

# 公益社団法人石油学会

## 2013 年度設備維持管理士

### -配管・設備-

### 試験問題・解答用紙

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

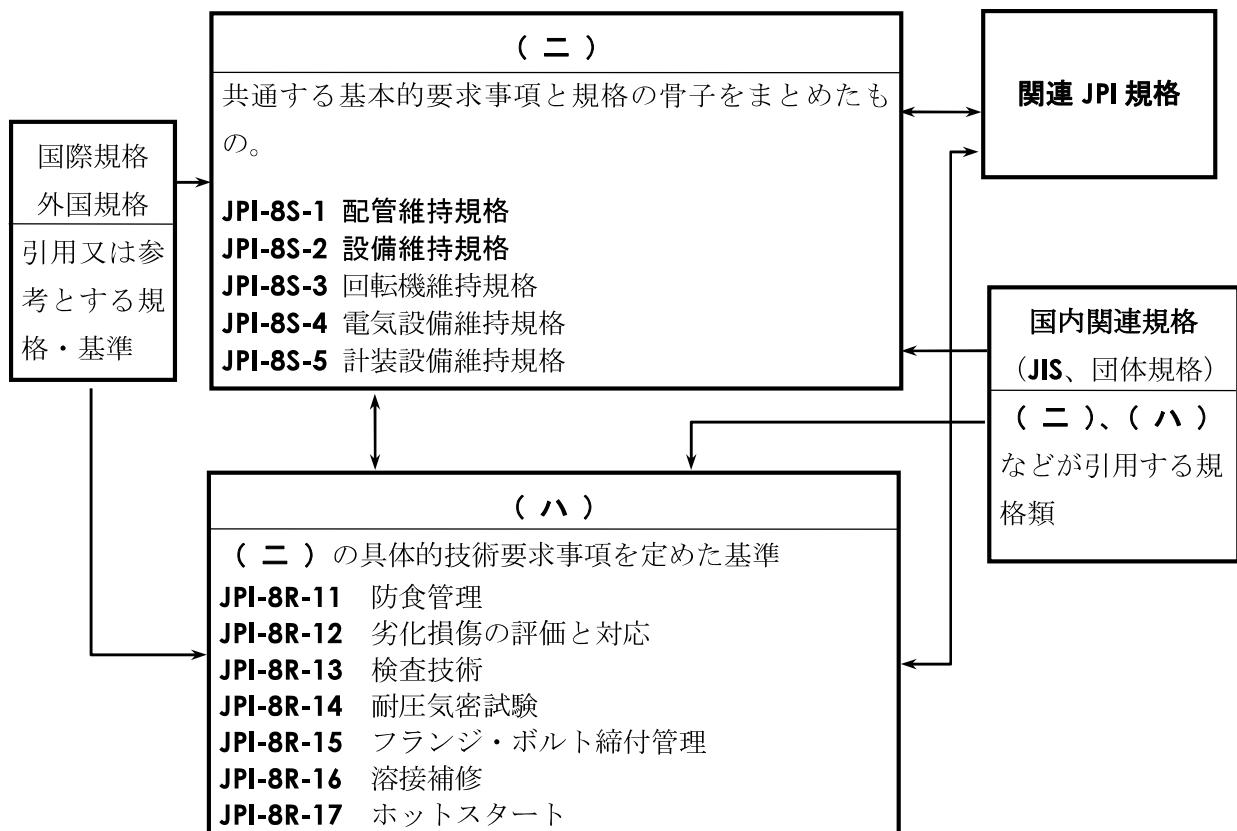
業種分類コード（出向中の方は、出向先の業種を記入願います）

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・法兰ジ・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】** 次の文章は石油学会設備維持規格作成の背景に関する内容である。文中の(イ)～(ニ)に当てはまる最も適切な用語を以下のA～Hより選択せよ。なお、A～Hの選択肢は複数回使用しないものとする。

設備維持の規格は、石油精製事業者が自らの事業所において適切な設備の維持管理を行うことにより、その事業所の(イ)を実現し、かつそれを継続することに資する目的で作成されたものである。これら設備維持の規格体系図を次に示す。この規格は、石油精製設備の耐圧・気密性能確保と(ロ)及びその精度の確認等を実施するために行われる検査・評価・補修に関して、石油各社の保有技術を纏め上げた設備維持に関する基盤的な規格として作成したものである。したがって、使用者は本規格の目的及び技術的根拠をよく理解のうえ、本規格を自らの適切な設備維持管理に十分活用されることを切に願うものである。

本規格の体系は下図のようになっており、規格を補完する(ハ)は(ニ)の具体的技術要求事項を定めた基準・指針として作成されている。



<b>A</b> コスト削減	<b>B</b> 余寿命予測	<b>C</b> 基盤規格
<b>D</b> 共通技術基準	<b>E</b> 安全操業	<b>F</b> リスク評価
<b>G</b> 効率化	<b>H</b> 維持基準	

問1	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
<b>解答</b>	<b>E</b>	<b>B</b>	<b>D</b>	<b>C</b>

**【問2】** 次の文章は、設備維持規格で定義されている用語の説明である。**A~D**の中から不適切な記述を含む文章を1つ選択せよ。

- A** 内部検査は、設備の耐圧部材外表面より内側の領域を対象とする検査をいい、設備の外側又は内側から行う。いずれの側から検査を行うかは、想定される腐食・劣化損傷の種類、範囲及び検査精度並びに設備の重要度などを総合評価して決定する。
- B** 外部検査とは、設備の耐圧部材外表面より外側の領域（外表面を含む。）を対象とする検査をいい、設備外表面の断熱材又は被覆材並びに断熱材又は被覆材で覆われた設備外表面、外部付属品及び支持構造物の腐食損傷状況などを、目視又は計測機器を用いて検査する。
- C** 非破壊検査手法には、内面又は外面の腐食・磨耗状況及び表面又は内在きずを検出するための“超音波肉厚測定”、“磁粉探傷試験”、“機械的強度試験（引張り、曲げ、衝撃、疲労、クリープ試験など）”などがある。
- D** 破壊検査は、検査の対象となる設備から試験片を採取し、破壊することによって材料の強度などを調べる検査をいい、“断面組織試験”、“断面硬度試験”などがある。

問2	
<b>解答</b>	<b>C</b>

**【問3】** 次の表は、塔槽における耐食金属のクラッド、オーバーレイ、ストリップライニング検査の着目点の抜粋である。表中の「検査実施上の留意事項」に（イ）として追加すべき項目として最も適切なものを以下のA～Cから1つ選択せよ

#### 耐食金属のクラッド、オーバーレイ、ストリップライニング検査の着目点

検査対象	検査方法	検査実施上の留意事項
割れ	<b>目視検査</b> <b>浸透探傷試験</b> <b>磁粉探傷試験</b> <b>超音波探傷試験</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>・割れが大きく母材の腐食に影響を及ぼすかどうかの判断。</li><li>・割れが母材中に達しているかどうかのチェック。</li><li>・充填物受けのペデスタル、サポートリングなどの溶接への影響をチェック。</li><li>・内面に耐食金属のスリーブを施工したノズルにテストホールがある場合は、（イ）</li></ul>

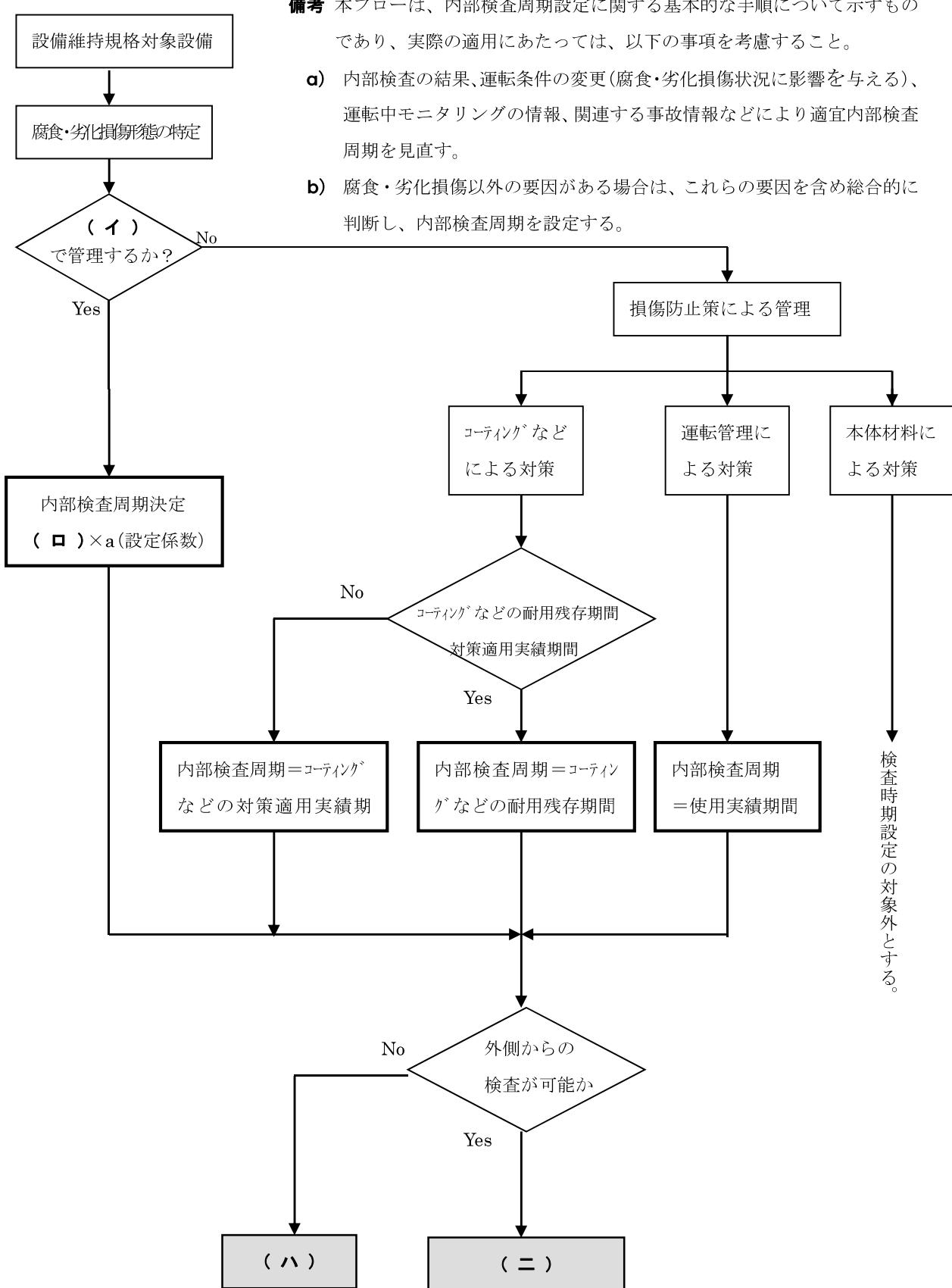
- A** 減肉厚さから腐食速度を算定する。
- B** スリーブの溶接部の欠陥から外部リークに繋がる可能性があるため注意して検査する。
- C** ノズル母管溶接部の検査を行う。

問3	
解答	<b>B</b>

**【問4】**次の図は内部検査周期設定の手順を定めたフローである。図中の(イ)~(二)に対し、A、Bのうち適切な方をそれぞれ選択せよ。

(イ)	A : 劣化損傷	B : 余寿命予測
(口)	A : 余寿命	B : 使用年数
(ハ)	A : 外部検査	B : 開放検査
(ニ)	A : 外側からの内部検査	B : 外部検査

問4	(イ)	(口)	(ハ)	(ニ)
解答	B	A	B	A



内部検査周期設定手順フロー

**【問5】** 次の表は、石油精製事業所内で発生する劣化損傷とそれに対する評価方法及び損傷防止策について述べたものである。表中の（イ）～（ニ）内の語句A、Bのうち適切な方をそれぞれ選択せよ。

劣化損傷の種類	評価方法および損傷防止策
焼き戻し脆化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ <u>(イ : A 炭素当量、B J-factor)</u> による評価</li> <li>・ 起動、停止時の系内温度管理</li> </ul>
塩化物応力腐食割れ (オーステナイト系 ステンレス鋼)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ フェライト系ステンレス鋼の採用</li> <li>・ <u>(ロ : A 2相ステンレス鋼、B 高炭素グレード)</u> の採用</li> <li>・ コーティングの実施</li> </ul>
硫化物応力割れ (炭素鋼) (高張力鋼)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 硬度対割れ感受性評価</li> <li>・ <u>(ハ : A 低強度材、B 高強度材)</u> の採用</li> <li>・ 応力除去焼鈍の実施</li> <li>・ コーティング／溶射の実施</li> </ul>
水素誘起割れ (HIC) (炭素鋼)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ コーティング／溶射の実施</li> <li>・ 耐 HIC 鋼の採用</li> <li>・ <u>(ニ : A 発生面積率の経年変化、B Pv 値)</u> による評価</li> </ul>

問5	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
解答	B	A	A	A

**【問 6】** 次の文章は、加熱炉コーティング検査について述べたものである。文中の（イ）～（ホ）内の語句 A、B のうち適切な方をそれぞれ選択せよ。

- ・コーティング及びスケール堆積状況の検査として、以下に示すチューブは温度の高い箇所の火炎側に付着物が発生しやすいので検査を計画する。
  - 設計温度以上に過熱されたおそれのあるもの。
  - コーティング、スケーリング傾向のあるもの
  - (イ : A 膨出、B キズ)が認められたもの。
  - 加熱炉バーナーの焚き方が(口 : A 均一、B 不均一)であるもの。
- ・チューブ内面にコーク又はスケールが認められた場合は、(ハ : A チューブスキン温度、B 炉内温度)のトレンドからの予測、およびコークなどの付着厚さを総合評価して、クリーニングの要否を判断する、
- ・コーティングの検査及びクリーニングの実施時期を計画するに際しては、コークは付着しだすと(ニ : A 流速、B 堆積厚さ)に依存し(ホ : A 一定の速度で、B 加速度的に)成長する傾向がある点に十分に考慮のうえ決定することが肝要である。

問 6	(イ)	(口)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	A	B	A	B	B

**【問 7】** 次の文章は、溶接後熱処理について述べたものである。A～Dの中から不適切な記述を含む文章を2つ選択せよ。

- A 溶接後熱処理は、アルカリ応力腐食割れ、硫化物応力割れ、シグマ相脆化の対策として有効である。
- B 必要な溶接後熱処理温度が、溶接部から測定して母材厚さの二倍を超える距離にわたって維持されていることを、適切な数の温度計で監視する
- C 補修溶接後には、特に指定がない限り、適用規格と事業者の仕様に従って、溶接補修部の非破壊試験を行う。溶接完了後に溶接後熱処理を実施する場合は、原則として溶接後熱処理前に耐圧試験を実施する。
- D 低合金鋼の溶接部は特別な理由のない限り、溶接後熱処理を行わなければならぬい。

問 7		順不同	
解答	A	C	

**【問 8】** 次の表は、石油精製事業所内における工事作業場の配慮事項を述べたものである。表中の（イ）～（ニ）内の語句A、Bのうち適切な方をそれぞれ選択せよ。

インターernal腐食生成物に対する配慮	金属薄片の充填物（パッキング）を設置している塔内での作業においては、燃り、火災防止のため、作業中および作業終了に際しては、充填物付近など特別に配慮を要する箇所での <u>（イ：A 散水、B 換気）</u> 、監視の徹底などの対策をとる必要がある。
開放点検時における配慮事項	塔槽ノズル内面に腐食対策としてインナースリーブを設置しているものは、定期的に変形、破損の有無を点検することが重要である。特にノズルのテストホールなどにプラグ打ちを施工する場合は、ここからの <u>（口：A 空気、B 水分）</u> の侵入に注意し、 <u>（ハ：A 運転開始前に、B 運転開始後に常用温度まで達した時点で）</u> プラグ打ちを行うよう配慮する。
反応塔触媒抜出作業における配慮事項	水素製造装置等の軽質な油を処理する脱硫反応塔で、触媒を反応塔上部からバキュームダンパーを用いて仮設ホースで吸引し、ホッパーに受け、ドラム缶に回収する手順で作業をする場合には回収した触媒に付着した未燃カーボンが空気と触れて燃る危険性がある。このような作業は避け、予め不活性ガスで反応塔内部を置換し、反応塔下部から触媒を抜出し、 <u>（ニ：A 水を張ったドラム缶、B 空のドラム缶）</u> に受ける等の配慮が必要である。

問8	(イ)	(口)	(ハ)	(ニ)
解答	A	B	B	A

**【問9】** 次の文章は、腐食の種類と特徴について述べたものである。(イ)～(ニ)内の語句A, Bのうち、適切な方をそれぞれ選択せよ。

- 1 高温硫化物腐食** 高温硫化物腐食は、高温状態にて主に硫化水素が鋼と直接化学反応を起し硫化鉄を生ずる腐食であり、蒸留、脱硫、分解装置の張込み系、反応系の高温部などに発生する。水素化脱硫装置の反応系では、水素が投入される上流側に発生する。検査点の選定に際しては、フランジ部近傍では放熱による温度低下が生じ腐食速度が(イ: A 低下、B 上昇)するため、実際の温度に留意することが必要である。
- 2 湿性硫化物腐食** 湿性硫化物腐食は、湿潤環境下で硫化水素が解離し、これが鋼と反応することによって硫化鉄を生じる腐食である。この環境下では、腐食によって発生する発生期の水素が鋼中に侵入しやすいため、(口: A 水素侵食、B 水素誘起割れ)が生じやすいので注意を要する。
- 3 水硫化アンモニウム腐食** 水素化脱硫、脱窒素反応などによって反応塔生成油中に生じた硫化水素とアンモニアが水硫化アンモニウムとなり、冷却の過程にてエフルエントクーラーなどに析出し、閉塞や腐食を引き起す。水硫化アンモニウム腐食は、濃度の高い水硫化アンモニウムを含む湿潤環境において、保護作用のある硫化鉄皮膜が水硫化アンモニウムとの反応によって剥がれるため腐食を引き起すもので、流体中の硫化水素濃度、アンモニア濃度及び(ハ: A pH、B 流速)が腐食の主要因である。
- 4 硫酸腐食** 硫酸腐食は、主に硫酸濃度、温度及び流速に支配される。アルキレーション装置で用いられる硫酸濃度は90～98%で温度は常温であり、硫化鉄不動態皮膜の形成によって炭素鋼が使用可能な領域である。不動態皮膜は、高流速で破壊されやすくエロージョンが発生する可能性がある。また、硫酸濃度が低い場合は不動態皮膜が形成されないため、(二: A 希硫酸、B 濃硫酸)による腐食が激しくなり炭素鋼の使用できる範囲は極端に限られる。

問9	(イ)	(口)	(ハ)	(ニ)
解答	A	B	B	A

**【問 10】** 次のイ～ハの文章は、配管の劣化損傷について述べたものである。各文章の正誤を以下の A～H より選択せよ。

- イ. 硫化水素を含む湿潤環境下で使用されている炭素鋼配管のフランジ継手溶接部などの炭素当量が高く溶接部及び熱影響部の硬度が高くなる部位は、硫化物応力割れ検査の対象とする。また、当該配管系に高強度部材が使用されている場合には、その部分も検査の対象とする。
- ロ. 石油精製装置で使用されるアミン類 (MEA、DEA、MDEA、DIPA など) の環境下で、特定の鋼種の圧縮応力が存在する箇所に発生する。アミン応力腐食割れの発生は、アミン溶液の種類、溶液負荷、温度、応力除去焼鈍の有無などによって異なる。
- ハ. 硫化水素を含む湿潤環境下で使用されている炭素鋼配管（板巻配管）は水素誘起割れ (HIC) 検査の対象となる。ただし、HIC は、鋼板の圧延方向（長手方向）に垂直に発生するため、複数の割れが階段状に結合し進展することがなければ問題となることはない。

A	イ	正	口	正	ハ	正
B	イ	正	口	正	ハ	誤
C	イ	正	口	誤	ハ	正
D	イ	正	口	誤	ハ	誤
E	イ	誤	口	正	ハ	正
F	イ	誤	口	正	ハ	誤
G	イ	誤	口	誤	ハ	正
H	イ	誤	口	誤	ハ	誤

問 10	
解答	D

**【問 11】** 次の文章は、腐食について説明したものである。それぞれの説明文中の（イ）～（ニ）内の語句 A, B のうち、適切な方をそれぞれ選択せよ。

**一炭酸腐食**

二酸化炭素はスチームが凝縮する際に凝縮水中に溶解し炭酸 ( $H_2CO_3$ ) となり、生成した炭酸が鋼を腐食する。更に、(イ:A 水素、B 溶存酸素) が存在すると腐食は促進される。炭酸水中の炭素鋼の腐食速度は、 $CO_2$ ガス分圧が(口:A高く、B低く) なるに伴って上昇する。炭酸腐食は炭酸ガスを溶解した弱酸性水溶液による鋼の全面腐食であり、水素製造装置の炭酸ガス化・分離工程ではスチームの凝縮によって炭素鋼の腐食が発生する。

**一高温水素-硫化水素腐食**

脱硫装置の反応系に発生する。水素化脱硫装置の反応系においては、水素が投入される(ハ:A上流側、B下流側) が高温水素 - 硫化水素腐食環境となる。高温硫化物腐食環境に水素が加わることによって、(ニ:A 腐食媒、B 耐食皮膜) としての働きを持つ腐食生成スケールが多孔質の脆い性質に変化し、スケールの防食効果が低下する。流速が早い場合は、激しいエロージョンコロージョンが発生する。

問 11	(イ)	(口)	(ハ)	(ニ)
解答	B	A	B	B

**【問12】** 次の文章は、配管検査に関して述べたものである。**A~E** の中から下線部に不適切な記述がある文章を1つ選択せよ。

**防油提貫通部** 防食テープ端部付近が腐食を受けやすい。**A** スリープタイプの場合は、隙間部に雨水が浸入し隙間腐食を発生しやすいので留意する。

**注入箇所** 水や薬品を注入する箇所では、**B** 注入される流体の物性と運転条件によって、局部腐食が生じる。注入流体の拡散が十分でない場合は、偏流が生じ、この影響は上下流に及ぶことを考慮して検査を行う必要がある。**C** インナーノズルがない場合では注入された流体は本管内壁に沿って流れたり、注入水が直接衝突する部位が、注入頻度の変化などの影響により激しく腐食した事例があるので注意を要する。また、**D** インナーノズルで水等を注入している場合は定期的にインナーノズルの点検を計画する必要がある。

**ねじ込み配管** ねじ込み配管の検査は小口径配管の検査方法に準じて行うが、回転機械などに接続され振動が認められる配管において**E** 緩みによる漏洩や疲労損傷の恐れのあるものは、防振策の実施、当該部の薄肉化策を検討する。

問 12	
解答	<b>E</b>

**【問13】** 次の文章は、腐食の種類と発生範囲について述べたものである。文中の（イ）～（ハ）内の語句**A**、**B**のうち適切な方をそれぞれ選択せよ。

- (1) 湿性硫化物腐食は、湿潤環境下で硫化水素が解離し、これが鋼と反応することにより硫化鉄を生じる腐食である。この硫化鉄は耐食皮膜として機能することで腐食を抑制するが、pHが(イ : A 7を下回ると、B 7を超えると)、硫化鉄皮膜はもろくなり腐食が進行する。
- (2) 常圧蒸留塔・塔頂系の湿性塩化物腐食は、特に(口 : A 高流速部、B 凝縮部)で腐食が加速される。
- (3) 原油中のナフテン酸によって生じるナフテン酸腐食は、(ハ : A 220°C未満では、B 220°C以上では) 腐食速度は極めて低くナフテン酸腐食の問題は生じない。

問 13	(イ)	(口)	(ハ)
解答	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>A</b>

**【問 14】** 次のイ～ニの文章は、新設配管系及び運転条件が変更された配管系において、供用後初回の肉厚測定時期を設定する方法を説明したものである。不適切な設定法の組み合わせを以下の A～E より選択せよ。

- イ 運転条件、使用材料などが類似している文献等のデータから腐食速度を推定して設定する。
- ロ 運転条件、使用材料などが類似している既設配管系より得られているデータを用いて設定する。
- ハ 流動解析結果に基づく寿命到達年に設定する。
- ニ 運転変更前における配管系の全寿命の半分を見込んで設定する。

A イ・ロ・ハ    B ロ・ニ    C イ・ニ    D ハ・ニ    E ロ・ハ

問 14	
解答	D

**【問 15】** 次の文章は、長期連続運転に当たり配管系の信頼性向上のために検討した改善内容である。A～E の中から不適切な記述を含む文章を 1つ選択せよ。

- A 腐食環境に応じた耐食材料への変更、コーティング施工による配管寿命の延長を計画する。
- B ドレン配管等の小口径配管の厚肉化を計画する。
- C 普段は使用することは無いが、配管詰り等の不測のトラブルに備え、ページ、ベンディング用のドレン、ベントを余分に設置しておく。
- D 腐食、汚れ、詰り防止のため、配管の滞留部を無くす構造に変更する。
- E 薬液注入により、配管内面からの腐食進行防止を図る。

問 15	
解答	C

**【問 16】** 次の A~C の文章は、石油精製事業所における構造設計上の配慮事項について述べたものである。不適切な防止対策を含むものを A~C の中から 1 つ選択せよ。

設問	構造設計上の配慮すべき部位、および予測される腐食・劣化損傷	有効な腐食・劣化損傷防止対策
A	<u>主配管から枝取りする小口径ノズル</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>・内部流体の滞留による腐食</li> <li>・振動などによる損傷</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ロングネックボス・ロングネックフランジの採用</li> <li>▪ 口径のサイズダウン</li> </ul>
B	<u>裸配管の直置きサポート接触部</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>・配管／サポート隙間部の外面腐食</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 丸棒等の取り付けによる雨水の滞留防止</li> <li>▪ 配管への保護板の取り付け</li> </ul>
C	<u>逆止弁と仕切り弁間に液封状態になる配管系</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>・内部流体が蒸気抱線、直近の高温配管からの伝熱などによって温度上昇を招く場合で、液膨張による圧力上昇が起因となり、当該箇所が延性破壊する事例あり。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 逆止弁バイパスの設置</li> <li>▪ 逆止弁のディスクへの小径穴の設置</li> </ul>

問 16	
解答	A

**【問 17】**次の文章は、原油常圧蒸留装置における蒸留塔系の露点温度算出までのステップについて述べたものである。(イ)～(ハ)に最も適する説明を以下のA～Fよりそれぞれ選択せよ。

(イ) → E → (ロ) → (ハ)

- A 原料油の持ち込み水量から、水のモル数を求める。
- B ストリッピングスチーム流量および原油の持ち込み水量から、水のモル数を求める。
- C 水のモル数とナフサのモル数から、主蒸留塔塔頂運転圧力での水の分圧を求める。
- D 蒸気表から水の分圧値における水の沸点温度を求め、10～20℃程度を加えた値が露点である。
- E 主蒸留塔塔頂抜き出しナフサ流量から、ナフサのモル数を求める。
- F 蒸気表から水の分圧値における水の沸点温度を求める。

問 17	(イ)	(ロ)	(ハ)
解答	B	C	F or D

**【問 18】** 次の文章は、原油常圧蒸留装置の原油予熱系で発生する腐食について述べたものである。文中の（イ）～（ニ）内の語句 A、B のうち、適切な方をそれぞれ選択せよ。

- (1) 加熱炉出口系の腐食は、ほとんどが高温硫化物による(イ : A 全面、B 局部)腐食と高流速によるエロージョンコロージョンの複合腐食である。
- (2) (口 : A Kp 値、B TAN) の高い原油を処理している場合は、高温部でナフテン酸腐食も重なっている場合もある。
- (3) ナフテン酸腐食には 2.5%以上の(ハ : A Mo、B V) が効果的とされていることから SUS317 の使用が特に効果的である。
- (4) 主蒸留塔の塔頂防食のため、加熱炉上流に苛性ソーダを注入するケースがある。その場合、注入量は主蒸留塔への持ち込み(ニ : A ナフテン酸、B 塩化水素) 量見合いで決定される。

問 18	(イ)	(口)	(ハ)	(ニ)
解答	A	B	A	B

【問 19】 次の文章は、防食技術について述べたものである。文中の（イ）～（ニ）内の語句 A、B のうち、適切な方をそれぞれ選択せよ。

- (1) 水素製造装置でベンフィールド溶液を使用している脱炭酸系は、水素製造装置の中で一番腐食環境が激しく、アルカリ腐食、アルカリ応力腐食割れ、(イ:A カーボネート応力腐食割れ、B 硫化物応力割れ)、エロージョンコロージョンを考慮して使用材料を選定する必要がある。
- (2) 重質油水素化脱硫装置反応塔エフルエントの冷却過程で発生する水硫化アンモニウム腐食の腐食防止対策として水硫化アンモニウム濃度の管理がおこなわれるが、ドレン中の水硫化アンモニウム濃度(口:A 2wt%以下、B 15wt%以下 ) の場合は、腐食が生じないといわれ、水注入による希釈のガイドラインとなる。
- (3) 防食剤の注入を行うノズルで現在最も一般的に用いられているのはクイル型である。クイルの特徴は流体ガス配管の中央部分にノズルのカット部が位置するように設置し、ノズルのカット面を流体ガス(ハ:A 上流、B 下流)に向ける。防食剤を十分に(ニ:A 濃縮、B 希釀)した溶液を流体ガス中に注入する際に、流体ガスの流速を利用してクイルの先端から溶液を霧状に分散させる。

問 19	(イ)	(口)	(ハ)	(ニ)
解答	A	A	B	B

**【問 20】** 次の表は、中高圧ボイラーの各種障害をまとめたものである。表中の（イ）～（ホ）に入る語句として、最も適切なものを以下の A～H からそれぞれ選択せよ。なお、A～H の選択肢は複数回使用しないものとする。

**表 中・高圧ボイラの各種障害**

原因項目	障害の現象	障害の原因
（イ）障害	・鉄などの（ハ）が熱負荷の高い部分に付着し、膨出、破裂する。	・ボイラ用水の汚染と樹脂の汚染。 ・前処理装置の不調による金属水和物（例えばアルミフロック）又は樹脂の持ち込み。 ・給水、復水系の腐食生成物のボイラへの持ち込み（復水系の腐食、熱交換器の腐食）。 ・製造プロセスからの不純物の漏えい。
腐食障害	・高濃度の（ニ）によって腐食が発生する。 ・溶存ガスによって、給水、復水系の配管、熱交換器に腐食が発生する。	・pH などのボイラ水処理管理の不備。 ・純水製造装置（特に、2床3塔型）からの Na イオンリーによるボイラ水 pH の上昇。 ・ボイラ停止又は保缶中の処理の不備。
（ロ）障害	・過熱器が膨出又は破損する。 ・タービン翼へスケールが堆積しタービン効率が低下する。	・給水処理装置の不調又はコロイダル（ホ）の影響によってボイラへの多量の（ホ）の持ち込み。 ・ボイラ水のブロー管理の不備。 ・負荷の急変。 ・製造プロセスからのボイラへの不純物の混入。

A キャリーオーバー	B スケール	C 金属酸化物
D 金属硫化物	E 酸	F アルカリ
G シリカ	H ヒドラジン	

問 20	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)	(ホ)
解答	B	A	C	F	G

**【問 21】** 次の表中のイ～ホの文章は、石油精製装置で発生する劣化損傷の評価又は対応について述べたものである。最も適切な文章の組み合わせを以下の A～E より選択せよ。

選択肢	劣化損傷	評価又は対応
イ	475°C脆化	475°C脆化を受けた材料であっても、475°C脆化の発生温度域（約 320～540°C）においては、衝撃吸収エネルギーが安全な領域まで回復している。
ロ	水素侵食	C-0.5Mo 鋼は炭化物の形態により水素侵食損傷感受性が異なり、M <sub>23</sub> C <sub>6</sub> 比率が高い方が水素侵食に対する感受性が低い。
ハ	黒鉛化	JIS 規格 SB 材（炭素鋼）の場合、600°Cまでは黒鉛化は生じない。
ニ	浸炭	CO ガス雰囲気における炭素鋼又は合金鋼の浸炭速度は、700°C付近で最も大きくなる。
ホ	水素脆化	水素脆化は、運転停止時の設備鋼材中への残留水素が原因で発生することから、運転停止操作時に設備の圧力を維持しながら冷却を行うことにより、運転中に吸収された水素を圧力容器外に散逸させることができる。

A:ハ、ニ    B:イ、ロ    C:ロ、ニ、ホ    D:イ、ニ    E:イ、ニ、ホ

問 21	
解答	D

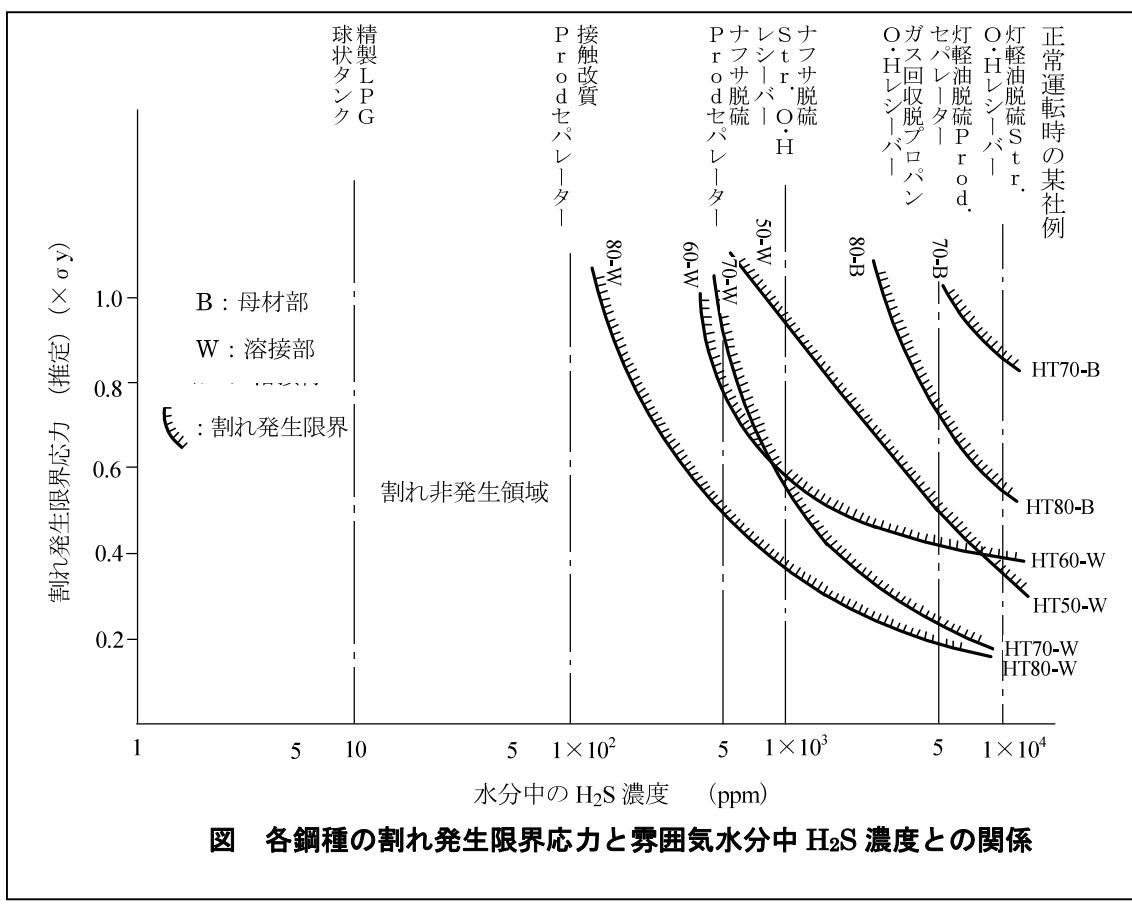
**【問 22】** 次の文章は、クリープ損傷について述べたものである。文中の(イ)～(ニ)内の語句**A**、**B**のうち適切な方をそれぞれ選択せよ。

- (1) クリープ損傷は、低合金鋼の場合(イ：**A 約450℃以上、B 約650℃以上**)の高温域において金属材料に一定の荷重が加わった状態が続くとき、時間の経過とともに変形が進行し、結晶粒界で(口：**A Cr欠乏層、B ボイド**)が発生、結晶粒界割れへ進展、最終的に破断に至る現象である。
- (2) クリープ損傷は各種の余寿命予測方法が確立されており、代表的なものとして(ハ：**A ネルソンカーブ、B Larson-Miller パラメータ**)を利用した計算による余寿命予測方法がある。また、寸法検査により、クリープ歪みとクリープ損傷度の関係曲線から余寿命を推定する方法では、継続的な調査が必要であり、Cr-Mo鋼製加熱炉管の場合、2~3%程度の(ニ：**A 周方向歪量、B 軸方向歪量**)が管理基準となる。

問 22	(イ)	(口)	(ハ)	(ニ)
解答	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>A</b>

**【問 23】** 次の文章は、硫化物応力割れに関する事項を述べたものである。文中の(イ)～(ニ)に入る語句として最も適切なものを以下のA～Iからそれぞれ選択せよ。

日本溶接協会化学機械溶接研究委員会が、国内の石油精製装置で実施したプラントテストにより得られた結果を図に示す。同図によれば、(イ)鋼ほど割れが発生しやすく、硫化水素濃度(口)以下では、HT80の(ハ)でも割れは発生しない。また、(ニ)に比べ(ハ)の割れ感受性が著しく高いことが判る。



- |             |       |       |          |            |
|-------------|-------|-------|----------|------------|
| A ステンレス     | B 低合金 | C 高強度 | D 100ppm | E 1,000ppm |
| F 10,000ppm | G 母材部 | H 溶接部 | I 熱処理部   |            |

問 23	(イ)	(口)	(ハ)	(ニ)
解答	C	D	H	G

**【問 24】** 次の文章は水素誘起割れ（以下、HIC）に関する事項を述べたものである。文中の（イ）～（ニ）に入る語句として、最も適切なものを A～J からそれぞれ選択せよ。

図に示す HIC 事例調査から、HIC の発生は  $H_2S$  分圧が（イ）以上、温度（ロ）の範囲で多いことがわかる。また、NACE が行ったアンケート結果では、 $H_2S$  濃度の下限値は、分圧として  $10^{-4}$  MPa、水中濃度として 10ppm 程度であった。発生温度域は、25～150°C にわたっているが、室温付近で発生し易いとされている。これは温度の上昇とともに流体中の  $H_2S$  濃度が（ハ）したり、硫化鉄皮膜の形成による防食効果、生成皮膜の状況などにより鋼中への（ニ）の吸収量が異なるためと考えられている。

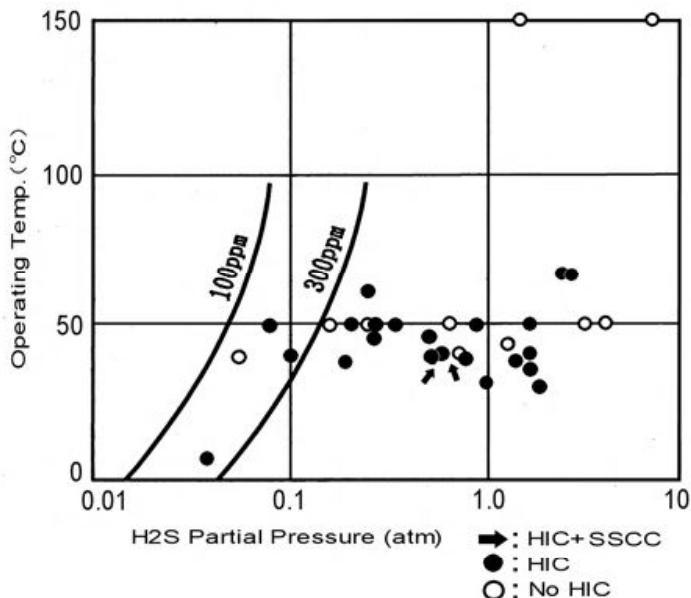


図 濡潤硫化水素環境での割れの事例

- |            |          |        |          |           |
|------------|----------|--------|----------|-----------|
| A 0.08atm  | B 0.8atm | C 8atm | D 0～30°C | E 30～65°C |
| F 65～100°C | G 上昇     | H 低下   | I 水素     | J 硫化水素    |

問 24	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
解答	A	E	H	I

**【問 25】**次の文章は腐食・エロージョン検査について述べたものである。**A~E**の中から下線部に不適切な記述がある文章を2つ選択せよ。

- A** 超音波法の反射法は、超音波パルスが板中を1往復する伝播時間を測定することにより厚さを求める方法で、実機の測定精度は±0.1～±0.3mmである。曲率の小さい部位または薄肉の部位を検査する場合は振動子の径を小さくする方が良い。
- B** 放射線法のフィルム撮影法による配管の腐食・エロージョン検査では、フィルム上の見かけの外径と公称外径から拡大率を算出し、見かけの肉厚から腐食深さを計算する。
- C** 湧流探傷法は、銅合金、オーステナイトステンレス鋼など非磁性体チューブを対象に用いられる。腐食形態(形状、寸法等)に影響されるが、推定減肉率の精度は±1～5%前後である。
- D** リモートフィールド渦流探傷法は、励磁コイルと検出コイルを管径の2～3倍以上離して配置し、間接磁場で探傷する方法である。内外面の腐食を識別でき、探傷感度はほぼ同程度である。
- E** 漏洩磁束法は、強磁性体を磁化し、減肉部から漏洩する磁束を検出する探傷法で、センサの組合せにより腐食の内外面の識別はできるが、定量的評価は困難である。

問 25	順不同	
解答	C	D

**【問 26】** 次の文章は、熱交換器チューブ検査について述べたものである。文中の（イ）～（ニ）内の語句**A**、**B**の適切な方をそれぞれ選択せよ。

- 検査方法は、磁性を有する材料と非磁性の材料とによって大別されている。非磁性の材料では（イ：**A** 超音波水浸法、**B** 湧流探傷法）が多用されている。磁性材料のチューブの検査手法としては、レーザー形状測定法、リモートフィールド湧流探傷法などがある。
- （口：**A** 超音波水浸法、**B** 湧流探傷法）は、内外面の損傷を同時に計測でき、測定値は実力値で±0.05mmの精度を持つ。但し、測定しようとする損傷が、ある程度の大きさを有していることが測定の必要条件となる。
- リモートフィールド湧流探傷法は、チューブ外面を伝播する間接伝播磁場が支配的な領域で探傷を行なう手法である。このため、（ハ：**A** ノズル、**B** バッフルプレート）の近傍の損傷については検出できない。また、浸透深さを確保するためチューブ肉厚の増加に伴って探傷周波数を下げる。
- 検査前処理は、検査品質、検査速度を決定する要因であることから重要な工程である。特に（ニ：**A** 炭素鋼チューブ、**B** 非磁性チューブ）はさび（鑄）などのスケールを生成し易く、多くの場合疑似信号の原因になる。

問 26	(イ)	(口)	(ハ)	(ニ)
解答	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>A</b>

【問 27】次の文章は、劣化損傷の検査について述べたものである。文中の(イ)～(ニ)内の語句A、Bのうち適切な方をそれぞれ選択せよ。

- 高温で使用されるオーステナイト系ステンレス鋼の鋭敏化の検査には金属組織検査法(SUMP法)、電気化学的再活性化法が適用できるが、(イ：A 金属組織検査法、B 電気化学的再活性化法)では定量的な評価は困難である。
- クリープ損傷の進展状況を確認する為の(口：A ボイド面積率法、B A パラメータ法)は、診断部位の金属組織をレプリカなどにより転写してボイドが生成している粒界の割合を求め、損傷量との関係を示すマスターカーブにより損傷量を求める方法である。
- チタンの水素脆化の兆候、進展度の検査には、金属組織検査法、硬度測定、渦流探傷法、(ハ：A 超音波探傷法、B 電気抵抗法)が適用できる。
- オーステナイト系ステンレス鋼溶接部のシグマ相の析出状況には(ニ：A フェライトメーター、B EPR試験)が適用できる。

問 27	(イ)	(口)	(ハ)	(ニ)
解答	A	B	B	A

**【問 28】**次の文章は特殊部位の検査技術について述べたものである。文中の(イ)～(ニ)内の語句**A**、**B**のうち適切な方をそれぞれ選択せよ。

- 配管を吊り上げることなく配管架台接触部を検査する手法としては、超音波透過法や  
(イ: A 超音波表面波法、B 超音波斜角探傷法)などがある。
- 配管の架台接触部の超音波透過法検査における推定減肉率の算出は、健全部を基準とし、その基準点と腐食部での超音波減衰量との差を用い、検量線より算出する。検出精度は(口: A ±1~5%、B ±10~15%)である。
- 配管の防油堤貫通部に発生する腐食を配管敷設状態のまま検出する方法としては、  
(ハ: A 超音波透過法、B 超音波表面波法)が用いられる。
- 埋設（海底）配管に検査ピグ装置を使用する場合は、事前にキャリパーピグ、プロファイルピグなどを用いて、(ニ: A 検査精度、B ベンド部通過性)の確認が必要である。

問 28	(イ)	(口)	(ハ)	(ニ)
解答	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>B</b>

**【問 29】** 次の文章は、供用段階にある静機器の耐圧試験の試験前の確認事項、圧力の測定方法及び試験圧力について述べたものである。文中の（イ）～（ニ）内の語句**A**、**B**のうち適切な方をそれぞれ選択せよ。

- (1) 試験に先立ち、縄張り、立て看板などの必要な安全措置を講じる。また、試験を行う場所及びその付近は、良く整頓して、緊急の場合の避難に支障がないようにする。特に耐圧試験の(イ : A 昇圧過程および降圧過程、 B 昇圧過程および試験圧力を保持されている間 )は、周囲の人との間に保安距離を確保する必要がある。
- (2) 圧力は常に安全な場所から読み取る。それが難しい場合は、(口 : A 使用した試験媒体の量から圧力を算出する、 B 圧力センサーを使用して遠隔で測定する )等の安全対策を講じる。
- (3) 耐圧試験とは、設備の構造健全性を確認する試験であり、試験圧力で有害な変形を生じない（残留変形のない）ことを確認する試験である。(ハ : A 気圧による耐圧試験時は、 B 液圧、気圧に関わらず耐圧試験時は )、法規その他の個別仕様で規定されていない限り、試験圧力で保持し圧力の降下がないことを確認した後、(ニ : A 常用圧力以上、 B 常用圧力の1.5倍以上 )の圧力まで下げ、この圧力において異常の有無を調べる。

問 29	(イ)	(口)	(ハ)	(ニ)
解答	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>A</b>

**【問 30】** 次の文章は、供用段階にある静機器の耐圧試験の試験媒体について述べたものである。文中の（イ）～（ニ）内の語句**A**、**B**のうち適切な方をそれぞれ選択せよ。

水の凍結又はその他悪影響を及ぼす可能性がある場合もしくはテスト流体が汚染され、その廃棄が環境問題を起こす可能性がある場合を除き、耐圧試験の試験媒体は、原則として水（工業用水又はボイラーグ給水）などの安全な液体を使用する。

ここで、“水などの安全な液体”とは、水に加えて、次にあげるものをいう。

- 耐圧試験における液体の温度が、(イ:A 当該液体の沸点、B 43°C ) 未満であるもの。
- 可燃性の液体を使用する場合にあっては、当該液体の引火点が (口:A 43°C以上、B 43°C未満 ) で、かつ、耐圧試験中における当該液体の温度が (ハ:A 常温以下、B 43°C未満 ) であるもの。

温度、構造又はプロセス上の問題から、テスト流体に水などの安全な液体を使用することが現実的でない場合は、(ニ:A 蒸気、B 空気、窒素 ) などの安全な気体を使用してもよい。ただし、実施前にはテスト時の人員配置や気体によるテストに対する潜在的なリスクを十分検討し、対策を取らなければならない。

問 30	(イ)	(口)	(ハ)	(ニ)
解答	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>B</b>

**【問 31】** 次のイ～ニの文章は、供用段階にある静機器の耐圧試験時の注意事項について述べたものである。最も適切な文章の組み合わせを以下のA～Eより選択せよ。

- イ テスト流体に水を使用して耐圧試験をする場合、試験後に水を排出できなかったり、設備の基礎が水張り重量に耐えなかったり、Cl<sup>-</sup>イオン応力腐食割れや脆性破壊など制御困難なリスクを伴うため、極力、気体を使用して気圧試験を行う。
- ロ 多管円筒形熱交換器のチューブシートがシェル側とチューブ側との差圧で設計されている場合は、耐圧気密試験時にシェル側とチューブ側を同時に加圧してはならない。
- ハ フローディングヘッド型熱交換器では、フローディングヘッドカバーのボルトは、シェルカバーを閉めた後は増締め不可能であるため、ボルトの緩みがないか特に入念に確認する。
- ニ ポリチオン酸応力腐食割れの対象となる銳敏化したオーステナイト系ステンレス鋼製設備については、テスト流体としてアルカリ性水溶液の使用を検討する。

A:イ、ロ      B:ハ、ニ      C:ロ、ハ      D:イ、ハ      E:イ、ハ、ニ

問 31	
解答	B

**【問 32】** 次の文章は、フランジ締付け準備時のボルト・ナットの確認について記載したものである。文中の（イ）～（ニ）内の語句 A、B のうち適切な方をそれぞれ選択せよ。

- (1) ボルト・ナットは、予め手入れをし、(イ: A 潤滑剤、B 滑り止め剤) を塗布しておく。ボルト・ナットを再使用する場合は、ブラシなどで錆を落としてボルト・ナットの点検を行い、ナットが(口: A 緩みなくボルトに密着していること、B 軽く廻ること)、及び減肉が無いことを確認しておく。
- (2) コーティングボルトを再使用する場合は、防食性及び(ハ: A 自己潤滑機能(滑らかな動き)、B 密着性能(十分な摩擦力)) が残っていることを確認しておく。
- (3) ワッシャーが傷や凹みを受けた場合は、(ニ: A 表面硬化ワッシャー、B 全厚硬化ワッシャー) で取替える。

問 32	(イ)	(口)	(ハ)	(ニ)
解答	A	B	A	B

**【問 33】** 次の文章は、ボルト締付け力の計算について記載したものである。文中の(イ)～(ニ)内の語句**A**、**B**のうち適切な方をそれぞれ選択せよ。

- (1) ボルト必要締付力（下限）は、【JIS B 8265 必要締付力】×【安全率】×【リラクゼーションファクター】により算出する。ここで、安全率とは(イ: A フランジの撓み、B ボルト軸力のばらつき)を考慮して計算値に対して見込む余裕度であり、リラクゼーションファクターとは高温時の(ロ: A ガスケットのリラクゼーション、B ボルトの抗張力低下)に伴う締付け力の弛緩を考慮して予めボルトの締付力を上乗せする割増係数をいう。
- (2) ボルト強度基準の締付け力（上限）は、ボルト軸力をボルトの有効断面積で除したボルト軸方向応力が(ハ: A  $0.8\sigma_y$ 程度、B  $0.4\sigma_y$ 程度)であることとし、ボルト軸力のばらつきを考慮してトルク管理を行う場合は(ニ: A 1.05、B 1.4)、軸力管理を行う場合は 1.1 で除する。ここで  $\sigma_y$  はボルト材料の規格最小降伏点または 0.2% 耐力である。ただし、実際の締付け時には、適正な締付力の上限値を超えない範囲で極力強く締付けることが望ましい。

問 33	(イ)	(ロ)	(ハ)	(ニ)
解答	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>B</b>

**【問 34】** 次の文章は、フランジの漏洩につながるメカニズムを記載したものである。A～Dの中から不適切な記述を含む文章を1つ選択せよ。

- A 電気系統トラブルを発端とした全停電などによる緊急運転停止の場合、運転操作によつては、フランジ本体の温度低下がボルトのそれを上回る場合があり、締付力の低下を招く。
- B 緊急運転停止時にシェル側出入口部の温度差変化により、フランジが不均一な締付状態となる。
- C フランジ継手に激しい雨や風があたったため、フランジとボルトの金属温度差が大きくなり、その結果、漏れを生じた事例がある。このような現象は特に、スペーサーが設置されている等、フランジ間のボルトが長い場合に注意が必要である。
- D 配管及びフランジに保温が付いていない場合、運転開始時の配管内部流体温度上昇に伴いフランジ本体とボルトの温度差が大きくなる。その結果、ボルトの熱伸びがフランジ本体の熱伸びよりも大きくなり、ボルトの締付力が低下する。

問 34	
解答	D

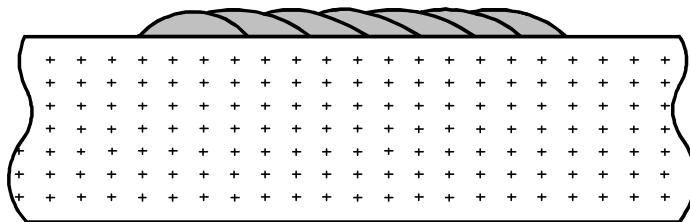
**【問 35】** 次の文章は、溶接補修前処理における開先加工及び開先合わせについて述べたものである。次のA～Dの下線部のうち、不適切な記述を含む文章を1つ選択せよ。

- A 板厚不貫通型欠陥の場合には、溶接欠陥防止のため開先底部をR形状に仕上げることが望ましい。
- B ステンレス鋼の場合、清浄作業に用いるワイヤーブラシは、ステンレス鋼製を使用すること。
- C 欠陥除去後、補修溶接用の開先に仕上げる。遅れ割れが懸念される材料についてはショートビードでの施工にならないよう溶接長さが 20mm 以上になるように仕上げる。
- D 溶接補修において、仮止め溶接を行う場合は、基本的に本溶接と同様の管理を行うものとする。

問 35	
解答	C

**【問 36】** 次のイ～ハの文章は溶接補修における代表的な積層法について述べたものである。積層法の説明について適切な組合せを以下の A～E から選択せよ。

- イ 炭素鋼、Cr-Mo 鋼、高張力鋼に対して溶接 HAZ 部や溶接金属部を溶接熱で焼戻すことにより硬さの低下や韌性の改善をねらった施工法である。PWHT 省略法としても適用されることがある。
- ロ 図に示すように前ビードに次のビードを重ねるように溶接する方法をいう。補修部へのアーケを弱めにして、溶接棒又はフィラーメタルをできるだけ溶し込むことにより母材の希釈を軽減したビードを形成する。脆化による溶接性の低下で溶接熱、溶接による応力で割れやすい場合の補修溶接で有効な手法である。



図

- ハ 溶接開先部などに順次肉盛り溶接を行う方法をいう。経年劣化により溶接性が低下している場合又は溶接熱、溶接による応力で割れが発生しやすいケースで有効である。

- |                |                                   |            |
|----------------|-----------------------------------|------------|
| A : イ ハーフラップ法  | <input type="checkbox"/> テンパービード法 | ハ バタリング法   |
| B : イ テンパービード法 | <input type="checkbox"/> ハーフラップ法  | ハ バタリング法   |
| C : イ バタリング法   | <input type="checkbox"/> テンパービード法 | ハ ハーフラップ法  |
| D : イ バタリング法   | <input type="checkbox"/> ハーフラップ法  | ハ テンパービード法 |
| E : イ テンパービード法 | <input type="checkbox"/> バタリング法   | ハ ハーフラップ法  |

問 36	
解答	B

**【問 37】**次のイ～ハの文章は、炭素鋼の予熱に関して述べたものである。各文章の正誤の組合せのうち正しいものを、以下の A ~ H より選択せよ。なお、図は炭素鋼の現場 TIG 肉溶接（1 層溶接、2 層溶接）における予熱温度と溶接後の硬度の関係を示す。

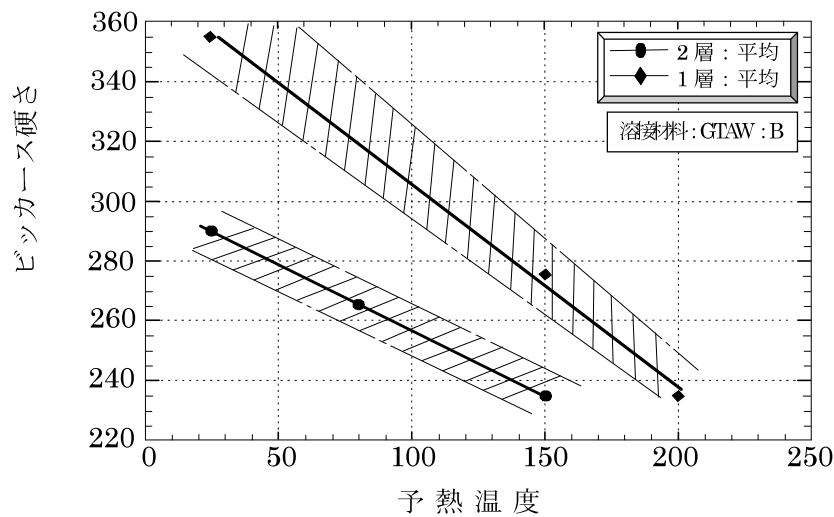


図 炭素鋼の溶接後の硬度に及ぼす予熱効果

- イ** 予熱温度が高いほど、溶接後の硬度は上昇する。
- ロ** 2層溶接を行うことで1層溶接時に比べ溶接後の硬度を低減することができる
- ハ** 溶接後の硬度が上昇する要因として冷却速度が大きいことが考えられる。そのため、積層溶接や予熱により冷却速度を小さくすることが硬度上昇の抑制に有効である。

A	イ 正	ロ 正	ハ 正
B	イ 正	ロ 正	ハ 誤
C	イ 正	ロ 誤	ハ 正
D	イ 正	ロ 誤	ハ 誤
E	イ 誤	ロ 正	ハ 正
F	イ 誤	ロ 正	ハ 誤
G	イ 誤	ロ 誤	ハ 正
H	イ 誤	ロ 誤	ハ 誤

問 37	
解答	E

**【問 38】** 次の文章は焼き戻し脆化について述べたものである。文中の（イ）～（ニ）内の語句A、Bのうち適切な方をそれぞれ選択せよ。

- 高温高圧下で使用される低合金鋼製の圧力容器をある温度域に長時間保持した場合、使用材料の破壊靱性が経時劣化することがあり、焼き戻し脆化と称している。この結果、靱性遷移温度曲線は（イ：A 低温側、B 高温側）へ遷移する。
- 焼き戻し脆化現象は鋼を（口：A 260～480°C、B 360～575°C）の温度域に保持した場合、鋼中のP、Sn、As、Sb等の不純物元素が結晶粒界に拡散偏析することにより、粒界強度が低下し、粒界破壊を伴う脆性破壊が生じ易くなる現象である。
- 焼き戻し脆化は、2.25Cr-1Mo鋼、3Cr-1Mo鋼でその傾向が顕著であり、（ハ：A 1.25Cr-1Mo鋼、B 炭素鋼）にはその傾向が認められない。
- これまでに微量不純物元素の焼き戻し脆化に及ぼす影響を整理した研究が多数報告されており、2.25Cr-1Mo鋼では（ニ：A J-Factor、B FATT）などの焼き戻し脆化パラメータをもとに鋼材の脆化感受性が評価されている。

問38	(イ)	(口)	(ハ)	(ニ)
解答	B	B	B	A

**【問 39】** 次の文章は、応力拡大係数 ( $K_I$ ) の算出に関して述べたものである。文中の括弧の中の数値について、A～D のうち正しいものを選択せよ。

応力拡大係数 ( $K_I$ ) は、破壊に関与するき裂先端の応力場の大きさを表す力学パラメータであり、下式（1）のとおり表される。

二二

$\sigma$  ; 負荷応力 [MPa]

*a* ; き裂寸法 [m]

$A$  ; き裂の位置や形状による係数

負荷応力  $\sigma$ 、き裂寸法  $a$  及びき裂の位置や形状による係数  $A$  が以下のとおりの条件で与

えられている場合、 $K_I$ は (A 1.8、B 18、C 180、D 576) 【MPa $\sqrt{m}$ 】と算出される。

(計算に際しては、必要に応じて  $\sqrt{\pi}=1.8$ 、 $\sqrt{10}=3.2$  として計算する)

$\sigma$  ; 100 [MPa]

*a* ; 10 [mm]

A ; 1

問 39
解答

**【問 40】** 次の文章は、ホットスタートと最低加圧温度について述べたものである。A

～Dの中から不適切な記述を含む文章を1つ選択せよ。

- A 停止状態から運転に入る段階では、破壊靭性値が遷移温度域又は下部棚温度域に相当する場合を十分に考慮し、延性破壊を起さない温度域で加圧する、いわゆるホットスタートの検討を行う必要がある。
- B 機器スタートアップ時の加圧温度は、最低加圧温度と呼ばれ、経時靭性変化の予測、破壊力学的解析、最低加圧温度の簡便導出法や、これらの組み合わせにより設定される。
- C 最低加圧温度の簡便導出法には、ライセンサリコメンデーション、製作時の衝撃試験やステップクーリング試験結果により算出する方法、および脆化材の調査により遷移温度を把握して設定する方法がある。
- D 材料の経時靭性変化はシャルピー衝撃性質の変化として実データの蓄積が進んでおり、これらを基礎に破壊力学で使用する破壊靭性値の推測を行うことが推奨されている。

問 40	
解答	A