

出國報告（出國類別：洽公）

大潭發電計畫器材設備履約及稽催

服務機關：台灣電力公司/核火工處

姓名職稱：杜王喆/一般工程監

派赴國家：日本

出國期間：96年8月27日至8月31日

報告日期：96年10月18日

出國報告審核表

出國報告名稱：大潭發電計畫器材設備履約及稽催		
出國人姓名	職稱	服務單位
杜王喆	一般工程監	台灣電力公司
出國期間：96年8月27日至96年8月31日		報告繳交日期：96年10月18日
出國計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2.格式完整（本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」） <input checked="" type="checkbox"/> 3.內容充實完備。 <input type="checkbox"/> 4.建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 5.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 6.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容以 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 8.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同人進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 9.其他處理意見及方式：	
層轉機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1. 同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分_____（填寫審核意見編號） <input type="checkbox"/> 2.退回補正，原因：_____ <input type="checkbox"/> 3.其他處理意見：	

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於報告提出後二個月內完成。

報告人：	單位 主管：	主管處 主管：	總經理 副總經理：
------	-----------	------------	--------------

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：大潭發電計畫器材設備履約及稽催

頁數 26 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/人事處/陳德隆/02-23777685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

杜王喆/台灣電力公司/核火工處/一般工程監/02-23949621

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他(洽公)

出國期間：96年8月27日至96年8月31日 出國地區：日本

報告日期：96年10月18日

分類號/目

關鍵詞：複循環機組查核與稽催

內容摘要：(二百至三百字)

訪查大潭計畫 8159211M001 合約廠商三菱重工進行設備製造進度查核及稽核，查催工作係大潭電廠第五、六號復循環發電機組之國外器材製造情形，主要訪查三菱電機廠及輪機製造部門之履約情形，查核相關廠試見證工作是否落實，研討氣渦輪機組之維修計劃及煤炭氣化複循環電廠。

經實地了解器材製造與履約交貨現況及督促其確實履行合約責任，俾確保

採購合約順利執行，期大潭計畫第五、六號機能如質提前發電。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

目 錄

壹、 出國行程	第 1 頁
貳、 國外洽公任務	第 2 頁
參、 履約與稽催	第 4 頁
肆、 心得與建議	第 15 頁
伍、 附件	第 18 頁

壹、出國行程

- 96年8月27日 往程(台北-東京)
- 96年8月28日 洽訪 Mitsubishi Heavy Industries Ltd.(三菱重工)總公司
辦理大潭計畫主發電設備相關履約事宜。
- 96年8月29-30日 赴神戶 Mitsubishi Heavy Industries Ltd.(三菱重工)辦理
大潭計畫主發電設備及備品之器材稽催，並參訪工廠瞭解設
備之製造情形。
- 96年8月31日 返程(神戶-關西-台北)

貳、國外洽公任務

爲因應政府能源多元化開發政策，紓解台灣北部地區供電不足問題，於 85 年間，評估選定桃園縣觀音鄉設立大潭電廠，其接近北部負載中心，機組運轉發電後，將大幅降低系統南電北送之電力，減少系統線路損失，提高台電公司經營效益。

大潭發電廠總裝置容量 4,384MW，位於桃園縣政府開發之大潭濱海特定工業區內。基地長約 2,300 公尺，寬約 750 公尺，台電持有土地約 102 公頃。主發電設備於 92 年 7 月 18 日決標，第一、二階段均由聯合承包商三菱重工及三菱商事得標。三菱重工負責提供 14 台氣渦輪機、14 座廢熱鍋爐及 6 部汽輪機。本計畫使用之天然氣由台灣中國石油公司得標。第 1 階段 2 部機採 M501F 氣渦輪機，具有燃燒輕柴油及天然氣之功能，第 2 階段 4 部機採 M501G 氣渦輪機。大潭第 1、2 階段機組效率分別爲 49.7 及 51.6% (HHV)，較台電既有複循環機組之 45.4%~49.4%高，將使得發電燃料成本大幅降低。

由於國內電力需求突增，爲增加系統供電能力及經濟調度，已使第 1~4 號機順序使用低壓天然氣提前試運轉及發電，並將第五及六號機由原訂 98 年 7 月、99 年 7 月商轉大幅提前至 97 年 6 月及 12 月。

大潭發電計畫合約 8159211M001A0 及 8159211M001B0 主發電設備及附屬設備統包案爲日本三菱公司 (Mitsubishi Heavy Industries) 執行履

約及承製設備，因部分設備器材尚在製造及解決履約相關事項，須前往日本廠商實地了解器材製造及履約交貨現況，督促其確實履行合約責任，俾利採購合約順利執行，期大潭計畫第五及六號機能如質提前發電。

參、履約與稽催

本次洽訪大潭計畫 8159211M001 合約廠商進行製造進度查核及辦理稽核，由於大潭計畫第 1 ~ 4 號複循環發電機組已商轉或接近商轉，其設備器材均已運交安裝完成，故此次查催工作係大潭電廠第 5、6 號複循環發電機組之國外器材製交情形，主要訪查三菱電機廠及輪機製造部門之履約情形，查核相關廠試見證工作是否落實，研討氣渦輪機組之維修計劃及煤炭氣化複循環電廠之進展。

一、履約情形

(一) 第 5 號複循環發電機組

第 5 號複循環發電機組之國外製作部分已陸續交運大潭工地進行安置定位及各項安裝工作，其施工情形如下表。

項目	完成日期	說明
#5-1 氣渦輪發電機 完成安置定位工作	96.3.25	符合進度
#5-1 氣渦輪發電機 完成安置定位工作	96.5.5	符合進度
#5 汽輪發電機 完成安置定位工作	96.7.26	符合進度
#5 熱回收鍋爐 完成汽鼓吊放工作	96.2.9	符合進度

(二) 第6號複循環發電機組

第6號複循環發電機組國外製造情形如下：(至96年8月29日止)

項目	執行情形	完成進度 (%)	FOB時程	說明
#6-1 氣渦輪機	製造完成	100%	96年9月	符合進度
#6-2 氣渦輪機	製造中	80%	96年9月至10月	符合進度
#6 汽輪機	製造中	85%	96年11月	符合進度
#6-1 熱回收鍋爐	製造完成	100%	96年8月	符合進度
#6-2 熱回收鍋爐	製造完成	100%	96年8月	符合進度
低壓閥	製造完成	100%	96年8月	符合進度
高壓閥	製造完成	100%	96年8月	符合進度
#6-1 氣渦輪機管路	製造完成	100%	96年8月至9月	符合進度
#6-2 氣渦輪機管路	製造中	75%	96年9月至10月	符合進度

#6 汽輪機管路	製造中	60%	96年10月	符合進度
#6-1 氣渦輪發電機	製造完成	100%	96年8月至9月	符合進度
#6-2 氣渦輪發電機	製造中	92%	96年9月至10月	符合進度
#6 汽輪發電機	製造中	87%	96年10月	符合進度

(三) 模擬器 (Simulator) 執行情形 (至 96 年 8 月 29 日止)

項目	時程	說明
Basic design	96年6月	符合進度
Hardware/System Detailed design	96年10月	迄今進度符合
Simulator Control System Detailed design	96年10月	迄今進度符合
Simulation Model Detailed design	96年10月	迄今進度符合
Hardware/System Set-up Combining Tuning and Checking	96年11月	迄今進度符合
Simulation Model Set-up Combining Tuning and Checking	96年12月	迄今進度符合
Shipment Transportation (FOB)	97年1月	

Installation + site recovery test	97年5月	
Site acceptance test (SAT)	FOB 完成後 4 個月	
Availability Test (AVT)	SAT 完成後 2 個月	
Completion book	AVT 完成後 1 個月	

(四) 大潭計畫第 5、6 號複循環機組及模擬器之國外履約情形，經查核確認其實際進度符合預訂進度並囑其適時運送大潭工地。

二、廠驗見證執行情形

第 6 號機組主要廠驗見證執行情形如下：

項次	見證廠家名稱	見證廠試設備及項目	時程
1	MHI	GT#6-1/Rotor Over Speed & High Speed Balance	96年7月2日
2	MHI	GT#6-2/Rotor Over Speed & High Speed Balance	96年8月23日
3	MHI	ST#6/HIP Rotor Over Speed & High Speed Balance	96年8月22日
4	MHI	GT#6-1/Rotor Runout Check	96年7月4日

5	MHI	GT#6-2/Rotor Runout Check	96年8月27日
6	MHI	ST#6/HIP Rotor Runout Check	96年8月29日
7	MHI	GT#6-1/Assembly Clearance Check	96年7月20日
8	MHI	GT#6-2/ Assembly Over Speed & High Speed Balance	96年9月19日
9	MHI	ST#6/HIP Assembly Over Speed & High Speed Balance	96年10月23日
10	MHI	ST#6/HIP Casing Hydrostatic Test	96年9月12日
11	MHI	GT#6/Generator Circuit Breakers Function Test	96年8月31日
12	MELCO	GT#6-1/Generator Dielectric Test	96年8月10日
13	MELCO	GT#6-2/Generator Dielectric Test	96年9月5日
14	MELCO	ST#6/Generator Dielectric Test	96年9月19日

大潭計畫第6號複循環發電機組之廠驗見證，除前述主要之14項外，尚有許多項目之廠驗見證待執行，經詳細查核後，確認已依測試程序書落實執行廠驗見證工作，並留有完整紀錄可供爾後查考。

三、氣渦輪機組 M501G 維修計劃及策略

(一) 說明與分析

氣渦輪機組的維護檢修週期需視電廠的營運特性、運轉情況 (EOH) 及熱段組件的使用壽命、再生時程及損壞機率等因素決定。但是大潭電廠 M501G 機組的維護檢修模式除考慮上述因素外，尚需考慮夏季尖峰用電、電力供需、經濟調度、維修人力調度、備品採購程序、自主再生能力、交貨期、庫存、燃料供應時程、預算編列與執行等因素，對於新機組還要兼顧合約保固權益，所以其維護檢修的模式及排程的訂定必須同時考慮 Time-base 及 Condition-base 的條件，隨時追蹤機組運轉情形，進行動態微調。

三菱公司與各電力公司有以 Long Terms Parts Management (LTPM) 長期之合作契約以較大之採購數量降低新品的採購成本並減少庫存的成本，其 SWOT 分析如次：

優勢 (Strength):

1. 可由原廠家提供配件的輪替規劃，節省電廠未來強制性備品及消耗性備品規劃作業及人力。
2. 由原廠家準備及提供備品可避免未預期事故發生時，因無長期供應合約造成備品交貨期無法縮短，停機待料時間過長的

風險，並增加緊急採購的成本。

3. 可以減少備品庫存成本，將庫存控管成本轉移至上游廠家，減少公司庫存控管的成本，甚至達到零庫純的目標。
4. 訂定長期合約較易編訂與掌控資本支出預算，若透過分歧支付，還可使資本支出均化，不至波動過大。
5. 可以較大的採購數量增加議價空間以降低採購及維修成本。

劣勢(Weakness)

交由原廠家規劃備品的供應及輪替，可能無法依公司的最佳利益為考量基礎。

機會(Opportunity)

採用長約模式，可了解原廠家關鍵性組件及技術的實際利用情形是否符合原廠家所提維修建議。

威脅(Threaten)

1. 無法培植國內廠家消耗性備品的供應能力，減少供貨來源及彈性。
2. 若熱元件再生無法交由台電公司修護處進行，將影響台電公司熱元件再生技術的培養。

3. 被原廠家長期壟斷備品供貨來於，若未來合約需延續時，可能較無議價空間。
4. 維護工作若委外，恐影響電廠人員配置及技術培養。

(二)本公司可採行之作法

1. 若與原廠家簽訂長期的合作契約，於採購合約中應納入台電公司想要取得之核心技術，將技術移轉列為合約的一部份，此部份可與綜研所或修護處等相關單位合作。
2. 對關鍵性組件的修補工作應建議與台電合作，共同生產，以期逐漸降低對原廠家的依賴程度。
3. 依台電公司大修排程之決策置機制，熱元件更替日期將無法由三菱重工安排，因此 LTSA (Long Terms Service Agreement) 不適用。
4. 目前大潭電廠已購備相當數量之熱元件，供給大修及緊急檢修使用，亦不適合採用 LTSA。
5. 新建電廠之合約中，為因應電廠成立初期之規劃經驗及維修能力不足，宜比照 IPP 採用 LTSA，以 EOH 計價，並依前述 1 及 2 訂定合宜之保固與 LTSA 條款，逐步構建台電公司自主維修、再生能力。

四、複循環發電試驗電廠

(一)、置構於三菱重工高砂工廠內的試驗電廠為使用 M501G 型氣渦輪機的複循環發電廠，此 M501 型之氣渦輪機為世界上進氣溫度最高等級 1500°C 之大容量高效率的氣渦輪機。此試驗電廠於 1997 年 6 月開始試運轉，不斷測試並檢驗氣渦輪機高溫、高效率、低 NOx 排放等最新技術，長期測試並檢驗複循環發電廠之性能及可靠性。

1999 年及 2001 年完成使用次世代 H 型氣渦輪機的試運轉後，目前致力於 M501G 型氣渦輪機之效率提及低 NOx 排放，更於 2003 年設置新開發的高效率汽輪機，以提高性能為目標，長期測試並檢驗運轉之可靠性。今後也會繼續透過試驗設備，開發有效利用能源以及對環保有貢獻之電廠相關技術。

(二)、三菱重工將研發中心、生產工廠與試驗電廠(T-Point)集中一地，可以快速針對新產品或瑕疵品的缺失回饋給研發中心，進行分析驗證，驗證後的產品可以即刻送到生產工廠製造，修正後的產品又可以馬上送到試驗電廠做試驗，非常方便，不用浪費搬運的等待時間，也可以減少相關人力的遷移，縮短產品研發、製造、試驗及測試的時間。

五、煤炭氣化複循環電廠(Integrated Gasification Combined Cycle)

煤炭氣化複循環電廠(簡稱 IGCC) 100~300MW 機組是先進國家開發過程中屬於實証 (Demonstration) 階段之機組，按一般 IGCC 技術研發進程，商業化之前還需一段 Pilot Scale 與 Small Scale 之研發過渡階段，

以日本 250MW 級 IGCC 為例，設計階段時程約需 3 年由 2001 年開始至 2004 完成，建造工期則約需 36 個月，接著是運轉測試 31 個月，整體研發之時間長達十年。90 年代中期美國在發展高效率與低排放的燃煤電廠系統的目標下以及 DOE Clean Coal Technology 計畫贊助下，ConocoPhillips（康菲公司）/E-Gas 與 GE/Taxaco 分別建造了兩種不同氣化爐型式之 Wabash River 260MW（1995 運轉，GE 7FA）與 Tampa Electric 250MW（1996 運轉，GE 7FA）IGCC 電廠作為示範。依美國 DOE/NETL 資料，目前 IGCC 電廠的平均效率與超臨界鍋爐相近（39% HHV），污染排放相當低，惟平均建廠成本仍高於超臨界鍋爐 10~20%（\$1400~\$1600/Kw）。但若考慮未來 CO₂ 捕捉功能，IGCC 平均 COE（Cost of Electricity）增加約 30%，相對於超臨界鍋爐 COE 增加約 68%，差距超過二倍，因此 IGCC 在因應 CO₂ 議題上具備相當之競爭潛力。美國 DOE 對於 IGCC 未來發展目標設定為：2010 年提升效率為 45~50%、降低建廠成本至 \$900-1000/kW，2012 年 CO₂ 捕捉成本低於 COE 之 10%，若目標順利達成則 IGCC 大規模商業化指日可待。在國內部份，目前工研院能資所建有一小型（2 ton/day）之煤炭氣化爐試驗設施，尚處於研究初期之階段，因國內相關工業基礎薄弱，此時引進 IGCC 示範電廠在相關之研發或支援人力等研究資源的配合上恐無法滿足。

為求自主發展可與超臨界燃煤機組競爭之高效率 IGCC 電廠，由日本

九家電力公司與此次赴日參訪的三菱重工合作組成 CCP(Clean Coal Power)公司，於日本勿來(NAKOSO) 電廠建造一座 250MW Air Blown IGCC 示範機組，其主要特色如下：

- 1.使用改良型 M701DA 型氣渦輪機之 Air Blown IGCC 整廠淨效率 (40.5%，HHV)稍高於新設燃煤超臨界機組，CO₂ 排放量約減少 10%。
- 2.可使用含水份高、低熱值之 Low Rank Coal 燃煤、
- 3.水牆管式廢熱鍋爐之技術成熟，可靠度較高。

由於 Air Blown IGCC 除了高效率之外，在 CO₂ 的捕捉並無任何優勢，現已由 2007 年 9 月開始以 Kerosene 燃料進行 Power Block、氣化爐 (Gasifier)及環保設備的運轉測試及調校，預計測試總共需 31 個月至 2010 年初完成，其後續進展值得本公司特別注意。

肆、心得與建議

一、現代人們所面臨諸如臭氧層之破壞、沙漠化之擴大、地球之溫暖化、酸性雨之傷害、熱帶林之破壞、石油流出所引起之海洋污染，以及飢餓、貧困、難民問題等等，其中任何一項問題，都非某一國家所能自行處理者，即為超越國界屬於世界性之問題；甚者，屬於地球性之問題，屬於地球全體性所必須因應對策之問題。

三菱重工以「立足世界的視野，致力於經營革新和技術開發」為其經營理念，以構思下一代人的生活、以全新製造機制為依託，銳意譜寫美好未來。重視環境保護和提高生產性能，在歷史長河中培育出令人信賴的品牌為該公司的使命感與自豪感，亦要求員工做到「貫徹顧客第一的信念，通過公司活動貢獻於社會進步，並以誠實為本，和氣為重，公私分明，積極奮勇向前」，實足學習與借鏡。

二、三菱重工 MELCO 發電機工廠張貼著「1.捨棄固定做法的觀念。2.與其思考無法作到的理由，不如思考如何去作。3.不要找藉口，先要否定現狀。4.不要追求完美，設定 50 分就好的話就馬上去作。5.有錯就要馬上修正。6.改革無須花錢。7.沒有困擾就不會有智慧。8.問五次為什麼？並追究真正原因。9.比起一個人的知識，十個人的智慧力量更強大。10.革新是無限的。」等十項改革基本精

神，朝著成爲世界第一發電機工廠努力，與本公司朝著成爲世界一流電力事業集團之目標相似，其精神與作法亦足以學習與借鏡。

三、統包工程國外設備採購製程中，國外檢驗項目及施工查驗之見證點 (Witness Point)、檢驗停留點 (Hold Point)等須列清單並於規範中詳細規定，要求廠商送審查。重點查驗工作目前皆委由顧問公司適時進行，爾後之計畫除可要求統包商選擇有信譽且經本公司同意之獨立檢查公司執行查驗及雇由顧問公司查核外，亦可由本公司派遣合適人員進行重點查驗，如此可技術紮根亦更周全與務實。

四、三菱重工面臨環保法規日益嚴謹，二氧化碳排放量之限制，供電設備穩定性等需求，致力於運用科技力求設備品質提升，設法減縮成本並提高機組發電效率。目前燃氣複循環機組因全球對商品的需求，國際原物料漲勢不斷，材料與設備的供應，致設備供不應求，興建電廠之投資成本節節升高。三菱公司估計複循環全廠設計、採購及施工(EPC)目前價位約需 900USD/KW，且因產能因素迄 2012 年之訂單已滿，此訊息已請電源規劃開發單位參酌。

五、未來由於電力需求的改變、環保管制範圍的擴張、供電可靠度之要求及燃料價格的波動等，電力事業要面對挑戰，須做更大的變革。建廠工程專業領域眾多，人力之羅致、培育核心專長與人資

管理需費心思。未來 5 年大量員工將退休，如何利用結構化、程序化及科技化來將深具價值之知識與經驗留住，不因資深員工離開職場而流失，值此關鍵時刻，需預做好規劃並實施之。建立績效文化，培育核心人力，重視同仁關懷，創造人才價值，為各層級主管之職責，應全力強化並落實。

伍、附件

大潭計畫第 6 部複循環發電機組廠驗見證之清單，共 4 張。

