

設 備 維 持 規 格

(2022年10月31日追補)

この追補は、2021年10月20日に改訂された“設備維持規格”2021年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8S-2-2021**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。2022年10月31日の追補は次の箇所（赤字+下線部）である。

<u>JPI-8S-2-2021</u> の該当頁：41－42 頁（管理番号 8S-2-2021 追補 1）	.....	2
<u>JPI-8S-2-2021</u> の該当頁：71 頁（管理番号 8S-2-2021 追補 2）	.....	3
<u>JPI-8S-2-2021</u> の該当頁：103 頁（管理番号 8S-2-2021 追補 3）	.....	4
<u>JPI-8S-2-2021</u> の該当頁：144 頁（管理番号 8S-2-2021 追補 4）	.....	5

JPI-8S-2-2021 の該当頁：41－42 頁（管理番号 8S-2-2021 追補 1）

第 I 部 設備維持規格 共通編

3. 補修などの管理

3.4 応急補修

応急補修とは、予測を超える腐食減肉・材質劣化及び漏洩の予兆が認められたときに運転を停止せずに行う応急的な補修方法であり、火気を使用する溶接補修方法と火気を使用しない機械的な補修方法とがある。

設備の腐食・劣化損傷状況、発生個所、周囲の環境などから応急補修実行の可否を判定し、補修計画を立案して工事を実施する。工事の施工手順については、関係部署と十分な協議を行ってこれを文書化し、安全確認のうえに実施する。応急補修箇所は、原則として次回の保守機会に恒久補修を実施する。

応急補修工法の例を表 3.4.1 に示す。

表 3.4.1 応急補修工法の例

工 法	施 工 法 名 称	施 工 方 法	備 考
・・・	・・・(省略)・・・	・・・	・・・
非溶接工法	プラグ打ち工法	熱交換器チューブの腐食減肉該当管にプラグ（閉止栓）を打ち、これを内部流体から絶縁する工法である。	伝熱面積に余裕のある場合には、そのまま運転を継続し、適切な時期にチューブの入替え又はチューブバンドルの交換を行う。 <u>施工時にチューブ内面の下地状況およびプラグの打ち込み量を確認する。(事例 74)</u>

下線部追記

管理番号：8S-2-2021 追補 1 の解説

（事例 74）2021 年 4 月、三重県の製油所で発生した潤滑油水素精製装置のプロダクトクーラーからの漏洩事例を反映させた。プラグ施工時の管理が不十分で、施工したプラグの固着力が運転中に低下し、プラグが外れたことで漏洩に至ったと推定。（石連事故事例報告書 保安 No.953）

JPI-8S-2-2021 の該当頁 : 71 頁 (管理番号 8S-2-2021 追補 2)

第Ⅱ部 設備維持規格 機種別編

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
・・・	・・・(省略)・・・	・・・
チョーキング	目視検査、膜厚測定	
割れ	目視検査、ピンホールテスト、 断面観察	
エロージョン	目視検査、膜厚測定	
ピンホール	目視検査、ピンホールテスト	・ピンホールが検出された場合は、 <u>ライニング／コーティングの補修を行なう。(事例75)</u>
割れ	目視検査、ピンホールテスト、 断面観察	(同上)
脆化	目視検査、ハンマーテスト	・環境物質(内部流体の特定成分)の浸透。
クレーズ	目視検査、断面観察	・応力の存在。

下線部追記、取消線部削除

管理番号 : 8S-2-2021 追補 2 の解説

(事例 75) 2021 年 4 月、岡山県の製油所の純水製造装置で発生した塩酸貯槽の漏洩事例を反映させた。当該塩酸貯槽はピンホールテストでライニングに損傷を認めたが、補修を行わなかったため、ドラム本体の腐食開口から漏洩に至った。(石連事故事例報告書 No.909)

JPI-8S-2-2021 の該当頁：103 頁（管理番号 8S-2-2021 追補 3）

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 苛性ソーダ	水 溶存酸素 塩酸 苛性ソーダ		ゴムライニング	目視検査（浮き、割れ、剥離） (事例65)(事例73)
					ライニング損傷部	外面より肉厚測定 (事例75)
脱気装置	炭素鋼	軟水	水		シェル	肉厚測定
給水タンク	炭素鋼	純水	溶存酸素		脱気部溶接部	磁粉探傷試験 ⁽¹⁾

下線部追記

管理番号：8S-2-2021 追補 3 の解説

（事例 75）2021 年 4 月、岡山県の製油所の純水製造装置で発生した塩酸貯槽の漏洩事例を反映させた。当該塩酸貯槽はピンホールテストでライニングに損傷を認めたが、補修を行なわなかったため、ドラム本体の腐食開口～漏洩に至った。（石連事故事例報告書 No.909）

JPI-8S-2-2021 の該当頁 : 144 頁 (管理番号 8S-2-2021 追補 4)

第Ⅱ部 設備維持規格 機種別編

第3章 空冷式熱交換器編

5. 空冷式熱交換器構成部材の評価

5.1 耐圧部材

ヘッダー、ヘッダーカバー、チューブ、チューブシート、ノズルなど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。

チューブバンドルを単位として余寿命を管理することが望ましい。並列に設置されているチューブバンドルであってもクリーニング頻度などの使用条件が同一でない場合、複数のチューブバンドルを1台のチューブバンドルで代表管理(検査)することはしない。(事例76)なお、予寿命の計算において、フィン溝深さを考慮する必要がある。

下線部追記

管理番号 : 8S-2-2021 追補 4 の解説

(事例 76) 2020年12月、神奈川県製の軽油脱硫装置のエアフィン型熱交換器のチューブから漏洩した。並列に設置されているチューブバンドルで余寿命評価(代表機器管理)しており当該チューブは、代表機器よりもクリーニング頻度が低いにも関わらず、検査及び評価対象外であった。(石連事事故事例報告書 No.879)

設 備 維 持 規 格

(2023年11月1日追補)

この追補は、2021年10月20日に改訂された“設備維持規格”2021年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8S-2-2021**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。2023年11月1日の追補は次の箇所(赤字+下線部)である。

<u>JPI-8S-2-2021</u> の該当頁：17頁(管理番号 8S-2-2021 追補 5)	2
<u>JPI-8S-2-2021</u> の該当頁：42頁(管理番号 8S-2-2021 追補 6)	3
<u>JPI-8S-2-2021</u> の該当頁：54－55頁(管理番号 8S-2-2021 追補 7)	4
<u>JPI-8S-2-2021</u> の該当頁：75頁(管理番号 8S-2-2021 追補 8)	6
<u>JPI-8S-2-2021</u> の該当頁：78頁(管理番号 8S-2-2021 追補 9)	7
<u>JPI-8S-2-2021</u> の該当頁：103頁(管理番号 8S-2-2021 追補 10)	8
<u>JPI-8S-2-2021</u> の該当頁：112頁(管理番号 8S-2-2021 追補 11)	9
<u>JPI-8S-2-2021</u> の該当頁：202頁(管理番号 8S-2-2021 追補 12)	10

JPI-8S-2-2021 の該当頁 : 17 頁 (管理番号 8S-2-2021 追補 5)

第 I 部 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

一 炭酸腐食

・・・(中略)・・・

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。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。

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。**(事例77)**
- ・ 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。

下線部追記

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)**

管理番号 : 8S-2-2021 追補 5 の解説

(事例 77) 2022 年 6 月、千葉県の製油所で、水素製造装置の低温変成槽層から内部流体の水素が漏洩した。原因は、ハンドホール部でフランジがフィン効果となり局部的に冷却され、流体に含まれている水分が凝縮し二酸化炭素を吸収して炭酸腐食を起こした。

(石連事故事例報告書 保安 No.1072)

JPI-8S-2-2021 の該当頁：41-42 頁 (管理番号 8S-2-2021 追補 6)

第 I 部 共通編

3. 補修などの管理

3.4 応急補修

応急補修とは、予測を超える腐食減肉・材質劣化及び漏洩の予兆が認められたときに運転を停止せずに行う応急的な補修方法であり、火気を使用する溶接補修方法と火気を使用しない機械的な補修方法とがある。

設備の腐食・劣化損傷状況、発生個所、周囲の環境などから応急補修実行の可否を判定し、補修計画を立案して工事を実施する。工事の施工手順については、関係部署と十分な協議を行ってこれを文書化し、安全確認のうえに実施する。応急補修箇所は、原則として次回の保守機会に恒久補修を実施する。

応急補修工法の例を表 3.4.1 に示す。

表 3.4.1 応急補修工法の例

工 法	施工法名称	施 工 方 法	備 考
...	...(中略)...	...	...
非溶接工法	プラグ打ち工法	熱交換器チューブの腐食減肉該当管にプラグ（閉止栓）を打ち、これを内部流体から絶縁する工法である。 （事例78）	伝熱面積に余裕のある場合には、そのまま運転を継続し、適切な時期にチューブの入替え又はチューブバンドルの交換を行う。 施工時にチューブ内面の下地状況およびプラグの打ち込み量を確認する。 （事例74）

下線部追記

管理番号：8S-2-2021 追補 6 の解説

（事例 78） 2022 年 10 月、宮城県の製油所の硫黄回収装置のコンデンサーでチューブリークが発生、混入した水分が下流のサルファーピットで突沸し硫黄が外部に漏洩した（20kg）。水分混入の原因は過去の補修時取付けたプラグが運転中に外れたことであった。管端部が腐食減肉していたためプラグ打設時有効な密着性が得られていなかった。（石連事故事例報告書 保安 No.1065）

第 I 部 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事項	<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) <u>特に、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には、金属薄片自体が燃焼する(メタルファイヤー)ことがあるので注意が必要である。(事例79)</u> <u>また、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)に至ることがある点にも留意する。(事例12)</u> ・・・(省略)・・・
・・・	・・・(中略)・・・
設備開放における配慮事項	<ul style="list-style-type: none"> <廃棄物仮置き時の配慮> 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等の自然発火性の物質が含まれていると、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)(事例80)(事例81) <油分可燃性流体の流出対策> 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可燃性流体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、油分可燃性流体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・設備から付着油物を完全に除去し、油可燃性流体が付着した保温材は取替を検討する(事例61)(事例82)(事例83)。保温材に浸み込んだ油分可燃性流体は、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。 [出典] 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) ・・・(省略)・・・

下線部追記、取消線部削除

管理番号：8S-2-2021 追補7の解説

- (事例 79) 2021年3月に、千葉県の製油所で、定修中の減圧蒸留塔の内部充填物が焼損した。当該蒸留塔内には硫化鉄が残存しており、洗浄及び湿潤処理が不十分だったため、硫化鉄が発熱し引火した。(石連事故事例報告書 保安 No.961)
- (事例 80) 2022年4月、神奈川県の新井製油所では、スチームクラッカー装置の定修中に回収されたポリマーを袋詰めして現場に仮置きしたところ燻りを発生した。(石連事故事例報告書 保安 No.972)
- (事例 81) 2022年10月、神奈川県の新井製油所の仮置き資材置き場にて発生した火災事例を反映した。リアクター清掃時に発生した硫化鉄を含むスラッジを土嚢袋に入れ、それをビニール袋で密封し仮置き資材置き場に廃棄した結果、スラッジが乾燥、発熱し火災が発生した。(石連事故事例報告書 保安 No.1050)
- (事例 82) 2021年12月に、大分県の製油所で、硫黄回収装置の配管付近で火災が発生した。火災の前日にサルファトラップのストレーナーを清掃する際、硫黄の流出確認口から硫黄があふれ出し、固化して粉上になった硫黄が配管の保温内などに入り込んだ。その後、この硫黄粉が加熱蓄熱されて発火した。(石連事故事例報告書 保安 No.986)
- (事例 83) 2022年7月に茨城県の製油所の重油脱硫装置減圧蒸留塔で、定期修理後の運転開始昇温中に保温材から火災が発生した。保温材に油(重油相当)がしみ込んだ状態で昇温操作を行ったため自然発火した。(石連事故事例報告書 保安 No.1044)

第Ⅱ部 設備維持規格 機種別編

第1章 塔槽編

3. 外部検査

3.1 本体及びノズル

Ⅱ.1 表 3.1.1 に胴、鏡板、ノズルなど外面の腐食・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。

第3章 Ⅱ.1 表 3.1.1 胴、鏡板、ノズル等外面の腐食・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
胴、鏡板の突合せ溶接部 胴、鏡板とノズルとの溶接部 胴、鏡板と支持構造物との溶接部 胴と補強リングの溶接部	目視検査、磁粉探傷試験 (炭素鋼、低合金鋼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)	・クリープ域にある低合金鋼の溶接部。 ・溶接部に当て板がある場合、当て板下の腐食・劣化損傷に注意。
保温、保冷、火傷防止、耐火被覆の貫通物及び取付溶接部 (マンホール、ノズル、配管サポートなどのラグ、ダビット、リフティングラグ)	目視検査、肉厚測定 (減肉箇所)、 磁粉探傷試験 (炭素鋼、低合金鋼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)	・雨水浸入による損傷に注意。 ・当て板がタック溶接などの雨水が浸入する構造の場合、当て板下の腐食に注意
塗装不良箇所		・不良塗装、不良保温などの除去後に検査。
保温、保冷、火傷防止、耐火被覆の不良箇所 部分施工の保温等の止端部		
<u>ノズルのスカート貫通部 (事例 84)</u>	<u>目視検査、肉厚測定 (減肉箇所)</u>	<u>・雨水浸入による損傷に注意。</u>

下線部追記

管理番号：8S-2-2021 追補 8 の解説

(事例 84) 2021 年 6 月に、山口県の製油所で、ガソリン添加剤ドラムのドレンノズル (2B) が、スカート貫通部で外面腐食して開口漏洩した。(石連事故事例報告書 保安 No.977)

JPI-8S-2-2021 の該当頁 : 78 頁 (管理番号 8S-2-2021 追補 9)

第Ⅱ部 設備維持規格 機種別編

第1章 塔槽編

3. 外部検査

3.5 保温、塗装

Ⅱ.1 表 3.5.1 に保温、塗装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 3.5.1 保温、塗装検査の着目点

検査箇所		検査方法	検査実施上の留意事項
保温	外装板	目視検査	・腐食(事例85)、剥がれ、ずれ、はぜの弛み、バンドの弛み
	外面シール材	目視検査	・固化、風化損耗、脱落、ひび割れ、
	保温材	目視検査、 サーモグラフィー 計測、 中性子水分計計測	・吸湿性及び保湿度による断熱性能低下、本体外面腐食・劣化損傷(事例85)
	保冷材		
火傷防止材 耐火被覆材			
塗装		目視検査	・ふくれ、剥がれ、ひび割れ、ピンホール、チョーキング、錆の浮出し

下線部追記

管理番号：8S-2-2021 追補9の解説

(事例 85) 2022 年 9 月、神奈川県製の製油所のエーテル製造装置反応器からガスが漏洩した事例を反映させた。当該反応器最上部の保温外装板に腐食による開口が生じ、そこから保温材内部に浸入した雨水が滞留して反応器本体を腐食させた。(石連事故事例報告書 保安 No.1040)

JPI-8S-2-2021 の該当頁 : 103 頁 (管理番号 8S-2-2021 追補 10)

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	水		ゴムライニング	目視検査 (浮き、割れ、剥離) (事例65)(事例73)(事例86)
		純水 塩酸 苛性ソーダ	溶存酸素 塩酸 苛性ソーダ		ライニング損傷部	外面より肉厚測定(事例75)
脱気装置	炭素鋼	軟水	水		シェル	肉厚測定 下線部追記
給水タンク	炭素鋼	純水	溶存酸素		脱気部溶接部	磁粉探傷試験 ⁽¹⁾

管理番号 : 8S-2-2021 追補 10 の解説

(事例 86) 2020年2月、岡山県の製油所で、塩酸計量槽から塩酸が漏洩した。塩酸計量槽の内面はゴムライニングされていたが、部分補修した部位があり、この部位の接着力が低下して塩酸が浸入し鉄皮を腐食し、開口漏洩した。(石連事故事例報告書 保安 No.998)

JPI-8S-2-2021 の該当頁 : 112 頁 (管理番号 8S-2-2021 追補 11)

第Ⅱ部 設備維持規格 機種別編

第2章 多管式熱交換器編

2. 内部検査

2.4 インターナル

2.4.2 劣化損傷の検査

Ⅱ.2表 2.4.2 にインターナル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.2表 2.4.2 インターナル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
チューブ	目視検査、磁粉探傷試験 (炭素鋼、低合金鋼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)、渦流探傷 (非磁性体のチューブに劣化損傷が予想される箇所)、放射線透過試験 (チューブに劣化損傷が予想される箇所)、寸法測定 (変形部)	劣化損傷が発生しやすく、慎重に観察すべき部位の例 ① 不揃いなビード ② アンダーカット ③ オーバーラップ ④ 隅肉溶接のトウ及びトウ下 ⑤ クレーター ⑥ アークストライク ⑦ 仮付跡 ⑧ 母材の傷 ⑨ T字溶接部、十字溶接部 ⑩ 隅部の溶接 ⑪ 短ビード断続溶接部 ⑫ フローティングヘッドカバー溶接部 ⑬ 拡管部 (広げすぎたものの端部) ⑭ チューブとチューブシートの間隙 (拡管施工部と未施工部の境界) ⑮ 振動発生疑いがあるチューブとバフフルなどの間隙部 (事例87) なお、JPI-8R-12 を参照して、該当する事象ごとに検査箇所を定める必要がある。
・・・	・・・ (中略) ・・・	
バフフル、サポートプレート、スペーサー、タイロッド、ナット、長手バフフル、スライドシュー、フィン	目視検査、寸法測定 (変形部)	
堰板		
インピンジメントバフフル、フェルール		
・・・	・・・ (省略) ・・・	

下線部追記

管理番号 : 8S-2-2021 追補 11 の解説

(事例 87) 2022 年 10 月に神奈川県のある化学工場のエチレン装置分解ガスクーラーのチューブが振動により破損、海水側にガスが漏出した。この熱交換器ではバンドル下部に設けたシーリングストリップが局部的にシェル側流速を加速させ、チューブが振動しやすい条件を作っていた。(石連事事故事例報告書 保安 No.1023)

第Ⅱ部 設備維持規格 機種別編

第7章 圧力逃し設備編

2. 分解検査

2.2 弁箱、ふた、破裂板ホルダ

Ⅱ.7 表 2.2.1 に弁箱、ふた、破裂板ホルダなどの分解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.7 表 2.2.1 弁箱、ふた、破裂板ホルダなど検査の着目点

検査箇所	検査方法	検査実施上の留意事項
弁箱	目視検査 (腐食箇所、摩耗箇所、損傷箇所)、 肉厚測定 (減肉箇所)、 内外径計測 (ネジのやせている部分)、 磁粉探傷試験 又は 浸透探傷試験 (表層に劣化損傷が予想される箇所)、 寸法測定 (変形箇所)	・劣化損傷が発生しやすく、慎重に観察すべき部位の例 ① 形状の不連続な部位 ② R の小さい隅角部 ③ リングジョイント溝 ④ スケール付着部 なお、 JPI-8R-12 を参照して、該当する事象があれば検査を行う。 ・ <u>ベローズタイプ以外の安全弁ではキャップ (帽子) 内は吹出し先とつながっている為、キャップ部の気密が不完全であると漏洩が生じることに注意する。</u> (事例88)
ふた		
キャップ <u>(テストギャグ用ねじ穴止めプラグを含む)</u>		
ドレンプラグ		
調整リング止めボルト		
破裂板ホルダ		
接続フランジ		

下線部追記

管理番号：8S-2-2021 追補 12 の解説

(事例 88) 2022 年 8 月、神奈川県製の製油所で、LPG ポンプのミニフローラインのベローズタイプではない安全弁からガスが漏洩した事例を反映させた。当該安全弁の分解点検時にテストギャグ用ねじ穴プラグのガスケットを交換せずに再使用した為、プラグ締付け時にガスケットが切損して運転中に漏洩に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.1053)

設 備 維 持 規 格

(2024年10月31日追補)

この追補は、2021年10月20日に改訂された“設備維持規格”2021年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8S-2-2021**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。2024年10月31日の追補は次の箇所(赤字+下線部)である。

<u>JPI-8S-2-2021</u> の該当頁：24 頁 (管理番号 8S-2-2021 追補 13)	2
<u>JPI-8S-2-2021</u> の該当頁：48 頁 (管理番号 8S-2-2021 追補 14)	3
<u>JPI-8S-2-2021</u> の該当頁：54－56 頁 (管理番号 8S-2-2021 追補 15)	4
<u>JPI-8S-2-2021</u> の該当頁：71 頁 (管理番号 8S-2-2021 追補 16)	6
<u>JPI-8S-2-2021</u> の該当頁：73 頁 (管理番号 8S-2-2021 追補 17)	7
<u>JPI-8S-2-2021</u> の該当頁：112 頁 (管理番号 8S-2-2021 追補 18)	9
<u>JPI-8S-2-2021</u> の該当頁：185 頁 (管理番号 8S-2-2021 追補 19)	11

JPI-8S-2-2021 の該当頁 : 24 頁 (管理番号 8S-2-2021 追補 13)

第 I 部 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 検査点とは、検査箇所において肉厚測定を行う特定された点であり、単一の測定点を示すものではなく、複数の測定点のまとまりからなる。設備の内部検査時における肉厚測定は、耐圧部材の腐食減肉状況を的確に把握し、設備の余寿命推定、補修の要否を確認するための情報収集の基本的な手段である。

検査点は、以下の **a) ～e)** の設定手順などに従い、検査対象部位の腐食状況に関する情報が十分得られる検査箇所に設定する。**(事例 89)** また、検査点は、設定後の測定結果、内部検査結果などのその他の検査情報、運転条件の変更、類似系統に関する保全の外部情報などにより適宜見直しを行う。

なお、具体的な装置、その運転環境、機種別の腐食・減肉の起りやすい部位などについては、**第 II 部機種別編各章**の“内部検査及び外部検査”による。

下線部追記

管理番号 : 8S-2-2021 追補 13 の解説

(事例 89) 2022 年 11 月、神奈川県製の製油所の常圧蒸留装置 放散塔マンホールネック付け根の溶接線外側近傍部が内面の高温硫化物腐食により開口、漏洩した。前回、2016 年定修時の塔内側からの肉厚測定時、外面の溶接線を含む厚みを測定、残肉厚を過大に評価したことで余寿命評価を誤ったと考えられる。当該部外面は保温が施工されていたことも適切な検査点を見誤った要因であった。(石連事故事例報告書 保安 No.1079)

JPI-8S-2-2021 の該当頁 : 48 頁 (管理番号 8S-2-2021 追補 14)

第 I 部 共通編

6. 検査機器、資材管理

6.2 資材管理 一般的な材料の手配を施工会社に任ず場合は、その調達管理区分の決定、受け入れ検査、現場管理について明確な基準を設け、各事業所が適切に管理できる体制とする。

資材の材料証明確認については、その基準を明確に定め、所内の品質保証体制で随時監視、確認し、その結果を文書化する。低合金鋼及び高合金鋼製の配管並びにボルト・ナット、フランジについては、鋼種により全数又は抜取りにより材料確認を行う。**(事例 90,91)** 確認方法は材料証明書並びに刻印で行ってよいが、疑義がある場合には現場的な材料確認手法（スペクトルアナライザー、X線蛍光分析器などによる手法）を必要により採用する。

下線部追記

管理番号 : 8S-2-2021 追補 14 の解説

(事例 90) 2022 年 4 月に千葉県の製油所の常圧蒸留装置の加熱炉チューブにおいて、装置建設時に本来であれば材質を STBA23 とすべきチューブを高温硫化物腐食による耐食性に劣る材質 (STB340 相当) のチューブを取りつけたことにより、内面の高温硫化物腐食による経年的な減肉が進行し、開孔・火災に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.1099)

(事例 91) 2023 年 4 月、大阪府の製油所の常圧蒸留装置 HGO サイドストリッパーのノズル溶接線のフランジ側(ウェルドネックフランジ部)で漏洩に至った。フランジの Si 含有量を確認した結果、規格値より少なく、高温硫化物腐食により漏洩に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.1172)

第 I 部 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事項	<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) 特に、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には、金属薄片自体が燃焼する(メタルファイヤー) ことがあるので注意が必要である。(事例 79) また、長期運転によりパッキング表面にポリマーが生成され、金属薄片が加熱されると、ポリマーの燃焼からメタルファイヤーに至ることがある点にも留意する。(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、作業中及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及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, 21, 92)
...	... (省略) ...
火気切断時の配慮事項	<ul style="list-style-type: none"> 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) 温度条件：ガス切断によるチタンの融点(1668℃)を超える温度 構造：チューブバンドルのような密集した構造 酸素：送風又はドラフト効果等による積極的な空気供給 <u>内面ライニングされた機器を切断する際は、ライニング材料が不燃性であることを確認する必要があります。(事例 93)</u>

下線部追記

管理番号：8S-2-2021 追補 15 の解説

(事例 92) 2023年2月、神奈川県製の製油所内の重油熱分解装置フラクショネーター内部にて発生した、燻り事例を反映した。装置停止後の硫化鉄・コークスの自然発火防止のために不具合のあったフラクショネーター内のトレイ部まで散水、水張りする手順となっていたが、手順書に記載している図面に不備があり、当該部分を十分に湿潤にするレベルまでの水張りができていなかった。その結果、硫化鉄又はコークスが発熱し、自然発火に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.1123)

(事例 93) 2022年11月に、神奈川県製の製油所で、機器をガス溶断したところ、内面のゴムライニングに引火し火災になった。この工事は、機器の更新工事、機器を取り外すために機器の本体フランジを外して分解する予定だったが、ボルトが固着して外れず、溶断に変更したことから、内面のゴムライニングが発火し火災に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.1118)

JPI-8S-2-2021 の該当頁：71 頁（管理番号 8S-2-2021 追補 16）

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	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。 （事例 62） <u>（参考）塩ビライニング管で、本管側と枝管側に接着剤を塗布した塩ビ管を挿入して加温・加圧により鋼管に密着させた後、本管側と枝管側との継目を溶接して製作したティー管において、継目の溶接部の欠陥から塩酸が侵入し、鋼管が腐食して漏洩した事例がある。ティー管等がこのような製法によるものでライニングに継目がある場合は、メーカーと協議して製作時の検査に十分注意する。あるいは射出成型等によりライニングに継目の無い管を使用できないか検討する。 （事例 94）</u>
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	
...	...（省略）...	...（省略）...

下線部追記

管理番号：8S-2-2021 追補 16 の解説

（事例 94）2023年2月、岡山県の製油所における塩酸融通配管漏洩事例を反映させた。当該配管は内面に塩ビライニングを施したものであるが、ティー管において、製造工程で塗布した接着剤が塩ビ溶接部に残留して溶接不良が生じ、強度低下した部分がわずかな温度変化で剥離し、そこから塩酸が浸透して鋼管を損傷させ、更新後2年で漏洩に至った。（石連事故事例報告書 保安 No.1094）

JPI-8S-2-2021 の該当頁：73 頁 (管理番号 8S-2-2021 追補 17)

第Ⅱ部 設備維持規格 機種別編

第1章 塔槽編

2. 内部検査

2.4 インターナル

2.4.1 腐食・エロージョンの検査 II.1 表 2.4.1 にインターナルの腐食・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。本体との溶接部は、II.1 表 2.2.1 を参照して行う。

II.1 表 2.4.1 インターナルの腐食・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
トレイ、キャップ、ダウンカマー、 アキュムレータートレイ、 トレイサポートリング	目視検査、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 蒸発が起る箇所 ③ 気液の界面付近 ④ 外部リフラックスなどの低温の液 体が流下する面 ⑤ 流れが停滞する箇所 ⑥ ガルバノ電位の異なる材料の接合 境界部(事例95)
バツフル、仕切り板、ライナー、 シュラウド、バスケットコーン、 センターパイプ、 ジョンソンスクリーン		
充填物サポートペダスタル、 サポートビーム、サポートリング、 グレーティング		
ディストリビューターノズル、 内部配管、ヒーターコイル	目視検査、肉厚測定(局部減肉箇所、 孔食周辺部。)、深さ測定(孔食)、 ノズル口径測定	2. エロージョン・エロージョンコロ ジョン、 <u>摩耗等</u> が発生しやすく、慎重に 観察すべき部位の例 ① 流入するノズル正面のインター ナル ② 渦の発生する箇所 ③ 粒状、粉状の固体を含む流体(スラ リーを含む)の流路 ④ 液滴を含む気体の流路 ⑤ 気泡を含む液体の流路 ⑥ 水硫化アンモニウム、濃硫酸、熱炭 酸カリ、スチームコンデンセート、 劣化アミン(熱安定性塩)などの流 れが乱れる箇所 <u>⑦ヒーターコイル等と固定用Uボルト との接触部(事例96)</u>
ワイヤーメッシュデミスター	目視検査(特定流路形成に注意)、 厚さ測定(腐食・エロージョンがあ る場合)	
温度計保護管	目視検査、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)	
充填物	目視検査(汚れ、変形、変質、破損)、 充填高さの測定	
その他のインターナル	目視検査、肉厚測定(局部減肉箇所、 孔食周辺部。)、深さ測定(孔食)	

下線部追記

管理番号：8S-2-2021 追補 17 の解説

（事例 95）2023 年 1 月、山口県の製油所のコーキング装置精留塔で発生した油漏洩事例を反映させた。炭素鋼製シェルに SUS405 製トレイサポートリングを接合している部位で、異種金属接触腐食によりトレイサポートリング取付部背面の炭素鋼製シェルの減肉が進行し、漏洩に至った。（石連事故事例報告書 保安 No.1097）

（事例 96）2023 年 5 月、岡山県の製油所において水硫化ソーダ貯槽のヒーターコイル出口側の凝縮水排出配管から廃ソーダが漏洩した事例を反映させた。開放検査の結果、ヒーターコイルを貯槽本体に固定している U ボルト接触部で、摩耗によりヒーターコイルが減肉し、貯槽内の廃ソーダがヒーターコイル出口配管から漏洩した。（石連事故事例報告書 保安 No.1162）

JPI-8S-2-2021 の該当頁 : 112 頁 (管理番号 8S-2-2021 追補 18)

第 II 部 設備維持規格 機種別編

第 2 章 多管式熱交換器編

2. 内部検査

2.4 インターナル

2.4.2 劣化損傷の検査 II.2 表 2.4.2 にインターナル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.2 表 2.4.2 インターナル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
チューブ	目視検査、磁粉探傷試験 (炭素鋼、低合金鋼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)、渦流探傷 (非磁性体のチューブに劣化損傷が予想される箇所)、放射線透過試験 (チューブに劣化損傷が予想される箇所)、寸法測定 (変形部)	劣化損傷が発生しやすく、慎重に観察すべき部位の例 ① 不揃いなビード ② アンダーカット ③ オーバーラップ ④ 隅肉溶接のトウ及びトウ下
チューブシート	目視検査、磁粉探傷試験 (炭素鋼、低合金鋼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)、超音波探傷試験 (材料内部及び表面に劣化損傷が予想される箇所)、寸法測定 (変形部、ガスケット溝)	⑤ クレーター ⑥ アークストライク ⑦ 仮付跡 ⑧ 母材の傷 ⑨ T字溶接部、十字溶接部
バッフル、サポートプレート、スパーサー、タイロッド、ナット、長手バッフル、スライドシュー、フィン	目視検査、寸法測定 (変形部)	⑩ 隅部の溶接 ⑪ 短ビード断続溶接部 ⑫ フローティングヘッドカバー溶接部 ⑬ 拡管部 (広げすぎたものの端部)
堰板		⑭ チューブとチューブシートの隙間 (拡管施工部と未施工部の境界)
インピンジメントバッフル、フェルルール		⑮ 振動発生疑いがあるチューブとバッフルなどの間隙部 (事例 87, 97)
フローティングヘッドカバー、バックリングデバイス、ボルト	目視検査、磁粉探傷試験 (炭素鋼、低合金鋼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)、超音波探傷試験 (材料内部及び表面に劣化損傷が予想される箇所)、寸法測定 (変形部、ガスケット座、バックリングデバイス当り面)	なお、JPI-8R-12 を参照して、該当する事象ごとに検査箇所を定める必要がある。
デミスター	目視検査 (ワイヤーメッシュの劣化度点検)	
チャンネル仕切板	目視検査、寸法測定 (変形部、ガスケット座)	
プレート式熱交換器バンドルサポート	目視検査、磁粉探傷試験 (炭素鋼、低合金鋼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)、寸法測定 (変形部)	
その他のインターナル	目視検査、寸法測定 (変形部)	

下線部追記

管理番号：8S-2-2021 追補 18 の解説

（事例 97）2023 年 7 月、神奈川県製の製油所のエチレン装置のコンプレッサーアフタークーラのチューブが振動により破断、海水側にガスが漏出した。当該熱交は過去にチューブの振動解析を行っていたが、シーリングストリップにより局所的に高流速部ができることを考慮しておらず、適切な対策が取られなかった。（石連事事故事例報告書 保安 No.1204）

JPI-8S-2-2021 の該当頁：185 頁 (管理番号 8S-2-2021 追補 19)

第Ⅱ部 設備維持規格 機種別編

第5章 ボイラ編

3. 炉内検査

3.4 耐火、断熱材 II.5 表 3.4.1 に耐火・断熱材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.5 表 3.4.1 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	目視検査 (亀裂、膨出、劣化、浸炭などに注意)、 厚さ測定 (耐火物(レンガ、タイルなど))	損傷が発生しやすく慎重に観察すべき部位の例 <u>(事例 98)</u>
天井 (水冷壁管の場合は II.5 表 3.3.1 及び II.5 表 3.3.2 による。)	目視検査 (亀裂、膨出、脱落、劣化などに注意)、 吊棒のゆるみ点検、水冷壁管のフィン部過熱防止キャスタブルの脱落点検	① コーナー部 ② 開口部周辺 ③ 管サポート、振れ止めなどのジグ貫通部 ④ 目地 ⑤ 水冷壁管と耐火物の炉内圧シール部 ⑥ ノーズ先端部
前後壁、側壁 (水冷壁管の場合は II.5 表 3.3.1 及び II.5 表 3.3.2 による。)	目視検査 (亀裂、膨出、せり出しなどに注意)	
バーナータイル周りのレンガ		
のぞき窓周りのキャスタブル		
マンホール周りのレンガ		
スーツプロワ等貫通部	目視検査 (シール状況)	
チューブサポート取付部	目視検査 (目地材の剥離)	
炉内の保圧状態	加圧保持試験	

下線部追記

管理番号：8S-2-2021 追補 19 の解説

(事例 98) 2022 年 12 月に三重県の製油所のボイラにおいて、炉内の耐火材の損傷箇所から排ガスがケーシングに廻り、継続して加熱されたことによりケーシングで高温酸化が進展し、開孔に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.1189)