

高雄廠VGO2工場

氣爆事件之破損分析及改善對策

高廠工安組 設備檢查課

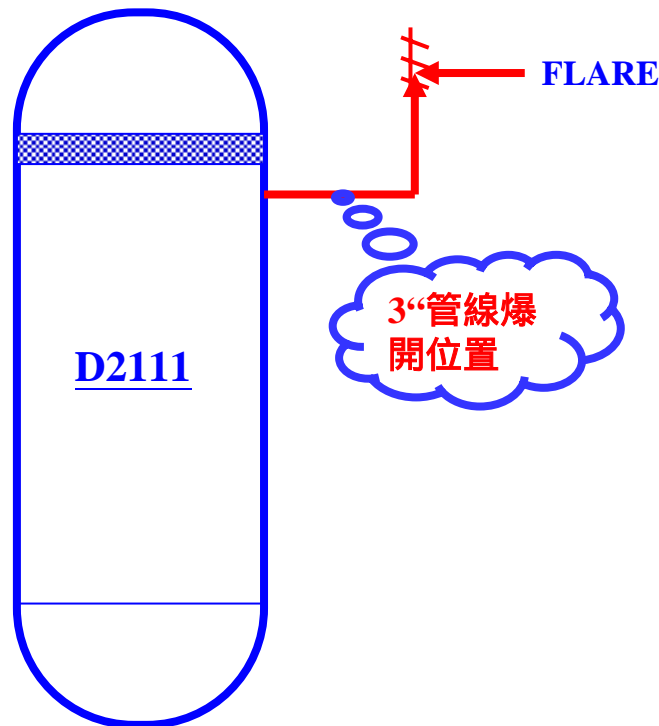
鄭錦智

災後現場

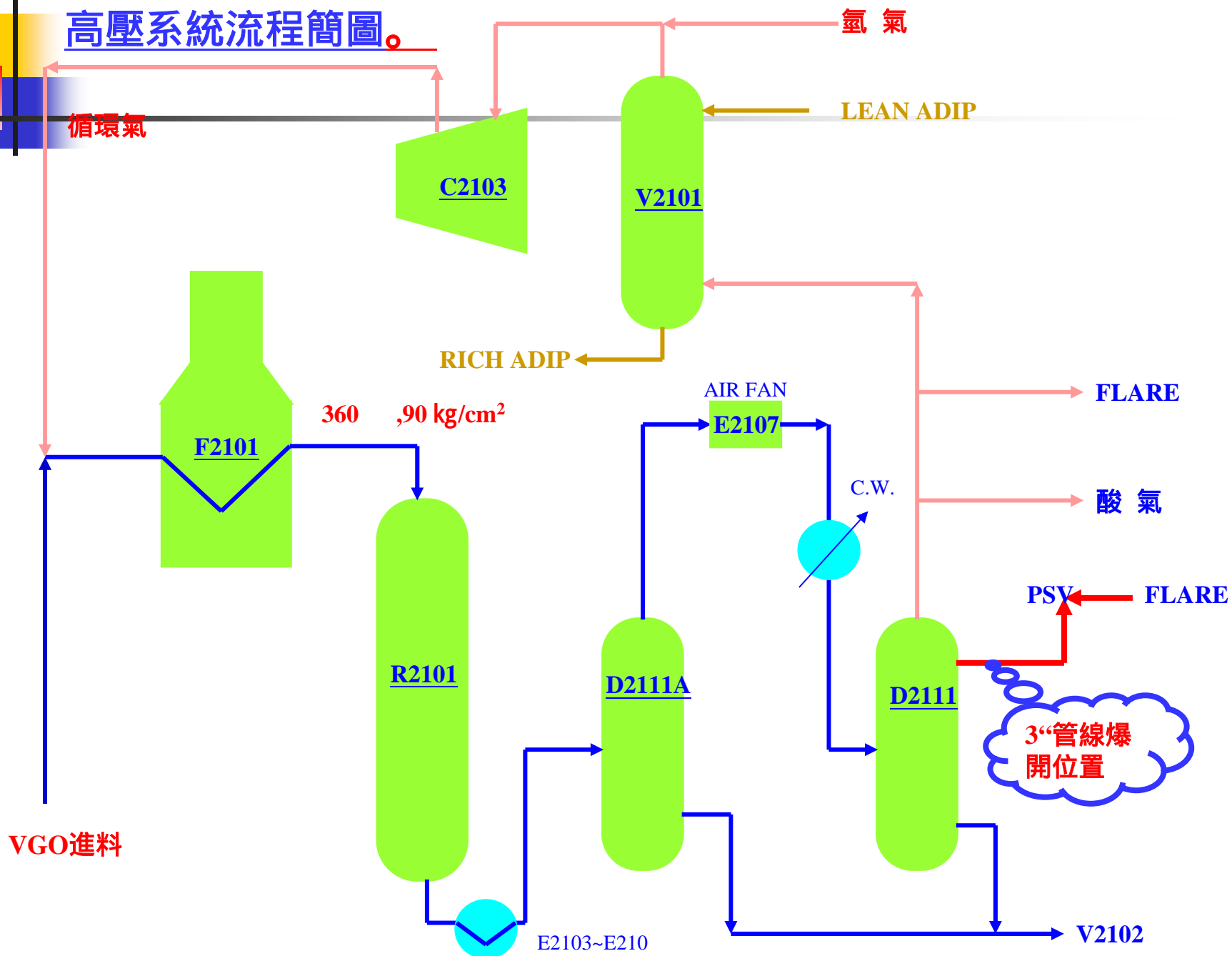


發生時間：97年01月05日 19:15

發生地點：高壓分離槽D2111安全閥管線



高壓系統流程簡圖。



現場破損管件之位置



現場破損管件之位置



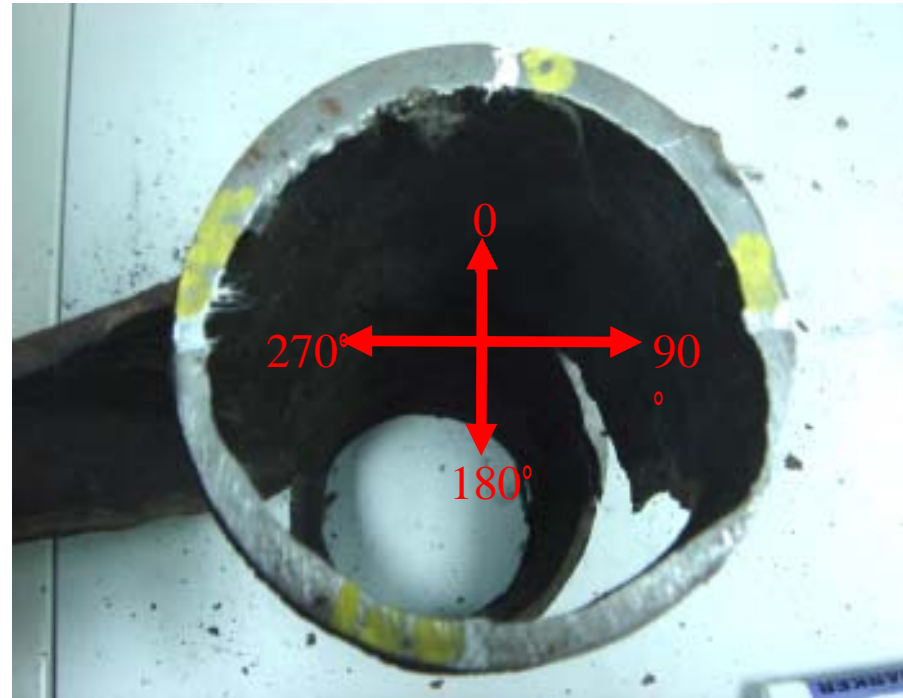
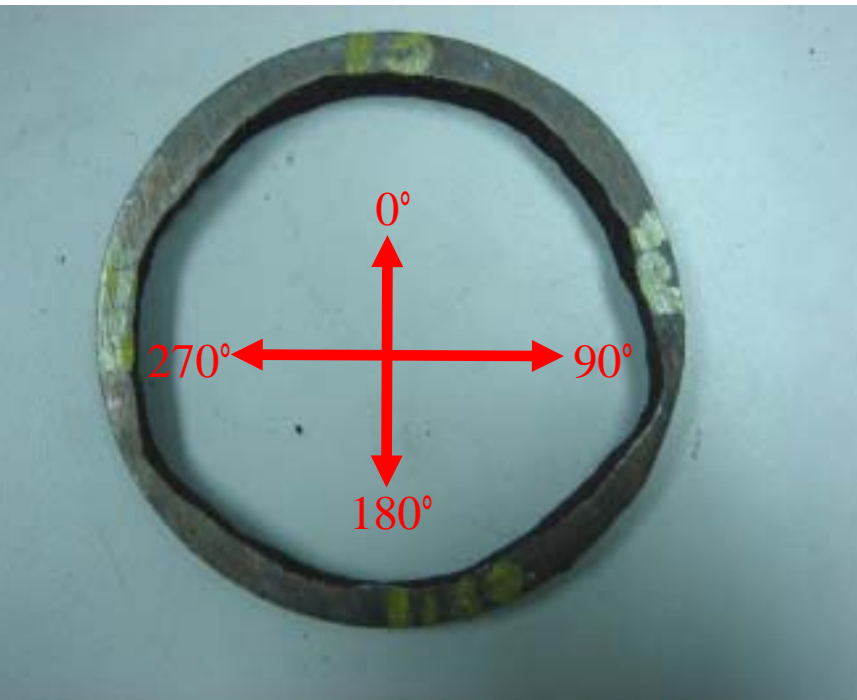
07.01.2008 13:59



07.01.2008 13:59

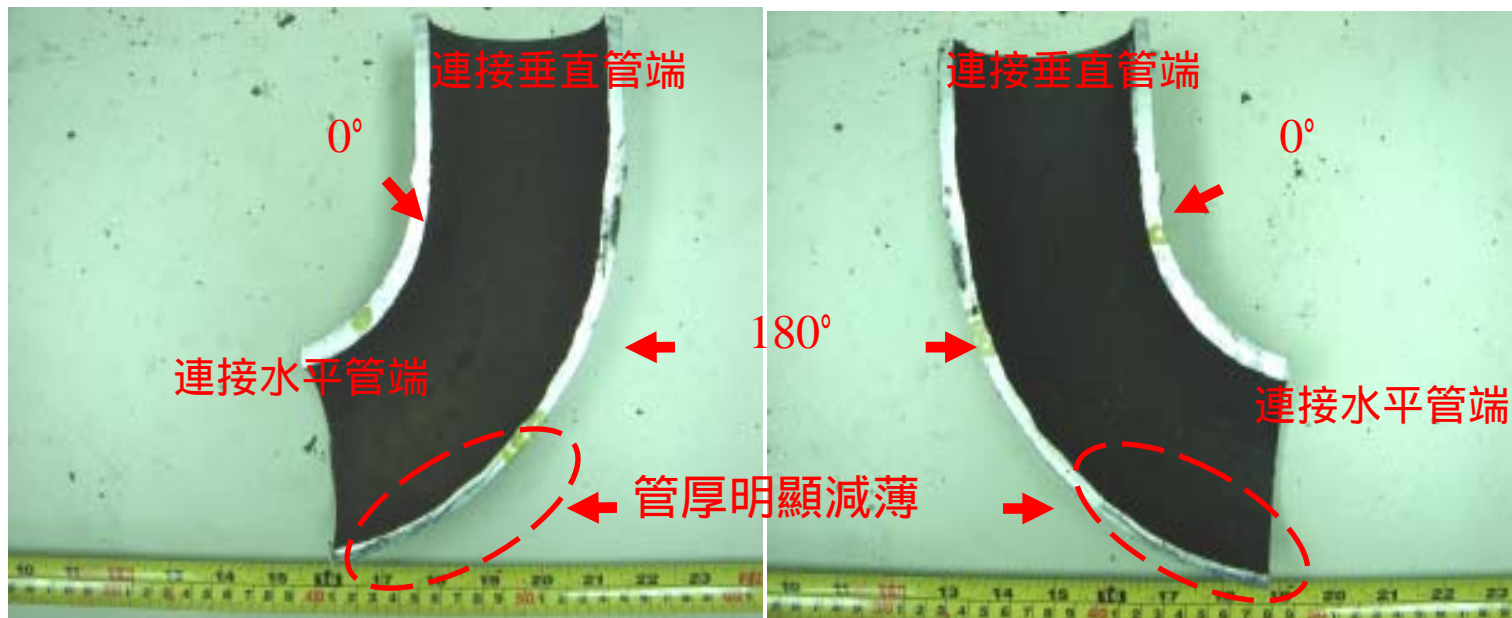
破損管件破斷處狀態

- 破損管件之外觀及管厚減薄位置示意



彎管處管厚減薄位置示意

- 彎管與水平直管連接處附近， 90° 至 270° 下半部管厚減薄較上半部明顯，再由剖面角度亦可觀察到彎管 180° 管壁接近水平直管處，管厚減薄較為明顯，較薄之區域約僅4~5mm



破損管件破斷處腐蝕坑洞及減薄狀態



破斷口(約
位於水平處)

破斷口管壁較薄區域，有腐
蝕坑洞且兩處局部減薄嚴重

破損管件內表面狀態

- 破損管件內壁表面狀態，由圖可發現管內部有許多大小不等之腐蝕凹坑，尤以水平至上半部之凹陷坑洞較多且深。而破斷口附近坑洞厚度明顯減薄最多。



破損分析：試驗項目及結果

- (1) 巨觀檢視：如前述
- (2) 非破壞檢測：
 - 水平直管部分之內外壁無其他明顯異常
瑕疵顯示
- (3) 材質成份分析：符合原材質(A53B)
- (4) 金相組織觀察：正常
- (5) 破斷面觀察與微區成份分析(SEM/EDS)
 - 腐蝕產物之成份以O(氧)、S(硫)、Fe(鐵)等成份為主

破損分析結論

- 管件處於有氫和硫化氫混合氣體之環境中，且水平管容易有雜質、腐蝕生成物堆積及凝結水沈積等狀況發生，造成管內之腐蝕現象與含硫之腐蝕物產生。
- 管內經長時間腐蝕造成管壁減薄及凹坑。
- 當壓力超過腐蝕凹坑的管壁最薄處所能承受之極限強度時，而導致該處無法承受而破裂。

此事件之基本原因(1)

- 公司檢討此事件之基本原因
 - 工程設計審查制度有改善空間
 - 大修設備檢查之規劃機制有改善空間
 - 整體性設備檢查規範不完備及氫氣管線定義不明確
 - 設備檢查人力不足
 - 工期控管制度有檢討空間
 - 公司工程標準有強化空間
 - 主管人員對於RBI風險評估之教育訓練待提昇
 - 設備完整性 (MI) 工作及電腦維修管理系統(CMMS) 有強化空間
 - 全方位安全文化待建立

此事件之基本原因(2)

- 工程設計審查制度有改善空間
 - 有安全缺失之不當工程設計如無法在審查階段發現並更改設計，則日後完工才發現，不但更改不易，更增安全風險
- 大修設備檢查之規劃機制有改善空間
 - 設檢課計劃的大修設備檢測項目，雖有煉研所的協助，但缺乏製程技術等的了解，無法導入高危害、高風險設備後果性的影響分析
- 整體性設備檢查規範不完備及氫氣管線定義不明確
 - 總公司「地上金屬管線定期檢查要領」並未將高壓、高風險性管線列入，顯然規範不完備。

此事件之基本原因(3)

- 設備檢查人力不足
 - 高廠設檢課位階太低，其人力常捉襟見肘，直接影響到大修規劃及執行工作。
- 工期控管制度有檢討空間
 - 趕工壓力大，恐易造成部份工作遺漏、降低施工品質、冒險施工，增加職災等風險
- 公司工程標準有強化空間
 - 總公司一致性工程標準如未與時精進，未常加以檢討修訂，將造成公司工程標準日漸殘缺，各單位工程設計不符安全規定



此事件之基本原因(4)

- 主管人員對於RBI風險評估之教育訓練待提昇
 - 轄區主管之製程危害評估及RBI風險評估等之教育訓練有待加強
- 設備完整性 (MI) 工作及電腦維修管理系統 (CMMS) 有強化空間
 - 高廠已進行設備完整性 (MI) 及電腦維修管理系統 (CMMS)，惟其CMMS資料內容尚未完善，運作未落實
- 全方位安全文化待建立

高廠改善對策(1)

- 高廠針對類似去霧網下方安全閘進口管線呈水平設計情形，已全面檢討改善，並針對新設計或未來須更換之設備則會將此類槽體安全閘置於槽頂上之設計方式
- 要求各單位應依「工場大修固定設備檢查維修準則」之權責劃分方式確實執行，並要求所屬工場長要有「工場」是「自己的」認知，自己做大修規劃及相關自動檢查，並明白知道工場長在工安、設備檢查等方面所有須負責的內容。

高廠改善對策(2)

- 本次VGO2工場氣爆後之大修亦依循「工場大修固定設備檢查維修準則」之權責劃分方式，轄區對於高危害管線列出共624細項，並由設檢進行密集檢測(皆以每距離30CM檢測一處之密集方式進行檢測)，並對較高風險管線依較嚴苛的汰換標準予以更新127處有減薄管線。
- 成立「潛在危險設備及管線檢視推動小組」，高廠各轄區單位已將高風險、高潛在危害之設備管線(酸性、鹼性、氫氣、乙炔、LPG、硫化氫等)進行清查列管

高廠改善對策(3)

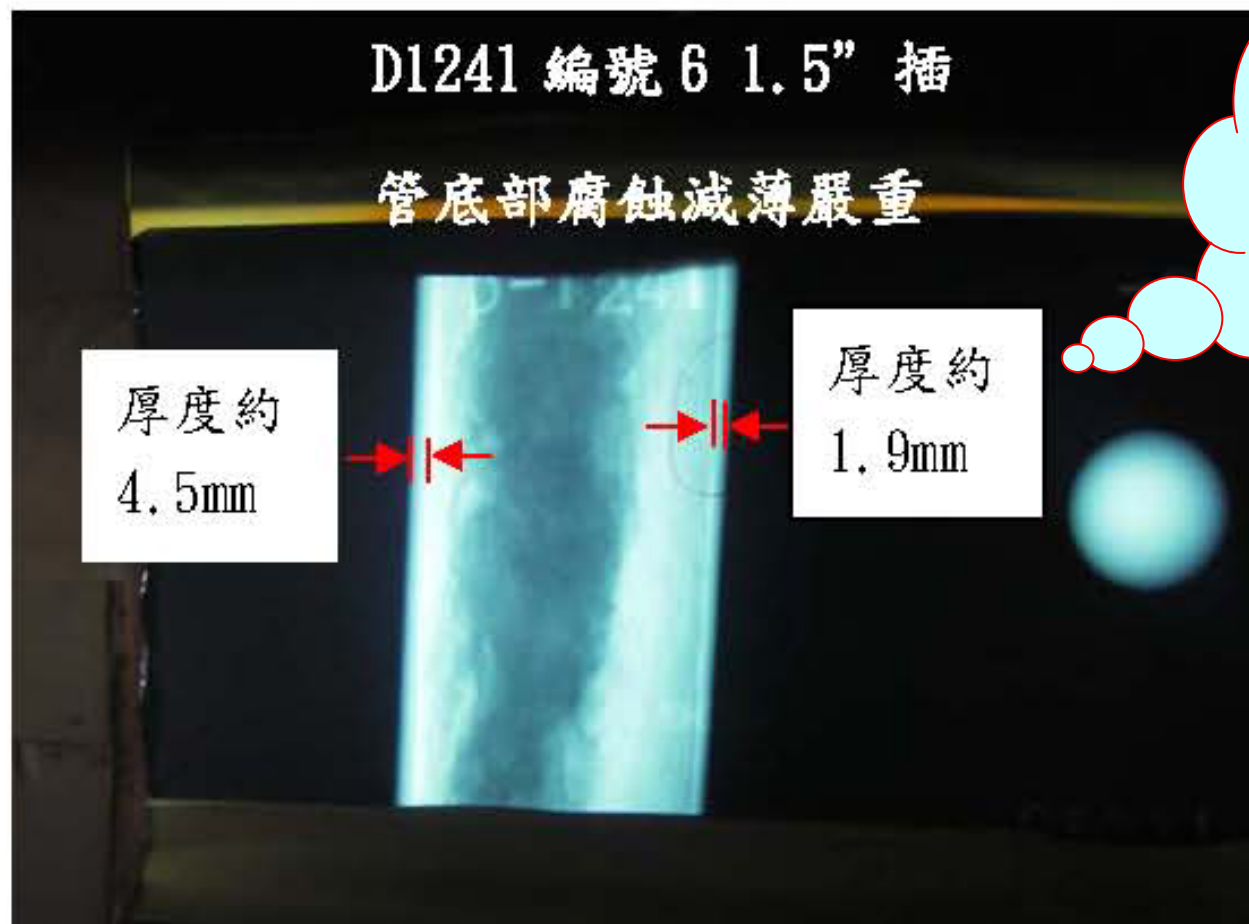
- 設檢課並對**危險等級1級管線**予以加強檢查(皆以每距離30CM檢測一處之**密集方式**進行檢測，並適時的加入**RT-Profile輪廓照像**檢查方式)，**檢查深度及廣度已加強**，檢查結果共有**16處管線減薄**並建議更新或修護。
- 上述**列管管線**皆包含此類**安全閥水平段**之檢測，發現VGO1工場高危害D1241之1.5”及RDS工場D2055之3”管等水平管線減薄嚴重並立即停爐加以更換維修，
- **改善成效已具體呈現。**

高廠改善對策(3-2) – 工安成效1



第一真空製汽油工場D1241設備附屬管線1.5”插管底部腐蝕減薄嚴重部分，因厚度僅剩1.9mm，存在較高風險，立即停爐進行維修，降低操作風險。

工安成效(1續)



設計厚度
7.14mm
退休厚度
2.8mm

VG01 D1232及D1241等2座設備插管RT Profile檢查結果

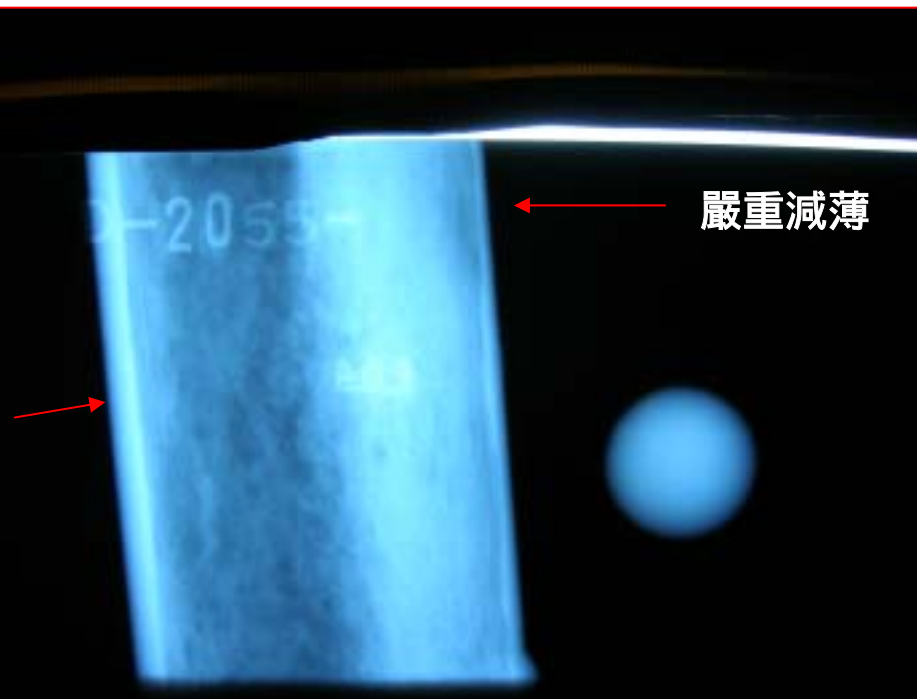
高廠改善對策(3-3) – 工安成效2

紅丹油漆處為更新附屬管線



RDS D2055附屬管線腐蝕減薄嚴重部分，因3吋管線厚度僅剩1.3mm，且含酸燃氣與硫化氫繼續操作風險高，D2055立即暫停操作進行附屬管線更新維修，確保操作安全。

工安成效(2續)



D2055設備附屬管線2吋插管(如左圖)RT Profile檢查結果嚴重減薄
設計厚度**5.49mm**
退休厚度**3.0mm**
實測厚度**2.0mm**
3吋管線測厚檢查亦發現嚴重減薄
設計厚度**5.54mm**
退休厚度**3.3mm**
實測厚度**1.3mm**

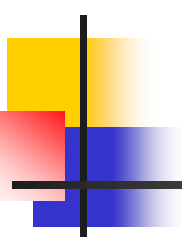
RDS D2055設備插管RT Profile檢查結果

高廠改善對策(4)

- 高廠在制度面會配合公司來**改善方法工程及設備檢查專業人才不足現象**，方法工程、設備檢查之新進人力不可流用到其它部門，擴大編制藉以增補原先不足之人力。

結論

- 本次事件，發生之主要原因為安全閥進口段因設計為水平而易產生滯留及水分殘留且內容物因含硫化氫，長時間產生沈積腐蝕而破漏
- 高廠正全面積極推動「潛在危險設備及管線清查檢查」、「高風險製程管線自主安全檢查計畫」，藉以有效提升設備可靠度確保操作安全。
- 高廠對此事件已積極進行相關設備安全管理之改善措施且成效已具體呈現
- 希望公司全體人員均記取此事件教訓，全力避免相同事件再發生



- 報告結束