

# 社団法人石油学会

## 平成 18 年度設備維持管理士

### - 回転機 -

### 試験問題・解答用紙

受験番号	回転			
受験者氏名				

**【問1】** 次の A ~ E の文は、回転機の保全計画の考慮事項に関する記述である。適切なものを3つ選択せよ。(解答は、下の解答欄に記号で解答せよ)

- A** 保全計画は、適用法規、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保全履歴を十分に確認・分析・評価し、その結果に基づいて保全形態・検査周期を決定する。
- B** 供用開始前の設備に係る検査には、定期自主検査、保安検査などがある。各々の法規に対応した適切な検査を実施する。
- C** 実施時期により日常点検・定期検査に区分して立案する。定期検査は運転中定期検査と停止中定期検査に分かれる。運転中検査の結果及び事故情報などの関連情報を入手した場合には、計画外の臨時検査の実施を検討する。
- D** 設備及び運転上の変更が行われる時には、腐食・劣化損傷の進展に対する影響を評価し、定期見直し時に検査計画を変更し、設備の信頼性の確保と事故の防止を図る。
- E** 日常点検・定期検査・臨時検査の結果から得られた情報を十分に検討・分析・評価し、その都度検査計画の見直しを行い、設備の信頼性の確保と事故の防止を図る。

<b>問1</b>	<b>順不同</b>		
<b>解答</b>	<b>A</b>	<b>C</b>	<b>E</b>

**【問2】** 次の文は、回転機維持規格の状態基準保全について述べたものである。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)

**状態基準保全** [(イ) Based Maintenance] は、日常又は定期的に(ロ)を実施し、その結果に基づいて保全の必要性や時期を決めるもので、回転機の状態を診断するための診断技術の確立が必要である。

メカニカルシール漏れの有無や往復動圧縮機における吸吐弁の異常の有無など、診断技術が確立されている場合は日常における(ハ)も状態基準保全に含まれる。

状態基準保全は、(ニ)の把握が出来ていない場合又は時間基準保全では(ホ)を確保できない場合に対して適用できる。

- |                    |                |               |                   |
|--------------------|----------------|---------------|-------------------|
| <b>A</b> Condition | <b>B</b> Time  | <b>C</b> 分解検査 | <b>D</b> 状態監視(診断) |
| <b>E</b> 巡回点検      | <b>F</b> 瞬間故障率 | <b>G</b> 部品寿命 | <b>H</b> 運転時間     |
| <b>I</b> 経済性       | <b>J</b> 信頼性   |               |                   |

<b>問2</b>	<b>(イ)</b>	<b>(ロ)</b>	<b>(ハ)</b>	<b>(ニ)</b>	<b>(ホ)</b>
<b>解答</b>	<b>A</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>G</b>	<b>J</b>

**【問3】** 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)内に最も適切する語句を、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) 一般に軸受の管理温度は環境周囲温度 + 40 又は最高温度(イ) である
- b) 振動パラメータには3種類(変位、速度、加速度)がある。この内、加速度の単位は(ロ) である。
- c) 振動パラメータのうち、ギヤ装置やころがり軸受には(ハ)による測定管理が有効である。
- d) 振動判定法のうち、(ニ)法は同一機種がある場合に、それらを同一条件で測定して比較判定する方法である。
- e) AE (Acoustic Emission) は、固体が変形又は破壊するとき開放される(ホ)をとらえ診断する。

- |        |                    |      |           |           |
|--------|--------------------|------|-----------|-----------|
| A mm/s | B m/s <sup>2</sup> | C 82 | D 92      | E 相対判定    |
| F 相互判定 | G 加速度              | H 速度 | I 破壊エネルギー | J 弾性エネルギー |

<b>問3</b>	<b>(イ)</b>	<b>(ロ)</b>	<b>(ハ)</b>	<b>(ニ)</b>	<b>(ホ)</b>
<b>解答</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>G</b>	<b>F</b>	<b>J</b>

**【問4】** 次の(イ)～(ホ)の文は、回転機の潤滑管理として行う性状検査、清浄度検査及び潤滑油中の摩耗粉分析方法に関する記述である。各文の説明が最もあてはまる検査・分析項目名を、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) 潤滑油中の混入物を強力な電磁石を用いて分離固着させ、粒子の材質、形状、量を観察する
- (ロ) 酸素が潤滑油に吸収される速さで判定する(酸素の圧力が減少する時間)
- (ハ) 潤滑油中の微小異物の粒径を5段階で分類し規定された等級で評価する
- (ニ) 潤滑油中の微小異物をフィルタでろ過し、異物の堆積程度で評価する
- (ホ) 潤滑油の引火点、粘度、ASTM色相、潤滑油中の水分などの検査

- |             |         |         |
|-------------|---------|---------|
| A ミリポアフィルタ法 | B ISO等級 | C NAS等級 |
| D フェログラフィ法  | E RBOT  | F 全酸化   |
| G SOAP法     | H 性状検査  | I 清浄度検査 |

<b>問4</b>	<b>(イ)</b>	<b>(ロ)</b>	<b>(ハ)</b>	<b>(ニ)</b>	<b>(ホ)</b>
<b>解答</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>H</b>

【問5】 次の写真に示す（イ）～（ホ）のころがり軸受損傷の原因として、最も適するものを下の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）



- A 水分の結露、腐食性物質の浸入
- B 潤滑不良、取付け誤差、すきま過小
- C はめ合い面の微小すきまですべり発生
- D 金属摩耗粉、砂、ごみなどの異物かみ込み
- E すきま過小、荷重過大、油膜切れなどの潤滑不良

問5	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	C	A	B	E	D

【問6】 次の（イ）～（ホ）の文は、回転機維持規格に関する用語の定義である。適切なものには○、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) 経時保全とは、累積稼動時間に係わらず一定の周期で行う予防保全である。
- (ロ) MTBFとは、総動作時間を総故障数で除した値である。
- (ハ) 偶発故障とは、部品寿命に到達後、偶発的に起こる故障を言う。
- (ニ) 故障モードとは、故障発生に至るまでの物理的、科学的、その他の過程をいう。
- (ホ) 判定基準の内、管理値は基準値や経験を値に基に事業者が独自に定めたものである。

問6	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	×		×	×	

【問7】 次の(イ)～(ホ)のカップリング形式の特徴として最も適する説明文を、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)ギヤカップリング
- (ロ)フランジ形たわみカップリング
- (ハ)ダイヤフラムカップリング
- (ニ)ディスクカップリング
- (ホ)SF(Steel Flex)カップリング

- A ゴムの摩耗、劣化がある
- B クラウニングによりミスアライメントを吸収する
- C 定期的な歯溝、板ばねへの給脂(グリース)が必要である
- D 薄いばね板を積層状に組み合わせている
- E 高速回転に用いられるが、腐食の問題がある

問7	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	B	A	E	D	C

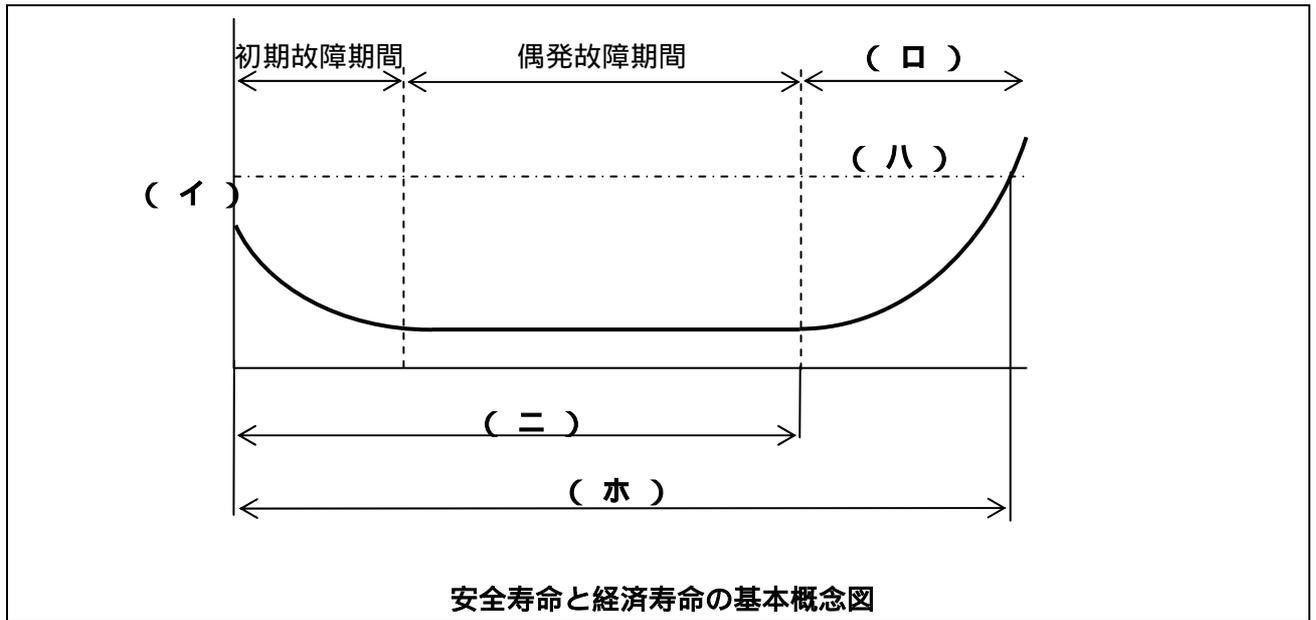
【問8】 次の(イ)～(ニ)は回転機を補修する際に用いられる工法である。その特徴として最も適する説明を、下のA～Fの中から選択せよ。(解答は、下の解答欄に記号で解答せよ)

- (イ) 溶射
- (ロ) 溶接
- (ハ) 冷間溶接剤
- (ニ) メッキ

- A 肉厚の厚い被覆層をつくることができるが、熱影響部における割れ、熱影響による歪みが発生する。
- B 加工精度が高く皮膜の寸法精度が調整できるが、皮膜の基材との結合力が弱い。
- C 手軽に施工でき、作業能率がよいが、角部などでは皮膜が均一にできないため、応力が集中する部分では割れなどの欠陥が発生する。
- D 様々な合金皮膜を作ることができるが、フレットング発生の恐れがある部位では、短時間で悪質なフレットング損傷が発生す
- E 基材における熱歪みが小さいが、皮膜中に気孔・間隙が存在している。
- F 高価な設備などが必要なく施工が簡易であるが、接着強度が格段に小さく、また耐熱温度に制限がある。

問8	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
解答	E	A	F	D

**[問9]** 次の概念図は、安全寿命と経済寿命の基本概念図である。図中の(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)



- |               |                 |                    |               |
|---------------|-----------------|--------------------|---------------|
| <b>A</b> 故障件数 | <b>B</b> 故障率    | <b>C</b> 指数関数的残存分布 | <b>D</b> 保全確率 |
| <b>E</b> 安全寿命 | <b>F</b> 摩耗故障期間 | <b>G</b> 実用寿命      | <b>H</b> 経済寿命 |
| <b>I</b> 年次限界 | <b>J</b> 限界故障率  |                    |               |

<b>問9</b>	<b>(イ)</b>	<b>(ロ)</b>	<b>(ハ)</b>	<b>(ニ)</b>	<b>(ホ)</b>
<b>解答</b>	<b>B</b>	<b>F</b>	<b>J</b>	<b>E</b>	<b>H</b>

[問10] 次の表は、遠心ポンプのロータの損傷形態と要因を示したものである。表中の(イ)~(ホ)内に最も適する語句を、下のA~Jの中から選択せよ。(解答は、下の解答欄に記号で解答せよ)

損傷形態	損傷要因	点検項目・部位
隙間増加	流体組成による腐食, 過大流速によるエロージョン、ラビリンス部接触による異常摩耗	(イ) ラビリンス、ウェアリングリング
振れ	過度の応力、疲労、汚れ付着などによるアンバランス、ウェアリング接触や異常摩耗	アライメント、(ロ) 軸受、ラビリンス
はめ合い部不良	長期間使用による劣化、過度の応力、隙間腐食、フレッキングコロージョン	(ハ) はめ合い部(インペラボス部、他)、はめ合い代、取付位置
腐食	硫化水素、二酸化炭素、ADIP、MEAなどの腐食要因。塩素イオン濃度による隙間腐食、材質不適合	プロセス流体性状、組成、外面、流速、(ニ)
キー/キー溝摩耗、変形、割れ	長期間使用、過度の応力、異物混入、低温脆性	キー、(ホ)

A キー溝	B メカフラッシング	C プッシング	D 吸込ストレーナ
E オイルリング	F 材質	G 吸込圧力	H 摩耗
I インペラ	J ころがり軸受		

問10	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	C	I	J	F	A

[問11] 次のA~Eの文は、遠心ポンプの試運転検査について述べたものである。始動準備時の実施項目と始動後の実施項目を分類せよ。(解答は、下の解答欄に記号で回答せよ)

A ケーシング内のドレン切り及びガス抜きを行う
B 電動機の電流値および回転数、ポンプおよび駆動機の振動を確認する
C オイルリングを使用している場合はロータを回転させ作動位置及び状況を確認する
D 冷却水の通水および軸受箱や潤滑油タンクに指定された潤滑油の給油
E 回転機の運転状態(振動、漏洩、音、温度、臭い、外観など)を確認する

問11	始動準備時実施項目					始動後実施項目				
	順不同					順不同				
解答	A	C	D			B	E			

[問12] 次の(イ)～(ホ)の文は、遠心ポンプにおけるロータの損傷要因に関する説明である。損傷形態として最も適切な語句を、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)

- (イ) 肌荒れ大、摩耗、異物付着、ウェアリング隙間増大、異物の付着又は詰まり、バランスピストン(又はブッシュ)、段間スリーブ(又はブッシュ)の摩耗による内部漏洩によって起こる事象
- (ロ) すべり軸受部の損傷であり、損傷要因は、異物、スラッジ混入、摩耗、潤滑油不足、潤滑油の劣化、シャフトの振れ、軸受の背面当たり不良などがある
- (ハ) キャビテーション、リサキュレーションなどの発生によって起こる損傷
- (ニ) 流体組成・流体温度不適合、ごみなどの異物のかみ込みによって狭隙間部で起こる
- (ホ) 過度の応力がかかることによって起こる損傷

- |        |              |      |              |
|--------|--------------|------|--------------|
| A 隙間増加 | B 性能低下       | C 浸食 | D フレーキング     |
| E 固着   | F 腐食         | G 電食 | H 摩耗、きず、かみ込み |
| I 漏洩   | J 変形(曲がり)・破損 |      |              |

問12	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	B	H	C	E	J

[問13] 次の(イ)～(ホ)の文は、遠心ポンプに発生した不具合と原因・措置などについて説明したものである。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) 軸受振動が管理値を超えた場合、軸受点検を行えば他の部位は点検しなくても良い。
- (ロ) 吐出弁を全開にしても流量が計画値よりかなり少なかった。ポンプを開放点検すればよく、吸込み配管の状態は点検する必要がない。
- (ハ) 試運転時にガスの発生や気体の混入が原因と考えられるメカニカルシール漏れが生じた場合、ガス抜きを徹底的に行って再度試運転を行う。
- (ニ) 電流値が通常より大きくなった。液性状の変化やウェアリングリング部の隙間増大あるいは接触なども考えられる。
- (ホ) 試運転時にインペラ付近の異音(バリバリ音)が確認された。キャビテーションの発生が考えられる。

問13	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	×	×	採点対象外		

[問14] 次の(イ)～(ホ)の文は、遠心ポンプ用メカニカルシールに関する説明である。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) 残渣油等の熱油に金属ベローズメカニカルシールを使用する場合、微量漏洩した液がベローズの谷間に溜まって固化し作動不良となるのを防止するために、スチームクエンチを施行する。この場合、スタンバイ中はスチームを停止したほうが良い。
- (ロ) シールしようとする流体が苛性ソーダ等のような結晶性流体のシールに水クエンチを行うのは、微量漏洩した液が結晶化して作動不良にならないようにするためである。
- (ハ) フラッシングラインのY型ストレーナの網にかかる異物は、摺動面のすきまよりも大きくシールへの悪影響は少ない。それよりも網が詰まってフラッシング液が流れなくなることへの対策として、網を設けないケースもある。
- (ニ) メカニカルシールをポンプに組み込む場合、摺動面には潤滑を良くするためにグリースを薄く塗る方が良い。
- (ホ) 高温サービスのメカニカルシールで、フラッシングクーラ付の場合はクーラ出口温度がチェックできるように温度計を設置するのが良い。

問14	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	×			×	

[問15] 次の表は、メカニカルシールの漏洩原因と対策事例である。表中の(イ)～(ホ)内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。(解答は、下の解答欄に記号で解答せよ)

現象	原因	対策
漏れ過剰	摺動材組合せ不適	(イ)
	設計諸元の不適	摺動面巾、(ロ)、スプリング面圧などの見直し
	フラッシング流量不足	(ハ)
	微粒子・固形物に対する性能不適	摺動材組み合わせを硬質材同士に変更、(ニ)、ベローズシール・静止型シールの採用検討、ダブルシールの採用検討
	面圧(押し代)過多	(ホ)、取替

- A ジャケット冷却      B スリーブ交換      C オリフィス穴径変更  
D 取付位置修正      E ガス抜き      F エキスターナルフラッシングの採用  
G 軸受交換      H バランス比      I 摺動材組合せの見直し  
J ウェアリング隙間修正

問15	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	I	H	C	F	D

[問16] 次の表は、遠心ポンプのケーシングの損傷形態と要因を示したものである。(イ)～(ニ)内に最も適する語句を、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)

損傷形態	損傷要因	点検項目・部位
腐食・摩耗(かみ込み) 浸食・表面硬化部(ステライト・コルモノイ)などの割れ、剥離	(イ) 二酸化炭素、ADIP、MEAなどの腐食要因、塩素イオン濃度による隙間腐食。流体中に含まれる摩耗性成分・固形物混入(スラッジ、材質不適合)。	流体成分、ポリユート及び仕切り部、全内面、流速、圧力、各隙間測定、材質、流量、吸込み状態
変形、歪	過度の応力、(ロ)	ケーシングフランジ面、配管取合いフランジ面、サポートの取り方
割れ	(ハ) 低温脆化、苛性脆化割れ、接触	運転条件、流体組成、内外面、材質
性能低下	内面肌荒れ、ポリユート部摩耗、(ニ) ケーシングカバーのインロー部の摩耗(内部漏洩)	全内面

A 汚れ付着	B ロータアンバランス	C 応力腐食割れ	D カップリング不良
E フレッシング	F 熱による変形	G 潤滑油不良	H 硫化水素

問16	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
解答	H	F	C	A

[問17] 次の(イ)～(ホ)の文は、遠心圧縮機の機能維持を目的とした定期検査に関する記述である。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) インペラの腐食・割れ検査は、目視検査のほか、PTやMTによる非破壊検査がある。
(ロ) カップリングハブのはめ合い部の検査項目として、フレッシングコロージョン、キーおよびキー溝の変形・割れ、はめ合い寸法がある
(ハ) シャフトのキー溝の変形、割れの検査は、目視検査とMTが一般的である。
(ニ) ラビリンスの検査においては、有害な傷、摩耗、変形、溝の詰まりの検査を行う。また、隙間寸法が基準を満たしているか測定検査を行うことが望ましい。
(ホ) ティルティングパッド軸受は、パッドの表面、受金の摩耗状態を検査し、著しい摩耗が認められない限り、隙間寸法の測定を行う必要はない。

問17	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答			×		×

[問18] 次の表は、遠心圧縮機に生じる部位毎の損傷形態と要因を示したものである。損傷形態の（イ）～（ロ）内に最も適する語句を下のA～Dの中から、要因の（ハ）～（ホ）内に最も適する語句を下のE～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	損傷形態	要因
インペラ	腐食、浸食、 シュラウド摩耗、変形	（ハ）
	性能低下	（ニ）
	（イ）	ドレン及び異物の混入、過負荷、固定側との接触、 経年劣化、サージング、チョーキング（運転変化）
軸受	電食	（ホ）
	（ロ）	潤滑油（異物等）不良、隙間・当たり不良、 オイルホイップ・オイルホワール

- A 隙間過大  
B 変形・割れ・歪み  
C きず・摩耗  
D 過大振動

- E 駆動機用復水タービンからの影響、アースブラシ不良  
F 回転体のバランス不良  
G インペラ吸込口ダスト付着、閉塞、サージング、チョーキング（運転変化）  
H 潤滑油（温度等）不良、給油不足、経年劣化、隙間・当たり不良、過負荷運転  
I 圧縮機用温度計、振動計などの結線不良  
J 腐食ガス、ドレンの混入、旋回流の発生、軸移動によるケーシングとの接触

問18	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	B	C	J	G	E

[問19] 次のA～Eの遠心圧縮機の部品および付属品は、予備機が無く重要度の高い遠心圧縮機における管理部位である。保全形態がTBMのものとCBMのものを分類せよ。（解答は、下の解答欄に記号で解答せよ）

- A トランスファバリア  
B ケーシング  
C 軸受  
D 潤滑油フィルタ  
E 潤滑油タンク

問19	T B M					C B M				
	順不同					順不同				
解答	A	B	C	E		D				

[問20] 次の文は、遠心圧縮機における修理・改善について述べたものである。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)

インペラに著しい腐食、摩耗、減肉が生じている場合、溶射や溶接によるインペラの(イ)の改善が行える。また、インペラの表面を(ロ)することで耐食性を高めるばかりでなく、付着物を低減し圧縮機の性能低下を抑制することができる。

振動計が設けられている遠心圧縮機の場合、軸受振動測定部の(ハ)的振れと、ローターシャフトに対して行ったMTの影響やシャフトに内在する磁性体の影響による(ニ)的振れが大きいと正確な軸振動測定に影響するため、この部位についても振れを(ホ)とする必要がある。

- |       |        |            |        |       |
|-------|--------|------------|--------|-------|
| A 最小限 | B 研磨   | C コーティング   | D 機械   | E 強度  |
| F 電気  | G 耐摩耗性 | H アンバランス修正 | I 電気化学 | J 最大値 |

問20	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	G	C	D	F	A

[問21] 次の(イ)～(ホ)の文は、遠心圧縮機の保全形態とその周期について述べたものである。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) 遠心圧縮機の検査は日常点検と定期点検及び臨時検査に区分され、全ての点検・検査は予め設定した保全形態と周期によって行わなければならない。
- (ロ) 試運転検査は整備・組立て作業の妥当性の確認を目的として、メカニカルコンディションが熱的に安定するまで軸受温度や振動などを経時的に確認することが一般的である。
- (ハ) 定期検査は機能維持を図るために「部品機能の健全性の確認及び回復」「部品故障の検知」を目的としているが、「部品寿命の推定」はこれに含まれない。
- (ニ) 臨時検査とは、日常点検で異常の予兆が見られた場合又は、機器の健全性の確認を必要とする関連情報を入手した場合に、予防保全を目的として開放検査することである。
- (ホ) 日常点検は、遠心圧縮機の「異常の早期発見」することを目的としたものであり、一方、「異常兆候の検知」は定期検査によって確認される。

問21	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	×		×		×

[問22] 次の(イ)～(ホ)の文は、遠心圧縮機の故障原因と対策などを述べたものである。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) インペラにダストが付着したために振動が上昇したと思われるのでダスト除去を行った。全てのダストを除去した後にロータの動バランスの修正を実施した。
- (ロ) ロータ点検で静止体との接触が認められた。寸法測定を実施してロータの振れ修正を実施するので、ロータのバランス確認は不要である。
- (ハ) 圧縮機の運転において生じる異音や振動は、接触やアンバランスなどの機械的要因ばかりではなく、圧縮機の状態運転の変化によっても発生する。
- (ニ) ドライガスシールに液が混入する場合、バッファガスフィルタの点検を行う。また、バッファガスが液化する場合は、供給配管の加温も有効な対策である。
- (ホ) ケーシングの合せ面からガス漏れが生じる場合、ガスケットを挿入し、従来よりも大きな締め付けトルクでケーシングを締め付ける。

問22	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答		×			×

[問23] 次の文は、遠心圧縮機のロータ振れ修正について述べたものである。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)

ロータ(イ)の軸受部で通り芯を出し、この状態でロータを(ロ)回転させ、ロータの主要外周部に(ハ)を当ててロータに曲がりや変形が生じていないか測定する。基準を越える振れが確認された場合、ロータ動バランス修正(ニ)に旋盤加工によって振れ修正を行うが、この時旋盤機械自身の振れはロータ振れ基準に対して極力(ホ)ことが望ましい。

- A 前                      B 後                      C 高速で                      D ゆっくりと                      E ダイヤルゲージ  
 F 隙間ゲージ              G 小さい                      H 大きい                      I 両側                      J 片側

問23	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	I	D	E	A	G

**[問24]** 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載である。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)

減肉の形態としては、“(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)のかみ込みによる摩耗”とが考えられる。ただし、ほとんどの(ハ)往復動圧縮機は摺動部に(ニ)を備えているため、摩耗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(ハ)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極めて低いことが(ホ)に分かっている。

- |           |       |         |            |
|-----------|-------|---------|------------|
| A シリンダライナ | B 水蒸気 | C 凝縮水   | D 固形物      |
| E 窒素      | F 注油器 | G プロセス用 | H ユーティリティ用 |
| I 設計上     | J 経験的 |         |            |

問24	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	C	D	G	A	J

**[問25]** 次の(イ)～(ホ)の文は、往復動圧縮機のシリンダ耐圧部のなかでも“ガス吸込通路部”の腐食が進行しやすい理由を記載したものである。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) 上流の吸入配管内で凝縮した水が流れ込み、溜まりやすい
- (ロ) 潤滑型の場合でも、油の皮膜が形成され難い
- (ハ) 吸込フィルタ清掃等、空気と接触するようなメンテナンスの機会が多い
- (ニ) 外気で冷却されやすい
- (ホ) 通常、吸込配管は、低圧であることから他の部位より耐食性に劣る材料を使用する

問25	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答			×		×

**[問26]** 次の(イ)～(ホ)の文は、往復動圧縮機のクランクシャフト及びクランクケースの損傷形態及び保全形態に関し記載したものである。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) 経験的には、基礎の経時的な変形(収縮や膨張)がクランクシャフトの変形(デフレクション)の原因であると考えられている
- (ロ) エポキシグラウトを用いた場合には、基礎の膨張を特に注意する必要がある。
- (ハ) 経験的には、基礎上面の変形量は年間 10mm 程度あるため、毎年デフレクションの確認をすべきである。
- (ニ) 駆動機とのアライメントが狂うとクランクシャフトが変形し、軸受の損傷やクランクシャフトやクランクケースの破損の原因となる。
- (ホ) クランクシャフトにカウンタウエイトがボルトで固定されている場合、フレットング発生を定期的に確認する

問26	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答		×	×		

**[問27]** 次の(イ)～(ホ)の文は、往復動圧縮機の接続筒やクロスヘッドガイドの締結ボルトに関する説明である。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) 接続筒、クロスヘッドガイド及び各部締結ボルトは、シリンダのヘッドエンド側の圧縮行程ごとに引張応力が掛かる、強度上重要な部品である
- (ロ) シリンダのアライメント不良による局部的な過負荷及びきず・腐食の進行により疲労破壊に至る可能性がある
- (ハ) 外部設置の機器では雨水などにより、クロスヘッドガイドの接合面や締結ボルト自体にフレットング及び腐食が生じる場合も有り、進行すればボルト破断にいたる可能性が有る
- (ニ) 日常点検として、クランクケースの振動を確認していれば重篤な破損を予防可能である
- (ホ) シリンダ、接続筒、クロスガイドヘッド及びクランクケース間のアライメントは一度調整してもその後短・中期間で大きく狂う

問27	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答				×	×

[問28] 次の表は、往復動圧縮機の吐出ガス温度が上昇した場合の損傷対策事例に関し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～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)

原因	異常時の措置・対応
シリンダの潤滑不足	(イ)
ピストンリングの隙間不良	(ロ)
(ハ)	a) 吸込・吐出弁の運転状態及びプロセスの運転条件の確認 b) 多段圧縮機では、後段の高圧段シリンダの吸込弁をチェック
(ニ)	a) 前段シリンダの運転状態又はプロセスの運転条件をチェック
(ホ)	a) 吸込・吐出弁及びのインタークーラの運転状態又はプロセスの運転条件をチェック

- A ピストンリングの出代を測定
- B 潤滑油ポンプ吐出圧力の確認
- C 潤滑油量の増量、注油器の運転状態をチェック
- D ピストンリングのサイドクリアランスをチェック
- E 高圧ガスの吐出
- F 高濃度硫化水素ガスの吸込
- G 高温ガスの吸込
- H 低圧ガスの吸込
- I 凝縮水の吸込

問28	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	C	D	E	H	G

[問29] 次の(イ)～(ホ)の文は、往復動圧縮機の摺動部品に関して、摩耗量や機能の点検・検査方法を述べたものである。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) ロッドドロップセンサーを設置する
- (ロ) クランクシャフトのデフレクションを確認する
- (ハ) 過去の検査結果からライダーリングの摩耗速度を予測する
- (ニ) 停止時に、ターニングによるピストンロッドランアウトを測定する
- (ホ) 接続筒のシリンダ接続ボルトの緩みを点検する。

問29	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答		×			×

**[問30]** 次の文は、往復動圧縮機のシリンダ耐圧部減肉の点検周期・時期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)

下記の理由により、シリンダ耐圧部内部減肉の点検のタイミングは、期間を決めての定期的な点検ではなく、吸込弁・吐出弁の故障や摺動部品の摩耗などでシリンダヘッドカバーや弁カバーを取り外す機会を利用して行うことで十分であると考えられる。従って、点検は“ガス吸込通路部”の腐食減肉の有無を(イ)で行うことが現実的な方法と考えられる。

- ・ 経験的に、当該部の減肉は急激に進む可能性は(ロ)
- ・ (ハ)が十分に有る
- ・ (ニ)の故障、及び、(ホ)の摩耗があるため、一般的には(長いケースでも)数年ごとに吸吐弁の取り外しが行われている

- |         |        |            |        |
|---------|--------|------------|--------|
| A 吸吐弁   | B 目視   | C クロスヘッドピン | D 肉厚測定 |
| E アンローダ | F 摺動部品 | G 腐食代      | H 潤滑油  |
| I 低い    | J 高い   |            |        |

問30	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	B	I	G	A	F

**[問31]** 次の文は、往復動圧縮機のピストン締付ナット及びピストンロッド当り面の損傷形態と要因を述べたものである。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)

ピストン締付ナット及びピストンロッド当り面の腐食(主にフレッチングコロージョン)は、主にナット(イ)の不足と吸込配管からの微量の(ロ)の流入による隙間腐食と考えられる。

従って、施工上の管理((ハ)の採用や、(ニ)の適正化)により(更には、ロックアウトドラムの性能を上げることにより)、大部分は予防可能である。

また、万一、運転中に微小隙間が発生した場合も、シリンダ付近から(ホ)が発生するので、巡回点検で把握できる場合がある。

- |         |             |             |           |
|---------|-------------|-------------|-----------|
| A 油圧締め  | B 締付力       | C 吐出ガス温度が上昇 | D 硫化水素    |
| E 材質    | F 強度        | G 凝縮水       | H 漏れ(ガス臭) |
| I トルク管理 | J 異音(コツコツ音) |             |           |

問31	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	B	G	A	I	J

[問32] 次の表は、シリンダ内部に（潤滑油以外の）液体が確認された場合の損傷対策事例を示している。表中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は、下の解答欄に記号で解答せよ）

原因	主要な損傷	処置・対応
過度の低温冷却水による凝縮液の発生	a)（イ）が曲がる可能性あり	冷却水の（ハ）を上げる
分離器により除去できなかったプロセスガス内の液体のキャリーオーバー	b)（ロ）又はシリンダ部に表面きず（掻ききず、線状きずなど）が発生する可能性あり	a)プロセス運転条件をチェックする b)分離器及び（ニ）液体放出弁の運転状態をチェックする
運転停止期間中に冷却されているロッドパッキンケースからの冷却水の浸入	c)ピストンリング、パッキン又は吸込・吐出弁が破損する可能性あり	a)パッキンケースの（ホ）を交換する b)運転停止期間中は冷却水の供給を停止する

A 流量	B ベント	C 温度	D 液体放出弁	E ボルト
F ピストンロッド	G 吸込配管	H ピストン	I ガスケット	J Oリング

問32	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	F	H	C	採点対象外	J

[問33] 次の表は、往復動圧縮機の定期検査項目とその判定基準に関するものである。表中の（イ）～（ホ）内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。（解答は、下の解答欄に記号で解答せよ）

部位	検査項目	検査方法	判定基準	異常時の措置
クランクシャフト	（イ）	測定（（イ）ゲージを使用する	（ロ）による	据付レベル、駆動機とのアライメント調整
クロスヘッドガイド	レベル	測定（ピストンロッド方向）	（ハ）/m以内程度、（ニ）と同方向の傾きで有ること	チョックライナにてレベル修正
シリンダ	レベル	シリンダライナ内面の中央付近で測定（ピストン方向）	（ハ）/m以内目安クロスガイドと同方向の傾きで有ること	シリンダ（ホ）のシム調整にてレベル修正

A 0.5mm	B 0.3mm	C 管理値	D 3.0mm	E 基準値
F サポート	G シリンダ	H 基礎ボルト	I デフレクション	J クリアランス

問33	（イ）	（ロ）	（ハ）	（ニ）	（ホ）
解答	I	E	B	G	F

**[問34]** 次の(イ)～(ホ)の文は、蒸気タービン本体を定期検査する際の注意事項を述べたものである。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) 点検に当たっては、建設以来の経歴運転記録などを調査し、各部の状況を詳細に記録する
- (ロ) 蒸気タービン内部に堆積物が確認されても上流側のボイラー機器の問題であるため調査は不要である
- (ハ) 割れ、浸食、腐食などは経年変化するため記録を残す必要がない
- (ニ) センターリングの確認は定期検査終了後に実施し、運転前の最終状態のみを測定記録する
- (ホ) 開放後、開口部は仮蓋で密閉する。タ-ビンの組立が完了するまでは、シートや板で覆って防護処置する

問34	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答		×	×	×	

**[問35]** 次の(イ)～(ホ)の文は、蒸気タービンの本体を定期検査する際の各部位の注意事項を述べたものである。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) 蒸気タービンのケーシングにドレンアタックは発生しないので検査不要である
- (ロ) 動翼の検査は翼段間での温度条件や応力蒸気条件に関係なく検査方法は同一項目を実施する
- (ハ) ロータ(シャフト)のアンバランスに起因して振動が大きい場合はバランス調整を行う
- (ニ) 軸受メタル、調整リング、位置調整パッドは合マークを確認し、回転方向、向きに注意して組立てる
- (ホ) オイルクーラの冷却管が腐食侵食で開口した場合でも、閉止栓で運転可能なため肉厚測定などの検査は不要である。

問35	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	×	×			×

[問36] 次の表は、蒸気タービン付属弁類の定期検査項目を示したものである。表中の(イ)~(ホ)内に最も適する語句を、下のA~Jの中から選択せよ。(解答は、下の解答欄に記号で解答せよ)

部位	検査項目	検査方法	判定基準	異常時の措置	
付 属 弁 類	非常遮断弁 蒸気加減弁	弁、弁座、弁棒バックシートの当たり	目視	(イ)	補修又は交換
		弁棒の曲がりの有無	目視	(ロ)	補修又は交換
		弁棒とブッシュの付着物の状況(ステイック有無)	目視	(ハ)	補修又は交換
		グランドパッキン、ブッシュ、スリーブの摩耗、浸食の状況	目視 測定	管理値	補修又は交換
		高温摺動部の焼付きの有無	目視	(ニ)	補修又は交換
		嵌合部のゆるみの有無	目視	ゆるみのないこと	補修又は交換
		鑄造品の割れ、浸食の状況(必要に応じ非破壊検査)	目視 (PT)	(ホ)	補修又は交換
		溶接部、ステライト盛金部の割れ、浸食の有無(必要に応じ非破壊検査)	目視 (PT)	(ホ)	補修又は交換

- |                     |                    |                         |
|---------------------|--------------------|-------------------------|
| <b>A</b> 沈殿物がないこと   | <b>B</b> 付着物がないこと  | <b>C</b> アライメント不良のないこと  |
| <b>D</b> きず、浸食がないこと | <b>E</b> 効率低下のないこと | <b>F</b> 有害な曲がりがないこと    |
| <b>G</b> 油が漏れていないこと | <b>H</b> 焼付きがないこと  | <b>I</b> 均一で全周に当たりがあること |
| <b>J</b> 破れていないこと   |                    |                         |

問36	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	I	F	B	H	D

[問37] 次の(イ)~(ホ)の文は、蒸気タービンのガバナのハンチング対策事例である。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) リンケージが緩んでいたので針金や補強金具で弁棒の動きを強固に固定する
- (ロ) ガバナへの空気混入が考えられたため、ガバナの空気抜きベントコックからガバナ油内の混入空気を放出させる
- (ハ) リンケージが緩んでいたのでレバーやピン、ブッシングの寸法を計測し、摩耗部品は正規寸法の部品と交換する
- (ニ) 加減弁はガバナと異なる部位であり、弁棒の固着は関係ないと判断して検査は行わない
- (ホ) ガバナのドループ、コンペンセーション、ニードル弁などの設定を過去の整備記録を参考にして運転状況を確認しながら調整しなおす

問37	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	×			×	

[問38] 次の表は、蒸気タービンの仕切板、ノズル、静翼、(動翼、シュラウド)の損傷メカニズムである。表中の(イ)~(ホ)内にも適する語句を、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)

損傷形態	加速要因	損傷メカニズムと検出方法
摩滅・飛損 ( <sup>1</sup> )	水分・スケールの混入 運転条件の変化 腐食(コロージョン)	ドレンの生成 ↳ エロージョン・コロージョン → 性能低下  (イ) ↓ (ロ) → 振動 ↳ 接触 → 異音・振動 ↳ 破損 → 機能停止
汚れ付着	運転条件の変化	
欠損 変形	異物混入	異物混入 ↳ (ハ) ↓ 欠損・変形 ↳ ロータのアンバランス → (ニ) ↳ (ホ) → 異音・振動 ↳ 破損 → 機能停止

注(1) ドレンアタックや腐食成分による減肉、スケールの付着が考えられる、それらが動翼など回転部に発生した場合、アンバランスから振動、接触、破損にいたるメカニズムを想定した。

A 過速度	B 負荷増加	C スケールの生成付着	D 接触
E 振動	F ロータのアンバランス	G 衝突	H 温度上昇
I 結露	J 不完全燃焼		

問38	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	C	F	G	E	D

[問39] 次の(イ)～(ホ)の文は、蒸気タービンの部位毎の損傷メカニズムである。各説明文に最も該当する部位を、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) 外的要因が多いため余寿命の予測は困難であるが、異音、振動、回転数を把握していれば故障を予知することができる。
- (ロ) 運転停止時に定期的の実作動テストで作動状態を確認すれば性能は確保できる。
- (ハ) 日常点検において、回転数の変動幅、蒸気加減弁弁棒の動きを確認していれば、故障を予知することができる。
- (ニ) 供用開始後 3～5 年に初期検査し問題がなければ、運転状態が同等であれば腐食・劣化損傷は発生の可能性は低い。
- (ホ) 外的要因が多いため余寿命の予測は困難である。漏洩しても機器としての機能停止に至るまでに時間的余裕がある。

- A ロータ(シャフト、ディスク)
- B ケーシング、仕切板、ノズル、静翼(動翼、シュラウド)
- C 軸封(ラビリンスパッキン、カーボンパッキン)
- D ガバナ機構(駆動軸、駆動軸軸受、駆動ギヤ、機械油圧式ガバナ、電気式ガバナ)
- E 過速度遮断子

問39	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	A	E	D	B	C

[問40] 次の表は、蒸気タービンの故障原因と対策事例である。表中の(イ)～(ホ)内に最も適する語句を、下のA～Jの中から選択せよ。(解答は、下の解答欄に記号で解答せよ)

現象	故障原因	対策
振動	ロータへの異物付着によるアンバランス	(イ)
軸受の過熱	潤滑油の汚れ	(ロ)
油温上昇	クーラの汚れ	(ハ)
加減弁のスティック	パイプライン中のスケール混入	(ニ)
グラウンドからの漏洩過多	エジェクタ入口蒸気圧低下	(ホ)

- A ブロー及びクリーニング
- B 増し締め
- C ガスケット交換
- D ブレード、ホイールの異物除去
- E クロームメッキ
- F アースをとる
- G 適正油と取替える
- H 溶接肉盛
- I 規定の圧力、温度に調整
- J クーラを分解清掃

問40	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	D	G	J	A	I