

UME-138	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） 石本裕保：材料と環境 2005 講演集、A-206、69～(2005)		本資料の 作成者名 梅村文夫.
整理番号	資料のタイトル 循環冷却水による炭素鋼熱交換器チューブの腐食事例		
失敗事例のタイトル 定期検査期間を延長したことによる汚れと腐食の発生			一次原因（材料要素） 微生物腐食
機種 冷却システム	部品 熱交換器チューブ	材料 炭素鋼	概略の寸法
損傷発生時の状況 <p>開放循環式冷却系を、従来は2年連続運転した後に定期検査を行ってきた。2年間隔の定期検査で、汚れや腐食が生じなかったため、4年連続運転したところ、熱交換器チューブに汚れと腐食が生じた。</p> <p>循環冷却水には、工業用水を使用しており、少量の薬品を添加し、汚れおよび腐食を防止していた。冷却水の濃縮倍率は5倍で管理していた。平常の薬品処理には、防食剤としてホスホン酸塩とポリマーを注入し、殺菌剤として次亜塩素と次亜臭素の混合薬品を、残留殺菌剤濃度目標 0.1～0.3ppm にて添加していた。</p>			
調査内容とその結果 <p>多数の熱交換器に、多量のヘドロの付着、粘土・土砂による汚れが見られた。汚れの発生した熱交換器の多くに、腐食の発生が見られた。腐食は全面的に進行しており、最大腐食深さは2.4mmであった。当該機器は4年前に開放点検を実施しているが、腐食の記録は無い。4年間で腐食したと仮定すると平均腐食速度は0.6mm/年となる。</p> <p>スケールが堆積し、局部腐食が発生しているチューブを半割りし、内面の腐食状況を調査した。腐食は下部に集中する傾向があり、0.5～1.6mm 深さの局部腐食が多数発生していた。一部の減肉部はすり鉢状の腐食形態を呈していた。</p> <p>チューブ内の堆積物を採取し、分析した結果、スケールの主成分は、リン酸カルシウムと土砂成分であるシリカなどであった。</p> <p>水質の履歴調査の結果、前回定期検査を行った次の年の夏季に濁度が一時的に管理値濃度 50ppm を超えていた。熱交チューブ入口付近および冷却塔ピットから採取したヘドロには高濃度の硫酸塩還元菌（SRB）が検出され、酢酸も若干存在していた。</p>			
損傷発生のシナリオ <p>冷却水の濁度成分が増加し、冷却塔内に持ち込まれた。持ち込み濁度成分は冷却塔のピットに堆積し、堆積量が一定量を超えた時点で、循環ポンプに吸引され、熱交換器に送られた。分散剤の能力不足のため、汚れが熱交チューブに付着した。汚れの下は嫌気性環境となるため、SRBが繁殖し、微生物腐食が発生した。</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>濁度分析を従来の週1回から連続測定とした。また、濁度が比較的高く、変動が大きい春から夏場にかけて手動による間欠ブロー、秋季および冬季は自動ブローコントロールとした。分散剤は分散性能が高い薬剤に変更した。防食対策としての初期皮膜処理を強化した。濁度上昇対策として、フィルターの設置を検討している。</p>			
教訓 <p>定期検査期間を延長するのであれば、延長に耐えるように、水質管理を強化する必要がある。</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	
<input type="checkbox"/>	当時の技術レベルでは不可抗力	<input type="checkbox"/>	設計者
<input type="checkbox"/>	情報伝達不備・不足	<input type="checkbox"/>	製作者 / 建設担当者
<input type="checkbox"/>	担当者不勉強/教育不十分/意識不測	<input type="checkbox"/>	検査者
<input type="checkbox"/>	指示ミス	<input type="checkbox"/>	使用者
<input type="checkbox"/>	うっかり、ぼんやり	<input type="checkbox"/>	メンテナンス者
<input type="checkbox"/>	その他	<input type="checkbox"/>	その他

2 ページ以降に写真、図表等を添付してください