

# 出國報告（出國類別··其它）

## 合資天然氣船台達二號塢修

服務機關：台灣中油股份有限公司

姓名職稱：林頂光/工程師

王偉明/組長

派赴國家：新加坡

出國期間：101年2月16日至101年3月4日

101年2月23日至101年3月4日

報告日期：101年3月29日

# 摘要

台達二號(TAITAR NO.2)輪為本公司與日本郵船公司(NYK)及日本三井物產公司(Mitsui)合資於”日本川崎重工”(KHI)建造之同型四艘天然氣船姐妹船之一。

本輪於 2009 年 12 月 29 日自日本川崎重工(KHI)建造完成，由本公司與日本郵船合資成立的尼米克船舶管理顧問公司負責日常營運管理業務。

依據船籍協會要求，此次為交船後首次塢驗及部分裝備首次開檢及原建造船廠保固工程，工作內容包括 (1).船體及甲板 (2).貨載系統 (3).機艙 (4).控制及監測系統 (5)保固工程。

本次塢修於新加坡 SEMBAWANG 船廠進行，全部工程自 2 月 16 日抵達船廠至 3 月 6 日試車開航實際工期共 19 日。

# 目次

一、 目的 .....	4
二、 過程 .....	5
(一). 塢修團隊 .....	6
(二). 船廠 .....	7
(三). 塢修工程 .....	8
1. 甲板	
2. 貨載	
3. 機艙	
4. 自動監測及控制系統	
5. 保固工程	
三、 心得與建議 .....	23

# 目的

台達二號(TAITAR NO.2)輪為本公司與日本郵船公司(NYK)及日本三井物產公司(Mitsui)合資於”日本川崎重工”(KHI)建造之同型四艘天然氣船姐妹船之一。

本輪於 2009 年 12 月 29 日自日本川崎重工(KHI)建造完成，由本公司與日本郵船合資成立的尼米克船舶管理顧問公司負責日常營運管理業務，主要任務為載運本公司自卡達進口之天然氣。依據合約 NYK 需逐步將 LNG 船管理技術移轉中華民國國籍員工，為此由儲運處指派適格人員加入管理公司擔任技術監督工作，藉由參與實際作業吸收經驗，塢修為其主要工作項目之一，為瞭解 LNG 船每次塢修時派遣工程師參加，以增加經驗。

台達船隊為傳統液化天然氣船，不同於柴油機船，以蒸氣推動此種推進主機，保養周期長。在正常操作狀況下，不需停航保養。但若一旦發生故障停航維修時間較一般柴油機以倍數計，故定期塢修的規劃及品質越顯重要。

職自 98 年起奉派加入尼米克船舶管理顧問公司擔任船隊經理一職，至 101 年返任，期間完成台達一號第一次塢修，此次參加台達二號輪塢修主要目的為瞭解塢修狀況並與台達一號(由日本三菱重工(MHI)依 KHI 設計建造)比較。

本次塢修自 2 月 16 日抵達船廠至 3 月 6 日試車開航實際工期共 19 日。

## 過程

二月十六日晨林頂光搭乘長榮 BR225 班機由桃園機場出發於十六日下午抵達新加坡樟宜機場，隨即前往旅館。17 日晨赴三巴旺船廠(Sbawang Shipyard)與台達二號塢修監造團隊會合，開始此次任務，並於三月四日離開船廠返回台北共計停留船廠 16 日。

此次尼米克管理顧問公司實際參與及負責塢修監造人員包括：

Mr. Ian Stewart                      Site Manager/Machine Superintendent

Mr. Manfred Timmermann      Cargo Superintendent

Mr. 黃戊辰                              Hull Superintendent

協助人員

Mr. 沈義隆                              NiMiC SM Technical superintendent

川崎重工(新船建造船廠)保固工程師

Mr. Tasuya Watanabe 等四人 KHI, Customer Support Dept.

CTMS 確認見證人

Ms. 林怡萱                              天然氣事業部購運室/租船人

Mr. 林泓龍                              台中天然氣廠 / 買方代表

Capt. Abdul Ghani Abdul Samad RASGAS Company Limited/ 賣方代表

其它訪問人員

Mr. 王偉明                              儲運處海技組組長

Mr. 林頂光                              儲運處海技組工程師

Ms. Mayuko Kawamoto          NYK LINE. TOKYO

Mr. 王凡                                  日本郵船北京事務所副經理

## 1. 塢修團隊:

此次塢修尼米克管理顧問公司因台達一號塢修，剛於2011年11月3日完成，而臺達二號緊接於2012年2月進行 兩船均為第一次保固進塢，準備工作繁複加上人手不足(NiMiC SM 兩位工程助理相繼離職)，故台達二號塢修船廠評選工作，委由設於英國倫敦之顧問公司SELMAR MARITIME CONSULTANTS LTD協助辦理，直至2012年1月13日方始正式確定由報價較低之三巴望船廠(Sembawang Shipyard)得標。另因為由公司指派於101年1月1日接替職於尼米克公司職務之黃戊辰君，並無實際管理LNG之經驗，故監造主要負責人員(修船經理)亦委由SELMAR公司負責人Mr. Ian Stewart 擔任，同時由他兼任輪機部主辦。Mr. Ian Stewart 曾為SHELL 公司油輪及LNG船輪機長，目前為SELMAR公司負責人、SIRE 檢查員，並長期擔任NYK 倫敦公司LNG船部門，技術顧問協助塢修規範製作及訓練NYK工程師並擔任LNG船塢修時輪機監造工程師。對LNG船有豐富經驗(自去年8月至12月即負責 NYK LNG DREAM 及 LNG BADKA 兩船的輪機部門監造工作。

又依NYK對LNG 船塢修工作的政策，為確保品質 而採分工方式聘請專業人員擔任不同部門的監造工作除輪機外，另一主要部門為 CARGO Department，此次擔任Cargo Superintendent 為 Mr. Manfred Timmermann，德籍，曾為 SHELL 公司輪機長，亦為SELMAR MARITIME CONSULTANTS LTD 員工長期擔任 LNG 船輪機或 Cargo 部門塢修監造工程師，Mr. Manfred 亦為台達一號 CARGO Superintendent。

船體部門則由本工司外派工程師黃戊辰擔任，黃君亦曾擔任油輪主辦工程師具有12年塢修經驗。因為對LNG船較少經驗故此次擔任HULL SUPERINTENDENT 負責甲板及船體部監造。

台達貳號船員，依 NYK 公司政策， 船員主要工作為進塢前完成各項準備工作，確保如期抵達塢修港口，並確認船隻狀態達到港口及船廠要求。進塢後完成系統停止(Plant Down)，塢修期間配合船廠作業進行必要操作並提供維修所需配件，完工後進行系統復原(Plant up)及測試並確認系統正常。專業的判斷由各部門監造人員決定，故船員在塢修期間扮演角色主要為協助性質。

## 2. SEMBAWANG船廠：

尼米克公司，因非屬國營企業，故不受採購法限制。對塢修船廠的選擇主要採邀標方式，並就船廠提供條件進行評選。評選標準主要仍為價格、工期及其它因素如逾期罰款付款條件等。

此次尼米克共邀請航線上三家船廠報價，分別為新加坡 SEMBAWANG Shipyard, KEPPLER Shipyard 及杜拜的 Drydocks World 最終因價格較低及附款條件較佳而選擇新加坡 SEMBAWANG Shipyard 進行台達二號塢修工作。

SEMBAWANG船廠位於新加坡北部 隔Johor Strait與馬來西亞相鄰，已有超40年歷史，原為英國海軍修船廠，其管理方式延自歐洲系統，新加坡另兩家修船廠 KEPPLER 及 JURONG 則延自日本系統。

相較於台達一號於KEPPLER船廠，SEMBAWANG Shipyard 讓人感覺較有效率，如同樣CARGO PUMP拆出 KEPPLER SHIPYARD 使用約 18人時/艙，而 SEMBAWANG 僅使用約 6人時/艙。工作期間在工作地點藉機休息的人幾乎未見而 KEPPLER SHIPYARD則隨時可見。

工安方面 在 SEMBAWANG 每一位停留超過3天的訪客必需接受約30分鐘安全講習而KEPPLER SHIPYARD 主要針對工作人員訪客部份則較不嚴謹。

停留期間，除台達二號外，廠內停留超過大小20艘進行修理工程船舶，包括 兩艘美軍海軍船舶、兩艘客輪，三艘 LNG 船、一艘改裝 OFFSHORE、兩艘鑽油平台、及兩艘事故船（一艘機艙浸水 一艘碰撞）等，讓人感受 SEMBAWANG 強大的修船能力。

相較於 KEPPLER SHIPYARD， SEMBAWANG SHIPYARD 在各方面均略勝一籌。





### 3. 塢修工程:

次此次為台達二號自2009年交船後首次進塢，主要依船籍協會要求進行的一般裝備開放檢查，如甲板船體、貨艙、貨油系統及機艙推進系統，另一重點為交船至今陸續發生或發現的缺失涉及船廠保固條款，主要工程內容如下:

#### (1.) 甲板(DECK Department):

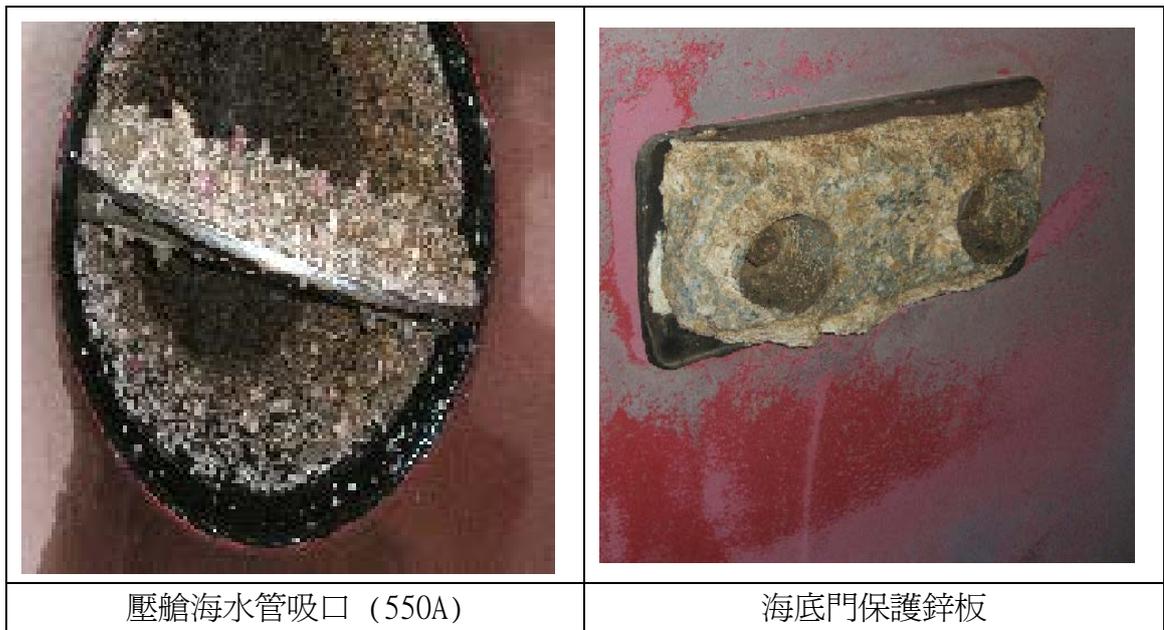
##### A. 外板塗裝:

因外板潔淨度直接影響船的航行效率，包括船速及耗油。尤其此次為首次進塢，由外板狀況將判斷選用油漆本身的品質及施工良窳。

台達船隊目前使用為日本中國塗料(Chukoku Marine Paint)，台達一號時曾發現船體水線下長有海藻(3M-10M區域)，同時局部油漆發生龜裂剝離現象。依據CMP 調查研究結果認為原因為海水溫度太高及施工時油漆膜厚過厚造成。當時採取措施為掃除過厚龜裂部份油漆重噴。此次台達二號狀況類似，海生物滿佈船邊水線下垂直面(BILGE KEEL以上至9.8M)。初部判斷應為油漆(AF)品質不良造成。管理公司正進行評估更換油漆供應商的必要性。

	
<p>Vertical Bottom ( SEA WEED)</p>	<p>AF Paint cracking</p>
	
<p>APPLIED COAT</p>	<p>FINISHED COAT</p>
	
<p>2012.02.21 進塢</p>	<p>2012.02.29 出塢</p>

B. 海底門：相較於台達一號，台達二號右舷低位海底門海生物生長較多MGPS  
 流量可能需考慮調整。  
 防鋅塊少數耗損較大，局部更換。



C. 結構：

外板： 1S, 5S, 7S 及 8S 在SL-14/ 15 附近有拖船頂狀凹痕，但情況尚不嚴重，無進一步處理之必要。

底板： 在機艙FR 53 延龍骨(Keel) 兩側有最深約 28MM凹陷，造成FR53 局部更新。損壞原因可能為新船階段亦可能發生於此次進塢座墩時唯機率不高。確實原因仍需進一步確認。

D. 左舷舷邊欄干改裝(**PORT HAND RAIL MODIFICATION**):

依台中接收站要求，因應潮差(最高潮)導致舷梯無法收回可能導致無法開航，對左舷舷邊欄干進行改裝，於此次塢修時完成。



(2.) 貨載系統(CARGO Department):

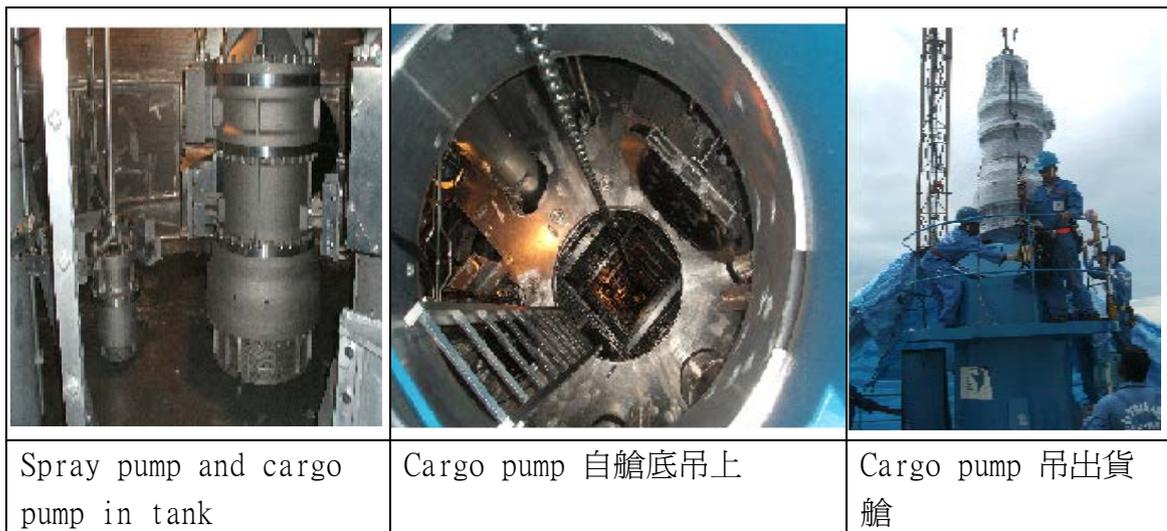
此次貨載系統檢修主要包括下列裝備及關連控制系統

A. Cargo Tanks and cargo holds.: Cargo tanks 檢驗主要針對 Pipe tower 底部與 Cargo Tank 相聯接焊道進行非破壞檢驗。Cargo Hold 部份進行絕緣保護層目視檢查。



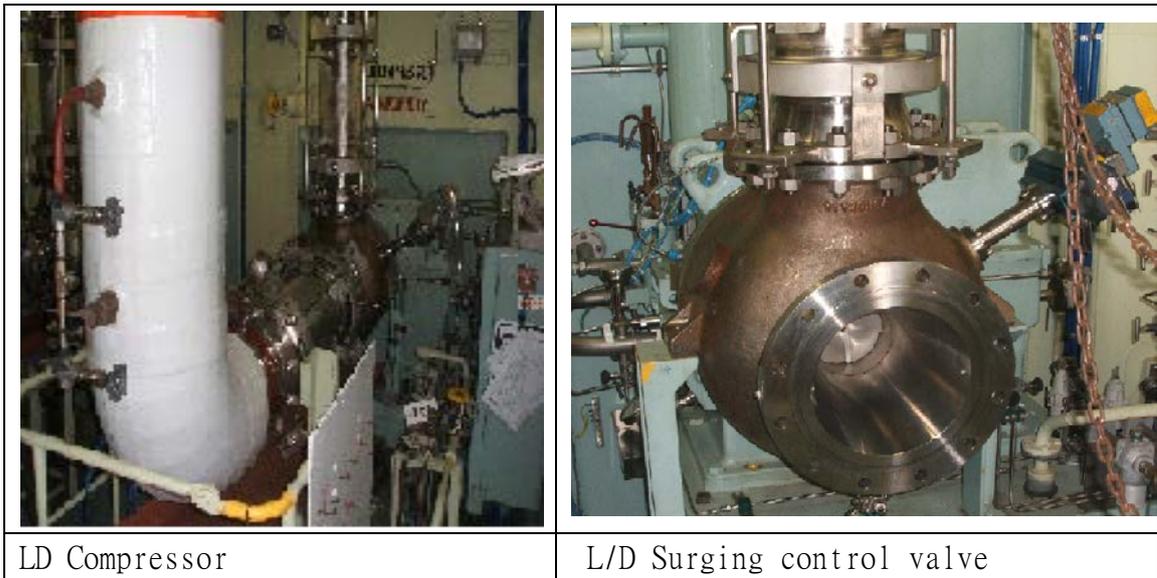
B. Cargo pumps and spray pumps:

依據計劃保養 本次拆檢 1,2,3,4艙之1號貨泵及3,4艙 Spray pumps (各50%)



C. Gas compressor

因運轉時數少原計劃拆檢之 H/D Compressor 延至下次塢修時進行。



#### D. Cargo valves

船上貨氣系統共有以下幾閥

- a. 油壓作動蝶型閥 (又稱ESD VALVE)具有緊急切斷功能
- b. 手動蝶閥 主要位於船艙裝卸貨歧管 (又稱MANIFOLD VALVES)
- c. Gate valve 為較小型閥,用於Spray system 及 cooling down
- d. Globe valve: Manifold liquid line cooling down valve.
- e. Safety valve: 又分兩種

一般壓力約 1 MPa 為傳統彈簧作用

貨艙卸壓閥: 壓力較低 多為膜片响導閥(Diaphragm Pilot Valve.) 壓力在-5 Kpa 到 25 Kpa. 視安裝位置而異.

Cargo space + 25kPa

Hold space: - 5 kPa / +15 kPa

Differential pressure: Hold > Tank : 5kPa

#### E.CTS (CUSTODY TRANSFER SYSTEM)

此系統包含溫度、壓力及液位三組量測裝置，每次進場時必需重行校正並經第三者公證及買賣雙方確認讀數誤差在允許值內作為下次進場前貨量計算依據。

船上同時裝備有浮子液位計一組作為備用。

誤差允許值：

溫度：-160°C 時為  $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ，0 - -100°C 時 為  $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 。

壓力：  $\pm 1\%$

液位：雷達液位  $\pm 5\text{ mm}$ 。 浮子液位：  $\pm 7.5\text{ mm}$

		
<p>浮子式液位計(甲板單元)</p>	<p>浮子式液位計(浮子)</p>	<p>浮子液位計精度驗證</p>
		
<p>CTS 甲板單元 (溫度及液位)</p>	<p>CTS, 壓力傳送器精度驗證</p>	<p>CTS, 溫度偵測器精度驗證</p>

#### F.IGG ( Inert gas generator)

LNG 船同油輪裝備有惰氣產生器 組成包括：惰氣產生器、冷卻器及除濕器。

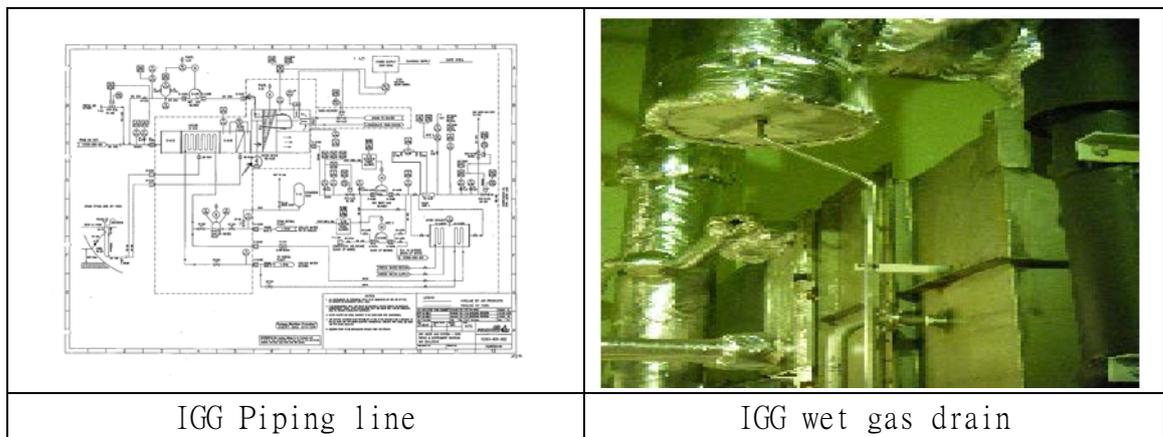
可達到的性能標準為：

O<sub>2</sub>: 1% 以下by Vol., CO<sub>2</sub>: 15% 以下 By Vol. CO: Max.100 ppmV

Dew point -45°C At Atm pressure.

LNG 船進塢前後貨艙主要作業,包括INERTING 及 AREATION 都必需由IGG 提供合適氣體(惰氣或乾空氣)使貨艙達到要求狀態。

此次台達二號IGG維護工程師來自挪威原廠(台達一號工程師來自韓國服務站),除系統檢查校正外主要針對化學除濕裝置進行檢查。台達船隊為消除氣體中濕氣達到低露點的要求 採取機械式(冷卻)及化學式(氧化鋁)兩種除濕方式。在台達一、三號發現化學除濕裝置外殼填縫劑(SILICON)龜裂。原廠判斷可能因進入除濕裝置前空氣凝結水未能排盡,造成填縫劑吸收水氣後導致龜裂破損。其可能原因為船廠管路配置問題,已請管理公司研究是否列入保固要求船廠改善。



#### G. N2 Generator

LNG 船除惰氣系統外,在正常作業期間,對天然氣系統進行日常維護保養,包括開放檢查、壓力測試及管路吹清及貨艙絕緣層等都使用氮氣。為供應以上裝備或操作所需氮氣船上裝有兩套氮氣產生器。

##### 氮氣產生器性能

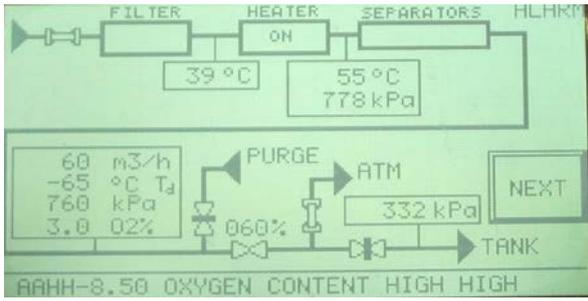
純度: 體積97%以上體積, 含氧量: 3.0 % V. 露點: - 65°C. 產氣量: 60 m<sup>3</sup>/ Hr.

此次台達二號因給氣管路鏽蝕(使用一般鍍鋅管)及油份攜帶造成氮氣產生器效率降至約僅設計50%.故要求原廠以保固案改善。改善措施包括:

- (1.) 空氣管路:改為不鏽鋼管並於管路上加裝濾器以改善進氣品質。
- (2.) 壓縮機: 改裝傳動皮帶輪規格,提高轉數,並降低出口壓力。提高給氣量減少 油氣攜帶。

(3.) 產生器:增加Membrane 數量，原來四組增為六組(四新二舊)。

經上述改裝後，試車時 產氣量回復原設計值

	
MEMBRANES CHAMBER OILY	Membranes Unit
	
Membranes unit assembly	Performance monitor

### (3.) 機艙(Machinery Department):

Taitar 二號為蒸汽推進 機艙兩個最主要裝備鍋爐及蒸汽渦輪機及其它相關輔機如發電機 泵及涉及效濾的相關輔助設備。

A. 主鍋爐:台達船隊設有MHI設計、製造主鍋爐兩部，可燃油、氣或油氣併用。

最大產氣量為56000kg/h.設計最大工作壓力 6.67Mpa. 過熱蒸氣溫度:

525°C. 最大耗油率 : 4080kg/h (oil) or 3348 kg/h (Gas)。

LNG 船在平時為消耗貨艙內自然蒸發的天然氣，同時持續供應所需蒸汽給發電機，提供日常所需電力。故除非在某些特定狀況，如系統檢修，否則持續運轉。故每次塢修，鍋爐為必要開啓、檢查維護之裝備。其餘裝備檢驗周期為5年，鍋爐則為5年兩次。

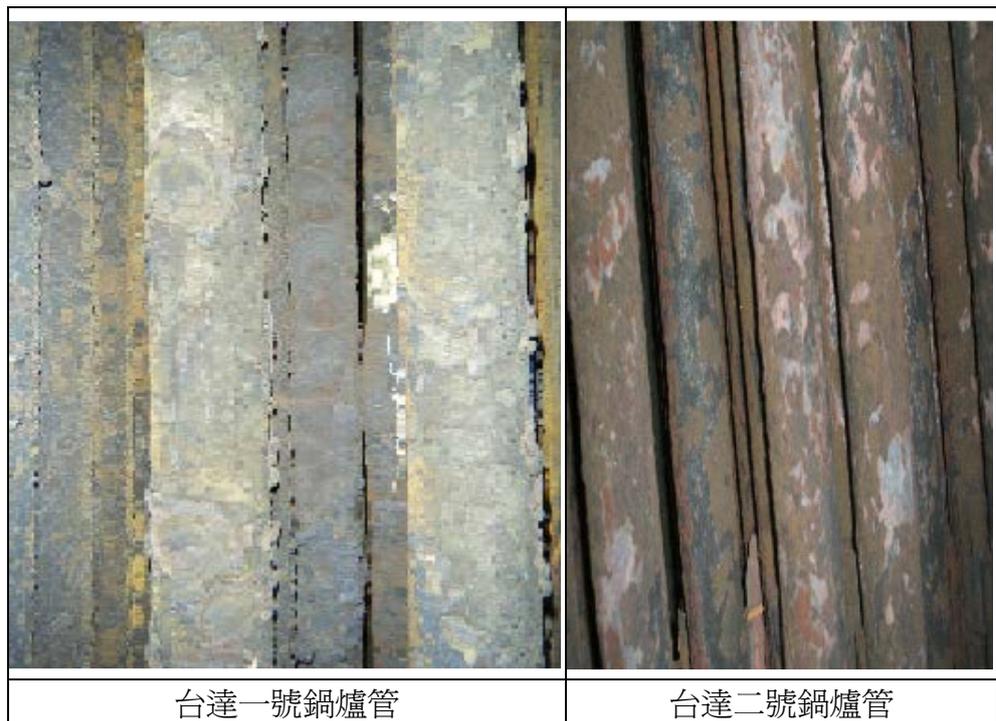
塢修期間鍋爐檢查項目包括:

- a. 汽、水側人孔開啓檢查清潔。包括鍋爐本體、過熱器、節熱器。
- b. 煙、火側開放清潔檢查、包括爐膛，產汽管、過熱器管，節熱器空氣預熱器等。

- c. 燃燒器及控制閥。
- d. 鍋爐控制系統(BMS):由燃燒控制，給水控制及負荷控制組成。
- e. 管、閥及附屬裝置檢查。包括 鍋爐附屬閥、安全閥、控制閥、吹灰器等。

此次台達二號鍋爐部份與台達一號相較有以下差異：

- a. 煙側潔淨度較台達一號佳。判斷其主要原因為進塢前兩航次開始燃用BOG，其結果因燃燒完全，無雜質或熔渣使爐管表面甚為潔淨。



- b. 過熱器管涵(Header)結垢問題:台達一號於過熱器管涵蒸汽進口側發現局部水垢附著，台達二號於相同區域亦發現局部水垢附著痕跡但情況以大為改善。於台達一號發現此狀況後與化學品供應商DREW公司討論判段為爐水排放周期過長爐水中雜質含量過高導致水份攜帶致於過熱氣管端產生水垢附著現象。台達一號塢修完成後自去年11月，通知台達船隊縮短排放間隔，每周固定排放並將控制點(導電度)由100  $\mu$  mho降至 70  $\mu$  mho。由台達二號看來似有改善。



台達一號過熱氣管函(Header)



台達二號過熱氣管函(Header)

### B. 主機高壓渦輪 (HIGH PRESSURE TURBINE)

船上渦輪主機由高壓及低壓段組成，安裝於不同機殼。為配合船級協會五年一周期的機器連續檢驗(CMS)所以每次進塢安排拆一組渦輪。

依計劃台達船隊第一次塢修拆檢低壓渦輪，第二次拆高壓渦輪。理由為低壓渦輪拆裝較高壓容易，考量運轉時間及費用先拆檢低壓渦輪。

此次台達二號，因高壓渦輪於保固期間發現蒸汽洩漏狀況，應製造廠要求改為拆檢高壓渦輪相關配件由製造廠供應，技師費用則由雙方協商分擔。高壓渦輪的開檢，因使用高壓過熱蒸汽(5.8Mpa/525°C)。故機殼螺栓的拆裝，需依原廠建議順序及角度鎖緊螺栓。

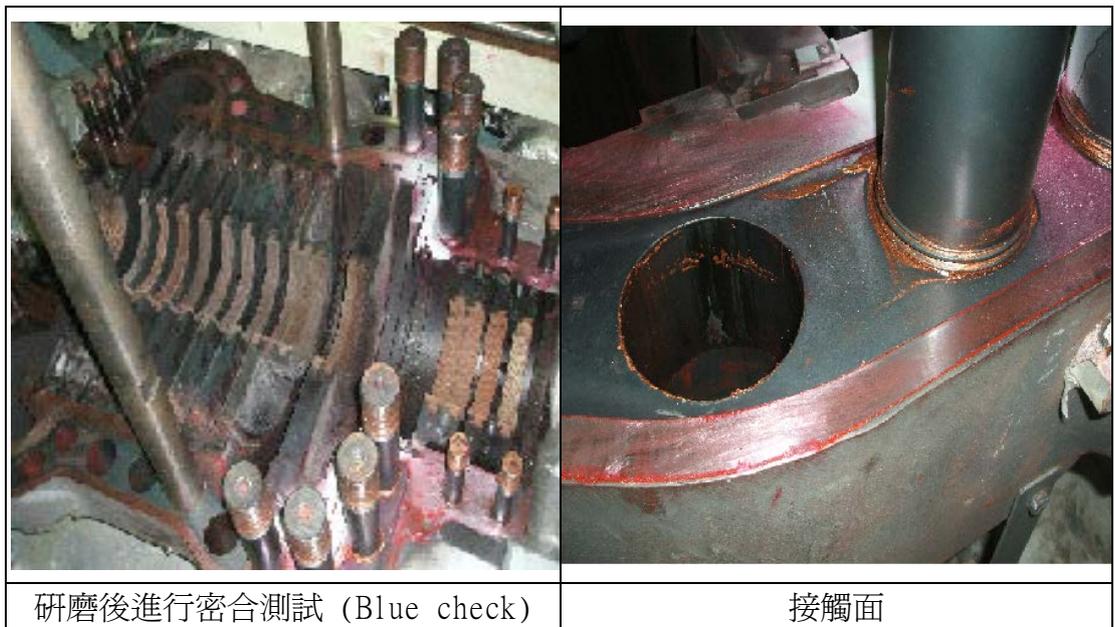
此次高壓渦輪機殼開啓後，發現局部位置接合面表面受力不均，經量測平面約有0.02mm差異，同時有一處狀似龜裂凹痕，研判蒸氣自此延機殼漏至螺栓位置，延螺栓與基殼間縫隙漏出，以致不易判斷實際漏點。最終以人工局部焊補方式修補凹痕並研磨機殼平面方式修復。



高壓渦輪機殼開起後接觸面受力不均



受損表面



### C. 渦輪發電機 (TURBINE GENERATOR)

台達船隊配置有兩組渦輪發電機一組柴油發電機及一組緊急發電機。

規格分別為：

渦輪發電機：SHINKO RG92-2, 3100 KW x 2 sets

柴油發電機：YAMAR 8N330L-GV, 3100KW x 1 set

緊急發電機：MAN D2842LE203 560kw X 1 Set

為配合五年的機器連續檢驗，每次塢修開檢一組渦輪發電機此次開檢一號渦輪發電機。

相較於台達一號開檢時發現於渦輪機葉片表面有沉積物附著，台達二號則無此狀況。研判由於蒸氣進口閥未確實關閉，造成蒸氣洩漏、凝結後水垢附著造成。



#### (4.) 自動監測及控制系統(Automatic control system)

LNG船隊為達到最有效率的操作自鍋爐到主蒸氣機、發電機的負荷分配及貨艙的貨物狀態監測完全採用自動化方式進行監測及控制。為確保系統動作正常每次塢修時控制系統的檢測維護及消耗品更新(主要為備用電源的電池),為必要工作,且多安排原廠技師進行包括:

- A. 鍋爐 (MHI): AUTO COMBUSTION CONTROL SYSTEM(ACC).  
BOILER MANAGEMENT SYSTEM.(BMS)
- B. 主機: Main turbine maneuvering system.(NABETESCO)
- C. 主配電及盤電力管理系統: Main switch board & Power management system.  
(JRCS)
- D. 機艙整合監測控制系統 : ENG Integrated monitoring and control system.  
(JRCS)
- E. 貨物整合監測控制系統 :CARGO integrated monitoring and control  
system.(JRCS)
- F. 裝卸貨控制系統:Cargo operation system (NAKAKITA)
- G. 貨艙監測系統( CUSTODY transfer system, CTS. (KONGSBERG)

#### (5.) 保固工程 (Guarantee)

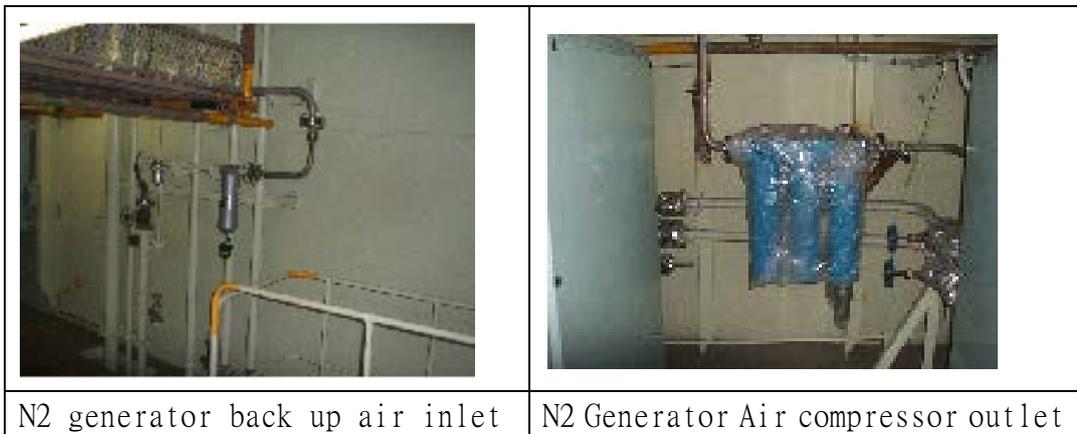
此次塢修為交船後首次進塢，塢修項目包括原造船廠負責改善的保固工程。

保固工作範圍包括：

- A. 保固期間本輪發生的缺失
- B. 裝備製造廠於其它LNG船發現的暇疵
- C. 造船廠於其它同型船發現設計上暇疵

如：

- a. 高壓渦輪機機殼蒸汽滲漏(KHI)
- b. 機艙蝶閥液壓驅動器驅動桿材質不良更新 共四組(TOMOE)
- c. 機艙壓艙水系統油壓蝶閥液壓管移位改裝，因原佈置影響液壓作動器拆裝保養。(KHI)
- d. 鍋爐啓動柴油泵原泵容量不足(1M3/H)更換較大容量泵(3M3/H)。(MHI)
- e. 氮氣產生器，因容量降低至設計容量50%左右，主要原因為膜片污損，原廠進行下列改善工程：(air product, KHI)
  - (a).改善空氣品質:增加濾器組及更換備用空氣管材質為不銹鋼管。
  - (b).改善流量:更換及增加產生器膜片組由4pcs/set增為6pcs/set. 提高壓縮機轉數並降低出口壓力。(此項改善工程於台達一號僅進行膜片組更新、於下次塢修時似可要求MHI比照辦理。)



- f. 貨泵及貨氣壓縮機啓動接觸器銹蝕更新共18組(CONTACTORS FOR CARGO PUMPS & COMPRESSORES STARTER:)(JRCS)

此裝備異常，起因於台達四號於台中港卸貨期間發生貨油泵異常跳脫事件。經原廠登輪檢查主因可能為(a). 材質品質不良. (b)Cargo switch board room 室內濕度過高(相對濕度約75%、要求濕度 60%)。改善措施

(a). 更換主起動接觸器主接觸器

(b). 切換空調系統至獨立系統，中央冷卻系統為備用以降低濕度。



g. 貨泵電纜支架 (Cable rack)加強、表層損壞電纜重新包覆(KHI)。

KHI 接到先前交付的同型船 LNG DREAM 回報，因位於貨艙上層走道旁電纜架保留之伸縮部管架強度不足導置電纜下墜與角鐵接觸磨擦致表皮受損嚴重時可能造成浸水(發生於台達四號)。

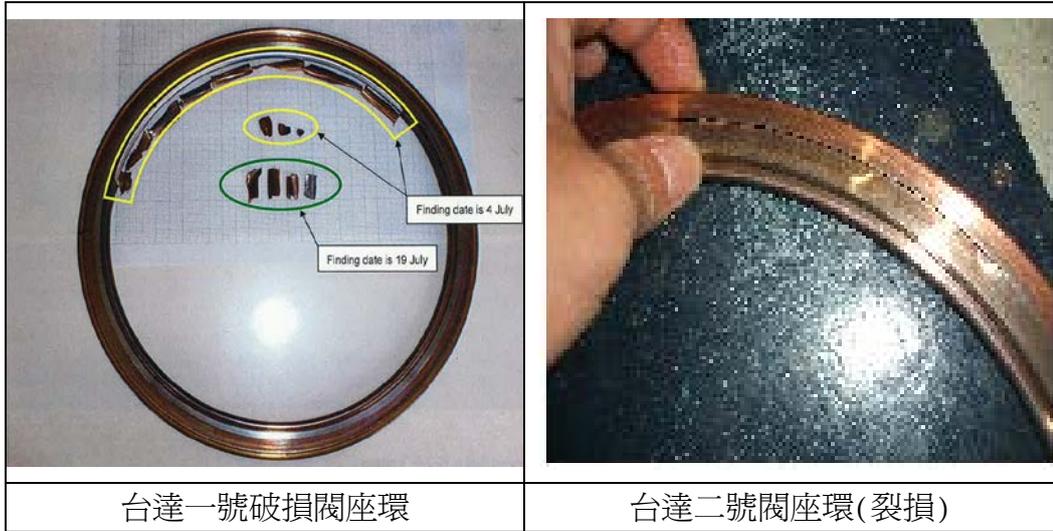
此次塢修進行改善工作共五處並將電纜表面重新包覆熱縮橡膠保護。



h. 貨泵出口閥閥座圈更新 8 組。(SASAKURA)

2011年6月台達一號於卸貨管線濾器中發現銅屑透過MHI與原廠聯繫並派員登輪檢查，確認該銅屑來自破損的貨泵出口閥閥座環 (VALVE DISC SEAL RING)。此閥座環之破損依原廠解釋主要由於設計上該閥座環開口處於卸貨

時受流體衝擊破損，為消除此種缺失原廠變更設計將開口與流體同向以減少閥座環承受之應力。並於塲修時更新。



## 心得與建議

檢討此次台達二號塢修，執行過程尚屬順利，主因下列因素：

### 1. 計劃完善：

自規範製作、船廠選擇，配件採購、供應，原廠技師安排等。而船方塢修前船況的調整及施工前準備作業等均能依計劃完成。

### 2. 善用外部資源：

NYK 對天然氣船塢修執行，除主辦工程師外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。此次台達二號尼米克聘請兩位曾任SHELL 公司LNG船輪機長並擔任LNG船監修10年以上經驗的專業人員擔任輪機及貨載部門的監造。

### 3. 原廠技師施工：

LNG船主要裝備多在極端溫度或壓力下運轉，各項監控設備，多屬原設計廠家專業，多數裝備並非船廠專業，故維修廠家多由管理公司直接安排。

### 4. 慎選維修船廠：

雖有良好計劃及專業監造人員及原廠技師，但塢修船廠的品質良窳仍決定最終結果。為此船廠的選擇，以邀標方式評選應為確保成功的關鍵。相較於台達一號 SEMBAWANG船廠無論工安、品質等均略勝 KEEPLE SHIPYARD.

建議：

1. 塢修船廠評選:台達船隊對塢修船廠選擇以邀標方式，邀請航線上有維修同型LNG船經驗的船廠提出報價及工期等，就其提供條件進行評選後決定。此法優點船東有絕對決定權取捨，品質較易掌握。
2. 利用外部資源:對部份較敏感的關鍵設備可直接安排原廠技師負責施工，確保符合原廠設計標準，維持設備正常運轉，此可能造成修費增加，但可將意外停機的機率降低。
3. 妥善的塢修計劃:事前的充份準備，有賴船岸雙方的配合。事前的評估及判斷有賴負責盡職的船員，唯有如此方能將計畫外工作降至最低。