

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：實習)

水輪機組及相關系統設備之
安裝、施工、測試和運轉維護技術

服務機關：台灣電力公司綜合施工處

姓名職稱：李佳盈/工程審核專員

派赴國家：日本

出國期間：96/12/5 至 96/12/18

報告日期：97/2/15

出國報告審核表

出國報告名稱：水輪機組及相關系統設備之安裝、施工、測試和運轉維護技術		
出國人姓名	職稱	服務單位
李佳盈	工程審核專員	台灣電力公司綜合施工處
出國期間：96年12月5日至96年12月18日		報告繳交日期：97年2月15日
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「目的」、「過程」、「心得」、「建議事項」） <input checked="" type="checkbox"/> 3. 內容充實完備 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 建議具參考價值 <input checked="" 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"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <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 checked="" 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 checked="" type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 <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 

QP - 08 - 00 F06

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：水輪機組及相關系統設備之安裝、施工、測試和運轉維護技術

頁數 19 含附件：是否

出國計畫主辦機關 / 聯絡人 / 電話

台灣電力公司 / 陳德隆 / (02) 2366-7685

出國人員姓名 / 服務機關 / 單位 / 職稱 / 電話

李佳盈 / 台灣電力公司 / 綜合施工處 / 工程審核專員 / (02)2934-0505

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：96年12月5日~96年12月18日

出國地區：日本

報告日期：97年2月15日

關鍵詞：水輪機組

內容摘要：(二百至三百字)

本報告內容，主要是赴日本日立公司水輪發電機組製造廠家(海岸工廠 Kaigan Factory) 實習，藉由與工程人員訪談、資料閱覽及實地觀摩來研討並瞭解水輪機組及其相關系統設備之安裝、施工、測試和運轉維護之情形，此外，亦將實習得知之製造廠家新技術提出與同仁分享。

本項實習內容係以本公司「谷關分廠復建工程」施工經驗進行研討，由日本日立公司對該案的實作經驗提出施作重點及在工程進行中常發生之不可預測困難等，該等經驗可使用於本處負責監造之「明潭電廠濁水機組更新計畫電廠機電設備及附屬設備採購帶安裝案」採購案，期使本採購案施工品質、順利完成運轉以增進本公司營運績效。

最後就本次實習提出心得及建議，主要內容是對工作上的實質助益及日本日立公司工作精神之優點分析及學習，及對提升公司效益、提升施工品質方面做淺薄之意見分享。

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

目錄

1. 實習目的	
1.1 緣由	-----02
1.2 行程	-----02
2. 實習內容	
2.1 日本日立公司簡介	-----03
2.2 水輪機組及相關系統設備安裝程序說明	-----04
2.3 大型水輪機與小型水輪機在工程進行方面之特性異同說明	---07
2.4 工程進行中常遇不可預測困難說明	-----07
2.5 水輪機組及相關系統設備竣工試驗程序說明	-----08
2.6 水輪機組及相關系統設備運轉維護重點說明	-----09
2.7 日立公司水輪機組相關之新技術研發簡介	-----11
3. 實習心得	
3.1 工作方面實質助益	-----15
3.2 日立公司工作精神優劣	-----16
4. 建議事項	
4.1 公司效益提升方面	-----18
4.2 施工品質提升方面	-----18

第1章 實習目的

1.1 緣由

本處負責監造「明潭電廠濁水機組更新計畫電廠機電設備及附屬設備採購帶安裝案」採購案，為更了解水輪機組及其相關系統設備之安裝、施工、測試和運轉維護之情形，並藉以吸收製造廠家新技術，期望提升本採購案施工品質、順利完成運轉以增進本公司營運績效；再者，期望提升實習人員參與國際工程能力以及擴展國際視野。

職很榮幸受主管推薦，奉派前往赴日本日立公司水輪發電機組製造廠家（海岸工廠 Kaigan Factory）實習相關技術，藉由與工程人員訪談、資料閱覽及實地觀摩，以達上述目的。

1.2 行程

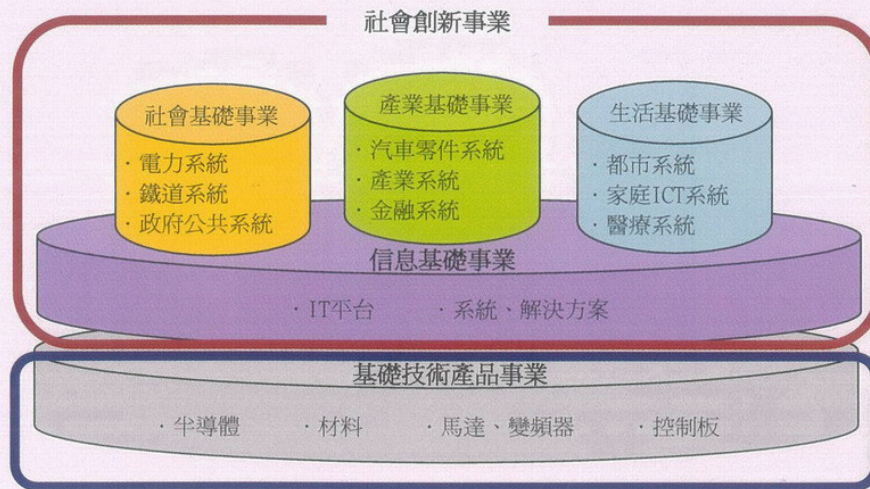
本次奉派至日本日立公司實習行程如下：

- (1) 96年12月5日，由台灣桃園國際機場搭乘長榮航空（BR2198）至日本東京成田空港。
- (2) 96年12月6日至17日，駐留東京，於日本日立公司水輪機製造廠家（海岸工廠 Kaigan Factory）實習。
- (3) 96年12月18日，由日本東京成田空港搭乘長榮航空（BR2195）返回台灣桃園國際機場。

第2章 實習內容

2.1 日本日立公司簡介

日立集團由眾多的事業部門和事業公司所組成，擁有並累積諸多先進技術。日立的事業內容包括：社會基礎事業－以先進的技術開發有關電力、鐵道系統的海外業務；產業基礎事業－利用汽車部件製造及產業系統的高端技術創造出市占第一的產品；生活基礎事業－為人民的安心、舒適生活提供各種支持。此外，還有以信息技術來支撐上述三個事業領的信息基礎事業，這四部分領域構成了日立的「社會創新事業」。日立藉由強化「社會創新事業」，並謀求最大程度的發揮它與作為基礎的「基礎技術產品事業」兩者之間的功能合作效應，從而構築穩定的、高收益的事業基礎。同時，日立集團重視與合作夥伴之間的創新，並將通過多元化的夥伴合作關係開拓新事業作為一個重點。為了進一步發揮集團合作效應，日立努力在世界各國培養人才，積極推動技術的傳承。



在日立的新企業宣言「Inspire the Next」中，包含著「向下一個時代持續提供新的氣息」的意願。這個企業宣言，起著為提高日立品牌的價值、積極並持續地向企業內外作宣傳，並使日立獨自的價值觀念充分滲透到人們心中的作用。

2.2 水輪機組及相關系統設備安裝程序說明

本項實習內容係以本公司「谷關分廠復建工程」施工經驗進行研討，其水輪機組屬豎軸法蘭西式，與「明潭電廠濁水機組更新計畫電廠機電設備及附屬設備採購帶安裝案」之卡布蘭式（螺旋槳水輪機）並不相同，惟卡布蘭式之動輪為適合在低落差獲得較大的轉速及容量，根據一般設計方向，卡布蘭式水輪機之動輪翼片數越多，有效落差越高，其構造除轉輪及輪葉操作機構外，與法蘭西式水輪機大略相同，故其機組安裝程序亦大致相同。

安裝過程中的重要項目之一為吸出管，吸出管功用有：水輪機出口及尾水水位差（淨吸出水頭 static draft head）之有效利用及藉其擴大斷面形狀，可再獲得部分之水流離開水輪機帶來之動能（動吸出水頭 dynamic draft head），若吸出水頭過高，在轉輪出口將形成高度真空狀態致產生穴蝕（cavitation）現象，若吸出水頭太低，則須降低水輪機安裝標高，增加工程費用及水輪機檢查之困難，並有被洪水淹沒之虞，故以經驗公式計算出最佳吸出水頭後，在吸出管組裝、定位、焊接及混凝土澆置等過程，皆須格外注意有否變形及偏移，除為避免前述不良影響，亦避免定位不佳造成之水流不順暢衍伸出振動而對機組造成不良影響。

吸出管之形狀，豎軸大、中型機一般使用彎管式，橫軸機及小型豎軸機使用圓錐式，又使用彎管式時，倘水輪機用水量較大時或者廠房建築物之結構上必要時採用雙流式，惟多流式比單流式製造成本增加許多，因此在非必要情況下，採以單流式較為節省費用。吸出管之裝設，一般是在動輪出口處在渦殼下部裝用短管，必要時於管內面套入襯圈，以利被磨損時更換襯圈保養，然後接裝吸出管以利安裝及保養。

搭配圖 2.1 法蘭西式水輪機組安裝流程說明圖及圖 2.2 法蘭西式水輪機組安裝剖面圖，安裝方面大致分為 3 步驟：下段吸出管及管路埋設→上段吸出管、排

放環、固定環、渦殼及坑襯等→水輪機渦輪部件。其中吸出管任一部位（圖 2.2 之 1A、1B、2A、2B 及 3）在焊接前後皆須進行定位檢查及校正；之後在進行混凝土澆置（圖 2.2 之 4 橘紅色部分）時，亦建議分段慢速進行（如圖 2.2 之 1st、2nd、3rd concreting），以避免澆置混凝土時產生之浮力或混入之氣泡使已完成定位之管路、支撐件等位移，同時在各階段混凝土澆置前後亦必須進行定位檢查及校正；當各項基礎部件安裝完成，始進行各類閥件、環件、渦殼、動輪、輪軸、軸封、操作機構等之安裝，安裝畢須再次確認動輪位置，最後進行各管路之裝配，並完成管路沖洗、塗裝，完成最後檢驗即可進行後續之無水/有水試驗。

順帶一提，水輪機渦殼內圈與導翼之間設有固定翼（stay vane），用以引導水流至動輪，爲了減少水流阻力，其截面形狀設計爲流線形，日立公司對於此流線形秉持個案精密計算的精神來設計，雖僅是提高 0.2~0.3% 的發電效率，對該部件的流線曲度及爲提昇強度之材質研發仍是非常投入。

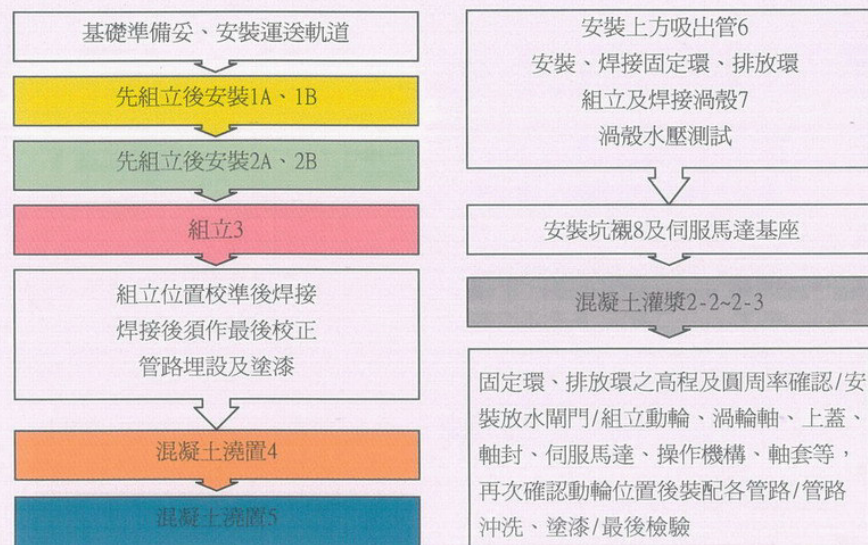


圖 2.1 法蘭西式水輪機組安裝流程說明圖

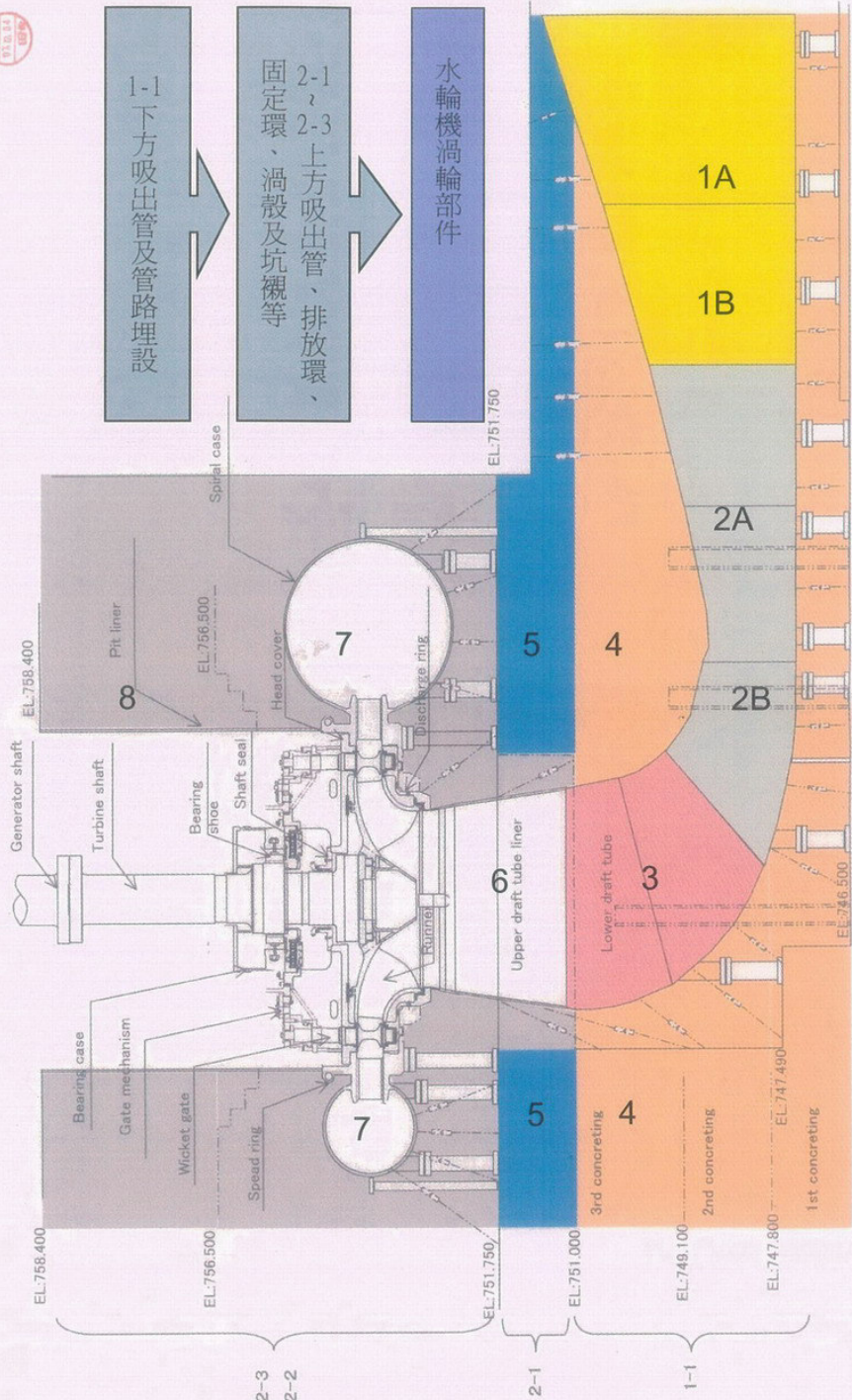


圖 2.2 法蘭西式水輪機組安裝剖面圖

2.3 大型水輪機與小型水輪機在工程進行方面之特性異同說明

日立公司說明其對於水輪機組之設計、規劃已有一套標準的運作模式，即將裝機現場環境各項條件如水頭、流量、地形等輸入後，就可出草圖再配合業主要求進行更細部之設計及修改，作業起來相當有效率，又不論是大型機組或小型機組都有相當豐富的經驗累積來達成，在完成時程上並無太大差別。

在機組及相關部件之運輸方面，大型水輪機及其渦殼必須分成較多部份，俾方便於包裝、運輸之運作及節省出關費用，較小型水輪機之運輸明顯多出相當之成本及風險。大型水輪機因運輸條件受限，常常是運輸到國內工廠甚至工地現場後始進行組裝（原則上達 3 米以上就到現場組裝），小型水輪機部分則是在運輸條件許可下組裝完成後出廠，故在交貨期程方面，雖大型水輪機仍是較小型水輪機需要更長的期限，其中有相當程度是取決於運輸條件的影響。

2.4 工程進行中常遇不可預測困難說明

歸納以往經驗，日立公司執行現場工作之工程師表示在工程進行中，常遇不可預測之困難大致有二項，第一為機組或相關部件在運輸中發生損害致影響工進，發生損害之部件常須待該部件寄回原廠並經原廠技師判斷是否更換或修改，等待判定期間得視損害部件及其損害程度及運輸回原廠所花費時間會有所不同，若期間太長致影響工程之進行，則恐須負逾期罰款之責，關於本項，日立公司除在包裝上的加強保護另採取投保方式來降低承擔風險。

另一項常遇不可預測之困難則是現場製造時發生焊接變形（包括焊接完成後定位跑掉），發生焊接變形時同樣需要原廠技師到現場判斷該部分應該拆除重新製作或是修改，此等待判定期間亦須將連帶工作項目配合停止施作，而不論是拆除重新製作或是修改，在經技師判定之後還是需要相當時間來完成，對於工進影響甚鉅。

2.5 水輪機組及相關系統設備竣工試驗程序說明

竣工試驗應該做的項目很多，本段僅針對水輪機部分作概略報告。

- ◎耐壓試驗（水壓、油壓）：水輪機及其附屬設備受到水壓或油壓部分，在現場安裝完成後必須做加壓試驗，在加壓試驗中受壓部分不得有洩漏、永久變形等任何缺陷發生，試驗壓力標準通常依原廠標準或工程慣例為主。
- ◎壓油及潤滑油系統試驗：水輪機及其附屬設備之起動通常藉由液壓操作，又機組在運轉中須供給潤滑油，故必須試驗該等系統泵浦運轉情況，經試驗合格後始能進行後續之水輪機運轉試驗。
- ◎自動裝置試驗：完成壓油及潤滑油系統試驗，進行水輪機運轉試驗前，有關水輪機及發電機操作運轉上必要之機構、裝置、閘類之開閉及操作管路等，須作適當且確實之動作檢查試驗，其中包括單體及各單體間聯動試驗。
- ◎水輪發電機試運轉：在水輪機及發電機的各附屬設備運轉情況均已試驗合格後，即進行水輪發電機試運轉，包括：水路設備通水試驗，以檢查漏水及加壓情況；開啓水輪機主閘使水輪機渦殼及上蓋所受壓力與水壓鋼管的壓力相同，檢視水輪機各部分螺絲是否鎖當、有無鬆弛漏水、與水壓相關部件於加壓後有無不良情況等；檢視各輔助設備如潤滑油系統、冷卻水系統、壓縮空氣系統及調速機有否不正常情況；各輔助系統均正常運轉後即進行試運轉的各項工作，包括手動啓動、啓動穩定後由低速開始持續運轉，期間需注意機組及各部件運轉聲音有無異處、溫升有否過高及各系統有否操作不良現象等。再一切穩定運轉時候，則繼續辦理各項跳脫試驗、保護試驗、負載試驗、效率試驗等。

◎調速機試驗：水輪機的調速機扮演著非常重要角色，在機組運轉中使水輪發電機的轉速保持於額定速度，而且於突然跳脫發電機負載時仍使水輪發電機之轉速控制於安全範圍內，使水輪發電機安全運轉。調速機動作良好且其速度上升率及水壓變動率不超出所規定之百分率，才能增加負載施行試驗。

◎負載試驗：試驗各種負載時之運轉情況如：壓油、潤滑油、冷卻系統、溫升情形、漏水、排水情况等，又於各水輪機導翼開度時之出力及振動情形，測試是否符合契約所訂規範。

◎振動試驗：水輪機與其主軸直接連結之發電機一起運轉情況下，由於各種不同因素如機械的振動、水力的振動或電氣的振動致發生振動現象，製造廠家之設計工程師及現場安裝人員，應於設計及安裝時候即力求避免振動的產生，若安裝完成運轉時後仍發生振動超過容許標準值時，應檢點各項可能因素，確實查出造成振動的原因並改善處理。

◎效率試驗：對新水輪發電機安裝完成後作水輪機之效率試驗是竣工試驗中最重要的一項試驗，因該發電效率對發電效益（收益）影響甚鉅，通常在承攬商投標時即應提出機組效率之保證值，此項試驗即測試能否達成當初投標所承諾之結果。

2.6 水輪機組及相關系統設備運轉維護重點說明

水力發電廠之維護主要目的在其發電允許範圍內，力求提高河川流量利用率，使經常能保持取水發電，增加發電量並防止各項水路結構物及機電設備發生意外事故。水輪機正式發電運轉相當時間後，各機件一定會因水中砂質及其他原因而發生磨損、浸蝕或孔蝕現象在所難免。其中水輪機組之運轉深受使用環境優劣之影響，除機組零配件品質應優良，更須定期辦理大修保養。

簡單報告水輪機有關之運轉維護要領如下：

- ◎水土保持及排砂工作：取水口上游之水土保持工作非常重要，在上游之集水地域周邊造林及在容易崩塌處於必要時施作護岸、防泥堤等，以免埋沒引水路或多量泥砂流進，以期確保良好之水質，是最基本的保養重要工作。
- ◎動輪葉片定期保養檢查：水輪機動輪及其附屬部件，因運轉中水流不斷的通過會發生各種耗蝕（侵蝕(erosion)、腐蝕(corrosion)、孔蝕(cavitation)）現象，當此等耗蝕現象嚴重時，會連帶影響水輪機的出力及效率，甚至引起水輪機振動，故應定期保養檢查以降低不良影響之發生。
- ◎渦殼定期施行非破壞性檢測檢查焊接處：一般而言水力發電運轉相當時間後，管路焊接處易發生裂縫，除了在安裝時候就必須確保該等部位的緊密性，爲了減少管路洩漏、破裂的發生，導致須停機檢查帶來之損失，各系統管路焊接處尤其渦殼部分均須定期施行非破壞性檢測。
- ◎潤滑油、冷卻水等適時補充更換：潤滑油、冷卻水在使用相當時間後，可能發生變質情形，或油、水量減少未予補充，故經常注意潤滑油、冷卻水供給情形、供給量及品值，可降低機組損害及停機跳脫系統之虞。
- ◎運轉管理人員警覺性：各種情況均應盡早發現早期處理，此部分較依賴現場機組運轉管理人員之機敏性，如對於併聯操作須熟練，以免於併聯時因位相錯誤而發生衝擊致降低主軸及機器之壽命；另亦應在機組運轉時，經常注意水輪機及各項設備運轉的聲音，當運轉聲音異常應立即停機檢視，以免發生更嚴重傷害；其他如軸封處有否洩漏、各種表計之表示值是否在合理或標準範圍內等，均須用心並警覺注意。

2.7 日立公司水輪機組相關之新技術研發簡介

◎ 中間羽根（固定翼）實用化：

本項新技術研發背景係因近年來地球溫室效應（green house effect）日趨嚴重及 CO₂ 排放量增長情況之下，民眾開始重視環境保護的重要性，進而對清淨自然能源之利用率提升投入研究，期降低火力發電比率（即降低 CO₂ 排放量）而對環境保護有所貢獻。

圖 2.3 中間羽根構造概略圖表示較長者為主羽根，較短者為中間羽根，相互交錯排列。再由圖 2.4 及 2.5 顯示使用中間羽根能改善流體因亂流產生漩渦的情形，整體較為順暢，故在部分負荷運轉時的水輪機效率略為提升，在最大出力運轉時，水輪機效率亦略為提升（圖 2.6），同時降低排水管及水輪機主軸軸箱部分之振動。（圖 2.7）

中間羽根（固定翼）實用化在日本已有 5 台實績。

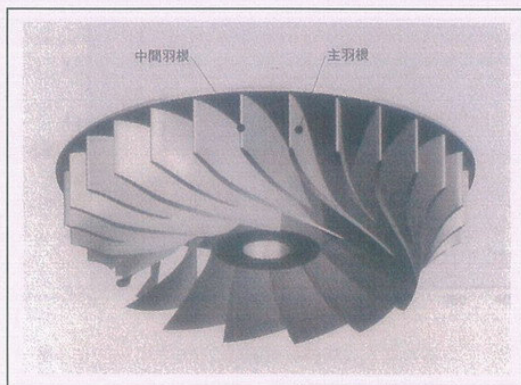


圖 2.3 中間羽根構造概略圖



圖 2.4 不使用中間羽根



圖 2.5 使用中間羽根

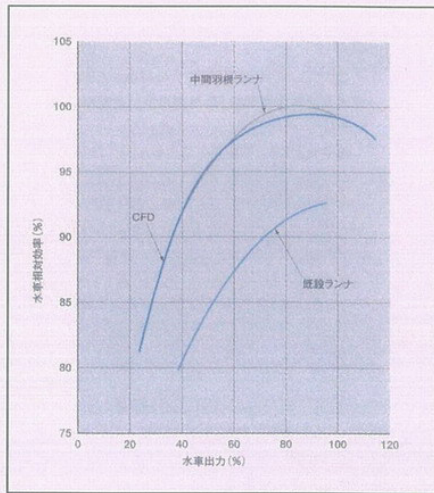


圖 2.6 新黒部川第三發電所
現場效率試驗結果

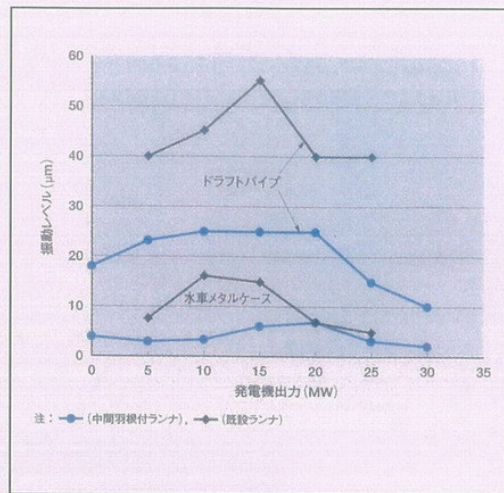


圖 2.7 水輪機振動測試結果



圖 2.8 中間羽根試驗模型

◎ 樹脂潤滑軸承：

樹脂軸承研發立意是考量傳統使用潤滑油潤滑軸承，恐有潤滑油洩漏至河流致引起環境汙染，因此改採樹脂潤滑軸承並以水做為潤滑媒介，此項新技術已大量使用在近來裝設之機組及其配件之中。



圖 2.9 各式樹脂潤滑軸承 ↑ →

◎ 陶瓷密封環：

研發陶瓷材質密封環主要是因為陶瓷的耐磨性佳，雖加工難度較高，又成本高出傳統材質許多輩，但其使用壽命可達 30~40 年；惟相對來說，其易碎性則是最大的缺點，因此在安裝陶瓷密封環時須特別留心有無裂縫的存在，一旦疏忽，機組進水運轉後容易產生嚴重問題。

◎ 污水發電機研發：

日立公司現行研發完成之污水發電機為豎軸式，又因使用污水發電，其水質之過濾及適當淨化亦須增設污水處理設備，故成本較高，惟秉持「資源再利用」的精神，仍有其研究價值，目前在泰國已有 1 台實績。

◎ 水輪機完全電動化研究：

一般而言，水輪機葉片轉動是靠液壓驅動，日立公司研發以「電力」驅動方式啓動，其優點為：(1) 省略不必要之附屬系統（制壓機構撤除，電動操作化，壓油裝置省略），如此設備較為單純簡單，其相關配管亦相對簡化；(2) 設備簡化則檢點項目較少，更免除油液之管理；(3) 環境方面因不另使用油液，可降低不慎流出造成之環境汙染；(4) 此項研發需由高精度製造的配件來組成，一方面可提升技術人員之技術及產品之高信賴度。

日立公司針對本項水輪機完全電動化研究，已製造一部 5,070KW 之實體水輪發電機組正進行評估中，倘對系統沒有負面影響，將是一極受好評之創新發展。

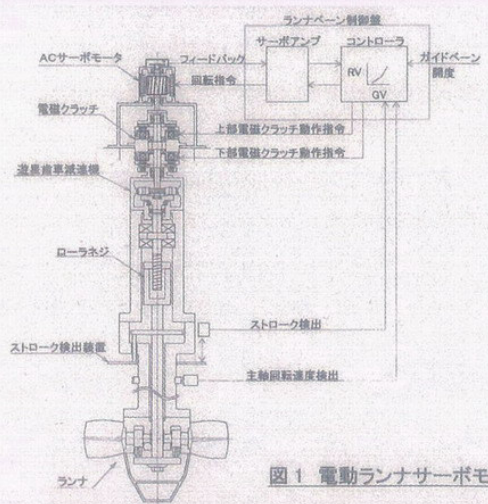


図1 電動ランナサーボモ

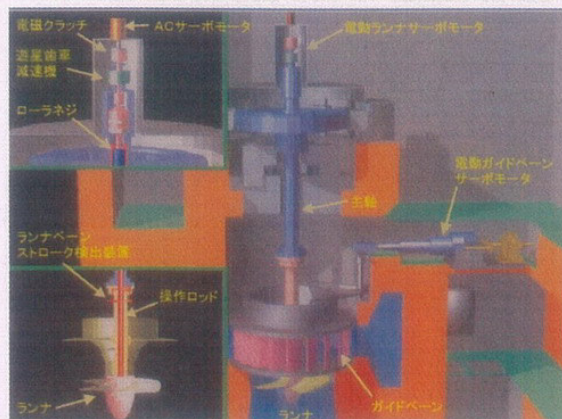


圖 2.10 水輪機完全電動化示意圖

第3章 實習心得

職很榮幸獲主管指派執行本次出國實習任務，本次實習雖然不是依據工程合約執行之任務，但「明潭電廠濁水機組更新計畫電廠機電設備及附屬設備採購帶安裝案」承攬商中興電機股份有限公司及與其有長期合作關係之日本日立公司仍本著對重要客戶之服務精神，給予本公司派赴人員最大之協助，職由衷感謝。

3.1 工作方面實質助益

國內因水力資源不甚豐沛，又新建水力發電廠過程艱辛及回收年限很長，故本公司水力電廠新建工程案例不多，相關設計、規範編擬及施工監造經驗資源相對較少，本處承辦之「明潭電廠濁水機組更新計畫電廠機電設備及附屬設備採購帶安裝案」係職進公司6年來第一件接觸之水力發電工程案，平日處理其他各類型工程公務繁忙，又對於水輪機組相關圖資、程序書的會審多依賴顧問公司之工程人員，故對於水輪機組僅具備粗淺概念，而經過本次出國實習，不論是自行研閱相關書籍或是從與日立公司工程人員研討過程中，皆使職對水輪機組之認知更加充實完整，這是此趟實習最大的無形收穫了。

惟職代表公司出國實習，因自身相關之工程實際經驗較少，所能提出討論議題顯得較為淺薄，在整各實習過程中亦戰戰兢兢，感覺壓力頗大。在返國座談會中，會審人員建議爾後執行相關出國計劃實習任務，倘能先行洽詢公司內部之電力開發、規範編製設計等單位，彙整工程各階段欲提出研討之議題，則該實習任務對公司效益會更高。職認為這是非常值得採用的方法，不僅實習工作範疇相關內容，亦能帶回其他單位、部門同仁欲求知的部分，其獲益更無法言喻。

在與日立公司工程人員研討中，對方一再強調水力發電已屬相當成熟技術之一，然日立公司對於水輪機組之部件仍積極研發更能提高效率的方法，如形狀方

面的更精密計算、材質方面的強度及耐用性提升研發、附屬系統的更精簡設計規劃等，使職本次實習亦獲知不少製造廠家新技術，得以分享給同仁。

本公司工程標案大多數採公開招標方式辦理，由得標公司進行施工作業，公司同仁幾乎不必實際施作該等現場工作，但現階段仍須以務實之工程經驗來督導承攬商履約，以確保工程品質，維護公司利益。為提升同仁監造技能，公司內部雖有訓練課程能夠經驗交流，但接觸國際知名廠家請益研討，又是另一境界的學習，能夠探求新知、提升參與工程的能力，更能擴展國際視野。

3.2 日立公司工作精神優劣

早就耳聞日本人對於工作相當積極投入，本次出國到日本實習更是親身驗證這樣的說法，尤其日立公司是即將百週年的大集團，於各方面都有相當規模的制度。首先是日立公司對於產品效率提升及新能源發展之研究非常勇於投資，除了前述所提有關提升水力發電效率所從事的部件改善研究，日立公司也完成風力發電機的製造，以該公司對於產品品質的要求水準，其風力發電機組投入海外市場將是指日可待。另一項新能源發展為太陽能發電，其考量日本地少人稠之特性，以直立方式將太陽能集熱板裝置在大樓屋頂（類似圍牆方式，且雙面皆可集熱）。其他還有燃料電池的研發工作等，雖未針對此些議題深入探討，職認為與日立公司進行新能源發展的經驗交流與研討，必定也有相當大的收穫。

對環境保護議題非常重視是日立公司回饋民眾的一項明顯特質，其產品在追求品質、利潤之下仍著重於環境保護之特性，以及其在研發各項新技術時，亦是以環境為出發點優先考量，不似大部分國家仍是將環境保護置於經濟發展之後，這樣的精神真可說是全球趨勢的領導者，期望我們公司亦能有更長遠的視野採取必要措施，帶領台灣尋求經濟與環境保護間的平衡點。

除了在產品上實踐環境保護的精神，日立公司對員工的衣著及廠區整潔、管理亦有相當程度的規範。在參觀水力模擬實驗室及水力部件製造工廠的行程中，日立公司配給我一套乾淨的制服及安全帽，且我注意到廠內每一位工作者都是很習慣性的戴上安全帽，繫上頤帶毫無鬆動，身著清潔的制服認真的處理著手邊的工作，就連製造工廠整個廠區都是整潔不髒亂。由日立公司員工告知我，公司規定每日下班前務必做好整潔工作，我才恍然大悟這般的秩序是公司強力推動要求，而員工也對這樣的成效感到自豪，我想起日立公司工程師提到他們的產品是如何重視環境保護時的閃爍眼神，深深覺得日立公司真的是經營得很成功，也感受到許多規定執行一段時間後，是可以教育成好習慣的。

然而行事一絲不苟的精神，讓我在實習內容上稍有受限。由於本次實習並非依據工程合約執行之任務，對於較偏向訓練或涉及設計專利的內容，日立公司是有所保留的，另外在工廠、實驗室則多是禁止拍攝。而日立公司的分工也區分得頗細，當我一時提出電力控制的架構議題時，日立公司則說明電力範疇的工程師不在水輪機製造廠而結束該項議題。

整體而言，日立公司相當配合本公司實習人員的要求及提問，也許職第一次執行出國實習任務，有些細節忽略未事前做好告知及達成共識，相信在下一次有機會出國實習時，更能善用各方資源完成更充實的實習計畫。

第4章 建議事項

4.1 公司效益提升方面

在水力發電方面欲求為公司提昇效益首重機組之運轉維護，良好之運轉維護可維持機組之穩定運轉，且水輪機組及其附屬設備使用壽命延長，無非必要之停機維修造成發電損失，即達成該目的。

良好之運轉維護除了編訂適切之維護計畫及程序，尚可從二方面進行：一是培養優秀之運轉維護人員，二是適時辦理國際新知交流之研討會。所謂優秀之運轉維護人員應是能把機組當成自己孩子般照顧，用心觀察、傾聽機組運轉情形，留意有否管路洩漏、破裂之損壞，及早發現修復免於造成更多損害，而這樣的工作心態除了人員本身須有責任感，還需要公司建立制度積極鼓勵與用心栽培。

至於辦理國際新知交流之研討會則是期望公司一直都能跟上世界發展的腳步，運用最新技術來改良並增進機組的使用效率。如業經實驗證明以 HVOF 方式 (High Velocity Oxygen Fuel thermal spray process) 噴焊碳化鎢/鈷鉻塗層，較 13%Cr、4%Ni 不鏽鋼材料約高於 7 倍之耐磨蝕性能 (參考自另案公派出國報告)，則在爾後易腐蝕的水流配件維修時，宜採用此方式來達到更耐用的目標。又如前述介紹日立公司近年之新技術研發項目等，在將來有機組須汰換更新時，可以參用以編製最新發展之技術規範與工法要求 (符合政府採購法為前提之下)，為公司權益盡一份力。

4.2 施工品質提升方面

職服務單位 (綜合施工處) 主要工作即工程監造，對於施工品質之提升一直是工作重點之一，有感近年來有相當工程經驗的前輩不斷走到退休之人生驛站，

人力資源的斷層日趨嚴重，專業技術的無法傳承也隨之顯著。建議公司加強搜集各類資深工程員之工程經驗，彙整建立為可傳承及運用之程序書或預防措施彙編、各類工程細部檢驗重點、關鍵點或常發生狀況及建議處理方向或是某些重要檢驗項目其檢測方式、過程之教學影帶等，如此一來，即使是新進人員初到工程最前線執行監造、檢驗，也能儘早進入工作狀況及對工程之進行較能掌握。

又對於本案日立公司提出之常遇不可預測之困難（機組或重要部件運輸中發生損壞、安裝現場發生焊接熱變形），不論是物品寄回或技師前往現場判定，總要經過原廠技師的判定始能繼續進行，耗費不少時日而影響工進。現在科技如此發達，應有運用新科技如電子郵件、影像傳輸、視訊會議等於工程中之趨勢，來縮短不必要的等待以增進工進效率。

工程人員素質之提升亦有助於施工品質之提升，近年因人力不足，許多工程案都委由顧問公司承辦，其出發點是美意，惟公司工程人員易過度依賴顧問公司致本身學習有限，對公司何嘗不是一種損失？建議公司應重視新進人員之補足，並給予合理的心態建立及教育訓練，長久下來將成為公司無形之最大資產。