



減圧軽油水素化脱硫装置の運転再開中、熱交換器からガス漏洩・爆発・火災

基本事項	
事例番号	00037
投稿日	2007/04/02
タイトル	減圧軽油水素化脱硫装置の運転再開中、熱交換器からガス漏洩・爆発・火災
発生年月日	1992/10/16
発生時刻	15:52
気象条件	天候：晴れ 気温：21 湿度：62%
発生場所（国名）	日本
発生場所（都道府県、州、都市など）	千葉県
プロセス	石油精製

事故事象		
事故事象	概要	1992年10月16日、減圧軽油水素化脱硫装置の運転が安定したところで反応器、熱交換器のホットバルティング作業をはじめていたところ、熱交換器の検知孔付近で白煙が発生し、突然爆発・火災が発生し、17名が負傷した。熱交換器のチャンネルカバー、ロックリング等が隣接した工場まで130m飛散し、隣接工場の損傷、漏洩、火災等の大事故になった。直ちに負傷者を収容すると共に自衛消防、市消防に通報し、装置を緊急停止した。火災は18時35分鎮火した。 【事故事象コード】火災・爆発
	経過	10月1日、減圧軽油脱硫装置の触媒活性が低下したことから、反応塔の触媒を交換するため装置稼動を停止し、10月4日から11日間で触媒交換作業を終了した。12日装置の運転を再開し、14日には反応塔入口エルボ部のフランジ等の増し締め作業（1回目・約200 ）を実施した。16日13時に装置の温度、圧力、流量が定常状態に達したため、反応器及び反応器と熱交換器間の接続配管の最終段階のボルト増し締め作業を17名の作業員で実施した。 発災した熱交換器に隣接する同機種の熱交換器の締付けトルク確認作業を終了し、発災した熱交換器の作業準備をしていたところ、検知孔から白い蒸気のようなものが噴出し、その直後15時52分ごろ熱交換器付近で爆発、火災が発生し、作業員9名が死亡、8名が負傷（1名は10日後に死亡）した。直ちに負傷者を収容すると共に自衛消防、市消防に通報し、装置を緊急停止した。火災は18時35分鎮火した。爆発による被害は隣接した他社工場までおよび、タンクヤードの潤滑油タ



減圧軽油水素化脱硫装置の運転再開中、熱交換器からガス漏洩・爆発・火災

		ンクおよびその配管類などに損傷を与え漏洩して潤滑油が燃え、火災を引き起こした。
	原因	この熱交換器はBLC型で通常のフランジ型シェル&チューブ熱交換器と異なり、高圧に耐えられる耐圧機構と漏洩を防ぐシール機構とが別になる非常に複雑な構造をしている。従って、部品の数も多く事故原因は微妙な要因が複雑に絡んだ結果となっている。原因は以下のように推定されている。 (1) 装置の昇温、降圧および開放の繰り返しによりガスケットリテーナーの直径が減少していたが、前回の開放検査時(1991年)に適切な補修を実施していなかったため、ガスケットリテーナーが熱交換器本体のガスケット溝角部に乗り上げやすい状態にあり、当該部分から水素ガスが漏洩した。 (2) インターナルフランジセットボルトの先端のつぶれが大きくなったため、ロックリングに過大な荷重がかかり、ロックリングの奥側において外径が減少するように変形していたが、開放検査時にロックリングの変形に対する影響を考慮し、ボルトを適切に交換していなかった。 (3) 更には、検知孔からのみでは水素ガスが抜ききれなくなり、チャンネルバレルのネジ山噛み合い高さが減少し、熱交換器の内圧によりネジ山噛み合い部が塑性変形し、ロックリング等が離脱・飛散した。

起回事象・進展事象

起回事象		熱交換器リテーナー変形、チャンネルバレルねじ変形など 【起回事象コード】静止機器の故障、機能喪失・低下
起回事象の要因	1	ガスケットリテーナー変形未修理 【要因コード】直接要因>保守・点検要因>保守・保全不良
	2	保守管理の難しい機器選定(推定) 【要因コード】直接要因>設計要因>機器・配管設計不良
	3	点検・補修・交換基準の情報不足(メーカーとの情報交換不足) 【要因コード】直接要因>情報要因>その他(テキスト入力)
	4	点検・補修・交換基準の情報不足 【要因コード】直接要因>調達・検収要因>メーカー施工管理不適切
進展事象・進展事象の要因	1	リテーナー変形による管側シール漏れ(検知孔からの漏れ) 【事象コード】漏洩・噴出
	2	内圧によるロックリング変形飛散し、チャンネルカバー脱落 【事象コード】静止機器の腐食・劣化・破損
	3	高圧、高温水素噴出



減圧軽油水素化脱硫装置の運転再開中、熱交換器からガス漏洩・爆発・火災

		【事象コード】漏洩・噴出
	4	爆発、発火 【事象コード】火災・爆発
	5	火災 【事象コード】火災・爆発
	6	破片の飛散による他社隣接工場のタンクなどの損傷、漏洩、火災（外部への災害の波及） 【事象コード】その他（テキスト入力）
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】 ホットボルトニング中	
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＞原料油供給・反応系	
起回事象に関連した機器	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】BLC型熱交換器	
発災装置・系統	1	重質油水素化脱硫・水素化分解装置＞原料油供給・反応系
発災機器	1	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】BLC型熱交換器
	2	静止機器＞タンク＞その他のタンク（テキスト入力） 【補足説明】他社隣接工場のタンク・配管など
	3	静止機器＞配管＞その他の配管（テキスト入力） 【補足説明】他社隣接工場のタンク・配管など
事故に関連したその他の機器		
運転条件	温度:395～340（シェル側）、265～325（チューブ側）圧力:7.03～6.91MPa（シェル側）、8.09～7.97MPa（チューブ側）	
主要流体	減圧軽油、水素	
材質	シェル：SA387GrDNT、チャンネルバレル：SA336F22NT、クラッド部	



減圧軽油水素化脱硫装置の運転再開中、熱交換器からガス漏洩・爆発・火災

: SUS347、管側チャンネルカバー : SA182F1、ロックリング : SA182F1

被害状況

被害状況（人的）	死者：10名 負傷者：7名
被害状況（物的）	製油所内の一部の設備・トラック等の破損、部品の飛散等によって隣接工場の設備・タンク破損、損害額：約24億円
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	作業中・作業後に気がつく 【補足説明】作業中
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】目視など

想定拡大と阻止

重大事故への拡大阻止策・処置	自衛消防、市消防の消火活動
想定重大事故	更なる火災・爆発

再発防止と教訓

再発防止対策	同型熱交換器（BLC型）を有する事業者への情報の提供。 当該熱交換器は特殊な構造をしているので、ガスケットリテーナーの交換など保守基準、保守計画を専門メーカーとの連携（点検・検査のポイント、部品の交換基準など）により見直す。 保守に関して専門メーカーとの役割分担を明確にする。 その他保安に関する各種マニュアルの見直し（高温、高圧の設備の増し締めなどの社員の立会い、ガス漏れ発生時の連絡・通報のマニュアルの作成など）。
教訓	高温、高圧装置の水素や軽油などを扱う装置の点検検査は細かい部品に至るまで交換・修理基準を作成しておく必要がある。 異常が発生したことを発見するための点検による管理から、設備劣化を先取りする計画的管理が必要である。



減圧軽油水素化脱硫装置の運転再開中、熱交換器からガス漏洩・爆発・火災

しばしば接点が疎かになり、そのための事故が多い。メーカーが絡む場合責任範囲を明確にする必要がある。

安全専門家のコメント

安全専門家のコメント

この熱交換器はBLC型で通常のフランジ型シェル&チューブ熱交換器と異なり非常に複雑な構造をしている。このような特殊な設備のメーカー側の設計思想、組立てのポイント、修理・交換基準、異常時の対処法などを技術的な根拠を基にユーザー側が理解して保守保安に対応することが重要である。

添付資料・参考文献・キーワード

参考資料（文献など）

- ・事故調査委員会、製油所事故調査委員会報告書、高圧ガス保安協会、1993年
- ・大島榮次、事故に学ぶ、災害の研究25、P.329-341、1994年

▶ 添付資料



[図 重油間接脱硫装置の概略フロー](#) (59 KB)

▶ キーワード(> 同義語)

- 🔑 熱交換器 > 熱交
- 🔑 円錐屋根タンク > コーンルーフタンク, CRT
- 🔑 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, ゴーフアイナー
- 🔑 原料油供給反応系
- 🔑 水素化分解装置 > ハイドロクラッキング
- 🔑 間接脱硫 > IDS, 間脱, MHC, 減圧軽油水素化脱硫, VGO-HDS
- 🔑 配管 > パイプ
- 🔑 シェル&チューブ熱交
- 🔑 タンク > 貯槽
- 🔑 直接脱硫 > 直脱, LR-HDS, DDS, 重油水素化脱硫, ARDS, RDS

▶ 関連情報