



流動接触分解装置のCOボイラー停止による再生塔からの可燃性ガス流入による爆発破損

基本事項	
事例番号	00006
投稿日	2007/04/02
タイトル	流動接触分解装置のCOボイラー停止による再生塔からの可燃性ガス流入による爆発破損
発生年月日	2000/07/12
発生時刻	19:58
気象条件	天候：曇り 気温：28 湿度：66%
発生場所（国名）	日本
発生場所（都道府県、州、都市など）	大阪府
プロセス	石油精製

事故事象		
事故事象	概要	<p>2000年7月12日、流動接触分解装置（FCC）の下流にあるCOボイラーが定常運転中機器故障のため緊急停止し、蒸気不足対応でFCC装置を停止した。約2分後に可燃性ガスにより爆発が起これ、COボイラー本体およびダクトの一部が破損した。直ちに全精製装置を逐次停止すると共に自衛消防、市消防など関係部署に連絡し、待機体制を整えた。</p> <p>【事故事象コード】機器・装置の破損</p>
	経過	<p>19時36分、COボイラーの排ガス誘引通風機に駆動用タービンの動翼損傷による振動が発生し、オーバースピード防止装置のトリップ機能が働き停止した。通常はこのようなトラブルの場合、排気はその他の煙突へ導くためダンパーが自動制御により開くが、今回はダンパーが瞬時に作動しなかったため、炉内圧が設計値を越えて上昇し、同ボイラーは19時37分緊急停止の制御が働いて自動停止した。ボイラ停止に伴い所内の蒸気が不足したこと、及び同ボイラー排ガス処理設備で処理していたFCC再生塔排ガスが未処理状態になることによる環境汚染を防止するため19時56分FCCを停止した。</p> <p>その後19時58分に同ボイラー炉壁及び出口煙道伸縮継手の一部と内部の炭素鋼製水管が破裂した。COボイラーの給水系は1号並びに2号ボイラーと共有しているので、この事故により両ボイラーへの給水圧力も低下したためこれらも停止し、この結果、所内蒸気供給能力が一段と低下したのでFCCのみならず全精製装置</p>



流動接触分解装置のCOボイラー停止による再生塔からの可燃性ガス流入による爆発破損

		を20時7分から逐次停止することになった。なお、COボイラー破裂による負傷者、出火並びに可燃物漏洩はなかった。
原因		<p>事故原因はFCC停止マニュアルの記載不備により再生塔へのブロワー（エア）を先行停止したため、未燃焼の可燃性ガスがボイラー内に導かれ、COボイラーの出口煙道にある酸素濃度計が着火源となり爆発したものと推定された。</p> <p>(1) COボイラー破裂の原因は、以下に述べる異常反応によりFCC再生塔内で可燃性ガスが発生し、これがCOボイラーの火炉に送られて異常燃焼（爆発）を起したものである。</p> <p>(2) 再生塔内に可燃性物質が存在した理由は、再生塔圧力が反応系より低くなり、かつ再生塔から反応系へ再生触媒を送るスライドバルブの閉止まで28秒を要したことから、このスライドバルブを通して反応系に残っていた炭化水素が再生塔に逆流したためである。</p> <p>(3) 可燃性ガスの生成理由は再生塔への再生空気供給がほぼ瞬時に絶たれ、少量の空気で再生塔内の可燃性物質が完全燃焼しきれず、COガスが発生した。また、RGスライドバルブを逆流して再生塔に流入した炭化水素は触媒に触れて軽質炭化水素に分解された。加えて、パージ用スチームの存在する再生塔でCOとH₂Oを主体にした水生ガス反応が進み、結果として生成した可燃性ガスはCO、H₂、CH₄他の軽質炭化水素である。このうち特に水性ガス反応により生成したH₂が爆発混合気の形成に寄与したものと考える。</p> <p>(4) COボイラーにおける爆発混合気の形成は再生塔から流入した可燃性ガス量、COボイラー内空気量から計算すると可燃性ガス濃度は21.6%となり爆発下限界4.4%をはるかに越えている。</p> <p>(5) 着火源は衝撃火花、静電気の可能性は考えられず、残る着火源はCOボイラー炉壁（推定500℃）、炉床に堆積した触媒（推定500℃）であるが、排ガスの発火温度は可燃性ガスの成分からみて600℃程度であることから着火源の可能性は否定できないが、酸素濃度計の設置される前に同様の緊急停止を行なっても問題なかったことから酸素濃度計が着火源の可能性が高い。</p>

起回事象・進展事象		
起回事象		駆動用タービンの動翼損傷 【起回事象コード】 動機器の停止・機能低下・破損
起回事象の要因	1	非常用装置の不具合 【要因コード】 直接要因>保守・点検要因>点検・検査不良
進展事象・進展事象の要因	1	タービンオーバースピードトリップ 【事象コード】 動機器の停止・機能低下・破損
	2	ダンパー作動不良



流動接触分解装置のCOボイラー停止による再生塔からの可燃性ガス流入による爆発破損

	<p>【事象コード】静止機器の故障、機能喪失・低下</p> <p>要因一覧</p> <table border="1"> <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>煙道切り替えのダンパーが瞬時に作動せず</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	煙道切り替えのダンパーが瞬時に作動せず	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	煙道切り替えのダンパーが瞬時に作動せず	直接要因>保守・点検要因>保守・保全不良								
3	<p>炉内圧力上昇</p> <p>【事象コード】プロセス状態の変動・異常</p>									
4	<p>COボイラー自動停止（動機器の自動停止）</p> <p>【事象コード】その他（テキスト入力）</p>									
5	<p>環境汚染防止のためFCC再生塔へのブロー停止（動機器の緊急停止）</p> <p>【事象コード】その他（テキスト入力）</p>									
6	<p>RGスライドバルブ作動遅れにより反応系に残っていた炭化水素が再生塔に逆流</p> <p>【事象コード】プロセス状態の変動・異常</p> <p>要因一覧</p> <table border="1"> <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>RGスライドバルブの作動遅れ</td> <td>直接要因>保守・点検要因>保守・保全不良</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>FCC停止マニュアルの記載不備により再生塔へのブローを先行停止</td> <td>間接要因>管理・運営要因>作業の基準・マニュアル類の不備・不十分</td> </tr> </tbody> </table>	No	要因(テキスト)	要因(コード)	1	RGスライドバルブの作動遅れ	直接要因>保守・点検要因>保守・保全不良	2	FCC停止マニュアルの記載不備により再生塔へのブローを先行停止	間接要因>管理・運営要因>作業の基準・マニュアル類の不備・不十分
No	要因(テキスト)	要因(コード)								
1	RGスライドバルブの作動遅れ	直接要因>保守・点検要因>保守・保全不良								
2	FCC停止マニュアルの記載不備により再生塔へのブローを先行停止	間接要因>管理・運営要因>作業の基準・マニュアル類の不備・不十分								
7	<p>異常反応が起こり再生塔内に可燃性ガス発生</p> <p>【事象コード】プロセス状態の変動・異常</p> <p>要因一覧</p> <table border="1"> <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>異常反応発生</td> <td>直接要因>物質要因>危険物質・不純物の生成・蓄積</td> </tr> </tbody> </table>	No	要因(テキスト)	要因(コード)	1	異常反応発生	直接要因>物質要因>危険物質・不純物の生成・蓄積			
No	要因(テキスト)	要因(コード)								
1	異常反応発生	直接要因>物質要因>危険物質・不純物の生成・蓄積								
8	<p>FCC再生塔から可燃性ガスがボイラーへ流入</p> <p>【事象コード】プロセス状態の変動・異常</p>									
9	<p>可燃性ガスに着火</p> <p>【事象コード】着火源の存在、発火</p> <p>要因一覧</p> <table border="1"> <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>酸素濃度計が着火源（推定）</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	酸素濃度計が着火源（推定）	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	酸素濃度計が着火源（推定）	直接要因>設計要因>電気・計装設計不良								



流動接触分解装置のCOボイラー停止による再生塔からの可燃性ガス流入による爆発破損

	10	COボイラー爆発 【事象コード】火災・爆発
事故発生時の運転・作業状況		定常運転中・ルーチン作業中
起因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		
起因事象に関連した装置・系統		流動接触分解装置>その他(テキスト入力) 【補足説明】《流動接触分解装置》COボイラー
起因事象に関連した機器		動機器>タービン>タービン 【補足説明】タービン動翼、誘引通風機
発災装置・系統	1	流動接触分解装置>その他(テキスト入力) 【補足説明】《流動接触分解装置》COボイラー
発災機器	1	動機器>その他の動機器>その他の動機器(テキスト入力) 【補足説明】FCC・その他(COボイラー)
事故に関連したその他の機器	1	静止機器>塔(蒸留塔、精留塔など)>再生塔 【補足説明】再生塔
	2	動機器>ファン&ブロワー>ファン&ブロワー 【補足説明】エアブロワー
	3	静止機器>弁>その他の弁(テキスト入力) 【補足説明】RGスライドバルブ
運転条件		温度:800 (ボイラー内) 常圧(ボイラー内)、蒸気圧力7.644MPa
主要流体		燃料ガス、FCC排ガス
材質		外装:鋼板、耐火材、水管

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)	ボイラー炉壁、水管の一部破裂、損害額:約3,200万円
被害状況(環境)	



流動接触分解装置のCOボイラー停止による再生塔からの可燃性ガス流入による爆発破損

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	プロセス計器・ガス検知器など

想定拡大と阻止

重大事故への拡大阻止策・処置	COボイラー緊急停止機能が働いて自動停止
想定重大事故	火災・爆発

再発防止と教訓

再発防止対策	<p>FCC緊急停止の際もエアプロアーの運転を極力継続し、再生塔内を酸素不足の状態にしない。</p> <p>エアプロアーを停止しなければならない状況下では、スチームを再生塔に注入しないようにし、水性ガス反応による水素の生成を防ぐ。</p> <p>万一、可燃性ガスが再生塔に生成しても、COボイラーの運転は継続するようにし、可燃性ガスが爆発的燃焼を起こさないようにする。</p> <p>今回の着火源となったジルコニア式酸素濃度計を撤去し、旧来の磁気式酸素濃度計を使用する。</p>
教訓	<p>RGスライドバルブの作動遅れ。</p> <p>FCCへの空気流入停止（不完全燃焼でのCO発生、水蒸気による水性ガス反応によるH₂の発生）。</p>

安全専門家のコメント

安全専門家のコメント	煙道切り替えのダンパーが瞬時に作動しなかったことによりボイラー炉内圧が上がり今回の事故となったが、このような非常用の装置は定期的に作動確認をしておく必要がある。
------------	--

添付資料・参考文献・キーワード

参考資料（文献など）	・消防庁、流動接触分解装置内COボイラー爆発火災、危険物に係る事故事例 - 平
------------	---



流動接触分解装置のCOボイラー停止による再生塔からの可燃性ガス流入による爆発破損

成12年、P.98-99

▶ 添付資料



[図1 COボイラー廻りのフロー](#) (55 KB)



[図2 流動接触分解装置（反応塔・再生塔系概略図）](#) (50 KB)

▶ キーワード(>同義語)



塔 > タワー



タービン



ファン



ブロワー > 送風機



再生塔 > リジェネレーター

▶ 関連情報