

Safety & Tomorrow 187



新着情報

- 性能評価状況 (6月1日から7月31日) を掲載しました。
http://www.khk-syoubou.or.jp/pkobo_news/upload/68-Olink_file.pdf
- 試験確認状況 (6月1日から7月31日) を掲載しました。
http://www.khk-syoubou.or.jp/pkobo_news/upload/67-Olink_file.pdf
- 屋外貯蔵タンクの水張試験の合理化の評価に係る技術援助業務を開始しました。
http://www.khk-syoubou.or.jp/guide/tech_support.html#ep01





● 昨今のエネルギー事情及び石油備蓄基地の状況
大規模石油備蓄基地所在消防本部連絡協議会会長 _____ 1
北九州市消防局長 月成 幸治



● 屋外貯蔵タンクの水張試験の合理化の評価に係る技術援助業務について _____ 2
タンク審査部



● 第34回 危険物保安技術講習会 _____ 4
事故防止調査研修センター

● 「単独荷卸しに係る危険物保安監督者研修会」の開催状況について _____ 5
事故防止調査研修センター

● 大規模危険物施設等に係る保安設備等に関する調査の結果等について _____ 7
企画部



● 廃油再生燃料製造工場で発生した火災 _____ 12
稲敷広域消防本部阿見消防署 予防課長補佐 海老原 達博

● 地震に強い石油備蓄基地の取組み 北海道胆振東部地震の対応について _____ 24
北海道石油共同備蓄(株) 北海道事業所 技術課長 林 広道



● 石油タンク等危険物施設の安全性向上に関する研究紹介 _____ 31
消防庁消防研究センター施設等災害研究室



● 有害使用済み機器及び産業廃棄物の保管場所等の防火対策等に係る _____ 41
関係部局との連携について
(令和元年7月18日付け事務連絡)

● 給油取扱所におけるガソリンの容器への詰め替え販売に係る取扱いについて _____
(令和元年7月25日付け消防危第95号)

● 平成30年中の都市ガス、液化石油ガス及び毒劇物等による事故状況について _____
(令和元年8月1日付け消防危第89号)

● ガソリンの容器への詰め替え販売に係るリーフレットの送付について _____
(令和元年8月2日付け事務連絡)

● 危険物規制事務に関する執務資料の送付について _____
(令和元年8月7日付け消防危第111号)

● 危険物の規制に関する規則の一部を改正する省令等の公布について _____ 42
(令和元年8月27日付け消防危第98号)

● 屋外タンク貯蔵所に係る水張検査の代替に関する運用等について _____
(令和元年8月27日付け消防危第117号)

● 危険物施設における風水害対策の徹底について _____
(令和元年8月29日付け消防危第124号)

● 廃プラスチック類等に係る環境省の取組(廃棄物の処理及び清掃に関する _____
法律施行規則の一部改正) について
(令和元年9月5日付け事務連絡)



● 変更工事認定事業所制度の推進 _____ 43
堺市消防局 予防部 危険物保安課 危険物係 大野山 翔二

● 自衛防災組織等訓練検証 _____ 46
四日市市消防本部 予防保安課 安全指導係 藤原 敬介



第43回 あわてず行動するためには… _____ 50



巻頭言

昨今のエネルギー事情及び 石油備蓄基地の状況

大規模石油備蓄基地所在消防本部連絡協議会会長
北九州市消防局長

月成 幸治



昨今、環境保全を目的とした取組みが官民を挙げて行われています。また、経済産業省の公表した「エネルギー白書」によると、近年の我が国における発電の主要電源は、「環境にやさしい」といわれる「液化天然ガス（LNG）」の割合が40%以上を占めるなど、エネルギー改革が進められています。

かつて石炭の積出港として賑わい、重化学工業で栄えた北九州市においても、平成26年に「北九州市低炭素まちづくり計画」を策定し、北九州市沿岸に数十基の洋上風力発電設備の設置計画を進めています。また、昨年8月には、低炭素エネルギーの振興や環境産業の活性化等を目標として本市が推進する「地域エネルギー次世代モデル事業」が、国の主導する「自治体SDGsモデル事業」に選定されるなど、時代の流れに応じた取組みを行っているところです。

このように、環境にやさしいエネルギーの導入や取組みへの注目が高まっていく一方で、石油の99%を輸入に頼る我が国において、有事の際の国民生活の安定と経済の円滑な運営を目的とした石油備蓄の重要性に変わりはなく、今後も徹底した安全管理を前提とした石油備蓄が求められています。

大規模石油備蓄基地所在消防本部連絡協議会は、国内に建設される15の石油備蓄基地を管轄する消防本部が、保安上の問題や防災対策の調査研究等を共同して行うことを目的として、総務省消防庁のご指導の下、昭和60年に発足し、今年で35年目を迎えております。

本市に所在する「白島国家石油備蓄基地」は、国内2番目の海上タンク方式を採用する国家石油備蓄基地として、平成8年に完成しました。同基地には8船の貯蔵船が設置されており、合計で560万ℓ（国内使用量の約12日分）の原油を、安全に安定して貯蔵しています。

備蓄基地は、海上タンクのほか、地上タンク、地中タンク、そして岩盤タンクの4種類の貯蔵方式が採用されており、いずれの基地においても数百万ℓという大量の原油を貯蔵することから、高度な安全対策や保安体制の構築は不可欠です。しかしながら、各基地とも備蓄開始から20数年が経過し、施設の老朽化による不具合等も懸念されることから、施設の健全性の保持にはこれまで以上に意識を傾けていく必要があります。

また、今後、発生が予測される南海トラフ地震などの大規模災害への備えは、備蓄基地の自助努力もさることながら、当連絡協議会といたしましても、役員をお受けいただいております。総務省消防庁や備蓄基地所在道県、危険物保安技術協会からの専門的な知識や技術、最新の情報をご教授いただき、それらの情報をもとに、備蓄基地への指導、助言を継続していくことが重要と考えます。

結びに、当連絡協議会の運営にご協力いただいております皆様方に深く感謝申し上げますとともに、ご健勝を心からお祈り申し上げます。



★ 業務紹介 ★

屋外貯蔵タンクの水張試験の合理化の評価に係る 技術援助業務について

タンク審査部

1 はじめに

令和元年 8 月 27 日付で危険物の規制に関する規則の一部を改正する省令（令和元年総務省令第 34 号）が公布・施行され、屋外タンク貯蔵所の水張試験の特例を定める規定について新たに「構造上の影響を与える有害な変形がないタンクの底部に係る溶接部（ぜい性破壊を起こすおそれのないものに限る。）の補修工事のうち、タンク本体の変形に対する影響が軽微なもの」が追加されることとなりました。併せて、消防庁危険物保安室から「屋外タンク貯蔵所に係る水張検査の代替に関する運用等について」（令和元年消防危第 117 号、以下「117 号通知」という）が通知され、水張検査の代替要件に関する細目が示されました。

当協会では、特定屋外タンク貯蔵所の審査業務等で培ってきた技術・経験を活かし、117 号通知で示された水張検査の代替要件に関する細目を満足しているかどうかについて評価を行う「屋外貯蔵タンクの水張試験の合理化の評価に係る技術援助業務」を開始しておりますので、是非ご活用ください。

- 屋外タンク貯蔵所に係る水張検査の代替に関する運用等について（令和元年消防危第 117 号）

https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/190827_kiho_117.pdf

2 技術援助の流れ

117 号通知の別添 2 で示された「水張検査の代替要件に関する細目」に従って評価を実施します。タンク所有者の皆様におかれましては、まずは対象となるタンクの要件について確認していただく必要があります。

(1) 対象となるタンクの要件

ア 底部の継手形状

側板とアニュラ板との溶接継手が T 継手であること。また、アニュラ板相互、底板相互、アニュラ板と底板との溶接継手が突合せ継手であること。

イ アニュラ板の材質

アニュラ板の材質が SPV490Q 相当（降伏比が 80% 以上）であること。

ウ 補修工事の範囲

底部の溶接部補修及び溶接部近傍（溶接部からの間隔が当該板の板厚の 5 倍未満であるものをいう）の母材肉盛り補修であること（補修長さの制限はなし）。

上記ア及びイに該当するタンクについて、開放検査を行った結果補修工事の範囲がウの条件を満たす場合は、この技術援助業務の対象となります。

(2) 実施する評価

次のア～オの評価を実施します。

ア (1) で示した対象タンクであることを確認する。

イ 平成 12 年消防危第 31 号通知の別表に示す、特定屋外貯蔵タンクに構造上の影響を与える有害な変形がないことを確認する。

ウ タンクを危険物で満たした場合の応力の影響により溶接部がぜい性破壊を起こすおそれがないこととして、日本溶

接協会規格 WES2805 に基づく溶接欠陥評価を実施し、底板一般及びタンク隅角部の破壊パラメータが破壊靱性値以下であることを確認する。なお、この評価に用いるアニュラ板及び底板の板厚は、全面連続板厚測定を実施して得られた実板厚を用いる。

- エ 補修箇所に対する溶接について、溶接の層数が 2 層以上であること及び溶接の最小長さが 50mm 以上で実施したことを書類で確認する。
- オ 補修箇所に対し磁粉探傷試験（実施不可能な場合は浸透探傷試験）及び漏れ試験を実施したことを書類で確認する。

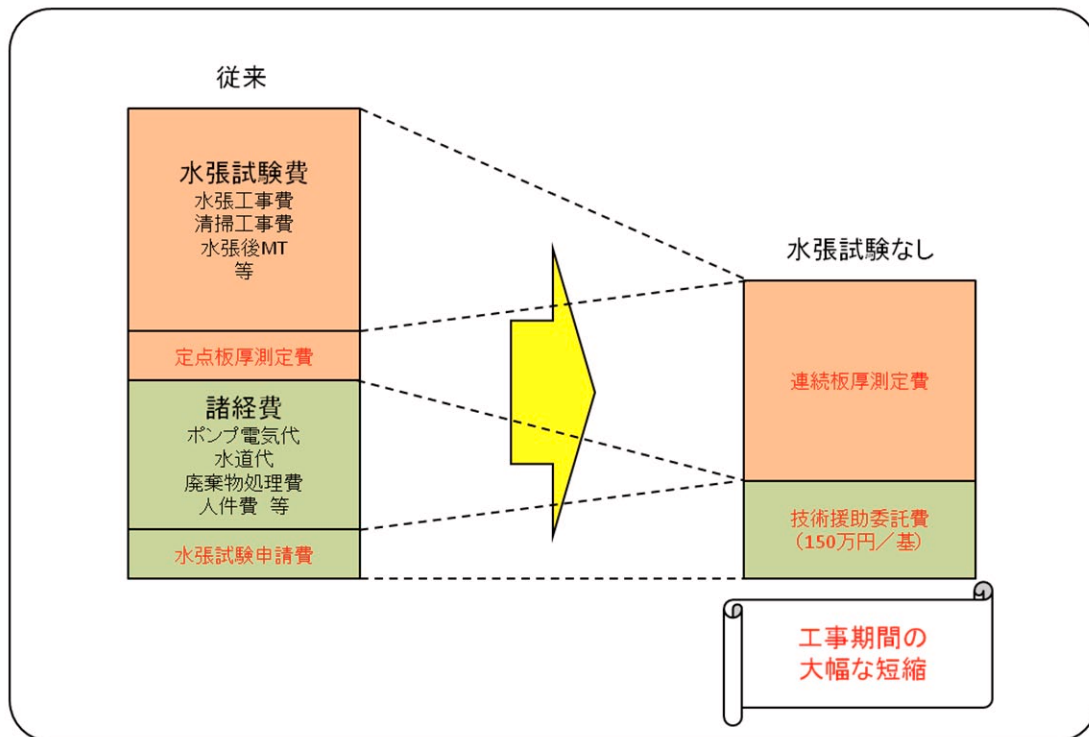
当協会のホームページに、技術援助の実施細則及び評価の手順についての資料を掲載していますのでご参考としてください。

- 屋外貯蔵タンクの水張試験の合理化の評価に係る技術援助の実施細則
http://www.khk-syoubou.or.jp/pdf/guide/tech_support/O1-0.pdf
- 水張試験の合理化の評価に係る提出資料および評価の手順について
http://www.khk-syoubou.or.jp/pdf/guide/tech_support/O1-5.pdf

なお、評価に係る受託料は 1 件当たり 150 万円（税別）です。評価期間は、概ね 2 週間程度を予定しています。

3 おわりに

水張試験については、特に大規模なタンクで費用や工事期間の観点から負担となっていました。水張試験の省略が可能となればタンクの所有者にとってもメリットになると考えられます。特に、今後開放の予定があるタンクの所有者におかれましては、どのようなことでも構いませんので、できるだけ早い時期に当協会タンク審査部までご相談ください。



水張試験の合理化適用の場合のメリットの一例

第34回 危険物保安技術講習会

事故防止調査研修センター

当協会は、都道府県及び消防機関等の危険物行政事務に従事されている職員の方々を対象に、危険物行政及び石油コンビナート等防災行政に関する最新情報の提供を目的として、昭和61年から「危険物保安技術講習会」を毎年度開催し、今回で34回目を迎えました。

今年度は、7月4日・5日に東京会場（科学技術館サイエンスホール）、7月18日・19日に大阪会場（大阪科学技術センター）の2会場において開催し、全国各地から東京会場へは208名、大阪会場へは197名の合計405名の方々のご参加をいただきました。

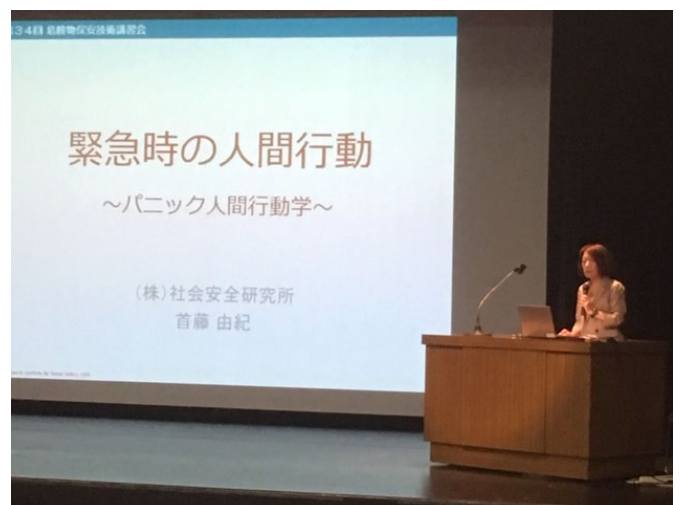
基調講演では、株式会社社会安全研究所 所長 首藤由紀 様から「緊急時の人間行動～パニック人間行動学～」と題し、「災害時や緊急時に慌ててしまった人間はどのような行動をとるのか？ いざと言う時に慌てないため、落ち着くために、どうしたらよいのか？ 各分野の事例を用いながら、緊急時の人間行動の特徴とその対策」について、ご講演いただきました。

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

さらに当協会から、「屋外タンク貯蔵所の基準に係る比較解説 特定（新法、新基準）・準特定の違いについて」「最近の性能評価・試験確認業務の現状について」「屋外タンク貯蔵所の基礎・地盤の概要と地下タンク貯蔵所のタンク室等に係る評価について」「新技術を活用した保安設備等に関する調査研究について」「セミナー・研修会について」をテーマに説明いたしました。

参加者からは、「具体的な災害事例に基づく人間心理の考察は現場活動においても参考となる内容であった。」「特定・準特定・新法・旧法の違いが非常に分かりやすかった。」「性能評価について良く理解できた。事業所に紹介しようと思う。」「KHKの取組み、事業内容を知ることができた。」「危険物行政の最新動向や事件事例など大変参考になった。」などの感想をいただきました。

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



講習会風景（左：大阪会場、右：東京会場）

「単独荷卸しに係る危険物保安監督者研修会」の開催状況について

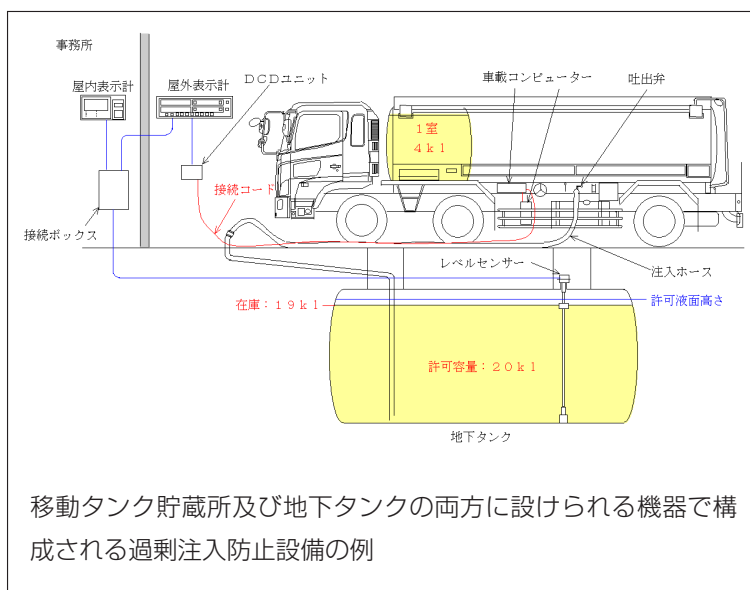
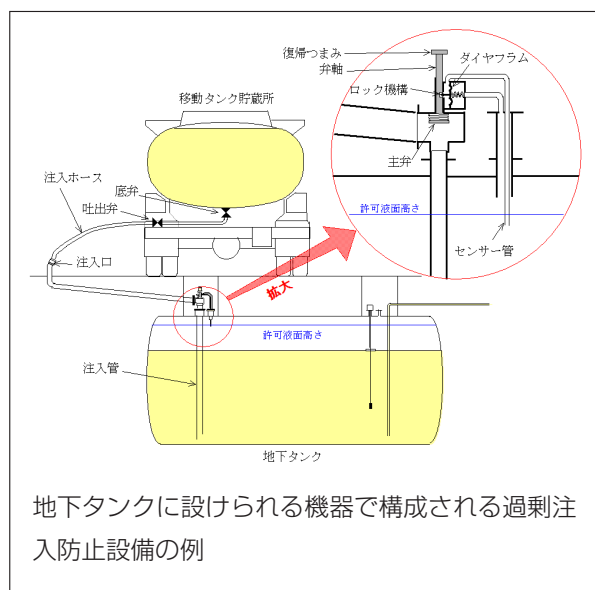
事故防止調査研修センター

協会では、単独荷卸しの作業、運行管理に係る教育担当者等を対象として、単独荷卸しに係る危険物関係法令、単独荷卸しの仕組み、単独荷卸しの作業に係る留意点、異常及び災害発生時の対応等に関する知識の習得を目的とした「単独荷卸しに係る運行管理者等研修会」を平成29年度から開催しております。

また、平成30年3月に単独荷卸しに係る運用通知が改正され、単独荷卸しに係る教育訓練の内容が充実されるとともに、運行管理者等に対する教育訓練周期を新たに設けること等が示されたことから、従前の主に単独荷卸しに係る運行管理者を対象とした研修会に加えて単独荷卸しを実施している給油取扱所等の危険物保安監督者等を対象とした「単独荷卸しに係る危険物保安監督者研修会（以下「保安監督者研修会」といいます。）」を新たに設け平成30年度から開催しております。

これらの研修会は、いずれも協会が主催する「集合研修」と開催を申し出た事業所等に講師を派遣する「出前出張研修」の二つの形態がありますが、保安監督者研修会につきましては、石油供給者が開催を申し出た出前出張研修が殆どを占めます。

このことは、石油供給者の構築した単独荷卸しの仕組みにより安全対策設備の内容（例えば過剰注入防止設備の方式：下図参照）が異なっていること及び給油取扱所における単独荷卸しへの様々な対応が異なることが主な要因であると考えられます。



このようなことから、平成30年9月以降に開催した保安監督者研修会は全て出前出張研修となっており、本年7月末現在までに16回開催し、受講者数は461名となっております。

受講された方のアンケートに記入されていた主なご意見等を以下に示します。

- 単独荷卸しが当たり前だったので仕組みがよく分かった。
- 単独荷卸しに関する法令、営業中の荷卸しなどが理解できた。
- 今まで、あまり単独荷卸しについて深く考えなかったが、危険性や事故事例などを見て深く考えるようになった。
- 立ち会い荷卸しについても改めて学習できて有効だった。
- いつもは何とも思っていなかったことが、実はとても大事なことだったと改めて気づかされた。今までより高い意識で作業を監督していく。
- 法令やタンクローリー側のセンサーなど、知っているようできちんと理解していないところが多かった。
- 法令について初めて詳しく知ったことが多かった。
- 今までしていないこと、知らないことが多くあった。
- S Sの安全対策設備について理解ができた。
- 実際の事故事例も示されたので危険性をより深く理解することができた。
- 事故事例は人ごとでなく、どこでもあり得る話だと思った。
- 色々な事故事例を見られると参考になる。
- 緊急時の対応が参考になった。
- 非常時に対応できるかは難しいが、基本的な対応は理解できたので維持していきたい。
- 危険を再確認でき、荷卸しまでの行程を確認できたことで現場で注意すべきことがよく分かった。
- 今回の研修内容を持ち帰り、従業員にも徹底させたいと思う。
- 色んなスタッフに周知できるようになればいいと思った。
- 常に災害が起きてしまった最悪な状況を考えて防災設備の重要性をスタッフと共有していきたい。
- 危険物取扱者の資格を持っている全員が、この最低限の知識を持って運営できるように日々確認等を実施する。
- 日頃から安全に対する教育訓練等が大切であることについて再確認する機会となった。
- このような研修を定期的に受けることにより思い出す知識もあるので、今後も実施し欲しい。



研修会の状況



大規模危険物施設等に係る保安設備等に関する調査の結果等について

企画部

1 はじめに

昨年度、企画部では、日本消防検定協会との共同事業「大規模危険物施設等に係る消防用設備等、保安設備等に関する調査」を実施いたしました。

当該調査は、大規模危険物施設等に設置されている消防用設備等、保安設備等について知見を収集、整理することを目的として、現地調査等を実施しました。その中で、危険物保安技術協会では、大規模危険物施設等に係る保安設備等及び新技術に係る保安設備等について調査を実施したことから、その結果と今年度実施している事業について報告します。

2 調査の概要

(1) 大規模危険物施設等に係る保安設備等に関する調査の概要

ア 現地調査箇所及び調査方法

現地調査箇所は、石油コンビナート等災害防止法令に規定される石油コンビナート等特別防災区域に所在する事業所を中心とし、地域性及び業態などを考慮して選定しました。

また、調査方法は、現地調査及びヒアリングにより実施しました。

表1 調査対象事業所

No.	地域	業態	敷地面積 (㎡)	石コン種別
1	関東地方	石油製品製造業	約 2,000,000	レイアウト
2	関東地方	化学工業	約 340,000	レイアウト
3	関東地方	化学工業	約 490,000	レイアウト
4	中国地方	化学工業	約 1,400,000	レイアウト
5	関西地方	電気業	約 1,030,000	非該当
6	九州地方	倉庫業	約 1,920,000	レイアウト
7	九州地方	鉄鋼製品製造業	約 9,470,000	レイアウト

イ 主な現地調査結果について

●大規模危険物施設等に設置されている保安設備等のうち、監視カメラは、防犯用、防災用、設備監視用を目的として、どの事業所にも設置されていました。防犯用や防災用の監視カメラは、防災室等常時人が所在する室内で映像を確認できるとともに、ズームや旋回などの遠隔操作も可能としており、特に防災用の監視カメラは、建物屋上や煙突など高所に設置して俯瞰撮影していました。

また、設備監視用の監視カメラは、工程上重要な個所に設置していることから固定としている事業所が多く、中央制御室等 DCS が設置されている室内で映像を確認していました。

●モニタリング技術・診断技術等

現地調査した事業所では、日常点検等におけるモニタリング技術・診断技術等について、基本的な点検手段である「目視」を補完する形で様々な技術を導入していました。

表2 事業所において導入している又は導入を検討しているモニタリング技術・診断技術の例

モニタリング技術・診断技術名	適用箇所
磁気飽和低周波過流探傷(SLOFEC)	タンクの屋根板、底板、ボイラー水壁管
パルス過流探傷	塔頂配管、球形タンク耐火被覆
フェーズドアレイ超音波探傷	配管、機器全般
赤外線サーモグラフィ	変圧器、制御盤、保温配管
ガイド波	保温配管
ロボットを用いた屋外タンクの目視点検	屋外タンク
ウェアラブルカメラ	施設全般
ドローン	アクセス困難な場所
オンライン肉厚測定(超音波)	配管
リアルタイム RT	保温配管
インテリジェントピグ	配管、加熱炉管

※ は導入を検討しているモニタリング技術・診断技術を示す。

(2) 新技術に係る保安設備等に関する調査の概要

高度経済成長期に建設された大規模危険物施設は、長期使用による老朽化により、主要機器の不具合発生頻度が高くなる傾向にあります。

一方で、近年の情報技術の進展により、AI、IoT、ドローン、ロボット等の新技術は様々な分野で活用され、ドローンは実際に導入を検討している事業所があることを把握しました。

危険物施設においても新技術を活用した保安設備等の導入が期待されていることから、新技術を活用した事業についてヒアリングにより調査しました。

ア 赤外線カメラを用いたガス広域監視システム

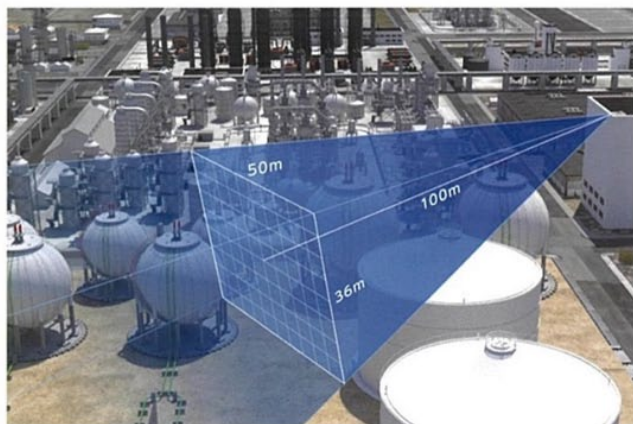
ガス広域監視システムは、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発事業機構（以下、「NEDO」という。）が採択した事業の一つであり、AI活用によるプラント保全におけるガス漏えいの発見と特定の迅速化、並びに検出可能ガスの対象拡大をテーマとして実施されています。

概要は、赤外線カメラによるガス画像と可視カメラによる可視画像を重ね合わせて漏えい状態を「見える化」し、広範囲を俯瞰することでガス漏えいを早期に発見するシステムで、漏えい位置と濃度を推定表示することで、効率的な漏えい源の確認が可能となり、1つのモニター上に複数のカメラ画像を表示することで一括監視できるものです。

検知できるガスは、メタン、エタン、エチレン、プロピレン、ベンゼンなどのアセチレンを除く炭化水素系ガスです。

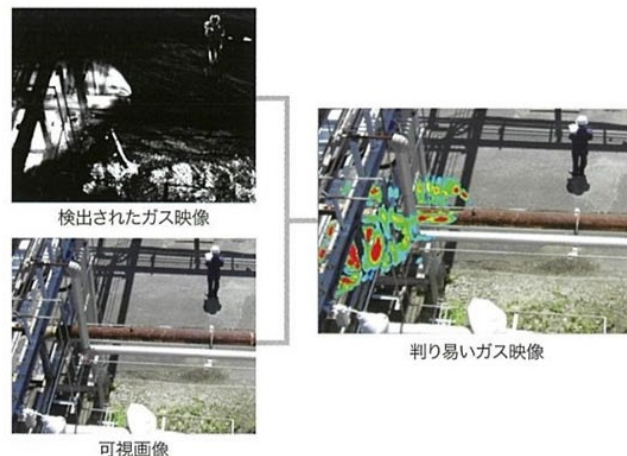
カメラによる広域俯瞰

赤外線カメラと可視カメラで広範囲を俯瞰することで、異常を早期に発見します。



ガス漏えいの「見える化」

ガスの画像を可視画像に重ね合わせることで、漏えい状態を直感的に「見える化」します。



漏えい位置・濃度の表示

漏えい位置と濃度を推定表示することで、効率的な漏えい源の確認が可能となります。



複数カメラによる一括監視

1つのモニター上に複数のカメラ画像を表示することで一括監視を実現します。画像の拡大表示などにも対応しています。



図1 ガス広域監視システム概要
(コニカミノルタ株式会社ガス広域監視システムパンフレットより)

イ 3D保安高度化プラットフォーム

3D保安高度化プラットフォームは、NEDOが採択した「IoTを活用した新産業モデル創出基盤整備事業」での実証事業で開発されました。

3D保安高度化プラットフォームは、まず、既設設備を3D（3次元）レーザスキャナで形状計測を行い、その計測データを基に3Dプラントモデルを作成します。次に、この3Dプラントモデルに、設備保全管理システム、運転管理システムなどの外部データベースの各種設備・保全・運転情報を連携させ、また、これら情報を3Dシミュレータ（流動、腐食、応力、振動）やビッグデータ・AIシステムと連携し分析できるよう構築します。

3D保安高度化プラットフォームは、様々な設備情報を統合活用し、異常監視・予知保全などの各種保安高度化のための分析を効率よく行うためのシステムです。

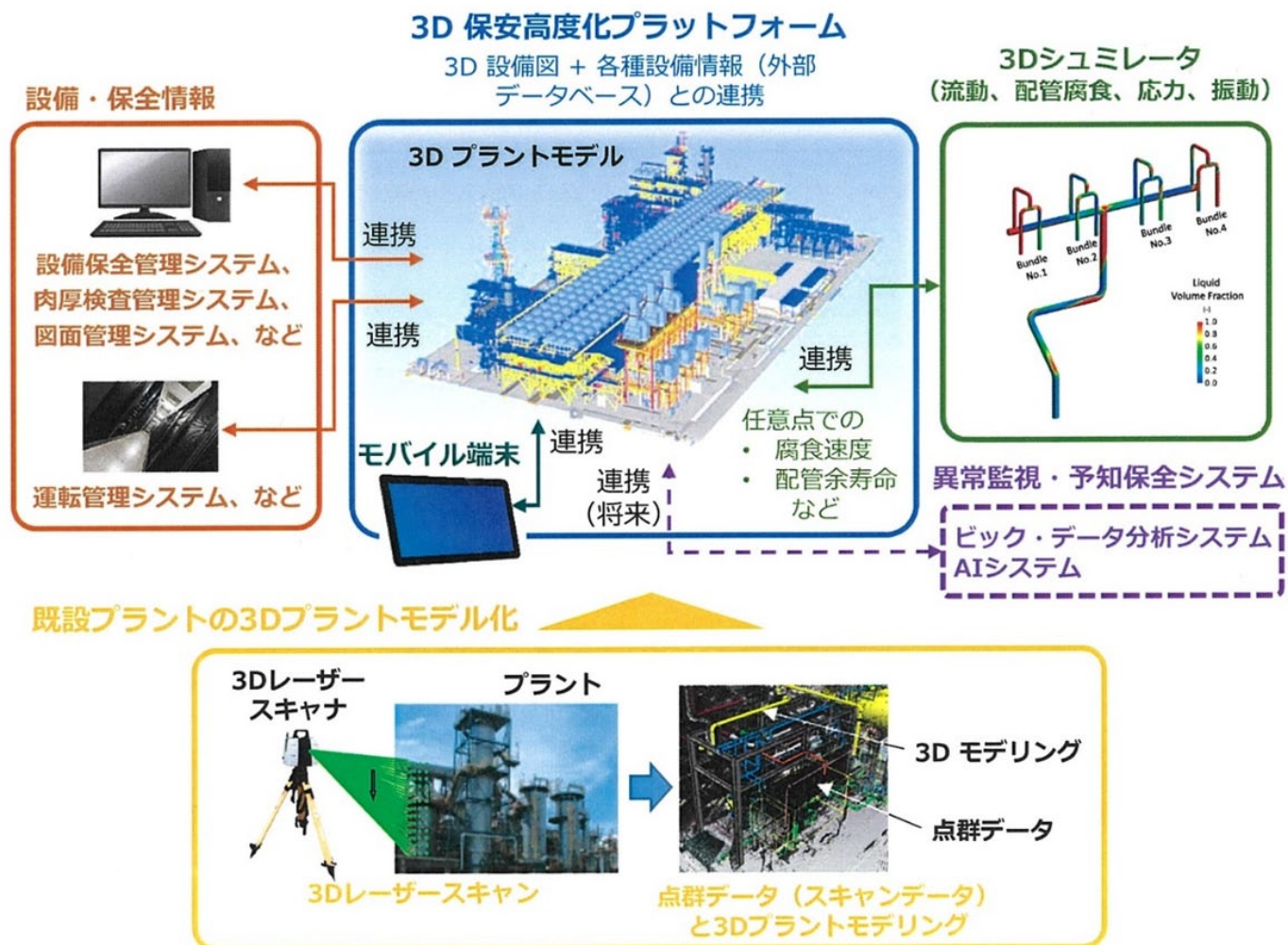


図2 3D保安高度化プラットフォーム概要
(参照URL : <https://www.nedo.go.jp/content/100868554.pdf>)

(3) まとめ

現地調査した事業所では、火災・爆発や危険物等の漏えいなどの異常現象を早期に発見できるように保安設備等を設置しており、また、危険物施設の点検においては、様々なモニタリング技術・診断技術を導入していました。これは、設備等の異常や故障を早い段階で発見、対処することで異常現象の発生を防ぐということが推測され、危険物施設の事故件数を減少させるには、このようなモニタリング技術・診断技術を積極的に導入、活用していくことが必要と考えられます。

また、新技術を活用した保安設備等として調査したガス広域監視システムや3Dバーチャルプラントは、人の目に替わる点検・監視技術、AIやビックデータ等を活用した危険予兆・危険回避など、大規模危険物施設等における災害早期発見についての方策として有効な設備と考えられ、今後、実用化に向けて有効性や安全性などを定量的に示していくことが必要と結論しました。

3 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

昨年度の調査結果から、新技術を活用した保安設備等の実用化に向け、今年度は、新技術を活用した保安設備等の意見交換の場として、「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」を開催しています。この研究会は、行政関係（規制側）、事業所関係（ユーザー側）、新技術のメーカー等で構成され、情報・意見交換を通じて実用化に向けた課題の抽出や整理を行うことを目的としています。得られた場となりました。

現在、2回開催しており、第1回はテラドローン株式会社による「ドローンを活用した屋外タンク貯蔵所の側板板厚測定等について」、第2回は千代田化工建設株式会社による「3D保安高度化データプラットフォームとバーチャルプラント」について実施いたしました。

いずれの回においても積極的な意見交換となり、どの立場においても有用な情報を得られた場となりました。今後も実施内容を変え開催していきます。開催案内は、決定次第当協会のホームページ (<http://www.khk-syoubou.or.jp>)、新着情報に掲載しますのでご確認下さい。

4 おわりに

今後、危険物施設への新技術を活用した保安設備等の実用化に向けて、防爆性能に関する課題や危険物施設に対する有効性、安全性などを定量的に示していく必要があることから、当協会としても積極的に民間企業や大学、官公庁と連携して実証実験や検証などを実施していくことを目指します。

危険物事故 関連情報

廃油再生燃料製造工場で発生した火災

稲敷広域消防本部阿見消防署 予防課長補佐
海老原 達博

1 はじめに

紹介する事例は、廃油を原料として再生燃料（助燃材）を製造する危険物製造所において複数の要因から爆発火災に至った事例です。

2 事故概要

- (1) 種 別 爆発火災
- (2) 発生場所 茨城県稲敷市
- (3) 発生日時 平成29年3月17日（金）11時58分ころ
- (4) 覚知日時 平成29年3月17日（金）12時02分（119覚知）
- (5) 鎮火日時 平成29年3月17日（金）16時36分
- (6) 気象状況 天候；晴れ 風向；西 風速；3.2m/s 気温；10.7℃ 相対湿度；36.5%
- (7) 人的被害 死者1名、負傷者2名
- (8) 物的被害 製造所563.5㎡ 全焼
隣接建物 部分焼
損害額2億7,000万円
- (9) 出場状況 公設8隊 65人
消防団26隊 197人
広域応援出場3隊
※その他避難者搬送用 バス2台（市役所）
- (10) 事故の概要

製造所内でポンプ設備を使用し、ドラム容器から大型の油槽に廃油を送油中に送油ホースに亀裂が生じ、危険物が製造所床面に漏洩した。

床面に漏洩拡散した危険物付近でフォークリフトを始動させ引火、爆発に至ったもの。

事故を発生させた工程及び設備は無許可で設置されたもの。

3 事業所概要

当該事業所は、石油製品製造業で主に廃油を原料とした再生燃料を製造する事業所である。再生燃料は炉等の助燃材として利用されている。

事業所には、廃油受け入れ用の屋内貯蔵所、屋外貯蔵所、屋外タンク貯蔵所、地下タンク貯蔵所等の貯蔵施設と廃油再生施設である製造所、さらに出荷用の一般取扱所が設置され危険物取扱いの一連の工程が可能な事業所である。

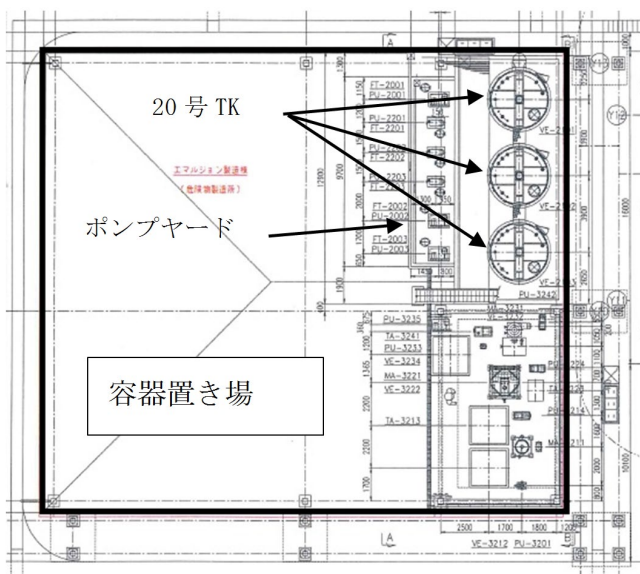


4 焼損製造所の概要

- (1) 平成24年10月設置許可
同年12月完成
- (2) 建築面積 527.65㎡
延べ面積 563.5㎡
一部2階 全面壁なし(一部ALC)
- (3) 許可危険物及び倍数
 - 第4類第1石油類(非) 20,000L (100倍)
 - 第4類第1石油類(水) 25,000L (62.5倍)
 - 第4類第アルコール類 40,000L (100倍)
 - 第4類第2石油類(非) 30,000L (30倍)
 - 第4類第2石油類(水) 30,000L (15倍)
 - 第4類第3石油類(非) 63,000L (31.5倍)
 - 第4類第3石油類(水) 35,000L (8.75倍)
 - 第4類第4石油類 35,000L (5.83倍)
 倍数 353.58倍
- (4) 製造概要

火災が発生した製造所は、施設内の貯蔵施設に入荷した廃油をポンプ設備を使用して20号タンク(混合槽)に送油し、混合エマルジョン化する。廃油の入荷形態は、ドラム容器によるものと移動タンク貯蔵所によるものなど複数の形態があり、配管を通じて混合槽に送油する形態と、ドラム容器からノズルを使用し送油する形態に分けられる。

(5) 平面図



5 被害状況

- (1) 製造所の被害状況
製造所は全焼、隣接した工場外壁及び守衛所外壁の類焼。火元付近の廃水タンク、分電盤及び制御盤が類焼する。(写真1参照)



写真1 製造所全景

(2) 物質の被害状況

製造所内には原料として使用する廃油がドラム容器・コンテナ容器等で貯蔵しており、ドラム容器706本、1㎡のコンテナ容器58基が焼損する。

ドラム容器は706本中、400本が危険物に該当し、306本は危険物を含むが引火点を持たない廃水であり、危険物400本中327本が液体の危険物を貯蔵した物、73本が廃油の沈殿物を集めた半固体の危険物であった。

危険物液体に該当した327本中212本は容器が変形しながらも燃え残り115本分の23,000Lが焼失したことがわかる。(写真2参照)

半固体状の危険物は、全量が固化し燃え残った。焼失した危険物は容器の損傷が激しく油種の特定期間には至らなかった。(写真3参照)

エマルジョン工程タンク(20号タンク)内部に貯蔵された危険物は、火災により混合工程が停止したことから液体と固体に分離し総量53,020kgがタンク内に残っていた。

(3) 被災影響範囲及び拡大状況

火災により黒煙が付近に充満、有害物質拡散の可能性から防災行政無線、市メールを活用し避難勧告を発令。付近住民749世帯1931人が避難。また、現場への進入路を全て閉鎖し通行止めとした。

火災による消火活動等で敷地外へ危険物を含む汚染水が流出したため、敷地から繋がる水路5ヶ所を閉鎖した。閉鎖前に事業所の廃水貯水槽を溢れ敷地外へ流出した汚染水は、工業団地調整池へ52t、付近の水路へ1,987t、距離にして1.2kmの範囲に流出した。汚染水の汲み上げに要した期間は火災翌日から9日間を要した。

汲み上げた汚染水を分析した結果、引火性は認められなかった。

(4) 人的被害

- ・死者1名(焼死・社会死状態で不搬送)
- ・負傷者2名(軽度な熱傷で救急搬送)

火災時は製造所内に2名の作業員が作業に従事しており、うち1名が死亡した。

また、製造所に設置された第3種移動式粉末消火設備を使用し初期消火を行った事業所内の従業員2名が火傷による熱傷で救急搬送された。

6 事故原因調査

事故現場は鎮火後も危険物が残存し、広い範囲で可燃性のガスが充満し、調査に危険が伴う状況であった。まずは調査員の安全確保を最優先とし、ガスを測定しながら危険区域を特定して調査を行う。また、爆発を伴う延焼をした結果、建屋内部は倒壊した建築部材や容器等が散乱した状態で細部の見分に入るまでに2週間が経過した。

事故見分は第4回見分まで行い、再現実験を含む検証を行い、事故報告まで約5か月を要した。(写真4参照)



写真2 変形したドラム容器



写真3 焼損が激しいドラム容器



写真4 倒壊建築物と散乱する危険物・容器

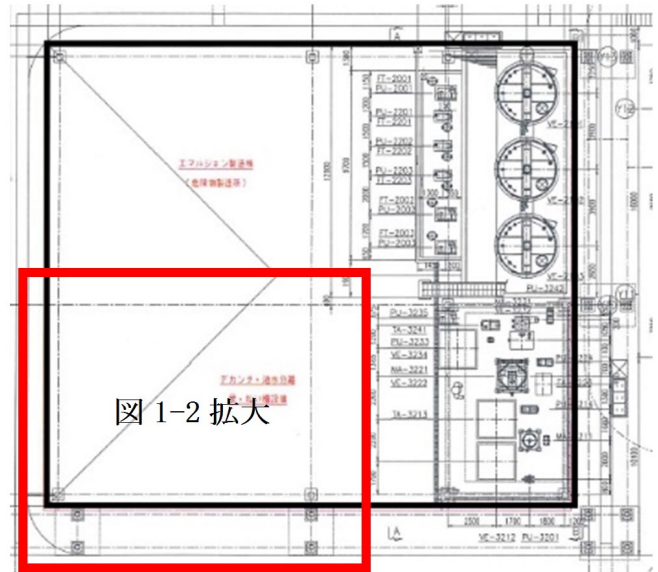


図1 流出・爆発発生箇所

(1) 第1回見分

①発見者の供述

発見者は製造所の作業員で事故時も作業を行っていた。また、この発見者は爆発が起こる前に泡状の液体が床面に流れているところを目撃しており、この流出物进行处理しようと水かきを取りに向かった直後に爆発に遭遇している。(図1, 図1-2参照)

また、爆発直後に事故被害者がフォークリフトに乗車しているところを目撃している。

②危険区域の設定

事故現場の床面は、破裂した容器から流出した危険物が広範囲に広がり強い刺激臭を発していた。可燃性ガスを測定すると引火性のガスを検知していたため、第1回の見分区域はガスが無い限られた場所となる。

③建物の焼損状況

可燃性ガスによる危険箇所を避け、建物を見分した結果、南西側に多く焼損跡が見られた。

④物質の収去

焼損状況、目撃証言から流出箇所付近の物質を収去し鑑定を依頼する。(図2参照)

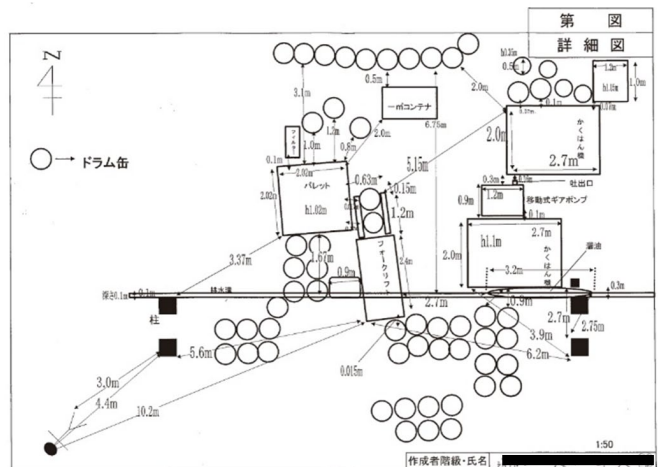


図1-2 流出・爆発発生箇所拡大図

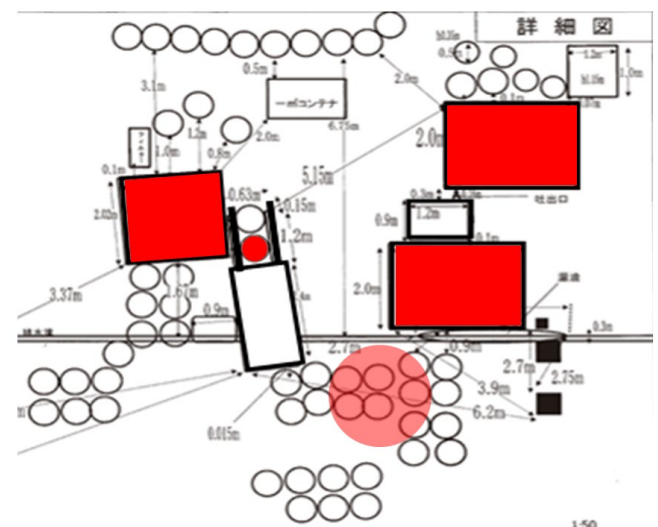


図2 物質の収去箇所

⑤第1回見分まとめ

製造所建屋は、南西側の屋根及び梁の大きな変形が見られ、南西側の床面には無許可で設置されたポンプ設備、大型油槽及び原動機付のフォークリフトがあり、激しく焼損している。(写真5, 6参照) 東側のエマルジョン工程タンク(20号タンク)は変色が見られるが、変形までには至っていない。(写真7参照)



写真5 建物南西側



写真6 フォークリフト



写真7 20号タンク

(2) 第2回, 第3回見分

①第2回見分

第2回見分は、現場保存を行いながら事故調査の障害となる倒壊建築物の除去及び、散乱したドラム容器の除去を行う。

倒壊建物の除去は、解体時に残存危険物から発生するガス等により危険が伴うため、消防、事故事業所、製造所設計業者、解体事業者の4社で協議を行ってから行う。

検討事項として、消防による保存場所の選定と解体にかかる二次災害の想定、製造所設計業者による構造不安定箇所の特定、事故事業所による残存油種の危険性及び解体事業者の使用機材等について協議する。

解体作業には、消防事故調査班が立会い、噴霧放水を行いながら実施した。解体しながら見分を行い、現場保存位置を指示する。(写真8参照)



写真8 解体作業

②第3回見分

第3回見分は、出火場所の特定について行う。第1回見分で確認した建屋の焼損状況から建屋南西部分を中心に見分する。南西部分には、無許可で設置されたポンプ及び大型の油槽が設置されておりフォークリフトが停車した状態であった。(図1-2参照)

フォークリフトは、クランプ型でドラム容器を掴んで回転させる構造になっている。

焼損したフォークリフトはドラム容器2本をクランプ部分で掴んだ状態で停車していた。(写真9参照)このフォークリフトは、大型油槽にドラム容器内の残渣物を投入するために設置されている。

残渣物を投入する工程には、廃油処理作業ならではの特異な理由がある。廃油として受け入れるドラム容器の内容物は様々であり、中には半固体状のものや残渣物を含むものもある。

再生燃料の原料として利用できるものは液体のみであるため、固体状の廃棄物及び残渣物の処理に苦慮していた。残渣物が残る状態ではドラム容器の処分や再利用もできず、二重の問題が発生していた。

そこで、ドラム容器に残る残渣物等を大型油槽に移し替えた後、さらに溶剤等を加え混合攪拌を行い、静置した後に発生した上澄み液体を20号タンクに送油する。これを繰り返し行い、固体状の残渣物を減らしていく工程を行っていた。この工程、設置された一連の設備は無許可で行われていた。

第3回見分は当日に製造所で作業を行っていた作業員に作業工程等を細かく聴取しながら進めていたが、ここで新たな供述を得た。

供述によると、無許可で設置された大型油槽付近に設置されたポンプ設備を事故当日に使用していた。通常はドラム容器から固定されたポンプ設備を使用し20号タンクに送油するが、事故当日は、無許可で設置されたポンプを使用して大型油槽に送油していたという内容であった。この新たな供述をもとに無許可設置の設備付近の見分を進める。

ポンプは、大型油槽2基に挟まれた状態で吐出・吸引両方のバルブは閉じた状態。バルブレンチは片方だけ付いた状態で1つは付いているはずだが、外されている。ポンプには、ポリプロピレン製耐油ホースが緊結された状態であり、ポリプロピレン部分は焼失しておりワイヤーだけが残っている。ホース先端の吸引ノズルはドラム容器の口に刺さった状態であった。(写真10、11参照)



写真9 クランプ型フォークリフト



写真10 油槽に挟まれたポンプ



写真11 ドラム容器に刺した吸引ノズル

③第2回, 第3回見分まとめ

第2回見分で, 解体作業により障害物を取り除いた結果, 無許可で設置された設備全景を確認することができ, その付近の焼損状況が激しいことが判明した。

第3回見分では, 作業員の新たな供述により見分を行った結果, 矛盾はなく無許可工程の全貌が見えた。ここでさらに, 1回の見分で複数の人から聴取した事故被害者が爆発音時にフォークリフトに乗車していた行動について見分を行う必要が出てきたため, 次回見分を行うことになる。

第3回見分を終了した時点で, 見分内容を整理精査するとともに, 今後の調査方針等を関係機関を交え協議した。(写真12参照)



写真12 調査会議の様子

(3) 第4回見分

①着火物について

これまで行った見分から着火物の検討を行う。目撃証言, 作業員の当日作業の供述及び焼損状況から2つの作業が疑える。

まず, フォークリフトがドラム容器を掴んだ状態で焼失していることからドラム容器の残渣移し替え作業中の危険物の漏洩。もう一つは, ポンプを使用して油槽へ送油中の漏洩の2つに絞られる。漏洩した液体は鑑定からガソリン由来の危険物等が検出され引火点の低い危険物と判明している。

鑑定結果から大型油槽内, ポンプ内, ドラム容器内及び, 目撃位置の床面から採取した液体はいずれも危険物で引火点は低く着火物としての条件は十分であり, (図3参照) 後はどこからどのように漏れ広がったのが第4回見分調査の目的となる。

目撃証言からは, 事故被害者は爆発時フォークリフトに乗車しているが, 発見者である作業員はフォークリフトを使用した作業までは目撃していない。また, 爆発音時はバックしているように見えたと言っている。一方で, ポンプを使用した作業は, 作業そのものを目撃されている。爆発直前に, 大型油槽付近に流出物が確認されていることにも着眼する必要がある。

フォークリフトから確認すると, クランプされたドラム容器は内容物が入ったままの状態ですら蓋が付いていた。この状態からすると, 掴んではいるが回転させていない状態であると考えられる。(写真13参照)

さらに重要な判断材料が確認される。第3回見分時にポンプの付いているはずのバルブレンチが1つ無くなっていることが確認されているが, そのバルブレンチがフォークリフトの回転クランプ部分の上部で発見さ

採取箇所	鑑定結果
大型油槽	トルエンを主体としたベンゼン環を有する化合物を含む数種類の炭化水素。
大型油槽	トルエン及びエタノール
ドラム容器	いくつかのピークは認められるが, 成分は不明である。
床面	トルエン, アルコール類及びベンゼン環を有する化合物。
ポンプ内	ガソリン及び軽油由来と考えられる化合物。

図3 鑑定結果



写真13 掴まれたドラム容器

れた。(写真14参照)このことにより、フォークリフトによる回転作業が行われていなかった可能性が高いと推測される。

次にポンプの設置を確認すると、第3回見分で述べた通り大型油槽の間に挟まれた場所に設置してありホースは緊結された状態で供述の作業内容が行われていた状態を確認できる。同一品でホースの結合状況を再現すると大型油槽までの幅が狭い状態で結合していることが判明した。この状態は、ホースの仕様書の曲げ限界である17cmと同一であり、ホースの方向により、曲げ限界に近く湾曲させた可能性がある。(写真15、16参照)



写真14 回転クランプ上部に置かれたレンチ



写真15 結合部の間隔の測定



写真16 結合の再現

作業状況の聴取から、日常的にホース内の残油を抜き取る行為を行っており、その工程はホースを上下させるため油槽との接触部分が擦れることが判明した。また、大型油槽に貯蔵された廃油は反応により油温が上昇することがあり、ホースの破断許容温度60℃を超え、ホースが破断した事例もあった事が判明した。

②再現実験

ポンプ設備及び、ホースの使用実態から以下の漏洩原因を想定し検証実験を行う。

- ・ホースの結合不良
- ・ホースと油槽の接触摩擦によるホースの損傷
- ・無理な屈曲による亀裂

検証実験は事故時を再現するため、同型のポンプ設備及び大型油槽を同位置に設置し想定を変えて行った。(写真17、図4参照)



写真17 再現実験

実験1	ホース接続部を円周の1/16回転緩める
実験2	ホース接続部を円周の1/8回転緩める
実験3	ホース接続部を円周の1/4回転緩める
実験4	ホースの表面が油槽の角部に接触する位置に弓鋸で亀裂を入れる。
実験5	亀裂を更に深くする。

図4 再現実験の想定

図4で示したとおり想定を変えて再現実験を行った結果、ホースと大型油槽の接触部に亀裂を加えて行った想定が目撃証言であった状況と一致した。結合部を緩めた想定では、大きく緩めても勢いがなく広範囲に流出しなかった。一方、亀裂を入れると勢いよく噴出し目撃された位置まで流出が広がった。この結果から、ホースの亀裂から流出したことが疑える。

③発火源について

これまでの見分から発火が疑えるものは、ポンプ設備の電気火花、電気配線、フォークリフト、静電気、化学反応熱などが考えられる。これらについて一つ一つ確認する。

まず、静電気については容器等は接地されており衣服も静電気対策が取られていた。電気配線は防爆仕様でコンセントも防爆仕様になっている。化学反応による発火等もサンプル試験を行っているため考えにくい。これらについては発火の可能性が低いと考えられるため、ポンプ設備及びフォークリフトについて見分を進める。

ポンプ設備は、モーター部分は防爆型であるが制御盤は非防爆構造であった。しかし制御盤は床から一定の高さを有している。制御盤各部分は焼損が激しく部品等は確認できない。(写真18参照)

フォークリフトは、全体の焼損が激しい状態で運転席、エンジン各部分の部品は金属製の部品を含め原型を留めていない。(写真19, 20参照)

フォークリフトの見分は専門的知識が必要なため、当該フォークリフトの製造元であるトヨタの技術者に技術支援を依頼し、トヨタと合同で見分を行う。

フォークリフトは内燃機関付で燃料はガソリンとLPガスを切り替えて運用できる構造となり、防爆性能を有していない。

トヨタ技術者の見解では、構造的には火花を発生する部分に可燃性の蒸気が流入する恐れは少なく設計されており通常の状態では一定の安全性を有しているとの情報を得る。それを踏まえエンジン内部及び電気部品等をさらに見分するが各部品の損傷が酷く原型を留めていない。

焼損が激しいことから、同一型のフォークリフトを用意し、比較しながら見分を行い、火花等を発生させる部品を重点的に見分する。(写真21参照)トヨタ技術者からの情報で、ディストリビューターが火花を多く頻繁に発生させることが判明した。位置、構造から引火の可能性が高く同一品を取り寄せ比較見分を行った。(写



写真18 ポンプ制御盤



写真19 運転席



写真20 エンジン内

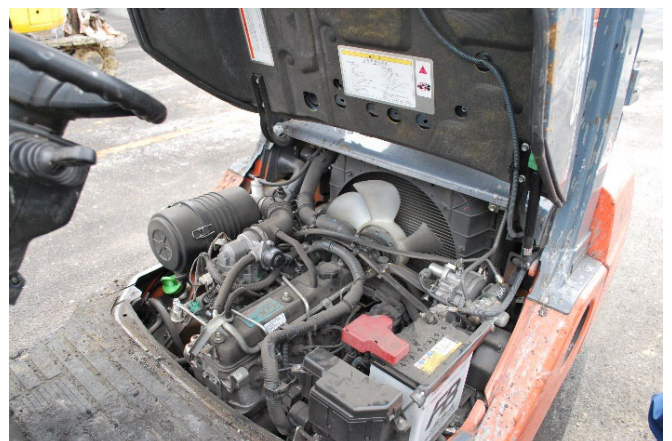


写真21 同型車両

真 22, 23 参照)

過去のエンジン部分の火災事例からもディストリビューターから着火した事例があると情報を得てディストリビューターを改めて見分すると、火花を発生させる位置に通気用の穴が 3ヶ所あり、可燃性の蒸気が流入する可能性を否定できない結果となる。

④第 4 回見分まとめ

第4回目見分では着火物と発火源について見分した。着火物は取扱い危険物及び分析結果から、第 1 石油類等の引火性の危険が高い危険物であることが判明している。また、漏洩原因は検証実験により目撃情報と酷似した状況を再現できた。また通常時の使用状況から、ホースにかかる負担が多く漏洩リスクの高い使用実態を確認している。

発火源については、可能性のあるものの中からフォークリフトのディストリビューターが最も発火の危険が高いことが判明した。また、爆発時に事故被害者がフォークリフトの運転席にいた事からエンジン始動時に爆発した可能性が高いと思われる。作業者が目撃された場所は、屋外に数歩で出られる位置であったにもかかわらず、わざわざ屋外と逆方向のフォークリフトに引火後に乗車するのは不自然である。さらに、焼損したフォークリフトは社内規定により運転席右側にチェーンが付いており、回り込まなければ乗車できない。(写真 24 参照) 引火後にわざわざ炎に包まれるフォークリフトに回り込んで乗車する行為は極めて不自然である。

以上の内容から、第 4 回の見分をもって調査を終了とし事故原因を判定する。

7 事故原因

(1) 危険物流出の原因

危険物を吸引するために使用していたポリプロピレン製のホースは、熱に弱く金属ワイヤーで覆われているものの著しく曲げた状態で長期にわたり使用する性能を有していない。流出させた場所は、17 cmと狭くさらに、その湾曲した状態で金属と接触した同じ部分に摩擦を与えていた。これにより摩擦を与えた接触部に亀裂が生じ危険物を噴出させたと考える。

事業所は、ホース交換の頻度を決めておらず、目視で交換時期を決めていた。当該設備は許可を受けていないことから、安易に考えて設備を導入し使用したことがそもそもの原因といえる。

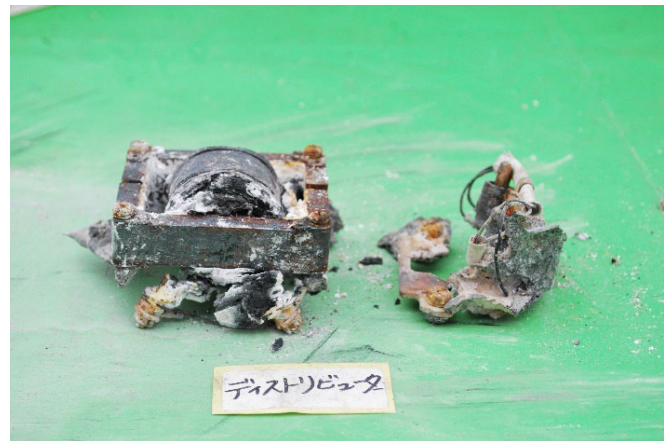


写真22 焼損したディストリビューター



写真23 同型品のディストリビューター



写真24 リフトのチェーン装着

(2) 爆発の原因

流出した危険物は目撃情報から流れるほどの勢いを伴い広範囲に広がっている。発見者はすぐに異常に気が付き、慌てて水切りとウエスを取りに行ったことから流出の状況が酷い状態だったことがわかる。また、この直後に大きな爆発音と同時に一気に燃え広がる炎、そしてフォークリフトに乗車する事故被害者が複数の人に目撃されている。フォークリフトに乗車前に爆発が起きている場合、ドラム容器で雑然とした状況の狭い場所からフォークリフトに乗車して逃げる行為は不自然となる。またフォークリフトは防爆性能を有しておらず火花を発生させる装置に通気用の穴が確認された。このことから危険物が広範囲に流出した場所でフォークリフトのエンジンを始動させたことが爆発の原因になった。

通常の許可通りの工程と設備で危険物を取扱っていた場合、可燃性の蒸気が滞留する恐れはない。可燃性の蒸気が滞留していなければ、フォークリフトから引火する危険性は少ない。しかし、今回の事故は許可以外の設備で許可以外の工程を行っていた。この工程は可燃性の蒸気の発生が頻繁に起こる工程であり、危険物の流出が発生しなかったとしても事故が起きた可能性は否定できない。

8 事故後の取り組み

この事故を機に事業所及び消防がそれぞれ事故防止に係る取り組みを行っている。

(1) 事業所の取り組み

①事故検証会

専門知識を有する技術者、愛知県にある本社の会社幹部を交えて事故調査内容を精査し、事故に至る経緯から各設備の構造、製造工程及び製造に従事する生産体制の見直しを行う。

②再発防止委員会

大学教授等の学識経験者を交えた再発防止委員会を組織し、様々な事故防止に係る検討を行い、全社員を対象とした研修等を行う。

(2) 消防の取り組み

①危険物規制

今回の事故の教訓として、申請に係る審査及び協議の重要性を再確認することになる。

製造所は、原則貯蔵行為は認められないにもかかわらず事故施設には大量のドラム容器が貯蔵されていた。この容器置き場は申請時から存在し、この行為を予測できたと思慮する。これは、直接事故の原因ではないものの被害の拡大要因であることに違いはない。

これを踏まえ事故を教訓に組織全体の危険物規制の強化を目的とした研修を実施、また立入検査マニュアルを作成し各署に配布し、今まで特定の職員が行ってきた危険物規制事務を幅広い職員に知ってもらうことで組織全体の底上げ、及び立入検査に係る知識技術の向上を目指している。

②規定・規則

当消防本部は、7市町村からなる広域消防であり、1本部9署所で構成される。危険物施設は管内全域に約1000施設あり、規制事務を本部一括で行い、立入検査は各署所で行っている。

事故を機に、立入検査の均一性を確保するため製造所及び一般取扱所の一部については本部規制事務担当が同行できる組織体制を確立した。また、検査前に検査に係る注意事項等を研修方式で伝達する等、類似事故防止に立入検査が有効になるように努めている。

9 おわりに

この事故は、危険物の流出から引火し広域に被害を拡散させた。流出は施設の排水溝を超えて拡散しフォークリフトのエンジンを始動させたことにより着火し爆発、さらに爆発後の黒煙と異臭を近隣地区に拡散させ、多くの住民を避難させることになった。また、消火に大量の泡薬剤を含む水を使用したこと、施設から大量の危険物が漏れたことで、敷地内の貯水設備の容量を超え敷地外に漏れ出し工業団地の調整池と近隣用水路を汚染した。複数の要因から多種の事故を発生させ近隣住民を含め社会的に大きな影響を与えた。

事故調査の中で、直接的な事故の原因のほかにも様々な要因が見えた。まずは廃油処理業界ならではの苦悩がある。廃油処理業界は危険物事業所から多くの多種多品目の廃油が発生するにもかかわらず、それを処理する処理事業所が少なく、事故を発生させた事業所も慢性的な忙しさに負われていた。この事業所は年間で16,700tの廃油を処理している。これは1日当たり約230本のドラム容器を処理することになる。また170社の事業所と取引しており、複雑・多忙から安全への配慮がだんだんと失われていったと考えられる。

このような現状は事故当時者だけでは改善できない。民間の廃油処理業界団体、県等が主管する廃棄物対策部局そしてわれわれ危険物規制事務を行う消防が事故防止対策について連携をとる必要があると考える。今回の事故は、事業所の従業員以外にも多くの付近住民に被害を与えたことから様々な方面から対策を講じて類似事故を防止していかなければいけないと考えます。

このような重大事故を経験し、自分たちが行う審査、指導がいかに重要で責任があるかを痛感しました。「間違いは誰にでもある」が、「絶対に間違っはいけないこともある」これを肝に銘じ審査・指導を行っていきたいと思います。

地震に強い石油備蓄基地の取組み 北海道胆振東部地震の対応について

北海道石油共同備蓄(株) 北海道事業所
技術課長 林 広道

1. 会社概要

私達の働く北海道事業所は、北海道の海の玄関口、苫小牧市にあります。

当社は、1973年のオイルショックを機に76年に制定された石油備蓄法に基づき、79年（昭和54年）に国と民間石油会社で設立されました。

その使命は、エネルギーの主役である石油を、必要な時にいつでも安定して供給するため、原油を安全に且つ効率よく備蓄することです。

79年に建設が始まり82年に完成、操業を開始しています。従業員は113名で、一本社一事業所体制です。管理する原油タンクは49基（苫小牧東部国家石油備蓄基地受託管理16基含む）あり、約450万キロリットルの原油の貯蔵管理を行っています。隣接する苫小牧東部国家石油備蓄基地を合わせると、原油タンクは90基となり、陸上タンク方式の備蓄基地としては、世界最大級の規模を誇ります。このように、タンクの数が多いこと、すなわち点検箇所が大変多いことが、備蓄基地の特徴なのです。



写真1 基地全景

備蓄会社の主要設備である原油タンクは、直径82m、高さ24.5m、容量は11万3千キロリットルです。その構造は、油面に屋根が浮いている浮屋根式タンクで図1に示す通りポンツーンといわれる隔室で、浮屋根全体を構成しているダブルデッキ型であります。

地盤は、深さ約15m程度までサンドコンパクションパイルを打ち込み、必要に応じてダイナミックコンソリデーション工法を加えた地盤改良を行っています。基礎は、アスモルと砕石ベースのRCリングタイプです。

タンクの設計水平震度は0.409、400ガル相当で作られています。

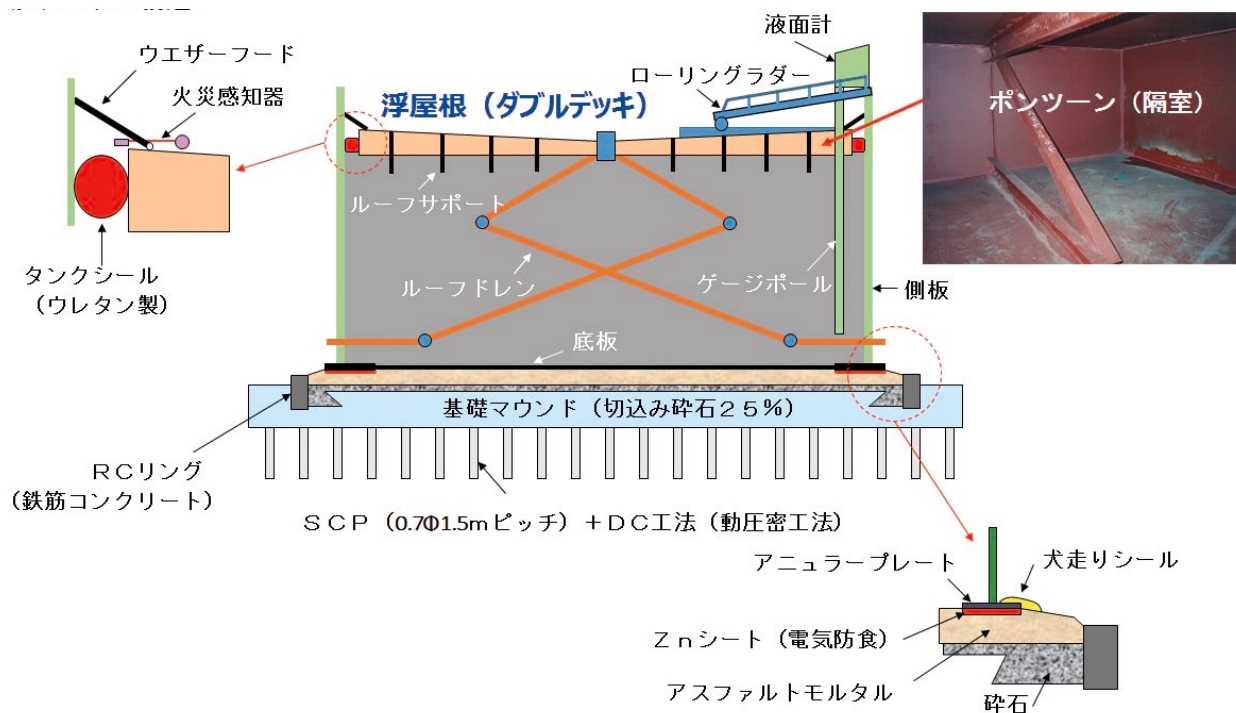


図1 原油タンクの構造

2. 過去の地震被害について

当社は、1982年の操業開始以来、10年から15年に一度の頻度で、6度に渡り地震による被害を受けてきました。図2に示すように、おおむね500km圏内でマグニチュード7を超えた地震が発生した場合、何らかの被害が生じております。そこで当社は20年以上前から、計画的に耐震診断と補強を実施してきました。

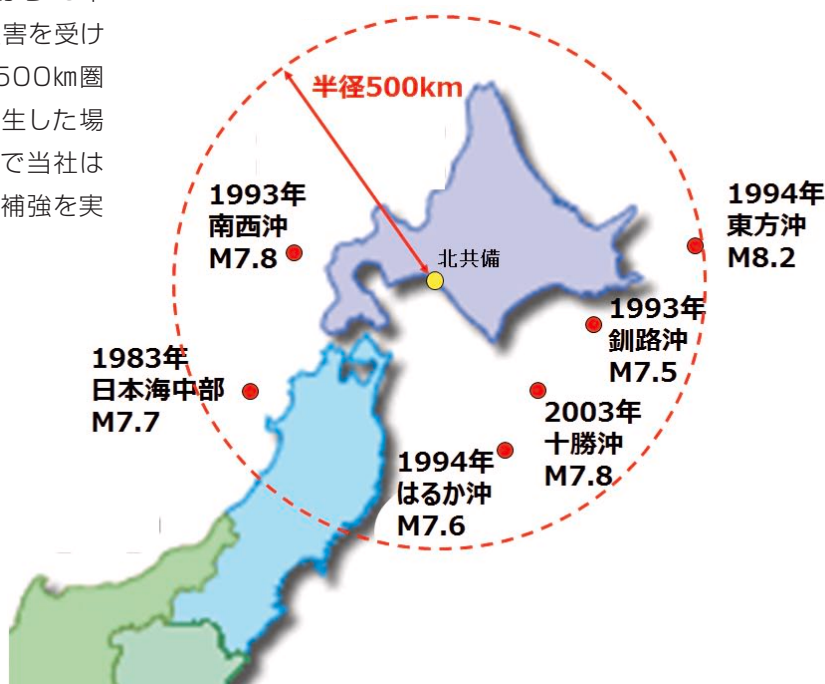


図2 設備に損傷があった過去の地震（1982～2017）

3. 耐震性強化への対応

火災漏洩の大きな災害につながる危険物施設については、現行の消防法を基に、耐震評価を行い、必要に応じてタンク基礎や浮屋根の補強を行っております。基礎については全数、浮屋根については一部メーカーに対して補強をタンクの開放工事に合わせて行っております。

表1 危険物施設耐震診断と対応実績

年は西暦

対象構造物	耐震評価	結果・対策	対応実績
原油タンク本体	95年実施	400gal強度有、対策不要	—
原油タンク基礎	95年実施	200→400galへ要補強	97～05年補強済
原油タンク浮屋根	04年実施	T社製ボンツーン自主補強	06～10年補強済
	17年実施	K社製ボンツーン自主補強	19～24年実施予定
基地内原油配管	14年実施	液状化の影響なし	—
移送配管（海中）	02年実施	強度有、対策不要	—
移送配管（陸上）	15年実施	液状化の影響なし	—
建屋内燃料小出槽	13年実施	槽架台ラックの要補強	14年補強済

*浮屋根の補強は、タンク開放検査に合わせて実施（9年周期）

危険物施設以外の本館事務所や各ユーティリティー施設建屋、建屋内の大型吊りダクトなども対象として耐震診断を行い、必要に応じた補強を行っています。

入出荷用の海上栈橋設備についても、最新の港湾基準に基づき耐震評価を行い、陸上の建屋と合わせ耐震補強はすべて完了しています。

4. 地震後初期対応の改善

(1) 地震早期警戒システム

これまで紹介してきたように、設備や建屋などのハードに対する地震の備えは、計画的に順次行ってきました。一方で、地震発生時の人と設備の安全を確保するというソフトの対応についても様々な観点から検討してまいりました。

最初に手掛けたのは、揺れる前に警報を発し、人と設備の安全を確保する地震早期警戒システムの導入です。これは、気象庁の緊急地震速報をサービス会社が受信し、地震波が当基地へ到達する時間と予想される震度を直ちに解析し、パソコン画面に表示されると同時に、基地内全域にサイレンが鳴り、主な部屋に設けたパトライト表示が点灯する仕組みとなっています。

緊急地震速報を受信と同時に、図3のような画面が表示されます。時間の経過とともに、震源地を中心としたP波を表す青い円とS波を表す赤い円が、同心円状に広がっていきます。画面の右側に予想震度と地震波の到達時間が示されます。当社の位置を正確に反映したピンポイントな予測を行います。

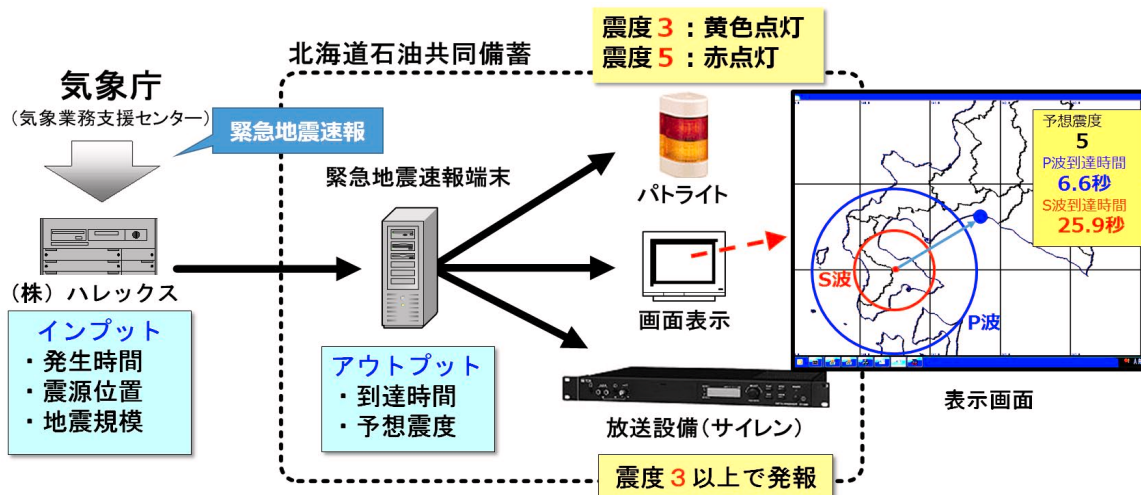


図3 地震早期警戒システム

地震早期警戒システムのサイレンが発報された場合、安全を確保するため回転機から離れたり、原油のバルブを緊急で閉めたりなどの最低限の行動をして退避します。また工事現場では、 Gondola や足場上などの高所作業者は、慌てて降りたりすると、かえって危険なので転落しないように手摺などへしっかり掴まります。クレーン作業では、速やかにつり荷を下ろし付近より離れます。これらの警報発令時の初期行動は、要領化して社員や協力会社含めた全員に周知徹底を行っています。

(2) 地震被害予測システム

地震早期警戒システムは、地震前に予測するシステムでしたが、地震が起きた後の初動対応を迅速かつ的確に行うための対応改善を紹介します。

備蓄基地では、同サイズ同液位で原油を貯蔵しているタンクが数多くあるので、地震後どこが損傷して、どこから点検を行えばいいのか、わからないのが実情でした。そこで、地震計からの地震情報、計器室からの液位情報、メーカーにより異なる浮屋根構造情報 から、縦揺れのバルジングと横揺れのスロッシングの解析を行い、タンクの損傷予測を行う地震被害予測システムを導入することといたしました。

通常このシステムは、図4の左側に示すようなタンク被害予測画面の表示をしています。これは、実際のタンクの配置をイメージして作りこんでおり、地震が発生し、計算結果から損傷の可能性があると判定された場合、正常を示す緑色から、損傷を示す赤や、損傷の可能性を示す黄色に変化します。

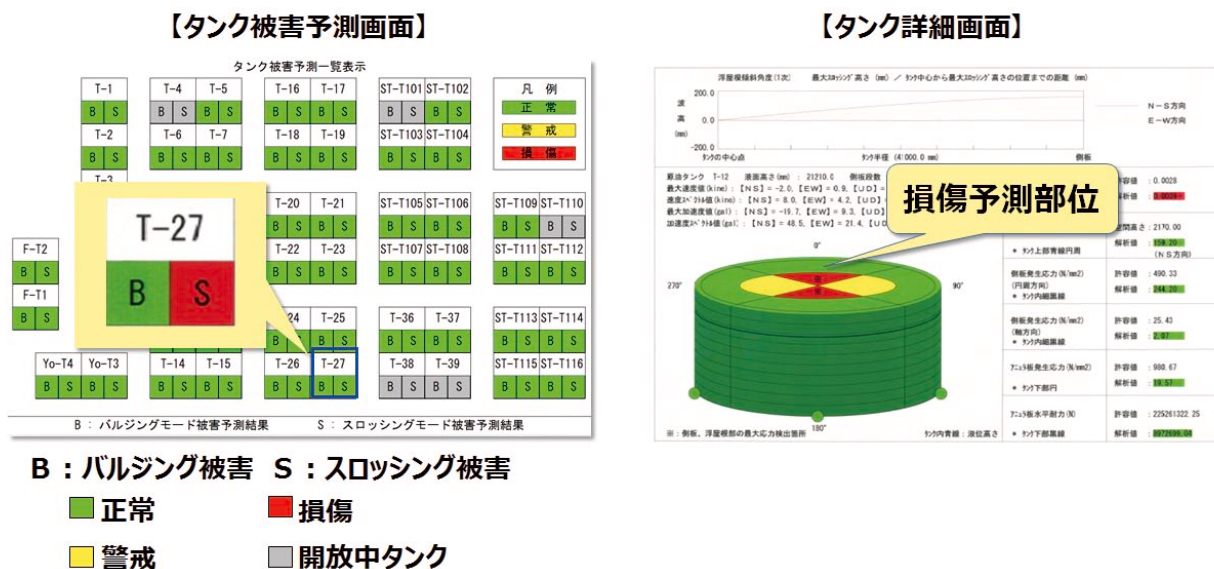


図4 地震被害予測システム

任意のタンクをクリックすると、個別の詳細画面に展開し、浮屋根内部ポンツーンの損傷など、見えない内部の損傷も予測します。このシステムは、緊急時においてもオペレーターが、瞬時に被害予測できるよう独自のこだわりをもって、作り上げたものです。このシステムにより、被害予想の大きなタンクを優先して確認することが可能となりました。

(3) 浮屋根監視システム

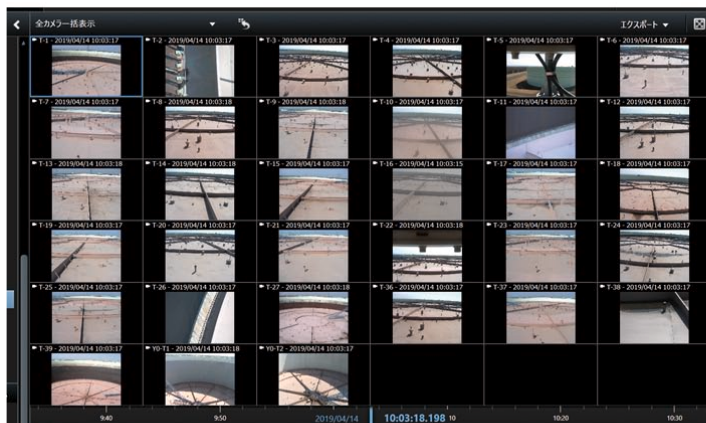
実際に大きな地震が発生すると浮屋根が揺れ、中の油が浮屋根上へ噴き出すことが懸念されるため、迅速で確実な浮屋根の状況確認が必要となります。そこで、余震が続いている中でも安全確実に状況が分かるように、浮屋根監視システムとしてタンク頂上へ監視カメラを設置いたしました。

カメラ1台で、直径8.2mの原油タンク浮屋根全体をカバーできます。また、角度を変えると隣接タンクや堤内の状況も見ることができます。これで、余震が続いている最中でも危険を冒してタンクに上らずに、浮屋根及びタンクの状況を把握することが可能となりました。

カメラの映像は、中央計器室の大型画面及び、事務所内のパソコンでも見ることができ、全タンク一括表示やタンクごとの個別画面に展開できます。もちろん、カメラの角度やズームアップなどの操作は、計器室や事務所からできます。

この浮屋根監視システムによる速やかな初期点検と、地震被害予測システムによる浮屋根内部の損傷予測を連携させて一体運用することで、より優先的に地震後のタンク点検が可能となりました。

浮屋根監視カメラ



全タンク一括表示画面



タンク個別表示画面

図5 浮屋根監視システム

5. 北海道胆振東部地震での検証

一連の初期対応改善が整った2016年から、2年が経った2018年9月6日、当社のわずか15kmしか離れていない場所を震源とした、北海道胆振東部地震が発生いたしました。北海道では初めて震度7を超え、タンクの設計震度400ガルを、はるかに上回る502ガル震度6弱の地震が当基地を直撃しました。その時の被害状況と対応を紹介いたします。

(1) 設備被害の状況

地震を受けて、火災や爆発などの大災害は発生しておりませんが、原油タンクを中心に、いくつかの損傷が生じています。表2は、原油タンクの被害をまとめたものです。タンクを開放しないと補修できない箇所を除き、現在のところ仮対応も含め、処置は終わっている状況です。一方、タンク以外の建屋や他の設備においては、基地操業に影響を与えるような被害は発生しておりません。これまで、20年以上にわたり行ってきた耐震性強化策が功を奏したと考えております。

損傷部位	損傷数	処置状況	備考
ローリングラダー損傷	19基/49基	19基/19基	
ゲージポール、回転止め損傷	32基/49基	30基/32基	残りはタンク開放時に補修
ポンツーン損傷	46基/49基	仮処置完了	全タンク開放時に本補修
液面計監視不可	22基/49基	完了	
タンク基礎犬走り亀裂	27基/49基	完了	

表2 原油タンクの被害状況

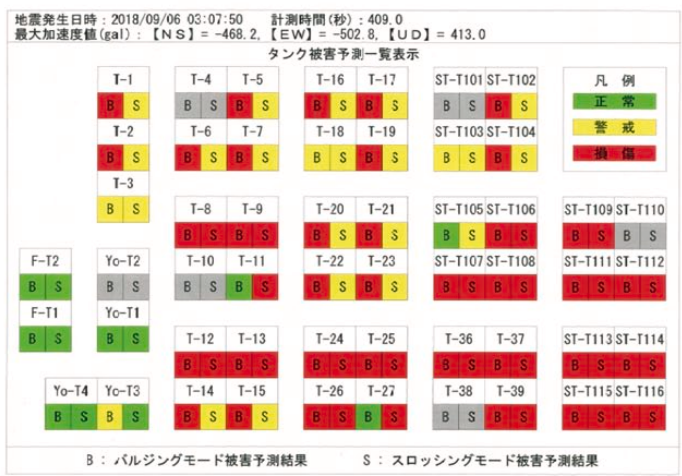


写真2 原油タンクの被害状況

(2) 地震時の初期対応

地震当日の初期対応はどうだったのか、導入したシステムは有効だったのか、地震後の対応について紹介いたします。

03:07地震発生後、ただちに監視カメラによる一括表示で設備の初期点検を開始。浮屋根の状況をざっくりと把握し、火災などの大きな災害はないと確認したのち、地震被害予測システムの解析結果から優先タンクを選定し、大きな余震が頻繁に起こる中、優先タンクからカメラによる個別の状況把握を行いました。その結果、浮屋根上に油の溢流が多く確認されたため、すぐに浮屋根雨水排水弁の閉止を指示しました。



タンク被害予測システムの解析結果

タンク浮屋根の個別カメラ画像

写真3 システムの状況

また、カメラによる事前確認の結果、社員が昇降する前にローリングラダーの脱輪や、タンクヤード全体の状況をつかむことができ、初期対応時における安全の確保が十分図れたものと考えております。

被害予測システムと監視カメラを駆使することで、余震が多発する中でも、短時間に少ない人数で、浮屋根上と周辺の状況把握を完了することができました。

地震に備え、迅速かつ確に初期対応を遂行できるよう取り組んできたことに対し、今回の地震で大変有効に機能したと検証ができました。

6. 今後に向けて

これまで、20年以上にわたり、こだわりをもって地震に備えてきたことが実を結びました。しかしながら、断水や、全道規模での食料の不足等、想定外の生活インフラの途絶により、BCPの見直しと強化が新たな課題となりました。例えば、断水が1か月にも渡り続く中、消火配管の圧力を利用して、浄水器を仮設し、5日目には独自で復旧させました。

今回の経験を客観的に評価したうえで、今後も、人・物・仕組みの三位一体で、災害対応力の向上に取り組んでいく計画です。



バケツによるトイレの対応



消火栓より工業用水を供給



浄水器を飲料水配管へ接続

写真4 仮設浄水器の設置



石油タンク等危険物施設の 安全性向上に関する研究紹介

消防庁消防研究センター施設等災害研究室

1 はじめに

消防研究センターでは、長年にわたって、石油タンクをはじめとする危険物施設の安全性向上に関する研究・開発に取り組んできている。今日、南海トラフ巨大地震、首都直下地震等の大地震が切迫している中で、東日本大震災の経験から、地震発生後の早期復旧・復興の実現に向けて、大型の石油タンクなどエネルギー産業施設の被害の未然防止、火災等災害発生時の早期鎮圧と徹底した拡大抑止が極めて重要視されている。加えて、危険物施設については、近年、高経年化が進行し、その健全性（このまま使用してよいかどうか、あとどの程度の期間継続使用可能なのか等）を的確に診断することは、施設の安全性向上のために欠かせない。

これらのことから、現在、消防研究センターでは、次の研究テーマに取り組んでいる。

- (1) 石油タンクの地震防災に関する研究
- (2) 石油タンク底板内面に施工されるコーティングの健全性診断に関する研究

2 本研究のスタッフ

本研究は、火災災害調査部長の西、施設等災害研究室の畑山、徳武が担当している。

3 石油タンクの地震防災に関する研究

ここでは、過去約10年間に消防研究センターにおいて石油タンクの地震防災に関して実施した研究のうち主なものを紹介する。

3.1 平成23(2011)年東北地方太平洋沖地震の際の石油タンクの被害等調査

平成23(2011)年東北地方太平洋沖地震(M9.0)では、各地において石油タンクをはじめとする危険物施設も甚大な被害を受けた。この地震による2万2,000人余りという夥しい数の死者・行方不明者は、主として最大遡上高40mにも達した津波によるものであったが、石油タンクにも津波による甚大な被害が数多く発生した。また、このような大地震に特有の大振幅の長周期地震動によって、各地の大型石油タンクにはスロッシング被害も生じた。消防研究センターでは、このような石油タンクの被害について、地震発生直後から現地調査を数次にわたって行った。以下、被害原因別に被害調査結果を記す。

3.1.1 津波による被害

消防庁及び消防研究センターが平成23年6月から7月にかけて、北海道、東北地方、関東地方及び中部地方の一部地域を対象として実施したアンケート被害調査結果を再集計したところ、この津波によりタンク本体、配管、防油堤、基礎・地盤等のいずれかに何らかの被害（浸水による設備等の故障を含む）が生じた危険物屋外タンク貯蔵所は、北海道及び青森県から千葉県にかけての太平洋沿岸の道県で418基あった。このうちタンク本体が流失、移動、転倒するなどの被害、すなわちタンク本体の移動被害は、青森県から福島県にかけての太平洋沿岸の各県にある合計157基で発生したことが分かった（図1）。このような大規模な石油タンクの津波被害は、我が国ではこれが初めてのことであり、世界的にも初めてのことと思われる。

これらの被害状況と津波浸水深の関係を整理した結果、浸水深が5m以上の場合は、タンク本体が移動するなどタンク本体及び附属配管に被害が生じるおそれが大であること、浸水深が2.5~5mの場合は、空に近い小さなタンクを除きタンク本体は移動しないものの附属配管には被害が生じるおそれが大であることなどの経験則が見出された。また、今回の被害事例により、消防庁が平成21(2009)年に提案した石油タンク津波移動被害予測式（津波を受けた円筒形縦置き型タンクに滑動、浮き上がりなどの被害が発生する虞の有無を簡便に評価できる方法）の精度検証を行った。その結果、実際の被害発生

状況と予測結果が照合できたタンク197基のうち、移動被害の有無について予測結果と実際の被害が合致したものが147基あり、的中率は約76%と高いことが分かった。本予測式は水理模型実験に基づいて提案されたものであって、その予測精度は未検証であったが、この検討により、予測式の有効性が確認された。

消防庁では、平成24(2012)年に本予測式を用いたソフトウェア「屋外貯蔵タンクの津波被害シミュレーションツール」を消防庁HPで公開した(平成24年8月21日消防危第197号)。これは、全国の消防本部や事業者等で広く利用されている。

また、再集計した被害データに基づいて、石油タンクの配管の被害率(津波最大浸水深の1m間隔の階級毎の[配管に被害が生じたタンク基数] / [当該階級に含まれるタンク基数])と津波最大浸水深の関係を求め、これを対数正規分布関数でモデル化して、津波による配管の被害率曲線を作成・提案した。この曲線によれば、最大浸水深2mでは被害率は約25%であるが、これが4mになると被害率は約80%に急増する。仮に津波浸水深を低く抑えることによって、配管被害を軽減するという対策を考える場合には、目標として浸水深2m程度以下というのが一つの目安となるといえる。

平成26(2014)年には、津波で動いた石油タンクの諸元や津波時の原位置及び移動先を把握することを目的として、改めて現地調査を実施した。その結果、福島県内において容量9,800kLタンク(1万kLクラス)2基が移動したという事例については、貯油量はそれぞれ6,000kLと7,400kLもあったこと、最も遠くまで動いたタンクは女川にあった980kLタンクで、移動距離約5kmであったことなどが分かった。また、貯油量が多かったゆえに移動被害を免れたと思われる事例(ほぼ同じ場所で貯油量が多かったタンクは動かず、少なかったタンクは動いたという事例)や、容量数十kLクラスの小規模なタンクではあるが、アンカーボルトで留められていたがゆえに移動被害を免れたと思われる事例(ほぼ同じ場所でアンカーボルトが設置されていたタンクは動かず、設置されていなかったタンクは動いたという事例)を数例把握した。



図1 平成23(2011)年東北地方太平洋沖地震の際の石油タンクの津波被害(気仙沼市)

3.1.2 長周期地震動によるスロッシング被害

長周期地震動による石油タンクのスロッシング被害発生地区の確認と、被害の内容・程度を知るために、アンケート調査を実施した(調査主体は消防庁)。その結果によれば、スロッシング被害は、北海道、秋田、宮城、福島、山形、新潟、茨城、千葉、東京、神奈川の10都道府県の64基で生じている。消防研究センターでは、平成15(2003)年の十勝沖地震を受けて実施された設計地震動の見直し、浮き屋根の補強等の対策の検証という観点も併せ、石油タンクのスロッシング被害に関する現地調査を行った。

それによると、酒田地区では、アルミニウム製内部浮き蓋のデッキスキン、フロートチューブの破断が認められた。また、当該事業所に設置された消防研究センター強震観測点での地震動の速度応答スペクトルは、このタンクのスロッシング固有周

期4.17秒付近では約200cm/sと大きな値となっていること等から、フロートチューブに対して許容を超える歪みとなり、破断に至ったものと推定された。新潟・新発田地区では、最大2mのスロッシングが発生し、ポンツーン内の滞油、アルミニウム製内部浮き蓋の破損、ゲージポールの変形、浮き屋根上への油の流出などが認められた。川崎地区では、ポンツーンの破損に起因する浮き屋根の沈没(図2)、ガイドポール固定ボルトの破損、内部浮き蓋上への滞油、ポンツーンでの滞油等が認められた。浮き屋根が沈没したタンクサイト近傍にある消防研究センター強震観測点での地震記録を入力とするスロッシング応答を解析すると、最大波高は1.3mで側板の油痕から測定された値(1.0~1.5m)と整合することから、この強震動データを用いた浮き屋根損傷評価を行ったところ、発生応力は許容応力の約1/3程度であり、ポンツーンは破損しない結果となった。これに対し、その後の調査で、破損ポンツーンは補強リングが下部デッキから外れていたこと、および初期浮力の影響を考慮すると被害を説明できることを指摘した。



図2 平成23(2011)年東北地方太平洋沖地震の際の重油タンク浮き屋根沈没事故(川崎市)

3.1.3 短周期地震動による被害

石油コンビナート最寄りの強震記録から、設計震度と相関すると考えられる減衰10%加速度応答値を求めてみると、仙台、広野、いわき、鹿島臨海地区で設計震度相当値を上回っており、何らかの被害があってもおかしくないことになるものの、短周期(約0.1~1秒)の地震動そのものによる石油タンク本体の被害は認められなかった。

一方、千葉県のLPG球形タンク群で、水張り中のタンクの倒壊を機に、火災・爆発(BLEVE)が発生し、負傷者6人(重傷者1人、軽傷者5人)、隣接するアスファルトタンクの損傷、漏洩、飛散物・爆風等の影響による隣接事業所での火災、一般住宅地区等での爆風による窓ガラス、シャッター、スレート等の破損及び保温材等の軽量飛散物による車両の汚損を生じた。BLEVEに伴って発生したファイヤーボールの直径は、映像の解析から約600mと推定された。なお、この火災・爆発は、消防法第35条の3の2に基づく火災原因調査の対象となった。

いわき地区では、強震動による液状化などの地盤の変状によるタンク本体の被害が認められた。タンクサイトは河口付近の埋立て地にあり、地盤の固さを表すN値には相当のばらつきがある。被害としては、タンクたらい回り付近下での側方流動と思われる地盤変状に伴い、タンク底板が傘型に変形し(最大不等沈下率1/61)、底板溶接部に亀裂が発生して、若干の油のしみ出しがあったものである。また鹿島地区では、極めて大きな地盤変状の発生に伴い、防油堤の目地部分が大きく開口するといった被害が認められた。

消防庁が行ったアンケート調査結果によれば、鹿島地区では、200~950kLのタンク11基に、アンカーボルトの破断、伸び、変形、浮き上がり等が発生した。これらは、タンク本体が浮き上がったことを示唆するものであるが、これらのうちの9基は地震が原因であるとの回答があり、2基は地震によるものか津波によるものか判別不明との回答であった。消防研究センターでは、後日、鹿島地区においてこれらタンクの浮き上がりに関する調査・データ収集も行った。

3.2 平成28(2016)年熊本地震の際の大分地区の石油コンビナート等特別防災区域におけるスロッシング被害調査

平成28(2016)年4月16日に発生した熊本地震本震(M7.3)の地震の際、大分地区の特防区域を擁する大分県中部地域では「長周期地震動階級3」の大振幅の長周期地震動が観測され、同特防区域内では浮き屋根式石油タンクにおいてスロッシングによるものとみられる被害が発生したとの一報がもたらされた。

このため、消防研究センターでは、同年中に三度にわたって現地調査を行った。その結果、同特防区域では、消防法令により同特防区域に対して定められている「液面揺動の設計水平震度(Kh2)」相当の速度応答を一部の周期で上回る大振幅の長周期地震動が観測されたことがわかり、浮き屋根式石油タンクでは、液面上昇量0.3~1.9mのスロッシングの痕跡が確認された。

これらのスロッシング高さの実測値と、同特防区域内の強震観測記録に基づいて推計したスロッシング高さを比較したところ、推計値は実測値とおおむねよく合っているが、実測値が推計値を若干上回る傾向が見られた。これは、地震計設置位置よりも、タンクサイトのほうが長周期地震動が大きかった可能性を示唆しているかもしれない。

被害については、同特防区域内では、2基のタンクの浮き屋根のポンツーンが損傷して油が室内に滞留したり、25基のタンクで液面計に故障・不具合が生じたりするなどの被害が発生したことが分かった。浮き屋根のポンツーンが損傷したタンクは、容量10万kL原油タンク1基(1室破損)と容量2万kLガソリンタンク1基(2室破損)であった。損傷はいずれも外リムとポンツーン下板の接続部に開口が生じたものであった。

浮き屋根のポンツーンが損傷したタンク2基について、同特防区域内の強震観測記録に基づいて、平成17年1月14日消防危第14号及び平成18年6月30日消防危第157号で示されている浮き屋根外周部ポンツーン発生応力算定式の基になっている方法により、浮き屋根外周部ポンツーンに発生した応力を推計したところ、発生応力は降伏応力を上回らなかった。この原因としてさまざまなことが考えられるが(例えば、タンク固有の問題、地震動の問題、当該浮き屋根がローデッキタイプであることによる応力集中等)、解明に至っておらず、今後の課題とすべきものである。

3.3 石油コンビナート等特別防災区域等における強震観測

消防研究センターでは、平成15(2003)年十勝沖地震後の取組として、特防区域で強震観測を行ってきている。平成15(2003)年十勝沖地震において浮き屋根式石油タンクに基大なスロッシング被害が発生したことを受けて行われた平成17(2005)年の消防法令及び技術基準改正では、将来の大地震でとくに大きな長周期地震動が予測される地域に存する20の特防区域に対して「液面揺動の設計水平震度(Kh2)」が引き上げられた。この引き上げは、これらの特防区域には強震観測点が無かったことから、主として特防区域直近の気象官署等にある既存の強震観測点における過去の地震記録の分析から、将来の地震による長周期地震動を予測した結果(3.4.1参照)に基づいて行われた。しかしながら、波長の長い地震波からなる長周期地震動といえども、短い距離でその特性が大きく異なることがありえる(3.4.2参照)ことから、特防区域内における詳細な長周期地震動特性の把握が必要であるとされ、Kh2が引き上げられた20の特防区域を対象として消防庁が速度型強震計を設置し、地震観測が開始された。また、これとは別に、消防研究センターでは、近い将来における発生確率が高いと評価された大地震の震源域近くに立地する特防区域の強震動予測を目的として、数ヶ所の特防区域において速度型強震計による強震観測を開始していた。

これらの2つの異なる経緯からの特防区域における強震観測点を合わせると、現在、全国に83ある特防区域のうちの20の区域に23地点ある。他に特防区域以外の場所にも2地点ある。1地点は消防研究センターにあり、もう1地点は、設置当初は特防区域だったものの現在は特防区域の指定が解除された石油タンクサイトにある。現在、これら25の強震観測点(図3)は、消防研究センターにより、一体的に管理・運用されている。

この強震観測によるデータは、平成23(2011)年東北地方太平洋沖地震(M9.0)のものを含めて蓄積が進んでおり、近年では、新たに特防区域に指定される可能性のある地域に対して、定めるべきKh2の検討に活用されたり、特防区域を抱える都道府県の防災本部による特防区域の防災アセスメントにおける長周期地震動の想定のための参考データとして活用されたりしている。また、地震時の石油タンクの被害等を予測・推定するシステムの入力データとしても利用されており(3.7参照)、地震発生時には、消防庁の応急対応の支援にも役立てられている。

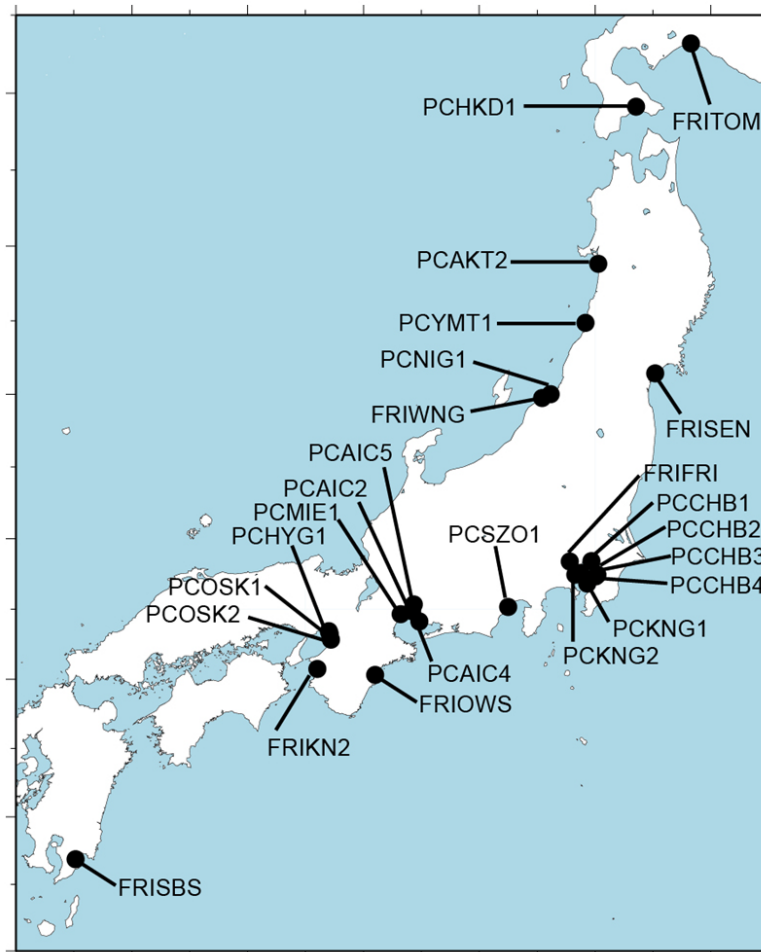


図3 石油コンビナート等特別防災区域等における消防研究センターの強震観測点

3.4 長周期地震動の予測

3.4.1 長周期地震動スペクトルの経験的手法による予測

石油タンクのスロッシングによる貯液の溢流や浮き屋根ポンツーンの損傷などの被害は、石油タンクの直径と液高から求まるスロッシング固有周期（概ね3秒から10秒程度の長周期帯域）での地震動強さ（擬似速度応答スペクトル）によってほぼ推定できる。上述のKh2の見直しに用いられた経験的予測手法（座間、2000）の適用性について、平成23（2011）年東北地方太平洋沖地震を対象として検証したところ、遠方近似で点震源を仮定している手法であるにも拘わらず、気象官署での観測スペクトルのレベルや形状を比較的よく表すことが分かった。ただし、周期10秒以上での予測値は観測値を大きく下回ったことから、原因と考えられる震源スペクトルのスケージング則について、平成23（2011）年東北地方太平洋沖地震の震源域とその周辺で発生した地震規模マグニチュード（M）の異なる3つの大きな地震（昭和8（1933）年三陸地震、昭和53（1978）年宮城県沖地震、平成23（2011）年東北地方太平洋沖地震）を東京大手町での観測記録により検討した。その結果、特にこれら3地震のスペクトルから求まる、見かけのカットオフ周期とMとの関係は、従来提案している手法（座間、2000）よりカットオフ周期がかなり長周期側になること、また、それにより前述した周期10秒以上の予測値を改善できる可能性があることを示した。

3.4.2 長周期地震動振幅の短距離間空間較差の発生要因の理解と簡易的予測

石油タンクのスロッシングの原因ともなる、堆積盆地で観測される周期数秒から十数秒の長周期地震動の主成分を表面波であるとした場合、その波長は水平方向におおむね数kmから20ないし30kmと見積られる。しかし、この波長に比べて1波長にも満たないような短い距離で、長周期地震動のスペクトル振幅が大きく異なる（例えば1.5倍とか）事例、またはそれを示唆するような事例が観測され得ることは、例えば、平成15（2003）年十勝沖地震（M8.0）の際に、石油タンクに甚大なスロッシング被害が生じた苫小牧周辺及び同地域を擁する勇払平野での地震動の観測事例や、苫小牧東部の石油備蓄基地

内の石油タンクにおけるスロッシング高さの計測事例（約2km四方の基地内において、スロッシング1次固有周期が約11秒のタンクに発生したスロッシングの高さが、南側の地区のほうが北側の地区よりも系統的に1.5倍程度大きかった）などにより、以前から認識・指摘されていた。

同一の石油備蓄基地内の石油タンクにおけるスロッシング発生高さが系統的に異なるという事例は、平成23（2011）年東北地方太平洋沖地震（M9.0）の際に大きな長周期地震動に見舞われた新潟東港地域（容量6～11万kLの大型石油タンクが17基ある）の石油備蓄基地でも観測された。新潟東港地域の石油備蓄基地は、港をはさんで東地区と西地区に分かれており、両地区は2km程度離れている。両地区では、立地している石油タンクの大きさがほぼ同じ、すなわちスロッシング固有周期がほぼ同じ（地震発生時の液面高さでのスロッシング1次固有周期は10.8秒程度）であるにも拘わらず、西地区で発生したスロッシングの高さ（実測値）は2m程度であるのに対し、東地区では1.5m程度と系統的な差違が見られた。これは、東西両地区の石油タンクのスロッシング1次固有周期である周期11秒程度の長周期地震動のレベルが、2kmというその波長に比して、かなり短い距離しか離れていない場所どうして、1.3倍程度異なっていた可能性を示唆している。

平成23（2011）年東北地方太平洋沖地震の際、東地区では消防研究センターの強震計により地震記録が得られたが、西地区には強震計はなかったため、この地震の際の実際の揺れを実記録から比較することはできない。しかし、この地震の後、西地区に隣接する事業所が強震計を設置したため、両地区で得られた平成23（2011）年東北地方太平洋沖地震の余震等の記録を比較できるようになった。Mw5.8～7.3の5つの余震について比較を行った結果、問題となる周期11秒付近の疑似速度応答（減衰0.5%）は、西地区のほうが大きく、平均して東地区の1.1倍程度、+ σ で1.2倍程度のものが観測されることが分かった。地震動の観測結果は、平成23（2011）年東北地方太平洋沖地震の際に発生したスロッシングの高さの東西両地区間の相違と調和的である。

この東西両地区の長周期地震動特性の相違を、地下構造の観点から解釈することを目論んで、新潟東港地域の石油備蓄基地の東西両地区において、微動アレイ観測による1次元地震波速度構造の推定を行った。東地区では西地区に比べて、全体的に堆積層が薄く、とくにS波速度1.2km/s程度の堆積層が200m程度薄いことが分かった。これは、平成23（2011）年東北地方太平洋沖地震の余震記録に見られた東西両地区の長周期地震動特性の相違と、定性的には調和的である。実際に、この地下構造の違いが、両地区での長周期地震動レベル及びスロッシング高さの差異をもたらした要因となり得るものであるかは、定量的な検討を行いながら考察していく必要があるが、仮にそうであるとすると、周期10秒程度という長周期の地震動といえども、その高精度な予測には、堆積盆地の全体的な堆積層の厚さにとどまらず、より詳細な地下構造情報が必要であることを意味するものとして銘記すべき事例といえる。

以上のような短距離間での大きな振幅較差が生じる仕組み・要因を理解することを目的として、2次元面内地震波動場を検討対象とした簡単な数値実験により、横方向に不規則な地下構造の中を伝播する表面波について、短距離でそのスペクトル振幅がどの程度変化するかを調べるとともに、不規則な地下構造の中でどのような波動場が形成されているかを調べた。その結果、観測されるような短距離間での大きな振幅較差が生じうことは理論的な計算から確認された。また、短距離間での大きな振幅較差は、地表近くの低速度の媒質が形成する細かな構造の違いが原因である可能性があることが分かった。横方向に不規則な地下構造において形成される長周期地震動の波動場の深さ方向のフーリエスペクトル振幅分布は、入射波の条件や周期によっては、その地点直下の1次元地下構造から計算される表面波基本モードの固有関数の形状と概ね一致する場合があることも分かった。この性質をうまく利用すれば、対象地点直下の1次元地下構造モデルから、長周期地震動の増幅特性を粗くではあるかもしれないが簡易な方法で推定することが可能かもしれない。

3.5 地震時における石油タンクからの溢流量推定の高精度化

発生が懸念されている大地震に対して、適切な消防力を算定するために、防油堤内火災の規模に関する漏洩危険物の量の把握が重要となる。溢流量の算定に関して、直径4mや直径7.6mの模型タンクを用いた実験を行い、タンク近傍で記録された水平2成分の地震記録があれば、高精度で溢流量を推定できることが分かった。

3.6 石油タンクの内部浮き蓋に関する検討

長周期地震動を受けた石油タンクの内部浮き蓋上に、どの程度の量の危険物が溢流するかという点について、大規模振動台を用いて実験的検討を行った（図4）。スロッシングに伴い、浮き蓋が最も下降したところから上昇に転ずるときに溢流が

発生することが確認できた。浮き蓋上への溢流量は換算速度応答と比例関係にあり、代表的な石油タンクの浮き蓋を想定した場合、消防法令で想定されている地震動では浮き蓋は沈没しないという結果になった。

アルミニウム製の簡易フロート型内部浮き蓋は、内容液の揮発の抑制を目的として、石油タンク内に設置されるものであるが、耐震性については明確に定められていなかった。そこで、アルミニウム製の簡易内部浮き蓋のスロッシング時の挙動について、大規模振動台を用いて検討を行った。スロッシング時の減衰定数や、浮き蓋各部に発生する歪みと地震動の大きさとの関係が求められた。

これらの検討結果は、消防庁における内部浮き蓋付屋外貯蔵タンクの安全対策に関する調査検討に用いられた。



図4 石油タンクの内部浮き蓋の振動実験

3.7 地震時の石油タンクの被害等を予測・推定するシステムの開発

消防研究センターでは、石油コンビナート等特別防災区域等における強震観測（3.3参照）を活用して、特防区域等における地震時応急対応を支援するためのものとして、3.7.1～3.7.3のような石油タンクの地震時の被害等を予測・推定するシステムを開発してきている。また、3.7.4のように、緊急地震速報を利用して、揺れに見舞われる前に長周期地震動による石油タンクへの影響を予測する研究開発も行った。

3.7.1 「石油コンビナート等特別防災区域地震動観測情報システム」の開発

このシステム（図5）は、地震後、速やかに特防区域の揺れの情報を自動的に収集・処理し、どの特防区域の震度・長周期地震動レベルが大きいかをわかりやすく表示するものである。現在、全国に特防区域は84あるが、消防研究センターが強震計を設置していない64の特防区については、国立研究開発法人防災科学技術研究所の強震観測網K-NET及びKiK-netの観測点のうち、特防区域直近にあるものの強震記録を利用して全国の特防区域をカバーするようにしている。

消防庁では、大地震発生時に全職員が参集して、被害情報等の収集や緊急消防援助隊の派遣に関する任務にあたる。実際に、このシステムの情報が、どの特防区域の情報を優先して収集すべきかといったことの判断の参考にされるなど、迅速・的確な情報収集活動に役立てられている。

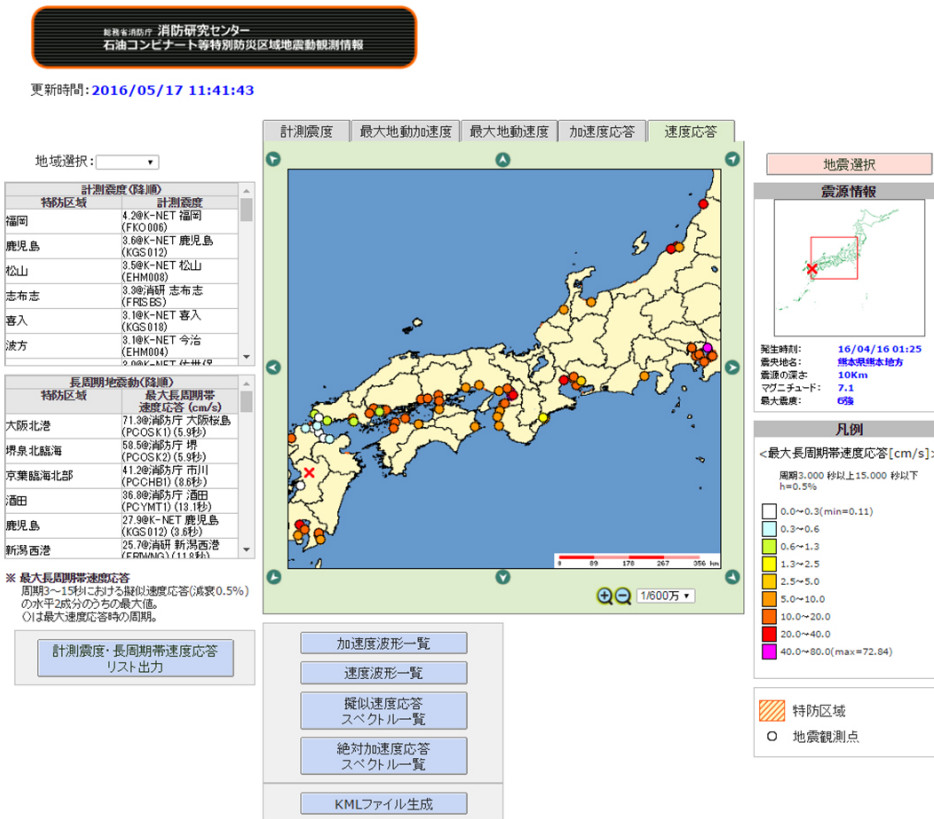


図5 「石油コンビナート等特別防災区域地震動観測情報システム」の出力画面
(平成28(2016)年熊本地震)

3.7.2 「石油コンビナート地震・液状化危険度統合シミュレータ(全国版)」の開発

このシステムは、3.7.1の「石油コンビナート等特別防災区域地震動観測情報システム」で収集された特防区域内またはその付近で取得された地震動データに基づいて、全国の特防区域について、長周期地震動の影響により各石油タンクに発生するスロッシング高さ、短周期地震動の影響により各石油タンクの側板に発生する円周方向引張応力、軸方向圧縮応力及びアニュラ部についての必要保有水平耐力を計算し、地震動によるタンクへの影響・被害を地震発生後すみやかに推定できるものである。計算・出力の仕組みの根幹についてはほぼできあがっており、全国的なタンクのデータ整備が目下の課題となっている。

また、本システムは、特防区域ごとに代表的な微地形区分をあらかじめ与えておくことにより、計測震度と微地形区分から液状化発生確率を推定する既存の簡便な式により、各特防区域の液状化危険度も地震発生後すみやかに推定できる機能を有している。

3.7.3 「石油タンク地震被害推定システム」の開発

このシステムは、主として事業所を対象として、大規模地震発生時の石油タンクの多様な被害を評価することのできるものである。タンクの経年劣化等の影響を考慮に入れることができるなど、3.7.2の「石油コンビナート地震・液状化危険度統合シミュレータ(全国版)」よりもきめ細かい評価ができることが特徴である。

3.7.4 緊急地震速報に基づくリアルタイムスロッシング予測

石油タンクのスロッシング被害の軽減を図るための方策としては、浮き屋根の耐震強度向上等の予防的方法と併せ、効率的なパトロールの実施、人員・資機材の効率的運用、引火防止、溢流危険物の拡散防止等を図るための可燃性蒸気の濃度測定、泡放射による流出油面の被覆、土嚢積み等の措置応急対応を効率的に行うことによって、被害を極小化することが考えられる。このような措置をできるだけ迅速・的確に行うためには、まず地震直後にどのタンクでどのような被害が発生し得る

のかを即時的に判断し、それに基づいた効率的な点検、対応を行うことが重要である。この目的のために、地震動観測記録に基づくリアルタイムシステムが構築されてきている。しかし、地震記録が得られた後での情報周知には通信の輻輳による遅延が考えられる。より確実な周知のためには、大地震直後に懸念される通信の輻輳が始まる前のより早い段階で、情報の受発信ができることが望ましい。そこで、平成19(2007)年から運用が開始された緊急地震速報を用いたスロッシング評価手法について検討してきた。さらに、このスロッシング評価手法とインターネット配信された緊急地震速報の震源情報に基づく種々の演算結果をメール配信できるシステムを、市販の手のひらサイズのLinuxサーバーで構築した。12基の石油タンクを対象としたシステム性能評価では、溢流危険度、浮き屋根損傷度の評価を緊急地震速報取得後0.4秒以下という短時間で行うことができることを確認した。平成23(2011)年東北地方太平洋沖地震の際、六ヶ所、男鹿、大分において受信された緊急地震速報の情報を入力し、システムの有用性についての検証を行った結果、スロッシング最大波高の計算値は測定値と比較すると過小評価となつてはいるものの、地震発生後極めて早い段階でおよそのスロッシング状況を把握することができ、初動体制の確立に寄与できるものと考えられた。

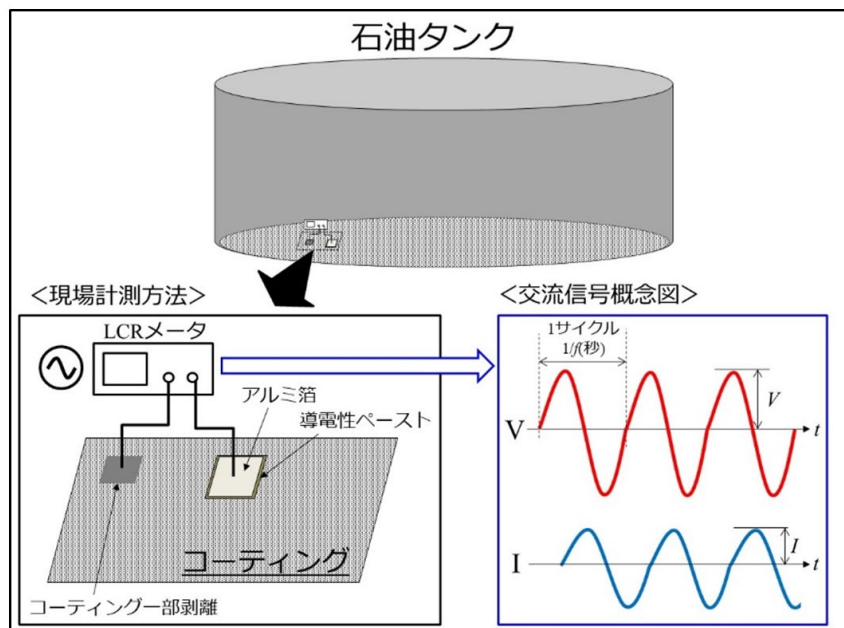


図6 石油タンク底板内面に施工されたコーティングにおけるインピーダンス測定方法の概念図

4 石油タンク底板内面に施工されるコーティングの健全性診断に関する研究

石油タンク内面の底部は、活性な腐食を引き起こすイオンを多量に含んだ水溶液に曝される厳しい環境である。そこで、腐食性水溶液と母材である鋼板の接触による金属の腐食を抑制するため、石油タンク底板内面には、耐久性の高い有機コーティングが施されるようになった。一般的に、コーティングが施工された鋼板の寿命は、未塗装のものに比べ、著しく長くなるものの、近年発生した危険物流出事故の中には、底板内面コーティングが何らかの要因で早期に劣化するとともに、鋼材の腐食開口が生じ、流出事故に至ったものも存在する。そのため、一定期間使用後に行われる開放検査において、コーティングの健全性を定量的に評価することは、事故の未然防止のために極めて重要と考えられる。

電気化学インピーダンス測定は、非破壊かつ定量的なコーティング健全性評価技術の一つである。図6に石油タンクにおけるインピーダンス測定の方法を示す。本手法の原理は、測定対象であるコーティングにある周期(周波数 f)の交流電圧(V)を印可し、交流電流(I)を検出することで、電気の“ながれにくさ”に相当するインピーダンス($|Z|=V/I$ など)を評価するものである。アルミ箔のような電極、導電性ペースト、LCRメーターなどの可搬計測装置をタンクに持ち込めば、フィールドでの評価も可能となる。本研究ではインピーダンス法を用いて、石油タンク底板内面に施される有機コーティングのインピーダンス特性を評価するとともに、実機タンクに適用可能な健全性診断方法について検討を行った。

4.1 コーティングのインピーダンス特性評価によるタンク健全性診断手法

石油タンク底板内面用のコーティングとして主流である、ビニルエステル樹脂系ガラスフレーク塗装鋼板の模擬腐食水溶

液(食塩水)への浸漬試験および20年以上もの長期にわたって供用されたコーティングの評価を通じて、インピーダンスの基礎的特性を検証した。インピーダンス測定では、測定対象で起こる物理化学現象を回路素子に置き換えて評価する、等価回路解析という手法がよく行われる。代表的な回路素子としては、抵抗RやコンデンサCといったものが挙げられるが、一般的に有機コーティングで生ずる物理化学現象は複雑であり、これらの単純な素子だけでは十分表現できない。そこで、抵抗とコンデンサの中間の特性を表現できる、Constant-phase-element(CPE)なる特殊な回路素子を導入して解析をしたところ、劣化初期から長期供用段階に至るまで、コーティングのインピーダンスはCPEの特徴を有していることがわかった。CPEのインピーダンス式は、それを特徴付ける2つのパラメータとして、CPE定数及び乗数のTとnを有するが、これらのCPEパラメータ値によってコーティングの長期的劣化をモニタリングできる可能性を、各種実験を通じて示すことができた。

コーティングの基礎的なインピーダンス特性の検証と同時に、実機石油タンクのフィールド調査を通じて採取した数十点の定点インピーダンスデータの詳細な分析を行った。その結果、コーティングのインピーダンス特性は、2つのCPEを並列に接続する等価回路モデルによって、正確に表現できることを示した。このことは、長期使用したコーティングの物理化学現象を、正確に捉えた評価ができる可能性を示唆した結果と考えられる。さらに、CPEパラメータTとnを散布図としてプロットし、その分布傾向からタンクの健全性を把握する手法を提案した。

4.2 統計的アプローチに基づく解析による健全性診断手法の高度化

広大なタンクから採取した定点データ群の解析として有望と考えられた、極値解析なる統計的手法を多点のコーティング電気的特性値に適用し、その健全性診断への活用可能性を検討した。ここで用いる統計的手法とは、「観測された一部のデータから、全体を推定できるとされる確率・統計論的手法」のことである。比較的多くのサンプルから得た観測極限值データ群は、母集団の持つ基本的な確率分布に応じて、Gumbel分布やFrechet分布といった、いくつかの極値分布に漸近することが知られているため、この性質を利用するものである。

検討の結果、測定領域にグルーピングされた採取データ群から抽出したコーティング電気的特性の最大値データ群は、代表的な極値分布であるGumbel分布、Frechet分布に従うと考察された。この特徴を利用することで、異なる石油タンクにおける健全性の比較評価や広大な底板内面コーティングの最大劣化値を推定できることを示唆できた。

最近の行政の動き

— 通知・通達等 —

有害使用済み機器及び産業廃棄物の保管場所等の防火対策等に係る関係部局との連携について

(令和元年7月18日付け事務連絡)

令和元年5月15日に茨城県常総市で発生した有害使用済み機器又はその疑いのある物の保管場所における火災に関連して、環境省から「有害使用済み機器及び産業廃棄物の保管場所等における火災防止について（通知）」が発出されました。

消防機関も産業廃棄物行政担当部局と密接な連携を図り、産業廃棄物等の集積場所の実態把握や火災予防指導の徹底をお願いします。

<https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/6ddb3d922b9dbd5f0d24e7fb09328814f7173643.pdf>

給油取扱所におけるガソリンの容器への詰め替え販売に係る取扱いについて

(令和元年7月25日付け消防危第95号)

令和元年7月18日京都府京都市伏見区において発生した爆発火災に鑑みて、給油取扱所においてガソリンの容器への詰め替え販売をする場合には、消防法令に適合した容器を用いて行うなど消防法令の遵守を徹底するとともに、購入者に対する身分証の確認や使用目的の問いかけ、当該販売記録の作成及び不審者発見時の通報への対応を、関係事業者団体に対して要請したことについて、都道府県及び消防本部へ通知しました。

https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/190725_kiho_95.pdf

平成30年中の都市ガス、液化石油ガス及び毒劇物等による事故状況について

(令和元年8月1日付け消防危第89号)

平成30年中の都市ガス、液化石油ガス及び毒劇物等による事故概要を取りまとめましたので、事故防止の資料として活用してください。

https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/190801_kiho_1.pdf

ガソリンの容器への詰め替え販売に係るリーフレットの送付について

(令和元年8月2日付け事務連絡)

令和元年7月25日に通知した「給油取扱所におけるガソリンの容器への詰め替え販売に係る取扱いについて」（消防危第95号）に掲げる取組み内容について、給油取扱所事業者向け及びガソリンを容器で購入するお客向けのリーフレットを作成しました。

https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/190802_kiho_jimu1.pdf

危険物規制事務に関する執務資料の送付について

(令和元年8月7日付け消防危第111号)

給油取扱所において、ガソリンの容器への詰め替え販売を行う場合について、「給油取扱所の技術上の基準等に係る運用上の指針について」（昭和62年4月28日付け消防危第38号。（以下「38号通知」という。））において、ガソリンの容器への詰め替え販売の数量は指定数量（200リットル）未満とする旨の解釈が示されていますが、38号通知の運用として、一定の安全対策を講じた場合に限り、指定数量以上のガソリンの容器への詰め替えを行うことができるという解釈を示しました。

https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/190807_kiho_111-.pdf

危険物の規制に関する規則の一部を改正する省令等の公布について

(令和元年8月27日付け消防危第98号)

危険物の規制に関する規則(昭和34年総理府令第55号)等の一部を改正し、①屋外タンク貯蔵所に係る水張検査の代替、②水素スタンドを併設する給油取扱所の技術基準の見直し、③地下貯蔵タンク等の定期点検期間の弾力化、④危険物施設の泡消火設備に係る合成樹脂の使用、に関する事項について、所要の規定の整備を行いました。

<https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/kikenbutsuhoanshitsu98.pdf>

屋外タンク貯蔵所に係る水張検査の代替に関する運用等について

(令和元年8月27日付け消防危第117号)

従来、屋外タンク貯蔵所の水張試験は、ノズル、マンホール等の取付工事、屋根に係る工事等について、基準の適用が除外されていたところですが、危険物の規制に関する規則の改正に伴い、これらに加え、構造上の影響を与える有害な変形がないタンクの底部に係る溶接部(ぜい性破壊を起こすおそれのないものに限る。)の補修工事のうち、タンク本体の変形に対する影響が軽微なものについても、今回の改正により当該特例の対象に追加されることとなったため、具体的な運用方法等についてとりまとめました。

https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/190827_kiho_117.pdf

危険物施設における風水害対策の徹底について

(令和元年8月29日付け消防危第124号)

令和元年8月27日からの大雨に伴い、佐賀県内の焼き入れ工場において焼き入れ油が大量に流出する事故が発生しました。危険物施設における風水害対策は、「風水害発生時における危険物保安上の留意事項及び危険物施設の被害状況調査について(平成30年9月27日付け消防危第179号)」において既に示しておりますが、浸水想定区域等に位置する危険物施設では、対策の徹底をお願いします。

https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/190829_kiho_124.pdf

廃プラスチック類に係る環境省の取組

(廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規則の一部改正)について

(令和元年9月5日付け事務連絡)

環境省は、外国政府による使用済みプラスチック等の輸入禁止措置等に伴い、国内の廃棄物処理施設がひっ迫している状況に鑑み、廃棄物の処理及び清掃に関する法律の一部を改正しました。本改正内容は、優良産業廃棄物処分業者では、廃プラスチック類の保管量が従前の2倍に緩和されるものです。

本改正に伴い、新たに火災予防条例上の届出が必要となる施設も想定されます。消防機関にあっては、関係者に対して適切な火災予防措置の指導をお願いします。

https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/190905_yobou_1.pdf



変更工事認定事業所制度の推進

堺市消防局 予防部 危険物保安課 危険物係
大野山 翔二

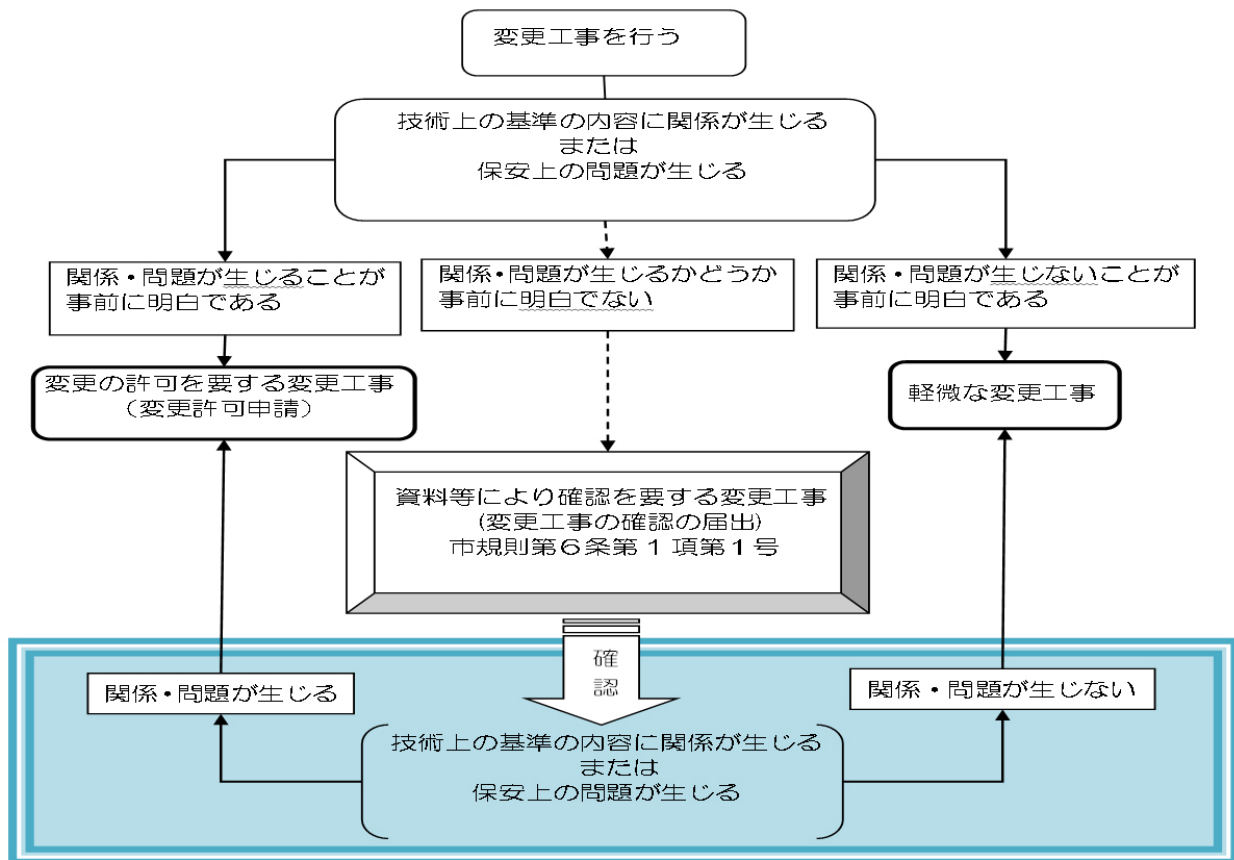
○堺・泉北臨海特別防災区域

堺・泉北臨海特別防災区域は大阪府堺市、高石市及び泉大津市の臨海部の産業集積エリアに位置する工業地帯です。区域面積は約 1,800 万㎡、石油貯蔵量は約 527 万 KL、石油取扱量は約 132 万 KL で堺市消防局の管轄エリアには約 830 事業所(うち特定事業所は 29 事業所)が所在しています。堺・泉北臨海特別防災区域は石油、化学、ガス、鉄鋼、金属製品といった多種多様な産業が立地する我が国有数の規模であり、近畿圏の経済や地域の雇用にも大きく貢献しています。

○変更工事の確認届出

危険物施設において行われる工事のうち、消防法第 10 条第 4 項の位置、構造及び設備の技術上の基準(以下「技術基準」という。)の内容に変更が生じる場合は、消防法第 11 条第 1 項の規定により市長村長等の許可を受けなければなりません。

一方、変更の内容はさまざまであることから、工事が行われる結果、技術基準に変更が生じるかどうかは、全ての工事において事前に明白であるわけではありません。工事の内容が技術基準に変更を生じるかどうか事前に明白ではない工事について、当局では堺市危険物規制規則により「変更工事の確認届出」の提出を事業所に求めて、事前に消防側が技術基準に変更が生じないかを確認しております。



注意： 内は、消防機関が確認する事項

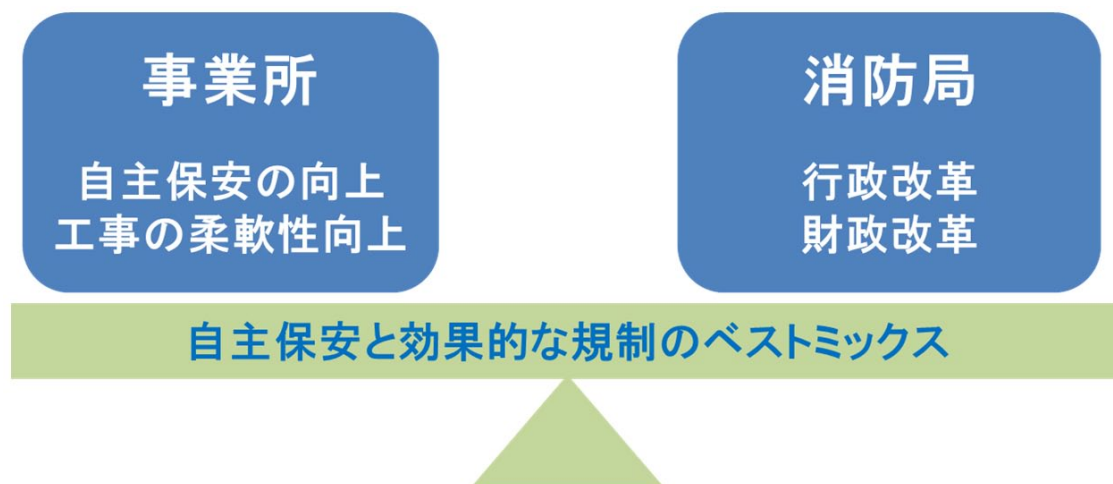
○変更工事の認定事業所制度

変更工事認定事業所制度は、変更工事において技術基準に変更が生じないかを自主的に確認できると市長が認めた事業所に対しては、原則、変更工事の確認届出の内容を事後に資料を確認することで足りるとする制度です。

本制度は石油コンビナート等特別防災区域内の事業所を対象として平成 27 年 4 月に制定し、現在 3 社の事業所を変更工事の認定事業所として認定しています。

○変更工事認定事業所制度の目的と狙い

変更工事認定事業所制度は単なる届出事務の省略ではなく、認定手続きによって安全性を担保しながら届出事務の合理化を実現することを目的としています。また、事業所の自主保安の向上を図ると同時に、事前規制である変更工事の確認届出に係る事務を合理化し、この事務に配分していた経営資源を事後チェックに配分することで行財政改革を図り、石油コンビナート地域の更なる事故防止に資することを狙いとしています（下図参照）。



○認定事業所の効果【事業所】

変更工事の認定事業所となったことによる事業所側のメリットとして期待されることは以下の事項が挙げられます。

- 事前の届出が原則不要となったことによる工事計画の柔軟性の向上。
- 認定取得のため「法令対応」、「保安方針」、「工事管理体制」、「各種規程関係」、「事業所の保安実績」に関する審査を受けることによる保安体制の向上。
- 上記審査において平成 26 年 5 月に内閣官房の主導により、消防庁、厚生労働省及び経済産業省が参加した「石油コンビナート等における災害防止対策検討関係省庁連絡会議報告書」で自主保安体制の向上に不可欠とされた第三者機関による評価（※）を受けたことによる保安体制の向上。
- 認定を継続するための更なる保安体制の向上。

（※）既に認定した 3 事業所では第三者機関による評価として危険物保安技術協会が実施している「危険物施設等の保安に関する診断」を活用した。

○認定事業所の効果【消防局】

変更工事の認定事業所となったことによる消防局側のメリットは以下の事項が挙げられます。

●届出数の大幅な削減（下表参照）。

事業所名 （※は認定年月）	H24～H27年度 平均届出数	H30年度 届出数	認定前後の 届出件数の差 （減少率）
A事業所 ※H28.12	66件／年度	9件	-57件（約86%減）
B事業所 ※H28.12	22件／年度	4件	-18件（約81%減）
C事業所 ※H30.3	82件／年度	14件	-68件（約82%減）
その他の第1種事業所 （11事業所）	250件／年度	223件	-27件
合計（第1種事業所）	420件／年度	250件	-170件（約40%減）

●届出数の減少に伴って事務が軽減されることにより生み出された時間の有効活用（下図参照）。

時間を有効活用し、取り組んだ新たな業務

- 当消防局管内における特定事業所で発生した事故について、類似事故の発生防止を図るため、事故の概要、発生原因及び再発防止対策等を取りまとめた「事故情報等共有シート」を作成し、石油コンビナート等特別防災区域協議会を通じて各事業所に周知するとともに、査察等の機会をとらえて類似事故防止に向けた注意喚起や対策の有無等のヒアリングを実施。
- 査察の実施率の向上を図るため、本部職員による署管轄の危険物施設に対する応援査察の実施。
- 自衛防災組織の防災要員に必要な基本的な知識及び技術を修得させるための教育訓練の実施。
- 腐食に伴う事故防止を図るため、事業所、大学及び消防が連携して実施する「危険物プラント等における腐食防止の高度化に資する技術の有効性検証業務」の企画及び運営。

○第3回予防業務優良事例表彰

変更工事の認定事業制度の仕組みと効果が評価され、第3回予防業務優良事例表彰で消防庁長官表彰を受賞しました。

同選考委員会からは「危険物施設の審査業務の軽減に関し、行政の簡素合理化、民間活力の増大のトレンドを踏まえて巧みな仕組みを構築している。届出数の大幅減など、実際に効果を上げていることも素晴らしい。他の消防本部にも大いに参考になる取り組みである。」とコメントを頂きました。



自衛防災組織等訓練検証

四日市市消防本部 予防保安課 安全指導係
藤原 敬介

●四日市コンビナートの沿革

四日市市は伊勢湾に面し、西に鈴鹿山脈を背負い、本州の中央に位置していることもあって、古来東海道の宿場として、また市場町として賑わってきました。

また、本市東面の海岸線中央に位置するのが四日市港となっており、人口約 31 万人の特例市となります。南部に第一コンビナート（塩浜地区）、北部に第二（午起地区）コンビナート、第三（霞地区）コンビナートが位置し、主要交通機関もおおむね南北に走っています。第一、第二及び第三コンビナートの範囲が、石油コンビナート等特別防災区域を指定する政令において「四日市臨海地区」と定められています。

当地区での化学工業は、第一コンビナートにおいて昭和 16 年から操業が開始され、戦後の昭和 25 年以降には、世界の動向に目を向け、石炭化学から石油化学に移行する方針のもと関係企業が次々に立地し、コンビナートを形成しました。

次いで、昭和 36 年以降には午起地区及び霞地区の埋立地が完成し、第二コンビナート及び第三コンビナートが発展、昭和 45 年には第一、第二及び第三コンビナートという一大コンビナートが形成されました。

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



●四日市コンビナート地域防災協議会の経過

当地区での企業活動は、種々の歴史的過程を辿りつつ現在のコンビナートを形成してきましたが、防災についてもいくつかの段階を経て今日に至っています。

昭和 34 年、当時のコンビナート地域の 11 社により自主的に「四日市地区化学工業安全協会」を結成、昭和 40 年には「四日市石油化学工業災害防止対策協議会」と発展改組し、労働安全衛生を中心として幅広い活動を進めてきました。

引き続いて、昭和 42 年には、高圧ガス関係の防災を主体とする「四日市コンビナート保安協議会」が生まれ、また、昭和 47 年に消防関係の保安の協議機関として「四日市コンビナート防災連絡協議会」を発足し、高圧ガス、消防、労働安全衛生に沿った各協議会の災害防止活動を続けてきました。

一方、昭和 48 年後半のコンビナート事故の多発等に鑑み、昭和 50 年 12 月石油コンビナート等災害防止法が制定され、四日市臨海地区が特別防災区域に指定されました。これを契機に協議会の一元化の機運が盛り上がり、コンビナートの実情調査、合理性等について協議を重ね、昭和 51 年に高圧ガス、消防、労働安全衛生の各協議会を発展的に解消して、新たな

四日市コンビナート地域防災協議会が発足されました。

●四日市コンビナート地域危険物事故防止アクションプラン

石油などの危険物を貯蔵し、取扱うコンビナート地域では、火災や事故が発生すれば大きな被害を招くおそれがあるため、事故等の未然防止を徹底することが官民の共通認識となります。また、近い将来、南海トラフの巨大地震発生 of 切迫性が指摘されています。

このような中、四日市コンビナート地域防災協議会と四日市市消防本部は、危険物による火災・事故の防止を目的に、指定した重点項目に基づく具体的な行動計画を官民一体で策定し活動することで、潜在危険の低減を図り危険物施設の安全性向上を推進することを基本方針とした「四日市コンビナート地域危険物事故防止アクションプラン」を策定しています。

本アクションプランの行動計画の一つとして「自衛防災組織等の充実及び災害対応力の向上」を挙げており、その具体的な取組みとして、四日市コンビナート地域防災協議会に加盟している 33 社において「自衛防災組織等訓練検証」を実施しています。

●自衛防災組織等訓練検証

特別防災区域において災害が発生した場合には、対応を誤ると被害の拡大を招くおそれがあるため、初動対応は非常に重要となります。自衛防災組織には、刻一刻と変化する災害状況、現場の最前線や計器室における活動の状況等、重要な情報の収集、伝達、分析及び共有を始めとして、それらの情報から災害の変化を先読みし、常に災害に対して先手の対応を打つ高い判断が求められます。

また、南海トラフ地震などの大規模な自然災害時には、事業所内の複数の施設で同時に発災することも予想され、このような大規模災害への対応力も強化していかなければなりません。

当市では、従前から四日市コンビナート地域防災協議会に加盟する全事業所に対し、比較的少人数から実施できる図上訓練の実施を推進してきましたが、事業所の災害対応能力の更なるレベルアップを目的として、自衛防災組織の強化及び公設消防隊との連携を主眼とした実動訓練を実施するとともに、その内容について検証することとしました。

本取組みは、事業所の実動訓練に消防職員が立会い、活動を検証した後に、事業所職員と意見交換も含めた反省会に参加するものです。検証職員の配置については「災害現場」だけでなく、事業所全体を俯瞰的に見て対応する「事業所本部」、プラントをコントロールする「計器室」など活動の要となる場所すべてに配置します。訓練後の反省会でも、「災害現場」、「事業所本部」、「計器室」各所の活動について、良好であった点、改善すべき点など事業所の規模や施設に応じた様々な指導、助言を行います。また、事業所職員は自身が行った活動についての率直な意見や疑問を発言し、その場で課題を共有することができます。

訓練内容については、事前に災害状況や活動内容が示されたシナリオ型の訓練だけでなく、災害規模、活動内容の一部もしくは全部が事前には示されず活動の中で、次々と状況を付与するブラインド型の訓練を設定する事業所、災害対応人数が比較的少数となる夜間、休日の発災を想定した訓練を実施する事業所など、自主的に負荷をかけた訓練にも取り組まれています。



放水活動



放水活動



事業所から公設消防への指揮権移行



ホワイトボードを活用した情報共有



写真により火災規模を表示



亀裂の表示



指揮所における検証風景



反省会の様子

●実施の成果

訓練検証において、公設消防隊が訓練に参加することで、事業所との連携について確認することができました。特に、公設消防隊が現場到着した際に、事業所からの必要な災害情報の円滑な提供や、指揮権の移行、その後の情報共有や消防活動時の行動などを検証したことで、今後のさらなる連携の向上に資することができました。

また、情報共有の効率化を図るため、ホワイトボード、マイク、スピーカーの活用、無線機の増設、さらには、現場に設置されたカメラの映像をリアルタイムで事業所本部へ送信するシステムなど様々な資機材を取り入れる事業所や、訓練において共通のイメージが持てるよう発災現場に火災、漏洩、亀裂などの写真やイラストを表示する事業所も見受けられ、活動の効率化だけでなく、訓練計画についても事業所毎に工夫されています。

そして、消防職員が検証者として、事業所内で実施されている実動訓練を俯瞰的に見て、事業所の規模や施設に応じた指導や助言を行い、自衛防災組織と意見を交換するため、コンビナートに係る規制や災害対応の要領などに対する理解を深めることができ、コンビナート規制に携わる人材のOJTとして良い機会となっています。

さらに、四日市コンビナート地域防災協議会に加盟する全事業所の実動訓練を消防職員が検証し、効果的である活動内容や資機材、または改善を必要とする部分など、検証結果を個別及び全事業所へとフィードバックすることで、四日市コンビナート地域防災協議会加盟事業所全体のボトムアップを図ることができます。

●おわりに

今回紹介させていただいた自衛防災組織等訓練検証について、第3回予防業務優良事例表彰で優秀賞を頂くことができました。

また、訓練検証について、各事業所からは、災害現場活動という観点から専門的な知見を持つ消防職員が訓練を検証することにより、自衛防災組織の更なる充実へと繋がるため引き続き実施してほしいとの積極的な意見も頂いており、現状に満足することなく、今後も四日市臨海地区のコンビナート地域全体として、より強固な自衛防災力の構築を目指したいと考えております。

めざせ自主保安の達人 第43回

あわてず行動するためには…



by makiko Kuzukubo

緊急時、パニックに陥るのは人間行動の特性と言えます。
 そのような時にあわてず行動するためには、日頃の準備や訓練、心構えが大切です。
 普段行っていないことは、本番で発揮されることはまず、ありません。 答え:4
 (令和元年度危険物保安技術講習会「緊急時の人間行動～パニック人間行動学～」より)