



## 水素化分解装置反応塔出口の配管破裂によるガス漏洩爆発

基本事項	
事例番号	00210
投稿日	2007/11/28
タイトル	水素化分解装置反応塔出口の配管破裂によるガス漏洩爆発
発生年月日	1997/01/21
発生時刻	17:41
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）	カリフォルニア州、マーティネス
プロセス	石油精製

事故事象	
事故事象	<p><b>概要</b></p> <p>1997年1月21日、水素化分解装置第3反応塔の内部温度が上昇し、出口配管が破裂した。破裂部よりメタン、ブタン、ガソリン、軽油、水素の混合物が漏洩し、大気と接触して瞬時に発火、爆発した。</p> <p>反応塔下部で温度パネルを確認していたオペレータ1名が死亡、製油所従業員および請負作業員合計46名が負傷した。周辺住民への影響はなかった。</p> <p>【事故事象コード】火災・爆発</p> <p><b>経過</b></p> <p>(1) 水素化分解装置第2ステージの第3反応塔第4触媒床内のフローと熱分配の不良によりホットスポットが発生し、温度が急上昇し、影響は第5触媒床に広がった。第5触媒床で発生した760 を超えると推定される過剰な熱により、反応塔出口配管の温度が上昇した。</p> <p>(2) 反応塔温度が、操作手順書の制限温度426 を超え、複数の反応塔内部温度計が426 に達していたにも関わらず、制御室のオペレータは温度の逸脱に疑念をもち、反応塔の緊急脱圧を作動させなかった。</p> <p>(3) 手順通り装置の脱圧も停止もしないため、温度の逸脱は収束しなかった。オペレータは、温度計の表示が変動しがちであったこと、メイクアップ水素フローの停止、最初の高温警報の後に更なる警報を聞かなかったなどの理由で対応をためらった。</p> <p>(4) オペレータの1名は反応塔下部のフィールドパネルの温度を確認に向かったが、無線の不調で、読み取り値が制御室に明確に伝わらなかった。制御室のオペレータは、第3反応塔入口温度が426 を超えていることに気づいた後でも、脱圧</p>



## 水素化分解装置反応塔出口の配管破裂によるガス漏洩爆発

	<p>を行わず、クエンチ水素フローを増加させ、加熱炉からの熱の投入を減らすことで反応塔温度を下げようとした。</p> <p>(5) 第3反応塔の出口配管が赤熱しているのが目撃された数秒後、出口配管が破裂し、爆発、火災となった。</p>
原因	<p>(1) 従業員による反応塔の安全な運転を促進・支援する条件が不適切であった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・非常に危険な操作条件であるにも関わらず運転を続けさせる操作環境があった。</li> <li>・反応塔の制限温度は一貫したものが記載されておらず、オペレータはいつも制限温度を守っているわけではなかった。</li> </ul> <p>(2) 反応塔温度監視システムの設計・操作において、ヒューマンファクターに十分配慮しなかった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・温度データを入手するため3種類の異なる計器を使用していた。すべての温度データをすぐに入手できなかったため、オペレータは重要な決定を迅速に下すことができなかった。</li> <li>・最高温度を読み取る最も重要な監視ポイントは反応塔の下にあり、制御室から見ることができなかった。</li> </ul> <p>(3) 管理監督が不適切であった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・オペレータは温度逸脱の際、規定の緊急操作手順を守らなかった。</li> <li>・経営陣は一貫性のない緊急操作手順の適用に寛容であった。</li> </ul> <p>(4) 保守保全が不適切であった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・反応塔温度読み取りの入っている制御室の温度モニターの信頼性は低く、故障することがしばしばあった。</li> <li>・外部パネルを読み温度を制御室に伝える無線通信は事故中機能していなかった。</li> </ul> <p>(5) 操作手順が更新されず、不完全であった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・操作手順は複数の資料にまたがって記入されており、機器やプロセスの変更に合わせた更新がなされていない。</li> <li>・事故に基づく提言が、操作手順に反映されていない。</li> <li>・操作手順では触媒床運転に対して異なる制限温度をもっていた。</li> </ul>

起回事象・進展事象	
起回事象	<p>ホットスポットの発生により第3反応塔内温度上昇</p> <p>【起回事象コード】プロセス状態の変動・異常</p>
起回事象の要因	<p>1 ホットスポットが発生（触媒床内のフローと熱分配の不良）</p> <p>【要因コード】直接要因＞物質要因＞その他（テキスト入力）</p> <p>2 制限温度を超えても装置の脱圧・停止を未実施</p> <p>【要因コード】直接要因＞人的要因＞誤操作・不作為など</p>



## 水素化分解装置反応塔出口の配管破裂によるガス漏洩爆発

進展事象・進展事象の要因	1	<b>反応塔出口配管の強度低下、破裂</b> 【事象コード】静止機器の腐食・劣化・破損
	2	<b>炭化水素、水素の混合物漏洩</b> 【事象コード】漏洩・噴出
	3	<b>発火・爆発・火災</b> 【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	重質油水素化脱硫・水素化分解装置 > 液・ガス分離系	
起回事象に関連した機器	静止機器 > 反応器 & 反応塔 > 反応器 & 反応塔 【補足説明】第3反応塔	
発災装置・系統	1	重質油水素化脱硫・水素化分解装置 > 液・ガス分離系
発災機器	1	静止機器 > 配管 > 配管本体 【補足説明】出口配管
	2	計装機器 > 温度計（発信器、計装タップ含む） > 温度計（発信器、計装タップ含む） 【補足説明】反応塔温度計、高温警報
事故に関連したその他の機器		
運転条件	温度:365 圧力:10.75MPa	
主要流体	炭化水素、水素の混合物	
材質		

被害状況	
被害状況（人的）	死者：1名 負傷者：46名
被害状況（物的）	損害額：6,000万ドル



## 水素化分解装置反応塔出口の配管破裂によるガス漏洩爆発

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 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 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 反応塔の緊急脱圧装置の緊急停止

想定重大事故 火災の拡大

### 再発防止と教訓

再発防止対策

#### 【提言】

1. 経営陣は運転操作に関する決定が、コストと生産優先で行われないよう配慮する。オペレータが必要に応じて緊急停止が行なえる環境づくりに努めるべきである。
2. 操作上の目標とリスクは効果的に全従業員に伝達されるべきである。管理者は安全かつ達成可能な操作条件を設定し、これらの条件からの逸脱を許容してはならない。操作条件からの逸脱がもたらす危険についてオペレータに十分理解させなくてはならない。
3. プロセス計器及び制御機器は、業界の良好例に沿ってヒューマンファクターを考慮して設計する。反応塔の温度管理は、制御室で入手可能なすべての必要データと統合されるべきである。
4. オペレータが深刻な事態、異常な状況に対応する際には、適切な監督が必要である。
5. 機器保全の要求事項を規定し、保全を維持できない場合は運転を停止すべきである。
6. 経営陣は、オペレータがプロセスと化学に関する定期的な訓練を受けられるように配慮すべきである。
7. 経営陣は、水素化分解装置操作の全工程の作業手順を文書化しなければならない。
8. プロセス危険性分析（PHA）は、分析時に実際に使用されている機器や運転



## 水素化分解装置反応塔出口の配管破裂によるガス漏洩爆発

	条件に基づくべきである。
教訓	

### 安全専門家のコメント

安全専門家のコメント	<p>正常運転時は365℃、破裂は760℃の極端な温度で起こっている。亡くなったオペレータは反応塔下部のパネルから反応塔内の温度を読み取ろうとしていたが、それを伝える無線は故障していた。その時点で制御室では反応塔が制限温度である426℃を超えていることに気づいていた。</p> <p>そのような場面を想定すると装置を論理的に運転している状況とはいえない。事故の背景となった間接原因が「原因」に載っている。各項目に該当していたり近い職場は事故のリスクが極めて大きい。</p>
------------	--

### 添付資料・参考文献・キーワード

参考資料（文献など）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ EPA, Chemical Accident Investigation report "Tosco Avon Refinery, Martinez California" No. EPA 550-R-98-009, 1998 (<a href="http://yosemite.epa.gov/oswer/ceppoweb.nsf/content/ap-chai.htm">http://yosemite.epa.gov/oswer/ceppoweb.nsf/content/ap-chai.htm</a>)</li> </ul>
------------	---

#### ▶ 添付資料

#### ▶ キーワード(>同義語)

- 🔑 反応器 > 反応塔,リアクター
- 🔑 直接脱硫 > 直脱,LR-HDS,DDS,重油水素化脱硫,ARDS,RDS
- 🔑 温度計
- 🔑 配管 > パイプ
- 🔑 間接脱硫 > IDS,間脱,MHC,減圧軽油水素化脱硫,VGO-HDS
- 🔑 重質油水素化脱硫装置 > 直脱,IDS,残油水素化脱硫装置,間接脱硫装置,間脱,直接脱硫装置,重脱,ゴーファイナー
- 🔑 水素化分解装置 > ハイドロクラッキング
- 🔑 液ガス分離系

#### ▶ 関連情報



<http://www.epa.gov/oswer/ceppoweb.nsf/content/ap-chai.htm> Investigation report "Tosco Avon Refinery, Martinez California" No. EPA 550-R-98-009, 1998