

UME-221	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） 材料と環境 2012 講演集、栗原朋之、B-201、p129～		本資料の 作成者名 梅村文夫.
整理番号	資料のタイトル 有機酸環境で使用された二相ステンレス鋼の腐食事例		
失敗事例のタイトル 二相ステンレス鋼の耐食性は、組成だけでなく金属組織の変化（加工・熱履歴）の影響を受ける			一次原因（材料要素） 全面腐食、粒界腐食
機種 貯槽	部品 ノズル	材料 二相ステンレス鋼 (SUS329J1：備考①)	概略の寸法 内径：38mm
損傷発生時の状況 <p>有機酸の貯槽に設置されている2本のノズルが、約4年間で腐食で損傷した。ノズルは槽の気相部に上向きで設置されており、運転中は流れのないノズル（デッドノズル）である。槽には、約4%の蟻酸を含んだ液が貯められており、温度は約100℃であった。損傷を受けたノズル（以下Aと称す）は、SUS329J1製の鍛造材のフランジとSUS329J1製の管（圧延材）を突合せ溶接したものである。比較的軽微な損傷を受けた他方のノズル（以下Bと称す）も同様にSUS329J1製であるが、ロットが異なり、フランジ（鍛造材）に管（圧延材）を差し込んで溶接されたものである。腐食は鍛造材において顕著に発生しており、管（圧延材）や溶接（溶着）金属の腐食は軽微であった。なお、溶接施工は、いずれもSUS329J4L（備考②）相当の溶接棒を用い、TIG溶接で行った。</p>			
調査内容とその結果 <p>① 調査結果： ノズルAの内表面を観察すると、母材（鍛造材）に凹凸状が激しい全面腐食が見られた。また断面観察の結果では、鍛造材の金属組織は結晶粒が粗大化し、粒界腐食が発生していた。管（圧延材）や溶接金属の腐食は軽微であった。ノズルBは、母材（鍛造材）の溶接熱影響部の結晶粒粗大化域に集中して粒界腐食が見られ、管（圧延材）や溶接（溶着）金属の腐食は軽微であった。管材の母材部の腐食は軽微ながら、オーステナイト相の優先溶解が見られた。各部材のEDX成分分析の結果、いずれの損傷ノズルも、金属成分はSUS329J1の規格成分を満たしていた。</p> <p>②腐食再現試験結果 熱履歴を受けた二相ステンレス鋼の耐食性を明らかにするため、SUS329J1の供試材として、ノズルAで損傷が顕在化した鍛造材から使用環境に曝されていない部分を採取したもの（損傷材）、腐食が軽微であったノズルBの鍛造材から採取したもの、新品の圧延材（管材）の3種について腐食再現試験を実施した。その結果、SUS329J1製のノズルA（損傷材）と、ノズルBに1300℃×0.5hの熱履歴を施したものは、粗大化した結晶粒が粒界腐食によって脱落し、ノズルB（未処理材）に比べて著しい全面腐食の加速が生じた。またノズルBに800℃×1hの熱履歴を施したのも約0.1mm/yearの全面腐食が発生し、ノズルB（未処理材）に比べて腐食の加速がみられた。一方SUS329J1製の新品の圧延材（管材）の腐食の程度は軽微であった。</p> <p>③文献調査結果 SUS329J1は熱履歴や加工の影響で、結晶粒が粗大化した材料では耐食性が低下する。一般に二相ステンレス鋼は、約1200℃以上の高温加熱を受けてフェライト単相、あるいは結晶粒界に少量のオーステナイト相が析出した金属組織になると耐食性が低下する。また、600～800℃の加熱を受けてσ相等の析出物が生じたり、Cr欠乏層が生成すると耐食性が低下することが知られる。</p>			
損傷発生のシナリオ <p>槽の気相部でかつ滞留部では、ガスが凝縮する環境下であり、蟻酸が濃縮し、腐食性が高まった。一方、そのような環境にさらされたノズル鍛造材は、塑性加工と高温加熱、もしくは溶接熱影響を受け、結晶粒が粗大化し、粒界腐食感受性を示すようになっていた。環境因子の腐食性の高まりと、材料の耐食性の低下が重なり、腐食損傷に至った。</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>SUS329J4L（備考②）を使用する。SUS329J4Lは、Nによる耐食性の向上と、高温状態からの変態過程におけるオーステナイト相の生成促進で、溶接部の耐食性の低下が防止される。腐食再現試験の結果においても良好な結果が得られていることから、SUS329J4の採用が考えられる。</p>			
教訓 <p>蟻酸環境のような全面腐食環境における二相ステンレス鋼の使用の際には、成分だけでなく加工や溶接に伴う金属組織に留意することが重要である。部材購入時に結晶粒度、オーステナイト／フェライト比率の下限を指定することや、受入時の組織検査で確認することが望ましい。</p>			
備考 <p>① SUS329J1 (Cr：23～28、Ni：3～6、Mo：1～3、C：0.08以下) ② SUS329J4L (Cr：24～26、Ni：5.5～7.5、Mo：2.5～3.5、C：0.03以下、N：0.08～0.03)</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	
	当時の技術レベルでは不可抗力		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/意識不測		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