



# 提升供氣穩定的關鍵 - 第三座 LNG 接收站儲槽工程

中鼎工程股份有限公司煉油石化事業部 LNG 專案部專案經理 / 劉康弘

關鍵字：三接、第三座 LNG 接收站、LNG 儲槽興建、中鼎工程、川崎重工

## 一、前言

配合政府啟動國家能源轉型工程，確保國家供電力穩定，降低空汙及節能減碳，台灣中油第三座液化天然氣(以下簡稱LNG)接收站目標於114年6月前供氣給大潭電廠8、9號機組，其中最關鍵的儲槽設施，是由中鼎工程股份有限公司與川崎重工業株式會社共同統包承攬(以下簡稱承攬廠商)，挑戰要在不到3.5公頃工區內，興建兩座16萬公秉的LNG儲槽，承攬廠商克服超強東北季風、新冠疫情、以及全台大缺工挑戰，並兼顧生態保護與施工節能減碳，一步一步穩健踏實地讓LNG儲槽工程順利機械完工，提早於113年進入氮氣封存操作與維護，等待外廓防波堤延伸工程完成讓LNG船靠岸後，即可順利卸收LNG儲存與供氣給大潭電廠。

儲槽設施為LNG接收站工程中最關鍵的

工程，主要在於儲槽的施工品質會影響整廠的耐久性與可靠性，儲槽的安全本質設計與LNG儲存安全監控更是全廠安全之核心，更不用講施工工法獨特、品質要求嚴謹，儲槽土木與機械工作需精準管理施工介面時程，確保進度如期。在台灣中油公司主辦機關、監造單位、承攬廠商組成的最強團隊，本案如質如期機械完工，並獲得第23屆公共工程金質獎優等殊榮。

## 二、儲槽安全本質設計

本案儲槽採用雙層圓拱頂式儲槽設計，全區地質改良達到抗液化安全係數 $FL \geq 1$ ，每座儲槽各配置368支直徑1.5米之全套管基樁、搭配高強度預力混凝土外牆、內槽圓頂密封與錨帶設計，能抵抗地震時LNG於槽內晃動之影響，抗震等級可達六級強。



圖 1 興建美麗三接，守護藻礁、穩供電、降空汙

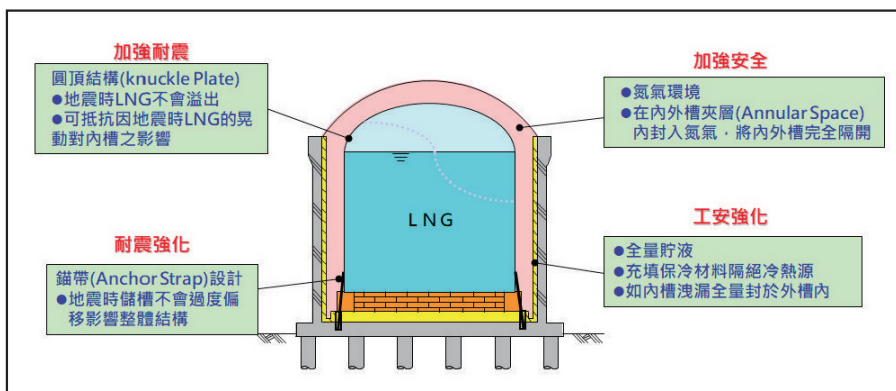


圖 2 儲槽圓頂結構、錨帶及內外槽夾層設計配合和地質改良、樁基礎設計強化儲槽耐震能力

雙層內外槽設計，夾層內充填氮氣絕氧，並安裝甲烷氣體偵測器及低溫偵測器，若內槽LNG有微量洩漏，可偵測到夾層內甲烷濃度與低溫情況，操作系統會立即示警進行處理，同時外槽內側噴塗發泡聚脲酯(PUF)抗冷材料，經過低溫連續測試72小時，確認能有效阻斷溫度傳導，若內槽發生大量LNG洩漏，可保護外槽結構不受低溫影響，確保

LNG不會洩漏到儲槽外部環境。

### 三、施工品質要求嚴謹

儲槽施工必須確保內槽銲接品質，內槽側板銲接執行100%放射性檢驗(RT)，施照25000張嚴格判片，確保每吋銲道品質無虞。特別是儲槽內槽底板只有6.1mm厚度，



圖3 儲槽內槽底板銲道加強滲透液檢驗(PT)檢驗，品管人員拿放大鏡檢視顯像全白

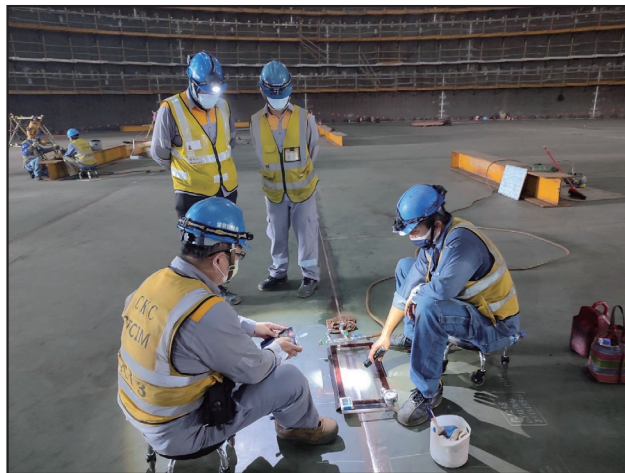


圖4 儲槽內槽底板銲道採用真空盒負壓二階段升壓試驗

在設計上吸取台中接收站二期儲槽案施工經驗，改良儲槽底板加厚與減小銲道寬度公差，避免銲接滲透不良引起的銲道缺陷可能性，3000公尺內槽底板銲道，加強滲透液檢驗(PT)，品管人員拿放大鏡檢視，檢驗顯像全白才合格，並採用真空盒負壓二階段升壓試驗，透過高靈敏泡沫液，可檢測出銲道

0.01mm的細小孔洞，一點瑕疵都不放過。

內槽直徑76公尺，側板高35公尺，內槽側板檢測真圓度最大偏差只有23.8公分(千分之三)，垂直度最大偏差只有3.5公分(千分之一)，皆大幅優於標準。巨型工程，採精細品質管理。



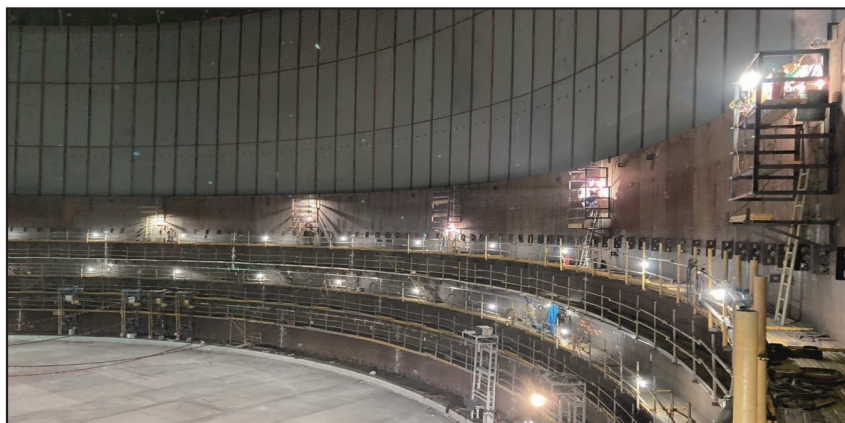


圖 5 儲槽內槽側板共 9 層高 35 公尺，圖中為第 4 層銲接組立

#### 四、工區施工條件之挑戰

第三座LNG接收站興建肩負保護藻礁的使命，前後進行四代環評修正減少工區腹地，儲槽案施工空間被限縮到只有3.5公頃，工區中還有眾多其他介面施工廠商同步施工，施工空間的不足是本案最大的挑戰，同時還有臨海超強東北季風，最大平地風速曾高達30m/s，一旦超過10m/s風速就禁止吊裝作業確保施工安全。為克服上述施工挑戰，本案採廠區外最大化預製及模組化儲槽屋頂結構，大幅減少吊裝需求，亦降低人員高處作業施工風險，搭配儲槽屋頂吹浮升頂工法，將直徑76公尺、重量1700公噸的儲槽屋頂結構，1天之內吹浮 30公尺高，定位完成，創造388天不受天候影響之槽內施工條件，讓本案克服挑戰，如期如質完成。

此外，本案還經歷兩年新冠疫情，本案



圖 6 儲槽內槽屋頂模組結構最大化安裝中

自主實施移工人員分倉、分流(AB班)，移工宿舍設置隔離區域分隔確診人員、定期自主快篩、辦公室座位設置隔板，成就疫情警戒期間未發生人員群聚感染影響現場施工。本案特製自動化潛弧銲接機，可配合內槽側板弧度，將自動化潛弧銲接機吊掛在側板頂



圖 7 第二座儲槽 (右邊) 屋頂吹浮升頂工程



圖 8 儲槽夾層特製自動化潛弧銲接機

部，利用自走式滾輪移動，設計輕巧，讓銲機可以於內槽與外槽間1米寬夾層走動，穩定且連續銲接兼顧品質，有效減少現場人力需求，克服全台大缺工挑戰。

## 五、工作安全的堅持

沒有工安，就做不出品質。本案落實走動管理執行工安，每日工安管理循環執行，



圖 9 台灣中油公司李順欽董事長與中鼎工程公司楊宗興董事長親臨現場巡查

並嚴格執行高風險作業機具每日檢點完成才開工；每周中油、承攬廠商專案經理、下包商工地負責人聯合工安巡檢，及時改正現場缺失；每季執行高階主管巡查，讓每個人都要親自下去走，才能落實工安、精進工安。除此之外，工地設置電視螢幕，每日工具箱會議撥放工安事件宣導影片，有看到真實的危險，才能讓工安觀念深植每個人，自主管理，落實全員工安，造就本案達成300萬安全工時之里程碑，並持續精進與堅持工安要求。

## 六、生態保護與節能減碳

保護藻礁生態是本案最高執行原則，本案採逕流廢水循環利用不排放，每季針對環

境監測進行控管，台灣中油公司生態調查報告顯示柴山多杯孔珊瑚從108年85個群體，目前已發現有超過105個群體，其中更有面積約1平方公尺之大群體。同時台灣中油公司設置小燕鷗繁殖基地，小燕鷗繁殖成功率，從原本自然繁殖率不足三成，大幅提升至七成以上。

三接的興建，以天然氣取代燃煤發電，可減少懸浮微粒(PM10)產生量至1/500，細懸浮微粒(PM2.5)至1/48。同時燃氣CO<sub>2</sub>排放量約為燃煤一半不到，僅計算供應大潭電廠8號、9號機組用氣，可增加發電約137億度/年，與燃煤比較，每年減少約600萬噸CO<sub>2</sub>排放(相當於1.5萬座大安森林公園吸收量)，是能源轉型所需之關鍵工程。



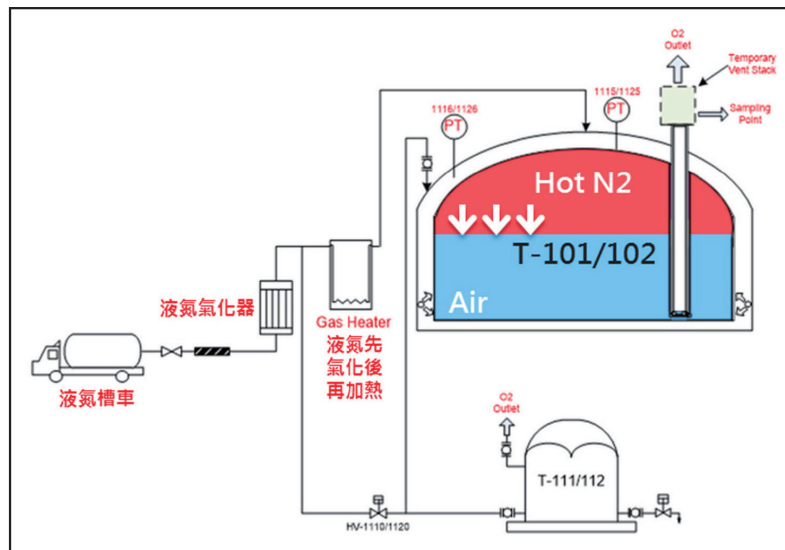


圖 10 儲槽乾燥作業氮氣活塞流技術示意圖

本案採購高效能LED燈具、高效率電梯馬達，兩座儲槽巨積混凝土用量 $27,700\text{m}^3$ ，在符合契約與法規要求下，以飛灰、爐石調整巨積混凝土配比，經多次試拌試驗合格，大幅降低水泥碳排放。此外，注入LNG前儲槽內必須為高度乾燥且絕氧狀態，需使用氮氣置換所有空氣並乾燥儲槽。傳統氮氣乾燥作業採用室溫氮氣直吹，16萬公秉之儲槽要耗費大量氮氣與時間才能完成乾燥。本案採用氮氣活塞流技術，利用熱氮氣（密度輕）與空氣（密度重）的密度差異，精確控制氮氣溫度與流量，在槽內頂端形成氮氣雲與底部空氣分層，就如同活塞一般，有效率地將空氣透過槽底排放閥排出，同時乾燥儲槽完成氮氣封存，可大量節省液態氮使用，減少製造液氮耗電之碳排放。本案在設計、設備採購、施工工法有效降低碳排達到11,200公

噸，等同28座大安森林公園年度碳吸附量。

## 七、結論 - 興建三接的使命感

興建三接對國家供電穩定扮演著關鍵腳色，台灣中油公司主辦機關、監造單位與承攬廠商同心協力，擁有為國家重大工程做出貢獻的信念，堅持品質，如期完成，儲槽案原為第三座接收站工程中最長要徑工程，採用特殊工法與創新技術，克服工區空間不足、缺工與嚴苛氣候條件，反成為第一名率先完成機械完工之工程案。除此之外，台灣中油公司與承攬廠商共同期許本案的儲槽安全設計、設備採購挑選、施工特殊工法、強化品質檢驗與工安精進作為，能成為國內LNG儲槽興建工程管理之楷模，讓未來的LNG儲槽興建案能精益求精，更上一層樓。