

UME-107	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） http://www.nucia.jp/nucia/kn/KnTroubleView.do?troubleId=10948		本資料の 作成者名 梅村文夫.
整理番号	資料のタイトル 発電機冷却器冷却水の漏れ		
失敗事例のタイトル 回転機器（発電機）との共振に基づく疲労き裂			一次原因（材料要素） 高サイクル疲労（共振）
機種 発電プラント 発電機の冷却器	部品 ドレン配管	材料 炭素鋼	概略の寸法 外径約 25 mm、肉厚 3.4 mm
損傷発生時の状況 発電機を冷却するための冷却水配管に取付けられているドレン配管の付根付近から水が漏洩した。外観検査の結果、冷却水配管とドレン配管との溶接部に割れが発生していた。			
調査内容とその結果 切断し調査した結果、①溶接部の管内面側に空洞（幅約 3 mm×深さ約 2.4 mm）があった。空洞は溶接時（建設時）の欠陥と推定された。②空洞部を起点としてき裂が発生し、管外面側に貫通していた。③破面観察の結果、ストライエーション状模様が確認され、疲労き裂であること断定された。④き裂が生じたドレン配管について、製作図と比較したところ、取付け位置は製作図より約 60 mm 下方となっていた。き裂が発生していない他のドレン配管は製作図どおり取付けられていた。⑤配管の下流のドレン弁は、建設時はねじ込み式で取付けたが、途中からフランジでの取付け方法に変更した。⑥ドレン配管の固有振動数を調査したところ、き裂が生じた管は 119.6Hz であり、生じてない管（製作図どおり取付けられていたドレン配管）は 108Hz であった（いずれも弁の取付け方法はフランジ式）。⑦漏洩した管は、発電機の振動（120Hz）を受け、共振し、繰返し振動応力（23MPa）が加わり、疲労き裂が生じたと推定された。⑧強度評価の結果、溶接部に空洞等のき裂がない場合は、共振による振動応力でも疲労き裂は生じないが、き裂が 2.4 mm 程度ある場合には疲労き裂が進展することが分かった。			
損傷発生のシナリオ ① ドレン配管を溶接した時に溶接欠陥部（空洞）が生じた。 ② 建設時に、ドレン配管を製作図より 60 mm 下方に取付けた。その後、ドレン弁の取付けを、ねじ込みからフランジに変更したため、当該部の固有振動数が 104Hz（ねじ込み）から 119.6Hz（フランジ）と高くなり、発電機の振動数（120Hz）に近づいた。 ③ 発電機の振動との共振により振動応力（23MPa）が発生し、溶接欠陥部（空洞）を起点として疲労き裂が発生・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） ① ドレン配管にサポート（固定用のバー）を取付け、共振を回避した。 ② 冷却水配管に直接溶接しているドレン配管は、管台を用いた溶接方法に変更し、溶接部の強度を高めた。			
教訓 ① 発電機のような大型の回転機器に隣接する配管は、回転機器の振動の影響を受ける。途中での設備変更時（ねじ→フランジ等）では、共振の事も考慮する必要があった。 ② 配管の固有振動数は、管の取付け位置や、弁の取付け方法（ねじ込み、フランジ）によって異なる。 ③ 大型回転機器に隣接する設備は、設計段階で共振が起こらない条件を明確にし、メンテナンス側にも情報伝達する必要がある。 ④ 溶接欠陥（空洞等）が無ければ、共振が生じても、疲労き裂の進展を防げた。			
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	
<input type="radio"/>	当時の技術レベルでは不可抗力	<input type="radio"/>	設計者
<input type="radio"/>	情報伝達不備・不足	<input type="radio"/>	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
<input type="radio"/>	指示ミス	<input type="radio"/>	使用者
<input type="radio"/>	うっかり、ぼんやり	<input type="radio"/>	メンテナンス者
<input type="radio"/>	その他	<input type="radio"/>	その他

