

|                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                                                                                                                             |  |                               |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------|-------------|
| SIN-036                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   | 資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など）<br>A. K. Singh, et al. : Proc. 4 <sup>th</sup> Int. Conf. Duplex Stainless Steel, Paper No. 16 (1995) |  | 本資料の<br>作成者名<br><br>篠原孝順      |             |
| 整理番号<br>SIN-036                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   | 資料のタイトル<br>Duplex Stainless Steel in Refinery Hydroprocessing Units Success and Failure Stories                             |  |                               |             |
| 失敗事例のタイトル<br>水素化分解装置における 2 相ステンレス鋼の硫化物応力割れ                                                                                                                                                                                                                                         |                   |                                                                                                                             |  | 一次原因（材料要素）<br>硫化物応力割れ、応力腐食割れ  |             |
| 機種<br>石油精製プラント、反応器、<br>多管式熱交換器                                                                                                                                                                                                                                                     |                   | 部品<br>水素化分解反応器の出<br>口熱交チューブ                                                                                                 |  | 材料<br>3RE60、2 相ステンレ<br>ス      |             |
| <b>概略の寸法</b>                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                                                                                                                             |  |                               |             |
| <b>損傷発生時の状況</b><br>運転開始から 3 年を経過した石油精製プラントで、水素化分解反応器出口ガス（285℃、115Kg/cm <sup>2</sup> ；70%H <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> S を含<br>む炭化水素）から熱回収するための多管式熱交のチューブが数本、管板近傍で内圧により軸方向クラックを生じて破損<br>した。                                                                                        |                   |                                                                                                                             |  |                               |             |
| <b>調査内容とその結果</b><br>破損したチューブに対する諸検査：チューブ外面（冷却側；低圧分離器液、88℃、6kg/cm <sup>2</sup> ）から C1-による SCC と硫<br>化物応力割れ（SSC）が、チューブ内面（反応器出口ガス）から SSC が、それぞれ発生していた。<br>管板近傍のチューブの硬度は HRC28～40 と高くなっていたが、管板から離れていて HRC28～30 の正常値を示した部分に<br>も SSC の発生が見られた。チューブの金属組織はオーステナイト／フェライト=50:50 で、正常と認められた。 |                   |                                                                                                                             |  |                               |             |
| <b>損傷発生シナリオ</b><br>石油精製プラントの水素化分解／水添脱硫装置周りで使用実績が拡大している 2 相ステンレス鋼（3RE60、2205）に関し<br>ては、オーステナイト／フェライト=50:50 の正常組織で硬度＜HRC28 or 30 であれば SSC は起こらないとされてきた。<br>この常識に反して SSC による損傷、漏洩が発生し、突然のプラント停止を余儀なくされた。                                                                              |                   |                                                                                                                             |  |                               |             |
| <b>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）</b><br>AL6XN チューブを用いて熱交を補修した。                                                                                                                                                                                                                |                   |                                                                                                                             |  |                               |             |
| <b>教訓</b><br>NH <sub>4</sub> HS によるファウリング、全面腐食、隙間腐食、孔食、塩化物による SCC などの問題があるため、経済的な解決法を<br>見だし難かった水素化分解・水素化脱硫装置周辺の材料選定が、2 相ステンレス鋼の適用によって解決に向かっていて<br>いた時期の事例である。新材料の開発・適用による問題解決にあたっては、中期的な視点に立った慎重な取組み（例えば点<br>検頻度・手法の工夫、など）が必要であろう。                                                |                   |                                                                                                                             |  |                               |             |
| <b>備考</b>                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                                                                             |  |                               |             |
| 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） |             |
| <input type="radio"/>                                                                                                                                                                                                                                                              | 当時の技術レベルでは不可抗力    |                                                                                                                             |  | <input type="radio"/>         | 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/意識不足 |                                                                                                                             |  | <input type="checkbox"/>      | 検査者         |
| <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                           | 指示ミス              |                                                                                                                             |  | <input type="radio"/>         | 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         |