

新技術を活用した屋外貯蔵タンクの効果的な予防保全に関する調査検討会（第2回）

【議事要旨】

1 開催日時

令和4年10月3日（月）10時00分から12時00分

2 開催場所

危険物保安技術協会 第一会議室（対面方式及びWeb方式の並行開催）

3 出席者（敬称略 五十音順）

座 長 辻 裕一

委 員 江藤 義晴、田所 諭、西 晴樹、山田 實

4 配布資料

資料2-1 ドローンを活用した屋外貯蔵タンクの効果的な予防保全に関するヒアリング結果と抽出された課題について

資料2-2 屋外貯蔵タンクの効果的な予防保全に向けたドローン活用の実証実験計画

資料2-3 検討スケジュール（案）

参考資料2-1 検討会員名簿

5 議事

（1）議事1 ドローンを活用した屋外貯蔵タンクの効果的な予防保全に関するヒアリング結果と抽出された課題について

資料2-1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】

11ページの課題の整理の内容について追加を検討していただきたい項目がある。

まず、2. ソフトに関する技術の中でGPS精度が悪いのでドローンの飛行位置を正確に特定できないという課題があったが、これに関して、最近のロボット分野では、カメラやLiDARというレーザーセンサー等を用いて3次元のマップを作り、そのマップ内でロボッ

トやドローンの位置を推定するSLAMという技術が非常にポピュラーになってきている。これを活用すればドローンの位置がどこにあるかということが推定できると思われる。よって、SLAMについて調査していただきたい。

次に、無線及びネットワークが途切れがちであるという課題があったと思うが、これに関しては無線中継機を活用することで、ある程度は解消できる課題だと思われる。これについても利用可能かということについて調査していただきたい。

また、日向日陰等のような条件で撮影すれば点検に有効な画像等を取得できるのかという、判断基準をマニュアル化する必要があると考える。

【事務局】

実証実験の詳細についてはこれから詰めていくところではあるが、1点目のSLAMについては、今回の実証実験で使用するドローンにも搭載する予定。

次にGPSの関係であるが、今回、マニュアル飛行と自律飛行の2つのパターンで実証実験を行う。ドローン業者等にヒアリングする中で、自律飛行の場合、通常のGPS誤差に加えて、構造物に近づいていくことでGPS電波が反射し、誤差がさらに大きくなることがわかっているため、SLAMを搭載しつつも、屋外貯蔵タンクの側板から10m程度の距離からはじめてどこまで近づけば、正確な撮影ができるのかを検証する。

また、無線及びネットワークが途切れがちということに関しては、そういったことがないように通信状況を確認しつつ検証を進める予定。

最後に、日向日陰等の判断基準であるが、様々なパターンで撮影を実施し、このような状況及び設定で撮影を行えば点検に活用可能な画像等が取得できるということを検証の中で確認する。

【委員】

4. 撮影方法に関して、腐食等の欠陥の検出について直視による目視点検とドローンを活用した点検を比較してどの程度の差があるのか、あるいはドローンで撮影した画像等で直視による目視点検と同程度の判断ができることを検証する必要があると考える。

例えば、過去に点検作業員がウインドガードに補修を要しない程度の腐食等の欠陥を確認し、記録のために撮影した画像等があれば、同じ部分においてドローンによる点検を行い、腐食等の欠陥を確認できれば、何年か期間は空いているとはいえ、直視による目視点検と同様に腐食等の欠陥を検出できることが確認できると考える。

このような比較を行うために、実証実験の協力事業所に対して、過去、補修を要しない

程度の腐食等の欠陥を記録した画像等があるか確認してみてもどうか。

【事務局】

現在、実証実験の協力事業所と話を進める中で、腐食のサンプルを切り出したものを屋外貯蔵タンクの低い位置に貼り付け、ドローンで撮影した画像と点検作業員が接写した画像を比較する実験についても計画しているところ。

腐食のサンプルについては、孔食がむき出しになっているようなものもあれば、塗膜の下で腐食が進んでしまったようなものもあるとのことなので、それらを使って直視による目視点検とドローンによる点検の比較、検証ができればと考えている。

【委員】

承知した。

【座長】

4 ページにヒアリング結果がまとめられているが、右上の事業者の活用状況について、図に100パーセントと記載があるが、ヒアリング対象の全12施設が分母で100パーセントということ間違いはないか。

【事務局】

そのとおり。

【座長】

この図の中のグラフ、施設、煙突点検では、5割近く実運用中であり、これらについてはドローンがかなり活用されていることが確認できた。

グラフの記載が施設、煙突となっているが、具体的に施設とは何を指しているのか。

【事務局】

フレアスタック等のことである。

フレアスタックや煙突等、塔槽類の中でも長細く高さのある施設については、屋外貯蔵タンクのように足場を立てづらいため、ドローンを活用している事業者が多い印象を受けた。

【座長】

承知した。

事業者の活用状況の図を確認すると施設、煙突点検については、約8割の事業者が実証実験をしていて実運用されているのが、5割程度ある。一方で、配管点検は、約7割の事業者が実証実験を行っているが、実運用されているのは1割弱となっている。タンク点検

についても7割近く実証試験が行われているが、実運用はまだされていないのが現状であることがわかる。

タンク点検について、施設、煙突点検のように活用されていくのか、配管点検のようになかなか実運用まで活用されていないのか、その辺り、ヒアリング結果から何か読み取れたか。

【事務局】

タンク点検、配管点検どちらともに実運用が進まない大きな要因としては、防爆規制があげられる。

タンク点検については、8月4日付け消防危第175号通知により、屋外貯蔵タンクの周辺の危険区域について、一定の条件下であればかなり狭められることを示しているため、今後は、実運用も増えていくものと考えている。

通知の発出からそれほど日が経っていないため、ヒアリング実施時に、実運用している事業者は確認できなかったが、今後、ドローンをタンク点検に是非活用したいという声は多く聞かれている。

【座長】

現状でも関心が高いことは、実証実験を多くの事業所が行っていることから確認できる。

もう1点質問したい。施設、煙突点検の点検対象は腐食等の欠陥の検出か。

【事務局】

腐食等の欠陥の検出だけでなく、フレアスタックの場合であれば完全燃焼についても確認することもある。

また、塔槽類の内部についても衝突しない機能を搭載して、狭い中で全方向を確認していくというような点検も実施されている。

【座長】

承知した。

【委員】

配管点検についても実運用が進まない大きな要因は防爆規制とのことだが、詳細を教えてください。

【事務局】

危険物を貯蔵した屋外貯蔵タンクに可燃性蒸気の測定機器を設置して、測定を行った結

果、屋外貯蔵タンク周辺に可燃性蒸気はほとんど滞留していないことが確認された。これに基づき175号通を発出したが、配管の場合は、あらゆる場所に設置されているため、175通知のような運用等を示すことができない。そうすると仕様規定のとおり配管から3メートル以内は危険区域となるため、3メートル離れた部分から点検を行わなければならない、実運用が難しくなっているものと考えられる。

グラフで実運用されている事業所も確認できるが、この事業所は防爆ガイドラインにおける危険区域の精緻化に非常に積極的であるため、配管の点検にドローン等を活用できているが、その他の事業所に関しては防爆ガイドラインにおける危険区域の精緻化が煩雑であるため、進めておらず、実運用が進んでいないという結果となっている。

【委員】

承知した。

【委員】

屋外貯蔵タンク近接での安定した飛行の確認、検証に関して、一口にタンクと言っても新法タンク、旧法タンク、密集してタンクが設置されている等、様々であるが、実証実験ではそれらを満遍なく検証するのか、そうではなく、協力事業所が提供してくれたタンクありきでの検証なのか。

【事務局】

協力事業所が提供してくれるタンクで検証を行う形となるが、どのようなタンクを使用して実証実験を行いたいのか事前に協力事業所に伝え、タンクを選定してもらっている。

具体的には、この後の資料2-2で説明を行うが、国家石油備蓄基地のタンク1基と製油所のタンク1基で実証実験を行う予定である。

2基ともにタンクが林立しているような場所に設置されてはならず、国家石油備蓄基地のタンクについては新法タンクのため、空地がかなり大きく確保されている。また、製油所のタンクについても1つの防油堤内の1基のタンクしか設置されていないため、まわりは空地で広く開けているような状況である。

今回の実証実験は、まだ検討の初手の段階であるため、まずは安全性を考えてある程度の空地があるタンクで行うこととした。

【委員】

承知した。

【委員】

11ページ 課題の整理、3. ハードに関する技術 ④腐食や損傷発見時にサイズ、深さ、肉厚などを計測できる技術に関しては、今回の実証実験では検証しない課題となっているが、今後の技術発展によりドローンに搭載できる技術が出てくることも予測される。この部分についてガイドラインへの落とし込み等はどうなるのか。

【事務局】

ガイドラインについては、必要に応じて改定されるものであるため、将来の技術発展により屋外貯蔵タンクの点検に活用できる新たな技術が出てくれば、ガイドラインの中に取り込むことはやぶさかではないと考えている。

【委員】

承知した。

【委員】

長時間点検に関して、バッテリー性能の向上だけでなく、有線給電を行うドローンの開発も行われている。これも長時間点検の課題を解決する1つの候補になり得るのではないかと考えている。

とある業者は、竿の先からケーブルを出してドローンを飛ばすというようなこともやっており、竿とドローンが接続されているため、安全も確保されるメリットもある。

【事務局】

委員が述べたことは、実際にポールドローンとして橋梁点検等に活用されているが、点検できる高さに上限があるため、大型のタンク点検の活用することは難しいと考えている。

【委員】

承知した。

(2) 議事2 屋外貯蔵タンクの効果的な予防保全に向けたドローン活用の実証実験計画

資料2-2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】

自律飛行で撮影を行うためにセットアップを行う必要があるが、効率的な点検を行うためにセットアップにどのくらいの時間を要するのか測定しておいたほうがよい。

【事務局】

承知した。

【委員】

風速の測定は地上で行うのか。

【事務局】

地上で測定した風速をそのまま飛行可能可否の判断基準とするか、地上で測定した風速から導き出した上空の風速の理論値を判断基準とするかについては検討しているところ。

【委員】

承知した。

【委員】

実証実験で使用するドローンの最大飛行時間は、ペイロードなしで約30分となっている。

今回、国家石油備蓄基地の屋外貯蔵タンクを使用した実証実験も予定されているが、これらのタンクは直径約83メートル、高さ約24メートルとかなり大きく、側板の面積もかなりのものになり、1回の飛行で点検が終わると思えない。

バッテリーもしくはドローンそのものを交換しながら点検を行うのか。

【事務局】

点検に要する時間が最大飛行時間を超える場合にはバッテリーを交換することとなる。

【委員】

バッテリー交換が効率的な点検を妨げる要因となりえるか。

【事務局】

現状のバッテリー性能ではドローンの長時間飛行はできないため、ドローン事業者は作業中にバッテリー交換を都度行っており、バッテリー交換は特段、特別な作業ではない。

よって事務局としては、効率的な点検を妨げる要因とはなり得ないと考えている。

ただし、本当にバッテリー交換が効率的な点検を妨げる要因となっていないかについては、実証実験の中で検証していくこととなる。

【委員】

承知した。

【委員】

リアルタイム映像での判定と撮影した画像等での判定と取扱いの区別等があるのか。

【事務局】

区別等というよりも、1つだけの方法ではなく、いくつかの方法を試してみたいと考えている。そうすることで例えばどちらも直視による目視点検の代替となるようであればそ

のようにガイドラインに盛り込みたいし、リアルタイム映像では、直視による目視点検の代替は難しいとなれば、最終的には課題として挙げていくような形となると思われる。

【委員】

承知した。

私個人の意見としては、小さな腐食等の欠陥の検出にこだわるあまり、重大な欠陥を見逃すことがないようにしていただきたいと考えている。

ドローンでの点検で屋外貯蔵タンクの側板に欠陥を見つけた際に、これは錆こぶなのか、塗料の膨れなのかそれも大切であるが、それよりも明らかに腐食している箇所や過去の点検と比較して腐食の範囲が明らかに大きくなっている箇所、つまりは致命的な欠陥だけは見逃さないような判定方法を設けるべきである。

【事務局】

承知した。

今後、最低限見つけなければならない、見逃してはならない腐食等の欠陥の例を入れた形で詳細な実験計画を立てていくこととする。

【委員】

SLAMを搭載したドローンで実証実験を実施するとのことだが、ドローン事業者が作成したSLAMのマップ等のデータを提供してもらえれば、どこまで屋外貯蔵タンクの側板に接近できるのか推定できるので、提供を求めているかどうか。

【事務局】

今回の実験は屋内ではなく屋外で行うため、マップ作成に必要なレーザーを反射する構造物が周辺ないことから、SLAMは衝突回避機能として使用し、位置特定についてはGPSを用いて行う計画である。

【委員】

承知した。

【委員】

点検の記録について、現状の直視による目視点検では、確認した腐食等の欠陥や損傷を屋外貯蔵タンクの側板の展開図に記録しているが、オルソ画像を活用すれば展開図への記録は不要となるのか。

また、確認した腐食等の欠陥の位置特定はどのように行うのか。

【事務局】

現状の点検記録をオルソ画像で代替できるかは検証内容の1つと考えている。

確認した腐食等の欠陥の位置特定をどのように行えばよいかは、現在、検討しているところ。

【委員】

例えば、屋外貯蔵タンクの側板にマーカーやターゲットを設置して位置特定を行う方法が考えられる。それを行うことで格段に位置精度が上がれば、オルソ画像と実際の図面が一对一で対比できるので、現状、点検作業者が実施している位置特定に近い状況で、記録の作成ができると考える。

マーカーやターゲットの設置は考えていないのか。

【事務局】

実験場所でマーカーやターゲットを設定できるかどうかは、協力事業所との事前調整のなかで確認したい。

【委員】

私自身、屋外貯蔵タンクを対象とした事故調査で、対象タンクのどの位置を見ているのかわからなくなることがある。

【事務局】

ドローンで撮影した多数の画像等の位置特定を都度行わなければならないとなると点検作業者にかなりの負担となるため、どのように効率的な位置特定を行うか検証する必要があると考えている。

【委員】

実際の磁北と図面上の北方向は異なるので、その補正も必要になると考えられる。

【事務局】

承知した。

【委員】

過去、屋外貯蔵タンクの内部でドローンを使用した実験を行ったことがあるが、タンク内部ではGPSが使用できないため、タンク内の付属物、はしご、柱等の特徴的な部分から位置を特定していた。

今回の実証実験は屋外で行うということだが、屋外貯蔵タンクという巨大な金属の塊がGPS電波に影響を与えないか。

【事務局】

パターンBの自律飛行の実験では、GPS電波が屋外貯蔵タンクに反射する可能性を考慮し、距離10メートルからはじめて徐々にタンクに近づけていき、可能な限り近接して撮影を行う予定としている。

【委員】

承知した。

屋外貯蔵タンクの外部であれば消火配管やマンホールなど特徴的な部分があるので、それらを撮影しておけばGPSに頼らずとも、撮影位置の特定が可能となる場合もあると思われる。

【事務局】

実証実験の際の参考とさせていただく。

【委員】

緊急時にはドローンが安全地帯に着陸することとなっているが、これについても実験をするのか。

【事務局】

現時点で緊急着陸の実験は計画していないが、必要があれば対応できる。

事務局としては、緊急着陸ではなく、屋外貯蔵タンクの側板にドローンを接近させて衝突回避機能が上手く作動するのか実験したいと考えている。

【委員】

承知した。

【委員】

実証実験を行う屋外貯蔵タンクは供用中か、それとも開放中か。

【事務局】

国家石油備蓄基地では、現在、調整中であり確定はしていないが、開放中の屋外貯蔵タンクで実験を行う予定。ただし、補修が完了しオイルイン直前のタンクでは、再塗装されており、タンク自体がかなりきれいで腐食等の欠陥の検出が難しいので、そういったタンク以外のタンクを選定してもらっているところ。

製油所では、供用中の屋外貯蔵タンクで実験を行う予定。対象タンクは保温材付きのタンクであるため、側板そのものを見ることはできないが、議事1での質疑応答のとおり、腐食サンプルを側板に見立てた実験も行う予定。

【委員】

承知した。

【委員】

オルソ画像作成ソフト等はドローン事業者から提供してもらうのか。

【事務局】

画像処理までをドローン事業者が行う予定。

【委員】

承知した。

日程が合えば、実証実験に参加することは可能か。

【事務局】

可能。

(3) 議事3 その他

資料2-3により事務局から今後のスケジュール(案)について説明が行われた。

以上