

リサイクルガスコンプレッサーの火災事故

堺市消防局予防部危険物保安課
主査 香田 龍之介

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、水添脱硫装置のリサイクルガスコンプレッサーの火災事故について紹介する。

1 事故の概要

- (1) 発生日時 令和5年5月8日1時35分頃
- (2) 発生施設 水添脱硫装置(写真1、2)
- (3) 設置許可 平成20年7月
- (4) 人的被害 死者・重傷者なし
- (5) 物的被害 あり(火災の輻射熱による損傷)
オイルリザーバー、オイルクーラー、配管、発信器、調整弁、照明、ケーブル等
被害額 約5,210万円
- (6) 事故状況 リサイクルガスコンプレッサーの通常運転中、計器室員が計器室において、当該コンプレッサーの異常な振動と機器周辺のガス検知器のアラームが発報したことを覚知した。現地確認したところ、当該コンプレッサーのハイバント2か所と、潤滑油タンクのバントからのガス漏えい及び火災の発生が確認された。



写真1 リサイクルガス
コンプレッサーバント

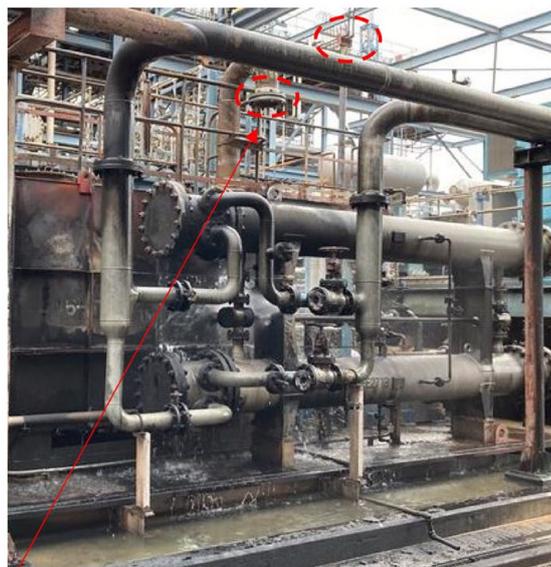


写真2 潤滑油タンク

火災箇所

2 発災施設の概要

- (1) 施設名称 水添脱硫装置
- (2) 施設区分 危険物製造所(高危混在施設)
- (3) 設置許可 危険物:平成20年7月
高圧ガス:平成20年8月

3 事故対応の経過

火災発生から施設健全性の確認完了に至るまでの経過は以下のとおり。

日時	対応内容
令和5年5月8日 1時29分	水添脱硫装置のリサイクルガスコンプレッサーにて、振動及び周辺ガス検知器のアラーム発報。
1時35分	現場確認により、ベント2か所からのガス漏えい及び火災を発見。
1時40分	水添脱硫装置の緊急停止作業(減圧等)を開始。
1時54分	公設消防への通報(119番入電)。
1時56分	自衛防災組織(防衛隊本部・現場指揮班)開設。 その後、周辺冷却散水を開始。
2時2分	公設消防・警察 来所。
3時20分	水添脱硫装置の出火事故に伴い、公設消防から、消防法第12条の3第1項に基づき、口頭にて緊急使用停止命令。
3時56分	コンプレッサー入口・出口弁のブロック開始。
4時7分	コンプレッサー入口・出口弁のブロック完了。 ベント1か所の消火を確認。
5時29分	公設消防立会いの下、鎮火を確認。
	消防局より、安全性が確認されるまでの間、当該施設の使用停止を命じる旨、命令書を交付。
令和5年6月20日	消防局が現地確認を実施し、施設の安全性を確認。 (緊急使用停止命令を解除)

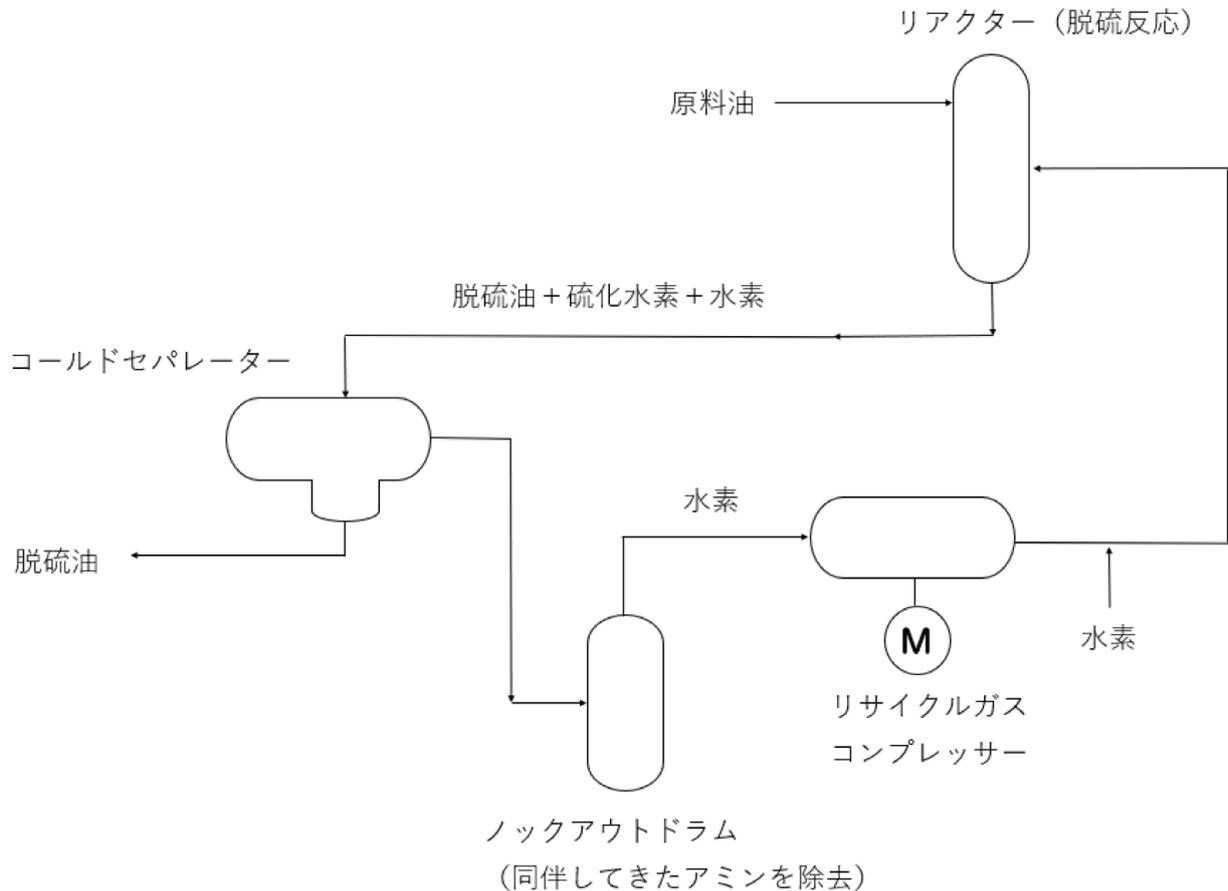
4 水添脱硫装置について

事故発生個所である水添脱硫装置のフロー図は以下のとおり。

まず、リアクターと呼ばれる反応器において、別ラインから流入する原料油が水添処理により脱硫される。

次に、脱硫油は、コールドセパレーターで油分と水素分に分離される。

さらに、分離された水素は吸込ノックアウトドラムに入り、上流より同伴してきた酸性ガス吸収液であるアミンが除去された後、リサイクルガスコンプレッサーに戻る工程となっている。



参考：水添脱硫装置フロー図

5 事故の発生メカニズム (直接的原因)

事故の発生メカニズム (直接的原因) は、以下のとおりと推定される。

- (1) リサイクルガスコンプレッサーの上流機器である吸込ノックアウトドラムにおいて、デミスター (水素に同伴されたミスト状のアミンを除去する装置) が徐々に閉塞。

アミン除去性能の低下により、リサイクルガスコンプレッサーに戻る水素に同伴するアミンの量が増加。

- (2) リサイクルガスコンプレッサーのローター内部のライナーリングと羽根車の隙間部にアミンを含む粘質状スケールの噛み込みが発生。
- (3) 上記の結果、ローター内で異常な軸振動が発生し、約7分間継続。なお、機器保護のためのトリップ (停止) システムは設定されていなかった。
- (4) 異常振動の状態が継続し、ローター内部及び軸封 (ドライガスシール) が損傷。
- (5) 軸封 (ドライガスシール) の損傷により、プロセスガス (水素) がシールベントより漏洩。

また、本来は、窒素ガスの流れるラインからプロセスガス (水素) が潤滑油タンク側へ流れ込み、潤滑油を同伴しながらタンクのベントから大気へ放出。

- (6) 上記の状態、静電気によりリサイクルガスコンプレッサーのシールベント部及び潤滑油タンクのベント部において火災が発生。

6 事故の間接的原因事故

(1) 吸込ノックアウトドラム清掃周期の設定に関する誤判断

吸込ノックアウトドラムは、2011年に初回、2015年に2回目の開放点検を実施。いずれにおいても機器内部及びデミスターに部分的なスケールの堆積を確認したため、清掃により処置を行っていた。

2015年の開放点検による寿命評価結果から、高圧ガス保安法における法定開放周期を4年から12年に延長した。ただし、開放点検（清掃）の要否については法定開放周期だけで判断するのではなく、汚れ状況や機能回復の必要性を議論したうえで判断することとされていた。

当該機器については、2010年に新設した装置であり、他の装置と比較して開放実績が少なく、汚れに関する情報が乏しかったが、2015年に下流吸込ストレーナーや吸込ノックアウトドラムの内部の汚れが軽微なことを確認したことから、法定開放周期内での清掃は不要と判断していた。

事故発生時には、前回開放点検から約8年が経過しており、経年的なスケール堆積に伴うデミスターの閉塞により、アミン除去性能が低下し、アミンミストの飛沫同伴が増加。

その結果、コンプレッサー内部への異物（アミンを含むスケール）持ち込みの発生に至ったものである。

(2) 吸込ノックアウトドラム清掃周期に関する議論の不足

前述のとおり、吸込ノックアウトドラムの法定開放周期は4年から12年に延長されており、延長した期間内における清掃実施の必要性について事業所内で議論されていた。本来、新設装置は開放実績が少なく判断材料が不足していることから慎重な判断が求められるが、2015年に吸込ノックアウトドラム内部の汚れが軽微なことを確認したことをもって、法定開放周期内での清掃を不要と判断していた。

結果として、清掃周期に関する議論が不足していた。

7 事業所における再発防止策

(1) 機器の点検・清掃周期及び部品取換え頻度の見直し【原因源対策】

社内で当事例について周知と教育の実施。合わせて、各機器の寿命評価及び清掃実績等を考慮して、当該装置と同時期に設置した機器において開放点検（清掃）周期を議論することとした。

また、当該機器のデミスター点検頻度とメッシュ取換え頻度を増やすことで、デミスターの性能を維持し、アミンを含むスケールの形成を防止する。

(2) 異常検知時の対応に関する教育【機器保護・減災対策】

コンプレッサーにおける軸振動の異常高を検知した場合を想定した、コンプレッサーの停止作業を手順化し教育することで、ガスシール機構の損傷を防止する。

また、コンプレッサーについて機器保護を目的としたトリップ設定を行う。

8 緊急使用停止命令の実施

本事案では、災害発生の防止上、緊急の必要性があると認められることから、消防法第12条の3第1項の規定に基づき、当該施設の緊急使用停止を命じた。

その後、当該施設における火災事故について、原因究明、再発防止策の提示、及び事故発災施設における補修工事を実施した旨の記載された命令解除願出書が提出されたことを受けて当消防局の職員が現地確認を行った。現地確認の結果、施設の安全性が確保できていると認められたことから、緊急使用停止命令を解除した。

9 おわりに

本事案は、吸い込みドラムのデミスターの閉塞が直接的な原因で発生した事故であるが、その背後には機器の開放点検（清掃）周期に関する判断誤りと議論の不足という間接的な原因が潜んでいた。

吸い込みドラムは2010年に新設され、2015年までの5年間における運転実績に基づく開放点検の結果から、法定開放期間を8年間（4年から12年）延長し、その間での開放点検（清掃）も不要と判断していたが、結果として不適切な判断であった。今回、このような判断に至った明確な原因は明らかにならなかったが、安全性の確保よりも、作業負担や経済的負担の軽減が優先された結果による判断ではなかったことを願いたい。

国際的な競争激化やカーボンニュートラルに向けた取り組みに関する社会的関心の高まり、人手不足の常態化等、石油コンビナートの事業所を取り巻く環境は大きく変化しているが、安全性の確保は、地道で継続的な取り組みにより保たれる。

本事案の紹介が、自身の取り組みに関する振り返りの契機となれば幸いである。

日々災害対応に従事している消防機関として、安全性の確保を最優先に日々の業務に取り組んでいく。