

UME-355	資料の出典 (資料名、著者、巻、号、頁など) Geogy J. Abraham and Vivekanand Kain: Materials performance, p.62~, Marth (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 Type 316L SS Drain Nozzle Elbow in H ₂ S Service		
失敗事例のタイトル 潤滑剤が原因として生じた鋭敏化に起因する硫化物応力腐食割れ (SSC)			一次原因 (材料要素) 鋭敏化 硫化物応力腐食割れ (SSC)
機種 パイプライン システム	部品 エルボ	材料 オーステナイト系ステンレス鋼 タイプ 316L ステンレス鋼 (UNS S31603)	使用環境 水 (硫化水素(H ₂ S)飽和水)
損傷発生時の状況 硫化水素 (H ₂ S) の飽和した水を、最高温度 130℃、圧力 25kg/cm ² で輸送するタイプ 316L ステンレス鋼製のパイプラインシステムのエルボに損傷が発生した。			
調査内容とその結果 拡大鏡でエルボを目視検査すると、エルボの 3 時の個所に分岐したき裂が見つかった。 実体顕微鏡で検査すると、エルボの内面全域に黒い斑点が散在していた。 エルボの内面側で観察されたき裂は溶接部を通過し、外面側のき裂は溶接部に近接していた。 光学顕微鏡で母材の金属組織を観察すると、粗大化した結晶粒と多数の変形バンド (双晶とスリップバンド) が観察された。き裂の形態は粒界き裂とそれに続く粒内き裂の混在モードで伝播していた。 エルボの内面の黒い斑点の近傍では、鋭敏化組織 (粒界に沿って炭化物が析出) が見られた。 EPMA (電子プローブマイクロアナリシス) では、エルボの内面の黒い斑点は遊離炭素であることが示された。			
損傷発生のシナリオ 粗大化した結晶粒子と変形バンドが観察された事は、冷間成形後に溶体化処理が適切に実施されていないことを示している。 エルボの内面にある黒い斑点 (カーボンスポット) は、エルボの製造 (冷間圧延) プロセスで使用された潤滑剤がその後のクリーニング過程で取り除かれず、エルボに取り残された事を示す。すなわち、取り残された潤滑剤がその後の熱処理中に解離し、遊離炭素を形成し、金属組織の鋭敏化を引き起こした。 エルボの鋭敏化していた個所では、H ₂ S で飽和した 130℃の水にさらされ、硫化物応力腐食割れ (SSC) を発生した。			
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) 製品の内面に炭素が堆積していないことを確認する。 製造手順 (洗浄過程) を適切化する。 冷間加工の影響を緩和するために、適切な溶体化処理が必要。			
教訓 製造プロセスで使用された潤滑剤の洗浄過程が不適切だと、鋭敏化の原因となり、硫化物応力腐食割れ (SSC) の起点となる。			
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="radio"/>	製作者 / 建設担当者
<input type="radio"/>	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="radio"/>	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