

危険物事故 関連情報

製造所・常圧蒸留装置の火災について

大分市消防局予防課危険物規制担当班
消防司令補 熊本 健志

本事案は、定期開放時に製造所・常圧蒸留装置にて火災が発生し、座屈倒壊したものであります。

1 事故の発生時の状況

- (1) 発生日時 令和2年5月26日 20時30分ころ
- (2) 消防覚知 令和2年5月26日 21時22分
- (3) 鎮火日時 令和2年5月27日 5時35分
- (4) 被害状況 人的被害 なし
物的被害
○常圧蒸留装置倒壊
○倒壊の下敷きになりエアフィンクーラー損傷
○付随配管及びストリッパー設備などが損傷

(5) 事故発生時の状況

制御室にて常圧蒸留装置塔頂温度の上昇を確認。

その後、現場にて常圧蒸留装置中間部マンホールより白い蒸気状のものの噴出を確認。すぐに塔内散水を実施したが効果なし。



2 常圧蒸留装置とは

沸点の異なる物質の混合物である原油をその沸点の差を利用して、ガス、ガソリン、灯油、軽油、アスファルトなどの各留分に分離する装置。

石油精製の第一段階であり、この装置の処理能力をもってその製油所の精製規模を表すほど代表的な装置であります。

内部は、「トレイ（棚段）」・「パッキング（上段～LGO、下段～HGO）」・「ディストリビューター（液分散器）」などから構成されています。

トレイとパッキングは、気体と液体を効率よく接触させるための設備。

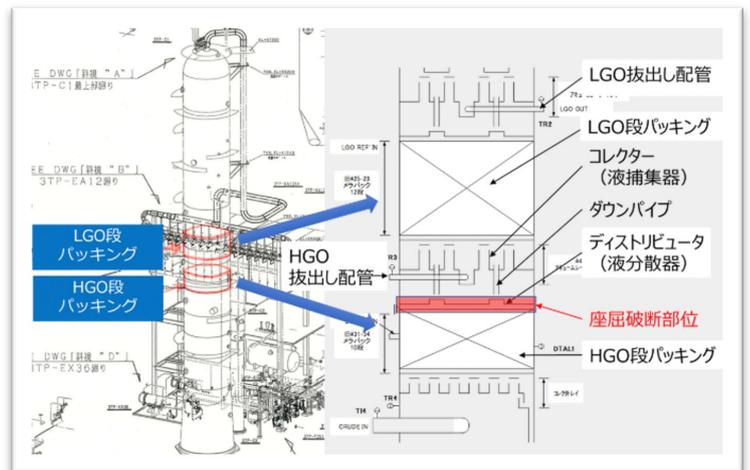
パッキングは既存のタワーに追加で設置することができるという利点を生かし、2000年にトレイの一部を撤去してパッキングへと変更されています。

加熱炉などで350℃前後に加温された原油は、常圧蒸留装置を上昇していく中でトレイやパッキング箇所 で気液接触しながら徐々に冷却されていきます。その工程の中で沸点の差により、LPG・ナフサ・灯油・軽油・残渣油の各留分に分けられます。

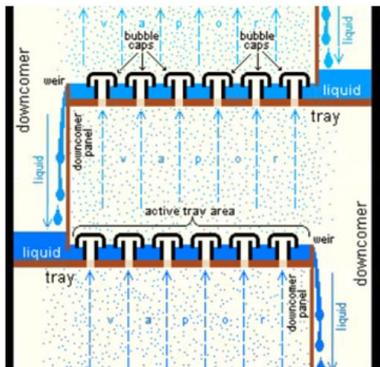
特にパッキングは気液接触面積を多くとれることから、分離性能を向上させることができます。

※上段・LGOパッキングは2018年に更新済。

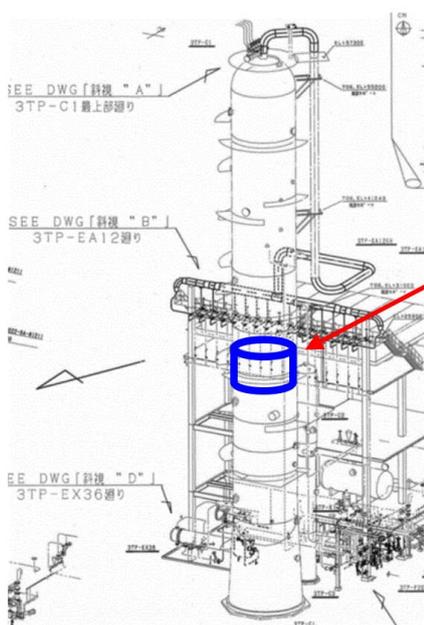
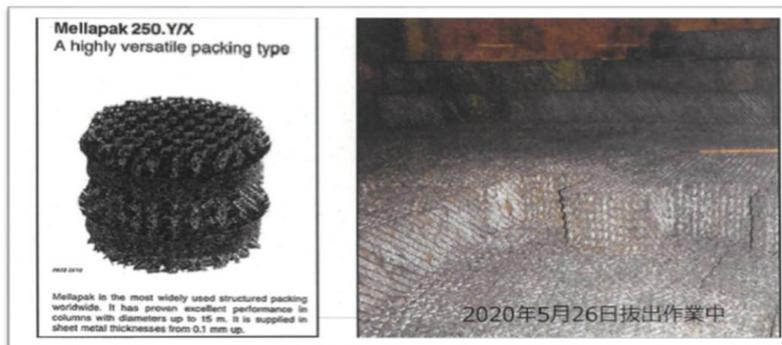
※下段・HGOパッキングは今回更新予定でありました。



<トレイのイメージ図>



<パッキングの参考図>



HGOパッキングは、2000年に設置され2008年に更新されているがその後は交換されていない。
耐熱温度は1500℃程度とされている。
HGOパッキングを10段中4段撤去、6時間後火災発生。

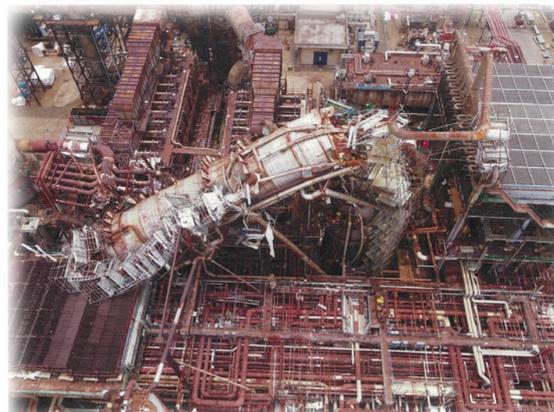
3 火災の概要

定期補修工事に際し、常圧蒸留装置内部の洗浄および充填物（HGOパッキング）の交換作業を実施していました。

10段（高さ2.2m）積み重ねられているHGOパッキングのうち上部4段を撤去しその日の作業を終了。

作業終了から6時間後、常圧蒸留装置内部・HGOパッキングより出火。

火災の熱に装置母材が耐え切れず、地上高25m付近で座屈し北東側へ倒壊しました。



4 火災発生原因

HGOパッキング内に堆積したスケールに含まれる自然発火性物質である硫化鉄が空気に触れることにより発火し、同じく堆積したスケール中の重質な炭化水素に延焼し燃焼が拡大したものと推定しています。

発災時、マンホールは全て開放されており、煙突効果によりHGOパッキングの下部マンホールから新鮮な空気の供給がなされました。パッキングには多くの空隙があるため、塔内の煙突効果によって新鮮な空気が継続的に供給されたことにより短時間で火災が進行し、塔内が局所的に温度上昇しました。局所的な温度上昇で熱膨張した加熱部を非加熱部が拘束し、大きな圧縮応力が発生。最終的に非加熱範囲部が狭いため剛性を保つことができず座屈・倒壊したものと推定されています。

5 硫化鉄とは

硫化鉄は原油に含まれる硫黄分と機器・配管を構成する鋼材に含まれる鉄分とが反応して生成することが知られています。

一般的に石油精製プラントにおいて粉状の硫化鉄が空気に晒される場合、散水するなどして硫化鉄表面の湿潤状態を維持する。

これにより、空気との接触面積を減少させるとともに酸化で生じる熱を吸収することで温度上昇を抑制することとされています。

6 散水について

5月12日に常圧蒸留装置を停止した後、16日までスチーミングにて油分等を除去。

16日から24日まで9日間、断続的に装置内に散水を実施。

その後も作業終了後には定期的に散水を実施しました。

HGOパッキングを搬出する際、ディストリビューター（液分散器）が障害になるため5月25日に撤去しました。

7 ディストリビューターとは

上部ダウンパイプから液体をうけ、均一に下部に分散することができます。

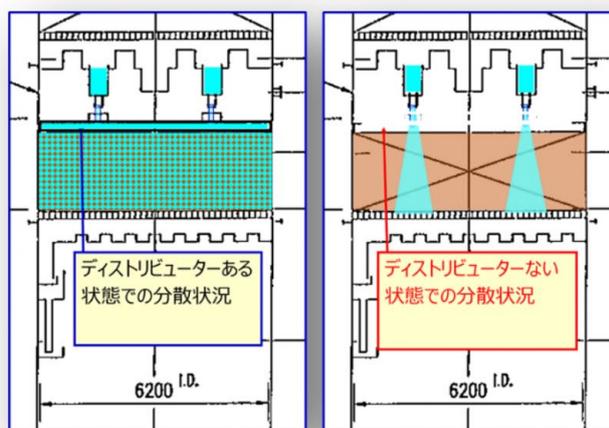
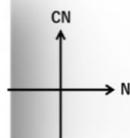
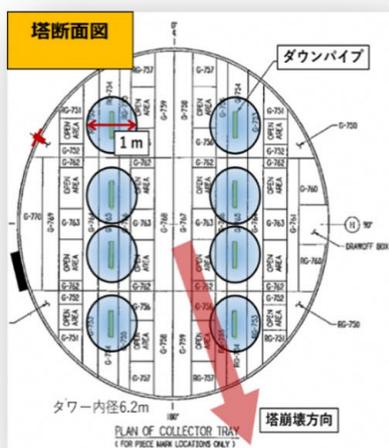
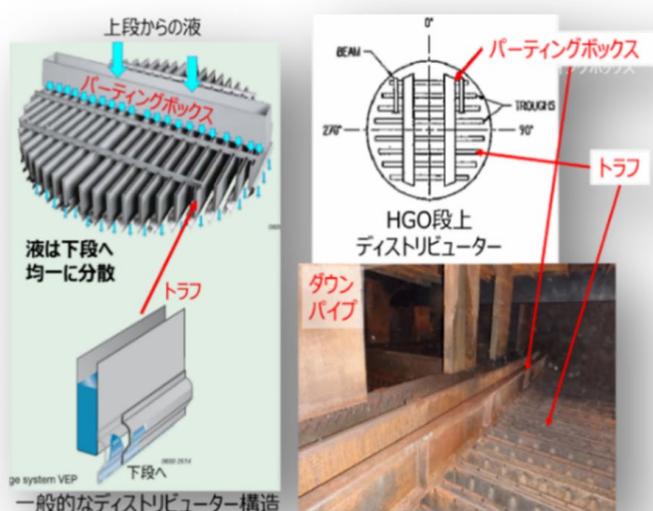
ディストリビューターの本来の目的は、蒸留塔の上段から降下してくる液がパーティングボックスに溜まり下部のトラフを通じて下段のパッキング上に均一に分散させるものです。

そして、今回のような定期補修工事の際には硫化鉄の酸化を防ぐ目的からパッキングに均一に散水する目的のため使用されています。

※ ディストリビューターがない状態ではHGOパッキングへの散水が不均一となり、HGOパッキングの硫化鉄を含むスラッジの乾燥が局所的に進んだと推定されます。

火災後、ディストリビューターがない状態で実際に通水テストを実施しました。

ダウンパイプからパッキングを通過する散水は広がりを見せず、そのまま真下に流れ落ちていく結果となりました。その後も検証を重ね、ディストリビューターがない状態ではダウンパイプ付近にしか散水が広がらず、HGOパッキング全体の25%程度しか湿潤状態を保てず、それにより硫化鉄の乾燥が進み自然発火に至ったと推定されています。



8 前回の成功例

2018年の定期補修工事にて今回と同様にLGOパッキング（HGOパッキングの上部に設置）の更新を実施。この時はディストリビューター搬出からパッキング撤去まで4日を有したが発熱はありませんでした。

このLGO段更新での成功体験もあり、今回の工事についてリスクの深掘りが行われずにディストリビューターを取り外すと散水が不均一になるハザードを抽出することができませんでした。

しかし、HGOパッキングはフラッシュゾーンの直上にあること、2008年以降12年間更新されていないこと、硫化鉄を含むスケールは重質分に多く含まれることから下部に堆積しやすいことなどから、残存していたHGOパッキング（下部6段）には相当量のスケールが堆積していたと推測します。

結果論にはなりますが、LGO段と同様のリスク管理では足りませんでした。

現在、メタルパッキングを採用している製油所は全国に多数あると聞きます。

この事故を教訓に硫化鉄に起因する災害が二度と発生することのないよう、再発防止策を徹底していきたいと考えます。

9 再発防止策

<事業所側>

- (1) ガイドラインの策定と多角的な情報収集による網羅的なハザードの抽出

本事故の教訓を反映としたメタルパッキングの火災防止に関するハザードの特定方法・リスク評価方法・リスク緩和策の指針をガイドラインとして新たに作成し、ハザードを確実に抽出する体制を構築する。ハザードの理由・リスク緩和策・防災対策などを手順書・施工要領書へ反映する。

- (2) リスクスクリーニングの実行性向上

ハザードを効果的に抽出するために、技術・工務・運転各部門の知識・情報を共有化し、計画的にリスクスクリーニングを実施する体制に変更する。

- (3) リスク緩和策と防災対策の着実な実施

定修工事のリスクアセスメントの結果に基づいて、リスク緩和策と防災対策を確実に実施する。

<消防側>

- (1) 他コンビナート事業所へ水平展開を図る。

- (2) 前例がある内容であってもリスク評価が大きい工事は担当部門だけでなく全ての部門と施工者でリスク評価を徹底し、その詳細を手順書・施工要領書に反映させることを指導する。

- (3) 各コンビナート事業所が抱えているリスクを洗い出し、消防目線からリスク評価を実施します。リスク評価が高い工事内容にあっては消防が助言できるような体制作りを目指す。

※ 特に、今回のメタルパッキングのようにプロセスパフォーマンスが優れているものに関してはそれ相応のリスクが潜在していることを踏まえ、導入時に有識者を交えて今後のリスクの洗い出しを行うよう指導していきます。

10 再発防止策

まとめとして、結局この結論に行きつきますが、どんなにハード面が整備されてもそれを取り扱うのは人間であり、規制するのも人間です。

事前に様々なトラブルを想定した組織作り、それを含めた企業の安全に対するコンプライアンスを高めて行けるように消防が担う役割をもっと明確にして働きかけを続けていきたいと考えています。