

配管維持規格

(2014年11月27日追補)

この追補は、平成26年7月1日に改訂された“配管維持規格”2014年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8S-1-2014**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日の追補は次の箇所（赤字+囲み部）である。

<u>JPI-8S-1-2014の該当頁：17頁（管理番号8S-1-2014 追補01）</u>	2
<u>JPI-8S-1-2014の該当頁：18頁（管理番号8S-1-2014 追補02）</u>	3
<u>JPI-8S-1-2014の該当頁：20頁（管理番号8S-1-2014 追補03）</u>	4
<u>JPI-8S-1-2014の該当頁：20頁（管理番号8S-1-2014 追補04）</u>	5
<u>JPI-8S-1-2014の該当頁：21頁（管理番号8S-1-2014 追補05）</u>	6
<u>JPI-8S-1-2014の該当頁：27頁（管理番号8S-1-2014 追補06）</u>	7
<u>JPI-8S-1-2014の該当頁：30頁（管理番号8S-1-2014 追補07）</u>	8
<u>JPI-8S-1-2014の該当頁：31頁（管理番号8S-1-2014 追補08）</u>	9
<u>JPI-8S-1-2014の該当頁：47頁（管理番号8S-1-2014 追補09）</u>	10
<u>JPI-8S-1-2014の該当頁：49頁（管理番号8S-1-2014 追補10）</u>	12

JPI-8S-1-2014の該当頁：17頁 (管理番号8S-1-2014 追補01)

5.1 腐食・エロージョンの検査

5.1.1 検査箇所の設定

a) 配管系内面の腐食・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枝管 (事例23) (事例100) やクーラー出入口ヘッダー両端のキャップ部など (事例3) で流動がない滞留範囲にはスケールなどの堆積が生じやすく、堆積物下の腐食が生じる。(事例80) (事例125) (事例126) (事例127) 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。更に、流れの遅い配管系では、立上がり部や分岐部近傍の配管下部にスケールが堆積しやすく、スケール堆積部位では水分が凝縮して溜まり、腐食しやすい傾向にある。(事例4) (事例40) (事例56) (事例71) (事例81) (事例101) (事例102) (事例128)

また、滞留部がスチームトレースで加熱されていたために、配管下部よりもむしろスチームトレース近傍で流体中の塩分が濃縮して局部的に腐食した事例がある。(事例103)

追記

管理番号：8S-1-2014 追補02 の解説

(事例125) 平成25年9月に千葉県の製油所で発生した燃料ガス配管からのガス漏洩事例を反映させた。当該事例は長期休止状態となった燃料ガス配管の立上がり部で内面腐食が進行し、開孔に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.311)

(事例126) 平成25年8月に千葉県の製油所で発生したタンク付属配管からの原油漏洩事例を反映させた。当該事例は行き止まり部での内面腐食により開孔に至ったが、運転部門では使用頻度は低いものの運転中配管との認識であり、運転上の行き止まり部配管としての検査対象箇所から抜けていた。(石連事故事例報告書 保安 No.324)

(事例127) 平成25年9月、宮城県の製油所で栈橋上においてバラスト水配管が内面腐食により漏洩、海上に流出した事例を反映した。(石連事故事例報告書 保安 No. 308)

(事例128) 平成25年11月、神奈川県製造所の製ろう装置ワックスタンク払出配管(トレースあり)において、長期間滞留していた輸入ワックスから蒸発した水分が、保温不良の分岐ノズル部に滞留し、減肉・漏洩が発生した。(石連事故事例報告書 保安 No. 319)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 18 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 02)

5. 腐食・劣化損傷の検査

5.1 腐食・エロージョンの検査

5.1.1 検査箇所の選定

a) 配管系内面の腐食・エロージョン

2) 腐食・エロージョンの検査箇所

一凝縮部 蒸留装置の塔頂系、リアクター下流の反応生成物系、高温油のベント配管 (事例26) 及び排ガス回収系統などでベーパーが部分的に凝縮する際、凝縮液 (特に凝縮水) 中に腐食性物質が濃縮し、配管系が腐食されることがある。特に初期の凝縮液は、腐食性物質で飽和され高濃度となるので腐食が激しくなる。初期凝縮の起る位置は運転条件、局部的冷却 (フィン効果による) の有無 (事例6) (事例45) (事例124) などにも影響される。 (事例117)

追記

管理番号 : 8S-1-2014 追補 01 の解説

(事例124) 平成26年2月に大阪府の製油所で発生した重質軽油水素化脱硫装置でのストリッパ供給配管漏洩事例を反映させた。当該事例は低圧分離槽下流のストリッパ行き配管からの小径枝配管の付け根 (行き止まり部) で局部的なエロージョンコロージョンにより開孔に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.335)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 20 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 03)

5.1.1 検査箇所の選定

b) 配管系外部の腐食

1) 保温のある配管系 (保冷、火傷防止及び耐火施工配管も含む)

表 5.1.3 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
保温及び外装材の貫通部又は切欠き部 (事例10) (事例67)	ベント、ドレン部 ハンガー保持部 パイプシュー取付部 トレース管貫通部 ステージなどの貫通部 サポート取付などのため保温を切欠いた箇所 (事例10) (事例67) (事例129) 抱線取付のために配管上面の保温材に設けた貫通部 (事例97)
保温末端部	フランジ、バルブ (事例130) 付属品 鉛直配管末端
外装の損傷又は欠落部	膨れ部 (腐食生成物が予想される) 変色部(高温やけ) 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

追記

管理番号 : 8S-1-2014 追補 03 の解説

(事例 129) 平成 25 年 10 月、和歌山県の製油所で潤滑油出荷配管のラック上保温切欠き部において外面腐食が進行し、漏洩した事例を反映した。(石連事故事例報告書 保安 No.330)

(事例 130) 平成 26 年 3 月、北海道の製油所において、バルブ部に設置された保温板金をやり直した際、雨水侵入防止のためのシール材を施工しなかったことにより、保温材内部が湿潤状態となり外面腐食が進行し漏洩した。(石連事故事例報告書 保安 No.339)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 20 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 04)

5.1.1 検査箇所の選定

b) 配管系外部の腐食

2) 保温のない配管系

— **裸配管** 目視検査にて配管外面の腐食状況の確認を行う。配管下部で土壌と接触している箇所、地面とも距離がほとんどない箇所であって湿潤環境となっている部位や他の配管との交差部下に位置する配管上部の構造物の影響で雨滴に著しく晒される箇所では外面腐食の有無を検査する。(事例71) (事例110) **事例131)**

追記

— **防油提貫通部** 貫通部は一般に防食テープ巻きによる防食対策を行い、配管部材が貫通部のコンクリートなどと直接接触しないように施工するが、シール材が経年劣化すると雨水浸入によって貫通部内が湿潤雰囲気となり、防食テープ端部付近が腐食を受けやすい。また、スリーブタイプの場合は、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。(事例28) (事例46) **事例132)**

追記

管理番号 : 8S-1-2014 追補 04 の解説

(事例131) 平成25年8月、神奈川県製の製油所で重油海上出荷を実施している際に、C重油ブレンダー設備ダイク内において、C重油出荷配管本管下に位置する小径配管が外面腐食により漏洩した事例を反映した。(石連事故事例報告書 保安No. 306)

(事例132) 平成25年8月、大阪府製の製油所で発電機の軸受用潤滑油配管のコンクリート壁貫通部において、防水シールが劣化し、外面腐食が進行したことにより漏洩が発生した事例を反映した。(石連事故事例報告書 保安 No. 315)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 21 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 05)

5. 腐食・劣化損傷の検査

5.1 腐食・エロージョンの検査

5.1.2 検査の方法

b) 非破壊検査 外面からの配管系の内部及び外部検査は、表 5.1.4 に例示する非破壊検査手法を用いる。

(表 5.1.4 略)

通常の内厚測定に加え、より詳しい内面腐食分布状況の確認が必要とされる場合には、放射線透過試験、超音波探傷試験若しくは超音波格子点状肉厚測定、又はそれらの組合せによる検査を行う。

特に保温配管については、必要な保温解体を実施し配管形状を十分確認し、検査抜けがないよう留意する。(事例133) また、保温材の上から設備内外面の腐食・損傷状況検査をする場合には、同じく上記の検査手法によって行う。保温材の吸湿度を中性子水分計で検査する場合、サポートなどの障害物の付近では検査抜けが出る可能性があることに留意する。(事例68) 追記

管理番号 : 8S-1-2014 追補 05 の解説

(事例 133) 平成 25 年 4 月、宮城県の製油所で保温施工されたスロップ配管の形状を誤認したことによる肉厚検査の実施漏れに起因して、漏洩が発生した事例を反映した。(石連事故事例報告書 保安 No. 300)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 27 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 06)

5.2.1 劣化損傷検査の範囲

c) 疲 勞

1) **振動疲労** 構造部材に変動荷重が繰り返し負荷され続けた場合、材料の降伏点以下の応力で疲労による割れを発生することがある。回転機械などからの振動や内部流体の脈動などによって変動荷重が繰り返し負荷される配管系で、構造上応力が集中しやすい部位は、検査の対象となる。ただし、適切なサポートの設置、部材の厚肉化、隅肉溶接部の補強などの応力緩和策により、検査範囲を限定できる。(事例69) **事例134**

追記

管理番号 : 8S-1-2014 追補 06 の解説

(事例134) 平成25年12月に千葉県の製油所で発生した常圧蒸留装置チャージポンプ下流のドレン弁より滲み漏れした事例を反映させた。当該事例はポンプ下流のドレン弁が振動による疲労割れにより開孔に至ったものであり、対策として本管サポートの強化の他、ドレン弁のサポート溶接位置を応力集中しない構造とした。(石連事故事例報告書 保安No. 344)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 30 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 07)

5.3 付属品、特定配管及び埋設配管などの検査

5.3.1 配管付属品などの検査

c) 伸縮継手 目視点検では、腐食、漏洩、振動、異常な変形、保温材の損傷の有無などを検査する。異常が認められた場合には、以下の詳細検査を行う。伸縮継手のベローズに内面腐食が懸念される場合は、内部検査を実施する。(事例47) (事例135) 内筒付き伸縮継手において内筒と直管部の隙間にスラッジが堆積し、直管底部が腐食穿孔した事例がある。(事例80) また、ベローズへの塩化物(海水)の堆積

追記

により短期間で開孔に至った事例がある。(事例136)

管理番号 : 8S-1-2014 追補 07 の解説

(事例 135) 平成 24 年 11 月に千葉県の製油所で発生した JET 燃料揚げ荷配管の伸縮継手ベローズが経年的な腐食により開孔し、漏洩に至った事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.296)

(事例 136) 平成 25 年 10 月に千葉県の製油所で発生した JET 燃料揚げ荷配管の伸縮継手ベローズが海水により短期間で開孔し、漏洩に至った事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.343)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 31 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 08)

5.3.2 特定配管の検査

b) ねじ込み配管の検査 ねじ込み配管の検査は、5.3.2 a) の規定に従う。ただし、回転機械などに接続され振動が認められる配管で、緩みによる漏洩 (事例 34) (事例 137) や疲労損傷の恐れのあるものは、防振策の実施、当該部の厚肉化及び溶接継手への変更を検討する。

追記

また、腐食性がある流体を扱う配管に付属するねじ込み部は、ねじ山の腐食傾向に留意する必要がある。ねじ山の検査を行う場合には放射線検査が適している。(事例 49)

管理番号 : 8S-1-2014 追補 08 の解説

(事例 137) 2014 年 2 月、千葉県のお槽所でガソリン出荷ポンプの出口圧力計がポンプの振動により取付ねじ込み部が緩み、圧力計が脱落し、ガソリンが漏洩した事例を反映した。(石連事故事例報告書 保安 No. 332)

付表 2-2 工事作業上の配慮事項例

石油精製事業所における供用後の工事作業時及び工物品質に起因した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。

	配 慮 事 項 例	
振動疲労対策	<ul style="list-style-type: none"> ・小口径の配管施工時、フランジ合せ面に芯ずれが生じている状態でフランジを無理に固定すると配管に曲げ応力が作用する。このような残留応力が作用している部位では疲労限度が低下し、振動による損傷が生じやすくなるので、注意が必要である。(事例38) 	
配管開放における 残圧確認配慮 事項	<p><残圧確認></p> <p>長距離配管で途中にアップダウンのある(エアポケット、ドレンポケットが存在)配管を開放した場合、1方向から窒素にて残油パージが行われる。パージが行われても、途中ポケット部で液封状態となり、残液自体の重量によって配管系全体に微圧を有していることがある。</p> <p>パージ終了点付近のフランジを開放して、そのまま付近の滞油を抜く作業を行った場合、配管系全体の圧バランスがくずれ、内容残液が噴出すことがある。事前に、直近のドレンポケット部のドレン排除したのち、その位置より工事側でのエアポケット部の残圧確認を実施することが大切である。(事例39)</p>	
	<p><残油確認></p> <p>配管内(特に、エキスパンション(伸縮継手))の滞油処理を行う際には最下部から油抜きを行わないと多量の油が残る可能性があるため、配管の取り外しを行う際は、十分な油抜きと油受け養生等の流出防止対策が必要である。(事例138)</p>	
	<p><水洗操作></p> <p>(ナフサのような引火性の高い)油配管の一部開放し、内部の水洗などの作業の際には、配管及び受け皿などに適切なアースを行うなどの静電気防止を行う。(事例91)</p>	
	<p><可燃性ガスの漏れ込み防止></p> <p>可燃性ガスと接続されている配管を仕切り板挿入工事などで開放する際は、可燃性ガスの漏れ込みを確実に防止するための適切な措置を行う。また、開放直前に複数個所でガス検知を行い、可燃性ガスの漏れ込みがないことを確認する。(事例113)</p>	
検査下地処理	<ul style="list-style-type: none"> ・隅肉溶接線などで検査用の下地処理を行う場合、グラインダー処理を行うと隅肉部を削りすぎる可能性があるため、バフ掛け処理を原則とする。(事例53) 	
火気使用時の作業環境	<ul style="list-style-type: none"> ・火気使用を行う場合は、可燃性ガスと火気使用場所との確実な遮断、作業環境における運転管理部門と設備管理部門の情報の連携が必要である。 ・ガスが滞留しやすい場所での火気使用作業においては、作業前のガス検知だけでなく、連続式自動ガス検知器を設置するなどの対応が重要である。(事例54) 	
内部流体の固化作業における液封対応	<ul style="list-style-type: none"> ・配管等の作業において内部流体の固化させる場合には、その復旧時に液封状態とならないよう、固化物の融解確認作業(加熱操作手順の遵守と表面温度計による管理等)を徹底する必要がある。(解説55)(解説112) 	

追記

配 慮 事 項 例		
仮設備の事前点検	・タンク開放検査等では仮設配管による油移送が実施されるが、仮設配管には、一部耐圧ホースが使用される場合がある。仮設に使用される材料は、撤去・設置が繰り返し実施されるため、傷みの発生が早く、設置前に仮設物の事前点検が重要である。タンクの残油移送中に、使用していた仮設の耐圧ホースが破損し外部漏洩が発生した事例がある。(事例61)	
配管開放時の水洗操作	・(ナフサのような引火性の高い)油配管の一部開放し、内部の水洗などの作業の際には、配管及び受け皿などに適切なアースを行うなどの静電気防止を行う。(事例91)	
配管開放時における可燃性ガスの洩れこみ防止と確認	・可燃性ガスと接続されている配管を仕切り板挿入工事など時の開放する際には、可燃性ガスの洩れ込みを確実に防止するための適切な措置を行う。また、開放直前に複数個所でガス検知を行い、可燃性ガスの洩れ込みが無いことを確認する。(事例113)	
確実な作業指示、現場表示	・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123)	
外面腐食部の防食措置	・外面腐食部への処置(防食塗装、防食テープ施工等)を行う場合には、確実なケレンを行った上で施工する。ケレンが不十分なまま防食テープを施工し、不具合となった事例がある。(事例139) 著しい錆こぶなど、ケレンにより内部流体の漏洩が懸念される場合には、ケレン前に残肉厚の確認や液抜き等の環境設定作業に配慮する。	追記
掘削作業時の配慮事項	・埋設配管近傍の保護堤の補修にともなう掘削作業を行うため、保護堤の周囲に矢板を打ち込んだところ、埋設されていた配管に矢板が接触し、配管外面の防食テープを損傷させたため、損傷部から外面腐食が進行し、漏洩に至った事例がある。掘削作業を行う際には埋設物調査を実施し、埋設物近傍への矢板の打ち込みなどの作業は極力避ける計画とする。(事例140)	

管理番号：8S-1-2014 追補09 の解説

(事例138) 平成25年6月、大分県の製油所において、原油栈橋の受け入れ配管取替工事中に、海上クレーン船でエキスパンション(伸縮継手)を吊り上げた際、フランジ部より原油が流出し、その一部が養生を越え海上まで漏洩した。(石連事故事例報告書 保安No.303)

(事例139) 平成24年11月、千葉県の製油所で発生したタンク付属配管での漏洩事例を反映させた。当該事例は雨水側溝を横断する配管の防食テープ下部で外面腐食が進行し漏洩に至ったものであり、原因は防食テープ施工時に錆こぶのケレンが不十分なまま防食テープを施工したことであった。(石連事故事例報告書 保安No.295)

(事例140) 平成25年10月、茨城県の製油所で埋設配管の防食テープが近傍への矢板打ち込みにより損傷し、テープ損傷個所において、配管の外面腐食が進行し、穿孔に至った事例を反映した。(石連事故事例報告書 保安No.320)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 49 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 10)

付表 2-3 変更に伴うトラブルと配慮事例

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
設備	<p>① 常圧蒸留塔のインナーノズルの設置によって、本体接続の安全弁取付配管の腐食環境が大きく悪化⁽²⁾し、高温硫化物腐食による著しい減肉を受け、開口部から原油が漏洩した。(事例21)</p> <p>②配管改造によって運転中に流れない滞留部となった原油払い出し配管において、配管底部に堆積した水分、スラッジ下で局部的に腐食が進行し、開口、漏洩した。(事例56)</p>	<p>設備改造を行う場合には、計画段階でプロセス環境の変化の有無、変化が腐食・劣化損傷、汚れなど運転継続のための阻害要因への影響を検討し、対応案の策定、モニタリング方法の選定、健全性の確認に関する事項などを決め、決定事項のフォローアップを確実に行う。(事例21)</p> <p>設備改造を行う場合には、計画段階で、腐食環境の変化に対応した管理方法を決め、決定事項のフォローアップを確実に行う。(事例56)</p>
	<p>③ 約40年間使用していた未洗ナフサ配管で、オンサイトチャージ部配管の改造工事を実施した際、行き止まり部を生じさせてしまった。改造4年前に詳細な面肉厚測定を実施し、減肉のないことが確認されていたが、その後は検査を実施していなかった。改造後6年目に行き止まり部配管の底部で開口が発生し、開口部近傍の底部全体に減肉を認めた。(事例90)</p>	<p>水分が滞留すると腐食傾向になる流体(腐食性流体)の配管については、流速の遅い部位や行き止まり部の底部は水分が滞留し腐食傾向となる。</p> <p>腐食性流体配管の改造を行う場合は、行き止まり部が生じないような構造にすることを原則とするが、やむを得ず行き止まり配管となる場合には変更管理を行うとともに改造による流体の流れが変化するポイントなどを一定期間モニタリングすることが重要である。(事例90)</p>
	<p>④ 遊離水を含む常圧蒸留装置由来のLPGと塩素を含むドライな接触改質装置由来のLPGとが、運転変更に伴う配管新設によって混合されるようになり、配管合流部で腐食環境を形成し、開口、漏洩した。(事例92)</p>	<p>単独では腐食性を示さない流体を混合することによって、予期せぬ腐食環境が形成される場合がある。運転変更前に、運転部門と保全部門が協同で変更管理を実施する(事例92)。</p>

<p>⑤1970年に設置された灯油配管(ポンプ SUCライン)の一部を1990年に軽油配管に転用した。その際、フランジに仕切り板を入れる改造を行った。そのため、既存の灯油配管に約115mのデッド部が生じた。既存配管は、過去に輸入灯油受入配管としても使用していた。デッド部でスケールが堆積し、水分も滞留し、2011年に開口に至った。開口部のドレンを分析したところ、海水成分の塩分が認められた。(事例114)</p>	<p>配管改造時にデッド部が生じないように改造する必要がある。長期間経過する内に、配管デッド部には、スケールの堆積、ドレン水の滞留が生じ、腐食が急速に進行する可能性がある。デッド部を残す場合は、内部流体、構造等を検討し、定期的な検査を行う。</p>	
<p>⑥水素化精製装置のリサイクルガス冷却器管で、流速低下を目的にサイズアップしたことに伴い、出口配管の立上部エルボ下流に、既設配管との接合のためレデューサを設置した。この変更に伴い、レデューサ近傍の配管において腐食が急速に進行し、開口に至った。(事例141)</p>	<p>水硫化アンモニウム腐食環境では、気液混相流の流動状態の変化により、エロージョンコロージョンによる腐食が急速に進行する可能性がある。配管サイズや形状を変更し、配管内の流動状態が変化するような場合には、変更管理により、モニタリング箇所や検査周期を見直す必要がある。(事例141)</p>	<p>追記</p>

管理番号：8S-1-2014 追補10 の解説

(事例141) 平成25年11月、和歌山県の工場の潤滑油水素化精製装置リサイクルガス冷却器出口配管においてエロージョンコロージョンが原因と推定される減肉、漏洩が発生した。当該冷却器管は平成23年に流速低下を目的にサイズアップしており、その際に設けたレデューサとその近傍で減肉が進行し、開口に至った事例を反映した。(石連事故事例報告書 保安 No.329)

配管維持規格

(2015年12月2日追補)

この追補は、平成26年7月1日に改訂された“配管維持規格”2014年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8S-1-2014**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日の追補は次の箇所(赤字+囲み部)である。

<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：16 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 11)	2
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：17 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 12)	4
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：18 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 13)	6
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：19 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 14)	7
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：20 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 15)	8
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：30 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 16)	8
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：48 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 17)	9

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 16 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 11)

5.1.1 検査箇所の選定

a) 配管系内面の腐食・エロージョン

2) 腐食・エロージョンの検査箇所

表 5.1.1 腐食・エロージョンの種類と注目すべき腐食減肉発生予想箇所

腐食減肉の発生 予想箇所 主な腐食 などの種類	高流速部、乱流部	堆積物を生ずる 停滞部	局所的な温度勾配のある箇所 (2)	異種金属、異種組織の接触部	気液境界部
高温硫化物腐食	○				
湿性硫化物腐食	○	○		○	
ナフテン酸腐食	○				
湿性塩化物腐食		○	○	○	○
水硫化アンモニウム腐食	○	○	○	○	
塩化アンモニウム腐食	○	○	○	○	
アミン腐食	○	○			
アルカリ腐食	○				
硫酸腐食	○	○			○
酸露点腐食		○	○	○	
炭酸腐食	○		○		
腐食・減肉の形態 (具体的な発生箇所)	エロージョンコ ロージョンによる 局部減肉 (高流速 部、乱流部、衝撃部、 流速加速部、フラッ シュ部、スラグフ ロー・プラグフロ ー部、スラリー・固体 移送系)	堆積物下の局部 腐食 (低流速部、 滞留部、流速低下 部、重合物の発生 部、析出部)	温度変化による 局部腐食 (滞留 部、初期凝縮部、 偏流部、外部から の冷却部局部加 熱部)	局部腐食 [異種 金属接触部、溶 接部 (溶接金 属、HAZ)]	局部腐食 (気/液境 界部など)

注 (1) ○印は、腐食などの種類による注目すべき腐食減肉発生箇所を示す。ただし、検査箇所選定のために、特に、注目すべき箇所を提示しており、その他の箇所の発生を否定するものではない。

(2) 局所的にその流体系の温度変化が生じる箇所で、蒸発、析出、凝縮、内容物の溶解などの現象が発生し、腐食が加速される箇所。

一般部に比べて腐食・エロージョンが発生しやすい部位は、以下のとおりである。具体的な詳細箇所は、付属書 A に示す。

- 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枝管 (事例 23) (事例 100)
(中略)

— **異種金属、異種組織の接触部** 異種金属溶接部において異種金属接触腐食により局部腐食が発生する。海水などの電気伝導度の大きい水溶液中において生じやすい。(事例 142)

追記

(事例 142) 平成 26 年 4 月に三重県の製油所で発生した、接触改質装置のリアクターエフルエント配管が内面腐食により開孔した事例を反映させた。開孔箇所は水注入部下流の第一エルボ (アルマー) と下流直管 (炭素鋼) の溶接線 (SUS 溶接棒) 際の下流直管側であり、

水流化アンモニウム腐食環境の下、電位差腐食及び水注入部、溶接線裏波による乱流などにより腐食が局所的に助長されたと考えられる。(石連事故事例報告書 保安 No.349)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 17 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 12)

5.1.1 検査箇所の選定

a) 配管系内面の腐食・エロージョン

1) 腐食・エロージョンの検査箇所

—**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枝管(事例23)(事例100)やクーラー出入口ヘッダー両端のキャップ部など(事例3)で流動がない滞留範囲にはスケールなどの堆積が生じやすく、堆積物下の腐食が生じる。(事例80)(事例125)(事例126)(事例127)(事例143)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。更に、流れの遅い配管系では、立上がり部や分岐部近傍の配管下部にスケールが堆積しやすく、スケール堆積部位では水分が凝縮して溜まり、腐食しやすい傾向にある。(事例4)(事例40)(事例56)(事例71)(事例81)(事例102)(事例128)(事例144)

追記

追記

また、滞留部がスチームトレースで加熱されていたために、配管下部よりもむしろスチームトレース近傍で流体中の塩分が濃縮して局部的に腐食した事例がある。(事例103)

ドレン抜き配管部は、長期間経過中に水分が滞留し腐食傾向にあるので、定期的なパージなどが望ましい。(事例82)スチームパージ後、長期間停止した配管でも同様の腐食が発生する。(事例41)また、

追記

長期停止中にスケール堆積部の境界で配管側面が減肉した事例もある。(事例145)

また通常空の状態の配管においては、間欠使用時の流体衝突や流体中の金属(例えばCu)の析出による電位差腐食が局部的減肉を起こした例も有る。(事例36)

オフサイトスロップ配管など広範囲に及ぶ配管では、間欠運転など、運転状況が多様であり、スロップの発生元の違いによって高濃度の塩素イオンが存在する場合があるなど、スケール堆積や腐食状況が一様とはならないので注意が必要である。(事例42)(事例43)(事例44)(事例57)(事例83)(事例87)(事例90)(事例115)(事例146)(事例147)(事例148)(事例149)

追記

(事例143) 2014年6月、岡山県の製油所の水添脱硫装置付属配管において、局所的な腐食の進行により開孔・漏洩が発生した。腐食原因は、前年に実施された装置改造で脱硫装置の処理量が大幅に減少し、脱硫減圧軽油とスラック・ワックスとの合流直下流部において配管の流速が大幅に低下した結果、スケール堆積下で腐食が急激に進行したためと推定された。(石連事故事例報告 保安 No.358)

(事例144) 2014年11月、岡山県の製油所の重質油熱分解装置のコークドラム上部に設置した安全弁二次側配管(ストリッパー上流配管に接続)において、腐食・開口による火災が発生した。安全弁二次側は、湿潤硫化物腐食環境となっており、長期間(22年)の使用により、デッド部となった水平配管には硫化鉄を含むスラッジが多量に堆積し、腐食が発生しやすい環境となっていた。(石連事故事例報告 保安 No.377)

(事例145) 平成26年3月、千葉県製の製油所で発生した灯軽油水添脱硫装置の液・ガス分離槽の液面計連通管が内面腐食により開孔した事例を反映させた。当該箇所は装置停止後1年間の保管状態であり、スケール堆積下で酸素が混入していた環境により、通常運転中に比べ高い腐食率を示したと推定している。(石連事故事例報告書 保安 No.345)

(事例 146) 2013年2月、神奈川県の製油所のオフサイトスロップ移送配管において、埋設部から漏洩した。当該配管の使用頻度は1回/週程度であり、オイルセパレータで分離した回収油をタンクへ移送するため、油に水を多く含んでいた。(石連事故事例報告 保安 No.362)

(事例 147) 2014年7月、茨城県の製油所のオフサイトスロップ移送配管において、埋設部出口付近の保護管(さや管)から油が漏洩した。当該配管の使用頻度は1回～2回/週であり、タンク洗浄で発生する含油水も転送するため、油に水を多く含む場合があった。漏洩した埋設部内面の腐食速度は、余寿命評価を行っていた地上部に比べ約2倍となっていた。(石連事故事例報告 保安 No.387)

(事例 148) 2014年9月、茨城県の製油所のオフサイトスロップ移送配管において、埋設部出口付近の保護管(さや管)から油が漏洩した。本事例は、2014年7月に漏洩が発生したスロップ主配管(石連事故事例報告 保安 No.387)に連結された枝配管であった。埋設配管を掘り出して調査したところ、水平配管底部のスケール堆積部で選択的に腐食が進行していた。(石連事故事例報告 保安 No.388)

(事例 149) 2014年9月、茨城県の製油所の原油タンク底部水切り配管から油が漏洩した。当該配管は、使用頻度の減少に伴い内部流体が長期間滞留することになり、従来に比べ腐食速度が速まると推定された。(石連事故事例報告 保安 No.389)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 18 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 13)

5.1.1 検査箇所を選定

α) 配管系内面の腐食・エロージョン

2) 腐食・エロージョンの検査箇所

—蒸発する箇所 ホットバイパスが混入する箇所、減圧箇所、本管の流れが停滞している場合のジャケット配管、トレース付き配管などで配管系内の液体が蒸発することがある。このとき気相中に腐食性物質が濃縮され、配管が腐食される。スチームトレースとの接触部は配管内部での液体の激しい蒸発によって、配管内面に形成されていた硫化鉄皮膜が破壊され、エロージョンが発生した事例があるので注意が必要である (事例33) **(事例150)**

追記

(事例150) 平成26年4月、千葉県の製油所で発生した硫黄回収装置の反応炉行きアンモニアアシッドガス配管ドレンノズルが内面腐食により開孔した事例を反映させた。当該配管は取替え後約半年で開孔に至っており、スチームトレース接触部での局所的な蒸発により高い腐食率を示したと推定している。(石連事故事例報告書 保安 No.353)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 19 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 14)

5.1.1 検査箇所を選定

b) 配管系外部の腐食

1) 保温のある配管系 (保冷、火傷防止及び耐火施工配管も含む)

表 5.1.2 保温材下腐食などの発生しやすい環境と配管系

周囲の環境	該 当 配 管 の 例
噴霧、水蒸気、海水飛沫 (事例8) に直接さらされる。	<ul style="list-style-type: none"> 冷水塔付近の配管 スチームトラップ近傍の配管 スチームトレース配管の保温内継手 (事例151) 栈橋上の保温配管 (事例8) エアフィンクーラー下部近傍の配管 (事例76) 大雨、高潮などによって冠水した配管 (事例96) (事例107) (事例152)
保温材内に湿気を吸収蓄積する可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> -4℃~150℃程度で運転されている炭素鋼配管 (事例153) 使用中は 150℃以上であるが、間欠運転される炭素鋼配管 本管から分岐され 150℃以下となる滞留部及び付属品 (事例89) 本管に設置されたサポート及びストッパーのフィン効果によって局部的に 150℃以下となる本管 (事例66) 火傷防止対策施工配管 (事例9) (事例106) コンクリートなどの構造物に接している保温施工配管 (事例95)
保温材に含まれる塩素が応力腐食割れに対して活性となる。	<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配管
保温外装が損傷して水分が侵入する。	<ul style="list-style-type: none"> 振動配管 塗材 (マスチックなど) が劣化 (亀裂、剥離、防水性能の劣化など) している配管

追記

追記

(事例 151) 平成 26 年 9 月、神奈川県製の製油所で原油出荷配管本管から取り出している配管 (フレキシブルホース) 外面から腐食が進行し、油が漏洩した。(石連事故事例報告書 保安 No.369)

(事例 152) 平成 26 年 9 月、和歌山県の製油所でフルフルール溶剤抽出装置原料供給用配管が供給タンク防液堤内で、配管外面からの腐食が進行し、油が漏洩した。(石連事故事例報告書 保安 No.361)

(事例 153) 平成 26 年 11 月、三重県の製油所で分析計行き小径配管が保温内への雨水浸入による外面腐食で開孔した。(石連事故事例報告書 保安 No.379)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 20 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 15)

5.1.1 検査箇所の選定

b) 配管系外部の腐食

2) 保温のない配管系

—**防油堤貫通部** 貫通部は一般に防食テープ巻きによる防食対策を行い、配管部材が貫通部のコンクリートなどと直接接触しないように施工するが、シール材が経年劣化すると雨水侵入によって貫通部が湿潤雰囲気となり、防食テープ端部付近が腐食を受けやすい。また、スリーブタイプも場合は、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 (事例28) (事例46) (事例132) (事例154)

追記

(事例154) 平成26年6月、宮城県の製油所で原油タンク防油堤中仕切り堤貫通部にて配管外面からの腐食が進行し、配管滯油が漏洩した事例を反映した。(石連事故事例報告書 No.359)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 30 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 16)

5.3 付属品、特定配管及び埋設配管などの検査

5.3.1 配管付属品などの検査

c) **伸縮継手** 目視点検では、腐食、漏洩、振動、異常な変形、保温材の損傷の有無などを検査する。異常が認められた場合には、以下の詳細検査を行う。伸縮継手のベローズに内面腐食が懸念される場合は、内部検査を実施する。(事例47) (事例135) 内筒付き伸縮継手において内筒と直管部の隙間にスラッジが堆積し、直管底部が腐食穿孔した事例がある。(事例80) (事例155) また、ベローズへの塩化物(海水)の堆積により短期間で開孔に至った事例がある。(事例136) (事例156)

追記

(事例155) 平成26年12月に千葉県の製油所で発生した輸入灯油配管の伸縮継手ベローズが経年的な腐食により開孔し、漏洩に至った事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.385)

(事例156) 平成26年8月に千葉県の製油所で発生した輸入ナフサ配管の伸縮継手ベローズが海水により短期間で開孔し、漏洩に至った事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.384)

JPI-8S-1-2014 の該当頁：48 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 17)

付表 2-3 変更に伴うトラブルと配慮事例

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
運転	①数年間、未使用であった原油揚油配管に対し、仕切り板等による縁切りならびに油抜きを行っていなかったため、スケール堆積下で内部滞留していた油中の水分などが滞留、孔食の発生、進行、穿孔によって原油が漏洩した。(事例71)(事例80)	配管系を長期間にわたって使用を休止する場合は、休止期間中の防食対策(滞留部の腐食進行を防止するため仕切り板による縁切りや油抜きなど)、健全性の確認に関する事項などの対応を決め、決定事項のフォローアップを確実に行う。(事例71)(事例80)
	② 常圧蒸留装置主蒸留塔への持ち込み塩化水素が増加したため、主蒸留塔の粗製ガソリン抜き出し配管の腐食環境が変化し、著しい塩酸腐食によって減肉を受け、開口、漏洩した。(事例79)	当該腐食系は運転条件の変化 ⁽¹⁾ によって腐食環境が苛酷になる可能性があることに留意し、運転監視項目、モニタリング方法、環境条件の制御方法を決め、適切な防食管理を実施する。(事例79)
	③主配管にT字型配管が合流するような配管合流部において、主配管の運転が連続からバッチ運転に変更された結果、枝配管側流体に同伴されたミストがT字型配管底部に直接衝突することとなり、エロージョン・コロージョンが顕著化し、開口、漏洩した。(事例93)。	T字型配管合流部においては、配管流量が減少する場合であっても、エロージョン・コロージョンが顕著になる場合がある。運転条件を変更する場合は、運転部門と保全部門が協同で変更管理を実施する。また、モニタリングを強化する(事例93)。
	④ 原油の揚荷タンクのサービス変更により、同タンクに接続されていた配管系がバルブで縁切りされ、行き止まり配管となっていた。原油配管の定点は、内面腐食が懸念される部位として配管底部に設定し、減肉の傾向を確認していた。しかし、当該配管にはスチームトレースが設置されており、その近傍で原油由来の塩分が濃縮し、局所的な内面腐食が発生した。(事例103)	原油など塩分を含む流体の配管行き止まり部にスチームトレースが設置されている場合、塩分が濃縮し易いことに留意して、定点を設定する必要がある。また、使用予定のないスチームトレースを撤去することで塩分の濃縮を軽減することができ、あるいは、配管行き止まり部のうち特に低所部を撤去することで水分及びスラッジの堆積を軽減することができる。
	⑤アスファルト海上出荷配管について数年前から省エネ目的でスチームトレースを停止していたが、	トレースを停止することによる影響を運転・設備管理部門間で情報共有し、必要な追跡検査、健全性の確認に関する事

追記

	<p>運転部門と設備管理部門との情報共有が行われなかった。漏えい個所は本管ドレン配管で、グラスウールで保温されていたが、保温開口部より雨水が浸入、湿潤環境となり外面腐食が進行、漏洩に至った。(事例157)</p>	<p>項等の対応を決め、決定事項のフォローアップを確実に行う。</p>
--	--	-------------------------------------

追記

(事例 157) 平成 26 年 10 月山口県の製油所のアスファルト海上出荷配管ドレン配管において、保温下の外面腐食が進行し、漏洩に至った事例を反映した。(石連事故事例報告書 保安 No.374)

配管維持規格

(2016年11月30日追補)

この追補は、2014年7月1日に改訂された“配管維持規格”2014年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8S-1-2014**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日の追補は次の箇所(赤字+囲み部)である。

<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：15 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 18)	2
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：17 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 19)	3
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：18 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 20)	4
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：19 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 21)	5
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：20 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 22)	6
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：20 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 23)	7
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：27 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 24)	8
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：32 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 25)	8
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：45 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 26)	9
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：47 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 27)	10
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：48 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 28)	11

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 15 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 18)

5.1.1 検査箇所の選定

a) 配管系内面の腐食・エロージョン

1) 腐食・エロージョンの種類

- **エロージョン** エロージョンとは、固体粒子又は液滴衝突による機械的作用によって材料表面が変形したり、徐々に摩耗・減肉する現象をいう。ただし、材料が腐食環境中にある場合は、材料の腐食スケールなどの防食皮膜が剥離して腐食が進行するが、このような電気化学的な腐食を伴う摩耗（エロージョンコロージョン）はエロージョンと区別している。固体粒子衝突によるエロージョンでは、気体中に含まれる固体粒子が金属表面に衝突することによって材料が損傷する。流体の流れが乱れる部位で発生し、例えば流動接触分解装置の反応塔、再生塔セクション、**連続再生式接触改質装置の触媒循環系**などでは、触媒によるエロージョンが発生する。**(事例158)** 液滴衝突によるエロージョンでは、液ジェット及び液滴が金属表面に繰り返し衝突することによって、材料表面にへこみや亀裂を発生するなどの損傷が起る。

追記

(事例158) 2015年8月、千葉県製の製油所で連続再生式接触改質装置の触媒移送管から水素リッチガスが漏洩した。(石連事事故事例報告 保安 No. 427)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 17 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 19)

5.1.1 検査箇所の選定

a) 配管系内面の腐食・エロージョン

2) 腐食・エロージョンの検査箇所

—**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枝管 (事例23) (事例100) (事例159) 追記
やクーラー出入口ヘッダー両端のキャップ部など (事例3) で流動がない滞留範囲にはスケールなどの堆積が生じやすく、堆積物下の腐食が生じる。(事例80) (事例125) (事例126) (事例127) (事例143) 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。更に、流れの遅い配管系では、立上がり部や分岐部近傍の配管下部にスケールが堆積しやすく、スケール堆積部位では水分が凝縮して溜まり、腐食しやすい傾向にある。(事例4) (事例40) (事例56) (事例71) (事例81) (事例101) (事例102) (事例128) (事例144) (事例160) (事例161) (事例162) 追記

また、滞留部がスチームトレースで加熱されていたために、配管下部よりもむしろスチームトレース近傍で流体中の塩分が濃縮して局部的に腐食した事例がある。(事例103)

ドレン抜き配管部は、長期間経過中に水分が滞留し腐食傾向にあるので、定期的なパージなどが望ましい。(事例82) スチームパージ後、長期間停止した配管でも同様の腐食が発生する。(事例41) また、長期停止中にスケール堆積部の境界で配管側面が減肉した事例もある。(事例145)

また通常空の状態の配管においては、間欠使用時の流体衝突や流体中の金属 (例えば Cu) の析出による電位差腐食が局部的減肉を起こした例も有る。(事例36)

オフサイトスロップ配管など広範囲に及ぶ配管では、間欠運転など、運転状況が多様であり、スロップの発生元の違いによって高濃度の塩素イオンが存在する場合があるなど、スケール堆積や腐食状況が一様とはならないので注意が必要である。(事例42) (事例43) (事例44) (事例57) (事例83) (事例87) (事例90) (事例115) (事例146) (事例147) (事例148) (事例149) (事例163) 追記

(事例159) 2015年7月、山口県の製油所の原油インジェクションポンプ吐出配管において、水平に接続された流量計用導圧配管に塩素を含むスケールが堆積し、スケール下腐食が進行することにより、開口・漏洩が発生した。(石連事故事例報告 保安 No. 418)

(事例160) 2014年11月、神奈川県製の製油所でタンク付属配管から未脱硫灯油が漏洩した。当該配管は通常油の流れがない行き止まり配管であり、配管底部に堆積したスケール下で内面腐食が進行し開孔に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.392)

(事例161) 2015年7月、山口県の製油所のオフサイトプロパン再処理ポンプ吐出配管において、内面腐食により開口し、LPG が漏洩した。漏洩箇所は配管低所になっており、そこに LPG 中に含まれる凝縮水が滞留し、経年的な腐食が進行したと推定された。(石連事故事例報告 保安 No. 416)

(事例162) 2015年9月、神奈川県製の製油所でタンク付属配管からA重油が漏洩した。当該配管は通常油の流れがない行き止まり配管であり、配管底部に堆積したスケール下で内面腐食が進行し開孔に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.438)

(事例163) 2015年10月、北海道の製油所の輸入JET燃料受入配管の行き止まり部において、内面腐食により開口・漏洩が発生した。配管腐食部は、受け入れ本管よりも低いレベルに位置しているため、水分は配管底部に滞留して置換されなかった。(石連事故事例報告 保安 No. 441)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 18 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 20)

5.1.1 検査箇所の選定

a) 配管系内面の腐食・エロージョン

2) 腐食・エロージョンの検査箇所

—**固体又は液滴、気泡を含む流速のある流体の配管系** スラリー、触媒などの固体を含む流体や、スチームコンデンセートなどの液滴を含む気体が流れの方向を変える部位でエロージョンが発生しやすい。**(事例164)** ベンド管下流にノズル、マンホール、温度計などが設置されている場合、取り付け部近傍は流れの乱れが発生しエロージョンを受ける恐れがあることに留意する。**(事例27)** また、圧力の変動によって液体中で気泡が発生と消滅を繰り返す環境では、キャビテーションエロージョンを生じる可能性がある。

追記

(事例164) 2015年5月、宮城県の製油所の残油流動接触分解装置において、スラリー配管調節弁のバイパス弁本体から漏洩した。当該バルブはアングルタイプのON-OFF弁であり、調節弁の不調により微小開度で使用したが、重油にFCC触媒を含んでいたため、短期間で開孔に至ったと推定された。(石連事故事例報告 保安 No. 410)

JPI-8S-1-2014 の該当頁：19 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 21)

5.1.1 検査箇所の選定

b) 配管系外部の腐食

1) 保温のある配管系 (保冷、火傷防止及び耐火施工配管も含む)

表 5.1.2 保温材下腐食などの発生しやすい環境と配管系

周囲の環境	該当配管の例
噴霧、水蒸気、海水飛沫 (事例8) に直接さらされる。	<ul style="list-style-type: none"> 冷水塔付近の配管 スチームトラップ近傍の配管 スチームトレース配管の保温内継手 (事例151) 栈橋上の保温配管 (事例8) エアフィンクーラー下部近傍の配管 (事例76) 大雨、高潮などによって冠水した配管 (事例96) (事例107) (事例152)
保温材内に湿気を吸収蓄積する可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> -4℃～150℃程度で運転されている炭素鋼配管 (事例153) 使用中は 150℃以上であるが、間欠運転される炭素鋼配管 本管から分岐され 150℃以下となる滞留部及び付属品 (事例89) (事例119) 本管に設置されたサポート及びストッパーのフィン効果によって局部的に 150℃以下となる本管 (事例66) 火傷防止対策施工配管 (事例9) (事例106) コンクリートなどの構造物に接している保温施工配管 (事例95) 保温施工された遊休配管 (事例165)
保温材に含まれる塩素が応力腐食割れに対して活性となる。	<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配管
保温外装が損傷して水分が侵入する。	<ul style="list-style-type: none"> 振動配管 塗材 (マスチックなど) が劣化 (亀裂、剥離、防水性能の劣化など) している配管

追記

(事例 165) 2015 年 7 月、神奈川県製の製油所にて発生した保温下外面腐食による遊休配管からの C 重油漏洩事例を反映した。当該配管は、滞油抜きを行っていたが、配管内部に付着した油分が下部に溜り、腐食開口部から漏洩したものである。(石連事故事例報告書 保安 No.436)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 20 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 22)

5.1.1 検査箇所を選定

b) 配管系外部の腐食

1) 保温のある配管系 (保冷、火傷防止及び耐火施工配管も含む)

表 5.1.3 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
保温及び外装材の貫通部又は切欠き部	ベント、ドレン部 ハンガー保持部 パイプシュー取付部 トレース管貫通部 ステージなどの貫通部 サポート取付などのため保温を切欠いた箇所 (事例10) (事例67) (事例129) (事例166) (事例167) 抱線取付のために配管上面の保温材に設けた貫通部 (事例97)
保温末端部	フランジ、バルブ (事例130)、付属品 鉛直配管末端
外装の損傷又は欠落部	膨れ部 (腐食生成物が予想される) 変色部(高温やけ) 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

追記

(事例 166) 2015 年 6 月、三重県の製油所で発生した軽質ガソリン水素化異性化装置下流のドレン排出配管からの油の漏洩事例を反映させた。当該箇所は、保温切欠き部において雨水がサポートを伝って保温内に浸入したことで外面腐食が進展した。(石連事故事例報告 保安 No. 397)

(事例 167) 2015 年 7 月、山口県の製油所のコーキング装置シールガスドレン配管において、配管サポート部における保温外装鉄板の切欠き部に、雨水シールが施工されていなかったため、隙間から浸入した雨水によって外面腐食が進行し、開孔、ガス漏洩が発生した。(石連事故事例報告 保安 No. 417)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 20 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 23)

5.1.1 検査箇所の選定

b) 配管系外部の腐食

2) 保温のない配管系

- **防油堤貫通部** 貫通部は一般に防食テープ巻きによる防食対策を行い、配管部材が貫通部のコンクリートなどと直接接触しないように施工するが、シール材が経年劣化すると雨水浸入によって貫通部内が湿潤雰囲気となり、防食テープ端部付近が腐食を受けやすい。

防食テープの替りにモルタル被覆された配管では、モルタル劣化にともない腐食開口した事例がある。(事例168) また、スリーブタイプの場合は、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(事例28)(事例46)。

追記

なお検査計画立案時や掘削補修時には、配管の防油堤部のジャンプオーバー化を検討する。

- **トレンチ配管** トレンチ内は雨水が滞留しやすいため、目視検査にて配管外面の腐食状況の確認を行う。また、腐食抑制の観点から、トレンチ内の排水を適宜行うなど、環境管理に努めることが望ましい。(事例169)

追記

(事例168) 2015年5月、和歌山県の製油所の屋外貯蔵タンク付属配管の防油堤貫通部において、外面腐食により漏洩が発生した。防油堤貫通部(防油堤はコンクリートによる二重構造)の配管はモルタル被覆されていたが、経年劣化により雨水が浸入した。(石連事故事例報告 保安No. 407)

(事例169) 2015年9月、山口県の製油所でトレンチ内配管から軽油が漏洩した。当該箇所は、トレンチ内が雨水滞留によって湿潤環境となったことで外面腐食が進展した。(石連事故事例報告 保安No. 425)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 27 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 24)

5.2.1 劣化損傷検査の範囲

c) 疲労

- 1) **振動疲労** 構造部材に変動荷重が繰り返し負荷され続けた場合、材料の降伏点以下の応力で疲労による割れを発生することがある。回転機械などからの振動や内部流体の脈動(事例170)などによって変動荷重が繰り返し負荷される配管系で、構造上応力が集中しやすい部位は、検査の対象となる。ただし、適切なサポートの設置、部材の厚肉化、隅肉溶接部の補強などの応力緩和策によって、検査範囲を限定できる。(事例69)

追記

複雑な形状、負荷を受ける配管系は、通常、設計段階で応力解析が実施され、その結果によって適切なサポートなどの補強対策が施されているが、運転開始後に振動、その他の異常が観測された場合には、応力解析と適切な対策の必要性を改めて検討する。対策を実施する場合には付表 2-1 に示した振動疲労対策の事例内容に留意する。

(事例 170) 2015 年 7 月、宮城県の製油所にて原油チャージ配管調節弁下流のドレンノズルから原油が漏洩した。発災時は常圧蒸留装置の運転開始操作中であり、調節弁を絞り低流量運転をしていたため、絞り部で一部気化による二相流が発生、配管系の振動が増加してドレンノズルのソケット溶接部が疲労割れに至ったものと推定している。(石連事故事例報告書 保安 No.420)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 32 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 25)

- 5.4 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(事例171)工事中あるいは他の検査などで認めた場合は、当該部と同時期、同施工会社によって施工された同等部位の範囲については、製作時欠陥の顕在化に十分注意を払う必要がある。開先なし溶接部で施工後 10 年以上経過した部位より漏洩した事例がある。(事例70)

追記

(事例 171) 2015 年 3 月、神奈川県製の製油所のタンク付属配管にてマイターバンドの溶接線止端部の亀裂から原油が漏洩した。当該亀裂は建設時の溶接施工不良箇所を起点とするものであり、原油の受入・停止時の繰返応力により亀裂が進展したものと推定している。(石連事故事例報告書 保安 No.403)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 45 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 26)

付表 2-1 構造設計上の配慮事項例

石油精製事業所における供用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	反映事項例
配管外面の防食	記載省略	記載省略
劣化損傷対策	応力腐食割れ (SCC) 対策	<ul style="list-style-type: none"> ・ スチームパージを行う配管で苛性ソーダやアミン配管及びこれらが混入するおそれのある配管は、濃度、温度に関係なくすべて溶接後熱処理を行う。
	振動疲労対策	<ul style="list-style-type: none"> ・ 往復動圧縮機廻りの配管は、振動が発生することが予想されるので、配管サポートの形状、間隔及び隣接する配管とのスペースの確保などに十分配慮する。 ・ 高差圧が生じる調節弁及び操作バルブは、振動の発生を考慮し、強固なサポートを設置する。 ・ 振動応力解析による対策を実施する場合は、拘束による熱応力を考慮する。 ・ 本管から小口径の取出し配管（計装用など）でシールポットなどの重量を持った容器を設置する場合は、本管の振動が増幅されて伝達されるため、適切なサポートを設置する。(事例18) (事例38) (事例172) ・ オリフィス下流などキャビテーションが発生しやすく差圧が大きい部位では、配管系の共振に配慮した振動応力解析が必要である。共振状態となった配管系では、締付力が低下したバルブハンドルやキャップが振動によって緩んだ事例も報告されているので、留意が必要である。(事例19)
	熱疲労対策	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温度差のある流体の合流部はインナーノズルを採用する。
その他	記載省略	記載省略

追記

(事例 172) 2015 年 8 月に千葉県製の製油所で発生した、オフサイト廃油配管の安全弁行き小口径配管取出し部で経年的な振動により疲労割れが生じ、内部流体の漏洩に至った事例を反映した。(石連事故事例報告 保安 No.439)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 47 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 27)

付表 2-2 工事作業上の配慮事項例

石油精製事業所における供用後の工事作業時及び工物品質に起因した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。

配 慮 事 項 例	
振動疲労対策 ～ 外面腐食部の防食措置	記載省略
掘削作業時の配慮事項	<p>・埋設配管近傍の保護堤の補修にともなう掘削作業を行うため、保護堤の周囲に矢板を打ち込んだところ、埋設されていた配管に矢板が接触し、配管外面の防食テープを損傷させたため、損傷部から外面腐食が進行し、漏洩に至った事例がある。(事例141) 掘削作業を行う際には埋設物調査を実施し、埋設物近傍への矢板の打ち込みなどの作業は極力避ける計画とする。(事例141)</p> <p>・埋設配管近傍でカルバート設置工事を行った際、配管の防食テープを損傷させ、外面腐食が局部的に進行した事例がある。(事例173) 埋設配管近傍の工事を行う際には、既設埋設配管の防食テープ等を傷つけないよう注意する。</p>
可とう性のない配管に対する配慮事項	<p>・球形タンクを繋いでいる可とう性のない配管にバルブ切込み工事を行った際、仕切り板取り外し後のフランジ締め付け時に配管が引っ張られ、球形タンク元のフランジより漏えいに至った事例がある。(事例174) 可とう性のない配管に対する工事を行う際には特に配管寸法などに配慮が必要である。</p>
外面腐食点検時の配慮事項	<p>・配管の吊り上げ、ジャッキアップ、配管固定用バンドやサポートの取り外しの際には、配管外面のスケールの付着状況に応じて施工可否及び施工前の安全対策の要否を検討する。(事例175)</p>

追記

追記

追記

(事例 173) 2015 年 8 月、愛知県の製油所の原油貯蔵タンク付属の埋設管において、外面腐食による開孔、漏洩が発生した。漏洩配管近傍にカルバートが敷設されており、このカルバート施工の際のコンクリート打設工事時に配管の防食テープを損傷させ、外面腐食が局部的に進行したと推定された。(石連事故事例報告 保安 No. 432)

(事例 174) 2015 年 9 月に大阪府の製油所で発生した球形タンク元フランジ部からの漏えい事例を反映した。球形タンクを繋ぐ可とう性のない配管の寸法が建設以来短く製作されており、バルブ切込み工事により配管が若干短くなったことでフランジ締め付け時にさらに引っ張られ、タンク元フランジ部のガスケット面圧が低下し漏えいに至ったと推定される。(石連事故事例報告 保安 No. 423)

(事例 175) 2015年1月、神奈川県製の製油所で発生した灯油・軽油水添脱硫装置付属配管からのナフサ漏洩事例を反映させた。配管ラック上の当該配管を検査するため、吊り上げの事前準備として配管固定用Uバンドを外したところ、外面腐食により漏洩が発生した。(石連事故事例報告 保安 No. 424)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 48 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 28)

付表 2-3 変更に伴うトラブルと配慮事例

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
運転	① ～⑤記載省略	
	⑥連続再生式接触改質装置で使用する触媒を変更した結果、触媒を循環させる触媒移送ガス量が増えたことで触媒によるエロージョンが助長され、触媒移送管が開口した。 (事例 158)	使用する触媒を変更する前に、変更に伴う運転状況の変化に関して運転部門と保全部門が共同で変更管理を実施し、フォローアップを確実にこなう。
設備	① ～⑥記載省略	
	⑦1971年に設置した廃油配管において、1990年に配管内面にモルタルライニングを施工し、その後はメンテナンスフリーとして点検を行わず、2015年に開孔に至った。(事例 176)	防食措置を行う際はその効果(耐用年数)を事前に検討し、次回の検査周期を定める。また、その効果を適切な時期に確認する必要がある。

追記

追記

(事例 176) 2015年8月に大阪府の製油所で発生した廃油配管からの漏洩事例を反映した。(石連事故事例報告 保安 No.422)

配管維持規格

(2017年12月1日追補)

この追補は、2014年7月1日に改訂された“配管維持規格”2014年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8S-1-2014**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日の追補は次の箇所（赤字+下線部）である。昨年以前の追補内容は青字で記載している。

<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：11 頁（管理番号 8S-1-2014 追補 29）	2
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：17 頁（管理番号 8S-1-2014 追補 30）	3
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：18 頁（管理番号 8S-1-2014 追補 31）	5
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：19 頁（管理番号 8S-1-2014 追補 32）	6
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：20 頁（管理番号 8S-1-2014 追補 33）	8
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：26 頁（管理番号 8S-1-2014 追補 34）	10
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：30 頁（管理番号 8S-1-2014 追補 35）	11
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：44 頁（管理番号 8S-1-2014 追補 36）	12
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：45 頁（管理番号 8S-1-2014 追補 37）	13
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：46 頁（管理番号 8S-1-2014 追補 38）	14
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：47 頁（管理番号 8S-1-2014 追補 39）	15
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：48 頁（管理番号 8S-1-2014 追補 40）	16
<u>JPI-8S-1-2014</u> の該当頁：50 頁（管理番号 8S-1-2014 追補 41）	17

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 11 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 29)

4.7 検査準備及び安全 検査実施者は、以下の a) ~d) の準備作業を行い、関係部署と協議の上、定めた作業要領書に基づき検査を行う。検査は、検査種目ごとに十分な技量を有した検査員が行わねばならない。

下線部追記

a) 検査箇所の確認とデータシートなどの作成 検査実施前に、次に示すものについて十分な確認を行い、必要な検査が的確に実施されるように管理する配管系毎にデータシートなどを作成する。(事例177)

ー 検査対象配管系の関連法規、規格、基準、運転条件 (温度、圧力、流体組成など)、稼働状況、配管系仕様 (配管径、材質、使用板厚、必要板厚)、検査、補修履歴など。

また、作成するデータシートには、配管系の経路図、検査すべき部位、検査項目、検査方法、使用検査器具、前回の検査結果、などを記入し、検査作業中は携帯するなど、常に確認しながら作業を行うことが望ましい。

管理番号 : 8S-1-2014 追補 29 の解説

(事例 177) 2016 年 6 月、愛知県の製造所で発生した、廃油タンク付属配管における内面腐食による漏洩事例を反映させた。不具合はオンサイトとオフサイトの管理境界部で発生していたが、いずれの検査用図面にも記載されておらず、検査が抜け落ちていた。なお、開口部下流は配管立ち上がり部となっており、スラッジが堆積しやすい構造であった。(石連事故事例報告 保安 No.502)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 17 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 30)

5.1.1 検査箇所の選定

a) 配管系内面の腐食・エロージョン

2) 腐食・エロージョンの検査箇所

下線部追記

—**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枝管 (事例23) (事例100) (事例159) やクーラー出入口ヘッダー両端のキャップ部など (事例3) で流動がない滞留範囲にはスケールなどの堆積が生じやすく、堆積物下の腐食が生じる。(事例80) (事例125) (事例126) (事例127) (事例143) 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。更に、流れの遅い配管系では、立上がり部や分岐部近傍の配管下部にスケールが堆積しやすく、スケール堆積部位では水分が凝縮して溜まり、腐食しやすい傾向にある。(事例4) (事例40) (事例56) (事例71) (事例81) (事例101) (事例102) (事例144) (事例160) (事例161) (事例162) (事例177) (事例178) (事例179) (事例180) (事例181)

また、滞留部がスチームトレースで加熱されていたために、配管下部よりもむしろスチームトレース近傍で流体中の塩分が濃縮して局部的に腐食した事例がある。(事例103)

ドレン抜き配管部は、長期間経過中に水分が滞留し腐食傾向にあるので、定期的なパージなどが望ましい。(事例82) スチームパージ後、長期間停止した配管でも同様の腐食が発生する。(事例41) また、長期停止中にスケール堆積部の境界で配管側面が減肉した事例もある。(事例145)

また通常空の状態の配管においては、間欠使用時の流体衝突や流体中の金属 (例えば Cu) の析出による電位差腐食が局部的減肉を起こした例も有る。(事例36)

下線部追記

オフサイトスロップ配管など広範囲に及ぶ配管では、間欠運転など、運転状況が多様であり、スロップの発生元の違いによって高濃度の塩素イオンが存在する場合があるなど、スケール堆積や腐食状況が一様とはならないので注意が必要である。(事例42) (事例43) (事例44) (事例57) (事例83) (事例87) (事例90) (事例115) (事例146) (事例147) (事例148) (事例149) (事例163) (事例182) (事例183)

管理番号 : 8S-1-2014 追補 30 の解説

(事例177) 2016年6月、愛知県の製造所で発生した、廃油タンク付属配管における内面腐食による漏洩事例を反映させた。不具合はオンサイトとオフサイトの管理境界部で発生していたが、いずれの検査用図面にも記載されておらず、検査が抜け落ちていた。なお、開口部下流は配管立ち上がり部となっており、スラッジが堆積しやすい構造であった。(石連事故事例報告 保安 No.502)

(事例178) 2015年10月、山口県の製油所で発生した、原油供給配管におけるスケール堆積下で生じた内面腐食による漏洩事例を反映させた。開口部は、タンクから常圧蒸留装置間で最もレベルが低く、水分、スラッジが滞留しやすい部位であった。(石連事故事例報告 保安 No.447)

- (事例 179) 2016年8月、千葉県の製油所で発生した未脱硫ナフサ配管から漏洩した結果を反映した。当該配管は、立ち上り部の配管下部の周辺にスケールが堆積し、スケール下で腐食が進行し開口に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.477)
- (事例 180) 2016年4月、岡山県の製油所の水素化脱アルキル装置において、ベンゼン整合塔塔頂ベッセルのドレン配管から内部流体が漏洩した。当該配管内部にはスケールが堆積しており、漏洩箇所は配管上部で局部的に腐食した。漏洩部は長年ドレン切りをしておらず滞留部となっていた。(石連事故事例報告 保安 No.485)
- (事例 181) 2016年10月、千葉県の製油所で発生した軽油水添脱硫装置の漏洩事例を反映した。液面計の取り出し配管底部にスケールが堆積し、スケール下で腐食が進行し開口に至った。(石連事故事例報告 保安 No.510)
- (事例 182) 2016年1月、和歌山県の潤滑油工場の廃油タンク附属配管から水含み廃油が漏洩した。当該配管は、上下流の水平配管より一段低くなったポケット構造となっており、腐食は内面配管底部に点在しており、スケール堆積下でクレータ状の腐食が進行したと推定された。(石連事故事例報告 保安 No.458)
- (事例 183) 2016年10月、神奈川県製の製油所で発生した使用していない原油配管から水含み原油が漏洩した。当該配管は未使用であったため、配管内部に滞留していたスラッジ、水分の堆積下において、局所的に配管の底部に腐食(孔食)が進行し、漏洩が発生した。(石連事故事例報告 保安 No.525)

JPI-8S-1-2014 の該当頁：18 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 31)

5.1.1 検査箇所の選定

α) 配管系内面の腐食・エロージョン

2) 腐食・エロージョンの検査箇所

下線部追記

- **凝縮部** 蒸留装置の塔頂系、リアクター下流の反応生成物系、高温油のベント配管 (事例26) 及び排ガス回収系統などで蒸気が部分的に凝縮する際、凝縮液 (特に凝縮水) 中に腐食性物質が濃縮し、配管系が腐食されることがある (事例184) (事例185)。特に初期の凝縮液は、腐食性物質で飽和され高濃度となるので腐食が激しくなる。初期凝縮の起る位置は運転条件、局部的冷却 (フィン効果による) の有無 (事例6) (事例45) (事例124) などにも影響される (事例117)。

- **蒸発する箇所** ホットバイパスが混入する箇所、減圧箇所、本管の流れが停滞している場合のジャケット配管、トレース付き配管などで配管系内の液体が蒸発蒸発し、気相中に腐食性物質の濃縮やフラッシュにより保護被膜の剥離によるエロージョン・コロージョンなどによって、配管を腐食させることがある スチームトレースとの接触部は配管内部での液体の激しい蒸発によって、配管内面に形成されていた硫化鉄皮膜が破壊され、エロージョンが発生した事例があるので注意が必要である (事例33) (事例150) (事例186)。

下線部追記

また、スチームコンデンセートの部分フラッシュによって調節弁下流では、エロージョンが発生することがある。

また、装置停止時しか使用せず、運転中はドレンが滞留している滞油移送配管で、高温の本管との境界にて蒸発・凝縮が繰り返されて著しい減肉が発生した事例がある。 (事例118)

管理番号：8S-1-2014 追補 31 の解説

(事例184) 2016年3月、大分県の製油所で発生した、パラキシレン製造装置酸素ストリッパー塔頂油凝縮器出口配管において、凝縮水に有機酸が溶け込み内面腐食が進行、開口、漏洩に至った事例を反映させた。腐食環境にあるとの認識が希薄であったことから、下流ドラムの遊離水分析は実施されておらず、また、検査点も十分ではなかった。(石連事故事例報告 保安 No.473)

(事例185) 2016年4月、宮城県の製油所で発生した、ガソリン分留装置スプリッター塔頂油凝縮器出口配管において、凝縮水に塩化物が溶け込み内面腐食が進行、開口、漏洩に至った事例を反映させた。当該装置の原料ナフサはタンカーによる転送品であり、ハッチ洗浄に海水が用いられていることからこれに由来する塩化物と考えられている。また、原料の重質化により運転温度の上昇も行われていたが、その程度は極僅かであったことから、変更の管理は実施されていなかった。(石連事故事例報告 保安 No.486)

(事例186) 2016年5月、三重県の製油所の灯軽油水添脱硫装置で、高温と低温流体の合流部のT字型部配管で漏洩した事例を反映した。合流した低温流体中の軽質油分が高温流体の熱でフラッシュした結果、保護皮膜を剥離させて、エロージョン・コロージョンによる腐食が進行し開口に至った。(石連事故事例報告 保安 No.506)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 19 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 32)

5.1.1 検査箇所の選定

b) 配管系外部の腐食 配管外部の腐食の検査箇所について、以下の1) 及び2) に示す。 下線部追記

1) 保温のある配管系 (保冷、火傷防止及び耐火施工配管も含む) 保温配管では、保温材への雨水浸入などによって保温材下の配管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。これら保温材下腐食発生の可能性を評価するため、保温、外装板、外装板継目のシールなどの健全性を点検することが重要である。(事例7) (事例65) (事例104) (事例105) 検査等で保温材を解体し、その後復旧する場合は、防水性能が低下しないよう注意が必要である。(事例187) また、火傷防止対策 (保温) が行われているようなケースで外面腐食が生じた事例 (事例106) があることから、可能な限り不要な保温は撤去することが望ましい。

保温材下腐食が起りやすい配管例及び共通的な部位を表5.1.2 及び表5.1.3 に示す。

保温材下腐食の起りやすい箇所例を付属書A 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、5.2.1 b) に記載する。

表 5.1.2 保温材下腐食などの発生しやすい環境と配管系

周囲の環境	該 当 配 管 の 例
噴霧、水蒸気、海水飛沫 (事例8) に直接さらされる。	<ul style="list-style-type: none"> ・冷水塔付近の配管 ・スチームトラップ近傍の配管 ・スチームトレース配管の保温内継手 (事例151) ・<u>スチームトレース配管の腐食や損傷による開口で湿潤環境になった配管 (事例187) (事例188) (事例189) (事例191)</u> ・下線部追記 棧橋上の保温配管 (事例8) ・エアフィンクーラー下部近傍の配管 (事例76) ・大雨、高潮などによって冠水した配管 (事例96) (事例107) (事例152) (事例190) 下線部追記
保温材内に湿気を吸収蓄積する可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> ・-4℃~150℃程度で運転されている炭素鋼配管 (事例153) ・使用中は150℃以上であるが、間欠運転される炭素鋼配管 ・本管から分岐され150℃以下となる滞留部及び付属品 (事例89) (事例119) ・本管に設置されたサポート及びストッパーのフィン効果によって局部的に150℃以下となる本管 (事例66) ・火傷防止対策施工配管 (事例9) (事例106) ・コンクリートなどの構造物に接している保温施工配管 (事例95) ・<u>保温施工された遊休配管 (事例165)</u>
保温材に含まれる塩素が応力腐食割れに対して活性となる。	<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配管 (事例191) 下線部追記
保温外装が損傷して水分が侵入する。	<ul style="list-style-type: none"> ・振動配管 ・塗材 (マスチックなど) が劣化 (亀裂、剥離、防水性能の劣化など) している配管

管理番号：8S-1-2014 追補 32 の解説

- (事例 187) 2016 年 10 月、茨城県の製油所の接触改質装置において、震度 4 の地震発生に伴いリアクター入口配管からガスが漏洩し火災が発生した。当該配管は、28B 主配管に 2B 枝管が合流する T 字部であり、2011 年震災後に健全性確認検査のため保温解体・復旧を行っており、その際保温材がケイ酸カルシウムからセラミックウールに変更されていた。そのため、セラミックウールに浸入した水分の滞留により急激に外面腐食が進行し、震度 4 の地震で開口したと推定された。(石連事事故事例報告 保安 No.516)
- (事例 188) 2015 年 10 月、神奈川県製の油所のタンク附属配管 (C 重油移送配管) において、保温材下のスチームトレースの曲げ加工部がエロージョン・コロージョンにより開口し、保温材下で湿潤環境を形成したため外面腐食が進行し、漏洩に至った事例がある。(石連事事故事例報告 保安 No.451)
- (事例 189) 2016 年 1 月、神奈川県製の油所の重油タンク附属配管において、トレンチ近傍地上部のスチームトレースからスチームが漏洩し、トレンチ部配管の保温板金と本管の間でドレン化して湿潤環境を形成した結果外面腐食が進行し、漏洩に至った事例がある。(石連事事故事例報告 保安 No.460)
- (事例 190) 2016 年 1 月、岡山県の製油所の出荷ポンプ所における流動点降下剤タンクリターン配管において、保温材下で外面腐食が進行し、内部流体が漏洩した。漏洩部近傍は、過去に台風に伴う高潮により保温内に海水が浸入したことがあり、外面腐食が進行しやすい環境となっていた。(石連事事故事例報告 保安 No.459)
- (事例 191) 2016 年 5 月、北海道の製油所の重油直接脱硫装置蒸留塔の圧力指示計取り出し配管において、保温材下腐食により漏洩・火災に至った事例がある。本事例では、海塩粒子を含んだ雨水が保温材に浸入してステンレス製のスチームトレース配管に塩化物応力腐食割れが発生、その結果生じたスチーム漏れによって当該配管の保温材下腐食が加速された。(石連事事故事例報告 保安 No.481)

5.1.1 検査箇所の選定

b) 配管系外部の腐食

2) 保温のない配管系

- **裸配管** 目視検査にて、配管外面の腐食状況の確認を行う。配管下部で土壌と接触している箇所、地面との距離がほとんどない箇所であって、湿潤環境となっている部位や配管上部の構造物の影響で雨滴に著しく晒される箇所では外面腐食の有無を検査する。(事例71) (事例110) (事例131)

下線部追記

また、オーステナイト系ステンレス鋼 (内部温度 100℃) の裸配管に工業用水が飛散・蒸発を繰り返し、その成分中の塩化物とカルシウムが濃縮した硬質スケール下で、塩化物 SCC による不具合が発生した事例もあるため、注意する必要がある。(事例192)

- **塗装、コーティング、メッキ、防食テープ施工配管など** 塗装、コーティング、メッキ、防食テープなどの外観を目視検査する。塗装、コーティングなどに欠陥あるいは錆コブ状やうろこ状の錆を認めた場合には、その欠陥部から雨水が浸入し局所的な腐食が生じることがあることから (事例88) それらの欠陥部を除去して配管本体の腐食の有無を検査する。(事例58) (事例59) (事例60) (事例193) また、防食テープの劣化が認められた場合はそれらの劣化部位を剥がして腐食の有無を検査する。(事例72) (事例120) (事例121) 栈橋上のサポート接触部で防食シートが処置されていたにもかかわらず、防食シートが劣化し海水が浸入し腐食開口した事例がある。(事例94)

下線部追記

なお、再塗装の際には特に下地処理を十分に行わないと、期待したとおりの塗装の効果が得られないことがあるので注意が必要である。(事例194) (事例195)

- **サポートなどの取付部** サポート取付部の配管表面に注意して、目視検査を行う。特に、ダミーサポート取付部、ハンガー取付部などのサポート接触面 (事例11) には、腐食が発生しやすい。また、サポートの構造によっては目視検査できない箇所 (事例85) があるので留意する。ダミーサポート取付部が全周溶接されていない場合雨水が浸入しやすく、またウィーブホールからの湿気の浸入により、ダミーサポート取り付け部は外面腐食が進行しやすい。(事例196) サポート取付部の腐食の発生しやすい箇所例を付属書A に示す。

下線部追記

- **防油堤貫通部** 貫通部は一般に防食テープ巻きによる防食対策を行い、配管部材が貫通部のコンクリートなどと直接接触しないように施工するが、シール材が経年劣化すると雨水浸入によって貫通部内が湿潤雰囲気となり、防食テープ端部付近が腐食を受けやすい。防食テープの替りにモルタル被覆された配管では、モルタル劣化にともない腐食開口した事例がある。(事例168) また、スリーブタイプの場合は、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 (事例28) (事例46) (事例133) (事例154)。

下線部追記

防食テープの施工の際には、施工管理を十分に行わないと、期待した通りの防食効果が得られないことがあるので注意が必要である。(事例197)

なお検査計画立案時や掘削補修時には、配管の防油堤部のジャンプオーバー化を検討する。

管理番号：8S-1-2014 追補 33 の解説

- (事例 192) 2016年9月、千葉県の製油所で発生した水素製造装置の配管の開口事例を反映させた。近傍機器の冷却目的で散水していた工業用水が当該配管(オーステナイト系ステンレス鋼)に飛散し、内部流体(約100℃)の温度により、工業用水に含まれる塩化物とカルシウムが蒸発・濃縮して塩化物 SCC が進展し開口に至った。(石連事故事例報告 保安 No.479)
- (事例 193) 2016年3月、北海道の製油所で発生した、軽油出荷配管サポート接触部における外面腐食による漏洩事例を反映させた。2015年11月に外面腐食点検を行っていたが、顕著な錆瘤がなく詳細検査を実施していなかったことから、硬質スケール下で腐食が進展し、開口に繋がったと推定された。(石連事故事例報告 保安 No.472)
- (事例 194) 2015年11月、北海道の製油所で発生した軽油出荷配管からの漏洩事例を反映させた。2008年の定期検査後に当該配管の再塗装を行ったが、下地処理が十分でなかったため、その部位を起点に外面腐食が進展したと推定された。(石連事故事例報告 保安 No.449)
- (事例 195) 2015年11月、神奈川県製の製油所の水素移送裸配管において外面腐食が進行し、水素ガスが漏洩した。当該腐食部位は、2007年に再塗装されていたが、作業性が悪いため、本来の電動工具による2種ケレンから手工具による3種ケレンに変更されていた。そのため、下地処理が不十分だったことから錆こぶ下で腐食が進行した。(石連事故事例報告 保安 No.448)
- (事例 196) 2015年12月、神奈川県製の製油所の廃油タンク附属配管(8B)において、水平に設置されたダミーサポート(6B)のエンドプレートの全周溶接が不十分のため隙間があり、そこから水分が侵入し湿潤環境を形成した結果サポート内で外面腐食が進行し、漏洩に至った事例がある。(石連事故事例報告 保安 No.454)
- (事例 197) 2016年9月、神奈川県製の製油所のタンク附属防油堤貫通部重油配管において、防食テープの施工が不十分であったため防食テープが剥離し、外面腐食の進行により漏洩に至った事例がある。(石連事故事例報告 保安 No.508)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 26 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 34)

5.2.1 劣化損傷検査の範囲

b) 環境による脆化及び割れ

- 1) **塩化物応力腐食割れ** 塩化物応力腐食割れの検査の対象は、蒸留、脱硫、改質装置の蒸留塔塔頂系及びガス分離系の湿潤塩化物環境において使用されるオーステナイト系ステンレス鋼配管となる。スタートアップ過程、または運転中でドレン水が濃縮される箇所、保温材下及びサポート接触部の配管外面 海塩粒子に曝される裸配管外面及び海塩粒子を含んだ雨水が浸入しやすい保温配管 (特に保温切欠き部) についても注意する。(事例198) (事例199)

下線部追記

管理番号 : 8S-1-2014 追補 34 の解説

(事例 198) 2016 年 9 月、千葉県製の製油所のガスタービンで、圧力計導圧管 (ステンレス鋼製チューブ) で外面から塩化物応力腐食割れが進展し漏洩した事例を反映させた。当該設備は護岸から近く、制御室内の冷却用ファンから海塩粒子を含む外気を取り込んでいたことで塩化物が濃縮したと推定された。(石連事故事例報告 保安 No.478)

(事例 199) 2016 年 12 月、千葉県の製油所で発生した減圧軽油水素化脱硫装置の反応塔クエンチ水素配管からの漏洩を反映させた。ガセットサポートとクエンチ配管取り付け溶接部に生じた割れ内部に海塩粒子を含んだ雨水が浸入したことで塩化物応力腐食割れが発生した。(石連事故事例報告 保安 No.526)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 30 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 35)

5.3 付属品、特定配管及び埋設配管などの検査

5.3.1 配管付属品などの検査

c) **伸縮継手** 目視点検では、腐食、漏洩、振動、異常な変形、保温材の損傷の有無などを検査する。異常が認められた場合には、以下の詳細検査を行う。伸縮継手のベローズに内面腐食が懸念される場合は、内部検査を実施する。(事例47) (事例135) 内筒付き伸縮継手において内筒と直管部の隙間にスラッジが堆積し、直管底部が腐食穿孔した事例がある。(事例80) (事例155) なお、ドレッサーカップリング型伸縮継手については、セットボルトを締め付けゴムリングで気密性を保持する構造であることから、同ボルトへの加温・保温は緩みを誘発する場合がありますので注意を要する。(事例200) また、ベローズへの塩化物(海水)の堆積により短期間で開孔に至った事例がある。(事例136) (事例156)

下線部追記

- **外観検査** ベローズの割れ、孔食、傷及びしわの有無、外筒よりのはみ出し、調整リング及びベローズとのせりの有無、ステーボルトの遊びの状況などを確認する。
また、運転中における振動の発生の有無についても確認する。特にタンク元に設置された伸縮継手において、オフセット量が大きくかつ揚げ荷中の流速が大きい使用環境で振動によってベローズが破損した事例があるので注意を払う必要がある。(事例48)
なお外部検査で異常が認められれば取り外しの上、内部確認、気密検査を行う。
- **伸縮性能の確認** 各部の変位を計測し、設計仕様と対比して許容限界を外れていないことを判定する。また、伸縮継手、固定点、ガイドなどを含む配管系全体が拘束されていないこと及び固定点、ガイドなどの異常の有無を確認する。

管理番号 : 8S-1-2014 追補 35 の解説

(事例 200) 2015 年 10 月、宮城県の製油所で発生した重油タンク元伸縮継手からの漏洩事例を反映させた。ドレッサーカップリング型伸縮継手全体には保温材が施工されていたため、トレースの熱影響により、セットボルトに緩みが生じ、ゴムリング部での気密性が低下した。(石連事故事例報告 保安 No.446)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 44 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 36)

付表 2-1 構造設計上の配慮事項例

石油精製事業所における供用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	反映事項例
劣化損傷 対策	応力腐食割れ (SCC) 対策	<ul style="list-style-type: none"> ・ スチームパージを行う配管で苛性ソーダやアミン配管及びこれらが混入するおそれのある配管は、濃度、温度に関係なくすべて溶接後熱処理を行う。 ・ <u>海塩粒子に曝される SCC 環境下でオーステナイト系ステンレス鋼配管を使用する場合は、SCC 感受性の低い材料の採用や塗装等の環境遮断を検討する。(事例198)</u>

下線部追記

管理番号 : 8S-1-2014 追補 36 の解説

(事例 198) 2016 年 9 月、千葉県製の製油所のガスタービンで、圧力計導圧管（ステンレス鋼製チューブ）で外面から塩化物応力腐食割れが進展し漏洩した事例を反映させた。当該設備は護岸から近く、制御室内の冷却用ファンから海塩粒子を含む外気を取り込んでいたことで塩化物が濃縮したと推定された。(石連事故事例報告 保安 No.478)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 45 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 37)

付表 2-1 構造設計上の配慮事項例

石油精製事業所における供用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	反映事項例
その他	液封下の圧力上昇対策	<ul style="list-style-type: none"> ・ 逆止弁と仕切り弁間が液封状態になる配管系で、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には、液膨張による圧力上昇を引き起し、当該箇所が延性破壊した事例有。事例に配慮して、逆止弁の取付位置、逆止弁バイパスの設置方法、逆止弁のディスクへの小径穴の設置などの安全対策を検討する。(事例20) ・ 蒸気抱線の加温不良があった場合に、凍結固化するような性状の流体は保温施工の徹底に留意が必要である。配管の逃し弁に抱線保温がなされていなかったために部分的に凍結固化閉塞し、蒸気抱線からの入熱によって内部流体が液膨張して圧力上昇となり、配管破裂に至った事例がある。(事例35) ・ 昼夜の温度差などにより配管内圧が変動し、重油ブレンダー配管から分岐している配管フランジに挿入しているブラインドプレートが変形し、重油が漏洩した事例がある。(事例109) <p style="border: 1px solid red; padding: 2px;">・ <u>構造上液封状態となっている配管系の内圧が昼夜の温度差などにより変動し、ガスケットが破断した事例がある。このような配管系には、逃し弁を設ける等、液封対策を実施する。(事例201)</u></p>

下線部追記

管理番号 : 8S-1-2014 追補 37 の解説

(事例 201) 2015 年 9 月、岡山県の製油所のガソリン添加剤調合注入設備の流量計ストレーナにおいて、フランジから油が漏洩した。規格よりも外径が 2 mm 大きいガスケットを誤って装着したためガスケット外周部に傷が入り、加えて設備を使用しない間は当該配管系が液封状態となっていたため、外気温の上昇時に過大圧が繰り返しかかり、ガスケットが破断し、漏洩に至ったと推定された。(石連事故事例報告 保安 No.452)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 46 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 38)

付表 2-1 構造設計上の配慮事項例

石油精製事業所における供用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	反映事項例
その他	スチームパージ不可	<ul style="list-style-type: none"> 装置の定期整備に合わせ、スチームパージを実施するが、オフサイト配管は、スチームパージ設計されていないものが多く、運転部門と連携し、運転マニュアルに記載する。 スチームパージ設計されていない軽油配管をスチームパージしたところ、熱膨張により配管サポート固定点で、サポートを破損し、本管まで破損し漏洩した事例がある。(事例111)
	<u>フランジに作用する外力への配慮事項</u>	<ul style="list-style-type: none"> <u>スチームトレース等による加温配管は、流体が停止すると配管温度が上昇し、より大きな熱伸びが発生することに留意する。(事例202)</u> <u>配管の熱伸びにより、フランジ部に過大な応力が発生しないように配慮する。(事例202)</u>
	<u>フレキシブルホース選定上の配慮事項</u>	<ul style="list-style-type: none"> <u>フレキシブルホースの設計仕様外条件での使用によりホースが破断し、内部流体が漏洩した事例がある。フレキシブルホースを選定する際は、曲がり部の位置、数、最少半径等が、ホースの設計仕様内となるように留意する。(事例203)</u>

下線部追記

管理番号 : 8S-1-2014 追補 38 の解説

(事例 202) 2016 年 4 月、神奈川県製の原油タンク附属配管において、フランジ部から原油が漏洩した。当該フランジは、埋設配管となる立下り部近傍で、90° と 45° の 2 つのエルボに挟まれた非対称な構造となっていた。そのため、流体停止時にスチームトレースにより加温され、配管の熱伸びによるせん断応力がフランジ面に発生し、漏洩につながったと推定された。(石連事故事例報告 保安 No.475)

(事例 203) 2016 年 10 月、神奈川県製の製造所の添加剤設備において、洗浄油 1B フレキシブルホースから内部流体が漏洩した。当該フレキシブルホースの外装部のブレードに変形があり、外装を取り外したところ内管チューブが破断していた。当該フレキシブルホースは、短い範囲で折り曲げて使用されており、作業に伴い日に数十回の上下動があるため、疲労、こすれ等により破損したと推定された。(石連事故事例報告 保安 No.519)

JPI-8S-1-2014 の該当頁 : 47 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 39)

付表 2-2 工事作業上の配慮事項例

石油精製事業所における供用後の工事作業時及び工物品質に起因した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。

	配 慮 事 項 例
配管開放における配慮事項	<p><残圧確認> 長距離配管で途中にアップダウンのある（エアポケット、ドレンポケットが存在）配管を開放した場合、1方向から窒素にて残油パージが行われる。パージが行われても、途中ポケット部で液封状態となり、残液自体の重量によって配管系全体に微圧を有していることがある。 パージ終了点付近のフランジを開放して、そのまま付近の滞油を抜く作業を行った場合、配管系全体の圧バランスがくずれ、内容残液が噴出すことがある。事前に、直近のドレンポケット部のドレン排除したのち、その位置より工事側でのエアポケット部の残圧確認を実施することが大切である。(事例39)</p> <p><残油確認> 配管内（特に、エキスパンション（伸縮継手））の滞油処理を行う際には最下部から油抜きを行わないと多量の油が残る可能性があるため、配管の取り外しを行う際は、十分な油抜きと油受け養生等の流出防止対策が必要である。(事例138)</p> <p><水洗操作> （ナフサのような引火性の高い）油配管の一部開放し、内部の水洗などの作業の際には、配管及び受け皿などに適切なアースを行うなどの静電気防止を行う。(事例91)</p> <p><可燃性ガスの漏れ込み防止> 可燃性ガスと接続されている配管を仕切り板挿入工事などで開放する際は、可燃性ガスの漏れ込みを確実に防止するための適切な措置を行う。また、開放直前に複数個所でガス検知を行い、可燃性ガスの漏れ込みがないことを確認する。(事例113)</p> <p><可燃性流体の流出対策> <u>配管への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。(事例204)</u></p>
検査下地処理	<省略>
高温配管に使用する耐熱・難燃シート	<p>・ <u>高温配管の保温材を剥離して検査等を実施する場合は、耐熱シートや難燃シートに油が付着していないことを確認する。(事例205)</u></p>

下線部追記

下線部追記

管理番号 : 8S-1-2014 追補 39 の解説

(事例 204) 2016 年 3 月、山口県の製油所で発生した保温材に浸透した油が自然発火した事例を反映させた。工事用仕切り板挿入のためフランジを開放した際、配管内部の混油水が周辺の保温材に浸透し、運転後の温度上昇で自然発火に至った。(石連事故事例報告 保安 No.469)

(事例 205) 2016 年 2 月、茨城県の製油所の減圧蒸留装置において、減圧カットバック油ポンプサクシオン配管（約 350℃）の放射線透過試験を行っていたところ、フィルムを保護するために使用していた難燃シート（カーボクロス）から小火が発生した。カーボクロス自体は当該温度では自然発火に至らないが、過去の使用時に油分等の可燃物が浸透していた可能性が疑われた。(石連事故事例報告 保安 No.463)

付表 2-3 変更に伴うトラブルと配慮事例

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
運転	<p>①数年間長期間、未使用であった原油揚油配管に対し、仕切り板等による縁切りならびに油抜きを行っていないなかったため、スラッジ ケール堆積下で内部滞留していた油中の水分などが滞留、孔食の発生、進行、穿孔 <u>内面腐食の進行</u> (事例71) (事例80) (事例183) (事例206) (事例207)、または外面腐食の進行 (事例208) によって原油残油が漏洩した。</p>	<p>配管系を長期間にわたって使用を休止する場合は、休止期間中の防食対策 (滞留部の腐食進行を防止するため仕切り板による縁切りや油抜きなど)、健全性の確認に関する事項などの対応を決め、決定事項のフォローアップを確実に行う。(事例71) (事例80) (事例183) (事例206) (事例207) (事例208)</p>

下線部追記

管理番号 : 8S-1-2014 追補 40 の解説

- (事例 183) 2016 年 10 月、神奈川県の製油所で発生した使用していない原油配管から水含み原油が漏洩した。当該配管は未使用であったため、配管内部に滞留していたスラッジ、水分の堆積下において、局所的に配管の底部に腐食 (孔食) が進行し、漏洩が発生した。(石連事事故事例報告 保安 No.525)

- (事例 206) 2016 年 7 月、和歌山県の潤滑油工場の休止中未使用配管から原油含みの水が漏洩した。当該配管 (10B) は、2001 年原油タンク廃止の際、配管内滞油を水押し・置換後に上下流を仕切り板にて縁切りしていた。しかし、インナートレース管 (1B) は当該配管との縁切りを実施していなかったため、インナートレースの開口により本管内の原油含みの水が外部に漏れ出したと推定された。(石連事事故事例報告 保安 No.507)

- (事例 207) 2016 年 3 月、大阪府の製油所で発生した原油栈橋上にある遊休配管から SLOP が漏洩した事例を反映した。(石連事事故事例報告 保安 No.524)

- (事例 208) 2015 年 10 月、神奈川県の製油所の加熱炉燃料油タンク附属配管において、加熱炉燃料転換 (燃料油⇒燃料ガス) のため長期未使用となり、滞油処理 (油の抜き出し処理) が未実施のままトレース通気を停止したため外面腐食が進行し、漏洩に至った事例がある。(石連事事故事例報告 保安 No.450)

JPI-8S-1-2014 の該当頁：50 頁 (管理番号 8S-1-2014 追補 41)

付表 2-3 変更に伴うトラブルと配慮事例

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
設備	<p><u>⑧塩素を含む接触改質装置由来のガソリンと、遊離水を含むキュメン製造装置由来のベンゼンとが、キュメン製造装置設置に伴う配管新設によって混合されるようになり、配管合流部で腐食環境を形成し、開口、漏洩に至った。(事例209)</u></p>	<p><u>単独では腐食性を示さない流体を混合することによって、予期せぬ腐食環境が形成される場合がある。改造工事計画時や運転変更前に、運転部門と保全部門が協同で変更管理を実施する。(事例209)</u></p>

下線部追記

管理番号：8S-1-2014 追補 41 の解説

(事例 209) 2016 年 7 月、北海道の製油所の接触改質装置において発生した、配管合流部における漏洩事例を反映させた。接触改質装置由来の改質ガソリンとネットガスの混合物に含まれる塩素が、キュメン製造装置由来のベンゼンに含まれる遊離水に溶解し、湿性塩化物腐食環境を形成したことにより発生した。なお、キュメン装置設置によりベンゼンの送液が開始されたが、配管改造時に腐食環境への影響に関する検討は実施されていなかった。(石連事故事例報告書 保安 No.501)