



廃水処理施設のタンク屋根が吹き飛び

基本事項	
事例番号	00178
投稿日	2007/04/02
タイトル	廃水処理施設のタンク屋根が吹き飛び
発生日	1993/03/31
発生時刻	21:45
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
プロセス	石油精製

事故事象		
事故事象	概要	1993年3月31日、廃水処理施設の廃棄生物貯蔵タンクの可燃性ガスが着火爆発し、タンクの屋根が胴体から外れて、約61m先へ飛ばされた。けが人および火災はなく、被害はタンクと周辺電気機器に留まった。 【事故事象コード】火災・爆発
	経過	(1) 廃水処理施設 ・APIセパレータ、気泡浮上分離装置、バイオ処理装置、バイオソリッド濃縮装置、廃棄生物貯蔵タンク（円錐屋根付き中間貯蔵タンク）で構成されている。 ・廃棄生物貯蔵タンクにはバイオソリッド濃縮装置と気泡浮上分離装置から排出する廃棄生物を貯蔵する。 ・容量は159KL、直径6m、高さ6m、底と側面は二重構造、タンクベントは直径4B、長さ7.6mのラインで0.2m ³ の活性炭吸着器（ベント）に接続され、また、API標準2000に適合したサイズの加圧/真空ベントが設けられていた。 (2) 経過 ・事故発生の数ヶ月前、APIセパレータ、気泡浮上分離装置、バイオソリッド濃縮装置に密封カバーとウォータースクラバーを導入する計画が進められ、事故までにはほぼ完了した。これらは、2年前に導入された活性炭吸着器に加えて設置された。 ・上部開放型の気泡浮上分離装置およびバイオソリッド濃縮装置では、少量の揮発性炭化水素は廃水中に留まらず、気化する傾向がある。気泡浮上分離装置とバイオソリッド濃縮装置はカバーされ、さらに事故の約2週間前にウォータースクラ



廃水処理施設のタンク屋根が吹き飛び

	<p>バーが当該機器ベント上に取り付けられた。カバーとベントスクラバーは、炭化水素の放出を抑える目的で導入された。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・その結果、機器の気相部と気泡浮上分離装置フロート中により多くの揮発性炭化水素が滞留するようになった。気泡浮上分離装置フロート中の物質に通常見られる揮発性の変動とあいまって、中間貯蔵タンク気相部に可燃性混合物を蓄積させる結果となった。 ・事故当日11時、従来通り新しい活性炭をベント吸着ドラムに投入した。18時、気泡浮上分離装置移送2回分がタンクに送られると、半分ほど充填されたタンクから蒸気（推定では炭化水素量1～2%）が、ゆっくりとした速度で、活性炭吸着器に流入し始めた。 ・21時45分、爆発音とともにタンクの屋根が吹き飛ばされた。火災は発生しなかった。
原因	<p>(1) タンク屋根は、内部圧力の上昇により吹き飛ばされた。当該タンクには空気、スチーム、窒素などのガスは接続されていなかった。また、加圧/真空ベントも正常であった。</p> <p>(2) 内部圧力上昇の原因</p> <ul style="list-style-type: none"> ・タンク気相部の炭化水素の可燃性ガスが、18時にゆっくりと新しい活性炭ベッドに流入し始めた。吸気口付近に存在した少量の活性炭に炭化水素が吸着されるに従って、吸着熱により活性炭の温度を上昇（177℃）させた。 ・吸着された炭化水素のゆるやかな酸化によって発生する酸化熱と活性炭の断熱機能が相まって、吸気口付近に「ホットスポット」が発生し、活性炭の酸化が自律的となる316℃を超えた。 ・続く3～4時間の間に活性炭温度は427℃以上となり発火した。これが活性炭吸着器への吸気口で蒸気に着火し、炎がベント配管を通じてタンクに伝わり、21時45分タンク気相部に着火した。 ・燃烧生成物が加圧/真空ベントの設計能力をはるかに上回り、タンク内の圧力が上昇した。タンクの屋根は側板から外れて吹き飛ばされ、61m離れたところに落下した。

起回事象・進展事象					
起回事象	活性炭の発火 【起回事象コード】 プロセス状態の変動・異常				
起回事象の要因	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="370 1682 459 1778">1</td> <td data-bbox="459 1682 1461 1778"> 吸着された炭化水素の酸化熱と活性炭の断熱機能によりホットスポットが発生 【要因コード】 直接要因>情報要因>物質特性・危険性の評価・検討不足 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="370 1778 459 1926">2</td> <td data-bbox="459 1778 1461 1926"> タンク気相部の可燃性炭化水素蒸気が活性炭に吸着され、吸着熱により活性炭の温度が上昇 【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 </td> </tr> </table>	1	吸着された炭化水素の酸化熱と活性炭の断熱機能によりホットスポットが発生 【要因コード】 直接要因>情報要因>物質特性・危険性の評価・検討不足	2	タンク気相部の可燃性炭化水素蒸気が活性炭に吸着され、吸着熱により活性炭の温度が上昇 【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
1	吸着された炭化水素の酸化熱と活性炭の断熱機能によりホットスポットが発生 【要因コード】 直接要因>情報要因>物質特性・危険性の評価・検討不足				
2	タンク気相部の可燃性炭化水素蒸気が活性炭に吸着され、吸着熱により活性炭の温度が上昇 【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				



廃水処理施設のタンク屋根が吹き飛び

進展事象・進展事象の要因	1	タンク内の可燃性ガスに着火 【事象コード】火災・爆発
	2	タンク内圧上昇 【事象コード】プロセス状態の変動・異常
	3	屋根吹き飛び 【事象コード】静止機器の腐食・劣化・破損
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		環境関連設備 > 水処理設備系 【補足説明】廃水処理施設
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】活性炭吸着器
発災装置・系統	1	環境関連設備 > 水処理設備系 【補足説明】廃水処理施設
発災機器	1	静止機器 > 槽 > 槽 【補足説明】コーンルーフタンク（廃棄生物貯槽）
事故に関連したその他の機器		
運転条件		
主要流体		製油所排水、気相部に1～2%炭化水素
材質		

被害状況	
被害状況（人的）	死者：なし 負傷者：なし
被害状況（物的）	タンク屋根破損、電気機器損傷
被害状況（環境）	



廃水処理施設のタンク屋根が吹き飛び

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	五感（異音、異臭、振動、目視など） 【補足説明】異音

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 タンク屋根吹き飛びによる近隣装置破損

再発防止と教訓

再発防止対策

炭化水素が流入する前に、活性炭を水または蒸気により不活性化させ、吸着熱の発生を抑制する。
火災防止装置を活性炭吸着器への吸気口に設置。
活性炭吸着器から機器気相部への逆流防止のため逆流防止装置を設置する、もしくは活性炭吸着器の吸気口に短い低融点配管を設ける。
発火点が427 以上の石炭ベースの活性炭を使用する。

教訓

吸着熱はよく知られた現象であるのに対し、これに続くゆるやかな酸化についてはあまり知られていない。一部の文献では、活性炭は特定の炭化水素の吸着によっては発火しないとされているが、このデータを導き出すのに使われた実験方法は、酸化が発生するのに十分な時間をおかなかった可能性がある。
常圧貯蔵タンクでは、環境変化により気相部の可燃性蒸気量が増加する可能性がある、また活性炭が発火源となりうる。

安全専門家のコメント

安全専門家のコメント

当該事例のように知らない領域の事故が発生することがある。事故が発生し原因を調査すると、教訓にある「炭化水素の吸着によって発火はしないとされていたが、実験方法はゆっくりとした酸化が発生するのに十分な時間をおかなかった可能性がある」とある。
組織がもつ知識には限界がある。一方企業の進歩発展のためには新技術を活用する必要がある。そしていつどのようなときも安全確保は必須である。そのよう



廃水処理施設のタンク屋根が吹き飛び

なとき組織としてどのような取り組みをすればよいか、次のことが原則、

- (1) 事故事例の調査・分析をして新技術のリスクを研究する。
- (2) 物性の危険性を実験によって究明する。
- (3) 不確実な領域が残れば、安全を確保するために設備によるフェイルセーフ、フルプルーフを取り入れる。

添付資料・参考文献・キーワード

参考資料（文献など）

・ R. E. Sherman, et al., Carbon-initiated effluent tank overpressure incident, AIChE Loss Prevention Symposium, 1995

▶ 添付資料

▶ キーワード(>同義語)

- 🔑 水処理設備系
- 🔑 環境関連設備 > 環境関連装置
- 🔑 槽 > ドラム, 受槽, ベッセル
- 🔑 反応器 > 反応塔, リアクター

▶ 関連情報