

UME－359		資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） Abdulaziz Al-Meshari：Materials performance, p.62～, December (2012)		本資料の作成者名 梅村文夫	
整理番号		資料のタイトル Failure Analysis of Condenser Tubes.			
失敗事例のタイトル 微量のアンモニウムを含む凝縮水による黄銅管の応力腐食割れ				一次原因（材料要素） 応力腐食割れ アンモニア SCC	
機種 多管式熱交換器		部品 管	材料 アドミラルティ黄銅	使用環境 水（微量のアンモニウムを含む）	
損傷発生時の状況 蒸気タービンからの排気蒸気を凝縮し、ボイラー給水として再利用するために使用されていた多管式熱交換器（凝縮器、復水器）の管に損傷（き裂）が発生した。 熱交換器は、シェル側に蒸気が流れ込み、管内を冷却水が流れるタイプであり、25 年間使用された。 管の素材はアドミラルティ黄銅であった。					
調査内容とその結果 管を切り出して調べたところ、管外面側から複数のき裂が発生していた。腐食による管肉厚の減少（薄肉化）は見られなかった。管の材質の化学分析では、材質は ASTM に記載されているアドミラルティ黄銅の化学組成に準拠していた。 管断面の、金属組織学的調査では、管外面は、約 10 μ m 厚の酸化物からなる変色層（tarnish film）で覆われていた。 き裂は、変色層で発生し、母材の粒界に伝播していた。 蒸気凝縮液を採水して分析した。凝縮液の pH は 7.5～8.5 で、アンモニウムの存在が確認された（検出された最大濃度は 0.2 ppm）。					
損傷発生のシナリオ 調査結果は、管のき裂はアンモニア（NH ₃ ）による応力腐食割れ（SCC）である事を示している。 20～40%の Zn を含む黄銅（アドミラルティ黄銅）は、少量の NH ₃ によって SCC を生じる可能性のある事が分かっている。 NH ₃ およびアンモニウム化合物は、蒸気システムの処理剤として使用されることがある。 SCC が発生するためには、環境中に空気（酸素）などの酸化剤が存在する必要があることもよく認識されている。					
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） ・ システム内の蒸気凝縮液の pH、アンモニウム、溶存酸素のレベルを監視・調整し、常に設計基準内に維持する必要がある。 ・ 空気はアンモニア SCC の発生を誘発するので、システム内に空気の侵入がないか確認する必要がある。 ・ アドミラルティ黄銅管を 90/10 銅ニッケル管にグレードアップする。					
教訓 微量のアンモニウムの存在がアドミラルティ黄銅の SCC を引き起こす。					
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	