



減圧軽油水素化脱硫装置加熱炉内チューブの亀裂火災および熱交換器 漏れ火災

基本事項	
事例番号	00094
投稿日	2007/04/02
タイトル	減圧軽油水素化脱硫装置加熱炉内チューブの亀裂火災および熱交換器漏れ火災
発生年月日	2003/04/04
発生時刻	17:37
気象条件	天候： 気温： 湿度：
発生場所（国名）	日本
発生場所（都道府県、州、都市など）	北海道
プロセス	石油精製

事故事象		
事故事象	概要	<p>2003年4月4日、減圧軽油水素化脱硫装置の加熱炉内で通常と異なる燃焼状態を確認し装置の緊急停止を行った。17時50分、加熱炉ののぞき窓から火炎が炉外に出ているのを発見したため、緊急構内通報をすると共に、併せて公設消防に通報した。</p> <p>その後、加熱炉下流の熱交換器より火災が発生、5分後に消火した。20時31分に加熱炉内部も鎮火を確認した。</p> <p>【事故事象コード】火災・爆発</p>
	経過	<p>(1) 減圧軽油脱硫装置の定常運転中、パトロール中の運転員が、加熱炉が通常と異なる燃焼状態であることを確認し、脱硫装置の緊急停止作業を開始した。その後、加熱炉ののぞき窓から火炎が炉外へ出ているのを発見し、自衛消防組織発令と共に公設消防に連絡した。</p> <p>(2) 連絡後、加熱炉出口配管に接続する熱交換器フランジ部から漏洩し、シェル側の油が漏れて発火したが、水による消火で5分後に鎮火した。</p> <p>(3) 加熱炉チューブの一部が破裂（事故後、加熱炉管を調査したところ長さ130mm、幅8mmの亀裂があった）して、水素、軽油等が流出し、火災となった。</p> <p>(4) 加熱炉管の仕様 サイズ 8B (216.3mm)、肉厚 12.2mm、材質 SUS347HTB</p>
	原因	<p>(1) 加熱炉チューブの亀裂発生が第一原因であった。</p> <p>・チューブ内壁にコークスが付着・成長したため、伝熱が低下してチューブ内壁</p>



減圧軽油水素化脱硫装置加熱炉内チューブの亀裂火災および熱交換器漏れ火災

	<p>温度が上昇した。亀裂部付近には最大厚さ18mmのコークスが付着していた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・管壁温度上昇による浸炭で耐食性が低下したため腐食が進行、チューブ肉厚が減少した。 ・コークスの成長により管壁が高温となり内部流体圧力に耐えられなくなり亀裂が生じた。 <p>(2) 加熱炉管の管理状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2年に1回加熱炉管の下段を中心に内面の付着物状況を確認しているが、前回の検査ではコークスの付着は認められていない。 ・日常の現場巡回点検で、加熱炉管表面温度、バーナーの燃焼状態（炎の色、炎が加熱炉管に当たっていないかなど）などを確認している。 <p>(3) 熱交換器シェルフランジの漏洩・発火原因</p> <ul style="list-style-type: none"> ・加熱炉内火災の緊急停止操作中に通常運転より高い温度の流体が熱交換器上流の配管及び熱交換器のチャンネル側に流れた。通常運転の温度は237 付近であるが370 まで上昇したと予測できる。 ・配管の温度上昇に伴い、シェルフランジを押し開く力が作用し、またボルトの温度上昇により締め付け力が低下しシェル側の油が漏洩した。 ・漏油温度は330 ~ 390 で発火点（245 ）以上のため発火した。
--	---

起回事象・進展事象									
起回事象	<p>加熱炉チューブにコークスが付着・成長 【起回事象コード】静止機器の腐食・劣化・破損</p>								
起回事象の要因	<table border="1"> <tr> <td style="background-color: #f8d7da;">1</td> <td> <p>チューブ内壁温度の上昇 【要因コード】直接要因>保守・点検要因>点検・検査不良</p> </td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f8d7da;">2</td> <td> <p>チューブ内壁温度の上昇 【要因コード】間接要因>管理・運営要因>作業の基準・マニュアル類の不備・不十分</p> </td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f8d7da;">3</td> <td> <p>チューブ内壁温度の上昇 【要因コード】直接要因>設計要因>電気・計装設計不良</p> </td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f8d7da;">4</td> <td> <p>チューブ内壁温度の上昇 【要因コード】直接要因>保守・点検要因>保守・保全不良</p> </td> </tr> </table>	1	<p>チューブ内壁温度の上昇 【要因コード】直接要因>保守・点検要因>点検・検査不良</p>	2	<p>チューブ内壁温度の上昇 【要因コード】間接要因>管理・運営要因>作業の基準・マニュアル類の不備・不十分</p>	3	<p>チューブ内壁温度の上昇 【要因コード】直接要因>設計要因>電気・計装設計不良</p>	4	<p>チューブ内壁温度の上昇 【要因コード】直接要因>保守・点検要因>保守・保全不良</p>
1	<p>チューブ内壁温度の上昇 【要因コード】直接要因>保守・点検要因>点検・検査不良</p>								
2	<p>チューブ内壁温度の上昇 【要因コード】間接要因>管理・運営要因>作業の基準・マニュアル類の不備・不十分</p>								
3	<p>チューブ内壁温度の上昇 【要因コード】直接要因>設計要因>電気・計装設計不良</p>								
4	<p>チューブ内壁温度の上昇 【要因コード】直接要因>保守・点検要因>保守・保全不良</p>								
進展事象・進展事象の要因	<table border="1"> <tr> <td style="background-color: #f8d7da;">1</td> <td> <p>加熱炉チューブ亀裂開孔 【事象コード】静止機器の腐食・劣化・破損</p> </td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f8d7da;">2</td> <td> <p>チューブより漏洩 【事象コード】漏洩・噴出</p> </td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f8d7da;">3</td> <td> <p>火災</p> </td> </tr> </table>	1	<p>加熱炉チューブ亀裂開孔 【事象コード】静止機器の腐食・劣化・破損</p>	2	<p>チューブより漏洩 【事象コード】漏洩・噴出</p>	3	<p>火災</p>		
1	<p>加熱炉チューブ亀裂開孔 【事象コード】静止機器の腐食・劣化・破損</p>								
2	<p>チューブより漏洩 【事象コード】漏洩・噴出</p>								
3	<p>火災</p>								



減圧軽油水素化脱硫装置加熱炉内チューブの亀裂火災および熱交換器漏れ火災

		【事象コード】火災・爆発									
	4	装置の緊急停止 【事象コード】プラントシャットダウン									
	5	熱交換器及び配管に高温油が流入し、温度上昇 【事象コード】プロセス状態の変動・異常 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>緊急運転停止手順が不適切</td> <td>直接要因>設計要因>その他(テキスト入力)</td> </tr> </tbody> </table>	No	要因(テキスト)	要因(コード)	1	緊急運転停止手順が不適切	直接要因>設計要因>その他(テキスト入力)			
No	要因(テキスト)	要因(コード)									
1	緊急運転停止手順が不適切	直接要因>設計要因>その他(テキスト入力)									
	6	シェルフランジを押し開く作用と、ボルトの締め付け圧力が低下 【事象コード】静止機器の故障、機能喪失・低下 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>配管構造不良</td> <td>直接要因>設計要因>機器・配管設計不良</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>フランジ締め付け力不足</td> <td>直接要因>工事・施工要因>工事方法不適切</td> </tr> </tbody> </table>	No	要因(テキスト)	要因(コード)	1	配管構造不良	直接要因>設計要因>機器・配管設計不良	2	フランジ締め付け力不足	直接要因>工事・施工要因>工事方法不適切
No	要因(テキスト)	要因(コード)									
1	配管構造不良	直接要因>設計要因>機器・配管設計不良									
2	フランジ締め付け力不足	直接要因>工事・施工要因>工事方法不適切									
	7	シェル側内部流体漏洩 【事象コード】漏洩・噴出									
	8	発火 【事象コード】着火源の存在、発火									
	9	火災 【事象コード】火災・爆発									
事故発生時の運転・作業状況	定常運転中・ルーチン作業中										
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	軽質油水素化脱硫装置>原料油供給・反応系
起回事象に関連した機器	静止機器>炉>加熱炉 【補足説明】加熱炉チューブ



減圧軽油水素化脱硫装置加熱炉内チューブの亀裂火災および熱交換器 漏れ火災

発災装置・系統	1	軽質油水素化脱硫装置 > 原料油供給・反応系
発災機器	1	静止機器 > 炉 > 加熱炉 【補足説明】加熱炉チューブ
	2	静止機器 > 熱交換器（ヒーター、コンデンサー含む） > シェル&チューブ熱交 【補足説明】配管、シェル側フランジ
事故に関連したその他の機器		
運転条件		温度:加熱炉：入口387、出口423 熱交換器（発災時）：チューブ入口370、 チューブ出口330、シェル入口320、シェル出口150 圧力:加熱炉：9.4MPa
主要流体		減圧軽油
材質		加熱炉チューブ：ステンレス

被害状況	
被害状況（人的）	死者：なし 負傷者：なし
被害状況（物的）	
被害状況（環境）	
被害状況（住民）	

検出・発見		
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】排ガスの酸素濃度低下
	2	オンボード、パネル監視中に検出・発見
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
	2	プロセス計器・ガス検知器など

想定拡大と阻止	
重大事故への拡大阻止策・処置	緊急シャットダウン操作 自衛消防隊および公設消防による消火活動
想定重大事故	火災・爆発（加熱炉内爆発）



減圧軽油水素化脱硫装置加熱炉内チューブの亀裂火災および熱交換器 漏れ火災

再発防止と教訓

再発防止対策

加熱炉

- ・チューブ表面温度計増設、オンボード化
- ・看視窓増設、赤外線放射温度計による炉内監視
- ・適切な時期にデコーキング実施

熱交換器

- ・配管レイアウトの変更
- ・シェル側フランジの気密性向上
- ・緊急運転停止手順の見直し

教訓

安全専門家のコメント

安全専門家のコメント

加熱炉管理の適正化（温度計の位置と数、炉内監視テレビの配置、過熱炉負荷の管理、バーナーの管理）。

検査ポイント決めて加熱管の温度測定を実施し、傾向管理をする。また、定期的にデコーキングを実施する。

正常運転中に突然、加熱炉チューブの一部が破裂する事故をどう防いだらよいか。当該事例の対策としてあがった

- (1) チューブ表面温度計の増設
- (2) 赤外線放射温度計による炉内監視
- (3) 適切な時期にデコーキングを実施

に落ちつく。

一方、突然の破裂とはいえ兆候はあるという見方をすると日常点検を工夫する必要がある。加熱炉内の点検はのぞき窓からするが、時間をとって炉内配管を10ブロックくらいに分けて、「1ブロックはよし」というような緻密な点検をすると微妙な兆候に気づくことがある。一人ひとりが時間をかける必要はない。組織的に1日に1回綿密点検をすると決めればよい。

シャットダウンシーケンスも現在は複数のケースを選択できるよう進化している。早いスピードで実施するケース、ノルマルシャットダウンに近いケース、前者は災害に拡大する恐れがあるときに用い、後者は機器の変動を許容値内にして当該事例のような事故をなくすときに用いる。

発火点は引火点とは全く異なる物性値であることを知る必要がある。漏洩した可燃性液体が高温物と接触したり、断熱材に含浸して発火する事故は少なくない。

添付資料・参考文献・キーワード



減圧軽油水素化脱硫装置加熱炉内チューブの亀裂火災および熱交換器 漏れ火災

参考資料（文献など）

- ・事故調査委員会、減圧軽油水素化脱硫装置加熱炉火災事故調査概要、2003年
- ・火災事故の原因調査結果について、2003年
- ・高圧ガス保安協会、平成16年度事件事例検索システム

▶ 添付資料



[図 減圧軽油水素化脱硫装置概略フロー](#) (72 KB)

▶ キーワード(>同義語)

- 🔑 原料油供給反応系
- 🔑 運転標準 > 運転マニュアル
- 🔑 熱交換器 > 熱交
- 🔑 加熱炉 > ファーネス
- 🔑 シェル&チューブ熱交
- 🔑 軽質油水素化脱硫装置 > HF,水素化精製装置,ナフサ水素化脱硫装置,灯油水素化脱硫装置, HDS,水添脱硫装置,UF,軽油水素化脱硫装置

▶ 関連情報