

設備維持規格

(2006年12月15日追補)

この追補は、平成18年6月20日に改訂された“設備維持規格”2006年版の追補である。したがって、今後、JPI-8S-2-2006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。2006年12月15日の追補は次の6箇所である。

<u>JPI-8S-2-2006 の該当頁：11 頁 (管理番号：8S-2-2006 追補 01)</u>	2
<u>JPI-8S-2-2006 の該当頁：15 頁 (管理番号：8S-2-2006 追補 02)</u>	2
<u>JPI-8S-2-2006 の該当頁：22 頁 (管理番号：8S-2-2006 追補 03)</u>	3
<u>JPI-8S-2-2006 の該当頁：35 頁 (管理番号：8S-2-2006 追補 04)</u>	3
<u>JPI-8S-2-2006 の該当頁：49 頁 (管理番号：8S-2-2006 追補 05)</u>	4
<u>JPI-8S-2-2006 の該当頁：50 頁 (管理番号：8S-2-2006 追補 06)</u>	5

JPI-8S-2-2006 の該当頁：11 頁 (管理番号：8S-2-2006 追補 01)

1.6 防食管理

d) **構造設計上の配慮** 稼働後の設備内の適正流速設定、偏流及び衝撃緩和対策、熱応力などの緩和対策、スケール堆積防止構造、構造的な外面防食対策、支持機構の設計などについて十分な配慮が行われていることを確認する。設備の使用板厚の決定にあたっては、各環境に対応した適切な腐れ代を見込まなければならない。腐れ代は、JPI-7S-29 (塔そう類腐れ代基準) などの基準、規格を参考にして設定する。

各事業所での建設後の事例に基づく設計配慮事項で、設備の信頼性向上に有益と判断される事項を付表 3-1 に示す。

修正

(管理番号：8S-2-2006 追補 01) の解説

今回新たに、「付表 3-2 工事作業上の配慮事項例」を挿入したため (管理番号：8S-2-2006 追補 06 参照) 従来の「付表 3 構造設計上の配慮事項例」を「付表 3-1 構造設計上の配慮事項例」と修正した。

JPI-8S-2-2006 の該当頁：15 頁 (管理番号：8S-2-2006 追補 02)

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、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 ガス分圧が高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り炭素鋼の腐食が発生する。この工程の高温変性系で流体が常時流れている場所では炭酸腐食の可能性はないが、ドレンノズル、ベントノズルなど、常時流体の流れの無い箇所のスチーム凝縮部近辺の炭素鋼では炭酸腐食が発生する。また、後段の水素ガスの処理過程で、炭酸を含んだミストが高速で槽内の壁に衝突することにより、異常減肉を発生させた事例がある。(事例 11)

追記

(管理番号：8S-2-2006 追補 02) の解説

(事例 11) 平成 18 年 4 月、千葉県製の製油所で発生した水素製造装置の炭酸ガス吸収塔後段に設置された槽で破裂を生じた事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.88)

JPI-8S-2-2006 の該当頁：22 頁 (管理番号：8S-2-2006 追補 03)

2.1.3 検査点の設定

b) 塔槽類の検査点 2.1.1 a) 2) に示す箇所を中心として選定するが、次の箇所を含めることが望ましい。

塔類の塔頂部、フラッシュゾーン、塔底部、流体滞留部、ノズル、高速流体部、流体の衝突部 (事例11) 特殊な流れ部など。

追記

(管理番号：8S-2-2006 追補 03) の解説

(事例 11) 平成 18 年 4 月、千葉県製の製油所で発生した水素製造装置の炭酸ガス吸収塔後段に設置された槽で破裂を生じた事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No88)

JPI-8S-2-2006 の該当頁：35 頁 (管理番号：8S-2-2006 追補 04)

3. 補修などの管理 次回検査時までの設備の信頼性を確保し、事故の未然防止を図るために運転中及び運転停止時に現場で行われる設備の補修工事、耐圧気密試験、フランジボルト締付け、ホットスタートなどの管理について、以下のように規定する。

なお、整備・補修に伴い工事管理や運転管理上発生した不具合について配慮すべき内容を付表 3-2 工事作業上の配慮事項例としてまとめた。

追記

3.1 一般事項 運転中及び運転停止時に現場で行われる設備の補修工事について、以下の a) ~ d) のように規定する。

a) 設備の補修工事は、実施時期により運転中補修、及び停止時補修に分けられ、補修の方法により、部分取替え、当て板、肉盛りなどの溶接補修、コーティング、ライニングなどの環境遮断対応補修、応急的に行われる機械的な漏洩防止補修などに分類されるが、損傷状況、実施時期、施工環境などを考慮して、適切な方法で施工しなければならない。補修後の設備の耐圧・気密性能は、補修前のそれを下回らないものとする。

JPI-8S-2-2006 の該当頁：49 頁 (管理番号：8S-2-2006 追補 05)

修正

付表 3-1 構造設計上の配慮事項例

石油精製事業所における建設後の保全事例に基づく設計配慮事項で、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。

分類	項目名	事例内容
省略		
衝撃緩和 侵食防止	塔槽類	・フラッシュゾーンなどの流入速度の高い箇所及び摩耗腐食が急激に進むと考えられるところでは、保護板をつける。例えば、塔槽入口インナー配管対向部など。 保護板に代えてインナーノズルを採用する場合は、形状検討が重要となる。(事例11) <div style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">追記</div>
	熱交換器	・フラッシュゾーンなどの流入速度の高い箇所及び摩耗腐食が急激に進むと考えられるところでは、保護板をつける。例えば、熱交換器のインピンジメントバッフルプレートなど。

(管理番号：8S-2-2006 追補 05) の解説

今回新たに、「付表 3-2 工事作業上の配慮事項例」を挿入したため (管理番号：8S-2-2006 追補 06 参照) 従来の「付表 3 構造設計上の配慮事項例」を「付表 3-1 構造設計上の配慮事項例」と修正した。

(事例 11) 平成 18 年 4 月 16 日千葉県製の製油所で発生した水素製造装置の炭酸ガス吸収塔後段の槽一部破裂を生じた事例を反映させた。(石連事故報告書 保安 No.88)

追記

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 13)
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)

(管理番号 : 8S-2-2006 追補 06) の解説

「付表 3 構造設計上の配慮事項」を「付表 3-1 構造設計上の配慮事項」として、その表の後に上記付表 3-2 を追加する。

- (事例 12) 平成 17 年 5 月、千葉県製の製油所で発生した充填物タワーを開放して整備中に、充填物の隙間に残っていた硫化鉄スケールから燻りを生じた事例を反映させた。(石連事事故事例報告書 保安 No.78)
- (事例 13) 平成 13 年 12 月、神奈川県製の事業所で解体中の常圧蒸留装置蒸留塔のステンレス鋼製充填物がガス溶断中に火災となった事例を反映させた。(石連事事故事例報告書 保安 No.26)
- (事例 14) 平成 18 年 7 月、山口製の製油所で発生した熱交洗浄場に仮置きしていたスラッジなどのスケールで燻りを生じた事例を反映させた。(石連事事故事例報告書 保安 No.89)

JPI-8S-2-2006 (追補-2006)
(2006年12月15日追補)

- (事例 15) 平成 12 年 12 月、北海道の製油所で発生した常圧蒸留装置主蒸留塔の塔頂部で保温材に溶接火花が着火し火災となった事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.15)
- (事例 16) 平成 13 年 4 月、和歌山県の製油所で発生した排煙脱硫装置吸収塔で溶接による肉盛補修中に不燃性の火気養生防火シートの間隙から溶接火花が塔内下部のポリプロピレン製の充填物上に落下し、火災となった事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.18)

設備維持規格

(2007年12月17日追補)

この追補は、平成18年6月20日に改訂された“設備維持規格”2006年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8S-2-2006**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。2007年12月17日の追補は次の5箇所である。

<u>JPI-8S-2-2006</u> の該当頁：13頁 (管理番号：8S-2-2006 追補07)	2
<u>JPI-8S-2-2006</u> の該当頁：14頁 (管理番号：8S-2-2006 追補08)	3
<u>JPI-8S-2-2006</u> の該当頁：15頁 (管理番号：8S-2-2006 追補09)	4
<u>JPI-8S-2-2006</u> の該当頁：33頁 (管理番号：8S-2-2006 追補10)	5
<u>JPI-8S-2-2006</u> の該当頁：128頁 (管理番号：8S-2-2006 追補11)	6

JPI-8S-2-2006 の該当頁：13 頁 (管理番号：8S-2-2006 追補 07)

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

1) 腐食・エロージョンの種類、発生範囲

ー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り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メ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り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流速が腐食の要因である。

局所的に発生する高流速部又は乱流部において腐食が促進される。一方、極度の低流速部や滞留部でも、堆積物下に水硫化アンモニウムの高濃度部位が生じ腐食することがある。

配管形状の影響を受けてプロセス流体が偏流するとガス流量の少ないチューブが閉塞傾向となり、水硫化アンモニウム塩の濃度と流速に変化が生じる。未閉塞チューブは厳しい腐食環境となるため注意が必要である。(事例17)

追記

(管理番号：8S-2-2006 追補 07) の解説

(事例17) 平成19年3月、岡山県の製油所で発生した水添脱硫装置生成油凝縮器漏洩事故事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.128)

JPI-8S-2-2006 の該当頁：14頁 (管理番号：8S-2-2006 追補08)

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

一 異種金属接触腐食

異種金属接触腐食は、二つの異なる金属が電解質中で電氣的な接触により電位差を生じ、より卑な電位の金属の腐食が促進される現象である。異種金属接触腐食の形態は、電気伝導度の低い液中では電流分布が接触点を離れるとともに急減するため、腐食も同様に接触部に近いところで局部腐食を起す。これに対して、海水のように導電性の高い液中においては、アノード全面に一様の腐食となる。

次のような場所の炭素鋼で発生することがある。

- ① ステンレス鋼と炭素鋼との異材溶接部。
- ② 塔槽類の炭素鋼製シェル内面とステンレス鋼製インターナルの取付部。
- ③ 熱交換器の非鉄金属(チタン、銅合金)チューブと接触する炭素鋼部品(チャンネル、トランスバースバッフルプレート、スパーサーなど)。

(事例18)

追加

(管理番号：8S-2-2006 追補08) の解説

(事例18) 平成19年7月、三重県の製油所で、常圧蒸留装置の海水クーラーフローティングヘッド部より漏洩が発生した。フローティングヘッド部は、炭素鋼製のカバーと銅合金製のチューブシートからなり、銅ガasketを使用して接続していたところ、炭素鋼側に異種金属接触腐食が発生した事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.127)

JPI-8S-2-2006 の該当頁：15 頁 (管理番号：8S-2-2006 追補 09)

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 検査箇所を選定

α) 設備内面の腐食・エロージョン

— 酸露点腐食

酸露点腐食は、加熱炉、ボイラなどの SO_3 を含む燃焼排ガス系統で、設備の表面温度が燃焼排ガスの露点以下になった場合に生じる。燃料中の硫黄分は燃焼により SO_2 となるが、この一部は金属酸化物の触媒作用などにより、更に酸化されて SO_3 となりガス中の水分と結合して硫酸となる。この硫酸は、酸露点以下にある低温部の金属表面で凝縮し、金属の表面を腐食させる。(事例 19) 追加

酸露点腐食は、一般に重油や硫化物を含むオフガスなどを燃焼している加熱炉、ボイラの節炭器、空気予熱器、煙道などに見られる腐食現象であるが、対流部チューブなどの外表面温度が露点以下になる場合に、この腐食が問題となることがある。

(管理番号：8S-2-2006 追補 09) の解説

(事例 19) 平成 19 年 1 月、千葉県製の製油所の硫黄回収装置反応炉本体が内面硫酸露点腐食により開口漏洩した事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.113)

JPI-8S-2-2006 の該当頁：33 頁 (管理番号：8S-2-2006 追補 10)

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

2.4.1 耐火断熱材 目視により、炉床、側壁、天井、煙突などの耐火れんが、キャストブルの亀裂、脱落、膨出、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、はく離、劣化の有無、側壁の傾斜などを検査する。必要により検査器具を併用する。

も有しており注意が必要である。(事例20)

硫黄回収装置反応炉の耐火物は防食機能

追記

(管理番号：8S-2-2006 追補 10) の解説

(事例20) 平成19年7月、大阪府の製油所の硫黄回収装置で、定期整備に内部耐火構造物の補修を行って運転開始したところ、内部品が傾き本体断熱材の一部を崩落させるに至った事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.126)

JPI-8S-2-2006 の該当頁：128 頁 (管理番号：8S-2-2006 追補 11)

第Ⅱ部 第3章 空冷式熱交換器

2. 内部検査 内部検査は、設備の内側又は外側から行う。

2.2 本体及びノズルなど

2.2.1 腐食・エロージョンの検査

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、	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 デッドエンド (流れのない隅角部) ④ 閉塞気味のチューブ ⑤ 管端拡管部又は溶接部 (事例17)
ノズルの胴体部		
ヘッダー、チューブシート、プラグ板の溶接部	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)	⑥ ガスケット座 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)
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
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)	

追加

(管理番号：8S-2-2006 追補 11) の解説

(事例17) 平成19年3月、岡山県の製油所で発生した水添脱硫装置生成油凝縮器漏洩事故事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.128)