

UME-237	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） 材料と環境 中原正大 Vol.60 No.5 p254～（2011）		本資料の 作成者名 梅村文夫.
整理番号	資料のタイトル 化学プラントにおけるタンタルおよびニッケル基合金の水素が関与した割れ事例		
失敗事例のタイトル タンタルは耐食性が極めて優れているが、水素吸収により脆化する			一次原因（材料要素） 水素脆化
機種 化学プラント	部品 温度計保護管	材料 タンタル（Ta）	概略の寸法 長さ：185 mm、径：14 mm
損傷発生時の状況 <p>Ta 製の温度計保護管に、使用後 6～10 年で割れが発生した。使用最高温度は 120℃、保護管が曝される溶液の組成は、最高濃度で硫酸 14%、重硫酸 70%、水分：30%（いずれも mass%）で、他に有機物を含む。Ta 部材以外の容器は、グラスライニング製で、Ta は工業用純タンタル（JIS H 4701）であった。保護管の鞅部の外径は 14 mm、この部分の肉厚は 2 mm で、フランジ部の肉厚は 4 mm であった。割れは、鞅部の根元部（フランジ側）やフランジ部に発生していた。</p>			
調査内容とその結果 <p>割れ近傍に塑性変形は生じておらず、また割れの破面は比較的平坦で脆性的な様相を示していた。また、腐食の様子は見られず、不働態状態で使用されていたと推測された。以上のことから、水素に起因した割れである可能性が推測されたので、未使用 Ta 製温度保護管、割れの生じた複数の保護管、同環境で使用し割れの生じていない保護管の各フランジ部よりサンプルを採取し、過熱溶融法で Ta 中の水素濃度を分析した。その結果、割れの生じた Ta 管は、いずれも約 300ppm(0.03 mass%)以上の水素を含有していた。機械的特性を調べた結果、水素吸収量が 300ppm を超えると、Ta の破断伸びおよび吸収エネルギーはほぼゼロとなる事が分かった。</p>			
損傷発生のシナリオ <p>Ta は不働態状態で使用されていたが、6 年を超える年月で、水素が吸収され、水素の濃度が 300ppm を超え、脆化した。なお、水素吸収を生じた Ta を真空熱処理を行い、脱水素した結果、機械的特性が回復した。したがって、吸収された水素は、水素化物の形体ではなく、拡散性水素であったか、もしくはその割合が高かったと推定される。</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>タンタルは、水素を吸収すると電気抵抗が増加（電気伝導度が低下）する。非磁性金属の電気伝導度は、渦電流の変化により非破壊的に計測可能である。調査の結果、水素吸収の生じたサンプルの電気伝導率が 12%以下（銅を基準とした値：備考①）に低下していた。このことから、定期検査で電気伝導度を非破壊的に測定し、水素吸収が生じていると判断された保護管は、真空熱処理を実施し、電気伝導率が回復された保護管については継続使用する事とした。</p>			
教訓 <p>タンタルは極めて耐食性が優れているので、過酷な腐食環境で使用する事が出来るが、水素吸収により脆化するので、長時間の使用の際は、定検時に水素吸収の有無を確認する必要がある。</p>			
備考 ①銅を基準とした電気伝導度：IASC%（International Annealed Copper Standard）			
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	<input type="radio"/>	設計者
	情報伝達不備・不足	<input type="radio"/>	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		メンテナンス者
	その他		その他