

最近の行政の動き

# 「危険物施設の長期使用に係る検討の進捗状況と当面の取組について(中間まとめ)」の概要

消防庁危険物保安室 危険物施設係 黒川 忠人

## 1 はじめに

日本国内における危険物施設の多くは高経年化が進んでおり、近年、腐食・疲労等劣化を原因とする事故が増加傾向にあります。また、危険物の大量流出や屋外タンク貯蔵所の浮き屋根の沈下等を伴う事故も発生しています。

このような状況を踏まえ、消防庁では、危険物施設の長期使用に伴う事故の発生防止や被害軽減を推進するための方策を検討することを目的として、平成29年8月から「危険物施設の長期使用に係る調査検討会」を開催し、主に

- ① 長期使用に伴う事故を踏まえた点検・維持管理の徹底方策
- ② 屋外貯蔵タンクの浮き屋根における漏えい事故を踏まえた安全対策
- ③ 新技術の活用による効果的な点検・維持管理

に着目し、危険物施設の長期使用に伴う諸課題について検討を進めてきました。

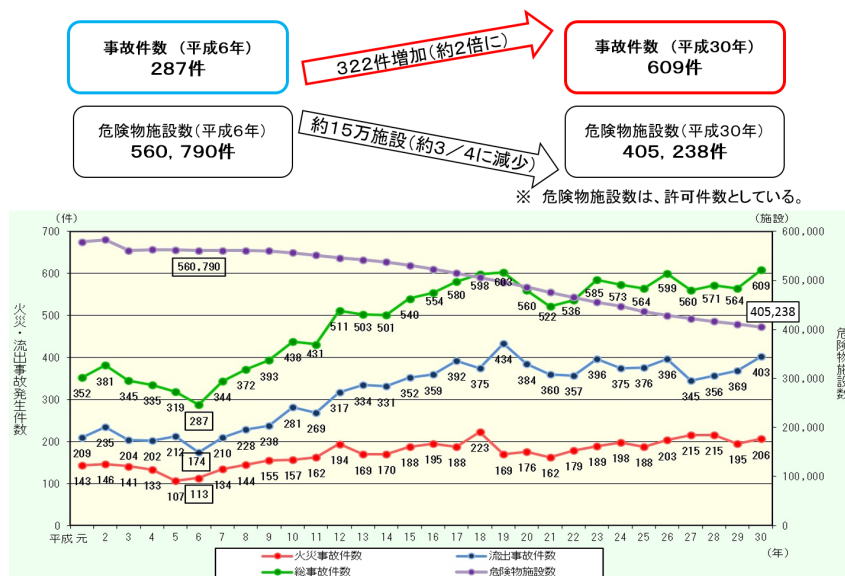
これまでの検討の進捗状況と、これを踏まえた当面の取組について「中間まとめ」として整理しましたので、各検討事項についてその概要を紹介します。

## 2 危険物施設の長期使用に伴う事故を踏まえた点検・維持管理の徹底方策

### (1) 検討の進捗状況

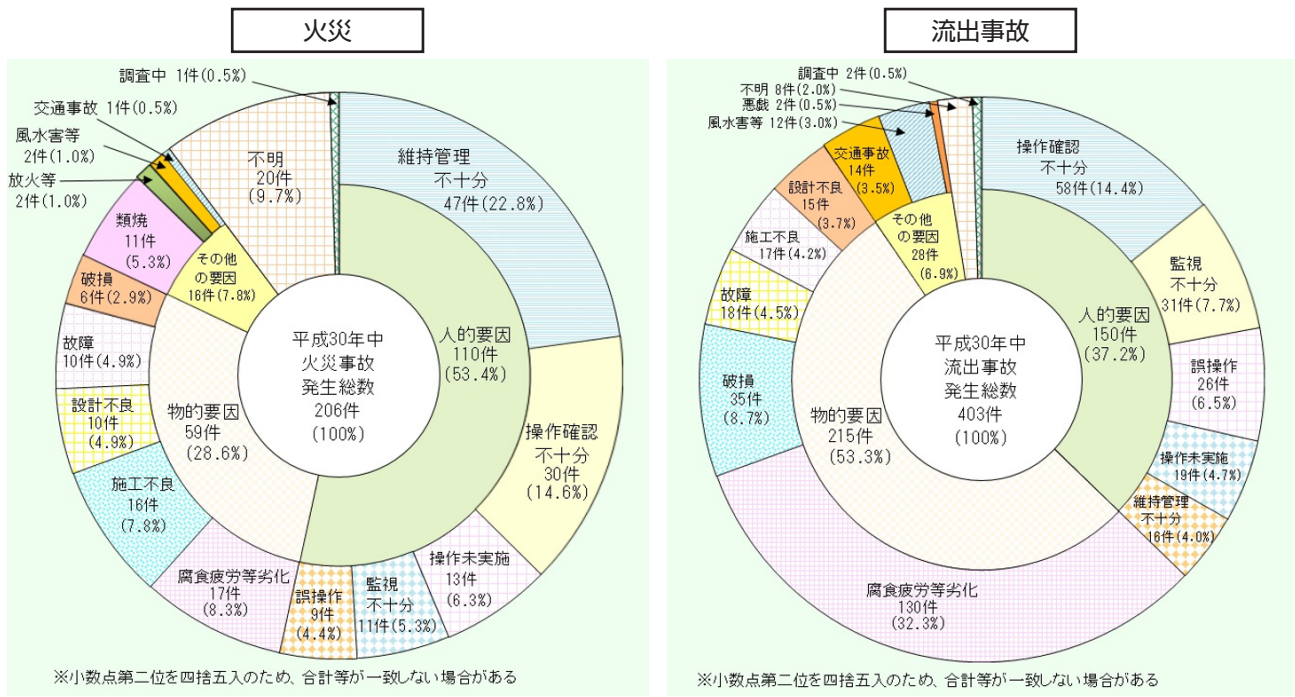
危険物施設が年々減少している中、危険物施設における事故件数は減少することなく依然として高い水準のまま推移しています(図1)。主な要因の一つとしては、腐食・疲労等劣化があると考えられ、その背景には危険物施設の高経年化があると考えられています(図2)。

本検討会では、腐食・疲労等劣化を原因とする事故の発生状況の調査分析を行うとともに、危険物施設の点検・維持管理の実態調査を実施しました。また、これらの結果を踏まえ、効果的な点検方法について検討を重ねるとともに、定期点検の際に用いる点検表の見直し案も作成しました。



(注) 事故発生件数の年別の傾向を把握するために、東日本大震災その他震度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ます。

図1 危険物施設における火災、流出件数の推移(地震によるものを除く)



人的要因(維持管理不十分、操作確認不十分など)が多い。

物的要因(腐食疲労等劣化など)が多い。

図2 危険物施設の火災・流出事故の発生要因

ア 腐食・疲労等劣化を原因とする事故の発生状況

腐食・疲労等劣化を原因とする事故の内、その約8割が配管及び塔槽類において発生しています。主な事故の形態として、配管における事故は、配管本体、フランジ等の配管継手のシール部から発生しているほか、保温材下の配管や架台・サポート付近の配管からも発生しています。また、塔槽類における事故は、塔・槽の本体から発生しているものが最も多く、次いで付属する配管から発生する事故が多くなっています(図3・4)。

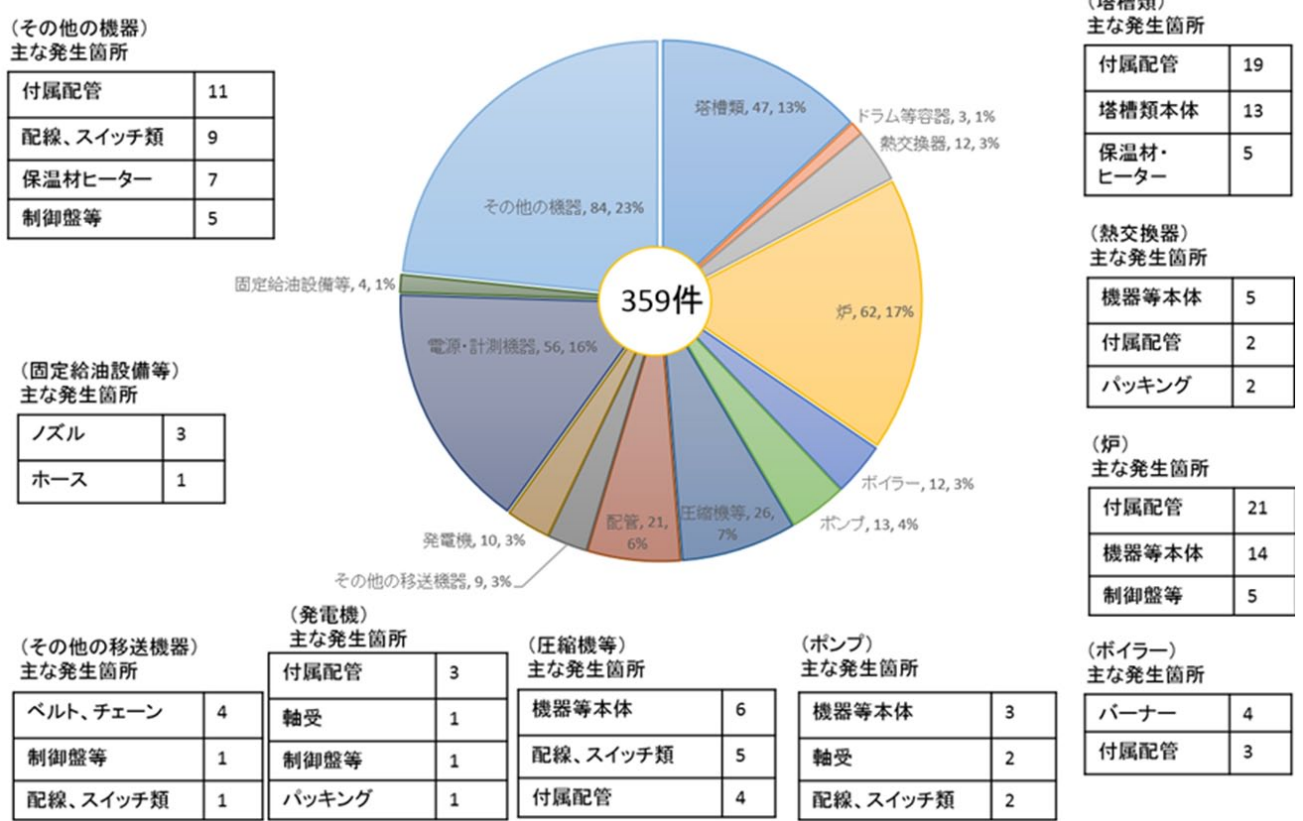


図3 平成元年から平成29年までの火災事故に係る機器等の分布

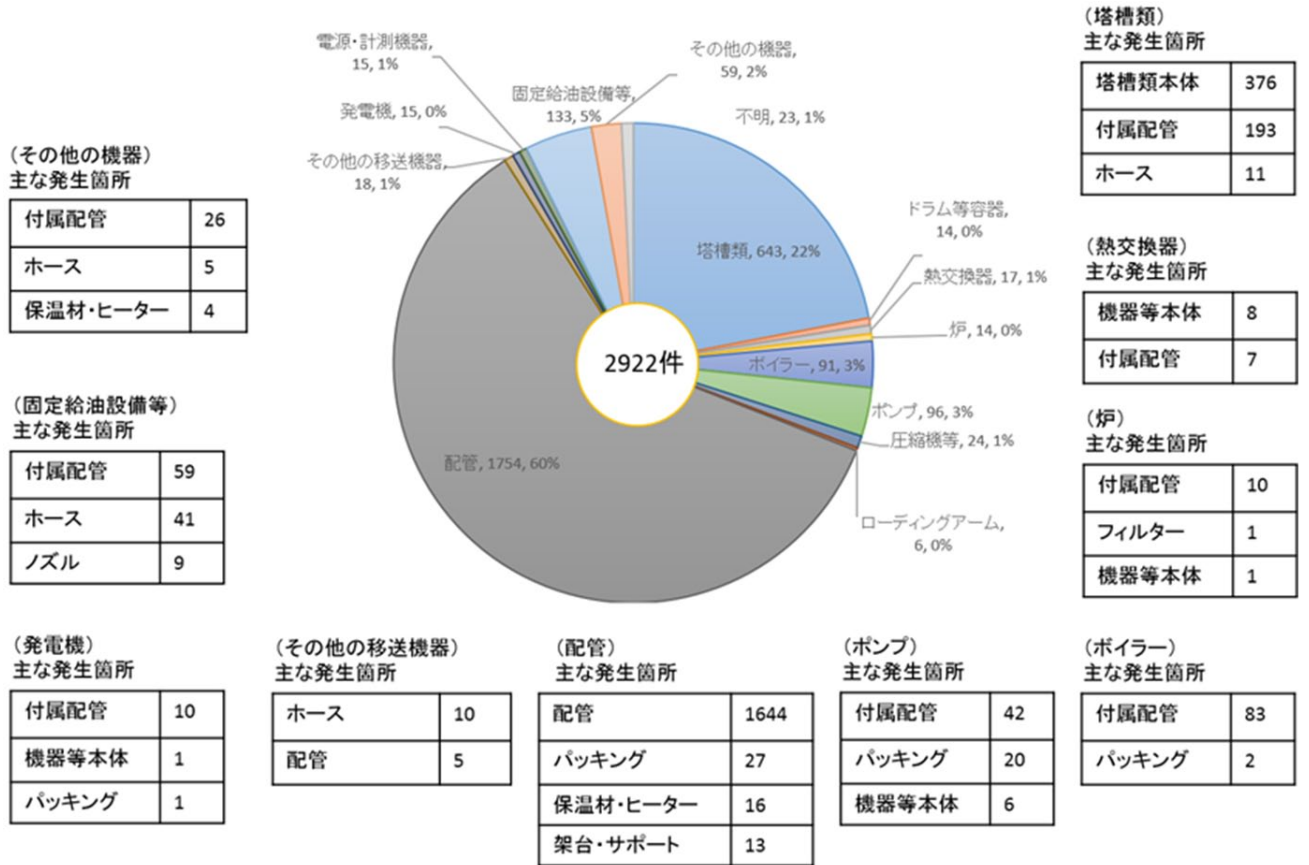


図4 平成元年から平成29年までの流出事故に係る機器等の分布

### イ 定期点検の実態等

製造所等の定期点検については、消防法第14条の3の2に規定されています。また、「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29日付け消防危第48号。以下「48号通知」という。）により、施設区分別の点検表が示されていますが、点検方法は主に「目視等」とされており、部位ごとの点検実施要領や点検結果の判定方法について詳細は示されていません。

平成30年度に実施した定期点検に関する実態調査において、多くの事業所が48号通知の点検表を活用するとともに、公益社団法人石油学会（JPI）の規格を参考にそれぞれの設備等に応じた独自の点検表や点検要領、マニュアル等を定めていることがわかりました。また、今回の調査の中で、自主的に項目を追加等した点検表による記録を、法令に基づくものとして認めてほしいとの要望も挙がっています。

### ウ 効果的な点検・維持管理方法

以上の調査結果から、効果的な点検・維持管理方法について、次の検討を行い、対応しました。

- 各事業所における個別の設備構成や自主的な点検項目等に応じて加工された点検表を活用することも可能であること
- 48号通知の点検表において、配管の「点検方法」の欄に保温材に係る点検方法を追加するとともに、腐食・疲労等劣化による事故の多い配管及び塔槽類について点検を補足する実施要領案を作成すること（また、当該実施要領案については、後述の点検に適用可能な新技術の例についても反映すること）

消防庁では、この提言を踏まえ、「製造所等の定期点検に関する指導指針の整備について」の一部改正及び点検実施上の留意事項について」（平成31年4月15日付け消防危第73号）を周知しました。



## (2) 当面の取組

危険物施設が長期間使用される現状において、腐食・疲労等劣化を原因とする事故を防止するためには、事故の発生状況や定期点検の実態等を踏まえ、点検の実効性を向上させていくことが必要であり、当面の取組として次の方策を推進していくことが適当とされました。

### ア 点検表の見直し案等の運用

これまでの調査・検討の成果である点検表の見直し案等について、危険物施設の事業者における活用を図ることが必要とされました。また、これまでの事故分析の結果を併せて、危険物取扱者の保安講習に反映させ、事業者における実効性を確保していくことが必要とされました。

これらと並行して、消防機関における立入検査や是正指導を効果的に実施する観点から、立入検査マニュアル等に反映させることも重要とされました。

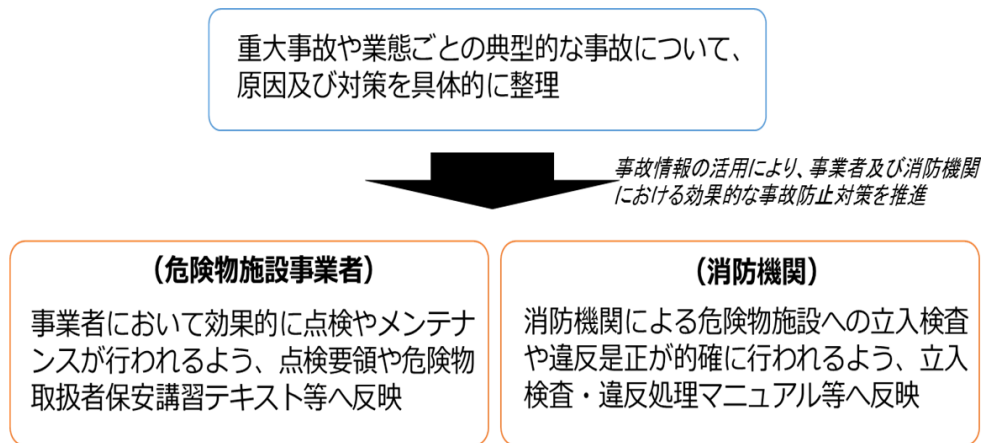


図5 事故情報や点検表の見直し案等の運用イメージ

### イ 危険物施設の点検における優良な取組事例等の水平展開

事業者は、自主保安の考え方にに基づき、各事業所の稼働状況や事故事例等を踏まえて、点検項目・点検方法を独自にマニュアル化して点検・維持管理に取り組んでいます。これらの取組事例は、点検・維持管理の参考となるものでもあり、他の事業所における取組事例を共有したいという意見もありました。これらのことから、危険物施設の点検・維持管理における優良な取組事例を各事業者に水平展開することが効果的であると考えられます。また、本検討会を活用し、各事業所の取組状況やマニュアルの収集等、必要な調査を行い、事業者の優良な取組事例を広報・啓発していくことが重要とされました。

## 3 屋外貯蔵タンクの浮き屋根における漏えい事故を踏まえた安全対策

### (1) 検討の進捗状況

屋外貯蔵タンクの浮き屋根の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、「浮き屋根式屋外タンク貯蔵所に係る調査について(依頼)」(平成29年11月17日付け消防危第230号)において、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浮き室内部の異状に関する調査」を実施しました(表1)。その結果、48基のタンクで浮き室内部への油の漏えいを確認したため、平成30年8月に本検討会内に「浮き屋根の安全対策に関するワーキンググループ」(以下「WG」という。)を立ち上げ、追加調査を実施するとともに、漏えい原因の究明及び点検・維持管理のあり方についての検討に着手したところです。

表1 浮き屋根式屋外貯蔵タンクの漏えい調査結果 (H29.11.17 消防危第 230 号)

- ・ 全国の浮き屋根式タンク (シングル、ダブル、容量問わず) について、直近の点検記録を確認し、ポンツーン内の異状の有無を調査。

発見時期	発見種類	漏洩程度	対応種類	応急措置方法	基数	石連調査	使用中	恒久補修済	備考	記号	
今回	A社 水平展開	滞油	臨時開放	-	7	(7)	0			A	
		にじみ	臨時開放		2	(2)	0			B	
		その他 <sup>※1</sup>	臨時開放		1	(1)	0		※1樹脂状の固形物	C	
	臨時点検	にじみ	応急措置	拭き取り	1		1			D	
過去	臨時点検 (台風等)	滞油	臨時開放	-	1	(1)	0			E	
		にじみ	応急措置	鉄バテ	10		9		1基 定期開放中	F	
	定期点検	滞油	臨時開放	-	1	(1)	0			G	
			未措置	-	1	(1)	0		放置後、今回臨時開放 ※発端タンク	H	
			未措置	-	1		0		放置後、休止中に発覚	I	
		にじみ	応急措置	鉄バテ		5		5			J
				シリコン		4		4			K
				拭き取り		2		2			L
			未措置	-	3	(3)	0		放置後、今回臨時開放	M	
		その他 <sup>※2</sup>	臨時開放	未措置	-	1		1		放置後、今回応急措置(バテ)実施	N
				未措置	-	3		3		放置後、今回拭き取り 経過観察	O
				未措置	-	1		0		※2 可燃性ガス検知	P
		開放点検	にじみ	補修	-	4		2	4		Q
					48	(16)	(全2281基)				

## ア 浮き屋根に関する調査

「屋外タンク貯蔵所の浮き屋根の維持管理に関する調査への御協力について(依頼)」(平成30年12月7日付け 消防危第224号)において全国の浮き屋根タンクの所有者等に対し、浮き屋根の点検方法や漏えいに関する調査を実施しました。また、国内における浮き屋根の関連基準・規格等についても調査を実施し、比較整理しました(表2)。

消防法		JIS規格 (JIS B 8501:2013) 鋼製石油貯槽の構造 (全溶接製)		JIS規格 (JIS B 8501:2013) 鋼製石油貯槽の構造 (全溶接製)	JIS規格 (JIS B 8501:2013) 鋼製石油貯槽の構造 (全溶接製)
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	記載なし	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H <sub>0</sub> sが2.0m以上のもの	○容量1千kl以上で左欄に該当しないもの	○容量1千kl以上	記載なし	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 ・円周方向外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	記載なし	記載なし	記載なし
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	○条件の最も悪いポンツーン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	○ポ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1枚は、必ず連続する肉溶接とする
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】	○浮き屋根上に水が250mm溜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。	3.2mm又は4.5mm	4.5mm	○貯槽の水平投影面積に対し、250mmに相当する降雨が全てデッキ上にたまったとき沈下しないもの ○浮力は、貯蔵液体の比重0.7以上であるときは0.7とし、0.7未満のときはその値を用いて、	○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	○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	○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	○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	○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、液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、真空試験、真空試験及びその他の適切な方法による漏れ試験によって漏れが無いもの (空気圧試験、真空試験の場合、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ときに浮き屋根の作動状況、シール部の状態及びデッキの濡れを調べる。ダブルデッキ形の屋根では、下部デッキの上面で濡れを調べる。	○浮き屋根の溶接部は、真空試験、真空試験及びその他の適切な方法による漏れ試験によって漏れが無いもの (空気圧試験、真空試験の場合、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ときに浮き屋根の作動状況、シール部の状態及びデッキの濡れを調べる。ダブルデッキ形の屋根では、下部デッキの上面で濡れを調べる。	○点検時：目視にて異常が認められた場合、非破壊検査 ○溶接補修後：磁粉探傷試験または浸透探傷試験、必要に応じて濡れ試験	○点検時：目視にて異常が認められた場合、非破壊検査 ○溶接補修後：磁粉探傷試験または浸透探傷試験、必要に応じて濡れ試験
付属品等 【告示第4条の22】	○各浮き室に危険物や水が浸入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蒸気防止機能	○各浮き室に危険物や水が浸入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蒸気防止機能	○各浮き室に危険物や水が浸入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蒸気防止機能	○各浮き室に危険物や水が浸入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蒸気防止機能	○各浮き室に危険物や水が浸入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蒸気防止機能
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	○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	○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	○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	○消防法に準拠 ○性能維持の確認のため、1年に1回以上

表2 浮き屋根に係る規制及び規格の比較表(国内)

## イ 浮き屋根の安全対策に関する検討

上記の調査結果や過去の漏えい事案等を踏まえ、有効と考えられる浮き屋根の安全対策について、次の対応等が必要である旨が危険物保安技術協会から示されました。

- タンク開放時における浮き屋根の詳細な点検の実施（目視検査、加圧漏れ試験及び板厚試験）
- 不具合箇所に対する恒久的な溶接補修の実施
- 不要な設備や過度に応力が集中する構造の確認

また、供用中に浮き屋根への危険物流出事故が発生した場合には、流出の状況に応じた適切な対応（浮き屋根が沈下するリスクが高い場合においては、速やかにタンクを開放し、恒久的な溶接補修による対応。その他の場合、溶接補修によらない応急措置及び頻回の点検確認）が必要である旨も同様に示されました。

## (2) 当面の取組

引き続き、WGにおいて、次の検討をしていくこととしました。

- 漏えい事故防止に効果的な点検時期（タンク供用中・開放点検中）や点検方法（浮き屋根の各部位別）等について
  - 漏えい発生部位、程度、原因別の応急措置や恒久補修の方法等について
  - 現在活用中又は新たな方法による応急措置の妥当性の確認及びその適用可能範囲について
- また、検討結果を基にガイドラインを作成するとともに、具体的な事故事例や補修方法についても示していきます。

## 4 新技術の活用による効果的な点検・維持管理

### (1) 検討の進捗状況

危険物施設の高経年化や運転・保守管理の実務を担ってきたベテラン作業員の減少等の中、設備・機器等の状態を的確に把握し、維持管理を行うため、モニタリング技術や診断技術等の新技術活用が有用と考えられます。本検討会では、国内外のモニタリング技術・診断技術の動向及び危険物施設における導入状況等について調査を実施しました。また、今回把握した内容の中で、配管や塔槽類の点検に適用可能なものについては、点検表を補足する実施要領案に反映しました。

#### ア 国内外のモニタリング技術・診断技術の動向に関する調査

平成 29 年度においては、非破壊検査実施事業者を対象に調査を行い、腐食・疲労等劣化による事故の多い配管や塔槽類に、適用可能と考えられるモニタリング技術等を整理しました（表 3 に非破壊検査企業から聴取したモニタリング技術・診断技術を例として示す。）。また、文献調査により高圧ガス施設、原子力施設などの他の分野で利用されている技術についても整理しました（表 4 に危険物施設以外の設備のモニタリング、診断技術調査結果を例として示す。）。

また、総合科学技術・イノベーション会議が推進する戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」において研究開発が行われている最新のモニタリング技術・診断技術や国土交通省で行われている「社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会」において報告されている海外の技術等も情報収集しました。



表3 非破壊検査企業から聴取したモニタリング技術・診断技術

対象場所	技術名	技術の概要	検出原理
配管	インナースルー	斜角の超音波探触子二つ(ツインセンサー)を軸方向に走査して減肉部を特定し、その場所は周方向に垂直探傷して肉厚測定する。	超音波
	ラックスルー	配管と梁の接触部の腐食をツインセンサーで診断し、腐食深さを推定する。	超音波
	NIPS *1	レーザーフィルムデジタイザーによる画像処理で保温材を外さずに配管の内面・外面腐食を測定する。	ガンマ線
	CUI-View II *2	エネルギー弁別型の CdTe 素子ラインセンサを用いて配管の減肉を定量的に測定する。	エックス線、ガンマ線
	フェーズドアレイ超音波探傷	複数の振動子を有した探触子を用いて複数の屈折角で一度にスキャンすることで溶接部のクラック、キズの深さ、ボルトの腐食等を測定する。	超音波 (原子力技術の応用)
	電位差法	防油堤貫通配管の外面腐食を測定する。貫通部前後の電位差と健全部の電位差との変化率から腐食程度を診断する。	直流パルス電流
タンク底板	FSM法(指紋照合法)*3 EPD法(電位差法)*4	タンクの犬走り部又は側板下部に格子状にセンシングピンとカレントピンを取り付け、電流を2方向から流してそれぞれの電位差を測定し、電位差変化率から底板の肉厚分布を得る。	直流パルス電流 (運転中タンク外部から検査)
	タンク底板連続板厚測定装置	多数の超音波厚さ計を組み込んだ測定器で30~40cm幅でタンク底板の厚さを測定する。2~5mmピッチで肉厚測定が可能。	超音波 (タンク開放時に検査)
その他	ATOM *5	熱交換器チューブの外面腐食を超音波で測定する。	超音波

\*1 NIPS : Nippi Image Processing system (ガンマ線による検査法)

\*2 CUI-View II : Corrosion Under Insulation-View II (保温下腐食検査法)

\*3 FSM法 : Field Signature Method (指紋照合法)

\*4 EPD法 : Electro Potential Drop (電位差法)

\*5 ATOM : Automatic Tube Outside Mapping system



表4 危険物施設以外の設備のモニタリング、診断技術調査結果(文献調査)

診断技術名	略号	概要	適用例
アコースティック・エミッション	AET	材料が変形や亀裂発生したときに生ずる弾性波(アコースティック・エミッション)から、腐食、亀裂、漏洩などを検出する。	タンク底板、 配管、容器、 変圧器、回転機械
磁気飽和低周波渦流探傷(SLOFEC)	ET	測定対象物をあらかじめ直流磁化することにより渦電流試験で精度良く板厚を測定する。	
パルス渦流探傷	ET	試験体に渦電流を発生させて、欠陥部における渦電流の乱れをインピーダンス変化として検出	
ガイド波	UT	長距離電波性の超音波を用いて計測位置から数十メートルの検査が可能	橋梁添架配管 橋脚貫通配管 配管サポート部 埋設配管
フェーズドアレイ超音波探傷	UT	多数の振動子(圧電素子)個々の振動子が超音波を送受信するタイミングを独立に制御し、合成された超音波波面を形成することにより超音波ビームの制御を行う。狭隘部への適用や、火力発電所ボイラー大径管に発生するクリープ損傷箇所の特定に有効	配管溶接部内部 火力発電所のボイラー大径管 狭隘部の腐食 構造物の内部
高精度減肉連続監視システム	UT	1,200℃に耐える探触子で高温配管、高温構造物の減肉を測定する	原子力で利用
赤外線サーモグラフィ		対象物から出ている赤外線放射エネルギーを非接触で測定し、表面温度の差(ホットスポット)から劣化部位を検出	配管の減肉、孔食の有無 構造物全般
リアルタイムRT	RT	放射線を配管に照射し、内部の状態を背面に置いたフラットパネルで撮影し、画像の濃淡で内部のキズや形状を検査する	原子力で利用 保温配管
カラーシンチレーター	RT	X線内部透視装置により保温材の上から減肉を検査	原子力で利用 保温配管
中性子水分計+X線ハイブリッド腐食診断システム		保温材の水分を測定し、湿潤場所についてX線で減肉を測定する。測定装置をロボットに搭載して検査	保温配管
電気化学ノイズモニタリング法	ENA	電極表面での微小な酸化還元反応を、精密な電圧と電流測定により腐食現象とノイズ形態の対応付けを行うことにより、マイクロオーダーの測定ができる	原子力で利用 構造物全般

AET : Acoustic Emission Testing      ET : Eddy Current Testing      UT : Ultrasonic Testing

RT : Radiographic Testing      ENA : Electrochemical Noise Analysis

#### イ 危険物施設に導入等されているモニタリング技術等に関する調査

平成30年度においては、危険物施設を保有する事業所の現地調査を行い、既に導入され、又は導入が検討されている技術について情報収集を実施するとともに、危険物施設の維持管理技術に関わる事業所団体(一般社団法人日本非破壊検査工業会、一般財団法人エンジニアリング協会、日本メンテナンス工業会)を通じ、加盟する企業へのアンケート調査を実施しました(表5に事業所において導入又は導入を検討しているモニタリング技術・診断技術のアンケート結果を示す)。

その結果、石油精製、化学工業等の事業者において、モニタリング技術・診断技術等の導入が進んでいることがわかりました。また、一般財団法人エンジニアリング協会において、腐食状況を確認しづらい保温材下の配管について、民間の自主的な管理指針として「石油精製業及び石油化学工業における保温材下配管外面腐食(CUI)に関する維持管理ガイドライン」が、日本メンテナンス工業会において、設備トラブル要因の早期発見等に関する最新技術の調査研究を基に、「最近の保全技術情報調査報告書」がとりまとめられていることがわかりました。

表5 事業所において導入又は導入を検討しているモニタリング技術・診断技術

事業所	モニタリング技術・診断技術名	適用箇所
A 石油製品 製造業	ガイド波(超音波探傷)	ラックの保温配管
	パルス超音波(リアルタイム腐食モニタリング)	触媒移送配管
	赤外線サーモグラフィ	機器内部のライニング(断熱材) 加熱炉バーナー
	X線透視画像検査(携帯型デジタルX線検査システム)	保温配管(小口径ノズルなど)
	振動計	コンプレッサー
	ボールカメラ	ラックの配管と架台梁接触部
	機器の異常予兆を発見するための渦流探傷技術【導入検討】	保温配管(形状が不連続)
ドローン【導入検討】	煙突、フレアスタック、塔頂の保温配管、ウィンドガード、地震直後の浮き屋根の被災状況	
B 石油製品 製造業	磁気飽和低周波渦流探傷(SLOFEC)	タンクの屋根板、底板、ボイラー水壁管
	パルス渦流探傷	塔頂配管、球形タンク耐火被覆
	フェーズドアレイ超音波探傷	配管、機器全般
	赤外線サーモグラフィ	コールドウォール機器、加熱炉チューブ
	インテリジェントピグ	加熱炉チューブ
	3Dレーザースキャン	配管、塔槽
	炭化水素可視モニター	事故時の漏えい箇所の特定、装置のシャットダウン前とスタートアップ後の漏れ確認
	スマートバルブ・HART通信	バルブ
	ドローン【導入検討】	アクセス困難な箇所
	オンライン肉厚測定(超音波)【導入検討】	配管
C 化学工業	赤外線サーモグラフィ	変圧器、制御盤、保温配管
	振動計	大型ボイラー
	ボールカメラ	ラック配管
	配管と架台の接触部の腐食診断(ラックスルー)	ラックの配管と架台梁接触部
	スマートバルブ(調節弁診断システム)	バルブ
	AE(アコースティック・エミッション)	回転機器の軸受部
D 化学工業	ラテラル波(ラックスキャン)	大口径管のサポート接触部、防液堤貫通部
	ガイド波(ロングレンジガイド波)	保温配管
	パルス渦流探傷(PEC)	塔内部
	超音波連続板厚測定(CBMS)	塔内部
	3次元測定器(ハンディスキャン)	回転機器
	赤外線サーモグラフィ	保温配管、分電盤
	リアルタイムRT(オープンビジョン)【導入検討】	保温配管
	インテリジェントピグ【導入検討】	配管、加熱炉管
ドローン【導入検討】	倉庫の屋根板、煙突、ラック上部の保温板金	

E 化学工業	ガイド波	保温配管
	CUI予測モデル	保温配管
	配管における連続肉厚測定装置(L-MAP)	配管
	超音波フェイズドアレイ法による劣化評価	溶接部
	データ解析による劣化評価	加熱炉輻射管
	ポールカメラ	ラックの配管と架台梁接触部
	炭素鋼製熱交換チューブの肉厚測定(FTECT)	炭素鋼製熱交換チューブ
	超音波を利用した配管架台梁接触部の腐食検査(MS-UT)	ラックの配管と架台梁接触部
	ロボットを用いた屋外タンクの目視点検	屋外タンク
	3Dレーザー計測による劣化評価	屋外タンク
	振動計	回転機器
	デジタルRT【導入検討】	保温配管
J 化学工業	中性子水分計【導入検討】	保温配管
	赤外線サーモグラフィ【導入検討】	保温配管
F 電気業	ドローン	煙道ダクト、ケーブルダクト
	ウェアラブルカメラ	施設全般
	リークデテクタ	配管
	赤外線サーモグラフィ	保温配管(蒸気)
	監視カメラ	施設全般
G 倉庫業	磁気飽和低周波渦流探傷(SLOFEC)	屋外タンク底板、移送配管下部
	保温材付き配管(大口径)の外腐食点検【導入検討】	保温材付き配管(大口径)
H 鉄鋼業	赤外線サーモグラフィ	ベルトコンベアのモーター

備考 グレー部分は、導入を検討しているモニタリング技術・診断技術を示す。

### ウ 配管及び塔槽類における点検を補足する定期点検の実施要領案への反映

上記調査結果を踏まえ、腐食・疲労等劣化による事故が多い配管・塔槽類に適用された実例のあるモニタリング技術等について、2(1)ウで示した点検表を補足する実施要領案への反映を行いました。

### (2) 当面の取組

本検討会において調査したモニタリング技術・診断技術について、危険物施設で発生している事故原因と関連づけて整理しつつ、危険物施設への新技術導入を推進していくことが重要とされました。

具体的には、48号通知の点検表における「点検内容」とそれに適用可能なモニタリング技術等を紐付けるとともに、当該新技術の適用範囲、点検時における留意点、適用事例等をまとめ、点検・維持管理における新技術導入のためのガイドラインを作成し、事業者における積極的な活用を促進していくこと等が考えられます。また、これに当たり、新技術の概要や利点等を整理し、広報周知していくことが重要とされました。

なお、本検討会に並行し、「屋外貯蔵タンクの検査技術の高度化に係る調査検討会」においては、シミュレーションや新たな非破壊検査手法等を用いた、屋外貯蔵タンクの検査に関する検討が行われ、報告書がとりまとめられたところです。この成果についても、技術的な課題を克服した上で、速やかな導入が図られることが適当とされました。

## 5 おわりに

本検討会においては、上述のとおり危険物施設の長期使用に伴う事故対策として、腐食・疲労等劣化を主眼に検討を行ってきたところです。

今後の全般的な進め方としては、人的要因など他の様態における事故についても順次検討対象を拡げ、図6に示すとおり、事故発生が発生状況等から課題を抽出し、この課題への解決策の検討や具体的な対応を実施するとともに、関係機関へ周知する等、PDCAの考え方に基づき各課題の検討を進める仕組みとして機能していくことが期待されています。

また、調査・検討の成果として危険物保安上有用な知見が得られた事項については、導入・実用化に向けた取組を進めるとともに、新たに課題として抽出された事項についても、引き続き調査・検討を行い、事故の発生防止及び被害の軽減を図る方策として示していくこととしています。

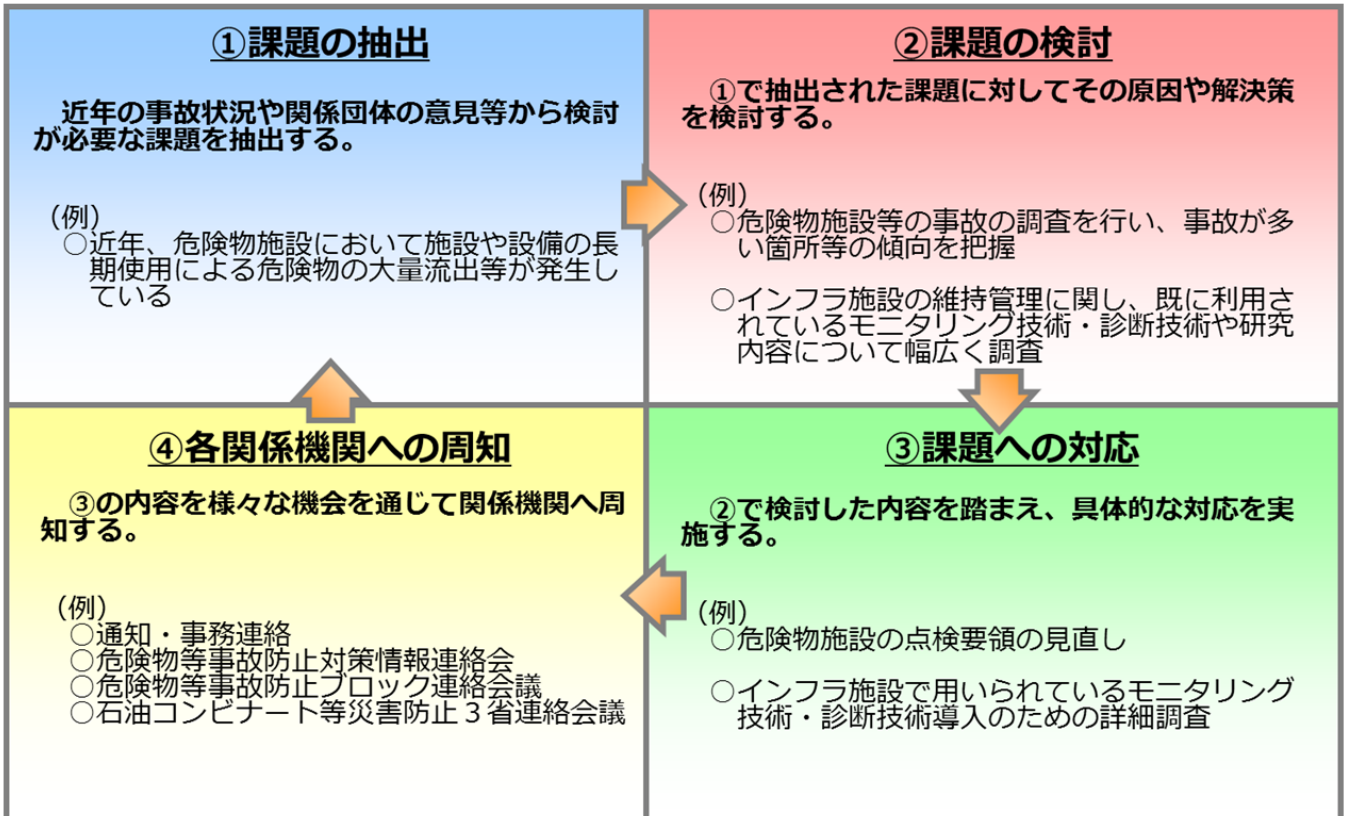


図6 PDCAの考え方に基づく本検討会の進め方のイメージ