

# 「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2回)【議事要旨】

### 1 開催日時

平成30年12月18日(火) 10:00~12:00

### 2 開催場所

東京都千代田区霞が関2-1-2

中央合同庁舎第2号館(総務省消防庁)3階 消防庁第一会議室

### 3 出席者(敬称略 五十音順)

亀井座長、小川、三枝、佐川、座間、高橋、竹原、千葉、中本、西、西上、野本、三原、八木、山内、山田(以上 委員)

### 4 配布資料

資料2-1 委員名簿

資料2-2 水張検査の合理化に係る検討解析結果

資料2-3 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2-4 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探傷装置に求める性能(案)

資料2-5 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探傷装置の運用方法(案)

資料2-6 報告書骨子(案)

参考資料2-1 平成30年度検討会(第1回) 議事要旨

参考資料2-2 水張検査の合理化に係る検討解析結果付属書

参考資料2-3 塗膜厚さの影響試験結果

参考資料2-4 実タンクでのフィールド試験 探傷波形データ集

### 5 議事

議事概要については以下のとおり。

#### (1) 水張り検査の合理化に係る検討

- ・水張検査の合理化に係る解析結果及び水張検査の合理化に係る要件(案)について

資料2-2により、山内委員から説明が行われた。

【委員】 底板を取り替えたときには水張検査は必要であり、次の開放のときに水張検査を省略しようとした場合、一般的には7年から15年供用すると思うが、たまたま2年しか供用しないで開放して改修工事を行ったときにもこの要件に合うと見て取れる。時間的な要素、供用年数等がこの要件の中に入っていないと思うが、いかがか。

【委員】 具体的には今後運用のほうで、整理してもらいたいと思う。

【委員】 KHKで検討しているが、今考えている案では、底板を全部取り替えた場合には、受入の履歴はリセットされると思っている。底板を取り替えたときはもちろん、水張検査の省略はできないが、次回以降は、いわゆる受払回数が一定の範囲内に入っていれば、要件を満たすと考えている。年数ではなくて、何回受払いをしたかが重要になる。

【委員】 沈下の要件が局部沈下ということだが、基礎地盤をある程度、不陸修正をした後、沈下というのは時間が経過してから出てくるものと即時に出るものがある。その中であまり時間的な要件は今のところ定められていないが、時間的な要件を考慮しないと、経時変化の問題として残る懸念があるので、もう少し考えていただきたい。

【委員】 局部沈下を有する底板の解析として、沈下範囲を500mm、1,000mm、1,500mmと想定していて、その中で最大の1,500mmとかなり大きい条件で想定し、これ以上大きくなることはなかなか考えにくい。時間が短かろうが、長かろうがある程度、そういう大きいものを想定して、それでも大丈夫な場合に水張検査を省略してもいいという考え方で整理をしている。

【座長】 補修に伴って、沈下が問題になる工事とは具体的にどのようなものか。

【委員】 水張検査を行うときに基礎地盤の変形については、基本的には水を張る前の底板の変形と、水抜き後の底板の変形を測定することが従来のやり方である。運用上、最大の水を張った状態で何時間置くという規定はないが、通常24時間ぐらいたった後に水を抜くが、新設のときには、物によっては数週間とか置かれるものもあると思う。局所的な変形というのは、新しいタンクでは、弾性的な挙動をして、塑性的な挙動というのは時間がたってからでないとなかなか出てこないということがある。設置のときは、ある程度短い期間でしか見られないという事実はあるが、何年か供用しているタンクは、かなり全体の沈下、局所的な沈下が安定した状態の中で、変更工事を行うと思う。

特に大規模な工事をやった後、少ない期間でまた次の部分的な溶接変更をした場合、通常であれば、変形の要因となっている部分が落ち着いた状態でかなり確実性のある確認ができるものが、局所的な変形がまだ十分収束していないまだ落ち着かない状態で評価をす

ることになり、評価に当たってリスクがある場合があるのではないかと考える。特に板替えのときに不陸修正を行い、次の開放まで期間が短いタンクというのは少し特別な問題と考えておいたほうがよい。そこに要件が要らないということが確実であればよいが、めったにないと思う。

【座長】 確かに今までの水張検査をしているときに壊れたタンク、私が調べた限りでは2件あるが、大概、側板の下の基礎あたりの補修を行っている。この補修要件では板の取替えや当て板等は不可としている。新設は除いて、沈下が問題になるほどの溶接にかかわる工事といった事例は考えられるのか。

【委員】 わからない。

【座長】 もちろん、溶接に伴う板の取替え以外で、その基礎にかかわる影響があるものについては、当然、除かれるべきで安全上は担保しておくべきことかもしれない。この件については、次回までに、KHKの中で検討していただいて、事務局でまとめていただきたい。

【事務局】 承知した。

【委員】 要件－3の破壊力学に基づく欠陥評価は、タンクごとに事業者の方が検討するという考え方でよいか。ここまで検討されているので、この範囲内に入っていればよいという考えか。

【委員】 運用の設計は消防庁で行われると思うが、今回検討ができており、明らかに範囲に入っているものは、改めてということは不要ではないかと考える。

【委員】 我々KHKも、そういう技術的な援助ができる仕組みを持っているので、頼っていただければ、法的な観点から評価をさせていただくことはできるとは思っている。

【座長】 水張検査の代替の要件－3として、具体的には底板の局部沈下と、地震時における浮き上がりに伴うたらい回りの破壊、その2点がクリアできればよいということであるが、具体的にタンクの事業者は何をやればよいのかということは、平易に書いたほうが良いと思うので次回までに整理していただきたい。

全体のコンセプトとしては、水張検査というのは、とにかく何か欠陥があって、水を張ったときに不具合、沈下、変形だとか、亀裂の発生だとか、タンクとして好ましくないことが顕在化してくると不合格となるが、それに代わるものとして、この3つの要件は、水張検査と等価であるという考え方ではなく、水張検査のときには当然起こるようなことは、この3つの要件を検討しておけば、十分安全サイドにあるという考え方、そういう前提に

立っているので、力学的に等価ではないということをご了解いただければと思う。

この水張検査に関しては、大筋議論は尽くされてきたという感じはしているので、最終的なご意見があれば、事務局のほうにお寄せいただければと思う。その内容を次回までに反映していきたい。

(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  
・実タンクにおける探傷性能の確認試験結果及びコーティング上からの底部溶接部探傷装置に求める性能及び運用方法（案）について

資料2-3によりJOGMEC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】 コーティングの減衰による補正ということで、基準感度に9dBとか21dBを上乗せしているが、基準感度というのはどういう状態で測った感度か。

【委員】 塗膜のない校正試験片にて3ミリ×6ミリのきずがあり、それに対してのエコー高さが80%となるものを基準感度としている。

【座長】 要するにコーティングのない状態では80%として運用するが、コーティングがあると当然、信号は弱くなる。しかし、下のほうの実態は変わらないので、コーティングがあっても80%としてあらわれるようにするために、9dBだけ数値を上乗せする。そうすればコーティングの影響というのは削除できるということか。

【委員】 そのとおり。

【座長】 2ページに図面があるが、この探触子が、溶接線を挟んで同時に走っていくということか。それともその1つの溶接線に対して縦割れというか、角度をつけて、①、②、③の3回走るということでよいか。

【委員】 当該装置では、この探触子の3つのパターンで、①で1回走らせる。次に②と③と一緒に走らせ、探触子はこの②と③でパターンは違っているが、同じ探触子を使用するので、いわゆる②と③を1回と考えている。

【座長】 横割れか、角度つきかは、あらわれ方でわかるということか。角度つきと角度のないやつと、2回走らせるということか。

【委員】 そのとおり。当該装置の設計で、処理の関係で2回走らせるというもので、今後同時に全て測定できる装置が開発されれば、違うことになると思うが、ここはあくまでも当該装置での説明になる。

【座長】 承知した。

【委員】 3ページの②だが、2行目に「エコー高さが20%以上になり」とあるが、これは80%の間違いではないか。添付資料の75ページに28%の9dB補正で80%になっている。この指示長さを見るときは、当然、ベースのエコーは下がった時の話なので、あくまでも塗膜の補正だけなら80%でいいと思う。データとして、指示長さの測定と一緒にすべきでない。

【委員】 訂正する。

【委員】 表面きずは、きずの深さがどの程度のものか。1ミリ以下だったら、その表面きずは判定が困難とか。深さがどの程度のものならば表面きずが検出困難と考えればいいのか。

【委員】 平成21年度から、この装置を開発してきて、規定と全く違うところで、単純な装置の性能確認試験では、深さ1.5ミリ×長さ4ミリのきずで試験を実施し、エコー高さ20%以上のデータが得られたという記録はある。

今の評価では何とも言えないが、今までの装置の実験の結果から、1.5×4ミリのきずを見つける性能はある。

【委員】 深さ的には1.5以上あれば見つけられるだろうと考えていいと。

【委員】 そう考えます。あとは、当該装置の課題として、鉛直方向のきずのところはまだ確認中なので、さらに細かくやっていく必要はあると思っている。

【委員】 承知した。

【委員】 3つのパターンをやられていて、1つのテストピースで当然違う読みが出るが、このテストピースの指示長さは、一番長いのを取るのか。

【委員】 校正試験片は、溶接線と平行方向と90度方向と45度、マイナス45度の方向の4つのきずがある。それぞれ指示長さは、例えばAパターンのRであれば、塗膜のないものであれば10ミリ、塗膜0.7ミリで10ミリ、1ミリであれば8ミリ、1.5ミリであれば8ミリ、2ミリは2ミリとなっている。それぞれこの縦割れきず探傷のAパターンで、その角度の90度のきず、45度、マイナス45度のきずが、実はエコー高さが20%に行きません。いわゆる検出できず、指示長さも出ていない。

【委員】 どれか拾えばいいという考え方か。

【委員】 そのとおり。

【委員】 コーティングの補正をすると感度を上げているわけでかなり大きめに出る可能性があると思う。その結果としていろいろな数値が出てくると思うが、過小評価をしな

いために最終的にどれを欠陥で妥当なのは幾つぐらいという閾値も検討し、決定する必要があると思う。

【IHI】 今、指示があったところは、全て欠陥だと考えている。

【委員】 6ミリ、3ミリ以上のものを見つけようとしているから、指示があったら欠陥だと判断するということか。サイズが幾つとかは出しているが、あまり重要視してなくて、拾っているか否かが最終的に重要だということか。

【IHI】 そのとおり。判断するための材料。

【委員】 承知した。今回の備蓄基地のタンクは、恐らく欠陥などはほとんどないので、何の問題もないと思うが、これと同じ基準で、備蓄以外のタンクで検査した際、小さなものまでみんな拾うことになりそうか。

【委員】 やってみたいとわからない。

【委員】 実際は計測してみた結果、データがたくさん出てくれば、そこでもう1回考えればいいと思う。例えば欠陥として多く検出されるが、コーティングを剥がしMTを実施すると、欠陥はないということになると、閾値の基準のところを変えることも考えられる。今回の装置は、備蓄基地のタンクを対象に想定するというのでいいか。

【委員】 備蓄タンクに対応しているものになっていると思う。

【委員】 承知した。様々な欠陥があり、それに非常に難しいものまで入れていけばいくほど、小さい欠陥までみんな拾うことになってしまう。その辺を少し考えながらやるべきであると思っただけで、これ自体はとてもよいと思う。

【座長】 この装置の性能、それから、それを現場で適用したときに見つけなくてはいけない欠陥の寸法を分けて考えないといけないと思う。要するにこの装置を使うと、コーティングが幾らのときに最小の寸法としては、長さが幾らで深さが幾つのもものでは検出可能だが、それ以下のものはできませんと。要するに閾値をこの装置の性能として明らかにしておくことが1つ重要だと思う。

この装置の使用の可否は、また別のどこかで判断することになると思うが、そのときに、有害欠陥、要するに示した寸法の欠陥が見つからないと装置としては使用できないという、別の判断基準が必要になる。そのために、どの程度の性能なのかを簡潔に調べておく必要がある。その際、その長さや深さ、深さは幾らだということがわかる必要はないのかもしれないが、指示模様として検出されるということを明らかにしておくべきだと思う。

ここでは開口幅が人工欠陥だから1ミリですね。1ミリの開口欠陥と実際には亀裂と

いうのは単なる不連続面で、不連続面に対する超音波がその不連続面に達したときに1ミリのものと不連続面とでは超音波の反射挙動が違う気もするが、いかがか。

【I H I】 人工きずの幅は、今回1ミリ幅を使っているが、数年前は0.3ミリの幅のものを使っていたが、その人工きずの幅よっての影響というのはほとんどない。

【座長】 不連続面でも一緒か。

【I H I】 不連続面というのは、実際のクラックのような、でこぼこしているような面のことか。

【座長】 超音波を当てると亀裂が閉じたり、剥がれたりするのではないかと思うが。

【I H I】 そこまで強い超音波ではないので、口が開いたり、閉じたりということはない。

【座長】 その辺は考える必要はないということか。

【I H I】 そのとおり。

【座長】 1例でもいいので、開口している部分と亀裂の部分では、こういうようなレベルのもので、レスポンスは同じですということを確認してもらいたい。

【I H I】 承知した。

【座長】 2つの観点から性能ということ最低限、要するに分解能が幾らなのかということに近いと思うが、そのときには3ミリ、6ミリとかいうだけではなくて、横軸に長さをとって、縦軸に深さをとって、オーケーなところはどこまでで、ここから下は不可というようなマップみたいなものがあるとわかりやすいと思う。そういうマップの中で、実際には法令的には何ミリが見つからないといけないというのは、その上に書けますから、そうするとこういう装置を使えばいいということが一目瞭然わかるのではないかと思う。そういう整理の仕方をしていただければと思う。

先ほど走行してパルスが2ミリごとにデータを取るという説明があったが、それはパルスを発する走行速度と時間との関係で2ミリということだと思うが、その根拠は何か。

【I H I】 超音波のパルスを出して反射波を受信するピッチが2ミリではなくて、超音波を出して受けるというのは、数十マイクロ——正確な数字は出てきませんが、ものすごい速い速度で出して受けている。ただし、その超音波のデータを保存するピッチの走行の距離計があり、2ミリピッチにデータを保存している。

【座長】 4ページの図2は、もっと細かくもできるのか。

【I H I】 細かくもできる。ただ、細かく取ると走行速度も落とさざるを得ないとい

うことと、データ容量が膨大になる。あと6ミリ、3ミリの傷を見逃すことがないよう、2ミリピッチに現在は決めている。

【座長】 何かレスポンスが表面きずの長さだけに着目しているが、深さ方向は関係ないのか。深さ方向が1ミリで長さが6ミリと、表面が6ミリで深さが3ミリではレスポンスは同じなのか。80%とか何とかというのは。

【IHI】 強度は違ってくると思う。

【座長】 表面、それからは深さと長さの関係から、深さとかわかるのか。例えば7ミリ、2ミリはどうか。

【IHI】 詳細には、先ほど言われた長さと深さを振ったマトリックスといったデータは取っていない。

【座長】 取っておかないと、深さが浅いもので、6ミリよりも長いものでも見逃してしまう可能性がないわけではない。

【委員】 確認させてほしい。消防庁の試験片で深さは正確に測っていないが同じような条件のものがあつたはずである。実証試験が必要であれば確認はするが、問題なく出ると思う。

【座長】 次回までにそのようなマップみたいなものが用意していただければと思う。深さと長さを変えて、20%以上の信号が検出されることを確認できないか。

【委員】 マップの作成、その方法も含めて確認する。

【委員】 基本性能と対象のところが、すごく乖離していて理解ができていない。6ミリ、3ミリを探せればいいという方法で検討がされているが、基本性能がどこまであるかわからない。例えば長さと深さは今全然測れていないと思う。

【委員】 そのとおり。

【委員】 そこらがわからないと、導入するとき不安が残るので、もう少し明確な議論をする必要があると思う。

【委員】 承知した。

【座長】 装置の信頼度にも関係してくると思う。

【委員】 93号通達で書かれているのが6ミリ、3ミリをそれぞれ超えないきずに対しては補修をしなくていいとあるが、これの捉えかたが、まちまちとなっているのではと思う。多分、JOGMECさんのほうは6ミリ、3ミリをANDで見ているが、解釈するとORかなと思って、先ほど座長がおっしゃるように7ミリの1ミリはどうなのかという



話にもなってくる。認識を1つにする必要がある。

【委員】 実際の実験をやった結果は3ミリと最大18ミリか12ミリまでの実験をやっている、多少長い亀裂に対しては、亀裂の進展はあったが、破断はしなかった。進展がないのが3ミリ、10ミリだったと思うが、さらにそれを安全サイドに見て、恐らく最終的な通知には3ミリ、6ミリと出たと思う。

通知については、私は相談も受けていないので、それぞれという意味が両方にかかっているのか、その全体、3ミリ、6ミリということに対してオーバーしてはいけないというほうにかかっているのかは、私の理解するところを超えている。ただ、経緯としては、もっと大きな亀裂でも破断はなかったということがもとになっている。人工のスリットではなくて、疲労の亀裂を入れてやった実験なので、実験としては確実にやっているが、文章の解釈のところまでは関与していない。

【委員】 承知した。3ミリと10ミリとか17ミリとあったが、深さ方向は例えば1ミリで10ミリだとか、20ミリだとか、もっと極論すれば何メートルだとかという実験は行ったのか。

【委員】 そこまでは行っていない。

【委員】 それは考えなくてよくて、深さ3ミリの6ミリ、10ミリ、18ミリ、そのあたりを考えればいいのか。

【委員】 そのように決めたのだと思う。

【委員】 背景がきちっとあるという理解でよいか。

【委員】 私もそう思ったが、なぜかという曲げだけの力なので、亀裂の深さ方向に対して深くなっても、その影響度が低いとは言えないが、それほどでもないという考えがあったかと思う。そういう意味では一番大きく長さ方向はかなり効くだろうというもとの長さ方向のファクターは3通り考えてやっていた。

【委員】 今回は、6ミリ、3ミリを見つけられればいいのかとするのか、それとももう少し広くお願いしなければいけないのかという議論をここでしないと、認識が一致しないと思う。

【座長】 2つの観点から見なくてはいけないので、6ミリ、3ミリというのは実験に対する安全度であって、その装置の裕度というか、安全度というのは別の観点から見なくてはいけない。6ミリ、3ミリではなくて、実態としてどこまで分解能があるかというのは、別の話だと思う。だから、6ミリ、3ミリというその実験的な安全度の中で、例えば99.5%の範囲内で6ミリ、3ミリを検出できるとすれば、実験的なところで危険因子を

含んでいる。また別に検出できる精度というのは別なので、例えば4ミリ、2ミリまで分解能があるということであれば、その上にまた十分な安全が担保されているということだ  
と思う。

【事務局】 かなり今回も指摘が多かったので、事務局側で、JOGMECさん、IHIさんと整理をしていきたいと思う。事務局の考えとしても、技術的な課題が残っている中で、強引に運用を開始するとかいうことでは必ずしもない。今年度中に、どこまで今言われている課題が整理できるのかを残りの期間で整理しつつ、最終報告書でどの様にまとめて行くのか、ご相談させていただきたい。

あと、6ミリ、3ミリの通知について、過去の記録とか見ているが、通知で書かれている以上、あるいはその前段になっている報告書以上の記録というのがあまり残っていない。OR条件のようにも読めるが、OR条件で読んでしまうと余りに極端な、とても薄いけれど長いキズとも読めてしまうので、言い尽くせていない部分が、文章的にはあると思う。

今回のフェーズドアレイについて、どういった形で要件を求めるかについても少し整理をさせていただきたいと思う。あわせて、JOGMECさんのほうで、過去の連続板厚測定例に沿って、装置として求める性能を資料2-4で説明いただき、また資料2-5の方では、その装置を使ってどう測定して、どう判定するかという運用方法の整理していただいている。例えば、資料2-5の2ページ目の一番下が、JOGMECさんのほうで考えている、これまで議論になっていた深さ3ミリ、長さ6ミリのきずについての判定に関する評価基準になるが、そこに至る前段階での、色々なキズ、サイズに関する、取られているデータのマップ化みたいなものも含めて見ないと、この評価方法で良いのか否か、判断できない。

実際ある程度裕度がないと、確実に3ミリ、6ミリが見つかるのかというのも、我々もそうですし、各委員さん方も確証が持てないと思う。

### (3) 報告書骨子(案)について

資料2-5により事務局から説明が行われた。

【座長】 一応、当初の計画、3年ということであるので、こういうような報告書を出すことになるが、その中で解決済みのこと、それから、まだ少し議論をする余地があること、物によってはもう少しデータの追加もあろうかと思う。その上でまた宿題があれば、

どのような検討をしたらいいかということも含めて、この最後の今後の課題というところでまとめていければということだと思う。

【委員】 超音波で継続して亀裂の高さと長さというのを求めるというのは、原子力とかではやられているが、今行っている計測では、亀裂長さと高さを独立には計測しないので、亀裂の長さと高さの絶対値の検出限界が、使った装置でそれぞれどの程度かを明確にすることについては、そう簡単ではない。

しかし今回実施した手法は、同じ材質の対比試験体中のスリットで欠陥検出感度を決め、その感度以上で観察されたエコーを有害な欠陥エコーと評価する手法であり、他の鋼構造部材では広く利用されている。欠陥の有害性についての判断において、対比試験体に導入する欠陥と、それを用いた欠陥検出感度については、関係各位でコンセンサスを得ておく必要ある。

【委員】 再度検討する。

【座長】 報告書の骨子（案）につきましては、こういう方針で次回までにまとめていただければと思う。

#### (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。