

屋外貯蔵タンクの耐震安全性の確保方策に係る検討会報告書

平成 25 年 10 月

危険物保安技術協会

報告書目次

第1章 調査検討の目的等	1
1.1 調査検討の目的	1
1.2 調査検討事項	1
1.3 調査検討体制	1
1.4 調査検討経過	2
第2章 屋外貯蔵タンクの耐震安全性確保の現状	3
2.1 準特定屋外貯蔵タンクに係る耐震化の現状	3
2.1.1 耐震基準適合状況	3
2.1.2 これまで実施した基準適合促進の対応	4
2.2 特定屋外貯蔵タンクの浮き屋根に係る耐震化の現状	5
2.3 課題	6
第3章 耐震基準に適合していない屋外貯蔵タンクの当面の対応	7
3.1 耐震基準に適合していない準特定屋外貯蔵タンクに係る当面の対応について	7
3.1.1 耐震性確保のための要件	7
3.1.2 ケーススタディの実施	7
3.1.3 耐震基準に適合していない準特定屋外貯蔵タンクに係る当面の対応のまとめ	10
3.2 耐震基準に適合していない特定屋外貯蔵タンクの浮き屋根に係る当面の対応及び破損した浮き屋根ポンツーンに危険物の浸入が生じた場合等の緊急的な対応	11
3.2.1 缶工法による浮き屋根の浮力確保について	11
3.2.2 バルーン工法による浮き屋根の浮力確保について	14
3.2.3 耐震性が確保されていない浮き屋根の浮力確保方策に係る当面の対応及び破損した浮き屋根ポンツーンに危険物の浸入等が生じた場合の緊急的な対応のまとめ	16
3.2.4 浮き屋根の沈下事故を未然に防ぐための点検のあり方について	17
第4章 まとめ	18
<参考資料>	
参考資料1 準特定屋外貯蔵タンクの耐震性能	19
参考資料2 缶工法浮力向上対策運用指針	21
参考資料3 缶工法による施工事例	43
参考資料4 バルーン工法による施工事例	60

参考資料5 浮き屋根式屋外タンク貯蔵所の保安対策の徹底及び応急措置体制の整備について（平成25年7月31日付け消防危第141号、消防特第154号） --- 63

第1章 調査検討の目的等

1. 1 調査検討の目的

東日本大震災を踏まえた危険物施設の地震・津波対策については、「東日本大震災を踏まえた地震・津波対策のあり方に係る検討報告書（消防庁危険物保安室・特殊災害室：平成23年12月）においてとりまとめられており、屋外貯蔵タンクについて現行の耐震基準はおおむね妥当であると評価されたところである。一方、耐震基準を満たしていない浮き屋根等において一部大きな被害が発生していることから、耐震基準に適合していないものについては早期に適合させることが重要であるとされている。

耐震基準への適合状況について、準特定屋外貯蔵タンクの基礎・地盤及びタンク本体並びに特定屋外貯蔵タンクの浮き屋根については、基準適合期限が平成29年3月末とされており、いまだ耐震基準に適合しないタンクも多数存在している。このような状況下において、東日本大震災以降、東海・東南海・南海地震の三連動地震や、首都直下地震に対する備えが求められており、耐震基準に適合しないタンクの耐震安全性の確保方策が大きな課題となっている。

本検討会では、耐震基準に適合していない準特定屋外貯蔵タンク及び特定屋外貯蔵タンクの浮き屋根に係る当面の対応について検討し、耐震安全性の確保方策についてとりまとめることを目的とする。

1. 2 調査検討事項

以下の事項について、調査検討を行う。

(1) 耐震基準に適合していない準特定屋外タンクに係る当面の対応について

地震時に発生する応力が許容応力を超えるタンクにおける強度確保のための応急措置等について検討を行う。

(2) 耐震基準に適合していない特定屋外貯蔵タンクの浮き屋根に係る当面の対応について

自重が浮力を超える浮き屋根における浮力確保のための応急措置及び浮き屋根の異常を早期に発見するための効果的な点検方法等について検討を行う。

1. 3 調査検討体制

屋外貯蔵タンクの耐震安全性の確保方策に係る検討会委員名簿

50音順敬称略、()は前任者

座長	亀井 浅道	元消防研究所長
委員	臼井 隆之	電気事業連合会
	〃 大賀 壽夫	倉敷市消防局副参事兼危険物保安課長
	〃 大嶋 文彦	消防庁危険物保安室課長補佐
	(永友 義夫	消防庁危険物保安室課長補佐)
	〃 川田 等	危険物保安技術協会企画部長
	〃 河道 良克	石油化学工業協会

〃	高橋 俊勝	川崎市消防局予防部危険物課長
	(越谷 成一	川崎市消防局予防部危険物課長)
〃	富樫 清英	石油連盟
〃	丸山 裕章	独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構
〃	柳澤 大樹	危険物保安技術協会タンク審査部長
事務局	和田 正彦	危険物保安技術協会企画部
	(松浦 晃弘	危険物保安技術協会企画部)
〃	秋元 学	危険物保安技術協会企画部
	(山本 真靖	危険物保安技術協会企画部)
〃	大澤 啓之	危険物保安技術協会企画部

1. 4 調査検討経過

第1回検討会 平成25年3月18日

第2回検討会 平成25年9月25日

第2章 屋外貯蔵タンクの耐震安全性確保の現状

屋外貯蔵タンクに対する耐震基準としては、準特定屋外貯蔵タンク及び特定屋外貯蔵タンクのタンク本体等に係る耐震基準が規定されているほか、特定屋外貯蔵タンクのうち容量が2万キロリットル以上又は空間容積高さ Hc が2メートル以上となるタンクの一枚板構造の浮き屋根に係る耐震基準が規定されている。

これらの耐震基準制定時において既に設置の許可を受けていたタンクについては、表 2.1 に示す一定の経過措置期間のうちに必要な基準に適合させる必要がある。

表 2.1 耐震基準に係る適合期限

	容量	タンク本体等	浮き屋根*
特定タンク	10,000 kℓ以上	平成 21 年 12 月 31 日	平成 29 年 3 月 31 日
	1,000 kℓ以上 10,000 kℓ未満	平成 25 年 12 月 31 日	
準特定タンク	500 kℓ以上 1,000 kℓ未満	平成 29 年 3 月 31 日	

※浮き屋根に係る耐震基準は、一枚板構造の浮き屋根を有する特定タンクのうち容量が 20,000 kℓ以上のもの、又は空間容積高さ Hc が 2.0m 以上となるものに適用される

特定屋外貯蔵タンクのタンク本体等については、適合期限が間近なこともあり概ね耐震基準に適合しているところだが、特定屋外貯蔵タンクの浮き屋根及び準特定屋外貯蔵タンクのタンク本体等については適合期限まで4年が残されており、耐震基準に適合していないものがまだ多くある。なお、浮き屋根に関しては、浮力又は強度のどちらかが耐震基準に適合しているものが多くあるものの、浮力及び強度ともに適合していないものも残されている。

東日本大震災以降、屋外貯蔵タンクの耐震性能に関する国民の関心が高まっていることや、大規模地震の切迫性が指摘されていること等から、準特定屋外貯蔵タンクのタンク本体等及び特定屋外貯蔵タンクの浮き屋根に関する耐震化の現状について整理するとともに耐震安全性の確保方策について検討した。

2.1 準特定屋外貯蔵タンクに係る耐震化の現状

2.1.1 耐震基準適合状況

平成 24 年 3 月 31 日現在の準特定屋外貯蔵タンクのタンク本体等に係る耐震基準の適合状況は、対象となる 3,243 基中 1,608 基の適合であり、適合率は約 50%となっている。これまでの適合状況の推移を図 2.1 に示す。耐震基準制定から 12 年で 50%のタンクが適合したこととなり、平成 23 年度末から適合期限までの 5 年間で残りの 50%を適合させなければならないことを考えると、必ずしも耐震化が早期に進んでいるとは言えない状況である。

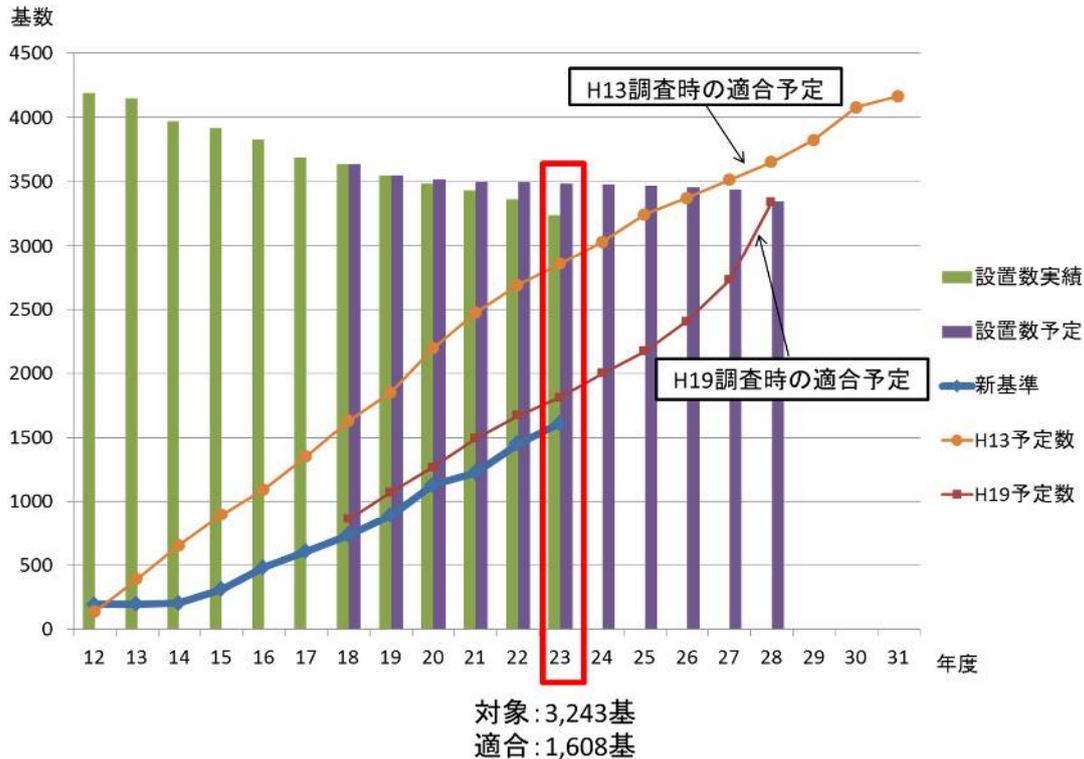


図 2.1 準特定屋外貯蔵タンクの耐震基準適合状況

2.1.2 これまで実施した基準適合促進の対応

準特定屋外貯蔵タンクには法令上開放の義務がないことから、耐震基準への適合を評価するのに必要な底板の実板厚に関する計測データが得にくいことが課題として挙げられている。消防庁では平成 11 年 3 月 30 日付け消防危第 27 号通知にて、既設の準特定屋外貯蔵タンクの保有水平耐力の算出に用いる底板の実板厚について、次の例によって差支えないことを示している。

保有水平耐力の算出に用いる底板の実板厚は、原則として側板内面から500ミリメートル以内の範囲を円周方向に概ね2メートルの間隔で測定した値の平均値とするが、次のいずれかに該当する場合には、タンクを開放し測定しなくとも差支えないこと。

ア 評価時以前15年以内に開放点検の実績があり、かつ、側板内面500ミリメートル以内の底板を円周方向に概ね2メートル以内に測定した板厚測定値が存し、その測定値の最大腐食率により板厚を算出する場合。

イ 評価時以前5年以内に、タンクの新設またはタンク底部板の全面取替え工事が行われており、その建設時の公称板厚から日本工業規格に定める板厚の許容値(以下「板厚公差」という。)の最大値を減じて板厚を算出する場合。ただし、鋼板購入時にマイナス側の板厚公差をゼロと指定し、その使用が書類等で明らかな場合には、マイナス側の板厚公差を減じる必要はないこと。

ウ 鋼種と油種の組み合わせにおいて腐食による減肉が想定されず、建設時の公称板厚を板厚とする場合。ただし板厚公差の取り扱いについては、前イと同様に扱うこと。

2.2 特定屋外貯蔵タンクの浮き屋根に係る耐震化の現状

消防庁では平成24年11月19日付け消防危第245号通知にて、特定屋外貯蔵タンクの浮き屋根に係る耐震基準の適合状況について調査を実施しており、その結果について図2.2に示す。この調査では耐震基準に適合しているかどうかだけでなく、浮力、強度、溶接等の技術基準の各項目のうちどの項目に適合してどの項目に適合していないかについても調査している。耐震基準に適合しているものは対象となる1,125基中189基と17%の適合率であるが、適合していないもののうち、浮力・強度共に適合しているもの231基を含めると、420基（対象の37%）が耐震性能について概ね確保していることが分かった。一方、浮力・強度のいずれかに適合しているものが323基（対象の29%）、どちらにも適合していないものが382基（対象の34%）存在し、耐震基準に適合していない浮き屋根の中でもレベルが異なるものが存在する実態が明らかとなった。

タンク繰り等様々な制約があることは理解するものの、こうした状況を踏まえると、耐震性能がより劣っているものから順次改修していくことが必要になってくると考えられる。

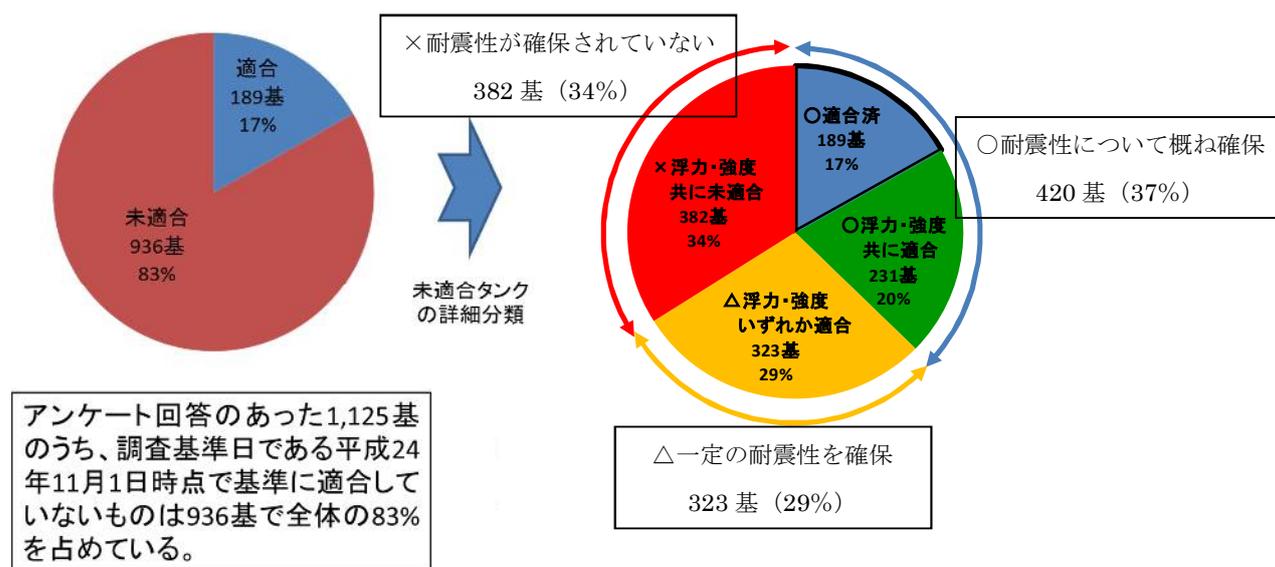


図 2.2 浮き屋根の耐震基準適合状況調査結果

また、東日本大震災を踏まえ、出来る限り早期に耐震基準に適合させるよう工事計画の見直しを行う旨通知(平成24年1月31日付け消防危第28号通知)が出されており、その後の調査(平成24年11月19日付け消防危第245号通知)では、耐震基準未適合の浮き屋根について「耐震基準制定当初に計画した改修予定年月」と「調査時点で計画されている改修予定年月」も併せて調べられている。図2.2において浮力・強度共に未適合とされた382基を対象として改修計画がどのようになっているのかを取りまとめた結果を図2.3に示す。タンク繰り等の影響もあり、改修工事の前倒しが困難な状況が見受けられる結果となっている。

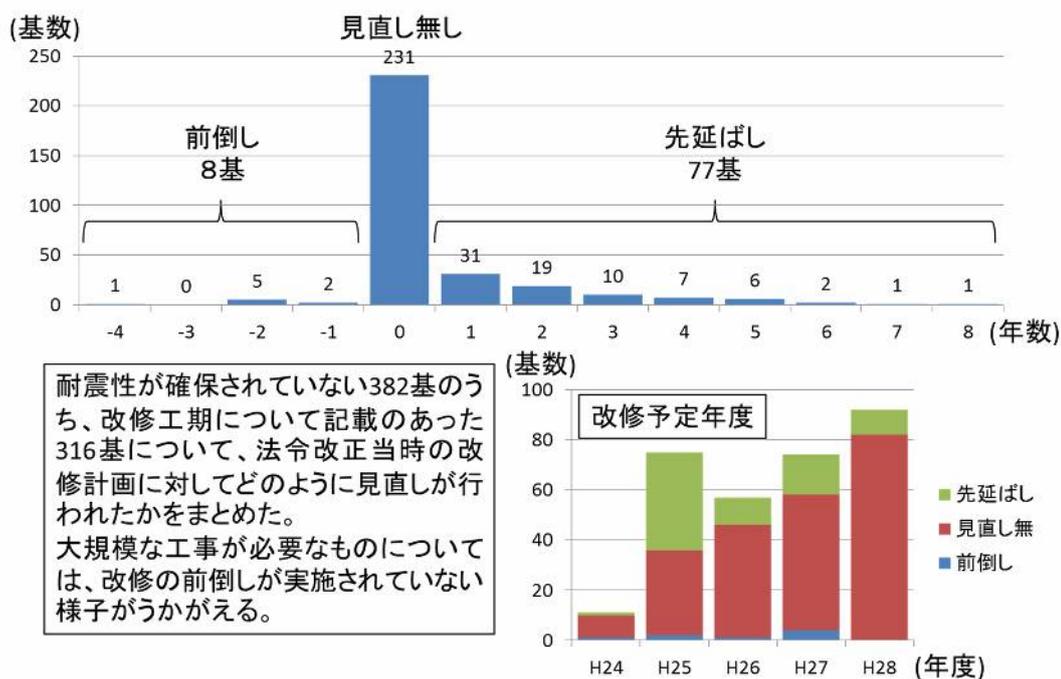


図 2.3 浮力・強度共に基準未適合の浮き屋根に係る改修予定時期

2.3 課題

準特定屋外貯蔵タンクのタンク本体等に係る耐震基準に未適合なタンクや、特定屋外貯蔵タンクの浮き屋根に係る耐震基準に未適合なタンクは、依然としてその割合が少なくなることが分かった。また、これらのタンクの耐震基準適合がなかなか進まない実態も明らかとなった。

切迫性が指摘されている大規模地震に備えるためには、早期の耐震基準適合を改めて促していく必要があり、これまで実施した耐震基準適合促進対策についても再度周知を図ることが重要であるが、合理的かつ効果的な応急の対応策について検討する必要があると考える。

第3章 耐震基準に適合していない屋外貯蔵タンク等の当面の対応

3.1 耐震基準に適合していない準特定屋外貯蔵タンクに係る当面の対応について

3.1.1 耐震安全性確保のための要件

耐震基準に適合していない準特定屋外貯蔵タンクに係る耐震性を確保するための当面の対応としては、次の要件を満足することが必要である。

- ・側板に発生する円周方向引張応力が許容応力以下であること
- ・側板に発生する軸方向圧縮応力が許容応力以下であること
- ・隅角部の保有水平耐力が必要保有水平耐力以上であること

これらの要件のいずれかを満足しないことが明らかな準特定屋外貯蔵タンクについては、耐震基準に適合するまでの間の措置を検討しておくことが望まれる。

耐震安全性の確保に係る評価は、個々のタンクの最大容量である許可容量（許可液面高さ）において実施されるものであるが、当該液面高さを低下させると、各応力及び耐力は定性的に次のようになる（図3.1.1はイメージ）。

- ・側板に発生する円周方向引張応力が減少、許容応力は変わらず⇒耐震安全性が改善
- ・側板に発生する軸方向圧縮応力が減少、許容応力は変わらず ⇒耐震安全性が改善
- ・隅角部の保有水平耐力が増加、必要保有水平耐力が減少 ⇒耐震安全性が改善

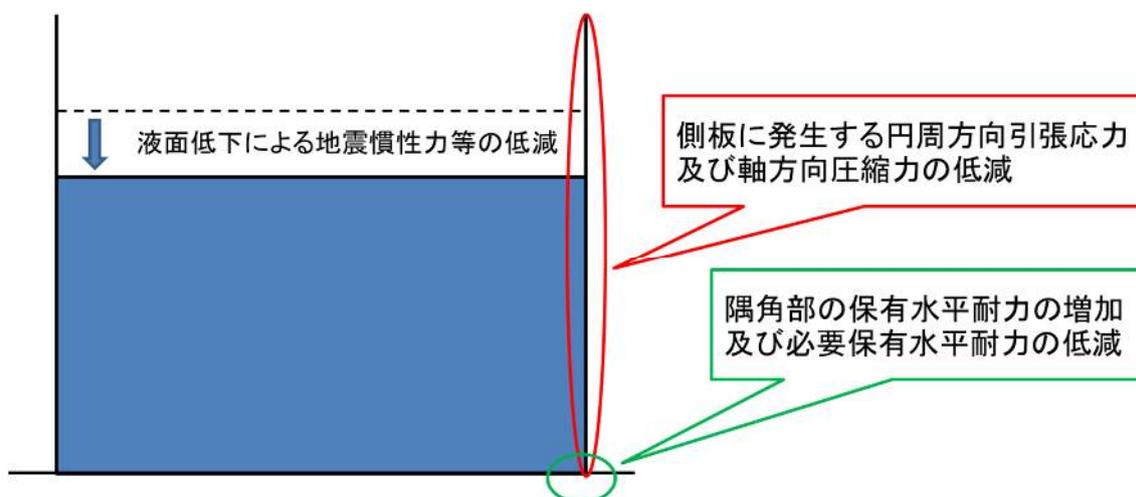


図 3.1.1 液面低下が応力及び耐力に及ぼす影響(イメージ)

準特定屋外貯蔵タンクの耐震安全性の評価は、許可液面高さによる必要があるが、耐震基準に適合せず前述の3要件を満足しないタンクであっても、液面高さを低下させることにより当該タンクの耐震性を確保することができると考えられる。

3.1.2 ケーススタディの実施

準特定屋外貯蔵タンクについて、液面低下が応力及び耐力にどの程度の影響を及ぼすか定量的に評価するため、許可液面高さから液面高さを低下させた場合の、側板に発生する応力及び隅角部の耐力について、実タンクの形状を考慮し、表3.1.1に示す3ケースの解析を行った。

表 3.1.1 ケーススタディに用いたタンクの概要

	①	②	③
許可容量	500 kl	750 kl	978 kl
タンク内径 (D)	6.77m	10.64m	13.56m
許可液面高さ (h)	13.89m	8.436m	6.77m
h/D	2.05	0.79	0.50

(1) 側板に発生する引張応力

液面高さを低下させた場合の側板に発生する引張応力について図 3.1.2 に示す。液面高さと発生する引張応力との関係は比例であり、3 ケースでは、液面高さを 10% 低下させた場合には、引張応力が 10% 低下することとなった。

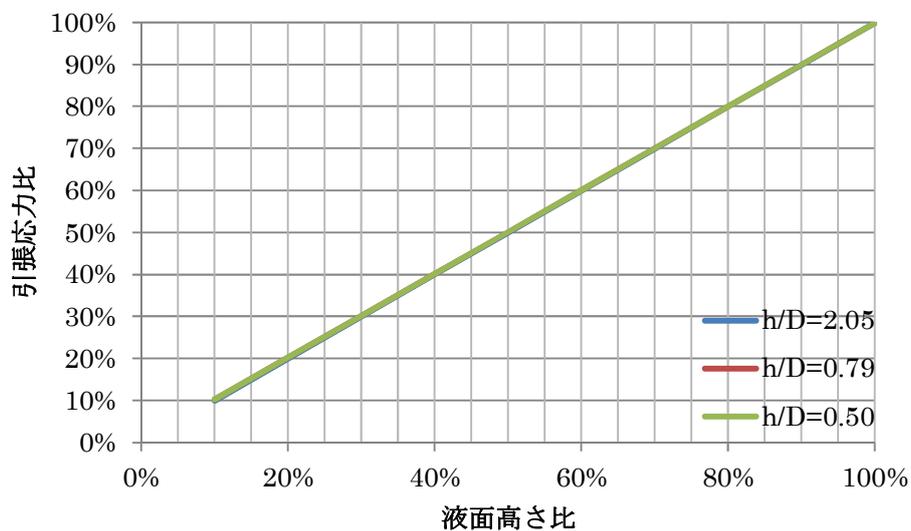


図 3.1.2 液面高さの低下と側板に発生する引張応力との関係

(2) 側板に発生する圧縮応力

液面高さを低下させた場合の側板に発生する圧縮応力について図 3.1.3 に示す。許可液面高さとタンク内径の比 h/D に応じて液面高さと発生する圧縮応力との関係に差があるものの、液面高さを 10% 低下させた場合には、圧縮応力が 20~30% 低下することとなった。

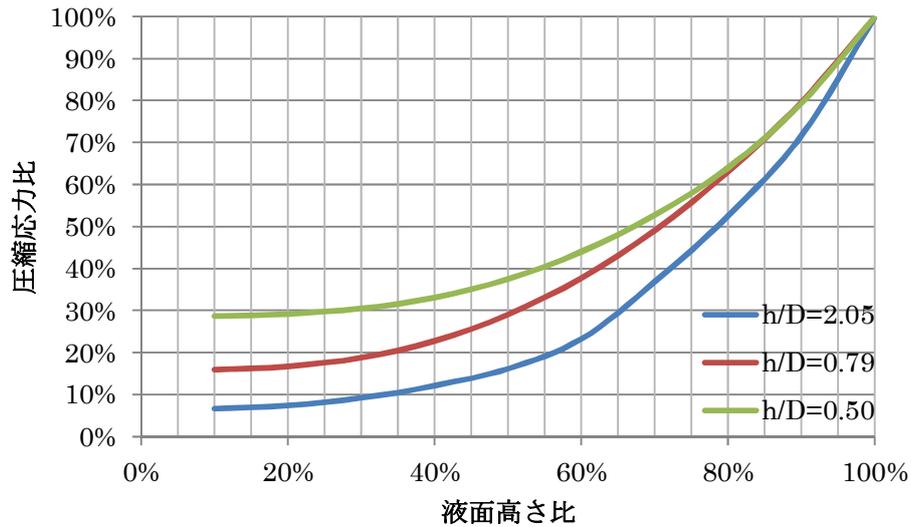


図 3.1.3 液面高さ と 圧縮応力 と の 関 係

(3) 隅角部の保有水平耐力と必要保有水平耐力

隅角部の保有水平耐力と必要保有水平耐力の比率について満液時の比率を1としたものを「隅角部安全率比」と定義し、液面を低下させた場合に隅角部安全率比がどの程度改善するかについて図 3.1.4 及び図 3.1.5 にまとめた。許可液面高さとタンク内径の比 h/D に応じて液面高さと発生する圧縮応力との関係に若干の差があるものの、液面高さを10%低下させた場合には、隅角部安全率が20~30%改善することとなった。

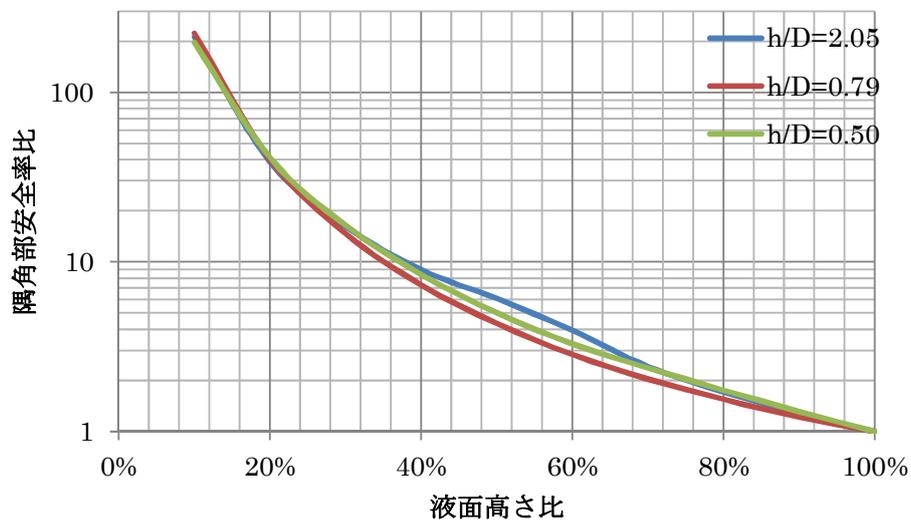


図 3.1.4 液面高さ と 隅角部安全率 の 関 係

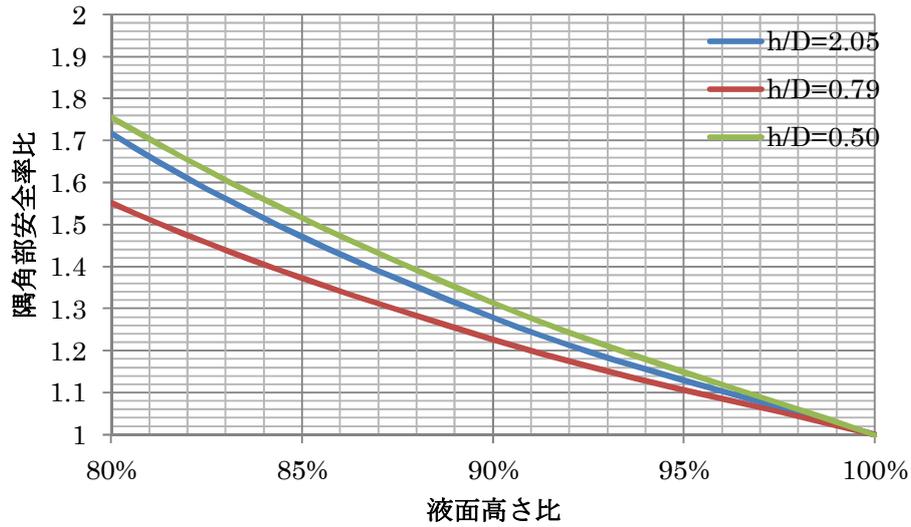


図 3.1.5 液面高さと隅角部安全率の関係

(図 3.1.4 の液面高さ比 80~100%の範囲を拡大したもの)

3.1.3 耐震基準に適合していない準特定屋外貯蔵タンクに係る当面の対応のまとめ

耐震性が確保されていない準特定屋外貯蔵タンクの所有者等にとっては、現状におけるタンク側板に発生する応力や隅角部の耐力を、個々のタンクの耐震安全性について耐震計算により把握し、その結果に応じて貯蔵可能な容量（液面高さ）を低下させた管理、運用を行うことにより、地震による当該準特定屋外貯蔵タンクからの大規模流出事故に備えることが可能となる。

3.2 耐震基準に適合していない特定屋外貯蔵タンクの浮き屋根に係る当面の対応及び破損した浮き屋根ポンツーンに危険物の浸入が生じた場合等の緊急的な対応

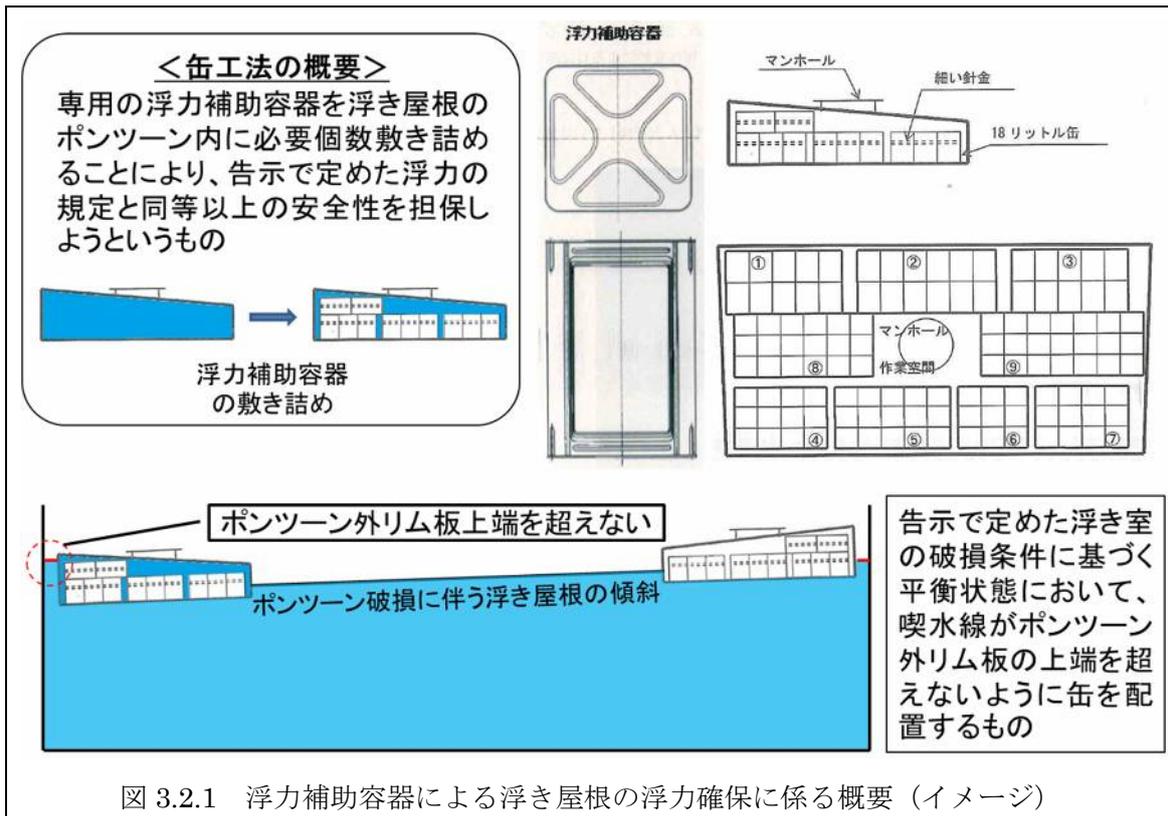
東日本大震災において浮き屋根が沈没した事例が1件発生したが、当該浮き屋根は被災当時に浮き屋根の耐震基準に適合しておらず、ポンツーンの浮き室のうち1室でも浮力が喪失すると浮き屋根の重量が浮力を上回るという状態であった。また、平成24年に強風や大雨の影響により耐震基準に適合していない浮き屋根が沈没した事故が1件発生したが、点検により当該浮き屋根の破損及び浮き室内に危険物の滯油やにじみが確認されていたものの、対策はとられていなかった。

浮き屋根の浮力確保方策については、国内において2つの工法について施工実績があり、ここではその概要を紹介する。

なお、当該浮力確保方策は、ポンツーンの浮き室に浮力体を挿入することで、ポンツーンに損傷が生じた場合でも、浮き屋根の浮力を確保させることを目的としている。ポンツーンの浮き室に浮力体を挿入する作業では、浮き室内に作業員が入る必要があることから、タンクの内容物を抜いた状態で施工することが望ましいが、タンク供用中に当該作業を行う場合は、その作業時の安全対策等を十分に検討し、実施する必要がある。また、具体的な安全対策としては、可燃性蒸気濃度の測定、酸素濃度の測定、帯電防止措置等をはじめ、火災発生時に備えた作業員の退避体制や初期消火体制の確立等が考えられる。これらの作業の実施に際しては、作業を円滑に行うことができるよう体制を整えておくことが必要である。

3.2.1 缶工法による浮き屋根の浮力確保について

石油連盟では、事前に浮力補助容器を浮き室内に必要個数敷き詰め、供用中に万が一浮き室に危険物が浸入した場合でも、当該容器の浮力によって浮き屋根の浮力性能を確保することを目的とした図3.2.1に示す工法（以下「缶工法」という。）について検討がなされている。缶工法の事例については、その概要を参考資料3に示す。



(1) 缶工法の施工に係る安全性評価の概要

缶工法に関しては、次のア～カに関する検討（参考資料 2）が行われており、少なくとも応急措置としての浮力性能確保において、缶工法の適用が可能ではないかと考えられる。

ア 浮き室内への危険物等の浸入に伴う浮力補助容器の安全性

浮き室内への危険物等の浸入に伴う浮力補助容器の安全性について、次の検討を実施している。

- ① 水衝撃試験：浮力補助容器に 2メートル上方から水を落下させ、容器に変形がないことを確認
- ② 外圧による浮力補助容器の容積減少量を確認した結果、浮力性能上影響がないことを確認
- ③ 浮き室内へ浸入した危険物等から受ける浮力によって、浮力補助容器がポンツーン上板に与える応力評価解析を実施した結果、ポンツーン上板に発生する応力は鋼板（SS400）の引張強度に対して十分な余裕があることを確認

イ 浮力補助容器に係る耐食性

浮力補助容器に係る耐食性について、次の検討を実施している。

- ① 浮力補助容器の表面に錫メッキを施し、さらにその上に外装塗装を施工することにより、浮力補助容器とポンツーン鋼板との絶縁を図り、容器自体の腐食劣化を防止することとする。（使用する容器の塗装条件）
- ② 浮力補助容器の耐食性について、特に巻き締め部に腐食堆積物が生成した場合に

は目詰まりが起こることが考えられることから、0.1%食塩水を用いた 37℃での 30 日間腐食促進試験を実施した結果、目詰まりは発生せず所定の通気性を確保できることが確認された。

ウ 浮力補助容器の落下、転倒による衝撃火花の発生可能性

浮力補助容器の落下、転倒による衝撃火花の発生可能性について、次の検討を実施している。

- ① 最大液面揺動高さ 4メートルの想定に対して、液面揺動の固有周期が 4秒以上の場合には、浮力補助容器に浮き上がりが生じないことが解析から確認された（浮力補助容器に発生する加速度が重力加速度以上とならない）。
- ② 浮力補助容器の浮き室内設置時においては、ナイロン製のフットシューを浮力補助容器の底面 4か所に履かせるものとするが、このフットシューの材料特性から、液面揺動高さが 4メートルの想定において、浮き屋根直径が 21.6メートル以上であれば容器が横滑りしないことが解析から確認された。（直径の制限）
- ③ 浮力補助容器の落下衝撃火花試験を実施し、高さ 120センチメートルから鋼板上に容器を自由落下させた場合において火花が発生しないことが確認された。
- ④ 浮力補助容器の浮き室内の設置及び締結方法についての要領がまとめられた。（設置・固縛マニュアル）

エ 浮力補助容器の熱収縮性

タンクのリング火災を想定し、急熱・急冷の条件で浮力補助容器の有意な体積変化がないことを実験において確認している。

オ 浮き室及び浮力補助容器に係る維持管理、点検

浮き室及び浮力補助容器に係る維持管理、点検について、次の検討を実施している。

- ① 浮力補助容器の設置により浮き室内の目視点検が困難になることから、定期点検時には可燃性ガス検知器を利用した浮き室の健全性確認を実施することとされた。
- ② 浮力補助容器の維持管理状況を確認するために、定期点検時には各浮き室から 1つ以上の容器の抜き取り確認を実施し、開放検査時には容器を全数取り出した健全性確認を実施することとされた。

カ 浮き屋根等への影響

石油連盟の検討結果では、缶による浮き屋根の重量の増加や傾斜を計算により求めることとされている。実際の施工にあっては、このほか、浮き屋根のバランスを保つことや浮き屋根に傾斜が生じた場合の排水への影響、缶の荷重により、ポンツーン部材及びポンツーン部とデッキ部との接合部に発生する応力により浮き屋根に損傷を与えないこと、浮き屋根着底時の屋根支柱及び底板に与える影響についても留意していく必要がある。

(2) 耐震基準の適合期限終了後における缶工法の取り扱い

これまで長期間にわたり浮き屋根への缶工法を適用した事例がないことから、(1)で検討

された内容のうち、浮力補助容器やポンツーンの腐食、フットシューの機能等、缶工法の適用条件に影響を与える設備の使用環境下における材料劣化に関する確認等が十分になされているとはいえない。

缶工法が浮力に関する技術基準と同等以上の対策であることを確認するためには、実際に長期間にわたり缶工法が適用された事例において必要なデータを収集・分析することが必要になると考えられる。現時点において、缶工法の適用は応急対応に限定されるものであるが、今後は、データを収集し、分析することで、缶工法が技術基準と同等以上の対策と言えるかどうかを判断することが可能になると考えられる。図 3.2.2 にイメージを示す。また、破損した浮き屋根ポンツーンに危険物の浸入が生じた場合等には、直ちに恒久的な補修を行うことが原則である。しかしながら、直ちに恒久的な補修を行うことが困難な場合においては、恒久的な補修を実施するまでの間、当該浮き屋根を沈没させないための緊急的な対応として、缶工法を適用することが考えられるが、その際には作業時の安全対策等を十分に検討したうえで実施する必要がある。

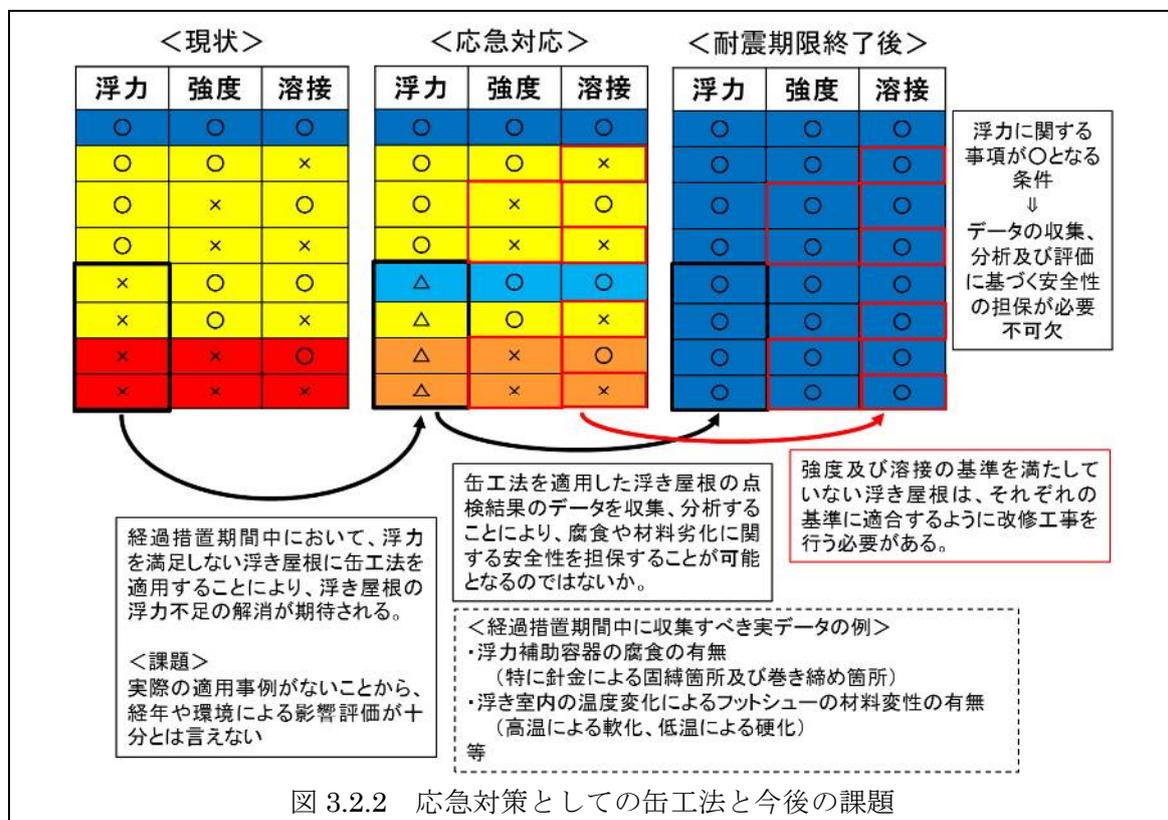


図 3.2.2 応急対策としての缶工法と今後の課題

3.2.2 バルーン工法による浮き屋根の浮力確保について

事業者によって、事前に施工したバルーンを浮き室内で膨らませ、供用中に万が一浮き室に危険物が浸入した場合でも、当該バルーンの浮力によって浮き屋根の浮力性能を確保することを目的とした工法（以下「バルーン工法」という。）について、検討がなされている。バルーン工法については、その概要を参考資料 4 に示す。

(1) バルーン工法の施工に係る安全性評価の概要

バルーン工法に関しては、次のア～カに関する検討が行われており、少なくとも

応急措置としての浮力性能確保において、バルーン工法の適用が可能ではないかと考えられる。

ア バルーン（弾性浮体）の耐油性

2ヶ月間の油の浸漬に対して耐油性は十分であった。

ゴ ム：10日間で膨潤は飽和、以降1年間変化なし。

ナイロン布：メーカー資料で耐薬品性に優れていることを確認。

イ バルーン（弾性浮体）の気温及び気圧による膨張への安全性

通年を通して適切な空気圧（400mmAq以下）とすることにより、安全性が確認されている。（図3.2.3による内圧管理）

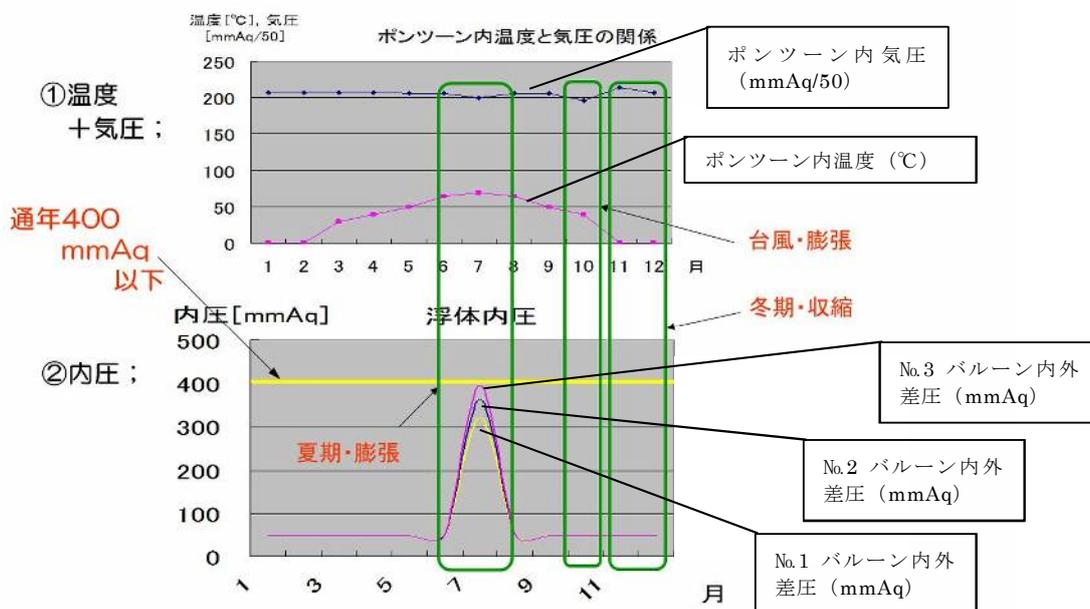


図 3.2.3 温度、気圧と内圧との関係

ウ バルーン（弾性浮体）の耐久性（8年間の使用を想定）

① 繰り返し負荷試験

昼夜の温度差を想定して、3,000回（1回/日×8年×365日/年÷3,000）の引張荷重（0～400mmAqに相当）を行った場合でも破断しないことを確認。

② 折り返し試験

法定点検（1回/年）のポンツーン内目視点検を模擬し、25回（1回/年×8年×3（余裕）÷25）の折返し試験を行い内圧400mmAqの圧力を封入した際にリークが無いことを確認。

エ バルーン（弾性浮体）の施工前の養生

バルーン（弾性浮体）を損傷から守るため、不燃性粘土やアルミテープ等でポンツーン内の突起物等を養生するとともに、床面へゴムシートを設置することによりバルーンの損傷を防止。

オ ゴム素材の帯電性

導電性ゴム ($4.8 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$) を採用し、抵抗値、表面抵抗値はいずれも基準を満たしていることを確認 (抵抗値は、バルーンの最長部分の両端間の抵抗値が使用する安全靴の抵抗値以下であることを確認。表面抵抗値は、 $10^{10} \Omega$ 以下であれば帯電性なしとされている (産業安全研究所 静電気安全指針 1988))。

カ 浮き屋根への影響

当該検討においては、バルーンによる浮き屋根の重量の増加や傾斜を計算によって求めているが、浮き屋根のバランスを保つことや浮き屋根に傾斜が生じた場合の排水への影響、バルーンの荷重により、ポンツーン部材及びポンツーン部とデッキ部との接合部に発生する応力により浮き屋根に損傷を与えないこと、浮き屋根着底時の屋根支柱及び底板に与える影響についても留意していく必要がある。

また、バルーンを膨らませる場合に、ポンツーン内と封入する気体との温度差により、結露が生じる可能性にも留意する必要がある。

(2) 耐震基準の適合期間終了後におけるバルーン工法の取り扱い

これまで長期間にわたりバルーン工法を適用した事例があるものの、リング火災等発生時における耐熱性に関する課題があるため、浮力に関する技術基準と同等以上の対策であるとは言い難いものの、浮力を確保させるための応急的な対策として適用することは有効であると考えられる。また、破損した浮き屋根ポンツーンに危険物の浸入が生じた場合等には、直ちに恒久的な補修を行うことが原則である。しかしながら、直ちに恒久的な補修を行うことが困難な場合においては、恒久的な補修を実施するまでの間、当該浮き屋根を沈没させないための緊急的な対応として、バルーン工法を適用することが考えられるが、その際には作業時の安全対策等を十分に検討したうえで実施する必要がある。

3.2.3 耐震性が確保されていない浮き屋根の浮力確保方策に係る当面の対応及び破損

した浮き屋根ポンツーンに危険物の浸入等が生じた場合の緊急的な対応のまとめ

浮力性能が確保されていない浮き屋根に対して、缶工法やバルーン工法を応急対策として適用することは有効であると考えられる。また、缶工法について、恒久的な浮力確保措置とすることができるかどうかについて検討するためには、実際の浮き屋根への適用期間中における腐食の有無、浮き室中の温度変化によるフットシューの材料変性の有無等のデータを収集・分析することが必要であると考えられる。

一方、破損した浮き屋根ポンツーンに危険物の浸入が生じた場合等には、直ちに恒久的な補修を行うことが原則である。しかしながら、直ちに恒久的な補修を行うことが困難な場合においては、恒久的な補修を実施するまでの間、当該浮き屋根を沈没させないための緊急的な対応として、缶工法やバルーン工法を適用することが考えられるが、その際には基本的にその作業がタンク供用中となることが想定されるため、その作業時の安全対策等を十分に検討したうえで実施する必要がある。

なお、あらかじめ缶工法やバルーン工法による浮力確保対策を実施した浮き屋根

についても、その浮き室内部を含めた損傷や危険物のにじみ等が新たに発見された場合は、そのまま放置することなく、安全に十分留意しつつ、速やかに恒久的な補修を行う必要がある。

3.2.4 浮き屋根の沈下事故を未然に防ぐための点検のあり方について

技術基準等による予防的な対策のみで浮き屋根の安全性を担保するには限界があり、以下に例示する効果的な点検方法により浮き屋根の状況を把握することが、浮き屋根の沈下事故を未然に防ぐためには重要であると考えられる。

(1) 定期点検

年1回以上実施する定期点検において、浮き室部分における異常の有無を確認するために、必要に応じて次に示す方法による点検を実施する。

- ・目視による危険物の滞留及びにじみの有無の確認
- ・ポンツーン内の臭気の確認
- ・ガス検知器を利用した可燃性蒸気濃度の測定

(2) 緊急点検

大きな地震の発生後のほか、台風、竜巻等による強風又は大雨（浮き屋根の通常の排水能力を超えることを目安）後においては、浮き屋根の損傷等が発生しているおそれがあることから、安全に十分留意しつつ、事後速やかに浮き室部分における異常の有無を確認するために緊急点検を実施する（参考資料5参照）。なお、緊急点検の内容については定期点検に準じるものとする。

(3) 点検で発見された不具合箇所の対応

(1)又は(2)による点検において浮き屋根に不具合箇所が発見された場合は、3.2.1や3.2.2により対策がなされている場合を含め、屋外貯蔵タンクの所有者等は直ちに応急の措置を講ずる必要があるとともに、当該箇所に対する恒久的な改修計画について、消防本部と協議する必要がある。

第4章 まとめ

準特定屋外貯蔵タンクの基礎・地盤及びタンク本体並びに特定屋外貯蔵タンクの浮き屋根について、耐震基準への早期の適合は重要である。このような状況下において、東日本大震災以降、南海トラフ巨大地震や、首都直下地震等の大規模地震に対する備えが求められており、耐震基準に適合しないタンクの耐震安全性の確保方策について検討を行った。

本報告書は、準特定屋外貯蔵タンクについて、タンク側板に発生する応力や隅角部の耐力に適合しない場合に液面を低下させる運用を提案するとともに、特定屋外貯蔵タンクの浮き屋根について、施工実績を参考に、応急的及び緊急的な浮力の確保方策の手法を提案している。

今後発生が予想される大規模な地震に備えるため、本報告書を活用し、一層の耐震性確保がなされることを期待するものである。

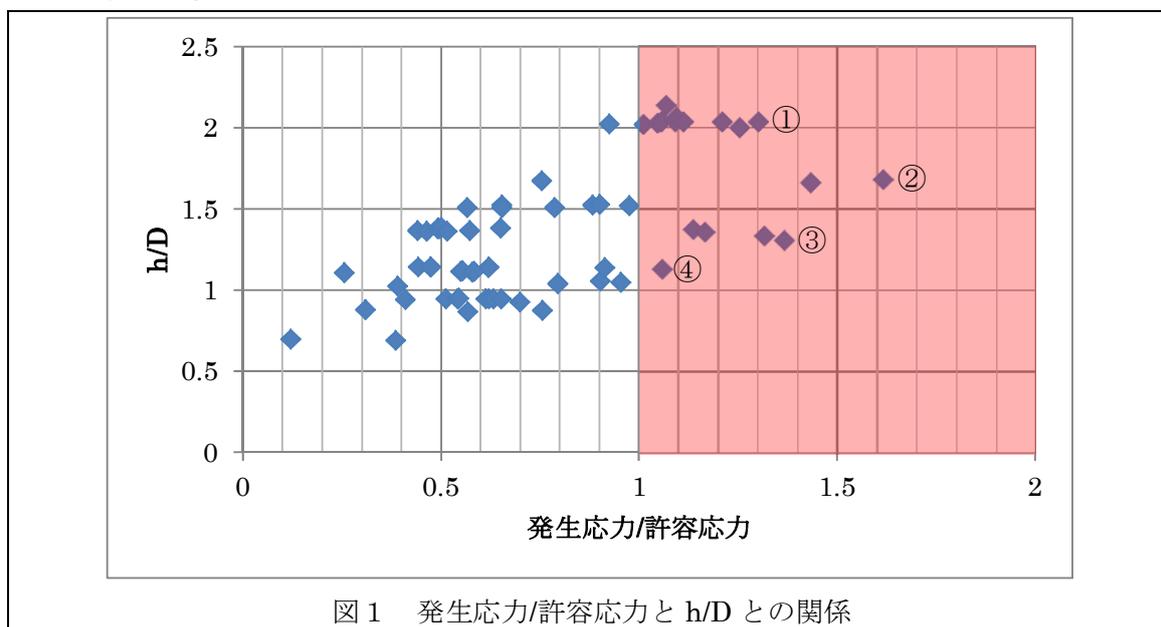
参 考 资 料

準特定屋外貯蔵タンクの耐震性能

平成 7 年 1 月 17 日に発生した阪神・淡路大震災によって、屋外貯蔵タンクは火災の発生や著しい流出を伴う被害は認められなかったもののかなりの損傷を受けた。特に、タンク本体の構造強度に関係するものとして、タンク側板の座屈が 1,000 kℓ未満の屋外貯蔵タンクにおいていくつか発生している。

消防研究センターが平成 8 年 3 月にまとめた「阪神・淡路大震災における石油タンクの座屈強度に関する調査研究報告書」に示されているうち、容量が 500 kℓ以上 1,000 kℓ未満の屋外貯蔵タンク（現在の準特定屋外貯蔵タンク）67 基に係る側板の座屈強度（軸方向圧縮強度）に関する解析結果を整理する。

解析結果について、側板に発生する軸方向圧縮応力と許容応力との比を横軸に、許可液面高さタンク内径との比を縦軸に整理したものを図 1 に示す。対象とした 67 基のうち、発生応力が許容応力を下回っているものが 49 基（73%）、発生応力が許容応力を上回っているものが 18 基（27%）となっている。発生応力が許容応力を上回る、いわゆる「基準未適合」のものは、許可液面高さタンク内径との比（ h/D ）が大きいものに多い傾向であることが分かる。



h/D の異なる①～④のケースについて、タンクの諸元と座屈強度を満足する液面高さについて整理したものを表 1 に示す。

例えばケース②では、許可液面高さで座屈強度を評価した場合に側板に発生する軸方向圧縮応力が許容応力の 1.6 倍になるが、液面高さを許可液面高さの 83%に下げると発生応力が許容応力以下となることが分かる。

表1 準特定屋外貯蔵タンクの座屈強度に係るケーススタディ

	①	②	③	④
容量	500 kℓ	750 kℓ	693 kℓ	600 kℓ
タンク内径	6.770 m	8,320 m	8.710 m	8.710 m
タンク高さ	14.450 m	15.215 m	12.185 m	10.670 m
許可液面高さ	13.790 m	14.000 m	11.390 m	9.850 m
h/D	2.04	1.68	1.31	1.13
側板最下段板厚	6 mm	6 mm	4.5 mm	4.5 mm
強度を満足する 液面高さ率	91%	83%	88%	97%

缶工法浮力向上対策運用指針

平成 2 4 年 4 月

石油連盟
環境安全委員会
設備管理専門委員会タンク部会

缶工法浮力向上対策運用指針

はじめに

浮き屋根の構造に関して、消防法「危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示」が改正（平成17年1月総務省告示第30号）され、浮き室が破損した場合の余裕浮力の拡充が図られた。

その浮力拡充方策については、告示に具体的に規定されておらず、いろいろな対策工法が考えられる。

石油連盟は自主保安活動の一環として、浮き屋根タンクの浮き室に鋼製缶（以下、缶）を設置して余裕浮力をもたせる工法について、石油連盟内に第三者の専門家で構成する検討委員会を設置し、缶の品質管理、構造に係るハード面、缶の維持管理に係るソフト面、タンクの定期検査の方法、緊急時の対応策等、タンク全体の安全性を総合的に検討した。

本運用指針は、缶工法を採用する事業所において、工務、安全の実務担当者が消防法令の趣旨を理解し、現場で円滑に、誤解なく缶設置の運用が図れるよう、本検討委員会の報告を踏まえて石油連盟の自主基準として策定したものである。

1. 缶工法の対象タンクと適用条件

平成 17 年 1 月の告示改正により、想定破損浮き室数が従来の 2 室から 3 室以上に増えたため、浮力計算上その分だけ健全部の浮き室が減少し、告示上の浮き屋根の浮力が従来よりも減少することになった。

缶工法の対象タンクは (1) ~ (3) 項のタンクである。

以下、対象タンクから缶工法適用タンクの絞込み手順を示す。【解説 1】

(1) 比重0.7以上の油種を貯蔵するタンク 【解説 2】

缶工法は、貯蔵する油種の比重が0.7以上のタンクを適用対象とする。

比重0.7未満の油種を貯蔵するタンクについては、缶工法の適用対象外とする。

消防法告示では、浮力計算において貯蔵する危険物の比重が0.7以上である場合は、当該比重を0.7として計算することを定めているため、石油精製における多くの油種については、告示で想定している破損浮き室数を超えて浮き室が破損した場合にあっても、浮力の裕度が実態上確保されている。

一方、比重0.7未満の油種については、実比重で必要設置缶数を計算することになれば、法令上の浮力は満足しても、想定外の破損浮き室数が発生した場合、浮力の裕度は有していないことになる。

これらを踏まえ、貯蔵する油種の比重が0.7以上の場合、想定を超えて浮き室数が破損しても実態上浮力の裕度が確保されているため、次の (2)、(3) 項の絞込み手順中、必要缶数の裕度は考えなくてもよいものとする。

(2) 告示浮力が浮き屋根重量より小さいタンク 【解説 3、4、5】

告示改正による破損浮き室数の増加で告示上の浮力が減少し、浮き屋根が沈下すると判定されたタンク。

① 缶工法が適用できるか否かのタンクの絞り込み 【解説 3】

缶工法を適用する場合には、缶の自重と浮力の関係から、タンクの全浮き室数について制限がある。適用条件式 (式 1) を満足しているタンクは、缶の浮力を活用できるため、缶工法が適となる。

$$1 \text{ 缶あたりの浮力 } 13.33\text{kg} \times \text{破損浮き室数} \\ > 1 \text{ 缶あたりの重量 } 1.025\text{kg} \times \text{全浮き室数} \quad (\text{式 1})$$

※ 1 缶あたりの浮力 13.33kg : 缶容量 19.05ℓ、油の比重 0.7 より

※ 1 缶あたりの重量 1.025kg : 缶重量 1.019kg + エッジガード重量 0.006kg

適用条件式 (式 1) を満足しない場合は、缶の浮力を活用できないため缶工法が不適となる。

(式 1) を踏まえた缶工法を適用できるタンクの最大限の浮き室数は、

- ・ 想定破損浮き室数 3 室のタンクの場合は全浮き室数が 39 室以下
- ・ 想定破損浮き室数 4 室のタンクの場合は全浮き室数が 52 室以下
- ・ 想定破損浮き室数 5 室のタンクの場合は全浮き室数が 65 室以下

となる。

エッジガードは、最下段の缶にのみ適用され、缶の全てに装着するものではないが、浮力裕度を持たせる意味で、缶工法で行う各種計算に使用する1缶の重量は、1.025kgで統一する。

エッジガードは、缶の四隅にそれぞれ10cm、1缶あたり合計40cm装着するとして計算する。

② 浮き室1室あたりの最小必要缶数nの計算 【解説3】

缶工法適のタンクについて浮き室1室あたりの最小必要缶数nを計算する。

$$n > (\text{浮き屋根重量} - \text{告示上の浮力}) / (\text{1缶あたりの浮力} 13.33\text{kg} \\ \times \text{破損浮き室数} - \text{1缶あたりの重量} 1.025\text{kg} \times \text{全浮き室数}) \quad (\text{式} 2)$$

③ 浮き室1室に挿入設置可能な缶数の算出 (詳細図面等による) 【解説4】

浮き室1室あたりの最小必要缶数nが浮き室1室あたりの有効空間に設置できる缶数を超える場合は、缶工法不適となる。

④ 缶を搭載した場合の傾斜を考慮した浮き屋根沈下量の確認 【解説5】

$$\text{缶設置後の傾斜を考慮した沈下量} < \text{外リム上端までの高さ} \quad (\text{式} 3)$$

※ 缶設置後の傾斜を考慮した沈下量は、(3)項(式4)により計算する。

(式3)を満足する場合は、缶工法が適となる。

(式3)を満足しない場合は、次の(3)項に示す(式4)で缶数を増やしながらか、缶設置後の傾斜を考慮した沈下量を小さくしていき、トライアンドエラーで(式3)を満足する最小必要缶数を求める。

次に、この新たに求めた最小必要缶数について、上記③項により浮き室の有効空間への挿入可能性を確認する。

(3) 告示浮力を満足するが喫水線が外リム上端を超えるタンク 【解説5】

告示上の浮力が浮き屋根重量以上であり浮力は満足するが、浮き屋根が傾斜した場合に喫水面(自由液面)が外リム上端を超えると判定されたタンク。

- ① 傾斜を改善するための浮き室1室あたりの必要缶数は、次の(式4)で求める缶設置後の傾斜を考慮した浮き屋根の沈下量が、外リム上端までの高さよりも小さくなって(式3)を満足するまでトライアンドエラーで算出する。

$$\begin{aligned} & \text{缶設置後の傾斜を考慮した沈下量} \\ & = \text{浮き屋根本体による一様沈下量} + \text{缶による一様沈下量} + \text{傾斜による沈下量} \end{aligned} \quad (\text{式} 4)$$

※ 傾斜による沈下量 = 缶設置前の傾斜による沈下量 $\times (1 - \alpha)$

$$\alpha = \text{缶の浮力} / \text{浮き室の浮力}$$

$$\begin{aligned} & = \text{浮き室1室あたりの缶数} \times \text{1缶あたりの浮力} 13.33\text{kg} \times \text{浮き室数} \\ & / (\text{油の比重} 0.7 \times \text{浮き室1室の容積} (\varnothing) \times \text{浮き室数}) \end{aligned}$$

- ② 上記①項で求められた缶数を設置することで傾斜は満足することになるが、改めて浮力を再確認する。浮力確認の方法は、告示上の浮力と浮き室破損時に働く缶の浮力を加えた総浮力が、浮き屋根重量と缶の重量を加えた浮き屋根総重量を超える場合は缶工法を適用できるが、超えなければ適用できない。
- ③ (2)の③項と同様に、浮き室1室に挿入設置可能な缶数を算出(詳細図面等による)し、①項で求めた缶数の収納を確認する。

2. 缶の仕様および巻き締め 【解説6】

(1) 缶の仕様

缶工法に用いる缶は、灯油等を入れる通常の18リットル缶と類似缶であるが、質量をできる限り軽量にするため、缶胴板厚が通常缶『JIS Z1602 金属板製18リットル缶』の0.32mmより薄い0.27mmのゲージダウン缶を選定する。

また、液体の出し入れ口、ハンドリング用の取手をなくし、巻き締め部にシーリング剤を使用しないものとする。

① 使用材料

JIS G3303 : SPTe (ぶりき : 低炭素鋼に錫を電気めっきしたもの)

② 仕様

区分	調質度 (目標ロックウェルト硬さ : HR-30T)	板厚
・ 胴	T-4 (61±5)	0.27mm
・ 天地板	T-2 (53±5)	0.32mm

③ 寸法等

- ・ 天地巻き締め辺長 : 238.0±1.0mm
- ・ 高さ : 350.0±1.0mm
- ・ 空缶質量 : 1019g
- ・ 容量 : 19.05ℓ

(2) 缶の巻き締め

T寸法管理規格値 : 2.15±0.10mm

3. エッジガードの装着 【解説7】

浮き室底板腐食防止のため、底板と接する缶底のエッジ部四隅に、ナイロン66製のエッジガード(約10cm)を装着する。装着するのは2段積みの場合は下段の缶のみとなる。

4. 缶の設置・締結方法について 【解説4】

- ① リング火災の輻射熱の影響を浮き室側板や上板から直接受熱しないように、喫水線より上に位置する缶は、外リムや上板に接触しないように設置する。
- ② 缶は縦置き、横置きを組み合わせて浮き室空間に効率的に設置する。ただし、最下段の缶は、縦置きにして缶下部四隅にエッジガードを装着し、缶を浮き室下板鋼板に直置きしない。

- ③ 最下段の缶の設置は、缶のエッジガードを傷つけないように、缶を下板に丁寧に置く。
- ④ 缶はスロッシング時にバラバラに暴れないように可能な範囲の缶同士を細い針金等（樹脂製のバンド等は使用しない）で軽く結束する。ただし、結束する時は、油浸入に伴う缶の浮力で浮き室補強材に応力が集中することは避けるために、針金を補強材に緊縛しない。缶の結束の目的は、缶が個々に動かないようにするための配慮であり、缶を完全固定化するためではない。
- ⑤ 缶は浮き室の奥の方から設置し、マンホール直下部分に最後の作業空間、目視点検やガス検のための空間を残す手順で設置する。
- ⑥ 管理しやすくするため、缶を設置する時に缶に番号を表示する。表示方法は結束したブロック毎の缶の番号とする。

5. 缶の維持管理について 【解説 8】

缶を浮き屋根タンクの浮き性能向上対策の浮力体として用いるためには、缶の健全性が常に維持されていなければならない。

缶の維持管理の状況を明らかにするため、消防庁通知「製造所等の定期点検に関する指導指針の整備について」（平成3年5月28日消防危第48号）の定期点検記録表に缶を自主的に追加し、点検要領に基づいて点検を行い、記録を保存する。

なお、定期点検時に浮き室に入る場合は危険作業となるため、酸欠等のガス検知を行い、社内基準を踏まえて安全に入室する。

(1) 定期点検時の缶の点検方法

- ① 継続監視用の缶の決定
 - ・保安検査用に毎年継続監視するための缶を1個特定する。
 - ・継続監視用の缶は、その旨を缶に表示する。
 - ・継続監視用の缶は、安全サイドで、外気が流入するマンホールのベント直下付近に設置する。
- ② 継続監視用の缶の点検方法・内容
 - ・塗装の剥離等の不具合、エッジガードの変形、亀裂、割れ等を観察する。
 - ・特に巻き締め部について腐食の有無を観察する。
 - ・缶の塗装、エッジガードの状況、巻き締め部の状況、缶の腐食の程度に応じて、さらなる調査が必要な場合は、点検個数を増やす。
 - ・目視検査の結果、状態に応じて缶を取替え、補給をする。
- ③ 缶の取替え基準
 - ・缶の取替えは、巻き締め部の発錆有無を判断基準とする。
- ④ 点検結果の記録と保存

点検結果については、継続監視用の缶、および点検の結果追加した缶の位置や状態などの内容を必ず記録に残し、缶の保管状況の写真を缶の状態にかかわらず保存する。
- ⑤ 継続的点検

2回目以降の定期点検では、第1回目の保安点検を行った缶の傾向管理を行うため、継続監視用の缶、および点検の結果改めて追加した缶を継続して毎年点検する。

(2) タンク開放検査時の缶の点検方法

- ① 開放検査時には、浮き室から缶を全数取り出し、5.(1)②項と同様の目視点検を行う。
- ② 目視点検の結果、缶の状況に応じて缶を取替え、補給する。
- ③ 点検結果については、保管状況の写真を、缶の状態にかかわらず、その一例を数個分保存する。

6. 浮き室のガス検による定期点検について 【解説8、9】

消防庁通知「製造所等の定期点検に関する指導指針の整備について」(平成3年5月28日消防危第48号)に定める浮き室の「漏洩の有無」については、目視点検にガス検知器を用いる点検を併用し、次の定められた手順で行うこととする。

ガス検知は、浮き室の目視点検の補完・代替として缶工法に認められた最も重要・大切な点検方法であることから、適切なガス検知器を有効に使用し、漏洩をいち早く検知することによって初めて目視点検と同等レベル以上の定期点検を達成できるものである。

ガス検知の目的は、浮き室内の油漏洩の有無の確認にあることから、ガス濃度の測定に目的があるのではなく、ガスの検知にある。

(1) ガス検知器の基本性能

- ① ガス検知器はタンク在槽油の種類に応じて十分な感度を有する適切な検知器を選定する。
具体的には、ガソリンについて実施した漏洩検知検証試験の数量の15ml(大匙1杯)と同量の在槽油の理論ガス濃度がガス検知器の測定範囲内にあることが必要である。
- ② ガス検知は油の貯蔵状態で行うことから防爆構造であることが必要である。

(2) 測定方法

- ① ゼロ点調整
浮き室のマンホールの蓋を開放する前に、マンホール周囲の雰囲気ではガス検知器のゼロ点調整を行う。
- ② 測定箇所
 - ・原油、ナフサ、ガソリン等の低引火点危険物
マンホール直下の浮き室下板表面付近にセンサーを降ろし、使用するガス検知器に適した吸引時間で周辺雰囲気を吸引する。
 - ・灯油、軽油、重油等の中／高引火点危険物
伸縮ポール等を利用してマンホールから一番離れた通路部の浮き室下板表面付近にセンサーを降ろし、使用するガス検知器に適した吸引時間に吸引距離を考慮した時間を加味し、十分な時間を掛けて周辺雰囲気を吸引、その後、当該箇所からマンホール直下に至るまで2箇所程度を同様な方法で吸引する。

(3) 検出値の対応基準

- ① 臭気やマンホール内部の可視範囲の様子に注意を払いながら、ガス検知器の反応の有無を基に漏洩の有無を判断する。

- ② ガス検知器に反応がある場合は、ノイズの可能性も念頭に入れ、24時間のインターバルでガスの有無を確認するまでガス検を繰り返す。

7. 異常時の対応措置 【解説10】

浮き室内に油の漏洩、可燃性ガスの滞留が認められる等の異常な現象を検知した場合、浮き室内に工具等を持ち込み、缶の移動や撤去作業を行うことは、危険であり禁止する。

浮き室内に油の漏洩や可燃性ガスの滞留が認められた場合の対処方法は、在槽油を抜いてタンクを開放し、缶を取り出した後に浮き室の補修を行うこととする。

浮き室内がガス雰囲気状態の下では、恒久補修は不可能なため、タンクを使用停止し、開放清掃した上で浮き室内部の空気置換を行い、ガス排除を行って火気使用可能状態にして補修を行っているが、浮き室内に缶を設置する場合においても、同様な措置をとるものとする。

なお、浮き室内に油の漏洩や可燃性ガスの滞留が認められた場合は、直ちにその状況を消防署、消防機関に連絡すること。

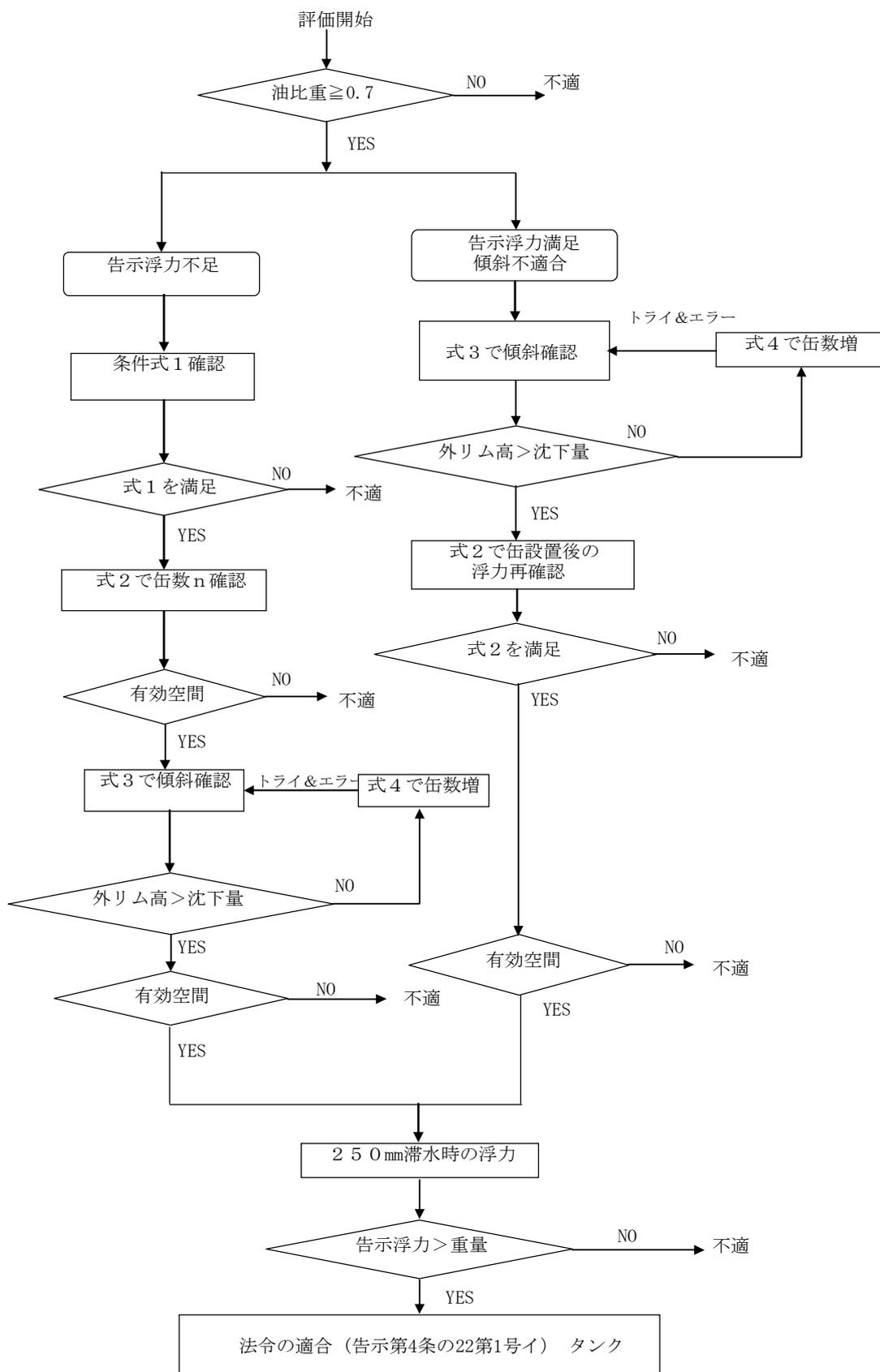
最後に

本運用指針の基本的な考え方、根拠、背景、式の説明は報告書に詳述されており、不明な点が生じた場合は報告書に戻って確認すること。

以上

【解説 1】

缶工法適用タンク絞込み手順



【解説 2】

1. (1) 比重 0.7 以上の油種を貯蔵するタンク

比重 0.7 以上の油種としては、原油、ガソリン、灯油、軽油、重油等がある。

告示比重 0.7 で浮力計算した場合の必要設置缶数について実比重で比較すると、事例中のタンクを用いた試算では、ガソリンで 9 倍、原油で 15 倍となる。また破損浮き室数について比較すると、ガソリンで 3 倍、原油で 6 倍の余裕浮力を有していることになる。

このことから、告示比重 0.7 で浮力計算をすれば、告示が想定している破損浮き室数を超えて浮き室が破損しても相当程度の裕度を有していることになる。

【浮力裕度の検証】

破損浮き室数を z 室として、それぞれのケースを算出する。

● 比重 0.75 ケース (ガソリン) : 1 缶浮力 = $19.05 \times 0.75 = 14.28\text{kg}$

① 1 室 389 缶挿入時に何室まで破損しても沈下しないか？

$$389 = \text{不足浮力} \times 1000 / (14.28 \times z - 1.025 \times 48)$$

$$\text{不足浮力} = W_1 - (V_1 - z V_2) \times 0.75$$

$$389 \times (14.28 \times z - 1.025 \times 48) / 1000 = 360 - 0.75 \times 558.4 + 0.75 \times 11.6 \times z$$

$$5554.92z - 19138.8 = 8700z - 58800$$

$$z = 12.6 \text{ (12 室破損まで沈下せず)}$$

② 何室破損すれば沈下し、何缶挿入すれば沈下しないか？

$$(558.4 - 11.6z) \times 0.75 = 360$$

$$z = (558.4 - 360 / 0.75) / 11.6 = 6.75 \text{ 室 (破損 7 室で沈下)}$$

$$W_2' = 0.75 (558.4 - 7 \times 11.6) = 357.9 \text{ (浮力 2100kg 不足)}$$

$$n > 2100 / (14.28 \times 7 - 1.025 \times 48) = 41.4 \text{ (必要缶数 42 缶 / 1 室)}$$

● 比重 0.85 ケース (原油) : 1 缶浮力 = $19.05 \times 0.85 = 16.19\text{kg}$

① 1 室 389 缶挿入時に何室まで破損しても沈下しないか？

$$389 \times (16.19 \times z - 1.025 \times 48) / 1000 = 360 - 0.85 \times 558.4 + 0.85 \times 11.6 \times z$$

$$6297.91z - 19138.8 = 9860z - 114640$$

$$z = 26.8 \text{ (26 室破損まで沈下せず)}$$

② 何室破損すれば沈下し、何缶挿入すれば沈下しないか？

$$z = (558.4 - 360 / 0.85) / 11.6 = 11.6 \text{ 室 (破損 12 室で沈下)}$$

$$W_2' = 0.85 (558.4 - 12 \times 11.6) = 356.3 \text{ (浮力 3700kg 不足)}$$

$$n > 3700 / (16.19 \times 12 - 1.025 \times 48) = 25.6 \text{ (必要缶数 26 缶 / 1 室)}$$

以上

【解説3】

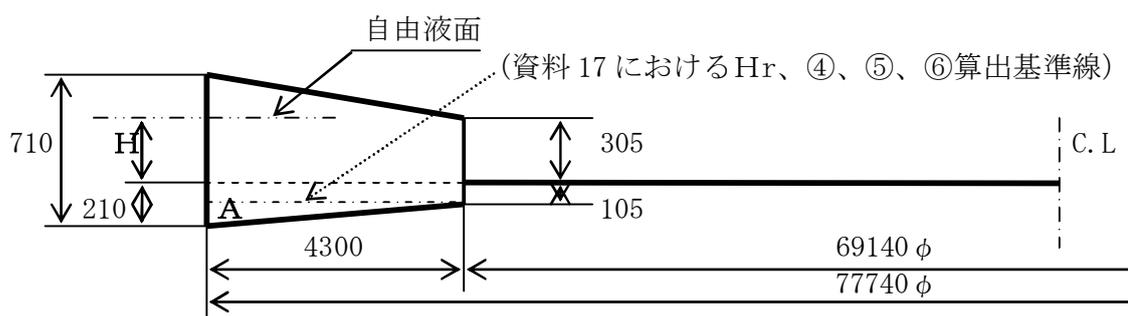
1. (2) 告示浮力が浮き屋根重量より小さいタンク

- ① 缶工法が適用できるか否かのタンクの絞り込み
- ② 浮き室1室あたりの最小必要缶数nの計算

【浮き室への18リットル缶挿入設置例】

例題タンク仕様

10万k0級原油タンク（実在タンクで、浮き室4室破損時に浮力を満足しないように、浮き屋根自重を若干修正）



- 浮き室数 : N = 48 室
- 浮き屋根自重 : $W_1 = 360\text{ton}$
- 250mm 雨水重量 : $W_3 = 1201\text{ton}$
- 浮き室全容積 : $V_1 = 558.4\text{m}^3$
- 浮き室1室の容積 : $V_2 = 11.6\text{m}^3$
- A部全容積(破線下) : $V_4 = 157.2\text{m}^3$

浮力計算

(1) 建設時

- ・浮き室2室とシングルデッキ破損時

浮き室有効容積 : $V_3 = V_1 - 2V_2 = 535.2\text{m}^3$

0.7 比重液中の浮き室浮力 : $W_2 = 0.7 \times V_3 = 374.6\text{ton}$

$W_2 > W_1$ であり、合格

- ・屋根上に250mm滞水時

自由液面までの容積 : V_5 と浮き屋根の沈み量 : H との関係

$$V_5 = (77.74^2 \times \pi / 4) \times H + V_4 \quad \text{および}$$

$$V_5 \times 0.7 = W_1 + W_3 \quad \text{より}$$

浮き屋根の沈み量 : $H = 437\text{mm} < 500\text{mm} (= 710 - 210)$ であり、合格

(2) 改正告示後

- ・浮き室4室とシングルデッキ破損時

浮き室有効容積 : $V_3' = V_1 - 4V_2 = 512\text{m}^3$

0.7 比重液中の浮き室浮力 : $W_2' = 0.7 \times V_3' = 358.4\text{ton}$

$W_2' < W_1$ であり、不合格

① 缶工法が適用できるか否かのタンクの絞り込み

1缶あたりの浮力13.33kg×破損浮き室数

$$>1缶あたりの重量1.025kg \times 全浮き室数 \quad (式1)$$

※ 1缶あたりの浮力 13.33kg : 缶容量19.05ℓ、油の比重0.7より

※ 1缶あたりの重量 1.025kg : 1缶の重量1.019kg+エッジガード重量0.006kg

(式1)の判定式に破損および全浮き室数を代入して、

1缶あたりの浮力13.33kg×破損浮き室数4室

$$>1缶あたりの重量1.025kg \times 全浮き室数48室$$

判定：浮力が重量より大きい場合 (>) は缶工法適用が可能になるタンク

浮力が重量より小さい場合 (<) は缶工法が不適用になるタンク

結果：53.32kg > 49.2kg 缶工法適用可能になるタンク

② 浮き室1室あたりの最小必要缶数nの計算

(1) 18リットル缶の仕様

容積：19.05ℓ

浮力：13.33kg (=19.05×0.7…安全サイドに小数第3位切捨て)

重量：1.025kg (缶重量1.019kg+エッジガード重量0.006kg)

(2) 計算 (浮き室4室、シングルデッキ破損時)

$$n > (360 - 358.4) \times 1000 / (13.33 \times 4 - 1.025 \times 48)$$

$$n > 388.4$$

浮き室1室当りの18リットル缶の必要数量：n ≥ 389缶

③ 浮き室へ389缶挿入設置後の浮力確認計算

(1) 浮き室4室とシングルデッキ破損時

(ここでは、平衡状態に近いわずかな差での判定となるため小数第3位まで示す)

$$\text{浮き室有効容積} : V_3'' = V_1 - 4V_2 + 19.05 \times 389 \times 4 / 1000$$

$$= 541.641\text{m}^3 \quad (\text{小数第4位切り捨て})$$

$$\text{浮き室浮力} : W_2'' = 0.7 \times V_3'' = 379.148\text{ton} \quad (\text{小数第4位切り捨て})$$

$$\text{浮き屋根自重} : W_1' = 360 + 1.025 \times 389 \times 48 / 1000 = 379.139\text{ton}$$

(小数第4位切り上げ)

$$W_2'' > W_1' \quad \text{であり、合格}$$

(2) 屋根上に250mm滞水時

喫水面 (自由液面) までの容積：V₅と浮き屋根の沈み量：Hとの関係

$$V_5 = (77.74^2 \times \pi / 4) \times H + V_4 \quad \text{および}$$

$$V_5 \times 0.7 = W_1' + W_3 \quad \text{より}$$

浮き屋根の沈み量：H = 443mm < 500mm (=710 - 210) であり、合格

④ 計算結果

全浮き室48室に、それぞれ389缶以上の18リットル缶を挿入設置すれば、改正告示第4条の22第1号のイの「沈下しないものであること」を満足する。

以上

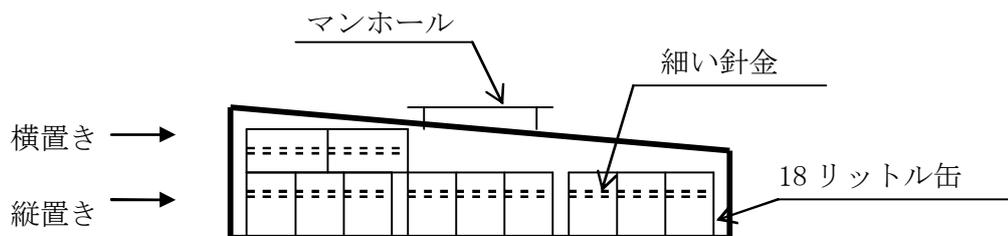
【解説4】

1. (2) ③ 浮き室1室に挿入設置可能な缶数の算出（詳細図面等による）
4. 缶の設置・締結方法について

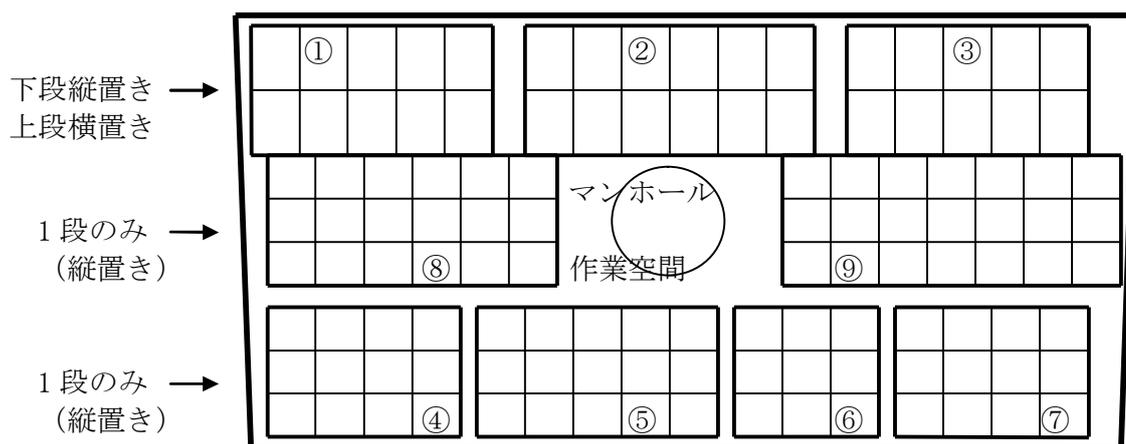
【浮き室1室における具体例のイメージ図】

（例題のタンクに設置する場合の模式図：図中の缶数、ブロック数などは実際と異なる）

・浮き室側面視



・浮き室平面視



(1) 18リットル缶挿入設置手順

（カッコ内は、ブロックごとの計算上の余裕を見た缶の設置個数）

1. ①～③ブロックの下段に缶を縦置き、ブロックごとに針金で結束
（下段：20缶×6列＝120缶、上段：20缶×4列＝80缶、合計：200缶）
2. ④～⑦ブロックに缶を縦置き、ブロックごとに針金で結束
（18缶×8列＝144缶）
3. ⑧ブロックに缶を縦置き、ブロックごとに針金で結束
（8缶×3列＝24缶）
4. ⑨ブロックに缶を縦置き、ブロックごとに針金で結束
（8缶×3列＝24缶）

以上の作業で、合計392缶を設置することができ、浮力改善必要数の389缶以上を満足する。

(2) 設置方法の例

1. 缶の置き方

缶を横置きにすると、浮き室下板と缶が面接触するため、万一、湿性雰囲気が生じた場合に、腐食発生の恐れがある。これを防止するために、浮き室下板に対する缶の置き方は、原則として縦置き（線接触）とし、さらにナイロン66製エッジガードを装着することで絶縁するとともに浮き室下板との間に空間を確保する。

2. 缶の固定

浮き室内には補強用の部材があり、全体を隙間なく配置することはできないため、いくつかのブロックに分ける必要がある。ブロックごとに細い針金などを水平方向へ回して軽く結束する。

(3) 作業空間の確保

最初に浮き室マンホールから遠い部分に設置し、徐々にマンホール部分へ向かうことになるが、最終的には、マンホール直下部分に最後の作業空間を残すような手順で缶を設置する。

(4) 缶の番号表示

浮き室毎に番号をつけ、缶結束のブロック単位で個々の缶にマジックペン等で番号表示する。

以上

【解説5】

1. (2) 告示浮力が浮き屋根重量より小さいタンク
 - ④ 缶を搭載した場合の傾斜を考慮した浮き屋根沈下量の確認
- (3) 告示浮力を満足するが喫水線が外リム上端を超えるタンク

【傾斜時の沈下量計算例】

1. 計算手法

缶を設置した浮き屋根の傾斜を考慮した沈下計算は、下式で求められる。
 右辺の第3項は、傾斜量が缶による浮力と浮き室の浮力との割合 α に比例するものとしたものである。つまり、 $\alpha=0$ のとき F 、 $\alpha=1$ のとき 0 となる。

$$F_{all} = H_{roof} + H_{can} + F \times (1 - \alpha)$$

ここで F_{all} : 傾斜を考慮した浮き屋根の沈み深さ m
 H_{roof} : 浮き屋根本体による一様沈下量 m
 H_{can} : 缶による一様沈下量 m
 F : 缶設置前の傾斜による沈下量 m
 α : 缶による浮力と、浮き室浮力との割合

2. 計算例

【資料14】浮き室への18リットル缶挿入設置例をベースに計算例を示す。

① 浮き屋根仕様

浮き室数	$N = 48$ 室
浮き屋根自重	$W_1 = 360$ ton
浮き室1室の容積	$V_2 = 11.6$ m ³
破損浮き室数	$N_1 = 4$ 室
外リム半径	$R_o = 38.87$ m
内リム半径	$R_i = 34.57$ m
健全な浮き室の投影面積	$S = \pi (R_o^2 - R_i^2) \times 44 / 48 = 909$ m ²
外リム上端までの高さ	$H_r = 0.605$ m

② 缶仕様

1缶の重量	$W_c = 0.001025$ ton (エッジガード含む)
1缶の容量	$V_c = 0.01905$ m ³
1缶の0.7比重液中の浮力	$F_c = 0.01333$ ton

③ 缶設置数

浮き室1室に389缶設置する。
 缶全重量 $W_{call} = 389 \times W_c \times N = 19.2$ ton

④ 浮き屋根本体による沈下量 (設計計算書に基づく)

$H_{roof} = 0.512$ m

⑤ 缶設置前の浮き屋根傾斜による沈下量 (設計計算書に基づく)

$F = 0.118$ m

⑥ 缶による一様沈下量

$H_{can} = (W_{call} - 389 \times F_c \times N_1) / (0.7 \times S) = -0.002$ m

⑦ 缶による浮力と、浮き室浮力との割合

$$\alpha = 389 \times F_c \times N / (0.7 \times V_2 \times N) = 0.638$$

⑧ 傾斜を考慮した浮き屋根の沈み深さ

$$F_{all} = H_{roof} + H_{can} + F \times (1 - \alpha) = 0.562 \text{ m}$$

3. 考察

缶設置前の沈下量は、 $H_{roof} + F = 0.512 + 0.118 = 0.630 \text{ m}$ で、 H_r (0.605 m) より大であるから沈下の判定であり、缶設置により本タンクの沈下量は減少し(0.562 m)、 H_r より小さくなって沈下しない結果となった。

以上

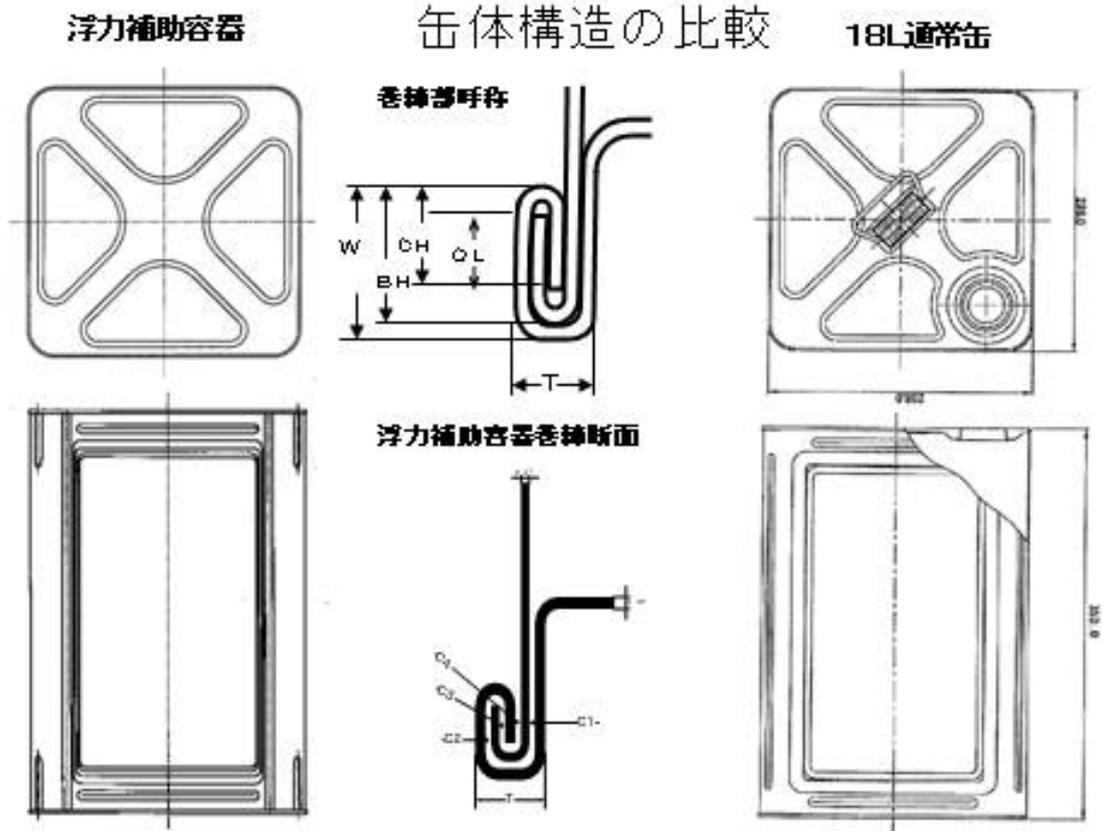
【解説6】

2. 缶の仕様および巻き締め

(1) 缶の仕様

①全般

当工法で使用する浮き室に余裕浮力を持たせる缶は、一般的に灯油等を入れる通常の18リットル缶から、液体の出し入れ口、ハンドリング用の取手をなくし、巻き締め部にシーリング剤を使用しないものとする。



②使用材料

JIS G3303 : SPTe (ぶりき : 低炭素鋼に錫を電気めっきしたもの)

③仕様

区分	調質度 (目標ロックウェルT硬さ : HR-30T)	板厚 : mm
胴	T-4 (61±5)	0.27
天板	T-2 (53±5)	0.32
地板	T-2 (53±5)	0.32

④寸法等

天地巻き締め辺長 : mm	高さ : mm	空缶質量 : g	容量 : l
238.0±1.0	350.0±1.0	1019	19.05

⑤外面塗装

アクリル系樹脂 (塗膜厚 : 6~7 μm)

(2) 缶の巻き締め

缶の呼吸量は、巻き締め部の隙間の大きさで定まり、巻き締めの強さ、所謂巻き締めの厚み (T 寸法) で設計される。T 寸法を大きくすることは巻き締めに緩い状態にすることであり、缶内圧が上昇すれば、その分空気が隙間から缶の外側に押し出され、缶内圧が外圧よりも小さくなれば空気が隙間から流入する。

つまり、呼吸量は、巻締の強さによって板材同士の圧着の度合いに応じ調整しており、この時の巻締部全体の厚み (T 寸法) で隙間が計算される。

$$(\text{平均隙間} = [T \text{ 寸法} - (\text{缶胴板厚} \times 2 + \text{蓋板厚} \times 3)] / 4)$$

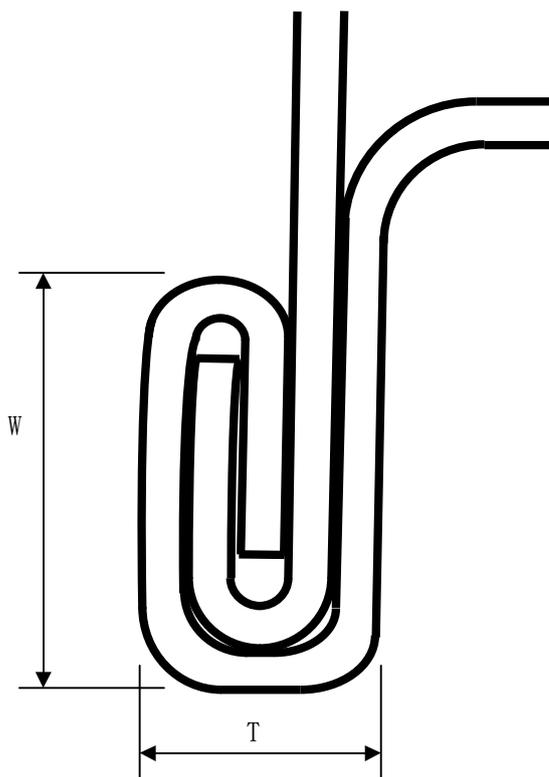
呼吸しないように締めると、缶の耐圧強度は $2\text{kg}/\text{cm}^2$ のため、 $2\text{kg}/\text{cm}^2$ を超えると内圧で巻き締めが解ける。缶内圧が外部に逃げるようにすると、塑性変形による口は開かない。

例 T 寸法 1.70mm 平均隙間 (※) $50\mu\text{m}$
48 時間で 6ml 呼吸する状態 (密封性を保持し、ほとんど呼吸しない状態)

図：二重巻締部呼称名

T：シームシックネス (seam thickness)

W：シームウイドレス (seam width)



以上

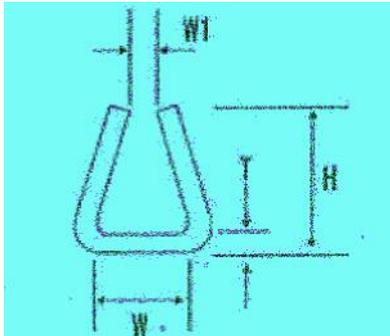
【解説7】

3. エッジガードの装着

エッジガード (型番: SEN-2.5)

材質: ナイロン66

断面寸法 (mm): H 4.4 T 0.8 W 2.7 W1 1.5



外観: 長さ 10cm



缶底部の四隅への装着状況:



以上

【解説8】

5. 缶の維持管理について

6. 浮き室のガス検による定期点検について

点検項目	点検内容	点検方法
ポンツーン	変形・亀裂の有無	目視
	塗装状況および腐食の有無	目視
	【漏洩の有無】 ・原油、ナフサ、ガソリン等の低引火点危険物 マンホール直下の浮き室下板表面付近にセンサーを降ろし、30秒間周辺雰囲気を吸引 ・灯油、軽油、重油等の中／高引火点危険物 マンホールから一番離れた通路部の浮き室下板表面付近にセンサーを降ろし、30秒間周辺雰囲気を吸引、その後当該箇所からマンホール直下に至るまで2箇所程度を1箇所につき30秒間周辺雰囲気を吸引	ガス検
缶	継続監視用缶 【貯蔵時】 ・缶の天板・地板・胴部の塗装状況および腐食の有無 ・缶の巻き締め腐食の状況（エッジガードを取外し点検） ・エッジガードの変形、亀裂、割れの有無	目視 目視 目視
	【タンク開放時】 同上	目視
缶	上記以外の缶 【タンク開放時】 ・缶の天板・地板・胴部の塗装状況および腐食の有無 ・缶の巻き締め腐食の状況（エッジガードの上から点検） ・エッジガードの変形、亀裂の有無	目視 目視 目視

※ 灯油、軽油、重油等の中／高引火点危険物のガス検については伸縮ポール等を使用してセンサーを移動させること。

※ 継続監視用缶については、新たに追加した缶も継続監視用缶に該当するものであること。

※ エッジガードに亀裂、割れが生じた場合は取り替えること。

※ 巻き締めに埃等が付着している場合は払拭すること。

※ 目視検査の結果、状態に応じて缶を取替え、補給すること。

以上

【解説9】

6. 浮き室のガス検による定期点検について

保安検査の目的はポンツーン内の油の有無の確認にあることから、ガス検知の目的はガスの濃度測定ではなく、ガスの検知にある。

1. ガス検知器の基本性能

参考例（ガソリンの漏洩検知検証試験に使用したガス検知器）

コスモテクターXP-3160

本質安全防爆構造 Exibd II BT3（センサー部は耐圧防爆構造）

採取方式 自動吸引式

測定範囲 0～5,000ppm

ガス吸引反応時間 30秒

2. ガス濃度の計算

$$\{22.4 \text{リットル} \times (273.5 + \text{ポンツーン内の気温}) / 273.5\} \\ \times \{ \text{比重 (g/ml)} / \text{平均分子量 (g/mol)} \} \times (\text{漏油量 (15ml)} \times 1000000) \\ / (\text{ポンツーンの容積 (m}^3\text{)} \times 1000)$$

※各値は各社の石油製品試験データに基づく。

※1000000は濃度のppm表示、1000はm³からリットルへの換算。

3. 測定方法

(1) ゼロ点調整

浮き室マンホールの蓋を開放する前に、ガス検知器の取り扱い要領を基に、マンホール周囲の雰囲気ですぐガス検知器のゼロ点調整を行う。

(2) 測定箇所

① ガソリン、原油、ナフサ

浮き室のマンホールの蓋を開放し、ガス検知器の検出口をマンホール直下の下板直近まで降ろし、雰囲気を吸引し、指示値を記録する。

② 灯油、軽油、重油

灯油、軽油、重油については、原油、ガソリンに比較して蒸気圧の低い引火性液体危険物であることから、ガスの捕集を確実にを行うため、伸縮ポール、伸縮釣竿（伸縮可能長さ4m～20m）を用いて、竿の先端にガス検知器の検知口（センサー）を取りつけ、マンホールからポンツーン先端の浮き室底部に沈潜するガスを吸引し、サーベイする。

(3) 吸引時間

ガス検知器の取り扱い要領に基づいて吸引時間を設定する。

コスモテクターXP-3160の場合、ガス吸引の反応所要時間は概ね30秒である。

これは、センサーがガス（炭化水素油）を補足し、検知の反応に要する時間が30秒であり、ガス検知器の性能を意味するものである。油種毎に要する反応時間ではない。

(4) ガスの有無の判断基準

目的がガス検知であることから、浮き室底部雰囲気吸引後の反応の有無で判断することにする。ガス濃度で判断するものではない。

以上

【解説10】

7. 異常時の対応措置

【消防庁提出資料】

2008年 7月17日

消防庁危険物保安室 御中

石油連盟技術環境安全部

18リットル鋼製缶設置浮き室についての異常時の対応措置について

拝啓 平素は格別のご高配を賜り、厚く御礼申し上げます。

さて、5月21日にご提示をいただきました掲題の異常時の対応措置につきまして、下記のように明確にさせていただきます。

敬具

記

定期点検にて、浮き室内に漏洩が認められた場合の対処方法は、以下の手順に従い、安全対策を講じたうえで在槽油を抜き、タンクを開放して点検補修を行う。

異常発見後の対処方法手順は、

- ① 浮き室マンホールを閉止して入槽禁止措置（ロープ緊縛、表示など）を実施
さらに、浮き室内に窒素を封入し、爆発発生雰囲気排除を並行して実施
（ガス濃度に関係なく、酸素濃度10%以下であれば爆発範囲外となる）
- ② タンクの使用を停止し、在槽油を抜き出してタンクを開放
- ③ 浮き室内のガスを空気に置換し、入槽許可基準を確保
- ④ 携帯ガス検知器を着装のうえ、浮き室内へ入り18リットル缶を撤収し、
入槽許可基準を確保しながら内部点検および補修を実施

以上

缶工法による施工事例

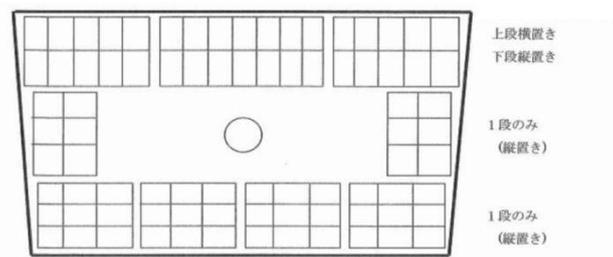
1 目的

平成 24 年に発生した台風や大雨の影響による浮き屋根の沈降事故を踏まえた水平展開で、浮き屋根の構造強化にともなう改修工事を実施することとしているが、工事に時間を要する浮き屋根（3 基）について、改修工事を開始するまでの間の浮き屋根の浮力確保を目的として施工された。

2 概要

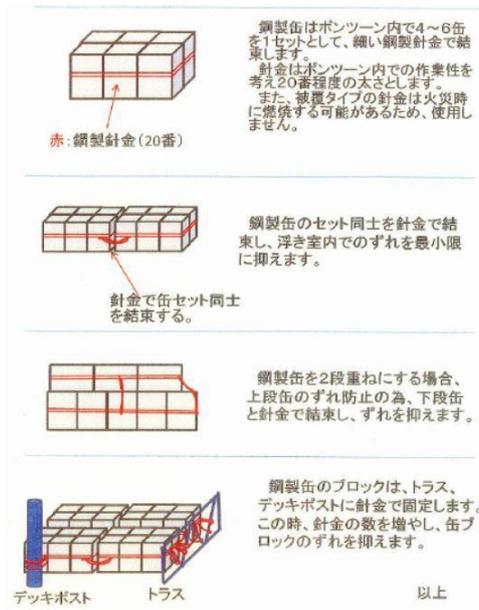
対象タンク（3 基）の帯油が認められるポンツーンの内側のポンツーンに「缶工法浮力向上対策運用指針」（石油連盟）にもとづき缶を設置したもの。なお、合計の工期は 8 日間（6 月 6 日から 6 月 13 日）（浮き屋根 1 基分の作業に要する時間：浮き屋根上への缶の搬入約 5 人／1 日、ポンツーン内への缶挿入約 5 人／1.5 日）であった。

対象タンク	容量	油種	帯油室数	設置室数	設置日
A	99,600KL	原油	1	2	6 月 7 日、10 日
B	99,600KL	原油	1	2	6 月 11 日
C	102,700KL	原油	1	2	6 月 13 日



※詳細は、各タンク設置詳細は各タンク設置状況図による。

図 ポンツーン内缶設置状況



鋼製缶の固定方法

ポンツーンNO, 15		
		横置き3缶組
2段目 (横置き)		アウターリム側部屋 設置数(200缶)
1段目 (縦置き)		3缶組×18列+2缶 : 横置き 6缶組の2口×12列: 縦置き
		中間部屋 設置数48缶)
		インナーリム側部屋 設置数(144缶)
		6缶組
		合計設置数392缶
ポンツーンNO, 13		
		横置き3缶組
2段目 (横置き)		アウターリム側部屋 設置数(202缶)
1段目 (縦置き)		3缶組×18列+2缶: 横置き 6缶組の2口×12列: 縦置き
		中間部屋 設置数48缶)
		インナーリム側部屋 設置数(144缶)
		合計設置数394缶

図 Aタンク設置状況詳細

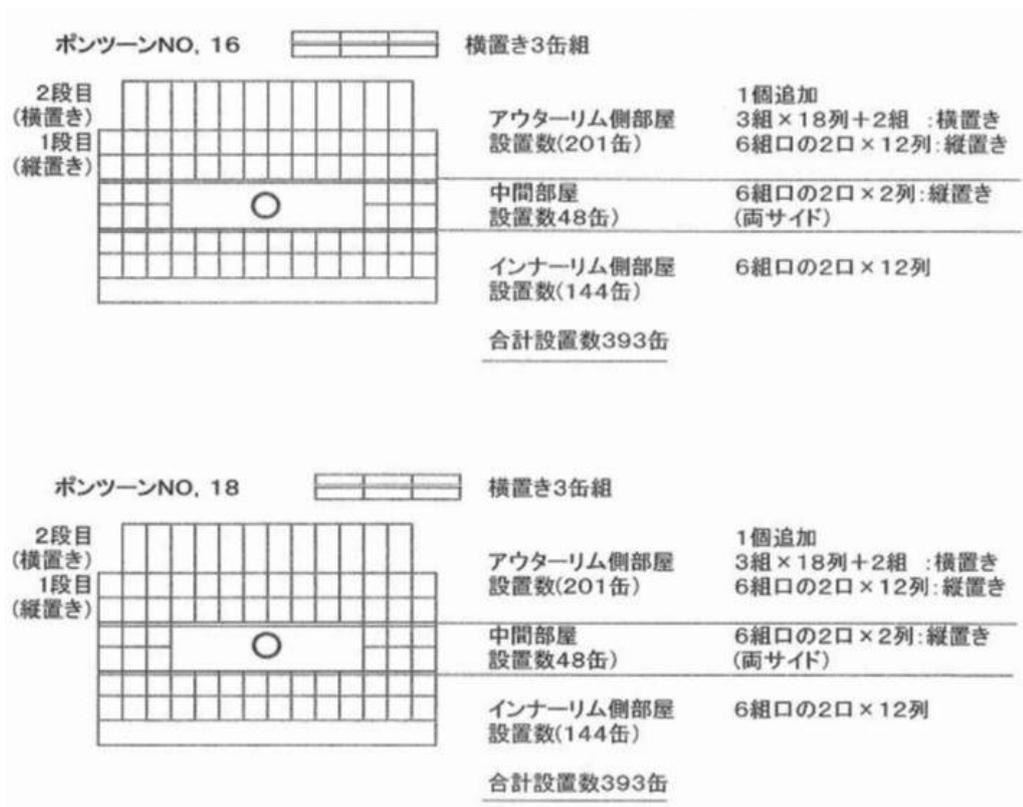


図 Bタンク設置状況詳細

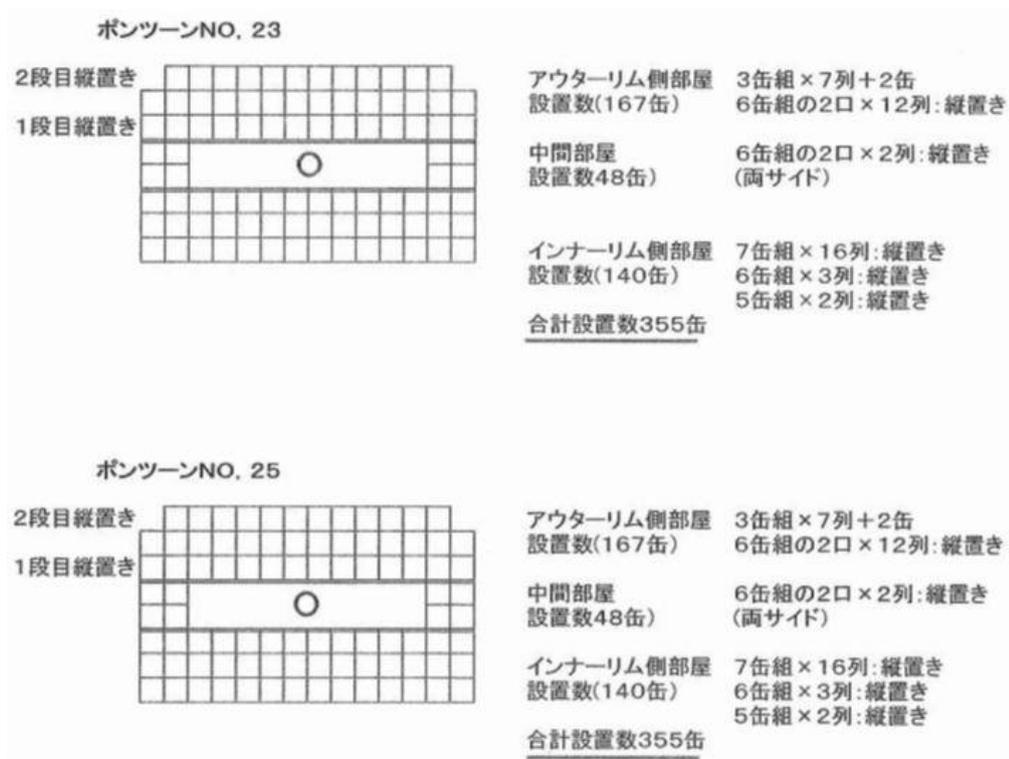


図 Cタンク設置状況詳細

3 安全対策の概要

以下の安全対策を講じて施工した。

- 入構するポンツーンを含め連続したポンツーン3つのマンホール蓋を開放して自然換気を行う。
- 入構するポンツーン奥に換気扇で空気を導入して強制換気を行う。
- 入構するポンツーン内の酸素濃度、可燃性ガス濃度が基準値以下であることを常時測定し監視する。
- タンク入口で人体除電、安全带など金属類は身につけない等の対策を行う。
- ポンツーン内作業時は、消火器を準備したうえで専任の見張りを配置するほか、マンホール内は2名で作業し、異常時に速やかにマンホールから出られるようスペース等を確保して作業を行う。
- ウェザーフード近くにあらかじめ踏み台を準備し、ローリングラダーによらず、TOPウインドガーター上へ移動できる準備をし、外階段により地上に避難する避難計画を策定した。

4 日常点検

定期点検時、強風後、大雨後及び地震発生後に行う緊急点検時に、浮き屋根の全てのポンツーンマンホールを開放し、目視点検及びガス検知を行うことで、ポンツーン内への危険物の漏えいの有無を確認すること、また、缶を封入中に点検を行う際は、缶の外観及び荷崩れの有無や缶固定用針金の結束状態についても確認することとしている。

缶の異常を確認した場合は、缶を拔出し原因究明後、対策をとったうえで再設置することとしている。

なお、ポンツーン内に新たな漏れが発生した場合は、缶の浮力によらなくても、計算上4室連続破損時においても浮き屋根の浮力が確保されているが、破損状況等により、浮き屋根の構造強化にともなう改修時期の前倒し等の見直しを行い、安全な対応をとることとしている。

5 その他

本工事施工に係る経費の概算は、浮き屋根1基分（ただし、缶はポンツーン2室のみ封入）で約150万円（材料費約90万円、工事費約60万円）である。

参考 設置状況写真

鋼製缶納品状況



6月4日 鋼製缶納品（ゲート前駐車場）



コンテナ内缶包装態

鋼製缶浮き屋根上搬入状況



6月6日 Aタンク 屋根上搬入



鋼製缶ポンツーン上へ荷揚げ

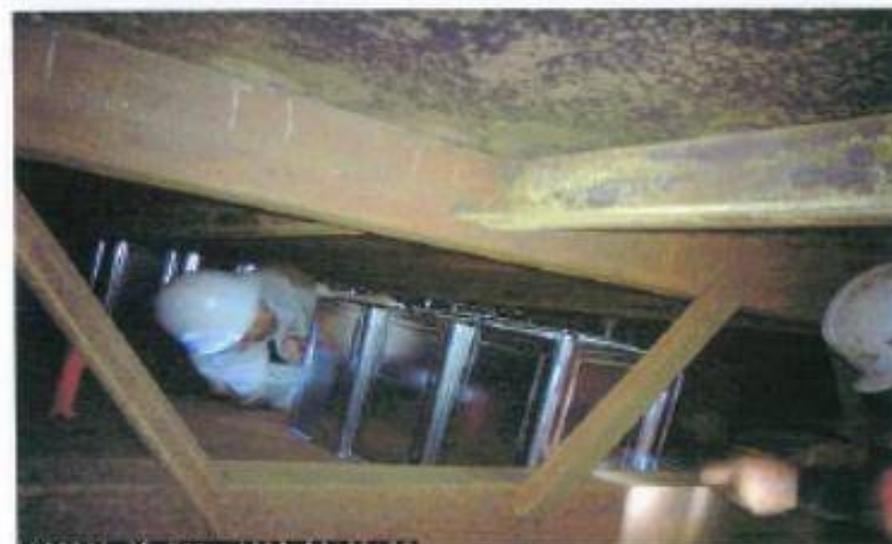
Aタンク NO, 15ボンツーン



缶設置ボンツーンNO, 15 入槽前環境チェック



缶ボンツーン内入れ込み中



ボンツーンインナーリム設置中

Aタンク NO. 15ポンプゾーン



インナーリム側 縦置き状態

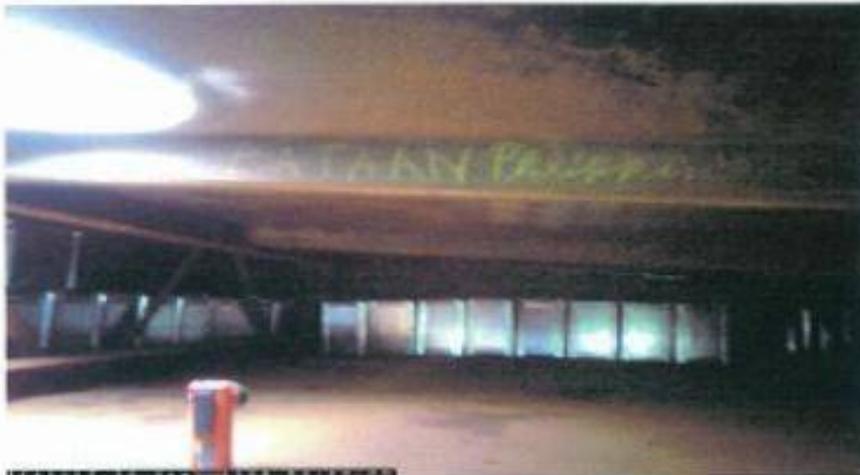


インナーリム側設置 縦置き因轉状態



中間部屋及びアウターリム側設置中(縦置き)

Aタンク NO. 15 ポンプーン



中間部屋及びアウターリム側設置中(縦置き)



492缶最終入れ込み中



アウターリム側設置状態(1段目縦置き+2段目横置き)設置数量392缶

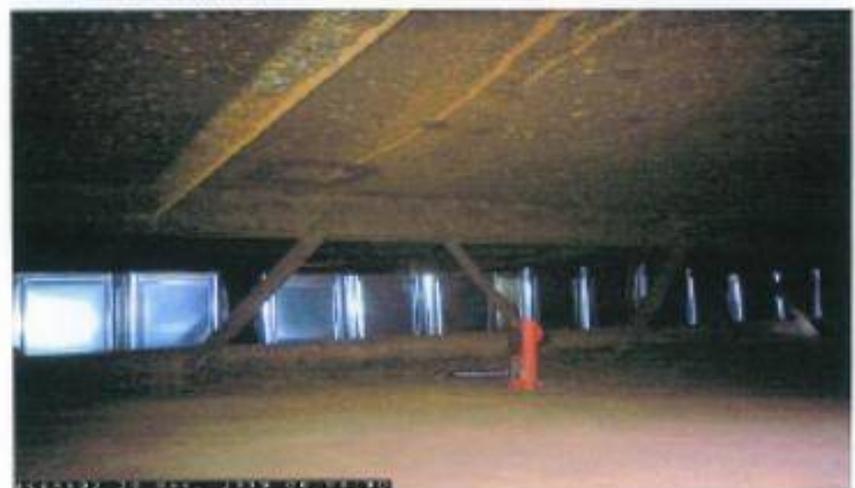
Aタンク NO, 13 ボンツーン



Aタンク ボンツーン NO, 13 鋼製缶設置



インナーリム側設置中



インナーリム側144缶設置完了

Aタンク NO, 13ボンツーン



アウターリム棚、中間設置中

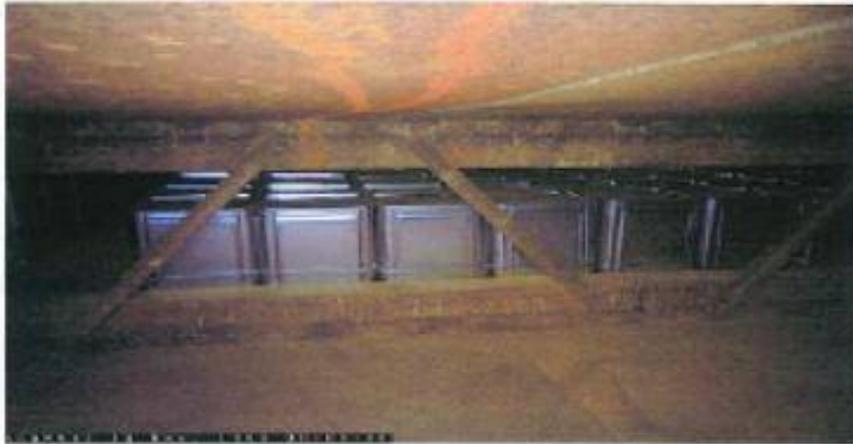


中間設置完了



ボンツーンNO, 13設置数量394街完了

Bタンク 設置(6月11日) ポンツーンNO, 16



ポンツーンNO, 16インナーリム設置(144缶)

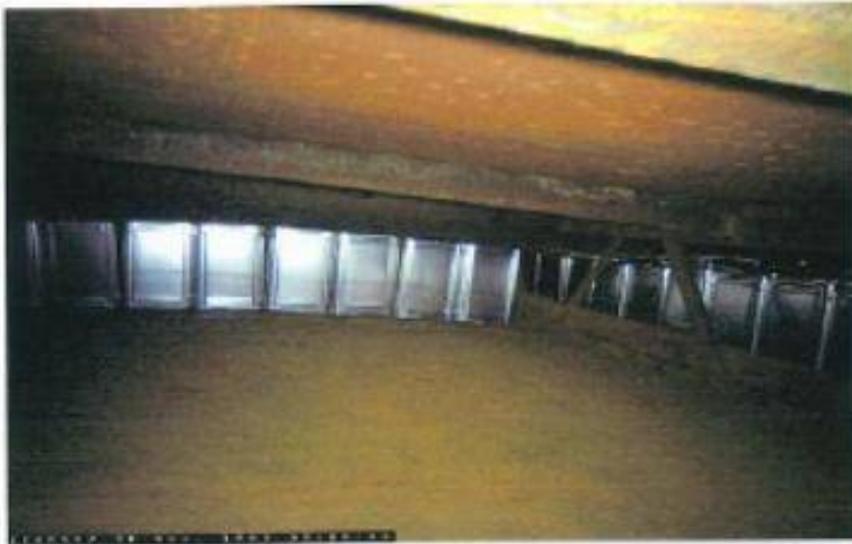


中間部屋48缶設置完了



アウターリム側201缶設置完了 合計393缶

Bタンク NO, 18ポンツーン



ポンツーンNO, 18インナーリム側設置

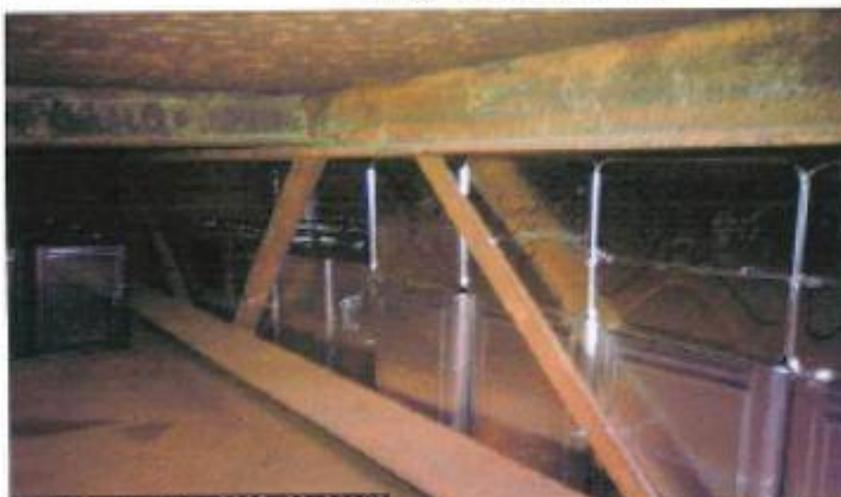


中間部屋 設置



393番目 最終入れ込み中

Bタンク NO, 18ポンプーン



アウターリム側201缶設置完了 合計393缶



缶入れ込み作業風景

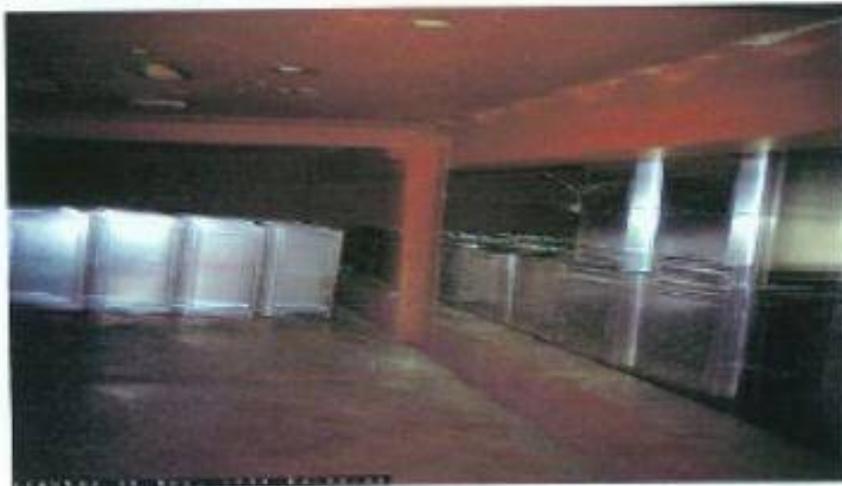


缶入れ込み作業風景

Cタンク 設置6月13日 (NO, 23ボンツーン)



ボンツーンNO. 23インナーリム設置140缶

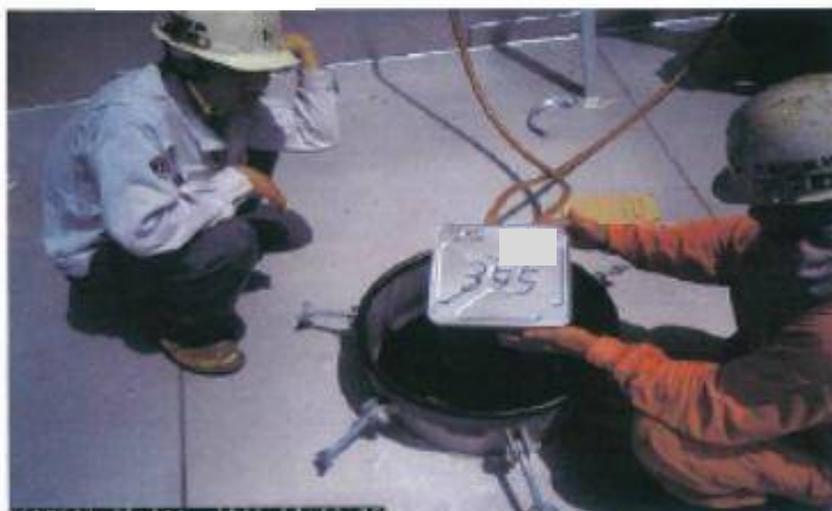


中間、アウターリム側設置 縦置ききの2段



アウターリム側設置中

Cタンク NO, 23ポンツーン

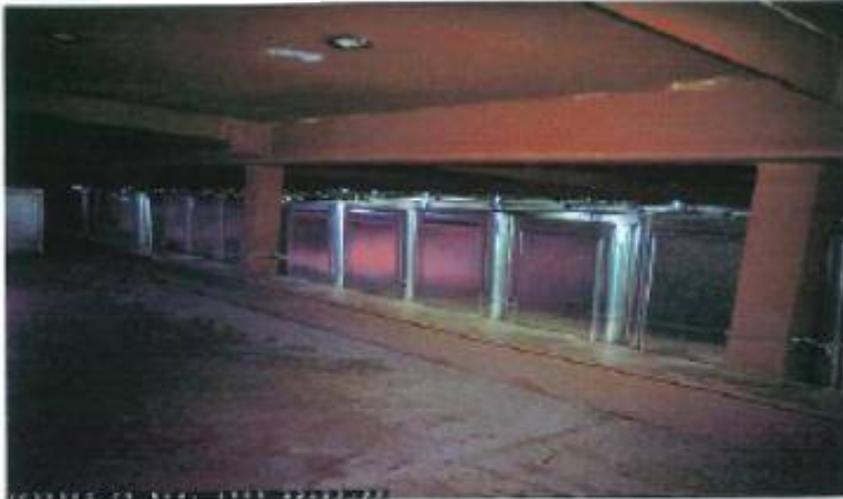


355箇目の入れ込み



アウターリム側167箇所設置完了 合計355箇所

Cタンク NO, 25ポンプゾーン



インナーリム設置140箇所



中間、アウターリム側1段設置



アウターリム側(左)167箇所設置完了 合計355箇所

バルーン工法による施工事例

1 目的

平成 15 年に発生した十勝沖地震におけるナフサタンク全面火災事例を踏まえ、大規模地震時におけるシングルデッキ型浮き屋根の浮力を確保することを目的として施工された。

平成 17 年 4 月に施行された「危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示」により、耐震強化が必要とされた浮き屋根について、耐震強化の改修を実施するまでの間の対応であり、対象は、浮き屋根の損傷等によるリスクが高いと考えられたライトナフサを 6 万 k L 以上貯蔵するタンクの浮き屋根（6 基）とされた。

2 概要

対象タンク（6 基）の全ポンツーンに、弾性浮体（バルーン）を設置したもの。なお、工期は、実際に設置した 1 基（ポンツーン 18 室、設置弾性浮体数 216 個）の例では、15 日間（養生 8 日（約 70 工数）、設置、空気充填 7 日（約 60 工数））であった。

対象タンク	容量	油種	ポンツーン数	設置日	撤去日	設置期間
A	60,000KL	ナフサ	2 1	2006.10	2013.9	6 年 11 ヶ月
B	60,000KL	ナフサ	2 2	2007.4	2011.10	4 年 6 ヶ月
C	60,000KL	ナフサ	1 8	2007.10	2012.10	5 年 0 ヶ月
D	60,000KL	ナフサ	2 2	2007.7	2009.10	2 年 3 ヶ月
E	60,000KL	ナフサ	1 8	2007.12	2009.3	1 年 4 ヶ月
F	60,000KL	ナフサ	1 8	2008.3	2010.12	2 年 9 ヶ月

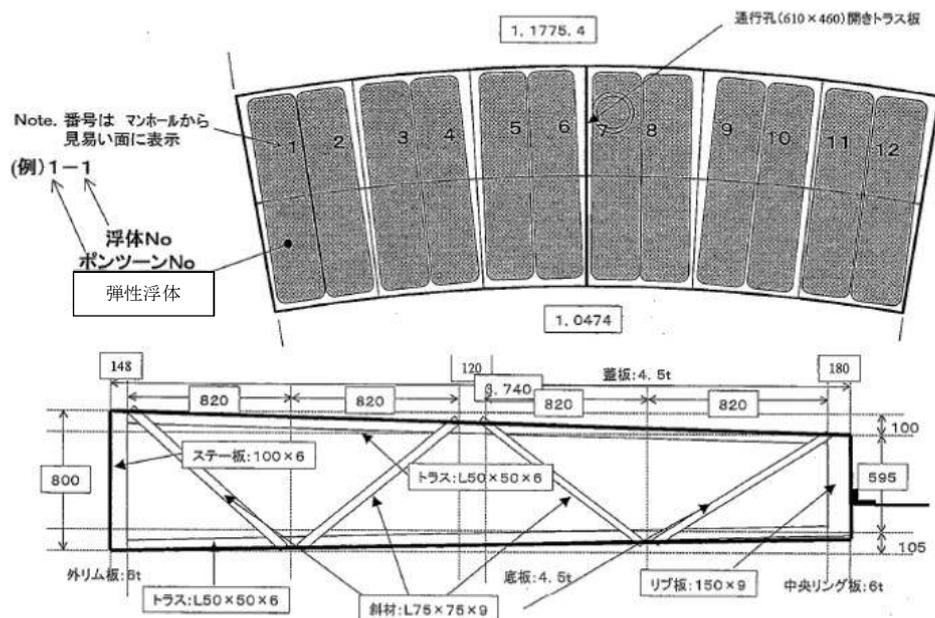


図 ポンツーン 1 つへの弾性浮体の設置状況（例）



図 設置における状況

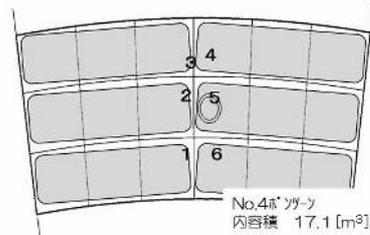
表 バルーン設置、撤去のテスト結果からの作業時間

番号	張込み				拔出し			
	容積[m ³]	気温[°C]	差圧[mmAq]	気圧[mmAq]	時間[min]		時間[min]	
No. 1	1.66	23	41	10296.1	40	15	5	不明
2	2.2	//	29	10297.6	//	15	6	//
3	2.5	//	36	10299.6	//	15	6	//
4	2.5	23	36	10353.2	//	15	—	3
5	1.71	22	29	10357.8	//	10	6	4
6	1.66	23	41	10362.4	//	15	5	4

計：12.2[m³]

右枠:設置時間
左枠:空気張込み時間
右枠:撤去時間
左枠:空気拔出時間

- ① 展開すると搬入時間が2/3になる
- ② 充填率 71 % (≥63.3% 設計)
- ③ No.4はエア拔出不能
- ④ 作業時間：
 - ・養生設定 (作業員4名+監督1名) 4時間 /ボンツーン
 - ・設置時間 15分/個
 - ・エアライン設定 15分/本
 - ・張込み時間 40分/個
 - ・撤去時間 4分/個
- ⑤ 気圧は気象庁のwebデータで確認。



3 安全対策の概要

タンク供用中における施工のため、以下の安全対策を講じた。

- ・火気厳禁
- ・消火器の準備
- ・ルーフ上作業は安全工具を使用し火花発生を防止
- ・防爆照明灯の使用
- ・静電作業衣及び静電安全靴の着用による作業
- ・可燃性ガス濃度測定
- ・硫化水素のガス検知、酸素検知、及び常時監視人配置の酸素欠乏危険場所としての対応

4 日常点検及び異常発生時の対応方法

見える範囲において目視と触手による点検を行っている。また、点検期間は、設置後、1ヶ月後に行ったのち、その後は1年に1回点検を行っている。



図 浮体設置後の状況（ポンツーンマンホール）

気温が高い時期には、空気の膨張現象により、バルーン自体も膨らむため、ポンツーン内部の点検が困難である。そのため、点検時期は4月としている。この時期であれば、ポンツーン上板とバルーン間に空間が生じ、照明を当てることによりバルーンの状況等の確認がある程度可能である。なお、個々のバルーンには、空気封入用ゴムホースが接続しており、コック部に設置した圧力計にてバルーン内の圧力を確認できる。

ポンツーン部の異常の確認は、点検時にポンツーン内の可燃性ガス濃度を測定することで確認している。

なお、可燃性ガス濃度測定結果によりポンツーン内部に油漏れが疑われる場合は、当該ポンツーン内のバルーンの空気を抜き、ポンツーン内部を目視確認することが可能である。

5 その他

本工事施工に係る経費の概算は、浮き屋根1基分（ポンツーン数18～22室分）で約4千万円（材料・製作費約3千5百万円、工事費約5百万円）である。

消 防 危 第 141 号
消 防 特 第 154 号
平 成 25 年 7 月 31 日

各都道府県消防防災主管部長 } 殿
東京消防庁・各指定都市消防長 }

消防庁危険物保安室長

消防庁特殊災害室長

浮き屋根式屋外タンク貯蔵所の保安対策の徹底及び応急措置体制の整備について（通知）

浮き屋根式屋外タンク貯蔵所の維持管理及び事故防止については、「浮き屋根式屋外タンク貯蔵所の保安対策の徹底について（通知）」（平成17年10月3日付け消防危第227号）により、その対策が講じられているところですが、先般、別添1のとおり、浮き屋根式特定屋外タンク貯蔵所において、浮き屋根の浮き部分（浮き室）の維持管理が十分になされなかったことが要因と考えられる浮き屋根の沈降事故が発生しました。

浮き屋根式屋外タンク貯蔵所には、引火点が低く揮発性分の多い危険物を大量に貯蔵するものが多く、浮き屋根が沈降した場合には、露出した危険物による火災の危険性が生じるとともに、揮発成分等により周辺住民及び環境にも影響を及ぼします。

浮き屋根の沈降及び傾斜のみならず、浮き室内部を含めた損傷及び危険物の滲み等が発生した場合（以下「浮き屋根の損傷等」という。）は、消防法（昭和23年法律第186号、以下「消防法」という。）第16条の3第1項に規定する事故に該当するものであり、その所有者、管理者又は占有者は、応急の措置を講じることが必要です。また、同条第2項の規定に基づき、浮き屋根の損傷等を発見した者は、直ちにその旨を消防署等に通報しなければなりません。さらに、石油コンビナート等災害防止法（昭和50年法律第84号、以下「石災法」という。）上の特定事業所である場合は、同法第23条の規定に基づく異常現象の通報義務が生じます。

浮き屋根式屋外タンク貯蔵所の浮き屋根については、その浮き室の内部状況が判りづらいこと等から、浮き屋根の損傷等の覚知の遅れや、その後の応急措置が適切に行われていない事例が見受けられるところです。

つきましては、下記の事項に十分留意され、浮き屋根式屋外タンク貯蔵所の所有者等に対し、浮き屋根に係る保安対策の徹底及び応急措置体制の整備について、再確認を図るようご指導いただきますとともに、各都道府県消防防災主管部長におかれましては、貴都道府県内の市町村（消防の事務を処理する一部事務組合等を含む。）に対してもこの旨周知されるようお願い申し上げます。また、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。

なお、本通知は消防組織法（昭和22年法律第226号）第37条の規定に基づく助言として発出するものであることを申し添えます。

記

- 1 台風、竜巻等による強風、大雨（浮き屋根の通常の排水能力を超えることを目安）又は大きな地震の発生後においては、浮き屋根の損傷等が発生しているおそれがあることから、安全に十分留意しつつ、事後速やかに浮き屋根を点検すること。特に、すべての浮き室については、その内部に損傷等がないこと及びマンホールが確実に閉鎖されていることを確認すること。
- 2 浮き室が破損（連続2室又は連続3室など）した場合の浮き屋根の浮力と傾斜角の確認（過去の補修に伴う浮き屋根重量の増加を考慮）を行い、傾斜が生じることで、雨水が通常の排水設備から有効に排水されずに浮き屋根上に滞水することが想定される場合には、その滞水重量を加えて浮き屋根の浮力を確認すること。この場合において、浮き屋根の浮き室内の仕切り板が断続溶接で、危険物が浮き室の断続溶接部を越える可能性があるとして想定される浮き屋根は、当該溶接部を連続溶接にすることの検討が必要であること。
- 3 屋外タンク貯蔵所の所有者等は、浮き屋根の損傷等が発生した場合において、消防法及び石炭法の規定に基づき、迅速かつ確実な通報が行われるよう体制を再確認しておくこと。
- 4 浮き屋根の損傷等が発生した場合の応急措置については、その措置方法及び必要となる防災資機材等の調達手段等の事故時の対応策を、緊急時対応マニュアル等で事前に定めておくこと。
なお、浮き屋根の損傷等が発生した場合における緊急時対応マニュアルについては、別途通知する予定であること。
- 5 定期点検及び上記1の点検等において、浮き屋根の損傷等を確認した場合には、安全に十分留意しつつ、応急措置を講じた後、消防法第10条第4項の技術上の基準に適合するよう速やかに補修を行うこと。なお、補修までに時間を要する場合にあつては、所轄消防本部と補修までの間の応急措置及び監視体制について、十分に協議し、調整すること。
- 6 今回の事故のように石炭法上の大容量泡放射システムの適用を受ける浮き屋根式屋外タンク貯蔵所において、浮き屋根の沈降や傾斜により液面が露出した場合は、災害の発生や拡大の防止の観点から当該システムの活用を考慮する必要があること（同法第24条第1項）。このため、現行の大容量泡放射システムの運用や訓練の内容について、夜間展開の想定や構内経路の再点検等を含め、その迅速な設置・運用について実効性の確保を図ること。
- 7 浮き屋根の損傷等が発生した場合には、周辺住民及び環境への影響に対する広報や火災となつた場合に備えた関係機関（空港、港湾、道路等の管理者を含む。）の連絡調整等の対応が必要となることから、あらかじめ関係機関間で協議を行うこと。なお、石炭法の特別防災区域の場合には、石油コンビナート等防災本部は、石油コンビナート等防災計画に基づいて災害応急対策及び災害復旧に係る連絡調整を行うこと。

(問い合わせ先)

消防庁危険物保安室 大嶋課長補佐・工藤係長

TEL 03-5253-7524/FAX 03-5253-7534

消防庁特殊災害室 古澤課長補佐・瀧下係長

TEL 03-5253-7528/FAX 03-5253-7538

沖縄県屋外貯蔵タンクの浮き屋根沈降 について

※事業所事故原因調査報告書を参考に、消防庁において作成

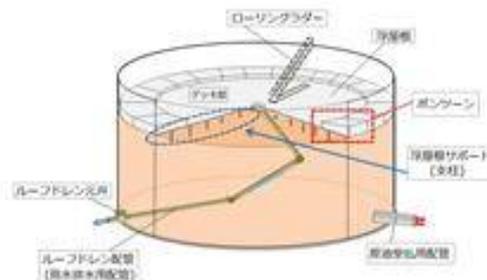
1

事故の概要

- 1 発生日時等
発生日時：不明
覚知日時：平成24年11月7日 15時06分(加入電話)

- 2 発生場所
沖縄県うるま市(石油コンビナート等特別防災区域)

- 3 施設概要等
(1)危険物施設区分：特定屋外タンク貯蔵所
(2)貯蔵している危険物の品名・数量：第四類第一石油類(原油)・99,600キロリットル
(3)タンク形式：①浮き屋根式(一枚板構造)
②タンク高さ：19,520mm
③タンク内径：84,730mm



- 4 事故の概要
台風による強風及びその後的大雨等の影響により、浮き屋根式屋外貯蔵タンクの浮き屋根が沈降した。これに伴い、浮き屋根にあるルーフドレン(※1)から防油堤内へ原油(約45キロリットル)が漏洩した。事故発生時、当該タンクの貯蔵量は約51,100キロリットルであった。
※1 ルーフドレン：浮き屋根上にたまった雨水を排出するための排出口

- 5 死傷者等
報告なし

2

関係機関の活動の概要

6 消防機関等の活動状況

事故発生を受け、事業所の自衛防災組織及びうるま市消防本部から、大型高所放水車、泡原液搬送車、大型化学消防車、ポンプ車、指揮車が出動

また、当該特別防災区域に配備されている大容量泡放射システム(※2)を配置した。

事業所の事務所内に指揮本部を設置

11月7日 事業者に対して、うるま市消防本部が緊急使用停止命令を発令

※2 大容量泡放射システム：毎分1万リットル以上の放水能力を持つ泡放水のシステム

7 沖縄県の対応

事業所の対策会議に参加や現場視察を実施するほか、関係市、米軍、那覇空港管理事務所、第十一管区海上保安本部へ情報提供を実施

8 市町村の対応

うるま市消防本部に11月8日(木) 9時00分に原油漏洩災害対策本部を設置

うるま市は、事故の発生及び臭気について、防災行政無線等で広報を実施するほか、近隣の自治会を集めて事故の説明及び意見交換、健康相談を実施

9 消防庁等の対応

11月7日(水) 23時33分 うるま市消防本部からの要請を受け、応急対策に関する助言のため消防庁職員の現地への派遣を決定

8日(木) 10時00分 消防庁消防研究センターから原因調査室長他計2名が出発(14時00分に危険物保安技術協会からも職員を派遣)

3

異臭への対応の概要

10 異臭等の状況

(1) 消防機関の対応

消防への異臭の通報件数は、

うるま市消防本部 143件(12月3日以降通報なし)

沖縄市消防本部 119件(11月16日以降通報なし)

比謝川行政事務組合ニライ消防本部 7件(11月16日以降通報なし)

中城北中城消防組合 3件(11月16日以降通報なし)

11月8日(木)、うるま市立彩橋小中学校で20名程度の生徒が異臭による気分の悪さを訴えたが、医療機関等への搬送が必要な生徒はいなかった。

(2) 事業所の住民説明会等

平成24年11月～12月 住民説明会を開催

12月 住民健康診断を実施

平成25年1月17日(木) 乳幼児を対象とした健康診断を実施

31日(木) 要介護者等を対象にした訪問検診の実施

このほか、大気、水質、食品に関する環境測定を実施

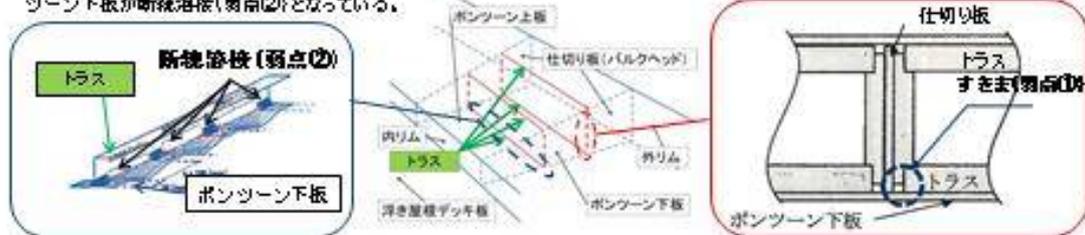
4

浮き屋根の沈降の推移(1)

(1)台風(平成24年8月27日、9月16日、9月29日)による強風(※3)の影響(風圧)で、浮き屋根のボンツーン下板(※4)に、小さな疲労き裂が発生・増加(※5)、当該き裂部から、ゆっくりとボンツーン内に油が浸入し、浮力損失により浮き屋根が傾斜(平成24年8月28日の1室滞油確認の後、9月19日で4室、10月1日で7室の滞油(参考1)があり、沈降までの間は未補修)

※3 9月18日の台風では、事業所内の海拔約34mの地点で瞬間最大風速72km/sを記録

※4 当該タンクの浮き屋根の円筒方向補強材はトラス構造を採用しているが、仕切り板とトラス間にはすきま(弱点①)があり、トラスとボンツーン下板が断続溶接(弱点②)となっている。



※5 発災当時は、許可容量の約30%で供用しており、浮き屋根の高さは中位であった。浮き屋根の高さが低くなると、風圧による浮き屋根の変形量が大きくなり、浮き屋根の高さが中位として風力(72km/s)の応力解析を行うと、当該浮き屋根のボンツーン下板(弱点①)にかかる最大曲げ応力は、使用した材料の降伏応力を超えるという結果が得られている。また、同様の条件で解析を行うと、ボンツーン下板に発生する圧縮応力により、下板が座屈し、断続溶接部(弱点②)の割離に発展するという結果が得られている。

【教訓事項】

- 強風等を受けた場合は点検を行い、浮き屋根に損傷を発見したときは、応急措置を行った後、早期に補修する必要がある。
- ボンツーンが破損(連続2室又は連続3室など)した場合の浮き屋根の浮力と傾斜角の確認を行う。この場合において、過去の補修に伴う浮き屋根重量の増加を考慮する必要がある。
- 注)強風等で過去に繰り返して損傷した(又は構造的に弱く損傷可能性のある)部位を検証し、構造的に堅いということが判明した工法があれば業界内で情報共有を図ることが望まれる。

3

浮き屋根の沈降の推移(2)

(2)平成24年11月4日には、事業所近隣の気象庁観測所で過去最大となる10分間降水量23.5mmを記録したが、この降雨による浮き屋根上への滞水で、浮き屋根が更に傾斜し沈下

※11月4日の雨量を元に計算すると、通常のルーフトレインが正常に機能している想定した場合でも、排水量が不足し、一時的に浮き屋根上に滞水(最大滞水量は、44トン、滞水高さは12.5mm)があったとされている。

【教訓事項】

- 大雨により、排水が一時的に追いつかず、浮き屋根上に滞水することが想定される場合には、その滞水重量を考慮して浮き屋根の浮力を確認する。この場合において、ボンツーンの損傷で浮き屋根が傾き、ルーフトレインから有効に排水できないことも考慮する必要がある。
- 滞水により浮き屋根の浮力が確保できない可能性があるとして想定されるときは、応急措置として仮設ポンプ等による雨水や油の移送などの対応を検討する必要がある。

(3)浮力を消失したボンツーン及びデッキが沈み込む反動でボンツーンに過大な応力が生じ、き裂が発生

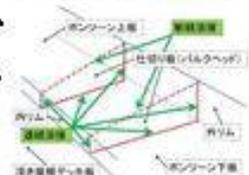
(4)ボンツーン室内の油が仕切り板の上端まで至り、ボンツーン隣室に越流し、浸油ボンツーンがだんだん増加

※過去の浮き屋根への当て板補修により、浮き屋根重量が増加し、浮き屋根の喫水線位置が上がっていた。

※仕切り板とボンツーン下板及びがりム板は連続溶接であったが、仕切り板とボンツーン上板は断続溶接で

あり、ボンツーン室内に滞油した喫水線が仕切り板の上端を越えると油が隣のボンツーン室に越流する。

なお、ボンツーンの損傷及び滞水により傾斜した場合のボンツーン室への越流の事業所におけるシミュレーションは、デッキが健全でかつ、浮き屋根が剛体と想定して検討されているが、実際は、浮き屋根がたわむことにより、早く喫水線が仕切り板の上端に達する可能性に留意する必要がある。



【教訓事項】

- 浮き屋根のボンツーン内の仕切り板が断続溶接で、浮き屋根の損傷等による浮き屋根の傾斜により、油がボンツーンの断続溶接部を越える可能性があるとして想定される浮き屋根は、当該溶接部を連続溶接にするなどの検討が必要である。

(5)浮き屋根の沈降にともない浮き屋根が座屈し、浮き屋根全体の浮力を確保出来なくなり、沈下埋没(参考2)

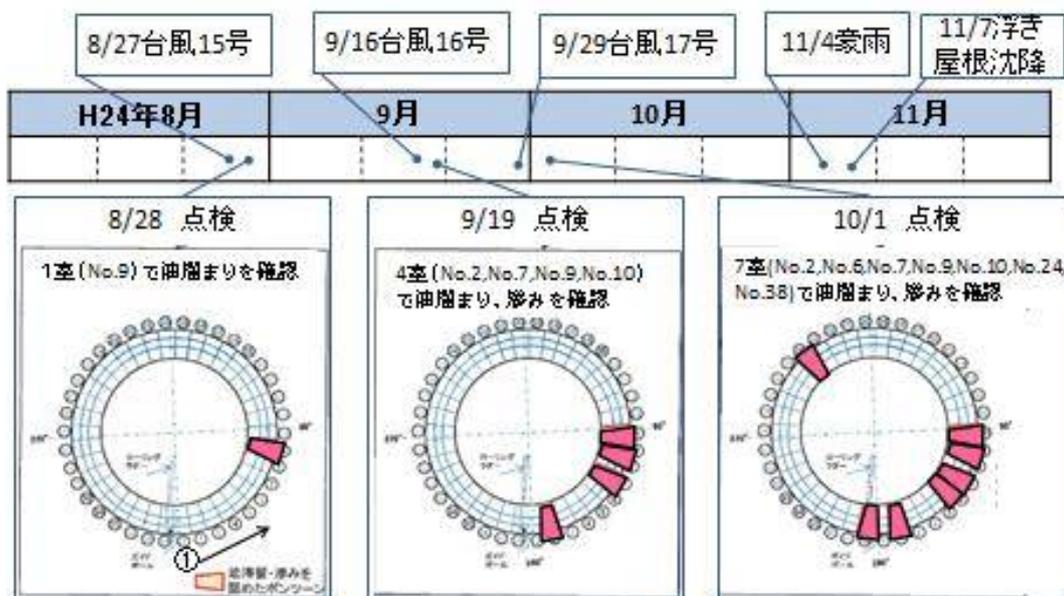
【教訓事項】

- 万が一、浮き屋根の事故を想定して、その応急措置、必要となる防災資機材等の調達手段等の事故対応策をマニュアル等で事前に決めておく。

5

浮き屋根沈降までの経過の概要

参考1



※浮き屋根沈降(11/7)まで、ポンツーン内の油溜まり・滲みについての補修は未実施

7

浮き屋根上の滞油発見から沈降までの状況

参考2

11月7日

- 14時45分 ルーフドレンから防油堤内へ原油流出発見
- 15時00分 ルーフドレン元井を閉止
- 15時05分 浮き屋根上に滞油を確認
0度側ポンツーンに座屈を確認
ポンツーン内リム側からデッキ上に原油の噴出を確認



異常発見時の状況

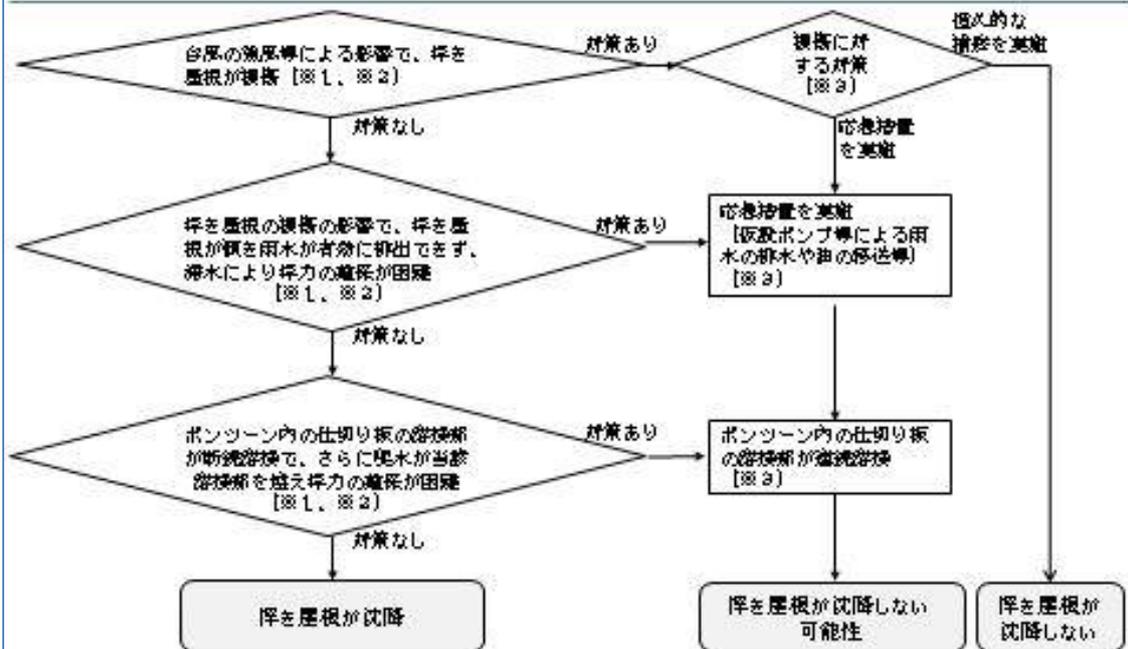
- 15時14分 防油堤内の雨水排水溝に土嚢を構築し、下流側への原油流出を防止
防油堤内へは約45キロリットルが漏えい
- 16時00分 60度側のポンツーンに座屈を確認
- 16時30分 0度側に向かって浮き屋根が傾き始め、浮き屋根のきしみ音も聞こえた
- 18時19分 タンク上部のガス濃度測定(臭いはあるが可燃性ガスは検知せず)
- 20時00分 浮き屋根の傾斜が大きくなり、ゲージボールの湾曲を確認
- 23時32分 浮き屋根が完全に油中に沈下埋没



浮き屋根の沈下の状況

今回の事故を踏まえた危険性低減のための対策図

参考3



- ※1 このフロー図は、今回の事故に鑑み作成したもので、浮き屋根が沈没する危険性軽減のための対策を示し、それぞれの要因で浮き屋根が沈没する可能性があることに留意する必要がある。
- ※2 事故等を発見した者は、直ちにその旨を通報しなければならないことに留意する必要がある。
- ※3 応急措置等の作業時には、安全性を確保することに十分留意する必要がある。

消 防 危 第 1 4 0 号
 消 防 特 第 1 5 3 号
 平 成 2 5 年 7 月 3 1 日

石 油 化 学 工 業 協 会 長
 石 油 連 盟 会 長
 電 気 事 業 連 合 会 会 長
 独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 理 事 長

殿

消防庁危険物保安室長

消防庁特殊災害室長

浮き屋根式屋外タンク貯蔵所の保安対策の徹底及び応急措置体制の整備について（通知）

浮き屋根式屋外タンク貯蔵所の維持管理及び事故防止については、「浮き屋根式屋外タンク貯蔵所の保安対策の徹底について（通知）」（平成17年10月3日付け消防危第227号）により、その対策が講じられているところですが、先般、別添1のとおり、浮き屋根式特定屋外タンク貯蔵所において、浮き屋根の浮き部分（浮き室）の維持管理が十分になされなかったことが要因と考えられる浮き屋根の沈降事故が発生しました。

浮き屋根式屋外タンク貯蔵所には、引火点が低く揮発性の多い危険物を大量に貯蔵するものが多く、浮き屋根が沈降した場合には、露出した危険物による火災の危険性が生じるとともに、揮発成分等により周辺住民及び環境にも影響を及ぼします。

浮き屋根の沈降及び傾斜のみならず、浮き室内部を含めた損傷及び危険物の滲み等が発生した場合（以下「浮き屋根の損傷等」という。）は、消防法（昭和23年法律第186号、以下「消防法」という。）第16条の3第1項に規定する事故に該当するものであり、その所有者、管理者又は占有者は、応急の措置を講じることが必要です。また、同条第2項の規定に基づき、浮き屋根の損傷等を発見した者は、直ちにその旨を消防署等に通報しなければなりません。さらに、石油コンビナート等災害防止法（昭和50年法律第84号、以下「石災法」という。）上の特定事業所である場合は、同法第23条の規定に基づく異常現象の通報義務が生じます。

浮き屋根式屋外タンク貯蔵所の浮き屋根については、その浮き室の内部状況が判りづらいこと等から、浮き屋根の損傷等の覚知の遅れや、その後の応急措置が適切に行われていない事例が見受けられるところです。

つきましては、下記の事項に十分留意され、浮き屋根に係る保安対策の徹底及び応急措置体制の整備の再確認を図るようお願い申し上げます。

記

- 1 台風、竜巻等による強風、大雨（浮き屋根の通常の排水能力を超えることを目安）又は大きな地震の発生後においては、浮き屋根の損傷等が発生しているおそれがあることから、安全に十分留意しつつ、事後速やかに浮き屋根を点検すること。特に、すべての浮き室については、その内部に損傷等がないこと及びマンホールが確実に閉鎖されていることを確認すること。
- 2 浮き室が破損（連続2室又は連続3室など）した場合の浮き屋根の浮力と傾斜角の確認（過去の補修に伴う浮き屋根重量の増加を考慮）を行い、傾斜が生じることで、雨水が通常の排水設備から有効に排水されずに浮き屋根上に滞水することが想定される場合には、その滞水重量を加えて浮き屋根の浮力を確認すること。この場合において、浮き屋根の浮き室内の仕切り板が断続溶接で、危険物が浮き室の断続溶接部を越える可能性があるとして想定される浮き屋根は、当該溶接部を連続溶接にすることの検討が必要であること。

なお、強風等で過去に繰り返し損傷した（又は構造的に弱く損傷可能性のある）部位については積極的に検証し、その検証結果については、業界内で情報共有を図っていただきたいこと。
- 3 屋外タンク貯蔵所の所有者等は、浮き屋根の損傷等が発生した場合において、消防法及び石炭法の規定に基づき、迅速かつ確実な通報が行われるよう体制を再確認しておくこと。
- 4 浮き屋根の損傷等が発生した場合の応急措置については、その措置方法及び必要となる防災資機材等の調達手段等の事故時の対応策を、緊急時対応マニュアル等で事前に定めておくこと。

なお、浮き屋根の損傷等が発生した場合における緊急時対応マニュアルについては、別途通知する予定であること。
- 5 定期点検及び上記1の点検等において、浮き屋根の損傷等を確認した場合には、安全に十分留意しつつ、応急措置を講じた後、消防法第10条第4項の技術上の基準に適合するよう速やかに補修を行うこと。なお、補修までに時間を要する場合にあっては、所轄消防本部と補修までの間の応急措置及び監視体制について、十分に協議し、調整すること。
- 6 今回の事故のように石炭法上の大容量泡放射システムの適用を受ける浮き屋根式屋外タンク貯蔵所において、浮き屋根の沈降や傾斜により液面が露出した場合は、災害の発生や拡大の防止の観点から当該システムの活用を考慮する必要があること（同法第24条第1項）。このため、現行の大容量泡放射システムの運用や訓練の内容について、夜間展開の想定や構内経路の再点検等を含め、その迅速な設置・運用について実効性の確保を図ること。

(問い合わせ先)

消防庁危険物保安室 大嶋課長補佐・工藤係長

TEL 03-5253-7524/FAX 03-5253-7534

消防庁特殊災害室 古澤課長補佐・瀧下係長

TEL 03-5253-7528/FAX 03-5253-7538