

SIN-040	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） A.Heuser: Ammonia Plant Safety, 32 , 243(1992) & G.H.Wagner, et al.: ibid., 32 , 252(1992)			本資料の 作成者名 篠原孝順
整理番号 SIN-040	資料のタイトル Repair of a Thick-Walled Ammonia Synthesis Converter Containing a Leak & Hydrogen Attack in 2 1/4Cr-1Mo Steel below Nelson's Curve			
失敗事例のタイトル 21/4Cr-1Mo 鋼製アンモニアコンバーターの Nelson 線図安全域での割れ				一次原因（材料要素） 窒化、水素侵食
機種 アンモニアプラント、反応器	部品 アンモニアコンバーター の耐圧壁	材料 21/4Cr-1Mo 鋼、低合金鋼	概略の寸法 3,355 ID x 229 t	
損傷発生時の状況 C.F.Braun 法アンモニアプラントのコンバーター耐圧壁の周方向溶接部から、8 年間使用後プロセスガスの漏出が起こりプラントを緊急停止した。内圧 175Kg/cm2（水素分圧 110Kg/cm2、NH3 約 16%）、壁温 400℃（水素侵食に関する Nelson 線図の使用限界温度より約 80℃低い）。				
調査内容とその結果 損傷部の諸検査：漏洩箇所は、コンバーター耐圧壁の最終周方向溶接ラインであった。損傷部内面（HAZ&溶接金属部）から多数の小さいクラックが結晶粒界・デンドライト粒界に発生しており、これらが集合して大きくなったクラックが肉厚の 90～100%に達していた。漏洩箇所以外の周方向溶接部にも同様の損傷が発生していたが、クラック深は小さい。クラック部は、脱炭など水素侵食の特徴を示していた。 損傷部内面から 1～2mm 深の部分に内面に平行する粒界剥離が存在し、フレーク・ブリストア状を呈している部分もあった。硬度などの測定値と類似環境での経験より、これらは窒化によるものと判断した。				
損傷発生のシナリオ 内面からの窒化によって 21/4Cr-1Mo 鋼の耐水素侵食性が低下したため（V.Cihal の仮説）、高い残留応力の助けを借りながら水素侵食が進んで漏洩に至った。十分な PWHT を行い難いコンバーター耐圧壁の最終周方向溶接線を、応力条件の悪い下鏡板／胴継ぎ手としたことが大きな要因となった。				
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） PWHT の徹底による周方向再溶接を行って、コンバーターを継続使用中。				
教訓 著者の主張：本コンバーターの様に NH3 を含むプロセス流体を扱う機器では、窒化の起こる温度域（> 300℃）での Nelson 線図適用は出来ない。 使用実績ベースの材料使用限界データに共通する問題であるが、設計・使用・メンテナンス関係者は十分に配慮する必要のある事例である。				
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	
チェックボックス（を記入：複数可）			チェックボックス（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