超音波探傷法を用いたタンク底部の溶接部検査に関する
運用方法案

２０２２年３月

危険物保安技術協会

本資料の概要について

令和元年度から3か年にかけて、フェーズドアレイ超音波探傷法を用いたタンク底部の溶接部検査の適用に向け、「コーティング上からの溶接線検査に係る検討委員会」が開催された。3か年にわたる検討で示された報告書には、装置として求められる装置性能や適用に係る条件等が整理された。本資料は、当該報告書に基づいて、装置に求められる性能、適用に関する確認事項、試験要領について運用方法案を纏めたものである。なお、平成12年消防危第93号通知、平成14年消防危第17号通知、平成15年消防危第27号通知を参考に記載した。

1　用語

用語の意義は、JIS Z 2300（非破壊検査試験用語）による。

2　超音波探傷法を用いたタンク底部の溶接部の試験について

超音波探傷法を用いたタンク底部の溶接部の試験（超音波探傷法による溶接部試験）とは、フェーズドアレイ超音波探傷法を用いた探傷装置（以下「ＰＡ探傷装置」という。）を用いて、図－１に示す「タンク底部溶接部の超音波探傷による溶接部試験方法」により、タンク底部の溶接部を連続的に探傷することである。

3　ＰＡ探傷装置の性能

超音波探傷法による溶接部試験で用いるＰＡ探傷装置の性能は、別紙１「超音波探傷法による溶接部試験で用いる超音波探傷装置に関する性能等の確認要領」により確認すること。

4　超音波探傷法による溶接部試験の適用に関する確認事項

超音波探傷法による溶接部試験の適用の条件は、別紙２「超音波探傷法による溶接部試験前の確認事項」により事前に確認すること。

5　試験要領

超音波探傷法による溶接部試験の標準的な試験要領を以下に示す。

(1)　試験準備

超音波探傷法による溶接部試験に際しては、以下の準備及び確認を行うこと。

ア　タンク底部の板の材質及び継手構造の把握

タンク底部の板の材質、板厚、溶接継手の開先形状、補修履歴を確認すること。

イ　タンク底部のコーティングの把握

コーティングの種類及び厚さを確認すること。特にコーティングを補修している箇所（以下「コーティング補修箇所」という。）についてはコーティングが厚い傾向にあるため注意すること。

ウ　試験方法の確認

(1)ア、イがＰＡ探傷装置で適用できるものであることを確認しておくこと。

エ　試験範囲の確定

（ア）　底板の板取図などにより超音波探傷法による溶接部試験を行う対象範囲を確定すること。

（イ）　加熱コイル、タンク支柱又はルーフサポート等が設けられていること等により自動走査ができない部分にあっては、手動走査、又は超音波探傷法による溶接部試験

以外の手法で実施すること。手動走査を実施する場合は、(3)の校正を行い、探傷すること。

（ウ） 超音波探傷による溶接部試験の対象範囲は、試験作業や試験記録の管理を明確化するため、試験基準（開始）点及び試験（探傷装置の操作）方向などの条件を確認すること。

(2) 始業時等での性能確認

ア 超音波探傷法による溶接部試験を開始する前に、別紙１の位置検出精度試験、欠陥部検出精度試験を実施し、ＰＡ探傷装置の性能確認を行うこと。始業時等の性能確認における位置検出精度試験、欠陥部検出精度試験では、図－２に示す超音波探傷法溶接部試験校正用試験片（以下「校正用試験片」という。）を用いることができる。

イ 休憩等のため電源を一時切り、超音波探傷法による溶接部試験作業を再度開始する場合についても(2)アの性能確認を行うこと。

(3) 校正

ア 探傷間隔

探傷及び探傷データの記録は、２mm ピッチ以下の間隔で行うこと。

イ 校正（探傷）

別紙１ 図１ 「超音波探傷法溶接部試験装置性能確認試験片」、又は校正用試験片を用い、溶接線中央部の標準きずからのエコーを基準レベルとする。

ウ 校正（カップリングチェック）

別紙１ 図１ 「超音波探傷法溶接部試験装置性能確認試験片」、又は校正用試験片を用い、別紙１の超音波受発信確認試験を実施し、基準レベルを確認すること。

(4) 探傷

ア 校正で確認した探傷間隔、探傷速度で探傷すること。

イ 超音波探傷法による溶接部試験作業中でも必要に応じて、(2)アに準じた性能確認を実施すること。

ウ 超音波探傷法による溶接部試験を実施する板表面に、油分等が存在し、探傷に支障がある場合はクリーニング等により除去すること。

(5) データの確認

ア カップリングチェックのデータで、探傷に必要な基準レベルが維持できているか確認すること。なお、カップリングチェックのデータが連続して欠損し、且つ、探傷のデータから当該箇所にきずが認められない場合は、探傷に必要な基準レベルが維持できていない箇所として扱うこと。

イ 探傷に必要な基準レベルが維持できていない箇所が確認された場合は、超音波探傷法による溶接部試験以外の手法で実施すること。なお、コーティング表面を平滑化する等の前処理を行い、再探傷において良好なカップリングチェックが確認できた場合は除く。

(6)　ＰＡ探傷装置の終業時性能確認

ア　超音波探傷法による溶接部試験終了後、(2)アに準じた性能確認を実施すること。

イ　性能確認の結果、異常が認められた場合は、再度試験を行うこと。

(7)　試験記録

以下に示す超音波探傷法による溶接部試験の記録を作成して、保存すること。

ア　タンクを特定する事項

イ　試験実施者及び試験年月日

ウ　超音波探傷法溶接部試験装置性能確認試験片による試験性能の確認のデータ

エ　ＰＡ探傷装置、試験条件及び試験範囲に関する資料

オ　超音波探傷法による溶接部試験の結果

（ア）　超音波探傷法による溶接部試験の試験データ

（イ）　カップリングチェックの試験データ

（ウ）　ＰＡ探傷装置から出力された試験記録類

6　試験結果の評価

ＰＡ探傷装置によりコーティング上からのタンク底部溶接部を試験した場合の試験結果についての評価は、以下のとおりとすること。

(1)　溶接止端部から板厚の１／２までの熱影響部を含む溶接部の母材表面から深さ２ｍｍまでの範囲において、検出レベルを超えたエコーを示したきずの指示長さが４ｍｍを越えるものは、当該溶接部の補修を行うこと。

(2)　きず指示が近接している場合のきずの指示長さの評価は、以下のとおりとした。また、近接する２つのきず指示をℓ_1、ℓ_2とし、きずの指示長さは$\ell_1 < \ell_2$とした。

ア　指示と指示の間隔ℓ_3がℓ_2より長い場合

（ア）　きず指示は２つとする。

（イ）　きず指示の長さは、それぞれℓ_1、ℓ_2とする。

イ　指示と指示の間隔ℓ_3がℓ_2以下の場合

（ア）　きず指示は１つとする。

（イ）　きず指示の指示長さは、ℓ_1、ℓ_2及びℓ_3を含めた長さとする。

7　試験実施者の技能等

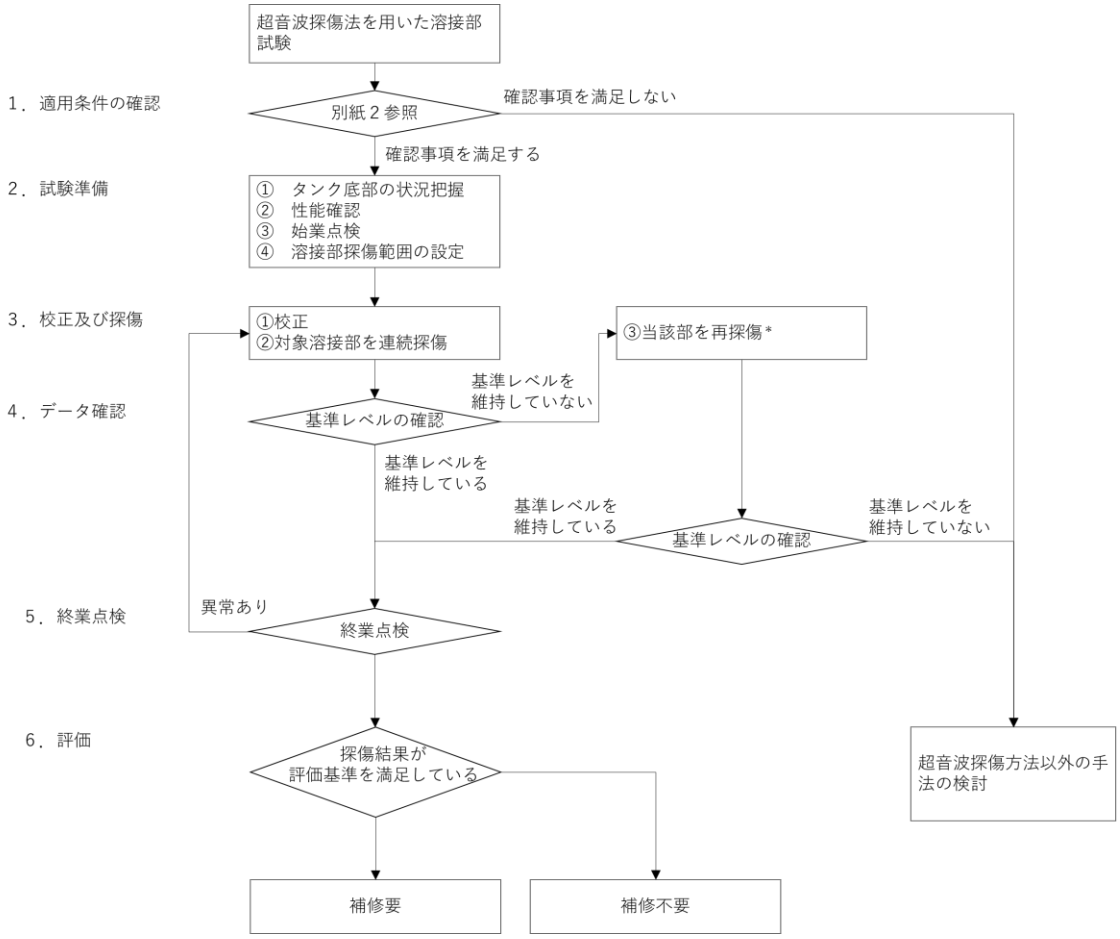
ＰＡ探傷装置を用いて試験作業を行う者は、次の条件を満足していること。

(1)　ISO9712、JIS Z 2305 又はこれと同等な規格に基づく第三者機関により認証された超音波探傷試験の資格レベル２以上の有資格者であること。

(2)　特定屋外貯蔵タンクのタンクの構造、腐食発生実態、コーティング等に関する知識を有していること。

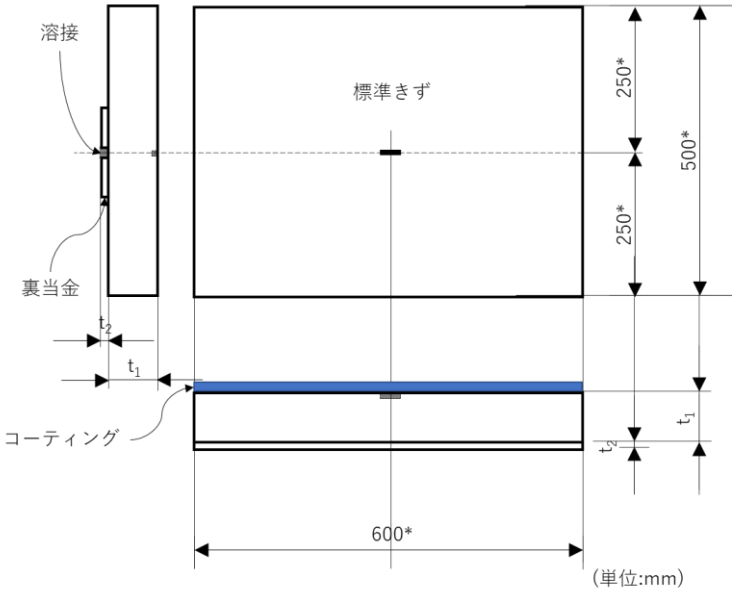
8　超音波探傷法による溶接部試験の試験要領書

ＰＡ探傷装置によりタンク底部の溶接部を連続的に試験する方法に関する要領書（以下「試験要領書」という。）には、別紙３「超音波探傷法を用いたＰＡ探傷装置によるタンク底部の溶接部試験要領書に記載すべき事項」に示す項目を記載しておくものとする。



＊②を自動走査で実施した場合、手動走査とすることも可能

図－１　タンク底部溶接部の超音波探傷法による溶接部試験方法（自動走査、手動走査）



図－２　超音波探傷法溶接部試験校正用試験片

備考

試験片の材質、寸法等

材質：試験対象とするタンク底部と同種類のものとする。

厚さ：試験対象とするタンク底部と同じ板厚とする。

寸法：*を付した寸法についてはＰＡ探傷装置の仕様により変更してもよい。

溶接：試験対象とするタンク底部と同等のルート間隔とする。

試験片の標準きず

寸法：長さ 6mm、深さ３mm、幅１mm 以下

位置（深さ）：表面開口

位置（水平）：溶接線中央部にあたる箇所とする。

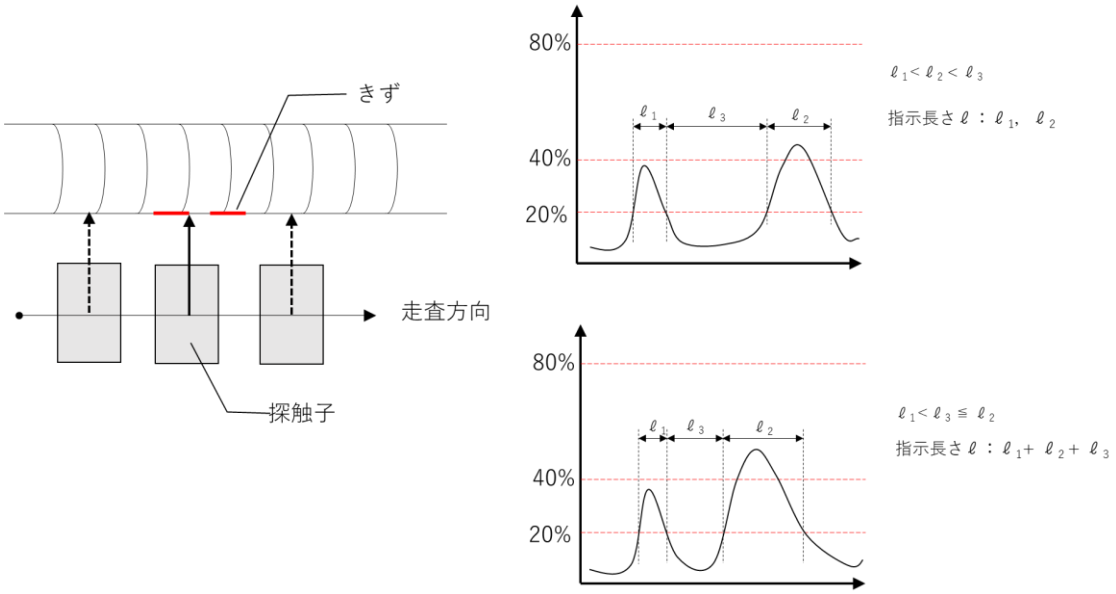
長さ方向：溶接線方向

深さ方向：鉛直方向

試験片のコーティング

種類：試験対象とするタンク底部と同じコーティング材と同種類のものとする。

厚さ：試験対象とするタンク底部のコーティングの厚さを勘案した適用範囲における最大厚さとする。



図－３　きず指示が近接している場合のきずの指示長さの評価

別紙１

超音波探傷法による溶接部試験で用いる超音波探傷装置に関する性能等の確認要領

１　適用範囲

この確認要領は、超音波探傷法による溶接部試験で用いるフェーズドアレイ超音波探傷装置（以下「ＰＡ探傷装置」という。）が、屋外貯蔵タンクの底部の板の材質及び板厚、溶接継手の開先形状、コーティングの種類及び厚さを勘案した適用範囲において、適正な性能等を有していることを確認する場合に用いるものとする。

なお、確認の対象とするＰＡ探傷装置の適用範囲及び性能等は、原則として当該ＰＡ探傷装置の仕様書等に表示されている内容とする。この場合におけるコーティングの種類及び厚さ並びに鋼板の板厚等の表示については、図－１「超音波探傷法溶接部試験装置性能確認試験片」を参照すること。

２　用語

この確認要領で使用する主な用語の意義は、JISZ2300「非破壊試験用語」による。

３　ＰＡ探傷装置の性能確認事項

ＰＡ探傷装置が、所要の性能を有しているかを確認する場合の性能確認事項及び内容は次に示すとおりとする。

(1)　確認上の留意事項

ア　提出されたＰＡ探傷装置に係る試験データ等により確認を行うこと。

イ　提出された試験データ等には、その試験条件、試験方法、再現性等が明示されていること。

ウ　ＰＡ探傷装置が複数の探触子により構成される場合、代表する一つの探触子について試験したデータでも差し支えないこと。

エ　超音波探傷法による溶接部試験におけるデータ収録点間隔は２mm ピッチ以下であること。

(2)　増幅直線性の確認

増幅直線性は、JIS Z 2352「超音波探傷装置の性能測定方法」6.2.2（増幅直線性）、またはこれに準じた性能測定を行い、評価は JIS Z 3060 附属書Ａで規定する±３％の範囲とする。

(3)　時間軸直線性の確認

時間軸試験は、JIS Z 2352「超音波探傷装置の性能測定方法」6.1.1（時間軸直線性）、またはこれに準じた性能測定を行い、評価は JIS Z 3060 附属書Ａで規定する±１％の範囲とする。

(4)　感度余裕値の確認

感度余裕値は、JIS Z 2352「超音波探傷装置の性能測定方法」6.5（垂直探傷の感度余裕値)、またはこれに準じた性能測定を行い、評価は JIS Z 3060 附属書Aで規定する 40dB 以上とする。

(5)　電源電圧変動に対する安定度の確認

電源電圧変動に対する安定度は、JIS Z 2351「超音波探傷器の電気的性能測定方法」6.2（電気電圧に対する安定性)、又はこれに準じた性能測定を行い、評価は JIS Z 3060 附属書Aで規定する定格電圧±10%の範囲内での感度変化は、±1 dB の範囲内、時間軸の移動量は、フルスケールの±2%の範囲内とする。

(6)　周囲温度に対する安定度の確認

周囲温度に対する安定度は、JIS Z 2351「超音波探傷器の電気的性能測定方法」6.1（温度に対する安定性)、又はこれに準じた性能測定を行い、評価は温度0℃～40℃の範囲での感度変化は、±1 dB の範囲内、時間軸の移動量は、フルスケールの±2%の範囲内とする。

(7)　時間安定性の確認

時間安定性は、電源投入から1時間毎に3時間以上測定を行い、計測値の感度変化は、±1 dB の範囲内、時間軸の移動量は、フルスケールの±2%の範囲内とする。

(8)　コーティング厚さに対する感度補正量の確認

コーティング厚さに対する試験は、超音波探傷法溶接部試験装置性能確認試験片（以下「装置性能確認試験片」という。）を用い、適用しようとするコーティングの種類毎に、溶接線中央部の標準きずのエコー高さが 80%となるように、適用しようとするコーティングの最大厚さの感度補正試験を行い、感度補正量を記録する。なお、自動走査、手動走査毎に感度補正試験を行い、その結果、探傷可能なコーティングの種類と最大厚さを表示する。

(9)　位置検出精度の確認

位置検出精度試験は、装置性能確認試験片を用い、測定値と実測値の溶接線と同方向の位置のずれの累積量が所定の平行走査長の0＋5%の範囲内とする（自動走査に限る。)。

(10) 欠陥部検出精度の確認

欠陥部検出精度試験は、装置性能確認試験片を用い、溶接線中央部の標準きずのエコー高さが 80%となるように感度補正し、当該装置の適用範囲において、妨害エコーの判別ができ、標準きず部のエコー高さが検出可能な値以上であること。

(11) 超音波受発信の確認（カップリングチェック）

カップリングチェック確認試験では、探傷に必要な基準レベルが維持できるようにカップリングチェック機能を有していること。

装置性能確認試験片を用い、欠陥部検出精度試験と同一の探傷条件で3回以上行い、カップリング監視信号のエコー高さを測定する。3回行った超音波探傷において、溶

接線中央部の標準きずの最大エコー高さの差が±10%以内であること。その場合における平均的なカップリング監視信号のエコー高さをカップリング基準レベルとする。

(12) 性能表示

ＰＡ探傷装置の仕様書等には、タンク底部の板の厚さ、溶接継手の開先形状及びコーティングの種類等に応じた適用範囲その他の性能に関する次の事項が表示されていることを確認すること。

ア　増幅直線性

イ　時間軸直線性

ウ　感度余裕値

エ　電源電圧変動に対する安定度

オ　周囲温度に対する安定度

カ　時間安定性

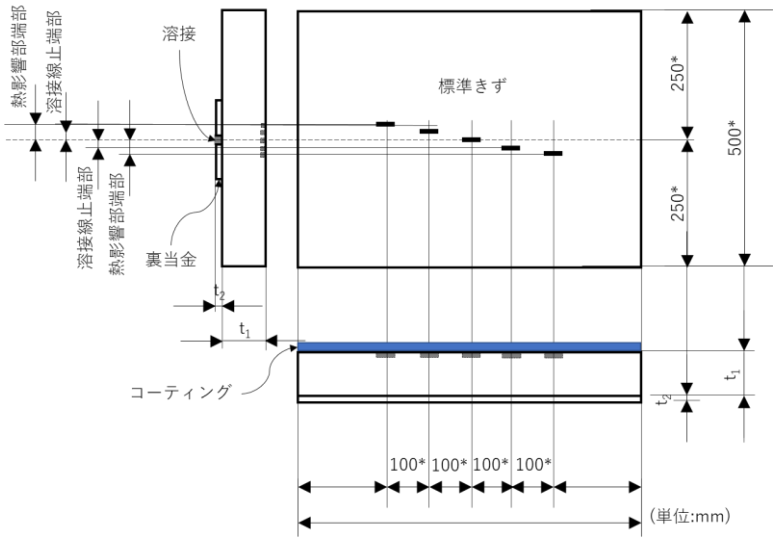
キ　適用可能な鋼材の種類、厚さ、溶接継手の開先形状

ク　適用可能なコーティング材の種類及び最大厚さ

ケ　位置検出精度

コ　欠陥部検出精度

サ　カップリングチェック機能の有無



図－１　超音波探傷法溶接部試験装置性能確認試験片

備考

試験片の材質、寸法等

材質：試験対象とするタンク底部と同種類のものとする。

板厚：試験対象とするタンク底部と同じ板厚とする。

寸法：*を付した寸法についてはＰＡ探傷装置の仕様により変更してもよい。

溶接：試験対象とするタンク底部と同等のルート間隔とする。

試験片の標準きず

寸法：長さ 6mm、深さ 3 mm、幅 1 mm 以下

位置（深さ）：表面開口

位置（水平）：溶接線中央部、溶接線止端部、溶接線熱影響部にあたる箇所とする。

長さ方向：溶接線方向

深さ方向：鉛直

試験片のコーティング

種類：試験対象とするタンク底部と同じコーティング材と同種類のものとする。

厚さ：試験対象とするタンク底部のコーティング厚さを勘案した適用範囲における最大厚さとする。

別紙２

超音波探傷法による溶接部試験前の確認事項

超音波探傷法を用いたフェーズドアレイ超音波探傷装置（以下「ＰＡ探傷装置」という。）による溶接部試験（以下「超音波探傷法による溶接部試験」という。）を行う際に必要な条件は次によるものとする。

１　適用対象の溶接部

(1)　溶接施工方法確認試験で確認された方法相当で施工されたアニュラ板及び３交点を除く同板厚の突合せ継手であること（アニュラ板と底板が同板厚の場合、アニュラ板×底板の溶接線は適用可)。

(2)　(1)の継手を補修した場合は適切に管理されて施工されていること。

(3)　過去に実施した開放点検のうち、磁粉探傷試験又は浸透探傷試験を適用した直近の開放点検においては、当該試験が底部溶接線の全線に実施されていること。

(4)　ＰＡ探傷装置の性能表示を満足する板厚及び継手形状であること。

２　溶接部近傍のコーティング

ＰＡ探傷装置の性能表示を満足するコーティングの種類、最大厚さの範囲内であること。

３　タンク

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がないこと。供用期間中に当該タンクの地域で震度６弱以上の地震の情報を得た場合は特に注意すること。

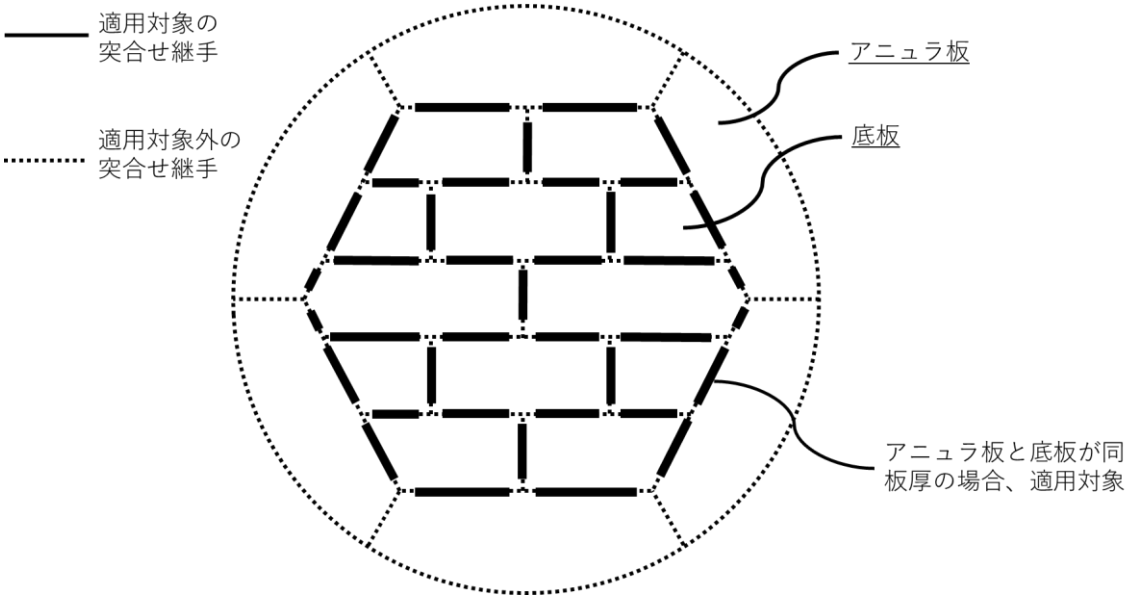
４　効率的・効果的に超音波探傷法による溶接部試験を行うための確認事項

(1)　溶接線方向の欠陥を対象とするための机上検討

ア　日本溶接協会規格 WES2805 に基づく溶接欠陥評価を行い、底板一般の破壊パラメータ（亀裂進展開口変位：CTOD）がそれぞれ破壊靱性値（限界 CTOD）以下であること。この場合において、共通的な計算条件は別紙 2-1 によること。

(2)　応力腐食割れの発生要因の一つである腐食環境の排除及び点検

ア　溶接線近傍のコーティングが別紙 2-2 を満足すること。また、フェーズアレイ超音波探傷を適用する開放検査において、１(1)の継手を除く底部溶接継手で溶接線に直交する方向又は斜め方向の割れがないこと。



図－１　適用対象となる突合せ溶接継手箇所

別紙 2-1

WES2805 に基づく溶接欠陥の疲労き裂進展性評価における計算条件

1　板厚

底部全面に対して連続板厚測定を実施し、それにより得られた実板厚を用いる。

2　想定亀裂（底板一般）

亀裂深さ３mm、亀裂長さ６mm 程度の溶接線に直交する方向の表面亀裂

＊ 寸法に係る計算上の感度を確認し、総合的に評価する観点から、長さが２倍～３倍の欠陥を想定した計算も行うことが適当。

3　照査荷重（底板一般）

API653 に規定している底板局部沈下パターン（タイプＡ：帯状）を想定し、局部沈下範囲の半幅（Ｒ）は最大 1,500mm 程度とする。荷重繰返し回数として、供用期間中のタンクの実態に応じた受払回数を見込む。

別紙 2-2

溶接線近傍のコーティングが健全である条件

1　試験の実施条件

塗膜表面は十分に清掃し、かつ、乾燥しているとともに、タンク洗浄等においてタンク内の温度が 60℃を超えないよう措置されたものであること。

2　性能

次の各試験に適合するものであること。

(1) 外観試験

表面状態を目視により溶接線近傍のコーティングについて観察し、割れ、剥離、膨れ、傷、異物の混入、塗りもれ等がないこと。

(2) 膜厚試験

溶接線近傍のコーティングの厚さを測定し、ＰＡ探傷装置の仕様の厚さ以下の値であること。特にコーティング補修部は膜厚が厚い傾向があるため注意すること。

3　既存コーティングの経過年数

コーティングの施行経過年数は、次期開放予定時期において、エポキシ系塗装を行っているタンクにあっては 16 年、ガラスフレークコーティングを行っているタンクにあっては 20 年、平均膜厚 700μm 以上であって、膜厚分布に著しい偏りのないビスフェノール系及びノボラック系ビニルエステル樹脂ガラスフレークコーティングを行っている常温タンクにあっては 26 年を越えることがないこと。

4　危険物の種類

適用できる危険物の種類は、コーティングの種類に応じ、平成 6 年 9 月 1 日消防危第 74 号「特定屋外貯蔵タンク内部の腐食を防止するためのコーティングに関する指針について」別表 1 「危険物の種類に適応するコーティングの種類」のとおりとする。

別紙３

超音波探傷法を用いたＰＡ探傷装置によるタンク底部の
溶接部試験要領書に記載すべき事項

１　ＰＡ探傷装置に関する事項

試験要領書に定めたＰＡ探傷装置に関すること。

２　探傷の準備に関する事項

(1) タンク底部の板、溶接形状およびコーティングの把握に関する事項

タンク底部の板の材質、設計板厚、溶接構造の形状、コーティングの種類、厚さ、使用年数の確認に関すること。

(2) ＰＡ探傷装置の性能の確認に関する事項

探傷可能なコーティング材の種類及び厚さ、溶接部の探傷可能範囲、位置検出精度（自動走査に限る。)、探傷ピッチ、温度安定性、定格電圧及び時間安定性の確認に関すること。

(3) 始業点検に関する事項

始業点検時のＰＡ探傷装置に係る点検項目及び点検方法並びに位置検出精度試験（自動走査に限る。)、欠陥部検出精度試験の実施に関すること。

(4) 試験面の前処理に関する事項

超音波探傷法による溶接部試験を実施する板表面に対する処理に関すること。

３　探傷範囲の設定に関する事項

超音波探傷法による溶接部試験により探傷を行う範囲、探傷基準点及び探傷方向の設定並びに超音波探傷法による溶接部試験の対象外となる範囲における探傷方法に関すること。

４　探傷手順に関する事項

(1) 探傷ピッチの設定に関すること。

(2) 探触子走査機構部の設置に関すること。

(3) 接触媒質の塗布に関すること。

(4) 探触子の走査及び探傷の実施に関すること。

(5) 探傷の基準レベル及び基準レベルの維持に関すること。

５　探傷中又は探傷後の探傷性能の確認に関する事項

(1) 超音波探傷法による溶接部試験中における探傷性能の確認に関すること。

(2) 超音波探傷法による溶接部試験終了後の探傷性能の確認に関すること。

(3) 超音波探傷法による溶接部試験中又は試験後の探傷性能の確認において、試験データに影響を及ぼすおそれのある異常が認められた場合の再探傷に関すること。

6　探傷結果の記録に関する事項

次に示す超音波探傷法による溶接部試験の結果記録の作成に関すること。

(1) タンクを特定するための事項

(2) 試験年月日

(3) 試験実施者及び試験実施者の技能レベル

(4) ＰＡ探傷装置名及び製造者名

(5) ＰＡ探傷装置及び探触子のシリアル番号

(6) 探傷条件、校正等のＰＡ探傷装置の設定条件及び探傷範囲に関する資料

(7) 始業時、試験中及び試験後に実施したＰＡ探傷装置に係る探傷性能の確認データ

(8) 超音波探傷法による溶接部試験の結果

ア　超音波探傷法による溶接部試験データ

イ　ＰＡ探傷装置から出力された探傷記録類

(9) その他必要と認められる事項

7　探傷結果の評価に関する事項

探傷データの処理及び評価に関すること。

8　その他の事項

上記１から７までに掲げる事項のほか、超音波探傷法による溶接部試験を適正に実施するために必要な事項に関すること。