



「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報告書」の概要

消防庁危険物保安室

1 はじめに

屋外貯蔵タンクにおける定期点検では、従来より目視を中心とした点検がなされており、大規模な屋外貯蔵タンクの供用中に、高所などのいわゆる点検困難部位の点検を行う際には、地上及び廻り階段から目視検査が行われてきました。

近年、産業分野においては新技術としてのドローンの利活用に注目が集まっており、保安分野における点検にもドローンの導入が進みつつあります。

一方で、危険物施設においては危険区域内の防爆規制により、非防爆機器であるドローンの導入が進んでいませんでしたが、屋外貯蔵タンクにおいては、一定の条件下における危険区域の合理化が図られ、ドローンを定期点検に導入することが可能となりました。

カメラ等撮影機器を搭載したドローンを従来の目視点検に替えて屋外貯蔵タンクの点検困難部位の点検に導入することにより、地上からの目視で生じる死角対策、足場等設置コストの低減、高所危険作業の削減等の効果が期待されます。

これらを踏まえ、消防庁では令和4年度に「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」を開催しました。

検討結果を報告書にとりまとめ、併せて「ドローンを活用した屋外貯蔵タンクの側板等の点検に係るガイドライン」を策定しましたので紹介します。

2 従来の直接目視によるタンク側板等の点検とその課題

タンク側板等の点検は、定期点検又は内部開放時の点検において、主として直接目視により行われており、著しい腐食が確認された場合には、当該腐食の定量化を行い、補修の要否が判断されています。

従来の直接目視による点検は、地盤面及び階段部等から行われることが多く、この方法ではタンク側板等の全体的な状況が点検できる一方で大規模なタンクでは近接目視ができるのは低所及び階段部周辺のみであり、階段部周辺を除く高所については遠望目視とならざるを得ませんでした。また、地盤面からの目視ではウインドガード等の附属物取付け部には死角が生じることとなり、直接目視することが困難でありました。(図1)

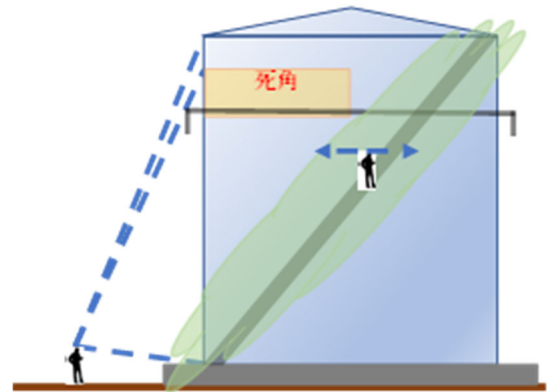


図1 従来の目視点検

内部開放時の点検では、タンクに足場やゴンドラ等を設置して点検を行うこともあり、この方法であれば、階段部周辺を除く高所や附属物取付け部の死角が生じる箇所であっても近接目視による点検を行うことができます。しかしながら足場等の設置には多大な労力と費用がかかるうえ、高所作業が伴うため、墜落や転落の危険がありました。(図2)

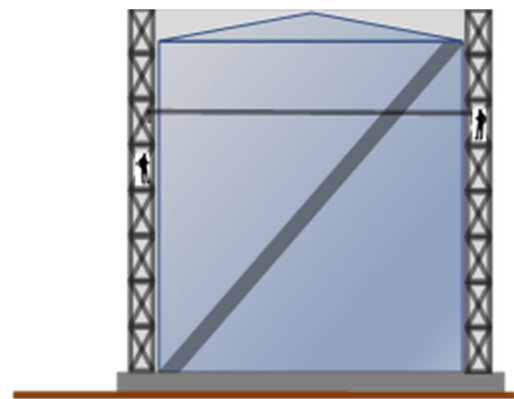


図2 足場を設置して行う点検の例



3 消防危第 175 号通知の発出について

令和 3 年度に消防庁で実施した「危険物施設におけるスマート保安等に係る調査検討会」では、タンク周囲でドローンや IoT 機器の使用を可能とすることを目的として、定常時（危険物の受払いや水切り作業等の特別な作業が行われておらず、貯蔵のみを行っている状態）における可燃性蒸気の滞留状況を測定する実証実験が行われました。この実証実験において、タンクの周囲に爆発性雰囲気となるような濃度の可燃性蒸気は滞留しないことが確認され、令和 4 年 8 月 4 日付け消防危第 175 号「屋外貯蔵タンク周囲の可燃性蒸気の滞留するおそれのある場所に関する運用について」が発出されました。

175 号通知により一定条件下での危険区域の合理化が図られたことから、供用中のタンクに接近させたドローン飛行が可能となりました。

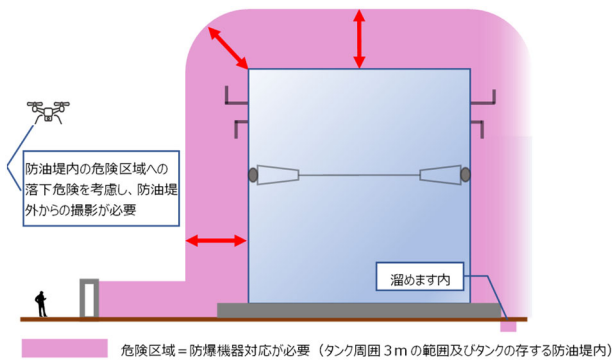


図 3 175 号通知発出前の危険区域とドローンの飛行位置

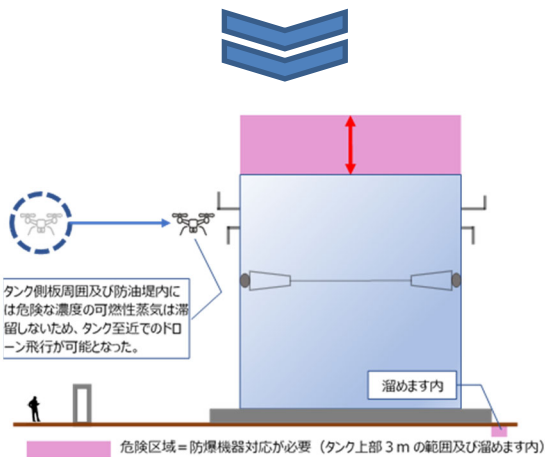


図 4 175 号通知発出後の危険区域とドローンの飛行位置

4 各種調査と実証実験での検証項目の整理

ドローンを活用した点検の課題を整理するため、国内におけるドローンに関する法令の調査、ヒアリング調査、腐食の定量化技術の調査、ドローンで取得した検査データの活用・管理方法に関する調査を実施しました。

各種調査結果から抽出した課題を下記の 4 項目に整理し、整理された各検証項目について、実証実験を実施しました。

- ①タンク近接飛行を行う際の安全対策やドローン運用上の留意事項に関する検証
- ②腐食・損傷の撮影条件に関する検証
- ③ドローン飛行方法と点検の効率性に関する検証
- ④点検結果の記録方法に関する検証

5 調査検討結果

実証実験などを踏まえ、ドローンを活用した効果的なタンク外観点検を行うための方策について検討を行い、以下の結論が得られました。

- (1) ドローンをタンクに接近させて飛行を行うためには、適切な機体選定や安全装備を備える等のハード面での対策のほか、電波障害や突風に備えた監視体制の構築等、ソフト面での対策を行う必要があること。
- (2) タンクの腐食・損傷箇所の撮影時には、静止画及び動画撮影時に生じる不具合の解消又は軽減対策を講じる必要があること。

なお、事業者が点検を行う場合に自らの設定する検出基準値や使用撮影機材に応じて適切な撮影距離を決定するための事前検証を行うことが望ましい。

- (3) ドローンで撮影したタンク静止画からオルソ画像や 3D モデルを生成し、当該オルソ画像等に詳細静止画等を紐付けることにより、タンク外観点検の結果を視覚的かつ一元的に記録することが可能であり、従来の紙の図面への記録に替わる点検記録方法となり得ること。



(1) ハード面及びソフト面の安全対策

○ハード面の安全対策（機体選定及び安全装備）

- ア 非常時の自動帰還機能の搭載
- イ センサー等により衝突を防止する機能の装備
- ウ 飛行環境に応じた耐風性能
- エ 操縦系統、映像伝送系統の無線設備はそれぞれ複数の周波数帯が使用可能であることが望ましい
- オ タンク間を飛行させる場合におけるドローン運用事業者の推奨する機体の大きさ
- カ 万一の衝突に備えたプロペラガードの装備
※プロペラガードを装備することでドローンの飛行が不安定となる環境の場合は除く

○ソフト面の安全対策（監視体制等）

- ア 飛行前、事業所内の関係部署に飛行計画の周知と調整
- イ 令和4年8月4日付消防危第175号通知1の(1)及び(2)の要件に適合していることを常時監視し、同通知2の安全対策を講じる
- ウ 強風や突風に対する監視体制の構築
- エ 同一タンクヤードにタンクが複数存する場合等は、監視員の増員、複数発着場所の設定、ドローンを見失わない監視体制（航空法に従った目視外飛行時は除く。）
- オ 自立飛行で不測の事態が生じた場合には、マニュアル操縦等への切り替えで対応
- カ バッテリーは残量に余裕を持って交換



図5 衝突回避機能作動時の例

(2) 静止画及び動画撮影時の留意事項

○撮影距離決定のための事前検証

使用するカメラを用いて事業者が自ら定める平面的な検出基準値以上の寸法を持つ腐食等を確実に検出するための事前検証を行い撮影距離を決定



図6 事前検証の概念図

○静止画撮影時の留意事項

- ア 適切な位置にドローンを移動させての撮影
- イ 静止画の焦点が合わない等の不具合が生じることが想定される場合には、カメラ設定を適切に行うことにより不具合の解消または軽減を図る

○リアルタイム動画で点検を行う場合の留意事項

- ア 伝送されるリアルタイム動画の画素数に対応した無線通信設備、ディスプレイを用いる
- イ リアルタイム動画で腐食を検出した場合は、当該場所の静止画撮影をすとも位置情報を記録
- ウ カメラの録画機能により事後検証可能な記録を残す

(3) 点検結果の記録方法

タンク静止画から作成したタンク全体の3Dモデルやオルソ画像等に腐食等の詳細静止画や位置情報を紐付け、タンク外観点検の結果を視覚的かつ一元的に記録することが可能

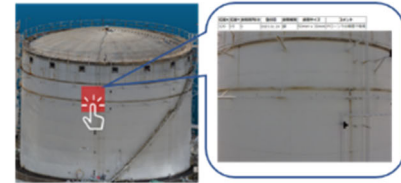


図7 SfMによる3D化+点検記録管理

6 ガイドラインの策定

調査検討結果からタンク供用中の定期点検又は開放時の点検でタンク外面を点検するためにカメラ等を搭載したドローンを用いて従来の目視点検に代替する点検を行う際に、タンク所有者等が自主保安を推進するために参考となる指針として「ドローンを活用した屋外貯蔵タンクの側板等の点検に係るガイドライン」を策定しました。

7 その他

「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報告書」及び「ドローンを活用した屋外貯蔵タンクの側板等の点検に係るガイドライン」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」→「令和4年度開催の検討会等」→「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」

(https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/post-120.html)

(以上)