

Safety & Tomorrow 192



新着情報

- 性能評価状況 (6月1日から7月31日) を掲載しました。
http://www.khk-syoubou.or.jp/pkobo_news/upload/68-0link_file.pdf
- 試験確認状況 (6月1日から7月31日) を掲載しました。
http://www.khk-syoubou.or.jp/pkobo_news/upload/67-0link_file.pdf
- 地下貯蔵タンク及びタンク室等の構造・設備に係る評価実績一覧表 (令和2年6月30日現在) を掲載しました。
http://www.khk-syoubou.or.jp/pdf/guide/evaluate_performance/underground%20tanklist.pdf





就任にあたって
危険物保安技術協会 理事長 米澤 健 _____ 1



危険物施設のさらなる安全確保に向けて
全国消防長会危険物委員会委員長 川崎市消防局長 日迫 善行 _____ 2



- 令和元年度KHKの現地審査概要 _____ 3
タンク審査部
- 特定屋外貯蔵タンクの浮き屋根の点検に係る技術援助業務について _____ 9
タンク審査部
- 地下タンクのタンク室等の構造評価に関する必要図書について _____ 13
土木審査部



● 第35回 危険物保安技術講習会 ～web配信について～ _____ 23
事故防止調査研修センター



- 令和元年中の危険物に係る事故の概要 _____ 25
消防庁危険物保安室
- 令和元年中の石油コンビナート等特別防災区域の特定事業所における事故概要 _____ 33
消防庁特殊災害室



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について _____ 41
消防庁危険物保安室 パイプライン係 岸 京介



- 危険物等の保安の確保に関する調査審議（川崎市危険物等保安審議会） _____ 57
川崎市消防局 予防部危険物課 規制係 田淵 一人
- コンビナート事業所の安全性向上を目的としたドローンの活用 _____ 60
四日市市消防本部 予防保安課 安全指導係 藤原 敬介



第48回 webで講習、配信スタート! _____ 64



就任にあたって

危険物保安技術協会
理事長

米澤 健



7月31日付けで危険物保安技術協会理事長に就任いたしました。

危険物保安技術協会機関誌「Safety & Tomorrow」の読者の皆様には、平素より当協会の運営につきまして、格別のご理解とご協力を賜り、厚く御礼申し上げます。

当協会は、昭和51年に設立されて以来40年余が経ちますが、これまで、石油等の危険物を貯蔵する屋外タンク貯蔵所の安全性についての設計審査、保安審査等を行うとともに、危険物等に関する安全対策の向上に資するための各種の技術援助、調査研究を実施してまいりました。また、危険物関連設備等の性能評価、危険物運搬容器等の試験確認の業務、危険物施設等の保安に関する診断、危険物データベース登録確認書交付の業務、危険物施設等に係る事故情報の収集・分析、危険物に関する最新の情報等を提供する研修会の開催など幅広く業務を行っております。

私どもは、危険物に対する専門技術者集団として、日々危険物貯蔵タンク等の審査や保安診断、性能評価、試験確認などを行うとともに、その専門知識を活かして、屋外タンク貯蔵所に係る事故原因の調査、ホームページやポスター・イラストを活用した危険物や危険物施設の安全対策に関する国民への情報提供、セミナー・講習会の充実等に積極的に取り組み、地域の安心・安全の確保に一層貢献し、当協会に対する信頼に応えてまいります。

特に、屋外タンクに関して、昨年度から取組を始めました「水張試験の合理化に係る技術援助」と「浮き屋根の点検に係る技術援助」につきまして、さらに展開を進め、屋外タンクの安全に一層寄与してまいります。

近年は、危険物施設における事故発生件数が高い水準で推移しており、とりわけ腐食疲労等劣化による事故や維持管理、操作確認不十分による事故が上位を占めています。このような状況の下で、令和2年度は、危険物施設等の安全性向上のための技術援助、保安診断、研修等を更に充実してまいります。

今後とも、公正、中立な技術的専門機関として、時代の要請に応えながら社会的使命を果たすとともに、技術力の向上・強化と業務の効率的かつ適正な運営を図り、危険物等に関連する保安の確保に努めてまいります。

引き続き、皆様方の一層のご支援とご協力をお願い申し上げます。



巻頭言

危険物施設のさらなる安全確保に向けて

全国消防長会危険物委員会委員長
川崎市消防局長
日迫 善行



新型コロナウイルスが世界各地で猛威を振り、今も多くの人が犠牲となり、依然として出口がはっきりと見えない中で、私たちは常に不安を感じながらの生活を余儀なくされています。このような社会情勢の中、皆様には危険物事故防止等の推進に御尽力をいただき心より感謝申し上げます。

近年、危険物施設の事故を誘発する地震や豪雨のような広域的で大規模な自然災害が各地で頻発しています。

地震に関しましては、多くの被害を受けた平成23年3月の東日本大震災以降も各地で頻発しており、平成28年4月の熊本県熊本地方を震源とする地震、また、平成30年9月の北海道胆振地方中東部を震源とする地震では最大震度「7」を記録し、これらの地震によって被害を受けた危険物施設では、事業所の皆様にも災害防ぎよに御尽力頂きました。

なお、東日本大震災を契機に、総務省消防庁が取りまとめた「危険物施設の震災等対策ガイドライン」に基づき、各危険物施設において震災等対策を適切に実施することができるよう、事前に予防規程やその他のマニュアル等を明確にさせていただいたことで、震災による危険物施設に係る安全対策は、より一層高められ被害の軽減に繋がっています。

台風や豪雨による風水害に関しましても、多くの危険物施設が被害を受けており、豪雨による市街地への大規模な危険物流出事故や高潮による禁水性物質の火災など、社会的影響が大きな災害が全国で見受けられるようになってきました。これにより総務省消防庁では、こうした危険物施設の被害実態を整理・分析し、想定される災害リスクに応じて迅速かつ的確な応急対策が確保されるよう「危険物施設の風水害対策ガイドライン」をとりまとめ、危険物施設の形態別に風水害対策のポイントをチェックリストとして示されました。現在策定されている計画が、当ガイドラインを基に見直されることで、危険物施設における風水害対策のさらなる安全確保が期待できることと思います。

「安全」とは、たくさんある危険をひとつひとつ排除した結果生まれるもので、排除し続けることで安全な状態は維持されます。危険物に携わる皆様が、常に危険を感じ、危険を見つけ出し、危険を排除し続けるという考えの基、危険物施設のさらなる安全確保に御尽力いただくことを願ってやみません。

危険物委員会は、全国消防長会に設けられた事業推進委員会の1つで、全国の消防機関が、危険物施設の事故防止対策の推進を重点に、危険物火災予防の調査研究及び危険物等の規制・性状に係る研究・改善等に関する諸課題等について活発な情報交換のもと検討を行っています。今後も全国の消防機関が相互に連携し、危険物施設の事故防止に向け一体となって取り組んでまいり所存ですので、引き続き皆様の御支援・御協力をお願い申し上げます。



★ 業務紹介 ★

令和元年度KHKの現地審査概要

タンク審査部

はじめに

危険物保安技術協会では、消防機関から特定屋外貯蔵タンク（以下「特定屋外タンク」という。）の定期保安検査、臨時保安検査及び変更に係る完成検査前検査（溶接部検査）に関する審査の委託を受け、当該検査の現地審査を実施しています。現地審査の際には、自主検査記録のほか、事業所で行われた補修工事の概要、施工管理記録等について確認を行っています。また、技術援助として個別延長の現地審査を実施しているほか、浮き屋根の点検に係る現地審査を開始したところです。浮き屋根の点検に係る技術援助は、事業所自らが実施した浮き屋根の点検について、当協会が第三者機関として、令和2年3月27日付消防危第84号に基づいて適切に実施されたかを確認する業務です。本業務により浮き屋根の点検が適切に実施されたことが確認された場合、仮にその後のタンクの運用中に浮き屋根から微小な漏洩が発生し、当該箇所を仮補修することにより漏洩を止めることが出来る場合には、消防本部と協議した上で当該タンクの継続的な使用ができることとなりました。

本稿では、当協会が令和元年度中に実施した特定屋外タンクの現地審査の概要を紹介します。なお、定期保安検査と完成検査前検査の両方を実施したタンクについては、それぞれ1基として計上しています。

1 審査タンクの概要

平成30年度と令和元年度に実施した現地審査の内訳を表1に示します。また過去10年間の現地審査数の推移を折れ線グラフで図1に示します。平成30年度に比べ令和元年度は、完成検査前検査数は若干増加、定期保安検査数は若干減少しています。個別延長件数は、1.5倍以上に増加していますが、過去10年間の推移を見るとほぼ年平均となっていることが分かります。浮き屋根の点検は令和元年度から開始の新規業務なので、実施件数は1件と少ないですが、令和2年8月時点では、今年度既に4件が実施または予定されています。

表1 現地審査の内訳

単位(基)

区分	平成30年度	令和元年度	増減数	増減率%
現地審査タンク数	512	527	15	2.9
現地審査種別				
完成検査前検査	276	280	4	1.4
定期保安検査	217	215	-2	-0.9
個別延長	19	31	12	63.2
浮き屋根の点検	-	1	1	-

単位 (基)

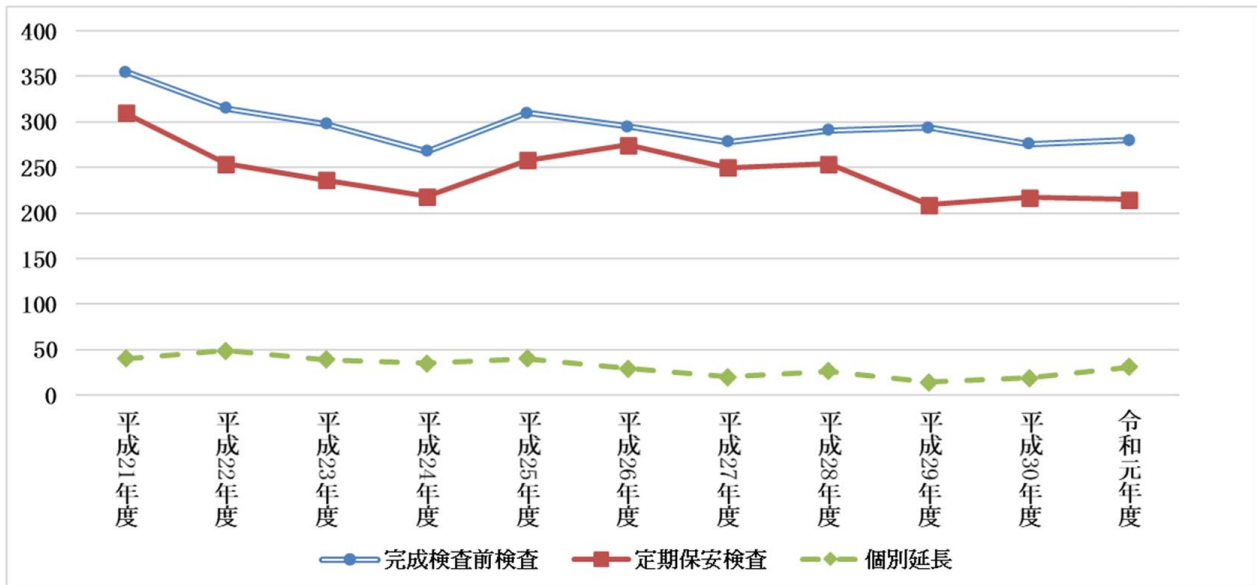


図1 現地審査数の推移

2 補修の概要

令和元年度の完成検査前検査、定期保安検査を実施したタンクについてどのような補修が実施されたかを表2に示します。

表2 各部位毎の補修基数

単位 (基)

区分	平成30年度			令和元年度			増減数	増減率 (%)
	完成検査前検査	定期保安検査	計	完成検査前検査	定期保安検査	計		
補修なし	—	4	4	—	3	3	-1	-25.0
底部補修	265	213	478	257	211	468	-10	-2.1
取替・当板	97	83	180	101	72	173	-7	-3.9
肉盛り補修	114	103	217	103	102	205	-12	-5.5
溶接部補修	237	206	443	214	202	416	-27	-6.1
側板最下段補修	200	101	301	201	84	285	-16	-5.3
取替・当板	42	16	58	58	20	78	20	34.5
肉盛り補修	133	76	209	117	57	174	-35	-16.7
溶接部補修	121	45	166	103	34	137	-29	-17.5
側板2段目以上補修	128	67	195	143	66	209	14	7.2
取替・当板	63	17	80	63	8	71	-9	-11.3
肉盛り補修	103	64	167	105	63	168	1	0.6
溶接部補修	49	16	65	46	11	57	-8	-12.3

- 備考 1 補修内容が複数あるものは、当該内容をそれぞれ計上している。
 2 底部とは、アニュラ板及び底板を示す。
 3 定期保安検査の側板最下段および側板2段目以上に係る補修件数は、同時に実施した完成検査前検査の対象となるものを含む。

(1) 底部の補修について

タンク開放時の底部板について、母材部と溶接線の状態を検査し、異状が認められた場合は補修を実施します。表3には令和元年度にタンク底部板について実施された取替・当板補修についてまとめています。表4には底部の溶接線補修を実施したタンクについての補修理由を示します。補修理由は、「ブローホール」によるものが多くなっています。溶接部の破断につながる重大な欠陥の一つである「割れ」が発生していることにも注意が必要です。

表3 底部の取替及び当板補修概要

単位 (基)

区分	アニュラ形状						スケッチ形状						
	アニュラ板			底板			側板近傍の底板			左記以外の底板			
	全取替	部分取替	当板	全取替	部分取替	当板	(アニュラ化) 全取替	部分取替	当板	全取替	部分取替	当板	
平成30年度	44	51	7	46	54	70	9	0	0	8	1	1	
令和元年度	55	53	1	48	39	61	5	0	1	4	1	0	
主な補修理由	内面腐食	2	1	0	2	1	6	0	0	0	0	0	0
	裏面腐食	25	34	1	16	23	47	1	0	0	0	1	0
	内裏面腐食	7	7	0	12	4	4	1	0	0	1	0	0
	変形	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	割れ	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ア替用*2	-	-	-	0	6	0	-	-	-	0	0	0

- 備考 1 補修内容が複数あるものは、当該内容をそれぞれ計上している。
 2 「ア替用」とは、アニュラ板の取替工事のために底板を取り替えることをいう。

表4 底部の溶接線補修概要

単位 (基)

区分	側板×アニュラ板		アニュラ板相互		アニュラ板×底板		底板相互		
	全線補修	部分補修	全線補修	部分補修	全線補修	部分補修	全線補修	部分補修	
平成30年度	15	369	3	321	7	321	3	402	
令和元年度	7	338	3	283	4	329	2	378	
主な補修理由	ブローホール	2	285	0	243	0	288	0	340
	腐食	3	69	2	60	1	78	1	116
	融合不良	1	88	0	27	0	82	0	131
	アンダーカット	0	59	1	27	0	73	1	117
	スラグ巻き込み	0	10	0	1	0	18	0	29
	割れ	1	8	0	2	0	0	0	5

- 備考 1 補修内容が複数あるものは、当該内容をそれぞれ計上している。
 2 アニュラ板にはスケッチ形状の側板近傍底板を含む。

タンク底部の腐食状況を知るために、内面腐食については目視検査、裏面腐食については、超音波板厚試験にて腐食の状況を確認しています。裏面腐食を知るための超音波板厚試験は、昭和52年消防危第56号（以下「56号通知」という。）、昭和54年消防危第169号（以下「169号通知」という。）に示される抜き取り検査（定点測定）、または平成15年消防危第27号（以下「27号通知」という。）に基づく連続板厚測定が実施されています。ここで図2に過去5年間の底部板厚検査方法の推移を示します。近年のタンク開放検査における底部板厚測定方法は、169号通知に基づく定点板厚測定を実施する割合が最も多く、次いで連続板厚測定となっています。56号通知に基づく定点板厚測定を実施する割合は20%以下で最も少なくなっています。56号通知に基づく定点板厚測定は、169号通知に基づく定点板厚測定や連続板厚測定と比較し測定箇所数が少なくなる傾向にあるため、裏面腐食の状況を把握しづらく、前回タンク開放時に板の全取替を実施し裏面腐食がさほど進行していないと予測されるとき等にも実施されています。

定点測定を実施した新基準タンクについては平成26年消防危第146号、新法タンクの場合には平成11年消防危第58号により補修の基準が規定されています。連続板厚測定を実施した場合は、所轄する消防本部により若干違いがありま

すが、平成14年消防危第17号および27号通知にて補修の基準が規定されています。

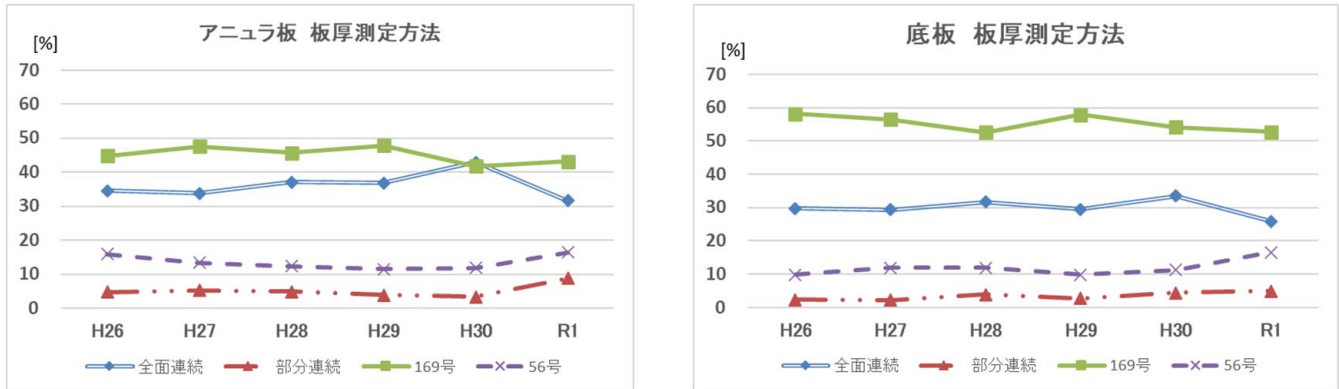


図2 底部板厚検査方法の推移

- 備考 1 横軸は年度、縦軸は開放検査実施タンクにおける、底部の板厚測定方法別の実施割合を示す。
 2 「全面連続」及び「部分連続」とは、27号通知に基づく連続板厚測定を示す。
 3 「169号」とは、169号通知に基づく定点測定を示す。
 4 「56号」とは、56号通知に基づく定点測定を示す。
 5 アニュラ板にはスケッチ形状の側板近傍底板を含む。

(2) 側部の補修について

側板の取替や当板補修を実施したタンクの内、その補修理由についてまとめたものを表5に示します。側板の取替・当板補修について、腐食による補修が多いことが分かります。側板2段目以上の外面腐食の発生箇所は、現地審査時の聞き取り調査の結果、雨水がたまり易いウィンドガード取付け部や保温材下部等の部分が多くを占めていることが分かっています。

なお、腐食等により強度上必要な板厚を満足しない部位に対して当板補修を実施することはできません。表5に示された当板補修は、全て腐食防止用として取り付けられたものとなっています。

表5 側板の取替及び当板補修概要

単位 (基)

区分	側板最下段			側板2段目以上				
	全周取替	部分取替	当板	(複数段) 全周取替	(1段のみ) 全周取替	部分取替	当板	
平成29年度	16	45	3	12	4	29	17	
平成30年度	12	45	1	14	5	51	12	
令和元年度	24	51	3	17	6	41	11	
主な補修理由	内面腐食	2	1	0	5	4	0	1
	外面腐食	7	6	3	5	1	27	9
	内外面腐食	5	0	0	2	0	3	0
	変形	0	0	0	0	0	2	0
	割れ	0	0	0	0	0	1	0
工事 ^{*1}	1	18	0	0	0	6	0	

- 備考 1 工事とは、工事用の開口部（資材搬入口）を設けるために板を切り取ることをいう。
 2 補修内容が複数あるものは、当該内容をそれぞれ計上している。

側板の溶接線補修を実施したタンクの内、その補修理由について表 6 に示します。側板最下段の溶接線補修について、補修理由はブローホールによるものが最も多くなっています。開放検査時に側板最下段縦継手に対して自主的に磁粉探傷試験を実施しているケースがあり、その際に確認されたものも含まれています。また、2 段目以上の側板の補修理由は腐食によるものが多く、側板設置又は詳細点検等の実施から一定年数を経過した特定屋外タンクについては、保安検査又は内部開放点検時に併せて側板上部の点検を実施し、腐食状況を把握することが重要といえます。

表6 側部の溶接線補修概要

単位 (基)

区分	側板最下段				側板2段目以上				
	全線補修		部分補修		全線補修		部分補修		
	内側	外側	内側	外側	内側	外側	内側	外側	
平成29年度	1	1	99	71	1	1	14	40	
平成30年度	0	0	124	114	0	0	14	61	
令和元年度	0	0	114	73	0	0	18	51	
主な補修理由	ブローホール	0	0	47	27	0	0	5	12
	腐食	0	0	13	21	0	0	4	34
	融合不良	0	0	8	2	0	0	2	3
	アンダーカット	0	0	33	20	0	0	2	3
	スラグ巻き込み	0	0	0	0	0	0	0	0
	割れ	0	0	0	0	0	0	0	0

備考 1 補修内容が複数あるものは、当該内容をそれぞれ計上している。

3 審査結果

現地審査では自主検査記録、施工管理記録等を確認するとともに、目視検査及び磁粉探傷試験等が適正に行われているかを確認し、必要に応じてタンク全般の安全性に関する助言、情報提供等を行っています。令和元年度に実施した現地審査の状況ですが、完成検査前検査及び定期保安検査の受託基数と不適合基数の推移を図 3、不適合事例を表 7 に示します。不適合基数が最も多かったのは平成 18 年度の 26 基で、そこから平成 22 年度まで減少傾向で推移しましたが、その後増減を繰り返しています。令和元年度の不適合基数は 10 基で、前年と同じ基数となっています。

不適合事例の内容をみると、底部溶接部では磁粉探傷試験で確認された、「割れ」や「磁粉模様」による欠陥がほとんどで、その多くは側板 × アニュラ板溶接部で発見されています。側板 × アニュラ板溶接部はタンクの構造上重要な部分であるためしっかりと自主検査を行い、適切な補修を行うことが重要です。

側部溶接部では「アンダーカット」が 1 件、「ブローホール」が 1 件となっています。ブローホールによる不適合事例は、現地審査の際に放射線透過試験のフィルム枚数が、56 号通知に基づく撮影枚数を満足しおらず、後日追加撮影したフィルムを協会へ送付し確認した際に、危険物の規制に関する規則第 20 条の 7 に適合しない欠陥が確認されたものです。検査会社と事業所の両方でしっかりと必要な撮影枚数を確認することが必要となります。

不適合事案の発生は重大事故に結びつく危険性があることから、自主検査については、慎重に行われることが望まれます。

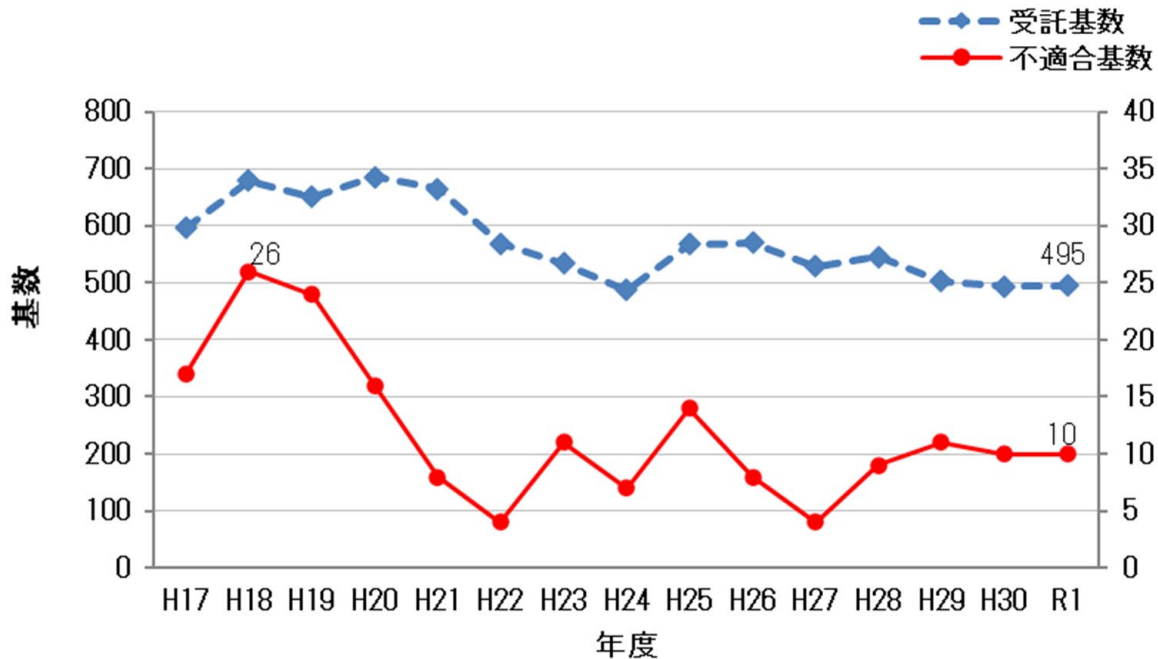


図3 受託基数と不適合基数の推移

表7 不適合事例

審査種別	件数	不適合箇所	不適合内容
完成検査前 検査	1	側板縦継手	ブローホール
	1	アニュラ板×側板内側溶接部	割れ
	1	アニュラ板×側板内側溶接部	磁粉模様
	1	側板縦継手	アンダーカット
保安検査	1	アニュラ板×底板溶接部	磁粉模様
	3	アニュラ板×側板内側溶接部	アンダーカット
	1	アニュラ板×側板内側溶接部	割れ
	1	アニュラ板×側板内側溶接部 底板×底板溶接部	割れ、磁粉模様 ブローホール

おわりに

本稿は、現地審査時に得られたデータをもとに作成しています。

日頃の現地審査にあたりましては、所轄の消防機関及び事業所の方々の多大なご協力に深く感謝し御礼を申し上げます。

これからもより多くの情報をもとに内容を充実させる所存ですので、引き続きご協力をよろしくお願い申し上げます。本稿を特定屋外タンクの安全性向上のための資料としてご活用頂ければ幸いです。



★ 業務紹介 ★

特定屋外貯蔵タンクの浮き屋根の点検に係る技術援助業務について

タンク審査部

1 はじめに

屋外貯蔵タンクの浮き屋根については、平成 15 年に発生した十勝沖地震による全面火災の被害を踏まえ、一定規模以上の浮き屋根についての耐震性や沈降防止に係る基準が強化されたところです。その一方、タンクの経年劣化等に伴い、近年においても浮き屋根の浮き部分内へ危険物が漏洩する事故が散見されていることから、消防庁危険物保安室において「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」が立ち上げられ、浮き屋根の安全対策について検討がなされてきました。こうした経緯を踏まえ、令和 2 年 3 月 27 日付「屋外貯蔵タンクの浮き屋根の安全対策について（消防危第 84 号）」（以下「84 号通知」という。）により、「浮き屋根の漏えい事故防止に関するガイドライン」（以下「浮き屋根ガイドライン」という。）がとりまとめ通知されたところです。

これまで、タンク供用中に浮き屋根上に危険物が漏洩する事故が発生した場合には、原則としてすみやかに貯蔵危険物を抜き取り、漏洩事故の発生箇所をつきとめ、変更申請を経た後に当該箇所の溶接補修工事を実施する必要がありましたが、84 号通知の発出により、タンクの所有者等が自ら、①「開放時に浮き屋根ガイドラインに基づいた点検の実施」、②「ポンツーン内の仕切り板の健全性の確認」、③「過去の補修履歴を踏まえた浮力の確認」を行い、この 3 点についてあらかじめ消防本部または第三者機関による確認を受けたタンクについては、その後の供用中に浮き屋根への漏洩事故が発生した場合において、消防本部との協議の上で、仮補修を実施した上での継続使用が認められることとなりました。（図 1 参照）

当協会では、タンクの所有者等が実施した上記 3 点の確認について公正、中立な第三者機関として評価を行う技術援助業務を開始していますので、ここにその業務内容をご紹介します。

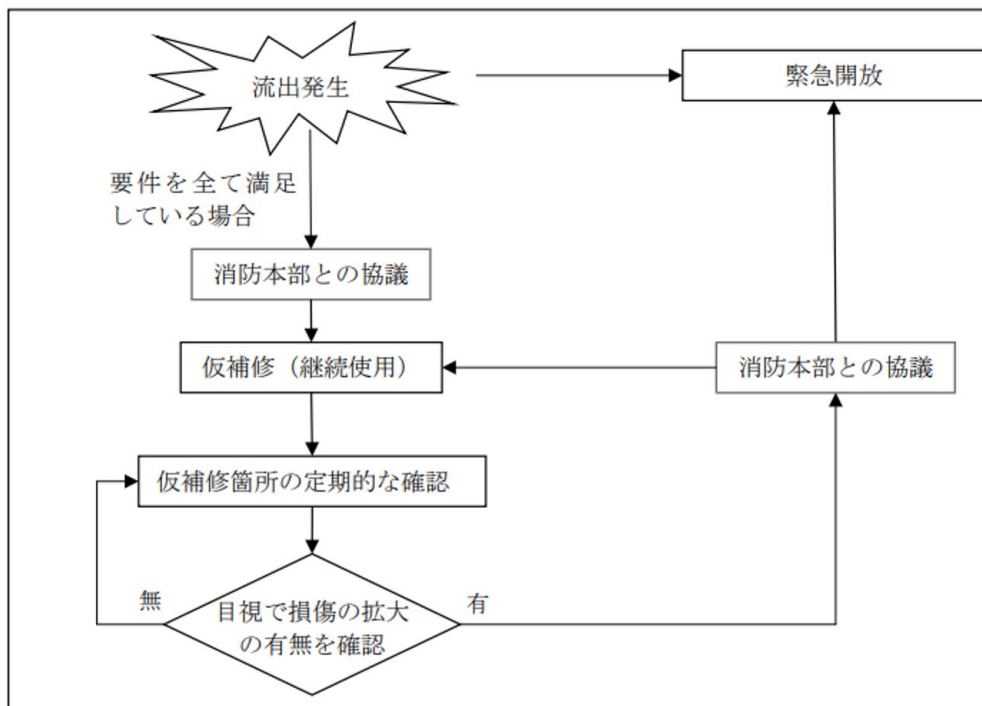


図1 浮き屋根上への漏洩事故発生時の対応の流れ（84号通知より引用）

2 技術援助の概要

(1) 提出書類

標準的な提出書類は次のとおりです。

- ・ 浮き屋根関係図面（浮き屋根詳細図、ポンツーン詳細図等）
- ・ 開放時の点検記録
- ・ 浮き屋根の溶接補修工事に係る品質管理記録
- ・ 過去の補修履歴を踏まえた浮き屋根の重量表

(2) 現地にて確認する内容

タンク開放時に、浮き屋根ガイドラインに則った点検が実施されたかどうかについて、開放時の点検記録を確認するとともに、現地にて目視検査、漏れ試験、板厚試験を実施します。なお、当協会が技術援助で現地確認をする時期については、タンク開放時に実施した浮き屋根の点検結果に応じて発生した溶接補修工事及び検査が完了した後、タンクへのオイルイン前の間であれば、委託者のご都合のいいタイミングとさせていただきますのでご相談下さい。

ア デッキ板の目視検査

浮き屋根デッキ板の腐食劣化状況について、目視による確認を行います。通常、浮き屋根デッキ板についてはコーティングが施工されていることから、当該コーティングの健全性について目視で確認することとなります。デッキ板上に砂、泥、汚れが堆積している場合は、これを取り除きながら目視での確認を行います。



イ ポンツーンの目視検査

ポンツーン内部の板の腐食状況や溶接線の状況について目視で確認します。なお、目視検査にあたり、ポンツーン内部にコーティングが施工されている場合には、当該コーティングを剥離する必要はありません。



貫通部の構造についても目視で確認します。



また、ポンツーンの溶接健全性について、必要に応じてミラー等を使用した確認を行います。



ウ ポンツーンの加圧漏れ試験

開放時の点検記録を確認した上で、複数箇所のポンツーンについて抜き取りで加圧漏れ試験を実施します。現地で実施する試験方法については、所有者等が開放時に実施した点検方法によるものとします。なお、漏れ試験の実施にあたり、溶接線にコーティングが施工されている場合は、当該コーティングを剥離する必要はありません。



エ ポンツーン底板の板厚測定

開放時に測定した箇所に対して、複数箇所を抜き取りで確認します。なお、開放時における板厚の測定箇所については、消防本部と特段の取り決めがない場合は、少なくとも 1 室あたり 3 点以上の箇所について板厚測定を実施していただくようお願いしています。



(3) 仕切り板の健全性評価

ポンツーンの仕切り板について、上端が連続すみ肉溶接となっていない等の完全に仕切られていない構造では、法令で定められたポンツーンの破損想定に基づいた浮き屋根の沈下傾斜計算を実施し、最大喫水線が仕切り板上端を超えないことを確認する必要があります。現地での目視検査の結果、仕切り板の上端が断続溶接になっている場合には、沈下傾斜計算を実施した上で仕切り板の健全性評価を行います。

(4) 過去の補修履歴を踏まえた浮き屋根の浮力評価

浮き屋根を構成する鋼板の板厚は薄いため、腐食に対する余裕代が少なく、タンク設置以降、当板や取替等の補修が繰り返されていることが少なくありません。腐食に対する補修方法として多く採用されている当板が繰り返されると、浮き屋根重量が増加し、浮き屋根の浮力性能が低下してしまいます。近年では、補修を繰り返した結果として浮き屋根が重くなり、豪雨の発生時に非常用排水装置等から危険物が浮き屋根上に逆流する事故も散見されており、補修履歴を踏まえた浮力評価を実施することは重要です。

当協会では、所有者等より過去の補修履歴を踏まえた浮き屋根の重量表を提出していただき、法令で定められたポンツーンの破損想定に基づいた浮き屋根の沈下傾斜計算並びに 250mm 滞水時における浮き屋根の沈下計算を実施いたします。

3 おわりに

浮き屋根への漏洩事故により、万が一、浮き屋根が沈下してしまった場合には、タンクの全面火災に発展するおそれがあることから、浮き屋根の浮力性能を確保しておくことは極めて重要です。また、近年では豪雨や強風に見舞われることが増えており、こうした自然環境の変化も浮き屋根の浮力性能を脅かす要因の 1 つとなっています。浮き屋根式タンクの所有者の皆様におかれましては、浮き屋根の安全対策を推進する上でも、当協会が実施する浮き屋根の点検に係る技術援助業務をご活用いただけますようお願い申し上げます。

業務紹介パンフレットを当協会ホームページに掲載していますので、併せてご覧下さい。

http://www.khk-syoubou.or.jp/pdf/guide/tech_support/ukiyane.pdf



★ 業務紹介 ★

地下タンクのタンク室等の構造評価に関する必要図書について

土木審査部

1 はじめに

ビル等の建築物を建設しようとする場合、建築基準法に基づき「建築確認申請」を行い、基準に適合しているか否かについての審査を受けた後でなければ、建築物等を建設することはできません。また、建築確認を必要とする建物（防火対象物）は、建築確認申請前に、消防機関が建築計画を消防法上の観点から確認し、消防設備や建築物の防火に関して問題がないことをもって建築に同意する、いわゆる「消防同意」が必要となります。

建築物に付随する地下タンク貯蔵所の構造等の安全性は、消防法上の観点から、十分にその安全性を確認する必要がありますが、近年、消防法令上、当初想定されていなかった配管ピット室等をタンク室上部に配置した構造の地下タンク貯蔵所が設置されるケース等がみられます。

当協会では、このような地下タンク貯蔵所について、消防職員の許可等事務の効率化の一助となることを目的に、タンク室等の構造・設備について、評価する業務を実施しています。

本稿では、本業務の評価申請に当たって、特に多く質問等を寄せられる「タンク室等躯体の構造評価に必要な図書」について、各資料の作成上のポイントも併せて、分かりやすく解説します。

2 タンク室に関する技術基準

申請図書は、消防法令等の基準に従って作成する必要があるため、まず、地下タンク貯蔵所のタンク室に関する技術基準を簡単に解説します。タンク室に係る基準は、「危険物の規制に関する規則」第23条の4に、次のように規定されています。

【規則第23条の4の概説】

○タンク室の構造は、当該タンク室の自重や水圧・土圧等の「主荷重」と地震の影響等の「従荷重」によって生じる応力及び変形に対して安全であること。また、「主荷重」及び「主荷重と従荷重の組合せ（主荷重 + 従荷重）」により生じる応力は、許容応力以下でなければならない。

このように、地下タンク貯蔵所のタンク室の安全性は、設置される箇所の諸条件に応じて、タンク室躯体に発生する応力度を算出し、発生応力が許容応力以下であることを確認することとされています。

その許容応力については、「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」第4条の50に、次のように規定されています。

【告示第4条の50の概説】

○主荷重に対して：（鉄筋）＝材料の規格最小降伏点（又は0.2%耐力）の60%の値
（コンクリート）＝設計基準強度（21 N/mm²以上）を3で除した値
○主荷重 + 従荷重に対して：上記それぞれの許容応力に1.5を乗じた値

以上のように、規則及び告示で規定されているタンク室に関する技術基準は、「タンク室に発生する応力が許容応力以下であること」と「許容応力の設定方法」が記載されているのみです。

上記規則及び告示の内容を補完する形で、タンク室に作用する荷重及び発生応力については、一般的な算出方法が、通知により示されています。平成17年3月24日付消防危第55号通知では、主荷重や従荷重として考慮すべき荷重や地震時土圧係数の算出式等が、より詳細に示されています。

【ポイント】 設計上、絶対に外せない基準！



- ❖ タンク室等の構造計算書作成前には、次の3つの基準等は必ず確認してください。
- ①規則第23条の4
 - ②告示第4条の50
 - ③平成17年消防危第55号

3 評価申請に必要な図書・資料

タンク室等躯体の構造評価に必要な図書・資料を大きく分類すると、次の5つとなります。

- (1) 地盤調査報告書関係 (必須)
 - (2) 図面関係 (必須)
 - (3) タンク室等の構造計算書 (必須)
 - (4) タンク室の安定性に関する計算書 (必須)
 - (5) 建築物の近接影響に関する検討書 (建築物からの離隔距離が1m未満の場合のみ)
- これより、上記(1)～(5)について、さらに詳細に解説します。

(1) 地盤調査報告書関係

言うまでもなく、地下タンク貯蔵所は、基本的に、地中に設置される危険物施設です。タンク室等躯体の構造安全性は、タンク室等が設置される箇所の地盤条件に応じて適切に評価する必要があるため、地盤に関する情報・資料は必須となります。地盤調査報告書関係では、次の5つの資料が必要となります。



- ①ボーリング位置図
- ②ボーリング柱状図
- ③地層推定断面図
- ④室内土質試験結果報告書
- ⑤液状化判定資料

①ボーリング位置図

一般的に、建築物を建設する前には、地盤の各種情報を得るために、地盤の調査ボーリングが実施され、広い敷地では複数箇所で行われる場合があります。タンク室躯体の構造計算に地盤条件を設定する場合、ボーリング位置とタンク室との位置関係を把握した上で、土質定数等をどのように設定するかが重要となります。

当協会では、調査ボーリングとタンク室との位置関係を確認した上で、設計条件の妥当性を確認しています。

【ポイント】 ボーリング位置とタンク室との適切な位置関係を判断するため！



- ❖ ボーリング位置とタンク室の位置関係が分かる図面の提出をお願いします。ボーリング位置図に、タンク室の位置を図示する方法でも構いません。

②ボーリング柱状図

ボーリング調査では、地下水位の確認や地盤の堅固さを示す一つの指標としての「N 値」の確認が行われます。また N 値等の他に、砂質土・粘性土といった土質等も併せて区分され、これらの結果をまとめた「ボーリング柱状図」がボーリング孔ごとに作成されます。

地下水位や N 値は、タンク室の構造評価や地盤の支持力の検討、さらには液状化判定においても重要なファクターとなります。

当協会では、ボーリング柱状図等の地盤調査結果をもとに、設計に使用されている地盤条件の妥当性を確認しています。

【ポイント】 ボーリング柱状図が無いと、土質等が読み取れない！



- ✧ 調査ボーリングが複数箇所で行われた場合、添付するボーリング柱状図は、設計に使用されたものだけでも構いません。
- ✧ 図1に示すように、ボーリング柱状図にタンク室断面図を併記すると、設計者が設定した地盤条件が明確となります。このような工夫は、地盤条件確認作業の時間短縮につながるため、できるだけ作成をお願いします。

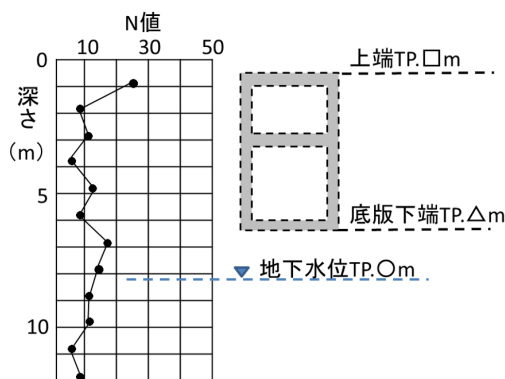


図1 ボーリング柱状図にタンク室断面図を併記した例

③地層推定断面図

調査ボーリングが実施されると、既往文献等を参考にしながら、各地層がどの年代に該当するかの判断が行われます。地層が構成された年代により、沖積層や洪積層等が区分され、地層推定断面図が作成されます。

この地層推定断面図は、消防法令上の「地盤種別」の判断に必要となります。さらに、この地盤種別は地震時土圧係数の算出に必要となる重要な項目です。

当協会では、地層推定断面図をもとに、消防法令に規定された地盤種別を判断し、設計書の内容の妥当性を確認しています。

【ポイント】 地層推定断面図が無いと、地盤種別が判断できない！



- ✧ 地層推定断面図は、地質時代や地層名等が確認できるものとしてください。
- ✧ 地盤種別は、消防法により判定してください。地盤種別は、告示第4条の20に規定され、一種地盤～四種地盤に区分されています。
- ✧ 安全側の設計とするために、地層推定断面図から推定する地盤種別と異なる地盤種別を設定する場合は、その理由を設計書に明記してください。

④室内土質試験結果

標準貫入試験等により採取された試料は、各種土質試験が実施され、その結果は土質試験結果報告書として取りまとめられます。当協会では、室内土質試験結果報告書等をもとに、土質物性値や液状化判定の妥当性を確認しています。

【ポイント】 粒度試験や三軸圧縮試験等の記録が無いと、土性値の妥当性を判断できない！



✦ 添付する土質試験結果は、設計に用いたボーリング孔のものだけでも構いません。

⑤液状化判定資料

地中構造物は、地震時の液状化現象により浮き上がる危険性があり、地下タンク貯蔵所も例外ではありません。地下タンク貯蔵所の基準においては、液状化に対する検討の義務付けはありませんが、当協会では、地下タンク貯蔵所がより高い安全性が確保できるように、液状化の可能性の有無を確認し、液状化すると判定される場合は、タンク室等の安定性についても確認しています。

【ポイント】 液状化による安全性を確認するため必要！



- ✦ 設計用地下水位が、明らかにタンク室の底版下端よりも低いと判断できる場合は、本資料の添付は必要ありません。
- ✦ 地下タンク貯蔵所の基準においては、液状化検討が義務付けられていないことと、性能規定の趣旨に鑑み、液状化判定方法は特に指定していません。
- ✦ 洪積・砂質土層は、一般的に、液状化の可能性は低いとされています。タンク室等の周辺地盤が、当該地層に該当する場合は、本検討を省略することも可能です。

(2) 図面関係

図面関係では、次の3つが示された図面が必要となります。



- ①タンク室配置図（敷地内全体平面図）
- ②タンク室構造図及び配筋図
- ③タンク本体設計図（横置きタンクの場合のみ）

①タンク室配置図（敷地内全体平面図）

タンク室等躯体の構造安全性を検討する場合は、タンク室等が、どのような条件下に設置されるかが重要となります。当協会では、敷地内平面図やタンク室配置図をもとに、タンク室等の地上部の土地利用等を確認した上で、荷重条件の設定等の妥当性を確認しています。

【ポイント】 タンク室配置図は、地上部の荷重や建築物との離隔距離が分かるもの！



- ✦ タンク室配置図等に、地下タンクへ注油するタンクローリー等の寄り付き位置を記載してください。タンクローリー等の上載荷重を見込む必要があると判断された場合は、適切な荷重を従荷重に設定し、タンク室等躯体の構造計算を行ってください。
- ✦ タンク室配置図では、タンク室と建築物地下外壁面との離隔距離を図示してください。地震時における建築物からの影響検討を行う必要があるか否かを判断します。

②タンク室構造図及び配筋図

タンク室等躯体の構造計算結果は、当然のことながら、タンク室等各部位の寸法（高さ、幅、厚さ）や鉄筋の配置（径、ピッチ）によって異なります。これらの寸法等を間違えると計算のやり直しや躯体寸法等の変更が生じる可能性があるため、計算書内の寸法等と図面で示された寸法等が整合することが重要となります。

当協会では、タンク室構造図等と構造計算書を十分に照合し、構造計算書の妥当性を確認しています。

【ポイント】 タンク室構造図等は、設計書との整合が重要！



- ✧ タンク室等構造図は、平面図と断面図の両方を添付してください。
- ✧ 鉄筋については、径・ピッチの他に、「かぶり」も重要となります。図面や設計書等で確認できるようにしてください。

③タンク本体設計図等

特に、横置きタンクの場合、タンク本体に関する評価は、本業務に含まれないため、タンク本体構造図等が申請書に添付されない場合があります。しかしながら、タンク本体重量(空液時)や乾燥砂重量は、地盤の支持力検討に必要となるため、タンク本体重量やタンク内容積に関する情報・資料等が必要となります。これらが確認できる資料・図面等の添付をお願いします。

【ポイント】 タンク本体の重量等が分かるものが必要！



- ✧ 横置きタンクの本体重量と内容積が分かる資料であれば、資料等の種類は問いません。

(3) タンク室等の構造計算書

前述したように、タンク室は、主荷重のケースと主荷重 + 従荷重のケースの両方において発生した応力が、それぞれの許容応力以下でなければなりません。

鉄筋及びコンクリートの各部材に発生する応力（引張応力・圧縮応力）は、①各種条件の整理→②タンク室等各部位に荷重（外力）を作用→③各部位に発生する断面力算定、こうした順序を経て、初めて得ることができます。

構造計算書を作成する上では、次の5つの項目を明記する必要があります。



- ①各材料の単位体積重量
- ②設計地下水位
- ③許容応力度
- ④作用荷重（外力）
- ⑤各部位の構造計算書

①各材料の単位体積重量

各部位に作用する荷重（外力）を確認するためには、まず、設計者が設定した各材料の単位体積重量を明確にする必要があります。タンク室等躯体の構造計算に必ず関係する「鉄筋コンクリート」、「周辺地盤の土」、「地下水」、「乾燥砂」及び「貯蔵油」の単位体積重量（比重）の記載は必須です。

【ポイント】 材料の単位体積重量は必須！

- ✧ 各材料の単位体積重量は、一般的に使用される数値を設定してください。
- ✧ 地下水位が高い場合は、地下水位以深における土の単位体積重量（水中単位体積重量）も記載してください。
- ✧ アスファルト等、その他必要な材料があれば、それらの材料の単位体積重量も記載してください。
- ✧ 設計に用いる貯蔵油の比重は、実液比重以上を設定してください。

②設計用地下水位

地下水位は、水圧や浮力の検討の必要性等を判断するために重要な設計条件となります。当協会では、設計者が設定した地下水位を、ボーリング調査結果等をもとに、その妥当性を確認し、地下水位に応じた構造計算等のチェックを行っています。

【ポイント】 設定した地下水位の根拠は必須！

- ✧ 構造計算書には、設計用に設定した地下水位を明記してください。
- ✧ 地下水位が低く、水圧等を考慮する必要が無いと判断した場合は、その旨、計算書に明記してください。

③許容応力

地下タンク貯蔵所は、消防法令が適用される危険物施設です。当然のことながら、鉄筋とコンクリートの許容応力は消防法令に準じる必要があります。建築基準法で定められる許容応力と、一部異なるため、注意が必要です。

【ポイント】 許容応力は消防法令に準じる！

- ✧ 鉄筋とコンクリートの許容応力は、告示第4条の50に準じてください。
- ✧ 許容応力度は、「主荷重」の場合と「主荷重 + 従荷重」の場合の両方を必ず記載してください。

④作用荷重（外力）

タンク室等の各部位に作用する荷重（外力）は、設置条件（深さ、周囲の環境）に応じて異なります。この荷重（外力）算定を間違えると、構造計算のやり直しが生じ、場合によっては、タンク室の断面寸法の変更が生じたり、鉄筋やコンクリートの材料変更等が生じたりする可能性があります。

当協会では、図面等をもとに、タンク室等が設置される環境や条件等を把握し、適切な作用荷重（外力）が設定されているか否か確認しています。

【ポイント】 作用荷重等の設計条件の設定は、最も重要！

- ✧ タンク室の構造計算において考慮すべき一般的な荷重は、平成17年消防危第55号通知に示されています。
- ✧ タンク室上部を車両が通行又は停車する可能性がある場合は、適切な上載荷重を「従荷重」に設定してください。
- ✧ 地震時土圧係数の算出式は、平成17年消防危第55号通知に準じてください。
- ✧ 地震時土圧係数の算出に必要な設計水平震度は、告示第4条の23に規定されています。その中の地域別補正係数（ v_1 ）と地盤別補正係数（ v_2 ）は、告示第4条の20に準じることとされています。
- ✧ 地震時土圧係数の算出に必要な土の内部摩擦角（ ϕ ）は、周辺地盤の土性値に応じて適切に設定してください。なお、N値等から ϕ を推定する場合は、推定式や出典等を記載してください。

⑤各部位の構造計算書

消防法令上、図2に示すような上部空間室を有した構造は想定されていませんが、タンク室と一体構造とされた上部空間室も、タンク室と同等以上の安全性を有する必要があります。

当協会では、タンク室等が設置される条件に応じて、タンク室に加え、上部空間室各部位についても、その安全性を確認しています。

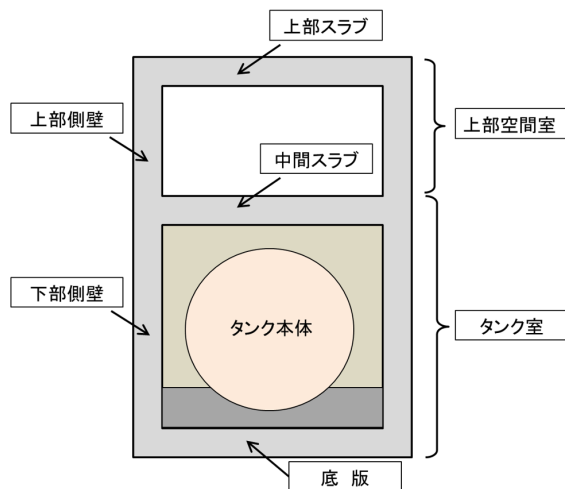


図2 タンク室等躯体の部位名称

【ポイント】 構造計算書は、必須項目と設計仕様に応じた項目が必要！



- ✦ タンク室等躯体の構造安全性は、必ず「主荷重」と「主荷重 + 従荷重」の両方のケースで検討してください(規則第23条の4)。
- ✦ 構造的に一方(例えば、短辺方向)が明らかに支配的である場合は、もう一方(例えば、長辺方向)は検討を省略することも可能です。ただし、短辺方向と長辺方向の鉄筋量に差を設け、短辺方向に比べて長辺方向が厳しい結果(発生応力 / 許容応力の検定比が大きくなる)となる場合は、その限りではありません。

(4) 安定計算書

当協会では、タンク室等の構造安全性の他に、地下タンク貯蔵所がより高い安全性を確保しているか、地盤条件に応じ、タンク室等の安定性についても確認しています。

安定計算では、次の3つの項目について検討し、計算書を添付してください。



- ①地盤支持力に対する検討
- ②浮力に対する検討(常時)
- ③浮き上がりに対する検討(液状化時)

①地盤支持力に対する検討

タンク室等の自重やタンク本体、内容物等の全荷重は、底版直下の地盤に伝達されます。地盤がタンク室等の荷重を支持できない場合は、タンク室等が沈下・傾斜する可能性があります。

当協会では、タンク室が設置される地盤条件に応じ、地盤支持力に関する安全性を確認しています。

【ポイント】 タンク室等の接地圧が、地盤の許容支持力以内であること！



- ✧ 接地圧を算出するに当たっては、貯蔵油は満液状態で検討してください。
- ✧ 地盤の許容支持力は、調査ボーリング等に基づいた適切な N 値等を設定し算出してください。許容支持力の算出式の出典・文献名等も併せて記載してください。
- ✧ 支持地盤を流動化処理土等に埋め戻す場合には、許容支持力の設定根拠となる資料（例えば、配合試験結果報告書）等を添付してください。

②浮力に対する検討（常時）

空間室等を有する地中構造物は、見掛けの単位体積重量が、構造物設置前の地盤の単位体積重量より小さくなる場合があります。設計地下水位が高い場合は、浮力によりタンク室が浮き上がる可能性があるため、浮力に対する検討が必要になります。

調査ボーリング等により設定した地下水位は、一時的な調査結果から得られた水位です。地下水位は、季節的な変動を示すことから、当協会では、浮力に対しては、共同溝設計指針に準じ、安全性を確保していると考えられる安全率を 1.2 以上として評価しています。

【ポイント】 地下水位が高い環境では、常時の浮力検討も必要！



- ✧ 設計地下水位が、タンク室底板下端面より低い場合は、本検討は必要ありません。
- ✧ 検討方法は、「共同溝設計指針 5.1.12 浮力に対する検討」が参考となります。
- ✧ 安全率は、共同溝設計指針に準じ、1.2 以上としています。
- ✧ 浮力検討の際は、貯蔵油空液状態で検討してください。

③浮き上がりに対する検討（液状化時）

一般的に、液状化した地盤内の地下水は泥水状態となり、見掛けの比重が大きくなります。大規模地震により液状化した地盤内のマンホール等が浮き上がる現象は、こうした理由によるものです。

地下タンク貯蔵所も、液状化時の浮き上がりに対する安全性の検討は必要と考えるため、当協会では、地盤が液状化すると判断された場合は、「浮き上がり」に対する評価も実施しています。

【ポイント】 見落としがちな地震時液状化による浮き上がり検討！



- ✧ 周辺地盤が液状化する可能性が低いと判断された場合は、本検討は必要ありません。
- ✧ 浮き上がりに対する検討方法は、「共同溝設計指針 6.3.4 浮き上がりに対する検討」が参考となります。
- ✧ 安全率は、共同溝設計指針に準じ、1.1 以上としています。
- ✧ 浮き上がりに対する検討では、貯蔵油満液状態でも構いません。

(5) 建築物の近接影響検討書

建築物に近接してタンク室等が設置されるような場合は、地震時における建築物の変位等の影響は無視できません。タンク室が建築物に近接して設置される場合は、検討することが望ましいと考えます。



①建築物の近接影響検討書

①建築物の近接影響検討書

建築物に近接してタンク室等が設置される場合、地震時における建築物等の変位等は、タンク室等に何らかの影響を与える可能性が考えられます。建築物からの影響に関する検討方法は、基本的に、建物の地震時層間変形角を確認する方法により判断しています。図3に示すように、タンク室底版下端レベルと上部スラブ上端レベルにおける建築物の地震時変位量を算出し、その差をタンク室等の全体の高さで除した層間変形角を算出してください。

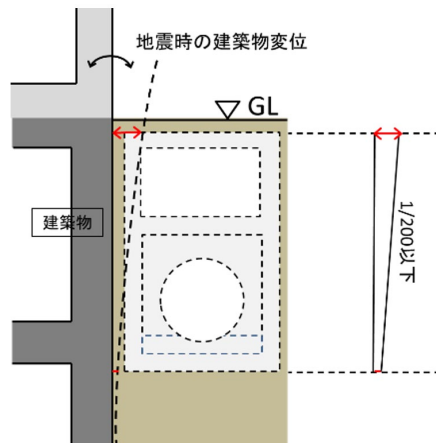


図3 建築物の影響検討概要図

【ポイント】 建築物の変位量がタンク室等に与える影響を確認！



- ✧ 本検討が必要なケースは、建築物とタンク室（上部空間室除く）との水平の離隔距離が1m未満の場合としています。図4に示すように、上部空間室だけが建築物に近接している場合は、本検討は必要ありません。
- ✧ 許容変形量は、層間変形角 = $1/200$ 以下としています。 $1/200$ 以下の場合、建築物からタンク室に与える影響は小さいものとして判断します。

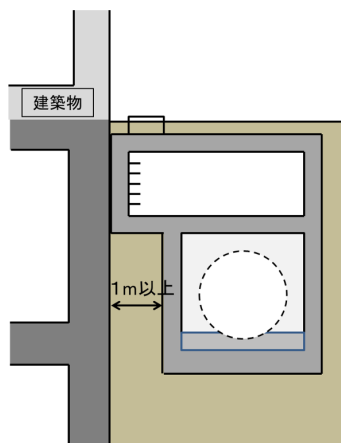


図4 建築物との離隔距離

4 その他、申請に必要な書類等

以上、タンク室等躯体の構造評価を実施する際に必要な図書を解説しましたが、ここでは、申請手続きに当たっての必要な構造設計図書以外の書類等について解説します。申請に必要な書類は、次の3つとなります。



- ①評価申請書
- ②委任状
- ③所轄消防本部との打合せ議事録等

①評価申請書

申請図書一式は、郵送、持参のどちらでも構いません。申請図書は2部（正・副）作成してください。正の図書は、報告書と一緒に申請者へ返却します。

【ポイント】 様式が定められています！



- ✧ 評価申請書の様式は、地下タンク性能評価業務規程の「様式第1」となります。当協会 HP を参照してください。
- ✧ 評価申請書は、申請図書の2部ともに添付してください。

②委任状

評価申請書における「申請者」は、一般的には建築物のオーナー（工事を注文する建築主（施主））となりますが、当該評価業務に関する一切を、建築主より委任された場合は、委任状が必要となります。

【ポイント】 申請を設計者等へ委任する場合に！



- ✧ 委任状も申請図書2部の両方に添付してください。
- ✧ 委任状の様式は、特に指定はありません（任意です）。

③所轄消防本部との打合せ議事録等

タンク室上部に地下空間室を有する場合、当協会では、上部空間室内の設備等の安全対策に関する評価業務も実施しています。しかしながら、上部空間室内設備等の安全対策に関する審査を、所轄消防本部で実施する場合があります。

特に、このような場合は、所轄消防本部との打合せ議事録等の添付をお願いします。

【ポイント】 議事録があれば経緯等が分かりやすい！



- ✧ 上部空間室内設備等の安全対策の評価有無は、手数料にも影響します。上部空間室内の設備に関する評価については所轄消防本部に相談し、打合せ議事録を申請図書に添付してください。
- ✧ 打合せ議事録も申請図書2部の両方に添付してください。

5 さいごに

本稿では、タンク室等躯体の構造評価に必要な図書や記載事項等を具体的に解説しました。

その他、構造評価以外にも、当協会では、法令上、特に規定されていませんが、地盤の支持力や液状化時のタンク室浮き上がり等に対する評価も併せて行い、地盤条件に応じたタンク室等の構造安全性の評価を実施していることを解説しました。

また本稿では、必要図書の記載に加え、図書に記載する必要事項や作成上の留意点（ポイント）も併せて詳細に解説しました。評価中の質疑応答等の減少や評価期間の短縮のためにも、本稿を参考に、構造計算書等を作成していただければ幸いです。



第35回 危険物保安技術講習会 ～web配信について～

事故防止調査研修センター

当協会では、都道府県及び消防機関等の危険物行政事務に従事されている職員の方々を対象に、危険物行政及び石油コンビナート等防災行政に関する最新情報の提供を目的として、昭和61年から「危険物保安技術講習会」を毎年度開催し、今回で35回目を迎えました。

今年度は、7月9日・10日に東京会場（科学技術館サイエンスホール）において開催し、全国各地から38名の方々のご参加をいただきました。新型コロナウイルス感染症の拡大状況を踏まえ、今年度は東京会場の募集定員を制限するとともに、大阪会場の開催を中止しました。

基調講演では、秋田県立大学 システム科学技術学部 機械工学科長 鶴田 俊 様から「危険物と社会」と題し、「新型コロナウイルス感染の拡大に伴う、使用の増加したエチルアルコールの火災、爆発について解説をいただき、エチルアルコールの泡消火の問題等」について、ご講演いただきました。

また、消防庁危険物保安室長からは、「危険物行政の最近の動向について」、そして同特殊災害室長からは、「石油コンビナート保安行政の動向について」のご講演をいただきました。

さらに当協会から、「屋外タンク貯蔵所の基準に係る比較解説 特定（新法、新基準）・準特定の違いについて」「最近の性能評価・試験確認業務の現状について」「屋外タンク貯蔵所の基礎・地盤の概要と地下タンク貯蔵所のタンク室等に係る評価業務について」「令和元年度に実施した自主事業と調査研究について」「セミナー・研修会等について」をテーマに説明いたしました。

参加者からは、「消毒用アルコールに関する相談が非常に多く、その危険性を改めて学ぶことができ有意義な講義だった。」「特定・準特定・新法・旧法などの違いが分かりやすかった。」「性能評価業務について理解できた。」「KHKの取組み、事業内容をあらためて知ることができた。」「危険物行政の最新動向や事故事例など大変に参考となった。」などの感想をいただきました。

当協会では、これからも皆様のお役に立つ内容の講習会を企画してまいりますので、引き続きご支援・ご協力をいただきますよう、よろしくお願い申し上げます。

【web配信要領】

東京会場での講習を撮影し、その動画をweb配信します。

①実施時期

令和2年8月下旬から1ヶ月間程度

②案内方法

都道府県及び消防機関のご担当者宛にメール送信（開催案内の送信先と同じ）します。

③視聴方法

メールの案内に沿って操作して視聴ください。動画をご視聴いただくには、「危険物事故事例情報システム」のご利用登録が必要となります。ご利用登録がお済みでない方は下記をご確認ください。

（※当講習会は消防機関職員を対象としているため、一般の方はご視聴いただけませんのでご注意ください。）

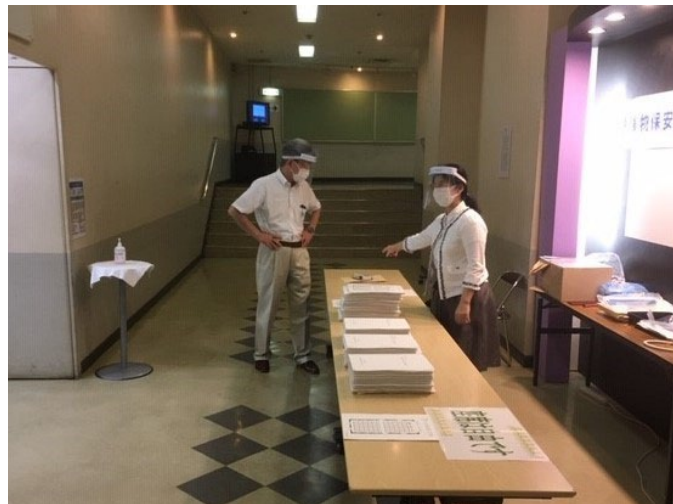
協会サイト

<http://www.khk-syoubou.or.jp/hazardinfo/guide.html>

危険物保安技術協会
事故防止調査研修センター
TEL 03-3436-2357



講習会風景



受付風景



危険物事故 関連情報

令和元年中の危険物に係る事故の概要

消防庁危険物保安室

1 はじめに

令和元年中(平成31年1月1日～令和元年12月31日)に発生した危険物に係る事故について、概要及び傾向を取りまとめましたので報告いたします。なお、事故発生件数の年別の傾向を把握するため、事故件数によっては、震度6弱以上(平成8年9月以前は震度6以上)の地震により発生したものを除いています。

2 危険物に係る事故発生状況等

令和元年中の危険物施設における火災及び流出事故の発生件数は、598件(火災218件、流出380件)と、前年に比べ11件の減少となりました。(前年609件:火災206件、流出403件)。

平成6年と令和元年を比べると、危険物施設は約29%減少しているにもかかわらず、事故発生件数は約2倍に増加しています。

無許可施設、危険物運搬中等の危険物施設以外での事故の発生件数は21件(前年24件)と、前年に比べ3件減少しており、その内訳は火災事故が4件(前年5件)、流出事故が17件(前年19件)となっています。

これらの事故による被害は、火災事故によるものが死者4人(前年2人)、負傷者40人(前年122人)、損害額56億1,299万円(前年24億7,860万円)、流出事故によるものが死者0人(前年0人)、負傷者27人(前年28人)、損害額10億5,756万円(前年4億9,482万円)となっています。

(図1、表1参照)

3 危険物施設における火災事故の発生状況等

ア 火災事故による被害の状況等

令和元年中に危険物施設において発生した火災事故は218件(前年206件)であり、火災事故による被害は、死者1人(前年2人)、負傷者37人(前年120人)、損害額は55億8,763万円(前年24億1,852万円。不明及び調査中を除く。以下同じ。)となっています。

また、製造所等の危険物施設の区分別にみると、火災事故の発生件数は一般取扱所が137件で最も多く、次いで給油取扱所が31件、製造所が30件の順となっており、1件当たりの損害額では、一般取扱所が3,966万円が最も高く、次いで、屋内貯蔵所が1,504万円の順となっています。

危険物施設1万施設当たりの火災事故の発生件数は、危険物施設全体では5.47件となっています。

危険物施設における火災事故のうち、重大事故は15件(前年12件)発生しており、被害は、死者1人(前年2人)、負傷者4人(前年87人)、損害額は6億5,998万円(前年9億7,287万円)となっています。前年に比べ、重大事故の発生件数は3件増加し、死者は1人減少、負傷者は83人減少、損害額は3億1,289万円の減少となりました。また、重大事故1件当たりの損害額は4,400万円です。

これを製造所等の危険物施設の区分別にみると、重大事故の発生件数は、一般取扱所が最も多く9件、次いで屋外タンク貯蔵所が2件、製造所が1件、屋内貯蔵所が1件、屋外貯蔵所が1件、給油取扱所が1件の順となっており、1件当たりの損害額では一般取扱所が7,278万円が最も高く、次いで給油取扱所が251万円となっています。

危険物施設における火災事故の発生件数の推移を製造所等の別にみると、最近の5年間では、一般取扱所、製造所及び給油取扱所の3施設が上位を占めています。

(表1、表2、表3、図2参照)

イ 出火の原因に関係した物質

危険物施設における火災事故の出火原因に関係した物質（以下「出火原因物質」という。）についてみると、218件の火災事故のうち、危険物が出火原因物質となる火災事故が97件（44.5%）発生しており、このうち83件（85.6%）が第4類の危険物でした。これを危険物の品名別にみると、第1石油類が37件（44.6%）で最も多く、次いで、第3石油類が20件（24.1%）、第2石油類が11件（13.3%）、第4石油類が11件（13.3%）の順となっています。

ウ 火災事故の発生原因及び着火原因

危険物施設における火災事故の発生原因の比率を、人的要因、物的要因及びその他の要因に区分してみると、人的要因が56.9%（124件）で最も高く、次いで、物的要因が29.4%（64件）、その他の要因（不明及び調査中を含む。）が13.8%（30件）の順となっています。個別にみると、維持管理不十分、操作確認不十分、腐食疲労等劣化等が高い数値となっています。

また、主な着火原因は、静電気火花が18.3%（40件）で最も高く、次いで、高温表面熱が11.9%（26件）、電気火花が11.5%（25件）、過熱着火が11.5%（25件）の順となっています。

（図3参照）

4 危険物施設における流出事故の発生状況等

ア 流出事故による被害の状況等

令和元年中に危険物施設において発生した380件（前年403件）の流出事故による被害は、死者0人（前年0人）、負傷者27人（前年27人）、損害額は9億6,039万円（前年4億9,462万円）となっています。

また、製造所等の危険物施設の区分別にみると、流出事故の発生件数は、一般取扱所が84件で最も多く、次いで、給油取扱所が71件、屋外タンク貯蔵所が70件、移動タンク貯蔵所が59件の順となっており、1件当たりの損害額では、一般取扱所が604万円が最も高く、次いで、屋内貯蔵所が503万円、屋外タンク貯蔵所が358万円の順となっています。

危険物施設1万施設当たりの流出事故の発生件数は、危険物施設全体では9.54件となっています。

危険物施設における流出事故のうち重大事故は59件（前年70件）発生しており、被害は死者0人（前年0人）、負傷者3人（前年3人）、損害額は5億5,988万円（前年7,855万円）となっています。前年に比べ、重大事故の発生件数は11件減少し、死者は引き続きなし、負傷者は増減なし、損害額は4億8,133万円増加となりました。また、重大事故1件当たりの損害額は949万円です。

これを製造所等の危険物施設の区分別にみると、重大事故の発生件数は、移動タンク貯蔵所が最も多く24件、次いで、屋外タンク貯蔵所が13件、給油取扱所が8件の順となっており、1件当たりの損害額では、一般取扱所が9,183万円が最も高く、次いで屋内タンク貯蔵所が350万円、移送取扱所が317万円となっています。

危険物施設における流出事故の発生件数の推移を製造所等の危険物施設の区分別にみると、最近の5年間では、一般取扱所、屋外タンク貯蔵所、給油取扱所、移動タンク貯蔵所が上位を占めています。

（表1、表4、表5、図4参照）

イ 流出した危険物

危険物施設における流出事故で流出した危険物をみると、多くが第4類の危険物であり、その事故件数は、373件（98.2%）となっています。これを危険物の品名別にみると、第2石油類が164件（44.0%）で最も多く、次いで、第3石油類が100件（26.8%）、第1石油類が74件（19.8%）の順となっています。

ウ 流出事故の発生原因

危険物施設における流出事故の発生原因の比率を、人的要因、物的要因及びその他の要因に区別してみると、物的要因が52.4%（199件）で最も高く、次いで、人的要因が40.0%（152件）、その他の要因（不明及び調査中を含む。）が7.7%（29件）の順となっています。個別にみると、腐食疲労等劣化によるものが33.7%（128件）で最も高く、次いで、操作確認不十分が13.4%（51件）、誤操作が8.9%（34件）の順となっています。

（図3参照）

5 事故の発生状況を踏まえた対策及び留意事項

火災事故の発生原因としては、人的要因である維持管理不十分や操作確認不十分、操作未実施が多く、着火原因では、静電気火花や高温表面熱が多い結果となりました。次に、流出事故の発生原因としては、物的要因である腐食疲労等劣化が最も多く、次いで人的要因である操作確認不十分が続いています。

火災事故及び流出事故のいずれの場合においても、人的要因に対する対策としては予防規程等を活用した保安教育の徹底、物的要因の対策としては施設及び設備等の経年劣化も踏まえた点検、維持管理の徹底が重要です。

また、危険物に係る業界団体、消防関係機関等により策定された「令和2年度危険物等事故防止対策実施要領」等の統計データを参考とし、都道府県別の事故発生状況や危険物施設の態様を踏まえた事故防止対策を実施していくことが必要です。

特に、令和元年中も含め近年の事故件数や事故発生率が大きく増減したものについては、その原因や再発防止について検討することが重要です。

事故の深刻度を考慮した分析結果や都道府県別の事故発生状況について消防庁ホームページに公表しておりますのでご覧ください。

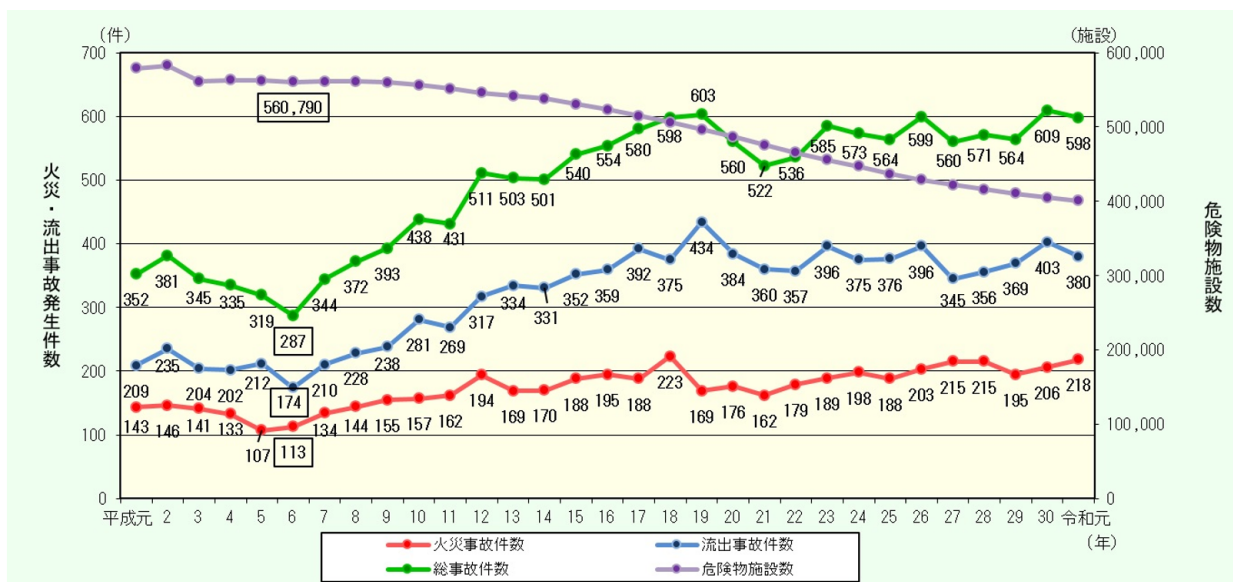
- 令和元年中の危険物に係る事故に関する執務資料の送付について（令和2年5月29日付け消防第139号）

https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/200529_kiho_139.pdf

- 報道資料「令和元年中の危険物に係る事故の概要」の公表（令和2年5月29日消防庁）

https://www.fdma.go.jp/pressrelease/houdou/items/200529_kiho_02.pdf

図1 危険物施設における火災・流出事故発生件数及び危険物施設数の推移



(注) 事故発生件数の年別の傾向を把握するために、震度6弱以上（平成8年9月以前は震度6以上）の地震により発生した件数を除いている。

表1 令和元年中に発生した危険物に係る事故の概要

区分	事故の態様 発生件数等	危険物に係る事故 発生件数	火 災			流 出 事 故				
			発生件数	被 害		発生件数	被 害			
				死者数	負傷者数		損害額 (万円)	死者数	負傷者数	損害額 (万円)
危険物施設		598	218 (15)	1	37	558,763.0	380 (59)	0	27	96,039.0
危険物施設以外	無許可施設	9	4	3	3	2,536.0	5	0	0	74.0
	危険物運搬中	11	0	0	0	0.0	11	0	0	8,173.0
	仮貯蔵・仮取扱	1	0	0	0	0.0	1	0	0	1,470.0
	小 計	21	4	3	3	2,536.0	17	0	0	9,717.0
合 計		619	222	4	40	561,299.0	397	0	27	105,756.0

(注) 1 ()内の数値は重大事故件数を示す。

2 火災事故における重大事故は、危険物施設で発生した火災事故のうち、①死者が発生した事故(人的評価指標)、②事業所外に物的被害が発生した事故(影響範囲指標)、③収束時間(事故発生から鎮圧までの時間)が4時間以上要した事故(収束時間指標)のいずれかに該当する事故をいう。また、流出事故における重大事故は、危険物施設で発生した流出事故のうち、①死者が発生した事故(人的評価指標)、②河川や海域など事業所外へ広範囲に流出した事故(流出範囲指標)、③流出した危険物量が指定数量の10倍以上の事故(流出量指標)のいずれかに該当する事故をいう(「危険物施設における火災・流出事故に係る深刻度評価指標について」(平成28年11月2日付け消防危第203号))。

表2 令和元年中の危険物施設における火災事故の概要

製造所等の別	発生件数等	発生件数 (ア)	1万施設 当たりの 発生件数	被 害			1件当たり の損害額 (イ)/(ア) (万円)	被害の状況			
				死者数	負傷者数	損害額 (イ) (万円)		A	B	C	D
製造所		30	59.48	0	11	2,252.0	75	30	0	0	0
貯蔵所	屋内貯蔵所	6	1.22	0	1	9,023.0	1,504	4	1	1	0
	屋外タンク貯蔵所	9	1.52	0	1	1,737.0	193	7	1	1	0
	屋内タンク貯蔵所	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0	0	0
	地下タンク貯蔵所	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0	0	0
	簡易タンク貯蔵所	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0	0	0
	移動タンク貯蔵所	3	0.46	0	2	140.0	47	2	0	1	0
	屋外貯蔵所	1	1.04	0	0	0.0	0	1	0	0	0
小 計	19	0.70	0	4	10,900.0	574	14	2	3	0	
取扱所	給油取扱所	31	5.29	0	4	2,327.0	75	25	5	1	0
	第一種販売取扱所	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0	0	0
	第二種販売取扱所	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0	0	0
	移送取扱所	1	9.30	0	0	0.0	0	1	0	0	0
	一般取扱所	137	22.90	1	18	543,284.0	3,966	132	1	4	0
小 計	169	13.96	1	22	545,611.0	3,228	158	6	5	0	
合 計/平 均		218	5.47	1	37	558,763.0	2,563	202	8	8	0

(注) 1 被害の状況は、危険物施設から出火し、当該危険物施設の火災でとどまったものは「A」、他の施設からの類焼により危険物施設が火災となったものは「B」、当該危険物施設の火災により他の施設にまで延焼したものは「C」、危険物の流出に起因して施設外から火災となったものは「D」とした。

なお、「B」には、危険物施設又は無許可施設の火災からの類焼は含まない。

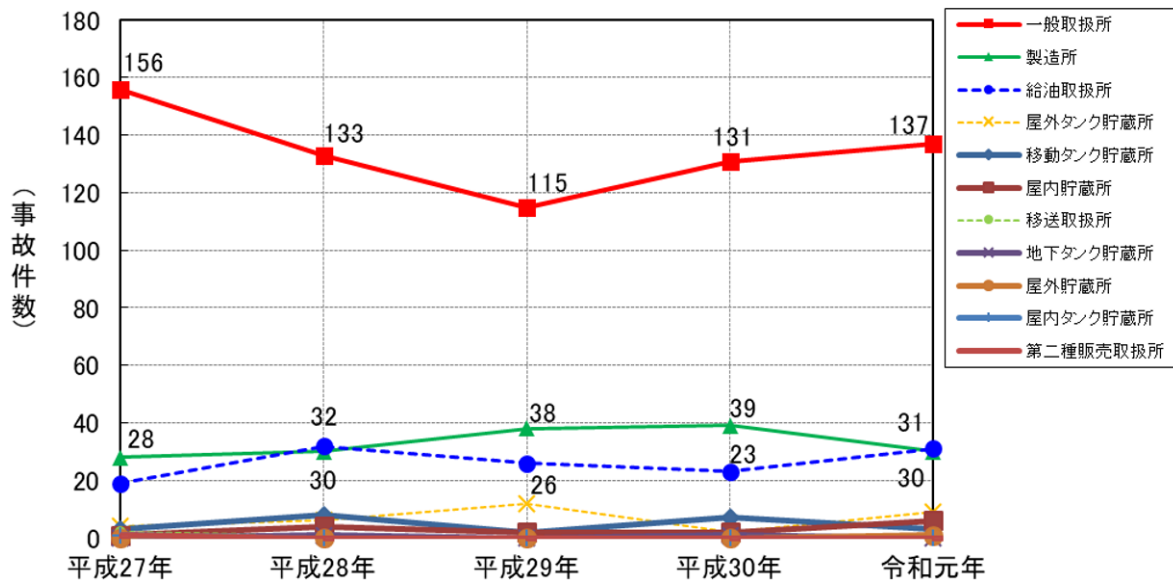
2 1万施設当たりの発生件数における施設数は、平成31年3月31日現在の完成検査済証交付施設数を用いた。

表3 令和元年中の危険物施設における火災事故に係る重大事故の概要

製造所等の別	発生件数等	重大事故発生件数(ア)	重大事故の内訳			1万施設当たりの重大事故発生件数	被害			
			人的評価指標	影響範囲指標	収束時間指標		死者数	負傷者数	損害額(イ)(万円)	1件当たりの損害額(イ)/(ア)(万円)
製造所		1	0	0	1	1.98	0	0	0.0	0
貯蔵所	屋内貯蔵所	1	0	1	1	0.20	0	1	0.0	0
	屋外タンク貯蔵所	2	0	0	2	0.34	0	0	246.0	123
	屋内タンク貯蔵所	0	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
	地下タンク貯蔵所	0	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
	簡易タンク貯蔵所	0	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
	移動タンク貯蔵所	0	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
	屋外貯蔵所	1	0	0	1	1.04	0	0	0.0	0
小計	4	0	1	4	0.15	0	1	246.0	62	
取扱所	給油取扱所	1	0	1	0	0.17	0	0	251.0	251
	第一種販売取扱所	0	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
	第二種販売取扱所	0	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
	移送取扱所	0	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
	一般取扱所	9	1	3	5	1.50	1	3	65,501.0	7,278
	小計	10	1	4	5	0.83	1	3	65,752.0	6,575
合計/平均		15	1	5	10	0.38	1	4	65,998.0	4,400

(注) 1 1万施設当たりの発生件数における施設数は、平成31年3月31日現在の完成検査済証交付施設数を用いた。
 2 「重大事故の内訳」欄の各指標の数値は要件に該当した件数を計上しているため、合計値が「重大事故発生件数」欄の数値と一致しない場合がある。人的評価指標、影響評価指標及び収束時間指標は、表1の(注)2による。

図2 危険物施設における火災事故件数の推移(過去の5年間)



(注) 1 件数20件未満は省略した。
 2 簡易タンク貯蔵所、第一種販売取扱所の火災事故は過去5年間発生していない。

図3 令和元年中の危険物施設における火災・流出事故の発生要因

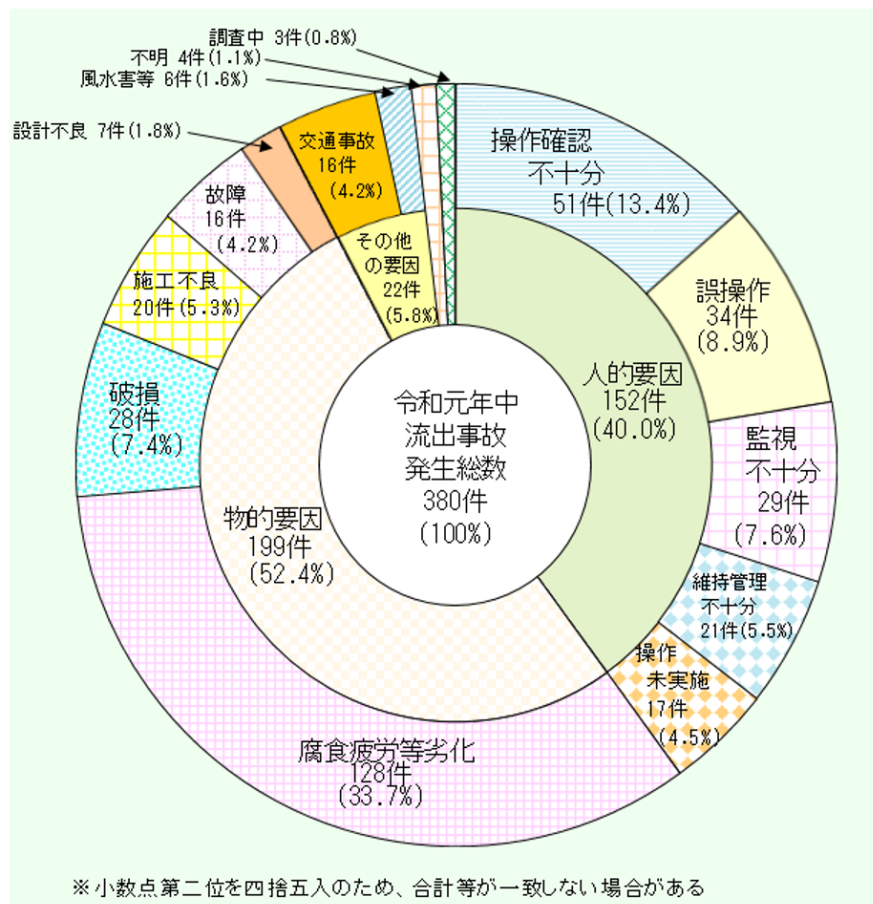
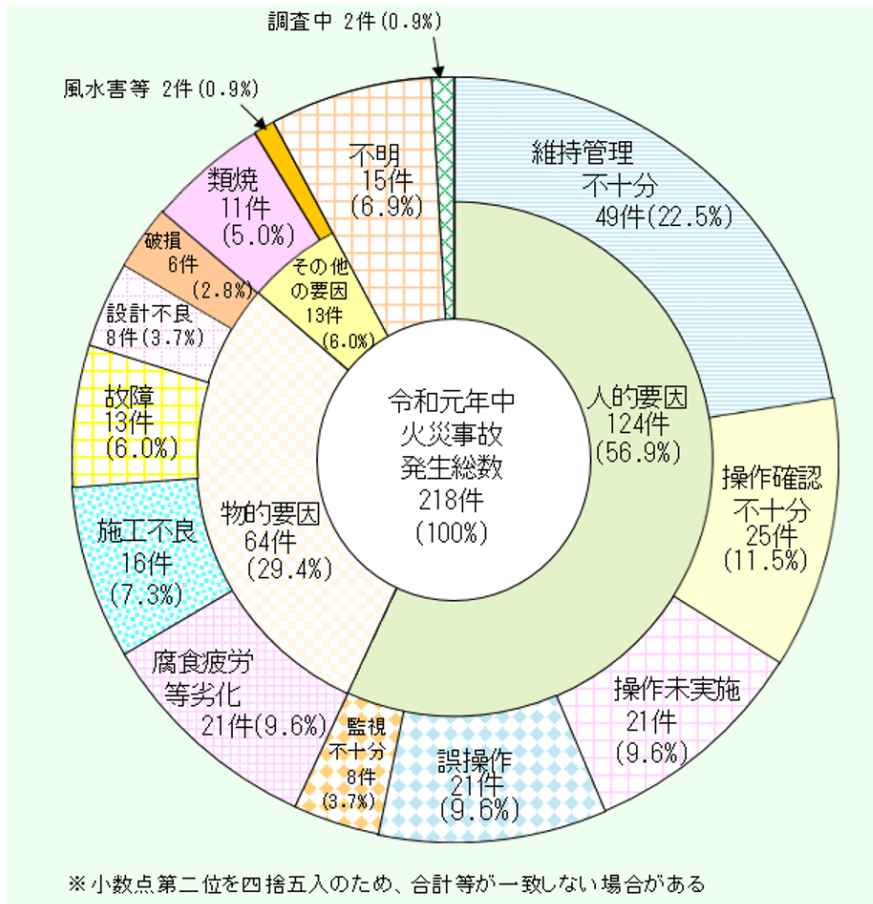


表4 令和元年中の危険物施設における流出事故の概要

発生件数等		発生件数 (ア)	1万施設 当たりの 発生件数	被 害			
				死者数	負傷者数	損害額 (イ) (万円)	1件当たり の損害額 (イ) / (ア) (万円)
製造所等の別							
製 造 所		38	75.34	0	9	2,506.0	66
貯 蔵 所	屋内貯蔵所	4	0.81	0	2	2,010.0	503
	屋外タンク貯蔵所	70	11.79	0	0	25,094.0	358
	屋内タンク貯蔵所	4	3.95	0	0	350.0	88
	地下タンク貯蔵所	31	4.00	0	0	603.0	19
	簡易タンク貯蔵所	0	0.00	0	0	0.0	0
	移動タンク貯蔵所	59	9.05	0	10	9,838.0	167
	屋外貯蔵所	1	1.04	0	0	0.0	0
小 計		169	6.21	0	12	37,895.0	224
取 扱 所	給油取扱所	71	12.11	0	6	3,933.0	55
	第一種販売取扱所	0	0.00	0	0	0.0	0
	第二種販売取扱所	0	0.00	0	0	0.0	0
	移送取扱所	18	167.44	0	0	980.0	54
	一般取扱所	84	14.04	0	0	50,725.0	604
	小 計		173	14.29	0	6	55,638.0
合 計 / 平 均		380	9.54	0	27	96,039.0	253

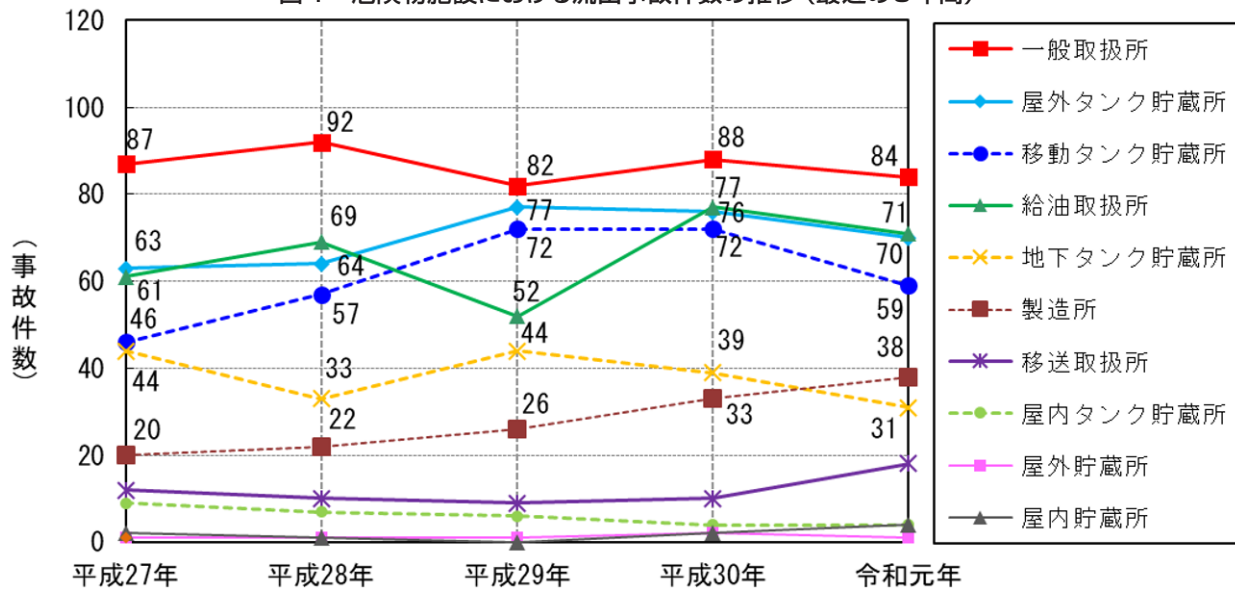
(注) 1 1万施設当たりの発生件数における施設数は、平成31年3月31日現在の完成検査済証交付施設数を用いた。
 2 「重大事故の内訳」欄の各指標の数値は要件に該当した件数を計上しているため、合計値が「重大事故発生件数」欄の数値と一致しない場合がある。人的評価指標、影響評価指標及び収束時間指標は、表1の(注)2による。

表5 令和元年中の危険物施設における流出事故に係る重大事故の概要

発生件数等		重大事故 発生件数 (ア)	重大事故の内訳			1万施設 当たりの 重大事故 発生件数	被 害			
			人的評価 指標	流出範囲 指標	流出量 指標		死者数	負傷者数	損害額 (イ) (万円)	1件当たり の損害額 (イ) / (ア) (万円)
製造所等の別										
製 造 所		1	0	0	1	1.98	0	0	0.0	0
貯 蔵 所	屋内貯蔵所	0	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
	屋外タンク貯蔵所	13	0	9	5	2.19	0	0	1,241.0	95
	屋内タンク貯蔵所	1	0	1	1	0.99	0	0	350.0	350
	地下タンク貯蔵所	4	0	4	0	0.52	0	0	40.0	10
	簡易タンク貯蔵所	0	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
	移動タンク貯蔵所	24	0	24	0	3.68	0	3	5,444.0	227
	屋外貯蔵所	0	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
小 計		42	0	38	6	1.54	0	3	7,075.0	168
取 扱 所	給油取扱所	8	0	6	4	1.36	0	0	2,047.0	256
	第一種販売取扱所	0	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
	第二種販売取扱所	0	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
	移送取扱所	3	0	3	0	27.91	0	0	950.0	317
	一般取扱所	5	0	5	1	0.84	0	0	45,916.0	9,183
	小 計		16	0	14	5	1.32	0	0	48,913.0
合 計 / 平 均		59	0	52	12	1.48	0	3	55,988.0	949

(注) 1 1万施設当たりの発生件数における施設数は平成31年3月31日現在の完成検査済証交付施設数を用いた。
 2 「重大事故の内訳」欄の各指標の数値は要件に該当した件数を計上しているため、合計値が「重大事故発生件数」欄の数値と一致しない場合がある。人的評価指標、流出範囲指標及び流出量指標は、表1の(注)2による。

図4 危険物施設における流出事故件数の推移（最近の5年間）



(注) 1 件数20件未満は省略した。

2 簡易タンク貯蔵所、第一種販売取扱所及び第二種販売取扱所の流出事故は過去5年間発生していない。

令和元年中の石油コンビナート等特別防災区域の 特定事業所における事故概要

消防庁特殊災害室

1 はじめに

石油コンビナートでは、災害発生要因となる危険物や高圧ガス等の危険な物質が大量に取り扱われているために、一旦災害が発生した場合には極めて大規模に拡大する危険性が大きく、これら災害の発生防止及び被害の拡大防止を図るため総合的かつ一体的な対策が必要とされます。

そのため、石油コンビナート等災害防止法では、大量の石油や高圧ガスが取り扱われている区域を石油コンビナート等特別防災区域として政令で指定し、消防法、高圧ガス保安法、災害対策基本法その他災害防止に関する法律と相補うことにより、特別防災区域における災害の発生及び拡大防止の総合的な施策の推進を図っています。

2 石油コンビナート等特別防災区域の現況について

令和元年12月、石油コンビナート等特別防災区域を指定する政令の一部改正に伴い、長崎県「相浦地区」が指定を解除され、83地区（33都道府県）となりました。（令和2年8月執筆時点）

特定事業所は667（平成31年4月現在）あり、その内訳は第1種事業所が340（うち、レイアウト事業所158）、第2種事業所が327となっています。

※例年、4月1日時点の特定事業所等の状況について調査を実施し、その後地域の実情を考慮し、当該政令の改正を実施しているため、記載の基準日が異なります。

3 令和元年における事故発生状況について

令和元年中（平成31年1月1日～令和元年12月31日）の特定事業所における総事故件数は284件（前年比114件減）で、地震によらない一般事故が284件（同30件減）となっており、地震による事故は発生していません。（同84件減）

一般事故の総件数は、平成元年以降最多となった平成30年中の件数に比べ減少したものの、過去2番目に多い発生件数であり、依然として高い数値となっています。

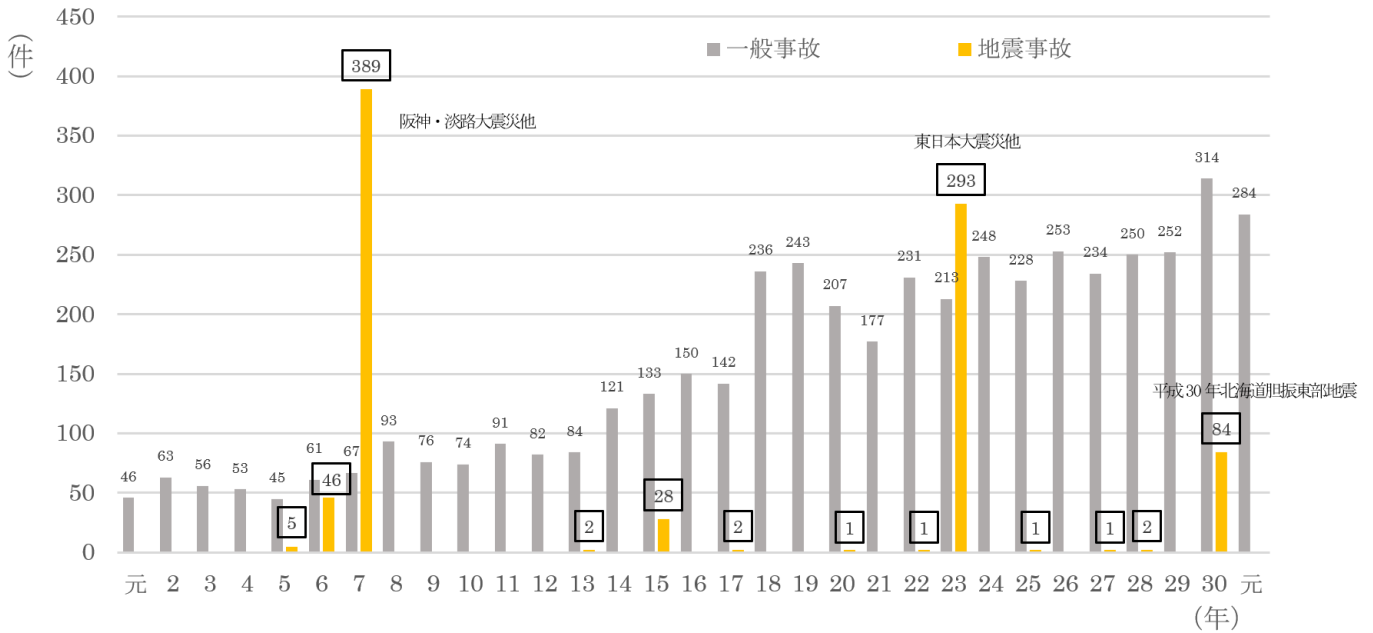
事故種別の内訳については、火災が112件、爆発が7件、漏えいが154件、その他が11件でした。

また、事故による死者は発生していません（前年比1人減）が、負傷者の発生した事故は25件（同2件減）あり、負傷者が49人（同16人増）発生しました。

年	特定事業所	事故総件数	死傷者数			
			一般事故	地震による事故	死者数	負傷者数
令和元年	667	284	284 (25)	0	0	49
平成30年	672	398	314 (27)	84	1	33

【表1. 令和元年 事故発生状況】

※一般事故件数（ ）は死傷者の発生した事故件数

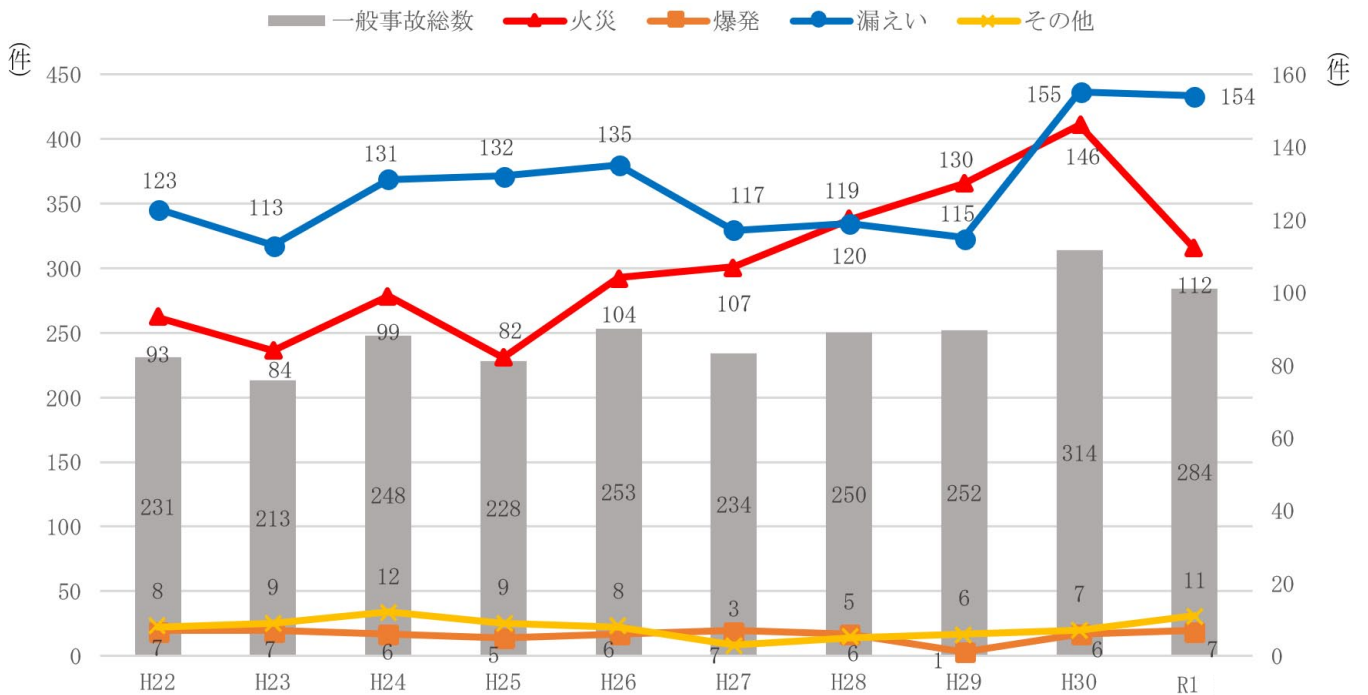


【図1. 平成元年以降の事故発生状況】

(1) 事故種別ごとの一般事故発生状況

一般事故を種別ごとにみると、火災112件（前年比34件減）、漏えい154件（同1件減）、爆発7件（同1件増）、その他11件（同4件増）となっています。

火災の件数は減少しましたが、平成30年中と同様に、漏えい事故が高水準となっています。

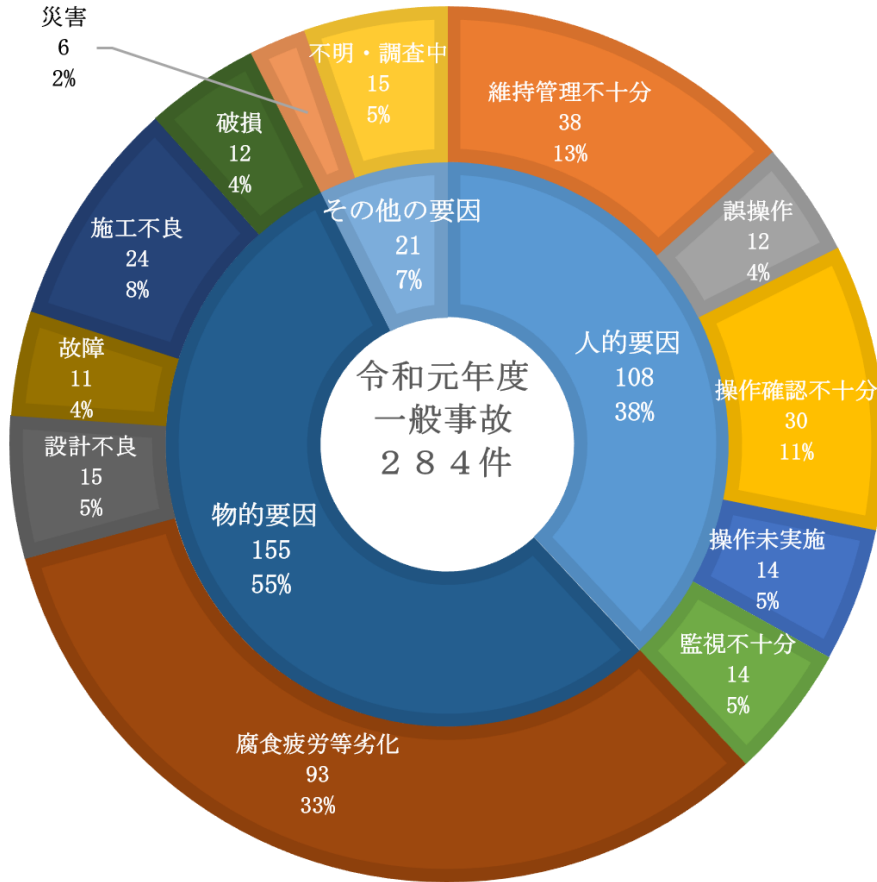


【図2. 過去10年 事故種別ごとの一般事故発生状況】

(2) 発生要因ごとの一般事故発生状況

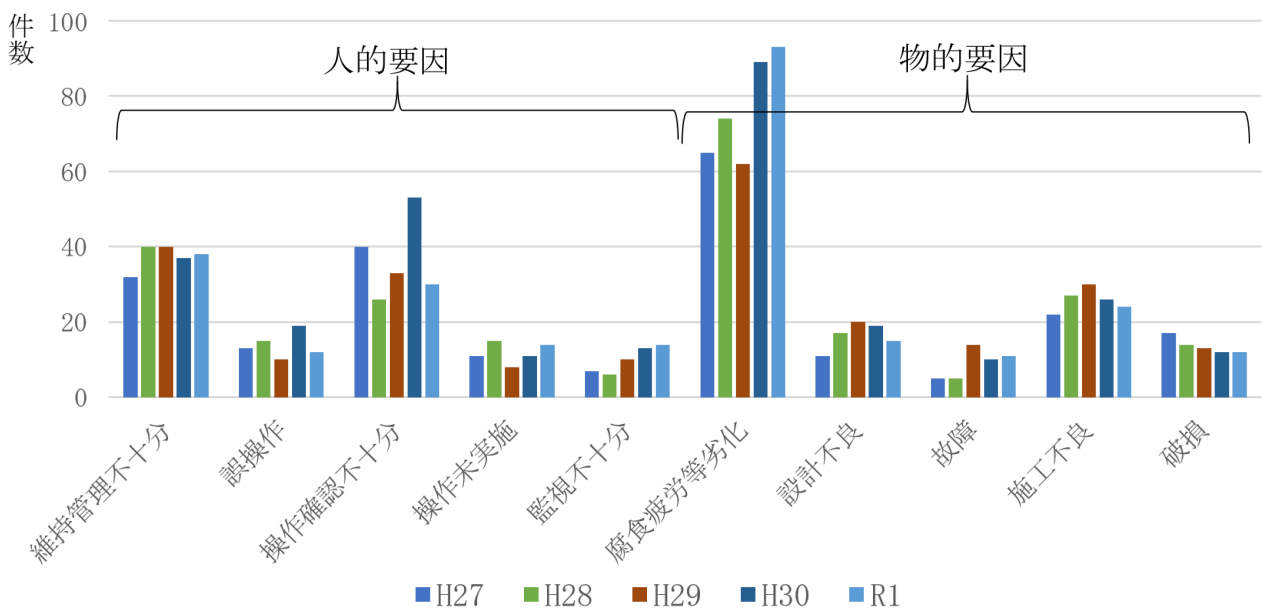
一般事故を発生要因別にみると、人的要因によるものが108件（前年比25件減）、物的要因によるものが155件（同1件減）となっており、その内訳で主なものは、「腐食疲労等劣化」93件（同4件増）、「維持管理不十分」38件（同1件増）、「操作確認不十分」30件（同23件減）、となっています。

令和元年は平成30年と比較して特に、「操作確認不十分」が減少しています。



【図3. 令和元年 発生要因別の一般事故発生状況】

※割合は端数四捨五入のため一致しない場合がある。



【図4. 過去5年 発生要因別一般事故発生状況の推移】

(3) 損害額・死傷者の発生状況について

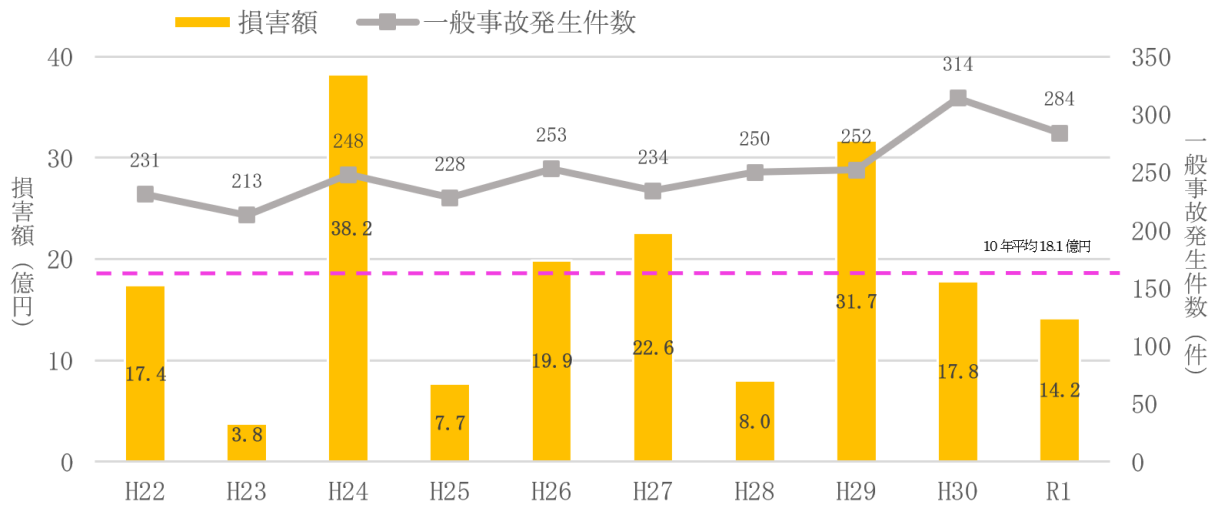
ア 損害額の状況

一般事故284件中、損害額が計上される（1万円以上）事故は146件発生し、その合計は14億1,503万円となりました。そのうち、火災による損害がおよそ6割を占めています。

過去10年の推移をみると、令和元年は事故件数が平成30年に次ぎ過去2番目に多い件数であったものの、損害額は過去10年の平均を下回っています。

事故種別	損害額（万円）	割合（%）
火災	84,780	59.9
爆発	867	0.6
漏えい	25,285	17.9
その他	30,571	21.6
合計	141,503	100.0

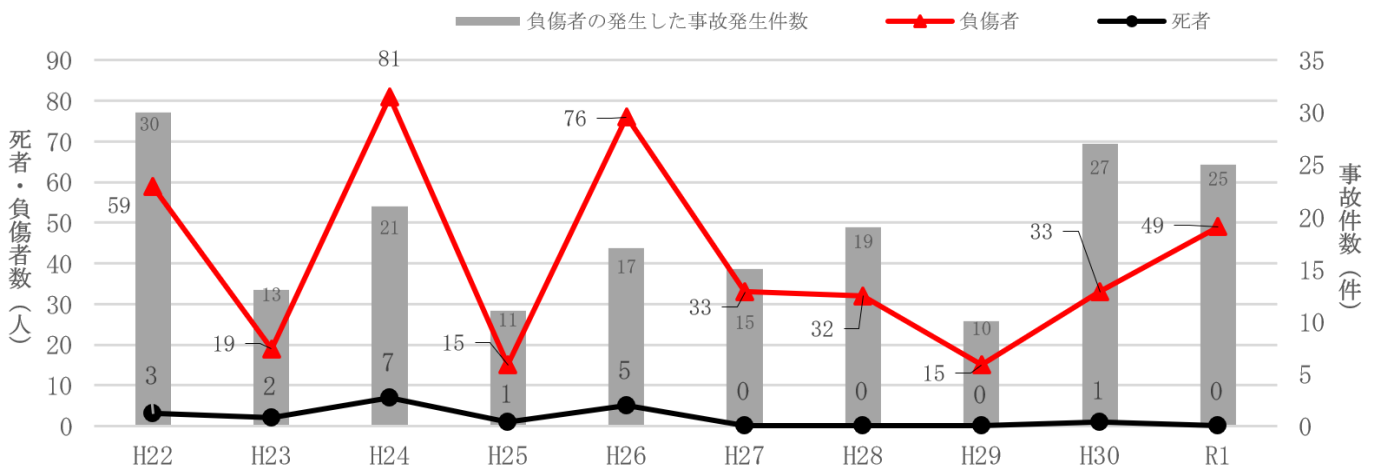
【表2. 令和元年 一般事故損害額の状況】



【図5. 過去10年 一般事故における損害額の推移】

イ 死傷者の状況

死者は発生していません（前年比1名減）が、負傷者の発生した事故は25件（同2件減）で、負傷者49名（同16名増）でした。死傷者を伴った事故件数は、過去10年間で3番目に多い水準となりました。



【図6. 過去10年 一般事故における人的被害の推移】

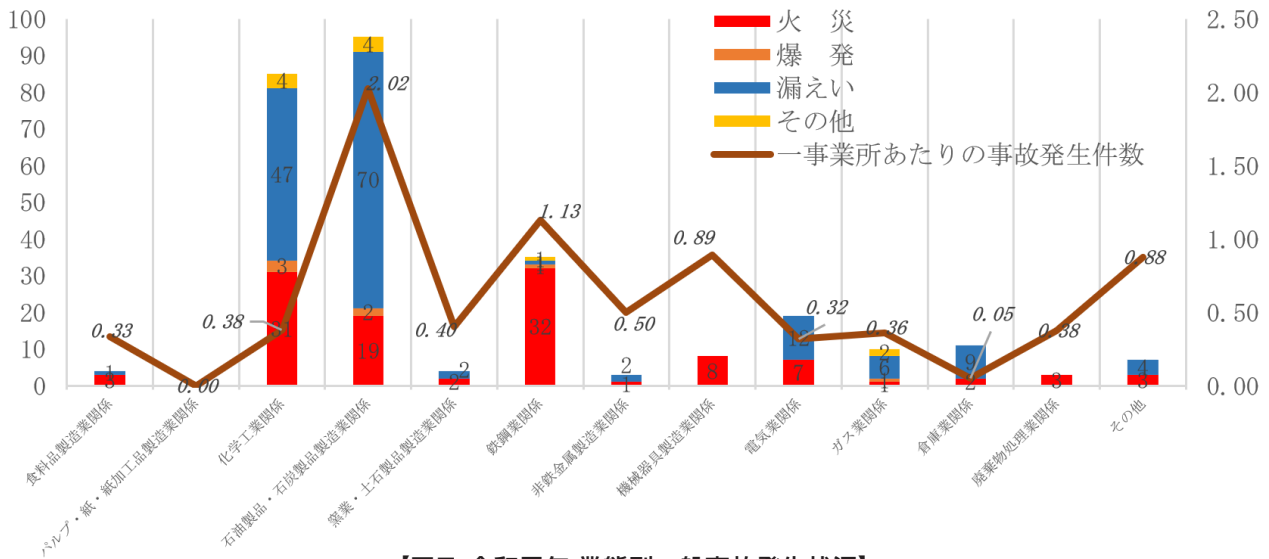
(4) 業態別の一般事故発生状況について

一般事故を業態別で見ると、事故発生件数の多い業態は「石油製品・石炭製品製造業」95件（前年比4件減）、「化学工業」85件（同6件減）、「鉄鋼業」35件（同26件減）となっています。

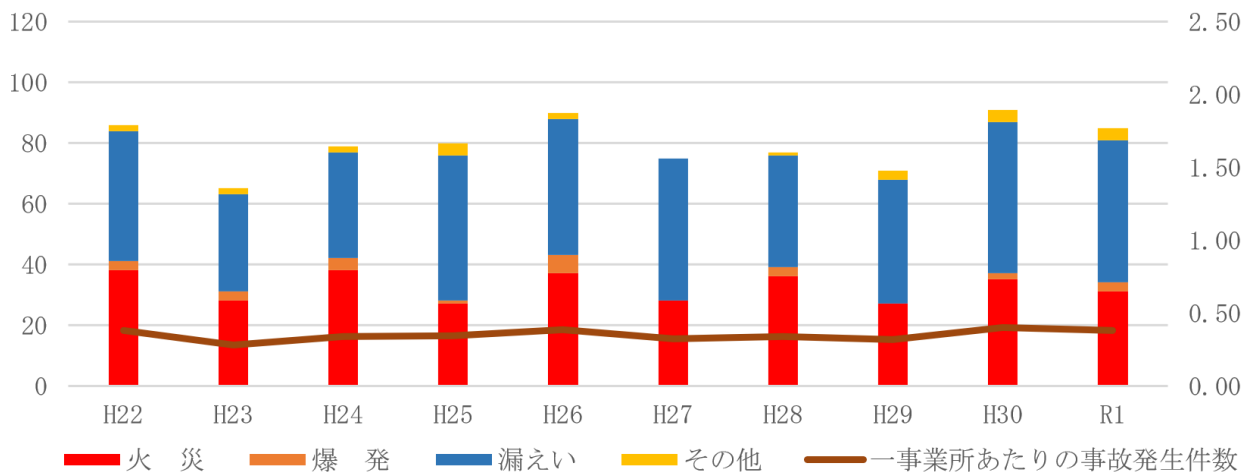
事故種別については、「石油製品・石炭製品製造業」「化学工業」では漏えいが多く、「鉄鋼業」では火災が多くなっています。

一方、一事業所あたりの事故発生件数をみると、「石油製品・石炭製品製造業」が多くなっています。

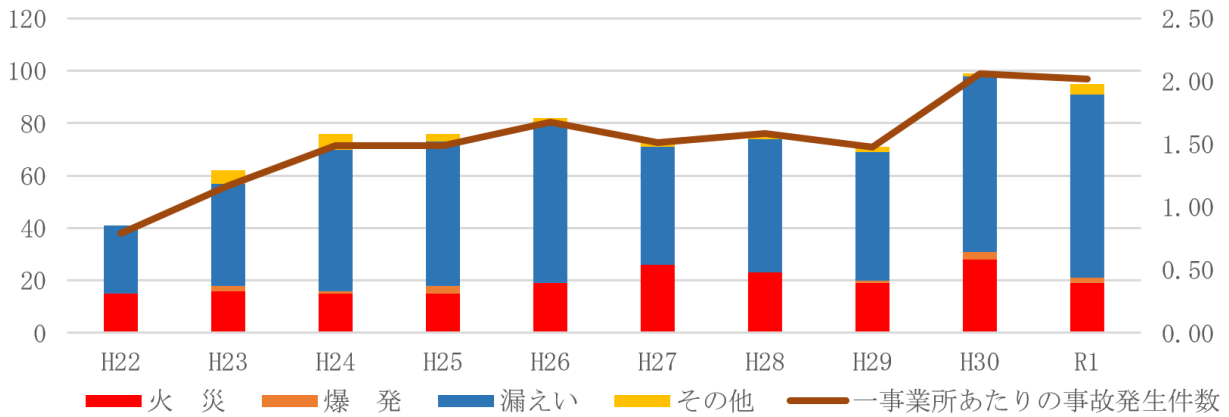
事故発生件数の多い業態について、過去10年間における発生状況をみると、「化学工業」については、60件から90件の高い水準で増減を繰り返しています。また、「石油・石炭製品製造業」については、平成30年から顕著に増加した一方、「鉄鋼業」については、ここ数年の増加傾向から減少へ転じました。



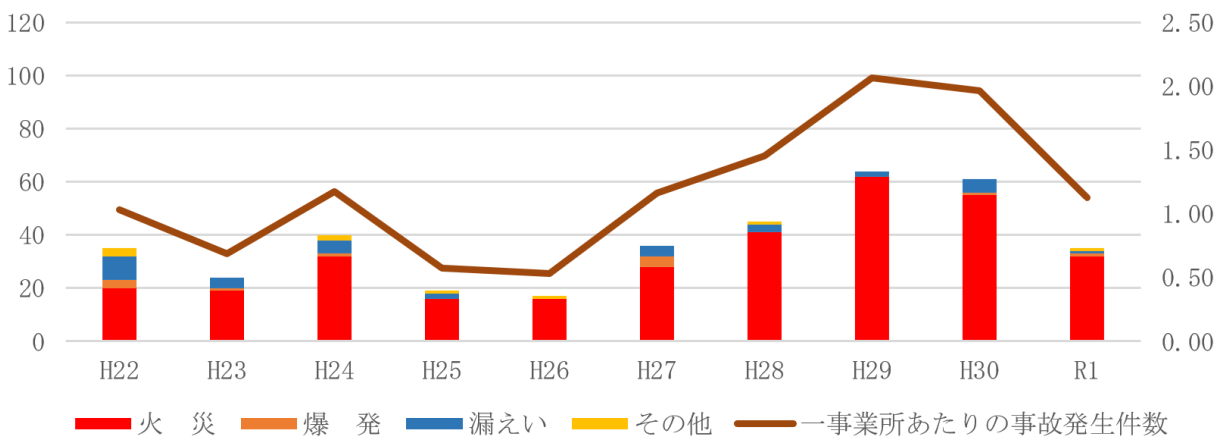
【図7. 令和元年 業態別一般事故発生状況】



【図8. 化学工業 過去10年における一般事故発生状況】



【図9. 石油・石炭製品製造業 過去10年における一般事故発生状況】



【図10. 鉄鋼業 過去10年における一般事故発生状況】

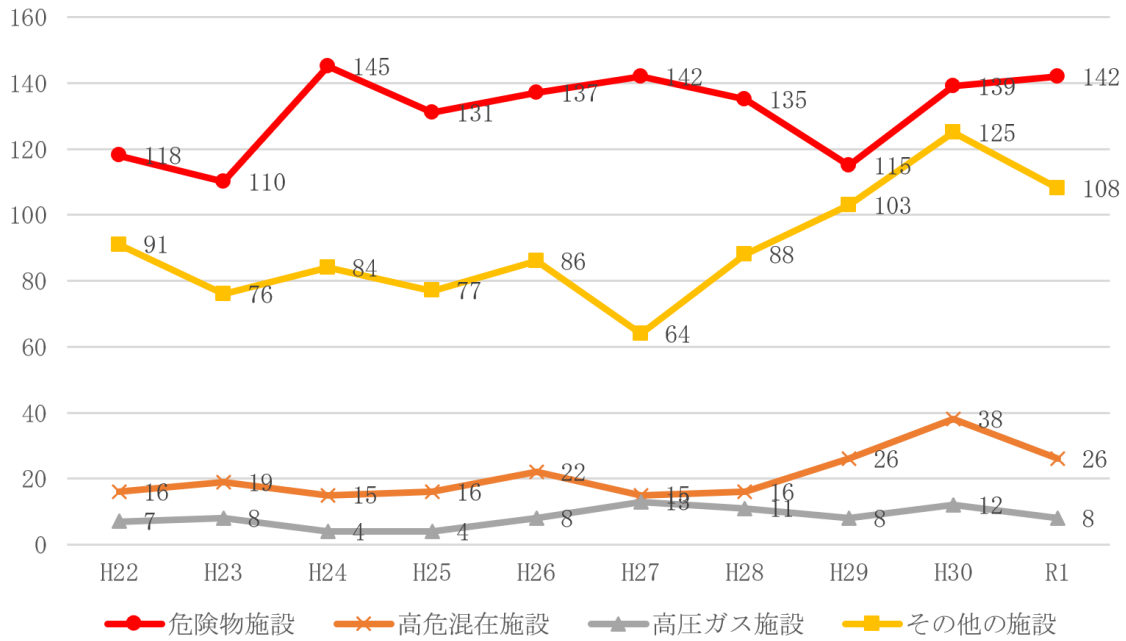
(5) 施設区別の一般事故発生状況

一般事故を施設区別でみると、「危険物施設」では漏えいが、「その他の施設」では火災が多く発生しています。また、過去10年間の傾向をみると、「危険物施設」及び「その他の施設」において多くの事故が発生しています。近年、増加傾向にあった「その他の施設」での事故が減少に転じました。

※「その他の施設」には、作業所、車両、空地、毒劇物施設等がある。

施設 事故	危険物製造所等		高圧ガス 施設	その他の 施設	合計
	危険物 施設	高 危 混在施設			
火災	35	7	2	68	112
爆発	4	1	0	2	7
漏えい	96	17	6	35	154
その他	7	1	0	3	11
合計	142	26	8	108	284

【表3. 令和元年 施設区別一般事故の状況】



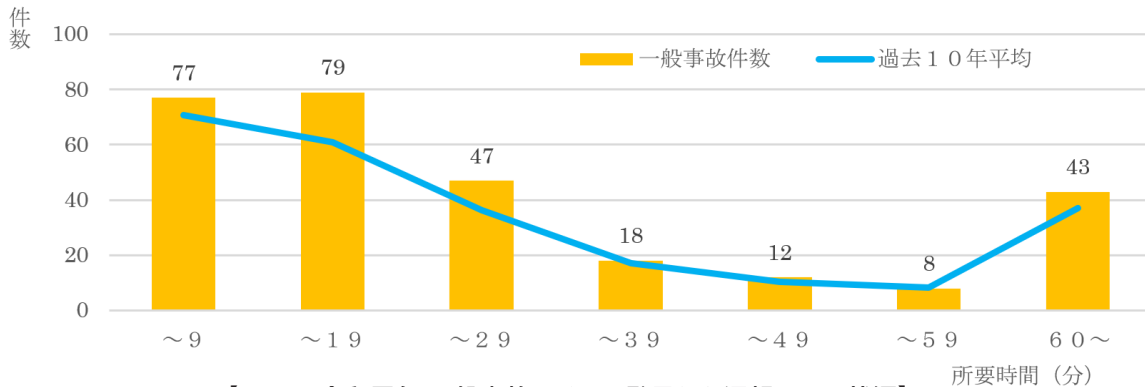
(※ H22の件数には地震による事故が1件含まれる。)

【図11. 過去10年 施設区分別一般事故の状況】

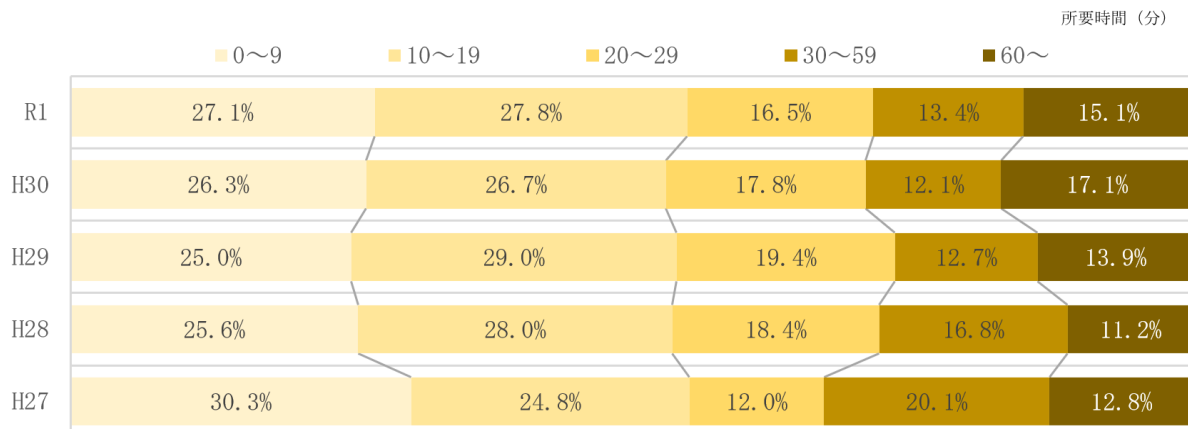
(6) 一般事故における通報状況について

事故を発見してから通報までの状況をみると、早期な通報が行われている一方で、60分以上経過しているものも多くなっています。

過去5年の傾向をみても、令和元年は、通報まで60分以上を要している事故の割合が多くなっています。



【図12. 令和元年 一般事故における発見から通報までの状況】



【図13. 過去5年 一般事故における発見から通報までの状況の推移】

(7) 令和元年中に発生した主な事故事例

〈事故事例1〉

ア 事故の概要

建設中の特定屋外タンク貯蔵所の払出し配管内をパーツクリーナーにて清掃中、配管内部を照らしていた照明器具が何らかの要因により破損し、気化したパーツクリーナーの溶剤（第1石油）に引火し爆発したものの。これにより清掃中であった作業員1名が火傷（重傷）を負った。

イ 死傷者 負傷者1名（重傷）

ウ 損害額 なし

〈事故事例2〉

ア 事故の概要

排煙脱硫装置において、ダクト補修のためガス溶断作業をしていたところ、ガス溶断により赤熱した鉄片が下方の樹脂に接触して着火し、ダクト内部の樹脂ライニングへ延焼拡大したものの。

イ 死傷者 なし

ウ 損害額 5億円

〈事故事例3〉

ア 事故の概要

NPプラント（危険物一般取扱所）屋上に設置されたフェノール液化装置下部のバルブ取替作業のため作業員がフランジを緩めたところ、締結部から流れ出したフェノールの量が予定より多く、回収が困難となったことから、フランジ部のボルトを再度締めようとした際にフェノールが噴き出し、別の作業員にかかったもの。

イ 死傷者 負傷者1名（重傷）

ウ 損害額 なし

4 おわりに

令和元年中における一般事故の件数は、過去最多を記録した平成30年よりは減少しましたが、今後、上振れしていく傾向が懸念されます。事故件数の増加が、死傷者の発生や莫大な経済被害に直接結びついている事実はありませんが、軽微な事故においても、何らかの損失を被ることに変わりありません。

また、軽微な事故、小さな認識の違いの積み重なりは、いずれ重大事故へと発展することが想定され、さらには、リスクアセスメントの未実施・不足によって今まで危険視できていなかった設備、工程・作業がその発端となることもあります。

消防庁では、石油コンビナートにおける事故件数の増加に歯止めをかけるとともに、重大事故の発生を防止するため、引き続き消防機関、関係省庁並びに関係業界団体等と連携を図り、石油コンビナートの防災体制の充実に努めて参ります。

【令和元年中の石油コンビナート等特別防災区域の特定事業所における事故概要】

https://www.fdma.go.jp/pressrelease/houdou/items/200529_tokusai_2.pdf



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について

消防庁危険物保安室 パイプライン係
岸 京介

1 調査検討の目的

平成15年十勝沖地震の際に発生した浮き屋根式屋外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係る耐震性や沈降防止の基準が強化されました。

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、浮き屋根の浮き部分（以下「ポンツーン」という）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。

また、浮き屋根における漏えい事故が発生した場合には、消防法第16条の3第1項に規定する措置を実施することとなっていますが、その際の対応方法は、各消防本部により判断が異なることから、その実態を調査し、漏えいが発生した際の適切な対応方法についても検討することを目的としました。

2 浮き屋根の漏えい事故の原因の調査と対策

2.1 浮き屋根の事故事例と原因分析

平成29年度に実施したポンツーンの一斉点検により覚知した、ポンツーン内部漏えい事故について、事業者からの申告に基づいた詳細な分析と原因の推定を実施しました。その結果、原因としては母材や付属品の腐食、溶接部近傍の応力集中による割れ、補強材拘束による割れ、溶接不備や欠陥、板材製作不良等が挙げられ、それぞれに対する対策を検討しました。

その結果、原因は主に腐食減肉と溶接施工不良の2つに起因しているものと考えられ、タンク開放時のポンツーン内部検査において、錆や汚れの除去や検査範囲が不十分であったこと、溶接の品質に対する注意が十分でなかったことが挙げられました。

2.2 浮き屋根に関するアンケート調査

関係団体へ協力を依頼し、容量500kL以上の浮き屋根を有する屋外貯蔵タンクを所有している事業所にアンケート調査を実施しました。

その結果、68の事業所からアンケートの回答が得られました。この数字は、全国の該当する事業所のうち約45%に相当する割合です。

タンク使用中に実施する定期点検におけるポンツーン内部点検方法の結果は図2-1のとおりです。

法令では年1回以上の点検が義務づけられているものの、それより多くの回数実施している事業所が多くありました。点検方法は使用中ということもありほぼ全て目視によるものですが、ポンツーンマンホールを開けていない事業所も一定数存在していました。

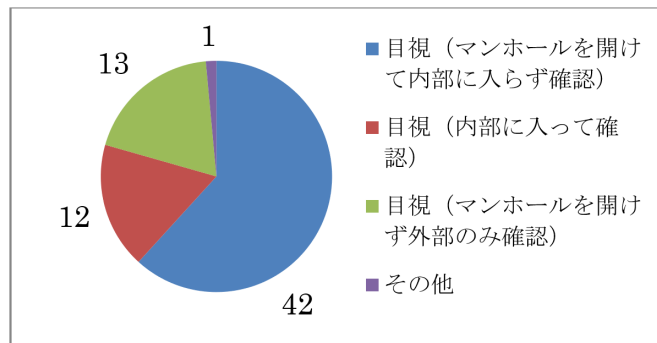


図2-1 ポンツーン内部の点検方法

定期開放点検におけるポンツーン内部点検方法の結果は図2-2のとおりです。

定期点検と同じく目視検査を主としており、非破壊検査を実施している事業所は少数でした。また、非破壊検査を実施すると回答した事業所も、目視検査で異常が発見された際に実施するとの回答でした。

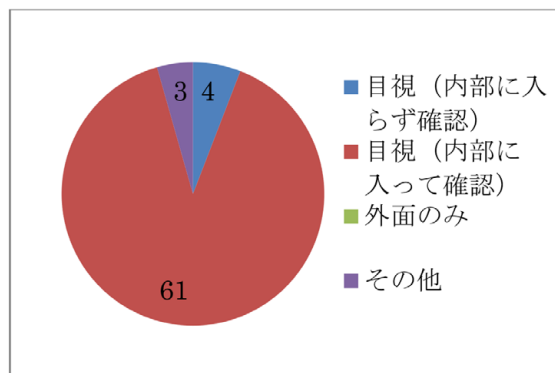


図2-2 ポンツーン内部の点検方法

浮き屋根に関するアンケートに対して回答のあった68事業所のうち、27の事業所から計173件の浮き屋根に係る流出事例の回答がありました。その結果は図2-3、4のとおりです。

漏えい箇所毎の流出件数についてはポンツーンとデッキで4分の3以上となっています。

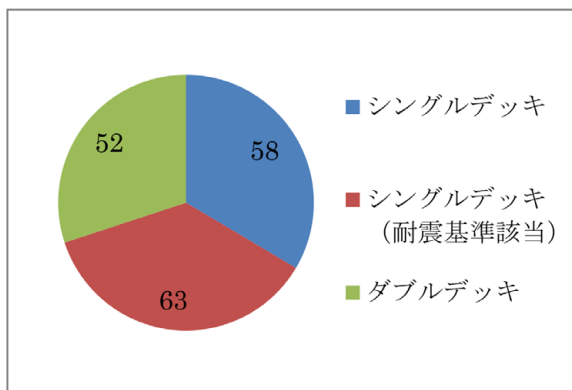


図2-3 浮き屋根形式毎の流出件数

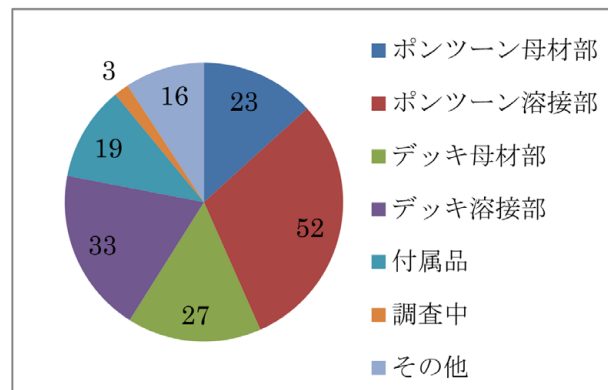


図2-4 漏えい箇所毎の流出件数

2.3 浮き屋根の国内外の規格の調査

2.3.1 国内の規格の比較

国内の適用法規である消防法と、主な規格であるJIS B 8501「鋼製石油貯槽の構造（全溶接製）」（以下「JIS」という）及び、JPI-8S-6「屋外貯蔵タンク維持規格」の比較を行いました（表2-1）。

表2-1 消防法と各規格の比較表

消防法		JIS規格（JIS B 8501:2013） 鋼製石油貯槽の構造（全溶接製）		JPI規格（JPI-8S-6-2015） 屋外貯蔵タンク維持規格
種別 【規則第20条の4】	液面揺動によって損傷を生じない浮き屋根（耐震浮き屋根）	左欄以外の浮き屋根		記載なし
構造区分 【告示第4条の21の3】	一枚板構造（シングルデッキ）	一枚板構造（シングルデッキ）	二枚板構造（ダブルデッキ）	一枚板構造（シングルデッキ） 二枚板構造（ダブルデッキ）
容量等 【告示第4条の21の3】	○容量2万kL以上又は ○容量2万kL未満でHe*が2.0m以上のもの	○容量1kL以上で左欄に該当しないもの	○容量1kL以上	記載なし
耐震強度 【告示第4条の21の4】	○浮き部分に生じる応力が許容値以下 ・円周方向面外曲げモーメント ・水平面内曲げモーメント ・円周方向圧縮力	適用外		耐震強度の記載なし ○シングルデッキの浮き屋根強さは、浮力に求める要件（250mm降雨滯水時、2室破損時）の状態によって生じるデッキの発生から発生する半径方向の荷重に対し、ボンツーンが破損してはならない
浮力 【告示第4条の22】	○浮き部分が完全に仕切られたもの ○浮き部分の連続する3室に加え回転止め検尺管等が貫通している室及びデッキ部分が破損した場合において沈下しないもの ○浮き屋根上に水が250mm滯水した場合において沈下しないもの ○浮力は貯蔵する危険物の比重が0.7以上であるときは0.7として計算すること。	○浮き部分の連続する2室及びデッキ部分が破損した場合において沈下しないもの	○浮き部分の連続する2室が破損した場合において沈下しないもの	○ボンツーンの各室仕切り板は、それぞれ各室が水密となるように、少なくとも片側は、必ず連続すみ肉溶接とする ○条件の最も悪いボンツーン2室とデッキが同時に破損した場合において沈下しないもの ○条件の最も悪い隔室2室が破損した場合において沈下しないもの
最小厚さ 【昭和52年政令第10号附則第3項第2号、告示第4条の17第3号】	3.2mm又は4.5mm	4.5mm		○消防法及びJIS規格（JIS B 8501）を満たしているか確認し、必要であれば補修実施
溶接方法 【告示第4条の22】	○浮き部分の溶接及び浮き部分と浮き部分以外の溶接は、完全溶け込み溶接又は同等以上の溶接強度を有する溶接方法	○デッキ板は重ね継手とし、板の上面から全厚連続すみ肉溶接、重ね代25mm以上 ○剛性の大きい部材から300mm以内のデッキ板継手は、板下面からピッチ250mm、長さ50mm以上の断続全厚すみ肉溶接		○溶接補修は関連法規、規格及びこれらと同等と認められる基準に従う溶接方法
溶接部の試験 【規則第20条の9】	○浮き屋根の総体に係る溶接部は、真空試験、加圧漏れ試験、浸透液漏れ試験等によって漏れが無いもの	○浮き屋根の溶接部は、空気圧試験、真空試験及びその他適切な方法による漏れ試験によって漏れがないもの（空気圧の場合、最低353Paとし、設計圧力を超えてはならない） ○貯槽本体の水張試験の水張り水抜きの際に浮き屋根の作動状況、シール部の状態及びデッキの漏れを調べる。ダブルデッキ形の屋根では、下部デッキの上面で漏れを調べる。		○点検時：目視にて異常が認められた場合、非破壊検査 ○溶接線補修後：磁粉探傷試験または浸透探傷試験、必要に応じて漏れ試験
付属品等 【告示第4条の22】	○各浮き部分に危険物や水が入りしない構造のマンホール ○降水量に応じた排水設備 ○排水能力を超えた場合の非常用排水設備 ○排水設備からの危険物の流出防止機能 ○着底時の破損防止用通気管 ○回転を防止する機構 ○外周部はたわみ性、密着性のある材料 ○滑動部分は発火しない材料、構造	適用外		○各浮き部分には、水又は貯蔵液が入らない構造とし、ふた板は風で飛ばされない構造とする ○降雨量に応じた排水設備 記載なし ○着底時の破損防止用通気管 ○屋根を常に貯槽の中心位置に保持し、かつ、回転を防止するための機構 ○外周部はたわみ性、密着性のあるシール ○滑動部分は発火しない材料及び構造
定期点検 【規則第62条の4】	○1年に1回以上 ○技術上の基準に適合しているかどうかについて	記載なし		○消防法に準拠 ○性能維持の確認のため、1年に1回以上

2.3.2 国外の規格との比較

アメリカをはじめとする各国で参照されているAPI (American Petroleum Institute) 規格とEUで主に参照されているBS (BRITISH STANDARD) も近い内容の規格となっていますが、一部の抜粋を以下に示します。いずれも一定以上の大きさのシングルデッキについては風荷重による疲労破壊を考慮するよう求めています。

API650 Annex C External Floating Roofs C.3.1.5

For tanks greater than 60 m (200 ft) in diameter, the deck portion of single-deck pontoon floating roofs shall be designed to **avoid flexural fatigue failure caused by design wind loads**. Such designs shall be a matter of agreement between the Purchaser and the Manufacturer, using techniques such as underside stitch welding.

BS EN(BRITISH STANDARD) D.3.4 Roof stability under wind load

When tanks are to be erected in a region where wind conditions can give rise to fatigue in the roof center deck welds, the roof design and type to be used shall be as specified by the purchaser(see A.1) for tanks 50 m diameter and above. In other cases, **no account shall be taken of wind generated fatigue loads**.

また、ポンツーンの仕切り板について、JIS、API、は全周連続すみ肉溶接を要求しているのに対して、BSは底板からリム板上端までは連続すみ肉溶接だが、上端の溶接は2つに1つの仕切り板を連続すみ肉溶接とするよう要求しています。

API650 C.3.6 Compartments

Compartment plates are radial or circumferential dividers forming compartments that provide flotation for the roof (see C.3.4). All internal compartment plates (or sheets) shall be single-fillet welded along **all of their edges**, and other welding shall be performed at junctions as required to make each compartment leak tight. Each compartment weld shall be tested for leak tightness using internal pressure or a vacuum box and a soap solution or penetrating oil.

BS D.7.3 Bulkheads

All internal bulkhead plates shall be at least **single fillet welded** along their **bottom and vertical edges for liquid tightness**, and **the top edge of alternate bulkheads shall also be provided with a continuous single fillet weld for liquid tightness**.

Bulkhead plate corners trimmed for clearance of longitudinal fillet welds shall be filled by welding to obtain liquid tightness.

2.4 第三者機関による事故調査に基づく分析

アンケート結果や、上記事故事例及び危険物保安技術協会が実施した浮き屋根の漏えい事故調査から、漏えいの主な原因と対策案について取りまとめました(表2-2)。

この結果、タンクの開放検査時に、ポンツーン全体の気密状況が確認できる加圧漏れ試験、漏えいの原因となった腐食に対する点検、及び過度な応力集中を発生させる構造の見直し等が有効とされました。

表2-2 浮き屋根の漏えい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	漏えい箇所 工事有無	漏えいを 受けて 実施した検査	漏えい発覚時期	漏えい量	漏えい概要	漏えい原因に対して有効な対策
1	9,810 シングル ハイデッキ	平成24年3月	目視検査(ボンツーン内 含む) 内厚測定(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	ボンツーン貫通附属品取付部溶 接線から流出。ボンツーン下板× 貫通部の溶接線一部未加ったこと で、ボ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。	ボンツーン全体に対しての加圧漏 れ試験 (溶接線には発泡液を用いる)
2	9,900 シングル ハイデッキ	平成26年11月	目視検査(ボンツーン内 含む) 目視検査で腐食が認め られた場合は内厚測定 漏水・漏えい(油分の付 着)が疑われた場合 には加圧漏れ試験を実 施している。	加圧漏れ試験	不明	ボンツーン全室 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(SLOPEC など)による定点 or 連 続肉厚測定。 2、ボンツーン: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	滲油	内リム×補材セット接合部 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	漏えいしたボンツ ーンは発泡液を 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	ボンツーン全体に対しての加圧漏 れ試験 (溶接線には発泡液を用いる) 溶接線に対する浸透液漏れ試験
5	27,328 シングル ハイデッキ	平成24年2月	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	ボンツーンの板を取 り替えた場合は工事 箇所に対して加圧漏 れ試験を実施。	不明	不明	平成26年6月	滲油 (拭き取れる 程度)	ボンツーン溶接部 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	ボ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			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えい	ボンツーン全体に対しての加圧漏 れ試験 (溶接線には発泡液を用いる) 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	目視検査(ボンツーン内 含む)	漏えい事故との関連 は不明。但し定期開 放点検等に「所内事 故の水平展開検査」 の記載あり。	無	不明	平成29年10月	滴液	ボンツーン下板母材腐食により貫 通、漏えい	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	漏れたボンツ 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室滲油)	下板×円周リム端部母材割れ (内圧変化による割れ) 下板相互溶接線初期欠陥	ボンツーン全体に対しての加圧漏 れ試験 (溶接線には発泡液を用いる) 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

2.5 浮き屋根に関する文献調査

浮き屋根の安全性に関して、過去に実施された研究の情報収集を行いました。
いくつかの例と概要を示します。

2.5.1 「不具合溶接を有する重ね継手部の疲労亀裂進展評価」

(圧力技術第 50 巻第 2 号、第 5 号)

浮き屋根のデッキ板の溶接継手は重ね継手になっており、一般的に板厚は 4.5mm となっています。この重ね継手部の疲労についての研究として、欠陥を有する重ね継手部を想定し(図2-5)、繰り返し荷重をかけた際に、亀裂の疲労寿命(貫通に至るまでの回数)を算出しています。その際の継ぎ手形状の違い、曲げ・引張り荷重、欠陥の位置、板のギャップの大きさ(図2-5での ξ)による疲労寿命の違いをシミュレーションで検証しています。

その結果、継手部に曲げ荷重が作用する場合、ルート亀裂(Root crack face)については隙間 ξ の増大に対する疲労寿命の低下の度合いは、止端側脚長 4.5mm モデル(図2-5右側)が 45 度モデル(図2-5左側)と比べて大きくなりました。これは、のど厚の影響が大きいことを示しています。また、止端部亀裂(Toe crack face)は、隙間 ξ の影響はあまり見られませんでした。

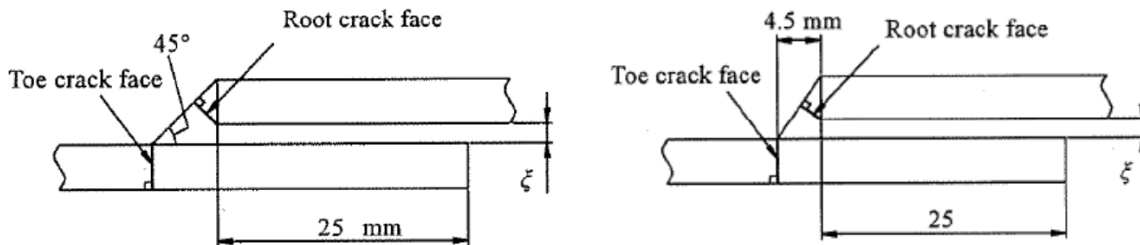


図2-5 想定モデル

2.5.2 「風による円筒タンク浮き屋根の挙動シミュレーション」

(日本機械学会論文集 B 編 78 巻 792 号、799 号、80 巻 812 号)

使用中の浮き屋根には、地震、大雨、台風等による影響を受けることが想定されますが、日常的な荷重としては、主に雨や風が想定されます。

ここでは直径約 80m、高さ約 20m の 10 万 kL 級のタンクを想定し、これが一様な風を受けた際に浮き屋根にどのような挙動が生じるかをシミュレーションしています。なお、デッキ板は板厚 4.5mm の一枚板形状としており、継ぎ手形状等は考慮されていません。

その結果、タンク上部に風が吹くことで、浮き屋根直上に圧力分布の差が生じ、浮き屋根のデッキ板に波打ち震動が生じることが確認されました。その際の風速とデッキ板に生じる繰り返し曲げ応力範囲(最大標準偏差値)の関係は、以下の表2-3のようになり、卓越周期は風速によらず 1 秒~3 秒とされています。

表2-3 風速と繰り返し曲げ応力範囲(最大標準偏差値)の関係

風速 (m/s)	10	30	50
曲げ応力範囲 (MPa)	1.48	10.4	22.8

このように、最大 50m/s の強風下においても、最大曲げ応力は 22.8MPa と SS400 の降伏点(約 240MPa)を大幅に下回っていることがわかります。ただし、実際のデッキ板の継ぎ手は、重ね継手であることや、またあくまでシミュレーションによる数値であることには注意を要します。

また、卓越周期が 1 秒~3 秒ということは、1 時間で 1,200 回~3,600 回、1 日で 28,800 回~86,400 回とかなりの回数曲げ荷重がかかるということになり、これによる疲労について配慮することが必要です。

2.5.3 「シングルデッキ形浮き屋根の疲労損傷評価事例」

(産業機械 2001.11 「特集」 タンク)

実際に溶接部からの漏えいが発生した浮き屋根において、1ヶ月間風速を測定し、また腐食減肉が顕著と認められた継手部を選定・型取りし、応力解析を実施しました(図2-6)。

その結果、高応力はデッキ下板の減肉部の、すみ肉溶接ルート部とその表面に集中し、デッキ板一般部の発生応力に比べ約2.3倍となりました。

また、この状況下において「浮き屋根式貯槽の耐風設計についての一考察」から風による圧力変動の振動数を算出し、測定された最大風速 13.2m/s から疲労強度評価を実施すると、建設後 25 年間でデッキの許容繰返し回数約 7,900 万回に対して、予想繰返し回数は約 6,400 万回と約8割に達しており、漏えい原因はデッキ板溶接部の疲労損傷の可能性が高いことを示していました。

同様の検討をデッキ板一般部(溶接部以外の箇所)について行いましたが、デッキ一般部ではこの条件下では疲労損傷に至る可能性は皆無であることも判りました。

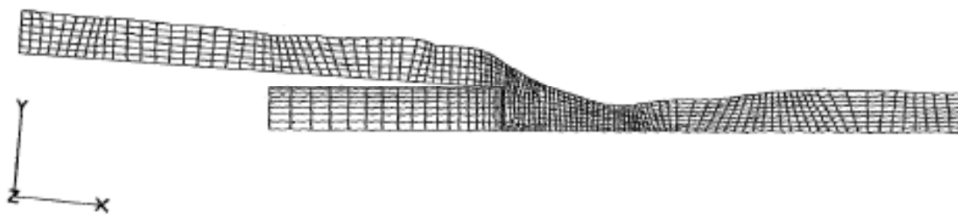


図2-6 すみ肉溶接継手部の応力解析モデル

2.6 漏えいの要因まとめ

漏えい発生までのイメージを図2-7に示します。浮き屋根の漏えいの要因については、単純な腐食による貫通を除き、それぞれの要因が単独で漏えいの原因となったというよりは、初期欠陥を有する場合に、経年劣化(腐食の発生等)を経て、そこに疲労を引き起こすような繰返し荷重(風・雨・地震等)が発生し、複数の要因が重なった結果、発生しているものと推定されます。

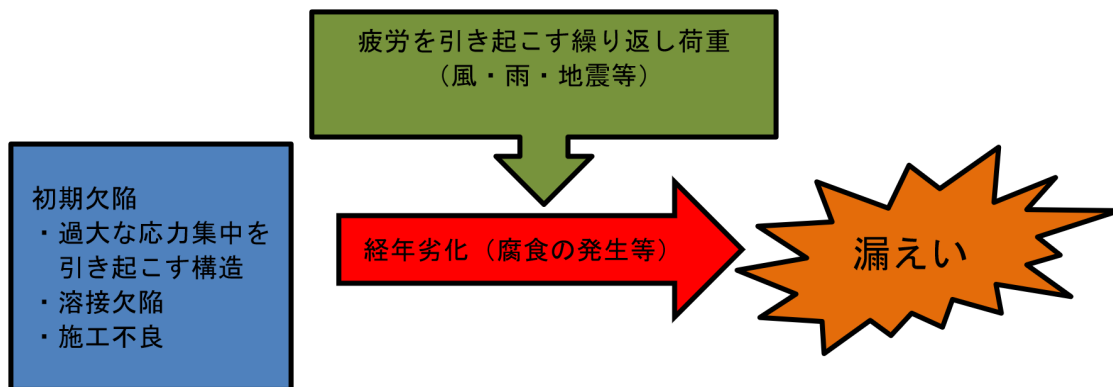


図2-7 漏えい発生までのイメージ

2.7 対策

漏えい発生までのイメージは、図2-7で示したとおりですが、浮き屋根式タンクの大半は建設から30年以上経過しており、経年劣化が進む中、浮き屋根の沈没による全面火災という最悪のシナリオを未然に防止するためには、漏えいの発生を防止し、漏えいが発生した際の早期発見、浮き屋根における漏えい拡大防止を図ることが必要です。

2.7.1 タンク開放時に実施する点検

タンク開放時に実施する内部点検の際に、浮き屋根における腐食減肉部を検出するため、詳細な点検を実施します。点検の内容は次の通りです。

(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) 点検内容

- ・目視検査：デッキ板、ポンツーン内の溶接線及び板の腐食状況
- ・加圧漏れ試験：全てのポンツーン室（ダブルデッキについては浮力確保に必要なポンツーン室）
- ・超音波板厚測定：ポンツーン底板

(3) 不具合箇所の対応

- ・漏れの生じている箇所、板厚 3.2mm 未満の箇所の溶接補修実施

(4) 溶接補修後の検査

- ・デッキ板：漏れ試験
- ・ポンツーン：加圧漏れ試験

(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

2.7.2 溶接欠陥の発生防止

浮き屋根の敷設や板の取替工事を実施する際には、次の点に注意が必要です。

- ・板同士の十分な肌あわせ
- ・溶接施工要領書の取り交わし（事業者、施工会社間）
- ・施工会社現場監督の溶接施工要領に基づく現場管理と事業者による実施状況の確認
- ・JIS B 8501 に基づく施工が望ましい

2.7.3 仕切り板の構造の確認

仕切り板の溶接は、連続すみ肉溶接等で完全に仕切られていることを確認する必要があります。完全に仕切られていない場合には、仕切り板の連続溶接化の要否の検討が必要です。法令で想定している破損パターンが生じた際に、仕切り板の断続溶接部から隣接する室に漏れいするおそれのないことを確認する必要があります。

2.7.4 過去の補修履歴等を踏まえた浮力の確認

過去の補修・改修工事等を反映した、現状の正確な重量に基づいた浮力計算を実施する必要があります。

2.7.5 漏えいが発生した際の早期発見体制

年 1 回以上のポンツーン内部まで含めた点検を実施してください。加えて、浮き屋根に損傷が生じる可能性のある自然災害発生直後においても同様に点検を実施する必要があります。

3 浮き屋根の漏えい発生時の対応方法

タンク使用中に、ポンツーン内部及びデッキ部を含め、浮き屋根に危険物の漏えいが発生した場合、漏えいが滲み程度であっても消防法第 16 条の 3 第 1 項に規定する事故に該当するものであり、そのような事故が発生した場合にあっては、直ちに、引き続き危険物の流出及び拡散の防止、流出した危険物の除去や、その他の災害発生防止のための応急措置を講じる必要があります。その上で、タンクを速やかに開放し、恒久的な補修を行うことが原則となります。

しかしながら、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、金属パテ等を用いて、漏えい箇所を塞ぎ（以下「仮補修」という）、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す。

そこで、適切な仮補修の方法と、タンクを継続的に使用する際の注意点について調査・検討を実施しました。

3. 1 浮き屋根に対する仮補修の現状調査

3.1.1 現地調査

2. 2で述べたアンケート調査を実施するとともに、実際の仮補修の実情を調査するため、仮補修を実施している事業所に協力して頂き、現地調査を実施しました（図3-1、2）。

以下に当該事業所における仮補修の取り組みの一例を示します。

(1) 仮補修材

1層目：アクアパテ（エポキシ樹脂）

漏れを一時的に止める。速乾性あり。屋根の変形に対する追従性なし。

2層目：ウルトラシール（アクリル樹脂）

漏れを止める。密着性と速乾性あり。屋根の変形に対する追従性なし。

3層目：MMエラストマー（ポリマー）

1、2層目が割れた際に漏れを止める。屋根の変形に対する追従性あり。

(2) 施工手順

①下地処理として屋根板の塗装を剥離し、鉄面まで下地を出す。

②一層目は不具合部をポイントでアクアパテを施工。

③アクアパテの初期硬化を確認後（30分程度が目安）、2層目のウルトラシールを施工。

④ウルトラシールの初期硬化を確認後（30分程度が目安）、完全硬化させる（24時間）。

⑤ウルトラシールの完全硬化後、3層目のエラストマーを施工。

注意点：2層目以降、屋根板表面に油分が残った状態で塗布すると、硬化せずに柔らかく膨らんだ状態になるため、十分に油分を除去した上で施工する。

(3) 仮補修後の点検

①最初の4日間は、2回/日の点検。問題なければ以降は、1回/日の点検。

②降雨時や降雨後は、対象タンクのルーフトレンを確認し、油膜の有無を調べる。

③地震（震度3以上）、台風、大雨（50mm/h以上）が発生した場合は、安全が確保できたことを確認の上、仮補修部に異常のないことを確認する。

(4) 仮補修後の管理

①半年ごとに仮補修の再補修を実施。

②危険物が屋根上に流出した場合に備え、あらかじめ移送先タンクを決定しておく。

③消防本部に日常点検結果を報告する（1回/週）。

④仮補修箇所再度滲み等の漏えいが発見された場合は、消防本部に報告し対応を仰ぐ。



図3-1 浮き屋根の現地調査風景



図3-2 浮き屋根の仮補修 (アクアパテ+ウルトラシール+エラストマー)

3.1.2 仮補修に関する追加調査

仮補修に関して実態を詳細に調査するため、当初実施したアンケートの際に、仮補修を実施したと回答した事業所に対して、仮補修の不具合事例等について追加で調査を実施しました。その結果の概要を表3-1に示します。

また、仮補修材を選定する際に注意している点として、耐油性、耐候性、追従性、硬化時間、内容物との相性を考慮している回答が主であった他、層ごとに注意点を設け、所内で手順書を作成し、仮補修技術の蓄積がされている事業所もありました。

仮補修材として実績のあるものは、いずれも台風や地震等の影響がなければ、概ね数ヶ月程度はもつ傾向があります。これは適切な仮補修材を選定し、適切に施工していれば、さらに長期間維持できるものと推定されます。また、2層構造にしており、1層目が割れ、2層目が膨らみ、再度の漏えいに至る前に不具合を発見することのできた事例もありました。

表3-1 仮補修の不具合事例

施工箇所	不具合発生までの期間	推定原因
デッキ板	2週間	施工不良・台風
デッキ板	2ヶ月	追従性の不足
デッキ板	6ヶ月	追従性の不足
デッキ板	10ヶ月	変形に対する追従性の不足
ポンツーン	2ヶ月	施工不具合
ポンツーン	数日～3.5ヶ月で計8回	施工不良・地震 (平成30年北海道胆振東部地震)

3.2 仮補修を実施した試験片に対する疲労試験

アンケートから抽出した実績のある仮補修材の妥当性を確認するために、疲労試験を実施しました。

3.2.1 疲労試験の概要

浮き屋根のデッキ板の一部を模した、重ね継手を有する厚さ 4.5mm の試験片に仮補修を施し（図3-3）、曲げ疲労試験を実施することで、適切な仮補修材や施工範囲を把握しました。

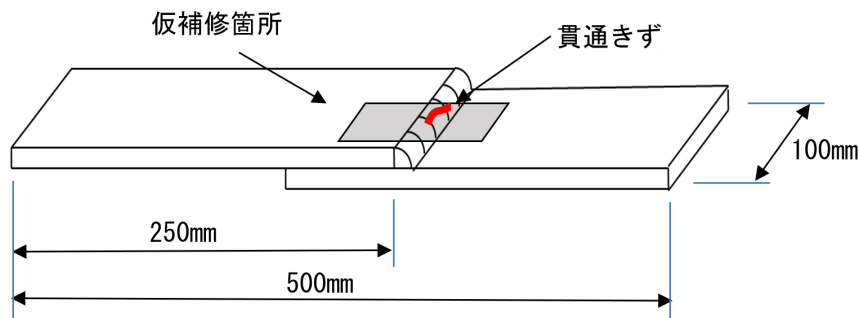


図3-3 疲労試験片

(1) 仮補修の仕様

仮補修材は、次の7種類とし、それぞれ施工範囲（A：貫通せず周囲の溶接線を埋める程度、B：50mm×100mm）を変えて実施しました（表3-2）。

- 措置1：FRP3層（MC450 チョップストランドマット+WR570 ローピングクロス+#30Pサーフェイス）
- 措置2：ペロメタル
- 措置3：デブコン
- 措置4：レクターシール
- 措置5：マルチメタル oL- スチールセラミック
- 措置6：エラストマー
- 措置7：マルチメタル（1層目）+エラストマー（2層目）

表3-2 仮補修毎の施工範囲と試験片数量

	施工範囲A：貫通きず周囲の溶接線を埋める程度	施工範囲B：50mm（溶接線方向）×100mm（試験片長手方向）程度
措置1	—	3
措置2	3	3
措置3	3	3
措置4	3	3
措置5	3	3
措置6	3	3
措置7	—	3 1層目：施工範囲A 2層目：施工範囲B
小計	15	21
合計		36

(2) 疲労試験の詳細

①試験の種類

溶接部を中心とした四点曲げ。曲げの向きは上下方向とする

②曲げ量

溶接部近傍母材において、母材が降伏する直前の歪みが発生するまでとする。

※試験の経過によっては途中で減じる可能性がある（後述）

③繰返し数

1,000回

(3) 疲労試験後の試験

①真空試験

目的：仮補修の気密性の確認

実施時期：仮補修を実施した上で疲労試験前後

対象試験片：全て

合格基準：漏れないこと（疲労試験前の試験で漏れが見つかった場合は仮補修をやり直すこと。その際の費用は請負者の負担とする。）

②亀裂の進展観察

目的：疲労試験による亀裂の進展確認

実施時期：仮補修実施前と疲労試験後

対象試験片：施工範囲Bの試験片のうち措置毎に1ピース（計7ピース）

3.2.2 疲労試験結果

疲労試験結果の概要を表3-3に示します。

施工範囲Aは⑤-A-1に漏れが認められたものの、いずれも剥離は認められませんでした。施工範囲Bは、②-B-2に漏れが認められ、全面あるいは一部剥離したものがありませんでした。剥離の原因としては、試験片の変形に対して、硬化した仮補修材が追従できなかったものと推定されます。

仮補修材が全面剥離したにもかかわらず、漏れが発生しなかったものは、仮補修材が貫通きずの中にまで入り込んだことで、表層の仮補修材が剥離しても、気密性を確保できたものと推定されます。

また、亀裂の進展観察を実施した試験片は、いずれも疲労試験後に亀裂の進展は観察されませんでした。

この結果を踏まえると、デッキ板のように大きな変位が発生することが想定される箇所に対しては、硬化する仮補修材を必要以上に広い範囲に施工することは不相当と考えられます。しかしながら、ポンツーン内の補強材近傍等の大きな変

位が発生しにくい箇所では、変位に対する追従性はそれほど必要ではないと考えられます。

また、試験体の変位に追従できる比較的やわらかいものについては、広い範囲に施工しても剥離は発生していないが、硬化するものに比べ、機械的強度は劣るため、仮にタンク内から圧力がかかった際には、膨れ等が発生する可能性があります。

なお、今回の疲労試験は、母材が降伏する直前までの大きな変位を与えており、実際の浮き屋根の変位を模したものでないことに留意する必要があります。

表3-3 疲労試験結果一覧表

仮補修材	施工範囲	試験片符号	試験前	試験後	疲労試験後の補修材	剥離箇所 剥離した回数
措置① (FRP)	B	①-B-1	漏れなし	漏れなし	一部剥離	端部 回数不明*1
		①-B-2	漏れなし	漏れなし	一部剥離	端部 約150回
		①-B-3	漏れなし	漏れなし	一部剥離	端部 0回*2
措置② (ベロメタル)	A	②-A-1	漏れなし	漏れなし	剥離なし	
		②-A-2	漏れなし	漏れなし	剥離なし	
		②-A-3	漏れなし	漏れなし	剥離なし	
	B	②-B-1	漏れなし	漏れなし	一部剥離	溶接部近傍 回数不明*1
		②-B-2	漏れなし	漏れあり	全面剥離	端部 0回*2
		②-B-3	漏れなし	漏れなし	一部剥離	端部 0回*2
措置③ (デブコン)	A	③-A-1	漏れなし	漏れなし	剥離なし	
		③-A-2	漏れなし	漏れなし	剥離なし	
		③-A-3	漏れなし	漏れなし	剥離なし	
	B	③-B-1	漏れなし	漏れなし	一部剥離	
		③-B-2	漏れなし	漏れなし	全面剥離	100回で溶接部近傍剥離→全面剥離
		③-B-3	漏れなし	漏れなし	剥離なし	
措置④ (レクターシール)	A	④-A-1	漏れなし	漏れなし	剥離なし	
		④-A-2	漏れなし	漏れなし	剥離なし	
		④-A-3	漏れなし	漏れなし	剥離なし	
	B	④-B-1	漏れなし	漏れなし	全面剥離	
		④-B-2	漏れなし	漏れなし	片側全面剥離	50回で端部剥離 →片側全面剥離
		④-B-3	漏れなし	漏れなし	剥離なし	
措置⑤ (マルチメタルoL-スチールセラミック)	A	⑤-A-1	漏れなし	漏れあり	剥離なし	
		⑤-A-2	漏れなし	漏れなし	剥離なし	
		⑤-A-3	漏れなし	漏れなし	剥離なし	
	B	⑤-B-1	漏れなし	漏れなし	一部剥離	端部 回数不明*1
		⑤-B-2	漏れなし	漏れなし	一部剥離	端部 0回*2
		⑤-B-3	漏れなし	漏れなし	一部剥離	端部 0回*2
措置⑥ (エラストマー)	A	⑥-A-1	漏れなし	漏れなし	剥離なし	
		⑥-A-2	漏れなし	漏れなし	剥離なし	
		⑥-A-3	漏れなし	漏れなし	剥離なし	
	B	⑥-B-1	漏れなし	漏れなし	剥離なし	
		⑥-B-2	漏れなし	漏れなし	剥離なし	
		⑥-B-3	漏れなし	漏れなし	剥離なし	
措置⑦ (措置⑤+⑥)	B	⑦-B-1	漏れなし	漏れなし	剥離なし	
		⑦-B-2	漏れなし	漏れなし	剥離なし	
		⑦-B-3	漏れなし	漏れなし	剥離なし	

*1 施工範囲Bの1回目は途中観察を実施していないため

*2 最初の荷重をかける際に剥離したものの。

3.3 適切な仮補修の方法

3.3.1 仮補修材の選定

仮補修材の選定にあたっては、以下の事項に注意する必要があります。

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

3.3.2 施工の際の手順

仮補修の施工にあたっては、手順毎に次の点に留意してください。

- (1) 作業者の安全の確保
- (2) 破損部分の大きさの確認
- (3) 破損部分の割れの進展性の確認
- (4) 漏えい箇所周辺の十分な油分の除去
- (5) 仮補修材の取扱方法の遵守
- (6) 変形が予想される箇所については必要最小限の施工範囲とする
- (7) 2層以上の施工が望ましい

3.3.3 フォローアップ

仮補修部分については、継続的にその状況を確認する必要があります。次の点について適切なフォローアップを行ってください。

- ・仮補修部分の定期的な点検（施工直後 1 週間程度は頻繁な点検）
- ・地震・大雨・台風等の直後も点検を実施
- ・仮補修材は定期的な交換が望ましい
- ・仮補修箇所に対する点検要領等を盛り込んだ計画書の提出（管轄消防本部）
- ・仮補修後に漏えいの再発が頻発する場合は、仮補修の方法や、上記計画書の内容を再検討する

3.3.4 仮補修後のタンク継続使用の要件

仮補修後のタンクの継続使用については、次の事項を全て満足していることが要件となります。

- ・直近の開放検査において、2.7.1「タンク開放時に実施する点検」に示す点検を実施していること。
- ・2.7.3「仕切り板の構造の確認」に示すポンツーン内の仕切り板の健全性の確認を実施していること。
- ・2.7.4「過去の補修履歴等を踏まえた浮力の確認」に示す過去の補修履歴を踏まえた浮力の確認を実施していること。
- ・漏えい箇所がポンツーン室内の場合には、漏えい発覚時の室内への滞油量が喫水線を超えておらず、かつ、漏えいした室が破損し浮力を失った場合においても浮き屋根が沈下しないものであること。

4 まとめ

4.1 浮き屋根の安全対策

全国の浮き屋根式タンクを対象とした、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、さらに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。

4. 2 浮き屋根の漏えい発生時の対応

ポンツーン内及び浮き屋根上に危険物が流出した際には、原則タンクを開放し、溶接等で恒久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。

そのため、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。

仮補修後の継続使用のフローチャートを図4-1に示します。

4. 3 今後の課題

本検討は現時点において収集可能な情報に基づいて、対策を検討したものです。

今後も事故事例を収集・共有し、新技術を積極的に活用しつつ、事故防止の取り組みを継続していくことが引き続き重要となります。

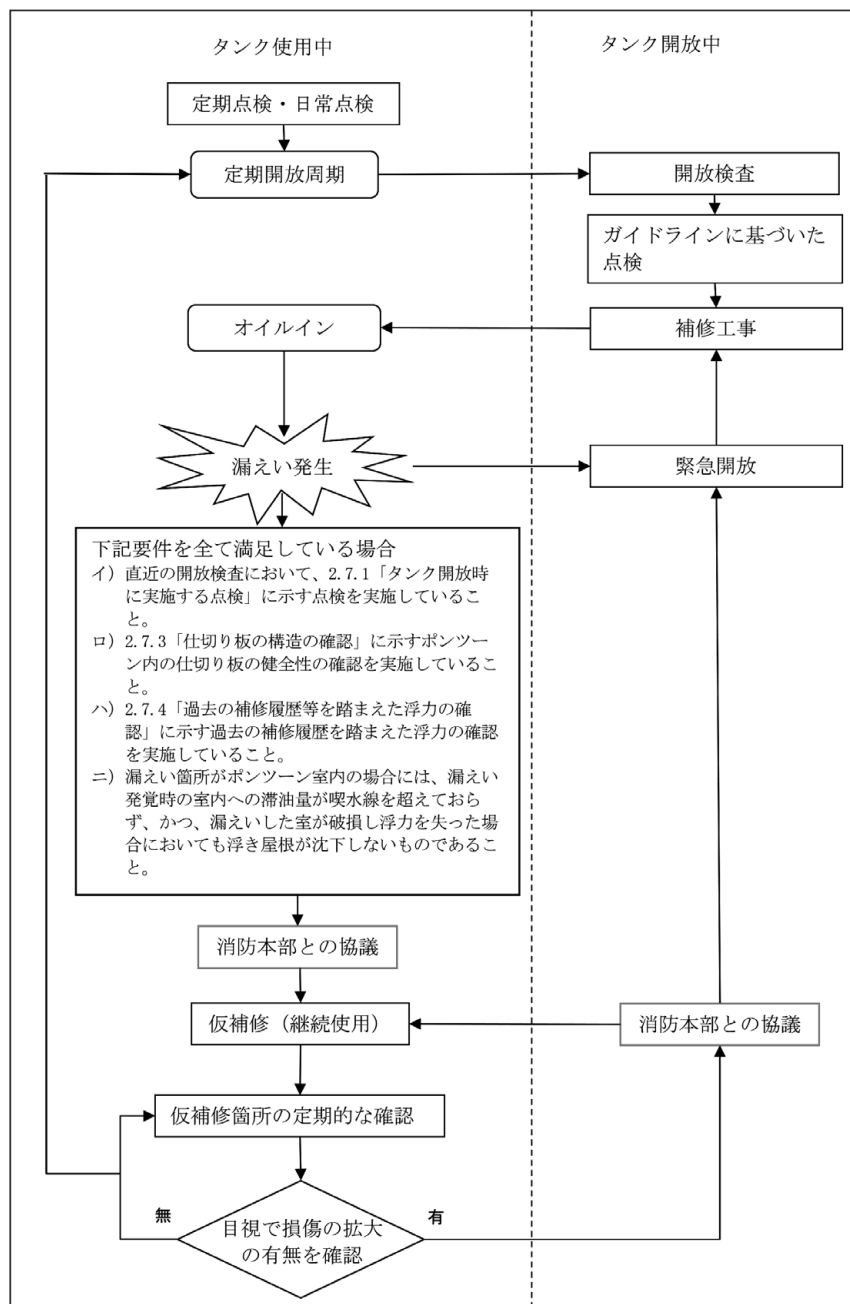


図4-1 仮補修後の継続使用に関するイメージ

4. 4 おわりに

消防庁では、本検討結果を受けて、「屋外貯蔵タンクの浮き屋根の安全対策について」（令和 2 年 3 月 27 日付け消防危第 84 号）を発出しました。

本通知は、平時における「浮き屋根の事故防止に関するガイドライン」及び緊急時における「浮き屋根の漏えい発生時の仮補修に関するガイドライン」を骨子としており、前者については適切な点検を実施することで、事故を未然に防止することを目的としています。また、万一の事故発生時においては、緊急開放し、補修工事を行うことが原則となりますが、後者のガイドラインにより、一定の安全性が確認されているタンクであれば、仮補修した上で継続使用できることが明確になりました。

なお、「屋外貯蔵タンクの浮き屋根の安全対策に関する検討報告書」については、消防庁ホームページから閲覧できます。

「消防庁トップページ」→「消防庁について」→「審議会・検討会等」→「検討会」→「令和元年度 / 平成 31 年度開催の検討会等」→「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」

（ https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/post-45.html ）

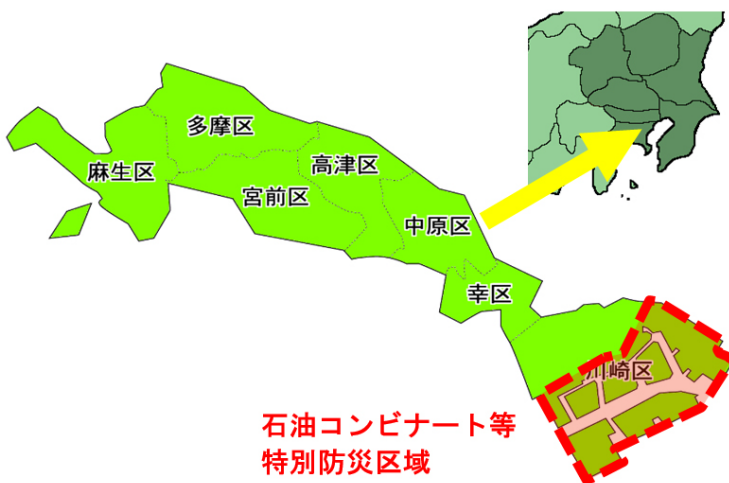


危険物等の保安の確保に関する調査審議 (川崎市危険物等保安審議会)

川崎市消防局 予防部危険物課 規制係
田淵 一人

●はじめに

川崎市は、神奈川県北東部に位置し、北は東京都、南は横浜市に隣接し、多摩川に沿って南東から北西へ伸び、その最長距離は33.13kmにわたる細長い地形となっています。東京湾に接する臨海部は、明治時代から埋立てが進められ、石油、鉄鋼、化学、セメント、電力等の産業が集積され、京浜工業地帯の中核となり、昭和30年代後半になると、石油化学系の工場が建設、操業され、国内初期の石油化学コンビナートのひとつとして形成してきました。



●設立の背景

昭和39年に全国で相次いで発生した危険物災害は、保安行政の在り方を大きく問う契機となり、自治省消防庁においては、翌年、危険物の規制強化を図るための政令等の整備がなされました。この間、国内有数のコンビナート区域を抱える川崎市においては、現地消防の立場から改正案の審議に参画し意見を述べてきましたが、「災害が起こるたびにいくら法令を整備し、規制を強化してみても、産業機構と技術の進歩は常に先行するという現実からすれば、現存する諸情勢を肯定し、その上に立脚した自主保安という作用に着目し、この中に安全技術や保安教育を十分に取り入れた体制を上げることが良策ではないか。」との構想に至りました。これを推し進める手段としては、「机上で作成した抽象的、観念的なものを押し付けるという一方的なものではなく、産業構造に密着し、かつ、新しい技術を土台にした方策をとるべきである。」との理念のもと、昭和40年9月、危険物等の保安に関する事項について民間有識者の意見を直接反映するような方式で審議する「川崎市危険物保安審議会」と称する組織を設立しました。

平成27年4月からは、川崎市条例に基づく市の附属機関として位置づけるとともに、名称を「川崎市危険物等保安審議会」と改め、危険物、高圧ガス等の保安の確保に関する調査審議を50年以上にわたり継続して行っています。

●活動内容

審議会は、市内の石油精製業、化学工業、鉄鋼業、電力事業等々、幅広い業種の企業から有識者を推薦していただき、20人以内の委員で構成しています。

活動内容は、危険物等の貯蔵及び取扱いに関する事項全般における課題の中から、審議テーマ（消防局長の諮問・意見具申を含む。）を決めて、毎月1回、消防局において審議会を開催し、各委員が自社のノウハウ等を持ち寄ることで調査審議に取り組んでいます。過去50年以上の活動における審議事項は多岐に及び、一つのテーマを数年かけて審議するものもあります。

審議方法は、事務局（消防局）が資料等を準備し、説明するといった会議形式でなく、委員（民間企業）の方々为主体となって課題に係る資料を作成して持ち寄り、会議において他の委員とともに分析、研究して審議結果を取りまとめているところに大きな特徴があります。



●成果

化学プラント等、製造現場におけるノウハウや高度で専門的な知識・技術は、消防職員のみでは理解することが困難ですが、審議会に必要な知識を得ることで申請等の審査又は検査の際に、事業者と対等に話が出来ると等、職員のモチベーションの向上につながっています。

危険物等の取扱いに係る安全を確保する上で、企業と行政の立場の違いを相互に認識し、現場の価値観に沿った審議が行われることで、行政側の一方的な指導に偏ることなく実態に見合った行政運営の実現につながっています。

幅広い分野の民間企業が委員として参画し、保安分野の情報共有が図られることは、各事業所の自主保安体制の確立につながるとともに、これまでの先進的でニーズに見合った審議は、市内の事業所における保安意識に大きな影響を与えています。

審議の成果は、消防行政への反映のほか、市内事業所で活用され、過去には、出版物として全国規模で広く活用されているものもあります。また、近年は全国の事業所等の保安の確保に資するため川崎市のホームページに公表し、全国の危険物行政及び危険物事故防止等の取り組みに大きな影響を与えています。

<過去の主な成果物>

- ・予防規程準則の作成・改訂 [昭和41年・昭和51年・平成24年]
<http://www.city.kawasaki.jp/840/page/0000042683.html>
- ・危険物関係施設申請の手引きの作成・改訂 [昭和43年・平成5年・令和元年～]
<http://www.city.kawasaki.jp/kurashi/category/15-13-1-6-2-0-0-0-0-0.html>
- ・危険物製造所等における火気使用工事の安全対策の作成・改定 [昭和47年・平成26年]
<http://www.city.kawasaki.jp/840/page/0000064922.html>
- ・毒劇物警防マニュアルの作成・改訂 [昭和49年・平成10年]
- ・石油化学工場等における自主点検基準の作成・改訂 [昭和50年・昭和61年]
- ・危険物施設の事故事例集の作成 [昭和57年・平成8年]
- ・危険物取扱者等の教育カリキュラムの作成 [昭和59年]
- ・イラストで学ぶ危険物・高圧ガスの安全取扱マニュアルの作成 [平成元年]
- ・安全教育用保安関係法令用語集の作成・改訂 [平成13年・平成24年]
<http://www.city.kawasaki.jp/kurashi/category/15-13-1-6-3-0-0-0-0-0.html>
- ・大規模地震発生時における危険物保有事業所の対応措置（指針）の作成 [平成18年]

・危険物等事事故事例から学ぶ教育資料の作成 [平成30年]

<http://www.city.kawasaki.jp/840/page/0000096474.html>



●おわりに

今回紹介させていただいた「危険物等の保安の確保に関する調査審議（川崎市危険物等保安審議会）」は、長年の取り組みが評価され、第4回予防業務優良事例表彰において優秀賞を頂くことができました。

この取り組みが50年以上継続して行えたのは、歴代の委員の方々と諸先輩方のご尽力によるものです。今後も危険物等に係る多くの諸課題に対し、官民一体となって川崎市の保安行政を推進してまいります。



コンビナート事業所の 安全性向上を目的としたドローンの活用

四日市市消防本部 予防保安課 安全指導係
藤原 敬介

●はじめに

四日市市は三重県の北部に位置し、西は鈴鹿山系、東は伊勢湾に面した温暖な地域で、古くから「市(いち)」が開かれたまちとして、また、東海道の宿場町として栄えてきました。

本市は、人口31万人都市であり、石油コンビナート等特別防災区域を指定する政令において「四日市臨海地区」と定められています。南部に第1コンビナート、中央部に第2コンビナート、北部に第3コンビナートが位置し、主要交通機関もおおむね南北に走り、コンビナート事業所が産業の中核を担っています。



(位置図 四日市市環境部 四日市公害と環境未来館 発行「四日市公害のあらまし」引用)

●コンビナート事業所における施設点検の現状

コンビナート事業所では、危険物を貯蔵し取り扱う屋外タンク貯蔵所やプラントなどを点検する場合、足場を組むための多大な費用と時間が費やされ、時には20mを超える高所での点検作業を余儀なくされています。

●施設点検の効率化・安全化の検討

当消防本部では、平成30年4月から、施設などの点検業務の効率化・省力化、高所で点検する作業員のリスク回避、点検箇所の死角を排除することを主眼に、コンビナート事業所と連携し、コンビナート施設等の安全点検など、火災予防対策へのドローンの活用に関する調査研究を開始しました。

また、今般、あらゆる分野において、IoTやAIなど新技術を活用した保守点検の導入、生産オペレーションの効率化実現が推進されており、本市においては、平成30年8月から学識経験者を座長とした「四日市コンビナート先進化検討会」を発足し、ドローンに関する検討を進めてきました。

●コンビナート事業所におけるドローン飛行検証

コンビナート事業所の保安分野において、ドローンを活用・運用することを実現するため、コンビナート事業所内でドローンを飛行させ、ドローンの機体性能や電磁波の影響等について、検証することとしました。

まず、コンビナート事業所でドローンを飛行させるには、航空法の規制のほか、安全性を考慮した飛行などに課題があることから、当消防本部において、消防活動用ドローン及び訓練用ドローンを各1機導入するとともに、消防職員を操縦者として養成し、事業所の協力を得て実際に事業所内で飛行検証を行う体制を整えました。

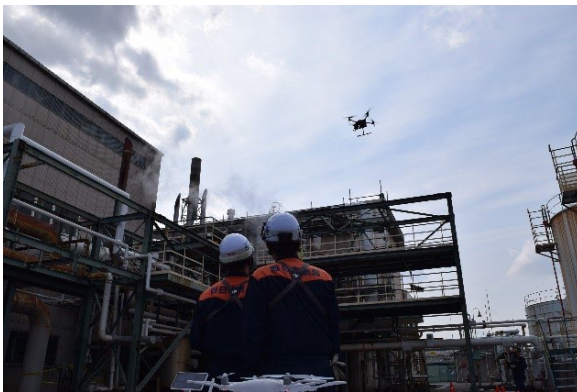


消防活動用ドローン
(30倍ズームカメラ搭載可能)



訓練用ドローン

検証を進める上で、まずは、危険物施設上空以外の非危険場所である特定屋外タンク貯蔵所やプラント近傍を飛行させ、ドローンの機体性能や気象の影響、GPS強度、飛行場所の環境や電磁波の影響、操縦者の感触などを基本として、コンビナート事業所とともに、飛行に向けた潜在リスクの抽出、飛行データの積上げなど、飛行させた消防側と場所を提供した事業所側双方による調査研究を行いました。



ドローン飛行検証の様子



ドローン飛行検証の様子

●ドローン運用ガイドラインの策定

事業所と連携し、繰返し行ったドローン飛行検証の結果を踏まえ、当消防本部のドローン運用ガイドライン(案)を作成しました。本ガイドラインの趣旨は、コンビナート事業所の保安分野において安全にドローンを活用・運用するための基本的な方針や留意事項、安全確保のための要件等について示すものであり、平成31年3月に石油コンビナート等災害防止3省連絡会議において策定された「プラントにおけるドローンの安全な運用方法に関するガイドライン」の細目についても示しています。本ガイドライン(案)や事業所での飛行検証内容を、総務省消防庁危険物保安室に提供し、助言を得るなどして、本市において「コンビナート事業所におけるドローンの運用ガイドライン」を策定し、令和元年5月1日の施行に至っています。

●成果

これまで、コンビナート事業所8社において、当消防本部が保有するドローンを飛行させ検証を重ねた結果、いずれの飛行も事業所内に設置されている計器類等に対してドローンの電磁波による異常な影響を与えないといったことはなく、ドローンも終始安定した飛行が確認され、消防側も事業所側も高層のタンクや塔槽類、高所の配管等の施設に対して、ドローンの活用が有効であるとの見解に至っています。

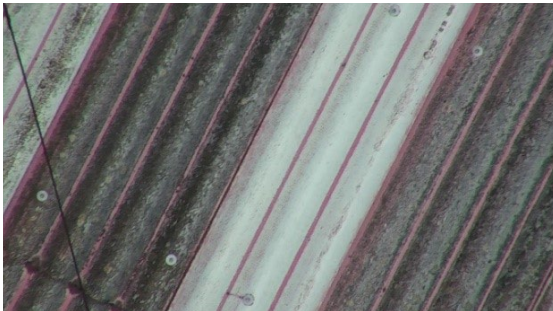
また、多くの検証を重ねた結果もあり、現在では、検証期間中に新規導入した30倍ズームカメラを活用し、屋外タンク上部やラック上の配管を確認することや、危険物施設等の外観を細部まで確認することも可能となりました。



事業所全景



製造所上空



製造所スレート屋根
(30倍ズームカメラ活用)

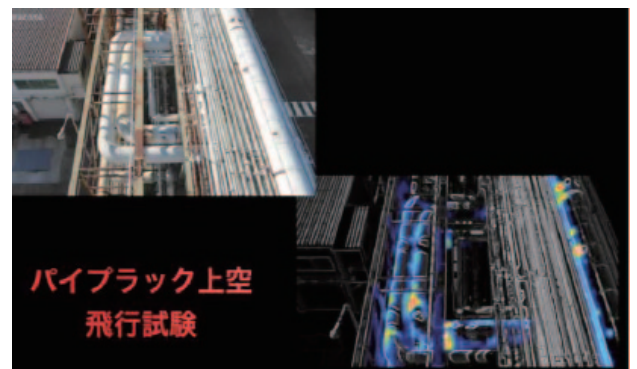


フレアスタック頂部
(30倍ズームカメラ活用(距離約470m))

さらに、事業所独自で施設の温度状況を可視化できる赤外線カメラを搭載した高性能ドローンを導入し、稼働中の危険物施設を上空から撮影することで、配管等の減肉部を検出できるのではないかと検討を進めている事例もあります。



プラント上空
飛行試験



パイラック上空
飛行試験

赤外線カメラを活用した画像(コンビナート事業所ドローンにて撮影)

その他の事業所においても、当消防本部ガイドラインの施行以降、実際にドローンを配備し運用している事業所や、今後の運用について検討を開始した事業所もあり、高層施設などの点検業務の効率化・省力化に関し、高い効果が得られていると実感しています。

●おわりに

今回紹介させていただいた「コンビナート事業所の安全性向上を目的としたドローンの活用」について、第4回予防業務優良事例表彰で優秀賞を頂くことができました。

本取り組みは、点検業務の効率化・省力化に関し、高い効果を得ただけでなく、当消防本部がコンビナート事業所に先駆けてドローンに関する飛行検証を実施したことで、コンビナートにおける先進技術の導入という目的も達成できたのではないかと考えています。

今後も、石油コンビナート等災害防止3省連絡会議において策定されたガイドライン等のドローンに関する情報を注視しつつ、当消防本部ガイドラインの改定を行いながら、コンビナート事業所の保安分野における更なる効率性・安全性の向上に繋げていきたいと考えています。

webで講習、配信スタート!



by makiko Kuzukubo

危険物保安技術協会で開催する一部の講習会でweb配信が始まりました。
いずれは泡消火設備の一体的な点検に係る講習会など実習を伴う講習も
オンラインによる受講が実現するかもしれません。。