

UME-336	資料の出典 (資料名、著者、巻、号、頁など) Mohamed Hanafy El-Sayed: Materials performance, p.46～, February (2015)		本資料の作成者名 梅村 文夫
整理番号	資料のタイトル Flow Accelerated Corrosion in Gas Compression Piping		
失敗事例のタイトル 腐食防止剤の注入の制御が不適切なために発生した FAC		一次原因 (材料要素) 流れ加速型腐食 (Flow Accelerated Corrosion (FAC))	
機種 製油所 ガス圧縮システム	部品 パイプモジュール	材料 低炭素鋼	使用環境 ガス (H ₂ S を含む) + アミン系腐食防止剤
損傷発生時の状況 <p>2つのパイプモジュールで構成される製油所のガス圧縮システムの第1モジュールで、注入孔に近い個所の12時の位置(注孔側)で減肉が発生した。</p> <p>ガス圧縮システムは、250から1050psi (1.7から7.2MPa)に圧力を上昇させるために3つの圧縮段階からなる。このシステムは2つのパイプモジュールからなり、各パイプモジュールには、各コンプレッサーの後ろに注入孔があり、各モジュールで4箇所、合計8つの注入孔となる。</p> <p>製油所では、硫化水素(H₂S)の腐食性を抑制する為、アミンベースの腐食防止剤をこれらの注入孔を介してシステムに注入し、硫化水素をポリサルフィドに変換している。</p> <p>第一パイプモジュールの1つの注入点で、腐食により減肉が進み、パイプが動作応力に耐えられなくなり、延性破壊を生じた。</p>			
調査内容とその結果 <p>パイプの外面のコーティングは良好な状態であり、腐食生成物、材料上の欠陥、機械的な損傷等は見られなかった。パイプ内面は、目に見える亀裂や機械的損傷は見られなかったが、直径3.4mmの注入孔の下流には、腐食領域が流れに沿ってV字形に広がっていた。すなわち、腐食領域は注入孔から、注入口からの距離が増すにつれて徐々に広がった。腐食の形状および形態は、流れ加速型腐食(FAC)を特徴付ける波状パターンを示した。</p> <p>V字形の腐食された領域の外側の領域は無傷であった。</p> <p>V字形の領域は、アミン系抑制剤の流れにさらされていた領域に一致する。</p> <p>注入孔より下流のV字形領域の残存肉厚を超音波試験(UT)で調べた結果、肉厚は極めて薄く、著しく減肉が生じている事が分った。</p> <p>腐食領域の位置およびパターンは、腐食が注入化学物質に起因することを示唆している。これは、化学物質の注入量、注入速度が不適当であったか、または化学物質が不適当(たとえば、pHが過度に低い)なことに起因して生じたと思われる。アミンベースの腐食防止剤のpHは約3であった。</p> <p>注入孔の下流領域の実態顕微鏡観察では、波状のパターンを示しており、滑らかで凹形の形状で減肉していた。前述のように、この表面の形状はFACの特徴を示す。</p> <p>V字型の腐食領域のSEM画像では、表面に薄黒いもろい皮膜の形成を示しており、対応するEDXAはこの皮膜中に硫黄および塩化物が存在することを示している。これは、被膜が、腐食性が高い硫化物および塩化物の存在下で形成されたことを意味する。</p> <p>一方、化学分析、金属組織、硬度、および引張応力試験から得られた結果は、材料は健全である事を示した。すなわち、腐食が材料に直接起因して生じたのではない。</p>			
損傷発生のシナリオ <p>化学物質の不適当な注入速度、あるいは不適当な化学物質(pHが約3と低いもの)の注入に起因して流れ加速型腐食(FAC)が生じた。</p> <p>なお、V字形の腐食域では、次のメカニズムで電食が発生する。すなわち、腐食生成物は最初に保護スケールとして内部パイプライン表面に堆積する。スケールがある程度の厚さまに成長すると、それらはもろくなり、流れによって容易に除去される。このように、新しく露出された領域は、腐食性イオン(塩化物イオンなど)に直接さらされ、局部アノードとなり、腐食が加速される。</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>注入するアミン抑制剤の管理を見直し、パイプ表面に適切な不動態皮膜を形成する必要がある。</p>			
教訓 <p>腐食防止剤の適切な注入制御が重要である。</p>			

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 checked="" 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 checked="" 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