

UME-353	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） S.K.Srivastava et al. : Materials performance, p.58~November, (2013)		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 Oil and Gas Production Tubing in an Inclined Well		
失敗事例のタイトル 材質特性が腐食損傷の発生を速める事がある			一次原因（材料要素） 孔食 腐食疲労
機種 油/ガス製造設備	部品 チュービング（管）	材料 炭素鋼(API 5CT N-80 type)	使用環境 水（CO ₂ , H ₂ S,塩化物イオンを含む）
損傷発生時の状況 油・ガス田のチュービング（管）が、約13年間使用後、損傷した。 チュービング（管）は、炭素鋼（N-80）製で、肉厚5.51mmであった。 使用期間中、腐食対策は行われなかった。			
調査内容とその結果 目視検査により、以下の特徴が明らかになった。 ・管内外面（両面）が腐食していたが、内面の腐食が顕著であった。 ・内面は、局部的に孔食とスケールの生成が見られた。管の軸方向の肉厚の減少に伴って、軸方向に沿ったスリット状の破損が発生していた。 ・実態顕微鏡観察では、スリット状の破損個所に、深い孔食とスケール形成が見られ、深い孔食は破損の起点となった事が示唆された。 腐食生成物をX線回折法で調べた結果、腐食生成物は微量の黄鉄鉱（FeS ₂ ）を含む菱鉄鉱（FeCO ₃ ）と酸化鉄から構成されていた。これらの生成物は、ガス中に存在するCO ₂ とH ₂ Sの腐食作用によって形成されたと判断できる。 管内に存在していた水の分析結果は次のとおりであった。 pH 6.1、重炭酸塩（mg/L）297、硫黄（mg/L）75、Cl（mg/L）42095、鉄（mg/L）15、CaCO ₃ 換算硬度（mg/L）2120。 高濃度の塩化物イオンの（42095 mg/L）の存在は、皮膜の安定性に悪影響を及ぼし、孔食を誘発する。 管の材質の化学分析では、管はAPI 5CTに準拠したN-80タイプ炭素鋼であった。 機械的特性は次のとおりであった。 ・引張強さ（UTS）は、N-80CTのAPI5CTの規格値の許容範囲内であった。 ・降伏強度（YS）は基準値よりはるかに高かった。伸び率は規格値以下であった。 介在物含有量試験では、多数の円形状の介在物の存在が明らかになった。 破面を超音波洗浄し、走査型電子顕微鏡（SEM）で調べた結果、疲労破面を示す縞状模様（ストライエーション）が見られた。			
損傷発生のシナリオ 水中にCO ₂ 、H ₂ S、塩化物イオンを含むため、水の腐食性が高く、孔食が発生した。 孔食が複数発生したため、孔食に起因してスリット状の破損が生じた。応力の存在（繰り返し応力）が疲労き裂の進展を促し、破損に至った。 材料中に存在していた介在物は、孔食および破損の発生を誘発した。			
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） N-80の代わりにL-80タイプ1炭素鋼管を使用する。			
教訓 材質特性が適切でないと腐食損傷の発生が早まる。			
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="radio"/>	設計者
<input type="radio"/>	情報伝達不備・不足	<input type="checkbox"/>	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