

# 台中港 LNG 儲槽風險評估報告

高鈞城、黃榮裕

工安環保處、液化天然氣工程處

## 一、前言

台灣中油公司為達成 96 年底前供應台電大潭電廠之第一階段用氣需求，以及 98 年底完成儲槽與相關氣化與供氣設施之第二階段目標，以供應中部及北部之發電、工業客戶與一般用戶用氣需求，台灣中油公司預計投資新台幣 248 億元，積極推動在台中港西 13-15 號碼頭及後線腹地興建年進口 300 萬噸之北部液化天然氣接收站、三座 16 萬公秉液化天然氣儲槽及氣化、供氣設施，並鋪設自台中港經通霄配氣站至大潭計量站間，長達 137 公里之 36 吋海陸長途輸氣管線及相關配氣計量設施。

台中港液化天然氣儲槽依「危險性機械及設備安全檢查規則」必須進行熔接檢查、構造檢查及竣工檢查才能取得合格證，當代檢機構台灣鍋爐協會(台鍋)依規定進行熔接檢查時，發現本案內槽採用 API 620，外槽採用 BS 7777 設計。台鍋向勞委會反應此問題，遂引發 BS 7777 仍未指定，無檢查標準可引用作為液化天然氣儲槽檢查標準。

本案為構造特殊之儲槽，使用兩種國外標準，不適用「危險性機械及設備安全檢查規則」第 6 條規定，勞委會要求在兩個標準「界面」，實施風險評估(非量化風險評估)，評估儲槽之耐震強度、保冷層(Annual Space 以下簡稱 AS)絕熱效果，以確保安全。而中區檢查所認為 921 地震造成台中港區土壤液化相當嚴重，則要求評估台中港 LNG 儲槽存在土壤液化之危害。

台灣中油公司依永安廠二十幾年操作經驗，及永安廠二期 LNG 儲槽檢修後之鋼膜及 IBS 風險評估，針對台中廠 LNG 儲槽之保冷層(AS)進行危害評估，期能透過危害評估，掌握各種潛在之危險，消弭任何可能發生之災害與損失。

本評估報告之範圍包括：

1. AS 保壓異常之不確認危害。

2. 儲槽鋼板因材料疲勞產生裂縫之可能洩漏危害。
3. 儲槽地震耐震危害。
4. AS 絕熱效果危害評估。
5. 儲槽土壤液化危害評估。

本報告著重於評估台中港 LNG 儲槽操作安全性，待確認之潛在危害及對相關疑義執行必要之評估，以失誤模式與影響分析 (FMEA) 進行風險辨識、風險分析、風險分級及風險控制，依此建立台中港 LNG 儲槽竣工檢查與定期檢查之檢查規範，並且以失誤樹分析方法找出關鍵性之設備，加強其可靠度，使風險之機率降至最低，達到未雨綢繆之目的。

## 二、儲槽設計與建造簡介

### 1. 設備基本規格

液化天然氣儲槽早期是雙層式 (Double Shell Tank)，內層低溫鋼板，外層鋼板，中間層為保冷材料，基礎分為基樁式及固體床式。後演進至三層式 (Triple Shell Tank)，基本上和雙層式一樣，但增加頂部內層低溫鋼板。新發展型式為預力混凝土外牆儲槽

(Prestressed Concrete Outer Shell Tank)，簡稱 PC Tank，此槽為改良式之三層式儲槽，主要是多了殼板底部至頂部的預力混凝土外牆。

### 2. 基本設計條件

(1) 型式：全覆式地上型預力混凝土牆儲槽  
(Full Containment Above-Ground PC Tank)。

(2) 數量：3 座

(3) 容量：

作業容量 (Working Capacity) 至少 140,000M<sup>3</sup>，

公稱容量 (Nominal Capacity) 至少 160,000M<sup>3</sup>

(4) 內槽：

內槽內徑約 76,000mm，外槽內徑約 78,200mm，  
槽頂高度約 53,090 mm。

(5) 殼板高度：內槽 35,440mm，外槽 39,541mm

- (6) 設計液位：35,340mm。
- (7) 水壓試驗液位：25,710mm
- (8) 設計溫度：-166°C/+60°C
- (9) 設計壓力：內槽 0.22/-0.005 kg/cm<sup>2</sup>G、  
外槽 0.005/-0.005 kg/cm<sup>2</sup>G
- (10) 最大 BOG 蒸發率每日為儲槽整體容量之 0.05% wt
- (11) 腐蝕裕度：內部 0mm，外部 1 mm(槽頂)。
- (12) 設計使用年限：至少 50 年

### 3. 建造簡介

#### (1) 建造規劃

本接收站之地上式 LNG 儲槽建造工期第 1 座約需 42 個月，爾後每半年完成 1 座，以此類推規劃。

LNG 儲槽土木工程包括地盤改良、基樁打設、基礎底板、預力混凝土側牆、施預力等，自開工至施預力與外牆塗裝完成約需 18 個月。

LNG 儲槽機械工程包括外槽底板組立、屋頂架台及膝板組立、內外槽屋頂組立、環狀保冷及內槽 Annular Plate 組立、升頂作業、內外槽殼板、內底板焊製及保冷、試水壓及乾燥等，自開工至預冷完成約需 30 個月。

#### (2) 建造過程

LNG 儲槽土木工程施工流程包括

A. 地盤改良：為確保儲槽底板下方之預鑄混凝土預力基樁在地震時之側向抵抗力，基樁外圈以外之被動不足區將以動力壓密法進行地盤改良。

B. 基樁打設：每一座儲槽設計採用 774 支直徑 800 厘米之預鑄混凝土預力基樁，而每一支基樁均將打入深度約 26 公尺至 29 公尺之承載層基樁所需之承載力將結合樁底承載力及樁身摩擦力所達成。

C. 基礎底板施工：儲槽底板將分為兩階段施作，包括外圈底板 4 公尺寬度，1.5 公尺厚度及中央底板 73.6 公尺直徑，1.2 公尺厚度。

D. 預力混凝土側牆施工：儲槽牆身施工將區分為 11 層，除第 1 及最後一層牆身外，每一層之施工循環週期約為 20 個工作天，標準每一

層牆身為 4.1 公尺高度及 700 厘米厚度，採用系統模板施作儲槽牆身。

D. 施預力：儲槽混凝土牆身之預力混凝土包括後拉法之水平及垂直預力，水平預力鋼腱將錨定於 4 座扶牆，垂直預力鋼腱將穿過外圈混凝土底板底部之 U 型套管後錨定於牆身環樑之頂部。

LNG 儲槽機械工程施工流程包括：外槽底板組立、屋頂架台及膝板組立、內外槽屋頂組立、環狀保冷及內槽 Annular Plate 組立、升頂作業、內外槽殼板、內底板焊製及保冷、試水壓及乾燥等。

### 三、風險評估

本案目前以失誤模式與影響分析（FMEA）進行風險辨識、風險分析、風險分級及風險控制，依此建立台中港 LNG 儲槽竣工檢查與定期檢查之檢查規範。並進行失誤樹分析取得部份量化數據，找出關鍵性設備，提昇 LNG 儲槽可靠度，以後再以更周全方式進行完整量化風險評估，評估個人風險、社會風險。並將進行更積極性之風險管理，對高風險來源研擬減輕策，降低整體風險到合理且可接受風險。

#### 1. 失誤模式與影響分析

失誤模式與影響分析(FMEA)：是一種系統化之工程設計輔助工具，主要係利用表格方式協助工程師進行工程分析，使其在工程設計時早期發現潛在缺陷及其影響程度，及早謀求解決之道，避免失效之發生或降低其發生時產生之影響，提高系統之可靠度。

失誤模式與影響分析是評估製程中設備可能失效之途徑及其影響的分析方法。分析人員可依據設備故障的模式推測其產生之影響，藉由設備失效之發生頻率及其影響之嚴重度決定其風險等級，再依風險分級評估結果及控制對策，產出檢查規範，以作為竣工檢查及定期檢查等之依據。

#### 2 失誤樹分析

失誤樹分析為一種將各種不欲發生之故障情況，以推理及圖解進行逐次分析。其主要應用對象為系統安全分析時，

評估系統或次系統的可靠度。

(1) AS 操作危害評估：

危害評估的前提

A. 本評估的目標是內槽鋼板產生裂縫及 AS 操作之剩餘危害。

B. AS 的設計是以 N2 系統平衡壓力。

C. LNG 儲槽其他系統上嚴重的、毀滅性的危害(如：卸收臂斷裂等事件)並不在本評估範圍。

D. 系統危害的考慮主要是評估 " The Likely-Case Scenario "。

失誤樹分析(Fault Tree Analysis)中所引用的的失誤率主要來源係永安廠的二期 LNG 儲槽檢修後之鋼膜及保冷層風險評估報告、勞委會安衛研究所“故障樹分析電腦輔助軟體之故障樹數據資料”及 DNV 公司 leak 失誤率電腦資料庫軟體。而其對於典型一般工業界可接受的風險為  $1 \times 10^{-4}/\text{year}$ ，可忽略之風險為  $1 \times 10^{-6}/\text{year}$ 。如初評結果高於可接受值應進行必要之改善才可操作；界於兩者之間亦應從提昇可靠度，預防風險(Prevention)的角度，或降低危害後果，消滅(Mitigation)策略尋求最佳解決方案以降低風險。靈敏度分析、重要度分析及不準確度分析可協助辨識以上相關問題。

(2) 危害評估

A. 頻率分析/失誤樹分析：

頂端事件(Top Event)：內槽鋼板受損，CH4 進入 AS 經由安全閥出口排至大氣。

甲烷外洩的可能來源：

a. AS 操作高壓，主要係由於 T-111 呼吸槽補充氮氣時，由於設備的失效及操作人員作業之疏失，造成 AS 高壓導致內槽鋼板受損。

b. 內槽鋼板材料疲勞產生裂縫。

彙整危害與可操作性分析 (HAZOP) 及評估小組研討的分析結果，造成頂端事件的原因有二類：

a. AS 壓力上升內槽鋼板受損：主要係由於 T-111 呼吸槽補充氮氣時，由於設備的失效及操作人員作業之疏失，且安全閥 PSV-1117A~D 或 VSV-1118A/B 失效，造成 AS 高壓導致內槽鋼板受損。

系統上的安全設計有二項：

- PSV-1117A~D 設定於 0.048kg/cm<sup>2</sup> 時會全開。
- VSV-1118A/B 設定於 -0.0058kg/cm<sup>2</sup> 時會全開。

另壓力持續上升產生危害的必要條件是 AS 的壓力必須大於槽壓，而監控措施亦有兩項：

- 壓力指示並設高壓警報 (PI-1116)。
- 監控呼吸槽液位 (LI-1110)。

b. 儲槽鋼板材料疲勞：

主要原因為長期受應力變化影響而產生的缺陷，裂紋成長導致材料結構受損，產生較大量外洩。

失誤樹分析詳如圖 1。

失誤率資料如表 1，機率的計算公式：

$$P = \frac{\lambda\tau}{1 + \lambda\tau} \left[ 1 - e^{-\left(\lambda + \frac{1}{\tau}\right)t} \right]$$

$P$  = probability

$\lambda$  = failure rate

$\tau$  = mean time to repair (MTTR)

$t$  = mission time

當  $\lambda \ll 0.1$  且  $t > 2\tau$  時

則  $P = \lambda\tau$  (不可用度)

$P = \lambda t$  (不可靠度)

如測試維修週期或自動檢查週期為  $T$ ，則

$$P_{avg.} = \frac{\int_0^T P(t)dt}{\int_0^T dt} = \frac{\int_0^T \lambda t dt}{\int_0^T dt} = \frac{\frac{1}{2} \lambda t^2 \Big|_0^T}{t \Big|_0^T} = \frac{1}{2} \lambda T$$

系統故障頻率以一年 (8760 小時) 作為計算週期，故 Running Failure，T=8760 小時，Demand Failure，T = 維修測試週期 (視現場不同元件之維修週期而定)。

圖 1 AS 失誤樹分析圖

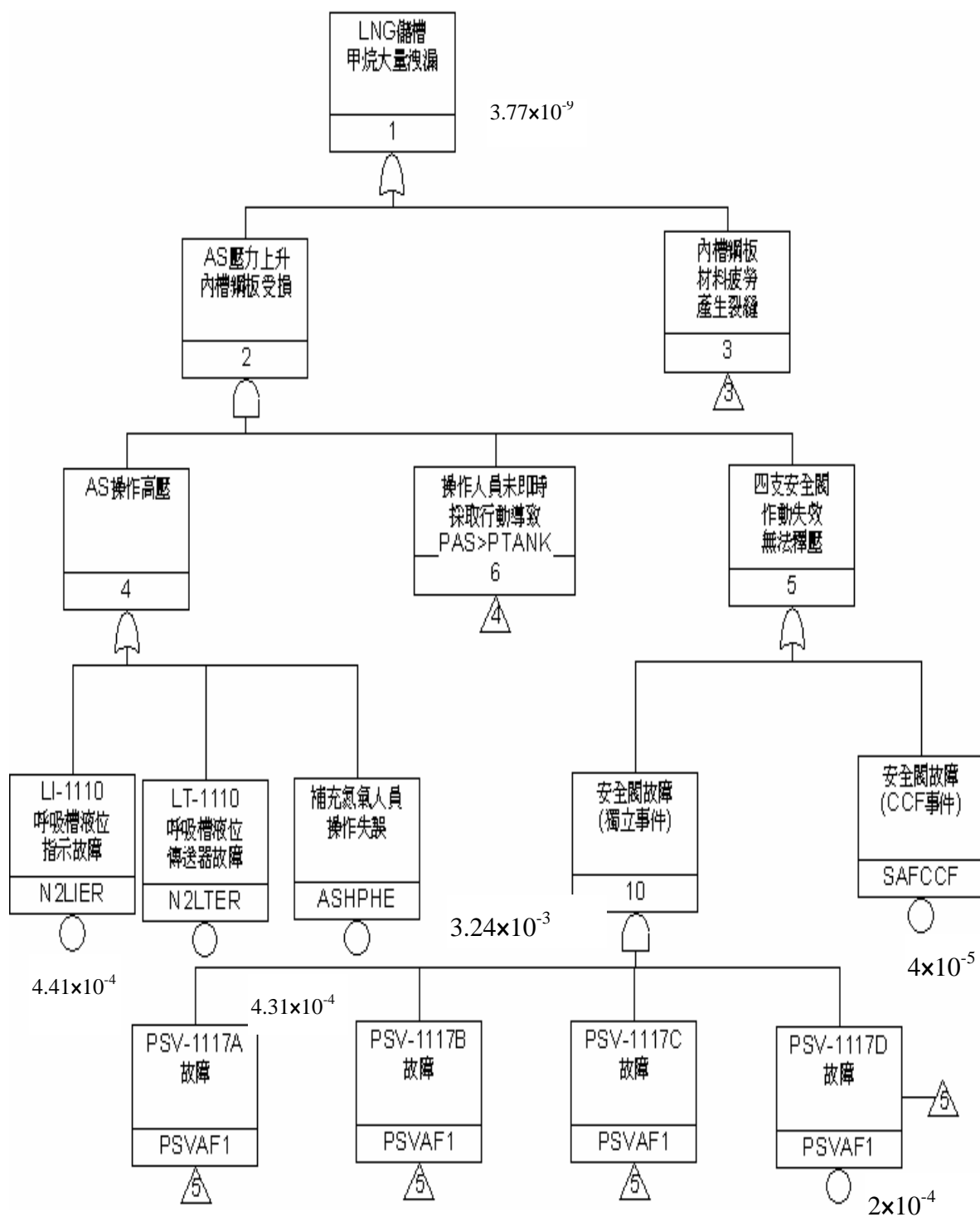




圖 1 AS 失誤樹分析圖

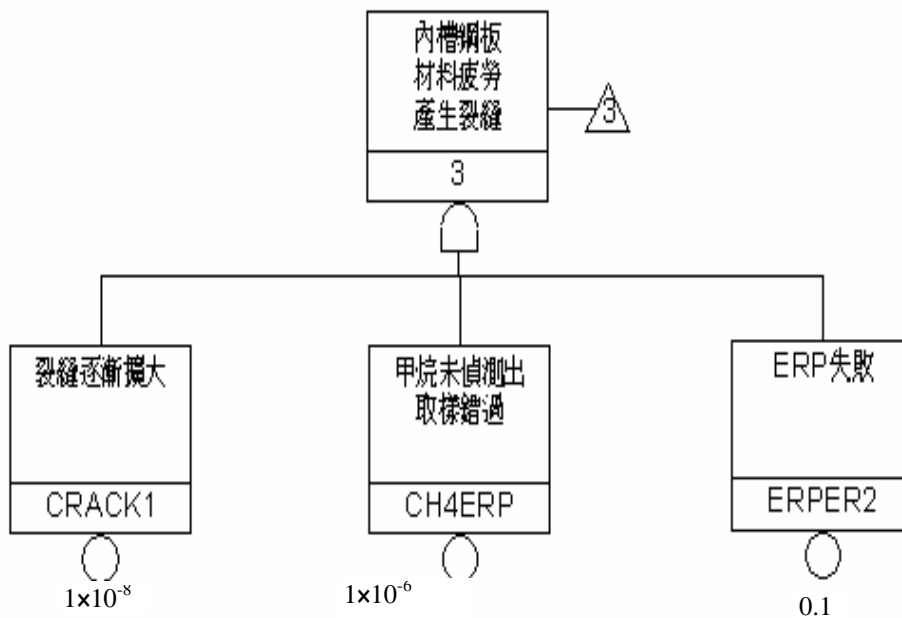


圖 1 AS 失誤樹分析圖

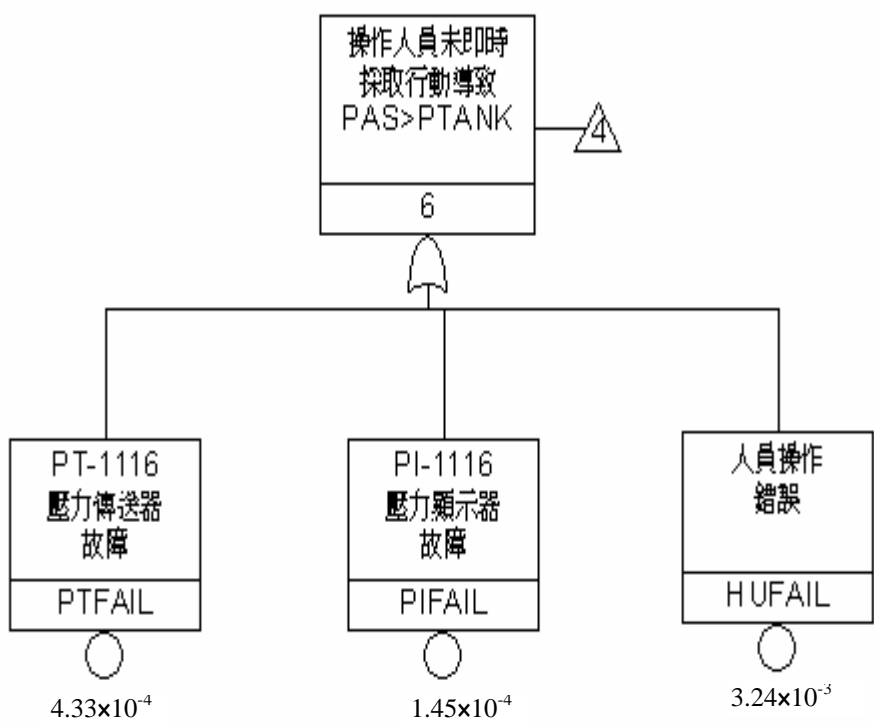


表 1 失誤率(Failure Rate Data)

事 件	失誤率 (hr <sup>-1</sup> )	特徵時間 (hr)	機 率	參考 文獻	備 註
LI-1110 液位顯示故障 N2LIER	5.25×10 <sup>-6</sup>	168	4.41×10 <sup>-4</sup>	2	$P = \frac{1}{2} \lambda T$ , $T$ 為測試週期, (每週) Demand failure
LT-1110 液位傳送故障 N2LTER	5.13×10 <sup>-6</sup>	168	4.31×10 <sup>-4</sup>	2	$P = \frac{1}{2} \lambda T$ , $T$ 為測試週期, (每週) Demand failure
PT-1116 壓力傳送故障 PTFAIL	5.15×10 <sup>-6</sup>	168	4.33×10 <sup>-4</sup>	2	$P = \frac{1}{2} \lambda T$ , $T$ 為測試週期, (每週) Demand failure
PI-1116 壓力顯示故障 PIFAIL	1.73×10 <sup>-6</sup>	168	1.45×10 <sup>-4</sup>	2	$P = \frac{1}{2} \lambda T$ , $T$ 為測試週期, (每週) Demand failure
安全閥故障 PSVAF1			2×10 <sup>-4</sup>	1	CCF Factor=0.2, SAFCCF=4×10 <sup>-5</sup> Demand failure
AS 高壓警報時, 操作人員操作錯誤 HUFAIL			3.24×10 <sup>-3</sup>	1	最大: 1×10 <sup>-2</sup> 平均: 3.24×10 <sup>-3</sup> 最小: 1×10 <sup>-3</sup> 詳見永安二期儲槽風險評估報告
補充氮氣人員操作整錯誤 ASHPHE			3.24×10 <sup>-3</sup>	1	最大: 1×10 <sup>-2</sup> 平均: 3.24×10 <sup>-3</sup> 最小: 1×10 <sup>-3</sup> 詳見永安二期儲槽風險評估報告
CH <sub>4</sub> 濃度異常上升未被偵測出(取樣分析)CH4ERP			1×10 <sup>-6</sup>	1	詳見永安二期儲槽風險評估報告, AS 取樣程序風險評估
緊急應變失敗 ERPER2			1×10 <sup>-1</sup>	1	
內槽鋼板因應力疲產生缺陷裂紋成長 CRACK1	2.3×10 <sup>-12</sup>	8760	1×10 <sup>-8</sup>	3	Running failure

**參考文獻：**

1. 台灣中油公司；永安二期 LNG 儲槽檢修後鋼膜及保冷層風險評估報告，2004，4-11。
2. 勞委會安衛研究所“故障樹分析電腦輔助軟體之故障樹數據資料”。
3. DNV 公司 leak 失誤率資料庫。

評估結果：內槽鋼板受損，大量 CH<sub>4</sub> 進入 AS 經由安全閥出口排至大氣發生頻率為 3.77×10<sup>-9</sup>/year。

B. 靈敏度分析(Sensitivity Analysis)：系統的靈敏度分析是分析每個事件對整個系統的影響程度，影響度高的事件，表示該事件是關鍵事件。

導致 LNG 儲槽大量甲烷氣外洩的事件靈敏度如下：

表 2 靈敏度分析表

基本事件	靈敏度 DeltaV	故障率	完全 修復	V1	V2
AS 高壓警報時， 人員操作失誤 HUFAIL	84.86%	3.24×10 <sup>-3</sup>	0	3.77×10 <sup>-9</sup>	5.70×10 <sup>-10</sup>
安全閥失效 PSVAF1	83.33%	2.0×10 <sup>-4</sup>	0	3.77×10 <sup>-9</sup>	6.28×10 <sup>-10</sup>
補充氮氣作業人 員作業失誤 ASHPHE	78.79%	3.24×10 <sup>-3</sup>	0	3.77×10 <sup>-9</sup>	7.99×10 <sup>-10</sup>
安全閥共同失效	16.66%	4.0×10 <sup>-5</sup>	0	3.77×10 <sup>-9</sup>	3.14×10 <sup>-9</sup>

模式 SAFCCF					
-----------	--	--	--	--	--

由圖 1 及表 2 靈敏度分析表發現其中 AS 高壓警報時人員操作失誤 (HUFAIL) 此事件靈敏度最高，因此工廠於操作營運時對員工於緊急情況應變能力必需予以加強，此項需列入標準作業程序，並對員工於緊急情況之應變能力定期予以稽核。

靈敏度分析發現其中安全閥失效 (PSVAF1) 靈敏度亦高，因此安全閥必需定期維修保養校正，需將安全閥 PSV-1117A/B/C/D 列為關鍵性設備建檔管理。若可能於以後汰換時採用不同型式與不同廠牌安全閥。

靈敏度分析發現其中補充氮氣作業人員作業失誤 (ASHPHE) 靈敏度亦高，因此呼吸槽氮氣補充作業，為關鍵性作業程序，工廠於操作營運時必需訂定呼吸槽氮氣補充作業之標準作業程序，作業員工需予訓練，並定期予以稽核。

### (3) AS 操作危害評估結論

台中港 LNG 儲槽內槽鋼板受損，大量 CH<sub>4</sub> 進入 AS 經由安全閥出口排至大氣發生頻率為 3.77×10<sup>-9</sup>/year。

AS 高壓警報時人員操作失誤 (HUFAIL) 此事件靈敏度最高，因此工廠於操作營運時對員工於緊急情況之應變能力必需予以加強，此項需列入標準作業程序，並對員工於緊急情況之應變能力定期予以稽核。

靈敏度分析發現其中安全閥失效 (PSVAF1) 靈敏度亦高，因此安全閥必需定期維修保養校正，需將安全閥 PSV-1117A/B/C/D 列為關鍵性設備建檔管理。若可能於以後

汰換時採用不同型式與不同廠牌安全閥。

靈敏度分析發現其中補充氮氣作業人員作業失誤 (ASHPHE) 靈敏度亦高，因此呼吸槽氮氣補充作業，為關鍵性作業程序，工廠於操作營運時必需訂定呼吸槽氮氣補充作業之標準作業程序，作業員工需予訓練，並定期予以稽核。

### 3. 地震耐震設計評估

(1) 本案儲槽之耐震設計採用水平地表加速度 SSE 為 0.33g、OBE 為 0.165 g，垂直地表加速度 SSE 為 0.22g、OBE 為 0.11 g 做動力分析，且規定地震波輸入條件必須包括 1940 年美國加州北嶺地震 (NS Direction at EL Centro for Imperial Valley Earthquake)、1968 年日本十勝沖地震 (EW Direction at Tokachi for the Earthquake Offshore)、及 1999 年台灣集集大地震等三個地震反應譜進行分析，結果顯示，最大水平地表加速度內槽為 0.495 (相當於 485gal 震度階)，外槽及基礎則為 0.33，依台灣地震震度分級表大於 400gal 震度階以上者，歸類震度為 7 級劇震，因此，本案內槽耐震設計達最高等級 7 級劇震。

(2) 本案為進一步驗證以國內建築技術規則設計本案儲槽外槽 PC Wall 及底板基礎之耐震是否足夠，經本案統包商 CIRT 團隊就地震荷重、風力荷重、正常操作及地震情況之荷重組合、及折減係數/剪力之計算評估，再經本案顧問日本大阪瓦斯工程公司 (OGE) 最後驗證結果，本案 PC Wall 及底板基礎之設計地震力比國內建築技術規則所規定者大 33%，本案耐震設計應已足夠。且本案於規劃設計階段已將地震造成 LNG 液位波頭衝擊力 (Sloshing) 之效應納入設計考量，因此，儲槽 Knuckle Plate 的厚度採用 50mm。

### 4. 絕熱效果評估

(1) 本案 LNG 金屬儲槽 (內槽) 與 PC Outer Wall (預力

混凝土外牆)間有 110 公分之間隔，其中在金屬槽外掛貼 30 公分厚之保溫毯，在 PC Outer Wall 之內面貼有 5 公分厚之發泡 PU(PUF)，其餘空間(75 公分)填充珍珠岩粉(Perlite Powder)以阻絕 LNG 之低溫，即使儲槽內 LNG 經內層 9%鎳鋼板洩漏而出，亦不影響外層 PC Wall 結構強度，應無安全顧慮。

(2) 本案已分別就預力混凝土牆(PC Wall)及底板(Base Slab)進行熱力分析，若發生洩露，最低溫度如降至 -20 則須符合 BS7777 第 3.6.3.4 節要求規定(鋼板材料需經耐溫衝擊試驗)。經分析結果顯示，PC Wall 之鋼筋、預力鋼索及 Anchorage 最低溫度分別為 -13.9、-4.5、7.4，均高於 -20；Base Slab 之上部及下部鋼筋最低溫度分別為 0.8 及 10.6，均高於 -20。

#### 5. 土壤液化評估

(1) 本站區計畫所在區域屬地震甲區，地震發生十分頻繁，曾於民國 88 年 9 月 21 日凌晨南投集集北方發生芮氏規模 (ML) 7.3 之集集地震，造成中部地區重大災害。其中台中港區多處碼頭、護岸及貨櫃場地因地震造成損壞。因此，本計畫於可行性研究階段，即針對本區域可能因強震造成土壤液化進行審慎評估。

(2) 921 地震後，內政部營建署之「建築物耐震設計規範解說之修定研究」，已考量包括民國 29 年美國加州北嶺地震(NS Direction at EL Centro for Imperial Valley Earthquake)、民國 57 年日本十勝沖地震(EW Direction at Tokachi for the Earthquake Offshore)、及民國 88 年台灣集集大地震等地震，將震區係數修正為最新數值，設計儲槽及契約規範「Specification For Full Constainment LNG Storage Tanks」，除採最新數值、靜力分析外，另以動力分析程式，反應譜進行分析後據以設計。

(3) 本 LNG 儲槽為避免因地震產生之土壤液化現象致

造成損害，因此，係採用樁基礎設計，於施作樁基礎之前，先以動力夯實工法提高工區土壤之 N 值，依「建築物耐震設計規範解說之修定研究」之液化折減係數規定，評估各土層之液化潛能，決定液化折減係數後，據以進行樁基礎之設計。因此，倘發生目標震度內之地震，致發生局部土壤液化現象，本儲槽之樁基礎仍具足夠之點承力及摩擦力以抵抗沉陷，及確保槽體安全。

(4) 本案儲槽為避免地震時發生土壤液化致影響儲槽安全，業研訂嚴格之地震標準據以設計及建造；因此，倘發生目標震度內之地震，致局部土層發生土壤液化現象，本儲槽之樁基礎仍具足夠之點承力及摩擦力以抵抗沉陷，及確保槽體安全。另本工區岸線範圍亦均已進行地盤改良工程，已確保改良範圍於地震規模 7.3，水平地表加速度 0.33g 之設計地震力下，不致發生土壤液化之情形。

## 六、 結論

經由工程上計算、檢討、評估得到以下結論：

1. 台中港 LNG 儲槽內槽鋼板受損，大量 CH<sub>4</sub> 進入 AS 經由安全閥出口排至大氣發生頻率為  $3.77 \times 10^{-9}/\text{year}$ 。

2. AS 高壓警報時人員操作失誤 (HUFAIL) 此事件靈敏度最高，因此工廠於操作營運時對員工於緊急情況之應變能力必需予以加強，此項需列入標準作業程序，並對員工於緊急情況之應變能力定期予以稽核。

3. 靈敏度分析發現其中安全閥失效 (PSVAF1) 靈敏度亦高，因此安全閥必需定期維修保養校正，需將安全閥 PSV-1117A/B/C/D 列為關鍵性設備建檔管理。

4. 靈敏度分析發現其中補充氮氣作業人員作業失誤 (ASHPHE) 靈敏度亦高，因此呼吸槽氮氣補充作業，為關鍵性作業程序，工廠於操作營運時必需訂定呼吸槽氮氣補充作業之標準作業程序，作業員工需予訓練，並定期予以稽核。

有關台中港 LNG 儲槽耐震能力分析，本案就地震荷重、

風力荷重、正常操作及地震情況之荷重組合、及折減係數 / 剪力之計算評估,最後之驗證結果本案預力混凝土牆 PC Wall 及底板基礎均優於台灣建築技術規則之規定。

5. 有關絕熱效果之評估,本案分別就預力混凝土牆及底板進行熱力分析,若發生洩露,最低溫度如降至 -20 則須符合 BS 7777 第 3.6.3.4 節要求規定。經分析結果顯示,PC WALL 之鋼筋及 Anchorage 最低溫度分別為 -13.9、-4.5、7.4、0.8 及 10.6,均高於 -20。

6. 本案設計已充分考慮 921 大地震可能造成土壤液化問題,已就 Liquefaction Potential due to Earthquake、Safety of the Pile Foundation at SSE Condition 及 Settlement Analysis during Earthquake 進行評估,施工方法包括夯實、地改、基樁打設,施工後並施行持續沉陷監測、迄今沉陷量均在容許範圍。

本報告著重於評估台中港 LNG 儲槽操作安全性、待確認之潛在危害及對相關疑義執行必要之評估,以失誤模式與影響分析 (FMEA) 進行風險辨識、風險分析、風險分級及風險控制,依此建立台中港 LNG 儲槽竣工檢查與定期檢查之檢查規範,並且以失誤樹分析方法找出關鍵性之設備,加強其可靠度,使風險之機率降至最低,達到未雨綢繆之目的。