

UME-255	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） 最新腐食事例解析と腐食診断法 監修石原只雄 p.887～889		本資料の 作成者名 梅村文夫
整理番号	資料のタイトル 薬液注入管と保護管の腐食		
失敗事例のタイトル 耐食性の優れたニッケル合金でも、応力腐食割れを生じる			一次原因（材料要素） 応力腐食割れ
機種 地熱発電プラント	部品 薬液注入管 保護管	材料 薬液注入管：ニッケル合金（Alloy825、備考①）、 保護管：炭素鋼	概略の寸法 薬液注入管：径 9.53 mm 保護管：径 2.9 インチ
損傷発生時の状況 <p>抗井掘削深度 3056m、抗底温度 269℃、噴気中の抗井口元圧力 10atg の抗井の薬液注入管とその保護管が破断した。薬液注入管は、抗井内にスケール抑制剤薬液を注入する細管であり、抗井内では保護管（エア管）内に収められている。約 2 年間の運転経過後、薬液注入管と保護管を点検するため地上に引き上げ回収中に、両者とも破断した。</p> <p>薬液注入管の先端は、抗井口元から約 2200m 下にある。地上に引き上げるための、巻き上げ作業を始めてから、巻き上げ長さ 630m に達したところで、管の貫通割れ部から、蒸気が大気中に噴き出していることが観察された。さらに 20m 巻き上げて回収長さが 650m に達したとき、その位置で管が破断した。</p> <p>保護管（耐荷重：6.5t）は、最初、クレーン荷重 49t で引っ張ったが動かなかった。次に 50t 荷重で引っ張ったところ、管が破断した。破断箇所は、577.9m の位置で破断していた。</p> <p>薬液注入管に割れが発生した箇所と、保護管の破断部は比較的近い箇所であった。</p>			
調査内容とその結果 <p>薬液注入管の割れ状況を観察すると、割れは外壁面で発生しており、内壁面に向かって進展し、多くのき裂が貫通していた。</p> <p>保護管の破断部近傍は、管内壁が腐食によってえぐられて薄くなった腐食跡と、管軸方向に引っ張られて破断した延性破壊跡が見られた。なお、破断面には延性破壊が起こる前に、すでに腐食によって腐食孔が内側から外側に貫通していた箇所も見られた。</p> <p>薬液注入管外面と保護管内壁に挟まれている空間から採取した流体成分は、蒸気成分は、H₂O と非凝縮性ガス（H₂S と CO₂）が主な成分であり、熱水は pH7.6 であり、Cl⁻を 7680mg/l 含んでいた。</p>			
損傷発生のシナリオ <p>H₂S ガスと CO₂ ガス、さらに Cl⁻が関与する環境で薬液注入管（ニッケル合金）に応力腐食割れが発生し、進展した。</p> <p>薬液注入管に割れが発生したため、管内のスケール防止剤の PAS（ポリアクリル酸ソーダ）溶液が漏れ出し、滞留し、PAS 高濃度環境となり、炭素鋼に腐食が発生し、耐荷重が小さくなっていったため、クレーン引っ張り荷重 50t で破断した。</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>抗井の運転条件を変更する事が出来ないので、早目の定期検査で、割れの発生を検出し、割れの貫通を未然に防ぐ。</p>			
教訓 H ₂ S、CO ₂ 、Cl ⁻ を含む環境では、耐食性にすぐれたニッケル合金でも応力腐食割れを発生する。			
備考 ①Alloy825 : Ni:38～46、Cr:22、Mo:5、Cu:1.5～3、Fe (bal)			
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 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 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

2 ページ以降に写真、図表等を添付してください