



水素化分解装置の低圧分離器破裂・爆発・火災

| 基本事項 | |
|-------------------|-----------------------|
| 事例番号 | 00149 |
| 投稿日 | 2007/04/02 |
| タイトル | 水素化分解装置の低圧分離器破裂・爆発・火災 |
| 発生年月日 | 1987/03/22 |
| 発生時刻 | 07:00 |
| 気象条件 | 天候： 気温： 湿度： |
| 発生場所（国名） | イギリス |
| 発生場所（都道府県、州、都市など） | グランジマウス |
| プロセス | 石油精製 |

| 事故事象 | |
|------|--|
| 事故事象 | <p>概要</p> <p>1987年3月21日、オフサイトのブローダウン系の火災でシャットダウンしていた水素化分解装置を運転再開した。22日1時30分頃同装置の反応器の原料油および水素の張り込みを自動的に遮断する装置（TCO）が作動し自動的にトリップし停止したので、反応系を脱圧した。</p> <p>点検の結果、TCOの誤作動とわかり、水素循環を再確立し、通常運転圧力まで昇圧し、反応器温度を安定する作業を開始し、原料張り込みはせずに待機していた。</p> <p>シフト交替があり、7時00分頃高圧分離器の高圧ガス吹き抜けにより、低圧分離器V306が突然破裂・爆発した。</p> <p>【事故事象コード】火災・爆発</p> |
| | <p>経過</p> <p>(1) 3月13日 ・ブローダウン系統で火災が発生、水素化分解装置もシャットダウンした。</p> <p>(2) 3月21日 ・水素化分解装置の運転再開、運転状態は安定していた。</p> <p>(3) 3月22日 ・午前1時30分頃、計器室内の警報が鳴り、水素化分解装置がトリップ、ポンプ、圧縮機などが停止し、反応器系は脱圧した。 ・反応器V303に設置したTCOが作動したためと判明した。（TCOとは反応器の反応温度が425 以上の異常高温になったとき、原料油および水素の張込を自動的に遮断する装置）</p> |



水素化分解装置の低压分離器破裂・爆発・火災

| | |
|----|--|
| | <ul style="list-style-type: none">・反応器に異常高温は認められず、TCOの誤作動だとわかり、TCOトリップを取消して、水素循環を再確立した。・2時00分頃、通常運転圧力まで昇圧、反応器のベッド温度をスタートアップに備えて安定させるための作業を開始した。次のシフトで張り込みをするため待機状態を続けた。・6時00分、シフト交替引継ぎ、前記状況と「運転課長が出社するまで張り込みせずに待機状態を続行」を伝達。・7時00分、猛烈な爆発が起こった。爆発は低压分離器V306であり、本体は破裂してバラバラになり破片が飛散した。槽内からの流出物で蒸気雲が生成、何らかの火源で着火してファイアボールが生じた。・当時9名のオペレータがいた。2名計器室、6名控室で朝食中。レンガ造りの計器室も被害にあったが負傷者なし、8名は避難した。残りの1名は装置内にいたが爆心から離れていたため被害なし。爆心付近にいたクレーン運転手が瀕死の重症を負った。・爆発後の火災は大規模なものとなり炎の高さ90m、公設消防、自衛消防合わせて23台で消火活動にあたった。・破裂配管から漏れたワキシーオイルが側溝を閉鎖、消火・冷却に使った水が排水されずに溜まり、消火活動に支障をきたした。漏れたペトロリウムスピリットが水の上に広がり、爆発から5時間後に着火、他の装置も炎に包まれた。 |
| 原因 | <ul style="list-style-type: none">(1) 高压分離器V305と低压分離器V306との間にあった液面調節弁LIC3-22を手動操作して全開にしたため、V305の液面が空になり、槽内の15.5Mpaの高压ガスが吹き抜けた。(2) 6時のシフト交替後少なくとも3回LIC3-22が手動で開かれ閉止されたことを示す証拠があった。(3) 低压分離器出口側の弁は閉であり、安全弁の容量では吹き抜けてきたガスに対応できなかったため、低压分離器内の圧力は短時間に0.9MPaから破裂圧力5MPaに達し本体が破裂した。(4) 高压分離器は、液面超低下に対応するフロートスイッチが設けられていたが、LIC3-22およびHIC3-22をトリップさせる電気回路の結線が外されていたため、LIC3-22の緊急閉止が行なわれず、V305からV306へのガス吹き抜け防止ができなかった。(5) トリップ用のフロートスイッチは長時間使用不能な状態にあった。(6) V306の安全弁が爆発直前に引き上げられたという目撃証言があり、安全弁は作動した。 |

起回事象・進展事象

起回事象

高压分離器より低压分離器への液面調節弁が開
【起回事象コード】計装機器の故障・機能低下・破損・劣化



水素化分解装置の低圧分離器破裂・爆発・火災

| 起因事象の要因 | 1 | 液面調節弁（LIC3-22）を手動で全開（ワックスでタップライン閉塞） 【要因コード】直接要因＞設計要因＞電気・計装設計不良 | | | | | | |
|-------------------|---|--|------------------------------|----------|---------|---|----------|------------------------------|
| | 2 | 液面調節弁（LIC3-22）および直流フロー制御弁（HIC3-22）をトリップさせる電気回路の結線が外されていた 【要因コード】直接要因＞保守・点検要因＞保守・保全不良 | | | | | | |
| | 3 | 液面調節弁（LIC3-22）および直流フロー制御弁（HIC3-22）をトリップさせる電気回路の結線が外されていた 【要因コード】直接要因＞工事・施工要因＞工事検収不足 | | | | | | |
| | 4 | 液面調節弁（LIC3-22）および直流フロー制御弁（HIC3-22）をトリップさせる電気回路の結線が外されていた 【要因コード】直接要因＞工事・施工要因＞施工管理不適切 | | | | | | |
| 進展事象・進展事象の要因 | 1 | 高圧分離器の高圧ガスが低圧分離器に吹き抜け（液面調節弁の機能喪失） 【事象コード】計装機器の故障・機能低下・破損・劣化 | | | | | | |
| | 2 | 低圧分離器破裂 【事象コード】静止機器の腐食・劣化・破損 要因一覧 <table border="1" data-bbox="470 1104 1445 1227"> <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>安全弁の容量不足</td> <td>直接要因＞情報要因＞プロセス特性・危険性の評価・検討不足</td> </tr> </tbody> </table> | No | 要因(テキスト) | 要因(コード) | 1 | 安全弁の容量不足 | 直接要因＞情報要因＞プロセス特性・危険性の評価・検討不足 |
| | No | 要因(テキスト) | 要因(コード) | | | | | |
| | 1 | 安全弁の容量不足 | 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 | 内容物流出 【事象コード】漏洩・噴出 | | | | | | |
| | 4 | 蒸気雲形成・爆発 【事象コード】火災・爆発 | | | | | | |
| 5 | 漏れたペトロリウムスピリットが溜まり、水の上に広範囲に広がり、爆発から5時間後に着火 【事象コード】着火源の存在、発火 | | | | | | | |
| 6 | 火災 【事象コード】火災・爆発 | | | | | | | |
| 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】 反応器のベッド温度をスタートアップに備えて安定させるための作業を開始 | | | | | | | |
| 起因事象に関係した人の現場経験年数 | 不明・該当せず | | | | | | | |



水素化分解装置の低压分離器破裂・爆発・火災

| 装置・系統・機器 | | |
|----------------|---|---|
| 起因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 |
| 起因事象に関連した機器 | | 静止機器 > 弁 > 調節弁 【補足説明】液面調節弁 |
| 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 > 槽 > 槽 【補足説明】低压分離器 |
| | 2 | 静止機器 > 配管 > 配管本体 【補足説明】配管破裂 |
| 事故に関連したその他の機器 | 1 | 静止機器 > 槽 > 槽 【補足説明】高压分離器 |
| | 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】高压分離器のトリップさせる電気回路 |
| 運転条件 | | 温度:43 圧力:0.9MPa 低压分離器V306運転温度 |
| 主要流体 | | 炭化水素、ガス |
| 材質 | | |

| 被害状況 | |
|----------|-----------------|
| 被害状況（人的） | 死者：1名 負傷者：8名 |
| 被害状況（物的） | 損害額：7,850万ドル |
| 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 | その他（テキスト入力） 【補足説明】計器室等で待機中(推定) |
| 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】爆発音と爆発による振動 |



水素化分解装置の低圧分離器破裂・爆発・火災

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

火災の拡大

再発防止と教訓

再発防止対策

事故を回避するための予防策（提言）

低圧分離器には予測しうる最大ガス流入速度に対応できる圧力軽減装置（自動安全装置）を装備する。

トリップ装置および警報装置の包括的な点検計画の設定。

制御室の設計・制御レイアウトの人間工学的検証。

小径配管のワックス閉塞を防止するため大径配管の利用、被覆・トレースヒーターの使用等を検討。また閉塞を特定するため高度な液面レベル計を補助的に用いることも検討。

水素化分解装置の運転に特有の危険性などの評価、文書化、および関係者への周知。

教訓

既存製造装置内の低圧機器について、高圧機器からのガスが吹き抜ける危険性がないか、HAZOPなどを実施し、ハード・ソフトの両面から検討することが望ましい。

トリップ装置または警報装置を取外し・撤去する際は、安全上問題がないか事前評価するとともに、文書により運転および関係部門の管理責任者の承認を得る必要がある。トリップ装置は、定期的に点検して機能を確認し、結果を記録しておく必要がある。

製造装置の排水設備の見直しを行い、万一発災した場合、消火活動に使用する大量の水が処理できるか確認しておくことが望ましい。

安全専門家のコメント

安全専門家のコメント

リサイクルコンプレッサーで水素の循環を確立し、反応等の触媒温度も安定して、原料油の張り込みを待つ状態では、高圧系から低圧系につながるLICは現場でブロックするのが正常な運転方法である。

また、原料油を張り込み高圧分離器の液面が上昇することを制御室および現場で確認してはじめて、そのブロックを解き、LICの作動が良好なことを確認するのが手順である。

低圧分離器の安全弁は火災による入熱からの過剰圧力と、圧力制御器故障を想定した噴出し量となっており、高圧分離器からの吹き抜けは考慮されていないか



水素化分解装置の低圧分離器破裂・爆発・火災

た。

運転技術者は安全弁があるからいざというときは安心と考えるのではなく、一つひとつの安全弁の設計条件を把握することで対応ができ安心できる。フレアーへのラインも装置の安全弁が一斉に吹いたときの口径は取られていないことがあるので確認をすべきである。

添付資料・参考文献・キーワード

参考資料（文献など）

- ・ 塩路保夫、火災爆発事故事例集、P.71-77、2002年
- ・ Health and Safety Executive, The fires and explosion at BP Oil (Grangemouth) Refinery Ltd, P.15-35, 1989

▶ 添付資料

 [図 高圧・低圧分離器の制御系統](#) (192 KB)

▶ キーワード(>同義語)

- 🔑 槽 > ドラム, 受槽, ベッセル
- 🔑 液面計 > レベル計
- 🔑 配管 > パイプ
- 🔑 液ガス分離系
- 🔑 コントロールバルブ > 調節弁, CV, 制御弁

▶ 関連情報