



# 非定常作業における配管ノズルからの重質油流出火災

川崎市消防局 予防部 危険物課 大川 和人

## 1 はじめに

近年、危険物施設の事故、石油コンビナート等特別防災区域内の特定事業所での異常現象の発生件数は、全国的に高い水準で横ばいの状況が続いている。川崎市でも同じような傾向がみられるが、特に異常現象については、平成29年に過去最多を記録して以来、3年連続でその記録を更新し、その後も大きく減ることなく推移している状況となっている。川崎市消防局では、毎年、前年度に事故を発生させた事業所を対象とした立入検査を実施し、再発防止対策の実施状況や事故の類似箇所に対する水平展開の進捗を確認する等のアフターフォロー、特別立入検査の不備に対する指導等により、重大事故の防止を図っている。その取り組みの一つとして、学識経験者を委員とした「川崎市コンビナート安全対策委員会」において、市内で発生した危険物事故、石油コンビナート地区で発生した異常現象の原因、再発防止対策、改善策を詳細に審議しており、その結果を講習会等で活用することで、同様な事故の再発防止を図っている。

本稿では、令和2年に当委員会で審議した事故事例を紹介する。

## 2 事故事例

### (1) 発生場所

川崎市川崎区 石油コンビナート等特別防災区域内

### (2) 施設概要

ア 製造所（ガス化脱硫装置）

設置許可：昭和48年12月

完成検査：昭和50年10月

イ 許可品名等

第4類第1石油類	ナフサ	7.5	KL
第1石油類	着臭剤	0.0554	KL
第1石油類	スロップ	120	KL
第2石油類	軽油	390	KL
第4石油類	重質油	4,293	KL
第4石油類	潤滑油	22.7	KL
指定数量の倍数		1,747.06	倍

ウ 装置概要

ガス化脱硫装置は、C重油基材やアスファルトの原料である減圧残渣油を高温で熱分解し、ガソリンや軽油を製造する装置である。

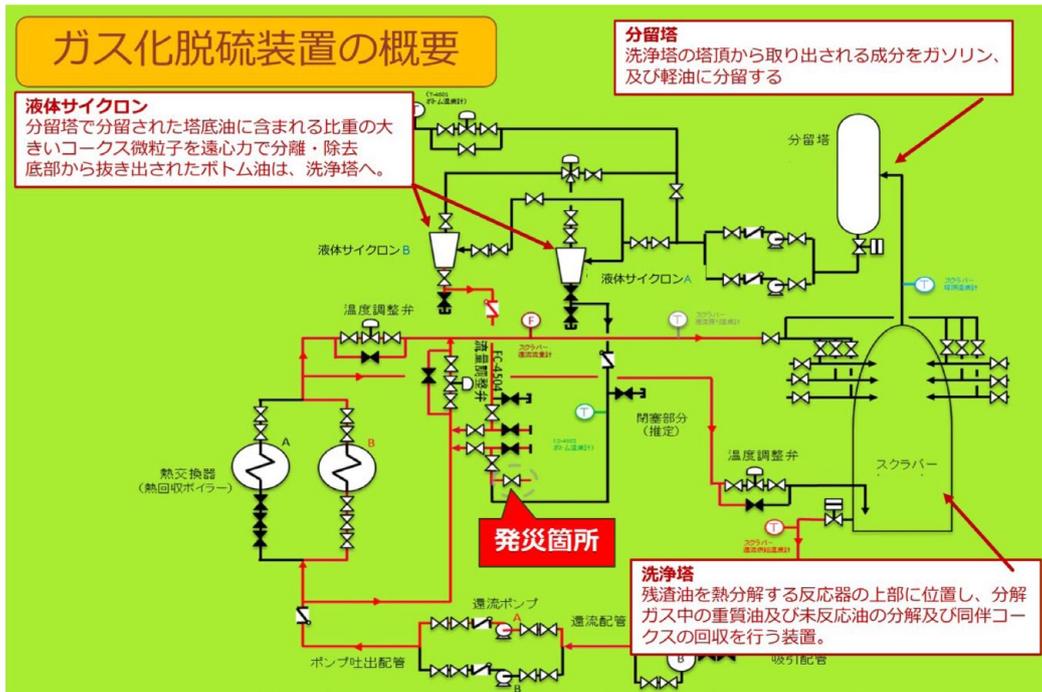


図1：ガス化脱硫装置フロー図

まず、洗浄塔で分解ガス中の重質油、未反応油の分解、同伴するコークスの回収を行う。洗浄塔で取り出された成分は、分留塔でガソリン、軽油に分留される。

分留塔で分留された比重の大きいコークス微粒子を含む塔底部の油は、液体サイクロンで、コークス微粒子を分離除去した後、液体サイクロンのボトムから赤色の配管を通して、洗浄塔へ戻り、同工程を繰り返している。

(3) 事故概要

- 発生日時 : 令和元年12月24日(火) 7時05分頃
- 覚知日時 : 令和元年12月24日(火) 7時12分(119番通報)
- 鎮火日時 : 令和元年12月24日(火) 10時45分
- 人的被害 : 負傷者1名 Ⅲ度熱傷(両足及び両手首)
- 物的被害 : 架構(梁、ブレース)、機器(スプリングハンガー、オイルダンパー)  
配管、計装、電気設備  
流出油(重質油) 約10.1KL

発生状況

ガス化脱硫装置のスタートアップ作業中、液体サイクロンAのボトム配管が重質油の固化によって閉塞していることを確認した。

運転員は、配管の貫通作業のため、配管ドレンノズルに手動ポンプのホースを接続し、減圧軽質軽油を圧送することで詰まりの解消を試みたが、うまくいかなかったため、脱圧後、手動ポンプのホースを取り外したところ、ドレンノズルから油が糸を引くように垂れた数秒後、高温の油が勢いよく噴出し、火災が発生した。

なお、火災があったノズルは、液体サイクロンで分離したコークスを多く含むボトム油の配管に付属するドレン用ノズルで、洗浄塔の重質油還流配管と合流する部分の手前にある。このノズルは、定期修理の際に使用するもので、通常、運転中は使用しない。

(4) 火災発生当日

- 12月24日(火)
- 6時50分頃 ドレンノズルに手動ポンプを接続して貫通作業を開始
- 7時05分頃 作業終了後、ドレンノズルから重質油が流出し、火災が発生  
作業員は、直ちに緊急無線で連絡
- 7時08分頃 緊急無線を聞いた別の作業員が黒煙と炎を確認し、計器室に連絡
- 7時10分 計器室で、全装置の緊急停止
- 7時12分 計器室班長により119番通報
- 7時28分 放水開始
- 9時33分 放水を一時全停止して状況を確認
- 9時49分 一酸化炭素を検知したため鎮火確認一時停止
- 10時05分 再度鎮火確認を試みるも、アンモニア臭があるため、鎮火確認を一時停止 (注)  
(注) 火災の熱によって、アンモニアガスポンプの安全弁から微量のアンモニアガス噴出
- 10時45分 火災は鎮火

(5) 火災発生までの経緯(図2参照)

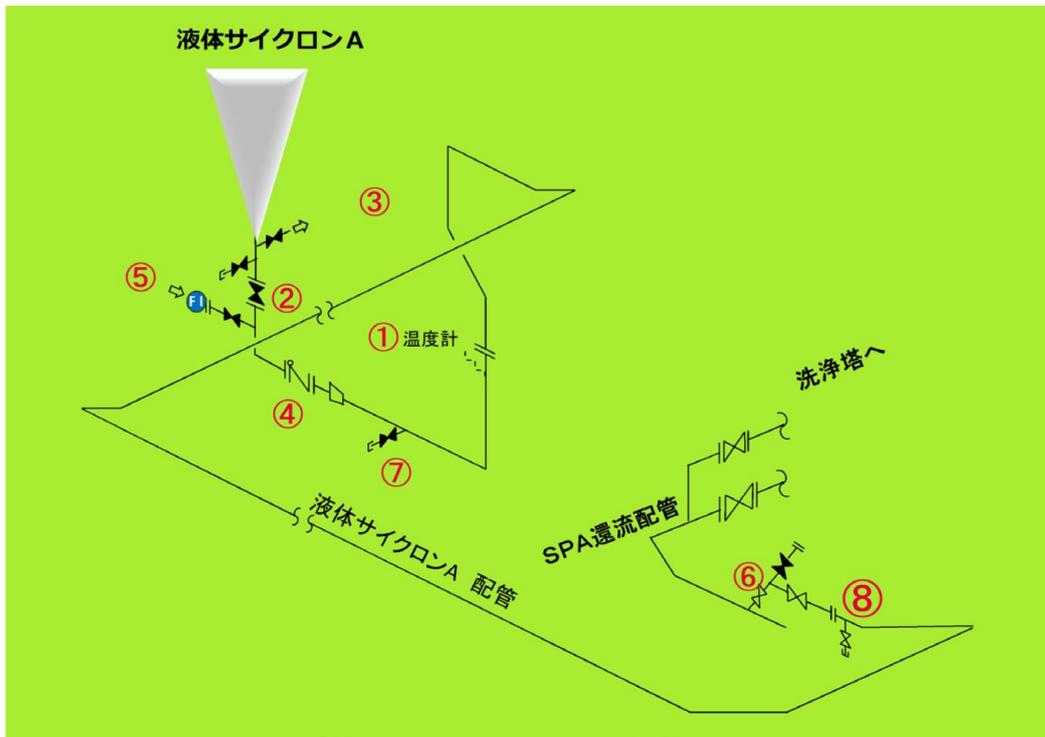


図2:液体サイクロンA ボトム配管アイソメ図

ア スタートアップ前の作業

定期修理完了後、スタートアップに向けて、以下の作業を実施した。

- a 11月27日(配管及びドレンノズルの通気確認)  
液体サイクロンAからSPA還流配管にスチームを流し込むことで配管及びドレンノズル⑧からの通気を確認した。
- b 11月29日(スタートアップに向けた減圧軽質軽油の流し込み)  
分留塔から液体サイクロンAを経由し、SPA還流配管へ減圧軽質軽油(約70℃)が流し込まれた。

\* 減圧軽質軽油の流し込みは、配管に原料(重質油)を通す前に、配管内の空気を抜くことを目的としている。

イ スタートアップ開始

12月9日、分留塔の底部、液体サイクロンA本体、ボトム配管及びSPA還流配管に減圧軽質軽油が張り込まれた

後、ガス化脱硫装置に原料（重質油）が投入され運転が開始された。

#### ウ 火災前日まで通作業内容

##### a 12月9日（ボトム配管の閉塞を確認）

運転開始後、液体サイクロンAのボトム配管の温度計①の値は「325℃」まで上がるはずが、「40℃程度」を示していた。過去の経験から、ボトム配管が閉塞していると判断した。

##### b 12月11日（配管加温による閉塞の解消に向けた試み）

点検の結果、液体サイクロンA本体及びボトム配管に巻かれた銅管トレースにスチームが流れていないことが判明した。

運転員は、応急措置として閉塞部の配管保温材部分にスチームを吹き付け、重質油の溶解を試みた。

##### c 12月12日（フラッシングによる閉塞の解消に向けた試み）

課内ミーティングにおいて、配管閉塞の報告があったが、課長及び係長は、早急に対応すべき事象ではないと判断し、具体的な指示は出さなかった。

前日、銅管トレースの不具合を確認したため、別のトレースヘッダーに繋ぎなおした後、ノズル⑤から70℃の減圧軽質軽油を2.5Mpaの圧力でSPA還流配管に流そうと試みるも「現場指示流量計（F1）」に指示はなかった。

ノズル⑤の閉塞を疑い、解体清掃し、再度、ノズル⑤から減圧軽質軽油を流したところ、「F1」に変化はないものの、液体サイクロンの排出弁②を「開」とすると流れが確認できた。

##### d 12月14日（スチーム注入による閉塞の解消に向けた試み）

閉塞が疑われる排出弁②からSPA合流部の接続弁⑥までの貫通作業のため、両バルブを閉止し、ドレンノズル⑦からスチームによる加圧降圧を繰り返し行った後に、FLOノズル⑤から減圧軽質軽油を流したが、ドレンノズル⑦までの間の閉塞は解消できなかった。以降、12月20日まで貫通作業は行わなかった。

##### e 12月20日（閉塞範囲の確認）

ドレンノズル⑦からスチームを送り、ドレンノズル⑧のバルブを開けたが、スチームの排出は確認できなかった。

ドレンノズル⑧の閉塞を確認するため、番線を差し込んだところ、途中までしか入らなかったため、閉塞していると判断した。以下、ドレンノズル⑧を「閉塞ノズル⑧」という。

その後、FLOノズル⑤から減圧軽質軽油を流し、ドレンノズル⑦を「開」にしたところ、ドレンノズル⑦から減圧軽質軽油が流れてくるのを確認した。

続いて、ドレンノズル⑦を閉じて、SPA合流部の接続弁⑥を開き、下流への通液を試みたが、流量計に指示は認められなかった。

よって、配管の閉塞範囲は、ドレンノズル⑦からSPA合流部の接続弁⑥までのどこかであると判断した。

##### f 12月21日（貫通作業の準備）

閉塞ノズル⑧の貫通のため、手動ポンプを準備したが、別の突発作業が入ったため、実施せず。代わりに閉塞ノズル⑧付近に100℃のスチームを断続的に吹き付けた。

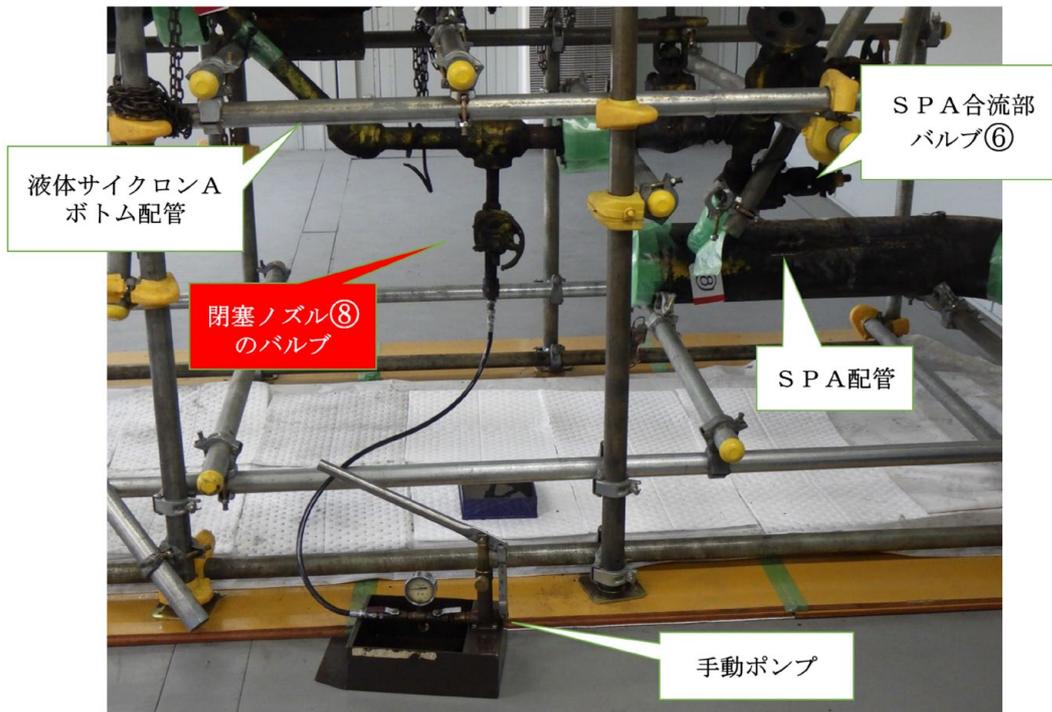
翌日の担当者に対し、手動ポンプの準備及びスチーム吹き付けを継続していることを申し送り、時間があつたら手動ポンプで貫通作業を行って欲しい旨を伝えたが、火災発生日まで当該作業は行われていない。

## (6) 重質油の流出と火災の発生

### ア 貫通作業の実施（写真1参照）

朝の交替前であった運転員が、一人で3階に上がり、閉塞ノズル⑧に吹き付けていたスチームを停止した。

運転員は、SPA合流部の接続弁⑥を開放したまま、閉塞ノズル⑧に手動ポンプのホースを接続し、閉塞ノズル⑧のバルブを開け、「1.0MPa」以上の圧力で2回程度、減圧軽質軽油を圧送したがノズルの詰まりは解消されなかった。



イ 火災の発生

写真1 貫通作業の再現状況

運転員は、貫通作業を諦め、ハンドル廻しを用いて閉塞ノズル⑧のバルブを閉めた後、手動ポンプを脱圧し、ホースを取り外したところ、閉塞ノズル⑧から油が糸を引くように垂れた数秒後に油が勢いよく噴出、それと同時に火災が発生(写真3、4)した。

この際、運転員は、両足、両手首に高温の油を浴び、Ⅲ度の熱傷を負った。

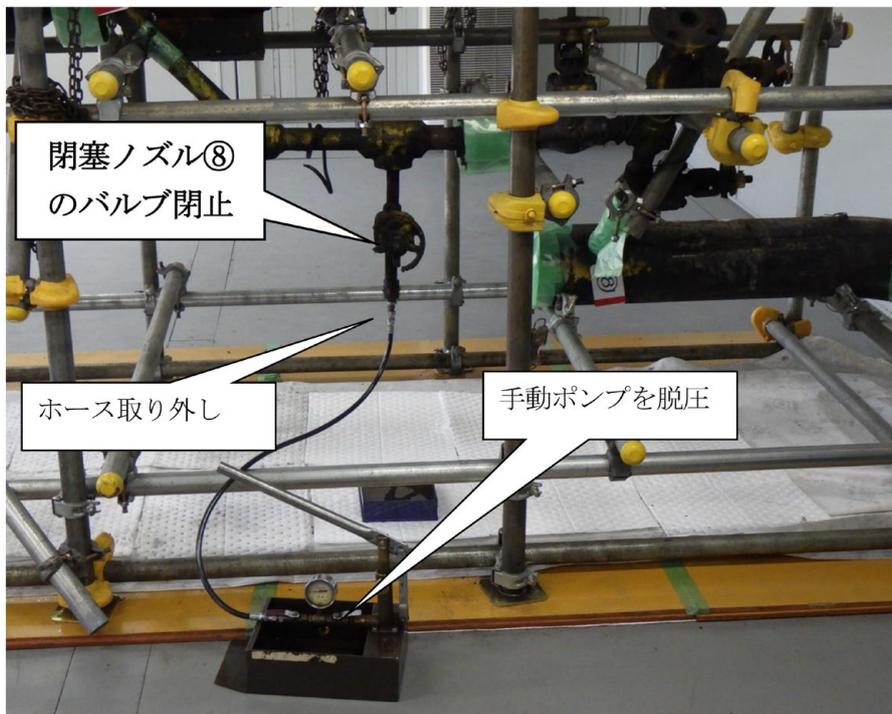


写真2 ホース取り外し手順



写真3 施設西側上空からの様子



写真4 消火活動状況

ウ 焼損状況 (写真5～12参照)

火災が発生した架構3階西側を中心に1階から5階の範囲にかけて保温用外装材の焼損脱落や熱影響とみられるブレースの座屈変形等が認められる。また、閉塞ノズルの周囲には、炭化した重質油が固着しているほか、貫通作業で使用した手動ポンプ及びその他資機材が焼損した状態で散乱している。



写真5 3階の火災発生箇所



写真6 貫通作業実施場所



写真7 閉塞ノズル



写真8 手動ポンプ及びその他資機材



写真9 3階の閉塞ノズル部分から直下の1階部分を撮影



写真10 1階部分に漏れた重質油

## (7) 流出原因の推定

## ア 液体サイクロンAボトム配管の閉塞原因の推定

## (ア) スチームトレースの機能不全

鋼製の蒸気配管から枝分かれした銅管トレースは、液体サイクロンAボトム配管を蒸気圧力1.0MPa、温度240℃で加温するもので、その末端にスチームトラップがある。

今回、定期整備工事後に実施したスチームによる通気に問題はなかったが、本管が鋼製のため、管内に鉄さびなどのスケールが発生することがあり、スタートアップまでの間に枝分かれした銅管トレース側へスケール等が流れ込み、蓄積することで銅管内を閉塞させた可能性がある。よって、銅管トレースが、スケール等で閉塞したことにより、スチームが全体に流れずに液体サイクロンAボトム配管を部分的にしか加温することができなかったと推定する。

なお、装置運転開始のスタートアップ前には、スチームで通気状況を確認しているが、その確認方法を示した手順書やマニュアル等はなく、OJTによって伝えられているものである。

## (イ) 重質油の固着による配管の閉塞

温度計①のトレンドデータによると液温は、11月29日に減圧軽質軽油の流し込みを行った後、「60℃前後」を推移していた。

12月9日の原料(重質油)投入後、スチームトレースが機能していれば、温度計①の値は、原料(重質油)の液温(325℃)まで上がるはずが、一時的に「80℃」近くまで上昇したものの、すぐに「40℃」付近まで低下し、そのままの値で推移した。

以上のことから、液体サイクロンAのボトムから温度計①までの間のスチーム銅管が機能せず、全体にスチームが流れていなかったことが推測される。

本来、液体サイクロンAのボトム配管を加温(240℃)しなければならなかったスチームトレースが機能していなかったとすると、液体サイクロンAから払い出された原料(重質油)が、温度計①に達する前に配管内で固着して閉塞した可能性が高い。

なお、温度計①の値が、一時的に「80℃」近くまで上昇したのは、原料(重質油)の熱が配管を伝熱したことにより、配管表面温度が上がったものを温度計①が検知したと考えられる。

## イ 閉塞ノズル⑧からの流出原因の推定

## (ア) コークスの存在

液体サイクロンは、比重の大きいコークス粒子を多く含む原料(重質油)が流れる。

定期修理期間中に液体サイクロン及びボトム配管に溜まったコークスを水洗浄しているが、コークス粒子が完全に除去しきれしていない可能性もある

このことから、事前に張り込んでいた減圧軽質軽油等とともに、コークスの塊が配管内を移動しドレンノズル⑧に到達、堆積することでドレンノズル⑧を閉塞させることは、十分にあり得ることである。

## (イ) 閉塞ノズル⑧のバルブ閉鎖不十分の可能性

火災後に放射線透過試験を行ったところ、スピンドルが6~7山程度開いており、弁のシール部分が約80%程度、開いていたことが判明した。

閉塞ノズル⑧のバルブをハンドル廻して閉めようとした際、シール部にコークスの塊が噛みこんでいたとすれば、閉塞ノズル⑧のバルブは、ほとんど閉まっていなかった可能性が高い。

## ウ 流出原因の推定

以上のことから、閉塞ノズル⑧のバルブ内で固着していたコークスの塊がバルブシール部に移動し噛み込んだことにより、閉塞ノズル⑧のバルブが完全に閉まらず、開いていたとすると、スタートアップのために、閉塞ノズル⑧のバルブのところまで張り込まれていた減圧軽質軽油が、閉鎖が不完全なバルブの隙間から流れ出し、閉塞ノズル⑧の先端部分(ホースの接続部分)まで到達した状態となっていた可能性が高い。

この状態で手動ホースを外したため、減圧軽質軽油が糸を引くように流れ出した。

この流れにより、バルブシール部に噛みこんでいたコークスの塊が外れ、減圧軽質軽油とSPA還流配管から逆流してきた重質油(1.0MPa、375℃)が大量に流出したと推定できる。

(8) 流出油

ア 減圧軽質軽油の性状

消防局で実施した分析結果を表1に示す。

表1 分析結果

試験項目	測定値	分析方法
引火点	137℃	クリーブランド開放式 (自動式)
発火点	257℃	ASTM E659

イ 重質油の性状

(ア) 液性状分析試験の実施

重質油の液性状分析試験を外部X社、外部Y社及び発災事業所において実施した。その分析方法を表2に、液性状分析結果を表3に示す。

また、試験に用いた重質油は、火災が発生したノズル周辺のサンプリングを試みたが、損傷がひどく採取できなかったため、図3に示すサンプリング可能なA及びBから採取した。

表2 分析方法一覧

試験項目	試験法	分析方法
発火点	1	ASTM E-659-78 Standard Test Method for Autoignition Temperature of Liquid Chemicals
引火点	2	JIS K 2265-4 クリーブランド開放式
密度	3	JIS K 2207 ハバード比重瓶法
	4	JISK 224-3 ピクノメーター法
蒸留	5	ASTM D6352 ガスクロ蒸留
	6	JISK 2254石油製品-蒸留試験方法
硫黄分	7	JPI 5S-63-11石油製品-硫黄分試験方法
	8	JIS K 2541-3 燃焼管式空気法

表3 液性状分析結果一覧表

試験項目	X社			Y社			発災事業所		
	測定値	サンプ.	試験法	測定値	サンプ.	試験法	測定値	サンプ.	試験法
発火点	469℃	B	1	452℃	A	1	測定不可	-	-
引火点	258℃	B	2	330℃	A	2	328.0℃	A	2
密度	1.03g/cm <sup>3</sup>	B	3	1.00g/cm <sup>3</sup>	A	4	1.0276g/cm <sup>3</sup>	B	3
蒸留		B	5	測定不可	-	-		B	6
初留点	226.6℃						254.5℃		
5%	316.4℃						359.0℃		
10%	428.8℃						470.0℃		
20%	500.2℃						519.0℃		
30%	528.2℃						546.5℃		
50%	567.6℃						590.0℃		
70%	610.0℃						649.5℃		
終点	712.2℃						750.0℃		
硫黄分	3.5wt%	B	7	3.3wt%	A	8	3.36wt%	B	8

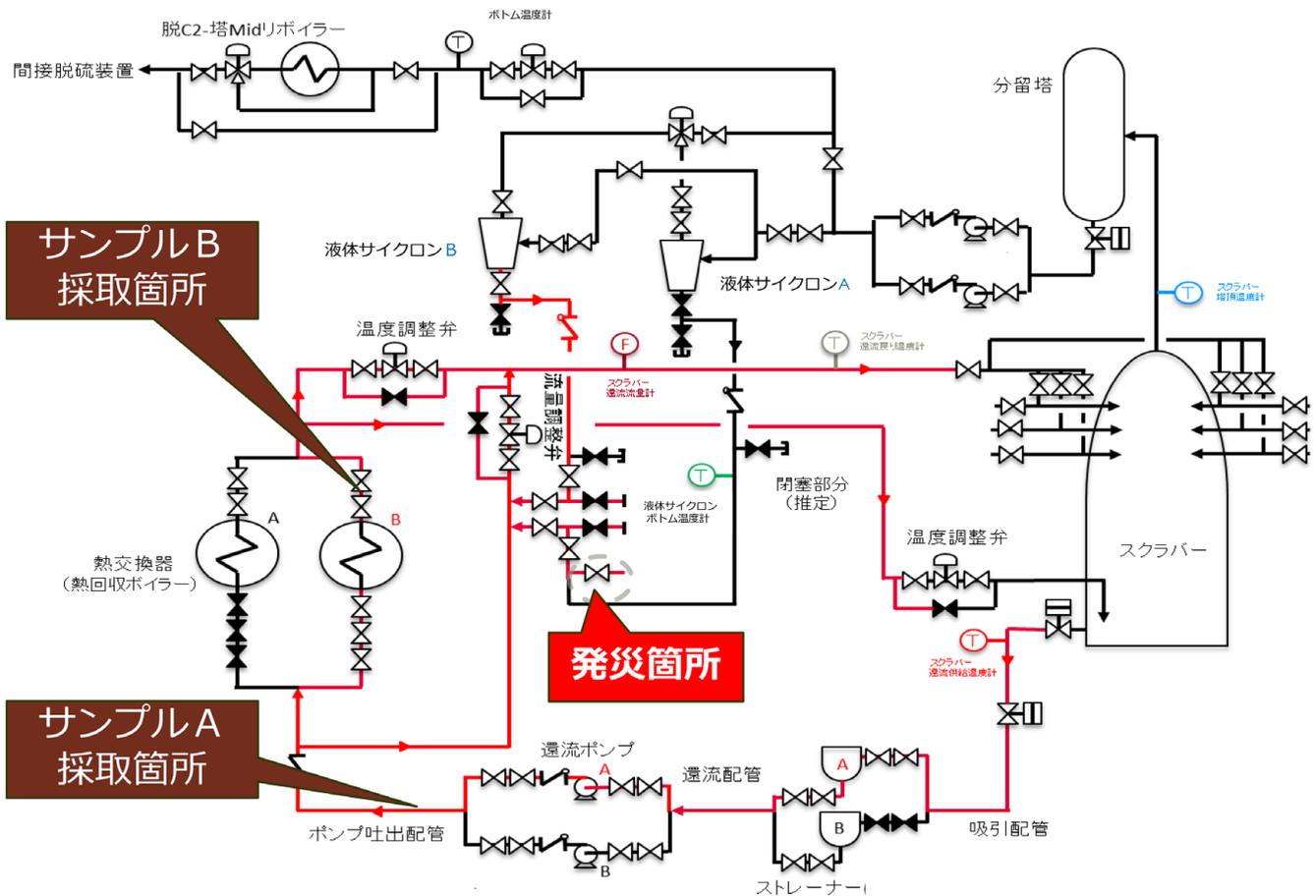


図3 重質油サンプル回収箇所

イ 引火点の違いの考察

表3の分析結果を考察すると、サンプルAとサンプルBはサンプリング箇所が違うものの、同じ試験方法にもかかわらず、引火点に100℃以上の誤差がある。

この件について発災事業所に確認したところ、サンプルAを分析したY社では、うまく蒸留できなかったため、サンプルBを採取してX社に分析を依頼した経緯があるとの供述を得たことから、火災発生からサンプルBを採取するまで、かなりの時間が経過しており、その間、復旧作業に伴って軽い成分の油が少しずつ配管内に流入していた可能性があることが推測された。

すなわち、Y社が分析したサンプルAの方が火災当日の成分に近く、また、発災事業所による引火点測定結果では328℃とY社の値に近いことから、流出物の引火点は約330℃であった可能性が高いと推定する。

(9) 流出量

液体サイクロンAボトム配管は完全に閉塞しており、閉塞ノズル配管内の減圧軽質軽油も少量であるため、流出した油の多くがSPA還流配管の重質油として算定する。

漏えい箇所であるSPA合流部上流ノズル(配管サイズ3/4インチ)が、流出経路上の最小開口部ではあるが、メイン配管内径(内径12.0mm、113mm<sup>2</sup>)をもとに、オリフィス計算から流出量を推定した。

$$\text{液体漏えい量 } Q = C \times A \times \sqrt{(2 \times \Delta P / G)} \times 1000 \times 60$$

Q: 流量[L/min]

C: 流量係数[-] 0.61

A: 開口面積[m<sup>2</sup>] 内径12.0mmの開口

ΔP: 開口部差圧[Pa]

G: 流体密度[kg/m<sup>3</sup>] 820

上記式により、漏えい開始（7時5分）から停止（8時44分）までの1分毎の流出量を推算し、その和を総流出量とすると、漏えい量は、10.1KLと推算できる。

## (10) 火災原因の推定

### ア 着火源

#### (ア) 周囲の火気による着火の可能性

周囲の着火源としては、火気使用工事、電線ケーブル、中継端子ボックスがあるが、発災当日は、周辺で火気使用工事を実施していない。また、中継端子ボックスは防爆構造となっており、電線ケーブルが切断されたような痕跡もないため、これらが着火源になることはない。

#### (イ) 高温物体と接触したことによる着火の可能性

閉塞ノズルの周辺には、漏えいした重質油及びその配管がそれぞれ375℃で存在しているが、配管は保温材に覆われているため、着火源になる可能性は低い。

#### (ウ) 静電気による着火の可能性

重質油の流動帯電、ノズル先端からの噴霧帯電及び電氣的に浮いている導体に重質油がかかった時の分裂帯電の影響について検討したが、調査の結果その可能性は低い。

ただし、改修後の設備で接地抵抗を測定していることから分裂帯電については完全に否定できない。

さらに、減圧軽質軽油についても、電氣的物性の測定を行っていないため、流動帯電についても完全に否定できない。

#### (エ) 自然発火による着火の可能性

##### a 重質油による自然発火の可能性

発災事業所から提出された発火点の測定結果は、A社は469℃、B社は452℃であった。運転温度は、375℃であることから、発災事業所から提出された測定結果に基づく自然発火した可能性は低い。しかしながら、発火点は測定方法によって、より低い温度が測定される可能性があることから完全には否定できない。

##### b 減圧軽質軽油による自然発火の可能性

減圧軽質軽油は、運転温度375℃に対して、発火点が257℃。当該ボトム配管は、ドレンノズル⑦から温度計①までの間で閉塞した状態であった。また、温度計①の上流側から閉塞ノズル⑧までは、スタートアップ前に流した減圧軽質軽油で満たされた状態であった。

閉塞ノズル⑧の近傍ではSPA還流配管から375℃の重質油が1.0MPaの圧力で流れてきており、さらに、直前まで100℃のスチームの吹付けにより加熱され続けていたことから、閉塞ノズル⑧に充満していた減圧軽質軽油が、発火点の257℃以上となっていたと推定できる。

発火点を越えた状態で、閉塞ノズル⑧のバルブから流出したことにより自然発火する可能性は高い。

### イ 支燃物質の存在

火災発生直前まで、作業員は貫通作業を行っていたことや特殊なガス等を使用していないことから、空気中の酸素が支燃物質となった可能性が高い。

### ウ 可燃物の存在

#### (ア) 発災場所周囲の可燃物

手動ポンプの容器に蓋が無い場合、仮に閉塞ノズル⑧から勢いよく噴出した375℃の重質油が大量に容器内の減圧軽質軽油に接触すれば、発火の可能性もあるが、閉塞ノズル⑧の直下には1階まで床がないこと、手動ポンプが置かれていた場所は閉塞ノズル⑧と離れていたことから可能性は低い。

なお、閉塞ノズルの直下部には、ケイ酸カルシウムの保温材が巻かれた重質油配管があるが、不燃材である。

#### (イ) 閉塞ノズルから流出した可燃物

##### a 減圧軽質軽油

発火点を越えた状態で閉塞ノズル⑧から流出したことにより自然発火した可能性が高い。

##### b 重質油

サンプル採取した位置や測定方法から、正確な発火点が測定できていないため、閉塞ノズル⑧から流出したこ

とにより自然発火した可能性も否定できない。

また、重質油の引火点330℃を超える375℃で運転していることから、閉塞ノズル⑧から流出した場合、着火源があれば引火した可能性もある。

c まとめ

- (a) 減圧軽質軽油が自然発火した後、引火点を越えた重質油が流出し引火、拡大した可能性がある。
- (b) 閉塞ノズル⑧付近で減圧軽質軽油と重質油が混ざり合った状態となり、その物質が発火点を越えた状態で流出したことにより自然発火した可能性がある。

(11) 火災原因の推定

ア 推定1

閉塞ノズル部に滞留していた減圧軽質軽油がSPA還流配管から逆流してきた重質油(375℃)に加熱し続けられて発火点以上の温度に達した。

その状態で、「流出原因の推定」で記載したとおり、閉塞ノズル部に滞留していた少量の減圧軽質軽油が流出して、空気中の酸素によって自然発火した。

閉塞ノズル⑧の詰まりが解消されたことにより、SPA還流配管から1.0MPaの圧力で逆流してきた重質油が勢いよく流出したことにより、重質油に引火、火災が拡大した。

イ 推定2

閉塞ノズル⑧付近で、スタートアップ前に流し込まれ滞留していた減圧軽質軽油とSPA還流配管から逆流してきた重質油が混ざり合った状態となり、その物質が発火点を越えた状態で閉塞ノズル⑧から流出したことにより空気中の酸素によって自然発火、さらにSPA還流配管から1.0MPaの圧力で逆流してきた重質油が勢いよく流出したことにより火災が拡大した。

(12) 再発防止対策

ア 液体サイクロンAボトム配管の改造

当該ガス化脱硫装置には、油中に含まれる微粉コークスを分離除去するための液体サイクロンが2基(以下、「サイクロンA」、「サイクロンB」という)設置されている。

今回、発災したサイクロンAについては、1988年に設置されたが、元々、スタートアップの際にボトム配管が閉塞する傾向があり、その都度、貫通作業により解消している経緯があった。

一方、1991年に設置されたサイクロンBについては、ボトム配管の径が大きく、詰まり防止のための流量調整弁を設け、脈動機能を持たせていたことから、閉塞しづらかった。

よって、火災の原因となったボトム配管の閉塞が起こらないよう、サイクロンBと同様の仕様に改造することで再発の防止を図ることとなった。

表4 原因と対策

原因	対策
固形物割合の低減	配管サイズアップ (流量の増加)
固形物による閉塞	詰まり防止機能を持たせたパルスーション (脈動)

イ 非常作業管理基準の見直し

今回の貫通作業は、部門間移行を伴わない非常作業項目に分類され、手順書はあるが頻度が少ない作業であった。本来であれば作業前に危険予知や班長の承認を受けて作業を行なう必要があったが、作業員は非常作業ということ認識していなかった。これは、非常作業の管理基準が複雑で理解が難しく、職場に定着していなかったためでもある。また、責任の所在が曖昧で、非常作業であるかの判断を行う人とタイミングが明確になっていなかったこともあり、理解度や定着度の確認を行っていないかった。そこで、「非常作業」の管理基準を見直し、「いつ」、「誰が」作

業内容の確認を行い、「非定常作業」であると判断するのかを明確化した。

#### ウ 作業前の連絡の徹底

今回の貫通作業は個人の判断で実施したもので、作業開始前に、班長や計器室への連絡をしていなかった。事故後に実施した調査の結果、ドレン切りやノズルの貫通作業等、装置に影響を与えない作業は、班長や計器室へ連絡せず、個人の判断で実施してよいと考えている運転員が全体の15%程度いた。

運転員の中には、これまでの経験や先輩の行動から、現場で対応する作業は連絡しなくてもよいと考えている者もあり、全ての作業は班長に連絡しなければならないという基本がルール化されていなかった。

この状況を受け、製造作業基本ルール8箇条に「全ての作業は班長や計器室に連絡すること」を追加し8箇条から9箇条とするとともに、追加した背景や目的などの教育資料を作成し、全製造部員に周知・徹底した。

#### エ 不具合に対する方針決定及び引継ぎ事項等の明確化

不具合の改善作業の進捗状況や実施内容が、すべて文書で引継ぎがされているのではなく、一部の内容について口頭により引継ぎがされていた。また、本来であれば班長に報告すべき内容がエリア担当で留まり、全体への引継ぎがされていなかった。

スタートアップ作業等で発生する不具合の引継ぎ事項とその内容を記載する「不具合リスト」を作成し、不具合箇所を共有することで、適正に引継ぎが行えるように改善した。

#### オ マニュアル遵守及び危険予知教育

要領書によれば液体サイクロンのボトム配管の貫通作業は、減圧軽質軽油でパージすることが基本であったが、手動ポンプを使用する場合の作業手順は定めていなかった。

ただし、他の方法で行う場合には、SPA合流部の接続弁⑥を閉鎖し、SPA還流配管と遮断してから行うよう要領書に記載されていた。

運転員は、マニュアルの事前確認、班長や班長代理への手順の相談等もせず、過去の経験に基づく自己判断により貫通作業を実施した。

重質油はバルブ噛み込みが起こりやすいこと、バルブが微開程度でも大量に噴出するリスクが高いという危険を予知する力が不足しており、バルブが完全閉止していない状態で手動ポンプを取り外した。

以上のことから、マニュアルや手順書の改訂を行い、マニュアル等を用いたOJTの実施、教育完了後の理解度、定着度を継続確認する仕組みを作り、作業時にはマニュアルや手順書を確認することを徹底した。

### 3 おわりに

今回の事故は、運転員が個人の判断で実施した作業が重大事故へと発展してしまった。

その背景にはマニュアルの形骸化が挙げられる。現在のマニュアルは本当に正しい内容なのか、適正に活用されているのか、実際に使用する運転員が理解できる内容なのか、今一度、見直す必要があると感じている。

本事案を教訓とし、皆様の事業所においても、各種マニュアルや手順書の再確認や見直し、運転員の理解度や定着度の確認を行うとともに、必要な対策を講じていただきたい。

また、日ごろから事業所内のリスクアセスメントを行い、万が一、事故が発生した場合にも、正しい初期対応等ができる体制づくりをお願いしたい。