

## 屋外貯蔵タンクの津波・水害による流出等防止に関する調査検討会

(令和3年度 第2回)【議事要旨】

### 1 開催日時

令和3年12月13日(月) 10:00~12:00

### 2 開催場所

危険物保安技術協会 大会議室(対面とWEBの並行開催)

### 3 出席者(敬称略 五十音順)

有田、岩本、久保内、佐々木、サッパシー、田島、辻、西、松島、宮内、村上(以上委員)

### 4 配布資料

資料2-1 水理模型実験の結果について

資料2-2 検討スケジュール(案)

参考資料2-1 水理模型実験計測データ

### 5 議事

議事概要については以下のとおり。

#### (1) 議事1 水理模型実験の結果について

資料2-1(その2)により事務局から説明が行われた。

質疑の概要は以下のとおり。

【委員】対策工法1と2と2つの同型のタンクに今回施工を行っているが、どちらのほう  
が例えば日数的に簡便だったとか、そうした情報があれば教えてほしい。

【事務局】対策工法2のアイプレートを、タンク側板の中間部分に溶接せずに仮固定を行  
い、CFRPを施工するというのがなかなか難しい。一方、対策工法1については、ほぼグラ  
ウンドレベルで作業ができるということで、施工のしやすさという意味では対策工法1が  
いいという印象である。

【委員】対策工法2はCFRPを巻くのが1層でよかったか。

【事務局】そのとおりである。

【委員】対策工法1は2層巻くが、それでもグラウンドレベルでやれると。対策工法2は1層巻きだが場合によっては高所になるということもある、今回のケースでは足場等、組む必要がなかったということだが。比較すると対策工法1の方が施工性としては割と簡便だというような理解でよろしいか。

【事務局】そのとおりである。

【事務局】追加として、対策工法2については、今回は実験施設のため、ワイヤーを水路のしかるべきところに結びつけたが、実際の施工においては、そのアンカーを打たなければいけない。杭基礎やグラウンドアンカーなどを打設するという必要があるので、その分の日数もかかる、この点においても対策工法1のほうが簡易で短時間でできると考えている。

【委員】今回、施工方法をお示しいただいた理由は、実験のためのみの施工ということではなくて、現地に実際に施工する際にも同じように施工するという位置づけで御説明いただいたということか。

【事務局】そのとおりである。現地にて施工する際にどのような問題があるかを抽出する目的もあり、現地さながらの手法で行った。

【委員】実験とスケールの影響については、どこかに記載されるのか。

【事務局】特に記載するつもりはない。今回、模型と申しているが、我々としては、3.45キロであるが実機スケールで行ったつもりだ。

## (2) 議事1 水理模型実験の結果について

資料2-1(その1)により事務局から説明が行われた。

質疑の概要は以下のとおり。

【委員】我々ユーザーとしては、タンクを設置すると20年、30年と維持していかなければならないが、この対策工の施工の健全性を先ほど説明のあった赤外線サーモグラフィ法などを使いながら定期的に確認する必要があるか、今後、維持管理するところで少し気になったのでお聞きしたい。

もう1点、タンクの板厚を確認する際、我々は塗膜を剥いで定期的に計測しているが、対策工を施した箇所については外側から確認できるのか、内側から確認できるのか、それとも施工を一時剥いで確認しないとイケないのかについてお聞きしたい。やはり定期的に板厚計測をしていかないとイケないと思うので、ガイドラインを作るときまでに検討していただきたい。

【事務局】 施工の健全性についての定期的な検査については、目視点検をしていただく。CFRPの浮きや、有意な変形がないかというのをまず見ていただく。また、触るとCFRPが剥がれているのかどうかというのが分かる。

また、高いところであれば、コンクリートの点検などに使用する打診棒を使用するとCFRPが剥がれてきているのかどうかというのも確認することができる。基本的にはこれら触診と打診で、点検をしていくということが安価で、日々確認できてよろしいのではないかと考えている。

【事務局】 板厚測定については、非破壊検査会社に超音波探傷器による検査をしてもらった。かなり超音波が減衰するが、全く測れないわけではない。CFRP施工、積層した上からでも測ることはできる。

【委員】 実験の装置の限界として高い浸水深の再現ができないため、今回、基礎がずれているのは数センチのレベルだが、実際の波、もっと高い波の条件の場合はどうのように変わるか。もし意見があればお願いしたい。

【事務局】 基礎のずれについては、現在設置されているタンクの基礎は土中に埋め込まれている、もしくは土中に杭を施工して、その上に基礎が乗っているので、基本的に津波があった際にずれるということは考えにくいと思っている。ただ、今回の場合、実験場の基礎にボルトを打つなどして強く固定するということができなかった。できる限りの固定を行ったが、我々の想定以上にずれてしまった。いずれにしても、ずれてもずれなくても対策工法の効果は発揮できるというのは確認ができていると考えているので、問題はない。しかしながら、基礎が移動してしまった例というのも実例としてはあるので、そこをどう考えるのかというのは、今後、報告書記載の際に考えていきたい。少なくとも対策工法1については、基礎を抱き込む形になるのでタンクがあっさり流されるということはなく、基礎がずれるにしても無対策よりは、はるかに災害に対して強い状態になると想定している。

【委員】基礎がずれたというお話が幾つかあったが、ずれた量が測れたわけではないということか。

【事務局】基礎自体に変位計をつけたわけではない、タンクのトップについている変位計での計測により、おおむねこの程度動いただろうという判断になる。

【委員】それは、解析結果と実測値との差が想定している移動量と感覚的に大きく違わないであろうということが分かったということか。

【事務局】もう一度質問の趣旨をお願いしたい。

【委員】基礎が動いた分というのを、この程度に見積もれば今回のデータがちょうど説明できますということだと思う。この程度ずれているのはそのせいだという説明が多々あったが、定量的にそのずれで説明できるのかというのがちょっとあやふやだったと思って聞いていた。

【事務局】解析自体は動的に行っているわけではなかったため、そこまでの対比まではできていない。ただ、動的な実験で基礎がずれた後にタンクがどのような状態になっているのか、ちょうど静的な解析と同様なモードになっているかというところを捕まえてひずみを対比している。

【委員】定性的にそれで対比できるというのは何となく分かるが、もう少し定量的なものがうまく出せるといいかなと思って聞いたというところ。

もう1点は、対策工法1の浸水実験で浸水のなかったことを確認したというのがあった。これはどのように確認したという意味か。カットしたというところは分かったが、開いたときに濡れていなかったということか。

【事務局】そのとおり、開いたときに濡れないことを確認している。

【委員】それは逆に言うと、対策工法2のときはあったということか。

【事務局】そのとおり、対策工法2については、底板の裏に水が入っていることは確認できている。

【委員】承知した。対策工法2の場合も、例えば底面のところはパテのようなもので埋めてしまえば入りにくいかなと。入らなければ浮かないというか、浮きにくい状況が続くかと思うが、そこについてはいかがか。

【事務局】タンクの外張り出しの部分にパテを塗るということか。

【委員】いわゆる隅角部と言っているところの外回りにパテをつけてしまうと、とりあえず浸水しなくなると思う。

【事務局】法令基準とは異なるが、多くのタンクで底板の裏面に水が入らないように雨水シールというものをシリコン等で措置している場合はあるが、今回のように硬化するようなパテでということは、少ないというふうに承知している。

【委員】逆に言うと、既存の措置では浮いてしまうということか。

【事務局】水が入らなければ浮かないが、このシール材がタンク自体の変形等によって切れてしまうという場合もある、またパテで埋めた場合には津波が当たったときに、この境界部分のところは切れてしまうことが予想される。

【委員】幾つかコメントさせていただく。報告書に向けてということで、対策工2は、今日の説明では浮力が生じないということだったが、浮力は生じているが浮かなかったということかと思うので、そのように記載していただくのがいいかと思う。

【事務局】承知した。

【委員】加えて、津波のケースも何ケースかやっていて、初期水位を上げたケースもされているかと思うが、初期水位を30センチ上げたケースというのは、基礎の高さまでということ、タンク自体は浸かっていない状態で津波を作用させているということか。

【事務局】そのとおりである。

【委員】勘違いされる方がいるかもしれないなと思った。津波高さというところを、初期水位からの高さにしたほうがいいかと思う。

他の委員からも指摘があったが、スケールの効果は気にはなるところ。ただ、一方でFEM解析と実験との整合性が比較的よかったということなので、大きなケースについては、もし可能であればFEM解析をされて、そのCFRPに係る作用力が十分なものであるというのが確認できるとより安心できるかなと思った。

最後に、FEM解析のほうとの比較で、最終的にひずみから応力を求めておられて非常にいいと思ったが、FEM解析のほうは恐らく瞬間的な応力も計算できるかと思うので、それが最終的な値と比べてどれぐらいだったのかというのもお示しいただけると非常に参考になると思う。

【事務局】FEM解析は動的な解析までは行えていない。あくまで静的な解析での対比という形で御容赦いただきたい。また、大きなタンクのケースだが、昨年度、我々のターゲットとしては最大クラスになるだろう500キロリットルにて評価を行っているので、こちらを回答とさせていただきます。

【委員】承知した。今回はFEM解析の妥当性がある程度検証できたという、そういった位置づけということでよろしいか。

【事務局】そのとおりである。

【委員】今、御指摘のように、浮力があつたけれども、浮上しないということだと思つていたので、念のため確認いただきたい。

【事務局】その点は誤記であり、失礼した。

(3) 議事2 検討スケジュールについて

議事3 その他について

資料2-2により事務局から説明が行われた。

概要は以下のとおり。

【事務局】次回検討会は、1月の中下旬を目途に開催してガイドラインの素案をお示しし、そして3月開催予定の最後の検討会では報告書の取りまとめを考えている。

次回検討会でガイドラインの素案をお示しするが、その中では、対策工法の推奨設計基準といったものを整理していきたいと考えている。具体的には対策工法1、2を、500キロ未満の小規模な屋外タンクに実際に施工する際に必要となってくるCFRPの高さや幅、ワイヤーの張力などの設計基準について整理を行いたいと考えている。

整理の方向性として、小規模な屋外タンクといっても様々な容量があるため、これまでFEM解析で実績のある容量のタンクを基に推奨設計基準を取りまとめてガイドラインに盛り込みたいと考えている。

なお、推奨設計基準に準拠しない場合については、原則FEM解析を別途行う必要があるという整理をしたいと考えている。

以上