

UME-106	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） http://www.nucia.jp/nucia/kn/KnTroubleView.do?troubleId=10893		本資料の 作成者名 梅村文夫.
整理番号	資料のタイトル 空気抜き配管取付け部（溶接部）の割れ		
失敗事例のタイトル ポンプ（往復動式）の圧力脈動との共振による疲労き裂			一次原因（材料要素） 疲労（高サイクル疲労）
機種	発電プラント 空気抜き配管	部品 配管（取付け溶接部）	材料 オーステナイト系ス テンレス鋼
			概略の寸法 外径：約 2.7 cm
損傷発生時の状況 <p>空気抜き配管の異径管（2B）と直管（3/4B）との溶接部から、内部の冷却水（40℃）が漏洩した。溶接部から9 cmの上方に弁があり、手動の丸ハンドルが取り付けられていた。目視検査の結果、溶接部周方向に割れが確認された。冷却水を送るポンプ（往復動式）は、別の建屋に置かれていたが、ポンプの脈動は水中を伝わって当該溶接部に伝わる。</p>			
調査内容とその結果 <p>管溶接部を切断して調べた結果は次の通りであった：①管内面の溶接止端部（母材との境界）に沿って割れが存在し、割れは管外面に貫通していた。②破面は、上下に接触した痕跡があり、管内面側溶接止端部付近から、複数の割れが発生し、管外面に向かって進展していた。③疲労破面の特徴的な模様であるビーチマークがほぼ均等な間隔で外面に向かって観察された。</p> <p>振動測定を行った結果は以下の通りであった：①空気抜き配管の固有振動数は22Hzであり、ポンプの振動数は21.8Hzであった。②空気抜き管の固有振動数は、管に付いている弁のハンドルの形状・重さ・大きさ等によって異なる。バーハンドル（重さ0.35kg）を使用していた時の管の固有振動数23.5Hzであった。約3年前に丸ハンドル（重さ2.5kg）に取り替えた結果、管の固有振動数は22Hzとなった。</p>			
損傷発生のシナリオ <p>① 約3年前に、弁のハンドルを、バーハンドルから丸ハンドルに変更した。その結果、管の固有振動数が23.5Hzから22Hzとなった。</p> <p>② 管の固有振動数が22Hzとなったため、ポンプの圧力脈動（振動数は21.8Hz）が水中を伝播し、管が共振し、管に高い繰返し応力が加わった。</p> <p>③ 形状的に不連続で、応力が集中する管内面の溶接止端部付近を基点として、疲労き裂が発生した。</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>共振を回避するため、丸ハンドルを、従来使用していたバーハンドルに戻すとともに、直管に繋がる異径管を改良し剛性を高めた（構造変更をした）。</p>			
教訓 <p>ポンプは離れて設置されていても、圧力脈動は水中を伝わる。管の固有振動数は、取付ける弁のハンドルの形状・大きさ・重さ等によって変化する。このような個所の弁のハンドルの交換は、共振の可能性も考慮して、選定する必要がある。</p>			
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	○	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