

出國報告（出國類別：實習）

機艙組裝作業流程及專案驗證研習

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：黃琬庭 營建處一般工程專員

派赴國家/地區：日本

出國期間：108年12月22日至12月28日

報告日期：109年2月20日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：機艙組裝作業流程及專案驗證研習

頁數 30 含附件：■是 □否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

台灣電力公司 人力資源處/陳德隆/02-2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

黃琬庭/台灣電力公司/營建處/一般工程專員/02-2366-6927

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 開會 6 其他

出國期間：108/12/22 至 108/12/28

派赴國家/地區：日本

報告日期：109/2/20

關鍵詞：離岸風力、日立、機艙、型式驗證、專案驗證

內容摘要：

台電公司首座離岸風力發電廠「離岸發電第一期計畫—示範風場新建工程」預計於 2020 年底全部機組接受安全調度，目前處於主要設備製造階段，因應台灣特殊環境需求，具抗颶等級 Class T 之風力發電機亦正在組裝製造中。本次派赴日本見習主要目的在於透過實地觀摩機艙組裝流程以瞭解製造品質相關議題及掌握製造期程。經濟部標準檢驗局之技術團隊為協助監督本工程及審閱專案驗證相關文件，本次亦同行瞭解及蒐集風力發電機製造與驗證相關資訊，並與廠商進行交流，以利建構國內風場驗證制度之規劃。

本文電子檔已傳至公務出國報告資訊(<https://report.nat.gov.tw/reportwork>)

目錄

壹、目的與任務	1
貳、行程簡介	1
參、團員資訊	2
肆、背景介紹	3
一、離岸一期計畫工程簡介	3
二、日立製作所	3
三、日立風力發電機	4
伍、參訪紀要	7
一、埠頭工廠概要	7
二、國分工場概要	9
三、機艙組裝程序	9
四、品質管理	13
(一) 品質保證	13
(二) 供應商之品質管理	17
(三) 收貨檢查	17
五、工安	19
六、型式驗證及專案驗證	19
(一) 風機型式驗證(Type Certificate).....	20
(二) 風場專案驗證(Project Certificate).....	22
陸、心得感想及建議事項	25
柒、附件 - 參訪問答集	26

壹、目的與任務

本公司「離岸風力發電第一期計畫－示範風場新建工程」(以下簡稱離岸一期)為政策指標性計畫工程，亦為台灣先導示範風場之一，本案風力發電機係使用日本廠商「日立製作所」(以下簡稱日立)所生產，具 class T 抗颱風等級認證、極限值風速 V_{ref} 57m/s 之 5.2MW 下風型風機，機艙正於日立製作所茨城縣埠頭工廠進行組裝。本次藉由參訪赴埠頭工廠以瞭解機艙組裝細節及相關品質保證作為，以追蹤目前製造進度與產品品質。

由經濟部標準檢驗局所組成之工程技術驗證團隊亦與本公司同行，依據 IE0C-61400-22 及 CNS 15176-22 標準協助監督本工程，以進行風力發電機機艙之製造監督，並審閱相關型式驗證及專案驗證文件進行考察，以作為本國驗證能量規劃之建議及相關制度修訂參考。

貳、行程簡介

日期	主要行程內容
108 年 12 月 22 日	往程(桃園－東京)
108 年 12 月 23 日~25 日	埠頭工廠 行前會議、工廠參觀、風力發電機組機械及電氣技術說明、組裝流程說明、組裝過程見證
108 年 12 月 26 日	國分工廠 工廠參觀、專案驗證及型式驗證相關說明及 Q&A
108 年 12 月 27 日	日立製作所 品質保證系統及品質管理說明、過去檢驗資料說明及 Q&A
108 年 12 月 28 日	返程(東京－桃園)

參、團員資訊

台灣電力公司營建處

	姓名	單位	職稱
1	黃琬庭	營建處	工程專員
2	馮啓棠	營建處	機械專員

經濟部標準檢驗局技術團隊

	姓名	單位	職稱
1	楊承桓	經濟部標準檢驗局	技正
2	侯建綸	經濟部標準檢驗局	技士
3	蔡文博	財團法人台灣電子檢測中心	執行長室 助理
4	張家榮	財團法人全國認證基金會	專員
5	陳冊宇	財團法人金屬工業研究發展中心	工程師

肆、背景介紹

一、離岸一期計畫工程簡介

■ 風場位置：彰化縣芳苑鄉西側海域，距岸約 7.2~8.7 公里。

■ 總裝置容量：109.2MW

(日立 5.2MW 風力發電機 * 21 部)

■ 年發電量：3.62 億度

■ 得標廠商：

比利時商楊德諾公司及日商日立製作所聯合承攬

二、日立製作所

日立製作所創業於 1910 年，於 2020 年將迎接 110 週年，於日本境內及海外設有 803 個子公司，年營收 9 兆 4806 兆日圓，49% 營收來自日本國內，51% 來自海外，係經營逾百年的跨國企業。日立由發電機、變壓器等機電設備起家，發展至今跨足通信、能源、產業、工業、交通及生活科技等領域，致力於為客戶提升社會、環境、經濟價值。

自 1953 年於台灣成立第一個辦事處開始，60 多年來在台灣已經發展為擁有 20 家以上分支機構，以及超過 4000 名員工的集團企業，年營收約 40 億美元。

三、日立風力發電機

日立風力發電機在日本國內有 237 座運轉中(2019 年 9 月資料)，包含陸上及離岸風機。日立風機特色在於下風式設計，搭配自由轉向(**free yaw**)系統，使風機面對風流自動調整方向，增進發電效率。日立為了發展離岸風力機，於 2012 年著手開發設計 5MW 之下風式風力發電機 HTW 5.0-126，其冷卻系統關鍵設計係利用下風式風機之迎風面位於發電機前面，透過有效利用風來提高冷卻效率，2015 年實證機於茨城縣神栖市運轉。(圖取自日立官網)



實證機

日立 5.2MW 風力發電機之量產機型有兩種規格：HTW 5.2-127 及 HTW 5.2-136；本離岸一期示範風場使用之風力發電機為 HTW 5.2-127，係能因應颱風等嚴酷環境之風力發電機，本型號風力發電機於 2019 年日本自然電力「北九州響灘風力發電所・太陽光發電所」設立 1 座，為日本國內最大陸上風力發電設施(2019 年 6 月資料)。

風機規格

來源:日立官網

		HTW 5.2-127	HTW 5.2-136
轉子	直徑	127 m	136 m
	受風面積	12,644 m ²	14,540 m ²
	轉子配置	下風	
	旋轉速度	6.4~12.7 m-l	
	額定旋轉速度	11.7 min-l	
	旋轉方向	順時針（從上風測量）	
葉片	片數	3 片	
	長度	62 m	66.5 m
	材質	GFRP（玻璃纖維強化樹脂）	
齒輪箱	構造	增速比約 1 : 40	
發電系統	額定輸出	5,200 kW	
	發電機類別	永磁同步發電機	
	PCS 控制方式	全轉換器	
	FRT 對應	標準裝備	
升壓變壓器	電壓	33,000 V / 1,800 V	
引擎機艙	材質	GFRP（玻璃纖維強化樹脂）	
塔架	塔架樣式	鋼製單極構造	
	輪殼高度	90 m 以上	
	分割數	3 段	
系統	輸出控制	旋角、可變速	
	切入風速	4 m/s	3.5 m/s
	切出風速	25 m/s	

	緊急剎車	葉片順槳（獨立旋角）	
		碟盤式制動器	
	轉向控制	一般運轉時：主動轉向、 若因暴風發生停電時：自由轉向	
環境條件	年平均風速	10 m/s	7.5 m/s
	風速等級 （疲勞）	I	III
	風速等級 （極限）	T	S
	極限值風速 Vref	57m/s	55m/s
	紊流類別	A	
	運轉溫度	-20~40°C	
	標高	1,000m 以下	

*規格可能不經預告而變更

然而因全球離岸風力發電發展需求，離岸風力發電機組設計成長快速，日立(再生能源事業)於 2019 年初宣布除了已承接執行的專案之外，不再以製造風力發電機為其業務主要項目，而是轉為與德國風力發電市場市佔率第 1、歐洲市佔率第 2 的風力發電機製造銷售商 ENERCON GmbH 結盟，日後其風力發電系統事業將專注於資訊技術結合營運技術，由製造廠商轉型為服務提供廠商。

伍、參訪紀要

一、埠頭工廠概要

由茨城縣日上市大甕車站約 15 分鐘車程，前往位於茨城港日立港區的埠頭工廠，這裡是日立 2MW 系列與 5MW 系列風機機艙的組裝廠，占地面積約 116,000 平方米，員工約 100 名，由空照圖可以看到工廠周圍放置著一些機艙部件。(圖取自日立官網)



埠頭工廠

本次參訪 5.2MW 機艙組裝的 FA 棟廠房位於圖 1 右方，建物面積 4,320 平方米，整棟內部即是機艙組裝生產線，自部件進廠、組裝、檢驗、包裝至出貨皆在 FA 棟廠房內完成。機艙出貨時，大型運輸車輛可直接將機艙運送至照片左側碼頭，以 550 噸吊車(圖中左側紅色吊車)吊裝上船後運送至目的地，一氣呵成。

FA 棟包含有會議室、辦公室及組裝區，參訪時是冬天，會議室及辦公區都裝有暖氣以因應低溫，組裝區由於內部挑高空曠，且大門時常隨著零組件進入而開啟，溫度與室

外差不多。進入廠內組裝區時日立公司除了備有工作安全帽及護目鏡，亦有準備保暖外套，十分貼心。組裝區內地板顏色以紅色及綠色區隔，綠色區域佔大部分，為組裝工作區，紅色區域為人員走道。進入組裝區時，日立人員都帶領我們行走在紅色區域中，以符合工安。



埠頭工廠 FA 棟會議室-行前會議



廠區參觀

二、國分工場概要

由茨城縣日上市常陸多賀車站不到五分鐘車距即可抵達日立國分工場，廠區腹地約是埠頭工場四倍大，主要生產輸電系統、變壓器等各種電氣設備。除了製造廠房外，亦設有品質保證中心，埠頭工場機艙組裝的部品零件收受即是由品質保證部人員作收入檢查；風機型式驗證的專責部門也位於此處。(圖取自日立官網)



國分工廠

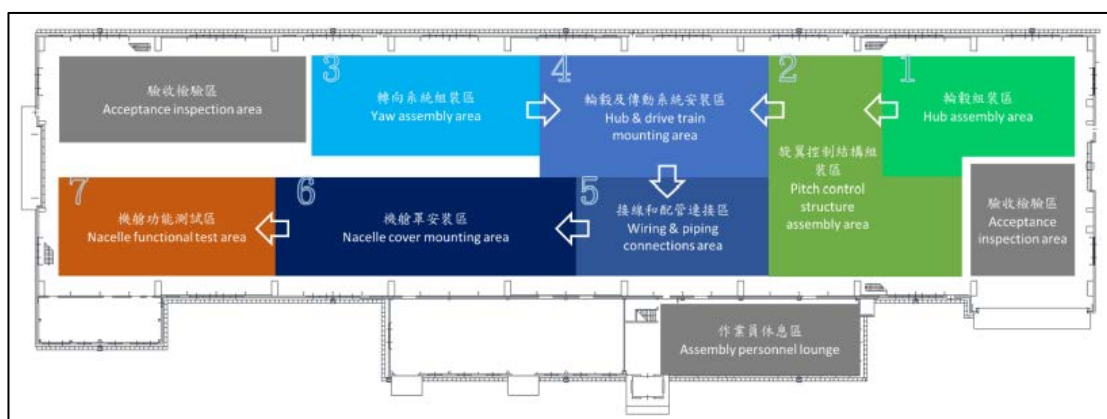
三、機艙組裝程序

本次行程目的之一在於掌握本公司離岸一期示範風場之設備製造進度，參訪時工廠內正在進行第 1、2、3 座機艙組裝。先是由日立製作所自然能源發電系統生產本部 齊藤利幸 課長簡介埠頭工場，由 坂本 潔 主任技師及 白石 崇 主任技師說明風力發電機組(含塔架)之電氣及機械設計，由 齋藤洋介 課長介紹組裝流程及期程。隨著組裝進行，遇重點作業時則隨時進到組裝區域旁觀看組裝過程，不時來回組裝區域及會議室，過程中日立人員皆伴隨在側可隨時

提問，皆會細心解答。

下圖為機艙組裝區域及流程示意圖，組裝程序 1 至 7 分別為：

1. 輪轂組裝
2. 旋翼控制結構組裝
3. 轉向系統組裝
4. 輪轂及傳動系統安裝
5. 接線、配管連接
6. 機艙罩安裝
7. 功能測試



※程序 1、2 與程序 3 可同步進行

依據工廠內部生產計畫，組裝一部機艙包含試驗至出貨需時約 8 週，各組裝程序同時展開時，每月產能約為 4 台。目前工廠排班為 2 班制，自 4 月開始將增員至 3 班，屆時產能每月 6 台，目標在 2020 年 5 月底完成離岸一期計畫 21 座機艙生產。

參訪時處於組裝初期階段，第 1 號機艙進行至程序 4(輪轂及傳動系統安裝)，第 2 座機艙進行至程序 2(旋翼控制結構組裝)及程序 3(轉向系統組裝)，第 3 號機艙進行於程序 1(輪轂組裝)，故此行未能看到所有組裝流程同時進行，僅就參訪期間發生之組裝程序作見證。日立講解組裝流程時主要簡報資料係以北九州響灘風場之 5.2MW 機艙組裝照片及影片作為解說範例。

機艙編號	組裝程序
1	齒輪箱吊裝、齒輪箱鎖定
3	固定主軸與軸承之熱收縮配合

本次見證組裝程序摘要

於廠內可見各式組裝主要工具設備，例如天車、安裝基座、輪轂加熱裝置、機艙定位裝置…等，其中機艙定位裝置係為了 5.2MW 機艙組裝特別設計製造，經現場人員解釋，之前組裝經驗發現當主機架水平放置時，因轉子傾斜角度關係使齒輪箱安裝需較多時間，故設計輔助機具將主機架傾斜至特殊角度方可使齒輪箱與輪轂軸與維持水平，將有助於安裝準確及速度，由此可見日立在組裝程序中也是不斷在學習精進。



齒輪箱吊裝



固定主軸與軸承之熱收縮配合



觀看齒輪箱鎖定

在工廠內部及工程師手中鮮少看見紙本圖說，取而代之的是一部部平板電腦，皆可連線至企業內部網站平台，於執行各組裝程序步驟時，皆會相對應的檢核表單供工程師參照，其中包含了檢驗停留點、工具規範等訊息欄位，

工程師參照指示執行後即回輸檢核動作結果，該訊息即會儲存至雲端表單，以確保各個程序的執行標準及應注意事項不會被遺漏。

由於日立內部系統及部分組裝機具設計涉及商業機密，無法任意拍攝，儘量將見聞化作文字呈現。

四、品質管理

(一) 品質保證

日立身為日本最大規模綜合電機製造商，將「日立品牌的信賴」視為社會責任，由**品質保證部門**(以下簡稱品保部門)負責守護及貫徹這個理念。

在日立公司的品質保證體制，品保部門直屬於 CEO，係為獨立超然的部門。依據離岸一期設計品質計畫書(風力發電機)，品保部門負責項目：

1. 負責按照既定的外包貨物/採購貨物供應商程序確保採購管理和檢驗。
2. 核准測試檢查程序手冊和測試審查記錄。
3. 保存測試記錄。
4. 核准有關分包商/供應商提交的檢查指南，檢查結果文件等的品質保證和品質控制文件
5. 負責外包物品/採購物品的產品認證。
6. 負責測量儀器和測試設備的管理和校準。
7. 有責任和授權對不合格項目的特殊採用（特別報價）做出決定。
8. 對於嚴重不合格項目，有義務向品保部門經理報

告。

9. 在需要品質保證的情況下，經品保部門經理同意，有權中止或暫時停止採購對象產品的設計，製造和運輸。
10. 根據法律法規，契約規範等在必要的情況下，負責業主、政府機關等的檢查/測試。
11. 對於事故和問題，在相關部門的配合下，指示相關部門調查原因，採取對策，採取措施防止再次發生。

品保部門自設計、採購、製造、檢驗、試運轉、交付，各階段皆參與其中，需與設計部門、採購部門及製造部門密切配合，對於產品進行品質控制，為了生產符合契約規格的產品，策劃及實施檢查與測試，並針對不合格的項目進行管理。

由日立製作所新能源品質保證部 手塚義成 主任簡報日立品質管理系統後，藉由查閱相關書面文件及現場 Q & A 討論，知悉日立如何管理與應對來自海內外供應商製造所提供的部件，確保機艙組裝品質。



本公司代表同行團員向手塚主任致謝

於組裝廠內實際可以看到品保部門參與的部分即是各零組件到廠之收入檢查相關品質活動，組裝完成後的機能測試亦由品保部門負責，測試合格之產品完成包裝後，需取得品保部門許可才得以出貨。



品保部門參與機艙組裝簡圖

功能檢查程序書亦為品質保證活動中重要文件之一，於書面查閱機艙組裝完功能檢查程序書時，發現第 0 章為一份圖文並茂的說明文件，標題為「重點」，實在突兀。經瞭解其內容，該文件係記錄了某年某月功能檢查時遇意外跳電，機艙轉向裝置發生預期外之錯誤行為，經檢討後便更新檢查程序書，並設計對應預防機制以防止日後類似情形再發生，而記錄狀況始末之說明文件即置於程序書最前章以提醒注意。



離岸一期相關查閱文件卷

日立品質保證活動的各項紀錄表單亦雲端化，瞭解日立品保活動的過程雖然是在會議室作討論，日立人員說明時可透過企業內部網站即時點閱已存在品管系統中離岸一期的各式檢查表及進度表供我們參閱，但因此為日立內部流程文件，故不便拍攝引證。

(二) 供應商之品質管理

離岸一期機艙部件供應商來自日本、中國、韓國、德國…等地，日立對於零組件採購如何管理品質也為我們所關心。經過日立人員說明，依據不同的狀況，除了會派駐廠人員會驗之外，也會採委託當地第三方檢驗公司方式檢驗。例如:旋轉主軸之廠驗，雖然是之前合作過的供應商，但因為距離上次下單已有一段時間，所以會派員親自進行廠驗，也委託當地第三方公司 V&T 作檢試驗的驗證。而輪轂外殼因為是初次與該供應商合作，所以在製造前即派員對材料及加工後的尺寸等方面進行會驗，確認合格並留下紀錄後，才會允許供應商開始製造。

日立現場提供查閱之文件，其中一部分即是機艙各部件的出廠證明報告與相關記錄，皆有立卷造冊，目錄及編號標籤完整又整潔，感受到一絲不苟處處到位的自我要求。

(三) 收貨檢查

有別於供應商出廠報告的書面查閱，在埠頭工廠可以實地看到的是機艙各部件的收貨查驗，在組裝作業區一旁的空地可看到平鋪擺放的零件，上面除了會標示是屬於第幾號機艙的零件外，還有一個重要的標示，即是「檢查完了」，代表係經過品保部門檢查確認，可以使用了的意思。

對於允許使用的部件比較沒有問題，這是供應商出貨本應該達到的標準，那麼對於檢查不合格的部件如何處置呢？日立人員展示先前組裝北九州響灘機艙時對於收到齒輪箱固定器檢查不合格案例，原因是開箱後發現供應商對

於固定器的包裝有瑕疵，退回請供應商重新檢討及改善。檢查不合格紀錄同時也在雲端系統表單中立案，點開相關附件，是對於收受當時的照片(多角度)輔以文字說明，指出認為包裝不完善之處，以及提出具體建議改善方式，向供應商提供回饋。後續供應商的回覆及改善情形都會在雲端系統中呈現，因當時供應商回覆會在下一次交貨時改善，故於下一次交貨時確認包裝情況後，本不合格案件才得以結案。

手塚主任展示另一個離岸一期部件收受不合格的案例，是轉子插銷的塗裝未依規範施作，並且整體塗裝有剝落情形，經檢查後以退貨處理。除了退貨之外，日立另製作一份確認清單予供應商作爾後出貨前的自主檢查，以防止類似情況再次發生。同樣的，本不合格案例也是在雲端系統上留有紀錄及相關附件。



主軸軸承收受檢查說明

五、工安

工安為本台電公司所注重，在組裝廠內亦會注意廠區環境及各項安全措施。同行團員們對廠區印象即是乾淨、整齊、明亮，器具擺放整齊，連尺規等小工具都有明確擺放位置，對於細節注重令人印象深刻。日立對於廠區管理用心，各組裝程序區皆有風險危害預知評估表，需詳列即將進行的步驟及其對應風險等級後，經降低風險措施後風險等級小於 3 才能進行作業，且該評估表會依上、下午執行不同程序作更新，也是令團員們印象深刻的地方。

風險程度		風險要因		降低對策		風險程度再評估	
作業手順 RKY 安全と健康を全てに優先させること							
作業名: 5.2MW TPC1 12月24日(火)AM・PM							
No.	作業手順 (順序)	リスク要因 (どんな危険があるか)	リスク点数		私たちはこうする(対策) 別冊「リスク除去・低減」安全対策リスト確認	誰が	再評価 リスク点数 (最低1点)
			①可能性	②重大性			
1	準備	移動時、エアホースに足で引掛 転倒する。	3	5	移動の際は、ベルト確認、確保が 徹底される。通電作業は、 事前に片付け済。	全員	1
2	補鋼玉掛	吊具と取付口の間に、シマウレ 製品の間に手と挟み指の骨を 骨折する。	3	3	吊具取付時の吊具、手は 取付口の間に、シマウレ 製品に挟み込まない。 取付後は、7レーンで使用し、 整理して作業。		1
3	補鋼搭載	地切りの際、吊具がズレて 吊上り、吊具が振れ、鉄の部品 に当たって作業員が怪我をする。	1	10	地切りの際は、確実に 吊上り、吊具が振れ、鉄の 部品に当たらないよう 注意して作業。		1
4	↓	高所作業時、安全帯を着用せず 作業し、足で踏んで開口部が 転落、骨折する。	3	10	高所作業時は、安全帯を 着用し、足で踏んで開口部 に転落しないよう注意し、 作業。		2
5	補鋼締付	予備機を使用時、ボルトの出欠 が確認できず、締め付けが 不足して、鉄の部品が振れ、 作業員が怪我をする。	1	10	予備機を使用時は、ボルトの出欠 を確認し、作業時は正しく 締め付ける。	全員	1
本日の行動目標		高所作業時の安全帯の着用着環ヨイカ!	QF目標		製品の損傷防止!		
職制コメント		油圧工具は、正しく作業する。作業完了後、 油圧工具は、正しく作業する。	健康確認		安全	Grリーダー名	宮崎
所属(組名、Gr名)		機組	作業者名(各自サイン):		志助 高松 計(4)名		
①可能性		再評価リスク点数		作業許可点数			
大	5	重症	10	作業手順毎に (1) 別冊「リスク除去・低減」安全対策リストの対策を実施する。			
中	3	軽症	5	(2) 実施する対策の合計点数を減点する。			
小	1	ヒヤリ	1	(3) 減点後の点数が0点以下であっても再評価点数は1点とする。			

吊裝作業前之風險危害評估表

六、型式驗證及專案驗證

經濟部標準檢驗局之技術團隊近幾年為配合政府發展離岸風力政策，積極建置驗證相關技術，本次參訪主要目的即是透過風機製造商日立了解風機型式驗證及風場專案

驗證相關議題。日立自然能源發電系統生產本部 佐伯 滿 資深 PM 係風機型式驗證專家，為本團現場解說及問題回覆，並提供驗證相關摘錄文件以利參考說明。

(一)風機型式驗證(Type Certificate)

日立 HTW5.2-127 風力發電機委由日本海事協會 Class NK 進行型式驗證，其設計符合 IEC Wind Turbine Class S [V_{ref}=55m/s] 及 JIS Wind Turbine Class T [V_{ref}=57m/s]要求，取得下列符合性聲明(conformity statement)及評估報告，經 Class NK 發給型式驗證證書：

- 基礎設計評估符合性聲明(Class NK)
Conformity Statement for Design Basis Evaluation
- 設計評估符合性聲明(DNV GL)(Class S)
Conformity Statement for Design Evaluation
- 設計評估符合性聲明(Class NK)(Class T)
Conformity Statement for Design Evaluation
- 製造評估符合性聲明(Class NK)
Conformity Statement for Manufacturing Evaluation
- 型式試驗符合性聲明(Class NK)
Conformity Statement for Type Testing
- 最終評估報告(Class NK)
Final Evaluation Report

日立提供參考之型式驗證證書為第二版(2019.7.12 發給，有效期限 2022.4.6，於 Class NK 網站之「大型風車 型式認證登錄簿」亦有紀錄登載)，目前正在申請第三版證書更新，

主要更新原因是為配合離岸一期風機設計使用國內本土廠商製造變壓器，與原驗證機不同所致。

其中最主要的部分即是 DNV GL Class S 設計評估，再由 Class NK 針對 Class T 作設計評估。DNV GL 之設計評估係依 DNVGL-SE-0074(依據 IEC61400-22)標準，分別透過載重、安全、轉子葉片、機械原件、電力系統、機艙外罩及機鼻罩項目進行驗證。由日立提供之節錄文件可知載重模擬情境包含:發電狀態、發電狀態加上錯誤狀態、啟動、一般停機、緊急停機、靜止、靜止加錯誤狀態等情境，據佐伯先生表示當時設定參數係討論約 2 個月才定案。日立公司依據載重情境製作報告後，將報告及相關數據提交給 DNVGL 審查驗證。機械設計評估主要是針對輪轂及主機架部分，電力系統則是透過機電能量轉換概念、雷擊保護概念、葉片旋角機制、安全相關控制與通風系統進行評估。

製造評估係針對重要零件:葉片、葉片軸承、旋翼系統、齒輪箱、發電機、變壓器、電力控制系統、轉向軸承、轉向系統及機艙總成之製造過程及實品評估，由檢驗員實地赴製造工廠確認設計內容與製造品質管理水平符合要求。

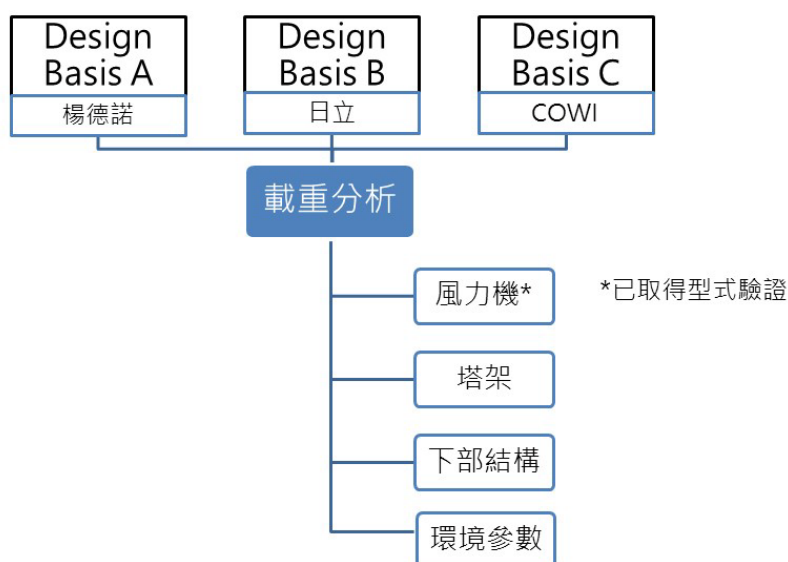
型式試驗則是必須對齒輪箱、安全性機能、電力性能、載重測量及葉片 5 個項目作測試，透過文件審查及檢驗員見證測試方式進行，其中葉片測試報告係於具國際互相承認機構認證實驗室進行試驗，故不再派員見證，就書面文件報告審查。

(二) 風場專案驗證(Project Certificate)

離岸一期工程契約要求承攬商辦理風機規劃、設計過程需依 IEC 61400-22(ed.10) Wind turbines–Part 22: Conformity testing and certification 相關計畫驗證規定辦理，聘請國際具離岸風力發電計畫驗證實績之第三方驗證公司進行本工程之設計評估並取得其相關設計合格聲明(Conformity Statement or Statement of Compliance)或合格驗證(Certificate of Conformity)之文件及報告。

經濟部標準檢驗局於 2017 年起規劃建置第三方檢驗中心以建立離岸風電自主驗證能量，並與國際制度接軌，以確保離岸風場設置之安全性。標準局於 2019 年發布訂定「離岸風力發電案場專案驗證審查示範輔導作業要點」，針對示範風場及 2021 年完工並聯之離岸風場，須提交第三方驗證文件(場址調查及設計階段為主)以利標準局進行專案驗證審查，本離岸一期示範風為當然適用對象。未來離岸風場專案驗證管理制度將延伸至製造及運輸施工。

本工程聯合承攬商楊德諾-日立係委託 DNV GL 辦理設計驗證，以本風場 21 座風力發電機組分為 3 群集，分別取各群集中最為嚴苛之條件作為代表性參數進行評估驗證。離岸一期之場址調查由楊德諾負責，日立負責風機及塔架設計，下部結構則分包予 COWI 進行設計，故驗證時須整合三方相關設計文件及數據，透過迭代計算進行整體整合性之載重分析。



設計驗證概念簡圖

交流過程中標準檢驗局團隊詢問，日本是否有類似我國標準檢驗局的機關協助政府對於風場開發把關？經佐伯先生說明，日本現行法規中，風場(陸域及離岸)在施工前必須通過工事計畫(即施工計畫)審查才得以進行施工(類似我國取得施工許可)，而工事計畫中必須包含認證機關對於風力發電機、支撐結構於該場址環境及運轉條件之強度與安全性設計評估確認文件，此評估過程即係由 Class NK 執行風場認證。此風場認證類似簡化版的風場專案驗證，除了

依循 JIS C 1400 (依據 ICE61400)相關規範，在日本特別的是土木學會出版之「風力發電設備支持物構造設計指針・同解説(2010 年版)」，此設計指南中多了 IEC 標準所沒有的風及地震之安全性規範，為日本獨特自然環境之適用。

陸、心得感想及建議事項

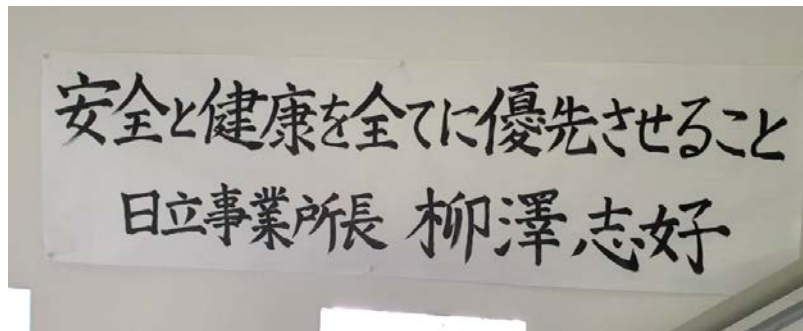
台電公司身為國營企業，於能源轉型政策中亦位居要角，對於本國欲發展風電驗證技術能量之決策，本公司為示範風場開發商亦當配合，責無旁貸。台電離岸一期示範風場工程自 2018 年開始設計，2019 年各部件皆進入製造階段，有幸於製造期間得奉派赴日觀摩組裝過程及了解相關議題，感謝公司給予學習機會，感謝日立公司、青木翔平先生與台灣分公司張翰青先生以及同行團員們不吝交流分享及互相照應合作，使本行程得一切順利。本次參訪實地見證日立製風機組裝過程，並就組裝進度、品質、型式驗證、專案驗證等議題交流討論，獲益良多。



參訪團員與日立人員於風力保固訓練中心前合影

在技術方面見識到日立的國際級製造水準，不論是工廠內部環境或公司內部應用系統開發，在工廠及辦公場所皆能感受到日立集團企業理念之體現。工作環境中安全與健康是首要注重，在

埠頭工廠及國分工廠皆有懸掛日立事業所長手寫工安標語，感受強烈且能深入人心，對於內部企業文化營造更勝印刷字標語。如何對內部溝通製造感動，亦為本公司可思考學習之處。



所長題字標語

本次參訪過程見識日立公司內部流程並以此進行反思，其雖已經營百年，仍保有學習成長之活力，例如對外部意見具體反饋之互動方式及內部錯誤檢討經驗之重視及傳承，不論對內或對外皆係以共榮共好的理念在執行，此為企業永續經營重點，建議日後於辦理工程設備查驗或另有相關參訪機會時，可對企業經營理念相關議題酌進行交流，作為組織內部流程改善之參考。

柒、附件 - 參訪問答集

附件為參訪過程中書面提問日立相關議題之彙整，由日立公司答覆，以附件呈現以利後續應用及參考。

108 年 12 月日立製作所參訪問答集

編號	問題	回覆
1	日立埠頭工廠有幾位工作人員(包含工廠技工)?	約 100 名 (製造、品保、資材、下包商)。
2	FA 棟是專門生產 5.2MW 風機嗎，除了台電離岸一期專案還有哪裡的風場也使用本型號風機?	是專門生產 5.2MW 風機，除台電離岸一期以外，另有在九州響灘一台。
3	埠頭工場有見學行程，是如何安排的呢?	通常都是大學教授跟日立的人員(可能以前是教授的學生)聯繫去安排。
4	日立公司是否有獨創的工場管理系統?	日立公司有一套 QMS(Quality Management System)作為日立集團的統一準則。
5	風機組裝過程中是否有遇到甚麼困難可能會延遲到台電離岸一期專案?	目前無影響交期的重大問題。
6	與台電公司合約中的「五年維護」會是現在的組裝人員嗎?或是日立有專門的運維部門?	會搭配船公司組成專門的運維部隊，部分人員來自埠頭工場。
7	風力機的運轉維護是否有程序書? 未來風力機維護的重點是?	會有運維手冊。重點是維持可用率，我們需進行遠端的監控、故障處理、檢修來維持運轉。 Operation: 遠端監控、故障對應 Maintenance: 檢修、故障對應的零件更換

編號	問題	回覆
8	日立公司也不再發展浮動式基礎風機了嗎?	有在檢討，但目前無可公開之資訊。
9	如果未來日立不再生廠該型號風力機，如何確保運維期間零組件之更換無虞？	日立公司會負責風機的維護與服務，零組件是由各不相同的公司所製造，並由日立公司負責提供。
10	日立是否還會製造該風力機之發電機？ 未來若日立不再生產風力機，埠頭工廠將轉型或另作用途？	生產發電機的工廠為日立山手工廠，該廠除風機的發電機外，仍有生產其他發電機、馬達。 埠頭工廠的用途還未確定。
11	組裝時程介紹，一組機艙各分項程序之預估時間，及加總時間。21 組風機生產排程。	一組機艙分為 hub 兩階段工程、nacelle 五階段工程與檢試驗，各段工程約要一周時間，故約需 8 週，後續組裝熟練後可加快時間。
12	有關工場組裝的職安衛說明。	日立依照公司內部的 EMS (environmental management system)標準，及國家的勞動安全衛生法進行職安衛的管理。
13	依經驗來說，一部風力機機艙的組裝，在技術方面，最需要注意的重點何在？	技術及經驗面來說，從圖面的理解能力到重物操控的能力、1/100mm 等級的組件組合之知識與技術能力；品質面來說，螺栓鎖固的軸向力或扭矩的管理及聯軸器的對心等都很重要。

編號	問題	回覆
14	設備進場時會經過哪些程序?	先有製造商的檢驗結果報告書提交給日立確認，確認後才能出貨，出貨至埠頭之後，再由品質保證部門確認是否依照所提的檢驗結果與設計圖面，確認完畢後，方可進入組裝程序。
15	材料設備進場會抽驗嗎? 會如何抽驗，可否舉例。	重要大型零組件與經常會有問題的部分，進行抽驗，如螺紋孔洞是否乾淨等。
16	人員由塔架上到機艙的位置，及如何移動到其他部件位置。	塔架到機艙，可爬梯或電梯至塔架頂後，利用爬梯進入機艙，機艙內部可通往輪殼，葉片，及上方的直升機吊掛平台，可參考送審圖面。
17	工場使用的檢測設備及工具是否皆固定廠牌及規格?	皆有列冊，基本上會使用推薦的規格。
18	如何進行設備的檢查?檢查時機?	檢測設備有定期的校正時間，都貼於設備上，提醒校正時間是否到來。
19	風力機機艙組件分別由各國不同廠商供應，僅發電機由日立製造，日立方面是如何確保其他廠商供應之產品符合日立開出之技術規格?	針對第一次採用的製造商、很久沒採用的製造商等，會親自去該工廠進行會驗，確認無誤。

編號	問題	回覆
20	葉片在中國生產，請問日立是如何確保其製造品質?	由於葉片一旦完成後難以確認其品質，故委託當地第三方檢驗公司於製造階段每週配合製作進度到廠執行品管檢驗，並提出成果報告供日立確認。出貨前，由日立品管人員到廠實施最終檢驗，合格後始得出廠。
21	請介紹各檢驗停留點。是依照標準或合約?	合約無規定停留點，係依照廠內的組裝程序，請參考製造程序書。
22	一部風力機機艙測試完成需時多久?	約一週。
23	風力機的形式驗證(TC)是由 Class NK 出具，而專案驗證(PC)是由 DNV GL 執行，兩者之間是否有介面上面的問題？DNV GL 有額外進行分析嗎？是哪一項分析？原因為何？	NK 與 DNVGL 之間沒有界面的問題，NK 為 IAF 會員的 JAB 所認證的認證機關，因此與 DNVGL 之間可以互相承認。
24	型式驗證之機艙試驗在何處進行?包含哪些試驗內容?	實證機在鹿島港深芝，主要為 power curve 的驗證。
25	型式驗證之葉片試驗在何處進行?包含哪些試驗內容?	<p>葉片的形式驗證於葉片製造商 LZ FRP 經 ILAC 與 CNAS 認證的實驗儀器進行。試驗內容包含載重疲勞、空氣動力學、結構強度等。</p> <p>ILAC: International Laboratory Accreditation Conference</p> <p>CNAS: China National accreditation Service</p>