

經濟部暨所屬機關因公出國人員報告書

(出國類別：其他)

Niigata Loading System、Hitachi
Tsuchiura LNG PUMP 生產工廠參訪及
TENAGA TIGA LNG 船貨艙破損、修理會勘

出國人： 服務機關：天然氣事業部
姓名：賴廠長顯偉、方主任振仁
(奉准文號：天然行發字第
0950000211 號函)

出國地點： 日本東京及橫濱

出國期間： 95 年 01 月 22 日至 26 日

報告日期： 95 年 04 月 20 日

目錄

一、 PART I：NLS 及 HITACHI 生產工廠參訪-----	P.2
壹、 目的-----	P.2
貳、 過程摘要說明-----	P.2
參、 心得與建議-----	P.11
二、 PART II：TENAGA TIGA 號 LNG 船貨艙破損、修理	
會勘-----	P. 13
1. 緣起-----	P. 13
2. 行程-----	P. 13
3. 會勘摘要說明-----	P. 13
4. 結論與建議-----	P. 14

PART I：NLS 及 HITACHI 生產工廠參訪

壹、目的

台中液化天然氣廠已完成生產設備採購作業，台中廠主要生產設備幾乎全由日本廠商包辦，包括 Hitachi 提供一、二級泵 (First Stage LNG In-tank Pumps、Second Stage LNG Sendout Pumps)、Niigata 提供卸料臂系統 (LNG Unloading Arms and BOG Return Arm)、KOBELCO 提供 BOG 壓縮機 (BOG Compressor Package)、Sumitomo P.P. 供貨 ORV (Open Rack Vaporizers)。

上述設備中，永安廠僅具備 Sumitomo 廠牌 ORV 操作經驗，Niigata Loading System (卸料臂系統) 及 Hitachi 一、二級泵則屬首次接觸，為了解 Niigata 及 Hitachi 生產技術與售後服務資訊，以確保台中液化天然氣廠商轉順利，係本次出國主要目的之一，另一目的係瞭解 TENAGA TIGA 船艙破損之狀況、修理計畫及修理情形。

貳、過程摘要說明

一、行程

95.1.22	台北—東京成田機場	啟程
95.1.23	橫濱製作所	簡報說明及相關疑點討論及實地會勘現場狀況
95.1.24	Chiba (千葉市)	參訪 Niigata Loading System 生產工廠與座談
95.1.25	Tsuchiura (土浦)	參訪 Hitachi Tsuchiura LNG PUMP 生產工廠與座談
95.1.26	東京成田機場—台北	返程

二、摘要說明

1. 參訪 TENAGA TIGA 船艙破損之狀況、修理計畫及修理情形：詳 PART II。
2. 參訪 Hitachi LNG PUMP 生產工廠與座談：

2.1 沿革：

日立製造所於1910年設立(Incorporated in 1920)，總部位於日本東京，經營範圍包括工業機械系統、電子系統、工程、金融、建築、家電、核能、發電、運輸、醫學等業，員工約347,424人，Hitachi的LNG PUMP生產工廠(Hitachi Tsuchiura)設於離東京約70公里的Tsuchiura (Lake Kasumingaura附近)，廠區面積高達380,000m²，建築面積130,000 m²。



2.2 經驗及業績：

Hitachi製造所以既有技術自行研發，於1980年即生產出首台LNG PUMP供東京瓦斯公司 (Negishi Works) 操作使用，此後陸續供應日本國內使用，包括Tokyo Gas、Saibu Gas、City of Sendai Gas Bureau、Mitsubishi Heavy Industries、Tokyo Electric Power、Toho Gas、Shikoku

Gas等日本國內天然氣相關公司，因日本國內天然氣市場已飽和，因此Hitachi公司自2005年起開始開拓海外市場，已成功打入韓國 (Korea Gas Corporation) 及台灣（台中天然氣廠）市場，目前正準備投標大陸上海LNG接收站。至目前為止，日立已交貨或即將出貨之各式LNG PUMP共142台。



Hitachi生產之LNG（液化天然氣）幫浦

2.3. LNG PUMP生產技術與特色：

Hitachi主要生產下列兩種形式LNG PUMP：

形式	可連續運轉時數	主要特色
傳統型	35,000	1. 連續運轉壽命長且低維修性。 2. 採用靜壓軸承設計。 3. 完全的軸向推力平衡設計。

新型	16,000	1. 低價、高效率、緊密性（輕巧簡單構造） 2. 球（ball bearing）軸承設計。 3. 完全的軸向推力平衡設計。
----	--------	---

Hitachi以自有技術自行研發生產LNG PUMP，主要特徵為：

- a. 採用輻射形擴散器（radial diffuser）架構替代軸流式擴散器（axial diffuser）架構：

因輻射形擴散器較軸流式擴散器所需空間小，因而可以使軸的長度變短，PUMP的長度亦相對較軸流式擴散架構的PUMP短。此部分亦為對稱性構造，有助於免除軸承主動端（Driving）之徑向負載（radial load），且因輻射形擴散器入口端無流向改變，因此具備優良穩定之震動性，能降低軸承負載以延長軸承使用壽命。

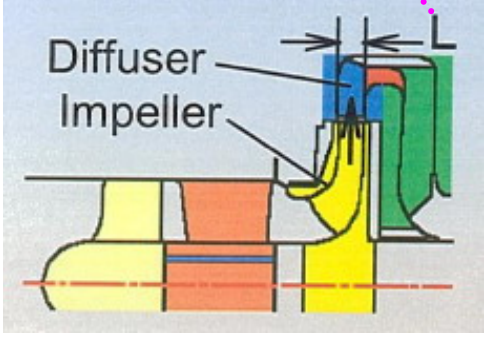
- b. PUMP重量更輕、緊湊性更強

將擴散器與鋁合金級內的返回葉片（Return Blade）結合起來，再將這種簡單架構安裝在由鋁合金製成的單壁圓筒級殼體（Stage Case）內，可以使重量更輕、緊湊性更強。

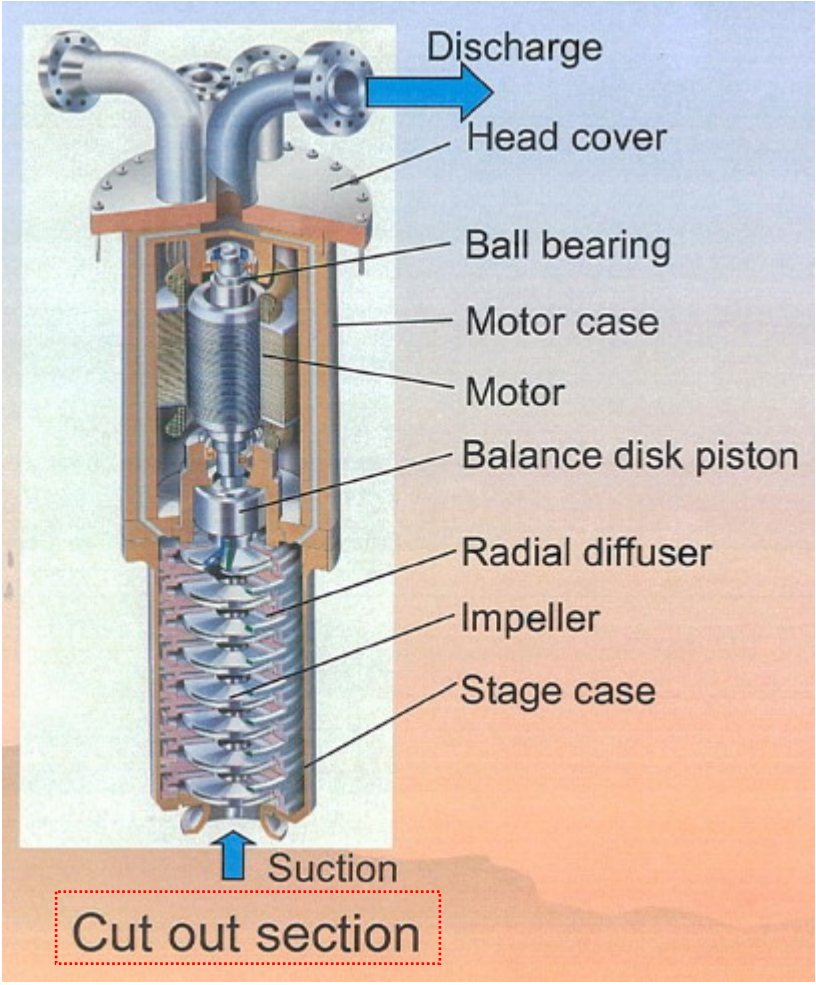
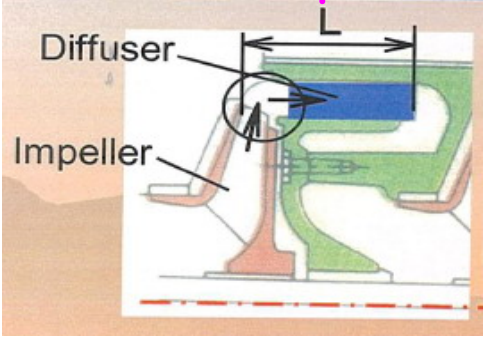
- c. 完全的軸向推力平衡系統（complete axial thrust balance system）：

本系統加裝balance disk及balance piston作為軸向推力平衡系統，在pump啟動、運轉、停止期間得以藉由本機構自動調整最佳空隙，此舉能使ball bearing完全無推力負載，使用壽命得以變的更長。

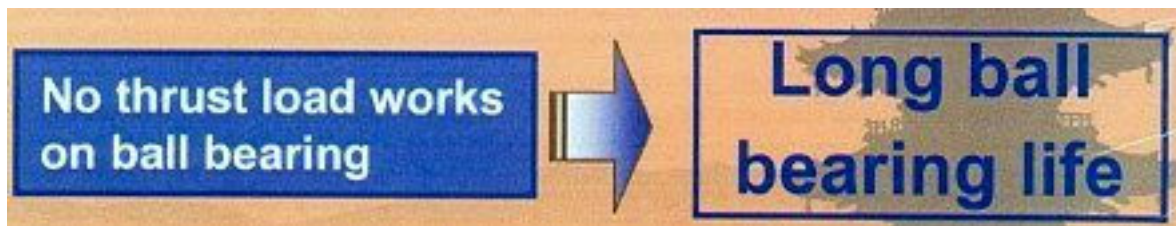
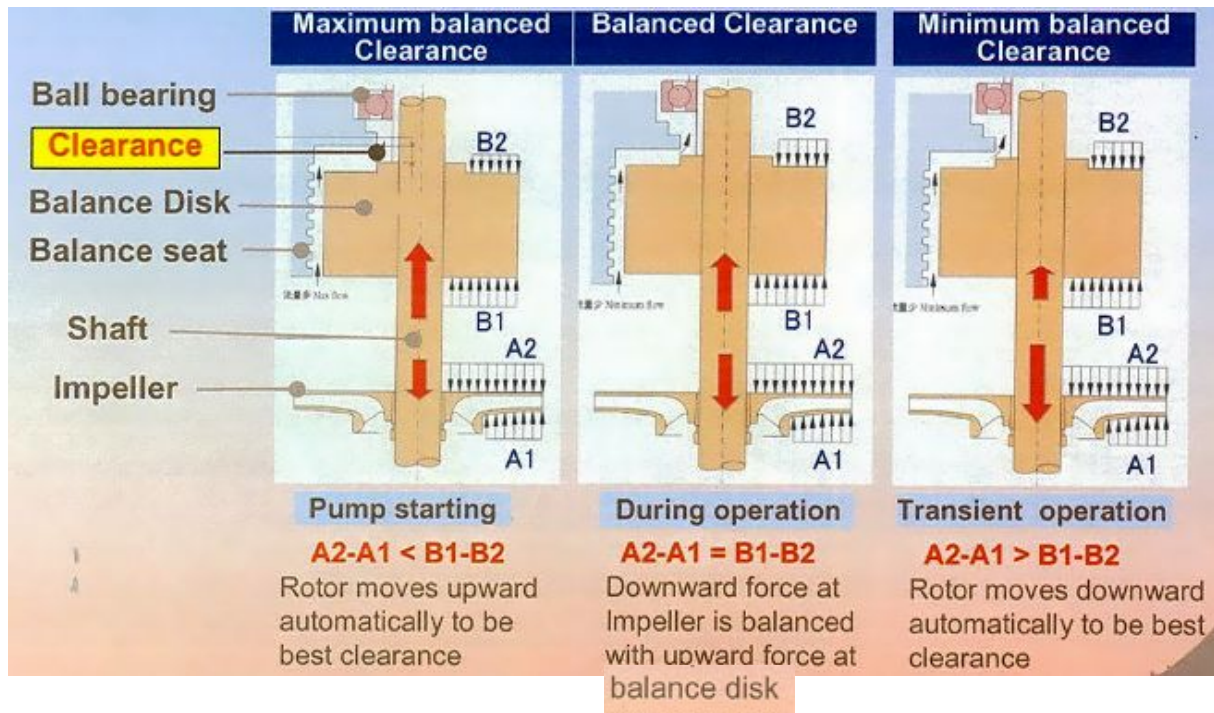
Axial 長度 (L) 短，因此軸長度短，所以 pump 長度亦短



Axial 長度 (L) 長，因此軸長度長，所以 pump 長度亦長



complete axial thrust balance system



3. 參訪 Niigata Loading System Ltd. 公司與座談：

3.1 沿革：

2002年11月Tokyo Boeki Ltd. 併購Niigata Engineering Co., Ltd. 之Chiksan 部門後，於2003年二月將Chiksan部門改名為Niigata Loading System Ltd.，正式成為Tokyo Boeki第17個成員。在此之前，Niigata Engineering Co., Ltd. 已是一家歷史悠久（設立於1885年）的世界知名公司。NLS總部位於日本東京，經營範圍含括油、氣卸收系統及提供相關維修服務，生產工廠位於日本新潟縣（Niigata），員工約140人。

3.2 經驗及業績：

Niigata Loading System Ltd. (NLS) 早在1955年（當時為Chiksan Well Centre division屬NEC公司）即與美國FMC簽有技術合作協議，自此NLS即成為50年來卸料臂市場的領導廠商。NLS於1968年即產出LNG船用卸料臂供東京瓦斯公司（Negishi）操作使用，此後陸續供應Tokyo Gas、Osaka Gas、Tokyo Electric Power等日本國內知名天然氣相關公司，NLS自1975年即開始開拓海外市場，已成功打入印尼、馬來西亞、韓國、阿爾及利亞、澳大利亞、卡達、俄羅斯、中國大鵬灣LNG接收站及台灣台中天然氣廠等市場，至目前為止，NLS已交貨或即將出貨之各式LNG 卸料臂共217支。



3.3. LNG PUMP 生產技術與特色：

由於NLS卸料臂技術來自於FMC，因此其機械設計及特性皆與永安廠目前所使用之FMC卸料臂差異不大，再功能上亦相當雷同，例如：

a. 基本架構：

NLS與FMC卸料臂皆由內外臂、SWIVEL JOINT STYLE 40/50/80（兩公司型號接相同）、內外臂雙配重、Hydraulic Quick Coupler、基座等構成。

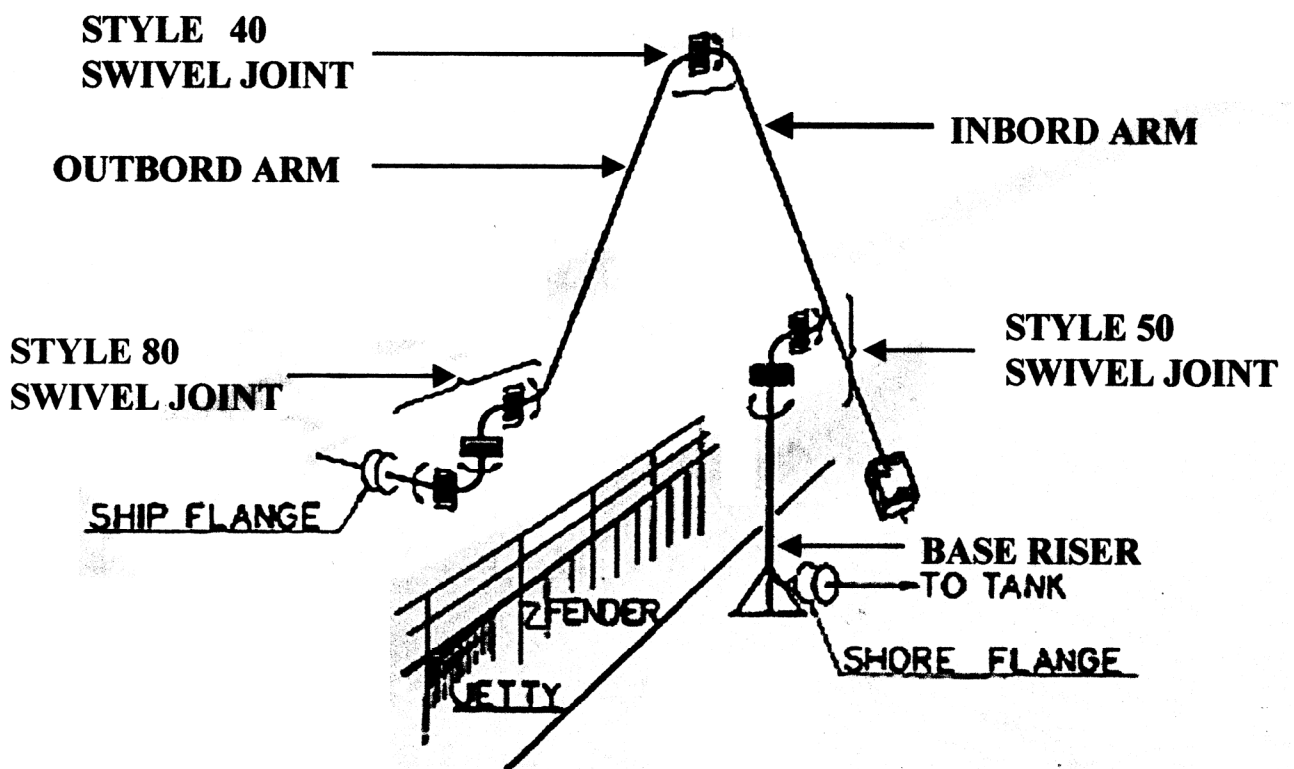
b. 動力系統：

兩公司卸料臂動力模式皆相同，藉由空氣推動控制開關再作動由壓系統產生推力作功。

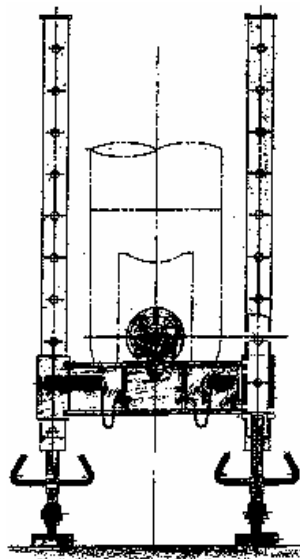
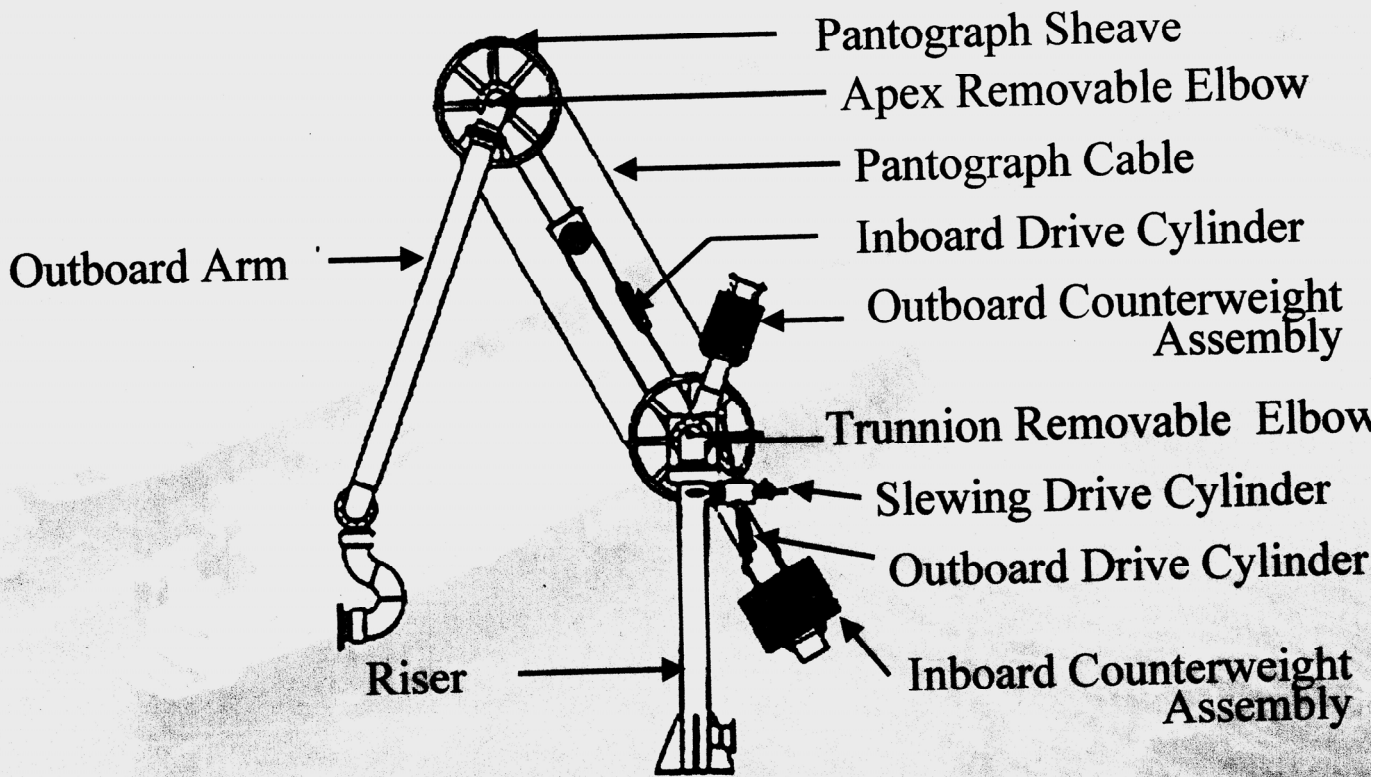
c. 控制及警報系統：

兩公司生產之卸料臂皆配備ERC (Emergency Release System)、Wireless Type Remote Control Unit (卸料臂操作)、PMS (Position Monitoring System) LNG 船卸料監視警報系統及卸料臂位移過大警報系統。

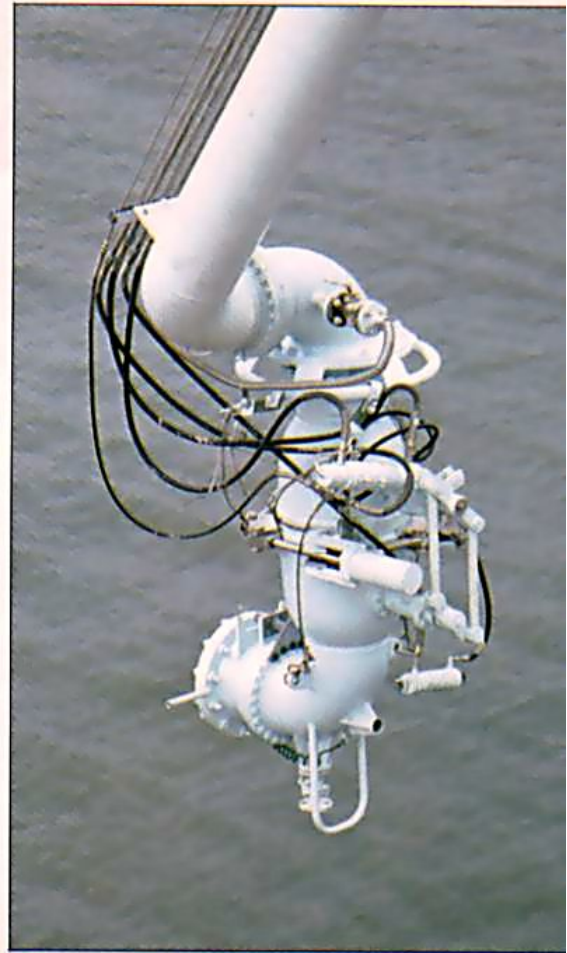
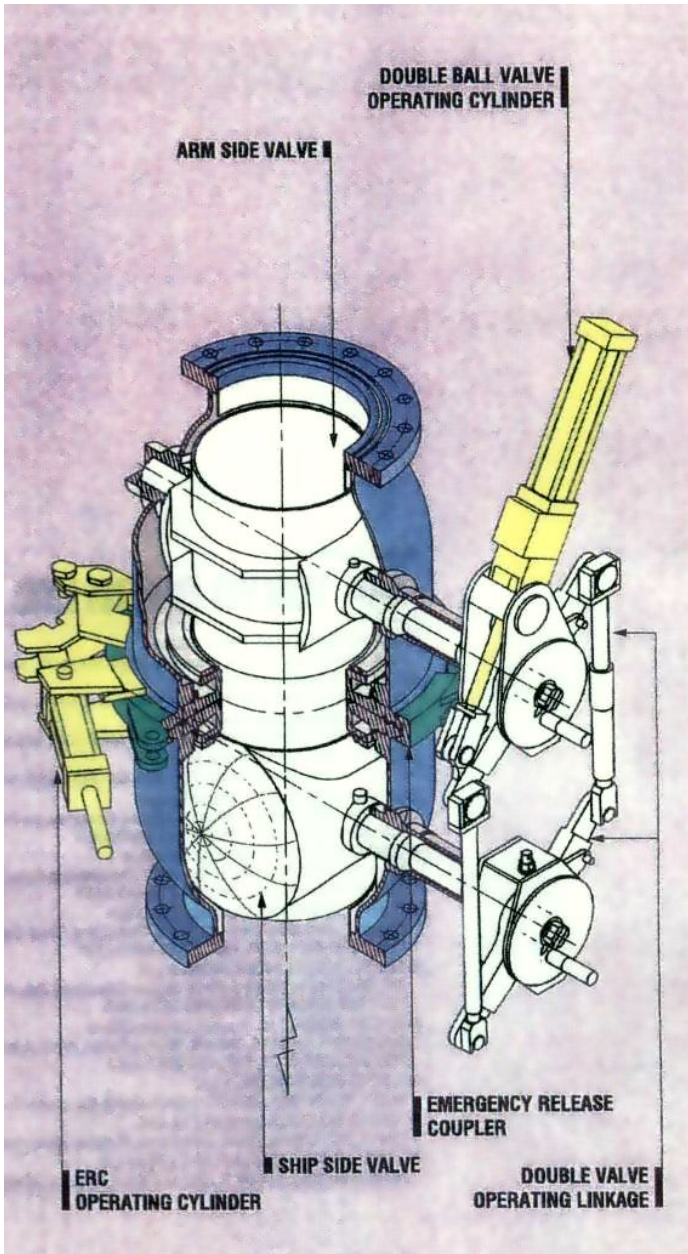
Basic Configuration



DCMA



Support Jact



Double Ball Valve with Powered Emergency Release Coupler (DBV+PERC)

參、心得與建議

本次職奉派前往日本 Hitachi、NLS 參訪一/二級 LNG 泵及卸料臂生產技術，可謂收穫良多，Hitachi 以其本身特有技術所生產之一/二級 LNG 泵可保證連續運轉 16000 小時以上，甚至達 35000 小時，此了解將有助於永安廠現有一/二級 LNG 泵之維修與保養規劃。

本次亦發現 Niigata Loading System Ltd. 所生產卸料臂與 FMC 非常相近，此項發現，對未來永安廠與台中廠卸料臂之

保養所需零配件費用、大修技術之取得將有莫大助益，且可避免獨家廠商獨占市場之無競爭現象，進而降低卸料臂維修保養費用。

由於台中廠主要生設備幾乎全由日本廠商包辦，此對全台灣唯一具 LNG 操作經驗之永安廠員工而言亦屬陌生，加以台中廠試車供氣時程緊迫，設備功能不容有絲毫差錯，為確保對大潭電廠供氣順利，強烈建議公司在各設備原廠性能測試階段選派具相關設備操作經驗之員工，赴原廠會同性能測試，以適應、學習新廠牌設備性能、操作、故障排除、維修保養等技能，此將對台中廠試車及後續商轉產生莫大助益。

PART II：TENAGA TIGA 號 LNG 船貨艙破損、修理會勘

1. 緣起

本公司從馬來西亞 MLNG 進口 LNG 係由馬方船隊載運，馬方 LNG 船 TENAGA TIGA 號於 94 年 8 月航行到永安廠途中，因第 3 艙貨艙洩漏，經永安廠協助卸收 LNG 後航行至日本三菱重工橫濱製作所（Yokohama Dockyard Machinery Works）大修，經馬方邀請本公司派員會同瞭解船艙破損之狀況、修理計畫及修理情形，以增加本公司對馬方管理 LNG 船隊之信心，本公司亦考量有需要實地瞭解 LNG 船貨艙結構及結構特性，以作為本公司辦理大潭案 LNG 船運之參考，因此派職等實地參與會勘。

2. 行程

95 年 1 月 22 日上午抵達三菱重工橫濱製作所，隨即由馬方陪一同聽取三菱重工就貨艙破損之狀況、修理計畫及修理情形之簡報說明，於提詢相關疑點討論後，登 TENAGA TIGA 輪進入第 3 艙實地會勘現場狀況，並在該輪進行結束會議後，於下午離開橫濱製作所。

3. 會勘摘要說明

此次三菱重工就貨艙破損之狀況、修理計畫及修理情形之簡報內容如附件一，謹將其重點摘述如下：

3.1. TENAGA TIGA 輪之主要尺寸

該輪於 1981 年由法國船廠建造，入級 ABS（美國驗船協會），船長、寬、深分別為 266、41.63、27.5 公尺；船艙結構屬 No.96 GT 薄膜型，全船貨艙共分 5 個艙，總容量約 130,000 立方公尺（100%），其中第 3 艙之容量約為 30,065 立方公尺（100%）。

3.1.1. 大修前之前置作業

該輪於 94 年 8 月 11 日在永安接收站先卸載第 1、2、4、5 艙，經航行至外港將第 3 艙 LNG 轉移至第 1、2、4、5 艙後，於 8 月 19 日第 2 次在永安接收站卸載，惟在移艙過程中該輪遭遇颱風引起之惡劣天候。

該輪於 8 月 20 日啟航，23 日抵橫濱，在外港經 Gas Free 及 Inert 後於 8 月 31 日泊靠三菱重工橫濱製作碼頭進行後續之檢查、修理等相關作業。

3.1.2. 破損檢查結果

- 1 第 3 艙前隔艙壁之主薄膜（Primary Membrane）自右舷至左舷高度 7-8 公尺之區域破裂；

- 2 一些主要絕緣箱 (Primary Insulation Box) 移位並掉入艙內；
- 3 一些薄膜因鬆脫絕緣箱之撞擊造成凹陷；
- 4 部分手焊焊道發現裂痕；
- 5 其他之貨艙結構、船體結構及貨泵本身經檢查後並無發現損壞；
- 6 經三菱重工橫濱製作所之研發部門研究，並經 GTT (原貨艙設計者) 及船方認同，第 3 艙衍伸之薄膜損壞係因遭遇颱風引起之 Sloshing 影響所致。

3.1.3. 貨艙修理內容

主薄膜：更新第 3 艙前後隔艙壁自左舷 8 公尺至右舷 7 公尺區域處之薄膜，共約 14.7 噸 Invar。

主絕緣箱：該區域共有 3,810 個絕緣箱，其中更新 239 個，修理 611 個。

3.1.4. 修理進度

截至 95 年 1 月 23 日該輪之修理進度如下：

- 1 完成初步檢查
- 2 完成移除損傷之主薄膜及絕緣箱
- 3 完成主絕緣箱之修理
- 4 完成貨泵之大修
- 5 完成第 3 艙之搭架
- 6 完成主絕緣箱之安裝
- 7 完成主薄膜之安裝及電焊
- 8 完成主薄膜之強度測試等

該輪預定於 95 年 3 月 4 日完成全部之修理，由三菱交予船方後航行至馬來西亞再進行 Cooling Down 後再進入營運作業。

4. 結論與建議

依三菱及馬方之簡報，僅說明第 3 貨艙主薄膜及主絕緣箱衍伸之損壞係肇因於颱風引起之 Sloshing 造成，並未深究貨艙原始破損之起因（如疲勞、操作不當、設計不當、工藝或其他之原因），因此職等在地即建議馬方應重視此議題，以解除買方對於馬方營運中之老舊 LNG 船操作品質，從而影響賣方交運 LNG 品質之疑慮。

此次進入薄膜型貨艙內部，為職等首次得一窺該型設計之機會，進一步確認該型設計所需之木工及電焊工（含半自動及手工）相當浩繁，尤其

焊道之施作長度太長，若施工期間之電焊品質管制疏漏，都將造成後續處理之困難。以此次第 3 艙之破損檢查及修理，即需以新造船之方式搭建全艙式之架板，工程浩大，所費時間及費用不貲。就以本次 Tenaga Tiga 事件為例，自卸貨至預估可開始營運期間共約耗時半年餘，馬方估計費用（不包含營運損失）約需 2000 萬美元，雖將由保險給付，惟營運損失仍將為一重大負擔。

雖然如此，綜觀國際 LNG 船之市場，Moss 及薄膜型 LNG 船約各佔一半，其可靠度都能為市場接受，若大潭船運案指定 Moss 型，則恐造成競爭不足，新造船價相對升高，因此仍採以均能接受為原則進行後續招標作業，俾爭取最低之運費成本，惟 LNG 船建造期間須加強品質管制之作為。