



異性化装置スタートアップ時の爆発・火災

基本事項	
事例番号	00145
投稿日	2007/04/02
タイトル	異性化装置スタートアップ時の爆発・火災
発生年月日	2005/03/23
発生時刻	13:20
気象条件	天候： 気温： 湿度：
発生場所（国名）	アメリカ
発生場所（都道府県、州、都市など）	テキサス州テキサスシティ
プロセス	石油精製

事故事象	
事故事象	<p>概要</p> <p>2005年3月23日、異性化装置のスタートアップ操作で、高さ50mのスプリッター塔の42mまでが油づけとなり、加熱炉によって加えられる熱により炭化水素の蒸気圧が上がり、塔頂部に押し上げられる状態となった。塔頂配管の安全弁が吹き、炭化水素はブローダウンドラムに至り、スタックから吹き上げ、地上で液体のプールをつくった。</p> <p>小規模な爆発があり、次に大規模な爆発が発生した。ブローダウンドラムの近くには、定期修理のため55台のトレーラー、トラック、乗用車が置かれており作業員の集合場所となっていた。爆発でトレーラーが壊滅的な被害を受け、死者15名、負傷者170名を越える大惨事となった。</p> <p>【事故事象コード】火災・爆発</p>
	<p>経過</p> <p>(1) 異性化装置の機器および配置は参考資料を参照。主要機器は、原料油ドラム(F-1101)、リボイラー加熱炉(B-1101)、原料油/塔底油熱交換器(C-1104)、ラフィネートスプリッター(E-1101、70段のトレイ)、塔底油製品コントロールバルブ(LCV-5100)、リフラックスドラム(F-1102)、ブローダウンドラム(F-20)</p> <p>(2) 経過</p> <p>22・23日の夜間シフト 異性化装置のスタートアップ準備で、原料油ドラムからスプリッターにラフィネートを張り込み、加熱炉への循環も済ませた。ボトムレベルの指示は100%となっていた。</p> <p>6時頃 日勤シフトに替わりラインアップの確認</p>



異性化装置スタートアップ時の爆発・火災

9時41分 リボイラー循環を開始し、9時52分チャージを3,180KL/dで開始、その後LCV-5100を制御室から手動で閉止した。流量は750KL/d（誤指示）を示していた。

10時 加熱炉に点火。12時20分 加熱炉出口温度が目標の135 に達した。塔底からの留出がないまま張り込みを続けていたため12時40分に液面は、計算上張り込み段（31段）より高い40mに達していた。ボトムレベルの指示は100%のままであった。

12時41分 現場オペレータの指摘により制御室オペレータがLCV-5100を開いた。その後塔底油製品が留出するようになった。このときの計算上の液面レベルは42m（滞留油約400KL）。留出油が流れると原料油/塔底油熱交換器が働くため、スプリッターの張り込み温度が急上昇（13時1分52 13時10分127 ）した。急上昇によりスプリッター入口で原料油の気化がおこり、それまで溜まっていた内容物がトレイより上に急上昇する結果となった。

13時13分 オーバーヘッドコンデンサー入口圧力が141KPaであったものが急上昇を始めた。過剰に高い液面が塔頂部を超えてオーバーヘッドラインに流出したと考えられる。また、スプリッター塔底部の温度が151 となったため段階を踏んで加熱炉の停止をした。13時15分には圧力が434KPaに達し、安全弁（3個の設定圧力276、283、290KPa）が開きブローダウンドラムに流入した。13時17分現場オペレータがリフラックスポンプを起動した。

13時19分 2名の目撃者から、ブローダウンスタックの上部6m近辺に間欠泉のような蒸気と液体があらわれた後、下降して地上に溜まっているとの無線連絡があった。

19時20分 大規模な爆発。トレーラーと乗用車を含む約30台の車の残骸があった。火災は異性化装置を焼きつくし約2時間後に鎮火した。

- 原因
- （1）異性化装置のスタートアップで、原料油を張り込みながら、塔底油コントロールバルブを約3時間閉止したためスプリッター塔内のレベルが上昇した。一方加熱炉の運転をしていたため系内に熱が蓄積した。
コントロールバルブを開としたことをきっかけに、スプリッター入口温度が上昇し、気液を塔頂まで押し上げた。ブローダウンドラムは大気開放のためスタックから気液が留出した。
 - （2）事故時周辺には55台の車両があり、排気管が点火源になりうる。特定はできてはいない。
 - （3）スプリッター塔底の液面指示は夜間シフトから引き継いだ100%のまま。運転基準書には50%で運転することになっている。また、制御室に警報を鳴らすハイレベルアラームは機能せず、冗長化のために設置した2個のアラームも故障していた。
 - （4）制御室運転員が塔底油製品コントロールバルブを約3時間閉としていた。
 - （5）職長は10時に個人的な家族問題のため職場を離れ爆発時もおいなかった。
 - （6）ブローダウンドラムから46m以内にトレーラーの置き場があり、定期修理の



異性化装置スタートアップ時の爆発・火災

ため多数の人がいた。

起回事象・進展事象

起回事象	スプリッターに約400KLの油が蓄積 【起回事象コード】プロセス状態の変動・異常							
起回事象の要因	1	塔底油製品コントロールバルブ閉 【要因コード】直接要因>人的要因>作業確認不足・ミス						
	2	塔底液面100%で管理基準違反 【要因コード】直接要因>人的要因>誤操作・不作為など						
	3	職長の職場離脱で未統制 【要因コード】間接要因>組織要因>意思決定体制の不備						
進展事象・進展事象の要因	1	塔底製品コントロールバルブ開でスプリッター入口温度上昇 【事象コード】プロセス状態の変動・異常						
	2	スプリッター内の気液を押し上げ 【事象コード】プロセス状態の変動・異常						
	3	安全弁が吹き気液がブロータウンドラムに流入 【事象コード】プロセス状態の変動・異常						
	4	ブロータウンドラムスタックから気液が噴出 【事象コード】漏洩・噴出 要因一覧 <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>要因(テキスト)</th> <th>要因(コード)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>ブロータウンドラムが大気に開放</td> <td>間接要因>管理・運営要因>設計指針・技術基準類の不備・不十分</td> </tr> </tbody> </table>	No	要因(テキスト)	要因(コード)	1	ブロータウンドラムが大気に開放	間接要因>管理・運営要因>設計指針・技術基準類の不備・不十分
	No	要因(テキスト)	要因(コード)					
	1	ブロータウンドラムが大気に開放	間接要因>管理・運営要因>設計指針・技術基準類の不備・不十分					
5	車両の排気管が点火源となり爆発・火災 【事象コード】火災・爆発							
6	死者15名、負傷者170名 【事象コード】火傷・怪我・急性暴露など人身傷害 要因一覧 <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>要因(テキスト)</th> <th>要因(コード)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>ブロータウンドラムから46m以内にトレーラーの置き場</td> <td>直接要因>環境要因>設備環境不適切</td> </tr> </tbody> </table>	No	要因(テキスト)	要因(コード)	1	ブロータウンドラムから46m以内にトレーラーの置き場	直接要因>環境要因>設備環境不適切	
No	要因(テキスト)	要因(コード)						
1	ブロータウンドラムから46m以内にトレーラーの置き場	直接要因>環境要因>設備環境不適切						



異性化装置スタートアップ時の爆発・火災

事故発生時の運転・作業状況	装置・機器のスタートアップ中 【補足説明】 スタートアップ中
起回事象に関係した人の現場経験年数	不明・該当せず

装置・系統・機器	
起回事象に関連した装置・系統	その他装置 > 系統 (テキスト入力) 【補足説明】《異性化装置》
起回事象に関連した機器	静止機器 > 塔 (蒸留塔、精留塔など) > 蒸留塔、精留塔など 【補足説明】スプリッター
発災装置・系統	1 その他装置 > 系統 (テキスト入力) 【補足説明】《異性化装置》
発災機器	1 静止機器 > その他の静止機器 > その他の静止機器 (テキスト入力) 【補足説明】ブローダウンドラム
事故に関連したその他の機器	1 静止機器 > 弁 > 調節弁 【補足説明】コントロールバルブの故障
	2 計装機器 > 液面計 (発信器、計装タップ含む) > 液面計 (発信器、計装タップ含む) 【補足説明】レベル計、レベル警報の故障
運転条件	温度:135 (スプリッター入口) 138KPa (オーバーヘッドコンデンサー入口)
主要流体	ラフィネート
材質	

被害状況	
被害状況 (人的)	死者: 15名 負傷者: 170名以上 (個名で治療を受けた名もいて掌握できなかった)
被害状況 (物的)	異性化装置が崩壊、建物・トレーラーが損壊
被害状況 (環境)	
被害状況 (住民)	周辺住民は飛散したガラスやタイルによって負傷

検出・発見	



異性化装置スタートアップ時の爆発・火災

事故の検出・発見 時期	1	現場パトロール中に検出・発見 【補足説明】爆発直前に2名が、ブローダウンスタックの上部6m近辺に間欠泉のような蒸気と液体があらわれた後、下降して地上に溜まっていることを目撃
事故の検出・発見 方法	1	五感（異音、異臭、振動、目視など） 【補足説明】目視

想定拡大と阻止

重大事故への拡大阻止策
・処置

想定重大事故

再発防止と教訓

再発防止対策

(再発防止に役立つ目的で、事故の背景にある文化的課題を抽出)
事業所の鍵となるプロセス安全の優先順位に関する明確な考えや長期的なビジョンや将来像といったものを特定することができなかった。
安全や基本操作を重んじる認識の欠如。例えば、不適切なシフト交替、手続きの不遵守、ライン管理者が進行中の操作を認知していないことなどが証拠である。
組織には多くのインターフェースがあり、明確な説明責任と組織内の垂直・水平方向への効果的なコミュニケーションが求められるができていない。
リスクを見る能力の欠如、すなわち高レベルのリスクに対する感受性の低さがあった。
炭化水素処理装置の隣接エリアに、非常に多くの車両が立ち入りを許可されていたこと、ブローダウンシステムが長年続いておりフレアへの閉鎖減圧システムに変更できなかったことが例として挙げられる。
プロセス安全が危険にさらされた際の全体的な早期警告システムの不備があった。大事故につながる主要な指標に対して明確に焦点をあわせることができなかった。

教訓

安全専門家のコメント

安全専門家のコメント

当該事例で制御室オペレータが果たさなければならなかったことがあった。
(1) スプリッターの液面は動きが確認できるレベルで張り込みを始め、その後も液面変化を管理する。現場との照合も行う。
(2) 張り込みを始めた後、それに見合う塔底製品を抜き出すためコントロールバ



異性化装置スタートアップ時の爆発・火災

ルブを生かす。

(3) 加熱炉を点火するとスプリッターの塔頂、中段、入口、塔底の温度を適時確認する。

(4) 時間が経過すると、リフラックスドラムに軽質分が溜まる。その現場確認を現場オペレータに指示する。リフラックスもかける。

(5) 制御室の温度、圧力、流量、液面から、装置内で起こっていることを仮説を立て、検証する。

(6) 過去のスタートアップの記録と比較して、加熱炉出口温度の上昇スピード、リフラックスドラムの液面上昇時間などを確認する。

この中の一つでもできていれば、この惨事は防ぐことができた。運転技術者はこの項目ができる人でないと務まらない。

最終報告書では、再発防止に役立てる目的で、事故の背景にある文化的課題を抽出している。その中に製油所に働く者として戒めとなるものがあつたので列挙する。

(1) やり遂げる、やりぬく文化の不足。

(2) 監督・管理職員の望ましい行動についての明確なイメージが存在していなかった。

(3) 従業員が改善提案をしても、何の得にもならないと感じていることを示す多くの例があつた。年を重ねるうちに、従業員は出された指示に、中途半端に従ったり、深く考えないで型どおりに従うような文化ができあがつた。

(4) 経営幹部は「安全第一」と言っているが、この発言を裏付けるものはなく、従業員の多くがこの言葉を信じていなかった。

(5) 多くの従業員は安全上の懸念を口にしたり、将来の行動を口にすることは得ではないと感じるようになり、現場の士気とプライドは損なわれていった。

(6) オペレーション部門とエンジニアリング部門間の関係に一貫性がなく、断片的である。

添付資料・参考文献・キーワード

参考資料（文献など）

・ BP, Fatal Accident Investigation Report -Isomerization Unit Explosion Final Report-, 2005
(<http://www.bp.com/genericarticle.do?categoryId=9005029&contentId=7015905>)

▶ 添付資料

▶ キーワード(>同義語)

🔑 常圧蒸留塔 > CDU, トッパー, トッピング, 蒸留塔, PS

🔑 塔 > タワー



異性化装置スタートアップ時の爆発・火災

- 🔑 液面計 > レベル計
- 🔑 コントロールバルブ > 調節弁, CV, 制御弁
- 🔑 精留塔 > フラクショネーター
- 🔑 弁 > バルブ

▶ 関連情報



<http://> [Fatal Accident Investigation Report -Isomerization Unit Explosion Final Report-, 2005](http://www.pecj.or.jp/safer/Fatal%20Accident%20Investigation%20Report%20-%20Isomerization%20Unit%20Explosion%20Final%20Report%20-%202005.pdf)