

UME-246	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） 材料と環境 2009 講演集 平山隆一 他 C-106 p.267～ (2009)		本資料の 作成者名 梅村文夫.
整理番号	資料のタイトル ステンレス製鏡板の割れ事例		
失敗事例のタイトル 表面硬化層に起因する応力腐食割れ			一次原因（材料要素） 応力腐食割れ
機種 多管式熱交換器	部品 下部カバー（鏡板）	材料 オーステナイト系ステンレス鋼 （SUS316L）	概略の寸法
損傷発生時の状況 <p>SUS316L製の多管式熱交換器の下部カバーに割れが多数発生した。割れの発生した箇所は、鏡板と胴板の周溶接部の鏡板側の熱影響部（HAZ）であった。割れは、溶接ラインに沿って、溶接ラインに直角方向に、多数発生した。使用期間は2年で、割れは内面側から発生していた。内部流体は、塩化物を若干含む無水強酸で、運転中の内部温度は0～5℃であった。鏡板の成形法は、冷間プレスで、製缶後の熱処理は実施していない。</p>			
調査内容とその結果 <p>割れは粒界割れであった。材料の化学的組成は、SUS316Lの規格を満足していた。割れの生じた鏡板側の溶接熱影響部の硬さは、表面から深さ方向約0.4mm～1mmの個所で300Hv、板厚中央では約250Hvであった。一方、溶接部から離れた母材部の硬さは200H以下であった。溶接熱影響部の金属組織は、塑性変形の形跡（粒内すべり線）を示していた。</p> <p>なお、溶接熱影響部の表面の硬さ（300Hv）から推算される冷間圧延率は約50%であった。</p>			
損傷発生のシナリオ <p>鏡板と胴板の周溶接部近傍は、溶接及び塑性変形による残留応力が重畳していた。特に鏡板側は、鏡成型加工時の残留応力が大きい。材質的に硬度が高かった事により、残留応力と内部流体（塩化物を若干含む無水強酸）の影響で応力腐食割れが生じたと推定される（備考①データ採録者加筆）。</p>			
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） <p>鏡板成型後、溶体化熱処理を施して成型時の残留応力を除去した。その後、割れの発生は見られていない。</p>			
教訓 <p>過度の加工等により、表面加工層の硬さがHv300を超えると、応力腐食割れを発生する可能性がある。溶接による残留応力よりも冷間加工による残留応力の方が支配的となることに留意する。</p>			
備考 <p>①SUS316Lのように低炭素系ステンレス鋼は粒界型の応力腐食割れを生じにくい。しかしながら、表面硬化層がHv300を超えるような場合には、特定の条件で、粒界型の応力腐食割れを生じる。例えば、高温高温純水（原子炉水）中では、表面加工に起因する表面硬化層（Hv300以上）内で微細な粒内割れを発生し、その割れを起点として粒界割れが肉厚方向に進展する。粒界割れのメカニズムは明確になっておらず、今日においてもメカニズム解明のための研究が実施されている。本事例では、温度が低い、塩化物を若干含む無水強酸という特別な環境と、高い残留応力に起因して、応力腐食割れが生じたと推定される（データ採録者加筆）。</p>			
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/意識不測	<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

2ページ以降に写真、図表等を添付してください