

UME-238	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） 材料と環境 中原正大 Vol.60 No.5 p254～（2011）		本資料の 作成者名  梅村文夫
整理番号	資料のタイトル 化学プラントにおけるタンタルおよびニッケル基合金の水素が関与した割れ事例		
失敗事例のタイトル 熱履歴を受けたニッケル基合金（Ni-Mo 合金）は、非酸化性環境で、水素脆化する。			一次原因（材料要素） 水素脆化割れ
機種 化学プラント	部品 容器	材料 ニッケル基合金 （B 合金：備考①）	概略の寸法
<b>損傷発生時の状況</b> B 合金(N1001)を内表面とするクラッド材で製作されている容器が、使用後短期間で、溶接熱影響部に割れが発生した。容器の中は硫酸酸性溶液であり、水素加圧のため、非酸化性環境となっていた。最高使用温度は 200℃であった。			
<b>調査内容とその結果</b> 割れは溶接熱影響部で発生しており、王水エッチングで、溝状に粒界が溶解する領域に限定されて発生していた。割れ形態は粒界割れであった。割れの発生は、機器製作時の熱履歴が関与していると推測されるので、B 合金について熱履歴の影響について試験を実施した。すなわち、実機模擬材（溶体化処理+750℃×0.5h+570℃×9hr）と溶体化処理材（比較材）、および 700℃×1hr の熱処理材（規則化熱処理と呼ぶ、備考②）について、機械的特性を調べるとともに、塩酸（20%、150℃、100h）による腐食試験を行った。その結果、破断伸び（%）を強度（MPa）で割った値（脆性な材料ほど小さい値となる）は、実機模擬材と規則化熱処理を行った材料は溶体化処理材に比べて小さい値を示した。また、塩酸中での腐食試験では、溶体化処理材に比べて実機模擬材、規則化熱処理を行った材料の腐食速度は顕著に増加した。 なお、実機模擬材について、実機浸漬試験を 1 年間実施した結果、粒界割れが確認された。			
<b>損傷発生のシナリオ</b> 割れの発生した B 合金は、製作時の熱履歴を受けたことにより、脆化相 Ni <sub>4</sub> Mo が生じ、規則化が生じた（備考②）ことと、実機環境が水素加圧されていたため、水素が吸収され、水素脆化割れを生じた。			
<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> 水素が材料中に侵入する可能性がある環境で B 合金を使用する場合、溶接熱履歴を受けた合金は溶体化処理を行ってから使用する。			
<b>教訓</b> ニッケル基合金（Ni-Mo 合金）の溶接熱影響部は、非酸化性環境で水素脆化する。			
<b>備考</b> ① B 合金（ニッケル基合金）の組成の一例：B(N1001)：Mo:26.7%、Fe:5.0%、Cr:0.8%（mass%） ② B 合金は 600～800℃程度の高温にさらされると、脆化相 Ni <sub>4</sub> Mo が生成し、超範囲の規則化（オーダリング）が生じる。ここでは、700℃での熱処理を規則化熱処理と呼んだ。			
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	<input type="radio"/>	設計者
	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	<input type="radio"/>	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