

自衛防災組織等のための防災活動の手引き改正案の概要

第1 自衛防災組織等のあらまし

特定事業所において防災業務を行う自衛防災組織には、当該事業所の防災業務の遂行に必要な消防車、泡放水砲、消火用薬剤等の防災資機材等及びこれらの操作等の防災活動を行うために必要となる防災要員の設置が義務付けられていることを解説するとともに、同一の特別防災区域に存する複数の特定事業所が共同して防災業務の一部を実施する共同防災組織について、具体的な例を示して解説する。

また、浮き屋根式屋外貯蔵タンクの全面火災に対する防災資機材等として導入された大容量泡放射システムの配備に関して定められた広域共同防災組織について解説する。

第2 防災活動

① 既に示されている「自衛防災組織等のための防災活動の手引き（屋外タンク編）[昭和58年5月 消防庁]」及び「自衛防災組織等のための防災活動の手引き（プラント編）[昭和59年12月 消防庁]」（以下「既発手引き」という。）に、それぞれ示されている防災活動上の留意事項には、消防機関への通報、指揮本部の設置等の共通する内容が多いことから、共通事項の項目を設けて記載する。

② 共通事項以外の内容については、施設別事項の項目を設け、貯蔵施設及び製造施設等に分類して記載する。

なお、貯蔵施設は、石油コンビナート等特別防災区域における新設事業所等の施設地区の配置等に関する省令に定める貯蔵施設地区、製造施設等は、同省令に定める貯蔵施設地区以外の地区とする。

③ 防災活動上の留意事項等の記載に合わせて、教訓として過去の事故事例を簡潔にまとめた内容を併記する。（事故事例の詳細は【第3 災害事例】の項で解説する。）

④ 「大容量泡放射システムを活用した防災活動について[平成19年3月 消防庁特殊災害室]」をもとに、大容量泡放射システムの運用にあたり事前計画として定めておくべき事項を記載し、併せて過去のシステム出動事例における問題点等について広域共同防災組織へのヒヤリングをもとに記載する。

⑤ 「特定防災施設等の技術基準の検討報告書[平成25年2月 危険物保安技術協会]」及び「特定防災施設等に対する定期点検の実施方法[昭和51年7月14日消防庁告示第8号]」等をもとに、特定防災施設等の損傷時における応急対策、点検要領等を記載する。

第3 災害事例

現行の手引きが作成された昭和58年及び昭和59年以降、近年にかけて発生したコンビナートにおける事故事例の概要、活動上の問題点等を火災、爆発、危険物の流出・漏えい、ガス流出、浮き屋根の沈降、内部浮きぶたの異常に分類して記載する。

記載する事故事例としては以下のような事例が考えられる。

① 火災

- ・ 十勝沖地震に伴うタンク全面火災（平成15年・北海道）
- ・ エチレンプラント火災事故（平成19年・茨城県）

② 爆発

- ・ 東日本大震災に伴うガスタンクの爆発火災（平成23年・千葉県）
- ・ 死者1名を含む多数の死傷者が発生した爆発火災（平成23年・山口県）
- ・ 死者1名を含む多数の死傷者が発生し、特別防災区域外に被害が及んだ爆発火災（平成24年・山口県）
- ・ 消防吏員1名の殉職を含む、多数の死傷者が発生した爆発火災（平成24年・兵庫県）

③ 危険物の流出・漏えい

- ・ アスファルトの海上流出事故（平成24年・千葉県）

④ ガス流出

- ・ 高圧ポリエチレン製造プラントでの安全装置緊急ガス放出事故（平成23年・広島県）

⑤ 浮き屋根の沈降

- ・ 浮き屋根の沈降により原油が大気に露出、近隣住人の健康及び環境への影響が懸念された事故（平成24年・沖縄県）

⑥ 内部浮きぶたの異常

- ・ 内部浮きぶたの沈降（平成18年・北海道）
- ・ 内部浮きぶたのアルミ製デッキの損傷（平成19年・秋田県）
- ・ 内部浮きぶたのシール部への滞油（平成19年・石川県）
- ・ 内部浮きぶたの傾斜（平成19年・新潟県）

第4 防災教育・訓練

① 既発手引き及び「防災要員教育訓練指針について〔平成3年6月27日付け消防特第134号〕」に示されている「防災要員教育訓練指針」をもとに、防災教育・訓練の概要、実施要領、実施上の問題点及び留意事項等を記載する。

② 「大容量泡放射システムを用いた防災関係機関等が一体となった防災訓練のあり方に係る検討報告書〔平成20年2月 危険物保安技術協会〕」に示されている内容及び

広域共同防災組織へのヒヤリングをもとに、大容量泡放射システムに係る防災教育・訓練の概要、実施要領、実施上の問題点及び留意事項等を記載する。

参考資料

- ① 「タンク火災＜基礎知識と防災活動＞ [(社)日本火災学会 消防活動基本問題検討委員会編著 全国加除法令出版㈱]」等の図書、消防研究センターの資料等をもとに、火災・爆発・燃焼の基礎概念、コンビナートにおける災害現象等について、分かりやすく整理して添付する。
- ② 海外におけるコンビナート災害事例について、概要を整理して添付する。
- ③ 自衛防災組織等の防災活動に関する調査・検討報告書、既発通知等を整理して添付する。

自衛防災組織等のための防災活動の手引き(サンプル)

第2 防災活動

1 共通事項

2 施設別事項

2.1 貯蔵施設

- (1) 火災に対する応急措置及び防災活動
- (2) 流出事故に対する応急措置及び防災活動
- (3) 浮き屋根沈降事故に対する応急措置及び防災活動
- (4) 内部浮きぶたの異常に対する応急措置及び防災活動

内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時には、内部浮きぶたの損傷に伴う内部浮きぶた上への滞油等により、タンク内で爆発混合気が形成された状態となっている場合があるため、タンク内の貯蔵油を抜き取る前に燃焼要素を排除する必要がある。

燃焼要素を排除する方法としては、一般的にはタンク内に二酸化炭素ガスや窒素ガス等の不活性ガスを導入してタンク内の酸素濃度を限界酸素濃度以下に下げることが多く用いられるが、不活性ガスの導入に時間がかかる場合や不活性ガスの導入が困難な場合は、一時的な対応として、泡消火薬剤による液面の被覆により可燃性ガスの発生を抑制し、タンク内の可燃性ガス雰囲気排除する方法もある。

内部浮きぶたの異常に対しては、次の事項に留意して応急措置及び防災活動を実施する。

① 異常の覚知

ア 内部浮きぶた付き屋外タンクには固定屋根が設けられているため、タンク内部の状況が分かりづらいこと等から、内部浮きぶたの異常の覚知に遅れが生じることがある。よって、日常的な点検の実施等により、速やかに異変を察知することが重要となる。

イ 異変を察知する要因及び状況については次のようなものがある。

(ア) 異変を察知する要因

- ・ タンク内の異常な臭気
- ・ タンク液面指示計（レベル計）の異常値
- ・ 可燃性ガス検知器の異常値
- ・ 周辺住民からの異常な臭気に対する消防機関等への通報

(イ) 異変を察知する状況

- ・ 定時パトロール中
- ・ 地震、台風等の自然災害発生後の構内点検時

自衛防災組織等のための防災活動の手引き(サンプル)

- ・ タンクの定期点検時
- ・ タンクへの油受入れ及び払出作業時

② タンクの状況確認

異変を察知した場合、異常な状況を把握するため、内部浮きぶた上への滞油及び内部浮きぶたの傾斜・沈降状況を確認する。

ア タンク周辺の確認

防油堤内及びタンク外観の確認を実施するとともに、可燃性ガス検知器を活用し、タンク周辺の可燃性ガス濃度を測定する。

イ タンク内部の確認

(ア) タンク屋根の点検口、サンプリングノズル及びシェルベント等から内部を視認する。

(イ) タンク内の状況を視認できない場合は、可能な範囲で異常を検知できるよう努める。検知方法の例としては、可燃性ガス検知器によるタンク内の可燃性ガス濃度測定、内部浮きぶたまでの距離測定及び防爆暗視カメラ等によるタンク内の状況確認等がある。

(ウ) タンク上部からの確認ができず、かつ、可燃性ガス濃度が爆発範囲内にある場合は、タンク近辺への接近は最小限とし、レベル計等により、内部浮きぶたの異常発生状況について把握するよう努める。

ウ 可燃性ガス濃度の測定

(ア) タンク屋根の点検口及びサンプリングノズル等から、可燃性ガス検知器を使用し、可能な範囲で可燃性ガス濃度を測定する。

(イ) 内部浮きぶたの異常の状況により、タンク内部の可燃性ガス濃度が不均一となっている可能性があるため、可能な限り複数の箇所測定する。

(ウ) 測定者は、帯電防護衣及び保護具（エアラインマスク、空気呼吸器等）を着用する。タンク内の測定を実施する場合、タンク内の気相部及び開口部付近では可燃性ガス濃度が高い、又は酸欠空気の存在が想定されるため、特に留意する。

(エ) 可燃性ガス検知器の吸引ホースを延長し、防油堤外で測定することも考慮する。

(オ) 可燃性ガス検知器は、タンク内の油種に応じた適切なセンサを装着している機器を選択する。

③ 通報

第2、1 共通事項、1.1 消防機関への通報の例による。

④ 警戒区域の設定

内部浮きぶたの異常が発生した場合、火災、爆発、危険物の漏えい等の災害に

自衛防災組織等のための防災活動の手引き(サンプル)

発展することが想定されることから、次の事項に留意し、火災警戒区域及び爆発危険区域を設定する。

ア 火災警戒区域の設定

- (ア) 危険物の漏えい、流出若しくは飛散等が予測される場所を中心として、火災危険のある区域に設定する。
- (イ) 初期設定時は、安全を見込んで広めに設定する。
- (ウ) 地形、気象及び周囲の状況等を総合的に判断し、より危険と認められる方向については広く設定する。
- (エ) 警戒区域は、警戒区域設定用ロープ等を活用し、明確に表示する。
- (オ) 漏えい量及び気象状況等の変化による危険範囲の変動を考慮し、可燃性ガスの濃度を随時測定し、必要に応じて設定範囲の見直しを行う。

イ 爆発危険区域の設定

可燃性ガス濃度が爆発下限界の30%を越える区域、及びそれ以外であっても異常の状況から爆発又は引火危険性が高いと判断される区域では、前アの例により爆発危険区域を設定する。

ウ 警戒区域内での活動統制

- (ア) 火災警戒区域内では、原則として火気及び火花を発生するおそれのある機器の使用は禁止する。
- (イ) 爆発危険区域内は、原則として進入禁止とするが、応急措置及び消防活動等のため、緊急に、かつ、やむを得ず区域内に進入する場合は、次の事項に留意する。
 - ・ 電路等の着火源を遮断する。
 - ・ 原則として耐熱服を着用する。
 - ・ 静電気の発生を防止する措置（耐熱服を水で濡らす等）を講ずる。
 - ・ 噴霧注水等による可燃性ガスの拡散、援護注水及び静電気の発生防止措置を行う。
 - ・ 進入は、指揮者の監視下において2人1組での活動を原則とし、必要最小限の人数とする。
 - ・ 常にガス検知器による可燃性ガス濃度の測定を実施しながら進入する。

⑤ 防災資機材等の配備・設定

火災・爆発・危険物の漏えい等の各種災害への発展を想定し、消防車両による放水体制の確保等、災害発生時に早期の対応ができるよう防災資機材等を配備、設定する。

ア 各種災害の発生に備え、自衛防災組織及び共同防災組織のほか、状況に応じて公設消防隊等による防災体制を確保する。

イ 火災の発生に備え、異常が発生したタンクの風上に三点セット（大型化学消防車、大型高所放水車、泡原液搬送車）、甲種普通化学消防車等の消防車両を配

自衛防災組織等のための防災活動の手引き(サンプル)

備する。

- ウ 危険物等の流出に備え、吸着マット、油処理剤等を準備する。
- エ 固定消火設備及び散水設備の起動の準備（選択弁の開放等）をする。
- オ 必要に応じて、隣接事業所等に応援を要請する。

⑥ 燃焼要素の排除

燃焼要素の排除にあたっては、次の事項に留意する。

ア 不活性ガスの導入による燃焼要素の排除

- (ア) あらかじめ導入する不活性ガスの種類やタンク毎の導入必要量等について計画しておき、その計画に従って不活性ガスを準備する。

なお、通気口（ベント）がある状態で確実に酸素濃度を低減するためには、なるべく比重の大きい不活性ガスを選定する。

- (イ) 風や貯蔵油の抜き取り時の大気吸入による不活性ガスの拡散を防止するため、通気口を閉鎖する。閉鎖にあたっては、帯電しにくい素材を使用し、帯電の有無を随時確認する等、静電気による引火防止に配慮する。

- (ロ) タンク内の酸素濃度及び可燃性ガス濃度測定の準備をする。測定箇所は、タンク内の高低、円周方向等全体を把握できるように数ヶ所設定し、定時間ごとに計測する。

- (ハ) 仮設配管、ホース等により不活性ガスの供給ラインを設定し、継続的に不活性ガスを供給できる体制をとる。

なお、タンク内にホースを降ろす場合は、静電気の発生に留意する。

- (ニ) 圧力計及び流量計等を適切に使用し、タンク内の圧力管理、不活性ガスの流量管理及び放出ガスの状況管理等により、タンク内全体が限界酸素濃度以下となるよう配慮する。

イ 泡消火薬剤の導入による燃焼要素の排除

タンクの液面を泡で被覆する方法は、油種、貯蔵油の抜き取り時間等によっては、泡の沈降帯電による火災の発生の可能性を考慮する必要があること、また、液面に対する泡の状態把握が困難であること等から、不活性ガスの調達が困難な場合における対策と考える。

- (ア) 泡消火薬剤は、貯蔵油に対して有効性が確認されたものを使用することとし、貯蔵油の抜き取りに要する時間、消失による泡消火薬剤の補給等を考慮して必要な量を算出する。

- (イ) できる限り早く液面を泡で被覆するため、防災要員及び資機材の配備状況、気象条件等を考慮し、固定泡消火設備、大型化学消防車、高所放水車等の資機材の中から適切なものを選択する。

- (ロ) 泡消火薬剤は油に汚染されないよう緩やかに投入し、油面全面を被覆する。

なお、油面全面を被覆した後も、風や自然消泡により油面が露出することのないよう油面の監視及び泡の補給を行い、貯蔵油の抜き取りが完了するま

自衛防災組織等のための防災活動の手引き(サンプル)

で継続する。

- (エ) 静電気対策ホースの使用、ノズルの接地及び泡の投入速さの管理等により静電気による引火防止に配慮する。

【十勝沖地震に伴う屋外貯蔵タンク全面火災】

平成15年9月26日4時50分頃発生した十勝沖地震(M8.0)により、浮き屋根が沈没し、地震の2日後にタンク全面火災となった災害では、静電気の放電によって出火したと推定されている。

この災害は、やや長周期地震動の影響により、火災が発生する前日には、当該タンクの浮き屋根が完全に油中に沈没してしまっただけでなく、貯蔵しているナフサの揮発防止を目的として消火用の泡を放出し、液面を密封していた。ところが、火災発生当日の強風により泡が片寄り、液面の一部が大気中に露出したため、ある部分では可燃範囲に入っていた可能性が考えられる。

さらに、泡が時間の経過とともに消え、水に戻るときに生じる水滴がナフサ中に沈降することによりナフサが帯電(沈降帯電)し、発生した電荷が液面上に取り残されている泡に蓄積、この泡とタンク側板、あるいは、タンク側板と接触している泡との間で放電し、可燃範囲に入っていたナフサの可燃性蒸気に引火したものと考えられている。

⑦ タンク内部の貯蔵油の抜き取り

不活性ガスを導入した場合は、タンク内が限界酸素濃度以下に管理されていること、泡消火薬剤を導入した場合は、タンク内の可燃性ガス濃度が安全値で管理されていることを確認したうえで、次の事項に留意し、タンク間シフト等により貯蔵油の抜き取りを実施する。

ア できる限り既設のボトム配管からタンク内の貯蔵油を抜き取る。

イ 可能な場合は内部浮きぶたにレベル計等を仮設して内部浮きぶたの挙動を監視し、正常に内部浮きぶたが降下することを確認する。

また、併せてタンク内から発生する異常音のモニタリングを実施する。

ウ タンク内の酸素濃度(泡消火薬剤を投入した場合は可燃性ガス濃度)を安全値に保つため、抜き取り流量及び不活性ガス導入量(泡消火薬剤を導入した場合は空気流入量)を適正に管理しながら抜き取りを実施する。

エ 貯蔵油の抜き取り中に内部浮きぶたが危険な状態になった場合、内部浮きぶたの状態が確認できない場合、内部浮きぶたの変形等により内部浮きぶたが降下しない場合は、灯油・軽油等の引火点の高い液体又は水を貯蔵油の抜き取り量と量が等しくなるように導入し、置換しながら抜き取りを実施する。

⑧ 残油処理(着底後の貯蔵油の抜き取り)

タンク内の貯蔵油を抜き取り、内部浮きぶたが着底した後は、タンク開放時に実施されている残油処理方法によるほか、次の事項に留意して残油処理を実施す

自衛防災組織等のための防災活動の手引き(サンプル)

る。

ア 内部浮きぶた上の油及び水等の排除

- (ア) 内部浮きぶた上に滞留した油及び水等の重量により、内部浮きぶたが座屈変形する可能性があるため、内部浮きぶた上の油及び水等を排除する。
- (イ) 内部浮きぶた上の滞油はパージによる揮発・消失を待つ。ただし、揮発・消失を待ついとまがない場合は、サンプリングノズル等から内部浮きぶた上に灯油・軽油等の引火点の高い液体を導入し、残ガスを吸収した後、完全に抜き取る。

イ タンク内の酸素濃度、可燃性ガス濃度の管理

- (ア) タンク内の酸素濃度の管理状況を確認し、管理状況が不良の場合は、大気吸入部分を少なくするため、センターベントの閉鎖も考慮したうえで、不活性ガスを導入する。

なお、センターベントを閉鎖した場合、貯蔵油の抜き取りに伴う減圧によりタンクが変形する可能性があるため、ノズル開放等により大気吸引用の開口部を確保する。

- (イ) 不活性ガスを導入しない場合は、タンク内の可燃性ガス濃度の管理状況を確認したうえでその後の抜き取り作業等を実施する。

ウ 抜き取り

- (ア) 内部浮きぶたの座屈の危険がある場合は、抜き取り量と同量の灯油・軽油等の引火点の高い液体又は水を導入することにより、内部浮きぶたのレベルを維持しながら貯蔵油を抜き取る。
- (イ) 空引きまで貯蔵油を抜き取った後、ノズルからホースを挿入し、エアープンプ等を接続して可能な限り抜き取る。
- (ウ) ポンツーン内の滞油は、タンク内の入槽環境を確立後、入槽作業時に処理する。
- (エ) 貯蔵油を可能な限り抜き取った後、蒸気洗浄及び水洗浄等を実施し、完全に抜き取る。
- (オ) 抜き取り完了後、気相部のガスのサンプリングにより炭化水素濃度等が安全値内であることを確認された場合、側マンホール等を開放し、タンク内を強制換気する。

気相部のガスの炭化水素濃度等が安全値外の場合は、安全値内になるまで(エ)及び(オ)を繰り返し実施する。

エ 入槽及び内部点検

- (ア) 開放作業は、燃焼要素の排除が完了した後、その状態が維持されていることを確認したうえで実施する。
- (イ) 入槽作業は、酸素濃度の低減及び可燃性ガスの排除が完了した後、その状態が維持されていることを確認したうえで実施するとともに、静電気対策及び消火準備を行う。

自衛防災組織等のための防災活動の手引き(サンプル)

- (㊦) 入槽時は、火花の発生に留意しながらマンホール等を開放し、内部点検及び清掃を実施する。
- (㊧) 入槽する作業員は、帯電防護衣及び保護具を着装し、酸欠防止対策及び不活性ガス等の吸引防止対策を実施する。

自衛防災組織等のための防災活動の手引き(サンプル)

第3 災害事例

1 防災活動上の問題点

2 災害事例

2.1 火災

2.2 爆発

2.3 危険物の流出・漏えい

2.4 浮き屋根の沈降

2.5 内部浮きぶたの異常

(1) 内部浮きぶたの沈降

- ① 覚知年月日 平成 18 年 8 月 8 日
- ② 発生都道府県 北海道
- ③ タンクの概要
 - 貯蔵危険物 第 4 類 第一石油類 ナフサ
 - 容量 23,437 キロリットル
 - タンク直径／高さ 40,700／19,515 (単位：ミリメートル)
 - 浮きぶた型式 鋼製バルクヘッド型 (パン型バルクヘッド付)
- ④ 事故概要 内部浮きぶたが沈没したもの
- ⑤ 発見までの経緯

ア 覚知日の朝、事業所近隣住民から事業所周辺でガス臭がするとの通報を受けた消防本部が事業所に対して状況を調査するように要請した。

消防本部は事業所から「異常なし」との報告を受けた。

イ 同日の夕方、事業所の定期パトロール中に臭気を感知し、タンク上部ハッチから検尺測定した結果、内部浮きぶたの沈没を確認した。

⑥ 事故原因

通常運転中、内部浮きぶた上に油が繰り返して噴き上げて滞留したことにより、内部浮きぶたが浮力を失って沈没したものと推定される。

⑦ 事故に至る背景

ア 通常は受け入れを行っていないガス化しやすい分解ナフサを受け入れていたこと。

イ 外周デッキシール部の劣化で、側板との密着性が低下し、浮きぶたの下に滞留したガスが噴き上げやすい状況となっていたと推定されること。

ウ 内部浮きぶたが浮き室を持たない構造であったこと。

⑧ 事故発見後の対応の概略

ア 在槽油回収方法

(ア) 在槽油回収に伴う前処理

- a 可燃性ガスと酸素との爆発混合気形成を回避するため、タンク内気相部

自衛防災組織等のための防災活動の手引き(サンプル)

へ窒素ガスを導入した。(窒素ガス導入量は在槽油回収完了まで 700～1,300 m³/h)

導入はサンプリング用マンホール及び出入り用屋根マンホールから耐圧ホースを用いて実施し、帯電防止のため、ホース接続部を被覆及び結束した。

- b 窒素ガスによるシール効果向上のため、タンク側板のサイドベント(計 28 箇所)をベニヤ板と防災シートで、トップベントを防災シートでシールした。

ベニヤ板は当初厚さ 6mm を使用したが、雨水等により変形し、気密性の低下が懸念されたため厚さ 12mm に変更したところ、その後の板の変形はなくなり、シール性が向上した。

また、臭気対策としてトップベント部に消臭剤を噴霧した。

- c タンク内気相部の目標酸素濃度は、窒素導入によりナフサ蒸気濃度に関わらず着火危険性を回避できる限界酸素濃度(11.6%)よりさらに低い10%以下とした。

連続式ガス吸引器を使用して、1 時間ごとに酸素濃度等の測定(固定屋根から 3m、液面上から 1m の位置)した結果、在槽油回収期間のタンク内気相部の酸素濃度の実績値は、窒素ガス導入直後 3～7%、その後は 1～3%で推移した。

(i) 在槽油回収作業

- a 危険物を早急に排除するため、在槽油の大半(11,500 kℓ)をタンカー(4,500 kℓ×2 隻)及び原油タンク(2,500 kℓ、既設配管にて)へ回収した。

- b 残った在槽油(2,844 kℓ)の回収については、タンク下部の水切りラインより回収することが検討されたが、浮きぶたデッキプレート上に油が残存したまま浮きぶた下部の油回収を行うことで、油の荷重により浮きぶたが座屈する可能性が考えられたため、タンク側板にホットタッピング工法を利用して開孔し、浮きぶた上部から在槽油を回収することとした。ホットタッピング工法では、安全に開孔を実施するために、タンク内へ海水を導入して油層を押し上げ、施工部を海水槽としたうえで開孔することとした。

- c 海水の導入にあたり、事前に実験を実施し、油と海水を混合しても即時に分離することを確認した。

- d 海水の初期の導入については、エマルジョン生成防止のために低速(50 kℓ/h)とした。導入後は検尺を実施して浮きぶたの高さに変化がなく、浮きぶたの浮上がないことを確認した。その後、浮きぶたの構造上の高さよりも 100mm 下まで海水を 100 kℓ/h で導入した。海水導入後は浮きぶたの高さに変化がないことを確認した。

- e 海水が浮きぶたを通過する際、流速を 50 kℓ/h として、サンプリング口から 100mm 上となるまで海水を導入した。導入後に浮きぶたの高さを確

自衛防災組織等のための防災活動の手引き(サンプル)

認したところ、浮きぶたの浮上が確認された。

- f 浮きぶたを再着底させるため、海水を底部水切りラインより排水系へ排出した。排出に際しては、浮きぶたの再着底時の衝撃等を考慮し、海水の排出速度を 100 kl/h で管理し、かつ、2 時間ごとに検尺を実施して浮きぶたの高さを確認した。

最終的に浮きぶたの位置が構造物高さと同等の高さであることを確認した。

- g 浮きぶたの再浮上を防止するため、タンク屋根マンホール 2 箇所からホースを用いて海水 460 kl (浮きぶたの再浮上防止に必要な量) を導入し、その後、タンク検尺により浮きぶたの着底を確認した。

ホースはタンク内部には帯電用ラバーホース、地上の消火栓からタンク上部までは消火用のホースを設置し、屋根マンホールの上ぶたにはホースガイド及びアースを設置した。

また、タンク内でのホースの振れが懸念されたことから、事前に実験にて問題のないことを確認するとともに、帯電防止用ラバーホースの引張り強度が規定されていなかったことから、補強用ロープを沿わせて使用した。

- h 在槽油と海水間の界面のかさ上げのため、タンク屋根マンホール及びタンク底部の水切りラインから海水を導入した。

導入完了後、検尺を実施し、在槽油、海水間の界面の位置がホットタップ工法により取り付け予定のノズルの上部よりも 500mm 高いことを確認した。

- i ホットタップ工法により、タンク側板に 8 インチのノズルを設置した。

ホットタップ工法の施工にあたり、ホットタップマシンの搬入、足場設置等の作業性を考慮したうえでホットタップ取り付け位置を決定し、ノズルの取り付け高さについては、在槽油と海水面の界面高さ、デッキリムの高さ、既設側板最下段横溶接線との干渉を考慮したうえで決定した。

また、ノズルの取り付け作業時には、作業足場全体を防災シートで覆い、ガス検知器を常備した。さらに、溶接作業による内部流体の温度上昇について、事前にテストを実施したうえで温度上昇がないことを確認し、溶接時にはタンク側板の表面温度を計測し、溶接作業近傍の側板の温度上昇がないことを確認しながら実施した。

- j 取り付けしたノズルにより、既設の遠心ポンプを使用して、海水、ナフサの順で 200 kl/h で原油タンクへ回収した。

ノズル上部の液レベルが 300mm になった時点で遠心ポンプの空引き防止のため、ダイヤフラムポンプに切り替え、100 kl/h で吸引可能な限りまで回収した。ダイヤフラムポンプは 4 台並列で設置した。

在槽油回収量が窒素導入量よりも多い場合、タンク検尺口等から空気を吸い込み、タンク内の酸素濃度の上昇が懸念されたため、在槽油回収量及

自衛防災組織等のための防災活動の手引き(サンプル)

び窒素導入量を流量計で管理し、在槽油回収量よりも窒素導入量を多くすることで、タンク内への空気の吸い込みを防止した。

k 残存するナフサを回収するため、タンク底部の水切りラインより海水を 150 kℓ/h で導入し、タンク液レベルを上げた後、ダイアフラムポンプを用いて回収した。残存するナフサを極力減らすため、本作業は 2 回実施した。

l ナフサ回収後、タンク内気相中の可燃性ガスを分析し、濃度 0.3%以下（ガソリンの爆発下限限界値の 5 分の 1 以下）を確認し、その後、浮きぶたの座屈防止のため、浮きぶた上の海水をホットタップ工法により開孔したノズルから 4 インチホースを導入して排水系へ排水した。

浮きぶた上の海水を可能な限り回収したが、250 kℓ程度（デッキ部の水深及びコンパートメント部の容積から計算した残存する海水量）が残った。この状態で浮きぶた下の海水を排水しても座屈のおそれはないと判断した。

m 浮きぶた下の海水を水切りラインから排水系へ排出した。

n タンク内気相中の可燃性ガス濃度を確認し、側板マンホールを開放した。

イ 回収作業時の安全対策

- (ア) 作業員は非帯電性の作業服、作業靴を着用した。
- (イ) 屋根上の作業においては、防毒マスク、マンホール等の開口部直近の作業においては、酸欠及びガス吸引防止対策としてエアラインマスク着用とした。
- (ウ) 屋根からの落下防止対策として、フルボディハーネスを着用した。
- (エ) 工具による火花発生防止対策としてノンスパーク工具を使用し、併せて屋根マンホール開放時には、ボルト及びナットへの散水を行った。
- (オ) 作業員が携帯しているものが落下することのないように、ポケットの閉止及びロープを使用した工具類の落下防止対策を行った。

⑨ 時系列

1 日目

8 : 3 8	事業所周辺でガス臭がするとの通報が管轄消防本部になされ、管轄消防本部から事業所に対し、事業所内の調査及び結果の報告を要請
1 0 : 0 8	パトロールの結果、製油装置に異常がないこと及び臭気は確認されない旨を事業所から管轄消防本部に報告
1 6 : 0 0	定期パトロール中に臭気を感知
1 6 : 2 0	タンク上部のハッチから内部を目視したが、内部が暗く状況確認不可能
1 8 : 0 0	タンクの検尺測定を実施
1 8 : 3 8	タンク上部のハッチからの検尺測定の結果、浮きぶたの沈下と

自衛防災組織等のための防災活動の手引き(サンプル)

	判断
18:48	<ul style="list-style-type: none"> ・ 管轄消防本部に 119 番通報 ・ 自衛防災組織非常対策本部設置
19:00	自衛消防隊及び消防車両（甲種普通化学）1 台を現場に配置
19:01	<ul style="list-style-type: none"> ・ 管轄消防本部到着、消防車両を事業所内で待機 ・ 可燃性ガスによる二次災害防止対策を関係官庁と協議し、固定式泡消火設備による液面シール、炭酸ガス又は窒素ガスによる気相部の酸素濃度低減が検討され、窒素ガスの導入に決定
22:48	管轄消防本部引き揚げ
24:00	自衛消防隊及び消防車両（大型高所、大型化学、泡原液搬送車各 2 台、計 6 台）を現場配置（在槽油回収完了まで）

2 日目

—	タンク内気相部へ窒素ガス導入（在槽油回収完了まで）
---	---------------------------

3～5 日目

—	タンク内気相中の酸素濃度が 10%以下で安定したことを確認し、在槽油 9,000 kℓをタンカー2 隻に回収
---	--

5～6 日目

—	在槽油 2,500 kℓを原油タンクに回収
---	-----------------------

6～9 日目

—	<ul style="list-style-type: none"> ・ タンク内に海水を導入し、油層を浮きぶた上部にあげた ・ 6 日目のみ、管轄消防本部消防隊が現場に警戒配備
---	---

9～10 日目

—	<ul style="list-style-type: none"> ・ 在槽油、海水間の界面が予定した位置にあることを確認し、側板開孔及びノズル取り付け工事を実施 ・ 管轄消防本部消防隊が現場に警戒配備
---	--

10～13 日目

—	側板に取り付けたノズルから海水と在槽油を原油タンクへ回収
---	------------------------------

13～15 日目

—	タンク内気相中の可燃性ガス濃度が爆発下限界の 5 分の 1 以下であることを確認のうえ、側板に取り付けたノズルからホースを導入し、デッキ上の海水を排水系へ排出
---	---

15～16 日目

—	浮きぶた下部の海水を水切りラインから排水系へ排出
---	--------------------------

16 日目

—	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自衛消防車両撤収 ・ タンク内気相部への窒素ガス導入停止 ・ タンク内気相中の可燃性ガス濃度を確認し、屋根マンホール
---	--

自衛防災組織等のための防災活動の手引き(サンプル)

	及び側板マンホールを全数開放
17 日目	
—	浮きぶたの座屈を側板マンホールから目視で確認
18～19 日目	
—	浮きぶたの座屈に伴う入槽時の安全対策として、デッキポストに補強サポートを取り付け
19 日目	
—	浮きぶた上コンパートメント内部の海水除去
19～20 日目	
—	タンク内部のスケール除去
20 日目	
—	自衛防災組織非常対策本部を解散

※ 表中の「—」は、時間が不明であることを示している。