

配管維持規格

(2007年12月17日追補)

この追補は、平成19年5月9日に改訂された“配管維持規格”2007年版の追補である。したがつて、今後、**JPI-8S-1-2007**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7箇所である。

<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：15 頁（管理番号 8S-1-2007 追補 01）</u>	2
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：15 頁（管理番号 8S-1-2007 追補 02）</u>	3
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：17 頁（管理番号 8S-1-2007 追補 03）</u>	4
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：27 頁（管理番号 8S-1-2007 追補 04）</u>	5
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：28 頁（管理番号 8S-1-2007 追補 05）</u>	6
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：41 頁（管理番号 8S-1-2007 追補 06）</u>	7
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：42 頁（管理番号 8S-1-2007 追補 07）</u>	9

JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 15 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 01)

4.腐食・劣化損傷の検査

4.1 腐食・エロージョンの検査

4.1.1 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）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。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）

追加

スチームページ後、長期間停止した配管でも同様の腐食が発生する。（事例41）

追記

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ある。（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、間欠運転等、運転状況が多様であり、スロップの発生元の違いにより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）

追記

管理番号 : 8S-1-2007 追補 01) の解説

（事例40）平成18年9月、千葉県の製油所のオフサイト配管よりナフサが漏洩した事例を反映させた。（石連事故事例報告書 保安No.109）

（事例41）平成18年10月、大阪府の製油所でスチームページ後27年間停止していた配管を再使用するため、気密試験を行ったところ配管に残っていた重質軽油が漏洩した事例を反映させた。（石連事故事例報告書 保安No.106）

（事例42）平成19年5月、愛知県の製油所で発生したスロップ配管からの漏洩事例を反映させた。（石連事故事例報告書 保安No.122）

（事例43）平成19年4月、沖縄の製油所で発生したタンク水抜き配管からの漏洩の事例を反映させた。（石連事故事例報告書 事故事例速報版）

（事例44）平成19年5月、沖縄の製油所で発生したタンク水抜き配管からの漏洩の事例を反映させた。（石連事故事例報告書 事故事例速報版）

JPI-8S-1-2007 の該当頁：15 頁（管理番号 8S-1-2007 追補 02）

4.腐食・劣化損傷の検査

4.1 腐食・エロージョンの検査

4.1.1 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

— 凝縮部 蒸留装置の塔頂系、リアクタ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) などにも影響される。

追加

管理番号：8S-1-2007 追補 02) の解説

(事例 45) 平成 19 年 3 月、千葉県の製油所の脱硫装置で、安全弁取り出し配管で発生した湿性硫化物腐食による開口漏洩事例を反映させた。（石連事故事例報告書 保安 No.114）

JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 17 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 03)

4.腐食・劣化損傷の検査

4.1 腐食・エロージョンの検査

4.1.1 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等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り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、

追加

追記

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)

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。

追記

(管理番号 : 8S-1-2007 追補 03) の解説

(事例46) 平成19年6月、千葉県の製油所で発生したC重油配管防油堤貫通部漏洩事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安No.119)

JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 27 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 04)

4.腐食・劣化損傷の検査

4.3 付属品、特定配管及び埋設配管などの検査

4.3.1 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)

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りベロー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)

追記

(管理番号 : 8S-1-2007 追補 04) の解説

(事例47) 平成19年2月、愛媛県の製油所でタンク元伸縮継手のベローズが腐食開口し、漏洩した事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安No.111)

(事例48) 平成18年12月、香川県の製油所の原油タンク元に設置された伸縮継手で、ベローズの疲労割れが発生した。調査結果原油の受入開始時、終了時に過渡的に大きな振動が発生していた。当該事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安No.116)

JPI-8S-1-2007 の該当頁：28頁（管理番号 8S-1-2007 追補05）

4.腐食・劣化損傷の検査

4.3 付属品、特定配管及び埋設配管などの検査

4.3.2 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、4.3.2 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）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。

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り、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）

追記

（管理番号：8S-1-2007 追補05）の解説

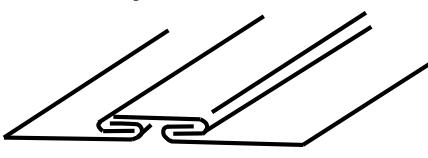
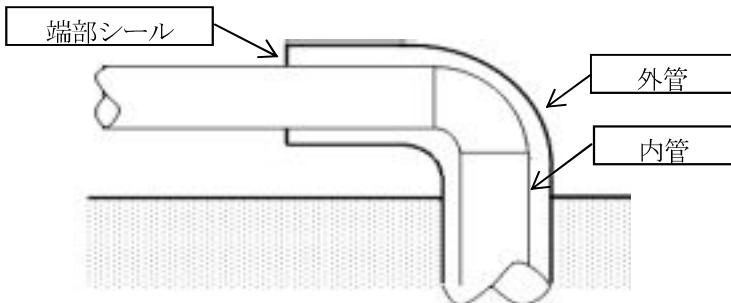
（事例49）平成18年8月、神奈川県の製油所で発生したLPG回収装置の漏洩事例を反映させた。

液面計に付属するドレンバルブを操作する際、取り付け部のねじ山が硫化物腐食により減肉していたことからバルブが抜け落ちた事例である。（石連事故事例報告書 保安No.105）

JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 41 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 06)

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	反映事項例
配管外面 の防食	架台接触部対策	<ul style="list-style-type: none"> 裸配管のサポート接触部は、サポートとの隙間に雨水が浸入することによる外面腐食を受けるので保護板の取り付けを検討する。
	保温、耐火被覆 下防食対策	<ul style="list-style-type: none"> 耐火被覆する配管系は、耐火被覆下の錆止塗装を行う。 保温外装の各合わせ目は、下図に示すような“さや”又はそれと同等となる方法で雨水浸入を防止する。合わせ目の隅角部には、パテなどでシールすることが望ましい。 
追加		
	二重管式埋設配管の地上境界部の端部処理	<ul style="list-style-type: none"> 道路横断部などの埋設配管で埋設部を二重管（鞘管）構造とする場合、地上境界部の二重管端部が上向き構造になっていると、シール材の経年劣化により雨水が浸入し、二重管内部（内管外面）が湿潤雰囲気となり易い。二重管端部は地上立ち上がり後、水平部まで延長することが望ましく、端部の雨水シールは確実に行うことが重要である。（事例50） 
		追記
配管内面 の防食	構造面での対応	<ul style="list-style-type: none"> 腐食性流体の配管はティー-エンドキャップをエルボにするなどして、極力デッドスペースを作らない構造とする。 水硫化アンモニウム、塩化アンモニウム腐食の環境の空冷式熱交換器の入口／出口の配管は偏流を防止し適正な流速に維持するため、左右対称なトーナメント構造とする。 主配管から枝取りする小口径ノズルは内部流体の滞留による腐食、並びに振動などにより損傷を受ける可能性が高いので、ロングネックボス・フランジの採用、口径のサイズアップ、厚肉管の採用などを検討する。 薬液注入箇所は薬液による注入部近傍本管の局部腐食、注入部下流エルボの腐食などが生じるおそれがあるため、インナーノズルの採用、インナーノズルの構造、ノズル取付位置など防食を考慮した設計を行う。

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	・スチームペ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	・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。	
劣化損傷対策	振動疲労対策	・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。 <small>(事例18) (事例38)</small> ・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。共振状態となつた配管系では、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り緩んだ事例も報告されているので、留意が必要である。 <small>(事例19)</small>	
	熱疲労対策	・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	液封下の圧力上昇対策	・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り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、逆止弁の取り付け位置、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。 <small>(事例20)</small> ・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。 <small>(事例35)</small>	
	配管近傍の構造物への対応	・配管近傍に歩廊等の配管系の動きを阻害する構造物がある場合、運転中の熱伸び等により配管が構造物に接触すると、配管系に過大な応力が作用することがある。特に小口径のねじ込み部等、応力集中部では経年的な繰返し応力により配管折損に至った例もあるので十分なクリアランスを確保する等の注意が必要である。 <small>(事例51)</small>	追記
	計装取合い部の配管仕様	・回転機の現場計器盤行き計装タップ配管などの計器接続フィッティングでは、通常の導圧配管とは異なる薄肉小径管が用いられることがある。そのため、このような部位では管理上の留意が必要であり、またフィッティング部材の厚肉化を検討する。 <small>(事例52)</small>	追記

(管理番号：8S-1-2007 追補06) の解説

- (事例 50) 平成 18 年 11 月、愛知県の製油所で発生した原油埋設配管の滲み洩れ事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.103)
- (事例 51) 平成 18 年 8 月、北海道の製油所で発生した原油揚げ荷配管のねじ込み部が折損し、原油が漏洩した事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.101)
- (事例 52) 平成 18 年 9 月、愛知県の製油所で発生した灯軽油脱硫装置 ガス供給・循環圧縮機の現場監視盤の火災事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.102)

JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 42 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 07)

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建設後の工事作業時及び工事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	・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易くなるので、注意が必要である。 (事例 38)	
配管開放における残圧確認	・長距離配管で途中にアップダウンのある（エアーポケット、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ページが行われる。ページが行われても、途中ポケット部で液封状態となり、残液自体の重量により配管系全体に微圧を有していることがある。 ページ終了点付近のフランジを開放して、そのまま付近の滯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、内容残液が噴出しがある。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ー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)	
検査下地処理	・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ので、バフ掛け処理を原則とする。 (事例 53)	追記
火気使用時の作業環境	・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)	追記
内部流体の固化作業における液封対応	・配管等の作業において内部流体を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)	追記

(管理番号 : 8S-1-2007 追補 07) の解説

(事例 53) 平成 18 年 12 月、千葉県の製油所の接触改質装置の配管に設置されたノズル溶接部より漏洩火災が発生した事例を反映させた。

当事例は隅肉溶接部の磁粉探傷検査を実施する際、強固な酸化物が付着していたため、下地処理にグラインダーを使用し、隅肉溶接の肉盛を削りすぎてしまった。検査結果異常を認めず継続運転していたが、その後の運転中に外表面が酸化腐食し内在溶接欠陥（ブローホール）を顕在化させ貫通に至ったものである。（石連事故事例報告書 保安 No.110）

(事例 54) 平成 18 年 10 月、千葉県の製油所で、埋設管のライニング工事をピット内で施工中に発生した小火災事例を反映させた。

当事例は油水分離器の入口ピット内において、埋設された入口含油排水配管のライニング工事が実施されていた。事故発生の約 20 分前まで、油水分離器の出口に設置されたオイルピット内にガソリン留分の廃油がローリー車によって持込まれてい

た。そのガソリン蒸気が油水分離器のスキミング配管を逆流し、ライニング工事をしていたピット内まで流れ込んだため、作業者がグラインダを使用した際、小火災が発生した。（石連事故事例報告書 保安No.96）

（事例55）平成19年5月、大阪府の製油所で発生した減圧残渣油ランダウン配管のフランジ部からの油漏洩事例を反映させた。当事例は配管改造工事のため、配管内部に残るアスファルトを凍結固化させたが、復旧時にアスファルトの液化を行わなかつたために液封状態となり配管内圧が増大した結果、フランジ部ガスケット破損を引き起こしたものである。（石連事故事例報告書 保安No.129）

配管維持規格

(2008年12月16日追補)

この追補は、平成19年5月9日に改訂された“配管維持規格”2007年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8S-1-2007**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。2008年12月16日の追補は次の9箇所である。

<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 15 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 01Rev)</u>	2
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 17 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 03Rev)</u>	3
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 42 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 07Rev)</u>	4
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 13 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 08)</u>	6
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 15 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 09)</u>	7
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 16 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 10)</u>	8
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 17 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 11)</u>	10
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 24 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 12)</u>	11
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 29 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 13)</u>	12

JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 15 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 01Rev.)

4. 腐食・劣化損傷の検査

4.1 腐食・エロージョンの検査

4.1.1 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）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。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）

追加

スチームページ後、長期間停止した配管でも同様の腐食が発生する。（事例41）

追記

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ある。（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、間欠運転等、運転状況が多様であり、スロップの発生元の違いにより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）

追記

管理番号 : 8S-1-2007 追補 01Rev) の解説

（事例40）平成18年9月、千葉県の製油所のオフサイト配管よりナフサが漏洩した事例を反映させた。（石連事故事例報告書 保安No.109）

（事例41）平成18年10月、大阪府の製油所でスチームページ後27年間停止していた配管を再使用するため、気密試験を行ったところ配管に残っていた重質軽油が漏洩した事例を反映させた。（石連事故事例報告書 保安No.106）

（事例42）平成19年5月、愛知県の製油所で発生したスロップ配管からの漏洩事例を反映させた。（石連事故事例報告書 保安No.122）

（事例43）平成19年4月、沖縄の製油所で発生したタンク水抜き配管からの漏洩の事例を反映させた。（石連事故事例報告書 保安No.146）

（事例44）平成19年5月、沖縄の製油所で発生したタンク水抜き配管からの漏洩の事例を反映させた。（石連事故事例報告書 事故事例速報版）

（事例56）平成20年2月、岡山県の製油所で発生した原油払い出し配管の漏洩事例を反映させた。事故部は6年前の配管改造により運転使用上の滞留部となり腐食環境の変化が生じていた。（石連事故事例報告書 保安No.154）

（事例57）平成19年12月、沖縄県の製油所で製品タンクからローリー出荷ポイントまでの配管のドレンラインにおいて、内面腐食により漏洩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.148）

JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 17 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 03Rev.)

4. 腐食・劣化損傷の検査

4.1 腐食・エロージョンの検査

4.1.1 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。

- 塗装、コーティング、メッキ施工配管など 塗装、コーティング、メッキ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があるいは錆コブ状やうろこ状の錆を認めた場合には、それらの欠陥部部位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)

追記

また、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。

追記

- 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ので留意する。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(腐食・エロージョンが起りやすい箇所)に示す。

- 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等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り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)。

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。

追記

(管理番号 : 8S-1-2007 追補 03Rev) の解説

(事例46) 平成19年6月、千葉県の製油所で発生したC重油配管防油堤貫通部漏洩事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安No.119)

(事例58) 平成20年1月、山口県の製油所で発生した原油配管の漏洩事例を反映させた。事故部は保温材シール不良部から海水が浸入することにより保温材下で外面腐食が発生した。平成17年に保温を撤去した後も錆コブの下で外面腐食が進行し、開口、油漏洩に至った。(石連事故事例報告書 保安No.140)

(事例59) 平成20年4月、千葉県の製油所で発生したジェット燃料油海上出荷配管からの漏洩事例を反映させた。配管の塗装が剥離した箇所に海塩粒子が付着し、外面腐食が進展して開口に至ったものと推定される。(石連事故事例報告書 保安No.155)

(事例60) 平成20年3月、北海道の製油所で発生した常圧蒸留塔の塔頂配管からの漏洩事例を反映させた。平成15年の定期補修時に当該配管の再塗装の際に超高压ジェットによる下地処理を行った上で塗装を行ったが、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る。(石連事故事例報告書 保安No.157)

JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 42 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 07Rev.)

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建設後の工事作業時及び工事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	・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易くなるので、注意が必要である。 <small>(事例38)</small>	
配管開放における残圧確認	・長距離配管で途中にアップダウンのある（エアーポケット、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ページが行われる。ページが行われても、途中ポケット部で液封状態となり、残液自体の重量により配管系全体に微圧を有していることがある。 ペ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、内容残液が噴出しがある。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ーポケット部の残圧確認を実施することが大切である。 <small>(事例39)</small>	
検査下地処理	・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ので、バフ掛け処理を原則とする。 <small>(事例53)</small>	追記
火気使用時の作業環境	・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。 <small>(事例54)</small>	追記
内部流体の固化作業における液封対応	・配管等の作業において内部流体を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。 <small>(解説55)</small>	追記
仮設設備の事前点検	・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。 <small>(事例61)</small>	追記

(管理番号 : 8S-1-2007 追補 07Rev.) の解説

(事例53) 平成18年12月、千葉県の製油所の接触改質装置の配管に設置されたノズル溶接部より漏洩火災が発生した事例を反映させた。

当事例は隅肉溶接部の磁粉探傷検査を実施する際、強固な酸化物が付着していたため、下地処理にグラインダーを使用し、隅肉溶接の肉盛を削りすぎてしまった。検査結果異常を認めず継続運転していたが、その後の運転中に外表面が酸化腐食し内在溶接欠陥（ブローホール）を顕在化させ貫通に至ったものである。（石連事故事例報告書 保安No.110）

(事例 54) 平成 18 年 10 月、千葉県の製油所で、埋設管のライニング工事をピット内で施工中に発生した小火災事例を反映させた。

当事例は油水分離器の入口ピット内において、埋設された入口含油排水配管のライニング工事が実施されていた。事故発生の約 20 分前まで、油水分離器の出口に設置されたオイルピット内にガソリン留分の廃油がローリー車によって持込まれていた。そのガソリン蒸気が油水分離器のスキミング配管を逆流し、ライニング工事をしていたピット内まで流れ込んだため、作業者がグラインダを使用した際、小火災が発生した。(石連事故事例報告書 保安 No.96)

(事例 55) 平成 19 年 5 月、大阪府の製油所で発生した減圧残渣油ランダウ配管のフランジ部からの油漏洩事例を反映させた。当事例は配管改造工事のため、配管内部に残るアスファルトを凍結固化させたが、復旧時にアスファルトの液化を十分に行わなかつたために液封状態となり配管内圧が増大した結果、フランジ部ガスケット破損を引き起こしたものである。(石連事故事例報告書 保安 No.129)

(事例 61) 平成 20 年 6 月、大阪府の製油所でタンクの開放検査のため、仮設配管を設置し残油移送を実施していたところ、仮設配管に使用していた耐圧ホースが破損し漏洩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.162)

JPI-8S-1-2007 の該当頁：13頁（管理番号 8S-1-2007 追補 08）

4. 腐食・劣化損傷の検査

4.1 腐食・エロージョンの検査

4.1.1 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

— 硫酸腐食 硫酸腐食は、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、硫化鉄不動態皮膜の形成により炭素鋼が使用可能な領域である。不動態皮膜は、高流速で破壊されやすくエ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。また、硫酸濃度が低い場合は不動態皮膜が形成されないため、希硫酸による腐食が激しくなり炭素鋼の使用できる範囲は極端に限られる。硫酸腐食系の設備の中でも、特に、高流速部、乱流部、流体中の遊離水分などにより硫酸が希釀される可能性のある箇所に硫酸腐食が生じやすい。同一濃度では、温度が高いほど腐食速度は大きくなる。

(事例62)

追加

管理番号：8S-1-2007 追補 08) の解説

(事例62) 平成20年7月、大阪府の製油所で稼働中のアルキレーション装置のLPGポンプ吐出配管に設置されていたスチームパージ用配管の枝管が硫酸腐食により減肉し漏洩した。ノズルに滞留していた水分にLPG中の硫酸ミストが溶け込み希硫酸を形成したためであった。(石連事故事例報告書 保安No.163)

JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 15 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 09)

4. 腐食・劣化損傷の検査

4.1 腐食・エロージョンの検査

4.1.1 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

- 流れの分流・合流箇所 分流、合流及びそれに伴う偏流によって流れの状態が変化する箇所及び流体が管壁に衝突する箇所では、エロージョン及びエロージョン／コロージョンが発生する。

特にティーポのような構造上流動状態が変化する部位では局所的な乱流が発生するため、減肉は広範囲に及ぶ可能性があることに留意する必要がある。写真 4.1.1 参照 (事例 63)



追記

写真 4.1.1 事例 63

- 流れが絞られるなど、急変する箇所 オリフィスの挿入箇所、バルブ下流など、管径や流路が急変する箇所では、流れの状態が変化する。オリフィスの例では、オリフィス口での流速の上昇、オリフィス下流における渦流の発生が挙げられ、静圧回復点近傍までの箇所に腐食の発生事例が多い。空気抜きなどのためオリフィス上部にベント孔が設けられている場合は、下流部にエロージョン／コロージョンが発生する可能性がある。(事例 25)

またバルブ下流側に生じる流れの乱れにより、エロージョン／コロージョンが発生する事例も報告されている。(事例 64)

追記

追記

管理番号 : 8S-1-2007 追補 09) の解説

(事例 63) 平成 20 年 7 月、岡山県の製油所で発生した硫酸タンク付属配管からの硫酸漏洩事故を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.168)

(事例 64) 平成 19 年 11 月、福井県の発電所における定期検査で、2 次系主給水配管にあるバルブ下流側の直管部と曲がり部との溶接線近傍で顕著な減肉が生じていた。(産業と保安 2007)

JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 16 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 10)

4.腐食・劣化損傷の検査

4.1 腐食・エロージョンの検査

4.1.1 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)

保温配管では、保温材への雨水浸入などにより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)**

追加

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4.1.2**及び**表4.1.3**に示す。

保温材下腐食の起りやすい箇所例を**付属書A**(腐食・エロージョンが起りやすい箇所)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、**4.2.1 b)**に記載する。

表4.1.2 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) に直接曝される。	<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桟橋上の保温配管(事例8)
保温材内に湿気を吸收蓄積する可能性がある。	<ul style="list-style-type: none">-4°C~150°C程度で運転されている炭素鋼配管使用中は150°C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°C以下となる滞留部及び付属品本管に設置されたサポートやストッパーのフィン効果により局部的に150°C以下となる本管(事例66)
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">火傷防止対策施工配管(事例9)
保温外装が損傷して水分が侵入する。	<ul style="list-style-type: none">65°C~210°C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振動配管塗材(マスチック等)が劣化(亀裂、剥離、防水性能の劣化など)している配管

追記

備考 表中の温度は、配管内部流体温度を示す。

表 4.1.3 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 トレス管貫通部 ステージなどの貫通部 サポート取付けなどのため保温を切欠いた箇所 (事例 10) (事例 67)	追加
保温末端部	フランジ、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	

管理番号：8S-1-2007 追補 10) の解説

- (事例 65) 平成 19 年 1 月、沖縄県の製油所でタンク循環ラインにおいて、保温板金不良部からの雨水が侵入し、外面腐食により漏洩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.143)
- (事例 66) 平成 18 年 7 月、沖縄県の製油所で灯油脱硫装置のランダウン配管において、ストップ一設置部の保温下で外面腐食による漏洩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.151)
- (事例 67) 平成 19 年 8 月に千葉県の製油所で、5 年間休止した常圧残渣油配管を再使用し 2 ヶ月後に漏洩した事例を反映させた。当配管は、十字型サポートを直接溶接して取り付けている構造であり、保温板金も十字型に切り欠いていた。そのため、切り欠き部から雨水が浸入し、5 年間休止状態であったことも加わり、腐食が進行し漏洩に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.130)

JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 17 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 11)

4. 腐食・劣化損傷の検査

4.1 腐食・エロージョンの検査

4.1.2 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を行う場合には、表 4.1.4 に例示する非破壊検査手法を適切に使用する。

表 4.1.4 検査の対象と非破壊検査手法

検査の種類	検査の対象	非破壊検査手法例
内部検査	腐食・エロージョン	超音波肉厚測定 放射線透過試験 超音波探傷試験 渦流探傷試験 漏洩磁束探傷試験
外部検査	保温材損傷	サーモグラフィーによる温度測定 中性子水分計による測定
	保温材下腐食	放射線透過試験 渦流探傷試験 漏洩磁束探傷試験

通常の肉厚測定に加え、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。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り行う。

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有ることに注意する。(事例68)

追記

管理番号 : 8S-1-2007 追補 11) の解説

(事例 68) 平成 20 年 3 月、沖縄県の製油所で原油フィードポンプのサクションラインにおいて、サポート近傍の保温下で外面腐食による漏洩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.149)

JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 24 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 12)

4. 腐食・劣化損傷の検査

4.2 劣化損傷の検査

4.2.1 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)**

追加

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、その結果により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。

(管理番号 : 8S-1-2007 追補 12) の解説

(事例 69) 平成 20 年 3 月、千葉県の製油所で常圧蒸留装置の原油サンプリング配管に発生した事例を反映した。原油チャージ配管にサポートを取りらずに 1 B のサンプリング配管を取り付けたところ、振動により設置後 5 ヶ月で溶接止端部に割れが発生した。(石連事故事例報告書 保安 No.152)

JPI-8S-1-2007 の該当頁：29頁（管理番号 8S-1-2007 追補 13）

4. 腐食・劣化損傷の検査

4.3 配管付属品などの検査

4.3.3 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

(管理番号：8S-1-2007 追補 13) の解説

(事例 70) 平成 18 年 10 月、神奈川県の製油所の常圧蒸留装置下流配管において、溶接不良部の漏洩により発生した火災事故事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.150)

配管維持規格

(2009年12月14日追補)

この追補は、平成19年5月9日に改訂された“配管維持規格”2007年版の追補である。したがつて、今後、**JPI-8S-1-2007**とは、この追補も含むものとする。

なお、この追補は、石油学会ホームページ上で、該当箇所のみを示す。2009年12月14日の追補は次の9箇所（赤字+囲み部）である。

<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：15 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 01 Rev.2)</u>	2
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：17 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 03 Rev.2)</u>	4
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：41 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 06 Rev.1)</u>	6
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：13 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 08 Rev.1)</u>	9
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：16 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 10 Rev.1)</u>	10
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：12 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 14)</u>	12
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：29 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 15)</u>	13
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：37 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 16)</u>	14
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：42 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 17)</u>	15

JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 15 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 01 Rev.2)

4. 腐食・劣化損傷の検査

4.1 腐食・エロージョンの検査

4.1.1 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）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。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）

追記

スチームページ後、長期間停止した配管でも同様の腐食が発生する。（事例41）

追記

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ある。（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、間欠運転等、運転状況が多様であり、スロップの発生元の違いにより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）

追記

（管理番号：8S-1-2007 追補 01 Rev.2）の解説

（事例40）平成18年9月、千葉県の製油所のオフサイト配管よりナフサが漏洩した事例を反映させた。（石連事故事例報告書 保安No.109）

（事例41）平成18年10月、大阪府の製油所でスチームページ後27年間停止していた配管を使用するため、気密試験を行ったところ配管に残っていた重質軽油が漏洩した事例を反映させた。（石連事故事例報告書 保安No.106）

（事例42）平成19年5月、愛知県の製油所で発生したスロップ配管からの漏洩事例を反映させた。（石連事故事例報告書 保安No.122）

（事例43）平成19年4月、沖縄の製油所で発生したタンク水抜き配管からの漏洩の事例を反映させた。（石連事故事例報告書 保安No.146）

（事例44）平成19年5月、沖縄の製油所で発生したタンク水抜き配管からの漏洩の事例を反映させた。（石連事故事例報告書 事故事例速報版）

（事例56）平成20年2月、岡山県の製油所で発生した原油払い出し配管の漏洩事例を反映させた。事故部は6年前の配管改造により運転使用上の滞留部となり腐食環境の変化が生じていた。（石連事故事例報告書 保安No.154）

（事例57）平成19年12月、沖縄県の製油所で製品タンクからローリー出荷ポイントまでの配管のドレンラインにおいて、内面腐食により漏洩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.148）

（事例71）平成20年11月、愛媛県の製油所で発生したタンクヤード防油堤内の遊休中の原油

揚荷配管底部からの原油漏洩事故事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安
No.171)

4. 腐食・劣化損傷の検査

4.1 腐食・エロージョンの検査

4.1.1 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。配管下部で土壤と接触している箇所、地面との距離が殆どない箇所であって、湿潤環境となっている部位は外面腐食の有無を検査する。 (事例71)

追記

— 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、それらの欠陥部部位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)

追記

追記

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) 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。

追記

— 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ので留意する。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(腐食・エロージョンが起りやすい箇所)に示す。

— 防油堤貫通部 贯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等と直接接觸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り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)

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。

追記

(管理番号 : 8S-1-2007 追補 03 Rev.2) の解説

(事例46) 平成19年6月、千葉県の製油所で発生したC重油配管防油堤貫通部漏洩事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安No.119)

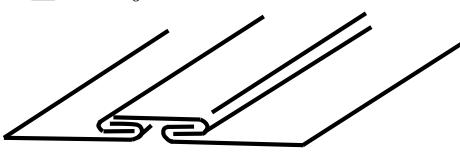
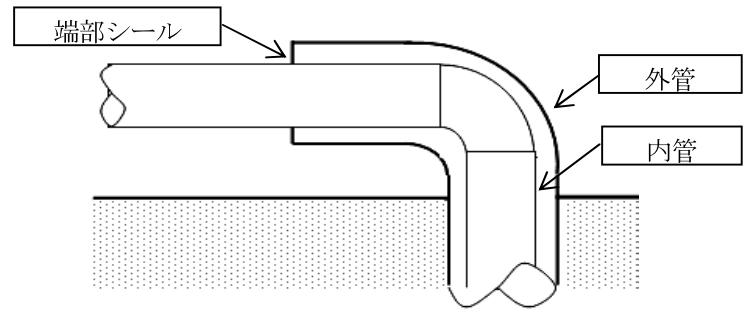
(事例58) 平成20年1月、山口県の製油所で発生した原油配管の漏洩事例を反映させた。事故部は保温材シール不良部から海水が浸入することにより保温材下で外面腐食が発生した。平成17年に保温を撤去した後も錆コブの下で外面腐食が進行し、開口、油漏洩に至った。(石連事故事例報告書 保安No.140)

(事例59) 平成20年4月、千葉県の製油所で発生したジェット燃料油海上出荷配管からの漏洩事例を反映させた。配管の塗装が剥離した箇所に海塩粒子が付着し、外面腐食が進展して開口に至ったものと推定される。(石連事故事例報告書 保安No.155)

- (事例 60) 平成 20 年 3 月、北海道の製油所で発生した常圧蒸留塔の塔頂配管からの漏洩事例を反映させた。平成 15 年の定期補修時に当該配管の再塗装の際に超高压ジェットによる下地処理を行った上で塗装を行ったが、下地処理が十分でなかつたため、その部位を起点に外面腐食が進展したと推定される。（石連事故事例報告書 保安 No.157）
- (事例 71) 平成 20 年 11 月、愛媛県の製油所で発生したタンクヤード防油堤内の遊休中の原油揚荷配管底部からの原油漏洩事故事例を反映させた。（石連事故事例報告書 保安 No.171）
- (事例 72) 平成 21 年 2 月、北海道の製油所で発生したサワーガス回収配管の架台接触部に施工された防食テープの端部が剥離し、その隙間から海塩粒子が侵入し外面腐食により漏洩した事例を反映させた。（石連事故報告書 保安 No.178）

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	反映事項例	
配管外面 の防食	架台接触部対策	<ul style="list-style-type: none"> 裸配管のサポート接触部は、サポートとの隙間に雨水が浸入することによる外面腐食を受けるため、丸棒等の取り付けによる雨水の滞留防止あるいは保護板の取り付けを検討する。 <small>(事例73)</small> 	
	保温、耐火被覆 下防食対策	<ul style="list-style-type: none"> 耐火被覆する配管系は、耐火被覆下の錆止塗装を行う。 保温外装の各合わせ目は、下図に示すような“さや”又はそれと同等となる方法で雨水浸入を防止する。合わせ目の隅角部には、パテなどでシールすることが望ましい。 	
	追加	追加	
	二重管式埋設配管の地上境界部の端部処理	<ul style="list-style-type: none"> 道路横断部などの埋設配管で埋設部を二重管（鞘管）構造とする場合、地上境界部の二重管端部が上向き構造になっていると、シール材の経年劣化により雨水が浸入し、二重管内部（内管外面）が湿潤雰囲気となり易い。二重管端部は地上立ち上がり後、水平部まで延長することが望ましく、端部の雨水シールは確実に行うことが重要である。 <small>(事例50)</small> 	追記
配管内面 の防食	構造面での対応	<ul style="list-style-type: none"> 腐食性流体の配管はティー-エンドキャップをエルボにするなどして、極力デッドスペースを作らない構造とする。 水硫化アンモニウム、塩化アンモニウム腐食の環境の空冷式熱交換器の入口／出口の配管は偏流を防止し適正な流速に維持するため、左右対称なトーナメント構造とする。 主配管から枝取りする小口径ノズルは内部流体の滞留による腐食、並びに振動などにより損傷を受ける可能性が高いので、ロングネックボス・フランジの採用、口径のサイズアップ、厚肉管の採用などを検討する。 薬液注入箇所は薬液による注入部近傍本管の局部腐食、注入部下流エルボの腐食などが生じるおそれがあるため、インナーノズルの採用、インナーノズルの構造、ノズル取付位置など防食を考慮した設計を行う。 	

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	・スチームペ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	・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。	
劣化損傷対策	振動疲労対策	・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。 <small>（事例18）（事例38）</small>	
	熱疲労対策	・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。共振状態となつた配管系では、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り緩んだ事例も報告されているので、留意が必要である。 <small>（事例19）</small>	
その他	液封下の圧力上昇対策	・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り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、逆止弁の取り付け位置、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。 <small>（事例20）</small>	
		・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つ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。 <small>（事例35）</small>	
	硫黄回収装置大気ベントラインでの配慮事項	・硫黄回収装置サルファーピットの排気ガスをベントラインから大気放出する場合は、先端部に雨避け、加熱設備などを設置して硫黄の固化を防止するとともに、先端部周辺には排出物が堆積しない構造とする。先端部直下にフランジが設置され、かつ、その保温外装が傷んでいたため、排気ガスが侵入し、硫黄が固化堆積して硫化鉄が生じ、火災を発生させた例がある。 <small>（事例75）</small>	追記
	配管近傍の構造物への対応	・配管近傍に歩廊等の配管系の動きを阻害する構造物がある場合、運転中の熱伸び等により配管が構造物に接触すると、配管系に過大な応力が作用することがある。特に小口径のねじ込み部等、応力集中部では経年的な繰返し応力により配管折損に至った例もあるので十分なクリアランスを確保する等の注意が必要である。 <small>（事例51）</small>	追記
	計装取合い部の配管仕様	・回転機の現場計器盤行き計装タップ配管などの計器接続フィッティングでは、通常の導圧配管とは異なる薄肉小径管が用いられることがある。そのため、このような部位では管理上の留意が必要であり、またフィッティング部材の厚肉化を検討する。 <small>（事例52）</small>	追記

(管理番号 : 8S-1-2007 追補 06 Rev.1) の解説

(事例 50) 平成 18 年 11 月、愛知県の製油所で発生した原油埋設配管の滲み洩れ事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.103)

(事例 51) 平成 18 年 8 月、北海道の製油所で発生した原油揚げ荷配管のねじ込み部が折損し、原油が漏洩した事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.101)

- (事例 52) 平成 18 年 9 月、愛知県の製油所で発生した灯軽油脱硫装置 ガス供給・循環圧縮機の現場監視盤の火災事例を反映させた。（石連事故事例報告書 保安 No.102）
- (事例 73) 平成 20 年 6 月、和歌山県の製油所においてタンク附属ナフサ配管で、ラック直置き接触部に水が滯留し、外面腐食に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.187）
- (事例 74) 平成 21 年 4 月、大阪府の製油所でアルキレーション装置の配管より硫酸が漏洩した事例を反映させた。（石連事故事例報告書 事故事例速報版）
- (事例 75) 平成 20 年 12 月、三重県の製油所で硫黄回収装置のサルファーピット排気ガスを一時的に大気ベントラインへ切り替え運転していたところ、ベントライン先端部で小火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.181）

JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 13 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 08 Rev.1)

4. 腐食・劣化損傷の検査

4.1 腐食・エロージョンの検査

4.1.1 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

— 硫酸腐食 硫酸腐食は、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、硫化鉄不動態皮膜の形成により炭素鋼が使用可能な領域である。不動態皮膜は、高流速で破壊されやすくエ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。また、硫酸濃度が低い場合は不動態皮膜が形成されないため、希硫酸による腐食が激しくなり炭素鋼の使用できる範囲は極端に限られる。なお、ステンレス鋼（SUS316L）を使用していた配管でも、硫酸ポンプ吐出配管のエルボ部で流れによるエロージョン・コロージョンが発生して、配管が開口し漏洩した事例がある。（事例74）硫酸腐食系の設備の中でも、特に、高流速部、乱流部、流体中の遊離水分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。同一濃度では、温度が高いほど腐食速度は大きくなる。（事例62）

追記

追記

管理番号 : 8S-1-2007 追補 08 Rev.1) の解説

(事例62) 平成20年7月、大阪府の製油所で稼働中のアルキレーション装置のLPGポンプ吐出配管に設置されていたスチームパージ用配管の枝管が硫酸腐食により減肉し漏洩した。ノズルに滞留していた水分にLPG中の硫酸ミストが溶け込み希硫酸を形成したためであった。（石連事故事例報告書 保安No.163）

(事例74) 平成21年4月、大阪府の製油所でアルキレーション装置の配管より硫酸が漏洩した事例を反映させた。（石連事故事例報告書 事故事例速報版）

4.腐食・劣化損傷の検査

4.1 腐食・エロージョンの検査

4.1.1 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)

保温配管では、保温材への雨水浸入などにより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 71) (事例 65)

追記

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 4.1.2 及び表 4.1.3 に示す。

保温材下腐食の起りやすい箇所例を付属書 A (腐食・エロージョンが起りやすい箇所) 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、4.2.1 b) に記載する。

表 4.1.2 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) に直接曝される。	<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桟橋上の保温配管(事例 8) • エアフィンクーラー下部近傍の配管(事例 76)
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°C~150°C程度で運転されている炭素鋼配管使用中は150°C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°C以下となる滞留部及び付属品 • 本管に設置されたサポートやストッパーのフイン効果により局部的に150°C以下となる本管(事例 66)
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°C~210°C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(マスチック等)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

備考 表中の温度は、配管内部流体温度を示す。

(管理番号 : 8S-1-2007 追補 10 Rev.1) の解説

(事例 65) 平成 19 年 1 月、沖縄県の製油所でタンク循環ラインにおいて、保温板金不良部からの雨水が侵入し、外面腐食により漏洩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.143)

(事例 66) 平成 18 年 7 月、沖縄県の製油所で灯油脱硫装置のランダウル配管において、ストッパー設置部の保温下で外面腐食による漏洩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.151)

(事例 76) 平成 21 年 1 月、北海道の製油所で発生したナフサ水素化脱硫分離槽の安全弁入口配管付近から外面腐食により漏洩した事例を反映させた。これは、海岸近傍に位置し、

かつ霧などの影響により長期にわたって湿潤環境となっていた設備で、特にエアフィンクラー下部の配管において結露しやすい状況にあったため発生した事例である。（石連事故報告書 保安No.177）

JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 12 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 14)

4. 腐食・劣化損傷の検査

4.1 腐食・エロージョンの検査

4.1.1 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

— **湿性硫化物腐食** 湿性硫化物腐食は、湿潤環境下で硫化水素が解離し、これが鋼と反応することにより硫化鉄を生じる腐食である。この硫化鉄は pH が 5あたりから安定な皮膜を形成し、耐食皮膜として機能することで腐食を抑制するが、pH が 7を超えると硫化鉄皮膜はもろくなり腐食が進行する。この環境下では、腐食により発生する発生期の水素が鋼中に侵入しやすいことから、水素誘起割れが生じやすいので注意を要する。

腐食生成物中に塩化物が濃縮すると局部腐食を生じることがある。また、流動接触分解装置のようなシアン化合物が共存する環境では、高流速部、乱流部において、硫化鉄皮膜が破壊され、腐食が更に加速される。発生が予想される範囲は、高流速部、乱流部、オーバーヘッド系のような凝縮部、**配管のドレン滞留部 (事例77)**、スケールなどの堆積部などである。

追記

(管理番号 : 8S-1-2007 追補 14) の解説

(事例 77) 平成 21 年 3 月、千葉県の製油所で発生した軽油水素化脱硫装置リサイクル水素コンプレッサー吸入圧力計の導圧管において、最も低い箇所に位置する導圧管にドレンが滞留し湿潤環境となり、湿性硫化物腐食に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.179)

JPI-8S-1-2007 の該当頁：29頁（管理番号 8S-1-2007 追補 15）

4.3 付属品、特定配管及び埋設配管などの検査

4.3.2 特定配管の検査

- e) **溶融アルミニウムめっき配管の検査** アルミ及びアルミ合金層が局部的に腐食する環境において、溶融アルミニウムめっき配管を使用する場合、検査による腐食速度の予測が困難な場合があることから、採用に際しては注意が必要である。**(事例78)**

追記

(管理番号：8S-1-2007 追補 15) の解説

(事例 78) 平成 21 年 3 月、北海道の製油所で発生したタンク地区の防油堤内スロップ配管から C 重油が漏洩した事例を反映させた。アルミニウムめっき配管では、局部的にアルミ層及び合金層が腐食し母材が腐食し始めると急激に腐食率が変化する。(石連事故報告書 保安 No.174)

JPI-8S-1-2007 の該当頁：37頁（管理番号 8S-1-2007 追補 16）

6. 変更管理

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

上記の変更に伴い発生したトラブル事例について配慮すべき内容を付表2-3にまとめた。

追記

JPI-8S-1-2007 の該当頁：42 頁（管理番号 8S-1-2007 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いかったため、スケール堆積下で内部滯留していた油中の水分などが滯留、孔食の発生、進行、穿孔により原油が漏洩した。 (事例7.1)	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（滯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7.1)
	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り減肉を受け、開口、漏洩した。 (事例7.9)	当該腐食系は運転条件の変化 ⁽¹⁾ により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7.9)
設備	① 常圧蒸留塔のインナーノズルの設置により、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2.1)	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2.1)
	② 配管改造により運転中に流れの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5.6)	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5.6)

注 (1) 一般的に考えられる例を以下に示す。

原油油種の変化、デソルターの性能低下、ソーダ注入状況の変化、塔頂温度の変化、塔頂系に注入している防食剤、中和剤の注入状況の変化 など

(2) 腐食環境は、【改造前】 流体の流れがない滞留部／温度低／湿性硫化物・塩化物腐食
⇒ 【改造後】 高温流体の流れが発生／温度高／高温硫化物腐食 と変化した。

追記

(管理番号：8S-1-2007 追補 17) の解説

付表 2-3 の作成に際しては、過去の変更に伴うトラブル事例の洗い出しを行い、取り込んだ。
(事例 79) 平成 15 年 4 月に山口県の製油所で発生した常圧蒸留装置の漏洩事故事例を基に追記した。（石連事故事例報告 保安 No.50）

配管維持規格

(2010年12月15日追補)

この追補は、平成19年5月9日に改訂された“配管維持規格”2007年版の追補である。したがつて、今後、**JPI-8S-1-2007**とは、この追補も含むものとする。

なお、この追補は該当箇所のみを示す。2010年12月15日の追補は次の12箇所（赤字+囲み部）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-1-2007 の該当頁：15 頁（管理番号 8S-1-2007 追補 01 Rev.3）</u>	.....	2
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：17 頁（管理番号 8S-1-2007 追補 03 Rev.3）</u>	.....	4
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：27 頁（管理番号 8S-1-2007 追補 04 Rev.2）</u>	.....	6
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：16 頁（管理番号 8S-1-2007 追補 10 Rev.2）</u>	.....	7
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：42 頁（管理番号 8S-1-2007 追補 17 Rev.1）</u>	.....	9
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：15 頁（管理番号 8S-1-2007 追補 09 Rev.1）</u>	.....	11
<u>JPI-8S-1-2007 の該当頁：27 頁（管理番号 8S-1-2007 追補 18）</u>	.....	13

JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 15 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 01 Rev.3)

4. 腐食・劣化損傷の検査

4.1 腐食・エロージョンの検査

4.1.1 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) 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) 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)

追記

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、定期的なページ等が望ましい。 (事例82)

追記

追記

スチームページ後、長期間停止した配管でも同様の腐食が発生する。 (事例41)

追記

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ある。 (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、間欠運転等、運転状況が多様であり、スロップの発生元の違いにより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)

追記

追記

(管理番号 : 8S-1-2007 追補 01 Rev.3) の解説

(事例40) 平成18年9月、千葉県の製油所のオフサイト配管よりナフサが漏洩した事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安No.109)

(事例41) 平成18年10月、大阪府の製油所でスチームページ後27年間停止していた配管を再使用するため、気密試験を行ったところ配管に残っていた重質軽油が漏洩した事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安No.106)

(事例42) 平成19年5月、愛知県の製油所で発生したスロップ配管からの漏洩事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安No.122)

(事例43) 平成19年4月、沖縄の製油所で発生したタンク水抜き配管からの漏洩の事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安No.146)

(事例44) 平成19年5月、沖縄の製油所で発生したタンク水抜き配管からの漏洩の事例を反映させた。(石連事故事例報告書 事故事例速報版)

(事例56) 平成20年2月、岡山県の製油所で発生した原油払い出し配管の漏洩事例を反映させた。事故部は6年前の配管改造により運転使用上の滞留部となり腐食環境の変化が生じていた。(石連事故事例報告書 保安No.154)

- (事例 57) 平成 19 年 12 月、沖縄県の製油所で製品タンクからローリー出荷ポイントまでの配管のドレンラインにおいて、内面腐食により漏洩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.148)
- (事例 71) 平成 20 年 11 月、愛媛県の製油所で発生したタンクヤード防油堤内の遊休中の原油揚荷配管底部からの原油漏洩事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.171)
- (事例 80) 平成 21 年 7 月、愛媛県の製油所で発生した原油タンク防油堤内の原油配管の伸縮管継手底部からの原油漏洩事例を反映させた。当該事例は内筒付き伸縮管の内筒と直管部の隙間に堆積したスラッジ下の内面腐食により直管底部が穿孔したことによるものであるが、43 年間の供用中に殆ど使用されていないにも係らず、完全な縁切りと油抜きを行っていないことから内部に油が滞留していたことが間接的原因にあげられる。(石連事故事例報告書 保安 No.191)
- (事例 81) 平成 21 年 7 月、香川県の製油所の未洗ナフサ配管で発生した。漏洩は、デッド部の堆積スラッジ下の内面腐食の事例である。(石連事故事例報告書 保安 No.198)
- (事例 82) 平成 22 年 1 月、大阪府の A 重油オフサイト配管のドレンライン (2B) が腐食開口した。(石連事故事例報告書 保安 No.207)
- (事例 83) 平成 21 年 10 月、千葉県の製油所のスロップ配管より漏洩が発生した。(石連事故事例報告書 保安 No.204)
- (事例 87) 平成 22 年 6 月、山口県の製油所で、間欠使用している原油タンク水切り配管(スロップ)のスケール堆積下の腐食開口より含油水が漏洩した。(石連事故事例報告書 保安 No.219)

4. 腐食・劣化損傷の検査

4.1 腐食・エロージョンの検査

4.1.1 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。配管下部で土壤と接触している箇所、地面との距離が殆どない箇所であって、湿潤環境となっている部位は外面腐食の有無を検査する。 (事例7-1)

追記

— **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、それらの欠陥部部位を除去して配管本体の腐食の有無を検査する。(事例5-8) (事例5-9) (事例8-8) 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7-2)

追記

追記

追記

再塗装の際には特に下地処理を十分に行うこと。下地処理を十分に行わないと、期待した塗装寿命が得られないことがあるので、再塗装後の目視検査時期の設定には注意が必要である。(事例6-0)

— **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8-5) があるので留意する。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(腐食・エロージョンが起りやすい箇所)に示す。

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等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り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2-8) (事例4-6)

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。

追記

(管理番号 : 8S-1-2007 追補 03 Rev.3) の解説

(事例46) 平成19年6月、千葉県の製油所で発生したC重油配管防油堤貫通部漏洩事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安No.119)

(事例58) 平成20年1月、山口県の製油所で発生した原油配管の漏洩事例を反映させた。事故部は保温材シール不良部から海水が浸入することにより保温材下で外面腐食が発生した。平成17年に保温を撤去した後も錆コブの下で外面腐食が進行し、開口、油漏洩に至った。(石連事故事例報告書 保安No.140)

(事例59) 平成20年4月、千葉県の製油所で発生したジェット燃料油海上出荷配管からの漏洩

事例を反映させた。配管の塗装が剥離した箇所に海塩粒子が付着し、外面腐食が進展して開口に至ったものと推定される。(石連事故事例報告書 保安No.155)

(事例 60) 平成 20 年 3 月、北海道の製油所で発生した常圧蒸留塔の塔頂配管からの漏洩事例を反映させた。平成 15 年の定期補修時に当該配管の再塗装の際に超高压ジェットによる下地処理を行った上で塗装を行ったが、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る。(石連事故事例報告書 保安 No.157)

(事例 71) 平成 20 年 11 月、愛媛県の製油所で発生したタンクヤード防油堤内の遊休中の原油揚荷配管底部からの原油漏洩事故事例を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.171)

(事例 72) 平成 21 年 2 月、北海道の製油所で発生したサワーガス回収配管の架台接触部に施工された防食テープの端部が剥離し、その隙間から海塩粒子が侵入し外面腐食により漏洩した事例を反映させた。(石連事故報告書 保安 No.178)

(事例 85) 平成 21 年 11 月愛知県の製油所で 56B 原油配管の定期保安検査の事前自主検査のため検査圧まで昇圧したところ、配管サポートの内部より漏洩した。2 枚のプレートから成る配管サポート構造であり、検査できないサポート内側部分で配管外面腐食により開口した。(石連事故事例報告書 保安 No.209)

(事例 88) 平成 22 年 5 月、山口県の製油所で発生した原油移送ポンプ吸込み配管の枝管開口部からの原油漏洩事例を追記した。当該事例は枝管埋設部の防食を目的としたポリエチレンテープが経年劣化によりテープ上端部が捲くれたため、雨水が浸入しやすく、かつ排出しがたい構造となり、その箇所で局部的な外面腐食が発生し開口に至ったものである。当該部近傍に設けられていたスティフナーリングが雨水の浸入を加速していた。(石連事故事例報告書 保安 No.214)

JPI-8S-1-2007 の該当頁：27 頁（管理番号 8S-1-2007 追補 04 Rev.2）

4.腐食・劣化損傷の検査

4.3 付属品、特定配管及び埋設配管などの検査

4.3.1 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）** **内筒付きの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）**

追記

追記

— 外観検査 ベローズの割れ、孔食、傷及びしづの有無、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り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）

追記

(管理番号：8S-1-2007 追補 04 Rev.2) の解説

(事例 47) 平成 19 年 2 月、愛媛県の製油所でタンク元伸縮継手のベローズが腐食開口し、漏洩した事例を反映させた。（石連事故事例報告書 保安 No.111）

(事例 48) 平成 18 年 12 月、香川県の製油所の原油タンク元に設置された伸縮継手で、ベローズの疲労割れが発生した。調査結果原油の受入開始時、終了時に過渡的に大きな振動が発生していた。当該事例を反映させた。（石連事故事例報告書 保安 No.116）

(事例 80) 平成 21 年 7 月、愛媛県の製油所で発生した原油タンク防油堤内の原油配管の伸縮管継手底部からの原油漏洩事故例を反映させた。当該事例は内筒付き伸縮管の内筒と直管部の隙間部に堆積したスラッジ下の内面腐食により直管底部が穿孔したことによるものであるが、43 年間の供用中に殆ど使用されていないにも係らず、完全な縁切りと油抜きを行っていないことから内部に油が滞留していたことが間接的原因にあげられる。（石連事故事例報告書 保安 No.191）

JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 16 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 10 Rev.2)

4.腐食・劣化損傷の検査

4.1 腐食・エロージョンの検査

4.1.1 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)

保温配管では、保温材への雨水浸入などにより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)**

追記

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 4.1.2** 及び**表 4.1.3** に示す。

保温材下腐食の起りやすい箇所例を**付属書 A** (腐食・エロージョンが起りやすい箇所) 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、**4.2.1 b)** に記載する。

表 4.1.2 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) に直接曝される。	<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・桟橋上の保温配管 (事例8)・エアフィンクーラー下部近傍の配管 (事例76)
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°C~150°C程度で運転されている炭素鋼配管使用中は 150°C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°C以下となる滞留部及び付属品 (事例89)
	<ul style="list-style-type: none">・本管に設置されたサポートやストッパーのフィン効果により局部的に 150°C以下となる本管 (事例66)・火傷防止対策施工配管 (事例9)
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°C~210°C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 (マスチック等) 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

追記

備考 表中の温度は、配管内部流体温度を示す。

(管理番号 : 8S-1-2007 追補 10 Rev.2) の解説

(事例 65) 平成 19 年 1 月、沖縄県の製油所でタンク循環ラインにおいて、保温板金不良部からの雨水が侵入し、外面腐食により漏洩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.143)

(事例 66) 平成 18 年 7 月、沖縄県の製油所で灯油脱硫装置のランダウン配管において、ストッパー設置部の保温下で外面腐食による漏洩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.151)

(事例 76) 平成 21 年 1 月、北海道の製油所で発生したナフサ水素化脱硫分離槽の安全弁入口配

管付近から外面腐食により漏洩した事例を反映させた。これは、海岸近傍に位置し、かつ霧などの影響により長期にわたって湿潤環境となっていた設備で、特にエアフィンクーラー下部の配管において結露しやすい状況にあったため発生した事例である。
(石連事故報告書 保安No.177)

(事例 89) 平成 21 年 12 月、大阪府の製油所のパラキシレン製造装置で脱着剤供給槽ボトム配管のページ用配管が外面腐食により微量漏洩した。(石連事故事例報告書速報)

JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 42 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 17 Rev.1)

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いかったため、スケール堆積下で内部滯留していた油中の水分などが滞留、孔食の発生、進行、穿孔により原油が漏洩した。 <small>(事例7-1) (事例8-0)</small>	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（滯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。 <small>(事例7-1) (事例8-0)</small>
	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り減肉を受け、開口、漏洩した。 <small>(事例7-9)</small>	当該腐食系は運転条件の変化 ⁽¹⁾ により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。 <small>(事例7-9)</small>
設備	① 常圧蒸留塔のインナーノズルの設置により、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。 <small>(事例2-1)</small>	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。 <small>(事例2-1)</small>
	② 配管改造により運転中に流れの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。 <small>(事例5-6)</small>	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。 <small>(事例5-6)</small>

注(1) 一般的に考えられる例を以下に示す。

原油油種の変化、デソルターの性能低下、ソーダ注入状況の変化、塔頂温度の変化、塔頂系に注入している防食剤、中和剤の注入状況の変化 など

(2) 腐食環境は、【改造前】 流体の流れがない滞留部／温度低／湿性硫化物・塩化物腐食
⇒ 【改造後】 高温流体の流れが発生／温度高／高温硫化物腐食 と変化した。

追記

追記

(管理番号：8S-1-2007 追補 17 Rev.2) の解説

付表 2-3 の作成に際しては、過去の変更に伴うトラブル事例の洗い出しを行い、取り込んだ。

(事例 79) 平成 15 年 4 月に山口県の製油所で発生した常圧蒸留装置の漏洩事故事例を基に追記した。(石連事故事例報告 保安 No.50)

(事例 80) 平成 21 年 7 月、愛媛県の製油所で発生した原油タンク防油堤内の原油配管の伸縮管継手底部からの原油漏洩事故事例を反映させた。当該事例は内筒付き伸縮管の内筒と直管部の隙間部に堆積したスラッジ下の内面腐食により直管底部が穿孔したことによるものであるが、43 年間の供用中に殆ど使用されていないにも係らず、完全な縁切りと油抜きを行っていないことから内部に油が滞留していたことが間接的原因にあげられる。(石連事故事例報告書 保安 No.191)

JPI-8S-1-2007 の該当頁 : 15 頁 (管理番号 8S-1-2007 追補 09 Rev.1)

4. 腐食・劣化損傷の検査

4.1 腐食・エロージョンの検査

4.1.1 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

- 流れの分流・合流箇所 分流、合流及びそれに伴う偏流によって流れの状態が変化する箇所及び流体が管壁に衝突する箇所では、エロージョン及びエロージョン／コロージョンが発生する。

特にティーピーのような構造上流動状態が変化する部位では局所的な乱流が発生するため、減肉は広範囲に及ぶ可能性があることに留意する必要がある。**写真 4.1.1 参照 (事例 63)**



追記

写真 4.1.1 事例 63

- 流れが絞られるなど、急変する箇所 オリフィスの挿入箇所、**バルブ下流など**、管径や流路が急変する箇所では、流れの状態が変化する。オリフィスの例では、オリフィス口での流速の上昇、オリフィス下流における渦流の発生が挙げられ、静圧回復点近傍までの箇所に腐食の発生事例が多い。空気抜きなどのためオリフィス上部にベント孔が設けられている場合は、下流部にエロージョン／コロージョンが発生する可能性がある。**(事例 25)**

またバルブ下流側に生じる流れの乱れにより、エロージョン／コロージョンが発生する事例も報告されている。**(事例 64)** 流量調整のため仕切り弁を極端に絞り込んで使用する等、本来の使用方法とは異なる目的で使用した場合にも生じやすい。**(事例 84)**

追記

追記

追記

(管理番号 8S-1-2007 追補 09 Rev.1) の解説

(事例 63) 平成 20 年 7 月、岡山県の製油所で発生した硫酸タンク付属配管からの硫酸漏洩事故を反映させた。(石連事故事例報告書 保安 No.168)

(事例 64) 平成 19 年 11 月、福井県の発電所における定期検査で、2 次系主給水配管にあるバルブ下流側の直管部と曲がり部との溶接線近傍で顕著な減肉が生じていた。(産業と保安 2007)

(事例84) 平成21年8月、千葉県の製油所の水素製造装置、炭酸カリウム水溶液の再生塔行きラインで仕切弁本体より内容液が漏洩した。当該弁は、配管振動を緩和するため絞り込んで使用していた。絞り込みにより仕切弁内での流速上昇と乱れにより、耐食皮膜が喪失し、エロージョン・コロージョンにより弁本体が開口した。（石連事故事例報告書 保安No.202）

JPI-8S-1-2007 の該当頁：27頁（管理番号 8S-1-2007 追補 18）

4.3 付属品、特定配管及び埋設配管などの検査

4.3.1 配管付属品などの検査

- b) バルブ　日常検査又は定期検査の結果、異常が認められた場合には、定期修理時期に必要に応じて分解検査を行う。

バルブの日常検査、定期検査並びに修理及び整備の詳細は、**JPI-7R-76**（バルブのユーザーガイド）を参考とする。

— **日常検査**　バルブの操作時及び目視点検時に作動状況、各部からの漏れの有無、内部の異音発生状況などを検査する。 (事例86)

追記

— **定期検査**　バルブが円滑に作動機能を果たし、また、保安上支障のない状態であることを検査する。必要に応じて漏れ検査、作動検査及び、バルブを分解して、弁本体、各部品の腐食、損傷の検査（分解検査）と整備を行う。整備後の検査の詳細は、**JPI-7S-39**（バルブの検査基準）を参考にする。

(管理番号：8S-1-2007 追補 18) の解説

(事例86) 平成22年6月、千葉県の製油所で発生したバルブのグランド部から漏洩した軽質灯油が保温材に浸透し自然発火した事例を反映させた。発災したバルブはストリッピングスチーム導入配管に設けられているもので、グランド部を覆ってハンドル下までグラスウール保温が施工されていたことから、当該部からのスチーム漏れを発見出来ずにいたため、一時的な液面上昇時に発生した軽質灯油の微量漏洩が小火災に至った。

(石連事故事例報告書 保安No.215)