

SIN-033	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） 非公開資料		本資料の 作成者名 篠原孝順
整理番号 SIN-033	資料のタイトル		
失敗事例のタイトル 高压容器の異材溶接部の損傷			一次原因（材料要素） 水素による遅れ割れ、水素誘起割れ
機種 化学プラント、多管式熱交換器	部品 縦型多管式熱交換器	材料 316L, 309L, オーステナイト系ステンレス鋼、炭素鋼	概略の寸法 4,000D x 87t 耐圧円筒部
損傷発生時の状況 プラントのイニシアル・スタートアップ時に、プロセスの主要機器である縦型熱交の下部チャンネルシェル板（下鏡板：炭素鋼+316L オーバーレイ）／管板（炭素鋼+特殊ステンレス鋼溶接オーバーレイ）の異材継ぎ手が破壊してプロセス流体（170Kg/cm2）が大量に流出した。			
調査内容とその結果 剥離した継ぎ手部から採取した試料の詳細検査（表面観察&検査、組織検査、化学分析、X線回折、硬度測定、機械特性試験、など）、溶接再現試験、その他： PWHT を避けるため 309L の異材継ぎ手が採用されていたが、割れは下鏡板／溶接金属の界面で起っていた。破面の一部に（肉厚のほぼ中央で幅約 30mm、1/3 周）、最終破壊時以前に存在していたと見られる表面が観察され、さらにその表面の中央に色調の異なる線状部分が存在していた。これらの表面部の金属組織、硬度、組成に異常が認められた。以上の結果より、最終破壊は既に存在していた幅 30mm x 1/3 周の内在欠陥がプロセス流体の内圧によって一気に進展したもの、と判断した。			
損傷発生のシナリオ 異材溶接のバタリングに際して、不適切な溶接条件の SAW で行った。その結果、炭素鋼による希釈が過剰になりマルテンサイト鋼のような溶接金属になった。メーカーはこれに気付きバタリングを除去して再溶接したが、除去が不十分であったため異常組織の溶接金属が内在する継ぎ手となった。この部分が溶接時に入った水素によって遅れ破壊を起こし、これが徐々に進展していった。ショップでの耐圧試験時は欠陥がまだ小さかったため何事も起こらず、スタートアップ時の破壊事故となった。			
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） 管板にオーバーレイされている特殊ステンレス鋼への熱影響を考慮して、PWHT を避けていた。管板と下鏡板の直付けをやめて短胴を両者間に入れることにより、異材継ぎ手部に PWHT を適用するとともにこの部分の応力条件の緩和を図った。			
教訓 本件と同じ異材継ぎ手は本件以前に 2 件の実績があったが、どちらもプラントキャパシティが本件より小さいものであった。製作における技術的な難しさとメーカーの技術レベルの関係を十分検討し、これを発注先決定では最重要視することが肝要である。同時に、プラント運転開始前の全系耐圧テストのやり方の見直し、の必要性が指摘される。			
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