

屋外貯蔵タンク維持規格

(2013年2月20日追補)

この追補は、平成22年7月15日に改定された“屋外貯蔵タンク維持規格”2010年版の追補である。
したがって、今後、**JPI-8S-6-2010**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。2013年2月20日の追補は
次の15箇所である。

<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：15頁 (管理番号：8S-6-2010 追補01)	2
<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：38頁 (管理番号：8S-6-2010 追補02)	3
<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：46頁 (管理番号：8S-6-2010 追補03)	4
<u>JPI-8S-2-2010</u> の該当頁：50頁 (管理番号：8S-6-2010 追補04)	4
<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：57頁 (管理番号：8S-6-2010 追補05)	5
<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：58頁 (管理番号：8S-6-2010 追補06)	6
<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：66頁 (管理番号：8S-6-2010 追補07)	7
<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：67頁 (管理番号：8S-6-2010 追補08)	7
<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：71頁 (管理番号：8S-6-2010 追補09)	8
<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：89頁 (管理番号：8S-6-2010 追補10)	9
<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：92頁 (管理番号：8S-6-2010 追補11)	10
<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：97頁 (管理番号：8S-6-2010 追補12)	11
<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：100頁 (管理番号：8S-6-2010 追補13)	11
<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：106頁 (管理番号：8S-6-2010 追補14)	12
<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：136頁～138頁 (管理番号：8S-6-2010 追補15)	13

JPI-8S-6-2010の該当頁：15頁（管理番号：8S-6-2010 追補01）

第I部 タンク維持規格 共通編

6. 補修などの管理

6.1 一般事項

- a) 補修工事は、次回開放検査までのタンクの信頼性を確保し、事故の未然防止を図るため、腐食、劣化した部位に対して適切な方法で施工しなければならない。
- b) 補修の方法には、肉盛り溶接、当て板溶接、はめ板溶接、板の取替えなどの溶接補修とコーティングなどによる環境遮断対応補修がある。
- c) 全ての補修工事は、開放検査レポートや補修経歴に基づき工事範囲を確定し、消防法に基づく変更申請の必要性の有無とその範囲を確認のうえ、要求仕様書と工事計画書（補修図面、工程表などを含む。）を作成し、その結果を文書化し、関係先との協議のうえ実施する。補修終了時には、関連法規及びこの規格の規定に従い、必要な試験検査を実施し、結果を記録、保管する。

d) 供用後、事故事例に基づく工事作業時の種々配慮事項で、有益と判断される事項を付表3（工事作業上の配慮事項例）に示す。

追記

JPI-8S-6-2010 の該当頁：38 頁 (管理番号：8S-6-2010 追補 02)

付表 3 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、事件事例に基づく工事作業時の種々配慮事項で、有益と判断される事項を以下に示す。

項目名	配慮事項例
開放準備 工事にお ける配慮	重油タンクの定期保安検査のための開放準備作業として、内容物移送後に、スラッジの溶解作業のため、タンク外にポンプ、ホースなどを設置し、A重油を循環させていたところ、循環ポンプに接続したホースが破損し、重油が防油堤内に漏洩した。原因は、持込み資機材の使用前点検を十分行わず、劣化したホースを使用していたためである。特に危険物を取り扱うラインに使用する資機材については、使用前点検が重要である。(事例6 7)
火気養生 におけ る配 慮	工事残材(溶接棒残、鉄板溶断くず他)は可燃物と不燃物に区別し、決められた容器に入れ、可燃物は速やかに片付ける。火気近くの可燃性の工事資機材は防災シートで養生するなどして安全に管理する。溶接や溶断の火気を直接受ける場合には火気養生用の耐火クロス・耐熱クロス(ガラスクロス、など)を使用し、それらの選定にあたり仕様を確認する時は瞬間耐熱温度と連続使用温度の違いに注意する。また使用時は火気作業内容に応じてクロスは数枚の重ね使用や適宜散水し湿潤させる。工事終了時に作業点検を実施し、特に裸火作業エリアの残火の確認を行う。(事例7 2)
供用中タ ンクでの 塗装工 事等にお ける配 慮	供用中タンクにおいて屋根塗装工事を実施する時は、転落防止措置はもちろんのこと、無弁通気管等を養生する際には以下のようなことに注意する。(事例8 2) <ul style="list-style-type: none"> ・通気管等の通気口を塗料で塞ぐことがないようにする。 ・通気管等を養生する時は、通気能力を確実に事前検討・確保することが必要である。

追記

JPI-8S-6-2010 の該当頁：46 頁 (管理番号：8S-6-2010 追補 03)

第Ⅱ部 タンク維持規格 部位別編

第1章 底板、アニュラ板部

1.2 外面（裏面）の腐食要因と形態

a) 外面腐食に関する大きな要因としては次のものが考えられる。

- 1) 外部からの雨水浸入（アニュラ板、底板の外周部の雨水浸入防止措置が不完全な場合、或いは割れ、剥離などが発生し劣化した場合、犬走りや法面に亀裂が生じた場合には、著しい腐食が発生することがある。）^(事例26)
- 2) 地下水位の上昇による基礎土壌の湿潤環境の形成
- 3) 貯蔵物の温度（温度が高い場合には腐食が促進され、また、常温タンクでは底板の外面に結露することがある。）
- 4) 底板と基礎上面との接触の度合いの違い、特にタンク在槽量の変化に伴う、底板と基礎との間の乖離による湿潤環境の形成
- 5) アスファルトサンド表面の品質の不均一や異物の存在（局部電池を形成する。）^(事例76)
- 6) タンクアース取付部近傍での局部電池の形成
- 7) アスファルトサンド、オイルサンドに使用する砂の品質の不良（海砂が混入した場合に塩分などの腐食性物質を含んでいることがあり、凹凸部、重ね溶接部など接地しやすい箇所、或いは湿潤環境を保持しやすい箇所では腐食が懸念される。）
- 8) 側板直下のアニュラ板（側板）にコンクリートブロックを敷いている場合、アニュラ板（底板）とコンクリートブロックとの局部電池の形成（隙間腐食が起きやすい。）

追記

JPI-8S-6-2010 の該当頁：50 頁 (管理番号：8S-6-2010 追補 04)

第Ⅱ部 タンク維持規格 部位別編

第1章 底板、アニュラ板部

3. 底板、アニュラ板の補修時の留意事項

j) 浮屋根支柱などの着底部の保護板を底板上に新たに設置又は取替える際には、保護板の溶接線を底板の重ね溶接線から十分な距離で離すこととし、それが困難な場合には、底板の重ね溶接線を跨ぐように保護板を拵げて設置する。^(事例75)

追記

JPI-8S-6-2010 の該当頁 : 57 頁 (管理番号 : 8S-6-2010 追補 05)

第Ⅱ部 タンク維持規格 部位別編

第2章 側板部

1. 側板の腐食

1.1 内面の腐食要因と形態

c) 固定屋根式タンクでは次のようなことが考えられる。

- 1) 気相部と液相部を交互に繰り返す部位で腐食を受けやすい。^(事例20) また、固定屋根付き浮屋根式タンクでガソリンなどの低粘度の油のタンクにおいて、夜間の気温が露点以下に下がる地域では、側板の温度が低い状態が継続しやすい北側の日陰部分に、著しい腐食が発生した事例もある。^(事例19) その他のタンクでは油膜が防錆効果をもたらすため腐食事例は少ない。
- 2) タンクの貯蔵液レベル（在槽量）の変動、タンク内空気の温度変化、気圧変化等によってタンク内で呼吸作用が生じるため、常に気相部となっている部分に外気中の水分が凝縮、付着して腐食を発生させることがある。また、貯蔵する油種によっては、含まれる腐食性物質が気相中に蒸発して側板に水とともに凝縮し、腐食することがある。**特に、側板の温度が低くなる北側の日陰部分や海風の当たる面において、著しい腐食が発生した事例もある**^(事例71)
- 3) 気相部にコーティングが施工されている場合には、コーティングの経年劣化、施工不良に起因する局部消失箇所が選択的に著しい腐食を受けやすい。^(事例34) また、コーティング部と未施工部分の境界部も腐食を受けやすい。
- 4) スティフナーリングが側板内面に取付けられているタンクでは、スティフナーリング上にスケール等が堆積し、側板や取付金物の腐食を促進させることがある。

追記

第Ⅱ部 タンク維持規格 部位別編

第2章 側板部

1.2 外面の腐食要因と形態

保温タンクやウィンドガード (スティフナーリング) に不具合の生じたタンクでは顕著な腐食が発生することがある。また、塩害や酸性雨などに曝されるタンク及び硫黄タンク周囲のタンクなどでも腐食が発生する場合がある。

外面腐食のメカニズムと発生要因を次に示す。

- a) 外面腐食のメカニズムは、水、酸素 (空気)、腐食性物質 (塩素イオンなど) の存在下で、鉄がアノード反応で溶出する現象である。

近年 保温タンクの外面腐食が顕在化する傾向にあるが、保温タンクにおいては、保温タンク特有の要素によりアノード反応が促進される。それを次に示す。

- 1) 水分：乾燥した空气中、相対湿度が 50 ~ 70%以下の環境では腐食はほとんど発生しない。相対湿度が 100%で水の付着厚さが 1 μm 程度の薄膜状態のときに腐食が大きくなると云われている。保温タンクにおいて雨水が浸入し、保温材が湿潤状態になると側板外面に水が付着した状態となり、腐食進行の環境が整うこととなる。
- 2) 腐食性物質としての塩素イオン： 塩素イオンはアノード反応を加速させ、腐食速度に大きく影響する。現在使用されている全ての保温材には、僅かではあるが 数十 ppm 単位での塩素イオンが含まれている。浸入した雨水に塩素イオンが溶解し、側板外表面に付着し、乾燥、湿潤の繰り返しにより濃縮される。このため、高濃度の塩素イオン環境下となる箇所が生じて腐食が促進される。

- b) タンク外面腐食の要因と形態を次に示す。

- 1) 保温が施工されたタンクにおいて、保温外装板が破損した箇所、雨仕舞いが不完全 或いは劣化した箇所では、浸入した雨水により保温材が常に湿潤な状態となり、側板の腐食が進行し易い。(事例9) (事例22) (事例77) (事例79) 特に、側板の保温最頂部、階段、ウィンドガード (スティフナーリング)、ノズル、付属 追記 器具などの、保温外装板が不連続となる部分からは雨水の浸入が生じやすいので、この部分の雨仕舞いを確実にを行い、点検、維持管理を十分に行うことが重要である。(事例41)

ウィンドガード (スティフナーリング) 部等の不連続部は保温を施工せず、その上下で保温の雨仕舞い、シールを確実に実施することも、雨水の滞留による腐食防止に有効な方法である。

また、雨水の浸入は必ずしも上部からとは限らない。激しい雨の場合に、跳ね返った雨水が下側から浸入することもあり、保温外装板の最下部も雨水浸入防止を考慮する必要がある。浸入した雨水を滞留させずに、速やかに排出できる構造が重要である。

JPI-8S-6-2010 の該当頁：66 頁 (管理番号：8S-6-2010 追補 07)

第Ⅱ部 タンク維持規格 部位別編

第3章 屋根板部

1. 固定屋根式タンクの固定屋根部

1.1 固定屋根の腐食

1.1.2 外面の腐食要因と形態

屋根外面の腐食要因としては、雨水や腐食性物質（酸性雨、海水飛沫に伴う塩分）が考えられる。屋根外面の腐食状況は、概ね側板と同じであるが、次のような状況で発生すると考えられる。

- a) 屋根板に凹凸がある場合には、凹部にゴミ、スケール、土埃などが堆積し、雨水等により湿潤状態となり腐食される。
- b) 保温が施工されている屋根では、保温外装板の腐食、劣化、損傷及び保温外装板の継手部、屋根のノズル、マンホール、**手すり**、付属品取付部の雨仕舞い部の劣化、損傷などにより、雨水が浸入し、滞留し易い。このため **追記** 食が発生することがある。**(事例77)**

追記

JPI-8S-6-2010 の該当頁：67 頁 (管理番号：8S-6-2010 追補 08)

第Ⅱ部 タンク維持規格 部位別編

第3章 屋根板部

1. 固定屋根式タンクの固定屋根部

1.2 固定屋根の点検、評価、処置

1.2.1 目視点検、計測、非破壊検査

- h) 屋根板内面の腐食が懸念されるタンクの屋根上での点検や種々の作業に際しては、踏抜き事故防止のために、親綱を渡して安全帯を使用するなどの十分な安全対策を実施する必要がある。

(事例69)

追記

1.2.2 評価

- a) 屋根板は、必要とされる板厚以上であること。**(事例69)**

追記

JPI-8S-6-2010の該当頁：71頁(管理番号：8S-6-2010 追補09)

第Ⅱ部 タンク維持規格 部位別編

第3章 屋根板部

2. 浮屋根式タンクの浮屋根部

2.2 浮屋根の点検、評価、処置

2.2.1 目視点検、計測、非破壊検査

a) 定期点検時に目視により次のことを確認する。

- 1) 腐食、変形、溶接部の割れなどがないこと。(事例7.4)
- 2) 浮屋根の傾斜などを目視点検やレベル確認することにより、ポンツーン内の滞水、滞油の有無を確認できることがある。また、降雨後の滞水状況なども浮屋根の傾斜の有無確認の一助となる。

JPI-8S-6-2010 の該当頁：89 頁 (管理番号：8S-6-2010 追補 10)

第Ⅱ部 タンク維持規格 部別別編

第4章 側板の付属品

10. ミキサー及び駆動用モーター

貯蔵物の性状を均一にするため、或いはスラッジなどの堆積防止のためにミキサーが設置される。なお、ミキサーの代わりに攪拌ノズル（ジェットノズル）を取り付けて、貯蔵物を循環させることもある。

ミキサー及び駆動用モーターの点検、補修は、JPI-8S-3（回転機維持規格 (事例70) (事例81)）第Ⅰ部（回転機維持規格 共通編）並びに、JPI-8S-4（電気設備維持規格）第5章（電動機編）に準拠して実施する。次に点検、補修の留意事項を示す。

追記

10.1 点検

- a) 日常点検時に目視などの五感により、漏洩、振動、異音、発熱などの異常がないことを確認する。
- b) 定期点検時に次の点検、検査を実施する。

追記

- 1) 振動計などにより軸受部の状況を点検し、異常のないことを確認する。(事例70)
- 2) 潤滑油のレベル及び潤滑油に水分、ごみ、その他金属粉の混入や性状劣化などが無いことを確認する。
- 3) 漏えいなどが無いことを確認する。メカニカルシールからの漏えいの場合、当初は微量でも急激に漏えい量が拡大する場合があるので、軸受部を定期的、継続的に点検することが重要である。なお、メカニカルシールからの微量な漏えいチェックにはガス検知器が有効である。
(事例40) (事例53)
- 4) 取付けボルトに緩み、折損、欠落などのないことを確認する。
- 5) 駆動部との接続用ベルト、チェーン、プーリー、ギアなどの緩み、伸び、磨耗などが無いことを確認する。
- 6) ギアボックス、ベアリング、スタフィンボックスなどに異常発熱がないことを確認する。なお、各部の許容温度はメーカー設計仕様による。
- 7) 電気配線の断線、損傷及び端子のボルト・ナットの緩み、折損、欠落などの異常がないことを確認する。
- 8) モーターの電流値、絶縁状況、軸の振動などについて計測機器を用いて点検し、定格電流値以下であることや適正な数値内であることを確認する。

- c) 開放検査時に次の点検、検査を実施する。

- 1) プロペラ、シャフトの著しい腐食や変形、曲がり、振れなどの異常がないことを確認する。なお、必要に応じて検査機器や計測機器を使用する。(事例56)
- 2) プロペラの付根部分、シャフトに、亀裂などの欠陥がないことを非破壊検査で確認する。
- 3) プロペラ、シャフト全体のバランスを点検、調整する。

d) ミキサー起動時は、直後に振動、漏れ、異音のないことを確認する (事例70)

追記

第Ⅱ部 タンク維持規格 部位別編

第4章 側板の付属品

13. 加熱装置 (ヒーティングコイル等)

13.1 点検

- a) 日常点検時に目視により、スチームトラップ排出部や凝縮水回収設備のスチーム凝縮水に油の混入がないこと、また、異音、振動などのないことを確認する。
- b) 開放検査時に次の点検、検査を実施する。
- 1) ヒーティングコイルは目視点検と定点の肉厚測定を行い、腐食、変形がないことを確認する。
 - 2) 通気テストを実施する。
加熱装置の構造上、ヘッダーからの加熱管分岐部のように大きな応力集中が考えられる部位や変形の大きい個所は、割れなどが発生しやすい。
またタンク供用中に異常なウォーターハンマーが認められていた場合は、これらの部分に割れや変形が生じている可能性があるため、通気テストにより漏れの有無を確認する。漏れが認められた場合は、その部分に対して非破壊検査を実施する。
 - 3) ヒーティングコイルの内面は下側が腐食を受け易い、特に間欠使用されるタンクはドレン滞留が生じ易いので下側の腐食に留意して検査する。
 - 4) ベンド部及び入口弁とその下流配管はエロージョンによる減肉に留意して検査する。
 - 5) サポート接触部、Uクランプ下、レベルの低い出口付近は外面腐食に留意して検査する。
 - 6) 加熱装置の支持金具に異常がないことを確認する。支持金具に変形などの異常が認められた場合には、支持金具が設置された箇所近傍の底板に割れなどの欠陥がないことを非破壊検査で確認する。

追記

(事例80)

JPI-8S-6-2010 の該当頁：97 頁 (管理番号：8S-6-2010 追補 12)

第Ⅱ部 タンク維持規格 部位別編

第5章 屋根の附属品

1. 固定屋根の附属品

1.2 通気口 (通気管)

1.2.1 点検

a) 定期点検時に目視により次の点検、検査を実施する。

- 1) 外面に腐食、変形、損傷などが無いことを確認する。著しい腐食が認められた場合には、デプスゲージや超音波厚み計などで肉厚を測定する。
- 2) バードスクリーンや引火防止装置に目詰まり、損傷がないことを確認する。(事例64) (事例68)
- 3) 大気弁の取付けボルトに緩み、折損、欠落などが無いことを確認する。追記
- 4) アスファルトタンクでは通気口 (通気管) の根元部内面にアスファルトが固着し、流路を狭めていないことを確認する。(流路が狭くなっている場合には、正常な通気ができずに、タンクの変形を招くことがある。)

JPI-8S-6-2010 の該当頁：100 頁 (管理番号：8S-6-2010 追補 13)

第Ⅱ部 タンク維持規格 部位別編

第5章 屋根の付属品

2. 浮屋根の附属品

2.1 屋根排水設備 (ルーフトレン)

2.1.1.1 点検

- a) 定期点検時に目視により、浮屋根の雨水集水部或いは排水口の金網に目詰まり (事例78)、腐食などが無いことを確認する。著しい腐食が認められた場合には、超音波厚み計などで肉厚を測定する。追記

JPI-8S-6-2010 の該当頁：106 頁 (管理番号：8S-6-2010 追補 14)

第Ⅱ部 タンク維持規格 部位別編

第5章 屋根の付属品

2. 浮屋根の付属品

2.7 非常用排水設備

2.7.1 点検

- a) 定期点検時に目視により次の点検、検査を実施する。
 - 1) 集水口に著しい腐食や詰まりがないことを確認する。
 - 2) 水封式の場合には適正な水位が確保されていることが重要であり、ウォーターリボンなどで確認し、必要に応じて水を補充する。(事例4.2)
- b) 開放検査時に次の点検、検査を実施する。
 - 1) 内外面に腐食、変形などが無いことを確認する。著しい腐食が認められた場合には、超音波厚み計などで肉厚を測定する。
 - 2) 水封式の場合には水と油の境界面、常時滞水部などが著しく腐食されていないことを確認する。
 - 3) スラッジなどが堆積し、機能を阻害していないことを確認する。
 - 4) **タンクの供用開始前には、確実に封水状態を確認する。**(事例7.3)

追記

JPI-8S-6-2010 の該当頁: 136 頁 (管理番号: 8S-6-2010 追補 15)

事例	年月日	油種	タンク型式	容量(K)	事故概要及び原因	出典・備考
67	'09.6.4	重油	CRT	16,000	定期保安検査のための開放準備作業として、内容物移送後に、タンク外に配管、ホース、ポンプを仮設置し、A重油を循環させ、スラッジの溶解作業を実施していたところ、循環ポンプに接続したホースが破損し、重油が漏洩した。仮設資材の点検が不十分で、ホースの一部が劣化していたのに気付かず使用し、A重油循環中にホースが破損し、防油堤内に漏洩したものである。	石連事故事例報告 保安No.162
68	'08.8.1	重質重油	DRT	6,850	ドーム型固定屋根のオープンベントノズル(マジジュルム型、2か所)の金網(4メッシュ)が目詰まりしていたことにより、液払い出し時に外気が供給されずタンク内が負圧状態となり、屋根が座屈変形した。 当該ベントノズルは3か月前にも目視点検されたが、構造的に視認しにくいため、十分な確認が行えなかった可能性が高い。	石連事故事例報告 保安No. 246
69	'08.10.8	軽油	CRT	9,999	タンク屋根に経年的な減肉を認めため、昇降禁止とし、昇降口にも明示していたが、点検のため、タワ屋根に昇り、減肉した屋根板部分にさしかかったところ、屋根板が開口し転落した。当該タンクは、未脱硫軽油を貯蔵しており、経年的にタワ屋根板に腐食減肉が進行した。	石連事故事例報告 保安No.183
70	'08.11.5	ナフサ	FRT	8,830	計器室にてタンク内のガス検知器鳴動を覚知し、運転員が当該タワに急行したところ、タンクミキサのメカニカルシール部からのナフサ漏洩を認めた。ミキサの分解点検結果、グリース注入不足が原因で焼き付いたものと判明した。	石連事故事例報告 保安No.175
71	'09.2.6	重油	CRT	8,000	当該タンクの側板上部が開口しているのを発見した。原因は、内面からの湿性硫化物腐食により開孔したものである。タンク内気相部は油分中に含まれる硫化物が揮発しているが、通気管から吸い込まれた水分(湿気)を含むエアと湿性硫化物腐食の環境が形成されたものと推定している。特に当該タンクは護岸沿いに位置するため直接海風に曝され冷却傾向にあったことも、腐食を加速させた。	石連事故事例報告 保安No.184
72	'09.8.18	休止タンク	CRT	3,195	タンクを開放し、固定屋根上でベントノズルの改造工事中に、火気養生シート(カーボンフェルト)が焦げ付いたため、足で踏みつけた後、湿潤させ、道具カゴに入れたところ、しばらくしてその道具カゴ内で延長用ガスホースが発煙した。	石連事故事例報告 保安No. 249
73	'09.8.21	ナフサ	FRT	9,500	エマーゼンシードレン口からタンクの浮き屋根上に逆流したナフサが、ルーフトレンを通じてタンク外に流出した。原因は、タンクの開放検査終了後、引渡前に、エマーゼンシードレンの水封処置を忘れたためである。	石連事故事例報告 保安No.194
74	'09.8.27	原油	FRT	68,600	原油入荷完了後のタンク検尺時にルーフ上に原油の滲みを確認された。原因は、浮き屋根溶接部の外面腐食であった。速やかにタンク開放を実施し、溶接補修を実施した。	石連事故事例報告 保安No.203
75	'10.1.24	ジェット燃料	FRT	57,623	底板重ね合わせ部の隅肉溶接線に低サイクル疲労による貫通割れが発生して漏洩した。 底板の漏洩部近傍では1986年にルーフサポート用保護板が張り替えられており、①保護板と底板重ね溶接線が近接していたこと、②保護板の厚みが6mmから9mmに変更され、底板(厚み6mm)の重ね溶接線周辺の剛性が増大していたこと、③当該部位に不陸(底板が浮き上がり凸状変形)が生じていたことにより、タンク液面変動に伴い低サイクル疲労割れが発生したものと考えられる。	石連事故事例報告 保安No. 226

事例	年月日	油種	タンク型式	容量(K)	事故概要及び原因	出典・備考
76	'10.4.5	潤滑油	CRT	4,900	タンク底板の裏面腐食により穿孔した。 検査の結果、基礎土壌から塩素が検出されており、この塩素による酸性腐食と推測された。しかし、この塩素はオイルサンド作成時の廃油から持ち込まれた(この段階では無害な無機塩素とみられる)がどのよう有機塩素に変化し、腐食環境を形成したかは解明できなかった。 指定可燃物アスファルトタンクの上側側板付近からアスファルトの漏洩を発見した。	石連事故事例報告 保安No.237
77	'10.4.30	アスファルト	CRT	8,000	漏洩原因は側板に発生した顕著な外面腐食により側板部で開口したことによるものである。顕著な外面腐食は屋根の手すり元の保温雨仕舞いの損傷部から雨水が浸入し、それが最上段の保温止めリングで受け止められ、湿性環境を形成したために発生したものと推定される。 ナフサタンクヤード内で油膜を確認した。	石連事故事例報告 保安No.217
78	'10.7.13	ナフサ	FRT	14,000	検査の結果、以下の経緯により、ルーフ上に漏洩した油の一部がルーフトレンドレンを通り、ヤード内の油膜として確認されたと推定する。 (1)センターウエイト内の排水路詰まりのため、シングルデッキ中央部に局所的な滞水が発生。 (2)滞水重量で発生したたわみ部分で滞水層がルーフサポートのガイドパイプ上端レベルより上側に達した。 (3)ルーフサポートとガイドパイプの隙間部分で滞水層とタンク内の油層との置換が発生。 (4)置換された油がルーフ上に漏洩した。	石連事故事例報告 保安No.222
79	'10.10.3	C重油	CRT	997	タンクヤード内のバトロール中に漏油を発見した。 検査の結果、保温を貫通し側板に設置された架台サポート付近での外面腐食に起因する穿孔を確認した。 保温貫通部のシール材が劣化しており、この劣化部から雨水が入り、外面腐食を起こしやすい環境を形成していたものと推測する。	石連事故事例報告 保安No.230
80	'10.12.18	重油	CRT	12,946	屋外タンク貯蔵所のタンク加熱管のドレン排出口より重油の漏洩を確認した。 検査の結果、加熱配管での外面腐食による穿孔であった。加熱管の設置レベルでは腐食を進行させる塩化物イオンを含むエマルジョン層が存在し、また加熱管出口部は温度環境も腐食が最も進行しやすい状態にあったものと推測され、油とエマルジョン層との界面で集中的な腐食が進行し短期間で穿孔に至ったものと推定された。	石連事故事例報告 保安No.238
81	'11.4.24	重油	DRT	4,930	日常点検時に同タンクミキサー メカニカルシール部からの漏洩を認めた。点検結果、メカニカルシール部のグリス注入不足が原因でニードルベアリングが破損したため、軸ブッシュが発生し漏洩に至ったと判明した。	石連事故事例報告 保安No.258
82	'12.2.8	軽油	DRT	35,000	検尺時に屋外タンク貯蔵所のドームルーフがすり鉢状に凹んでいることを発見した。 調査の結果、屋根塗装工事でタンク上の無弁通気管を養生したが、指示した養生方法を許可なく変更して施工されていた。変更後の養生は息抜き配管に小口径のホースを用いたため、通気量が大幅に不足することとなった。そのため、貯蔵油転送の際、タンク内が減圧状態となってタンクの屋根を陥没させたと推測される。	石連事故事例報告 保安No.269

JPI-8S-6-2010 の該当頁: 138 頁 (管理番号: 8S-6-2010 追補 15)

事例	年月日	油種	タンク型式	容量(KI)	事故概要及び原因	出典・備考
83	'12.2.9	ナフサ	FRT	99,364	<p>浮屋根上の非常用排水装置から油が逆流し、主排水装置を通過してタンクヤード内に漏洩した。主排水装置2系統のうち北側のドレン弁が閉止されていたため、漏洩2日前の豪雨により浮屋根の北側に雨水が滞留して浮屋根が撓み、その状態で出荷が開始され、ローリングラダー接地位置が浮屋根の最大撓み部に移動して撓みが更に大きくなったため、非常用排水装置内の封水のバランスが崩れて油が浮屋根上に逆流した。その後、出荷が続き、タンクの液面降下に伴いローリングラダーが移動し、浮屋根の撓みが戻り始めたため、浮屋根上に滞留していた雨水と油が南側に移動し、南側の主排水装置を通過してタンクヤード内に漏洩した。</p>	<p>石連事故事例報告 保安No. 270</p>

屋外貯蔵タンク維持規格

(2014年3月13日追補)

この追補は、平成22年7月15日に改定された“屋外貯蔵タンク維持規格”2010年版の追補である。
したがって、今後、**JPI-8S-6-2010**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3月13日の追補は
次の3箇所である。

<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：13,14 頁 (管理番号：8S-6-2010 追補 16)	2
<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：84 頁 (管理番号：8S-6-2010 追補 17)	3
<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：139 頁 (管理番号：8S-6-2010 追補 18)	4

第I部 タンク維持規格 共通編

5. タンクの腐食要因

5.2 外面の腐食要因

タンク外面の腐食に特有の要因としては次のようなものが考えられる。

a) 水分

1) 外面腐食に係る水分

外面腐食においても水分の存在が最も大きな要因の一つである。腐食に係る水としては次のようなものが考えられる。

- (1) 雨水 (事例19) (事例22) (事例41) (事例47)
- (2) 空気中の水分
- (3) タンク底部の基礎砂における毛細管現象により上昇してくる地下水からの水分
- (4) 臨海工業地帯では強風下での海水飛沫

これらの水分がタンク表面に滞留することにより、腐食が進行する。このため、防食の観点からはタンク表面を塗装などにより水分から遮断することとともに、速やかに排水することも重要である。

2) 水分の滞留箇所等

水分が滞留する箇所或いは浸入する箇所としては次のようなものがある。

- (1) 屋根部の凹み部
- (2) 側板のウィンドガーダやスティフナーリングの水抜き不良箇所 (事例24) (事例63) (事例87)
- (3) 保温タンクにおいて、保温外装板の劣化箇所、保温外装板の不連続部や切り欠き部での雨仕舞いが不完全な箇所 (雨水などが浸入し、保温材が湿潤状態となる。) (事例9) (事例22) (事例41) (事例84)
- (4) アニュラ板 (底板) 張出し部の雨水浸入防止措置に、割れや剥離などの欠陥がある箇所 (アニュラ板 (底板) の下側に雨水が浸入し、湿潤状態になる。) (事例26) (事例33)
- (5) アニュラ板 (底板) 張出し部が犬走り部にめり込んでいる箇所 (張出し部の上に雨水が溜まる。)
- (6) タンク底部下のアスファルトサンド等の防食措置の不良箇所 (地下水が毛細管現象などにより上昇したり、水分が底部外面に結露したりして湿潤状態になる。)

追記

(事例87)

追記

(事例84)

JPI-8S-6-2010 の該当頁：84 頁 (管理番号：8S-6-2010 追補 17)

第Ⅱ部 タンク維持規格 部位別編

第4章 側板の附属品

3. 可撓管継手 (フレキシブルメタルホース及びユニバーサル式ベローズ形伸縮管)

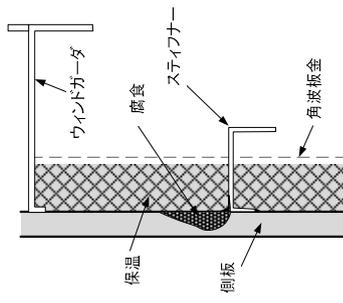
3.1 点検

- a) 日常点検時に目視により、漏えいや異常な変形がないことを確認する。
- b) 定期点検時に次の点検、検査を実施する。
 - 1) 目視により、腐食、漏えい、損傷などが無いことを確認する。なお、保温タイプの可撓管継手で特にベローズにオーステナイト系ステンレス鋼が使用されている場合で、内部流体に塩分が含まれている場合や臨海部に設置されていて潮風が当る場合には、ベローズに応力腐食割れが発生し、漏えいすることがあるので注意すること。
 - 2) 運転状態における軸直角方向の変位量や伸縮量を水平器などを用いて計測し、設計仕様と対比して許容限界を超えていないことを確認する。(事例52)
 - 3) 取付けボルトの緩み、折損、欠落などが無いことを確認する。
 - 4) 可撓管継手 (補強リングやタイロッドなども含む。) が地面やその他動きを拘束する可能性のあるものに密着していないこと、また可撓管継手、固定点、ガイドなどを含む配管系全体が異常に拘束されていないことを確認する。
- c) 変位量が多い場合や油種などから腐食が懸念される場合は、タンク開放検査時に合わせて、可撓管継手を取り外して点検する。また油の受払い配管に取り付けられている可撓管継手のベローズは、必要に応じて内面の浸透探傷試験を実施する。(事例85)

追記

JPI-8S-6-2010 の該当頁：139 頁 (管理番号：8S-6-2010 追補18)

事例	年月日	油種	タンク形式	容量(kl)	事故概要及び原因(案)	石連事故事例報告 保安No.281 *本文記載なし
84	'11.11.4	アスファルト	CRT	2,420	654番タンクの端部(底部張出部の雨水シール上)からアスファルトの漏えいを発見した。当該タンク(海岸線近くに設置)の側板等に浮遊した海塩粒子が付着し、降雨により地下水に浸透し、さらにタンクの管理温度が170～180℃と高いため、底板部で水分が蒸散して塩化物濃度が高くなり、既設アニュウ板を腐食、開口させた。次にアスファルトモルタルから当該地下水(塩化物)が浸入、2重化していた底板を腐食させ開口に至ったと推定される。	石連事故事例報告 保安No.296
85	'12.11.29	JET	CRT	24,608	タンク元フレキシブルホース(サイズ:20B,材質:SUS316L)からの漏えいを認めた。ペローズ谷部全てに泥状スケールが堆積しており開口部にて約3φの孔食状の腐食を認めており、他にもスケール堆積下にて大きさ0.5～1.0φ、深さ0.1～0.5mmの孔食が点在している事を認め、腐食の要因はスケール内に高濃度の塩化物を認めたことからペローズ谷部に堆積したスケール及び遊離水中に塩化物が凝縮した事による湿性塩化物腐食であると推測する。	石連事故事例報告 保安No.290 *本文記載なし
86	'13.1.13	コンデンセート 原油	FRT	88,200	協力会社社員が当該タンクウインドガーダ上でローリングラダーの破損を発見した。前回、荷役時の浮屋根降下中に散水設備(環境(臭気)対策のために設置)のアレキシブルホースがホース近傍のルーフサポートに引っかかったことにより、ローリングラダーの破損に至ったものと推定している。	石連事故事例報告 保安No.292
87	'13.1.31	原油	FRT	42,300	保温から突起しているステイフナー(通常は、歩行不可により目視点検等が非常に困難な箇所)と保温板金との雨水シールが経年的な劣化により雨水浸入防止機能が低下し、ステイフナー上部に溜まった雨水が保温内に侵入、保温内に雨水が長期に渡り滞留した為、側板が外面腐食によって減肉・開口した。	



屋外貯蔵タンク維持規格

(2015年3月17日追補)

この追補は、平成22年7月15日に改定された“屋外貯蔵タンク維持規格”2010年版の追補である。
したがって、今後、**JPI-8S-6-2010**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3月17日の追補は次の6箇所である。

<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：28頁（管理番号：8S-6-2010 追補19）.....	2
<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：57頁（管理番号：8S-6-2010 追補20）.....	3
<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：71頁（管理番号：8S-6-2010 追補21）.....	4
<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：78頁（管理番号：8S-6-2010 追補22）.....	5
<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：92頁（管理番号：8S-6-2010 追補23）.....	6
<u>JPI-8S-6-2010</u> の該当頁：140頁（管理番号：8S-6-2010 追補24）.....	7

第 I 部 タンク維持規格 共通編

付表 2-1 特定屋外貯蔵タンク開放時の点検表 (参考)
(固定屋根式タンク)

点 検 部 位		点 検 内 容	点 検 方 法	点検時の留意点	
底 板 ・ ア ニ ュ ラ 板 部	底板、アニュラ板	汚れ、スラッジの堆積状況	目視	開放前に計画したスラッジ抜き出し方法、処理方法で問題ないことを確認する。	
		腐食の有無	目視 (コーティングを施工したタンクでは、その状況を点検し、健全であれば、腐食に関する目視点検は省略できる。) 及び定点測定又は連続測定による肉厚測定、デプスゲージによる孔食の深さ測定	スラッジ堆積箇所は腐食環境となり易く、コーティングも影響を受け易いので、点検に際しては注意する必要がある。	
		不等沈下及び有害な変形の有無	目視及びレベル計等による測定		
		膨らみ、凹み、浮き上がりなどの有無	目視		
		コーティングの状況	目視 (必要に応じて、ピンホール試験、膜厚測定など)	錆の発生、打痕、膨れ、剥離、変色、割れなどがないことを確認する。	
	アニュラ板 (底板) と側板との隅肉溶接部 (たらい廻り)	溶接部の脚長、形状及び側板とのなす角度	目視および測定器具による形状測定	脚長及び形状については、第 II 部第 1 章 2.2 (評価) を参照。	
	上記以外の溶接部	きずによる有害な欠陥、損傷の有無	目視及び MT、PT などによる検査		
		割れやその他の欠陥、損傷の有無	目視及び MT、PT などによる検査		
	側 板 部	側 板	腐食の有無	目視及び定点と必要箇所の肉厚測定。詳細は第 II 部第 2 章 2.1 (側板の目視点検、計測、非破壊検査) を参照	タンク内面では、錆瘤やスラッジの固着箇所に腐食が懸念される。また、結露しやすい箇所も腐食を受けやすい。追記
			変形、損傷の有無	目視	
側 板		コーティングの状況	目視 (必要に応じて、ピンホール試験、膜厚測定など)	錆の発生、打痕、膨れ、剥離、変色、割れなどがないことを確認する。	
部	スティフナーリング (ウィンドガード) の取付部	取付部の直上部の腐食の有無	目視 (著しい腐食が認められた場合は、肉厚測定)	側板外面に取り付けられたスティフナーリング (ウィンドガード) の変形、歪み、水抜き穴の閉塞などにより雨水が溜り、側板外面が腐食されることがある。 また、側板内面にスティフナーリングが取り付けられている場合は、スラッジの堆積により側板内面が腐食されることがある。	

第2章 側板部

1. 側板の腐食

側板は、貯蔵物やタンクの使用状況、環境により腐食されることがある。また、腐食率が小さくても長期間の使用により腐食が顕著になる場合がある。例えば、保温が施工されているタンクでは雨水の浸入により、保温の下の側板が著しい腐食を受けることがある。また、ウィンドガーダ（スティフナーリング）のあるタンクなどでは、それらの取付状況によっては雨水の滞留が生じて、取付部近傍の側板に局部的に著しい外面腐食を受けることがある。

なお、腐食要因の基本的事項については、**第1部 共通編の5.**（タンクの腐食要因）に示している。

1.1 内面の腐食要因と形態

内面腐食は側板の部位により起因する原因が異なり、次のようなことが考えられる。

- a) 原油タンクやスロップオイルタンクなどのスラッジが多いタンク、或いは硫化水素等の腐食性物質を含む油のタンクでは、側板最下段で堆積したスラッジや油中の腐食性物質の影響による腐食が認められる。（事例22）
- b) 常にドレン水の水位のあるタンクでは、ドレン水の存在する部分或いはドレン水と油の境界近傍に著しい腐食を生じやすい。（事例22）
- c) 固定屋根式タンクでは次のようなことが考えられる。
 - 1) 気相部と液相部を交互に繰り返す部位で腐食を受けやすい。（事例20） また、固定屋根付き浮屋根式タンクでガソリンなどの低粘度の油のタンクにおいて、夜間の気温が露点以下に下がる地域では、側板の温度が低い状態が継続しやすい北側の日陰部分に、著しい腐食が発生した事例もある。（事例19） その他のタンクでは油膜が防錆効果をもたらすため腐食事例は少ない。
 - 2) タンクの貯蔵液レベル（在槽量）の変動、タンク内空気の温度変化、気圧変化等によってタンク内で呼吸作用が生じるため、常に気相部となっている部分に外気中及び油中から蒸発した水分が凝縮、付着して腐食を発生させることがある。側板の最上部あるいはスティフナーリング設置部等において腐食が発生した事例がある。半製品タンクは製品タンクに比べて水分量が多いため特に注意が必要である。（事例88） また、貯蔵する油種によっては、含まれる腐食性物質が気相中に蒸発して側板に水とともに凝縮し、腐食することがある。
 - 3) 気相部にコーティングが施工されている場合には、コーティングの経年劣化、施工不良に起因する局部消失箇所が選択的に著しい腐食を受けやすい。（事例34） また、コーティング部と未施工部分の境界部も腐食を受けやすい。
 - 4) スティフナーリングが側板内面に取付けられているタンクでは、スティフナーリング上にスケール等が堆積し、側板や取付金物の腐食を促進させることがある。
- d) 浮屋根式タンクでは次のようなことが考えられる。
 - 1) ガソリンやナフサの浮屋根式タンクで、側板内面に塗装が施工されていないタンクでは、浮屋根の下降時にガソリンやナフサが蒸発するために、側板の内表面に防錆効果をもたらす油膜が形成されず、雨水や大気中の腐食性物質の影響により腐食することがある。また、他形式のタンクに比べ、雨水侵入がしやすく内タライ廻りが腐食することがある。
 - 2) 側板内面に塗装が施工されているタンクでも、その塗膜の劣化にともない腐食することがある。

追記

JPI-8S-6-2010 の該当頁 : 71 頁 (管理番号 : 8S-6-2010 追補 21)

2.1.3 その他の劣化要因と形態

- a) 大きな地震や台風などに伴う液面揺動などにより、ポンツーンやデッキ板に変形、破損などが発生することがある。また、デッキ板上のノズルで気密不良が発生した場合に、液面揺動に伴い、油漏れが発生することもあるので注意を要する。
- b) 一般的にシングルデッキ部は重ね継手で、上面は全厚連続隅肉溶接がなされているが、下面は支柱その他の剛性の大きい部材の近傍のデッキ部分のみが、断続全厚隅肉溶接されているだけである。また、使用板厚も 4.5 mm と薄い。一方、浮屋根の昇降、風や地震に伴う液面揺動などにより、シングルデッキ部は撓み、変形を繰返し受けることとなる。このため、シングルデッキ部の溶接線に割れが発生することがある。(事例45)
- c) ローリングラダーを受ける架台の下やルーフサポート取付部などのシングルデッキ部は応力集中を受けるとともに拘束も大きい。これらの部分にも割れが発生することがある。

d) 補強リングのタック溶接外れや溶接部での施工不良に伴う割れ、欠陥が発生することがあるため注意を要する。(事例90)

追記

JPI-8S-6-2010 の該当頁 : 78 頁 (管理番号 : 8S-6-2010 追補 22)

3.1.3 その他の劣化要因と形態

- a) 大きな地震や台風などに伴う液面揺動などにより、変形、破損などが発生することがある。
- b) 鋼製のデッキ板は重ね継手で、上面は全厚連続隅肉溶接がなされているが、下面は支柱その他の剛性の大きい部材の近傍のデッキ部分のみが、断続全厚隅肉溶接されているだけである。また、使用板厚も 4.5 mm と薄い。一方、内部浮屋根の昇降、風や地震に伴う液面揺動などにより、ポンツーンタイプの内部浮屋根のシングルデッキ部分は撓み、変形を繰返し受けることとなる。このため、シングルデッキ部分の溶接線に割れが発生することがある。
- c) 簡易フロート型のフロートは、常に気相部と液相部の境界部分に接しているので、溶接部に選択腐食や割れなどを受けることがある。

d) 補強リングのタック溶接外れや溶接部での施工不良に伴う割れ、欠陥が発生することがあるため注意を要する。(事例90)

追記

JPI-8S-6-2010の該当頁：92頁（管理番号：8S-6-2010 追補23）

なお、一部の特殊なタンクでは電気加熱や熱油を加熱媒体として使用する例もあるが、ほとんどの石油タンクではスチームが使用されており、この規格ではスチームによる加熱装置の点検、補修の留意事項を示す。

13.1 点検

- a) 日常点検時に目視により、スチームトラップ排出部や凝縮水回収設備のスチーム凝縮水に油の混入がないこと、又、異音、振動などのないことを確認する。
- b) 開放検査時に次の点検、検査を実施する。
- 1) ヒーティングコイルは目視点検と定点の肉厚測定を行い、腐食、変形がないことを確認する。
 - 2) 通気テストを実施する。
加熱装置の構造上、ヘッダーからの加熱管分岐部のように大きな応力集中が考えられる部位や変形の大きい個所は、割れなどが発生しやすい。
また、タンク供用中に異常なウォーターハンマーが認められていた場合は、これらの部分に割れや変形が生じている可能性があるため、通気テストにより漏れの有無を確認する。漏れが認められた場合は、その部分に対して非破壊検査を実施する。
 - 3) ヒーティングコイルの内面は下側が腐食を受け易い、特に間欠使用されるタンクはドレン滞留が生じ易いので下側の腐食に留意して検査する。事例89 追記
 - 4) ベンド部及び入口弁とその下流配管はエロージョンによる減肉に留意して検査する。
 - 5) サポート接触部、Uクランプ下、レベルの低い出口付近は外面腐食に留意して検査する。
 - 6) 加熱装置の支持金具に異常がないことを確認する。支持金具に変形などの異常が認められた場合には、支持金具が設置された箇所近傍の底板に割れなどの欠陥がないことを非破壊検査で確認する。

事例	年月日	油種	タンク形式	容量(kl)	事故概要及び原因	石連事故事例報告 保安No.333
88	'13.9.18	軽油基材	DRT	9,534	軽油(LCO:ライトサイクルオイル)の固定屋根式タンク側板最上部に開口が確認された(漏えいは無し)。開放点検結果、タンク内面の気層部において水平方向に帯状に酸化スケールの生成が認められ、腐食開口が点在した。酸化スケールには特異な物質は認められず、いずれも酸化鉄と水酸化鉄が主体の錆が確認されたことから水分による一般的な腐食であることが判明した。当該タンクの貯蔵油種は半製品であり、製品タンクに比べて水分量が多く、気層部が湿性雰囲気になり、側板の最上部及びステアフィナーリング設置部において内面で結露し、腐食を加速させた。	石連事故事例報告 保安No.348
89	'14.6.9	潤滑油	CRT	86 (一般取扱 所20号)	ヒーティングコイル内面でスチームドレンの滞水により局部腐食が発生し、タンク内容物(潤滑油)が加熱管内のスチームドレンと共に排出され、漏えいに至った。	石連事故事例報告 保安No.350
90	'14.6.13	原油	FRT	48,000	屋根板(シングルデッキ)で漏えいが発生。漏えい部は塗装が劣化し外面腐食が認められた。漏えい部内面は補強アングルを取り付けているタック溶接の端部に位置しており、溶接施工不良に起因すると考えられる比較的大きな孔が認められた。 このことから建設時の溶接施工において、過電流等により局部的に金属が過熱され、上向き姿勢の溶接であったことから当該部の金属が溶け落ち、孔(3mm深さ程度)が形成され箇所以外面腐食(1.5mm程度)が繋がりに貫通したものと推測される。	石連事故事例報告 保安No.350