

UME-126	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） http://www.nucia.jp/nucia/kn/KnTroubleView.do?troubleId=286		本資料の 作成者名 梅村文夫.
整理番号	資料のタイトル 再生熱交換器胴側出口管台からの漏えい		
失敗事例のタイトル 高温水と低温水が混合する箇所の熱疲労			一次原因（材料要素） 熱疲労
機種 発電プラント 再生熱交換器	部品 配管	材料 炭素鋼	概略の寸法 外径 60 mm、肉厚 9 mm
損傷発生時の状況 定格熱出力運転中、再生熱交換器室内で漏えいが発生した。再生熱交換器ラインを隔離し、目視にて点検を行ったところ、再生熱交換器胴側出口管台とエルボとの溶接部に漏えいが認められた。			
調査内容とその結果 ①エルボ上流側溶接部（管台とエルボとの溶接部）に、割れが、溶接金属止端部から発生し、周方向に、ほぼ全周に進展し、かつ貫通していた。開口幅は 1.3 mm であり、軸方向にも割れが見られた。 ②エルボ下流側溶接部（エルボと直管との溶接部）では、割れは、ほぼ半周にわたり、深さ最大 5 mm 程度進展していた。貫通には至ってなかった。 割れの破面はいずれも平坦であり、高サイクル疲労に特徴的なストライエーション状模様およびビーチマークが観察された。 再生熱交換器は、胴に内筒を有する二重構造となっているため、内筒の出口付近で、主流（低温水）とバイパス流（高温水）とが混合するため、温度ゆらぎが発生する。流動模擬試験で温度のゆらぎ変動幅を評価した結果、管台で $\Delta T = \text{約} \pm 20^{\circ}\text{C}$ となった。 貫通割れのあったエルボ上流側溶接部（管台／エルボ溶接部）について、温度ゆらぎ変動幅を $\pm 20^{\circ}\text{C}$ で、配管内表面に発生する変動応力を評価すると、 $\text{約} \pm 56 \sim 75 \text{MPa}$ となり、当該部位の疲労限（ $53 \sim 75 \text{MPa}$ ）を超える可能性があることが分かった。また、この変動応力場下で、割れは、発生してから約 5 万時間で肉厚を貫通すると評価された。評価結果は、実際の事象と一致した。			
損傷発生のシナリオ 再生熱交換器内の主流（低温水）とバイパス流（高温水）の混合により、温度ゆらぎが発生し、その変動応力を主要因として、ひび割れが発生・進展し、貫通に至った。			
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） 溶接部への応力集中を回避するため、上流側溶接接合部は冷やしばめ接合とし、エルボ上流側溶接部は溶接が無い曲げ管を使用した。また、温度ゆらぎの影響を緩和するために、管台内のサーマルスリーブは、エルボ上流側溶接部はまで伸ばした。長期的には、内筒のない構造の再生熱交換器に取り替える。			
教訓 低温水と高温水が混合する箇所では、熱疲労のリスクを考慮した設計をする必要がある。			
備考			
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		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	<input type="radio"/>	メンテナンス者
	その他		その他