

UME-209	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） <a href="http://www.nucia.jp">http://www.nucia.jp</a> 通番 8307		本資料の 作成者名  梅村文夫
整理番号	資料のタイトル 原子炉再循環系配管の点検結果について		
失敗事例のタイトル 低炭素系オーステナイトステンレス鋼でも高温高純度水中で応力腐食割れを生じる		一次原因（材料要素） 応力腐食割れ	
機種 沸騰水型原子力発電	部品 再循環系配管	材料 オーステナイトステンレス鋼 SUS316L	概略の寸法 単位：mm 外径：625、肉厚：39 外径：610、肉厚：31
<p>損傷発生時の状況</p> <p>定期検査で、原子炉再循環系配管について超音波探傷検査を行った結果、3号機の再循環系配管の一箇所の溶接継手に長さ約12mm、深さ約3.5mmのひびが確認された。また、4号機の再循環系配管では、1継手の5箇所に最大で長さ約53mm、深さ約5.2mmのひびが確認された。（備考①）</p>			
<p>調査内容とその結果</p> <p>(1) 材料条件 オーステナイト系低炭素含有量のステンレス鋼管であり、欠陥部は開先面合わせのために内面を切削しており、表面に硬化層が形成されていた。</p> <p>(2) 環境条件 高温高純度水（原子炉水（冷却水））であるが、微量の溶存酸素を含有しており、応力腐食割れを生じる環境であった。</p> <p>(3) 応力条件 溶接により、溶接線近傍に高い残留応力を有していると考えられた。</p> <p>なお、表面硬さがHv300を超えた場合には、低炭素ステンレス鋼に粒内型応力腐食割れが発生することが確認されている。また、低炭素ステンレス鋼は、耐粒界型応力腐食割れ性に対して優れているが、切欠きが存在する場合には、粒界型応力腐食割れへと進展することが確認されている（備考②）。</p>			
<p>損傷発生のシナリオ</p> <p>溶接施工の際、開先面合わせのために内面を切削した。そのために、表面に硬化層が形成された。溶接線近傍に高い引っ張り残留応力が存在したため、粒内型応力腐食割れが、硬化層内で発生した。さらに、粒内割れを起点として、母材側では粒界割れへと進展した（備考②）。</p>			
<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> <p>定期検査中で取替工事を実施した。取替工事が出来ないプラントでは、次回定検において取替工事を実施する。次回定検までの運転にあたっては通常の監視に加えて、当該部の温度等を監視する。</p>			
<p>教訓 低炭素系オーステナイトステンレス鋼でも、表面硬化層を起点として、高温高純度水中で応力腐食割れを生じる。</p>			
<p>備考</p> <p>備考①：低炭素系オーステナイトステンレス鋼の割れは、類似プラントでも発生しており、約10～20年後に確認されている。</p> <p>備考②：表面近傍の硬化層で発生した微小な粒内割れが切欠きとして働き、母材側では粒界割れへと進展した。L材の母材で粒界割れに進展するメカニズムは明確になってないが、粒界の機械的特性が影響していると思われる。</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

	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