

出國報告（出國類別：洽公）

離岸二期海上變電站設備及風機 水下基礎構件安裝訪廠及監造工作

服務機關：台灣電力股份有限公司

姓名職稱：賴志能工程監

黃建翔工程師

溫成皓工程師

何 曄工程師

派赴國家/地區：越南

出國期間：113 年 4 月 15 日至 4 月 20 日

報告日期：113 年 6 月 18 日

摘要

本洽公行程係因應本公司執行「離岸風力發電第二期計畫-風場財物採購帶安裝案」(以下稱：本案)，其中風力發電機水下基礎部分次要構件及海上變電站上部結構(含機電設備)與下部結構，皆已於民國 112 年陸續啟動製造作業，爰偕同本案承攬商-富崴能源股份有限公司，分別赴北越河內市(風機水下基礎次要構件)以及南越胡志明市(海上變電站)之製造工廠，實地訪查相關設備製造協力廠商之作業情形，確實查察各項設備生產品質是否符合契約規範，並確保依契約時程要求如期交貨安裝。

本次亦拜訪國際著名驗證機構 DNV(Det Norske Veritas)越南辦公室，了解當地離岸風電政策推動以及目前發展現況，越南作為離岸風電新興市場，其推動時程雖較台灣晚，但其水下基礎之鋼結構銲接人才較為充足，惟相較於台灣不同之氣候、人文條件，其發展離岸風電之政策目標、模式及採用技術皆有一定差別，仍可作為後續台灣離岸風電推動策略之參考及借鏡。

目錄

壹、 洽公目的	1
貳、 洽公過程	1
一、 出返國行程概述	1
二、 TVL 公司介紹	2
三、 PV SHIPYARD 公司介紹	3
四、 DNV 公司介紹	3
參、 離岸二期風力發電機水下基礎	3
一、 水下基礎設計簡介及成果	3
二、 次要構件分類說明	6
三、 製造現況	9
肆、 離岸二期海上變電站	16
一、 海上變電站設計簡介及成果	16
二、 製造現況	21
伍、 心得及建議事項	28

圖目錄

圖 1	本案水下基礎群集分佈圖.....	4
圖 2	本案套筒桁架各群集立面示意圖.....	5
圖 3	本案風機水下基礎整體設計成果.....	5
圖 4	外部平台系統示意圖.....	7
圖 5	內部平台系統示意圖.....	8
圖 6	船靠系統及外部爬梯、休息平台及中間平台示意圖.....	8
圖 7	TVL 專案討論會議及工廠安全宣導.....	9
圖 8	外部平台(銲接組裝中).....	10
圖 9	內部平台(上層,銲接組裝中).....	10
圖 10	內部平台(下層,銲接組裝中).....	11
圖 11	內部平台爬梯.....	11
圖 12	外部爬梯、休息平台(防蝕塗裝作業中).....	12
圖 13	休息平台踏板格柵.....	12
圖 14	中間平台(防蝕塗裝作業中).....	13
圖 15	船靠系統(階段性塗層完成).....	13
圖 16	外部平台(成品).....	14
圖 17	外部爬梯(成品).....	14
圖 18	休息平台(成品).....	15
圖 19	船靠系統(成品).....	15
圖 20	本案海上變電站下部結構等距投影圖.....	17
圖 21	海上變電站下部結構生產示意圖(1/3).....	18
圖 22	海上變電站下部結構生產示意圖(2/3).....	18
圖 23	海上變電站下部結構生產示意圖(3/3).....	19
圖 24	本案海上變電站上部結構等距投影圖.....	20
圖 25	本案海上變電站側視圖.....	21
圖 26	PV Shipyard 會議說明本案海上變電站進度.....	22
圖 27	現場專案負責人說明製造進度.....	23
圖 28	海上變電站下部結構製造現況.....	23
圖 29	海上變電站上部主結構已完成(第一至五層).....	24
圖 30	MAIN DECK (第三層).....	24
圖 31	MAIN DECK 161kV GIS 預留基座.....	25
圖 32	ROOF DECK (第六層)同步於地面預組立.....	25
圖 33	已到貨之海上變電站機電設備.....	26
圖 34	CS Wind 越南廠生產線.....	27
圖 35	本案海上變電站下部結構鋼管進行真圓度測試.....	27
圖 36	於 DNV 辦公室討論台、越離岸風電政策.....	30

壹、洽公目的

本公司興辦「離岸風力發電第二期計畫-風場財物採購帶安裝案」(以下稱：本案)，採用 31 部 Vestas 9.5MW 離岸風力發電機組，分別設置於 31 座四足式套筒式水下基礎結構上，同時規劃有海上變電站 1 座，將 66kV 之離岸風力機組輸出電壓升壓至 161kV 之電力系統電壓，再由海陸纜轉接後引至陸上電氣室，經虛功(無效功率)補償後併入本公司輸電網。

本案依整體進度排程及工程推展，目前已進入設備製造階段，其風機水下基礎次要構件及海上變電站相關設備業於越南製造廠展開製造及組裝工作中，爰赴越南進行上述設備之查察與技術交流，以期精進作業流程並確實掌控專案設備製造階段期程。

藉由實地查訪本案風力發電機水下基礎次要構件及海上變電站設備之製造協力廠商，確實查察各項設備生產品質是否符合契約規範，並確保依契約時程要求如期交貨安裝。另本次亦順道前往本案技術顧問 DNV 公司之越南辦公室進行交流，增進派遣出國人員現場實務經驗及國際視野，以助於後續本公司離岸風場現地安裝及運轉維護工作之監造及執行。

貳、洽公過程

一、出返國行程概述

首先赴越南河內市風機水下基礎之次要構件製造廠，後赴越南胡志明市海上變電站機電設備組裝廠及上、下部設備製造廠，查察構件及設備產製進度、品質管理、自主檢驗及試驗等執行情形，並確認落實執行環安衛規定，另透過技術交流及意見回饋，精進作業流程，及降低組裝風險。

時間	地點	工作概要
4 月 15 日	台灣桃園市、越南河內市	去程： 台灣桃園機場→越南河內機場

4 月 16 日	TVL 製造廠(越南河內市)、 越南胡志明市	TVL 製造廠： 風機水下基礎次要構件進度討論、 製造工廠參訪及意見交流 中間行程(飛機)： 河內市→胡志明市
4 月 17 日	CSWind 及 PCVN 製造廠 (越南胡志明市)	CSWind 製造廠： 進度討論及製造工廠參訪 PCVN 製造廠： 進度討論及製造工廠參訪
4 月 18 日	PV Shipyard (越南胡志明市)	PV Shipyard： 海上變電站機電設備組裝及 上、下部結構製造工廠參訪、 專案進度討論與意見交流
4 月 19 日	DNV 越南辦公室 (越南胡志明市)	DNV(Det Norske Veritas)： 越南離岸風電政策、發展現況與 離岸風電技術討論
4 月 20 日	越南胡志明市、台灣桃園市	回程： 越南胡志明市機場→台灣桃園機場

二、 TVL 公司介紹

TVL(全稱：TVL Make Mechanical and Trading Company)為一間成立於 2018 年之船舶製造、維修及專案機械與鋼構製造公司，總部及製造廠皆位於越南河內市，依該公司廠房規模及設備，每個月之機械和鋼鐵結構製造產能至少逾 500 噸以上，另就離岸風電領域方面，除了製造並供應水下基礎結構外，亦有中大型離岸風電施工船舶(自升式平台船、鋪纜船)之製造業務。

三、 PV Shipyard 公司介紹

PV Shipyard(全稱：PetroVietnam Marine Shipyard Joint Stock Company)為越南國營集團 PetroVietnam 旗下之子公司，該公司主要業務涵蓋石油及天然氣產業鑽井平台、浮式設施與離岸風電水下基礎等鋼結構之製造、施工及測試等，該公司在越南當地擁有之船廠設施包括：336m 長的碼頭、46,000 m²的製造場與倉庫、運輸及起重設備，其每年生產總設備結構重量可達 50,000 噸以上。

四、 DNV 公司介紹

DNV (挪威語全稱：Det Norske Veritas)，為挪威一家專案驗證及風險管理服務機構，以「捍衛生命與財產安全，保護環境」為宗旨的獨立基金組織。該機構專業領域包括海事、再生能源、石油和天然氣、電氣化、食品及醫療衛生等，提供全面性技術諮詢服務以及專案評估與認證。截至 2024 年初，該公司已在 100 多個國家設點營運，擁有約 15,000 名員工和 350 個辦事處，為上述多個行業提供專業技術諮詢服務。

參、 離岸二期風力發電機水下基礎

一、 水下基礎設計簡介及成果

(一) 水下基礎設計簡介

本案風機水下基礎，包含：轉接段(Transition Piece)、套筒桁架(Jacket)及鋼管樁(Pin pile)詳細設計係由國內中興工程顧問公司負責執行，並由丹麥 COWI 公司、台北科技大學及澳洲西澳大學(Lehane 教授)等學術顧問提供技術諮詢並協助成果複核；設備結構製造部分，係由國內世紀鋼構公司負責本案所需全數風機水下基礎之主構件製造及全組大組立與銲接作業，其中水下基礎之次要構件因國內設備廠產能不足，經權責機關同意由國外廠商(越南 TVL 公司製造廠為主)負責製造，該構件於海外製造完成後，將運輸回台交由世紀公司與主構件銲接。

(二) 水下基礎設計成果

本案風機水下基礎使用四足式套筒桁架設計(每座 4 支鋼管樁)，並採分群策略，將風機點位分為 3 個群集(Cluster A、B、C)可顯著降低群集內之環境條件差異性，以符合風場規劃及發電量預估條件(如圖 1)。

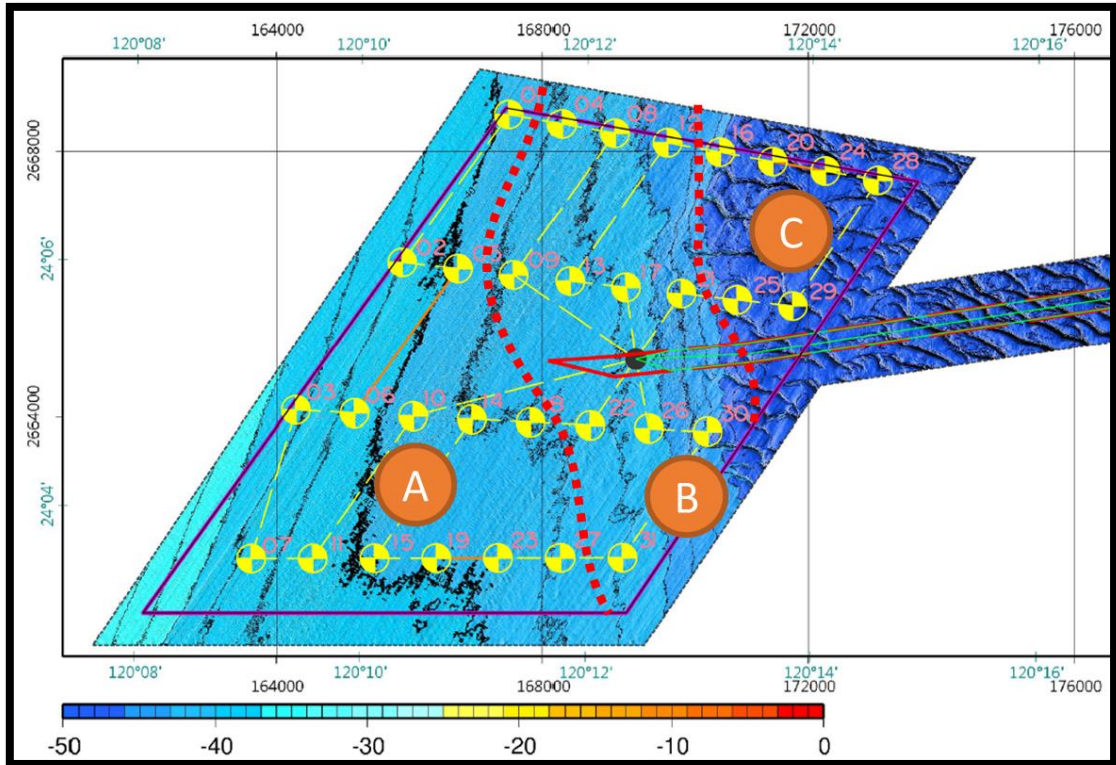


圖 1 本案水下基礎群集分佈圖

為了因應海床深度之不同，藉由分段設計規劃 3 種不同套筒桁架高度，應用於 3 種不同群集所在水深，使 31 部風機之輪轂高度趨近一致(如圖 2)，充分利用現場環境條件並達成最佳化之風場設計。

本案風機水下基礎整體設計成果如圖 3 所示，其中依設計功能之不同，分為主構件 PS(Primary Structure)，如：TP(轉階段)、Jacket(套筒桁架)及 Pin pile(鋼管樁)等；其餘為次要構件 SS(Secondary Structure)，如 EP(外部工作平台)、IP(內部工作平台)、Boat Landing(船靠系統)及 J tube(電纜 J 形管)等。

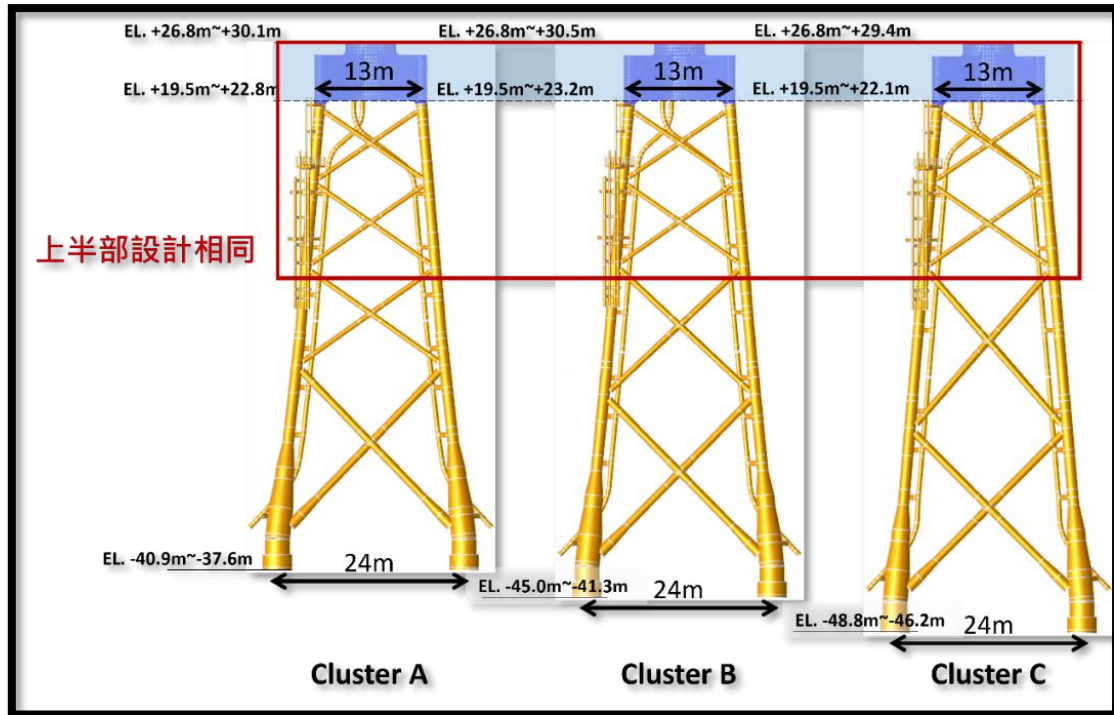


圖 2 本案套筒桁架各群集立面示意圖

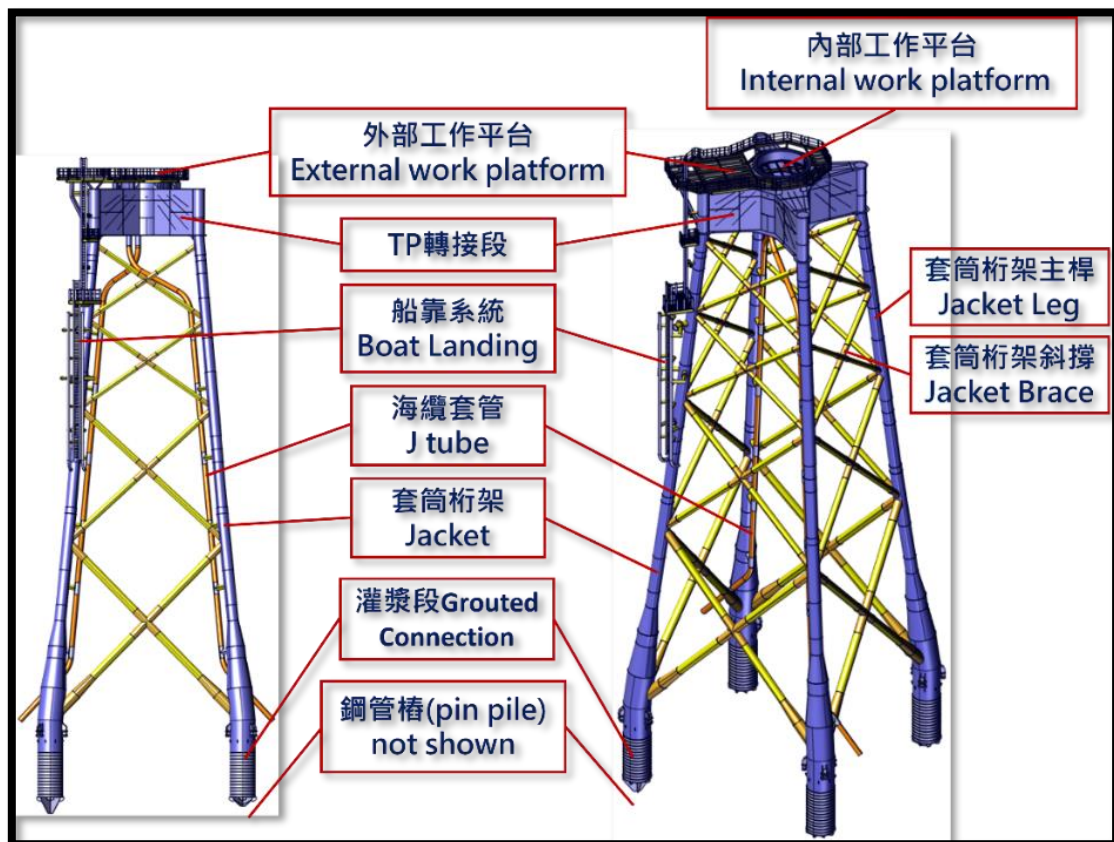


圖 3 本案風機水下基礎整體設計成果

二、次要構件分類說明

本案水下基礎次要構件之設計係以使用功能性為主要考量，共分為以下數個次要構件製造項目：「灌漿系統」、「防蝕塊」、「J 型管」、「船靠系統」、「外部爬梯」、「休息平台及中間平台」、「起重機支撐結構」、「內部平台系統」、「外部平台系統」、「轉接段法蘭」等，各次要構件主要用途概述如下：

1. 灌漿系統：套筒桁架安裝時，與鋼管樁連接灌漿所使用之相關引導鋼管，包含灌漿管、進水管等。
2. 防蝕塊：設置鋁合金塊優先與海水產生氧化反應，以此延長套筒桁架結構表面的防蝕能力。
3. J 型管：為保護海底電纜引接至風機之鋼管，每座風機設置 2 組 J 型管提供陣列海纜接入及引出。
4. 船靠系統及外部爬梯：船靠系統的功用在於人員由船舶轉移至風機時，提供船舶頂靠以保護其他結構受船舶撞擊而損壞，並透過設置爬梯供人員登爬至工作平台。
5. 休息平台及中間平台：用途在於人員從船靠系統登爬至工作平台時提供中繼休息之用，該平台設有扶手供人員配戴之安全母索勾掛，可保障人員安全。
6. 起重機支撐結構：用以支撐轉接段平台起重機之鋼構件。
7. 內部平台系統：本案設計有兩座內部平台(上部及下部)。上部平台(或稱法蘭連接平台)位在轉接段法蘭之下，是供塔架安裝期間的工作運轉使用；下部平台則是用來放置機電設備，包含開關盤、電纜、接線盒等。
8. 外部平台系統：外部平台係便利於作業人員從事相關工作之平台，設有起重機等固定設備，另亦有設置 Walk-to-Work 系統提供具工作舷梯之船舶連結，人員便可免除登爬作業，以較安全的步行方式直接登至外部平台。

9. 轉接段法蘭：風機塔架與轉接段連接鎖固之介面。

本次赴越南 TVL 製造廠查察水下基礎次要構件製造項目包含：船靠系統及外部爬梯、休息平台及中間平台、內部平台系統及外部平台系統。TVL 公司總共需供應 31 套風機水下基礎之次要構件，其中，又屬外部平台系統之構件量體最大(1 座外部平台約長 18m、寬 10m)，且內、外部平台系統元件項目數最多，工序亦較複雜(圖 4 及圖 5)，故製造進度不如預期，另船靠系統及外部爬梯、休息平台及中間平台設計外觀如圖 6 所示。

製造初期因品質差異、材料供應未及以及散裝船運不確定性等因素影響，致前幾批次交貨情形不甚穩定，後續經與協力廠商密切溝通及進度追蹤，承攬商亦加派人力分赴製造現場協助之下，目前除內、外部平台系統因配合台北港廠區儲放空間延後交貨外，其餘次要構件依排程陸續運抵國內台北港世紀鋼公司組裝，供應狀況已逐漸趨於穩定。

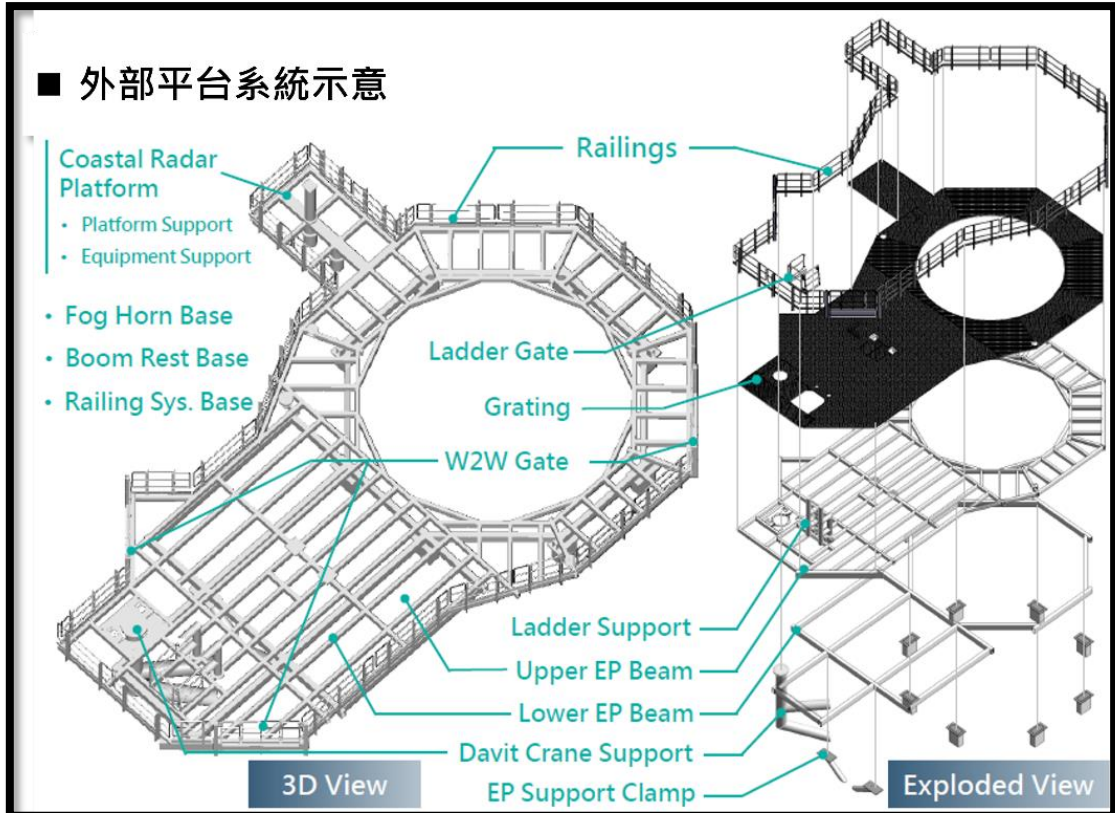


圖 4 外部平台系統示意圖

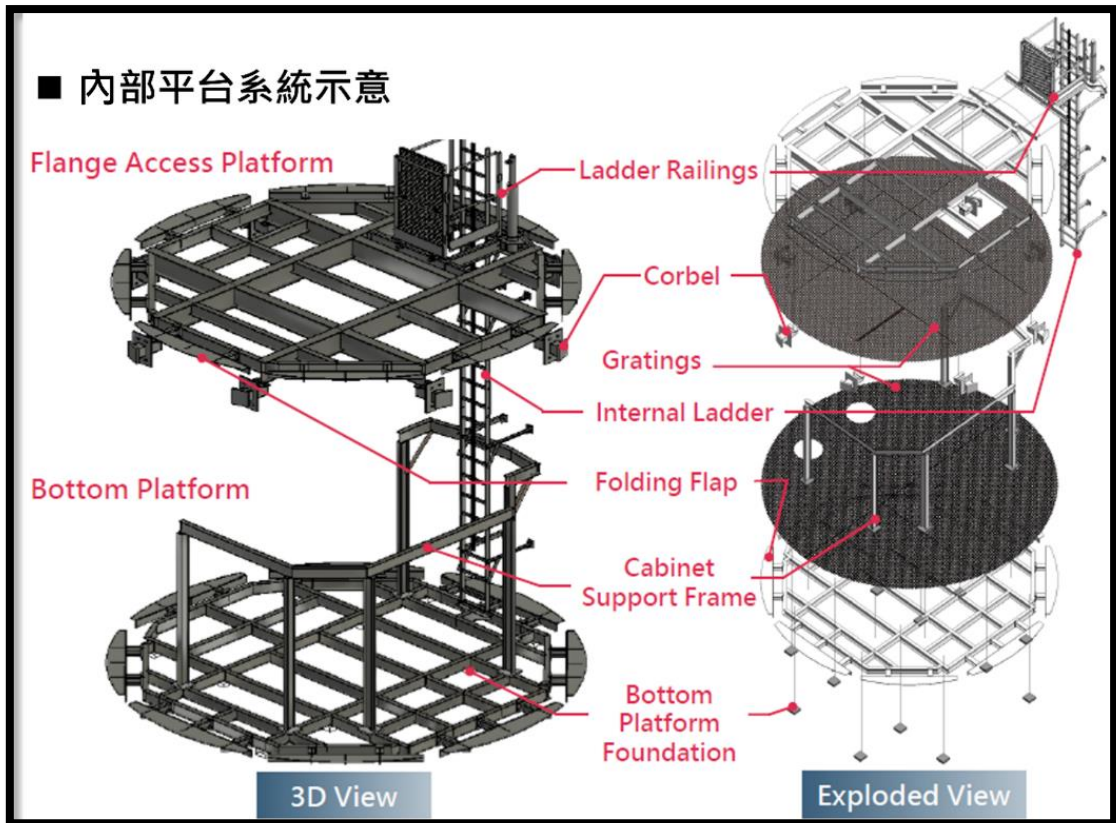


圖 5 內部平台系統示意圖

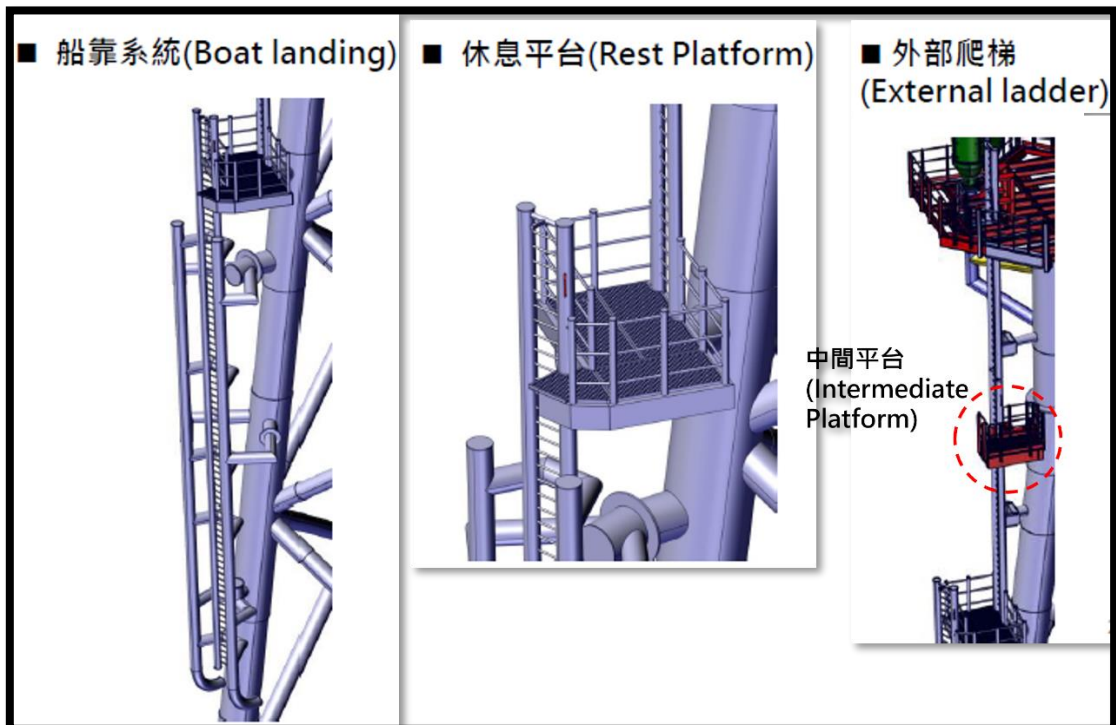


圖 6 船靠系統及外部爬梯、休息平台及中間平台示意圖

三、製造現況

本次訪查 TVL 製造廠，首先由 TVL 專案經理 Nguyen 簡報說明本案風機水下基礎之次要構件設備製造概況，包含製造項目、品質管制規定及工廠安全衛生要求事項、製造進度及後續產能評估等，雙方並就目前人力配置、過往交貨延遲情形進行討論(圖 7)，隨後由 TVL 職業安衛生主管進行工廠安全宣導完畢，即赴製造工廠實地查看。

TVL 製造現場負責人鄔經理首先帶領團隊確認外部平台項目(圖 8)目前製造情形，鄔經理說明上述項目之協力製造廠分工方式，係將底座結構及其餘小部件分開海運，至台灣世紀鋼公司再交其組裝(如後圖 16，底座結構單獨運輸)，導致程序較為冗長，且不易釐清責任，經現場了解實際情況並討論後，預計後續組數內、外部平台之格柵、手扶圍欄及閘門，於越南當地組裝後再運輸回台，可大幅減少在台灣地面組裝工時及人力，俾利銜接後續雜項機電組裝，以優化整體製造工序。



圖 7 TVL 專案討論會議及工廠安全宣導



圖 8 外部平台(銲接組裝中)

內部平台項目分為上、下兩層及內部平台爬低，現場製造中情形如圖 9、圖 10、圖 11，本項目議題與外部平台類似，目前亦考量將改採於越南完成銲接組裝。



圖 9 內部平台(上層,銲接組裝中)



圖 10 內部平台(下層, 銲接組裝中)

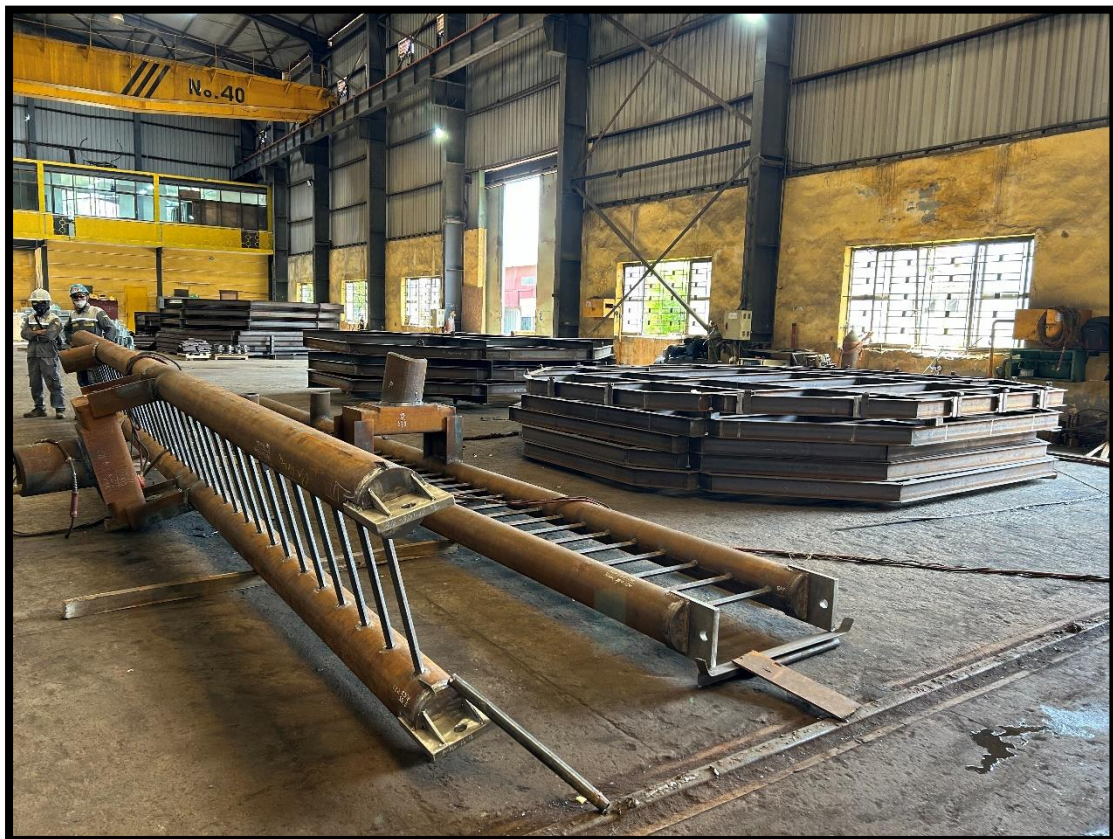


圖 11 內部平台爬梯

緊接著前往各廠房確認各部件製造狀況，圖 12~圖 15 為待噴塗防蝕塗層之次要構件(包含各段爬梯、平台踏板格柵、船靠系統、中間平台及休息平台等)。



圖 12 外部爬梯、休息平台(防蝕塗裝作業中)



圖 13 休息平台踏板格柵

TVL 公司已定妥 4/15 之船期，將載運一批次要構件前往台北港，預計 4/22 抵達，該批次貨物包含外部平台、外部爬梯、休息平台、船靠系統，現場設備待運輸上船現況如圖 16~圖 19 所示。



圖 14 中間平台(防蝕塗裝作業中)



圖 15 船靠系統(階段性塗層完成)



圖 16 外部平台(成品)



圖 17 外部爬梯(成品)



圖 18 休息平台(成品)

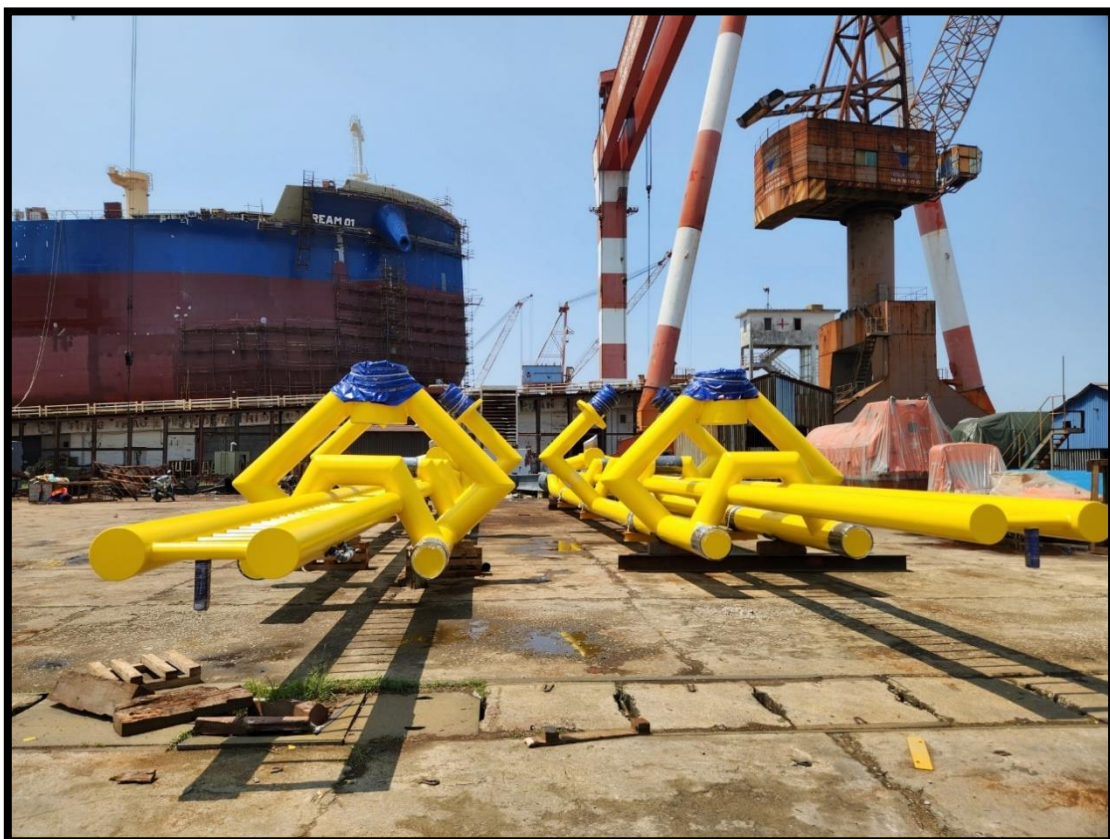


圖 19 船靠系統(成品)

肆、離岸二期海上變電站

一、海上變電站設計簡介及成果

(一) 海上變電站設計簡介

本案海上變電站(包含上、下部結構及機電設備)係由 Worley(全稱：Worley Limited)統籌執行，該公司是一間來自澳洲的專業顧問公司，服務領域涵蓋石化產業及再生能源等。海上變電站之鋼結構部分由該公司完成設計後，再委由 PV Shipyard 於越南胡志明市完成鋼結構製造，其下部結構及上部結構預計陸續於 113 年 8 月及 114 年 3 月交貨。

(二) 海上變電站設計成果

本案風場裝置總容量為 294.5MW，依「再生能源發電系統併聯技術要點」規定，風場電源線應併至台電 161kV 系統，考量風力機採用型號之輸出電壓規格設定為 66kV，故設置海上變電站將總共 6 串陣列海纜匯集後，透過變電站上設置 2 部 250MVA 之變壓器，升壓至 161kV 再由輸出海纜將電力運輸至陸上併網點。

1. 下部結構設計：

本案海上變電站下部結構採用四足式套筒桁架(jacket)，且為後打樁形式(圖 20)，並於桁架之東北及西南方位各設有 1 座船靠系統(Boat Landing)；東南側設有 3 個外送海纜使用之套管以及 2 個備用套管，西南側與東北側分別設有 3 個陣列海纜使用之套管。

圖 21~圖 23 為海上變電站的下部結構製造項目及組裝程序，PV Shipyard 規劃將下部結構拆分為小單元分開製造，如支撐底座、X 型斜撐及樁座等，並由底座開始向上組裝，底座完成後接續下一層 X 型斜撐，以環形的方式一面一面逐步完成後再進行更上一層 X 型斜撐安裝，直至整座塔架全數完成後，再進行船靠系統及 4 座樁座的安裝。

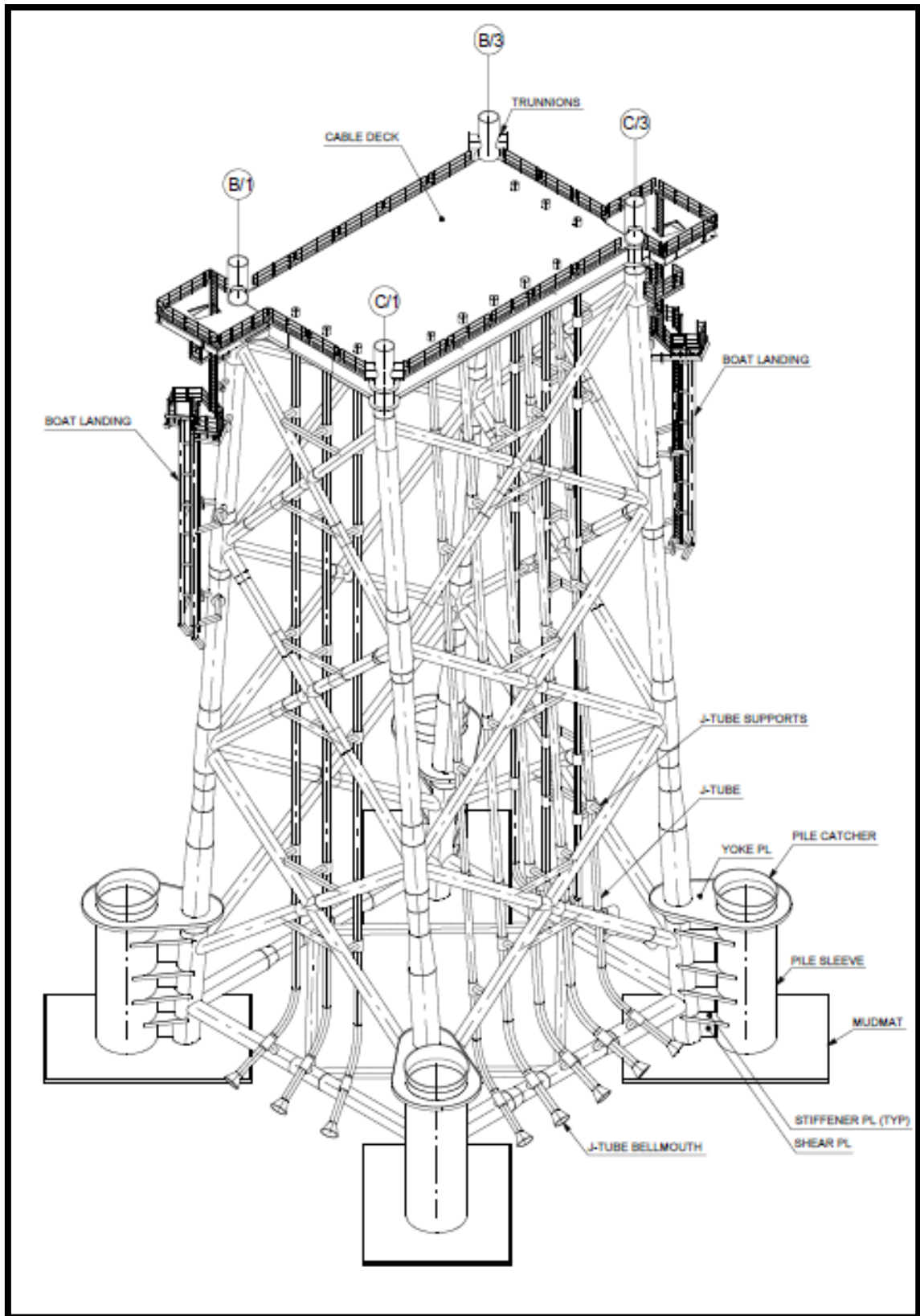


圖 20 本案海上變電站下部結構等距投影圖

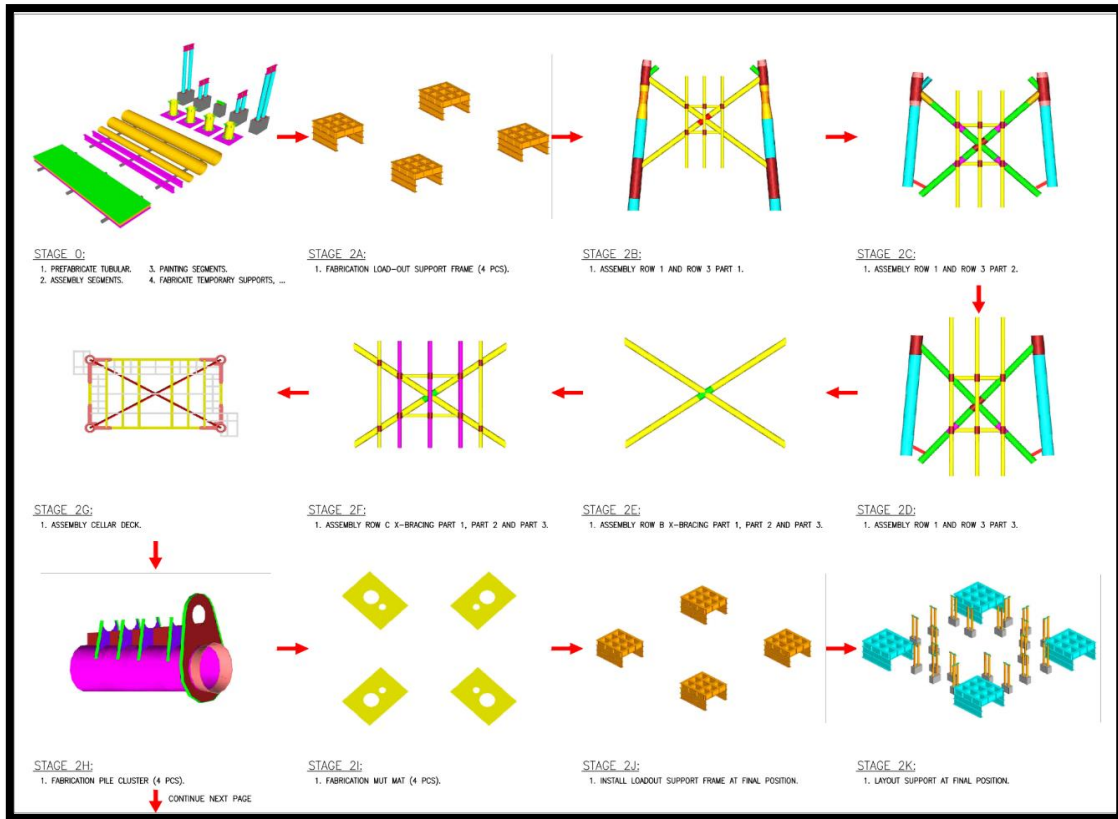


圖 21 海上變電站下部結構生產示意圖(1/3)

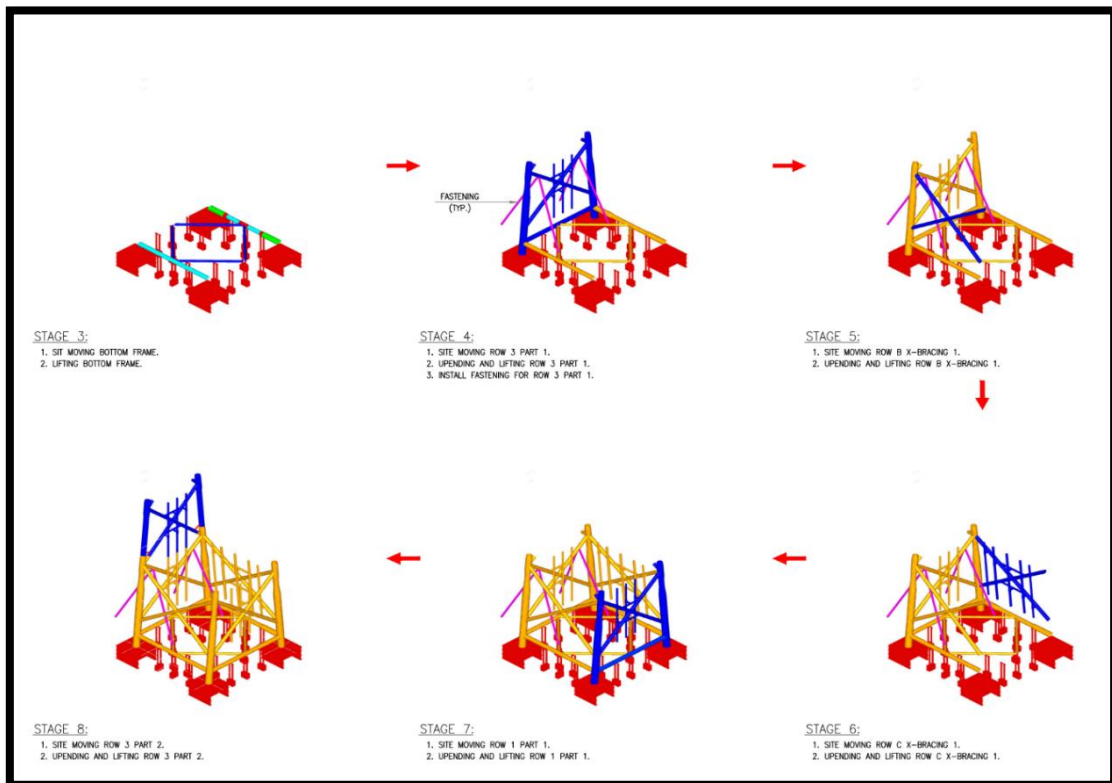


圖 22 海上變電站下部結構生產示意圖(2/3)

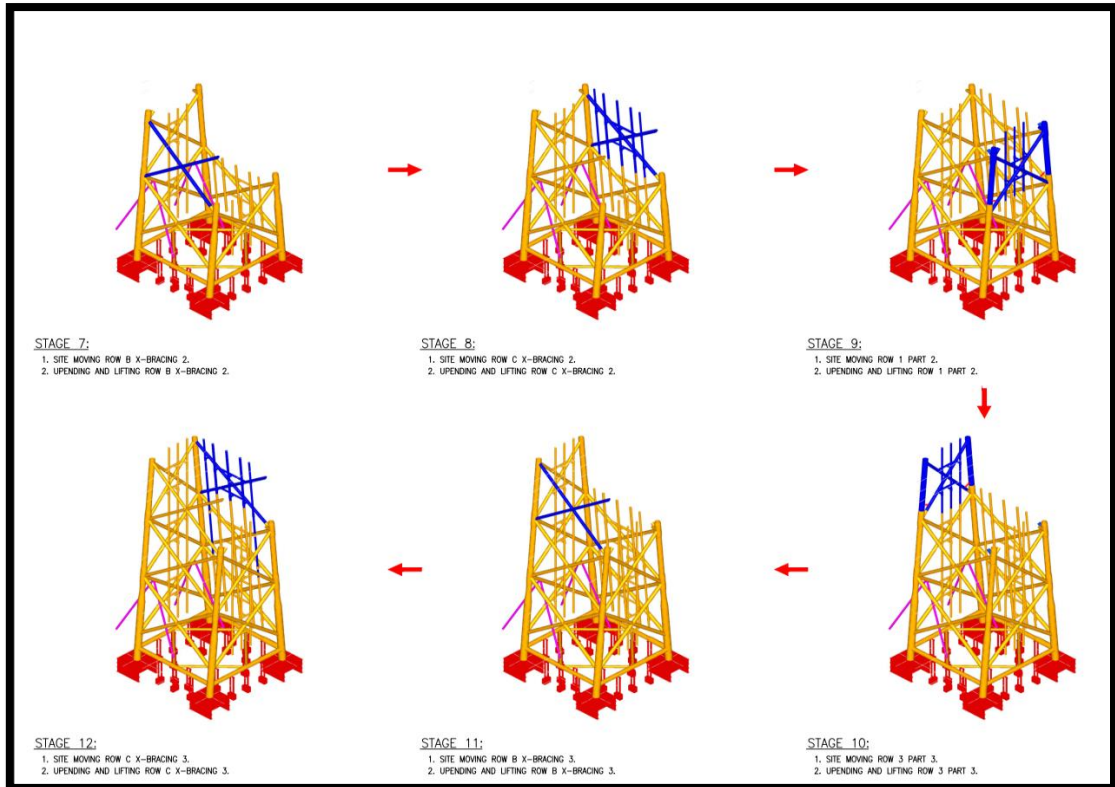


圖 23 海上變電站下部結構生產示意圖(3/3)

2. 上部結構設計及機電設備規劃：

海上變電站上部結構部分，設計有六層鋼結構體(圖 24、圖 25)，分別為 CABLE DECK (第一層)、LOWER DECK (第二層)、MAIN DECK (第三層)、MEZZANINE DECK (第四層)、UTILITY DECK (第五層)、ROOF DECK (第六層)，以及直升機平台，各層主要設備如下：

- (1) CABLE DECK (第一層)：陣列海纜及輸出海纜 J 形管、頂靠設施 匝口。
- (2) LOWER DECK (第二層)：walk to work 平台、物料吊卸平台、 汗水處理設施。
- (3) MAIN DECK (第三層)：66kV/161kV 250MVAR 變壓器 2 台、變壓 器散熱器 2 台、33kV GIS、161kV GIS、高低壓控制盤。

(4) MEZZANINE DECK (第四層)：海上變電站用電變壓器(所內用電)、充電機及電池室、控制室、電源室、空調系統室。

(5) UTILITY DECK (第五層)：潔淨氣體消防系統、工作室、控制室、其他緊急留宿生活空間。

(6) ROOF DECK (第六層)：緊急柴油發電機、主吊車、空調系統散熱器。

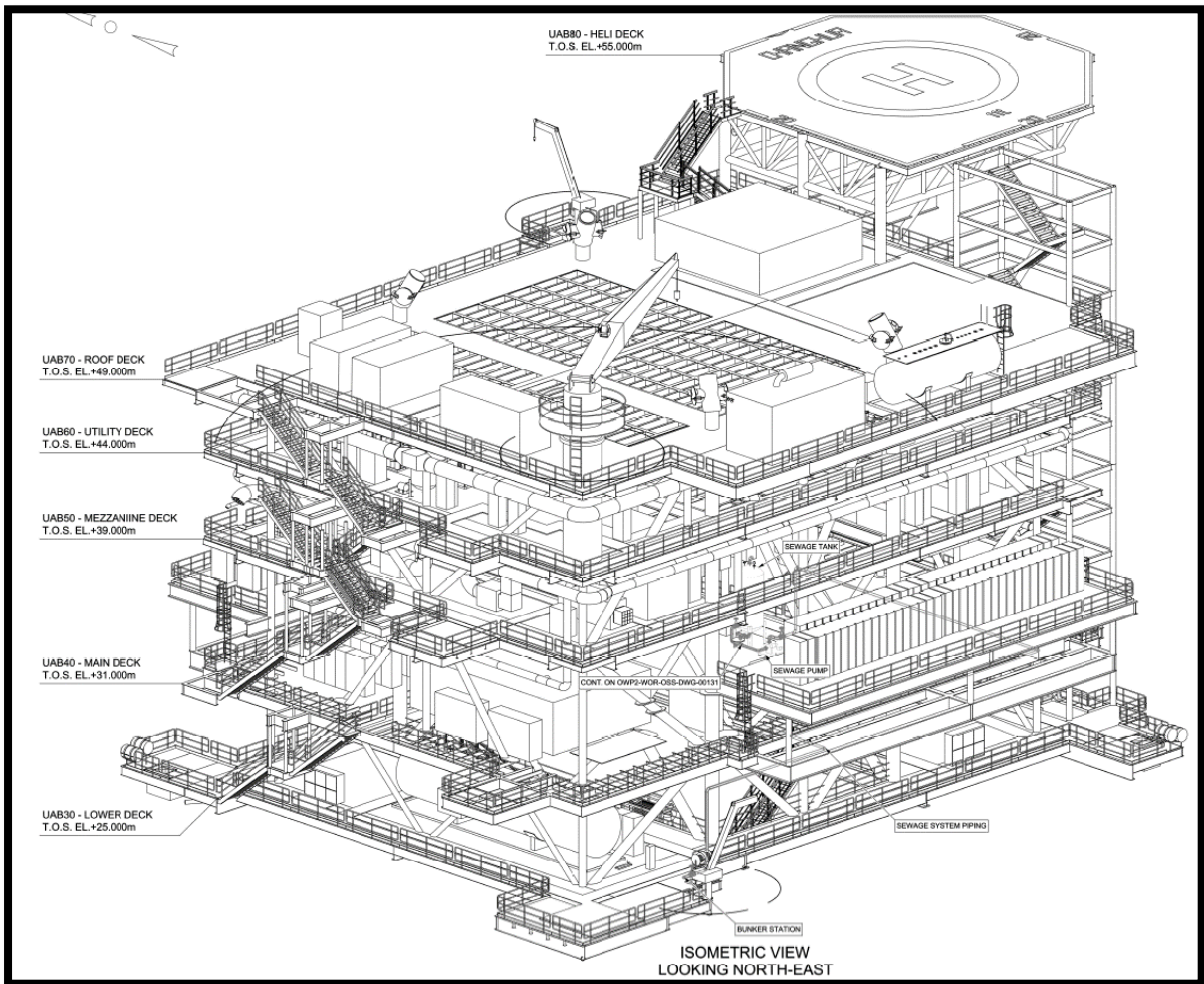


圖 24 本案海上變電站上部結構等距投影圖

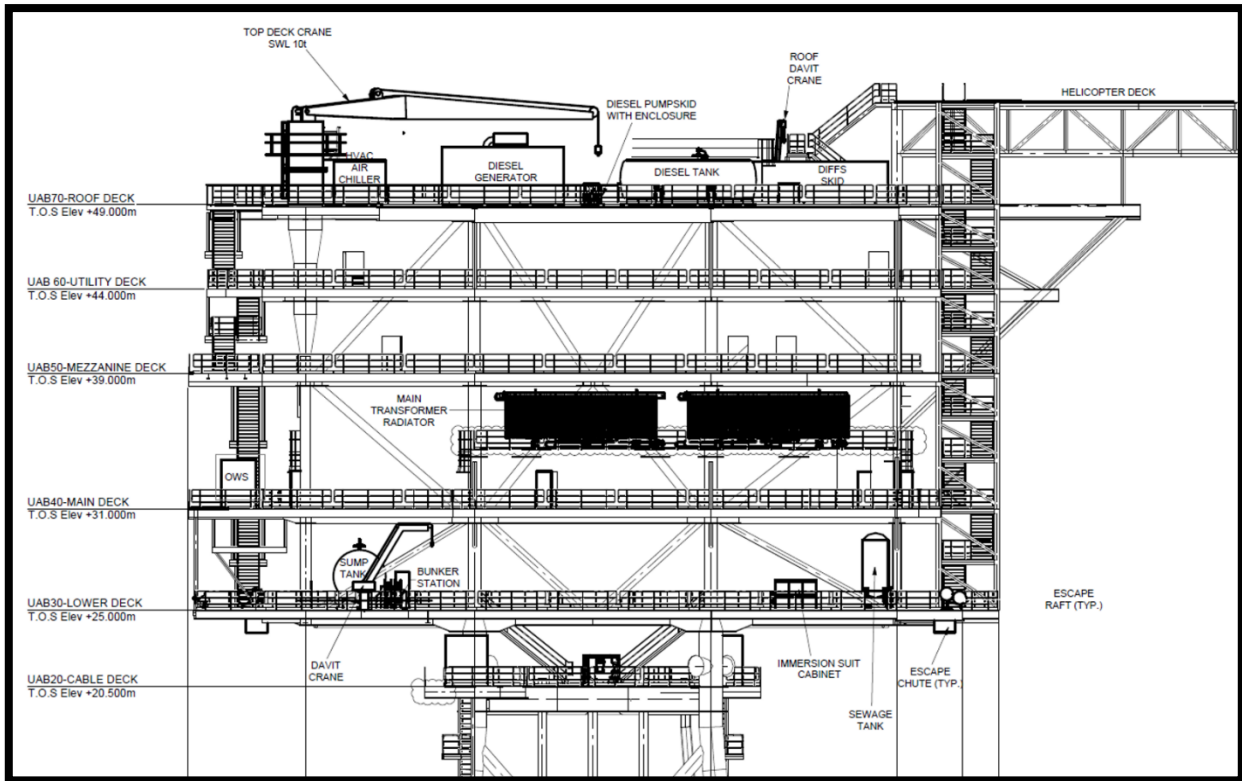


圖 25 本案海上變電站側視圖

依本案風場佈置及風機分串設計，設計單位規劃風場內 6 條陣列海纜經由北側及南側(各 3 條)之 J 形管引上至 CABLE DECK (第一層)，穿過 LOWER DECK (第二層) 於 MAIN DECK (第三層) 接至 66kV 開關設備，再引至主變壓器低壓側，將風機輸出電壓由 66kV 升壓至 161kV 之系統電壓後再拉至 161kV 開關設備，再規劃由 3 條輸出海纜經東側之 J 形管引出輸出海上變電站，使風場產生之電力以最少線路損失之設計方式外送陸上。

海上變電站除升壓外另設有人員緊急留宿空間，供人員因搶修時遭遇突發惡劣天氣可佔留應急，另考量海上變電站擴充性，已預為設計各 2 組 66kV GIS bay 及陣列海纜 J 形管，預計可擴充至少 100MW 容量，以提高海上變電站效益。

二、製造現況

本次訪廠由 PV Shipyard 專案經理 Nathen 為我們說明海上變電站下部結構及上部結構之製造程序(圖 26)，並報告當下製造進度圖(圖 27)，下部結構之構件總銲接進度為 80%，總塗裝進度為 60%，下部結構(Jacket)大組立進度約 78% (完成最下層的 X brace)，各項進度均與預定目標相符，海上變電站下部結構(Jacket)預計今年 8 月底可完成裝運至風場安裝。



圖 26 PV Shipyard 會議說明本案海上變電站進度

海上變電站上部結構部分，目前主結構甲板已完成第一層至第五層(含電氣設備層)組裝銲接工作，並同時於地面層進行第六層部件基礎預組立工作，待完成後再吊裝與主結構連接，完成海上變電站上部主結構施工，本案另規劃有直升機停機平台，考量專業技術分工，目前刻正由專業協力廠商同步產製中，預定 113 年 5 月下旬可完成(圖 29~圖 32)。

本案海上變電站機電設備係由 GE 公司統包辦理，包含系統設計、供料及施工，為加快設備供料速度，161kV 250MVA 主變壓器委由該公司土耳其廠製交，66kV 及 161kV 開關設備則分別由法國廠及瑞士廠製交。



圖 27 現場專案負責人說明製造進度

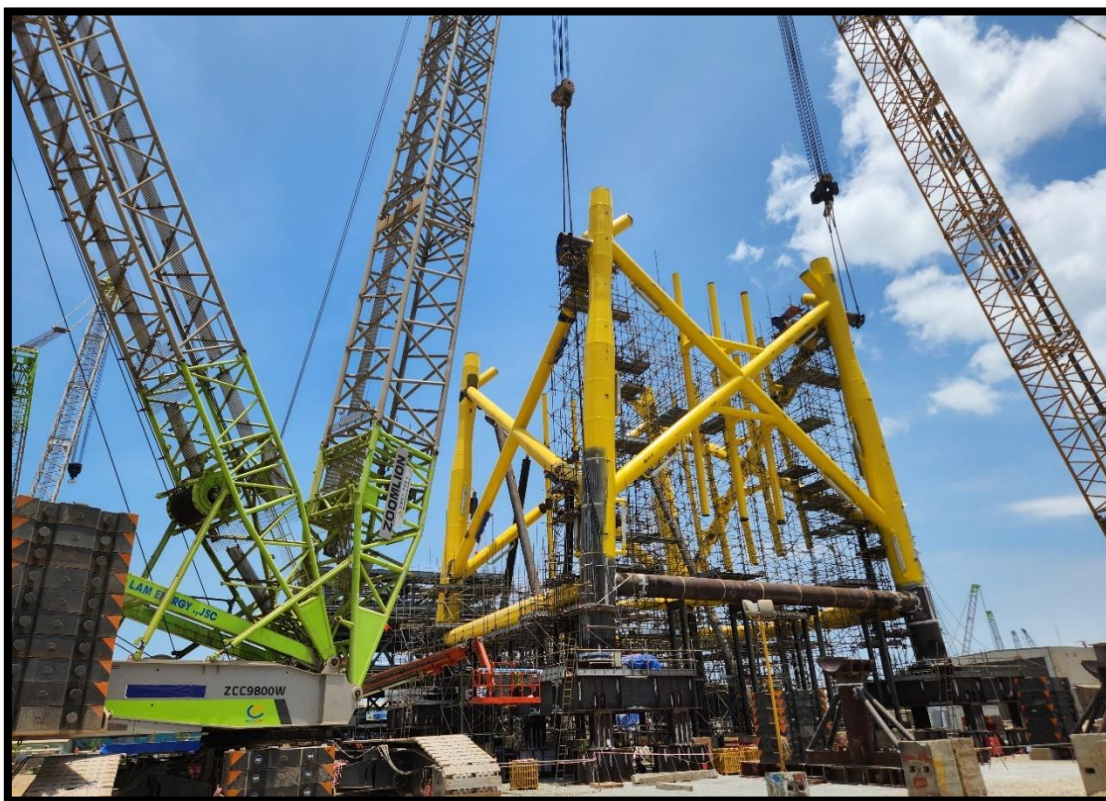


圖 28 海上變電站下部結構製造現況



圖 29 海上變電站上部主結構已完成（第一至五層）



圖 30 MAIN DECK（第三層）



圖 31 MAIN DECK 161kV GIS 預留基座



圖 32 ROOF DECK (第六層) 同步於地面預組立



圖 33 已到貨之海上變電站機電設備

前述機電設備部分已依需求進度陸續到貨，包含 161kV 主變壓器本體、變壓器絕緣油、開關盤體、內部低壓電纜、設備控制盤體及潔淨氣體消防系統等設備零組件已妥善存放於廠區內物料儲存區(圖 33)，待海上變電站上部鋼結構完成後，即啟動相關電氣設備安裝及後續測試工作。

PV Shipyard 為海上變電站製造整合及供應之廠商，其上、下部結構所需部分構件(腿管、斜撐、…等)交由 CS Wind(圖 34)及 PCVN 供應。故本次行程亦赴 CS Wind 及 PCVN(越南中電)等鋼構廠訪廠，其中 CS Wind 是全球第一大風機塔架製造商，於 2003 年在越南建廠，為 Vestas、SiemensGamesa、金風科技等知名風機系統商供應風機塔架。

CS Wind 主要負責供應本案海上變電站下部結構主管及小管段的 Can、Section 及 Pin piles，目前該廠負責的鋼管構件已全數完成，將分批載運至 PV Shipyard 完成後續組立。



圖 34 CS Wind 越南廠生產線

另外，PCVN 廠亦協助製造下部結構主管及小管段的 Can 及 Section，訪廠時洽由 PV shipyard 及 SFE 派員辦理 Section 真圓度量測工作。



圖 35 本案海上變電站下部結構鋼管進行真圓度測試

伍、考察心得及建議事項

首先感謝本處蔡英聖處長與王平貴主任的肯定，方能藉由處內 113 年度出國計畫的調整，選派職等 4 人代表本處赴越南辦理離岸二期計畫風機下部基礎協力製造廠的訪廠及監造工作，考量離岸二期計畫內規劃有本公司首座自有海上變電站，然在台灣目前港口腹地及水深條件尚未有海上變電站之製造量能，也未有任何國內製造商有相應的技術及經驗能夠自行建置海上變電站的情況下，奉派赴國外實地了解現場製造環境、程序及相關技術細節之機會千載難逢，相信在製造階段對於海上變電站製程的深入了解，對於未來離岸二期風場完工後的設備點檢及營運必定會有莫大的助益。

本次行程主要任務不僅單純實地到廠查證本案設備製造進度，確認製造品質符合規定外，亦藉由參訪越南當地的製造工廠，與不同國家(越南、新加坡及馬來西亞)之工程師交流討論，從中學習該國於各項設備製造技術之要領，並在會議過程裡就不同政治環境、人工成本及生產環境下能夠選擇的製造程序及方法來交換雙方意見，對職等 4 人來說獲益良多。

在本案海上變電站考察過程中，發現 PV Shipyard 雖屬國營體制且製造廠腹地甚大，然其編制仍見有管理完善之品管及施工團隊，勘查當日雖適逢越南國定假日，該公司負責本案之主管、施工及品管人員均有到場協助說明及引導，顯示對本案之重視，另於訪廠過程中發現該製造廠區現場內並非僅有施作本案海上變電站，更有台灣其他離岸風場之設備，如海龍風場之已完工的海上變電站及製造中的三腳式套筒桁架，另有沃旭大彰化風場之沉箱式水下基礎亦在此生產中，有此可見其製造量能相當充足，且生產經驗豐富，充分顯示其技術能力水平，應可因應各種鋼構設備生產。

在水下基礎次要構件部分，本案雖僅將 9 項次要構件列入追蹤控管，然各構件均可再細分為數項之製造子項，且依照各專案水下基礎設計之不同，有不同材料選用、製造流程及銲接技術，且各構件項目繁瑣，看似技術門檻不高，惟在量能擠壓或是整體成本的考量之下，部分次要構件恐是現今國內鋼構廠商仍無能力承製，或無意願發展的，各工廠在商言商，在本國的供應需求量未能達一定水準前，應較難在國內形成穩定之供應鏈，

故未來仍須仰仗離岸風電產業關聯政策持續落實在地化，倘未來區塊開發風場需求持續擴大，則國內水下基礎主要供應鏈廠商應有機會將技術及廠房產能提升，達成全構件自主供應之目標。

藉由本次訪廠機會，職等亦偕同本案業主工程司(DNV 公司)赴其位於越南的辦公室，該公司亞太區離岸風電總監張明輝表示其於越南離岸風電市場亦有承接技術服務顧問工作，因越南為南北狹長型土地，境內有超過3千公里的海岸線，東南部毗鄰海岸的地區，平均風速超過每小時10公里，與我國一樣同為發展風力發電的良好場域，但相較台灣而言，越南因腹地廣大及人力成本節省等種種優勢，使其鋼鐵、造船產業興盛，擁有離岸風電所需要之施工船舶、水下基礎之關鍵製造技術及穩定供應鏈，更是越南在離岸風場開發之上有巨大優勢，但目前越南政府在離岸風電相關法規、行政程序、配套措施及工作權責窗口等均未明定或尚未到位，以致於常有機關間工作互踢皮球的情形，故整體發展的進度似乎不如預期。另外一部分則是電網基礎建設問題，越南目前規劃潛勢風場均集中於該國南部地區，但該地區目前的電網系統仍不足以提供大量離岸風電容量併網，且國家整體電網輸電穩定度亦存有相當大的改善空間。

越南目前已開發離岸風場多半設置於潮間帶之作法，主因係該處水深較淺易於施工，且可大幅減少施工船舶的使用需求，由此可看出該國與台灣發展離岸風電之策略以及對於環保敏感區位之認定截然不同，相較於越南，台灣目前已有穩定的政策及法規，本公司對於國內併網需求亦有相對完善之規劃及建設。

離岸風電為現今世界主流的再生能源發展項目，然而在不同國家不同的製造量能、政策背景及人口社會環境等不同因素下，又會有不一樣的發展方式，各會也會有其各自的發展強項，因此本次越南洽公行程為非常難得的經驗，再次感謝台電公司及再生處的幾位長官能夠給予這個機會，除了能夠藉著離岸二期計畫讓我們實際參訪本案設備的製造流程，亦能夠領略越南在鋼構項目的製造量能。



圖 36 於 DNV 辦公室討論台、越離岸風電政策