

UME-211	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） http://www.nucia.jp 通番 11002		本資料の 作成者名
整理番号	資料のタイトル 原子炉補機冷却水冷却器入口配管からの海水漏れ		梅村文夫.
失敗事例のタイトル ゴムライニングは、キャビテーションにより損傷を受ける		一次原因（材料要素） キャビテーション・エロージオン	
機種 原子力発電設備・原子炉補機	部品 海水供給配管	材料 ゴムライニング / 炭素鋼(STPY41)	概略の寸法 外径：51 cm、厚さ 13 mm
<p>損傷発生時の状況</p> <p>定期検査中、冷却水冷却器海水供給配管の流量調整弁として使用するバタフライ弁（図1参照）の下流から海水が漏れていることを確認した。漏れ部近傍の配管の塗料を取り除いた結果、直径2～3mmの漏れ孔が認められた。本配管は、炭素鋼製であり、海水に接する内面は膜厚3mmのゴムライニングがされていた。</p>			
<p>調査内容とその結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・配管内面について外観観察を行った結果、漏れ部近傍に軸方向約145mm、周方向約50mmのゴムライニングの欠損部が認められ、海水に接していた炭素鋼管表面には腐食生成物が見られた。ゴムライニング欠損部近傍には、凹凸状のエロージオン痕が認められ、エロージオン痕はバタフライ弁に近い上流側ほど顕著であった。 ・ライニング欠損部周辺のライニングを剥ぎ取った後、断面マクロ観察を行った結果、ライニング欠損部は、ほぼ全面に渡って減肉が認められたが、炭素鋼管の腐食は、内面から外面に向かって腐食部が狭まっており、内面から外面に向かって腐食が進行し貫通したことを示していた。 ・炭素鋼管の漏れ孔近傍の断面ミクロ観察を行った結果、漏れ孔近傍の表面は比較的なめらかで、薄い腐食生成物が見られ、漏れ孔近傍に、腐食ピット状の箇所が認められた。以上のことから、炭素鋼管の減肉は腐食で進行していたが、流れの影響により、腐食速度が上昇したと考えられた。 ・欠損部近傍および健全部のライニングについて、硬度測定、引張強さおよび伸びを計測した結果、欠損部近傍、健全部とも、いずれの特性も同等であり、欠損部近傍に特異な特性変化は認められなかった。（注）硬度の数値は？ <p>当該配管は、バタフライ弁下流に接続しており、流動条件が厳しいこと、またライニング面にエロージオン痕が認められたことから、漏れ部におけるキャビテーションの発生状況について評価を行った。弁を用いて水流の調整を行う場合、弁の開度が小さいほど（流路を絞るほど）キャビテーションが発生しやすくなる。バタフライ弁の開度は20～22%の開度で運転が行われていたが、この条件では、キャビテーション発生の可能性があることが確認された。</p>			
<p>損傷発生のシナリオ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当該配管の上流のバタフライ弁で海水の流れが絞られた際、弁下流でキャビテーションが発生し、キャビテーション・エロージオンにより、当該配管のゴムライニングが局所的に、徐々に損傷（減肉・剥離）した。 ・炭素鋼管が海水に暴露されたことになり、炭素鋼管の内面から外面に向かって腐食が進行し、管の貫通に至った。 			
<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> <p>漏れ部の認められた海水供給配管は新品の配管に取り替えた。他の海水設備配管等の全数について、ライニングの点検を行ない、損傷の認められた箇所に関しては、ライニング補修または新品の配管への取替えを行った。</p>			
<p>教訓 ゴムライニングは耐エロージオン性に優れているが、流量調整弁として使用するバタフライ弁下流ではキャビテーションが発生する可能性がある。キャビテーションが発生すると、ゴムライニングでも、徐々に損傷する。このように、特別な損傷モードが考えられる部位は、適切な点検頻度を設定し、必要に応じて補修をする必要がある。</p>			
<p>備考 本事例では、ゴムの種類が記載されていないが、ゴムの耐エロージオン性は、ゴムの特性により異なる。一般に、軟質ゴムの方が優れており、硬質ゴムを使用している場合は、軟質ゴムに代えることも改善策になり得る。</p>			
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

図1. バタフライ弁

