新技術を活用した危険物施設の保安設備等に関する研究会(第7回)

渦電流探傷試験(ET)によるコーティング上からの溶接線 検査への適用に向けた調査報告と今後の展望について

一般社団法人日本非破壊検査工業会・危険物保安技術協会

令和5年5月10日(水)10:00~12:00

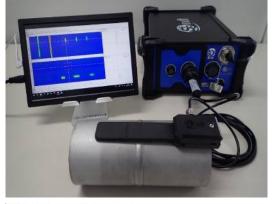
はじめに

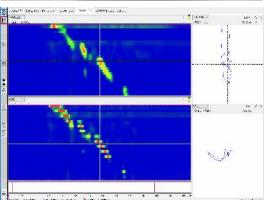
• 特定屋外タンク貯蔵所のタンク底部溶接部を対象として、渦電流探傷法による コーティング上からの溶接部検査の適用に向けた調査研究を令和4年度に実施し ました。

- (一社)日本非破壊検査工業会の 全面的な協力のもと、基礎的な試 験データを採取することが出来き たので、その内容について報告す る。
- ・ 渦電流探傷試験とは、電磁誘導現象を 用いた試験方法であり、金属などの導体 に時間的に変化する磁界(磁場)を作用 させると、導体表面付近に渦電流が誘導 され、導体表面に割れなどの不連続部が あった場合、渦電流の大きさと分布が変 化することを利用してきずの検出を行う 非破壊検査方法である。









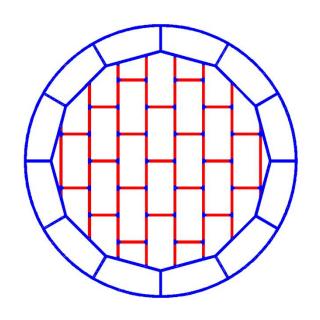
写真提供元:日本工業検査㈱

経緯

- 特定屋外タンク貯蔵所については、消防法第14条の3の2の規定に基づく危険物の規制に関する規則第62条の5に規定される内部点検を実施する際、タンク底部の板の厚さ及び溶接部が危険物の規制に関する政令に定められた技術上の基準に適合していることを確認することとされている。
- タンク底部の溶接部については、タンク底部にコーティングが施工されている場合は、コーティングを剥離し規則第20条の8に規定される磁粉探傷試験(浸透探傷試験を含む。)にて確認した後、コーティングを復旧する必要がある。
- この現状に対応して、令和4年9月2日付消防危第195号通知により、コーティング上から溶接部の試験を行うことが可能なフェーズドアレイ超音波探傷法が新たに認められ、アニュラ相互を除く同板厚の突合せ溶接継手について適用可能となった。

(右図の赤線部が対象)

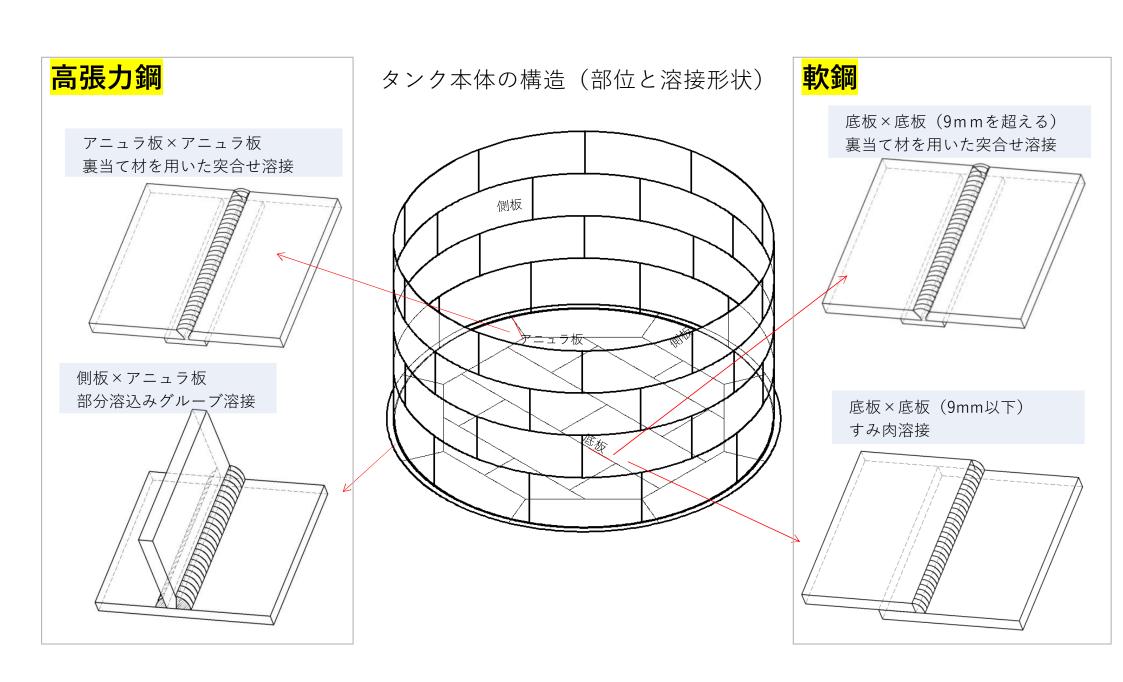
⇒青線部のT字継手等の他に、底板相互における重ね継手部にも適用可能な探傷方法が望まれている。



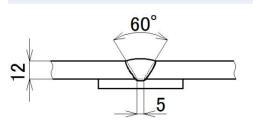
J 151 .

赤線: コーティング上からの溶接部検査(PA探傷)適用部位

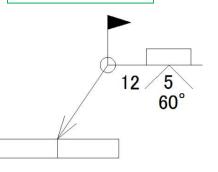
青線: MTまたはPT適用部位



突合せ溶接 開先角度60°(V型) 開先深さ12mm ルート間隔5mm 現場で全周行う



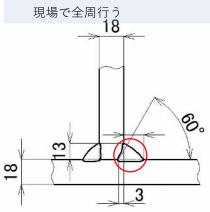
溶接記号にて表すと



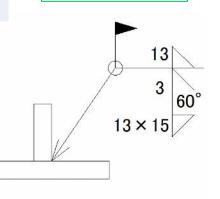
溶接断面



部分溶込みグルーブ溶接 開先角度60°(レ型) 開先深さ3mm 不等脚長(縦13mm、横15mm) 現場で全周行う



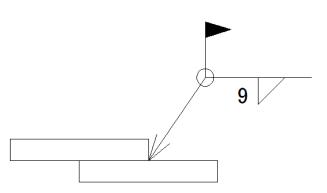
溶接記号にて表すと

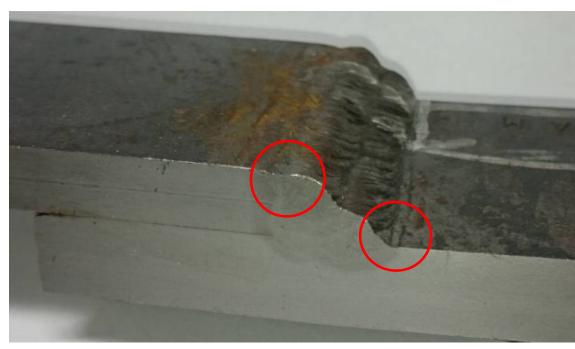


溶接断面

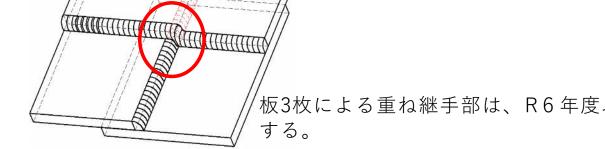


底板に多く採用されている重ね継手溶接について





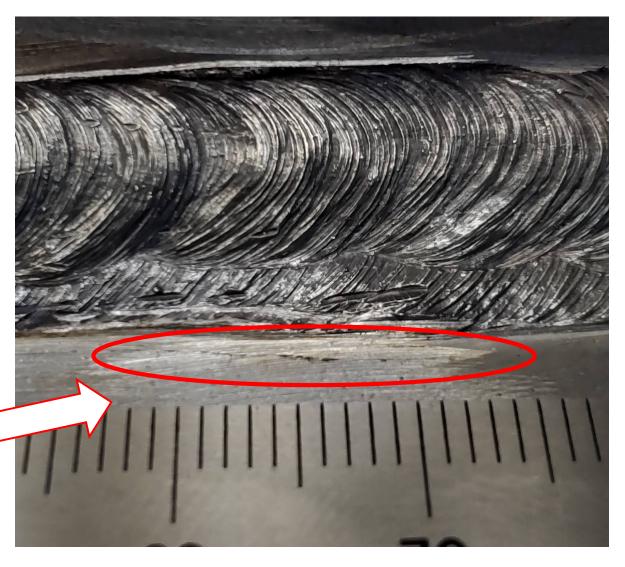
底板3枚重ね継手



板3枚による重ね継手部は、R6年度以降予定する実タンクにおいて検証予定と







- (磁粉探傷試験及び浸透探傷試験)
- 第20条の8 特定屋外貯蔵タンクの側板とアニュラ板(アニュラ板を設けないものにあつては、底板)、アニュラ板とアニュラ板、アニュラ板と底板及び底板と底板との溶接継手並びに重ね補修に係る側板と側板との溶接継手(接液部に係るものに限る。)は、磁粉探傷試験を行い、次項に定める基準に適合するものでなければならない。ただし、磁粉探傷試験によることが困難な場合は、浸透探傷試験を行うことができる。この場合においては、第3項に定める基準に適合するものでなければならない。
- 2 磁粉探傷試験に関する合格の基準は、次のとおりとする。

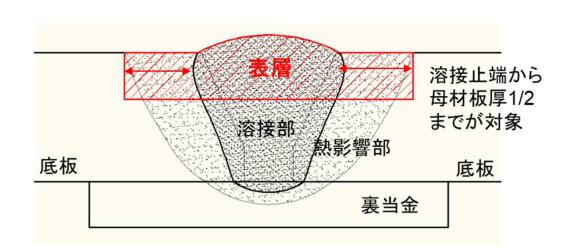
 - 二 アンダーカツトは、アニュラ板と底板及び底板と底板との溶接継手については、0.4mm以下のもの、その他の部分の溶接継手については、ないものであること。
 - 三 磁粉模様(疑似磁粉模様を除く。以下この項において同じ。)は、その長さ(磁粉模様の長さがその幅の3倍未満のものは 浸透探傷試験による指示模様の長さとし、2以上の磁粉模様がほぼ同一線上に2mm以下の間隔で存する場合(相隣接する 磁粉膜様のいずれかが長さ2mm以下のものであつて当該磁粉模様の長さ以上の間隔で存する場合を除く。)は、当該磁粉 模様の長さ及び当該間隔の合計の長さとする。次号において同じ。)が4mm以下であること。
 - ・四 磁粉模様が存する任意の箇所について25cm2の長方形(一辺の長さは15cmを限度とする。)の部分において、長さが1mmを 超える磁様の長さの合計が8mm以下であること。
- (渦電流探傷試験等)
- ・平成12年8月24日付 消防危第93号通知 新技術(コーティング上からの溶接部試験)を用いた検査方法及び結果の評価
- 3 試験結果の評価 底部溶接部探傷装置によりコーティング上から溶接部試験を実施した場合の欠陥の大きさが以下に示す場合については、火災予防上支障がないと認め、政令第23条の規程を適用して、補修を行わなくても差し支えないものであること。
- (1)側板とアニュラ板の溶接継手については、深さが1.5mmを、長さが4.0mmをそれぞれ超えないものであること。
- (2)側板とアニュラ板の溶接継手以外の溶接継手については、深さが3.0mmを、長さが6.0mmをそれぞれ超えないものであること。

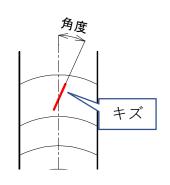
適用範囲

- 水平方向はMT,PTと同様に熱影響部(溶接止端から板厚の1/2まで)を含む溶接線
- 深さ方向については、表層を対象とする。

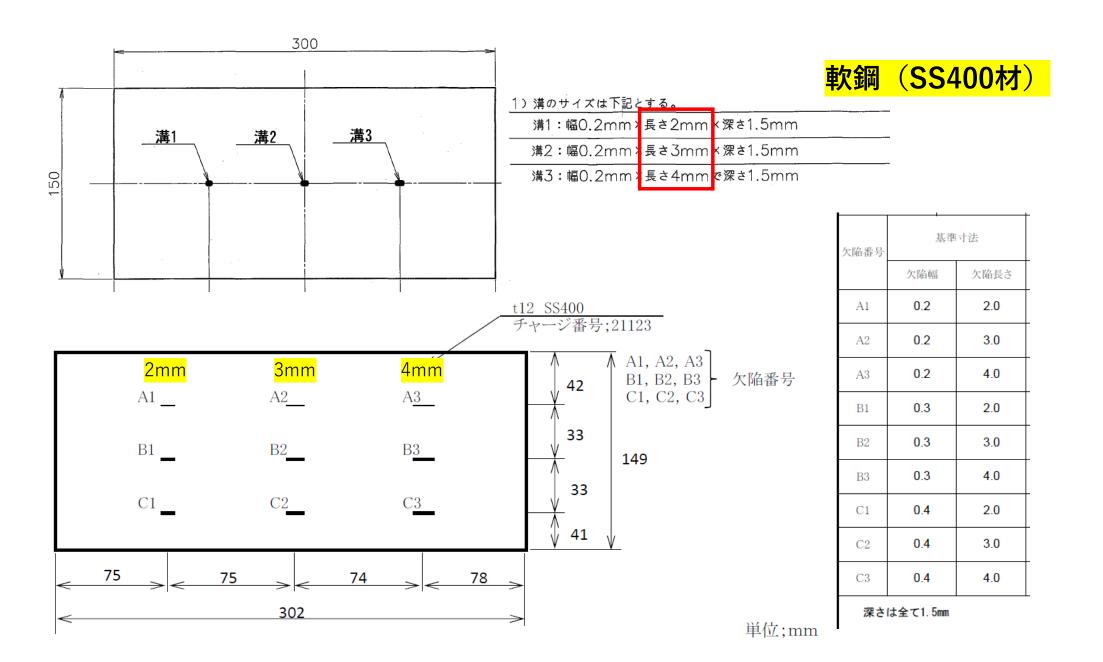
まず、令和4年度ではテストピースを用いて

・**キズの長さ4mm、深さ1.5mm以下のキズが、あらゆる角度(水平面)において検出可能** であることを確認したい。(平成12年8月24日付消防危第93号通知に記載される寸法)





水平面内の角度 (溶接線方向を角度 0°とする)



試験データ報告

令和4年度に実施した試験及び結果の概要について報告する。

- 現在市販されている渦電流探傷機器(上置プローブ)を使用した。
- 基準となるきずは、平板上の放電加工によるスリットきず(長さ4mm、深さ1.5mm)とした。
- 長さ4mmより小さな欠陥を模擬した長さ3mmと2mmのスリットきずを検出した。
- コーティング (厚さ 2 mm) を有した場合においても、長さ 3 mm、 2 mmのスリットきずを検出した。
- ガラスフレークコーティング又はコーティングを模擬したアクリル樹脂を有した場合における検出性には相違ないことを確認した。
- スリットきずとプローブの配置角度による感度特性について確認した。
- 放電加工による人工きず(スリットきず)と自然きず(割れやブローホールなど)による検出性の差を確認した。
- 詳細な試験データの報告については、資料2をご参照願います。

今後の展望

令和4年度では市販されるハンディタイプの機器を用いて基礎的なデータ採取を行った。 概ね良い結果が得られたところである。

- 令和5年度は令和4年度の継続調査を行う。
 - 材質の違いによる検出性の確認(軟鋼SS400材と高張力鋼SPV490Q材)
 - 重ね継手の場合の検出性の確認 3種類 (手動アーク溶接(荒れた仕上面、滑らかな仕上面)、自動溶接(サブマージ))
 - スリットと自然キズの検出性の違いを評価 ⇒ 長さ4mmの自然キズの検出性の確認
 - コーティング厚さの違いによる感度補正方法、検出レベルの設定方法の検討
 - キズ長さの推定方法の検討
- 令和5年度で得る基礎的データをもとに、**令和6年度から実タンクでの検証を計画**している。
 - 目視及びMT等にて検出した欠陥部に対して、ETを適用しデータを積み重ねたい。
 - コーティングの無い状態であるため、樹脂フィルムシートなどを用いてコーティングを模した試験条件を再現し、試験を実施する。

次年度以降、タンク所有されます事業主の方に、**フィールド提供についてご協力**をお願いします。

- 令和7~8年度以降
 - データを十分に積み上げ見通せたところで、渦電流探傷試験の制度化を目指したい。