

UME-310	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） Report from Saline Water Conversion Corporation Research & Development		本資料の作成者名 梅村文夫
整理番号	資料のタイトル Investigations on the failure of steel weldments in seawater desalination plants		
失敗事例のタイトル ステライトの溶接肉盛りによるステンレス鋼の割れ			一次原因（材料要素） 割れと腐食
機種 海水淡水化プラント/ 高圧給水ポンプ	部品 圧力調整用バルブ	材料 二相ステンレス鋼/ ステライト（オーバーレイ）	環境因子 海水（40℃）
損傷発生時の状況 海水淡水化プラントで使用していた圧力調整用バルブに 3000 時間運転後、損傷が確認された。 本バルブは、40℃の海水を所定の圧力で RO(逆浸透)系統へ供給する高圧給水ポンプ系統に使用されていた。 バルブの母材は二相ステンレス鋼（DIN 1.4462）製で、その表面にステライトが溶接でリング状に肉盛りされていた。			
調査内容とその結果 圧力調整バルブについてマイクロスコップで調査をした結果、上部シート及び下部シート部が激しく損傷を受けており、孔食とともに、肉盛りされたステライト製のリングに割れが生じていた。 二相ステンレス鋼とステライトの境界（溶融線）には、腐食生成物が堆積していた。下部シートは上部シートより激しく損傷を生じており、肉盛りされたリングはほとんど剥がれかかっており、わずかの力でも剥離する状態であった。 実際、金属組織用のサンプルを切り出す時に、ステライト製のリングは剥離した。 下部シートには、キャビテーションに起因して発生した窪みが存在していた。 金属組織の観察結果は以下の通りであった ① 肉盛り材のステライトは、ステンレス鋼との境界近傍で脱炭していた。 ② 二相ステンレス鋼の粒界には炭化物（ $Cr_{23}C_6$ 及び $(Cr,Fe)_{23}C_6$ ）が析出していた。 ③ ステライト/二相ステンレス鋼の境界で、ステンレス鋼に粒界腐食が発生していた。 化学分析の結果は以下の通りであり、炭素がステライトからステンレス鋼に拡散した事実を示した。 ① 二相ステンレス鋼母材の炭素濃度は約 0.08%と、多少高い濃度を示した。 ② ステンレス/ステライト境界の炭素濃度は 0.23%であり、この濃度は二相ステンレス鋼の炭素濃度より著しく高いが、ステライトの炭素濃度よりは低い。 また、EDAX（エネルギー分散型 X 線分析）を使用して、ステンレス/ステライト境界近傍の炭素濃度プロファイルを分析した結果、ステライトからステンレス鋼への炭素の拡散が確認された。 ステライトの割れは、状況から判断して、溶接により肉盛りした時に生じたと推測された。すなわち、割れは肉盛り時の凝固収縮の際に生じる応力、及び溶接欠陥等に起因して生じた。			
損傷発生のシナリオ ① ステライトを二相ステンレス鋼に溶接により肉盛りする時に、凝固収縮の際に発生する応力により、ステライトに割れが発生した。 ② 溶接で肉盛りした時に、炭素がステライトからステンレス鋼に拡散した。その結果、ステンレス鋼の粒界には炭化物が析出した。その結果、粒界に沿ってクロム欠乏域が形成され、粒界腐食が発生した。 ③ 境界部（溶融線）が腐食したため、ステライトからなるリングが部分的に剥離し、その為、すきまやピットが形成された。			
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） 対策（1）溶接による肉盛り工程を注意深くコントロールし、肉盛り後には応力除去を行う。 （データ採録者加筆：ステンレス鋼はステライトを溶接で肉盛りする際に、鋭敏化を受けやすい。鋭敏化を避ける事は難しい事を前提に、機器の設計、肉盛り材の選定、溶接入熱の管理を行う必要がある。） 対策（2）低 C の肉盛り硬化材（Si 系）に材質変更する。（参考文献）新しい肉盛硬化材 Co-Mo-Cr-Si 系合金の耐食特性：山辺、鈴木、防食技術、Vol. 35, No.3, p.157 (1986)。			

教訓			
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