

UME-218	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） プレスリリース 平成 18 年 6 月 23 日（四国電力）			本資料の 作成者名 梅村文夫
整理番号	資料のタイトル 湿分分離加熱器蒸気整流板溶接部の割れの原因と対策について			
失敗事例のタイトル 溶接の開先角度が小さいと溶接時に溶け込み不良を生じやすい				一次原因（材料要素） 溶接溶け込み不良+疲労
機種 発電設備	部品 湿分分離加熱器（備考①）	材料 オーステナイト系ステンレス鋼 SUS304	概略の寸法 27 cm×39 cm×145 cm 板厚 6mm	
損傷発生時の状況 湿分分離加熱器の胴体内部から「カタカタ」という連続した異常音がしだした。当該加熱器の点検を行うために、内部の目視点検を行った結果、蒸気入口付近にある蒸気整流板の溶接部に長さ 35～45 cmの割れを確認した。				
調査内容とその結果 ・破面観察の結果、全体的に破面どうしがぶつかりあったことによる打撃、摺動により磨耗した破面が認められた。 ・断面観察の結果、溶接部の開先先端部には未溶着部分（溶け込み不良）が生じていた。割れは、枝分かれの無い粒内割れであり、溶接部とともに母材部でも発生していた。 ・破面SEM観察の結果、溶接部にストラエーション状の模様（備考②）が認められた。枝分かれの無い粒内割れであり、一部にストラエーション状の模様が認められたことから、疲労による割れと判断される。 ・硬度、金属組織はいずれも正常であった。 ・溶接部の開先角度は、設計仕様では開先角度 45 度、深さ 4.8mm であったが、実際は、開先角度 30 度、深さ約 4mm であった。割れ進展部の起点は、溶け込み不良部および溶接外表面であった。 ・運転中、蒸気整流板には、蒸気の流れによるランダムな圧力変動が生じる。この圧力変動を、汎用流体解析コードを用いて数値解析した結果、最大変動応力は 307MPa となり、疲労限（188MPa）を超える応力であった。				
損傷発生のシナリオ 蒸気整流板を製作する際に、溶接部の開先角度が設計より狭く加工されていたため、整流板本体と内部プレートの溶接部に溶け込み不良が生じた。このため、溶接部の強度不足が生じ、プラント運転中の蒸気の流れに伴う内部プレートの振動により、溶接部に疲労限を超える繰り返し応力が生じて割れが発生・進展した。				
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） ・蒸気整流板については適切に製作された新品に取り替えるとともに、その他の蒸気整流板についても十分な強度を確保するため溶接部の補強をした。 ・原子力発電所の運転に影響を及ぼすような重要な機器のうち、蒸気整流板と同様に蒸気や水等の流れにより振動応力の発生する内部構造物の溶接部については、今後全て、開先検査等の検査を確実に実施しその記録を保管することとした。				
教訓 溶接の開先角度が小さく溶け込み不良が生じると、振動応力を受ける設備では疲労破壊が生じる。 ・発注者は発注時の製作仕様書が正確に遵守されていることを製作者に求める。				
備考 ① 湿分分離加熱器：高圧タービンで使用した蒸気を低圧タービンでもう一度使えるように、蒸気の湿分を取り除き、温度を上げる設備。 ② ストラエーション：電子顕微鏡による疲労破面の観察において見られるしま模様。繰り返し荷重のサイクルに対応して、その数や間隔からき裂成長過程の情報が得られる。				
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		
	当時の技術レベルでは不可抗力	○	設計者	
	情報伝達不備・不足	○	製作者 / 建設担当者	
	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