

SIN-054	資料の出典(資料名、著者、巻、号、頁など) 非公開資料(私信)		本資料の 作成者名 篠原孝順
整理番号 SIN-054	資料のタイトル		
失敗事例のタイトル 熱炭酸カリ溶液による CO2 除去系の炭素鋼製塔の壁面開口・漏洩			一次原因(材料要素) エロージョン・コロージョン
機種 CO2 吸収液再生塔(Benfield プ ロセス)	部品 塔壁	材料 SM50B、炭素鋼	概略の寸法 4,900&4,100ID x 27t x 66,150H
損傷発生時の状況 アンモニアプラントにおいて、運転開始 2ヶ月後に CO2 吸収液再生塔(Fig.1、102E)中段部・液分散板取付け部(塔下部へのディストリビューター)付近の塔壁にクラック状開口が発生しプロセス液(K2CO3, KHCO3, DEA,V2O5: 0.8 kg/cm2G, 123 °C)が漏出した。塔外面からクラックにラバーを詰込み金属バンドで締付けて漏れを止め運転を継続しようと試みたが成功せず、漏出開始後 13 日目にプラントを停止した。			
調査内容とその結果 プラント停止後、開放点検、損傷部からの切出し試験片に対する各種検査、腐食再現試験&電気化学試験、運転データ解析、損傷部付近の強度解析など:ディストリビューター・サポートリング(炭素鋼)をはさみ 300 x 500 範囲の塔壁に内面側から穴が開いており(Fig.2)、ディストリビューター(316 鋼)は開口側半周が落ちていた(Fig.3)。この開口は、内面からの溶失によって生じているが、これは、ディストリビューターの振動・変位・変形によって想定外の液流れが発生したため、壁内面の不動態皮膜が局部的に破壊されたことによって引起されたエロージョン・コロージョンである、と判定された。このプロセス液中で炭素鋼が活性域に置かれると、最大 12mm/週 程度の速度で腐食が進むと推定される。			
損傷発生のシナリオ ディストリビューターの現場における組立てが不適確であったため、運転開始とともに一部においてサポートリングとの間でフレットイングが起り(Fig.4)、その箇所のサポートリングが腐食消失していった。その結果予期せざる液流れがディストリビューター端から起り(Fig.5)、塔壁内面からのエロージョン・コロージョン発生に至った(Fig.6)。			
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) 開口部を中心に塔壁 500 x 800 を切り取り、同材質の新しい板を溶接で取付けた(X 開先、被覆アーク溶接)。さらに、塔内面側に 700 x 1,000 x 5t の 316 鋼板を取付けた(309 TIG 溶接、Fig.7)。新しい内部部品を規定通りに取付けて運転を再開し、以降 20 年以上トラブルなく稼働を続けている。			
教訓 本アンモニアプラントは設計・機器買付けをエンジニアリング会社に外注し、建設はオーナー自ら行う方式(FOB 契約)をとっていた。アンモニアプラントの CO2 除去系は、液ホールドアップが大きいため塔槽、配管、ポンプなどの機器が大きくなるので炭素鋼系材料を使用し、V+5 を用いて不動態化させることで防食を確保している(ただし、不動態皮膜・Fe3O4 の強度が低いため、流動の激しい部分や濡れ/乾きのある部位には 18-8 系ステンレス鋼を使用する)。工業化途上国へのプラント輸出においては、建設担当者、オペレーター、保全担当者などにかかる材料選択・機器設計の背景を十分に理解させる教育への配慮が必要である。			
備考			
失敗の主要因		誰が判断した結果生じた失敗と考えられるか	
チェックボックス(○を記入:複数可)		チェックボックス(直接作業者の場合○、監督者の場合△を記入)	
<input type="checkbox"/>	当時の技術レベルでは不可抗力	<input type="checkbox"/>	設計者
<input type="radio"/>	情報伝達不備・不足	<input type="radio"/>	製作者 / 建設担当者
<input type="radio"/>	担当者不勉強/教育不十分/意識不足	<input type="checkbox"/>	検査者
<input type="checkbox"/>	指示ミス	<input type="checkbox"/>	使用者
<input type="checkbox"/>	うっかり、ぼんやり	<input type="checkbox"/>	メンテナンス者
<input type="checkbox"/>	その他	<input type="checkbox"/>	その他

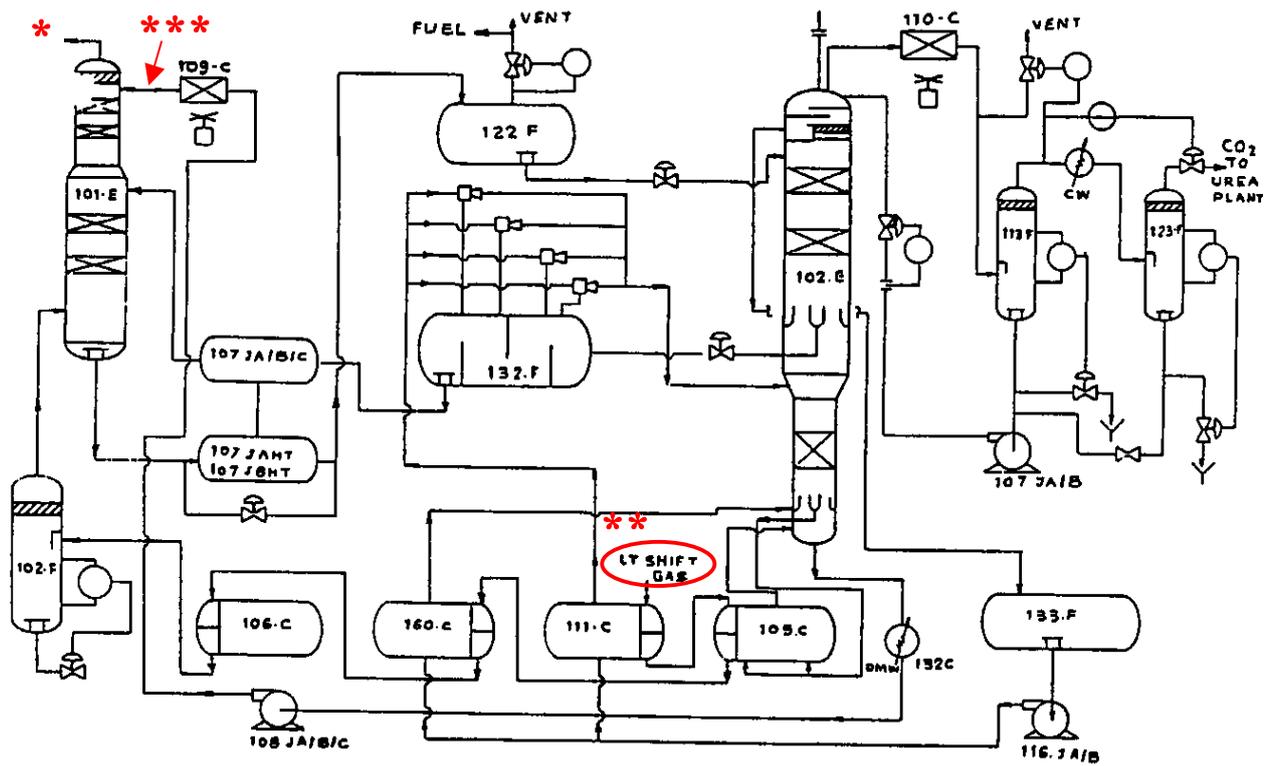


Fig. 1 CO₂ 吸収系フロー(*1)

(*1) T.Rengarajan & J.J.Patel: Ammonia Plant Safety, 35, 227(1995).....CB0057043
 の出典より

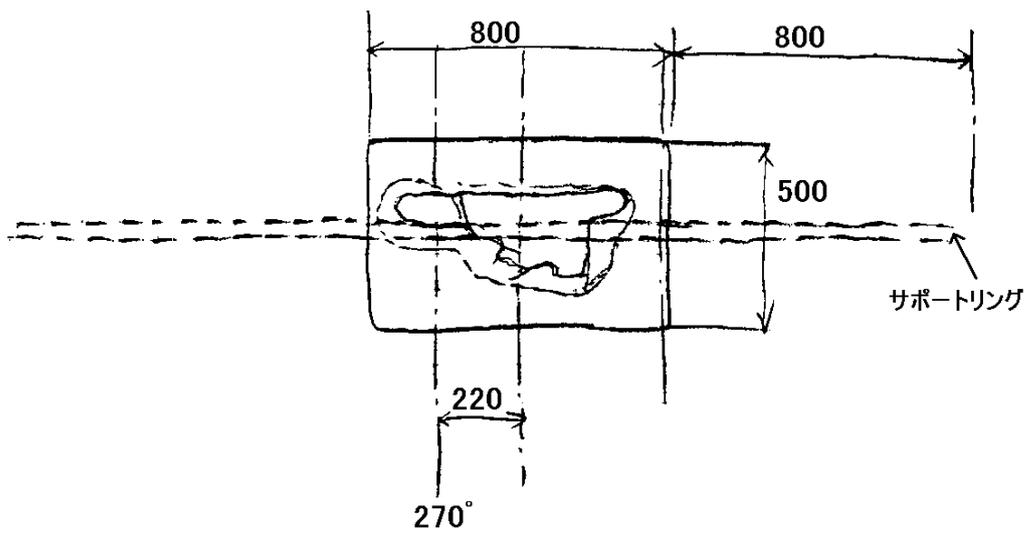


Fig. 2 塔壁の開口

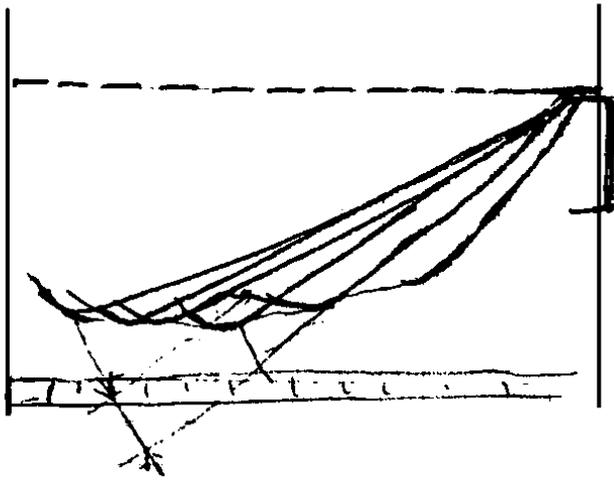


Fig.3 ディストリビューターの
落下

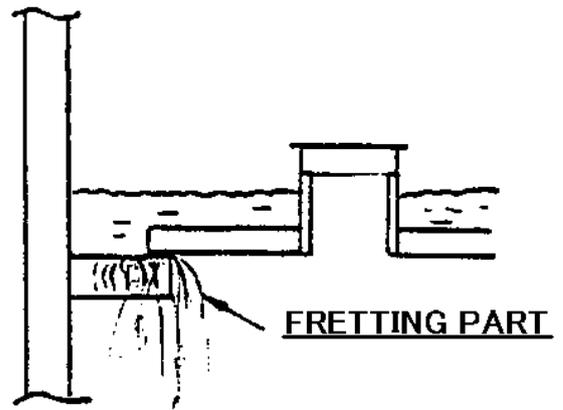


Fig.4 ディストリビューターと
サポートリング間でのフレッ
ティング

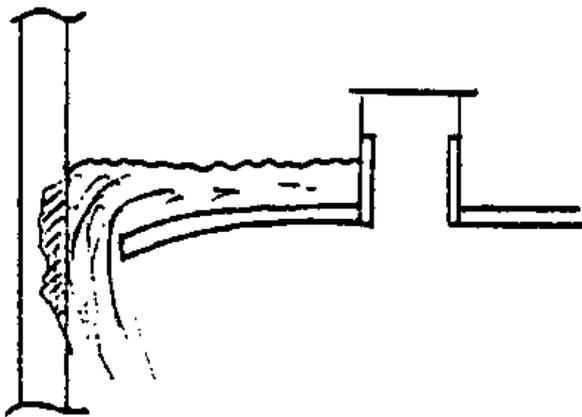


Fig.5 塔壁のエロージョン・コロージョン

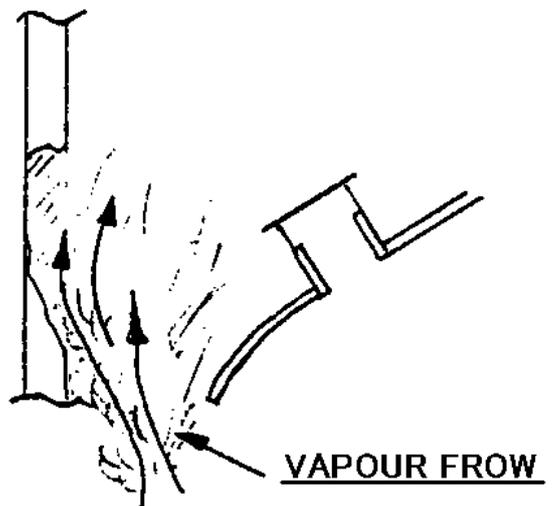


Fig.6 塔壁のエロージョン・コロージョン

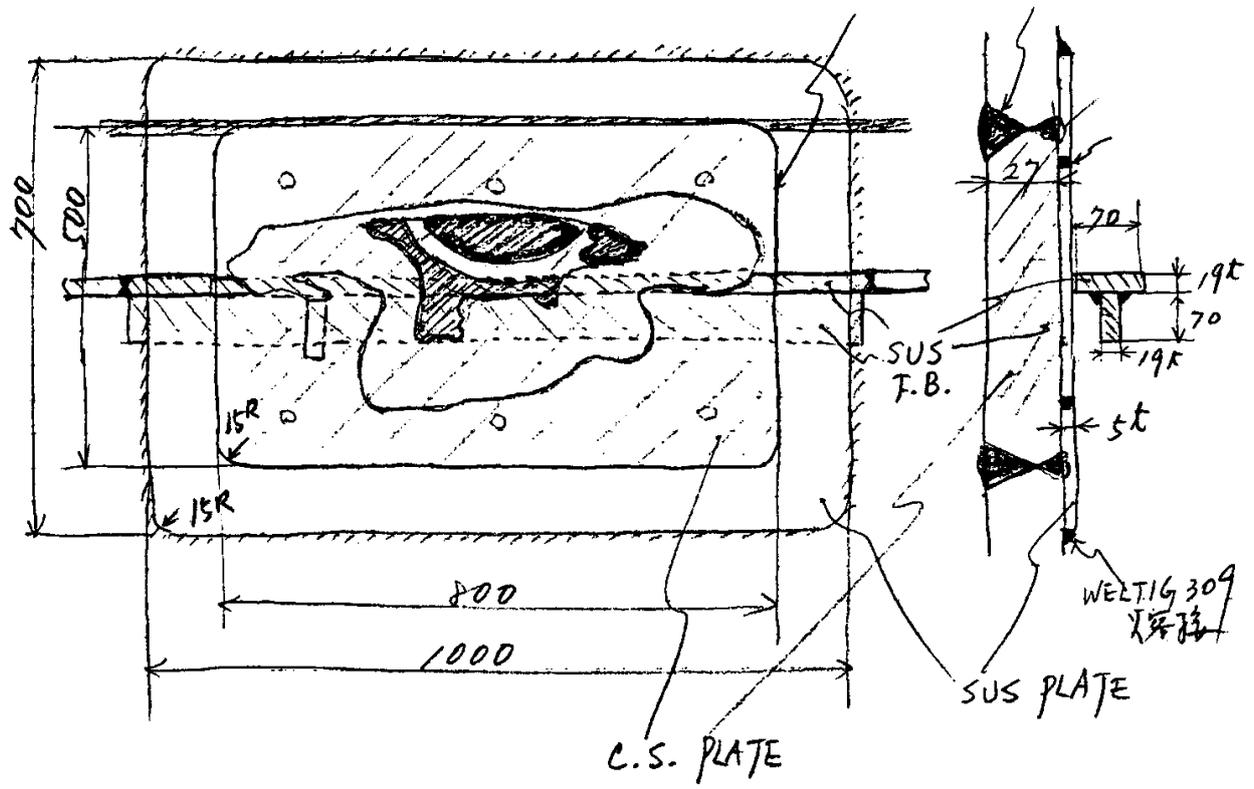


Fig. 7 開口部の補修