



フレアライン低温脆化割れによる爆発・火災

基本事項	
事例番号	00272
投稿日	2009/03/18
タイトル	フレアライン低温脆化割れによる爆発・火災
発生年月日	2002/01/05
発生時刻	
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）	
プロセス	石油化学・化学

事故事象	
事故事象	<p>概要</p> <p>エチレンプラントのコールドフレアで、エチレン塔のトラブルによるオフスペックエチレンをフレア処理したところ、低温による配管部の脆性破壊が起こり、炭化水素ガスが漏洩・着火し、爆発・火災に至った。重合物による汚れで熱交換機能（加温機能）低下、計測機器の不備、設計時における配管材料の選定ミスなどの起因事象が重なり、コールドフレアでの加熱が不十分なために、下流の炭素鋼配管が低温になり脆性破壊した。被災者などの実害は報告されていない。 【事故事象コード】火災・爆発</p> <p>経過</p> <p>コールドフレア系で、ドラムや配管の内部の汚れで、蒸発器及び発熱器が機能不全となっていた。 コールドフレアドラムでオフスペックの液化エチレンをフレア処理。 低温状態のままのエチレンをコールドフレアドラム上部配管へ供給。 上部配管が低温による脆性破壊を起こし、炭化水素ガスが漏洩、何らかの着火源により発火。</p> <p>原因</p> <p>1. 漏洩原因： 炭素鋼フレアラインの低温脆性破壊 脆性破壊要因</p> <ul style="list-style-type: none">・コールドフレア蒸発器及び発熱器が汚れによる機能不全となっていた・配管を低温脆性に弱い炭素鋼で設計・施工。・計測機器の故障により、オフスペックの原料供給を検知できず。熱電対等の計



フレアライン低温脆化割れによる爆発・火災

	測可能範囲が狭く低温状態を検知できず。 ・低温工程に対する安全配慮意識が不十分。 2. 着火原因： 不明。
--	--

起回事象・進展事象																												
起回事象	オフスペック液化エチレンのフレア処理 【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 style="width: 5%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 90%;">エチレン塔のアセチレン混入 【要因コード】 直接要因>人的要因>作業確認不足・ミス</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td>アセチレン反応器の運転不良 【要因コード】 直接要因>人的要因>作業確認不足・ミス</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> <td>アセチレン反応器の分析器不良 【要因コード】 直接要因>保守・点検要因>保守・保全不良</td> </tr> </table>	1		エチレン塔のアセチレン混入 【要因コード】 直接要因>人的要因>作業確認不足・ミス	2		アセチレン反応器の運転不良 【要因コード】 直接要因>人的要因>作業確認不足・ミス	3		アセチレン反応器の分析器不良 【要因コード】 直接要因>保守・点検要因>保守・保全不良																		
1		エチレン塔のアセチレン混入 【要因コード】 直接要因>人的要因>作業確認不足・ミス																										
2		アセチレン反応器の運転不良 【要因コード】 直接要因>人的要因>作業確認不足・ミス																										
3		アセチレン反応器の分析器不良 【要因コード】 直接要因>保守・点検要因>保守・保全不良																										
進展事象・進展事象の要因	<table border="1"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 90%;"> コールドフレアドラムの加温不良 【事象コード】 静止機器の故障、機能喪失・低下 要因一覧 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #f8d7da;"> <th style="width: 5%;">No</th> <th style="width: 60%;">要因(テキスト)</th> <th style="width: 35%;">要因(コード)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>熱交の汚れ</td> <td>直接要因>保守・点検要因>保守・保全不良</td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td> コールドフレアドラム上部炭素鋼配管に冷ガス供給 【事象コード】 計装機器の故障・機能低下・破損・劣化 要因一覧 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #f8d7da;"> <th style="width: 5%;">No</th> <th style="width: 60%;">要因(テキスト)</th> <th style="width: 35%;">要因(コード)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>熱伝対の低温破損</td> <td>直接要因>設計要因>電気・計装設計不良</td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> <td> 炭素鋼配管の低温脆性破壊 【事象コード】 静止機器の腐食・劣化・破損 要因一覧 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #f8d7da;"> <th style="width: 5%;">No</th> <th style="width: 60%;">要因(テキスト)</th> <th style="width: 35%;">要因(コード)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>低温脆性材料の使用</td> <td>直接要因>情報要因>物質特性・危険性の評価・検討不足</td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> </table>	1		コールドフレアドラムの加温不良 【事象コード】 静止機器の故障、機能喪失・低下 要因一覧 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #f8d7da;"> <th style="width: 5%;">No</th> <th style="width: 60%;">要因(テキスト)</th> <th style="width: 35%;">要因(コード)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>熱交の汚れ</td> <td>直接要因>保守・点検要因>保守・保全不良</td> </tr> </tbody> </table>	No	要因(テキスト)	要因(コード)	1	熱交の汚れ	直接要因>保守・点検要因>保守・保全不良	2		コールドフレアドラム上部炭素鋼配管に冷ガス供給 【事象コード】 計装機器の故障・機能低下・破損・劣化 要因一覧 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #f8d7da;"> <th style="width: 5%;">No</th> <th style="width: 60%;">要因(テキスト)</th> <th style="width: 35%;">要因(コード)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>熱伝対の低温破損</td> <td>直接要因>設計要因>電気・計装設計不良</td> </tr> </tbody> </table>	No	要因(テキスト)	要因(コード)	1	熱伝対の低温破損	直接要因>設計要因>電気・計装設計不良	3		炭素鋼配管の低温脆性破壊 【事象コード】 静止機器の腐食・劣化・破損 要因一覧 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #f8d7da;"> <th style="width: 5%;">No</th> <th style="width: 60%;">要因(テキスト)</th> <th style="width: 35%;">要因(コード)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>低温脆性材料の使用</td> <td>直接要因>情報要因>物質特性・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	低温脆性材料の使用	直接要因>情報要因>物質特性・危険性の評価・検討不足
1		コールドフレアドラムの加温不良 【事象コード】 静止機器の故障、機能喪失・低下 要因一覧 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #f8d7da;"> <th style="width: 5%;">No</th> <th style="width: 60%;">要因(テキスト)</th> <th style="width: 35%;">要因(コード)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>熱交の汚れ</td> <td>直接要因>保守・点検要因>保守・保全不良</td> </tr> </tbody> </table>	No	要因(テキスト)	要因(コード)	1	熱交の汚れ	直接要因>保守・点検要因>保守・保全不良																				
No	要因(テキスト)	要因(コード)																										
1	熱交の汚れ	直接要因>保守・点検要因>保守・保全不良																										
2		コールドフレアドラム上部炭素鋼配管に冷ガス供給 【事象コード】 計装機器の故障・機能低下・破損・劣化 要因一覧 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #f8d7da;"> <th style="width: 5%;">No</th> <th style="width: 60%;">要因(テキスト)</th> <th style="width: 35%;">要因(コード)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>熱伝対の低温破損</td> <td>直接要因>設計要因>電気・計装設計不良</td> </tr> </tbody> </table>	No	要因(テキスト)	要因(コード)	1	熱伝対の低温破損	直接要因>設計要因>電気・計装設計不良																				
No	要因(テキスト)	要因(コード)																										
1	熱伝対の低温破損	直接要因>設計要因>電気・計装設計不良																										
3		炭素鋼配管の低温脆性破壊 【事象コード】 静止機器の腐食・劣化・破損 要因一覧 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #f8d7da;"> <th style="width: 5%;">No</th> <th style="width: 60%;">要因(テキスト)</th> <th style="width: 35%;">要因(コード)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>低温脆性材料の使用</td> <td>直接要因>情報要因>物質特性・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	低温脆性材料の使用	直接要因>情報要因>物質特性・危険性の評価・検討不足																				
No	要因(テキスト)	要因(コード)																										
1	低温脆性材料の使用	直接要因>情報要因>物質特性・危険性の評価・検討不足																										



フレアライン低温脆化割れによる爆発・火災

	4	フレアガス噴出 【事象コード】漏洩・噴出
	5	爆発火災 【事象コード】火災・爆発
	6	消火作業で、1週間後に鎮火 【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	トラブル発生時の運転対応中	
起因事象に関係した人の現場経験年数		

装置・系統・機器		
起因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》系統(コールドフレア)	
起因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】アセチレン水添塔	
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》系統(コールドフレア)
発災機器	1	静止機器＞配管＞配管本体 【補足説明】フレア配管
事故に関連したその他の機器	1	静止機器＞熱交換器（ヒーター、コンデンサー含む）＞その他の熱交換器（テキスト入力） 【補足説明】コールドフレアの加熱器
運転条件		
主要流体	液化エチレンおよびガスエチレン	
材質	炭素鋼	

被害状況	
被害状況（人的）	死者： 負傷者：
被害状況（物的）	フレア配管損傷
被害状況（環境）	



フレアライン低温脆化割れによる爆発・火災

被害状況（住民）

検出・発見

事故の検出・発見時期	1	運転中・日常の点検・検査で検出・発見
事故の検出・発見方法	1	五感（異音、異臭、振動、目視など）

想定拡大と阻止

重大事故への拡大阻止策・処置	消火活動
想定重大事故	

再発防止と教訓

再発防止対策	<p>1．設備改善</p> <p>（1）コールドフレアに対して コールドフレアドラムなど低温状態に触れる可能性のあるフレアライン部の配管を、炭素鋼から低温脆性に強いステンレス鋼へと置き換え。 低温状態を検知可能な計測機器の設置。 コールドフレアドラムへ重油排出ラインを設置。</p> <p>（2）水平展開 上下で材料の違う脱メタン塔のステンレス鋼へのアップグレード：2003T/A中 脱メタン塔リボイラー配管のキルド鋼からステンレス鋼へのアップグレード：2003T/A中 エチレン塔ボトム配管のキルド鋼からステンレス鋼へのアップグレード：2003T/A中</p> <p>2．マニュアル等改善 低温工程の安全確保に向けた、教育・訓練の強化。</p>
教訓	<p>コールドフレア系の汚れは適宜清掃する必要がある。 エチレン製造装置にとって、低温安全は、残された重要課題である。</p>

安全専門家のコメント

安全専門家のコメント	材料変化のある系の運転管理で、大事故が多発する傾向がある。考慮すべきこと
------------	--------------------------------------



フレアライン低温脆化割れによる爆発・火災

は、次の順である。

第一：本質的に運転ミスが起こらないよう極力設計上の本質安全対策を行うこと。この事例の場合は、低温脆性を起こす炭素鋼からステンレス鋼への材料変更である。

第二：設計上の本質安全対策が難しい場合は、運転・保全・教育を徹底することである。この事例の場合は、材料変化のあるところの検知計器の増強と運転・保全・管理部門の連携による常時、気を抜かない体制を築くことである。

この事例のほか、常温で保有されているメタン、エタン、プロパンなどの軽質炭化水素の液化ガスを大気圧下に放出すると、放出された液化ガスはフラッシュ気化により大気圧における沸点まで瞬時に温度が降下し、低温脆性により破壊する可能性があるため、材料選定にあたっては注意が必要である。

添付資料・参考文献・キーワード

参考資料（文献など） AICHE2004NationalMeeting 2002年米 エチレンプラント事故

▶ 添付資料

▶ キーワード(>同義語)

- 🔑 汚れ > ファウリング
- 🔑 熱交換器 > 熱交
- 🔑 フレア > フレアー
- 🔑 低温脆性
- 🔑 コールドフレア
- 🔑 反応器 > 反応塔,リアクター
- 🔑 配管 > パイプ

▶ 関連情報