

Safety & Tomorrow 215



新着情報

- 「新技術を活用した危険物施設の保安設備等に関する研究会」の開催について
https://www.khk-syoubou.or.jp/pkobo_news/upload/288-0link_file.pdf
- 技術職員を募集しています。
https://www.khk-syoubou.or.jp/pdf/company/recruit/recruit_2024_07_08.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6年6月30日現在）を掲載しました。
https://www.khk-syoubou.or.jp/pkobo_news/upload/287-0link_file.pdf
- 性能評価状況(2月1日から3月31日) を掲載しました。
https://www.khk-syoubou.or.jp/pkobo_news/upload/68-0link_file.pdf
- 試験確認状況(2月1日から3月31日) を掲載しました。
https://www.khk-syoubou.or.jp/pkobo_news/upload/67-0link_file.pdf
- タンク審査部の投稿した論文が日本高圧力技術協会の科学技術振興賞を受賞しました。
<https://www.khk-syoubou.or.jp/news-detail.php?id=286>



危険物保安技術協会
Hazardous Materials Safety Techniques Association





巻頭言

石油コンビナート等における事故対策の推進 _____ 1
 消防庁特殊災害室長 中越 康友



業務報告

●「新技術を活用した危険物施設の保安設備等に関する研究会（第8回）」の開催報告 _____ 2
 企画部
 ●令和5年度KHK審査タンクの補修概要 _____ 4
 タンク審査部
 ●タンク審査部の投稿した論文が日本高圧力技術協会の科学技術振興賞を受賞 _____ 11
 タンク審査部



技術情報

●1964年新潟地震から60年 ～危険物施設の被害と教訓～ _____ 12
 横浜国立大学総合学術高等研究院 リスク共生社会創造センター 座間 信作



危険物事故
関連情報

●令和5年中の危険物に係る事故の概要 _____ 22
 消防庁危険物保安室
 ●令和5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 _____ 34
 消防庁特殊災害室
 令和5年度危険物事故防止対策論文 _____ 42



論文紹介

■消防庁長官賞
 ●『特定屋外貯蔵タンクの破損事故からの提言
 ～Fault Tree Analysis (FTA) による事故原因究明のすすめ～ _____ 44
 堺市消防局 危険物保安課 大野山 翔二
 西消防署 阪口 勝
 ■危険物保安技術協会理事賞
 ●物的要因事故に着目した立入検査実施に向けた指標の作成 _____ 55
 いわき市消防本部 常磐消防署 宗田 雅裕
 ■奨励賞
 ●保安分野における生成AIの活用に向けた展望について _____ 62
 勢登 俊明（山口県産業脱炭素化推進室）



最近の行政の動き

「新技術を活用した屋外貯蔵タンクの効果的な予防保全に関する調査検討報告書」の概要 _____ 72
 消防庁危険物保安室



KHKからの
お知らせ

●危険物保安技術協会 技術職員の募集について _____ 84
 総務部
 ●消防職員の実務研修生に関する受入れについて _____ 86
 総務部
 ●視聴覚教材の映像配信について _____ 88
 企画部
 ●機関誌「Safety&Tomorrow」記事募集のお知らせ _____ 90
 企画部
 ●【予告】 Safety & Tomorrow 11月発行号は
 水島コンビナート地区重油流出事故を特集します！ _____ 91
 企画部
 ●「新技術を活用した危険物施設の保安設備等に関する研究会」の開催について _____ 92
 企画部
 ●危険物施設における危険区域の設定に係る評価業務 _____ 94
 業務部
 ●地下タンク及びタンク室等の構造・設備に係る評価業務 _____ 95
 土木審査部
 ●令和6年度講習会・セミナー等の開催予定ご案内 _____ 97
 事故防止調査研修センター



めざせ自主保安の達人

第71回 資源もアイデアもリユース&リサイクル _____ 100



石油コンビナート等における 事故対策の推進

消防庁特殊災害室長
中越 康友



令和6年4月に消防庁特殊災害室長に着任しました。石油コンビナート等防災対策をはじめ特殊災害対策に全力で取り組んで参ります。

石油コンビナート等特別防災区域では大量の石油、高圧ガス等を取り扱っていることから、ひとたび火災、漏えい等の事故が発生すれば特定事業所内のみならず当該事業所の敷地外、更には特別防災区域の外部にまで甚大な被害を与える可能性があります。そうした特殊性を踏まえて、災害の発生及び拡大の防止に万全の措置を講ずることが必要であり、事業者等においては事故が発生した際は事故の原因究明を行うとともに、再発防止対策を策定すること等により、事故防止に取り組みが続いているところです。また、昨今の脱炭素、カーボンニュートラル等の世界的な潮流から、石油コンビナート等も従来の姿から様相が変わり、これまで想定していなかったような危険性を有する施設、設備が今後設置されていくことも考えられます。事故防止に不断に取り組む姿勢は時代をまたいで継承・醸成していくことは変わらず重要であるとともに、事故の発生防止策や被害の拡大防止策はその都度時代に即したものに合わせていくことも必要であり、不断に取り組まれている関係者の努力に尊敬と感謝の意を表すところです。

今年5月に「令和5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」を公表したところです。残念ながら死者2人、負傷者25人が発生しているものの、深刻な爆発事故が相次いだ頃の平成26年の死者5人負傷者76人と比較すると、石油コンビナート等災害防止3省連絡会議や事業所の取組によって、死傷者を伴う重大な事故の発生防止については一定の成果がみられます。

一方で、地震によらない一般事故の件数は、過去最多の395件となっています。事故種別でみると、漏えい事故の増加が顕著であり、事故の要因でみると、人的要因では、「操作確認不十分」、「維持管理不十分」、物的要因では「腐食疲労等劣化」が多く、引き続き、プラントに関わるすべての従業員の育成・能力向上、経営トップを含めた安全意識の向上、適切な安全への経営資源の投入が求められている状況であると考えています。

特殊災害室といたしましても、関係各位のご協力のもと検討会を開催し、「石油コンビナートにおける事故分析を踏まえた事故防止の手引き」の作成等に取り組んでおり、石油コンビナート等の各事業所において事業活動を行う中で活用していただくことで、事故の発生防止、被害の拡大防止に資することを期待しています。また、自衛防災組織の技能コンテストの実施等を通じた防災要員の能力・意識の向上や、新技術の円滑な導入による災害対応の充実強化の促進など、石油コンビナート等における事故対策の推進に引き続き取り組んで参りますので、読者をはじめ関係者の皆様におかれましても事故防止に取り組んでいただくとともに、ご支援をお願いいたします。



「新技術を活用した危険物施設の保安設備等に関する研究会(第8回)」開催報告

危険物保安技術協会

危険物施設における保安設備等への新技術の活用を目的に、「新技術を活用した危険物施設の保安設備等に関する研究会(第8回)」をWEB開催し、152名の方々にご参加いただきました。

1 概要

近年、様々な分野で監視カメラ技術、ドローン技術、IoT技術等の新たな技術が活用されています。

今後、危険物施設においても、これらの新技術を活用した保安設備等の導入や普及が見込まれることから、人の目に替わる点検手段、データを用いた危険予兆など、大規模危険物施設等における維持管理や災害早期発見についての方策として、これらの新技術を活用した保安設備等について、発表者と参加者の対話形式による研究会を不定期に開催しています。

第8回となる今回は、WEB開催としたことにより、多くの方にご参加いただきました。

2 開催日

日時：令和6年4月22日(月) 14時00分から16時00分まで

3 参加者(152名)

消防関係機関(4消防機関6名)

事業所関係(65事業所137名)

その他(9名)

4 内容

(1) 発表

日本非破壊検査工業会による「渦電流探傷試験(ET)によるコーティング上からの溶接線検査への適用に向けた調査報告について」

(2) 意見交換

参加者からの挙手による意見交換を実施しました。

5 実施状況



日本非破壊検査工業会による発表

6 「渦電流探傷試験」の詳細について

「渦電流探傷試験」の詳細については、以下のURL先に掲載されております。

URL : <https://www.khk-syoubou.or.jp/guide/research.html>

7 次回開催予定

8月27日(火)に「交流電磁場探傷法(ACFM)」、10月中旬に「PRISM火災戦略A1」について、それぞれWEB開催にて実施する予定です。詳細が決定次第、危険物保安技術協会のホームページ及び機関誌「Safety & Tomorrow」に開催案内を掲載します。

【お問い合わせ先】

危険物保安技術協会 企画部

電話 03-3436-2356 / FAX 03-3436-2251

E-mail kikaku@khk-syoubou.or.jp



令和5年度KHK審査タンクの補修概要

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「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。

本稿では、当協会が令和5年度中に実施した現地審査の際に得られたデータをもとに、タンク補修工事の概要をとりまとめましたので紹介いたします。とりまとめに際し、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基と計上しています。また、溶接工事を伴わない軽微な補修（グラインダー処理のみの場合等）の内容については、データ集計が困難であることから、除外しています。

1 審査タンクの概要

令和5年度は、表1-1に示すとおり、442基のタンクについて現地審査を実施しました。令和4年度の486基と比較すると44基の減少となっています。

審査種別ごとにもみると、完成検査前検査の審査基数は30基の減少、保安検査の審査基数は14基の減少となっています。なお、臨時保安検査はありませんでした。

容量別にみると、1万キロリットル未満のタンクが167基、消防法で保安検査が義務付けられている1万キロリットル以上のタンクは275基となりました。

表1-1 審査タンク数の内訳

単位（基）

区分	令和4年度	令和5年度	増減数	増減率
審査タンク数	486 (97)	442 (108)	-44 (11)	-9.1%
審査種別				
完成検査前検査	257 (39)	227 (45)	-30 (6)	-11.7%
定期保安検査	229 (58)	215 (63)	-14 (5)	-6.1%
臨時保安検査	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-
許可容量				
10,000kl 未満	201 (34)	167 (32)	-34 (-2)	-16.9%
10,000kl 以上	285 (63)	275 (76)	-10 (13)	-3.5%

備考 ()内の数字は新法タンクの内数を示す。

2 補修の概要

審査タンクの補修状況について、タンクの部位別に補修内容の状況を整理したものを表2-1及び図2-1-1～図2-3-2に示します。

表2-1 各部位毎の補修基数

単位(基)

	旧法	新法	合計
審査対象タンク	334	108	442
補修なし	1	7	8
底部補修	324	98	422
取替・当板	122	29	151
肉盛り補修	150	37	187
溶接部補修	292	85	377
側板最下段補修	183	32	215
取替・当板	38	4	42
肉盛り補修	128	26	154
溶接部補修	87	11	98
側板上部補修	114	41	155
取替・当板	37	10	47
肉盛り補修	92	39	131
溶接部補修	38	12	50

- 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 側板上部とは、側板2段目以上を示す。

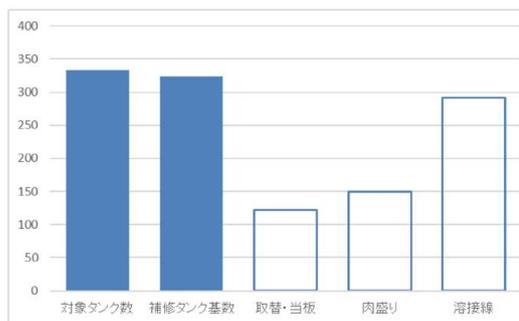


図2-1-1 底部補修概要 (旧法タンク)

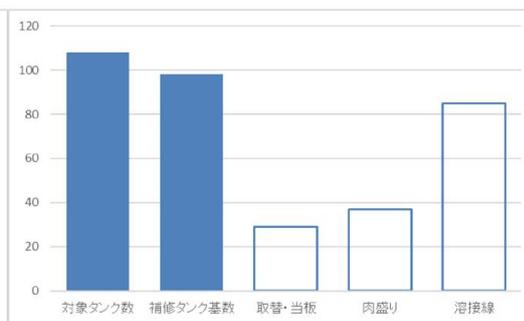


図2-1-2 底部補修概要 (新法タンク)

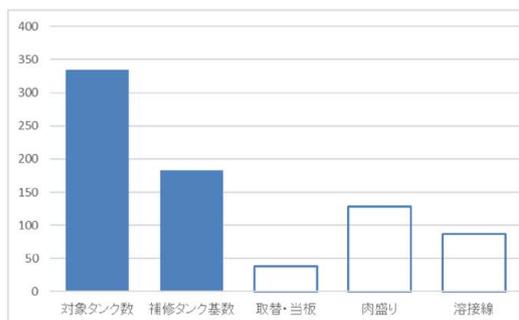


図2-2-1 側板最下段補修概要 (旧法タンク)

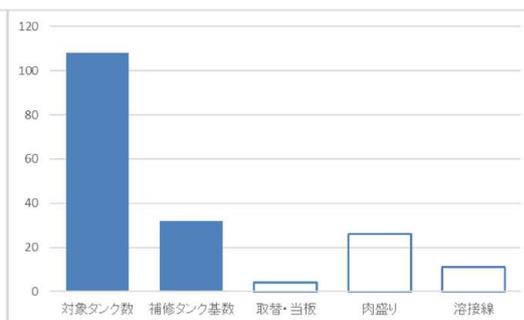


図2-2-2 側板最下段補修概要 (新法タンク)

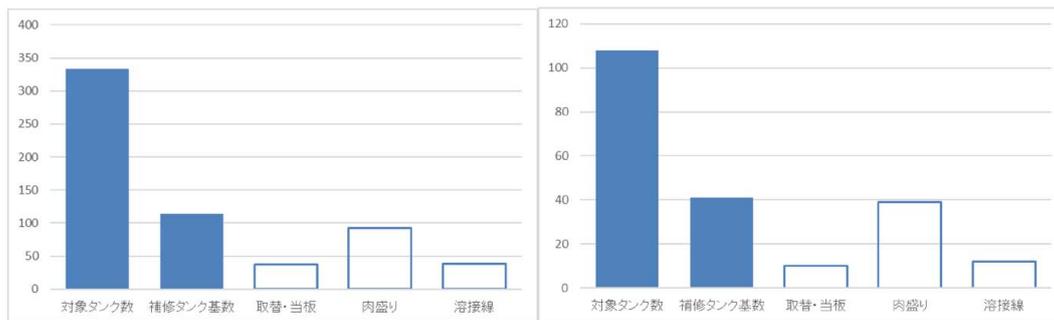


図2-3-1 側板上部補修概要 (旧法タンク) 図2-3-2 側板上部補修概要 (新法タンク)

以下、補修内容ごとにその要因の詳細について整理した結果を示します。

(1) 底部の取替及び当板補修

アニュラ板及び底板の取替及び当板補修を実施したタンク数（新法タンクと旧法タンクの合計数）について、補修に至った要因別に整理した結果を表2-2及び表2-3に示します。

補修要因「その他」には、経年劣化に伴う計画補修、底板板厚を厚くするための取替補修、底引きドレンを解消するための補修、近傍溶接線割れの原因調査のためのサンプリング等が含まれます。

表2-2 アニュラ板の取替及び当板補修の要因

単位 (基)

	全取替	部分取替	当板
補修タンク数	42	44	5
内面腐食	0	1	0
裏面腐食	22	32	3
内裏面腐食	7	6	2
変形	3	0	0
割れ	0	0	0
その他	10	5	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 「全取替」は、アニュラ板を全て取り替えたものを示す。

3 「部分取替」は、アニュラ板を部分的に取り替えたものを示す。

表2-3 底板の取替及び当板補修の要因

単位 (基)

	全取替	部分取替	当板
補修タンク数	40	44	58
内面腐食	0	1	4
裏面腐食	20	27	46
内裏面腐食	5	7	6
変形	3	0	0
割れ	0	0	1
アニュラ板取替	0	1	
その他	12	8	1

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 「全取替」とは、底板を全て取り替えたものを示す。

3 「部分取替」とは、底板を部分的に取り替えたものを示す。

4 「アニュラ板取替」とは、アニュラ板の交換工事のために底板を取り替えることをいう。

(2) 底部の溶接線補修

底部の溶接線補修を実施したタンク数（新法タンクと旧法タンクの合計数）について、補修に至った要因別に整理した結果を表2-4に示します。

表2-4 底部の溶接線補修の要因

単位(基)

	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
補修タンク数	328	269	280	341
ブローホール	284	216	232	313
融合不良	88	34	78	127
腐食	126	81	80	136
アンダーカット	86	14	50	70
スラグ巻き込み	9	2	7	16
割れ	2	0	2	2
形状不良	106	37	43	88

備考 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) 側部の取替及び当板補修

側板最下段及び上部の取替及び当板補修を実施したタンク数（新法タンクと旧法タンクの合計数）について、補修に至った要因別に整理した結果を表2-5及び表2-6に示します。

補修要因「その他」には、側板最下段においては経年劣化に伴う計画補修、アニュラ板取替のための部分取替、ノズル撤去に伴うはめ板補修等が含まれ、側板上部においては経年劣化に伴う計画補修、シェルベント撤去に伴うはめ板補修、屋根板・屋根骨更新に伴う取替補修等が含まれます。

表2-5 側部最下段の取替及び当板補修の要因

単位(基)

	全周取替	部分取替	当板
補修タンク数	4	35	3
内面腐食	1	0	1
外面腐食	1	0	0
内外面腐食	0	0	0
変形	0	0	0
割れ	0	0	0
工事	0	25	2
その他	2	10	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 「全周取替」とは、側板最下段を全て取り替えたものを示す。

3 「部分取替」とは、側板最下段を部分的に取り替えたものを示す。

4 「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一時的に切り取ることをいう。

表2-6 側部上部の取替及び当板補修の要因

単位(基)

	全周取替 (複数段)	全周取替 (1段)	部分取替	当板
補修タンク数	3	2	38	10
内面腐食	2	1	5	2
外面腐食	0	0	15	8
内外面腐食	0	0	0	0
変形	0	0	3	0
割れ	0	0	0	0
工事	0	0	8	0
その他	1	1	7	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 「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。

(4) 側部の溶接線補修

側部の溶接線補修を実施したタンク数（新法タンクと旧法タンクの合計数）について、補修に至った要因別に整理した結果を表2-7に示します。

表2-7 側部の溶接線補修の要因

単位(基)

	側板最下段		側板上部	
	内面	外面	内面	外面
補修タンク数	88	78	30	45
ブローホール	24	9	4	7
融合不良	5	0	2	0
腐食	19	24	5	25
アンダーカット	12	8	3	0
スラグ巻き込み	0	0	0	0
割れ	0	0	0	0
形状不良	17	6	2	3

備考 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。

(5) 側板上部の点検実施と補修状況

側板上部の点検実施と補修状況について、補修方法別に整理した結果を表2-8及び図2-4-1、図2-4-2に示します。

表2-8 側板上部の点検実施と補修状況

単位(基)

	保温あり	保温なし	合計
対象タンク数	88	354	442
点検実施タンク数	48	228	276
補修あり	25	108	133
取替当板	7	31	38
肉盛り	19	98	117
溶接線	12	35	47
補修なし	23	120	143

- 備考 1 側板上部の点検実施とは、側板最下段及び廻り階段以外の部分について、何らかの点検を実施したことをいう（例えば、ウインドガーダー部のみを点検したものも含めている）。
- 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。

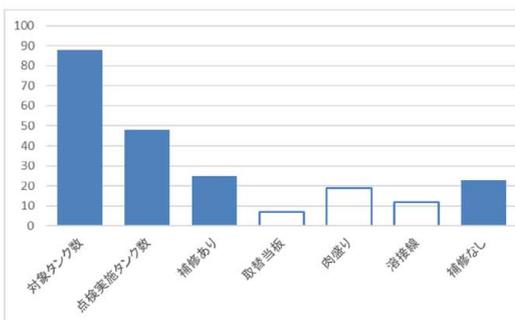


図2-4-1 側板上部点検状況(保温あり)

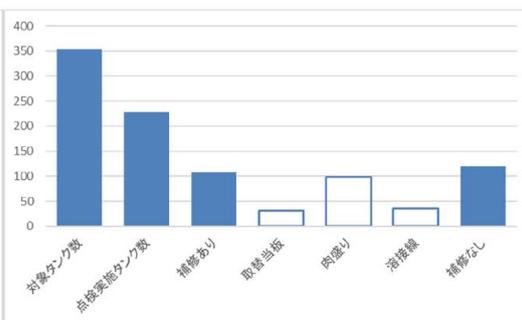


図2-4-2 側板上部点検状況(保温なし)

3 審査結果

令和5年度に実施した442基の現地審査においては、不適合事例が3基に確認されました。不適合事例の内容について表3-1に示すと共に、過去15年における審査タンクの基数と不適合基数の推移について、図3-1に示します。

表3-1 現地審査における不適合事例(令和5年度)

審査種別	不適合が確認された部位	不適合の内容
定期保安検査	底板×保護板溶接継手	磁粉模様(25cm ² の長方形内に1.0mmを超える磁粉模様計9箇所、合計長さ35.0mm、最大長さ8.0mm、MT)
完成検査前検査	側板×側板縦継手	合格基準3点に対してブローホール4点(直径1.8mm、1.6mm、RT)
定期保安検査	側板×アニュラ板溶接継手(内タライ)	磁粉模様(長さ5.0mm、MT)

備考 「MT」は磁粉探傷試験、「RT」は放射線透過試験を示す。

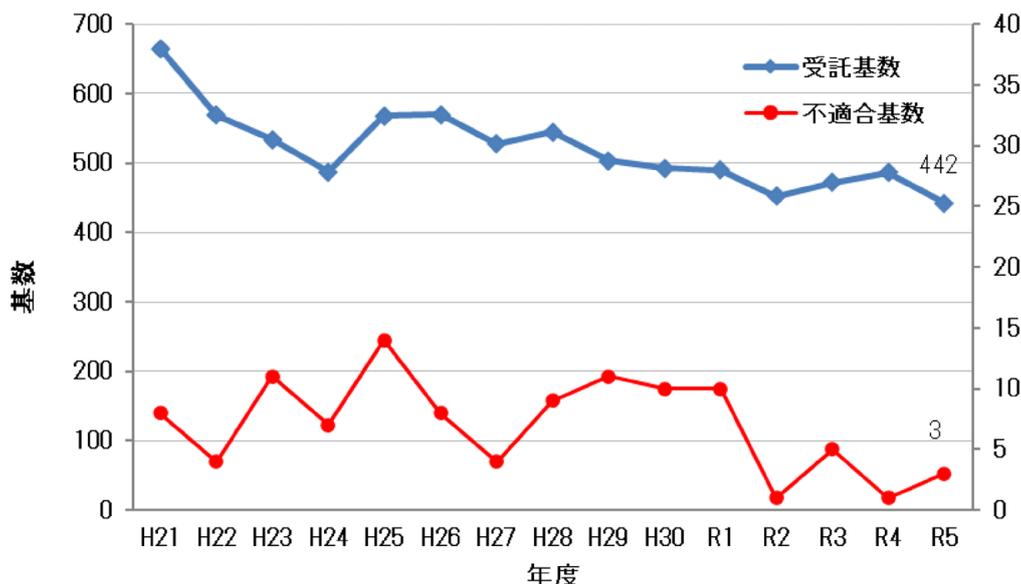


図3-1 審査基数と不適合基数の推移

また、不適合事例とは別に、不適合には至らないキズ等が5基に確認され、その内訳は、「ブローホール」が1基、「線状指示模様」が4基となります。

タンクの維持管理にあたり、適切な点検を実施することが重要であることは言うまでもありません。当協会においてもこれまで「屋外タンク実務担当者講習会」などの機会に適切な点検方法についての解説を行ってきたところです。引き続き当協会の講習等をご活用いただき、適切な点検が実施されることを望みます。

おわりに

本補修概要は、現地審査時に得られたデータをもとに作成しています。日頃の現地審査におきましては、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、ここで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。

本稿を屋外貯蔵タンクの補修計画立案のための資料としてご活用頂ければ幸いです。



業務報告

タンク審査部の投稿した論文が 日本高圧力技術協会の科学技術振興賞を受賞

タンク審査部

危険物保安技術協会タンク審査部では、業務内で実施した検討及び得られた知見をまとめ、「地震時のタンク底板浮き上がり挙動への弾塑性関節法の適用（第1報～第5報）」として（一社）日本高圧力技術協会の発行する「圧力技術」に査読付き論文として投稿し、掲載されました。当該論文の概要は機関誌Safety & Tomorrow 第205号で紹介しています。（下記URLをご参照ください）

https://www.khk-syoubou.or.jp/pdf/magazine/205/gijyutsu_info01.pdf

この度、当該論文が日本高圧力技術協会の実施する表彰において、科学技術振興賞を受賞いたしました。授与式は5月24日に行われ、タンク審査部からは論文執筆に携わった4名が参加しました。表彰の詳細は日本高圧力技術協会のホームページをご覧ください。

<https://www.hpj.org/about>

また、当該論文の全文は下記のリンクから閲覧できます。

https://www.jstage.ist.go.jp/article/hpi/61/1/61_15/article/-char/ja/



写真 受賞者の4名



写真 各賞受賞者による記念撮影



1964年新潟地震から60年 ～危険物施設の被害と教訓～

横浜国立大学総合学術高等研究院
リスク共生社会創造センター 座間 信作

1. はじめに

本年は1964年新潟地震から60年という節目となる。そこで本稿では、近い将来発生するとされる南海トラフ地震等への備えとして、この地震による危険物施設被害に焦点を当て、新潟地震が与えた教訓について改めて考えてみたい。

新潟地震が発生した60年前、我が国初めてのオリンピックが開催された。これに合わせて東海道新幹線や首都高速道路が開通し、オリンピックは我が国の戦後の驚異的な経済発展を世界中に知らしめる絶好の場となった。一方、同年の国民体育大会は、開催時期がオリンピックと重ならないようにとの配慮から、秋季大会を前倒して6月6日から11日にかけて新潟で開催された。国体終了5日後の6月16日、新潟市北方沖でM7.5の新潟地震が発生した。国体開催に合わせて1ヵ月前に竣工したばかりの昭和大桥（図1¹⁾の①、以下同様）の2基の橋脚が川底に埋没し、5つの橋桁が落ちるなどの大きな被害を受けた。これは当時まだ該当する言葉すらなかった液状化現象（流砂現象と言われた）によるもので、新潟市内の極めて広い範囲で認められた（図1の赤メッシュ）。さらに信濃川河口付近の護岸が地震動により崩壊し、そのため川を遡上した津波が低地部へ流入し長期間滞水した。また大規模な石油コンビナート火災が発生し、国民体育大会を成功裏に終わらせた安堵感は一変した。この地震は、地震防災対策上、極めて多くの教訓を与えた地震であったが、その4ヵ月後のオリンピックの陰に隠れてしまった感があった。

2. 1964年新潟地震の特徴

地震は6月16日午後1時過ぎに、新潟県粟島の南方約40km、深さ34kmを震源として発生した。余震は震央を中心として、北北東—南南西方向に約80kmに亘って広がった。ただし、当時は震源決定の精度が悪く、今もって断層が東傾斜なのか西傾斜なのかさえ議論の分かれるところである。

震源域は日本海東縁ひずみ集中帯と呼ばれる領域にある。北海道沖から新潟県沖にかけての日本海東縁部では、ユーラシアプレート（あるいはアムールプレート）と北米プレート（あるいはオホーツクプレート）が東西方向に衝突しており、プレートの境界付近の幅数百kmの領域でひずみが蓄積され、過去何度もM7級の地震が発生している。新潟地震以降では1983年日本海中部地震（M7.7）、1993年北海道南西沖地震（M7.8）、2004年新潟県中越地震（M6.8）、2007年新潟県中越沖地震（M6.8）、2019年山形県沖地震（M6.7）などが発生している。元々日本列島はユーラシア大陸の一部で日本海は存在していなかったが、3,000—2,500万年前の大規模な火山活動が始まると共に地溝帯が生じて日本海の形成が始まり、1,200万年前頃には日本海の拡大が終了して現在の位置に移動し、更に約300万年前から東西圧縮場となり、日本海沿岸に逆断層が多く形成されたとされている²⁾。なお、本年正月1月1日に発生した能登半島地震（M7.6）も逆断層型である。

一方、最近のGPSによる地殻変動観測からは、新潟から神戸にかけての幅約200kmの領域でひずみ速度が極めて大きいことが明らかとなり、その領域を新潟-神戸ひずみ集中帯と呼んで注意喚起がなされている³⁾。この領域では1847年善光寺地震（M7.4）、1858年飛越地震（M7.1）、1891年濃尾地震（M8.0）、1995年兵庫県南部地震（M7.3）、2007年新潟県中越沖地震（M6.8）などが発生している。

このようなひずみ蓄積が著しい領域で発生した新潟地震では、新潟県等の広い範囲で震度Vとなったが、死者は新潟、山形、秋田県全体で26名と地震の規模や地震動の強さの割に少なかった。また、この地震に伴い津波が発生し、新潟市では1.8mの津波が信濃川護岸の崩壊箇所から流入し、山ノ下地区などを中心に広範囲に亘り浸水した。特に栗ノ木川周辺など一部の冠水は1ヶ月にも及んだ。更に、新潟平野では長周期地震動が卓越し、石油タンクに多大な被害をもたらした。

ところで、「新潟地震といえば液状化」という認識が広く人口に膾炙しているのは、冒頭で簡単に触れたように、新潟市の極めて広範に亘って地盤の液状化が生じ、市内1530棟の鉄筋コンクリート造建物のうち22%に当たる340棟が被害を受けた等のためであろう。そのうち189棟は上部構造に何ら損傷を受けず、そのまま沈下したり傾斜したりした⁴⁾。その

典型例は信濃川沿いの川岸町県営アパート (②) で、4号棟は無傷のまま完全に横倒しになった。当時は3-4階建ての建物まではくい打ちなどはしていなかったようである。被害は危険物施設についても例外ではなく、液状化に伴う地盤の大変形によるタンクの不等沈下や付属配管の損傷等の多大な被害をこうむった。

なお、同年3月に発生したアラスカ地震 (M9.2) でも液状化現象が認められ、海岸沿いで大規模な液状化地すべりが発生し、街の一部が海中に沈み込んでしまうという大きな被害となった⁵⁾。しかし地すべりが主であったことから、一般の地盤の液状化のメカニズムや対策についての研究は新潟地震を機に世界的レベルで始まったと言える。

3. 危険物施設の被害⁶⁾

3.1 被害の概要

化学工業の伸展に伴い、当時の新潟市は日本海側の石油工業の中心となっていた。市内には約1,500の危険物関係施設 (屋外タンク貯蔵所773、屋内タンク貯蔵所197、屋内貯蔵所156、給油取扱所71等) があって、被害は施設の大小に拘わらず発生した。

消防庁報告⁶⁾によれば、火災は新潟市内では9件発生し、その内4件は直ちに消火された。火元はいずれも工場、商店、学校関係で、一般家庭からの出火は1件もない。危険物施設では、昭和石油新潟製油所新工場 (③) 及び旧工場 (④)、成沢石油製油所 (⑤) の3か所で火災が発生し延焼拡大した。成沢石油では、地震により架台から落下した蒸留釜燃料タンクが損傷し、重油が釜内に流れ火災となった。この火災は他タンクからの漏えい油とともに、液状化に伴い噴出した地下水に乗り広範囲に広がった。消防隊の活動により17日4時頃鎮火したが、全焼14棟等の被害となった。なお、前2者については別項を設けて述べる。

一方、幸いにも火災には至らなかったが、日本石油新潟製油所 (⑥) は地震動によるタンク (多くはリベット) 損傷等のため約7,000kLもの油類が流出し、構内全域が厚さ20-30cmの油で覆われた。さらに津波浸水によって流出油は河川にも流出した。結局、危険物タンク216基のうち53基から油の漏えいがあり、121基が何らかの被害を受けた。また構内流出油の回収に10日間を要した。

日本石油沼垂貯油所 (⑦) では、全体5基のうち重油タンク1基 (993kL貯油) の底部水切りパイプが地震と同時に抜け重油が流出した。重油は、防油堤が破損していたため付近一帯に拡大し、更に護岸損傷箇所から栗ノ木川、八間堀、東港線山ノ下詰下付近の津波浸水地帯まで拡大した。24日まで自衛隊の協力を得て防油堤補修を終えてポンプ13台によって流出油は防油堤内に回収し、さらに空タンクに移すことに成功し危険状態を脱した。

新潟火力発電所 (⑧) では、2万kL重油タンク2基からスロッシングによって重油が固定屋根を突き破り、全容量の5%に当たる約2,000kLもの重油が溢流した⁷⁾。

その他、給油取扱所の地下タンク・関係設備が損傷して流出した油が、液状化に伴う噴水のため浮遊するという事態も生じ、周辺住民への火気使用厳禁を周知するとともに警戒危険区域内の立ち入りを禁止するなどの対策が実施された。



図1 新潟地震で主な被害のあった危険物施設などの位置 (公開空中写真¹⁾に加筆)

赤メッシュは液状化が確認された領域、赤星印は火災発生地点、黒星印は油流出地点

3.2 昭和石油新工場 (③) でのタンク火災 (第1火災)

当時、昭和石油製油所全体では容量 500kL 未満の小規模タンクから45,000kLの大型タンクまで169基のタンクがあり、2つの火災で49基が焼損した。そのうち、新工場には10基の製品タンクのほかに、5基の原油タンク (表1参照) があった。地震発生直後、30,000kL原油タンク (No.1103) の浮屋根が3~4回大きく揺れはね上がったとき、タンク側板を越えて溢流した原油に着火したとの証言がある。出火原因は諸説あるが、浮き屋根と側板との間のメカニカルシールがスロッシングによって大きく摺動した、あるいはその構成部材である「シユープレート」、「ハンガー」、「コイルスプリング」などが側板の上端に激突したためとする説が有力である⁶⁾。

隣接タンクもほぼ同時に火災となったが、最初のうちはリング火災で静かに燃焼していた。時間がたつにつれ次第に火勢が強くなり、側板が高熱によって内側に倒れこみ浮き屋根を破って全面火災となった。その後、輻射熱等の影響で消火活動がままならぬうちに防油堤火災となり、更に破壊されたレンガ積み防油堤から延焼拡大し、加熱炉、ボイラー、反応塔にも延焼するとともに工場周辺の住家18棟を焼損した (図2参照)。なお、19日の23時頃にNo.1103タンクでボイルオーバーが起こったらしい⁸⁾。No.1103タンク火災は6月29日17時まで燃え続け、鎮火は地震から約2週間後の7月1日 5時である。この事故を受けて、側板に接触する部分の非鉄化やソフトシール化が図られている。

1964年新潟地震 (1964年7月21日撮影)



防災科研 <http://map03.ecom-plat.jp/map/map/?cid=19&gid=252&mid=1126>

図2 昭和石油火災鎮火後の様子 (文献1に加筆)

赤太線:延焼範囲 青太線:津波浸水範囲 黒太線:油漏洩範囲
破線の丸及び点線:出火元 赤丸:ボイルオーバーを起こしたタンク 水色矩形:消防活動域(筒先位置)

表1 タンク諸元とスロッシング固有周期

タンクNo	油種	容量(kL)	直径(m)	高さ(m)	保有量(kL) (16日PM1:00 推定)	液面高さ (m)	空間余裕高さ (m)	スロッシング 固有周期(sec)
1101	クウェイト原油	45,000	62.0	16.5	25,111	8.32	8.18	12.18
1102	ガチサラン(イラン)	45,000	62.0	16.5	23,395	7.75	8.75	12.56
1103	カフジ原油	30,000	51.5	14.5	27,171	13.04	1.46	8.77
1104	クウェイト原油	30,000	51.5	14.5	24,054	11.55	2.95	9.12
1105	ガチサラン(イラン)	30,000	51.5	14.5	22,225	10.67	3.83	9.36

地震当時、No.1103タンクはほぼ満液状態で空間余裕高さは1.5m程度であった。この時のスロッシング挙動をシミュレーションで見てみよう。ただし用いる地震記録は、比較的近い気象台(⑩)の1倍変位強震計記録は振り切れていることから、液状化の影響でわずかながら傾いた(上述とは別棟の)川岸町アパート地下室(②)で得られたSMAC強震記録(図3)である⁹⁾。

図4にスロッシングが卓越した南北方向のシミュレーションを行った結果を示す。図3でS波が到達した7秒から11秒付近に相当する辺りで1m程度のスロッシングとなり75秒付近で最大波高が3mとなって空間余裕高さを大きく上回る。これは、スロッシングによって大きく揺動した浮き屋根が見えたという証言と調和的である。図4では、スロッシングは60秒付近から大きく成長しているが、相当する時間帯の加速度記録では非常に小さな振幅となっていることに留意されたい。すなわち、スロッシングの大きさは最大加速度や震度などの強さとは必ずしも整合しないのである。

なお、当時調査のため現地入りした消防庁担当者から筆者が直接聞いた話では、最大で7mものスロッシング高さとなったタンクがあったことから、スロッシング対策は容易ではないとの思いを強くしたとのこと。7mというと、現行の基準で長周期地震動に係る地域特性に応じた補正係数 v_5 が1.0に相当する速度応答スペクトル約100cm/secのおよそ

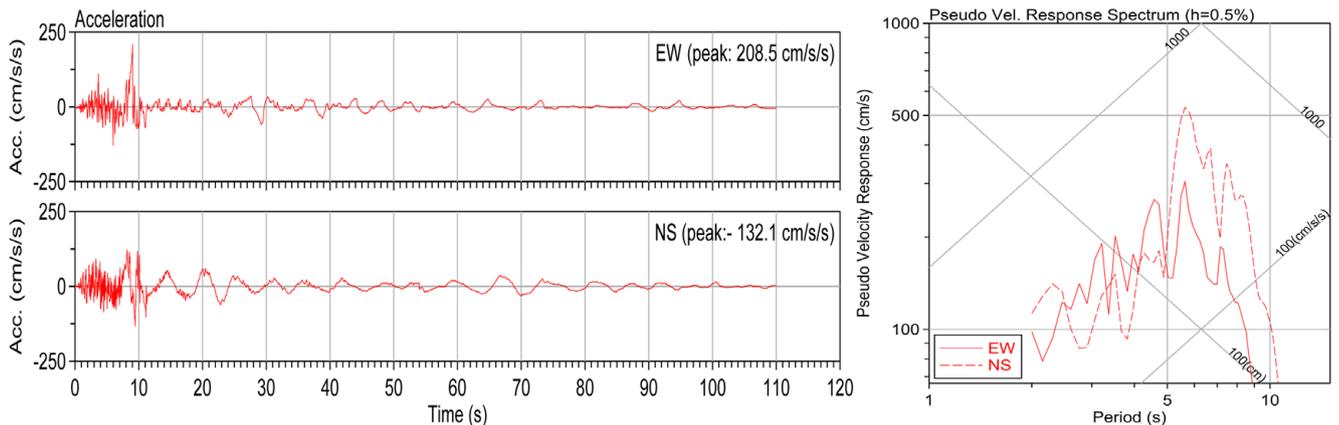


図3 川岸町県営アパートB1での SMAC 記録⁹⁾とその疑似速度応答スペクトル

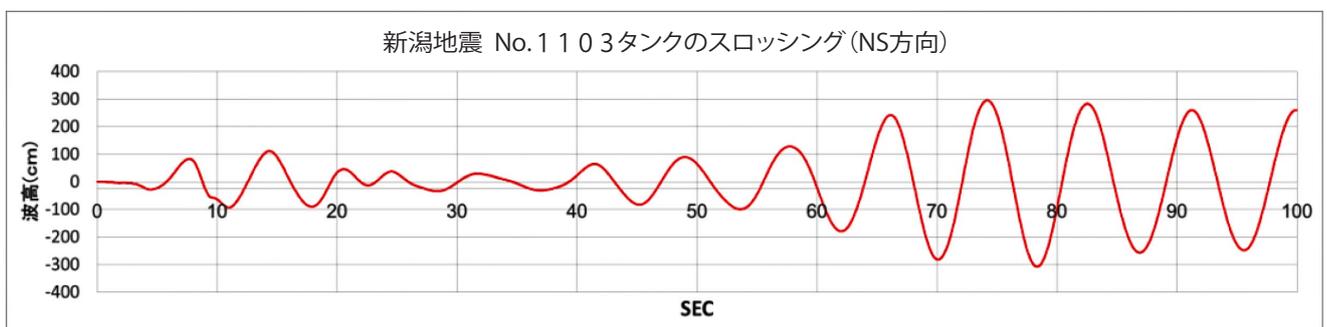


図4 No.1103タンクを対象としたスロッシング時刻歴応答解析結果

3～4倍の強さの地震動であったことになる。図3右のスペクトル図を見ると、周期約6秒で500cm/s、8～9秒で300cm/s程度となっており、ありうる話ではある。

3. 3 昭和石油旧工場 (④) と三菱金属新潟第1工場 (⑨) 境界付近で発生した火災 (第2火災)

地震時、旧工場のNo.33タンク (1,000kL) の配管が損傷して、ガソリンが2m程の高さに吹き出し防油堤破損箇所から流出した。13時40分頃には既に液状化に伴う噴水で10cm程度の浸水があり、流出ガソリンに加えスロッシングにより溢流した油、機器配管の亀裂により流出した油等が浮遊していた。そこにおそらく最大波高をもつ津波 (第3波) が襲来し¹⁰⁾、15時頃には50cm程度の浸水となって油類を拡大させ、極めて危険な状態となっていた。上述の原油タンクの出火から約5時間後の18時頃、昭和石油旧工場と隣接する三菱金属鉱業工場との境界付近から爆発音とともに炎が上がった。その火災は瞬く間に浮遊している油に移り、次々と延焼拡大し旧工場全体に亘る火災となった。更に、ドラム缶関係工場、重油タンク群、帝国酸素プロパンガスタンク、旧運河から西側の浸水地帯のタンク群にまで延焼し、民家約300棟をも焼きながらその北側の歴世工業、日本製蠟、亜細亜石油などにも延焼した (図2参照)。出火の原因については諸説あり明確となっていないが、保管されていた金属 (おそらく鉄粉) と海水との接触による自然発火が有力である¹¹⁾。

消防隊は地震直後に発生した第1火災に対して通報なしのため自主判断で出動したものの、道路き裂、落橋などの道路通行支障のため、17時頃に漸く消防車1台が新工場火災現場に到着するという状態であった。しかし、輻射熱とタンク誘爆の恐れがあり消火活動ができず、住民の避難誘導を実施している。17日未明には18台の消防車が旧工場火災現場に到着してきたが、工場内が低地のため津波により冠水し、流失した油が浮遊拡大しながら炎上するなかでタンク誘爆が起こり、延焼防止以外の活動は困難な状況にあった。18日東京消防庁化学車5台が到着し、新工場の10基の製品タンク群への延焼阻止 (図2: 水色四角) を行っていたところ、15時頃その北側のタンク (赤丸印) がボイルオーバーを起こし、延焼範囲はさらに拡大するという事態となったが、19日に鎮圧、10基の製品タンク群 (ガソリン、灯油、軽油) は延焼を免れた。ボイルオーバーはこの他西側のタンク (図2: 赤丸印) でも発生し、約100mもの火柱を噴出し、辺り一面を

火の海とした。なお、当時のコンビナート火災最盛期（翌日17日午前）のゴーという凄まじい火災や爆発音の生々しい現場の状況を文献¹²⁾で聴くことができる。第2火災への放水開始は17日5時頃、鎮圧は20日5時頃、鎮火は同日17時頃であった。

4 スロッシングを励起した長周期地震動

1968年4月12日に霞が関ビルが竣工した。高さ147mのこのビルは基本固有周期が長辺2.6秒、短辺3.1秒である。竣工から約1ヵ月後の1968年5月16日に発生した十勝沖地震（M7.9）では、八戸や青森で周期2～3秒の波が大きく卓越する加速度記録が得られ、また遠く離れた霞が関ビルでも10cm程度揺れた。当時の超高層ビルの設計には、1940年Imperial Valley地震（M6.4）での米国El Centroでの強震記録など海外の記録を用いることを余儀なくされていたことから、これらの強震記録は地震・地震工学者に注目され、我が国での長周期地震動研究が始まったと理解されている⁷⁾。

それでは、図3に示した1964年新潟地震時の川岸町県営アパートでの長周期地震動が卓越したSMAC記録の利用は考えられなかったのだろうか。推測であるが、当時の新潟市内の2つの記録（川岸町アパートの加速度記録と気象台の変位記録）はいずれも液状化が激しかった地点でのものであり、また気象台の上下動成分以外の記録は振り切れており、川岸町の長周期成分は8秒付近のピークも含めすべて液状化によるものと思われていたため、地盤の液状化解析の対象とはなかったが震源から放出される波動の問題とは捉えられなかった感がある。長周期地震動が液状化によるものであるならば、スロッシング対策は容易であろうが、震源からの長周期波動であるとこれを低減するのは至難と言わざるを得ない。

その後、同じ日本海東縁部を震源とする1983年日本海中部地震（M7.7）が発生し、震源から約270km離れた新潟では震度Ⅲであったにも拘わらず、最大4.5mものスロッシングが発生し、タンク内溶液の溢流が生じた。震度Ⅲでは地盤の液状化は考えにくいいため、スロッシングを励起したのは震源からの波動（表面波）であることが推察された¹³⁾ことを契機に、図3に示した新潟地震の記録に関する地震学的な検討が地震から約30年経って漸くなされた¹⁴⁾。その後、震源モデルを仮定した表面波生成・伝播の理論計算および地盤応答解析から、図3のSMAC記録で地震動の長周期化が始まった付近の周期5.8秒の卓越した成分は液状化の影響、その波群の後に認められる周期8～9秒などの波は震源由来（の主に表面波）であるとされた^{15, 16)}。

5 新潟地震の被害を踏まえた対策と効果

消防庁による調査報告書⁶⁾では、被害の甚大さに鑑み石油製精工場及び油槽所等に焦点をあて、今後検討されるべき課題をまとめている。

- 1) 位置（危険物施設の民家等との距離、工場内における施設の配置）
- 2) 構造（タンク、装置等の基礎・地盤、タンクの構造（本体の強度、規模、浮き屋根、シール構造、ドレインパイプ））
- 3) 防油堤（構造、容量、防油堤とタンクとの間隔、防油堤を貫通する配管の設置方法、排水口設置方法等）
- 4) 設備（消火設備（消防用ポンプ室、消火配管、タンク消火設備、消火薬剤と消防用水）、配管（タンク関係の配管、工場外部の配管）、電気設備

周知のごとく、これらの諸課題およびその後の地震等災害の経験や新たな知見に基づき、危険物の規制に関する政令等の技術基準等が整備され今日に至っている。その効果についてしてみると、新潟地震で広範囲に認められた液状化に対しては、その後の発生メカニズムの解明等に基づき様々な対策工法の確立・適用により十分な効果が認められている。例えば、2011年東北地方太平洋沖地震（M9.0）では千葉県浦安市から千葉市にかけての埋め立て地盤などで多大な液状化被害を受けたが、同じ東京湾岸の埋め立て地にある石油コンビナートにおいて、対策が施されていたタンクヤードでは地盤変状がなく済んでいる。一方で、対策対象外でない構内道路で地盤沈下や噴砂が発生しており、地盤改良の有無によって液状化発生に明瞭な違いが生じ、対策の有効性が示された（図5）¹⁷⁾。

タンク本体の耐震性についても、1978年宮城県沖地震等の経験を踏まえ、特に短周期地震動に対してはその安全性の向上が図られてきた。例えば2018年北海道胆振東部地震（M6.7）では、震源断層から約20kmにある石油備蓄基地において3成分合成で約1,600galもの大加速度が観測されたが、タンク本体には何ら問題がなく十分な耐力を有していることが示された¹⁸⁾。なお、この地震で約4.5cmの浮き上がりが観測された。

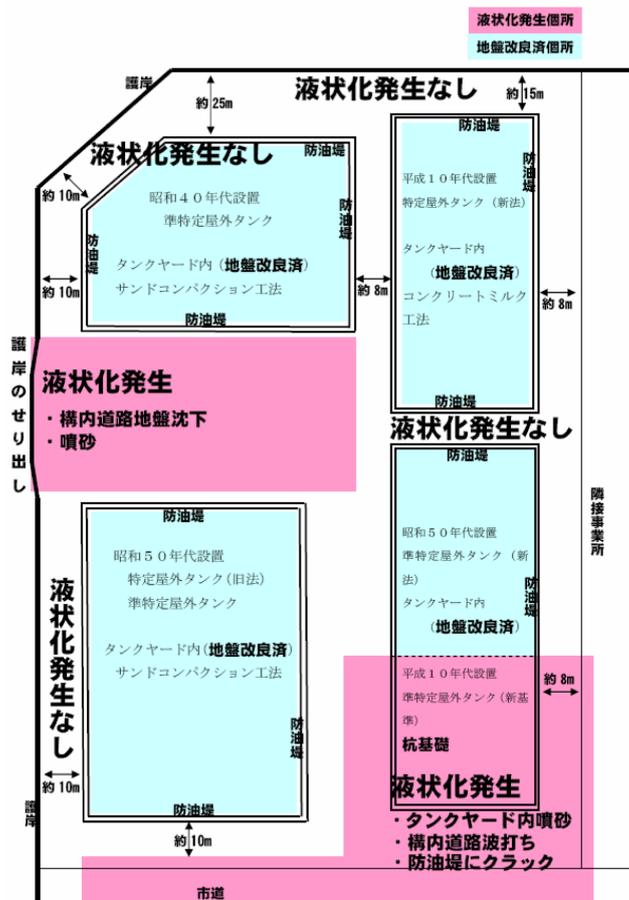


図5 2011年東北地方太平洋沖地震でのコンビナート事業所内液状化発生の状況¹⁷⁾

一方、長周期地震動によるスロッシングに係る問題はなかなか厄介である。液面の揺動現象自体は地震動さえ与えられればほぼ説明できるのであるが、長周期地震動の設定、浮き屋根（特にシングルデッキ）がある場合の挙動、安全性評価については中々難しいものがある。

2003年十勝沖地震（M8.0）ではスロッシングによる全面火災等の甚大な被害が発生した。これを受け、長周期地震動に係る設計震度の見直しや浮き屋根ポンツーン強化などの対策が施された結果、2011年東北地方太平洋沖地震（M9.0）では耐震基準に適合しているタンクの浮き屋根では、ポンツーン破損に伴う浮き屋根の沈下、傾斜等の浮き性能を損なうような被害はなかった。ただし、特に地震動の設定については幾つかの観測点で基準値を超えるケースも見受けられたことから、なお継続検討が必要であろう。また、浮き屋根挙動についても基準で考えていないモードの影響も小さくないという指摘もある¹⁹⁾。更には、長周期地震動レベルが小さくても、浮き屋根と側板から内容物が飛散するスプラッシュについては、現象把握、モデル化、評価方法などは手付かずであり、火災発生の可能性も否定できないことから今後の課題である。

防油堤については、1964年新潟地震当時レンガ積みが鉄筋コンクリート（あるいは国家石油備蓄などの土堤）となり、2011年東北地方太平洋沖地では連結部で大きく開口した例もあったが極めてレアなケースとされ、殆どがひび割れ、亀裂等の一部損傷であって、その耐震性は大いに高まったことが示された。

新潟地震では最大波高1.8mの津波であったが、護岸、防油堤の耐震性の脆弱さのため、事業所内に津波が侵入し、漏洩油の拡散という事態を招いた。その後、防油堤の耐震性は向上したものの、2011年東北地方太平洋沖地震では想定以上の津波が襲来し、仙台の事業所では防油堤を乗り越えた津波が、配管の変形、損傷、基礎洗掘などを引き起こした。また気仙沼では小規模タンクが津波により浮き上がり、移動、損壊した。これに対して津波に強いタンクの建設・対策工法の提案もなされ一部実現している^{20, 21)}が、想定を上回る津波への対策は容易ではない。

想定を超える外力に見舞われた場合、タンク、配管等の被害の発生が懸念されることから、消火設備等による迅速・的

確な応急対応が極めて重要である。これら設備については一定の基準が定められているが、2011年東北地方太平洋沖地震では、消火用屋外給水施設と配管接続部分や埋設配管の損傷、加圧送水設備の基礎の不等沈下などが少ないながらも発生し使用に支障が出ていることを忘れてはならない²²⁾。

このように、各施設、設備の耐震性能は、新潟地震当時と比較すれば、その後の地震等の教訓も踏まえ関係者の尽力によって大きく向上したと言えるが、外力の強さや経年劣化の進行等を考えると、より安全を高めるための継続的努力が必要である。

6 おわりに

上述したように、1964年新潟地震では、危険物施設の耐震安全性に係る対策上2つの重要な現象が現れた。一つは液化現象、そしてもう一つは長周期地震動である。後者については地震直後には認識されてはならず、4年後の1968年十勝沖地震を待つことになるが、新潟地震において観測された長周期地震動の理解についてはさらに30年の月日を要した。新潟地震での危険物施設の特筆すべき被害は、地盤の液化に伴うタンク・配管の損傷による油漏洩、液化に伴う噴水および津波浸水による漏洩油の拡散と火災発生・延焼という複合災害そしてスロッシングによるタンク火災である。

このコンビナート火災は様々な教訓を我々に与えた。民家への延焼、タンク間の延焼・誘爆、防油堤の破損、液化化によるタンク本体・配管、消火設備等の損傷、津波浸水と長期間滞水、長周期地震動によるスロッシングの発生などに対して、1964年新潟地震、1978年宮城県沖地震、2003年十勝沖地震などの経験も踏まえ、様々な対策がとられてきていて、当時よりも個々の危険物施設の安全性、耐震性は格段に高まってきている。

しかし、特に昭和石油製油所旧工場においては、強震動、長周期地震動、津波という外力に対して、液化化、タンク・配管および防油堤の損傷、護岸の崩壊と津波浸水が生じ、流出・溢流油が浮遊拡大する中で、火災、ボイルオーバーが発生し、投入した消防力の奮闘にも拘らず235,000㎡を焼損し、347世帯が全焼となる等の甚大な被害となったことからすれば、このような複合災害、あるいは一施設の損傷が他施設に影響を及ぼすといったシナリオ、さらには平常時でも稀に認められる蒸気雲の発生に伴う同時多発的全面火災の発生²³⁾、道路通行支障など危険物施設ではないところでの消防活動阻害要因の発生など、それらがたとえ低発生確率の事象であっても様々な観点から見逃しなく洗い出すことが肝要である。

一方で、第2火災発生区域と同様に地震動・液化化・津波浸水による油類の大量流出・浮遊拡散という極めて危険な状況であった日本石油製油所においては、地震と同時に加熱炉等の火元を遮断する、タンク・配管からの油流出の防止と回収に当たる、火元となる恐れのある施設周囲に土盛りをして油類の流入を防ぐ、消防署を通じて付近の火気使用禁止を徹底する、危険区域を設定し数日間パトロールする、津波警報発令後も工場に留まり火災の防止に努める（NHK放送局に出向いて津波の大きさを確認後）など、火源の制御に注力し、結果として火災を出さずに済んだことは大きな教訓である。

2011年東北地方太平洋沖地震は殆どの地震研究者にとって想定外であった。この地震の前後の地震活動状況は貞観（859年～877年）時代前後のそれとよく似ていると言われている（図6参照）。867年貞観地震（M8.7）から9年後には相模・武蔵の地震（M7.4）、18年後には南海トラフを震源とする仁和地震（M8.0～8.5）が発生している。このようなこともあって、首都直下地震や南海トラフ地震の近い将来の発生が危惧されているところである。

首都直下地震が発生すれば、東京湾岸の石油コンビナートは強震動に見舞われるだろう。また、南海トラフ地震では、2011年東北地方太平洋沖地震にもまして強震動、長周期地震動、津波の影響が強く出ると考えられ、また影響を受ける地域・施設も格段に多くなると想定され、個々の危険物施設等の安全性強化だけではなく、コンビナート全体における複合災害のシナリオ等について改めて考え直す必要がある。従来、一つの事象を対象として考えることが往々にして見受けられるが、1964年新潟地震での状況を振り返り、複合災害を考慮したシナリオに基づく対策がなされているか、地震及び津波という突然の極めて大きな外力を受けた中でも被害を最小に抑え込むための事前の対策、最中での対処のあり方が検討されているか、改めて点検してほしいものである。

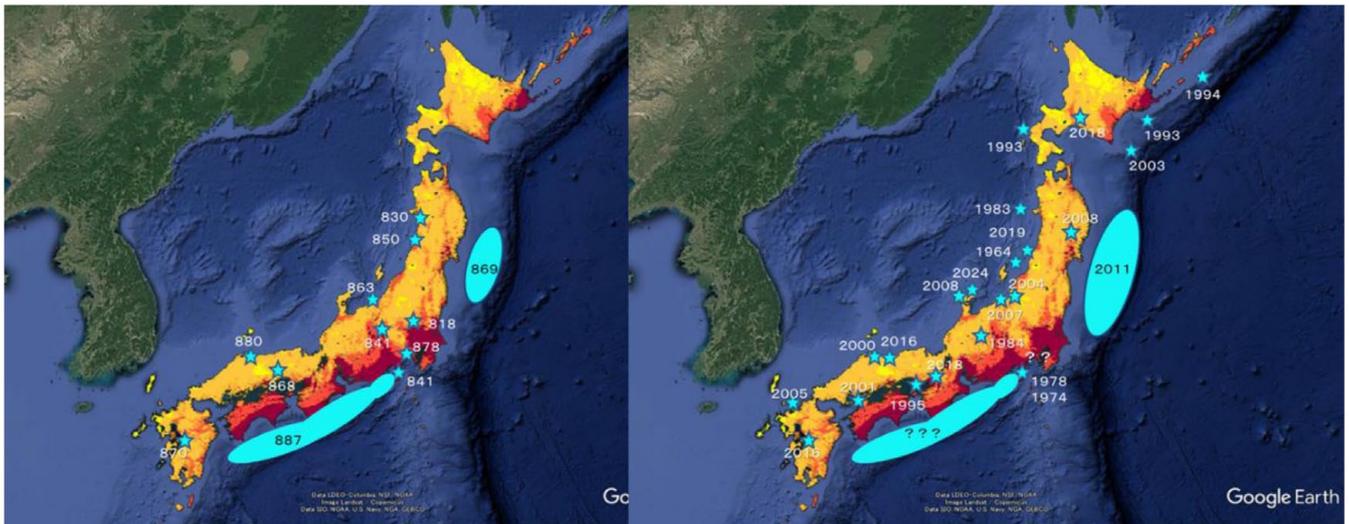


図6 貞観時代前後(左)と最近(右)の被害地震の分布及び確率論的予測地図(今後30年で震度6弱以上に見舞れる確率)
☆印は震央、水色領域は震源域、数字は発生年を示す。

参考文献

- 1) 防災科学技術研究所:1964年新潟地震オープンデータ特設サイト,
<http://ecom-plat.jp/19640616-niigata-eg>
- 2) 片山肇・他:日本海はどうしてできた?,地質ニュース583,28-30,2003
https://www.gsj.jp/data/chishitsunews/03_03_06.pdf
- 3) 内閣府:災害教訓の継承に関する専門調査会報告書,1858飛越地震,コラム2“新潟-神戸歪集中帯について”
http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/kyoukunnokeishou/rep/1858_hietsu_jishin/pdf/10_column2.pdf
- 4) 若松加寿江:1964年新潟地震の被害を再考する,日本地震工学会誌 23,20-23,2014
- 5) 1964/03/28 RINCE WILLIAM SOUND USA EARTHQUAKE AND TSUNAMI
<https://www.ngdc.noaa.gov/hazardimages/event/show/2>
- 6) 消防庁:新潟地震火災に関する研究,昭和39年度
- 7) 太田外氣晴,座間信作:巨大地震等大規模構造物,共立出版,2005
- 8) Koseki, H., G. Dusserre, Y. Iwata,:Multi-boilover incidents in oil and chemical complexes in the 1964 Niigata earthquake, Loss Prevention, Bull., 231, 11-14, 2013
- 9) 東京大学地震研究所:強震観測データベース,1964年新潟地震のデータ
http://smsd.eri.u-tokyo.ac.jp/smad/?action_1964niigata=true
- 10) 岩渕洋子,今村文彦:津波来襲による原油流出・拡散問題の整理と解析手法の検討,
- 11) 北川徹三:新潟地震における石油精製工場第1火災および第2火災の原因,安全工学,15-5,317-330,1976
- 12) 昭和39年のラジオ 新潟地震実況生中継 1 昭和石油爆発現場編
<https://www.youtube.com/watch?v=S1xtD6ahQVk>
- 13) 工藤一嘉,坂上実:1983年日本海中部地震における石油タンク被害と地震動の特徴について,地震研究所彙報,59,361-382,1984
- 14) 工藤一嘉:1964年新潟地震,川岸町における強震記録の検討,地震学会講演予稿集,138,1992
- 15) 吉田望,工藤一嘉:1964年新潟地震における川岸町の液状化に関する地盤工学的再検討,日本建築学会学術講演概要集(東北)構造II,pp.293-294,2000
- 16) Zama, S.: Characteristics of long-period strong ground motions due to earthquakes in the eastern margin of the Japan sea, 12th WCEE Proc. 1987-1-7, 2000

- 17) 千葉県石油コンビナート防災アセスメント検討部会 耐震対策分科会検討結果報告書平成 23 年 10 月
- 18) 吉田聖一、畑山健、大野卓志、清野昇亨: EST-1 委員会 2019 年度研究成果抄録、圧力技術、58-5、278-289、2020
- 19) 例えば、山本憲司、皆川洋一: シングルデッキ型浮き屋根を有する円筒液体貯槽の非線形スロッシング解析、日本建築学会構造系論文集、74-643、1603-1612、2009
- 20) 山田善政: 気仙沼における津波対応型燃料タンクの建設について、Safety & Tomorrow, 188, 17-28, 201 (https://www.khk-shoubou.or.jp/pdf/magazine/188/gijyutsu_info01.pdf)
- 21) 消防庁: 小規模屋外貯蔵タンクの津波・水害対策工法に係るガイドライン、令和 4年3月 (https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/items/post-97/04/guideline1.pdf)
- 22) 消防庁: 東日本大震災における防災施設の被害の概要、資料4 (https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/items/kento130_05_shiryo4.pdf)
- 23) 吉田聖一: 海外での石油タンク事故、Safety & Tomorrow, 156, 24-32, 2014



令和5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5年中（令和5年1月1日～令和5年12月31日）の危険物に係る事故の発生状況について、概要をとりまとめましたので紹介します。

なお、事故発生件数の年別の傾向を把握するため、事故件数にあつては、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

危険物施設における火災事故及び流出事故の件数は平成6年の287件（火災事故113件、流出事故174件）から増加に転じ、平成19年以降は高い水準で横ばいの状態が続いています。（第1図参照）

令和5年中の危険物に係る事故件数については、火災事故が243件（前年226件）、流出事故が468件（前年415件）となっており、重大事故については、火災事故が10件（前年10件）、流出事故が12件（前11件）となっています。（第1表参照）

また、無許可施設、危険物運搬中等の危険物施設以外での事故は19件（前年19件）であり、その内訳は、火災事故が5件（前年6件）、流出事故が14件（前年13件）となっています。（第1表参照）

火災事故による被害は、死者1人（前年2人）、負傷者30人（前年39人）、損害額78億4,056万円（前年32億7,153万円）となっており、流出事故による被害は、死者0人（前年0人）、負傷者11人（前年20人）、損害額8億8,589万円（前年5億6,731万円）となっています。（第1表参照）

3 火災事故

(1) 火災事故の発生及び被害の状況

令和5年中に危険物施設において発生した火災事故の件数は、243件（前年226件）であり、その被害は、死者1人（前年2人）、負傷者29人（前年36人）、損害額は78億267万円（前年27億5,094万円）となっています。前年に比べ、火災事故の件数は17件増加、死者は1人減少、負傷者は7人減少、損害額は50億5,173万円増加しています。（第2表参照）

製造所等の危険物施設の区分別にみると、火災事故の件数は、一般取扱所で発生したものが141件で最も多く、次いで、製造所で50件、給油取扱所で39件となっており、1件当たりの損害額は、屋外タンク貯蔵所に係るものが1億502万円以最も高く、次いで、一般取扱所に係るものが4,961万円となっています。（第2表参照）

危険物施設1万施設当たりの火災事故の件数は、危険物施設全体では6.35件となっています。（第2表参照）

危険物施設における火災事故のうち、重大事故は10件（前年10件）発生しており、その被害は、死者1人（前年2人）、負傷者4人（前年7人）、損害額は8,070万円（前年1億5013万円）となっています。前年に比べ、重大事故の件数は同数、死者は1人減少、負傷者は3人減少、損害額は6,943万円減少しています。（第3表参照）

また、重大事故1件当たりの損害額は807万円となっています。（第3表参照）

これを製造所等の別にみると、重大事故の件数は、製造所で発生したものが7件で最も多く、次いで、一般取扱所で2件、移動タンク貯蔵所で1件となっており、1件当たりの損害額は、製造所に係るものが3,958万円以最も高く、次いで、移動タンク貯蔵所に係るものが3,628万円、一般取扱所に係るものが484万円となっています。（第3表参照）

危険物施設における火災事故の件数の推移を製造所等の別にみると、一般取扱所、製造所、給油取扱所におけるものが上位を占める状況が続いています。(第2図参照)

(2) 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、243件の火災事故のうち、危険物が出火原因物質となるものが115件(47.3%)発生しており、このうち110件(95.7%)が第4類の危険物が出火原因物質となるもので占められています。また、第4類の危険物について品名別にみると、第1石油類が出火原因物質となるものが59件(53.6%)で最も多く、次いで、第3石油類が出火原因物質となるものが19件(17.3%)、第4石油類が出火原因物質となるものが17件(15.5%)、第2石油類が出火原因物質となるものが8件(7.3%)となっています。(第3図参照)

(3) 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142件(58.4%)で最も高く、次いで、物的要因が75件(30.9%)、その他の要因(不明及び調査中を含む。)が26件(10.7%)となっています。人的要因では、操作確認不十分の49件(20.2%)、維持管理不十分の38件(15.6%)、物的要因では、腐食疲労等劣化の33件(13.6%)が高い数値となっています。(第4図参照)

また、主な着火原因は、静電気火花が51件(21.0%)で最も高く、次いで、高温表面熱が35件(14.4%)、電気火花が24件(9.9%)、加熱着火が21件(8.6%)となっています。(第4表参照)

4 流出事故

(1) 流出事故の発生及び被害の状況

令和5年中に危険物施設において発生した流出事故の件数は、468件(前年415件)であり、その被害は、死者0人(前年0人)、負傷者11人(前年18人)、損害額は8億8,539万円(前年5億6,638万円)となっています。(第5表参照)

また、製造所等の別にみると、流出事故の件数は、一般取扱所で発生したものが106件で最も多く、次いで、屋外タンク貯蔵所で103件、製造所で73件、給油取扱所で70件、移動タンク貯蔵所で51件となっており、1件当たりの損害額は、屋外タンク貯蔵所に係るものが329万円が最も高く、次いで、給油取扱所に係るものが271万円となっています。(第5表参照)

危険物施設1万施設当たりの流出事故の件数は、危険物施設全体では12.23件となっています。(第5表参照)

危険物施設における流出事故のうち重大事故は12件(前年11件)発生しており、その被害は、死者0人(前年0人)、負傷者0人(前年0人)、損害額は6,142万円(前年4,407万円)となっています。前年に比べ、重大事故の件数は1件増加、死者及び負傷者は同数、損害額は1,735万円増加しています。(第6表参照)

また、重大事故1件当たりの損害額は512万円でした。(第6表参照)

これを製造所等の別にみると、重大事故の件数は、屋外タンク貯蔵所で発生したものが4件で最も多く、次いで、移動タンク貯蔵所及び一般取扱所で3件となっており、1件当たりの損害額は、屋外タンク貯蔵所に係るものが1,343万円が最も高く、次いで、移動タンク貯蔵所に係るものが155万円、地下タンク貯蔵所に係るものが115万円となっています。(第6表参照)

危険物施設における流出事故の件数の推移を製造所等の別にみると、一般取扱所、屋外タンク貯蔵所、製造所、給油取扱所、移動タンク貯蔵所におけるものが上位を占める状況が続いています。(第5図参照)

(2) 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462件(98.7%)となっています。また、第4類の危険物について品名別にみると、第2石油類に係るものが169件(36.6%)で最も多く、次いで、第3石油類に係るものが156件(33.8%)、第1石油類に係るものが97件(21.0%)となってい

ます。(第6図参照)

(3) 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270件(57.7%)で最も高く、次いで、人的要因が167件(35.7%)、その他の要因(不明及び調査中を含む。)が31件(6.6%)となっています。物的要因では、腐食疲労等劣化の168件(35.9%)、人的要因では、操作確認不十分の66件(14.1%)が高い数値となっています。(第7図参照)

5 危険物等に係る事故防止対策の推進について

消防庁では、学識経験者や関係業界団体、消防機関等から構成される「危険物等事故防止対策情報連絡会(以下「連絡会」という。)」を毎年度開催し、関係機関が一体となった危険物等に係る事故防止対策を推進しています。

また、都道府県等に対し、危険物等に係る事故防止対策の推進について(令和6年3月25日付け消防危第71号)や令和5年中の都道府県別の危険物に係る事故の発生状況等について(令和6年5月27日付け消防危第155号)により、都道府県別の事故の発生状況や危険物施設の態様を踏まえた事故防止に係る取組を積極的に実施するよう周知するとともに、全国を6ブロックにわけ、各都道府県や消防本部等が参加する危険物等事故防止ブロック連絡会議により、都道府県ごとの事故発生状況や危険物施設の業態・態様を踏まえた事故防止に係る取組策について情報共有を図っています。

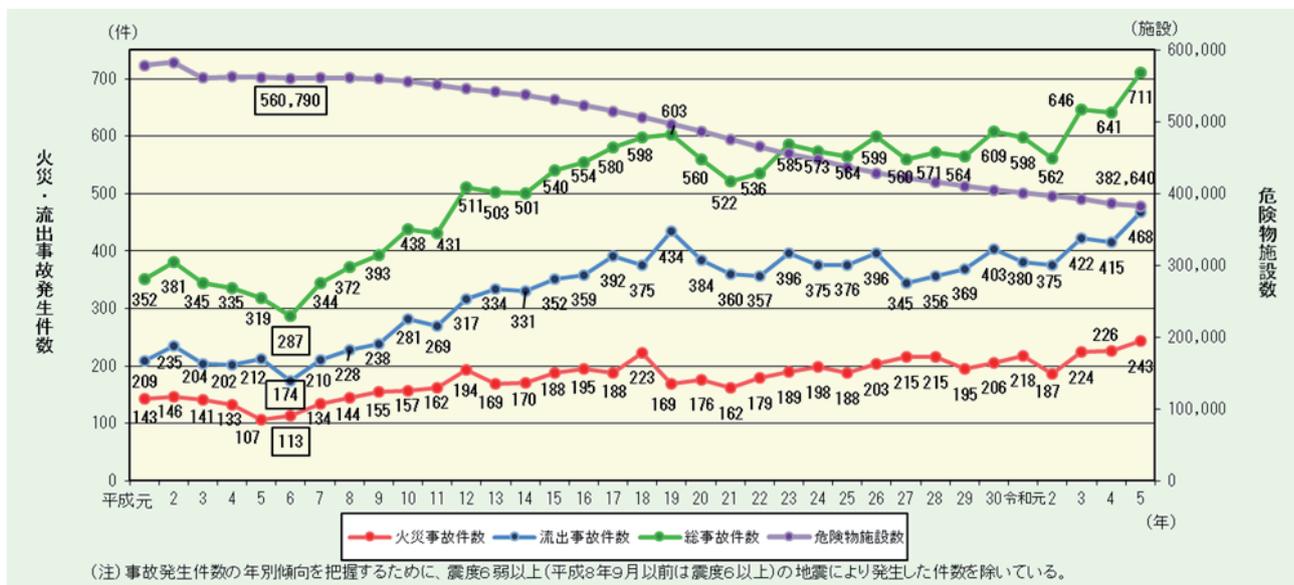
- 危険物等に係る事故防止対策の推進について(令和6年3月25日消防危第71号)

https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/240325_kiho_71.pdf

- 令和5年中の都道府県別の危険物に係る事故の発生状況等について(令和6年5月27日消防危第155号)

<https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/8b8ac56e39601e1217e79e80b153af288057e9f7.pdf>

第1図 危険物施設における火災事故・流出事故の発生件数及び危険物施設数の推移



第1表 令和5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	火災及び 流出事故 発生件数 (A)+(B)	火災事故			流出事故				
			発生件数 (A)	被害			発生件数 (B)	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		711	243 (10)	1	29	780,267.0	468 (12)	0	11	88,539.0
危険物施設 以外	無許可施設	7	4	0	1	3,553.0	3	0	0	5.0
	危険物運搬中	12	1	0	0	236.0	11	0	0	45.0
	仮貯蔵・仮取扱い	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0
	小計	19	5	0	1	3,789.0	14	0	0	50.0
合計		730	248	1	30	784,056.0	482	0	11	88,589.0

(注) 1 () 内の数値は重大事故件数を示す。

2 火災事故に係る重大事故は、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(人的被害指標)、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、流出事故に係る重大事故は、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(人的被害指標)、②河川や海域など事業所外へ広範囲に流出し、かつ、流出した危険物量が指定数量の1倍以上の事故(流出被害指標)、③事業所周辺のみ流出し、かつ、流出した危険物量が指定数量の10倍以上の事故(流出被害指標)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の一部改正について」(令和2年12月7日付け消防危第287号))

第2表 危険物施設における火災事故の概要 (令和5年中)

製造所等の別	発生件数等		被 害				被害の状況				
	発生件数 (ア)	1万施設 当たりの 発生件数	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)	A	B	C	D	
製 造 所	50	100.04	1	11	34,222.0	684	48	0	2	0	
貯 蔵 所	屋内貯蔵所	4	0.81	0	1	8,766.0	2,192	4	0	0	0
	屋外タンク貯蔵所	3	0.53	0	0	31,505.0	10,502	3	0	0	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	1	0.14	0	0	0.0	0	0	1	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	4	0.62	0	0	3,811.0	953	3	0	1	0
	屋外貯蔵所	0	0.00	0	0	0.0	0	0	0	0	0
小 計	12	0.46	0	1	44,082.0	3,674	10	1	1	0	
取 扱 所	給油取扱所	39	6.96	0	4	2,316.0	59	39	0	0	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	9.79	0	0	96.0	96	1	0	0	0
	一般取扱所	141	24.35	0	13	699,551.0	4,961	141	0	0	0
	小 計	181	15.56	0	17	701,963.0	3,878	181	0	0	0
合 計 / 平 均	243	6.35	1	29	780,267.0	3,211	239	1	3	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を「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を「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を「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を「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。

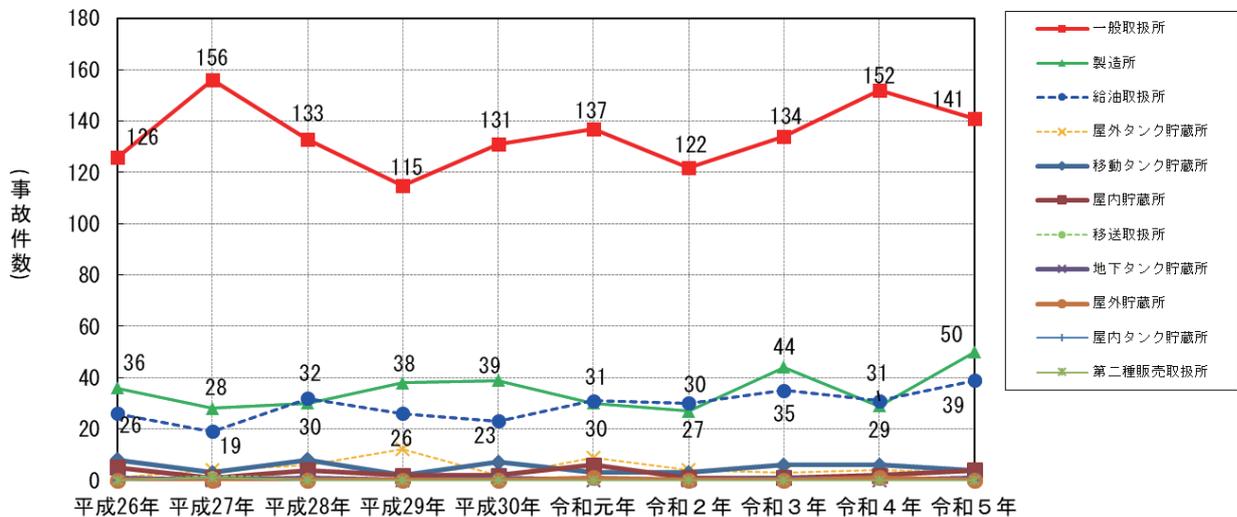
2 1万施設当たりの発生件数における施設数は、令和5年3月31日現在の完成検査済証交付施設数を用いた。

第3表 危険物施設における火災事故に係る重大事故の概要 (令和5年中)

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			
			人的被害指標	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		7	1	3	4	14.01	1	3	3,958.0	565
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	0	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
	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	1	0	1	1	0.16	0	0	3,628.0	3,628
	屋外貯蔵所	0	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
	小計	1	0	1	1	0.04	0	0	3,628.0	3,628
取扱所	給油取扱所	0	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
	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	2	0	0	2	0.35	0	1	484.0	242
	小計	2	0	0	2	0.17	0	1	484.0	242
合計/平均		10	1	4	7	0.26	1	4	8,070.0	807

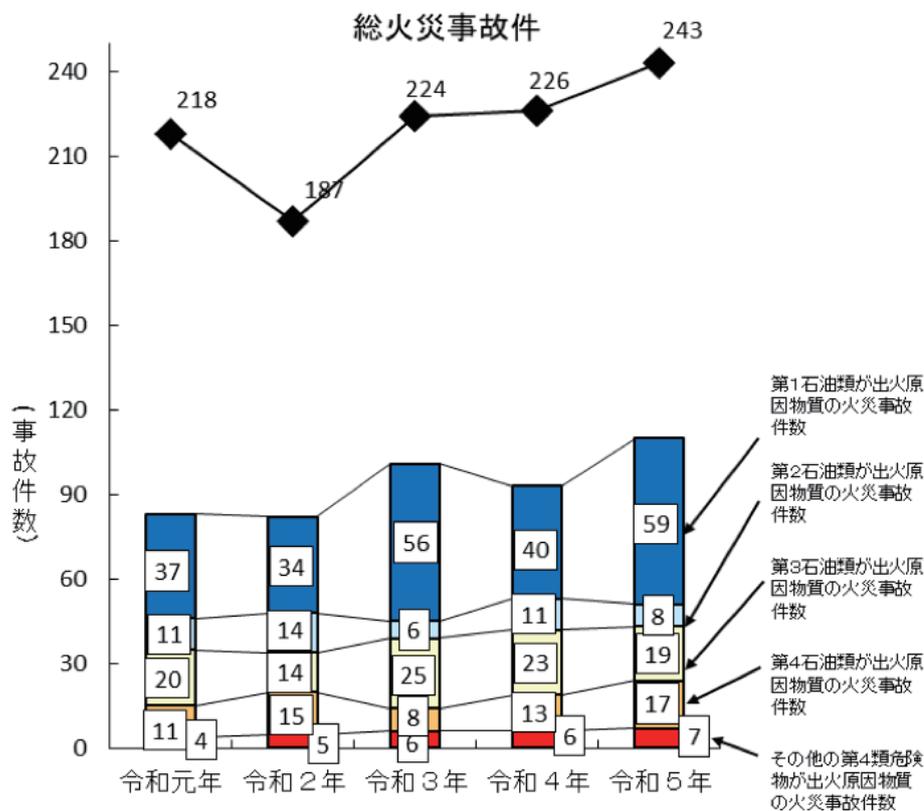
(注) 1 1万施設当たりの発生件数における施設数は、令和5年3月31日現在の完成検査済証交付施設数を用いた。
 2 「重大事故の内訳」欄は、第1表(注)2の各指標に係る事故件数を計上しており、合計値が「重大事故発生件数」欄の数値と一致しない場合がある。

第2図 危険物施設における火災事故の発生件数の推移 (過去の10年間)

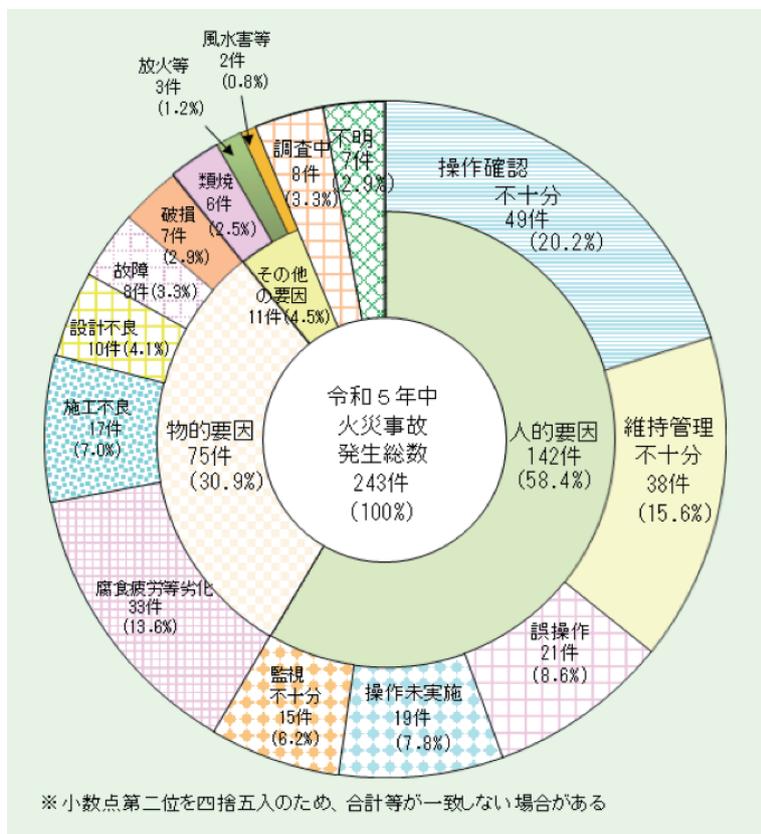


(注) 簡易タンク貯蔵所、第一種販売取扱所の火災事故は過去10年間発生していない。

第3図 危険物施設における火災事故の出火原因物質（第4類危険物）の推移（最近の5年間）



第4図 令和5年中の危険物施設における火災事故の発生要因



第4表 危険物施設における火災事故の着火原因（令和5年中）

製造所等の別 着火原因	製造所	貯蔵所							取扱所						計	比率 (%)	令和4年		
		屋内貯蔵所	屋外タンク貯蔵所	屋内タンク貯蔵所	地下タンク貯蔵所	簡易タンク貯蔵所	移動タンク貯蔵所	屋外貯蔵所	小計	給油取扱所	第一種販売取扱所	第二種販売取扱所	移送取扱所	一般取扱所			小計	計	比率 (%)
裸火	3 (1)	0	0	0	1	0	0	0	1	4	0	0	0	2	6	10 (1)	4.1 (10.0)	11 (1)	4.9 (10.0)
高温表面熱	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	30 (1)	33 (1)	35 (1)	14.4 (10.0)	42 (1)	18.6 (10.0)
溶接・溶断等火花	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12	13	15	6.2	10 (2)	4.4 (20.0)
静電気火花	17 (2)	1	3	0	0	0	1	0	5	14	0	0	0	15	29	51 (2)	21.0 (20.0)	38	16.8
電気火花	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	15	22	24	9.9	18	8.0
衝撃火花	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	6	2.5	9 (1)	4.0 (10.0)
自然発熱	5 (1)	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	3	9 (1)	3.7 (10.0)	7	3.1
化学反応熱	6 (1)	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	3	10 (1)	4.1 (10.0)	12 (1)	5.3 (10.0)
摩擦熱	4 (1)	0	0	0	0	0	2	0	2	1	0	0	0	11	12	18 (1)	7.4 (10.0)	11	4.9
過熱着火	3 (1)	0	0	0	0	0	1 (1)	0	1 (1)	3	0	0	0	14 (1)	17 (1)	21 (3)	8.6 (30.0)	24 (1)	10.6 (10.0)
放射熱	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	1.2	2	0.9
その他	4	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	18	23	27	11.1	19	8.4
不明	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	6	7	9	3.7	16 (3)	7.1 (30.0)
調査中	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	5	5	2.1	7	3.1
合計	50 (7)	4	3	0	1	0	4 (1)	0	12 (1)	39	0	0	1	141 (2)	181 (2)	243 (10)	100.0 (100.0)	226 (10)	100.0 (100.0)

- (注) 1 着火原因の分類は、推定によるものを含む。
 2 調査中とは、令和6年4月1日現在において、未だ調査中のものをいう。
 3 参考のため、右欄に前年の件数と比率を掲載した。
 4 () 内の数値は重大事故に係る数値を示す。

第5表 危険物施設における流出事故の概要 (令和5年中)

発生件数等 製造所等の別		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		73	146.06	0	2	11,257.0	154
貯 蔵 所	屋内貯蔵所	4	0.81	0	0	80.0	20
	屋外タンク貯蔵所	103	18.21	0	0	33,873.0	329
	屋内タンク貯蔵所	3	3.17	0	0	267.0	89
	地下タンク貯蔵所	36	5.01	0	0	3,164.0	88
	簡易タンク貯蔵所	0	0.00	0	0	0.0	0
	移動タンク貯蔵所	51	7.96	0	4	5,621.0	110
	屋外貯蔵所	2	2.14	0	0	2.0	1
	小 計	199	7.62	0	4	43,007.0	216
取 扱 所	給油取扱所	70	12.50	0	0	18,945.0	271
	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	20	195.89	0	1	3,779.0	189
	一般取扱所	106	18.31	0	4	11,551.0	109
	小 計	196	16.85	0	5	34,275.0	175
合 計 / 平 均		468	12.23	0	11	88,539.0	189

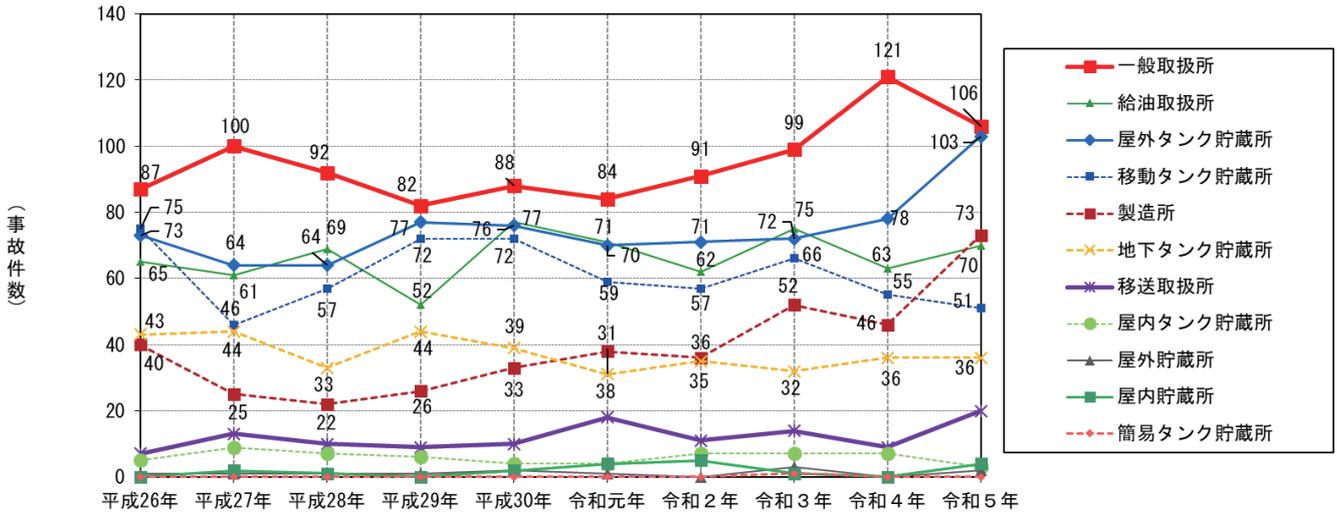
- (注) 1 発生件数には、製造所等に配管で接続された少量危険物施設等において、指定数量以上の危険物が流出したものの件数を含む。
 2 1万施設当たりの発生件数における施設数は令和5年3月31日現在の完成検査済証交付施設数を用いた。

第6表 危険物施設における流出事故に係る重大事故の概要（令和5年中）

発生件数等 製造所等の別		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			
			人的被害 指標	流出被害 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		0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
貯 蔵 所	屋内貯蔵所	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
	屋外タンク貯蔵所	4	0	4	0.71	0	0	5,373.0	1,343
	屋内タンク貯蔵所	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
	地下タンク貯蔵所	1	0	1	0.14	0	0	115.0	115
	簡易タンク貯蔵所	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
	移動タンク貯蔵所	3	0	3	0.47	0	0	464.0	155
	屋外貯蔵所	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
	小 計	8	0	8	0.31	0	0	5,952.0	744
取 扱 所	給油取扱所	1	0	1	0.18	0	0	37.0	37
	第一種販売取扱所	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
	第二種販売取扱所	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
	移送取扱所	0	0	0	0.00	0	0	0.0	0
	一般取扱所	3	0	3	0.52	0	0	153.0	51
	小 計	4	0	4	0.34	0	0	190.0	48
合 計 / 平 均		12	0	12	0.31	0	0	6,142.0	512

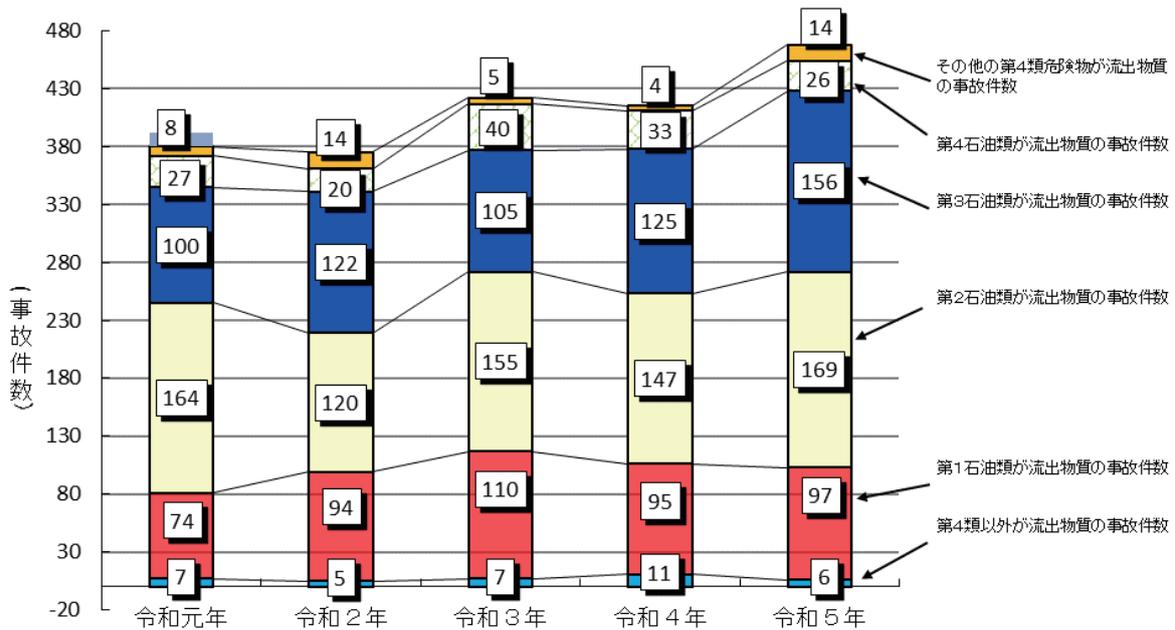
(注) 1 1万施設当たりの発生件数における施設数は令和5年3月31日現在の完成検査済証交付施設数を用いた。
 2 「重大事故の内訳」欄は、第1表(注)2の各指標に係る事故件数を計上しており、合計値が「重大事故発生件数」欄の数値と一致しない場合がある。

第5図 危険物施設における流出事故の発生件数の推移（最近の10年間）

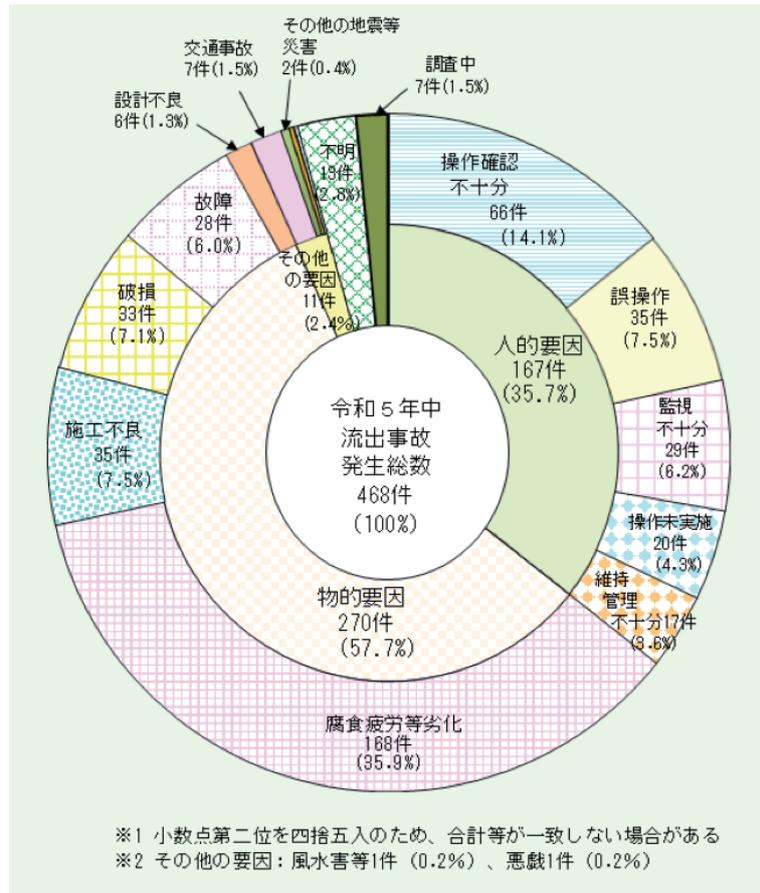


(注) 第一種販売取扱所及び第二種販売取扱所の流出事故は過去10年間発生していない。

第6図 危険物施設における流出した第4類危険物別の件数の推移（最近の5年間）



第7図 令和4年中の危険物施設における流出事故の発生要因





危険物事故 関連情報

令和5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5年10月、石油コンビナート等特別防災区域を指定する政令が一部改正され、石油コンビナート等特別防災区域は77地区(33都道府県)となりました。

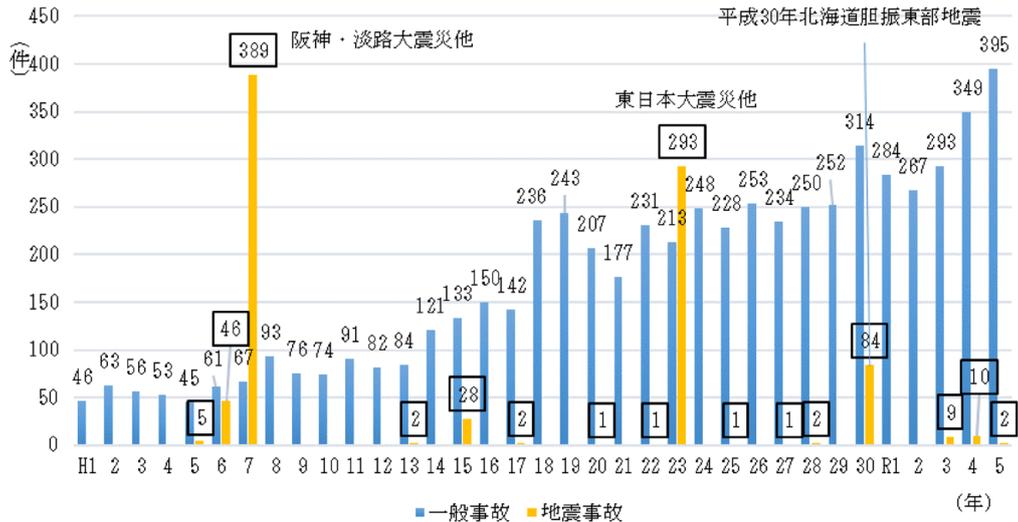
特定事業所は647(令和5年4月現在)あり、その内訳は第1種事業所が322(うち、レイアウト事業所145)、第2種事業所が325となっています。

3 令和5年における事故発生状況について

令和5年中(令和5年1月1日～同年12月31日)の特定事業所における事故件数は397件(前年比38件増)で、地震によらない一般事故が395件、地震による事故が2件でした。また、一般事故による死者は2人(前年比1名増)、負傷者は25人(前年比8人減)でした。

【表1. 令和5年 事故発生状況】

年	特定事業所数	事故件数		死傷者数	
		一般事故	地震による事故	死者数	負傷者数
令和5年	647	395	2	2	25
令和4年	650	349	10	1	33

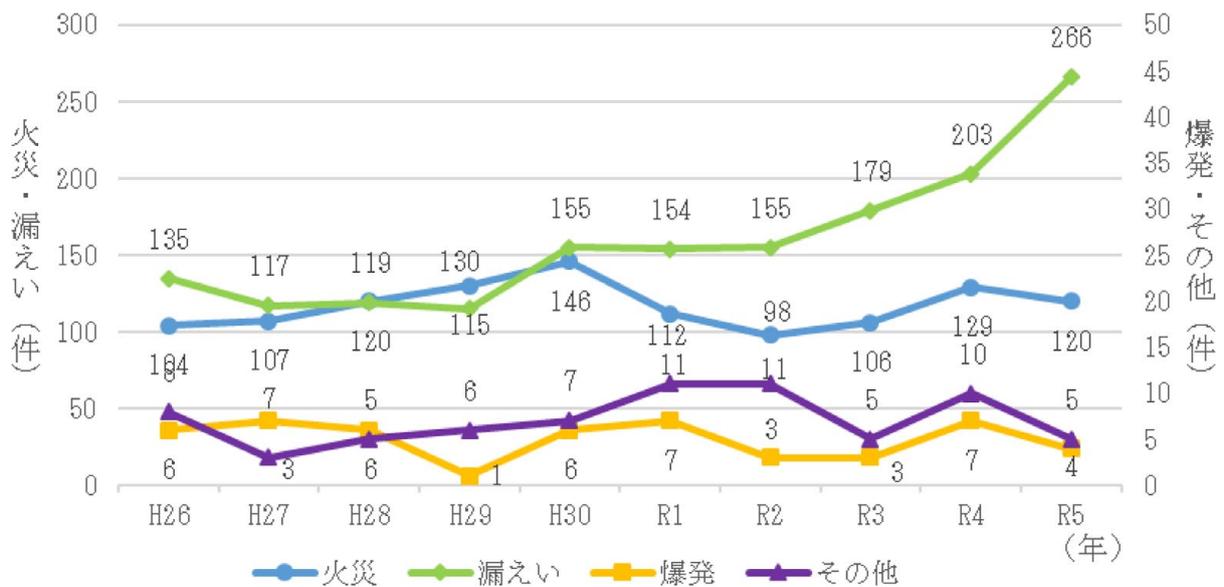


【図1. 平成元年以降の事故発生状況】

(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120件（前年比9件減）、漏えい266件（前年比63件増）、爆発4件（前年比3件減）、その他5件（前年比5件減）となっています。

漏えいの増加が顕著となっています。

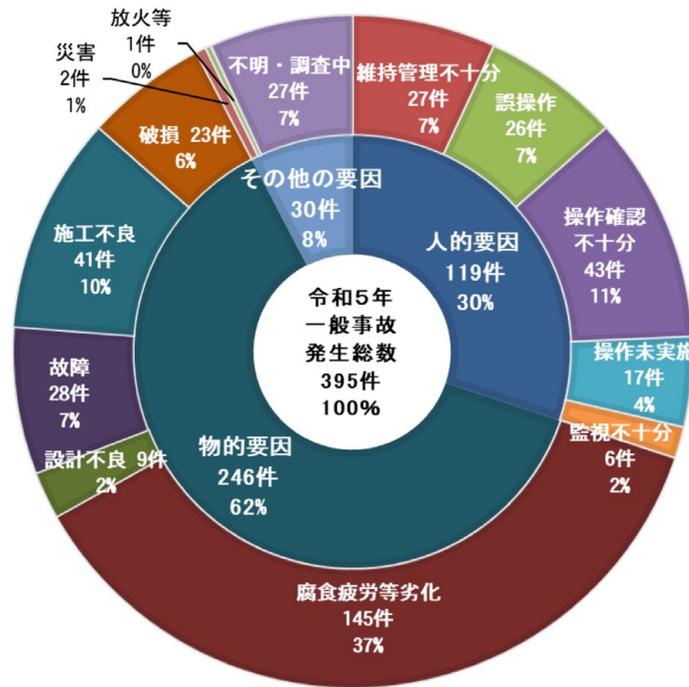


【図2 過去10年事故種別ごとの一般事故発生状況】

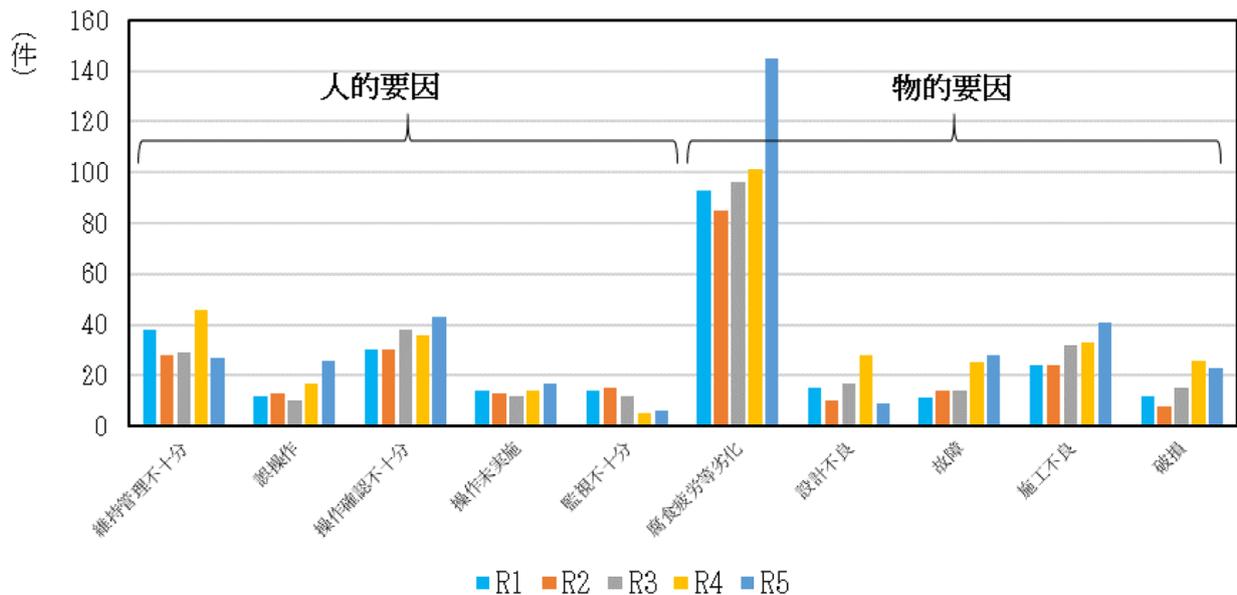
(2) 発生要因ごとの一般事故発生状況

一般事故を発生要因別にみると、人的要因によるものが119件（30%）、物的要因によるものが246件（62%）となっており、その内訳で主なものは、「腐食疲労等劣化」145件、「操作確認不十分」43件、「施工不良」41件、「故障」28件となっています。

また、「腐食疲労等劣化」が全体の約4割を占め、他の要因と比べて圧倒的に高い割合が継続しています。



【図3. 令和5年 発生要因別の一般事故発生状況】



【図4. 過去5年 発生要因別一般事故発生状況の推移】

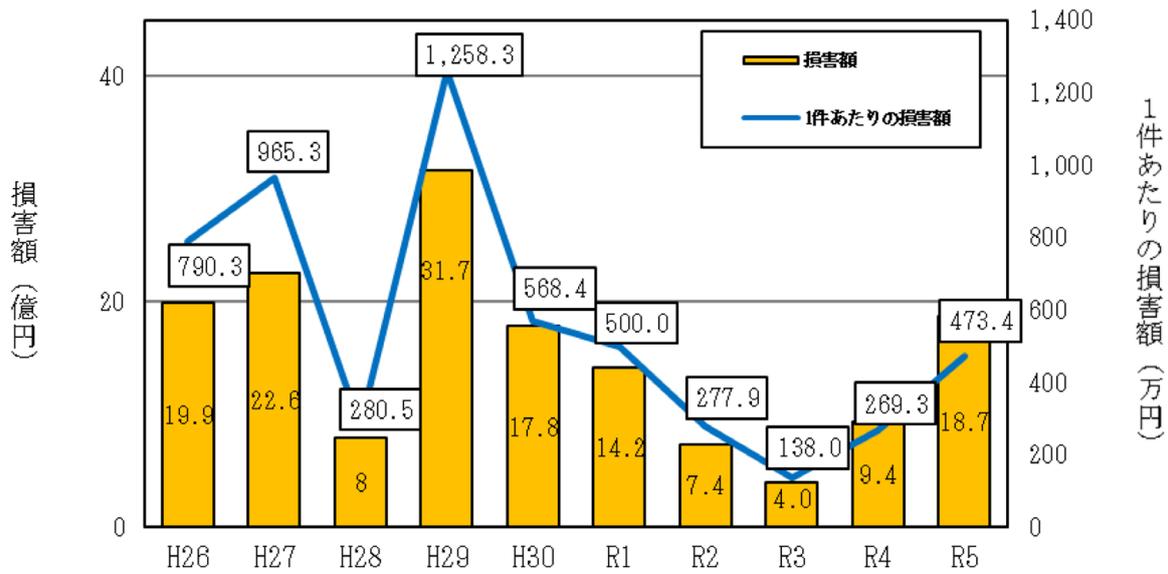
(3) 損害額・死傷者の発生状況について

ア 損害額の状況

一般事故395件中、損害額が計上される（1万円以上）事故は173件発生し、その合計は18億7,459万円となりました。そのうち、火災による損害が5割を占めています。

【表2. 令和5年 一般事故損害額の状況】

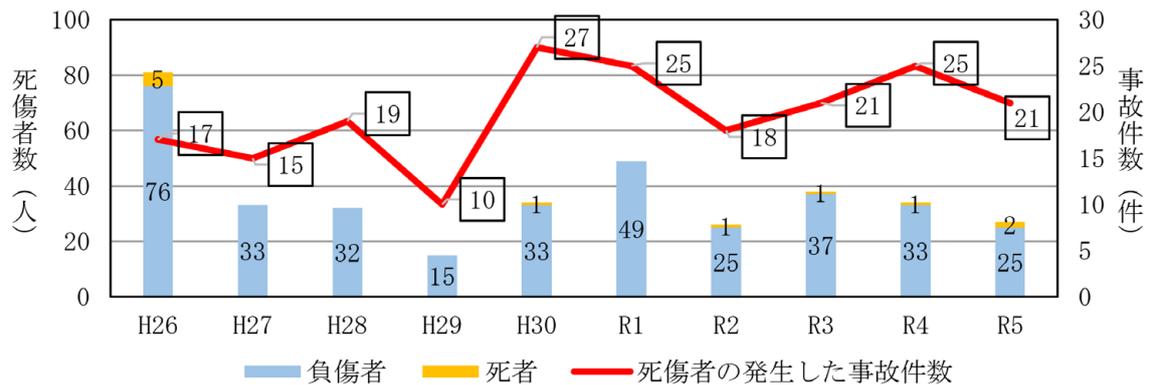
事故種別	損害額 (万円)	割合 (%)
火災	106,086	56.6
爆発	3,002	1.6
漏えい	77,262	41.2
その他	1,109	0.6
合計	187,459	100.0



【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

令和5年の一般事故395件のうち、死傷者が発生した事故は21件で、死者2名、負傷者25名が発生しています。



【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

特定事業所の業態別の一般事故発生状況は、表3のとおりです。

業態別の一般事故発生件数の比較では、「石油製品・石炭製品製造業関係」、「化学工業関係」、「鉄鋼業関係」の順に事故が多く、一事業所あたりの事故発生件数については、「石油製品・石炭製品製造業関係」が高い数値となっています。

また、危険物、毒劇物、高圧ガスを扱うことが多い「化学工業関係」、「石油製品・石炭製品製造業関係」では漏えいが、製鉄における熱源の利用が多い「鉄鋼業関係」では火災が、それぞれ多く発生していることが特徴的です。

【表3. 令和5年中 業態別一般事故発生状況】

業 態	内 容				件 数		業態別事故発生件数	
	火 災	爆 発	漏 え い	そ の 他	小 計	事故の 総件数 に対する割合 (%)	業態別 事業所 数	一 事 業 所 あ た り の 事 故 発 生 件 数
食料品製造業関係	5		1		6	1.5	13	0.46
パルプ・紙・紙加工製造業関係							3	0.00
化学工業関係	40		80	1	121	30.6	220	0.55
石油製品・石炭製品製造業関係	29	1	145	1	176	44.6	43	4.09
窯業・土石製品製造業関係	2	1	1		4	1.0	9	0.44
鉄鋼業関係	31		3	1	35	8.9	28	1.25
非鉄金属製造業関係	1		2		3	0.8	6	0.50
機械器具製造業関係	1	1	4		6	1.5	8	0.75
電気業関係	8		14		22	5.6	56	0.39
ガス業関係	1		4	1	6	1.5	30	0.20
倉庫業関係	1		10	1	12	3.0	216	0.06
廃棄物処理業関係			1		1	0.3	7	0.14
その他	1	1	1		3	0.8	8	0.38
合 計	120	4	266	5	395	100.0	647	0.61

(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」及び「その他の施設」*において多くの事故が発生しており、「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。

【表4. 令和5年中 施設区別一般事故の状況】

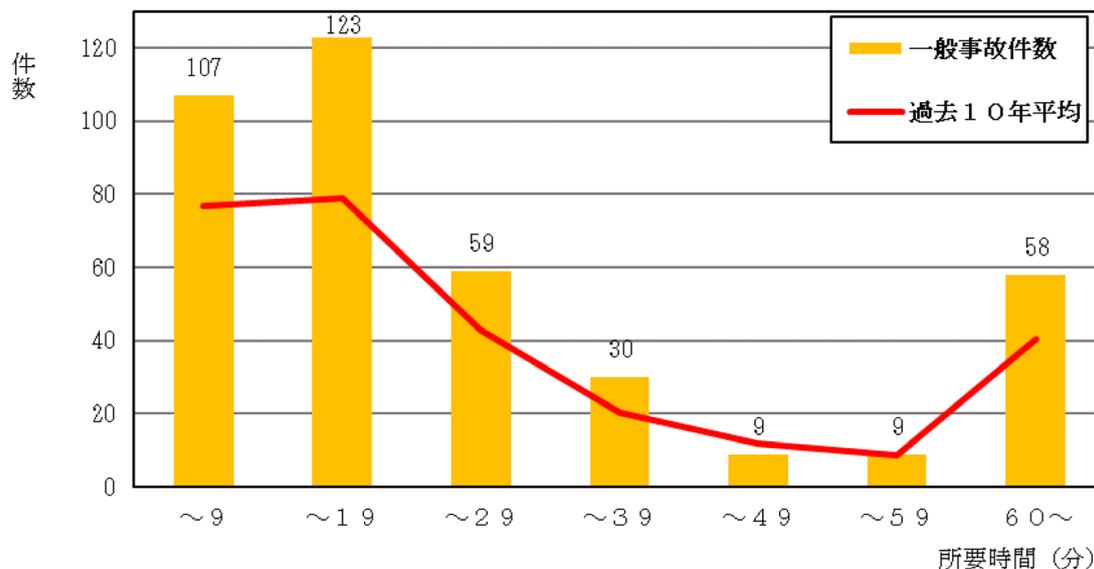
施設 事故	危険物製造所等		高圧ガス 施設	その他の 施設	合計
	危険物 施設	高 危 混在施設			
火 災	41	15		64	120
爆 発		1		3	4
漏えい	174	26	13	53	266
その他	3		1	1	5
合 計	218	42	14	121	395

※ その他の施設には、作業場、車両、空地、毒劇物施設等がある。

(6) 一般事故における通報状況について

一般事故における事故発生時の通報状況は図7のとおりです。

事故発生時の通報は、比較的早期に実施できている一方で、60分以上経過している事案も多くなっています。



【図7. 令和5年中 一般事故における発見から通報までの状況】

(7) 令和5年中に発生した主な事故事例

〈事故事例1〉

事故概要：合成石英開発設備において、ガス流量制御装置付近で爆発が発生し、作業員2名が死傷

発生日時：11月2日 14時05分

発見日時：11月2日 14時07分

覚知日時：11月2日 14時14分

処理完了：11月2日 14時34分

事故種別：爆発

主原因：不明

業態：－

施設区分：事務管理施設地区

死傷者：2名（死亡1名、軽症1名）

損害額：2,922万円

事故発生原因：何らかの火源が制御盤内に滞留していた水素に着火し、爆発したものの。

再発防止対策：従業員に対して、水素の危険性に関する教育を毎年実施する。事業所内で同様のガス流量制御装置がある場所については、固定式のガス検知器を設置し、可燃性ガスの漏えいを早期に発見して、計器室等から遠隔によりガスを安全に停止できる仕組みを構築する。

〈事故事例2〉

事故概要：事故発生約10分前から雷を伴う豪雨となっていた。落雷直後、タンク付近で作業中の協力会社員がタンク付近で黒煙が出ていることを発見し他の1人が119番通報した。屋外タンク貯蔵所の付属配管からC重油が漏えい、火災が発生し、発災前後の豪雨により冠水していた通路の雨水上に油膜となって広がり、周辺のポンプや配管へと延焼した。

発生日時：8月23日 12時18分

発見日時：8月23日 12時18分

覚知日時：8月23日 12時20分

処理完了：8月23日 15時44分

事故種別：火災

主原因：風水害

業態：石油製品・石炭製品製造業関係

施設区分：貯蔵施設地区

死傷者：－

損害額：3億1,500万円

事故発生原因：危険物配管への落雷の衝撃によりフランジガスケットが破損し、C重油が漏えいした。落雷の静電気により、漏えいしたC重油に着火し火災が発生したと推定する。

再発防止対策：避雷設備の設置状況を確認する。雷が接近した際に警報を発報するシステムを、より精度の高いものにする。

〈事故事例3〉

事故概要：フッ化水素酸製造能力の増強工事完了後の起用作業を行う際に、フッ化水素酸の反応ガスが流れ始め前段洗浄塔の循環液を揚液するポンプより濃硫酸及びフッ化水素酸が漏えいし、内部に含まれるフッ化水素酸がガス化して、現地周辺へ拡散したものの。

発生日時：12月1日 08時28分

発見日時：12月1日 08時28分

覚 知 日 時：12月1日 08時57分
処 理 完 了：12月1日 09時45分
事 故 種 別：流出
主 原 因：腐食疲労等劣化
業 態：化学工業関係
施 設 区 分：その他施設地区
死 傷 者：－
損 害 額：100 万円

事故発生原因：当該ポンプ開放点検の結果、リアケーシングが破損したために漏えいしたことが分かったもの。

破損原因は、プッシングプレートが不均一な膨張をしたことでインペラーがフロントケーシング側に不均等に押し、シャフトが芯ずれを起こした状態で回転したため。また、プッシングプレートの膨張は、エロージョンによるPFAライニング摩耗部分の溶接補修部分を起点とし、エロージョンが起っており、プッシングプレート内部に液が浸透し、金属部分が腐食、プッシングプレートが膨潤したため、ライニング補修品を長期使用し、ポンプ構造に不具合を生じさせたことによるもの。

再発防止対策：定期的に開放し、ライニングの状態について確認する。PFAライニング部は、定点測定、管理基準を定めて判断基準と比較して再使用の可否を判定する。PFAライニング部の摩耗については、基本溶接補修せず新品の予備品と交換する。PFAライニングの摩耗対策については、エロージョンしやすい部位の硬度をあげ、摩耗の発生を抑制する改造を検討する。

4 おわりに

先述のとおり、一般事故の総件数は、平成元年以降最も多い発生件数となり、維持管理不十分及び操作確認不十分（人的要因）並びに腐食疲労等劣化及び施工不良（物的要因）が多くを占める傾向が続いております。

これら発生要因への対策のうち、ヒューマンエラー対策としては、事故情報の共有、技術的背景（know-why）を把握するための教育、協力会社を含めた安全管理教育等による保安教育体制の充実が望まれます。また、腐食疲労等劣化対策としては、効果的な腐食点検技術、保安・保守業務にビッグデータ、AI及びドローン等の先進技術を導入し、より高度な保安管理体制を構築すること等が考えられます。

また、事故発生時の課題としては、発見から通報までに30分以上を要している事案が例年3割程度あることです。迅速な通報は、災害の拡大防止を図るうえで最も重要な応急措置であることから、特定事業所には出火、漏えいその他異常な現象が発生したときには、直ちに消防署等に通報することが義務づけられています。したがって、特定事業所においては、通報する者と応急対応する者で明確に役割分担しておくなど、迅速な通報が行える体制を構築しておくことが大切です。

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5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/240527_tokusai_1.pdf

令和5年度危険物事故防止対策論文

事故防止調査研修センター

安全で快適な社会づくりに向けて危険物に係る事故の防止に役立てることを目的として、事故防止に係る提案、提言等を広く募集しておりました「令和5年度危険物事故防止対策論文」の消防庁長官賞、危険物保安技術協会理事長賞、奨励賞の著者の方々に対する表彰が、令和6年6月3日（於ニッショーホール）に執り行われました。

この表彰式は、危険物を取り扱う事業所における保安体制の一層の充実や、国民の皆様の危険物の保安に関する意識の向上を目的とした、危険物安全週間の行事の一環として、「危険物安全大会」の中で行っております。

表彰に先立ち、原邦彰消防庁長官より式辞が有り、表彰を受けられる皆様方は、これまで危険物の保安に努めてこられた方々であり、そのご功績に対し、深く敬意を表する旨が述べられました。

続けて、先の能登半島地震による、危険物施設の重大事故の発生はありませんでしたが、平常時から、災害を想定したハード面及びソフト面双方における対策の再検証を行うことや、被害を最小限にするため、訓練等を通じた習熟度の向上を図ることなどが重要であるということ。また、増加傾向が続く危険物施設の事故を未然に防ぐためには、まず現場においてリスクを把握し、適切に操業・維持管理を行うことのできる人材を育成することが必要であり、熟練者の保安に関する知識・技術を伝承しつつ、危険物取扱者の保安講習等を通じて教育を徹底することが重要となること。さらに、施設全体のリスクアセスメントを適切に行い、企業として保安確保に向けたマネジメント体制を確保すること、定期点検や日常点検の充実を担保していくことが不可欠であると考えており、本日受賞されます皆様方には、引き続き危険物の保安体制の充実強化に向け、更なるご活躍と、地域社会の安全への一層のご貢献を賜りますよう、心からお願い申し上げます。

つきましては、危険物の事故防止対策の参考としていただくため、各賞を受賞されました3編の論文をご紹介しますとともに、受賞された3編の講評を掲載いたします。

また、当協会ウェブサイト業務説明の「危険物事故防止対策論文」(<https://www.khk-syoubou.or.jp/guide/paper.html>)には、現在までの「受賞論文」をご紹介しますので、併せてご参照ください。



危険物事故防止対策論文受賞者



令和5年度 危険物事故防止対策論文表彰記念 危険物事故防止対策論文に対する講評

消防庁長官賞

【論文標題】

特定屋外貯蔵タンクの破損事故からの提言
～Fault Tree Analysis (FTA) による事故原因究明のすすめ～

【講評】

FTAは事故原因の解析に広く利用されている手法であるが、本件事故の解析の進めるにあたり、以下の工夫を行った点が高く評価された。

まず、消防機関と事業所がそれぞれの視点でFTAを作成し、両者の結果を合わせてFT図を完成させたことは、解析結果をより良いものとするに資する取組である。

また、FTAのメンバーに危険物規制事務経験1年未満の職員を加えることで、経験の浅い職員に対する教育機会の創出に繋げている。

このような取組が、消防機関においては危険物規制事務担当者の資質向上やFTAの結果を踏まえた合理的な指導の実施、また、事業所においては再発防止策の検討や保安体制の充実に活用されていくことを期待したい。

危険物保安技術協会理事長賞

【論文標題】

物的要因事故に着目した立入検査実施に向けた指標の作成

【講評】

経験の浅い職員を含む、限られた職員による有効な査察業務の実施は消防機関の重要課題であり、事業所の危険性を可視化するための定量的評価手法の一例を示した本論文は他の消防機関の参考となる点が評価された。

今後、従前の立入検査の実施状況と今回作成された手法による立入検査について、比較・検証が行われるとともに、その結果を踏まえた改善と他の消防機関に向けた情報発信を期待したい。

奨励賞

【論文標題】

保安分野における生成AIの活用に向けた展望について

【講評】

保安分野への生成AIの活用というテーマ選定には新規性があり、保安分野でも効果が期待される。

一方で、生成AIに必要なデータの収集やシステム構築に要する多大なコスト等の多くの課題が存在すると思われる。

今後のさらなる検討と社会実装に向けた効果検証を期待したい。

消防庁長官賞

特定屋外貯蔵タンクの破損事故からの提言
～Fault Tree Analysis (FTA) による
事故原因究明のすすめ～堺市消防局 危険物保安課 大野山 翔二
西消防署 阪口 勝

1 はじめに

総務省消防庁の統計によると危険物施設の事故は高い水準で横ばいの状況が続いており、事故原因は様々な物的要因や人的要因に起因している。本件は管内の特定事業所において人的要因（維持管理不十分）により屋外貯蔵タンク内が負圧となり発生した破損事故である。当該タンク内が負圧となった直接的な原因は早期に特定することができたが、直接原因を引き起こした間接的な原因を特定することに苦慮した案件であった。

本論文では、事故原因を究明することで得られた再発防止策とともに、原因の特定が困難な事案に対する包括的な解析ツールとしてのFTAの有用性について提言する。

2 事故の概要

(1) 発災事業所の概要

発災事業所は堺市消防局管内に所在する堺泉北臨海特別防災区域内にあるA株式会社堺事業所（以下「当該事業所」という。）である。敷地面積は1,246,720㎡で石油コンビナート等災害防止法上の第1種事業所、高圧ガス保安法上の第1種製造所に該当する。当該事業所は屋外タンク貯蔵所105施設をはじめとする危険物施設を計144施設保有しており、管内を代表する大規模な事業所である。

(2) 発災施設の概要

発災施設（以下「本件タンク」という。）の概要を表1に示す。

表1 本件タンクの概要

施設区分	特定屋外タンク貯蔵所
設置許可年月	昭和42年8月
完成検査年月	昭和43年7月
貯蔵物	危険物第4類第3石油類 重油（C重油）
タンク規模及び容量	内径29.06m、高さ16.459m、容量8,830kL （指定数量の倍数：4,415倍、許可液面高さ：13.43m）
タンクの材質	ア 底板：SS400（9mm） イ アニュラ板：SM-400C（12mm） ウ 側板：SS41（1段目19mm、2段目17mm、3段目15mm、4段目13mm、5段目11mm、6段目9mm、7～9段目7mm） エ 屋根板（コーンルーフ）：SS41・SS400（4.5mm）
付属設備	ア 保温材：有り イ 加熱設備：スチームコイル（液温60℃） ウ 通気管：無弁通気管4箇所（内径200mm）、引火防止網（40メッシュ）
設計最大流速（払出し）	1,300kL/h

(3) 発災時の気象状況

天候：晴れ、風向き：北西、風速：3m/秒、気温：22℃

(4) 発災時の状況等

令和5年3月某日、本件タンクから船舶2艇へ流速660kL/hで重油を出荷中に、本件タンクに隣接する屋外タンク貯蔵所付近で作業をしていた協力会社の社員が、鉄板が弾むような音に気づき周辺を確認したところ、本件タンクの側板上部に変形を発見した。人的被害は無し。物的被害はタンク側板の破損であり、危険物の漏洩はなかった。事故の時系列は表2のとおり。

表2 事故の時系列

時刻	内容
8時55分	船舶Aへ60kL/hの流速での出荷開始
10時30分	当該事業所の従業員が本件タンク周辺のパトロールを実施し、タンクの変形等の異常が無いことを確認
10時39分	船舶Bへ600kL/hの流速で出荷開始
11時50分	協力会社の従業員が異音に気づき周辺を確認したところ、本件タンクの側板に変形を発見し、当該事業所へ連絡
11時51分	船舶A及び船舶Bへの出荷作業を停止 当該事業所の従業員が現場を確認し、本件タンクの側板の変形を確認 ※発災時の液面高さは5.611mであり貯蔵量は3,649kLであった
13時35分	消防機関へ通報
15時53分	消防職員より現地で緊急使用停止命令（消防法第12条の3第1項）を口頭にて発令

(5) 発災後のタンク各部位の状況

ア 側板

目視により本件タンクの側板を確認した結果、側板上部の保温材が施工されていない部分（7～9段目）を中心に、8箇所で変形（凹み）が認められた。各変形箇所の範囲、凹み深さを図1に示す。

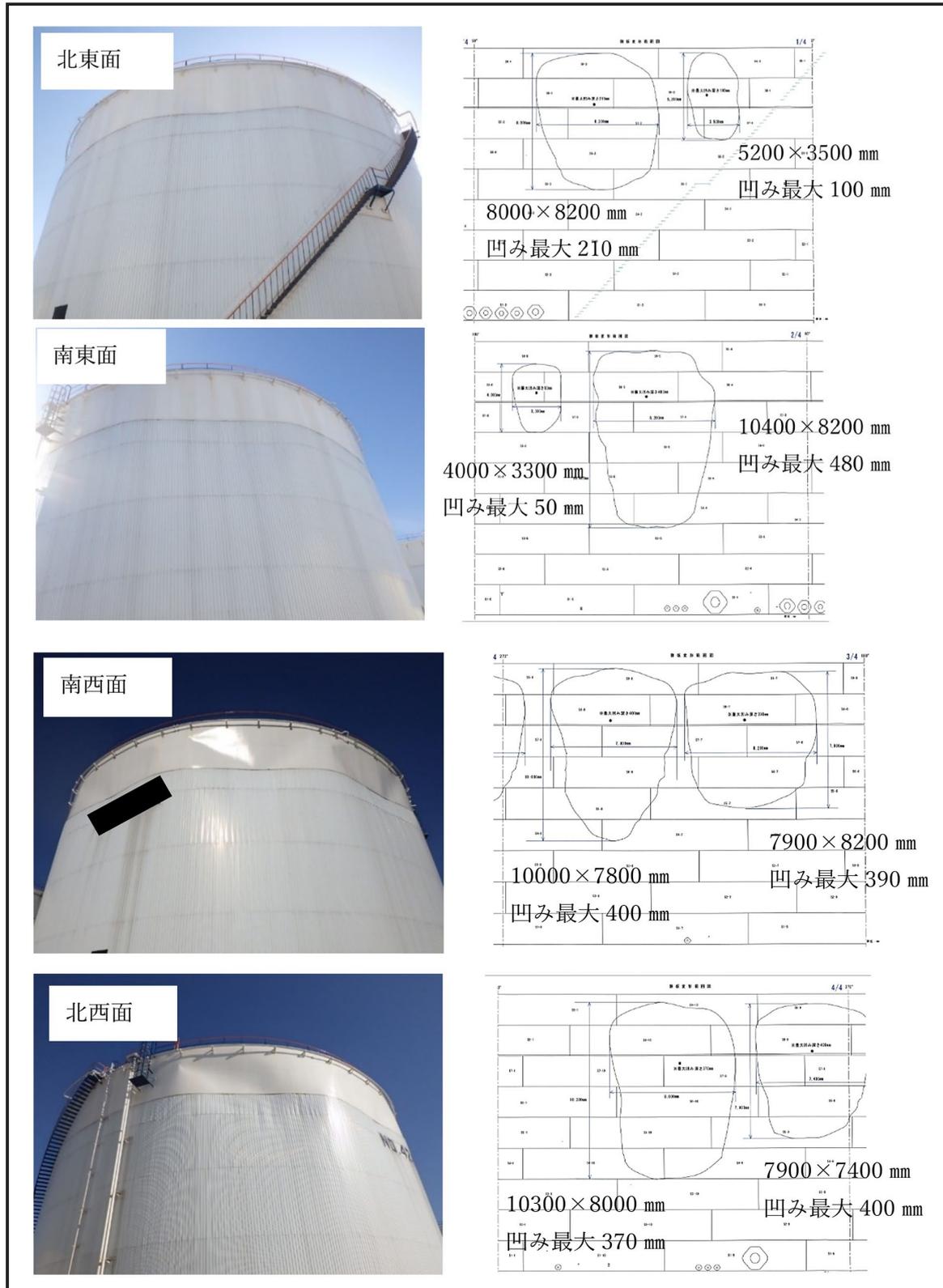


図1 側板の変形状況

イ 無弁通気管及び引火防止網

全4箇所は無弁通気管のノズル部には、流路を阻害するような閉塞は認められなかった。

一方、無弁通気管の出入口に取り付けられている引火防止網(40メッシュ)は、無弁通気管から取り外して目視により確認した結果、4箇所全てにおいてスケール(ゴミ等の汚れ)が網のほぼ全面に付着していることが認められ、無弁通気管の出入口下部の屋根板にもスケールが付着していた(図2参照)。



図2 引火防止網の状況(4箇所とも同様の目詰まり)

ウ その他の構造・設備

本件タンクの内外側から屋根板、アニュラ板及び底板(溶接部を含む)を目視により確認した結果、変形等の異常は認められなかった。同様に基礎・地盤についても目視で確認した結果、異常は認められなかった。また、泡消火設備、散水設備等の設備についても確認の結果、異常は認められなかった。

(6) 本件タンクの点検履歴

ア 直近のタンク内部点検

令和元年11月に内部点検(危険物の規制に関する規則第62条の5)を実施し、本件タンク本体の強度に問題がないことが確認されている。

イ 直近の引火防止網の点検履歴

引火防止網の点検は年に5回実施されている。年5回の点検のうち1回は協力会社に委託して行う点検である。直近の点検履歴は表3のとおり。

表3 点検履歴

点検年月日	点検結果	点検実施者
令和4年3月	損傷、目詰まり、腐食なし(4箇所の引火防止網全て)	当該事業所従業員
令和4年6月	損傷、目詰まり、腐食なし(4箇所の引火防止網全て)	当該事業所従業員
令和4年9月	損傷、目詰まり、腐食なし(4箇所の引火防止網全て)	当該事業所従業員
令和4年10月	10~50%程度の目詰まり(4箇所の引火防止網全て)※	協力会社従業員
令和4年12月	損傷、目詰まり、腐食なし(4箇所の引火防止網全て)	当該事業所従業員

※令和4年10月に実施された協力会社従業員による点検では、点検後に清掃が行われた結果0~10%程度の目詰まりに改善している。

3 原因究明の問題点と課題及びFTAについて

(1) 原因究明の問題点と課題

当初の事故現場の見分から、引火防止網の閉塞が直接的な原因でタンク内が負圧となり側板が変形したことが推定できた。一方、引火防止網が閉塞した間接的な原因を推定することは困難であった。その理由として、引火防止網が閉塞する可能性のある原因事象が複数確認されたこと及びその複数の原因事象が組み合わさった結果、引火防止網の閉塞を引き起こした可能性があることが挙げられる。さらに、本件タンクの法定点検（消防法第14条の3の2）や自主点検は定期的実施しており、維持管理が適切に行われているように見受けられたことも間接的な原因の推定を困難にさせた。

また、間接的な原因が組織のセクショナリズムや作業のマンネリ化などに起因する事故であった場合、事故原因を詳細まで究明し、自主保安体制の的確な改善指導を図ることが消防機関の責務であると考えた。

以上のことから、FTAを用いた詳細な原因解析を試みることにした。

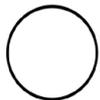
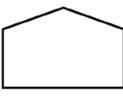
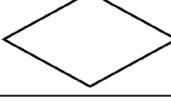
(2) FTAについて

FTA (Fault Tree Analysis : 故障の木解析) はもともとアメリカ空軍において、ミサイルの潜在的な問題点を解明し、そのシステムの安全性を予測し評価するために開発された解析手法である。FTAにより事故の原因解析を行えば、事故に関係する要因の見落としが少なくなり、思考が演繹的に進められて、要因間の支配条件が明確になるなどのメリットがある。また、消防庁が発出している「危険物流出等の事故の調査マニュアルについて（平成20年8月12日付け消防危第317号）」等においても事故原因を特定するための手段として示されている。

FTAは、解析対象とする事象をまず設定し、その事象を出現させる要因を洗い出していく解析手法である。具体的には解析したい事故を最上段に記述し、ANDゲート又はORゲートの記号を用いてすべての一次的な要因事象を抽出する。一次的要因事象に対してさらに二次的要因事象を抽出し、これを繰り返すことでそれ以上展開できない基本事象等まで掘り下げたFT（フォルトツリー）を作成する。その後、掘り下げた基本事象を解析することで、事故を引き起こした事象の最小の組み合わせを求めることができる。

FTAで使用する記号を表4に示す。

表4 FTAで使用する記号

記号	記号の意味
	ANDゲート 下方に存在する事象がすべて成立した時に上位事象が成立する
	ORゲート 下方に存在する事象のうち、いずれか一つが成立する時に上位事象が成立する
	頂上事象・中間事象 頂上の事象ないし中間の事象
	基本事象 これ以上分解できない事象
	外部事象 システム外部のインターフェース条件又は外部環境事象
	末端事象 それ以上の展開は意味がないため意図的に中断した事象

4 FT (フォルトツリー) の作成方針

FTを作成するにあたり、次の方針に基づき作成を行った

(1) 複数の職員で要因事象を抽出する

要因事象の抽出を行うプロセスにおいて、より多くの事象に分解することが肝要となることから、当局内で様々な役職や経験を有する複数の職員の視点から要因事象の抽出を行った。具体的には、特定屋外タンク貯蔵所等の技術基準に詳しい職員、当該事故の原因調査において事業所へのヒアリングを担当した職員、危険物施設等の過去の事故事例に詳しい職員及び固定概念が少ない危険物規制事務1年未満の職員でFTの作成チームを構成した。これらの者から様々な視点の情報を取り込み、漏れがないように要因事象の抽出を行うこととした。

(2) FTの編集者を1名とする

前述したチームでFTを作成するにあたり、演繹的思考で論理的にFTを構築する必要がある。複数人による要因事象の抽出のデメリットは、数多く挙げられた意見の收拾がつかなくなることだと考え、FTの編集者を1名とした。編集者はチーム内で出た様々な意見を集約し、FTに係る骨子の作成、途中の修正及び最終の完成までを単独で行った。

(3) 事業所のFTを作成させる

既述のとおりFTの作成には複数の視点による要因事象の抽出が求められる。このことから消防目線のFTだけでなく、事業所目線でのFTの作成を依頼し、消防が作成したFTと合成させることで最終的なFTを完成させた。

5 直接的な原因の解析 (FTA)

FTの作成方針に則り「タンク側板の変形」を頂上事象としたFTを完成させた。完成したFTを用いて直接原因に係るFTAを展開する(図3参照)。

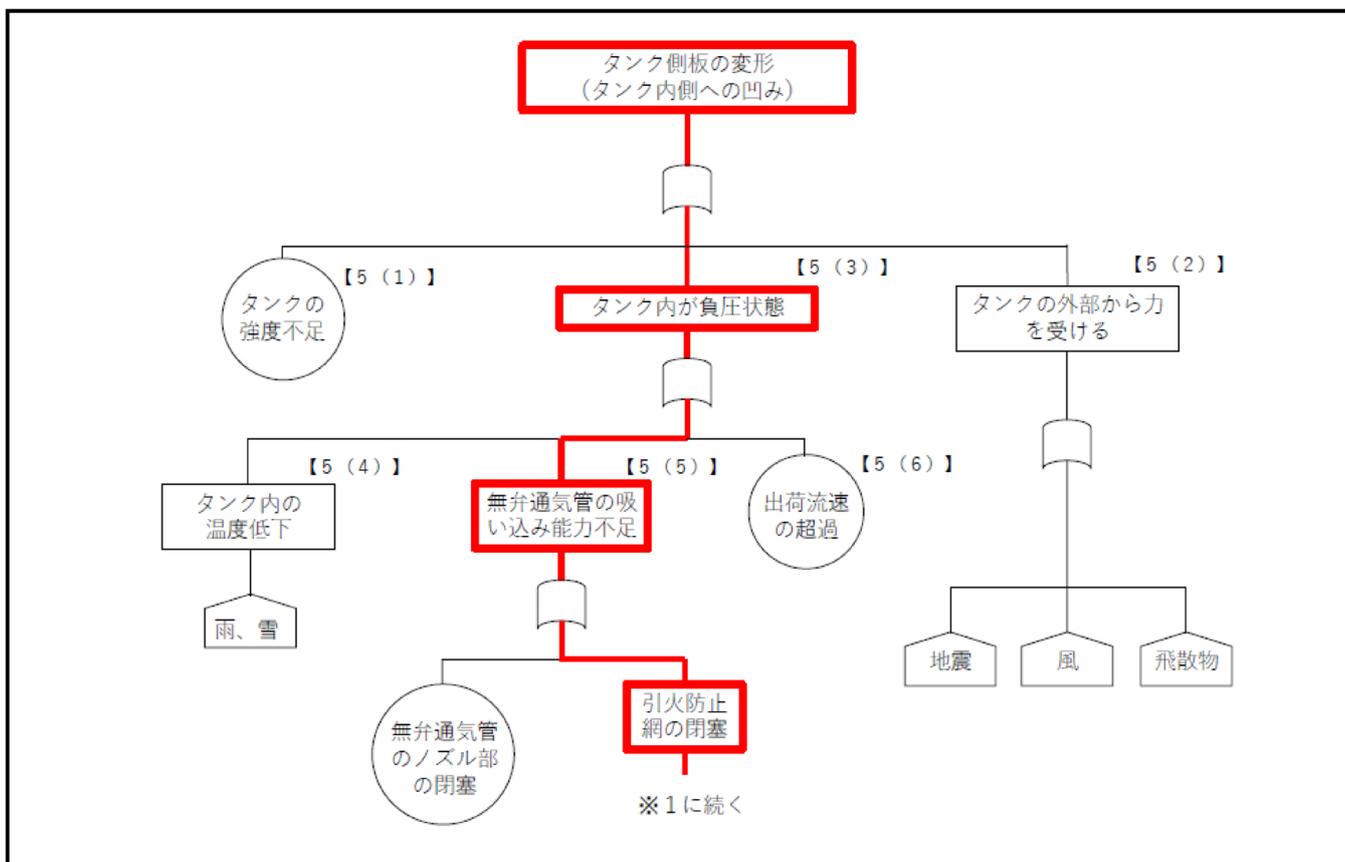


図3 FT①

(1) タンクの強度不足

本件タンクは令和元年11月に内部点検を実施しており、その際にタンク本体の強度に問題はないことが確認されているため、タンクの強度不足が原因ではないと認められる。

(2) タンクの外部から力を受ける

当該事業所の地震計及び風速計より、事故発生時、本件タンクの設置場所で地震及び強風は発生していない。また、現地調査の結果、本件タンク外面に目立った傷はなく、また周辺に飛散物も確認されていない。よって、タンクの外部からの力が原因ではないと認められる。

(3) タンク内が負圧状態

ヒアリング結果より、当該事業所の従業員が事故発生後、側板の変形が負圧によるものと判断し、本件タンクの屋根マンホールを開放した際に、タンク内が負圧状態であったことを確認している。

(4) タンク内の温度低下

当日の天候は晴れで、本件タンク内の温度を低下させる要因となるような降雨、降雪は無かったことから、タンク内の温度低下が原因ではないと認められる。

(5) 無弁通気管の吸い込み能力不足

現地調査結果より、全4箇所の無弁通気管のノズル部には流路を阻害するような閉塞は認められておらず、ノズル部の閉塞が原因ではないと認められる。

一方、無弁通気管の出入口に取り付けられている引火防止網(40メッシュ)を取り外して目視により確認した結果、4箇所全てにおいてスケールが網のほぼ全面に付着していることを確認している。よって、スケールによる引火防止網の閉塞が無弁通気管の吸い込み能力を不足させた原因であると認められる。

(6) 出荷流速の超過

事故発生時の出荷流量計の指示値は660kL/hであり、無弁通気管の設計流速(1,300kL/h)内であった。また、出荷量の設定値と実流量の偏差アラームの鳴動履歴は無く、一時的な流量の超過も無かった。このことから、出荷流速の超過が側板の変形した原因ではないと認められる。

以上のことから、タンク側板の変形に係る直接的な原因は次のとおりであると判断した。

本件タンクはスケールにより引火防止網が閉塞したことで、無弁通気管の吸い込み能力が低減し、本件タンクからの払い出し流量に対して十分な通気量が確保できなくなった。その結果タンク内が負圧状態となり、タンクの側板がタンクの内側に向かって変形した。

6 間接的な原因の解析 (FTA)

タンク側板の変形に係る直接的な原因は、引火防止網の閉塞であると判断できた。次に、引火防止網の閉塞の背景にひそむ間接的な原因をさらに解析することとし、「引火防止網の閉塞」を頂上事象としたFTAをさらに展開した(図4参照)。

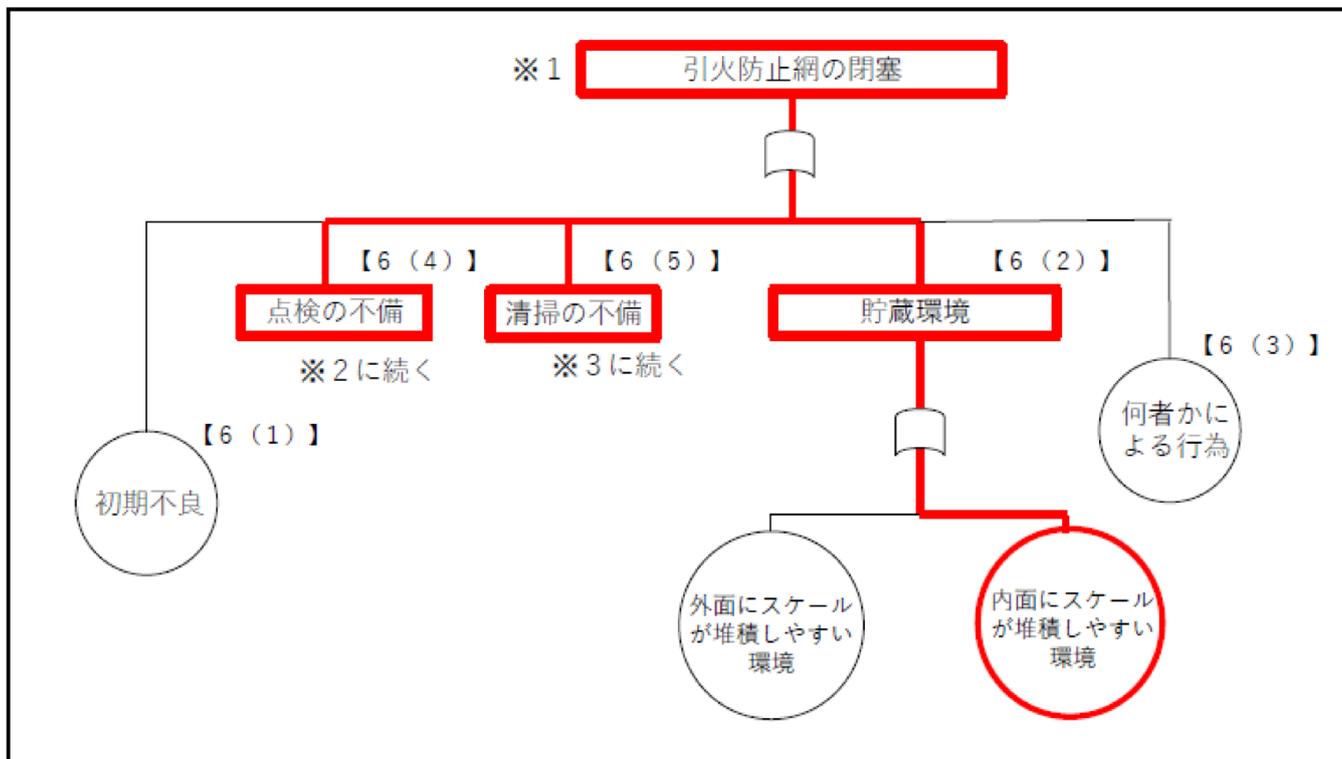


図4 FT②

(1) 初期不良

ヒアリング結果より、引火防止網が納入された際には品物の状態を確認し、受領印を押印して受け入れており、検品は適切に行われていることから、引火防止網の初期不良は無かったものと認められる。

(2) 貯蔵環境

当該事業所の調査により、引火防止網に付着していた物質は、本件タンク内部の貯蔵物(C重油)に由来する炭素を主成分とするものであると認められ、引火防止網の外面の環境に起因する物質が閉塞に関係したものではないと認められる。また、本件タンクと同様にC重油を60℃で貯蔵している類似のタンクの現地調査において、清掃後1ヶ月から2ヶ月程度で目詰まりが発生している網が確認されている。

よって、貯蔵温度やC重油の性状等の要素の影響が相まって、本件タンク内の貯蔵環境はスケールが発生しやすい環境であったと考えられる。

(3) 何者かによる行為

引火防止網の閉塞状況を確認したところ、閉塞に至るまでにはある程度の期間が必要であると考えられ、何者かがある程度の期間をかけて引火防止網を閉塞させることは考えにくい。また、当該事業所の構内は定期的に巡回点検が実施されていることから、何者かによる行為が閉塞の原因ではないと考えられる。

(4) 点検の不備

法定点検及び自主点検記録より、定期的に点検が実施されていることから、点検未実施が引火防止網の閉塞の原因ではないと認められる。一方、点検不十分が引火防止網の閉塞の原因の一つと考えられることから、さらに詳細を考察する(図5参照)。

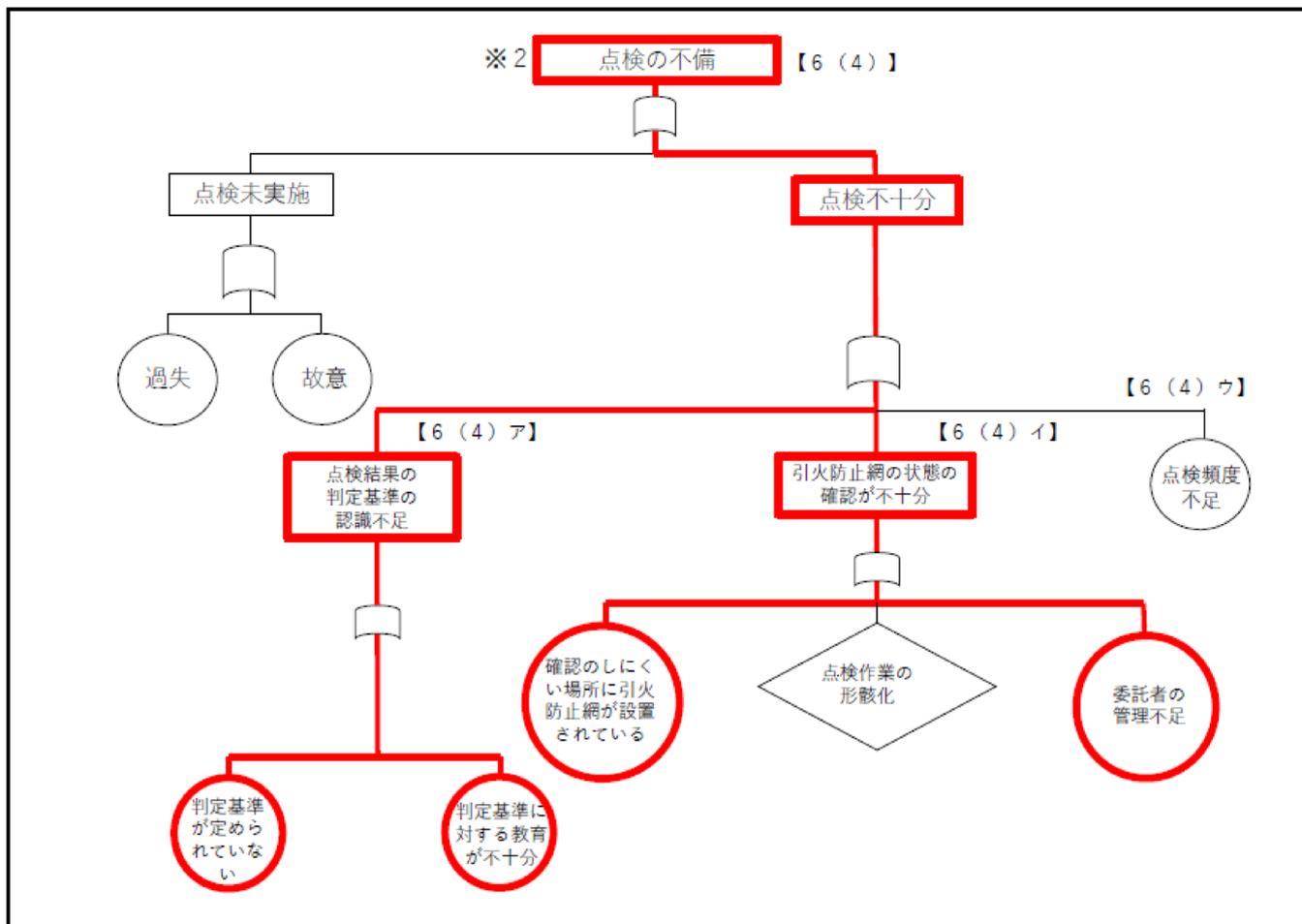


図5 FT③

ア 点検結果の判定基準の認識不足

ヒアリング結果より、点検の結果、引火防止網の汚れがひどいと判断した場合は、引火防止網を取り外して清掃をするとされているが、点検の手順書には点検結果の判定基準（清掃の必要性を判定する基準）は定められておらず、判定が属人的になっていたと認められる。また、点検の判定基準が定められていないため、教育の対象が存在しない。

よって、点検結果の判定基準の認識が不足していた可能性が考えられる。

イ 引火防止網の状態の確認が不十分

今回の調査においては、点検作業の形骸化について判断するための十分な根拠を得ることができなかった。一方、ヒアリングより点検では引火防止網を取り外さず通気管を下から覗き込む状態で引火防止網を確認しており、確認のしにくい場所に引火防止網が設置されていたと認められる。また、協力会社による点検の結果の判定は協力会社の監督者が行っており、当該事業所の従業員は引火防止網を確認していない。

よって、引火防止網の状態の確認が不十分であったと考えられる。

ウ 点検頻度不足

法定点検及び自主点検記録に、当該事業所による点検及び協力会社による点検の記録が残されており、規定どおりの頻度で点検は実施されていたと認められる。

(5) 清掃の不備

点検結果報告書やヒアリング結果より、引火防止網の清掃は実施されていることから、清掃未実施が引火防止網の閉塞の原因ではないと認められる。一方、清掃不十分が引火防止網の閉塞の原因の一つと考えられることから、さらに詳細を考察する(図6参照)。

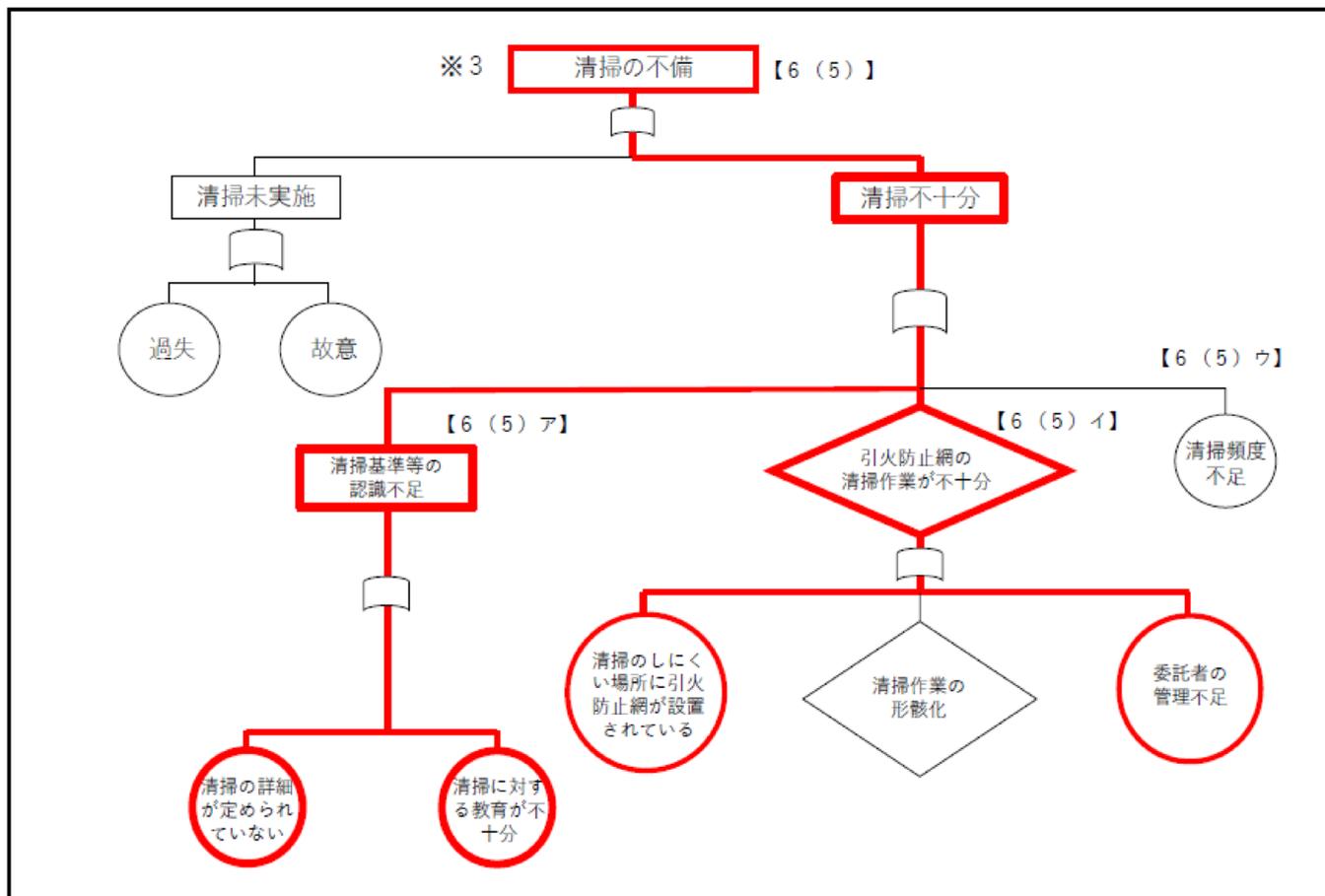


図6 FT④

ア 清掃基準等の認識不足

6(4)アと同様に、清掃の詳細(清掃後の詰まり状況の判定基準等)が定められておらず、判定が属人的になっていたと認められる。また、清掃の詳細が定められていないため、教育の対象が存在しない。よって、清掃基準等の認識が不足していた可能性が考えられる。

イ 引火防止網の清掃作業が不十分

6(4)イと同様に、引火防止網の清掃作業が不十分であったと推定される。

ウ 清掃頻度不足

6(4)アのとおり、点検の手順書に点検結果の判定基準(清掃の必要性を判定する基準)は規定されておらず、清掃頻度そのものが定められていない。よって、清掃頻度が不足していたかどうかを判断するには至らなかった。

以上のことから、直接原因である引火防止網の閉塞を引き起こした間接的な原因は、引火防止網の内面にスケールが堆積しやすい貯蔵環境であったこと及び引火防止網の点検が不十分又は清掃が不十分であったことであると判断した。

また、引火防止網の点検が不十分又は清掃が不十分となった原因は次のとおりである。

- ・点検及び清掃のしにくい場所に引火防止網が設置されている。
- ・点検及び清掃の委託者による受託者（実施者）の管理不足。
- ・点検結果の判定基準及び清掃の詳細が定められていない。
- ・点検結果の判定基準及び清掃に対する教育が不十分。

7 再発防止策

タンク側板の変形に係る直接的な原因は、引火防止網の閉塞であると判断できた。次に、引火防止網の閉塞の背景にひそむ間接的な原因をさらに解析することとし、「引火防止網の閉塞」を頂上事象としたFTAをさらに展開した（図4参照）。

FTAにより導き出した事故原因に基づき当該事業所に対して次の指導を行った。

- (1) タンクごとの貯蔵環境を鑑み、引火防止網の詰まりやすさを把握すること。
- (2) 通気管の点検・清掃が容易に行える状況を整えること。
- (3) 委託者による受託者の業務管理を適切に行うこと。
- (4) 点検の判定基準及び清掃基準等を定めるとともに継続的に教育を実施すること。

8 FTAの有用性についての提言

最後に、今回の事故原因調査を行うことによって得られたFTAの有用性として、次の3点を提言する。

（提言1）

FTAは的確な再発防止策を導き出せるだけでなく、ヒアリング等の調査と並行して行うことにより調査すべき内容が明確化され、効率的に事故原因調査を進めることができる。

（提言2）

FTの作成により要因事象を抽出してノウハウを蓄積しておくことは、同様の事故が発生した場合に活用することができるだけでなく、調査の初動対応を迅速化することが可能である。

（提言3）

FTAにより「起きた事象」に対して再発防止策を策定できるだけでなく、「起きなかった事象」や「起きてもおかしくなかった事象」へ対策が講じられているかの検証が可能となり、より深甚な調査が可能となる。

危険物施設に係る事故は人的要因、物的要因にかかわらず、複数の要因が組み合わさって発生することが多い。また、時代とともに危険物施設が多様化する中で、事故原因も複雑化している。本論文が全国で発生する危険物施設の事故防止の一助となることを切に願う。

○参考文献

- ・総務省消防庁特殊災害室. 「石油コンビナートの防災アセスメント指針」. H25
- ・大関 親. 「新しい時代の安全管理のすべて」. 中央労働災害防止協会. H23
- ・総務省消防庁危険物保安室. 「危険物流出等の事故の調査マニュアル」. H20
- ・厚生労働省安全課. 「化学プラントのセーフティ・アセスメント」. 中央労働災害防止協会. H13

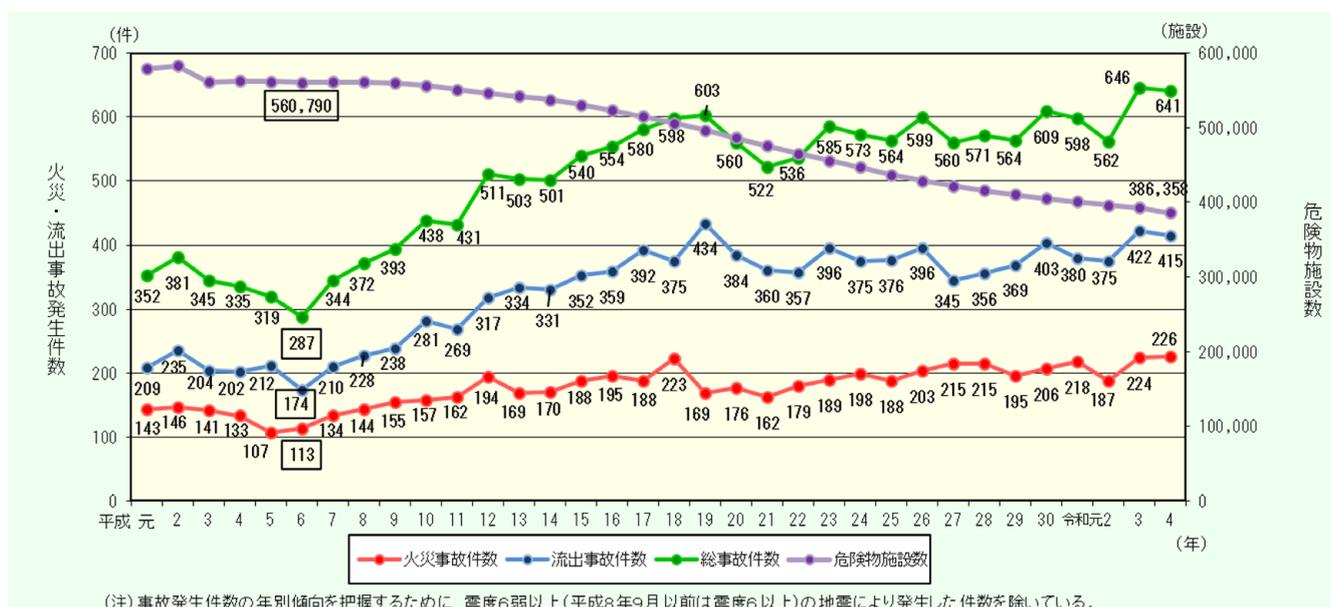
危険物保安技術協会理事長賞 物的要因事故に着目した 立入検査実施に向けた指標の作成

いわき市消防本部
常磐消防署 宗田 雅裕

1. はじめに

総務省消防庁では、毎年危険物安全週間前の5月下旬頃に、前年に発生した「危険物に係る事故の概要」を公表している。近年の報告書を見ると、毎年のように「平成19年以降は、高い水準で横ばいの状況が続いている。」との記述がなされ、一向に事故が減少していないことを物語っている。【図1】に示すように、危険物施設数は年々減少している一方、令和4年中においても、火災事故が226件、流出事故が415件、合計が641件となっており、減少の傾向は見られない。

【図1】 全国の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



当市における危険物施設数は、東北地方では仙台市に次ぐ数であるが、【図2】に示すとおり、全国の危険物施設数同様、年々減少しており、ここ10年をみても1割程度減少している。

しかしながら、危険物事故件数は、平成25年から平成29年の5年間と、平成30年から令和4年までの5年間それぞれの平均をみると、4.2件から7.4件へ増加しており、危険物施設における事故低減に向けた消防行政の対応が、より求められる状況にある。

【図2】 いわき市における危険物事故件数及び危険物施設数の推移



2. 指標作成の背景と当市における査察優先順位

こうした中、令和3年度から、当市消防本部内に危険物規制事務に関するプロジェクトチーム（以下「危険物PT」という。）を発足させ、近年高い水準で推移する危険物施設事故の低減を図るため、事故発生危険度を可視化する指標作成に着手した。

当市消防本部では、全国の多くの消防機関同様、大量退職期に直面し、知識・技術をもった職員に代わって、経験のない新任職員が大量に採用されてきた。こうした中で有効な立入検査を実施することは、重要な課題となっている。そこで、「誰でも分かり易く扱いやすい指標」を作成することで、事故危険の芽を摘む有効な立入検査の実施に繋がりたいと考えた。

【表1】 いわき市における査察種別と対象区分

査察種別	検査対象区分
第1種	<ul style="list-style-type: none"> ・製造所、特定及び準特定屋外タンク貯蔵所、給油取扱所、法第13条適用の一般取扱所 ・石油コンビナート等災害防止法第2条第6号に規定する特定事業所
第2種	その他の製造所等

当市における危険物施設立入検査の種別と対象区分は、火災予防査察規程で定めており、危険物施設等に係る部分は、【表1】のとおりとしている。特段、法令違反等が無い場合は、査察種別の第1種に定める区分の製造所等から実施し、次に第2種に定めるものを実施している。

また、総務省消防庁から発出されている「立入検査標準マニュアル」(2023)及び「危険物施設立入検査標準マニュアル」(2021)に、立入検査の実施計画を策定することが必要であると記載があるように、年間査察計画を定め、5年以上査察を実施していない危険物施設も対象とするよう、各消防署に通知している。併せて、危険物施設の法令違反と査察の優先順位について、【表2】のとおり実施するよう通知している。

【表2】危険物施設の法令違反と優先順位 ×=違反あり ○=違反なし

優先順位	1	2	3	4
法令違反				
法 13 条	×	○	×	○
法 14 条の3の2	×	×	○	○

当市における査察は、製造所等の別、施設区分によるものや、法令違反のある施設を優先的に実施し、人的要因による危険排除を中心とした指導をしてきた。

しかし、近年の危険物施設における事故傾向は、全国的に、老朽化施設での劣化等による物的要因のものが増加している。

そこで、危険物PTでは、人的要因に着目した書物が数多く出版されていること、また、論文としては、萬治亮三(2013)、田淵一人(2021)など、人的要因に係る参考資料があることから、物的要因に着目した指標作成を目指し、内容を精査することとした。

設置経過年数や設置環境など、危険物施設ごとに事故発生危険度を設定することで、立入検査の優先順位を明確にし、危険物事故を未然に防ぐ手立てとしたいと考えた。

3. 指標作成にあたっての危険因子の検討

事故発生危険度を可視化するための指標を作成するにあたり、どういった内容を危険因子とするか検討に入った。危険物PTでは、以下の点等に留意し、抽出することとした。

(1) 「物的要因による事故」との因果関係

危険物PTメンバーが、それぞれ指標として取り上げる可能性のある項目を持ち寄り、メンバー内で精査する。一見すると関係ないような項目でも、因果関係の可能性を否定せずに検討するものとする。

(2) 管理のしやすさ

製造所等の許可年月日をはじめ、査察実施日、事故発件数など、データで管理できるものとする。データ見直しを容易に出来るよう、表計算ソフト上での更新を原則とし、全職員がアクセスできるものとする。

(3) 定義のあいまい性

客観的事実、法令上定義されているものなどを対象とし、二つ以上の意味合いに受け取れるような曖昧なものを省くものとする。

立入検査実施の際、判断留保するような内容が含まれるものは、危険因子として検討しないものとする。

当市は、石油コンビナート等災害防止法に規定する特別防災区域が沿岸地域にあり、多くの危険物施設が立ち並んでいることから、塩害を受けることを考慮する案が検討項目に挙げられた。また、東北地方太平洋沖地震の際、津波被害に見舞われたこと、近年は、内水、外水氾濫の発生が増加傾向であることから、災害ハザードマップを考慮した案、危険物施設の倍数を反映させる案など、【表3】に示した 18 の候補を挙げ、検討に入った。

【表3】 検討項目と因子区分案

	検討項目	因子区分案
1	設置経過年数	経過年数ごと区分
2	施設区分（物的事故率）	製造、移送、一取、それ以外
3	施設更新	10年以内更新 ※外タ本体取替など、大規模更新
4	塩害	海岸線から500m以内
5	類別	複数類の取扱い等
6	倍数	100倍以上、消火困難等
7	法令違反	12.1、14-3-2違反の有無
8	貯蔵取扱い形態	高温高圧、高引火点
9	保安検査・内部点検	適正実施
10	津波浸水想定区域	予防規程該当施設で予防規程に 対策を記載しているか否か
11	浸水想定区域	予防規程該当施設で予防規程に 対策を記載しているか否か
12	事業所（事故歴）	5年以内の事故1件か2件以上
13	事業所（保安体制）	優良事業所、危険事業所 ※担当者主観の付加点扱い
14	埋設配管	埋設配管の有無、長さ
15	高引火点のみの危険物を 貯蔵・取扱う施設	12項イと同等施設とみなす
16	自社以外の作業員の 出入りが多い施設	様々な工事が行われており、 リスクの高い事業所
17	用途地域	工業、準工業地域、その他
18	最終査察年月日	—

4 危険因子評価項目の決定

危険物PTのメンバーからは、多くの因子を検討、反映させる必要があるという意見もあったが、目的が「有効な危険物施設立入検査実施」であり、立入検査の優先順位明確化であることから、複雑となることは避け、立入検査実施からの客観的事実として捉えることが容易な6項目に絞り、危険因子として評価することとした。

危険因子については、それぞれ点数化し、合計することで査察優先順位を決定する方式とした。

採用した危険因子と点数化の内容は【表4】の通りであり、各項目の検討結果の内容を以下に示す。

【表4】 危険因子と点数

危険因子	点数化と内容
設置経過年数	Zスコアによる標準点
製造所等の別	Zスコアによる標準点
構造設備等の法令違反	違反あれば+1.5点
定期点検（保安検査等含む）	違反あれば+1.5点（保安検査実施は-1点）
事故歴	5年以内に1件の事故で+1点。2件以上+3点
最終査察経過年数	5年以上経過で+1点（以降段階的に）

(1) 設置経過年数

経過年数は、経年劣化による物的要因を捉える因子として重要視した。当初、一定年数を区分として点数を付与する方式を検討したが、所管する全ての危険物施設は、一様に年数を重ねるため、順次点数が高くなっていくこととなる。結果として、設置経過年数による区分が難しく、施設老朽に伴う経年劣化の追いかけることが考えられた。そこで、設置許可からの経過年数から平均値、標準偏差を求め、Zスコアで表すこととした。

(2) 製造所等の別

製造所等の別による危険度は、「消防白書」及び「危険物に係る事故の概要」記載のデータを活用することとした。「危険物に係る事故の概要」には、1万施設当たりの事故発生件数の記載があるが、令和4年中のデータを見ると、0から92と数値幅が広い。このことから、「危険物に係る事故の概要」記載の直近5年間のデータを活用し、危険物施設数及び物的要因を主原因とする危険物施設の事故件数からそれぞれ平均値、標準偏差を求め、Zスコアで表すこととした。

(3) 構造設備等の法令違反及び定期点検

法令違反は、位置、構造及び設備の基準に合致しないものや定期点検未実施など、立入検査時に明確に判別できるものである。これらは追跡を含めた把握が必要であるため、違反あれば加点するものとした。

また、該当する屋外タンク貯蔵所のみではあるが、保安検査を適正に実施しているものによっては、減点するものとした。

(4) 事故歴

事故歴のある施設については、施設の老朽化が激しく、再び事故を起こす事例があることから、事故の件数に応じて加点するものとした。

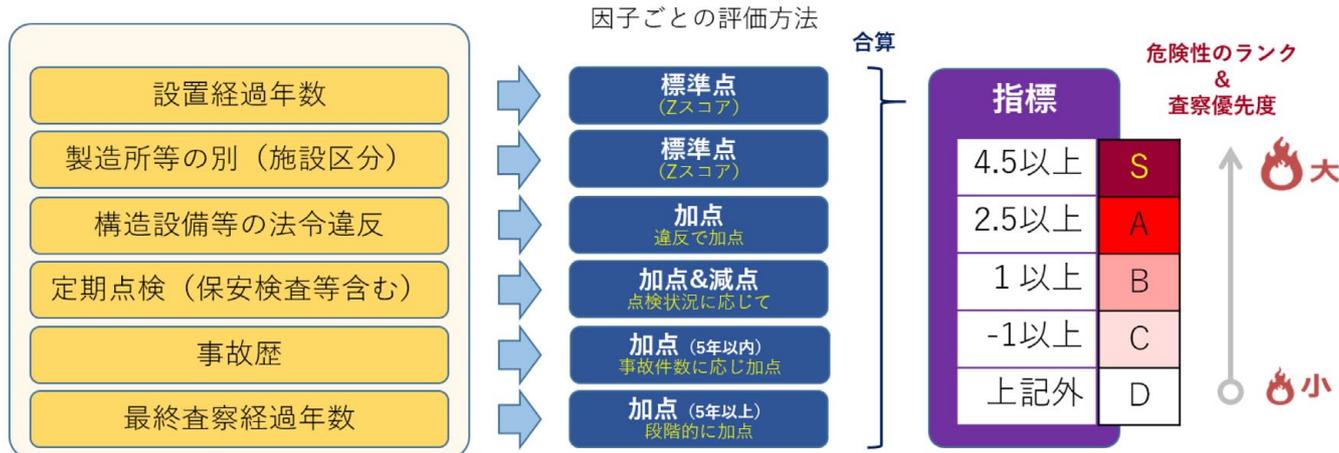
(5) 最終査察経過年数

他の5項目で拾いきれなかった施設は、最終査察からの経過年数でカバーするものとした。これは、当市で通知している年間査察計画の内容も補完している。

(6) その他

最後まで候補としてあった、埋設配管と倍数についてであるが、埋設配管については、「埋設配管の有無」で立入検査をするのは非効率的で、腐食しない配管等の場合など、取扱いが煩雑になるので不採用とした。倍数については、危険物の規制に関する規則に規定する「著しく消火困難」「消火困難」「その他」の3段階に分ける意見があったが、物的事故要因となる根拠に乏しいため不採用とした。

【図3】 因子ごとの評価方法にかかるイメージ



5 危険物施設一覧表への反映と査察実施の効果

危険物PTで因子ごとの評価方法が決定したことで、危険物施設一覧表へ反映させる作業へ移行した。一覧表は、従前から活用している表計算ソフトのデータに、必要な関数、数式を加えたものとした。次に、当市全体及び消防署毎の危険度ランク別の施設数、割合の確認をしつつ、Zスコアで表すもの以外の点数配分を調整した。

【図4】 査察優先順位の随時反映が可能な危険物施設一覧表

査察優先順位	区分	事業所名	設置許可		類	品名	倍数	最終査察(年月日)	法令違反	事故歴(5年以内)
			年月日	許可番号					基準適合12条1項	
A	4.06	製造	いわき薬品工業(株)常磐工場	H2.11.21	301	四類	複数	739.66	R5.2.5	
A	3.48	製造	いわき薬品工業(株)常磐工場	S59.5.24	42	混在	複数	551.49	R5.2.6	1件
C	0.65	製造	いわき薬品工業(株)常磐工場	H22.11.19	225	四類	複数	310.58	R5.2.6	
A	3.70	製造	いわき薬品工業(株)常磐工場	H7.6.21	89	四類	複数	186.91	R5.2.6	1年以内
C	0.65	製造	いわき薬品工業(株)常磐工場	H22.3.25	309	四類	複数	14.48	R5.2.6	
B	1.14	製造	いわき薬品工業(株)常磐工場	H15.5.9	50	四類	複数	61.4	R5.2.6	
C	-0.38	内貯	いわき消防(株)湯本工場	H2.11.13	1836	四類	複数	4.42	R5.2.6	
C	0.61	内貯	いわき消防(株)湯本工場	S51.8.3	186	五類	その他	4.2	R5.2.6	
C	-0.38	内貯	いわき消防(株)湯本工場	H2.10.31	1834	四類	複数	2.75	R5.2.6	
C	0.34	内貯	いわき消防(株)湯本工場	H6.5.20	1803	四類	複数	2.3	R3.3.8	
C	0.34	内貯	いわき消防(株)湯本工場	H6.7.21	1806	四類	複数	9.53	R3.3.9	
C	-0.22	内貯	いわき消防(株)湯本工場	H14.6.4	1804	混在	複数	49	R3.3.10	
C	-0.71	内貯	いわき消防(株)湯本工場	H21.3.19	1828	四類	複数	48.68	R3.3.11	
B	1.12	内貯	いわき消防(株)鹿島システム工場	S58.6.28	1812	四類	複数	5.64	R3.3.12	
C	0.48	内貯	いわき消防(株)鹿島システム工場	H5.1.14	1825	四類	複数	3.22	R3.3.13	
C	-0.22	内貯	いわき消防(株)鹿島システム工場	H14.11.8	1824	四類	複数	9.73	R3.3.14	
C	-0.92	内貯	いわき消防(株)鹿島システム工場	H24.7.6	1813	四類	複数	4.99	R3.3.15	
C	0.94	外タ	いわき薬品工業(株)常磐工場	H3.3.29	443	三類	その他	221	R3.2.8	
A	4.28	外タ	いわき薬品工業(株)常磐工場	S47.6.8	195	四類	第一石油類	195.8	R3.2.8	1~3年

【図4】に示す通り、一覧表は、6つの危険因子を容易に更新できるものとした。表は誰が見ても判別しやすいように、危険度の高い施設をアルファベット表記に加え、赤色の濃淡で表した。また、その隣のセルに点数を表記することで、危険度を数値でも確認できるものとした。

査察を実施した者は、査察終了後に査察年月日、法令違反等、データ入力することによって、直ちに更新できるものとした。

査察員は、これら査察実施の効果が「一目でわかる一覧表」によって、管理しやすくなることは勿論、モチベーション向上にも繋がった。

6 おわりに

全ての危険物施設は、廃止届出されるまで年数を重ねていき、腐食疲労等による経年劣化、破損、故障などの物的要因による事故の危険性が高くなり、未然に兆候を捉えることが課題となっている。

今般、物的要因事故に着目した危険度指標を作成したことで、より有効な査察の実施が可能となり、危険物に係る事故を防ぐ一助となると考える。一方で、危険性が高い危険物施設に対し査察実施したとしても、必要な指摘、指導が出来ないようでは意味を成さなくなってしまう。事故に至ってしまってから指導するのではなく、事故に至る前の「前触れ」を感じ、査察の際に指導できるよう、職員一人ひとりのスキルアップが肝要である。

今後は、年単位での一覧表のデータ保存を行い、バックアップのほか、継続した数値管理を実施することとしている。これにより、値の推移から査察の実効性を検証したり、上昇率の高い施設に対策を講じたりするなど、値だけでは判断できないような要因等の洗い出しと、的確なタイミングでの指導に繋がると考える。

指標作成初年度の査察実施内容を踏まえ、危険因子の再検討、点数調整を行いながら、次年度以降の査察に活かしていきたい。

○参考資料

- ・総務省消防庁, 令和5年版消防白書 (2024)
- ・総務省消防庁危険物保安室, 令和4年中の危険物に係る事故の概要 (2023)
- ・萬治亮三, 危険物事故防止対策の原点「うっかりミス」撲滅への挑戦=若年層研究員が主役の"守り"から"攻め"への事故防止実践型・反復型訓練による安全ポテンシャル値の向上=, Safety&Tomorrow, No.150, pp.27-36, (2013)
- ・田淵一人, 危険物施設におけるヒューマンエラー対策について, Safety& Tomorrow, No.197, pp.42-50, (2021)
- ・総務省消防庁, 立入検査標準マニュアル (2023)
- ・総務省消防庁危険物保安室, 危険物施設立入検査標準マニュアル (2021)

奨励賞

保安分野における生成AIの活用に向けた展望について

勢登 俊明
(山口県産業脱炭素化推進室)

1 はじめに

危険物や高圧ガスに関連する事故は、平成10年頃から増加傾向にあり、近年は、高い水準で横ばいに推移している^{1,2)}。これらの事故の原因には、維持管理不十分、施設の腐食疲労等劣化などが挙げられる。また、人手不足、人材の育成・ノウハウの継承の困難さや、高度経済成長期に多く建設された石油コンビナート等の工場の高経年化・老朽化など、保安の確保を巡って、数多くの課題が浮上している³⁾。

近年、これらの課題の解決や、省力化・省人化による生産性の向上、競争力の維持を図るため、デジタル技術と呼ばれるAI、IoT、ビッグデータ等の活用が重視され、人を補完するシステムの構築に向けた様々な取組が進められている。

これらのデジタル技術のうち、AIと呼ばれる人工知能は、運転制御や保全業務における識別や判定、異常予測等を人の代わりに行えるよう、開発や導入が進められている⁴⁾。そのような中、2022年11月のOpen AI社によるchatGPT (<https://chat.openai.com/>) の発表以降、AI利用の裾野は大きく変化し、様々な業種、組織において、「生成AI」の活用を目指した動きが進展し、あらゆる分野での活用が期待されている。

そこで、保安分野における生成AIの活用の場面を考察し、生成AIを活用した保安基盤システムを構想したので、以下に述べる。

2 保安に求められる技術の変化

その昔、製造業における操業は、人力で行われており、例えば、化学反応を行うための温度、圧力、濃度などの環境条件の設定は肉体労働により行われていた⁵⁾。その後、蒸気や電力が動力源となり、また、機械化が進むことによって、それらを操作することによる頭脳労働へと変わっていく。初期のアンモニア合成は、計器を監視しながら、人の手によって弁の開閉をカンとコツで行っていたとされ、これが当時の安定、安全な操業のために必要な技術であった。

その後、カンとコツで行っていた操作は、調節弁や計器類の導入、電子計算機による演算処理や通信技術の発展等により、人が操作せずとも一定の制御ができるようになった。また、圧力、温度、速度等を計測し、数値化することで、装置の状態が客観的に把握でき、人が感知できない僅かなズレからも異常の兆候を発見できるようになった。計器類により異常の検知ができるようにはなったが、2011年頃に立て続けに化学工場で重大な事故が発生し、これらの事故の原因の一つとして、計器類等が示している変調に「気づかなかった」という現場保安力の問題が指摘され^{6,7)}、これらの変調に気付くことが求められるようになった。

しかし、省人化や効率化などによる人的余裕の減少、ベテランからの技術伝承の機会の減少に加え、産業環境や社会環境の変化等もあり、単純に技術等を身につけるだけで解決するものではない。さらに、設備の高経年化、人材の高齢化、人手不足などの課題にも対応する必要がある。そこで、人を補完できるようデジタル技術を導入することで、産業における保安力強化を図り、安全性向上・競争力強化に繋げる「スマート保安」の取組が進められている^{8,9)}。

例えば、総務省消防庁は、先進技術導入による石油コンビナート災害対応の強化や、デジタル技術を安全に導入できるよう統一的な基準の整備、AI等による操業効率化などの検討を進めている。また、経済産業省は、高圧ガス、ガス事業、電気の分野の保安業務にIoTやAI等を活用するため、新技術の実証、導入を進めるとともに、安全性向上・競争力強化のため、テクノロジーを活用しつつ、自立的に高度な保安を確保できる事業者を先導者とする形で、業界全体の保安技術の向上を目指している。

これらの技術導入は、情報を電子化し、データ等による科学的根拠によって、現場作業の安全性と効率性の向上による生産性向上や、中立・公正な判断による意思決定の高度化等が目的にある。例えば、運転制御や警報等の品質・精度の向上のために運転制御システムにAIを組み入れることや、点検や監視業務の作業効率化、監視体制の強化のためにドローンを利用すること、ドローンで撮影した画像のAI解析などの取組がある。これらの新技術により保安技術が新たな

技術水準に到達することが期待されており、その技術を導入できるようドローンによる点検を可能とする法改正や、AIの信頼性評価に対するガイドラインの整備等が進められている。

また、品質の向上や、計器やドローン等により収集されるデータが大量になるほど、人の処理の負担軽減が要求される。そのため、人の代わりに評価や判定を行うことが可能となるAIは、業務品質の向上や判定の抜け防止、異常予測等にも繋がるものとして期待が高い。

3 AI普及と生成AIの登場

AIは、人間の思考プロセスと同じような形で動作するプログラム、あるいは人間が知的と感じる情報処理・技術といった広い概念とされる¹⁰⁾。例えば、エアコンや冷蔵庫も、一定の温度になるようAIによる制御が行われている。この制御は、データを積み重ね、人により、適切な制御がされるよう設定を行う。機械学習やディープラーニングと呼ばれる手法では、データによる学習等の積み重ねにより、パターン・ルールを導き出すことができる。しかし、AIであるからと、最初から人のように評価等ができるものではなく、AIも人と同様に適切な学習を積み重ねる必要がある。

そのため、多くの準備やコストが必要で、特定の分野に特化したものとなり、保安分野では、運転制御や検査結果の評価、判定の用途はあるものの、多くの企業で使われている状況とは言えず、AI利用は先進的なものとして捉えられていた。

そのような中、「生成AI」と呼ばれるデータを生成するAIは、2010年代以降、研究が加速し、画像の生成ができる技術として徐々に浸透していった。Gartner社による「2022年の戦略的テクノロジーのトップ・トレンド」¹¹⁾としても取り上げられていたものの、テキストの生成では、人間の期待を越えるほどの汎用性を実現することはできず、AI関係者のなかで話題になるというものであったとされる¹²⁾。そして、2022年11月、Open AI社によるchatGPTの公開以降、生成AIがAI利用の裾野を一変させた。

chatGPTは、指示(データ)を入力すれば、その内容を理解し、チャット形式で回答(データ)を出力する。回答の出力に至るやりとりは、言葉で行うことができ、利用にあたってのハードルが低く、自然な文章の生成、高度な返答等がされることから、生成AIに対する一大ブームが巻き起こり、様々な組織、団体等で利用の検討や、取組が進められている。また、既にブームではなく、不可逆的な大きな変化であるという捉え方もされている¹³⁾。

生成AIも従来のAIと同様にコンテンツやモノについて、データにより学習をしているが、新たな情報を生成・創造する目的で用いられる点に違いがあり、言葉で指示を与えることで新たな文章や画像を作成できる。また、単に利用するだけであれば、その出力の基となる学習を行う必要はない。一方で、生成AIの利用にも課題等は存在しており、活用の場面等を検討する必要がある。

そこで、文書生成や要約などを行えるテキストに関する生成AIを保安分野で活用することを目指し、その活用の場面やシステムについて考察を行うこととした。

まず、生成AIの活用例として、防災訓練の想定についての出力結果を表1に示す。なお、本稿における出力結果は、システム等が整備されていない環境を想定し、インターネットブラウザからchatGPT(3.5)(Custom instructionsは未設定)を利用したものである。

添付3 緊急処置マニュアル一覧

質問	<p>#命令書: 石油精製工場で、防災訓練を実施するため、以下の制約条件をもとに、災害の想定を出力してください。</p> <p>#制約条件: <ul style="list-style-type: none"> ・石油精製工場で発生しうる事故 ・同時に発生する災害は、2つまでで、漏洩、火災、爆発、破損等で括る。 ・災害想定は、簡潔に出力する。 </p>
回答	<p>了解しました。以下は、石油精製工場での防災訓練のための災害想定です。</p> <p>1. 漏洩と火災: <ul style="list-style-type: none"> ・主要パイプラインの破損による石油製品の漏洩が発生し、それに引火して火災が発生する可能性があります。 </p> <p>2. 爆発と破損: <ul style="list-style-type: none"> ・圧力容器や蒸気ボイラーの爆発が発生し、周辺の設備が破損する可能性があります。 </p> <p>これらの災害シナリオに対する訓練を行うことで、従業員は迅速かつ効果的な対応ができるようになります。</p>
質問	<p>1. の漏洩と火災に対する訓練メニューを検討してください。</p>
回答	<p>漏洩と火災に対する訓練メニューを以下に提案します。この訓練は、従業員が迅速かつ的確に対応できるようにすることを目的としています。</p> <p>1. 石油漏洩への初期対応訓練:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・緊急停止手順の確認: 主要パイプラインが破損した場合、従業員は速やかに石油供給を停止する手順を確認します。 ・漏洩源の特定と報告: 従業員は漏洩が発生した場所を素早く特定し、上司や安全担当者に迅速に報告する方法を学びます。 <p>2. 火災対応訓練:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・火災報知機の使用法: 火災が発生した際、従業員は火災報知機の鳴動を確認し、即座に対応できるようになります。 ・消火器の使用トレーニング: 漏洩から引き起こる火災に対処するため、従業員は異なる種類の消火器を使用する方法を学びます。 ・避難経路と集合場所の確認: 火災時には速やかに安全な場所に避難することが重要です。従業員は避難経路と集合場所を確認します。 <p>3. 緊急通報手順の演習:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・緊急通報の重要性: 漏洩と火災のような緊急事態では、速やかな通報が必要です。従業員は正確かつ迅速な通報手順を演習します。 <p>4. 模擬訓練演習:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・漏洩と火災の模擬演習: 実際のシナリオをシミュレーションし、従業員が学んだ知識や技能を実践的に試す機会を提供します。 <p>これらの訓練メニューにより、漏洩と火災に対する従業員の対応能力が向上し、安全な環境での効果的な作業が確保されます。</p>

このように、出力したい内容を指示することで、テキストの生成が行われる。また、その指示に際して、条件等を指定することで、入力者の意図した形にできることから、一定の内容では、人の代わりになるものと考えられる。

4 保安分野における生成AIの活用

保安活動は、日常点検や検査、定常・非定常作業、防災活動等がある。これらの活動は、多くの場合で、手順や評価基準の統一のため、マニュアルや基準類が整備されている。マニュアル等が無い非定常作業では、作業指示書等を作成し、作業を行う。また、作業時は現場の状況に合わせて、判断や意思決定等をしながら、作業が進められる。

定常作業は、知識や経験の蓄積、慣れにより、マニュアルを確認しながらの作業は減り、流れの確認や作業記録のため、チェックリスト等を使用する程度になる。また、慣れによって、注意を払うべき視野が狭まり、リスク等を見落とすことがある。そうしたとき、いわゆるヒヤリ・ハットや事故等をきっかけに、手順の逸脱やリスク等に気付く場合がある。事象が起きる前に、リスクへの注意や気付きを他者から指摘されれば回避できる。その役割を生成AIが担うことができれば、生成AIを支援ツールとして活用できる。

マニュアル類が無い非定常作業では、知識、経験に加え、状況判断をしながら意思決定を行う。これらの意思決定のプロセスでは、様々な情報が提供されることから、生成AIを一つの情報源として組み入れる余地がある。

その他、マニュアルや作業指示書を作成する際、生成AIに基準類やマニュアルのフォーマットを学習させることで、マニュアルや作業指示書の作成もできる。ただし、学習させたとしても、運転や設備管理におけるマニュアルの作成には、機器名称や機番が必要になる。それらを指示するより、人がマニュアルを作成したほうが早いいため、作成されたマニュアルの基準類とのズレの確認や評価等のための補助的な活用に限定される。また、学習環境がない場合は、一般的な事柄に対する活用を検討する必要がある。

しかし、一般的なことであっても、危険性の高い物質を取扱う作業の場合では、回答の出力がシステム側で制限されることがある。例えば、ガソリンの取扱いに関する注意点を確認しようとしても、「申し訳ありませんが、ガソリンなどの可燃性物質の取り扱いに関する作業手順や危険予知に関する情報を提供することは適切ではありません。ガソリンは非常に危険な物質であり、その取り扱いには高度な専門知識と適切な訓練が必要です。作業中の安全を確保するためには、石油会社や関連する規制機関から提供された正確な手順に従うことが重要です。」と回答される場合がある。そのため、漠然とした危険な物質というものではなく、物質のリスクを的確に出力できるよう物性を学習させることが重要になる。また、発生する事象は、物質ごとに限定されることはないため、事故に限らない多くの事例、進展シナリオ、原因、対策等を学習させる必要がある。これらのデータを基盤データとしながら、作業環境、気象情報等の状況のデータと組み合わせ、状況に応じたリスクを評価できるようになれば、人の支援ツールとしての活用が見出せる。

事故等の防災活動では、逐次状況が変わる現場の活動を検討させることは難しい。ただし、上述の基盤データを整備することで、状況に合わせたリスク評価等で活用ができる。

また、危険予知(KY)活動やヒヤリ・ハット報告、事故における対策の検討や、リスクアセスメントのリスク抽出等をする場合、その内容は、企業風土や検討の主体メンバーにより方向性が決まる。一方で、多面的な対策等を検討しなければ、本質的な課題の解決には繋がらない場合がある。そのため、視点を変えるなどの工夫として、生成AIをアイデア出し等に活用できる。

表2に活用例(部下のヒヤリ・ハット報告を受けた際に、対策の追加を指示するため、対策例を出力したものを。)を示す。

表2 「ヒヤリ・ハット事象における対策の検討」の出力結果

※内容、原因、対策は、公表資料¹⁴⁾から引用

質問	<p>あなたは、化学工場の工場長です。</p> <p>部下のヒヤリ・ハット報告の内容、原因、対策例を踏まえ、対策例以外の再発防止策をハード面、ソフト面から検討してください。</p> <p>#内容 廊下の床に水が溢れているのを気がつかないで踏んだ際、滑って転倒しそうになった。</p> <p>#原因 床の表面が少量の水でも滑りやすい素材でできている場所で、水が溢れたまま放置されていた。</p> <p>#対策 この場所では、水を溢れさせたら必ずふき取ることを徹底した。</p>
回答	<p>このような事故から学ぶために、再発防止策を検討することが重要です。</p> <p>ハード面の再発防止策:</p> <p>床の改修: 滑りやすい素材の床を改修し、滑りにくい素材に交換する。摩擦係数の高い素材や、滑り止めの加工を施すことで、水の影響を受けにくくすることが可能です。</p> <p>排水設備の改善: 床に水がたまりやすい場所に排水設備を設置することで、水の溜まりを減らし、安全性を向上させることができます。</p> <p>ソフト面の再発防止策:</p> <p>訓練と意識向上: 従業員に定期的な安全訓練を行い、水の溢れた場合の適切な対処法や注意点を徹底的に教育します。従業員が水を見つけた場合は、即座に対処できるような意識を醸成します。</p> <p>監視と報告体制の強化: 定期的な点検や監視を強化し、水が溢れた箇所を素早く発見し対処する体制を整えます。また、事故や危険を報告するための手順を明確にし、従業員が安全な職場環境を作り上げられるようにサポートします。</p> <p>これらの対策は、物理的な環境の改善と従業員の教育・意識向上を組み合わせることで、安全な作業環境を構築するための重要な手段です。</p>

このように複数の対策が立案されることから、学習を繰り返すことで、よりよい回答が出力できる可能性があり、保安分野においても、生成AIを支援ツールとして活用していく場面が広がっていくものと考えられる。

ただし、回答の信頼性、内容の真偽を確認することや、出力結果が現場で実際に使えるか評価をするための仕組みが必要で、出力結果の評価とともに、その評価結果を出力結果に反映させていく必要がある。そうすることで、生成AIの信頼性を向上させ、保安分野における人の支援ツールとしての役割を担えるようにしていく必要がある。

5 生成AIの活用における課題

生成AIは、テキスト以外にも、静止画や動画、音楽等の生成が可能で、社会的な需要の高まりとともに、出力品質は向上を続けている。出力品質が向上することで、生成AIの出力結果に対する著作権の問題や、虚偽情報やフェイク動画の作成・公開等、社会問題となる事象も発生している。そのため、適切な利用を目指した制度構築やガイドラインの整備等が進められている¹⁵⁾。

また、生成AIは、情報整理、アイデア出し等に利用できるが、出力結果の信頼性に課題があり、出力内容の正誤確認や、出力結果をそのまま使用しないようルール化されていることが多い。一例として、表3に液化窒素の漏洩時のリスク検討の結果を示す。

表3 「液化窒素の漏洩時のリスク」の出力結果

質問	<p>#命令書</p> <p>あなたは、化学工場で働く工場長です。以下の事象に対して、従業員向けにリスクを説明する内容を検討してください。</p> <p>#事例概要</p> <p>液化窒素が地面に漏洩し、蒸発するまで放置している。</p>
回答	<p>液化窒素漏洩のリスクについて（略）</p> <p>液化窒素とは何か（略）</p> <p>漏洩のリスク（略）</p> <p>対処方法</p> <p>危険箇所の封鎖: 液化窒素の漏洩箇所を特定し、封鎖する必要があります。これにより、漏洩が広がるのを防ぎます。</p> <p>適切な保護具の着用: 液化窒素と接触する際には、適切な保護具（手袋、保護メガネ、防護服など）を着用することが重要です。</p> <p>換気: 液化窒素の蒸発ガスは酸素を奪うため、換気を確保して酸欠状態を防ぐ必要があります。</p> <p>訓練と教育: すべての従業員に対して、液化窒素の取り扱いに関する訓練と教育を提供し、リスクを認識し、適切な行動をとる能力を高めます。</p> <p>まとめ（略）</p>

対処方法に、液化窒素の性状等を考慮した基本的事項が記載されているが、一部誤認される内容がある。液化窒素の使用時や漏洩時には、酸素濃度の低下による酸欠のリスクがあり、換気を行う必要はある。この酸素濃度の低下は、液化窒素の蒸発による窒素濃度の上昇や、液化窒素が低温になり酸素が液化濃縮され、大気中の酸素濃度が低下するためであり、蒸発ガスである窒素が酸素を奪うわけではない。また、漏洩箇所を封鎖する場合には、封鎖することによる圧力上昇等のリスクを考慮する必要があり、実際に発生した状況での判断が重要になる。このように内容には、注意を払う必要がある。

この他、生成AIの利用には、情報流出や学習によるバイアスに対する懸念が指摘されている¹²⁾。また、入力データが学習のために取り込まれるれば、そのデータが出力結果とり、生成AIを介して、外部にデータが流出するおそれもある。

さらには、生成AIにKY活動やヒヤリ・ハット報告を作成させることもできる。これらの作業は、理解度を把握する教育の側面や危険感受性の醸成にも効果があり、生成AIの利用方法にも注意を払う必要がある。

そのため、適切な学習データの提供や出力結果の分析、生成AIの利用者の教育とともに、システムを運用できる人材の確保も重要になる。

以上のとおり、課題は存在するものの、現代の製造業が置かれた環境では、様々な技術を導入し、省力化・省人化による生産性の向上や保安確保に向けた取組を進めていかなければならない。その一つの選択肢として、生成AIの導入も積極的に検討する必要がある。

しかし、新しい技術の導入だけで効果が出るわけではなく、その技術に使われるのではなく、人が活用できる環境の整備が重要になる。また、生成AIを活用したシステムを整備するとしても、効率的に進める必要がある。そのためには、企業や団体という枠組みではなく、業界全体で連携し、生成AIを保安の確保に向けた基盤として活用する仕組みを作り上げなければならない。そこで、保安分野において生成AIを活用するためのシステムの基本構想について、以下に述べる。

6 生成 AI を活用した大規模保安基盤システム

保安分野において、生成AIを活用するためには、学習データ及び出力結果等に対する信頼性の向上が不可欠である。そのためには、適切な学習データを大量に収集する必要がある。そこで、官公庁、業界団体等が保有するデータを、基盤データとする環境を整備し、大規模言語モデル (LLM) の学習データに活用する。また、出力結果等に対して、評価等を行う体制を整備し、システムの構築を目指す。

1) 基盤データの整備

学習データは、大量に用意する必要がある。また、学習データをデータベースとして活用できる形で収集を行う。基盤データは、化学工場であれば、化学物質の物性情報や様々な事例になる。化学物質は、慣用名、言い換え等もあり、CAS登録番号等の統一IDにより、集積等を行う必要がある。これを官公庁等が整備しているデータベースや、SDS等の既存データを活用し、整備する。

また、事例等の事象の進展シナリオは、千差万別で、同一物質でも環境要因等で進展が異なる。これについては、リレーショナル化学災害データベース¹⁶⁾や、各種事故データベース等を用い、進展シナリオを整備する。

基盤データの収集には、データに対する秘匿情報の管理が必要となり、企業だけでなく、業界団体等で共通の基盤とできるよう、情報開示のガイドライン等の整備が必要になる。また、企業や業界団体のカテゴリによるフィルタにより、利用者に表示される内容等に差異をつけるなどの工夫が必要になる。AIの利用は、その出力過程のブラックボックス化が問題視されるが、生成AIを介することで秘匿情報は、ブラックボックスとなり、他者への流出等を防げることから、基盤データの拡充に繋げることができる。

2) 知識・経験に裏打ちされた評価サイクルの構築

過去には、技術は盗むものとされていた時代もあるが、現代では、暗黙知等を言語化しながら、その行為の裏付けとして、いわゆるknow-whyをマニュアル等に展開することが増えている。今後、生産年齢人口は減少していくと見込まれており、知識・経験を個々のマニュアル等に落とし込むだけでなく、広く活用できるようにしていくことが必要になる。また、出力等されている内容が適切なものは、一見してわからないものも多い。

そのため、知識・経験を出力結果の評価に活用する形で、システムにフィードバックしながら、出力内容の調整を行い、大規模保安基盤システムの信頼性向上に繋げる。

3) 利用者の裾野の拡大

システムの利用者側の環境整備も重要になる。大手事業者等には、新技術を導入し、技術水準を引き上げるトップランナーとしての役割が求められ、産業界全体の保安力の向上に資することが期待されている。そのため、トップランナーだけが新技術の導入をするのではなく、小規模事業者等も含めて、その技術を活用できる環境に業界全体で進めなければならない。

基盤データを整備する場合にも、データを直接利用するのではなく、フィルタ等の処理のため、アプリ等を通じた利用環境の整備が重要になる。利用拡大が進むことで、ニーズ把握、UI等の改良などのサイクルが構築できる。一方で、秘匿情報の管理や、入力データの流出に対しては、フィルタの整備とともに、適切な監視体制が重要になる。

4) 保安行政、業界団体による統一運用等

システムは、官公庁や業界団体等、それぞれの目的に合わせて整備されることから、それぞれの組織で異なる運用等がされる。これからのデジタル社会に必要なのは、それぞれが大規模なプラットフォームを整備するのではなく、プラットフォームの統一や、オープンデータ化など、データ利用を容易にできるようにする環境づくりが重要になる。

また、基盤データを増やすための入力作業を行うのではなく、通常の作業でデータが集積されるシステムの整備、データの入力内容に対する平準化が重要となる。官公庁では、事故時に速報、詳報として情報の報告制度が存在するが、単純に報告するだけでなく、基盤データとしての活用を前提とする形で、システムの的にデータが提供され、集積されるシステムにする必要がある。官民間問わず、「安全に秘密なし」として、広く安全に関する情報提供がされる仕組みが構築できれば、産業界全体の保安確保に展開することが可能となる。

図1に、上述した内容による大規模保安基盤システムのイメージを示す。

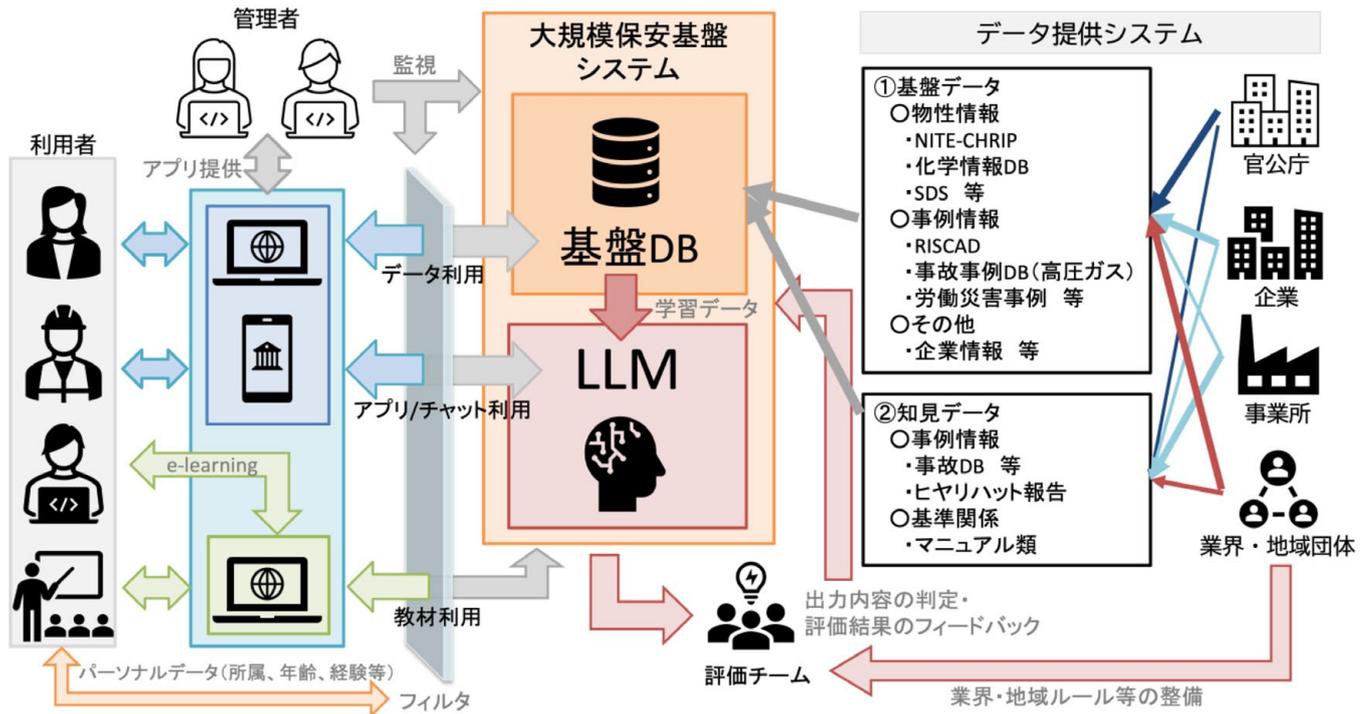


図 1 大規模保安基盤システムのイメージ

最後に、本システムを活用した取組を例示する。

① 保安管理システムの充実・強化

保安に関する基盤データを整備しつつ、利用者の使用環境に合わせる形で、アプリ等による利用環境を用意すれば、様々な状況に合わせた形で使用できる。また、システムが集約されることで、データの集約、その利用というサイクルの拡大を目指す。

例えば、物性データが充実することで、取扱い頻度が少ない物質の作業マニュアルや手順書に対し、その物質に合わせた安全対策等の追記が可能となる。その他、マニュアルに対して基礎的な情報としてknow-whyの追加の指示をすれば、マニュアル類の補強等ができ、自社の保安管理システムの充実・強化を図ることができる。

② スマートデバイス等の活用による作業支援

現場作業等を行う際には、KY活動を行い、作業時のリスクを抽出し、注意を払っている。リスクは、知識、経験により抽出されるため、未経験のことをリスクとして気付くことは難しい。そのため、パーソナルデータや、作業内容、環境等を踏まえたリスク抽出の支援に活用することで、一人作業の現場でも、複数の視点によるリスク抽出ができる。

現状では、通信環境やスマートグラス等により、支援者が確認しながら作業支援等を行う取組もある⁴⁾。これに生成AIを追加することができれば、作業員に対し、更に多くのサポート環境が用意される。

③ 業界・地域の教育基盤としての活用

基盤データは、様々な安全対策や物性情報等があり、教育教材として活用できる。同一システムによる教育教材を業界や地域等で活用した場合、複数の企業に出入りする協力会社等に対し、同様の教育を行え、教育水準を揃えることができる。そして、教育体系をシステム化することで、Eラーニングの導入や、教育実績の管理により、教育の効率化等に繋げることができる。

また、企業、業種、それぞれ安全に対するポイントは異なる。教育自体は効率化しつつも、生成AIにより、それぞれの現場の特徴を踏まえた教育等を行うことで、そのポイントを意識させることができ、教育のメリハリを感じさせることが可能となる。

7 おわりに

これまで、肉体労働から機械化、システム化と、技術の進展によって、社会全体が変化し、その技術によって、保安技術は新たな水準に引き上げられてきた。人は変調や危険等をカンとコツにより感じていたが、測定による客観的なデータ、過去の経験を知ることで、それらを掴むことができるようになった。そして、近年では、ドローンやAI等のデジタル技術により、変調や危険等を掴む技術を求め、人を補完するシステムの構築を目指している。

現代の社会環境の変化、生産年齢人口の減少、人手不足等の課題は、多くの人が持つ変調や危険等を掴むための知識や経験、カンとコツを徐々に失わせるとともに、それらの伝承の機会を喪失させ、変調や危険等に対し、「気づかなかった」「知らなかった」という問題を指摘させる時代が来る可能性がある。

デジタル技術による人を補完するシステムを構築するためにも、今、多くの人がもつ知識や経験、そしてカンとコツを、データとして蓄積する必要がある。また、ただデータとして利用するのではなく、人のように出力できる生成AIにより、変調や危険等を適切に掴めるよう信頼性を高め、今の技術が将来に伝わるシステムを構築しなければならない。

デジタル技術による新しい「技術の伝承」のあり方が、将来の人を支援するための基盤となり、次世代の保安の確保に繋がることを期待したい。

8 参考文献

- (1) 消防庁危険物保安室,令和4年中の危険物に係る事故の概要
https://www.fdma.go.jp/pre_ssrelease/houdou/items/230529_kiho_1.pdf
- (2) 経済産業省,高圧ガス事故の状況について(2023年3月24日)
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/koatsu_gas/pdf/025_01_00.pdf
- (3) 石油コンビナート等災害防止3省連絡会議,プラント保安分野AI信頼性評価ガイドライン第2版
<https://www.meti.go.jp/press/2020/03/20210330002/20210330002-2.pdf>
- (4) 経済産業省 産業保安グループ,スマート保安先進事例集
https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/smart_industrial_safety/jireisyu_r3.pdf
- (5) 飯島孝,技術の黙示録,技術と人間,1996
- (6) 東ソー株式会社 南陽事業所 第二塩化ビニルモノマー製造施設 爆発火災事故調査対策委員会,南陽事業所 第二塩化ビニルモノマー製造施設 爆発火災事故調査対策委員会 報告書
<https://www.tosoh.co.jp/news/assets/20120613001.pdf>
- (7) 三井化学株式会社 岩国大竹工場 レゾルシン製造施設 事故調査委員会,三井化学株式会社 岩国大竹工場 レゾルシン製造施設 事故調査委員会 報告書
https://jp.mitsuichemi.com/jp/release/2013/pdf/130123_02.pdf
- (8) スマート保安官民協議会,スマート保安推進のための基本方針
https://www.meti.go.jp/shingikai/safety_security/smart_hoan/pdf/kihon_hoshin.pdf
- (9) 総務省消防庁・厚生労働省・経済産業省,石油コンビナート等災害防止3省連絡会議3省共同運営サイト
https://www.fdma.go.jp/relocation/neuter/topics/fieldList4_16.html
- (10) 総務省,令和元年版情報通信白書
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r01/index.html>
- (11) Gartner Inc,Gartner Identifies the Top Strategic Technology Trends for 2022
<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-10-18-gartner-identifies-the-top-strategic-technology-trends-for-2022>
- (12) 小澤健祐,生成 AI 導入の教科書,株式会社ワン・パブリッシング,2023
- (13) 経済産業省 デジタル時代の人材政策に関する検討会,生成AI時代のDX推進に必要な人材・スキルの考え方(令和5年8月),
https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_jinzai/pdf/20230807_1.pdf

- (14) 地方公務員災害補償基金,ヒヤリハット事例集—水道事業・下水道事業—
https://www.pref.miyagi.jp/documents/25975/637114_1.pdf 等
- (15) 内閣府,AI 戦略会議 https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/ai_senryaku/1kai/1kai.html 等
- (16) 産業技術総合研究所,リレーショナル化学災害データベース <https://r2.aist-riss.jp/>

「新技術を活用した屋外貯蔵タンクの効果的な予防保全に関する調査検討報告書」の概要

消防庁危険物保安室

1 はじめに

消防法令上、特定屋外貯蔵タンクの側板の溶接部検査は、放射線透過試験により行うことと定められており、従来より検出媒体をフィルムとする放射線透過試験（以下「F-RT」という。）が行われてきました。

2017年には検出媒体をデジタル検出器とする放射線透過試験（以下「D-RT」という。）に関するJISが新たに制定され、D-RTでは、検出媒体を繰り返し使用可能であること、フィルムの現像処理が不要で環境負荷が低減されること、透過画像がデジタル画像として保存されることなどの理由から各種構造物の保守点検等へD-RTの導入に関する検討が進められています。

これらを踏まえ、消防庁では令和5年度に「新技術を活用した屋外貯蔵タンクの効果的な予防保全に関する調査検討会」を開催し、特定屋外貯蔵タンクの側板の溶接部検査におけるD-RTの適用に関して検討しましたので、その内容について紹介します。

2 特定屋外タンクの溶接部の基準と溶接部検査について

国内に建設されている特定屋外貯蔵タンクの多くは、図1のように鋼板を溶接組立した縦置円筒型の大容量タンクです。

特定屋外貯蔵タンクの溶接部は、危政令第11条第1項第4号の2の規定に基づき、総務省令で定めるところにより行う試験において、危規則第20条の7の規定に基づき、総務省令で定める基準に適合するものでなければなりません。このうち、側板溶接部については、放射線透過試験を行い合格基準に適合する必要があります。

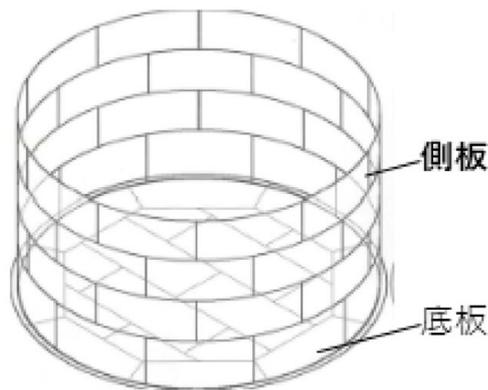


図1 特定屋外タンク

3 放射線透過試験

放射線透過試験は、非破壊試験の手法の一つであり、試験体に放射線を透過させて内部の状態を撮影像として撮影媒体に記録する試験です。放射線透過試験に必要な主な構成は図2に示したとおりであり、従来から行われている放射線透過試験は撮影媒体としてフィルムが用いられています。

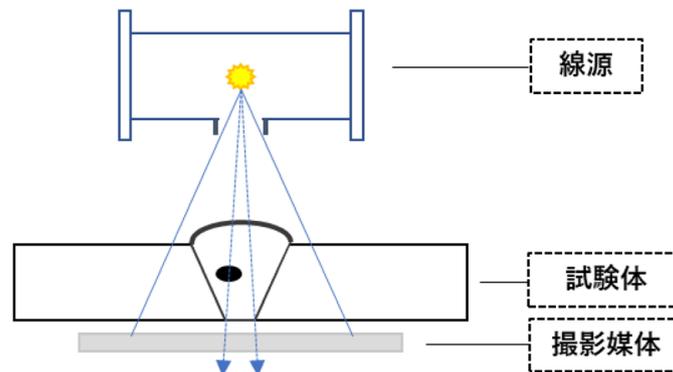


図2 放射線透過試験の主な構成

タンク側板溶接部検査への導入を検討するD-RTは、撮影媒体としてイメージングプレート（以下「IP」という。）を用いたComputed Radiography（以下「CR」という。）及びフラットパネルディテクタ（以下「FPD」という。）を用いたDigital Detector Array（以下「DDA」という。）の2種類です。（図3）

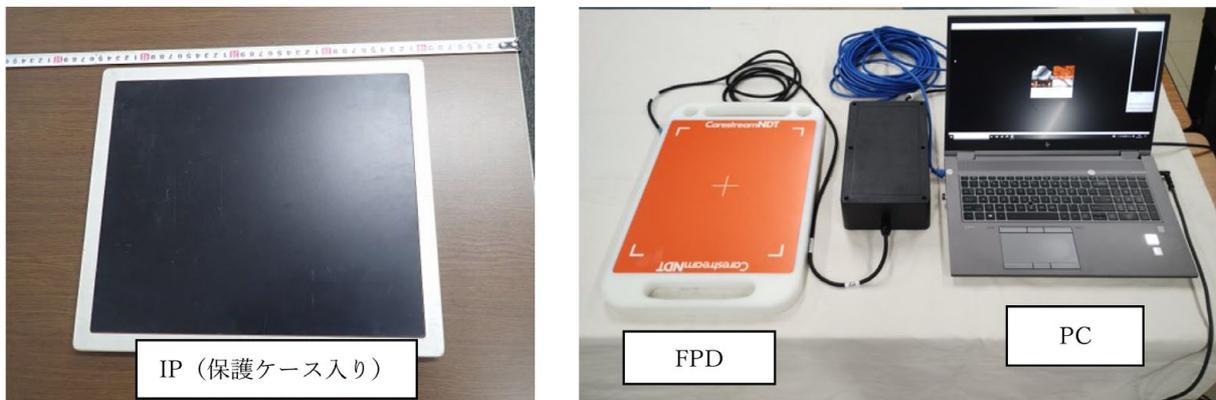


図3 CRシステムで用いられるIP (左) 及びDAAシステム(右)

4 消防危52号通知RT指針とJIS Z 3104について

昭和49年に発生した水島重油流出事故を機に、「屋外タンク貯蔵所の保安点検等に関する基準について」（昭和50年5月20日付け消防予第52号）が通知され、この通知の中で、別添第4 放射線透過試験の指針（以下「52号通知RT指針」という。）によりタンク側板溶接部に適用される放射線透過試験の細部運用が示されました。

52号通知RT指針ではJIS Z 3104:1968「鋼溶接部の放射線透過試験方法及び透過画像の等級分類方法」（以下「JIS Z 3104:1968」という。）による試験を基本とされていました。

なお、JIS Z 3104:1968は、現在では改訂がなされており、JIS Z 3104:1995「鋼溶接部の放射線透過試験方法」（以下「JIS Z 3104」という。）となっており、52号通知RT指針の内容は、現行のJIS Z 3104に読み替えて運用が行われています。

5 JIS Z 3110とタンク側板溶接部検査への適用

D-RTに関するJISは、平成27年にJIS Z 3110:2017「溶接継手の放射線透過試験方法-デジタル検出器によるX線及びγ線撮影技術」（以下「JIS Z 3110」という。）が制定されました。

タンク側板溶接部検査で実施される放射線透過試験については、52号通知RT指針にF-RTを前提とした細部運用が示されているものの、法令上は撮影媒体に対する制限がありません。このため、現段階においてもJIS Z 3110に準拠してD-RTの撮影が行われ、一定の像質が確認された透過画像については、危規則第20条の7第2項の合格基準に照らして合否判定を行うことが可能です。

しかしながら、タンク側板溶接部検査は52号通知RT指針に示された細部運用によりF-RTで実施されてきた実態があ

るため、検出方式や像質の評価方法が異なるD-RTを適用した場合においても従来のF-RTと同様に検査を実施可能であるか確認する必要があります。

6 D-RTのメリット

タンク側板溶接部検査への導入について検討するD-RTは、CRとDDAの2種類であり、CRはIPで撮影した画像をIPリーダーでスキャンし、PC等を用いて画像処理し、HDD等へ保存されます。DDAは撮影時にFPDを接続したPCのモニターで透過画像を確認することができ、その場で画像処理を行い、HDD等へ保存されます。そのため、D-RTでは、フィルムの現像が不要となります。(図4)

D-RTには次のようなメリットがあげられ、各種インフラ構造物等でD-RTの導入に関する検討が進められています。

- 検出媒体の繰り返し使用が可能
- デジタル処理により透過画像が得られるため、現像処理が不要
- モニタ上で透過画像の画像処理（コントラスト等の調整、フィルタ処理）が可能
- 電子データ（画像ファイル）として透過画像を保存することが可能

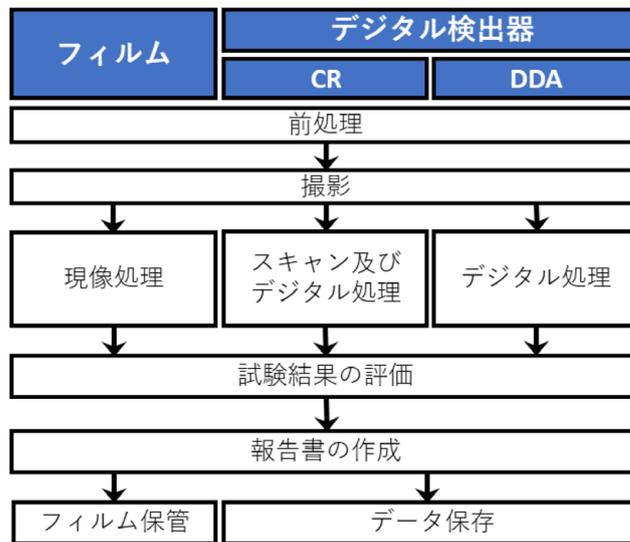


図4 撮影媒体ごとのRT工程概要

7 D-RTのニーズ

特定屋外貯蔵タンクの側板の溶接構造は、完全溶け込み突合せ溶接（図5）であり、放射線透過試験としても一般的な撮影方法で実施されていることから、特定屋外貯蔵タンクはD-RTを導入しやすい構造物と考えられます。

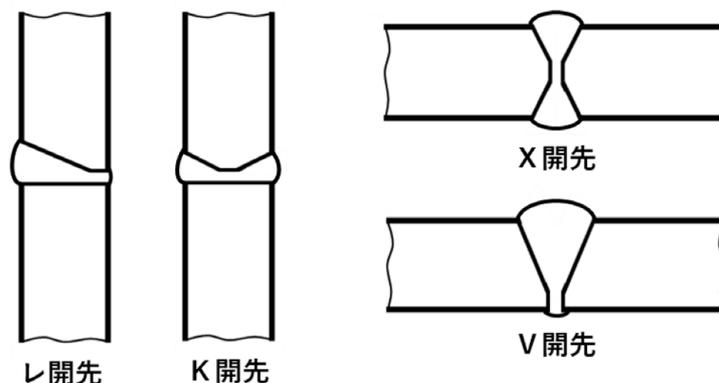


図5 特定屋外貯蔵タンク側板溶接構造（例）

8 D-RTの導入に関する課題と対応

D-RTは規格化がなされ、現行法令上、放射線透過試験の撮影媒体に関する制限はないため、タンク側板溶接部検査にD-RTを適用することは、法令上問題はありますが、上記5のとおり従来のF-RTと同様に検査を実施可能であるか確認する必要があります。

(1) タンク側板溶接部検査への適用性に関する確認

D-RTの作業性及び透過画像がF-RTと同程度であればタンク側板溶接部検査を実施することが可能であると考えられます。

作業性については、放射線透過試験で通常行われる作業のうち、撮影から判定及び記録の作成までの作業を実際に行うことで確認できます。

透過画像については、その像質から確認することとなり、各JISでは一定の像質を評価する項目が複数設定されています。ただし、求められる像質の値を対比することのできない項目もあるため、以下の2点に焦点を絞り確認を進めることとしました。

確認事項①：像質確認

F-RTでは、通常の撮影技術によって得られる像質区分のA級、きず検出感度を高めた撮影技法によって得られる像質区分のB級が規定されています。

一方、D-RTにおいては、基本的な技法によって得られる像質区分のクラスA、像質改善技法による像質区分のクラスBがあり、これらはF-RTの像質区分A級及びB級に相当する区分であると予想されます。

現状のF-RTによるタンク側板溶接部検査では、JIS Z 3104に規定されるA級の像質の条件を満たしたフィルムについて危規則第20条の7第2項の合格基準に照らして合否判定がなされていることから、D-RTのクラスAの像質がF-RTのA級と同程度であることを確認することにより、タンク側板溶接部検査への適用性について判断できると考えられます。

像質の確認については、各JISに規定される像質の条件を満たした画像について、各JISで共通の針金形透過度計を用いた像質の評価項目により確認を行うこととしました。

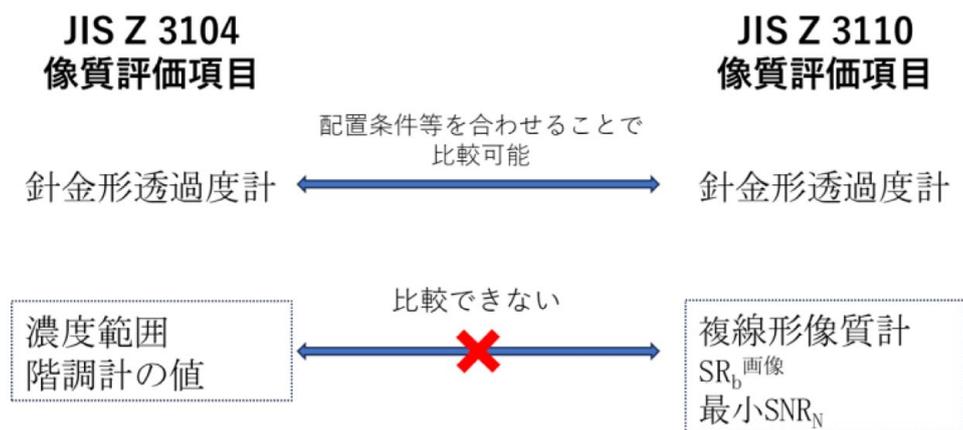


図6 JISの像質に関する評価項目と比較の可否

確認事項②：きず検出性等の確認

D-RTの像質がF-RTと同程度であれば、きずの検出性を有していると考えられます。しかし、両規格で規定されている像質の評価項目はそれぞれ異なり、一部の像質の評価項目を除き、像質を比較することができません。そのため、確認事項①の補足として同一対象物を撮影した場合におけるきず検出性及びきず像寸法について、D-RTとF-RTとの比較・確認を行うこととしました。

(2) D-RT を適用する場合の運用ルールに関する検討

タンク側板溶接部検査におけるF-RTは52号通知RT指針に示された内容で運用がなされており、52号通知RT指針では、JIS Z 3104に従って試験を行うことを基本とし、像質区分の選択や使用フィルムの仕様等、JIS Z 3104で明確に規定されていない項目について運用上のルールが示されています。

JIS Z 3110では、契約当事者間の合意事項とされている項目のうち、タンク側板溶接部検査にD-RTを適用した場合において運用が望まれる項目として以下の3項目を抽出しました。抽出した項目に関しては、その運用方法について確認検証試験を通して検証を行うこととしました。

ア デジタル撮影技法（像質区分）の選択（検証事項①）

JIS Z 3110では、D-RTの像質区分（クラスA、クラスB）の選択は合意事項になります。52号通知RT指針では、合否判定を行うフィルムはA級の像質を満たすこととされているため、当該指針にならい、タンク側板溶接部検査におけるD-RT運用上の最低限確保すべき像質について、確認検証試験の結果を踏まえて決定することが望ましいと考えられます。

イ 複線形像質計の扱い（検証事項②）及び透過画像ごとの像質の確認の程度（検証事項③）

JIS Z 3110では、D-RTの像質の評価項目のうち不鮮鋭度を評価するための複線形像質計の配置が必須とはされていません。また、類似した撮影継手及び撮影箇所について、同じ撮影条件及び処理技術で像質に差異がない場合には、透過画像ごとに像質を確認する必要はありません。これら複線形像質計の配置の有無、像質の確認の程度については、契約当事者間の合意に委ねられています。

このため、確認検証試験を通してJIS Z 3110に規定される像質の確認作業を検証するとともに、タンクにおけるRT撮影の実態等も踏まえた上で、これら項目に関する運用上のルールを決定することが望ましいと考えられます。

なお、確認検証試験では全ての撮影において複線形像質計を配置して撮影することとしました。

(3) 現場作業時等における留意事項の確認

タンク側板溶接部検査にD-RTを導入した場合における現場作業時等の留意事項の有無について確認するため、確認検証試験として実機タンクを対象とした現地試験を実施しました。なお、現地試験においても室内試験と同様に像質、きずの検出性及びきず寸法の比較を行い、これらがF-RTと同程度であることを確認することとしました。

9 確認検証試験によるD-RTの導入に関する検討

【室内試験】

製作した試験片を各JISに準拠してF-RT及びD-RTの透過画像を撮影し、当該透過画像を用いて確認事項①及び②を確認、これに加えて、検証事項①～③について検証しました。

試験片は、以下の3種類を製作しました。

- a TP-1（模擬きずによる試験片）
- b TP-2（割れ以外の溶接きずを入れた突合せ溶接試験片）
- c TP-3（割れを入れた突合せ溶接試験片）

各試験片の板厚は、国内で最も基数の多い鋼製タンクで採用されている板厚（4.5mm～45mm）を参考に板厚を設定しました。TP-1はきずの位置や大きさが明確な試験片とし、小さなきずの検出についても確認できるものとし、TP-2は危規則第20条の7第2項に記載のある割れを除く溶接きずの検出について確認できるものとし、さらにTP-2では、板厚の異なる水平継手の撮影を想定した28mm×38mmの試験片を製作しました。TP-3の割れの試験片は、海外の試験片メーカー製であることから板厚6mmの試験片となります。なお、撮影時の板厚は鋼板を重ねて調整しました。

※ 試験片の詳細については、【14 その他（1）報告書の閲覧】に記載のURLから確認できます。

撮影配置についてはF-RTとD-RTの比較を行うことため、計器類の配置は両JISで配置することとされている計器

類を包含する配置としました（図7）。現地試験を含め使用した機器については表1、撮影条件については表2のとおりです。

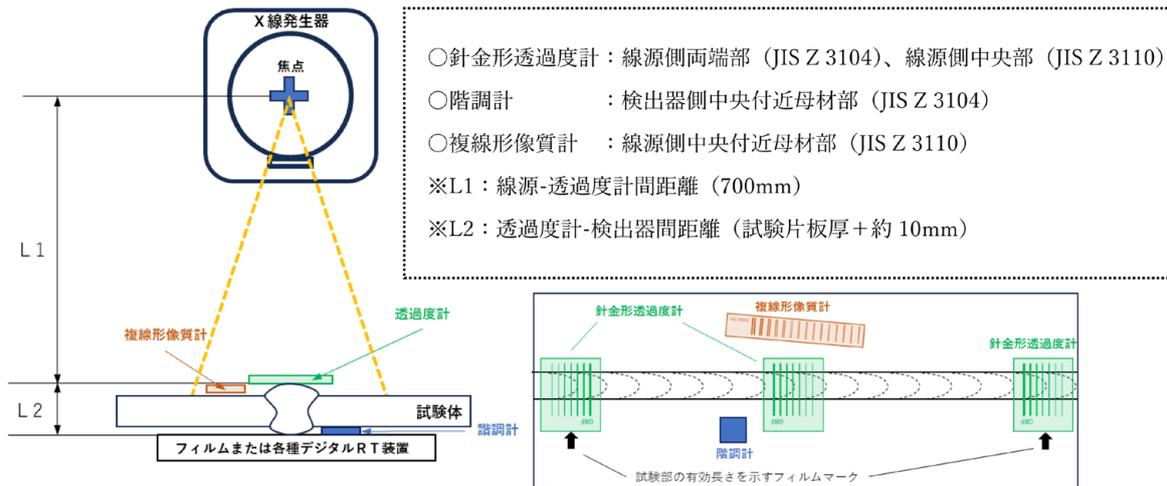


図7 確認検証試験における撮影配置

表1 確認検証試験で使用した機器

機器	メーカー等	型番	諸元等
X線発生装置 (F-RT/D-RT 共通)	トーレック	RIX300-CP	焦点寸法：3.0×3.0、管電流：3mA、管電圧：300kVp
	YXLON	SMART300HP	焦点寸法：3.0×3.0、管電流：3mA、管電圧：300kVp
撮影 媒体	フィルム (F-RT)	Fuji #80	増感紙：Pb0.03 (F&B)、適用板厚：20mm 以下
		Fuji #100	増感紙：Pb0.03 (F&B)、適用板厚：20mm 超
	FPD (DDA)	トーレック EXT2490	検出器寸法：233×291、素子寸法 76μm、 変換方式：間接、シンチレーター：Cs1
	IP (CR)	Fuji UR-1 (高精細)	検出器寸法：240×300、分解能：50μm、 増感紙：必要に応じて使用

表2 室内試験撮影条件

試験片板厚 (mm)	4.5			20			45		
検出器	フィルム	DDA	CR	フィルム	DDA	CR	フィルム	DDA	CR
管電圧 (kV)	130	110	140	240	200	245	295		
管電流 (mA)	3								
露出時間 (秒)	60	3×4 積算	60	60	3×4 積算	300	300	20×6 積算	1800

(1) 各 JIS における像質の評価項目の確認について

透過画像の像質区分がF-RTではA級、D-RTではクラスAであることが確認検証試験実施上の前提となり、撮影した透過画像の像質について確認した結果を表3及び表4に示し、いずれの透過画像も適用されるJISの像質の条件を満たしていることが確認できました。

表3 F-RT撮影フィルムのJIS Z 3104 A級適合状況

試験片板厚 (mm)	4.5		20		45	
	規格値	実際	規格値	実際	規格値	実際
濃度範囲	1.3~4.0	適	1.3~4.0	適	1.3~4.0	適
透過度計識別最小線径 (mm)	≤0.16	適	≤0.40	適	≤0.80	適
階調計の値	≥0.10	適	≥0.035	適	≥0.060	適
総合判定	A 級適合		A 級適合		A 級適合	

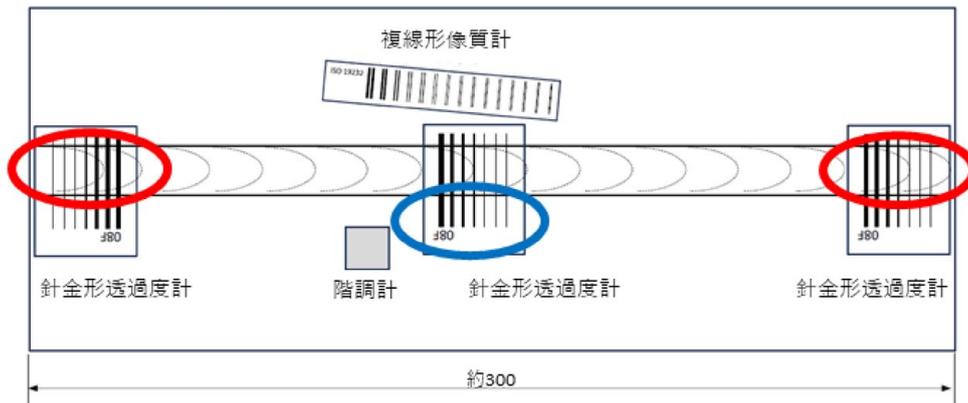
表4 D-RT透過画像のJIS Z 3110 クラスA適合状況

試験片板厚 (mm)	4.5			20			45		
	規格値	実際		規格値	実際		規格値	実際	
		DDA	CR		DDA	CR		DDA	CR
透過度計 IQI 値 (mm)	≤0.125	適	適	≤0.32	適	適	≤0.63	適	適
複線形像質計 IQI 値 (mm)	≤0.26	適	適	≤0.32	適	適	≤0.40	適	適
最大基本空間分解能 SR ₀ (mm)	≤0.13	適	適	≤0.16	適	適	≤0.20	適	適
最小 SNR _N	≥98	適	適	≥98	適	適	≥98	適	適
総合判定	クラス A 適合			クラス A 適合			クラス A 適合		

(2) 確認結果

ア 像質の確認結果

JIS Z 3110 に準拠して撮影した D-RT (クラス A) 透過画像の両端部に配置した針金形透過度計の識別最小線径が JIS Z 3104 の A 級で要求される線径以下であることについて確認しました。



※ 図中、赤丸部及び青丸部は各 JIS で針金形透過度計の識別最小線径を確認することとされている箇所を示しています。(赤丸部は JIS Z 3104、青丸部は JIS Z 3110)

図8 本試験における針金形透過度計の像質値確認位置(赤丸部)

表5のとおり全ての板厚で JIS Z 3104 に規定される A 級の規格要求値を満たしており、針金形透過度計による像質の評価項目に関しては、D-RT (クラス A) の像質は F-RT (A 級) の像質と同程度であることが確認できました。

表5 透過度計による確認内容及び結果

板厚 (mm)	JIS Z 3104 A 級規格値	使用透過度計	確認結果	
			DDA	CR
4.5	≤ 0.16	04F	適	適
			DDA	CR
20	≤ 0.40	08F	適	適
			DDA	CR
45	≤ 0.80	08F	適	適
			DDA	CR

イ きず検出性等の確認結果

各撮影媒体のきずの検出性及びきず像寸法を図9のとおり比較することにより、D-RT が F-RT と同様に判定が可能であることが確認できました。

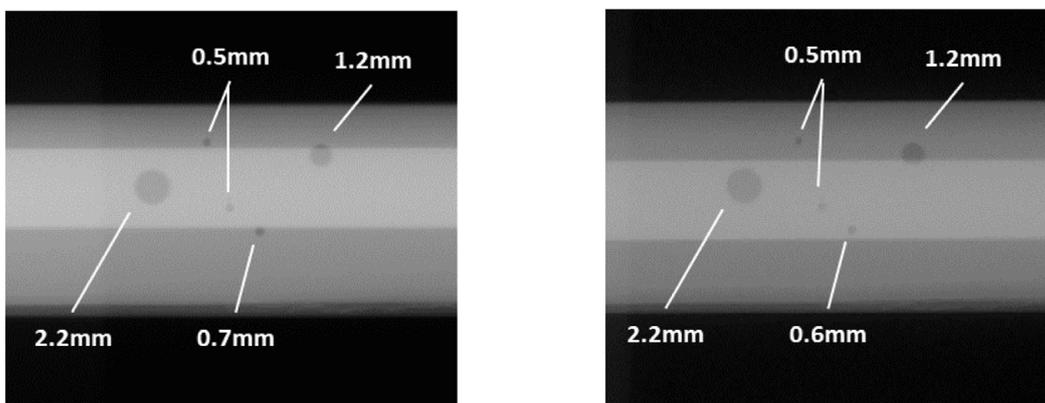


図9 (左からD-RTの画像ときずのサイズ、F-RTの画像ときずのサイズ)

【現地試験】

撮影配置については、室内試験と同じとし、撮影条件については、表6のとおりとなります。

表6 現地試験撮影条件

撮影板厚 (mm)	36 ※現地試験（1回目）			13 ※現地試験（2回目）		
	フィルム	DDA	CR	フィルム	DDA	CR
管電圧 (kV)	295			229	160	220
管電流 (mA)	3					
露出時間 (秒)	165	5×5 積算	720	60	3×5 積算	300

(3) 透過画像の各 JIS における像質の確認

室内試験同様、フィルムは A 級、FPD (DDA) 及び IP (CR) で取得した画像ではクラス A の像質区分を満たしていることを事前に確認しました。確認結果を表7及び表8に示します。いずれの透過画像も適用される JIS の像質の条件を満たしていました。

表7 F-RT撮影フィルムのJIS Z 3104 A級適合状況

撮影板厚 (mm)	36 ※現地試験（1回目）		13 ※現地試験（2回目）	
	規格値	実際	規格値	実際
濃度範囲	1.3~4.0	適	1.3~4.0	適
透過度計識別最小線径 (mm)	≤0.63	適	≤0.32	適
階調計の値	≥0.032	適	≥0.046	適
総合判定	A 級適合		A 級適合	

表8 D-RT透過画像のJIS Z 3110 クラスA適合状況

撮影板厚 (mm)	36			13		
	規格値	※現地試験 (1回目)		規格値	※現地試験 (2回目)	
		規格値	実際		規格値	実際
規格値/実際	規格値	DDA	CR	規格値	DDA	CR
透過度計 IQI 値 (mm)	≦0.50	適	適	≦0.25	適	適
複線形像質計 IQI 値 (mm)	≦0.40	適	適	≦0.32	適	適
最大基本空間分解能 SR _b 画像 (mm)	≦0.20	適	適	≦0.16	適	適
最小 SNR _w	≧98	適	適	≧98	適	適
総合判定	クラス A 適合			クラス A 適合		

(4) 確認結果

室内試験と同じく、D-RTとF-RTの像質及びきずの検出性等について確認し、その結果、現地試験においても室内試験と同様の結果となりました。

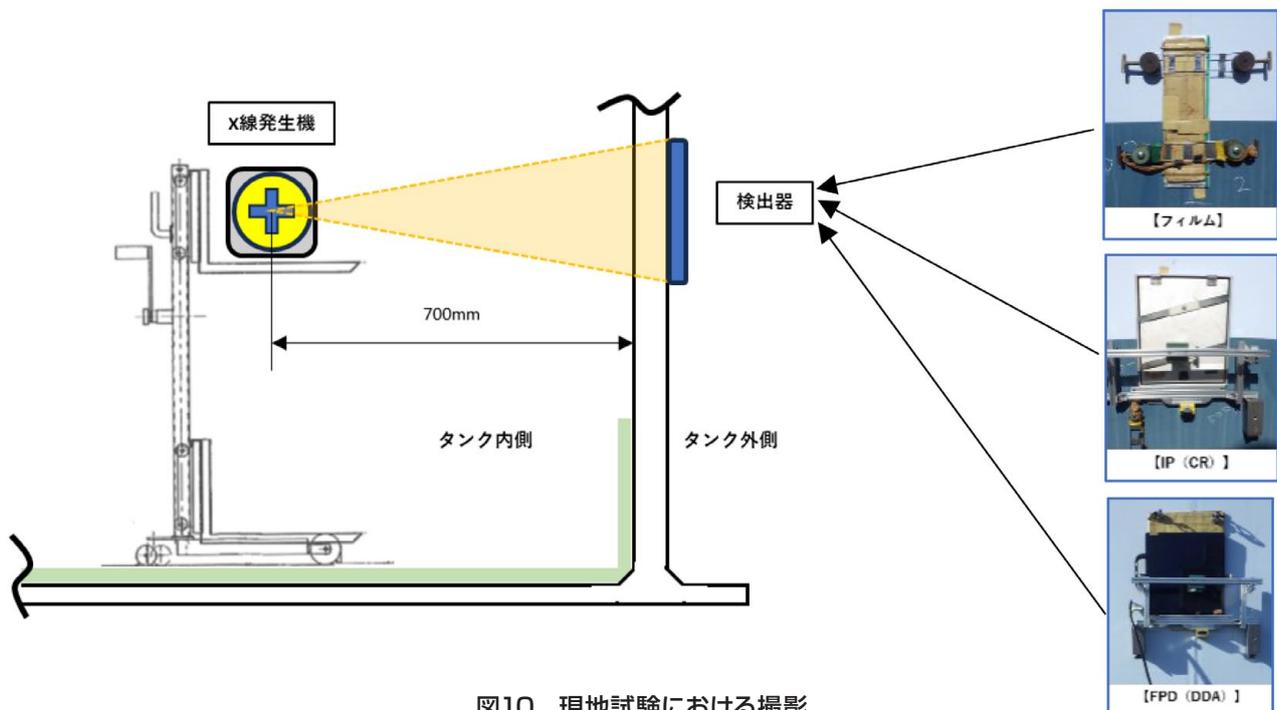


図10 現地試験における撮影

10 現場適用時における留意事項

(1) 撮影作業

撮影媒体が異なることから、撮影媒体ごとの放射線感度等の違いに応じた露出条件の相違はあったものの、撮影作業自体は F-RT と D-RT との違いはありませんでした。試験体の母材厚さ、撮影媒体の感度等を考慮して適切な条件を設定して撮影がなされるのであれば、問題はないものと考えられます。

(2) 撮影媒体の事前チェック

D-RT の撮影媒体である FPD、IP の撮影前チェックは作業の手戻りを防ぐためにも重要です。IP では焼付きやきずが生じていないこと、FPD では JIS Z 3110 に規定される事項を満たしていることなどの事前チェックが有効です。

(3) その他

確認検証試験で実際に発生した事例として、IP スキャン時においてホコリの巻き込みにより、図 11 のように透過画像上に白点が生じたケースが確認されました。白点の一つ一つは細かなものではありませんが、これらが観察部位である溶接部や熱影響部上に多数あった場合は、きず像の視認性に少なからず影響が生じることが考えられます。このため、IP を撮影媒体とする CR では、IP 自体の事前チェックに加えて、スキャン時の保護ケース収納など透過画像上に白点を極力生じさせない対策を講じることが望ましいです。

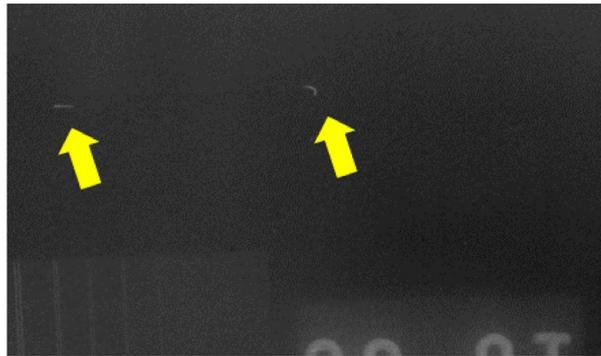


図11 CR画像上に生じた白点の例

11 運用ルールに関する検証

(1) D-RT を適用する場合の JIS Z 3110 における像質区分について

JIS Z 3110 では、像質区分の選択は契約当事者間の合意事項とされていますが、室内試験及び現地試験の結果を踏まえると、D-RT を適用する場合の像質は少なくともクラス A を確保しなければなりません。

(2) 複線形像質計の配置と像質確認の程度

JIS Z 3110 では、複線形像質計の配置及び像質確認の程度を契約当事者間に委ねていますが、複線形像質計が配置されなかった場合、像質の評価項目の一部を確認することができません。

また、タンクの RT 撮影作業は現場撮影であることから、付属物や足場の位置関係などから全くの同一条件では撮影できないケースも考えられ、透過画像の像質の値が上下する可能性もあります。

これらの状況を踏まえ、撮影画像ごとに複線形像質計を配置し、撮影画像ごとに得られた像質を確認することが望ましいです。

12 D-RT 作業従事者に求められる技能

JIS Z 3110 では、作業従事者について、次の2点を要件としています。

- ① JIS Z 2305 「非破壊試験技術者の資格及び認証」又は同等の規定に従って関連する工業分野における放射線透過試験の適切なレベルの資格を所持していること。

② デジタル放射線透過試験における教育及び訓練を受けていること。

①の要件については、一般社団法人日本非破壊検査協会により行われている資格認証制度があり、現段階において、F-RT を前提とした制度ですが、認証機関の発行しているテキストには D-RT に関する内容が一部掲載されており、学科試験にも同内容が出題されています。将来的に D-RT も含めた認証が行われる可能性があるため、今後の JIS 改定の動向を注視する必要があります。

②の要件について、JIS では「教育及び訓練を受けていること」となっており、専門的な教育及び訓練を受けたことを示すには、自社の行う教育及び訓練のほか、第三者機関の実施する教育及び訓練も受けていることが望ましいと考えられます。

13 調査検討結果

従来の F-RT と同様に D-RT を用いた場合においても溶接部検査が実施できることを確認するため、D-RT の作業性、撮影画像の品質、作業従事者に求められる技能等について、室内及び現地試験を通して検証しました。その結果、一定条件下において撮影した D-RT 画像の品質は、従来の F-RT 画像と同程度であることが確認され、また、詳細な撮影条件の決定や撮影画像の観察等に D-RT 特有の専門的な知識・技術が必要であることがわかりました。

14 その他

(1) 報告書の閲覧

「新技術を活用した屋外貯蔵タンクの効果的な予防保全に関する調査検討報告書」については、消防庁ホームページから閲覧可能です。

「消防庁トップページ」→「審議会・検討会」→「検討会等」→「令和5年度開催の検討会等」→「新技術を活用した屋外貯蔵タンクの効果的な予防保全に関する調査検討会」

(https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/post-142.html)

(2) 運用指針

「デジタル検出器を用いた放射線透過試験に係る運用指針について」を発出し、都道府県等に周知しました。

「消防庁トップページ」→「法令」→「通知・通達」→「令和6年」→「消防危 60 号 デジタル検出器を用いた放射線透過試験に係る運用指針について（令和6年3月25日）」

(<https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/f93e804775b8079dd7505bdbb3fd5327683a1f5f.pdf>)



総務部

危険物保安技術協会 技術職員の募集について

危険物保安技術協会では、以下のとおり技術職員を募集します。

○ 採用職種

技術職員（土木審査部及びタンク審査部）

○ 仕事の内容

市町村（消防本部）や石油関連企業からの委託を受け、全国にある石油タンクの設計審査等を行います。

【具体的には】

市町村等からの委託による石油タンクの安全性に関する技術審査・技術援助

・ 土木審査部では、石油タンクの「基礎構造物の安全性」と「地盤の安定性」に関する設計図書が消防法令に基づいた内容・安全性を有しているかどうかの設計審査を行います。

また、設計審査の後は、工事途中の段階で現場検査（標準貫入試験・平板載荷試験等）に立ち会います。

・ タンク審査部では、石油タンクの「タンク本体の安全性」に関する設計図書が消防法令に基づいた内容・安全性を有しているかどうかの設計審査を行います。また、設計審査の後は、工事途中の段階でタンク本体の溶接部検査を実施するほか、タンク設置後に一定の期間ごとに求められる保安検査を実施します。

○ 応募資格等

学校教育法による大学において工学を学んだ者のうち、次のいずれかに該当する者

ア 地盤の液状化や地盤改良等、地盤に関する設計・施工、又はコンクリート構造物や杭基礎等、基礎構造に関する設計・施工に従事した経験を有する者

イ 石油タンク等の鋼構造物の建設・改造等に係る研究、設計・工事監督・検査業務に従事した経験を有する者

ウ 消防法に定める危険物施設の設置、変更、維持管理等に関する業務に従事した経験を有する者

○ 勤務地

東京都港区虎ノ門4-3-13 ヒューリック神谷町ビル1階

※転勤はありません。

※現地審査等における全国出張あり。

○ 勤務時間

9:30~18:00（時差出勤、テレワークも可）

○ 給与

【年収モデル】

480万円/月給30万円（扶養手当込み）＋賞与/30歳（配偶者（扶養なし）、子供1名）

650万円/月給40万円（扶養手当込み）＋賞与/40歳（配偶者（扶養あり）、子供2名）

※国家公務員の給与制度に準じて決定します。

※学歴・職歴を勘案の上決定します。

※試用期間（6ヶ月）あり。期間中の待遇の変動はありません。

※上記の年収例のほか、別途通勤手当、住宅手当（賃貸のみ）、時間外勤務手当を支給します。

○ 休日、休暇

完全週休2日（土日）、祝日、年末年始（12/29～1/3）、年次有給休暇（年20日（初年度は採用月に応じて調整（4月の場合は15日））、夏季（7～9月中3日間）、慶弔、産休、育休他

◎年間休日120日以上！

○ 待遇・福利厚生

昇給あり、賞与年2回、社会保険完備、

通勤手当（月額55,000円上限）、住宅手当（賃貸のみ・月額28,000円上限）、扶養手当

各種社会保険完備（雇用、労災、健康、厚生年金）

福利厚生制度あり（サポート会社と契約）

○ 職場環境

職員構成はプロパー職員のほか、国、地方公共団体からの人事交流による職員で構成されています。プロパー職員の90%以上が中途入社で活躍しています。

入社後は先輩職員がOJTにてマンツーマンで指導いたします。

また、待遇面は国家公務員に準じており、将来長く安定して働きたい人には最適な環境です。

○ 採用日

採用決定後、随時（応相談）

○ 採用予定人数

土木審査部1名、タンク審査部1名

○ 採用方法

書類による選考の上、選考通過者には面接を実施します。

①応募方法 履歴書（写真貼付）及び職務経歴書（書式自由）を下記の書類提出先に簡易書留にてご郵送ください。

②面接日 書類選考通過者に面接日時をご連絡します。（一次面接、二次面接あり）

③応募期間 採用決定次第終了

④書類提出先 〒105-0001

東京都港区虎ノ門4-3-13 ヒューリック神谷町ビル1階

危険物保安技術協会宛

⑤問い合わせ 03-3436-2352 総務部 総務課



総務部

消防職員の実務研修生に関する受入れについて

○実務研修生制度の概要について

危険物保安技術協会では、消防本部職員を実務研修生（以下「研修生」という。）として派遣を希望される自治体（以下「派遣自治体」という。）からの受け入れを実施しています。

業務内容としては、消防法に基づき、市町村長から委託を受けて屋外タンク貯蔵所に係る設計・保安審査等を行うとともに、危険物の保安の確保、向上に資する各種の調査研究を実施しています。

その他、危険物関連設備の性能評価、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等幅広く行っています。

また、危険物の保安に関して、専門知識、高度な技術力を持つプロパー職員の他、総務省・消防庁出身職員、消防局から派遣された職員が在籍しているので、多くの人脈を築くことができるとともに、危険物の保安に必要な専門知識や高度な技術を習得することができます。

○勤務条件等

※別途協定書を締結しますが、概要は下記のとおりです。

- ・身分取扱 研修生は、派遣自治体の身分を継続して有する。
- ・研修期間 原則として、2年間とする。
- ・勤務場所 当協会の事務所（東京都港区虎ノ門四丁目3番13号ヒューリック神谷町ビル1階）へ通勤する。
- ・給与関係 給料、手当等は派遣自治体の負担とするが、時間外勤務手当、特殊勤務手当及び休日勤務手当は当協会が負担する。
- ・共済組合 研修生に係る共済組合負担金は、派遣自治体が負担する。
- ・旅費 業務に係る旅費は、当協会が支給する。
- ・公務災害補償 研修生の業務災害及び通勤災害については、派遣自治体の関係規程により、手続きを行う。

○服務等

- ・研修生の服務、勤務時間その他勤務条件等については、協会の関係規程を適用する。この場合において、研修生の年次有給休暇等の日数については、派遣自治体の関係規程を適用する。
- ・研修生の出勤等（出張、休暇、時間外勤務及び休日勤務等）の把握は、派遣自治体の職員の例による。

・研修生は、実務研修において知り得た秘密については、研修期間中はもとより、研修終了後においても守秘義務を負う。

○福利厚生等

- ・研修生の福利厚生、健康管理等については、派遣自治体の負担により、措置する。
- ・研修生の定期健康診断については、派遣自治体の負担により、受診させるものとする。

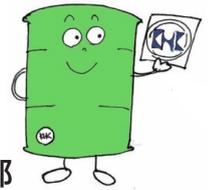
○その他

- ・研修生の派遣に関し疑義が生じた場合は、双方協議して解決する。



【担当】

危険物保安技術協会 総務部総務課
 東京都港区虎ノ門四丁目3番13号
 TEL 03-3436-2352



企画部

視聴覚教材の映像配信について

危険物保安技術協会では、これまで事故防止及び安全対策の向上を目的とした多くの視聴覚教材を制作してきました。そのなかで令和元年度及び令和3年度に制作した視聴覚教材は、多彩なニーズに応えられるよう映像配信サービス（有料）による提供も開始しましたのでお知らせします。

eラーニングシステム等の一つのコンテンツとして組込むことで、効率良く従業員教育を行うことが期待されます。また映像の一部のみ提供も行っていますので、詳細につきましては以下のお問い合わせ先までお気軽にご連絡ください。

なお、DVD販売はこれまで通りに行っております。購入をご希望される方もお気軽にご連絡ください。

【対象となる視聴覚教材】

1. (令和3年度制作)

【安心・安全なガソリンスタンド業務のために～給油取扱所における事故防止対策～】



DVDジャケット



オープニング映像の一部

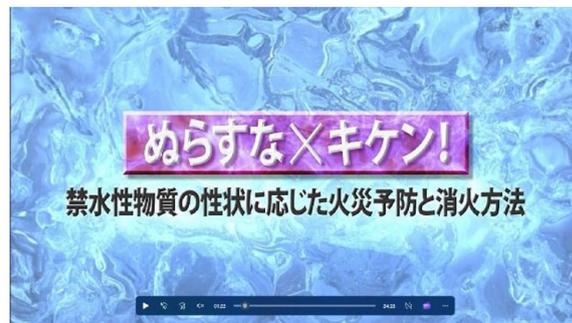
主に給油取扱所の従業員に向けた内容となっており、危険物の性質・性状、事故事例・災害対応などについて、実写映像、CG、イラストなどを用いて視覚的に学べるものとなっております。

2. (令和元年度制作)

【めらすな × キケン! 禁水性物質の性状に応じた火災予防と消火方法】



DVDジャケット



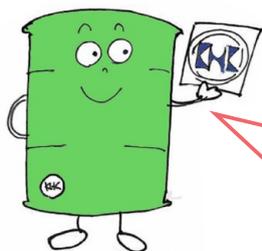
オープニング映像の一部

危険物を管理する上で注意が必要なのが、「禁水性物質」と呼ばれている、水に触れると発火・爆発する性質を持った危険物です。本映像は、禁水性物質とはどのようなものかを実験などを通じて確認し、その火災予防や消火方法などについて解説した内容になっています。

サンプル映像の視聴先：<https://www.khk-syoubou.or.jp/guide/video.html>

【新規制作予定のお知らせ】

平成25年度制作した移動タンク貯蔵所に関する視聴覚教材を、令和7年3月頃の完成を目指しリニューアル作業を進めています。完成しましたら機関誌等にてお知らせします。



【お問い合わせ先】

企画部

TEL 03-3436-2356

E-mail kikaku@khk-syoubou.or.jp



機関誌「Safety&Tomorrow」記事募集のお知らせ



Safety&Tomorrowをご購読いただいている皆さま、平素より大変お世話になっております。
 機関誌「Safety&Tomorrow」事務局です。

Safety&Tomorrowでは毎号、危険物保安に関する技術の紹介のほか、事業所や消防本部の取り組みなどを紹介しています。

当協会では、これらの記事についてSafety&Tomorrowをご購読いただいている皆様に広く募集しております！

新技術の紹介や危険物保安に関する取り組みについて、当協会の機関誌で紹介してみませんか？

もしくは、消防本部で取り組んでいる内容を記事にし、消防広報の一環として発表してみませんか？

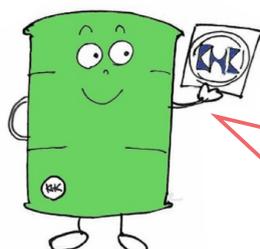
まず一度、ご相談ください！

募 集 要 項	
対 象	機関誌「Safety&Tomorrow」をご購読いただいている全国の企業、事業所、消防本部
募集期間	通年
原稿内容	<ul style="list-style-type: none"> 危険物保安に関係した新技術の紹介 保安に関する事業所での取り組み 危険物業務に関する消防本部での取り組み ……など
応募要領	<ul style="list-style-type: none"> 掲載を希望する原稿の概要（様式自由）について以下の送付先にメールにて送付してください。 危険物保安技術協会 機関誌事務局 宛 kikaku@khk-syoubou.or.jp メールタイトルは「機関誌掲載希望」としてください。 メール本文に担当者の氏名、連絡先をご記入ください。 事務局で確認し、掲載の可否と具体的な執筆要領について返信します。

送付いただいた原稿の概要（様式自由）は、事務局にて確認後、掲載の可否をご連絡いたします。

機関誌の性質上、営利目的の宣伝とられる記事は掲載をお断りすることがございます。また、誌面構成の都合上、ご相談いただいてから掲載までに時間がかかる場合がございます。

ご不明な点等ございましたら、お気軽にお問い合わせください。



【お問い合わせ先】
 企画部
 TEL 03-3436-2356
 E-mail kikaku@khk-syoubou.or.jp

KHKからの
お知らせ【予告】 Safety & Tomorrow 11月発行号は
水島コンビナート地区重油流出事故を特集します！

企画部

Safety&Tomorrowをご購読いただいている皆さま、平素より大変お世話になっております。
機関誌「Safety&Tomorrow」事務局です。

本記事では、特集号の予告について皆様にお知らせいたします。

本年11月に発行を予定しているSafety&Tomorrow 217号は、昭和49年12月に発生した水島コンビナート地区での重油流出事故（以下「水島事故」といいます。）の特集号を予定しております。

危険物保安技術協会は水島事故を契機に設立された団体であり、事故発生から50年の機会に機関誌特集号の発行を企画しました。

特集号では、事務局から事故の概要についてまとめた記事を掲載するほか、危険物行政関係者の皆様にそれぞれの立場から、事故後の行政対応や、現在の事故防止体制などについてご執筆いただき掲載いたします。

水島事故の発生は、我が国の石油コンビナート及び屋外タンク貯蔵所に係る消防行政に大きな影響を与えました。

特集号をきっかけとし、本誌をご購読いただいている皆様にも水島事故を振り返っていただき、職場の防災意識向上にお役立ていただければ幸いです。

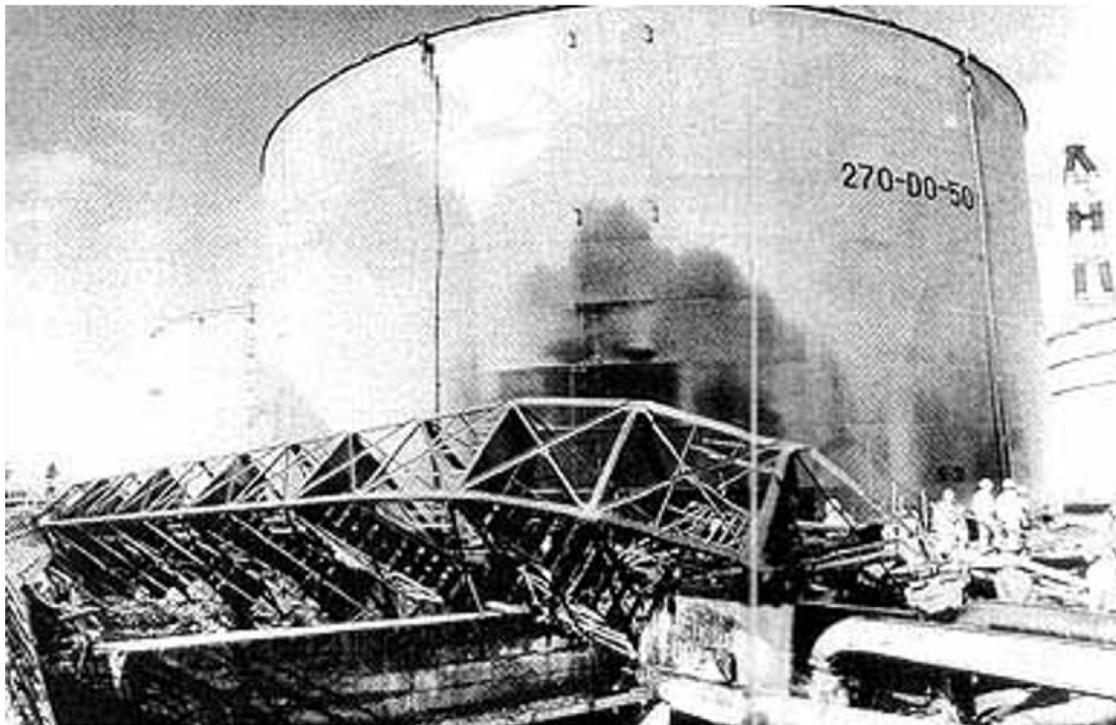


写真 漏えいのあったタンクと倒壊した直立階段（消防庁資料より）

KHKからの お知らせ

「新技術を活用した危険物施設の保安設備等に関する研究会」の開催について



企画部

危険物施設における保安設備等への新技術の活用を目的に、「新技術を活用した危険物施設の保安設備等に関する研究会」(第9回)のWEB開催について、お知らせします。

1 概要

交流電磁場探傷法(ACFM)が特定屋外貯蔵タンクにおける検査手法の一つとして適用の可能性について注目し、令和4年度と令和5年度に渦電流探傷試験と同じ試験片を用いて試験を実施しました。

本研究会を通じて探傷装置の原理や装置の構成についての説明、採取した基礎データについて報告を行うものです。

2 実施内容

(仮)「ACFMによるコーティング上からの溶接線検査への適用に向けた調査報告について」

ダイヤ電子応用株式会社・Eddyfi Technologies

機器及び試験の概要と試験データのまとめ(約70分)

試験データに対するQ&A(15分)

フリートーキング(15分)



3 開催日時

日時：令和6年8月27日(火) 14:00～

4 参加・傍聴方法

開催方法：WEB開催

参加費：無料



写真提供元：ダイヤ電子応用(株)・Eddyfi Technologies

弊社ウェブサイトの申込みフォームから必要事項を入力の上、お申込み下さい。

後日、招待メールを送付させていただきます。

「新技術を活用した危険物施設の保安設備等に関する研究会」申込みフォームはこちら↓

<https://reg26.smp.ne.jp/regist/is?SMPFORM=Ih-pcobt-66390289cec1b87773d560a50a260b32>

(危険物保安技術協会ホームページ⇒業務説明⇒調査研究⇒次回新技術を活用した保安設備等に関する研究会への申込みについて⇒ [お申し込み](#) からでもお申込みできます。)

5 過去の事例紹介

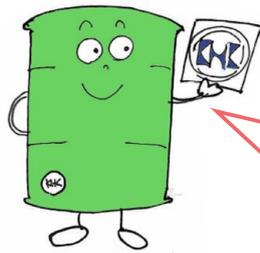
過年度実施しました当研究会におきましては多くの方にご参加いただき、機器の紹介とその現場での活用方法について、意見交換が行われました。

過去の研究会発表内容について、協会ホームページでご紹介しています。

発表内容等の詳細についてはこちら <https://www.khk-syoubou.or.jp/guide/research.html#ep01>

6 その他

WEB 開催のため、どなたでも参加・傍聴可能ですが、既定の人数を超えた場合、調整させていただく場合がございます。



【お問い合わせ先】

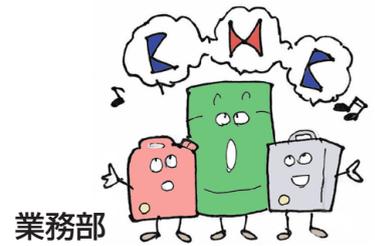
企画部

TEL 03-3436-2356

E-mail kikaku@khk-syoubou.or.jp

KHKからの
お知らせ

危険物施設における危険区域の設定に係る 評価業務



◆危険物施設における危険区域の設定

危険物施設において可燃性蒸気の滞留するおそれのある場所（以下「危険区域」という。）で用いる電気器具等は、関係法令により防爆構造にすることとされています。

近年、危険物施設に対して、IoT機器等を活用した予防保全のスマート保安化が求められていますが、事業者の多くが危険物施設であるプラントの区画全体を危険区域としていること及びIoT機器等の多くが非防爆構造であることから、危険物施設のスマート保安化は難しい状況にあります。

危険区域の設定をより精緻にすることで、危険物施設のスマート保安化を実現することができます。

◆当協会での評価業務

当協会では、総務省消防庁等が策定した「プラント内における危険区域の精緻な設定方法に関するガイドライン」（以下「ガイドライン」という。）に基づき、「危険物施設における危険区域の設定に係る評価に関する業務」を実施しています（詳細は当協会 HP を参照：http://www.khk-syoubou.or.jp/guide/evaluate_performance.html#ep11）。

この評価業務は事業者の皆さまがガイドラインを活用して精緻な危険区域の設定等をした結果を評価委員会に諮りその妥当性について公正・中立な立場から評価します。

ガイドラインを活用した精緻な危険区域の設定をお考えの事業所の方、これらの業務に従事する消防本部の方は是非、本評価業務の活用をご検討ください。

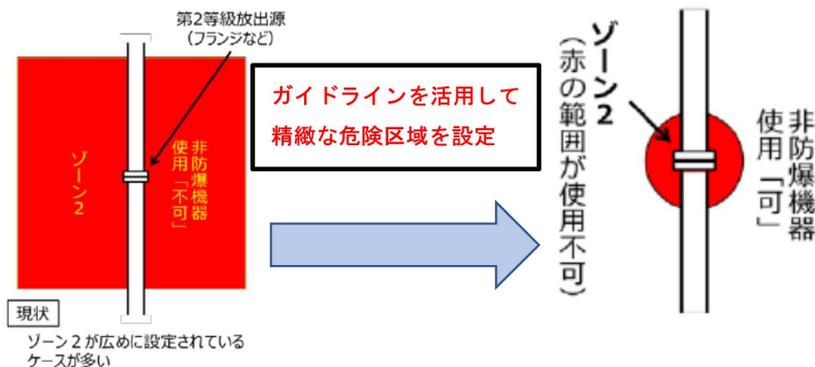
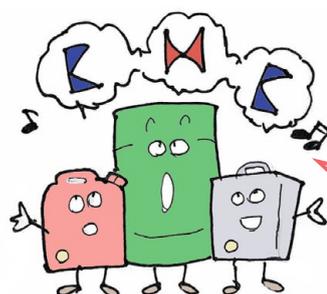


図 当該評価により設定した危険区域のイメージ



【お問い合わせ先】

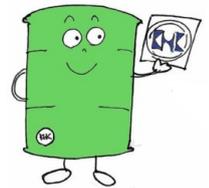
危険物保安技術協会 業務部

T E L : 03-3436-2353

E-mail : gyoumu@khk-syoubou.or.jp

KHKからの お知らせ

地下タンク及びタンク室等の構造・設備に係る 評価業務



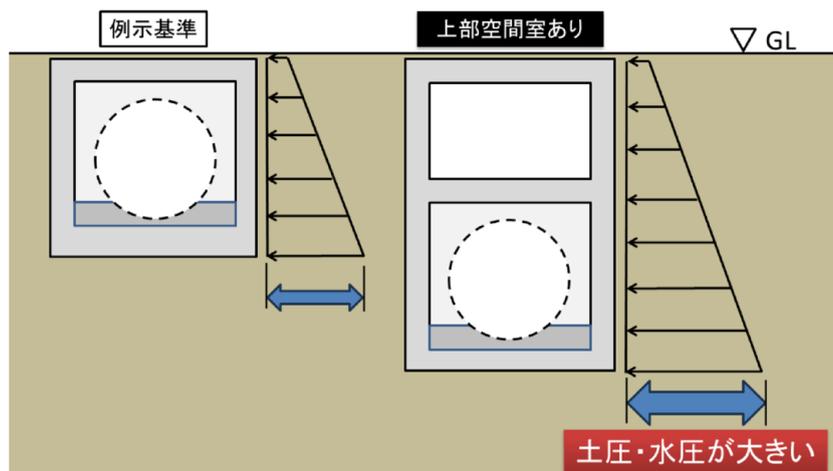
土木審査部

✦ タンク室が深い位置に設置される計画ではありませんか？

地下タンク貯蔵所に係る技術基準は、平成17年に性能規定の導入が図られたことから、許可・検査等の事務の効率化を確保する観点から一般的な構造例（以下「例示基準」という。）が、平成18年消防危第112号通知で示されました。

例示基準は、タンク本体を横置き円筒型を想定し、かつ、タンク室は地表面に近い、浅い位置に埋設されることを前提に示されたものです。

タンク室上部に地下空間（以下「上部空間室」という。）がある場合、上部空間室の高さ分だけ、地中深くに設置されることとなります。このような場合、受ける外力（土圧・水圧）が大きくなり、例示基準では構造上、基準に適合しないケースがあるため、**【個別に】**、構造上の安全性を確認する必要があります。



✦ 部材（鉄筋・コンクリート）の許容応力度は、消防法令に基づいていますか？

消防法令における許容応力度（鉄筋の引張応力・コンクリートの圧縮応力）は、危告示第4条の50に規定されています。

消防法令と建築系の基準における**許容応力度の違い**について、鉄筋は規格「SD295」を、コンクリートは設計基準強度「24N/mm²」を例にして下表に示しますが、建築系の基準と比較して、**消防法令の方が厳しい基準（小さな値）**となっています。

建築系の設計者が建築系の基準の許容応力度を適用しているケースが見受けられます。

常時/地震時 法令	常時		地震時	
	消防法令	建築系の基準	消防法令	建築系の基準
許容引張応力度 (鉄筋)	177	< 195	266	< 295
許容圧縮応力度 (コンクリート)	8	= 8	12	< 16

※ 鉄筋は規格SD295の場合

※ コンクリートは設計基準強度24N/mm²の場合

本評価業務を活用しませんか？

前述したように、許容応力度を間違っ設定（建築系の基準を適用）すると、構造計算のやり直しのみならず、躯体断面寸法の変更や鉄筋の径や配置の変更が生じる可能性があります。

当協会では、上部空間室を有するタンク室等、消防法令で想定されていない構造の地下タンク貯蔵所に対して個別に、かつ、適切に評価して、その結果を「評価結果通知書」の形で報告致します。

当該評価業務を活用することにより、消防本部が行う許可までの事務の効率化も期待できます。

是非、当該評価業務の活用をご検討ください。

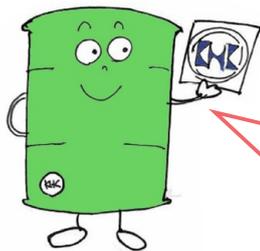
R6年度受託実績

本評価業務に係る今年度の受託実績（6月末現在）の件数を下表に示します。

なお、都道府県別にみると、東京都6件、北海道1件、宮城県1件、京都府1件となっています。

R6年度受託実績件数（6月末現在）

	縦置き	横置き	小判型等	変更	合計
R6年度	1件	6件	0件	2件	9件



【お問い合わせ先】

危険物保安技術協会 土木審査部

TEL 03-3436-2354



令和6年度講習会・セミナー等の開催予定のご案内

事故防止調査研修センター

◆ 令和6年度における講習会・セミナー等の開催予定は下表のとおりです。
日程等詳細については、決定次第当協会ホームページでお知らせ致します。

名称	開催時期	開催場所
危険物保安技術講習会	令和06年07月18日～07月19日（2日間講習）	科学技術館 サイエンスホール 東京都千代田区北の丸公園2-1
	【予定】 令和06年08月19日～09月30日	WEB配信
危険物基礎研修※1	令和06年12月までに開講予定	eラーニング
危険物施設総合研修訓練	令和06年11月7日～11月8日（2日間講習）	(1日目) 危険物保安技術協会 東京都港区虎ノ門4-3-13
		(2日目) 海上災害防止センター 神奈川県横須賀市新港町13番地
危険物事事故例セミナー	令和07年02月21日	科学技術館サイエンスホール 東京都千代田区北の丸公園2-1
	令和07年02月27日	大阪科学技術センター 大阪市西区靱本町1丁目8-4
屋外タンク実務担当者講習会	令和06年11月～12月予定	東京会場、大阪会場、九州会場 (WEB配信無し)
コーティング上からタンク底部の板厚を測定する測定者に対する講習会 ・初めて受講する方対象【初】 ・再講習【再】	【初・3日間講習】 令和07年02月12日～令和07年02月14日 【再】 令和07年02月17日、令和07年02月18日	危険物保安技術協会 東京都港区虎ノ門4-3-13
	【初・3日間講習】 令和07年03月05日～令和07年03月07日 【再】 令和07年03月07日	エル・おおさか 大阪市中央区北浜東3-14
屋外貯蔵タンクのコーティング管理技術者講習会 ・初めて受講する方対象【初】 ・再講習【再】	【初・2日間講習】 令和06年12月03日～令和06年12月04日 【再】 令和06年12月05日、令和06年12月06日 令和07年01月31日	危険物保安技術協会 東京都港区虎ノ門4-3-13
	【初・2日間講習】 令和07年01月22日～令和07年01月23日 【再】 令和07年01月24日	大阪科学技術センター 大阪市西区靱本町1丁目8-4
地下貯蔵タンクの砕石基礎に関する施工管理者研修会※2	随時	ご希望の開催地
保安・防災対策に関する研修※2	随時	ご希望の開催地

※1 eラーニングのみの開催です。
※2 出前出張研修のみの開催です。

防災管理者、副防災管理者研修会及び再研修会
災害対策本部企画運営、緊急記者会見訓練

会場	研修会の区別	開催年月日	開催場所
苫小牧	副防災管理者研修会	令和06年09月20日	苫小牧文化交流センター 苫小牧市本町1-6-1
東京	防災管理者研修会	令和06年06月20日	危険物保安技術協会 東京都港区虎ノ門4-3-13
		令和06年11月05日	
		令和07年02月06日	
	副防災管理者研修会	令和06年06月21日	
		令和06年08月29日	
		令和06年10月10日	
		令和06年11月06日	
	再研修会	令和07年02月07日	
令和06年08月30日			
		令和06年10月11日	
大阪	防災管理者研修会	令和06年07月30日	大阪科学技術センター 大阪市西区靱本町1-8-4
	副防災管理者研修会	令和06年07月31日	
		令和06年09月12日	
再研修会	令和06年09月13日		
名古屋	防災管理者研修会	令和06年12月12日	A P 名古屋 名古屋市中村区名駅4-10-25 名駅 I M A I ビル
	副防災管理者研修会	令和06年12月13日	
岡山	防災管理者研修会	令和06年11月28日	ピュアリティまきび 岡山市北区下石井2-6-1
	副防災管理者研修会	令和06年11月29日	
		令和07年01月21日	
再研修会	令和07年01月22日		
周南	副防災管理者研修会	令和06年10月23日	ホテルサンルート徳山 周南市築港町8-33
北九州	防災管理者研修会	令和06年07月02日	毎日西部会館 北九州市小倉北区紺屋町 13-1
	副防災管理者研修会	令和06年07月03日	
		令和06年10月24日	
出前出張 研修会	防災、副防災、再研修会も 従来通り開催します	随時	ご希望の開催地
	災害対策本部企画運営 緊急記者会見訓練	随時	ご希望の開催地

屋外タンク貯蔵所の泡消火設備の一体的な点検に係る講習会 開催予定日

対面講習

会場	講習会種別	開催年月日	開催場所
東京	初回	令和06年07月10日———終日	危険物保安技術協会 東京都港区虎ノ門4-3-13
	再講習	令和06年07月11日———終日	

eラーニング併用講習^{※1}

会場	講習会種別	開催年月日	開催場所
苫小牧	初回	令和06年09月19日 午前	苫小牧市文化交流センター 苫小牧市本町1-6-1
	再講習	令和06年09月19日 午後	
東京	初回	令和06年07月12日 午前・午後	危険物保安技術協会 東京都港区虎ノ門4-3-13
		令和06年12月17日 午前・午後	
		令和06年12月18日 午前・午後	
	再講習	令和06年07月16日 午前・午後	
		令和06年12月19日 午前・午後	
大阪	初回	令和06年10月02日 午前	大阪市立阿倍野防災センター 大阪市阿倍野区阿倍野筋3-13-23 あべのフォルサ内
		令和06年10月03日 午前	
	再講習	令和06年10月02日 午後	
		令和06年10月03日 午後	
倉敷	初回	令和06年11月20日 午前	ライフパーク倉敷 倉敷市民学習センター 倉敷市福田町古新田940
	再講習	令和06年11月20日 午後	
北九州	初回	令和06年08月27日 午前	ウェルとばた 北九州市戸畑区汐井町1-6
		令和06年08月28日 午前	
	再講習	令和06年08月27日 午後	
		令和06年08月28日 午後	

※1 eラーニング学習の受講期間は、開催年月日の前日から遡って7日間です。

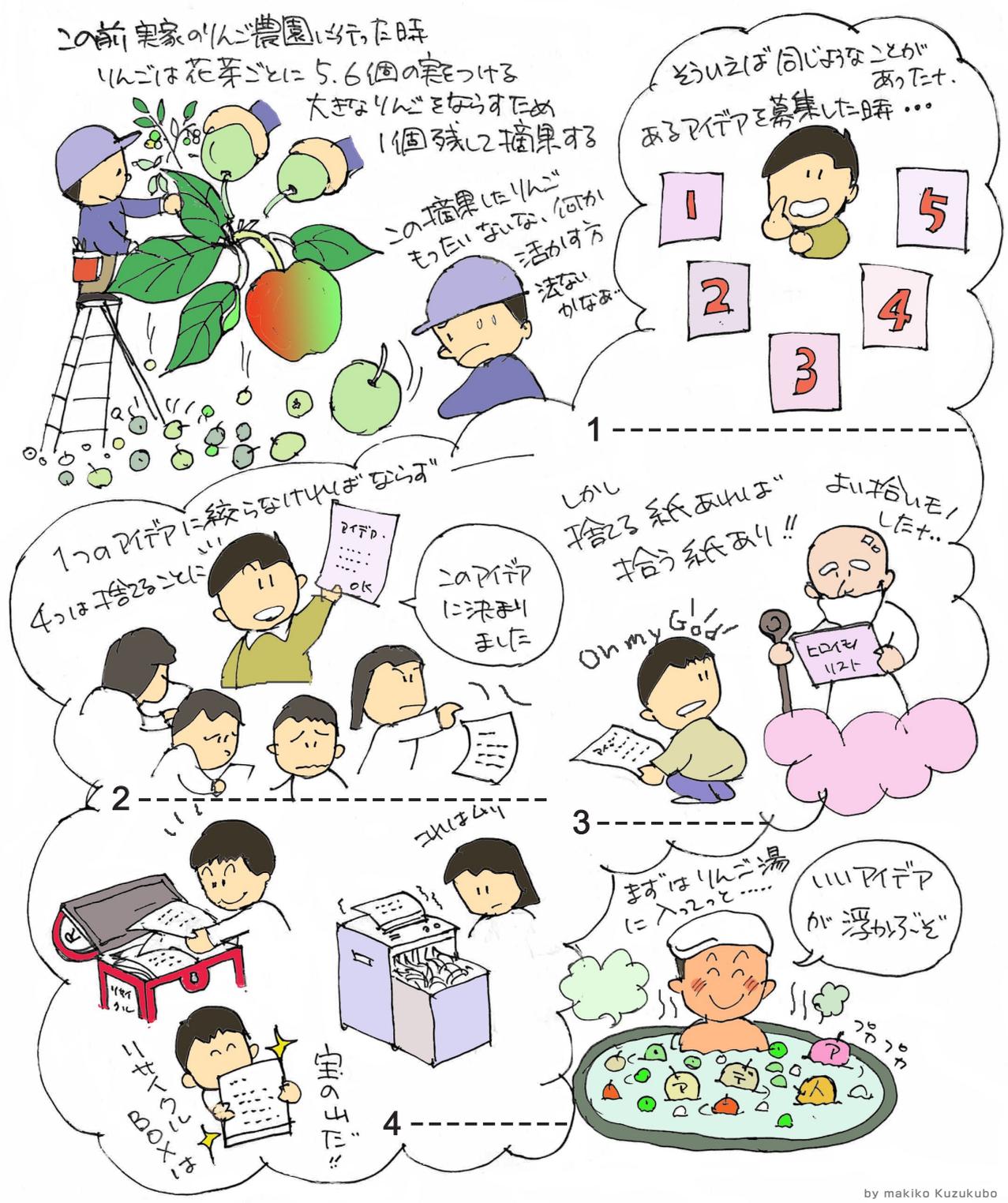
単独荷卸しに係る運行管理者等研修会^{※2}

会場	研修会の区別	開催年月日	開催場所
東京	運行管理者研修会 初回 ^{※3}	令和06年06月07日	危険物保安技術協会 東京都港区虎ノ門4-3-13
		令和06年07月04日	
		令和06年08月02日	
		令和06年09月06日	
		令和06年10月16日	
		令和06年11月15日	
		令和06年12月11日	
		令和07年01月16日	
	令和07年02月27日		
	運行管理者研修会 再講習 ^{※3}	令和06年06月27日	
令和06年09月27日			

※2 「単独荷卸しに係る運行管理者等研修会」の出前出張研修も従来どおり開催します。

※3 「単独荷卸しに係る運行管理者研修会」をすでに受講された方を対象に再講習を新設しました。

資源もアイデアもリユース&リサイクル



by makiko Kuzukubo

SDGsに向けてたくさんのアイデアが求められています。
あのアイデアも、今なら実現できるかも?