

UME-150	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） 滝沢与司夫：第31回腐食防食討論会、B-209、257～(1984)		本資料の 作成者名  梅村文夫、
整理番号	資料のタイトル 高温非水溶液中における Ni-Mo 合金の割れ挙動		
失敗事例のタイトル Ni-Mo 合金（ハステロイ B-2）の溶接熱影響部で発生した粒界型応力腐食割れ		一次原因（材料要素） 応力腐食割れ（SCC）	
機種 有機溶媒反応容器	部品 容器	材料 Ni-Mo 合金 ハステロイ B-2(備考)	概略の寸法
<b>損傷発生時の状況</b> <p>Ni-Mo 合金製の有機溶媒反応容器が、使用後早期に、溶接 HAZ 部にて割れが発生した。反応容器は、アルコール系有機溶媒（約 120℃）を取り扱う。溶媒中には微量の水分と H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>が含まれている。なお、割れの発生は、特定の溶解チャージの材料に集中して生じていた。</p>			
<b>調査内容とその結果</b> <p>割れは、構造的に拘束力の強い個所の、溶接部の HAZ に生じており、粒界に沿って割れていた。母材表面は金属色で、極めてゆっくりとした均一腐食が生じていたと推測された。実液を使用し、オートクレーブを使用し、SSRT 試験（備考）を行った結果、粒界割れが再現されたことから、応力腐食割れ（SCC）であると結論づけられた。</p> <p>SSRT 試験による再現試験の結果、溶体化処理材（1066℃×30 分）は割れ感受性を示さなかったが、時効処理材（750℃）は、割れ感受性を示した。また、時効処理材の割れ感受性は材料の溶解チャージの違いにより著しく異なり、ある材料は 750℃×1 分で粒界割れが発生したのに対し、他の材料は 750℃×60 分で粒界割れが発生するようになった。</p> <p>時効処理（750℃×15 分）をした材料を、常温で引張り試験をした結果、次のことが分かった。時効処理をしても、0.2%耐力が溶体化処理材と変わらない溶解チャージの材料は SCC 感受性を全く示さない。時効処理により、0.2%耐力が大きくなる（強度が増加する）材料は SCC 感受性を示した。</p> <p>750℃での高温引張試験の結果では、SCC 感受性を示した材料の伸びは小さく、SCC 感受性の無い材料の伸びは大きかった。このことから、時効処理により高温脆性が低下する材料では SCC 感受性を示すと言える。</p> <p>Ni-Mo 合金の高温脆性は、Ni<sub>4</sub>Mo の規則変態によるものであるとされており、Ni<sub>4</sub>Mo の析出の難易と応力腐食割れ感受性との間に何らかの関係があると推測された。</p>			
<b>損傷発生のシナリオ</b> <p>溶接時の熱影響で HAZ 部が粒界型の SCC 感受性を示すようになり、構造的な拘束力、溶接残留応力を応力因子として SCC が生じた。再現試験の結果、溶解チャージの違いによって、同じ条件の時効処理を受けても、SCC 感受性は著しく異なり、高温脆化の大きい材料ほど SCC 感受性が高かった。実機において特定の溶解チャージ材の溶接 HAZ 部のみに割れが発生したと傾向が一致する。</p>			
<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> <p>SCC 感受性が、溶解チャージの違いに何故依存するのかが、明確に解明されていないので、Ni-Mo 合金（ハステロイ B-2）の材質面からの抜本的な対策は、現時点では立てられない。反応容器を溶体化処理するのが望ましいが、不可能の場合は、溶接部の表面をショットピーニングで圧縮応力にするとともに、拘束力の緩和方法を検討する必要がある。</p>			
<b>教訓</b> <p>Ni-Mo 合金は、一般に水素脆性を除く狭義の応力腐食割れを起こしにくい材料であるが、溶接により高温脆化すると、溶接部は特定な環境で応力腐食割れを示すようになる。また、同じ規格内の組成をもつ材料でも、溶解チャージにより、割れ感受性が高い材料と、割れ感受性を示さない材料が有り、注意を要する。</p>			
<b>備考</b> ハステロイ B-2：Mo を 26～27% 含む Ni 基合金、他に微量の Cr、Fe を含む。 SSRT(Slow Strain Rate Test)：SCC 試験方法の一種で CERT (Constant Extension Rate Test) とも呼ばれる。			
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="radio"/>	当時の技術レベルでは不可抗力	<input type="radio"/>	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	<input type="radio"/>	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