

UME－214		資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） http://www.nucia.jp 通番 3165		本資料の 作成者名 梅村文夫.
整理番号		資料のタイトル ベント管溶接部からのわずかな蒸気漏れについて		
失敗事例のタイトル ボルト締めつけ不足によるボルトの外れと、共振による疲労				一次原因（材料要素） 疲労
機種 原子力発電設備		部品 給水ポンプベント管	材料 ステンレス鋼	概略の寸法 径 20 mm
損傷発生時の状況 停止中(自動待機状態)の給水ポンプ保温外装板の隙間から蒸気が漏れていることを確認した。ポンプを隔離して点検を行った結果、ポンプケーシング（羽根車を内蔵するポンプの胴体）上部にある管と、ベント管との溶接部から蒸気が漏れていることを確認した。また、現場を確認した結果、ベント管の上部にある4本のフランジボルト（以下「ボルト」）のうち1本が外れていた。				
調査内容とその結果 ・外観点検の結果、管台のベント管側の溶接境界部に漏えい跡を確認し、当該部の浸透探傷検査を行った結果、周方向の線状指示模様（約6 mm）が確認された。 ・指示模様が確認された箇所の破面観察を行った結果、き裂は、外面の溶接止端部から内面に向かって進展し、破面は疲労割れの特徴を示していた。 ・ボルトは4本中1 本が外れ、1 本は手で回る程度に緩んでいた。 ・当該ベント管の固有振動数を解析により評価した結果、ボルト3本の状態では、292.8Hz～294.3 Hz で、当該ポンプの運転に伴う振動数（圧力脈動の周波数）297.5 Hz と近接していた。このため、ベント管とポンプの共振により、損傷部に加わる応力が増大し、疲労限を（113 MPa）を超える応力（最大 122.8 MPa）が加わることがわかった。 ・ボルトが1 本外れる前の、当該ベント管の固有振動数を解析により評価した結果、290.4Hz～291.8 Hz であった。 ・関係者への聞き取り結果、前回のポンプ分解点検において、トルク管理を行っておらず、締め付け記録も残すこととしていなかった。また、作業場所が狭く、施工性が比較的悪かったことから十分な締め付けができていなかった可能性がある。				
損傷発生のシナリオ 前回のポンプ分解点検後、ベント管のボルト2本が十分に締め付けられていなかったため、その後のポンプの運転に伴う振動により、その2本のボルトが緩み、内1本が外れた。その結果、ベント管の固有振動数が、ポンプの運転に伴う振動数（圧力脈動の周波数）に近接して共振し始めた。ベント管の管台部に疲労限を超える応力が働き、高サイクル疲労割れが発生・進展し、漏えいに至った。（データ採録者記入：振動数が 290Hz を越えているので、共振が発生するまでは長く、共振が発生した時点からは比較的短期間で割れが進展したと推定される）				
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） 主給水ポンプに接続している付属配管フランジの締め付けは全て、トルク管理を行うとともに、締め付け記録を残すよう作業要領書を改訂することとした。 また、当該管台を取り替えるとともに、改定した作業要領書に基づき実施することとした。				
教訓 ポンプ等の分解点検においては、ボルト締めの際、トルク管理を行い、締め付け記録も残す。				
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