

CB0058054	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） 武川哲也：高圧ガス，Vol.13， No.5， 27 （1976）		本資料の 作成者名 武川哲也
整理番号 TKW-054	資料のタイトル 石油化学工業の腐食と対策		
失敗事例のタイトル 有機合成反応塔部材の窒化損傷			一次原因（材料要素） 窒化損傷
機種 流動触媒反応器	部品 スパージャー	材料 低合金鋼 1 1/4Cr-1/2Mo 鋼	概略の寸法 18φ×3.5mmt×50L 100pcs
損傷発生時の状況 縦型流動触媒有機合成反応塔下部チャンネルに、300℃の NH ₃ ガスと炭化水素ガスを 2.5kg/cm ² G の圧力で塔内に供給するため、スパージャー（主管の両側に直交する枝管にさらに直交してノズルが取り付けられており、原料ガスが分散して供給される構造のガス供給装置）が設置されている(図 1)。このスパージャーのノズルが使用 3 年経過の時点で次々脱落する事態が生じた。			
調査内容とその結果 ノズル断面をマクロ組織観察すると、窒化は肉厚全面に達していることが確認された。また、内面から肉厚方向の割れが数本発生していた。肉厚 11mm の主管は窒化が肉厚の半分まで及んでいた(図 2、図 3))。肉厚方向の窒素含有量を分析すると、最外周部で 0.35%が 1/2 肉厚まで放物線的に減少し、健全部で 0.05%以下であった。断面肉厚方向のマイクロビッカース硬さも窒素含有量変化とよく対応して mVH800 から 200 まで変化していた。窒化変化から求められる拡散係数に基づくと、ノズルの断面が完全に窒化するに要する時間は、1.5 年、主管は 15 年と計算される。			
損傷発生のシナリオ 1 1/4Cr-1/2Mo 鋼製スパージャーノズルは、反応塔内に供給される 300℃の NH ₃ ガスと炭化水素ガスの NH ₃ ガスによって、内面側から窒化し、窒化による引張り応力によって内面側から割れを発生して、約 3 年経過した時点で次々に脱落していった。			
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） 材質的には Cr や Al など N と親和力の大きい合金元素を含む合金は避け、窒素の拡散を阻害する合金元素である Ni を含む合金を適用することが好ましい。Ni 60～70%含む合金はきわめて優れた耐食性を示す。18-8 ステンレス鋼も耐窒化性は優れているが、条件により層状の窒化を生ずるので要注意である。 塔内 470℃の加熱の影響を避けるため、断熱施工による構造的配慮も拡散支配の現象に対しては好ましい。			
教訓 耐熱性を重視し、耐窒化性の考慮をおろそかにした材質選定に問題を生じた。化学装置では、常に材料が接する環境条件の変化を念頭において選定する必要がある。			
備考 スパージャーの材質を 18-8 ステンレス鋼に変更して、7 年全く異常なく耐用していたが、その後の条件変更によって、著しい層状窒化損傷を受け、断熱施工による防止対策を取った例がある。			
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）	
☐	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

2 ページ以降に写真、図表等を添付してください

事例番号: TKW-054

「有機合成反応塔部材の窒化損傷」

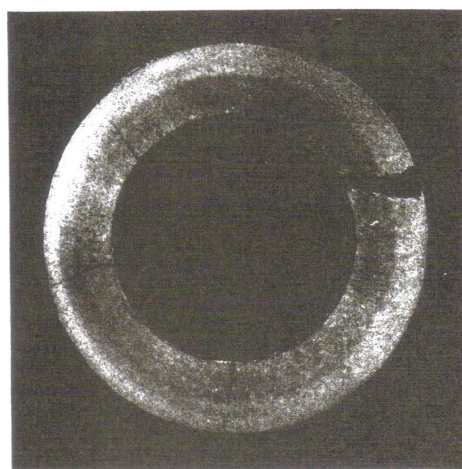
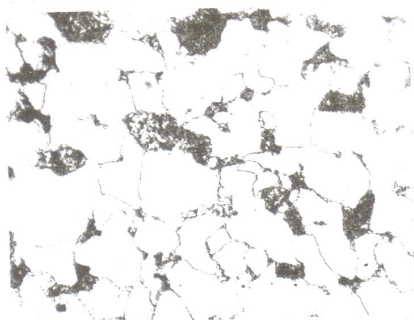


図 2. スパジャーノズル横断面マクロ組織 3mm



a. 主管断面内面側窒化層



b. ノズル断面窒化層

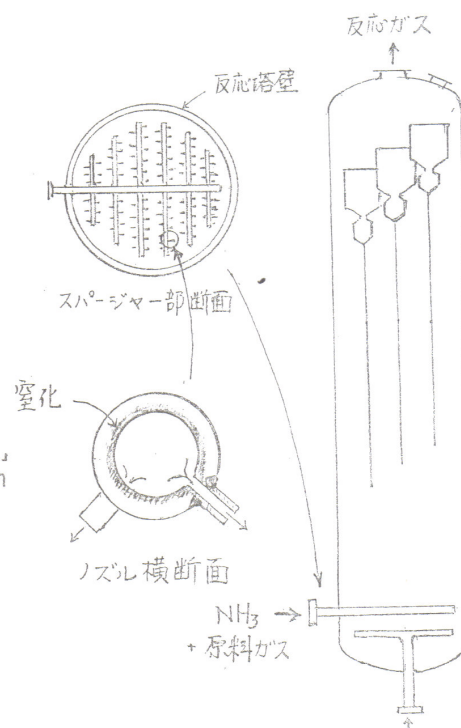
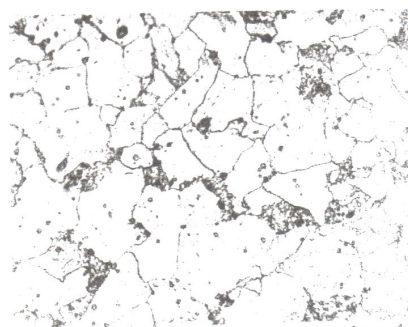


図 1. 反応塔概略構造および損傷部



c. ノズル断面権全部

図 3. スパジャー断面ミクロ組織