

設備維持規格

(2009年12月14日追補)

この追補は、平成21年7月3日に改定された“設備維持規格”2009年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8S-2-2009**とは、この追補も含むものとする。

なお、この追補は、石油学会ホームページ上で、該当箇所のみを示す。2009年12月14日の追補は次の3箇所である。

<u>JPI-8S-2-2009</u> の該当頁：43 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 01)	2
<u>JPI-8S-2-2009</u> の該当頁：51 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 02)	3
<u>JPI-8S-2-2009</u> の該当頁：51 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 03)	4

JPI-8S-2-2009 の該当頁 : 43 頁 (管理番号 : 8S-2-2009 追補 01)

4. 変更管理 装置の運転中に、以下の **a)** ～**d)** のいずれかに該当する事象が生じた場合には設備維持管理計画の再評価を行う。

- a) 損傷に関する新たな検査データが得られた場合
- b) 運転条件の変更を行う場合
- c) 設備の変更を行う場合
- d) 設備の取替え・補修を行う場合

上記の変更に伴い発生したトラブル事例について配慮すべき内容を付表 3-3 にまとめた。

追記

JPI-8S-2-2009 の該当頁：51 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 02)

付表 3-2 工事作業上の配慮事項例

石油精製事業所における建設後の工事作業時の事故事例に基づく種々の配慮事項で、設備の信頼性向上に有益と判断される事項を以下に示す。

項目名	配慮事項例
インターナル腐食生成物に対する配慮	<ul style="list-style-type: none"> 内部流体に硫化水素を含む環境では、運転中に腐食生成物として硫化鉄を生じる。タワーの性能向上のため、内部充填物を採用している場合には、当生成物は、運転中又は停止時のパージにより充填物層にトラップされやすい。 運転停止後の開放時に空気置換を行い、当該生成物が乾燥すると発火することがある。(補修工事で当該壁面を暖めたりすると加速要因になる) 気液接触の効率を上げるため、充填物として薄片の金属材料を用いパッキングしている場合、長期運転によりパッキング表面にポリマーが生成される。ポリマーと金属薄片が加熱されるとポリマーの燃焼から金属薄片自体が可燃物として燃焼する(メタルファイヤー) ことがある点に留意する。(事例12) (事例19)
	<p style="color: red;">金属薄片の充填物をパッキングしている塔の解体作業時のガス溶断中に燻り(白煙)、火災が発生した事例が報告されているので、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散水、監視の徹底などの対策をとるとともに、当該工事の関係者に作業内容および予想される危険性の周知徹底を図る必要がある。(事例13) (事例21)</p>
開放清掃に伴い発生する廃棄物の仮置きに対する配慮	<ul style="list-style-type: none"> 開放清掃に伴い装置内から排出したスラッジなどのスケール、及びこれらを含むウエスなどの廃棄物は、一時的に現場付近の廃棄物置場に仮置されることがあるが、スケール中に硫化鉄が含まれていると、仮置中に発熱し、ウエスや養生シートなどが燻り、火災となる恐れもあるので注意が必要である。 このような廃棄物を仮置きする際には、湿潤状態を保つ事、空気との接触を避けること、ウエスなどの燃えやすいものを付近に置かないことが重要であり、スケールを系外へ排出した時点で直ちに水に浸し、袋詰めした後ドラム缶に入れるなど、作業手順を定め、きめ細かく管理する必要がある。(事例14)
火気工事における配慮	<ul style="list-style-type: none"> 工事箇所周囲の保温材に油が染み込んだ状況では、外装材の内側で予想以上に広範囲に油が浸透し、燃え易い状態となるので、このような状況下で溶接補修など火気工事を行う際には、不燃性シートを用いた通常の火の粉養生に加えて、予め油の染み込んだ保温材を入念に撤去する事が重要である。(事例15) 溶接火花による可燃性充填物の火災を防止するため、不燃性の防火シートによる火気養生などの安全対策・措置を徹底することが重要である。特に溶接火花が飛散する範囲は広いことを配慮し、シートで覆う範囲を決める必要がある。(事例16)

追記

(管理番号：8S-2-2009 追補 01) の解説

(事例21) 平成21年1月、和歌山県の製油所で、減圧蒸留装置の減圧蒸留塔を撤去時のガス溶断後に金属薄片の充填物が燻り(白煙)を発生させた事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.176)

付表 3-3 変更に伴うトラブルと配慮事項例

事故に至る過程で変更が行われた事例を抜粋し、変更に伴うトラブルと配慮事項例を以下に示す。

変更の内容	トラブル内容	配慮事項例
運転	連続再生式接触改質装置の脱ブタン工程で、供給油中の塩素を除去する設備の不調により、精留塔塔頂系への持ち込み塩素量が増加し、塔頂系の空冷式熱交換器チューブが初期凝縮部で開口漏洩した。(事例10)	運転条件の変化により腐食環境が苛酷になるおそれがある場合は、運転部門と設備管理部門で監視項目と基準値を超えた場合の措置を決め、決定事項のフォローアップを確実に行う。本ケースでは、塩素除去設備のソーダ循環比の監視強化と塔頂凝縮水の監視項目に鉄イオン濃度を追加した。(事例10)
設備	水素製造装置炭酸ガス吸収塔後段のコンデンセートセパレーターのシェルが減肉のため更新した際に行った設備改造(プロセス流体入口部のエロージョンコロージョンを防止するため設置していたバッフルプレートインナーノズルタイプへ変更)によりエロージョンコロージョンが加速し破裂開口した。(事例11)	設備変更によりノズルに対面するシェルの腐食位置、腐食速度が大きく変化した。インターナル部品の改造を行う場合には、変更後の腐食状況に変化が発生するかどうかを検討するとともに、早い機会に詳細な肉厚測定を行い、計画通りの腐食変化になっていることを確認することが重要である。(事例11)

追記

(管理番号 : 8S-2-2009 追補 03) の解説

付表 3-3 の作成に際しては、過去の変更に伴うトラブル事例の洗い出しを行い、取り込んだ。

設 備 維 持 規 格

(2010年12月15日追補)

この追補は、平成21年7月3日に改定された“設備維持規格”2009年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8S-2-2009**とは、この追補も含むものとする。

なお、この追補は該当箇所のみを示す。2010年12月15日の追補は次の2箇所（赤字+下線部）である。

JPI-8S-2-2009の該当頁：16頁（管理番号：8S-2-2009 追補04）……………2

JPI-8S-2-2009の該当頁：152頁（管理番号：8S-2-2009 追補05）……………3

JPI-8S-2-2009 の該当頁：16 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 04)

第 I 部

2. 腐食・劣化損傷の検査

2.1 腐食・エロージョンの検査

2.1.1 検査箇所の選定

α) 設備内面の腐食・エロージョン

1) 腐食・エロージョンの種類、発生範囲

— 高温酸化

高温酸化とは、FCC 再生塔、加熱炉及びボイラのチューブなど、常に高温のガスに曝されている設備の外表面がガス中の高温の酸素により酸化され減肉していく現象をいう。炭素鋼の場合、200～300℃から表面に薄い酸化皮膜が形成されるようになり、500℃付近から本格的な酸化

を受け、約 600℃以上では急速に進行し酸化皮膜も厚い脆弱なものになる。加熱炉チューブの温度計ノズル（5Cr）が、外面に施された断熱材の一部が剥離したことにより、炉内温度近く（約 700℃）まで上昇し、急激な高温酸化腐食を受けた事例がある。^(事例 2 2)

下線付き 文書を追記

(管理番号：8S-2-2009 追補 04) の解説

(事例 2 2) H21 年 9 月、千葉県製の製油所の常圧蒸留装置の原油加熱炉で、輻射部チューブ（エルボ部）に設置された温度計用ノズルが耐火材剥離に伴う高温酸化を受け、減肉・漏洩した。 (石連事故事例報告書 保安 No.206)

JPI-8S-2-2009 の該当頁：152 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 05)

第 I 部 第 4 章
2.3 耐火断熱材

II.4 表 2.3.1 耐火断熱材検査の着目点

検査箇所	検査方法	検査実施上の留意事項
炉床、炉壁、 天井、(スタッ ク)、(ダクト)	目視検査、 ハンマー テスト	<p>耐火煉瓦、キャストブルの亀裂、脱落、目地の隙間の有無、セラミックファイバーなどの破損、収縮、剥離、劣化の有無、側壁の傾斜などを以下の留意点に配慮して検査する。</p> <p>① 耐火煉瓦のずれ、傾き、浮き上がり、焼失、脱落、破損、目地切れの有無を目視で点検する。</p> <p>② キャスタブルの割れ、腐食、エロージョン、キャストブルの熔融、浮き上がり、膨れ、剥がれなどの有無を目視検査、ハンマーテストで確認する。ハンマーテストは一般的にアクセスできる範囲を 300mm 間隔で行う。キャストブルと支持具（ハンガータイル）との隙間の有無を目視検査で確認する。<small>(事例9)</small></p> <p>③ ケーシング外面にホットスポットなどの兆候が認められない場合、25mm 以下（アンカーが露出しない範囲）の減肉又は剥離は、補修を要しない。</p> <p>④ キャスタブルに割れ（ヘアークラック）は発生するものであり、2mm 幅以上で全厚さに進展している割れを見つけ、3mm 幅以上の割れを修理対象として検討する。これ以下の割れは、割れの進展がキャストブル全体の脱落とならないか又は割れ部を通して燃焼ガスのケーシングへの漏れこみの兆候（ケーシングのホットスポットなど）が認められない限りは問題とならない。</p> <p>⑤ セラミックファイバースランケットの劣化損傷、エロージョン、消失、剥がれなどの有無を目視で点検する。</p> <p>⑥ ドッグハウスが設けられている場合は、当該部の側壁の腐食、劣化損傷の有無を目視にて点検する。</p> <p>⑦ アクセス戸内面ブリックの劣化損傷の有無を目視にて点検する。</p> <p>⑧ 耐火断熱材を補修する場合は、補修に併せてアンカー及びケーシング内面の腐食状況を目視又はハンマーテストにより点検する。</p> <p>⑨ 雨水浸入の形跡又は湿気の有無を目視にて点検する。</p> <p>⑩ 加熱炉内でチューブのノズル等に耐火断熱材が設置されている場合は、剥離の有無を目視により点検する。<small>(事例22)</small></p>

下線付き 文書を追記

(管理番号：8S-2-2009 追補 05) の解説

(事例 2 2) H21 年 9 月、千葉県製の製油所の常圧蒸留装置の原油加熱炉で、輻射部チューブ（エルボ部）に設置された温度計用ノズルが耐火材剥離に伴う高温酸化を受け、減肉・漏洩した。(石連事故事例報告書 保安 No.206)

設 備 維 持 規 格

(2012年11月27日追補)

この追補は、平成21年7月3日に改定された“設備維持規格”2009年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8S-2-2009**とは、この追補も含むものとする。

なお、この追補は、石油学会ホームページ上で、該当箇所のみを示す。2012年11月27日の追補は次の5箇所である。

<u>JPI-8S-2-2009</u> の該当頁：51 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 06)	2
<u>JPI-8S-2-2009</u> の該当頁：18 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 07)	4
<u>JPI-8S-2-2009</u> の該当頁：34 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 08)	5
<u>JPI-8S-2-2009</u> の該当頁：20 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 09)	6
<u>JPI-8S-2-2009</u> の該当頁：33 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 10)	7

付表 3-2 工事作業上の配慮事項例

石油精製事業所における建設後の工事作業時の事故事例に基づく種々の配慮事項で、設備の信頼性向上に有益と判断される事項を以下に示す。

項目名	配慮事項例
インターナショナル腐食生成物に対する配慮	<p>・内部流体に硫化水素を含む環境では、運転中に腐食生成物として硫化鉄を生じる。タワーの性能向上のため、内部充填物を採用している場合には、当生成物は、運転中又は停止時のパージにより充填物層にトラップされやすい。</p> <p>運転停止後の開放時に空気置換を行い、当該生成物が乾燥すると発火することがある。(補修工事で当該壁面を暖めたりすると加速要因になる) 気液接触の効率を上げるため、充填物として薄片の金属材料を用いパッキングしている場合、長期運転によりパッキング表面にポリマーが生成される。ポリマーと金属薄片が加熱されるとポリマーの燃焼から金属薄片自体が可燃物として燃焼する(メタルファイヤー) ことがある点に留意する。(事例12)</p>
	<p>金属薄片の充填物をパッキングしている塔の解体作業時のガス溶断中に燻り(白煙)、火災が発生した事例が報告されているので、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散水、監視の徹底などの対策をとるとともに、当該工事の関係者に作業内容および予想される危険性の周知徹底を図る必要がある。(事例13)(事例21)</p>
開放清掃に伴い発生する廃棄物の仮置きに対する配慮	<p>・開放清掃に伴い装置内から排出したスラッジなどのスケール、及びこれらを含むウエスなどの廃棄物は、一時的に現場付近の廃棄物置場に仮置されることがあるが、スケール中に硫化鉄が含まれていると、仮置中に発熱し、ウエスや養生シートなどが燻り、火災となる恐れもあるので注意が必要である。</p> <p>・このような廃棄物を仮置きする際には、湿潤状態を保つ事、空気との接触を避けること、ウエスなどの燃えやすいものを付近に置かないことが重要であり、スケールを系外へ排出した時点で直ちに水に浸し、袋詰めした後ドラム缶に入れるなど、作業手順を定め、きめ細かく管理する必要がある。(事例14)</p>
火気工事における配慮	<p>・工事箇所周囲の保温材に油が染み込んだ状況では、外装材の内側で予想以上に広範囲に油が浸透し、燃え易い状態となるので、このような状況下で溶接補修など火気工事を行う際には、不燃性シートを用いた通常の火の粉養生に加えて、予め油の染み込んだ保温材を入念に撤去する事が重要である。(事例15)</p> <p>・溶接火花による可燃性充填物の火災を防止するため、不燃性の防火シートによる火気養生などの安全対策・措置を徹底することが重要である。特に溶接火花が飛散する範囲は広いことを配慮し、シートで覆う範囲を決める必要がある。(事例16)</p>
ピグデコーキングにおける配慮	<p>加熱炉チューブ(SUS321)に発生したコーキングを除去するため、媒体に軽油を使用しピグデコーキングを計画した。まず、ピグデコーキング開始前にチューブ内に軽油を張込み、戻ってきた軽油を大気開放した角槽に流入させていたところ、チューブ内に残存していた可燃性ガスが角槽内に流入し、静電気等により着火した。(事例23)</p> <p>可燃性ガスが残存する環境の配管をピグ洗浄する場合は、リターン部のタンクでは、火災が発生しないよう、以下のような着火源、環境等の配慮が必要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・静電気着火しないための措置(流速管理、アースの設置等) ・リターン部タンク内を窒素ガスシール

追補 02

追記

項目名	配慮事項例
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、ここからの水分の侵入に注意し、運転開始後に常用温度まで達した時点でプラグ打ちを行うよう配慮する。(事例24)

追記

(管理番号：8S-2-2009 追補06) の解説

(事例 23) 平成23年7月、香川県の製油所で、定期整備中に直脱装置加熱炉のピグデコーキングに軽油を使用し実施していたところ、軽油リターンタンク内で火災発生した事例を反映したものである。(石連事故事例報告書 保安 No.260)

(事例 24) 平成23年10月、茨城県の製油所の重油直接脱硫装置主蒸留塔入口ノズルにおいて、インナースリーブが破損してノズル内面に局所的な内面腐食を引き起こし開口漏えいした事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No. 265)

JPI-8S-2-2009 の該当頁：18 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 07)

第 I 部設備維持規格 共通編

2. 腐食・劣化損傷の検査

2.1 腐食・エロージョンの検査

2.1.1 検査箇所の選定

α) 設備内面の腐食・エロージョン

2) 腐食・エロージョンの検査箇所

— 高流速、乱流部

高流速部、設備出入口、ヘッダー、内部構造などによる流路の曲り箇所、分岐、合流、流路の縮小など、流路状況が急変する箇所では、流速の増大、偏流及び旋回流が発生し、局部的に大きいエロージョン・コロージョンを生ずる。

なおノズル内面に腐食対策として設置していたインナースリーブが破損した結果、ノズル内面に乱流箇所を生じて、減肉、開口に至った事例がある。(事例24)

追記

(管理番号：8S-2-2009 追補 07) の解説

(事例 24) 平成 23 年 10 月、茨城県の製油所の重油直接脱硫装置主蒸留塔入口ノズルにおいて、インナースリーブが破損してノズル内面に局所的な内面腐食を引き起こし開口漏えいした事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No. 265)

JPI-8S-2-2009 の該当頁：34 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 08)

第 I 部設備維持規格 共通編

2. 腐食・劣化損傷の検査

2.5 熱交換器内部品の検査

2.5.1 目視などの検査

— グランド部

グランド部の取付状況、腐食状況、漏れ状況の確認を行う。(事例 25)

追記

(管理番号：8S-2-2009 追補 08) の解説

(事例 25) 平成 23 年 10 月、神奈川県製の製油所において、定期修理工事のため稼働停止中であった MEK 脱ろう装置の熱交換器付近にて火災が発生した。原因は、熱交換器グランド部より溶剤を含んだ潤滑油原料が保冷剤に染み込み、それがスチーミングにより 200℃程度まで加熱されたことで溶剤の酸化が進行し、発熱・蓄熱による温度上昇の結果、発火に至ったと推定された。(石連事故事例報告書 保安 No. 266)

JPI-8S-2-2009 の該当頁：20 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 09)

第 I 部設備維持規格 共通編

2. 腐食・劣化損傷の検査

2.1 腐食・エロージョンの検査

2.1.1 検査箇所の選定

b) 設備外部の腐食

1) 保温のある設備 (保冷、火傷防止及び耐火・断熱施工も含む)

表 2.1.3 保温材下腐食の発生しやすい共通的部位

部 位	具 体 的 な 箇 所
保温及び外装の貫通部	ベント、ドレンなどの突出部 脚、支持構造物の取付部 トレース管貫通部 保温サポートなどの貫通部
保温末端部	フランジ、付属品取付部 鉛直ノズル末端
外装の損傷又は欠落部	膨れ部 (腐食生成物が予想される) 止めバンドの外れ部 重ね合せ部の外れ部 はぜ掛けの弛み部
シール施工部	シール材の欠落又は亀裂発生部分
スカート of 耐火被覆外装の破損 部他	割れ、欠落部 アンカーボルト部分
構造的に水が溜まり易い部位	保温止めリング部 (事例 26) ダビット取付板等の上面

追記

(管理番号：8S-2-2009 追補 09) の解説

(事例 26) 平成 22 年 4 月に宮城県の製油所で発生した指定可燃物アスファルトタンクの漏洩事故事例に基づき追記した。この事例では、屋根の手すり元の保温雨仕舞損傷部から侵入した雨水が、最上部の保温止めリング上に滞留し、側板の外面腐食を起したと推定されている。(石連事故事例報告書 保安 No. 217)

JPI-8S-2-2009 の該当頁：33 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 10)

第 I 部設備維持規格 共通編

2. 腐食・劣化損傷の検査

2.4 加熱炉、ボイラ付属設備の検査

2.4.3 その他の付属設備

ー バーナー及びバーナータイル

詰まり (事例 27) 焼損及び破損の有無。

追記

(管理番号：8S-2-2009 追補 10) の解説

(事例 27) 平成 24 年 1 月、北海道の製油所の常圧蒸留装置にて、加熱炉バーナーチップの汚れによりその周りにカーボンが生成し、このカーボンにより燃料噴霧流が乱されてバーナータイルに接触するようになった。このことで、バーナータイル内にカーボンが生成・成長し、燃料の一部がバーナータイル下部に滞留し、炉外に流出し自然発火したものと推定されている。(石連事故事例報告書 No.267)

設 備 維 持 規 格

(2013年12月2日追補)

この追補は、平成21年7月3日に改定された“設備維持規格”2009年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8S-2-2009**とは、この追補も含むものとする。

なお、この追補は、石油学会ホームページ上で、該当箇所のみを示す。2013年12月2日の追補は次の4箇所である。

<u>JPI-8S-2-2009</u> の該当頁：51 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 11)	3
<u>JPI-8S-2-2009</u> の該当頁：128 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 12)	4
<u>JPI-8S-2-2009</u> の該当頁：159 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 13)	5
<u>JPI-8S-2-2009</u> の該当頁：177 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 14)	6

付表 3-2 工事作業上の配慮事項例

石油精製事業所における建設後の工事作業時の事故事例に基づく種々の配慮事項で、設備の信頼性向上に有益と判断される事項を以下に示す。

項目名	配慮事項例
インターナル腐食生成物に対する配慮	<ul style="list-style-type: none"> 内部流体に硫化水素を含む環境では、運転中に腐食生成物として硫化鉄を生じる。タワーの性能向上のため、内部充填物を採用している場合には、当生成物は、運転中又は停止時のパージにより充填物層にトラップされやすい。 運転停止後の開放時に空気置換を行い、当該生成物が乾燥すると発火することがある。(補修工事で当該壁面を暖めたりすると加速要因になる) 気液接触の効率を上げるため、充填物として薄片の金属材料を用いパッキングしている場合、長期運転によりパッキング表面にポリマーが生成される。ポリマーと金属薄片が加熱されるとポリマーの燃焼から金属薄片自体が可燃物として燃焼する(メタルファイヤー) ことがある点に留意する。(事例12) 金属薄片の充填物をパッキングしている塔の解体作業時のガス溶断中に燻り(白煙)、火災が発生した事例が報告されているので、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散水、監視の徹底などの対策をとるとともに、当該工事の関係者に作業内容および予想される危険性の周知徹底を図る必要がある。(事例13)(事例21)
開放清掃に伴い発生する廃棄物の仮置きに対する配慮	<ul style="list-style-type: none"> 開放清掃に伴い装置内から排出したスラッジなどのスケール、及びこれらを含むウエスなどの廃棄物は、一時的に現場付近の廃棄物置場に仮置されることがあるが、スケール中に硫化鉄が含まれていると、仮置中に発熱し、ウエスや養生シートなどが燻り、火災となる恐れもあるので注意が必要である。 このような廃棄物を仮置きする際には、湿潤状態を保つ事、空気との接触を避けること、ウエスなどの燃えやすいものを付近に置かないことが重要であり、スケールを系外へ排出した時点で直ちに水に浸し、袋詰めした後ドラム缶に入れるなど、作業手順を定め、きめ細かく管理する必要がある。(事例14)
火気工事における配慮	<ul style="list-style-type: none"> 工事箇所周囲の保温材に油が染み込んだ状況では、外装材の内側で予想以上に広範囲に油が浸透し、燃え易い状態となるので、このような状況下で溶接補修など火気工事を行う際には、不燃性シートを用いた通常の火の粉養生に加えて、予め油の染み込んだ保温材を入念に撤去する事が重要である。(事例15) 溶接火花による可燃性充填物の火災を防止するため、不燃性の防火シートによる火気養生などの安全対策・措置を徹底することが重要である。特に溶接火花が飛散する範囲は広いことを配慮し、シートで覆う範囲を決める必要がある。(事例16)
ピグデコーキングにおける配慮	<p>加熱炉チューブ(SUS321)に発生したコーキングを除去するため、媒体に軽油を使用しピグデコーキングを計画した。まず、ピグデコーキング開始前にチューブ内に軽油を張込み、戻ってきた軽油を大気開放した角槽に流入させていたところ、チューブ内に残存していた可燃性ガスが角槽内に流入し、静電気等により着火した。(事例23)</p> <p>可燃性ガスが残存する環境の配管をピグ洗浄する場合は、リターン部のタンクでは、火災が発生しないよう、以下のような着火源、環境等の配慮が必要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> 静電気着火しないための措置(流速管理、アースの設置等) リターン部タンク内を窒素ガスシール

追補 02

追補 06

項目名	配慮事項例
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、ここからの水分の侵入に注意し、運転開始後に常用温度まで達した時点でプラグ打ちを行うよう配慮する。(事例24)
作業指示、現場表示における配慮事項	球形タンクの開放検査で、内部開放、環境設定が完了し、補修するバルブの取外しを行おうとしたところ、協力会社間の作業内容の伝達ミスにより、環境設定範囲外にある別のバルブを取り外したため、そこからプロピレンガスがタンク内に流入、タンク内での火気使用作業により着火し、火災となった。確実な作業指示と現場表示が必要である。(事例28)
反応塔触媒拔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燻る危険性がある。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拔出し、水を張ったドラム缶に受ける等の配慮が必要である。(事例29)

追補 06

追記

管理番号：8S-2-2009 追補 11 の解説

(事例 28) 平成 24 年 6 月、愛媛県の製油所で発生した球形タンク開放検査中の火災事故を反映した。(石連事故事例報告書 保安 No.275)

(事例 29) 平成 24 年 10 月、神奈川県製の製油所で水素製造装置脱硫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触媒を吸引し、ホッパーで受けてドラム缶に回収する作業において、回収触媒に付着した未燃カーボンが空気に触れて発火しドラム缶近傍にいた作業員が火傷を負った事例を反映した。(石連事故事例報告書 保安 No.288)

II.3 表 2.2.1 腐食・エロージョン検査の着目点 (環境遮断材については 2.3 参照)

検査箇所	検査方法	検査実施上の留意事項
ヘッダー、チューブシート、 カバープレート、プラグ板、 ノズルの胴体部	目視検査 (プラグタイプはファイバースコープを使用)、肉厚測定 (局部減肉箇所。局部減肉のない部分の任意点。孔食周辺部。)、深さ測定 (孔食)	1. 腐食が発生しやすく、慎重に観察すべき部位の例 ① 凝縮が起る箇所 ② 層流域の流れの場合、各パスの最下段チューブ ③ <u>デッドエンド (流れのない隅角部、プラグ打ちにより流れのなくなったチューブ (事例30))</u> ④ 閉塞気味のチューブ
ノズルの溶接部		
ヘッダー、チューブシート、 プラグ板の溶接部 仕切板、補強板の隅肉溶接部 ノズルの溶接部	目視検査 (プラグタイプはファイバースコープを使用)、深さ測定 (局部減肉箇所、孔食)	⑤ 管端拡管部又は溶接部 (事例17) ⑥ ガasket座 ⑦ プラグ及びプラグ座 ⑧ 複数パス部の出口ヘッダー近傍部チューブ (事例5) 2. エロージョン・エロージョンコロージョンが発生しやすく、慎重に観察すべき部位の例 ① 流れが乱れる箇所 [チューブ入口、フェルール先端部、堆積物周り、不揃いな溶接ビード、特に流体が水硫化アンモニウム、熱炭酸カリ、劣化アミン (熱安定性塩) などの場合に注意] ② 粒状、粉状の固体を含む流体 (スラリーを含む) の流路 ③ 液滴を含む気体 (初期凝縮の状態を含む) の流路
チューブ		
チューブ	目視検査 [(プラグタイプはファイバースコープを使用) チューブ端部内面及び端面]、内視鏡観察 (チューブ内面)、肉厚測定 (減肉箇所 ; 肉厚測定はサイズ、位置、材料の磁性・非磁性などを考慮して、次の検査方法を単独又は組合せて適用する。内径計測、超音波肉厚測定、放射線透過試験、渦流探傷試験、抜管試験、超音波探傷試験—水浸法—、レーザー内視鏡計測。)、深さ測定 (孔食)	
カバープレート、ノズルのフランジ面、プラグシール面	目視検査、肉厚測定 (減肉部のフランジ厚さ)、深さ測定 (孔食)	

下線部 追記

管理番号 : 8S-2-2009 追補 12 の解説

(事例 30) 平成 24 年 8 月、岡山県の製油所の潤滑油製造装置に付属する空冷式熱交換器(AFC)において、1994年にプラグ打ちが実施され、デッド部となっていたチューブにおいて、腐食が原因と推定される開口・漏洩により火災が発生した。当該 AFC は、ブロックヘッダータイプと呼ばれるタイプで、プラグ打ちによって比較的長いデッド部が残る形状であった。(石連事故事例報告書 保安 No.287)

JPI-8S-2-2009の該当頁：128頁(管理番号：8S-2-2009 追補13)

II.4表 3.5.1 その他付帯設備検査の着目点

検査箇所	検査方法	検査実施上の留意点
スタック ダクト ダンパー 空気予熱器 送風機 スーツブローア	目視検査 ハンマー テスト、 肉厚測定、 浸透探傷 試験	<p>① スタック、ダクトなどの腐食、劣化損傷状況を目視検査、ハンマーテストにより点検する。スティフナーリング、ラグ、ノズルなどの周囲は、フィン効果により燃焼ガスの凝縮による局部腐食が発生しやすいので注意する。</p> <p>② スタック、ダクトなどの外板塗装劣化部が認められた場合は、内面耐火断熱材の検査など内部検査を計画する。また、状況により、外表面の温度状況を熱電対温度計、放射温度計、赤外線カメラなどにより点検する。</p> <p>スタック、ダクトの内部点検に際しては、燃焼灰などの堆積量を把握し、堆積物の除去の要否を決定する。</p> <p>③ 保温が施工してあるダクトは、外面腐食による開口で火災に至った事例がある (事例3) 1) ため、保温不良箇所に注意する。</p> <p>④ スタックの支持ボルト、ダクト接続フランジのボルトなどの腐食、破損状況を目視にて点検する。ボルトに燃焼ガスによる酸腐食が認められた場合は、フランジ接続部の内面シール溶接部の腐食、劣化損傷によりシール性が失われている懸念がある。</p> <p>⑤ エキспанションジョイント全体、インナースリーブ、ベローズなどの割れの有無、腐食を目視検査により点検する。</p> <p>⑥ ダンパーは、サポーティングブランケット、シャフト、ドライビングロッド、ピンなどの変形、焼損、作動状況を目視検査により点検する。シャフトなどの駆動部に腐食生成物が付着していると、ダンパーの作動状態が悪くなる恐れがある。ダンパー開度指示器の位置を実体と照合することにより、適切に指示されているか確認する。</p> <p>⑦ 回転再生式空気予熱器ではエレメント、管形若しくは板形空気予熱器ではプレート又は管及びフィンの腐食状況を目視検査、肉厚測定により点検する。</p> <p>⑧ 回転再生式空気予熱器のシール部の腐食及び摩耗状況、ローターの腐食及び損傷状況、軸受けの摩耗状況などを点検する。</p> <p>⑨ スーツブローアは、噴射管などの詰まり、腐食、損傷状況を目視検査で点検する。</p> <p>⑩ O₂メーター、ガスサンプル採取口、ドラフト計取出口、サーモカップル取付部の腐食、劣化損傷状況を点検する。</p>

下線部 追記

下線部 修正

管理番号：8S-2-2009 追補13 の解説

事例 3 1) 平成25年1月、三重県の製油所の発電所ボイラ排気再循環ダクトが外面腐食で開口し、漏洩した排気ガスが燃焼した事例を反映した。(石連事故事例報告書 保安 No.289)

JPI-8S-2-2009の該当頁：128頁(管理番号：8S-2-2009 追補14)

II.5 表 4.1.1 外板及び組立構造材の腐食・劣化損傷検査の着目点

検査箇所	検査方法	検査実施上の留意事項
ケーシング (パネル、ボルト)	目視検査 (変形、塗装剥離、変色、腐食、割れ、隙間などの箇所。ただし、腐食などの原因がガス漏れ又はホットスポットと判明した場合は、パネルを取り外して、耐火断熱材、水冷壁管のシール材を点検する。)、 肉厚測定 (塗装剥離、変色箇所)、 ハンマーテスト (ナットの弛み)	損傷が発生しやすく慎重に観察すべき部位の例 ① 炉内圧の保持のための工作が困難な隅角部、開口部。 ② 耐火レンガ壁、水冷壁管から外板に伝達される熱の断熱が困難な吊金具、サポートなどが取り付けられている箇所。 ③ パネル、ビームなどに隙間がある場合のパネル、ビームなどの内外両表面 (ガス漏れ、雨水浸入)。 ④ 外表面の保温外装及び塗装不良箇所 <small>(事例3.2)</small> 。
鉄架構 (支柱、梁)	目視検査 (変形、座屈、溶接部割れ、腐食箇所)、 肉厚測定 (腐食箇所)	
支持金具 (耐火煉瓦、水冷壁管、水管、過熱器管などの吊具、サポート、タイチャンネルなど)	目視検査 (焼損、変形、割れ、腐食箇所)、 寸法測定 (外径、厚さなど)	
水冷壁管の火炉に面していない部分	目視検査 (フィン溶接箇所)、 肉厚測定 (腐食箇所)	
支柱のアンカーボルト	目視検査 、 外径測定 (腐食箇所)、 ハンマーテスト (ナットの弛み)	
風箱	目視検査 、 肉厚測定 (塗装剥離、変色箇所)	
COダクト、 <u>排気ダクト</u>	目視検査 、 肉厚測定 (キャストブル剥離箇所)、 浸透探傷試験 (伸縮継手(ベロー部分))	

下線部 追記

下線部 追記

管理番号：8S-2-2009 追補14 の解説

事例 3.2) 平成25年1月、三重県の製油所の発電所ボイラ排気再循環ダクトが外面腐食で開口し、漏洩した排気ガスが燃焼した事例を反映した。(石連事故事例報告書 保安 No.289)

設 備 維 持 規 格

(2014年11月27日追補)

この追補は、平成21年7月3日に改定された“設備維持規格”2009年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8S-2-2009**とは、この追補も含むものとする。

なお、この追補は、石油学会ホームページ上で、該当箇所のみを示す。2014年11月27日の追補は次の3箇所（赤字+囲み部）である。

<u>JPI-8S-2-2009の該当頁：19頁（管理番号：8S-2-2009 追補15）</u>	2
<u>JPI-8S-2-2009の該当頁：51頁（管理番号：8S-2-2009 追補16）</u>	3
<u>JPI-8S-2-2009の該当頁：128頁（管理番号：8S-2-2009 追補17）</u>	5

JPI-8S-2-2009 の該当頁：19 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 15)

表 2.1.3 保温材下腐食の発生しやすい共通的部位

部 位	具 体 的 な 箇 所
保温及び外装の貫通部	ベント、ドレンなどの突出部 脚、支持構造物の取付部 トレース管貫通部 保温サポートなどの貫通部
保温末端部	フランジ、付属品取付部 鉛直ノズル末端 (事例 33)
外装の損傷又は欠落部	膨れ部 (腐食生成物が予想される) 止めバンドの外れ部 重ね合せ部の外れ部 はぜ掛けの弛み部
シール施工部	シール材の欠落又は亀裂発生部分 (事例 33)
スカートの耐火被覆外装の破損部他	割れ、欠落部 アンカーボルト部分
構造的に水が溜まり易い部位	保温止めリング部 (事例 26) ダビッド取付板等の上面

下線部追記

管理番号：8S-2-2009 追補 15 の解説

(事例 33) 平成 26 年 5 月、千葉県製の製油所のナフサ水添脱硫接触改質装置で、燃料ガスノックアウト槽の上部鏡板が外面腐食により穿孔・漏洩した。(石連事故事例報告書 No.341)

JPI-8S-2-2009 の該当頁：51 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 16)

付表 3-2 工事作業上の配慮事項例

石油精製事業所における建設後の工事作業時の事故事例に基づく種々の配慮事項で、設備の信頼性向上に有益と判断される事項を以下に示す。

項目名	配慮事項例
インターナ ル腐食 生成物に 対する配 慮	<ul style="list-style-type: none"> 内部流体に硫化水素を含む環境では、運転中に腐食生成物として硫化鉄を生じる。タワーの性能向上のため、内部充填物を採用している場合には、当生成物は、運転中又は停止時のパージにより充填物層にトラップされやすい。 運転停止後の開放時に空気置換を行い、当該生成物が乾燥すると発火することがある。(補修工事で当該壁面を暖めたりすると加速要因になる) 気液接触の効率を上げるため、充填物として薄片の金属材料を用いパッキングしている場合、長期運転によりパッキング表面にポリマーが生成される。ポリマーと金属薄片が加熱されるとポリマーの燃焼から金属薄片自体が可燃物として燃焼する(メタルファイヤー) ことがある点に留意する。(事例12)
	<p>金属薄片の充填物をパッキングしている塔の解体作業時のガス溶断中に燻り(白煙)、火災が発生した事例が報告されているので、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散水、監視の徹底などの対策をとるとともに、当該工事の関係者に作業内容および予想される危険性の周知徹底を図る必要がある。(事例13)(事例21)</p>
熱交換器 チューブ バンドル 拔出時の 硫化鉄ス ケールへ の配慮	<p>上記のインターナルの例と同様に、硫化水素を含む環境で使用される熱交換器では、チューブ外面の腐食によって生成した硫化鉄スケールがチューブバンドル内に堆積しやすい。このような硫化鉄がバンドル拔出時に空気に曝され乾燥すると発火することがある。硫化鉄スケールの堆積が予想される熱交換器のチューブバンドルを拔出す際には、散水により湿潤環境を保持しながら工事を実施する必要がある。(事例34)</p>
開放清掃 に伴い発 生する廃 棄物の仮 置きに対 する配慮	<ul style="list-style-type: none"> 開放清掃に伴い装置内から排出したスラッジなどのスケール、及びこれらを含むウエスなどの廃棄物は、一時的に現場付近の廃棄物置場に仮置されることがあるが、スケール中に硫化鉄が含まれていると、仮置中に発熱し、ウエスや養生シートなどが燻り、火災となる恐れもあるので注意が必要である。 このような廃棄物を仮置きする際には、湿潤状態を保つ事、空気との接触を避けること、ウエスなどの燃えやすいものを付近に置かないことが重要であり、スケールを系外へ排出した時点で直ちに水に浸し、袋詰めの後ドラム缶に入れるなど、作業手順を定め、きめ細かく管理する必要がある。(事例14)
火気工事 における 配慮	<ul style="list-style-type: none"> 工事箇所周囲の保温材に油が染み込んだ状況では、外装材の内側で予想以上に広範囲に油が浸透し、燃え易い状態となるので、このような状況下で溶接補修など火気工事を行う際には、不燃性シートを用いた通常の火の粉養生に加えて、予め油の染み込んだ保温材を入念に撤去する事が重要である。(事例15) 溶接火花による可燃性充填物の火災を防止するため、不燃性の防火シートによる火気養生などの安全対策・措置を徹底することが重要である。特に溶接火花が飛散する範囲は広いことを配慮し、シートで覆う範囲を決める必要がある。(事例16)

追補 02

下線部追記

項目名	配慮事項例	
ピグデコーキングにおける配慮	<p>加熱炉チューブ (SUS321) に発生したコーキングを除去するため、媒体に軽油を使用しピグデコーキングを計画した。まず、ピグデコーキング開始前にチューブ内に軽油を張込み、戻ってきた軽油を大気開放した角槽に流入させていたところ、チューブ内に残存していた可燃性ガスが角槽内に流入し、静電気等により着火した。(事例23)</p> <p>可燃性ガスが残存する環境の配管をピグ洗浄する場合は、リターン部のタンクでは、火災が発生しないよう、以下のような着火源、環境等の配慮が必要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・静電気着火しないための措置 (流速管理、アースの設置等) ・リターン部タンク内を窒素ガスシール 	追補 06
開放点検時における配慮事項	<p>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、ここからの水分の侵入に注意し、運転開始後に常用温度まで達した時点でプラグ打ちを行うよう配慮する。(事例24)</p>	
作業指示、現場表示における配慮事項	<p>球形タンクの開放検査で、内部開放、環境設定が完了し、補修するバルブの取外しを行おうとしたところ、協力会社間の作業内容の伝達ミスにより、環境設定範囲外にある別のバルブを取り外したため、そこからプロピレンガスがタンク内に流入、タンク内での火気使用作業により着火し、火災となった。確実な作業指示と現場表示が必要である。(事例28)</p>	追補 11
反応塔触媒拔出作業における配慮事項	<p>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燻る危険性がある。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拔出し、水を張ったドラム缶に受ける等の配慮が必要である。(事例29)</p>	
充填物拔出作業時における配慮事項	<p>軽質油ブレンダー用フィルターカートリッジを交換する際に、荷卸しにより帯電し、その静電気により着火する恐れがあるので注意が必要である。(事例35)</p>	下線部追記

管理番号：8S-2-2009 追補 16 の解説

- (事例 34) 平成 25 年 10 月、愛知県の製油所で発生した熱交換器チューブバンドルの拔出工事での火災事例を反映させた。本事例は、熱交換器の清掃検査工事のためにチューブバンドルを拔出した際に、チューブ外面に堆積した硫化鉄が空気に触れたことで発熱し、発火したものである。(石連事故事例報告書 保安 No.299)
- (事例 35) 平成 25 年 11 月、茨城県の製油所でガソリンブレンダー用プレフィルターカートリッジを交換する際にポリ塩化ビニル製のスローブを滑らせ、荷卸したことにより帯電し、その静電気によりカートリッジにしみ込んだガソリンに着火した事例を反映した。(石連事故事例報告書 No.321)

JPI-8S-2-2009 の該当頁：128 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 17)

II.3 表 2.2.1 腐食・エロージョン検査の着目点 (環境遮断材については 2.3 参照)

検査箇所	検査方法	検査実施上の留意事項
ヘッダー、チューブシート、 カバープレート、プラグ板、 ノズルの胴体部	目視検査 (プラグタイプはファイバースコープを使用)、肉厚測定 (局部減肉箇所。局部減肉のない部分の任意点。孔食周辺部。)、深さ測定 (孔食)	1. 腐食が発生しやすく、慎重に観察すべき部位の例 ① 凝縮が起る箇所 ② 層流域の流れの場合、各パスの最下段チューブ ③ <u>デッドエンド (流れのない隅角部、プラグ打ちにより流れのなくなったチューブ (事例30))</u> ④ 閉塞気味のチューブ ⑤ 管端拡管部又は溶接部 (事例17) ⑥ ガasket座 ⑦ プラグ及びプラグ座 ⑧ 複数パス部の出口ヘッダー近傍部チューブ (事例5)
ヘッダー、チューブシート、 プラグ板の溶接部 仕切板、補強板の隅肉溶接部 ノズルの溶接部		
チューブ	目視検査 [(プラグタイプはファイバースコープを使用) チューブ端部内面及び端面]、内視鏡観察 (チューブ内面)、肉厚測定 (減肉箇所；肉厚測定はサイズ、位置、材料の磁性・非磁性などを考慮して、次の検査方法を単独又は組合せて適用する。内径計測、超音波肉厚測定、放射線透過試験、渦流探傷試験、抜管試験、超音波探傷試験—水浸法—、レーザー内視鏡計測。)、深さ測定 (孔食)	2. エロージョン・エロージョンコロージョンが発生しやすく、慎重に観察すべき部位の例 ① 流れが乱れる箇所 [チューブ入口、フェルール先端部、堆積物周り、不揃いな溶接ビード、特に流体が水硫化アンモニウム、熱炭酸カリ、劣化アミン (熱安定性塩) などの場合に注意 (事例36)] ② 粒状、粉状の固体を含む流体 (スラッジを含む) の流路 ③ 液滴を含む気体 (初期凝縮の状態を含む) の流路
カバープレート、ノズルのフランジ面、プラグシール面	目視検査、肉厚測定 (減肉部のフランジ厚さ)、深さ測定 (孔食)	

追補 12

下線部追記

管理番号：8S-2-2009 追補 17 の解説

(事例 36) 平成 26 年 2 月に大阪府の製油所で発生した接触改質装置エアフィンクーラー入口部からの漏洩事例を反映させた。当該事例はナフサ脱硫リアクターエフェレントのエアフィンクーラー入口管端部でインレットアタックによるチューブ減肉により開孔漏洩に至った。(石連事故事例報告書 No.336)

設 備 維 持 規 格

(2015年12月2日追補)

この追補は、平成21年7月3日に改定された“設備維持規格”2009年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8S-2-2009**とは、この追補も含むものとする。

なお、この追補は、石油学会ホームページ上で、該当箇所のみを示す。2015年12月2日の追補は次の3箇所である。

<u>JPI-8S-2-2009</u> の該当頁：18頁（管理番号：8S-2-2009 追補18）	2
<u>JPI-8S-2-2009</u> の該当頁：51頁（管理番号：8S-2-2009 追補19）	3
<u>JPI-8S-2-2009</u> の該当頁：61頁（管理番号：8S-2-2009 追補20）	5

JPI-8S-2-2009 の該当頁：18 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 18)

第 I 部 設備維持規格 共通編

2. 腐食・劣化損傷の検査

2.1 腐食・エロージョンの検査

2.1.1 検査箇所の選定

a) 設備内面の腐食・エロージョン

2) 腐食・エロージョンの検査箇所

一 滞留部及びスケール堆積部

通常運転時に他端が閉止状態にあるノズル類、付属配管、ヘッダーの一部及び設備内で流動がない液の滞留範囲には、スケールなどの堆積が生じやすく、堆積物下の腐食が発生する。また、滞留部と流動部との境界付近は特異な流れ状態となっていることが多く、一様な腐食とはならない。

(事例 37)

下線部追記

管理番号：8S-2-2009 追補 18 の解説

(事例 37) 平成 26 年 10 月、大阪府の製油所で発生した重質油熱分解装置の熱交換器シェルが腐食により開孔した事例を反映した。硫化水素を含んだ軽油と同伴した水分によりスケール堆積下で腐食が進行した。(石連事故事例報告書 保安 No.357)

JPI-8S-2-2009 の該当頁：51 頁 (管理番号：8S-2-2009 追補 19)

第 I 部 設備維持規格 共通編

付表 3-2 工事作業上の配慮事項例

石油精製事業所における建設後の工事作業時の事故事例に基づく種々の配慮事項で、設備の信頼性向上に有益と判断される事項を以下に示す。

項目名	配慮事項例
インターナル腐食生成物に対する配慮	<p>・内部流体に硫化水素を含む環境では、運転中に腐食生成物として硫化鉄を生じる。タワーの性能向上のため、内部充填物を採用している場合には、当生成物は、運転中又は停止時のパージにより充填物層にトラップされやすい。</p> <p>運転停止後の開放時に空気置換を行い、当該生成物が乾燥すると発火することがある。(補修工事で当該壁面を暖めたりすると加速要因になる) 気液接触の効率を上げるため、充填物として薄片の金属材料を用いパッキングしている場合、長期運転によりパッキング表面にポリマーが生成される。ポリマーと金属薄片が加熱されるとポリマーの燃焼から金属薄片自体が可燃物として燃焼する(メタルファイヤー) ことがある点に留意する。(事例12)</p> <p>金属薄片の充填物をパッキングしている塔の解体作業時のガス溶断中に燻り(白煙)、火災が発生した事例が報告されているので、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散水、監視の徹底などの対策をとるとともに、当該工事の関係者に作業内容および予想される危険性の周知徹底を図る必要がある。(事例13)(事例21)</p>
熱交換器チューブバンドル拔出時の硫化鉄スケールへの配慮	<p>上記のインターナルの例と同様に、硫化水素を含む環境で使用される熱交換器では、チューブ外面の腐食によって生成した硫化鉄スケールがチューブバンドル内に堆積しやすい。このような硫化鉄がバンドル拔出時に空気に曝され乾燥すると発火することがある。硫化鉄スケールの堆積が予想される熱交換器のチューブバンドルを拔出す際には、散水により湿潤環境を保持しながら工事を実施する必要がある。(事例34)</p>
開放清掃に伴い発生する廃棄物の仮置きに対する配慮	<p>・開放清掃に伴い装置内から排出したスラッジなどのスケール、及びこれらを含むウエスなどの廃棄物は、一時的に現場付近の廃棄物置場に仮置されることがあるが、スケール中に硫化鉄が含まれていると、仮置中に発熱し、ウエスや養生シートなどが燻り、火災となる恐れもあるので注意が必要である。</p> <p>・このような廃棄物を仮置きする際には、湿潤状態を保つ事、空気との接触を避けること、ウエスなどの燃えやすいものを付近に置かないことが重要であり、スケールを系外へ排出した時点で直ちに水に浸し、袋詰めの後ドラム缶に入れるなど、作業手順を定め、きめ細かく管理する必要がある。(事例14)</p>

追補 02

追補 16

項目名	配慮事項例
火気工事における配慮	<p>・工事箇所周囲の保温材に油が染み込んだ状況では、外装材の内側で予想以上に広範囲に油が浸透し、燃え易い状態となるので、このような状況下で溶接補修など火気工事を行う際には、不燃性シートを用いた通常の火の粉養生に加えて、予め油の染み込んだ保温材を入念に撤去する事が重要である。(事例15)</p>
	<p>・<u>溶接火花による可燃性充填物の火災を防止するため溶接火花やガスバーナー使用時に、可燃性の充填物や可燃性ガスが微量に漏れていたフランジ部に火花が飛散し、火災が発生した事例がある。火気使用時には危険予知を行い、不燃性の防火シートによる火気養生、環境設定などの安全対策・措置を徹底することが重要である。特に溶接火花が飛散する範囲は広いことを配慮し、シートで覆う範囲を決める必要がある。(事例16)(事例38)</u></p> <p>・<u>容器内における火気作業時に不燃シートを使用していたが、不燃シートに残留可燃物がしみこんで来たため、引火して火災が発生した事例がある。残留可燃物のしみこみのおそれがある場合には、防火シートと不燃シートを重ねて使用するなどの対策が必要である。(事例39)</u></p>
火気切断時の配慮事項	<p>・<u>廃棄のため、チタン製チューブをガスで切断するなど熱的な処置を行う場合、以下の条件が揃う場合燃焼(メタルファイヤー)に至る恐れがあるので注意が必要である。(事例40)</u></p> <p><u>温度条件</u>：ガス切断によるチタンの融点(1668℃)を超える温度</p> <p><u>構造</u>：チューブバンドルのような密集した構造</p> <p><u>酸素</u>：送風あるいはドラフト効果等による積極的な空気の供給</p>
ピグデコーキングにおける配慮	<p>加熱炉チューブ(SUS321)に発生したコーキングを除去するため、媒体に軽油を使用しピグデコーキングを計画した。まず、ピグデコーキング開始前にチューブ内に軽油を張込み、戻ってきた軽油を大気開放した角槽に流入させていたところ、チューブ内に残存していた可燃性ガスが角槽内に流入し、静電気等により着火した。(事例23)</p> <p>可燃性ガスが残存する環境の配管をピグ洗浄する場合は、リターン部のタンクでは、火災が発生しないよう、以下のような着火源、環境等の配慮が必要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・静電気着火しないための措置(流速管理、アースの設置等) ・リターン部タンク内を窒素ガスシール
開放点検時における配慮事項	<p>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、ここからの水分の侵入に注意し、運転開始後に常用温度まで達した時点でプラグ打ちを行うよう配慮する。(事例24)</p>
作業指示、現場表示における配慮事項	<p>球形タンクの開放検査で、内部開放、環境設定が完了し、補修するバルブの取外しを行おうとしたところ、協力会社間の作業内容の伝達ミスにより、環境設定範囲外にある別のバルブを取り外したため、そこからプロピレンガスがタンク内に流入、タンク内での火気使用作業により着火し、火災となった。確実な作業指示と現場表示が必要である。(事例28)</p>
反応塔触媒拔出作業における配慮事項	<p>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燻る危険性がある。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拔出し、水を張ったドラム缶に受ける等の配慮が必要である。(事例29)</p>

下線部追記
二重取消線部削除

追補 06

追補 11

項目名	配慮事項例
充填物拔出作業時における配慮事項	軽質油ブレンダー用フィルターカートリッジを交換する際に、荷卸しにより帯電し、その静電気により着火する恐れがあるので注意が必要である。 ^(事例35) <div style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">追補 16</div>

管理番号：8S-2-2009 追補 19 の解説

- (事例 38) 2014年7月、三重県の製油所で発生した養生シートの焼損の事例を反映させた。スタックレイアウトの上部側熱交換器のチャンネル仕切板の歪みを矯正する為にガスバーナーを用いて作業していたところ、可燃性ガスが微量に洩れていた下部側熱交換器の接続配管フランジ部に何らかの火源が落下したことで可燃性ガスが燃焼し、養生シートの焼損が発生した事例が報告されている。(石連事故事例報告書 保安 No.375)
- (事例 39) 2014年3月に神奈川県製の製油所で、重質油脱硫装置反応塔の停止開放後の清掃作業及び内部部品取外しに伴う火気作業時に、容器内に残留した可燃物がしみこんだ不燃シートに引火して火災が発生した。(石連事故事例報告書 保安 No.351)
- (事例 40) 平成26年12月北海道の製油所の休止設備の解体撤去工事において、チタン製チューブ熱交換器をガス切断していた際に、チューブが焼損した事例を反映した。(石連事故事例報告書 保安 No.382)

第Ⅱ部 設備維持規格 機種別編
 第1章 塔槽編

Ⅱ.1 表 2.3.1 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
膨れ	目視検査 (光線を斜め横から入れる) ハンマーテスト	・膨れ部の割れ発生のチェック。 ・充填物受けのペDESTAL、サポートリングなどの溶接への影響をチェック。
剥離 (ストリップライニングは対象外)	ハンマーテスト 超音波探傷試験 (充填物受けペDESTAL、サポートリングなどの溶接部周辺)	・充填物受けのペDESTAL、サポートリングなどの溶接への影響をチェック。
割れ	目視検査 浸透探傷試験 磁粉探傷試験 超音波探傷試験	<p>・ <u>ストリップライニングやスリーブ構造のノズルの溶接割れの確認。割れがあった場合には、母材の腐食が懸念されるため母材の肉厚測定を行う(事例41)。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。</u></p> <p>・ 充填物受けのペDESTAL、サポートリングなどの溶接への影響をチェック。</p> <p>・ <u>オーバーレイ、クラッドの割れの場合は、割れが進展して、母材に達しているかどうかのチェック</u></p> <p>・ 損傷部は、2.2 b) に従い母材の確認を行う。</p> <p>・ 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、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。(事例4)</p>
脆化	硬度試験 (溶接部) 金属組織観察 (溶接部)	・ 充填物受けペDESTAL、サポートリングなどの溶接部。
腐食	目視検査 肉厚測定 (腐食部) 深さ測定 (孔食) 定点肉厚測定 (高温腐食雰囲気)	・ 減肉厚さから腐食速度を算定。
エロージョン	目視検査 肉厚測定 (摩耗箇所)	・ 流動床内にある部分、スラリ一流路にあたる部分に注意。

下線部追記
 二重取消線部削除

管理番号 : 8S-2-2009 追補 20 の解説

(事例 41) 平成 25 年 10 月、千葉県の製油所で発生した常圧蒸留塔原油入口ノズルの腐食事例を反映させた。当該事例は、ノズル内面のライニング材のプラグ溶接部の割れを通じて浸透した原油により、母材の炭素鋼の高温硫化物腐食が進行し、局所的な減肉と開口に至った事例である。(石連事故事例報告書 保安 No.366)