

# 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）

## 台達四號(TAITAR NO.4) 天然氣船塢修監造

服務機關：台灣中油股份有限公司

姓名職稱：黃英泰工程師

派赴國家：新加坡

出國期間：104年03月23日至104年03月28日

報告日期：104年06月08日

## 摘要

本公司天然氣船隊目前由尼米克船舶管理公司(NiMiC Ship Management Co.,Ltd.)營運管轄，且該公司為日本郵船商社(NYK Line)、三井商社(MITSUI Group)與中油公司(CPC)三方合資成立之船舶控股管理公司，台達四號輪 (TAITAR NO.4) 為該管理公司所建造四艘天然氣船 (TAITAR No.1~No.4)之一，於2010年4月底交船至今，即將屆滿五年，並於2015年3月至新加坡Keppel Shipyard進行塢修工程及第一次船舶特別檢驗。

本次參與天然氣船塢修工程主要是日後本公司欲承接天然氣船之管理工作，因此中油公司派遣油輪主辦工程師至船廠現場了解及熟悉各項塢修作業與未來營運管理工作重點。此次行程參加天然氣船塢修共四日，歷經貨油泵拆檢安裝、船舶外鋼板油漆檢查及Main Condenser原廠氣密試驗等項目，透過本次塢修見習對於船上相關系統有初步概念。

## 目次

目的 .....	4
過程 .....	5
心得與工程檢討 .....	6
一、台達四號基本資料 .....	6
二、台達四號天然氣船塢修監造團隊 .....	7
三、船上管理系統與船員 .....	7
四、船廠管理 .....	8
五、塢修監造作業 .....	9
六、工程檢討 .....	23
結論與建議 .....	24

## 目的

台達四號為本公司與日商三方合資建造之天然氣船，自2010年4月交船，於2015年4月底屆滿五年前進入新加坡Keppel Shipyard進行塢修及第一次特別檢驗(Special Survey)。

配合國內環保意識抬頭，對電廠燃燒天然氣發電與民生市場瓦斯需求用量日益增加，中油公司目前有Golar Mazo與台達一~四號 (TAITAR No.1~No.4)等五艘天然氣船進行全台天然氣之承載運輸任務，本公司未來計畫欲承接天然氣船之管理工作，因此派遣船舶工作業務相關之油輪工程師參與天然氣船塢修工程，藉以熟悉天然氣船塢修作業與未來營運管理工作，期許能透過每次塢修工程機會，學習國外專業管理團隊之技術與經驗，以他山之石為借鏡培訓養成本國人員專才，得到工作永續傳承的目的。

## 過程

### 104年3月23日

由桃園中正機場搭機前往新加坡樟宜機場，隨即搭乘地鐵前往飯店與尼米克管理顧問公司(NiMiC Ship Management Co.,Ltd.)相關人員會面及討論期間工作事項。

### 104年3月24日-3月27日

與天然氣台達四號輪塢修監造團隊赴Keppel船廠(Keppel Shipyard)，開始此次船舶監造任務，每日早上07:20準點由飯店出發至船廠，於08:00上船、固定08:30參與船上塢修工作安全及檢討會議，每天工作結束後晚間約19:00返回飯店。

### 104年3月28日

搭機返回台灣。共計本次任務停留塢修船廠共四日。

### (TAITAR No.4)台達四號塢修監造團隊及尼米克船舶管理公司人員介紹：

**Mr. Ian Stewart (Site Manager/ Machine Superintendent)**

英國籍塢修團隊經理 (負責機艙機械與技術監工)

**Mr. Manfred Timmermann (Cargo Superintendent)**

德國籍塢修資深工程師 (負責貨艙設備監工)

**Mr. Satoru Fugono (NiMiC DGM)**

日本籍(尼米克公司)副總經理

**Mr. Mike Shen (NiMiC Hull superintendent)**

台灣籍(尼米克公司)工程經理 (負責船殼外板監工)

**Mr. Davis Wang (NiMiC Purchasing Manager)**

台灣籍(尼米克公司)採購經理

## 心得與工程檢討:

### 一、 (Particular of TAITAR NO.4)台達四號基本資料:

1. Length over all (LOA)	289.50	M
2. (LPP)	277.00	M
3. Breadth MLD	49.00	M
4. Depth MLD	27.00	M
5. Draught MLD (Scantling)	12.40	M
6. Draught MLD (Design)	11.50	M
7. Draught MLD (Design Extreme)	11.53	M
8. Keel to Masthead (KTM)	68.2	M
9. DWT(Summer)	76,939	Ton
10. GRT	118,608	Ton
11. NRT	35,583	Ton
12. Light ship displacement	33,532	Ton
13. Displacement	106,051.	Ton
14. Main Engine	Steam Turbine, Kawasaki H.I. M.C.O. 26,900kW x 80rpm N.O.R. 24,210kW x ABT.77rpm	
15. Main Boiler	Dual Fuel Marine boiler, Mitsubishi H.I. 56,000kg/h × 2sets, 48,000kg/h × 2 sets	
16. Electrical Generator	2 sets of Turbine Generators, 1 set of Diesel Generator, (1 set of Emcy Gen.)One (1)	
17. Ship Speed	service speed 19.5 knots at design draft with vessel operating at NOP, i.e. 90% of MCR. (21% sea margin)	
18. Fuel Consumption	LOAD: 100% MCO 291.8g/kW.hr. with 3% margin LOAD: 70% MCO 303.2g/kW.hr. with 3% margin	

### Ship Builder:

Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. (Nagasaki Shipyard & Machinery Works)

台達四號外觀照片：



## 二、(TAITAR NO.4 Dry Docking Team)台達四號天然氣船塢修監造團隊

NiMiC Ship Management Co.,Ltd.尼米克管理公司對每次天然氣船塢修都相當重視，不僅事前各項工作協調謹慎並安排專責塢修團隊，進行塢修工作和進度掌控。

塢修團隊經理Ian Stewart，主要是對船廠方之負責指示窗口，掌握所有塢修項目之進度與事務，並隨時與尼米克公司(NiMiC)駐廠副總經理Mr. Satoru Fugono進行溝通討論與工作重點追蹤。

塢修資深工程師Mr. Manfred Timmermann負責貨艙空間與相關裝卸貨系統設備檢查。

NiMiC尼米克公司工程經理Mr. Mike Shen，負責船上所有艙裝、外板附屬設備與油漆及船級協會Class檢驗，採購經理Mr. Davis Wang負責物料配件等船隊後勤補給採購。

在塢修期間不僅塢修團隊會互相協調與船廠方的各部門負責人員也保持聯繫，另於工作施作同時船方人員也會進行討論和確認。

### 三、(TAITAR NO.4 Training System & Crew)船上管理系統與船員

台達四號輪船上船員管理系統是使用NYK(日本郵船商社)公司的操作系統，這個系統包含船上甲板及機艙部各項程序書SOP規定，各項機械設備保養維護的施作流程、各項工作安全重點及海事船員訓練資料庫都含括在內，而所有船員上船前均需接受NYK公司於訓練中心內受訓合格後才可上船，因此每個船員對於NYK公司的政策及作業程序都非常熟悉。

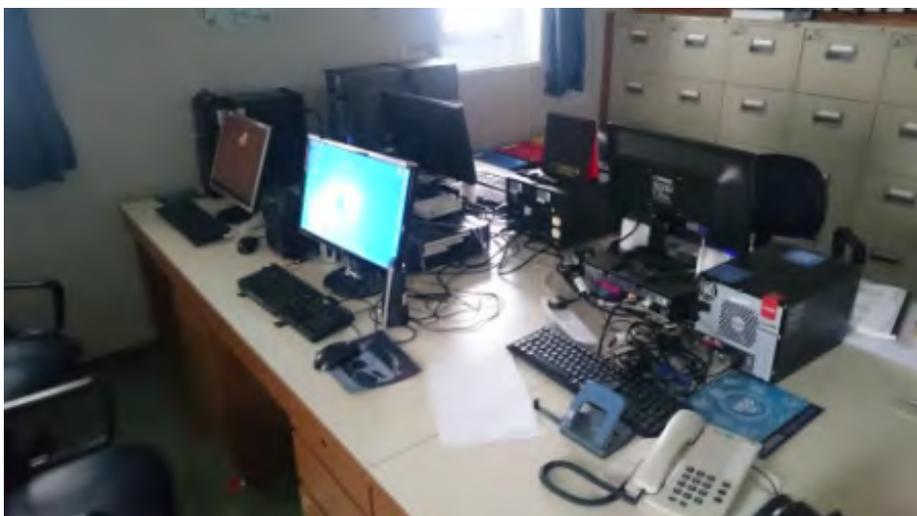
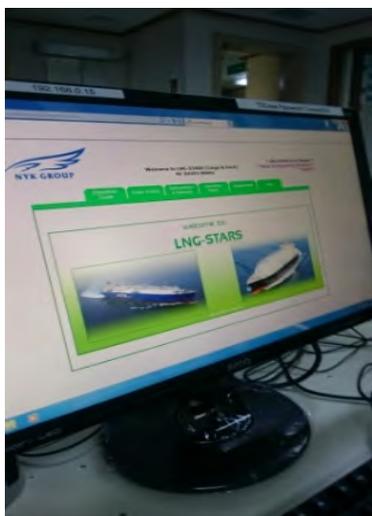
相較台灣海事及學術機關目前尚未發展天然氣船之專業海員培訓機構，因此台灣籍天然氣船員的培養應該儘速推動，以免只能仰賴國外船員而缺乏主動性。

台達四號輪甲籍船員為印度籍船員而乙籍船員多數為菲律賓籍，船上工作語言均為英語，所以沒有因不同語言有溝通上的障礙。

船上船員年齡層普遍年輕，專業技術與報告能力卻很成熟，甚至陸陸續續皆有新進船副見習，船員階級觀念明確、工作倫理和紀律也非常良好。

評估國外船員對於在NYK船上工作十分有憧憬，工作意願也很高，主要是公司對於船員的培訓非常重視，另船上工作的環境和船員的薪資福利優渥，因此船員對公司和船上的向心力也很高。

若船員的工作態度積極、工作技術與操作效率好，那船舶滯船成本就會降低，承載任務次數就能提升，間接為公司賺取夠多效益。



#### 四、(Keppel Shipyard Management)船廠管理

由於修造船廠往往是大型重機具維修安裝、高空吊掛作業、進入密閉空間檢查、動火切割及電焊等危險性極高的工作環境中，因此船廠的安全防護等級就要非常高，而新加坡Keppel Shipyard船廠也十分重視安全這個議題。

除了進出船廠大門之人員管制森嚴外，進入船廠的人員需繳交護照資料供製作個人識別卡證件(Access Tag)佩掛在身上，並於上船前於安管處繳交GANGWAY識別證(Green)目的為控管上船人員核對及保安保全功能避免閒雜人等進入工地，上船之後若要再進入船上任一工作區域包含貨艙/水艙內等密閉空間也必須再繳交TALLY BOX識別證(Red)，為了要監控進入危險工作區域的人員安全。

此外，本次塢修期間為因應船上發生任何重災，因此還配合船廠進行全船不定時逃生疏散演習，船廠各部門單位施工人員及船方人員等，離船後依序抵達指定地點集合，並倡導各安全工作事項，親身參與演習確實讓人印象深刻。



## 五、(TAITAR NO.4 Dry Docking)台達四號塢修監造作業

本次台達4號輪3/18抵達新加坡於3/22號至船廠進塢施作，並於4/13試車復航離開，總工期23日曆天，由於本人實際進船廠僅參與4天，其中104年3月22~27日為船舶進入乾塢與外板油漆檢查期間。

### 1. Main Condenser air leakage test(Steam side)主冷凝器氣密試驗步驟

- a. 於低壓側渦輪機殼上之偵測閥組(Sentinel Valve)需先拆下，並暫時連接船上日用空氣管線(日用空氣最大設定壓力不得超過0.4Bar)

為了要避免日用空氣之壓力超過0.4Bar造成儀表受損，因此必須將連接於船上的日用空氣管線、壓力計及引導壓力排至大氣之安全閥先行安裝接上。

- b. 船上日用空氣必須暫時先連接於Packing Steam Reservoir上。(空氣設定壓力介於0.2~0.3Bar)

為了要避免日用空氣之壓力超過0.3Bar，因此必須將連接於船上的日用空氣管線、壓力計及引導壓力排至大氣之安全閥先行安裝接上，並因為空氣主要耗損是從格蘭密封處洩漏，因此日用空氣管要使用大尺寸細長的空氣管。

每個HP, LP turbine轉子末端的格蘭墊片部位，以最簡單的方式就是使用膠布或O-ring來作為船上日用空氣管線的密封。(禁止使用粘土來密封)

- c. 確認所有連接於主冷凝器真空側的蒸汽水/疏水/冷凝水管線之閥接合面都必須是緊密的。
- d. 避免因空氣壓力造成損壞，需確認於冷凝器真空時，測試儀表(如：壓力計、現場壓力錶、遙控壓力傳送器、壓力開關)的Root Valves都必須保持關閉狀態。
- e. 氣密試驗必須以調配過的肥皂水塗抹於相關蒸汽/疏水/冷凝水管線之法蘭接合處以及主冷凝器海水熱交換器中，每只冷卻銅管末端的集合管排，如有洩漏則肥皂水就會從漏氣處發泡。如此便可知道何處有洩漏。

主冷凝器(蒸汽側)內部須保持0.2~0.4bar的壓力(不可超過0.4bar)，為了避免造成任何損壞，請必須注意不可使用過大的空氣壓力。

- f. 氣密測試結束後，必須將所有連接測試的儀表管線移除，才可進行主渦輪機的操作。

(上述實際試驗結果因職離開船廠後尚未結束，因此將找機會另去請教瞭解後續處理成果再行呈報。)

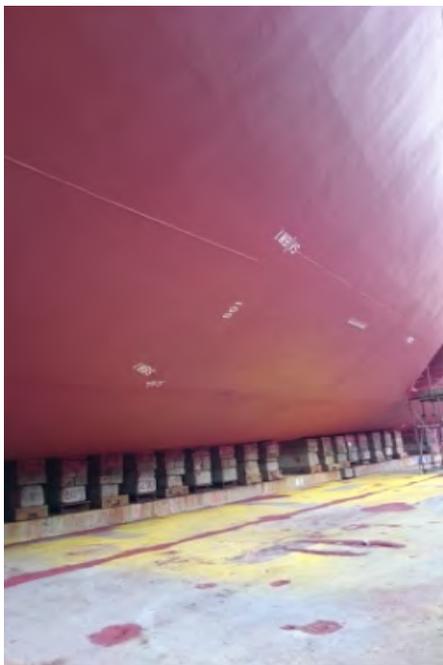


原廠技師用肥皂水進行冷卻銅管末端的氣密試驗，檢查是否有漏氣冒泡。

2. Inspection for hull painting, sea chest, rudder, propeller, ICCP and Bow Thruster (Hull Part) 船體部份外板油漆、舵板及螺槳、海底門、ICCP及前艏推進器等檢查。



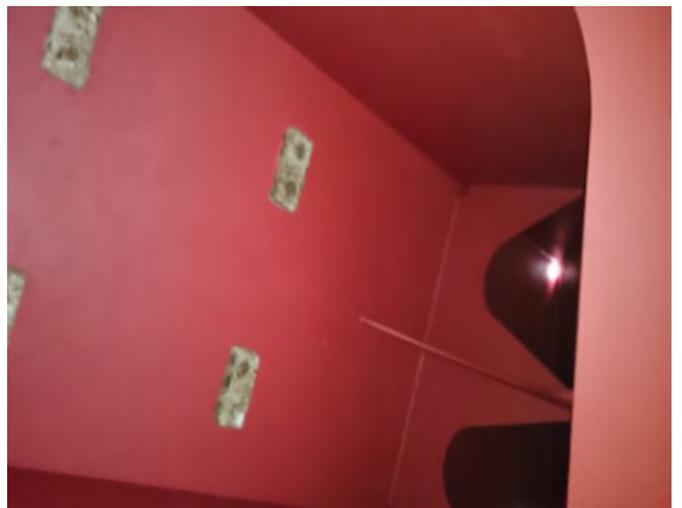
排海閥孔、船底排水孔、船體接合處焊道外板油漆檢查。



Inspection for anchor & chain (P&S) then, calculate chain's numbers and painting.



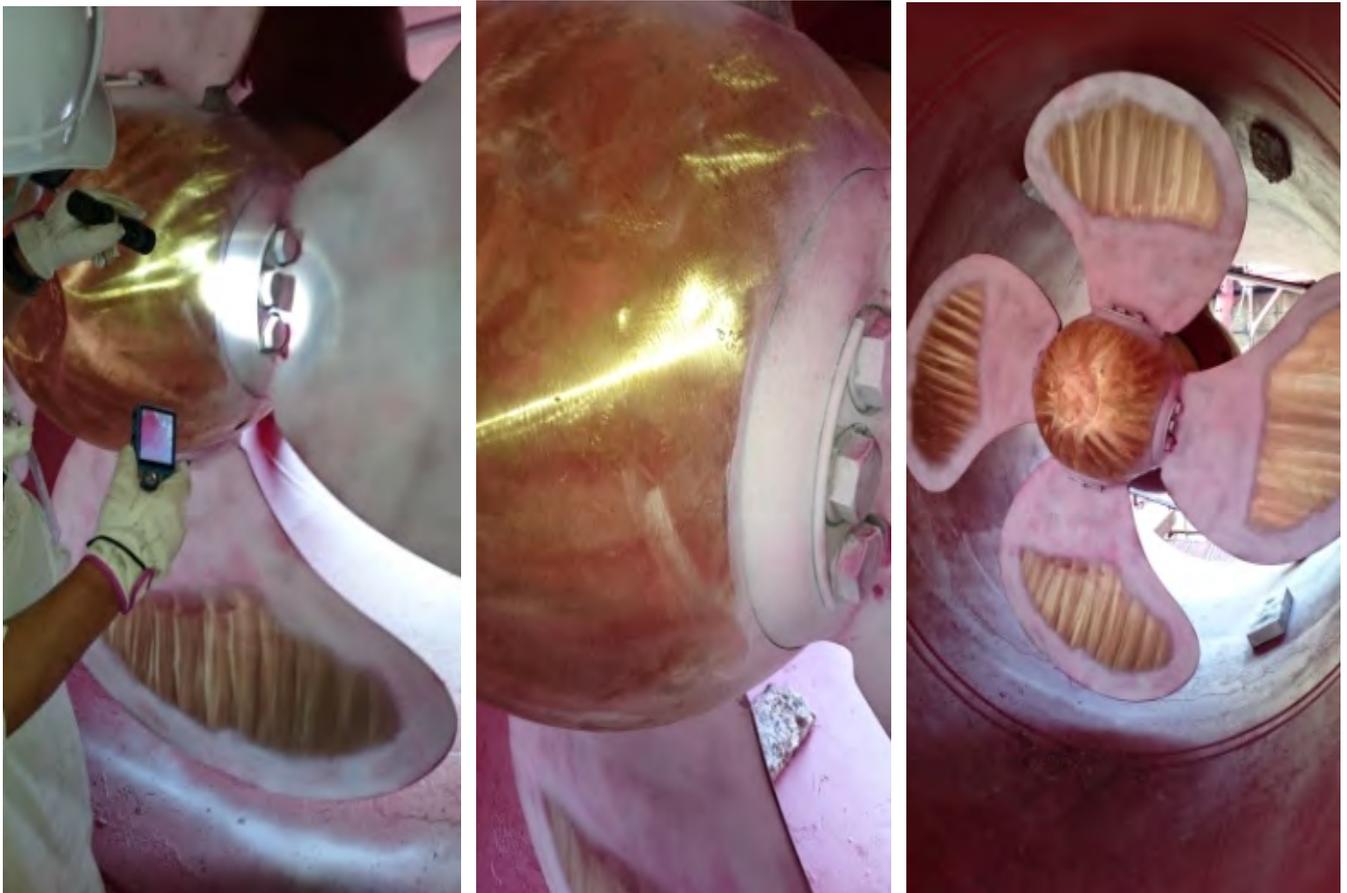
**The ship's starboard side hull has white point and little structure damage.**



**ICCP - hull corrosion protection systems, renew the Aluminum and Zinc anodes.**



Sea chest cleaning inspection and confirm remove the marine growth.



Inspection of Bow Thruster (測試及確認順逆俾啟動停止運轉角度)

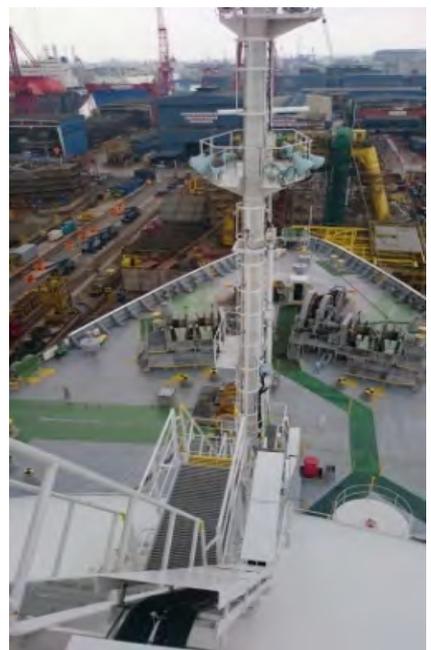


**Inspection of propeller, make sure the surface quality and confirm the propeller blade thickness.**

### **3. LNG Cargo Tank inspection 球形天然氣貨艙檢查**

台達4號輪貨艙為Moss type，比起新型的Membrane type是目前國際各造船廠建造天然氣船最普遍及技術相對純熟、穩定的船型。

該船貨艙總容積為145,173.4 m<sup>3</sup>（載貨98.5%情況下），貨艙內部溫度約零下-163℃，貨艙直徑約44m。

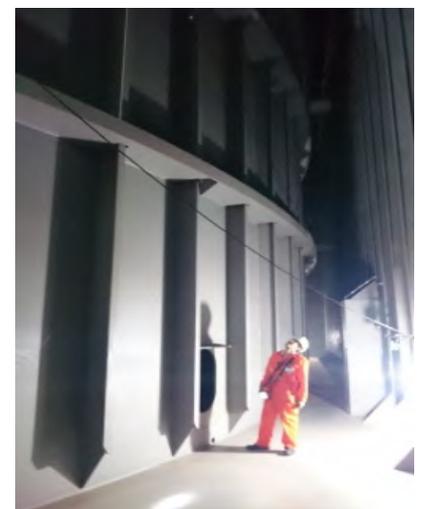


每個球形貨艙頂部中心位置內有管路塔架（Piping Tower），直徑約為6米。並設置液位計、壓力計、貨泵卸貨管路、Spray冷卻管路、貨泵電纜等。每個貨艙設置二組Cargo pump，貨油泵安裝在球槽中心底部的管路塔架中。

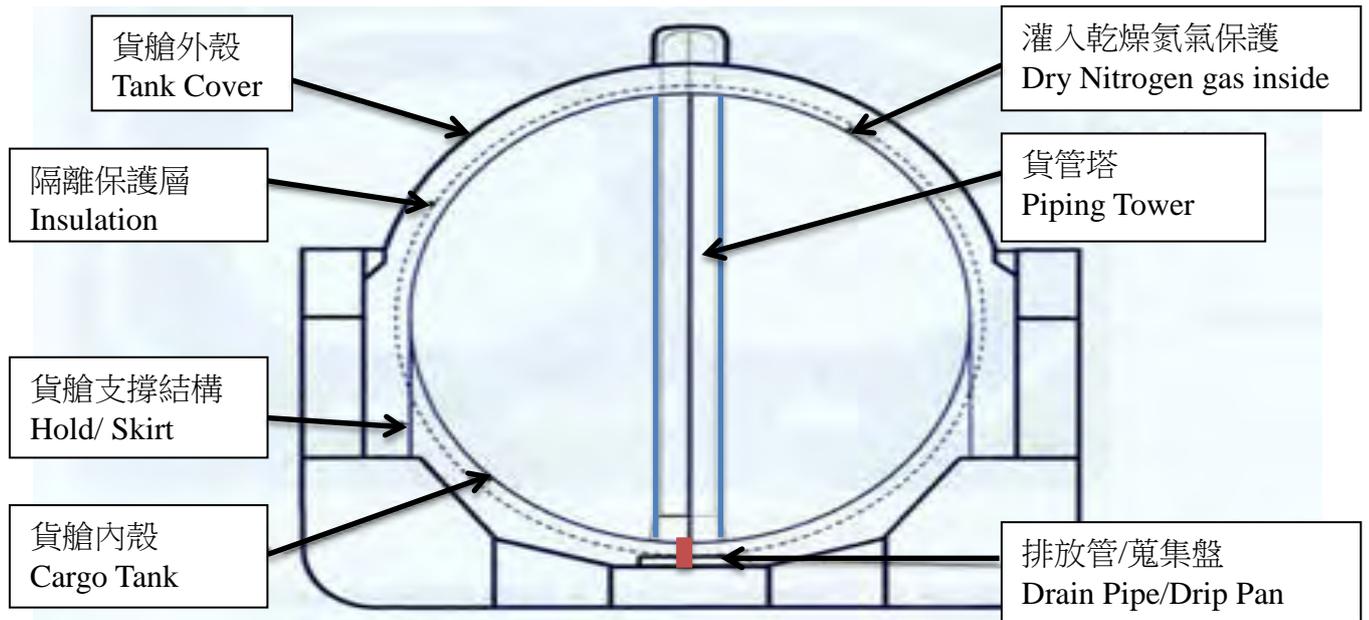
管路塔架內部需保持乾淨，任何檢查或施工人員進入貨艙前應將身上可能掉落至貨艙裡的任何物品先行取出，於貨艙人孔處交付予船廠保管監工人員，再於鞋上套入乾淨的鞋套，避免鞋底泥沙雜物遺留於貨艙之中。由Piping Tower頂端至底層共約15層樓高，內部踏板為鋁合金簍空材質。



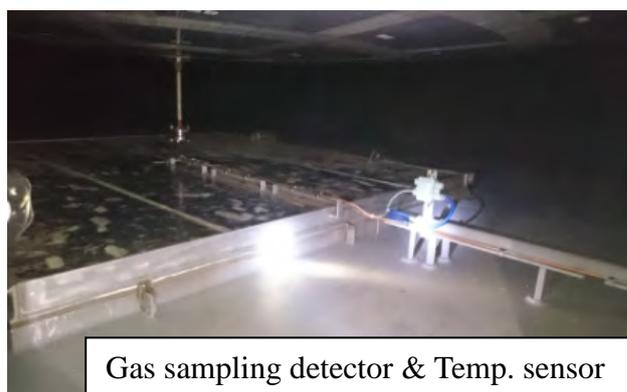
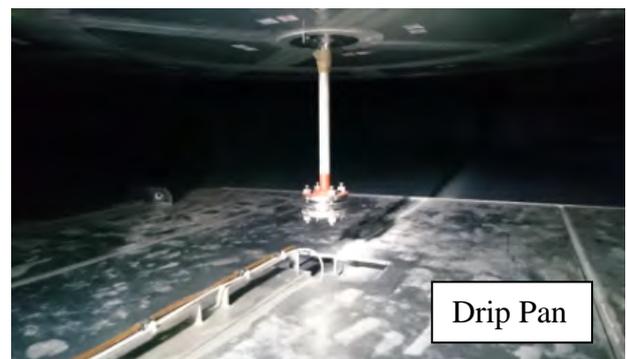
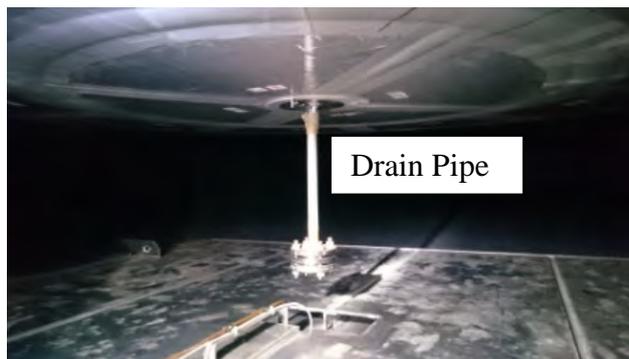
球形貨艙壁為三種不同特殊鋁合金屬結合所構成，厚度約20~25mm左右，外部另有Cargo Hold雙層鋼板球形外殼，功用為隔離保護層避免貨艙洩漏的保護。



## LNG Cargo Tank Structure Introduction 貨艙結構的圖示簡介



為預防及監控LNG從貨艙洩漏至外界造成任何爆炸意外，隔離保護層(Insulation)及貨艙內殼(Cargo Tank)之中會導入去除水份的氮氣，目的是阻絕從Cargo Tank破洞處釋出的LNG，以惰性氣體的特性達到防爆隔離的作用。



### Monitoring for Draining of Leaked Cargo Liquid(貨艙底LNG排放洩漏監控)

位於整個球型貨艙底部的Drain Pipe，功用為當隔離層(Insulation)及貨艙內殼(Cargo Tank)有LNG洩漏時，會因重力特性順流到最底部，透過Drain Pipe再匯滴到Drip Pan，當Drip Pan上的偵測器及感應器被LNG接觸到，便會產生Alarm 警示船上操作人員。

#### 4. Cargo Pump Removal and Installation 貨油泵吊出及回裝作業

將連接貨油泵各固定點螺絲拆卸完成後，隨即以保鮮膜層層包覆，避免外來之灰塵泥沙沾染，泵底下方坐落於鋪設防護木板之台車上移動，而貨泵上方以電動荷重鏈條滑俾固定，並依船廠人員指令自Piping Tower底部緩緩吊升至頂端，期間各個方向工人都需隨時推護注意貨泵移動位置，避免碰觸到塔架或踏板，現場監工也必須確保貨泵整體的良好，吊出一組Cargo Pump平均約耗時40多分鐘，吊出後直接送船廠中維修工廠之防塵室進行拆檢保養。



吊出前，Cargo pump以保鮮膜層層包覆，避免外來之灰塵泥沙沾染。

回裝Cargo Pump及Spray Pump基本上如同吊初時都必須小心翼翼緩緩放下，再進行安裝，所有人員都屏氣凝神注意貨油泵回裝不碰觸任何一區塊，為了不因角度不對造成卡在Pump Support而無法動彈，每一個動作都一指示前前後後調整好幾次距離，安裝在貨艙內所有設備的螺栓均有固定墊片（Locking Plate）或利用電焊及固定鋼絲（Locking Wire）予以固定，避免任何一只螺栓有鬆脫情形，再做上記號以確認螺栓位置與方向性便於檢查。

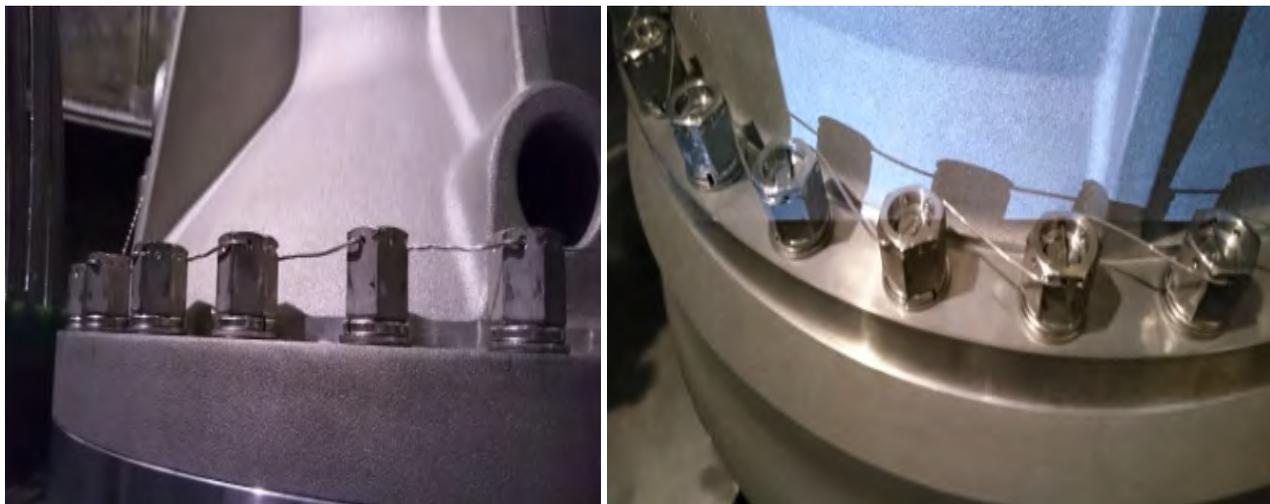




**Cargo sprays pump installation completely.**



**Cargo pumps installation completely.**



**The Locking Wire & Locking Plate fixed for the bolts, all of tools should be hang out of the piping tower.**

此設計與自有成品油化船康運輸及德運輸進行比較:

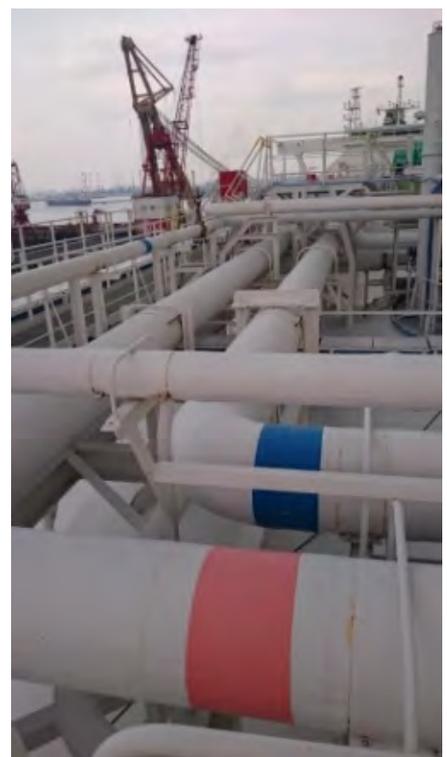
### 5. 台達四號(MOSS type)與德運輸(Chemical Tanker)裝貨系統差異比較

	台達四號Taitar No.4 天然氣船(MOSS形式)	德運輸Der Yun 成品油輪(化學船)
貨艙	MOSS形式， 分為4個貨艙。 內部完全為特殊鋁合金板，無任何油漆保護	以雙層船體結構隔艙， 分(S),(P)左右共10個貨艙。 內部以特殊EPOXY油漆保護， 承載油品及化學品。

	特殊鋁合金板厚度為20-25mm 不等之圓球型結構，外部另有同 圓球心雙層鋼板球形外殼保護	
貨艙尺寸	總容積為145,000m <sup>3</sup> 貨艙直徑為約44m球形槽 4個	總容積為7,686m <sup>3</sup> 扣除SLOP Tank，1~5(S)(P) 共10個貨艙
量艙系統	Ullage液位計浮球系統 與雷達液位系統二種，另有溫度 偵測器二組  (精準度因雷達式以導波傳遞不受測體比重/壓力/ 溫度/黏度/泡沫/粉塵變動影響，所以較佳，但穩定 性浮球式因測量原理及線路設計因素所以較好。)	雷達液位系統 與溫度偵測器一組
天然氣冷卻與液化系統	Spray Pump (以抽取液態天然氣噴灑至貨艙 頂部冷卻氣態天然氣，同時進 行貨艙冷卻)	無
貨泵	沉浸式貨油泵 ( Deep well type ) 以電力驅動貨泵浦 電動馬達位於泵內部，直接驅動 泵浦，無須額外的傳動軸。 電動馬達不易腐蝕，但若發生故 障不易檢修與更換。 每艙二組貨泵，佈置於艙底左右 兩側。	沉浸式貨油泵 ( Deep well type ) 以電力驅動貨泵浦 電動馬達位於甲板上，需連接傳 動軸來驅動泵，傳動軸長易搖晃 擺動；僅適用小噸位數船舶。 馬達位於甲板上較易保養，更換 無須將整座泵抽出。 但海水自甲板上浪後，海水容易 噴濺入馬達內部，導致機件腐蝕 及使用壽命降低。 每艙一組貨泵。
貨物控制室	位於駕駛台下層甲板，操作位置 高於貨艙頂部6-8m，寬度約 20-25m寬	位於B deck，高於甲板位置約3 米，約4米寬
惰化系統	N2 Generator(氮氣惰化管路) DIGG系統(增壓與驅氣用) 惰氣特別注重氣體品質，不容許 惰氣中含有水份。	IGG-Inert Gas Generator系統 (惰化/驅氣)

## 6. 天然氣船貨油管路顏色辨別簡介

管路系統	顏色	國際色碼	日本製造商色碼
LNG液貨管、LNG蒸餾器供應管及強制供給管、LNG噴霧管線	藍色	2.5PB.5/10	S45-837
LNG蒸汽管、蒸汽回收管、壓力釋放等管線	橘色	2.5YR6/13	S43-05
氨氣供應管線	淡綠色	2.5G5.5/7	S39-541
惰化及通氣管、隔離層內惰氣管線	咖啡色	10R3.5/7.5	S33-144
水霧管線	綠色	10GY4/7	S34-442
Dry chemical排出管及壓力build up管線	粉紅色	5RP6/10	



## 六、工程檢討

### 1.天然氣船船員管理與塢前準備

本次參與天然氣船塢修，利用時間於機艙巡視對於印度船員在進塢前的準備印象印象深刻，除各項機械設備會清楚標示及告知操作者使用狀況外，塢修期間應維修的項目也會於設備附近張貼詳細的維修規範與配件更換數量、存放位置等資料，方便維修人員確認及船員監工。相較本公司油輪船員塢修素養這部份就比較被動，幾乎由工程師一人監工與提醒維修廠商落實施工，品質控管勞心費力。



### 2.天然氣船管理與塢修專案技術團隊

天然氣船因滯船費高，故尼米克公司以高價選擇熟悉NYK系統制度的外國顧問團隊來主導塢修案，每位顧問以專業分工盡到督導到每個工程環節，人力十分優渥。反觀本公司油輪塢修則是由工程師1人(若在國內塢修)全程主導，並且塢修期間往往還要一邊處理辦公室裡的其他事情，人力支援明顯不足並且背負龐大壓力與工程進度難以全盤掌控，此外待遇上也與尼米克公司有很大不同。

### 3.船上設備大多由原廠技師檢修並使用原廠配件

天然氣船因其特有的特殊超低溫貨物與高滯船費等原因，故CARGO SYSTEM及其他蒸汽渦輪機等重要設備，幾乎都指定原廠技師到場監修與使用原廠配件更換，雖然維修成本要比平常油輪維修高上許多，但是能達到設備運轉穩定，停行次數低及故障次數少的目的。

## 結論與建議

由於本次為第一次參與LNG船監造，且派駐船廠期間僅4天，因此對於工程細節部分仍有很多事項沒辦法徹底了解與詢問，畢竟整體塢修工程也是由尼米克專業監工團隊主導，立場上僅能從旁學習。

不過藉由這次特別的經驗，才了解到外面民間航運公司或是在國外修船，對於工作細節的重視及落實分工的重要性有很深刻的體會，唯有適當的人力監工，才能確保工安到位及修船品質的提昇，這是本公司在船舶技術人力配置上需要檢討的地方。

未來針對本公司自有油輪的塢修，就可以參照天然氣船塢修前準備工作進行，不僅對船員或是船廠施工人員也比較有頭緒，降低出錯的可能性，不過那是需要監工人力足夠及長官重視的前提之下實踐。

本次參與台達4號天然氣船的經驗很難得也很特別，特別是目前國內僅本公司有天然氣船的船隊，但相較亞洲如日、韓等國家天然氣船的維修技術和建造十幾年前開始到現在早就發展的非常純熟，反觀我國仍無法突破感到十分遺憾。

感謝本次於新加坡塢修時，尼米克管理公司專業團隊的每一位成員及NYK合資公司的長官，期間中所給予的協助、支援與指導，讓我能夠對這陌生的船型及系統在短的時間內，能夠交叉比對以往油輪系統的認知而產生了一些小小的共鳴與體會。

同時也非常感謝本公司各級長官及同仁能夠在初期給予建議和支持，讓我有幸能夠踏上這趟天然氣船的知識旅程，往後對於船舶、航運領域仍須秉持一貫孜孜好學不倦的態度，努力管理及貢獻所學，為公司盡一份心力。

期許本公司在船隊的發展上持續精進，豎立起下一個無遠遼闊的里程碑。