

内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時における  
対応マニュアル作成に係る検討報告書

平成21年12月

消防庁特殊災害室

はじめに

平成15年9月に発生した十勝沖地震では、苫小牧市及び石狩市にある内部浮きぶた付き屋外タンク34基に、内部浮きぶたの損傷、内部浮きぶた上への危険物の溢流、内部浮きぶたの傾斜又は沈没等の事案が発生した。また、それ以外でも平成14年から平成19年にかけて、内部浮きぶた付き屋外タンクに係る事故が7件発生している。

内部浮きぶた付き屋外タンクは引火点の低い危険物を貯蔵することが多く、内部浮きぶたに異常が生じた場合には、タンク内部の浮きぶた上の空間に可燃性蒸気が滞留し、その構造上の特徴から、爆発範囲内の濃度になる恐れが大きいという特性を有しているが、タンク内部の状況が判りづらいこと等から、内部浮きぶたの異常の覚知の遅れや、その後の応急措置に苦慮する事例が多く見受けられる。

特に平成18年から平成19年にかけて内部浮きぶたの異常事案が相次いで発生したことを受け、消防庁により都道府県、市町村及び関係業界に対して、当該タンクの事故防止対策と応急措置体制の整備について注意喚起されたところである。

さらに、大規模地震の切迫性も指摘されている中で、地震時には多数のタンクで内部浮きぶたに損傷等が発生することも懸念されている。

このような状況を踏まえると、内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時における応急措置及び防災活動上の留意点等を検討、整理することは、特定事業者及び消防機関等の迅速かつ的確な応急措置及び防災活動を確保し、タンク火災等の災害や二次災害の発生防止を図る上で重要な課題である。

本検討会では、過去の内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時に対する対応事例を基に、異常の発見方法、状況確認方法、危険要素の排除方法等から貯蔵油の抜き取りまでの一連の応急措置の方法及び防災活動上の留意点等について検討を行った。

本報告書が内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時における的確な応急措置及び安全な防災活動の確保の一助となるよう期待する。

平成21年12月

内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時における  
対応マニュアル作成に係る検討会

座長 大谷 英雄

内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時における  
対応マニュアル作成に係る検討報告書

目 次

	頁
第1章 検討の目的等・・・・・・・・・・・・・・・・	1
1. 1 目的	
1. 2 項目	
1. 3 手順	
1. 4 体制	
1. 5 経過	
第2章 内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時における対応マニュアル ・・・・・・・・・・・・・・・・	4
2. 1 対応フロー	
2. 2 対応詳細	
第3章 過去に発生した内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時における対応事 例調査結果・・・・・・・・	28
3. 1 調査対象	
3. 2 過去の対応状況集計結果	
3. 3 過去の対応状況詳細	

第4章 まとめ . . . . . 47

参考資料1 内部浮きぶた付き屋外貯蔵タンクの事故防止対策と応急措置体制の整備について（通知）（平成19年10月19日 消防危第235号・消防特第142号 各都道府県消防防災主管部長あて 消防庁危険物保安室長・消防庁特殊災害室長）

参考資料2 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の安全対策に関する調査検討報告書（平成20年3月 危険物保安技術協会）抜粋

参考資料3 内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時における対応マニュアル（A社）

参考資料4 内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時における対応マニュアル（B社）

## 第1章 検討の目的等

### 1. 1 目的

内部浮きぶた付き屋外タンクの内部浮きぶたの損傷、内部浮きぶた上への危険物の溢流、内部浮きぶたの傾斜又は沈没等の異常時（以下「内部浮きぶたの異常時」という。）における応急措置の方法及び防災活動上の留意点等を検討し、消防機関及び特定事業者が迅速かつ的確な防災活動を行うための対応マニュアルを作成することを目的とした。

### 1. 2 項目

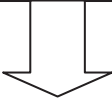
本検討会は、次の事項についての検討を行った。

- (1) 内部浮きぶたの異常時における応急措置方法の検討
- (2) 内部浮きぶたの異常時における防災活動上の留意点の検討
- (3) 内部浮きぶたの異常時における対応マニュアル（報告書）の作成
- (4) その他必要な事項

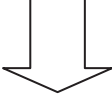
### 1. 3 手順

検討の手順は、次のとおりである。

内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時における対応マニュアル作成に係る検討会の開催

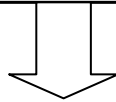


#### (1) 内部浮きぶた付き屋外タンク異常時の事例調査

- ア 過去に発生した内部浮きぶた付き屋外タンク異常時の事例調査
- ・ 応急措置の方法
  - ・ 防災活動上の留意点
- イ 事業所における内部浮きぶた付き屋外タンク異常時の対応に関する計画の調査
- ・ 対応方法
  - ・ 対応要領
- 

(2) 内部浮きぶたの異常時における応急措置方法及び防災活動上の留意点の検討

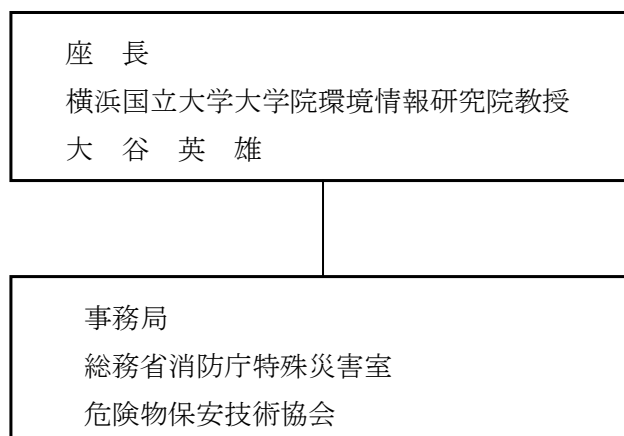
- ア 異常覚知に関する検討
- イ タンク内の状況確認に関する検討
- ウ 通報に関する検討
- エ 警戒区域の設定に関する検討
- オ 防災資機材等の配備・設定等に関する検討
- カ 異常時の対応についての検討
- キ 不活性ガスの導入に関する検討
- ク 泡消火薬剤の投入に関する検討
- ケ タンク内部の貯蔵油の抜き取りに関する検討
- コ 残油処理（着底後の貯蔵油の抜き取り）に関する検討



内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時における対応マニュアルの作成

1. 4 体制

- (1) 「内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時における対応マニュアル作成に係る検討会」を開催し検討を行った。
- (2) 本検討会の構成は次のとおりである。



内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時における対応マニュアル作成に係る検討会

委員名簿（順不同）

座長	大谷英雄	横浜国立大学大学院 環境情報研究院 教授
委員	石井俊昭	石油化学工業協会
〃	石川義彦	東京消防庁 警防部 特殊災害課長
〃	伊藤悦三	名古屋市消防局 消防部 消防課長
〃	神楽所弘	堺市消防局 予防部 副理事兼指導課長
〃	小林俊彦	社団法人日本産業機械工業会 タンク部会技術分科会 会長
〃	松木邦夫	社団法人日本化学工業協会 環境安全部 部長
〃	森新一	川崎市消防局 予防部 危険物課長
〃	柳澤大樹	危険物保安技術協会 タンク審査部 次長
〃	山本良也	四日市市消防本部 予防保安課長
〃	横山健一	石油連盟 消防防災部 会長
〃	新井場公德	総務省消防庁 危険物保安室 課長補佐
〃	西晴樹	総務省消防庁 消防大学校 消防研究センター 火災災害調査部 原因調査室長
〃	内藤浩由	総務省消防庁 消防技術政策室 研究官
〃	松木義明	総務省消防庁 特殊災害室 課長補佐
	(荒山豊)	
事務局	江口真	総務省消防庁 特殊災害室 コンビナート保安係長
〃	久藤裕之	総務省消防庁 特殊災害室 コンビナート保安係
〃	松浦晃弘	危険物保安技術協会 業務企画部 企画課長
〃	三國智司	危険物保安技術協会 業務企画部 企画課 主任検査員

※括弧内は前任者

### 1.5 経過

検討会の開催経過は、次のとおりである。

回次	開催日
第1回検討会	平成21年 7月 2日
第2回検討会	平成21年10月19日
第3回検討会	平成21年12月11日

## 第2章 内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時における対応マニュアル

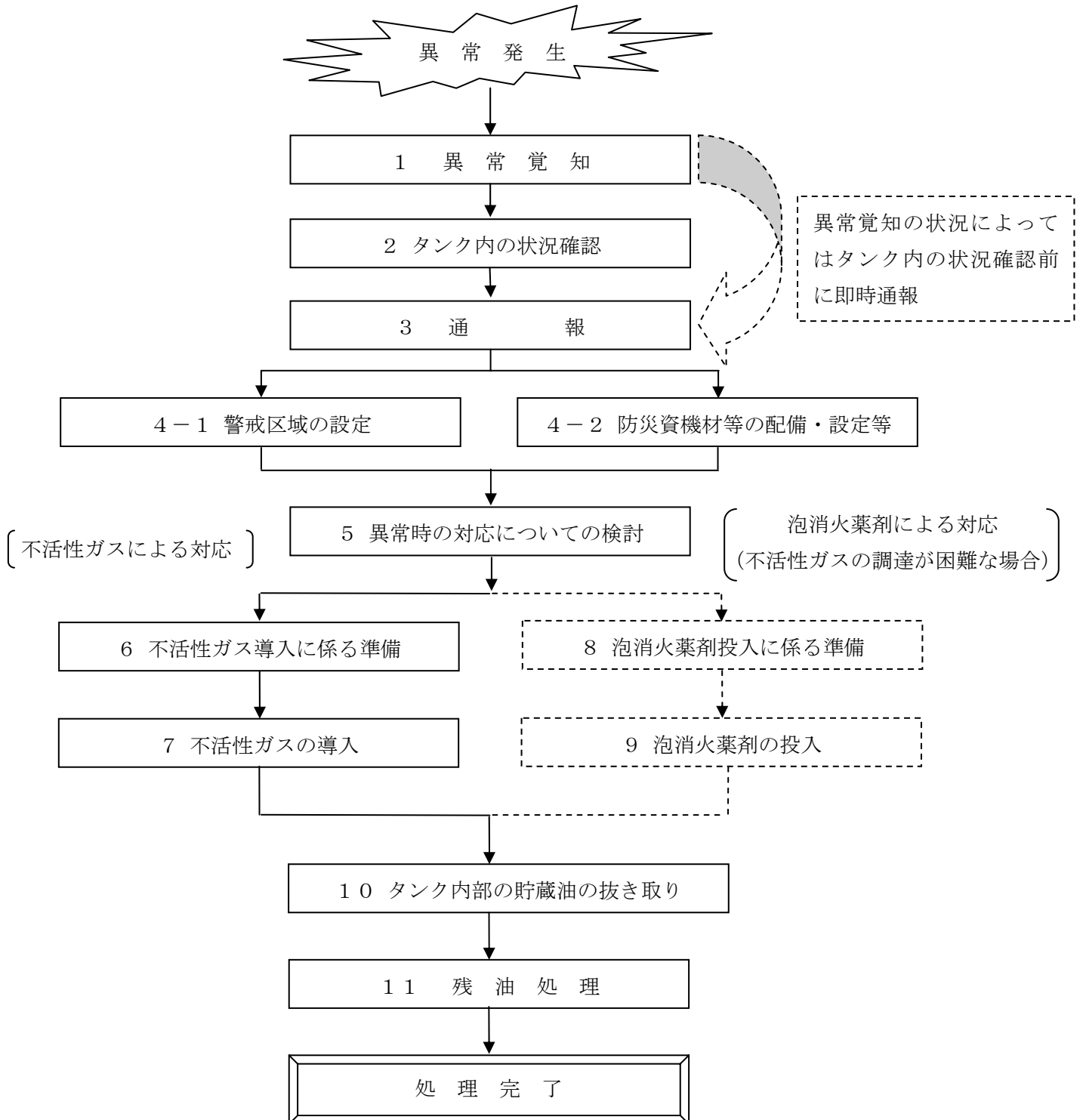
過去に発生した内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時における対応事例及び2事業所から提出された内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時における対応に関する計画を参考にし、異常発生から処理完了までの一連の対応を「対応フロー」及び「対応詳細」としてとりまとめた。

対応マニュアルのとりまとめに際しては、できる限り汎用性の高いものとなるよう配慮したが、異常の発生状況は多種多様であり、対応に当たっては異常の発生状況、安全対策の確保、二次災害の発生防止や事業所の実態を考慮しながら、事象が発生した事業所において最善と考えられる方法を選択し対応する必要がある。

したがって、ここに示す対応策以外にも応急対応を講ずる上で有効な方法は考えられることから、本マニュアルを参考にしつつ状況に応じて最も有効な方法を検討の上で採用していただきたい。



## 2. 1 対応フロー



## 2. 2 対応詳細

前項（2. 1）で示した「対応フロー」の各項目に対する具体的な対応について記載していく。

### 1.異常覚知

#### 1 異変を察知

- (1) タンク周辺の異常な臭気
- (2) タンク液面指示計（レベル計）の異常値
- (3) 可燃性ガス検知器の異常値
- (4) 周辺住民からの異常な臭気に対する消防機関への通報 等

#### 2 異変の察知時には次のものが考えられる。

- (1) 定時パトロール中
- (2) 地震、台風等の自然災害発生後の構内点検時
- (3) タンクの定期点検時
- (4) タンクへの油受入及び払出作業時

#### 【留意事項】

内部浮きぶた付き屋外タンクには固定屋根が設置されているため、タンク内部の状況が判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おそれがある。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である。

また、内部浮きぶたのタイプによって、異常の発生状況が異なるため、各事業所が所有するタンクの構造に適した確認方法を検討しておくことが重要である。

## 2.タンク内の状況確認

異常な状況を把握するために、内部浮きぶた上への滞油、内部浮きぶたの傾斜・沈降状況を確認する。確認の実施に当たっては、風上又は風横の安全な区域から可燃性ガス検知器により可燃性ガス濃度を測定しながら実施するとともに、タンク近辺での作業を最小限とすること等、安全管理を徹底した上で、可能な範囲で行う。

### 1 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。異常がない場合、可燃性ガス検知器を用い、タンク周辺の可燃性ガス濃度を測定する。

### 2 タンク内部の確認

(1) 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。

(2) 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、①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、②内部浮きぶたまでの距離測定、③防爆暗視カメラ等の使用によるタンク内の状況確認等が挙げられる。

(3) タンク上部からの確認ができない場合

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。

### 3 可燃性ガス濃度の測定

(1) 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。

(2) 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は不均一であることが予想されるので、可能な限り複数箇所測定する。

(3) 測定者は、帯電防護衣、保護具（エアラインマスク、空気呼吸器、ガスマスク等）を着用する。特にタンク内の測定を実施する場合は、タンク内の気相部及び開口部付近が酸欠空気（低酸素濃度）や高い可燃性ガス濃度であることが想定されるため留意する必要がある。

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

(5) 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。

※ 可燃性ガス検知器に使用される主なセンサの特長  
(理研計器株式会社著「理研センサ技術概論」から抜粋)

① 赤外線式センサ

- ・ 低酸素下 (10vol%以下) での可燃性ガスの測定が可能。
- ・ 水素等に対する感度が無い。
- ・ シリコンや腐食性ガスの影響を受けない。
- ・ 長期安定性に優れ、センサの寿命が長い。

② 接触燃焼式センサ

- ・ 低酸素下 (10vol%以下) での可燃性ガスの測定が不可能。
- ・ 全ての炭化水素 (HC) ガスに対して感度がある。
- ・ シリコンや腐食性ガスの影響を受ける。

【留意事項】

測定に際しては、測定者の安全確保 (保護具の活用等) 及び静電気の発生防止 (帯電防護衣の着用等) 等に十分配慮するとともに、測定ガスや測定条件に適した可燃性ガス検知器や測定場所に応じた防爆性能を有する機器を選定することが重要である。

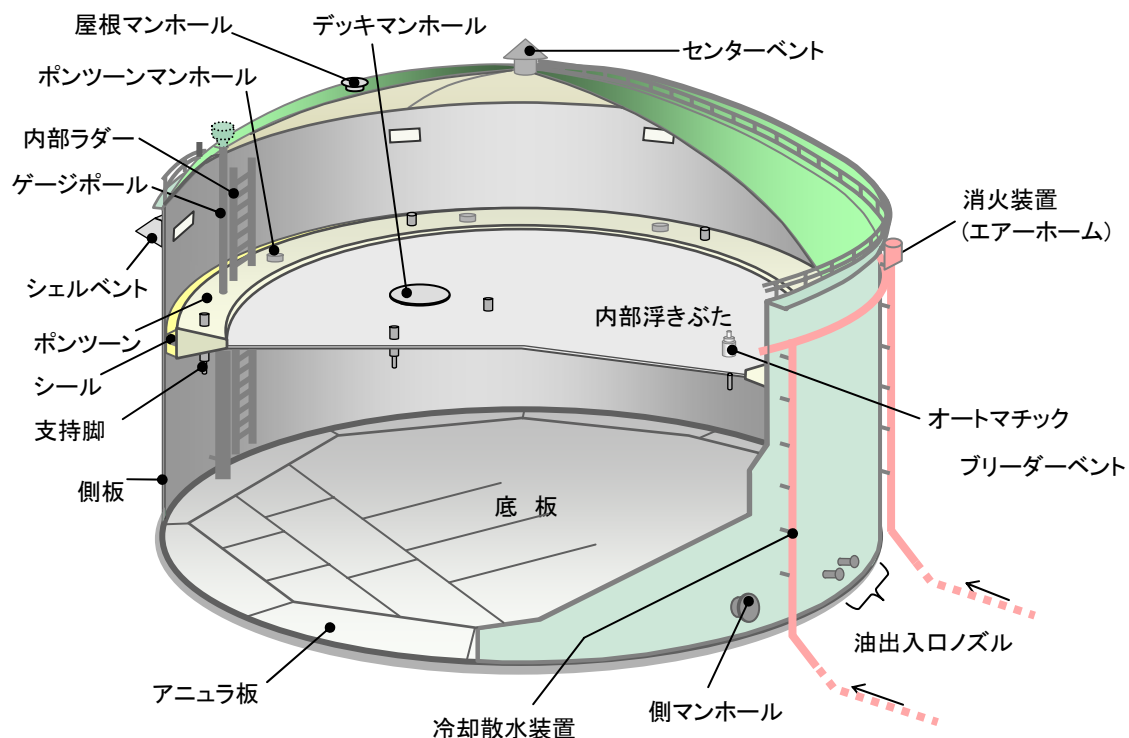


図 2-1 内部浮きぶた付き屋外タンク (ポンツーン型) 構造

### 3.通報

内部浮きぶたの異常は、消防法（昭和23年法律第186号）第16条の3第1項に規定する「その他の事故」に該当するものであり、したがって、屋外タンク貯蔵所の所有者、管理者又は占有者は、応急の措置を講じなければならず、また、同条第2項の規定に基づき、発見した者は、直ちにその旨を消防署等に通報しなければならないこととされている。また、石油コンビナート等災害防止法（昭和50年法律第84号）上の特定事業所である場合には、同法第23条の規定に基づき、異常現象の通報義務が生じることとなる。

#### 1 消防機関への通報

内部浮きぶた付き屋外タンクの異常を確認した場合の消防機関への通報は次の事項に留意する。

- (1) 発見者は、直ちに消防機関へ通報する。
- (2) 発見者が事業所内のあらかじめ定められた部署に連絡することとされている事業所にあつては、当該部署は一カ所にしておく。
- (3) (2)の連絡を受けた部署の関係者は、直ちに消防機関へ通報する。
- (4) 消防機関への非常通報体制については、常に見直しを行う。119番通報は地震時等には輻湊するためホットラインを用いることが望ましい。

#### 2 消防機関への通報内容

消防機関への通報は、少なくとも次の事項について行う。

この場合、判明した項目について直ちに第1報として通報することとし、以後、判明次第、逐次、第2報、第3報として通報する。

- (1) 異常の状況（危険物の流出が伴う場合には危険物の種類）
- (2) 異常発生の事業所名、所在地、施設名（同一名称の事業所の敷地が道路等により分割されている場合は、異常発生施設の明確な所在地、タンク番号、タンク容量、貯蔵油種等）
- (3) 死傷者の有無
- (4) 入門口が多い事業所の場合は、消防機関が進入すべき事業所の入門口

#### 【留意事項】

迅速確実な通報の徹底を期すとともに、各事業所は通報体制を再確認しておくこと。

#### 4-1.警戒区域の設定

異常が発生した場合には、災害（火災、爆発、危険物の漏えい等）発生も想定されることから、警戒区域（火災警戒区域等）、危険区域（爆発危険区域）を設定する。

##### 1 火災警戒区域

###### (1) 設定要件

危険物の漏えい、流出若しくは飛散等による危険性の拡大を予測した区域を設定する。

###### (2) 設定要領

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。なお、状況に応じて平面的だけでなく、立体的にも設定する。

イ 初期設定時は、安全を見込んで広めに設定する。

ウ 地形状況、気象状況及び周囲の状況等を総合的に判断し、危険と認められる方向は広く設定する。

エ 設定範囲の表示は、警戒区域設定用ロープ等を使用することにより明確にする。

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て、可燃性ガス濃度を可能な限り測定し、測定結果に基づき、必要に応じて設定範囲の見直しを行う。

###### (3) 火災警戒区域内の活動統制

火災警戒区域内では、火花を発生するおそれのある機器等の使用は、原則として禁止する。

##### 2 爆発危険区域

自衛防災組織、共同防災組織及び公設消防隊等が活動する場合に、二次災害に遭遇しないよう活動統制を行うために設定する。

###### (1) 設定要件

次のいずれかに該当する区域に爆発危険区域を設定する。

###### ア 可燃性ガス濃度が爆発下限界の30%を超える区域

一般的に、爆発下限界の30%を超えるような可燃性ガスが存在する場合は、その付近に爆発限界を超えている状況があると想定し、爆発危険区域を設定する。爆発下限界の30%未満であっても可燃性ガスが検出された場合は、上記1(1)により火災警戒区域を設定するとともに状況の変化に注意する。

###### イ その他必要と認める区域

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

(2) 設定要領

上記1(2)の火災警戒区域の例による。

(3) 爆発危険区域内の行動統制

ア 原則として、進入禁止とする。

イ 応急措置、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必要がある場合は、次の措置を講じてからとする。

(イ) 電路等の着火源を遮断する。

(ロ) 原則として、耐熱服を着用する。

(ハ) 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。

(ニ) 噴霧注水等で可燃性ガスの拡散、援護注水及び静電気の発生防止を行う。

ウ 進入する場合は、指揮者の監視下で2人1組の活動を原則として、必要最小限の人数とする。

エ 進入は、常に可燃性ガス検知器により可燃性ガス濃度を測定しながら行う。

【留意事項】

タンク内から放出された可燃性ガスはタンク外への放出と同時に拡散すると考えられるため、タンク周囲の可燃性ガス濃度が爆発範囲に入ることは想定しにくいですが、万が一、爆発危険区域を設定しなければならない場合には、区域への接近や区域内での活動等が困難な状況になる。

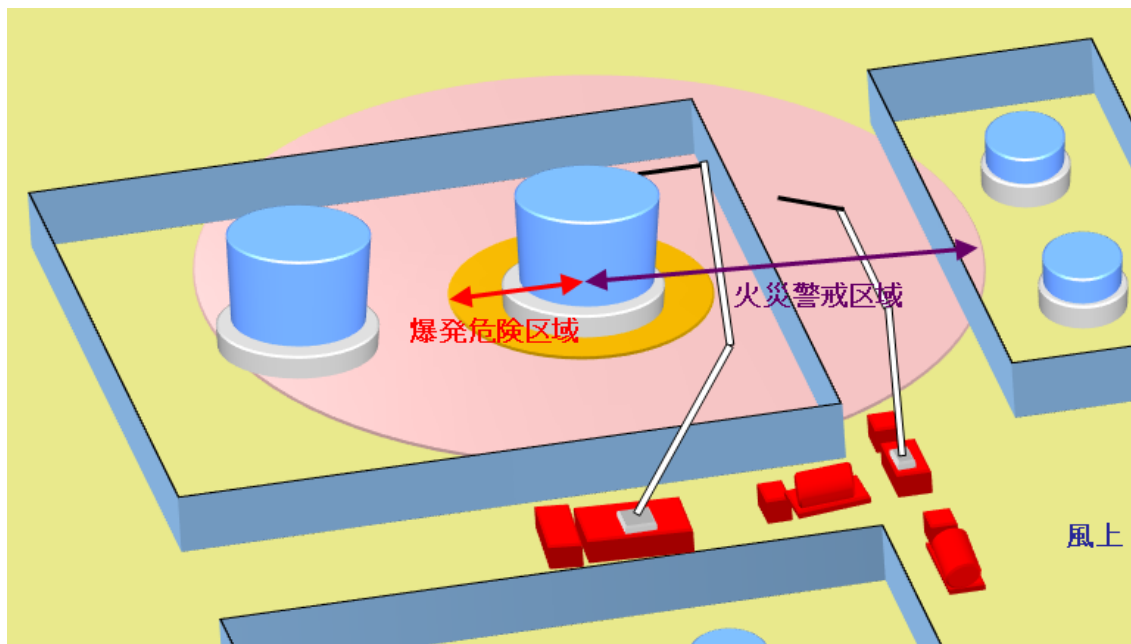


図2-2 警戒区域設定例

#### 4-2.防災資機材等の配備・設定等

異常が発生した場合には、災害（火災、爆発、危険物の漏えい等）発生も想定されることから、防災資機材等を配備、設定する。

- 1 災害発生に備え、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。
- 2 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備し、火災等の発生に備える。
- 3 危険物等の流出に備え、吸着マットや油処理剤等を準備する。
- 4 必要に応じて、隣接事業所等に応援を要請する。
- 5 固定消火設備及び散水設備の起動の準備をする。（選択弁の開放等。）

#### 【留意事項】

万が一の災害発生に備え、消防車両の放水体制を整えておく等、災害へ早期に対応できるよう準備しておくことが重要である。



## 5. 異常時の対応についての検討

### 1 検討に当たっての基本的な考え方

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。このような場合に、安全対策として燃焼要素を排除した上で、タンク内の貯蔵油を抜き取ることとなる。

燃焼要素を排除する方法として、一般的にはタンク内に不活性ガス（二酸化炭素ガス、窒素ガス等）を導入することにより、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。

なお、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シール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がある。

#### ※ 限界酸素濃度

気体燃料が燃焼する場合、雰囲気中の酸素がある濃度以上でなければ気体は燃焼せず、この濃度は限界酸素濃度と呼ばれている。

表 2-1 「可燃性ガスの爆発下限界と不活性ガス導入による限界酸素濃度」参照。

### 2 安全対策

#### (1) 燃焼要素の排除

##### ア 不活性ガスを使用する場合

- (ア) 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導入する。ただし、比重の大きい不活性ガスの調達が困難な場合はこの限りでない。
- (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、シェルベント等は目張りする。
- (ウ) タンク空間容積以上の不活性ガスを導入し、油種に応じた限界酸素濃度以下とする。（表 2-1 参照。）
- (エ) 貯蔵油の抜き取り時は、不活性ガス導入量が抜き取り量を上回るように流量を調整し、タンク内部が負圧とならないよう内圧を監視する。

##### イ 泡消火薬剤を使用する場合

- (ア) 泡消火薬剤で液面を完全にシールする。なお、泡シールは風や自然消泡による泡シール切れ（シールが切れると、静電気による着火の危険性がある。）が起こらないようにシール面を監視するとともに、泡補給を行う。
- (イ) 泡消火薬剤による液面のシールによって、可燃性ガスの発生が抑制されるとともに、通気口等からの大気吸入によりタンク内が換気されるため、可燃性ガス雰囲気が排除される。

(2) 静電気災害防止対策の徹底

- ア 通気口等の開口部の目張りには帯電しやすいシートは使用しない。
- イ 内部浮きぶた付近へホース等の機材を降ろす際は、静電気が発生する可能性があるので、酸素濃度を低減した後に実施する。また、内部浮きぶたに金属部品を接近させる場合は接地するとともに、必要以上に近づけない。

3 異常発生タンクの状況確認結果に応じた対応

異常時の状況確認結果としては、①内部浮きぶた上への滞油があり可燃性ガスが検知された場合、②可燃性ガス濃度が高く内部の状況確認ができない場合、③内部浮きぶたの傾斜又は沈み等があり可燃性ガスが検知された場合等の状況が考えられ、状況に応じて対応を講ずる必要がある。

**【留意事項】**

泡消火薬剤については、不活性ガスの調達が困難な場合で、泡消火薬剤で液面を完全にシールできる場合に使用する。内部浮きぶたの異常の状態等により、液面を完全にシールできない場合には適さないため注意が必要である。

表2-1 可燃性ガスの爆発限界と不活性ガス導入による限界酸素濃度

可燃性ガス	爆発限界 (vol%)	限界酸素濃度 (窒素)※	限界酸素濃度 (炭酸ガス)※
ベンゼン	1.2 ~ 7.8	10.1	12.0
トルエン	1.27 ~ 7.0	9.5	—
スチレン	1.1 ~ 6.1	9.0	—
エチルベンゼン	1.0 ~ 6.7	9.0	—
ビニルトルエン	0.8 ~ 11.0	9.0	—
ジビニルベンゼン	0.7 ~ 6.2	8.5	—
ガソリン(73/100)	1.1 ~ 7.6	10.0	13.0
ガソリン(100/130)	1.1 ~ 7.6	10.0	13.0
ガソリン(115/145)	1.1 ~ 7.6	10.0	12.5
灯油	0.7 ~ 6.0	8.0 (150°C)	11.0 (150°C)
ジェット燃料	—	8.5 ~ 10.0	12.0~12.5
塩化 n-ブチル	1.8 ~ 10.1	12.0 10.0 (100°C)	—
塩化メチレン	15.5 ~ 66.9	17.0 (30°C) 15.0 (100°C)	—
二塩化エチレン	6.2 ~ 16.0	11.0 9.5 (100°C)	—
1,1,1-トリクロロエタン	10.0 ~ 15.5	12.0	—
トリクロロエチレン	9.3 ~ 44.8	7.0 (100°C)	—
アセトン	2.1 ~ 12.8	9.5	12.0
ブタノール	1.4 ~ 11.2	—	14.5 (150°C)
二硫化炭素	1.3 ~ 50.0	3.0	5.5
エタノール	3.3 ~ 19.0	8.5	11.0
ジエチルエーテル	1.9 ~ 36.0	8.5	11.0
酢酸イソブチル	1.3 ~ 10.5	9.1	—
イソブタノール	1.7 ~ 10.6	9.1	—
酢酸イソプロピル	1.8 ~ 8.0	8.8	—
イソプロピルアルコール	2.0 ~ 12.7	9.5	—
メタノール	6.0 ~ 35.6	8.0	10.0
酢酸メチル	3.1 ~ 16.0	9.0	11.5
酸化プロピレン	2.3 ~ 36.0	5.8	—
ジメチルエーテル	3.4 ~ 27.0	8.5	11.0
ギ酸メチル	4.5 ~ 23.0	8.0	10.5
メチルエチルケトン	1.7 ~ 11.4	9.0	11.5
酢酸 n-プロピル	1.7 ~ 8.0	10.1	—
1-プロパノール	2.2 ~ 13.7	8.6	—
UDMH(ジメチルヒドラジン)	2.0 ~ 95.0	5.0	—
塩化ビニル	3.6 ~ 33.0	13.4	—

※:酸素濃度 vol%、「—」:データなし

- (出典) 1 NFPA69 Standard on Explosion Prevention System 2008 Edition (抜粋)  
 2 15509の化学商品 化学工業日報社 (2009)  
 3 第2版 危険物データブック 東京消防庁警防研究会監修 丸善株 (1993)

## 6.不活性ガス導入に係る準備

タンク内を限界酸素濃度以下にするために、不活性ガスを導入する準備を行う。

### 1 不活性ガスの調達

事前の計画に従って、窒素や二酸化炭素等の不活性ガスを準備する。

不測の事態に備えるため、以下の内容について事前に計画しておく。

- (1) 調達する不活性ガスの種類
- (2) 事業所内外の供給設備の確認
- (3) 調達量の試算（タンク毎）

（算定例）

$$\boxed{\text{導入必要量}} = \boxed{\text{空間容積}} + \left( \boxed{\text{時間当たりの貯蔵油の抜き取り量}} + \boxed{\text{時間当たりの開口部から大気への流出量}} \right) \times \boxed{\text{抜き取り完了までの時間}}$$

- (4) 外部からの調達の場合、業者選定及び契約等の締結等、緊急連絡先及び搬送ルート、搬送方法等の確認

### 2 不活性ガスの導入に当たっての準備

#### (1) 事前準備

##### ア 作業及び人員体制の確認

異常の状態に対して、適切な対応方法（作業内容）を決定する。

また、必要とされる人員を確保し、対応体制を整える。

##### イ 作業内容の周知徹底

作業関係者全員に対して、作業内容を周知徹底する。

作業開始前の「危険予知」実施等で安全確保に配慮する。

##### ウ 必要資器材の準備

不活性ガス導入用ホースや通気口閉鎖用資器材等を準備する。

##### エ 通気口の閉鎖

通気口がある状態で確実に酸素濃度を低減させるには、可能な限りタンクの開口部を覆い、風や貯蔵油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。

特に、窒素ガスを導入する場合には、空気より窒素の比重が軽いいため、窒素がタンク上部から外部へ上昇排出されることが考えられる。

オ 閉鎖方法（**5. 異常時の対応についての検討**、2、(2)、ウ及び(4)、ア参照。）

閉鎖に当たっては、帯電しにくいものを使用し、帯電の有無を確認する等、静電気の発生に十分留意しながら実施する。なお、閉鎖のために取り付けたものの落下に注意する。

(2) タンク内の酸素濃度及び可燃性ガス濃度測定の準備

測定箇所は、タンク内部の濃度状況（高低・円周方向）が把握できる場所を可能であれば数ヵ所設定し、定時間毎に計測する。（連続測定が望ましい。）

(3) 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する。

#### 【留意事項】

各事業所の実態に応じて、不活性ガスの調達等に関して事前に計画しておくこと及び通気口の閉鎖方法を検討しておくことが重要である。

作業の実施に当たっては、金属火花及び人体からの静電気スパークの発生に注意し、作業前に必ず除電する等、静電気の発生防止に配慮する。また、通気口等からの可燃性ガスの噴出に備えて保護具を着用する等、安全対策を十分に講ずることが重要である。

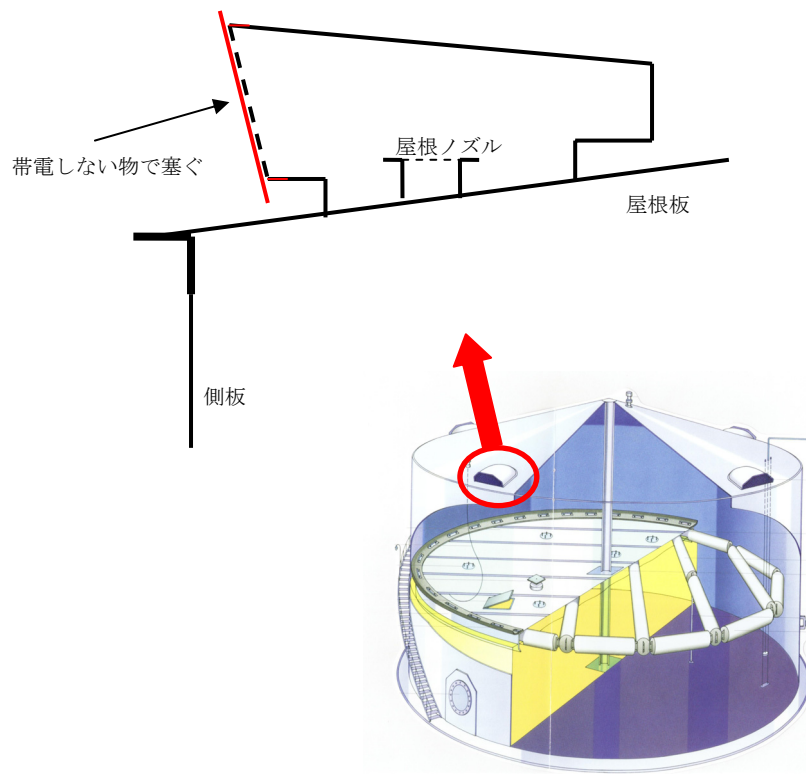


図 2-3 特別通気口(レーフベント)の閉鎖

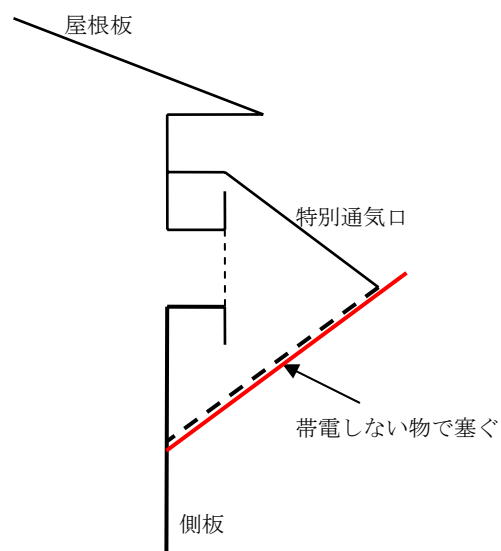


図 2-4 特別通気口(シェルベント)の閉鎖

## 7.不活性ガスの導入

- 1 不活性ガスは継続的に送気できる体制をとる。
- 2 不活性ガス送気用の治具（ホース・ヘッダー・圧力計・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な方法を検討する。

### 【留意事項】

- 1 タンク内にホースを降ろす場合には、静電気の発生に留意し、静電気帯電着火を防止する。  
特に、内部浮きぶたや液面付近にホース等の機材を降ろす場合は、燃焼要素を排除した後に作業を実施する等、十分配慮する必要がある。
- 2 タンク内貯蔵油の抜き取り時には、ポンプ流量と液面低下に伴う大気吸入が考えられるので、酸素濃度の上昇に配慮しながら、不活性ガス導入量や貯蔵油の抜き取り量を考慮する。
- 3 タンクの通気口（センターベント及びシェルベント等）を閉鎖するため、タンクの許容圧力範囲内で管理する。
- 4 タンクの通気口の閉鎖及びタンク内のガス濃度測定（機材の設定を含む。）等を行う作業者は、作業時に伴う静電気の発生防止や可燃性ガスの排出に備え、帯電防護衣及び保護具等を着用する。
- 5 二酸化炭素ガスを導入する場合や液体窒素を使用して窒素ガスを多量に導入する場合は、導入条件に適した能力を有するベーパーライザーを選定する必要がある。

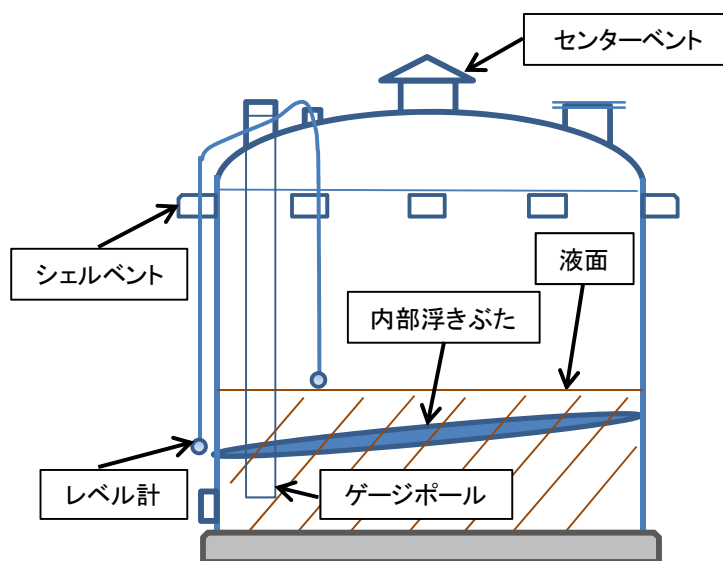


図 2 - 5 不活性ガス導入前

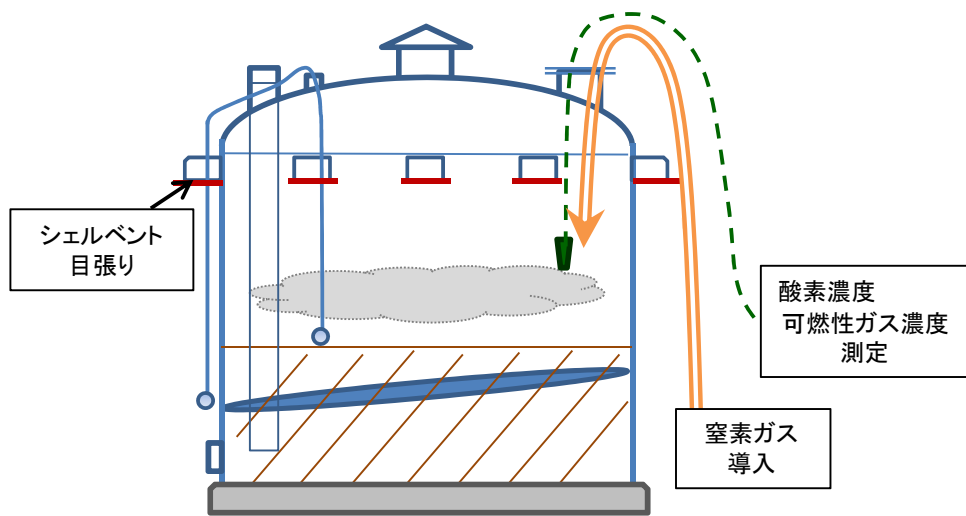


図 2-6 不活性ガス（窒素ガス）導入例

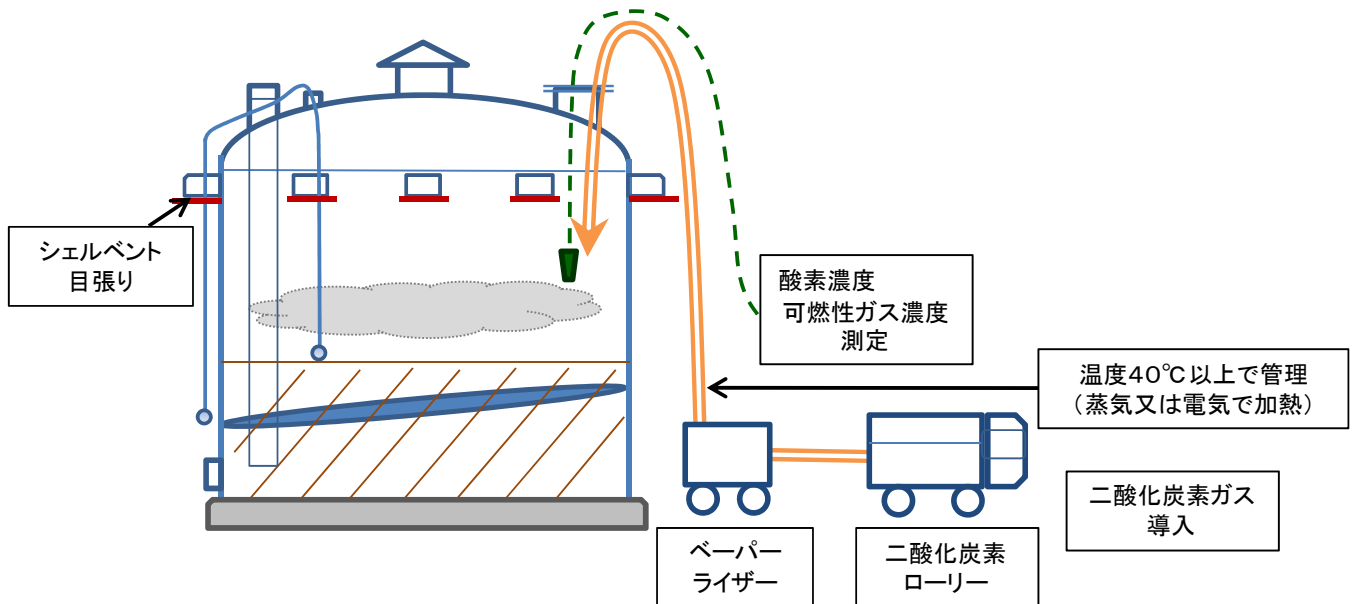


図 2-7 不活性ガス（二酸化炭素ガス）導入例



## 8. 泡消火薬剤投入に係る準備

タンクの液面を泡で覆って貯蔵油を抜く方法は、油種、貯蔵油の抜き取り時間の長さ等によっては泡の沈降帯電に伴う火災の発生の可能性も考慮する必要があること、液面に対する泡の状態把握が容易でなく部分的に液面が露出していても気づかない可能性があること等を踏まえると、必ずしも最善の方法とは言い難く、不活性ガスの調達が困難な場合における次善の策と考えることが適当である。

なお、過去に発生した内部浮きぶたの異常時においては、全て不活性ガスを用いて対応しており、泡消火薬剤により対応した実績は無い。しかし、浮き屋根式屋外タンクにおける浮き屋根上の滞油等の異常時には、泡放射により貯蔵油の液面を泡で覆い、抜き取りを実施した事例がある。

### 1 泡消火薬剤の確保

- (1) 液面の全面を覆うために必要な泡消火薬剤の量を算出する。
- (2) 算出に当たっては、タンク内部の貯蔵油全ての抜き取りが完了するまで泡シールを継続する必要があるため、貯蔵油の抜き取りに必要な時間と泡の消失による泡消火薬剤の補給を考慮する。

### 2 泡消火薬剤の必要量の算定 (例)

#### (1) 条件

タンク直径 30m (面積 707m<sup>2</sup>)

発泡倍率 6.0

泡層高さ 0.2m

泡補充 2時間毎

泡消火薬剤 3%タイプ

油抜き取りまでの時間 48時間

#### (2) 必要な泡消火薬剤量

シール継続時間を48時間とすると、

$$707\text{m}^2 \times 0.2\text{m} / 6 \times 0.03 \times 48\text{時間} / 2 = 17\text{KL}$$

※ タンク直径別計算例

タンク直径	m	10	20	30	40	50
面積	m <sup>2</sup>	79	314	707	1256	1963
20cm 高さ泡量	m <sup>3</sup>	19	63	141	251	393
泡水溶液	KL	3	11	24	42	65
泡原液 1 回分	KL	0.1	0.3	0.7	1.3	2.0
48時間使用泡原液	KL	2.4	7.2	17	30	47
48時間使用水量	KL	80	241	570	1005	1570

### 3 泡消火薬剤の必要量に影響する要素

- (1) 消泡性は泡消火薬剤及び貯蔵油の種類に大きく依存する。
- (2) 油温が高い場合や、放射時の油との接触混合が大きい場合は、消泡速度が大きくなる。

#### 【留意事項】

- 1 タンク内部の貯蔵油の抜き取りに当たり、作業途中で液面が露出してしまうことは危険性が增大することになるため避けなければならない。したがって、液面を泡で覆う際には、タンク内部の貯蔵油の抜き取りに要する時間を算出した上で、不測の事態により作業時間が若干伸びても十分な余裕を持って泡を供給し続けることができる体制を確保する必要がある。
- 2 泡消火薬剤は貯蔵油の種類を考慮し、有効性が確認されたものを選定することが望ましい。
- 3 異種の泡消火薬剤を混合する場合には、混合する種類によっては消泡作用があるため、あらかじめ使用が予想される泡消火薬剤の混合使用に伴う消泡作用の有無について確認しておくとともに、この点に留意して使用する必要がある。また、泡消火薬剤を事業所外から確保する場合も、泡消火薬剤の種類を確認して手配する等の注意が必要となる。
- 4 投入後の泡の状態を把握する方法について、あらかじめ検討しておく必要がある。
- 5 泡消火薬剤による対応は、不活性ガスの調達が困難な場合等の一時的なものであるため、泡消火薬剤の準備と並行して不活性ガスの調達に努めるとともに、不活性ガスが調達できた場合には、泡消火薬剤の投入後であっても不活性ガスによる対応を検討すべきである。

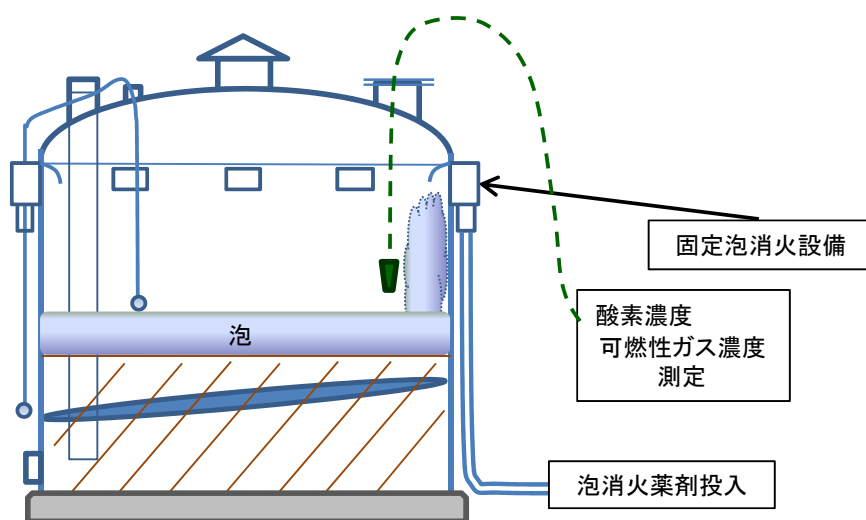


図 2 - 8 固定泡消火設備による泡消火薬剤の投入例

## 9. 泡消火薬剤の投入

- 1 可能な限り早い段階で泡シールを実施するために、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、適切なものを選定する。
- 2 泡消火薬剤については、油に汚染されないように緩やかに投入し、油面全面をできるだけ早く泡シールする。
- 3 泡シールは風や自然消泡による泡シール切れ（シールが切れると、静電気による着火の危険性がある。）が起こらないようにシール面を監視しながら泡補給を行う。
- 4 泡シールは貯蔵油の抜き取りが完了するまで継続する。

### 【留意事項】

- 1 泡は水溶液に還元されるため、内部浮きぶた上に滞留し、荷重となるおそれがあるので内部浮きぶたの座屈変形に注意する。
- 2 静電気対策ホースの使用やノズルへの接地等により静電気災害の発生に注意する。
- 3 泡消火薬剤を投入した場合に、次のような静電気による着火のおそれがあると考えられるため、これを防ぐために、液面は完全に泡で覆うとともに、泡の投入速さに留意する必要がある。
  - (1) 被覆泡がドレンしていくときに発生する電荷を十分保持できるだけの深さを持った低伝導度の貯蔵油（ナフサ、ガソリン、灯油等と同種の油）に泡放射したときや、孤立した被覆泡があるときに静電気が発生する場合がある。被覆泡がドレンした水滴が油中を沈下していくときに電荷が分離し静電気が蓄積していく。これらが側板内面に接触していない孤立した被覆泡に蓄電し、側板内面との間で放電し、着火原因となる。
  - (2) タンクに水や泡をノズルから放射した場合に、ノズルと噴射流体との摩擦等によって生じる噴出帯電により、ミストに帯電し、着火源になる。
  - (3) 流体をホース等で高速で流す場合に生じる流動帯電で、ホースノズルに蓄積して放電する。

## 10. 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には、タンク内が限界酸素濃度以下に管理されていることを確認した上で、次の事項に留意しながら、タンク間シフト等により貯蔵油の抜き取りを実施する。

※ 泡消火薬剤を使用した場合には、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する。

- 1 できるだけ既設のボトム配管からタンク内の貯蔵油を抜き取る。  
状況に応じて、予備の配管等から水を導入して貯蔵油を上層部に浮かせ、屋根付近から導入したホース等で抜き取ることも検討する。
- 2 可能な場合は内部浮きぶたにレベル計等を仮設する等で、内部浮きぶたの挙動を監視しながら、内部浮きぶたが正常に下がることを確認する。また同時に、タンク内から発生する異常音もモニタリングする。
- 3 タンク内の酸素濃度（泡消火薬剤を使用した場合には可燃性ガス濃度）を安全値で保つために、抜き取り流量及び不活性ガス導入量（泡消火薬剤を使用した場合には空気流入量）を適正に管理しながら実施する。また、タンクバキュームによりタンクが圧壊する危険があるため、圧力計によりタンクの内圧を監視し流量を低減しながら内部浮きぶたを着底させる。
- 4 開口部からタンク内を目視にて確認する場合は、抜き取りを停止して行う。

### 【留意事項】

貯蔵油を抜き取っている際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には、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、置換しながら抜き取りを実施する。この時、内部浮きぶたの揺動を防ぐために、液体又は水導入による空気の噴き上げに注意するとともに、貯蔵油の抜き取りと置換する液体の導入量が等量となるように留意する。

## 1 1. 残油処理（着底後の貯蔵油の抜き取り）

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、次の事項に留意しながら残油処理を実施する。

### 1 内部浮きぶた上の油及び水等の排除

(1) 内部浮きぶた上に滞留した油及び水等（泡消火薬剤を使用した場合は泡水溶液も含む。）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。支持脚の姿勢や着底位置によっては、支持脚が底板を突き破ることがあるので、油及び水等の排除は確実に行う。

(2) 内部浮きぶた上の滞油はページによる揮発・消失を待つ。

ただし、揮発・消失を待ついとまのない場合には、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。

### 2 不活性ガスを導入する場合

(1) 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に、センターベントの閉鎖も考慮した上で、不活性ガスを導入する。

(2) 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タンク減圧による変形を防止するため、ノズル開放等により大気吸引用の開口部を確保する。

### 3 不活性ガスを導入しない場合

タンク内の可燃性ガス濃度の管理状況を確認した上で実施する。

### 4 抜き取り

下記に留意しながら貯蔵油を抜き取る。

(1) 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り、座屈を防止する。

(2) 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、エアポンプ等を接続して可能な限り抜き取る。

(3) ポンツーン内の滞油は、タンク内の入槽環境を確立し、入槽作業にて処理する。

(4) 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の実施により完全に抜き取る。なお、残ガスを効率よく吸収するために、灯油・軽油等の引火点の高い液体を導入し、完全に抜き取る方法もある。

- (5) 抜き取り後に、気相部のガスをサンプリングし、炭化水素濃度等が安全値内であることを確認した後、側マンホール等を開放し、タンク内を強制換気する。
- (6) 気相部のガスの炭化水素濃度等が安全値外の場合には、(4)及び(5)を繰り返し実施する。

## 5 入槽、内部点検

- (1) 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上で実施する。
- (2) 入槽作業は、酸素濃度の低減に加えて、可燃性ガスの排除も完了した後、その状態が維持されていることを確認した上で実施するとともに、静電気対策及び消火準備を行う。
- (3) 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、清掃を実施する。
- (4) 作業員は、帯電防護衣及び保護具を着用し、酸欠防止対策及び不活性ガス（特に二酸化炭素ガス）等の吸引防止対策を徹底する。
- (5) 不活性ガスとして二酸化炭素ガスを使用した場合には、二酸化炭素ガスの滞留を考慮し、タンクの周囲を対象に二酸化炭素ガス吸引・酸欠防止対策を講ずる。

### 【留意事項】

レベル計等の変化や異音等により、内部浮きぶたの座屈変形の兆候を察知するように努めるとともに、兆候を察知した場合は抜き取りを中止する等の対応を早急に講ずることが重要である。

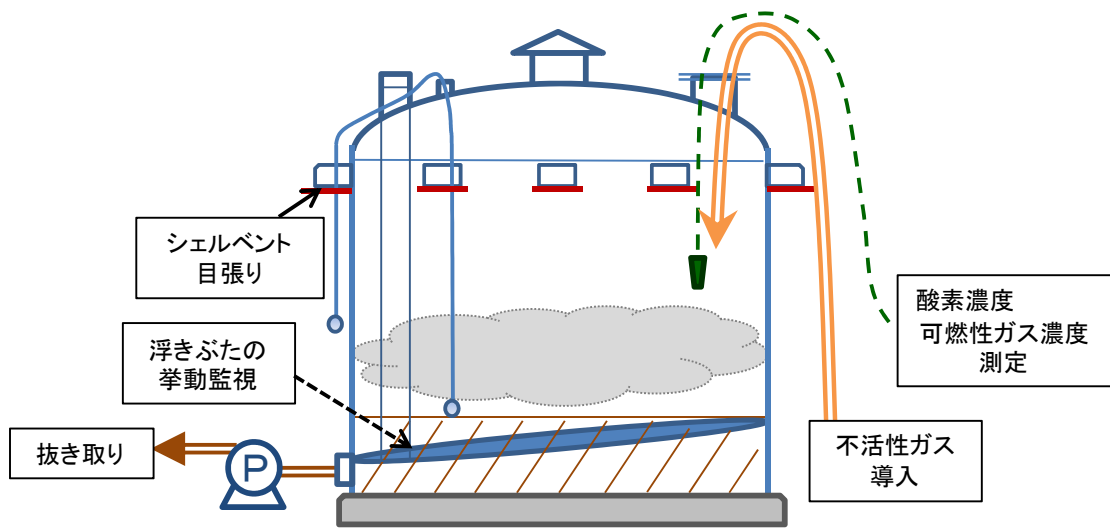


図 2 - 9 貯蔵油の抜き取り例

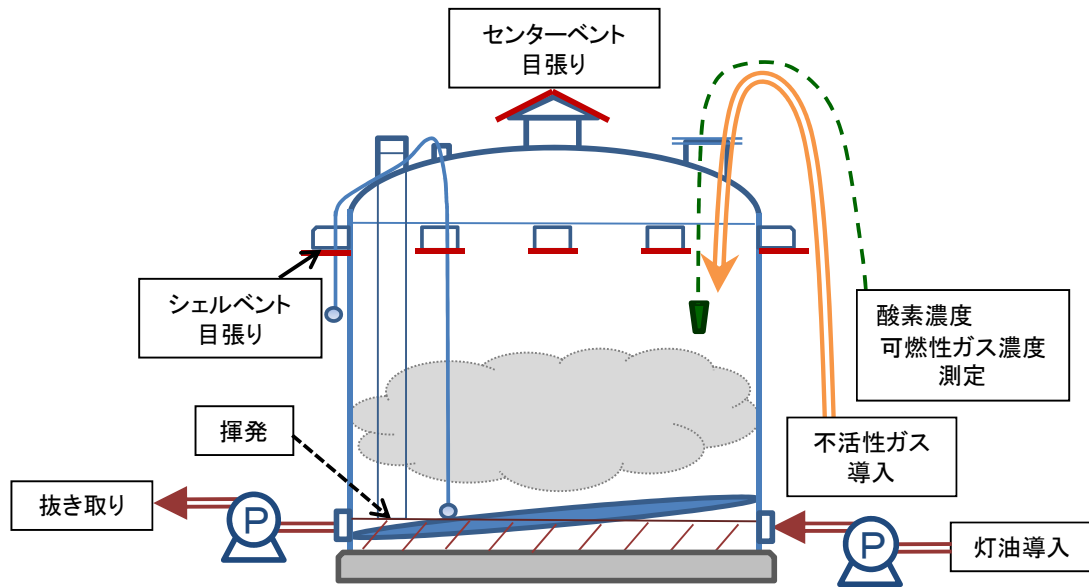


図 2 - 1 0 着底後の残油処理例

処理完了

### 第3章 過去に発生した内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時における対応事例調査結果

#### 3.1 調査対象

関係業界団体の協力のもとで、消防庁及び危険物保安技術協会が保有する資料から内部浮きぶた付き屋外タンク異常時の対応事例の調査を実施した。

調査の対象事例は参考資料1及び参考資料2に掲げられている中から、比較的詳細に対応内容が記載されていた、以下の5事例を選択した。

また、事業所における内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時の対応に関する計画については、関係業界団体を通して提出を依頼し、2つの事業所から内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時の対応に関する計画が提出された。

提出された計画については、参考資料3及び参考資料4を参照。

表3-1 過去に発生した内部浮きぶた付き屋外タンクの異常

	発生年	都道府県	業態	油種	浮きぶた種類	事故内容
1	平成18年	北海道	製油所	ナフサ	鋼製 バルクヘッド型	浮きぶた沈没
2	平成19年	秋田県	油槽所	ガソリン	アルミ製	デッキシート破損
3	平成19年	秋田県	油槽所	ガソリン	アルミ製	デッキシート破損
4	平成19年	石川県	油槽所	ガソリン	アルミ製	シールゴム脱落
5	平成19年	新潟県	油槽所	ナフサ	鋼製 バルクヘッド型	浮きぶた傾斜

#### 3.2 過去の対応状況集計結果

対応状況の集計結果については、表3-2参照。



表3-2 過去に発生した異常時に発生した異常時における対応事例

調査項目及び調査内容	平成18年	平成19年	平成19年	平成19年
発災年・場所	北海道	秋田県	秋田県	石川県
油槽・容量	第四類 第一石油類 ナフサ・23.437kl	第四類 第一石油類 ガソリン・2.000kl	第四類 第一石油類 ガソリン・950kl	第四類 第一石油類 ガソリン・9.600kl
内径	40.7m	15.4m	13.5m	18.1m
高さ	19.515m	11.98m	7.64m	15.2m
固定屋根形式	ドームルーフ	コーンルーフ	コーンルーフ	ドームルーフ
浮きぶたの種類	バルクヘッド型(バシ型バルクヘッド付き)	簡易フロート型	簡易フロート型	バルクヘッド型
センサー	■有 □無	■有 □無	■有 □無	■有 □無
特別通気口	■有 □無	■有 □無	■有 □無	■有 □無
固定消火設備	■有 □無	■有 □無	■有 □無	■有 □無
ガスシール	■有 ( ) ■無	■有 ( ) ■無	■有 ( ) ■無	■有 ( ) ■無
トラブルの発生	定期パトロール中、異常な臭気を感じたため、タンク上部ハッチよりタンク内部を確認し、覚知した。タンクは変入れ及び払い出し中。(液面はゆるやかな上昇。)	タンカーから当該タンクへの受入終了後に行なった確認時。	タンクの定期月次点検時。	H19.7.16の新潟県中越沖地震を受けて、8月15日にタンク内部の点検を行ったところ、タンク屋根マンホールからの目視により、内部浮きぶたの上の滯油と内部浮きぶたの傾斜を発見したが、問題ないとして判断し、油の受け入れを行うなど使用を継続した。
トラブルの状況確認方法	浮きぶたの上に油らしきものが見られたが、内部は暗く目視のみでは限界があるため、サンプリングマンホールから検尺テープを使って浮きぶたまでの距離を測定し、概ね底板近くまで沈下していると判断した。	タンクの屋根上点検口から内部確認を行い、内部浮きぶたのアルミ製テッキの一部が破損しているのを確認した。	タンクの屋根上点検口から内部確認を行い、内部浮きぶたのテッキの一部が破損しているのを確認した。	メジャーにより内部浮きぶたの高さを測定したところ、大きく傾斜しているのが確認された。
トラブルタンクへの対応	タンク内気相部への窒素導入による着火危険性の回避措置を実施。	タンク内部へ不活性ガス(窒素ガス)炭酸ガスの導入。	タンク内部へ炭酸ガスの導入。	・貯蔵油の抜き取り ・不活性ガス導入(CO2-N2)。 ・側上部シエルベント2箇所から、内部浮きぶたの現状確認。確認後、閉止。
応急対応で留意した事項	シエルベント及びトップベントをシールし、酸素濃度が10%以下になるよう窒素導入を管理した。また、窒素導入前圧ホースは、耐電防止の目的で接続部を覆蓋及び結束した。	タンク内部へ不活性ガス(窒素ガス)炭酸ガスの導入。	タンク内部へ炭酸ガスの導入。	浮きぶたが落下した場合、底板の損傷による油の漏洩、落下時の摩擦熱及び衝撃による火花等により、発熱・発火の危険性があるため、早急に油抜き取りを実施。タンク内の酸素濃度5%以下とした。炭化水素濃度を爆発下限界程度まで下げた。
特別通気口の封鎖方法	ベニヤ板と防炎シートによりシールした。 ・タンクサイドベント…ベニヤ板(12mm)+防炎シート ・トップベント…防炎シート 臭気対策としてトップベント部に消臭剤を噴霧。	スクーパベントを段ボールにて閉鎖。	シール養生。	シエルベント10箇所を防炎シート(ゴムバンド結束及びテープ養生)にて閉鎖。作業はタンク屋根手摺りを利用し、ベント両側に吊り足場を架設して行う。
貯蔵油の抜き取りの有無	タンカー及び原油タンクへの回収。 残油量14,344kl、タンカーへ9,000M、原油タンクへ既存配管にて2,500M回収。残2,844kl。残りはタンク側板にホットタッピング工法を利用して開孔し、浮きぶた上部より回収。	隣接する同油種タンクへ当該タンク内残油シフトを行った。	隣接する同油種タンクへ当該タンク内残油シフトを行った。その後、仮設ポンプによる抜き取り実施。	・水張りにより貯蔵油を上部に押し上げ、タンク上部から貯蔵油を抜き取り、水と置換した。 ・不活性ガス導入。(CO2-N2) ・内部浮きぶたの現状確認。(側上部シエルベント2箇所から、確認後閉止。)
抜き取りで留意した事項	・タンク内の可燃性ガスと酸素による爆発混合気体の形成回避。 ・雑油等の抜き取りによる浮きぶたの破損防止。 ・浮きぶたの再浮上の防止。 (腐蝕マンホールからの海水導入。) ・作業員及び工具類の安全対策。	残油回収まで、タンク内気相部に炭酸ガス導入を継続するとともに、ガス検知器等で内部の酸素濃度を確認。	残油回収まで、タンク内気相部に炭酸ガス導入を継続するとともに、ガス検知器等で内部の酸素濃度を確認。	水張りは浮きぶたに影響を与えないよう最大30kl/hrとし、トップベントから検尺テープによりテッキ部の動きを監視しながら実施した。水抜き時に内部浮きぶたの落下を防止するために、傾斜の高い位置が水面に露れた時点で水抜きを一時中止し、別途準備した吊り金具により吊り作業を順次行った。

表3-2 過去に発生した異常時ににおける対応事例

調査項目及び調査内容	平成18年	平成19年	平成19年	平成19年
<p>乗災年・場所</p> <p>調査項目及び調査内容</p> <p>浮きぶた上の貯蔵油の処理方法</p>	<p>北海道</p> <p>タンク内への海水導入により浮きぶた上部の油層を押し上げた後回収。海水導入にあたっては、予めエマルジョン生成挙動実験を行い低速で行った。</p>	<p>秋田県</p> <p>水張り込み。</p>	<p>石川県</p> <p>タンク間シフト(通常配管利用)。 その後、仮設配管利用、残油なし。</p>	<p>新潟県</p> <p>水張りにより貯蔵油を上部に押し上げ、タンク上部から貯蔵油を抜き取り、水と置換した。</p>
<p>貯蔵油が抜けたことでの最終確認方法</p>	<p>ダイワララムポンプで吸引できる限りの回収を行う。残存する微量のナフサ回収のため、海水をタンク底部の水切りラインより50%導入し、タンク液レベルを上げ、再度ダイワララムポンプにより回収。本作業を2回実施。回収後、タンク気相中の可燃性ガスを分析し、可燃性ガス0.3%以下(ガソリンの爆発下限界の1/5以下)を確認。</p>	<p>タンク内の残油シフトを全て完了後、内部ガスバーजを開始し、マンホールを開放した。</p>	<p>タンク内の残油シフトを全て完了後、内部ガスバージを開始し、マンホールを開放し、内部浮きぶた下部の確認をするとともに、固定屋根の開口部からゴンドラによりタンク内に入り、位置、シール間隔等の測定を行った。</p>	<p>水抜き終了後、側マンホールを開放し、内部浮きぶた下部の確認をするとともに、固定屋根の開口部からゴンドラによりタンク内に入り、位置、シール間隔等の測定を行った。</p>
<p>トラブル発生原因の究明方法及び原因究明のために留意した事項</p>	<p>浮きぶたの沈下原因を解明するためFTAによる解析を行った。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. テッキプレート損傷</li> <li>2. 浮きぶたの作動不良</li> <li>3. タンクへのガス流入に伴う飛沫同伴</li> <li>4. スロッシング</li> <li>5. まとめ</li> </ol>			<ul style="list-style-type: none"> <li>・入出荷記録に異常があったかの調査。</li> <li>・N2押しの時期及び比重。</li> <li>・内部浮きぶたの傾斜形状確認。</li> <li>・内部浮きぶた本体、付属品の損傷状況。</li> <li>・底板及び側板の損傷状況。</li> </ul>
<p>その他</p>	<p>3点セット配置。</p> <p>分解ナフサは約1%のプロパン留分を含む軽質な油であり、タンクへ送油する配管の高所で気化する計算結果となった。この気化したガスが下流配管で十分混合されずにタンクまで持込まれた可能性がある。ガスがタンクへ持込まれた場合、飛沫同伴しながら断続的に噴き出すことにより分解ナフサが浮きぶた上に滞留し、浮きぶた沈下の原因となった可能性が高いと推定される。残油回収まで、タンク内気相部に窒素導入を継続。</p>	<p>3点セット配置。</p> <p>タンカーからの油受け入れの際、配管内の空気がタンク内部に流入して噴き上げ、テッキシートを破壊したものと推定される。残油回収まで、タンク内気相部に炭酸ガス導入を継続するとともに、ガス検知器等で内部の酸素濃度を監視。</p>	<p>3点セット配置。</p> <p>タンカーからの油受け入れの際、配管内の空気がタンク内部に流入して噴き上げ、テッキシートを破壊したものと推定される。残油回収まで、タンク内気相部に炭酸ガス導入を継続するとともに、ガス検知器等で内部の酸素濃度を監視。</p>	<p>1箇所しかない屋根マンホールからは、内部浮きぶたの詳細な状況を目視で確認することができなかったため、シールドを開放し、内部浮きぶたの状況を確認することとなった。残油回収まで、タンク内気相部に炭酸ガス導入を継続した。</p>

### 3. 3 過去の対応状況詳細

#### (事例1)

##### 1 異常発生タンク概要

固定屋根形式	ドームルーフ
浮きぶた種別	バルクヘッド型（パン型バルクヘッド付き）
油種	第四類 第一石油類 ナフサ
容量	23,437 キロリットル
内径	40.7m
高さ	19.515m
異常発生時の貯蔵量	14,344 キロリットル

##### (1) 防災活動等の状況

###### ア 貯蔵油回収方法

###### (ア) 貯蔵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、タンク内気相部へ窒素ガスを導入した(窒素ガス導入量は貯蔵油回収完了まで700～1,300 m<sup>3</sup>/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た。また、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に、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かかわらず着火危険性を回避できる限界酸素濃度（11.6%）より更に低い10%以下とした。

連続式ガス吸引器を使用して、1時間毎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、貯蔵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。

###### (イ) 貯蔵油回収作業

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

- b 残った貯蔵油（2,844kl）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プ工法を利用して開孔し、浮きぶた上部から貯蔵油を回収することとした。ホットタップ工法では、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上で開孔することとした。

- c 海水の導入にあたり、事前の実験を実施し、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（50kl/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100kl/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50kl/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、浮きぶたの再着底時の衝撃などを考慮し、海水の排出速度を100kl/hで管理し、2時間毎に検尺を実施し、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に、タンク屋根マンホール2箇所からホースを用いて海水460kl（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防止用ラバーホース、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た。なお、屋根マンホールの上ぶたにはホースガイドとアースを設置した。

また、タンク内でのホースの振れが懸念されたことから、事前の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 貯蔵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、貯蔵油、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上で、ホットタップ取り付け位置を決定した。また、ノズルの取り付け高さについては、貯蔵油と海水間の界面高さ、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上で、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上で、温度上昇がないことを確認した。加えて、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 取り付けたノズルより、既設の遠心ポンプを使用して、海水、ナフサの順で 200kl/h にて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、100kl/h にてポンプ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。

貯蔵油回収量が窒素導入量よりも多い場合、タンク検尺口など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、貯蔵油回収量及び窒素導入量を流量計で管理し、貯蔵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 150kl/h で導入し、タンク液レベルを上げた後に、ダイヤ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に、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、250kl 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恐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を着用、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ー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、フルボディー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工具類の落下防止対策（ロープを使用）を行った。

(2) 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内を調査し報告するよう要請される
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感知されない旨を管轄消防本部に連絡
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
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、浮きぶたの沈下と判断
1 8 : 4 8	管轄消防本部に 119 番通報
1 8 : 4 8	自衛防災組織非常対策本部設置
1 9 : 0 0	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
1 9 : 0 1	<ul style="list-style-type: none"><li>管轄消防本部到着、消防車両を事業所内で待機</li><li>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</li></ul>
2 2 : 4 8	管轄消防本部引き揚げ
2 4 : 0 0	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（貯蔵油回収完了まで）

2 日目

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

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、貯蔵油 9,000kl をタンカー2 隻に回収
---	--

5～6 日目

—	貯蔵油 2,500kl を原油タンクに回収
---	-----------------------

6～9 日目

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

9～10 日目

—	<ul style="list-style-type: none"><li>貯蔵油、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付工事を実施</li><li>管轄消防本部消防隊が現場に警戒配備</li></ul>
---	---

10～13日目

—	側板に取り付けたノズルから海水と貯蔵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上、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"><li>・ 自衛消防車両撤収</li><li>・ タンク内気相部への窒素ガス導入停止</li><li>・ タンク内気相中の可燃性ガス濃度を確認し、屋根マンホール及び側板マンホールを全数開放</li></ul>
---	--

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。

## (事例2)

### 1 異常発生タンク概要

固定屋根形式	コーンルーフ
浮きぶた種別	簡易フロート型
油種	第四類 第一石油類 ガソリン
容量	2,000 キロリットル
内径	15.4m
高さ	11.98m
異常発生時の貯蔵量	1,260 キロリットル

### 2 防災活動等の状況

#### (1) 概要

タンカーから当該タンクへの受け入れ終了後に行った屋根上点検口からの内部確認で、浮きぶたのアルミ製デッキの一部が損傷していることを15時45分に確認した。

損傷として底辺1m×2辺2m程度の三角形の形にデッキシートがめくれた状態が確認された。

16時20分に市消防本部に通報し、17時15分の市消防本部の現況確認の後、市消防本部から次のような指示を受け対応した。

- ① タンク内に不活性ガスを導入するまで当該タンクの在庫の移動禁止
- ② 事故報告書の提出
- ③ 県防災課、県警、共同防災センターへの連絡
- ④ タンク周囲、タンク内部のガス検知
- ⑤ スクープベントを段ボールでシール
- ⑥ 共同防災センターの3点セットの配置

3点セットは同日の23時に配置完了した。

翌日、12時00分から当該タンク内部への不活性ガス（窒素ガス）の導入を開始し、タンク内部の酸素濃度測定により不活性ガスによる置換状況を監視した。

3日目、8時00分に消防庁、消防研究センター及び市消防本部が立ち入り、不活性ガス導入状況について報告を実施した。

窒素ガスによるタンク内部のガスの置換状況が悪かったため、同日11時13分、より比重の重い炭酸ガスの導入に切り替えた。16時05分、各機関立会いの下で隣接する同油種タンクへ200kl/hにて当該タンク内残油シフトを開始した。

16時25分、タンク内部で異音が確認されたためシフト作業を中断し、内部を確認した結果、デッキシートの損傷範囲が2倍程度に拡大していた。その他に、全体としてデッキの傾き等の異常がないことを確認した後、18時36分、抜き取り量を最小の20kl/hから再開し、順次、状況確認を実施しながら19時40分に200kl/hとして継続した。



4日目、0時50分に浮きぶた着底までシフトが完了した。

以降、仮設ポンプによる抜き取りも含め、5日目の11時12分に当該タンク内の残油シフトが全て完了した。

同日13時、内部ガスパージを開始し、15時にマンホールを開放した。

6日目、9時30分から市消防本部立会いの下で、タンク内部環境確認を実施し、入槽した。

## (2) 時系列

### 1日目

15:45	アルミデッキシート一部に破損発見
16:20	消防機関へ通報
17:15	消防機関到着
23:00	共同防災組織により3点セットを配備

### 2日目

4:00	スクープベントを段ボールにて閉鎖
12:00	窒素シール開始

### 3日目

8:00	炭酸ガス導入及び在庫抜き作業内容説明
11:13	炭酸ガス導入開始
16:05	他のタンクへのシフトを開始
16:25	タンク内部での異音発生のためシフト中止
18:36	シフト再開

### 4日目

0:50	浮きぶた着底までのシフト完了
8:50	浮きぶた下部シフト開始
22:04	在庫シフト完了

### 5日目

10:10	水張り込み開始
11:12	残油回収完了
13:00	ガスパージ開始
15:00	マンホール開放

### 6日目

9:00	入槽及び検査開始
------	----------

### (事例3)

#### 1 異常発生タンク概要

固定屋根形式	コーンルーフ
浮きぶた種別	簡易フロート型
油種	第四類 第一石油類 ガソリン
容量	950 キロリットル
内径	13.5m
高さ	7.64m
異常発生時の貯蔵量	520 キロリットル

#### 2 防災活動等の状況

##### (1) 概要

ガソリンタンクの定期月次点検による屋根点検口からの内部確認において、浮きぶたのアルミ製デッキの一部が損傷していることを9時55分に確認した。

損傷として底辺0.5m×2辺1m程度の三角形の形にデッキシートがめくれた状態が確認された。

10時00分に市消防本部に通報し、10時30分の市消防本部の現況確認の後、市消防本部から次のような指示を受け対応した。

- ① 不活性ガスを十分に確保した上で置換実施及び置換状況の定期連絡を行うこと
- ② 不活性ガス置換後の当該タンク残油シフト作業時の出荷作業停止
- ③ 県防災課、県警、海上保安部、共同防災センターへの連絡
- ④ 共同防災センターの3点セットの配置

翌日の12時05分、当該タンク内部へ炭酸ガスの導入を開始した。16時25分、隣接する同油種タンクへ当該タンク残油シフトを開始し、18時50分、浮きぶた着底までシフトが完了した。

3日目、9時15分からシフトを再開し、以降、仮設ポンプによる抜き取りも含め、15時45分に当該タンク内の残油シフトが全て完了した。15時52分、内部ガスパーズを開始し、17時30分にマンホールを開放した。

7日目、9時40分から市消防本部立会いの下で、タンク内部環境確認を実施し、入槽した。

(2) 時系列

1日目

9:55	アルミデッキシート一部に破損発見
10:00	消防機関へ通報
10:30	消防機関到着

2日目

9:30	炭酸ガス導入準備開始
12:05	炭酸ガス導入開始
16:25	他のタンクへのシフトを開始
18:50	浮きぶた着底までのシフト完了

3日目

9:15	浮きぶた下部シフト開始
12:15	在庫シフト完了
14:30	水張り込み開始
15:45	残油回収完了
15:52	ガスパーズ開始
17:30	マンホール開放

7日目

9:40	入槽及び検査開始
------	----------

## (事例4)

### 1 異常発生タンク概要

固定屋根形式	コーンルーフ
浮きぶた種別	簡易フロート型
油種	第四類 第一石油類 ガソリン
容量	9,600 キロリットル
内径	29.02m
高さ	16.44m
異常発生時の貯蔵量	9,382 キロリットル

### 2 防災活動等の状況

#### (1) 概要

9時42分、地震が発生した。

9時45分、休日であったため、出勤者3名による構内施設（タンク下部、ポンプ設備、出荷設備、受入設備及び事務所関係）の点検を実施した。

10時30分、全職員が集合したため、構内施設（タンク上部・内部、ポンプ設備、出荷設備及び受入設備等）の詳細な点検を実施した。

11時00分、内部浮きぶた付き屋外タンクの浮きぶたのシール部に滞油が認められるという点検者からの報告を受け確認を実施した。

11時15分、最寄りの消防署へ基地内電話を利用し通報した。（加入電話は不通であった。）

翌日、浮きぶた上のガソリン滞油に対しては、タンク内の残油を早急にシフトする必要があるものの、浮きぶた上の気相部の可燃性ガス濃度が爆発範囲に入っている可能性があるため、不活性ガスの導入により酸素濃度を低下させ、安全対策を講じるべきであるとの指示が市消防本部から出された。事業所がタンク内の可燃性ガス濃度を測定するも可燃性ガスは検知されなかった。

12日目、2日目とは別の機器を使用して再度可燃性ガスを測定したところ、浮きぶた上部15.8cmの位置で、可燃性ガス濃度74%LELを検知した。また、浮きぶたを詳細に点検した結果、浮きぶたのシール部の欠落を確認したことから、二酸化炭素ガスの導入により浮きぶた上部の酸素濃度を低下させた後に、タンク間シフトにより残油を処理することと決定する。

18日目、ボンベ（30kg）にて二酸化炭素ガスを導入するが、酸素濃度は低下しなかった。

23日目、ボンベ（160kg）にて二酸化炭素ガス400m<sup>3</sup>を導入したところ、気相部の酸素濃度の低下及び浮きぶた上部の可燃性ガス濃度が低下することが確認された。

25日目、ボンベ（160kg）にて二酸化炭素ガスを100m<sup>3</sup>/hの流量で13時間導入した結果、浮きぶた上部1.5mの位置までの酸素濃度が8%以下となった。その後につ

いては、二酸化炭素ガスと同時に 500 m<sup>3</sup>/h の流量で窒素ガスを導入しながら、タンク内の残油を通常の配管を利用し、流量 500kl でタンク間シフトを実施し、浮きぶたを着底（タンク内残油 2,829kl、液面高さ 998mm、浮きぶた着底時の高さ 1,070mm）させた。

27日目、通常の配管を利用し、タンク間シフトを実施した（残油 309kl、液面高さ 341mm）。

30日目、仮設配管にてタンク間シフトを実施した（残油なし）。

34日目、タンクを開放した。

## (2) 時系列

### 1日目

9:42	地震発生
9:45	構内施設の点検実施
10:30	詳細点検実施
11:00	浮きぶたのシール部に滞油が認められるとの報告がなされ、確認を実施
11:15	消防機関へ通報（加入電話は不通であったため、基地内電話を利用）

### 2日目

—	内部浮きぶた上にガソリンの滞油が存在するのであれば、タンク内の残油を早急にシフトする必要があるが、気相部は爆発範囲の雰囲気になっている可能性があるため、不活性ガスの導入により酸素濃度を低下させ、安全対策を講じたほうがよいと市消防機関が事業所に対して指示
—	事業所がタンク内の可燃性ガス濃度を測定したが、可燃性ガスは検知されず

### 11日目

—	市消防本部が事業所から事故の状況を聴取し、タンク内の可燃性ガス濃度の測定について、別の機器による実施を指示
---	---

### 12日目

—	浮きぶた上部 15.8cm の位置で可燃性ガス濃度 74%LEL を検知するとともに、浮きぶたのシール部の欠落を確認
—	タンク内に二酸化炭素ガスを導入し、浮きぶた上部の酸素濃度を低下させた後にシフトを実施することを決定

### 18日目

—	ポンベ（30kg）にて二酸化炭素ガスを導入するが、酸素濃度は低下せず
---	------------------------------------

### 23日目

—	ポンベ（160kg）にて二酸化炭素ガス 400 m <sup>3</sup> を導入したところ、気相部の酸素濃度の低下及び浮きぶた上部の可燃性ガス濃度が低下することを確認
---	---

25日目

—	ポンベ（160kg）にて二酸化炭素ガスを 100 m <sup>3</sup> /h の流量で 13 時間導入。その結果、浮きぶた上部 1.5m の位置までの酸素濃度が 8% 以下となる。その後は、二酸化炭素ガスと同時に窒素ガスを 500 m <sup>3</sup> /h の流量で導入しながら、タンク内の残油を通常の配管を利用し、流量 500kl でタンク間シフトを実施、浮きぶたを着底（タンク内残油 2,829kl、液面高さ 998mm、浮きぶた着底時の高さ 1,070mm）
---	---

27日目

—	通常配管を利用し、タンク間シフトを実施（残油 309kl、液面高さ 341mm）
---	--

30日目

—	仮設配管にてタンク間シフトを実施（残油なし）
---	------------------------

34日目

—	タンク開放
---	-------

※ 表中の「—」は時間が不明であることを示している。

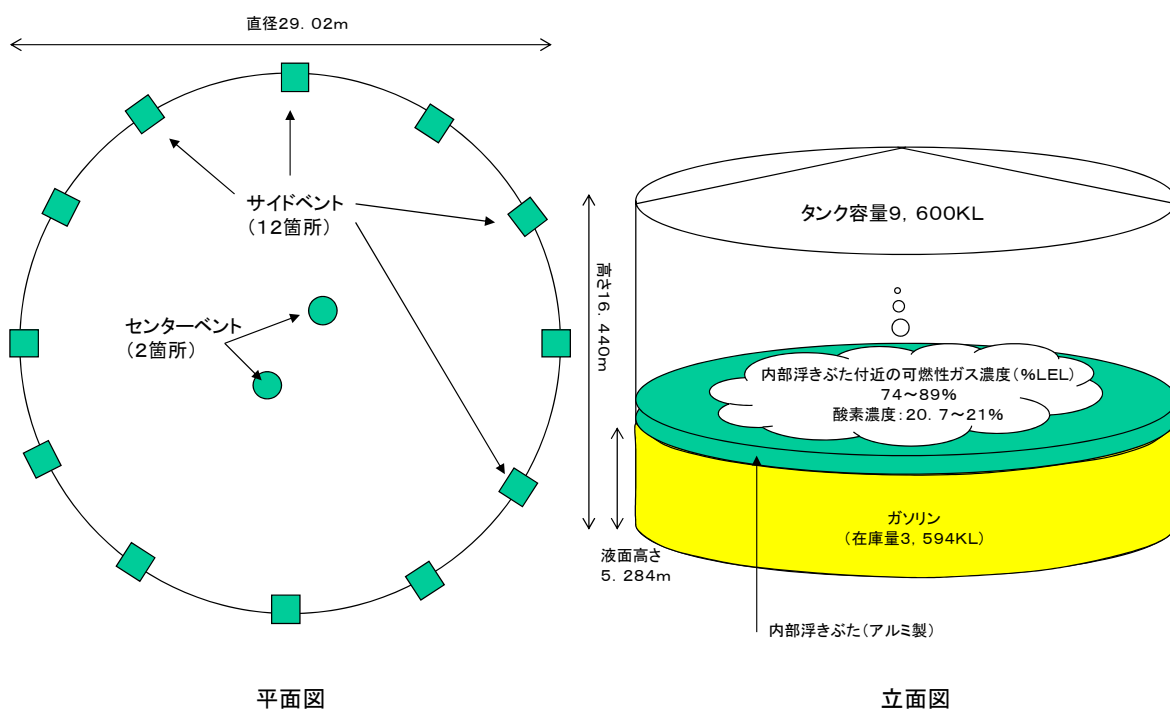
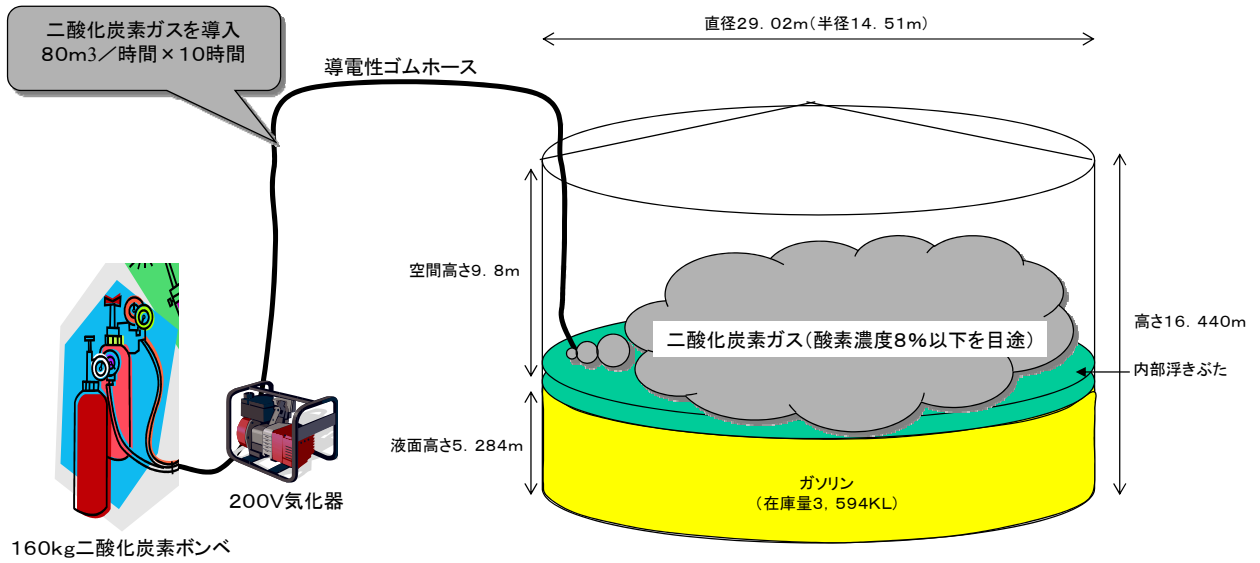


図1 タンク内部の可燃性ガス濃度等の状況



- タンクの空間容量→ $14.51\text{m} \times 14.51\text{m} \times \pi \times \text{空間高さ}9.8 = 6,482\text{m}^3$
- 二酸化炭素の導入量→ $80\text{m}^3/\text{時間} \times 10\text{時間} = 800\text{m}^3$
- 1時間で形成される二酸化炭素ガスの層(高さ)→ $80\text{m}^3 \div (14.51\text{m} \times 14.51\text{m} \times \pi) = 0.12\text{m}$
- 800m<sup>3</sup>導入時のガスの層の高さ $0.12\text{m} \times 10 = 1.2\text{m}$

図2 異常が発生したタンクへの二酸化炭素ガス導入のイメージ図

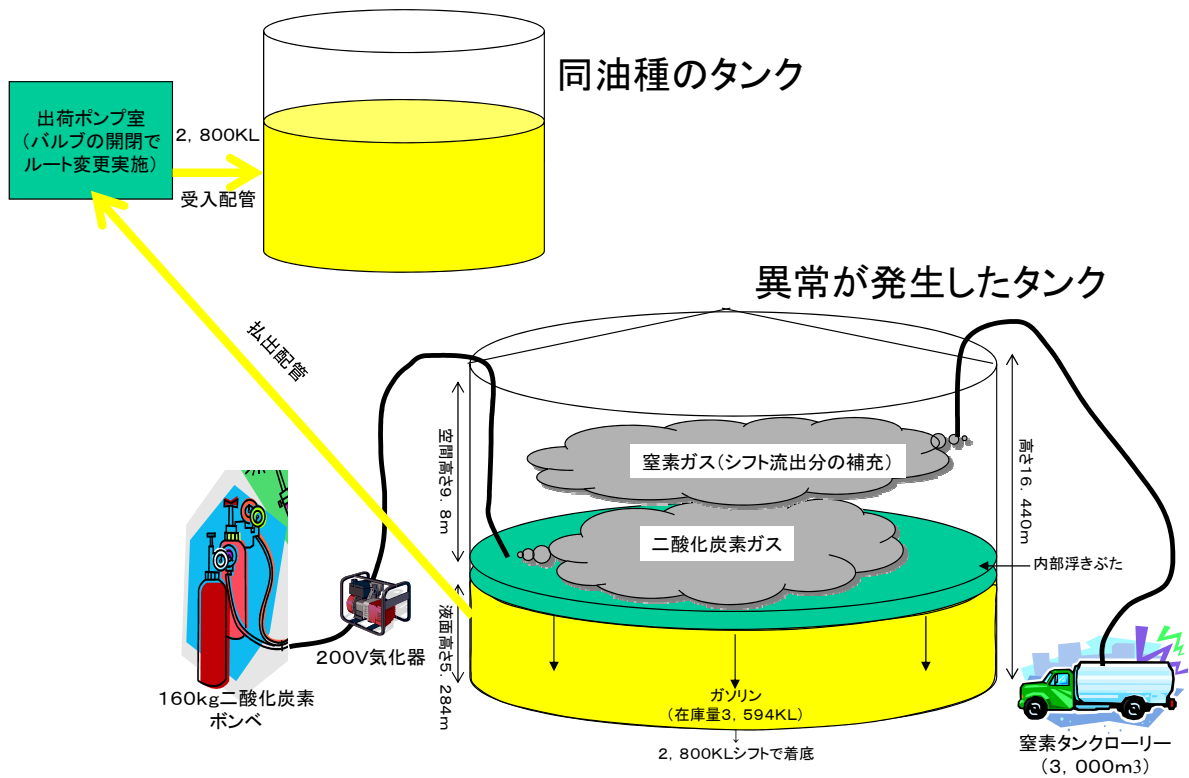


図3 同油種タンクへのタンク間シフトのイメージ図

## (事例5)

### 1 異常発生タンク概要

固定屋根形式	ドームルーフ
浮きぶた種別	バルクヘッド型
油種	第四類 第一石油類 ナフサ
容量	3,342 キロリットル
内径	18.1m
高さ	15.2m
異常発生時の貯蔵量	—

### 2 防災活動等の状況

#### (1) 発見前後の状況

- ア 地震後に実施した内部浮きぶた付き屋外タンクに対する地震の影響調査のため、固定屋根ルーフマンホールを開放し、内部点検を実施した。
- (ア) バルクヘッド内に滞油が認められ、4B ゲージポールの曲がり及び同ハッチ用スライド板のずれ、10B 液面計ポール用のハッチのスライド板のずれが認められた。
- (イ) ルーフマンホールから浮きぶたの位置を測定した結果、液面計の指示値と差があることが判明した。この時の液面高さは1,403mmであり、滞油状況の確認のため、浮きぶたの浮上高さである1,800mm以上になる1,995mmまで液位を上昇させたが、浮きぶたに変化は見られなかった。
- (ウ) 固定屋根センターに設置されたトップベントから浮きぶたデッキ上の高さを測定した結果、浮きぶたはルーフマンホールの直下部からデッキセンター方向に傾斜していると推定された（液面高さ1,995mm、ルーフマンホールからの測定による高さ約6,425mm（内側）、約6,670mm（外側）、トップベントからの測定による高さ約2,955mm）。

#### (2) 消防機関等の対応

- ア 異常の状況を通報された管轄消防本部は、当該タンクに対して使用停止命令を発令した。
- イ 総務省消防庁、県防災局及び管轄消防本部及びタンクメーカーによる合同会議を実施し、現場を確認した。

#### (3) 発見後の対応（応急対策）

##### ア 安全対策

タンク内の爆発・火災の危険性及び油漏えいを回避するため、タンク内に不活性ガスを導入した後、貯蔵油の抜き取り及びタンク開放作業を開始した。

作業の推進にあたり、所内で防災体制を確保することを原則として、要所では管轄消防本部の警戒態勢の下で、安全の確保を図った。



(7) タンク内の安全対策

発見時の状況から、浮きぶたは 10B 液面計ポールと 4B ゲージポール側に引っかかった状態で傾斜していると推定された。浮きぶたが何らかの作用で落下した場合には、底板の損傷による貯蔵油の漏えい、落下時の摩擦熱及び衝撃による火花等により発熱及び発火の危険性が予測されたため、早急に貯蔵油を抜き取り、これらの危険性を回避することとした。

これらのことから、貯蔵油の抜き取りが終了するまでの間、タンク内の酸素濃度を 5%以下及び炭化水素濃度を爆発下限界値以下にするために、不活性ガスを導入するとともに、傾斜の低い側の高さを早期に把握することも必要とした。

(イ) 不活性ガスの導入（18日間）

固定屋根ノズル及び液面計ポールを利用し、タンク内に不活性ガス（二酸化炭素→窒素）を導入し、酸素濃度を 5%以下にするとともに、炭化水素濃度を爆発下限程度まで低下させることを目標に実施した。

導入の際、シェルベント（10箇所）は防災シートで閉鎖した後に導入し、実績として、酸素濃度 2%以下、炭化水素濃度 3～4%LEL まで低下させることができた。この間の使用量は二酸化炭素ガス約 17,000 m<sup>3</sup>、窒素ガス約 95,000 m<sup>3</sup>であった。

(ロ) 浮きぶたの状況確認

不活性ガスを導入した後に、側板上部のシェルベントを 2箇所開放し、浮きぶたの状況を確認した。シェルベントの取り外しにあたり、作業者は安全工具を使用し、不活性ガスのタンク内からの流出に備えエアラインマスクを着用した。

確認の結果、液面計ポール側を上にして傾斜沈下しており、液面計ポールハッチ部、側板 2箇所及び着底部の 4箇所で支えられた状態であった。着底部は側板から約 1,500mm の距離にあり、貯蔵油がデッキ部の約 25%を覆っていた。

イ 貯蔵油の抜き取り

貯蔵油の抜き取りにあたり、抜き取りによって浮きぶたが落下する可能性があるため、水張りにより貯蔵油を上部に押し上げ、タンク上部から貯蔵油を抜き取り、水と置換した。

(ア) 水張り（5日間）

浮きぶたの状況確認後、水切りノズルから清水を張り込み、貯蔵油を上部に押し上げた。張り込みは消火用貯水槽からエアー駆動のウォーシントンポンプを使用して行い、浮きぶたに影響を与えないよう最大 30kl/h とし、トップベントから検尺テープによりデッキ部の動きを監視しながら実施した。

この間も酸素及び炭化水素濃度の測定を継続し、規定の範囲内であることを確認しながら実施した。また、水張り高さは、貯蔵油の液面高さが許可液面高さを超えない範囲とした。

(イ) 貯蔵油の抜き取り（6日間）

所定の高さまで水張りした後、浮きぶたの状況確認のために開放したシェルベントから吸引用のパイプを挿入し、エア駆動のウエルデンポンプにより貯蔵油の抜き取りを実施した。移送流量は、10～20 kl/hとし、隣接タンクへシフトした。

(ウ) 水抜き清掃（10日間）

貯蔵油の抜き取り終了後、シェルベント、トップベント及びルーフマンホールを開放して換気を実施し、換気終了後に水抜きを開始した。抜き取った水は炭化水素を溶解している可能性があるため、処理施設に移送した。

また、水抜き時に内部浮きぶたの落下を防止するため、傾斜の高い位置が水面に出た時点で水抜きを一時中断し、吊り治具（チルホール）を用いて浮きぶたの吊り作業を水抜きに合わせて順次実施した。

水抜き作業は、吊り下げワイヤーの負担を少なくするため、デッキ及びポンツーン内の水も対象とし、水中ポンプを吊り下げ、デッキ及びポンツーン内から傾斜した浮きぶた下部に排水した。なお、吊り治具は固定屋根上に設け、傾斜した浮きぶたの高さに合わせて各バルクヘッドに取り付けた。

ウ タンク開放（4日間）

水抜き終了後、側マンホールを開放し、浮きぶた下部の確認を実施するとともに、固定屋根の開口部からゴンドラを用いてタンク内に入り浮きぶたの状況を確認し、位置、シール間隔等の測定を行った。

浮きぶたの現状を確認した後、吊り治具を操作して浮きぶたを底板上に着底させた。着底時はルーフサポート（14箇所）の位置に仮設足場を組み、概ね水平に着底させた。

## 第4章 まとめ

これまでも地震その他の理由により内部浮きぶた付き屋外タンクにおいて内部浮きぶたの異常が発生しているが、いずれの事例でも慎重な対応が講じられ、多くの事例では大規模な災害に発展することなく処理されている。

しかし、内部浮きぶたに異常が発生した場合に、仮に誤った応急対応を講ずれば直ちに大規模な災害に発展する可能性があることをかんがみれば、「内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクの安全対策に関する調査検討報告書（総務省消防庁危険物保安室）」を参考にして、そもそも内部浮きぶたの異常が発生しないように十分留意するとともに、万が一異常が発生した場合に備えて事前の計画を策定しておくことが極めて重要である。

本報告書は、過去に講じた応急対応の教訓や、今までに蓄積された知見を基に、内部浮きぶたの異常時における異常の発見方法、状況確認方法、危険要素の排除方法等から貯蔵油の抜き取りまでの一連の応急措置に係る留意点や防災活動上の留意点等を取りまとめたものである。

各事業所におかれては、本報告書を参考に各事業所の実態に沿ったマニュアルの検討を早急に行い、万が一の事態における対応が万全となるように事前の計画を速やかに策定されることを切に望むものである。

また、都道府県及び消防機関におかれては、本報告書を内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時における応急措置及び安全対策等に関する参考資料として活用されることを望むものである。



## < 参考資料 >

参考資料 1 内部浮きぶた付き屋外貯蔵タンクの事故防止対策と  
応急措置体制の整備について（通知）（平成 19 年 10  
月 19 日 消防危第 235 号・消防特第 142 号 各  
都道府県消防防災主管部長あて 消防庁危険物保安室  
長・消防庁特殊災害室長）

参考資料 2 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の安全対策に関す  
る調査検討報告書（平成 20 年 3 月 危険物保安技術  
協会）抜粋

参考資料 3 内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時における対応  
マニュアル（A社）

参考資料 4 内部浮きぶた付き屋外タンクの異常時における対応  
マニュアル（B社）



消 防 危 第 2 3 5 号  
消 防 特 第 1 4 2 号  
平成 1 9 年 1 0 月 1 9 日

各都道府県消防防災主管部長 }  
東京消防庁・各指定都市消防長 } 殿

消防庁危険物保安室長

消防庁特殊災害室長

内部浮きぶた付き屋外貯蔵タンクの事故防止対策と応急措置体制の整備について（通知）

最近、内部浮きぶた付き屋外貯蔵タンクにおいて、浮きぶたの損傷、浮きぶた上への危険物の溢流、浮きぶたの傾斜又は沈没等（以下「内部浮きぶたの異常」という。）の事案が相次いで発生しています（別添1参照）。

内部浮きぶた付き屋外貯蔵タンクは、引火点の低い危険物を貯蔵することが多く、内部浮きぶたの異常が生じた場合には、タンク内部の浮きぶた上の空間に可燃性蒸気が滞留し、その構造上の特徴から、爆発範囲内の濃度になるおそれ大きいという特性を有しています。

内部浮きぶたの異常は、消防法（昭和23年法律第186号）第16条の3第1項に規定する「その他の事故」に該当するものであり、したがって、屋外タンク貯蔵所の所有者、管理者又は占有者は、応急の措置を講じなければならないとされています。また、同条第2項の規定に基づき、発見した者は、直ちにその旨を消防署等に通報しなければならないこととされています。また、石油コンビナート等災害防止法（昭和50年法律第84号）上の特定事業所である場合には、同法第23条の規定に基づき、異常現象の通報義務が生じることとなります。しかしながら、内部浮きぶた付き屋外貯蔵タンクにあっては、タンク内部の状況が判りづらいこと等から、内部浮きぶたの異常の覚知の遅れや、その後の応急措置に苦慮する事例が見受けられるところです。

ついては、下記の事項に留意され、内部浮きぶた付き屋外貯蔵タンクの所有者等に内部浮きぶたの異常の発生防止対策の徹底と応急措置体制の充実強化を図るようご指導いただくとともに、都道府県消防防災主管部長におかれましては、貴都道府県内市町村に対してもこの旨周知されるようお願いいたします。

なお、この件については、別添2のとおり関係業界にも併せて通知したところです。

#### 記

- 1 迅速確実な通報の徹底を期すとともに、所有者等は通報体制を再確認しておくこと。

- 2 危険物の受け入れに伴ってタンク内に気泡が流入した場合又は地震時においては、内部浮きぶたに揺動が発生するおそれがあることから、これらの場合には事後速やかに、安全に十分留意しつつ、内部浮きぶたの異常の有無を確認すること。
- 3 内部浮きぶたの異常が発生した場合の応急措置に必要な不活性ガスの調達手段をあらかじめ計画しておくなど、事故時の対応策を事前に定めておくこと。
- 4 内部浮きぶた付き屋外貯蔵タンクに危険物を受け入れる際は、配管内の空気抜き等を十分行った上で、危険物の受入速度に注意して作業すること。
- 5 内部浮きぶたの外周に設けるシールが劣化又は脱落した場合は、十分な耐油性、耐久性を有する材料のものに速やかに取り替えること。



内部浮きぶた付き屋外貯蔵タンクの事故概要

事例 1	<b>内部浮きぶたの沈没</b>	
覚知年月日 ／発生都道府県	平成 18 年 8 月 8 日／北海道	
タンクの概要	貯蔵危険物	第四類 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
事故の概要	内部浮きぶたが沈没したもの	
発見までの経緯	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 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。事業所側からは、「異常なし」との報告を受ける。</li> <li>○ しかし、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。</li> </ul>	
事故原因	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 通常運転中、内部浮きぶた上に油が繰り返し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。</li> </ul>	
事故に至る背景	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 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。</li> <li>○ 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吹き上げやすい状況となっていたと推定されること。</li> <li>○ 内部浮きぶたが浮き室を持たない構造であったこと。</li> </ul>	
事故発見後の対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ただちに、自衛防災組織非常対策本部設置。現場には、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）を配置。</li> <li>○ 在槽油回収まで、タンク内気相部に窒素封入を継続。</li> </ul>	

事例2 事例3	<b>アルミニウム製デッキシートの破断・損傷</b>	
覚知年月日 ／発生都道府県	<事例2> 平成19年3月8日／秋田県 <事例3> 平成19年3月20日／秋田県	
タンクの概要	貯蔵危険物	第四類 第一石油類 ガソリン
	容量	<事例2> 2,000キロリットル <事例3> 950キロリットル
	タンク直径／高さ	<事例2> 15,400／11,980 (単位：ミリメートル) <事例3> 13,500／7,640 (単位：ミリメートル)
	浮きぶた型式	アルミニウム製簡易フロート型
事故の概要	アルミニウム製デッキシートが破断・損傷したもの	
発見までの経緯	<事例2> 3月8日、タンカーからの油受け入れ終了後に、屋根点検口から内部の点検を行ったところ、内部浮きぶたのデッキシートの損傷を確認した。 <事例3> 3月20日、定期月次点検として、屋根点検口から内部の点検を行ったところ、内部浮きぶたのデッキシートの損傷を確認した。	
事故原因	○ タンカーからの油受け入れの際、配管内の空気がタンク内部に流入して噴き上げ、デッキシートを破損したものと推定される。	
事故に至る背景	○ 数年前までは、タンカーから油受け入れの際、配管内の空気がタンク内に混入するのを防止するために、空気抜き作業を行っていたが、作業の効率化を図るため、作業を取り止め、これと同時に配管内空気抜き装置も撤去したこと。 ○ タンカーからの油受け入れ配管のレイアウトが、空気溜まりのできやすい構造となっていたこと。 ○ デッキシート全面が呼び板厚(0.46mm)の1/3～2/3程度まで腐食していたこと。	
事故発見後の対応	○ 3点セットの配置。 ○ 在槽油回収まで、タンク内気相部に炭酸ガス封入を継続するとともに、ガス検知器等で内部の酸素濃度を監視。	

事例4	<b>内部浮きぶた外周部のゴムシール上への滞油ならびにゴムシール脱落</b>	
覚知年月日 ／発生都道府県	平成19年3月25日／石川県	
タンクの概要	貯蔵危険物	第四類 第一石油類 ガソリン
	容量	9,600 キロリットル
	タンク直径／高さ	29,020／16,440 (単位：ミリメートル)
	浮きぶた型式	アルミニウム製簡易フロート型
事故の概要	内部浮きぶた外周部のゴムシール上に滞油が認められたため、在槽油を抜き取ったところ、ゴムシールが全周にわたって脱落したもの	
発見までの経緯	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 平成19年3月25日の能登半島沖地震の発生を受けて、その直後にタンク内部の点検を行ったところ、内部浮きぶた外周部のゴムシール上に滞油が認められた。</li> <li>○ その後、在槽油を抜き取り、タンクを開放したところ、ゴムシールが全周にわたって脱落しているのを発見した。</li> </ul>	
事故原因	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 脱落していたゴムシールの破断状況から、地震以前から多くの箇所なき裂、ひび割れが発生していたと推測される。このことから、ゴムシール上の滞油は、ゴムシールの一部が脱落していたこと、もしくはゴムシールの劣化によりゴムシールと側板との密着性が低下していたことにより発生したものと考えられる。なお、ゴムシールの脱落やゴムシール上の滞油が、地震による液面揺動に起因するものとする可能性は否定できないが、液面揺動が実際に発生したかどうかは確認されていない。</li> </ul>	
事故に至る背景	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 貯蔵危険物に対するゴムシールの耐油性・耐久性が不十分であった可能性があること。</li> </ul>	
事故発見後の対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 3点セットを配置</li> <li>○ 在槽油回収まで、タンク内気相部に炭酸ガス封入を継続するとともに、ガス検知器等で内部の酸素濃度を監視。</li> </ul>	

事例5	<b>内部浮きぶたの傾斜</b>	
覚知年月日 ／発生都道府県	平成19年8月29日／新潟県	
タンクの概要	貯蔵危険物	第四類 第一石油類 ナフサ
	容量	3,342 キロリットル
	タンク直径／高さ	18,100／15,200 (単位：ミリメートル)
	浮きぶた型式	鋼製バルクヘッド型
事故の概要	内部浮きぶたが大きく傾斜し、ゲージポール、液面計ポールにひっかかった状態で発見されたもの	
発見までの経緯	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 平成19年7月16日の新潟県中越沖地震の発生を受けて、8月15日にタンク施工会社がタンク内部の点検を行ったところ、タンク屋根マンホールからの目視により、内部浮きぶた上の滞油と内部浮きぶたの傾斜を発見したが、事業所は問題ないと判断し、油の受け入れを行うなど使用を継続した。</li> <li>○ 事業所が、8月24日に再度、メジャーにより内部浮きぶたの高さを測定したところ、内部浮きぶたが大きく傾斜していることを確認した。</li> <li>○ 事業所は、消防本部への通報を8月29日に行った。</li> </ul>	
事故原因	○ 調査中。	
事故に至る背景	○ 調査中。	
事故発見後の対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1箇所しかない屋根マンホールからは、内部浮きぶたの詳細な状況を目視で確認することができなかつたため、シェルベントを開放し、内部浮きぶたの状況を確認することとなった。</li> <li>○ 在槽油回収まで、タンク内気相部に炭酸ガス封入を継続した。</li> </ul>	

消 防 危 第 2 3 5 号  
消 防 特 第 1 4 2 号  
平 成 1 9 年 1 0 月 1 9 日

石 油 連 盟 会 長 }  
社 団 法 人 日 本 化 学 工 業 協 会 会 長 } 殿  
石 油 化 学 工 業 協 会 会 長 }

消防庁危険物保安室長

消防庁特殊災害室長

内部浮きぶた付き屋外貯蔵タンクの事故防止対策と応急措置体制の整備について（通知）

最近、内部浮きぶた付き屋外貯蔵タンクにおいて、浮きぶたの損傷、浮きぶた上への危険物の溢流、浮きぶたの傾斜又は沈没等（以下「内部浮きぶたの異常」という。）の事案が相次いで発生しています（別添参照）。

内部浮きぶた付き屋外貯蔵タンクは、引火点の低い危険物を貯蔵することが多く、内部浮きぶたの異常が生じた場合には、タンク内部の浮きぶた上の空間に可燃性蒸気が滞留し、その構造上の特徴から、爆発範囲内の濃度になるおそれ大きいという特性を有しています。

内部浮きぶたの異常は、消防法（昭和23年法律第186号）第16条の3第1項に規定する「その他の事故」に該当するものであり、したがって、屋外タンク貯蔵所の所有者、管理者又は占有者は、応急の措置を講じなければならない、また、同条第2項の規定に基づき、発見した者は、直ちにその旨を消防署等に通報しなければならないこととされています。また、石油コンビナート等災害防止法（昭和50年法律第84号）上の特定事業所である場合には、同法第23条の規定に基づき、異常現象の通報義務が生じることとなります。しかしながら、内部浮きぶた付き屋外貯蔵タンクにあっては、タンク内部の状況が判りづらいこと等から、内部浮きぶたの異常の覚知の遅れや、その後の応急措置に苦慮する事例が見受けられるところです。

については、下記の事項に留意され、内部浮きぶた付き屋外貯蔵タンクにおける内部浮きぶたの異常の発生防止対策の徹底と応急措置体制の充実強化を図るようお願いします。

#### 記

- 1 迅速確実な通報の徹底を期すとともに、所有者等は通報体制を再確認しておくこと。
- 2 危険物の受け入れに伴ってタンク内に気泡が流入した場合又は地震時においては、内部浮きぶたに揺動が発生するおそれがあることから、これらの場合には事後速やかに、安全に十分留意しつつ、内部浮きぶたの異常の有無を確認すること。

- 3 内部浮きぶたの異常が発生した場合の応急措置に必要な不活性ガスの調達手段をあらかじめ計画しておくなど、事故時の対応策を事前に定めておくこと。
- 4 内部浮きぶた付き屋外貯蔵タンクに危険物を受け入れる際は、配管内の空気抜き等を十分行った上で、危険物の受入速度に注意して作業すること。
- 5 内部浮きぶたの外周に設けるシールが劣化又は脱落した場合は、十分な耐油性、耐久性を有する材料のものに速やかに取り替えること。

別添 略

内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の安全対策に関する  
調査検討報告書

平成 2 0 年 3 月

危険物保安技術協会

はじめに

固定屋根と浮き蓋を有する屋外貯蔵タンク（以下「内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンク」という。）は、貯蔵液の蒸発ロスを抑えるとともに、品質保持のために貯蔵液中に雨水の混入を避けたい場合や環境対策等のために使用されている。

近年、この内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクにおいて、浮き蓋の損傷、浮き蓋上への危険物の溢流、浮き蓋の傾斜又は沈没等の事例が相次いで報告されている。内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクは、引火点の低い危険物を貯蔵することが多く、内部浮き蓋に異常が発生し、液面シール機能が損なわれた場合には、タンク内部の浮き蓋上の空間に可燃性蒸気が滞留し、その構造上の特徴から、爆発範囲内の濃度になるおそれがあるという特徴を有しているとされる。

こうしたことから、本検討会では、国内に設置されている内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクの実態について把握するとともに、近年発生した事故事例等について分析し、保安上の問題点と今後の安全対策に向けての課題を整理した。

本報告書のとりまとめにあたっては、ご多忙中にもかかわらず調査研究に積極的に参画され、貴重な御意見をいただいた委員各位の熱意と努力によるところが大きく、深く感謝を申し上げる次第である。

平成20年3月

内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所  
の安全対策に関する調査検討会

委員長 大谷 英雄



## 目 次

第 1 章 調査検討の概要	6 3
1.1 調査検討の目的	6 3
1.2 調査検討項目	6 3
1.3 調査検討体制	6 3
1.4 調査検討経過	6 4
1.5 調査検討フロー	6 5
第 2 章 内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクの概要と工業規格等	6 7
2.1 屋外貯蔵タンクの形式	6 7
2.2 内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクの構造の概要	6 7
2.3 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所に関する工業規格	7 5
2.4 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所に関する過去の調査検討結果概要	7 6
第 3 章 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所に関する実態調査結果	8 0
第 4 章 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所における事故事例	9 7
4.1 昭和 5 8 年日本海中部地震による被害状況	9 7
4.2 平成 1 5 年十勝沖地震による被害状況	9 7
4.3 十勝沖地震時以外で発生した内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の事故 等の事例とその後の対策	1 0 0
4.4 国内の内部浮き蓋付き屋外タンクの事故事例からのまとめ	1 1 4
4.5 海外における内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の事故事例	
4.6 海外における内部浮き蓋付き屋外タンクの事故事例からのまとめ	
第 5 章 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の保安上の問題点と今後の課題	
5.1 内部浮き蓋の損傷・沈没による危険性	
5.2 過去の事故事例等から考えられる問題点	

- 参考資料 1 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所に関する参考規格
- 1-1 API 650 APPENDIX Hの概要
  - 1-2 API 650 APPENDIX G、H
  - 1-3 H P I S G 107 固定屋根付き浮き屋根式石油類貯蔵タンクの通気装置
  - 1-4 J I S B 8 5 0 1 附属書 2 大気弁の設定圧力と大気弁、通気口の容量を定める基準
- 参考資料 2 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所に関する過去の調査検討結果
- 2-1 内部加圧屋外タンク貯蔵所等の安全性確保のための調査報告書(昭和 57 年 9 月 危険物保安技術協会)抜粋
  - 2-2 内部浮き蓋付き固定屋根式タンクの安全対策に関する調査検討報告書(平成 11 年 3 月 危険物保安技術協会)抜粋
- 参考資料 3 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の事故事例・十勝沖地震時被害事例・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1 1 5
- 参考資料 4 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所に関する通知
- 4-1 屋外貯蔵タンクの屋根の構造について（昭和 48 年 8 月 2 日消防予第 118 号 千葉県あて回答）
  - 4-2 内部浮きふた付屋外貯蔵タンクの通気口について（昭和 60 年 7 月 4 日 消防危第 84 号 東京都あて 危険物規制課長回答）
  - 4-3 消火設備及び警報設備に係る危険物の規制に関する規制の一部を改正する省令の運用について（通知）（平成元年 3 月 22 日 消防危第 24 号 各都道府県消防主幹部長あて消防庁危険物規制課長）
  - 4-4 危険物事務に関する執務資料の送付について（平成 17 年 3 月 31 日 消防危第 67 号 各都道府県消防主幹部長あて 消防庁危険物保安室長）
- 参考資料 5 ウルトラドームの安全性に係る性能評価結果

## 第 1 章 調査検討の概要

### 1.1 調査検討の目的

内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所に係る安全対策について検討することを目的とする。

### 1.2 調査検討項目

- (1) 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の設置状況等の現状を把握すること。
- (2) 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の事件事例等の整理を行うこと。
- (3) 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所に関する国内外の規格等の整理を行うこと。
- (4) 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の保安上の問題点と今後の安全対策に向けての課題の整理を行うこと。

### 1.3 調査検討体制

「内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の安全対策に関する調査検討会」を設置して検討を行った。検討体制は以下に示すとおりである。

#### 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の安全対策に関する調査検討会委員名簿

委員長	大谷 英雄	横浜国立大学大学院環境情報研究院教授
委員	亀井 浅道	横浜国立大学安心・安全の科学研究教育センター教授
	山田 實	総務省消防大学校消防研究センター技術研究部長
	古積 博	総務省消防大学校消防研究センター技術研究部危険性物質研究室長
	西 晴 樹	総務省消防大学校消防研究センター技術研究部主任研究官
	畑 山 健	総務省消防庁危険物保安室課長補佐
	伊藤 正 行	川崎市消防局予防部危険物課長
	恵美須 望	横浜市安全管理局予防部指導課長
	東野 郁 夫	堺市高石市消防組合消防本部予防部指導課主幹
	鈴木 誠	石油連盟
	下手 正 紀	石油化学工業協会
	山内 芳 彦	社団法人 日本産業機械工業会
	柳 澤 大 樹	危険物保安技術協会タンク審査部タンク審査課長

事務局 松 浦 晃 弘 危険物保安技術協会業務企画部  
松 村 浩 行 危険物保安技術協会業務企画部企画課  
寒 川 慎 也 危険物保安技術協会タンク審査部タンク審査課  
太 田 淳 危険物保安技術協会タンク審査部タンク審査課

#### 1.4 調査検討経過

第一回検討会 平成19年 9月 6日（木）  
第二回検討会 平成20年 1月16日（水）  
第三回検討会 平成20年 3月 6日（木）

## 1.5 調査検討フロー

内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の安全対策に関する調査検討手順は、以下に示すとおりである。

### 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の現状等の把握

消防庁における実態調査の実施と調査結果による現状把握

- ・ 内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクの構造と設置時期等に関する事項
- ・ 内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクの附属設備等に関する事項
- ・ 事業所に関する事項
- ・ 消防機関に関する事項
- ・ その他

### 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の事故事例等の整理

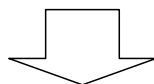
過去の事故事例

- ・ 国内における事故事例  
(消防庁及び危険物保安技術協会で把握している漏洩、火災、浮き蓋の沈没等の事例)
- ・ 海外における事故事例
- ・ 事故原因と事故後の施された安全対策の整理

内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所に関連する国内外の  
工業規格の整理

工業規格等の整理

- ・ 海外における規格  
A P I（内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクの構造等）
- ・ 国内における規格  
H P I S、J I S（通気装置に関する事項）



内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の保安上の問題点と今後の  
安全対策に向けての課題の整理

## 第2章 内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクの概要と工業規格等

### 2.1 屋外貯蔵タンクの形式

屋外貯蔵タンクの形式を大別すると、図 2.1-1 のように分類できる。

この中で、内部浮き蓋付き屋外タンクは、固定屋根式タンクの内部に浮き蓋が設置されたもので、貯蔵液の蒸発ロスを抑えるとともに品質保持のために液中に雨水の混入を避けたい場合、貯蔵液の蒸発による大気汚染を防止する場合、多雪地帯において揮発性の高い内容物を貯蔵する場合等に使用されることが多い。



図 2.1-1 屋外貯蔵タンクの分類

### 2.2 内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクの構造の概要

#### (1) 内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクの構造概要例

内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクは、浮き蓋を貯蔵液面上に浮かべたもので、貯蔵液の受払いにより浮き蓋が上昇、下降するもの。構造の概要例について以下に示す。

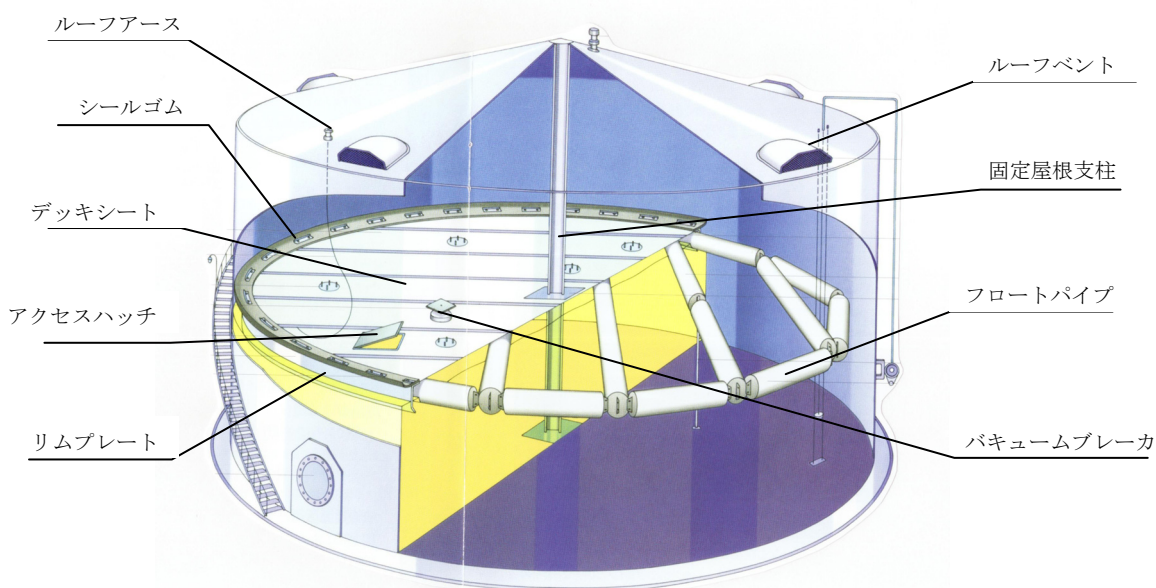


図 2.2-1 内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクの構造概要例

## (2) 内部浮き蓋の形式

浮き蓋の形式は一般的なものとしてパンルーフ型、バルクヘッド型、ポンツーン型、ダブルデッキ型、簡易フロート型及びハニカム型がある。各形式について以下に簡単に説明する。

### ① パンルーフ型

アウターリムとデッキプレートからなる形状で、これが液表面に浮くものである。しかし、パンルーフ型自身には浮き室がないため、内容液がデッキプレートに流入すると沈没の危険性がある。

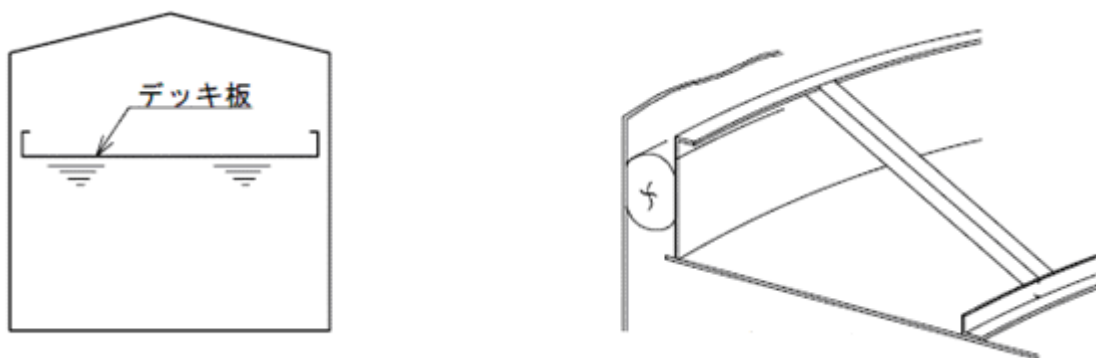


図 2.2-2 パンルーフ型

### ② バルクヘッド型

パンルーフ型の改良型でインナーリムと隔壁（バルクヘッド）を設けて溢流液による沈没を防止したものであるがパンルーフ型と同様にこれ自身に浮き室がないため沈没の危険性がある。

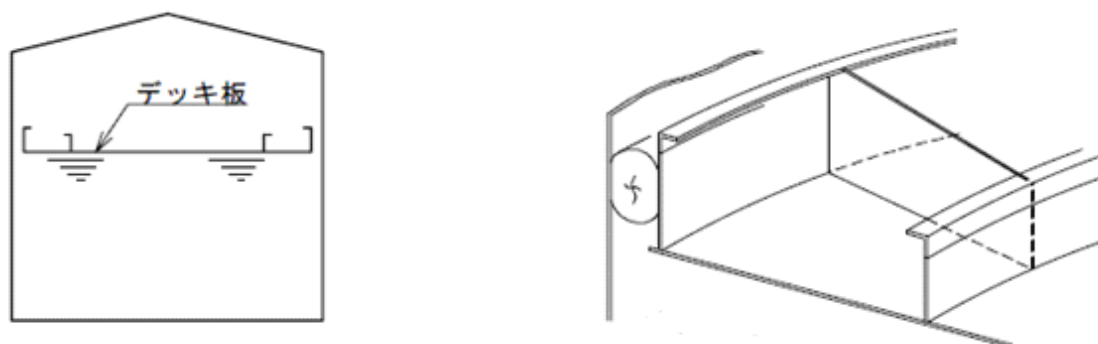


図 2.2-3 バルクヘッド型



③ ポンツーン型

ポンツーンとデッキ板から構成されており、通常のFRTと同様の構造である。ポンツーンに浮力があり、浮き蓋に部分的な損傷が生じて沈まない構造となっている。

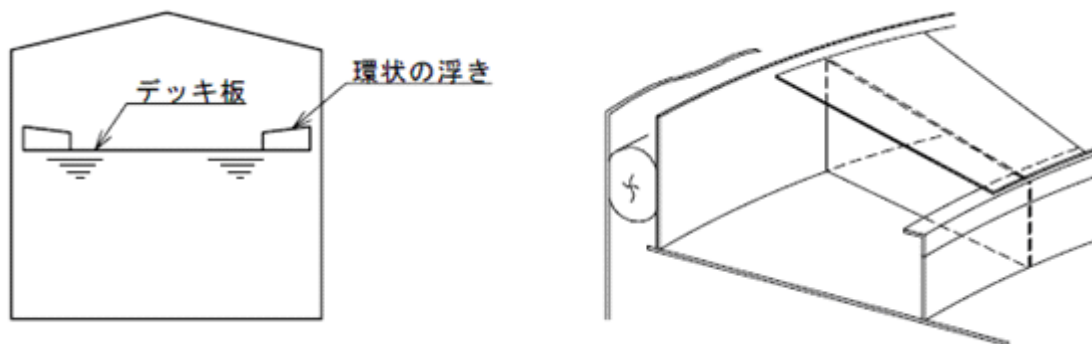


図 2.2-4 ポンツーン型

④ ダブルデッキ型

浮き蓋を全面二重構造にしたもの。

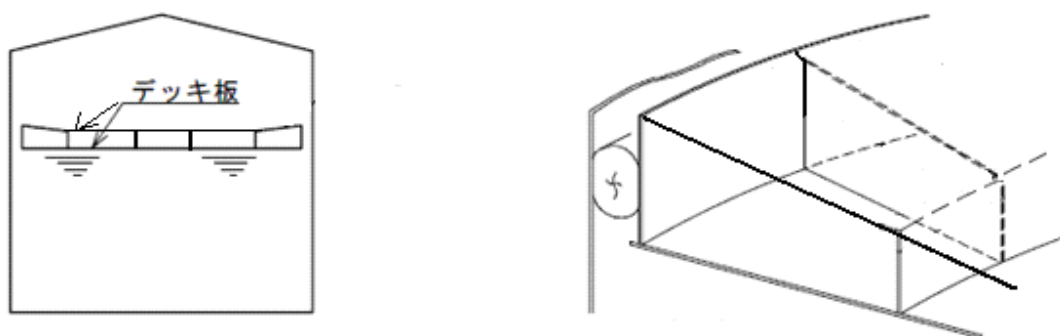


図 2.2-5 ダブルデッキ型

⑤ 簡易フロート型

この形式はその他の鋼製の浮き蓋形式がいずれも厚さ 4.5mm 程度の炭素鋼鋼板を使用しているのに対し、厚さ 1.0mm 以下のデッキシート下部に浮き室となるパイプによるフロートを取付けたもので、デッキシートと内容液の間にベーパースペースができる。

また、内容液によりアルミ合金とステンレス鋼の使い分けが可能であるが一般的アルミ合金の場合が多くデッキシートは 1 mm 以下であるため、溶接構造には出来ないためボルト接合が採用される。

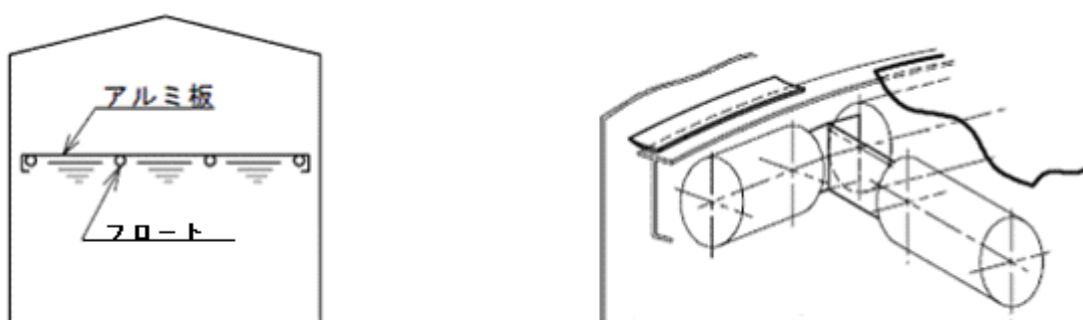


図 2.2-6 簡易フロート型

⑥ ハニカム型

この形式はアルミニウム製パネル（ハニカム構造）からなる形式で、標準寸法 1,500mm×3,000mm のパネル自体が浮き蓋となり、これが液表面に浮くものである。

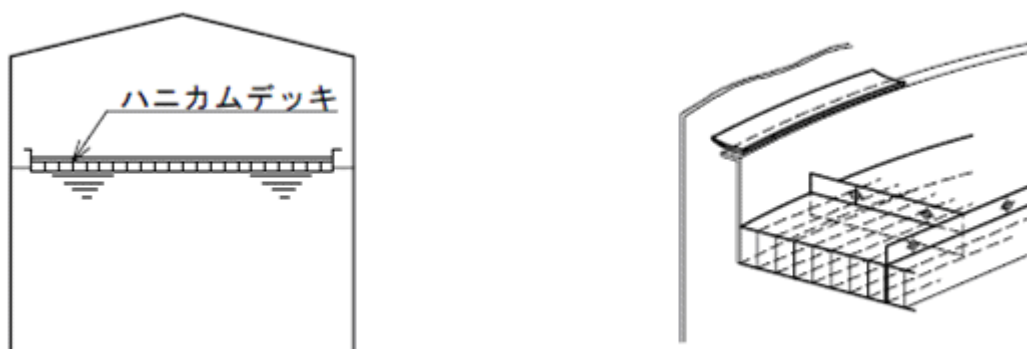


図 2.2-7 ハニカム型

### (3) 特別通気口

貯蔵液の蒸発を浮き蓋だけで完全に押さえることはできにくく、特に油の受け入れ時等は固定屋根と浮き蓋との間の空間に可燃性蒸気が滞留し、通常の貯蔵時に比べて濃度が高くなる可能性がある。そのため、この空間の換気を行って蒸気濃度を爆発下限界以下に保つために、側板の上部に特別通気口を設ける方法（シェルベント）や側板近傍の固定屋根上に特別通気口を設ける方法（ルーフベント）を採用されることが多い。

また、油の受け払いによる加圧又は負圧によって浮き蓋が破損しないように、浮き蓋上には浮き屋根式タンクと同様にオートマチックブリーダーベント等の通気装置が設けられる。

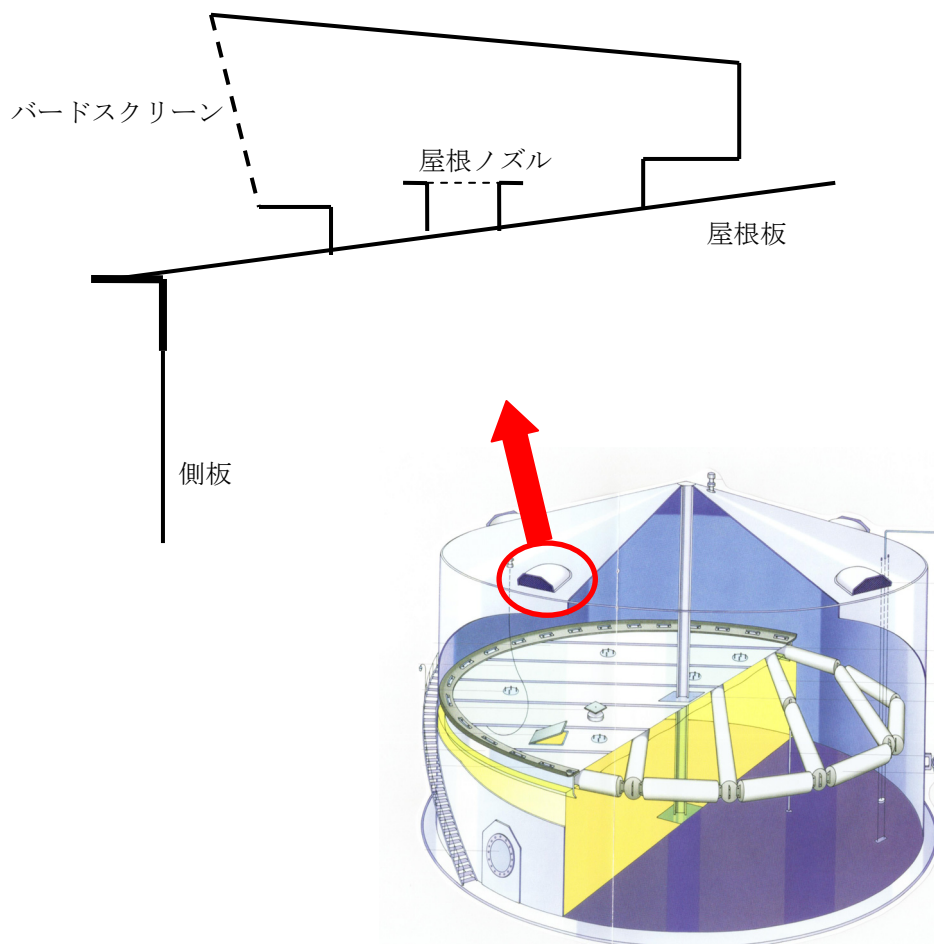


図 2.2-8 特別通気口（ルーフベント）の例

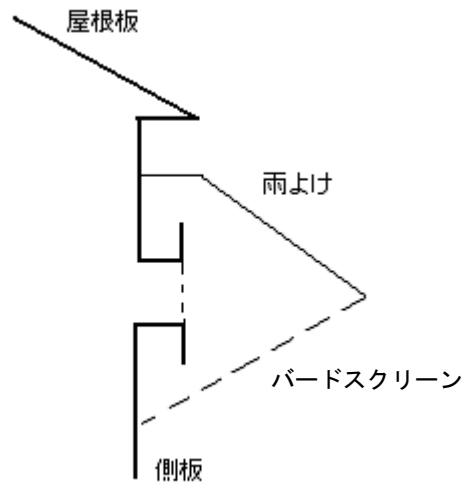


図 2.2-9 特別通気口（シェルベント）の例

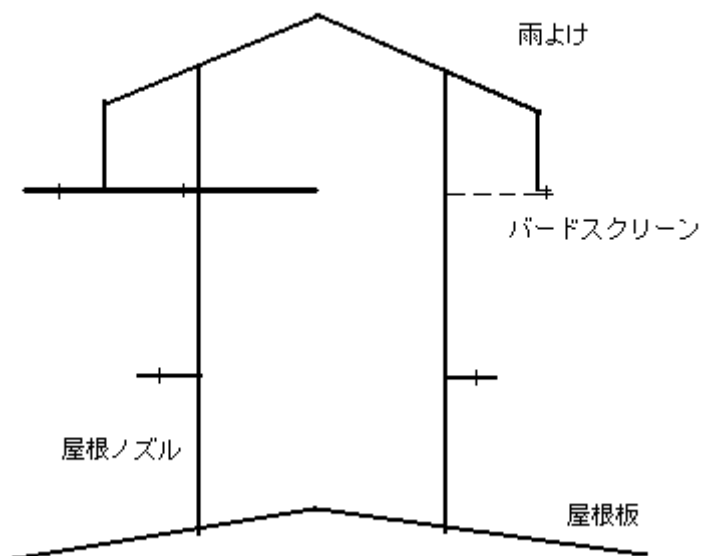


図 2.2-10 センターベントの例

(4) 屋根ノズル

屋根の回転を防止する目的で、アンチローテーションケーブルを設置した事例を以下に示す。

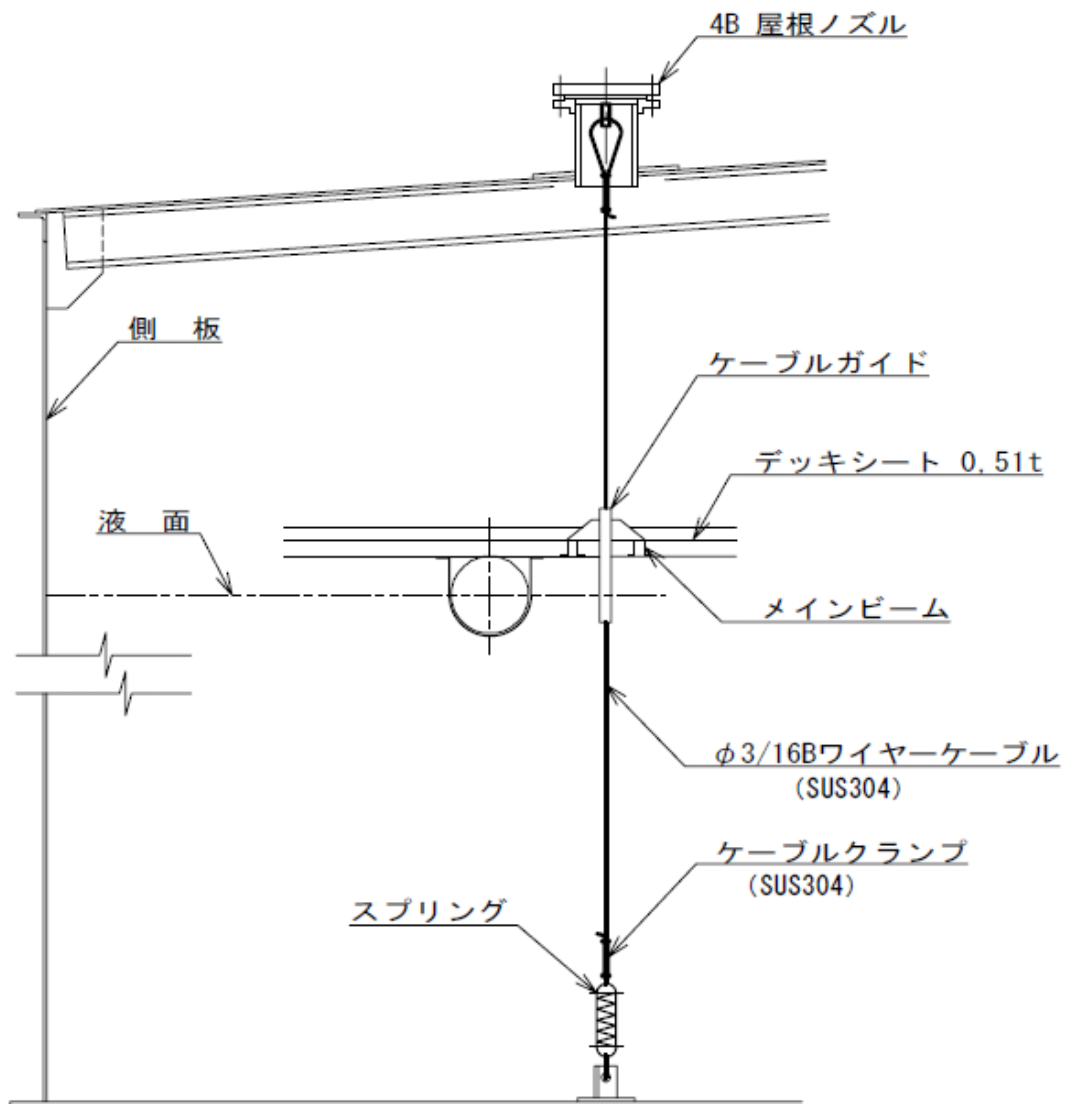


図 2.2-11 アンチローテーションケーブル設置の例

(5) ルーフアース

浮き蓋の接地を目的としてアースを設置した事例を以下に示す。

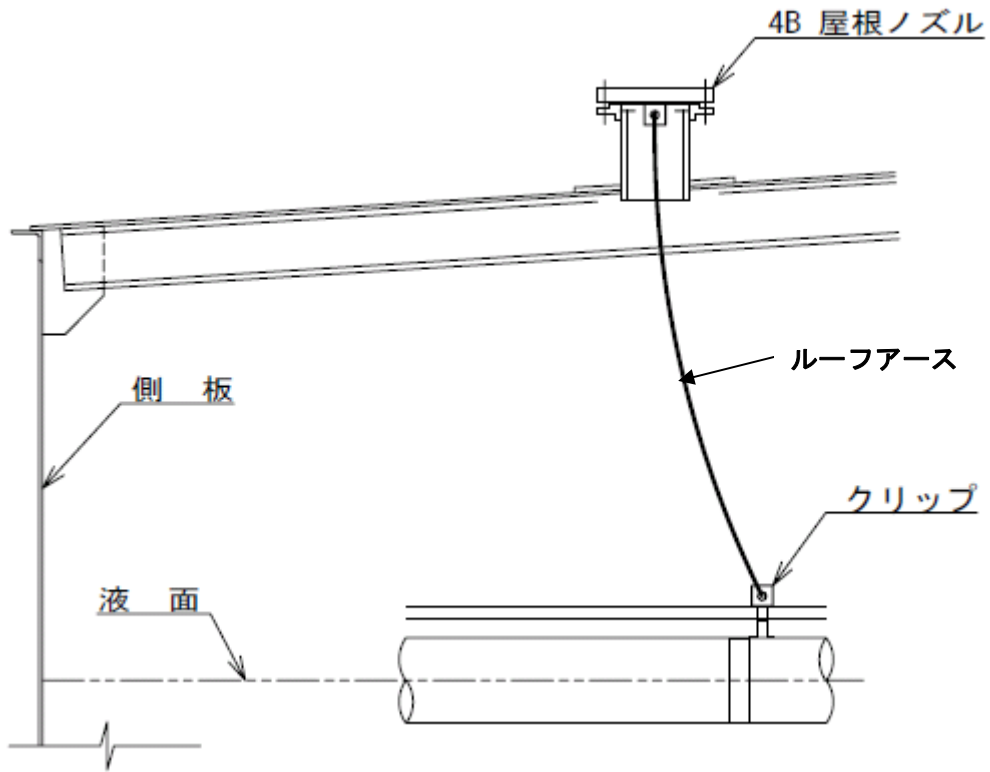


図 2.2-12 ルーフアース設置の例

### 2.3 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所に関する工業規格

内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクの内部浮き蓋や通気装置等については、国内外の工業規格を参考に設計されているのが現状であると思われる。本検討会で調査した内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクに関する規格を表 2.3-1 に示す。本検討会で調査した結果、内部浮き蓋については、鋼製、アルミニウム製等の材質にかかわらず、耐震強度に関する具体的な規格が明確にされていないことが分かった。

これらの規格の内容及びAPI 650 APPENDIX Hを翻訳したものの概要を参考資料1に添付する。

表 2.3-1 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所に関する工業規格等一覧

関連する規格	規格の内容	補 足
API 650 APPENDIX H	内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所に関する基準	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 内部浮き蓋の形式</li> <li>・ 内部浮き蓋の材料</li> <li>・ 内部浮き蓋設計要件 (浮力要件) (設計荷重要件)</li> <li>・ 継手設計 (ボルト、溶接継手)</li> <li>・ 外周シール</li> <li>・ ルーフ貫通材</li> <li>・ ルーフサポート</li> <li>・ 通気口</li> <li>・ 特別通気口</li> <li>・ 回転防止</li> <li>・ 浮き蓋マンホール</li> <li>・ 点検、試験 等</li> </ul>
HPIS G 107	通気装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 内部浮き蓋の通気装置の通気量</li> <li>・ 特別通気口の設置個数</li> </ul>
JIS B 8501	通気装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 内部浮き蓋の通気装置の通気量</li> <li>・ 特別通気口の設置個数</li> </ul>

## 2.4 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所に関する過去の調査検討結果概要

危険物保安技術協会では、内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の安全対策について、過去に二度の調査検討を実施しており、検討の成果として、内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクの保安上望ましい構造等についての案を報告書にとりまとめている。ここでは、その概要を記す（参考資料 2 に調査検討報告書を添付する。）。

### (1) 内部加圧屋外タンク貯蔵所等の安全性確保のための調査検討

#### ア 調査検討内容

昭和 57 年度に危険物保安技術協会に設置された「内部加圧屋外タンク貯蔵所等の安全性確保のための調査検討」における検討では、以下の内容の検討が行われた。

- ① 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の使用状況等の実態調査
- ② 関連規格の整理・比較
- ③ 保安上の問題点と安全対策

#### イ 調査検討結果概要

##### ① 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の使用状況等の実態調査

###### (ア) 内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクの使用状況

- ・ 建設年月は、昭和 47 年～51 年に建設されたものが多く、1,000k1～3,000k1 の比較的小さな容量のタンクが多い。
- ・ 内部浮き蓋付き屋外タンクの採用理由は、環境保全、ベーパーロス、品質保持の順が多い。
- ・ 建設時の参考にした規格または法令は、API650、消防法、JIS B8501 の順が多い。

###### (イ) 内部浮き蓋の構造等

- ・ 浮き蓋構造は、鋼製ポンツーン型、簡易フロート型、バルクヘッド型、パンルーフ型の順が多い。
- ・ 浮き蓋材質は、炭素鋼、アルミニウム製、ステンレス製の順が多い。
- ・ 固定屋根型式は、ドームルーフ、有柱式コーンルーフ、自己支持式コーンルーフの順が多い。

###### (ロ) 通気装置及びフレームアレスタの使用状況

- ・ 固定屋根に通気口を設けているタンクでは、バルブ付きよりも、オープンベントタイプのもが多い。
- ・ 内部浮き蓋の通気装置は、オートマチックベントが多い。

###### (ハ) 内部空間のガス濃度（ガス濃度測定実績を含む）

- ・ 浮き蓋着底状態でのベーパー・空気の放出方法は、内部空間放出方法が多い。



- ・ 約 2 割のタンクが不活性ガスシールしている。
- ・ タンク内部のガス濃度測定を実施しているタンクは、約 3 割のタンクである。

## ② 関連規格の整理・比較

以下の規格について整理・比較が行われ、JIS B 8501 では、内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクの定義が明確ではないこと、各規格ともほぼ API 650 と共通していることが分かった。

- ・ JIS B 8501
- ・ API 650 APPENDIX H
- ・ BS 2654 APPENDIX E
- ・ N. F. P. A

## ③ 保安上の問題点と安全対策

内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクの保安上の問題点は、「タンクの火災・爆発」と「油の外部流出」と考えられ、その発生要因と防止対策から内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所については次のような構造等とすることが、保安上望ましいとされた。

- ・ 内部浮き蓋は、十分な強度、浮力、気密性を有するものであること。
- ・ 浮き蓋着底時の受け入れの際には、固定屋根と浮き蓋の間の空間の蒸気濃度を低く抑える措置をとること。
- ・ 浮き蓋が一旦浮上したのちは、着底受け入れは行わないようにすること。
- ・ 特別通気口は、気相部の蒸気濃度を低く抑えるのに十分な換気性能をもつものであること。
- ・ 内部空間の蒸気濃度を測定し、かつ内部を容易に点検できるような構造とすること。
- ・ 浮き蓋の沈下という異常事態の発生を速やかに検知警報し、対応する手段を講じておくこと。

## (2) 内部浮き蓋付き固定屋根式タンクの安全対策に関する調査検討

### ア 調査検討内容

平成10年度に危険物保安技術協会に設置された「内部浮き蓋付き固定屋根式タンクの安全対策に関する調査検討」における検討では、以下の内容の検討が行われた。

#### ① 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の設置状況等の実態調査

#### ② 実態調査を踏まえた内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクの特性に見合った望ましい構造についての検討

#### ③ 内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクに必要とされる具体的な技術基準のあり方についての検討

### イ 調査検討概要

#### ① 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の設置状況等の実態調査

- ・ 容量別では、1,000k1以上5,000k1未満のものが最も多い。
- ・ H/D（タンク高さ/タンク直径）は、1.0を超えるものがあるが、1.5を超えるものは1%未満である。
- ・ 貯蔵液で最も多いのは、ガソリンであり、次いでジェット燃料、揮発油の順である。
- ・ 内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクの採用理由は、蒸発ロスの防止、環境対策（大気汚染防止）、貯蔵液の品質保持が多い。
- ・ 内部浮き蓋の材質は、アルミニウム合金製が半数を占め、次いで鋼製ポンツーン型である。

#### ② 実態調査を踏まえた内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクの特性に見合った望ましい構造についての検討

- ・ 特別通気口から空気を取り入れて、固定屋根と浮き蓋との間の空間を換気する。
- ・ HPIS G 107 は、小型タンクによる換気実験も行って特別通気口の設置個数を決めており、特別通気口の標準サイズ等も示していることから、必要な通気量を確保する場合は、HPIS G 107 を参考とすることが望ましい。
- ・ H/Dが大きくなると下部空間が換気されにくいため、H/Dが1.5を超える場合は、不活性ガスでシールすることが妥当と考えられる。

#### ③ 内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクに必要とされる具体的な技術基準のあり方についての検討

##### (7) 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の気相部の可燃性蒸気濃度管理方式

次のいずれかの管理方式が必要とされた。

- ・ 特別通気口によりタンク内を換気する方式
- ・ 不活性ガスでタンク内をシールする方式

(イ) 浮き蓋の材料、構造等

- ・ 内部浮き蓋のデッキ板が「液と接触する型」、「液と接触しない型」との構造上の違いによって、それぞれの型に必要と考えられる内部浮き蓋の材質、最小厚さ、構造等についての案がとりまとめられた。

(ウ) 通気装置（特別通気口）

- ・ 特別通気口の設置個数、標準サイズ、バードスクリーンの必要性等についての案がとりまとめられた。

(エ) 消火設備

- ・ 内部浮き蓋のデッキ板が「液と接触する型」、「液と接触しない型」との構造上の違いによって、それぞれの型に必要と考えられる消火設備の放出方式、設置個数についての案がとりまとめられた。

### 第3章 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所に関する実態調査結果

消防庁危険物保安室により、平成19年現在の国内の内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所に関する実態調査が行われた。その調査結果について以下に示す。

〔実態調査結果：平成19年10月1日～平成19年11月16日〕

○インナーフロートタンクが存在する都道府県数・・・41 都道府県（該当なし・・・山梨県、岐阜県、滋賀県、奈良県、島根県、沖縄県）  
 消防本部数・・・104 消防本部  
 事業所数・・・238 事業所

#### 3.1 個別タンク（インナーフロートタンク）に関する事項

##### (1) 容量別基数

表 3.1-1 容量別基数

	容量	基数	小計	合計
特定タンク	1,000k1 以上 5,000k1 未満	532	743 (8,027)	1,077 (71,757)
	5,000k1 以上 10,000k1 未満	128		
	10,000k1 以上 20,000k1 未満	42		
	20,000k1 以上 30,000k1 未満	38		
	30,000k1 以上 40,000k1 未満	1		
	50,000k1 以上	2		
準特定タンク	500k1 以上 1,000k1 未満	212	212 (3,915)	
準特定タンク未満	500k1 未満	122	122 (59,815)	

【参考】・インナーフロートタンク容量・・・容量15k1～53,765k1まで存在。

・括弧内数量は、平成19年3月31日現在の屋外タンク貯蔵所数である（平成18年度 危険物規制事務統計表 第3表の1より）。

(2) タンク設置許可年代別基数 (図 3.1-1 参照)

表 3.1-2 タンク設置許可年代別基数

	特定タンク		準特定タンク		準特定タンク未満	計
	旧法	新法	旧法	新法		
昭和 20 年代	3		0		0	3
昭和 30 年代	122		28		18	168
昭和 40 年代	351		69		44	464
昭和 50 年代	120		44		8	172
昭和 60 年代	22		16		4	42
平成元年～平成 9 年	89		40		33	162
平成 10 年～平成 19 年	36		15		15	66
計	743		212		122	1,077
旧法／新法別基数	旧法	新法	旧法	新法	—	—
基数	515	228	198	14	—	—
計	743		212		—	—

【参考】旧法特定タンク：昭和 52 年 2 月 15 日において設置許可を受け、又は設置許可申請がされていた特定屋外タンクで政令第 11 条第 1 項第 3 号の 2 及び第 4 号に定める技術上の基準に適合しないものをいう。

旧法準特定タンク：平成 11 年 4 月 1 日において設置許可を受け、又は設置許可申請がされていた準特定屋外タンクで政令第 11 条第 1 項第 3 号の 3 及び第 4 号に定める技術上の基準に適合しないものをいう。

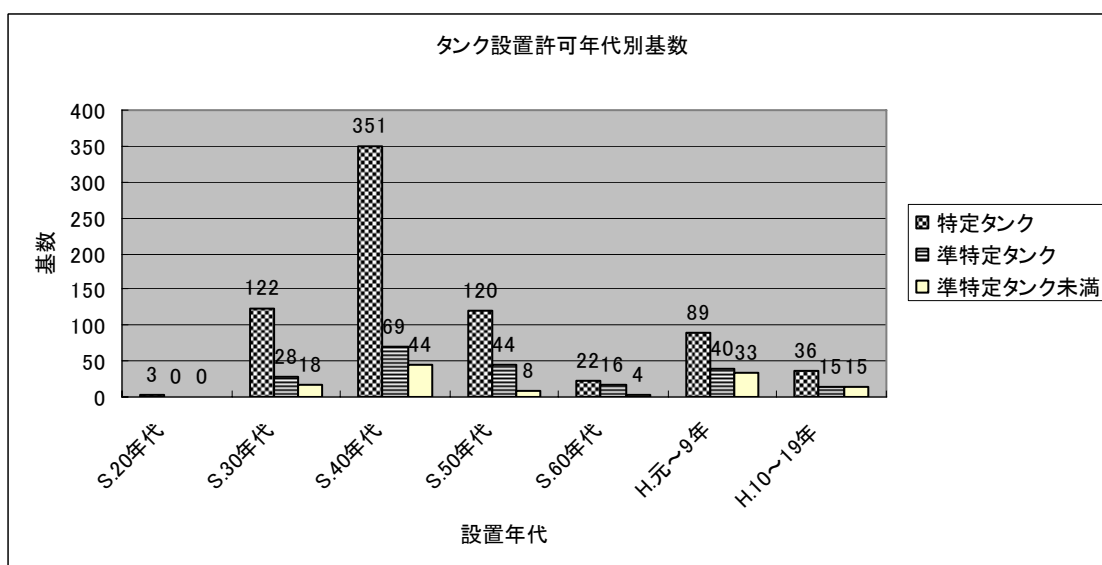


図 3.1-1 タンク設置許可年代別基数

(3-1) 内部浮き蓋設置年代別基数 (図 3.1-2 参照)

表 3.1-3 内部浮き蓋設置年代別基数

	特定タンク	準特定タンク	準特定タンク未満	計
昭和 30 年代	5	2	0	7
昭和 40 年代	144	24	17	185
昭和 50 年代	182	59	24	265
昭和 60 年代	63	17	4	84
平成元年～平成 9 年	197	60	48	305
平成 10 年～平成 19 年	152	50	29	231
計	743	212	122	1,077

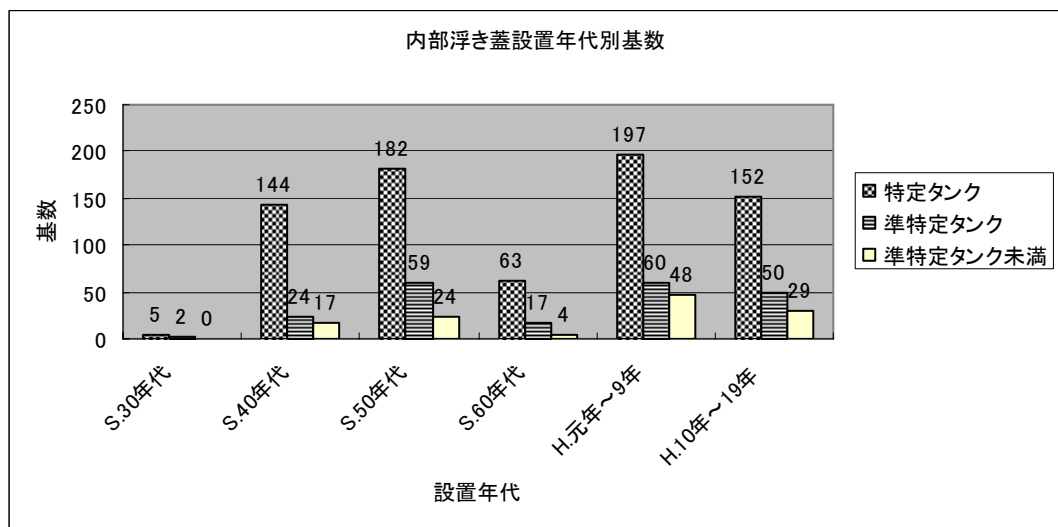


図 3.1-2 内部浮き蓋設置年代別基数

(3-2) 内部浮き蓋設置時期（タンク設置当初から／途中改造別）（図 3.1-3、図 3.1-4 参照）

表 3.1-4 内部浮き蓋設置時期（タンク設置当初から／途中改造別）

	内部浮き蓋 の設置時期	特定タンク	準特定タンク	準特定タンク 未満	計
タンク設置当初から		362	120	68	550
途中改造		381	92	54	527
計		743	212	122	1,077
タンク設置当初から	昭和 30 年代	5	2	0	7
	昭和 40 年代	128	17	15	160
	昭和 50 年代	95	34	4	133
	昭和 60 年代	17	15	4	36
	平成元年～ 平成 9 年	81	38	32	151
	平成 10 年～ 平成 19 年	36	14	13	63
計		362	120	68	550
途中改造	昭和 40 年代	16	7	2	25
	昭和 50 年代	87	25	20	132
	昭和 60 年代	46	2	0	48
	平成元年～ 平成 9 年	116	22	16	154
	平成 10 年～ 平成 19 年	116	36	16	168
計		381	92	54	527

【参考】国内に現存するインナーフロートタンクで最も古いものは、昭和 37 年 3 月に建設されている。

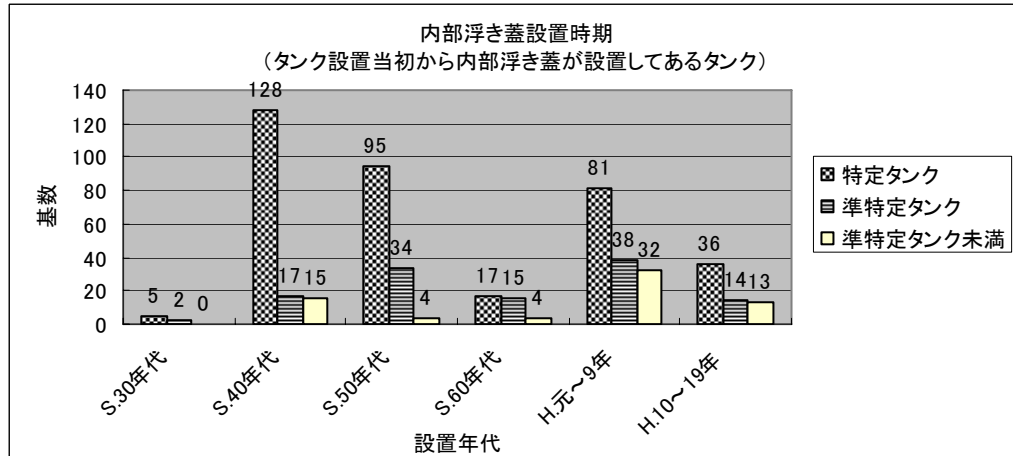


図 3.1-3 内部浮き蓋設置時期 (タンク設置当初から内部浮き蓋が設置してあるタンク)

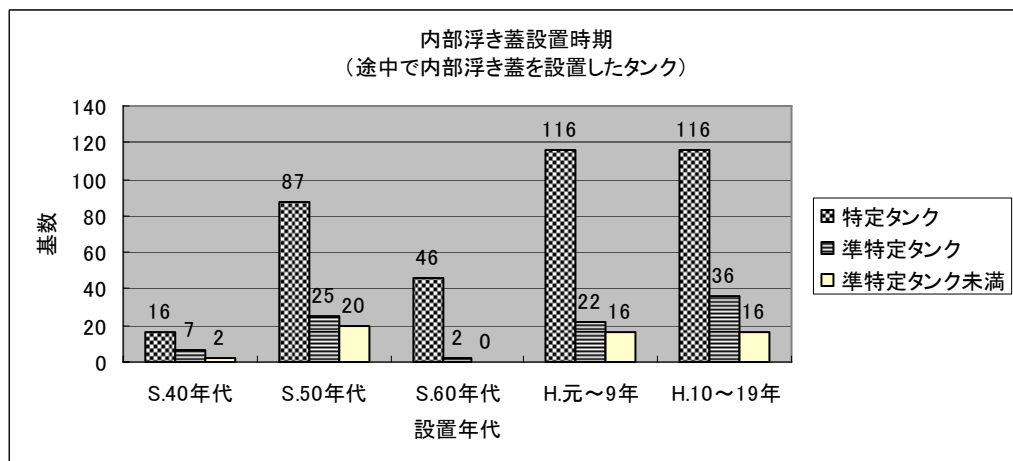


図 3.1-4 内部浮き蓋設置時期 (途中で内部浮き蓋を設置したタンク)

(4) 固定屋根形式別基数

表 3.1-5 固定屋根形式別基数

固定屋根形式	特定タンク	準特定タンク	準特定タンク未滿	計
コーンルーフ	432	162	101	695
ドームルーフ	311	50	21	382
計	743	212	122	1,077

【参考】固定屋根にアルミドームを有するインナーフロートタンクは、調査時点においては存在しなかった。



(5) 固定屋根支柱本数別基数（固定屋根形式が「コーンルーフ」の場合）

表 3.1-6 固定屋根支柱本数別基数（固定屋根形式が「コーンルーフ」の場合）

固定屋根 支柱本数	支柱配列	特定タンク	準特定タンク	準特定タンク 未満	計
なし		145	84	63	292
中心に1本		195	77	38	310
複数	中心1本+1列	56	1	0	57
	中心1本+2列	32	0	0	32
	中心1本+3列	3	0	0	3
	中心1本+4列*	1	0	0	1
計		432	162	101	695

※最多支柱本数・・・51本(中心1本+5本+10本+15本+20本)、直径=67.8m、容量=50,122kl。

(6-1) 内部浮き蓋形状別基数（特定タンク）

表 3.1-7 内部浮き蓋形状別基数（特定タンク）

内部浮き蓋形状 <sup>(注)</sup>	国内製	海外製	不明	計
パンルーフ型	17	0	0	17
バルクヘッド型	66	0	0	66
ポンツーン型	251	0	0	251
ダブルデッキ型	22	0	0	22
簡易フロート型（タイプ1）	136	235	1	372
簡易フロート型（タイプ2）	7	6	0	13
ハニカム型	0	2	0	2
不明	0	0	0	0
計	499	243	1	743

（注）内部浮き蓋形状については、参考資料参照。

(6-2) 内部浮き蓋形状別基数（準特定タンク）

表 3.1-8 内部浮き蓋形状別基数（準特定タンク）

内部浮き蓋形状	国内製	海外製	計
パンルーフ型	3	0	3
バルクヘッド型	5	0	5
ポンツーン型	46	0	46
ダブルデッキ型	5	0	5
簡易フロート型（タイプ1）	39	103	142
簡易フロート型（タイプ2）	8	0	8
ハニカム型	0	0	0
不明	—	—	3
計	106	103	212

(6-3) 内部浮き蓋形状別基数（準特定タンク未満）

表 3.1-9 内部浮き蓋形状別基数（準特定タンク未満）

内部浮き蓋形状	国内製	海外製	計
パンルーフ型	4	0	4
バルクヘッド型	10	0	10
ポンツーン型	36	0	36
ダブルデッキ型	8	0	8
簡易フロート型（タイプ1）	21	40	61
簡易フロート型（タイプ2）	0	0	0
ハニカム型	0	2	2
不明	—	—	1
計	79	42	122

## (7-1) 内部浮き蓋材質別基数 (特定タンク 計 743 基)

表 3.1-10 内部浮き蓋材質別基数 (特定タンク)

内部浮き蓋形状	デッキ板部				浮き部				タンク 基数
	鋼製	アルミニウム 製	ステンス 製	その 他	鋼製	アルミニウム 製	ステンス 製	その 他	
パンルーフ型	17	0	0	0	17	0	0	0	17
バルクヘッド型	66	0	0	0	66	0	0	0	66
ポンツーン型	251	0	0	0	248	0	3	0	251
ダブルデッキ型	22	0	0	0	22	0	0	0	22
簡易フロート型 (タイプ1)	0	351	17	4	1	348	19	4	372
簡易フロート型 (タイプ2)	0	10	3	0	0	10	3	0	13
ハニカム型	0	2	0	0	—	—	—	—	2

## (7-2) 内部浮き蓋材質別基数 (準特定タンク 計 212 基)

表 3.1-11 内部浮き蓋材質別基数 (準特定タンク)

内部浮き蓋形状	デッキ板部				浮き部				タンク 基数
	鋼製	アルミニウム 製	ステンス 製	その 他	鋼製	アルミニウム 製	ステンス 製	その 他	
パンルーフ型	3	0	0	0	3	0	0	0	3
バルクヘッド型	5	0	0	0	5	0	0	0	5
ポンツーン型	44	0	2	0	44	0	2	0	46
ダブルデッキ型	5	0	0	0	3	0	0	2	5
簡易フロート型 (タイプ1)	0	127	15	0	0	129	13	0	142
簡易フロート型 (タイプ2)	0	6	2	0	0	6	2	0	8
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	3

(7-3) 内部浮き蓋材質別基数 (準特定タンク未満 計 122 基)

表 3.1-12 内部浮き蓋材質別基数 (準特定タンク未満)

内部浮き蓋形状	デッキ板部				浮き部				タンク 基数
	鋼製	アルミニウム 製	ステン ス 製	その 他	鋼製	アルミニウム 製	ステン ス 製	その 他	
パンルーフ型	4	0	0	0	4	0	0	0	4
バルクヘッド型	10	0	0	0	10	0	0	0	10
ポンツーン型	30	0	6	0	29	0	6	0	36
ダブルデッキ型	8	0	0	0	8	0	0	0	8
簡易フロート型 (タイプ1)	0	60	1	0	1	59	1	0	61
簡易フロート型 (タイプ2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ハニカム型	0	2	0	0	—	—	—	—	2
不明	—	—	—	—	—	—	—	—	1

(8) 内部浮き蓋が簡易フロート(タイプ1)の場合、フロート1本当たりの長さ別基数

表 3.1-13 内部浮き蓋が簡易フロート(タイプ1)の場合、フロート1本当たりの長さ別基数

フロート長さ	特定タンク	準特定タンク	準特定タンク未満	計
1m以下	3	3	0	6
2m～3m未満	2	2	4	8
3m～4m未満	12	18	17	47
4m～5m未満	77	62	13	152
5m～6m未満	108	24	19	151
6m～7m未満	68	16	2	86
7m～8m未満	46	1	2	49
8m～9m未満	20	7	1	28
9m～10m未満	4	0	0	4
10m以上	2	0	0	2
不明	30	9	3	42
計	372	142	61	575

【参考】 最長のフロートパイプ (1本あたり) は、10.86m (特定タンク) であった。

## (9) 内部浮き蓋外周シールゴム材質別基数

表 3.1-14 内部浮き蓋外周シールゴム材質別基数

浮き蓋外周シールゴム 材質	特定タンク		準特定タンク		準特定タンク未満		計
	鋼製 浮き蓋※	簡易型 浮き蓋	鋼製 浮き蓋※	簡易型 浮き蓋	鋼製 浮き蓋※	簡易型 浮き蓋	
シリコン系	0	8	0	0	8	0	16
ウレタン系 (発泡系)	158	46	35	12	16	11	278
ウレタン系 (非発泡系)	24	10	2	9	2	2	49
テフロン系	11	91	7	31	14	13	167
NBR系	173	58	18	18	14	8	289
ポリエチレン系	0	52	0	16	0	8	76
その他	13	134	3	67	7	21	245
不明	0	0	0	0	0	1	1

※鋼製浮き蓋：内部浮き蓋形状が「パンルーフ型」、「バルクヘッド型」、「ポンツーン型」、「ダブルヘッド型」のものを指す。

(注) 1基のタンクにシールゴム材質が2種類使用されているタンクもあり、合計数はタンク基数と合致しない。

## (10) 受け入れ配管に設置されたエア抜装置有無別基数

表 3.1-15 受け入れ配管に設置されたエア抜装置有無別基数

	特定タンク	準特定タンク	準特定タンク未満	計
エア抜装置有り	358	118	65	541
エア抜作業 実施している	171	51	37	259
実施していない	187	67	26	280
不明	0	0	2	2
エア抜装置なし	380	93	57	530
不明	5	1	0	6
計	743	212	122	1,077

## (11) 内部浮き蓋の回転防止機構別基数

表 3.1-16 内部浮き蓋の回転防止機構別基数

		特定 タンク	準特定 タンク	準特定 タンク未満	計
支柱タイプのみ		364	65	55	484
ワイヤータイプのみ		251	112	45	408
浮き蓋 タイプ	ポンツーン	1	3	0	4
	簡易フロート型(タイプ1)	236	101	43	380
	簡易フロート型(タイプ2)	12	8	0	20
	ハニカム型	2	0	2	4
その他のみ		8	0	0	8
支柱+ワイヤー併用		111	35	21	167
支柱+ワイヤー+その他併用		2	0	1	3
なし		7	0	0	7
計		743	212	122	1,077

## (12) 特別通気口別基数

表 3.1-17 特別通気口別基数

		特定タンク	準特定タンク	準特定タンク未満	計
ルーフベント		389	123	69	581
シェルベント		190	27	17	234
ルーフベント+シェル ベント併用		32	5	4	41
なし		122	53	32	207
ガス シール	常時	113	46	30	189
	液出し入れ時	0	0	2	2
	シールなし	9	7	0	16
不明		10	4	0	14
計		743	212	122	1,077

(13) デッキ板等の腐食防止用塗装基数

表 3.1-18 デッキ板等の腐食防止用塗装基数

	特定タンク	準特定タンク	準特定タンク未満	計
腐食防止用塗装有り	244	41	20	305
腐食防止用塗装なし	499	171	102	772
計	743	212	122	1,077

(14) 腐食が原因による内部浮き蓋の取替工事または、補修工事の履歴有無

表 3.1-19 腐食が原因による内部浮き蓋の取替工事または、補修工事の履歴有無

	特定タンク	準特定タンク	準特定タンク未満	計
取替・補修工事履歴有り	60	13	4	77
パンルーフ型（鋼製）	0	0	0	0
バルクヘッド型（鋼製）	22	1	0	23
ポンツーン型（鋼製）	6	3	3	12
ダブルヘッド型（鋼製）	1	0	0	1
簡易フロート型(タイプ1) (アルミニウム製)	30	8	0	38
簡易フロート型(タイプ1) (ステンレス製)	1	1	0	2
不明	0	0	1	1
取替・補修工事履歴なし	669	198	118	985
不明	14	1	0	15
計	743	212	122	1,077

(15) ガス検知器の取付基数

表 3.1-20 ガス検知器の取付基数

	特定タンク	準特定タンク	準特定タンク未満	計
浮き蓋直上	42	0	2	44
固定屋根下	8	0	1	9
その他、不明	10	2	0	12
計	60	2	3	65

【参考】 ガス検知器の最多設置個数は、特定タンクにおいて4個であった。

(16) ルーフアース設置有無

表 3.1-21 ルーフアース設置有無

	特定タンク	準特定タンク	準特定タンク未満	計
ルーフアース有り	708	199	116	1,023
ルーフアースなし	35	13	6	54
計	743	212	122	1,077

### 3.2 事業所に関する事項

(1) 内部浮き蓋の内部開放時の点検について（特定屋外タンク）

表 3.2-1 内部浮き蓋の内部開放時の点検について（特定屋外タンク）

特定タンクを所有しているか	所有している		所有して いない	計
事業所数	195		43	238
タンク開放時に内部浮き蓋の 点検を実施しているか	実施している	実施して いない		
事業所数	183	12		
内部浮き蓋の点検方法	目視 のみ	目視＋非 破壊検査		
事業所数	140	43		



(2) 内部浮き蓋の内部開放時の点検について（特定屋外タンク以外の屋外タンク）

表 3.2 -2 内部浮き蓋の内部開放時の点検について（特定屋外タンク以外の屋外タンク）

特定タンク以外のタンクを 所有しているか	所有している		所有して いない	計
事業所数	144		94	238
タンク内部を開放して点検 を行うことと内部規程で定 めているか	定めている	定めて いない		
事業所数	109	35		
タンク開放時に内部浮き蓋 の点検を実施しているか	実施している	実施して いない		
事業所数	107	2		
内部浮き蓋の点検方法	目視 のみ	目視+非 破壊検査		
事業所数	70	37		

(3) 内部浮き蓋の自主的な点検について（図 3.2-1 参照）

表 3.2-3 内部浮き蓋の自主的な点検について

自主的な点検を行っている	188	
点 検 方 法	目視のみ	168
	その他	15
	目視+その他	5
自主的な点検を行っていない	50	
計	238	

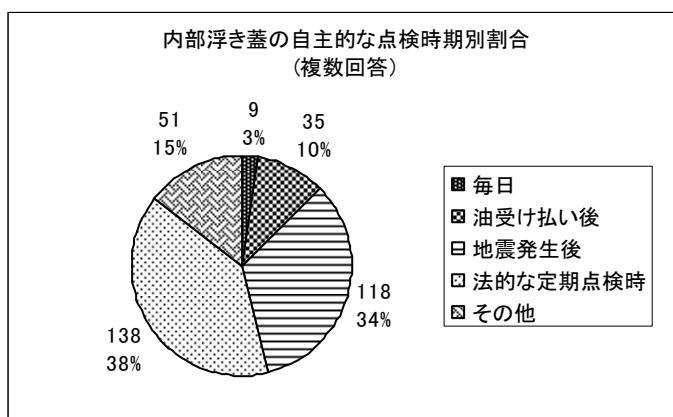


図 3.2-1 内部浮き蓋の自主的な点検について

(4) 内部浮き蓋外周シールの交換の判断に関する内部規程等について（図 3.2-2、図 3.2-3 参照）

表 3.2-4 内部浮き蓋外周シールの交換の判断に関する内部規程等

内部規程等を定めている	124
内部規定等を定めていない	114
計	238

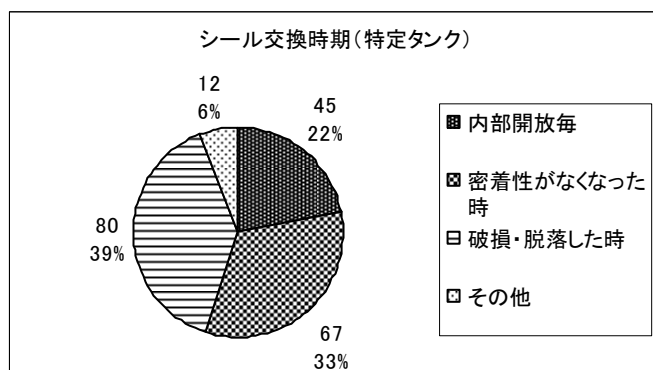


図 3.2-2 内部浮き蓋外周シールの交換の判断に関する内部規定等（特定タンク）

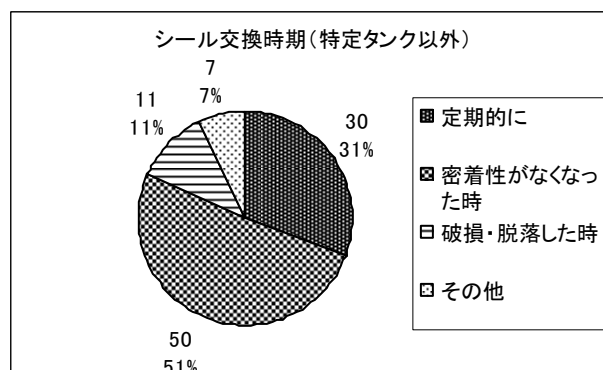


図 3.2-3 内部浮き蓋外周シールの交換の判断に関する内部規定等（特定タンク以外）

(5) 内部浮き蓋付きタンクの採用理由（図 3.2-4 参照）

表 3.2-5 内部浮き蓋付きタンクの採用理由

採用理由	事業所数（複数回答）
環境対策のため	197
製品の品質保持のため	112
蒸発による経済ロス防止のため	196
積雪対策のため	22
都道府県等の条例に定められているため	23
その他	19

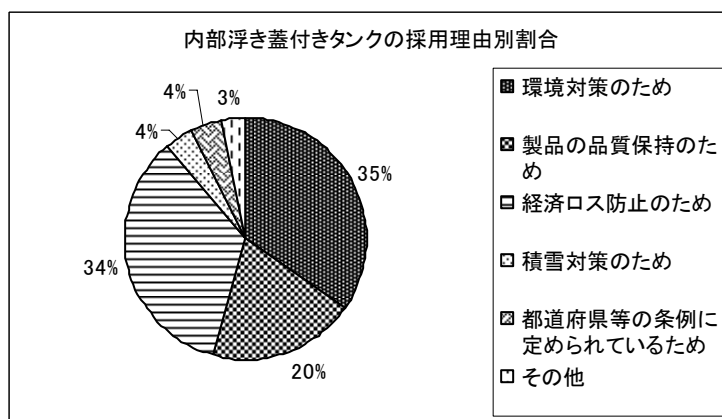


表 3.2-4 内部浮き蓋付きタンクの採用理由

### 3.3 消防本部等に関する事項

- (1) 内部浮き蓋の点検を法令上の定期点検の機会に併せて、実施するよう指導しているか。

表 3.3-1 内部浮き蓋の点検指導状況

	消防本部数
指導している	58
指導していない	46
計	104

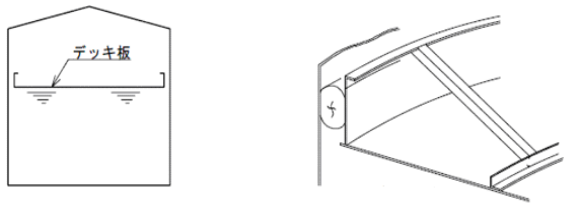
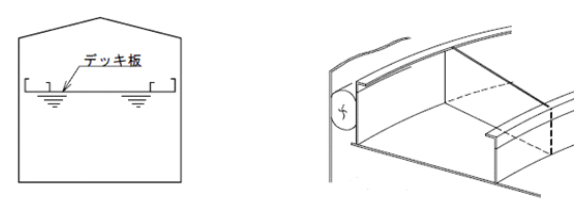
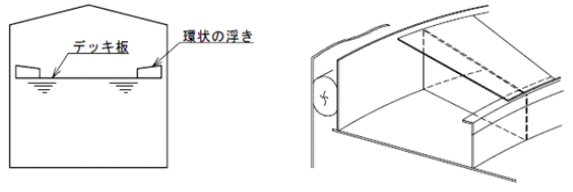
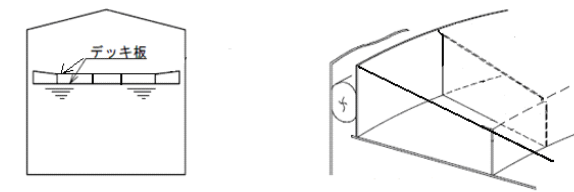
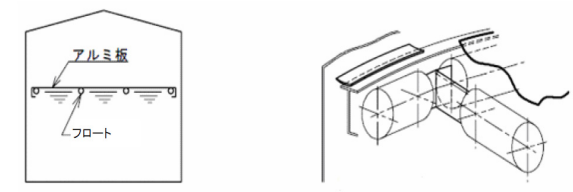
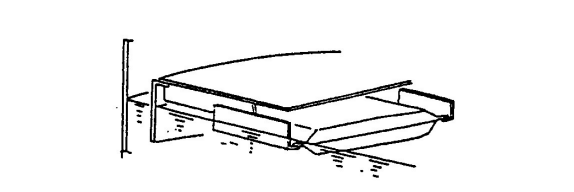
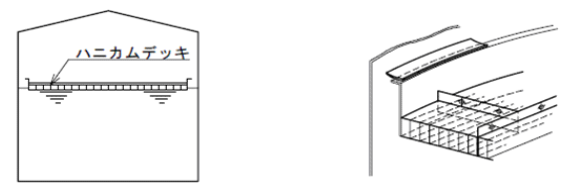
- (2) 管内の事業所で、今後、インナーフロートタンクへの改造計画があるものを把握しているか。

表 3.3-2 インナーフロートタンクへの改造計画の把握状況

	消防本部数
改造計画を把握している	14
改造計画を把握していない (もしくは、改造計画なし)	90
計	104

【参考】現在、各消防本部等で把握しているインナーフロートタンクへの改造計画基数は計 22 基であった。

【内部浮き蓋形状】

<p>①パンプルーフ型： デッキ板とアウターリムからなるもの</p>	<p>②バルクヘッド型： パンプルーフ型にインナーリムと隔壁(バルクヘッド)が設けられているもの</p>
	
<p>③ポンツーン型： デッキ板が1枚板構造で外周に浮き室が設けられているもの</p>	<p>④ダブルデッキ型： デッキ板が2枚板構造のもの</p>
	
<p>⑤簡易フロート型 (タイプ1)： デッキ板が液と直接接触しないもの</p>	<p>⑥簡易フロート型 (タイプ2)： デッキ板が液と直接接触しないもの</p>
	
<p>⑦ハニカム型： デッキ板が蜂の巣状パネルからなる浮き室をもつもの</p>	
	

## 第4章 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所における事故事例

### 4.1 昭和58年日本海中部地震による被害状況

昭和58年に発生した日本海中部地震による内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の事故が報告されている。被害状況は、表4.1-1に示すとおりである。(1983年 日本海中部地震震害調査報告書(土木学会)より)

表4.1-1 内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクのスロッシングによる被害(青森地区)

タンク No.	油種	容量 (kl)	直径 (m)	高さ (m)	地震時液高 (m)	液面揺動1次固有周期 (s)	被害状況
1	軽油	1,000	10.60	12.18	7.31	3.43	内部浮き蓋沈没
2	ガソリン	1,000	10.64	12.18	6.53	3.46	内部浮き蓋沈没
3	ガソリン	2,000	15.5	12.18	10.22	4.13	内部浮き蓋沈没、 シェルベントよりガソリン霧状に噴出

### 4.2 平成15年十勝沖地震による被害状況

平成15年に発生した十勝沖地震により、表4.2-1に示す3消防本部管轄の内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンク52基のうち、表4.2-2に示すように34基のタンクが被害を受けた。一度の地震でこれだけ多くの内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所が被災した事例は過去になく、浮き蓋が沈没する等、被害が甚大であったタンクも見られるため、ここに、その被害状況を整理する。

#### (1) 被災したタンクの基数

各消防本部管内内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンク基数と被害を受けたタンクの基数は表4.2-1と表4.2-2に示すとおりである。

表4.2-1 各消防本部管内内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンク基数(十勝沖地震関係)

消防本部名		鋼製パン ルーフ型	鋼製ポン ツーン型	鋼製ダブル デッキ型	アルミ製 簡易フロ ート型	計
苫小牧市消防 本部	特定タンク	2	27	0	9	38
	準特定タンク	3	5	0	0	8
胆振東部消防 組合消防本部	準特定タンク	0	0	2	0	2
石狩北部地区 消防事務組合 消防本部	特定タンク	0	0	0	4	4
計		5	32	2	13	52

表 4.2-2 被害を受けたタンク基数（十勝沖地震関係）

消防本部名		鋼製パン ルーフ型	鋼製ポン ツーン型	鋼製ダブル デッキ型	アルミ製 簡易フロ ート型	計
苫小牧市消防 本部	特定タンク	1	24	0	6	31
	準特定タンク	0	2	0	0	2
胆振東部消防 組合消防本部	準特定タンク	0	0	0	0	0
石狩北部地区 消防事務組合 消防本部	特定タンク	0	0	0	1	1
計		1	26	0	7	34

（「平成 15 年十勝沖地震危険物施設の被害記録」 平成 16 年 12 月 危険物保安技術協会による）

## (2) 被害の内容

平成 15 年十勝沖地震による主な被害の内容を以下に示す。また、詳細については参考資料 3 を参照のこと。

- 内部浮き蓋沈没
- アルミ製フロートパイプ破損
- アルミ製浮き蓋損傷
- 鋼製ポンツーン変形・開口
- ポンツーン内油浸入
- ゲージポール変形・破損
- シールゴム破損
- 浮き蓋上への滞油

また、被害の状況については図 4.2-1 から図 4.2-8 に示す。



図 4.2-1 アルミフロートパイプ破損



図 4.2-2 アルミ製浮き蓋変形

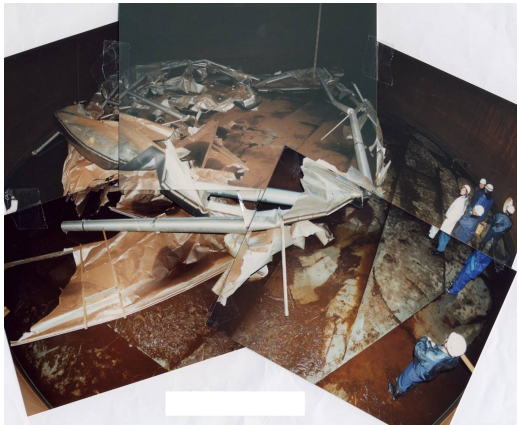


図 4.2-3 内部浮き蓋損傷状況



図 4.2-4 アウターリムプレート損傷状況



図 4.2-5 鋼製ポンツーン変形、開口



図 4.2-6 ポンツーン変形、ポンツーン内油浸入



図 4.2-7 ゲージポール破損



図 4.2-8 シールゴム破損

(3) 十勝沖地震による被害の傾向

十勝沖地震による被害の傾向を整理すると以下のとおりとなる。

ア 鋼製ダブルデッキ型には、被害がみられない。

イ アルミ製簡易フロート型には、フロートパイプの曲り、浮き蓋の損傷が多い（スロッシング高さ1 m弱程度）。

ウ 鋼製ポンツーン型には、ポンツーンの変形・開口（＝ポンツーン内滞油）が多くみられる。

エ 浮き蓋を貫通しているゲージポールの損傷も多くみられる。

4.3 十勝沖地震時以外で発生した内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の事故等の事例とその後の対策

近年、内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所における事故等が頻発しており、同様の事故等の再発を防ぐことが必要であることから、近年発生した事例のうち、消防庁または危険物保安技術協会が把握している内容について、主に事故原因と再発防止対策として措置された事例について以下に取りまとめたものである。

事例 1	内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクの火災	
覚知年月日 ／発生都道府県	平成14年11月23日／神奈川県	
タンクの概要	貯蔵危険物	第四類 第一石油類 ガソリン
	容量	2,000 キロリットル
	タンク直径／高さ	15,000/12,000 （単位：ミリメートル）
	浮き蓋型式	アルミニウム製簡易フロート型
事故概要	タンカーからハイオクガソリン930キロリットルを当該タンク（荷揚げ開始時内容量774キロリットル）に荷揚げ作業中、約10キロリットルを荷揚げした時点で何らかの原因により爆発し火災となったもの。	
		
	炎上中のタンクの状況	





鎮火後のタンクの内部浮き蓋の状況

#### 事故原因

荷役作業開始後、受入配管内に残留していた加圧空気がタンク内に流入し、バブリングや混合気のゲップ現象によって、タンク内の内部浮き蓋が上下動を伴って強く揺動した。

この際、内部浮き蓋外周部のリムプレートに取り付けられているボルト（取付方向が逆でネジ部がタンク側板側に突出している鉄製ボルト）のネジ部がタンク側板と繰り返し接触して生じた火花が、内部浮き蓋上部空間にあった爆発範囲にあるハイオクガソリン蒸気に着火し、出火したものと推定された。

#### 【参考】

事故後に設置された事故原因調査検討会において検討が行われた結果、事故原因として以下の二つのシナリオが考えられた。

#### シナリオ 1

ラフターの落下による衝撃が着火源

##### ①可燃性蒸気の滞留

- ・タンクにガソリンを受け入れる際、ローディングアーム内及び配管内に滞留していた空気が、タンク内のガソリン中を經由して、インナーフロートのシール部（インナーフロートと側板、支柱等のインナーフロート貫通箇所等）から気相部に急激に漏出し、当該漏出した部分を中心に、可燃性蒸気が拡散し、タンク気相部に不均一に可燃性蒸気が滞留した。
- ・シール部は、劣化によってシールが垂れ下がり、側板との間に液面が一部露出していた。

##### ②事故事象が生起した要因

- ・長年の受け入れに伴うインナーフロートの揺動及び側板の変形によって、側板側のラフターピース部の取付ボルトにゆるみが進行していた。
- ・長年の使用中にボルトの腐食が進行し、一部のボルトは欠落していた。
- ・今回の受け入れに伴うインナーフロートの揺動、強い風の影響によって、側板が微小変形し、腐食したボルトが切断されるとともに、側板側のラフターが外れた。
- ・ラフターの支柱側端部を支点とし、ラフターが屋根板を押し上げ、ボルトに引っ張り力が作用すると、ボルトが切断され、ラフターが落下した。
- ・ラフターは、回転しつつ落下し、側板、支柱、ゲージポール又はインナーフロートに衝突し、鉄と鉄又は鉄とアルミニウムの衝撃

が着火源となった。

③着火と火災

- ・タンク内の可燃性蒸気に着火した。
- ・着火に伴い、液面の一部露出した箇所へ又は漏れていた蒸気へ火炎が伝搬し、火災が発生した。
- ・火災によりタンク内空気の温度が高まり、空気が熱膨張した。
- ・膨張した空気はルーフベントから噴出したが、噴出速度より空気の熱膨張速度の方が大きくタンク内圧は速やかに上昇を続け、噴出するガスは急激に速度を増した。
- ・通気管から噴出したガスは、ジェット機のような音を発した。
- ・タンク内の圧力が高まり、屋根と側板との溶接部の一部が放爆し、大きな爆発音を発するとともに火炎と煙が発生した。
- ・屋根の一部が開いたことによって、新たな空気が供給され、火災を維持させた。

**シナリオ 2**

インナーフロートの取付けボルトと側板との衝突が着火源

①可燃性蒸気の滞留

シナリオ 1 の①と同じ。

②事象が生じた要因

- ・タンクの北西部分において、劣化したシール部がまくれ上がっていたか、かなりの劣化で弾力を失っており、インナーフロートの取付けボルトが露出し、側板と直接接触しやすい状況となっていた。
- ・今回の受け入れに伴うインナーフロートの振動、回転等によって、インナーフロートの取付けボルトが側板と衝突した衝撃又は摩擦を生じ、着火源となった。

③着火と火災

- ・界面の一部露出した箇所に着火し、火災が発生した。
- ・火災によりタンク内空気の温度が高まり、空気が熱膨張した。
- ・膨張した空気は、ルーフベントから噴出したが、噴出速度より空気の熱膨張速度の方が大きくタンク内圧は速やかに上昇を続け、噴出するガスは急激に速度を増した。
- ・通気管から噴出したガスは、ジェット機のような音を発した。
- ・タンク内の圧力が高まり、屋根と側板との溶接部の一部が放爆し、大きな爆発音を発するとともに火炎と煙が発生した。
- ・屋根の一部が開いたことによって、新たな空気が供給され、火災を維持させた。

<p>事故後の対策等</p>	<p>1. 荷役作業手順  アルミ製内部浮き蓋は自重が軽く、液面の揺れの影響を受けやすいことから、浮き蓋の揺れを抑えるため、荷役作業について次の事項を徹底した。</p> <p>①受入配管内の残存加圧空気の減少  荷役終了時の残油エアークラッシュ作業の手順を見直し、受入配管内に残存する加圧空気量を減少させる。</p> <p>②タンク内への空気噴出の制御  荷役開始初期の最低圧力（逆止弁作動圧力）による送油時間を、タンク内への空気流入時間を考慮した時間とし、タンク内への空気の急激な噴出を制御する。</p> <p>2. 内部浮き蓋の構造  内部浮き蓋の揺れの制御と側板等との接触による発火防止のため、次の措置を行うこととした。</p> <p>①回転防止装置の強化  回転防止ケーブル1本で内部浮き蓋の揺動を防止する構造のタンクについては、内部開放時に回転防止ケーブルを増設する。</p> <p>②内部浮き蓋屋根リムプレート組み立て  リムプレートの接続やフロート組み付け等のボルトは、ボルトの頭が外側（側板側）になるように組み付け、リムプレートから側板側に鋼製の鋭い突起が出ない構造とする。</p> <p>3. 定期点検  定期点検時には、次の点に留意して点検を行う。</p> <p>①定期点検</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・内部浮き蓋シールの状況（垂れ下がり等）</li> <li>・内部浮き蓋上部の危険物の露出</li> <li>・回転防止ケーブルの状況（撓み、のび）</li> </ul> <p>②内部開放点検等</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・内部浮き蓋着底時のタンク側板との間隔（偏芯）</li> <li>・回転防止ケーブルの状況（撓み、のび）</li> <li>・リムプレートの状況（亀裂、組み付けボルトの突起）</li> <li>・内部浮き蓋シールの状況（劣化、垂れ下がり等）</li> <li>・屋根梁材の固定ボルトの状況（緩み、腐食）</li> </ul> <p><b>【参考】</b>  事故後に設置された事故原因調査検討会において、この種の事故の発生を防止するために有効な方策として取りまとめられた内容。</p> <p>1. 受け入れ初期の可燃性混合気体の生成を防止するための措置</p> <p>①配管の頂部にエア抜きの設備を設置する等、タンク受け入れ前に配管のエア抜きを行い、タンク内に入るエア量を少なくする。</p> <p>②タンク受け入れ時初期の流量を遅くし、かつ、配管長及び配管形状に応じ、流速を早めるまでの時間を長くすること。  のうち、いずれか。</p> <p>2. 着火源等を防止するための措置</p> <p>①タンク開放時にラフターの取付状況を調査し、溶接等による落下防止措置を講ずること。</p> <p>②タンク開放時にインナーフロートについても点検を行い、シールの健全性及び構成部材の健全性について確認すること。</p>
----------------	--

- ③タンク内に窒素等の不燃性ガス封入を行うこと。
- ④シールの交換等の際、シール材料は、貯蔵する危険物に応じた耐久性を有するもの、強度を有するもの等適切なものを選定すること。

3. 上記対策を講じる場合の注意事項

- ①配管のエア抜き措置を行う場合については、可燃性蒸気を放出することとなることから、より危険性の高い作業が発生するので、引火防止対策、可燃性蒸気回収対策等の安全対策を付加すること。
- ②タンク受け入れ時初期の流速をおそくすること等の実施にあたっては、詳細なマニュアルを作成するとともに、実施の徹底を図ること。
- ③不燃性ガスの封入については、タンク本体に影響を及ぼさないよう、適正な圧力管理をすること。

4. 直接の原因とは考えられないが、考慮する必要があるもの

- ①接地等の状況については、十分な維持管理を行うこと。

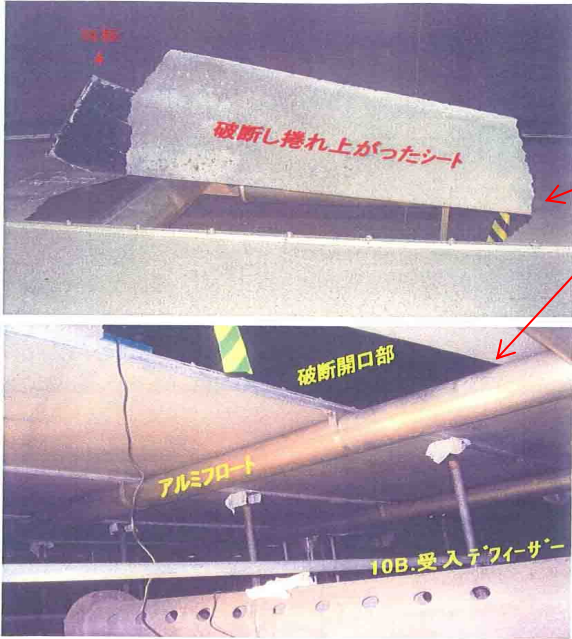
事例 2	内部浮き蓋の沈没	
覚知年月日 ／発生都道府県	平成16年2月14日／北海道	
タンクの概要	貯蔵危険物	第四類 第一石油類 ガソリン
	容量	980 キロリットル
	タンク直径／高さ	10,640/12,180 (単位：ミリメートル)
	浮き蓋型式	鋼製パンルーフ型
事故概要	事務所データロガーの液面計指示が低いので現場点検を実施したところ、内部浮き蓋の沈没を確認したものの。	
事故原因	<p>浮き蓋製作時の溶接不良箇所（溶込み不足）が経年的な外面腐食により腐食貫通し、タンク内部のガソリンが浮き蓋上に漏えいしたことによる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・溶込み不足による残肉厚は、0.4～0.8mm 程度であった。</li> <li>・海岸地帯における炭素鋼の腐食率は地域により異なるが、最も低い地域で 0.18mm/10年 であるが、これとほぼ同程度の速度で腐食が進んでいた(0.67mm/37年)。</li> <li>・部分的に 1mm<sup>d</sup> 以上の孔食が散在（23箇所）、最大 2.6mm 深さであった。</li> <li>・海塩粒子による経年腐食により、溶接不良箇所（溶込み不足）が腐食貫通したものと推定される。</li> </ul>	
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>溶接部の欠陥の状況</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>溶接部の断面マクロ</p> </div> </div>	

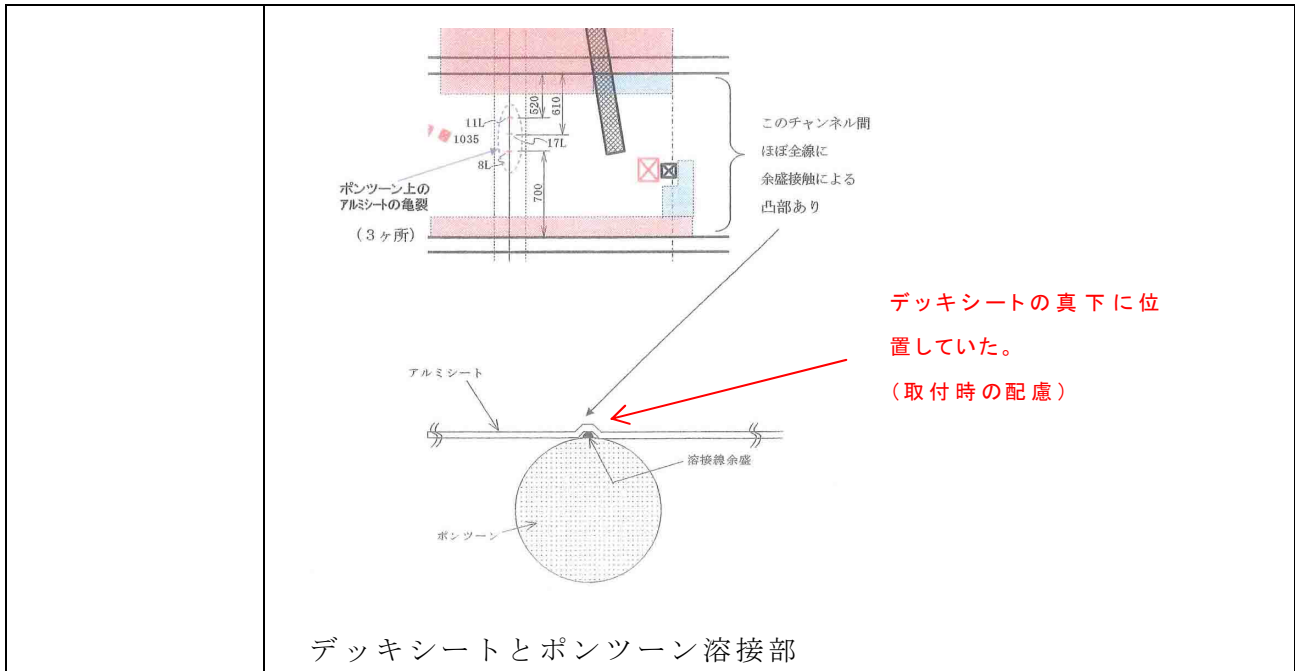
<p>事故後の対策等</p>	<p>○浮き蓋タイプの変更  パンルーフ型からアルミ製簡易フロート型（浮きがパイプ型）に変更。</p> <p>理由</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・パンルーフ型は、ポンツーン（浮室）がないので、浮力性能がポンツーン型と比較して劣る。</li> <li>・アルミ製は浮力性能が高く、パイプ浮室全体の50%以上破損しなければ沈下しない。</li> </ul> <p>○再発防止のために必要と考えられる対策</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・浮き蓋製作時の確実な溶接施工（溶け込み、脚長）。</li> <li>・浮き蓋の点検強化による腐食劣化の早期発見。</li> </ul>
----------------	--

事例 3	内部浮き蓋の沈没	
覚知年月日 ／発生都道府県	平成18年8月8日／北海道	
タンクの概要	貯蔵危険物	第四類 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)
	浮き蓋型式	鋼製バルクヘッド型
事故概要	<p>常圧蒸留装置ナフサ及び水素化分解装置の分解ナフサを受け入れ、ナフサ水素化精製装置へ払い出しを行っていたタンクにおいて内部浮き蓋が沈没したものの。</p> <div data-bbox="472 707 1094 1122" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="552 1137 879 1171">内部浮き蓋の損傷状況</p> <div data-bbox="504 1328 1070 1798" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="683 1843 874 1877">油痕跡分布図</p>	

<p>事故原因</p>	<p>タンクへ送油される分解ナフサのうちライトナフサに含まれるプロパン留分が送油配管内でガス化し、この軽質ガスがタンク内に流入したことによると考えられている。これが浮き蓋直下領域に滞留、その滞留ガスが内容物液体を同伴しながら間欠的に浮き蓋上部に噴出することで、相当量のナフサが浮き蓋の上部に流出、沈下原因になった可能性が高いと推定されている。</p> <p>通常は受入をしていない分解ナフサを受け入れたため、このなかのプロパン留分がガス化したことが浮き蓋沈没の主要因と考えられるが、浮き蓋のウレタンフォームコアが経年劣化により圧縮永久歪みを生じ、追従性能が低下していたことも軽質ガスが噴き出した要因のひとつであるとされている。</p>
<p>事故後の対策等</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○浮き蓋が浮き室を持たない構造であったため、鋼製ポンツーン型式に浮き蓋型式を変更。</li> <li>○ライトナフサを直接下流装置（ナフサ水素化精製装置）へ送油する配管を設置すると共に、バルブ誤操作でライトナフサがタンクに流入することを回避する目的で、ライトナフサの当該タンクへの送油配管を撤去する。</li> <li>○デッキシールは、当該タンクの定期開放時に分解点検を行い、各部品について外観目視検査を実施しているが、再発防止対策として、新たに圧縮永久歪み量等に関する点検基準を設定し、定期開放時ごとに健全性を確認するものとする。</li> <li>○浮き蓋へのナフサの溢流があった場合、早期にその異常現象を発見するために、タンク内の可燃性ガス濃度を検知するガス検知器、および、異常時に警告灯点滅と警報音を発する現場警報設備を新たに設置する。</li> <li>○浮き蓋が沈没した原因とは直接の関係は認められていないが、種々検討した際に判明したデッキポーストの配置不具合を是正することが必要である。</li> </ul>


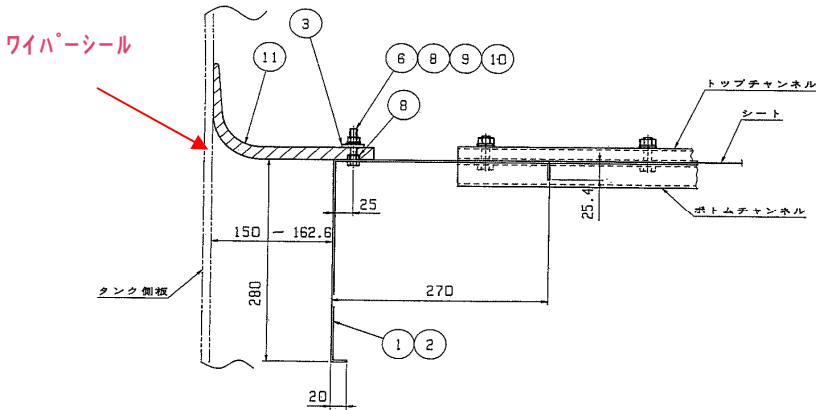


事例 4、5	アルミニウムデッキシートの破断・損傷	
覚知年月日 ／発生都道府県	事例 4 平成 19 年 3 月 8 日／秋田県 事例 5 平成 19 年 3 月 20 日／秋田県	
タンクの概要	貯蔵危険物	第四類 第一石油類 ガソリン
	容量	事例 4 2,000 キロリットル 事例 5 950 キロリットル
	タンク直径／高さ	事例 4 15,400/11,980 (単位：ミリメートル) 事例 5 13,500/7,640 (単位：ミリメートル)
	浮き蓋型式	アルミニウム製簡易フロート型
事故概要	<p>事例 4 タンカーからの油受け入れ終了後に屋根点検口から内部の点検を行ったところ、内部浮き蓋のデッキシートの破断・損傷が確認されたもの。</p> <p>事例 5 定期月次点検時に屋根点検口から内部の点検を行ったところ、内部浮き蓋のデッキシートの破断・損傷が確認されたもの。</p>	
	 <p style="text-align: center;">デッキシート破損状況</p>	
事故原因	<p>タンカーからの油受け入れの際、配管内の空気がタンク内部に流入して噴き上げ、デッキシートを破断・損傷したものと推定される。</p> <p>以前はタンカーから油受け入れの際、配管内の空気がタンク内に混入するのを防止するために、空気抜き作業を行っていたが、ここ数年行っていなかったことが事故につながったと推定される。</p> <p>タンカーからの油受け入れ配管のレイアウトが、空気溜まりのしやすい構造であった。</p> <p>デッキシート全面が呼び板厚(0.46mm)の1/3～2/3まで腐食していた。</p>	




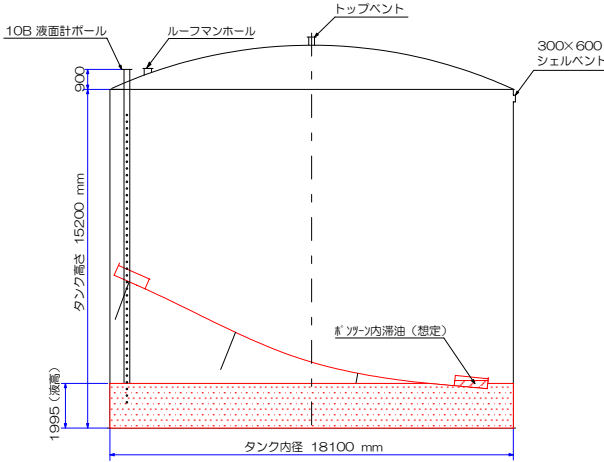
デッキシートとポンツーン溶接部

<p>事故後の対策等</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ インナーフロートアルミデッキ材質の変更(耐食性の高いもの)</li> <li>○ インナーフロートアルミデッキ厚みの変更 (t=0.46mm → t=0.6mm)</li> <li>○ 外周デッキサポートレグを付け直し(タンク側板側→内側) インナーフロートをレグで受ける場合の金属同士の接触防止</li> <li>○ デッキシート上全面防食塗装を実施 (エポキシ樹脂系塗料)</li> <li>○ ワイパシールの材質は従前どおりとするが、ワイパーシールの接続部はテフロンシートで補強する。</li> <li>○ 固定屋根への内部点検窓を増設 (2個→4個～5個) そのうち一個はディフューザーの位置上部に設置する(ディフューザーによる浮き蓋の破損の有無を確認するため。)</li> <li>○ 受入配管高架部への自動エア抜装置取り付け。</li> <li>○ フロートパイプスロッシング対応 (次回のタンク開放時)             <ul style="list-style-type: none"> <li>・想定されるスロッシングにより、フロートパイプが折れない強度を持たせる。</li> </ul> </li> <li>○ タンカー受入都度、受入前・後に点検口からインナーフロートの状況について異常の有無の確認を実施する。</li> <li>○ タンカー受入後のエア抜きを実施する。             <ul style="list-style-type: none"> <li>・タンカー受入後、新たに取り付ける自動エア抜装置からのエア抜きを確実に実施する。</li> <li>・エア抜きの確認に関しては、エアが確実に抜けた状態であることが、誰もが確認できる方法とする。</li> <li>・エア抜き作業は、高所に上がることなく地上での操作及び作業が行える方法とし、作業環境を考慮した運用とする。</li> </ul> </li> <li>○ 受入流速等に関し、連絡書を使って船側・陸側相互が受入管理を徹底する。</li> </ul>
----------------	--

事例 6	内部浮き蓋外周部のゴムシール上への滞油ならびにゴムシール脱落	
覚知年月日 ／発生都道府県	平成19年3月25日／石川県	
タンクの概要	貯蔵危険物	第四類 第一石油類 ガソリン
	容量	9,600 キロリットル
	タンク直径／高さ	29,020/16,440 (単位：ミリメートル)
	浮き蓋型式	アルミニウム製簡易フロート型
事故概要	<p>内部浮き蓋外周部のゴムシール上に滞油が認められたため、在槽油を抜き取ったところ、ゴムシール（ウレタン）が全周にわたって取付部から脱落するとともに、柱貫通部のシールも破損していたもの。</p> <p>浮き蓋の機能としてのフロート（8B、10Bパイプ）、シート及びシート押えチャンネルには損傷は認められなかった。</p>	
事故原因	<p>脱落したゴムシールは、全周にわたり破損していることから、地震発生前より多くの箇所にき裂、ひび割れが発生していたものと推測される。このことから、ゴムシール上の滞油は、ゴムシールの一部が脱落していたこと、もしくはゴムシールの劣化によりゴムシールと側板との密着性が低下していたことにより発生したものと考えられる。なお、ゴムシールの脱落やゴムシール上の滞油が、地震による液面揺動に起因するものとする可能性は否定できないが、液面揺動が実際に発生したかどうかは確認されていない。</p>	
	 <p>ワイパーシールの劣化状況</p>	
	 <p>ワイパーシール取付図</p>	

<p>事故後の対策等</p>	<p>○ゴムシール等の取替</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・事故タンクに使われていたウレタン製ワイパーシールは劣化が激しいため、耐油性が優れているポリエチレン製ワイパーシールへの取替が必要である。</li> <li>・また、浮き蓋貫通部（ウレタン製）にも損傷があるため、テフロン製シール材への取替が必要である。</li> </ul> <p>*タンク内危険物がガソリンであるため、ポリエチレン製のものを使えば耐油性は十分であると考えられるが、浮き蓋貫通部については、摩耗性を考え、テフロン製が推奨されたものと考えられる。</p> <p>また、ポリエチレン製よりもテフロン製の方が耐油性は優れているが、高価である。</p> <p>○再発防止のために必要と考えられる対策</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ゴムシールは、貯蔵危険物に適応したものを使用することが必要である。</li> <li>・平成8年に設置した<u>浮き屋根</u>*のゴムシールが、平成19年に全周にわたって劣化していることから、ゴムシールの耐用年数について明確にする必要がある。また、ゴムシールの劣化状態についても定期的な点検によって把握することが必要である。</li> </ul>
----------------	---

\*浮き蓋を示す（ここでは資料の原文どおりに記載。）。

事例 7	内部浮き蓋の傾斜	
覚知年月日 ／発生都道府県	平成19年8月29日／新潟県	
タンクの概要	貯蔵危険物	第四類 第一石油類 ナフサ
	容量	3,342 キロリットル
	タンク直径／高さ	18,100/15,200 (単位：ミリメートル)
	浮き蓋型式	鋼製バルクヘッド型
事故概要	<p>平成19年7月16日に発生した新潟県中越地震の発生を受けて8月15日にタンク施工会社がタンク内部の点検を行ったところ、内部浮き蓋上の滞油と内部浮き蓋の傾斜を発見したが、問題ないと判断し、継続的に使用されていた。</p> <p>8月24日に再度、メジャーにより内部浮き蓋の高さを測定したところ、大きく傾斜していることが確認された。</p> <p>最終的に内部浮き蓋が大きく傾斜し、ゲージポール、液面系ポールにひっかかっているのが確認された。</p>	
	 <p>内部浮き蓋の状況</p>  <p>内部浮き蓋の状況の推定</p>	

事故原因	調査中
事故後の対策等	<p>検討中</p> <p>事故発見後の対応については以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* 内部浮き蓋の詳細な状況を確認する場合、1箇所しかない屋根マンホールからは詳細な状況を目視で確認できなかったため、シェルベントを開放し、内部浮き蓋の状況を確認することとなった。</li> <li>* 在槽油回収まで、タンク内気相部に炭酸ガス封入を継続した。</li> </ul>

#### 4.4 国内の内部浮き蓋付き屋外タンクの事故事例からのまとめ

国内で発生した内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンクの事故事例からみられる主な傾向を以下にまとめる。

##### (1) 鋼製内部浮き蓋

- ① 内部浮き蓋上への危険物の溢流による内部浮き蓋の傾斜・沈没
- ② 地震時の液面揺動による内部浮き蓋の損傷
- ③ 内部浮き蓋の腐食

##### (2) 簡易フロート型内部浮き蓋

- ① 地震時の液面揺動によるフロートパイプの折損
- ② 通常運転時のデッキシートの破損
- ③ 内部浮き蓋の腐食

##### (3) その他

- ① シールゴムの劣化

内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の事故事例・十勝沖地震時被害事例

1、平成15年十勝沖地震による被害

1) 各消防本部管内内部浮き蓋付き屋外貯蔵タンク基数

消防本部名	鋼製 パンルーフ型	鋼製 ポンツーン型	鋼製 ダブルデッキ型	アルミ製 簡易フロート型	計
苫小牧市消防本部	2	27	0	9	38
胆振東部消防組合消防本部	3	5	0	0	8
石狩北部地区消防事務組合消防本部	0	0	2	0	2
計	5	32	2	13	52

2) 被害を受けたタンク基数（「平成15年十勝沖地震危険物施設の被害記録」平成16年12月 危険物保安技術協会による）

消防本部名	鋼製 パンルーフ型	鋼製 ポンツーン型	鋼製 ダブルデッキ型	アルミ製 簡易フロート型	計
苫小牧市消防本部	1	24	0	6	31
胆振東部消防組合消防本部	0	2	0	0	2
石狩北部地区消防事務組合消防本部	0	0	0	0	0
計	1	26	0	7	34

3) 被害別件数（機能上被害が重大と思われものを網掛け）

	鋼製 パンルーフ型	鋼製 ポンツーン型	アルミ製 簡易フロート型	計
浮き蓋沈没	0	1	0	1
アルミフロートパイプ破損・デッキスキン損傷	0	0	5	5
鋼製ポンツーン変形・開口・ポンツーン内油浸入	0	16	0	16
鋼製デッキ板変形	0	1	0	1
ゲージポール破損・変形	0	8	0	8
シールゴム破損	0	8	0	8
浮き蓋上への滞油	0	25	2	27
内部梯子変形	1	7	0	8
液面計テープ破断	0	0	4	4
ポンツーン MH 蓋外れ	0	2	0	2
計	1	68	11	80

4) タンク別被害概要一覧表（別添-1）



2、 内部浮き蓋付き屋外タンク貯蔵所の事故事例（十勝沖地震時以外）  
事故概要

	年月日	市町村	会社業態	適用基準	直径 高さ	許可容量	油種	浮き蓋種類	事故内容
1	平成 14 年 11 月 23 日	横浜市	油槽所	新基準	15. 2m 12. 165m	2, 000kl	ハイオク ガソリン	アルミ製	・ タンカーより油受入直後、爆 発・炎上
2	平成 16 年 2 月 14 日	稚内市	油槽所		10. 64m 12. 18m	980kl	ガソリン	鋼製 パンルーフ型	・ 浮き蓋沈没(デッキ溶接部に貫 通欠陥)
3	平成 18 年 8 月 8 日	室蘭市	製油所	旧基準	40. 7m 19. 515m	23, 437kl	ナフサ	鋼製 バルクヘッド型	・ 浮き蓋沈没(浮き蓋上への油噴 き上げの繰り返しにより沈没)
4	平成 19 年 3 月 8 日	秋田市	油槽所	新基準	15. 4m 11. 98m	2, 000kl	ガソリン	アルミ製	・ デッキシート破損(タンカーか ら受入直後)
5	平成 19 年 3 月 20 日	秋田市	油槽所	新基準	13. 5m 7. 64m	950kl	ガソリン	アルミ製	・ デッキシート破損(定期月次点 検時発見)
6	平成 19 年 3 月 25 日	金沢市	油槽所	新法	29. 02m 16. 44m	9, 600kl	ガソリン	アルミ製	・ シールゴム脱落(能登半島地震 直後の点検により発見)

## 十勝沖地震時タンク別被害概要一覧表

	市町村	会社業態	適用基準	直径 高さ (地震時液位)	許容量	油種	浮き蓋種別	被害状況
1	苫小牧市	油槽所	新基準	21.3m 16.74m (4.674m)	5,450kl	ガソリン	アルミ製	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ フロートパイプ全数破損</li> <li>・ 外リムプレート破損</li> <li>・ 浮き蓋上への滞油(17kl)</li> </ul>
2	苫小牧市	油槽所	新基準	21.3m 18.255m (8.591m)	6,000kl	ガソリン	鋼製 パンルーフ型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ タンク内部梯子折損</li> </ul>
3	苫小牧市	油槽所	新基準	15.5m 13.25m (7.699m)	2,500kl	ガソリン	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滞油(1.9kl)</li> <li>・ タンク内部梯子変形</li> </ul>
4	苫小牧市		新基準	15.5m (10.031m)	2,000kl	灯油	アルミ製	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋亀裂</li> <li>・ 浮き蓋上への滞油</li> </ul>
5	苫小牧市	油槽所	新法	14.4m 13.96m (7.589m)	2,000kl	ガソリン	アルミ製	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 液面計テーパー破断</li> </ul>
6	苫小牧市	油槽所	新法	14.4m 13.96m (10.884m)	2,000kl	ガソリン	アルミ製	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 液面計テーパー破断</li> </ul>
7	苫小牧市	油槽所	新法	14.4m 13.96m (3.394m)	2,000kl	ガソリン	アルミ製	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋亀裂、変形</li> <li>・ 液面計テーパー破断</li> </ul>
8	苫小牧市	油槽所	新法	19.5m 18.83m (12.082m)	5,000kl	ガソリン	アルミ製	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋亀裂、変形</li> <li>・ 液面計テーパー破断</li> </ul>

9	苫小牧市	製油所	新基準	21.3m 16.455m	4,989kl	ガソリン	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滞油</li> <li>・ シール破損</li> <li>・ ポンツーン変形</li> <li>・ 内部梯子変形</li> </ul>
10	苫小牧市	製油所	旧基準	21.3m 16.455m	5,326kl	ガソリン	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滞油</li> <li>・ ゲージポール破損</li> <li>・ シール破損</li> <li>・ ポンツーン MH 蓋外れ(1室)</li> <li>・ 内部梯子変形</li> </ul>
11	苫小牧市	製油所	旧基準	21.3m 16.455m	5,326kl	ガソリン	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滞油</li> </ul>
12	苫小牧市	製油所	旧基準	27.8m 19.515m	9,990kl	ガソリン	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滞油</li> <li>・ ポンツーン変形</li> </ul>
13	苫小牧市	製油所	旧基準	21.3m 16.455m	5,326kl	ナフサ	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滞油</li> <li>・ ゲージポール部シール破損</li> </ul>
14	苫小牧市	製油所	旧基準	21.3m 16.455m	5,326kl	ナフサ	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滞油</li> <li>・ ポンツーン変形</li> <li>・ ゲージポール変形</li> <li>・ シール変形</li> <li>・ 内部梯子変形</li> </ul>
15	苫小牧市	製油所	旧基準	27.8m 19.515m	9,990kl	ナフサ	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滞油</li> <li>・ 浮き蓋沈下</li> <li>・ ゲージポール部シール破損</li> </ul>
16	苫小牧市	製油所	旧基準	17.41m 13.7m	2,503kl	JET-B	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ゲージポール破損</li> <li>・ 浮き蓋昇降階段破損</li> </ul>
17	苫小牧市	製油所	新基準	17.41m 13.7m	2,573kl	JET-B	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滞油</li> </ul>

18	苫小牧市	製油所	旧基準	27.8m 19.515m	9,990kl	ガソリン	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滯油</li> <li>・ ポンツーン変形、開口</li> </ul>
19	苫小牧市	製油所	新基準	27.8m 19.515m	9,990kl	ガソリン	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滯油</li> <li>・ ポンツーン変形、開口</li> </ul>
20	苫小牧市	製油所	旧基準	27.8m 19.515m	9,990kl	ガソリン	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滯油</li> <li>・ ポンツーン開口</li> <li>・ ポンツーンMH蓋外れ(3室)</li> </ul>
21	苫小牧市	製油所	新基準	27.8m 19.515m	9,990kl	ガソリン	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上湿潤</li> <li>・ ゲージポール変形</li> <li>・ ポンツーン変形</li> <li>・ チューブシール破損</li> </ul>
22	苫小牧市	製油所	新基準	27.8m 19.515m	9,990kl	ガソリン	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滯油</li> </ul>
23	苫小牧市	製油所	新基準	29.6m 16.765m	8,917kl	A重油	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滯油</li> <li>・ デッキ板歪み</li> </ul>
24	苫小牧市	製油所	新基準	27.8m 19.617m	9,9990kl	灯油	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滯油</li> <li>・ ポンツーン内油浸入</li> </ul>
25	苫小牧市	製油所	新基準	27.8m 19.515m	9,990kl	ガソリン	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上滯油痕跡あり</li> <li>・ ゲージポール曲り</li> <li>・ ポンツーン変形</li> </ul>
26	苫小牧市	製油所	旧基準	21.3m 16.455m	5,326kl	ガソリン	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滯油</li> <li>・ ポンツーン変形</li> <li>・ ゲージポール変形</li> <li>・ 内部梯子変形</li> </ul>
27	苫小牧市	製油所	新法	39.0m 22.0m	24,500kl	ガソリン	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滯油</li> <li>・ ポンツーン変形</li> <li>・ チューブシール破損</li> <li>・ ゲージポールガイドローラ脱落</li> </ul>

28	苫小牧市	製油所	旧基準	27.8m 19.617m	9,990kl	灯油	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滞油</li> <li>・ ポンツーン変形</li> <li>・ ポンツーン内油浸入</li> </ul>
29	苫小牧市	製油所	旧基準	17.41m 13.67m	2,543kl	軽油	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滞油</li> </ul>
30	苫小牧市	製油所	新基準	27.8m 19.617m	9,990kl	重油	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滞油</li> <li>・ ポンツーン内油浸入</li> </ul>
31	苫小牧市	製油所	旧基準	27.8m 19.617m	9,990kl	灯油	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滞油</li> <li>・ ポンツーン内油浸入</li> <li>・ ガイドローラー破断</li> </ul>
32	石狩市	油槽所	新法	21.3m 16.5m	5,000kl	ガソリン	アルミ製	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ フロートパイプの曲り(沈没はない)</li> <li>・ デッキスキム破損</li> </ul>
33	苫小牧市	製油所	準特・旧基準	9.9m	922kl	ガソリン	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ポンツーン内油浸入</li> <li>・ ゲージポール変形</li> <li>・ チューブシール破断</li> </ul>
34	苫小牧市	製油所	準特・旧基準	7.76m	922kl	JET A-1	鋼製 ポンツーン型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浮き蓋上への滞油</li> <li>・ ゲージポール変形</li> <li>・ 内部梯子変形</li> </ul>



## 参考資料 3

内部浮きぶた付き屋外タンクの  
異常時における対応マニュアル  
(A社)





## 内部浮き屋根タンクの屋根沈降時の対応(ガイドライン)

### 1. はじめに

2006年のタンク(ナフサ)浮き屋根沈降に鑑み、同様に該当するタンク内の浮き屋根へ、揮発性油種が漏洩した場合等安全確保の方法として、当該事例を参考に可燃性ガス層のシール方法について、ガイドラインとなるように纏めたものである。

本ガイドラインの内容を各製油所の防災活動に関する要領等に反映し、防災戦術の充実に努められたい。

### 2. 浮き屋根上漏洩油とタンク内気層部のシール方法の比較

シール方法の推奨は、窒素を用いて実施する方法が、下記比較内容事項から有効であると考えられる。

液面シール方法の比較(対応状況を基として推定)

タンク容量:23,337KL 外計:40m 高さ:20.9m(底板～外屋根 MH)

タンク内在層油量:14,344KL(11.3m)

項目	泡シール	窒素(N <sub>2</sub> )／炭酸ガス(CO <sub>2</sub> )シール
原理	可燃物を直接覆い、蒸発を防止し空気との接触を遮断して着火燃焼を防止する	可燃性ガス雰囲気中の酸素濃度を限界酸素濃度以下として着火燃焼を防止する
シール材使用量	251m <sup>3</sup> (層高さ20cm)350時間使用泡原液量219KL(タンク径40m 当り)	注入量1000m <sup>3</sup> /h(実績)×350時間350000m <sup>3</sup> (N <sub>2</sub> 概算使用350時間とした)CO <sub>2</sub> は限界酸素濃度は窒素より高濃度で使用量は少ないと考えるが、同量使用と仮定
シール材料費用	7665万円(蛋白系泡タイプで350円/Lの場合)	1050万円(N <sub>2</sub> /30円/m <sup>3</sup> と仮定) 350万円(CO <sub>2</sub> /10円/m <sup>3</sup> と仮定*1)
シール上の留意点(管理)	泡の種別により消泡性が違い、消泡によるシール切れを確認する手段が必要(目視およびガス層の可燃性ガス濃度の状況)	タンク外へのシールガス漏れを防ぐ措置が必要(後述)。タンク内の可燃性ガス濃度と酸素濃度の管理が必要
タンク外部への影響	特に無い	窒素(或いはCO <sub>2</sub> )＋可燃性ガスの漏洩があり臭気対策が必要
危険性(安全性)	被覆泡がドレン化する際に静電気が蓄積し内面側板に接触放電着火の可能性あり	燃焼範囲以下の酸素濃度および可燃性ガス濃度分布にすることで、着火の可能性は低い
総合評価	静電気着火等のリスク管理と経済性で窒素に劣る	安全性・経済性およびシール状況管理面の点から推奨できる

\*1炭酸ガスは蒸発器付T/Lは既存しないため、プロセスから送気したものと仮定

### 3. 窒素によるシール方法選択の根拠

前項の表中に記載した可燃性ガス雰囲気中の酸素濃度を限界酸素濃度以下として着火燃焼を防止する。以下に、根拠となる文献値と内容を記載する。

下記(2)の管理値および実績値等を勘案すると、下記(2)ウの5%以下を推奨する。

#### (1)【限界酸素濃度】

気体燃焼の場合、酸素がある濃度以上なければ燃焼が起こらない、この濃度を限界酸素濃度とよぶ。窒素シールでの限界酸素濃度を以下に記載するが、通常の炭化水素の場合限界酸素濃度は12%前後である。(炭酸ガスの場合14%前後)

#### (2)【限界酸素濃度等に対する管理値】

下記表のように限界酸素濃度は窒素では、12%前後(水素・一酸化炭素を除く)であるが、以下のような安全率をみた指標があるので、記載する。

NFPA69 引用(NFPA: National Fire Protection Association)

Standard on Explosion Prevention System 2002 Edition(参照)

ア. 酸素濃度連続モニターケースでは、限界酸素濃度の2%低い値。

イ. 不連続モニターでは、限界酸素濃度の60%。(実績は、7.2%以下)

ウ. 厳しい管理が要求されるケースでは、5%以下。

また、可燃性ガス濃度も測定したが、窒素による置換効果で燃焼が起こらない雰囲気(爆発下限以下)とすることで、シールの正当性を立証した。(下記4. 項参照)

#### 【可燃性ガスの爆発下限と不活性ガス注入による限界酸素濃度】

可燃性ガス	爆発下限界 (vol%)	限界酸素濃度 (窒素)*1	限界酸素濃度 (炭酸ガス)*1
水素	4.0	5.0	5.9
一酸化炭素	12.5	5.6	5.9
メタン	5.0	12.1	14.6
エタン	3.0	11.0	13.4
プロパン	2.1	11.4	14.3
ブタンおよび高級炭化水素	1.6	12.1	14.5
エチレン	2.7	10.0	11.7
プロピレン	2.0	11.5	14.1
シクロプロパン	2.1	11.7	13.9
ブタジエン	2.0	10.4	13.9
ベンゼン	1.3	11.2	13.9

\*1:シールガス vol%

【文献:火災便覧(共立出版(株)) 第9編 消火および消火薬剤(P974)引用】

上記のように、限界酸素濃度は12%程度であるが、実際は目標を10%以下とし、実績は4~6%をキープできた。また、可燃性ガス濃度も、燃焼下限濃度領域に近い1%程度(液面上1m)となった(可燃性ガス検知器であるので参考値)



## (2) 窒素シールの概要(炭酸ガスシールについては、別途設備対応が必要)

ア. 窒素は継続的に送気出来る対応をとり、送気用の治具(窒素ホース・ヘッダー・圧力計・流量計等)を適切に使用し(タンク圧力の管理と窒素流量、放出ガスの状況等考慮の上)限界酸素濃度以下に、早期に出来るような窒素張込み方法を検討。(タンク内のTOPベントとシェルベント等のベントをシールする為、タンク許容圧力管理が必要)

・例: 窒素ホース3/4Bサイズ 8本(300m<sup>3</sup>/H)から開始し、最終的には15本(約1300m<sup>3</sup>/H)で実施、酸素濃度4%まで低下させるのに約15時間掛かった。

\* 窒素ホース関連設備の設置状況

窒素供給設備から2B仮設配管1本敷設、窒素ヘッダー6Bに接続。

窒素ヘッダーから3/4Bホースにてタンクまで5本延長

(ヘッダーの圧力は0.2MPaにて管理)

窒素供給設備ラインD/C及びV/Cから直接3/4B10本を、直接タンクへ延長(直接延長したものは機器元でバルブにて調整)

\* 当初、可燃性ガスの限界酸素濃度(12%)10%以下もしくは爆発下限(1.4%)以下としていたが、在層油抜出時点では両方をクリア出来た。また、産業安全技術協会に依頼したナフサ蒸気の爆発範囲は1.6~8.3%であった。

イ. タンク内の窒素ホースは出来る限り液面近くまで下げるほうが良いが、静電気帯電着火の注意が必要。

ウ. タンク内在槽油の抜出時の注意

抜出時には、ポンプ流量と液面低下に伴う、空気進入が考えられるので、限界酸素濃度の上昇に注意した払出し量を考慮する必要がある。

## 5. 泡シールの概要(参考)

### 5.1 泡シール原液等の確保

#### (1) 泡シールの方法

固定泡消火設備の使用、大型化学消防車・高所放水車の使用、大容量泡放射砲(1-S)の使用が考えられるが、できるだけ早いタイミングで泡シールを行うことが肝要で、防災要員の配備状況、気象条件、資機材の準備状況を考慮して判断する。

#### (2) 部署位置に関する注意事項

屋根上に油が露出している状況で泡シールを行う場合、着火による全面火災を想定し、風向、燃焼による輻射熱を考慮し、人員および車両等の資機材は安全な位置に部署して作業を行う。

#### (3) 泡原液の確保

ア. 液面の全面を覆うために必要な泡量の算出は後述の資料を参考にして計算する。

イ. タンク内部の油の全量抜出し完了まで泡シールを継続することが必要であり、油の抜出しに要する時間と、泡の消失による補給を考慮し、必要な泡原液を確保する。

ウ. 泡原液は種類によって消泡作用があるため、異種泡原液の使用には、この点を注意して使用するとともに、泡原液の所外からの確保の場合も、泡原液の種類を確認して手配する等の注意が必要である。

#### 5. 2泡薬剤の必要量への影響

- (1) 泡の消泡性は泡の種類によって大きく異なる。蛋白系は水成膜系に比べて消泡速度が大であるため、必要泡原液量も増大する。
- (2) 油温が高い場合や、放射時の油との接触混合が大の場合は、消泡速度は大となる。
- (3) 風速が大きい場合は泡層が移動しやすく油面が露出しやすいため、泡シール量が増大する。
- (4) 泡シールの厚さは、風の影響を考慮して露出しない厚さにする。
- (5) 2000年6月、ルイジアナ州オリオン社のガソリンタンク火災では、消火後65時間に亘って泡シールを行い(油拔出しの間)、断続的に24回の泡放射を行い、消火に要した泡消火薬剤量以上の141KLを使用した。

#### 5. 3シール用泡薬剤量予想計算例

##### (1)前提

- ・タンク直径 80m、5024m<sup>2</sup>
- ・発泡倍率 6.0
- ・泡層高さ 20cm
- ・泡補充 2時間毎
- ・泡原液 3%タイプ
- ・油拔出しまでの時間は、48時間とする。ただし、消火後のシールは油温の影響や作業性の悪さ等を考慮する必要あり。

##### (2)必要泡原液量

必要泡原液量は次のとおり。

ア. シール継続時間 48 時間の場合

$$5024\text{m}^2 \times 0.2\text{m} / 6 \times 0.03 \times 48 \text{ 時間} / 2 = 121\text{KL}$$

イ. 消火後のシールについては 72 時間を想定すると 181KL となる。

##### (3)タンク直径別計算例

タンク直径	m	40	50	60	70	80	90	100
面積	m <sup>2</sup>	1256	1963	2826	3847	5024	6359	7850
20cm 高さ泡量	m <sup>3</sup>	251	393	565	769	1005	1272	1570
泡水溶液	KL	42	65	94	128	167	212	262
泡原液1回分	KL	1.3	2.0	2.8	3.8	5.0	6.4	7.9
48 時間使用泡原液	KL	30	47	68	92	121	153	188
48 時間使用水量	KL	1005	1570	2261	3077	4019	5087	6280
72 時間使用泡原液	KL	45	71	102	138	181	229	283
同使用水量	KL	1507	2355	3391	4616	6029	7630	9420

#### 5. 4泡シール作業における注意事項

- (1) 低沸点油の場合は油面の全面をできるだけ早く泡シールする必要がある。
- (2) 泡シールは風や自然消泡による泡シール切れ(シールが切れると、静電気による着火の危険性が有る)が起こらないようにシール面を監視するとともに、泡補給を行う。(カバードルーフタンクの場合、タンクガス層内部が暗く、監視が困難であることから、窒素シールの方が有利である)
- (3) 泡シールは油の抽出しが完了するまで継続する。
- (4) 全面火災が発生した場合を想定した体制を準備する。
- (5) タンク周辺の可燃性ガス濃度を測定し、危険範囲の特定、車両、人の接近、電機機器等の着火源を規制する。
- (6) 内容物の抽出し(移送)を行う場合は、浮屋根の沈下等の金属接触による火花の発生を考慮し、抽出しの適否を決める。
- (7) 泡薬剤は消泡による補給に備え、十分な量を確保する。
- (8) 消泡性は泡薬剤の種類に大きく依存する。一般に蛋白系は水成膜系に比べて消泡が早く、泡高さが減じていくため、短時間での泡補充が必要となる。

#### 5. 5静電気の発生

- (1) 被覆泡がドレン化していくときに発生する電荷を十分保持できるだけの深さを持った低伝導度の燃料油に泡放射したときや、孤立した被覆泡があるときに静電気が発生する。
- (2) 精製された低伝導度の油中(ナフサ、ガソリン、灯油等と同種の燃料油)に被覆泡がドレン化した水滴が沈下していくときに電荷が分離し静電気が蓄積していく。これらが内面側板に接触していない孤立した被覆泡に蓄電し、内面側板との間で放電し、着火原因となる。
- (3) タンクに水や泡をノズルから放射した場合に、ノズルと噴射流体との摩擦等によって生じる噴出帯電により、ミストに帯電し、着火現になる。
- (4) 流体をホース等で高速で流す場合に生じる流動帯電で、ホースノズルに蓄積して放電する。この場合、静電気対策ホースや、ノズルにアースを考慮する。
- (5) 水成膜泡は膜形成からフッ化蛋白泡より静電気を逃がしやすいと考えられている。

以上

## 参考資料 4

内部浮きぶた付き屋外タンクの  
異常時における対応マニュアル  
(B社)





# 資料-1

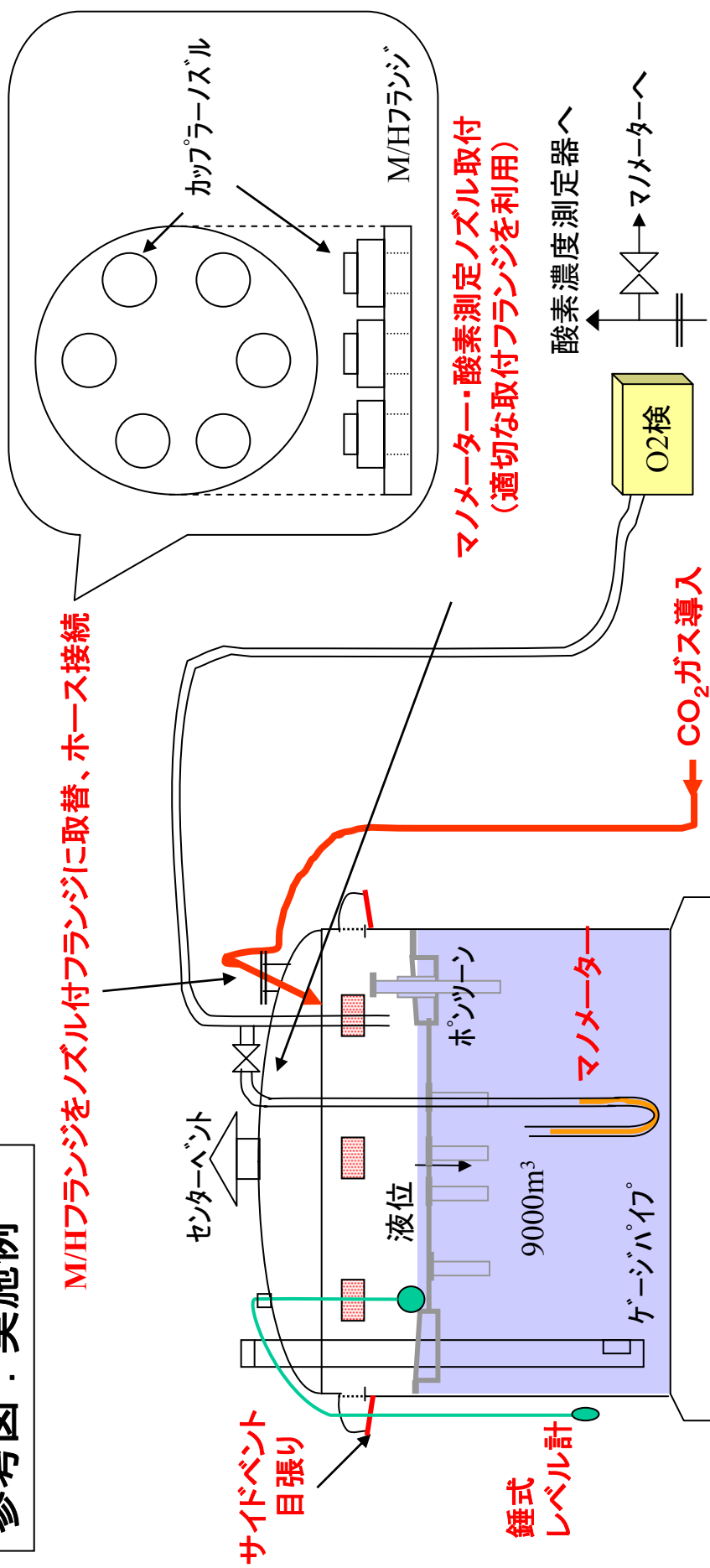
## CFRT内部浮き蓋異常時の対応基本フローと作業上の配慮事項(例)

赤字; 火災爆発・破損防止

青字; 人身災害防止

作業手順	予想される危険要因	安全対策
<b>1.タンク上部作業場所のガス検</b> ↓ (CO2導入迄の作業中は常時)	測定者墜落・落下	安全帯使用
<b>2.CO2導入ノズル取付</b> ↓ <ol style="list-style-type: none"> <li>① タンク気相部ガス濃度測定</li> <li>② 導入ホース取付マンホール取外</li> <li>③ ノズル付きマンホールに取替</li> <li>④ CO2導入用消防ホース接続 併行してCO2ローリー、蒸発器設置</li> </ol>	人体からの静電気 取替時に金属火花	作業前に接地金属部にて除電 安全工器具使用、工具落下紐取付け ガス検(LEL20%以下)確認 (20%以上の場合、窒素パージにて排除)
<b>3.マノメーター、酸素測定ノズル取付</b> ↓ <ol style="list-style-type: none"> <li>① 取付部エンドフランジ取外</li> <li>② 内圧測定用マノメーター取付</li> </ol>		
<b>4.サイドベント目張り</b> ↓ <ol style="list-style-type: none"> <li>① タンク上部よりベニヤ板取付 (不可の場合、吊り足場設置)</li> </ol>	ベニヤ板等の落下 目張り材の静電気	作業下部周辺の立入禁止 目張り材の帯電性確認と処置
<b>5.CO2導入</b> ↓ <ol style="list-style-type: none"> <li>① マノメーター元弁“開”</li> <li>② 消防ホースクリップ開放</li> </ol>	ホース洩れにより酸欠 ガスがホースを逆流 CO2導入時の静電気	ホースの健全性確認 ホースクリップ止めを行いガス逆流防止 ホース内をブローし、小石など事前排除
<b>6.タンク気相部酸素濃度測定</b> ↓	測定者酸欠	エアラインマスク着用
<b>7.錘式レベル計仮設</b> ↓	錘～ルーフ間で火花	CO2シール状態維持
<b>8.ガソリン抜出し</b> ↓	気相部爆発混合気形成	酸素濃度測定 移送量見合いのCO2導入
<b>9.着底</b> ↓	タンク減圧・圧壊	マノメータで内圧監視

## 参考図：実施例



### オイル移送時の管理ポイント

- ①マンホール開放時、可燃性ガス濃度(LEL20%以下)確認
- ②CO<sub>2</sub>ガス初期導入量:フローティングルーフ上容積等量(供給可能量より算定し設定)
- ③フローティングルーフ上空間部の酸素濃度管理:8%以下
- ④酸素吸引防止:油抜き出し流量≪CO<sub>2</sub>ガス導入流量(1時間当たりの減量速度より流量確認)
- ⑤タンク減圧・圧壊防止:マンメーターによりタンク内圧を監視し、内圧低下時は抜き出し流量制限
- ⑥フローティングルーフ作動監視:ゲージパイプ付近のルーフレベルが液レベルが液レベルに追従していること

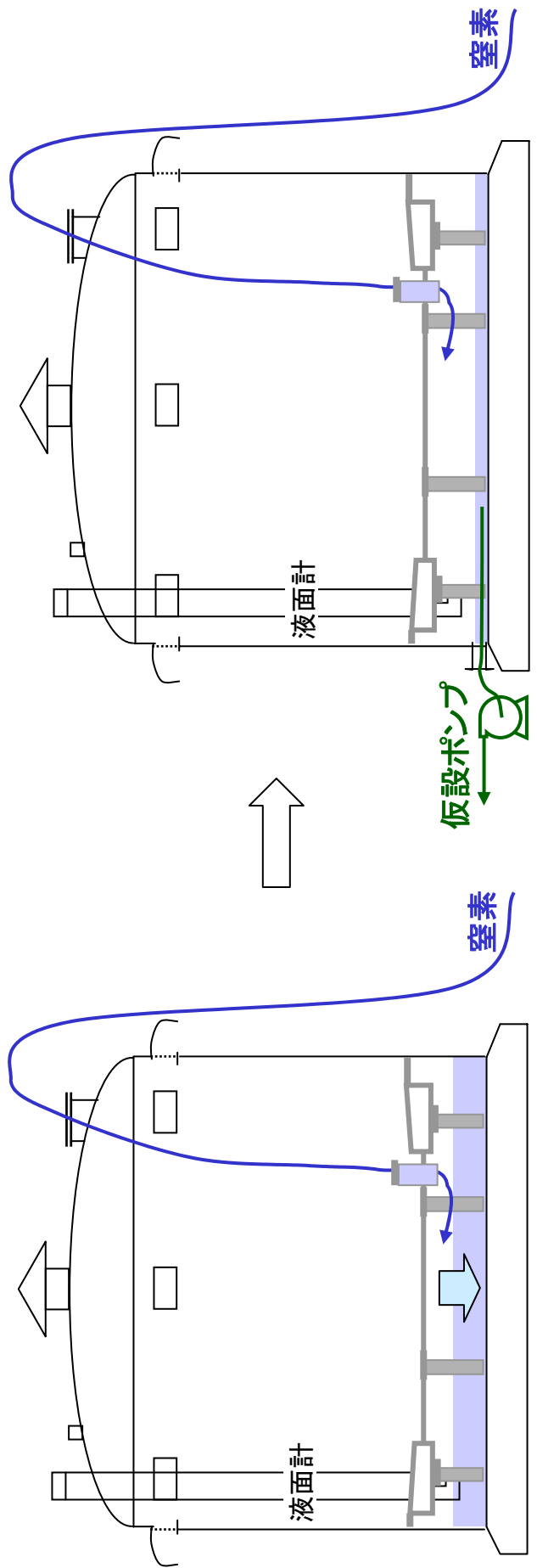
## CFRTタンク異常時の対応例(浮き蓋着底後の処理要領)

## 【通常(タンクが健全な状態)の浮き蓋着底後のタンク開放・入槽要領】

- インナールーフのノズルにN2ガス配管を接続してオートマチックベントを被覆シールし、ルーフ下から上への通気を遮断した状態で着底させ、以降の内液抜き出しに応じ、インナールーフ下に生じる空間部にN2ガスを投入してシールを実施

(※この時、インナールーフ上の空間部は大気雰囲気)

- ポンプ空引き後は、タンク底部ノズルよりホースを挿入し、仮設エアポンプを接続して、残油を数lまで抜き出し後、灯油を導入してガス吸収を実施
- 灯油をサンプリングし、引火点30°C以上を確認後、仮設エアポンプにて全量抜出し
- 側板マンホールを開放し、強制換気して内部環境確認後、入槽



# タンク被災時の想定される状況・問題点(例)

## 【想定される損傷】

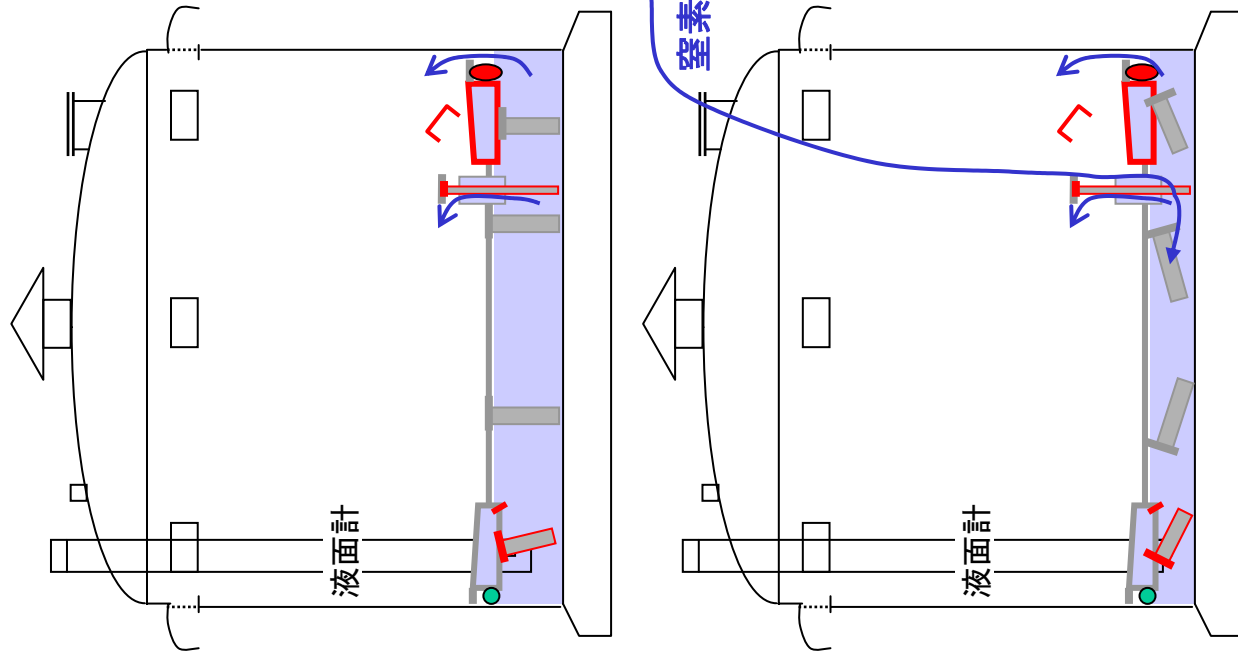
- チューブシールが損傷し、ポンツーンと側板の間に隙間が発生
- ポンツーンマンホールの蓋が開き、内部に油が滞留
- ポンツーンに割れが生じ、内部に油が侵入
- オートマチックベントに異常が有り、開放のまま
- 支柱に曲り・破断が発生

## 【空間部のガス濃度管理】

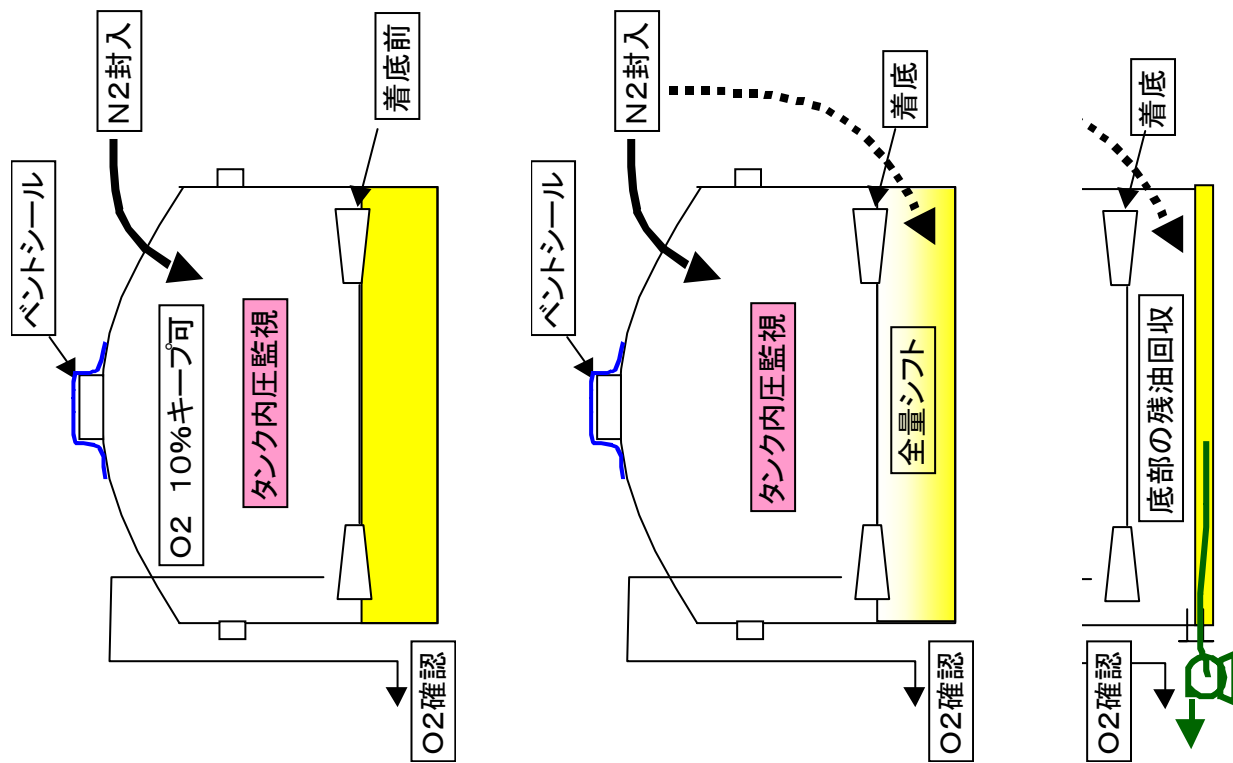
- O<sub>2</sub>濃度管理上の問題
  - ・CO<sub>2</sub>ガス導入中、強風時にO<sub>2</sub>濃度上昇(9~10%⇒13%)
    - ⇒ N<sub>2</sub>ガス導入ではO<sub>2</sub>濃度管理がより困難に(実績より)
- 可燃性ガス濃度管理
  - ・デッキ上に滞油は無いが、着底前までの拔出し中、インナー  
ルーフ上の空間に可燃性ガスが存在する可能性
  - ・側板濡れ部からの蒸発以外にも、上記の損傷による可燃性  
ガス発生の可能性(当状態下での入槽作業・点検は不可)

## 【着底以降の想定される問題点】

- 上記の可燃性ガス検知状況や、着底時にオートマチックベントが  
自動開放することから、通常、着底以降の拔出し時に行う、イン  
ナールーフ下のみでのN<sub>2</sub>ガスシールが不可
- ポンツーン内滞油の荷重により、着底以降の拔出し時に支柱が  
座屈する可能性



## 【異常が想定される場合の処置要領例】



### 1. N2ガス導入

- N2ガス導入に切替後、インナールーフ上空間部のO2濃度を確認し、濃度が高い場合は、大気の吸込みを少なくするために、センターベントもシール。
- O2濃度測定は、高さを変えて変化を観察し、高くなる位置の濃度を管理。

\*但し、センターベントをシールする場合、ノズル開放等により、タンク減圧防止のため大気吸引用の開口部(例:4B相当の面積)を確保。

### 2. 抜出し開始

- 着底レベルでのインナールーフ上への入槽は行わず、以降の抜出しを行う。

- ポンツーン内全量滞油想定での支柱強度は、直立状態では問題なく、また所定の傾斜角内であれば、座屈しない。インナールーフが浮いていれば滞油は少なく、また、抜出し時の追従性も良好であれば、座屈の危険性は低い。

- N2ガスは、インナールーフ下からも導入し、N2ガスシールを確実にを行う。

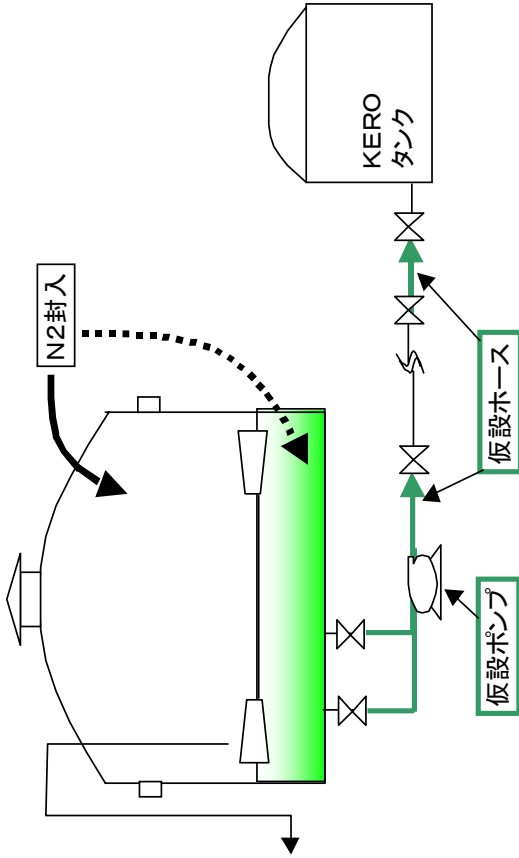
- 排出量がインナールーフ下のN2ガス導入量を超えないように管理する。

- 空引き後の残油の抜出しは、ノズルよりホースを挿入し、仮設エアポンプを接続して抜出す。

## •対応方法(例)

### 3. 灯油導入によるガス吸収

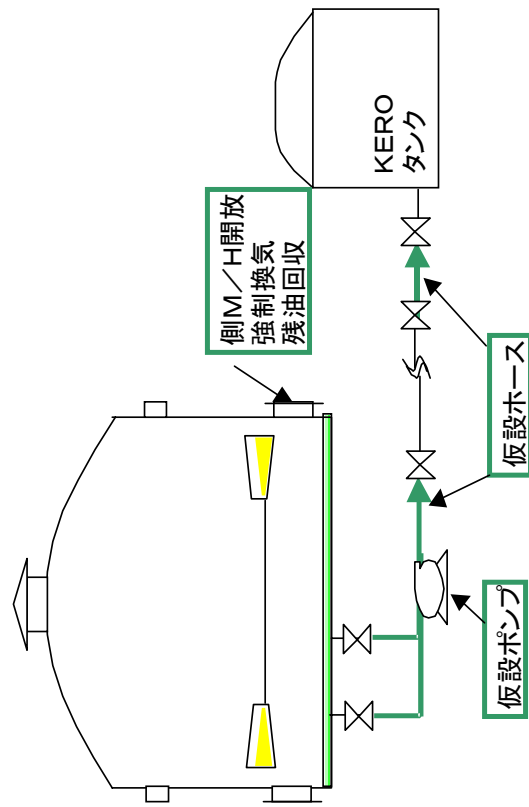
- 灯油タンクより仮設ホースを接続し、インナールーフが浮上するまで灯油を導入する。
- 灯油をサンプリングし、引火点30℃以上を確認後、仮設エアポンプにて全量抜出す。
- 灯油拔出し後の気相部をサンプリングし、炭化水素500ppm以下、硫化水素10ppm以下を確認後、側板M/Hを開放し、インナールーフ上下ともに強制換気して、酸素濃度21%を確認後、入槽する。
- 上記、気相部サンプリング測定の結果、基準値を満足しない場合は、灯油導入・ガス吸収・拔出しやN2ガスブローを繰り返し、基準値を満足するまで、側板M/H開放は行わない。



- ポンツーンからの漏出がある場合にも上記の方法により、可燃性ガスパーズをし、可燃性ガスの無い環境を確立する。

### 4. 入槽・内部点検

- 全量拔出し、環境確立後、入槽する際、ポンツーン内に残油の可能性がある。従って、入槽時は静電気対策、消火準備を行って入槽し、ポンツーン一室ごとに、火花対策を講じ、ゆっくりとマンホールを開放して、内部点検、滞油の吸着、拭き取りを行う。



## CFRT内部浮き蓋異常状態別対応の基本方針(例)

### ○インナールーフ上に滞油があり、可燃性ガスが検知された場合

- 炭酸ガスを導入し、酸素濃度を12%以下として、燃焼雰囲気を排除する。
- 錘式レベル計を仮設し、インナールーフの挙動を監視しながら、着底前レベルまで、ボトムより抜出す。

#### 【時間をかけて良い場合】

- 更に空引きまで抜出し、インナールーフ下に灯油を導入してガス吸収し、完全に抜出す。
- インナールーフ上の滞油はパージによる揮発・消失を待つ。
- インナールーフ上下とも、炭化水素500ppm以下、硫化水素濃度10ppm以下を満足したら、開放して強制換気し、酸素濃度21%を確認して入槽する。

#### 【時間をかけられない場合】

- インナールーフ上に中段サンプルノズルより灯油を導入し、ガス吸収するとともに軽質油を浮かせ、エマージェンシードレンからインナールーフ下へ流下させる。
- インナールーフ下を空引きまで抜出し、灯油を導入してガス吸収し、完全に抜出す。
- インナールーフ上下ともに炭化水素500ppm以下、硫化水素濃度10ppm以下を満足したら、開放して強制換気し、酸素濃度21%を確認して入槽する。

### ○可燃性ガス濃度が高くM/Hを開放して内部目視点検が出来ない場合

- 前項と同様に対応する。

### ○インナールーフが傾斜して沈み、可燃性ガスが検知された場合

- 炭酸ガスを導入し、酸素濃度を12%以下として、燃焼雰囲気を排除し、超音波計測によりインナールーフの挙動を監視しながら、ボトムより抜出し実施。
- 上記抜出しを継続し、危険な状態にならないければ、空引きまで、ボトムより抜出す。
- 以降は灯油導入によるガス吸収を行い、前々項と同様の対応とする。
- インナールーフが危険な状態となった場合は、側板にノズルを設置し、レベルを維持して抜出す。

## •点検結果、可燃性ガスが検知されたタンクの共通処理要領

### -ポンプライン内滞油または滞水を想定した対策

- 荷重に対する支柱強度を確認すると共に、錘式レベル計により着底以降のレベル変化で座屈有無を確認する。
- 座屈の危険がある場合は、油拔出しと同量の灯油導入により、インナールーフのレベルを維持しながら拔出し、座屈を防止する。
- ポンプライン内の滞油は、インナールーフ下の液が、全量、灯油に置換された後に、インナールーフ上への入槽環境を確立し、入槽作業にて処理する。

## •点検結果、インナールーフ上の滞油はなく、可燃性ガスも殆ど検知されなかったタンク

- インナールーフ上に燃焼雰囲気は存在しないが、レベルダウンによる状況変化や、着底後にインナールーフ下と通気状態になることに備え、窒素ガスを導入し、酸素濃度を10%以下とする。
- 錘式レベル計を仮設し、インナールーフの挙動を監視しながら、空引きまで、ボトムより拔出す。
- インナールーフ下に灯油を導入してガス吸収し、完全に拔出す。
- インナールーフ上下ともに炭化水素500ppm以下、硫化水素濃度10ppm以下を満足したら、開放して強制換気し、酸素濃度21%を確認して入槽する。

## •着底前まで拔出し、可燃性ガスも検知されなくなったタンク

- インナールーフ上下に窒素ガスを導入し、インナールーフ下で発生し、上に通気する可燃性ガスによる燃焼雰囲気を排除する。インナールーフ下は、着底レベルより低い位置にあるノズルより導入する。
- 仮設した錘式レベル計でインナールーフの挙動を監視しながら、空引きまで、ボトムより拔出す。
- インナールーフ下に灯油を導入してガス吸収し、完全に拔出す。
- インナールーフ上下ともに炭化水素500ppm以下、硫化水素濃度10ppm以下を満足したら、開放して強制換気し、酸素濃度21%を確認して入槽する。



