

# Safety & Tomorrow 188



## 新着情報

- 令和元年度 危険物事故防止対策論文募集中  
[http://www.khk-syoubou.or.jp/pkobo\\_news/upload/98-0link\\_file.pdf](http://www.khk-syoubou.or.jp/pkobo_news/upload/98-0link_file.pdf)
- 特定屋外貯蔵タンクの浮き屋根の点検に係る技術援助業務の概要について  
[http://www.khk-syoubou.or.jp/pdf/guide/tech\\_support/01-7.pdf](http://www.khk-syoubou.or.jp/pdf/guide/tech_support/01-7.pdf)
- 特定屋外貯蔵タンクの浮き屋根の点検に係る技術援助業務を開始しました。  
[http://www.khk-syoubou.or.jp/guide/tech\\_support.html#ep02](http://www.khk-syoubou.or.jp/guide/tech_support.html#ep02)
- 水張試験の合理化の評価に係る技術援助を3件実施しました。(10月24日完了)  
[http://www.khk-syoubou.or.jp/guide/tech\\_support.html#ep01](http://www.khk-syoubou.or.jp/guide/tech_support.html#ep01)





石油コンビナート等における事故対策の推進 \_\_\_\_\_ 1  
消防庁特殊災害室長 三浦 宏



特定屋外貯蔵タンクの浮き屋根の点検に係る技術援助業務について \_\_\_\_\_ 2  
タンク審査部



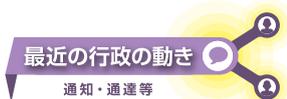
●屋外タンク貯蔵所の泡消火設備の一体的な点検に係る講習会・再講習会 \_\_\_\_\_ 5  
事故防止調査研修センター  
●防災管理者等再研修会「災害対策本部企画運営」 \_\_\_\_\_ 7  
ーノンテクニカルスキルを活かした災害対策本部演習の企画運営を学ぶー  
事故防止調査研修センター



屋外タンク貯蔵所の付属ポンプからの出火及び付属配管からの流出事故 \_\_\_\_\_ 8  
川崎市消防局予防部危険物課 渡邊 勉



●気仙沼における津波対応型燃料タンクの建設について \_\_\_\_\_ 17  
日本工営株式会社 防衛基盤整備事業部  
福岡支店 技術2部 副理事 山田 善政  
●ドローンを使用した屋外タンク貯蔵所の側板板厚測定等について \_\_\_\_\_ 29  
Terra Drone株式会社  
●3Dバーチャルプラントを活用した保安高度化並びに防災活動への取組について \_\_\_\_\_ 34  
千代田化工建設株式会社  
デジタルトランスフォーメーション本部  
デジタルプロダクト部 プラントデジタルツインセクション 久郷 信俊



●「圧縮水素充填設備設置給油取扱所の技術上の基準に係る運用上の指針について」の一部改正について \_\_\_\_\_ 43  
(令和元年8月27日付け消防危第118号)  
●製造所等の泡消火設備の技術上の基準の細目を定める告示の一部を改正する件の運用について \_\_\_\_\_  
(令和元年8月27日付け消防危第119号)  
●「地下貯蔵タンク等及び移動貯蔵タンクの漏れの点検に係る運用上の指針について」の一部改正について \_\_\_\_\_  
(令和元年8月27日付け消防危第120号)  
●ハザード地区における危険物施設の流出防止対策の促進について \_\_\_\_\_  
(令和元年9月20日付け消防危第143号)  
●危険物運搬容器の誤表示について \_\_\_\_\_  
(令和元年9月25日付け消防危第142号)  
●台風第19号に伴う防火対策等の徹底について \_\_\_\_\_  
(令和元年10月10日付け消防予第193号・消防危第160号)



消防ロボットシステムによる特殊装備小隊の発足 \_\_\_\_\_ 45  
市原市消防局消防総務課



めざせ自主保安の達人 \_\_\_\_\_ 46  
第44回 事前の備えがモノを言う



## 巻頭言

石油コンビナート等における  
事故対策の推進

消防庁特殊災害室長

三浦 宏



令和元年7月に消防庁特殊災害室長に着任しました。石油コンビナート等防災対策をはじめ特殊災害対策に全力で取り組んで参りたいと思いますのでよろしくお願いいたします。

以前私が危険物保安室に在籍していた平成24～25年度は、石油コンビナート等において多数の死傷者を伴う深刻な爆発事故が相次ぎ、内閣官房の主導により「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」が設置された時期でした。本会議により、自主保安向上に向けた安全確保体制の整備と実施、リスクアセスメントの徹底、人材育成の徹底、社内外の知見の活用等を柱とした対策がとりまとめられ、石油コンビナート等災害防止3省連絡会議の設置など国等の関係機関が一丸となって事故防止対策の推進を図ることとなり現在に至っているところですが、およそ5年ぶりに本施策分野に携わることとなって改めてその間も不断に取り組まれている関係者の努力に尊敬と感謝の意を表すところです。

近年の石油コンビナートにおける火災・爆発等の事故の状況については、今年5月に「平成30年中の石油コンビナート等特別防災区域の特定事業所における事故概要」を公表したところですが ([https://www.fdma.go.jp/pressrelease/houdou/items/190527\\_tokusai02.pdf](https://www.fdma.go.jp/pressrelease/houdou/items/190527_tokusai02.pdf))、死者1人負傷者33人と、平成26年の死者5人負傷者76人と比較すると重大事故発生防止の取り組みは着実な効果を上げているところと考えています。

一方で、火災・爆発等に至らない漏洩も含めた事故の件数自体は増加傾向に歯止めをかけるには至ってはならず、引き続き事故発生防止の取り組みが重要となっておりますが、特に最近の傾向で懸念されるのは、人的要素のうち「操作確認不十分」の増加が目立つ点です。人材育成や技術伝承については従来からその重要性が叫ばれていたところですが、平時の確実な操作・監視や緊急時の正確な応急操作等、現場従業者の育成・能力向上はますます重要となっており、そのためにも経営トップを含めた安全意識の向上、適切な安全への経営資源の投入が求められている状況であると考えています。

特殊災害室といたしましても、石油コンビナート等における自衛防災組織の技能コンテストの実施等を通じた現場保安要員の能力・意識の向上の促進や、IoTやAI等新技術の円滑な導入による災害対応の充実強化の検討など、石油コンビナート等における事故対策の推進に引き続き取り組んで参りますので、読者をはじめ関係者の皆様におかれましても事故対策の推進への取り組み・ご支援よろしくお願いいたします。



## ★ 業務紹介 ★

# 特定屋外貯蔵タンクの浮き屋根の点検に係る 技術援助業務について

タンク審査部

## 1 はじめに

屋外貯蔵タンクの浮き屋根に係る技術基準については、平成15年十勝沖地震において発生した浮き屋根式屋外タンク貯蔵所の全面火災を踏まえ、平成17年に一定規模以上の浮き屋根に係る耐震性等の基準が見直されたところですが、

ところが、近年においても浮き屋根のデッキ板上や浮き室内へ危険物が漏洩している事案が散見されていることから、消防庁危険物保安室が平成30年度から「屋外貯蔵タンクの浮き屋根の安全対策に関するワーキンググループ」（以下「浮き屋根WG」という。）を設け、その中で浮き屋根の安全性を確保するために実施すべきタンク開放時の点検等の内容や、当該点検について第三者機関の評価を受けたタンクの微小漏洩時の継続使用に資する有効な応急措置等の要件について検討しているところです。

今般、浮き屋根WGにおいてタンク開放時に実施する浮き屋根の点検について内容が承認され、中間まとめが出されました。

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、浮き屋根の点検に係る技術援助業務を開始していますので、是非ご活用ください。

## 2 タンクの所有者等が実施する浮き屋根の点検内容について

タンクの所有者等は、次に示す浮き屋根の点検等を実施する必要があります。

### (1) 点検の対象部位

特定屋外タンク貯蔵所の浮き屋根（シングルデッキ、ダブルデッキ）

### (2) 点検の内容

#### ア 目視検査

- ・デッキ板の溶接線及び板の腐食等の状況について、デッキ板上から目視検査を実施する。その際脚長・のど厚不足については十分注意を払うこと。
- ・ポンツーン内の溶接線及び板の腐食の状況について、目視検査を実施する。

#### イ 加圧漏れ試験

- ・全てのポンツーン室に対して、加圧漏れ試験を実施する。
- ・試験圧力は、原則として353 Pa (36 mmAq) 以上とする。
- ・加圧漏れ試験は、溶接線全線に発泡液を適用し、漏れがないことを確認する。または、圧力変化を測定することで漏れがないことを確認する。その際塗装が有る場合には剥離は不要とする。
- ・加圧漏れ試験の実施が困難な箇所に対しては、JIS Z 2330（非破壊試験－漏れ試験方法の種類及びその選択）に規定する漏れ試験を実施する。その際は試験されない溶接部が残らないよう留意する。（断続溶接で取り付けられている当板に覆われた溶接部等）
- ・加圧漏れ試験により漏れが確認された場合は、漏れの箇所を特定する。

#### ウ 超音波板厚測定

- ・ポンツーン底板に対して、超音波板厚測定を実施する。

（浮き屋根耐震基準対象タンクにあっては、このほかに平成17年消防危第295号通知で定められた箇所に対しても、超音波板厚測定を実施する。）

### (3) 不具合箇所の対応

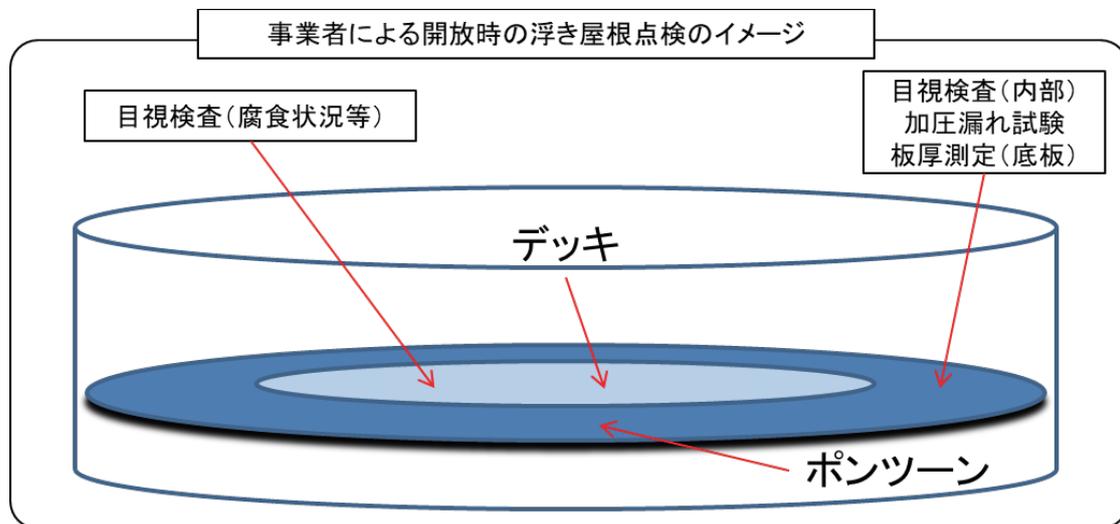
- ・加圧漏れ試験等により漏れが認められた箇所に対しては、溶接補修を実施する。
- ・目視検査や超音波板厚測定により板の厚さが3.2mm未満となった箇所に対しては、溶接補修（肉盛り補修、当板補修、取替補修）を実施する。（浮き屋根耐震基準対象タンクにあつては、強度評価を満足する板厚を確保する必要がある。）

### (4) 補修後の検査

- ・デッキ板に係る溶接補修箇所に対しては、従来通り漏れ試験を実施する。
- ・ポンツーンに係る溶接補修箇所に対しては、加圧漏れ試験を実施する。すでに加圧漏れ試験が実施されている場合にあっては、加圧漏れ試験以外の漏れ試験でも差し支えない。

### (5) 不要な設備や過度に応力が集中する構造の確認等

上記(2)で示した点検内容の他、ポンツーン内への流出事故を引き起こすリスクが高い不要な設備又は過度に応力が集中する構造の有無について確認する。これらの設備又は構造が確認された場合は、当該設備の撤去及び当該構造の見直しを行うことが望ましい。撤去等を実施しない場合にあっては、次回以降の開放検査においても、当該箇所については入念に点検する。



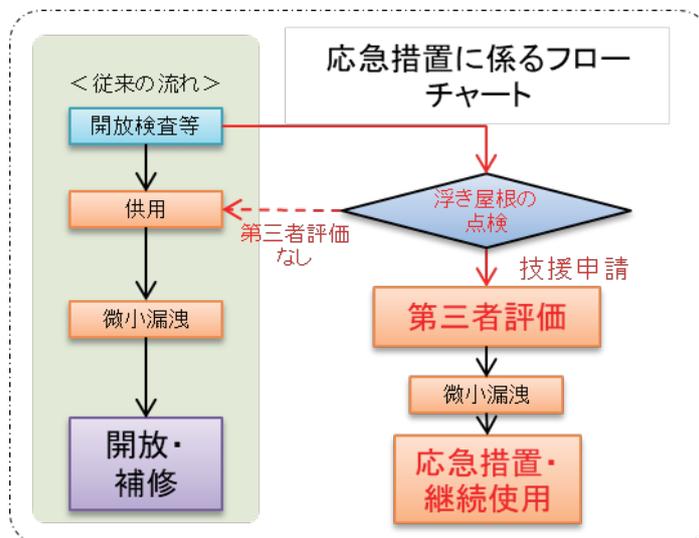
## 3 技術援助の内容について

当協会では、所有者等が実施した浮き屋根の点検について、その内容が浮き屋根 WG の中間まとめで示された内容に適合しているかどうか、タンクの所有者がとりまとめた点検記録を確認するとともに、現地において抜き取りで点検を実施することで、第三者機関としての評価をおこないます。なお、浮き屋根に係る補修が実施される場合は、補修後の検査の確認や構造の確認を実施する必要があることから、浮き屋根に係る補修工事が完了した後での評価となります。

#### 4 おわりに

浮き屋根上への危険物漏洩事故は、浮き屋根沈降のリスクが各段に高まることから、当該事故発覚時の基本的な対応としては、タンクに貯蔵している危険物を直ちに抜き取り、漏洩原因となった箇所に対して恒久的な溶接補修工事を実施する必要がありました。

浮き屋根 WG では、中間まとめで示された浮き屋根の点検を実施したものについては、その後のタンク供用中に浮き屋根上への軽微な漏洩事故が発生した場合について、適切な応急措置の実施とその後のモニタリングの強化等の対応による次回開放時までの継続使用の要件について検討しているところです。



タンク開放時の浮き屋根の点検は、漏洩事故リスクの低減に寄与すると考えられます。浮き屋根の点検をご検討される場合は、当協会タンク審査部までご相談ください。



# 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・再講習会

事故防止調査研修センター

## 1 はじめに

製造所等のうち一定の条件の屋外タンク貯蔵所には第3種の固定式の泡消火設備を設置することとされています。屋外タンク貯蔵所に貯蔵される第4類の危険物の大半を占める石油系の引火性液体に対しては、消火用泡による消火が最も有効であるとされていますが、固定泡消火設備が有効に活用されなかったケースが散見されたことから、平成17年1月14日に「危険物の規制に関する規則の一部を改正する省令」（平成17年総務省令第3号）及び「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の一部を改正する件」（平成17年総務省告示第30号）が公布され、平成18年4月1日から施行されました。

これにより、屋外タンク貯蔵所の泡消火設備の一体的な点検が行われることとなり、第3種の固定式の泡消火設備を設ける屋外タンク貯蔵所に係る定期点検については、従前の定期点検で実施していた点検内容に加えて、泡消火設備の泡の適正な放出を確認する一体的な点検により行うことが定められ、一体的な点検は泡の発泡機構、泡消火薬剤の性状及び性能の確認等に関する知識及び技能を有する者が行うこととされました。

これらのことから、当協会では屋外タンク貯蔵所の泡消火設備の一体的な点検に携わる方を対象として、平成17年度より「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」（以下、「初回講習」といいます。）を開催しており、これまでに多くの方々に受講いただいております。

また、近年、石油コンビナート等における事業所で深刻な事故が発生しています。災害が発生した際に迅速、かつ、的確な対応により被害を最小限に止めるためには、必要事項の再確認や新たな知識の習得により技能の維持・向上を図ることが大切です。そのため、過去に初回講習を受講されてから5年以上経過された方を対象として、平成27年度より再講習も開催しております。

## 2 講習会の内容

この講習会では、上記の知識及び技能を効果的に習得できるよう、テキストには豊富なカラー写真、図を使用するとともに、事業所における一体的な点検の実施状況を撮影・編集したビデオを視聴していただいております。更に一体的な点検の実施に必要な泡の性能測定（標準試料の作成、標準混合率グラフの作成、泡採取並びに発泡倍率、25%還元時間及び混合率の測定）に関する実習では、受講者の方々に一連の泡の性能測定を直接行っていただき、実務に役立つ内容としています。これらの講習内容は、受講者の方々のアンケート結果でも高い評価をいただいております。

### 3 本年度の開催状況

令和元年 10 月下旬までの開催実績は次表に示すとおりで、217 人の方に受講していただきました。

開催場所	開催日	会場
札幌会場	(初回講習) 令和元年 9 月 5 日 (木) (再講習) 令和元年 9 月 6 日 (金)	北農健保会館
仙台会場	(初回講習) 令和元年 10 月 1 日 (火)	フォレスト仙台
東京会場	(初回講習) 令和元年 6 月 6 日 (木) 令和元年 7 月 24 日 (水) 令和元年 10 月 31 日 (木) (再講習) 令和元年 7 月 25 日 (木)	危険物保安技術協会
大阪会場	(初回講習) 令和元年 6 月 28 日 (金)	大阪市立阿倍野防災センター
倉敷会場	(初回講習) 令和元年 10 月 10 日 (木) (再講習) 令和元年 10 月 11 日 (金)	くらしき山陽ハイツ
北九州会場	(初回講習) 令和元年 7 月 12 日 (金) 令和元年 10 月 23 日 (水) (再講習) 令和元年 10 月 24 日 (木)	北九州市市民防災センター

仙台会場につきましては、令和2年度の開催を休止いたします。

なお、今後の開催予定については、当協会ホームページ「セミナー・講習会」の本講習会サイトをご覧ください。



講義



実習

## 防災管理者等再研修会「災害対策本部企画運営」

—ノンテクニカルスキルを活かした災害対策本部演習の企画運営を学ぶ—

事故防止調査研修センター

当協会では、防災管理者・副防災管理者研修会の再研修会として「災害対策本部企画運営研修」を開催しており、今年度は、9月19日に当協会を会場として開催しました。近年、安全を確保していくための現場力としてノンテクニカルスキル（状況認識、コミュニケーション、リーダーシップ等）が注目されていますが、この研修会では、そのノンテクニカルスキルを育成し、よりの確な対応力をつけるため、効果的な災害対策本部演習を企画運営する手法を学んでいただくことを目的としています。

本研修は、災害発生時、最も重要な情報収集、情報共有などの情報処理から意思決定に至るまでを模擬的に演習を行い、災害対策本部の初動対応を学び、演習シナリオ作りを通して、ノンテクニカルスキルを活用した実践的な災害対策本部の対応能力の向上に役立てていただけるものです。

講師として、原子力施設、危険物事業所等の保安・防災業務に実績のある防災専門のコンサルタントが担当しました。

### 《研修の内容》

#### \* 災害対策本部設置・運営図上演習

地震発生後に危険物が漏えいし、タンク火災が発生したという複数災害を想定し、状況判断と意思決定を中心に災害対策本部を効率的・効果的に運営するためのスキルを学びました。受講者は、本部長、副本部長、情報整理、情報受理・伝達係としてコーディネータから発信された付与情報に基づき、状況に対応した活動を指示していくという設定で、演習が行われました。

#### \* 訓練シナリオ作成

受講者の事業所構内図をもとに、事業所独自のシナリオを作成していただき、陥りやすい盲点や予想外の想定などシナリオレス訓練を組み入れるためのノウハウを学びました。

受講者からは、「講師の説明が適切で大変良かった。」「シナリオレス訓練を是非実施したい。」「限られた人員の中で役割を明確にして対応したい。」などの声が聞かれました。



図上演習と講義

## 屋外タンク貯蔵所の付属ポンプからの出火及び 付属配管からの流出事故

川崎市消防局予防部危険物課 渡邊 勉

### 1 はじめに

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

令和元年度現在、当市内には4千を超える危険物施設がありますが、今回は平成29年度中に発生した2つの事故事例を紹介します。この2つの事故は、同一施設で連続して発生した事故です。

### 2 事例1「屋外タンク貯蔵所の付属ポンプからの出火」

#### (1) 概要

ボイラーの燃料の重油を貯蔵している屋外タンク貯蔵所（#5010）の開放検査のため、屋外タンク貯蔵所（#18）で貯蔵している重油をボイラーに供給するために配管経路を変更し、供給の準備のため循環ラインに重油を張り込み、循環させていたところ、#18の付属ポンプ（P-904・遠心ポンプ）のメカニカルシール部分から、炎が出ているのを巡回中の作業員が発見し、消火器で消火したものを。



ポンプ焼損状況

発生日時 平成29年6月11日（日） 9時20分頃

覚知日時 平成29年6月11日（日） 9時28分

処置完了日時 平成29年6月11日（日） 10時32分

人的被害 なし

物的被害 ポンプ（P-904）のメカニカルシール及び潤滑油オイルゲージ焼損、重油若干量焼失

## (2) 調査結果

### ア ポンプ

電動機の軸受の潤滑油ゲージ（プラスチック製）に熱による損傷が見られましたが、配管及びポンプ本体のフランジからの油流出の形跡は認められませんでした。

ケーシングには残油が少量溜まっており、インペラーには、温度上昇の痕跡である重油による薄い膜の付着が見られましたが、ケーシングとインペラーとの接触痕はなく健全な状態であり、ポンプ内部で火災が発生した様な形跡は認められませんでした。

メカニカルシールの回転環と軸スリーブに取り付けてあるＯリング（フッ素ゴム）の焼失、また、固定環、軸とスリーブに取り付けてあるＯリングの硬化及びひび割れが認められました。なお、メカニカルシールの主要部品や摺動面の不具合はなく、大量に重油が流出した形跡は認められませんでした。



劣化したＯリングの残骸

### イ 配管

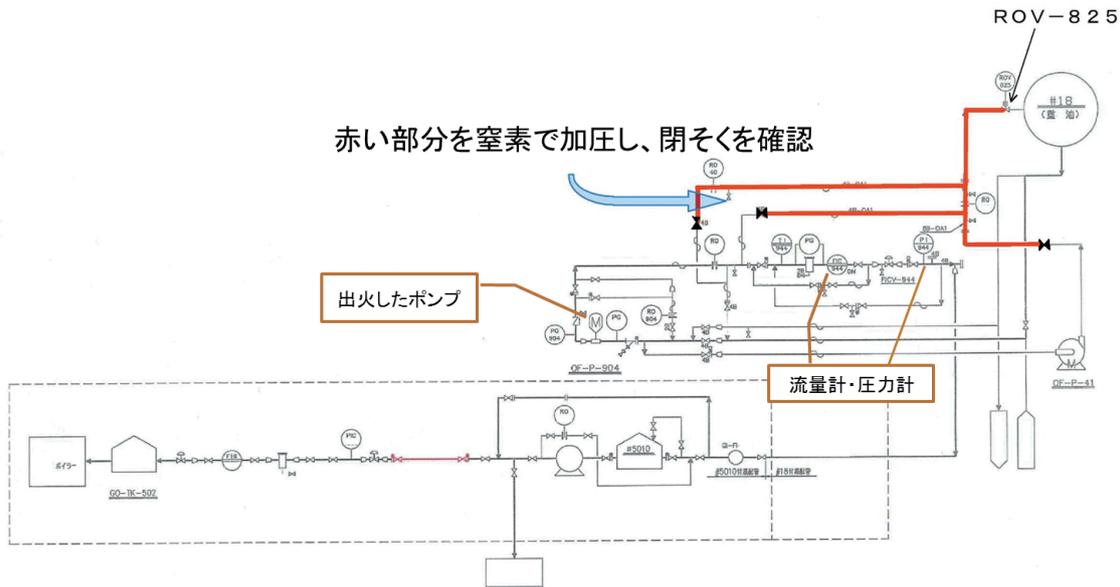
ポンプ本体の不具合による出火の可能性が低いことから、タンク切り替えに伴う配管経路変更による影響を検証するため、変更部を窒素で加圧したところ、#18直近の弁（ROV-825）付近で閉そくが認められたことから、当該弁を開放した状態で弁のレントゲン撮影を実施しましたが、弁の不具合による閉そくはありませんでした。当該弁は保温板金で囲われていたので、板金を取り外したところ、フランジ部分に仕切り板が挿入されていたことが確認されました。

この仕切り板は平成24年4月のタンクの油種変更の際に挿入され、その後、平成25年3月の#18の開放検査の際にも挿入は継続されたまま、今回の配管改造による完成検査を受検していました。（完成検査後に仕切り板を外す予定であった。）



### ウ トレンドデータ

重油循環ラインに設置してある圧力計 (PI-944) 及び流量計 (FIC-944) のデータを確認すると、圧力はポンプ (P-904) の起動後すぐに急上昇しており、流量はポンプ起動時に一時的に上昇しましたが、すぐに0を示していることが確認されました。

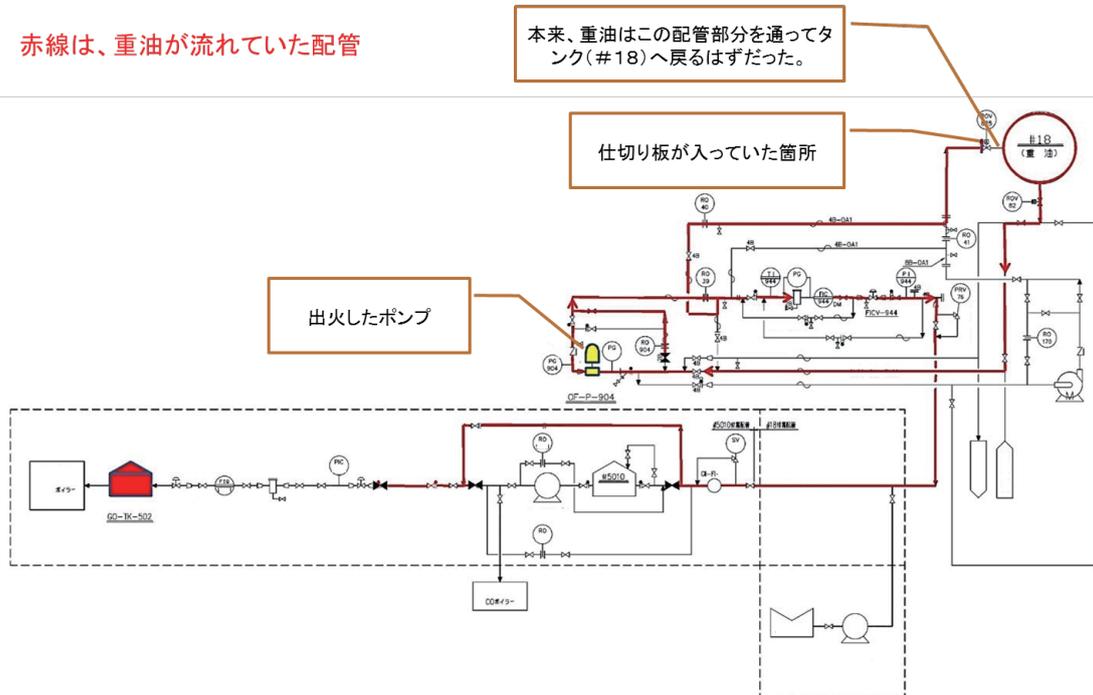


### (3) 原因

6月11日4時35分に屋外タンク貯蔵所 (#18) から新設したラインを経由した循環運転のために付属ポンプ (P-904) を起動したが、#18の受入れラインの元弁 (ROV-825) に仕切り板が挿入されていた状態に気付かず、ポンプが停止するまでの約5時間程度の間、締め切り状態で運転されていました。

## 発災時の重油の流れ(循環運転)

赤線は、重油が流れていた配管



締め切り状態でポンプを運転した場合、電動機からの動力エネルギーは逃げ場がないため、熱エネルギーとして消費され、ポンプの内部流体である重油の温度を上昇させます。さらに、当該ポンプを含む吐出、吸込み配管は保温されて

いたため、外部への熱放出がほとんどなく、熱エネルギーは内部流体に蓄熱されたと考えられます。この結果、内部流体の温度がポンプのメカニカルシールに取付けられていたOリングの安全耐熱温度である250℃を超え、軸スリーブのOリングが消失したため、シール性がなくなり、そこから重油が流出に至ったと考えられます。

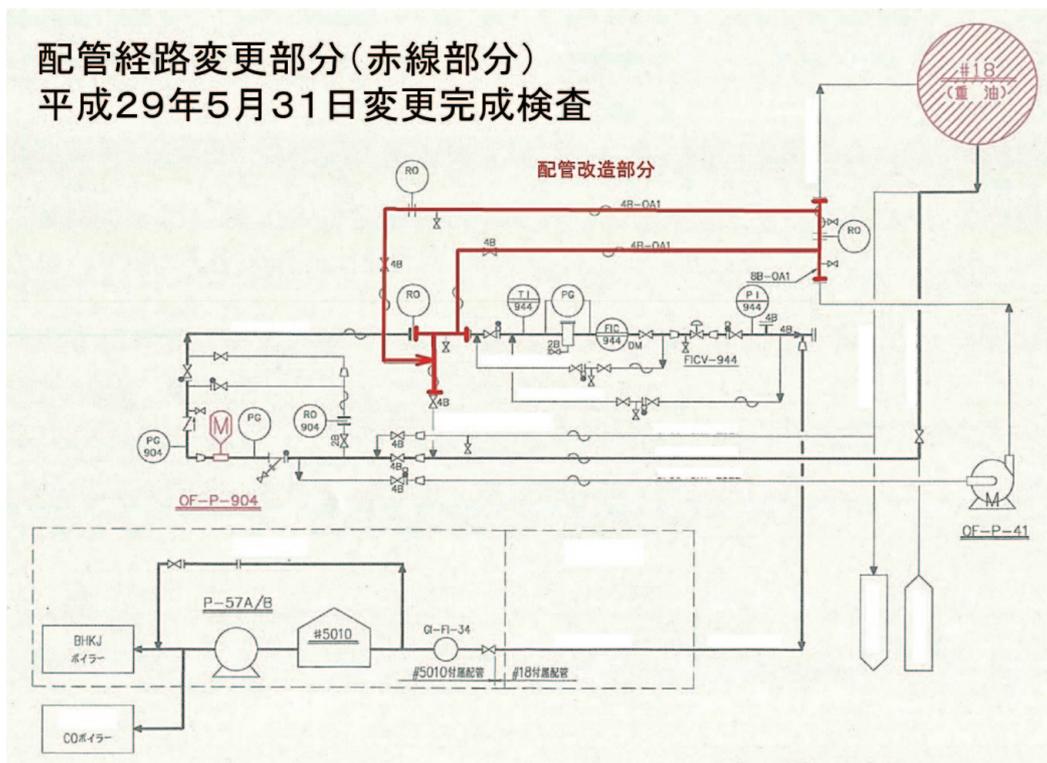
また、断熱状態での締め切り運転した場合のポンプ蓄熱シミュレーションを行ったところ、吐出、吸込み配管中の重油への伝熱を推測した結果では、数時間で300℃以上に昇温される結果が得られました。大気圧下の重油の沸点は約210℃であり、発火点は315℃であることから、Oリングの消失により流出した重油が沸点を超え、ガス化した状態で外部に流出し、空気と触れて自然発火に至ったと推定されました。

#### (4) 仕切り板の存置について

この事故は、循環ライン上に仕切り板が入ったままで運転を行ったため、ポンプが締め切り運転となったことが原因と考えられましたが、それでは何故、仕切り板があることに気付けなかったのでしょうか。

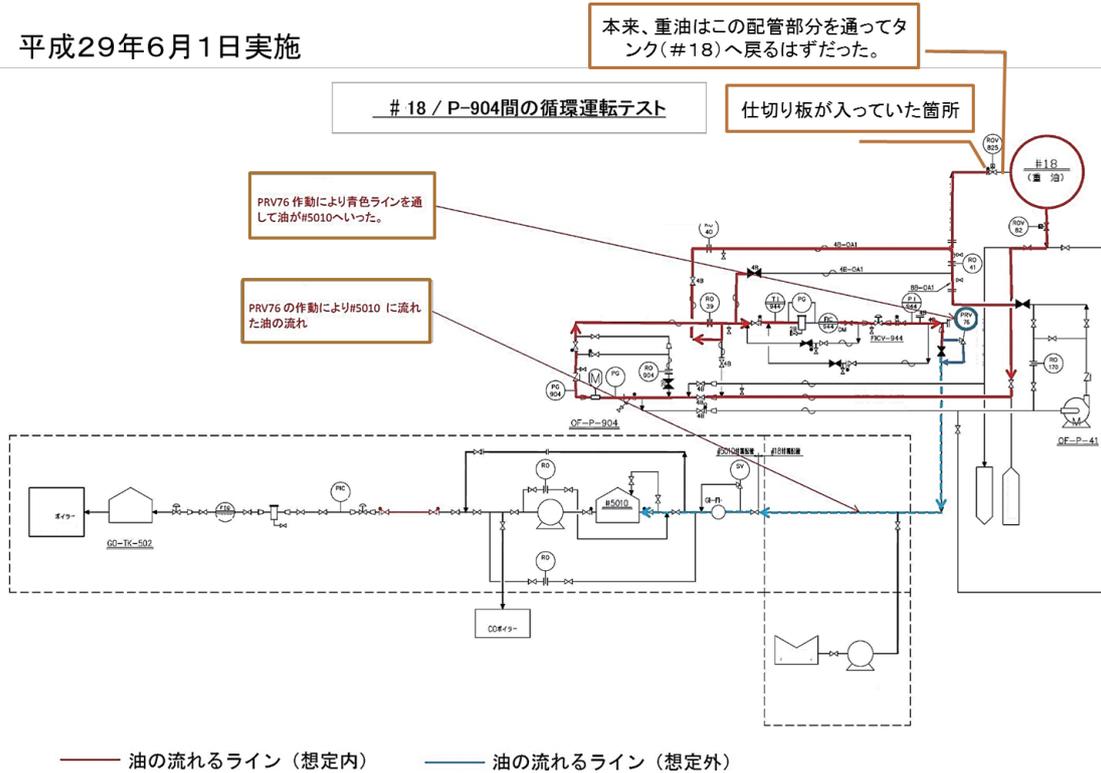
運転にあたり、使用する配管の現場確認を行っていましたが、仕切り板には、仕切り板がある旨の札が付いていたのですが、札ごと保温材の中に隠れていたため気付けなかったとのことでした。また、事故が発生する前に、配管の経路変更に伴い通油テストを実施していましたが、変更部分には流量計等が設置されておらず、流量計等のデータから変更部分が通油していることを直接確認できていなかった。このテストの際、意図しないバイパスライン（安全弁）が形成されていて、そこを經由して重油が流れていたのですが、このことに気付けず、テストを合格としていたことが分かりました。

元々、ボイラーへ重油を供給していたのは屋外タンク貯蔵所（#5010）ですが、このタンクの開放検査に伴い、#18からボイラーへ重油を供給するため、平成29年5月末に赤い部分に新たに配管を敷設しています。



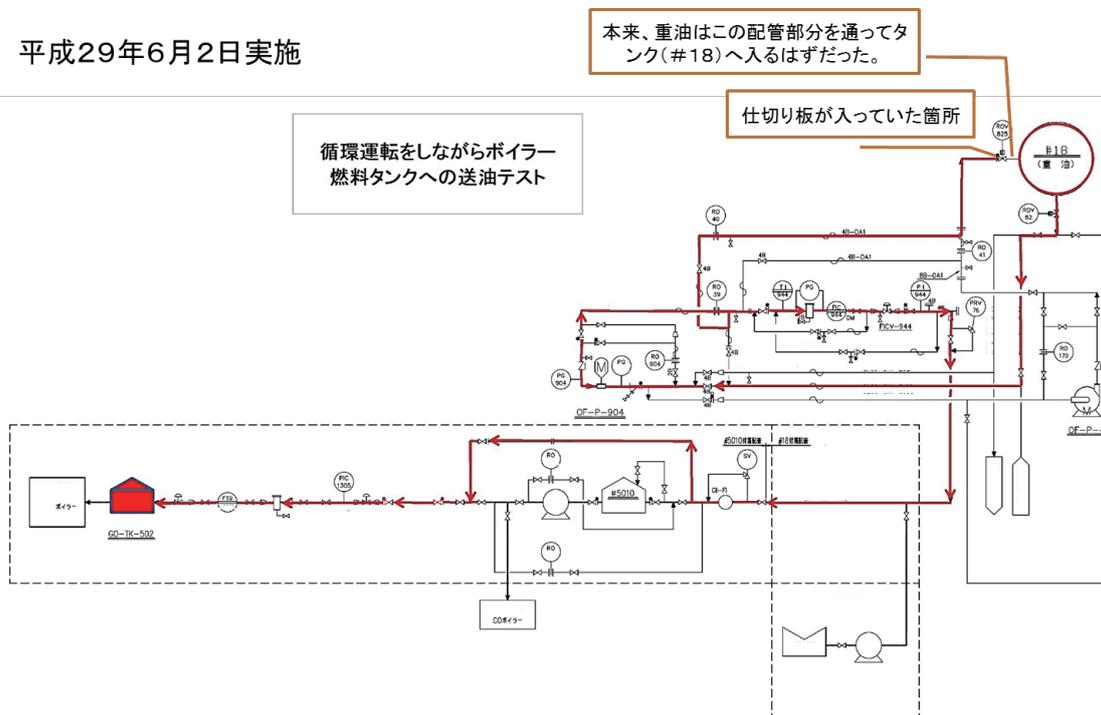
完成検査を受検した翌日の6月1日に配管改造部分の通油試験を行っています。通油テストは、赤色のライン部分を使用して、#18からP-904間で循環運転を行いました。#18の元弁（ROV-825）付近に仕切り板が入っていたため、本来ならば重油は循環できず、行き場のない状態になるはずでしたが、テストライン上に安全弁（PRV76）があり、行き場を失った重油の圧力が安全弁の設定圧を超え、青いラインを伝って#5010へ流れたため締め切り状態とはならず、このことに気付かなかったため通油テストは合格となりました。

平成29年6月1日実施



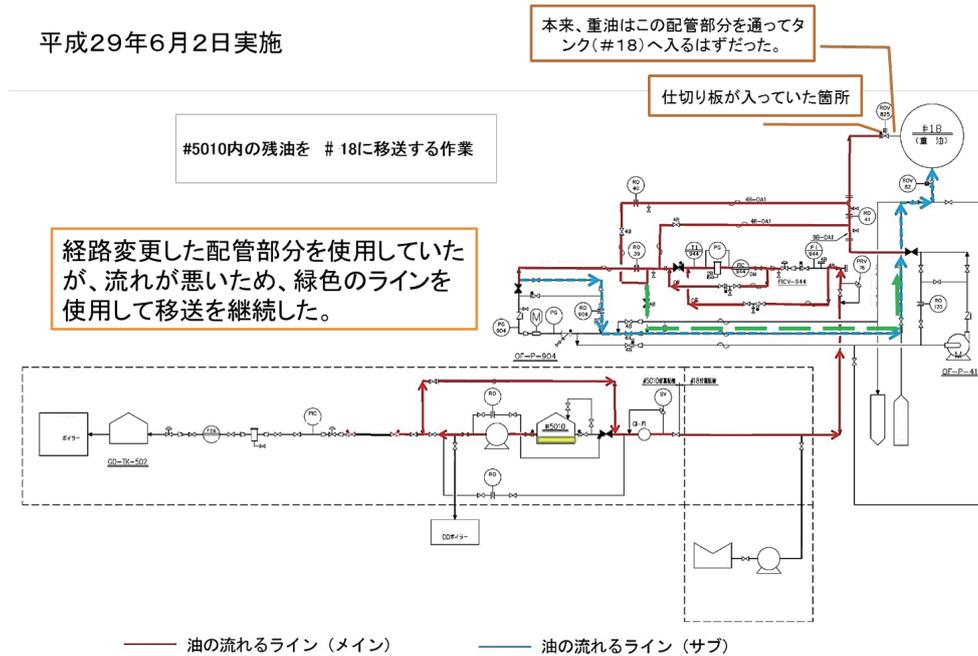
さらに翌6月2日に#18の循環運転をしながら、#18からボイラーのサービスタンク(GO-TK502)へ送油するテストを行っていますが、この時にも仕切り板には気が付いていません。

平成29年6月2日実施



同日には#5010開放のため、#5010から#18への重油の移送も行っています。移送ラインは赤色のラインですが、ROV-825付近に仕切り板が入っているので、ROV-825経由では#18へは重油が送れませんが、青色のラインも使用していたので、このラインを経由して#18には重油が送られていました。当時の運転員は重油の流れが悪いことに気が付いたのですが、その原因を究明せずに、流れを良くするために緑色のラインも開き、移送を継続しています。

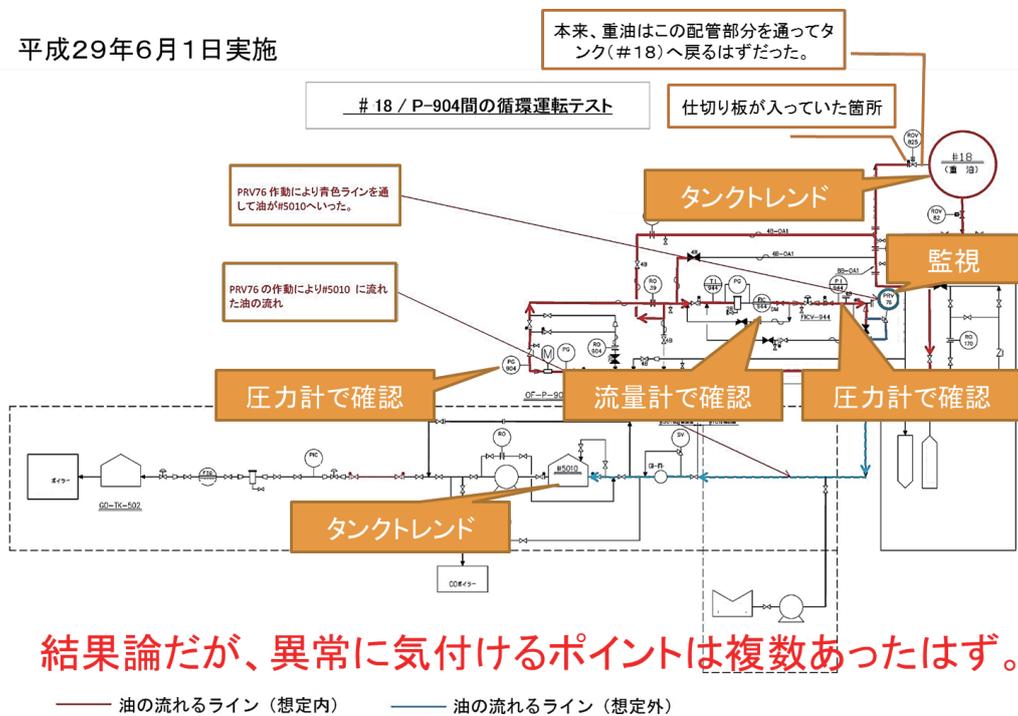
平成29年6月2日実施



この様に、通油テストを含め、3回、仕切り板が入っているラインを使用しようとしていました。結果論ではありますが、異常（閉そく）に気が付けるポイントは複数あったと考えられます。6月1日の循環テストでは、#18に戻るはずの油が戻っていないので、例えば#18の液面トレンドや使用ライン上の圧力計・流量計指示値を確認するなり、遠隔監視機能はなかったものの安全弁の現場での監視、誤って重油が送油されてしまっていた#5010の液面高さの変化等に気が付けていれば、ラインの閉そくを発見できたかもしれません。

また6月2日についても、タンク間移送時には、流れが悪いことに気が付いていたわけですので、各種トレンドデータから流れが悪い原因を掘り下げることをやるべきだったと思います。

平成29年6月1日実施



**結果論だが、異常に気付けるポイントは複数あったはず。**

通油テストについて手順書等は整備されていたとのことですが、通油テストの適否の確認方法が記されていないとのこと。通油テストなのだから、流れているのか確認することは当然ですが、手順書は汎用性を持たせるためなのか、若しくは示さなくとも分かるはずと考えていたのか、その確認方法についての記述は無かったとのこと。

通油テストとは何なのか、その本質が理解されているか？



テストの結果を確認する手段はどのようなのか？



変更部分の通油を直接確認できないのなら、どの様に確認するか、適切に検討する。

- 作業手順書に確認手段を明示する。
- 分かっているだろうでは、ダメ！
- Know-whyを伝えること、知ろうとすること。
- 「変だな」と気付ける力、「どうする」と考える力の育成

### (5) 安全対策

この事故を受けて、次の安全対策が行われました。運転・設備変更後の手順書には運転上の注意事項を記載し、異常の有無が分かりやすいようにする。また、流量計等がない場合の流れの確認方法として、圧力値や電流値の変動で確認する旨の教育を行う。仕切り板を挿入したフランジに保温材を巻く場合には、仕切り板の柄の部分に保温材の外から見えるようにするよう、仕切り板入れ替えを作業要領書に記載する。

## 3 事例2「屋外タンク貯蔵所の付属配管からの流出」

### (1) 概要

巡回中の作業員が配管ラック下の看板に油が付着しているのを発見したため、ラック上の配管を確認すると、ダミーパイプサポート（管状のパイプサポート）の先端から油が垂れているのを確認したものの。

発生日時 平成29年6月12日（月）10時25分頃

覚知日時 平成29年6月12日（月）10時37分

処置完了日時 平成29年6月12日（月）11時14分

人的被害 なし

物的被害 重油58リットル、配管の開孔

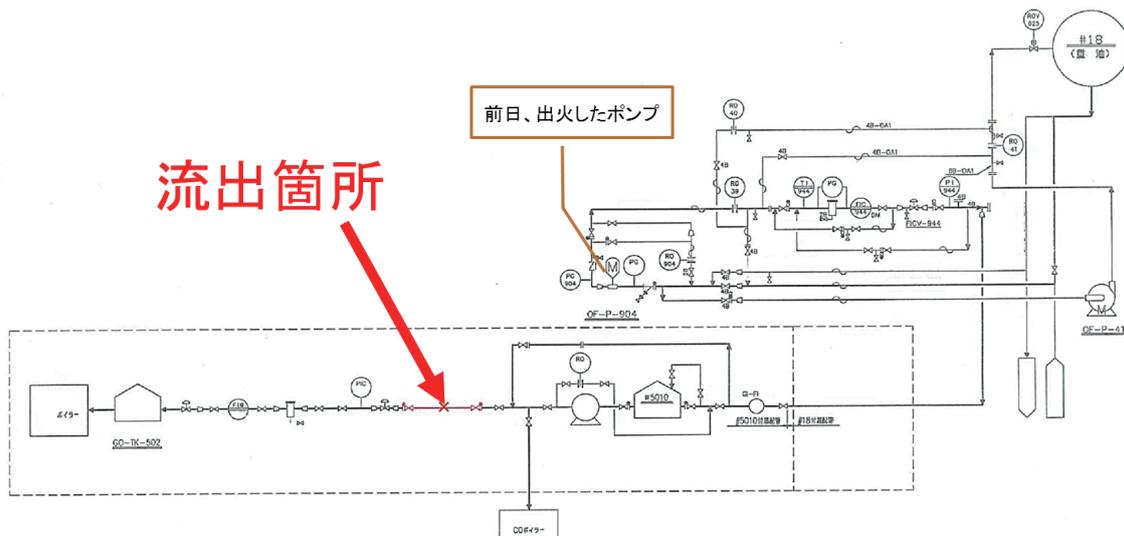
なお、当該配管は、平成29年6月11日に締切り運転により出火したポンプ【事例1】と繋がったラインであり、11日時点では、出火ポンプからの圧送で重油が送られていた。



流出部の  
ダミーパイプサポート端部

開孔した配管とダミーパイプサポート  
設置状況





(2) 調査結果

ダミーパイプサポート及びサポートが接続した配管エルボ部に対して放射線透過試験を実施した結果、ダミーパイプサポート内の水平部及び配管エルボ背側にスケールが確認され、エルボの背側で外面腐食の発生、さらにダミーパイプサポートが配管に向かって傾斜していることが確認されました。

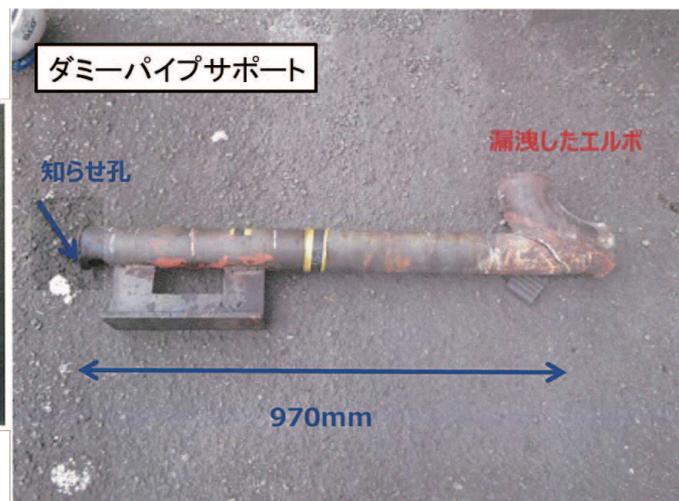
配管流出部及びダミーパイプサポートを切断し、目視検査を実施した結果、エルボ背側にて長さ25mmの縦状の亀裂が確認され、配管の内面腐食の深さは0.1mm以下であり、内面腐食の進行は軽微なことが確認されました。

知らせ孔

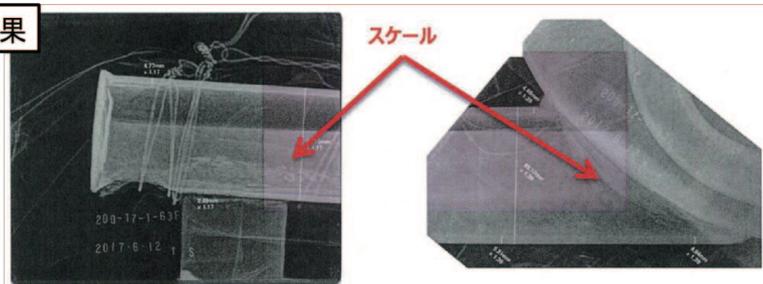


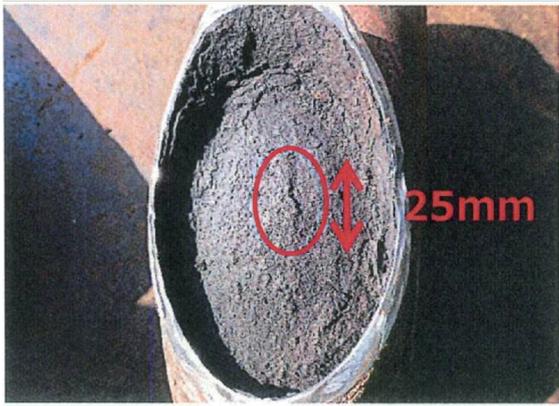
流出時はテープで巻かれていた。

ダミーパイプサポート



放射線透過試験結果





サポート切断後の配管エルボ(外面)

25mmの亀裂があった。



配管エルボ(内面)

### (3) 原因

放射線透過試験による結果、ダミーパイプサポート内に腐食によるスケールが堆積していることが確認されました。ダミーパイプサポートは配管エルボーに向かって、斜め下向きに傾斜していることが確認され、腐食要因となる水分がダミーパイプサポート内エルボ部に堆積しやすい構造になっていたことで、腐食が促進したものと推定されました。

また、配管に縦状の亀裂が確認されており、これは経年的に外面腐食を受けていた部位において、前日に発生した屋外タンク貯蔵所（#18）の付属ポンプ（P-904）の火災の原因である締切り運転による配管内圧の上昇が引き金になり、腐食により減肉していた部位が開孔し、流出に至ったものと考えられました。

### (4) 安全対策

腐食開孔した部分については取替えを実施し、サポートの形状については、ダミーパイプサポートからH鋼でのサポートに変更しました。

水平展開として、屋外タンク貯蔵所（#18）から屋外タンク貯蔵所（#5010）を經由してボイラーに供給される重油配管システムの健全性を確認するため、ダミーパイプサポートが敷設された箇所に対し、放射線透過試験を実施し肉厚測定を行いましたが取替が必要となる箇所は確認されませんでした。この事業所では1990年頃より、新設及び取替え時のダミーパイプサポートの使用を全面禁止し、H鋼又はフラットバーによるサポート使用していますが、それ以前に設置された配管のサポートの多くは、今回の事故と同じタイプのサポートであり、事業所内に数多く存在しています。これらのダミーパイプサポートの管理リストを作成し、検査プログラムにより管理を実施することとしました。また、ダミーパイプサポートが配管側に傾斜していたことも腐食進行の要因の1つと考えられるため、ダミーパイプサポートの傾斜の有無を目視で点検し、明らかに傾斜している等、健全性が疑われる配管は非破壊検査を実施することとしました。

## 4 おわりに

2つの事故とも、幸いなことに負傷者の発生等の人的被害の発生や事業所近隣へ影響が及ぶようなことはありませんでしたが、発生原因は何処でもありうることを考えられますので、事故防止の参考となればと考え紹介いたしました。



# 気仙沼における津波対応型燃料タンクの建設について

日本工営株式会社 防衛基盤整備事業部  
福岡支店 技術2部 副理事 山田 善政

## 1. はじめに

平成23年3月11日に発生した東日本大震災により、気仙沼港に設置されていた鋼製地上式屋外タンク貯蔵所が津波により被災した。

気仙沼市では、市の主要産業である水産業再建のため、漁船運用に不可欠となる燃料受払棧橋、燃料貯蔵タンク等燃料施設復旧事業が計画された。(写真-1 参照)

燃料貯蔵タンクの型式についてはこれまでの経験等を踏まえて、地震に強いとされるプレストレストコンクリート(以下「PC」という。)が、津波対応としてタンク本体側板の周囲に採用された。

なお、タンク設置許可申請は、当該燃料施設を運用する民間事業者(株気仙沼商会)により気仙沼市・本吉消防本部へ申請されたが、津波対策壁(底板共)及び対策壁設置に伴う荷重増等直接的な関連がある基礎・地盤工事は、気仙沼市で実施された。



写真-1 燃料施設全体配置図

## 2. タンクの構造形式

PCは、コンクリートに発生する軸引張応力に対応するためのPC鋼材を配置したもので、鉄筋コンクリートと比較して部材厚低減による経済性、ひび割れ応力制御による耐久性及び繰り返し荷重等を受ける部材について高い靱性を有する等の特質がある。

また、PCタンクについては、昭和53年6月12日に発生した宮城県沖地震による被害を踏まえ、厚生労働省が(公社)日本水道協会に対して依頼・策定された「水道用プレストレストコンクリートタンク標準仕様書」の制定以降全国で建設されたタンク型式で、今回の被災において仙台港の船舶用給水タンクにおいて、タンク本体に大きな損傷がなかったことから、耐震性及び津波対応性が評価されたものである。

一方、コンクリート部材は、セメント量と水セメント比を定めれば水密性を確保できるが、危険物(油)の浸透を防止することは困難である。従って、消防法ではタンク本体構造は鋼製によるものと規定している。

以上より当該タンクの構造型式については、鋼製屋外貯蔵タンク(消防法令で規定されている準特定屋外貯蔵タンク)の周囲に津波対応のためのPCを施した構造(以下「津波対策壁」という。)とした。

タンク型式については、図-1を参照。

なお、津波対策壁の設置位置については、気仙沼・本吉消防本部との協議により、タンク本体側板に接して設置することとした。

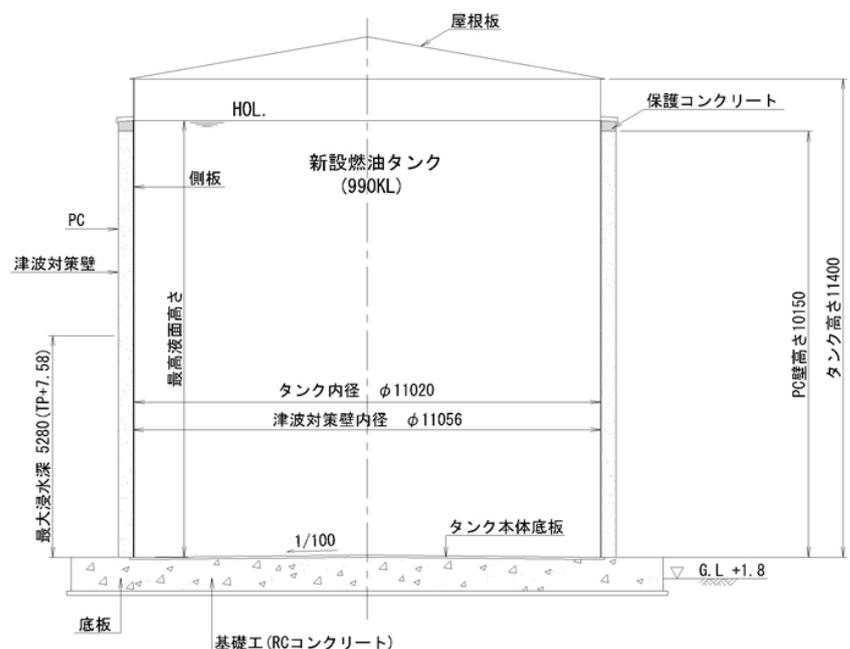


図-1 タンク型式概要図

### 3. タンク設置許可申請図書の内容等

#### (1) タンク設置許可申請区分等

タンク設置許可申請は、次項タンク諸元に示す実容量990kℓ-準特定屋外タンク貯蔵所として、気仙沼市・本吉消防本部へ申請された。

タンク本体及び基礎・地盤については、消防法で規定されている常時、地震時における検討項目を本設置許可申請において検討している。

また、津波対策壁（底板共）の重量及び地震時慣性力の影響が付加されることから、津波対策壁を設置した状態での検討結果を添付することとした。

なお、本タンクに採用された津波対策壁に関する技術基準は消防法に規定されていないことから、津波衝撃及び漂流物(船舶)衝突荷重等による安全性検討は別途行う必要がある。このため、津波対策壁、底板に係る応力度検討等は危険物保安技術協会に委託した技術援助により安全性を確認している。

#### (2) 申請されたタンク諸元、設置条件等

##### ① タンク諸元

申請されたタンク諸元は、表-1 に示すとおり。

##### ② タンク配置

###### ・平面配置について

敷地境界及び保有空地等に係る離隔距離等タンク配置については、屋外タンク貯蔵所に係る政令第11条に基づくものとし、防油堤及び構内道路の配置については、規則第22条に基づくものとしている。

###### ・タンク設置高

タンク設置高(基礎上面高さ)については、ボーリング調査における孔内水位観測結果に基づく地下水位(HWL.= TP.+0.15m)と、規則第20条の3の2第2項第5号より規定された地下水位からの離隔距離2.0m以上に余裕15cm(告示第4条の22の5-許容沈下量相当)を見込むものとした。

タンク設置高=TP.+0.15m+2.0m+0.15m=TP.+2.30m

##### ③ タンク基礎・地盤について

###### ・地盤

当該タンクの地盤は、深度3m程度から沖積シルト質砂層が厚く堆積しており、告示第4条の22の6及び告示第74条で規定される液状化に対する抵抗率FL値が1未満と算出される深度が多い。

また、地表面近くの埋土層は、告示第4条の22の4で規定された支持力に対する安全率3.0を満足することができないことが確認された。

以上より、タンク地盤については、地盤改良工事が必要とされることが認められた。

このため、液状化対策及び支持力対策として、地表面から3.4m(許容支持力を満足する深さ)までの範囲について平成11年消防危第27号通知別添1第2深層混合処理工法を用いた準特定屋外タンク貯蔵所の地盤の技術指針に準じた「中層混合処理工法」を採用し、地盤改良工事を実施することとした。

###### ・改良体の安全性

改良体の安全性確認については、津波対策壁を設置した状態で改良体上面に伝達される地震時及び津波時の水平力、モーメント及び地盤反力等に対する安全性の確認を実施するものとした。

表-1 タンク諸元、設置条件等一覧表

項目	諸元・設置条件等
タンク形式	固定屋根式鋼製地上式屋外タンク貯蔵所
危険物の種類	第四類、第三石油類、重油
設計引火点	約 80°C
指定数量	2,000ℓ
実容量	990kℓ-指定数量の倍数 495 倍
タンク内径	D = 11.02 m
タンク高さ	H = 11.40 m
液面高さ	h = 10.40 m
地震の影響	設計水平震度 k h 1=0.4436 地域別 $\nu 1=1.0$ 、地盤別 $\nu 2=2.0$ 、 応答倍率 $\nu 3=1.4787$
基礎地盤	ハ地盤 液状化、支持力対策 深層混合処理-地表面から 3.40m
基礎工	津波対策壁底板を兼ねた コンクリートスラブ基礎

・基礎

基礎は、津波対策壁の底板を兼ねることとなることから、形状及びタンク荷重支持方式が類似している告示第4条の22の7に規定された局所的な沈下を防止できる鉄筋コンクリートスラブを有する基礎構造(以下「スラブ基礎」という。)に準ずるものとした。

④ タンク本体について

タンク本体は、規則第20条の4の2に規定された準特定屋外貯蔵タンクの構造に係る基準を満足するものとし、一般的な地上式縦置き円筒型タンクと同様に、常時・地震時の検討を実施するものとした。なお、津波荷重等はタンク本体ではなく、すべて津波対策壁で受け持つ構造としている。

また、津波対策壁設置により、製缶材腐食補修等の対応が困難となることが考えられることから、防蝕対策として側板については腐食代1.5mmを見込むものとし、底板についてはエポキシ樹脂による内面塗装工を実施することとした。

4. 津波対策壁の検討

(1) 検討内容

津波対策壁の検討は、次のケースについて実施している。

ア 地震時、津波衝撃作用時の安定性

イ 津波衝撃作用時の浮き上がりに対する検討

ウ 常時、地震時、津波衝撃、漂流物(漁船)衝突荷重作用時PC壁の応力検討

ただし、地震時、津波衝撃、漂流物(漁船)衝突荷重作用時は、個別に発生するものとした。

なお、地震時については、既存タンクにおいて類似検討事例があることから、本稿では紹介を省略することとした。

(2) 津波高及び津波流速

タンクに対する想定津波高(タンク前面)及び津波流速については、気仙沼市が実施した津波シミュレーション解析(新設防潮堤考慮)結果より、下記の値を採用することとした。

$$\text{想定津波高} = TP. + 7.58\text{m}$$

$$\text{津波流速} = 5.64\text{m/sec} \rightarrow 6.0\text{ m/sec}$$

(3) 津波衝撃の影響

津波衝撃による水平力及び転倒モーメントについては、平成21年3月総務省消防庁「危険物施設の津波・浸水対策に関する調査検討報告書」(以下「報告書」という。)の一部を参考として設計に用いた。

① タンク本体に作用する津波波圧分布及び津波水位について

タンク本体に作用する津波波圧分布は、報告書では、水理模型実験等により図-2に示すとおりとしている。

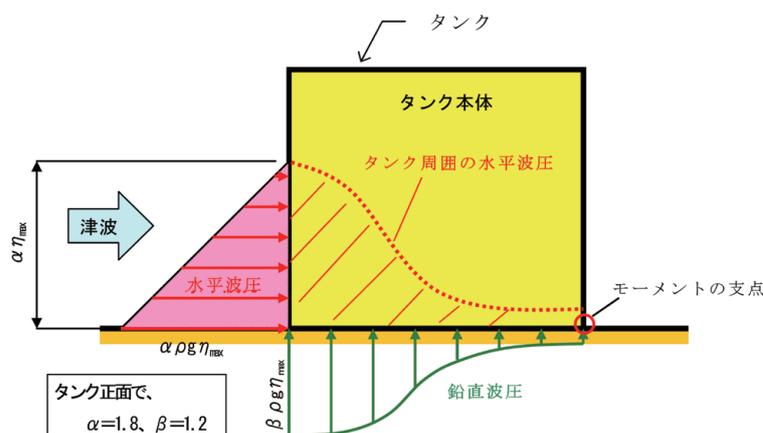


図-2 タンク本体に作用する津波波圧分布

報告書では、タンク前面における津波水位について、防油堤を越流した後の津波の流速効果を考慮することが適当であるとされ、フルード数に応じて津波波力等を算出することとされている。当該タンクについては、新設された防潮堤通過後の津波が適用されるが、想定水位・流速（津波シミュレーション解析値）から求められるフルード数が0.9未滿となることから、報告書に基づき $\alpha=1.0$ を採用している。

なお、設計津波水位については、気仙沼市より提示された、津波シミュレーション解析におけるタンク位置での水位 TP.+7.58m（津波対策壁浸水深 5.28m）を採用することとした。

タンクに作用する水平波力が最大となる時点でのタンク周囲の津波水位（津波到来方向となす角度 $\theta$ 方向の側板での $h_x^{max}(\theta)$ ）は、水理模型実験より次のフーリエ級数で近似できるとしている。

$$h_x^{max}(\theta) = n_d^{max} \sum_{m=0}^3 P_m \cos m\theta = 1.0 n_{max} \sum_{m=0}^3 P_m \cos m\theta$$

$P_0=0.680$ 、 $P_1=0.340$ 、 $P_2=0.015$ 、 $P_3=-0.035$

$n_{max}$  と  $h_x^{max}(\theta)$  の比率は、図-3 に示すとおりとなる。

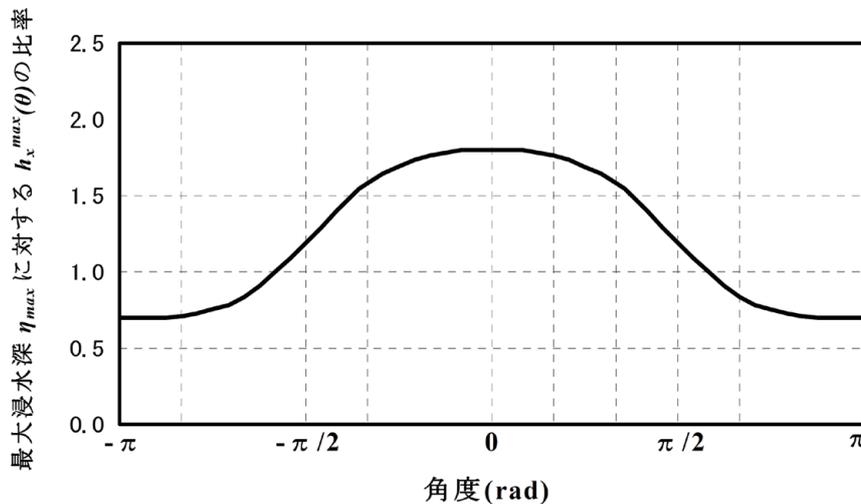


図-3 タンク円周方向の最大浸水深 $\eta_{max}$ に対する $h_x^{max}(\theta)$ の比率

② タンク（本件では「津波対策壁」と考える。）に作用する津波の水平波力及び水平波力（転倒）モーメント

・タンクに作用する津波の水平波力

水理模型実験からは、模型タンクに作用する水平波力が最大となる時点においてタンクの全面で計測された水圧の高さ方向分布は、その時点でのタンク前面における水位からの静水圧分布で近似可能であることがわかった。これに基づいて、津波を受けるタンクに作用する水平波力の最大値 $F_{tH}$ は、次式で評価できるものとされた。

$$F_{tH} = \frac{1}{2} \int_{-\pi}^{\pi} \rho g [h_x^{max}(\theta)]^2 R \cos \theta d\theta \quad \text{ここで、} R: \text{タンクの半径}$$

当該タンクでは、津波浸水深 5.28m、津波対策壁の半径 5.528m よりタンクに作用する水平波力は、1,216.3kNと算定された。

・タンクに作用する水平波力（転倒）モーメント

津波を受けるタンクに作用する水平波力モーメントは、モーメントの支点であるタンク背後基部から水平波力の作用線までの高さ方向の距離 $h_x(\theta)/3$ を掛けたもので評価することができる。この考え方に基づき、水平波力 $F_{tH}$ がタンクに作用する場合の水平モーメント $M_{tH}$ を算定する式として次式が提案された。

$$M_{tH} = \frac{1}{6} \int_{-\pi}^{\pi} \rho g [h_x^{max}(\theta)]^3 R \cos \theta d\theta$$

前項水平波力算定結果により当該タンクに作用する水平波力（転倒）モーメントは、津波浸水深基部（図-5 $\theta=$

180° 津波対策壁の津波浸水深 5.28m) で 2,327.3kNm、厚さ 0.8m 基礎下面で 3,299.8kNm と算定された。

(4) 漂流物（漁船）衝突荷重

漂流物（漁船）衝突荷重 P(kN) については、道路橋示方書・同解説I共通編（（社）日本道路協会）に示された衝突荷重算定式と、気仙沼湾内漁船の平均的なトン数 19 トン及び津波シミュレーションから求められた津波流速（表面）V=6.0 m/sec より下式で算定した。

$$P=0.1 \cdot W \cdot V$$

ここで、W：19トンクラス漁船の満載時重量で、32 トン × 9.8 ≒ 320kN とした。

なお、荷重の作用位置は、津波高の位置とした。

(5) 浮力に対する検討

浮力（浮き上がり）に対する検討は、タンク空液時タンク周りの水深が想定津波高 (TP+7.58m) となった場合について、タンク本体工（製缶重量）のみで抵抗した場合と、タンク本体工と津波対策壁（底板共）が一体となり抵抗した場合の2ケースについて実施した。

タンク本体工のみでは、浮き上がりが生じることが確認されたが、津波対策壁（底板共）を考慮した場合は、津波浸水深 5.28m に対し、津波対策壁高が 10.40m と十分に余裕があることから、タンク本体が浮き上がるような浸水はないと考えられる。

さらに、津波対策壁天端には雨水浸入防止策（水切、シーリング）が講じられていることから、浮力に対しては製缶工と津波対策壁（底板共）が一体として抵抗する検討を行い浮き上がらない事を確認している。

(6) 検討荷重の組合せとタンク構造寸法について

前項までの設計荷重を用いて、表-2に示す荷重の組み合わせにおける、応力度検討、安定計算（滑動、転倒）、支持力（地盤改良工）及び浮力に対する検討結果に基づき、図-4に示すタンク構造寸法を採用することとした。

表-2 タンク基礎及び安定検討に用いた荷重の組合せ

項 目	常 時		地震時		津波時		漁船衝突時		
	空液時	満液時	空液時	満液時	空液時	満液時	空液時	満液時	
自 重	製缶重量	○	○	○	○	○	○	○	○
	内容液重量	—	○	—	○	—	○	—	○
	PC壁重量	○	○	○	○	○	○	○	○
	基礎重量	○	○	○	○	○	○	○	○
	上載荷重	○	○	○	○	○	○	○	○
地震の影響	慣性力	—	—	○	○	—	—	—	—
津波の影響	津波衝撃圧	—	—	—	—	○	○	—	—
	浮力	—	—	—	—	○	○	—	—
	衝突荷重	—	—	—	—	—	—	○	○

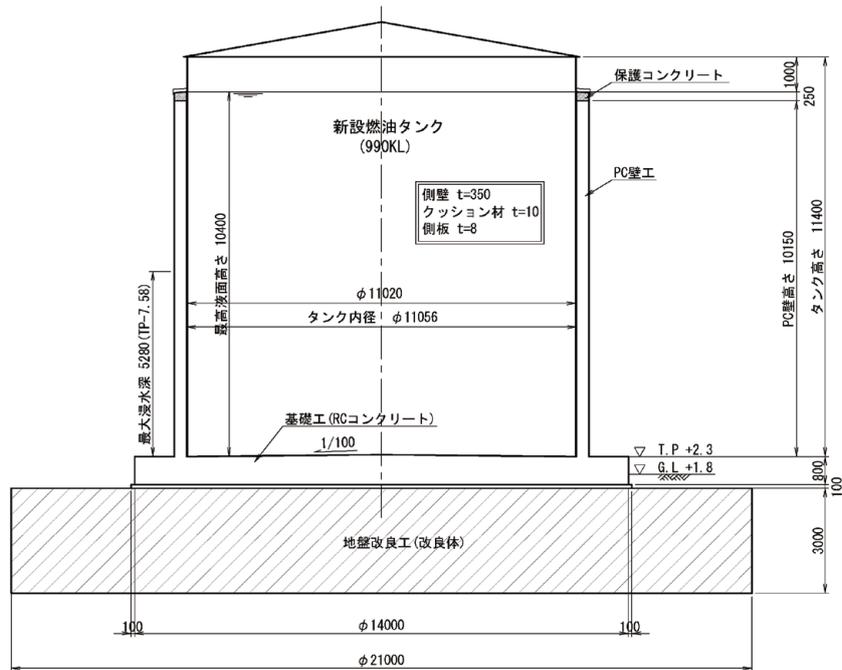


図-4 津波対策壁を設置したタンク構造寸法

(7) 断面力の計算

断面力の計算は、表-3 に示す荷重の組合せについて、3次元薄肉シェル要素を用いた有限要素法により求めた。(使用ソフト: Femap with NX Nastran)

なお、本モデルは対称性が見られることより、図-5 津波による衝撃波荷重分布参考図に示すように、実構造の半解析モデル (1/2 モデル) としてモデル化した。

表-3 断面力の計算に用いた荷重の組合せ

項目	自重	液圧	プレストレス		躯体慣性力	動液圧	津波	船衝突
			直後	設計時				
プレストレス導入直後	○	—	○	—	—	—	—	—
常時空液時	○	—	—	○	—	—	—	—
常時満液時	○	○	—	○	—	—	—	—
地震時空液時	○	—	—	○	○	—	—	—
地震時満液時	○	○	—	○	○	○	—	—
津波作用空液時	○	—	—	○	—	—	○	—
津波作用満液時	○	○	—	○	—	—	○	—
船衝突空液時	○	—	—	○	—	—	○	○
船衝突満液時	○	○	—	○	—	—	○	○

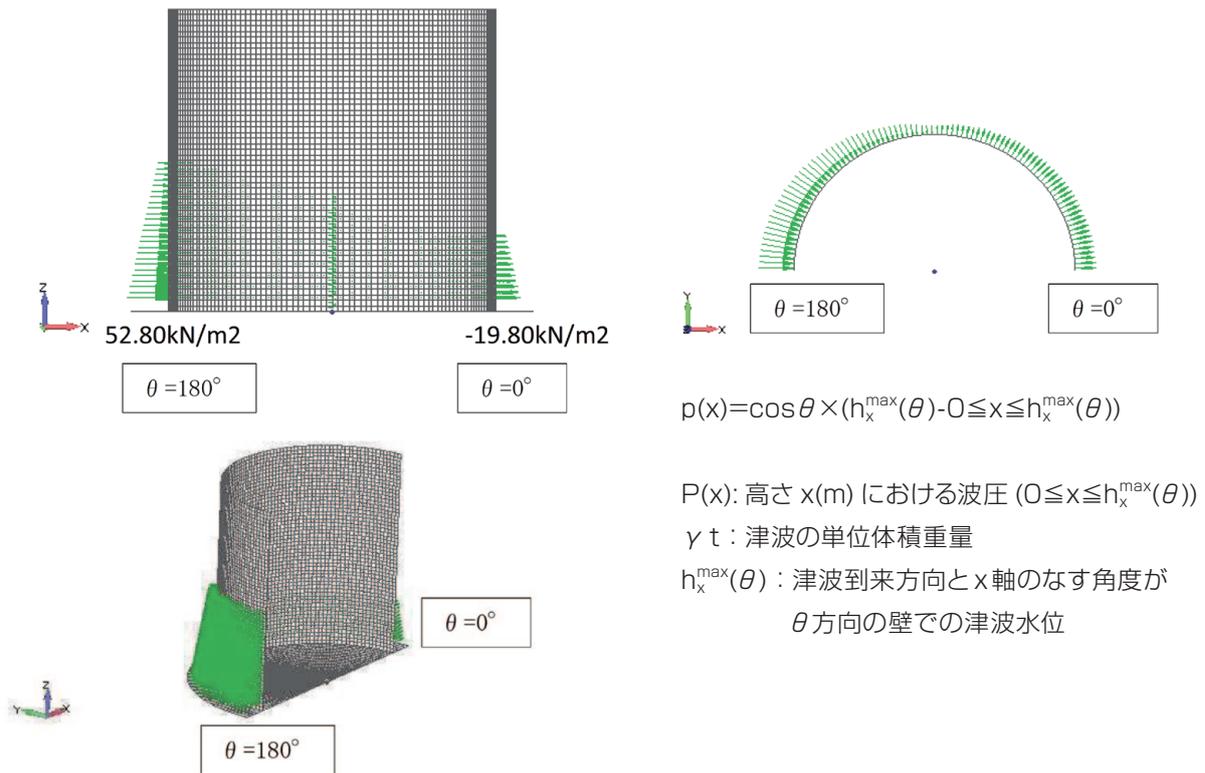


図-5 津波による衝撃波荷重分布参考図

(8) 応力検討結果

応力検討は、表-4に示す設計条件により実施した。

表-4 種別、設計基準強度、許容応力度等一覧表

検討対象	許容応力度等		備考
プレストレストコンクリート	設計基準強度	36.0N/mm <sup>2</sup>	
	許容曲げ圧縮応力度	13.8N/mm <sup>2</sup>	
	許容軸圧縮応力度	10.0N/mm <sup>2</sup>	
	許容曲げ引張応力度	0.0N/mm <sup>2</sup>	満液時
鉄筋コンクリート	設計基準強度	30.0N/mm <sup>2</sup>	
	許容曲げ圧縮応力度	11.0N/mm <sup>2</sup>	
	許容軸圧縮応力度	8.5N/mm <sup>2</sup>	
横締PC鋼より線	種別	1S21.8	
	許容引張力	344kN/本	設計荷重時
横締PC鋼棒	種別	1B32B1	
	許容引張力	521kN/本	設計荷重時
鉄筋	種別	SD345	
	許容引張力	196N/mm <sup>2</sup>	

検討結果より求められた PC 鋼材の配置及び配筋は、下記及び別添図 1 「一般図」、別添図 2 「側壁 PC 鋼材配置図」及び別添図 3 「底板配筋図」に示すとおりである。

- ・ PC 壁 円周方向 PC 鋼より線 - 150 mm ~ 400 mm ピッチ × 30 段  
鉛直方向 PC 鋼 - 平均 519 mm ピッチ × 69 本
- ・ 底板 鉄筋上側、下側共 - D19 200 mm ピッチ

注) 応力計算手法は、水道用プレストレストコンクリートタンクと同様であるので、本稿では紹介を省略することとした。

## 5. 危険物保安技術協会の技術援助

屋外タンク貯蔵所に津波対策壁等の津波対策工を併設した構造は、消防法令等に技術基準が示されていない。

そこで、気仙沼市・本吉消防本部の指導に基づき、津波対策壁設置による屋外タンク貯蔵所の安全性確保状況について、危険物保安技術協会の技術援助を受けることとした。

### (1) 技術援助検討項目

委託した技術援助の検討項目は次のとおりである。

- ① 津波荷重等に対する津波対策壁（PC 壁）及び基礎構造体の安全性
- ② 津波荷重に対する地盤の安全性
- (2) 想定される津波・漂流物（船舶）の条件
  - ① 津波高さ（標高）：気仙沼市検討結果による
  - ② 漂流物（船舶）の荷重：東北運輸局聴取結果による

### (3) 検討内容

- ① 地盤関係
  - ア 地盤改良における改良体の応力度検討（津波時）
  - イ 地盤改良における改良体底面の支持力（津波時）
  - ウ 地盤改良における改良体の安定性（津波時）
- ② 津波対策壁

検討内容は表-5に示すとおり。

表-5 津波対策壁の検討箇所等

津波対策壁 検討箇所	検討応力	プレストレスト導入直後	常時	地震時	津波時	船衝突時
側板軸方向	圧縮応力	○	○※	○※	○※	
	引張応力	○	○※	○※	○※	
側板円周方向	圧縮応力	○	○※	○※	○※	
	引張応力	○	○※	○※	○※	
側板軸方向	曲げ耐力					○※
側板円周方向	引張耐力					○※

※：空液時、満液時の両方について検討

- ③ 底板（スラブ基礎）
  - ア スラブ応力度 津波時（空液時、満液時）
  - イ スラブ応力度 船衝突時（空液時、満液時）
- ④ 津波対策壁及び底板（スラブ基礎）
  - ア 転倒に対する偏心量 地震時（空液時、満液時）
  - イ 転倒に対する偏心量 津波時（空液時、満液時）
  - ウ 滑動に対する安全率 地震時（空液時、満液時）
  - エ 滑動に対する安全率 津波時（空液時、満液時）
- ⑤ 浮力に対する検討（津波時）

## 6. 施工要領

施工要領は、以下のとおりである。

なお、赤字は気仙沼市所掌工事、黒字は設置許可申請者 - (株)気仙沼商会所掌工事を示している。

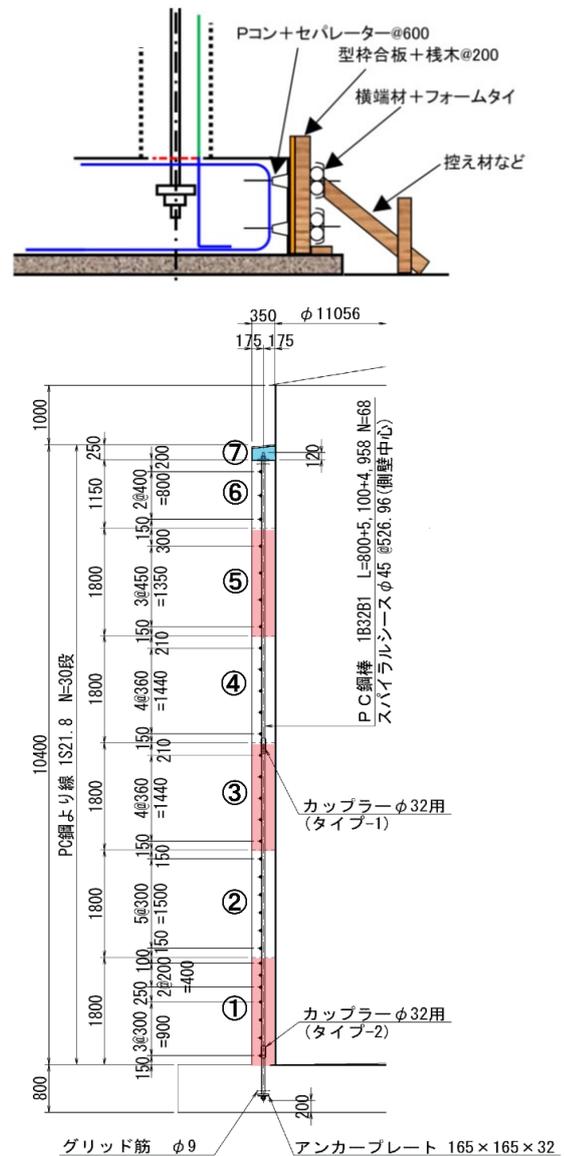
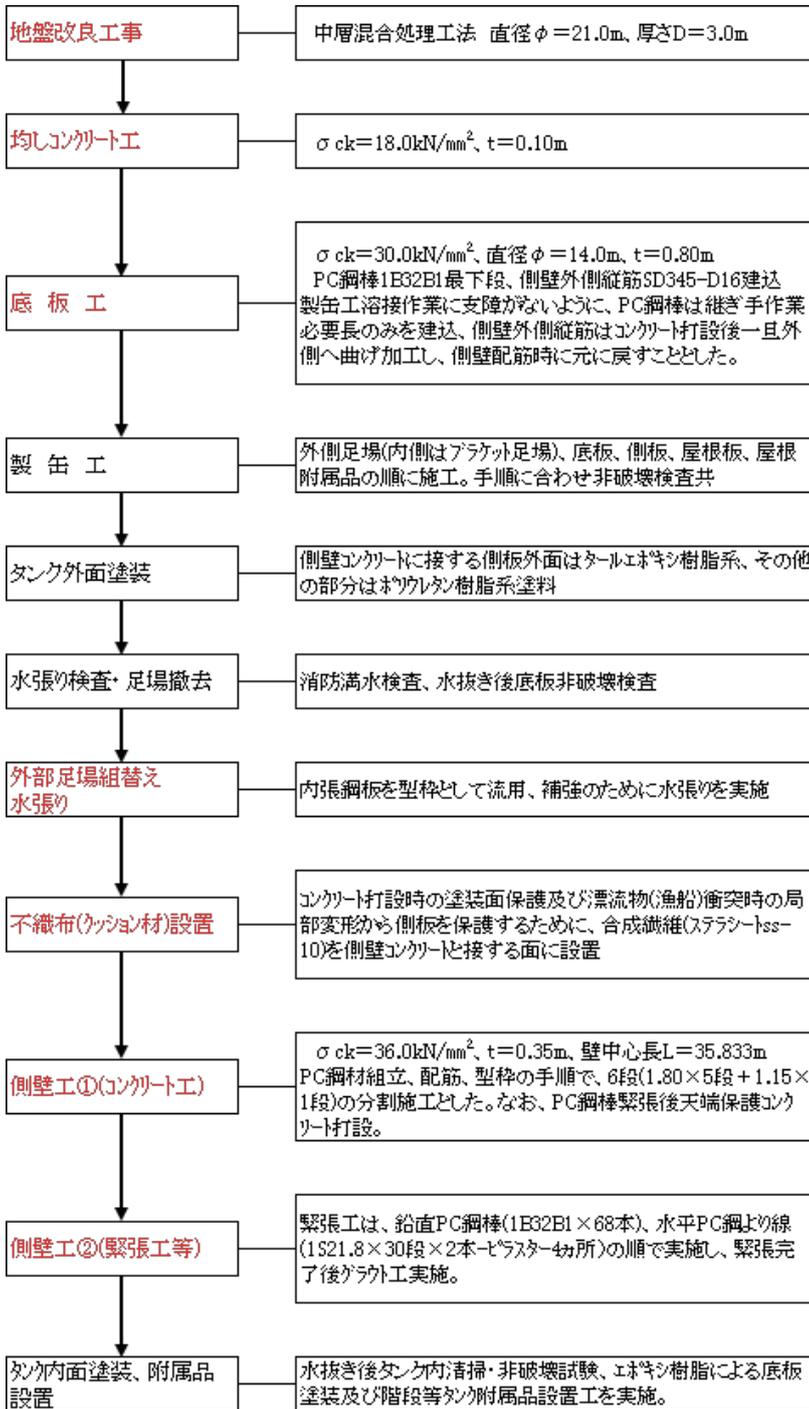


図-6 PC 鋼材配置図



写真-2 PC 鋼材配置

## 7. 工事完成後の状況

完成後の準特定屋外タンク貯蔵所 5 基の設置状況を写真-3及び写真-4（撮影方向は図-7参照）に示す。

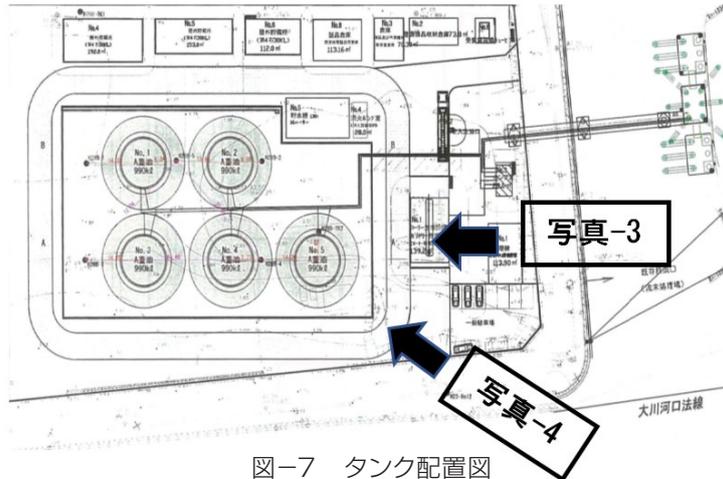


図-7 タンク配置図



写真-3



写真-4

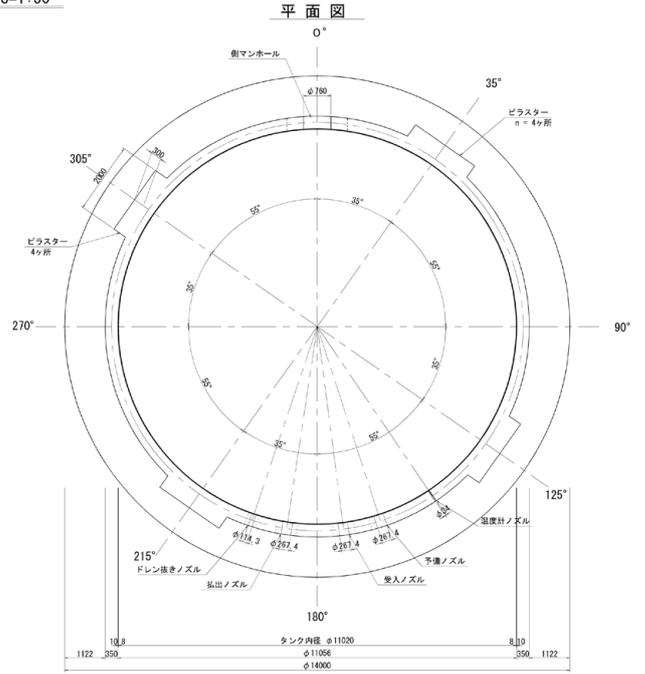
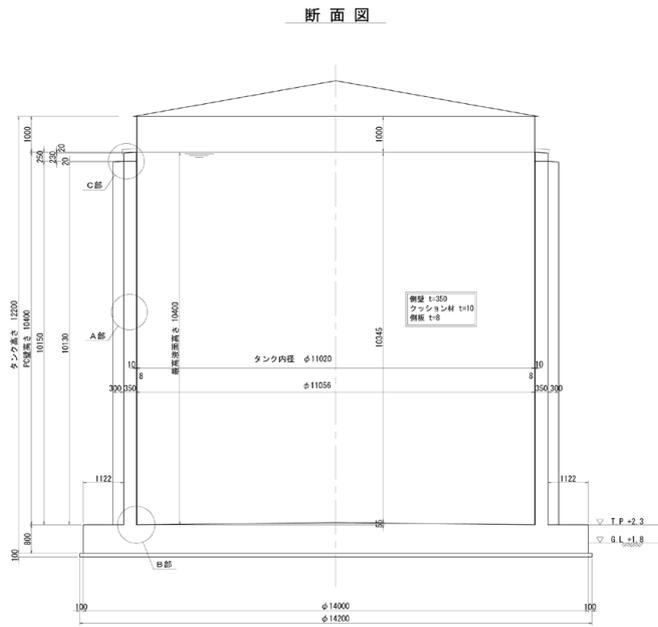
## 8. おわりに

本稿では気仙沼市で建設された津波等に対応できる準特定屋外タンク貯蔵所の設計内容の概要について述べた。本タンクは 2019 年 6 月 14 日に完成しており、現在は漁業用船舶の燃料タンクとして供用を開始している。

国内でもこのような型式で建設された屋外タンク貯蔵所は初めてと考えられるが、今後、発生が危惧されている大規模地震によって発生する可能性がある津波等を想定した設計に、参考としていただければ幸いである。

別添図 1

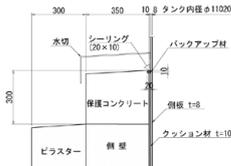
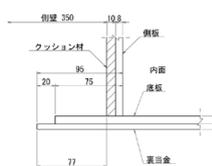
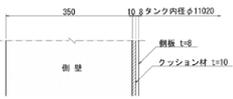
一般図 S=1:50



A 部詳細図 S=1:5

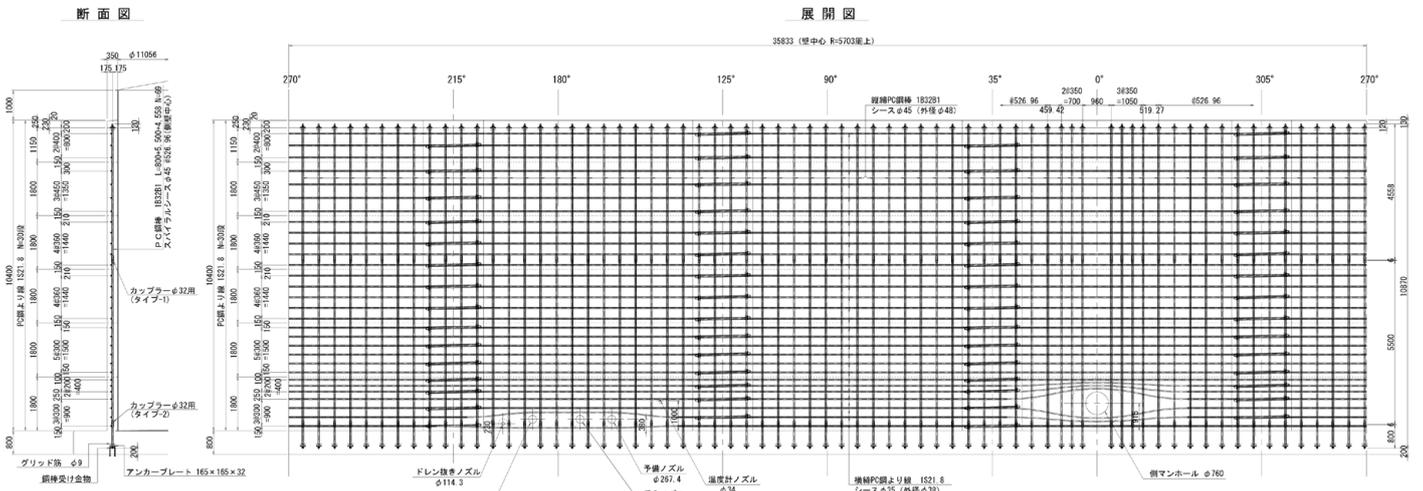
B 部詳細図 S=1:2  
アニュラ板相互裏当金

C 部詳細図 S=1:10



別添図 2

PC鋼材配置図 S=1:60



縦筋定着部詳細図 S=1:10

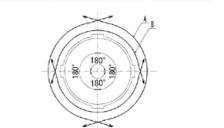
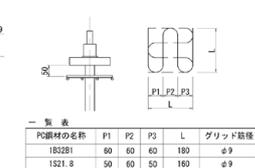
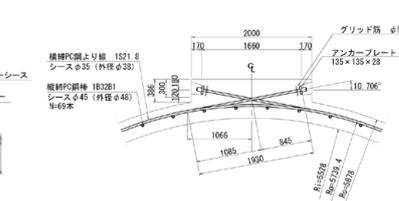
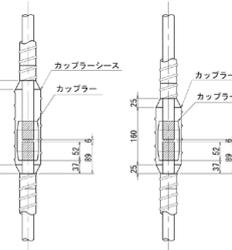
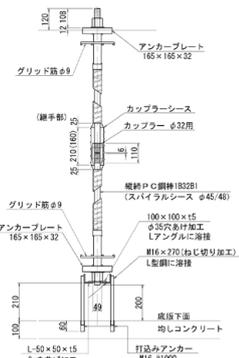
タイプ1

タイプ2

PC鋼より線定着部詳細図 S=1:30  
(N=4ヶ所)

グリッド筋詳細図 No Scale

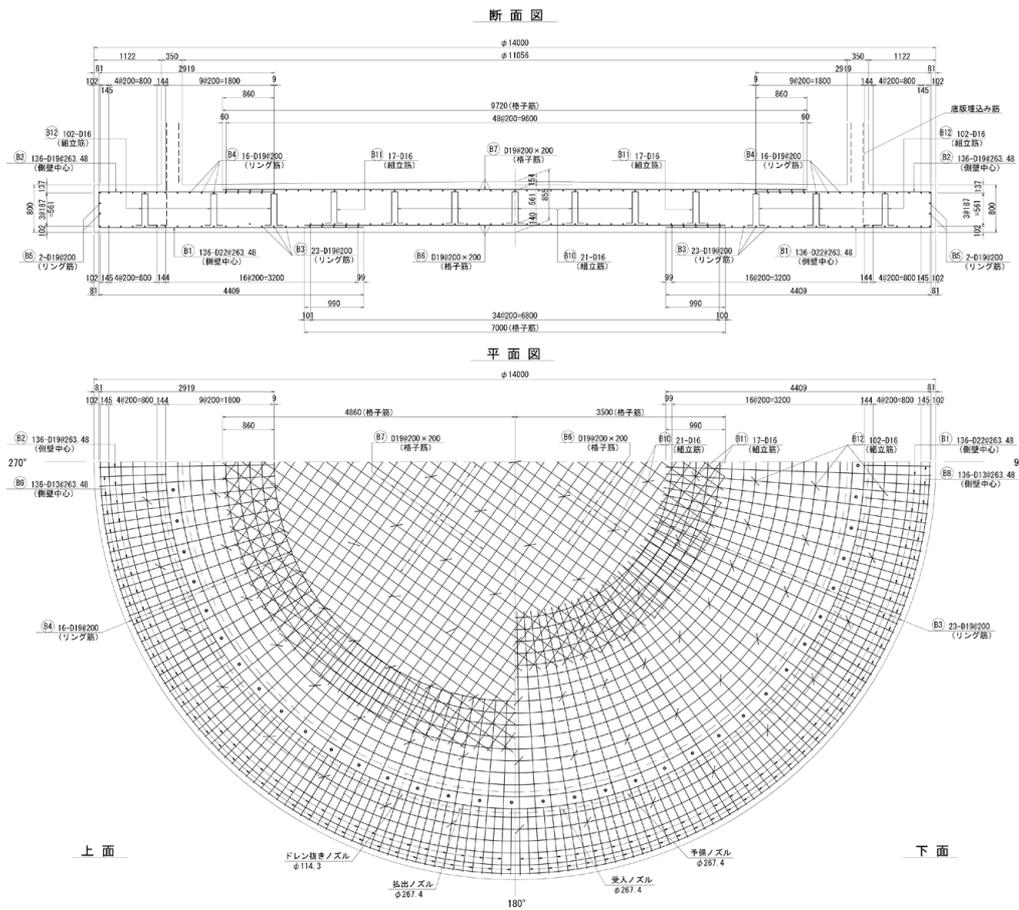
PCストランドの平面配置 No Scale



PC鋼材の名称	P1	P2	P3	L	グリッド筋径
18221.8	60	60	60	180	φ9
1521.8	50	60	50	160	φ9

別添図 3

底板配筋図(1) S=1:30





# ドローンを使用した屋外タンク貯蔵所の側板板厚測定等について

Terra Drone 株式会社

## はじめに

現在、日本における屋外タンク貯蔵所の老朽化が進行しているが、底板については点検基準が定められているものの、側板については明確な点検基準が示されていない。欧米諸国においては5年から10年に一度の点検が義務付けられており、それに伴い、事故件数も減少傾向にある。

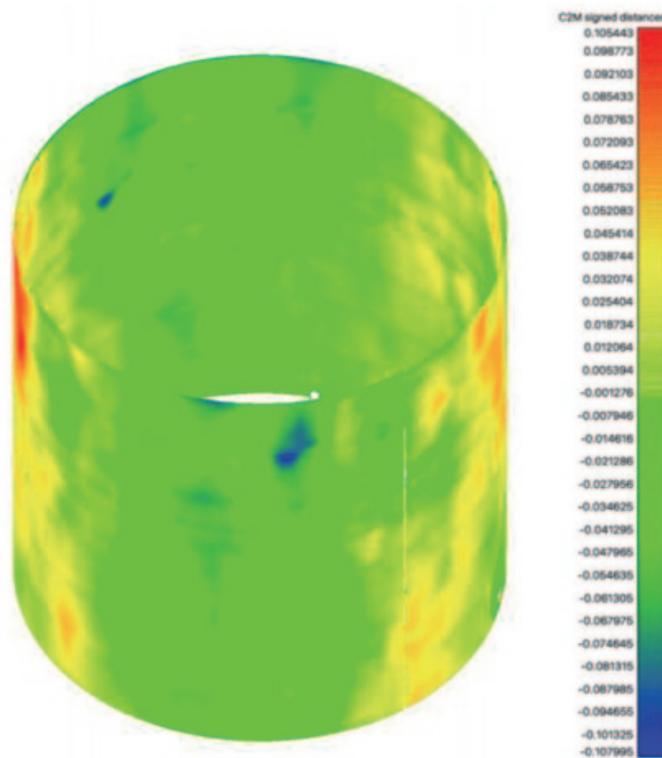
側板点検における大きな問題点として、足場を立てるためのコストと時間、ロープを使う場合には安全性の課題がある。そこで近年注目されているドローンを使用することにより、安全で、時間を短縮でき、低コストで可能な点検方法、また点検後もデータを蓄積していくことにより視覚的な経年劣化の管理方法について提案していきたい。

## ドローンによる側板板厚測定、点検について

3つのプロセスで測定、点検を行う。

### 1、地上レーザースキャナーを使用したタンクの3次元化とタンクの歪みの測定

Wall deformation model

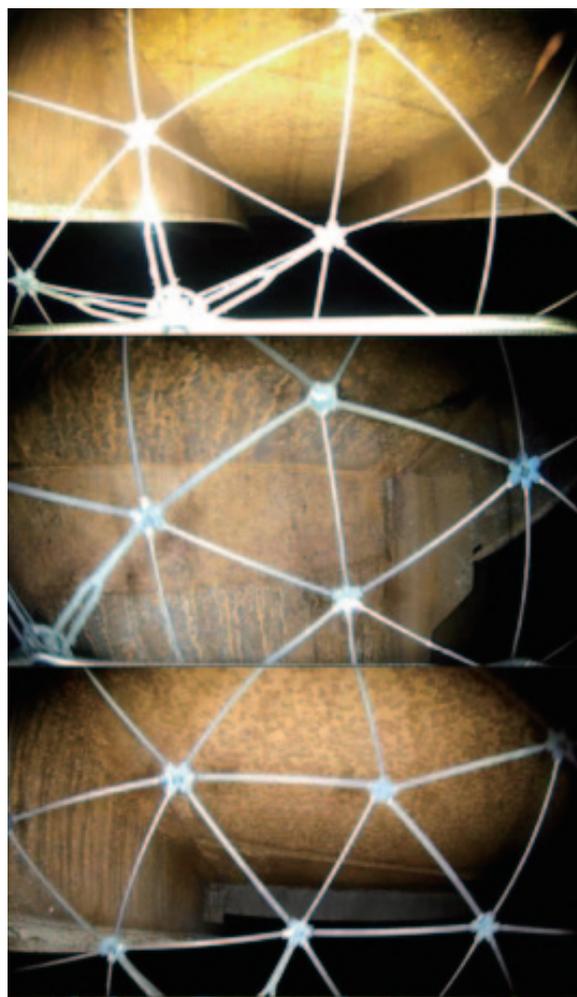


地上レーザースキャナーでの3次元化により、タンクの正確な現状の形状を把握することができ、それによって、歪みのあるポイントを把握することができる。

## 2、球体ドローンを使用した近接目視によるタンク内部の点検



球体のケージで守られているドローンを使用することにより、壁を気にすることなく近接して写真、動画をとることができ、非常に鮮明な画像を取得できる。よってタンクの高所であっても腐食の場所などを正確に把握することができる。



実際にEliosで撮影した画像

### 3、超音波センサードローンによる側板の肉厚測定

超音波センサーを搭載したドローンを使用することにより、今まではロープアクセスか、足場を組んででしか行えなかった高所の側板の肉厚測定をすることが可能になった。

実際の測定に関しては欧州のタンク点検企画の主流である EEMUA159 を基とする。

スキャンラインはタンクの径によりその数が異なり、超音波による板厚測定はこの幅 300mm のラインの内側で行う必要がある。例えば、直径 20m 未満のタンクではスキャンラインは 4 本となり、0°、90°、180°、270° の位置で測定を行う。

タンクの径とスキャンラインの関係性は下表の通りである。

タンク直径 [m]	スキャンラインの本数
$D < 20$	4
$20 \leq D \leq 36$	8
$D > 36$	円周率 $\times D / 15$

各スキャンラインは幅 300mm で一段目から最上段まで垂直にひかれている。

測定者は、そのスキャンラインの内側の点を、各段で計測する。各段当たりの計測する箇所は以下の 3 点となる。

また測定箇所に発生している錆を、超音波板厚測定器に取り付けられたプラスチック製ブラシにて取り除いた後、板厚測定を行う。

- プレート下部の溶接から 300mm 上の位置
- プレート中央部
- プレート上部の溶接から 300mm 下の位置

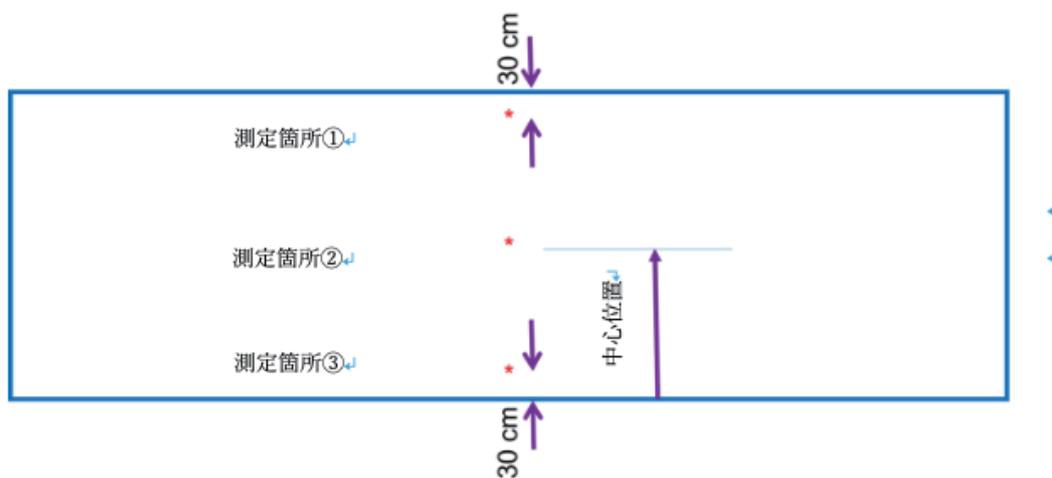


図 測定箇所



#### 4、取得したデータの管理

取得したデータは Web クラウド上で管理することができ、複数人が同時でどこからでもアクセスすることが可能であり、過去のデータもすべて蓄積していくことができるので、経年劣化などを確認することも容易に可能である。

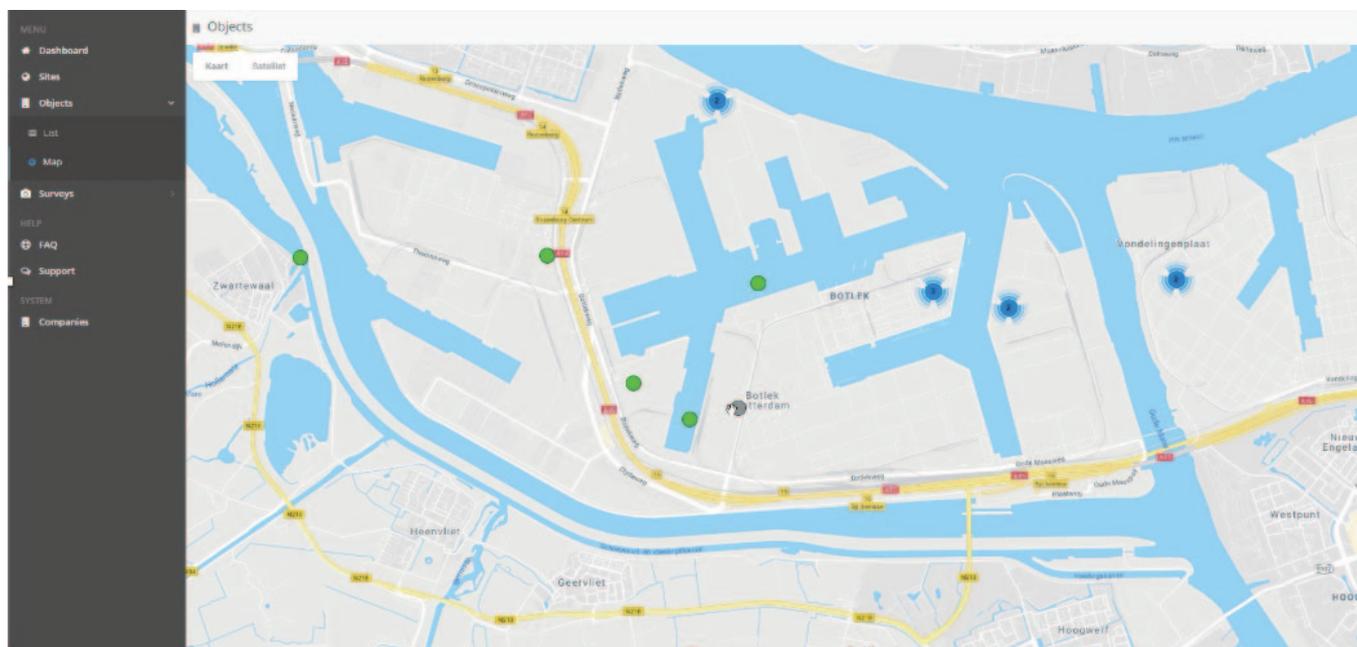


図 地図上でのタンクの位置の表示

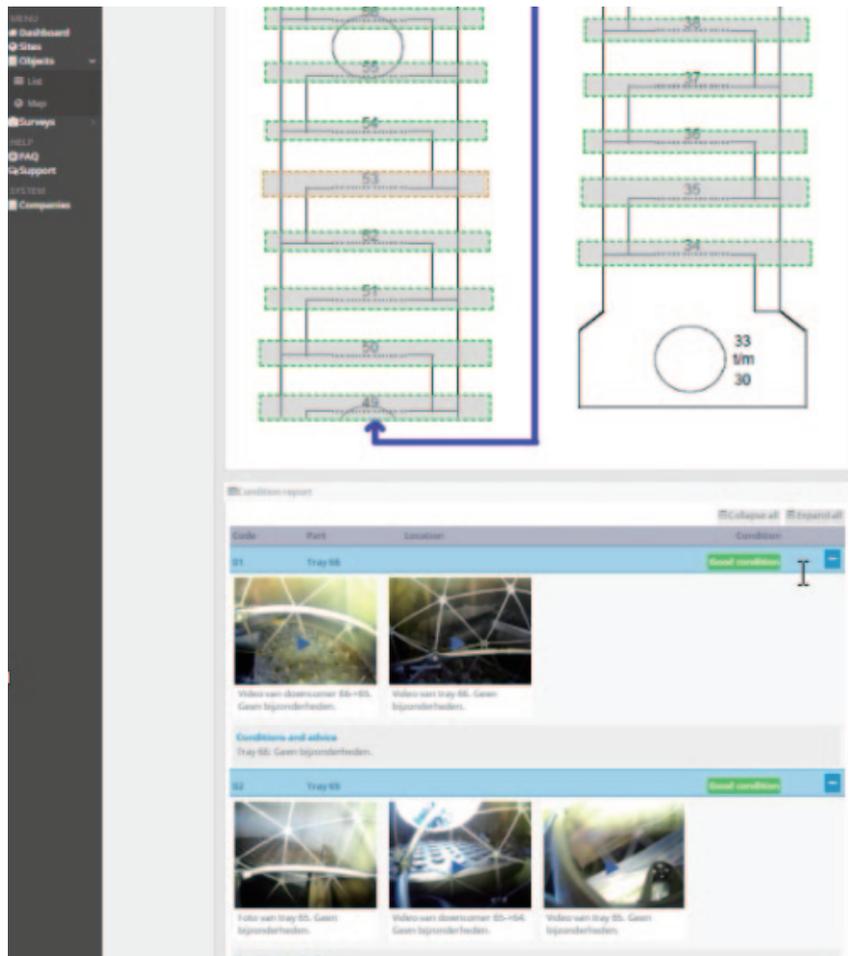


図 タンクの階層ごとのデータの管理

### 今後の課題について

ドローンを使用したタンクの目視点検、肉厚測定によって、コスト、時間を大幅に削減することが可能だが、現状で課題も何点か存在する。例えば、超音波センサーをうまく壁に接触させるためには風の状況が非常に重要となる。現状ではタンクの屋内からは計測が可能であるが、風の問題で屋外からの点検は行うことができない。もし、屋外からの肉厚点検が可能になれば、石油が中に入った状態であっても肉厚の点検が可能になるため、さらに作業を効率化することができる。

他の問題点は、ドローン操縦者の技量が非常に重要ということである。ドローンを壁に接触させ、超音波センサーを当てるという作業はすぐに誰でもできることではなく、多くのトレーニングが必要となる。将来的にはタンクの点検者が自分でドローンを飛ばして点検が可能になれば、ドローン専門の操縦者を必要としないため、コストを下げることができる。誰でも簡単に飛ばせるようになるシステムの構築も今後の開発、改善で重要なポイントになる。



# 3Dバーチャルプラントを活用した 保安高度化並びに防災活動への取組について

千代田化工建設株式会社  
デジタルトランスフォーメーション本部  
デジタルプロダクト部 プラントデジタルツインセクション  
久郷 信俊

## 1. はじめに

近年、日本のプラント産業において、漏洩による火災・爆発等の重大事故が増加傾向にある。これは設備の老朽化や熟練者の定年退職の進行が原因と考えられており、今後、設備の安全・安心操業をどの様に担保してゆくかが、日本のプラント産業の共通の課題となっている。

この課題解決のため、現行の設備管理や防災活動のあり方を見直し、近年、技術進展が目覚ましいデジタル技術を最大限に活用する取組みが進められている。本稿では、産業保安の高度化並びに防災活動への適用を目指した3Dバーチャルプラントの活用と取組みについて紹介を行う。

## 2. 重大事故増加の背景

図1は、消防庁特殊災害室が、石油コンビナート等の特別防災区域の特定事業所における事故件数についての統計資料であるが、平成元年を境に漏洩及び火災件数が増加に転じている。

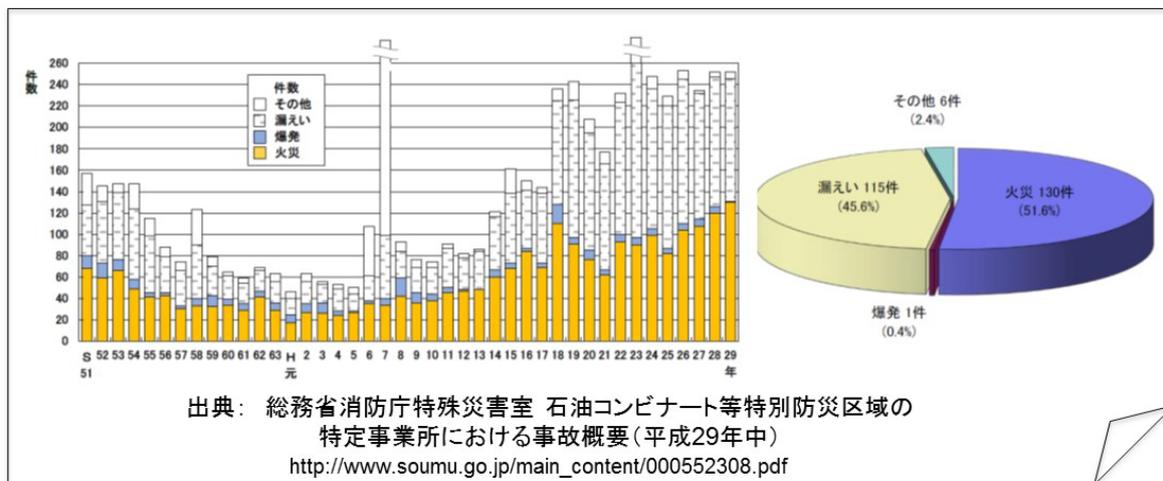


図1 石油コンビナートにおける事故件数の推移

このような日本の石油コンビナートでの漏洩・火災事故の増加は、一般的には2つ原因があると考えられている。一つは、国内の主要な石油・ガス・化学プラントは戦後まもなく建設されたものが多く、40年以上経過している設備もあり、その老朽化による不具合の増加である。もう一つは、団塊の世代である熟練の運転員・保全員の定年退職により、作業がより経験の少ない若手にバトンタッチされてゆく中で、設備老朽化による保全・検査作業の工数が増える一方、運転員・保全員の人数が減少方向にあり、設備管理がより厳しい環境になってきている点である。このような設備管理環境の変化は、国内石油・ガス・化学プラントが抱える共通課題となっており、従来の設備管理の方法や防災活動を見直す必要が出てきている。

### 3. 安全管理とデジタル活用

石油・ガス・化学プラント業界における重大事故増加の共通課題の解決においては、デジタル技術をうまく活用しデジタルトランスフォーメーション（デジタル技術を駆使して、ビジネス・仕事の在り方やそのプロセスを再構築すること）を推進することが有効である。この重大事故の防止に係る安全管理においては、事故発生防止と事故拡大防止の両側面から考える必要がある。

事故発生防止の観点からのデジタル活用のキーワードは、以下の4つと考える。

- ①防災リスクアセスメントの実施（潜在的リスクの抽出、リスク評価、安全管理重点項目の洗い出し）
- ②新たなIoT技術・センサー技術（状態監視技術）の活用
- ③情報収集・統合と情報の共有・見える化（設備・管理情報）
- ④AI・ビックデータ分析（最適運転対応、予知保全）

デジタル技術を活用し設備保安の高度化を図る際に、どのようなデジタル技術をどこに適用すればより効果的かといった問題に直面する。この問題に対しては、まず、① 防災リスクアセスメントを実施し、自設備の潜在的リスクを網羅的に抽出し、リスクを指標に設備の安全管理重点項目（IEFS：Important Element for Safety）を洗い出し、設備リスク管理を行うことが重要である。安全管理重点項目には、機器等のハードのみならず、作業・操作手順も含む必要がある。次に、安全管理重点項目が明確になれば、その状態を監視・管理するために、どのプラント情報を収集すべきか、デジタルのどの技術をどの場所に適用すべきかを考えることができる。特に、新たな監視項目や従来の監視・点検項目のデジタル化において、② 新たなIoT技術・センサー技術（状態監視技術）の適用・活用が合理的に実施できる。次に、安全管理重点項目を含む設備・管理に係る全ての情報につき、③ 情報収集・統合と情報の共有・見える化を行い、状態が良いのか、悪いのかが可視化できる様にする。状態が思わしくないものについては、④ AI・ビックデータ分析で状態の予測等を行い、最適運転対応や予知保全を行う。

事故拡大防止の観点からのデジタル活用のキーワードは、以下の3つと考える。

- ①防災リスクアセスメントの実施（事故進展シナリオ、事故拡大防止対策）
- ②情報収集・統合と情報の共有・見える化（防災情報、事故現場情報）
- ③プラントVRの仮想体験型教育・訓練への活用（防災訓練、非正常作業）

備考：VR（Virtual Reality；仮想現実）：ディスプレイに映し出された仮想世界に、自分が実際にいるような体験ができる技術。

十分に事故発生防止上の安全管理を行った場合でも、事故が発生するリスクはゼロにはならない。従って、事故が発生した場合の事故拡大防止対策や緊急対応に、デジタル技術を活用し、有事の際に適切・確実に対応できる様に準備しておく必要がある。まず、① 防災リスクアセスメントで、自設備の潜在的リスク源で事故が発生した場合の事故進展シナリオを整理し、リスクの軽減のため事故拡大防止対策として必要となる保安・防災機器や手順を抽出し、これに係る安全管理重点項目を洗い出し、設備リスク管理を行う。この防災リスクアセスメントで得た事故進展シナリオやリスク情報は、② 情報の収集・統合を行うと共に、防災情報、事故現場情報の見える化を行い、プラント内及び周辺地域と消防局等の自治体とタイムリーに共有を行う。また、事故発生時の防災活動や非正常作業は、非常に高いストレスのかかる中で、冷静・確実に情報を収集・処理・伝達し、手順を進める必要があることから、プラントVR等を用いた仮想体験型の教育・訓練を適用し、その対応能力を高め、維持する。

#### 4. プラントデジタルツイン概要

上述の様な設備保安や防災活動の高度化を図るには、プラントの膨大なデータから必要な情報を効率よく収集し、設備の位置情報と併せてデータを活用できるシステムであるプラントデジタルツインの活用が有効である。当社では、3Dプラントモデル（3次元電子図面であり、コンピュータ上でプラントのコンピュータグラフィックとして表現される。図2参照。）とプラントデータを統合し、データをBI（ビジネスインテリジェンス）や各種分析アプリケーションで使用できるプラントデジタルツインの導入サービスを行っている。

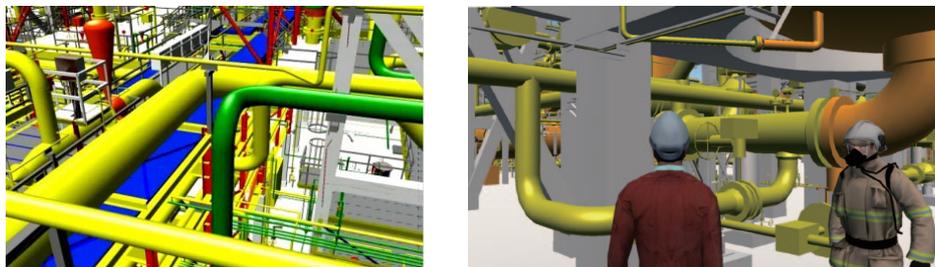


図2 3Dプラントモデル例

図3に、千代田プラントデジタルツインの概要を示す。プラントデジタルツインは、図3に示す通り、実プラントの各種設計、運転、保全、検査等データを3Dプラントモデルと連携し活用するBIツールである「3Dプラントモデル・データプラットフォーム」に、ディープラーニングを用いたAIエキスパートシステムやシミュレーションにより、生産最適化、故障予知、プラント延命化等を目的としたデータ分析を行う各種「アプリケーション」を連携したシステムである。実プラントと仮想空間プラント（コンピュータ内の3Dプラント；以後3Dバーチャルプラントと呼ぶ）の2つのプラントをデジタル連携するものであり、実プラントの状態データを、3Dバーチャルプラントで確認、活用、分析することができる。

新設プラントでは、3D統合設計を行えば、設計結果として3Dプラントモデルが作成されるので、設計時の3Dプラントモデルをプラントデジタルツイン構築に有効活用できる。一方、既設プラントで二次元設計を行ったプラントでは、3Dプラントモデルがないため、既設の実プラントを3Dレーザースキャナでスキャンし、スキャンデータを基に3Dプラントモデルを作成する等してプラントデジタルツインを構築する。

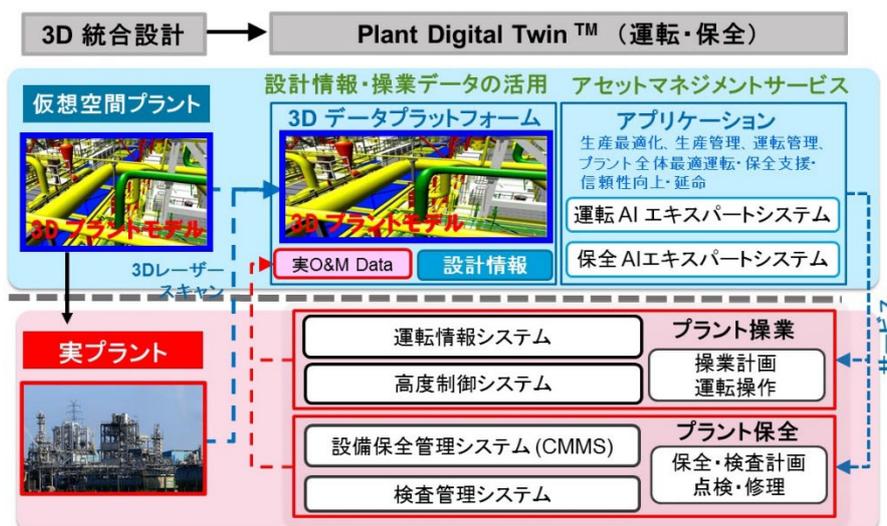


図3 千代田プラントデジタルツイン

## 5. 3Dプラントモデル・データプラットフォームの活用メリット

3Dプラントモデル・データプラットフォームを活用することで実現すること、活用メリット、従来の2Dデータから3Dデータを使うことによる仕事の改善点について、以下に記載する。

### ■実現すること

- プラント関連情報・知識の集約・共有
- プラントの状態の見える化
- 設備管理・運転の分析・最適化

### ■活用メリット

- 漏洩事故による生産ロス低減
- 定修期間の短縮
- 情報収集・共有時間の短縮
- ミス・見落としの低減
- 事故の低減
- 防災・非常作業等の教育・訓練の効果向上、等

### ■2Dデータから3Dデータへ

- 実機と同じ構成であり情報を理解しやすく、間違えが減る
- 現場確認を最小限にでき体楽になる

また、プラントにおいて、3Dプラントモデル・データプラットフォームを用いることで、従来よりも情報の理解や作業効率が高くなると考えられる具体的な活用例を以下に示す。

- 設備・作業情報共有
- 保全・検査計画と管理
- 定修計画と管理
- 現場確認前の3Dによる事前確認
- 設備状態把握
- シミュレーション・分析
- 教育・訓練
- 技術伝承

## 6. 3Dプラントモデル産業保安高度化データプラットフォーム

### 6.1 システム概要

図4に、NEDO研究開発事業（2017～2018年度）※において構築並びに活用効果の評価を行った、3Dプラントモデル産業保安高度化データプラットフォームの概要を示す。

※[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100832.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100832.html)

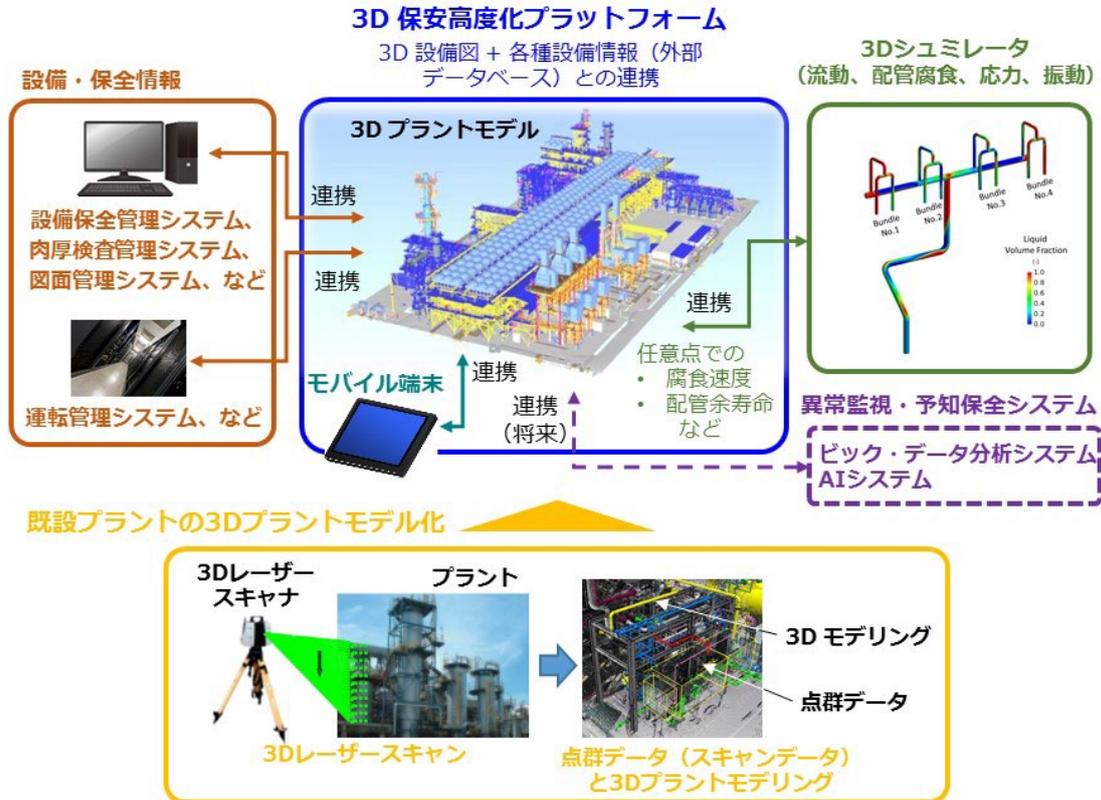


図4 3Dプラントモデル産業保安高度化データプラットフォーム概要 (NEDO 研究開発事業 (2017～2018年度) の成果)

図4において、当該システムは、実プラントで使用されている設備安全管理システム、肉厚検査管理システム、図面管理システム、運転管理システムの設備・運転・保安データを3Dプラントモデルとデータ連携し、3Dプラントモデル上で、これらのデータを機器の3次元上の位置と関連付けて見ることができるシステムである。また、モバイル端末で実プラントの状態や作業進捗等の情報を記録し、その情報を3Dプラントモデルと連携し閲覧・管理できる。さらに、管内流動、腐食、振動、ガス拡散、火災輻射熱、爆風圧等の3Dシミュレータと3Dプラントモデルを連携し、設備形状データ、及び、設備・運転・保安データを3Dシミュレータに送り、計算し、その結果を3Dプラントモデル上に表示し、結果の評価を行うことができる。

3Dプラントモデル産業保安高度化データプラットフォームの適用イメージとして、図5に、事業所（プラント）間データ統合とデータ環境センター概念図を示す。図5より、各事業所でプラントのデータ統合を行った3Dプラントモデル産業保安高度化データプラットフォームは、事業所間及び本社間でもデータ連携を行い、情報を共有することができる。これにより、本社・事業所間の情報共有速度が格段に向上し、また、コミュニケーションも質・量共に飛躍的に向上すると考えられる。

さらには、地方自治体等の外部組織との間で、共有が有用と考えられる情報、例えば各種申請書類やリスク情報について、タイムリーに提出・共有ができ、申請手続きの効率化、地域防災の高度化への貢献が可能となると考える。

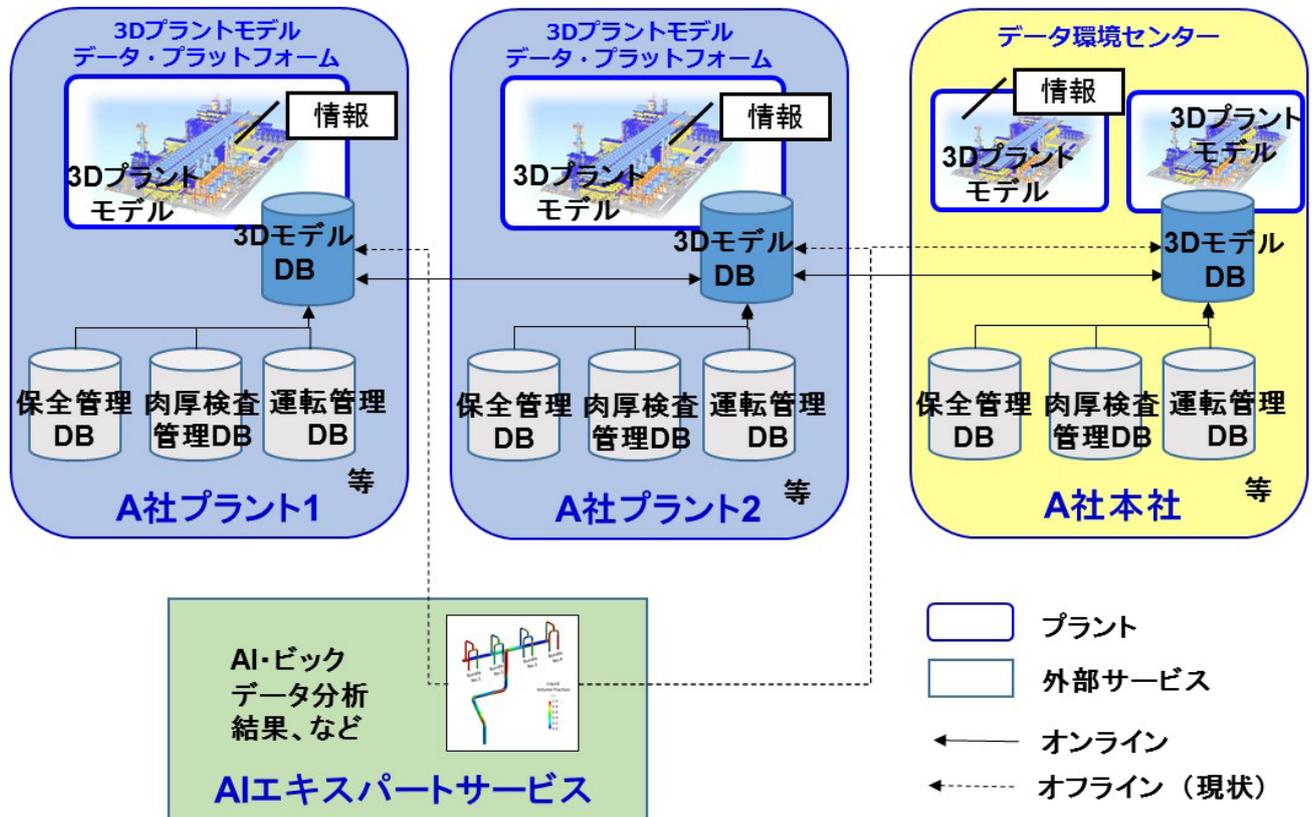


図5 事業所（プラント）間データ統合と本社データ環境センター概念図

## 6.2 デジタル活用の腐食漏洩管理の高度化

近年、増加傾向にある国内の石油・ガス・化学プラント配管漏洩事故（図1参照）に対し、配管腐食漏洩管理を高度化し、安全なプラント操業を如何に担保してゆかが大きな課題となっている。

プラントの配管系は、配管材質、内流体の組成、温度・圧力等の運転条件、配管形状等により腐食モードが異なり、配管の腐食減肉や割れ等として問題が進行する。また、配管系はプラント内を縦横に敷設されており、また、その物量も膨大であることから、網羅的に配管の腐食状態を管理することが難しい設備である。従来の配管腐食管理は、定点の肉厚計測で行っており、肉厚計測点以外の場所の腐食は基本的には管理できていない。しかしながら、配管全面の肉厚検査はコスト的に不合理であり、このギャップを埋める技術開発が期待されている。

この課題を解決するために、プラントの流量・圧力・温度等の運転データや肉厚計測データ等を用い、腐食シミュレーションを実施し、肉厚検査を行っていない大部分の配管の腐食度合いや残存配管肉厚を予測し、その結果を、3Dプラントモデル・データプラットフォームの3Dプラントモデル上に表示することにより、これまで困難であった配管の網羅的な腐食管理、漏洩前の予知保全（漏洩事故未然防止）を実現可能とする技術を開発した。

図6に、3Dプラントモデル・データプラットフォームを活用し、3Dプラントモデルの製油所配管系上に、腐食速度の実測値及び計算結果を連携・表示した事例を示す。

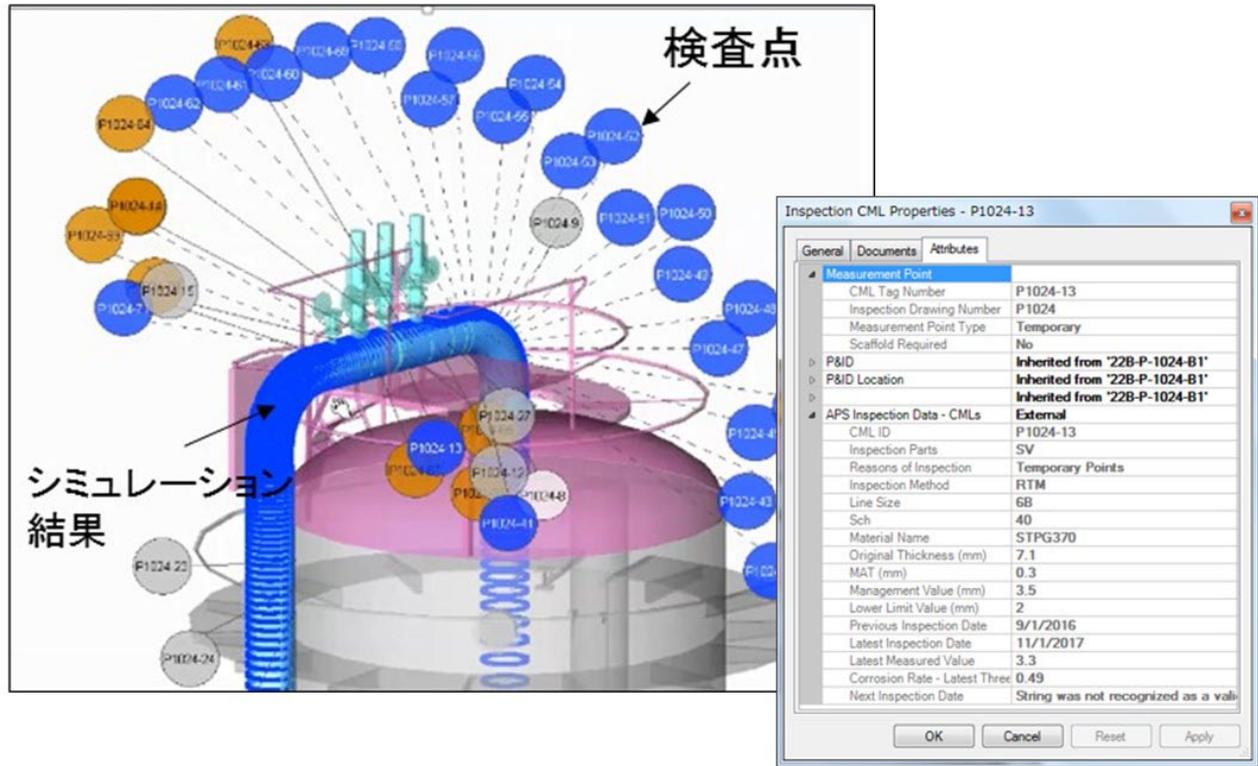


図6 3Dプラントモデル・データプラットフォームを活用した製油所配管系の腐食速度の実測値及び計算結果の連携・表示事例 (NEDO 研究開発事業 (2017～2018 年度) の成果)

図6において、配管肉厚検査点は3Dプラントモデル上に丸印（中の数字は検査点番号）と矢印（検査点を指す）で表示されている。その配管肉厚検査点の丸印は、外部の配管肉厚検査管理システムのデータと連携しており、丸印をクリックすると、その検査点の配管材質、検査方法、検査履歴等が表示されたウインドウ画面が現れ、関連情報が閲覧できる仕組みとなっている。また、配管肉厚検査点の丸印の色は、その実測の腐食速度に応じ検査点を色分けし表示（青色、黄色、灰色）している。腐食速度は、黄色の方が青色よりも速く、灰色の検査点は、配管肉厚検査管理システムに実測値がない又は腐食速度の計算に必要な実測値の数が不足している検査点を示している。さらに、3Dプラントモデルの配管上に、腐食シミュレーションで算出した腐食速度分布（色分けのルールは上記実測値と同様）を表示し、実測値がない配管部位を含め、網羅的に配管系の腐食速度の予測値を確認できる様になっている。

この様な3Dプラントモデル・データプラットフォームを配管腐食管理に活用するシステムを使い、配管肉厚検査計画（前回の検査の腐食速度等の結果を見て、次回の検査すべき点を決める）を行った場合、従来の2次元図面や検査結果表を使用して行った場合と比べ、どの程度、作業時間が削減可能かベンチマークを行った。その結果、配管肉厚検査計画の作業時間を80%程度（従来の方法で時間が短縮できる作業項目の作業時間を100%としている）短縮できることがわかった。また、3Dプラントモデル・データプラットフォーム活用の配管腐食管理は、従来想定管理となっていた配管肉厚検査点以外の多くの場所に対して、計算による腐食速度の予測値を利用できることから、より合理的・網羅的な検査計画が実施でき、増加傾向にある腐食漏洩による火災・爆発事故を減少できるものと期待できる。

## 7. プラントVRの防災活動への適用

現在、石油・ガス・化学プラント業界では、熟練者の退職に伴い、設備の運転や保全、防災活動の主体が若手にシフトしてゆく方向にあり、今後、デジタル技術を上手く活用し、如何に若手の業務遂行を補完・手助けできるかが重要となってくる。こうした課題を解決するために、当社では、若手への技術伝承や防災活動・非常作業の教育・訓練について、3DプラントモデルをVR化（以後、プラントVRと呼ぶ）し、仮想体験型教育・訓練ツールとして活用するシステム構築支援サービスを行っている。

図7に、プラントVR図を示す。図6の左図の通り、プラントVRは、プラントの実際の色・質感に近い表現となるよう加工されたコンピュータグラフィックであり、機器形状は、教育・訓練で使う部分について、実際の機器形状に近い形状に変更している。図7の右図は、加熱炉のプラントVRであり、加熱炉内部の燃焼室に火炎のコンピュータグラフィックを重ねて作成している。



図7 プラントVR図

図8に、プラントVRの仮想体験型教育・訓練ツールの画面を示す。

教育・訓練受講者は、ヘッドセットを装着し、あたかも3Dバーチャルプラントの中に身を置き、通常、実機で教育・訓練を行うことが出来ない以下について、仮想体験しながら習得できるようになっている。

- プラントの非常作業
- 防災活動 等

この仮想体験型教育・訓練ツールは、各プラントの非常作業手順や防災活動のシナリオを組み込み、実際に即して手順やシナリオを習得できるようになっている。また、当該ツールにおいては、複数人で手順やシナリオを分担し学習を進めることができる機能を追加予定である。



図8 プラントVRの仮想体験型教育・訓練ツール画面

## 8. まとめ

近年、日本のプラント産業の共通の課題として漏洩による火災・爆発等の重大事故の増加があり、設備の老朽化や熟練者の定年退職の進行が原因と考えられている。この課題を解決するために、保安高度化を図るためのデジタル技術としての3Dプラントモデル産業保安高度化データプラットフォームを活用することで、作業時間の大幅短縮、網羅的配管腐食漏洩管理の実現等を図ることができるものとする。

また、熟練者の退職に伴い、設備の運転や保全、防災活動の主体が若手にシフトしてゆく方向にあり、今後、デジタル技術を上手く活用し、如何に若手の業務遂行を補完・手助けできるかが重要となってくる。こうした課題を解決するため、通常実機で行うことが出来ない防災活動・非定常作業の教育・訓練に対し、プラントVRの仮想体験型教育・訓練ツールを活用することで、若手が仮想体験を通じ、より効果的・効率的に学習することができるものとする。

## 最近の行政の動き

— 通知・通達等 —

### 「圧縮水素充填設備設置給油取扱所の技術上の基準に係る運用上の指針について」の一部改正について

(令和元年8月27日付け消防危第118号)

「水素スタンドの多様化に対応した給油取扱所等に係る安全対策のあり方に関する検討会」の報告書（座長：林光一青山学院大学名誉教授）（URL: [https://www.fdma.go.jp/singi\\_kento/kento/kento227.html](https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/kento227.html)）を踏まえ、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、圧縮水素充填設備設置給油取扱所において圧縮水素を燃料電池自動車に充填するディスペンサー及びガス配管を設置する際は、給油空地及び注油空地以外の場所とすることと規定されているところ、一定の措置等を講じた場合には、圧縮水素のディスペンサー及びガス配管を給油空地に設置することができることとされました。また、新たに実用化された液化水素昇圧ポンプについて、規定が整備されました。

[https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/190827\\_kiho\\_118.pdf](https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/190827_kiho_118.pdf)

### 製造所等の泡消火設備の技術上の基準の細目を定める告示の一部を改正する件の運用について

(令和元年8月27日付け消防危第119号)

製造所等の泡消火設備の技術上の基準の細目を定める告示の一部を改正する件（令和元年総務省告示第150号。以下「改正告示」という。）が公布・施行され、製造所等に設置する泡消火設備の管及び管継手について、金属製のものを使用することと従来規定されていたところ、今回の改正により、合成樹脂製の配管も使用することができることとされる等、所要の規定の整備が行われました。

[https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/190827\\_kiho\\_119.pdf](https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/190827_kiho_119.pdf)

### 「地下貯蔵タンク等及び移動貯蔵タンクの漏れの点検に係る運用上の指針について」の一部改正について

(令和元年8月27日付け消防危第120号)

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）が本日公布・施行され、地下貯蔵タンク等及び移動貯蔵タンクの漏れの点検の時期について、これまで完成検査済証の交付を受けた日又は直近において点検を行った日を起点とし、地下貯蔵タンク等ごとに定められた期間を超えない日までとされていたところ、漏れの点検の実施期限の終期に係る規定の見直しを行い、当該期間を経過する日の属する月の末日までとされました。

[https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/190827\\_kiho\\_120.pdf](https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/190827_kiho_120.pdf)

### ハザード地区における危険物施設の流出防止対策の促進について

(令和元年9月20日付け消防危第143号)

令和元年8月27日からの大雨に伴う佐賀県の鉄工所からの危険物流出事故を踏まえ、浸水想定区域や土砂災害警戒区域等、ハザード地区における危険物施設の流出防止対策を促進するため、内閣府、経済産業省、国土交通省と連携し、風水害発生時における危険物保安上の留意事項をとりまとめました。

<https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/b738d1eb91c33172eae8df728873895646508428.pdf>

## 危険物運搬容器の誤表示について

(令和元年9月25日付け消防危第142号)

危険物運搬容器で表示の誤りがあった内容について、情報をとりまとめました。

<https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/010925-ki142.pdf>

---

## 台風第19号に伴う防火対策等の徹底について

(令和元年10月10日付け消防予第193号・消防危第160号)

台風第19号の影響により懸念される長時間停電時における防火対策や風水害発生時の危険物施設の安全対策についてとりまとめました。

<https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/31005408971eaac0e258a20ce9fcceb1ccdbfa51.pdf>

---



## 消防ロボットシステムによる 特殊装備小隊の発足

市原市消防局消防総務課

令和元年5月24日（金）市原市消防局において、消防ロボットシステムによる特殊装備小隊【スクラムフォース】の発足式を、JXTG エネルギー株式会社千葉製油所で行いました。

### ★市原市消防局に配備された背景

総務省消防庁は、石油コンビナート等において特殊な災害が発生し、消防隊員が現場に近づけない状況において、災害の拡大抑制を行う消防ロボットシステムの研究開発を、平成26年度から5年計画で進めてきました。そして今回、実戦配備型の消防ロボットシステムが完成し、国の無償使用制度により、全国で初めて市原市に配備されました。



黒田消防庁長官挨拶



毎分4,000リットルを超える放水砲ロボット  
(ウォーター・キャノン)からの放水



スクラムフォースを収容する車両

### ★スクラムフォース紹介

スクラムフォースは、飛行型偵察・監視ロボット、走行型偵察・監視ロボット、放水砲ロボット、ホース延長ロボット及び指令システムで構成され、すべてが1台の車両に積載されています。それぞれのロボットが自律的に活動し、収集したデータを指令システムが解析して消防隊員に最適な消防活動を提案してくれます。

東日本大震災での市原市 LPG 貯蔵施設の爆発火災や、姫路市の製造所での爆発火災の教訓を踏まえ、消防隊員が現場に近づけない状況において、より安全に、より効率的に災害に対応します。

ロボット同士のチーム感、チームワークが伝わる名前に。4機のロボットが力「force」を集めてスクラム「scrum」を組み、ミッションを遂行する姿を表現しています。

### スクラムフォースを構成する各ロボット



### ★市原市消防局の抱負

近年、異常気象や地震による大災害が発生し、今後も南海トラフ巨大地震や首都直下型地震などが予想される中、市民の安心・安全を守る消防機能の充実強化として、全国初の最新鋭部隊の発足により、更なる精進をしております。

# 事前の備えがモノを言う



by makiko Kuzukubo

このところの台風や豪雨では、危険物施設においても多くの被害が発生し、関連する事故も多く発生しています。浸水による危険物の流出など周辺住民への被害も広範囲なものとなっています。火災、地震に限らず水害に対しても、事前の備えや具体的な対策が大切です。