

Safety & Tomorrow 2024



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」(第6回)のWEB開催について(お知らせ)
<http://www.khk-syoubou.or.jp/news-detail.php?id=187>
- 「コーティング上からの溶接線検査に係る検討委員会」報告書の公開について
<http://www.khk-syoubou.or.jp/news-detail.php?id=232>
- 性能評価状況(令和4年4月1日から令和4年5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(令和4年4月1日から令和4年5月31日)を掲載しました。
http://www.khk-syoubou.or.jp/pkobo_news/upload/67-Olink_file.pdf



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





就任にあたって
危険物保安技術協会 理事長 小宮 大一郎 _____ 1



「危険物行政を取り巻く環境の変化」
全国消防長会危険物委員会委員長 川崎市消防局長 原田 俊一 _____ 2



●省力化された防災資機材等について
～大型化学消防車等の省力化に係る評価～ _____ 3
業務部

●第37回 危険物保安技術講習会《Web配信について》 _____ 12
事故防止調査研修センター



●「単独荷卸しに係る運行管理者研修会」の開催状況について _____ 13
事故防止調査研修センター

●屋外貯蔵タンクの「基礎」と「地盤」について(その1)
～特定タンク及び準特定タンクの基礎・地盤に係る技術基準～ _____ 15
土木審査部



●大型化学消防車等の省力化に係る再評価制度を活用しませんか? _____ 19
業務部

●「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 _____ 20
企画部

●地下タンク及びタンク室等の構造・設備に係る評価業務 _____ 22
土木審査部

●講習会等の開催予定のご案内 _____ 24
事故防止調査研修センター



屋外タンク貯蔵所の浮き蓋で発生した破損事故
四日市市消防本部 予防保安課 安全指導係 清水 康明 _____ 26



ファストデジタルツインで既設プラントのDXを加速する
～3Dビジュアル「INTEGNANCE VR」～ _____ 36
ブラウンリバース株式会社 代表取締役 金丸 剛久(日揮㈱より出向)



●危険物輸送の動向等を踏まえた安全対策の検討会について _____ 44
消防庁危険物保安室

●石油コンビナート災害対応への先進技術活用検討会について _____ 52
消防庁特殊災害室 高橋 芳和



屋外貯蔵タンク周囲の可燃性蒸気の滞留するおそれのある場所に関する運用に
ついて(令和4年8月4日消防危第175号) _____ 56
通知・通達等



第60回 対岸の火事と他山の石 _____ 57

ごあいさつ



就任にあたって

危険物保安技術協会
理事長
小宮 大一郎



7月12日付けで危険物保安技術協会理事長に就任いたしました。

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

当協会は、昭和51年に設立されて以来45年余が経ちますが、これまで、石油等の危険物を貯蔵する屋外タンク貯蔵所の安全性についての設計審査、保安審査等を行うとともに、危険物等に関する安全対策の向上に資するための各種の技術援助、調査研究を実施してまいりました。また、危険物関連設備等の性能評価、危険物運搬容器等の試験確認の業務、危険物施設等の保安に関する診断、危険物データベース登録確認書交付の業務、危険物施設等に係る事故情報の収集・分析、危険物に関する最新の情報等を提供する研修会の開催など幅広く業務を行っております。

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

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

今後とも、公正、中立な技術的専門機関として、カーボンニュートラルの実現やデジタル化に向けた動きなど、時代の要請に応えながら社会的使命を果たすとともに、技術力の向上・強化と業務の効率的かつ適正な運営を図り、危険物等に関連する保安の確保に努めてまいります。

引き続き、皆様方の一層のご支援とご協力をお願い申し上げます。



「危険物行政を取り巻く環境の変化」

全国消防長会危険物委員会委員長
川崎市消防局長
原田 俊一



政府が推し進めるデジタルガバメントは、2020年に世界中で拡大し、今なお収束されないCOVID-19を契機に、皮肉にも誰もがその重要性を実感し、社会全体のデジタル化が急激に加速しています。地方公共団体の火災予防分野においては、総務省消防庁が「火災予防分野における各種手続きの電子申請等の導入に向けた検討会」を設置し、電子申請等の標準モデルが構築されるなど、各消防本部における行政手続のオンライン化が推進されているところです。これまで、当たり前の如く実施されていた「書面主義、押印主義、対面主義」による手続きから「原則オンライン化」へと変容しつつありますが、例えば危険物施設の設置・変更許可申請は、膨大な添付資料、申請内容や不備事項の確認・訂正、手数料徴収、許可書発行等について整理すべき課題が多いため、各消防本部が情報を共有し効率的に対応していくことが大変重要であり、今後も課題解決に向けた取り組みが必要であると考えます。

一方、危険物を取り扱う事業所に目を向けてみますと、DX（デジタルトランスフォーメーション）の推進が図られていることを顕著に感じます。今まで、技術・経験・五感を頼りに行われてきた危険物製造所等の定期点検等は、IT・AI技術が組み込まれたロボットやドローンが人間を補助し、新旧データを即座に比較することで健全性が確認でき、経験の浅い職員でも一定基準の点検ができるようになりつつあります。将来的にはこれらのロボットやドローンを使ったオンラインによる危険物施設の完成検査等が予想されることから、我々行政機関は、安全の本質を見失うことなく、この流れに対応していく柔軟な思考が必要となってきます。

また、デジタル化とは別の動きの中で、国は、令和2年にカーボンニュートラル宣言を行い、2050年までに脱炭素化することを表明しており、その実現の鍵となる水素の社会実装に向けても動き出しています。事業で利用される水素は、その多くが海外の資源国から輸入されることとなりますが、川崎市では企業や国等多様な主体と連携して、水素とトルエンを化学反応により第4類引火性液体のMCH（メチルシクロヘキサン）に変換して海上輸送してきたものから、再び川崎臨海部の製油所内で水素を分離し、発電所で使用する実証を実施しました。このように、次世代のエネルギーが化石燃料から水素に移行したとしても、危険物の貯蔵又は取扱い行為は、今後も様々な形で継続することが予測されることから、我々行政機関は、更なる危険物の安全確保の推進に努めなければなりません。

このように危険物行政を取り巻く環境が急速に変化する中、全国消防長会危険物委員会といたしましては、従来の危険物行政に係る諸課題に加え、保安分野における包括的な新たな視点でもその役割が果たせるよう、全国の消防機関をはじめ多くの関係機関と連携を強化し、一体となって取り組んでまいり所存ですので、引き続き皆様の御支援と御協力をお願い申し上げます。



★ 業務紹介 ★

省力化された防災資機材等について ～大型化学消防車等の省力化に係る評価～

業務部

当協会では、「大型化学消防車等の省力化に係る評価」を平成10年に業務開始し、令和3年12月31日現在、これまで116事業所から申請を受けて評価をしております。

本省力化制度は、例えば、大型化学消防車や甲種普通化学消防車では、防災要員が5人必要ですが、一定の要件を満たせば3人に減員できる制度です。

特定事業所で車両等の更新を検討されている場合や、初めて省力化された防災資機材等の導入を検討されている場合においては、本稿を参考にいただければ幸いです。

なお、一度評価を受けている特定事業所においても、省力化の効果が有効に得られているか否かについて一定期間毎に防災要員の技量の確認を行うことが重要であると考えられることから、**再評価制度**を設けていますので、併せてご利用いただきますようお願いいたします。

1 省力化された防災資機材等とは

省力化された防災資機材等とは、防災活動における作業の省力化に資する装置又は機械器具を搭載した大型高所放水車、普通高所放水車、大型化学消防車、甲種普通化学消防車又は大型化学高所放水車のことをいいます。

石油コンビナート等特別防災区域に特定事業所を設置している特定事業者は、石油コンビナート等災害防止法（以下「石災法」という。）に基づき、自衛防災組織又は共同防災組織（以下「自衛防災組織等」という。）を設置しなければならないこととされており、この自衛防災組織等には防災資機材等を備え、防災要員を置かなければならないこととされています。

平成10年に石災法施行令等が改正され、一定の要件を満足する特定事業所の自衛防災組織等に一定の要件を満足する省力化された防災資機材等を備え付けた場合には、当該防災資機材等に置くべき防災要員の人数を減じることができることとされました。

消防車両1台につき必要となる防災要員の人数は省力化に資する装置又は機械器具と消防車両との組み合わせで異なり、その内容は表1のとおりです。

なお、表1に示す防災要員の人数は、省力化された防災資機材等を導入する特定事業所が一定の要件を満足していること及び省力化された防災資機材を運用する防災要員が運用に際して必要となる知識・技能を有している等の一定の要件を満足していることを前提としています。

表1 省力化に資する装置又は機械器具と消防車両との組み合わせによる防災要員の人数

	防災要員の人数	省力化に資する装置又は機械器具			
		遠隔操作装置	ホース延長用資機材	低反動ノズル	携帯無線機
大型高所放水車	2人	—	—	—	—
普通高所放水車	1人	○	—	—	—
大型化学消防車	5人	—	—	—	—
甲種普通化学消防車	4人	—	○	○	—
	3人	—	○	○	○
大型化学高所放水車	5人	—	—	—	—
	4人	注1	○	○	—
	3人	注1	○	○	○

注1： 遠隔操作装置を備え付けることが望ましいとされています。

本稿では、大型化学高所放水車を例に自動化システム、遠隔操作装置及び省力化に資する装置又は機械器具の解説を行います。

大型化学高所放水車の外観（例）を図1に示します。

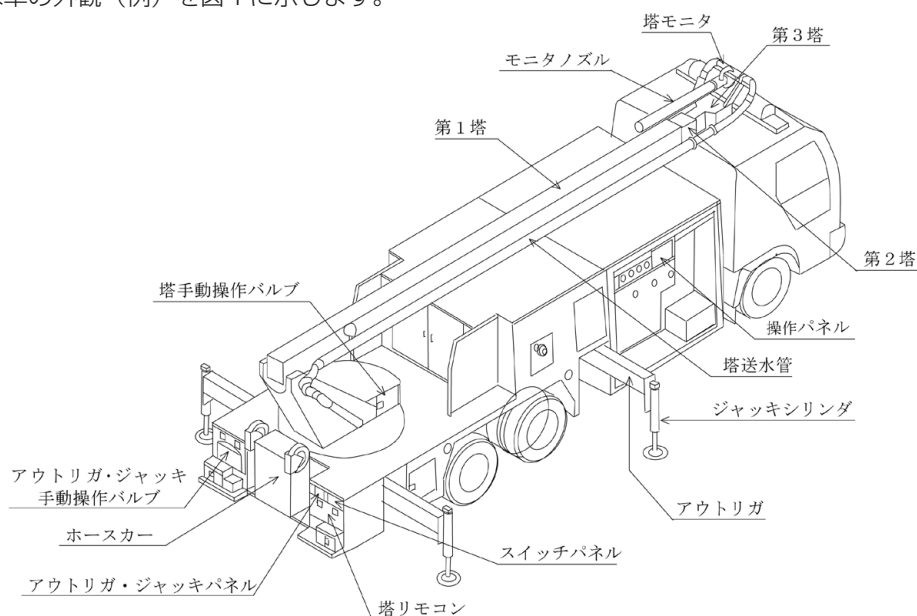


図1 大型化学高所放水車の外観（例）

2 自動化システム

自動化システムとは、大型化学高所放水車の省力化に際して、省力化に資する装置又は機械器具の搭載とあわせて、防災要員の負担を軽減するために泡混合操作及び送水操作等を自動化するシステムであり、一般的に次に示すシステムで構成されています。

なお、大型化学消防車、甲種普通化学消防車及び大型化学高所放水車の省力化に際しても自動化システムを備え付けることが望ましいとされています。

(1) 自動ドレンシステム

大型化学高所放水車の水配管及び泡原液配管は配管内部の腐食を防止する必要があることから、防災活動時以外は水及び泡原液が入っていない状態となっており、配管の要所に設けられているドレンコックは開の状態となっています。

自動ドレンシステムは、ポンプの操作と連動して水配管及び泡原液配管のドレンコックをポンプ操作時は閉に、操作終了後には開とするものです。

(2) 自動揚水システム

河川等の自然水利から吸水する場合に、真空から揚水までを自動的に行うものです。

(3) 自動泡吐出システム

図2に泡原液ポンプとしてギヤーポンプを用いた自動泡吐出システムの作動イメージを示します。

泡原液配管に設けられたバルブの自動開閉、泡原液ポンプの潤滑油の自動給油、泡原液配管のエア抜きを行い泡原液の流れを制御することによって自動泡吐出システムを円滑に作動させるものです。

泡放射待機中においても泡原液ポンプの圧力を逃がす構造となっています。

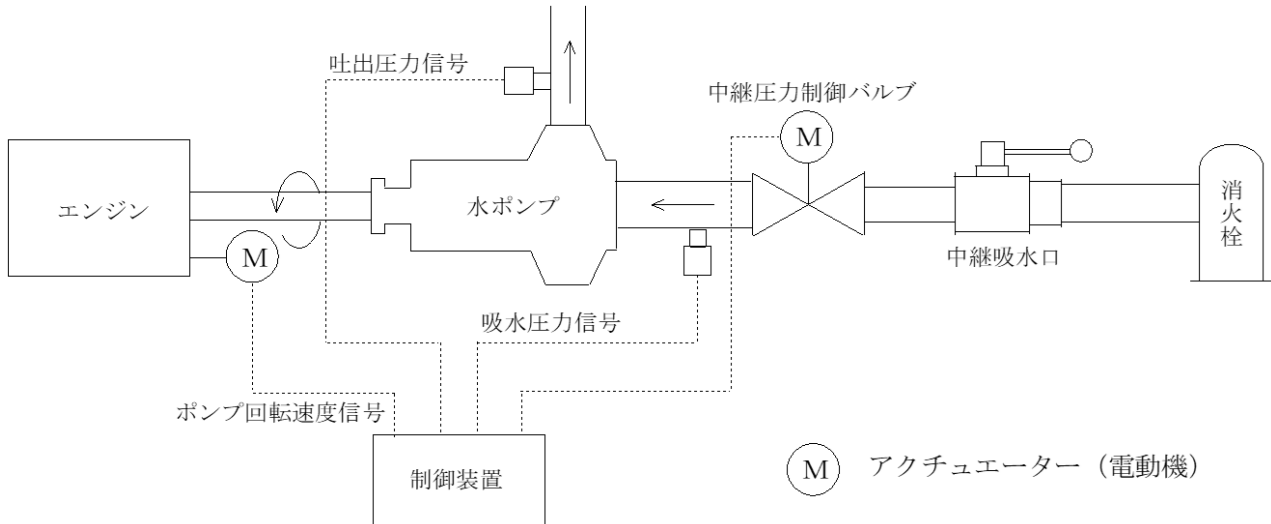


図4 自動圧力制御システムの作動イメージ

(6) 自動混合システム

図5に自動混合システムの作動イメージを示します。

泡原液ポンプによって加圧された泡原液を水ポンプの配管に圧入、混合する自動比例混合方式で、吐出量変動しても自動的に所定の比率で水と泡原液が混合されるものです。

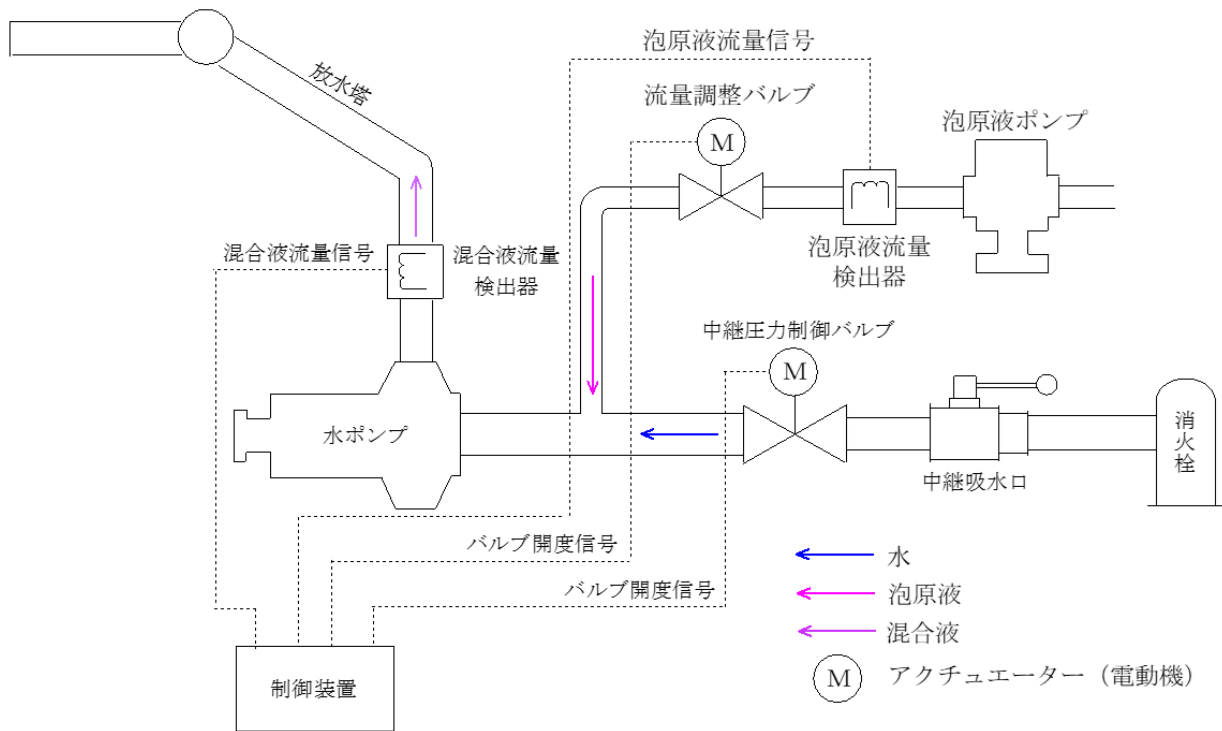


図5 自動混合システムの作動イメージ

(7) タンク残量監視システム

泡原液タンク内の泡原液残量が一定以下になった場合に、残量をランプで表示するとともに、ブザーで警報を発するものです。

(8) 操作パネル

写真1に操作パネル(例)を示します。

操作パネルには、主要コックの開閉状態、泡原液タンクの残量、混合液及び泡原液の流量値を表示するモニター、単独自動圧力や自動混合、その他の自動化のためのスイッチや警報関係機器が配置されています。



写真1 操作パネル（例）

3 遠隔操作装置

遠隔操作装置とは、起塔操作を自動的に行い、かつ、離れた位置において大型化学高所放水車の放水操作を行うための装置です。

(1) 起塔操作

起塔操作とは、大型化学高所放水車が放水できる状態まで放水塔を起す操作であり、車両内蔵型のコントローラー又は有線リモコン型コントローラーのスイッチを操作することにより図6に示すようにアウトリガ・ジャッキ張り出し、塔起立、塔伸長、ノズル展開までの一連の塔操作を自動制御するものです。

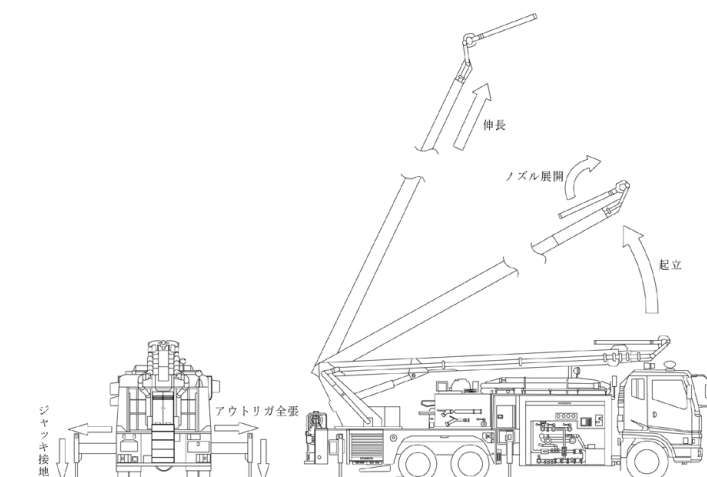


図6 起塔操作における自動制御のイメージ

車両内蔵型のコントローラーの外観（例）を写真2に示します。



写真2 車両内蔵型のコントローラーの外観（例）

(2) 放水操作

放水操作とは、大型化学高所放水車から離れた位置において放水の状態を監視しながら有線リモコン型のコントローラーにより塔操作、放水操作及び放水監視を行うことです。

有線リモコン型のコントローラーには、塔、ノズル遠隔操作レバー、スロットル上昇・下降、流量設定切り替え、自動・手動緊急停止スイッチ類や表示灯、流量や各種警報の表示灯が配置されています。

有線リモコン型のコントローラーの外観（例）を写真3に示します。



写真3 有線リモコン型のコントローラーの外観（例）

4 ホース延長用資機材

ホース延長用資機材とは、ホースカーにあらかじめ消火活動に必要な本数のホースを折りたたんで収納し、消火活動時にはホースカーを防災要員一人で引いてホースを引き落としながら迅速に延長できるようにしたものです。

したがって、防災要員が一人で容易にホースを運搬及び延長できる大きさ及び重さであることが必要です。

ホース延長用資機材の要件は次に示すとおりです。

- (1) 消火活動を行うために必要な長さのホースを運搬時において落下しないように確実に積載でき、かつ、当該ホースを容易に延長できる構造であること。
- (2) ホースの荷重により局部的な変形が生じないものであること。
- (3) 大型化学高所放水車に確実に固定でき、かつ、防災要員2人以内で安全かつ迅速に積卸しできること。

ホース延長用資機材の外観（例）を写真4に示します。



写真4 ホース延長用資機材の外観（例）

5 低反動ノズル

低反動ノズルとは、放水又は泡放射をする際に防災要員が受ける反動力を有効に減少させることができるノズルです。低反動ノズルは、どのようにして反動力を減少させるのか、従来から用いられているノズルとの比較を行うこととします。

写真5に示す従来から用いられている泡ノズルでは、図7に示すように防災要員が保持している高さから接地するまでの消防ホースの長さが長く、泡放射の反動力 F_0 とノズル、消防ホース及び混合液の重量 W の合力に対して2名の防災要員で保持することが必要でした。



写真5 従来の泡ノズルの外観（例）

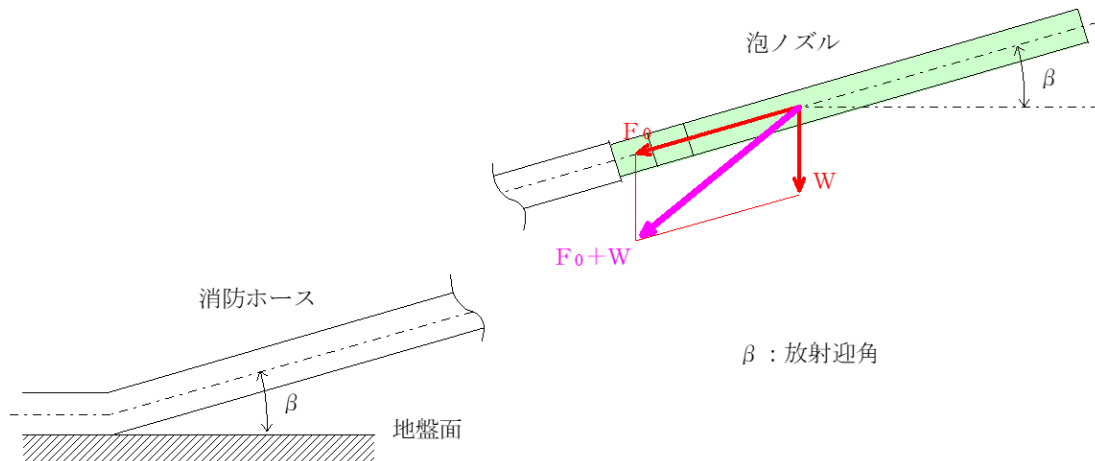


図7 従来から用いられている泡ノズルにおける力のバランス

写真6に示す低反動ノズルは、図8に示すように同じ高さでホースを保持しても消防ホースが接地するまでの距離が短く、また、泡放射の反動力 F_0 とノズル、消防ホース及び混合液の重量 W の合力は、消防ホースを介して地面に伝える力 F_R 及び F_R と直角方向の上向きの成分を持った力 F_H に分解することができるので、防災要員がノズルを保持するのに際しては、主に F_H に対する保持となり、防災要員が1名で保持することが可能となりました。

なお、低反動ノズルには、防災要員が一人で安全かつ有効に放水できるようにベルトが取り付けられていなければなりません。

また、放水量を手元で調整できる構造となっていることも必要です。

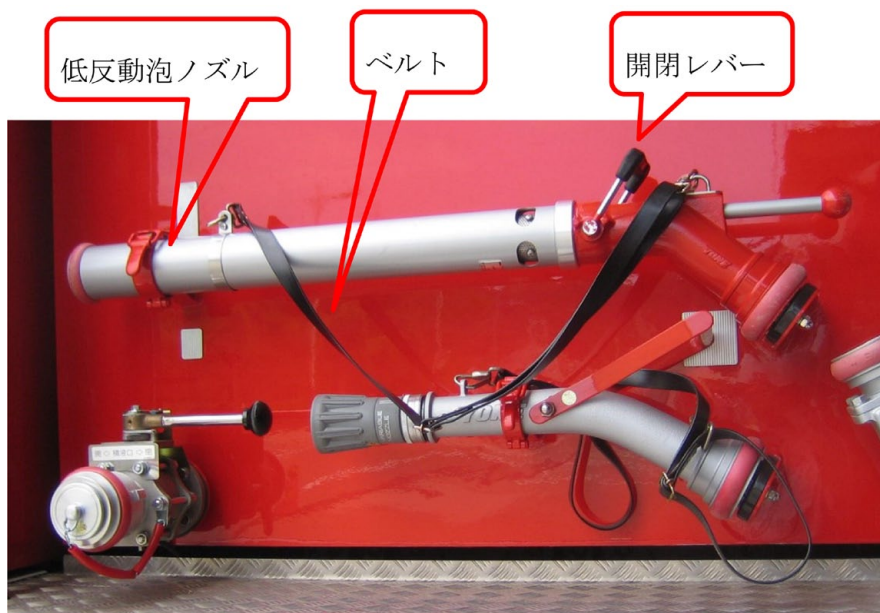


写真6 低反動ノズルの外観（例）

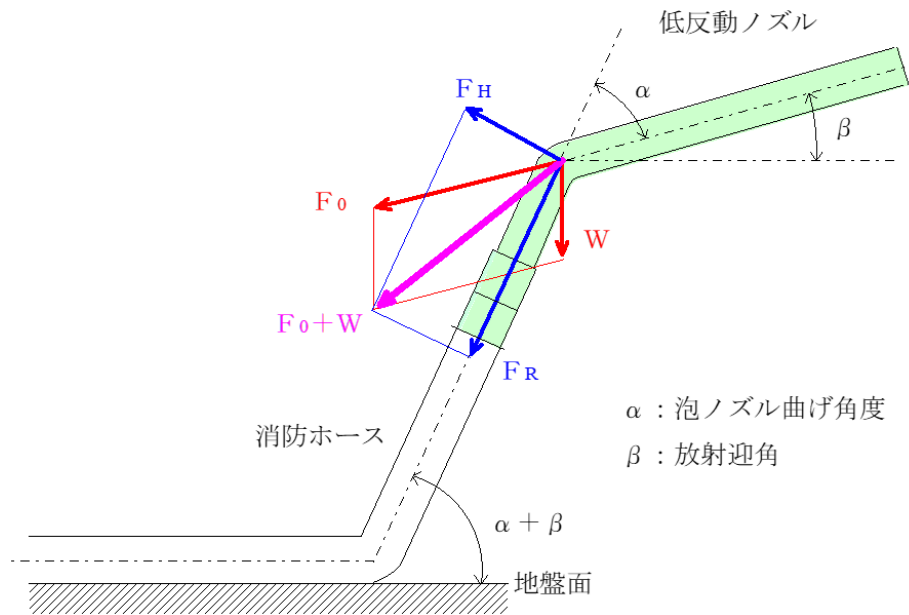


図8 低反動ノズルにおける力のバランス

6 携帯無線機

携帯無線機は、消火活動中に防災要員相互間の通信を行うためのものであり、従前、防災要員が「放水はじめ」、「放水止め」等の伝令を直接行っていたものを、無線通信で伝令することにより防災要員の減員に貢献することとなりました。

携帯無線機が具備すべき要件は次に示すとおりであり、一般的には特定小電力トランシーバーが使用されています。

- (1) 消火活動場所の範囲内で通信できる送信出力を有するものであること。
- (2) 消火活動の間、通信できる電源容量を有するものであること。
- (3) 特定事業所で使用している他の無線装置等の電波と混信しないこと。
- (4) 材料及び部品が、日本産業規格に定められた通信機能又はこれと同等の品質及び性能を有するものであること。
- (5) 屋外で消火活動を行う場合に使用するものであることから水に濡れても機能に支障がないものであること。
- (6) 消火活動に支障のない大きさ及び重さであること。
- (7) 消火活動に支障なく容易に操作できるものであること。

消火活動に支障なく容易に操作できるものとして、ヘッドセットを用いて通信を行う方法があります。

7 省力化に資する装置又は機械器具が有効に機能しない場合の運用

省力化に資する装置又は機械器具が有効に機能しない場合であっても、大型化学高所放水車としての有効性は確保されていなければなりません。

低反動ノズル、携帯無線機については予備品を用意することにより、ホース延長用資機材については予備ホースを手延べで延長することにより、それぞれ対応することは可能ですが、自動化システムと遠隔操作装置に関しては、次に示すような構造としなければなりません。

(1) 自動化システム

自動化システムが有効に機能しない場合であっても、自動制御により開閉されていたコックやバルブの開閉、エンジン回転調整等の操作はすべて手動で行える構造。

また、操作パネルの機能が喪失した場合であっても、適正な混合比の混合液とするために必要となる混合液の流量計及び泡原液の流量計の取付け。

(2) 遠隔操作装置

起塔操作がコントローラーの操作により自動的に行えなくなった場合、アウトリガ・ジャッキ張り出し、塔起立、塔伸長、ノズル展開までの一連の塔操作について、油圧バルブを手動で操作することができる構造。

有線リモコン型のコントローラーによる放水操作が行えなくなった場合には、塔コックの開閉、エンジン回転調整等の操作はすべて手動で行える構造。

8 大型化学消防車等の評価制度・再評価制度

省力化に資する装置又は機械器具を有効に運用するためには、防災要員には一定の技量が求められます。当協会では省力化された防災資機材等を導入する特定事業所における適合性等について第三者の立場で防災要員に対しても以下の内容について評価を行っています。

- (1) 省力化された防災資機材等を用いて防災活動を行うために必要となる知識・技能を有していること。
- (2) 省力化された防災資機材等を用いた防災活動を安全かつ迅速に行うことができること。
- (3) 防災活動における作業の省力化のための装置等が有効に機能しない場合においても、大型化学消防車等の運用が可能であること。

最後になりますが、「大型化学消防車等の省力化に係る評価」を受けた特定事業者から市町村長等への届出時に提出される当協会の評価結果を、市町村長等が確認を行う際に有効に活用することにより、当該事務の簡素・合理化及び統一的な運用に資することが期待される（平成10年4月13日付け 消防特第47号通知）とありますので、省力化された防災資機材等を導入予定の特定事業者の方は是非、当該評価制度をご活用いただきますようお願いいたします。

なお、当該評価を取得した特定事業所において、以下の場合には改めて評価が必要となりますので注意願います。

- (1) 大型化学消防車等を追加又は変更（更新を含む。）する場合
- (2) 携帯無線機の搭載に伴い防災要員を減員する場合
- (3) 共同防災組織の構成事業所を追加する場合
- (4) 前述した(1)～(3)以外にも大型化学消防車等を導入する特定事業所の省力化の有効性等に重大な影響を及ぼす変更を行うおとずる場合

また、当該評価を取得した特定事業所においては、省力化の効果が有効に得られているか否かについて一定期間毎に防災要員の技量の確認を行うことが重要であると考えられることから、当協会では大型化学消防車等を適切に活用し省力化の効果が有効に得られていることを継続的に確認するための再評価制度を設けています。

防災体制の大幅な変更等が行われた際や、評価を受けた日から概ね5年ごとに再評価制度をご活用ください。

【お問い合わせ先】

危険物保安技術協会 業務部 TEL 03-3436-2353



★ 業務紹介 ★

第37回 危険物保安技術講習会 《Web配信について》

事故防止調査研修センター

当協会では、都道府県及び消防機関等の危険物行政事務に従事されている職員の方々を対象に、危険物行政及び石油コンビナート等防災行政に関する最新情報の提供を目的として、昭和61年から「危険物保安技術講習会」を毎年度開催し、今回で37回目を迎えました。

昨年度同様、新型コロナウイルス感染症の拡大防止対策としてWeb配信といたしました。

講演内容は消防庁危険物保安室長から「危険物行政の最近の動向について」同じく特殊災害室長から「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。

また、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」、「性能評価・試験確認業務について」、「地下タンク貯蔵所のタンク室等に係る評価業務と屋外タンク貯蔵所の基礎・地盤の審査状況について」、「新技術を用いた屋外タンクの各種検査方法の実用化調査について、電子版立体構内図と電子版消火計画の開発について」、「セミナー・研修会等について」をテーマに説明しております。

Web配信は9月30日までとなっております。是非、この機会に当協会のホームページへアクセスしていただき、ご視聴いただければと思います。

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

【Web配信要領】

当協会において、事前に収録した講義をWeb配信しています。

① Web配信期間

令和4年8月15日（月）から9月30日（金）まで

② テキストのダウンロード

期間中、各講師が使用しているPowerPointのPDF版をダウンロードすることができます。

③ 視聴方法

ご視聴いただくには「危険物事故事例情報システム」のご利用登録が必要となります。また、ご利用登録がお済みでない場合は下記によりご登録ください。

協会サイト

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

危険物保安技術協会
事故防止調査研修センター

「単独荷卸しに係る運行管理者研修会」の開催状況について

事故防止調査研修センター

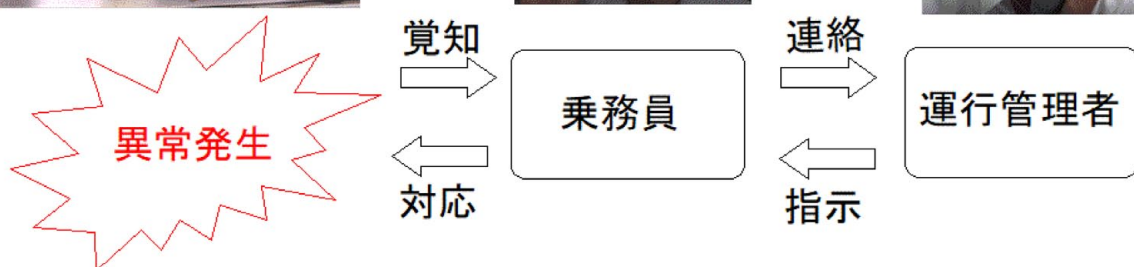
協会では、単独荷卸しの作業、運行管理に係る教育担当者等を対象として、単独荷卸しに係る危険物関係法令、単独荷卸しの仕組み、単独荷卸しの作業に係る留意点、異常及び災害発生時の対応等に関する知識の習得を目的とした「単独荷卸しに係る運行管理者研修会（以下「研修会」といいます。）」を平成29年度から開催しております。

研修会では、座学の他に実務的な内容を習得していただくための演習を組み入れております。従前の演習は、単独荷卸しに関する過去の事故事例を元に制作したビデオ映像を視聴していただき、問題点を抽出し、更に受講者が運行管理者であった場合にどのような対応をするかについて記述していただいた内容に基づいて講師が講評を行うという内容でした。

一方で、過去の事故事例については、単独荷卸しの仕組みに関する評価業務において改善が図られており、事故の発生要因となった「解除カード」や「予備の油種キー」などについては運送業者の車庫等において厳重に管理されるようになったことから、演習の素材として適さなくなってきました。

このようなことから、演習内容を見直し、単独荷卸し時に発生が予想される異常について、受講者の方が運行管理者であった場合にどのような対応をするかについて記述していただき、記述内容に基づいて講師が講評を行うという演習内容に変更し、令和3年度から実施しております。

演習の流れは、異常発生を覚知した乗務員が、運行管理者に異常発生状況を連絡するまでをビデオで視聴していただき、運行管理者として異常に対してどのように対応するかについて記述していただくというものです。



その後、対応の例をビデオ映像でご覧いただき、講師による補足説明、受講者の方が記述された対応等についての講評を行います。

併せて、最近の事故事例についての解説も行っております。

運行管理者は、異常発生連絡を受けた際に一人で対応しなければならないことが多く、多くの受講者の方が一人で考えることができよかったですというご意見をいただきました。

以下にアンケートに記述されていたご意見の一部を示します。

- ・ 事故を実際対応した事がなかったのでとても勉強になりました。
- ・ 私の業務と、乗務員、SSとの関係、そして供給者との関係の流れと約束（守るべき）とが理解できました。
- ・ 事例を基に説明いただき今後の業務に役立ちます。
- ・ もっとハイテク機器について勉強しないと乗務員に適切な指示が出せない事を痛感しました。
- ・ 実務経験が浅いので、解答説明は非常に参考になりました。
- ・ 各社システムが違い、対応の異なる点も有る事がわかった。
- ・ 最新の事故事例も紹介して頂いて今後の対策に大変役立ちます。実際の事例に対する説明も大変分かり易かったです。
- ・ 実際にも起こり得る事で訓練になりました。
- ・ 実際に事務所で経験した内容でしたので身近に感じて記入できました。
- ・ 他のパターンもやってみたいと思いました。乗務員研修会にも使用できるかもしれません。参考にさせていただきます。
- ・ 事故事例がとても難しかったです。しかし、それ故、非常に対応を考えさせられました。最善の方法を迅速に考える必要性を勉強させられました。
- ・ モデルケースで自分の考えをアウトプットできたので、実際にトラブルが発生したときの参考になった。
- ・ 異常事例対応演習については、正しい判断、行動を行うためにも、特に勉強となりました。
- ・ 今後、自分が同じ状況になった場合の想定をすることができ、大変役に立った。
- ・ 実際に起こりうる事例だと思うので、今後の対応に役立ちました。
- ・ 内容については分かりやすく、実際トラブルが発生した時の対応も勉強になりました。
- ・ 実際に現場で起こりうる事態ですが、いざその状態になった時に適切な判断をすることがここまで難しいとは思わなかった。
- ・ グループ討議より良かった。（自分の意見、考えることができる。）
- ・ 実際にあり得る事例で模範解答もあり勉強になった。特に絶対にやってはいけないことが参考になった。
- ・ 対応例のようにいつでも対応できるように準備しておきたい。
- ・ 対処演習は、会社ではなかなか教えてもらえないので勉強になりました。
- ・ 異常時の管理者の対応はとても重要であることがとてもよく理解できた。

演習については、今後も題材を変えて受講される方々の実務にますます役立つ内容としてまいります。

屋外貯蔵タンクの「基礎」と「地盤」について（その1） ～特定タンク及び準特定タンクの基礎・地盤に係る技術基準～ 土木審査部

1 はじめに

昭和49年に発生した水島重油流出事故を受け、昭和52年に容量1,000kL以上の屋外タンク貯蔵所が「特定屋外タンク貯蔵所」（以下「特定タンク」という。）と位置づけられ、タンク本体と基礎・地盤についての技術基準が強化されました。一般的に、この技術基準により設置された特定タンクは「新法タンク」と呼ばれています。

一方、技術基準が強化される以前に設置されていた容量1,000kL以上の特定タンクは「旧法タンク」と呼ばれ、平成6年にタンク本体と基礎・地盤についての耐震基準が規定されました。この耐震基準に適合するものを「新基準タンク」と呼ばれています。

平成7年に発生した兵庫県南部地震では、比較的小さな屋外タンク貯蔵所に被害が多く発生したことから、平成11年に、容量500kL以上1,000kL未満の屋外タンク貯蔵所のタンク本体と基礎・地盤の技術基準が規定され、「準特定屋外タンク貯蔵所」（以下「準特定タンク」という。）と位置づけられました。

以上の経緯で、特定タンクと準特定タンクの技術基準が強化されましたが、本稿では、特に、特定タンクと準特定タンクの基礎と地盤に関する現行（新法）基準について、その概要や技術基準を解説します。

なお、本タイトルの内容については、本号より3回に渡って掲載予定としており、次号は、基礎に着目し、基礎の再評価に関して、その留意点等について解説することとしています。

2 基礎と地盤の概要

消防法令において「基礎」と「地盤」は、次のように解説されています（図1）。

【基礎】→ 地盤上に構築されるタンクの支持構造体

【地盤】→ 地表面下のタンクの支持部分

実際の基礎は、地表面下にもある程度根入れされていますが、法令上は地表面を境に、基礎と地盤とに区分されています。

「基礎」は、タンク本体からの荷重を直接受け、タンクを安全に支える構造体として構築されます。「地盤」は、構造体を支える土や岩等の総称で、基礎を介して伝達される荷重に対して耐え得ることが要求されます。タンク本体等の荷重は、基礎を介して最終的には地盤に伝達されるため、タンク本体と基礎の安定性を維持するためには、地盤の安全性が非常に重要となります。

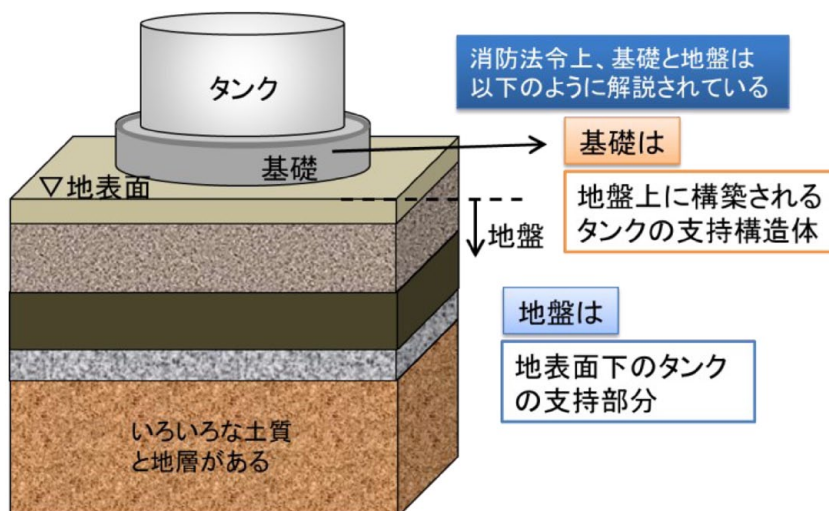


図1 屋外貯蔵タンクの「基礎」と「地盤」

基礎と地盤をさまざまな観点から比較してみると、図2に示すとおりとなります。

材料的な観点からみると、「基礎」は、鉄筋コンクリートや砕石といった規格等で規定された所定の強度を有する材料を用いて人為的に構築されます。一方「地盤」は、地盤改良した場合を除き、自然に堆積したものか、一部埋め立てられたもので構成されるため、不均質でバラツキをもっているという特徴があります。

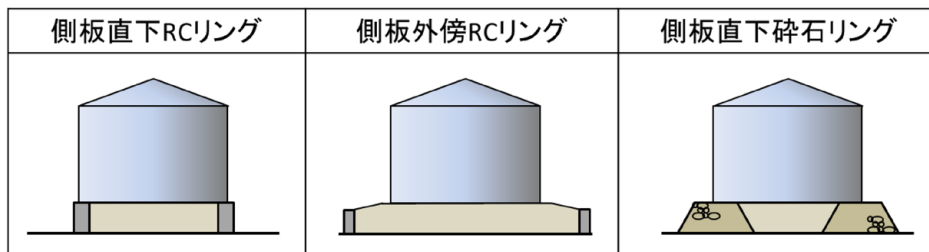
基礎・地盤と聞くと、同じようなイメージをいだきがちですが、基礎と地盤の性状等は大きく異なります。

	基礎	地盤
材料的な観点から	・人工的な材料(鉄筋コンクリート、砕石等)で構成される	・自然に堆積したもの、又は一部人工的に盛土したもので構成される
材質・性状の観点から	・使用する材料は規格化されたもので、かつ、性状は明らかな	・地盤の性状は、不均質でバラつきがあり、土の粒径等により性質(粘土、砂質土)が異なる
確認方法の観点から	・目で確認しながら品質管理と施工管理を行う	・直接、目で確認することができない。調査ボーリングによる限定された箇所での情報に頼らざるを得ない
設計的な観点から	・技術基準に適合するよう材料を選定して設計できる(比較的、柔軟な対応ができる)	・技術基準に適合しない場合、地盤改良等を要し、多大な費用と時間を要する

図2 「基礎」と「地盤」の比較

3 基礎の分類

薄肉構造で可とう性の高いタンク本体の構造的特徴を考えると、タンクを支持する基礎も、ある程度の変形に追従できるような柔軟性のある基礎の方がタンク底板に悪影響を及ぼさないと考えられています。したがって、従前より「盛り土基礎」形式が多く採用されており、現行の特定タンクや準特定タンクの技術基準も、図3に示すような盛り土基礎形式の基礎を想定して政省令等が規定されています。



RC: 鉄筋コンクリート

図3 盛り土基礎(特定タンク)の例

図4に特定タンクの場合の基礎分類を示しますが、盛り土基礎は、タンク荷重等を直接地盤に伝達するため、一般的な大分類では「直接基礎」に該当します。昭和52年の政省令等の改正以降、側板の外側に鉄筋コンクリートリングを設置し、鉄筋コンクリートリングから側板直下付近まで砕石で補強した基礎形式が採用されるケースが多くなったことから、このような基礎は直接基礎に該当する「リング基礎(図5)」とされ、昭和57年消防危第17号通知でその技術基準が規定されました。

盛り土基礎やリング基礎は、工学的には「浅い」基礎に分類されますが、「深い」基礎として「杭基礎(図6)」という基礎形式も屋外タンク貯蔵所の基礎に採用されています。杭基礎は、タンク等の荷重を杭を介して地盤に伝達する基礎形式であり、杭基礎に係る技術基準は、リング基礎と同様、昭和57年消防危第17号通知により規定されています。

近年は、特定タンクの基礎形式では、リング基礎と杭基礎が採用されるケースがほとんどです。

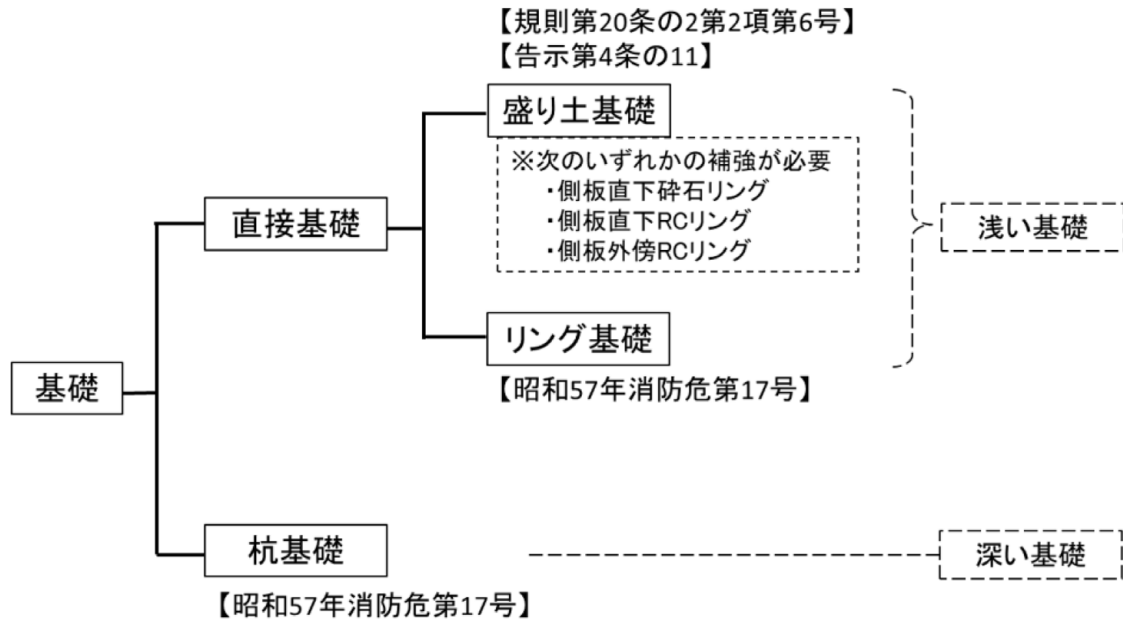


図4 特定タンクの場合の基礎分類

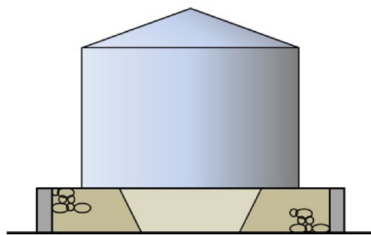


図5 リング基礎の例(昭和57年消防危第17号)

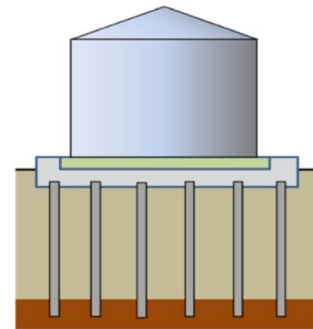


図6 杭基礎の例(昭和57年消防危第17号)

準特定タンクの基礎も、特定タンクと同様、直接基礎と杭基礎に分類されます(図7)。準特定タンクの場合、液状化のおそれのある地盤に設置することができる基礎形式が規定されているということが特徴の一つとなります。

告示第4条の22の7に規定されるRCスラブ基礎、側板直下RCリング基礎及び側板外傍RCリング基礎が、液状化する地盤上に設置することができる基礎形式とされています。

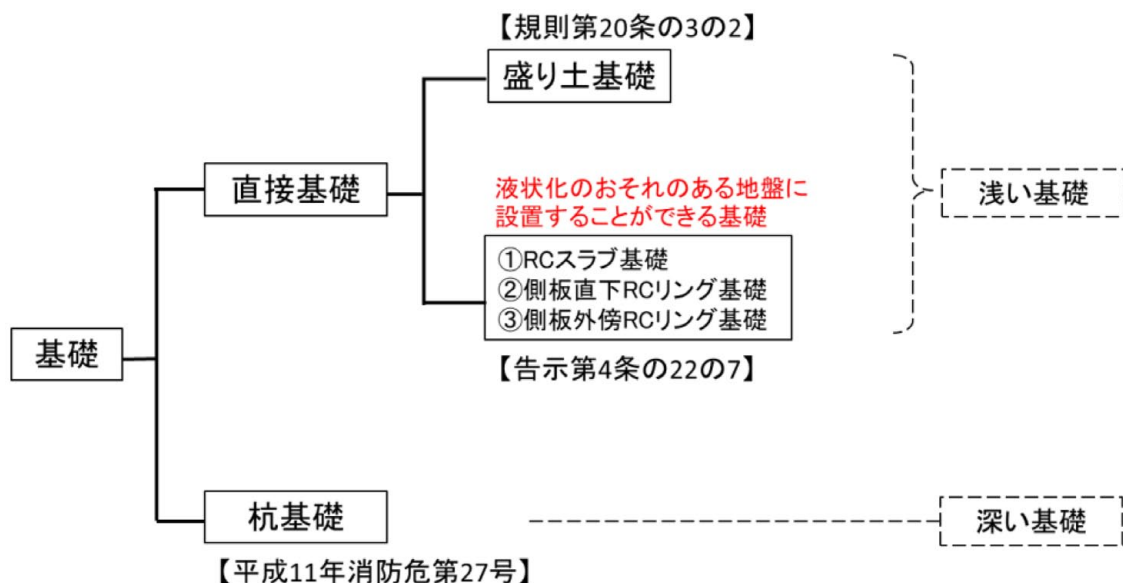


図7 準特定タンクの場合の基礎分類

4 基礎・地盤に係る技術基準の比較

特定タンクと準特定タンクの基礎・地盤に係る現行基準の比較を表1に示します。

上段が直接基礎（特定タンクはリング基礎、準特定タンクは外傍 RC リング基礎を想定）、下段が杭基礎における比較となっています。

特徴的なところは、直接基礎及び杭基礎の両方において、特定タンクの方が、部材寸法や安全率が大きく取られているところがあり、準特定タンクより厳しい基準となっています。また、準特定タンクは液化化する地盤に設置できる基礎形式が規定されていますが、特定タンクは、原則、地盤の液化化を許容していません。

直接基礎の支持力は、準特定タンクの場合、一般的な土木構造物の基礎が採用している「安全率3.0」と同じとされていますが、特定タンクの場合、安全率は「1.5」と少し小さめの値(緩い基準)となっています。これは、特定タンクの場合、一般的な土木構造物の基礎より平面的に大きな面積を有するため、タンク本体等からの荷重を分散できるという構造的な特徴から、1.5の安全率とされています。

杭基礎では、特定タンクの場合、堅固な支持地盤まで杭が到達する「支持杭」として設計する必要がありますが、準特定タンクの場合は、杭が堅固な支持地盤まで到達しない、いわゆる「摩擦杭」の設計手法も可能とされているところが特徴となっています。

表1 特定タンク及び準特定タンクの基準比較表

		特定タンク	準特定タンク
直接基礎 (対象: リング基礎)	基礎	<ul style="list-style-type: none"> RCリングの強度 天端幅40cm以上 基礎の局部すべり 安全率1.2以上 	<ul style="list-style-type: none"> 外傍RCリングの強度 天端幅20cm以上 基礎の局部すべり(RCリングの高さが70cm以下の場合のみ) 安全率1.1以上
	地盤	<ul style="list-style-type: none"> 支持力…安全率1.5以上 計算不等沈下 D=15m未満 不等沈下0.05m以下 D=15m以上 直径に対する不等沈下の割合 1/300以下 液化化…限界N値法 液化化は許容されない (対象最大深度:地表面から15mまで) 	<ul style="list-style-type: none"> 支持力…安全率3.0以上 計算沈下…計算沈下量0.15m以下 ただし、H/D>1.0の場合 計算沈下量は 0.15×D/H以下 液化化…次のいずれかの方法による <ul style="list-style-type: none"> 地表面から3m以内 地下水位、限界N値法、FL値法 地表面から20m以内 PL値法 ※液化化のおそれのある地盤に設置することができる基礎構造がある
杭基礎	基礎	<ul style="list-style-type: none"> スラブ厚さ: 杭径+10cm以上 犬走りの勾配 1/20以下 砕石層の厚さ 30cm以上 	<ul style="list-style-type: none"> スラブ厚さ: 杭径以上 犬走りの勾配「勾配を確保する」 砕石層の厚さ 25cm以上
	地盤	<ul style="list-style-type: none"> 支持力 支持杭(安全率:常時3.0、地震時2.0) (摩擦杭は認められない) 液化化(原則許容されない) 	<ul style="list-style-type: none"> 支持力 支持杭(安全率:常時3.0、地震時2.0) 摩擦杭(安全率:常時4.0、地震時3.0) 液化化(液化化層は土質定数を低減)

5 さいごに

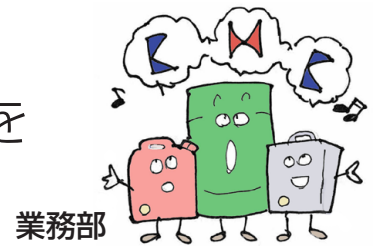
屋外タンク貯蔵所の基礎と地盤の技術基準は、一般的な土木・建築構造物にはみられないタンク本体の構造的特性(可とう性に富んだ柔軟な構造物である)を考慮して規定されています。また、特定タンクと準特定タンクの基礎・地盤の技術基準は、タンク規模や荷重差等に応じて、安全レベルに差が設けられています。

「地盤」を設計する際には、調査ボーリングが実施されますが、特定タンクの場合、一般的に1基当たり最低3本の調査ボーリングが実施されます。タンク建設地点の広い範囲において、わずか3本程度の調査ボーリング結果により地盤の設計を行うため、既往文献等も含めて、地盤状況をいかに予想・推定し、設計に反映するかが重要となります。

地盤調査位置や本数等は、慎重に検討する必要があります。調査ボーリングに関して不明な点がある場合等は、協会土木審査部にご相談ください。

KHKからの
お知らせ

大型化学消防車等の省力化に係る再評価制度を活用しませんか？



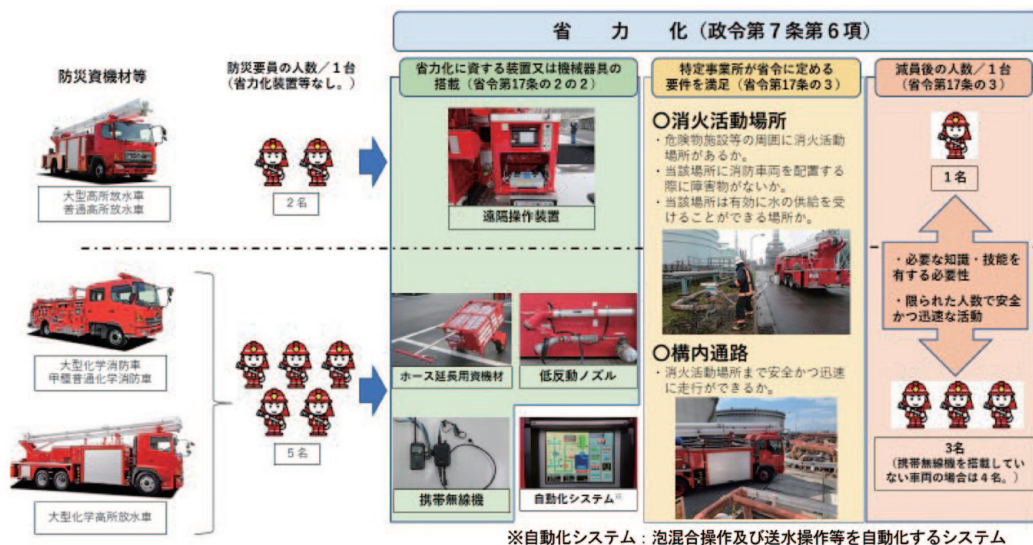
◆ 大型化学消防車等の省力化に係る評価とは

石油コンビナート等特別防災区域に特定事業所を設置している特定事業者は、石油コンビナート等災害防止法に基づき、自衛防災組織又は共同防災組織（以下、「自衛消防組織等」という。）を設置しなければならないこととされており、この自衛防災組織等には、防災資機材等を備え、防災要員を置かなければならないこととされています。

特定事業所の自衛防災組織等に一定の要件を満足する省力化された防災資機材等を備え付けた場合には、当該防災資機材等に置くべき防災要員の人数を減じることができます。

当協会では、省力化に資する装置又は機械器具を搭載した大型化学消防車等を製造するメーカーの評価、当該大型化学消防車等を備え付けた特定事業所（共同防災組織を含む。以下同じ。）の評価（以下「特定事業所評価」という。）を行っています。

防災資機材等の省力化（防災要員の減員）のイメージは図1を参照してください。



※自動化システム：泡混合操作及び送水操作等を自動化するシステム

図1 防災資機材等の省力化（防災要員の減員）の概略図

（図中の政令は「石油コンビナート等災害防止法施行令」、省令は「石油コンビナート等における特定防災施設等及び防災組織等に関する省令」を示します。）

◆ 再評価制度とは

特定事業所評価は、平成 10 年に本評価業務を開始して以降、100 を超える実績がありますが、一度評価を受けている特定事業所においても、省力化の効果が有効に得られているか否かについて一定期間毎に防災要員の技量の確認を行うことが重要であると考えられることから再評価制度を設けています。

防災体制の大幅な変更（例えば委託先の変更やベテラン隊員の退職など）が行われた際や、評価を受けた日から概ね5年ごとに本再評価制度を活用しませんか？

なお、大型化学消防車等の省力化に係る評価の詳細については、下記URLの「省力化された防災資機材等について (Safety & Tomorrow No204)」を参照してください。

http://www.khk-syoubou.or.jp/pdf/magazine/204/gyoumu_report01.pdf

【お問い合わせ先】 危険物保安技術協会 業務部 03-3436-2353

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



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6回）の **WEB 開催** について、お知らせします。

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意見交換を図ります。

2 実施内容

株式会社ビーエヌテクノロジー

「防爆型モバイル機器を使用した危険物施設における作業効率化と災害時における活用について」

危険物施設などの可燃性蒸気が滞留する恐れのあるエリア内で電子機器を使用する場合、防爆タイプの使用が求められています。今回は Zone1 まで使用出来る本質安全防爆タイプのモバイル機器を使った日々の点検業務などへの活用事例を取り上げて、その作業効率化についてご紹介します。

メーカーによるプレゼンテーション（約 50 分）、フリートーキングの時間（約 1 時間）

3 開催日時

日 時：令和4年 10月 25日（火） 14時～ 16時

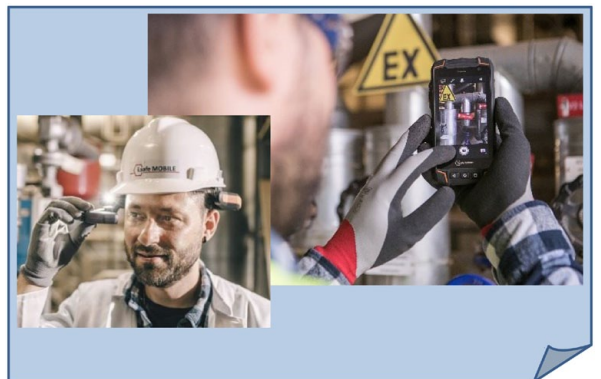
4 参加・傍聴方法

開催方法：WEB 開催（Cisco Webex Meetings）

参加費：無料

弊会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。



https://www.bn-technology.co.jp/product/hmt_1z1_1.htm
（株式会社ビーエヌテクノロジーのホームページより）

「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=lh-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

令和元年度から研究会を立ち上げ、計5回開催しました。

前回の実施内容は、日揮株式会社による「ファストデジタルツインで既設プラントのDXを加速するINTEGNANCE VR」について、201名の方にご参加いただき、プラントでの活用方法や災害現場への展開について、意見交換が行われました。

全参加者数 201名

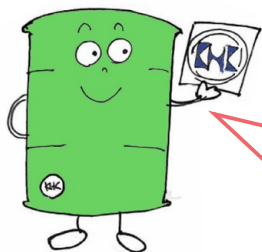
内訳：消防関係機関（19名）、事業所関係（172名）、その他（10名）

その他、過去5回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 <http://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】

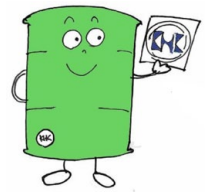
危険物保安技術協会 企画部企画課 陣鎌・森

TEL 03-3436-2353 / FAX 03-3436-2251

E-mail kikaku@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

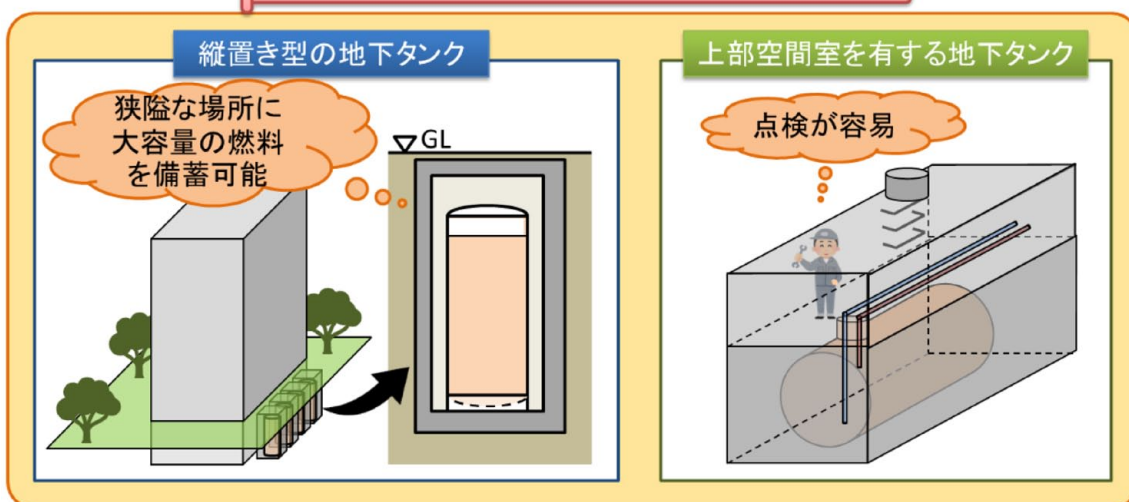


土木審査部

◆ 設置形態が多様化する地下タンク貯蔵所

非常用発電設備を稼働させるための燃料を備蓄する地下タンク貯蔵所の設置形態が多様化しています。例えば、使用できるスペースが狭隘なため、タンク本体を縦置き型とするケースや配管等の点検・管理を容易にするため、タンク室上部に地下空間を設けるケースがあります。いずれのケースも、消防法令上、想定していない形態ではありますが、設置は可能です。ただし、これらのケースのように、平成18年消防危第112号通知の構造例において想定していない設置形態については、個別に検討する必要があるとされ、必要に応じて第三者機関の評価資料を活用されたいとされています（H30年消防危第72号及び73号）。

このような形態でも設置は可能！

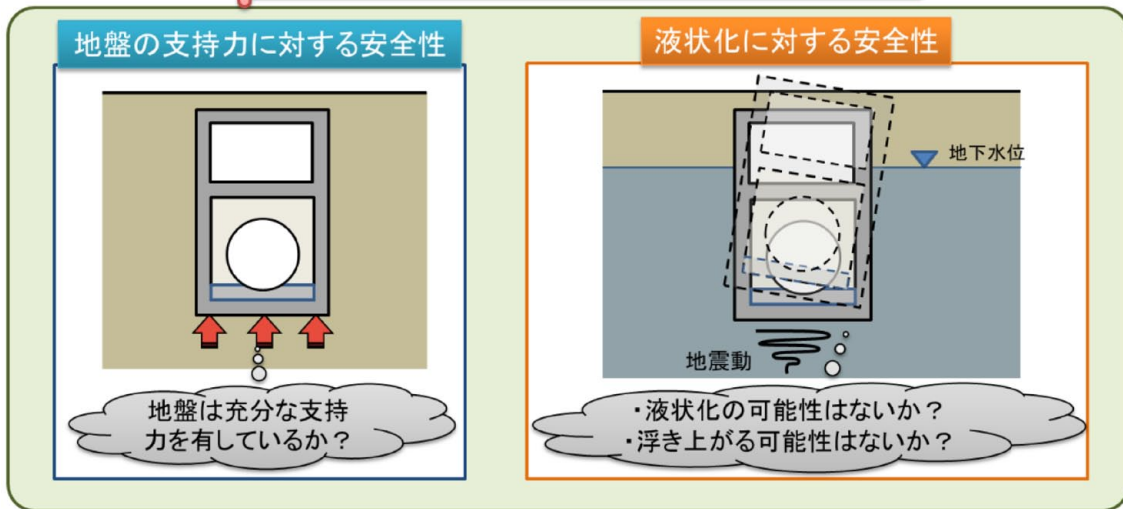


◆ 危険物施設に関する豊富な審査経験を活かした評価

危険物保安技術協会は、これまで公正・中立的な立場で「屋外タンク貯蔵所」の審査を行ってきた経験を活かし、多様化する「地下タンク貯蔵所」に対しても、構造等の安全性について、確実な評価を行います。地下タンク貯蔵所の基準には、地盤に関する事項（支持力・液状化等）について、特段の規定はありませんが、地中構造物として考えるべき事項と捉え、安全性を確認し報告しています。



付加的な要素も確認して報告します！



◆ 本評価業務のメリット

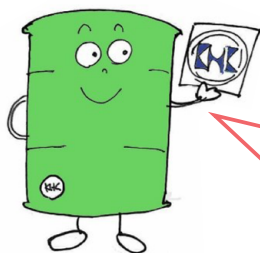
本評価業務は、所轄消防本部への設置許可申請前に、消防法令では想定していない設置形態の地下タンク貯蔵所について、その安全性を確認しています。評価業務においては、申請者等と質疑応答を繰り返しながら、消防法令に基づいた適切な構造計算書に整えるとともに、安全性等の確認結果は「評価結果通知書」に取りまとめ、申請者に報告しています。この評価結果を踏まえ、設置許可申請がなされますので、消防本部で行う審査事務の一部を効率化することができます。

◆ R4 年度受託実績

本評価業務に係る今年度の受託実績（8月末現在）の件数を下表に示します。
都道府県別にみると、東京都6件、北海道1件となっています。

R4年度受託実績件数（8月末現在）

	縦置き	横置き	小判型等	変更	合計
R4年度	1	3	1	2	7



【お問い合わせ先】

危険物保安技術協会 土木審査部
 (担当)：土木審査課長 赤塚
 TEL 03-3436-2354
 E-mail akatsuka@khk-syoubou.or.jp



講習会等の開催予定のご案内

事故防止調査研修センター

◆令和4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。また、関係機関や特定事業所等には開催案内をお送り致します。

(講習会等に関する当協会ホームページ <http://www.khk-syoubou.or.jp/seminar/>)

◇◇保安技術講習◇◇

No.	名称	開催時期	開催場所
1	危険物保安技術講習会 ※1	8月15日～9月30日	web配信

◇◇防災管理研修等◇◇

No.	名称	開催時期	開催場所
1	・防災管理者研修会 (防) ※2 ・副防災管理者研修会 (副) ※2 ・再研修会 (再) ※2 ・災害対策本部企画運営訓練 ※5 ・緊急記者会見訓練 ※5	9月30日 (副)	札幌市 北農健保会館
		6月23日 (防)、24日 (副) 【追加開催】8月24日(再) 8月25日 (副)、26日 (再) 10月14日 (副) 11月17日 (防)、18日 (副) 令和5年2月2日 (防)、3日 (副)	東京都 危険物保安技術協会
		12月13日 (防)、14日 (副)	名古屋市 AP名古屋 名駅
		7月14日 (防)、15日 (副) 9月15日 (副)、16日 (再)	大阪市 大阪科学技術センター
		11月28日 (防)、29日 (副)、30日 (再) 令和5年1月13日 (副)	岡山市 ピュアリティまきび
		7月21日 (副)	周南市 ホテルサンルート徳山
		7月5日 (防)、6日 (副) 令和5年3月1日 (副)、2日 (再)	北九州市 毎日西部会館
		2	危険物基礎研修 ※3
3	危険物施設総合研修訓練	10月11日～10月12日	東京都 危険物保安技術協会(1日目) 横須賀市 海上災害防止センター(2日目)

◇◇事故防止セミナー◇◇

No.	名称	開催時期	開催場所
1	危険物事故事例セミナー ※4	令和5年2月頃	未定(都内) ※web配信のみとする場合があります。

◇◇保安技術専門講習会◇◇

No.	名称	開催時期	開催予定地
1	屋外タンク実務担当者講習会 ※4	会場：11月下旬 Web：令和4年12月15日～令和5年1月31日	未定(都内) ※web配信のみとする場合があります。
2	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)	令和5年2月(初)・(再)	東京都 危険物保安技術協会
		令和5年3月(初)・(再)	大阪市 エル・おおさか
3	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)	12月5～6日(初) 12月7日、8日、9日(再)	東京都 危険物保安技術協会
		令和5年1月24～25日(初) 令和5年1月26日、27日(再)	(会場変更) 大阪市 大阪科学技術センター
4	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 ・初めて受講する方対象(初) ・再講習(再)	8月31日(初)、9月1日(再)	札幌市 北農健保会館
		6月15日(初)、16日(再) 【追加開催】9月6日(再) 9月7日(初)、8日(初) 令和5年1月18日(初)、19日(再)	東京都 危険物保安技術協会
		12月14日(初) 12月15日(再)	名古屋市 名古屋港湾会館
		10月4日(初)、5日(再)	大阪市 大阪市立阿倍野防災センター
		10月19日(初)、20日(再)	倉敷市 ライフパーク倉敷
		7月27日(初)、28日(再)	北九州市民防災センター
		11月15日(初) 11月16日(再)	北九州市民防災センター
		11月15日(初) 11月16日(再)	北九州市民防災センター
5	単独荷卸しに係る運行管理者等研修会 ※2 ・運行管理者(運) ・危険物保安監督者(危) ※5	6月29日(運) 8月31日(運)	東京都 危険物保安技術協会
6	地下貯蔵タンクの砕石基礎に関する施工管理者研修会 ※5	随時	ご希望の開催地

◇◇保安防災対策研修◇◇

No.	名称	開催時期	開催場所
1	保安・防災対策に関する研修 ※5	随時	ご希望の開催地

- ※1 本年度は web 配信のみでの開催です。
- ※2 「防災管理者研修会」、「副防災管理者研修会」、「再研修会」、「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 e ラーニングのみでの開催です。
- ※4 都内での集合研修及び web 配信を予定していますが、新型コロナウイルス感染症の感染拡大状況により web 配信のみとする場合があります。
- ※5 出前出張研修のみでの開催です。

<令和4年度のトピックス>

講習会等の開催にあたり新型コロナウイルス感染症対策を講じていきます。また、オンライン研修の実施にも取り組んでいきます。

屋外タンク貯蔵所の浮き蓋で発生した破損事故

四日市市消防本部 予防保安課 安全指導係
清水 康明

1. 発災施設の概要

危険物施設：内部浮蓋付き固定屋根屋外タンク貯蔵所（以下、タンクという。）

設置許可日：昭和46年12月17日

変更許可日：平成27年7月29日（FRT（※1）からCFRT（※2）へ変更）

材 質：鋼板

寸 法：直径11.6 m 高さ10.6 m 【図1参照】

許 可 容 量：980 KL（液面計数値：9,241 mm）

許 可 品 目：危険物第四類第一石油類非水溶性 軽質ナフサ（以下、ナフサという。）

貯 蔵 温 度：常温（保温材なし、加温設備なし）

消 火 設 備：第一種屋外消火栓設備、第三種泡消火設備、第四種及び第五種消火器

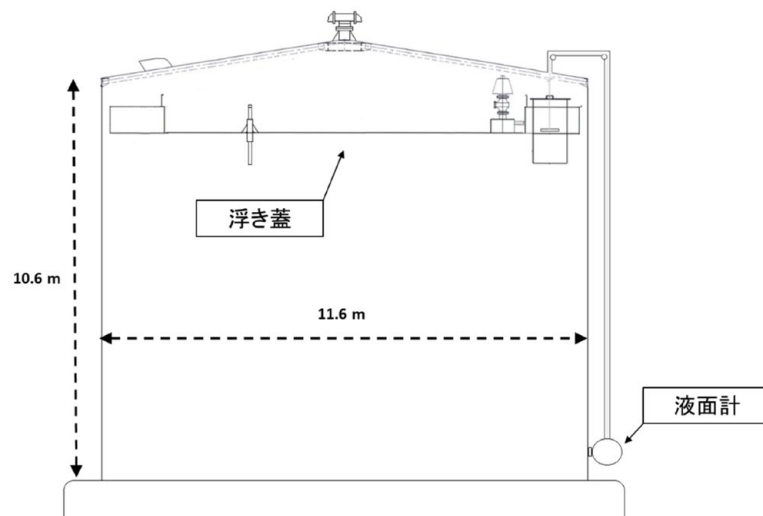


図1. タンクの立面図（断面図）

2. 事故の概要

覚知日時：令和2年5月15日（金）11時15分

天 候：曇 気温：21.6℃ 風速：2.0 m/s 湿度：68%

被害状況：人的被害なし（事業所外への影響なし）

物的被害あり 浮き蓋付属のアトモス弁（※3）破損

ゲージウェル（※4）破損

屋根板変形

ナフサが浮き蓋デッキ上へ21.6 KL漏えい

防御活動：自衛防災組織による警戒筒先配備（公設消防は活動なし）

当事故は、石油コンビナート等災害防止法における、特別防災区域四日市臨海地区の特定事業所内で発生したものであ

る。当事故が発生した危険物施設は、固定屋根があり、かつ内部に浮き蓋があるタンクで、石油精製後のナフサを貯蔵しておくためのものである。ナフサは揮発性が非常に高く、蒸発損失（可燃性蒸気の発生）を抑えるためにタンク内には浮き蓋が設置されている。

当事故は、液面計の不具合により液面計数値が液面実測値よりも小さく表示されたため、タンク内貯蔵量を誤認識し、ナフサをタンクへ過剰に送液したことに起因している。その結果として、タンク内部にある浮き蓋と屋根板とが接触、浮き蓋に付属しているアトモス弁及びゲージ jewels が破損、さらにはアトモス弁を介して浮き蓋上にナフサが漏えいしたものである。【図2から4参照】

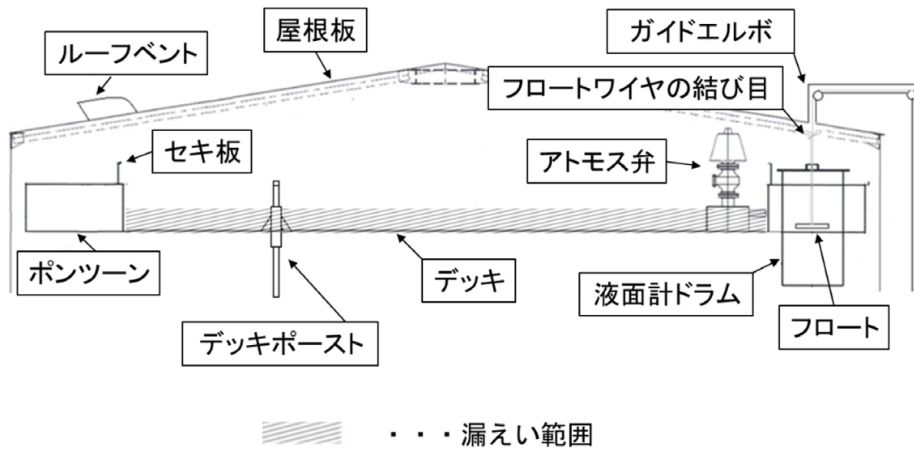


図2. タンクの詳細図

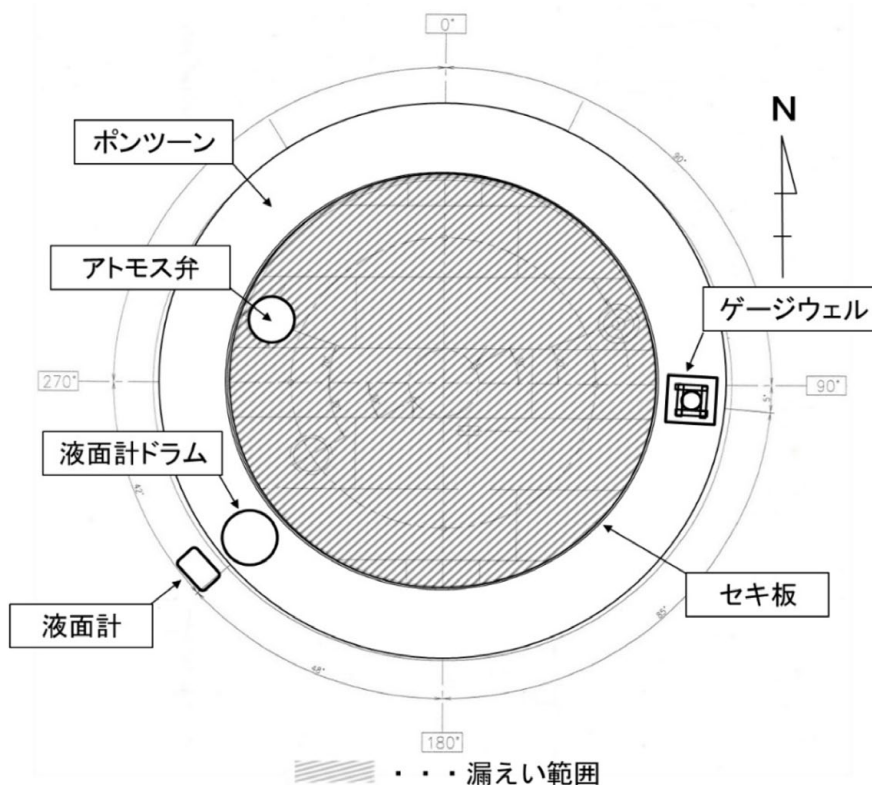


図3. 浮き蓋平面図

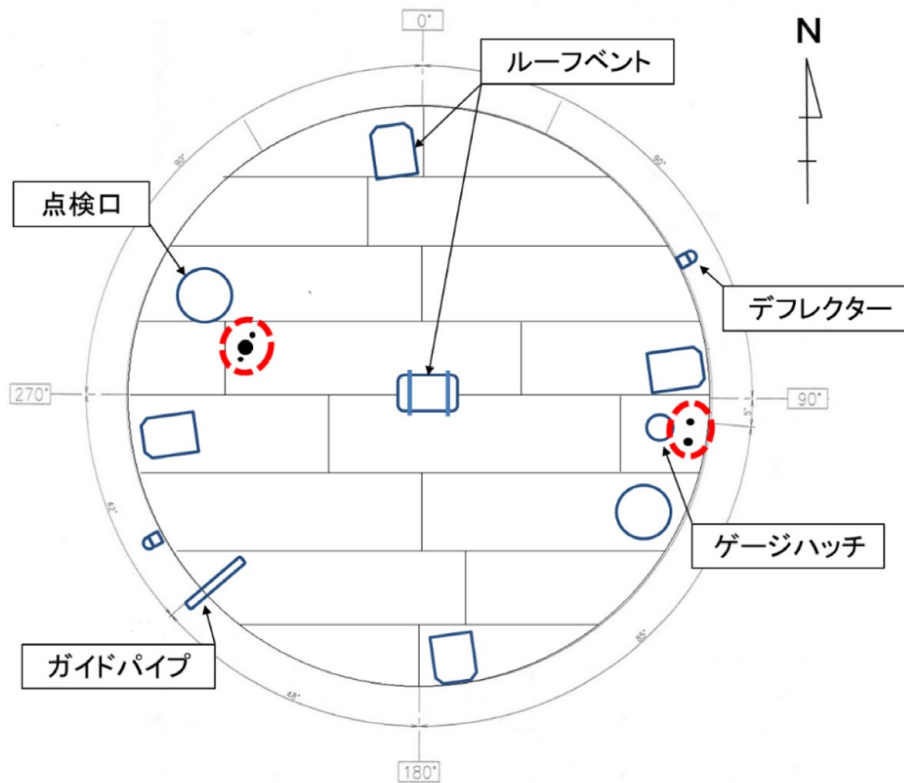


図4. タンクの平面図及び屋根板変形箇所（点線赤丸）

3. 破損状況

アトモス弁の上部には変形があり、ゲージウェルの東側にも変形があった。アトモス弁とゲージウェルの位置、破損状況及び屋根板の変形箇所から、アトモス弁とゲージウェルが屋根板に接触したと推測できた。【写真1、2 図3、4参照】



写真1. アトモス弁の破損状況（点線赤丸）



写真2. ゲージウェルの破損状況（点線赤丸）

4. 時系列

5月13日（水）

10時00分 常圧蒸留装置（※5）からタンクへ送液開始

15時46分 バランス異常発生アラーム（※6）の鳴動

15時59分 タンクへの送液を停止

19時12分 液面計が動かないこと及びポンツーン（※7）の位置が通常よりも高いことから、事業所内緊急通報

5月14日（木）

7時00分 フロートワイヤ（※8）の結び目がガイドエルボ（※9）の位置にあることを確認

5月15日(金)

8時55分 「タンクの液面が通常より高い位置にある」と消防本部へ電話連絡

11時15分 9時15分にタンクの浮き蓋デッキ上に液体があることを確認し通報

5月18日(月)

14時30分 屋根板のゲージハッチ(※10)から検尺を実施し、液面計の校正を実施

校正前 液面実測値: 9,760 mm

液面計数値: 8,817 mm

差異: 943 mm

校正後 液面実測値: 9,760 mm

液面計数値: 9,762 mm

差異: 2 mm

15時40分 タンクから他のタンクへ送液開始

5月19日(火)

14時30分 液面実測値: 6,061 mm

液面計数値: 6,078 mm

差異: 17 mm

5月21日(木)

2時07分 浮き蓋デッキ上の液体調査のため水張り実施。

5月22日(金)

10時00分 浮き蓋デッキ上に液体を確認

13時50分 浮き蓋デッキ上の液体がナフサと推定(液体密度から推定)

14時15分 浮き蓋デッキ上の液体を回収実施。

5. 事故発生後のナフサ脱液作業

懸念事項として、浮き蓋デッキ上と浮き蓋下には大量のナフサがあることによる火災危険があり、また、タンク内部の浮き蓋上部には窒素を大量に送り込んでいることによる酸欠危険が懸念された。また、脱液作業前である5月18日時点ではタンク本体や浮き蓋などの内部の破損状況がわからず、ナフサの脱液作業により不測の事態が発生することが懸念された。

これらの懸念事項から最も安全な脱液作業手順が必要とされたため、事業所と消防本部とで協議し、以下の方法により脱液作業を実施した。

浮き蓋上部空間に窒素を満たし、タンクから他のタンクへ2回に分けて送液を実施した。これは、1回目と2回目の送液の間に検尺を実施し、校正時と校正後の測定結果から液面実測値と液面計数値との追従性があることを確認するためである。

脱液が進行すると浮き蓋のデッキポスト(※11)がタンクの底板に当たる。また、タンクから他のタンクへ送液していた配管ではタンク底部に溜まったナフサを回収できなくなるため、可搬式ポンプによる脱液作業を行った。【図5参照】

脱液作業後、浮き蓋上に液体が残留しているか調査をするために、タンクに注水した。これは、浮き蓋の破損状況によって脱液作業中に浮き蓋デッキ上の液体が残留している可能性があり、また浮き蓋下のナフサを水に置き換えデッキ上の液体を安全に調査・脱液するためである。

タンクに注水後、浮き蓋デッキ上に液体を確認したため、サンプル採取し、その密度からナフサと推定し、ルーフベント(※12)から検尺し、浮き蓋デッキ直径とその深さから漏えい量21.6KLを算出した。浮き蓋上の液体をすべて回収し、その後、水をすべて抜き取り、ナフサの脱液作業を完了とした。【図6参照】

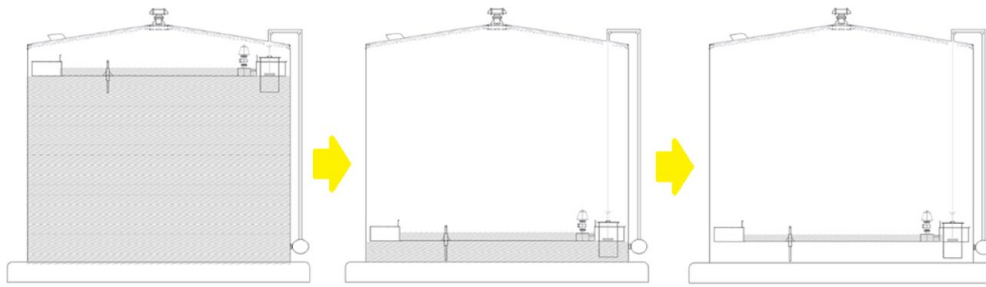


図5. 脱液工程1

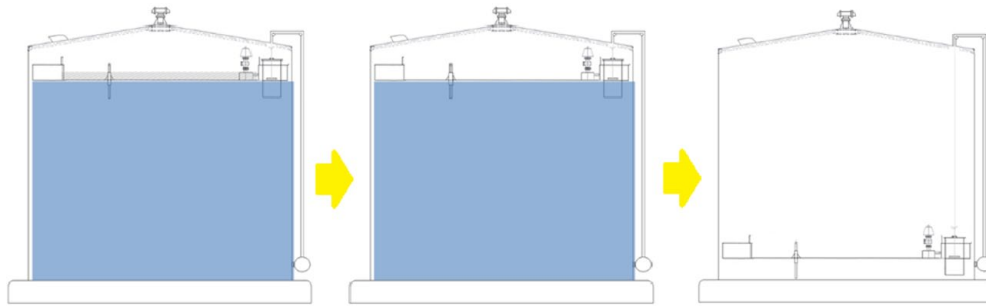


図6. 脱液工程2

6. 事故原因について

当事故は、液面計数値が液面実測値よりも小さく表示されたため、ナフサをタンクへ過剰に送液したことに起因している。そのため、タンクの液面計数値が液面実測値よりも 943 ミリメートル小さく表示された原因と、浮き蓋デッキ上にナフサが漏えいした原因について、以下のとおり調査した。

(1) タンクの液面管理方法

タンクの液面計数値の管理方法として、計器室従業員による液面計数値の監視と、ハイアラーム（※13）やバランス異常発生アラームなどの各種アラームにより液面計数値の管理を実施していた。また、タンクの液面実測値の管理方法として、6カ月に一度、タンクの屋根板にあるゲージハッチから検尺を実施し、液面実測値と液面計数値との差異を確認していた。事故発生日の約2年前、液面計の分解整備・校正を行っており、それ以降差異が ±11 ミリメートル以上発生することはなかった。

これらの管理方法を実施していたにも関わらず、液面計数値が液面実測値よりも 943 ミリメートル小さく表示され、液面管理が適切に行えず、破損事故が発生した。

(2) 液面計数値が液面実測値よりも小さく表示された原因

液面計数値が液面実測値よりも小さく表示される可能性として、6カ月に一度の検尺ミス、液面の管理ソフト、液面計の不具合によるものが考えられた。

検尺ミスは従業員が実施する作業である以上、発生する可能性は考えられるが、検尺ミスの行為そのものが 943 ミリメートルもの液面実測値と液面計数値との差異を発生させるものではない。また、液面の管理ソフトは、事故発生後の校正以降、ナフサの脱液作業において液面実測値と液面計数値との差異は誤差の範囲内であったことから不具合が発生していたとは考えにくかった。

液面計の不具合の可能性があることから液面計の検査を実施したところ、液面計の機能に不具合は確認できなかったが、液面計内部に硬質スケール（※14）が確認できた。テープ押さえ（※15）の硬質スケール堆積状況からテープ押さえは正常な位置になく、また、硬質スケールによってテープ巻取りプーリ（※16）が固着していた可能性があった。そのため、硬質スケールの影響について液面計の動作を確認した。

正常な液面計は、コンストンスプリング（※17）の力がテープ巻取りプーリを介して測長テープ（※18）に伝わり張りがある。また、液面の動きに合わせてフロート（※19）が動きフロートワイヤ・測長テープを介してスプロケットプーリ（※20）を回転させ、スプロケットプーリの回転量を変換し液面計数値として計器室に表示されている。しかし、液

面計のテープ押さえが正常な位置になく、かつ硬質スケールの影響によってテープ巻取りプーリが固着していた場合、液面計数値が液面実測値よりも小さく表示される事象が発生する条件があることが分かった。タンクの液面上昇時、テープ巻取りプーリの固着によって測長テープが巻き取られず、またテープ押さえが正常な位置にないことによってたるみが発生し、その後テープ巻取りプーリの固着が改善し動き出すと、スプロケットプーリが回転せずに測長テープのたるみがなくなり、液面計数値が変化せず液面実測値だけが上昇してしまう。このメカニズムによって液面計数値が液面実測値よりも小さく表示される事象が発生する。ただし、タンクの液面下降時は、測長テープのたるみが理論上発生することがないため、液面計数値と液面実測値との差異が発生することはない。【図7から9参照】

タンク液面上昇と下降を繰り返す過程において、液面下降時に少しずつ液面計数値が液面実測値よりも小さく表示され、結果的に943ミリメートルもの差異が発生したと結論付けた。

(3) 浮き蓋デッキ上にナフサが漏えいした原因

真空検査、PT 検査、目視検査によりタンクの損傷を調べた結果、アトモス弁及びゲージ jewels が破損し屋根板が変形していることが分かったものの、タンク本体と浮き蓋本体に破損は確認できなかった。また、事故発生後、浮き蓋下にあるナフサをすべて脱液し水に置き換えたが、浮き蓋デッキ上にはナフサが残っていた。これらのことから、浮き蓋には亀裂などの破損がない状態で、浮き蓋デッキ上にナフサが漏えいした可能性があった。

浮き蓋下にあるナフサが浮き蓋デッキ上に漏えいする経路は、ゲージ jewels とゲージポール（※21）との間、タンクと浮き蓋との間、アトモス弁が考えられた。

ゲージ jewels とゲージポールとの間には物理的に隙間があるためこの間から漏えいする可能性はあるが、この間からナフサが漏えいしたとしても、浮き蓋にはセキ板（※22）があるため浮き蓋デッキ上にナフサが漏えいすることは不可能である。【図10参照】

タンク側板と浮き蓋との間にはシール材があり物理的に隙間がないためこの間からナフサが漏えいする可能性は低いが、この間からナフサが漏えいしたとしても、セキ板があるため浮き蓋デッキ上にナフサが漏えいすることは不可能である。【図11参照】

アトモス弁は浮き蓋上と浮き蓋下との圧力差が一定以上となった場合に通気させる装置であることから、一定圧力が加われば気体の移動が可能である。加えてアトモス弁が破損していることを勘案すると、アトモス弁を介して浮き蓋下のナフサが浮き蓋デッキ上に漏えいする可能性はある。【図12参照】

これらのことから、浮き蓋下にあるナフサが浮き蓋デッキ上に漏えいする経路は、アトモス弁の可能性があった。

当事故の発生時、液面計の不具合によりタンクへナフサを過剰に送液したことで、アトモス弁及びゲージ jewels の位置関係、破損状況、屋根板の変形箇所から、タンク内でアトモス弁が屋根板に接触し、その後浮き蓋が段々傾きゲージ jewels が屋根板に接触し、さらにナフサの送液が継続したためアトモス弁から漏えいしたと結論付けた。

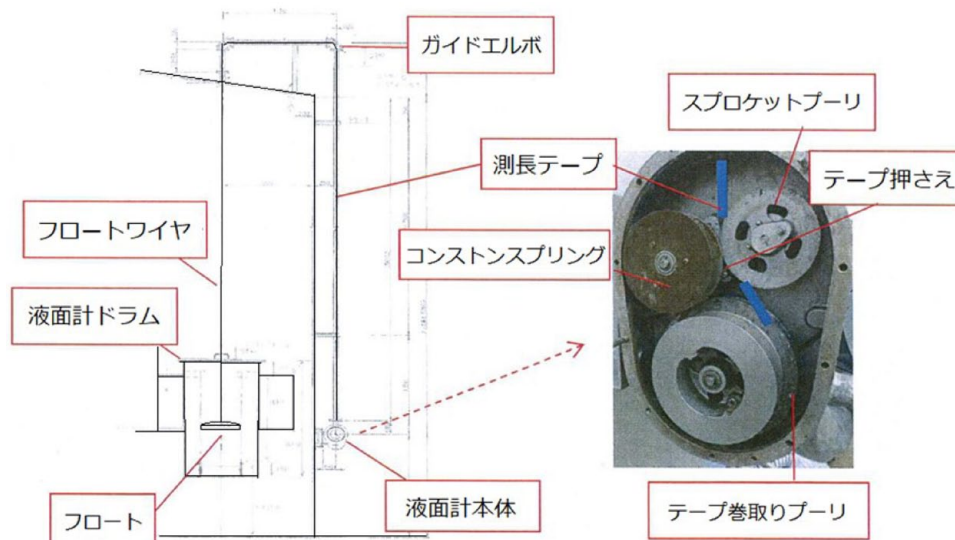
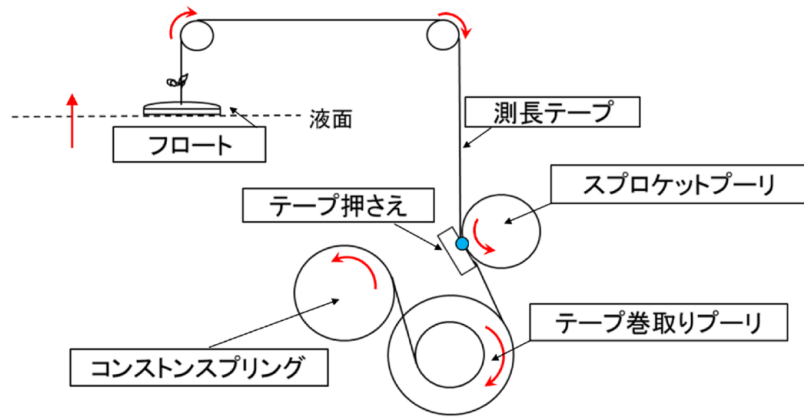


図7. 液面計の概略図



●・・・測長テープとスプロケットプーリの接点

図8. 正常な液面計の動作図

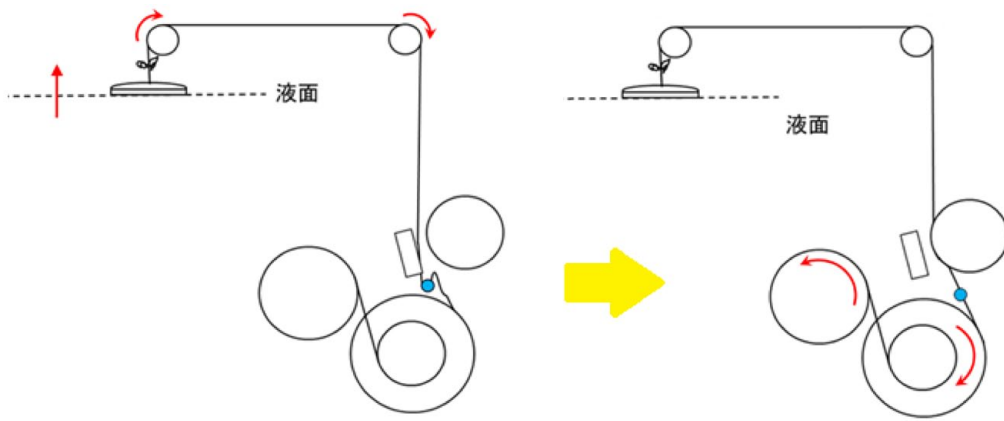


図9. 不具合のある液面計の動作図

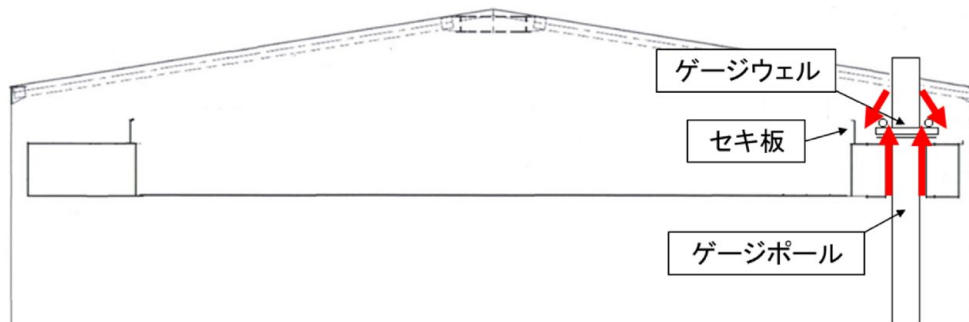


図. 10 ゲージウェルとゲージポールの間からの漏えい図

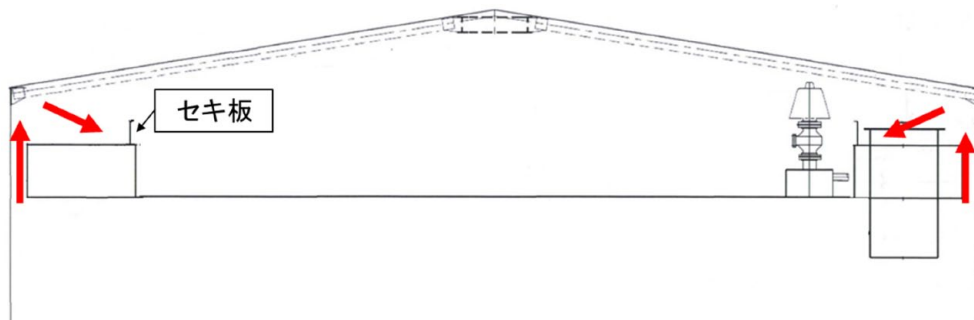


図. 11 タンク側板と浮き蓋との間からの漏えい図

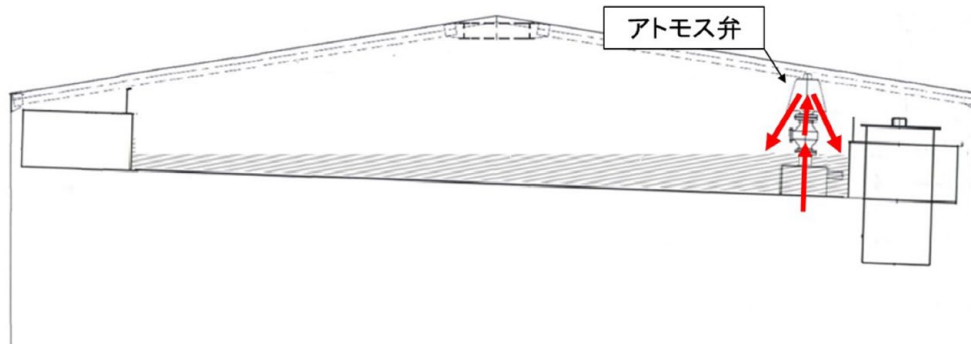


図. 12 タンク側板と浮き蓋との間からの漏えい図

7. 対策

当事故は、液面計の不具合により液面計数値が液面実測値よりも小さく表示されたためタンク内貯蔵量を誤認識してしまい、ナフサをタンクへ過剰に送液したことに起因している。そのため、以下の対策を実施した。

(1) 浮き蓋デッキ上にナフサが漏えいした原因に対する対策

同一事案が発生した場合の備えとして、警報が鳴動する液面計数値を 943 ミリメートル低下させた（当事故発生時における液面計数値と液面実測値との差異分）。

(2) 液面計数値が液面実測値よりも小さく表示された原因に対する対策

液面計の定期的な分解整備を実施することで硬質スケールによる液面計の不具合を発生させないようにし、硬質スケールがガイドパイプ（※23）を介して液面計の内部に侵入しないよう液面計を硬質スケール対策品へ変更した。また、当事故はテープ押さえが正常な位置になかったことが硬質スケールの堆積状況からわかったため、テープ押さえを固定式のものへ変更した。【写真3 参照】

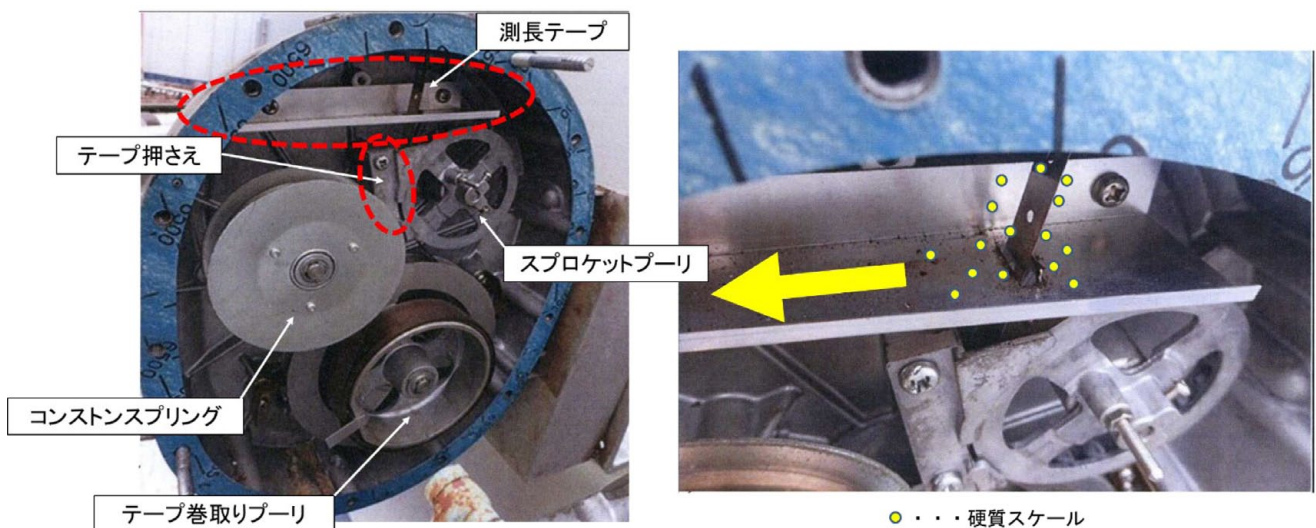


写真3. 硬質スケール対策液面計 (点線赤丸部分が変更部分)

8. 最後に

四日市市消防本部管内の特定事業所は、様々な方法によって潜在危険性を洗い出し、リスクレベルに応じたインターロック制御・計測機器の二重化などのハード対策及び作業手順書の作成・作業前KYなどのソフト対策を実施している。

今回のタンクは、液面計数値の変化量から算出される流量と流量計から算出される流量との差が 15KL 以上となると発報するアラーム、液面計数値が上限付近に達した場合発報するアラームなどによる数値管理、計器室従業員による数値監視が実施されており、液面管理についての潜在危険性対策が実施されていたが、当事故に至っている。潜在危険性に対する評価・対策を実施しても洗い出しに見落としがあると、それらに対する評価・対策を実施することができない。災害防止の第一歩として、潜在危険性の洗い出し作業を見落としなくできる人材及び体制が最も重要であると考えられる。

【用語集】

- ※1 FRT
浮き屋根式タンクのこと。フローティング・ルーフ・タンクとも呼ばれ、液面に浮き蓋が浮いているため可燃性蒸気の発生を抑制することができる。
- ※2 CFRT
内部浮蓋付き固定屋根タンクのこと。液面に浮き蓋があるため可燃性蒸気の発生を抑制し、また固定屋根があるため水の浸入を防ぐことができる。
- ※3 アトモス弁
浮き蓋下側と上側との圧力差が所定の数値以上となった時、圧力調整を行う安全装置
- ※4 ゲージウェル
ゲージポール（※21）に浮き蓋が引っ掛からないための装置
- ※5 常圧蒸留装置
沸点差を利用し、原油に含まれる様々な物質を分離させるための装置。
- ※6 バランス異常発生アラーム
受払量（流量計による計算）と在庫量（液面計変化量による計算）との差異が15KL以上で発報するアラームのこと。
- ※7 ポンツーン
浮き蓋が沈まないよう、浮き輪の役割をしているもの。
- ※8 フロートワイヤ
フロートと液面計本体とを繋いでいる金属製ロープのこと。
- ※9 ガイドエルボ
ガイドパイプ（※23）が90度に折れている部分で、ローラーによりフロートワイヤがスムーズに通過できる。
- ※10 ゲージハッチ
ゲージポールの最上部にあり、タンクの検尺を実施するための穴。
- ※11 デッキポスト
浮き蓋が着底した時の支持構造物のこと。タンク内のナフサをすべて抜いた時、浮き蓋がタンクの底と接触しないようにするためのもの。タンクの浮き蓋には十数本ある。
- ※12 ルーフベント
屋根板に設けられた通気口のこと。
- ※13 ハイアラーム
液面計数値が上限付近の設定値で鳴動するアラームのこと。
- ※14 硬質スケール
成分未確認の固体。液面計内部等においてナフサ蒸気から析出したものと推定。
- ※15 テープ押さえ
スプロケットプーリ（※20）と測長テープとのズレが生じないようにするためのもの。
- ※16 テープ巻取りプーリ
コンストンスプリングの張力によって測長テープ（※18）を巻き取るためのもの。
- ※17 コンストンスプリング
一定の張力を発生させる金属製の渦巻きばね。
- ※18 測長テープ
金属製のテープ。テープ表面には等間隔に穴が開いておりスプロケットプーリと噛み合うようになっている。
- ※19 フロート
液面計ドラム内で液面に浮かんでいるもの。
- ※20 スプロケットプーリ
液面の上下時、フロートが上下する数値がフロートワイヤを介してスプロケットプーリの回転量に変換される。

※21 ゲージポール

検尺するためのポール。また、これにより浮き蓋が回転しない。

※22 セキ板

火災などの有事の際、タンク内の泡放出口からでた泡を浮き蓋の外周付近に留めておく、堤防のような役割をしているもの。

※23 ガイドパイプ

フロートワイヤが通る管。



ファストデジタルツインで既設プラントのDXを加速する ～3Dビューア「INTEGNANCE VR」～

ブラウンリバーズ株式会社
代表取締役 金丸 剛久 (日揮株より出向)

はじめに

重厚長大なプラントや工場設備を撮影し、自動生成される3Dモデル上に360度写真を配置した3Dマップを保全業務に活用する事例が増えてきた。Googleマップのストリートビューのようにデスクトップでプラント内を自由に視点移動し、何十万点とある保安全管理対象アイテムから、3Dマップに登録した機器や計器の設備情報を3次元的に瞬時に抽出できるので、紙の図面やそもそも図面が整備されていない環境では、メンテナンス業務効率の飛躍的な向上が期待される。

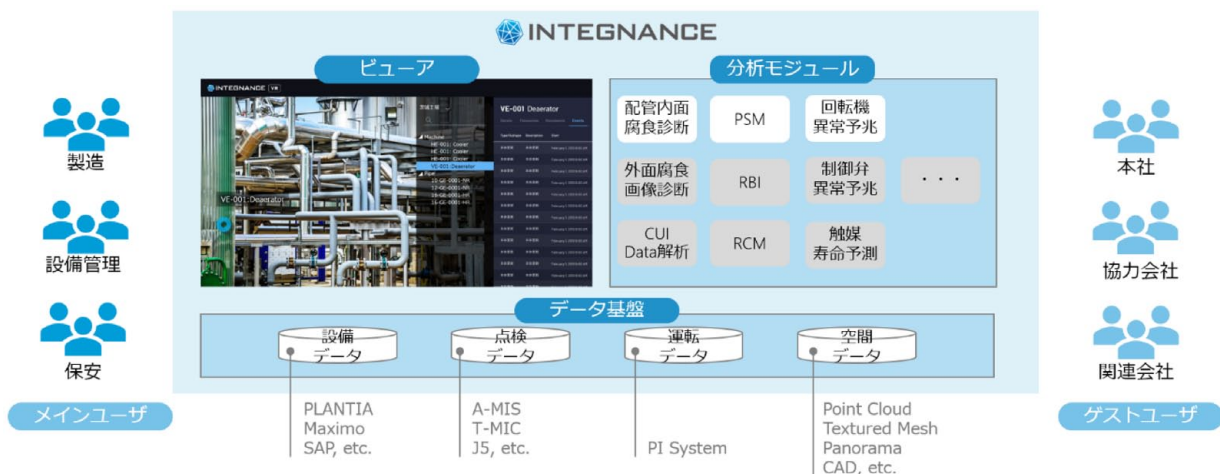
本節では、既設プラントにおける保全業務のDX（デジタルトランスフォーメーション）を実現する上で、デジタルツインの基盤となり取り組みの促進剤ともいえる3Dマップに焦点をあて、実用レベルに達した技術的背景と導入メリット、活用事例や今後の展望について解説する。

1. VR（バーチャルリアリティ）技術を活用したプラント保全について

1. 1 課題解決へのあるべき姿と優先度

日揮株のスマート保全サービスコンセプトINTEGNANCE（インテグナンス）では、操業システムの全体像を「データ基盤」「分析モジュール」「3Dビューア」という大きく3つの機能に分け、保全サービスの統合型プラットフォームのあるべき姿を説明している（第1図）。それぞれの機能は、「データを活用できる形に整理して蓄積する場所」「そのデータを分析し示唆を得る場所」「その示唆を可視化しアクションに落とし込む場所」と位置付けている。

この中でも、施設全体をコンピュータ上に可視化することは、操業上の情報の電子化／データ整理／データ蓄積／データ活用を進める第一歩と言える。3Dビューアで閲覧する施設全体の3Dマップに業務上有用な情報を順次付加していく作業は、白地図から概況マップを作り上げていく作業に似ていて、3Dビューアは新しい保全スタイルを体感するツールとなる。



第1図 INTEGNANCEが提唱するシステム全体像

1. 2 設計ツールから派生した3D CADの活用領域拡大

建築業界ではBIM (Building Information Management)、プラントエンジニアリング業界を始めとした産業界では3D CADが設計ツールとして21世紀に入ってデファクトスタンダード化し、BIMや3D CADで作成した3Dモデルから工事/施工図面を自動出力するなどして、設計業務から施工業務の効率化を図ってきた。

海外をみると、シンガポール国土を丸ごと3Dモデル化したプロジェクト「バーチャルシンガポール」(2018年に公開)では建築確認申請でのBIMモデル提出が義務付けられている。また海外の大型プラントプロジェクトではエンジニアリング遂行要件としてHEXAGONやAVEVAといった大手3D設計ソリューション適用が事業オーナーから指定され、プラントの引き渡しと共にデジタルツインの基盤となる3D CADモデルと設計属性データの提出が求められることが主流になってきている。

このことは、設計時の3D CADモデルを始めとする設計情報が、設計業務のためだけでなく、操業にも活用していくというのが事業オーナーを主体として考えられるようになってきている。

1. 3 設備管理に3Dモデルを適用するための基本要件

多くの現場では2D図面を中心とした保全が主流だが、既設構造物を管理する限りにおいては2Dに変換、または抽象化して維持管理するよりも、視覚で捉えている世界をそのままコンピュータ上に再現したほうが直感的で直接的なリバーズエンジニアリングであることは疑いもない。設備管理を2Dから3Dで運用するために必要な2つの要件について解説する。

1. 3. 1 管理対象物のタグ付け

設備管理対象となる機器や計器のID(機番/計器番号/配管番号等のユニークな符号)は、設備オーナーの業務システムごとに散在する属性データを関連付ける上で重要なキーとなる。例えば製造課には計器Aの時系列センサーデータがあり、設備課には計器Aの整備記録があるといった場合に、計器AというID/符号をキーに名寄せすることでデータの融合を図ることができる。IDは地図で言うと地名や店名に該当し、基本的に不変であり、これらを3Dモデル上の管理対象物にタグ付けすることが運用上必須である。

1. 3. 2 タグ付けによる3次元座標情報取得

設備管理対象となる機器や計器にID/符号をタグ付けする際にxyz座標を取得し紐づけることによって、事業所内または装置内のどこにあるかの位置情報を担保する。物理的資産が移動しない限り位置情報は不変なので、例えば3Dモデルを更新した、もしくは新たに構築したといった場合でも、位置情報取得済みのID/符号は普遍的に使い続けられる。3次元座標情報は地図で言うと地番や緯度経度高度に該当する。弊社が開発したINTEGNANCE VRIは、タグ付けと同時に自動で座標値を取得するので、ユーザーはxyz座標値を意識することなくID/符号を3次元的に管理することになる。

2. INTEGNANCE VRで新しい保全スタイルを体感する

2. 1 空間表現力の多様化

現実空間をスキャンし、仮想空間に3次元情報を落とし込むのはレーザースキャナーといった計測機器を使って点群データで表現する手法は既に確立されているが、自動車業界の自動運転高度化に伴って空間認識技術が急速に発展した。また、不動産を遠隔で内覧できるように没入感の高いVRが汎用的なカメラデバイスを使って作成できるようになった。現実空間の表現方法は2Dの写像世界から3Dの仮想空間へ着実にシフトしている。

不動産/建設/設備保全系のVRビューアで実績を上げている4製品を比較した(第1表)。レーザ計測を伴わない360°カメラといった汎用的なデバイスでも、誰でもそして迅速にVR環境を構築できるようになった。

第1表 VRビューア製品比較

プロダクト名称	Matterport	IVION	beamo	RICOH360
販売元	Matterport 社	NavVis 社 (構造計画研究所)	3i 社	RICOH
対応計測器	Matterport Pro2 Leica BLK360 360度カメラ スマートフォン	NavVis VLX NavVis M6	360度カメラ	RICOH Theta
ターゲット	不動産/建設	不動産/建設	建設/工場	施設/エンタメ
表示内容	360 画像+メッシュ	360 画像+点群	360 画像	360 画像
ウォークスルー	●	●	●	●
フロア移動	●	●	●	●
2点間測長	●	●	●	—
広域マップ	—	●	●	●
アノテーション	●	●	●	●
データ検索	●	●	●	●
外部インターフェース	●	●		
サイト URL	https://matterport.com/ja	https://www.navvis.kke.co.jp/	https://www.beamo.ai/ja/	https://www.ricoh360.com/ja/projects/

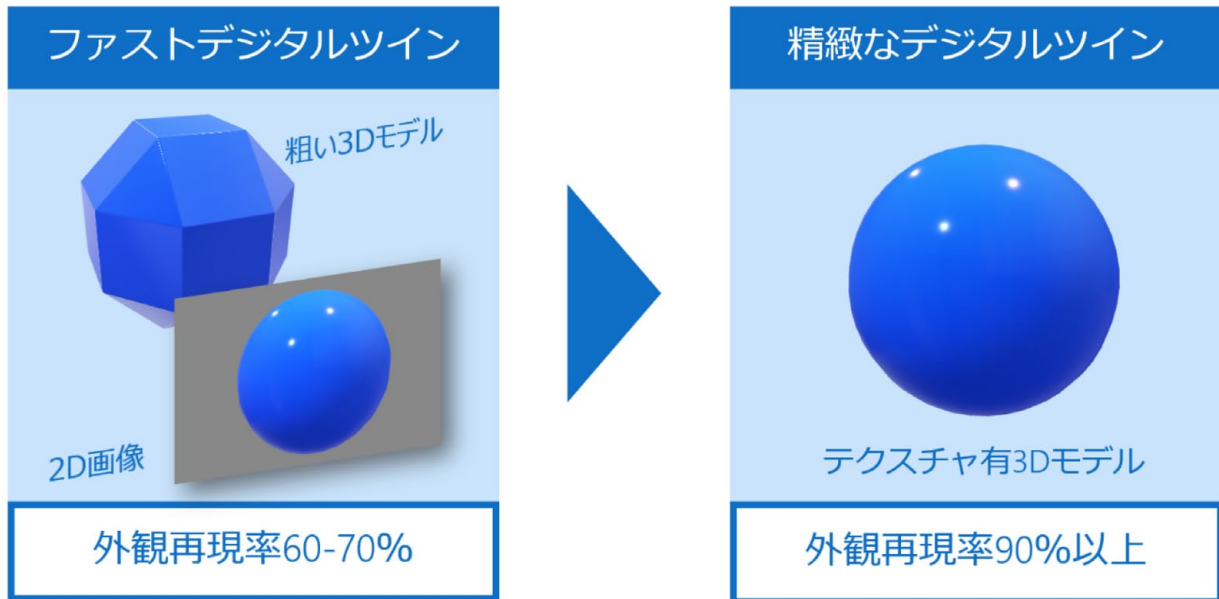
2. 2 高速かつ安価な3Dモデル構築を実現した「ファストデジタルツイン」

スマート保全サービスINTEGNANCEは、主に日本国内製油所や石油化学・化学プラント向けに3Dビューア「INTEGNANCE VR」のプロトタイプ版を2021年11月より提供を開始している。

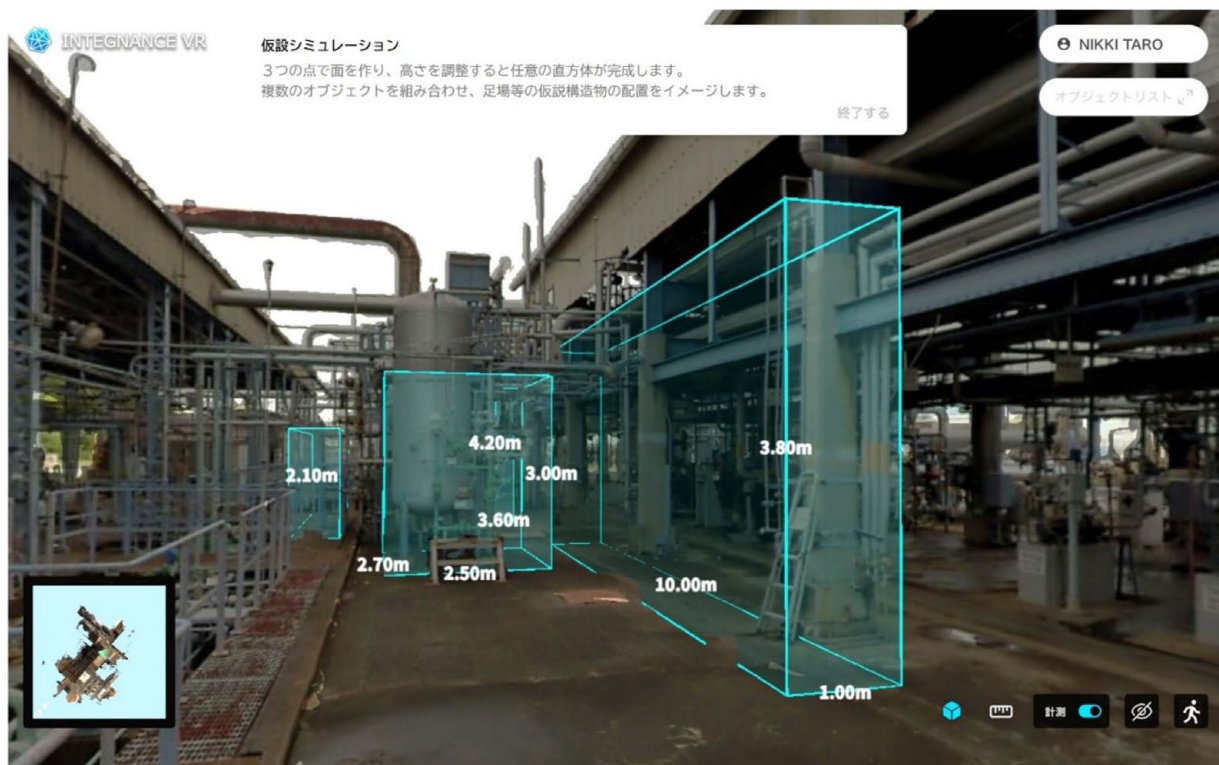
INTEGNANCE VRは「ファストデジタルツイン」というコンセプトを掲げ、低コスト・短期間で運用開始することを提案している。緻密で重厚長大なデジタルツインを最終的なアウトプットとして見据えつつ、まずは全体を掌握することを主眼に置いた簡易的な3Dモデルでいち早く新しい保全スタイルを体感し、メリットを享受し定着させていくアプローチが変化の持続性を促すと考えている。

最初から満点の精緻な3Dモデルを求めず、まずは及第点の3Dモデルからスタートする。3Dモデルの粗さは360度写真のリアリティで補っているため、エンドユーザーにとってはモデルの不完全さは運用上さほど気にならない(第2図)。例えば、のべ床面積1万平米の施設で精緻なデジタルツインを構築しようとした場合、3D CADモデル作成に700万円、60日ほどかかることを、ファストデジタルツインでは100万円で3日目には運用を開始できる。

360度写真に3D情報を組み合わせているため、リアリティがあるばかりでなく、画面上で3次的に2点間の測長や任意の直方体を配置する空間シミュレーションが可能で、現場で測らなくても資材搬入や足場組立といった工事作業計画がリモートで遂行できる。(第3図)



第2図 ファストデジタルツインの仕組み



第3図 INTEGNANCE VRの画面イメージ

2. 3 3Dモデル活用ユースケース

ここでは設備オーナーの役割に応じた活用事例（設備管理、製造、保安）について、実際の業務を想定して解説する。

2. 3. 1 ユースケース① 協力会社との工事前打合せ（登場人物：設備管理者／協力会社）

WEB会議で3Dビューア画面を協力会社へ画面共有し打合せを実施する場面。図面を持ち寄り現場で実施していた工事前の協力会社との打合せが、遠隔で実施可能となり、工事前調整（打合せ日調整・紙図面出力・測量）等の稼働を大幅に削減することが可能となる。（第4図）



第4図 VRを活用した協力会社との工事前打合せの流れ

2. 3. 2 ユースケース② 協力会社との作業環境安全対策（登場人物：安全管理者／協力会社）

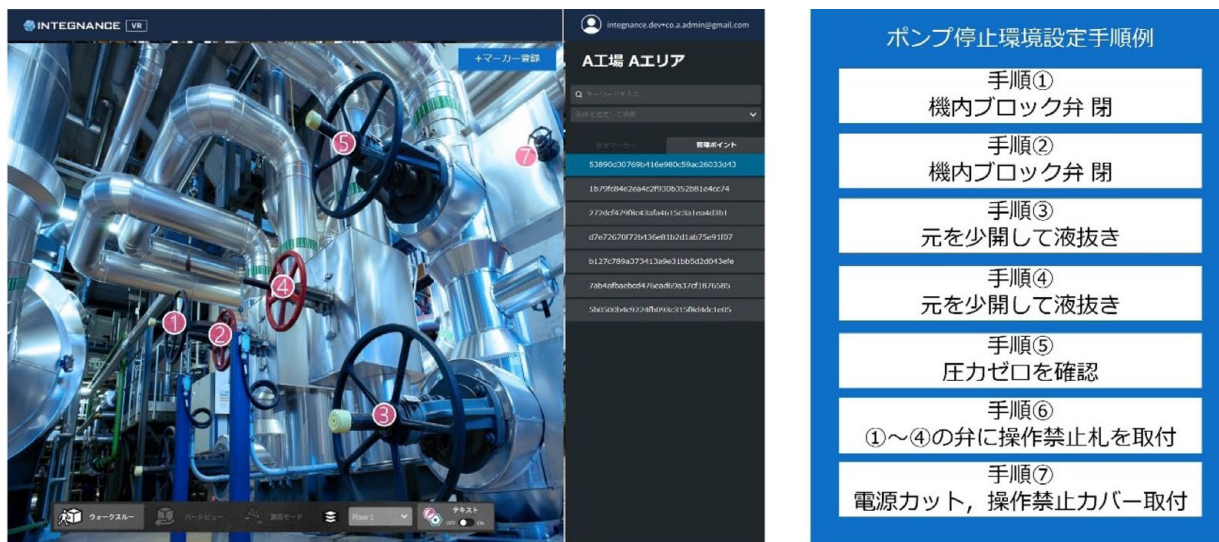
定修工事に関わる特殊作業が発生する場面で、仮設シミュレーション機能により、窒素エリアや放射線エリア等を協力会社への確な安全喚起が可能となり、安全管理の質が向上する。（第5図）



第5図 設置したイメージを見ながら協力会社との作業環境安全対策を検討

2. 3. 3 ユースケース③ 操作手順を早くわかりやすく伝える・学ぶ（登場人物：教育担当者／被教育社員）

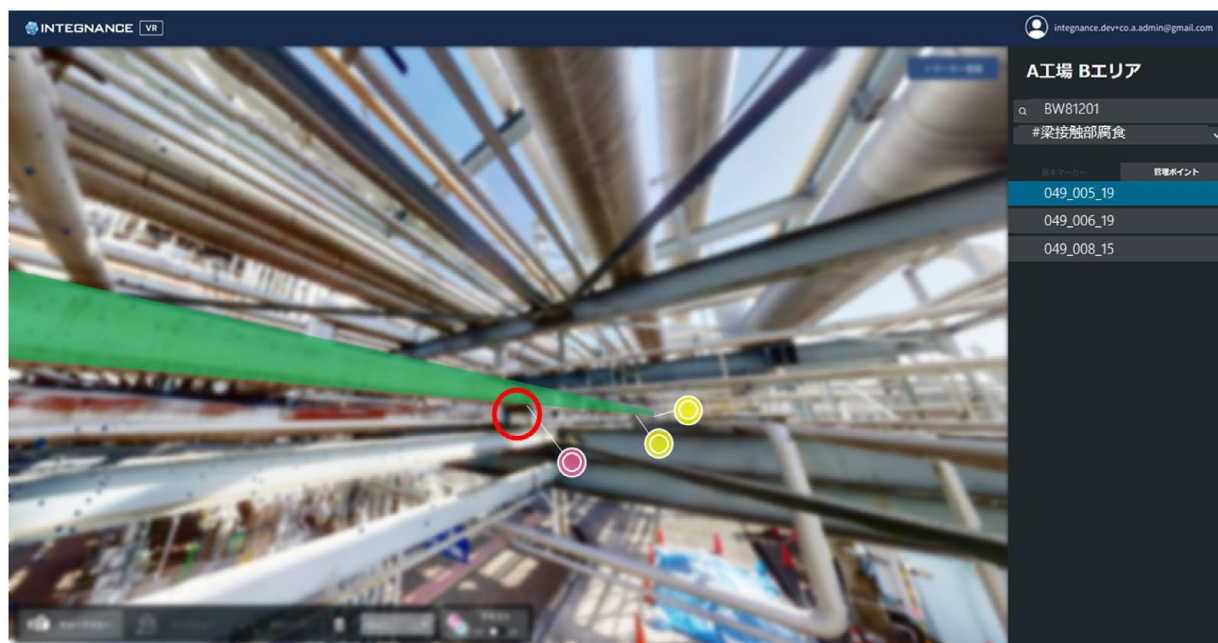
各種手順（起動/切替/停止操作、工事順序、検査順序）を忠実に再現または予行することで、KY（危険予知）活動やベテランの動線形式知化に活用する。（第6図）



第6図 熟練者の動線をわかりやすく伝える・学ぶ

2. 3. 4 ユースケース④ オフサイトにおける外面腐食箇所の管理（登場人物：設備管理者／検査員）

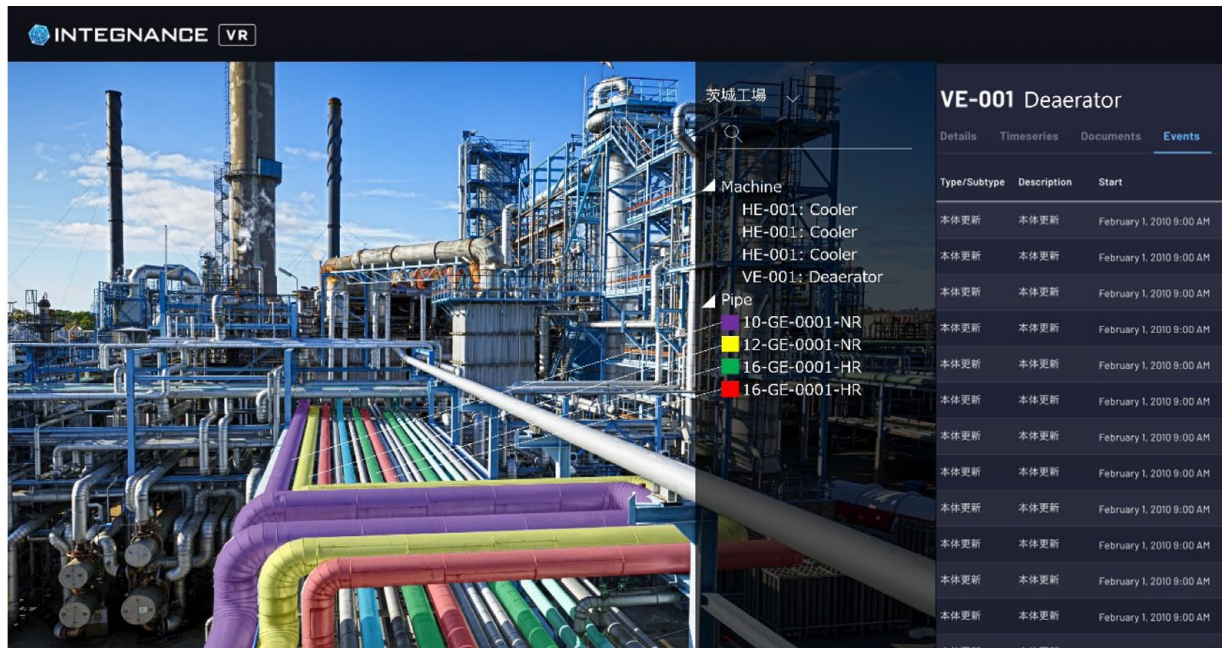
検査員がオフサイトのラック配管の外面腐食検査をする場面で、紙の図面やスケッチに記録していた検査対象箇所を3Dビューア上に記録・表示することで、図面作製や図面更新作業といった付帯作業が不要となり、本来注力すべき検査計画と検査報告に集中できる。（第7図）



第7図 オフサイト配管の外面腐食箇所管理画面イメージ

2. 3. 5 ユースケース⑤ 管理対象を目的別に色分け表示（登場人物：設備・運転管理者／協力会社）

複数の配管が入り混じる作業現場において、目的に応じ管理対象の配管（コロージョンループ・油種・短寿命箇所など）を色分け（23年3月実装予定機能）して3Dビューアに表示することで、現場でタブレット画面を見ながら関係者間の認識一致を図り、作業を早期に着手することが可能となる。（第8図）



第8図 目的別に配管を色分け表示イメージ

3. INTEGNANCE VRを入口としたその先のデジタルツイン

3. 1 導入直後のポジティブな変化

次世代の保全スタイルは、デジタルツインをベースとした情報管理を指向するため、旧態依然とした紙図面中心の業務フローからの脱却を促す。また、設備管理データをどこからでも必要な時に取得できるようになるので、組織横断的に情報のアクセス頻度が高まり、多くの場面で業務効率化が図られていく。

新しい保全スタイルによって体感・定着する変化：

- ・ 図面の代替 - 検査位置や結果をVR上に入力できるため、2D図面の新規作成・保守が不要。3Dモデルの保守は計測機により自動化へ。
- ・ 準備の省力化 - 必要な情報へのアクセスおよび自由な視点操作や測長機能を使って現場作業の事前準備を省力化。
- ・ 協力会社と円滑なコミュニケーション - 作業指示／報告をVR上で実施することで伝達資料が集約され、作業内容の誤認が減少。
- ・ スマート化機会の促進 - 熟練者ノウハウ形式知化、トラブル事例の集約など、VRを活用したナレッジの蓄積が進む。

3. 2 保全スタイルの今後の展望

2021年がINTEGNANCE VRによるファストデジタルツイン元年とすると、この2、3年で緻密で重厚長大なデジタルツインに向かって進化していく。多くの製油所や化学プラントにおいて2025年までには真の予知保全が社会実装できると予想する。デジタルツインは以下のような要素技術との融合によってさらなる進化を遂げる。

3. 2. 1 視覚的／時間的に同期するリアル3Dモデル

現実空間をスキャンして作成した3Dモデルは、時間経過とともに過去の情報となっていく。改造や更新工事があれば撮り直しが生じ、写真データで外面腐食状況を判定しようとするれば、厳密には現場状況の「今」とは一致しない。このような現実空間と仮想空間のギャップが設備管理上問題となる場合、空間スキャンからのVR化を容易かつ自動化する技術開発が進み、究極的には両者空間がリアルタイムでシンクロする。時系列で管理される生産データのように3Dモデルも時系列で保持されるようになり、自由に過去の外観に遡ることができ、やがては未来の外観を予測する機能が実装されていく。

3. 2. 2 ロボティクスの本格運用

前述の3Dモデル更新頻度を上げるためには、空間スキャンとVR化の「自動化」がキーとなる。近年、無人化を目的とした洋上プラットフォームで試行されている四足歩行ロボットやドローンの実証実験を経ると、導入コストおよび運用コストがこなれてきたところで陸上プラントでの活用が現実となり、ロボティクスによる所内定期巡回で空間スキャンがルーティンとなっていくと考えられる。

3. 2. 3 画像データや作業行動データの分析深化

現実空間と仮想空間との境界が薄れるにつれて、画像解析による外面腐食箇所の一次スクリーニングといった簡易な活用から、時系列画像の経年変化から外面腐食を予測するといった高度な活用が進むことが予想される。また、現場に出向くことが実作業を伴うことに限定され、それ以外の業務はコンピュータ上で完結するようになる。仮想空間では、どのユーザーが何に対してどれだけの稼働をかけたかのログを分析することによって、業務の実態が明らかになり、さらなる効率化や品質向上に向けたPDCAがシステムチックに回せるようになる。

3. 2. 4 仮想現実 (VR : Virtual Reality) から複合現実 (MR : Mixed Reality) へ

ディスプレイやスクリーンといった画面上に映し出される仮想空間は、拡張現実 (AR : Augmented Reality) そして複合現実MRへと利用シーンが広がっていく。例えば、現場の設備管理対象物に対してスマートフォンやタブレットのカメラをかざすと被写体の形状を認識して画面上に関連する属性データが表示されるようになる。また、スマートグラス越しに自己位置が特定され、現場周囲状況の注意喚起がされる、作業手順が表示されるといった支援ツールが現場で適用されるようになると確実かつ安全に作業を実施していけるようになる。

おわりに

本節では、次世代の予知保全を実現する上で、デジタルツインの基盤となり設備保全のスマート化の促進剤ともいえるVRに焦点をあて、デジタルツイン基盤を迅速に構築するためのアプローチと導入のメリットなどを解説した。高度成長期時代から進化が鈍化した2D図面から3Dマップによる設備管理業務にトランスフォームすることは、Googleマップがマップル(道路地図本)に取って代わり、ルート検索、混雑情報、レストラン評価、ホテル予約、タクシー配車まで我々の日常生活を便利にするサービスを次々に展開しているように、今はまだ誰も想像もしていないような新たなサービスと価値を創出する起点となるだろう。



危険物輸送の動向等を踏まえた安全対策の検討会について

消防庁危険物保安室

1 はじめに

昨今、危険物の輸送に係る物流の効率化、危険物情報の伝達、新たな輸送形態の扱いなどの危険物輸送に関する課題や要望が求められています。また、新型コロナウイルス感染症に伴う消毒用アルコールの需要の増加により、高濃度アルコールの運搬容器について平時と異なる取扱いを求める声も上がっています。

これらの状況を踏まえ、消防庁では「危険物輸送の動向等を踏まえた安全対策の検討会」を開催し、次の項目について調査検討を行いました。

- (1) 国際輸送用コンテナに係る消防法上の手続きに関する簡素化に関する事項
- (2) コンテナに混載されている荷物に係る危険物情報の適切な伝達方法に関する事項
- (3) 海外製の特殊な容器、国連勧告や機械器具等における危険物の運搬に関する事項
- (4) 大規模物流倉庫や高層ラック式倉庫における危険物の貯蔵に係る留意事項のあり方に関する事項
- (5) 消毒用アルコールに係る緊急的な危険物輸送に関する事項

この度、(3)及び(5)については調査検討報告書（令和3年度中間まとめ）として結論が得られたため、(3)のうち、ガソリン用プラスチック製運搬容器の検討結果について紹介します。

2 ガソリン用プラスチック製運搬容器

(1) 検討の背景

近年レジャー等の目的のため、海外製のガソリン用プラスチック製運搬容器が流通しており、この運搬容器の運搬方法として、ステーションワゴンやライトバンなどの「専ら乗用の用に供する車両（乗用の用に供する車室内に貨物の用に供する部分を有する構造のものを含む。）」で運搬することも考えられますが、危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示（以下「危告示」という。）第68条の4に規定する運搬の基準において、専ら乗用の用に供する車両でガソリンを運搬する際の運搬容器は、金属製ドラム又は金属製容器と定められており、プラスチック製の運搬容器は認められていません。（表1）

表1 専ら乗用の用に供する車両でガソリンを運搬する際の運搬容器の基準
（危告示第68条の4）

運搬容器	最大容積（単位 リットル）
金属製ドラム（天板固定式のもの）	22
金属製容器	22

なお、危告示第68条の4の規定は昭和51年3月に追加されましたが、それ以前は「容器によるガソリンの運搬について」（昭和48年12月25日付け消防予第197号）により、自動車の運転手等に対して、できるだけ予備燃料を容器で携行しないようにすること等の注意及びやむを得ず携行するときは、十分衝撃にたえられるような丈夫な缶を用いること、衝突などのとき容器が損傷しないような保護措置をすることを指導していました。

【参考】容器によるガソリンの運搬について（昭和48年12月25日付け消防予第197号）

最近の石油事情の悪化にかんがみガソリンの消費を抑制するための措置としていわゆるガソリンスタンドの日曜、休日の休業などが行われているところであるが、このため、マイカーを始めとする自動車が、ガソリンをポリエチレン製の容器に収納し、乗用車のトランクなどに入れ、運搬する傾向が見受けられます。

もちろん、ガソリン等の危険物の運搬については、消防法令により、容器、収納方法、運搬方法等が規制されていますので、これらの規制に従うことは当然ですが、乗用車のトランク等にポリエチレン容器などにガソリンを入れて運搬することは、追突等により予測しない事故が発生した場合に危険な状態になることが予想されます。従って、給油取扱所等においてガソリンを販売する場合、自動車の運転者等に対して、できるだけ予備燃料を容器で携行しないようにすること等の注意及びやむを得ず携行するときは、十分衝撃にたえられるような丈夫な缶を用いること、衝突などのとき容器が損傷しないような保護措置をすることなどの指導について、効果ある方法をとられるようお願いします。

（以下省略）

金属製ドラム（天板固定式のもの）及び金属製容器（以下「ガソリン携行缶」という。）とガソリン用プラスチック製運搬容器に求められる性能は、同じ試験基準（落下試験、気密試験、水圧試験、積み重ね試験）であることから、どちらも同程度の「衝突に耐えられるような堅ろうさ」を有しているものと考えられ、専ら乗用の用に供する車両での運搬をガソリン携行缶に限定することは、合理性を欠くと思慮され、一方で、ガソリン用プラスチック製運搬容器は、注油時や運搬時などにおいてガソリン携行缶よりも静電気による火災発生危険が高い可能性があるため、静電気の発生状況を確認する必要も考えられました。

このため、ガソリン用プラスチック製運搬容器を専ら乗用の用に供する車両で運搬することや、給油取扱所等で注油する際の静電気に対する安全性について調査を行うとともに、文献調査を実施しました。

(2) 運搬容器の概要

ガソリン用プラスチック製運搬容器の概要を図1に示します。

なお、ガソリン用プラスチック製運搬容器の最大容積は、危険物の規制に関する規則（以下「危規則」という。）別表第3の2により10リットル（プラスチック容器・危険等級Ⅱ）とされています。



<p>○ 運搬容器の概要（A社製）</p> <p>内容量：5リットル、10リットル</p> <p>材質：高密度ポリエチレン</p> <p>収納油種：ガソリン（第四類第一石油類、危険等級Ⅱ）</p> <p>製造国：カナダ</p> <p>UN表示：有（3H1、プラスチックジェリカン（天板固着式））</p>	
<p>○ 運搬容器の概要（B社製）</p> <p>内容量：5リットル</p> <p>材質：高密度ポリエチレン</p> <p>収納油種：ガソリン（第四類第一石油類、危険等級Ⅱ）</p> <p>製造国：中華民国</p> <p>UN表示：有（3H1、プラスチックジェリカン（天板固着式））</p>	

図1 ガソリン用プラスチック製運搬容器の概要

(3) 静電気の発生状況の計測

ア 計測概要

(ア) 目的

ガソリン用プラスチック製運搬容器を、専ら乗用の用に供する車両で運搬することを想定し、ガソリン用プラスチック製運搬容器とガソリン携行缶における運搬容器の表面電位及びガソリンの帯電量を計測・比較し、安全性を評価することとしました。

(イ) 計測日

令和3年12月10日(金)

(ウ) 計測場所

消防研究センター(東京都調布市深大寺東町四丁目35-3)

(I) 計測方法等

計測方法を表2に、計測で使用した運搬容器の概要を図2に、計測状況を図3にそれぞれ示します。

表2 計測方法

計測1 3種類のガソリン用プラスチック製運搬容器にガソリンを収納し、各パターンにおける運搬容器の表面電位及びガソリンの帯電量を計測する。なお、ガソリン用プラスチック製運搬容器の揺動は人力により行う。

パターン1 : 運搬容器を床面上に静置し、運搬容器の表面電位を計測する。その後、運搬容器を片手で保持し、運搬容器の表面電位を計測する。

パターン2^{注2} : 人力により1分間に30回運搬容器を揺動させた後、運搬容器を片手で保持したまま運搬容器の表面電位を計測し、その後、ファラデーケージにガソリンを注ぎ込みガソリンの帯電量を計測する。

パターン3^{注3} : 人力により1分間に120回運搬容器を揺動させた後、運搬容器を片手で保持したまま運搬容器の表面電位を計測し、その後、ファラデーケージにガソリンを注ぎ込みガソリンの帯電量を計測する。

計測2 1種類のガソリン携行缶にガソリンを収納し、各パターンにおける運搬容器の表面電位及び帯電量を計測する。なお、ガソリン携行缶の揺動は人力により行う。

パターン1 : 計測1のパターン1と同じ。

パターン2^{注2} : 計測1のパターン2と同じ。

パターン3^{注3} : 計測1のパターン3と同じ。

注2 : パターン1で使用した運搬容器及びガソリンを使用する。

注3 : パターン3専用の運搬容器及びガソリンを使用する。

計測 1 で使用する運搬容器の概要

1. A社製ガソリン用プラスチック製運搬容器（A社製）

内 容 量 : 5リットル、10リットル
 材 質 : 高密度ポリエチレン
 収納油種 : ガソリン（第四類第一石油類、危険等級Ⅱ）
 製 造 国 : カナダ
 UN表示 : 有（3H1、プラスチックジェリカン（天板固着式））



2. B社製ガソリン用プラスチック製運搬容器（B社製）

内 容 量 : 5リットル
 材 質 : 高密度ポリエチレン
 収納油種 : ガソリン（第四類第一石油類、危険等級Ⅱ）
 製 造 国 : 中華民国
 UN表示 : 有（3H1、プラスチックジェリカン（天板固着式））



計測 2 で使用する運搬容器の概要

3. C社製ガソリン携行缶（C社製）

内 容 量 : 10リットル
 材 質 : ステンレス鋼板
 収納油種 : ガソリン（第四類第一石油類、危険等級Ⅱ）
 UN表示 : 有（KHKマーク※あり）



※：KHKマークとは、危険物保安技術協会が消防法第16条の10に基づき、危険物の運搬に関する試験確認を実施し、基準に適合していると認められたことを示す表示のこと。

図2 計測で使用した運搬容器の概要



計測状況



揺動後の運搬容器の表面電位計測状況



ガソリンの電荷量計測状況

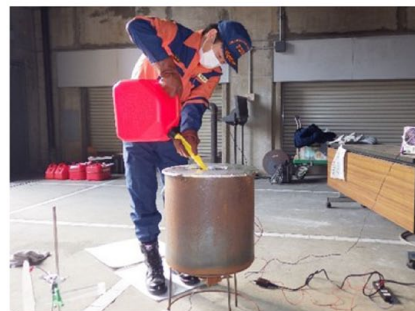


図3 計測状況

イ 計測結果

計測した結果を表3に示します。

なお、ファラデーケージの静電容量は 174.2 ピコファラッド (pF) とし、ガソリンをファラデーケージに移したときの帯電時の電荷量 (C) は、ガソリンをファラデーケージに移したときの内側容器変化分と静電容量の積から求めました。また、電荷密度 (C/L) は容器1リットル当たりの電荷量を表します。

表3 計測結果 (その1)

運搬容器名 (内容量)	揺動回数 (/分)	床面上に静置した時の運搬容器の表面電位 (kV)	容器を持った時の表面電位 (kV)	揺動後の運搬容器の表面電位 (kV)	ガソリンをファラデーケージに移したときの内側運搬容器の電位 (kV)		
					0.05	→	0.50
B社製(5L)	30回	2.00	8.00	6.20	0.05	→	0.50
B社製(5L)	120回	0.80	3.60	3.00	0.07	→	0.41
A社製(5L)	30回	-0.70	-2.30	-2.40	0.06	→	-0.60
A社製(5L)	120回	-0.50	-0.50	-5.20	0.08	→	-0.72
A社製(10L)	30回	-2.00	-6.50	-4.00	0.09	→	-0.52
A社製(10L)	120回	-2.00	-4.50	-6.00	0.06	→	-0.99
C社製(10L)	30回	0.05	0.06	1.30	0.05	→	0.00
C社製(10L)	120回	0.05	0.00	0.40	0.04	→	0.04

表3 計測結果 (その2)

運搬容器名 (内容量)	揺動回数 (/分)	ガソリンをファラデーケージに移したときの電荷量 (C)	
		電荷量 (C)	電荷密度 (C/L)
B社製(5L)	30回	7.839×10^{-11}	1.5678×10^{-11}
B社製(5L)	120回	5.9228×10^{-11}	1.18456×10^{-11}
A社製(5L)	30回	-1.14972×10^{-10}	-2.29944×10^{-11}
A社製(5L)	120回	-1.3936×10^{-10}	-2.7872×10^{-11}
A社製(10L)	30回	-1.06262×10^{-10}	-2.12524×10^{-11}
A社製(10L)	120回	-1.8291×10^{-10}	-3.6582×10^{-11}
C社製(10L)	30回	-8.71×10^{-12}	-1.742×10^{-12}
C社製(10L)	120回	0	0

(4) 計測結果の比較及び安全性の評価

表3に示す計測結果から、ガソリン用プラスチック製運搬容器であるA社製運搬容器及びB社製運搬容器と、ガソリン携行缶であるC社製運搬容器との計測結果を、以下のとおり比較しました。

ア 床面上に静置した時の運搬容器の表面電位

ガソリン用プラスチック製運搬容器では最大の値で ±2.0kV。一方、ガソリン携行缶は 0.05kVであり、表面電位の値に違いが確認されたが、各表面電位の計測において値の差が最も小さい結果となった。また、全てのガソリン用プラスチック製運搬容器の表面電位の値がガソリン携行缶の表面電位の値を上回った。

イ 運搬容器を持った時の表面電位

ガソリン用プラスチック製運搬容器では最大の値で 8.00kV。一方、ガソリン携行缶は最大の値で 0.06kVであり、前アと同様に表面電位の値に違いが確認されるとともに、表面電位の計測において値の差が最も大きい結果となった。また、前アと同様に、全てのガソリン用プラスチック製運搬容器の表面電位の値がガソリン携行缶の表面電位の値を上回った。

ウ 揺動後の運搬容器の表面電位

ガソリン用プラスチック製運搬容器では最大の値で 6.20kV。一方、ガソリン携行缶は最大の値で 1.30kVであり、前ア及び前イと同様に表面電位の値に違いが確認された。また、前ア及び前イと同様に、全てのガソリン用プラスチック製運搬容器の表面電位の値がガソリン携行缶の表面電位の値を上回った。

エ ガソリンをファラデーケージに移したときの電荷量

ガソリン用プラスチック製運搬容器では最大の値で $-1.8291 \times 10^{-10} \text{C}$ 、ガソリン携行缶では $-8.71 \times 10^{-12} \text{C}$ であった。

オ ガソリンをファラデーケージに移したときの電荷密度

ガソリン用プラスチック製運搬容器では最大の値で $-3.6582 \times 10^{-11} \text{C}$ 、ガソリン携行缶では $-1.742 \times 10^{-12} \text{C}$ であった。

計測結果を比較したところ、ガソリン用プラスチック製運搬容器の表面電位及びガソリンの帯電量の値の方が大きい結果となった。

しかし、値は大きくなったが、特別に「専ら乗用の用に供する車両での運搬時における揺動」という条件が、ガソリン用プラスチック製運搬容器に収納したガソリンが静電気によって着火する危険性を著しく増大させることはないと考えられ、「専ら乗用の用に供する車両以外の車両での運搬時における揺動」と条件は変わらないと考えられる。

消防法の運搬の技術基準である危険物の規制に関する政令（以下「危政令」という。）第 29 条に定める積載方法、及び第 30 条に定める運搬方法を遵守することが重要であると考えられる。

(5) 文献調査

ア 文献調査の概要

海外（アメリカ、イギリス）における法令等に、消防法の専ら乗用の用に供する車両による運搬の基準（危規則第 43 条第 2 項、危告示第 68 条の 4）に準ずる規定の有無及び規定がある場合はその内容等について調査をしました。

文献調査で確認した資料を表 4 に示します。

表4 文献調査で確認した資料

国名	機関名	文献名	種類
アメリカ	Occupational Safety and Health Administration (OSHA) 労働安全衛生局	1910.106 Occupation Safety and Health Standards, Hazardous Materials, Flammable liquids 和訳：労働安全衛生基準、危険物、引火性液体	法規制
	Department of Transportation (DOT) 運輸省	49CFR SubChapterC Hazardous Materials Regulations 和訳：危険有害物質規則	法規制
	National Fire Protection Association (NFPA) 全米防火協会	NFPA 30 Flammable and Combustible Liquids Code 和訳：引火性及び可燃性液体の取扱い規則	モデルコード
イギリス	欧州連合 (EU)	ADR 欧州危険物国際道路輸送協定 Chapter 6.1 Requirements for the construction and testing of packagings (Jerrican 3H1, 3H2) 和訳：小型容器の構造及び試験の要件	法規制
	イギリス (UK)	The Carriage of Dangerous Goods and Use of Transportable Pressure Equipment Regulations 2009 和訳：危険物の輸送および輸送用圧力機器の使用に関する規則 2009	法規制
	イギリス (UK)	Petroleum (Consolidation) Regulations 2014 (PCR) 和訳：石油（統合）規則	法規制

イ 文献調査の結果

調査の結果、アメリカ及びイギリスの法令等において、危規則第43条第2項及び危告示第68条の4で規定する「ガソリンを専ら乗用の用に供する車両で運搬する場合の運搬容器の構造及び最大容積の基準」は確認できず、アメリカ及びイギリスにおいて専ら乗用の用に供する車両でガソリンを運搬する場合は、それぞれの国等で定める運搬容器の性能を有していれば、ガソリン用プラスチック製運搬容器を使用することも認められると考えられました。

なお、法令等の規定ではないが、アメリカ及びイギリスで公開されているガソリンの運搬に係る情報を、表5に示します。

表5 アメリカ及びイギリスで公開されているガソリンの運搬に係る情報

国名	機関名	内容
アメリカ	National Fire Protection Association (NFPA) 全米防火協会	<p><ガソリンの買いだめによる火災の危険性></p> <p>NFPA 1 Fire Code (モデルコード) では、ガソリンやその他引火性液体を認証品 (認証容器) *以外のものに入れることを禁止している。</p> <p>※: 認証品とは、国連勧告や DOT の性能試験で定める性能を有するものを指す。例えば、DOT で定める性能試験として「落下試験」、「気密試験」、「静水圧試験」、「積み重ね試験」、「振動試験」がある。</p>
イギリス	London Fire Brigade ロンドン消防隊	<p><石油安全とロンドン消防隊><家庭内または職場以外でのガソリンの貯蔵></p> <p>自動車の燃料タンクに入っているガソリン以外のものは、「Petroleum (ガソリン)」および「High Flammable (引火性)」と表示された、専用のしっかりと閉まった容器に入れてのみの輸送が可能。輸送する際は、容器は車両の後部に固定する。</p>

ウ ガソリン用プラスチック製運搬容器の運搬時の事故

ガソリン用プラスチック製運搬容器の運搬時の事故について、国内販売事業者3社に対し電話等でヒアリング調査を実施したところ、海外及び国内いずれにおいても運搬時の事故は確認出来ていないとの回答を得ました。

(6) 調査結果のまとめと今後の対応

専ら乗用の用に供する車両での運搬により、静電気による着火の危険性についてガソリン用プラスチック製運搬容器とガソリン携行缶における運搬容器の表面電位及びガソリンの帯電量を比較したところ、表面電位及び電荷量ともガソリン用プラスチック製運搬容器の値の方が大きい結果となりました。ただし、車両の揺動による影響によって火災危険性が増加することはないことを確認しています。

また、海外 (アメリカ及びイギリス) における危規則第 43 条第 2 項に準ずる規定を調査しましたが、同様の規定は確認できず、それぞれの国の試験規格等の認証を受けた運搬容器であれば、プラスチック製運搬容器でもガソリンを運搬することは可能であると考えられました。

以上の調査結果から、運搬方法に係る技術上の基準 (危政令第 30 条第 1 号) を運搬の行為者 (使用者) に十分周知した上で、専ら乗用の用に供する車両 (ステーションワゴン、ライトバン、乗用車等) でのガソリンの運搬を、UN 表示 (3H1) があるガソリン用プラスチック製運搬容器 (最大容積 10 リットル) に限って行えるようにすることが適当であると考えられました。

今後は、危告示第 68 条の 4 第 2 項の表を改正する予定です。

3 おわりに

今回ご紹介した検討結果のほか、危険物輸送の動向等を踏まえた安全対策の調査検討報告書 (令和 3 年度 中間まとめ) については、以下のホームページからご確認いただけます。

https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/items/post-99/03/houkokusho.pdf

また、今後は危険物の輸送に係る物流の効率化、危険物情報の伝達等、結論が得られていない 1(1)、(2)、(4) について引き続き調査検討をする予定です。



石油コンビナート災害対応への先進技術活用検討会について

消防庁特殊災害室
高橋 芳和

1 はじめに

石油コンビナートは、石油や高圧ガスなどが多量に取扱われているため、ひとたび火災が発生した場合には甚大な被害が発生するおそれがあります。そこで石油コンビナート等災害防止法による規制等によって特別防災区域の指定、特定防災施設、自衛防災組織、防災資機材、防災管理者等の各種整備が行われてきました。さらに平成15年十勝沖地震や平成23年東日本大震災の被害を教訓に、大容量泡放射システムの配備など防災体制の強化を図ってきたところです。

しかし、近年は南海トラフ地震の発生が懸念されているとともに、気象の激化により毎年のように風水害が頻発しており、施設が損壊し大規模な油流出や火災等が発生することも危惧されています。

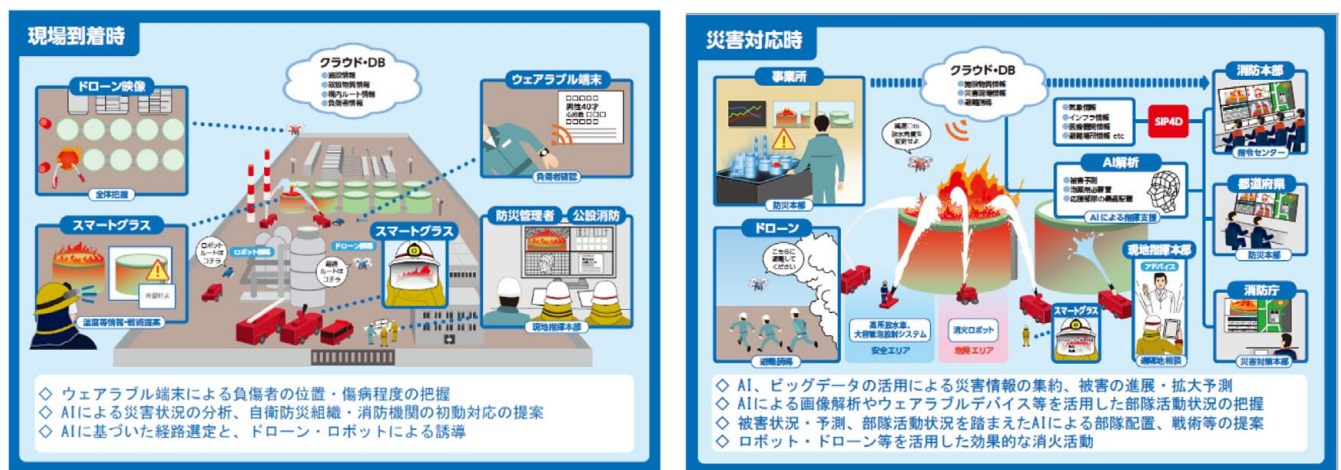
一方、近年のAI・IoT等の技術（以下「先進技術」という。）は、これまで人が携わってきた業務の一部を代替・補完できる水準まで向上してきており、石油コンビナート災害対応への活用も期待されています。

そこで、本稿では令和元年度から消防庁が検討を始めた「石油コンビナート災害対応への先進技術活用検討会」の内容についてご紹介します。

2 検討の概要

令和元年度は、「先進技術を活用した石油コンビナート災害対応への検討会」として行政機関、事業所における課題、ニーズ、先進技術の導入・活用状況、検討会における委員の意見を踏まえ、先進技術を活用した石油コンビナート災害の未来像を提示しました。

【石油コンビナート災害対応の未来像（抜粋）】



令和2年度からは、「石油コンビナート災害対応への先進技術活用検討会」として、より具体的な検討を行い、石油コンビナートの防災体制について詳細にまとめたうえ、未来像に提示された内容をベースに検討事項として40項目に整理し、調査・検討を進めました。

そして、令和3年度においては、40項目に対する意見をもとに、さらに検証を具体的に進めるために、以下の11項目に集約し、それぞれ検討を進めました。

令和3年度石油コンビナート災害対応への先進技術活用検討会 検証項目

No.	項目
1	災害発生時の防災体制効率化（防災管理者・防災要員）
2	プラントのデジタル化（情報共有・訓練活用）
3	3点セットの高機能化
4	大容量泡放射システムの高機能化
5	ウェアラブルカメラ等新型機器の活用
6	プラント情報等の共有化
7	リモート査察等の実施
8	環境に優しい泡消火薬剤の開発
9	ドローンの活用方法
10	無人自動放水消火ロボット
11	石油コンビナート災害へのA I の活用

これら11項目のうち、主な「3点セットの高機能化」、「大容量泡放射システムの高機能化」及び「ウェアラブルカメラ等新型機器の活用」について、その内容を紹介しします。

3点セットの高機能化

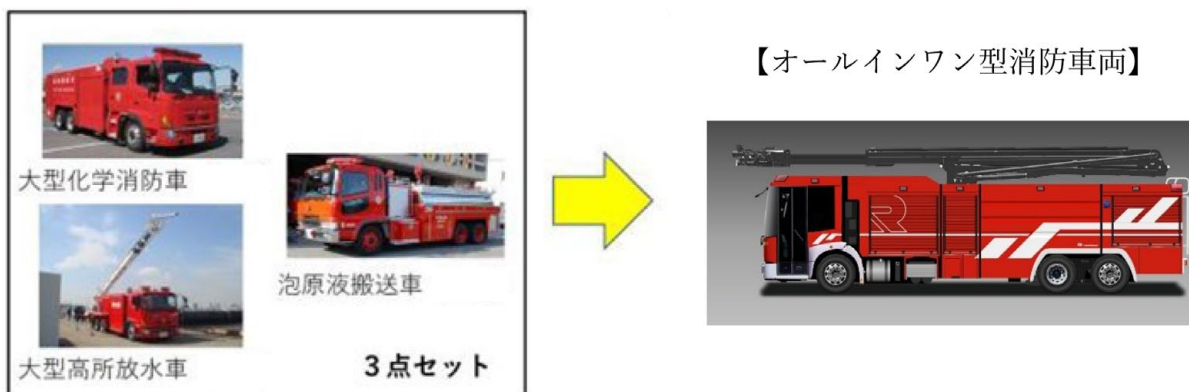
●概要

3点セット（大型化学消防車、大型高所放水車、泡原液搬送車）の各機能を1台に集約した車両（（仮称）オールインワン型消防車両、以下「オールインワン型消防車両」という。）が消防車両メーカーから提案され、機械的能力など現行の資機材と同等の性能を有するか検討するもの。

●検討結果と課題

必要とされる放水能力など、機械的な能力は技術的に実現可能である。

今後、オールインワン型消防車両は技術向上によってある程度コンパクトになりながらも、車両の全長は現行の大型化学高所放水車より長くなる見込みである。現行の3点セットとの活動上の比較や特定事業所構内における走行性等の検証を行っており、検証を踏まえ、現行の資機材と同等の能力を有することが確認できれば、大型化学高所放水車の導入事例を参考に法令改正に向けて検討を進める。



危険物保安技術協会提供資料より抜粋

大容量泡放射システムの高機能化

●概要

大容量泡放射システム（送水ポンプ、水中ポンプ、混合器、放水砲等）について、遠隔で操作が可能なりモートコントロールユニット（RCU）を導入し高機能化を検討するもの。

●検討結果と課題

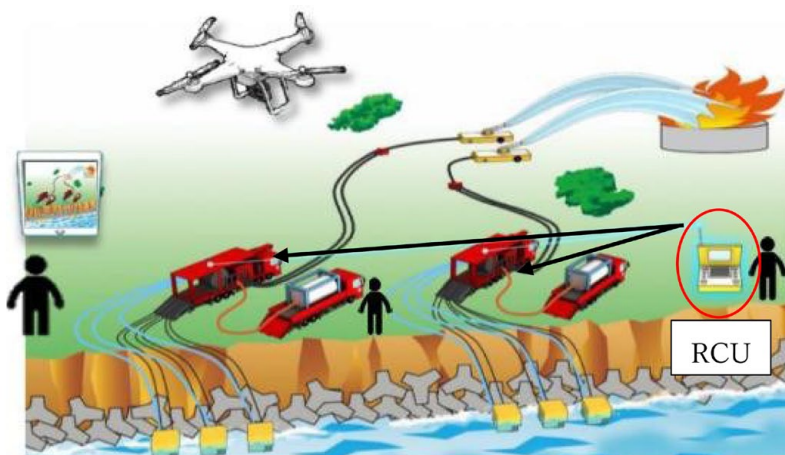
RCUについては、現地にて機器性能等の確認を行っているが、無線による遠隔操作によって複数の送水ポンプの操作（始動・停止・圧力調整等）や緊急停止も可能となっており、遮蔽物ありで100m以上離れていても操作が可能であることを確認しており現在のところ技術的な面について支障は確認されていない。

なお、有線ドローンについては、有線であるため長時間飛行できることが特徴であり、高画質な動画を送信することによって上空遠隔からでの監視も可能となっているが、これらの技術がどのように大容量泡放射システムの運用に活用できるかは、引き続き、確実性、安全性、効率性等を確認し、機能代替性について評価することが必要である。

大容量泡放射システムについては、省令第17条の2で「市町村長等（都道府県知事又は主務大臣）が適当と認めるときは、その人数を減ずることができる」と規定しており、当該技術もこれら減員にかかる技術として適当と認められる可能性はある。

大容量泡放射システムの配備に係る危険物保安技術協会が行う「大容量泡放射砲用防災資機材等に係る防災要員の減員計画等の評価」等を参考にしながら、判断する根拠等を明らかにし、RCUについて、事業所等から具体的な導入要望があった際には、導入方法と減員の考え方について示せるよう検討を進める必要がある。

【大容量泡放射システムの高機能化】



危険物保安技術協会提供資料より抜粋

ウェアラブルカメラ等新型機器の活用

●概要

スマートグラス等を着用することで、災害現場のリアルタイム情報災害状況や危険性を、事業所モニタールームや消防機関と共有できるか、先進技術の調査を行った。

●調査結果

いくつかの導入事例はあったが、名古屋市消防局における導入事例を以下に示す。

警防本部直轄の指揮隊員のヘルメットにウェアラブルカメラを取り付け、出動先の災害状況等を警防本部（市役所）へリアルタイムに動画を送信する仕組み。災害現場の映像は、従前から消防ヘリ、ドローンの映像伝送、指揮隊員保有のタブレットからの静止画伝送を利用して、警防本部へ災害状況把握として使用。ウェアラブルカメラと映像伝送装置により、現場指揮本部が保有する情報及び消防隊の活動内容について、より詳細な状況把握が警防本部で可能となったもの。



名古屋市消防局 画像伝送装置一式

3 おわりに

消防庁では、令和元年から検討してきた結果を「石油コンビナート災害対応への先進技術活用検討会報告書(最終報告)」として今年度まとめることとしています。石油コンビナートにおける災害対応への有効性が確認された技術については、必要に応じ、導入のための措置を講じることとしています。

【石油コンビナート災害対応への先進技術活用検討会】

https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/post-87.html

最近の行政の動き

— 通知・通達等 —

屋外貯蔵タンク周囲の可燃性蒸気の滞留するおそれのある場所に関する運用について
(令和4年8月4日消防危第175号)

「危険物施設におけるスマート保安等に係る調査検討会」を開催し、屋外貯蔵タンクについて、その周囲の可燃性蒸気を実測して評価し、可燃性蒸気の滞留するおそれのある場所について取りまとめました。

<https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/kikenbutu0804.pdf>

対岸の火事と他山の石



by makiko Kuzukubo

他社で起こったことも対岸の火事とせず、他山の石として考えましょう。

当協会では、第三者機関として保安に関する診断を実施しています。

詳細はこちらをご覧ください。☞ http://www.khk-syoubou.or.jp/guide/dangerous_facilities.html