



アルキレーション装置硫酸貯蔵タンクの爆発火災

基本事項	
事例番号	00142
投稿日	2007/04/02
タイトル	アルキレーション装置硫酸貯蔵タンクの爆発火災
発生年月日	2001/07/17
発生時刻	13:20
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）	デラウェア州
プロセス	石油精製

事故事象		
事故事象	概要	2001年7月17日、硫酸貯蔵タンク（第393）屋根上の通路を修理作業中の溶接・溶断の火花が、使用済み硫酸の貯蔵タンクの引火性蒸気に引火、爆発し、タンク底板と側板が外れ硫酸が流出した。火災は1時間半続いた。 隣接するタンクの内容物も流出し、工場内及び構外の河川に達し、多くの魚や水中生物が被害を受けた。また、この爆発・火災により作業員1名が死亡、8名が負傷した。 【事故事象コード】火災・爆発
	経過	（1）第393タンクは1979年に未使用硫酸を貯蔵する目的で設計された4基のタンクの内の1基である。 （2）1994年、大規模な補修をした。 （3）1998、1999、2000年に漏れが発生し補修した。2001年5月に発見された漏れは補修されていない。事故発生時にはタンク屋根および側板に新たな穴が開いていたが報告されていなかった。 （4）1994年社内検査担当者の肉厚検査実施の提言に対して検査を延期、1999年、2000年および2001年の各検査報告書では一刻も早く内部検査を実施するよう提言があったが、会社は何の対策も講じなかった。 （5）2000年4月と10月、2001年4月、未使用酸から使用済み硫酸に変更、またはその逆の変更で3度タンクを空にしたが会社はタンクの在庫が無いことを理由に、当該タンクの内部検査を実施しなかった。 （6）2000年、米国環境保護庁（EPA）は18基のタンクの内部検査の必要がある



アルキレーション装置硫酸貯蔵タンクの爆発火災

	と指摘したが、予算削減を理由に当該タンクは2002年1月まで延期した。 (7) 運転員は危険度の高い引火性蒸気があることを理由に硫酸タンク通路での火気使用工事の実施を拒否し、2001年6月27日に危険を指摘する報告書を提出した。提出から事故当日まで3週間あった。会社は調査は実施したものの指摘の欠陥に対応せず、穴の周囲で高熱をとまなう作業を禁止するなどの対策をとらなかった。 (8) 2001年6～7月、会社は工事会社にタンク屋根上の通路の補修を指示した。工事会社作業員は数日間補修作業に従事し、通路の切り出し、新しい通路の溶接・溶断作業をした。 (9) 7月17日、作業の火花でタンクが爆発し、タンクの底板が外れ、1,000KLの使用済み硫酸が流出した。隣接する第396タンクの内容物も流出した。その他のタンクからの硫酸の流出はその後数週間続いた。推定では4,164KLの大量の使用済み硫酸が流出した。375KLの硫酸は河川に達し、多くの魚、水中生物が被害を受けた。通路で作業中の1名は重傷を負い(後に死亡)、8名の作業員が火傷、吐き気等を訴えた。 (10) タンクには二酸化炭素による不活性化システムが設置されており、高圧ゴムホースで隣接タンクから引き、タンク穴に差し込んだ仮設状態で1年以上使用していた。ホースは細く、長かったため十分な二酸化炭素が供給されなかった。
	原因 (1) 当該タンクは屋根および側板に穴が開き、局所的な腐食が発生しており、濃縮硫酸貯蔵には適さない状態であった。雨水と大気中の水分が腐食により生じた穴からタンクに流入し、硫酸濃度が薄くなるに従い腐食性を増していた。 (2) 使用済み硫酸は通常88～95%の酸と5%の水分を含んでいる。残りは炭化水素で酸化しやすい軽質炭化水素も含まれていた。酸素が十分存在すれば液体表面で爆発性混合気を形成する可能性がある。 (3) 爆発火災の原因は、溶接又は溶断作業中に発生した火花が、腐食開孔した第393タンクの気相に入ったか、もしくはタンクの穴から漏れ出ていた引火性の蒸気に作業中の火花が接触し発火してタンク内に引火し爆発した。

起回事象・進展事象		
起回事象		タンクの屋根板・側板が腐食 【起回事象コード】静止機器の腐食・劣化・破損
起回事象の要因	1	腐食進行を会社が放置（管理者の安全に対する認識不足） 【要因コード】間接要因＞管理・運営要因＞その他（テキスト入力）
	2	腐食に対する根本対策未実施 【要因コード】直接要因＞設計要因＞機器・配管設計不良
	3	腐食に対する根本対策未実施 【要因コード】直接要因＞情報要因＞プロセス特性・危険性の評価・検討不足



アルキレーション装置硫酸貯蔵タンクの爆発火災

進展事象・進展事象の要因	4	内部点検・検査の提言を無視し検査を未実施（管理者の安全に対する認識不足） 【要因コード】間接要因＞管理・運営要因＞その他（テキスト入力）										
	1	腐食した部分が開孔 【事象コード】静止機器の腐食・劣化・破損										
	2	タンクに爆発性混合気が存在 【事象コード】静止機器の故障、機能喪失・低下 要因一覧 <table><tr><td>No</td><td>要因(テキスト)</td><td>要因(コード)</td></tr><tr><td>1</td><td>二酸化炭素による不活性システムの不備</td><td>直接要因＞人的要因＞誤操作・不作為など</td></tr><tr><td>2</td><td>使用済み硫酸受入れ時の検討不十分</td><td>間接要因＞管理・運営要因＞変更管理制度の不備・不十分</td></tr></table>		No	要因(テキスト)	要因(コード)	1	二酸化炭素による不活性システムの不備	直接要因＞人的要因＞誤操作・不作為など	2	使用済み硫酸受入れ時の検討不十分	間接要因＞管理・運営要因＞変更管理制度の不備・不十分
	No	要因(テキスト)	要因(コード)									
	1	二酸化炭素による不活性システムの不備	直接要因＞人的要因＞誤操作・不作為など									
	2	使用済み硫酸受入れ時の検討不十分	間接要因＞管理・運営要因＞変更管理制度の不備・不十分									
	3	工事中の火気がタンク内又は漏洩ガスに引火 【事象コード】着火源の存在、発火 要因一覧 <table><tr><td>No</td><td>要因(テキスト)</td><td>要因(コード)</td></tr><tr><td>1</td><td>運転員は火気使用を拒否するも、会社が許可</td><td>間接要因＞組織要因＞意思決定体制の不備</td></tr></table>		No	要因(テキスト)	要因(コード)	1	運転員は火気使用を拒否するも、会社が許可	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	運転員は火気使用を拒否するも、会社が許可	間接要因＞組織要因＞意思決定体制の不備									
	4	爆発火災 【事象コード】火災・爆発										
5	タンクの底板と側板溶接部が破壊 【事象コード】静止機器の腐食・劣化・破損											
6	タンク内の硫酸一挙に流出し構内・外に拡散 【事象コード】環境影響											
事故発生時の運転・作業状況		定常運転中・ルーチン作業中 【補足説明】 運転中の保全工事										
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	アルキレーション装置＞その他（テキスト入力） 【補足説明】 《アルキレーション装置》硫酸タンク



アルキレーション装置硫酸貯蔵タンクの爆発火災

起因事象に関連した機器		静止機器＞タンク＞ドームルーフタンク 【補足説明】（タンク型式は参考資料写真より推定）容量41.5万ガロン（1,573KL）タンク
発災装置・系統	1	アルキレーション装置＞その他（テキスト入力） 【補足説明】《アルキレーション装置》硫酸タンク
発災機器	1	静止機器＞タンク＞ドームルーフタンク 【補足説明】（タンク型式は参考資料写真より推定）容量41.5万ガロン（1,573KL）タンク
事故に関連したその他の機器		
運転条件		大気圧
主要流体		使用済み硫酸（通常88～95%の酸、5%の水分、残りは炭化水素）
材質		カーボンスチール製

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）	タンク1基破壊他
被害状況（環境）	375KLの硫酸が河川に達し、多くの魚や水中生物に被害
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
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

想定拡大と阻止	
重大事故への拡大阻止策・処置	周囲の堤防による硫酸の拡大の阻止
想定重大事故	（硫酸の流出拡大方向が悪いと）火傷・怪我・急性暴露など人身傷害



アルキレーション装置硫酸貯蔵タンクの爆発火災

再発防止と教訓

再発防止対策

(提言内容)

機械保全にかかる意志決定の説明責任を明確化する制度の実施

- ・設計妥当性の分析を目的とした専門家による検査報告書のレビュー
- ・時機を得た機器の修理計画制度の確立

引火性物質を貯蔵、もしくは貯蔵する可能性のある既存タンクの設計について、少なくとも以下の点を見直す。

- ・不活性化システムの設置場所、能力
- ・緊急排気システム設置の有無

タンク機材や運転条件の変更にも変更管理を適用する。

- ・タンクの使用目的、内容物、付帯設備

製油所内の火気使用工事計画の見直し。

製油所の不安全状況報告制度に以下の内容を含める。

- ・問題解決権限をもつ責任者の任命
- ・問題が迅速に解決できなかった場合に上層部の注意を喚起するメカニズムの確立
- ・潜在的な危険を関係者全員に確実に伝達する方策

教訓

安全専門家のコメント

安全専門家のコメント

十分なタンク内圧を逃がすための通気管がない場合は、屋根の一部を弱くしてタンク内で爆発が起きた場合でも安全に放爆できる構造にする。これにより側板と底板接合部が破損するような致命的な破壊事故から免れる。1994年10月9日の油槽所の火災で、軽油タンクの屋根が飛んで、側板と底板接合部が破壊せず内容物の急激な流出を免れた例がある。

検査担当者の度重なるタンク内部検査実施の提言、運転員のタンク近辺での火気使用工事の拒否などを会社が聞き入れなかったことで事故が発生した。現場の事実・声から目をそらしては安全は確保できない。参考文献では根本原因として会社に次のことを指摘している。

- (1) 会社には、硫酸貯蔵タンクの劣化による危険を防止するための、適切な機械保全管理システムがなかった。
- (2) 会社の工事管理および変更管理システムは適切に処理できなかった。
- (3) 会社の火気使用工事計画は不適切であった。

添付資料・参考文献・キーワード

参考資料（文献など）

- ・ U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board (CSB), Investigation



アルキレーション装置硫酸貯蔵タンクの爆発火災

Report - Refinery Incident -, No. 2001-05-I-DE, 2002
(http://www.chemsafety.gov/index.cfm?folder=completed_investigations&page=info&INV_ID=1)

▶ 添付資料

▶ キーワード(>同義語)

- 🔑 丸屋根タンク>ドームルーフタンク,DRT
- 🔑 タンク>貯槽
- 🔑 アルキレーション装置>ALK,ALKY

▶ 関連情報



<http://www.chemsafety.gov> Investigation Report - Refinery Incident -, No. 2001-05-I-DE, 2002