

設 備 維 持 規 格

(2016年11月30日追補)

この追補は、2016年4月27日に改定された“設備維持規格”2016年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8S-2-2016** 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。2016年11月30日の追補は次の5箇所である。

<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：36 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 01)</u>	2
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：54 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 02)</u>	3
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：132 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 03)</u>	4
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：151～164 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 04)</u>	5
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：156 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 05)</u>	8

JPI-8S-2-2016 の該当頁 : 36 頁 (管理番号 : 8S-2-2016 追補 01)

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)、クリンカの付着 (事例 42)、焼損及び破損の有無。

下線部追記

管理番号 : 8S-2-2016 追補 01 の解説

(事例 42) 2015 年 1 月、山口県の製油所の発電ボイラにてバーナーディフューザ部に生成したクリンカにより、燃料噴霧不良が発生し、未燃燃料が炉底点検口から炉外に漏れ、火災に至った事例を反映した。当該バーナーは間欠使用であり、未使用時の冷却用蒸気により、クリンカが成長したものと推定している。(石連事故事例報告書 保安 No.399)

JPI-8S-2-2016 の該当頁：54 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 02)

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
...	...
充填物抜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)
<u>加熱炉リターンバンドにおけるプラグ締付時の配慮事項</u>	<u>プラグ付きのリターンバンドを採用している加熱炉では、プラグの締付不良により昇温中に漏洩した事例があるため(事例43)、プラグ締付時の当たり確認と締付を慎重に行う必要がある。</u>

下線部追記

管理番号：8S-2-2016 追補 02 の解説

(事例 43) 2015 年 6 月、千葉県製の製油所で発生した減圧蒸留装置加熱炉リターンバンドプラグより漏洩した事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No. 434)

JPI-8S-2-2016 の該当頁 : 132 頁 (管理番号 : 8S-2-2016 追補 03)

第Ⅱ部 設備維持規格 機種別編
 第3章 空冷式熱交換器編塔槽編

2. 内部検査

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、 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 デッドエンド (行き止まり部、プラグ打ちにより流れのなくなったチューブ (事例30)) 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)
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)	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)
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 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)	(事例44)

下線部追記

管理番号 : 8S-2-2016 追補 03 の解説

(事例 44) 2015年5月、大阪府の製油所で発生したナフサ水添脱硫装置のリアクターエフルエントのエアフィンクーラーでのチューブ開孔事例を反映させた。当該機器は有機塩素分を多く含む原料を処理したため、急激にチューブ入口部の腐食が進展して短期間で開孔に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.396)

JPI-8S-2-2016 の該当頁 : 151~164 頁 (管理番号 : 8S-2-2016 追補 04)

第Ⅱ部 設備維持規格 機種別編

第4章 加熱炉編

「炉外管」に関連する以下①~④の4箇所を修正する。

P151

① 1. 適用範囲

下線部追記
二重線部削除

Ⅱ.4 表 1.1.1 加熱炉の適用範囲

構成部品などの名称	備考
加熱炉管	加熱炉管、スチームコイルなど
接続配管 炉外管	クロスオーバー管、アウトレットヘアピンチューブ、ヘッダー、 <u>リターンベント (炉外)</u> など
本体耐火断熱材	炉床・炉壁レンガ、キャストブル、セラミックブランケットなど
内部付属品	チューブサポート、コーンサポート、コーンサポートハンガー、バーナー、スナッフイングスチーム管など
加熱炉ケーシング	側板パネル (外板)、ヘッダーボックスなど
支持構造物	炉枠 (柱、梁、スティフナーなど)
外部付属品	のぞき窓、アクセス戸、プラットフォーム、ラダーなど
その他の付属品	ダクト、ダンパー、スタック、空気予熱器、送風機、スーツプロアーなど

P153~154

②2. 炉内検査

2.2 加熱炉管

2.2.2 劣化損傷の検査 Ⅱ.4 表 2.2.2 に加熱炉管、~~接続配管~~の劣化損傷検査の着目点を示す。これを参考として事前にチェックリストなどを作成し、そのリストなどに基づいて検査を実施する。

Ⅱ.4 表 2.2.2 加熱炉管の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
加熱炉管、スチームコイル、リターンベント、チューブスキン 温度計の取付溶接部	目視検査、 寸法測定、 磁粉探傷試験、 浸透探傷試験、 超音波探傷試験、 鋭敏化度測定、 浸炭試験	1. 目視検査の留意事項 ① 加熱炉管、 接続配管 、フィッティング類外面の変色、割れ、変形 (湾曲、膨出、しわなど) について点検する。 ② . . .

P160

③3. 炉外検査 加熱炉ケーシングパネル外板外表面より外側にある炉外管接続配管、外部付属品（のぞき窓、アクセス戸、プラットフォーム、ラダーなど）、その他の付属品（ダクト、ダンパー、スタックなど）などを検査対象とする。

3.1 炉外管接続配管

3.1.1 腐食・エロージョンの検査 II.4表 3.1.1 に炉外管接続配管の腐食・エロージョン検査の着目点を示す。これを参考として事前にチェックリストなどを作成し、そのリストなどに基づいて検査を実施する。

II.4表 3.1.1 炉外管接続配管の腐食・エロージョン検査の着目点

検査箇所	検査方法	検査実施上の留意事項
リターンベント（炉外）、 クロスオーバー管、 ヘッダー	目視検査、 肉厚測定、 放射線透過 試験	腐食、摩耗などが発生しやすく慎重に観察すべき部位の例 ① 拡管方式のリターンベントを採用している場合は、拡管部からの漏洩の有無、必要に応じてヘッダープラグを取り外し管内面の腐食状況を点検する。 ② また、ヘッダープラグ付きのリターンベントでは、必要に応じてヘッダープラグを取り外し管内面の腐食状況を点検する。また、プラグシートすり合せ面の傷、肌荒れ状態と当たり確認を行うとともに、プラグの過度の落ち込みの有無、更に、ねじ込み式の場合は、残りのねじ山チェック、および締付ボルトの劣化状況などの点検を行う。 ③ 主として超音波厚み計による定点測定とする。 ④ 定点は、形状や使用条件を考慮し、腐食の発生するおそれのある箇所及びその部位の腐食状況を代表する箇所を選び測定する。

注記 1. 直接目視できない部分は、鏡、ファイバースコープなどを使用し、孔食など等には拡大鏡などを使用する。

2. 検査方法は、JPI-8R-13を参考に選択する。
3. 腐食及びエロージョン原因の調査に必要なデータを採取する。必要があれば、金属組織観察、スケール分析などを行う。
4. 余寿命算定に必要なデータを採取する。

5. リターンベントのプラグの締付不良により、昇温中に漏えいした事例があるため、締付を慎重に行う(事例4.3)。

3.1.2 劣化損傷の検査 II.4表 3.1.2 に炉外管接続配管の劣化損傷検査の着目点を示す。これを参考として事前にチェックリストなどを作成し、そのリストなどに基づいて検査を実施する。

II.4表 3.1.2 炉外管接続配管の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
リターンベント（炉外）、 クロスオーバー管、 ヘッダー	目視検査、 ハンマー テスト	目視検査の留意事項 炉外管接続配管の変色、割れ、変形（湾曲、膨出、しわなど）について点検する。

P164

④5. 加熱炉構成部材の評価

5.1 耐圧部材 加熱炉管、**炉外管接続配管**等の耐圧性能を維持するための部材は、**第I部**の**2.1.4**及び**2.2.2**の規定に従って、評価を行う

管理番号：8S-2-2016 追補04 の解説

(事例 43) 2015年6月、千葉県の製油所で発生した減圧蒸留装置加熱炉リターンベンドプラグより漏洩した事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No. 434)

JPI-8S-2-2016 の該当頁 : 156 頁 (管理番号 : 8S-2-2016 追補 05)

第Ⅱ部 設備維持規格 機種別編

第4章 加熱炉編

2. 炉内検査

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	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。 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。 ② キャスタブルの割れ、腐食、エロージョン、キャストブルの溶融、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。 (事例④) (事例45) 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。 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。 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。 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。 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。 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。 ⑨ 雨水浸入の形跡又は湿気の有無を目視にて点検する。 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。 (事例22)

下線部追記

管理番号 : 8S-2-2016 追補 05 の解説

(事例 45) 2015年6月に千葉県の製油所で発生した、硫黄回収装置の反応炉燃焼室の耐火材が運転開始操作に伴う温度変化により脱落し、高温ガスに直接曝されたシェル本体が溶融し開口に至った事故を反映した。主要因は運転の誤操作による急激な温度変化であった。(石連事事故事例報告書 保安 No. 401)

設 備 維 持 規 格

(2017年12月1日追補)

この追補は、2016年4月27日に改定された“設備維持規格”2017年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8S-2-2016** 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。2017年12月1日の追補は次の3箇所である。

<u>JPI-8S-2-2016</u> の該当頁：36 頁（管理番号：8S-2-2016 追補 06）……………	2
<u>JPI-8S-2-2016</u> の該当頁：53 頁（管理番号：8S-2-2016 追補 07）……………	3
<u>JPI-8S-2-2016</u> の該当頁：31 頁（管理番号：8S-2-2016 追補 08）……………	4

JPI-8S-2-2016 の該当頁：36 頁 (管理番号：8S-2-2017 追補 06)

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)、**燃焼状態、バーナー設置位置 (事例 46)**、焼損及び破損の有無。

下線部追記

管理番号：8S-2-2017 追補 06 の解説

- (事例 46) 2016年5月、千葉県の製油所のボイラーにて、火災が発生した事例を反映させた。その原因は、バーナーのセット位置が押し込み不足だったことからバーナータイルに接触しやすい運転環境となり、未燃カーボンが生成・蓄積し異常燃焼によってケーシング内部を焼失し開口、火災に至ったと推定された。
(石連事故事例報告書 No.490)

JPI-8S-2-2016 の該当頁：53 頁 (管理番号：8S-2-2017 追補 07)

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
...	...
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	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)
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、ウエス又は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、湿潤状態を保つこと、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)(事例47)

下線部追記

管理番号：8S-2-2016 追補 07 の解説

(事例 47) 2016年12月、千葉県の製油所で発生した工場内部で廃棄用の容器内の機器の清掃に使用したウエスに硫化鉄スケールが付着し火災になった事例を反映させた。当該事例は、容器内に発熱防止のため都度水を注入していたが、完全にウエスが浸水していなため発生した。

(石連事故事例報告 保安 No.491)

JPI-8S-2-2016 の該当頁：31 頁 (管理番号：8S-2-2017 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

2.2 劣化損傷の検査

2.2.1 劣化損傷検査の範囲

d) 製作時欠陥の顕在化

開先なし溶接、溶込み不良、大きな目違い、ボスの不適切な取付など重要な製作時の欠陥を認めた場合は、同時期、同施工会社によって製作された設備については、製作時欠陥の顕在化に十分注意を払う必要がある。(事例48)

下線部追記

管理番号：8S-2-2017 追補 08 の解説

(事例 48) 2016 年 9 月、大分県の製油所にて発生した、LPG回収装置の熱交換器溶接部における製作時欠陥を起点とした割れによる漏洩事例を反映した。当該熱交換器は、特定設備検査規則施行前の製作であったことから、溶接施工管理が十分でなかったものと推定された。

(石連事故事例報告 保安 No.509)

設 備 維 持 規 格

(2018年11月9日追補)

この追補は、2016年4月27日に改定された“設備維持規格”2018年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8S-2-2016** 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。2018年11月9日の追補は次の5箇所である。

<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：34 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 09)</u>	
2	
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：53 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 10)</u>	
3	
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：54 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 11)</u>	
4	
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：54 頁、191 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 12)</u>	5
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：213 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 13)</u>	6

JPI-8S-2-2016 の該当頁：34 頁 (管理番号：8S-2-2016 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

2.3 塔槽類の付属設備、関連部品の検査

2.3.1 塔槽類内部品の検査

一 共通内部品

温度計ウエル、液面系インナーフロートなどについて、腐食、割れ、変形並びに材質劣化などの有無を確認する。

一 その他

グラント (例：ストレーナスクレーパ駆動軸、潤滑油装置チラー等) がある場合は、グラント取付状況、周辺の腐食状況、漏れ状況の確認を行なう。^(事例49)

下線部追記

管理番号：8S-2-2016 追補 09 の解説

(事例 49) 2017年11月に岡山県の製油所で発生した、残渣油送液ポンプのストレーナのスクレーパ駆動軸部グラント漏れによる火災事例を反映させた。残渣油の浸出を確認していたが、少量であるので問題ないと判断していた。しかし保温材にしみ込んでいた残渣油が酸化～蓄熱して自然発火した。

(石連事故事例報告書 保安 No.584)

JPI-8S-2-2016 の該当頁：53 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 10)

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
・・・(省略)	・・・(省略)
開放清掃に伴い発生する廃棄物の仮置きに対する配慮	・・・(省略)
火気工事における配慮事項	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事箇所周囲の保温材に油がしみ込んだ状況では、外装材の内側で予想以上に広範囲に油が浸透し、燃えやすい状態となるので、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、あらかじめ油のしみ込んだ保温材を入念に撤去することが重要である。(事例15) ・ 溶接火花又はガスバーナー使用時に、可燃性の充填物又は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、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) ・ 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。残留可燃物の染み込みの恐れがある場合には、防災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) ・ 機器に付属しているステー等を切断する際は、火の粉が落下しないように十分な養生を行う。(事例50)

下線部追記

管理番号：8S-2-2016 追補 10 の解説

(事例 50) 2017年4月、和歌山県の製油所において、機器付属のステーの切断作業時に、養生シートの隙間から火の粉が落下し、地上の歩廊下に溜まっていた油分等に着火し火災が発生した。(石連事故事例報告 保安 No.547)

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
・・・(省略)	・・・(省略)
加熱炉リターンベントにおけるプラグ締付時の配慮事項	プラグ付きのリターンベントを採用している加熱炉では、プラグの締付不良により昇温中に漏洩した事例があるため ^(事例4³) 、プラグ締付時の当たり確認と締付を慎重に行う必要がある。
復旧前における内部部品の配慮事項	水分離槽の内部フィルターの必要部品を取り付けず機器を復旧した結果、後段機器に NaOH を含む水分が持ち込まれアルカリ応力腐食割れが発生し漏洩に至った。 ^(事例5¹) 復旧時には、機器構造や内部部品の機能を理解した上で必要に応じて、複数人の確認を行うなど通常運転に支障がないことを確認することが大切である。

下線部追記

管理番号 : 8S-2-2016 追補 11 の解説

(事例 51) 2017年3月に愛媛県の製油所の脱エタン塔においてアルカリ応力腐食割れにより LPG 漏洩が発生し、装置停止した事例を反映した。当該装置の上流にある水分離槽の内部フィルターの必要部品を取り付けず復旧したため、NaOH を含む水分が流入したことによりフィード段の周辺部(炭素鋼、応力除去焼純 未実施)がアルカリ応力腐食割れの発生する環境域となった結果、割れが進展した。(石連事故事例報告 保安 No.539)

JPI-8S-2-2016 の該当頁 : 54 頁、191 頁 (管理番号 : 8S-2-2016 追補 12)

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
・・・(省略)	・・・(省略)
復旧前における内部部品の配慮事項	・・・(省略)
サンドブラスト作業時における配慮事項	サンドブラスト作業はタンク開放時に行う。運転中に球形タンク本体の塗装補修の下地処理としてサンドブラスト中に、小径ノズルの外面腐食部から漏洩した事例が有る。(事例52)

下線部追記

第 II 部 設備維持規格 共通編

第 6 章 球形タンク編

3. 外部検査

3.1 本体及びノズル II.6 表 3.1.1 に球形胴板、ノズルなどの外面の腐食・劣化損傷検査の着目点を示す。これを参考として事前にチェックリストなどを作成し、そのリストなどに基づいて検査を実施する。

II.6 表 3.1.1 球形胴板、ノズルなどの外面の腐食・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
球形胴板の突合せ溶接部、球形胴板とノズルとの溶接部、球形胴板と支持構造物との溶接部	目視検査、磁粉探傷試験 (炭素鋼、高張力鋼などの表層に劣化損傷が予想される箇所)、浸透探傷試験 (割れなどの表面損傷が予想される箇所)	・当板がある場合は、当板及びその下にも注意
塗装不良箇所	目視検査、肉厚測定 (減肉箇所)	・不良塗装の除去後に検査 ・小径ノズルの塗装下で著しい減肉が予想される場合には、錆こぶを除去せず、放射線検査で残厚を確認後に検査する。 (ノズル定点肉厚測定箇所周辺など塗装を重ね塗りし易い箇所に注意) (事例52)

管理番号 : 8S-2-2016 追補 12 の解説

(事例 52) 2017 年 11 月、茨城県の製油所において、運転中のブタン貯蔵球形タンク本体に対して塗装補修の下地処理としてサンドブラストを実施中に、小径ノズルの外面腐食部から漏洩した。(石連事故事例報告 保安 No.581)

JPI-8S-2-2016 の該当頁：213 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補13)

JPI-8S-2-2016 付属書 B

運転中モニタリング事例2

1. 件名	脱硫装置流出系の防食モニタリング
2. 概要	<p>重質油脱硫装置等の反応塔エフルエント系のクーラーチューブや配管で激しい腐食が発生することがある。この腐食は、原料油中の硫黄及び窒素化合物が水素と反応して生成するH₂S、NH₃ を主な腐食要因として、高流速部、乱流部、アンモニウム塩堆積部で発生する。<small>(事例5.3)</small></p> <p>この現象を防止するために、次のような対応策が単独或いは複数の組み合わせで用いられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・反応系運転条件（脱硫率、脱窒素率）の見直し ・適正流速を維持するための配管構造の改善 ・チューブ材質の改善 ・チューブ入口へのフェルールの装着 ・ポリサルファイドの注入 ・注入水の水質の改善及び流量の適正化
3. 目的	<p>1) 流体の腐食因子濃度の監視</p> <p>2) 防食運転の有効性の監視</p> <p>3) 設備の残存寿命の監視</p>
・・・(省略)	・・・(省略)

管理番号：8S-2-2016 追補13 の解説

(事例 53) 2017年1月、和歌山県の製油所において、水素化脱硫装置の高圧低温分離槽下流のガス配管が、水流化アンモニア腐食により穿孔して可燃性ガスを噴出し、火災が発生した。調査結果、原料油の重質化に伴い、硫化水素濃度、アンモニア濃度が徐々に増加し、特に2014年設置配管で高い腐食速度になっていたことが判明した。その原因は、腐食により生成された硫化鉄被膜の種類の違いによる可能性がある。(石連事故事例報告 保安 No. 549)

設 備 維 持 規 格

(2019年11月13日追補)

この追補は、2016年4月27日に改定された“設備維持規格”2019年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8S-2-2016** 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。2019年11月13日の追補は次の7箇所である。

<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：17 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 14)</u>	2
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：17～18 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 15)</u>	3
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：24 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 16)</u>	4
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：28 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 17)</u>	5
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：53 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 18)</u>	6
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：151 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 19)</u>	7
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：159 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 20)</u>	8

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

— 炭酸腐食

炭酸腐食は炭酸ガスを溶解した弱酸性の炭酸水溶液による鋼の全面腐食である。炭酸水は二酸化炭素がスチーム凝縮の際に凝縮水中に溶解し炭酸 (H₂CO₃) となり生成される。炭酸水中の炭素鋼の腐食速度は、CO₂ ガス分圧が高くなるに伴って上昇する。また、溶存酸素が存在すると腐食は促進される。

水素製造装置の炭酸ガス化・分離工程 (変性系・脱炭酸系) ではスチームの凝縮によって炭素鋼・低合金鋼に腐食が発生する。のスチーム凝縮部で発生する。

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、常時流体の流れのない箇所のスチーム凝縮部近辺の炭素鋼・低合金鋼では炭酸腐食が発生するため注意が必要である。

炭酸腐食に関して十分な注意を要する部位を整理すると、次のようになる。

・運転温度が露点温度以下になる範囲

・常時流体の流れがある箇所で、運転温度が露点温度以上であっても、露点温度に対する余裕しろが少ない範囲の外部保温の隙間付近、フランジ・配管サポートなどフィン効果を有する部位。

・運転温度が高温であっても、ドレンノズル、ベントノズルなど、常時流体の流れがなく、メタル温度が露点温度近くまで低下する部位。

これらはいずれも、局部的にメタル温度が露点以下に低下する可能性のある部位である。

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)

下線部追記
~~二重線部削除~~

管理番号：8S-2-2016 追補 14 の解説

8S-1-2018 追補 4 において炭酸腐食に関する記載を変更したため、8S-2-2016 についても併せて変更を行った。

JPI-8S-2-2016 の該当頁：17～18 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 15)

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

— 硫酸腐食

硫酸腐食は、強酸である硫酸による炭素鋼、ステンレス鋼の著しい腐食である。硫酸に対して不動態硫化鉄耐食性皮膜が形成されれば炭素鋼でも使用可能であり、この不動態硫化鉄耐食性皮膜形成は主に硫酸濃度、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、不動態硫化鉄耐食性皮膜の形成により炭素鋼が使用可能な領域である。不動態硫化鉄耐食性皮膜は、硫酸濃度が低い場合には形成されないため、希硫酸による腐食が激しくなり炭素鋼が使用できる範囲は極端に限られる。同一濃度では、温度が高いほど腐食速度は大きくなる。また高流速部では不動態硫化鉄耐食性皮膜が破壊されやすく、エロージョンコロージョンが発生する可能性がある。流速と腐食速度は、ほぼ直線関係にある。硫酸腐食系の機器の中でも、特に、高流速部、乱流部、流体中の遊離水分や外気に含まれる水分の浸入などにより硫酸が希釈される可能性のある箇所に硫酸腐食が生じやすい。[\(事例54\)](#) [\(事例55\)](#)

下線部追記

~~二重線部削除~~

管理番号：8S-2-2016 追補 15 の解説

- (事例 54) 2018 年 9 月、宮城県の製油所の運転中のアルキレーション装置において、硫酸タンク内に屋根のブリーザーバルブから湿気を含んだ空気が浸入して側板内面で水滴となり、濃硫酸の最高液面高さ近傍で硫酸濃度が低下して側板内面全周に減肉が発生し、濃硫酸が漏洩した。(石連事故事例報告書 保安 No. 637)
- (事例 55) 2018 年 12 月、神奈川県製の製油所の濃硫酸貯槽で発生した、内面腐食による漏洩事例を反映させた。開放点検において、中和処理は行ったが、貯槽内表面にわずかに残留していた硫酸が、貯槽内表面で凝縮した大気中の水分との作用で希硫酸を形成して腐食が進行したものと推定された。(石連事故事例報告書 保安 No. 648)

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

2.1.3 検査点の設定

c) **加熱炉管、ボイラチューブなどの検査点** 加熱炉及びボイラチューブの高温部分については、クリープ損傷確認のための膨れ、変形などの検査が実施されるが、内外面の減肉を想定した肉厚測定でも、管材料が最も高温となる管の出口範囲が検査点の優先対象エリアとなる。

以下に肉厚測定定点 **およびクリープ検査点** 設定の参考事例を示す。

— 加熱炉チューブ

輻射部のチューブについては、最も高温となる各パスの出口チューブ及びコーキングが認められたチューブの肉厚を測定する。

なお、並列各パスの流量及び各バーナーの燃焼が均等であることが記録から確認できる場合は、任意のパスを全パスの代表とすることができる。測定手法としては、チューブ内面のスケーリング及びコーキング状況確認のために放射線検査が使用されることもある。対流部については、必要に応じて肉厚測定を実施する。

— ボイラ蒸発管、水管、過熱器管

最も高温となる部位に検査点を設定するが、内面のスケーリングが懸念される場合には、放射線透過試験で確認する。

— **水素製造装置改質炉の反応管**

通常は出口範囲が最も高温となるが、偏流の可能性があることから、運転中から赤外線カメラ等を用いて高温部分を把握し、そこを検査点として設定する。(事例56)

下線部追記

管理番号：8S-2-2016 追補 16 の解説

(事例 56) 2018年8月、神奈川県製の製油所で発生した、水素製造装置改質炉の反応管からの漏洩事例を反映した。当該反応管は管内の触媒が局部的に劣化し吸熱不足(高温)となっていたが、その状況をクリープ寿命評価に反映出来ず、結果としてクリープ損傷により漏洩に至った。(石連事故事例報告書 保安 No. 640)

JPI-8S-2-2016 の該当頁：28 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 17)

第 I 部 設備維持規格 共通編

2. 腐食・劣化損傷の検査

2.2 劣化損傷の検査

2.2.1 劣化損傷検査の範囲

a) 高温劣化損傷

2) **クリープ損傷** クリープ損傷は、高温クリープ領域（低合金鋼の場合450℃以上）における経時的な損傷であり、クリープボイドからミクロクラックへと成長し、最終的に破損に至る現象である。この現象は、非常に長時間をかけて進展するため、一般的に採用されているクリープ破断試験による評価やLarson-Miller（ラーソン・ミラー）などのパラメータを利用した累積損傷量の計算で安全サイドの評価ができる。ただし、次のようなケースでは全寿命が短くなる可能性があるため、クリープ破断寿命の再評価と非破壊検査などにより確認する。

- － 高温腐食などによる減肉で、局部的に応力が高くなっている箇所。
- － 疲労又は熱疲労との相乗作用が想定される部位。

下線部追記

－ 局部的に高温となっている箇所(内面コーキングの有無、バーナー火炎との位置関係、偏流等を考慮)。(事例56)

クリープ損傷の一種であるクリープ脆化は、材料組織上の変化によって脆くなるため、切欠感受性が高くなり、溶接熱影響部などに割れを誘発する現象である。クリープ脆化の場合、予想寿命よりも早期に割れにいたるケースがあるので、特にクリープ破断延性が低下しやすい1Cr-0.5Mo 鋼及び1.25Cr-0.5Mo 鋼の溶接部は、非破壊検査により確認する。

管理番号：8S-2-2016 追補 17 の解説

(事例 56) 2018年8月、神奈川県製の製油所で発生した、水素製造装置改質炉の反応管からの漏洩事例を反映した。当該反応管は管内の触媒が局部的に劣化し吸熱不足(高温)となっていたが、その状況をクリープ寿命評価に反映出来ず、結果としてクリープ損傷により漏洩に至った。(石連事故事例報告書 保安 No. 640)

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
インターナショナル腐食生成物に対する配慮	・・・(省略)
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>上記のインターナショナルの例と同様に、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> <p><u>排出した硫化鉄スケールがオイルパンの水面より出ていたために発火した事例がある。</u> (事例57)</p>

下線部追記

管理番号 : 8S-2-2016 追補 18 の解説

(事例 57) 2018年5月、茨城県の製油所の水素化脱硫装置で、熱交チューブバンドル拔出時に水を入れたオイルパンで硫化鉄スケールを受けていたが、硫化鉄スケールが水面よりも出ていたため発火した。(石連事故事例報告 保安 No.621)

JPI-8S-2-2016 の該当頁：151 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 19)

第Ⅱ部 設備維持規格 機種別編

第4章 加熱炉編

1. 適用範囲

Ⅱ.4 表 1.1.1 加熱炉の適用範囲

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。

構成部品などの名称	備考
加熱炉管	加熱炉管、 反応管 、スチームコイルなど
炉外管	クロスオーバー管、アウトレットヘアピンチューブ、ヘッダー、リターンベンド (炉外) など
本体耐火断熱材	・・・(省略)

下線部追記

管理番号：8S-2-2016 追補 19 の**解説**

(事例 56) 2018年8月、神奈川県製の製油所で発生した、水素製造装置改質炉の反応管からの漏洩事例を反映した。当該反応管は管内の触媒が局部的に劣化し吸熱不足(高温)となっていたが、その状況をクリープ寿命評価に反映出来ず、結果としてクリープ損傷により漏洩に至った。(石連事故事例報告書 保安 No. 640)

JPI-8S-2-2016 の該当頁：159 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 20)

第Ⅱ部 設備維持規格 機種別編

第4章 加熱炉編

2. 炉内検査

2.6 運転中検査

7) チューブスキン温度測定 加熱炉内のチューブスキン温度の監視をくまなく行うため、定期

的に、放射温度計による測定を実施する。特に水素製造装置改質炉の反応管はクリープ域で
運転されており、寿命管理には運転中のチューブスキン温度把握が重要となる。

なお、測定できない箇所が在る場合は、覗き窓の増設を検討する。(事例8 (事例5.6))

下線部追記

管理番号：8S-2-2016 追補 20 の解説

(事例 56) 2018年8月、神奈川県製の製油所で発生した、水素製造装置改質炉の反応管からの漏洩事例を反映した。当該反応管は管内の触媒が局部的に劣化し吸熱不足(高温)となっていたが、その状況をクリープ寿命評価に反映出来ず、結果としてクリープ損傷により漏洩に至った。(石連事故事例報告書 保安 No. 640)

設 備 維 持 規 格

(2020年10月15日追補)

この追補は、2016年4月27日に改定された“設備維持規格”2016年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8S-2-2016** 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。2020年10月15日の追補は次の10箇所である。

<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：16 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 21)</u>	2
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：21～22 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 22)</u>	3
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：34 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 23)</u>	4
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：53 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 24)</u>	5
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：54 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 25)</u>	6
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：55 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 26)</u>	8
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：55 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 27)</u>	9
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：63 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 28)</u>	10
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：66～67 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 29)</u>	11
<u>JPI-8S-2-2016 の該当頁：98 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 30)</u>	12

JPI-8S-2-2016 の該当頁：16 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 21)

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

— 塩化アンモニウム腐食

塩化アンモニウム腐食は、常圧蒸留塔塔頂系の湿性塩化物腐食を防止する目的で注入したアンモニア又は水素化脱硫反応工程における脱窒素反応などにより生じたアンモニアが、塩化水素と結合し塩化アンモニウムが生成され、その塩の析出に伴い発生する腐食である。主に常圧蒸留装置の塔頂系、脱硫装置の液ガス分離系で発生する。塩化アンモニウム塩の析出・堆積するような滞留部に発生する。防止策として水注入などが行われるが、その場合には偏流による注入部下流でのエロージョン・コロージョンに注意が必要である。さらに、析出した塩の水洗後、残留した塩化アンモニウムが加水分解することにより塩酸が生成し、短期間に腐食が進行した事例がある。(事例58)

下線部追記

管理番号：8S-2-2016 追補 21 の解説

(事例 58) 2019年11月、大分県の製油所の残油流動接触分解装置主蒸留塔側面に開口が生じ、油が漏洩した。当該機器では原料由来の塩化アンモニウムが析出してトレイ差圧が上昇したため水洗を実施した。しかし、洗浄水量が十分ではなく、かつ塩化アンモニウムが塔内から完全に排出されたことを確認していなかったため、トレイサポートリング際上部に塩化アンモニウムが残留し、加水分解により塩酸が生成し、短期間に腐食が進行、側面の開口に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.722)

JPI-8S-2-2016 の該当頁：21～22 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 22)

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 設備外部の腐食の検査箇所について、以下の1) 及び2) に示す。

- 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） 保温された設備では、保温材への雨水浸入などにより保温材下の設備に腐食や損傷が発生する。最も一般的な現象は、炭素鋼では局部腐食、オーステナイト系ステンレス鋼では塩化物応力腐食割れである。気温の高い海岸地区の設備については、特に留意しなければならない。

保温材下腐食が発生しやすい設備及び共通的な部位を表2.1.2及び表2.1.3に示す。

保温検査の詳細については、第II部 機器別編の第1章～第6章の“外部検査（保温、塗装）”などの検査に示す。

オーステナイト系ステンレス鋼の塩化物応力腐食割れについては、2.2.1 b) に示す。

表2.1.2 保温材下腐食の発生しやすい環境と設備

周囲の環境	該当設備の例
水の飛沫や水蒸気に直接曝される。	<ul style="list-style-type: none"> 冷水塔付近の設備。 設備のスチームトラップ放出口近傍。 スチームトレース配管の保温内継手部。
運転条件から保温材内に水分を保持する可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> −4℃～150℃程度で運転されている炭素鋼製設備。特に保冷材内が湿潤環境となる設備。(事例59) 使用中は150℃以上であるが、間欠運転される炭素鋼設備。 設備から突出した150℃以下となる滞留部及び付属品。 火傷防止策施工設備。
保温材又は雨水に含まれる塩素が活性となる。	<ul style="list-style-type: none"> 65℃～210℃程度で運転されているオーステナイト系ステンレス鋼設備。
保温外装が損傷して水分が侵入する。	<ul style="list-style-type: none"> 設備の振動部位。 コーティング又はラッピングが劣化している設備。

注記 表中の温度は、設備内部流体温度を示す。

管理番号：8S-2-2016 追補 22 の解説

(事例59) 2018年8月、神奈川県製の製油所のアルキレーション装置において、原料LPG用ストレーナーのスクレーパーのシャフト架台が保冷下外面腐食により減肉して浮き上がり、確認のためギアボックスに軽く触れた際にシャフトが抜けてLPGが漏洩した。(石連事故事例報告書 保安No.669)

JPI-8S-2-2016 の該当頁：34 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 23)

第 I 部 設備維持規格 共通編

2. 腐食・劣化損傷の検査

2.3 塔槽類の付属設備、関連部品の検査

2.3.1 塔槽類内部品の検査

— 共通内部品

温度計ウエル、液面系インナーフロートなどについて、腐食、割れ、変形並びに材質劣化などの有無を確認する。

— その他

グラウンド（例：ストレーナスクレーパ駆動軸、潤滑油装置チラー等）がある場合は、グラウンド取付状況、周辺の腐食状況、漏れ状況の確認を行なう。(事例 4 9) (事例 5 9)

下線部追記

管理番号：8S-2-2016 追補 23 の解説

(事例 59) 2018年8月、神奈川県製の製油所のアルキレーション装置において、原料LPG用ストレーナのスクレーパーのシャフト架台が保冷下外面腐食により減肉して浮き上がり、確認のためギアボックスに軽く触れた際にシャフトが抜けてLPGが漏洩した。(石連事故事例報告書 保安 No.669)

JPI-8S-2-2016 の該当頁 : 53 頁 (管理番号 : 8S-2-2016 追補 24)

第 I 部 設備維持規格 共通編

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)	・・・(省略)	・・・(省略)
<u>タンク</u>	<u>樹脂製タンク</u> <u>の材料選</u> <u>定</u>	・ <u>ポリエチレン製タンクは経年劣化により下膨れ状に変形することがあるため、注意が必要である。ポリエチレン製タンクの液面計の接続部がグランド押さえの無いグランド構造であったため、タンク下部の下膨れ状変形に伴う液面計用ノズルが傾き、また、タンク本体と液面計の熱伸び差が有ったため、液面計チューブが接続部から抜けて硫酸が漏洩した事例が有る。(事例60)</u>

下線部追記

管理番号 : 8S-2-2016 追補 24 の解説

(事例 60) 2019年8月、大阪府の製油所の純水装置において、ポリエチレン製硫酸タンクに三フッ化樹脂製の液面計が設置され、液面計チューブ接続部がグランド押さえの無いグランド構造であったため、タンクの経年劣化による下膨れ状変形に伴い液面計用ノズルが傾き、また、タンク本体と液面計の熱伸び差が有ったため、液面計チューブが接続部から抜けて硫酸が漏洩した。(石連事故事例報告書 保安 No.730)

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
・・・(省略)	・・・(省略)
<p><u>開放清掃に伴い発生する廃棄物の仮置きに対する設備開放における配慮事項</u></p>	<p><u><廃棄物仮置き時の配慮></u></p> <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、ウエス又は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、湿潤状態を保つこと、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><u><油分の流出対策></u></p> <ul style="list-style-type: none"> 仕切り板挿入作業などでフランジを開放する際には、液だれにより内部に残存する油分が周辺の保温材へ染み込むのを防止するため、適切な措置を講じる。また、油分が流出あるいは飛散して周辺設備や保温材に付着あるいは染み込んだ場合には、配管・設備から付着油を完全に除去し、油が付着した保温材は取替を検討する(事例61)。保温材に浸み込んだ油分は、運転温度が発火点以下であっても蓄熱して温度上昇し発火に至ることがあるので注意する。 <p>[出典] <u>小澤ら、断熱材に浸透した潤滑油の酸化蓄熱および自然発火の検討、石油学会 年会・秋季大会講演要旨集(2016)</u></p> <p><u><中和作業時の配慮></u></p> <p>開放清掃時に中和作業等を行う際は、中和熱、希釈熱による影響を考慮する。有機系ライニングを使用した機器を開放清掃のため中和した際、底部に堆積した残渣により中和熱の放熱が阻害され、局所的に高温となり、ライニングの熱劣化が促進された事例がある(事例62)。</p>

下線部追記
~~二重線部~~削除

管理番号：8S-2-2016 追補 25 の解説

- (事例 61) 2019年10月、北海道の製油所の硫黄回収装置で発生した事例を反映させた。サルファーシール点検口の保温カバーに硫黄が経年的に堆積し、硫化鉄を生成した結果、カバー取外し時にスケールが脱落して、発熱、火災に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.707)。
- (事例 62) 2019年11月、神奈川県製の濃硫酸タンク側板より硫酸が漏洩した。当該タンクは炭素鋼にフレックライニングが施工されていたが、タンク開放前の中和作業時に、タンク底部に堆積した残渣により中和熱の放熱が阻害され、局所的に高温となり、ライニングの熱劣化が促進された。(石連事故事例報告書 保安 No.744)

JPI-8S-2-2016 の該当頁 : 55 頁 (管理番号 : 8S-2-2016 追補 26)

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
・・・(省略)	・・・(省略)
<u>キャスト ブル耐火 物の乾燥 運転に関 する配慮</u>	<u>キャストブル耐火物の補修を行なった場合、あるいは何らかの原因によって耐火物が水に浸かった場合は、その厚さに応じた時間、必要な温度域に保持して乾燥運転を実施する。乾燥運転が十分ではない状態では、運転開始後短時間で耐火材が損傷し、様々な不具合や事故の原因になるので注意する。(事例63)</u>

下線部追記

管理番号 : 8S-2-2016 追補 26 の解説

(事例 63) 2019年5月、千葉県の製油所の硫黄回収装置の反応炉で発生した火災事例を反映した。キャストブル耐火物が脱落してシェルが高温にさらされて溶融開孔し、高温ガスが炉外に出て火災となった。この反応炉では、2016年に、耐火物が下流のジャケット配管から漏れ込んだ水に浸かったが、この時の乾燥運転が十分ではなかった為に運転開始後早い段階で脱落したと推定された。この事業所では、再発防止対策として、十分な温度及び保持時間での乾燥運転を行なうこととした。(石連事故事例報告書 No.702)

JPI-8S-2-2016 の該当頁 : 55 頁 (管理番号 : 8S-2-2016 追補 27)

第 I 部 設備維持規格 共通編

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
・・・(省略)	・・・(省略)	・・・(省略)
設備	①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プルプレートを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、計画とお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)
	②常圧蒸留装置脱ブタン塔フィード/エフルエント熱交換器で、定修においてシェルカバー底部に溶接肉盛補修を行なった際、防食上必要な金属溶射を省略し、腐食減肉が進行して翌年にLPG漏洩が発生した。(事例64)	設備の補修を行なうに当たって、従来施工されていた金属溶射を省略する等、設備の仕様に変更を加える場合は、変更管理を行なって、変更の内容に問題のないことを確認することが重要である。(事例64)

下線部追記

管理番号 : 8S-2-2016 追補 27 の解説

(事例 64) 2018年7月、千葉県の製油所の常圧蒸留装置で、脱ブタン塔フィード/エフルエント熱交換器のシェルカバー底部が腐食開口してLPGが漏洩した事例を反映した。従来、当該シェルカバーは下半分に金属溶射を施して防食を図って来たが、2017年の定期修理において、溶接肉盛補修を実施したが溶射を施工せず、腐食が進行した。本事例では、溶射を省略するに当たって変更管理が実施されず、防食上、溶射が必要であることが認識されなかったことが原因である。(石連事故事例報告書 No.661)

JPI-8S-2-2016 の該当頁：63 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 28)

第Ⅱ部 設備維持規格 機種別編

第1章 塔槽編

2. 内部検査

2.2 本体及びノズル

2.2.1 腐食・エロージョンの検査

Ⅱ.1 表 2.2.1 に腐食・エロージョン検査の着目点を示す。これを参考として事前にチェックリストなどを作成し、そのリストなどに基づいて検査を実施する。

Ⅱ.1 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)

検査対象	検査方法	検査実施上の留意事項
胴及び鏡板	目視検査	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 (例えば突起物のフィン効果による局部温度低下部等外部からの影響も考慮) ② 蒸発が起る箇所 (例えば設備停止中のジャケット熱による局部加熱等外部からの影響も考慮) ③ 気液の界面付近 ④ 外部リフラックスなどの低温液体が流下する面 ⑤ マンホール及び流れのないノズル ⑥ ガルバノ電位が異なる材料の接合境界部 ⑦ 環境遮断材損傷部の母材 ⑧ ガasket座 ⑨ <u>スケールの堆積する箇所 (事例58)</u>
マンホール及びノズルの円筒部	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	
・・・(省略)	・・・(省略)	

下線部追記

管理番号：8S-2-2016 追補 28 の解説

(事例 58) 2019年11月、大分県の製油所の残油流動接触分解装置主蒸留塔側面に開口が生じ、油が漏洩した。当該機器では原料由来の塩化アンモニウムが析出してトレイ差圧が上昇したため水洗を実施した。しかし、洗浄水量が十分ではなく、かつ塩化アンモニウムが塔内から完全に排出されたことを確認していなかったため、トレイサポートリング際上部に塩化アンモニウムが残留し、加水分解により塩酸が生成し、短期間に腐食が進行、側面の開口に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.722)

JPI-8S-2-2016 の該当頁：66～67 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 29)

第Ⅱ部 設備維持規格 機種別編

第1章 塔槽編

2. 内部検査

2.3 環境遮断材及び断熱材

2.3.4 その他の防食材料ライニング／コーティングの検査

Ⅱ.1 表 2.3.4 にライニング／コーティング検査の着目点を示す。これを参考として事前にチェックリストなどを作成し、そのリストなどに基づいて検査を実施する。

Ⅱ.1 表 2.3.4 その他の防食材料ライニング／コーティング検査の着目点

検査対象	検査方法	検査実施上の留意事項
膨れ	目視検査、ハンマーテスト、インピーダンス測定、サンプル採取及び分析	・有機系材料では、水蒸気の存在下で温度が高い場合、特に内面高温、外部低温の温度差がある場合は、水蒸気は膜内に浸入するので注意して検査する。
剥離及び浮き	目視検査、ハンマーテスト、接着力測定、断面観察	・ <u>有機系材料の劣化は進行が一定ではないため、定期的な点検を実施するとともに、剥離や割れ等の損傷を認めた場合は、タッチアップ等の補修が必要である。</u> (事例62)
膨潤及び軟化・硬化	目視検査、膜厚測定、硬度試験、断面観察	・溶剤の存在。
割れ	目視検査、ピンホールテスト、断面観察	・ <u>ゴム、ポリエチレンライニング等の劣化による損傷についてはノズル、マンホールやサポート周辺の構造不連続部や応力を受ける箇所が発生しやすいことから、硬度試験等の検査箇所選定時は留意すること。また、硬度等が管理値内であっても長期使用に伴う劣化により割れ等に至った事例があるため注意する。</u> (事例65)

下線部追記

管理番号：8S-2-2016 追補 29 の解説

(事例 62) 2019年11月、神奈川県製の製油所の濃硫酸タンク側板より硫酸が漏洩した。当該タンクは炭素鋼にフレークライニングが施工されていたが、タンク開放前の中和作業時に、タンク底部に堆積した残渣により中和熱の放熱が阻害され、局所的に高温となり、ライニングの熱劣化が促進された。(石連事故事例報告書 保安 No.744)

(事例 65) 2019年4月、千葉県の製油所で発生した、純水製造装置の塩酸タンクから漏洩に至った事例を反映させた。タンク内面に施工されたゴムライニングについて、40年程度使用を継続したことで経年的な劣化が発生し、硬度測定により管理値内であったもののノズル近傍の構造不連続部にてゴムライニングの割れが発生、鋼製のタンク胴部に塩酸による腐食が発生し開孔に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.682)

JPI-8S-2-2016 の該当頁：98 頁 (管理番号：8S-2-2016 追補 30)

第Ⅱ部 設備維持規格 機種別編

第1章 塔槽編

Ⅱ.1 付表 12 ボイラ給水装置(給水系) の主要な検査着目点

機器名称	使用材料	主成分	腐食因子	腐食・劣化 損傷形態	検査箇所、検査方法の主要な着目点	
純水製造 装置	炭素鋼 (ゴムラ イニン グ)	軟水 純水 塩酸	水 溶存酸素 塩酸		ゴムライ ニング	目視検査 (浮き、割れ、剥離) (事例65)
					ライニン グ 損傷部	外面より肉厚測定
脱気装置	炭素鋼				シェル	肉厚測定
給水タン ク	炭素鋼				脱気部溶接 部	磁粉探傷試験 (1)

管理番号：8S-2-2016 追補 30 の解説

(事例 65) 2019年4月、千葉県の製油所で発生した、純水製造装置の塩酸タンクから漏洩に至った事例を反映させた。タンク内面に施工されたゴムライニングについて、40年程度使用を継続したことで経年的な劣化が発生し、硬度測定により管理値内であったもののノズル近傍の構造不連続部にてゴムライニングの割れが発生、鋼製のタンク胴部に塩酸による腐食が発生し開孔に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.682)