

配管維持規格

(2024年10月31日追補)

この追補は、2023年11月7日に改訂された“配管維持規格”2023年版の追補である。したがって、今後、**JPI-8S-1-2023**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-1-2023</u> の該当頁：5-6 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 1)	3
<u>JPI-8S-1-2023</u> の該当頁：14 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 2)	4
<u>JPI-8S-1-2023</u> の該当頁：15 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 3)	5
<u>JPI-8S-1-2023</u> の該当頁：17-18 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 4)	6
<u>JPI-8S-1-2023</u> の該当頁：18-20 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 5)	9
<u>JPI-8S-1-2023</u> の該当頁：18 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 6)	10
<u>JPI-8S-1-2023</u> の該当頁：21 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 7)	11
<u>JPI-8S-1-2023</u> の該当頁：22 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 8)	13
<u>JPI-8S-1-2023</u> の該当頁：22 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 9)	15
<u>JPI-8S-1-2023</u> の該当頁：22-23 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 10)	17
<u>JPI-8S-1-2023</u> の該当頁：23 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 11)	18
<u>JPI-8S-1-2023</u> の該当頁：33 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 12)	19
<u>JPI-8S-1-2023</u> の該当頁：35 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 13)	20
<u>JPI-8S-1-2023</u> の該当頁：35 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 14)	21

JPI-8S-1-2023 (追補-2024)
(2024年10月31日追補)

<u>JPI-8S-1-2023 の該当頁 : 38 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 15)</u>	.....	22
<u>JPI-8S-1-2023 の該当頁 : 39-40 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 16)</u>	.....	23
<u>JPI-8S-1-2023 の該当頁 : 43 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 17)</u>	.....	24
<u>JPI-8S-1-2023 の該当頁 : 48-50 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 18)</u>	.....	25
<u>JPI-8S-1-2023 の該当頁 : 51-53 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 19)</u>	.....	28
<u>JPI-8S-1-2023 の該当頁 : 54-58 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 20)</u>	.....	31

JPI-8S-1-2023 の該当頁 : 6 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 1)

4. 配管系の管理

4.2 検査の計画

- a) 配管系の検査計画は、適用法規、配管系の重要度、設計条件、運転条件、最近の運転実績及び保全履歴を十分に確認、分析並びに評価して立案する。立案に際しては同一の腐食・劣化損傷環境となる範囲ごとに区分して行う。

法の適用を受ける設備等に対する各法規に対応した点検・検査の種類を付表 1 に、設備等の重要度設定の参考例を JPI-8S-2 付属書 A に示す。

- b) 配管系の検査計画は、その実施時期によって日常検査、定期検査に区分して立案し、必要な検査の内容、範囲及び周期などを明確とする。
- c) 日常検査や運転中の定期検査の結果で詳細な検査が必要と認められた場合、及び事故情報などを入手した場合には、計画外の臨時検査の実施を検討する。

- d) 日常検査、定期検査及び臨時検査の検査結果から得られた情報を十分に検討、分析、評価し、その都度検査計画の見直しを行う。

一例として、高温硫化物腐食系で 5Cr-0.5Mo 鋼を採用すべき配管系に、2.25Cr-1Mo 鋼製のボスが誤用されている小径ノズルがあることが判明していたが、このボスの減肉進行の監視が不十分であったために腐食開口した事例がある。(事例 427)

- e) 設備等及び運転上の変更が行われるときには、腐食・劣化損傷の進展に対する影響を評価し、検査計画の見直しを検討する。(事例 21)
- f) 配管系の腐食・劣化損傷の進行状況を監視し、5.1.4 及び 5.2.2 によって当該部分の取替え、補修の検討を行う。
- g) 緊急な検査・修理工事を除く定期修理工事は、装置の停止計画に合わせて設定し、検査・修理工事の効率化を図る。

下線部追記

管理番号 : 8S-1-2023 追補 1 の解説

(事例 427) 2023 年 7 月、岡山県の製油所で発生した常圧蒸留装置加熱炉出口配管からの漏洩火災事例を反映させた。当該配管は高温硫化物腐食対応として 5Cr-0.5Mo 鋼の仕様であるが、この位置の圧力計取出管の管台に 2.25Cr-1Mo 鋼が誤用されており、この管台の腐食が進行した。この管台が 2.25Cr-1Mo 鋼材であることは過去の材質調査時から判明していたが、その後、正規材質への取替えや適切な肉厚監視等が行われず、漏洩に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.1137)

JPI-8S-1-2023 の該当頁 : 14 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 2)

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 検査箇所を選定

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

— **炭酸腐食** ~~炭酸腐食は炭酸ガスを溶解した弱酸性水溶液による鋼の腐食である。二酸化炭素はスチームが凝縮する際に凝縮水中に溶解し炭酸 (H₂CO₃) となり、生成した炭酸が炭素鋼や低合金鋼を腐食する。更に、溶存酸素が存在すると腐食は促進される。炭酸水中の炭素鋼の腐食速度は、CO₂ ガス分圧が高くなるに伴って上昇する。炭酸腐食は炭酸ガスを溶解した弱酸性水溶液による鋼の全面腐食であり、~~水素製造装置の炭酸ガス化・分離工程 (変性系・脱炭酸系) ではスチームの凝縮によって炭素鋼・低合金鋼に炭酸腐食が発生する。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~~ 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、露点に対する余裕が少ない範囲の外部保温の隙間付近、フランジ・配管サポートなどフィン効果を有する部位~~

- ・ 運転温度が高温であっても、ドレンノズル、ベントノズルなどの常時流れがなく、メタル温度が露点温度近くまで低下する部位 (事例 373)

- ・ 常時流体の流れがあっても、運転温度が露点温度に近く、外部からの冷却により露点以下になる可能性のある部位 (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など) (事例 6, 239, 428, 429)

~~これらはいずれも、局所的にメタル温度が露点温度以下に低下する可能性のある部位である。(事例 6, 239, 373)~~

下線部追記、取消線部削除

管理番号 : 8S-1-2023 追補 2 の解説

(事例 428) 2023 年 1 月に、千葉県の製油所の水素製造装置で、炭酸腐食が進展し、水素が漏洩した。本管には保温が施工されていたが、枝管には保温が施工されていなかったことにより、枝管で炭酸腐食が進展し、漏洩に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.1175)

(事例 429) 2023 年 11 月に、神奈川県製の製油所で、水素製造装置 CO₂ 吸収塔の 1 塔目と 2 塔目を結ぶ配管が内面腐食により漏洩した。原因は、流体中の CO₂ ガスと水分が、配管を流れる過程で冷却され、炭酸腐食を起こしたものである。(石連事故事例報告書 保安 No.1193)

JPI-8S-1-2023 の該当頁 : 15 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 3)

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

α) 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・減肉したりする現象をいう。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、スラリー油配管、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, 430) 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。

下線部追記

管理番号 : 8S-1-2023 追補 3 の解説

(事例 430) 2023 年 1 月に三重県の製油所の流動接触分解装置の液体サイクロン下流配管より油が漏洩した。触媒濃度が上昇したことにより、エロージョンの進行速度が大きくなり、開孔に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.1190)

JPI-8S-1-2023 の該当頁 : 17-18 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 4)

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

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

- 滞留部及びスケール堆積部 腐食性物質を含む流体で、流れが長期間滞留する部位及びスケールが堆積する部位では、局所的な腐食が発生することがある。

表5.1.2 滞留部及びスケール堆積部などの発生しやすい環境と配管系

腐食環境	該当配管の例
滞留部及びスケール堆積部	オンサイト配管 <ul style="list-style-type: none"> ・通常運転時に <u>流れがない配管</u> <u>他端が閉止状態にある枝管</u> <u>計装導圧管</u> (事例100, 159) 安全弁行き配管 (事例241, 343) <u>ドレン抜出配管</u> (事例 431) <u>スロップ配管など</u> (事例 432, 433) ・クレーラー出入口ヘッダー両端のキャップ部など流動がない滞留範囲 (事例 3, 143, 434) ・流れの遅い配管系で、立上がり部や分岐部近傍の配管下部 (事例81, 128, 144, 180, 181, 229) ・長期間停止した配管側面の <u>ドレン</u> やスケール堆積境界部 (事例145, 435) ・通常空の状態の間欠使用配管 (事例36)
	オフサイト配管 <ul style="list-style-type: none"> ・通常流れが無い行止り配管 (事例23, 56, 83, 90, 101, 102, 125, 126, 127, 133, 148, 160, 162, 163, 265, 266) ・ <u>配管径が拡大し流速が低下する部分</u> (事例 436) ・流れの遅い配管系で、立上がり部や分岐部近傍の配管下部 (事例4, 40, 161, 177, 178, 179, 182, 242) ・滞留部がスチームトレースで加熱された配管のスチームトレース近傍 (事例 103, 437) ・ドレン抜き配管の長期間水分滞留部 (事例14, 57, 82, 233) ・長期間休止中の配管 (事例41, 71, 183, 206, 207, 224) ・非定常時使用配管、使用頻度の低い間欠使用配管 (事例12, 146, 147, 267) ・タンク水切り配管 (事例43, 44, 87, 115, 149, 218) ・スロップ配管滞留部 (事例42, 228, 268, 269, 375, 376)

~~通常運転時に他端が閉止状態にある枝管、安全弁行き配管やクレーラー出入口ヘッダー両端のキャップ部など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。~~

滞留部における腐食の特徴的な事例を以下に示す。

- ・ 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、一般的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。
- ~~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。
- 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。
- スチームパージ後、長期間停止した配管では、低所に残った水分に系内の腐食性物質が溶解して腐食することがある。特に滞留水の界面やスケール堆積部の境界が腐食しやすい。
~~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。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。~~
- ~~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。

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、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様とはならないので注意が必要である。

下線部追記、取消線部削除

管理番号：8S-1-2023 追補4の解説

- (事例431) 2023年8月に、宮城県の製油所で、残油脱硫接触分解装置のフラッシングオイル配管が、内面腐食により漏洩した。内面腐食の原因は、ドレン配管に滞留した硫化物スケールによる局部腐食。(石連事故事例報告書 保安 No.1178)
- (事例432) 2023年9月に、神奈川県製の製油所で、装置内のスロップ配管の底部が内面腐食により漏洩した。腐食の原因はスロップ中に含まれる硫化物や塩化物による腐食。(石連事故事例報告書 保安 No.1160)
- (事例433) 2022年12月に、神奈川県製の製油所で、ラック上の廃油配管が、内面腐食により穿孔漏洩した。漏洩部はエキспанションループの手前で、廃油に同伴されたスケールと水分が滞留して内面腐食が進行した。(石連事故事例報告書 保安 No.1082)
- (事例434) 2023年2月、大阪府の製油所の重質油熱分解装置の逆止弁の本体底部から漏洩を認めた。当該逆止弁は2日に1回程度の頻度で使用している以外は流動のない滞留部となっており、底部に滞留した内部流体による腐食が進展した。(石連事故事例報告書 保安 No.1171)

- (事例 435) 2023年12月に、神奈川県製の製油所で、定修後の運転開始の際に、アンモニアアシッドガス配管が漏洩した。原因は、定修中に実施した配管洗浄の残水が配管低所に溜まったことにより、残水に含まれる腐食性物質が配管を腐食させたものである。(石連事故事例報告書 保安 No.1194)
- (事例 436) 2022年8月に、大分県の製油所で、タンクヤードの重油配管が内面腐食により漏洩した。漏洩した場所は配管径が10Bから20Bに変わる部分で、流速が下がりスケールが堆積したことにより、局所的な内面腐食が発生した。(石連事故事例報告書 保安 No.1116)
- (事例 437) 2023年8月、山口県の製油所における廃油タンク行配管からの油漏洩事例を反映させた。開放点検中のタンクの付属配管で、滞油を抜き、空管理としていたが、配管内部にスラッジが残っていてヒートトレースを生かしていたため、配管内部のスラッジ堆積下で内面腐食が進行した。(石連事故事例報告書 保安 No.1168)

JPI-8S-1-2023 の該当頁：18-20 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 5)

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

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

・・・(省略)・・・

- **高所のガス溜まり部** 未脱硫ナフサ等の荷揚げ配管などで、酸素が混入する配管では、高所のガス溜まりでの腐食に注意を要する。内部流体に同伴される水分が、配管のガス溜まりで結露し、減肉が発生した事例がある。(事例 344, 438)

・・・(省略)・・・

- ~~— **ガス溜まり箇所(高所のラック部等)** 腐食性物質を含む流体で、水分及び酸素が混入する配管は、高所のラック部等のガスが溜まる箇所において、気相部で結露した水分と酸素との反応により腐食が発生することがある。(事例 344)~~

下線部追記

取消線部重複のため削除

管理番号：8S-1-2023 追補 5 の解説

- (事例 438) 2023年6月、北海道の製油所のスロップ配管からの漏えい事例を反映した。当該事例では、スロップの腐食性物質と溶存酸素に起因して、配管上部の気相部で著しい腐食減肉が見られたが、そのような形態の減肉を把握できていなかった。(石連事故事例報告書 保安 No.1164)

JPI-8S-1-2023 の該当頁 : 18 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 6)

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

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

— 管路の曲り箇所 エルボやベンドなどの流れ方向が急激に変化する箇所では、流速の増大、偏流及び旋回流が発生し、局所的に大きい腐食・エロージョンを生ずる。(事例 264, 270, 439)

下線部追記

管理番号 : 8S-1-2023 追補 6 の解説

(事例 439) 2023 年 4 月、愛知県の事業所のパラキシレン製造装置で発生した配管エルボからの漏洩事例を反映した。本事例では、内部流体による腐食減肉がエルボ背側で局所的に進行し、開口に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.1086)

JPI-8S-1-2023 の該当頁：21 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 7)

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

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 5.1.4 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) ・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, 188, 189, 191, 232, 306, 348, 385, 386, 440, 441, 442) ・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) ・上部の構造物の影響で雨滴や海水等のドレンのかかる配管 (事例 222, 349, 443, 444) ・大雨、高潮などによって冠水した配管 (事例 96, 107, 152, 190, 220, 234, 307) ・隣接配管の漏洩などによって、水等の漏洩飛沫の影響を受けた配管 (事例 308)
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・低合金鋼配管 (事例 153, 309, 350, 387) ・使用中は150°C以上であるが、間欠運転される炭素鋼・低合金鋼配管 (事例 310, 388) ・通常は氷点下で大気中の水分は配管表面に氷結するが、間欠運転である為に付着している氷が度々融解し、湿潤環境となる炭素鋼・低合金鋼配管 (事例 244, 278) ・本管から分岐され150°C以下となる滞留部及び付属品や計装機器への導圧配管 (事例 89, 119, 279, 280, 311, 312, 351) ・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°C以下となる本管 (事例 66, 445) ・火傷防止対策施工配管 (事例 9, 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) ・劣化した外装板シール材下の配管 (事例 225, 271, 272, 275, 313) ・ステージ貫通部やウィープホール等の影響で雨滴に著しく晒される箇所 (事例 314) ・配管を支えるため、低温配管の保冷材外面にサポート付きの保護カバーを取り付けた部位 (事例 387)
. . .	. . . (省略) . . .

下線部追記

管理番号：8S-1-2023 追補7の解説

- (事例 440) 2023年8月に、神奈川県製の製油所で、棧橋上のバンカー配管が外面腐食し、C重油が漏洩した。腐食の原因は、トレースから漏れたスチームにより保温材が吸湿したことによる保温下外面腐食である。(石連事故事例報告書 保安 No.1156)
- (事例 441) 2023年8月に、神奈川県製の製油所で、海岸沿いのラック配管が外面腐食し、内部のベンゼンが漏洩した。腐食の原因は、トレースから漏れたスチームと、板金開口部から浸入した雨水による保温下外面腐食である。(石連事故事例報告書 保安 No.1158)
- (事例 442) 2023年9月に、神奈川県製の製油所で、棧橋上の配管が外面腐食し、C重油が漏洩した。腐食の原因は、トレースから漏れたスチームにより保温材が吸湿したことによる保温下外面腐食である。(石連事故事例報告書 保安 No.1159)
- (事例 443) 2023年4月に、神奈川県製の製油所で、オフサイトパイウェイの保温配管が外面腐食を起こして、重油が漏洩した。当該配管の上部にはフランジ付きの配管が敷設されており、フランジから雨水が滴下して保温板金を劣化させ、外面腐食が発生した。(石連事故事例報告書 保安 No.1128)
- (事例 444) 2023年6月に神奈川県製の製油所で発生した流動接触分解装置のアナライザー戻り配管からのLPG漏洩事例を反映させた。当該配管不具合箇所上部にフロアの水抜き穴があり、雨天時フロアに溜まった雨水が水抜き穴を通過して、当該漏洩箇所の保温板金に集中的に滴下する状況となっていた。滴下した雨水により保温板金が劣化し、保温内部に雨水が侵入・滞留したことで保温下外面腐食が経年的に進行し、開口に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.1133)
- (事例 445) 2023年6月に、大分県の製油所で、オフサイトの重油移送管の枝管が外面腐食し、C重油が漏洩した。漏洩した枝管は分析計用の取り出し配管で、トレース管の接触部に雨水がたまり、局所的に外面腐食が進行した。また、分析計は撤去されており、トレースは加熱していなかった。(石連事故事例報告書 保安 No.1141)

JPI-8S-1-2023 の該当頁：22 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 8)

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

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 5.1.5 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 (事例 389) 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 架台に配管直置きしている保温を切欠いた箇所 (事例 129, 245) サポート取付、近接する配管のフランジ、分岐管との干渉を避けるため保温を切欠いた箇所 (事例 10, 67, 166, 167, 315, 316, 390, 446) 抱線取付けのために配管上面の保温材に設けた貫通部 (事例 97, 447)
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 はげ掛けの弛み部、上向き施工部 (事例 391, 448) 外装板が損傷した垂直保温配管の直下部 (エルボおよびエルボ近傍の水平部) (事例 279, 352) 垂直配管で上部保温板金とのシールが未施工部 (事例 317) 隣接配管と抱き合わせて保温施工している配管 (外装板上部に水分が滞留しやすい) (事例 318) インサルコート等の不良部に生じる間隙、損傷部 (事例 353) 歩廊下の外装未施工部 (流体の用途変更に伴い保温を後付け) (事例 354)

下線部追記

管理番号：8S-1-2023 追補 8 の解説

(事例 446) 2023 年 9 月に、大分県の製油所で、タンク元配管の液封安全弁の入り口配管が、外面腐食により漏洩した。漏洩した配管近傍にはサポートがあり、保温が切り欠かれている部分から雨水が浸入して外面腐食した。また、保温材のグラスウールにはビニール

が巻かれており、吸湿した水分が乾燥しにくい状態だった。(石連事故事例報告書 保安 No.1206)

(事例 447) 2022年12月、千葉県製の製油所のオフサイト重油配管で不具合が発生した。当該部は上向ノズル及びスチームトレース入口配管が設置されていて、どちらも主管の保温板金に切り欠き部があり、ここから侵入した雨水により外面腐食が進行した。(石連事故事例報告書 保安 No.1138)

(事例 448) 2023年12月に神奈川県製の製油所で発生したナフサアイソシープ装置のフィード配管からのナフサ漏洩事例を反映させた。当該配管ははぜ掛け部が上向きであったことよりはぜ掛けの隙間から雨水が浸入したことで外面腐食が進行し開口に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.1144)

JPI-8S-1-2023 の該当頁 : 22 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 9)

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

b) 配管系外部の腐食

1) 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、トレンチ等のコンクリート躯体と接触している箇所 (事例 355, 449)、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、梁あるいはサポートに配管が直接接触している箇所 (事例 319, 356, 392, 450, 451, 452, 453)、配管上部の構造物やレイアウトの影響で雨滴、結露水、ドレン、スチーム、海水の飛沫等に晒される箇所、および隣接配管の損傷などによって漏洩した水等に晒されていた箇所、大雨時等に雨水に浸かる箇所、スチームトラップ吹出口の直近、冷却目的等で散水を行なっている機器やクーリングタワー周り等では外面腐食の有無を検査する。 (事例 71, 108, 131, 282, 283, 284, 285, 320, 357, 393, 454, 455)

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)

下線部追記

管理番号 : 8S-1-2023 追補 9 の解説

(事例 449) 2023 年 6 月に神奈川県の製油所で発生したタンクヤード内の入出荷配管からのガソリン漏洩事例を反映させた。不具合箇所は、地面に近い湿潤環境となる配管架台部 (コンクリート) の配管底部であり、配管架台部と配管接触部の近傍において外面腐食が進行し、配管底部が開口、内部流体 (揮発油) の漏洩に至った。 (石連事故事例報告書 保安 No.1151)

(事例 450) 2023 年 2 月に神奈川県の製油所で発生したタンクヤード内のガソリンブレンダーポンプ行き配管からのガソリン基材漏洩事例を反映させた。当該配管はコンクリートへの直置き防止の為に設置されていた丸棒周辺に土砂が堆積したことで、湿潤環境になり外面腐食が進行し漏洩に至った。 (石連事故事例報告書 保安 No.1124)

(事例 451) 2022 年 5 月に、神奈川県の製油所で、ラック上の配管が外面腐食し、内部流体の水素が漏洩した。腐食の原因は、配管とラックの接触部に溜まった雨水による外面腐食である。 (石連事故事例報告書 保安 No.1102)

- (事例 452) 2023年10月に、大分県の製油所で、栈橋上の配管が外面腐食し、内部の軽油が漏洩した。外面腐食は、配管と梁の接触部で発生した。(石連事故事例報告書 保安 No.1207)
- (事例 453) 2022年11月、神奈川県製油所のオフサイトのナフサ配管の梁接触部で不具合が発生した。当該部の梁はC形鋼を背中合わせに貼り付けたもので、中央部に雨水が滞留しやすい構造であった。(石連事故事例報告書 保安 No.1114)
- (事例 454) 2022年8月に千葉県の製油所で外面腐食により燃料ガスが漏洩した。当該配管は海水が流れる排水溝の近くに設置されており、海水飛沫の影響を受けている配管であったため外面腐食が進展して漏洩に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.1174)
- (事例 455) 2023年5月、神奈川県製油所で定修後のスタートアップ時、パイプラック内のスロップ油のオフサイトタンクへの落油配管で漏洩を生じた。当該配管はラック上段に海水配管がありこれが腐食穿孔して漏洩、当該配管の腐食を加速させた。(石連事故事例報告書 保安 No.1147)

JPI-8S-1-2023 の該当頁：22-23 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 10)

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

b) 配管系外部の腐食

1) 保温のない配管系

一塗装、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, 59, 60, 193, 286, 394) また、防食テープの劣化や膨らみが認められた場合は、それらの部位を剥がして腐食の有無を検査する。(事例 72, 120, 121, 287, 321, 322, 323, 324, 395, 396, 456) 特に防食テープ巻きの端部付近では、水分浸入による配管の外面腐食を生じ易いので注意する。(事例 397) 防食テープの外側にステンレス薄板を貼り保護板としたケースは、防食テープの劣化状況が確認しにくいので注意が必要である。(事例 398, 457) 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, 235)

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, 195)

下線部追記

管理番号：8S-1-2023 追補 10 の解説

(事例 456) 2023年3月に、神奈川県製の製油所で栈橋上の重油配管が外面腐食し、内部の重油が漏洩した。原因は、配管サポートシューの防食テープ仕舞い箇所が劣化し、海水が浸入して外面腐食が進行したものである。(石連事故事例報告書 保安 No.1104)

(事例 457) 2023年4月、神奈川県製の製油所のオフサイトのタンク付属配管の梁接触部で不具合が発生した。当該部位は防食テープ巻き+ステンレス板金の防食措置が講じられていたが、防食テープが劣化、雨水が内部に浸入したことにより外面腐食が進行した。(石連事故事例報告書 保安 No.1110)

JPI-8S-1-2023 の該当頁 : 23 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 11)

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

b) 配管系外部の腐食

1) 保温のない配管系

ー 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 (事例 236, 399)、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が困難な箇所 (事例 85, 221) があるので留意する。~~ダミー~~サポートなどの取付部 (ダミーサポートやシューサポートの取付部、サポート当て板の取付部など) が連続全周溶接されていない場合 (事例 358, 458, 459) やダミーサポートが腐食開口している場合は雨水が浸入しやすい。(事例 400, 404, 460) 特にダミーサポート取付部はウィープホールからの湿気の浸入 (事例 325) により外面腐食が進行しやすい。(事例 196, 219, 326, 403) 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、取消線部削除

管理番号 : 8S-1-2023 追補 11 の解説

(事例 458) 2022 年 12 月、大阪府の製油所の芳香族製造装置の蒸留塔塔頂配管のサポート部 (垂直配管を支持するための 4 方向のサポート部) で漏洩が発生した。当該サポートの当て板は全周溶接されておらず雨水が浸入しやすい構造であり、この当て板の下で腐食が進行した。(石連事故事例報告書 保安 No.1078)

(事例 459) 2023 年 5 月、神奈川県製の製油所の接触改質装置でスタートアップ時、ブローダウン配管ダミーサポート付け根の溶接線で漏洩が発生した。このダミーサポートの溶接線は本管の縦溶接線との干渉を避けるため交差部だけ溶接しておらず、ここから水分が侵入した。(石連事故事例報告書 保安 No.1145)

(事例 460) 2022 年 10 月、神奈川県製の製油所のオフサイトの LPG 配管で、配管のエルボ部のダミーサポート部の外面腐食による不具合が発生した。(石連事故事例報告書 保安 No.1108)

JPI-8S-1-2023 の該当頁 : 33 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 12)

5. 腐食・劣化損傷の検査

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

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な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** 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)
- **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、各部件の腐食、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** を参考にする。

特に、以下に示す環境のバルブの当該箇所は、重点的な検査を行う必要がある。

- 急激な温度変化が繰返され、熱疲労による割れ発生の可能性があるバルブの弁箱(接触改質装置の再生及び蒸気クリーニング系統などの弁)
- 高差圧及びスラリーサービスで使用されエロージョンの恐れのあるバルブのシート、ディスク及びその下流側(常時閉止のバルブでもシート漏れの可能性があるものは対象とする。)(事例 84)
- 重要な逆止弁(1)の可動部内部状況と作動状況(特に、フラッパーが開位置に止まった状態になく、正常に作動することを確認する。)(事例 13)

- 環境遮断のために内部にライニングを施工しているものについては、ライニングに割れ等の劣化・損傷がないか確認する。(事例 330, 408, 409, 461)

下線部追記

管理番号 : 8S-1-2023 追補 12 の解説

(事例 461) 2023年9月に、宮城県の製油所で、純水装置の塩酸計量槽のバルブから、塩酸が漏洩した。バルブは硬質ゴムのダイヤフラムバルブで、長期使用による経年劣化でダイヤフラムが膨潤して破れ、塩酸がバルブ本体を腐食した。(石連事事故例報告書 保安 No.1179)

JPI-8S-1-2023 の該当頁 : 35 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 13)

5. 腐食・劣化損傷の検査

5.3 付属品、特定配管及び埋設配管などの検査

5.3.2 特定配管の検査

c) **埋設配管の検査** 埋設配管の検査は、次の 1) から 7) によって行う。検査周期は当該配管の敷設仕様、過去の検査履歴及び配管の重要度などから決定する。(事例 227)

- 1) **配管内面の腐食状況検査** 埋設配管の地表敷設部で、内面腐食が最も著しいと予想される部位を 1 箇所以上選定し、定期的に肉厚測定を行う。
- 2) **埋設配管地表部の目視点検** 埋設配管の地表敷設部は、目視及び五感によって、腐食の状況、内部流体漏洩の兆候がないことを確認する。
- 3) **埋設配管地表境界部の目視検査** 埋設部と地表部との境界部分の防食塗覆装又はコーティングの剥離、膨れなどの異常の有無を確認する。
- 4) **電気防食配管の対地電位測定** 電気防食が施工されている埋設配管は、対地電位を測定し、その対地電位が規定値以内であることを確認する。
- 5) **点検ピット部分の腐食状況検査** 点検ピットが設置されている埋設配管は、点検ピット部分の本管を目視点検などによって検査し、腐食状況を確認する。

6) **部分掘削による検査** 電気防食や保護管などの特別な防食措置が講じられていない埋設配管は、必要に応じて部分掘削を行い目視検査及び肉厚測定を行う。(事例 462)

下線部追記

- 7) **漏れの点検** ガス加圧法、液体加圧法、微加圧法、微減圧法、保護管端部からの漏洩検査 (1)、漏洩検知管からの検査 (2)、相関式漏洩探知器による検査 (3) などによって漏洩の有無を確認する。

管理番号 : 8S-1-2023 追補 13 の解説

(事例 462) 2023 年 7 月、茨城県の製油所の原料供給配管 (埋設部) から重質軽油が漏洩した事例を反映させた。当該配管は、外部保温を施した本管をさや管内に収めて地中に埋設した構造で、さや管外部のアスファルトジュートの経年劣化によりさや管が腐食で開口し、本管外面の保温材にも吸湿して本管が漏洩に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.1180)

JPI-8S-1-2023 の該当頁 : 35 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 14)

5. 腐食・劣化損傷の検査

5.3 付属品、特定配管及び埋設配管などの検査

5.3.2 特定配管の検査

e) **溶融アルミニウムめっき配管の検査** ~~アルミニウム及びアルミニウム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は、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。~~
~~溶融アルミニウムめっき配管は、めっき層が失われると、腐食が選択的に進行するため、めっきの傷や欠損には注意が必要である。(事例 78)~~
また、溶融アルミニウムめっき配管の溶接は、めっきを剥がして溶接しているため、外面腐食防止を防止するためには、溶接部の塗装を健全な状態に維持することが重要である。
(事例 463)

下線部追記、取消線部削除

管理番号 : 8S-1-2023 追補 14 の解説

(事例 463) 2023年5月に、神奈川県製の製油所で、海岸沿いのパイプウェイの外面溶融アルミニウムめっき配管の溶接部が外面腐食し、ガソリンが漏洩した。溶融アルミニウムめっき配管は、メッキをはがして溶接し、その部分を塗装しているため、塗装が劣化して外面腐食を起こした。(石連事故事例報告書 保安 No.1119)

JPI-8S-1-2023 の該当頁 : 38 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 15)

6. 補修などの管理

6.4 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。

配管系の腐食・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是非を判定し、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い、これを文書化し、安全確認の上工事を実施する。

応急補修箇所は、原則として次回の定修などの可能な限り早い時期に撤去し、~~保守機会に撤去し~~、恒久補修を実施する。~~(事例 464)~~ 応急補修した状態で継続使用した結果、不具合に至った事例がある。(事例 465, 466)

下線部追記、取消線部削除

管理番号 : 8S-1-2023 追補 15 の解説

(事例 464) 2023年3月、和歌山県の製油所のオフサイト重油配管で不具合が発生した。当該部は2005年に内面腐食で不具合が発生した際にバンドあての応急補修をしていたが、その後恒久補修が実施されなかったため経年的にゴムが劣化、漏洩が再発生した。(石連事故事例報告書 保安 No.1122)

(事例 465) 2023年6月に山口県の製油所で発生した接触分解設備 to SLOP タンク配管からの SLOP 油漏洩事例を反映させた。2020年の目視検査結果にて滲みを発見した箇所に対して、SUS バンドによる応急補修を実施した上で2023年の次回 SDM にて恒久補修を計画していたが、計画通り補修が実施されなかったことにより、配管内面での腐食減肉による開口範囲が拡大し、バンドの隙間より漏洩が発生した。(石連事故事例報告書 保安 No.1134)

(事例 466) 2023年7月、愛知県の事業所の栈橋重油配管からの油漏えい事例を反映した。当該事例では、配管のサポート近傍の腐食が見られており、FRP 補強により進展防止を図ったが、施工時の表面処理が不十分だったこともあり、腐食が進行して漏えいに至った。(石連事故事例報告書 保安 No.1149)

JPI-8S-1-2023 の該当頁 : 39-40 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 16)

6. 補修などの管理

6.4 応急補修

6.4.2 非溶接補修 応急的に実施される非溶接補修法には、シール材などを介して機械的に配管、フランジ、バルブなどを締付けるバンド及びクランプ工法、急速硬化型の樹脂（鉄セメント系）を塗布したガラスクロスなどを巻きつけるライニング工法、当該部に直接又はボックス若しくはバンドにて周囲に密閉系を作ってシール材の硬化性樹脂を充填する工法、当該部分を切り離すために迂回経路を設けるバイパス工法、緊急的にピンホールなどの微小漏れを止めるコーキング工法、また、それらを組合せた工法などがある。

非溶接補修工事は、当該部分の減肉（事例 363）、漏れ状況、運転条件、周囲の環境、恒久補修時期までの期間などを考慮して前述の工法から選定を行い、施工手順を文書に定め工事を実施する。施工する際に当該及び周辺部分を破損させ、漏洩した事例（事例 310, 467）があるため、十分注意しながら施工を行う必要がある。

下線部追記

管理番号 : 8S-1-2023 追補 16 の解説

（事例 467）2023年9月に神奈川県製の製油所で発生したタンクヤード内のタンク付属配管からの未脱硫灯油漏洩事例を反映させた。不具合箇所は、架台接触部での外面腐食による減肉を認めた為、バンド当てによる応急補修を実施していたが、減肉範囲を十分に把握せずにバンド当てを施行した為、環境遮断が十分ではなく、内部流体の漏洩に至った（石連事故事例報告書 保安 No.1152）

JPI-8S-1-2023 の該当頁 : 43 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 17)

8. 長期連続運転のための改善

b) 配管系の信頼性向上のための改善

1) 配管系の改善

- － 設備設計構造の検討、材料変更及び内外面コーティングなどによる配管系寿命の延長
- － 薬液注入による系内の防食
- － 配管構造の改善
 - 小口径配管の厚肉化、不要ベント・ドレンコネクション、運転条件の変更により不要となった配管・計装導圧管の撤去 (事例 445, 468, 469, 470)、流体滞留部をなくすような形状変更、支持機構の改善
- － 汚れ対応の配管系の改善、増強
 - 汚れ対策のための系の二重化、ブロック化、運転中のクリーニング設備の設置、汚れにくい材料、構造の採用

下線部追記

管理番号 : 8S-1-2023 追補 17 の解説

(事例 468) 2022 年 12 月、神奈川県製の製油所のスチームクラッカー装置の熱交換器キャッチレグ元弁 (発生した不純物等を抜き出すバルブだが通常使用しない) グランドパッキン部で LPG が漏洩した。当該バルブは通常使用しないこと、グランド部が保冷下にあつて状態が確認しにくいことから、1971 年の設置以来更新されずにいたが、グランドパッキンがパッキンの固化、ボルトの緩みによりシール性が低下していた。当該バルブは本トラブルの後、撤去された。(石連事故事例報告書 保安 No.1081)

(事例 469) 2023 年 7 月、千葉県の製油所の中圧水素化分解装置の加熱炉燃料油配管(C 重油)が保温板金損傷部より浸入した雨水による外面腐食のため漏洩を生じた。当該配管は 1980 年代以降使用されていなかったが滞油が残っており、また不使用であるため外面腐食の検査対象から外れていた。本トラブルの後、当該配管の滞油は抜かれるとともに、次回定修での配管撤去が計画された。(石連事故事例報告書 保安 No.1163)

(事例 470) 2023 年 6 月、神奈川県製の製油所のエチレン出荷配管の計装導圧管、取出し元弁下流の保冷境界部で外面腐食による漏洩を生じた。この計装品は過去の運転変更で不使用となっていたが、主管からの分岐元弁は固着して閉止できない状態だったため閉止されず、一方この導圧管は、必要時は元弁で縁切り可能として腐食検査の対象となっていなかった。このトラブルの後、この導圧管は撤去された。(石連事故事例報告書 保安 No.1202)

JPI-8S-1-2023 の該当頁：48－50 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 18)

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
・・・	・・・	・・・ (省略) ・・・
劣化損傷対策	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。 <u>本管につながる小径配管（ドレン配管、分岐管など）は、振動等によって分岐部等に過大な負荷がかからないよう、適切なサポートを設置する。（事例 471）</u> 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, 38, 172, 365） 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）
・・・	・・・	・・・ (中略) ・・・
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、逆止弁の下流弁開放、逆止弁の取付位置変更、逆止弁バイパスの設置、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, 250） 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い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） 構造上液封状態となっている配管系の内圧が、<u>スチームトレースによる加温</u>、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, 472, 473） 液封防止用の安全弁行き配管を <u>本管配管</u> 底部から取り出したために、安全弁および安全弁行き配管がスケールで閉塞してしまい、<u>本管側の周辺弁閉止により液封状態となった際に、外気温上昇により外気温の上昇で、</u>フランジから漏洩した事例がある。安全弁行き配管は上向きに取り出すなど、スケールが溜まりにくい構造とする。（事例 292） <u>液封防止用の安全弁行き配管が、本管から持ち込まれた鉄錆等で詰まり、内圧排除ができずに本管のフランジから漏洩した事例がある。（事例 474）安全弁行き配管は、閉塞の可能性を低減するため、できるだけ短くする等、形状等を考慮する。また、供用中は必要に応じて閉塞状況の検査を行なう。</u>

分類	項目名	反映事項例
	・・・	・・・ (中略) ・・・
	フレキシブルホース選定上の配慮事項	・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、長さ、変位量、最小半径等が、ホースの設計仕様内となるように留意する。 (事例203, 366, 475)
	・・・	・・・ (中略) ・・・
	バルブへ被覆物を施工する場合の配慮事項	<p>・バルブへ保温などの被覆物を施工する場合は、グランド部やフランジ部についてはできるだけ被覆を避けるなど、容易に目視点検が可能な構造に配慮すること。 <u>グランド部に被覆物があったことに起因するトラブルとして、以下が報告されている。</u></p> <p>低温 LPG 配管の緊急遮断弁においてグランド部が板金製のカバーに覆われ容易に点検ができず、漏洩を早期に覚知できなかった事例 がある。 (事例 337, 468)</p> <p><u>溶融硫黄配管のバルブで、グランド部のカバー内で漏洩・滞留した硫黄蒸気が空気と反応してSO₂を生成、これによる腐食で発生した硫化鉄が燻った事例 (事例 476)</u></p>

下線部追記、取消線部削除

管理番号：8S-1-2023 追補 18 の解説

- (事例 471) 2023年11月、山口県の製油所の原油配管ドレン切りラインが漏洩した事例を反映させた。当該ドレン切りラインは、ラック上の本管からの分岐一次弁下流からグランドレベルの二次弁までの約6m、サポートが無く、しかも途中に1m程度クランク型に屈曲している部分があり、原油切り替えて振動が発生した際等に、当該ドレン切りラインに加わった外力等が高所の一次弁分岐部に集中して疲労割れを生じた。(石連事故事例報告書 保安 No.1184)
- (事例 472) 2023年2月に神奈川県製の製油所で発生した軽油深度脱硫装置 ColdFeed 配管フランジ部からの軽油漏洩事例を反映させた。チェック弁から深度脱硫装置 B/L 閉止バルブ管が締切り状態となり気温変化に伴う内圧上昇により、チェック弁フランジに挿入されていたガスケットが破損し漏洩に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.1125)
- (事例 473) 2023年1月に神奈川県製の製油所で発生した減圧蒸留装置へのフィード配管に設置されていたストレーナーのフランジ部からの重油漏洩事例を反映させた。通常時は開運用のストレーナー上流バルブが閉止され当該バルブから減圧蒸留装置 B/L 閉止バルブ間が締切り状態となり、当該配管に施行されていたスチームトレースにより加温されたことにより、締切り範囲内に設置されていたストレーナー上部 フランジ部より油が漏洩した。(石連事故事例報告書 保安 No.1126)

- (事例 474) 2023年10月、茨城県の製油所で発生した重油タンク払出し配管での液封によるフランジ漏洩事例を反映させた。内部に鉄錆が堆積していた本管に付属する、長い水平部を持つ安全弁行き配管(3/4B)が鉄錆で閉塞して液封状態となり、フランジからの漏洩が発生した。(石連事故事例報告書 保安 No.1181)
- (事例 475) 2023年6月に神奈川県製の製油所で発生した重質油熱分解装置のスクラバーLGに導入しているフラッシングオイルライン(フレキシブルホース)からの油漏洩事例を反映させた。フランジ間距離に対してフレキシブルホースの長さが不足した状態で使用したこと及び通常運転による揺れにより、ベローズの付け根に過大な応力がかかり割れが発生した。(石連事故事例報告書 保安 No.1130)
- (事例 476) 2023年8月、大阪府の製油所で熔融硫黄配管のバルブのグランド部、保温板金で被覆された箇所で燻りを生じた。グランド部で漏洩したベーパー硫黄がSO₂を生成、これによる腐食で生成したFeSが燻ったものであった。(石連事故事例報告書 保安 No.1161)

JPI-8S-1-2023 の該当頁：51-53 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 19)

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。

分類	配慮事項例
・・・	・・・ (省略) ・・・
	<p><残圧確認> ・・・ (省略) ・・・</p>
配管開放における配慮事項	<p><残油確認></p> <ul style="list-style-type: none"> 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, 417, 477) <u>特に、エキスパンション (伸縮継手) や水平配管のバルブ周辺などは、油が残しやすい。</u> <p><硫化鉄スケールの確認></p> <ul style="list-style-type: none"> <u>硫化鉄は、大気と接触することで酸化発熱が進み自然発火に至る危険性があるため、硫化鉄スケールがある場合には大気からの遮断や湿潤など、酸化発熱を防ぐ措置をとる。</u>(事例 113, 478) <p><水洗操作></p> <ul style="list-style-type: none"> (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を行う際は、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, 479) <p><可燃性流体の流出対策></p> <ul style="list-style-type: none"> 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) また、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・設備から付着油を完全に除去し、可燃性流体が付着した保温材は取替を検討する。(事例 293, 338, 367, 418, 419, 480) 保温材に染み込んだ可燃性流体は、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を要する。 運転中にバルブを閉止してフランジを開放する際には、上流からの夾雑物のバルブへの噛み込みに留意する。上流から流出したビーズが下流のバルブに噛み込み、フランジ開放時にビーズとともに熱油が漏洩し作業者が被災した事例がある。(事例 210) 溶融硫黄やアスファルトなど、の配管のフランジ開放に際して、内部を固化させてからフランジを開放する場合には、開放前に配管本体およびフランジ部が、を触診して十分冷却されていることを確認する。ナフサの閉止、およびトレース管の冷却のみを確認して開放したところ、固化していなかった硫黄が漏洩した事例がある。(事例 368) <p><サポートを外すことに対する仮サポートの設置></p> <p>・・・ (省略) ・・・</p>
・・・	・・・ (省略) ・・・
配管開放時における可燃性ガスの漏れ込み防止と確認	<ul style="list-style-type: none"> 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には、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, 255) パージ範囲内の弁を閉止している場合には、弁本体およびボンネット内部に溜った残液・残ガスを確実に排出するために、弁を中間開放する。(事例 294)
・・・	・・・ (省略) ・・・

分類	配慮事項例
外面腐食部の防食措置	<ul style="list-style-type: none"> ・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、確実なケレンを行い、腐食底などに錆が残存しないことを確認した上で施工する。ケレンが不十分なまま防食塗装や防食テープを施工し、不具合となった事例がある。（事例 139, 295, 321, 425, 466）また、ウォーターブラスト後の錆の残存確認が不十分なまま防食塗装を施工し、10年後に不具合となった事例がある。（事例 296） ・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。（事例 286, 339, 340, 370） ・過去に外面塗装が悪い状態のまま保温を設置した為に、外面腐食が進行して不具合に至った事例（事例 256）がある。保温を設置する際には、塗装が十分な防食効果を発揮できる状態に復旧する必要がある
. . .	. . . (省略) . . .
外面腐食点検時の配慮事項	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>点検で錆こぶが認められた場合は、外面腐食による不具合に至る可能性が高いことから、詳細検査を実施し、補修等の対応を決めて実行する。（事例 481）</u> ・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及び取り付けの際には、配管外面のスケールの付着状況に応じて放射線撮影等のスケールを剥離させない手法で検査を計画し、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, 310） ・高所等、近接して確認ができない範囲がある場合は、足場の仮設やポールカメラ、双眼鏡などの使用、ガイド波超音波検査法の適用などを検討する。（事例 297, 371）

下線部追記、取消線部削除

管理番号：8S-1-2023 追補 19 の解説

- (事例 477) 2023年2月、愛知県の事業所のタンク附属配管撤去中の油漏えい事例を反映した。当該事例では、水平配管のバルブ周辺に残存していた滞油が、バルブ撤去時のために配管水平部を吊り上げた際、低部の開放箇所（ビニール養生）に流れこみ、ビニール養生のすき間から一部外部に漏えいした。（石連事故事例報告書 保安 No.1098）
- (事例 478) 2022年10月に三重県の製油所において、硫化鉄スケールがある配管を取り外し、酸化発熱をさせない措置を行わなかったため、大気と硫化鉄スケールが接触することで酸化発熱が進み、自然発火に至った。（石連事故事例報告書 保安 No.1188）
- (事例 479) 2023年2月に、神奈川県製の製油所で、工事のため配管フランジを開放したところ、配管内からナフサが漏れ、静電気により着火した。配管は2日前に水押ししていたが、バルブが中漏れしていたため、水押しした配管内にナフサが漏れこんでいた。（石連事故事例報告書 保安 No.1090）
- (事例 480) 2023年11月、茨城県の製油所の減圧蒸留塔塔底ポンプ吸込配管付近に発生した火災事故を反映させた。当該配管の保温材にはメカフラッシング油漏洩時に洗浄に使用した軽油が残留していた。（石連事故事例報告書 保安 No.1196）

(事例 481) 2023年10月、茨城県の製油所における海上出荷ラインからのハイオクガソリン漏洩事例を反映させた。当該配管は2022年度の外面腐食検査で、今回の発災箇所に外面腐食傾向があることを確認していたが、当時は錆こぶ厚さ等から直ちに対応が必要な個所としていなかった。しかしその数年後に不具合に至った。(石連事故事例報告書 保安 No.1182)

JPI-8S-1-2023 の該当頁：54-58 頁 (管理番号 8S-1-2023 追補 20)

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長期間、未使用であった配管に対し、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、内面腐食の進行、(事例 71, 80, 183, 206, 207, 224, 267, 339, 341, 342) または外面腐食の進行 (事例 208) によって残油が漏洩した。</p> <p><u>休止していた配管についてポンプ起動～ミニフロー弁微開として循環を開始したところ、暫くしてバルブグランド部から内部流体が漏洩した事例がある。(事例 482)</u></p> <p>また休止に伴いスチームトレースを停止していた配管の行き止まり部で真冬日に残留水分が凍結膨張し、ガスケットが破損して滞油が漏洩した事例がある。(事例 212)</p> <p>・・・(省略)・・・</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, 80, 183, 206, 207, 208, 224, 267, 339, 341, 342)</p> <p><u>長期間停止していたバルブに通液した際は、グランド部等からの内部流体のリークの監視を十分に行なう。</u></p> <p>寒冷地などでは、配管内の残留水分が凍結して不具合の原因になることがあり、休止配管であってもスチームトレースの取扱い等には注意する。(事例 212)</p> <p>・・・(省略)・・・</p>
設備	<p>・・・(省略)・・・</p> <p><u>⑬ 配管が改造により運転温度が変更されたことで隣接する配管と温度差が生じることになり、両者を接続する配管の熱伸び差でフランジに生じた外力により漏洩を生じた (事例 483)</u></p>	<p><u>設備改造により運転温度が変更になる場合、周囲の接続配管との熱伸び差が大きくなることありうるので、特に高温・低温の配管では影響を確実に評価する。</u></p>

下線部追記、取消線部削除

管理番号：8S-1-2023 追補 20 の解説

(事例 482) 2023年10月、岡山県の製油所で発生した重質油ポンプミニフロー弁のグランド部から内部流体が漏洩した事例を反映させた。長期間停止していた配管についてポンプ起動～ミニフロー弁微開として循環を開始したところ、暫くしてバルブグランド部から内部流体が漏洩した。停止中に固化していたグランド付近の重質油が、温度上昇に伴って融

けて内部流体が漏洩した可能性等が指摘された。(石連事故事例報告書 保安 No.1199)

(事例 483) 2023年6月、神奈川県製の製油所のエチレン出荷ライン (SUS304、6B、保冷つき) のフランジで漏洩を生じた。当該配管は出荷の状態により -70°C ～ -40°C の間で運転されるが、常温の配管 (当該配管とはバルブで縁切り) と接続されており、熱変動によってフランジに過大な外力が作用していた。この常温の配管は2012年に実施した設備改造により運転温度が変更されていたが (低温→常温)、この時、接続配管への影響が考慮されていなかった。このトラブルの後、当該配管と常温の配管は熱移動が影響しないよう、フランジの接続を切離した (石連事故事例報告書 保安 No.1201)