

危険物事故 関連情報

メタノール蒸発器からの漏えい及び火災事故及び液封による危険物漏えい事故

堺市消防局予防部危険物保安課 主査 千早 淳

当局管内の石油コンビナート地域に存する事業所において発生した2つの事故事例について紹介する。

第1 メタノール蒸発器からの漏えい及び火災事故

1 事故の概要

- (1) 発生日時 令和4年6月25日11時30分頃
- (2) 発生施設 メタノール蒸発器(写真1)
- (3) 設置許可 平成16年
- (4) 人的被害 熱傷による重傷者1名
- (5) 物的被害 メタノール約500リットル漏えい、一般取扱所内の17個の設備が焼損
- (6) 事故状況 事業所全体の定期修理に伴い、一般取扱所(ポリマー製造施設)内に設置されているメタノール蒸発器の内液を、ポンプにより移送し空にする作業を行った後、残液確認がされないまま解体作業に取り掛かってしまったところ、残液分のメタノール約500リットルが漏えいし、その後、引火し火災が発生したものの。(火災面積約74平方メートル)

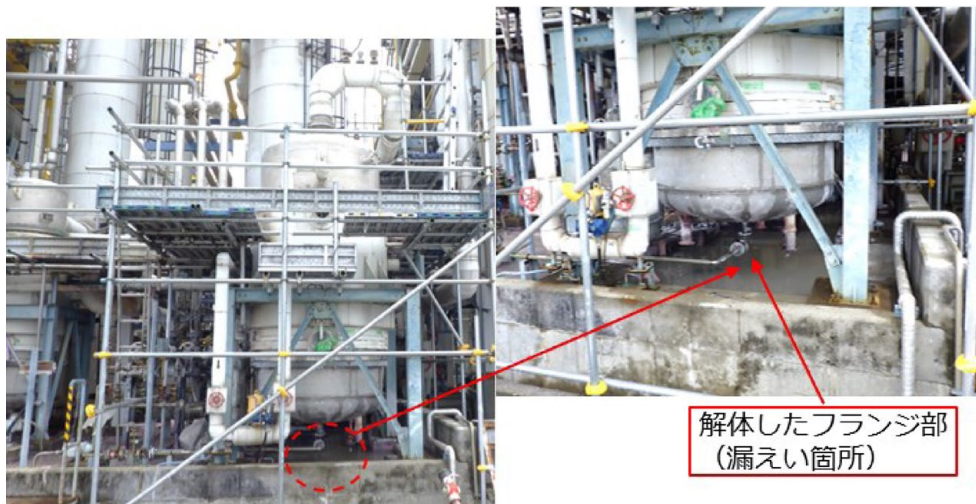


写真1 メタノール蒸発器

2 ポリマーを生成する工程

まず、事故が発生したメタノール蒸発器を含む、施設全体のフローを図1に示す。接着剤や水性塗料などの原材料となるポリマーの生成にあたり、ポリマーを重合する重合工程(左側)と、重合工程から送られてくる混合物(ポリマー/モノマー/メタノール)をモノマー/メタノールとポリマー/メタノールに分離するストリップ工程に分かれている。今回の発災場所であるメタノール蒸発器はストリップ工程に設置されており、図1の赤字で示した機器である。

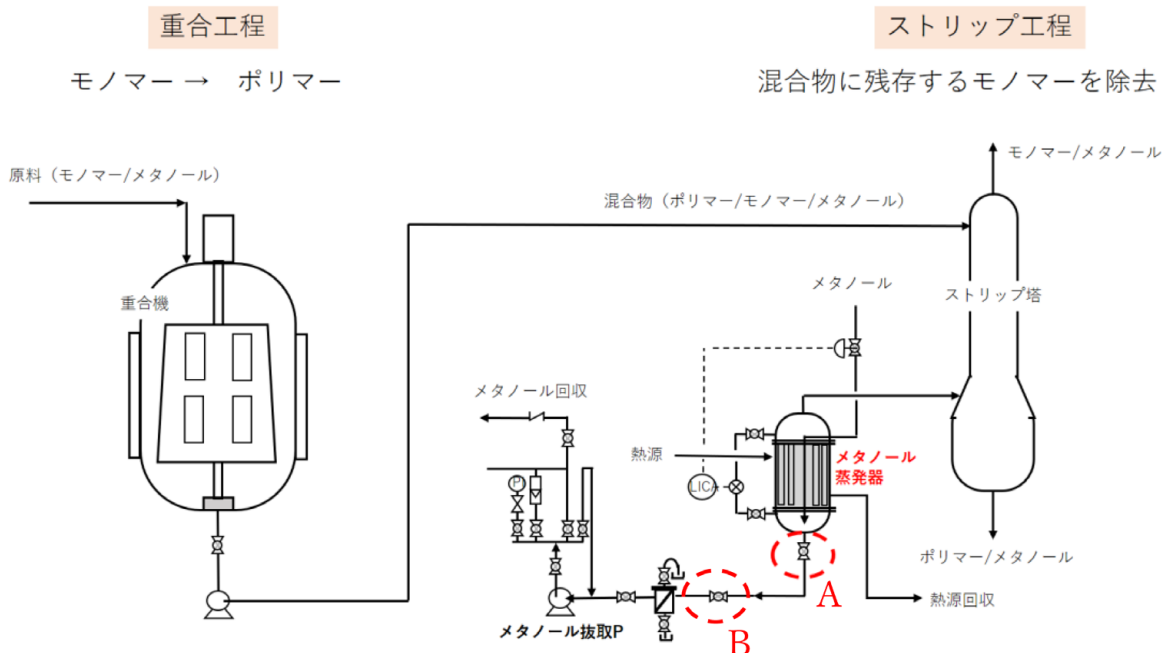


図1 ポリマー生成のフロー

3 工程におけるメタノール蒸発器の概要

モノマーを重合するとポリマーができるが、全てのモノマーが、ポリマーに変化するのではなく、通常は、ポリマーと未反応のモノマーの混合物ができあがる。そのため、次工程の蒸留塔にて、ポリマーとモノマーの混合物からポリマーを取り出すが、その際に、メタノールの蒸気を蒸留塔内に吹き込む必要があり、メタノール蒸発器は、そのメタノール蒸気を発生させる設備となる。

4 メタノール蒸発器の構造

このメタノール蒸発器については、図2にあるように、シェル側が熱源、チューブ側がメタノールとなっている。そして、チューブ側の下部分には気化し切れなかった液体のメタノールを下部の配管で回収するための、鏡部が設置されている。この鏡部の上部には液面計が設置されており、液位0mで約500リットルのメタノールが残る状態となる。そして、点線で囲っている部分が、解体箇所であるフランジである。

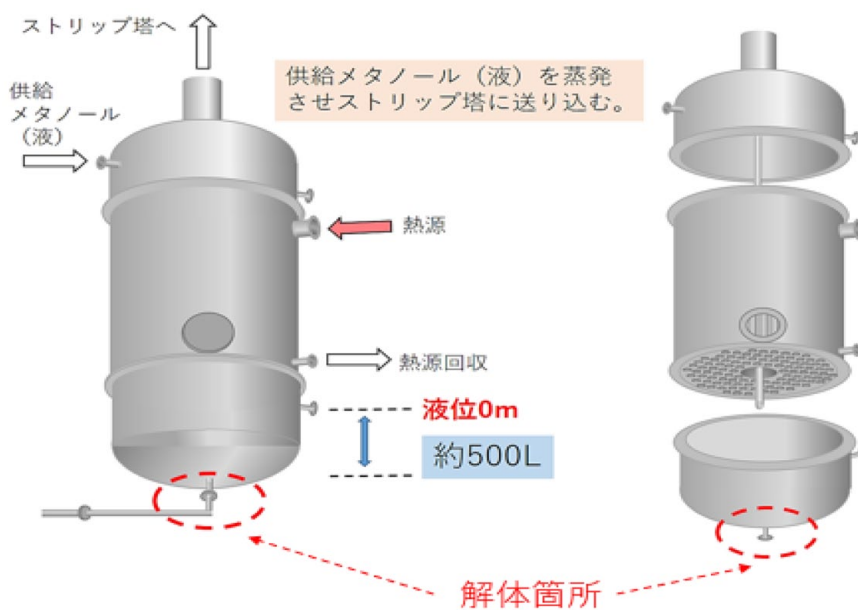


図2 メタノール蒸発器の詳細

5 残液確認がされないままの解体作業

○令和4年6月20日（発災の5日前）

深夜から、事業所製造部署の従業員が解体作業に向けてストリップ工程の停止、メタノール蒸発器の停止を行い、鏡部の液位が0mになるまで、ポンプによる送液を実施。その後ポンプを停止し、この日は、ポンプによる送液のみで液位0m、つまり鏡部に500リットルのメタノールが残った状態で作業終了し、事業所製造部署の次の作業班に引き継いだ。

○令和4年6月24日（発災前日）

申し送りを受けた班は、引き続き液抜き作業を開始するが、チューブ側送液済みの申し送りにより、鏡部まで液抜きが完了していると判断し、シェル側の液抜きのみを行った。そして、同日20時、シェル側の残液がないことを目視確認することにより、メタノール蒸発器全体の液抜きが完了したとして、事業所工事施工部署へ引き渡しを行った。

以上のことから、まだ500リットル残っている状態で申し送りをした従業員と、完全に液抜きが完了していると認識して申し送りを受けた従業員との間に認識の齟齬があり、結果的に鏡部に500リットル残った状態で液抜きが完了されたこととなった。

○令和4年6月25日（発災当日）

事業所製造部署の従業員により作業場所のガス検知が実施され、事業所環境保安部署から解体工事業者に対して作業許可が発行された。8時35分、解体工事業者の作業員2名による当該メタノール蒸発器の解体作業が開始された（解体工事業者の作業員Aは図1の蒸発器下のフランジ部分を、解体工事業者の作業員Bは配管フランジ部分でそれぞれ作業実施）。

解体工事業者の作業員Aは、スパナや電動インパクトレンチを使用してフランジのボルトナットを緩めたときに、液の漏えいを確認し、いったんその場から避難したものの、漏えいを止めようとして再度漏えい場所に戻り、手でボルトナットを締め付けたときに火災が発生。両腕、首、顎、頬の火傷を負った。



写真2 メタノール蒸発器周りの焼損状況



写真3 隣接する施設の焼損状況

6 事故原因

- (1) メタノール蒸発器の液抜きが不十分であった為、解体時に漏えいが発生。
- (2) 解体工事業者へのメタノールに関する教育がほとんどできていなかったため、漏えい箇所に近づき被災した。
- (3) 解体工事業者の作業員25名による13器の解体工事に対して、事業所製造部署の従業員による立会い者が1名であったため、漏えいに気づけず、避難指示を出せなかった。
- (4) 着火源は特定できないが、漏えい直後、一旦逃げた解体工事業者の作業員Aが漏えいを止めようとして再びフランジ部に近づいた時に被災していること、フランジのボルトナットを手締めで締めつけようとしていたこと、制電・帯電防止服及び作業靴を使用していないことから静電気等による火花と推定。

7 再発防止策

- (1) 液抜きが不十分であった事への対策
蒸発器及びリボイラー設備等の液抜き作業の作業手順を定めるとともに、液抜き用の書き込み式フローシートを用いて所定のローポイントドレン弁からの液抜き完了が分かる様に運用すること。
- (2) 静電気、その他着火源への対策
溶剤が関与する解体作業等では、工事発注時に作業者に制電・帯電防止の作業服及び作業靴を使用することと、事業所設備管理部署により作業の安全確認ができるまでの間は、ファン付きジャケットと電動工具の使用を禁止することを、新たに作成した可燃性物質及び有害性物質取扱設備の解体工事要領書に記載すること。
- (3) 解体工事業者の作業員への教育
 - ・解体工事業者の作業員への化学物質の危険性に関する教育について、受講者名簿にて教育を受けていることを確認すること。
 - ・化学設備の解体作業等では、事前に文章で伝えた物質の危険性の情報、作業手順及び注意事項、異常時被災時の措置、避難、連絡等について、当該工事責任者により、作業員に対して作業前KYやミーティングで周知すること。
- (4) 解体工事への事業所従業員の立会い
解体作業毎に事業所従業員の立会い者を置き、解体時における残液漏えいに対して、避難等の指示を行うこととした。

第2 液封による危険物漏えい事故

1 事故の概要

- (1) 発生日時 令和4年5月19日7時40分頃
- (2) 発生施設 屋外タンク貯蔵所TK-64 (重油)
- (3) 設置許可 昭和43年
- (4) 人的被害 なし
- (5) 物的被害 軽油約900リットル漏えい、フレキ1個破損
- (6) 事故状況 隣接する屋外タンク貯蔵所TK-63の入口配管撤去工事のため重油から軽油への置換作業後において、当該タンクTK-64の元弁 (図1中の③) と逃し弁の入口弁 (図1中の④) を閉止したことにより、図1の赤色の部分で液封状態が形成され、さらにスチームによる温度上昇、圧力上昇が起きて、フレキ部が破損し軽油約900リットルが漏えいしたものの。

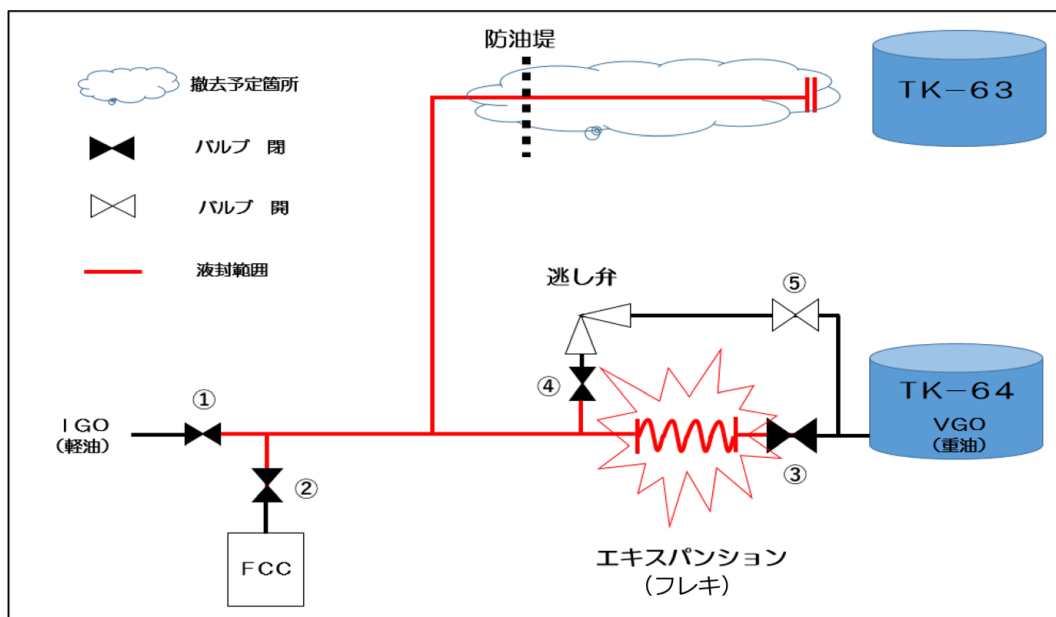


図1 事故箇所周辺のライン図

2 事故発生

発災前日の18日14時より配管内の重油を軽油に置換する作業を開始。翌19日の深夜1時半に置換作業が終了し、作業員は図1の①番と②番のバルブを閉止した。その後同日3時に、③番④番のバルブも閉止した。同日7時40分にフレキ破損・漏えいを覚知したもの。

なお本来の予定では、置換した軽油をパージしてから③番④番の弁を閉止することとなっていた。しかし19日3時の時点で配管内の軽油をパージすることなく、③番及び④番の弁を閉止したことにより液封が形成されてしまった。当該配管は、保温材が巻かれており、またスチーム(149℃)で加温もされていたため、置換のための軽油を充填した後、液温と圧力が上昇したものと考えられる。

その結果、フレキ部が完全に座屈・破損したものである。(写真1)



写真1 座屈・破損したフレキの状況

3 事故の発生原因

そもそも逃し弁と④番の逃し弁の入口弁は安全重要機器として事業所内で位置づけられており、④番の弁を閉止するためには事前に計画書を作成し、上司に承認をもらった後でなければ作業ができないという手順になっている。閉止するために作業員は図2のとおり重要機器機能解除計画書を作成したが、リスクおよびその対策についての記載が適切ではなかった。

○この作業員は、液封状態が形成されることは認識していたが、経験年数が浅く、スチームトレースにより短時間でフレキが破損する程度に圧力が上昇するとは思っていなかった。

○計画書を確認した上司も、適切な記載があるかの確認が不足のまま承認してしまった。

様式-1

安全重要機器 機能解除フォーム(堺製油所)

(保存期間 1年)

A; 安全重要機器システムの機能解除を行う場合には、本機能解除フォームを完成させ承認を得ること。また、必要なら資料を添付すること。機能を解除している間は、本機能解除フォームをコンソールに掲示しておくこと。			
装置エリア	オフサイト	機能解除日時	2022 年 5 月 19 日 2 時 50 分
		機能復旧予定日時	年 月 日 時 分
機能解除機器名	TK-CSO-SV-64-2-A(TK-SV-64-2)	保護している機器	TK-64 R/D&RTN ライン
機能解除理由	VGO RTN ライン減肉に伴う配管工事のため		
機能解除計画:裏面の安全重要機器機能解除時の緩和策を参考に CP を定め明記の上周知。			
機能解除後、VGO R/D ライン PG 管理			

「滞油パージして気相部分を形成した後、機能解除」が正しい。

図2 重要機器機能解除計画書の一部

4 再発防止策

- (1) 重要機器機能解除計画書のリスク回避策の正確な記載の教育を実施すること。
- (2) 液封とならないよう必ず液抜き・圧抜きを実施する旨、手順書の改定と教育をすること。
- (3) 計画書承認者に対して、安全担保の視点を重視する旨を周知すること。

5 おわりに

1つ目の事例は、定期修理中に発生した事故であり、主に、申し送りの手順不足と、作業員の知識不足により発生したものである。

2つ目の事例は、主原因については破損であるものの、関連原因としてはやはり誤操作という人的要因に起因するものである。

このような人的要因に起因する事故は防ぐことができるものであり、日ごろからの手順書・マニュアルの見直しや教育体制の必要性を再確認した。

どうしても人によるミスは起きるが、それを最小限に抑えるべく、各事業所においてさまざまな体制を確立することの重要性は高いと考える。危険物による事故は、甚大な被害が発生する重大事故となる恐れもあることから、これらの事故事例を踏まえ、同種事故の再発防止対策を推進し、今後も石油コンビナートの安全確保に努めてまいり所存である。