

「屋外貯蔵タンクの検査技術の高度化に係る調査検討会」

(平成30年度第1回)【議事要旨】

1 開催日時

平成30年6月27日(水) 14:00~16:15

2 開催場所

東京都千代田区霞が関2-1-2  
経済産業省別館 2階 235会議室

3 出席者(敬称略 五十音順)

亀井座長、今木(長崎代理)、小川、三枝、座間、高橋、竹原、千葉、中本、西上、  
野本、三原、八木、山内、山田(以上 委員)

4 配布資料

資料1-1 委員名簿

資料1-2 平成30年度検討スケジュール(案)

資料1-3 欠陥を有する溶接継ぎ手の疲労破壊試験結果

資料1-4 超音波探傷法によるコーティング上からのタンク底部溶接部検査  
実タンク探傷結果

資料1-5 水張検査の合理化に係るフロー

資料1-6 水張検査の合理化に係る解析状況

参考資料1-1 平成29年度検討会(第3回) 議事録

参考資料1-2 平成29年度検討会(第2回) 参考資料2-2 修正版

5 議事

議事概要については以下のとおり。

(1) 平成30年度の検討スケジュール

資料1-2により事務局から説明が行われた。

質疑については、特になし。

(2) 超音波探傷法によるコーティング上からのタンク底部溶接部検査に係る検討

・試験片の疲労破壊試験結果について

資料1-3により事務局から説明が行われた。

【座長】 この試験の目的、位置づけを整理していただきたい。

【事務局】 今回検討している探傷機においては、当初、表面傷を探傷することを目的として開発されたものでありますが、今回、内部傷の確認ができるということから、タンクの底板の継手に存在し得る溶接継手内部の欠陥について、疲労によって進展するかどうかを確認する意味で実施したものです。

【座長】 材料の溶接特性を出そうということではなく、実際のタンクの溶接環境で力をかけたら、中の欠陥が進展するかどうかということを目的にしたものということをご理解いただきたい。その結果、ほとんど欠陥の進展は認められなかったという結論が得られたということ。

溶接部の後ろには裏当て金がついていることから、溶接部については裏当て金の効果のために欠陥に作用する応力が大分低くなり、亀裂の進展がなかったのではないかと考えられ、実際のタンクにおいても同様の状況が考えられる。

しかしながら、その溶接欠陥が非常に大きくなると、成り立たなくなる可能性があるが、通常の溶接条件で発生する欠陥がこれらの試験片に表せていると考えれば、実態としてはそれほど危険な状態ではないということだと思われる。

超音波探傷法によって見つけれられる欠陥寸法が、非常に大きなものまでであるという状況下における評価には、必ずしも適用できないだろうと考えるところであるが、そのような背景の下でどのように評価されるか、ご意見を承りたい。

【委員】 例えば、4点曲げの評価として、継ぎ手にどのくらいの応力がかかっているかを評価し、その程度の応力であれば安全だという言い方ができれば、非常に有効に使えると思う。

例えば、12ミリのブローホールの試験片では3本とっており、ブローホールの密度がずいぶん違うが、この中の試験片で一番欠陥の多いものでも、ほぼ進展しないということをおっしゃる必要があるのではないかと。

【座長】 実際のタンクの運用上、例えば、どの程度の変位に相当するのかということを検討しておけばよいのではないかと。ぜひその辺は検討しておいていただきたい。

その際、裏当て金があるので、簡単な材料力学的な計算ではなく、有限要素法を使えば、精度のある答えが出ると考えられるので、手法についても注意深く検討願いたい。

【事務局】 承知した。

【委員】 探傷すべき欠陥がどこかというターゲットを絞るとするのが1つ大きな目標だと思っている。有害なものを見つけ、あるというのがわかるというのは保

安基準としてはよいと思うし、それは挙動的には問題ないということを確認して安心するような位置づけになるかと思う。

【事務局】 運用上見つかったときに補修する必要の可否や、こういった処理をするのかといったことは、この結果を踏まえて提案させていただきたい。

【委員】 承知した。

【座長】 本来であれば、ここで進展する最小欠陥の寸法がわかれば、その寸法のものは少なくとも超音波探傷で見つけなくては困るという使い方をしたかったわけであるが、今回はそこまでは進展しなかったことから、こういった欠陥が見つければ少なくとも安全サイドといえるだろうといった結論になると考える。

・実タンクにおける探傷性能の確認試験結果について

資料1－3により及びJOGMECより受託して確認試験を実施したIHI検査計測（以下、IHI）から説明が行われた。

【座長】 先ほど結果的に見ると、Aパターンで検査すればBパターンはする必要もないのではないかという説明があったが、これは溶接線に対して斜めの割れは、ないのではないかということか。

【委員】 今回の探傷で難しかったのは、データのパソコンに取り込む速度が1秒当たり20ミリというスピードだった。次回はAパターンだけに絞って、むしろ探傷の範囲を広くすることで、もう少しMTで出てくる表面傷を拾いたいと考えている。できる限り、MTで拾った傷をUTでも拾えるように、測定する距離を多く取りたいと考え提案したもの。

【座長】 承知した。実際の運用ではそうではないということか。

【委員】 そのとおり。

【委員】 データの表示で白く抜けているところは何か。

【IHI】 解析処理の問題で、下のしきい値を超えてしまったものが、白くなっている。

【委員】 計測上抜けているわけではないということか。

【IHI】 データとしては全部取っている。

【委員】 傷の指示として明確なものが出ているが、先ほどの疲労試験の結果から見てもそれほど神経質になる必要はないと思われるが、探傷した結果、どういうものか推定ができたりするのか。

【IHI】 精査はできていないが、その部位の外観写真の中には、溶接部の近傍をグラインダーでかなり削っている箇所があり、そことほぼ一致していたが、すべてそうと

いうことではない。

【委員】 承知した。検出箇所は、表面か。

【I H I】 表面に近い箇所である。

【座長】 傷の位置とCスコープとBスコープの図面を比べて見ると、Cスコープにはエコーがかなり出ているが、Bスコープにはそういうものがない。Bスコープでエコーがあると、大体そこが傷だと判断しているのか。

【I H I】 そのとおり。

【座長】 Cスコープには何故エコーがたくさん出てくるのか。

【I H I】 Bスコープは1回反射まで表示しているが、CスコープにはBスコープで表示していない多重反射まで反映されてしまうといった結果になっている。

【座長】 Cスコープでは、表面と裏面の荒さ関係が情報として表れるということか。

【I H I】 荒さみたいなものもかえってくる可能性はある。

【座長】 Bスコープであらわれているところのスペクトラムの山の高さをもって何%だと見ているということでしょうか。

【I H I】 そのとおり。

【座長】 Cスコープはノイズみたいなものは抜きにして、どこの位置なのかという意味で必要ということでしょうか。

【I H I】 そのとおり。

【座長】 この情報の高さというのは、欠陥の面積ということでしょうか。

【I H I】 面積に比例はする。

【座長】 面積に比例するという事は、この大きさも幾何学的に精査すれば、この方法では欠陥の大きさを評価するという事もできるのではないかと。

【I H I】 傷の傾きによっても変わるため、例えば、Aパターンで反射波があつて、Bパターンでは反射波がないといったものについては、溶接線に対して長手方向であるという前提の下に傷の大きさは評価可能かと考えている。

【座長】 有害欠陥寸法ということがあとの破壊力学的な検討との関係で問題になってくるが、この超音波探傷の方法から何か寄与するような情報、これはどのくらいの、縦横、オリエンテーションもあるであろうがある程度の欠陥情報が絞られるか。

【I H I】 そこまで厳密に寸法は絞れないが、6ミリ×3ミリ以上の傷かどうかというところは可能と考えている。今後、その辺はデータを集めて、検討していこうと考えている。

【委員】 投影したときに丸の面積と、細長い楕円形の面積が同じであれば、同じよう

なエコーが返ってくるという理解でよいか。それとも、ある程度方向とか長さがわかるのか。

【I H I】 超音波では、あるしきい値を超えた波形の範囲を指示長さという名前で探傷結果に乗せている。それが実際の寸法かという、必ずしも一致しないが、大きいか、小さいかといった評価は可能だと考えている。それが実際の寸法、傷のサイズを計測できるかという、そこまで厳密には計測はできないのが現状である。

【委員】 よくやられている話として、傷の形などによって反射の強度が違うことから、傷ごとに大きさを変えて、どのぐらい反射がくるかについて調査すると、ばらつきはあるが亀裂が大きくなると振幅が大きくなるという傾向がある。種類が違えば、その曲線が少しずつれたりするが、全部まとめてみると、ばらつきがかなりあるものの、右肩上がり関係になる。あとは実際にユーザーと協議して使ってくださいという話になるか、もしくは、ある限定した用途で使うのであれば、それは、再現性はそこそこあるのではないかというような使い方になる

そういう意味では本当に測れているかという、そうでもないところもあるが、今、実際にそういう使い方を他のところでもされている。

【委員】 超音波で探傷し、エコーが返ってきた箇所にはこれを実測するためにMTを行うということであるが、今、説明があったのは、超音波探傷の一般論の原理で、超音波はMTとは全く性質が異なるものであると理解している。いつもMTで確認を取りますと、MTを引き合いに出した瞬間に、超音波は、MTの検出精度と全然違うため使えないと言われてしまうので、この装置については、超音波の特性をうまく説明する必要がある。また、従来のMTとの関係を別途整理していかないと導入が困難になる可能性があり危惧している。

【座長】 MTで出てくる表面傷は、この超音波では見逃すことがないということを証明するデータがほしい。MTでは、表面の傷の長さはわかるが、超音波探傷では、その大きさがわからないまでも、何らかの情報としてここに表面傷があるという情報が得られる必要があると思うがどうか。

【I H I】 超音波探傷は、MTとは全く検出レベルは違うものである。

【座長】 大きさはともかく、表面傷として何かあるという情報があれば、コーティングをはがして調べる分には問題ないと思うが、この方法でやったら見逃してしまうことのないようにということである。

【委員】 例えば、先ほどグラインダーをかけた場所ではないかといったものを、試験体でもよいので何か担保しておく必要があると考えるがどうか。

【委員】 例えば、今回信号が出ているところが、どう合致するのかというところは確認しようと考えている。ただ、今回言えるのは、MTでも表面傷は出ませんでした、UTでも表面傷は出ませんでしたという内容で、事象として弱いとは思っており、次回検査範囲を広げてデータを集めたいと考えている。

【座長】 十分精査ができていないということであるので、最重点項目として、その辺をチェックしていただきたい。

それから、表面に非常に近いところで、超音波では出たのにMTで出ないというのは、内部欠陥である可能性が高いと思われるが、表面まで出てきていなければMTでは検出できないのであり、そちらは安全サイドと捉えればよいのではないか。

【委員】 承知した。

【事務局】 今後、危険物保安の行政上どう使っていくかといった考え方との関係においてであるが、もともと現行の運用の中で溶接部検査があり、コーティングを剥がした上で一定の磁粉探傷で検査をしている。今回の検討では、コーティングを剥がさずとも溶接部検査ができないか、このフェーズドアレイが使えないかご議論いただいているところである。サイズや位置が完全に特定できるかどうかは別として、有害な傷としてもれなく判別できるのであれば、所期の使い方でも運用可能ということになるかと思うが、そこまでの判別がつかないということであれば、一定の信号が出たらとりあえずその部分はコーティングを剥がしてMTをやっていただくという使い方になってこようかと思うところではある。ただし、かなり剥がすとなると、この方法の利点が相当損なわれてしまうので、そこは工夫していろいろ検討いただきたいと考えている。

実際に運用していくに当たって、基準なり通知なりで示す場合に、ある一定の有害な傷をコーティングの上からでも判別できる方法であれば、従来の溶接部検査に代わる方法として採用してよいということだけ大枠として示し、その1つの手法例として、例えば、フェーズドアレイを認めていくというやり方もあると考えている。今回、超音波の周波数や探触子の数など、かなり具体的なスペックでデータを取っているが、必ずしもそこに限らず、周波数を変えたり、探触子の数が変わったりする機械も当然あり得るわけで、それで同レベルの傷の判別ができるのであれば構わないと考えている。最終的に報告書をまとめる段階において、これらについても整理していかないといけないと考えているが、今、具体的にご議論いただいている装置についてもその熟度次第で、報告書の中での取扱やその後の行政上の扱い、それに伴う検査上のメリットが随分変わってくると考えられるので、そういった面でも各委員からもチェック、

ご助言いただきたいと考えている。

【座長】 検討すべき項目として、運用の仕方とか、機器に求められる条件、どういうことがわかればいいのかということだと思うので、その辺りも今回の検討期間内に情報が得られればと考えている。

### (3) 水張検査の合理化に係る検討

- ・水張検査の合理化に係るフローについて

資料1-4により事務局から説明が行われた。

【座長】 このフローについて、右の赤い変更工事のところ、中央のラインでは変更工事の溶接部試験等にMTとPTとなっているのに対し、右の赤いラインではMT、PTに加えてVT、真空試験となっているがどういう意味か。

【事務局】 法令上、底部の溶接線については、MTとPTを実施することとなっておりVTは特に規定されていない。今回の水張りの合理化において、漏れ試験についてはVTを実施することで提案していることから、当然、事業所では事前にVTで漏れないことを確認するであろうということで、VTを追加している。

【座長】 漏れには穴が開いていて漏れるのと、力がかかって壊れて漏れるという2つがあり、そのうちの穴が開いていて漏れるようなものは、このVTでチェックするというのでよいか。

【事務局】 そのとおり。

【座長】 この考え方は前回は検討しており、こういった方法で認めていただけるものと考えている。

- ・水張検査の合理化に係る解析状況について

資料1-5により山内委員から説明が行われた。

【座長】 破壊力学的な要件はご説明のとおりであるが、水張検査とどういった関係かということについては、破壊に対して十分安全なタンクについて水張検査を省略できるといった観点からの検討だということをご理解いただきたい。

【委員】 最終的に確立された計算手法というのは汎用プログラム、要するにだれでも使える形になるということで考えていけばよいか。

【委員】 外力の評価については、汎用の有限要素法プログラムで検討している。その結果を用いたその後の評価については、WESに基づいた手法で機械的にできるという状況である。だれでも使えるような一般的な手法については、努力したい。

【委員】 承知した。

【座長】 破壊力学的にはどのような寸法を考えたらいいかということが一番大きな課題かと思う。そのほかに、補修溶接の要件とタンクの要件ということで、腐食がたくさんあるようなものは危ないのかということで、腐食や板厚であったり、その辺のどいう要件をここに取り込んだらよいかということも第2回の検討項目になると考えているので、次回提示いただきたいと思う。

【事務局】 承知した。

(4) その他について

事務局から今後の予定について説明が行われた。

以上