

UME-141	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） 山本健太郎：材料と環境 2002 講演集、A-203、47～（2002）		本資料の 作成者名 梅村文夫.
整理番号	資料のタイトル 塩酸環境でのカーボン材料の腐食事例		
失敗事例のタイトル 塩酸環境でのカーボン材料、ブチルゴムの化学劣化			一次原因（材料要素） 塩酸腐食
機種 塩酸設備	部品 塔	材料 カーボン/ブチルゴム/炭素鋼	概略の寸法
損傷発生時の状況 高温・高濃度の塩酸溶液を扱う設備（塩酸 26%、芳香族系溶媒 6%、入口温度 55℃、出口温度 110℃）に、漏えいトラブルが発生した。当該機器は耐塩酸性に優れているブチルゴムがライニングされた炭素鋼で製作されており、さらにその外側には、同様に耐塩酸性に優れているカーボンが張られていた。漏えいは、使用 12 年後に発生した損傷事例である。			
調査内容とその結果 塩酸に直接接触するカーボン層は、樹脂が含有されていないカーボンブロックを、樹脂が含有されているカーボンセメント（カーボンを主成分とする接着剤）で固定した多層構造となっている。 開放点検の結果、カーボンセメントには多数の割れが見られた。また、カーボンと炭素鋼の間に位置するブチルゴムライニングは、硬化し脆くなった部位や軟化溶融し消失している部分が見られた。ブチルゴムライニングが劣化し、塩酸が炭素鋼に直接接触するようになった個所の炭素鋼が、局部的に腐食され孔が貫通していた。			
損傷発生のシナリオ 樹脂が含有されていないカーボンブロック層は緻密性に劣る。その為、塩酸はカーボンブロック内を徐々に浸透する。カーボンブロック層は多層構造となっており、その間はカーボンセメント層となる。カーボンセメント層はカーボンブロック内を浸透してきた塩酸の浸透を止める働きを持っている。しかし、カーボンセメント内に充填されている樹脂は塩酸により経年劣化し、消滅することにより、カーボンセメントに空孔が発生する。運転時の負荷等により、空孔間に微細割れが発生し、各空孔が繋がる。空孔部の連結・拡大によりカーボンセメントには貫通部が生じる。その結果、塩酸はブチルゴム層に達した。ブチルゴムは耐塩酸性に優れている材料ではあるが、塩酸が高温・高濃度のため、化学劣化し、劣化箇所を塩酸溶液が浸透した。そのため、炭素鋼が、局部的に塩酸により腐食し、貫通孔が生じた。			
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） カーボンセメントとブチルゴムライニングによる複合耐食層であったが、12 年で寿命に達した。環境の腐食性が高いため、経済性を考慮すると他に優れた材料選定は難しい。カーボンセメントとブチルゴムの寿命管理と、補修方法の最適化が望まれる。			
教訓 耐塩酸性に優れているカーボンセメント、ブチルゴムといえども、高温・高濃度の塩酸溶液中では、化学劣化が進行する。			
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="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