



## エチレン製造装置アセチレン水添塔の暴走反応・大規模火災

基本事項	
事例番号	00216
投稿日	2008/03/26
タイトル	エチレン製造装置アセチレン水添塔の暴走反応・大規模火災
発生年月日	1973/07/07
発生時刻	22:13
気象条件	天候：晴れ 気温：26 湿度：0.77
発生場所（国名）	日本
発生場所（都道府県、州、都市など）	山口県
プロセス	石油化学・化学

事故事象	
事故事象	<p><b>概要</b></p> <p>1973年7月7日、エチレン製造装置で誤操作により計装空気が遮断したため緊急停止操作を始めた。しばらくすると、計装空気が復旧したので再スタートに入った。3時間後の22時過ぎアセチレン水添塔の出口配管のバルブフランジよりガスが洩れ着火した。その直後、出口エルボが破壊し、大量に漏洩したガスが爆発し大規模火災となった。直径60mのファイアボールができた。</p> <p>バルブフランジの洩れによる火災で、消火活動をしていた運転員1名が死亡し、1名が重傷を負った。事業所と市およびコンビナートの消防隊が消火活動を行い翌朝に延焼は鎮圧されたが、タンクからつながっている冷却用冷媒のプロピレンの火災が続き完全に鎮火したのは、3日半が経過した11日9時40分であった。</p> <p>蒸留塔5基、受槽11基、反応塔6基、熱交換器23種、ポンプ4台を含むエチレン製造装置の10%が焼損した。さらに近隣工場へのエチレンなどの原料供給が不可能となり、8社12装置が停止または操業短縮となった。</p> <p>この事故を含め、1973・74年は日本各地で化学工場・製油所の重大事故が続き消防法、高圧ガス取締法の大改正となった。</p> <p><b>【事故事象コード】</b> 火災・爆発</p>
	<p><b>経過</b></p> <p>(1) アセチレン水添塔（図1参照）</p> <p>・エチレン中に含まれるアセチレンを水素添加することによりエチレンに変える。</p> <p>アセチレンが3,000～4,000ppm含まれたエチレンが60 に加熱されB反応塔に入る 水添に必要な水素はその含量に必要な量を制御して張り込む B反応器出</p>



## エチレン製造装置アセチレン水添塔の暴走反応・大規模火災

口のアセチレンは300～500ppm C反応塔でも同様の水添反応が起こり、出口のアセチレンは2ppm以下。

(2) 1973年7月7日、エチレン製造装置は定常運転中であつた。分解炉のデコーディングを行なうためフィールド担当者が現場でバルブ操作をした。6Bバルブを開け、2Bバルブを閉めるところを、間違えて6Bバルブのそばにある4Bの計装用空気バルブを閉めた。担当者の判断の経緯については記載なし。(図2参照)

(3) 18時50分頃、制御室の計装類が一斉にハンチングを始めアラームが鳴つた。原因がわからず装置の緊急停止に入った。

(4) バルブの開閉をしたフィールド担当者は、フレアスタックから黒煙が上がるのを見てバルブ操作ミスに気づき計装用空気バルブを開けた。

(5) 18時58分頃、計装の作動が正常に戻つたので原因を調査する一方運転再開をした。

(6) 19時2分、アセチレン水添塔へのエチレンの供給が0となつたため、制御室担当者はエチレン供給の調節計を自動から手動に切り替え閉止した。このとき比例制御により水素は引き続き導入されることとなつた。1時間後に水素がアセチレン水添塔に流入していることに気づき、20時8分に水素供給のコントロールバルブを閉じた。(この間、反応塔内に滞留していたエチレンと過剰の水素が水添反応を始めたと推測できる)

(7) 21時30分頃、制御室の温度指示計(アセチレン水添塔B中段)が、通常60 に対し120 を示した。冷却するため他の系統からエチレンガスを受け入れた。その直後、温度が急激に上がったので比例によりフィードされていた水素ガス導入のコントロールバルブを閉止し、ブロックバルブも閉めた。

21時45分、温度は200 レンジの指示を振り切れ970 に達した。(エチレンを導入したため接触分解反応および重合、熱分解、水素化からなる非接触的気相熱反応が激しく起き暴走反応になったと推測できる)

(8) 22時過ぎ、アセチレン水添塔の下部出口配管が赤熱しバルブフランジからガスが洩れ着火した。

22時15分頃、出口配管のエルボ部が破壊し、大量に漏洩したガスが爆発し大規模火災となつた。

### 原因

(1) 誤って計装用空気の元バルブを締めたため装置の制御が不能となつた。

(2) そのため原因調査と装置の緊急停止を進めていたが計装用空気が回復したので、再スタートを開始した。

(3) 脱エタン塔の圧力低下によりアセチレン水添塔へのエチレンガスの流量が低下したため、調節計を自動から手動に切り替え閉止した。水素は引き続き導入され1時間後に気づき、コントロールバルブを閉じた。(この間、反応塔内に滞留していたエチレンと過剰の水素が水添反応を始めた)

(4) アセチレン水添塔B中段の温度が120 になり、冷却のため他の系統からエチレンガスを受け入れた。(エチレンを導入したため接触分解反応および非接触的気相熱反応が激しく起き暴走反応となつた)



## エチレン製造装置アセチレン水添塔の暴走反応・大規模火災

	<p>(5) ガス温度が970 の高温となり、アセチレン水添塔の下部出口配管のバルブフランジ部のひずみおよびボルトの降伏点の低下からガスが洩れ着火した。</p> <p>(6) 出口配管のエルボ部（外径408mm、肉厚14mm、STPG38）は計算上からも880 になれば破壊する。</p>
--	--

起回事象・進展事象												
起回事象	計装用空気の遮断による制御機能喪失 【起回事象コード】計装機器の故障・機能低下・破損・劣化											
起回事象の要因	1 バルブ操作ミス 【要因コード】直接要因>人的要因>誤操作・不作為など											
進展事象・進展事象の要因	1 <b>原因がわからず装置の緊急停止</b> 【事象コード】プラントシャットダウン											
	2 <b>計装の作動が正常に戻ったので運転再開</b> 【事象コード】その他（テキスト入力） 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>操作ミスに気付いたフィールド担当者がバルブを復旧</td> <td>間接要因&gt;管理・運営要因&gt;安全教育制度の不備・不十分</td> </tr> </tbody> </table>	No	要因(テキスト)	要因(コード)	1	操作ミスに気付いたフィールド担当者がバルブを復旧	間接要因>管理・運営要因>安全教育制度の不備・不十分					
	No	要因(テキスト)	要因(コード)									
	1	操作ミスに気付いたフィールド担当者がバルブを復旧	間接要因>管理・運営要因>安全教育制度の不備・不十分									
	3 <b>水素の過剰投入でエチレンの水素化反応による異常発熱</b> 【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>再起スタート時の状況確認不足</td> <td>直接要因&gt;人的要因&gt;作業確認不足・ミス</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>再起スタート時の状況確認不足</td> <td>直接要因&gt;情報要因&gt;プロセス特性・危険性の評価・検討不足</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>再起スタート時の判断が現場任せ</td> <td>間接要因&gt;組織要因&gt;意思決定体制の不備</td> </tr> </tbody> </table>	No	要因(テキスト)	要因(コード)	1	再起スタート時の状況確認不足	直接要因>人的要因>作業確認不足・ミス	2	再起スタート時の状況確認不足	直接要因>情報要因>プロセス特性・危険性の評価・検討不足	3	再起スタート時の判断が現場任せ	間接要因>組織要因>意思決定体制の不備
No	要因(テキスト)	要因(コード)										
1	再起スタート時の状況確認不足	直接要因>人的要因>作業確認不足・ミス										
2	再起スタート時の状況確認不足	直接要因>情報要因>プロセス特性・危険性の評価・検討不足										
3	再起スタート時の判断が現場任せ	間接要因>組織要因>意思決定体制の不備										
4 <b>エチレン導入により接触分解反応および非接触的气相熱反応が激しく起き、ガス温度970 に到達</b> 【事象コード】プロセス状態の変動・異常												
5 <b>出口配管のバルブフランジ部からガスが洩れ着火</b> 【事象コード】漏洩・噴出												
6 <b>出口配管のエルボ部が破壊</b>												



## エチレン製造装置アセチレン水添塔の暴走反応・大規模火災

		【事象コード】静止機器の腐食・劣化・破損
	7	大量のガスが噴出し爆発火災 【事象コード】火災・爆発
	8	消火活動していた1名が死亡、1名が重傷 【事象コード】火傷・怪我・急性暴露など人身傷害
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】 計装機器トラブルによるシャットダウンの後のプラント再スタートアップ中
起回事象に関係した人の現場経験年数		不明・該当せず 【補足説明】 不明

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】《エチレン製造装置》(アセチレン水添塔)
起回事象に関連した機器		静止機器>弁>手動弁 【補足説明】計装用空気取り出し弁
発災装置・系統	1	その他装置>系統(テキスト入力) 【補足説明】《エチレン製造装置》(アセチレン水添塔)
発災機器	1	静止機器>反応器&反応塔>反応器&反応塔 【補足説明】アセチレン水添塔
	2	静止機器>配管>フランジ継手
事故に関連したその他の機器		
運転条件		温度:60 圧力:2.6MPa
主要流体		エチレン、アセチレン、水素
材質		

被害状況	
被害状況(人的)	死者:1名 負傷者:1名
被害状況(物的)	蒸留塔5基、受槽11基、反応塔6基、熱交換器23種、ポンプ4台を含むエチレン製



## エチレン製造装置アセチレン水添塔の暴走反応・大規模火災

	造装置の10%が焼損
被害状況（環境）	
被害状況（住民）	近隣工場へのエチレンなどの原料供給が不可能となり、8社12装置が停止または操業短縮、交通遮断（鉄道など）

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
	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）
	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	工場内製造装置の緊急停止 自衛・市・コンビナート消防による消火活動、タンクヤードへの延焼防止のためウォーターカーテン 系内可燃性ガスのフレアスタックへの放出、窒素ガス導入、液化ガスの抜き取り 近隣各社への出荷停止
想定重大事故	火災延焼、拡大

再発防止と教訓	
再発防止対策	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 保安全管理体制の強化・充実 本社に「安全対策本部」「環境保安室」の設置、工場長直轄の「環境保安課」の強化充実</li> <li>2. 設備の改善 <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) プロセス設備の改善 <ul style="list-style-type: none"> <li>・第2エチレン製造装置関係：反応塔警報システムの強化、反応塔の孤立・脱圧</li> <li>・冷媒用プロピレンおよび液化ガスの緊急移送設備の設置</li> <li>・計装関係：アセチレン・水素比検知警報プログラム設置、計器類の故障対策</li> <li>・誤操作防止対策：配管およびバルブ表示要領の改定・整備、構内安全標識の改訂および充実、操作架台の整備、制御室計器盤の改造・整備、配管の整備</li> </ul> </li> <li>(2) 防災設備の強化 <ul style="list-style-type: none"> <li>・散水設備の強化：適用範囲、施工要領、管理要領</li> </ul> </li> </ol> </li> </ol>



## エチレン製造装置アセチレン水添塔の暴走反応・大規模火災

	<ul style="list-style-type: none"><li>・固定式ガス検知器配備の増強</li><li>・スチーム・カーテンの増強</li></ul> <p>3. 人員の配置の適正化と教育訓練の徹底</p> <ul style="list-style-type: none"><li>(1) 人員配置の適正化</li><li>(2) 教育訓練の徹底<ul style="list-style-type: none"><li>・運転担当者の矜持</li><li>・教育研修制度の充実：理念研修、職場指導、社員研修、一般</li><li>・職務専門教育：運転技術、安全、訓練、定員外教育、新入社員教育</li><li>・職務別教育計画および技能習得進度表の作成</li></ul></li></ul> <p>4. 運転基準類の改訂</p> <ul style="list-style-type: none"><li>(1) 運転基準類の体系および内容：技術基準、運転基準</li><li>(2) 運転基準類の周知徹底</li><li>(3) オペレーションハンドブックの改訂</li></ul>
教訓	事故のきっかけとなったバルブ操作ミスは作業用空気のバルブ位置と計装用空気のバルブが近接し、本来閉止すべきバルブは100m離れていた。このような設計はミスを起こし易い。

### 安全専門家のコメント

#### 安全専門家のコメント

1. 運転再開を急ぐあまりプラントの状況の確認を十分行わずにスタートすると異常を見落として予想外のことが発生し事故となるケースは多くみられる。
2. アセチレン水添塔に水素が過剰に入るとアセチレン以外にエチレンの水素化が起こり異常発熱が起こることは設計段階から運転まで十分反映されているはずであるが、長い間事故もなく運転できていたので気に止めてなかったのであろう。温度が上昇しつつあるのを見過ごしている。トラブルの後の再スタートは一呼吸おいて十分な危険予知をおさらいしてから行なうべきであろう。
3. バルブは洩れることもあることから起こる事故例は非常に多い。この事例の場合、水素が洩れると非常に危険な状態になることは運転員も十分教育されているはずである。このような危険性をどのように防止するか運転方法、配管設計など良く検討する必要がある。
4. 職長が持たなければならない基本原則がある。「納得できないことを抱えてエネルギーの増える方向に装置をもって行ってはならない。」

8分後に制御室の計装類が急に落ちついてきた。「ああこのままだったら運転を続けるほうが楽だ」というようなことが頭をよぎる。しかし、「この大混乱は何だったのか」という思いもある。「その疑問を質さなければ装置を運転の側にもって行ってはならない。火を切り、張り込みを止めて、その疑問にぶつかろう」とするのが職長。

運転基準書に防止策を載せることは大切であるが、職長は危険を宿す装置とヒューマンエラーの可能性のある自己・直員を相手に「納得して次に進む」という



## エチレン製造装置アセチレン水添塔の暴走反応・大規模火災

原則をもとに仕事をする存在。そのことを外したら、自己が納得できなくなる。

### 添付資料・参考文献・キーワード

#### 参考資料（文献など）

- ・最近の化学工場の事故事例特集、高圧ガス、高圧ガス保安協会、Vol.11、No.2、P.481-499、1974年
- ・最近の化学工場の事故事例特集、高圧ガス、高圧ガス保安協会、Vol.11、No.2、P.545-550、1974年
- ・古積、田村、小林、エチレン製造装置アセチレン水添塔の爆発、失敗知識データベース・失敗百選、科学技術振興機構
- ・徳山市消防本部、エチレン製造装置火災概要、1973年

#### ▶ 添付資料

 [図1 エチレン精製部門機構図](#) (47 KB)

 [図2 空気系統図](#) (38 KB)

#### ▶ キーワード(>同義語)

- 🔑 フランジ継手
- 🔑 反応器 > 反応塔,リアクター
- 🔑 手動弁 > マニュアルバルブ

#### ▶ 関連情報