

平成 30 年度消防庁委託事業

屋外貯蔵タンクの浮き屋根の安全対策に関する 調査検討業務報告書

平成 31 年 3 月 13 日

危険物保安技術協会

目次

1. はじめに	1
2. 概要	1
3. 業務内容	1
4. 調査結果	2
4. 1 アンケート集計結果	2
4. 2 アンケート追加調査結果	3
4. 3 国外の浮き屋根からの流出事例の調査結果	3
4. 4 国内外の法令及び規格調査結果	4
4. 5 調査業務のまとめ	8
4. 6 調査業務の課題	9
5. 原因分析と対策の検討	10
5. 1 開放時自主検査	11
5. 2 ポンツーン漏洩の主な原因	11
5. 3 ポンツーン漏洩に有効と思われる対策	11
5. 4 デッキ部の漏洩	11
5. 5 浮き屋根の安全対策について	12
5. 5. 1 タンク開放時に実施する点検等	12
5. 5. 2 供用中に発生した浮き屋根上への流出事故の対応	13
6. まとめ	14

添付資料

資料－1	平成30年12月7日消防危第224号「屋外貯蔵タンク貯蔵所の浮き屋根の維持管理に関する調査」回答事業所一覧表
資料－2	様式 浮き屋根に関するアンケート（事業所毎）
資料－3	別紙 浮き屋根に係る流出事例（事例毎）
資料－4	様式 浮き屋根に関するアンケート（事業所毎）集計結果
資料－5	別紙 浮き屋根に係る流出事例（事例毎）集計結果
資料－6	流出事例一覧表
資料－7	国外の浮き屋根式タンク事故事例の調査結果

資料－８ 国外における浮き屋根式タンクに係る法令及び規格調査結果

添付資料－１

- Missoula Valley Water Quality Ordinance
- NJAC 7 IE-2018
- OSHA PSM CPL02-02-045 CH-1 20150901
- SPCC Chapter 7 Inspection Evaluation and Testing
- SPCC Fact Sheet
- California APSA, FAQ
- CFR-2011-title49-Vol3-Part195 References
- CFR-2011-title49-Vol3-Part195

資料－９ 浮き屋根に係る規制及び規格の比較表（国内）

附属資料－１ 日本工業規格 JIS B 8501：2013

鋼製石油貯槽の構造（全溶接製）

附属資料－２ 石油学会規格 JPI－8S－6－2015

屋外貯蔵タンク維持規格

附属資料－３ AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE

API STD 650：TWELFTH EDITION

Welded Tanks for Oil Storage

附属資料－４ AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE

API STD 653：FIFTH EDITION

Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction

附属資料－５ The European Standard

BS EN 14015:2004 Has the status of a British Standard
Specification for the design and manufacture of site built,
vertical, cylindrical flat-bottomed, above ground, welded,
steel tanks for the storage of liquids at ambient temperature
and above

附属資料－６ Engineering Equipment and Materials Users Association

EMMUA PUB No159 5th EDITION／

Above ground flat bottomed storage tanks

－ a guide to Inspection, maintenance and repair

資料－１０ 第２回 屋外貯蔵タンクの浮き屋根の安全対策に関する

ワーキンググループ 議事録（平成31年2月27日実施分）

参考資料－１ アンケート回答用紙（６８事業所、流出事例：１７３件）

参考資料－２ 仮補修材カタログ

1. はじめに

この報告書は、消防庁から平成 30 年度に受託した「屋外貯蔵タンクの浮き屋根の安全対策に関する調査検討業務」により行った業務報告を行うものである。

2. 概要

平成 15 年十勝沖地震の際に発生した浮き屋根式屋外貯蔵タンク貯蔵所の全面火災を受け、一定規模以上の浮き屋根に対し耐震性や沈降防止の基準が強化された。

一方、最近の状況として、当該改正基準の対象タンクを含め、浮き屋根の浮き室内部に、長期使用に起因すると考えられる危険物の漏洩している事故等が散見される。

消防庁はそうした状況を鑑み、その原因と対策を検討する必要があることから、浮き屋根式タンクの安全対策に関するワーキンググループを開催し検討進めているところである。本業務は、ワーキンググループにて検討するために必要な資料として、調査、及び検討業務等を行ったものである。

3. 業務内容

消防庁から提示された仕様書に基づき協議の上、以下の業務を行った。

【調査業務】

- ① 消防庁が実施した浮き屋根の安全対策に係るアンケート調査の結果をとりまとめ、整理を行った。このアンケート調査にて国内で過去に起きた浮き屋根式タンクに係る事故事例について回答が得られ、その回答結果を取りまとめた。
- ② 上記の調査結果を踏まえ、回答に疑義が生じたものについてアンケートの回答先（事業所担当者）へ連絡し、追加調査を行った。
- ③ 国外の浮き屋根式タンクからの事故事例調査については、広く事故事例の調査を行った中で、長期使用に起因すると考える事例について深掘り調査を実施した。
- ④ 国内外における浮き屋根式タンクに係る法令、規格等について調査を行い、現行の消防法令と比較整理した。

【検討業務】

- ① 前述の調査業務で行った浮き屋根式タンクの事故事例について原因を詳細に調査し、未然の対策や被害の拡大を抑えるための措置等、及び安全性を確認するための技術的手法について検討した。
- ② 調査・検討結果をもとに、浮き屋根の安全対策に係る現行の消防法令や維持管理の基準における課題点を抽出し、浮き屋根の安全対策に係る技術的方策を検討した。

【検討会運営補助業務】

- ① 検討会用資料の作成及び議事録作成を行った。

4. 調査結果

4. 1 アンケート調査集計結果について

消防庁は、平成 30 年 12 月 7 日消防危第 224 号「屋外貯蔵タンク貯蔵所の浮き屋根の維持管理に関する調査」において、以下 4 団体へ協力依頼した。

- ・石油連盟
- ・石油化学工業連合
- ・電気事業連合会
- ・独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構

その 4 団体のうち 68 の事業所からアンケートの回答が得られた。今回調査が行われた 68 の事業所は、全国に容量 5 0 0 k L（準特定）以上の浮き屋根式タンクを所有する約 1 5 0 の事業所（危険物保安技術協会が保有する 2 0 1 9 年 1 月時点でのデータに基づく）に対し、約 4 5 % に相当する割合である。

【アンケート調査先一覧】

調査が行われた 68 事業所については、回答事業所一覧表（資料－ 1 ）を参照されたい。

（書類の受領、差替え、及び修正した内容の履歴もわかるような一覧表とした。）

屋外タンク貯蔵所の浮き屋根の維持管理について、以下のアンケート様式に基づき調査が行われた。

【アンケート用紙】

- ・様式 浮き屋根に関するアンケート（事業所毎）・・・（資料－ 2 ）
- ・別紙 浮き屋根に係る流出事例（事例毎）・・・（資料－ 3 ）

【アンケート集計結果】

アンケート用紙の集計結果について、調査項目ごとに集計表及び円グラフとしまとめた。また記述式回答欄がある調査項目については、回答内容を一覧としまとめた。（記述式回答欄のまとめ方について、同様の記載内容や、単に選択式回答の言い直しであるものは省略した。）

- ・様式 浮き屋根に関するアンケート（事業所毎）集計結果・・・（資料－ 4 ）
- ・別紙 浮き屋根に係る流出事例（事例毎）集計結果・・・（資料－ 5 ）

また、集計のもととなった 68 事業所からの回答用紙について、参考資料－ 1 に収録した。

仮補修材について数社のカタログを、参考資料－ 2 に収録した。

様式 浮き屋根に関するアンケート（事業所毎）の調査を68事業所に対し行った結果、流出事例の回答については27事業所から寄せられた。それら27事業所から173件の流出事例が集まった。それら流出事例を一覧表にまとめた。（資料－6 参照）

4. 2 アンケート追加調査

前述4. 1の調査結果を踏まえ、回答に疑義が生じたものについてアンケートの回答先（事業所担当者）へ連絡し、追加調査を行った。

【アンケートの追加調査及び修正履歴】

記載内容に不備があると思われる箇所について、事業所へ連絡し内容を確認した。確認した内容について修正があった回答については差替えを行った。その履歴について回答事業所一覧表（資料－1）へ、また修正内容を修正リストにまとめた。（同資料－1に収録）

4. 3 国外の浮き屋根からの流出事例の調査結果

国外の屋外タンクに関する事故事例を広く調査し、その中から浮き屋根式タンクに係る事故事例について拾い出し調査を実施した。

【調査内容】

海外における過去の浮き屋根式タンクに係る事故事例を調査し、漏えい部位や原因、補修方法等について整理した。

【調査方法】

浮き屋根式タンクに係る事故データ等から、漏えい部位や原因、補修方法等について、文献調査及びWEB調査（補足調査）を行い、浮き屋根式タンクに係る海外の事故に関する文献資料やWEB情報等を網羅的に収集した。

出来る限り広く屋外タンクの漏洩事例に関する情報を集め、その中で浮き屋根に関係した案件について深堀り調査を行った。

【調査結果】

国外の浮き屋根式タンク事故事例の調査結果を資料－7にまとめ、77件の事例を一覧とした。

4. 4 国内外の法令及び規格調査

国内外における浮き屋根式タンクに係る法令及び規格等を調査し整理した。

【調査方法】

国外の調査対象として、石油精製に関する基準を古くから整備してきた米国及び欧州について調査した。規格については、設計と維持管理について大きく分けられており、それら設計規格及び維持管理規格等について調査した。

【調査結果】

以下、浮き屋根タンクに関する国内外の法令、設計規格、及び維持管理規格等について調査した結果を表にまとめた。

	法令	設計規格	維持管理規格
国内	消防法	JIS B 8501 鋼製石油貯槽の構造 (全溶接製)	JPI-8S-6 屋外貯蔵タンク維持規格
米国	詳細内容の記載なし (優良な実用技術に基づいた保全計画の策定を事業所に委ねている)	API STD 650	API STD 653
欧州	詳細内容の記載なし (優良な実用技術に基づいた保全計画の策定を事業所に委ねている)	EN 14015	EMMUA PUB No159

国外における規格類（API 規格、及び EN 規格、EMMUA）の位置づけ等について調査した。その調査内容については、資料－ 8 に示す。

【国内の法規制と規格の比較】

国内の法規制と規格の比較について、日本工業規格（JIS）規格及び石油学会規格（JPI）規格について調査し比較した。

資料－9 浮き屋根に係る規制及び規格の比較表（国内）参照

規格名／規格番号／規格名称	概要
日本工業規格／JIS B 8501：2013／ 鋼製石油貯槽の構造（全溶接製） 附属資料－1 JIS B 8501：2013 抜粋	地上で溶接組立され、固定屋根、浮き屋根又は固定屋根付き浮き蓋をもち、底部を均質で、かつ、十分な支持力がある基礎で支持されている鋼製の全溶接縦円筒形貯槽の構造について規定している。 API STD 650 規格の前身である API 12C を骨子とし、1962 年に国内規格 JIS B 8501 が制定された経緯がある。 また、BS EN 14015 規格の前身である BS 2654 についても多く参照されている。
石油学会規格／JPI-8S-6-2015／ 屋外貯蔵タンク維持規格 附属資料－2 JPI-8S-6 -2015 抜粋	製油所、油槽所、石油備蓄基地などの石油関連事業所におけるタンク設備維持について規定している。 API STD 653 規格を参考にし制定され、国内法令等及び JIS 規格も多く参照されている。

【国外の法規制と規格の比較】

海外（米国、欧州）の法規制では、直接技術基準名を明記することは少なく、Good Engineering Practice（「優良な実用技術」と訳した）として API 規格や、EEMUA159 などの技術基準を適用することが良いとしている。又、Good Engineering Practice として API 規格や EEMUA159 などを適用する場合は必ず認定技術者（Qualified Professional Engineer）などの技術基準に精通した資格者の個別検証を受けることを義務付けているのは多くの国で共通している。そのため、海外においては規格のみの調査とした。

【米国の規格について】

米国中心に用いられている API 規格を調査した。

規格名／規格番号／規格名称	概要
AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE／ API STD 650 : TWELFTH EDITION／ Welded Tanks for Oil Storage （石油貯蔵用溶接型タンク） 附属資料－ 3 API STD 650 TWELFTH EDITION 抜粋	新設される石油タンクの設計、材料、製作、設置、試験などを規定している。米国以外でも広く採用され、国際標準になっている。
AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE／ API STD 653 : FIFTH EDITION／ Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction（タンクの検査、補修、改造、及び建替） 附属資料－ 4 API STD 653 FIFTH EDITION 抜粋	API STD 650 及びその前身である API 12C で建設された鋼製タンクに適用される。保守検査、補修、変更、移設及び立替について健全性維持するための要件について、必要最低限規定している。

【欧州の規格について】

欧州中心に用いられる規格等を調査した。

規格名／規格番号／規格名称	概要
The European Standard／ BS EN 14015:2004 ※ 1 ／ Has the status of a British Standard Specification for the design and manufacture of site built, vertical, cylindrical flat-bottomed, above ground, welded, steel tanks for the storage of liquids at ambient temperature and above （周囲温度以上で液体を貯蔵するための、地面に建てられた、垂直の、円筒形の、平底の、地上の、溶接された鋼製のタンクの設計と製造の仕様） 附属資料－ 5 BS EN 14050:2004 抜粋	周囲温度以上で地上に建てられた縦型円筒平底の液体を貯蔵する鋼製タンクに対し、材料、設計、製作、組立、試験及び検査について、必要事項を明示している。
Engineering Equipment and Materials Users	欧州系企業が中心となって作成された

Association EMMUA PUB No159 5th EDITION／ Above ground flat bottomed storage tanks — a guide to inspection, maintenance and repair （地上平底の貯蔵する鋼製タンクに対する、検 査、保守及び修理について作成されたガイド） 附属資料－ 6 EMMUA PUB No159 5th EDITION	地上平底の貯蔵する鋼製タンクに対す る、検査、保守及び修理について作成 された指針である。 基本的な検査および保守要件の確立を 支援することを目的としており、供用 中の問題を最小限に抑え、耐用年数を 延ばすためのものとして示している。
--	---

【※ 1】 EN 規格は、欧州で構成される CEN(欧州標準化委員会)や CENELEC(欧州電気標準化委員会)等が発行する、欧州の統一規格である。加盟各国は、EN 規格を自国の国家規格として採用することが義務付けられている。

たとえば、「EN 〇〇〇」という番号の EN 規格について、英国規格協会(BSI)が発行する英国の国家規格 (BS 規格) を参照する場合は BS EN 〇〇〇を参照する。ドイツ規格協会(DIN)が発行するドイツの国家規格 (DIN 規格) を参照する場合は DIN EN 〇〇〇を参照する。言語は各国の言語にあわせて翻訳されているが、内容は同一のものとなっている。

加盟国は以下のとおりである。

オーストリア、ベルギー、キプロス、チェコ共和国、デンマーク、エストニア、フィンランド、フランス、ドイツ、ギリシャ、ハンガリー、アイスランド、アイルランド、イタリア、ラトビア、リトアニア、ルクセンブルク、マルタ、オランダ、ノルウェー、ポーランド、ポルトガル、スロバキア、スロベニア、スペイン、スウェーデン、スイス・ 英国

ここでは英国規格協会(BSI)が発行する英国の国家規格 (BS 規格) BS EN 14015 を参照した。

4. 5 調査業務のまとめ

調査業務のまとめについては、調査内容ごとにまとめを記載した。

【アンケート集計について】

- ・アンケート調査の回答結果の集計データから、傾向を分析することが出来たと考える。しかし、詳細内容について再度調査を行わないと分析まで至らない内容も複数ある。
- ・今後、より詳細に再調査を行う必要性が生じた場合においては、その調査先や内容を絞り込むことが出来るようなデータベースを構築できたと考えられる。

【国外の浮き屋根からの流出事例の調査結果】

- ・国外の浮き屋根からの流出事例について、広く事故概要の情報を得ることは出来たが、詳細な原因などの情報を得ることは出来なかった。国外の事例については、爆発や全面火災など大規模な事故に関する情報が主に得られ、比較的小規模な事故についての情報は得られなかった。

【国内外の法令及び規格調査結果】

- ・国内の法令及び規格について比較したところ、浮き屋根溶接部の試験について、記述内容に異なる箇所が見られた。
- ・規格について国内と国外で大きな相違は見られなかった。

4. 6 調査業務の今後の課題

調査業務の今後の課題は、調査内容ごとに記載した。

【アンケート集計について】

- ・シングルデッキの浮き屋根形式を主とした質問内容であるため、ダブルデッキを所有する事業者には回答し難い設問がみられた。
- ・開放検査時に行っている点検や検査内容（気密試験など）について、実施時期及び対象（全体か部分的か）が不明確な回答が多く見られた。
- ・流出事例については原因が複数考えられる場合において、選択式回答では一つしか選ぶことが出来ないため、回答者の受け止め様によって異なる選択回答となっていることが見受けられた。（その他の選択肢を選び、その内容について記述回答するケースが多かった。）
- ・詳細内容を再度調査することで、傾向分析からより精度の高い詳細な分析を行うことができると考えられる。

【国外の浮き屋根からの流出事例の調査結果】

- ・今後も国外調査を行い比較的小規模な事故や詳細な原因などの情報を得るためには、事業主などへ連絡し聞き取り調査を実施しなければならないと考える。事例調査を実施するにあたっては、十分な期間が必要と考える。

【国内外の法令及び規格調査結果】

- ・今回の調査にて、十分な調査が実施できたと考えられる。

5. 原因分析と対策の検討

消防庁が実施した各事業所に対するアンケート結果や第1回WGにおける事故事例、近年危険物保安技術協会が実施した浮き屋根の漏洩事故の現地調査(表1)から、浮き屋根ポンツーンにおける開放時自主検査、漏洩の主な原因、それに対する有効と思われる対策案について取り纏めた。

表1 浮き屋根漏洩事故の概要と自主点検状況

	許可 容量	浮き屋根形式	直近の保安 完前検査	開放時検査	工事後検査	漏洩箇所 工事有無	漏洩を受けて 実施した検査	漏洩発覚時期	漏洩量	漏洩概要	漏洩原因に対して有効な対策
1	9,610	シングル ハイデッキ	平成24年3月	目視検査(ポンツーン内含む) 肉厚測定(原油タンクは全室) デッキ板は板毎3点測定	加圧漏れ試験 (溶接線補修や、一部板切り 取り等の部分補修であれば、 浸透探傷試験)	有	不明	平成29年7月	0.37KL	ポンツーン貫通附属品取付部溶接線から流 出、ポンツーン下板×貫通部の溶接線一部未 施だったことで、ポンツーンが液密になってい なかった。 設計図面では溶接指示あり。	ポンツーン全体に対しての加圧漏れ試験 (溶接線には石けん水を用いる)
2	9,900	シングル ハイデッキ	平成26年11月	目視検査(ポンツーン内含む) 目視検査で腐食が認められた場 合は肉厚測定 漏水・漏洩(油分の付着)が疑わ れてた場合には加圧漏れ試験を 実施している。	加圧漏れ試験	不明	ポンツーン全室の目視点 検、溶接線全線PT検査また は真空試験を実施。	平成27年12月	3KL	リムベント配管腐食により貫通	不要な構造の見直し
3	40,978	シングル ハイデッキ	平成27年10月	1、屋根板:目視及び、タンク毎 の腐食状況により、超音波 / 磁 気飽和渦流探傷法(SLOFECな ど)による定点or連続肉厚測定。 2、ポンツーン:目視検査 目視検査により、漏えい有無の 確認の必要のある溶接線には 浸透液漏れ試験あるいは真空 試験を実施	バキュームテスト又は浸透探 傷試験	有	不明	平成28年6月	滞油	内リム×補ガセット接合部、内リム母材割れ ピン接合が溶接により剛接合となったため 平成28年発見時コーキング等による応急措置 を実施	過度な応力集中を起こす構造の見直し
4	997	シングル ハイデッキ	—			不明	漏洩したポンツーンは石け ん水を用いた加圧漏れ試験 とバキューム試験(下板相 互のみ)を実施。漏れは確 認できなかった。 PT検査により溶接部に貫通 孔が発見された。	平成28年5月	滲み	下板相互溶接線より滲み	ポンツーン全体に対しての加圧漏れ試験 (溶接線には石けん水を用いる) 溶接線に対する浸透液漏れ試験
5	27,326	シングル ハイデッキ	平成24年2月			不明	不明	平成28年6月	滞油 (拭き取れ る程度)	ポンツーン溶接部 原因は不明(溶接欠陥の顕在化と事業所は推 定) ※開放検査これから	—
6	9,800	シングル ハイデッキ	平成21年10月			不明	不明	平成29年8月	滲み	ポンツーン下板溶接線に滲み 原因は不明(溶接欠陥の顕在化と事業所は推 定) ※開放検査これから	—
7	2,000	シングル ハイデッキ	平成26年12月	目視検査(ポンツーン内含む)	ポンツーンの板を取り替えた 場合は工事箇所に対して加圧 漏れ試験を実施。 漏洩事故との関連は不明。但 し定期開放点検等に「所内事 故の水平展開検査」の記載有 り。	有	全室浸透液漏れ試験を実 施 (接液部のみ)	平成28年10月	0.16KL	スラグ巻き込み等溶接欠陥により下板×内リ ム、下板×外リム、下板相互溶接線より漏洩	ポンツーン全体に対しての加圧漏れ試験 (溶接線には石けん水を用いる) 溶接線に対する浸透液漏れ試験
8	108,000	シングル ローデッキ	平成26年4月			無	不明	平成29年10月	満液	ポンツーン下板母材腐食により貫通、漏洩	詳細な目視検査
9	108,000	シングル ハイデッキ	平成28年8月			無	漏れたポンツーンは浸透液 漏れ試験を実施(接液部の み) 全室加圧漏れ試験を実施 (上板×リム板、上板相互 は除く)	平成30年6月	21.5KL (1室満液) 4.3KL (1室滞油)	下板×円周リング端部母材割れ (内圧変化による割れ) 下板相互溶接線初期欠陥	ポンツーン全体に対しての加圧漏れ試験 (溶接線には石けん水を用いる) 溶接線に対する浸透液漏れ試験 溶接線に対するPT、MT 過度な応力集中を起こす構造の見直し

5. 1 開放時自主検査

各事業所が開放検査時に実施している浮き屋根ポンツーンに係る自主検査は、目視検査が主体となっている。多くの事業所は目視検査のみの実施となっているが、目視検査の結果を受けて、以下の試験を追加で実施する事業所も見受けられる。

- ・加圧漏れ試験 (漏水・漏洩が疑われた場合のみ)
- ・浸透液漏れ試験 (目視検査において疑義が発生した場合のみ)
- ・真空試験 (目視検査において疑義が発生した場合のみ)

5. 2 ポンツーン漏洩の主な原因

漏洩の発生箇所は様々ではあるが、ほとんどの事例で溶接部あるいは母材での貫通孔から内容物がポンツーンに浸入している。

5. 3 ポンツーン漏洩に有効と思われる対策

(1) 溶接部：加圧漏れ試験（石鹼水を用いる）

試験対象：ポンツーンの溶接部全線

(2) 母材部：詳細な目視検査

試験対象：ポンツーン母材内外面全面

塗装されているものは塗装の状態（膨れ・剥離の有無）を確認。

塗装されていないものはミルスケール等を除去した状態で確認。

腐食が確認された箇所については、上記加圧漏れ試験を実施する際にあわせて確認。

(3) 構造等：本来設計との整合性や応力集中の確認等

不要な構造（事例2：リムベントの腐食）

極端な応力集中が発生する構造（事例3：本来設計と異なる溶接）

5. 4 デッキ部の漏洩

今回取り纏めたのはポンツーンへの漏洩事案だが、デッキにおいても雨水溜まりによるエマージェンシードレンからの逆流や、ルーフドレン配管の使用する部品の取り間違いによるデッキの損傷等の事案も発生しており、これらについても今後検討が必要である。

5. 5 浮き屋根の安全対策について

浮き屋根のデッキ上への貯蔵危険物流出は、ルーフドレンを通じてタンク外に流出されるおそれがあること、また、ポンツーン内への貯蔵危険物流出は、浮き屋根を沈下させるおそれがあることから、こうした事態を未然に防ぐための取り組みは極めて重要であるとともに、万が一このような状況が発生した場合には、適切な対応が求められるのは言うまでもない。今後、浮き屋根の維持管理を適切に行うためにどのような対応をすればよいか検討する。

5. 5. 1 タンク開放時に実施する点検等

一定の指定数量の倍数以上の屋外タンク貯蔵所にあつては、年に 1 回以上の定期点検の実施が法令で義務付けられているが、タンク供用中にあつては安全面の観点から効果的な点検の実施が難しい。従って、タンクを開放したときに浮き屋根の詳細な点検を実施することが必要になると考える。

(1) 点検の対象部位

特定屋外タンク貯蔵所の浮き屋根（シングルデッキ、ダブルデッキ）

(2) 点検の内容

ア 目視検査

- ・デッキ板の溶接線及び板の腐食等の状況について、デッキ板上から目視検査を実施
- ・ポンツーン内の溶接線及び板の腐食の状況について、目視検査を実施

イ 加圧漏れ試験

- ・全てのポンツーン室に対して加圧漏れ試験を実施
- ・溶接線全線に石鹼水を適用し、漏れがないことを確認する
- ・加圧漏れ試験により漏れが確認された場合は、当該ポンツーン室に対してさらに詳細な点検（MT、PT、浸透液漏れ試験等）を実施して漏れの箇所を特定

ウ 板厚試験

- ・ポンツーン底板に対して、板厚試験を実施

(3) 不具合箇所の対応

- ・不具合箇所に対しては恒久的な溶接補修の実施が必要

ア デッキ板に係る溶接補修

- ・変更申請→漏れ試験（従来どおり）

イ ポンツーンに係る溶接補修

- ・本体変更申請→加圧漏れ試験（溶接補修部に石鹼水を適用）

(4) 不要な設備や過度に応力が集中する構造の確認等

上記(2)で示した点検内容の他、ポンツーン内への流出事故を引き起こすリスクが高い不要な設備又は過度に応力が集中する構造について確認する必要がある。これらの設備又は構造が確認された場合は、当該設備の撤去及び当該構造の見直しを検討することが望ましい。

5. 5. 2 供用中に発生した浮き屋根上への流出事故の対応

万が一、供用中に浮き屋根上への危険物流出事故が発生した場合は、流出の状況に応じた適切な対応が必要になると考える。

(1) 恒久的な溶接補修による対応

ポンツーン内に、喫水線を超えるようなレベルまで危険物が流出しているような場合は、他のポンツーンにおいても同様の事案が起きる蓋然性が高く、それに伴って浮き屋根が沈下するリスクが高いと考えられることから、速やかにタンクを開放し、恒久的な溶接補修の実施が必要であると考える。他にも、引火点の低い危険物を貯蔵している場合等、重大な事故を引き起こすリスクが高いと考えられるものについても恒久的な溶接補修の実施が必要と考える（恒久的な溶接補修による対応が必要となる具体的な例については引き続き検討が必要）。

(2) 応急措置による対応

タンク開放時に浮き屋根の詳細点検を実施したもののうち、上記(1)に該当せず、ただちに浮き屋根の沈下につながるような危険物の流出事故ではないと判断されたものについては、溶接補修によらない応急措置を速やかに講じるとともに、次回開放までの間、当該箇所から再び危険物の流出がないことを適切な頻度で確認すること（例えば、この頻度については通常の点検頻度の2倍程度とするほか、地震、強風等で浮き屋根に外力が作用した場合についても当該箇所の状況について確認すること）により、引き続きタンクの使用を可能とする。

また、継続使用を認める場合にあっては、当該漏洩箇所以外の部分の健全性が担保できることが必要と考えられる。このため、平時のタンク開放時において、上記のような浮き屋根の点検等が確実に行われている必要があり、その実施状況等を客観的に確認することができること（第三者により確認されている等）が望ましいと考える。

<応急措置による対応が可能な例>

- ・流出した危険物の回収が容易であり、かつ、応急措置を講じることで危険物の流出が継続的に止まる場合

6. まとめ

浮き屋根の安全対策に係るアンケート調査、事故事例調査、法令及び規格等の調査業務から、一部の課題が残るが次のような一定の成果が出せたと考える。アンケート調査から傾向分析や来年度実施すべき課題を整理できたこと、事故事例調査のデータを整理し原因分析や対策を検討するためのデータベースを構築できたこと、法令及び規格等の調査から比較整理し消防法令についての課題を抽出できた。

加えて、調査業務から得られたデータをもとにした検討業務において、調査した事故等から未然の対策や被害拡大を抑えるための措置、加えて、その安全性を確認するための技術的手法について検討し提案することが出来た。

以上の調査及び検討結果をもとに、浮き屋根の安全対策に係る現行法令や維持管理の基準における課題抽出と、浮き屋根の安全対策に係る技術的方策を検討し提案した。