



接触水添脱硫装置の気密試験中の反応塔破裂

基本事項	
事例番号	00018
投稿日	2007/04/02
タイトル	接触水添脱硫装置の気密試験中の反応塔破裂
発生年月日	1980/04/01
発生時刻	23:55
気象条件	天候：晴れ 気温：7 湿度：
発生場所（国名）	日本
発生場所（都道府県、州、都市など）	山口県
プロセス	石油精製

事故事象		
事故事象	概要	1980年4月1日、灯軽油接触水添脱硫装置の定期修理を終了し保安検査を受ける準備として窒素ガスによる気密試験を実施していたところ、反応塔が破裂し本体は塔内充てん物とともに飛散し、反応塔周辺設備や事業所外の民家に被害を生じた。幸い火災や人災事故はなかった。 【事故事象コード】機器・装置の破損
	経過	当該反応塔は内張り材にフェライト系ステンレス鋼SUS405のクラッド鋼である。反応塔は定期修理を実施し、他の設備と縁切り、保安検査を受ける準備として窒素ガスによる気密試験を実施していた。内圧が55kg/cm ² （設計圧力65kg/cm ² ）に至った時点で破裂した。 本体は44個以上の破片（重量2～4,650kg）となって塔内充てん物とともに半径115mの範囲に飛散し、周辺設備や半径650m以内の民家95件に窓ガラス・建具の折損などの被害が発生した。
	原因	事故調査委員会を設置して原因調査を行った結果、製作時における溶接補修の欠陥により発生した亀裂が反応塔使用中に成長し、気密試験中の内圧と残留応力によって脆性破壊を生じたものと推定される。 事故原因は材料、異種金属の溶接などが複雑に絡んでいる。反応塔に残存した可燃性物質の反応によるものでないこと、母材（SB46）の高圧・高温下でのH ₂ 脆性ではないことを確認した。当該反応塔は当初は内張りオーステナイト系ステンレス鋼（SUS316L）であったが、多数の応力割れが発生し、現在のフェライト系



接触水添脱硫装置の気密試験中の反応塔破裂

	<p>ステンレス鋼SUS405に変更している。製作時に行なわれた欠陥補修溶接に用いられたD309 (23Cr13Ni オーステナイト系) 溶接金属部と仕様書にあるCR40Cb (13Cr フェライト系) 溶接金属部あるいは母材 (C 1/2Mo) との境界近傍に亀裂が生じていた。これが更に運転中に成長し、一部は反応塔内表面に達すると共に外方へも亀裂が成長した。これらの亀裂の先端では当然応力が増大されて作用していた。</p> <p>使用された母材は仕様書並びに規格に適合していたが、延性・脆性遷移温度が一般的に高く、常温での靱性値は概して低かった。この値の特に低い板材があり、不幸にしてこれが上記亀裂発生箇所に隣接して存在していたため、気密試験中事故発生当時の内圧並びに母材内部に存在していたと推定される残留応力によって生じた亀裂先端の応力がその破壊靱性強度をこえた。その結果、板厚全体に及ぶ脆性割れが生じ、これが反応塔全体に伝播して全面的な脆性破裂に至ったとの結論を得た。</p>
--	--

起回事象・進展事象

起回事象	製作時における溶接部の欠陥（亀裂）が成長し全面的脆性破裂 【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	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>高温高圧水素ガス中で長年にわたって起動停止の繰り返しにより、溶接補修による溶接金属部と母材との異材継手境界近傍に剥離亀裂発生（製作不良） 【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</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>C-Mo鋼の水素侵食が進み耐圧壁内部に欠陥が発生、拡大（保守点検の省略） 【要因コード】直接要因>保守・点検要因>保守・保全不良</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>定修時の内面検査の省略 【要因コード】直接要因>保守・点検要因>点検・検査不良</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>溶接条件不適當（推定） 【要因コード】直接要因>工事・施工要因>施工管理不適切</td> </tr> </table>	1	高温高圧水素ガス中で長年にわたって起動停止の繰り返しにより、溶接補修による溶接金属部と母材との異材継手境界近傍に剥離亀裂発生（製作不良） 【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	2	C-Mo鋼の水素侵食が進み耐圧壁内部に欠陥が発生、拡大（保守点検の省略） 【要因コード】直接要因>保守・点検要因>保守・保全不良	3	定修時の内面検査の省略 【要因コード】直接要因>保守・点検要因>点検・検査不良	4	溶接条件不適當（推定） 【要因コード】直接要因>工事・施工要因>施工管理不適切
1	高温高圧水素ガス中で長年にわたって起動停止の繰り返しにより、溶接補修による溶接金属部と母材との異材継手境界近傍に剥離亀裂発生（製作不良） 【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								
2	C-Mo鋼の水素侵食が進み耐圧壁内部に欠陥が発生、拡大（保守点検の省略） 【要因コード】直接要因>保守・点検要因>保守・保全不良								
3	定修時の内面検査の省略 【要因コード】直接要因>保守・点検要因>点検・検査不良								
4	溶接条件不適當（推定） 【要因コード】直接要因>工事・施工要因>施工管理不適切								
進展事象・進展事象の要因	1 本体および充填物飛散（周辺被害） 【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・機器のシャットダウン中 【補足説明】 気密試験中								
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



接触水添脱硫装置の気密試験中の反応塔破裂

起回事象に関連した装置・系統	軽質油水素化脱硫装置 > 原料油供給・反応系	
起回事象に関連した機器	静止機器 > 反応器 & 反応塔 > 反応器 & 反応塔 【補足説明】反応塔	
発災装置・系統	1	軽質油水素化脱硫装置 > 原料油供給・反応系
発災機器	1	静止機器 > 反応器 & 反応塔 > 反応器 & 反応塔 【補足説明】反応塔
事故に関連したその他の機器		
運転条件	温度:310 ~ 350 圧力:4.2 ~ 5.0MPa	
主要流体	ナフサ、灯油、軽油	
材質	クラッド鋼 - 母材：JIS SB46M相当、内張：SUS405（フェライト系）	

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）	反応塔破壊、反応塔周辺の装置・建物多大の損害、反応塔架台の破壊	
被害状況（環境）		
被害状況（住民）	反応塔より650m以内の民家95軒の窓ガラス破損、建具折損・外れ、壁タイルひび割れなど	

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）

想定拡大と阻止		
重大事故への拡大阻止策・処置	付近に人がいなかった 付近の設備に危険物が入っていなかった	
想定重大事故	火傷・怪我・急性暴露など人身傷害	



接触水添脱硫装置の気密試験中の反応塔破裂

再発防止と教訓

再発防止対策

異種金属の溶接施工方法（溶接棒の選択、溶接条件の選択）。
内面溶接検査の定期修理でのフォロー。

教訓

当初のわずかな欠陥でも長時間運転で進展し、今回のような大事故につながる
ことある。
当該設備（高温、高圧機器、クラッド鋼）の定期修理時検査は異常がなかった
箇所についても、長期間省略せず検査の要否を都度検討する。

安全専門家のコメント

安全専門家のコメント

教訓の項目と同じ

添付資料・参考文献・キーワード

参考資料（文献など）

・ 高圧ガス保安協会、第二接触水添脱硫装置反応塔事故調査報告書、1980年

▶ 添付資料

 [図1 水添脱流装置フローシート](#) (58 KB)

 [図2 反応塔・触媒充填構造図](#) (60 KB)

▶ キーワード(> 同義語)

 原料油供給反応系

 反応器 > 反応塔,リアクター

 軽質油水素化脱硫装置 > HF,水素化精製装置,ナフサ水素化脱硫装置,灯油水素化脱硫装置
,HDS,水添脱硫装置,UF,軽油水素化脱硫装置

▶ 関連情報