

出國報告(出國類別：考察)

比英離岸風電海洋機械產業考察

服務機關：臺灣港務股份有限公司

姓名職稱：黃國輝處長

熊士新處長

唐伯芬資深副處長

派赴國家：比利時、英國

出國期間：108年6月17日~108年6月27日

報告日期：108年8月8日

內容摘要

為配合政府推動離岸風電政策，派員參加由金屬工業研究發展中心組團國內離岸風電相關機關構及產業業者，前往比利時及英國，考察當地離岸風力發電產業發展現況與創新應用，促進臺灣與比利時、英國港口與業者之合作機會。

透過參訪與會議方式，進一步瞭解國外離岸風電發展歷程，以利國內港口管理、招商之參考，爰本報告摘述該考察重點並提出心得與建議。

目 錄

頁次

壹、出國目的	01
貳、出國行程.....	02
參、過程概要.....	04
肆、心得與建議.....	43

圖 目 錄

圖 1：參訪團聽取 Engie Fabriom 的公司簡介及參觀安全講習	6
圖 2：工廠參訪前進行安全裝備著裝	7
圖 3：參訪團於 Engie Fabriom 的公司門口合影	7
圖 4：介紹 JDN Cutter Suction Dredger (CSD) 吸泥船	10
圖 5：向團員致歡迎詞並進行公司簡介	10
圖 6：經驗分享與意見交流	11
圖 7：IMDC 產品經理與團員針對港口規劃等領域進行討論	13
圖 8：參訪團與劉秘書交流	13
圖 9：本參訪團業者、劉秘書與比利時業者於交流會後合影	14
圖 10：業務發展經理 Mr. Wim Stubbe 介紹奧斯坦德港口發展	16
圖 11：可供西門子 RORO 船使用 SPMT 運送風力機機艙之碼頭	16
圖 12：團員在 TAILLEVENT 號自升式平台船合影	17
圖 13：TAILLEVENT 號為檢修需在港內抬升船體(已可見船尾螺旋槳) ..	18
圖 14：奧斯坦德港是 JDN 重要運維母港之一	18
圖 15：介紹碼頭葉片存放及吊裝作業	19
圖 16：Otary 運維經理 Mr. Maebe 於監控中心解說	22
圖 17：拜會成員現場提問情形	22
圖 18：拜會成員與 Otary 及 e-BO 於公司大門口合影	23
圖 19：Ms. Motmans 於堤岸向團員講解 Blue accelerator	25
圖 20：離岸 500 公尺之 Blue Accelerator 研究測試平台	25
圖 21：參訪團成員與離岸研究測試平台合影	26
圖 22：介紹風場建置設備運輸及物流相關議題	27
圖 23：介紹承攬比利時 SeaMade 計畫建置概況	28
圖 24：Mr. Geerts 介紹 Flanders Maritime Lab 的研究實績及成果 ..	29
圖 25：參觀尚在興建的研究場域 Towing Tank Ostend	30
圖 26：Mr. Geerts 介紹 Flanders Maritime Lab 的硬體建置現況	30
圖 27：MVOW 公司針對懷特島的葉片廠進行簡報	33
圖 28：參訪團於 MVOW 懷特島的葉片廠門口合影	34
圖 29：2019 年英國 Renewable UK 離岸風電展區圖	36
圖 30：參訪團於 2019 英國離岸風電展會門口合影	37
圖 31：ROVOP 公司展示其水下無人載具	37
圖 32：Rero Enterprise 展示無人機風力機運維設備	38
圖 33：介紹 JFMS 主要業務及目前與臺灣合作情形	41
圖 34：經驗分享與意見交流	42

壹、出國目的

有鑑於 2025 年政府達成離岸風力發電 5.5GW 之目標設置量，今年起陸續有新
建離岸風場完工商轉，下一階段針對離岸風電產業如何提高營運效率、降低成本，
向上提升至具智慧化及創新技術能量，將成為整體產業成長的動能。為配合政府
政策推動離岸風力發電產業發展，參加由金屬工業研究發展中心組團國內離岸風
電相關機關構及產業業者前往比利時及英國考察當地離岸風力發電產業發展現況
與創新應用，促進臺灣與比利時、英國業者之合作機會，進一步強化我國離岸風
電產業智慧化及創新技術之發展。

比利時及英國為全球風力發電產業標竿國家，除擁有完整的風力發電機製
造、安裝運維產業鏈、以及健全的港埠基礎設施規畫外，多家離岸風電產業設備
商、研究機構等持續研發及投資最創新及智慧化的材料和設備，具備我國業者學
習和進一步洽談合作之機會。因此，組成考察團前往拜會離岸風力發電產業標竿
業者，針對風力發電機製造、安裝、運維和國際供應鏈合作等多個面向進行交流；
並參觀「2019 英國離岸風電展」，增進業者接軌國際之機會。本次參訪活動透過比
利時台北辦事處法蘭德斯外貿投資局、我國駐歐盟兼駐比利時代表處、英國在台
辦事處熱情協辦，精心安排拜會行程。

貳、出國行程

一、參訪總行程

本次行程自 108 年 6 月 17 日至 6 月 27 日。每日安排之行程與拜會對象，如下表所示：

日期	活動
6/17 (Mon)	去程：台北/高雄(兩地出發)到比利時布魯塞爾
6/18 (Tue)	AM 06:45 抵達比利時布魯塞爾機場
	拜會 Engie Fabricom NV (海上變電站 EPCI)
6/19 (Wed)	拜會 Jan De Nul HQ (海事工程離岸風電 EPCI 統包商)
	參加 Greenbridge Oostende 離岸風電產業交流會 (Seminar/B2Bs)
	與比利時兩大離岸風電產業聯盟會員廠商進行交流(The Blue Cluster 和 Belgian Offshore Cluster)
6/20 (Thu)	拜會奧斯坦德港務局 REBO
	參觀離岸風電海事工程船舶
	拜會 Otary 離岸風場開發管理運維公司
6/21 (Fri)	參觀離岸一公里之運維管理站
	拜會 DEME (海事工程與離岸風電 EPCI 公司)
	拜會 Flanders Maritime Lab. Q&A 測試實驗室
6/22(Sat)	市政參訪：布魯日
6/23 (Sun)	交通移動日
	布魯日-樸茨茅斯
6/24 (Mon)	拜會 MHI Vestas Offshore Wind Blades UK LTD 葉片工廠 (Isle of Wight)
6/25 (Tue)	參觀 2019 Renewable UK 離岸風電展
6/26 (Wed)	拜會 James Fisher & Sons (離岸風力機運維)
	回程：英國倫敦到台北/高雄(兩地回程)
6/27 (Thu)	抵達臺灣

二、產業交流會議程

Greenbridge Oostende 離岸風電產業交流會

June 19th 2019

Venue: Greenbridge Oostende
Address: Wetenschapspark 1, 8400 Oostende, Belgium
Organizer: 比利時台北辦事處法蘭德斯外貿投資局(Flanders Investment & Trade)
 Blue Cluster (DBC)
 Belgian Offshore Cluster (BOC)

16:30 16:40	Welcome 歡迎致詞	Ann Overmeire - DBC
16:40 17:00	開幕致詞 Opening Remarks	林育萱技士，經濟部工業局 Lin, Yu-Hsuan Industrial Development Bureau(IDB), Ministry of Economic Affairs(MOEA)
16:50 17:00	離岸風電產業供應鏈推動 Taiwan Offshore Wind Energy Development and Opportunities	張家豪博士，金屬中心 Dr. Chang, Chia-Hao MIRDC
17:00 17:10	臺灣離岸風電港口規劃與發展現況 TIPC' s Port Planning and Development for Offshore Wind Power	唐伯芬資深副處長，港務公 司 Tang, Po-Fen Senior Vice Director, IPC
17:10 17:30	我國業者簡報公司簡介 Pitch presentation	考察團貴賓 Delegates from Taiwan companies
17:30 19:00	與比利時兩大離岸風電產業聯盟會員廠商進行 交流 B2B & reception with members of the Blue Cluster (DBC) & Belgian Offshore Cluster (BOC)	

參、過程概要

一、 6月18日下午參訪海上變電站製造商 Engie Fabricom

(一)時間:108年06月18日(二), 13:30-16:00

(二) 地點: Leo Bosschartlaan 1, 2660 Hoboken, Belgium

(三)與會人員:

1. 參訪團成員、比利時法蘭德斯外貿投資局、Blue Cluster (DBC)
2. 區域業務經理(Area Sales Manager): Mr. Patrick Vincent
3. 離岸海外商務總監(Commercial Director Offshore International Operations Offshore): Mr. Hans Leerdam
4. 離岸商務招標經理(Tendering Manager Offshore Services): Mr. Sam WORTHY

(四)內容摘要

1. 工廠簡介:

(1) 比利時商 Engie Fabricom 是法國 Engie 集團旗下企業，隸屬該集團荷比盧地區事業體，該集團業務領域包括：電力、天然氣及能源服務，業務遍及全球 70 個國家 2017 年營收達 650 億歐元，EBITDA (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization) 為 93 億歐元，擁有超過 153,000 名員工。

(2) Engie Fabricom 公司則已有 70 年營運經驗，於全球擁有 6,000 名員工，專精於建築與基礎建設之電力工程、工業用電力與管線之安裝與維護、離岸或岸上油氣平臺與管線安裝等。在歐洲離岸風電產業開始發展後，該公司亦投入離岸風場海上變電站之製造，範圍涵蓋海上變電站設計、製造、施工及管理運維(EPCIC)，迄今已完成 20 座海上變電站，在歐洲離岸風場海上變電站市占率約達 40%。

2. 產線參訪:

在聽取 Engie Fabricom 的公司業務現況後，進行海上變電站製造產線實地參觀，主要有分為廠內(可同時製造三座大型海上變電站或四座小型海上變電站)及戶外露天的製造階段。在戶外的執行工

程，主要是鋼構件的銲接組立以及相關線槽和固定件的施作，但海上變電站的主體結構件組立完成後，會視客戶需求及天氣條件決定於廠內或戶外進行電器類組件的安裝，電器類組件包含變壓器、開關設備及配電盤等。海上變電站的製造時程為 4~6 個月工期，依據容量不同會有不同的層數、重量、尺寸等等。Engie Fabricom 所製造過的海上變電站單座重量為 4,100 噸重(Max)，結構層數則有 4 層。

(五)討論議題:

1. 海上變電站工廠設置所需碼頭設施(承載力)、製造設施(廠房面積、儲存區面積、天車載重、產能規劃)與人力品質需求為何？

回復：

- (1) 碼頭設施承載力為 20 噸/m²及足夠的碼頭長度(最小 35 公尺)。
- (2) 廠房面積必須有足夠的室內場地滿足製造需求，現有廠房約為長 300 公尺、寬 50 公尺、高 30 公尺。儲存場地約 12,000 m²，吊車承載力為 40 噸。
- (3) 人員需求：專案經理、電銲組立、表面塗裝、高壓電氣設備安裝、電纜安裝連結及吊裝操作員等等。

2. 海上變電站的運轉有哪些須監測的項目？如何監測海上變電站異常狀況？營運維護人力要如何配置？

回復：

- (1) 需要監測的項目為電氣設備性能及輔助/安全系統(溫度監測、消防及安全措施)運作確認。
- (2) 透過 SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition Software)系統進行監測，針對訊號進行分析狀況是否異常。
- (3) 根據執行的工作內容，進行工作人員派工。

3. 針對海上變電站營運維護，何種備品零件更換次數最頻繁？

回復：

耗材類、不易取得之組件、特規品、輔助和安全設備、物料搬運設施(如，吊架及起重機)

4. 海上變電站安裝於海洋上，如何防護海洋環境的腐蝕？腐蝕反應的發生對於電力設備造成何種影響？

回復：

(1) 針對鋼材腐蝕的防護，透過抗海洋環境的塗料及犧牲陽極等方法來防護。

(2) 至於電力設備的防護，則是透過防水設計要求、材料選擇(碳鋼、不銹鋼或 FRP)及利用箱體進行環境控制。

5. 海上變電站安裝於海洋上，變電站中變壓器所使用的絕緣油有何特殊要求？

回復：

(1) 傳統礦物油與酯類絕緣液體

(2) 透過滴水盤、油水分離器及水槽的設計避免水氣滲入。

(3) 使用可生物降解絕緣油，但仍需要防止滲漏。

(六) 影像紀錄：



圖 1：參訪團聽取 Engie Fabriom 的公司簡介及參觀安全講習



圖 2：工廠參訪前進行安全裝備著裝



圖 3：參訪團於 Engie Fabriom 的公司門口合影

二、 6月19日下午參訪海事工程商 Jan De Nul

- (一) 時間:108年06月19日, 12:30-15:00
- (二) 地點: Trigel 60, 9308 Aalst, Belgium
- (三)與會人員:

1. 參訪團成員、比利時法蘭德斯外貿投資局、Blue Cluster (DBC)
2. 業務發展經理(Business Development Manager):Mr. Jef Monballieu
3. 離岸再生能源營運經理 (Operations Manager Offshore Renewables) : Mr. Koen Marchand
4. 業務發展經理(Business Development Manager):Mr. Carl Heiremans
5. 市場分析師(Market Analyst) : Mr. Pranav Tetali

(四) 內容摘要

1. 楊德諾(Jan De Nul, JDN)是比利時的海事工程公司，總部位於Aalst，75%業務都是屬於水下工程，是一家家族企業，因此在資金調度上具有充分的自主性，在全球有 6,500 餘位員工、700 多位工程師且平均年齡為 37 歲，在非洲、南美及歐洲都有建設實績，2018 年營業額達 270 百萬歐元，主要業務包含海底電纜、離岸風場、天然氣與石油供應管線及其他設施之海洋工程，是國際標竿的海事工程公司，在業界具有領導地位的角色，全世界共有 20 餘地(包括臺灣)設有服務據點及業務。
2. 楊德諾已具離岸風場安裝和海底電纜鋪設工程、設計、建造經驗，擁有海事工程施工機具及人員，可直接承攬相關工程之規劃、設計及施工業務，曾承攬比利時最早開發之風場，其他實績包括巴拿馬運河拓寬工程、杜拜棕櫚島、香港赤臘角機場等，另具有約 50 位工程師從事船舶設計，船舶幾乎都為自有製造，為符合臺灣政府在地化需求，船舶須向外租賃。
3. 在海洋工程部分從事包括港灣建造及維護、港灣疏濬及護灘工程，離岸工程包括海床鑽探、拋石、海纜鋪設、離岸再生能源設置及重件裝卸作業等，土木工程類包括基礎建設、基礎土木工程及水下基礎裝設，環境工程部分包括清除汙泥及土壤、地下水、廢棄物處理與處理中心，建設過程公司很重視環境與海洋的保護，風場建置及水下基礎裝設、風力機吊裝及波浪與潮汐發電，海床整平及人工島嶼建置，海纜佈放埋設等。
4. 2022 年即將建成之最大安裝船 VOLTAIRE 號，吊掛能力 3,000 噸、水深 80 公尺、安裝風力機機艙高度 165 公尺、葉片長度 125 公尺，另還有新造 VOLE AU VENT 及 TAILLEVENT 等兩艘新船。目前 JDN 最大之

鋪纜船 Willem de Vlamingh 5.400t capacity 已來台，將協助臺灣風場進行海纜鋪設。

5. 在臺灣承攬包括台電一期、上緯海洋二期及海能風場 EPCI 水下基礎及海纜鋪設工程。過去 JDN 在離岸風電 EPCI 經驗包括比利時 Bligh Bank phase 2 風場 51 支單樁式水下基礎及 T&I of 50 座風力機 (Vestas 3.3MW)、英國 Burbo/Race Bank 風場 T&I of 2 條輸出海纜 (71 公里) 及 1 條陣列海纜、芬蘭、丹麥、德國歐洲各國風場建置等。

(五) 討論議題：

1. 在進行風力機預組裝作業時，水下基礎之儲放方案為何？例如：以駁船載運儲放或於陸上儲放？

回復：考量吊裝搬運成本、搬運風險及運送效率，須儘量避免搬運次數，故可能由數艘駁船進行運送，需視實際限制條件決定。

2. 由於臺灣地理環境條件特殊多颱風且海床屬於軟泥土層，在進行風力機安裝及運維時，有無針對颱風因素對於工作船及風力機任何安全建議及因應措施？

回復：對於颱風侵襲部份我們有一系列的處理作法，最有把握的就是將船舶駛離可能受侵襲的區域，或進入安全的港口避風。

3. 依據 JDN 過去離岸風場海事工程統包經驗，對選用地既有之船隻有何規範或具體協助之作法？

回復：需依照施工國家的規範選用船隻，在臺灣的經驗因為有船舶生產地的限制，故需要特別避免使用中國大陸製造的船隻，同時也要符合相關的法令要求。

4. 水下基礎安裝的過程中，如何減少對海洋生物及環境的衝擊？

回復：這是一個很大的問題，可能可以採用減噪或是提前進行相關海底生物棲息或環境影響調查，預為因應來避免干擾海洋生物及減少對環境的影響。

(六) 影像紀錄：



圖 4：介紹 JDN Cutter Suction Dredger (CSD)吸泥船



圖 5：向團員致歡迎詞並進行公司簡介



圖 6：經驗分享與意見交流

三、 6 月 19 日下午進行 Greenbridge Oostende 離岸風電產業交流會 (Seminar/B2Bs)

- (一) 時間:108 年 06 月 19 日，16:30-19:00
- (二) 地點: Wetenschapspark 1, 8400 Oostende, Belgium
- (三) 與會人員:
 1. 參訪團成員、比利時法蘭德斯外貿投資局、Blue Cluster (DBC)及 Belgian Offshore Cluster (BOC)會員廠商
 2. 我國駐歐盟兼駐比利時代表處經濟組劉秘書
- (四) 內容摘要:
 1. 交流會一開始由經濟部工業局林育萱技士致詞，首先代表本參訪團感謝 Blue Cluster 精心安排比利時拜會行程以及今日交流會，提供臺灣業者與比利時標竿業者進一步交流離岸風電產業之新興資訊及洽談合作商機，並說明臺灣政府積極推動智慧新創產業發展的決心。期間說明本次參訪團員在海事工程，水下調查，港口及水深調查、大型公共基礎設施和能源法律諮詢服務方面等皆擁有豐富專業知識，故期望透過本次與比利時業者的專業技術交流，使比利時業者瞭解臺灣離岸風電產業，並協助國內業者掌握國際發展趨勢，建構臺灣離岸風力機產業鏈智慧化及創新技術能量，鏈結國際。
 2. Blue Cluster (DBC) 社群經理 Ms. Overmeir 以簡報向參訪團團員簡

介比利時離岸風電現況，提供本參訪團業者稍後於媒合時間可能需要之在地資訊。

3. 金屬中心張博士向比利時業者介紹臺灣離岸風電政策目標、執行策略、與外商合作現況及實例，以及未來可能與比利時合作商機，如：風力機運轉維護管理、風力機智慧監控等。
4. 由港務公司介紹臺灣離岸風電港口規劃與發展現況，以及由參訪團業者介紹各家公司專長技術、產品及服務。
5. 後續移動至媒合會場地由各參訪團業者與比利時離岸風電業者自由展開交流。

(五) 媒合情形：

1. IMDC 產品經理 Mr. Samadov 與團員針對離岸風電海事工程服務領域進行討論交流，希望能夠提供海洋地形及氣象等探測技術及儀器等服務，並與港務公司討論有關港口土地規劃的歐洲開發經驗，以及港區地形監測等可能合作議題。
2. Smulders 業務發展經理 Mr. Finé與金屬中心張博士交流表示仍期望與臺灣廠商在大型鋼構件的製造技術(如，銲接工法、表面處理及銲接檢測等)能有合作機會。
3. Deme 集團與港務公司代表洽談重件碼頭施工進度，未來施工期間，港口裝卸、運輸、儲轉等事宜。另港務公司亦向 Deme 請益，Deme 與台船公司合資成立的台船環海公司最新進展。
4. 安全設備吊具廠商 K2 Profshop 公司代表 Mr. Binst 與團員洽談未來雙方在高空操作人員安全設備提供及高空安全操作準則制定合作可能性，作為臺灣風場運維工程從業人員的安全防護。
5. 團員藉此機會與陪同參加此行程的駐歐盟兼駐比利時代表處經濟組劉秘書交流。

(六) 影像紀錄：



圖 7：IMDC 產品經理與團員針對港口規劃等領域進行討論



圖 8：參訪團與劉秘書交流



圖 9：本參訪團業者、劉秘書與比利時業者於交流會後合影

四、 6 月 20 日上午參訪奧斯坦德 REBO 公司

(一) 時間:108 年 06 月 20 日，09:30-11:30

(二) 地點: Slijkensesteenweg 2, 8400 Oostende, Belgium

(三)與會人員:

1. 參訪團成員、比利時法蘭德斯外貿投資局、Blue Cluster (DBC)
2. Haven Oostende 行銷主管: Mr. Laure Martroye.

(四) 內容摘要:

1. 會議開始由港務公司唐伯芬資深副處長簡介「臺灣離岸風電港口規劃與發展現況」,接著由 Port Oostende 業務發展經理 Mr. Wim Stubbe, 介紹 Oostende 離岸風電港埠發展策略、行動方案、安裝運維碼頭基礎建設,以及比利時之離岸風場概況等。
2. Oostende 港因比利時政府發展離岸風電之需求,於 2010 年成立 REBO(Renewable Energy Base Oostende)公司,結合了 PMW(股份佔 40%)、Oostende 港務當局(15%)、Geosea(15%)、DEME Blue energy(15%)、ARTES(15%)等五家公司組成 REBO 公司,專責經營港口離岸風電業務。可為已營運的 6 座離岸風場(共 274 部風力機),及 3 座正在建設中的大型離岸風場,提供完整的風力機安裝及運維服務。
3. Oostende 港規劃的安裝及運維碼頭,可存放機艙、轉接段、葉片等

進行預組裝作業，另設有一特殊船席，可供西門子 RORO 船 Rotra Vente 號直接使用自走式模組化運輸車(Self-Propelled Modular Transporter, SPMT)運送風力機機艙，港口規劃用於離岸風電風力機安裝及運維區域總佔地約 40-50 公頃，碼頭水深 8 公尺，碼頭承載力達 20 噸/米。

4. Rebo 已為多個離岸風場提供港埠服務，包含：Nobelwind(水下基礎轉接段)、Belwind (Haliade 150 水下基礎及風力發電機組)、Rentel(風力電機組)等，現持續提供比利時 6 座離岸風場的日常運維。

(五) 討論議題：

1. **Rebo 公司有承接拖船 (Tugboat) 和人員運輸船 (Crew transfer vessel, CTV)服務或之業務嗎?**

回復:REBO 公司營運旨在強化港埠基礎設施及船席的建設，有關 CTV 的業務，僅設有線上軟體系統作為 CTV 泊靠分配輔助工具，該軟體可使 CTV 船舶找到可停泊位置，每一艘 CTV 可發布訊息在該線上系統，由該系統可知 CTV 的停泊位置、CTV 上的船員、以及 CTV 需航行至哪個風場維修等；對 Rebo 公司來說每天都要規律追蹤這些資訊。

2. **在 Oostende 港進行風場營運維護人員大約有多少人？港口發展下創造多少人數的就業機會？**

回復:截至 2017 年，在 Oostende 港口從事運維的人員總數為 466 人；在 2013 年僅 204 人，由於比利時風場建設陸續完工，4 年內風力機運維人員增長率達 228%；而 Oostende 港口的發展目標在 2020 年達到 50 企業進駐港埠，並創造 800 個就業機會。

3. **Oostende 港 CTV 泊位數量？投資金額？**

回復:O&M 港埠建設方面，繫船區(Mooring spaces)第一階段的運維船席已於去(2018)年 10 月完工，有 9 個小型 CTV 船席、5 個大型 CTV 船席，總投資約為 60 萬歐元(約 2,160 萬台幣)。第二階段將建置 12 個大型 CTV 船席，預計於 2019 年夏季完工，投資 1.5 百萬歐元(約 5,400 萬台幣)。

4. **Oostende 港每年 CTV 船的停靠數量？**

回復:人員運輸船停靠數從 2015 年 2,129 艘次，增長至 2017 年 3,234

艘次，營運服務船(Service Operations Vessel, SOV)在 2017 年則有 57 艘次。

(六) 影像紀錄：



圖 10：業務發展經理 Mr. Wim Stubbe 介紹奧斯坦德港口發展



圖 11：可供西門子 RORO 船使用 SPMT 運送風力機機艙之碼頭

五、 6 月 20 日下午參觀離岸風電海事工程船舶- Jan De Nul 自升式平台船

(一) 時間:108 年 06 月 20 日(四)，13:00-15:00

(二) 地點: Tijdok, 8400 Oostende

(三)與會人員：

1. 參訪團成員、比利時法蘭德斯外貿投資局、Blue Cluster (DBC)

2. 業務發展經理(Business Development Manager):Mr. Jef Monballieu
3. 業務發展經理(Business Development Manager):Mr. Carl Heiremans

(四) 內容摘要:

1. JDN 自升式平台船(Jack-up vessel) TAILLEVENT 號可進行離岸風電重件吊裝維護及施工作業，總長 138.55 公尺、寬 40.8 公尺，具有 DP2 動態定位系統，Jack-up System 有 6 條腿，腿長 73.27 公尺，最大作業水深達 40 公尺，主吊臂吊裝能力為 25 公尺、吊裝 1,000 噸貨品，甲板最大乘載能力為 10 噸/平方公尺，最大承載貨物重量為 6,000 噸，船艙可容納 112 人，由中國大陸中遠集團於 2011 年建成交付。
2. 自升式平台船選用需考量吊裝能力，隨離岸風電風力機逐漸大型化，故目前 JDN 正建造符合更大型風力機所需的自升式平台船 VOLTAIRE 號，委由中國大陸中遠集團建造，預計於 2022 完工交付，吊裝能力可達 3,000 噸，可吊裝機艙高度 270 公尺高的風力機及 120 公尺長的葉片，新船的甲板空間將比現有 TAILLEVENT 號增加一倍以上。
3. JDN 自升式平台船(Jack-up vessel) TAILLEVENT 號停泊的碼頭旁存放有準備裝載上船以前往風場安裝的風力機葉片，葉片長度為 64 公尺長，為保障葉片在碼頭儲放時的安全及吊裝便利，葉片使用專用的夾具以及角架支撐，可確保葉片儲放不致滑落或遭受碰撞，並利於裝載上船運送。

(五) 影像紀錄:



圖 12：團員在 TAILLEVENT 號自升式平台船合影



圖 13：TAILLEVENT 號為檢修需在港內抬升船體(已可見船尾螺旋槳)

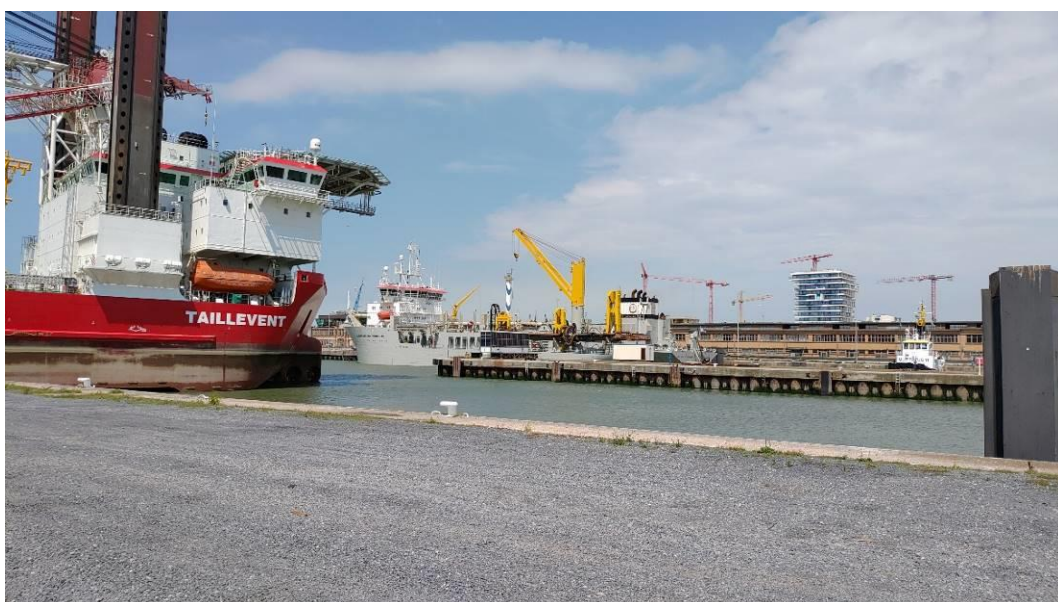


圖 14：奧斯坦德港是 JDN 重要運維母港之一
(後方為 JDN Alexander von Humboldt 號挖泥船)



圖 15：介紹碼頭葉片存放及吊裝作業

六、 6月20日下午參訪Otary 離岸風場開發管理運維公司

(一) 時間:108年06月20日(四), 15:00-17:00

(二) 地點: Buskruitstraat 3, 8400 Oostende, Belgium

(三)與會人員:

1. 參訪團成員、比利時法蘭德斯外貿投資局、Blue Cluster (DBC)
2. Otary 運維經理 Mr. Tiemen Maebe
3. e-BO 執行長 Mr. Christophe Dhaene
4. e-BO 產品策略經理 Mr. Ronny Dewaele

(四) 內容摘要:

1. 拜會 Otary 離岸風場開發管理運維公司主要由運維經理 Mr. Tiemen Maebe 以及 e-BO 執行長 Christophe Dhaene 接待, 介紹 Otary 公司成立背景、比利時離岸風電市場發展現況, 以及風場開發及運轉維護的計畫。
2. 首先介紹 Otary 是由八間比利時公司(包含 Deme)於 2011 年共同成立, 是總部位於奧斯丹(Oostende)的風場開發和運維公司, 員工約 50 位, 專注於開發和建設三個比利時離岸風場 Rentel (309MW)、Seastar (252MW)、Mermaid (235MW), 共 796MW, 其中, Rentel 離岸風場是第一個開發並已於 2018 投入營運的項目。
3. 比利時目前共計有 9 個離岸風場, 其中六個已商轉, 預計到了 2020

年總裝置容量將達到 2.262GW，電力足可供應比利時 50%的家庭。近十年比利時致力於將其於離岸風電領域的專業推廣到全世界。

4. 目前已商轉之 Rentel 離岸風場位於比利時北海海域，共計有 42 座 SGRE 的 SWT-7.0-154 風力機，裝置容量共計 308M，可供應約 30 萬戶比利時家庭用電，風場面積約 22.72 平方公里，
5. 目前運維主要目的為降低風場營運成本，並降低能源價格；未來挑戰則包含如何將可再生能源生產單元整合到現有能源結構中、大規模儲存、電網互連及智能數據和智能電網等範疇。
6. Otary 運維監控室主要任務包含狀況認知 (situational awareness)、警報管理 (alarm management)、工作安全系統 (safe system of work)、資產監控 (Asset Monitoring) 及資產運營 (Asset Operations) 等。
7. 接著參訪團參觀位於同一棟建築但尚未建置完成的新 Rentel 風場監控中心 (詢問後得知目前使用之監控中心為一間較小的辦公室)，針對離岸風場運維監控系統介面及內容仔細參觀及解說。
8. 後續由 e-BO Enterprises 針對運維系統介面進行介紹，e-BO 負責提供 Otary 運維系統軟體，是一家專注於遠程控制系統的軟體工程公司，其所提供之離岸風電運維之智慧管理系統、e-Wind O&M platform、Drone detection、eBO-Vision 等通訊系統與資安軟體，已被使用於比利時、荷蘭與德國等多個離岸風場的運維管理，亦有高度意願切入臺灣離岸風電運維市場。E-BO 的 e-Wind 風場管理平台提供海事、資產及風場等方面的智慧化管理功能，包含即時監控 (人員、船隻、設備)、庫存管理、工作安排、功率損失計算、風力機數據及警訊處理等，另外風險管理、承包商績效報告、時間序列分析、歷史數據報告及人資管理之功能介面亦涵蓋在內。強調能以地圖和圖表等可視化工具呈現工作計畫，並依照風場建造期程分為佈纜、安裝及商轉三階段來管理，以上皆能客製化設計。

(五) 討論議題：

1. **如何與離岸風場開發商或海事工程統包商搭配合作？一般離岸風場運維的人力數量如何評估？如何配置？**

回復：取決於和各家廠商的簽約內容，主要有四份 EPC 合約，分別為

風力機、水下基礎、海上變電站及電力輸出，例如與 SGRE 所簽合約中，SGRE 負責風力機全面性監控、檢測、數據管理及維修等，Otary 只負責品質管控(quality control)；與海上變電站的合約中，Otary 則負責大部分的維護作業。人力數量配置取決於風場規模大小及擁有資產的多少，理論上，以一個擁有三個海上變電站的風場來說，運維中心的運維工作人員配置約計為 40 名(不含施工作業人員)。

2. 離岸風場開發管理運維有哪些須監測項目？如何監測？如何進行轉階段、水下基礎與海上變電站的維修保養工作？

回復：風力機零組件品項眾多，每項皆有嚴謹的監控流程，通常由 Otary 負責監控，DEME 做後續的維修工作。轉階段及水下基礎的檢查與監控(例如：破損及腐蝕問題)由 Otary 負責，當有問題時，DEME 則負責於離岸風場進行維修；相似地，海上變電站的檢測及小維修由 Otary 負責，但大型維修工作則由 Engie Fabricom 進行。

3. 離岸風場在運維階段，主要更換的風力機零組件是哪些？更換頻率是？

回復：最令人失望的零組件應該是齒輪箱 (Gearbox)，齒輪箱維修相當昂貴，可能需要自升式平台船(Jack-up vessel)及花費各種物流成本；另也會有葉片等大型部件更換等需求，但多數仍為細部小零組件較常需要作更換。

4. 針對離岸風場營運維護，如何進行備品管理，和在地備品供應鏈合作經驗與案例？

回復：備品管理由另外部門負責，主要備品包含存放在離岸的輸出海纜(Export cables)和海底電纜(Seabed cables)等，因目前還在五年保修期內，Otary 還不需負責更換備品。

(六) 影像紀錄：

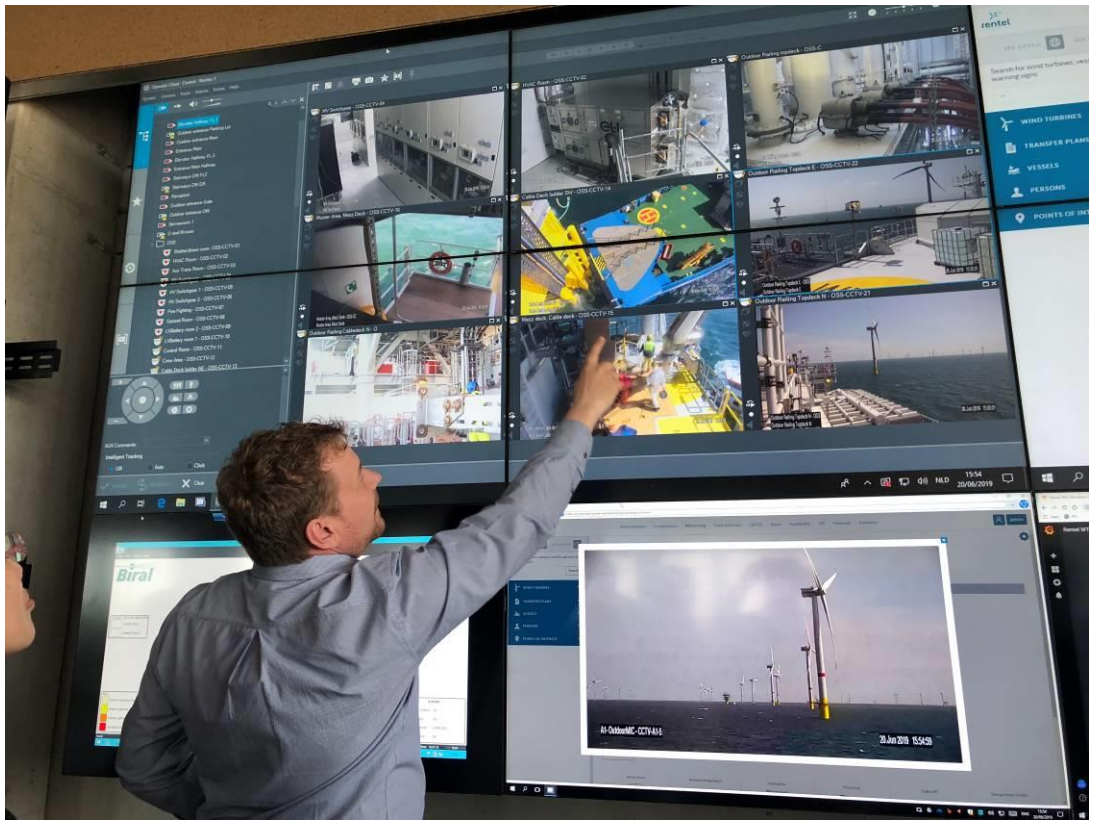


圖 16：Otary 運維經理 Mr. Maebe 於監控中心解說



圖 17：拜會成員現場提問情形

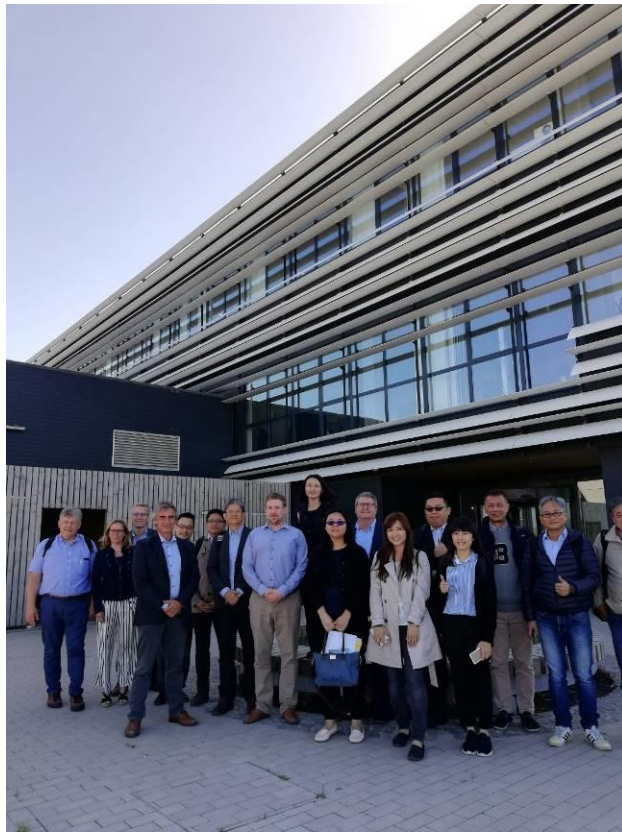


圖 18：拜會成員與 Otary 及 e-BO 於公司大門口合影

七、 6月21日上午參訪 Blue Accelerator Platform 離岸 500 公尺研究測試平台

(一) 時間:108 年 06 月 21 日(五)，9:30-11:30

(二) 地點: Oosterstaketsel, haven Oostende, 8400 Oostende, Belgium

(三)與會人員:

1. 參訪團成員、比利時法蘭德斯外貿投資局、Blue Cluster (DBC)
2. 比利時西法蘭德斯政府藍色能源專員(Coordinator Blue Energy) Ms. Sarina Motmans

(四) 內容摘要:

1. 參觀 Blue Accelerator Platform 離岸 500 公尺研究測試平台，由比利時西法蘭德斯政府藍色能源專員(Coordinator Blue Energy) Ms. Sarina Motmans 在堤岸邊展開講解。
2. 此創新計畫在比利時西法蘭德區的社會經濟政策自治機構 POM 支持下開發，POM 主要關注藍色能源等新創議題，並協助在地新創企業在國際市場中探索新商機，透過參加國際展覽、B2B、歐洲地區計劃

等建立國際夥伴關係並進行合作，在此研究測試平台計畫中扮演主要聯繫和協調窗口。

3. Blue Accelerator 是一個離岸研究測試平台，距離奧斯坦德港約 500 公尺。該實驗室將於實際海洋條件下測試各種海洋相關創新項目，可同時提供給科學研發機構與海事工程公司等商業公司，進行波浪能轉換、防腐蝕、電纜操縱，電阻抗性、材料、氣象測量及無人機等技術進行測試，2010 年的 NEMOS 是第一次使用平台進行測試(波浪能轉換)之公司。平台本身具有可使用 15 年之使用執照。
4. Blue Accelerator 離岸研究測試平台主要特色在於其公有屬性，使用者可經由簡單的申請程序獲得使用許可，且鄰近奧斯坦德港，交通便利，也和其他藍色能源相關單位，如法蘭德斯海洋研究所、Blue cluster、GreenBridge 及法蘭德斯海洋實驗室等聚落相鄰。

(五) 討論議題:

1. Blue Accelerator 測試平台的大小以及內部附有那些裝備?

回復: 平台長為 7.1 公尺、寬 3.1 公尺、高 3.3 公尺，會隨潮汐的變化，平均高出海平面 13-18 公尺不等。平台上裝設可乘載 1,600 噸之起重機、導航燈、霧號及對外通訊和網路等裝置，亦附有可用電源、CCTV 及安全逃生等設備。

2. Blue Accelerator 測試平台籌備資金以及未來所需花費來源為何?

回復: 主要資金來源為歐洲區域發展基金(European Regional Development Fund)，佛蘭芒政府(Flemish Government)和西佛蘭德省(Province of West Flanders)，並且是以使用者付費的方式營運。

(六) 影像紀錄:



圖 19：Ms. Motmans 於堤岸向團員講解 Blue accelerator



圖 20：離岸 500 公尺之 Blue Accelerator 研究測試平台



圖 21：參訪團成員與離岸研究測試平台合影

八、 6 月 21 日下午拜會海事工程商 DEME

(一) 時間:108 年 06 月 21 日，13:00-13:30

(二) 地點: Scheldedijk 30, 2070 Zwijndrecht, Belgium

(三)與會人員:

1. 參訪團成員、比利時法蘭德斯外貿投資局、Blue Cluster (DBC)
2. 採購及物流經理(Procurement & Logistics Manager)：Mr. Tom Saelens Deme Offshore
3. 業務經理(Commercial manager)：Mrs. Justine Thiry

(四)內容摘要:

1. DEME 集團是比利時具有百年歷史的海事工程公司，主營離岸海事工程包括石油及天然氣等化石能源開採，並發展離岸風電風力機及水下基礎運送及安裝等海洋工程。
2. DEME 集團旗下子公司 GeoSea 成立於 2005 年，與台船公司 JV 合資成立台船環海(CSBC-DEME WIND ENGINEERING Co. Ltd., CDWE)，目前已取得 CIP 及 NPI 的海事工程訂單。我國可借鏡 DEME 集團過去在歐洲的開發經驗和專業團隊，進行密切的良好合作。
3. DEME 在簡報中建議，因離岸風電零組件均為大型組件，在運送時需要準確地計算貨物重量、直徑及運送距離，必須選用適當的船舶和機具，透過適當的船機以面對各種在海上的氣候條件，方可提供快速、

安全的運送及安裝服務，同時也需要考量具有適當條件的港口及腹地，以儲放大型組件，便於提供風場建置良好的服務。

(五) 討論議題：

1. 臺灣常遭遇颱風侵襲，請教如何規劃與因應？

回復：需透過氣象資料的蒐集與判斷，儘量將船機等及早駛離颱風可能侵襲的路徑範圍，或者將船機停泊於港內。另外以安放在港內的貨品，也需要妥善固定。

2. 建造 50 座的風力機需要多久時間？

回復：這個問題牽涉較為廣泛，須配合風力機系統廠的製造交貨時程，在安裝期間則需考量風場與港口間的距離、使用船隻規格及數量、相關的建置限制(惡劣天候或其他)等因素。

3. DEME 擁有許多的不同工作船，應如何選用？

回復：需考量風場的地質條件等要素，並考慮價格的經濟性等因素作為選用依據。

4. 有關 DEME 各式工作船的製造地為何？來台從事離岸風電工作之船舶如果為中國大陸製造須經國安審查是否會造成影響？

回復：目前持有的船舶係依照各船廠之製造能力及船舶特性來自不同國家，有來自克羅埃西亞、中國大陸、德國、荷蘭、馬來西亞、西班牙等地建造的工作船，有關中國大陸製船舶到臺灣作業問題，除中國大陸製船舶外尚有許多歐洲製船舶可供選擇，屆時會一併考
影像紀錄：



圖 22：介紹風場建置設備運輸及物流相關議題



圖 23：介紹承攬比利時 SeaMade 計畫建置概況

九、 6月21日下午參訪 Flanders Maritime Lab. Q&A 測試實驗室

(一) 時間:108年06月21日(五), 14:30-16:30

(二) 地點: Wetenschapspark 1, 8400 Oostende, Belgium

(三)與會人員:

1. 參訪團成員、比利時法蘭德斯外貿投資局、Blue Cluster (DBC)
2. Manager of Physical Research Infrastructure : Mr. Stefan Geerts

(四) 內容摘要:

1. 單位簡介

比利時法蘭德斯政府與兩所大學共同合作，投資 2,800 萬歐元建設新的法蘭德斯海事實驗室 Flanders Maritime Lab。該實驗室設有一造浪池及一大型拖船池，造浪池為一個(30 m x 30 m x 1.4 m)深的大型混凝土結構，其特色之處在於可以產生波浪、水流和風，用以測試及研究海上結構物、沿海保護結構、浮動式風力機的設計受波浪、水流以及風作用的影響，進一步研究如何降低海上結構物損害之風險。第一次實驗計劃已於 2019 年開始，可為離岸風電開發商、風力機系統商、海事工程師提供大量優化離岸風電產業可能性。

參觀 Flanders Maritime 海事工程實驗室，瞭解其如何整合產、官、學界資源進行離岸風電相關研究，以及未來離岸風電創新研究方向。

(五) 討論議題:

1. Flanders Maritime Lab.的創立，如何連結學校及企業資源進行離岸風電相關研發及測試？

回復：該實驗室的建立是由 UGent (根特大學)+ AGORIA 發起建置，針對水動力流體相關研究，積極鏈結產業界及學術界，透過實驗室的模擬水槽進行實驗排除設計錯誤，縮短施工時程。此外，該實驗室也歡迎全球對於水動力流體研究相關的單位進行合作。

2. 針對離岸風電產業，除研究波浪對船泊的影響外，是否針對水下基礎型式進行研究？若有，那是甚麼樣型式的水下基礎？研究成果將如何應用於離岸風電產業實務上？

回復：該實驗室有進行浮動式基礎結構分析，且與日本相關研究單位合作，運用福島的浮動式風力機實驗計畫。實驗項目：浮動式基礎、固定錨及繫泊纜繩。

3. 除了波浪對海上結構物的影響，Flanders Maritime Lab.未來還有可能規劃的研究項目為何？

回復：除了針對固定結構物(港灣、風力機)的研究外，未來規劃了潮汐及波浪能應用。

(六) 影像紀錄：



圖 24：Mr. Geerts 介紹 Flanders Maritime Lab 的研究實績及成果



圖 25：參觀尚在興建的研究場域 Towing Tank Ostend



圖 26：Mr. Geerts 介紹 Flanders Maritime Lab 的硬體建置現況

十、 6月24日下午參訪MHI Vestas Offshore Wind Blades UK LTD 葉片工廠 (Isle of Wight)

(一) 時間:108年06月24日(一), 15:20~17:20

(二) 地點: MHI Vestas Offshore Wind Blades UK LTD, Stag Ln, Newport
PO30 5TR

(三) 與會人員:

1. 參訪團成員
2. 資深副總經理兼首席製造執行長(Senior Vice President, Chief Manufacturing Officer): Mr. Robert C. G. Borin
3. 副總經理兼英國區域經理(Vice President and UK Country Manager): Mr. Julian Brown

(四) 內容摘要:

1. 公司簡介

MHI Vestas Offshore Wind(MVOW)是Vestas(50%)和日商三菱重工MHI(50%)的合資企業,於2014年成立,該公司的業務範疇為離岸風力機之設計、製造、安裝及維修。懷特島(Isle of Wight)的研發設施於2011年成立,由MVOW承租,主要用於風力機大型葉片開發,該工廠包括兩個170米長、50米寬的生產空間,一個用於測試和驗證、一個用於葉片生產。MVOW風力發電機組V164-8.0 MW的原型機葉片即在懷特島工廠設計、製造及測試,也因此MVOW開發了製造葉片所需的關鍵技術和製程,具連續製造(Serial produce)風力機葉片的生產能力。

2. 產線參訪

在MVOW簡介葉片廠的發展歷程及安全講習後,進行參觀MVOW葉片廠,在產線參觀時可以看到整個葉片的生產流程,葉片的製造需要大量的人力來執行,如葉片玻璃纖維(碳纖維)布的鋪疊工作、葉片成形後的表面粗糙位置的研磨及氣孔存在位置的替換維修等等,以人力為主僅有少數的自動設備(如,氣動研磨機、樹脂澆鑄機台等)。

(五) 討論議題:

1. 葉片完成全尺寸型式測試後,進入正式量產。期間若是更換葉片製造所使用材料(不同材料)或廠牌(同材料但不同廠牌)(如樹脂、預浸材

料、黏著劑…等)，是否葉片需要重新型式測試？

回復：葉片的原材料如有更換(供應商、種類、芯材等)，MVOW 葉片廠需要對新的供應商進行認證，針對葉片的機械性能、壽命穩定度、製程參數……等，如果沒有涉及葉片原始設計，則不需進行型式測試。

2. 葉片型式測試，除了全尺寸測試外，是否還有其他測試要求？雷擊測試是必要的嗎？臨場測試是可被接受的嗎？

回復：葉片在製造過程中，會進行樹脂與玻璃纖維(碳纖維)布的結合、表面塗裝的附著力、雷擊導電系統測試等。

3. 目前 MVOW 最大機種風力機(V164-10.0MW、V164-9.5MW)，每製造單一支葉片需投入多少人力及時間？未來葉片之發展趨勢？

回復：製造一隻的葉片的時間在大約一週生產 1~2 支，現場人數估算約 20~30 人員進行葉片玻璃纖維(碳纖維)布的鋪疊工作。對於未來葉片的發展趨勢，在尺寸上會朝向長度增加，但是重量不增加的趨勢發展，會朝向選用碳纖維來替代玻璃纖維，達到重量輕量化的目的。

4. 當葉片遭遇雷擊時，如何確保葉片的功能正常？

回復：當雷擊發生時，葉片表面上會安裝金屬圓餅狀接頭(直徑大約 40mm)及葉片尾端安裝金屬板，用來傳導雷擊的電流接地。

5. 在生產製造風力機葉片的過程當中，是否有投入自動化及智慧化的生產製造應用？

回復：在工廠參觀過程中，看到葉片的製造需要大量的人力來執行，如葉片玻璃纖維(碳纖維)布的鋪疊工作、葉片成形後的表面粗糙位置的研磨及氣孔存在位置的替換維修等，僅有少數的自動設備(如，氣動研磨機、樹脂澆鑄機台等)。經過詢問導覽人員，在葉片製造上，表面的塗裝工作有機會投入自動化設備，其中的製程仍是仰賴人工執行。

6. 當初 MVOW 選擇在懷特島建置葉片廠的因素為何？是與上游材料供應策略有關，還是與下游葉片成形組裝相關？整體供應鏈規劃策略為何？

回復：經詢問 MVOW 當初會來懷特島建置葉片廠的因素，當時英國在推行離岸風電產業在地化要求，加上 MVOW 葉片廠的現址為 Vestas 閒置的舊有廠商，因此順勢將舊有廠房更新為葉片廠，投入葉片研發及

製造。目前已經在懷特島當地建立相關的供應鏈體系，供應葉片原料及生產設備維修等等。

7. MVOW 在懷特島設葉片廠提供的就業機會有多少？帶動的就業機會有哪些類型？

回復：懷特廠葉片的產線人員透過與當地的政府及大學合作，進行葉片相關研究及人才培養，該廠員工多數依此模式進用，整場的人數大約為 400 人。新進人員產線訓練 2 週可上手，產線可依產品進行調整，約 2~3 週可完成更換。

(六) 影像紀錄：



圖 27：MVOW 公司針對懷特島的葉片廠進行簡報



圖 28：參訪團於 MVOW 懷特島的葉片廠門口合影

十一、 6月25日參觀2019英國Renewable UK離岸風電展

- (一) 時間:108年06月25日(二)，9:30-17:00
- (二) 地點: Royal Victoria Dock, 1 Western Gateway, Royal Docks, London E16 1XL, UK
- (三)展會簡介:

Renewable UK Global Offshore Wind 2019 為英國離岸風力發電展盛會，主辦單位為 Renewable UK。去年(2018)展會在曼徹斯特舉辦，吸引了超過 100 家廠商參展，超過 150 位學者專家進行講座以及論壇活動，本屆展會在倫敦舉辦，預計吸引來自全球 80 多個國家、400 家參展商、約 1 萬名與會者參加，如金融投資業者、海事工程商、水下基礎製造商、風力機系統商以及開發商之單位等。另外該展覽亦有邀請超過 200 位專家進行論壇演講發表，藉此促進產業資訊交流以及增進商業合作機會。

Renewable UK Global Offshore Wind 2019 展會集結了許多領域之標竿廠商，依據類型可分為以下四大類：

- 開發商：Orsted、Innogy、Equinor。
- 風力機系統商：MHI Vesta、Siemens Gamesa、GE
- 水下基礎製造商：Sif Group、EEW Special Pipe

- 海事工程商：DEME Group、Van Oord Offshore wind、Seajacks



圖 29：2019 年英國 Renewable UK 離岸風電展區圖

(四)重點參訪：

展會參訪以針對離岸風電產業水下基礎智慧化製造、離岸風力機及水下基礎運維新興技術趨勢(如：無人機葉片運維、無人測量船、水下無人載具)等進行相關資料蒐集。



圖 30：參訪團於 2019 英國離岸風電展會門口合影

展會中，有數家水下無人載具(Remotely operated vehicle, ROV)設備商展出 ROV 設備。其中，ROVOP 公司於展會上展示其 Schilling HD 系列之 ROV，該設備四面及機械手臂上皆裝設攝影鏡頭，可經由人員在母船上透過繫纜直接控制 ROV，用於地質、海纜監控、水下基礎監控，移動速度每小時達 4 英里(約 6.437 公里/小時)，共設有 4 個定位系統，可使用聲納定位，掃描半徑達 80 公尺的距離，可提供完整的服務(Total solution)。



圖 31：ROVOP 公司展示其水下無人載具

除了水下無人載具相關業者外，展會會場還聚集提供無人機設備業者，其中，ReroEnterprise 公司展出的無人機設備，機體重量達 21 公斤(目前最大機體可乘載重量為 25 公斤)、鏡頭重 5 公斤，每次飛行時

間達 30 分鐘，並可在每秒 14 米的風速下進行檢查，一天約可檢查 2 至 4 部風力機。無人機配備數位相機及紅外線熱像儀，風力機檢修人員可利用數位影像檢測塔架、機艙、轉子葉片、螺栓連接的視覺故障和損壞；利用紅外線熱成像檢測轉子葉片表面溫度變化，進而察覺葉片結構缺陷。



圖 32：Rero Enterprise 展示無人機風力機運維設備

另在離岸風電相關研究專區，展出多篇離岸風電產業發展創新研究，如：CTV 未來的設計發展、水下基礎自動化製造趨勢、離岸風場運維數位化應用、如何優化離岸風電纜埋設等研究。針對未來人員運輸船 CTV 的創新和設計，CWIND 現已開發全球第一艘混合動力(Hybrid Powered SES)CTV 船，命名為 Hybrid SES；未來將持續優化電池技術、採氫氣燃料電池(Hydrogen Fuel Cells)、新型檔泥板系統(Bow fender system)，並發展離岸充電能力，朝降低燃料消耗和二氧化碳排放發展。未來新型全電動(Full Electric SES)及混合動力(Hybrid Powered SES)船舶設計，將可兼顧風力機維修人員作業安全、維修作業效率及保護海洋環境。

十二、 6 月 26 日上午拜會 James Fisher & Sons

(一) 時間:108 年 06 月 26 日(三)，10:00-12:00

(二) 地點: Royal Victoria Dock, 1 Western Gateway, Royal Docks, London E16 1XL, UK

(三) 與會人員:

1. 參訪團成員、英國在台辦事處蘇韻如組長
2. 國際發展部部長: Mr. Dan Greeves
3. 國際營運工程師: Mr. Adam Tucker

(四) 內容摘要:

JFMS 提供之服務範圍涵蓋以下幾類:

1. 離岸風電管理系統: OWMS(offshore wind management system)是一種最先進以網路為基礎的海事管理系統,可提供資產營運商即時的營運數據,以減少營運支出、提高安全性並優化效率。
2. 海事和經濟風險管理支援:該軟體系統,在前置的工程設計階段,透過模擬營運的條件來改進案規劃以利辨識並協助減輕海上作業期間的天氣停機時及多變地風險。
3. 測量能力: JFMS 有能力提供測量服務,該測量服務為公司內部的多方面能力之一,提供給沿海、近海和離岸市場。
4. 淘刷預防及資產保護:在海底電纜和風力機基礎等中提供淘刷預防解決方案的廣泛專業知識經驗,包括:安裝石袋、仿植(Frond mats)。
5. 葉片檢查及修復: Rotos 360 採用最新的技術創新,為陸上和海上環境中的轉子葉片之檢查、修復提供解決方案
6. 水下遙控載具(ROV)及人員: JFMS 擁有 14 組不同規模和尺寸的 ROV,可以精確地滿足業主的需求,並利用各種釋放和回收系統快速部署。
7. 潛水及下遙控載具服務: James Fisher 的海底部門提供再生能源、核能及石油天然氣市場有關潛水和水下遙控載具的服務及設備多達 40 年的經驗。
8. 電纜維護、埋設及去除埋設: JFMS 為輸出、陣列間(風機間)、島嶼間和海底電纜的維護、埋設和去除埋設提供專業且整合的電纜解決方案,並包括案件及船舶管理
9. 電纜安裝及引入作業: JFMS 在安裝和岸端電纜引入作業方面擁有成功且出色的記錄,包括提供電纜團隊、船舶、絞車(捲揚機)和作業前

調查(測量)。

10. 電纜檢查及修復：公司內部的質量流去除埋設/重新埋設(沖埋設備)、潛水和水下遙控載具調查(測量)之解決方案，可用於海底電纜的介入、故障查找和維修服務。

(五) 討論議題：

1. 離岸風場營運維護常使用的水下維修技術及相關水下探勘設備有哪些？維修對象為何？

回復：一般來說水下運維可透過潛水員或是水下遙控載具進行測量、檢查以及維修。水下遙控載具 ROV 具備有攝影機和量測設備以進行檢查和測量，而潛水員考量風險和額外的成本，較常見於緊急維修。維修或檢查的對象則包括水下基礎，電纜，J 管及海床等，細部的部分包括如銲縫，灌漿密封，海生物生長，塗層，陰極防蝕及裂縫或缺陷檢查。

2. JFMS 在離岸風電產業與港口經營單位合作現況如何？

回復：目前已與臺灣港務公司簽署了 MOU，並計劃在臺中港建立一個運營中心；另外也與穩晉港灣工程合作承攬臺澎海纜鋪設工程，其他合作對象包括銓日儀以及上緯等。

3. 於臺灣海峽進行風力機安裝及運維時，有無針對颱風因素對於工作船及風力機有任何安全建議及因應措施？

回復：透過天氣預報系統可以預先規劃惡劣天氣之因應策略，以減少因為惡劣天氣造成的風險及工作延宕，同時 JFMS 擁有在全球惡劣天氣條件地區營運所需之工具、軟體和經驗(包括曾經承攬海洋示範風場的工程)。

4. 使用潛水人員進行水下基礎檢修的頻率？潛水人員須具備的證照有哪些(如：銲接技術、非破壞檢測、潛水證照)？

回復：水下基礎需要維護的頻率，可能會因諸多因素而有很大差異，例如：水下基礎類型(例如：單樁、套筒式基礎等)、塗裝類型(Coating type)、海床移動性(Seabed Mobility)、有無陰極保護(Cathodic protection)、沖刷保護(Scour protection)以及防蝕保護之類型等。開發商一般會向水下基礎運維商提出所需服務的時間表和營運維護的類型建議，以便達到預期結果的解決方案；舉例來說，JFMS 曾

在丹麥 Anholt 離岸風場和英國 Galloper 離岸風場上進行陰極防蝕、海洋生物生長厚度評估、陽極損耗估計、水下基礎結構完整性/塗裝/碎片/損壞檢查、電纜保護系統檢查和線路檢查、沖刷調查(包括：岩石堆放)等的水下基礎維護。在水下基礎維護人員認證方面，通常需具備的證照包含：非破壞檢測(Non Destructive Testing, NDT)，另水下無人載具操作或潛水員水下調查則須遵循當地的標準認證(如：International Marine Contractors Association, IMCA 或 DNV-GL 等)。

5. 依照 JFMS 專業，離岸風電運維港應具備哪些條件(包含各種港口條件，如：距離風場最適距離範圍、水深要求、碼頭及其後線腹地…等)?

回復：運維港選擇的綜合考量因素包括：運維項目、風場距離(減少運輸時間及燃油成本、與其他運維港距離以及到風場限制等)、適當的地點(適合人員運輸船停靠、良好的生活機能、船舶燃料補給及廢棄物處理)、完善的通訊設備、基礎建設(鐵、公路及機場)、產業供應鏈、緊急救助服務等。由於需要評估的各種因素太多，故沒有適用於所有港口的解決方案。

(六) 影像紀錄：



圖 33：介紹 JFMS 主要業務及目前與臺灣合作情形



圖 34：經驗分享與意見交流

肆、心得與建議

- 一、從本次參訪得知，比利時離岸風電之發展是採循序漸進之方式，風場開發完成一個後，再接續下一個；比利時發展離岸風電迄今已有 10 年經驗，至 2020 年約可完成 2.26GW 容量，預估至 2030 年可完成達 4GW 容量。臺灣自 2019 年開始第一個示範風場建置，正處於初步發展階段，依據政府 2025 年需達到 5.73GW 裝置容量，僅花費 5 年時間將較比利時 20 年裝置容量還要多。雖說積極發展再生能源的方向符合國際發展趨勢，但我國在港口基礎建設、國內產業供應鏈建立、國產化生產排程、海事船舶技術、離岸風電人才培育、職業安全衛生之認知與訓練…等各方面配套措施，是否來得及跟上政策腳步，確實是我國面臨之重大挑戰與課題。
- 二、臺灣港務公司配合政府離岸風電政策，於臺中港興(改)建 4 座離岸風電重件碼頭#2、#5A、#5B、#36 及後線土地，提供予開發商作為風機預組裝基地；除 #2 碼頭已完成改建，提供予海洋風場外，其餘碼頭仍在興建中。因各風場完工併網時程相當緊湊，港務公司將積極趕辦重件碼頭工程，期能如期如質完成，以利風機零組件順利安裝。
- 三、為配合風機國產化政策，港務公司亦於臺中港規劃國產化專區及臺北港水下基礎製造基地，供業者投資設廠。另為因應風機大組件及高承载力特性，港務公司亦興建臺中港#106 號、臺北港#S09 重件碼頭，預計於 2020 年完工，供風機製造業者進出貨使用。
- 四、我國離岸風電政策現已發布至 2025 年之裝置容量，為利風電產業聚落建立與產業永續發展，建議政府未來區塊開發風場應納入國產化之要求，並自 2026 年後每年穩定安裝約 500~800MW 容量，如此一來，港務公司亦可及早規劃碼頭容量與配置適當之土地資源。
- 五、以往，我國商港經營的貨類以貨櫃、散雜貨、石化品為主，面對離岸風電發展新契機，建議港務公司能跳脫既有思維，推動港口轉型，延伸多角化經營觸角，提供離岸風機之裝卸運輸服務，導入國際 GWO 認證與環安衛訓練，並運用既有船機資源，增進海事工程質量，提供如海難救助、風機檢測、風場運維等服務，朝向整合性港口邁進。