

旧法屋外タンク貯蔵所の底部板厚の影響に係る調査結果について

1 屋外タンク底部の内面腐食について

屋外タンクの劣化要因の一つである内面腐食による減肉の進行の実態を把握するため、過去の保安検査に係る旧法タンクにおける内面腐食に係るデータの整理・分析を行った。

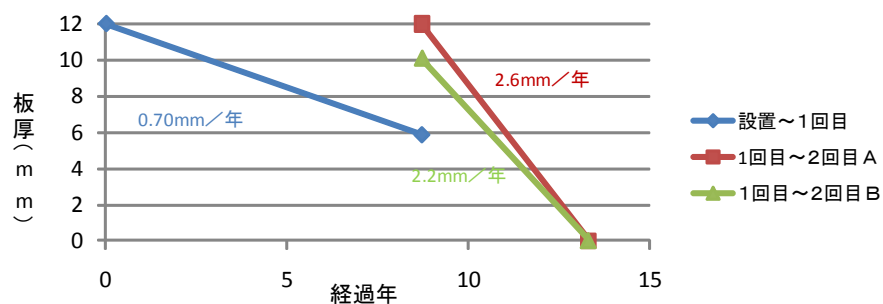
1.1 内面腐食速度の実態調査

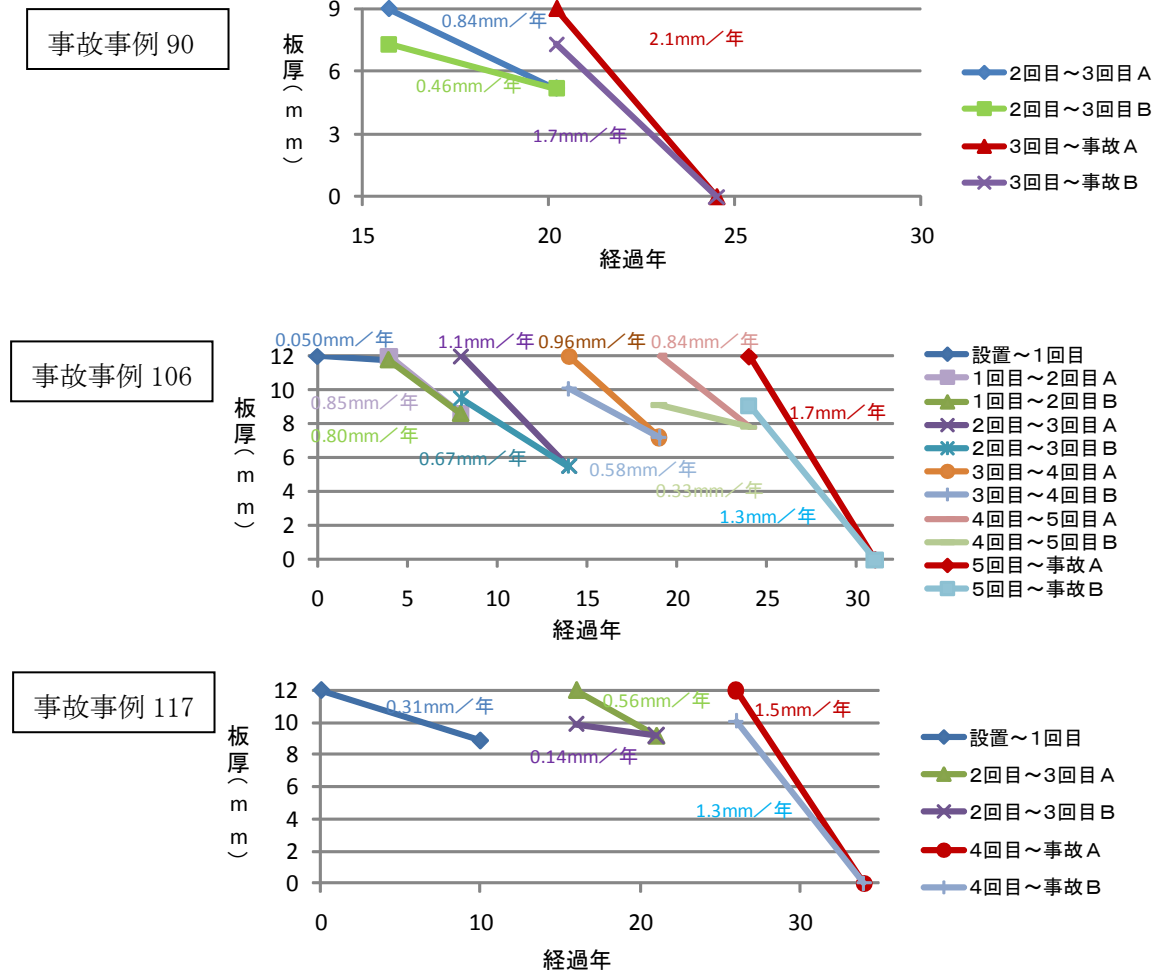
図 1.1 は、底部の内面腐食による板厚の減少から流出事故が発生した屋外タンクのうち、事故原因報告書^{1)～4)} から腐食履歴が判明したものについて、内面腐食による最小板厚の変化を屋外タンクの設置からの経過年で整理したものである（事故番号は、資料 2 - 2 表 1.1 の番号 (No.) に対応）。縦軸は屋外タンク底部の内面腐食による最小板厚を表す（設置時は設計板厚とした）。開放検査時に測定された板厚の最小板厚とその 1 回前の開放検査時に測定された板厚の最小板厚を直線で結び、傾きを腐食速度とした。この際、板厚の測定後に補修工事があったものについては、「補修を実施する最小腐食深さ（屋外タンクの所有者等が補修工事の仕様として設定する値）より 0.1mm 少ない腐食深さ」が当該補修工事後において存在していたと仮定し、設計板厚から当該腐食深さを引いた値を補修後の最小板厚とした。また、開放検査時に測定された最小板厚がその 1 回前の開放点検時にどの程度の板厚であったかについては記録がないため、次の 2 つの方法で求めた推定値を腐食速度とした。

A：1 回前の開放検査時の補修後には設計板厚であった箇所では今回の開放検査時の最大内面腐食が生じたとして求めた推定腐食上限値

B：1 回前の開放検査時の補修後の最小板厚であった箇所では今回の開放検査時の最大内面腐食が生じたとして求めた推定腐食下限値

事故事例 62





事故時の内面腐食速度

- ①事例 62 : 2.2～2.6mm/年 (前回開放時 0.70mm/年)
- ②事例 90 : 1.7～2.1mm/年 (前回開放時 0.46～0.84 年)
- ③事例 106 : 1.3～1.7mm/年 (前回開放時 : 0.33～0.84mm/年)
- ④事例 117 : 1.3～1.5mm/年 (前回開放時 : 0.14～0.56mm/年)

図 1.1 内面腐食による事故のあったタンクの内面腐食履歴

図 1.1 より、内面腐食速度が急激に増加することにより流出事故が発生しており、腐食速度には変動があり、3～4 倍程度の変動は十分に起こりうる事が分かる。

図 1.2 及び表 1.2 は、旧法タンクの開放検査時に得られたタンクごとの最大内面腐食速度を、開放検査の回数ごとにデータの得られたタンク数 (表 1.1) について平均したものである。平均値の算出にあたっては、内面腐食深さを測定せずに板替えされた場合*や補修内容が不明で腐食速度が求められないものは除いている。なお、腐食履歴データは危険物保安技術協会から提供を受けたもので、同協会が保存しているもののうち各タンクの最も古いデータを 1 回目とした他、上述 B による推定腐食下限値を用いて腐食速度を算出したため、2 回目以降の腐食速度は小さめに算出されている。

*ある回の開放検査時に腐食が激しかった板について、次の開放検査時に板厚を測定

せずに当該板を交換してしまうことがある。この場合腐食深さが分からない。このように補修を要する程度の大きな腐食があったにもかかわらず調査・記録されていない事例が一定数有り、実態を把握しデータ分析を行う上での障害となっている。

図 1.2 及び表 1.2 に内面腐食速度の平均値とその変化の程度（平均値の最小値に対する各回の平均値の比率）を記したが、開放回数、部位によって腐食速度に差が生じていることが分かる。これらのデータを見る限り、アニュラ板より底板の方が内面腐食速度が大きいこと、アニュラ板で最大約 1.7 倍、底板で最大約 1.3 倍程度に腐食速度が変化していることが分かる。これらの結果には、内面腐食深さを測定せずに板替えした等の理由で腐食速度が求められなかった屋外タンクのデータが除かれていることも考慮したうえで、内面腐食の進行に十分な注意を払う必要がある。なお、図 1.2 及び表 1.2 の横に、新法タンクにおける同様の分析結果⁵⁾を示した。内面腐食速度の平均値については、旧法タンクと新法タンクに差異は認められなかった。なお、旧法タンクの底板では、直近 2 回目の腐食速度の平均値が若干減少しているものの、腐食速度の平均値については、開放検査を重ねるごとに増加傾向がみられる。

表 1.1 内面腐食速度データの得られたタンク数

第 1 回		第 2 回		第 3 回	
アニュラ板	底板	アニュラ板	底板	アニュラ板	底板
1318	1471	797	1001	306	396

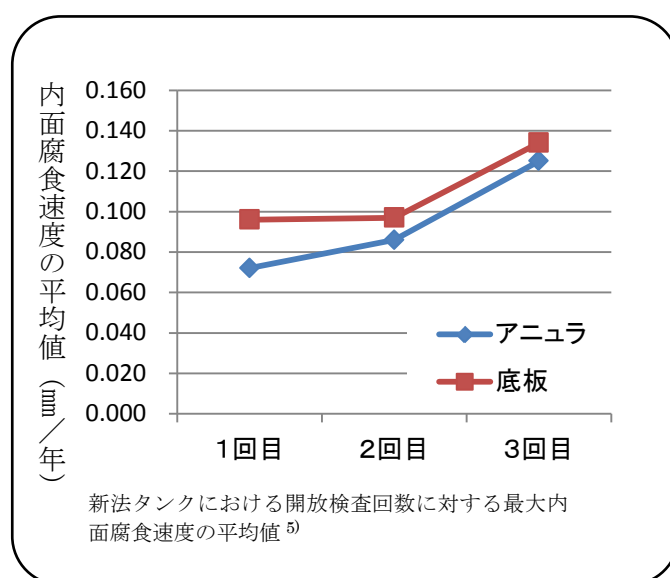
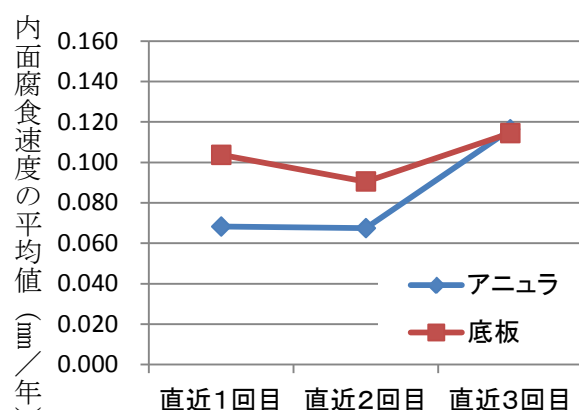


図 1.2 旧法タンクにおける開放検査回数に対する最大内面腐食速度の平均値

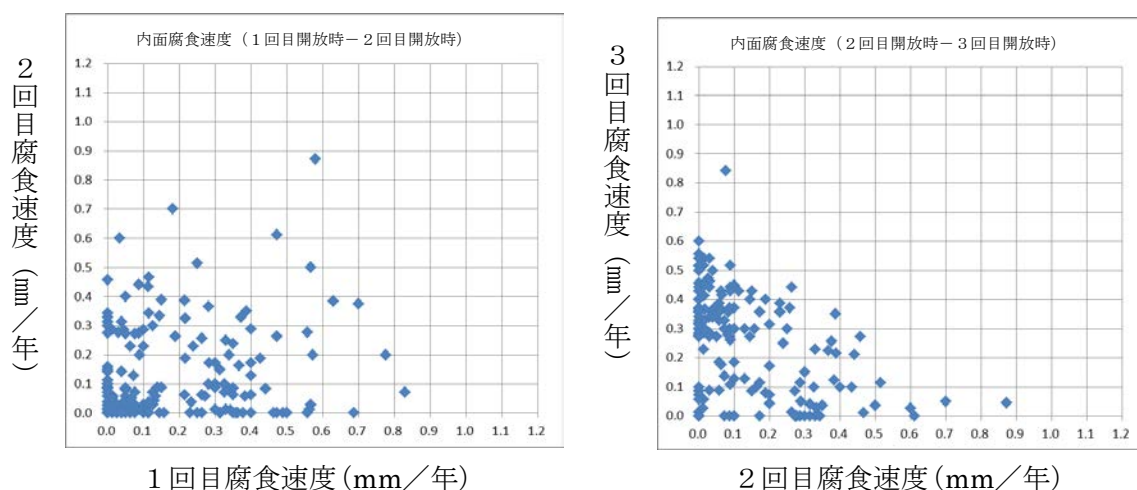
表 1.2 旧法タンクにおける内面腐食速度の平均値 (mm/年) とその変化の程度
(平均値の最小に対する各回の平均値の比率 (括弧内))

開放回数	アニュラ板	底板
1 回目	0.068 (1.01)	0.104 (1.15)
2 回目	0.067 (1.00)	0.090 (1.00)
3 回目	0.116 (1.72)	0.114 (1.26)

開放回数	アニュラ板	底板
1 回目	0.072 (1.00)	0.096 (1.00)
2 回目	0.086 (1.19)	0.097 (1.01)
3 回目	0.125 (1.74)	0.134 (1.40)

新法タンクにおける内面腐食速度の平均値 (mm/年) とその変化の程度⁵⁾

図 1.3 は、内面腐食速度のデータが得られた旧法タンクのうち、1 回目から 3 回目までのいずれかにおいて大きな内面腐食が報告されたものについて、開放検査回数の違いによる内面腐食速度をタンクごとに表示したものである。内面腐食速度は、タンク個々により、各回の腐食速度に変動があるため、結果的に腐食速度が小さいタンクのデータも採用されている。図 1.3 から内面腐食速度は各回の変動がきわめて大きいことが分かるほか、各回ごとの内面腐食速度の出現状況に、一定の傾向はなく、変動の上限を求めることも困難である。本資料には内面腐食深さが小さかったもの及び内面腐食深さを測定せずに板替えされたものは含まれていないため、最大の内面腐食速度を表しているとは限らないことにも留意する必要がある。実際の内面腐食の要因としては、コーティングの有無、内容物の種類、貯蔵温度などが考えられる。



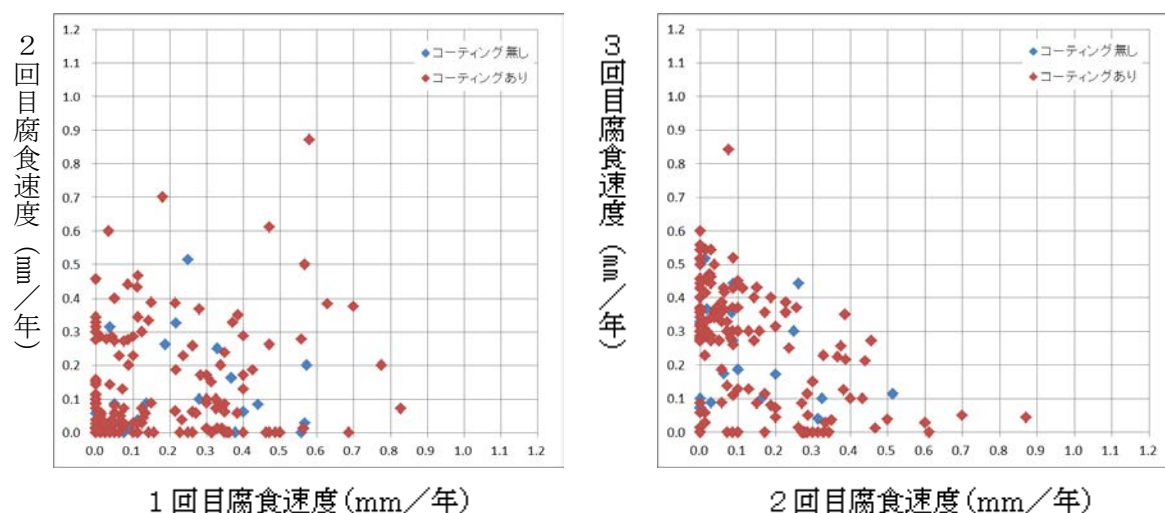
*内面腐食深さが小さかったもの及び内面腐食深さを測定せずに板替えされたものは含まれていない。

図 1.3 内面腐食深さが大きかった履歴のあるタンクの直近 1 回目開放検査時の内面腐食速度と直近 2 回目開放検査時の内面腐食速度 (左) 及び直近 2 回目開放検査時の内面腐食速度と直近 3 回目開放検査時の内面腐食速度 (右)

1.2 内面腐食の要因別分析

内面腐食について、影響をあたえると想定される要因について分析を行った。

内面腐食は、コーティングにより防止することが可能であるが、コーティングの効果について確認するために、図 1.3 について、コーティングの有無で分類して再度プロットしたものを図 1.4 に示すとともに、タンク基数の内訳を表 1.3 に示す。



*内面腐食深さが小さかったもの及び内面腐食深さを測定せずに板替えされたものは含まれていない。

図 1.4 コーティングの有無で分類した内面腐食深さが大きかった履歴のあるタンクの直近 1 回目開放検査時の内面腐食速度と直近 2 回目開放検査時の内面腐食速度 (左) 及び直近 2 回目開放検査時の内面腐食速度と直近 3 回目開放検査時の内面腐食速度 (右)

表 1.3 内面腐食速度データの得られたタンク数 (コーティングの有無含む)

第 1 回				第 2 回				第 3 回			
アニュラ板		底板		アニュラ板		底板		アニュラ板		底板	
1318		1471		797		1001		306		396	
コ有	コ無	コ有	コ無	コ有	コ無	コ有	コ無	コ有	コ無	コ有	コ無
898	420	965	506	621	176	763	238	265	41	334	62

コーティングが施工されているものは、その耐用年数の間は腐食速度が 0 となることが期待されるが、図 1.4 からは、コーティングが施工されているもので、腐食速度のばらつきが多く、コーティングがあるにもかかわらず腐食速度が高いものが散見される。これは、コーティングの経年劣化等によりその効果が低下したものが増え、その中に孔食等が発生し、大きな腐食速度を示したものと考えられるため、コーティングの劣化についても留意する必要がある。

なお、このほか、油種の違いや加温の有無、設置された地域別による分析を行ったが、明確な傾向はみられなかった。

引用文献

- 1) 危険物保安技術協会：N石油基地（株）K基地屋外タンク貯蔵所における漏洩事故の原因に関する調査検討報告書、昭和60年10月
- 2) 危険物保安技術協会：コーティングタンクの底部腐食に関する調査研究会報告書、平成9年11月
- 3) 危険物保安技術協会：屋外タンク貯蔵所からの原油漏洩事故の原因に関する調査検討委員会報告書、平成13年11月
- 4) S株式会社O製油所事故対策特別委員会：O製油所#003原油タンク分離水漏洩事故報告書、平成15年6月17日
- 5) 総務省消防庁危険物保安室：屋外タンク貯蔵所の保安検査の周期に係る調査検討会報告書、平成22年12月

2 屋外タンク底部の裏面腐食について

屋外タンクの劣化要因の一つである裏面（地盤側）腐食の進行の実態を把握するため、詳細に裏面腐食を測定できる新しい技術による測定（「連続板厚測定」）の結果を収集し分析した。

2.1 裏面腐食の分布と形状

図 2.1 は3基の旧法タンクに対する連続板厚測定の結果を表す。青色は腐食が殆ど進行していない領域を表し、比較的腐食が進んでいる領域は黄色や赤色で示してある（顕著なものは矩形内に見られる）。白色は浮き屋根の支柱保護板などによる欠測箇所を示す。この図から、底部板の腐食状況はタンクごとに異なり、一部に深い腐食（孔食）が認められるものや、孔食による腐食が広く分布しているものがあることが分かる。

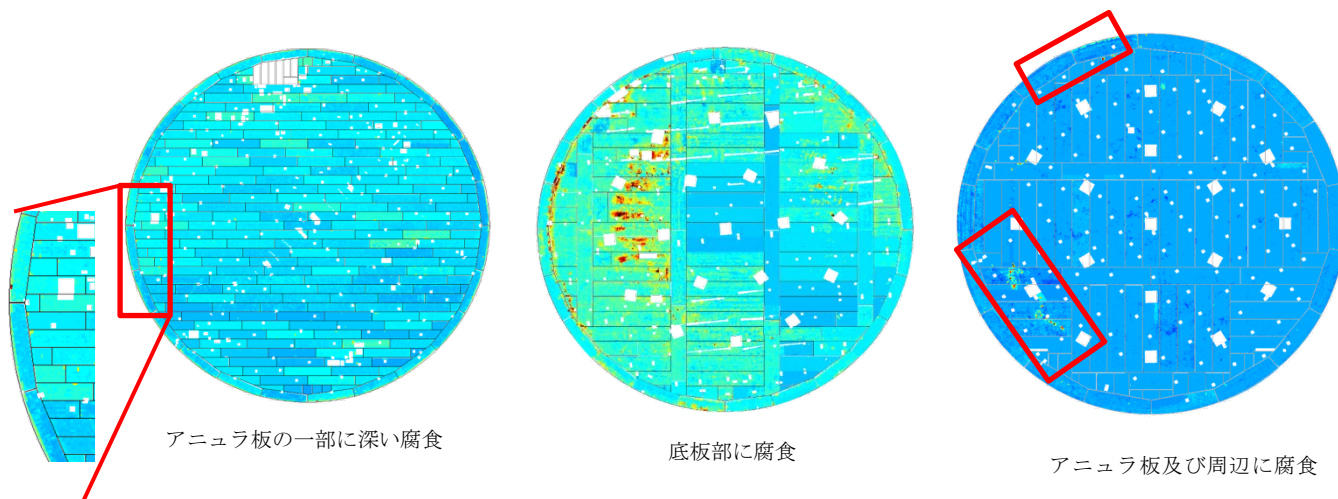


図 2.1 連続板厚測定による旧法タンク底部板の板厚分布の例

図 2.2 のグラフは図 2.1 の中央の屋外タンクの底板について、連続板厚測定法で測定された板厚のヒストグラムである。横軸は測定された板厚を示し、縦軸は測定点数（おおよそ面積に比例）を示す。この図から次のことが分かる。

- ①屋外タンク底板の板厚の大半は 6.7mm から 9.8mm の範囲内にある。（当該範囲内の測定点数：約 5 千万点）
- ②分布割合は小さいが、板厚が 1.8mm から 4.0mm の範囲内にある部位も存在する。（当該範囲内の測定点数：約 450 点）
- ③屋外タンク底部からの流出事故は、②のように局所的に腐食が進んで貫通孔が開くことによって発生するが、この場合でも底部板の大半は、それほど腐食していない可能性がある。

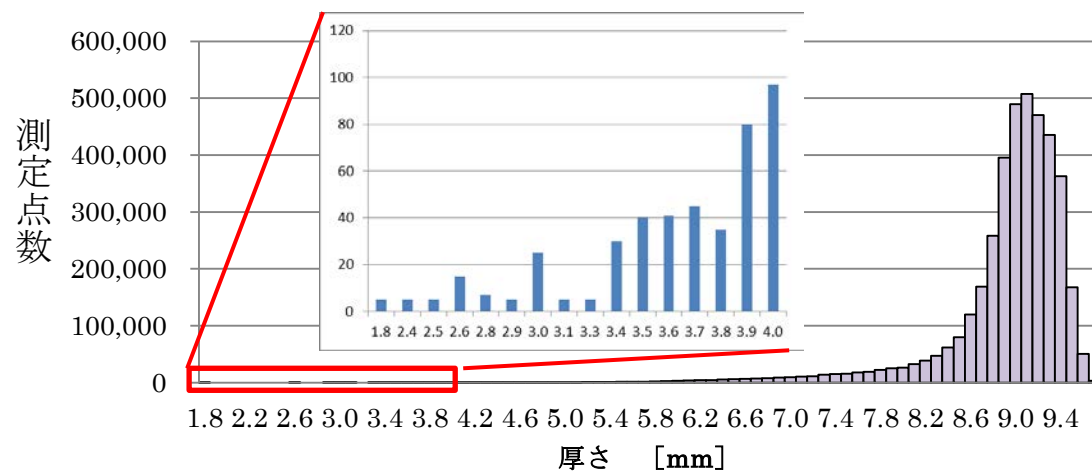


図 2.2 連続板厚測定によるタンク底部板の板厚のヒストグラムの例（設計板厚は 9.0 mm）

図 2.3 は連続板厚測定データから屋外タンク底部板の腐食形状を表したものである。腐食の広がりや深さ、分布は、局所的に腐食が進行するものや比較的広い範囲に孔食による腐食が認められるなど、腐食の進行の形態は様々であることがわかり、板厚の管理にあたっては腐食の進行に関して違いがあることに留意する必要がある。

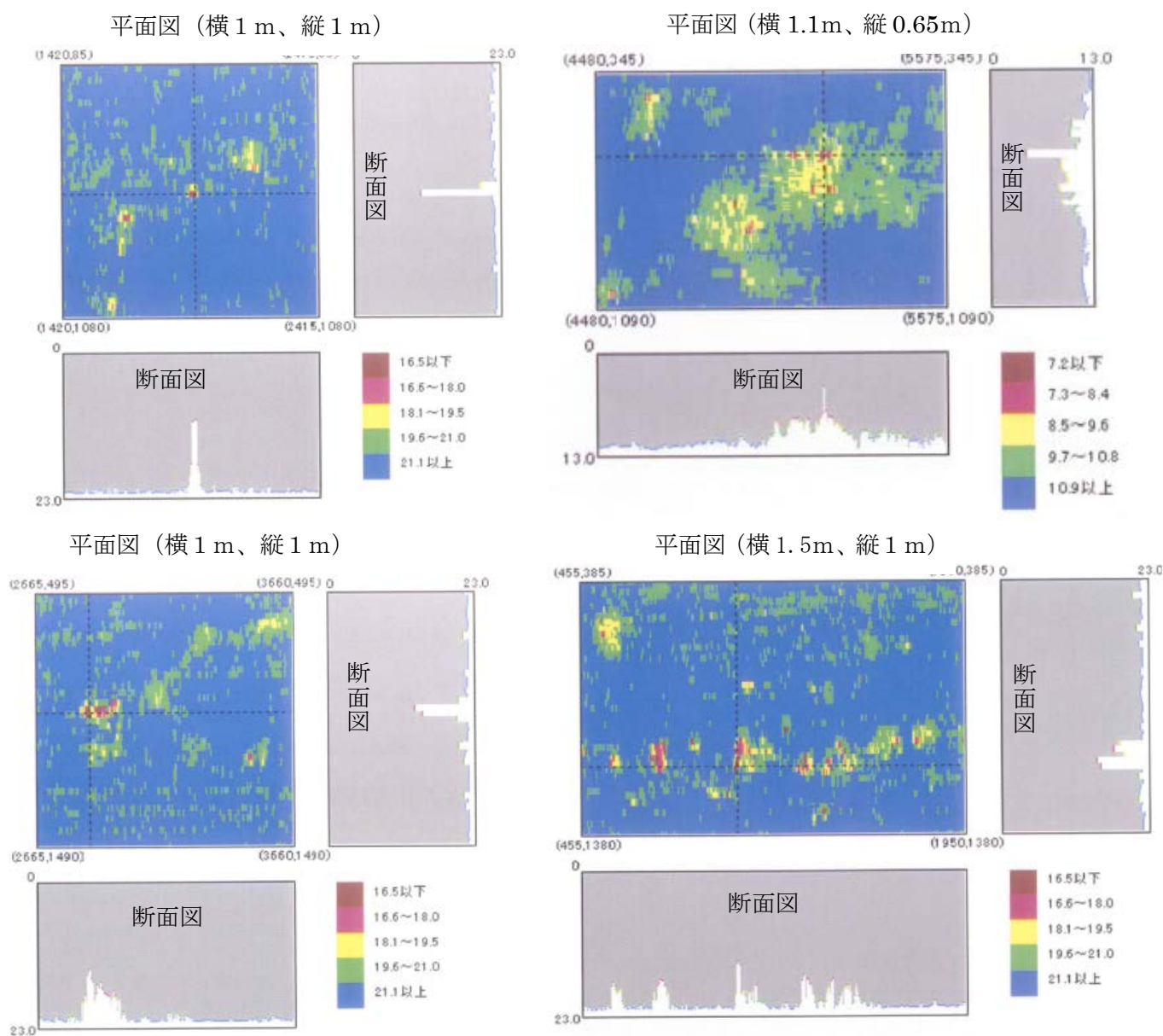


図 2.3 連続板厚測定データに基づく屋外タンク底部板の腐食形状の例

2.2 裏面腐食速度の実態調査

図 2.4 及び表 2.1 は、旧法タンクの開放点検時に得られた屋外タンクごとの最大裏面腐食深さから求めた最大裏面腐食速度を、開放検査回数ごとにデータの得られた旧法タンク数について平均したものである。内面腐食と同様に、開放回数、部位によって腐食速度に差が生じていることが分かる。また、裏面腐食は内面腐食速度とは異なり、底板よりアニュラ板の方が裏面腐食速度が大きい傾向がみられ、アニュラ板及び底板で最大約 1.4 倍程度に腐食速度が変化している。

これらの結果には、裏面腐食深さを測定せずに板替えした等の理由で腐食速度が求められなかった屋外タンクのデータが除かれていることも考慮したうえで、裏面腐食の進行に十分な注意を払う必要がある。

また、図 2.4 及び表 2.1 の横に、新法タンクにおける同様の分析結果¹⁾を示した。これらの結果から、新法タンクに比べて旧法タンクは、裏面腐食速度が大きい傾向が認められた。

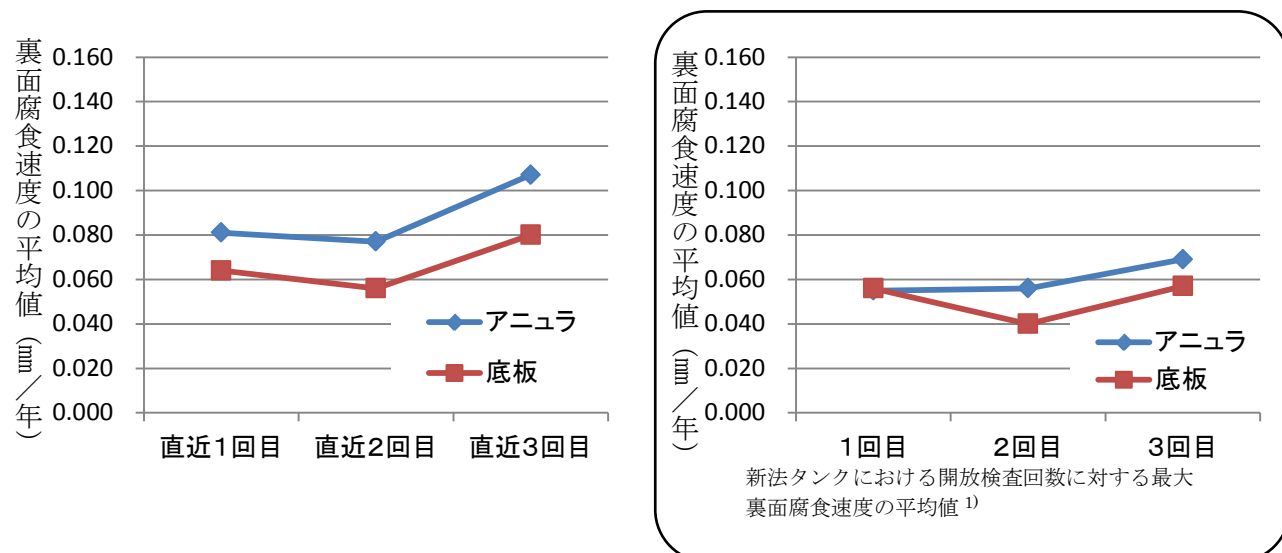


図 2.4 旧法タンクの開放検査回に対する最大裏面腐食速度の平均値

表 2.1 旧法タンクの開放検査回に対する裏面腐食速度

の平均値及び最大値並びに対象タンク基数

部位	開放回	1 回目	2 回目	3 回目
アニュー板	平均値 (mm/年)	0.081	0.077	0.107
	最大値 (mm/年)	1.167	1.100	0.800
	タンク基数	1277	902	328
底 板	平均値 (mm/年)	0.064	0.056	0.080
	最大値 (mm/年)	0.913	1.540	0.875
	タンク基数	1431	1067	427

部位	開放回	1 回目	2 回目	3 回目
アニュー板	平均値 (mm/年)	0.055	0.056	0.069
	最大値 (mm/年)	1.30	0.56	0.56
	タンク基数	571	448	246
底 板	平均値 (mm/年)	0.056	0.040	0.057
	最大値 (mm/年)	1.20	0.90	1.10
	タンク基数	531	425	275

新法タンクにおける裏面腐食速度の平均値 (mm/年)
とその変化の程度¹⁾

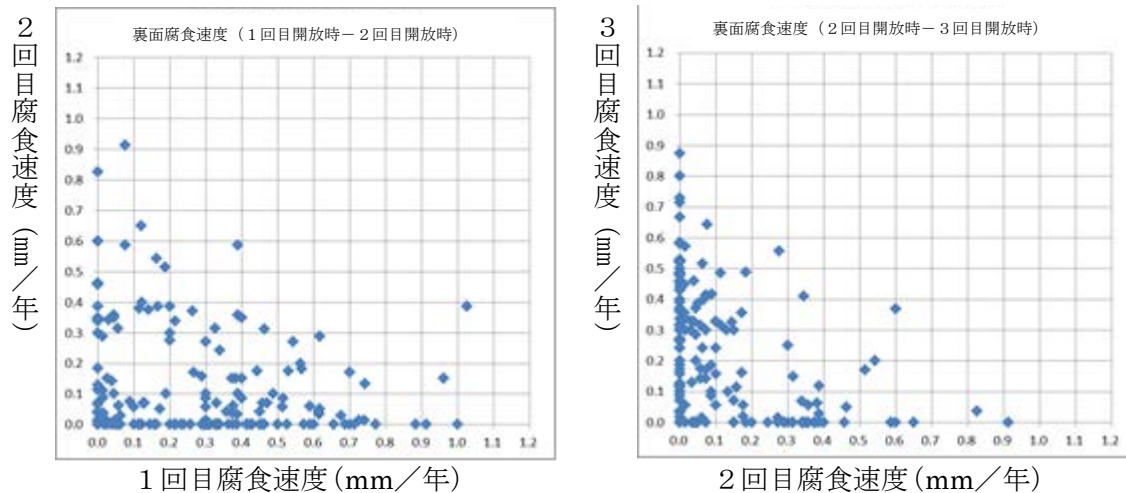
(データ算出の条件)

- ・板替えや補修内容不明で裏面腐食速度が求められないものを除いた。
- ・開放検査時に見つかった最大裏面腐食箇所が、前回開放検査時の補修後の最大裏面腐食箇所であったと仮定し、開放間隔年数により腐食速度を求めた。
- ・使用したデータは定点測定を実施した旧法タンクのみを抽出した。
- ・裏面腐食履歴データは危険物保安技術協会が保存しているもので各タンクの最も古いデータを3回目とした。

図 2.5 は、裏面腐食速度データが得られた旧法タンクのうち、1 回目から 3 回目までのいずれかにおいて大きな裏面腐食が報告されたものについて、開放検査回数の違いによる裏面腐食速度を個々のタンクごとに表示したものである。定点測定による腐食深さを元に、前回開放検査時の最大腐食箇所が今回開放検査時にも最大腐食箇所であったものと仮定して前回開放検査と今回開放検査の期間における腐食深さを求め、当該期間で除して腐食速度とした。裏面腐食速度は、タンク個々により、各回の腐食速度に変動があるため、結果的に腐食速度が小さいタンクのデータも採用されている。図 2.5 から裏面腐食速度は各回の変動がきわめて大きいことが分かるほか、各回ごとの裏面腐食速度の出現状況に、一定の傾向はなく、変動の上限を求めることも困難である。本資料には裏面腐食深さを測定せずに板替えされたもの*は含まれていないため、最大の裏面腐食速度を表しているとは限らないことにも留意する必要がある。

*2.2 で述べたとおり、腐食が激しい板について板厚を測定せずに底板を交換してしまうものが一定数有り、旧法タンクの底部腐食の実態を把握し、データ分析を行う上での障害となっている。

図 2.5 から、各回ごとの裏面腐食速度の出現状況に、一定の傾向は見られず、また、変動の上限を求めることも困難である。なお、定点測定での測定結果に基づいて算出した裏面腐食速度であり、最大の裏面腐食速度を表しているとは限らないことにも留意する必要がある。実際の裏面腐食の要因としては、裏面防食措置の劣化、雨水浸入防止措置の劣化、貯蔵温度の変化、基礎と底部板との接触状況などが考えられる。

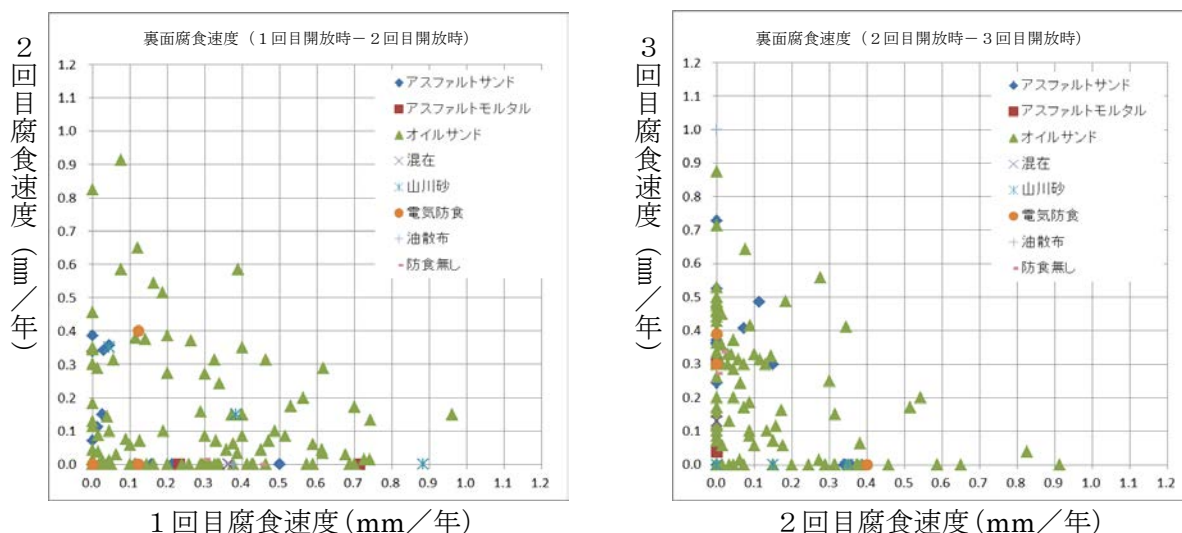


* 腐食深さが小さかったもの及び腐食深さを測定せずに板替えされたものは含まれていない。
* 定点測定による腐食率である。

図 2.5 裏面腐食深さが大きかった履歴のあるタンクの直近1回目開放検査時の裏面腐食速度と直近2回目開放検査時の裏面腐食速度 (左) 及び直近2回目開放検査時の裏面腐食速度と直近3回目開放検査時の裏面腐食速度 (右)

2.3 裏面腐食の要因別分析

図 2.6 は、内面腐食と同様に裏面腐食の要因と考えられる裏面防食措置の種類で分類してプロットしたものである。オイルサンドについて、腐食速度が大きい傾向がみられる。オイルサンドは、経年等でその油分が抜けてしまう可能性があり、相対的にアスファルトサンド等と比較すると、裏面防食効果が劣ることが考えられる。



* 腐食深さが小さかったもの及び腐食深さが測定されずに板替えされたものは含まれていない。
* 定点測定による腐食率である。

図 2.6 裏面防食措置の種別で分類した裏面腐食深さが大きかった履歴のあるタンクの直近1回目開放検査時の裏面腐食速度と直近2回目開放検査時の裏面腐食速度 (左) 及び直近2回目開放検査時の裏面腐食速度と直近3回目開放検査時の裏面腐食速度 (右)

裏面防食措置の種類のほか、加温の有無や旧法タンクの設置された地域の違いが腐食速度に影響を分析したが、明確な傾向は認められなかった。

引用文献

- 1) 総務省消防庁危険物保安室：屋外タンク貯蔵所の保安検査の周期に係る調査検討会報告書、平成 22 年 12 月

3 保安検査周期のあり方に係る底部板厚に関する影響評価について

旧法屋外タンク貯蔵所の保安検査の検査周期の間隔による影響を評価するために、流出事故はどの程度増加するか、耐震性の低下などタンクの安全性がどの程度影響を受けるかについて、過去のデータを用いて検証した。

3.1 保安検査周期を延長した場合の影響評価（内面腐食）

保安検査周期を延長した場合に、内面腐食により底部板に貫通孔が生じることによる流出事故がどの程度増加するかについて、容量1万キロリットル以上の旧法タンクにおいて過去の開放検査時に測定された腐食深さのデータを用いて模擬的に検討する。ここでいう流出事故とは、内面腐食が一定速度で進行し底部板に貫通が生じることが予測されることと定義する。なお、実際の屋外タンクでは、液圧、残留応力、基礎からの底板の浮き上がりなどがあり、底部板厚が腐食により0.0 mmとなるよりも厚い条件（早い段階）で流出事故が発生すると考えられ、また腐食速度は経年的に変化する可能性があるが、ここではあくまで仮想的な検討のため、楽観的ではあるが単純な仮定をとり、事故の発生条件を板厚0.0 mmとし腐食速度を一定とした（図 3.1）。もっとも、実際の管理にあたってこのような考え方は大規模流出事故を容認することになってしまうため適当ではなく、安全のための余裕を設定する必要がある。

3.1.1 内面腐食により底部板が貫通する年数を推定するために使用するデータ

- ・各開放検査時における最大内面腐食深さ
- ・各開放検査時における内面腐食に対する補修基準（内面腐食深さが何mm以上の場合に肉盛り補修を実施するか）から推定される補修後の内面腐食による最小残板厚
- ・各開放検査期間
- ・タンクの底部設計板厚（実際のタンクでは設計板厚を上回るプラス公差や設計板厚を下回るマイナス公差の板が使用されるケースがあるが、本検討では、公差は考慮しない。）

3.1.2 内面腐食により底部板が貫通する年数を推定する方法

保安検査周期を延長した場合に内面腐食により旧法タンク底部板が貫通する年数を以下の方法により推定する。なお、最大内面腐食箇所の裏面側には腐食がないものと仮定する。

- （1）危険物保安技術協会が保存している1471基の容量1万キロリットル以上の旧法タンク（廃止されたものも含む）のデータから3.1.1のデータを収集する。
- （2）そのうち、大きな内面腐食深さが測定されたことが報告されたものを170基分抽出する。
- （3）アニュラ板、底板に対して各開放時の内面腐食深さと補修基準から各開放時の補修後の内面腐食による最小残板厚（補修後推定最小残板厚）を求める。
- （4）前回開放検査時の補修後推定最小残板厚又は設計板厚と今回開放検査時の内面腐食

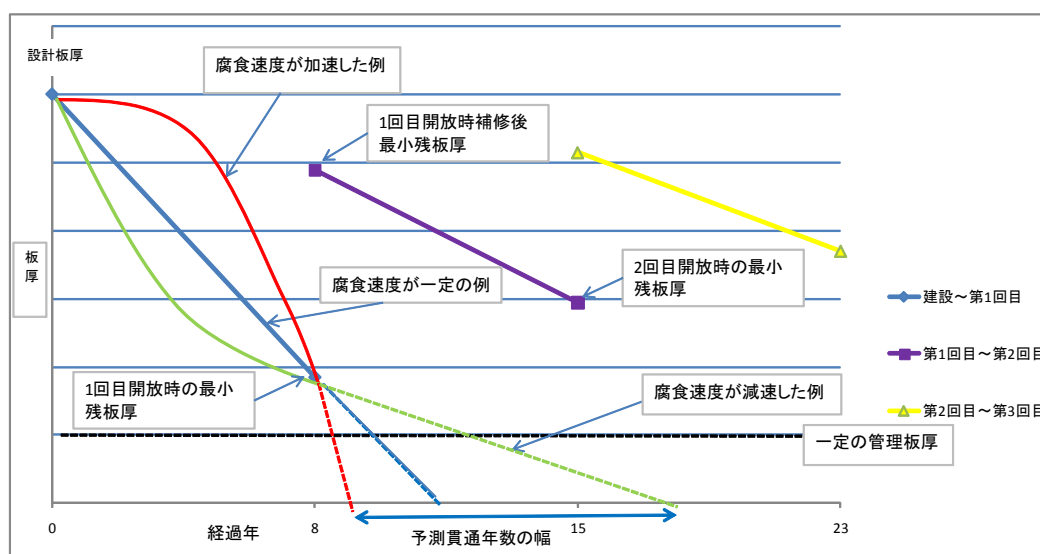
による残板厚から腐食速度を求める。求めた腐食速度で腐食が進行した際、保安検査周期を延長した場合に何年で残板厚が 0.0 mm になるかを計算する。

- (5) ある開放検査時に最大の内面腐食が見つかった箇所が、前回開放検査時の補修後推定最小残板厚の箇所であったとは限らない。このことから、前回開放検査と今回開放検査の間の内面腐食速度は次の 2 つの値で算定した (図 3.1.2 参照)。

A：前回開放検査時の補修後には設計板厚であった箇所で今回開放検査時の最大内面腐食箇所が生じた (図 3.2 点線) として求めた推定下限値 (予測貫通年数が短くなる方向の算定方法)。

B：前回開放検査時の補修後推定最小残板厚の箇所で今回開放検査時の最大内面腐食箇所が生じた (図 3.2 実線) として求めた推定上限値 (予測貫通年数が長くなる方向の算定方法)。

- (6) 一つのタンクに対して、開放検査ごとに残板厚が 0.0 mm になる推定年数を計算し、最も年数が短いものを当該タンクの底甲板の内面腐食による貫通年とする (図 3.4 参照)。



内面腐食による底甲板の貫通年数推定のための留意事項

- ①底甲板の腐食速度は変化することが考えられ、設計板厚と1回目の開放検査時の最小板厚を直線で結んだ場合 (青の実線) より大きくなるおそれがある。そのため、実際の管理にあたっては、将来の腐食速度は直線で結んだ腐食速度 (青の実線) に対して大きくなる場合があることから、安全余裕を考える必要がある (赤の点線)。
- ②実際のタンクでは、液圧、残留応力、基礎からの底板の浮き上がりなどがあり、底甲板厚が 0.0 mm よりも厚い板厚で流出が発生すると考えられるため、実際の管理にあたっては一定の管理板厚が必要である。
- ③本検討では腐食速度の変化を考慮することが困難なため、腐食速度は一定と仮定して、底甲板厚が 0.0 mm となる年数を推測するが、以上の理由から実際の管理方法とは異なることに留意が必要である。

図 3.1 腐食速度の変化例イメージ図

内面 (アニュラ板)	設計板厚 (mm)	経過年	開放周期 (年)	最大内面 腐食量 (mm)	開放時 最小板厚 (mm)	肉盛基準 (mm)	補修後 最大腐食 (mm)	補修後 最小板厚 (mm)	腐食速度 (mm/年)	貫通推定年数	板取替 割合(%)	コーティング 有無	内面腐食速度に一定 の変動率を考慮した 場合の貫通推定年数
完成検査	S44.9.24	12.0											
開放検査	S61.8.21	16	-	4.3	7.7	6.0	4.3	7.7			0	有:1、無:0	
	H9.4.9	27	10.6	4.3	7.7	6.0	4.3	7.7	~ 0.41	29.2	~ 0		17.0
	H17.7.20	35	8.3	9.8	2.2	1.8	1.7	10.3	0.67 ~ 1.19	10.0 ~ 11.4	0		5.8 ~ 6.6
	H24.12.26	43	7.4	5.0	7.0	1.8	1.7	10.3	0.45 ~ 0.68	17.6 ~ 22.8	0		10.2 ~ 13.3

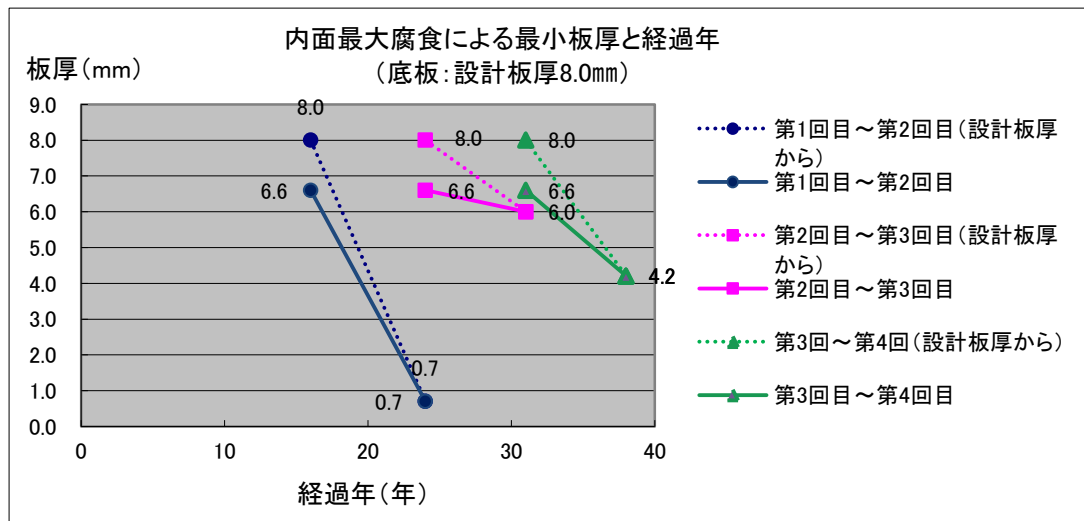


図 3.2 旧法タンクの開放検査ごとの内面腐食の履歴の例

(7) 腐食速度は各開放検査ごとに異なり、貫通予測にあたっては腐食速度の変動幅を考慮する必要がある。その幅として、各開放検査ごとに求まるタンクごとの最大腐食速度をタンク数に対して平均したもの（表 1.2）の、最小値に対する最大値の率（底板 1.26、アニュラ板 1.72）を仮定する。今回の貫通予測はあくまで仮想的な検討であるため、より実態に近いと考えられる上記仮定を用いた。現実の制度上考慮すべき変動幅を示したものではないことには注意が必要である。なお、結果として算出される腐食速度は、事故が発生していないもので最も高い事例（図 3.3）であっても 1.33 mm/年であり、急激に内面腐食が進行し流出事故に至った事例の腐食速度（1.5～2.6 mm/年：図 1.1）以下であった。

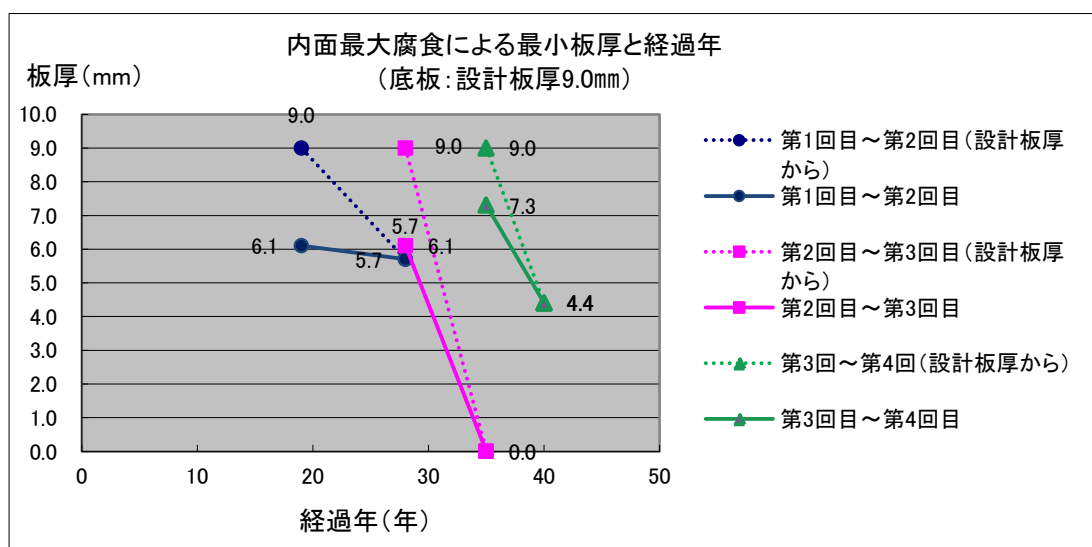


図 3.3 収集し分析に用いたデータ中で内面腐食速度の大きな事例

底板設計板厚：8.0mm

		経過年	開放	開放時内 面最大腐 食深さ (mm)	開放時最 小残板厚 (mm) ※1	肉盛り補 修基準 (mm)※2	補修後推 定最小残 板厚(mm) ※3	腐食速度	貫通推定年数 (年)※5
			周期 (年)					(mm/年) ※4	
第1回目開放検査	平成3年4月	16	—	2.3	5.7	1.5	6.6	—	—
第2回目開放検査	平成10年9月	24	7.4	7.2	0.8	1.5	6.6	0.79～0.97	8.2～8.3
第3回目開放検査	平成18年8月	31	7.9	5.7	2.3	1.5	6.6	0.55～0.72	11.1～12.0
第4回目開放検査	平成25年7月	38	6.9	3.8	4.2	1.5	6.6	0.35～0.55	14.5～18.8

- ※1 開放検査時最小残板厚＝設計板厚－開放検査時内面最大腐食深さ
- ※2 肉盛り補修基準：開放点検時に所有者等が設定した補修をする内面腐食深さの基準
- ※3 補修後推定最小残板厚＝（設計板厚－肉盛り補修基準）＋0.1
- ※4 内面腐食速度＝（前回開放検査時の補修後推定最小残板厚－開放検査時最小残板厚）÷開放周期又は（設計板厚－開放検査時最小残板厚）÷開放周期
- ※5 貫通推定年数(年)：各開放検査時の最小残板厚が今までと同じ腐食速度で腐食したと仮定して、残板厚が0.0mmまでの年数（点線矢印が貫通する年数を示す。）を推定。
- 上記の結果より、本タンクは最短で、8.2年（1回目～2回目の開放点検時のデータから外挿したもの）で貫通するものと推定される。

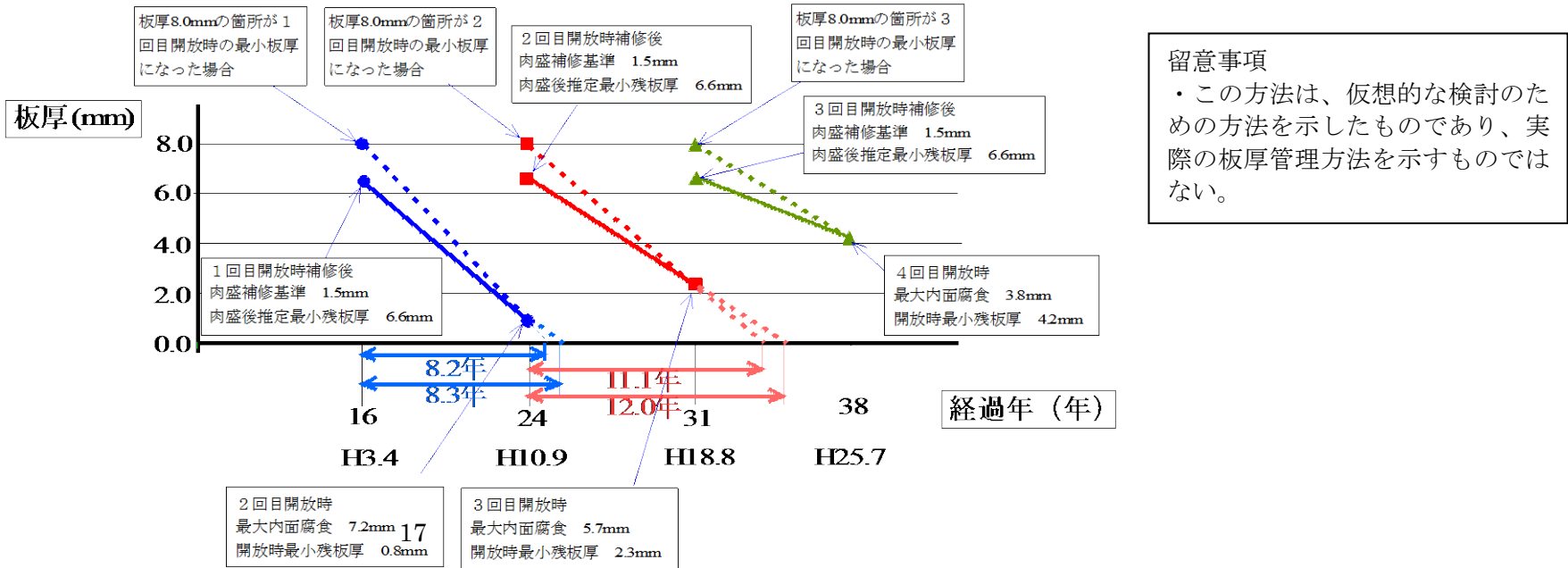


図 3.4 過去のデータから内面腐食による底部板貫通年を推定する方法

3.1.3 内面腐食による貫通年の推定結果

前項の方法により容量1万キロリットル以上の旧法タンクについて、内面腐食の履歴データから、各タンクの腐食履歴において最も早く板厚が0.0 mmになるまでの年を計算した。腐食速度が当該タンクで過去に計測された値から変化しないと仮定し内面腐食による貫通の推定年を表3.1に示す。

なお、結果については、次の点については推定年を長くする（危険性を小さく評価する）仮定を用いたことに留意する必要がある。

- ・板厚が0.0 mmとなった年数を算定したこと。
- ・裏面腐食はないものと仮定して算定したこと。
- ・内面腐食速度が平均より大きく変化すること（加速すること）は考慮していないこと。

表 3.1 腐食速度が測定値から腐食速度が一定と仮定した場合の内面腐食による貫通の推定年

年	内面腐食速度の推定上限値 を用いた推定			内面腐食速度の推定下限値 を用いた推定		
	アニュラ板	底板	累計	アニュラ板	底板	累計
7 以下	0	2	2	0	0	0
～ 8	0	3	5	0	0	0
～ 9	0	3	8	0	4	4
～ 1 0	1	2	11	0	1	5
～ 1 1	2	5	18	0	1	6
～ 1 2	0	6	24	1	3	10
～ 1 3	1	8	33	0	1	11
～ 1 4	2	11	46	0	3	14
～ 1 5	1	9	56	0	1	15
～ 1 6	2	8	66	0	3	18

3.2 保安検査周期を延長した場合の影響評価（裏面腐食）

保安検査周期を延長した場合に、裏面腐食により底部板に貫通孔が生じることによる流出事故がどの程度増加するかについて、容量1万キロリットル以上の旧法タンクにおいて過去の開放検査時に測定された腐食深さのデータを用いて模擬的に検討する。ここでいう流出事故とは、裏面腐食が一定速度で進行し底部板の板厚が0.0 mmとなることが予測されることと仮定する。なお、実際の屋外タンクでは、液圧、残留応力、基礎からの底板の浮き上がりなどがあり、底部板厚が腐食により0.0 mmとなるよりも厚い条件（早い段階）で流出事故が発生すると考えられ、また腐食速度は経年的に変化する可能性があるが、ここではあくまで仮想的な検討のため、単純な仮定をとり、事故の発生条件を板厚0.0 mmとし腐食速度を一定とした（図3.1参照）。もっとも、実際の管理にあたってこのような考え方は大規模流出事故を容認することになってしまうため適当ではなく、安全のための余裕を設定する必要があることに十分留意すべきである。

3.2.1 裏面腐食により底部板が貫通する年数を推定するために使用するデータ

- ・各開放検査時における定点測定により検出された最大裏面腐食箇所の残板厚
- ・定点測定により検出された最大裏面腐食深さと実際の最大裏面腐食深さの比率（3.2.2 参照）
- ・各開放検査時の補修後最小板厚
- ・各開放期間
- ・屋外タンクの底部設計板厚（実際のタンクでは設計板厚を上回るプラス公差や設計板厚を下回るマイナス公差の板が使用されるケースがあるが、本検討では公差は考慮しない。）

3.2.2 定点測定により検出される最大裏面腐食深さと実際の最大裏面腐食深さの比較

特定屋外タンク貯蔵所のタンク底部の板厚の測定方法には、定点測定法と連続板厚測定法がある。定点測定法は、56号通知に示された測定方法と「屋外タンク貯蔵所の地震対策について」（昭和54年12月25日付け消防危第169号通知（以下「169号通知」という。））に示された2通りの測定方法（表3.2 参照）がある。これらの測定方法は、屋外タンク底部の裏面腐食を傾向的に管理することを目的として、離散的に板厚測定する方法である。

表 3.2 定点測定の通知別板厚測定箇所

	56号通知	169号通知
アニュラ板	側板から500mmの範囲を2mの千鳥の点	①側板から500mmの範囲を100mmの千鳥の点 ③その他箇所を1mの間隔の点 ②内面腐食のみられる箇所の点
底板	板1枚あたり3点	1mの間隔の点
その他	腐食の認められる箇所、アース・ドレン部分を300mmの間隔の点	アース・ドレン部分を100mmの間隔の点

一方、新たな技術としてタンク底部の板の厚さを広範囲にわたり連続的に測定できる技術が開発され、一部の事業者ではこの技術を活用した板厚測定方法により底部裏面腐食に対する管理が実施されるようになってきた。この測定方法は、「連続板厚測定方法による特定屋外貯蔵タンク底部の板厚測定に関する運用について」（平成15年3月28日付け消防危第27号）に示されており、測定間隔は30.0mm以下となっている。現在運用されている連続板厚測定装置では、装置走行方向に5.0mm、走行と直交する方向に30.0mm間隔での測定が可能となっている。

タンク底部の裏面腐食は2.1で見たように一般的に局部的に発生することがみられ、また、内面腐食とは異なり腐食箇所が視認できないため、定点測定法における離散的な測定間隔は、局部腐食の大きさに比べ大きな間隔となっていることも考えられることから、実際の底部板に発生している最大裏面腐食深さは定点測定法で検出される最大裏面腐食深さよりも大きい可能性がある。一方、過去の保安検査においては定点測定法による測定が多

数であることから、裏面腐食による貫通年を推定するためには、定点測定法による結果から実際の最大裏面腐食深さを推定する必要がある。

このようなことから、同一のタンクについて、定点測定法により検出される最大裏面腐食深さと、連続板厚測定法による測定結果から得られる最大裏面腐食深さを比較分析し、測定方法の違いによる最大裏面腐食深さの比率を求めることにより、過去の保安検査時の定点測定法により検出された最大裏面腐食深さから、次式により最大裏面腐食深さを算出する。

推定最大裏面腐食深さ = (定点測定法により検出された最大裏面腐食深さ) × (測定方法の違いによる比率)

なお、測定方法の違いによる比率を求めるうえで、実際の最大裏面腐食深さとして連続板厚測定法による最大腐食深さを用いた。

(1) 測定方法の違いによる比率の算出方法

- ①超音波を用いた底部全面に対して連続板厚測定法で測定された容量1万キロリットル以上の旧法タンクの底部板厚データ（以下「連続板厚データ」という。）128基から、腐食量の重みに応じて40基分を収集した。
- ②連続板厚データから、アニュラ板、底板それぞれに対して56号通知及び169号通知で示された箇所の測定データを抽出し、抽出されたデータから各々の測定方法によって測定したと想定した場合の板厚最小値を算出する。
- ③連続板厚データから定点測定箇所のデータを抽出するにあたって、定点の設定において測定位置がずれることを想定して、板ごとに抽出箇所を5通り設定した（抽出箇所の設定方法は、図3.5、図3.6参照）。
- ④初期板厚の公差を考慮し、連続板厚データの最頻値を初期板厚とした。
- ⑤連続板厚データから算出した最大裏面腐食深さと、56号通知及び169号通知のそれぞれの測定方法による最大裏面腐食深さを、タンクごとに求める。
- ⑥上記⑤で求めた連続板厚測定法と定点測定法の裏面最大腐食深さから、アニュラ板、底板それぞれについて、横軸に連続板厚測定データの裏面最大腐食深さ、縦軸に定点測定法で示された箇所の裏面最大腐食深さをとり、回帰直線を求め測定方法の違いによる最大裏面腐食深さの比率を算出する。

- ・アニュラ板では、起点を円周方向へ 100mm ずつ 4 回ずらした※¹。
- ・底板では、起点を X 方向、Y 方向にそれぞれ±150mm ずらした※²。

屋外貯蔵タンクの昭和52年消防危第56号に基づく測定方法

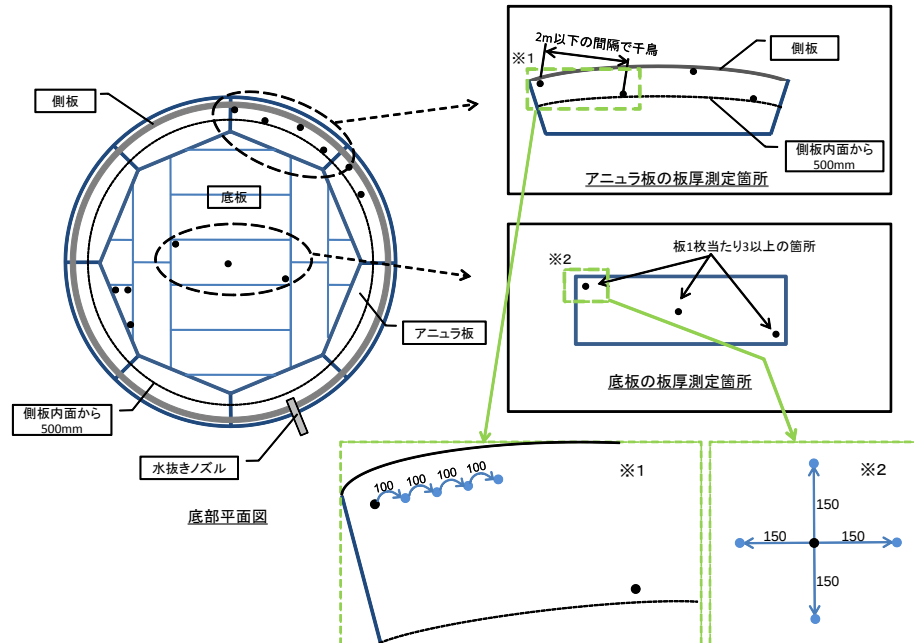


図 3.5 データ抽出箇所の設定方法（56 号通知を模擬した場合）

- ・アニュラ板の側板から 500mm 範囲では、起点を隣接する測定点との間隔を 5 等分した各位置にずらした※¹。
500mm 以外の範囲では、起点を円周方向へ 100mm ずつ 4 回ずらした※²。
- ・底板では、起点を X 方向、Y 方向へそれぞれ±150mm ずらした※³。

屋外貯蔵タンクの昭和54年消防危第169号に基づく測定方法

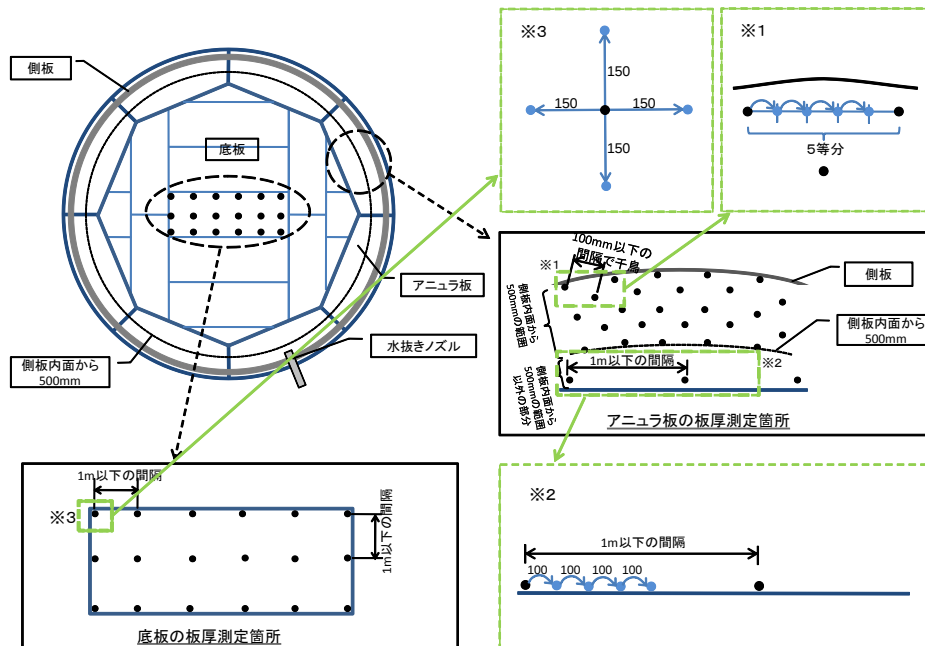


図 3.6 データ抽出箇所の設定方法（169 号通知を模擬した場合）

(2) 定点測定法により検出される裏面腐食深さと連続板厚測定法による裏面腐食深さの回帰分析結果

図 3.7、図 3.8 に分析の結果を示す (図中◆は 1 タンクあたり 5 通り設定した定点設定方法の平均値であり、垂直の線分は定点設定方法によるばらつきを示す)。両図において、左は 169 号通知を模擬した場合、右は 56 号通知を模擬した場合の結果である。定点設定方法に対する平均値を用いて定点測定法により検出される裏面腐食深さと連続板厚測定法による裏面腐食深さの関係を回帰直線で表し、その傾きにより、定点測定法による最大腐食深さから、平均的に見て何倍の実最大腐食深さが想定されるかの比率を評価した。

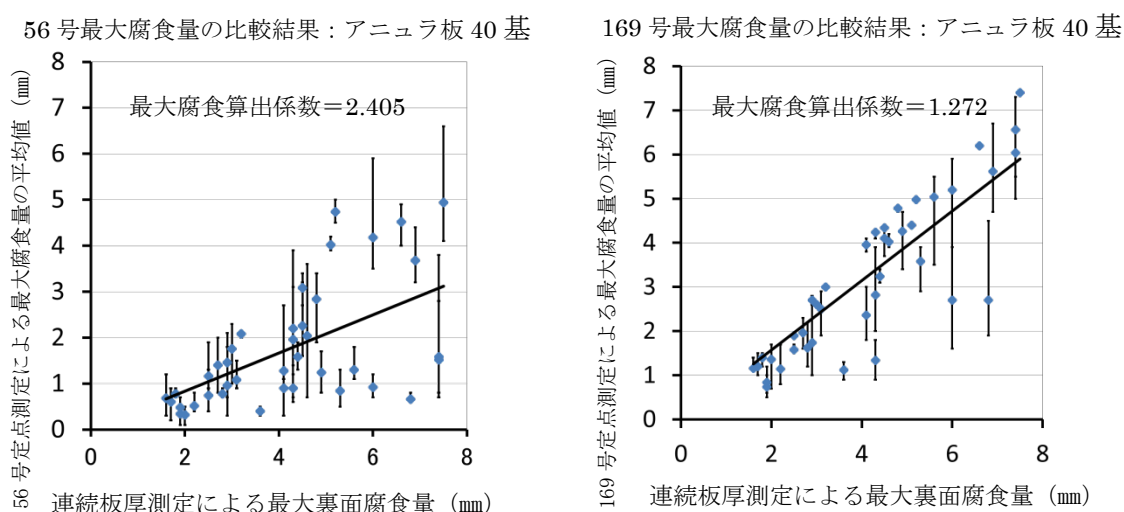


図 3.7 アニュラ板の定点測定結果と連続板厚測定結果の相関分析結果 (5 通りの抽出箇所設定方法による平均を◆で、結果の幅を垂直の線分で示す。)

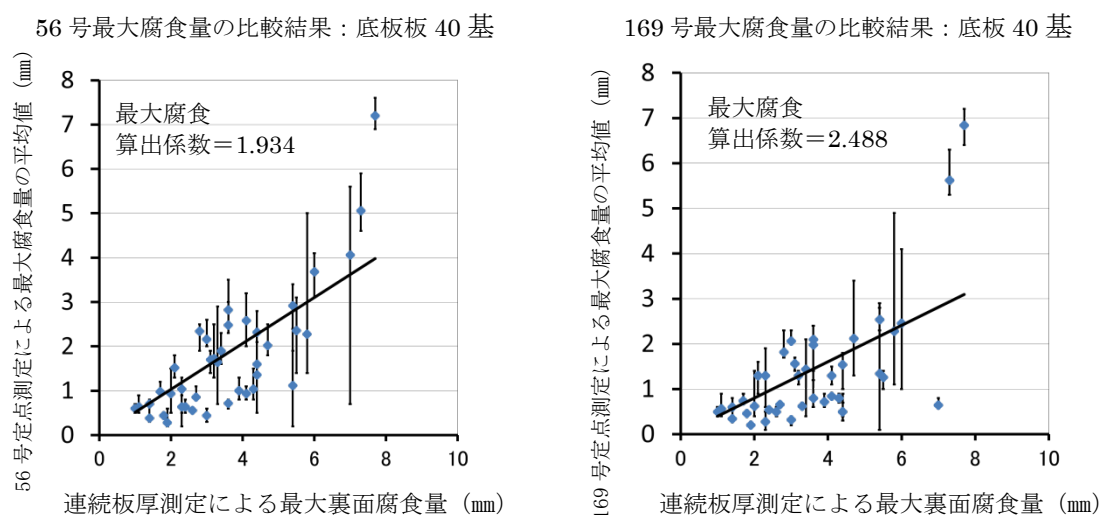


図 3.8 底板の定点測定結果と連続板厚測定結果の相関分析結果 (5 通りの抽出箇所設定方法による平均を◆で、結果の幅を垂直の線分で示す。)

平均的に見て、タンク底部の実最大裏面腐食深さは、定点測定法で発見される最大裏面腐食深さに表 3.3 の係数（回帰直線の傾きの逆数）を乗じたものであると考えられる。

表 3.3 定点測定法による裏面腐食深さから想定される最大裏面腐食深さの算出係数

	56 号通知による定点測定	169 号通知による定点測定
アニュラ板	2.405	1.272
底板	2.488	1.934

3.2.3 裏面腐食により底部板が貫通する年数を推定する方法

保安検査周期を延長した場合に裏面腐食により底部板が貫通する年数を以下の方法により推定する。なお、最大裏面腐食箇所の内面側には腐食がないものと仮定する。

- (1) 危険物保安技術協会が保存している 1431 基の容量 1 万キロリットルの旧法タンク（廃止されたもの含む）の裏面腐食の 3.2.1 のデータを収集する。
- (2) その内から、大きな裏面腐食深さが測定されたことが報告されたものを 170 基分抽出する。
- (3) アニュラ板、底板に対して各開放検査時に検出された最小板厚と各開放検査時の補修後最小板厚から各開放検査時の補修後の裏面腐食による残板厚を求める。
- (4) アニュラ板、底板に対して各開放検査時に検出された最大裏面腐食深さに表 3.2 の比率を乗じる（開放検査時に連続板厚測定法により板厚測定されていた場合は、比率を 1.000 とした）ことにより、連続板厚測定法を実施した場合に想定される最大裏面腐食深さを算出する。
- (5) 前回開放検査時の補修後最小板厚と今回開放検査時で検出された最小板厚から腐食速度を求める。求めた腐食速度で腐食が進行した際、保安検査周期を延長した場合に何年で残板厚が 0.0 mm になるかを計算する。
- (6) (4) のデータから前回開放検査時の連続板厚測定法を実施した場合を想定した最小板厚と今回開放検査時の連続板厚測定法を実施した場合を想定した最小板厚から腐食速度を求め、この腐食速度で腐食が進行した際、保安検査周期を延長した場合に何年で残板厚が 0.0 mm になるかを推定する。
- (7) (5)、(6) により、以下の二つの推定結果を得る。
 - ① 定点測定法により最大腐食深さが計測されていたと想定した場合（図 3.9 実線）：“定点測定による推定”
 - ② 定点測定値から統計的に期待される最大腐食深さにより推定した場合（図 3.9 点線）：“連続板厚測定想定による推定”
- (8) 一つの旧法タンクに対して、開放検査ごとに残板厚が 0.0 mm になる推定年数を計算

し、それぞれの推定方法について、最も年数が短いものを当該タンクの底部板の裏面腐食による貫通年とする（検討の手順は図 3.10 参照）。

裏面 (アニュラ板)	設計板厚 (mm)	経過年	開放周期 (年)	定点測定による最大裏面腐食量 (mm)	定点測定最小板厚 (mm)	補修後最小板厚 (mm)	連続板厚測定を想定した補正係数	連続板厚測定による予測値 (mm)	定点測定による貫通推定年数	連続板厚測定による貫通推定年数	板厚測定方法	板の取替割合 (%)
完成検査	S49. 4. 23	12.0					169号 : 1.28 56号 : 2.41					
開放検査	S62. 9. 25	13	-	0.0	12.0	12.0	1.28	12.0			169号	0
	H9. 9. 12	23	10.0	3.3	8.7	8.7	2.41	4.0	36.3	15.0	56号	0
	H17. 1. 17	30	7.4	3.5	8.5	8.5	2.41	3.5	319.9	58.8	56号	0
	H24. 12. 21	38	7.9	4.0	8.0	8.0	2.41	2.3	134.8	23.1	56号	0

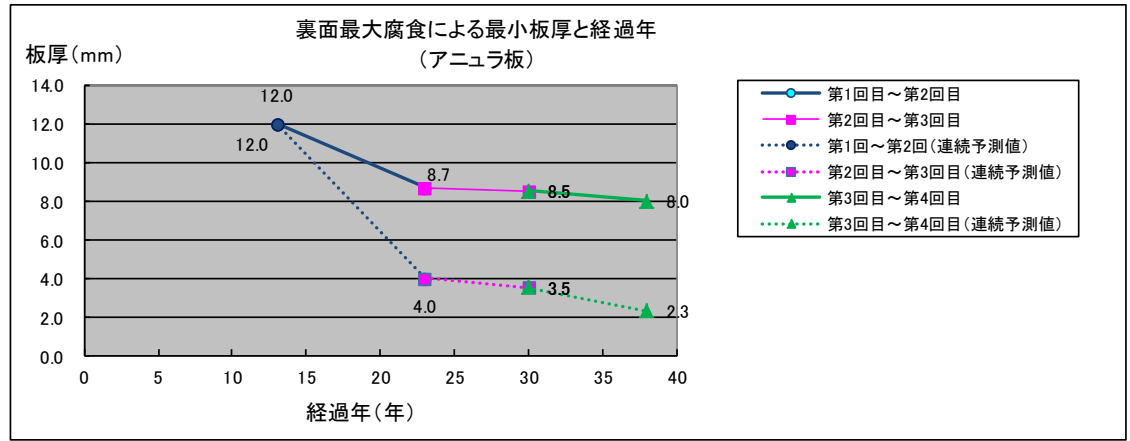


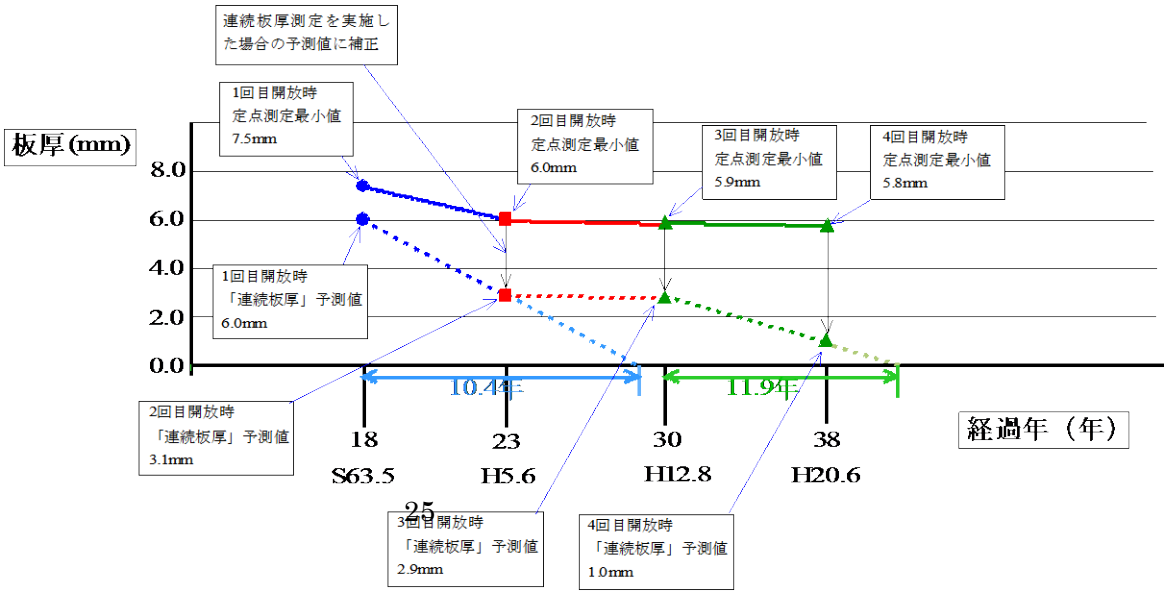
図 3.9 タンクの開放ごとの裏面腐食の履歴の例

底板設計板厚：9.0mm

		経過年 (年)	定点測定 最小値 (mm) ※1	定点測定 による裏 面最大腐 食深さ (mm) ※2	補修後最 小板厚 (mm) ※3	連続板厚 測定を想 定した補 正係数※4	連続板厚 測定によ る推定値 (mm) ※5	定点測定 による貫 通推定年 ※6	連続板厚 測定によ る貫通推 定年数※6
第1回目開放検査	昭和63年5月	18	7.5	1.5	7.5	1.9	6.0		
第2回目開放検査	平成5年6月	23	6.0	3.0	6.0	1.9	3.1	25.2	10.4
第3回目開放検査	平成12年8月	30	5.9	3.1	5.9	1.9	2.9	433.6	112.0
第4回目開放検査	平成20年6月	38	5.8	3.2	5.8	2.5	1.0	461.8	11.9

- ※1 定点測定最小値：開放点検時に底部板厚を離散的に測定した超音波板厚計による底部の板厚
- ※2 定点測定による裏面最大腐食深さ＝設計板厚－定点測定最小値
- ※3 補修後最小板厚：開放点検を実施し、補修が実施された後に現存する底部の最小板厚
- ※4 連続板厚測定を想定した補正係数：定点測定による裏面最大腐食深さから、連続板厚測定をした場合に推定される裏面腐食深さを算出する係数。
- ※5 連続板厚測定による推定値：定点測定最小値から、連続板厚測定を実施した場合に推定される最小値
設計板厚－ {(定点測定による裏面最大腐食深さ) × (連続板厚測定を想定した補正係数)}
- ※6 貫通推定年数：各開放検査時の最小板厚から今までと同じ腐食速度で腐食を進行させて、残板厚が 0.0 mmになるまでの年数（連続板厚測定による貫通推定年数は、 $\longleftrightarrow$ の部分を示す。）

上記結果より、本タンクの最低貫通年数は、定点測定法による推定で 25.2 年（第 1 回～第 2 回開放検査時のデータの外挿値）、連続板厚測定法による推定で 10.4 年（第 1 回～第 2 回開放検査時のデータの外挿値）と推測される。



留意事項

- ・左記グラフは、仮想的な検討のための方法を示したものであり、実際の板厚管理方法を示すものではない。（内面腐食速度の推定下限値の仮定が含まれている。）

図 3.10 過去のデータから裏面腐食による底部板貫通年を推定する方法の手順

3.2.4 裏面腐食による貫通推定結果

前項の方法により容量1万キロリットル以上の旧法タンクについて、裏面腐食の履歴データから、各タンクの腐食履歴において最も早く板厚が0.0mmになるまでの年を計算した。定点測定法による腐食速度の算定精度を考慮し、腐食速度が一定と仮定し、3.2.3で得られた、定点測定法による推定、連続板厚測定想定による推定のそれぞれによる裏面腐食による貫通の推定年を表3.4に示す。

なお、結果については、次の点については推定年を長くする（危険性を小さく評価する）仮定を用いたことに留意する必要がある。

- ・板厚が0.0mmとなった年数を算定したこと。
- ・内面腐食はないものと仮定して算定したこと。
- ・裏面腐食速度が大きく変化すること（加速すること）は考慮していないこと。

表 3.4 腐食速度が一定と仮定した場合の裏面腐食による貫通の推定年

年	定点測定			連続板厚測定想定		
	アニュラ板	底板	累計	アニュラ板	底板	累計
7 以下	0	0	0	2	19	21
～ 8	0	0	0	1	6	28
～ 9	0	1	1	1	3	32
～ 10	0	1	2	0	6	38
～ 11	1	1	4	3	8	49
～ 12	0	2	6	2	4	55
～ 13	0	3	9	2	3	60
～ 14	0	3	12	1	5	66
～ 15	2	5	19	6	4	76
～ 16	2	4	25	5	0	81

※連続板厚測定想定を行った理由

実際にタンクの底部板に発生している最大裏面腐食深さに近い連続板厚測定法によって測定される最大裏面腐食深さは、定点測定法によって測定される最大裏面腐食深さに対して、平均的にみて表3.3に示した比率分大きいことが明らかになったことから、定点測定法により測定された最大裏面腐食深さをそのまま用いて裏面腐食による底部板の貫通年を評価すると、過大に評価してしまうこととなる（保安検査周期を延長した場合の貫通件数を過小評価することとなる。）。そこで、より実際に近い評価を行うため、表3.3の結果を用いて、連続板厚測定法を実施したと想定した場合の評価を行った。

3.2.5 保安検査周期のあり方のまとめ

(1) 腐食による流出事故発生件数推定

表3.1の内面腐食による貫通推定件数において、腐食速度が一定と仮定した場合において、内面腐食速度の上限値を用いた推定では、容量1万キロリットル以上の旧法タンクの一般的な基本開放周期7年の期間で2基に貫通が生じる結果となった。

表 3.4 の裏面腐食による貫通推定件数においては、腐食速度が一定と仮定した場合において、連続板厚測定を想定した場合では、基本開放周期 7 年の期間で 22 基に貫通が生じる結果となった。

これらの分析には、先に述べた推定結果の留意点（3.1.3 及び 3.2.4 参照）のほか、裏面最大腐食深さは定点測定法による値に対して平均的な係数を乗じた深さとしたこと（実際には、より深いものも考えられる。）や溶接部割れ及び耐震性については考慮していないこと、また、実際のタンクでは、内面及び裏面の両方に腐食が生じることがあることにも留意が必要である。

以上は、一定の仮定条件をおいた推定結果ではあるが、一般的な基本検査周期 7 年においても内面腐食又は裏面腐食により板厚が 0.0 mm となる可能性があったことを鑑みれば、基本検査周期 7 年は合理的な安全性を見込んだものであり、過剰に安全余裕を見込んだものではないと考えられる。

4 屋外タンク貯蔵所の現状

4.1 保安検査時の補修状況

容量 1 万キロリットル以上の旧法タンクは、昭和 52 年以前に設置され、36 年以上使用されている。旧法タンクの設置許可基数は、消防庁で統計を取り始めた平成 8 年度では、2,170 基であったが、年々減少してきており、平成 23 年度において、1,712 基である。

旧法タンクについて平成 22 年度から平成 24 年度に行われた保安検査時の補修内容を調べた。表 4.1 に示すとおり補修の全くなかったものは 2 又は 3 基であり、ほとんどのものにおいて補修がされている。これらのものの補修の概要について表 4.2、4.3 にまとめた。屋外タンク底部の中で大きな応力が生じたり厳しい変形条件にさらされる構造上重要な部位であるアニュラ板の一部又は全部取替が約 18～21%で行われている。また、底板についても同じく約 18～21%のもので一部又は全部取り替えが行われている。また、溶接部の補修についてみると、最も高い応力が生じる側板とアニュラ部の溶接線では、全線補修が過去 3 年間に 9 基見られるとともに、約 8 割以上のもので部分補修がされている。その他の部位でも約 8 割以上、部位によっては、ほぼ全タンクで補修がされている。容量が 1 万キロリットル以上の屋外タンク貯蔵所は、容易に建て替え等を行えないため、これらの部分的な補修によって次の開放までの安全性が確保されているのが実情であり、ほとんどの旧法タンクで、保安検査時に補修を実施していることから、旧法タンクの経年劣化が進行していることが見受けられる。

表 4.1 平成 22 年～24 年度保安検査時の補修概要

	保安検査 基数	取替・当て板 実施基数	肉盛り補修 実施基数	溶接部補修 実施基数	補修がなかった 基数
平成24年度	160	61 (38%)	91 (57%)	155 (97%)	2 (1%)
平成23年度	169	63 (37%)	99 (59%)	163 (96%)	3 (2%)
平成22年度	186	76 (41%)	120 (65%)	183 (98%)	2 (1%)

注：補修内容が複数あるものは、当該内容をそれぞれ計上している。

表 4.2 底部板の補修概要

補修部位 年度		アニュラ板			底板			保安検査 基数
		全取替	部分取替	当て板	全取替	部分取替	当て板	
平成24年度	基	12	21	1	4	30	26	160
	%	7.5	13.1	0.6	2.5	18.8	16.3	
平成23年度	基	6	25	2	5	26	35	169
	%	3.6	14.8	1.2	3.0	15.4	20.7	
平成22年度	基	8	30	2	5	34	49	186
	%	4.3	16.1	1.1	2.7	18.3	26.3	

表 4.3 底部溶接線の補修概要

補修部位 年度		側板・アニュラ板間 溶接線		アニュラ板相互間 溶接線		アニュラ板・底板間 溶接線		底板相互間 溶接線		保安検査 基数
		全線補修	部分補修	全線補修	部分補修	全線補修	部分補修	全線補修	部分補修	
平成24年度	基	2	124	0	116	0	128	0	144	160
	%	1.3	77.5	0.0	72.5	0.0	80.0	0.0	90.0	
平成23年度	基	3	150	0	142	0	154	0	168	169
	%	1.8	88.8	0.0	84.0	0.0	91.1	0.0	99.4	
平成22年度	基	4	160	0	140	0	165	0	181	186
	%	2.2	86.0	0.0	75.3	0.0	88.7	0.0	97.3	

注：補修内容が複数あるものは、当該内容をそれぞれ計上している。

4.2 1 周期及び 2 周期前の保安検査時の補修状況

4.1 で述べたように旧法タンクは設置後 36 年以上経過しており、保安検査時の補修状況の変化から、経年劣化の度合いを推測することができる。表 4.1 で調査したもののおおむね前回の検査時期にあたる平成 15 年から平成 17 年の補修概要、さらにその前回の検査時期にあたる平成 8 年から平成 10 年の補修概要について調べた。表 4.4 及び表 4.5 に示すとおり過去における保安検査時にも多くの旧法タンクで補修が行われている。表 4.6 は表 4.1、表 4.4 及び表 4.5 の 3 年間でそれぞれ平均したものである。取替・当て板という比較的大規模な補修の実施率は、どの時期でも、旧法タンク全体の 4 割から 5 割を占めている。一方、比較的小規模な補修である肉盛り補修では、旧法タンク全体の約 6 割を、溶接部補修では 8 割以上となり、なかでも平成 15 年から平成 17 年及び平成 22 年から平成 24 年では、溶接部補修の実施率が 9 割以上にのぼることが分かる。図 4.1 のグラフは保安検査時期の

違いによる旧法タンクの底部の補修基数及び補修実施割合だが、平成 15 年から平成 17 年の取替・当て板補修をのぞいて、全ての補修で増加傾向を示しており、経年劣化に対する大規模な補修等により、旧法タンクが維持されていると推測される。なお、どの時期でも補修率が高いことから、根本的な対策としての建て替えではなく、同一タンクにおいて保安検査のたびに、補修が繰り返されていることが読み取れ、経年劣化の進行が推測される。

表 4.4 平成 15 年～17 年度保安検査時の補修概要

	保安検査 基数	取替・当て板 実施基数	肉盛り補修 実施基数	溶接部補修 実施基数	補修がなかった 基数
平成17年度	194	70 (36%)	118 (61%)	177 (91%)	5 (3%)
平成16年度	200	64 (32%)	130 (65%)	185 (93%)	8 (4%)
平成15年度	213	77 (36%)	127 (60%)	195 (92%)	6 (3%)

注：補修内容が複数あるものは、当該内容をそれぞれ計上している。

表 4.5 平成 8 年～10 年度保安検査時の補修概要

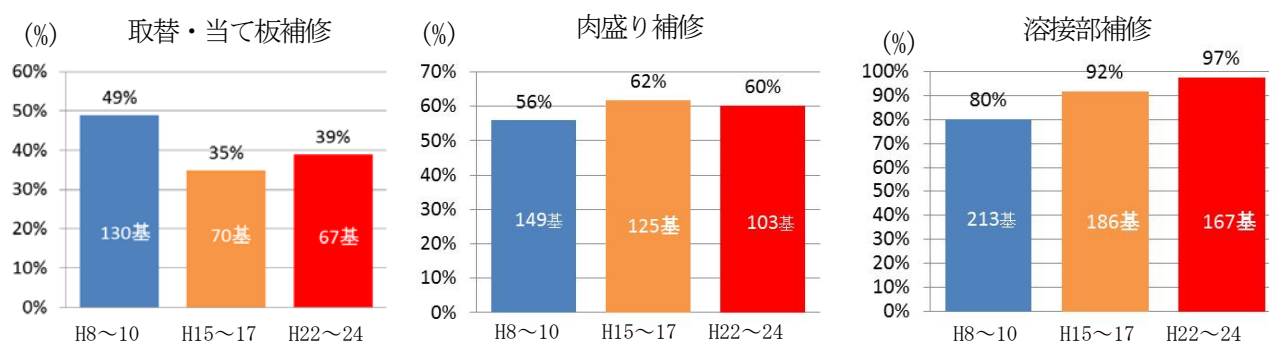
	保安検査 基数	取替・当て板 実施基数	肉盛り補修 実施基数	溶接部補修 実施基数	補修がなかった 基数
平成10年度	255	115 (45%)	149 (58%)	221 (87%)	6 (2%)
平成9年度	267	123 (46%)	126 (47%)	190 (71%)	15 (6%)
平成8年度	278	153 (55%)	172 (62%)	228 (82%)	6 (2%)

注：補修内容が複数あるものは、当該内容をそれぞれ計上している。

表 4.6 平成 22～24 年度、平成 15～17 年度及び平成 8 年度～10 年度の
保安検査時の補修概要（3 年間の平均）

	保安検査 基数	取替・当て板 実施基数	肉盛り補修 実施基数	溶接部補修 実施基数	補修がなかった 基数
平成8～ 10年度	267	130 (49%)	149 (56%)	213 (80%)	9 (3%)
平成15～ 17年度	202	70 (35%)	125 (62%)	186 (92%)	6 (3%)
平成22～ 24年度	172	67 (39%)	103 (60%)	167 (97%)	2 (1%)

注：補修内容が複数あるものは、当該内容をそれぞれ計上している。



対象タンク数 平成 8～10 年度：800 基、平成 15～17 年度：607 基、平成 22～24 年度：515 基

図 4.1 保安検査時に補修があったタンク基数及び実施割合
(平成 8～10 年度、平成 15～17 年度、平成 22～24 年度の各平均)