

出國報告(出國類別:訪問)

## 赴丹麥與瑞典進行人員運維船業者 及離岸風電運維基地交流訪問

服務機關：臺灣港務港勤股份有限公司

姓名職稱：黃國展副處長

王文逸副理

陳崇興助理工程師

林依慧助理技術員

派赴國家：丹麥、瑞典

出國期間：108年11月 10 至 108 年 11 月 17 日

報告日期：108年12月26日

## 內容摘要

離岸風電產業目前為國家發展之政策，也是政府進行能源轉型的發展目標，為了能落實產業國產化以提升本國在離岸風電的作業能量，本公司率先投入使用本土船廠製造人員運輸船(Crew Transfer Vessel, CTV)，並積極進行離岸風電運維基地之管理，基於離岸風電產業在丹麥、瑞典已為相當成熟的產業，本公司安排參訪歐洲第一大運維船舶公司NOS(NorthernOffshoreServices,NOS)，實地了解CTV船舶營運與管理模式，參訪e.on風場營運管理公司的運維基地，擷取其成功經驗進而提升本公司經營離岸風電運維基地的管理能力，另參訪丹麥第一大海陸運輸裝卸公司BMS，實際了解離岸風機裝卸、海陸運輸作業模式，以作為本公司未來提供離岸風電產業多元化服務發展之參考。

# 目 次

內容

壹.	目的 .....	4
貳.	出國期間 .....	4
參.	拜訪行程 .....	4
肆.	過程概要 .....	5
伍.	心得與建議 .....	13

## 壹. 目的

配合政府積極推動離岸風電政策及提升離岸風電業者運維服務，本公司安排參訪歐洲船舶營運公司NOS瞭解船舶營運管理、風場服務、船舶設計、人力規劃、後勤維修及緊急應變等相關經驗；並至e.on公司位於Rodbyhavn的運維基地實地觀摩風場運維模式，以強化本公司離岸風電運維基地管理經驗，藉此提升運維效率及提供優質服務；另參訪專營海陸運輸及裝卸公司BMS以瞭解風機裝卸運輸作業規畫及執行，以作為本公司未來經營離岸風電運維業務與多元化發展之參考。

## 貳. 出國期間

出國期間:108 年 11 月 10 日至 108 年 11 月 17日(共八日)

## 參. 拜訪行程

日期	地點	行程
11 月 10 日	桃園-丹麥(哥本哈根)	啟程
11 月 11 日	丹麥(洛蘭島)	1.拜訪風場運維管理公司e.on及 Rodsnad II風場運維管理基地。 2.參觀NOS公司運維船。
11 月 12日	瑞典(哥特堡)	拜訪NOS船舶營運公司總部。
11 月 13日	丹麥(奧爾堡)	從瑞典搭乘渡輪前往丹麥。
11 月 14日	丹麥(奧爾堡)	拜訪海陸運輸及裝卸公司BMS。
11 月 15日	丹麥(哥本哈根)	從奧爾堡搭乘飛機前往哥本哈根。
11 月 16 日-11月17日	丹麥(哥本哈根)-桃園	返程。

## 肆. 過程概要

### 一、參訪e.on公司並進行交流

#### (一) e.on簡介

e.on為離岸風場營運管理公司，主要服務項目有風場規劃(包含：場址評估、環境評估、產量評估與優化等)、風場營運與資產管理(包含：數據與故障分析、風機定期檢查、電力交易買賣、法律諮詢與保險等)，與風機製造生產(2兆瓦與4兆瓦)，藉由與經驗豐富的專業節能專家合作將數據連接至虛擬電廠，通過負載控制和優化進而提高效益，減少能源消耗並有效降低營運及維護成本。

#### (二) 參訪心得及交流摘要

##### 1. 參訪e.on運維基地

本次參訪e.on位於Rodbyhavn的運維基地，該運維基地進行Rodsna II風場運維管理，Rodsna II風場位處於丹麥的波羅地海，在2010年時是世界最大的離岸風場之一，採用西門子2.3兆瓦共90支風機供給約20萬丹麥家戶用電。運維基地中央控制室人力精簡僅有一位管理，運用大型螢幕顯示之資訊即時且易於判讀，所有的風機狀況均即時監控，可見其資訊管理系統建置完善，包含表單電子化可提高作業效率並使管理透明化，完整的數據分析可優化服務品質並降低人力需求。在提供給技術人員使用的安全裝備室內，依照類別、尺寸井然有序放置工作服、救生衣、安全鞋，安全帽等相關設備。大型挑高倉庫中分門別類置放各式常備工具、消耗性備品作為後勤補給作業之需，亦包含CTV齒輪軸，危險化學品設置專區另外儲放。

##### 2. 參訪運維船舶

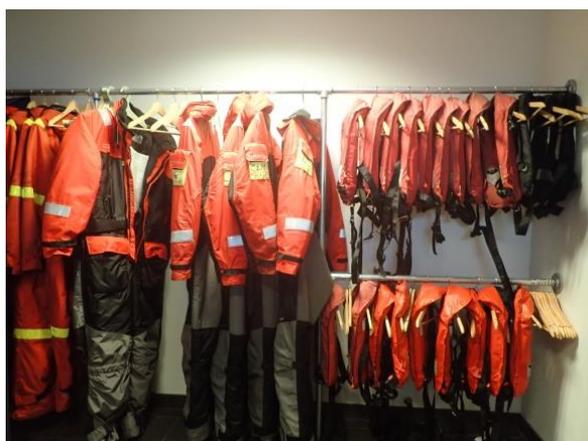
e.on承租NOS兩艘人員運維船進行該風場90支風機的運維服務，其中1艘為備用船，風場內各風機間相距約1公里，船舶相關資訊如下：

(1) D系列運維船(D class)，與本公司相同為26米船長，船型為Catmaram，搭載乘客12人，人員落水救援設備為搭配固定式吊桿之束拉式網，該船無撥油功能、無高壓清洗機，於前甲板固定一10呎貨櫃放置固定式收納櫃與各式常用裝備(如照片所示)、主機為MTU，與本公司同樣備有船上吊桿用於岸邊上貨，然船長表示，除非執行特殊任務[如：輕量ROV(Remotely Operated vehicle,ROV)水下檢測]，海上作業較少使用船上吊桿，通常海上吊裝作業較仰賴配置於風機之吊桿設備，機艙內均置有常備工具以利隨時進行維修。

(2)A系列運維船(A class)，船長16米之Catmaram，搭載乘客12人，具備高壓清洗機及撥油功能，主機為Volvo Penta公司產品，船舶整套操縱系統統一由Volvo Penta設計，具備兩套控制設備，一套為常備使用，一套輔助搖桿於船舶船速10節以下控制；該船執行當日來回任務，故無設置船員寢室。機艙內均置有常備工具以利維修。廠商採用主機無傳動軸，以藉此節省機艙空間，此系列小型船舶能有效利用空間作為其他配置使用，另外該主機、推進及操縱系統都由同家廠牌供應，在維修方面可節省維修廠商判斷時間，機艙內部留有空間以利船員進行操作，相對寬敞(如照片所示)。

(3)歐洲當地法規船員最低配額為2人，於風場服務時一人操作船舶、一人協助技術人員作業，運維時期採12小時作業，建置期若有24小時作業，於作業12小時結束後返回運維基地更換船員執行任務，如風場離運維基地距離太遠，將於海上旅館船進行船員更換替補以確保船員得到足夠的休息。

### (三) 參訪照片



A. 安全裝備放置及更衣室



B. 安全裝備放置及更衣室



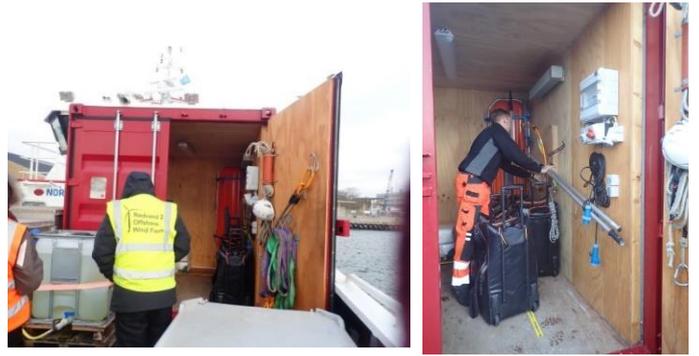
C. NOS公司D系列運維船(側)



D. NOS公司D系列運維船(艏)



E. 吊桿-用於岸邊上貨



F. 10呎固定貨櫃-放置常備工具



G. 10尺固定貨櫃內部收納櫃



H. D系列運維船乘員區空間



I. 技術人員物品放置區



J. 駕駛室



K. 船長介紹運維操作



L. ISM規則及其他守則



M. ISM紀錄表單電子化



N. 機艙空間及工具放置



O. MOB人員落水救援設備(吊桿+套索+勾桿)



P. 與D系列運維船船長船員合影



Q. A系列運維船



R. 艙部吊桿(本艘船舶採艙部上貨)



S. 高壓清洗機



T. 乘員區及駕駛室



U. 操控設備(第一套:推進器+轉舵; 第二套:搖桿(低船速使用))



V. 統合廠牌(主機、推進系統及操控系統)



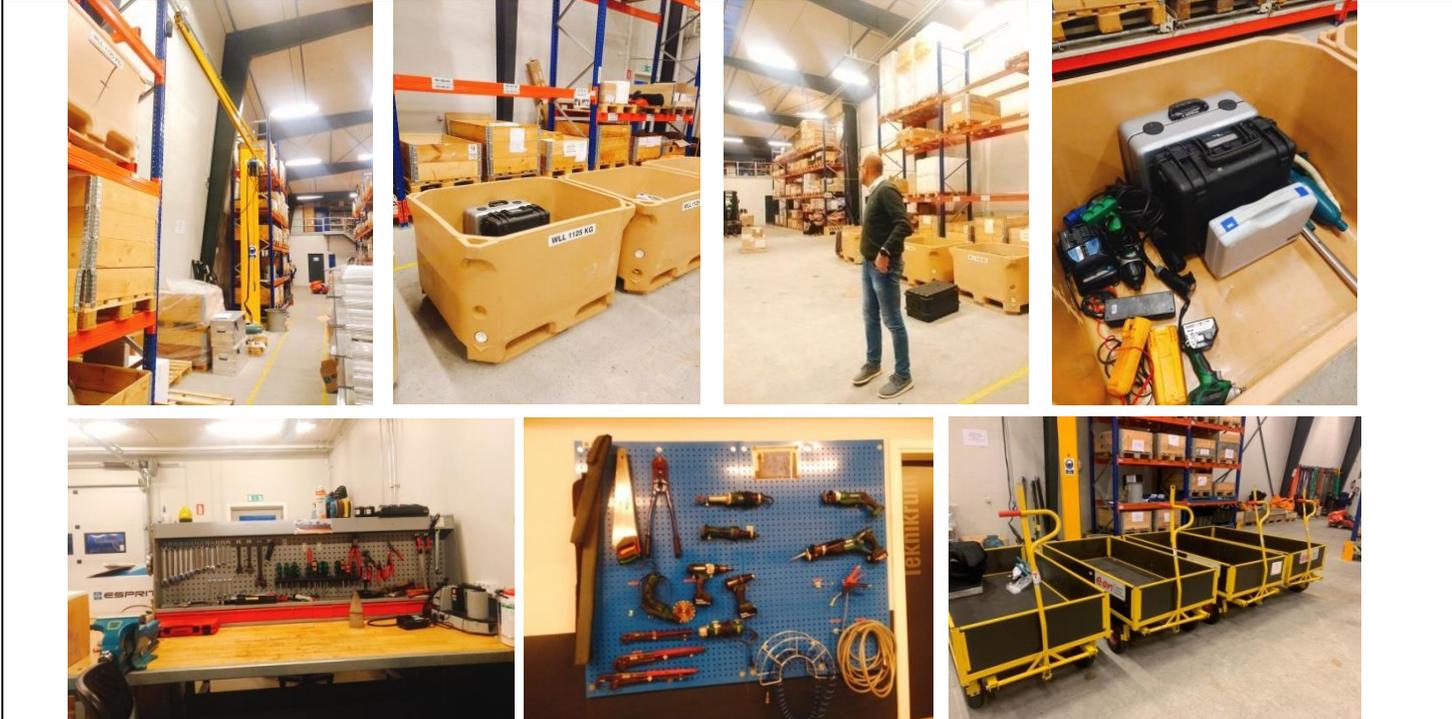
W. 與A系列運維船船長船員合影



X. 與e.on交流



Y. 風場維護管理及監控系統



Z. 風場常用消耗品放置倉庫

## 二、參訪NOS公司並進行交流

### (一) NOS簡介

NOS為Northern Offshore Group 旗下的專業航運公司，船舶營運的範圍種類繁多，特別是各式客製化船舶的經營與管理。該公司的前身為超過百年的傳統航運家族企業，是歐洲最早從事離岸風電的營運者之一，NOS自2008年成立以來致力於提升人員運輸船(CTV)的服務效率及品質的優化，目前旗下船隊共60餘艘CTV，現為歐洲擁有單一種類船舶最多的離岸風電運維服務公司，至今提供超過100家客戶運送離岸風場貨物及人員運輸，能針對不同的風場訂製專用船舶，提供全套的運維管理服務，目前在瑞典，丹麥，英國，德國都設有辦事處。NOS 總裁自豪地表示，該公司以「24/7/365」做為公司的代表標語，亦即NOS提供全年全時無休的服務，不僅具體展現其完整成熟的服務體系，NOS為確保提供客戶即時而有效的服務，建置了卓越的技術團隊、完善的管理制度、優異的研發部門和堅強的後勤支援。

### (二) 參訪心得及交流摘要

#### 1. 自行研發CTV碰墊—

NOS自2011年以來由其技術團隊自行研發CTV專用碰墊，頂靠風塔時該碰墊可增加風塔柱與U型碰墊表面積夾持力，相較於一般的碰墊，該U型碰墊能更有效地固定船舶，在惡劣天氣條件時更能展現其碰墊的優越性。U型碰墊因其特殊設計能夾持登塔梯，藉此提升了運輸的安全性，亦因U型碰墊受壓後所產生的夾持功能，使船舶不用耗費太多的推進力就能維持風塔與船舶距離，減少船舶的機械磨損及減少推進時所產生的油耗。該U型碰墊僅使用於增加夾持風塔力，碰墊之其他受衝擊部分仍採用橡膠材質。NOS研發之該碰墊屬訂製品，適用於任何類型的CTV，固定方式以栓接為主。然NOS並無對外販售此碰墊，只使用於NOS公司船舶。NOS致力於提升服務品質的用心與優異的研發能力可見一斑。

#### 2. 船舶保養維修作業規劃—

船上配置兩名船員均具有航海與輪機背景，能同時駕駛船舶也能立即檢修機艙設備，另外因歐洲與相關設備原廠距離較近，若運維船相關動力或機械設備發生無法處理的問題，後勤維修人員會立即連絡原廠進行檢視及維修。船舶每年會進行進船廠保養維修、清洗船底。在船舶使用設備方面，NOS盡量使用同廠牌、同規格的機械，於

基地存放備用主機及其他相關機械及耗材，能有效掌控維修進度；對不易取得之組件、特規品、輔助和安全設備、物料搬運設施也會維持一定的庫存量，使船舶妥善率高達99%。NOS非常重視後勤補給作業，在岸上配置充裕的人力，以利維修、保養、補給作業能迅速而有效的完成。

### 3. NOS對於SWATH和Catamaran的看法一

兩種船型各有優缺點，SWATH船型具有高船速、抗浪性高的優點，然Catamaran船型機艙空間較大，艙內機械設備較易維修保養；另因甲板下空間較大，甲板上部分空間可下移，增加甲板空間可用性，且因Catamaran發展時間較久，相對穩定性提高，故NOS就Catamaran船型使用率較高。

### 4. 人力調度即時有效率一

對於客戶變更作業時間(如：由12小時更改為24小時)，客戶應於10個工作天前提出，若屬緊急變更，因NOS已非常熟稔作業模式，只要現場管理人員能夠調度，通常會配合即時出船。

### 5. 人員落水器材的選用與訓練一

NOS目前使用救生勾及救生套環配合吊桿將落海人員救起，在歐洲已較少使用Jason cradle救援落海人員，在救援過程中使用Jason cradle較適合救援有意識人員，因Jason cradle貼緊船舷邊有可能在救援過程會夾傷被救援者的手指。

### 6. 風場服務多樣化一

今年併購之Cpower Energy Ltd專門從事陸域和離岸風場的建設及O&M階段的各種工作，包含電纜牽引、發電機管理、油漆保養、密閉空間作業、葉片檢查、電纜檢查、電氣作業、潛水及ROV作業等，以提供風場多元的服務項目。CTV除了運送貨物及人員，也會進行ROV、水下檢測、潛水、風機保養等相關其他作業。船員僅限於操作船舶作業和船上設備，其他作業內容由專門技師操作。

### 7. 風場的運維管理作業模式一

風場管理者、海事協調中心(MCC)與運維船公司三方配合作業模式如下，由風場管理者確認工作項目、貨物清單與作業人員清單後通知MCC，由MCC統一調派CTV至風場進行作業。於風場作業時，一切作業以MCC為最高指揮，但有安全之疑慮時，船長有最後決定權。風場管理者於前一天蒐集天氣預報，執行任務當天早上再確認工作項目，如天氣狀況不佳，船員仍會隨時待命。

### 8. ISM認證一

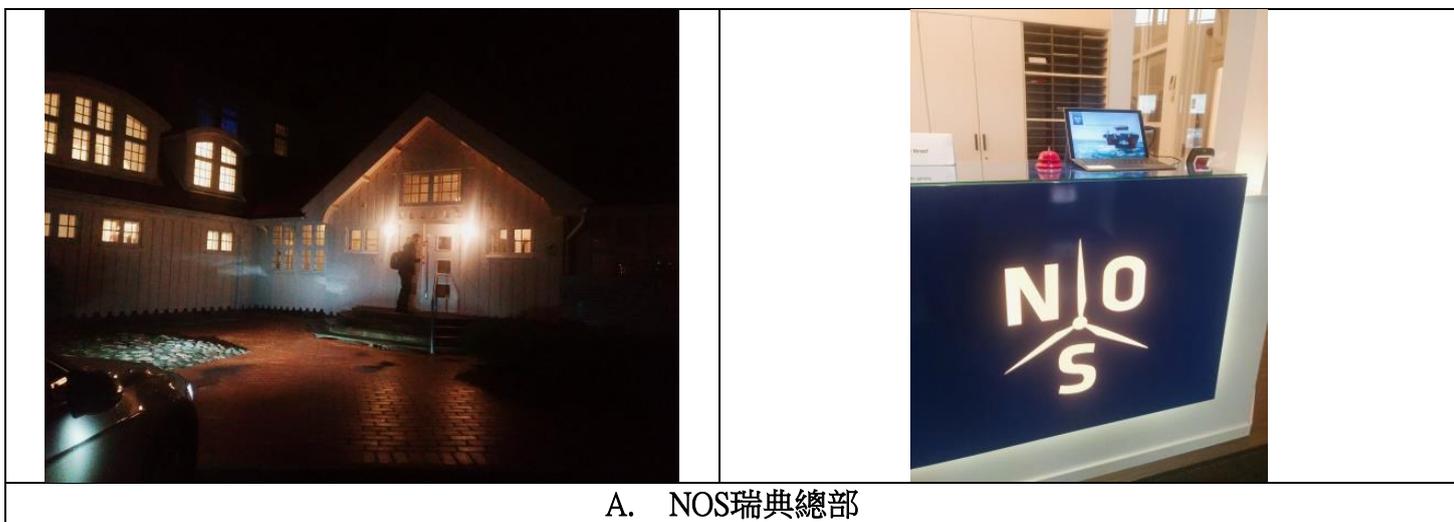
由於NOS的人員運維船舶登記為貨船並低於500噸，並不需要由船級協會認證

ISM(Institute for Supply Management,ISM)證書，NOS公司秉持最高標準來執行作業任務，自願性的進行ISM認證，由挪威船級社(Det Norske Veritas, DNV)進行認證。另外，即使船舶長時間無合約作業時，仍會派一名船員維持船上保養檢查紀錄，物料紀錄等。

### 9. 成功建置企業識別系統一

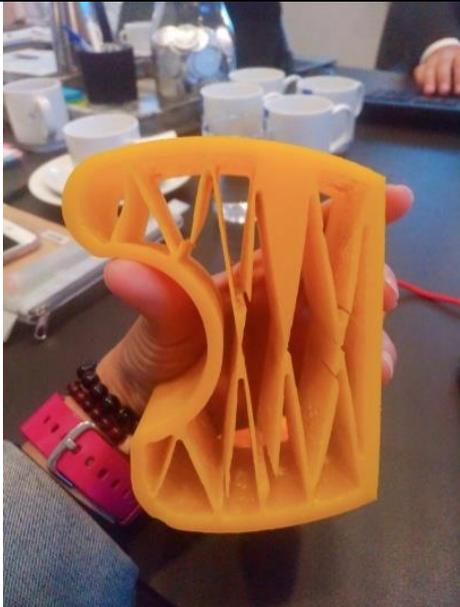
NOS聘請專業團隊設計標誌鮮明的公司logo，公司入口接待處即設置醒目的大型logo燈箱，將各式服務船舶模型設置於背景牆面一目瞭然，善用各式文宣品，極具巧思開發各式贈品如帽子、多種類手機殼、文具、馬克杯、巧克力等，使受贈者願意使用從而達到宣傳之目的。

### (三) 參訪照片





B. 與NOS公司交流



C. NOS開發風塔夾持碰墊



D. 與各系列船舶模型合影

### 三、參訪 BMS公司並進行交流

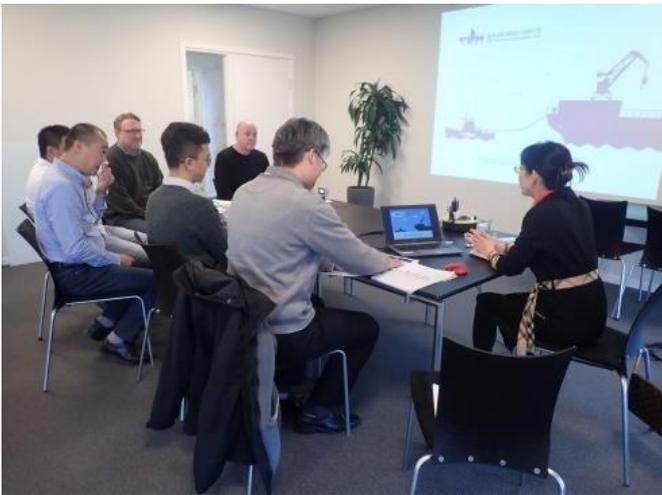
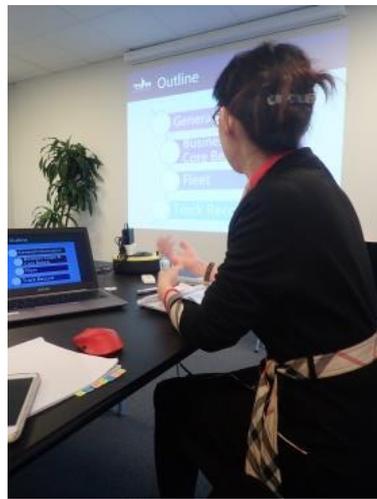
#### (一) BMS簡介

BMS為丹麥最大之經營重型起重機公司，經營重件之海陸運輸與裝卸作業。隨著風機組件的大型化發展，BMS致力於投資購買優良的大型起重機以提供客戶所需，這些大型起重機是專為安裝離岸風機而研發設計。BMS不僅提供專業的陸上風機安裝和維修服務，也進行各種離岸風機組件的海上和陸上運輸。其工作範圍包括風機組件的運輸與儲存，塔架的組裝與運輸，並整合機艙、葉片的組裝與運輸、至風場安裝等作業。

#### (二) 參訪心得及交流摘要

1. BMS專門從事所有類型的重型起重機業務，目前在丹麥已是該產業的領導品牌，對於陸上風機的運輸及安裝、離岸風機運輸方面具有豐富的經驗。實地參訪BMS離岸風機組裝場及置放風機塔架的露天倉庫，於碼頭後線組裝完成的離岸風機塔架吊裝於駁船上後，直接由駁船運往風場所在地安裝。BMS介紹新購自利勃海爾(LIEBHERR) 1350噸、造價約新台幣6億之重型吊車，明年會配合臺灣本土廠商進口臺灣，並於臺中港進行離岸風機的吊裝作業。為使大型機具在執行業務有穩固的地基，BMS採長、寬、高約300x100x10公分的實木鋪地以加強地面扎實度，以實木取代鋼板的原因除了成本較低，實木也比鋼板有彈性，未來BMS在臺中港碼頭作業時也會進口實木採相同模式強化碼頭的承載力。
2. 參訪當地之風機試驗場，因該區域所處迎風面與海上風力相似，故世界上知名的風機製造廠商均會在該試驗場設置新研發之陸用風機及離岸風機進行檢測，試驗場設有研究中心將測試的數據加以研究分析，以作為未來新型風機市場化的依據。在露置場也看到西門子歌美颯(SGRE)已研發預定組裝10MG風機使用之葉片，足見風機超大型化為各家風機製造商的趨勢。

(三) 參訪照片



A. 與BMS交流



B. 參觀風機組件露天放置場及離岸風機組裝場



C. 參訪及了解組裝場地



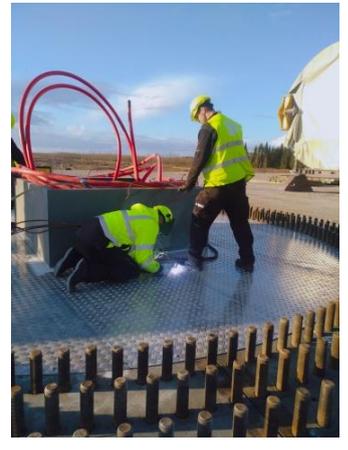
D. 整地-增加平穩度及地板強度



E. 合影



F. 參觀1350噸大型起重機



G. 試驗場風機底座焊接



H. 參觀風機試驗場(陸域及離岸風機)



I. 合影

## 伍. 心得與建議

### 一、心得

(一) 離岸風電產業目前為國家發展政策，也是政府積極進行能源轉型的發展目標，為了提升本公司在離岸風電運維基地的管理經驗與CTV的服務品質，基於離岸風電在丹麥、瑞典已為相當成熟的產業，具備營運離岸風場已逾20年的豐富經驗，可師法這些經驗並與本土環境條件結合。本次拜訪的廠商即表示，離岸風電產業已使得丹麥這個傳統以農產品出口的國家，成功轉型為風電產業輸出國。然國外海氣象條件、海水溫度、季風類型與臺灣相異，船體結構及船舶功能均需調整才能建造出最符合臺灣離岸風場之船舶；在人力規劃方面，在法規規定之船員最低安全配額不同的背景下，如表1所示：

	歐洲CTV 規定	臺灣CTV規定
船舶登記種類	貨船	運輸補給船
最低船員安全配額	2-3人	5人

表1.歐洲與臺灣CTV船舶與船員配置說明

除兼顧現行法規要求並設計具彈性的排班制度以靈活調度船員，以優化CTV服務品質並滿足客戶即時需求；在國內港口基礎建設、各式專業海上工作船舶、法規面的配套措施不足的環境下，如何加強離岸風電作業人才、船員的培養，及時跟上政策腳步是我們目前最大的挑戰。

(二) 歐洲與臺灣對進出風場的相關規定有極大的差異，目前臺灣對於風場建置期相關法律尚未健全，導致文書作業冗長且降低效率，亟需政府就法規面整體規劃並提出配套措施。此外依照國際海洋公約規定，船上所應符合建置的各項紀錄種類繁多，建議未來儘可能表單電子化，提高作業效率並減少資源浪費。所參訪的公司對各項作業的職業安全均十分重視，為確保風險管理與達成職安衛嚴格要求，不論是CTV的任務執行、風場營運管理、重件吊裝運輸等專業性服務，均強調職場安全為首要目標，故定期進行防災演練、設備的保養與汰換，並確實執行稽核以創造高安全的工作環境，確保員工的安全。

## 二、建議

### (一) 汲取成熟風場運維經驗

本司目前在臺中離岸風電運維基地進行統籌管理，實地參訪風場運維公司後，對於運維期運維基地的配置與管理、運維船舶的調派模式與船舶性能的運用、服務風場的人員運維船與風機的比例數都有更具體的了解，NOS營運CTV規模目前已是世界最大且專注服務於歐洲風場，對於船隊經營管理極富經驗，並自行研發船舶頂靠支援產品，對於船型的選用、船隊經營管理均可資借鏡。

### (二) 強化運維船舶管理與後勤支援規劃

建置完善資訊管理系統，包含運用大型螢幕顯示資訊即時且易於判讀，表單電子化可提高作業效率並使管理透明化，完整的數據分析可優化服務品質並使運維基地人力精簡。風場運維業者強調，充足完善的後勤作業不僅加速補給作業同時也提升業務服務能力。CTV維修部分，建議採NOS模式，儘量選用相同廠牌、規格備品，在發生船舶故障時節省待料時間亦能簡化維修程序，對不易取得之組件、特規品、輔助和安全設備也會維持一定庫存量以強化後勤支援能力。

### (三) 提高船舶妥善率與船員素質

未來無論是風場建置期或是運維期，人員運輸船均進入價格競爭的紅海市場，唯有提高船舶的妥善率與本公司的服務品質，提高船員的素質並藉由教育訓練(如：DP，ROV操作、CTV操船技術進階訓練等)強化船員的專業能力，才能在價格戰之外取得以質取勝的定位。穩定的船舶品質與優良的操船技術，如期如質達成每次客戶的任務、進而即時配合客戶緊急需求，提供優質的船舶與船員服務。