

屋外タンク貯蔵所の検査に係る課題と 技術動向について

Issues concerning the inspection of outdoor storage tanks
and current inspection technologies

2023.9.22 NBC災害に関するセミナー

@台湾消防訓練センター

危険物保安技術協会 理事 白石暢彦

1

室外儲槽場所的検査相關課題及 技術動向

Issues concerning the inspection of outdoor storage tanks
and current inspection technologies

2023.9.22 NBC災害研討會

@內政部消防署訓練中心

危険物保安技術協會 理事 白石暢彦

2

目 次

1. 屋外タンク貯蔵所の検査制度の概要
2. 屋外タンク貯蔵所の検査に係る課題と技術動向
 - ▶ コーティング剥離
 - ▶ 浮き屋根の維持管理
 - ▶ 水張試験

3

目 次

1. 室外儲槽場所的検査制度概要
2. 室外儲槽場所的検査相關課題及技術動向
 - ▶ 塗装剥離
 - ▶ 浮頂的維護管理
 - ▶ 満水検査

1 屋外タンク貯蔵所の検査制度の概要

1 室外儲槽場所的検査制度概要

屋外タンクの区分

屋外タンクは、貯蔵する容量によって維持管理に関する基準が異なる。

- 500kL未満（約47,000基）

→ 屋外タンク貯蔵所 【令第2条】



- 500kL以上 1,000kL未満（約3,000基）

→ **準特定**屋外タンク貯蔵所 【令第11条】

- 1,000kL以上（約7,000基）

→ **特定**屋外タンク貯蔵所 【令第8条の2の3】

法：消防法（昭和23年7月24日法律第186号）
令：危険物の規制に関する政令（昭和34年9月26日政令第306号）
則：危険物の規制に関する規則（昭和34年9月29日総理府令第55号）
告：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（昭和49年5月1日自治省告示第99号）

室外儲槽的分类

室外儲槽，根據儲存容量，維護管理的基準不同。

- 未達500kL（約47,000座）

→ 室外儲槽場所 【令第2條】



- 500kL以上，未達 1,000kL（約3,000座）

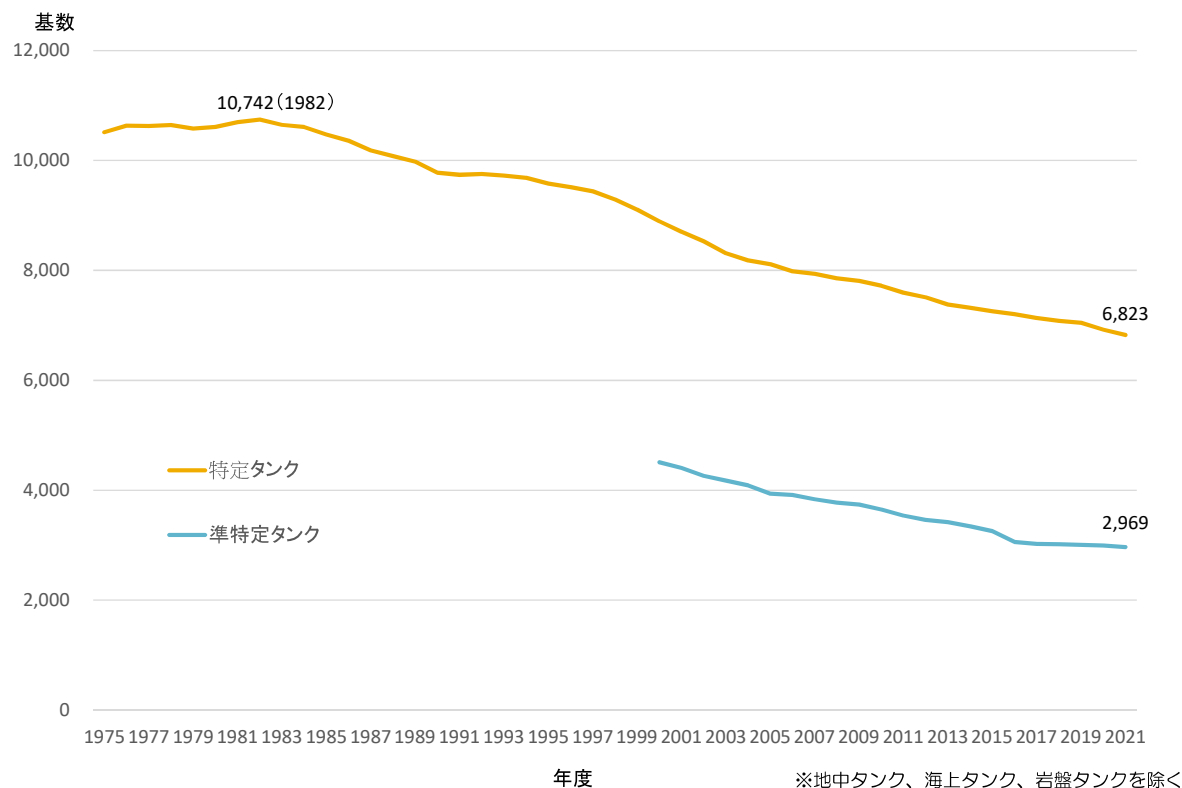
→ **準特定**室外儲槽場所 【令第11條】

- 1,000kL以上（約7,000座）

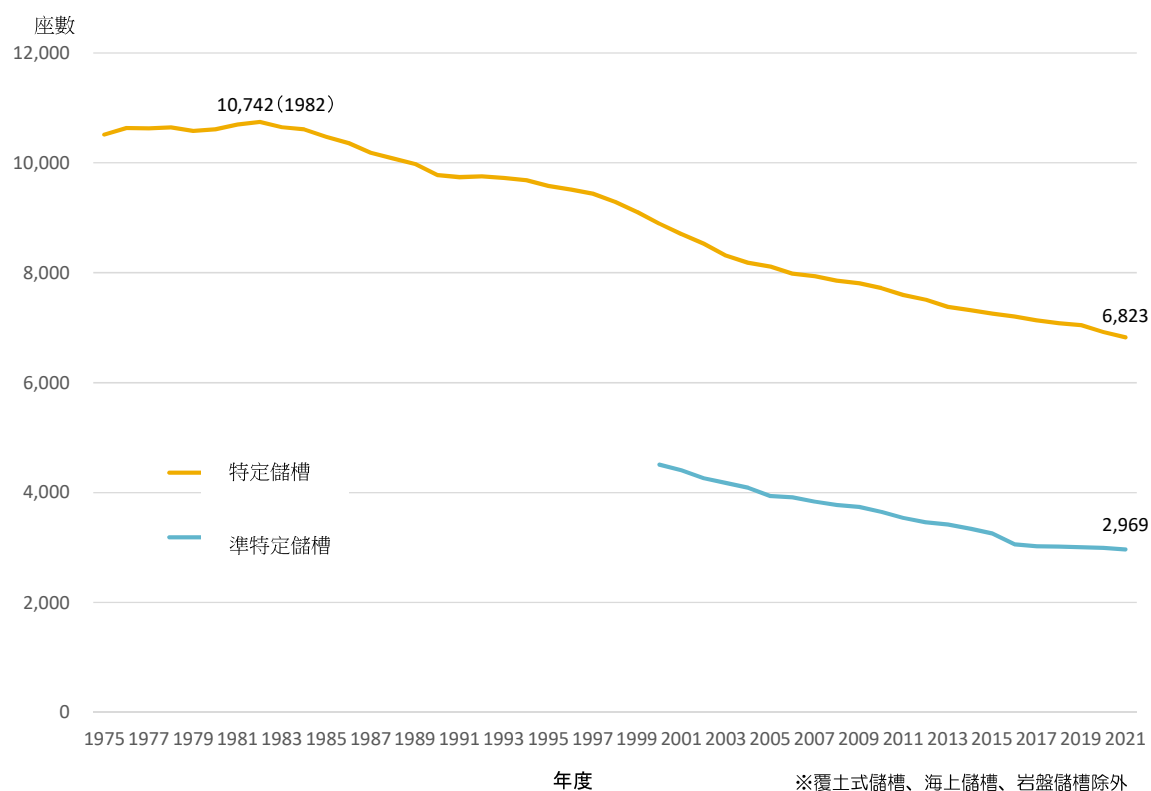
→ **特定**室外儲槽場所 【令第8條之2之3】

法：消防法（昭和23年1948年7月24日法律第186号）
令：規範危険物の相關政令（昭和34年1959年9月26日政令第306号）
則：規範危険物の相關規則（昭和34年1959年9月29日総理府令第55号）
告：規範和危険物相關，技術基準的細目規定的公告（昭和49年1974年5月1日自治省告示第99号）

タンク基数の推移（特定、準特定）



儲槽数量的走勢（特定、準特定）



屋外タンクの検査制度

屋外タンクの所有者等は、技術上の基準に適合するように維持しなければならない。【法第12条】

定期点検（指定数量*の倍数が200以上の屋外タンク）【法第14条の3の2】

- 内容：位置、構造及び設備全般が技術基準に適合しているかどうか
 - 実施者：所有者等
 - 時期：1年に1回以上、使用中に行う。
- *危険物の危険性に応じ定められている数量。
例）ガリウム:200L, 軽油:1,000L

○内部点検（容量が1,000kL以上10,000kL未満の特定屋外タンク）【則62条の5】

- 内容：底部の板厚、底部の溶接部が技術基準に適合しているかどうか
- 実施者：所有者等
- 時期：12～13年*に1回、タンクを開放して行う。

保安検査

【法第14条の3、令第8条の4】

○定期保安検査（容量が10,000kL以上の特定屋外タンク）

- 内容：底部の板厚、底部の溶接部が技術基準に適合しているかどうか
- 実施者：市町村長（消防→KHK）
- 時期：7～8年*に1回、タンクを開放して行う。

○臨時保安検査（容量が1,000kL以上の特定屋外タンク）

- 内容と実施者：定期保安検査と同じ。
- 時期：不等沈下の割合が1/100以上となった場合、タンクを開放して行う。

室外儲槽検査制度

室外儲槽的所有人等、必須根據技術的基準，維護儲槽。

【法第12條】

定期檢修（指定數量*的倍數為200以上的室外儲槽）【法第14條之3之2】

- 内容：確認位置、構造及設備整體是否符合技術的基準
 - 實施人：所有人等
 - 時間：1年1回以上，使用中進行檢修。
- *根據危險物的危險性規定的數量。
例）汽油:200L, 輕油:1,000L

○內部檢修（容量為1,000kL以上未達10,000kL的特定室外儲槽）【則62條之5】

- 内容：底部的底板厚度、底部的焊接處是否符合技術基準
- 實施人：所有人等
- 時間：每12～13年*1次，開放儲槽後檢修。

保安検査

【法第14條之3、令第8條之4】

○定期保安検査（容量為10,000kL以上的特定室外儲槽）

- 内容：底部的底板厚度、底部的焊接處是否符合技術基準
- 實施人：市町村長（消防→KHK）
- 時間：每7～8年*1次，開放儲槽後檢查。

○臨時保安検査（容量為1,000kL以上的特定室外儲槽）

- 内容和實施人：同定期保安検査。
- 時間：地盤下陷的比例為1/100以上時，開放儲槽後檢查。

屋外タンクの検査間隔のイメージ

定：定期点検（所有者が実施）
 内：内部点検（所有者が実施）
 保：保安検査（市町村長等(消防)が実施）

■：タンク共用中
 □：タンク開放中

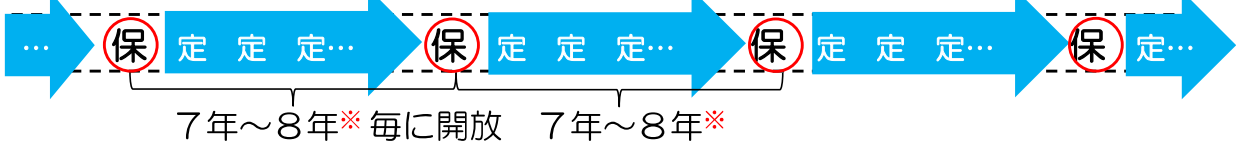
●指定数量※の倍数が200以上の屋外タンク



●1,000kL以上10,000kL未滿の特定屋外タンク



●10,000kL以上の特定屋外タンク



※不等沈下の割合が1/100となった場合には、共用期間中であってもタンクを開放し、臨時保安検査を受ける。
 指針に示された内部コーティングを行う等により、最大15年まで延長する制度あり。

室外儲槽検査的間隔時間

定：定期検修（所有人實施）
 内：内部検修（所有人實施）
 保：保安検査（市町村長等(消防)實施）

■：儲槽共用中
 □：儲槽開放中

●指定数量※的倍數為200以上の室外儲槽



●1,000kL以上10,000kL未滿的特定室外儲槽



●10,000kL以上の特定室外儲槽



※若不均匀沉陷比例達1/100的話，即便在共用期間中也要將儲槽開放，接受臨時保安検査。
 根據指針(指引)配合進行內部塗裝等時機，最久可延長至15年。

定期点検

対象：指定数量※の倍数が200以上の屋外タンク

実施者：所有者等が1年に1回以上

検査事項：位置、構造及び設備全般が技術基準に適合しているかどうか

主な点検部位と方法 ※ 危険物の危険性に応じ定められている数量。
例) ガソリン:200L, 軽油:1,000L

部位		点検の方法
基礎		目視
底部	底板	目視
	雨水侵入防止措置	目視
	水抜き管等	目視
側板部	側板	目視、著しい腐食は板厚測定
	ノズル	目視、著しい腐食は板厚測定
	タンクアース	目視、接地抵抗計による測定
	ウインドガード及び階段	目視
浮屋根	屋根板	目視、著しい腐食は板厚測定
	ボンツーン	目視
防油堤		目視、傾斜が著しい場合はレベル計等による測定
電気設備		目視、作動確認

定期検修

対象：指定数量※の倍数が200以上の室外儲槽

実施人：所有人等毎年1回以上

検査事項：位置、構造及び設備全体是否符合技術基準

主要検修部位及方法 ※ 根據危險物品的危險性規定數量。
例) 汽油:200L, 輕油:1,000L

部位		検修方法
基礎		目視
底部 (槽底)	底板	目視
	雨水滲入防止措置	目視
	排水管孔等	目視
側板部 (槽壁)	側板 壁板	目視、明顯鏽蝕時測板厚
	管嘴	目視、明顯鏽蝕時測板厚
	接地線	目視、使用地組測量儀測量
	風樑及樓梯	目視
浮屋根 (槽頂浮頂)	槽頂板	目視、明顯鏽蝕時測板厚
	浮艙	目視
防液堤		目視、明顯傾斜時、用水平儀等測量
電器設備		目視、確認是否正常運作

内部点検

- 対象：容量1,000kl以上10,000kl未満の特定タンク
実施者：所有者等が12年～13年ごと
検査事項：①「**底部の板の厚さ**」に関する事項
②「**底部の溶接部**」に関する事項

点検項目

部位	点検内容	点検方法
底部	板厚測定	超音波板厚試験（UT）
	溶接部の非破壊検査	磁粉探傷試験（MT）

一般的に、上記事項に加え、タンクの全体的な劣化状況等の点検が行われる。

部位	点検内容	点検方法
側部	板厚測定	実測板厚UTによる強度評価
変形の有無	側板と底板の角度測定	角度ゲージ
	底部の形状測定	測量
	不等沈下の測定	測量

内部点検の結果、技術基準に適合しない部分があれば、補修を行う。
溶接部の補修が発生した場合、消防による**溶接部検査**を受ける。

内部検修

- 対象：容量1,000kl以上，未達10,000klの特定儲槽
実施人：所有人等毎12年～13年一次
検査項目：①「**槽底的底板厚度**」相關項目
②「**槽底的焊接線**」相關項目

検修項目

部位	検修内容	検修方法
槽底	量測底板厚度	超音波板厚検測（UT）
	焊接線の非破壊検査	磁粉探傷検測（MT）

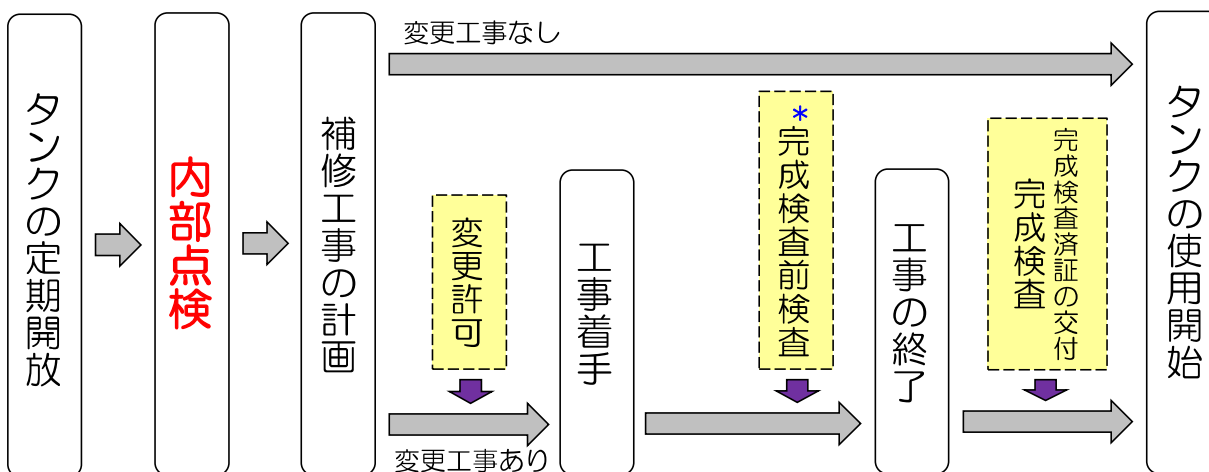
一般來說，除了上述項目，還需檢修儲槽整體的劣化狀況等。

部位	検修内容	検修方法
槽壁	板厚測量	實際測量板厚UT評估強度
是否變形	測量槽壁和底板的角度	角度儀
	測量底部的形狀	測量
	測量不均勻沉降(地層下陷)	測量

内部検修結果，若不符合技術基準，則必須進行**補正**。
若補正項目包含焊接線，則必須接受**焊接線検査**。

内部点検

□ : 所有者等
 □ (点線) : 市町村長等 (消防)

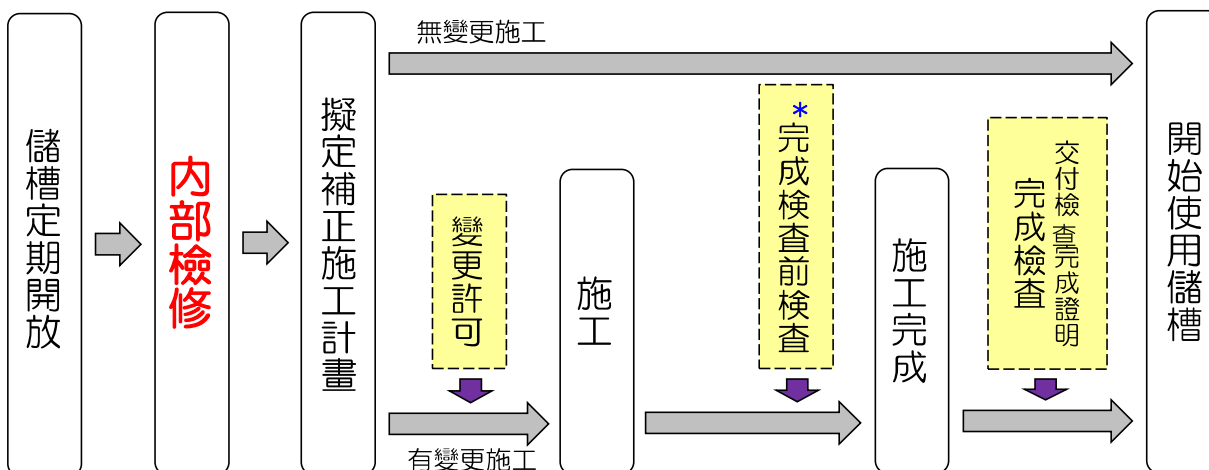


タンク開放時の一般的な流れ

* 完成検査前検査には、①基礎地盤検査、②溶接部検査、③水張検査がある。

内部検修

□ : 所有人等
 □ (点線) : 市町村長等 (消防)



儲槽開放の一般流程

* 完成検査前検査包含①地盤基礎検査、②焊接處検査、③満水検査。

保安検査

- 対象：容量10,000kl以上の特定タンク
 実施者：市町村長（消防→KHK）が7年～8年ごと
 検査事項：①「底部の板の厚さ」に関する事項
 ②「底部の溶接部」に関する事項

検査項目

部位	検査内容	検査方法
底部	板厚測定	超音波板厚試験（UT）
	溶接部の非破壊検査	磁粉探傷試験（MT）



目視検査



超音波板厚試験



磁粉探傷試験

一般的に、保安検査を受ける前に、所有者等が内部点検を行い、技術基準に適合しない部分は補修を行う。

保安検査

- 対象：容量10,000kl以上の特定儲槽
 実施者：市町村長（消防→KHK）毎7年～8年一次
 検査項目：①「量測底板厚度」相關事項
 ②「槽底的焊接線」相關事項

検査項目

部位	検査内容	検査方法
底部	測量板厚	超音波測厚検査（UT）
	焊接線の非破壊検測	磁粉探傷検測（MT）



目視検査



超音波測厚検査

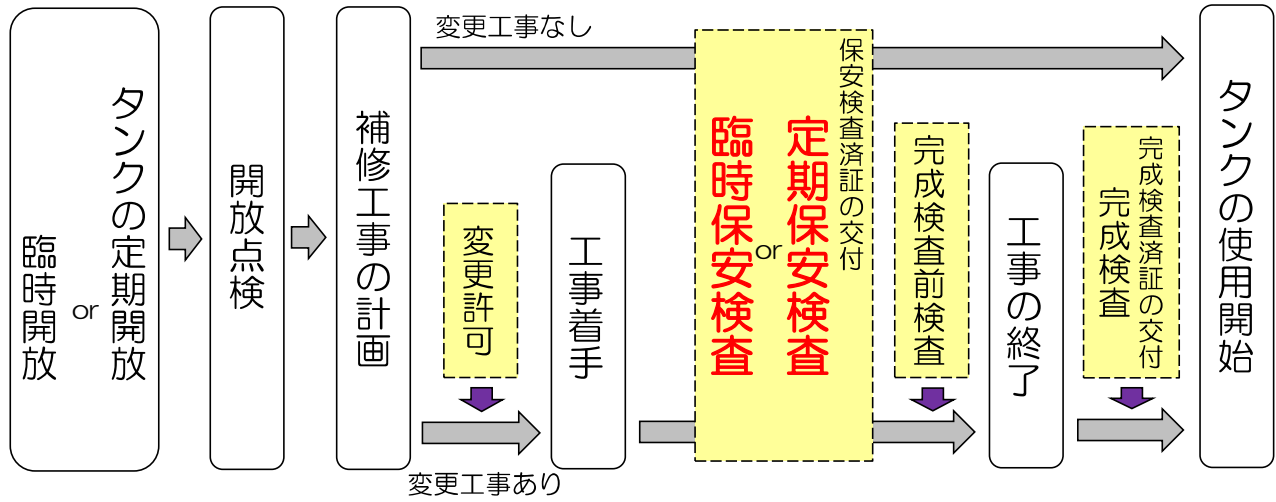


磁粉探傷検測

一般來說，接受保安検査之前，所有人等會先進行內部檢修，補正不符合技術基準的部分。

保安検査

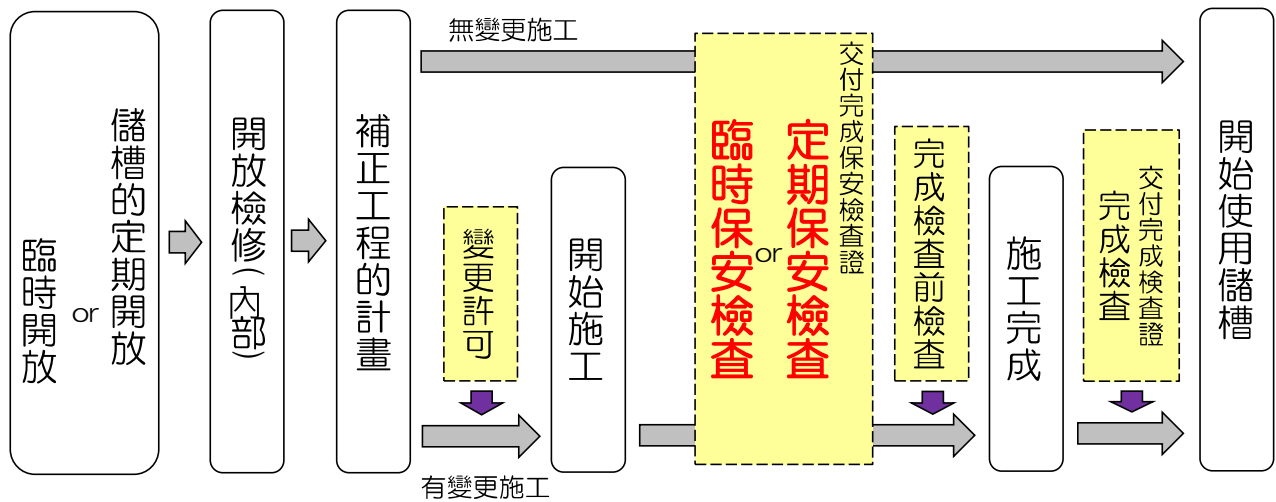
- : 所有者等
- (点線) : 市町村長等 (消防)



タンク開放時の一般的な流れ

保安検査

- : 所有人等
- (点線) : 市町村長等 (消防)

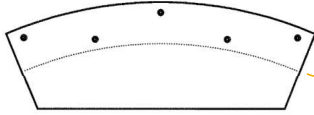


儲槽開放の一般流程

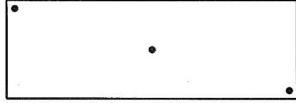
内部点検や保安検査における底部の板厚測定箇所

定点測定 (56号通知)

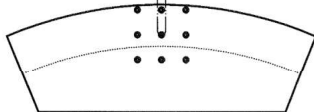
千鳥に2m以下の間隔



板1枚あたり3点以上



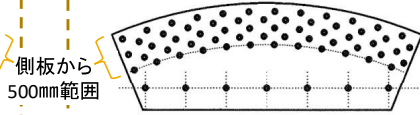
おおむね0.3mの間隔



超音波板厚試験

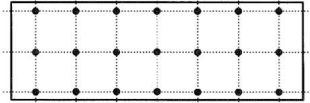
定点測定 (169号通知)

概ね100mmの間隔で千鳥+
概ね1mの間隔+内面腐食部



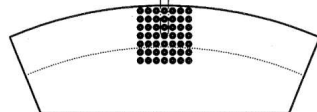
アニュラ板

概ね1mの間隔



底板

概ね100mmの間隔

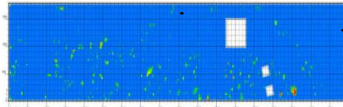
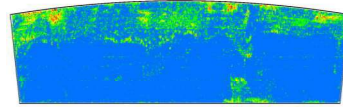


アース・ドレン部分 (56号は+腐食部分)

所有者等が測定方法を選択する。

連続測定

30mm以下の間隔
(実際は5mm間隔程度)



2022年度実績

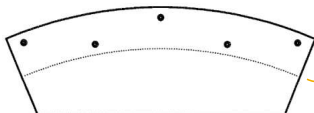
56号:15%, 169号45%, 連続40%

25

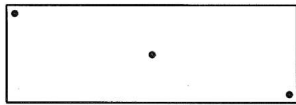
内部検修和保安検査之槽底板量測厚度的部位

定點測量 (56號通知)

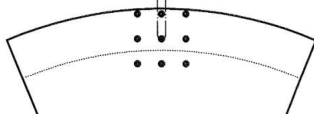
交錯2m以下的間隔



每片底板3個點以上



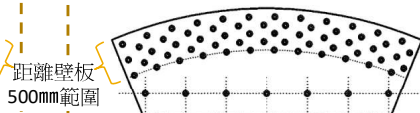
大概間隔0.3m



超音波測厚検査

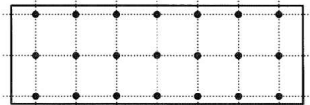
定點測量 (169號通知)

大概間隔100mm交錯+大概
間隔1m+内側鏽蝕處



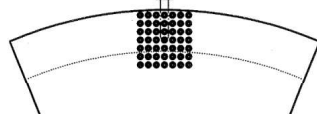
底環板

大概間隔1m



槽底

大概間格100mm

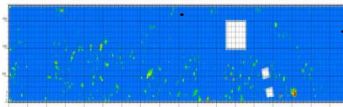
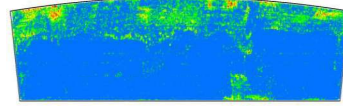


接地線、排水管部位 (56號+鏽蝕部分)

所有人等選擇測量的方法。

連續測量

30mm以下の間隔
(實際為間隔約5mm)

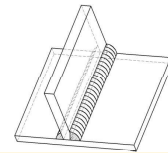
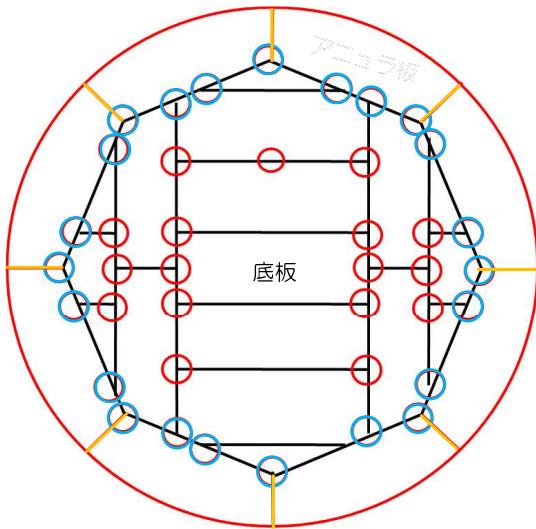


2022年度實測

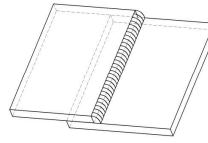
56號:15%, 169號45%, 連續40%

26

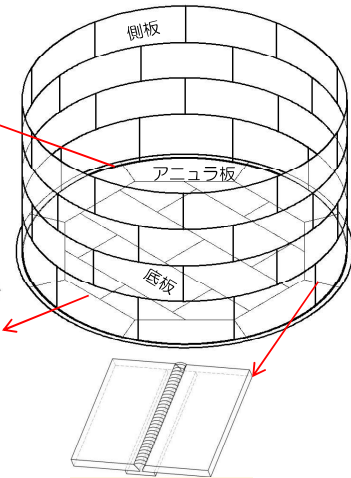
内部点検や保安検査で磁粉探傷試験（MT）を実施する箇所



T継手
・アニュラ板×側板



重ね継手
・アニュラ板×底板
・底板×底板



突合せ継手

- ・アニュラ板×アニュラ板
- ・アニュラ板×底板
- ・底板×底板

- 〈MTを実施する溶接線〉
- アニュラ板×側板 : タンク内面を全線 —
 - アニュラ板×アニュラ板 : 全線 —
 - アニュラ板×底板 : 3交点の箇所全て ○
 - 底板×底板 : 3交点の箇所全て ○
直線部1か所

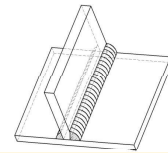
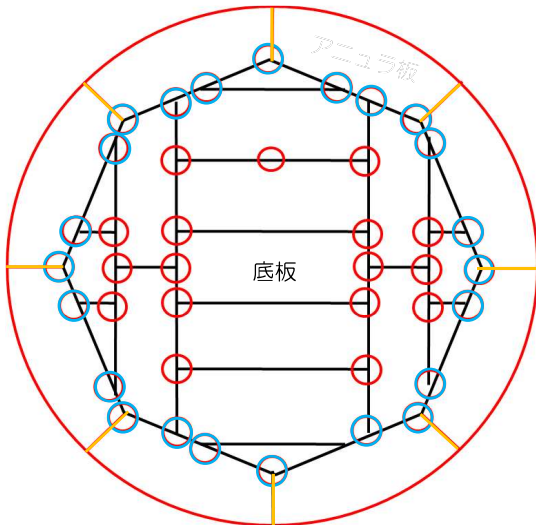
※上記に関わらず、約70%のタンクは自主的に全線検査を実施している。



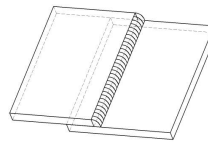
磁粉探傷試験

27

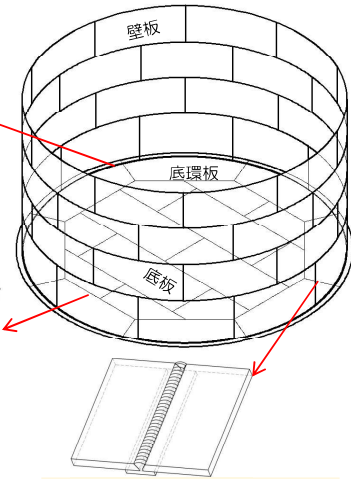
内部検修和保安検査採用磁粉探傷検測（MT）的部位



T型焊接
・底環板×壁板



重畳焊接
・底環板×底板
・底板×底板



貼合焊接

- ・底環板×底環板
- ・底環板×底板
- ・底板×底板

- 〈実施MT的焊接線〉
- 底環板×壁板 : 儲槽内側全線 —
 - 底環板×底環板 : 全線 —
 - 底環板×底板 : 3條線相交處全部 ○
 - 底板×底板 : 3條線相交處全部 ○
1處直線部分

※上述項目之外、約有70%的儲槽業主會自主實施全線檢查。



磁粉探傷試験

28

2 屋外タンク貯蔵所の検査に係る課題と技術動向

2 室外儲槽場所検査相關的問題と技術動向

課題① コーティング剥離

タンクを開放して行う内部点検や保安検査において、底部の溶接線の検査である磁粉探傷試験を実施するためには、底部の溶接線に施工しているコーティングを剥離しなければならない。

国家備蓄の10万kL級タンクでは、溶接線の長さは数kmにおよぶ。

- コーティングの剥離
- 発生する大量の産業廃棄物の処理
- 剥離した部分の再塗装
- 作業に要する期間、費用



目視検査



磁粉探傷試験

課題① 塗装剥離

儲槽開放後進行内部検修和保安検査，検査槽底焊接線若要採用磁粉探傷檢測，則槽底焊線上面的塗裝(油漆)不得剝離。

中央儲備的10萬kL級儲槽，焊接線的長度長達數km。

- 塗裝(油漆)剝離
- 產生大量産業廢棄物的處理
- 剝離部位重新塗裝(油漆)
- 作業所需時間、費用



目視検査

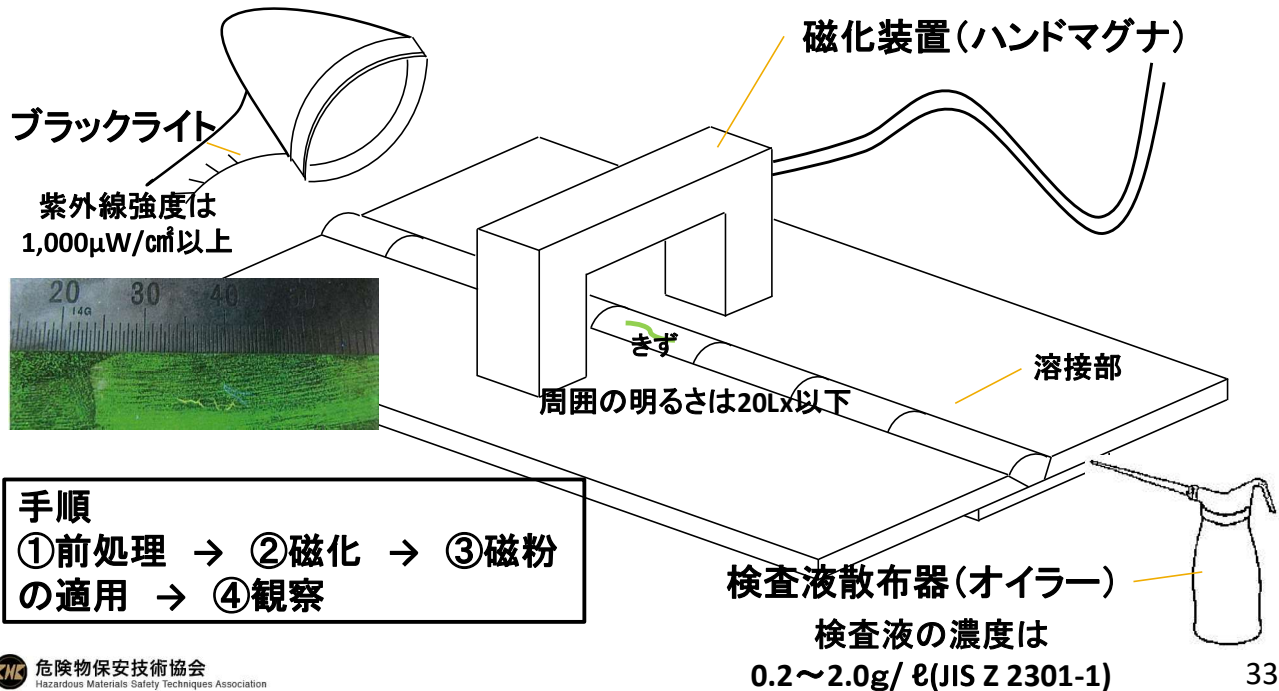


磁粉探傷檢測

底部溶接線の検査 磁粉探傷試験 (MT)

磁粉探傷試験・極間法(蛍光磁粉使用)

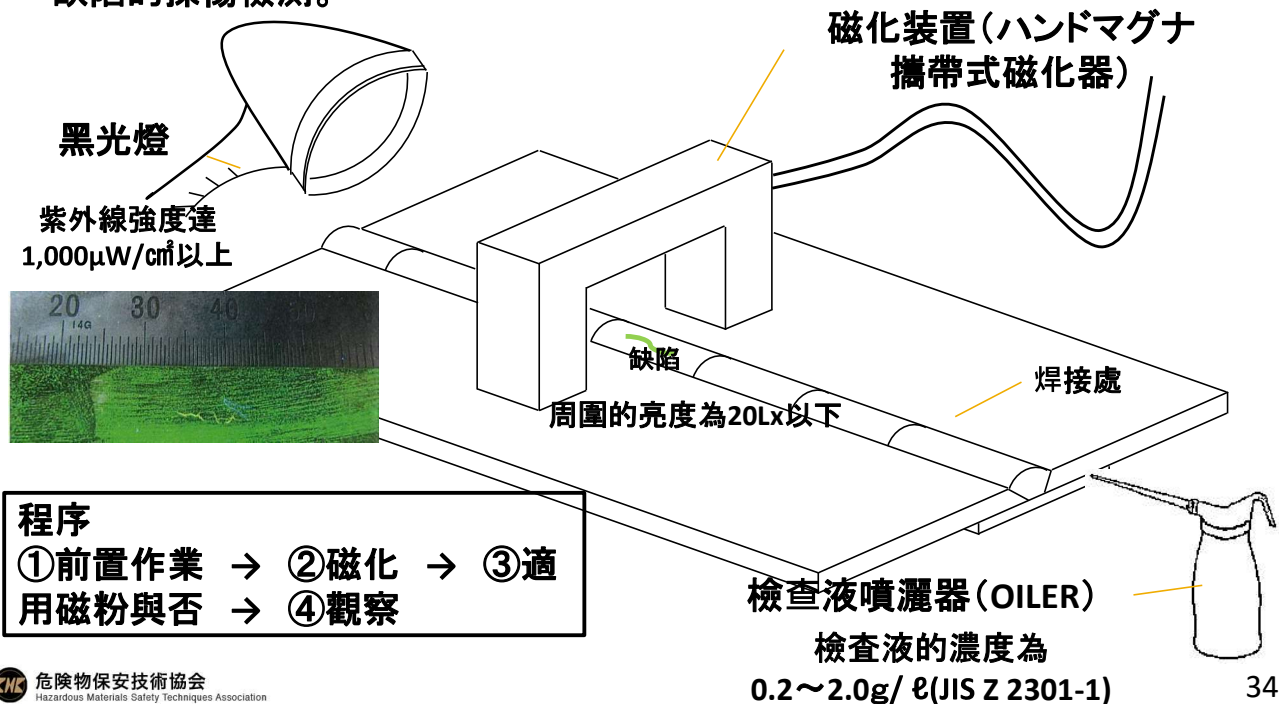
磁粉探傷試験は、鉄鋼材料などの強磁性体の表面及びその近傍のきずを検出することに適した探傷試験である。



槽底焊接線の検査 磁粉探傷検測 (MT)

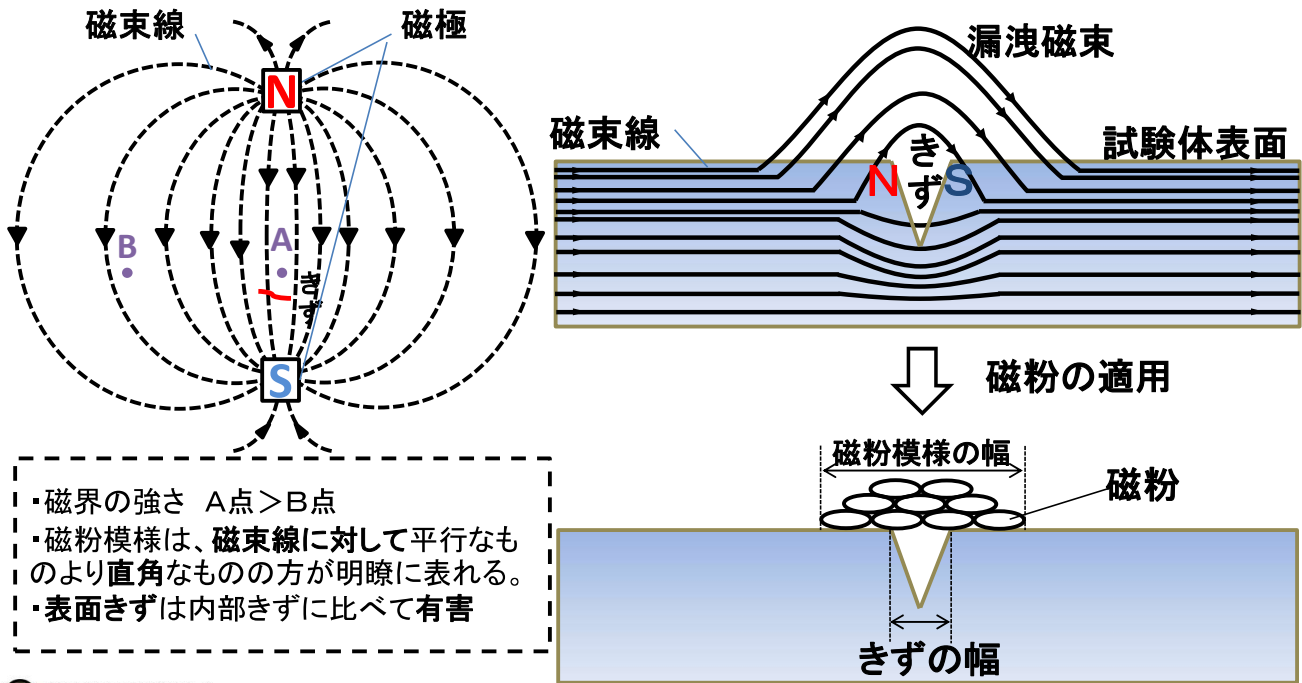
磁粉探傷検測、極間法(使用蛍光磁粉)

磁粉探傷検測、適合用於找出鋼鐵材質等，具有鐵磁性槽體表面及鄰近部位缺陷的探傷檢測。



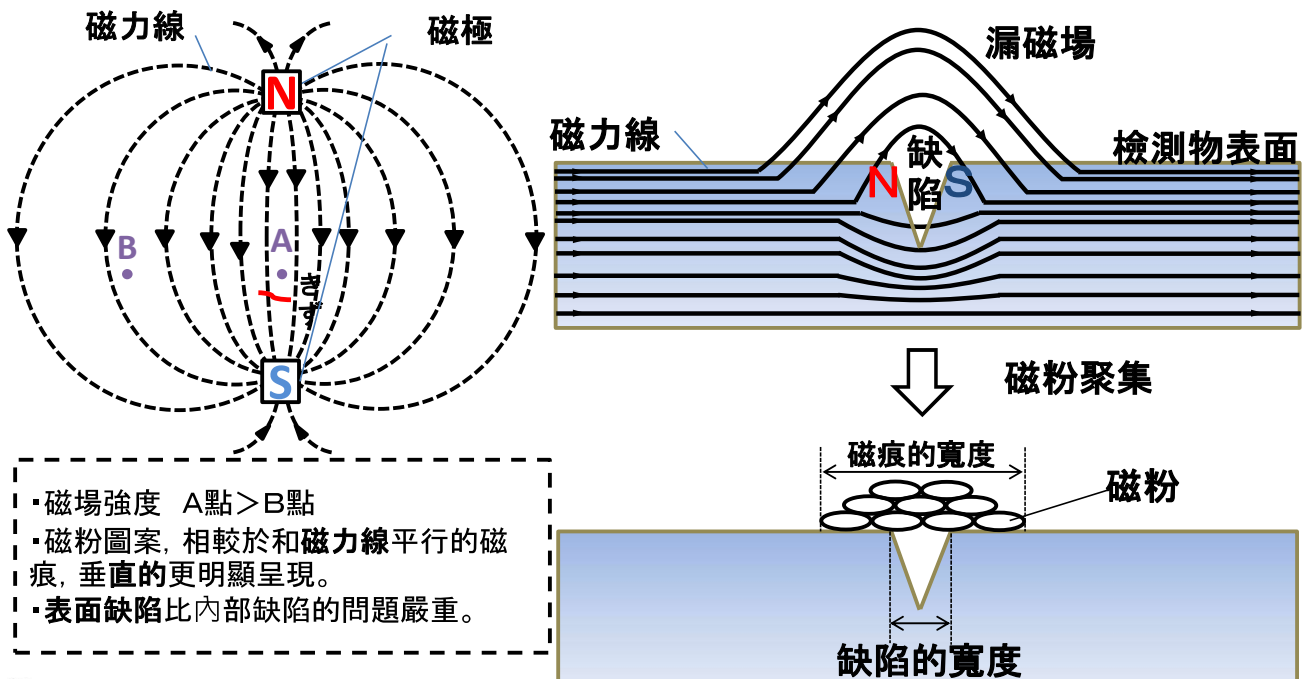
磁粉探傷試驗 (MT) の原理

強磁性体に磁気を作用させ(磁化)、磁粉探傷剤を散布することで、**表面及び表面直下の比較的浅い部分**(表面から約2~3mm程度)のきず部から生じた漏洩磁束に磁粉が付着し、きずが拡大され磁粉模様として現れる。



磁粉探傷検測 (MT) 的原理

讓鐵磁性物體產生磁性(磁化), 撒上磁粉探傷劑, **表面及表面正下方較淺部位**(距離表面約2~3mm左右)的缺陷處產生漏磁場, 磁粉會附著在洩漏的磁束上, 缺陷若擴大則會形成磁痕。

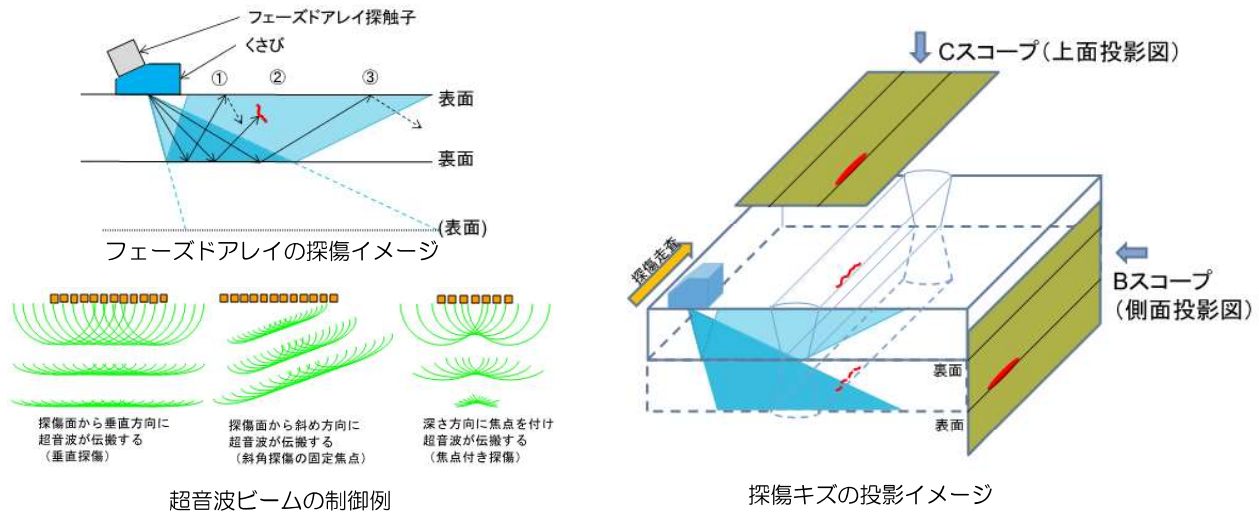


技術動向① コーティング上からの検査

コーティングを剥離せずに試験する方法（その1）

〈フェーズドアレイ超音波探傷試験〉

超音波を送受信する振動子を複数有した探触子を用いて、一つ一つの振動子から送信される超音波ビームを電子的に制御することにより、スキャンニングやフォーカシング等が可能。複数のきずを有する検査対象物の内部状況を一つの断面画像として得ることができる。

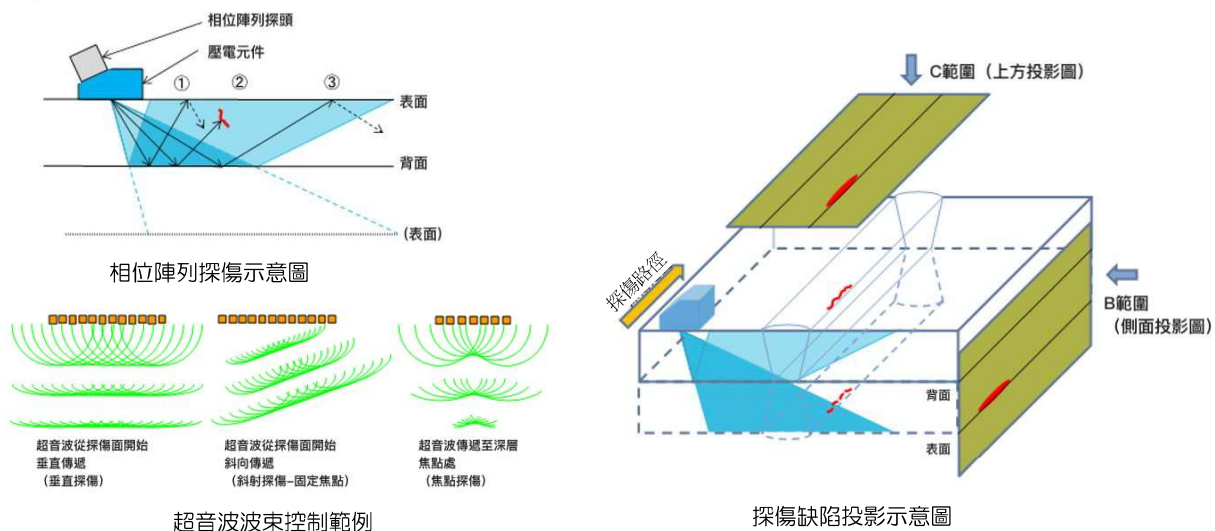


技術動向① 隔著塗装進行的検査

不須去除塗装的検査方法（其1）

〈相位陣列超音波探傷検査〉

此儀器的探頭裝有多個可發送及接收超音波的換能器。透過探頭，電子控制每個換能器傳回的超音波波束，得以掃描或聚焦。當檢測物存在多處缺陷時，可從單一剖面圖，得知內部狀況。



技術動向① コーティング上からの検査

コーティングを剥離せずに試験する方法（その1）

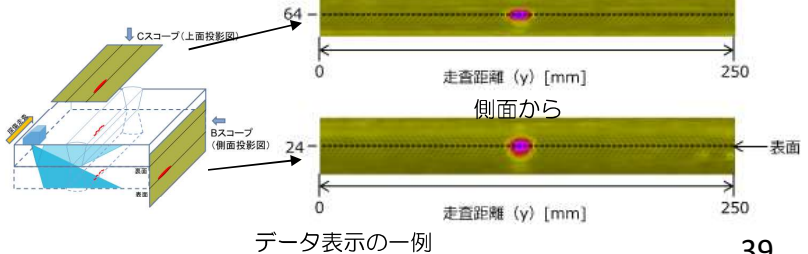
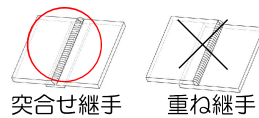
〈フェーズドレイ超音波探傷試験〉

2022年に底部溶接線の試験方法として認められた。【令和4年消防危第195号】

- 突合せ継手（底板×底板）のみ適用可能。
- 加熱コイル等の障害物がある場合は適用が困難。
- 過去に磁粉探傷試験が実施されている溶接線のみ適用可能。
- 溶接線近傍の裏面の腐食状況を連続板厚測定による確認が必要。
- 探傷速度は2cm/s。（10万kLタンクの底板×底板溶接線長を約3kmとすると、実質42hr程度で探傷可能）



現在、実際の保安検査に向けて準備中。



技術動向① 隔著塗装進行的検査

不須去除塗装的検査方法（其1）

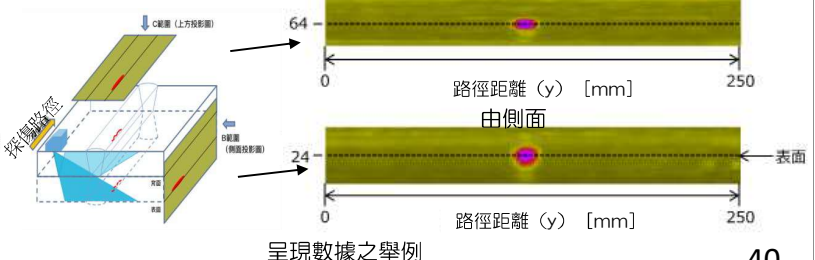
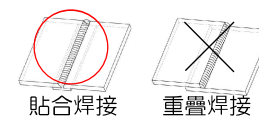
〈相位陣列超音波探傷検査〉

2022年認可的槽底焊接線検査方法【令和4年消防危第195号】

- 僅適用於貼合焊接（底板×底板）。
- 不適用於有加熱線圈等障礙物狀況。
- 僅適用於過去做過磁粉探傷測驗之焊接線。
- 必須透過連續板厚測量，確認焊接線附近內側的鏽蝕狀態。
- 探傷速度為2cm/s。（10萬kL儲槽底板×底板之焊接線長度若以約3km計算、實際需花費約42hr進行探傷）



現在，準備接受保安検査。



技術動向① コーティング上からの検査

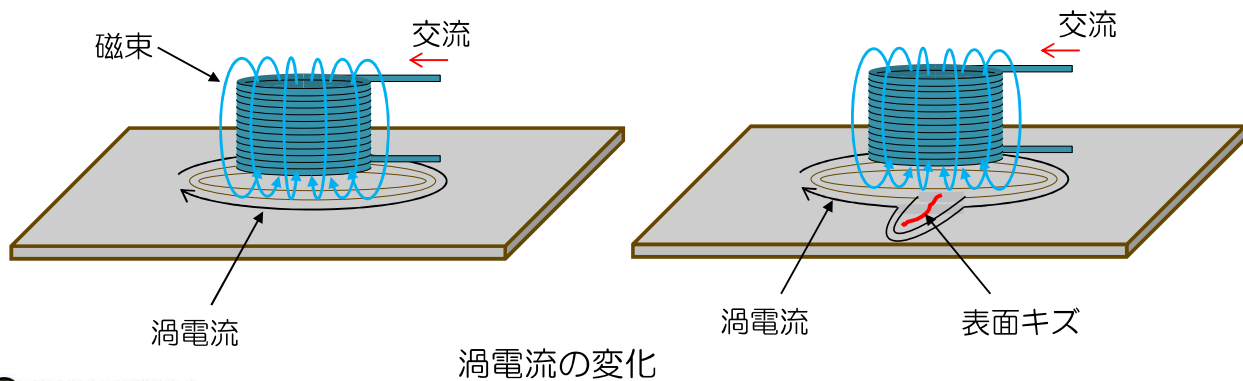
コーティングを剥離せずに試験する方法（その2）

〈渦電流探傷試験（ET）〉（性能確認中）

コイルに電流を流したときの磁場により金属内部に発生した渦電流が、きず等により乱れることを利用して、きずを検知する試験方法。

コイルに交流電流を流し測定物に近づけると、測定物には渦電流が発生する。渦電流はクラックなどの表面きずを避けて生成されるため、**きずの有無により渦電流の流れる状況に変化が生じる。**

渦電流探傷試験では、この**渦電流の変化を検出しきずの有無を判定する。**



技術動向① 隔著塗装進行的検査

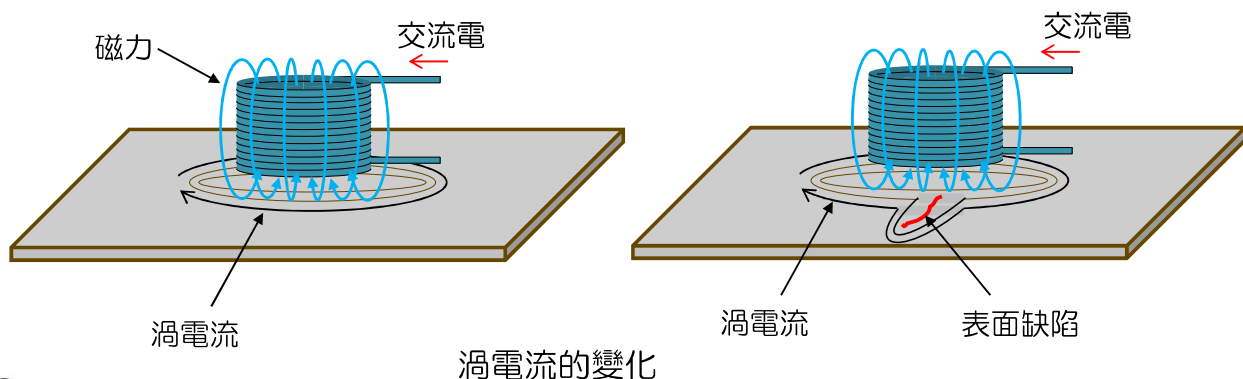
不須去除塗装の検査方法（其2）

〈渦電流探傷検査（ET）〉（確認性能中）

電流通過線圈後形成磁場，於金屬內部產生渦電流。利用渦電流會因缺陷等呈現混亂的特性，檢測出缺陷的檢查法。

交流電流至線圈並靠近檢測物後，檢測物將出現渦電流。渦電流會避開裂縫等表面缺陷，因此，**有無缺陷將左右渦電流是否產生變化。**

透過渦電流探傷檢測，**觀察渦流的變化，藉以檢查出有無缺陷。**



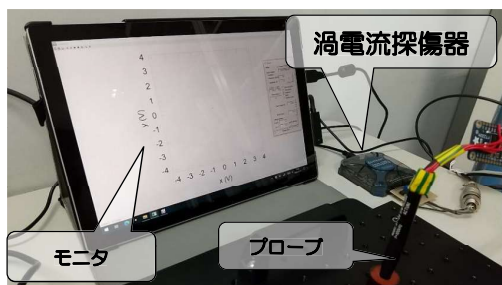
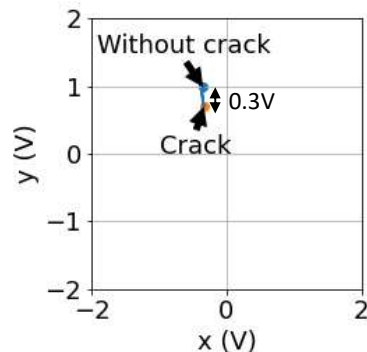
技術動向① コーティング上からの検査

コーティングを剥離せずに試験する方法（その2）

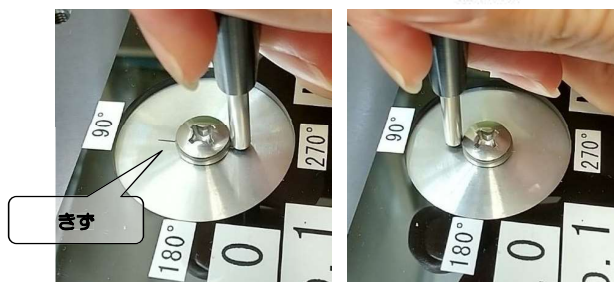
〈渦電流探傷試験（ET）〉

実用化に向けて、大学や検査工業会と協力し、検査条件や運用方法の検討を行っている。

- 2022～2023年度：基礎データの取得
- 2024年度：実タンクにおける検証
- 2025～2026年度：データを積み上げ制度化を目指す



渦電流探傷装置



きすなし部

きす部

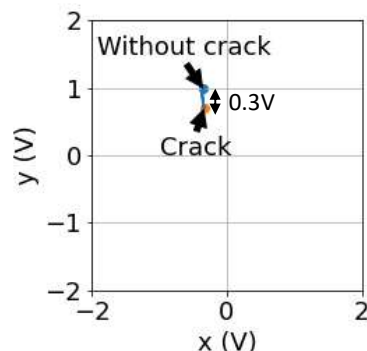
技術動向① 隔著塗装進行的検査

不須去除塗装の検査方法（其2）

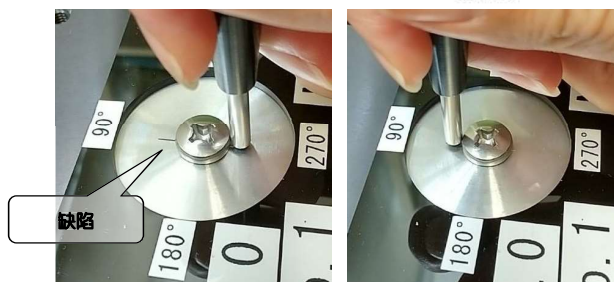
〈渦電流探傷検査（ET）〉

為使技術更實用，與大學和検査工業協會等合作，検討検査條件和運用方法等。

- 2022～2023年度：取得基礎資料
- 2024年度：儲槽實測
- 2025～2026年度：累積資料、數據，目標建立系統化



渦電流探傷装置



有缺陷

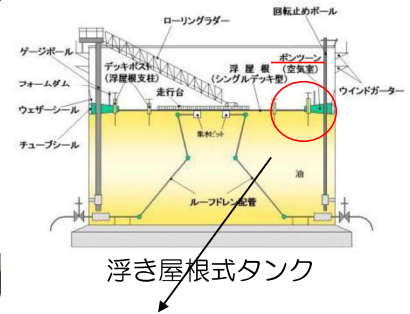
無缺陷

課題② 浮き屋根の維持管理(地震)

2003年の北海道十勝沖地震では、長周期地震動によりタンクの浮き屋根が損傷して沈下し、全面火災に発展するなどの被害が発生した。

これを受け、一定規模以上の屋外タンクの浮き屋根*に耐震化（構造、浮力）が求められ、**2017年に基準への適合化が完了**した。

*容量20,000kL以上 or Hc(液面揺動に対する空間高さ)が2m以上のシングルデッキの浮き屋根



浮き屋根式タンクの火災

鎮火後



側板の倒れ



ポンツーンの座屈・破断



課題② 浮頂的維持管理(地震)

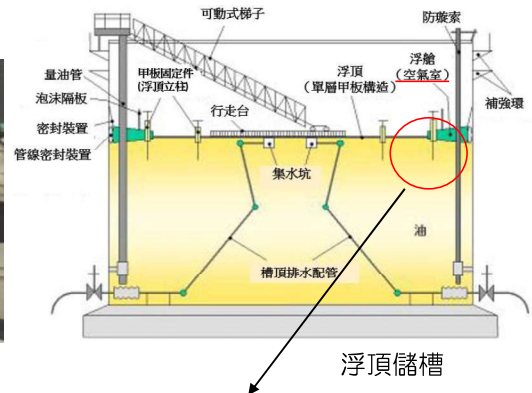
2003年北海道十勝近海地震、長週期地震使得浮頂損傷下沉，引發全面火災等災害。

此後、規定超過一定規模以上の室外儲槽的浮頂*，需進行耐震補強（結構、浮力），並於**2017年納入基準中**。

*容量20,000kL以上 or Hc(液面晃動高度)在2m以上の單層甲板構造浮頂



浮頂式儲槽發生火災



浮頂式儲槽

火勢熄滅後



壁板倒塌



浮船扭曲變形、破損

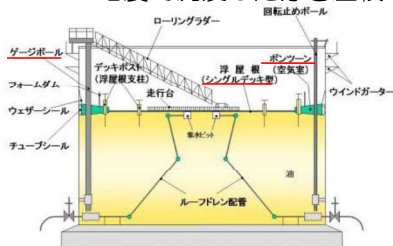


課題② 浮き屋根の維持管理(地震)

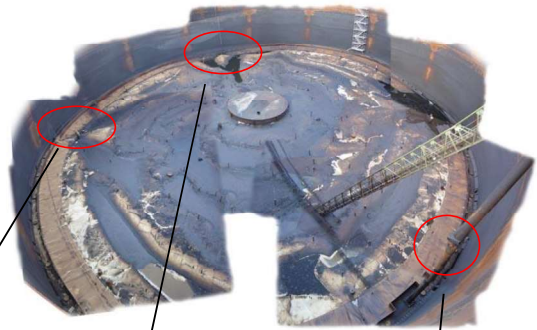
2003年の北海道十勝沖地震で沈降した浮き屋根



地震で沈没した浮き屋根109,900kL



ポンツーンの座屈



油抜き後



ポンツーンとデッキ板の破断



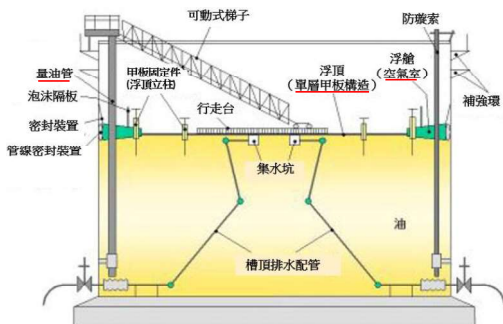
ゲージポールの湾曲

課題② 浮頂的維持管理(地震)

2003年因北海道十勝近海地震下沉の浮頂



因地震而下沉の浮頂109,900kL



排空油品後



浮艙扭曲變形



浮艙和甲板破損



量油管彎曲

課題② 浮き屋根の維持管理(地震)

地震による浮き屋根式タンクの火災(例)

新潟地震(1964)



震災当日(6月16日)午後のタンクの燃焼状況。地震の際タンクからあふれ出た油は殆ど焼失

新潟地震火災に関する研究
(昭和40年消防庁)

日本海中部地震(1983)



日本海中部地震に関する報告書
(昭和59年 第二管区海上保安部)

課題② 浮頂的維持管理(地震)

地震引發浮頂儲槽火災(例)

新潟地震(1964)



震災当日(6月16日)午後のタンクの燃焼状況。地震の際タンクからあふれ出た油は殆ど焼失

新潟地震火災相關研究
(昭和40年消防廳)

日本海中部地震(1983)



日本海中部地震相關報告書
(昭和59年1984年 第二管區海上保安部)

課題② 浮き屋根の維持管理(点検のあり方)

一方、定期点検時の浮き屋根の確認方法等は示されていたものの、開放点検時の詳細な確認方法が示されていないことから、十分な維持管理がなされておらず、開放点検や地震や台風・大雨後等の臨時点検の際に、劣化した部分等から貯蔵物が漏洩する事故や、浮き屋根が沈降する事故が散見された。



ポンツーン下板が貫通

ポンツーン内側の状況



ポンツーン内に漏洩



ポンツーン

デッキ

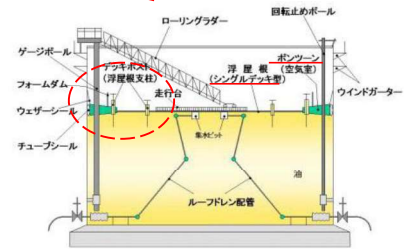


デッキ板が貫通

デッキ下側(接液側)の状況



デッキ上に漏洩



浮き屋根イメージ

課題② 浮頂的維持管理(检修的目的)

雖然已明確規定「定期检修」時浮頂的檢查方法，但因未明確規定「開放检修」（内部）的詳細檢查方法，所以未能落實維持管理。常在開放检修（内部）或地震、颱風和大雨後的臨時检修，才發現劣化部位洩漏貯藏物或浮頂沉陷等問題。



浮艙的底板破洞

浮筒内側情況



貯藏物洩漏至浮艙內



浮艙

甲板

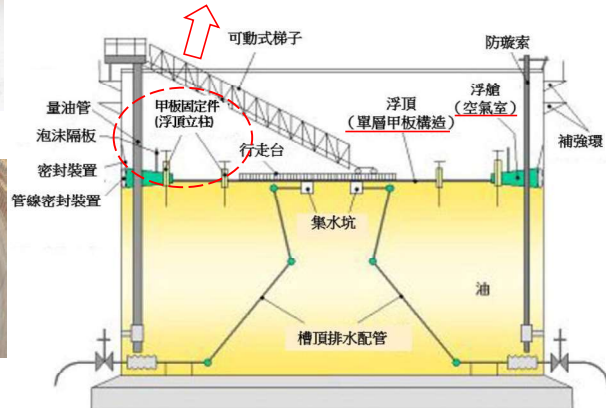


甲板破洞

甲板下緣(接液處)之狀況



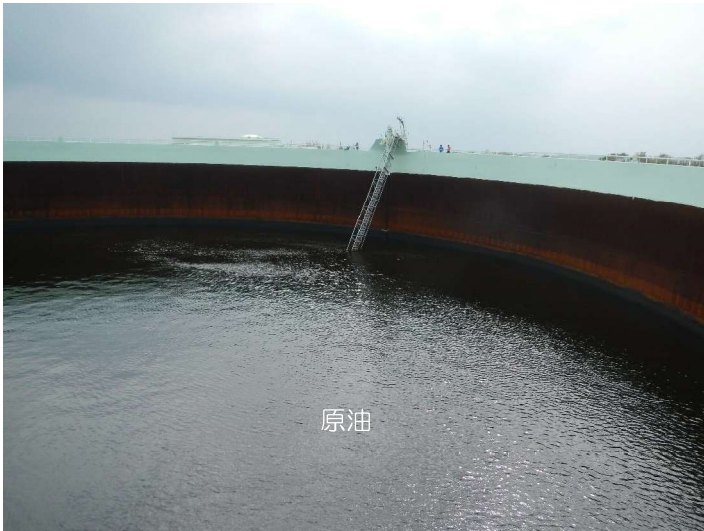
貯藏物外漏至甲板上



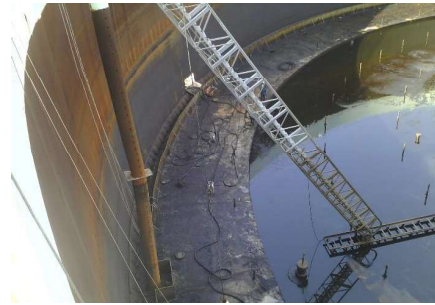
浮頂示意圖

課題② 浮き屋根の維持管理(点検のあり方)

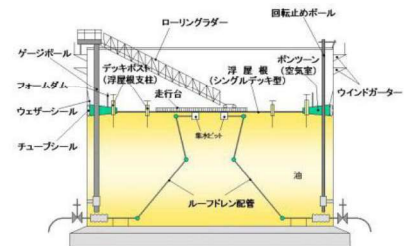
ポンツーンの維持管理が不十分により沈降した浮き屋根



沈降状況 (99,600kL)



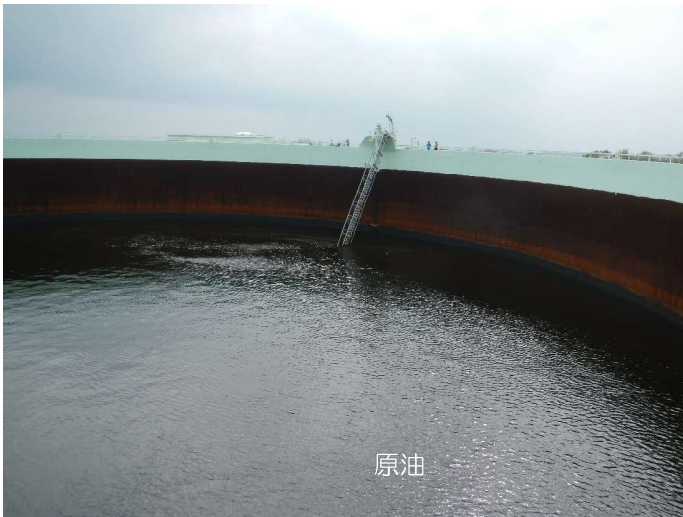
油抜き後の状況



浮き屋根イメージ

課題② 浮頂的維持管理(检修的用意)

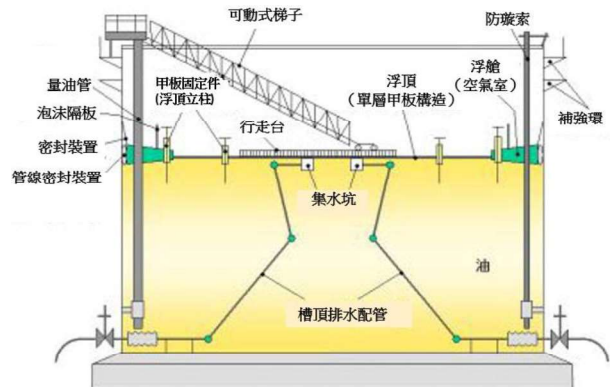
浮倉管理不當沉陥の浮頂



沉陥状況 (99,600kL)



排空油品後の状況



浮頂示意圖

技術動向② 浮き屋根の点検

2019年に消防庁で浮き屋根の安全対策に関するワーキンググループが開かれ、点検方法や漏洩後の対策が検討された。この結果を受けて、2020年にタンク開放時における浮き屋根の点検方法、不具合個所の対応、補修後の検査方法などについてのガイドラインが示された。

- 目視検査
ポンツーン内部，デッキの溶接線及び板の腐食状況
- 加圧漏れ試験
全てのポンツーンの溶接線について漏れ試験
- 超音波板厚試験
ポンツーンの底板の厚さ
- 構造確認
不要な設備や過度に応力が集中する構造の有無 等

消防庁報告書:https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/items/post-45/05/kiho_houkokusyo.pdf

技術動向② 浮頂的檢修

2019年日本消防廳成立了與浮頂安全對策的工作小組，討論檢修方法和洩漏後的對策。之後根據討論結果，2020年公布檢修指引，包含開放儲槽時浮頂的檢修方法，有問題部位的處置，補修後的檢查方法等。

- 目視檢測
浮艙內部，甲板焊接線及艙板的鏽蝕狀況
- 加壓洩漏檢測
針對所有浮艙的焊接線進行洩漏檢測
- 超音波底板厚度檢測
浮艙的底板厚度
- 構造確認
有無不需要的設備或應力過度集中的結構 等

消防庁報告書:https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/items/post-45/05/kiho_houkokusyo.pdf

技術動向② 浮き屋根の点検

このガイドラインによる点検等は強制ではないものの、適切に実施されたことが第三者機関によって確認されたタンクは、**軽微な漏洩事故**が発生した場合に、タンクを開放することなく、適切な仮補修および巡視点検を行うことで、次回開放時期までタンクを継続使用を認められるとされた。

○点検未実施

漏洩発生（軽微含む） → **即タンク開放** → **恒久的補修**

○点検実施

漏洩発生（軽微） → **仮補修** → **継続使用**
→ **タンク定期開放** → **恒久的補修**

技術動向② 浮頂的檢修

此指南的檢修等內容不具強制性。經第三方機構認證儲槽確認已實施檢修，**雖發生輕微的洩漏事故**，儲槽不須開放(排空)，只要適當做暫時性補正及巡視檢修，儲槽便可正常使用至下次開放檢修。

○未實施檢修

發生洩漏（含輕微洩漏） → **立即開放儲槽** → **恆久補正**

○實施檢修

發生洩漏（輕微） → **暫時性補正** → **繼續使用**
→ **儲槽定期開放檢查** → **恆久補正**

技術動向② 浮き屋根の点検

当協会では、2019年度から第三者機関として浮き屋根の点検がガイドラインに基づき実施されているか確認を行っている。

過去の実績

年度	当協会 保安検査・溶接部検査を 実施した 浮き屋根タンク数	当協会 浮き屋根点検の 確認を行った数	割合
2019年度	151基	1基	0.6%
2020年度	158基	9基	5.6%
2021年度	164基	25基	15.2%
2022年度	183基	22基	12.0%

技術動向② 浮頂的檢修

本協會於2019年起，以第三方認證機構立場，確認是否遵守指引實施儲槽浮頂檢修

過去的績效

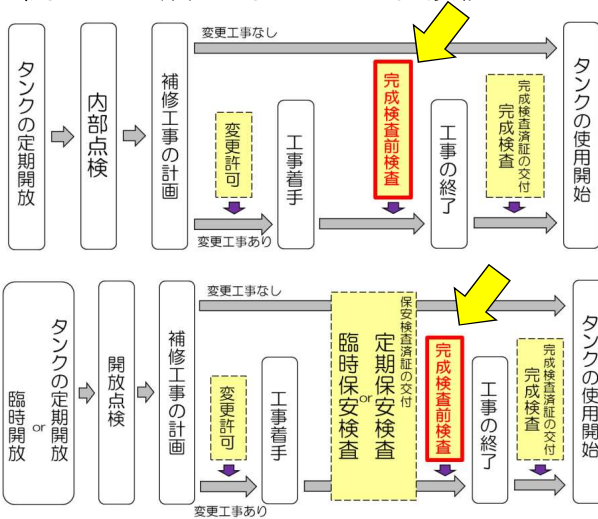
年度	本協會實施 保安検査、焊接處検査之 浮頂儲槽數量	本協會確認 浮頂檢修 之數量	比例
2019年度	151座	1座	0.6%
2020年度	158座	9座	5.6%
2021年度	164座	25座	15.2%
2022年度	183座	22座	12.0%

課題③ 水張検査

タンクを開放して行う内部点検や保安検査において、**底部の溶接線**を検査し、基準に満たない箇所については補修を実施する。

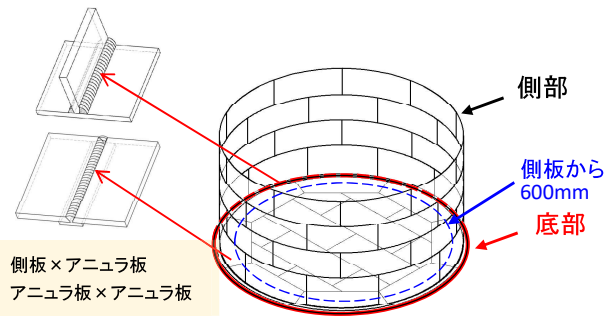
軽微な補修*を除き、補修後は市町村長（消防）による溶接部の検査と**水張検査**を受けなければならない。

特に側板から600mmの範囲の溶接線を補修した場合には、例え1箇所であっても水張検査が必要となる。



* 底部の溶接線補修のうち
軽微な補修に該当するもの

- 側板から600mmの範囲以外で
- 10,000kL未満 3.0m以下
 - 10,000kL以上 5.0m以下



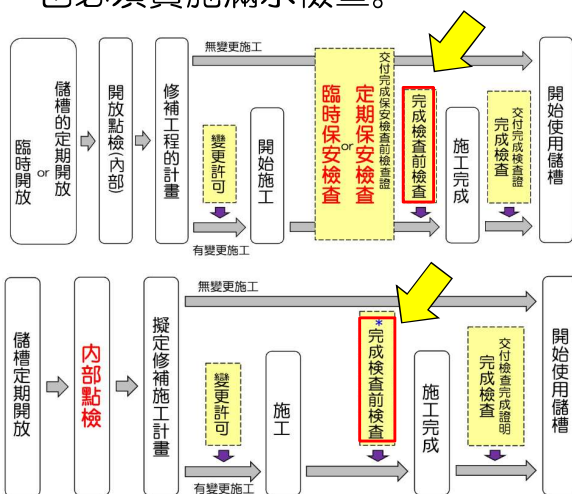
* 完成検査前検査には、①基礎地盤検査、②溶接部検査、③水張検査がある。

課題③ 満水検査

開放貯槽進行内部検修或保安検査時、需検査**槽底的焊接線**，不符合標準部位，需進行補正。

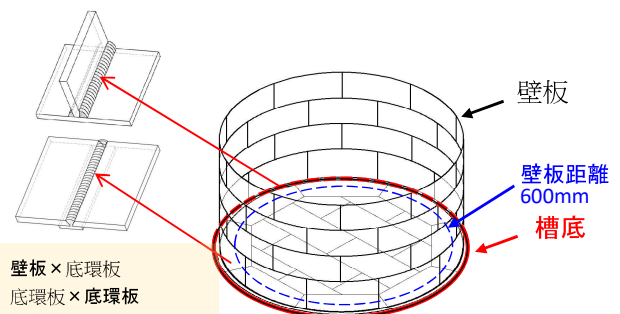
除了**輕微補正**，補正後必須由市町村長（消防）進行焊接處檢查與**満水検査**。

特別是補正的焊接線與壁板距離600mm以內時，即使只補正1個部位，也必須實施満水検査。



* 槽底的焊接線補正，
屬於輕微補正的有：

- 與壁板距離600mm以上
- 未達10,000kL 3.0m以下
 - 10,000kL以上 5.0m以下



* 完成検査前検査包含 ①地盤基礎検査、②焊接處検査、③満水検査。

課題③ 水張検査

例えば、側板×アニユラ板の溶接線を1か所補修した場合であっても水張検査が必要。

〈一例〉

国家備蓄の10万kL級タンクの
水張検査にかかる期間 等



- 水張り～水抜き～清掃～水抜き後の検査 1～2カ月
- 必要とする水量 100,000kL

水張検査に要する**期間**、**費用**（配管敷設、水張後の検査、水道代、水の処理費、電気代、人件費など）は膨大

課題③ 満水検査

例如，即使壁板×**底環板**的焊接線只補正一處，也必須實施滿水検査。

〈例如〉

中央儲備的10萬kL級儲槽
實施滿水検査所需時間 等



- 満水～排水～清掃～排水後検査 1～2個月
- 必備水量 100,000kL

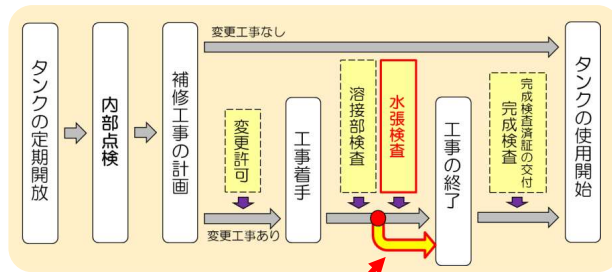
満水検査所需之**時間**、**費用**（鋪設管線、満水後検査、水費、清除處理費、電費、人力成本等）十分龐大

技術動向③ 水張検査の合理化

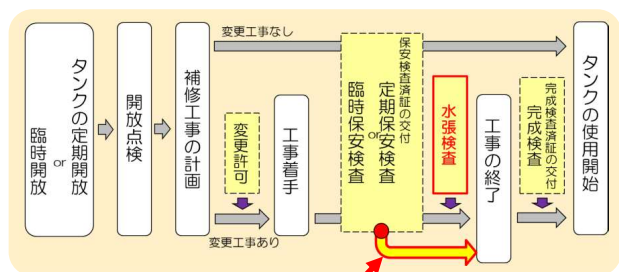
2016～2018に消防庁において水張検査の代替に係る検討が行われた。2019にその運用が示され、一定の要件を満たすものについては、溶接線補修の長さに関わらず破壊力学に基づく欠陥評価を実施したうえで水張検査を実施しないでよいこととなった。

板の取替を伴わない部分的な補修で、

- 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脆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に行われている こと



水張検査の合理化制度



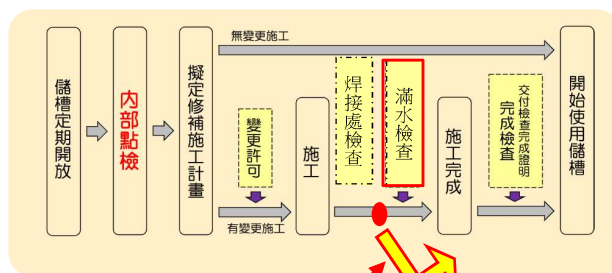
水張検査の合理化制度

技術動向③ 満水検査の合理化

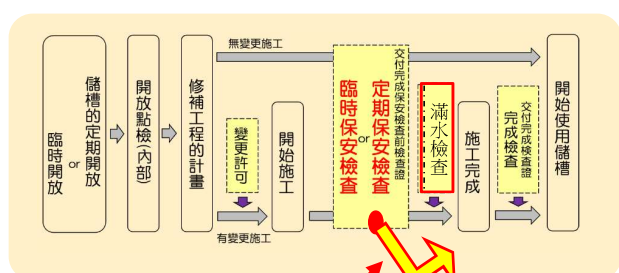
2016～2018消防廳評估満水検査的替代方案。2019發布公告，替代方案之一，凡達到一定條件之儲槽，不論焊接線補正的長短，只要根據破壞力學進行缺陷評估，合格者即可不必實施満水検査。

進行不需置換槽板的部分補正

- ①沒有影響儲槽本體及地盤基礎結構的有害變形。
- ②儲槽裝滿危險物品時的應力，無造成焊接處脆性破壞之疑慮。
- ③正確實施焊接處的補修工程。



満水検査の合理化制度



満水検査の合理化制度

技術動向③ 水張検査の合理化

水張試験の合理化の具体的な要件

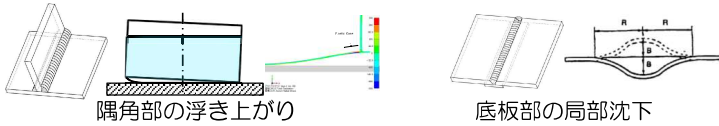
① 有害な変形がないこと

- 底部等に不陸等の**有害な変形**がないこと。（平成12消防危31号）

② 溶接部が脆性破壊を起こすおそれがないこと

溶接継手に亀裂を想定し、ぜい性破壊発生及び疲労亀裂進展に対する**破壊力学的欠陥評価**を行う。（WES2805-2011）

- **連続板厚測定**により実板厚を求める。
- 隅角部：深さ**1.5mm**長さ**12mm**の表面亀裂を想定、高レベル地震による底部の浮き上がりを**100回**として進展開口しないこと。
- 底板部：深さ**3mm**長さ**18mm**の表面亀裂を想定し、半径**1.5m**の局部沈下部において、実態に応じた**受払回数**により進展開口しないこと。

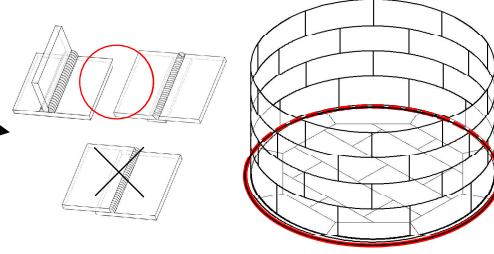


③ 補修工事が適切に行われていること

- アニユラ板の**降伏比が80%を超える**鋼材（例 SPV490Q）であること。
- 溶接継手は、底部は**突合せ継手**に限り、側板と底部は**T継手**。
- 溶接線の補修や母材肉盛り補修に限る。（取替、当板等は×）
- 補修長さは、底部、隅角部とも制限なし。
- 補修部は磁粉探傷試験に加え**漏れ試験**を行うこと。等

別表 特定屋外貯蔵タンクに構造上の影響を与える有害な変形

沈下の状況	沈下の状況図	有害な変形
側板に接する底板（アニユラ板）のリンク状況沈下		設計時からの変位角度θが10度以上であること。（L=100mmの角度計を使用するものとする。また、θは初期設計角度からの変化角度とする。）
底板全体の皿状沈下		設計時からの直径に対する最大沈下の割合が100分の1以上又は最大沈下量が300mm以上であること。
底板内部の局部沈下		沈下部分の内接円の直径に対する最大沈下の割合が50分の1以上又は最大沈下量が200mm以上であること。
底板（アニユラ板）内部の沈下		設計時からの変位角度θが5度以上であること。（L=100mmの角度計を使用するものとする。）
底板内部の浮き上がり、歪み、変形		浮き上がり部分の内接円の直径に対する設計レベルからの浮き上がり高さの割合が10分の1以上であること。ただし、溶接線が浮き上がり部分にない場合は、当該割合は5分の1以上とする。
側板の変形（歪み）		角度計は長さ1mの型板を用い、水平、垂直ともに±15mmを超えるものとする。（なお、側板の厚さ10mm未満の軟鋼には適用しない。）



技術動向③ 満水検査の合理化

満水検査合理化之具體條件

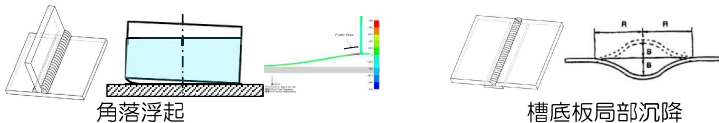
① 無有害変形

- 槽底沒有不平整等**有害変形**。（平成12年2000年消防危31號）

② 焊接處無脆性破壊之風險

假定焊接接合板發生龜裂，須針對發生脆性破壞及疲勞龜裂逐步進展，**實施破壞力學的缺陷評估**。（WES2805-2011）

- 透過**連續板厚測量**，取得實際板厚。
- 角落處：假設有深**1.5mm**長**12mm**的表面龜裂，因強烈地震使得槽底上浮**100次**，不會出現進展開口。
- 底板處：假設有深**3mm**長**18mm**的表面龜裂，半径**1.5m**的局部下沉部位，不論儲存液體的實際**進出次數**，不會出現開口。

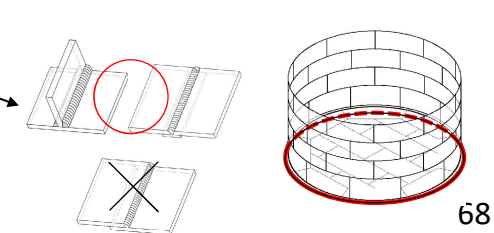


③ 確實執行補正工程

- 底環板須為降伏比**超過80%**的鋼材（例 SPV490Q）
- 焊接接合處，槽底僅限**貼合焊接**，壁板與槽底則採**T型焊接**。
- 僅限焊接線的補修或母材表面熔著金屬補修。（抽換、檔板等×）
- 不限長度，不論槽底、角落處均無限制。
- 補正處需進行磁粉探傷檢查及**洩漏檢查**等

附圖 對特定室外貯藏場所儲槽構造產生影響之有害變形

下沈狀況	沉降狀況圖	有害變形
連接壁板的底板（底環板）呈現環狀沉降		和原設計相比，變位角度θ超過10度。（使用L=100mm的角度儀。θ為相較初期角度的變化角度。）
底板整體盤狀沉降		和原設計相比，直徑的最大沉降比例在100分之1以上，或最大沉降量為300mm以上。
底板內部局部沉降		沉降部分，內接圓直徑的最大沉降比例在50分之1以上，或最大下沉量為20mm以上。
底板（底環板）內部沉降		和原設計相比，變位角度θ為5度以上。（使用L=100mm的角度儀。）
底板內部上浮、歪斜、變形		上浮部分內接圓的直徑，和原設計相比水平上浮的高度比例在10分之1以上。唯，焊接線不在上浮部分時，其比例則為5分之1以上。
壁板變形（歪斜）		使用長1m的角度儀，水平、垂直皆超過±15mm。（壁板厚度未達10mm的軟鋼不適用）



技術動向③ 水張検査の合理化

水張検査の合理化制度は、2019年に規定されたが、この制度を適用できる構造（材質、板厚等）となっているタンクは、概ね特定屋外タンク技術基準が規定された1977年以降に建てられた比較的新しい大型のタンクとなる。

また、本制度は、タンクを開放し点検を行って見ないと適用可否の判断ができないこともあり、活用するタンクは伸び悩んでいる。

過去の実績

年度	基数
2019年度	3 基
2020年度	8 基
2021年度	7 基
2022年度	5 基

適用できる条件を拡大できるか、更なる検討が必要。

技術動向③ 満水検査的合理化

満水検査的合理化制度於2019年訂定，適用此制度的結構（材質、板厚等）的儲槽，大多是1977年特定室外儲槽技術基準頒布後才建造的新型大型儲槽。

此外，需開放儲槽進行檢修後，才能判定是否適用本制度。因此目前採用此制度的儲槽仍不多。

過去の績效

年度	數量
2019年度	3 座
2020年度	8 座
2021年度	7 座
2022年度	5 座

是否放寬適用條件，需要更進一步討論。

ご静聴ありがとうございました。



危険物保安技術協会

Hazardous Materials Safety Techniques Association

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

謝謝聆聽。



危険物保安技術協会

Hazardous Materials Safety Techniques Association

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

参考資料

73

参考資料

特定タンクの設置時期による区分（新法・旧法）

昭和52(1977)年政令第10号により、容量1,000kl以上の屋外タンク貯蔵所が「特定屋外タンク貯蔵所」と定義され、技術基準が規定された。ただし、この新しい技術基準に適合しない既存のタンクについては、新法を適用しないとされた。(施行日:昭和52(1977)年2月15日)



●新法タンク

昭和52(1977)年2月15日以降に、設置許可申請された特定屋外タンク貯蔵所

●旧法タンク

昭和52(1977)年2月15日より前に、設置許可申請された特定屋外タンク貯蔵所
(平成6(1994)年に新基準(第二段階基準)、第一段階基準、旧基準の区分ができた。)

依特定儲槽設置時期進行区分（新法、舊法）

- 昭和52(1977)年政令第10号中、將容量1,000kl以上之室外儲槽場所定義為「特定室外儲槽場所」、並訂定其技術標準。
唯、無法套用新技術基準之既有儲槽、不適用新法。
(施行日:昭和52(1977)2月5日)



●新法儲槽

昭和52(1977)年2月15日後、申請設置許可之特定室外儲槽場所

●舊法儲槽

昭和52(1977)年2月15日前、申請設置許可之特定室外儲槽場所

(平成6(1994)年起、分為新基準(第二段階基準)、第一段階基準、舊基準。)

特定タンクの技術基準による区分（旧法タンク）

平成6年政令第214号により、**旧法タンク**に技術上の基準（新基準）が規定され一定の期間までにその新基準に適合させ、届出をしなければならないこととなった。（適合期限：容量1万kl以上は2009年12月31日、容量1万kl未満は2013年12月31日）



- **新基準 (第二段階基準)** 【改正後の昭和52 (1977) 年政令第10号附則第3項】
旧法タンクが適合しなければならない基準。適合届出後は、新基準に適合するよう維持管理しなければならない。
- **第一段階基準** 【平成6 (1994) 年省令第30号附則第9条】
保安検査を新法タンクと同様に取り扱うための基準で、新法タンクに準じるもの。現在、適合の届出がなされているタンクはない。
- **旧基準**
新基準に適合しないもの又は新基準に適合するもののうち届出をしていないもの。現在は、休止中のタンク以外はない。

依特定儲槽之設置時期進行区分（舊法儲槽）

平成6年政令第214號中規定，**舊法儲槽**遵循的技術基準（新基準），必須於規定的期限內，修改為符合新基準，並提出申請。

（適用期間：容量1萬kl以上為2009年12月31日、容量未達1萬kl則為2013年12月31日）



- **新基準 (第二階段基準)** 【修法後的昭和52 (1977) 年政令第10號附則第3項】
舊法儲槽須改善遵循的基準。提出適合 (改善) 申請後，必須遵循新基準維護管理。
- **第一階段基準** 【平成6 (1994) 年省令第30號附則第9條】
為使保安検査與新法儲槽一致的基準，基準內容比照新法儲槽。目前，沒有申請儲槽適合 (改善) 中的儲槽 (均已改善完畢)。
- **舊基準**
未依新基準改善，或未提出遵循新基準改善申請的儲槽，僅剩停止使用之儲槽。

開放周期の延長制度（新法・旧法）

規則第62条の2の2に規定されている保安のための措置を実施することで**開放周期を延長**できる制度。

	保安検査					内部点検		
	1万kL以上					1千kL以上1万kL未満		
	基本開放周期	1号措置	2号措置	3号措置	2項措置	基本開放周期	1号措置	2号措置
新法	8年	10年	10年	13年	8~15年※3	13年	15年	15年
新基準	7年	10年※1 8年※2	9年			12年	15年※1 13年※2	14年

※1: 内部防食コーティングがガラスフレーク又はガラス繊維強化プラスチックライニングの場合

※2: 内部防食コーティングがエポキシ系塗装又はタールエポキシ系塗装の場合

※3: 底部全面連続板厚測定を実施し、腐食率が一定の基準を満足し、連続板厚測定の結果等から求められる年数

1号措置: 規則第62条の2の2第1項第1号に規定された措置

2号措置: 規則第62条の2の2第1項第2号に規定された措置

3号措置: 規則第62条の2の2第1項第3号に規定された措置

2項措置: 規則第62条の2の2第2項に規定された措置



開放検査週期延長制度（新法、舊法）

規則第62条之2之2規定，保安相關措施中，可以**延後開放検査週期**的制度。

	保安検査					内部検査		
	1萬kL以上					1千kL以上，未達1萬kL		
	基本開放検査週期	1號措施	2號措施	3號措施	2項措施	基本開放検査週期	1號措施	2號措施
新法	8年	10年	10年	13年	8~15年※3	13年	15年	15年
新基準	7年	10年※1 8年※2	9年			12年	15年※1 13年※2	14年

※1: 内部防蝕塗装為GLASFLAKE(高性能材料)或玻璃強化纖維塑膠內襯

※2: 内部防蝕塗装為環氧樹脂塗装或瀝青環氧樹脂塗装

※3: 測量槽底所有連續板厚，鏽蝕率達到一定基準後，從連續板厚測量的結果推算之年數

1號措施: 訂定於規則第62條之2之2第1項第1號之措施

2號措施: 訂定於規則第62條之2之2第1項第2號之措施

3號措施: 訂定於規則第62條之2之2第1項第3號之措施

2項措施: 訂定於規則第62條之2之2第2項之措施



タンク底部の板厚基準（新法・旧法）

適用法令	部位	法令上必要な板厚	定點評価 (新基準:146号、新法:58号通知)	連続評価(93号→17号→27号通知) (消防本部により要件が異なる場合あり)
新基準	アニウラ板	①3.2mm以上 ②保有水平耐力を満足する厚さ以上	①測定板厚平均値>80%値 ②板厚最小値 $\geq t$ 値(4.5 or 5.5) ③側板から500mm範囲の平均値 \geq 最小必要板厚(保有水平耐力)	①測定板厚平均値>80%値 ②板厚最小値 $\geq t$ 値(4.5) ③側板から500mm範囲の平均値 \geq 最小必要板厚(保有水平耐力)
	底板	①3.2mm以上	①測定板厚平均値>80%値 ②板厚最小値 $\geq t$ 値(4.5 or 5.0)	①板厚最小値 ≥ 3.2 mm
新法	アニウラ板	①告示第4条の17の最小厚さ(基準板厚)以上 ②保有水平耐力を満足する厚さ以上	①測定板厚平均値>80%値 ② $\Delta C \leq 3.0$ mm ③側板から500mm範囲の平均値 \geq 最小必要板厚(保有水平耐力)	①測定板厚平均値 $\geq 80\%$ 値 ② $\Delta C \leq 3.0$ mm ③側板から500mm範囲の平均値 \geq 最小必要板厚(保有水平耐力)
	底板	①告示第4条の17の最小厚さ(基準板厚)以上	①測定板厚平均値>80%値 ② $\Delta C \leq 3.0$ mm	①測定板厚平均値 $\geq 80\%$ 値 ② $\Delta C \leq 3.0$ mm
測定板厚平均値の算出方法			基準板厚(新基準は設計板厚)の90%以下の箇所を中心に半径300mmの範囲を概ね30mmピッチ	基準板厚(新基準は設計板厚)の80%以下の箇所を中心に半径60mmの範囲を30mmピッチ以下

儲槽底部的板厚基準（新法、舊法）

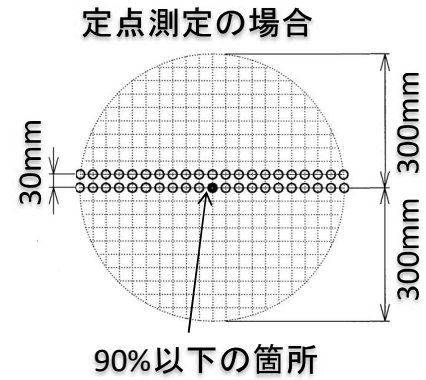
適用法令	部位	法令規定 必要な板厚	定點評価 (新基準:146号、新法:58号通知)	連続評価(93号→17号→27号通知) (不同消防本部, 可能条件不同)
新基準	底環板	①3.2mm以上 ②満足保有水平耐力以上之厚度	①量測板厚平均値>80%値 ②板厚最小値 $\geq t$ 値(4.5 or 5.5) ③壁板開始起算500mm内之平均値 \geq 最小必要板厚(保有水平耐力)	①量測板厚平均値>80%値 ②板厚最小値 $\geq t$ 値(4.5) ③壁板開始起算500mm内之平均値 \geq 最小必要板厚(保有水平耐力)
	底板	①3.2mm以上	①量測板厚平均値>80%値 ②板厚最小値 $\geq t$ 値(4.5 or 5.0)	①板厚最小値 ≥ 3.2 mm
新法	底環板	①告示第4條之17の最小厚度(基準板厚)以上 ②満足保有水平耐力以上之厚度	①量測板厚平均値>80%値 ② $\Delta C \leq 3.0$ mm ③壁板開始起算500mm内之平均値 \geq 最小必要板厚(保有水平耐力)	①量測板厚平均値 $\geq 80\%$ 値 ② $\Delta C \leq 3.0$ mm ③壁板開始起算500mm内之平均値 \geq 最小必要板厚(保有水平耐力)
	底板	①告示第4條之17の最小厚度(基準板厚)以上	①量測板厚平均値>80%値 ② $\Delta C \leq 3.0$ mm	①量測板厚平均値 $\geq 80\%$ 値 ② $\Delta C \leq 3.0$ mm
量測板厚平均値の計算方法			以基準板厚(新基準為設計板厚)の90%以下部位為中心, 半径300mm内約30mm螺距	以基準板厚(新基準為設計板厚)の80%以下部位為中心, 半径60mmの範囲内30mm螺距以下

タンク底部の板厚基準（新法・旧法）

「測定板厚平均値」

定點測定の場合：最小厚さ（新基準タンクは設計板厚）の90%以下の箇所を中心に半径300mmの範囲を概ね30mmピッチで測定した平均値（複数ある場合は平均値の最小値）

連続測定の場合：最小厚さ（新基準タンクは設計板厚）の80%以下の箇所を中心に半径60mmの範囲を30mmピッチ以下で測定した平均値（複数ある場合は平均値の最小値）



「80%値」：最小厚さ（新基準タンクは設計板厚）の80%の値

「 ΔC 」：最小厚さ（基準板厚）からの板厚減少量（新法タンクに用いる）
（ $\Delta C = \text{基準板厚} - \text{板厚最小値}$ ）

「t 値」：次回開放時に必要な板厚を満足するための、過去の腐食率から計算によって求まる板厚（新基準タンクに用いる）

$$t \text{ 値} = \frac{\text{最大腐食量}}{\text{板の使用年数}} \times \text{次回開放までの年数} + \text{次回開放時に必要な板厚}$$

【平成26年 危第146号】

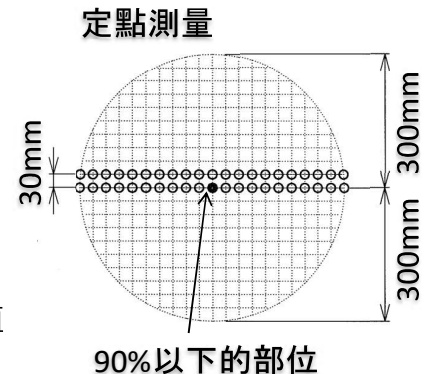
測定方法	アニール板	底板
56号	5.5	5.0
169号	4.5	4.5
連続	4.5	—

儲槽槽底の板厚基準（新法、舊法）

「測量板厚平均値」

定點測量：以最小厚度（新基準儲槽為原設計板厚）的90%以下の部位為中心，半径300mm内，使用約30mm螺距量測之平均値（求出多種平均値時，以最小值為主）

連續測量：以最小厚度（新基準儲槽為設計板厚）的80%以下の部位為中心，半径60mm内，使用30mm螺距以下，測量之平均値（求出多種平均値時，以最小值為主）



「80%値」：最小厚度（新基準儲槽為設計板厚）80%的値

「 ΔC 」：從最小厚度（基準板厚）扣除之板厚減少量（用於新法儲槽）
（ $\Delta C = \text{基準板厚} - \text{板厚最小値}$ ）

「t 値」：為了滿足下次開放檢修時必要之板厚，由過去的鏽蝕率計算之板厚（適用新基準儲槽）

$$t \text{ 値} = \frac{\text{最大鏽蝕量}}{\text{板的使用年數}} \times \text{距離下次開放檢修之年數} + \text{下次開放檢修時必要板厚}$$

【平成26年 危第146号】

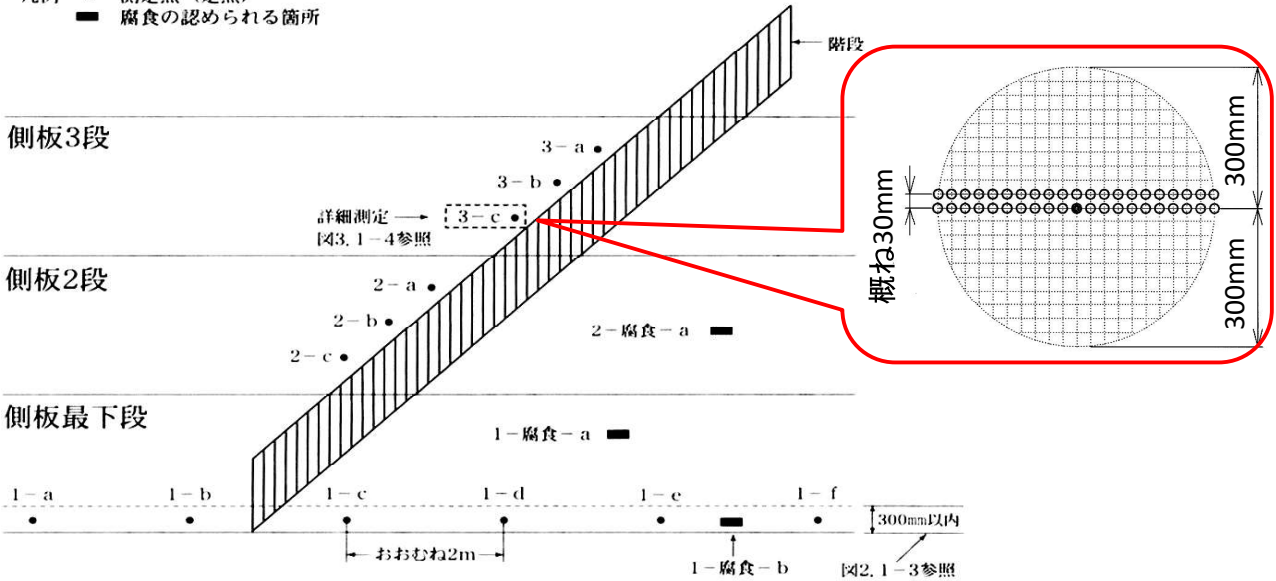
量測方法	底環板	底板
56號	5.5	5.0
169號	4.5	4.5
連續	4.5	—

強度評価に用いるタンク側部の板厚測定方法

新基準タンクの側板の実板厚は腐食の認められる箇所のほか、最下段においては側板とアニュラ板の隅肉溶接から上方へ300mmの範囲において、水平方向に概ね2mの間隔、最下段以外は各段ごと3点以上測定し、その最小値の箇所の半径300mmの範囲について、概ね30mm間隔でとった箇所の板厚を測定し、その平均値を各段の実板厚とする。

【平成7(1995)年危第29号】【平成11(1999)年危第27号(準特定)】

凡例 ● 測定点(定点)
■ 腐食の認められる箇所

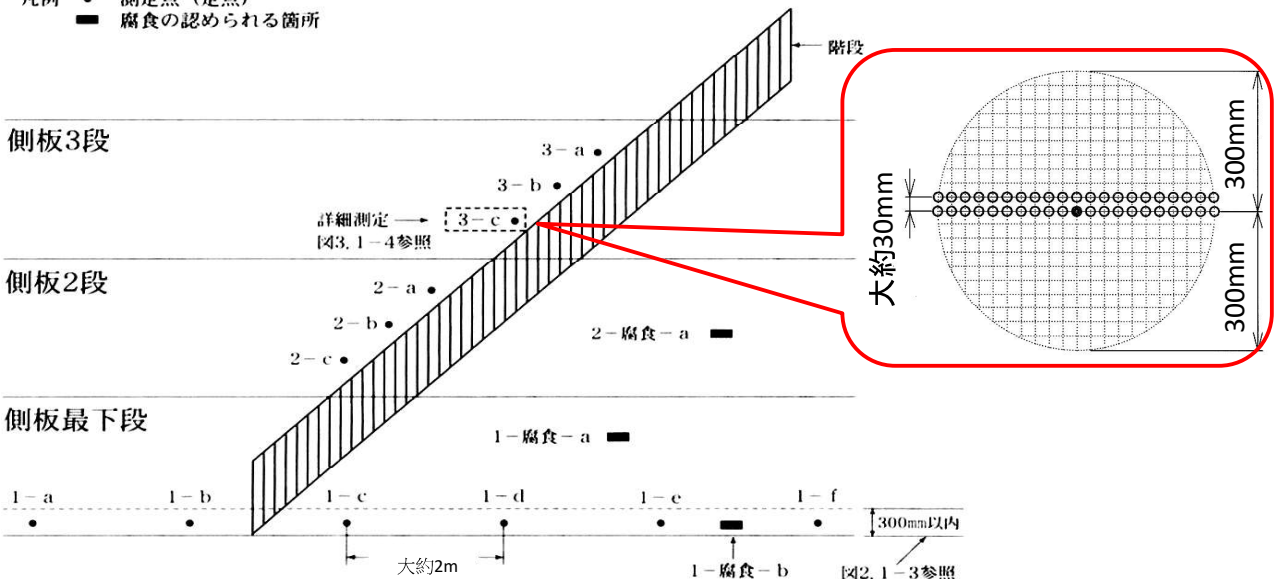


強度評価 儲槽側面的板厚測量方法

新基準儲槽壁板(側板)的实际板厚, 包含鏽蝕部位, 最下層(段)由壁板和底環板填角焊接處往上300mm的範圍內, 以水平方向取約2m的間隔進行量測, 最下層以外, 每段取3點以上進行量測, 由最小值部位開始, 半徑300mm內, 每隔30mm, 測量板厚, 其平均值即為各層實際板厚。

【平成7(1995)年危第29號】【平成11(1999)年危第27號(準特定)】

凡例 ● 測定点(定点)
■ 腐食の認められる箇所



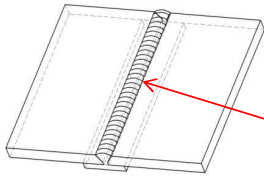
屋外タンクの溶接部の検査

主な検査内容

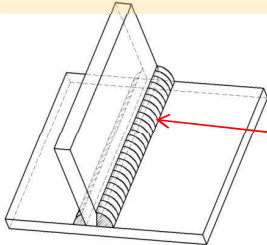
● 底板部溶接線：磁粉探傷試験 (MT)

● 側板部溶接線：放射線透過試験 (RT)

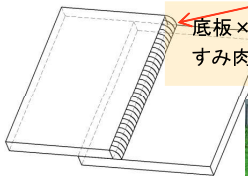
アニュラ板×アニュラ板
裏当て材を用いた突合せ溶接



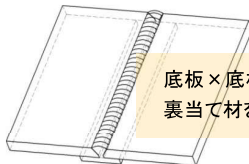
側板×アニュラ板
部分溶込みグループ溶接



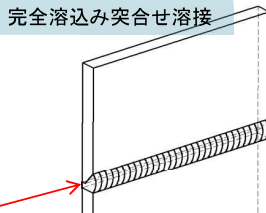
底板×底板(9mm以下)
すみ肉溶接



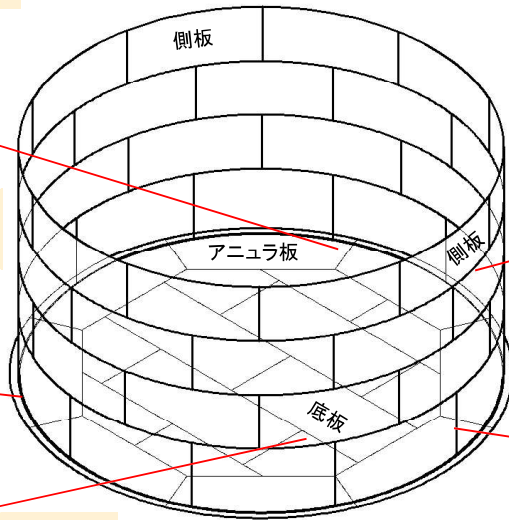
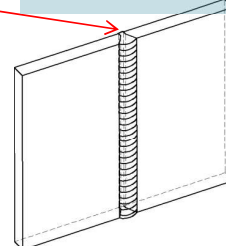
底板×底板(9mmを超える)
裏当て材を用いた突合せ溶接



側板水平継手
完全溶込み突合せ溶接



側板縦継手
完全溶込み突合せ溶接



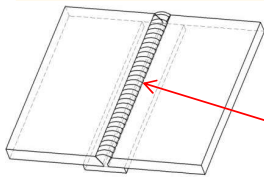
室外儲槽焊接部の検査

主要検査内容

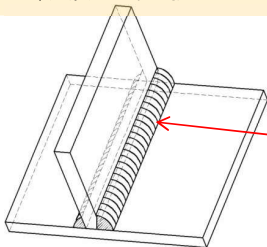
● 底板焊接線：磁粉探傷検査 (MT)

● 壁板焊接線：放射線探傷検査 (RT)

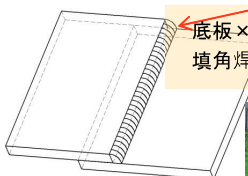
底環板×底環板
使用支撐材貼合焊接



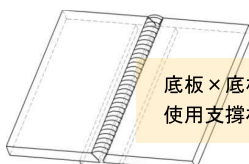
壁板×底環板
部分渗透凹槽焊接



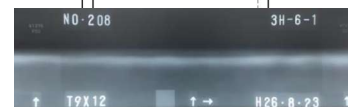
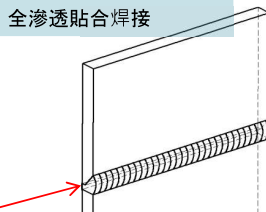
底板×底板(9mm以下)
填角焊接



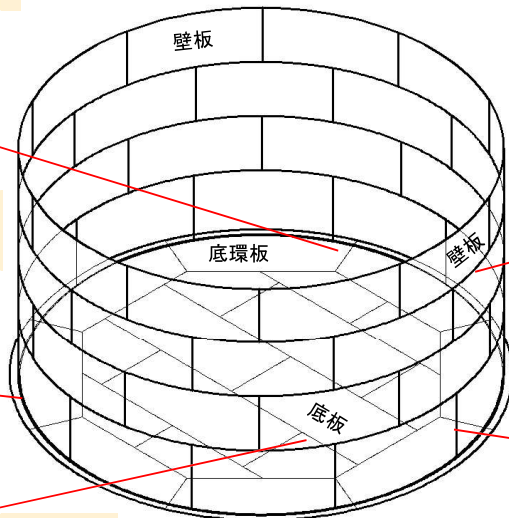
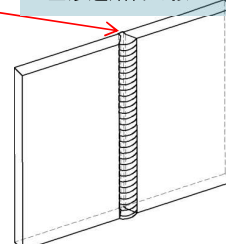
底板×底板(超過9mm)
使用支撐材貼合焊接



壁板水平焊接
全渗透貼合焊接

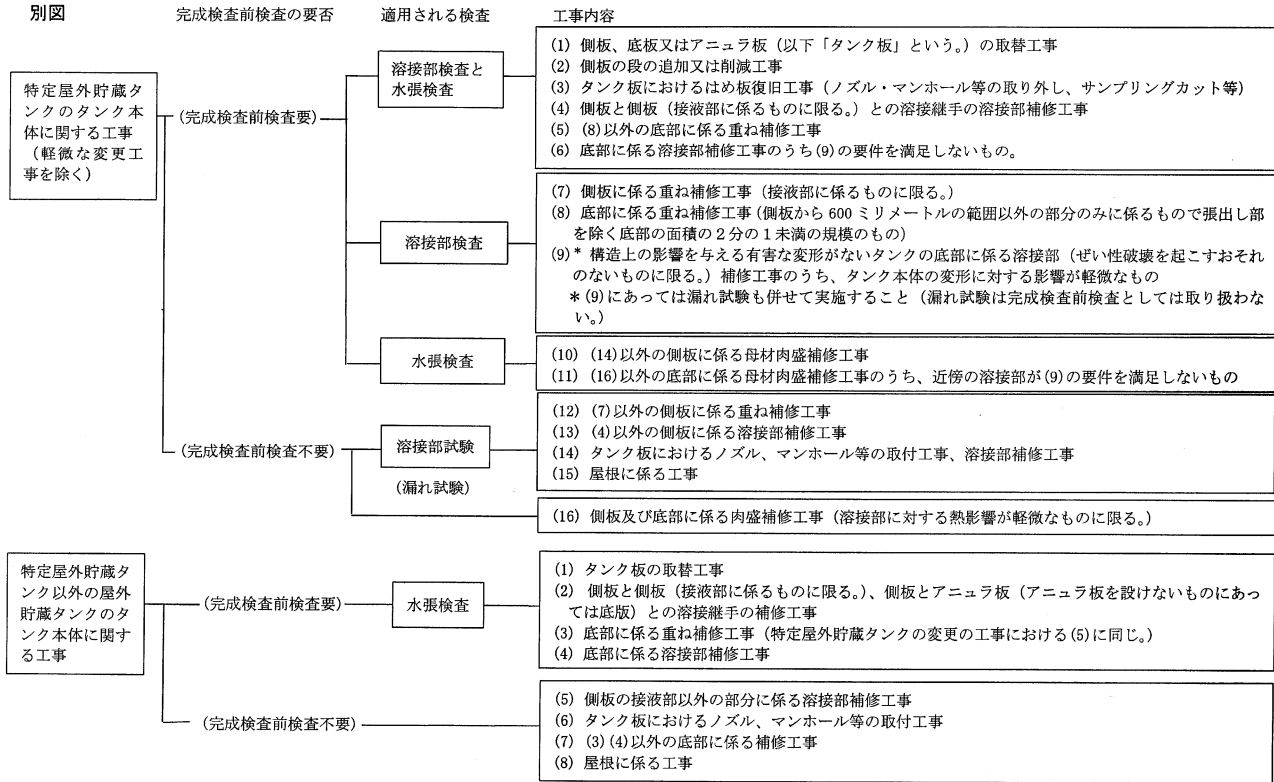


壁板縦向焊接
全渗透貼合焊接



工事内容ごとの適用される検査

別図



各施工項目適用之検査

別図 完成検査前是否需検査 適用之検査 施工内容



水張検査の合理化

No.	確認項目	着眼点	水張検査	水張検査の代替評価方法
1	前提条件	—	不要	補修溶接が適切に行われていること。 タンクに有害な変形がないこと。
2	【照査荷重】	外力の影響	水張り荷重(満水)	【底板】受入払出時の局部沈下を想定する。 【隅角部】地震時底板浮上りによる終局変位を想定する
		残留応力の影響	実際の溶接線近傍に内在する残留応力を考慮している。	溶接線近傍で溶接線方向に、材料の降伏応力レベルの残留応力を考慮する。
3	仮定条件	—	無し	「溶接欠陥」を想定する。 「荷重繰返し回数」を想定する。
4	変形・破壊	耐圧強度	目視で「変形」が無いことを確認する。	計算で耐圧強度を確認する。
		ぜい性破壊	目視で「破壊」が無いことを確認する。	計算で想定亀裂からの「脆性破壊発生」を判定
		疲労強度	(※確認出来ない。)	計算で「疲労亀裂」が進展しないことを確認する。 ※板表面での亀裂成長
		終局強度	(※確認出来ない。)	【隅角部】計算で地震時底板浮上りによる終局変位を確認する。
5	漏れ	—	目視で「漏れ」が無いことを確認する。 ※底板からの漏れの確認は容易ではない	計算で「疲労亀裂」が進展しないことを確認する。 ※板厚貫通の有無
6	タンク基礎の健全性	—	目視(計測)で「変形」が無いことを確認する。	タンクに有害な変形が無いこと。

満水検査的合理化

No.	確認項目	検査重点	満水検査	満水検査的代替評価方法
1	前置条件	—	不需要	確實執行補正焊接。 儲槽不存在有害變形。
2	【驗收荷重】	外力影響	満水荷重(満水)	【底板】 假定液體進出而導致局部沉降。 【轉角部位】 假定地震時因底板上浮而產生的最大位移。
		殘餘應力的影響	考量實際存在於焊接線附近的殘餘應力	考量焊接線附近，往焊接線方向，材料降伏程度的殘餘應力。
3	假設條件	—	無	假定「焊接缺陷」。 假定「反覆荷重次數」。
4	變形、破壊	耐壓強度	目視確認無「變形」	透過演算，確認耐壓強度。
		脆性破壊	目視確認無「破壊」	透過演算，從假定的龜裂推估「脆性破壊的發生」
		疲労強度	(※無法確認。)	透過演算，確認無「疲労亀裂」。 ※板表面龜裂的變化。
		最大負荷強度	(※無法確認。)	【轉角部位】透過演算，確認地震時因槽底上浮而產生的最大位移。
5	洩漏	—	目視確認無「洩漏」 ※槽底的洩漏，不易確認	透過演算，確認無「疲労的龜裂」。 ※有無貫穿板厚。
6	儲槽基本的健全性	—	目視(計算)確認無「變形」	儲槽不存在有害變形。