

UME-324	資料の出典 (資料名、著者、巻、号、頁など) Peng Cheng-hong, Zhu Wei-heng, Liu Zheng-yi, Wei Xing-zhao : Case Studies in Engineering Failure Analysis 4 (2015) 39-49		本資料の作成者名 梅村文夫
整理番号	資料のタイトル Perforated mechanism of a water line outlet tee pipe for an oil well drilling rig		
失敗事例のタイトル 流れの乱れが原因となったT字管の腐食			一次原因 (材料要素) エロージョン コロージョン キャビテーション エロージョン
機種 油井の掘削装置 水分離ライン	部品 出口配管 (T字管)	材料 低合金鋼	使用環境 排水
損傷発生時の状況 <p>沖合の油井の掘削装置に設置されていた直径 10 インチの水分離ラインの出口配管 (T字管) に、貫通孔が、使用後わずか6~12 ヶ月で発生した。孔は、管内面側からの腐食により発生したもので、管の継手の曲がり部 (角) で発生していた。貫通孔のサイズは小さいが、腐食は比較的広い面積にわたっていた。</p> <p>管内を流れる流体は、原油を分離した後に残る、油を含有する排水であった。</p> <p>T字管は ASTM A234 (Gr WPR) 鋼製で、化学成分の規格値は以下の通りである。</p> <p>ASTM A234 (Gr WPR) : C(≤0.2), Si(指定なし), Mn(0.4-1.06), Ni(1.6-2.24), Cu(0.75-1.25), Cr(指定なし), Mo(指定なし) 単位 (wt%)</p>			
調査内容とその結果 <p>腐食であいた孔の周辺、および腐食が生じていない健全な部分からサンプルをそれぞれ採取し、外観観察、金属学的調査、材料の化学分析等を実施した。</p> <p>1. T字管の管内表面の腐食形態</p> <p>板厚を貫通した直接の原因となった大きなピットは、全体的に馬蹄形を示しており、その内部にはハニカム状のキャビティーが多数見られた。馬蹄形の腐食は流体の乱流によって発生する腐食形態であり、ハニカム状のキャビティーはキャビテーションエロージョンの特徴である。したがって、本損傷は、T字管曲がり部で発生した乱流とキャビテーションによる損傷であることが分かる。</p> <p>2. 材質の化学分析の結果</p> <p>T字管の化学分析結果を下に示すが、ASTM A234 (Gr WPR) の規格値 (前述) と比較すると、Mn は規格値より高いが、Ni、Cu は規格値より低かった。</p> <p>T字管: C(0.16), Si(0.36), Mn(1.34), Ni(0.075), Cu(0.11), Cr(0.032), Mo(0.041)</p> <p>3. 金属学的調査</p> <p>キャビテーションエロージョンを受けると、キャビティーの崩壊に基づき、繰り返し衝撃を受ける。繰り返しの衝撃により、鋼の表面は、硬化 (変形硬化、加工硬化) する事が分かっている。そこで、ハニカム状のキャビティーが発生した減肉部について、表面から内部 (母材部) に向けて硬さ分布を測定した。その結果、硬さはハニカムの表面で 163HV と最も硬く、母材部に向けて硬さは次第に低下し、母材部では 130-140HV となった。また、硬さが硬い個所のマイクロ組織を顕微鏡で観察すると、塑性変形により変形された様相が見られた。これらのことは、本損傷が、キャビテーションエロージョンの影響を受けている事を示している。</p>			
損傷発生のシナリオ <p>T字管の曲がり部で、キャビテーションを伴う乱流が発生し、比較的短期間で、貫通孔を生じた。</p> <p>なお、T字管は ASTM A234 で作られたが、Cu の濃度は、規格値(0.75-1.25%)に対して 0.11%と低かった。また Ni の濃度も規格値より低かった。これらの事が、損傷に影響を及ぼした可能性があるが、どの程度の影響を及ぼしているかは、現在のところ明確でない。</p>			
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) <p>乱流による影響を軽減するためには、T字管の曲がり部における曲げの設計と製造技術を改善することが不可欠である。材料の耐食性を向上させるためには、鋼中の Cr 含有量を増加する事が効果的である。</p>			
教訓			

備考

- ① (採録者コメント) 本現象にとって重要な因子は形状因子 (T字) と管内流速である。貫通孔が、使用后わずか6~12ヶ月で発生したことから、管内流速が高かったと推測される。
- ② T字管とフランジ継手間のシーム溶接部にも腐食が見られたが、本損傷事例では、漏洩の直接の原因となった、T字管の貫通孔について紹介した

Journal homepage: www.elsevier.com/locate/csefa

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="checkbox"/>	情報伝達不備・不足	<input type="checkbox"/>	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