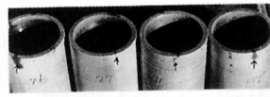
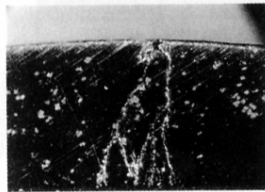


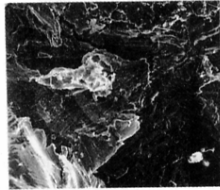
SUZ-017	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） 北村義治、.:「防蝕技術」、p.207, 地人書館(1997).		本資料の 作成者名  鈴木紹夫
整理番号 69	資料のタイトル 多管式熱交換器シール部のすきま腐食と応力腐食割れ		
失敗事例のタイトル 管/管板シール部のすきま腐食起因の応力腐食割れとその抜本的改善策			一次原因（材料要素） 応力腐食割れ、塩化物応力腐食割れ、すきま腐食
機種 多管式熱交換器、固定管板式	部品 管/管板シール部	材料 SUS316L、オーステナイト系ステンレス鋼	概略の寸法 25mmφ、1.7mmt
<b>損傷発生時の状況</b> SUS316L製の25mmφ、肉厚1.7mmtの管66本から成る多管式熱交換器（シール部、両端132ヶ所）6基で構成されている反応器の中の1基が運転開始後14.8年で拡管+溶接でシールされているシール部からの洩れが激しくなり、運転不能となった。反応液はpH7、Cl <sup>-</sup> 1%を含むアミノ酸水溶液、温度35℃で、2日に1回、1hr、120℃の蒸気で加熱殺菌処理される。			
<b>調査内容とその結果</b> この熱交1基を取り外し管端のシール部132ヶ所をすべて抜き出し割れの有無および深さを顕微鏡により、割れ破面をSEMにより調べた。割れは管板内の管外面（プロセス液側）からすきま腐食を起点に発生し、分岐しつつ伝播した貫粒型の応力腐食割れと判明した。割れは132ヶ所の内9ヶ所に発生し、それらの深さの分布から極値解析した結果、6基の全シール部792ヶ所を再帰期間とすると最大割れ速度0.19mm/年となり、最も速い割れが1.7mmの管を貫通したのは約9年目と推定された。			
<b>損傷発生のシナリオ</b> 管/管板シール部の構造的すきま内でプロセス液中の塩化物イオンによりすきま腐食が発生し、これを起点として、高温に加熱される殺菌期間中に拡管の残留応力の作用と相俟って応力腐食割れに進展した。最も速い割れは運転開始後約9年で貫通割れに至ったと推定されるが、14.8年目までどうにか使用に耐えた。			
<b>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）</b> 管/管板シール部が構造的すきまとなることが全ての原因なので、これを排除するために管板の裏側からもシール溶接する両面溶接シール法を開発し解決した。			
<b>教訓</b> 当該部の応力腐食割れは積年の課題であったが、すきま構造を排除することが単純明快な抜本的解決法であることを実証した。			
<b>備考</b>			
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	
<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="checkbox"/>	情報伝達不備・不足	<input type="checkbox"/>	製作者 / 建設担当者
<input type="checkbox"/>	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



(a)



(b)



(c)

図 9.9 割れの状況  
(a) 管端部外観, (b) 割れ断面,  
(c) 割れ破面

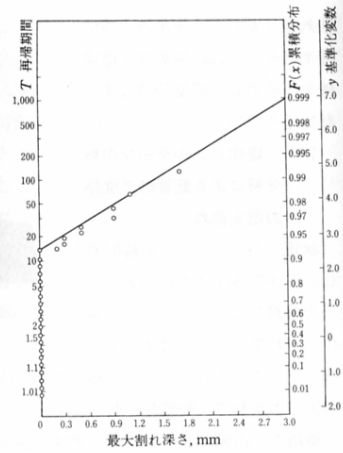


図 9.10 最大応力腐食割れ深さ分布  
(Gunbel 確率プロット)

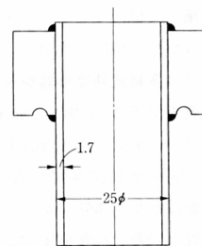


図 9.11 両面溶接型熱交換器  
のシール部の構造