

UME-350	資料の出典 (資料名、著者、巻、号、頁など) Jeetendra Gupta et al. : Materials performance, p.60~, March (2018)		本資料の作成者名 梅村文夫
整理番号	資料のタイトル Sulfide Stress Cracking Failures of Tubing Couplings		
失敗事例のタイトル 締付け時の過大なトルクに起因する SSC			一次原因 (材料要素) 硫化物応力腐食割れ (SSC) 水素誘起割れ (HIC)
機種 洋上ガスプラットフォーム	部品 チュービング (管) 連結部	材料 低合金鋼(API 5CT L80 Type1 : 備考 1 参照)	使用環境 湿潤 H ₂ S
損傷発生時の状況 2015 年、改修作業のために洋上ガスプラットフォームの 2 つのガス井のチュービング (管) を引き抜いた。その結果、連結部の多くに、き裂が多数発生している事が分かった。 これらの管の連結部は 1999 年に製造され、2000 年にガス井に設置された。			
調査内容とその結果 目視検査では、き裂が発生した個所に、局部腐食や減肉は見られなかった。 き裂のほとんどは内面から発生していた。連結部の肉厚を貫通するき裂も見つかった。 金属組織観察では、き裂は粒内を伝播し、き裂部には硫化物の腐食生成物が詰まっていた。これにより、硫化物応力割れ (SSC) が原因で、連結部が損傷したと判断できる。 主割れの SSC から分岐した HIC (水素誘起割れ) 特有のジグザグき裂も観察された。 SEM (走査型電子顕微鏡) では、亀裂の起点となった小さな腐食ピットが観察された。 SSC き裂内の腐食生成物の EDS (エネルギー分散型 X 線分光法) 分析では、O、Cl、および S (酸化物、塩化物、および硫化物) のピークが示された。 井戸内の水の分析では、塩化物と硫酸塩の存在が示された。 損傷した連結部の化学分析では、材料が API 5CT L80 Type1 (備考 (1)) である事が示された。 硬度試験では、破損した連結部の硬度は 21~22 HRC であり、API 5CTL80Type1 材料の基準硬度 23HRC の許容範囲内であった。 き裂は連結部のみ見られた。このことから、連結部を締め付ける際に高いトルクが加わり、ねじ山に応力が集中していた可能性がある。			
損傷発生のシナリオ 連結部は、締め付け時に加えられたトルク、応力集中、湿潤 H ₂ S に長期間曝され、その結果 SSC を生じた。 材料の硬度が、基準値の許容範囲であったが、基準値内の最高強度に近かったことも、SSC の発生を誘発した。 湿潤 H ₂ S は、金属への水素原子の侵入を促進し、HIC ももたらしました。 湿潤 H ₂ S 環境で、HIC を伴う SCC が原因で、連結部は壊れた。			
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) ・ 連結部を締め付ける際、最大適用トルクは、API SPEC 5CT または製造元のガイドラインに準拠する必要がある。 これにより、材料に過度の応力がかかる事を防止する。 ・ SSC に耐性のある材料を使用する。			
教訓 連結部の締付け時は、適正なトルク管理が重要である。			
備考 (1) API 5CT L80 Type1 : 化学組成 最大値 : (%) C 0.43, Si 0.45, Mn 1.9, P 0.03, S 0.03, Ni 0.25, Mo 0.35, Fe Balance			
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

<input type="radio"/>	担当者不勉強/教育不十分/意識不測		検査者
	指示ミス	<input type="radio"/>	使用者
	うっかり、ぼんやり	<input type="radio"/>	メンテナンス者
	その他		その他