

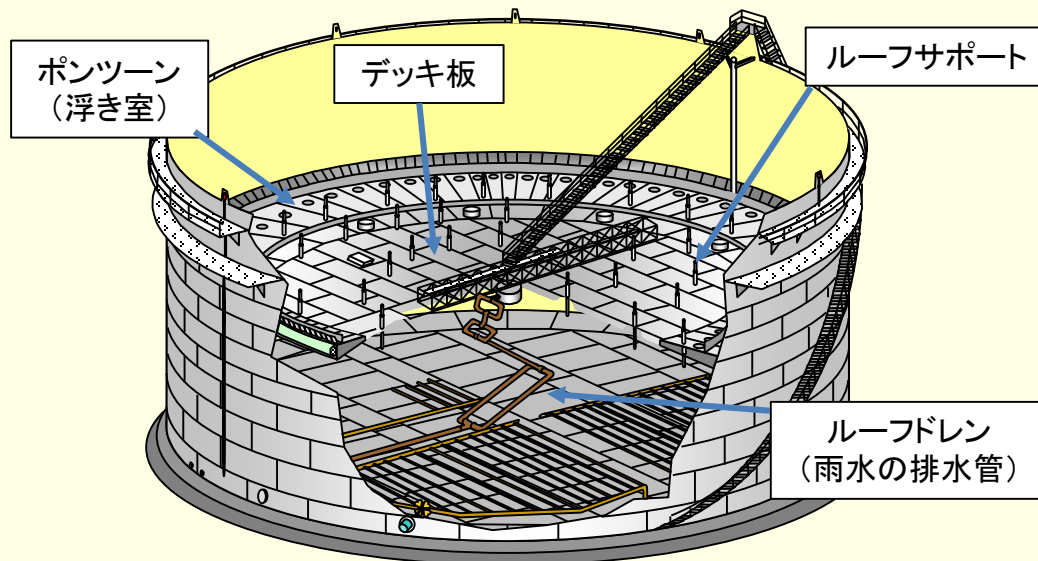
検討会の概要

浮き屋根のポンツーン（浮き室）内部に危険物が漏えいしている事故等が散見されることから、平成29年11月に、消防機関を通じ、全国の浮き屋根式タンク（2,281基）を対象として、直近の点検記録におけるポンツーン内部の異状に関する調査を実施しました。その結果、48基のタンクにおいて、ポンツーン内部への貯蔵危険物の漏えいが確認されました。今回把握した48基については、直ちに浮き屋根沈降につながるようなポンツーンへの漏えいは確認されなかったものの、ポンツーン内への貯蔵危険物の流出は、浮き屋根を沈下させるおそれがあることから、その原因の調査及び対策の検討を行いました。

浮き屋根とは

屋外貯蔵タンクの屋根の型式の1つで、屋根をタンク内容物の上に浮かべたものです。屋根の周囲には、ポンツーン（浮き室）と呼ばれる中空の箱体が、浮力を確保するため、設けられています。

液面の上下動に合わせて屋根も上下するため、内容物が揮発し、可燃性蒸気が発生することを防止できるメリットがあり、主に大型の石油タンク等で一般的に使用されている型式です。



浮き屋根式タンクの構造

WG委員

○座 長	辻 裕一	東京電機大学 工学部 機械工学科 教授
○委 員	(五十音順)	
秋吉 隆雄	石油連盟 設備管理専門委員会	
小川 晶	川崎市消防局 予防部 危険物課長	
谷内 恒平	一般社団法人 日本産業機械工業会	
中井 宏治	石油化学工業協会	
中本 敦也	危険物保安技術協会 タンク審査部長	
西 晴樹	消防庁消防研究センター 火災災害調査部長	
美藤 貴之	一般社団法人 日本非破壊検査工業会 開発委員会	

検討経過

- 平成30年度
 - 第1回検討会 平成30年8月22日
 - 第2回検討会 平成31年2月27日
- 令和元年度（平成31年度）
 - 第1回検討会 平成31年5月30日
 - 第2回検討会 令和元年9月26日
 - 第3回検討会 令和元年11月21日
 - 第4回検討会 令和2年1月27日

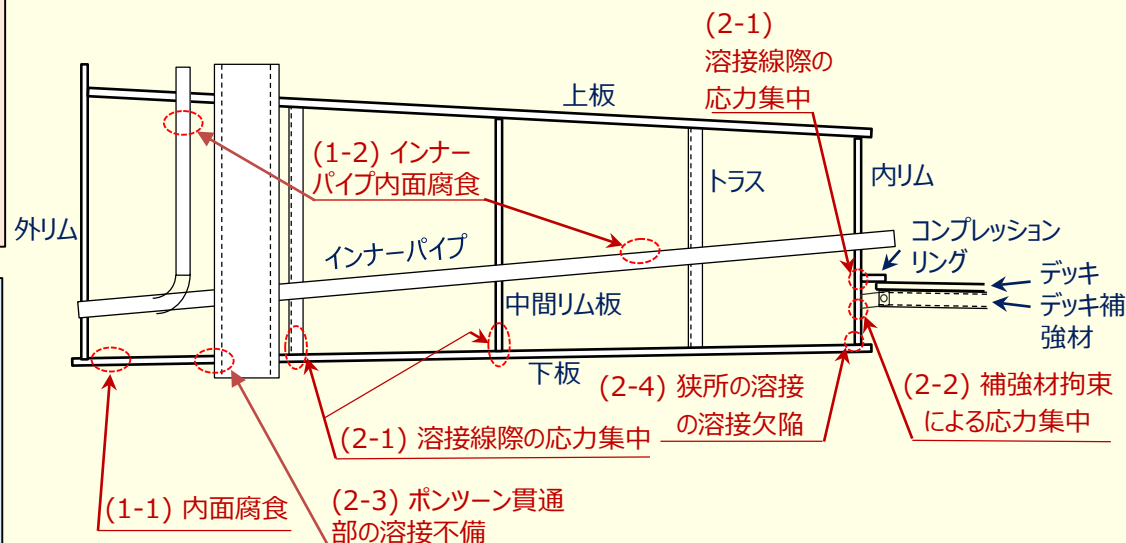
平成29年度の調査時において、漏えいが把握されたタンク(48基)について、詳細な原因分析を行いました。
その結果、事故の主な原因は、「腐食減肉」と「溶接欠陥」であることがわかりました。

【腐食減肉に起因する不具合と原因】

- (1-1) 内面腐食穿孔
スケール堆積による内面腐食の加速
- (1-2) インナーパイプ腐食穿孔
腐食しやすい気液境界～気相部の点検不足

【溶接施工に起因する不具合】

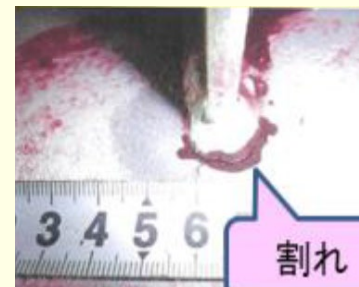
- (2-1) 溶接線際の応力集中による割れ
内リムに4枚の板が1箇所に溶接され、かつ内リムが拘束された部位で、内リム母材に割れが発生
トラスやサポートが下板に直接溶接されている部位で、応力集中により母材に割れが発生
- (2-2) 補強材拘束による割れ
デッキ補強材のピン構造接続部を誤って溶接で拘束したことによる内リム母材に割れが発生
- (2-3) 溶接不備
ポンツーン貫通パイプが下板重ね部を貫通している部位で、下板あるいは補強板が全周溶接されていなかったため、油の浸入路が形成
- (2-4) 溶接欠陥に起因する割れ
取替・補修時の溶接線のうち、狭所の溶接部等で溶接欠陥が発生し、溶接欠陥から亀裂が拡大



ポンツーン(浮き室)断面図
漏えいがみられた箇所



(1-1) 内面腐食穿孔



(2-1) 溶接線際の応力集中による割れ



(2-4) 溶接欠陥に起因する割れ

浮き屋根式タンクを所持している全ての事業所に追加でアンケートを取り(回答数64件)、定期点検やタンク開放時の点検方法、過去の漏えい発生時の具体的な対応方法について実態を調査し、それを踏まえた対策を検討しました。

従来、各事業者において、目視を中心とした点検は実施されていましたが、事故の主な原因(腐食減肉・溶接欠陥)及び上記アンケート結果を踏まえ、具体的な漏えいの発生防止対策をとりまとめました。

また、事故が発生した際の影響拡大の防止、漏えいが発生した際の早期発見のための対策をとりまとめました。

【タンク開放時に実施する対策】

①漏えいの発生防止対策

- ・適切な点検の実施(腐食減肉の検出)
- ・適切な施工管理(溶接欠陥の発生防止)

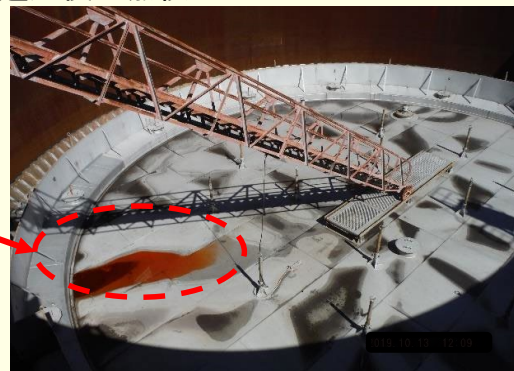
②ポンツーン(浮き室)内に漏えいが発生した際の影響拡大の防止

- ・仕切り板の構造の確認
- ・補修履歴等を踏まえた浮力の確認

【タンク使用中に実施する対策】

③漏えいが発生した際の早期発見

- ・定期的な巡回点検
- ・地震、大雨、台風通過後の点検



デッキ上に漏えいしたガソリン

台風通過直後の浮き屋根デッキ上への漏えい事例

タンク開放時に実施する浮き屋根の点検方法

- (1) 点検の対象部位
 - ・特定屋外タンク貯蔵所の浮き屋根
- (2) 点検の内容
 - ・目視検査
 - ・加圧漏れ試験
 - ・超音波板厚測定
- (3) 不具合箇所の対応
 - ・補修の基準や補修方法
- (4) 補修後の検査
 - ・補修箇所に対する具体的な検査内容
- (5) 不要な設備や過度に応力が集中する構造の確認等
 - ・事故の原因になる可能性のある構造の有無の確認



加圧漏れ試験

ポンツーン内を加圧した状態で、外側に発泡液を塗布し、漏れの有無を確認している様子



超音波板厚測定器

測定器を用いて、ポンツーンやデッキ部の腐食減肉を検出



浮き屋根の漏えい事故発生時の対応について

検討内容

ポンツーン(浮き室)内や浮き屋根上に危険物が流出した際は、原則タンクを開放し、溶接等で恒久的な補修を実施する必要がありますが、タンクの緊急開放は事業所の運営に多大な影響とコストが発生することから、金属パテ等を用いた仮補修を実施し、漏えいを停止させた上で、タンクの使用を継続している運用例もありました。

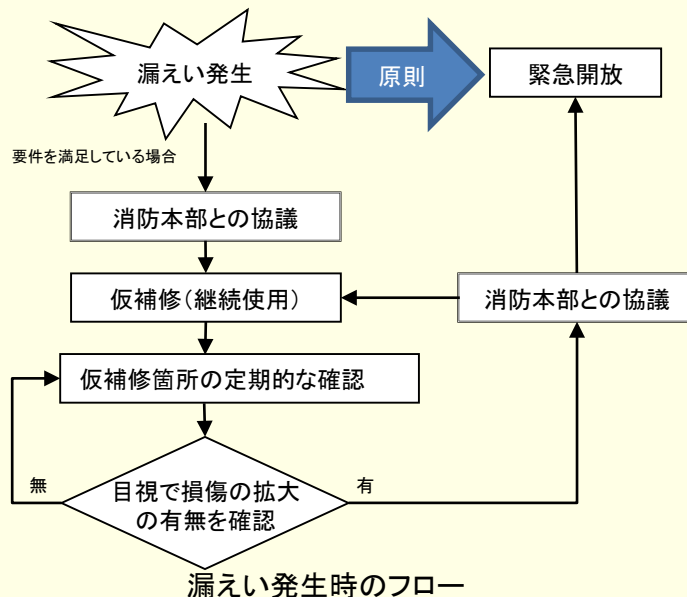
そこで、仮補修の実態を調査するとともに、仮補修を施工した溶接試験体に対する疲労試験を実施しました。その結果を踏まえ、浮き屋根を安全に使用し続けるための、適切なタンクの要件を整理し、適切な仮補修の方法をとりまとめました。

検討結果 (タンクの要件)

仮補修後に継続使用するためには、下記要件を満足しており、浮き屋根が一定の安全性を有していることが確認されていることが必要とされました。

【要件】

- ・直近の開放検査において、適切な点検が実施されていること
- ・補修履歴等を踏まえた浮力の確認を実施していること
- ・仕切り板の健全性が確認されていること
- ・漏えいによる浮力への影響が少ないこと



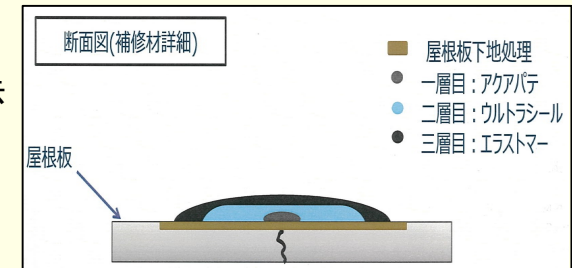
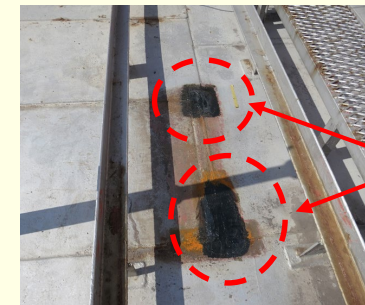
検討結果 (仮補修の方法)

【仮補修材を選定する際の注意事項】

- ・貯蔵物との相性(貯蔵物への耐膨潤性)
- ・変形に対する追従性
- ・硬化時間
- ・耐候性

【仮補修材施工の際の注意点】

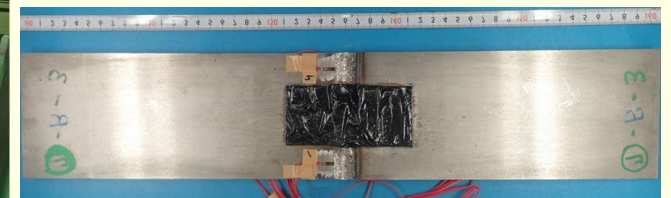
- ・作業者の安全の確保
- ・漏えい箇所の破損部分の大きさの確認
- ・破損部分の割れの進展性の確認
- ・仮補修材の取扱方法の遵守
- ・漏えい箇所周辺の十分な油分の除去
- ・施工範囲
- ・2層以上の施工が望ましい



仮補修の例



疲労試験の様子



仮補修を施工した溶接試験体
(エラストマー)