



巻頭言

社会構造変化による
石油タンクの役割変化

公立諏訪東京理科大学教授

須川 修身



今年(2018年)は明治維新(1868年)から150年目となる。幕末の慶応年間には諸外国からの開国圧力もあり、社会体制も大きく変化する中で、新しい学問体系、技術・機械、軍事や政治体制にも素早く対応した。19世紀後半のエネルギーの主役は18世紀から続く石炭であり、船や自動車だけでなく、工場での動力機械の燃料であった。石炭の貯蔵は、固体であるが故に野積みが可能であったし、漏洩の心配も無かった。しかし、20世紀になると流動性の高い液体燃料である石油へとエネルギー源が移行した。1907年頃、中東地域に油田が発見され、また動力源としてガソリンエンジンの技術発展があり、石油が主たる燃料となる時代へと進んだ。20世紀後半になると、高分子化学の発展によって、石油は燃料としてだけでなく、新しいプラスチックの原材料として重要な物質となった。燃料であり原料である石油物品を保管し、精製し、移送する際に石油タンクは大きな役割を持っている。しかしながら、社会・環境・産業構造の変化に伴い、プラスチック材が多量消費から少量多品種へと変化し、人口減少や環境配慮型の生活への変化によって石油の多量消費時代は終焉を迎え、石油産業は長期減少傾向にある。これに伴って、石油タンク数に余剰が生まれ、休眠状態も増えている。この傾向はエネルギー資源の多様化、再生エネルギーへの移行が進めば、更に進むであろう。このような趨勢にあっても、エネルギーの基幹として石油は重要な役割を保持しており、石油タンクも役割を終えてはいない。タンクの安全・健全性は、継続的に漏洩点検や火災安全などを担保して継続的に使う、いわば目立たないが重要な縁の下の基幹技術として無くしてはならない。

ところで、1997年に京都議定書(地球温暖化防止京都会議、COP3)では、国際民間航空機関(ICAO)および国際海事機関を通じて航空機燃料およびバンカー油から排出される温室効果ガスの抑制または削減を検討しなければならない、とある。船舶や飛行機から排出されるCO₂削減は、国際的で地球規模での喫緊の環境対策である。特に日本はアメリカや中国に次いで石油の輸入量が多いことから、削減を成し遂げられるかは国際的な懸案事項である。ICAOはカーボンニュートラル、即ちバイオ燃料を用いてCO₂削減を行うように舵を切って、ロードマップを描いた。日本ではバイオ燃料となるものとして微細藻類ユーグレナ、シュードコリスチス、榎本藻などの藻類を使って、光合成によって油成分を細胞内に産出させ、これを絞って精製し、航空機燃料として使うという計画がある。原材料となる藻類の培養・保管に、余剰の石油タンクや周辺の用地が使用出来るのではないかと想定される。また、培養段階からではなく、外国から原材料を輸入しタンクに保管し、コンビナート内の既施設で精製することも想定される。

現時点で余剰あるいは休眠中の石油タンクを、藻類からの油産出、精製・保管にも役立つ縁の下の技術・装置として有効使用できれば、新たなニュートラルエネルギー創出の役割を担えるであろう。今の技術の保全と共に次世代に突き進む技術開発が待たれる。



★ 業務紹介 ★

運搬容器及び強化プラスチック製二重殻タンク本体等の試験確認に係る業務規程の改正について

業務部

当協会が実施している試験確認業務においては、業務ごとに、業務規程及び試験確認基準等を規定しています。今般、以下の業務の業務規程を改正したので、お知らせします。

○ 改正した業務規程

1. 運搬容器の試験確認に係る業務規程
2. 強化プラスチック製二重殻タンク本体等の試験確認に係る業務規程

○ 改正の内容

試験確認で「不適合」又は「未実施」となった後の再申請における手数料を、業務量を勘案して算出した額に改正しました。確認工場方式による運搬容器の試験確認を例に、改正の内容を以下に示します。

<改正の内容の例>

運搬容器の試験確認は、確認工場方式を例にとると、確認工場の指定と定期調査の場合は、それぞれの試験区分で「不適合」又は「未実施」となった場合、申請者は「不適合」又は「未実施」となった原因及び改善対策を添付することにより再申請をすることができることとしています。（下図参照）

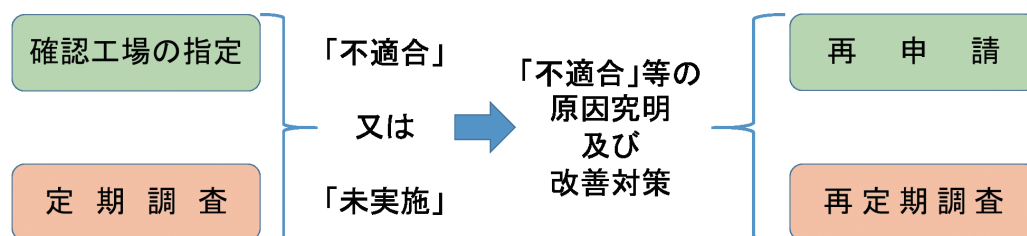


図 確認工場方式による運搬容器の試験確認不適合時等の流れ（例）

ここで、これまでの業務規程では、再申請時の手数料の額は「不適合」又は「未実施」となる前の確認工場の指定の手数料に対して再申請の手数料が**およそ0.7倍***、同じく「不適合」又は「未実施」となる前の定期調査の手数料に対して再定期調査の手数料が**およそ0.7倍***となっていました。

今回の改正では、**「不適合」又は「未実施」となった後に再申請をする場合の手数料の額は「不適合」又は「未実施」となる前の申請区分の手数料の額と同額**としました。

新業務規程は、平成30年4月3日に施行しました。

また、新業務規程は、当協会のウェブサイト（<http://www.khk-syoubou.or.jp/>）からダウンロードすることができますので、ご活用ください。

* 運搬容器の種別等により一律ではありません。



★ 業務紹介 ★

「地下貯蔵タンク及びタンク室等の構造・設備に係る評価に関する業務」の開始について

業務部・土木審査部

1. はじめに

近年、非常用発電設備の供給燃料用として地下タンク貯蔵所が設置される等により、地下貯蔵タンク及びタンク室等の設置形態が多様化しています。こうした状況を踏まえ、当協会では、平成29年度に「多様化する地下タンク貯蔵所のタンク室に係る位置、構造及び設備の安全性に関する検討委員会」（以下「検討会」という。）を設置し、平成18年5月9日付け消防危第112号（以下「112号通知」という。）で示された一般的に設置されているものの構造例（以下「例示基準」という。）が適用できないと考えられる設置条件等について検討を行いました。

また、消防庁からは、上部に地下空間を有する地下タンク貯蔵所のタンク室関係の執務資料（平成30年4月27日付け消防危第72号）及び112号通知の改正通知（平成30年4月27日付け消防危第73号）が発出されました。その内容は、近年の地下タンク貯蔵所の設置形態が多様化したことを受け、例示基準が適用できないケースに対応したものです。

そこで、当協会では、消防本部における審査の補完となるよう、検討会での成果を基に例示基準が適用できないと考えられるタンク室等の構造やタンク室上部にある地下空間室（以下「上部空間室」という。）内の危険物の漏えい及び火災危険に関する安全性評価業務を行うこととしましたので、お知らせいたします。

2. 地下貯蔵タンク及びタンク室等の評価業務の対象

例示基準が適用できない地下貯蔵タンク及びタンク室等の構造・設備に係る本評価業務は、次に示すものを対象とします。なお、従来から行っている縦置円筒型地下貯蔵タンク及びタンク室の構造に係る評価は、継続して本業務の中で実施します。

(1) 地下貯蔵タンクの構造

上面・下面ともに鏡板形状でスカート支持構造である縦置円筒型地下貯蔵タンク

(2) タンク室等の構造

ア タンク室上部の土被り厚さが概ね1.0mを超えるもの

イ 縦置円筒型地下貯蔵タンクが設置されるタンク室で、壁幅が4.0m程度であり、かつ、壁高が2.0mから8.4m程度のもの

ウ 建築物からタンク室外面までの水平距離が概ね1.0m未満に近接しているもの

エ 上部空間室を有するもの

(3) 上部空間室内の設備等

上部空間室内の危険物漏えい及び火災に対する安全対策

(4) 特殊な設置形態の地下貯蔵タンク及びタンク室等の構造・設備

特殊な設置形態については、評価委員会を設置して検討

ア (1) 以外のその他の形状を有する地下貯蔵タンク

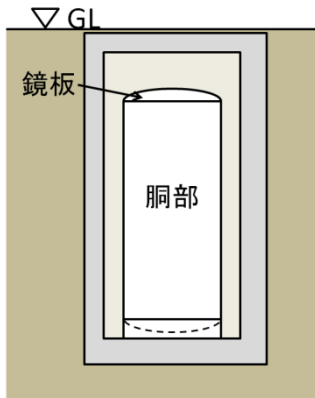
イ 建築物と一体構造とされる等の特殊な形態のタンク室

ウ 上部空間室内の設備等

3. 地下貯蔵タンク及びタンク室等の設置形態例と業務概要

① 縦置円筒型地下貯蔵タンク及びタンク室

【問題点】



【問題点】

告示等で示されたタンク本体の安全性の照査は横置円筒型タンクを想定したものです。

縦置円筒型のタンク本体は、胴部下端に大きな液圧等が作用します。さらに、胴部は軸方向の圧縮力に対する安全性も確認する必要があります。

また、タンク室は、設置深度が深くなることから、増加する土圧等に対する安全性を確認する必要があります。

このため、縦置円筒型の地下貯蔵タンク及びタンク室は、個別の条件に応じた構造安全性を検討する必要があります。

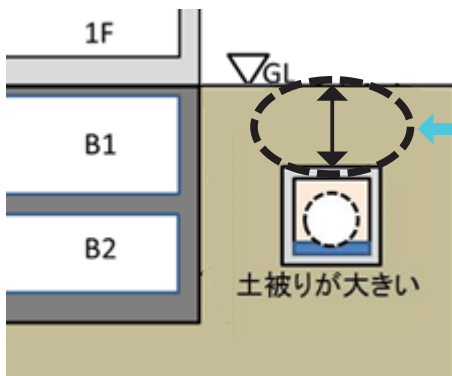
図1 縦置円筒型地下貯蔵タンク

【協会が行う安全性評価の概要】

縦置円筒型地下貯蔵タンク及びタンク室の構造は、例示基準を適用することができないことから、個別の条件に応じた構造計算等により、安全性評価を行います。

② 地中深くに設置される（土被りが大きい）タンク室

【問題点】



【問題点】

タンク室が地中深くに設置される（土被りが大きい）場合は、例示基準を適用することができません。

このため、増加する土圧等に対する構造安全性を検討する必要があります。

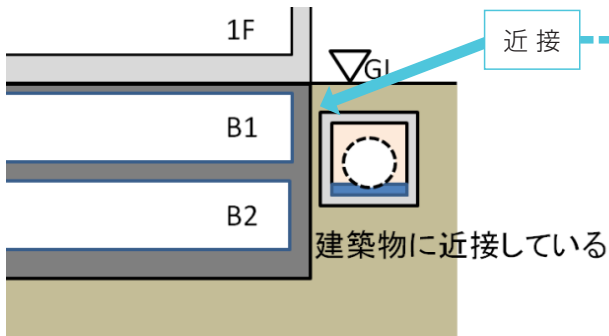
図2 地中深くに設置されるタンク室

【協会が行う安全性評価の概要】

地盤面(GL)からタンク室頂版（ふた）までの土被り厚さが1mを超えると、例示基準の適用ができない可能性が考えられるため、土被りに応じた土圧、地下水圧等を考慮したタンク室のコンクリート壁厚、鉄筋量の可否について構造安全性の評価を行います。

③ 建築物に近接して設置されるタンク室

【問題点】



【問題点】

タンク室が建築物に近接して設置される場合は、建築物の変形等の影響を受けるおそれがあることから、念のため、タンク室の構造について安全性を確認することが望ましいと考えます。

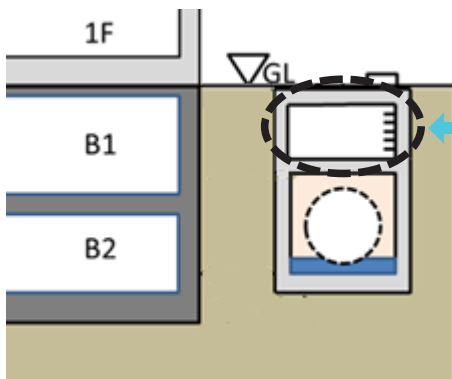
図3 建築物に近接して設置されるタンク室

【協会が行う安全性評価の概要】

建築物とタンク室との離隔距離が1m未満の場合は、地震時の建築物の変形等による影響を受けるおそれがあることから、地震時の建築物の変形量等に応じて、タンク室への影響の有無を確認し、タンク室のコンクリート壁厚、鉄筋量の可否について構造安全性の評価を行います。

④ 上部空間室を有するタンク室

【問題点】



【問題点】

上部空間室を有するタンク室は消防法令上想定されていません。このため、上部空間室もタンク室と同等以上の安全性を有することを確認する必要があります。

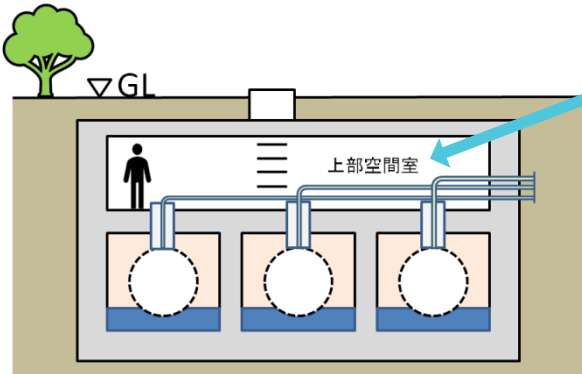
図4 上部空間室を有するタンク室

【協会が行う安全性評価の概要】

上部空間室はタンク室と一体構造であるとして、タンク室と同等以上の構造安全性が必要とされます。これらの構造等は、例示基準を適用することができないことから、個別の設置条件に応じた構造計算等により、タンク室等の安全性評価を行います。

⑤ 上部空間室内の設備等

【問題点】



【問題点】

上部空間室内での点検作業中に、可燃性蒸気が滞留する危険性や、室内に設置されている配管から危険物が流出する危険性等が考えられます。

このため、上部空間室内の危険物の漏えい及び火災に対する安全対策について検討する必要があります。

図5 上部空間室内の設備等

【協会が行う安全性評価の概要】

上部空間室に配管等を設ける場合には、危険物の漏えいや火災に対する安全性を有する必要があります。このため、危険物の漏えいや火災等の安全対策に関する安全性評価を行います。

⑥ その他の設置形態（タンク室の例）

【問題点】

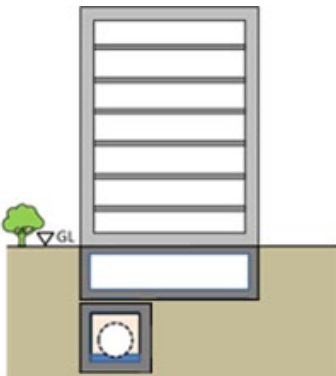


図6 建築物の地階直下に設置

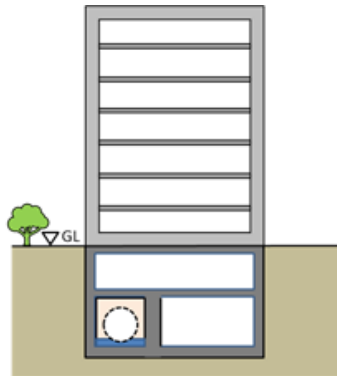


図7 建築物の地階と一体構造で設置

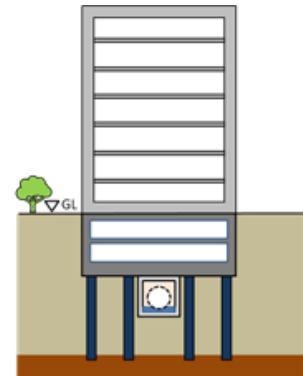


図8 建築物基礎下に設置

【問題点】

設置形態が特殊なことから、タンク室等の構造安全性の確認が非常に困難と考えられます。

また、タンクの点検等、維持管理上の問題点も考えられます。

このため、消防法令上の観点から、構造や設備等について、個別に安全性を検討する必要があります。

【協会が行う安全性評価の概要】

特殊な設置形態の地下貯蔵タンクやタンク室等の構造・設備については、評価委員会を設置して個別に構造安全性等の評価を行います。

4. まとめ

当協会では、例示基準が適用できない地下貯蔵タンク及びタンク室等を対象として、個別の条件に応じて、安全性を確認する業務を開始しました。

今後、設置許可申請をされる場合は、是非、本評価業務をご活用ください。

なお、本評価業務の詳細につきましては、協会ホームページの「地下貯蔵タンク及びタンク室等の構造・設備に係る評価に関する業務規程 (http://www.khk-syoubou.or.jp/pdf/guide/evaluate_performance/9-01.pdf)」をご覧ください。



多様化する地下タンク貯蔵所のタンク室に係る位置、構造及び設備の安全性に関する検討報告書（概要）

企画部・土木審査部

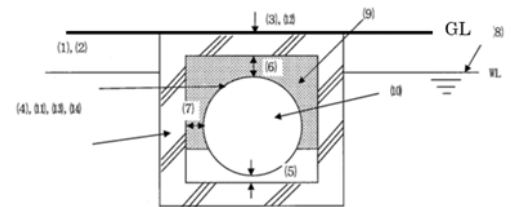
1. 検討の背景

近年、震災等に備えて長期間、非常用発電機を稼働することができるだけの燃料を備蓄しようとする事業所等が増加している。これらの地下タンク貯蔵所のタンク室の構造等をみると、現行の消防法令では想定されていない多様な形態が増えており、第66回全国消防長会危険物委員会の議題として挙げられ、意見交換がなされた。

→ 地震によりタンク室及び配管等が損傷し、燃料油の漏えい・火災のおそれあり

2. タンク室の構造に係る例示基準

平成18年5月9日付け消防危第112号において、一般的に設置されているものの構造例（以下「例示基準」という。）が示されている。この例示基準は、標準的な設置条件等において、作用する荷重による応力及び変形に対する安全性が確認されているものが対象とされている。



例示基準の標準断面図

3. 検討の項目

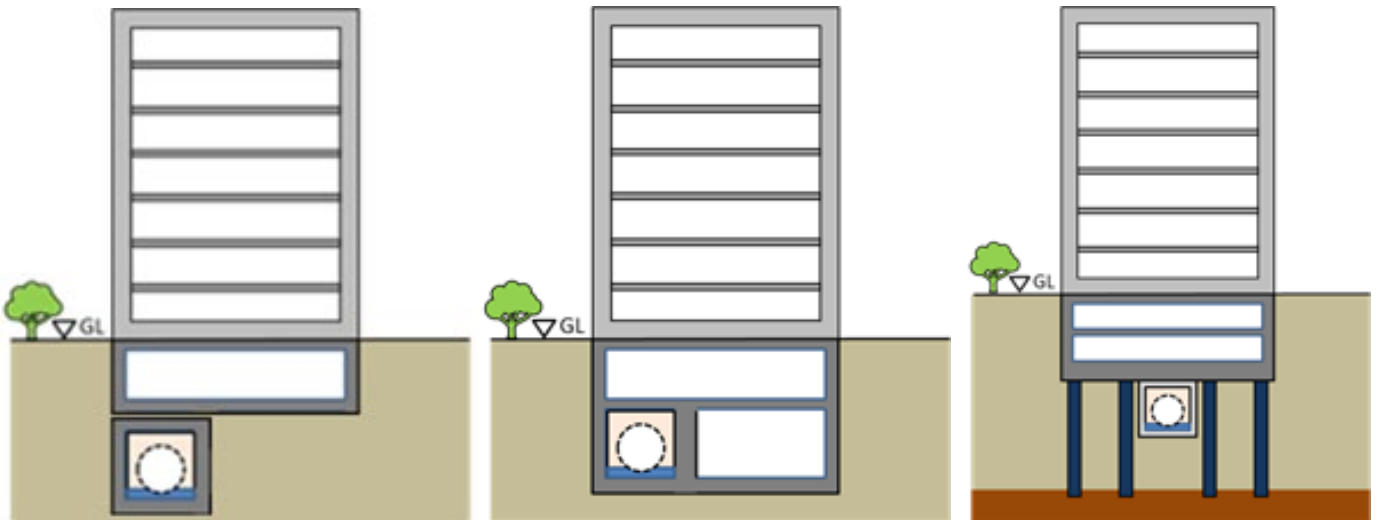
例示基準が適用できないタンク室の形態を整理し、以下の2項目について検討を実施。

- (1) タンク室の上部空間に配管等が設けられている場合の危険物の漏えい及び火災に対する安全対策について
- (2) 地下タンク貯蔵所の鉄筋コンクリート製タンク室等が建築物の構造の影響を受ける可能性のある範囲に設けられている場合等の設計構造上の留意点について

タンク室の位置・構造（例示基準の適用が困難なもの）

①地中深くの位置に設置 	$H \leq 1\text{m}$ 例示基準の適用が可	
	$H > 1\text{m}$ 例示基準の適用が困難	55号通知に基づき、設置深度に応じた土圧、地下水圧を考慮した構造安全性を検討 （必要に応じて、浮き上がりや支持力等を検討）
②建築物に近接した位置に設置 	$X \geq 1\text{m}$ 例示基準の適用が可 （建築物の影響はないと判断）	
	$X < 1\text{m}$ 例示基準の適用が困難 （建築物の影響は無視できない）	建築物に発生する地震時水平力・変位等を考慮した構造安全性を検討
③上部空間を有する構造 	タンク室と一体構造とされる上部空間室の構造安全性を検討 （上部空間室の許容応力はタンク室に準じる） 上部空間室内の設備については9ページに記載	

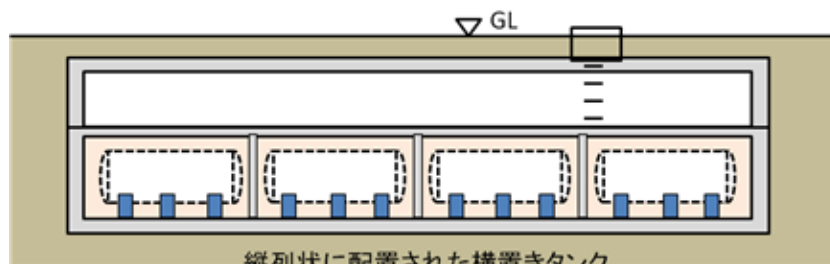
特殊な設置形態



建築物の地階直下に設置

建築物の地階と一体構造

建築物の基礎下に設置



縦列状に配置された横置きタンク

縦列状に配置される地下タンク

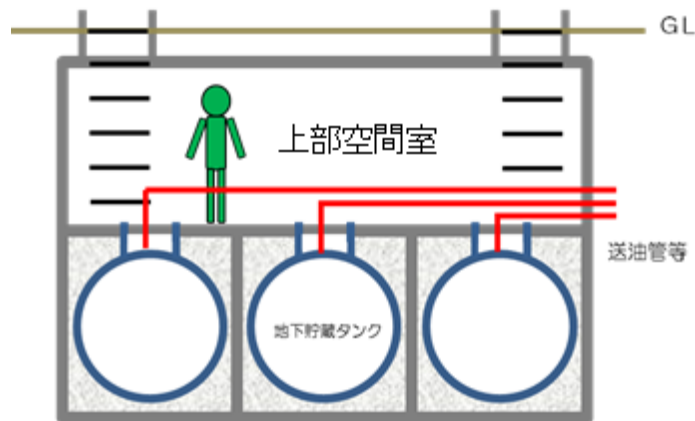
～問題点～

- ◆タンク室等の構造安全性が消防法上の観点から確認が行われていない可能性
- ◆構造安全性の確認が非常に困難な可能性
- ◆地下タンクの点検等、維持管理上の問題



当協会では設置状況に応じて
評価委員会等で評価を行う予定

上部空間室内の設備（危険物漏えい・火災に対する安全対策）



【ケース1】タンク室上部に空間を設ける場合（配管及びポンプ設備の設置がない場合）

- ◆タンク室上部空間の構造安全性が確保されていること。
- ◆点検管理を容易に行うために十分な空間を設けること。
- ◆地下タンク貯蔵所の付属設備及び点検に必要な設備以外は設置しないこと。
- ◆空間への雨水の浸入や結露等により、点検の妨げや腐食環境にならないよう必要な措置を講じること。
- ◆点検に必要な照明及び換気設備を設置すること。

【ケース2】上部空間に配管を設ける場合 ケース1の他、次の安全対策を講じること。

- ◆可燃性の蒸気が滞留するおそれがある場合には、その蒸気を屋外の高所に排出する設備を設けること。
- ◆上部空間には、窓を設けないこと。
- ◆上部空間の出入口に扉を設ける場合には、随時開けることができる自動閉鎖の特定防火設備を設けること。
- ◆上部空間の換気及び排出の設備には、防火上有効なダンパー等を設けること。
- ◆配管等の貫通部は、防火上有効な措置を講じること。
- ◆電気設備（照明・換気・排出設備及び電動弁等）は、電気工作物に係る法令の規定によること。
- ◆点検等の際には、帯電防止の措置を講じること。
- ◆第5種消火設備を設置すること。
- ◆引火点が21度未満の危険物を取り扱う場合には、自動火災報知設備及び可燃性ガス検知設備を設置することが望ましい。

【ケース3】上部空間にポンプ設備を設ける場合

ケース1及び2の他、次の安全対策を講じること。

- ◆ポンプ設備は、堅固な基礎の上に固定すること。
- ◆上部空間の床には、その周囲に囲いを設けるとともに、当該床は危険物が浸透しない構造とし、かつ、適当な傾斜及び貯留設備を設けること。
- ◆引火点が21度未満の危険物を取り扱うポンプ設備には、見やすい箇所に地下貯蔵タンクのポンプ設備である旨、及び防火に関し必要な事項を掲示した掲示板を設けること。

まとめと今後の対応

多様化する地下タンク貯蔵所

例示基準が適用できないタンク室等は、個別の安全性確認が必要



【問題点】

- ◆設置、または変更に係る審査については、明確な指導指針がない。
- ◆消防本部では、土木に関する専門知識を有した消防職員の確保は難しいのが現状



危険物保安技術協会では、消防本部の審査の補完となるよう、
例示基準が適用できないタンク室の安全性評価に関する仕組みを構築



FF二重殻タンクの安全性向上に関する検討報告書概要

企画部

第1章 検討の目的等

平成27、28年度に実施した自主研究「FF二重殻タンクの破損要因に関する検討」において、FF二重殻タンクに関する問題点が確認された。これらの問題点とタンク製造業者の現況を踏まえて問題点の整理と解決方を提示する。

解決方策と現行における危険物保安技術協会の強化プラスチック製二重殻タンク本体等に係る試験確認基準の整理を行い、ガイドラインを策定することによりFF二重殻タンクの安全性向上を図る。

第2章 問題点の整理と解決方策について

◇シミュレーションに基づく設計について

構造不連続部についての応力集中が考慮されていない。→埋設状態を想定した荷重条件によるシミュレーションの実施

◇材料試験について

材料試験方法は、タンクから切り出した曲率を有する試験片や一体構造の試験片を想定していない。→適切に材料試験を実施するための共通事項を整理

◇全数検査について

FRPの材料特性、製造工程から、材料強度のばらつきが多い。→全数を対象として、胴部から切り出した試験片による材料試験による強度確認、組み立てたタンクの満水時における変形量の確認

◇埋設施工時におけるチェックについて

FF二重殻タンクは適切な埋設施工が行われないと破損する可能性がある。→FF二重殻タンクと基礎（埋設条件、施工管理体制）を組み合わせる評価

第3章 強化プラスチック製二重殻タンクの構造安全性に関するガイドライン

◇策定主旨

FF二重殻タンクは基礎も含めて全体的に評価することが必要。→現在の「試験確認」から「性能評価」に移行

◇ガイドライン

性能規定化した場合に例示基準があれば申請側、評価側ともに齟齬がなくなり合理的である。→第2章の検討結果及び試験確認基準を整理し、横置円筒型のFF二重殻タンクの構造安全性の確保を目的として、構造・設備、材料、製造方法、品質管理及び埋設状況確認に関する事項について定めたガイドラインを策定

第4章 今後の課題とまとめ

◇今後の課題について

- ・FF二重殻タンクの構造安全性の評価を行う体制の確立→学識経験者、関係団体の職員、協会の職員で構成する評価委員会の設置が必要
- ・FF二重殻タンクの埋設施工に係る施工管理者に対する研修会の開催→施工管理者として必要となる知識及び技能を習得させるための研修会の開催が必要
- ・施主及び消防機関に対する情報提供等→情報提供への取り組みが必要

◇まとめ

各章の実施項目を記載

第27回危険物事故事例セミナー開催報告 事故防止調査研修センター

当協会主催の「第27回危険物事故事例セミナー」が、去る2月23日に東京会場（科学技術館サイエンスホール）、3月2日に大阪会場（大阪科学技術センター）において開催され、危険物行政に携わる消防職員や事業所において危険物の安全に係る業務に携わっている方など、両会場合わせ318名の方々にご参加いただきました。

今回のセミナーでは次の4題について、ご講演いただきました。

- 1) 堺市消防局 予防部危険物保安課 宮下裕司 様から、「浮き屋根式屋外タンク貯蔵所における流出事故について」と題して、平成29年7月1日に発生した浮き屋根式屋外タンクの排水設備から浮き屋根上にガソリンが流出した事故及び平成29年7月8日に覚知された浮き屋根式屋外タンクのポンプ室内へナフサが流出した事故について、事故概要、原因及び再発防止対策をご紹介いただきました。
- 2) 四日市市消防本部 予防保安課 牛島悠 様から、「危険物製造所において発生した火災について」と題して、平成27年12月11日に発生した配管内の温度差に起因した漏洩・火災について、事故概要、原因及び再発防止対策をご紹介いただきました。
- 3) 有田市消防本部 警防課 東山英幸 様（東京会場）、有田消防署 吉田和彦 様（大阪会場）から、「連続して発生した石油コンビナート施設の火災」と題して、平成29年1月18日に発生した開放清掃中の屋外タンク火災及び平成29年1月22日に発生した潤滑油製造装置群の火災について、事故概要、原因及び再発防止対策をご紹介いただきました。
- 4) 川崎市消防局 予防部危険物課 渡邊勉 様から、「屋根工事中の屋外タンク貯蔵所で発生した火災及び製造所ストリッパー塔からの流出事故について」と題して、平成29年3月16日に発生した固定屋根式屋外タンクの屋根板の取り替え工事中に発生した火災及びストリッパー塔の開孔からベンゼン、フッ化水素が流出した事故について、事故概要、原因及び再発防止対策をご紹介いただきました。

当協会では、これからも危険物の保安対策の推進に役立つセミナーを企画してまいりますので、引き続きご支援、ご協力くださいますようお願いいたします。



セミナー風景（左：東京会場、右：大阪会場）



危険物事故 関連情報

同一事業所内で発生した「クリーニング中の屋外タンク貯蔵所火災」 及び「潤滑油製造装置群火災」について

有田市消防本部警防課予防係 東山 英幸

1 はじめに

この2つの事例は、石油コンビナート施設内の、開放清掃中の「屋外タンク貯蔵所」において火災が発生したものと、その4日後に同施設の製造所である「潤滑油製造装置群」で火災が発生したものである。

2 開放清掃中のタンク火災について

このタンク火災は、H28年11月から休止に向けての清掃作業中の屋外タンクから出火したものである。

2.1 タンク諸元

発生したタンクの諸元等は次のとおりである。

- ・設置許可：昭和44年2月4日
- ・完成検査：昭和44年8月28日
- ・内径：75,500mm
- ・高さ：21,335mm
- ・屋根形状：浮屋根式タンク
- ・許可容量：85,376kl
- ・内容物：原油（スロップ）
- ・消火設備：固定式泡消火設備等

2.2 火災概要

- ・出火日時：平成29年1月22日6時50分頃

(1) タンクの実情

当該タンクは、スロッシング対策対応タンクであるため、平成29年3月末までスロッシング対応工事実施、もしくは休止する必要があり、今回このタンクは休止する計画であった。クリーニングは、準備工事を含めて平成28年11月から平成29年1月末までの3か月で実施する計画が進められ出火時はタンク内部の撤去作業中であった。

(2) 出火時の状況

休止に向けてのクリーニング中であり、火災発生時、原油は排出されており、内部は原油スラッジが残っている状態であった。火災前日までに約90%のスラッジを回収しており、残りは20klであった。当日作業員が、作業準備のためタンクヤードに入りタンクの屋根中央付近から西側に流れる黒煙を発見。近づくともンホールから出ているホースなどが燃えているのを確認した。タンクのマンホールから黒煙が見えておりタンク内に進入できる状態ではなかったため、タンク内部の消火はできず、消火器にてタンク外にあるホース等を消火した。

(3) クリーニング作業

タンクのクリーニングは、内部のスラッジを軽油（ADO）で溶かしながらエアーポンプを使いタンク外に排出、防油堤内に設置している角タンクに入れ角タンクでスラッジと軽油を分離し、分離した軽油を再利用する手順の作業である。

2.3 消火について

発災当初は、高所放水車3台及びタンク付属設備の固定泡消火設備による泡放水を実施、また清掃中のためマンホールが

全て開放されていたので、スラッジ付近のマンホールから内部に向けての泡放水も併せて実施したが、タンク内のスラッジの燃焼に対し消火効果が十分に得られなかった、そのため、消火戦術を変更するべく開放中のマンホールを全て閉鎖した後、タンク内へ水を注入し燃焼スラッジを水没させる方法を選択する。

2.4 内部見分に至るまでの経過

内部見分は、タンクに水を注入し屋根板まで水を入れたため屋根板が水に浮いている状態であった。そのため排水とその後の安全対策を取る必要があり、安全対策として、浮き屋根保護として屋根板をワイヤーで固定、タンク内部の支柱の強度確認及び補強を実施。また内部のスラッジが乾燥すると再燃する可能性があると考えられたので、タンクの屋根板に散水設備を取り付けた後、内部見分を4月26日より開始した。

2.5 現場見分

①タンク側板見分

タンク側板北西側約30mが底部からウィンドガーター付近まで茶色く変色しているのが認められた。

②タンク屋根板見分

タンク屋根板の北西部に茶色く変色及び波板状に変形が認められた。

③タンク内部見分

タンク内部には、スラッジが北西部に幅約30m、奥行き最大約17m、高さ最高部で約2m堆積していた。又、タンク内側の側板は煤等で黒くなっていた。

スラッジの表面を見分する。表面は黒い部分と茶褐色の部分が斑模様になっているのが認められた。スラッジの内部は、掘り起し内部を見分すると、内部はすべて黒色であることが認められた。



タンク側板



タンク屋根板



タンク内部(スラッジ)



スラッジ内部



スラッジ表面

2.6 火災原因の推定

従業員の供述及び現場確認でのタンク内部の残留物の確認の結果から、当該タンクの出火原因を推定した。今回の火災が起きたタンクは、休止するために清掃作業中であり、内部にはスラッジ及び清掃に使用する軽油、ゴムホース、エアポンプ等の清掃に必要な物品のみが存置されていた。

そこで、今回の可能性がある発火源として、主に静電気による着火、清掃時に使用した可能性がある油の染み込んだ布からの自然発火、火気を発生させる電気工具、スラッジの発熱により軽油が自然発火点に達し出火の4点が考察出来るため、その検証及び検討を以下のとおり実施した。

ア 静電気による火花発生

発災当時はタンク内には誰も入ってはなく、内部の機械類も作動はしていなかったため静電気による火花が発生したとは考えにくい。

イ 油の染み込んだ布からの自然発火

内部残留物やタンク内の持ち込みリストの確認等から油の染み込んだ布は確認できていないため、油の染み込んだ布からの自然発火は考えにくい。

ウ 火気を発生させる電気工具等

石油コンビナート施設であり火気の持ち込みは当然禁止されており、質問調書、作業手順書、内部残留物の確認等から火気及び電気工具などはタンク内にはないと考えられる。また、内部の金属類も転倒していなかったため、転倒の際に金属同士が当たり火花が発生したとは考えにくい。

エ スラッジの発熱

内部には約20klのスラッジが残されており、清掃作業中水を掛けるなど、乾燥対策は取っていないかった。

元素定量分析結果からスラッジ中には硫化鉄が含有されていることが確認できた。

使用していた軽油の引火点及び発火点を調べると、引火点は55℃、発火点は229℃であった。

硫化鉄は、酸化発熱することが過去の事例等で知られているためタンク内のスラッジの熱分析を総務省消防庁消防大学校消防研究センターに依頼した。

(A) 分析結果

・方法

タンク内部から採取した7点の室温付近のスラッジの発熱挙動を高感度熱量計(C80)を使用し、調査した。また、燃焼に至るまでの確認と各試料の差異を見るためにTG-DTAの測定も行った。

・測定結果及び考察

- ①窒素パージして保管された試料4点は、室温付近から直ちに発熱し室温付近に(25～27℃)にピークの頂点を持ち、60℃付近まで続く発熱反応を検出した。
- ②タンクの側板側から採取され窒素パージして保管された試料1点は、室温から89℃付近に発熱反応を検出した。この発熱反応のピークの頂点は61.7℃であった。
- ③タンク内から採取され空気中で保管された試料2点は、室温から66～70℃付近に発熱反応を検出した。この試料も室温から発熱が起こっているがピークの頂点が31～35℃付近にシフトしている。これは、窒素パージして保管された試料のデータと比べて全体的に高温側にシフトしている。これは、空気雰囲気中で保管されたため試料が変質したものである。
- ④TG-DTAの測定から蒸発成分による吸熱反応が起こらない場合、115℃付近から450℃以上まで連続的に発熱反応が起こり、燃焼に至ることがわかった。

以上のことから空気が供給された場合室温から直ちに発熱が起こる。乾燥等により吸熱反応が起こらなくなると、この発熱が蓄積し温度上昇が起こり、試料の分解燃焼温度に繋がれば火災に至る可能性があることが確認された。

このことから、この火災の原因はタンク清掃中に残っていたスラッジが乾燥により発熱し自然発火、清掃に使用していた軽油などの可燃性蒸気に引火したものと推定する。

2.7 今後の対策

- ①タンク清掃時にはスラッジの乾燥対策をとること。
- ②業界紙等に事故原因を発表し水平展開をとることなどの指示を行っています(消防庁から硫化鉄に係る火災事故防止対策の徹底についての通知が出されております)。

3 潤滑油製造装置群火災について

この製造装置火災は、潤滑油を精製する過程で、配管が腐食し穿孔したことで高圧ガスが噴出し出火したものである。また、石油コンビナート施設からの出火であり、LPガスの貯蔵施設が付近にあったことから住民に避難指示を発令し社会的にも大きな影響があった火災である。

3.1 被災施設の概要

潤滑油製造装置群(高危混合設備)は原油からガソリン、灯油、重油等を除いた原料油より潤滑油等を精製する装置であり、3つの製造所から構成されている。

・第2プロパン脱瀝青装置(DA-2)

設置許可: 昭和43年12月4日

完成検査: 昭和44年4月9日

原料油からプロパンを溶剤としてその中の潤滑油分を抽出し、アスファルト分を分離除去、高粘度高級潤滑油等の素材を製造する装置。

・第2潤滑油抽出水添精製装置(PT-2)

(発災施設)

設置許可: 昭和43年12月4日

完成検査: 昭和44年4月9日

減圧蒸留塔で各留分に分けられた油及び第2プロパン脱瀝青装置で精製された油をN-メチル-2ピロリドン(NMP)を溶剤として芳香族成分及び硫黄分を分離除去する第2潤滑油抽出水添精製部門(PT-2)及び第2潤滑油抽出水添精製部門から送られた油に水素ガスを接触反応させ潤滑油の色相、酸化安定性、界面活性性状等の改善を行う水素化精製部門(PT-2HD)で構成された装置。

・第2プロパン脱蠟装置(PD-2)

設置許可: 昭和43年12月4日

完成検査: 昭和44年4月9日

プロパンを溶剤として潤滑油材中のワックス分を除去する装置。

3.2 火災の概要

出火日時: 平成29年1月22日(日) 15時40分頃
 覚知日時: 平成29年1月22日(日) 15時47分
 緊急使用停止命令: 平成29年1月22日(日) 16時6分
 応援要請: 平成29年1月22日(日) 16時45分(和歌山北部臨海広域協議会)
 避難指示: 平成29年1月22日(日) 17時14分
 避難指示解除: 平成29年1月23日(月) 4時10分
 鎮圧日時: 平成29年1月24日(火) 8時9分
 鎮火日時: 平成29年1月24日(火) 8時27分
 焼損面積: 約800m²
 死傷者: なし
 漏洩量: 約200トン(水素、軽質炭化水素、重油、抽出溶剤)

3.3 避難指示について

この火災では、被災エリア及び周辺にLPGの貯蔵施設があり、BLEVE（沸騰液膨張蒸気爆発）の危険性が予見できたため、1月22日（日）17時14分に石油コンビナート施設隣接地区である有田市初島地区（避難指示世帯1281世帯2986人）に避難指示を発令した。

避難指示の方法は、防災行政無線、メール配信、ホームページ等による広報及び市、警察、消防団による個別訪問で対応し、有田文化福祉センター及び有田市立箕島中学校を避難所として開設した。これに伴い付近道路の通行規制も併せて実施する。

3.4 消火について

最初の消火戦術は、事業所及び消防本部の高所放水車4台でBLEVEの発生防止を重点に置きLPガス貯蔵施設の冷却を中心に行った。その後和歌山北部臨海広域協議会の応援により四方からの放水体制を行った。また、火勢をコントロールできるようになった後は、ガスの拡散を防ぐため、火を消し切るとは行わず、配管内のガスが燃焼してしまうのを待つ戦略を取った。

3.5 焼きの状況

焼きしているのは潤滑油製造装置群が設置されているスピルウォール内約800m²である。

上方から見分すると、機器に大きな変形や座屈等は見られないが、中央に設置されているラックを中心に円形状に茶色に変色している。

周囲から見分すると、スピルウォールの西面及び南面は、焼きは見られない。東面の南側には焼きは見られないが、中央から北側にかけて機器の変色、レジン板の剥離、配管などの変形が見分できる。地盤面には黄色や緑のワックス状の油が堆積している。北面については、機器は変色しレジン板の剥離が見分できる。配管は大きく変形している物が多く見られ、地盤面には緑色のワックス状の油が付着し、コンクリートやレジン板なども散乱している。

最も焼きが強い中央ステージ2階を見分する。ステージ西側には階段が設置されておりこの階段は2階のステージ付近から東側に湾曲している。ステージに設置されている機器は変色し南側がやや下に落ち込んでいる。ステージの南東部の床面は割れ、計器類や配管が下方に沈み大きく変形している。配管には開口している部分も数カ所見分できる。



上方からの状況



北面西側



中央部ラック階段1階部分

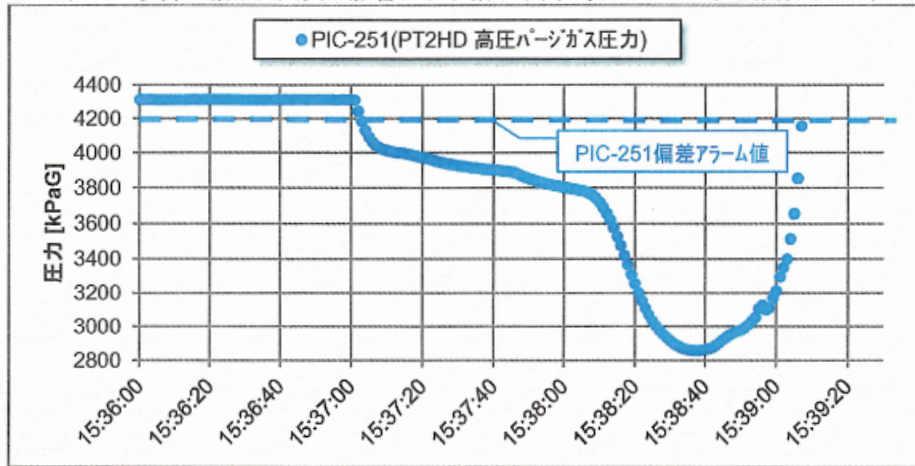


中央部ラック2階南東側床面付近

3.6 出火箇所の判定

この火災は第2潤滑油抽出水添精製装置の水素化精製部門で発災したものである。関係者の供述及び機器類のデータを調査したところ、高圧パージガスの圧力計、流量計が13時37分に大きく変化していることが判明した。

第二潤滑油抽出水添精製装置（PT-2 HD）の高圧パージガス系統の圧力計 PIC-251（15:39以降の指示は火災の影響により指示不良が発生していると推察される）



圧力計データ

これを踏まえ現地調査を行ったところ、このライン付近に1カ所のフランジを含む計18カ所の開口部を発見した。更に調査を行うと6カ所は水等の配管であった。残った開口部を現場にて、目視等での確認、非破壊検査を行い、更に切り出して破面解析、内部残留物等の調査をおこない最初に開口した箇所の特定を行った。このうち1カ所はバイパスラインであり本管とは縁切りされているため、この結果最初に開口した箇所ではないと考えられる。また、フランジは計器の確認により15時55分に開口したことが確認された。また1カ所は切り出し後再調査の結果開口していないことが確認された。

最初の開口部を特定するにあたり、この配管が高圧配管のためガスが勢よく噴出しており煽火現象が起こっていたと考えられ同時に噴出ガスの冷却効果によって熱影響をあまり受けていないと思われる。

※煽火とは混合気の噴出速度が燃焼速度を大きく上回る場合に火災が炎孔に保持されずに炎孔から一定距離を隔てた空間で燃焼する現象。

このことを踏まえ調査を行うと、残り9カ所の内6カ所は、鑑識の結果、全て開口部に熱影響を受けている。これにより、これらは、最初の開口部ではなく発災後に熱影響を受け開口したものと考えられる。

残りは3カ所であるがこれらは中央部ステージ2階南東側に位置し、最も焼きが激しいところである。この3カ所の開口部は近くに位置しており、あまり熱影響は受けていない。

またこの付近の内部には筋状の減肉及び局所的に急激な減肉が見られた。このことから最初に開口し、出火した箇所は中央部ステージ2階南東側の高圧ガスパージラインのあった開口部のいずれかの可能性が高い。



最初の開口部付近



最初の開口部付近 (内側)

3.7 出火原因の判定

第2潤滑油抽出水添精製装置水素化精製部門高圧ガスパーズラインにおいて最初に開口したと考えられる箇所は2014年に設置されたものである。このためこの部分が急激に腐食した理由を考察する。第2潤滑油抽出水添精製装置水素化精製部門は年々原料油組成の重質原料油の処理比率が増加している。このことから、同配管内部で水分が凝縮した箇所において、水酸化アンモニウム濃度が上昇し著しいアルカリサワーウォーター腐食が発生したと考えられる。

このため、アルカリサワーウォーター腐食により減肉した配管は高圧の内圧に耐え切れず局所的に破壊が生じ、穿孔及び開口に至ったと推定する。

この付近には、火源は見当たらなかったため、配管内部の腐食生成物の微粒子及び微量の不純物が水素ガスに随伴して急激に噴出することで静電気が帯電し、静電気火花が漏洩した高圧の水素ガスに着火、その後噴出した火炎により配管等が熱せられ流通していた油に引火し延焼拡大したものと推定する。

3.8 再発防止策及び今後の対応について

(ア) ハード面として

- ・ アルカリサワーウォーター腐食対策として、腐食が強いと考えられる箇所に対し腐食に強い材質に変更すること
- ・ アルカリサワーウォーター腐食管理を①Kp値の管理、②水酸化アンモニウムの濃度管理、③配管内の流速管理の3点に重点を置き、定量的根拠に基づき行うこと。
- ・ 施設の再建時には、緊急遮断システムを構築すること。

(イ) ソフト面として

- ・ アルカリサワーウォーター腐食のメカニズムが未解明であることを踏まえ、施設設備の再稼働後には、配管肉厚等の放射線透過試験による面測定及び超音波探傷試験による点測定を実施し、腐食の傾向と把握に努めること。
- ・ 腐食のメカニズムの解明とそのリスク及び安全対策について実効的な研究及び研修を実施すること。また、その他の事故対策についても研究し、更なる安全文化を構築すること。
- ・ 事故の原因、再発防止策を社内従業員に十分周知させ、さらに業界紙等を通じ業界内に水平展開を行うこと、等を指示する。

4 終わりに

被災した屋外タンクは現在休止中となっており将来は廃止予定と聞いているが、タンクの清掃は常時行われているものである。被災した製造所は、すでに復旧しており、消火設備の増強や水注入での水酸化アンモニウムの希釈なども行われているが、アルカリサワーウォーター腐食についてはまだ十分な知見がないことから、今後の指導についても十分に行い同様の事故の再発防止に努めたい。



平成2年施行の危険物関係法令改正の 背景と要点(1)

(一財)日本防火・危機管理促進協会
参与・事務局長 梅原直

昭和63年5月から平成元年3月にかけて改正等が行われ、主として平成2年5月から施行された一連の危険物関係法令の改正(以下「昭和63年改正」という。)は、危険物の定義の明確化及び試験による危険物判定方法の導入並びにこれらを踏まえた指定数量の全般的な見直し、指定可燃物の制定・消防活動阻害物質の見直し、位置、構造及び設備の技術上の基準、貯蔵及び取り扱いの技術上の基準並びに運搬及び移送の技術上の基準の全般的な見直し等、昭和23年に消防法が制定され、さらには昭和34年に危険物の規制に関する政令等が制定されて以来の危険物規制制度全般にわたる抜本的な改正であった。この改正からすでに30年が経過し、この間に危険物関係法令の改正は何度も行われてはいるものの、昭和63年改正で確立された危険物規制に係る基本的な制度の根幹は変更されることなく現在まで継続されてきている。

これらの改正作業に当たった当時の消防庁職員はおおむね現役を退き、関係者の記憶も失われつつあるが、本稿は、当時課長補佐としてこれら改正作業を担当した者として、現在危険物施設の保安業務に携わられている方々が今後の危険物保安対策の方向を考える上での参考資料となるよう、この機会にこれら改正に至った背景やポイントについて改めて整理することとしたものである。

第1 危険物の範囲の見直し等

1. 改正前の危険物の指定方法と問題点

昭和63年改正以前の消防法では、法別表において発火性又は引火性を有すると考えられる物品を化合物名又は総称名により品名指定し、これらを危険物と定義してきた。また、これら物品を含有する混合物もその品名に含まれるものと解釈されてきたが、混合物として生産され、市中に出荷・流通されている多くの物品について危険物に該当するか否かの判断は、きわめて困難なものとなっていた。当時は、危険物規制が機関委任事務とされていたこともあり、市町村長等が判断できない混合物状態の物品の危険物該当の当否については、物品ごとに消防庁に照会し、消防庁が提出された資料等に基づき総合的に判断して回答するという方法で個別に処理されていたが、危険物規制の出発点ともなる危険物の判定が、法令の基準にない行政実例で処理されるという客観性を欠く状態が続いていた。

また、例えば総称名で指定されている物品の間でもその危険性の程度には当然差異があるにもかかわらず、画一的に同一の指定数量が割り当てられ、同じ危険性を有する危険物として指定されていた。

さらには、そもそも危険物としての定義が明確に示されていないため、法別表で危険物として指定されていた物品と同程度の発火・引火危険性を有するのではないかと考えられる化合物が存在しても消防法の危険物として取り扱われることがなく、国際的な危険物指定との整合性の確保に関しても大きな問題が存在していた。

このように危険物の判定に関し明確性を欠く点が多く存在していたことは、消防機関、危険物関係事業者双方にとって改善を要する大きな課題と認識されていた。とりわけ危険物関係事業者にとっては、火災危険性を有する新たな物品を開発し、流通させようと計画しても、消防法上の規制の有無を自ら判断することができず、新規化学物品の開発競争に後れを取ることともなる状況にあった。そのため、昭和58年3月の第二次臨時行政調査会最終答申においても、改善合理化を図るべき事項として、危険物、準危険物及び特殊可燃物についての指定品目の見直しを行う旨の指摘がなされていたところであった。

2. 危険物の範囲の見直し等に係る改正

危険物の範囲の見直し等に係る広範な検討を行うため、昭和58年に学識経験者からなる危険物委員会(秋田一雄委員長)が消防庁に設置され、次のような基本方針に従って精力的な検討が進められた。^{※1}

- ①危険物の位置付けを国連分類を参考として行い、これに基づき各類の危険性の定義を明確にする。
- ②危険物の判定のための試験方法を検討し、これを取り入れる。
- ③現行の危険物、準危険物等を試験の適用結果に基づき危険性に応じ整理を図り、併せて事事故例等を勘案した検討を行う。
- ④現行の特殊可燃物についても同様の検討を行い見直しを進める。

(1) 危険物の範囲の見直し及び判定のための試験の導入

国際連合経済社会理事会の下に設けられた危険物輸送専門家委員会(現危険物輸送及び分類調和専門家委員会)では、国際間の危険物輸送の安全を確保するため、国連危険物輸送勧告(Recommendations on the Transport of Dangerous Goods)を隔年ごとに出してきており、この中では国際間の輸送に係る危険物品を9のクラスに分類していた。

危険物委員会の検討においては、国連勧告が基本的にクラスごとに化合物名で対象物品を指定していることから、消防法と異なる扱いとされている物品について整理し、さらに化学製品の生産・流通実態や事故発生の状況等を勘案して、従前準危険物とされてきた物品も含め危険物として対象とすべき物品の全般的な見直しをすすめられ、原則総称的名称により品名の指定が行われた。また、国連勧告の分類も参考にして、各類の火災危険性の性質を明確にする^{※2}とともに、当時国連においても検討が進められていた試験を適用して各類の危険物としての危険性を判断する考え方^{※3}を全面的に導入することにより、危険物の定義を客観的なものとする^{※3}とされた。さらに、異なる2以上の類の性状を示す混合物(複数性状物品)の属する品名についてもその優先則が明確にされた。これにより、混合物を含めた個々の物品の危険性に応じた合理的な規制が可能となるものであった。これら試験方法の確立のため、危険物委員会の検討と並行して当時の消防研究所等においては、数多くの確認実験が行われた。

こうした検討の成果が昭和62年10月に取りまとめられ、これに基づき、危険物の各類の性質を定義するとともに、危険性を判断するための試験を導入する改正案がまとめられ、昭和63年の第112回国会に提案されて成立したものである。この結果、法別表第1の品名欄に掲げる物品は危険物となる可能性を有するものとしてその位置付けが変更されることとなり、また従前危険物の指定は法律のみで行われてきたが、生産流通実態の変化に迅速に対応できるよう、政令においても品名の指定ができるように改められた。

昭和63年改正後の消防法及び国連勧告における危険物の分類及び試験の比較は、表1のようになり、両者の危険物分類

表1 消防法及び国連勧告における危険物の分類及び試験の比較

消防法			国連勧告	
類	性質	試験	クラス	試験
1	酸化性固体	燃焼試験 落球式打撃感度試験	5.1 酸化性物質	燃焼試験
2	可燃性固体	小ガス炎着火試験 引火点測定試験	4.1 可燃性固体	燃焼速度試験
3	自然発火性物質 及び禁水性物質	自然発火性試験 水との反応性試験	4.2 自然発火性物質 4.3 水と反応して可燃性 ガスを発生する物質	自然発火性試験 水との反応性試験
4	引火性液体	引火点測定試験	3 引火性液体	引火点測定試験
5	自己反応性物質	熱分析試験 圧力容器試験	4.1 可燃性固体 (自己反応性物質) 5.2 有機過酸化物	圧力容器試験他
6	酸化性液体	燃焼試験	5.1 酸化性物質	Time/pressure 試験

※1 危険物委員会は、小委員会を含め49回開催された。

※2 この結果有機過酸化物、過酸化水素、黄りん、アルキルアルミニウム等については、類区分が変更されることとなった。

※3 国連勧告においては、すでに指定されている物品以外のもの(Not Otherwise Specified)に対し、試験を適用することとされていた。

の対応関係は相当程度整理されることとなった。また、試験についても国連において検討されていたものを参考にして定められたものであり、第1類(燃焼試験)、第3類(自然発火性試験及び水との反応性試験)及び第4類(引火点測定試験)に関しては国連勧告と同様のものとされているほか、第6類(燃焼試験)についても当時国連において検討されていたものを参考として定められたものである。なお、危険物の持つ危険性を〔引火・発火のし易さ(酸化性物品にあっては、分解のし易さ)〕と〔燃焼拡大の激しさ(同分解の激しさ)〕ととらえることは合理的と考えられるが、例えば消防法においては第1類の危険物の試験について、前者の危険性は落球式打撃感度試験(衝撃に対する敏感性を判断するための試験)で、後者の危険性は燃焼試験(酸化力の潜在的な危険性を判断するための試験)でそれぞれ評価しているものと考えられるのに対し、国連勧告においては燃焼試験のみで評価することとされている。この点では、消防法で導入されている試験のほうがより厳密で、理に適った選択が行われているものといえよう。

(2) 指定数量の見直し

消防法で導入されている指定数量は、異なる物品を貯蔵し、又は取扱う危険物施設間の危険性の程度を相対的に比較することができる優れた概念といえるが、この見直しについては、危険物委員会で検討対象とすべきテーマであるか否かについて議論が分かれた(すなわち、指定数量は政策的な意味合いを有する概念であり、消防庁が行政的な判断に基づき改正案を作成すべきとの意見が多かった)。そこで、危険物委員会では、指定数量に関する基本的な考え方を取りまとめるにとどめ、事務局である消防庁で具体的な指定数量の見直し案を危険物委員会に提示し、了承を得ることとなった。

生産・流通の実態も格段に多く、社会的影響も大きい第4類危険物の指定数量についての見直しの考え方は、図1のとおり事務局で整理された。これは、

$$(\text{第4類危険物の危険性: } 1/M) \propto f_1(\text{引火の危険性: } 1/T) \cdot f_2(\text{拡大危険性: } Q)$$

ここで、M: 指定数量 (ℓ)

T: 引火点 (°K)

Q: 発熱量 (kJ/g)

として、これに第4類危険物のうち低引火点を有する代表的な品名である第1石油類の規制対象とすべき閾値を運搬容器として多く流通している鋼製ドラムの容量(200ℓ)程度とみなすとともに、指定数量が大小100倍程度の差異を設けて設定されていること、石油類の1g当たりの燃焼熱は概ね40~50kJ程度で一定であることを考慮すると、

$$\log M \propto -k(1/T)$$

の関係にあることが妥当として整理し、作成されたものである。

指定数量については、危険性を判断するための試験を導入することに伴い、従前の数量を基本としつつ、危険性(試験において示される性状)を勘案して類ごとに数ランクに区分して定めるものとされた。また、指定数量は、従前は法別表において品名に対応して定められていたが、試験において示される性状を勘案して定めることから、試験方法と同様政令で定めることとされた。

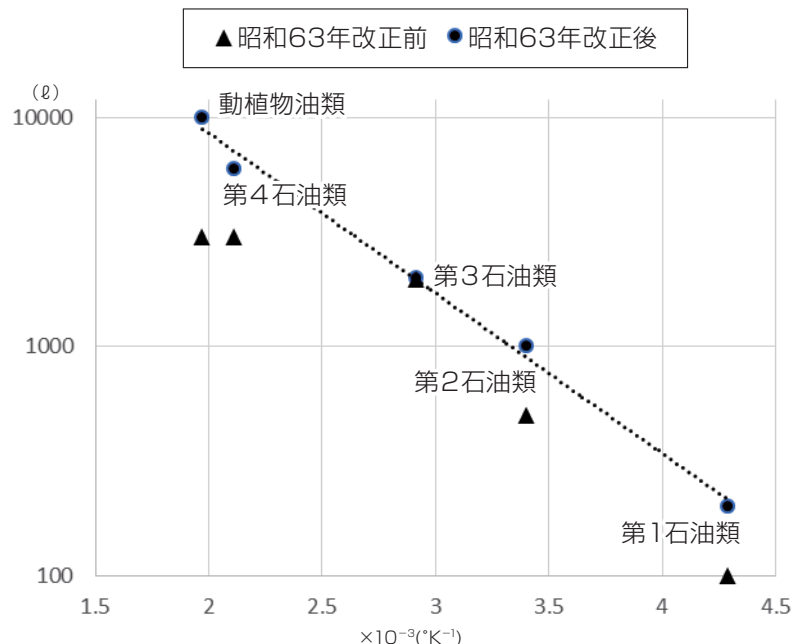


図1 第4類の品名の引火点と指定数量の関係

(3) 指定可燃物及び消防活動阻害物質

昭和63年改正により、危険物に準ずるものとして指定されていた準危険物の枠組みは廃止された。また、従前の特殊可燃物については、新たに危険物として規制すべき物品はないものと判断されたが、危険物の範囲の見直しに伴い危険物の品名から除外されることとなるものの一部及び従前準危険物とされていたものの一部が追加（「可燃性固体類」「可燃性液体類」等）され、新たに「指定可燃物」として政令でその品名及び数量*が定められることとなった。

また、生石灰、無水硫酸、クロルスルホン酸等火災危険性に着目した規制の必要性が少なくして危険物から除外することとされたもののうち、消火活動に重大な支障を生ずるおそれがあるものについては、消防活動阻害物質に追加することとされた。

これら指定可燃物、消防活動阻害物質については、消防法施行令での指定を改め、危険物の規制に関する政令で一元的に指定することとなった。

3. 改正の効果

危険物の範囲の見直し等に係る改正の効果としては、次のことが期待された。

- ①関係事業者、消防機関等において、危険物の合理的、客観的な危険性の判断を自ら実施することが可能となること。
 - ②その結果、化学製品の開発・流通段階等において必要な安全対策を迅速に判断することができること。
 - ③さらに、流通する化学製品の危険性を低減させるインセンティブを与え得ること。
- すなわち、自主的な危険物保安対策を講じるための前提が確立されたものといえる。

このように昭和63年改正における危険物等の指定の見直しの方向は、産業界の要望にもかなう合理的なものではあったが、従前規制の網から外れていた物品の関係者にとっては規制強化と映ったと考えられることから、改正にあたっては、一部関係業界等から相当に激しい反対意見が提示された。とりわけ抵抗が大きかったのは、「飲料アルコール」、「火薬」、「漂白剤」などの関係であったが、危険物委員会の報告内容に対し海外の規制の実態等も考慮した調整を図ること、試験の適用を一部除外すること等の措置を講じたうえで改正法案が作成された。なお、家庭用の漂白剤として当時から広く利用されていた炭酸ナトリウム過酸化水素付加物については、この時点で第1類の「無機過酸化物」の品名に該当するとの関係者のコンセンサスが得られたものであったが、その後平成23年に改めて「その他のもので政令で定めるもの」として政令指定されるに至ったことは、自ら危険性を客観的に評価し、必要な安全対策を講じるという改正の趣旨についての理解が徹底していなかったものとして、大変残念に感じられたところである。

* 指定可燃物は、品名に該当する物品で、定められた数量以上のもの（すなわち、数量を含む概念）とされている。



「自衛防災組織等の教育・研修のあり方調査検討会」の報告書について

消防庁 特殊災害室

1. はじめに

近年、石油コンビナート等特別防災区域における火災・爆発・漏えい等の事故件数は、20年前に比べると2.5倍に急増しており、ここ数年は年間200件以上の高い水準で推移しています。

石油コンビナートの事故は、甚大な人的・経済的被害に発展する可能性が高いため、石油コンビナートの防災体制を担う防災要員には、基本的な知識と技術が求められます。その教育訓練等については、特定事業者の責任により実施するものですが、団塊の世代の大量退職等により、経験豊かなベテラン職員が少なくなり、若い職員に事故や災害への対応方法等を継承することが、全国的に難しくなっています。

そこで、「自衛防災組織等の教育・研修のあり方調査検討会（座長：小林恭一東京理科大学教授）」において、自衛防災組織等の防災要員を対象とした教育訓練のための標準的な教育テキストの作成及び研修体制の充実強化について検討しました。（「自衛防災組織等の教育・研修のあり方調査検討会」の発足について Safety & Tomorrow 169号 SEP.2016、自衛防災組織等の教育・研修のあり方について Safety & Tomorrow 173号 SEP.2017 参照）

2. 平成28年度の検討概要

平成28年度は、石油コンビナート等災害防止法に定める防災組織及び防災要員を調査対象に全国の自衛防災組織、共同防災組織、広域共同防災組織へのアンケート調査結果を踏まえ検討した結果、「自衛防災組織の防災要員のための標準的な教育テキスト」（以下「標準的な教育テキスト」という）については、

- ①防災要員の教育訓練に活用できる視覚的にわかりやすいものとする。
- ②安全管理を基本とした災害発生時の初動対応（異常現象の発見、通報、防災活動）や公設消防との連携等、防災要員として必要な知識や技術を盛り込む。
- ③新任者にも経験者にも活用できるテキストとすること。

とされました。

3. 平成29年度のアンケート調査

平成29年度は、行政における防災要員の教育・研修の実態を把握するため、道府県（32組織）、道府県消防学校（32組織）消防局・消防本部（90組織）政令市消防学校（5組織）から回答をいただきました（回答率100%）。

アンケート調査の回答を基に分析したところ、消防機関では防災活動訓練、防災保安関係法令、安全管理を中心に講習会や訓練指導が年2日間ほど行われていること、今後充実すべき課題として、施設設備の課題が解決できるのであれば、実消火訓練を充実すべきという認識ができました。（図1.2参照）

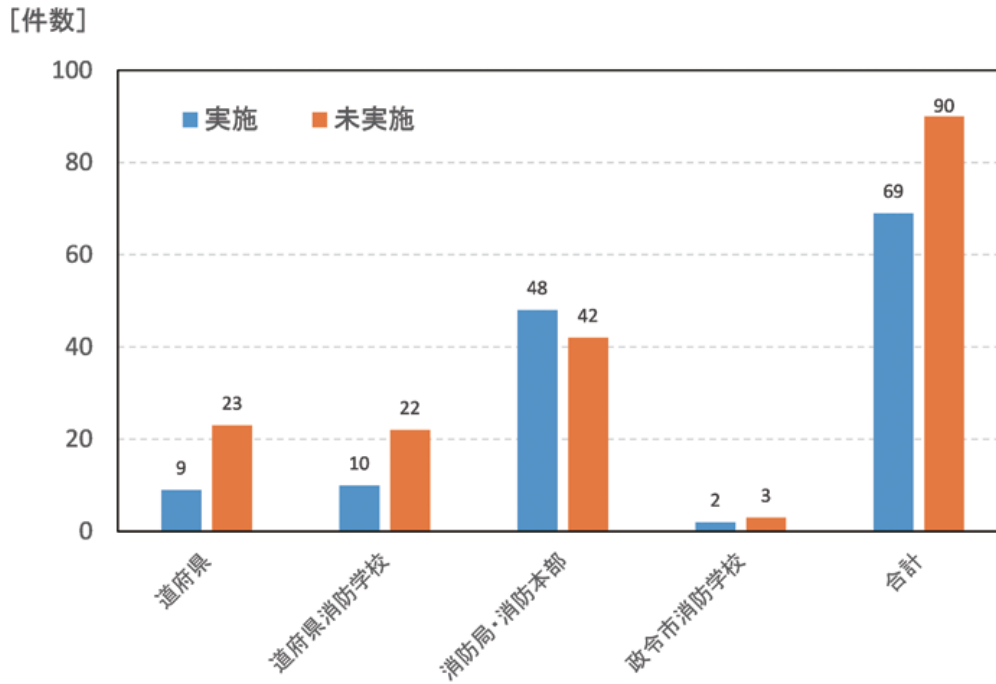


図1 道府県等行政における自衛防災組織への教育訓練実施状況

行政の教育訓練実施状況は実施が約4割、未実施が約6割となっている。ただし、道府県、道府県消防学校、消防局・消防本部、政令市消防学校のいずれかの行政組織で教育・訓練を実施しているのが大半であり、セクションで役割分担している。

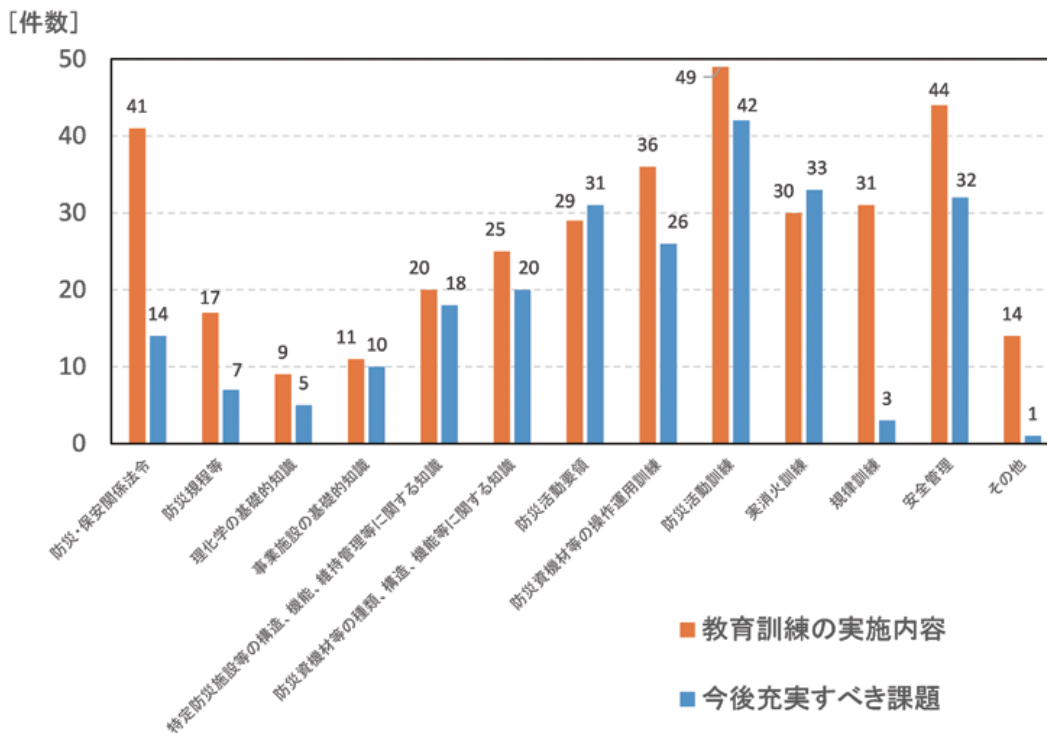


図2 道府県等行政における自衛防災組織への教育訓練内容と今後の課題

行政の教育訓練の実施内容では、①防災活動訓練、②安全管理、③防災・保安関係法令が上位にあり、今後の充実すべき課題では①防災活動訓練、②実消火訓練、③安全管理が上位にある。つまり、防災活動訓練、安全管理、防災・保安関係法令といった基本を押さえつつ、施設や講師の課題が解決できるなら、実消火訓練を実施したいのがうかがえる。

4. 検討結果

平成28、29年度の2カ年に渡り防災要員の教育訓練、研修に対する基本的事項や課題の整理を行い、標準的な教育テキストの作成、研修体制のあり方について提案されました。

(1) 標準的な教育テキスト

防災要員が防災活動を行う上で、基本的に理解していなければならない項目及び理解しておくのが望ましい項目をわかりやすく整理しています。

標準的な教育テキストでは、防災要員の教育・訓練を行うに当たって安全管理を重要と位置付け、第1章に記載するとともに、災害時の初動対応として、異常現象の通報の徹底や消防職員等に対する情報提供体制の確立についても具体的に記載しています。また、参考となる外部機関のテキストも紹介しています。(図3参照)

序 章		第4節	個人防護装備の着装訓練
第1節	石油コンビナート等災害防止	第5節	可搬式放水銃等
第1章 安全管理		第6節	空気呼吸器
第1節	安全管理の概説	第7節	空気呼吸器の操作訓練
第2節	防災活動に潜む危険を知る	第8節	消火設備
第3節	防災活動における安全管理の基本	第9節	消防用ホース
第4節	災害対応中における事故防止	第10節	泡消火薬剤
第5節	緊急事態	第11節	オイルフェンス
第6節	安全教育	第12節	油回収船
第2章 火災の性状		第8章 防災活動要領	
第1節	燃焼・火災・爆発の現象	第1節	通報、情報収集、情報提供の要領
第2節	タンク火災の基礎知識	第2節	現場指揮本部の設置要領
第3節	高圧ガス火災の基礎知識	第3節	漏えい・流出時の防災活動要領
第3章 防災活動		第4節	自然災害時の防災活動要領
第1節	火災時の防災活動（各火災共通事項）	第5節	防災資機材の調達要領
第2節	タンク火災の防災活動	第6節	災害広報要領
第3節	プラント火災の防災活動	第7節	応急救護要領
第4節	高圧ガス火災の防災活動	第8節	海洋汚染事故対応要領
第5節	防災関係機関等との連携	第9章 災害想定訓練	
第6節	大容量泡放射システムの運用	第1節	図上訓練
第4章 消火及び毒劇物の除害方法		第2節	泡消火の基本訓練
第1節	消火の方法	第3節	タンク火災の想定訓練
第2節	毒劇物の除害方法	第4節	プラント火災の想定訓練
第5章 施設地区		第5節	高圧ガス火災の想定訓練
第1節	施設の配置	第6節	熱及び煙の体験訓練（事例紹介）
第2節	事業施設の基礎知識	第10章 災害事例の検証	
第6章 特定防災施設		第1節	火災
第1節	流出油等防止堤	第2節	爆発
第2節	消火用屋外給水施設	第3節	流出
第3節	非常通報設備	第4節	浮き屋根の沈降
第7章 防災資機材		第5節	内部浮き蓋の異常
第1節	消防用自動車	第6節	その他
第2節	消防用自動車の操作訓練	参考文献	
第3節	個人防護装備	検討会委員等一覧	
		参考資料	

図3 標準的な教育テキスト目次

(2) 研修体制のあり方

防災要員に対する教育・訓練は極めて重要な位置づけであり、特定事業者の重要な責務です。自衛防災組織等の教育・研修のあり方調査検討会では、標準的な教育テキストを活用した防災要員に対する研修体制について以下のように提言しています。

- ①防災要員に対しては、標準的な教育テキストを活用した研修を年1回以上実施することが望ましいこと。
- ②標準的な教育テキストを用いる際には、防災要員の習熟度や教育課程（カリキュラム）に応じ、必要な章を抜粋して活用することとし、特定事業所で取り扱われている物質などの特性に応じ、教材を追加することも検討すること。
- ③防災要員の教育・研修については、専門性が求められることから、必要に応じ外部の研修機関の活用も検討すること。
- ④自衛防災組織等の防災業務を受託している事業者は、標準的な教育テキストを活用した教育訓練を終了した防災要員をもって防災業務を受託することが望ましいこと。
- ⑤特定事業者から石油コンビナート等災害防止法（昭和50年法律第84号）第20条の2に基づき、防災要員に対する教育及び訓練等の実施の状況に関することが報告された際には、その内容を確認し、必要に応じ適切な指導を行うこと。

（参 考）

- ・「自衛防災組織等の教育・研修のあり方調査検討会報告書（平成30年3月）」
- ・「自衛防災組織等の防災要員のための標準的な教育テキスト（平成30年3月）」

消防庁ホームページ：

http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi_kento/h29/jieibousai_kyouiku/index.html

自衛防災組織等の教育・研修のあり方調査検討会報告書(概要)

1 検討会の目的

石油コンビナートの防災体制を担う防災要員には、コンビナート災害に対する基本的な知識と対応力が求められる。

防災要員の教育研修については、特定事業者の責務であるが、その重要性にかんがみ、自衛防災組織等の防災要員が活用する標準的な教育テキストを作成するとともに、研修体制のあり方について検討し、人材育成・技術の伝承につなげることを目的とする。

2 標準的な教育テキストの内容

- ▶ 防災要員が防災活動を行う上で、基本的に理解していなければならない項目及び理解しておくのが望ましい項目をわかりやすく整理

自衛防災組織等の防災要員のための標準的な教育テキスト

序章	石油コンビナート等災害防止法	第6章	特定防災施設
第1章	安全管理	第7章	防災資機材
第2章	火災の性状	第8章	防災活動要領
第3章	防災活動	第9章	災害想定訓練
第4章	消火及び毒劇物の除害方法	第10章	災害事例の検証
第5章	施設地区		

3 標準的な教育テキストの活用方法(特定事業者)

- ▶ 防災要員に対しては、標準的な教育テキストを活用した研修を年1回以上実施
- ▶ 防災要員の習熟度や教育課程(カリキュラム)に応じ、必要な章を抜粋して活用
- ▶ 特定事業所で取り扱われている物資などの特性に応じ、教材を追加することを検討
- ▶ 自衛防災組織等の防災業務を受託している事業者は、標準的な教育テキストを既習した防災要員をもって防災業務を受託することが望ましい。

4 外部研修機関の有効活用

- ▶ 防災要員の教育・研修については専門性が求められることから、必要に応じ外部の研修機関の活用も検討

5 行政機関の役割

- ▶ 特定事業者からの防災要員に対する教育訓練等の実施状況の報告内容を確認し、必要に応じた適切な指導を実施

自衛防災組織等の教育・研修のあり方調査検討会(五十音順敬称略)

※()は前任者

座長	小林 恭一	東京理科大学 総合研究院 教授
座長代理	西 晴樹	消防庁消防研究センター 火災災害調査部長
委員	青木 貴秋	四日市市消防本部 予防保安課長
	伊藤 英男	危険物保安技術協会 事故防止調査研修センター長
	今本 圭	電気事業連合会 工務部 副部長
	大場 教子	消防庁消防大学校調査研究部長併任教務部長(平成28年度)
	奥村 研一	堺市消防局 予防部 危険物保安課長
	遠原 直樹	一般社団法人 日本鉄鋼連盟 防災委員会委員長
	川島 彰	千葉市消防局 予防部 予防課 査察対策室長
	菅野 浩一	川崎市消防局 予防部 危険物課長
	菊池 大介	北九州市消防局 警防部 警防課長(平成29年度)
	(中村 篤志	北九州市消防局 警防部 警防課長(平成28年度まで)
	木村 勝之	高圧ガス保安協会 教育事業部 事業推進課 課長代理
	鈴木 善彰	独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 石油備蓄部 環境安全課 担当調査役
	添谷 進	千葉県 防災危機管理部 消防課長(平成29年度)
	(生稲 芳博	千葉県 防災危機管理部 消防課長(平成28年度まで)
	武部 進	一般社団法人 日本ガス協会 技術部 製造技術グループ マネジャー
	田邊 弘彦	石油化学工業協会 保安・衛生委員会 消防防災専門委員長
	田和 健次	石油連盟 技術環境安全部 参与(平成29年度)
	(加藤 幸一	石油連盟 安全専門委員会 消防・防災部会長(平成28年度まで)
	萩原 貴浩	一般財団法人 海上災害防止センター 業務部長
	穂積 克宏	神奈川県 安全防災局安全防災部 工業保安課長
	水野 厚	神戸市消防局 警防部 警防課長
	宮野 恭弘	周南市消防本部 警防課長

オブザーバー

警察庁 警備部 警備課
厚生労働省 労働基準局 安全衛生部 化学物質対策課
経済産業省 産業保安グループ 高圧ガス保安室
国土交通省 港湾部 海岸・防災課 危機管理室
海上保安庁 警備教団部 環境防災課
環境省 水・大気環境局 総務課
全国消防長会 事業部 事業管理課

「標準的な教育テキスト」作成に当たってご教授いただいた学識経験者

(敬称略、五十音順)

(火災の性状関係)
大谷 英雄 教授 国立大学法人 横浜国立大学 大学院環境情報研究院 人工環境と情報部門
(防災活動 放射熱対策関係)
平野 亜希子 主任研究員 一般財団法人 消防防災科学センター 研究開発部 兼 防災研修センター
(静電気の災害防止関係)
松原 美之 教授 東京理科大学 国際火災科学研究所
(防災資機材 個人装備関係)
若月 薫 准教授 工学博士 国立大学法人 信州大学 繊維学部 機械・ロボット学科 機能機械学コース

最近の行政の動き

— 通知・通達等 —

危険物に係る事故防止対策の推進について

(平成30年3月28日付け消防危第41号)

危険物施設等における事故防止対策については、平成29年3月に危険物等事故防止対策情報連絡会で決定した「危険物等に係る事故防止対策の推進について」に基づき、関係機関が「危険物等事故防止対策実施要領」を策定し、各種事故防止を推進しています。

消防庁では、平成29年度も危険物等事故防止対策情報連絡会を開催し、関係団体及び機関で取り組むための留意事項を「平成30年度危険物等事故防止対策実施要領」として取りまとめました。つきましては、当該実施要領を参考に、危険物等に係る事故防止に係る取り組みを積極的に実施していただきますようお願いいたします。

http://www.fdma.go.jp/concern/law/tuchi3003/pdf/300328_ki41.pdf

危険物規制事務に関する執務資料の送付について

(平成30年3月29日付け消防危第42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。

- 危険物を取り扱う配管として用いる合成樹脂製の管に一定の保護措置が講じられている部分について、危険物の規制に関する政令（昭和34年政令第306号）第17条第1項第8号イにおいてその例によるものとされる政令第13条第1項第10号においてその例によるものとされる政令第9条第1項第21号イの適用に当たっての考え方
- 給油取扱所の周囲に設置する塀又は壁に、切欠きを設ける場合の考え方

http://www.fdma.go.jp/concern/law/tuchi3003/pdf/300329_ki42.pdf

「給油取扱所等における単独荷卸しに係る運用について」の一部改正について

(平成30年3月30日付け消防危第44号)

平成27・28年度に、危険物保安技術協会において開催された「単独荷卸しに係る評価制度の見直しに関する検討委員会」（委員長：鶴田俊秋 秋田県立大学システム科学技術学部教授）での提言を踏まえ、「給油取扱所等における単独荷卸しに係る運用について」（平成17年10月26日付け消防危第245号）を改め、単独荷卸しに係る安全対策設備として必要な機能等を追記するとともに、単独荷卸しに係る教育訓練の内容を拡充等することとしました。

http://www.fdma.go.jp/concern/law/tuchi3003/pdf/300330_ki44.pdf



危険物関係用語の解説 第45回 【液状化(D₅₀、Fc、限界N値法、P_L値法)】

近年、地盤の液状化現象については、大きな地震が発生するたびに、新聞やテレビニュース等で一般的に耳にするようになりました。

我が国においては、昭和39年に発生した新潟地震を契機に、地盤の液状化現象について本格的に調査・研究が行われるようになりました。新潟地震では、新潟市内の至る所で液状化現象が発生しており、アパートが傾く等の大きな被害が発生しました。また、屋外貯蔵タンクも例外ではなく、液状化によると思われる沈下や傾斜が発生し、配管等の損傷により油が漏洩し火災も発生しました。

平成7年に発生した兵庫県南部地震においても、埋立地を中心として地盤の液状化現象が発生しており、屋外貯蔵タンクにも不等沈下等がみられました。

とりわけ記憶に新しい液状化現象による被害は、平成23年東北地方太平洋沖地震におけるものです。東京湾岸の埋立地の市街地では、家屋の傾斜やマンホールの浮き上がり等の被害が多く発生しました。

本稿では、液状化現象のメカニズムについて概説した後、液状化判定に関係ある土質定数と屋外タンクの基準にある液状化判定方法について解説します。

1. 液状化のメカニズムについて

液状化とは、地下水で満たされた（飽和した）密度の緩い砂質土地盤において、地震時に砂分が液体のように流動する現象を言います。

図1に示すように、密度の緩い砂質土地盤は、元々不安定であり、地震時に強い揺れやずれ（せん断力）が加わると体積が収縮し、密度の濃い締まった安定な状態になろうとする性質があります。特に、地下水で飽和された密度の緩い砂地盤では、地震などによる繰り返し荷重が加わると、土粒子間の噛み合わせが徐々にはずれ、土粒子は水中に浮遊した状態になり、地盤としての強度を失います。

Safety & Tomorrow 178号（3月号）において、異なる地質時代における堆積物による土層の名称として「洪積層、沖積層」を解説しましたが、一般的に古い地質時代の洪積層では液状化が起きた事例は極めて少ないとされており、液状化判定は、現世の埋め立て（盛土）層と沖積層の砂質土地盤が対象とされています。

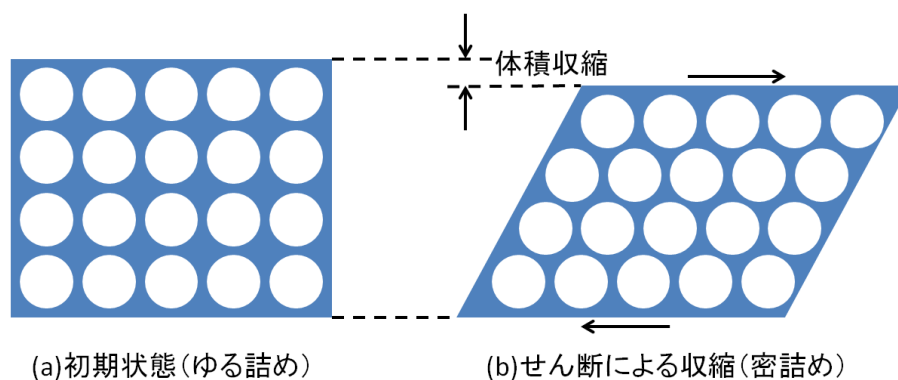


図1 せん断に伴う砂の体積収縮¹⁾

2. 液状化判定に関係のある土質定数 (D₅₀ と Fc)

液状化の判定方法については限界N値法やP_L値法等があり、これらの判定方法については後述することとしますが、ここでは液状化判定に必要な土質定数として「D₅₀」と「Fc」について、その概要を解説します。なお、D₅₀やFcの算出方法等については、Safety & Tomorrow 177号(1月号)で詳細に記載しています。

D₅₀ (平均粒径) とは、粒度試験により作成された粒径加積曲線から通過重量百分率50%の粒径を読み取った数値です。つまり、D₅₀は、その土を構成している粒の平均的な粒径を表したものです。

Fc (細粒分含有率) とは、75μm (0.075mm) のふるいを通った土の重量を、その土の全体重量で除し、割合で表したものです。その土に75μmより細かい土に分類されるシルト質土、粘性土が多く含まれるとFc値は大きくなり、粒径2.0mm～0.075mmの範囲の砂質土が多く含まれるとFc値は小さくなります。

液状化については、各種の調査・実験等から次のようなことが言われています。

- ①N値 (Safety & Tomorrow 177号(1月号)で解説しています) が大きい地盤ほど土粒子の密度が大きいため液状化しにくい。
- ②D₅₀ (平均粒径) が大きい土では透水性が高いため、過剰間隙水圧が生じにくく、液状化しにくい。
- ③D₅₀が十分小さい土では、粘着力により動的せん断強度が地震時に急激に減少することが少なく液状化しにくい (動的せん断強度とは、地震時の土粒子の噛み合わせ、粘着力等による土の強さのこと)。
- ④D₅₀の大きさに関わらず、Fc (細粒分含有率) が大きい土では、動的せん断強度が大きくなる傾向を示し、液状化しにくい。

このように、液状化の可能性については、N値やD₅₀等の土質定数が大きく関わっていることが分かります。また、次に記載する限界N値法やP_L値法による液状化判定についても、土質定数が大きく関係しています。

3. 液状化判定方法

(1) 限界N値法

危険物の規制に関する規則第20条の2第2項第2号ロ(2)では、特定屋外貯蔵タンクの地盤は、「地表面からの深さが15mまでの地質(基礎の上面から3m以内の基礎直下の地盤部分を除く)が告示第4条の8で定めるもの以外のものであること」と規定されています。告示では液状化という直接的な表現は用いられていませんが、告示第4条の8では、地盤を構成する地質の制限として、砂質土であって次に示す各項目に全て該当した場合に、液状化の可能性があるとされています。

- ①地下水によって飽和されていること。
- ②粒径加積曲線による通過重量百分率の50%に相当する粒径 (D₅₀) が2.0mm以下であること。
- ③次の表に掲げる細粒分含有率(篩い目の開き0.075mmを通過する土粒子の含有率)の区分に応じ、それぞれ同表に掲げる標準貫入試験値以下であること。

細粒分含有率 (Fc)	標準貫入試験値	
	A	B
5%未満	12	15
5%以上10%以下	8	12
10%を超え35%未満	6	7

以上のように、告示第4条の8で示された内容により液状化判定する方法が、限界N値法と呼ばれるものです。なお、標準貫入試験値のA及びBの区分は、次の図2に示す範囲とされています。

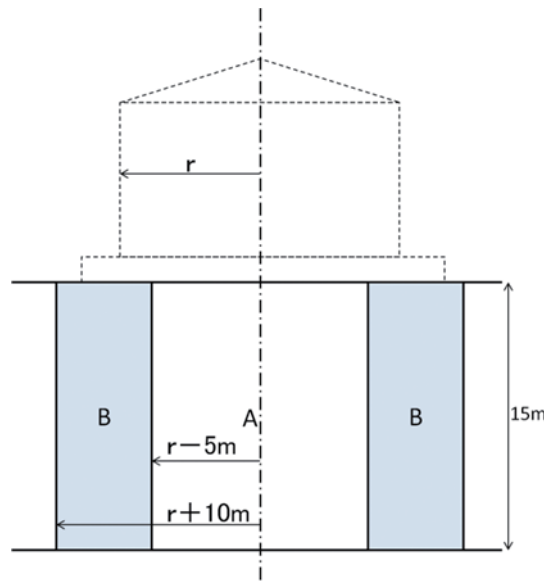


図2 A及びBの範囲

この液状化判定法は、液状化に対する限界N値をFc（細粒分含有率）に応じて具体的に示したことが特徴であり、新潟地震以降の液状化発生事例の調査結果に基づき、昭和40年代後半から昭和50年代前半にかけて港湾、道路、建築などの分野で検討され、耐震設計基準等に導入されました。特定屋外タンク貯蔵所においても、昭和52年の消防法令の改正により、限界N値法が技術基準として告示に規定されました。

(2)P_L値(地盤液状化指数)法

P_L値法は、旧法タンク（昭和52年以前に設置許可申請された特定屋外タンク貯蔵所）における地盤の液状化検討に用いられる手法です。また、準特定タンク貯蔵所においても、地盤の液状化検討の一つとして用いられています。

P_L値法も限界N値法と同様、標準貫入試験等から得られたN値、D₅₀、Fc等の土質定数に基づき算出します。P_L値法は、地表面から20mまでの地盤について告示第74条及び平成6年消防危第73号通知に示された計算式により求めることとされており、その地盤全体の液状化の危険度を総合的に表す手法です。消防法令では、この計算式により求めたP_L値が5以下であることとされています。P_L値が5以下であると、液状化に対する危険度は低く、旧法タンクでは対策工は一般的に不要とされています。

P_L値法により液状化判定を実施するためには、地表面から深度1mごとに液状化の抵抗率(F_L)を算出する必要があります。F_Lは1未満であるとその深度は液状化の危険性が高いことを示します。

地盤の比較的浅い層でF_Lが1未満となる場合は、深い部分で1未満となる場合に比較して液状化に対する危険度が高いこととなることから、P_L値法では地表面からのF_L値に深さ方向に重み係数を乗じて積分し、P_L値を算出します。詳細は省略しますが、以下にP_L値法を求める算出式を示します。

$$P_L = \int_0^{20} F \cdot \omega(x) dx$$

ここで、

F : F_L<1.0の時、1-F_L、F_L≥1.0の時0

F_L : 各深度における土層の液状化に対する抵抗率 F_L=R/L

R : 動的せん断強度比

L : 地震時せん断応力比

ω(x)=10-0.5x (当該箇所が前述の重み係数に相当する項です)

x : 地表面からの深さ(単位:m)

液状化判定方法について、限界N値法とP_L値法を解説しましたが、2種類の相違点をまとめると次のとおりとなります。

- ・限界N値法では、地表面から15mの深さの範囲で、深さ方向1mごとに限界N値に満たない箇所があれば不適合となり、地盤改良等の対策が必要となります。
- ・P_L値法では、地表面から20mの深さの範囲で液状化の安全率F_Lが1未満の危険性を有する層が存在しても、全体的な評価で地盤液状化指数P_L値が5以下であれば適合となります。

これらを比較すると、条件的に限界N値法の液状化判定基準の方が厳しいものとなっています。

4. おわりに

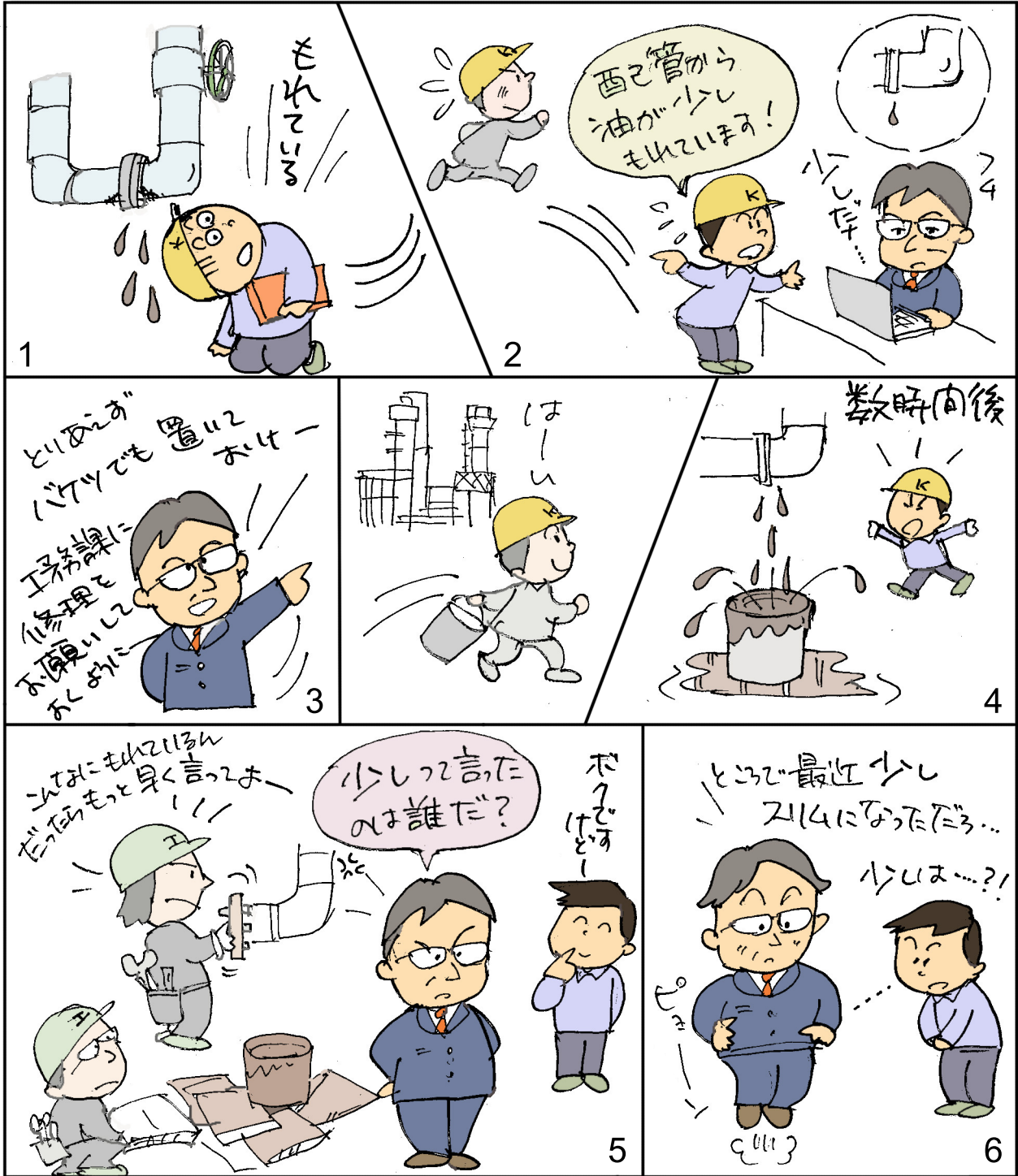
地盤の液状化判定は、屋外貯蔵タンクの安全性確保にとって重要な項目です。この液状化判定は、標準貫入試験により得られたN値や土質試験から得られたD₅₀やFc等の土質定数を組み合わせて実施しています。

しかし、標準貫入試験等のボーリング調査から得られた数値は絶対的なものではなく、地盤の調査箇所によりバラツキがあること等を念頭に地盤の液状化検討を実施することが重要です。

【参考文献】

- 1) 土質動力学の基礎：石原研而 鹿島出版会 1976, P323

少しとはどのくらい？



お互いの共通認識がないと誤った解釈をしかねません。
それが誤った判断となり大きな問題を引き起こす場合も少なくありません。
定量的な報告が必要な時は要注意！