

平成26年3月28日
消 防 庁

「旧法屋外タンク貯蔵所の保安検査のあり方に係る調査検討報告書」の公表

規制・制度改革に係る対処方針（平成22年6月18日閣議決定）において、昭和52年以前に設置された特定屋外貯蔵タンク（以下「旧法タンク」という。）に係る保安検査の開放周期のあり方について総合的に検討することとされました。

旧法タンクについては、一般的に使用されているタンクの板厚が薄いことのほか、タンクの溶接部の信頼性が劣るものがあること、タンクの基礎地盤の堅固さについて工学的指標により確認されていないことが分かっていることから、消防庁では、平成23年度から①基礎地盤の堅固さ、②底板相互の溶接構造、③底板の板厚による影響を評価し、旧法タンクにおける保安検査の検査周期のあり方を総合的に検討してきました。

この度、本検討会の報告書が取りまとめられましたので、公表いたします。

1 検討会の体制

委員名簿（別紙1）のとおりです。

2 検討結果（概要）

旧法タンクについては、以下のような理由から、現時点において、保安検査周期を延長することは適当ではないとされました。

- ・タンク基礎は一定の剛性を有することから基礎が大きく沈降することはないと考えられるものの、基礎表面とタンク底部との間に局所的な空隙の存在が予想され、側板や底部に生じる応力が不均一かつ大きくなるが、これらの影響を評価することは現時点では困難であること
- ・底部の溶接構造（重ねすみ肉溶接）についても、溶接時の欠陥等が疲労強度に影響を及ぼすことが分かったが、これらの影響を評価することは現時点で困難であること
- ・基本的に7年毎に保安検査を受けることとされているが、危険物の漏えいの可能性を評価したところ、基本的な開放周期7年においても、底部板の内面腐食の要因で2基、裏面腐食の要因で7基に貫通が生じる可能性があり、保安検査周期については、過剰に安全余裕をみたものではないこと

今後、改めて旧法タンクの保安検査周期の延長を検討する場合は、旧法タンクは、底部板厚が薄いことのほか、タンクの溶接部の信頼性が劣るものがあること、タンクの基礎・地盤の堅固さについて工学的指標により確認されていないことから、最低でも上記の課題等の解決が必要であるとされました。

3 報告書の概要

報告書の概要は（別紙2）のとおりです。

※ [報告書](#)全文については、消防庁ホームページ（www.fdma.go.jp）に掲載いたします。



<問い合わせ先>

消防庁危険物保安室

担当：大嶋課長補佐、工藤係長

TEL 03-5253-7524

FAX 03-5253-7534

(別紙1)

旧法屋外タンク貯蔵所の保安検査のあり方に係る調査検討会委員名簿(五十音順敬称略)

※()は前任者

座長 亀井 浅道 元横浜国立大学 安心・安全の科学研究教育センター 特任教授
委員 大谷 英雄 横浜国立大学大学院 環境情報研究院 教授
笠井 尚哉 横浜国立大学 安心・安全の科学研究教育センター 准教授
国松 直 独立行政法人産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門
主任研究員
高橋 俊勝 川崎市消防局 予防部 危険物課長
(越谷 成一 川崎市消防局 予防部 危険物課長)
龍岡 文夫 東京理科大学 理工学部土木工学科 嘱託教授
龍川 恒 石油化学工業協会
田中 敏 社団法人日本建設業連合会 安全部 参事
富樫 清英 石油連盟 設備管理専門委員会 タンク部会長
(村上 沢 石油連盟)
永野 日出登 仙台市消防局 予防部 危険物保安課長
(車塚 和彦 仙台市消防局 予防部 危険物保安課長)
野本 敏治 東京大学名誉教授
西浦 教之 堺市消防局 予防部 指導課長
森 修一 倉敷市消防局 副参事兼危険物保安課長事務取扱
八木 高志 危険物保安技術協会 土木審査部次長
柳澤 大樹 危険物保安技術協会 タンク審査部長
山内 芳彦 一般社団法人日本産業機械工業会 タンク部会 技術分科会長
山田 實 消防庁消防研究センター 研究統括官

事務局 消防庁危険物保安室

検討会の目的

規制・制度改革に係る対処方針（平成22年6月18日閣議決定）において、昭和52年以前に設置された特定屋外貯蔵タンク（以下「旧法タンク」という。）に係る保安検査の開放周期のあり方について総合的に検討することとされた。

旧法タンクについては、一般的に使用されているタンクの板厚が薄いことのほか、タンクの溶接部の信頼性が劣るものがあること、タンクの基礎地盤の堅固さについて工学的指標により確認されていないことから、①基礎地盤の堅固さ、②底板相互の溶接構造、③底板の板厚による影響を評価し、旧法タンクにおける保安検査の検査周期のあり方を総合的に検討した。

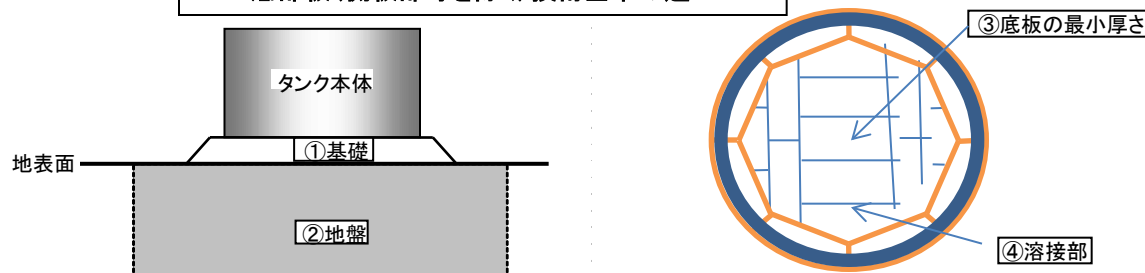
検討会委員

- (座長)
 亀井 浅道 元横浜国立大学 特任教授
- (委員)
 大谷 英雄 横浜国立大学大学院環境情報研究院 教授
 笠井 尚哉 横浜国立大学・安全の科学研究教育センター 准教授
 国松 直 独立行政法人産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門
 高橋 俊勝 川崎市消防局 予防部 危険物課長
 (越谷 成一 川崎市消防局 予防部 危険物課長)
 龍岡 文夫 東京理科大学 理工学部土木工学科 教授
 龍川 恒 社団法人石油化学工業協会
 田中 敏 社団法人日本建設業連合会 安全部 参事
 富樫 清英 石油連盟 設備管理専門委員会 タンク部会長
 (村上 沢 石油連盟)
 永野 日出登 仙台市消防局 予防部 危険物保安課長
 (車塚 和彦 仙台市消防局 予防部 危険物保安課長)
 野本 敏治 東京大学名誉教授
 西浦 教之 堺市消防局 予防部 指導課長
 森 修一 倉敷市消防局 副参事兼危険物保安課長事務取扱
 八木 高志 危険物保安技術協会 土木審査部 次長
 柳澤 大樹 危険物保安技術協会 タンク審査部長
 山内 芳彦 一般社団法人日本産業機械工業会 タンク部会 技術分科会長
 山田 實 消防庁 消防研究センター 研究統括官

※ () 内の委員は、前任者

新法タンク※と旧法タンクの基礎・地盤及び底板板(側板部等を除く)技術基準の違い

※新法タンクとは、昭和52年以降に設置された特定屋外タンク貯蔵所をいう



新法タンク

- ①基礎…堅固に作られている
- ・材料が指定されている
 - ・締め固め度が一定以上
 - ・まき出し厚さが一定未満
 - ・補強が行われている
 - ・底板の防錆対策が講じられている

- ②地盤…堅固に作られている
- ・標準貫入試験N値 ≥ 20 (砂質土地盤の場合は15)
 - ・平板載荷試験値 $\geq 100\text{MN/m}^2$
 - ・液状化対策

- ③底板の最小厚さ…厚い
- 1万k ℓ 以上：12mm以上

- ④溶接部…強度の高い工法
- 完全溶け込み突き合わせ溶接と同等以上

旧法タンク

- ①基礎…堅固さが十分確認されていない
- ・材料
 - ・締め固め度
 - ・まき出し厚さ
 - ・補強
 - ・底板防錆対策
- 規定なし
 基礎外周部における局部破壊が発生しないことを計算等で確認することは必要

- ②地盤…堅固さが十分確認されていない
- ・液状化対策(PL値 ≤ 5)

- ③底板の最小厚さ…薄い
- 3.2mm以上

- ④溶接部…強度の低い工法
- 重ねすみ肉溶接でも可

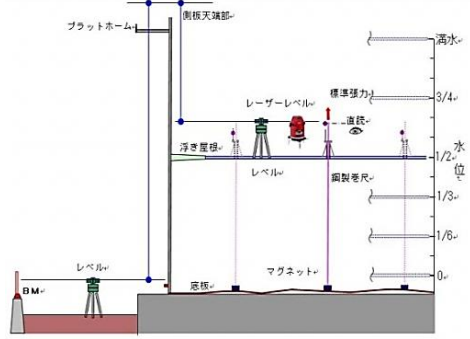
* 容量1万k ℓ 以上のタンクに適用される基準(休止中のタンクを除く)

- ・新法基準：昭和52年以降に設置されたタンクに係る基準。保安検査周期は8年(保安のための措置がとられたものは最大15年)。
- ・旧法第一段階基準：昭和52年以前に設置されたタンク(旧法タンク)のうち、新法基準に準じるものとして平成6年政令附則で定められた基準。保安検査周期は新法と同じ。
- ・旧法第二段階基準：旧法タンクのうち、耐震対策上特に重要な、地盤の液状化対策とアニュラ部の保有水平耐力に関する措置等の基準。保安検査周期は新法タンクより短く7年(保安のための措置がとられたものは、8年、9年又は10年)。

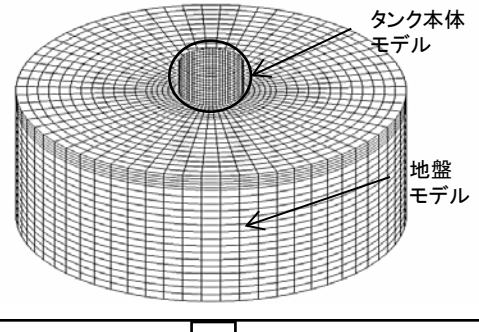
(1) 基礎・地盤の堅固さに係る検討について

検討内容

<水張検査時における沈下量計測の実施>



<有限要素法を用いた沈下量解析の実施>



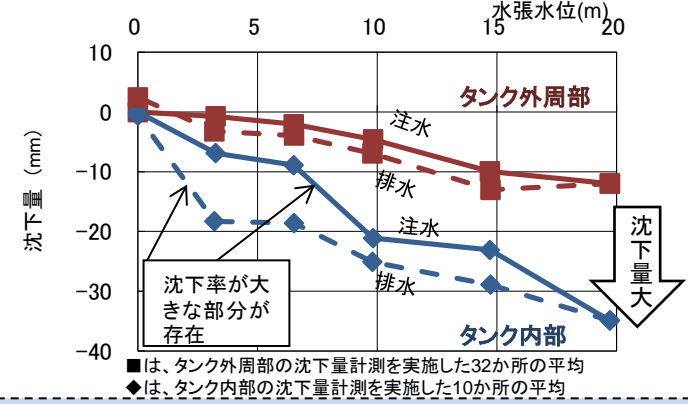
沈下量計測及び有限要素法を用いた解析を実施し、基礎・地盤の堅固さの確認について当該解析手法の妥当性の評価を実施

課題

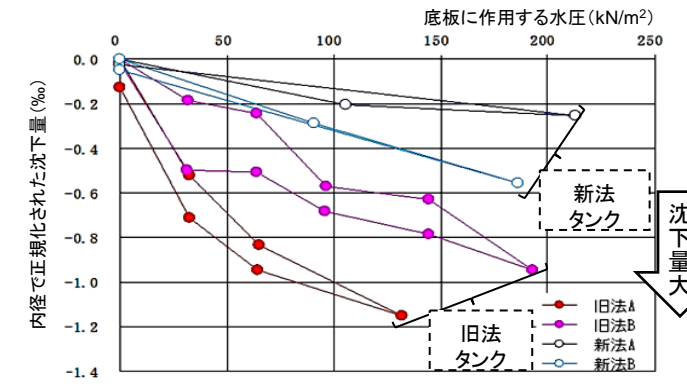
旧法タンクの基礎・地盤においては、空隙の影響が懸念されることが判明したが、空隙の範囲や深さについては中性子線等を用いて非破壊的に確認する方法があるものの一般的ではないこと、個々のタンクにおいて状況が異なること等から、タンク底板の沈下に及ぼす空隙等の影響を評価することは現時点では困難である。
また、有限要素法を用いた底部沈下量の評価についても、地盤物性を詳細に設定した場合はタンク外周部の沈下量は計測結果と解析結果は良好な一致を示したが、タンク内部の評価などに課題があることから、より多くの基礎・地盤データの収集と解析を実施する必要がある。

検討結果

水張検査時における沈下量計測結果



- は、タンク外周部の沈下量計測を実施した32か所の平均
- ◆は、タンク内部の沈下量計測を実施した10か所の平均
- 沈下量は、タンク外周部に比べタンク内部のものが大きいことが確認された。これはタンク底部板に引張応力が発生することを意味する。
- タンク内部においては、沈下率(水位1mあたりの沈下量)が大きくなる部分があることが確認された。タンク底部と基礎表面との局部的な隙間(空隙)が沈下率に影響していることが考えられる。

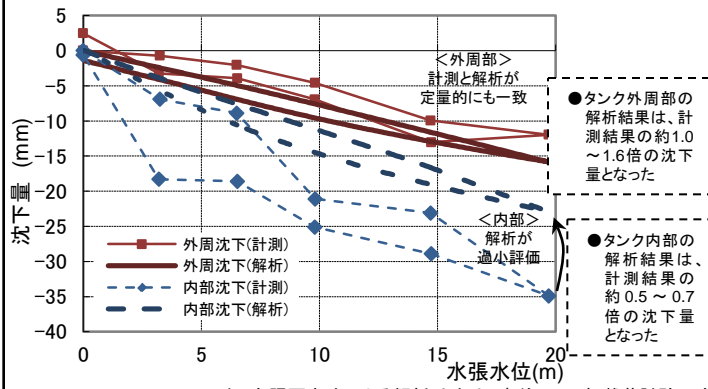


- 地盤の締めめの基準がない年代に建設された旧法タンクは、新法タンクに比べタンク内部の沈下量大きい。

水張試験時における沈下量計測結果と有限要素法を用いた沈下量解析結果の比較

<地盤物性を詳細に設定した場合の例(地盤A)>

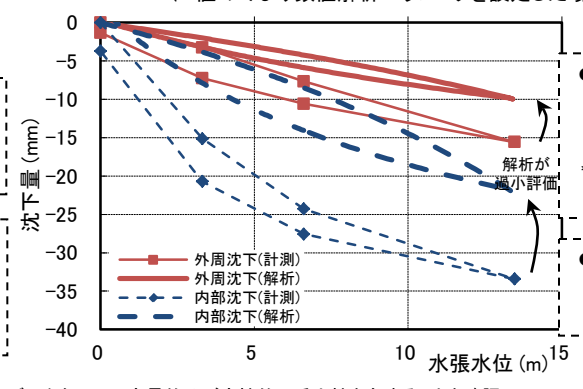
(三軸試験等の結果により数値解析パラメータを詳細に設定した場合)



- タンク外周部の解析結果は、計測結果の約1.0～1.6倍の沈下量となった
- タンク内部の解析結果は、計測結果の約0.5～0.7倍の沈下量となった

<地盤物性を詳細に設定しなかった場合の例(地盤B)>

(N値のみより数値解析パラメータを設定した場合)



- タンク外周部の解析結果は、計測結果の約0.4～0.7倍の沈下量となった
- タンク内部の解析結果は、計測結果の約0.3～0.7倍の沈下量となった

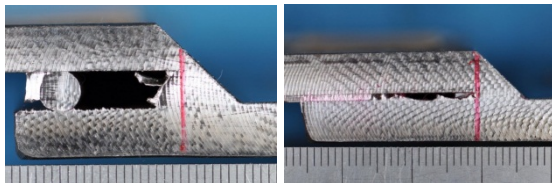
注 有限要素法による解析手法は、事前に、平板荷重試験の実データを用いて定量的及び定性的に妥当性を有することを確認

- 外周部の評価
 - ・地盤物性を詳細に設定できた場合の沈下量は、計測結果と解析結果に良好な一致
 - ・地盤物性の詳細なデータがなく、地盤物性を詳細に設定できなかった場合の沈下量は、計測結果に対し解析結果は過小評価
- タンク内部の評価
 - ・計測結果に対し、沈下量の解析結果は過小評価(地盤物性の確認は未実施)

(2) 底板相互の溶接構造(重ねすみ肉溶接)に係る検討について

検討内容

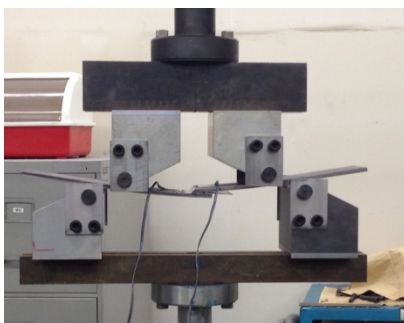
＜疲労強度検証用試験片の作成＞



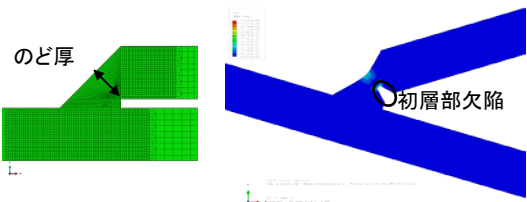
隙間5mm、のど厚50%

隙間1mm、のど厚100%

＜4点曲げき裂進展試験の実施＞



＜有限要素法によるき裂進展解析の実施＞



4点曲げ試験及び有限要素法による解析を実施し、底板相互の溶接構造的要因と疲労強度の影響による評価を実施

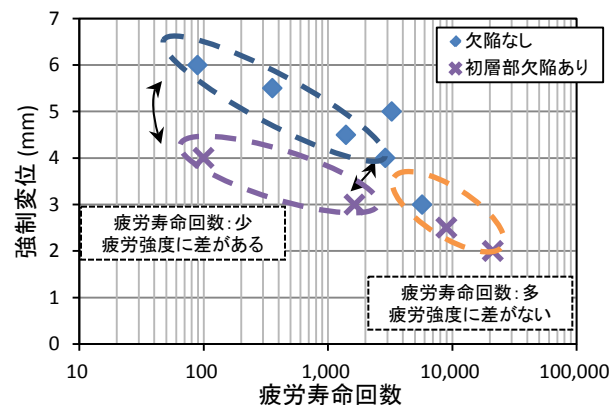
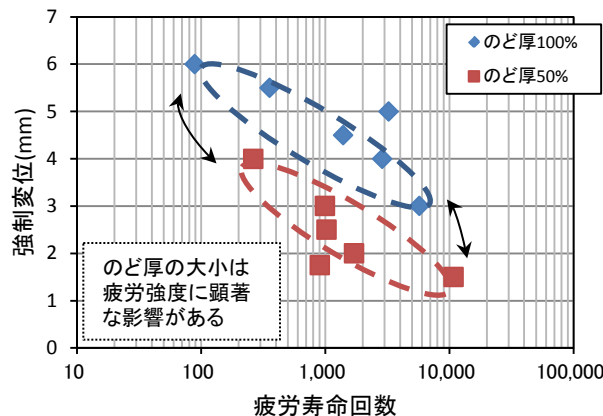
課題

重ねすみ肉溶接部におけるのど厚及び初層部欠陥の有無が疲労強度に影響を及ぼすことが確認されたが、タンクの貯蔵油の入出荷の際に重ねられる繰り返し液荷重履歴の把握やタンク底部の沈下に及ぼす空隙の影響等を評価することが現時点では困難である。

重ねすみ肉溶接部に係るのど厚及び初層部欠陥の有無の評価が可能となる検査が可能となった時点で改めて検討することが必要である。

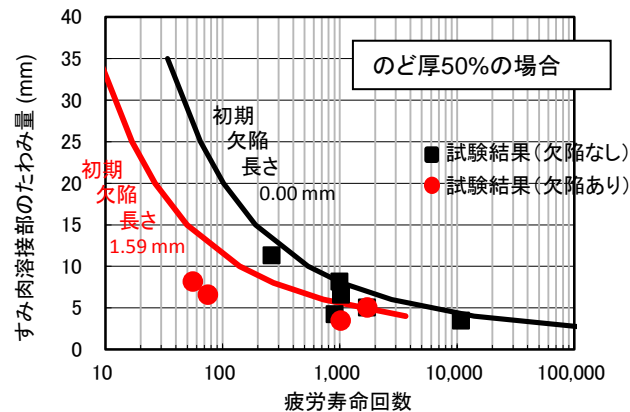
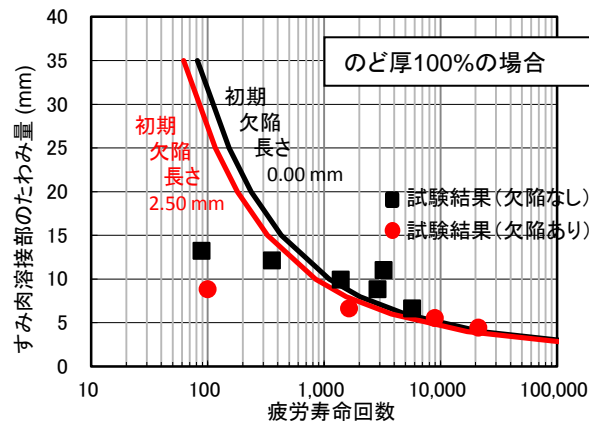
検討結果

4点曲げ試験結果



●重ねすみ肉溶接部の構造的要因(のど厚、初層部欠陥の有無、隙間)のうち、のど厚の大小及び初層部欠陥の有無が疲労強度に影響を及ぼすことを確認

き裂進展解析結果



●き裂進展解析でものど厚及び初層部欠陥の有無が疲労強度に影響を及ぼすことを確認

(3) 底板の板厚の影響に係る検討について

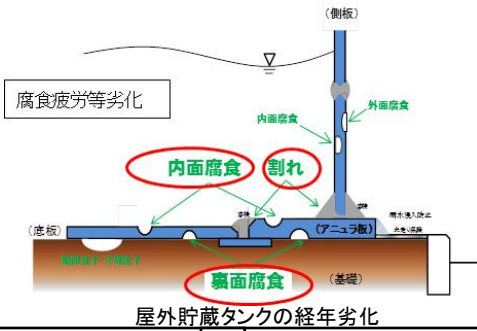
検討内容

＜流出事故事例の調査・分析＞
昭和49年から平成24年までの間に発生した屋外タンク貯蔵所からの危険物流出事故について、調査及び分析を実施

＜開放検査時の腐食状況の調査・分析＞
個々の旧法タンクの開放検査結果(過去の履歴データ)から底部の腐食状況等について、調査及び分析を実施

＜連続板厚測定結果の調査・分析＞
タンク底部全面を連続板厚測定※1した結果から底部の腐食状況等について、調査及び分析を実施

※1 連続板厚測定
30mm以下の間隔でほぼタンク全面にわたって測定を行う技術



検査方法(定点測定法・連続板厚測定法)とタンク底板の腐食率(内面・裏面)の影響による評価を実施

まとめ

旧法タンクについては、底部の板厚の影響評価のみではなく、基礎・地盤や溶接部の評価を行うことが必要であるが、上記(1)～(3)の結果から、現時点においては、旧法タンクの開放周期を延長することは適当ではないと考えられる。
今後、改めて旧法タンクの保安検査周期の延長を検討する場合は、少なくとも上記の課題を解決していく必要がある。

検討結果

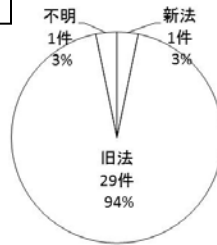
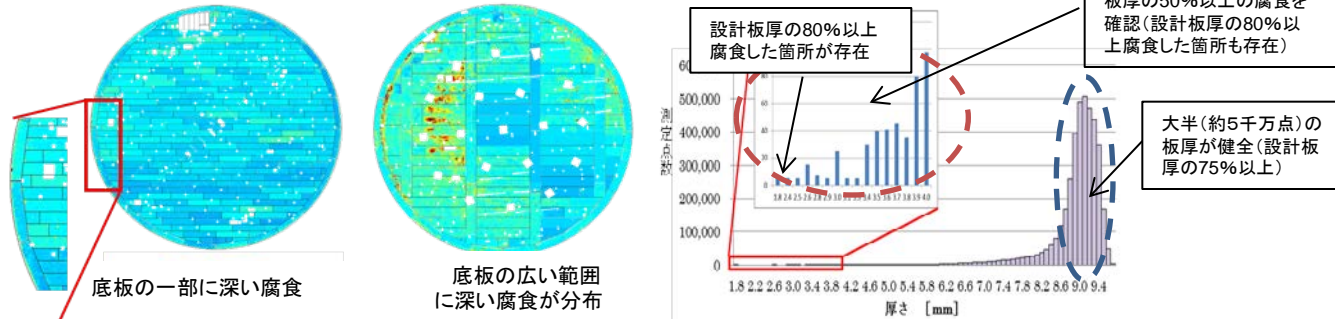


図 底板からの流出件数(新法旧法別)(1974～2012年)

流出事故事例の調査・分析

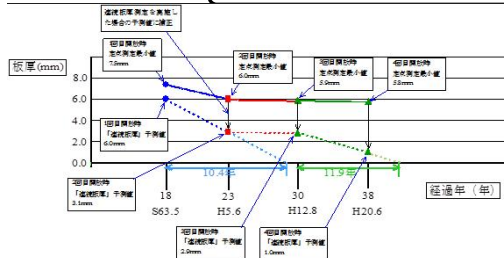
● 特定屋外タンク貯蔵所の底板からの流出事故の9割以上は旧法タンクにおいて発生している。

連続板厚測定法により確認された裏面腐食の状況



- 腐食の形態が面的に腐食するとは限らず部分的に深い腐食(孔食)となる可能性がある。
- 定点測定法を模擬し、抜き取りによる測定とした場合、板厚が減少している箇所を把握できず見逃す可能性(見逃し率)があることが分かったため、定点測定法による板厚管理を行う場合には、タンク底部に貫通孔を生じさせないため、見逃し率を考慮した板厚管理を行うことを提案する。

底板の腐食による貫通年数の推定



- 旧法タンクの基本開放周期(7年)の間に、内面腐食で2基、裏面腐食で21基のタンクに貫通が生じるという結果が得られ、基本開放周期7年は合理的な安全性を見込んだものであり、過剰に安全尤度を見込んでいるとは考えられない。
- * 検討には、板厚測定せずに板の更新を実施した等、腐食深さが測定されなかったデータは除かれている。
- * 定点測定法による見逃し率は平均値を用いており、実際にはより腐食速度が大きくなる可能性がある。
- * 実際のタンクでは、同じ箇所内面腐食と裏面腐食が生じることがあるなどに留意が必要である。

図 過去のデータから腐食による底部板貫通年を推定