D 基準値
 E 経時保全 F 通常故障 G MTTR H 定期保全
 I 偶発故障 J MTBF

問4 解答	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
	D	C	I	J	H

【問5】 次の（イ）～（ホ）の文について、回転機の寿命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。（解答は、下の解答欄に記入せよ）

- （イ） 安全寿命は保安に係わるごく一部の部品に限定され、安全に係わる重要度が極めて大きく、且つ状態監視の方法がない場合を除いて一般的には採用されない。
- （ロ） 安全寿命は安全性に影響する故障を回避するために、実績を統計処理して求められ故障確率”3 σ ”時点での最長寿命である。
- （ハ） 経済寿命で扱われるコスト有効度とは、システム有効度にライフサイクルコストを乗じた値のことである。
- （ニ） 回転機は一般に複雑な構造であり、また、損傷傾向は使用環境に影響されることが多いため、寿命時期を特定することが難しい。
- （ホ） 経済寿命は、故障しても安全性に影響しない回転機において、経済性を優先するために、故障してから部品交換などを行うBMの場合に適用される。

問5	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	○	×	×	○	×

【問6】 次の（a）～（e）の文は、回転機の状態監視とその判定基準に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記入せよ。）

- （a） 一般に軸受の管理温度は環境周囲温度+40℃または最高温度（イ）℃である。
- （b） 振動パラメータには3種類あり、ギヤ装置やころがり軸受には（ロ）による管理が有効とされている。
- （c） AE(Acoustic Emission)は、固体が変形または破壊するときに開放される（ハ）を捉え診断する。ころがり軸受の疲れ剥離の検出に有効とされている。
- （d） 振動判定の（ニ）法は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相対値で表す。この判定基準は明確に規格化されたものではない。
- （e） 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（ホ）を検出する方法がある。

A 相対判定	B 破壊エネルギー	C 異常振動	D 加速度
E 82	F 速度	G 70	H 弾性エネルギー
I 異常波形	J 相互判定		

問6	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	E	D	H	A	I

【問7】 次の（イ）～（ハ）に示す図は、回転機の異常時の典型的な振幅・周波数・位相の変化と振動波形を示したものである。各振動の現象として最も適しているものを、下のA～Fの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

現象	振幅・周波数・位相の変化	振動波形
(イ)		
(ロ)		
(ハ)		

(f:周波数、 f_ω :回転の周波数 A:振幅 f_0 :軸系の固有振動)

- A 乾性摩擦によるふれまわり（フリクションホイップ）
- B 割れによる振動
- C 不つりあい振動
- D 軸受給油不足振動
- E 分数周波共振
- F オイルホイップ・流体ホイップ

問7	(イ)	(ロ)	(ハ)		
解答	B	F	A		

【問8】 次の（イ）～（ホ）の文は、回転機で使用された潤滑油の中にあつた摩耗粒子について記述したものである。それぞれの文の説明に最も適する摩耗粒子の種類を、下のA～Eの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

- （イ） 形状は、切り屑状でカールしていることが多い。表面に反対側の突起物が食い込んで形成されるアブレシブ摩耗ともいわれる。表面が酸化していることが多い。
- （ロ） 10 μ m以上の粒子。産業機械では20 μ m以上の粒子が多く、その発生原因はころがり軸受の疲労が多い。形状は、円盤状・楕円状の平坦な粒子。
- （ハ） 15 μ m以上の粒子。形状は、鋭角なエッジをもち、摩耗の激しさに比例して顕著になる。表面は条痕を伴うことが多い。テンパーカラーが表れることがある。
- （ニ） 25 μ m以上の粒子で、ころがり軸受疲労の場合に観察される。形状は平滑で穴があいていることもある。
- （ホ） 反射光の関係で黒い輪郭が見える。ギヤ、特にウォームギヤに多く見られる。ころがり軸受疲労が原因と考えられている。（仮説）

A シビア粒子 B 平板状粒子 C 球形粒子 D 切削粒子 E 薄層摩耗粒子

問8 解答	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
	D	B	A	E	C

【問9】 次の（イ）～（ホ）の文は、ころがり軸受の損傷に関する記述である。それぞれの文が説明している損傷形態として最も適するものを、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

- （イ） 軌道面に転動体のピッチ間隔で見られる。静止時の過大荷重や取付け時の衝撃が原因として考えられる。ブリネリングともいう。
- （ロ） 軌道面に転動体のピッチ間隔で見られる。運送中に軸受が回転せずに振動を受けたときなどに発生する。運送中は防振対策を取る。
- （ハ） 洗濯板状跡が表れる。
- （ニ） はめ合い面の微小すきまでの滑り摩耗により発生する。はめ合い面に赤褐色状の摩耗を伴う局部摩耗である。
- （ホ） 締め代不足やスリーブの締め付け不足などで発生する。はめ合い面のかじり摩耗である。

A フレーキング B クリープ C 擬似圧痕 D ピッチング
 E 打痕 F スミアリング G 電食 H フレッシング
 I かじり J 圧痕

問9 解答	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
	J	C	G	H	B

【問10】 次の文は、遠心ポンプ旋回逆流に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記入せよ。）

（イ）は、インペラ内部（ロ）で、ポンプが部分流量（（ハ）から離れた流量）で運転されたとき、インペラ吸込目玉部や（ニ）に発生しやすい。この（ロ）（うず流）が（ホ）の誘因となる。

- | | | | |
|------------|--------------|-------|--------|
| A キャビテーション | B ミニフロー | C 吐出部 | D 気泡 |
| E 一次流れ | F 乱流 | G 中間部 | H 二次流れ |
| I 設計点 | J リサーキュレーション | | |

問10	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	J	H	I	C	A

【問11】 次の（イ）～（ホ）の文について、遠心ポンプ用のメカニカルシール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。（解答は、下の解答欄に記入せよ）

- （イ） LPG等の低沸点液体のポンプにおいては、スタッフィングボックス圧力を蒸気圧に近い値まで低下させることが望ましい。
- （ロ） メカニカルシールの補助シールとは、OリングやVリングのことである。
- （ハ） デットエンドの配管プランは高温仕様に採用されるものであるから、スタッフィングボックスの詰まりなどによる温度上昇は問題にならない。
- （ニ） 微粒子や固形物によってメカニカルシールの作動不良を繰り返している場合には、エキスターナルフラッシング化することも有効な対策である。
- （ホ） 金属ベローズは過大トルクなどによる破れのほか、経年寿命によって伸縮性が低下することがある。

問11	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	×	×	×	○	○

【問12】 次の文は、遠心圧縮機のサージング運転に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適切な語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

サージングとは、吸込流量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（イ）する現象である。

サージングが発生すると、吐出圧力が（ロ）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にないか調査すると共に、振動の傾向や（ホ）、圧力脈動などを診断することで、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 吐出配管 | B 周波数分析 | C 噴出 | D はく離 |
| E 温度上昇 | F 不安定 | G 偏流 | H 軸振動 |
| I 吸込配管 | J 圧力損失 | | |

問12	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	D	F	A	J	B

【問13】 次の文は、遠心圧縮機のロータの動バランス修正に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適切な語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

一般的なバランス修正は（イ）バランスマシンを使用し、（ロ）又は3面修正による動バランス修正を行う。

また、高速回転で運転される圧縮機において、ロータの寸法や形状が変わる改造をおこなった場合、（ハ）バランスマシンによってロータの動バランス修正を行うことが望ましい。

一般的に、低速バランス修正は（ニ）以下で行い、高速バランス修正は（ホ）で行われる。

- | | | | |
|---------|---------------------------|--------------------------|--------|
| A 仕様回転数 | B アクティブ型 | C 5,000min ⁻¹ | D 機械加工 |
| E 高速型 | F 1,000 min ⁻¹ | G 2面 | H 1面 |
| I 低速型 | J 圧力損失 | | |

問13	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	I	G	E	F	A

【問14】 次の（イ）～（ホ）の文について、遠心圧縮機の補修と改善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。（解答は、下の解答欄に記入せよ）

- （イ） 軸受温度が上昇した場合、圧縮機の運転状態や潤滑油の供給システムの運転状態に問題がないかの確認が必要である。
- （ロ） 軸受カバー（ハウジング）の内径と軸受外径との間に適切な締代が不足すると軸受剛性が低下し、ロータ異常振動発生の要因となる。
- （ハ） 異常な軸振動の発生は回転体そのものが原因となるもので、潤滑油と軸受の特性から生じるものや圧縮機の運転状態は要因にならない。
- （ニ） インペラに著しい摩耗、エロージョンによる減肉が生じている場合、応力集中や強度低下により破損する危険性がある。このような場合、腐食部位の除去や応力集中を防ぐための仕上げ作業は行うべきではない。
- （ホ） 溶射による補修を行う場合、熱によるシャフト等の曲がりや変形に注意が必要である。

問14	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	○	○	×	×	○

【問15】 次の（A）～（E）の文は、遠心圧縮機に発生した損傷とその対応について記述したものである。適切なものを2つ選択せよ（解答は、下の解答欄に記入せよ）

- （A） ラビリンスシールに腐食・摩耗によるギャップの拡大が認められた。継続使用すれば圧縮機の内部リーク増加による性能低下が懸念されるため、ラビリンスシールを新しいものに交換した。
- （B） すべり軸受表面に異物によると思われる傷が多く認められた。手仕上げで傷が取り除け、表面が滑らかになったので、特に検査を行わずにその状態で運転試験を実施した。
- （C） 軸受表面に給油不足と思われる焼付の跡が認められたため、オイルポンプに問題がないか点検した。
- （D） ガスシールの点検においてOリングの劣化、割れが認められたが、ガス漏れを起こしていなかったので、継続使用とした。
- （E） 振動の増加原因が、ロータが曲がりステータ側と接触したためと判った。接触部を切削し運転試験を実施した。

問15	A	C
解答		

【問16】 次の文は、往復動圧縮機のシリンダ耐圧部内部の減肉形態に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適切な語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

シリンダ耐圧部の減肉は、“（ガス中の）腐食成分の（イ）との接触による腐食”と“摺動部への（ロ）のかみ込みによる（ハ）”とが考えられる。

ただし、ほとんどのプロセス用往復動圧縮機は摺動部に（ニ）を備えているため、（ハ）によるシリンダ耐圧部の減肉はない。

また、実際の石油精製事業所で使用されているプロセス用往復動圧縮機のシリンダ耐圧部の腐食が急激に進行することは（ホ）ことが経験的に分かっている。

- | | | | |
|---------|-------|-----------|-------|
| A 極めて低い | B 固形物 | C 良くある | D 注油器 |
| E 蒸気 | F 凝縮水 | G シリンダライナ | H 温度計 |
| I 摩耗 | J 変形 | | |

問16	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	F	B	I	G	A

【問17】 次の（イ）～（ホ）の文は、往復動圧縮機の損傷と監視に関する記述である。それぞれの文が説明している事柄を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

（イ） 往復動圧縮機の中で最も損傷の頻度の高い部位である。

（ロ） クランク軸が回転するときにアームが開閉作用を起すことをいうもので、「主軸受の相対位置」や「駆動機とのアライメント」によって変化する。

（ハ） ロッドパッキンやピストンリングの機能を維持する為に適度にすることが必要なもので、過大になり過ぎると傾きやすくなる。

（ニ） ライダリングの摩耗を検知する目的で取り付けられる監視装置である。

（ホ） 軸受材料の中で最も耐疲労強度に優れているが、埋没性は最も劣る材料である。

- | | | |
|--------------|-------------|-----------|
| A ロッドドロップセンサ | B ロッド傾斜センサ | C 吸込弁、吐出弁 |
| D シリンダライナ | E サイドクリアランス | F 摩耗代 |
| G ブロンズ | H アルミニウム | I アライメント |
| J デフレクション | | |

問17	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	C	J	E	A	G

【問18】 次の文は、往復動圧縮機と駆動機のカップリングについての記述である。文中の(イ)～(ホ)内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。(解答は、下の解答欄に記号で解答せよ)

カップリングは通常フライホイールを挟み込んだリジッド型であるが、長期間の運転に伴い動力伝達部品の当り面(接触部)に(イ)が発生することがあり、これが進行すると、各当り面の面圧が(ロ)し、締結ボルト((ハ))に過大な(ニ)が掛かる。

この状態で運転していると、(ハ)の破断、リーマ穴(カップリング自体)の損傷に至る場合もあるので、定期的な(ホ)が必要である。

- | | | |
|-----------------|---------|----------|
| A 上昇 | B 低下 | C せん断応力 |
| D 圧縮応力 | E 更新 | F 検査 |
| G エロージョンコロージョン | H 基礎ボルト | I リーマボルト |
| J フレツティングコロージョン | | |

問18	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	J	B	I	C	F

【問19】 次の(イ)～(ホ)の文について、往復動圧縮機のシリンダ周辺からノッキング音が確認された場合の原因や措置として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。(解答は、下の解答欄に記入せよ)

- | | |
|-----|--|
| (イ) | 重大な損傷に到る可能性は低いため、運転を継続し次回定期検査時にシリンダの点検を計画する。 |
| (ロ) | アンローダの作動圧力不足の可能性が最も大きいため、先ずアンローダの分解点検を行う。 |
| (ハ) | 吐出ガス温度の変化(上昇)が無ければ、重大な損傷には到らない。 |
| (ニ) | ジャケット冷却が利いていない場合に起こりやすい事象であるため、冷却水量を確認したうえで、ジャケットの内部清掃をおこなう。 |
| (ホ) | ピストン取付けナットの緩みが考えられるので、シリンダヘッドを開放し内部点検を行う。 |

問19	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	×	×	×	×	○

【問20】 次の表は、蒸気タービンの運転中の日常点検項目を示したものである。表中の（イ）～（ホ）内に最も適切な語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

部位	点検項目	点検方法	判定基準
ケーシング	スチーム漏洩	目視	（イ）
ロータ（シャフト、ディスク）	音	（ロ）	異音がない
	振動	（ハ）	管理値
軸受	軸受温度	（ニ）	管理値
ガバナ機構	回転数	目視	（ホ）

A 変動がない	B 聴診棒	C 詰まり	D 圧力計
E 漏れがない	F 臭い	G テストハンマ	H 振動計
I 流量計	J 温度計		

問20	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	E	B	H	J	A

【問21】 次の（イ）～（ホ）の文について、蒸気タービンの定期検査を実施するにあたっての留意事項として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。（解答は、下の解答欄に記入せよ）

（イ）	ケーシングやブレードの付着物、堆積物には様々な物質が混ざっていることが多いため、化学分析などを行っても缶水管理の参考にはならない。
（ロ）	割れ、腐食・エロージョンなどは記録し、経年変化又は次回定期検査時の指針とする。
（ハ）	カップリングのアライメント測定では、気温や停止後の経過時間など、測定条件を併記する。
（ニ）	むやみに部品を交換すると保全費が高くなるので、ガスケットやOリングなどの劣化消耗部品は点検して変形や割れがあるもののみ新品に取替える。
（ホ）	停止時に特に異常がなければ、それまでの状態を維持した方がよいので、試運転時の保安テストやトリップ関係の作動確認は行わないようにする。

問21	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	×	○	○	×	×

【問22】 次の（イ）～（ホ）の文について、蒸気タービンの定期検査項目に関する留意事項として適切なものには○を、不適切なものには×を記入せよ。（解答は、下の解答欄に記入せよ）

- （イ） タービン入口条件が低圧・低過熱度の蒸気タービンは条件が緩やかであり、ドレンアタックが発生しにくいので、内部の浸食などの検査は必要としない。
- （ロ） シャフトのアンバランスに起因して振動が大きい場合、また、運転歴8～10年を経過したシャフトで振れ量が大きいときには、バランス調整を行なうことが望ましい。
- （ハ） 過速度遮断子、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隙間寸法はトリップ機能の維持に重要な管理値のため、確実な確認を行なう。
- （ニ） 通常の電気ガバナの定期検査時は、静特性を確認すれば動特性は確認しなくてもよい。
- （ホ） 非常遮断弁の再組立後は、動作の健全性、全閉機能の確認のために開閉試験を行う。

問22	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	×	○	○	×	○

【問23】 次の（イ）～（ニ）の文は、小形往復動ポンプの損傷要因に関する説明である。それぞれの文が説明する損傷形態として最も適するものを、下のA～Hの中から選択せよ。（解答は、下の解答欄に記号で解答せよ）

- （イ） クロスヘッド、クロスヘッドガイドの潤滑油不足、潤滑油の劣化
- （ロ） 基礎コンクリート（内部のシムやライナ含む）の劣化や基礎ボルト自身のゆるみ
- （ハ） ごみなどの異物のかみ込み、摩耗等によるチェックバルブの作動不良
- （ニ） 腐食性のあるプロセス流体との接触

A 振動	B 接液部の腐食、減肉	C 摺動部のきず、摩耗
D 変形、歪	E 発熱	F 吐出性能低下
G 隙間増加	H 当り不良	

問23	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	
解答	C	A	F	B	

【問24】 次の（イ）～（ホ）の文について、小形往復動ポンプ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。（解答は、下の解答欄に記入せよ）

（イ）	小形往復動ポンプの保全形態と周期の設定はRBMなどの手法を用い、過去の分解検査の状況・実績、損傷時の影響度などを考慮して決定する。
（ロ）	チェッキバルブは小形往復動ポンプの中で最も損傷頻度の低い部品である。
（ハ）	油圧部の日常点検では油面レベルが管理値内にあることを目視点検する。
（ニ）	試運転時の点検項目は規定圧力（ストローク長毎、回転数毎）での流量、モーター電流値だけでよい。
（ホ）	定期検査において、コネクティングロッド締付ボルトのゆるみは、締付トルクの確認で検査する。

問24	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	○	×	○	×	○

【問25】 次の文は、増減速機における歯車の歯当たり修正に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適切な語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

<p>高速歯車と低速歯車間の（イ）が適切でない場合、歯車に片当たりや局所的な歯当たりが発生し、歯面の異常摩耗や欠損を招く恐れがあるため、適切な歯当たりを確保しておかなければならない。</p> <p>一般的には適切な歯当たりに対する検査及び評価は（ロ）歯当たり、及び静的歯当たりの確認で行う。一般的な事例であるが、（ハ）されている歯車においては、（ロ）歯当たりは（ニ）以上、静的歯当たりは（ホ）以上が要求される。</p>

A 動的	B 50%	C クラウニング	D バックラッシ
E 60%	F メッキ仕上げ	G 平行度	H 芯円度
I 局所的	J 70%		

問25	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	G	A	C	E	J

【問26】 次の文は、増減速機歯車の損傷形態に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適切な語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

スクラッチは歯車の（イ）で生じる（ロ）であり初期段階の損傷である。

エロージョンには、潤滑油の衝突により生じるものと、潤滑油中に存在する気泡が原因で発生する（ハ）によるものがある。

（ニ）摩耗とは、お互いの歯車において硬い異物が介在する場合に生じる損傷であり、潤滑油を含む環境管理と歯面の適切な（ホ）が重要である。

- | | | | |
|----------|------------|-----------|---------|
| A 硬度管理 | B キャビテーション | C スカッフイング | D 肌荒れ |
| E エロージョン | F スポーリング | G 線状傷 | H 面粗度管理 |
| I 運動方向 | J アブレッシブ | | |

問26	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	I	G	B	J	A

【問27】 次の（イ）～（ホ）の文について、増減速機の歯車歯面に生じる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。（解答は、下の解答欄に記入せよ）

- （イ） ピッチングとは繰返し受ける接触応力で起こる局所的な疲労破壊である。クラウニング量を変更するなど動的当たりの改善が必要である。
- （ロ） フレッシングは歯面に生じる微細な振動が原因で発生する場合があります、運転休止状態であれば発生しない。
- （ハ） 折損、破損、亀裂は過負荷運転や材料の欠陥が原因で発生する場合があります、MT検査によって検出することは不可能である。
- （ニ） エロージョンは潤滑油が激しく衝突する場合、あるいは潤滑油中の気泡が原因で発生するスカッフイングによるものがある。
- （ホ） 電食は歯車歯面間に生じる放電によって生じ、アース不良が問題になることがある。

問27	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	○	×	×	×	○

【問28】 次の表は、増減速機の故障原因と対策について記述したものである。表中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択し表を完成させよ。（解答は、下の解答欄に記号で解答せよ）

現象	原因	対策
振動増大	カップリングのミスアライメント	（イ）状態を考慮しアライメントを修正する
	歯面の腐食、摩耗、欠損、電食、バックラッシュ過大	歯面の（ロ）補修、ロータ（歯車）交換 潤滑油を新油に交換する、適切な（ハ）の調整 （ニ）の点検・交換
すべり軸受損傷	異物混入によるきず（摺動きず）	摺動面を滑らかに仕上げる （ホ）を点検整備する 給油装置を点検整備する

A ホット	B 冷間	C 溶接	D メッキ
E 研磨	F 稼動時間	G アースブラシ	H カップリング
I 潤滑油量	J オイルフィルタ		

問28 解答	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
	A	E	I	G	J

【問29】 次の文は、油冷式スクリュ圧縮機のメカニカルシールに関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を下のA～Jから選択せよ。（解答は、下の回答欄に記号で解答せよ）

メカニカルシールは、油冷式スクリュ圧縮機の中で最も（イ）と考えられる部品である。スタフィンボックス圧力、（ロ）や夾雑物の存在から考えれば、一般的に油冷式スクリュ圧縮機内のメカニカルシールの使用条件は（ハ）短寿命である。

従って、予備機がない圧縮機では（ニ）とするのが現実的である。周期は過去の実績（寿命）から判断するべきであるが、プラント定期修理に合わせて行なっている事例が多い。

長寿命化を期待する場合には（ホ）も有効な対策である。

A 寿命が短い	B 寿命が長い	C 潤滑条件	D 周速度
E ポンプと同様	F ポンプより厳しく	G TBM	H BM
I 潤滑油種の変更	J メカニカルシールのダブル化		

問29 解答	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
	A	D	F	G	J

【問30】 次の(a)～(e)の文は、油冷式スクリュウ圧縮機の潤滑油について記述したものである。文中の(イ)～(ホ)内に適切な語句を、下のA～Jの中から選択せよ。(解答は、下の回答欄に記号で解答せよ)

- (a) 油冷式スクリュウ圧縮機の信頼性維持において、最も重要なのは潤滑油の(イ)である。
- (b) 潤滑油はガスの圧縮工程でプロセスガスと接触・混合するため、プロセスガス中に(ロ)がある場合には、その成分が潤滑油中に溶け込んで潤滑油粘度を低下させる。
- (c) 潤滑油粘度の推移を把握するためには、定期的な(ハ)が重要である。
- (d) 通常の粘度測定方法では、サンプリング後に潤滑油中に溶け込んでいた低分子量のガス成分が(ニ)してしまうため、運転状態での実粘度を把握することが難しい。
- (e) (ホ)の際には、事前に新旧油の混合試験を行い、現使用油の残留許容値以下になるよう確実な入れ替えを行なう。

- A 定期的な交換 B 選定と管理 C プロパンより重い成分 D 腐食成分
 E 腐食成分の分析 F 潤滑油の分析 G ガス化 H 液化
 I 潤滑油交換 J 潤滑油種変更

問30 解答	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
	B	C	F	G	J

【問31】 次の(イ)～(ホ)の文について、油冷式スクリュウ圧縮機のロータ及びケーシング耐圧部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。(解答は、下の回答欄に記号で解答せよ)

- (イ) ロータの軸移動計を設置することによってロータの摩耗を検知できる。
 プロセスガス中に固形物が存在しても、オイルフィルタや吸込ガスフィルタが適切に
- (ロ) 管理されていれば、雄・雌ロータとケーシング間の油膜が正常に形成されるので、急激な摩耗はない。
- (ハ) ケーシング内面は潤滑油で保護されているため、通常、腐食の心配は少ない。
- (ニ) ロータの軸移動監視を適切に行っても、軸移動によるメカニカルシールの急激な損傷を未然に防止することはできない。
- (ホ) ケーシング耐圧部の損傷の確認は、他の部品(例えば、軸受)の点検時の機会利用での点検で十分である。

問31 解答	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
	×	○	○	×	○

【問32】 次の文は、油冷式スクリュウ圧縮機の油回収器、油分離器について記述したものである。文中の（イ）～（ホ）内に適切な語句を下のA～Jの中から選択せよ。（解答は、下の回答欄に記号で解答せよ）

油回収器のデミスタは、（イ）のメッシュの方が細かいため基本的に閉塞しないが定期的に（ロ）することが望ましい。

油分離器が設置されている場合は、エレメントの劣化や（ハ）が除々に進む可能性があるため、予備機がない圧縮機では（ニ）を行なうべきである。

油回収器デミスタの閉塞、油分離器のエレメントの劣化速度は、（ホ）により変化するため、点検・交換周期は過去の検査実績を基に決定すべきである。

- | | | | | | |
|---|----------|---|----------|---|------------|
| A | オイルフィルタ | B | 吸込ガスフィルタ | C | 内部点検 |
| D | デミスタの交換 | E | 閉塞 | F | 腐食 |
| G | エレメントの洗浄 | H | エレメントの交換 | I | プロセスガスの清浄性 |
| J | 潤滑油の清浄性 | | | | |

問32 解答	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
	B	C	E	H	I

【問33】 次の文は、回転機の補修に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

補修は腐食・（イ）・摩耗により部材の（ロ）が損なわれたときに、その健全性を回復するために（ハ）の回復や形状・寸法を元の姿に復元することをいう。

補修に際しては、かえってその（ニ）を阻害することがないように、適用範囲・（ホ）などを事前に吟味し慎重に行わなければならない

- | | | | | | | | |
|---|------|---|-----|---|------|---|-----|
| A | 強度 | B | 性能 | C | 施工要領 | D | 防食 |
| E | 設計 | F | 割れ | G | 機能 | H | 健全性 |
| I | 耐圧性能 | J | 経済性 | | | | |

問33 解答	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
	F	G	A	H	C

【問34】 次の（a）～（e）の文は、回転機の補修に関する記述である。文中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は、下の解答欄に記号で解答せよ）

- (a) 一般に溶接補修は周囲からの拘束が大きいこと、そして予熱、（イ）、溶接後熱処理などの熱管理が難しい。
- (b) 鋳鉄は延性に乏しく、硬くて（ロ）ため溶接による残留応力が肉厚不同部や角に集中して、溶接部以外にも割れが発生しやすい。
- (c) 鋳鋼の溶接に際しては（ハ）と板厚、溶接部の拘束度によって予熱、パス間温度ならびに溶接後熱処理、溶接材料などを考慮する必要がある。
- (d) アルミニウム合金鋳物は、軽量（鋳鉄・鋳鋼の約1/3）で（ニ）がよいが、スラグや巣などの鋳造欠陥が内在しやすく、溶接欠陥が発生しやすい傾向にある。
- (e) 銅および銅合金の溶接は、熱伝導率が高く（鋳鉄・鋳鋼の約5倍）、十分な溶込みを得るために（ホ）の予熱が必要になる。

A 冷却	B 直後熱	C 伸び	D 柔軟性
E 炭素当量	F 加工性	G 高温度	H 低温度
I 非鉄金属	J 脆い		

問34 解答	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
	B	J	E	F	G

【問35】 次の（イ）～（ホ）の文について、回転機の補修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。（解答は、下の解答欄に記入せよ）

- (イ) 溶射法は、熔融状態に加熱した溶射材料を基材表面に高速で吹き付け、皮膜を形成させる技術である。
- (ロ) メッキは表面硬度が高く潤滑性や平滑性に優れるため、摺動部の補修に適している。
- (ハ) 表面硬化処理に一般的に多く用いられているのは表面焼入法である。表面焼入法は鋼の表面温度を変態点以上に加熱した後、ゆっくり冷却させることで表面のみ硬化させる。
- (ニ) 充填材補修は応急的な対応とするのが原則であり、充填材の耐久性能をよく吟味した上で、恒久対応までの期間設定、復旧工事計画を立てた後に行うことが望ましい。
- (ホ) スリーブ挿入法とは、シャフトのオイルシール等が接触する部分に軽微な摩耗・損傷が生じた場合の修理として、薄肉のスリーブを装着するものである。

問35 解答	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
	○	×	×	○	○

【問36】 次の(a)～(c)の文は、回転機の性能低下に関する説明である。文中の(イ)～(ホ)内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。(解答は、下の解答欄に記号で解答せよ)

- (a) 遠心ポンプの性能低下に特に影響を及ぼす項目としては、インペラの腐食・摩耗、ウェアリング部の摩耗による(イ)、並びにインペラおよびケーシング表面の(ロ)等があげられる。
- (b) 遠心圧縮機の性能を低下させる原因は、インペラや(ハ)など流体通路における汚れやダストの付着に伴う流路表面の粗度の悪化による(ニ)の増加および圧縮機内部における段間ラビリンスの摩耗や損傷による内部漏れの増加等が主なものである。
- (c) 往復圧縮機の吐出ガス温度上昇は、入口(中間)クーラの冷却効率低下による吸込ガス温度の上昇や、吐出圧力の変化等による(ホ)の上昇が影響している場合もあるので、運転状態を確認した上で判断する必要がある。

- A 肌荒れ B 圧力損失増加 C 圧縮比 D 摩擦係数
 E 吸込配管 F 圧縮率 G ダイヤフラム H 流体抵抗
 I 内部温度上昇 J 漏れ量増加

問36 解答	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
	J	A	G	H	C

【問37】 次の(イ)～(ニ)の文は、スチームタービンの性能低下の損失に関する説明である。それぞれの文が説明している損失の分類を、下のA～Dの中から選択せよ。(解答は下の解答欄に記号で解答せよ)

- (イ) 動翼シュラウド外周側にラジアルフィンのある形式では、隙間が増大すると漏洩蒸気量が増え損失が発生する。
- (ロ) 動翼、ノズルなどの蒸気通過部の表面粗さが増加したり、シリカが付着したりすると摩擦損失や渦発生による損失が増える。
- (ハ) 動翼から流出する蒸気は速度エネルギーを持ち、次段落がある場合は有効にエネルギーとして回収されるが、最終段落から流出する蒸気のエネルギーは損失する。
- (ニ) 軸受部の摩擦損失、軸シール部の接触損失、付属機器の駆動損失、カップリング部の風損などによる損失が発生する。

- A 漏洩損失 B 機械損失 C 排気損失 D プロファイル損失

問37 解答	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
	A	D	C	B

【問38】 次の表は、保安管理システムの代表的な監視項目、検出方法、対象部位を示したものである。表中の（イ）～（ホ）内に最も適切な語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

監視項目	検出方法	対象部位
振動	速度、加速度、（イ）	軸受、ケーシング
温度	測温抵抗体、熱電対	軸受、ケーシング
軸移動	（ロ）	軸
漏れ	ガス検知、フロート式、（ハ）	（ニ）
回転数	遠心式、磁力式、発電機式、（ホ）	軸

A オルガスタ式	B 重力	C 変位	D 軸封
E 自力式	F 光電式	G 音波	H X線
I 軸受	J 渦電流式		

問38	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	C	J	A	D	F

【問39】 次の（イ）～（ニ）の文は、往復圧縮機の監視項目に関する説明である。それぞれの文が説明している監視項目で最も適切なものを、下のA～Iの中から選択せよ。（解答は下の解答欄に記号で解答せよ）

（イ）	ライダリング及びシリンダライナの摩耗によって変化する。 「基礎締め付け部分の不良」、「フレームとシリンダ間のアライメント」、「シリンダ/ディスタンスピース/クロスヘッド/クランク各部締結ボルトの折損」等により大きくなる。
（ロ）	バルブプレートの破損及びピストンリングの異常摩耗等シール性能が損なわれることによって変化する。
（ハ）	クランク軸のアライメントの悪化、ロッド荷重の増大や潤滑不良、軸受の疲労による欠損等を監視する。

A フレーム振動	B 基礎レベル	C スナッパ温度
D ロッドパッキン漏洩量	E 配管の振動	F ロッド・ドロップ
G 注油器油量	H バルブカバー温度	I 主軸受の温度

問39	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	
解答	F	A	H	I	

【問40】 次の（イ）～（ホ）の文について、回転機の監視装置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。（解答は、下の解答欄に記入せよ）

（イ）	消防法の移送取扱所の規定に該当するポンプには、軸受およびケーシング帯熱、振動等の監視装置設置が義務付けられているが、メカニカルシール漏洩監視は対象外である。
（ロ）	遠心圧縮機では、サージング域での運転を回避するために運転状態を常時監視するのが一般的である。サージング域に近づいた場合には風量を増加させる等の操作（または制御）が行われる。
（ハ）	遠心圧縮機の軸受温度監視は軸受パッドに温度計が埋め込まれたものが多く採用されている。軸受排油温度による監視に比べ軸受そのものの状態監視能力は高い。
（ニ）	蒸気タービンの回転数は常に変化するので監視対象にならない。
（ホ）	蒸気タービンは、スラスト軸受の異常な摩耗やスチームコンデンセートのキャリオーバによるロータ異常移動現象の監視のために、軸移動計を装備することがある。

問40	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	×	○	○	×	○