

UME -305	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） 宮坂松甫 エバラ時報 No.224 p.28～(2009-7)		本資料の 作成者名 梅村文夫
整理番号	資料のタイトル 腐食防食講座—海水ポンプの腐食と対策技術— 第5報：ステンレス鋼及びニレジスト鋳鉄の腐食と対策		
失敗事例のタイトル ニレジスト鋳鉄の自然海水中における応力腐食割れ			一次原因（材料要素） 応力腐食割れ
機種 海水ポンプ	部品 ポンプケーシング	材料 高ニッケル鋳鉄 (ニレジスト鋳鉄、 ASTM A 436 Type 2)	使用環境 ・常温海水 ・ブライン
損傷発生時の状況 中東地域の海水淡水化プラントで使用されていた ASTM A 436 Type 2（ニレジスト鋳鉄）製のブライン循環ポンプのケーシングに、運転中に割れが発生した。また、日本国内で使用されていた同材質製のポンプのケーシングにおいても、自然海水中で割れが発見され、大きな問題となった（ニレジスト鋳鉄は、鋳鉄と比べて流動海水に対する耐食性が優れているため、海水機器に使用されていた。当時（1980年代）、ニレジスト鋳鉄が、常温の海水中で応力腐食割れが生じるという知見はなく、急遽対策が求められた）。			
調査内容とその結果 当時（1980年代）の文献調査によると、ニレジスト鋳鉄は、沸騰 42%MgCl ₂ 溶液あるいは沸騰 20%NaCl 溶液中で、耐力 90%以上の引張応力という過酷な条件で、SCC が発生すると報告されていた。常温海水中における SCC 発生事例の報告は全く無く、その為、割れの原因を明らかにするための再現試験が行われた。その結果を次に述べる。 供試材と試験条件は以下の通り。 供試材：ASTM A 436 Type 2（片状黒鉛タイプのニレジスト鋳鉄）、ASTM A 439 Type D2（球状黒鉛タイプのニレジスト鋳鉄） 試験環境条件：7%食塩水、33℃、酸素飽和 引張応力条件：低応力～高応力にわたる各種引張応力レベル 試験結果は以下の通り。 ① Type 2 及び Type D2 いずれも、塩水中では、大気中の破断応力より低い応力で破断する。Type D2 は、Type 2 と比べて著しく割れにくい（同一応力で破断時間を比較すると、Type D2 は Type 2 の 10 倍以上の寿命を示す）。破断時間は、いずれの材料も、負荷応力が低くなるにつれて指数関数的に長くなる。 ② 材料中の Ni 量の増加、温度及び溶存酸素濃度の低下は、SCC 感受性を低下させる。 ③ アノード分極により割れは加速され、カソード分極により割れは抑制される。 以上の事から、ニレジストの割れ機構は、水素脆性ではなく、活性経路型 SCC(APCC: Active Path Corrosion Cracking)である事が明らかにされた。			
損傷発生のシナリオ 海水に対して耐食性の優れたニレジスト鋳鉄であったが、応力（設計&残留応力）が高かったために、常温海水中にもかかわらず、応力腐食割れが発生した。			
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 球状黒鉛タイプ（Type D2）のニレジスト鋳鉄を採用する（片状黒鉛タイプの Type 2 に比べて寿命が大幅に延びる）。なお、現在の海水ポンプのケーシングは、すべて Type D2 で造られている。 ② 設計応力、残留応力の低減を図る。 ③ カソード防食を採用する。			
教訓 当時の知見では予測できなかった腐食損傷事例である。 メーカーもユーザも、新しい材料の採用に当たっては、実環境を考慮し、事前に十分な試験を行い、正確な評価を実施する必要がある。			
備考 ニレジスト鋳鉄：Ni を 12～36%含むオーステナイト鋳鉄。海水中で、普通鋳鉄に比べて広い流速範囲で耐食性が優れている。ステンレス鋼でしばしば発生する隙間腐食や孔食が生じにくい。そのため 1970 年代から海水用機器に広く採用されるようになった。			

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