CB0058050	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） 武川哲也：日本設備管理学会誌、Vol.5, No.3, 50 (1993)	本資料の作成者名
整理番号 TKW-050	資料のタイトル 設備材料の腐食損傷と管理上の留意点（Ⅱ）	武川哲也

失敗事例のタイトル	一次原因（材料要素）
水添反応系 1/2Mo 鋼製熱交換器鏡板の水素脆化	水素脆化

機種	部品	材料	概略の寸法
多管式横型熱交換器	鏡板	低合金鋼 1/2 Mo 鋼	

損傷発生時の状況

360℃、55 kg/cm², のプロセスガス(H_2 57 vol%, HC 43 vol%, H_2S 200 ppm) を内部流体とする、水添反応系 1/2 Mo 鋼製熱交換器について、使用１０年目の内部検査に際して鏡板ナックル部に多数のブリスターが発見された(図 1、図 2)。

調査内容とその結果

ブリスターの発生周辺部について、鏡板の断面を顕微鏡観察すると、結晶粒大の粒界ミクロ割れが肉厚深く認められた(図 3)。析出炭化物について X 線回折の結果、鏡板からは M_3C 型炭化物が検出されたのに対して、健全であった直胴部は MxC 型の炭化物のみであった。

損傷発生のシナリオ

水素分圧と温度との関係で各種金属の安全域を示した Nelson 図に対して、1/2 Mo 鋼は安全域にあった。水素侵食は高温水素と鋼中炭化物との反応により生じる CH_4 ガスの圧力を受けて起す粒界破壊である。ここでは不安定な炭化物を析出していた鏡板にのみ生じていた。ただ、水素分圧は低く、その影響だけではなく、鏡板内表面に形成されていた FeS の厚い皮膜の存在から、硫化水素の解離水素を加味した水素ポテンシャルによって、とくに不安定炭化物が析出する鏡板に対して作用し、長年かかって生じた水素損傷と判断された。

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）

1990 年に Nelson 図の安全性について見直された結果、1/2Mo 鋼はとくに溶接部に不安定炭化物を形成しやすく、水素侵食を受けやすいことから、炭素鋼並に扱われるように改正された。この点を考慮して、材質を Cr-Mo 鋼に変更することを推奨した。

教訓

安全域を示す図も、条件次第で不安全状態をもたらすことがある。とくに複雑な環境状態にある場合には留意すべきでさる。

備考

失敗の主要因		誰が判断した結果生じた失敗と考えられるか	
ﾁｪｯｸﾎﾞｯｸｽ（○を記入：複数可）		ﾁｪｯｸﾎﾞｯｸｽ（直接作業者の場合○、監督者の場合△を記入）	
○	当時の技術レベルでは不可抗力	○	設計者
	情報伝達不備・不足		製作者 / 建設担当者
	担当者不勉強/教育不十分/意識不足		検査者
	指示ミス		使用者
	うっかり、ぼんやり		メンテナンス者
	その他		その他

2 ページ以降に写真、図表等を添付してください

事例番号: TKW-050
「水添反応系 1/2 Mo 鋼製熱交換器鏡板の水素侵食」

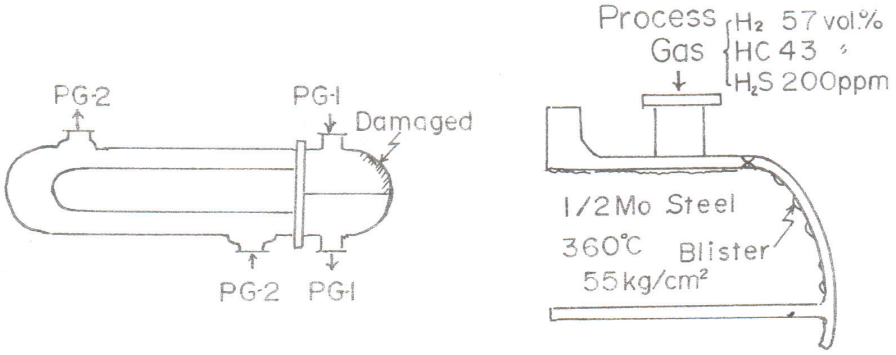

図 1. 熱交換器の概略図と損傷部位

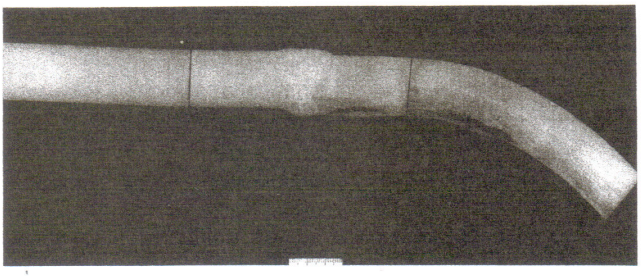

図 2. 鏡板断面膨れ状況

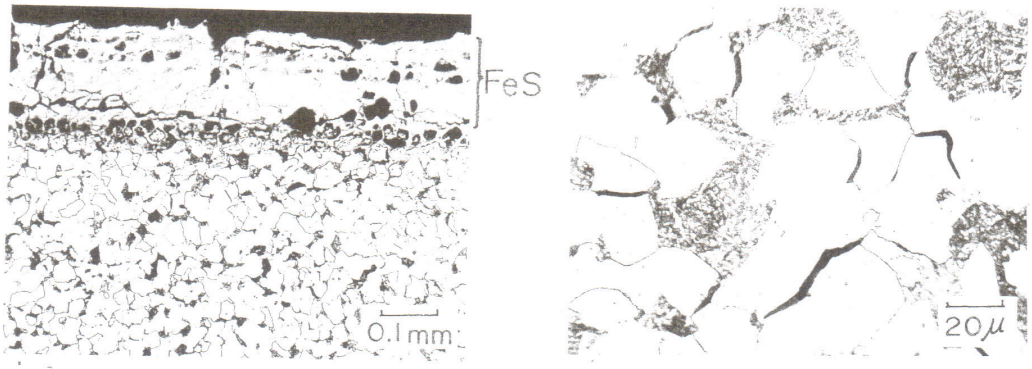

図 3. 損傷部断面ミクロ組織