

Safety & Tomorrow 205



新着情報

- 「防災・副防災管理者研修会東京会場」追加開催が決定しました。
http://www.khk-syoubou.or.jp/pkobo_news/upload/241-Olink_file.pdf
- 地下貯蔵タンク及びタンク室等の構造・設備に係る評価実績一覧（令和4年9月30日現在）
http://www.khk-syoubou.or.jp/pkobo_news/upload/240-Olink_file.pdf
- 令和4年度 危険物事故防止対策論文の募集を開始しました！
http://www.khk-syoubou.or.jp/pkobo_news/upload/239-Olink_file.pdf
- 「コーティング上からの溶接線検査に係る検討委員会」報告書の一部公開しました。
<http://www.khk-syoubou.or.jp/guide/research.html>
- 性能評価状況（令和4年6月1日から令和4年7月31日）を掲載しました。
http://www.khk-syoubou.or.jp/pkobo_news/upload/68-Olink_file.pdf
- 試験確認状況（令和4年6月1日から令和4年7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





重大事故の防止に向けて
大規模石油備蓄基地所在消防本部連絡協議会会長 北九州市消防局長
本脇 耐勝 1



●防災管理者研修会・副防災管理者研修会～再研修会の開催について～
事故防止調査研修センター 2



●危険物施設総合研修訓練
事故防止調査研修センター 3

●「新技術を活用した危険物施設の保安設備等に関する研究会(第6回)」開催報告
企画部 5

●屋外貯蔵タンクの「基礎」と「地盤」について(その2)
～タンク本体変更工事に伴う基礎の再評価について～
土木審査部 7



●危険物施設における危険区域の設定に係る評価業務について
(業務開始前のお知らせ)
業務部 11

●「危険物施設等の保安に関する診断」を受けてみませんか?
企画部 13

●令和4年度危険物事故防止対策論文の募集について
事故防止調査研修センター 15

●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 16

●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 18



屋外タンク貯蔵所における付属配管からの硫黄の漏えい事故について
横浜市消防局予防部保安課 20



●タンク隅角部の浮き上がり挙動に関する簡便な評価方法の検討
タンク審査部 26

●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活用について
株式会社ビーエヌテクノロジー 情報・通信ビジネスソリューション事業部
河村 英明 33



危険物規制事務に関する執務資料の送付について
(令和4年9月2日消防危第195号) 37



第61回 既成概念にとらわれないで 38



巻頭言

重大事故の防止に向けて

大規模石油備蓄基地所在消防本部連絡協議会会長
北九州市消防局長
本脇 尉勝



危険物保安に係る関係者の皆様には、平素より、本市の消防・防災行政に多大なる御理解と御支援を賜り、厚く御礼申し上げます。

近年の脱炭素に向けた取組みなどから、石油の需要は減少が見込まれるものの、社会活動を維持していくためには、石油は今後も不可欠な資源です。

このような中、本市に立地する白島国家石油備蓄基地においては、令和3年秋からの原油価格高騰や、ロシアのウクライナ侵攻による更なる価格高騰を受け、今年の7月と8月、計4回にわたって、国内消費量の約2日分にあたる約58万キロリットルの払い出しを行いました。

危険物施設では、ひとたび災害が発生すると甚大な被害をもたらす可能性が高いため、それを防ぐことが消防本部の使命です。本市の危険物施設における事故防止対策としては、特に重大事故の防止を第一に、「死者を発生させない」、「事業所外に被害を及ぼさない」等をスローガンに掲げて取り組んでいます。

昨年度は、「危険物施設における風水害対策」をメインに、まず、市内全ての危険物施設について、浸水想定区域（河川・津波・高潮）及び土砂災害警戒区域にどの程度立地しているのかを調査しました。調査結果では、約75%の危険物施設が高潮の浸水想定区域に立地していることが判明したため、市内の全ての危険物事業者に対して、①事業者自らが浸水想定区域に立地していないか確認すること、②該当があれば、浸水、土砂災害等の被害想定を確認すること、③総務省消防庁が作成した「危険物施設の風水害対策ガイドライン」を活用して対策を検討すること、等を依頼しました。

白島国家石油備蓄基地においても、自家用発電機棟やポンプ棟の出入口に浸水防止の止水板が設置されました。今後も、事業者や関係機関との連携協力体制をより一層強化し、一丸となって、防火、防災体制の強化に取り組んで参ります。

また皆様もご承知のとおり、本市では、今年の4月と8月に、古くから市民の台所として親しまれてきた旦過市場を含む木造密集地域で、2度にわたって大規模な火災が発生し、多くの店舗が被災して、市内外に大きな衝撃を与えました。

このような木造密集地域で消火が困難な場所においては、爆発的に燃焼する危険物施設同様に、「火災を起こさない」ための火災予防施策や防火啓発が重要です。

そこで本市では、今後、消防局OBを雇用した「防火指導員」による木造飲食店を対象としたきめ細かな巡回指導や、火災予防対策のあり方について有識者の意見を伺う検討会（座長：危険物保安技術協会 小林恭一顧問）の開催など、さらなる防火対策の強化に鋭意取り組んで参ります。今後とも本市の防火・防災対策への御支援をよろしくお願いいたします。



★ 業務紹介 ★

防災管理者研修会・副防災管理者研修会 ～再研修会の開催について～

事故防止調査研修センター

危険物保安技術協会では、防災管理者研修会、副防災管理者研修会（以下「防災管理者等研修会」という。）を受講された方を対象に、災害に関するできるだけリアルな状況を設定し、その状況を模擬体験しながら、事態の進展に応じた対応を考えていく訓練（対応型図上訓練）を、防災管理者等研修会の再研修として開催しています。

令和4年度はこれまでに東京会場で2回、大阪会場で1回開催しており、今後、岡山会場、北九州会場でも開催を予定しています。防災管理者等研修会を受講後、5年を経過する方には再研修会の受講をお勧めします。

《研修の内容》

この訓練では、現地指揮本部の本部長として災害防除のための安全管理を最優先とした戦術等の検討など、難しい判断を迫られる状況が提示され、災害時の判断能力が養われます。

また、事業所の業態が異なる受講者が集まり、発表などの場を通じて他社の考え方を学び、それまで気づかなかった問題点などが浮かび上がることが多く、その効果がさらに期待できます。



再研修会：演習実施要領の説明



再研修会：想定の見直し

※ 本年度は新型コロナウイルス集団感染症防止対策を徹底するとともに、本来実施していた討議形式から個人検討に変更するなどの対応を講じています。

なお、防災管理者等研修会の再研修会には、出前出張研修のみで開催している「緊急記者会見」、「災害対策本部企画運営」の2つの研修もあります。研修内容、開催場所、日時等のご要望にも応じていきますので、危険物保安技術協会 研修課までお気軽にご相談ください。

研修会事務局 TEL : 03-3436-2357 E-mail : kensyu@khk-syoubou.or.jp

危険物施設総合研修訓練

事故防止調査研修センター

世代交代により、危険物施設の火災を経験した消防職員、自衛消防隊員等が減少傾向にあります。

一方、危険物やガス火災の大規模な消火訓練は、さまざまな制約で実施困難な状況にあり、危険物施設火災への対処が各方面で憂慮されています。

そこで当協会では、危険物などの災害に際して最前線で活動される方々を対象に、輻射熱体験と危険物等災害に関する知識の習得を目的とした研修・訓練を、平成25年度から開催しております。

今年度は、消防職員、事業所職員併せて23名の方が受講されました。2日目は曇り空で時より雨が降る中での訓練となりましたが、全ての訓練を無事実施することができました。

本研修訓練の内容は、過酷な輻射熱からの安全確保及び危険物等火災の鎮火に至る過程の体験、危険物災害の基礎知識に関する講義、図上訓練による危険物等災害発生時の状況予測能力の向上や安全管理能力の習得等となっており、危険物災害に対処する際の安全かつ適切な消火活動に役立つものと、好評を得ています。

なお、今年度も新型コロナウイルス感染症拡大防止対策として受講定員を制限したことに加え、状況予測型図上訓練は従来のグループ討議を個人検討としました。

- 1 実施日：令和4年10月11日（火）、12日（水）
- 2 実施会場：① 研修 危険物保安技術協会（東京都港区虎ノ門4-3-13）
② 訓練 海上災害防止センター防災訓練所（横須賀市及び第二海堡）

研修・訓練の状況



図上訓練



ベーパー回収装置消火訓練



タンクローリー火災消火訓練



油貯蔵タンク火災消火訓練

研修訓練の内容

研修訓練の項目と概要		
項目	研修・訓練（1日目）	消火訓練（2日目）
概要	<ul style="list-style-type: none"> 危険物災害に関する基礎知識 火災と燃焼・危険物の性状 危険物施設火災活動事例 大型タンク火災における状況予測型図上訓練 	<ul style="list-style-type: none"> 消火器訓練 基本消火訓練 ペーパー回収装置消火訓練 角タンク（オープンタンク）泡消火訓練 タンクローリー火災消火訓練 油貯蔵タンク火災消火訓練

受講された方々の声

- 消火の実技訓練に参加して、これまで体感できなかったことができ非常に勉強になりました。
- 被害想定を利用した図上訓練の内容は、職場に戻って、他の職員にも共有したいと思います。

※グループ討議の再開に対するご要望につきましては、今後の新型コロナウイルス感染症の状況も踏まえた上で、実施方法等を検討していきたいと考えております。

※次年度は、令和5年11月16日（木）、17日（金）の開催（令和5年9月1日募集開始）を予定しております。また、実施時期、訓練内容等については、令和5年8月にホームページでご案内する予定です。



「新技術を活用した危険物施設の保安設備等に関する研究会(第6回)」開催報告

企画部

危険物施設における保安設備等への新技術の活用を目的に、「新技術を活用した危険物施設の保安設備等に関する研究会(第6回)」をWEB開催し、157名の方々にご参加いただきました。

1 概要

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

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

2 開催日

日時：令和4年10月25日(火) 14時00分から16時00分まで

3 参加者(157名)

- 消防機関(8名)
- 事業所(138名)
- その他(11名)

4 内容

(1) 発表

株式会社ビーエヌテクノロジーによる

「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」

(2) 意見交換

ア 消防機関

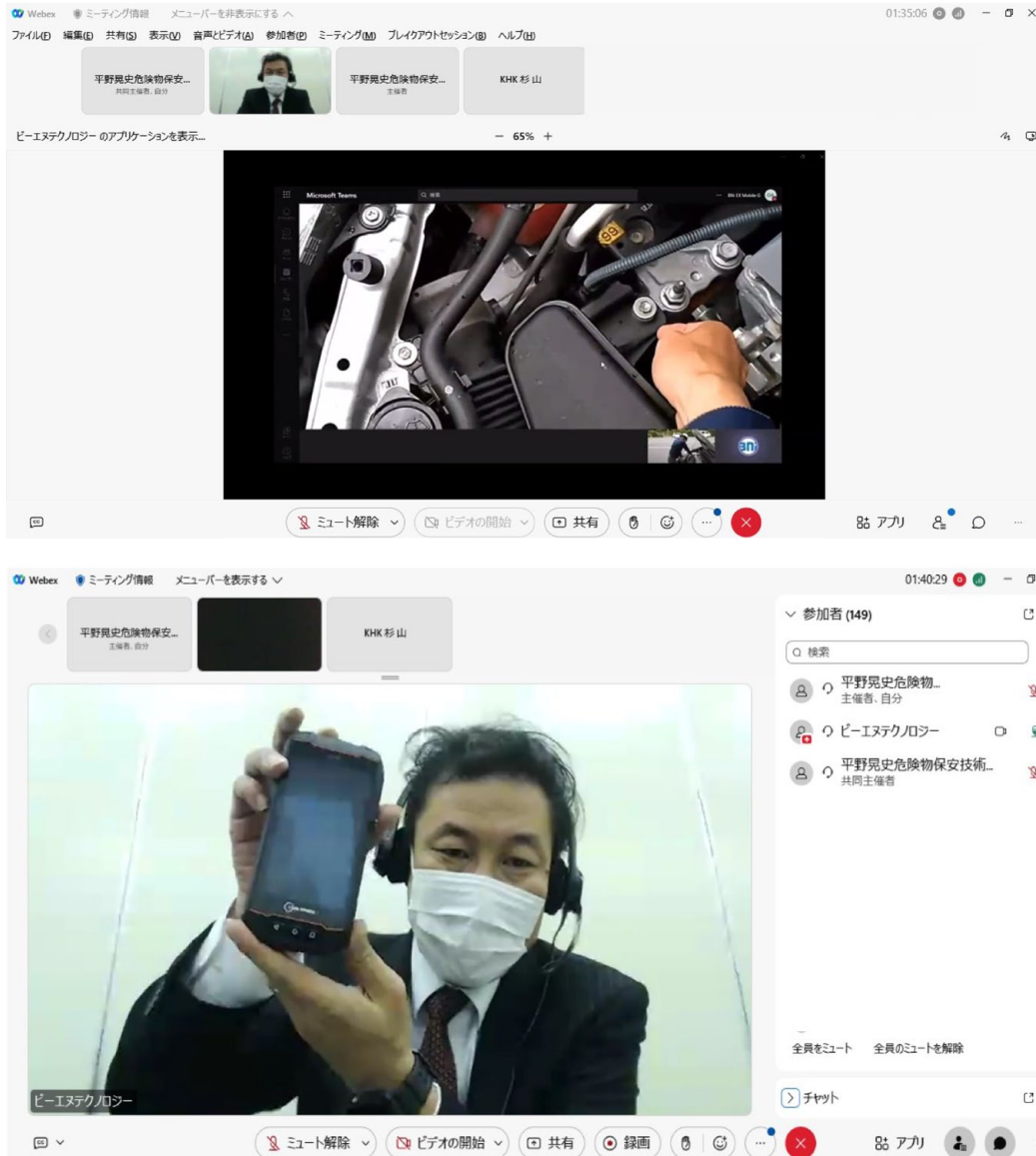
- ・消防活動における防爆型の資機材の必要性について
- ・消防隊員が使用する上で求められる軽量化・小型化への期待について

イ 事業所

- ・危険区域の再評価とゾーン1で使用できる防爆端末の利便性について
- ・ヘッドマウントディスプレイのカメラ映像について
- ・耐用年数、連続使用時間、充電時間等について

そのほか、多くのご意見・ご質問をいただきました。

5 実施状況



株式会社ビーエヌテクノロジーによる発表の様子

6 防爆型モバイル機器の詳細について

株式会社ビーエヌテクノロジーの記事、「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活用について」を 33 ページの技術情報 (http://www.khk-syoubou.or.jp/pdf/magazine/205/gijyutsu_info02.pdf) に掲載しておりますので、こちらも併せてご覧ください。

7 次回開催予定

今後も不定期になりますが、「新技術を活用した危険物施設の保安設備等に関する研究会」を WEB 開催していく予定です。詳細が決定次第、危険物保安技術協会のホームページに開催案内を掲載します。

【お問い合わせ先】

危険物保安技術協会 企画部企画課 陣鎌・森
 電話 03-3436-2353 / FAX 03-3436-2251
 E-mail kikaku@khk-syoubou.or.jp

屋外貯蔵タンクの「基礎」と「地盤」について (その2) ～タンク本体変更工事に伴う基礎の再評価について～

土木審査部

1 はじめに

特定屋外貯蔵タンクは、適用法令（新法or旧法）及び容量（10,000kL以上or未満）に応じて、タンクの基本開放周期が設定されています。

タンクを開放すると、タンク本体の健全性を調査する内部点検が実施され、腐食の有無（板厚測定）や溶接部の健全性等が確認されます。調査の結果、補修が必要と判断された場合は、板の取り替えや当板補修等が実施されますが、近年は、タンク本体全体を建て替えるというケースも多くなってきています。また、タンク開放のタイミングに併せて油種変更を行うケースもあります。

こうした工事や油種変更により重量の増加があった場合、タンク本体に関しては、変更後においても、タンク本体が技術上の基準に従って適切に維持されているかどうかの確認（基準適合確認）が、事業者自ら行っているのが一般的ですが、タンク本体に重量増加があった場合でも、「基礎」に与える影響について検討している変更許可申請図書は、ほとんど無いのが実状です。

本稿では、タンク本体工事に伴う基礎の再評価について解説しますが、図1に示すように、基礎形式は「直接基礎」と「杭基礎」とに大別でき、また基礎形式で評価項目も異なるため、「直接基礎」と「杭基礎」に分けて基礎の再評価の必要性等について解説することとします。

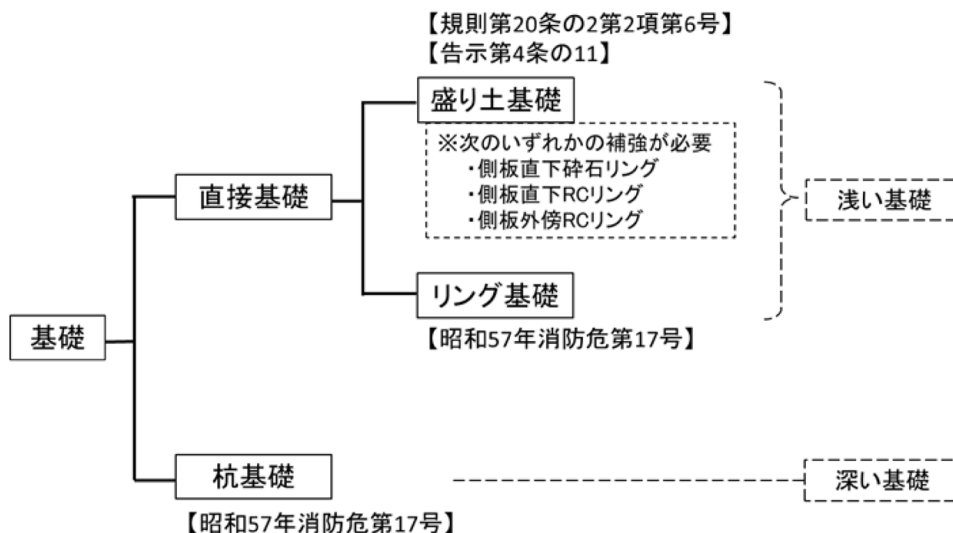


図1 特定タンクの場合の基礎分類

2 「直接基礎」の場合

(1) 新基準タンクにおいて、補修工事や液比重アップにより重量が増加するケース

特定タンクのうち旧法タンクに関しては、耐震基準である「新基準」に適合させる場合、基礎・地盤に係る「基準適合確認項目」は、表1に示す2つの項目となります。その中で、重量増が影響するのは、赤字で示す基礎の「局部すべり」となります。したがって、新基準タンクにおいてタンク本体等の重量が増加した場合は、基準維持義務の観点から、基礎の局部すべりに対する安全性を再チェックする必要があります。

表1 新基準タンクの直接基礎における基準適合確認項目

基礎/地盤	基礎	地盤
基準適合確認項目	・局部すべり(安全率:1.1以上)	・液状化(PL 値法)

直接基礎の場合、図2に示すように、タンク等の荷重が基礎に作用すると、碎石や土といった基礎材料が円弧状に滑ろうとする力(起動力)が働きます。一方、これらの力に抵抗しようと、碎石や土が持っている粘着力や粒子間の摩擦力(抵抗力)が働きます。

局部すべりに対する安全性の確認方法は、式1に示すように、起動力に対する抵抗力を比の形で表し、新基準タンクの場合、この比(安全率(Fs))が1.1以上であることが要件となっています。式1では、仮にタンク等荷重が増加した場合、起動力が大きくなることから、安全率は下がることを意味します。

したがって、タンク本体工事等により、荷重の増加割合が大きい場合は、安全率(Fs)も大きく下がりますので、特に注意が必要となります。

$$F_s(\text{安全率}) = \frac{\text{すべり抵抗モーメント(抵抗力)}}{\text{すべり起動力モーメント(起動力)}} \quad \dots \text{式1}$$

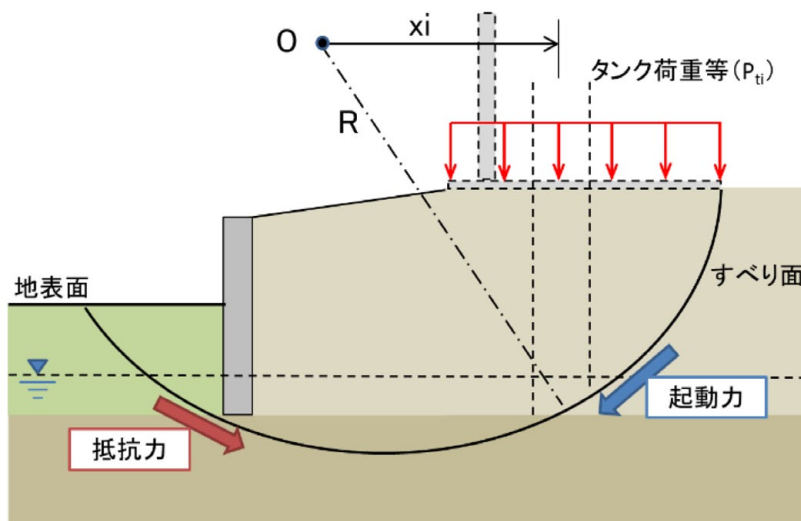


図2 基礎の局部すべりのイメージ図

事業者の皆様におかれましては、「今回の変更工事で、タンク本体等の荷重は増加したのかどうか」、また増加した場合は「どの程度増加したのか」を自ら確認し、増加割合の程度が大きい場合は、基礎の再評価について検討することが重要となります。

(2) タンク本体建て替え工事により、タンク直径を小さくするケース

変更許可申請の中でタンク本体を建て替える場合がありますが、タンク本体の建て替えに併せて、貯蔵容量を減じてタンク本体の直径を小さくするケースがみられます。

基礎の局部すべりに対する確認方法は、前述の式1や図2で解説したとおり、タンク等荷重の起動力と基礎材料の土性値による抵抗力とのバランスとなります。

図3に示すように、基礎に最も荷重が作用する側板直下付近のアニュラ板部分で検討する局部すべりは、荷重の作用位置が変わることにより、円弧の起動力位置や半径が変わります。また、側板直下付近は、碎石等による堅固な材料により構築されているのに対し、それ以外の部分は土による盛り土とされているため、抵抗力が弱い材質部分を円弧が通る場合が考えられます。

したがって、タンク直径が小さくなくても、必ずしも、局部すべりが安全側に転じる（安全率が高くなる）とは言えないことに留意する必要があります。

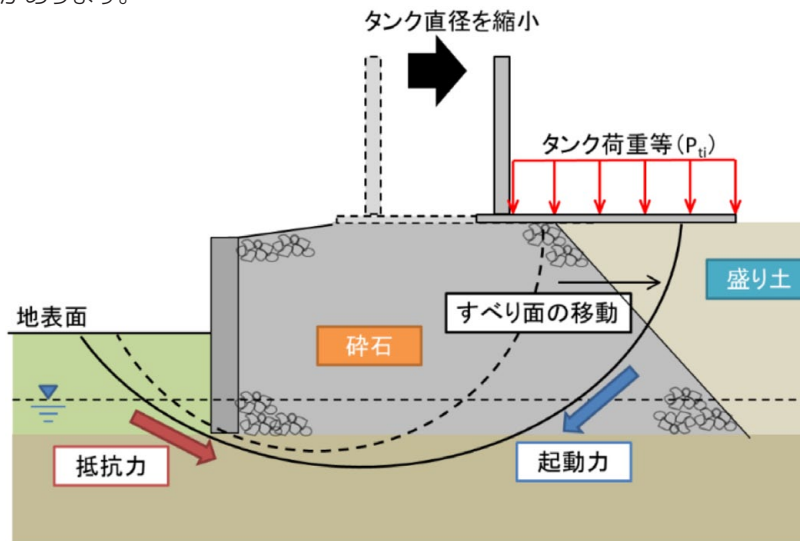


図3 タンク直径を小さくした場合のすべり面移動のイメージ

3 「杭基礎」の場合

本節で紹介するケースは、杭基礎である新法タンクにおいて、タンク本体を建て替えるとともに、油種変更に伴い、比重が1.0から1.2に増加するという、実際に申請のあった事例です。

新法タンクの杭基礎における基準適合確認項目は、表2に示すとおりとなります。新法タンクの場合は、設置許可と同様の設計審査が必要になります。また、杭基礎の場合は、直接基礎よりも確認項目も多くなります。したがって、表2で示した新法タンクの杭基礎の場合は、表1で示した新基準タンクの直接基礎よりも、基準適合確認項目が多くなっています。

新法タンクの杭基礎において、荷重増加があった場合の再評価項目は、表2に示す赤字部分となります。

表2 新法タンクの杭基礎における基準適合確認項目

基礎/地盤	基礎	地盤
基準適合確認項目	<ul style="list-style-type: none"> ・杭体の強度 ・杭の継手強度 ・基礎スラブの強度 ・スラブと杭との結合部の強度 ・スラブ厚さ ・杭の配置 ・砕石層、排水口の配置 ・犬走りの構造 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・杭の鉛直方向支持力 ・杭の水平方向支持力 ・液状化(限界 N 値法)

この事例では、表2に示す赤字部分を再計算したところ、基礎スラブに作用する荷重が大きく増加したことにより、基礎スラブの強度が不足するという結果となりました。したがって、図4に示すように、既存のスラブ上に新たに鉄筋を配置し、基礎スラブの増し打ち（スラブ厚の増加）を行いました。

この事例では、地表面上にある基礎スラブだけの補強工事で終わっていますが、杭基礎は、表2に示すように杭本体の強度や杭の支持力等も検討項目となっていますので、仮に杭の強度等に基準を満足しない項目があると、大掛かりな杭工事になる場合や当該計画が実施できない可能性も考えられます。

建設の際は、杭の支持力や強度等、ある程度の余裕を見込んで設計されているため、杭本体の強度等が基準を満足しないケースは少ないと想像しますが、杭基礎の場合、大幅な重量増となるような変更は、慎重に計画する必要があります。

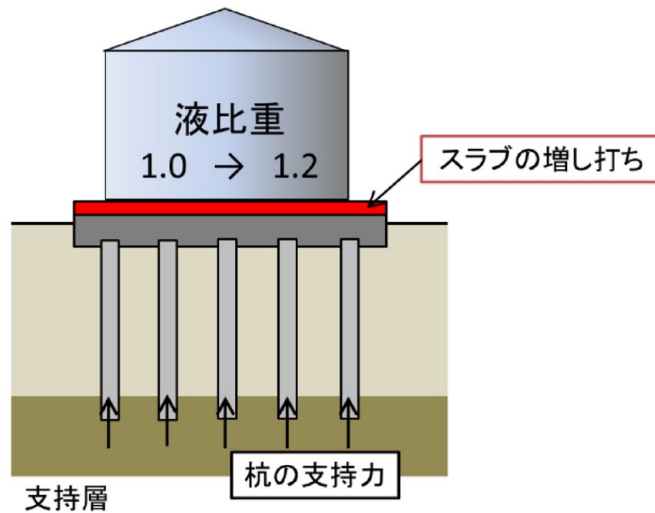


図4 杭基礎の変更事例

4 さいごに

前号のSafety&Tomorrow204号より、「屋外貯蔵タンクの基礎と地盤について」と題して、3回に渡って掲載することとし、本号では「基礎」に着目し、基礎の再評価について、その必要性等を解説しました。

屋外貯蔵タンクの「基礎」は、タンク本体等の荷重を直接受け、その荷重を均等に直下の「地盤」に伝達する非常に重要な役割を担っています。そうした基礎ですが、基礎形式も多く、新法or新基準、さらには特定タンクor準特定タンクで確認項目や安全率等も異なります。

特定タンクの設置基数としては、新法タンクに比べ新基準タンクの方が多く、また、新基準タンクの場合の基礎形式は、直接基礎が90%以上*と圧倒的に多く存在します。

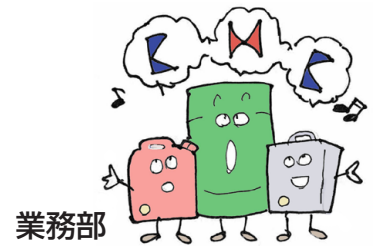
前述の2(1)で解説したように、**新基準タンクの直接基礎の場合**、タンク等荷重が増加すると、基礎の局部すべりに影響を及ぼします。したがって、今後、タンク等荷重が大幅に増加する変更工事の場合は、事業者自らが局部すべりに対する安全性を確認したうえで、変更許可申請することが重要と考えます。

屋外貯蔵タンクの構造上の安全性を考える場合、タンク本体のみに目が向きがちになりますが、基礎にもある程度の意識を向け、「タンク等の荷重変動は、その直下の基礎に必ず影響する」ということを念頭に、今後維持管理していただければ幸いです。

※平成31年4月～令和3年7月に、協会が受託した新基準タンクの変更許可申請からの集計結果

KHKからの
お知らせ

危険物施設における危険区域の設定に係る 評価業務について（業務開始前のお知らせ）



1 はじめに

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

事業者の方は関係法令に則り危険区域を設定することになりますが、実態上はプラント内設備の区画全体を危険区域として設定することが多いようです。

一方で、危険物施設の高経年化が進み、腐食・劣化等を原因とする事故件数が増加するなど、近年、危険物等に係る事故は高い水準で推移しており、ドローン・IoT機器等を活用してより効果的な予防保全を行うことなど、スマート保安化が求められています。しかし、これらの機器等のなかには非防爆構造のものが多く、プラント内設備の区画全体を危険区域として設定していると安全確保の観点からこれらの機器等を危険物施設内で活用することができません。

そこで、総務省消防庁等は、スマート保安化を推進させるために合理的な危険区域の設定が可能な「プラント内における危険区域の精緻な設定方法に関するガイドライン」（以下「ガイドライン」という。）を策定し、「危険物施設における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」（平成31年4月24日付け消防危第84号 危険物保安室長通知、以下「84号通知」という。）を発出しました。

ガイドラインを活用して危険区域を設定したイメージを図1に示します。

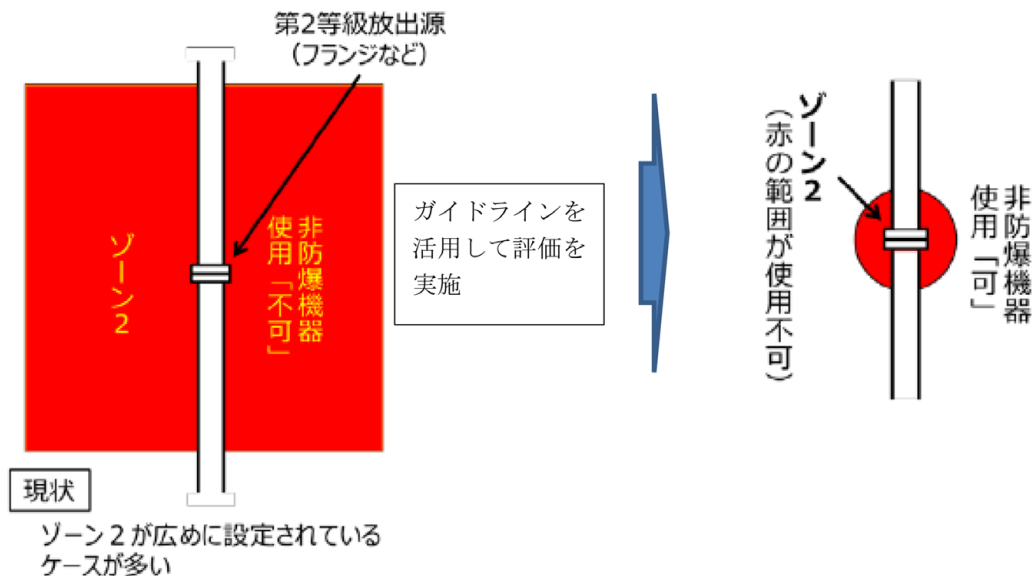


図1 ガイドラインを活用して危険区域を設定したイメージ図

2 業務開始の背景

ガイドラインが策定されましたが当協会には、以前からガイドラインの運用・解釈が難しいという声が事業者の皆さまからも多く寄せられています。そこで、ガイドラインを活用した評価の普及促進をはかるため、当協会に今年7月に「危険物施設における可燃性蒸気の滞留するおそれのある場所に関する評価業務の準備委員会」を設置し、「「プラント内における危険区域の精緻な設定方法に関するガイドライン」を活用した評価指針」（以下「評価指針」という。）をとりまとめました（評価指針の詳細につきましては次のアドレスを参照して下さい。http://www.khk-syoubou.or.jp/pdf/magazine/205/hyouka_shisin.pdf）。業務部では、今年11月から「危険物施設における危険区域の設定に係る評価業務」を開始する予定です。

なお、本評価業務は、予め事業者の皆さまに危険区域の設定等をしていただき、その妥当性について3に示した流れで評価を行います。

3 評価の全体概要

危険区域の設定を行うには、許認可権限を有する市町村長等（消防本部等）に手続きを行う必要があります。評価の全体概要図を図2に示します。

本評価を利用される場合は、予め許可等を行う消防本部等に事前相談を行ってください。当協会で評価を受けることを伝えていただくとともに、許可等を行うために必要となる書類等を確認し、過不足のないように調整することが必要です。（図2の①）

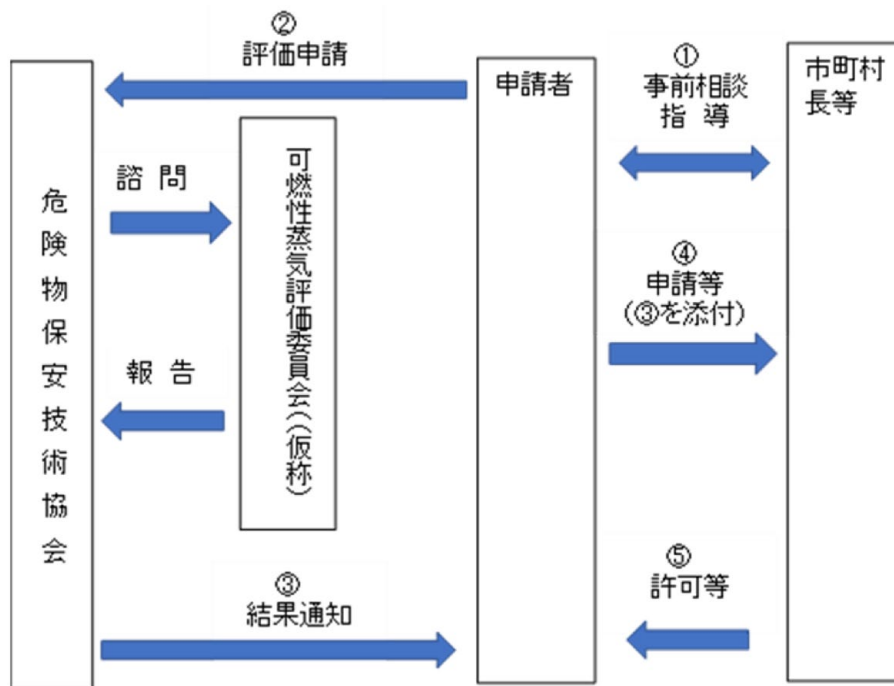


図2 評価の全体概要図

図2の②の評価申請では、事業者の皆さまは予めガイドラインに沿った評価を実施し、関係書類を当協会へ提出してください。関係書類をとりまとめる際は、評価指針を利用してください。なお、当協会で評価を実施するものは屋外に設置されている第2等級放出源に限ります。

申請された関係書類について、その妥当性を図2の「（仮称）可燃性蒸気評価委員会」で審議・評価します。

図2の④の申請等の際、事業者の皆さまは当協会の評価結果をもとに危険区域の分類等を示したプロット図を作成し添付してください。なお、84号通知では、危険区域の設定を行うには自主行動計画の策定や予防規程の見直しも必要とされています。

また、ガイドラインに沿った評価を実施し現地で運用する場合は84号通知の留意事項を順守することが必要とされています。

4 おわりに

ガイドラインを活用して合理的な危険区域の設定を行うことにより、プラント内の安全レベルを低下させることなく合理的かつ効果的にスマート保安化が広がることで、プラント設備の予期せぬ故障やヒューマンエラーを防ぐ取り組みが一層期待されます。

本業務を開始しましたら当協会のホームページに業務規程等を掲載しますので、ぜひご活用ください。

【お問い合わせ先】

危険物保安技術協会 業務部 TEL 03-3436-2353



「危険物施設等の保安に関する診断」を受けてみませんか？



危険物保安技術協会では、危険物施設を保有する事業所の自主保安の向上及び事故防止に資することを目的として、事業所の自主保安に対する取り組みについて、第三者機関として危険物施設や特定防災施設等の維持管理に関する状況を確認し、診断及び評価を行っています。

◆「危険物施設等の保安に関する診断」の内容

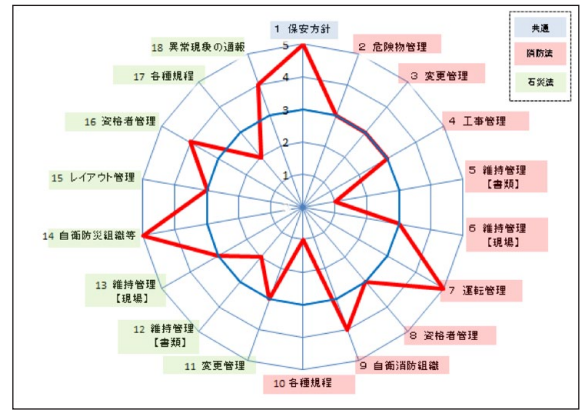
「危険物施設等の保安に関する診断」には、「保安診断」、「再発防止対策診断」及び「特定保安診断」の3種類があります。それぞれの診断内容及び活用事例についてご紹介します。

種類	診断内容	活用事例
保安診断	自主保安体制の基本項目（全部、又は一部）について、診断及び評価を行います。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事業所における火災防止、防災強化を図るために活用。 ・ 堺市消防局の「危険物施設等における変更工事の確認届に係る認定制度」や、四日市市消防本部の「危険物製造所等における変更工事等届出認定事業所に関する要綱」における認定要件の1つとして当協会による診断結果を活用。
再発防止対策診断	事故の再発防止対策について、診断及び評価を行います。	消防機関が使用停止命令解除の判断材料の1つとして、当協会の診断結果を活用。
特定保安診断	事業所の要望に応じた安全性の診断及び評価を行います。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事業所が非定常作業のリスクアセスメントの結果に基づき作成した作業手順書の検証に活用。 ・ 保安診断等の結果から改善した状況の検証に活用。（レベルアップ診断） ・ 消防機関が危険物施設の設置許可等の判断材料の1つとして、当協会の診断結果を活用。

◆「保安診断」の診断項目と評価

保安診断は、各事業所の保安方針、維持管理や運転管理の状況等について、危険物に関する専門知識を有した消防実務経験者により、書類（社内規程等）と現場の両面から診断・評価を行います。

評価結果は、18の診断項目（石油コンビナート区域外の事業所は10項目）について、5点法によりレーダーチャートで表し、自主保安の弱点を“見える化”します。また、改善の必要な事項があった場合には、その改善方法を提案します。



レーダーチャート化した保安診断の評価結果の例
 ※診断項目は選択できます。
 ※18項目以外でもご要望に応じて診断項目に追加できます。

◆災害対応演習のご案内

ご要望に応じて、保安診断にプラスして、事業所の危機管理能力、保安・防災力の向上のための 災害対応演習を実施します。

従業員の皆さまを対象に、防災規程などの社内規程等に依じた初動対応、災害時の役割分担に基づく活動要領などについて、災害が発生した際に的確な行動、指揮命令系統が取ることができるかを診断し、演習を通して、災害発生時の柔軟な対応力、実践的な訓練方法を身に付けていただくこと、また、日頃実施されている防災訓練方法の見直しや災害対応に関するマニュアルの検証にもご活用いただくことができます。

◆おまけ

機関誌「Safety&Tomorrow」の連載コーナー「安心・安全のヒント めざせ自主保安の達人」では、過去に「危険物施設等の保安に関する診断」を題材とした回がありますので、是非ご覧ください！

めざせ自主保安の達人 第12回 第三者の目で客観的に診てもらおう

<http://www.khk-syoubou.or.jp/pdf/magazine/205/hinto12.pdf>

めざせ自主保安の達人 第60回 対岸の火事と他山の石

<http://www.khk-syoubou.or.jp/pdf/magazine/204/hinto.pdf>

当協会ホームページでは、より詳細に「危険物施設等の保安に関する診断」について掲載しております。

リンク先はこちら

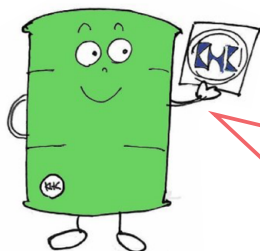
・危険物施設等の保安に関する診断～出前研修（災害対応演習）も併せて実施できます～

http://www.khk-syoubou.or.jp/guide/dangerous_facilities.html

・保安診断パンフレット

http://www.khk-syoubou.or.jp/pdf/guide/dangerous_facilities/hoansindan.pdf

貴社の自主保安の向上のために、当協会の「危険物施設等の保安に関する診断」をご活用下さい。



【お問い合わせ先】

危険物保安技術協会 企画部企画課

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

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



令和4年度危険物事故防止対策論文の募集について

事故防止調査研修センター



危険物保安技術協会は、消防庁と共に危険物事故防止対策に関する論文を募集します。

これは、危険物を取り扱う事業所における自主保安体制の確立並びに危険物の保安に対する意識の高揚及び啓発の推進を図るとともに、危険物の事故の発生防止に積極的に取り組んでいる危険物関係団体・業界や消防関係行政機関の事故防止対策を推進することを目的としています。

今年度から主テーマを設けることとし、今回のテーマは『危険予知活動(KYK)に関するもの』といたします。なお、危険物に係る事故防止や安全対策など、普段行っている身近な行動に関するものも引き続き幅広く受け付けますので、皆様の積極的なご応募をお待ちしております。

応募の締め切りは、令和5年1月31日(火)までとなっております。詳細は下記のURLをクリックして募集案内をご確認ください。

http://www.khk-syoubou.or.jp/pkobo_news/upload/239-0link_file.pdf

◇ 令和4年度 ◇

危険物事故防止対策論文募集

消防庁の統計によると、令和3年中の危険物施設における事故発生件数は646件で、これは、平成元年以降で最も事故が少なかった平成6年と比較すると、危険物施設は減少しているにも関わらず、約2倍に増加しています。

このようなことから、今後も事故防止対策に取り組んでいく必要があり、安全で快適な社会づくりに向けて、危険物の製造、貯蔵、取扱い、運搬に係る事故防止を図ることを目的として、論文を募集します。今年度から主テーマを設けることとし、今回のテーマは『危険予知活動に関するもの』といたします。なお、危険物に係る事故防止や安全対策など、普段行っている身近な行動に関するものも引き続き幅広く受け付けますので、皆様の積極的なご応募をお待ちしております。

1. 令和4年度の主テーマ 「危険予知活動(KYK)に関するもの」
2. 危険物に係る事故防止や安全対策に関するもの。

論文のテーマ



応募資格 特に制限はありません。どなたでも応募できます。

応募締切 令和5年1月31日(火) 必着!

選考方法

学識経験者、関係行政機関の職員等による審査委員会において、厳正な審査を行います。

賞

消防庁長官賞	賞状及び副賞(20万円)	<2編以内>
危険物保安技術協会理事長賞	賞状及び副賞(10万円)	<2編以内>
奨励賞	賞状及び副賞(2万円)	<若干名>

※ 副賞は危険物保安技術協会からお返しいたします。

受賞の表彰式は、危険物安全週間(令和5年6月の第2週)中に東京で開催される、危険物安全大会において行います。

応募方法

- ① 論文は、日本語で書かれたもので未発表のものに限ります。ただし、限られた団体、組織内等で発表された場合は応募可能です。(一部に限り、既発表の部分を使用する場合は、その旨を本文中に明記してください。)受賞論文は、危険物保安技術協会のホームページに掲載されますので、必要に応じて関係者の事前の了解を取ることをお願いします。また、著作権等の問題を生じないようご留意ください。
- ② A4(字数換算:1ページあたり40字×40行程度)1枚以上10枚以内程度としてください。なお、図表及び写真は、文中への挿入、本文と別に添付のいずれも可能です。ただし、本文と別に添付する場合には、字数換算をA4(1ページあたり1,600字程度)で行い、全体を10枚相当以内程度としてください。記入例は、ホームページ(<http://www.khk-syoubou.or.jp/guide/paper.html>)をご確認ください。
- ③ 論文の概要を添付してください。
- ④ 論文は、「論文タイトル」、「氏名(ふりがな)」、「連絡先(住所、電話番号、FAX番号、E-mailアドレス)」及び受賞論文発表時に明記する勤務先等がある場合の「勤務先名称及び所属」を記載した用紙を添付のうえ次のあて先(E-mail可)までお送りください。
- ⑤ 共同で取り組んでいる活動の場合には、連名の応募も可ですが、代表者が分かるように記載ください。
- ⑥ 論文は、返却いたしません。

あて先及びお問い合わせ先

危険物保安技術協会 事故防止調査研修センター
〒105-0001
東京都港区虎ノ門4-3-13 ヒューリック神谷町ビル
Tel 03-3436-2356 Fax 03-3436-2251
<http://www.khk-syoubou.or.jp/>

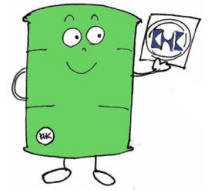


主催 消防庁、危険物保安技術協会
協賛 全国消防長会、一般社団法人日本化学工業協会、石油化学工業協会、石油連盟
電気事業連合会、一般社団法人日本救急連盟、一般社団法人日本損害保険協会
公益社団法人日本火災学会、全国石油商業組合連合会(順不同)

制作:危険物保安技術協会

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

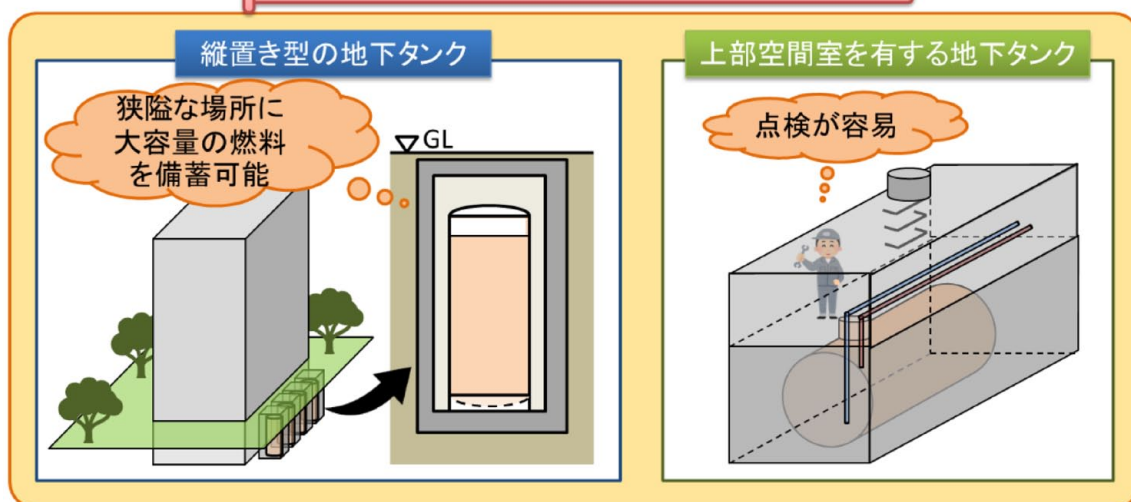


土木審査部

◆ 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！



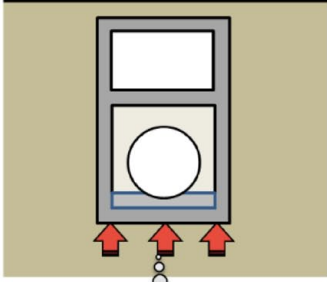
◆ 危険物施設に関する豊富な審査経験を活かした評価

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。



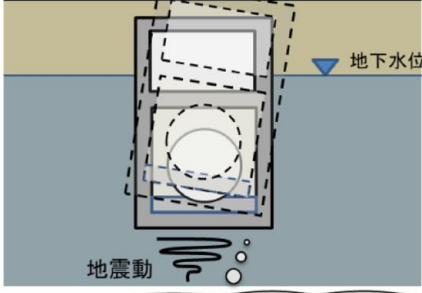
付加的な要素も確認して報告します！

地盤の支持力に対する安全性



地盤は十分な支持力を有しているか？

液状化に対する安全性



・液状化の可能性はないか？
 ・浮き上がる可能性はないか？

◆ **本評価業務のメリット**

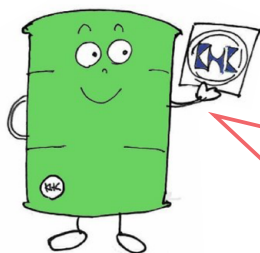
本評価業務は、所轄消防本部への設置許可申請前に、消防法令では想定していない設置形態の地下タンク貯蔵所について、その安全性を確認しています。評価業務においては、申請者等と質疑応答を繰り返しながら、消防法令に基づいた適切な構造計算書に整えるとともに、安全性等の確認結果は「評価結果通知書」に取りまとめ、申請者に報告しています。この評価結果を踏まえ、設置許可申請がなされますので、消防本部で行う審査事務の一部を効率化することができます。

◆ **R4 年度受託実績**

本評価業務に係る今年度の受託実績（10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7件、北海道1件、福岡県1件となっています。

R4年度受託実績件数（10月末現在）

	縦置き	横置き	小判型等	変更	合計
R4年度	2	4	1	2	9



【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	本年度の開催は終了しました	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	本年度の開催は終了しました	札幌市 北農健保会館
		【追加開催】11月16日(副)、11月21日(防) 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
		本年度の開催は終了しました	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
		本年度の開催は終了しました	周南市 ホテルサンルート徳山
		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	令和4年4月～令和5年3月	eラーニング
3	危険物施設総合研修訓練	本年度の開催は終了しました	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	会場：11月25日 Web：令和4年12月15日～令和5年1月31日	東京都 科学技術館サイエンスホール
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日～6日（初） 12月7日（再）、8日（再）、9日（再）	東京都 危険物保安技術協会
		令和5年1月24日～25日（初） 令和5年1月26日（再）、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）	本年度の開催は終了しました	札幌市 北農健保会館
		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
		本年度の開催は終了しました	大阪市 大阪市立阿倍野防災センター
		本年度の開催は終了しました	倉敷市 ライフパーク倉敷
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}	本年度の開催は終了しました	東京都 危険物保安技術協会
		11月15日（初）、11月16日（再）	北九州市民防災センター
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。



危険物事故 関連情報

屋外タンク貯蔵所における付属配管からの 硫黄の漏えい事故について

横浜市消防局予防部保安課

1 はじめに

本事例は、硫黄を貯蔵する屋外タンク貯蔵所（以下「硫黄タンク」という。）の可とう管継手の施工不良、配管サポートの設計不良、並びにバルブの腐食疲労等によりフランジ近辺から硫黄が3日間で2度に渡り流出したと推定した事案である。

2 発災タンク諸元

- (1) 設置許可年：1994（平成6）年
- (2) 貯蔵物：硫黄（危険物第2類）
- (3) 申請容量：7,668.51kℓ
- (4) 屋根形式：コーンルーフ
- (5) 内径：18.00m
- (6) 高さ：17.97m



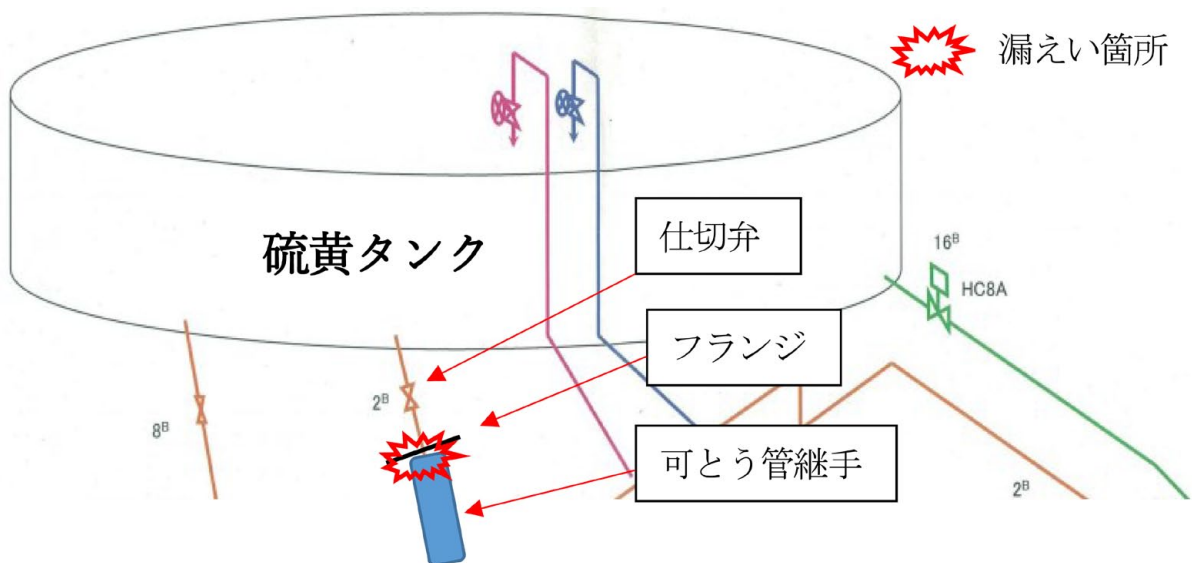
発災タンク

3 事故発生時の状況

(1) 覚知状況

2021（令和3）年4月14日19時頃、事業所社員が巡回中に、硫黄タンクの付属配管で仕切弁（バルブ）近くの可とう管継手のフランジ付近から硫黄が漏えいしているのを発見した。直ちに漏えいしている配管に近い3箇所の仕切弁を閉止し、119番通報を行った。その後、硫黄を回収し、現場パトロールの強化を実施した。

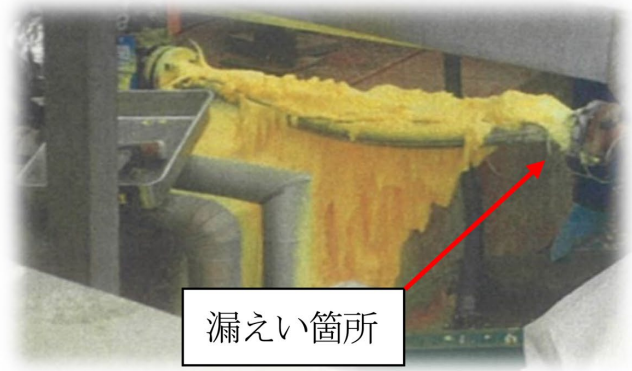
同年4月16日5時15分頃、事業所社員が巡回中に、14日と同じ箇所から硫黄が漏えいしているのを発見した。既に閉止してある3箇所の仕切弁とは別の4箇所の仕切弁を直ちに閉止し、119番通報を実施した。



漏えい箇所図



4月14日の漏えいの様子



4月16日の漏えいの様子

(2) 被害状況

人的被害 なし

物的被害 硫黄約200リットル（4月14日）

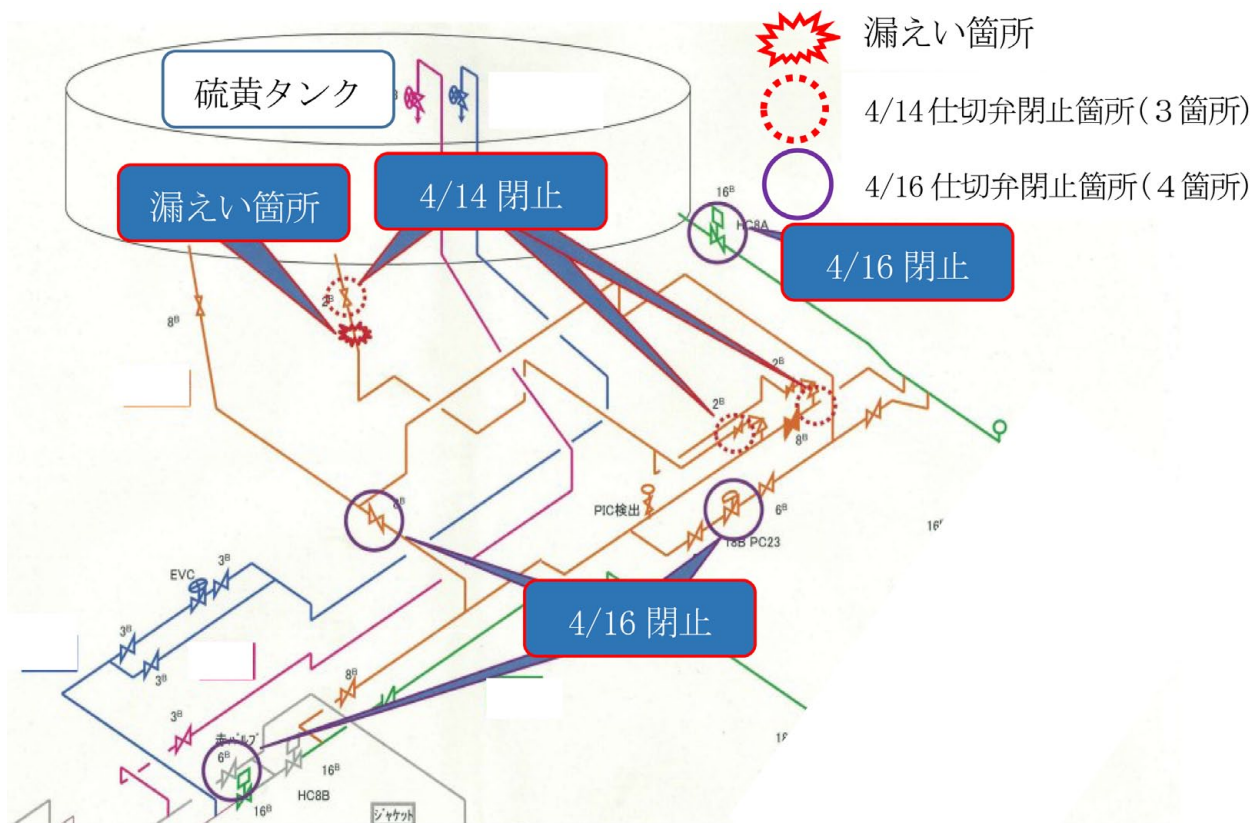
硫黄約110リットル（4月16日）

(3) 行政措置

事業所により、仕切弁の閉鎖等の初動措置が取られていたが、同じ箇所から再度硫黄が漏えいしたことから、引き続き危険物の流出及び拡散を防止するため、公設消防が4月16日6時10分に消防法第16条の3に基づき応急措置命令を発動した。

(4) 漏えい後の措置（応急措置命令前）

4月14日、16日にそれぞれ閉止した仕切弁は以下の図のとおりである。



閉鎖した仕切弁の箇所

(5) 漏えい後の措置（応急措置命令後）

漏えい箇所に新たに硫黄が流れないように、関連配管の仕切弁、フランジにブラインドプレートを挿入し配管同士の縁切りを実施した。また、縁切りにより独立した配管内に残存する硫黄を一部取り除き、配管に空間を作ることによって、独立した配管に余計な圧力がかからないよう対応し、配管内に残存する硫黄の流出防止措置を実施した。その後、硫黄の漏えい停止を確認した公設消防が4月16日14時28分に消防法第16条の3に基づく応急措置命令を解除した。



配管縁切りの様子

4 原因調査

4月14日、16日と連続して同箇所から硫黄が漏えいした原因と、周囲の仕切弁を閉止したにもかかわらず再度漏えいした原因を調査するため、可とう管継手、配管サポート、仕切弁をそれぞれ調査した。

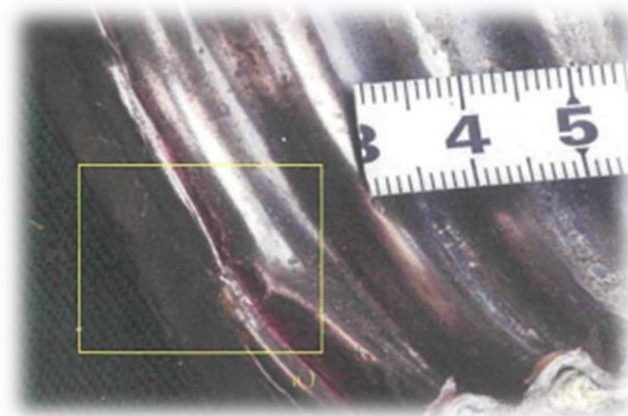
(1) 可とう管継手の調査

ア 溶接部の割れ

漏えい部分の可とう管継手を取り外したところ、溶接部に割れが見られた。



取り外した可とう管継手



溶接部拡大図

イ 変形

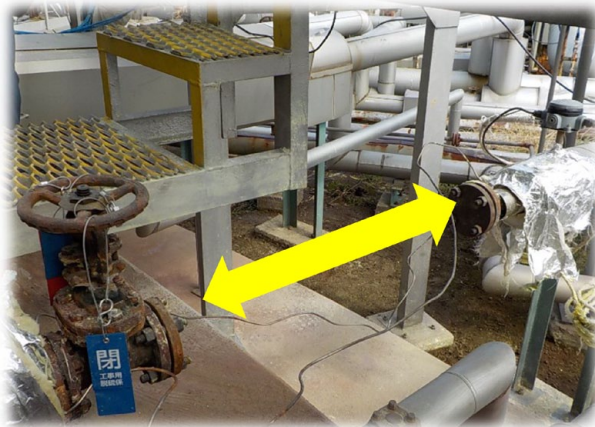
可とう管継手の長さは元々900mmだが、実際に計測すると1,200mmにまで伸びて変形していた。



可とう管継手 (イメージ)

ウ 取り付けの距離

可とう管継手を取り外してフランジ間の距離を計測したところ、1,040mmであった。配管変形等の要素を考慮しても敷設時の距離は元々1,000mm前後で、1,000mmのフランジ間に900mmの可とう管継手が伸張した状態で接続されていたものと推測される。



可とう管継手設置場所

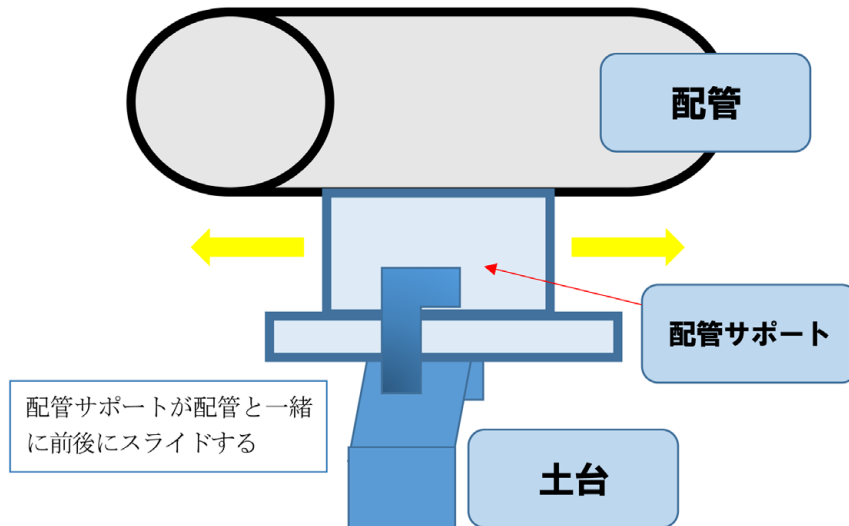
(2) 配管サポートの調査

ア 配管サポートの種類

流出場所の至近にある配管サポートは配管の正方向に前後するスライド式のものを取り付けられていた。



配管サポート写真



配管サポート図

イ 配管側からの応力

硫黄の流れによる応力が、配管サポートが動くために吸収されず、可とう管継手に負荷がかかってしまい、可とう管継手の割れに繋がったものと推測される。

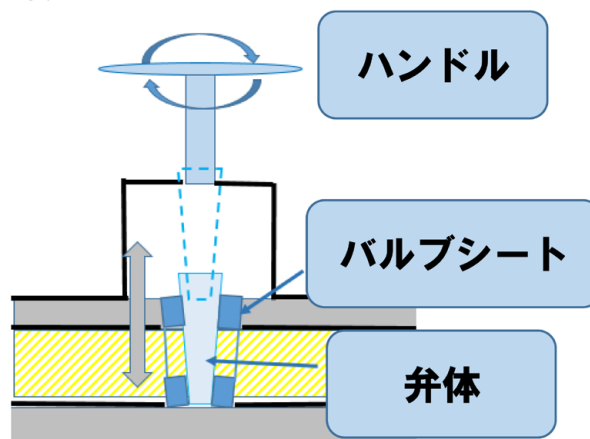


可とう管継手付近

(3) 漏えい箇所至近の仕切弁

ア 仕切弁の構造

漏えい箇所至近の仕切弁は、上部のハンドルを回すことで中の弁体が上下し、バルブシートとの密着により流体を制御する構造になっている。



仕切弁の構造

イ 仕切弁の漏えい確認

仕切弁を閉止した状態で漏えいの確認を行ったところ、10分間で約300グラムの硫黄の漏えいを確認した。1994（平成6）年の設置以来、使用してきたバルブシートが金属摩耗、硫黄中の不純物により腐食を発生させ、密着性能が低下したものと推測される。

5 考察

(1) 4月14日の漏えい

原因調査の結果から、可とう管継手が伸張した状態で接続されていた施工不良及びスライドする配管サポートの設置で可とう管継手に過大に応力がかかる構造となっていた設計不良により、可とう管継手の溶接部に割れが生じ、漏えいが発生したものと推定される。

(2) 4月16日の漏えい

一度目の漏えいの後に仕切弁を閉止したにもかかわらず同箇所から漏えいしたことから、一度目の漏えい原因に加え、腐食疲労により仕切弁のバルブシートの密着性能が喪失したことによって発生したものと推定される。

6 再発防止対策

(1) 可とう管継手の更新

今回漏えいが発生した可とう管継手を更新し、フランジ間の距離を適正化した。

(2) 配管サポートの変更等

スライドする配管サポートを固定サポートに変更し、可とう管継手に応力がかかりにくい設計に変更した。

(3) 仕切弁の更新

漏えいした仕切弁は、2022（令和4）年に予定しているタンク開放点検時に更新し、更新するまでの間に仕切弁を閉止する際は合わせてブラインドプレートを挿入することとした。また、開放点検の際には類似している周辺の仕切弁に関しても併せて点検を実施することとした。

(4) 類似箇所の調査等

他に可とう管継手に応力が過大にかかる構造になっている箇所がないか調査を実施した。なお、他に該当する箇所は無かった。

7 おわりに

本事例の事故原因は、設計・施工不良、腐食疲労により発生したものと推定され、完成から25年以上経過してから漏えいが発生した。

設計・施工不良は通常運転時に気づきにくく、仮に事故が発生した際は想定よりも被害が拡大することから、設計・施工管理の重要性は高いと考える。

また、危険物施設の老朽化がこれから更に進行して行く中で、長期利用を考慮しながら、いかにして事故を防ぐ維持管理体制を整えるかが当面の課題である。

危険物に係る災害は、甚大な被害が発生するケースもあり、最悪の場合、人命に関わることもある。今回の事案を通じて、自主保安の確立や類似事故防止に少しでも役立てば幸いである。

タンク隅角部の浮き上がり挙動に関する簡便な評価方法の検討

タンク審査部

この度、危険物保安技術協会（以下、「協会」といいます。）では、屋外貯蔵タンクの隅角部（側板と底板の接合部）の浮き上がり挙動を定式化して解析的に評価する方法を検討するとともに、得られた知見を「地震時のタンク底板浮き上がり挙動への弾塑性関節法の適用（第1報～第5報）」^{1)~5)}として論文にまとめました。これらの論文は、日本高圧力技術協会の発行する「圧力技術」に査読付き論文として掲載されています。本稿では、この評価方法の概要について紹介いたします。

1. 背景

令和元年8月27日に危険物の規制に関する規則の一部を改正する省令が公布され、これまで水張試験が必要とされていたタンク底部の溶接線補修について、一定の要件を満たしていれば、水張試験を省略できることとなりました。水張試験は、消防法第11条の2に基づく完成検査前検査の一環として、工事後のタンクに水を張ることにより、応力を加えて漏れ及び変形の有無を確認するとともに、基礎・地盤の不等沈下を確認するものであり、実際の使用環境を模してタンクの健全性を包括的に評価するものです。

この改正による水張試験省略の要件としては、①タンクの本体及び基礎に構造上の影響を与える有害な変形がないこと、②タンクを危険物で満たした場合の応力の影響により溶接部がぜい性破壊を起こすおそれがないこと、③溶接部の補修工事が適切な方法で行われていることをチェックして、タンク本体及び基礎に漏れ及び変形のおそれがないことを確認することが示されています。この要件②の一環として、隅角部の浮き上がり挙動に対する評価が挙げられています。

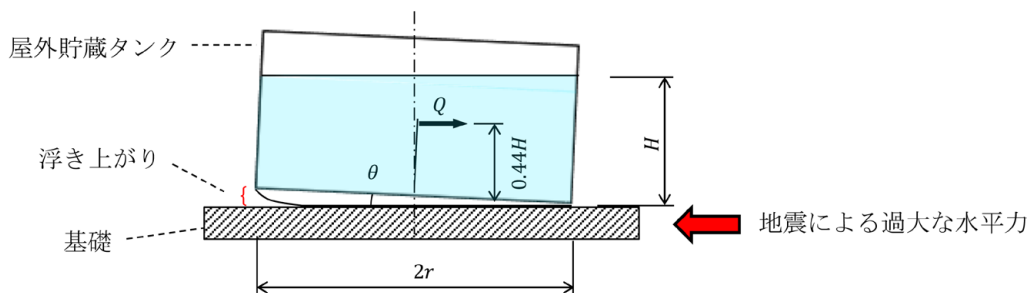


図1 地震時のタンク隅角部の浮き上がり挙動

平底円筒形の屋外貯蔵タンクは、通常、基礎に固定されずに存置されていることから、地震による過大な水平力を受けると、タンクの隅角部が浮き上がることがあり（図1）、破損や漏えいの原因となります。このため、隅角部の浮き上がり挙動に関しては、傾斜実験やFEM解析、梁モデルの提案など、過去に多くの研究がなされてきています。

協会では、上述の省令改正を踏まえ、水張試験の合理化に係る技術援助を行っています。これに当たり、FEM解析による結果をもとに、隅角部の評価を行っているところですが、FEM解析では単純化した軸対称変形モデルを用いたとしても、入力や計算に多くの時間と労力が必要となり、短時間で解析結果が見通せないという課題がありました。

そこで、骨組構造の対象物に用いられている弾塑性関節法^{6)~8)}を地震時のタンク隅角部の浮き上がり挙動に適用し、耐震設計の観点から重要なパラメータであるタンク隅角部底板の歪み履歴を定式化することで、より短時間で解析的に評価する方法を検討いたしました。

2. 検討の概要

本法で採用した弾塑性関節法は、部材自体は弾性挙動を仮定し、塑性化に伴う部材の角変形を部材端の接合点における折れ角に集約するというもので、極限解析における塑性関節法と違い、材料の加工硬化特性を反映した崩壊荷重の決定のみならず、崩壊に至るまでの部材の変形、断面力、更には接合点の応力と歪みを追跡できる利点を有しています。

本検討においては、弾塑性関節法をタンク隅角部に適用する場合の基礎方程式の定式化（第1報）を行った上、補正する項目を順次追加（第2報～第5報）して精度向上を図りました（表1）。

表1 解析条件の比較

	第1報	第2報	第3報	第4報	第5報
解析モデル	○降伏比が80%以上の高張力鋼 (SPV490Q) ○塑性関節1か所		○降伏比が80%未満の中強度鋼 (SM490C) ○第2塑性関節を考慮		○低強度～高張力鋼 ○第2塑性関節を考慮 ○大撓みを考慮
側板	○剛壁	○弾性壁	○剛壁	○弾性壁	
M~φ関係	○関係式II（直線近似）			○関係式I	

(1) 基礎方程式の定式化と検証（第1報）

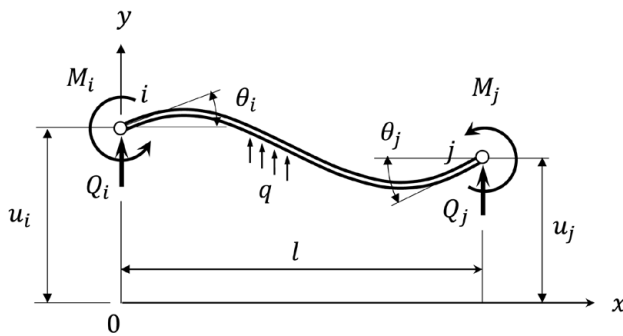


図2 梁にかかる力と座標軸

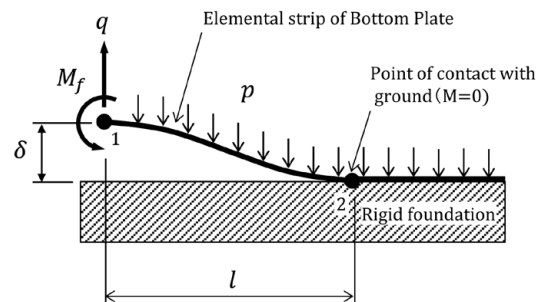


図3 浮き上がり底板

基礎方程式の定式化にあたり（図2、図3）、第1報では、降伏比が80%以上となる高張力鋼（SPV490Q）のタンクを対象として、底板を単位幅の梁、側板は剛で液圧による弾性変形を考慮せず、鉛直を保つものと仮定しました。また、浮き上がりの終局変位は、底板端部のモーメントがアニュラ板の引張強度を用いた全塑性モーメントに達したときに破断が生じるものと仮定しました。

さらに、矩形の断面を有する梁の曲げモーメントと曲率の関係については、加工硬化の影響を考慮して初期降伏時のモーメントと曲率を用いた関係式Iと、関係式Iを二つの直線で近似した全断面降伏時のモーメントと曲率を用いた関係式IIが示されていますが、第1報～第3報では関係式IIを、第4報および第5報では関係式Iを用いました（図4）。

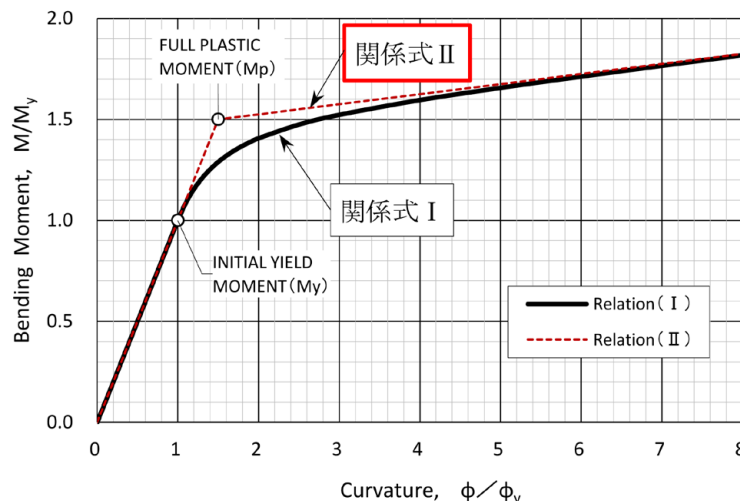


図4 曲げモーメントと曲率の関係

図5に、計算手順のフローを示します。

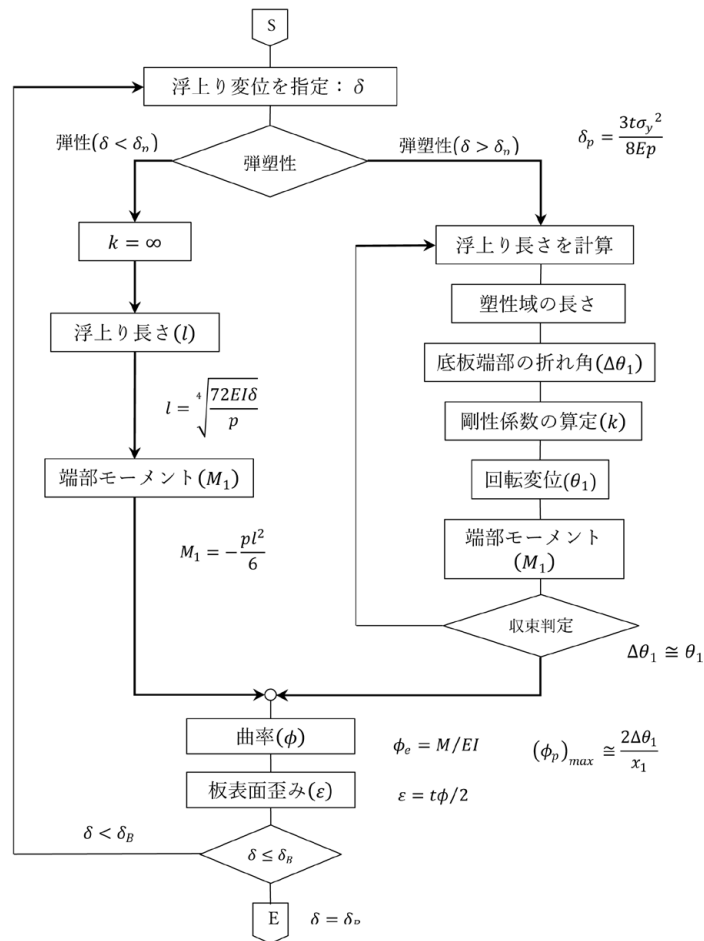


図5 計算手順フロー

検証では、容量32,000klの屋外貯蔵タンクを対象にして、本法とFEM非線形解析（軸対称解析）プログラムを使用して解析した結果を比較・検証しました。解析では、初期荷重として静液圧、側部自重を作用させ、その後、モデルの側板上端を変位制御し、接地状態から終局変位まで数サイクル繰り返しました。その結果、本法による材料の加工硬化特性を考慮した計算結果は、容器構造設計指針⁹⁾の計算結果と良い一致を示しました。また、タンク隅角部底板の曲げ歪みの履歴は、FEM解析結果（図6の止端部から0.5t離れた位置）と概ね良い一致を示しました（図7）。

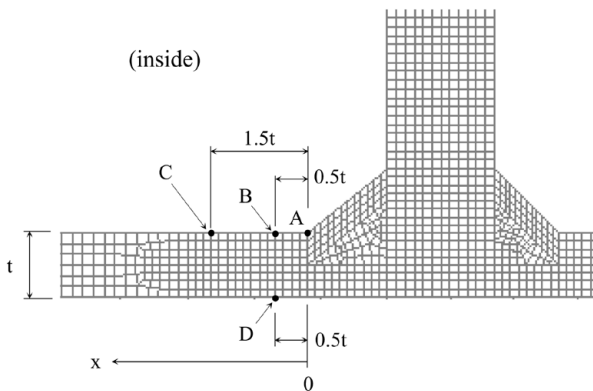


図6 隅角部の歪み評価位置

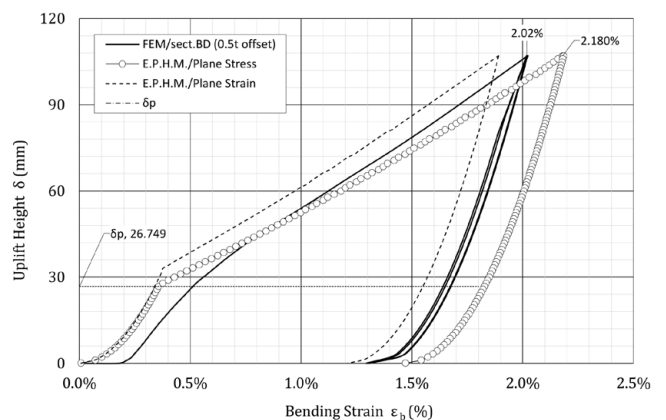


図7 底板の曲げ歪みの履歴の比較

(2) 側板の弾性変形を考慮した平面歪み解析 (第2報)

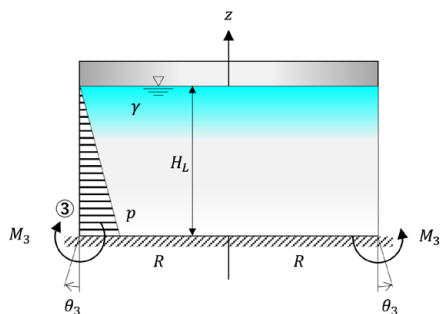


図8 液圧を受ける円筒タンク

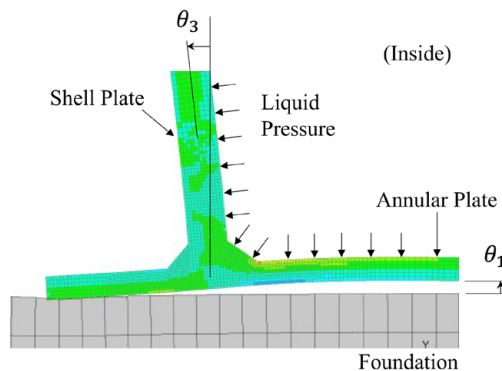


図9 液圧による隅角部の初期変形

第2報では、第1報では考慮していない液圧による側板の弾性変形を考慮し、液圧による初期歪みを評価した基礎方程式の定式化を行いました (図8)。

基礎が比較的剛である場合、液圧によって側板が膨らむと、それに伴って側板近傍のアニュラ板が浮き上がり、隅角部は直角を維持します (図9)。地震時にはアニュラ板が全断面降伏するまで直角を維持したまま浮き上がりを生じ、その後はアニュラ板の角変形が支配的となります。

検証では、第1報で検証した容量32,000klの高張力鋼製の屋外貯蔵タンクを対象にして、本法とFEM解析結果を比較・検証した結果、良い一致を示しました (図10)。

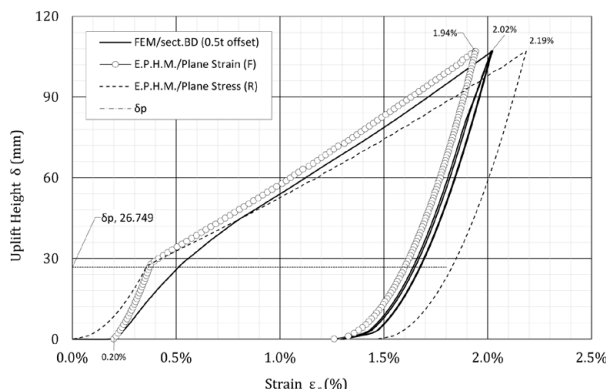


図10 隅角部底板の曲げ歪みの履歴の比較

(3) 第2塑性関節を考慮した平面歪み解析 (第3報)

低/中強度鋼製タンクの場合、底板の浮き上がり高さが大きくなると、浮き上がり部分の中央付近に塑性域が発生する場合があります。第3報では、降伏比が80%未満である中強度の鋼材SM490C製のタンクを対象に、側板は剛として液圧による弾性変形を考慮せず、この浮き上がり部に想定される第2塑性関節を考慮した基礎方程式の定式化を行い、平面歪み解析を行いました (図11)。

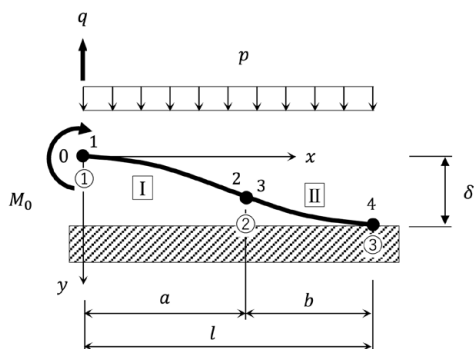


図11 第2塑性関節を有する底板浮き上がりモデル

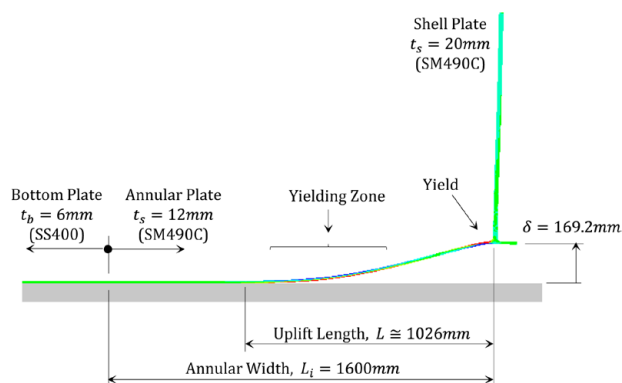


図12 底板浮き上がり時の隅角部の変形 ($\delta = \delta_B$)

容量18,200klタンクを代表例として解析した結果、本法によるタンク隅角部底板の曲げ歪みは、浮き上がり高さが小さい範囲では図12のFEM解析結果と概ね良い一致を示しましたが、浮き上がり高さが大きくなると安全側の評価となるものの解析結果の差は広がりました(図13)。この理由としては、底板の浮き上がり部に生じる降伏帯の拡大と大撓みによる影響が推定されました。

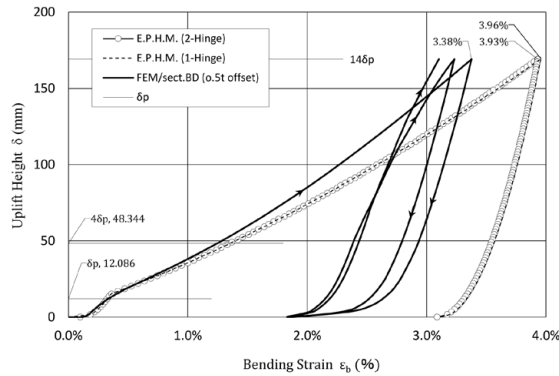


図13 隅角部底板の曲げ歪みの履歴比較

(4) 第2塑性関節を考慮した弾性壁タンクの歪み解析(第4報)

第3報では、中強度の鋼材SM490C製のタンクに剛壁を仮定して定式化を行いました。第4報では、弾性壁を仮定して定式化を行うとともに、曲げモーメントと曲率の関係についても、梁理論に基づく関係式Iを導入して精度の改善を図りました。

その結果、高張力鋼(SPV490Q)製のタンクでは、本法によるタンク隅角部底板の曲げ歪みは、液頭圧による初期曲げ歪みを含め、負荷及び除荷の全過程でFEM解析結果と良い一致を示しました(図14)。

一方、中強度鋼(SM490C)製のタンクでは、浮き上がり高さが小さい範囲ではFEM解析結果と概ね良い一致を示しましたが、浮き上がり高さが大きくなると差が広がり、最終的に、本法による曲げ歪みはFEM解析結果より概ね14%程度大きな値を示し、本法は安全側の評価を与える結果となりました(図15)。また、計22基のタンクを解析した結果、低/中強度鋼製タンクを除き、本法による最大曲げ歪みはFEM解析結果に比べて概ね±7%程度の範囲内に収まる結果となりました(図16)。

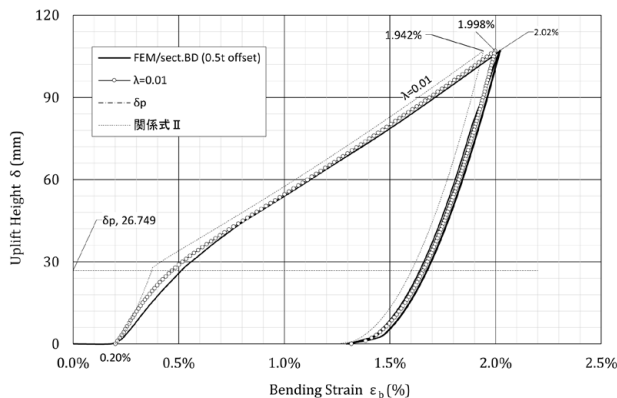


図14 隅角部底板の曲げ歪みの履歴比較
(32,000kl/SPV490Q)

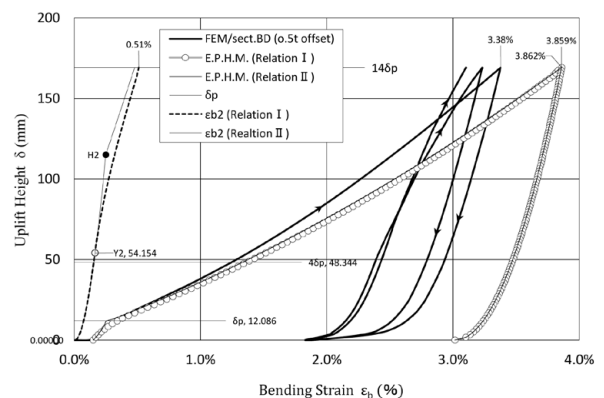


図15 隅角部底板の曲げ歪みの履歴比較
(18,200kl/SM490C)

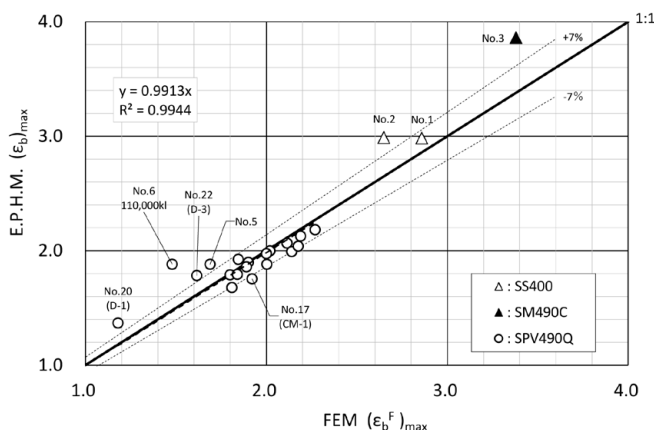


図16 FEMと本法の結果比較

(5) 浮き上がり部底板の大撓みの影響評価 (第5報)

第5報では、浮き上がり部の底板に生じる大撓みについて、帯板の有限変形理論に基づいた膜力の影響を評価し、精度の改善を図りました(表1)。

その結果、低/中強度鋼製タンクを解析した結果、本法による最大曲げ歪みは、FEM解析結果の概ね3%程度まで精度が改善されました(図17)。

一方、高張力鋼製タンクでは、底板浮き上がり高さが比較的小さいことから大撓みの影響による曲げ歪みの低減幅は小さくなりました。また、計22基のタンクを解析した結果、本法による補正後の曲げ歪みは、FEM解析結果と概ね良い一致を示しました(図18)。

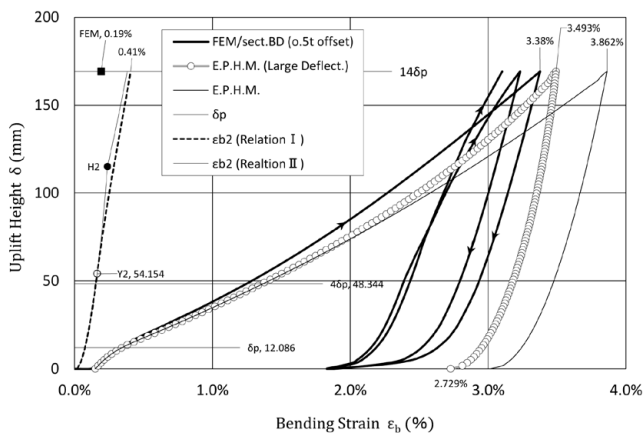


図17 隅角部底板の曲げ歪みの履歴比較
(No.3/SM490C)

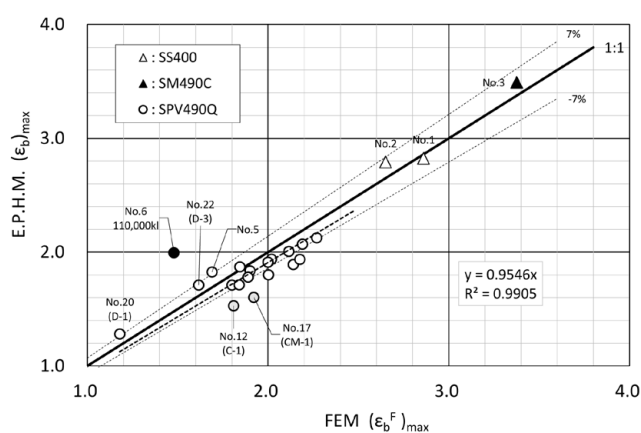


図18 FEMと本法(大撓み考慮)の結果比較

3. おわりに

本検討の成果として、地震時の隅角部の浮き上がり挙動を短時間で効率良く評価することが可能となりました。

協会では、屋外貯蔵タンクの水張試験の合理化の評価に係る技術援助を実施するにあたり、今までFEMによる解析結果を用いていましたが、今後は本法も活用し、より短時間で効率の良い評価を実施したいと考えています。また、皆様方に置かれましても、屋外貯蔵タンクの健全性の確認や保安の確保等に本法をご活用いただければ幸いです。

参考文献

- 1) 山内芳彦,清野昇亨,青木淳,宮内孝:“地震時のタンク底板浮き上がり挙動への弾塑性関節法の適用(第1報)”,圧力技術,Vol.59,No.4,pp.2-14,2021
- 2) 山内芳彦,清野昇亨,青木淳,宮内孝:“地震時のタンク底板浮き上がり挙動への弾塑性関節法の適用(第2報)”,圧力技術,Vol.59,No.4,pp.15-27,2021
- 3) 山内芳彦,清野昇亨,青木淳,宮内孝:“地震時のタンク底板浮き上がり挙動への弾塑性関節法の適用(第3報)”,圧力技術,Vol.60,No.2,2022
- 4) 山内芳彦,清野昇亨,青木淳,宮内孝:“地震時のタンク底板浮き上がり挙動への弾塑性関節法の適用(第4報)”,圧力技術,Vol.60,No.4,2022
- 5) 山内芳彦,清野昇亨,青木淳,宮内孝:“地震時のタンク底板浮き上がり挙動への弾塑性関節法の適用(第5報)”,圧力技術掲載予定
- 6) 栖原二郎,永野裕康:“材料の加工硬化特性を考慮した骨組構造物の弾塑性解析”,西部造船会々報,第40号,昭和45年
- 7) 栖原二郎,永野裕康:“弾塑性関節法による桁骨組構造の強度解析法”,西部造船会々報,第54号,昭和52年
- 8) 栖原二郎,永野裕康:“補足エネルギーによる鋼骨組構造の弾塑性解析法”,西部造船会々報,第62号,昭和56年
- 9) 日本建築学会:“容器構造設計指針・同解説”, 2001年



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活用について

株式会社ビーエヌテクノロジー
情報・通信ビジネスソリューション事業部
河村英明

1. はじめに

日常生活において、すでにスマートフォンやタブレットは不可欠なインフラとなり、web会議などの新たなコミュニケーション手段も急速に定着する中、ヘッドマウントタブレットなどの利用も始まっております。

一方、石油・化学プラントなどの現場では高齢化による人材不足などが課題となってきております。上記のIoT (Internet of Things) 技術の活用が、保安力の維持・向上と、生産性や競争力の向上に役立つ手段として認識されはじまりましたが、可燃性ガスによる爆発などの危険を伴う場所もあることが電子機器の持ち込みを阻む要因となる場合がございます。

弊社では、プラント設備を停止させずに新技術を活用いただけるよう、安全性を確保しながらご利用いただける防爆仕様のスマートフォン、タブレット、ヘッドマウントタブレットを

- ・第一類危険箇所 (Zone 1) 対応 (一類、二類のいずれでも使用できることの国の認定)
 - ・従来の防爆機器と比較し「軽量」で作業者にやさしい本質安全防爆品である
- を基準として、幅広い業務に対応可能な防爆情報機器をご提供しております。

以下に防爆端末製品と、現場で採用されたソリューションについてご紹介いたします。

2. 防爆タブレット 防爆スマートフォンの紹介

弊社の防爆タブレットIS930や防爆スマートフォンIS530、IS330はいずれも本質安全防爆構造で国内防爆検定 (第一類危険場所: Zone 1) に合格した製品です。Android OSを搭載しており様々なアプリケーションを利用できるだけでなく、ユーザー様でのアプリ開発も可能です。通信はSIMフリー対応で通信キャリア各社の4G/LTE回線を使用できるので、対象エリア内に無線LANネットワークを設置せずとも端末が使用可能なことも魅力となります。

防爆仕様に加え、IP68の防塵・防水性能、米国軍用規格MIL-STG-810G適合の高い堅牢性、-20度~+60度の耐温度性能により、民生のIT機器が苦手とする過酷な現場環境においても安心して使用することが可能です。

スマートフォンのバッテリー持続時間についてはスタンバイ時250時間と長稼働可能なうえ、お客様ご自身で予備バッテリーとの交換が可能となっております。

写真は 左から ① IS930.1 ② IS530.1 ③ IS330.1



また、ハンズフリー使用のための専用イヤフォンマイクやサーマルカメラ、グリップハンドル式バーコードリーダーなどのオプション製品の追加など様々な機能拡張が可能です。もちろんヘッドマウントタブレットの使用時などには、テザリング接続させることで活動可能エリアを広げるなどにも役立ちます。

写真は 左から ④イヤホンマイク ⑤サーマルカメラ ⑥バーコードリーダー



3. 防爆ヘッドマウントタブレット HMT-1Z1の紹介

スマートフォンやタブレットの利用が始まりましたが、足場が悪い場所や高所作業現場、梯子などでは両手を使った端末操作が容易ではなく、ボタン操作もタッチも使えません。そのため新たなデバイスとして、カメラ・ディスプレイ・マイク・スピーカーが搭載され音声操作ができる高機能なヘッドマウントタブレットHMT-1Z1が開発されました。これにより、ハンズフリーでの操作と各種作業用データの確認ができるだけでなく、作業員目線での視覚情報を通信で共有でき、遠隔地からの作業指示などが現実となりました。

こちら国内防爆検定（第一類危険場所：Zone1）に合格し、本質安全防爆構造で、AndroidOS対応の様々なアプリケーションを利用できます。防爆仕様に加え、IP66の防塵・防水性能、MIL-STG-810G適合の高い堅牢性、-20度～+60度の耐温度性能で、厳しい現場環境においてもご使用いただけます。

また、防爆スマートフォン（IS530、IS330）とのテザリング接続で4G/LTE通信網も使用可能となるので携帯電話が繋がるエリアであればご利用いただけます。Microsoft TeamsやZoomその他のweb会議ソフトも利用できるので、在宅勤務や社内外会議で実績のあるソフトを遠隔支援業務にも応用でき、使いやすくなっております。

写真は ヘルメット装着時 および HMT-1Z1単体



4. 活用事例 防爆スマホ / 防爆タブレット

稼働中のプラント内で防爆エリアにもスマホやタブレット、ヘッドマウントタブレットが自由に持ち込めるようになったことで、これまでの業務を大きく改善することが可能となりました。

例えば、防爆スマートフォンを導入されたお客様においては、スマートフォンの多機能性やアプリケーションソフトを活用して様々な用途にご利用いただいております。

- ・ 1300万画素のカメラとしての写真・動画の記録や遠隔操作でカメラを使用
- ・ 点検業務における作業項目結果を現場で簡単入力できる点検支援システム用端末
- ・ ポータブルガス検知器と連動させ、ガス検知した際の位置情報を監視センターに自動通知
- ・ バーコード読み取りなどの機能を利用した、検品、確認作業などの効率化
- ・ トランシーバーアプリを利用し、グループでの一斉通話を距離の制限なく実現
- ・ サーマルカメラを用い、温度センサーのない箇所の表面温度の確認
- ・ GPS情報と内蔵センサーを活用し、作業員の方の安全見守り

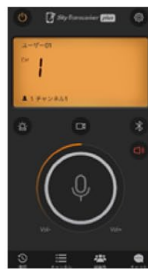
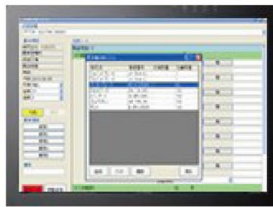
点検支援システムでは、紙とペンによる記録で発生しがちな再入力時のミスなどの回避で信頼性がより高くなるとともに、点検票の準備～記入～再入力～点検票の保管といった業務時間を大幅に短縮できます。また、作業員は重いファイルから解放され体力への負担が軽くなり転倒などの危険が削減できます。過去の記録データとの突き合わせなども現場で容

易になります。結果的に書庫スペースが削減できたといった効果も生まれております。

トランシーバーアプリでは、これまでのトランシーバー、PHS、構内ページングシステムなどと同様の機能を距離の制約なく高音質でご利用いただけるだけでなく、発信内容を自動で音声やテキストで保存できるため、聞き逃しなどにも対処できます。すでに鉄道交通会社や公共工事、防災行政などで利用実績のある技術が、ダウンロードしたその日から、現場でご利用いただくことが可能です。

作業員の安全見守りシステムはスマートフォンのセンサーとGPS情報を利用して、作業員の位置と状態を遠隔地から見守るシステムです。今後、リリース予定の防爆スマートウォッチの併用により作業員自体が気づきにくい熱中症予防対策も期待されております。

点検支援システム、トランシーバーアプリ、安全見守りシステムの例（画像はイメージです）



5. 活用事例 防爆ヘッドマウントタブレット

防爆ヘッドマウントタブレットと防爆スマートフォンの組み合わせは、作業員の視線映像を遠く離れた場所へ送るとともに、作業員自身も高精細小型ディスプレイで映像を共有できます。①熟練者不足を補う遠隔支援 ②移動制限の解決 ③現場への移動手段/時間/コストの削減 ④音声だけに頼らない視覚情報の共有による正確かつ迅速な対応 ⑤危険な場所、両手作業が必要な際にも作業手順の確認や映像記録や保存、ライブ配信が可能です。これまでの業務にヘッドマウントを導入することで、作業の効率化、負担の軽減、安全対策が体感できることから、防爆環境でも活用が進められております。

■ 機器保全、点検作業での活用例

これらの業務は作業員のスキル・熟練度などに左右されやすいという課題がありました。導入後は作業マニュアルなどの資料を現場で確認できるうえ、遠隔地にいるメンバーからの支援を受けながら対処するといったことも可能になりました。万が一異常が発見された際や不測の事態が発生した際にも、監視センターなどからの即時に適切な指示により初期対応が行え、早期対応による事態改善などで安全安心が高まっております。

■ 移動制限 渡航制限

専門家の移動は費用と時間を要します。現場を確認の際に、HMT-1 Z1を使用したリアルタイム映像を複数の遠隔地で共有し、専門家の指示を仰ぐことも可能です。

プラントに導入した機器の立ち上げや保全作業を、複数の場所で並行して対応できるので、コストと時間（移動時間、待ち時間）を大幅に削減し効率化もはかれました。

■ 社員教育

対面教育は、時間と場所の制約により全員への普及に時間を要しました。リモートでのトレーニングを併用し、離れた場所から支援を受けながら実地体験を行うことができると、分散している受講者に対して同時に教育を実施でき、早期立ち上げに効果を上げられます。

■ 作業性の向上

一部の作業領域、例えば高所作業や両手を使う作業中でも、ハンズフリーで通話や映像の撮影ができるので、これらの場所へ対しても支援などが行えるようになります。



6. 今後の展開（遠隔臨場検査など）

これまでご紹介させていただいたように、現場状況を監視センターや他事業所とリアルタイムで情報共有することでコミュニケーションを迅速かつ正確、効率的に行えることが、多くの効果を生んでおり、今後も様々な小目的の拡大が期待されています。

たとえば、これまで国土交通省の直轄土木工事の各種確認行為は、監督職員が現場に出向き発注者立会いの下に行われてきましたが、これらの各種確認行為をリモートで行うことで現場への移動時間と立合に伴う待ち時間の削減・効率化が実証され、今年からは本格的に【遠隔臨場】が始まりました。材料確認、段階確認、立合などは遠隔カメラで行い、これまでにトンネル工事や災害復旧工事などで実際に利用されはじめています。今後は中間技術検査などへの適用可能性についても検討されており、一層の業務効率化がはかられます。

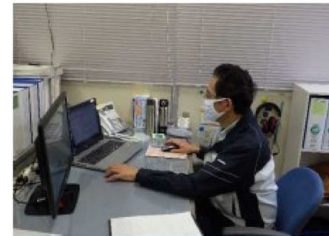
審査が求められる様々な場で、防爆ヘッドマウントなどの利用による効果が期待できます。



【ウェアラブルカメラ】



【立会状況（現場側）】



【立会状況（監督側）】

弊社では、機動性を活かせる機器を現場の検査・点検などにご活用いただきプラントの安全な運用に貢献できるよう、今後も便利で安全な防爆情報端末とソリューションを皆様にご提供していく所存です。

より詳しい製品情報につきましては以下からもご参照いただけます。

https://www.bn-technology.co.jp/product/mobile1_new.htm

ご質問などは info@bn-technology.co.jp までお寄せください。

これからもよろしくお願いいたします。



最近の行政の動き

— 通知・通達等 —

危険物規制事務に関する執務資料の送付について

(令和4年9月2日消防危第195号)

危険物規制事務に関する執務資料として、以下の内容についての考え方を示しました。

- 保安検査等における底部溶接部の試験方法について

<https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/847a3e37c055cfcd88d2fcea1a930036f21a73a2.pdf>
