

「屋外貯蔵タンクの検査技術の高度化に係る調査検討報告書」の概要

危険物保安室

1 はじめに

石油等を大量に貯蔵する屋外貯蔵タンクは、過去の流出事故等の教訓を踏まえ、補修工事や定期的な点検の際に各種検査を行い、タンクの気密性や強度、溶接部等を確認することとされています。現在の検査項目の中には、多くの時間や費用がかかるものもあり、安全を確保しつつ、合理化を進めることが求められています。

近年、シミュレーションや非破壊検査の技術が進展しており、屋外貯蔵タンクの検査に活用できる可能性のあるものも見られるところであり、消防庁では有識者等から構成される「屋外貯蔵タンクの検査技術の高度化に係る調査検討会」を平成28年度から3か年で開催して、主にタンク底部の溶接部補修に係る水張検査の合理化及びコーティング上からの溶接部検査について調査検討を行い、検討結果を報告書にとりまとめましたので紹介いたします。

2 水張検査の合理化について

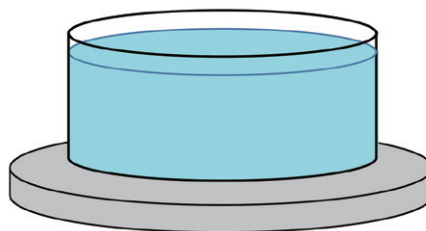
(1) 趣旨

水張検査は、消防法第11条の2に基づく完成検査前検査の一環として、工事後のタンクに水を張ることにより、応力を加えて漏れ及び変形の有無を確認するとともに、基礎・地盤の不等沈下を確認するものであり、実際の使用環境を模してタンクの健全性を包括的に評価するものです。

しかしながら、水張検査は、大量の水の使用、試験後の水処理、タンク清掃、検査期間の長期化等、事業者側の負担が大きいことから、検査水準を確保した上で合理化を図ることが期待されています。

このため、屋外貯蔵タンクの補修状況や水張検査における不具合事例、シミュレーションによる評価手法等について調査・検討を行い、水張検査の代替となる確認方法をまとめました。

水張検査イメージ

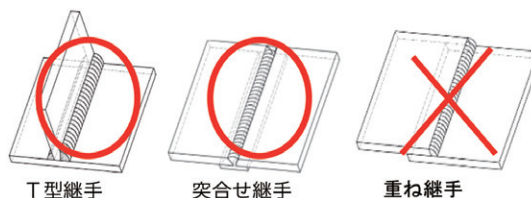


(工事後に水を張り、漏れ・変形を確認)

(2) 調査・検討の概要

- ① 屋外貯蔵タンクの補修状況、水張検査における不具合事例の調査結果
 - ・補修の主な内容は、タンク底部の溶接線（鋼板相互のつなぎ目）の部分的な溶接補修。
 - ・補修の主な理由は、点検時の非破壊検査で溶接線に微小な欠陥（表面の細かいひび等）が見つかったことによるもの。
 - ・工事後の水張検査において、底板相互の溶接線が破断した事例が2件あり、いずれも重ね継手（図1）によるもの。

図1 部位毎に規定される継手形状



- ② シミュレーションによる評価手法の検討

工事後のタンクに危険物を満たした場合、応力によって漏れや変形が生ずる主な原因として、溶接部の欠陥があると考えられます。

本検討会では、溶接部の欠陥が応力の影響により進展していくかどうか評価する手法として、低温液化ガス貯槽や船舶等で実績のある日本溶接協会規格WES2805に基づくシミュレーションが活用できるか



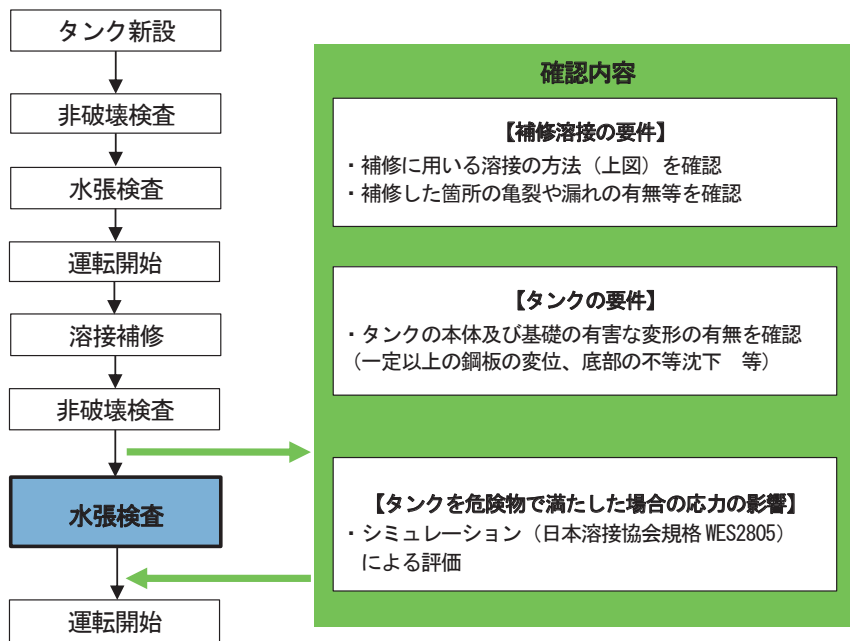
検討しました。

シミュレーション結果と鋼板を用いた疲労試験データとの比較、タンクの規模や材質を変化させた場合のシミュレーション結果の傾向把握を行い、タンクに適した計算条件を設定することができたことから、評価手法として本シミュレーションを活用可能であることを確認しました。

(3) まとめ：水張検査の代替要件

溶接線の部分的な補修については、図2（緑枠内）をチェックして漏れ及び変形のおそれがないことを確認することで水張検査を代替することができると考えられます。

図2 水張検査の代替評価フロー



3 コーティング上からの溶接部検査について

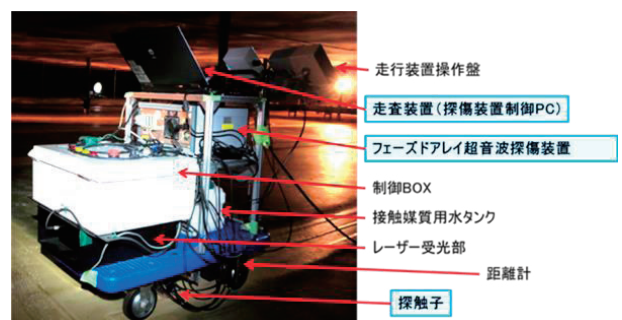
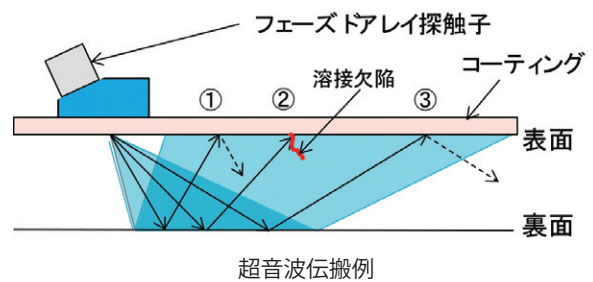
(1) 趣旨

定期点検におけるタンク底部の溶接部検査は、既往の非破壊検査手法（磁粉探傷試験等）では鋼材を露出させて行う必要がありますが、鋼板に防食用のコーティングが施されている場合でも、その上から超音波を用いて検査を行う方式の装置が新たに開発されたことから、当該装置の性能確認や活用方策の検討を行いました。

(2) 新たな装置（PA試作機）の概要

超音波を発射し、その反射波を解析して溶接欠陥を検出するものです（図3）。今回の装置（PA試作機）では、超音波を発射する振動子を複数組み込んだ探触子を用いて、個々の振動子が超音波を送受信する位相配列（Phased Array）を制御し、合成された超音波波面の入射方向や焦点距離を自由に変えて、検出の精度や効率を向上させています。

図3 フェーズドアレイ超音波探傷機の原理

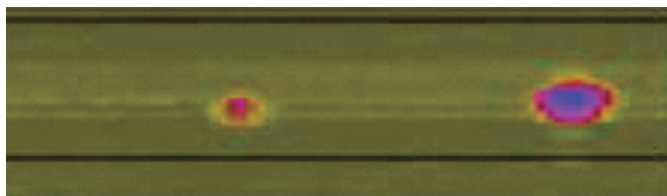


PA試作機の外観

(3) PA試作機の性能確認

① 試験片を用いた確認

溶接欠陥を有する試験片を作成して試験を行ったところ、コーティング上から概ね良好に欠陥を検出することができました。



試験片による欠陥検出時の映像

② 実タンクにおける確認

むつ小川原国家石油備蓄基地と福井国家石油備蓄基地のタンク（各1基）において試験を行ったところ、PA試作機において欠陥と判断される信号が複数検出されました。

しかしながら、当該箇所について、コーティングをはがして確認した結果、溶接線表面に欠陥は認められませんでした。溶接線内部の微少な空隙等からの反射波を捉えたこと等によるものと考えられます。

(4) 主な結果と課題

PA試作機は、原理的に、コーティング上から溶接欠陥を検出できるものであることが確認できました。また、PA試作機を用いる場合の手順等として、標準的な試験要領をまとめました。

一方、実運用に供するに当たっては、①実タンクにおける検証データの不足、②底板に裏面腐食がある場合の検出性能の検討、③傾きのある欠陥の検出性能の検討、④実用機の製作とその客観的な性能確認、⑤検査実施者の技能確保等の課題があると考えられます。

今後、これらの課題をクリアし、実運用に供していくことが期待されます。

なお、「屋外貯蔵タンクの検査技術の高度化に係る調査検討報告書」については、消防庁ホームページから閲覧できます。「消防庁トップページ」→「審議会・検討会等」→「検討会等」→「平成30年度開催の検討会等」→「屋外貯蔵タンクの検査技術の高度化に係る調査検討会」

(https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/post-30.html)

問い合わせ先

消防庁危険物保安室 パイプライン係
TEL: 03-5253-7524