

經濟部暨所屬機關因公出國人員報告書
出國報告（出國類別：其他）

參加台達三號(TAITAR NO.3)天然氣船
塢修監修工程

服務機關：台灣中油股份有限公司

姓名職稱：黃戊辰組長、林俞君管理師、黃鈺祺工程師

派赴國家：新加坡

出國期間：106年10月22日至106年10月28日

報告日期：106年11月07日

摘要

台達三號（TAITAR NO.3）為中油公司轉投資公司尼米克船舶管理顧問公司所管理之船舶與日商NYK及MITSUI合資投資天然氣船，自2010年1月5日交船至今，將屆7年，進入新加坡SEMBAWANG船廠進行第二次中期檢驗。

為國內電廠與天然氣市場逐漸擴大的需求，中油已有GOLAR MAZO與台達一、二、三、四號等五艘天然氣船，但由於天然氣船營運管理業務擴大，中油欲跨入此範疇增加管理能力，因此，派遣油輪工程師參加本次塢修，以熟悉天然氣船塢修與未來營運管理的工作。本次行程參加天然氣船塢修共計五日，並經歷乾塢工作、拆卸保養貨泵及安全閥保養等過程，並對於船上系統及新加坡船廠修理能量有初步了解。

目次

| | |
|------------------------|----|
| 目的 | 4 |
| 心得與工程檢討 | |
| 一、台達三號輪簡介 | 5 |
| 二、台達三號天然氣船塢修監造團隊 | 6 |
| 三、船廠安全管理及設備 | 8 |
| 四、塢修監造作業 | |
| 1.乾塢水線下作業..... | 10 |
| 2.球形貨艙檢查與拆卸貨泵作業..... | 11 |
| 3.安全閥拆卸保養作業..... | 15 |
| 五、新加坡船廠參訪 | 17 |
| 六、塢修工程學習檢討 | 20 |
| 結論與建議 | 21 |

目的

中油公司為順利執行與RasGas II 之LNG 購運契約以供應台電公司大潭電廠所需之天然氣，轉投資參與尼米克船東控股公司，該公司轄下 4 家 100%船東子公司，分別建造 1 艘 LNG 船，合資股東持股比例分別為中油 45%、Mitsui & Co., Ltd 27.5%、NYK Line 27.5%。4 艘 LNG 船分別命名為台達一號到四號，本公司為四艘新建LNG 船之租船人，所以中油公司同時具有船東及租船人之角色。另外中油公司(持股 45%)與 NYK (持股 55%)合資成立尼米克船舶管理顧問公司，以執行台達一號到四號LNG 船之航運規劃、船員管理、船隻(定期)維修等，對 LNG 船運管理技術之提升及人才之培育有所助益。

台達三號 (TAITAR NO.3) 自 2010 年 1 月交船，於今(2017) 年 10 月屆滿 7 年，依據船級協會 NK CLASS 的船舶檢驗規定，現成船每五年需進塢進行檢驗兩次，每次進塢之間隔最長不得超過 36 個月，且二次間隔時間不超過五年，因此本次於新加坡 SEMBAWANG 船廠進行第二次中級檢驗。為保有隨時派赴國外工作實力，自應與國際級公司維持有一定之接觸與了解。由於中油公司目前面臨斷層，無多餘人力長期派駐尼米克，為加速培訓日後本公司派駐該公司之人員，利用難得機會由曾經派駐尼米克船舶管理顧問擔任船隊經理的黃戊辰組長領隊，加速了解天然氣船舶設備技術、塢修工程及管理工作，另外利用此次機會了解國外船廠修理能量，可作為本公司作為將來如新船(華運、通運、鴻運及盛運)因外租而必須於國外塢修之可能性之準備。

心得與工程檢討

一、台達三號輪簡介

| | | |
|-----|----------------------------|---|
| 1. | LOA | 289.5 M |
| 2. | LPP | 277.0 M |
| 3. | 船寬(模寬) | 49 M |
| 4. | 船深(模深) | 27 M |
| 5. | 寸法吃水(Scantling draught) | 12.40 M |
| 6. | LNG loaded draught (MLD) | 11.50 M |
| 7. | Design Extreme Draught | 11.529 M |
| 8. | 全高(船底龍骨到雷達最高頂點) | 68.2 M |
| 9. | DWT(on LNG loaded draught) | 72,200 Ton |
| 10. | GRT | 118,634 Ton |
| 11. | NRT | 35,591 Ton |
| 12. | Light ship displacement | 33,532 Ton |
| 13. | Displacement | 106,051 Ton |
| 14. | 蒸汽推進主機 Main Engine | Steam Turbine, Kawasaki H.I. 26,900kW at 80rpm |
| 15. | 主鍋爐 Main Boiler | Dual Fuel Marine boiler, Mitsubishi H.I. 56,000kg/h × 2sets, 48,000kg/h × 2 sets 2 sets of Turbine Generators, |
| 16. | 發電機 Electrical Generator | 1 set of Diesel Generator, (1 set of Emcy. Generator) |
| 17. | 貨物幫浦 Cargo Pump | 1500m ³ /h x160mTH x 8Set Electric Motor Submerged Type |

二、台達三號天然氣船塢修監造團隊

尼米克管理公司因天然氣船裝載高危險性貨物及高成本滯船費用，所以對於塢修任務相當慎重將塢修項目分為 Hull、Machinery及Cargo三部分

1.Hull Part

船殼油漆、舵板、壓水艙、空艙、堰艙、雙殼艙結構檢查、海底門、SCOOP、ICC、液位計、吃水尺、消防設備、航儀及甲板設備(裝卸貨設備除外)等相關設備檢查保養。

2.Machinery Part

機艙重要設備Main Turbine、Main Boiler、Electrical Generator、Main Condenser等相關設備檢查保養。

3.Cargo Part

貨物重要設備 Cargo Pump、Spray Pump、High Duty Gas Compressors、Cargo Discharge Valve /Fill valve/Mounting Valve、Non-Return Valve、Spray Valve、Safety Valve On Cargo Tank/ Hold Space/Diff及Cargo piping Expansion Joint相關設備檢查保養。

其中Hull Part 委由印度籍資深工程師負責協調掌握進度、Cargo Part 委由德國籍資深工程師MR. MANFRED TIMMERMANN負責協調掌握進度 Machinery Part 由尼米克船舶管理公司船隊沈經理負責協調掌握進度並且兼任Project Manger 主導塢修整體進度及預算管理。相較於中油公司自有

油輪塢修工程上都是由主辦工程師一手包辦情形大為不同，團隊合作更能掌握塢修工程進度，許多關鍵性保養環節更能控管，同時也能互相分擔壓力。

三、船廠安全管理及設備

SEMBAWANG船廠大門與安全管制相當嚴格，第一次進入船廠於門口需要下車查驗證件，甚至對於船東代表也滴水不漏管制以維護船廠安全，對於第一次進入船廠欲上船工作人員(包含船東)需到船廠環境安全衛生中心(HEALTH SAFTY AND ENGINVIOMENT Center) 進行工安講習並且當場拍照製作證件，證件分為G(Gate) 和 C(Confined Space Entry)，G證件為進入船體及乾塢就必須放置證件架上，C證件為進入密閉艙間時必須於通道外放置證件架上，能夠迅速了解目前進入船體或是密閉艙間人數及身分，能夠安全掌控如遇到緊急事件發生後，可以利用證件迅速掌握人數及身份。

SEMBAWANG船廠有許多對於環境安全管理地方可以讓我們學習的

- 1.甲板上放置機具設備與甲板接觸地方都會墊軟墊避免刮傷甲板油漆。
- 2.管線經過之處會使用踏梯及ㄇ字架降低人員絆倒危險。
- 3.噴砂噴漆作業都會於甲板外緣以及船殼到岸邊架設帷幕，避免砂礫噴濺到甲板上防止人員滑倒，或是減少油漆懸浮微粒逸散。
- 4.機艙及住艙地板都有鋪塑膠布減少對於船上地板汙染。



進入船上G證件看板/船上危害區域告知

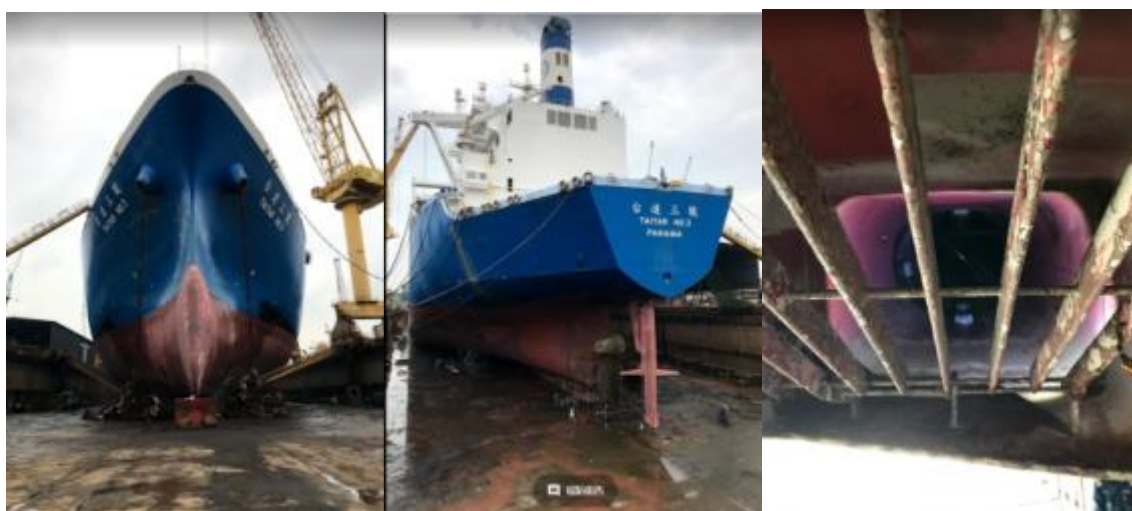


船廠安全管理措施

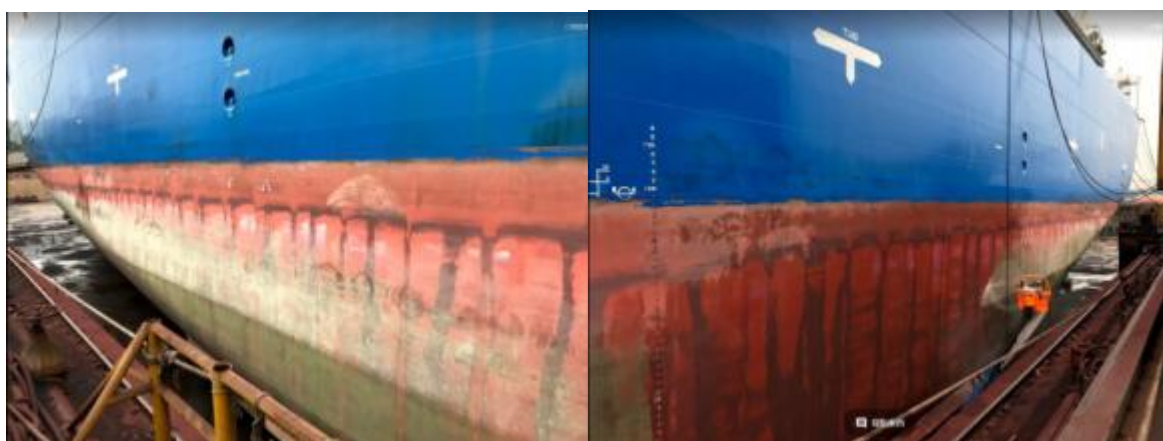
四、塢修監造作業

1. 乾塢水線下作業

抵達船廠為進入乾塢第一天開始進行外板清洗作業，船殼只有海草苔癬沾附，因為航線以及油漆品質相對於油輪海生物殼類孳生情況好很多，船底有不同於油輪設計，SCOOP結構像一個鏟子可於在船速高時候開起閘門快速吸入海水有如海水泵功能。



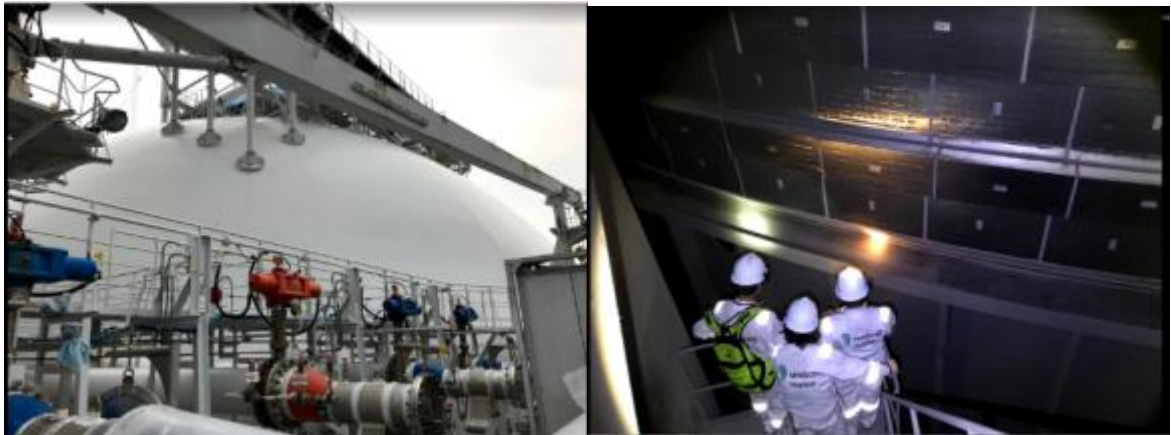
船艏/船艙/SCOOP



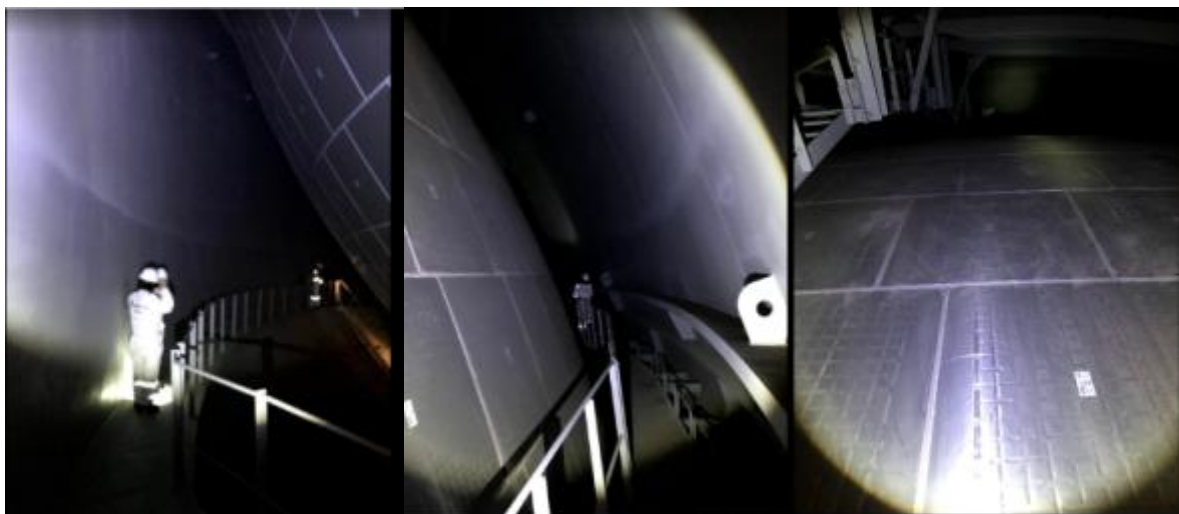
乾舷水洗工作

2.球形貨艙檢查與拆卸貨泵作業

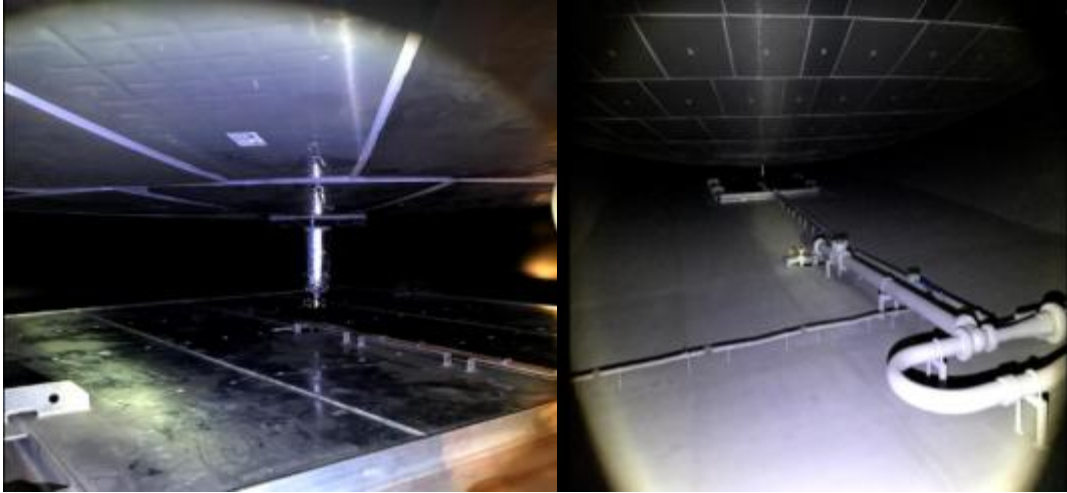
球形貨艙為MOSS形式，共分為4個貨艙，完全為厚度20-25mm之特殊鋁合金板不等之圓球型結構，外部另有雙層鋼板球形外殼(Cargo Tank Cover) ，內部有280mm保溫層特殊材料進行保溫。隔離保溫層夾層中導入 N_2 ，阻絕Cargo Tank破洞釋放的LNG，並於球形底部Drain Pipe匯流到Drip Pan當作洩漏檢測點，如有 N_2 洩漏則表示隔離保溫層有破損。Cargo Hold Space則是導入乾燥惰性氣體達到防爆隔離之作用。



Cargo Tank Cover/Cargo Tank Skirt



Cargo Hold Space



Darin pipe

台達三號貨艙總容積為145,173.4 M³ (98.5%，-163°C)，貨艙直徑為約44m球形槽，每個球形貨艙頂部中心位置內有管路塔（PIPING TOWER），直徑約為6米。PIPING TOWER自上到下設置Rader、float type液位計、壓力計、貨泵卸貨管路、冷卻SPRAY管路、貨泵電纜等。每個貨艙設置2部Cargo Pump及1部Spray Pump，Cargo Pump及Spray Pump安裝在球槽中心底部。進入Cargo TANK前需將身上可能掉落至艙裡之物品取出，鞋子上需套上乾淨之鞋套避免鞋子裡的泥沙等掉落貨艙裡面。

PIPING TOWER從貨艙頂部至底部共分14層，踏板均為摟空鋁合金踏板。貨艙內結構所有固定螺栓等均有LOCKING PLATE或利用電焊固定，避免螺栓有鬆脫情形，並做上MARKING確認螺栓位置方便檢查。



*Piping Tower*外部及內部

Cargo Pump系統為單艙雙泵沉水式電力驅動系統，垂直型單級渦流離心型式Pump，馬達組裝於Pump內部，安裝於Cargo TANK底部，因LNG液態不導電緣故，電線、馬達與Pump皆沉浸於液體內，此一設計可以利用LNG低溫冷卻馬達避免運轉過熱，也因此設計 Cargo Pump卸貨時不能完全卸乾，需使用Spray Pump輔助收艙，Cargo Pump螺栓為右向螺紋拴緊，並配置有LOCKING DEVICE (Pump本體螺栓使用LOCKING WIRE， Pump以外固定螺栓使用LOCKING PLATE)避免震動造成螺栓有鬆脫情形。每次塢修各艙檢修一部，下一次塢修時保養另一部 (每五年為一週期完成雙泵檢修保養)。自Cargo TANK底部拆出後，隨即以保鮮膜層層包覆，避免外來之灰塵泥沙等汙染，並送入工廠專門之CLEAN ROOM進行拆檢。LNG船因其特有的特殊超低溫貨物與高滯船費等原因，故Cargo SYSTEM及其他相關設備幾乎都指定需原廠技師到場監修與使用原廠配件更換，相對維修成本要比平常油輪維修高上許多，但對於安全性及妥善率提高許多。



貨泵拆卸/保護/Cleaning Room



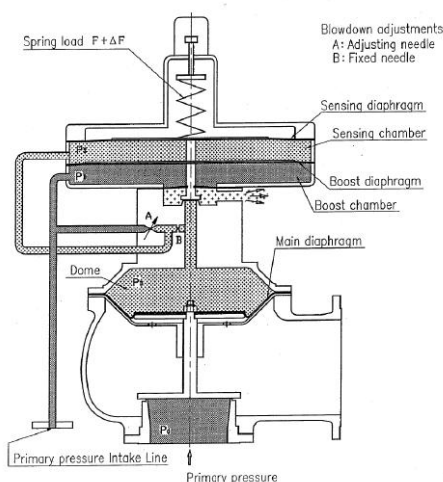
貨泵系部分解

3.安全閥拆卸保養作業

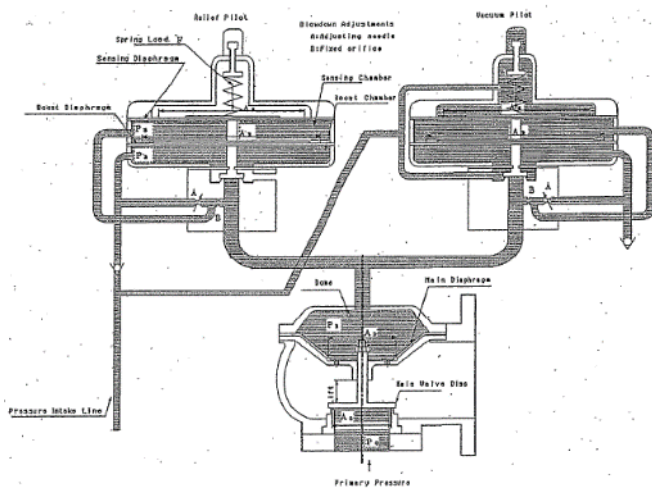
LNG船對於貨艙的安全閥(Safety relief valve for cargo tank)與油輪安全閥(PV VALVE)有些許相似但不盡相同，油輪PV VALVE是利用機械性力量(彈簧彈力及配重)原理達到安全閥作動，LNG安全閥作動原理是利用從Cargo Tank連通到安全閥內部緩衝腔體空間，緩衝腔體當壓力超過25kpa時候，將彈簧頂開導致緩衝腔體卸掉，安全閥內部與貨艙交界處有一層塑膠橫膜，會往上頂開讓大艙壓力排出減壓小於25KPa又會回復現狀。

Safety relief valve for cargo hold：在Cargo tank 外圍Hold Space內部充滿DIGG(乾燥惰性氣體)也設計安全閥(包含有Vacuum Valve) 功能避免DIGG壓力過大或是過小失去絕熱保溫功能。

每個貨艙頂部裝設二只安全釋放閥，本次塢修亦比照貨泵數量檢修一半數量，這些安全閥是由原廠之新加坡代理廠商進行拆解，相關之配件則由船東供應，Service Kit 均須全部更換。



Safety relief valve for cargo tank



Safety relief valve for cargo hold



Safety relief valve 工廠拆解保養

五、新加坡船廠參訪

本次台達三號塢修船廠為SEMBAWANG船廠，因原址屬英國海軍船廠故又稱Admiralty yard，位置於新加坡最北部SEMBAWANG地區，與馬來西亞柔佛州中間有柔佛海峽間隔，船廠總面積250,000平方米，目前所屬Sembcorp集團，共有2個分別為400,000/100,000DWT乾塢、3個150,000~65,000DWT浮塢，超過4KM長港口可提供靠泊修理，港口水深11.2-14.9M，並有機械工場、管路工場、船體工場、舾裝工場、塗裝工場和環安衛中心，並於工場內設置Clean Room，專屬提供LNG船舶重要設備維修之用。

本次另外安排參訪前幾年台達船塢塢修船廠，位於新加坡西南部所屬Keppel集團之Keppel Benoi船廠，船廠總面積350,000平方米，共有2個分別為300,000/170,000DWT乾塢、共有5個船舶碼頭可供靠岸修理，並也擁有一座LNG船舶維修所需的Clean Room，參觀時候同時NYK船隊PACIFIC ARCADIA LNG船也於Benoi船廠塢修，船廠對於安全有一定品質要求，參訪時都必須行走於特定路線以策安全，工作人員都穿著工作服安全帽，隨處可見許多安全提醒標語。





本次安排參訪位於新加坡西南部Tuas地區，同屬SEMBAWANG船廠 Sembcorp集團的Tuas Boulevard Yard，位於Tuas延伸填海造陸地區全新開發的船廠，船廠總面積為2,060,000平方公尺，第一期船廠面積佔733,000平方公尺，第二期船廠面積佔345,000平方公尺，共有6個500,000DWT~150,000 DWT 乾塢，1個海上平台用浮塢，共有17個船舶碼頭可供靠岸修理，修理業務包含海上鑽油平台、客船、郵輪、工作船、散裝船、貨櫃船、LNG船、ULCC/VLCC油輪、化學品船、軍艦、油駁船等...修理經驗及能量非常可觀，並且與原廠設備廠商合作，提供原廠技師駐廠協助關鍵性設備檢修等服務，有許多現代化設備如自動船殼塗裝設備，能夠降低油漆塗料耗損、減少塗裝時懸浮粒子對施工人員傷害；設有船舶動態系統，能夠於船東辦公室了解各船舶移船、浮船、試車等重要動態。



六、塢修工程學習檢討

1. 船上關鍵性重要設備，由原廠技師使用原廠配件進行預防保養

因天然氣船舶特殊超低溫及危險性貨物，貨艙GASS FREE過程繁複費時費日且高滯船費等原因，船東通常不能承受滯船的風險，採預防性保養。所以，裝卸貨系統（包括貨泵、貨油管路碟閥、量艙系統、鍋爐系統等）都必須選用原廠技師與原廠配件，並且有規劃性在關鍵性重要設備(特別是只有單一設備，無備用設備)，每五年分兩次完成整船關鍵性重要設備預防性保養，雖然投資在服務技師與原廠配件的成本偏高，但是能夠提高船隊設備的安全性及妥善率。

2. 船舶塢修工程善用外部資源

尼米克管理顧問公司對天然氣船塢修執行參考NYK系統，依不同專業聘請專業顧問協助監造，此法優點可確保塢修品質避免因主辦工程師人力或專業不足，而任由船廠擅自施工。本次MR. MANFRED TIMMERMANN擔任LNG船監修10年以上經驗的專業人員擔任貨載部門的監造。此天然氣船塢修採團隊分工合作模式、管理緊密完整，與現行中油自有油輪塢修由主辦工程師一人主導，視工程需要最多加派一位協辦工程師協助，因中油公司為國營企業，有較多的法令限制，衍生的行政程序較為複雜。對於塢修期間臨時性損壞經常發生，故許多臨時採購項目都仰賴主辦工程師經驗與反應，方能及時完成塢修工程項目。

結論與建議

中油公司儲運處林俞君管理師及黃鈺祺工程師皆負責自有油輪維修及管理工作，對於天然氣船則從未接觸完全陌生，本次由曾經派駐尼米克船舶管理公司擔任船隊經理的黃戊辰組長領隊，加速了解天然氣船舶設備技術、塢修工程及國外船廠管理工作，實為難得經驗，對於天然氣船與自有油輪、尼米克管理公司與中油公司、塢修團隊與單一主辦工程師並相互比較了解許多差異，擷取其他團隊之優點來改善自己團隊之缺點。

本次印象較深刻是國外船廠對於安全重視，許多安全規定都有落實，施工人員皆由船廠聘僱管理，對於安全意識及修理技術上都有一定品質，修理能量也足夠承接油輪塢修工作，可作為本公司作為將來如新船(華運、通運、鴻運及盛運)因外租而必須於國外塢修可能性方案之一。

本次塢修是關鍵設備都使用原廠技師及原廠設備以達到設備高妥善率及安全性，近年自有油輪塢修也逐步導入原廠技術支援，設備妥善率逐漸提高，並補強船廠技術品質不足之處。

本次初步了解尼米克管理公司有規模與制度的管理天然氣船後，反觀中油油輪狀況不論在船員向心力(薪資待遇)、訓練機制與語言本質上，以及公司管理與採購制度上的差異，希望仍能以尼米克公司為目標，讓中油油輪繼續向上提升。