

SIN-006	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） 中野知敬：化学工学協会 第4回化学装置材料シンポジウム；化学装置，14(1972.12)		本資料の 作成者名
整理番号 1 1	資料のタイトル 防食からみた構造設計—1. アンモニア工業における事例とその解析・対策		篠原孝順
失敗事例のタイトル 水蒸気改質管の応力腐食割れ		一次原因（材料要素） 応力腐食割れ	
機種 アンモニアプラント・水蒸気 改質装置、反応器	部品 リフォーマー・チューブ	材料 ASTM351・HK40、オ ーステナイト、耐熱鋼	概略の寸法 102 ID x 15m
損傷発生時の状況 アンモニアプラントの運転開始8ヶ月経過後に、数本のリフォーマー・チューブ下部よりプロセスガスが噴出・燃焼し、プラントを停止した。点検の結果全チューブの下部に内面からのクラックが存在し、約半数のチューブでクラックが外面に達していることを確認した。			
調査内容とその結果 チューブ損傷部の顕微鏡組織検査、損傷部に残存していた凝縮液の分析、チューブ下部（炉外）の運転中温度分布&発生応力の推定、を実施した。 割れの形態、凝縮液組成、応力分布から、HK40 チューブ内面に塩化物による応力腐食割れが起り、クラックが外面まで貫通した、と推定された。			
損傷発生のシナリオ 改質触媒の交換作業を考えて、チューブ底部を炉外に出して Dead-Leg 構造にしていたが、運転中に凝縮液が溜まりその液面部での塩化物濃縮により応力腐食割れが起った。			
対策（損傷発生時にとられた対策あるいは現在とるべきと考えられる対策） 異材継手とはなるが、炉外の低温部を 1/2Mo 鋼に変更した。			
教訓 装置の効率的運転・保守に注意が集中し、局部的に出現する環境条件まで配慮が届かなかった。特に、800℃レベルの高温ガスを取扱う装置の設計担当者（いわゆる”ファーンエス屋”）には、液相で起る腐食現象の推定は難しかったのであろう。 新しいプロセスの装置設計・装置材料に取組むケースでは、異質の眼でのレビューが必要である。			
備考 現在では、触媒交換はチューブ・トップから行う方式とし、Hot-Bottom 構造を採用するのが普通になっている。			
主要因		教訓とすべき対象者	
チェックボックス		チェックボックス	
	当時の技術レベルでは不可抗力	○	設計者
	情報伝達不備・不足		製作者 / 建設担当者
○	担当者不勉強/教育不十分/意識不足		検査者
	指示ミス		使用者
	うっかり、ぼんやり		メンテナンス者
	その他		その他