

SIN-045	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） ①高圧ガス保安協会：鹿島石油(株)鹿島製油所重油直接脱硫装置爆発・火災事故調査報告書(1982) ②石井正義：プラントエンジニア, 17, No. 5, 8 (1985)		本資料の 作成者名 篠原孝順
整理番号 SIN-045	資料のタイトル ②腐食対策の事例研究—配管の水素腐食トラブルと対策		
失敗事例のタイトル 重油脱硫装置の水素侵食による爆発・火災			一次原因（材料要素） 水素侵食
機種 石油精製プラント・重油直接 脱硫装置、配管	部品 反応塔出口配管への繋 込みバイパス配管	材料 STPT38、炭素鋼	概略の寸法 6B x 18.6t（けい酸カルシウム保 温材付き 25mm）
損傷発生時の状況 12 年間稼動してきた重油直接脱硫装置(常圧蒸留塔残渣油、45,000BPD)の反応塔出口から熱交を通った後高圧分離槽に入る配管（20B, SUS321）に繋込まれていたバイパス配管（6B, STPT38）から、20,000BPD で運転中（水素/重油比：約 10,000SCF/BBL, 原油硫黄分: 2.79wt%, 脱硫率: 80.6%）に、プロセス流体が漏出した後破裂し、火災発生。運転員 5 名死亡、3 名重傷、同装置は甚大な損害を蒙った。このバイパス配管は反応塔への原料重油送入ポンプ出口に取付けられた安全弁の下流配管である。20B 主配管内の運転条件は 335℃, 140kg/cm2=水素分圧 120kg/cm2。			
調査内容とその結果 バイパス配管はその温度を下げるために、水平に設置されていた 20B 主配管に中心を合わせて水平に設けられた 1,300mm の分岐管（6B, SUS321, 保温無し）に、フランジ継ぎ手で接続されていた。 破裂は、フランジ溶接線から 36mm 離れた位置から管軸方向に約 1.2m に亘って起っており、水平に設置されていたバイパス配管の上側は 2 つの破片（1m x 130mm, 0.8m x 110mm）になって飛散していた。 金属組織検査などの結果、バイパス配管のフランジ溶接線から約 5.5m の部分に管内面から脱炭と粒界マイクロ割れが起っており、破裂部付近ではマイクロ割れが管肉厚全域に亘って網目状に広がっていたことが確認された。 損傷形態と環境条件から本損傷は水素侵食と判断された。Nelson 線図（API941）からみるとこの損傷部は 230℃ 以上（水素分圧: 120kg/cm2）に長時間さらされていたことになるが、損傷部がこの温度になったメカニズムの確定的な結論は得られていない。しかし、可能性の強い推論として、脱硫反応の促進のために加えていた水蒸気が行止まり支管中で凝縮して水となり、主配管に逆流入することで損傷部分への高温流体の流入を促進した、とのメカニズムが考えられた。			
損傷発生のシナリオ 12 年間の稼動中に、設計時には低温に保持され则认为ていたバイパス配管部の温度が、反応系に加えられていた水蒸気が原因で 230℃以上の高温になっていたため、炭素鋼製の配管が水素侵食を受けて内面から脱炭・粒界マイクロ割れを起こしていた。マイクロ割れが連結して管肉厚を貫通したためプロセス流体の漏出が始った後、破裂して大量のプロセス流体が噴出し、自然発火で火災となった。			
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） ・伝熱のみによる温度上昇であれば、損傷部の温度が 200℃を超えることはあり得ない。このため、事故に繋がった事例報告のない水蒸気凝縮を伴う行止まり配管の温度上昇（ヒートポンプ現象）を、設計時に予測することは難しかったと考えられる。しかし、不確定要素があれば余裕を多くみるなど何らかの対応を当然とっておくべきであったのに、それを行っていなかった点に問題がある。 ・20B 主配管に取付けた SUS321 製分岐管の長さを 1,300mm とした根拠は、設計資料が紛失しているため不明である。もし経済的視点から決めたのであれば、これに代わる対策が必要であった。例えば、運転開始後に管壁温度を実測する、保温方式に一考を加える、など。 ・原料重油送入ポンプ出口の安全弁の吹出し先は、高温高圧部へではなく、通常行われているようにポンプの吸込み側にすべきであった。			
教訓 本事故では漏出発見から 4～5 分で破裂したため、大きな被害となった。今後は、この種の高温高圧水素を扱うなど危険度の高いプラントでは、漏洩発見時の措置を慎重に実施する必要がある。緊急措置についての作業マニュアルの見直しを行うとともに、運転者の教育・訓練の充実を図る必要がある。			
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