

離岸風機 國產水下基礎 推動規劃

中鋼公司
風電工程處
劉漢修組長
106.05.03

離岸風機 國產水下基礎 推動規劃

- 一、適合台灣之水下基礎種類
- 二、水下基礎國產化的理由
- 三、國內能量盤點
- 四、國產化推展規劃方向
- 五、目前推動規劃說明
- 六、結語



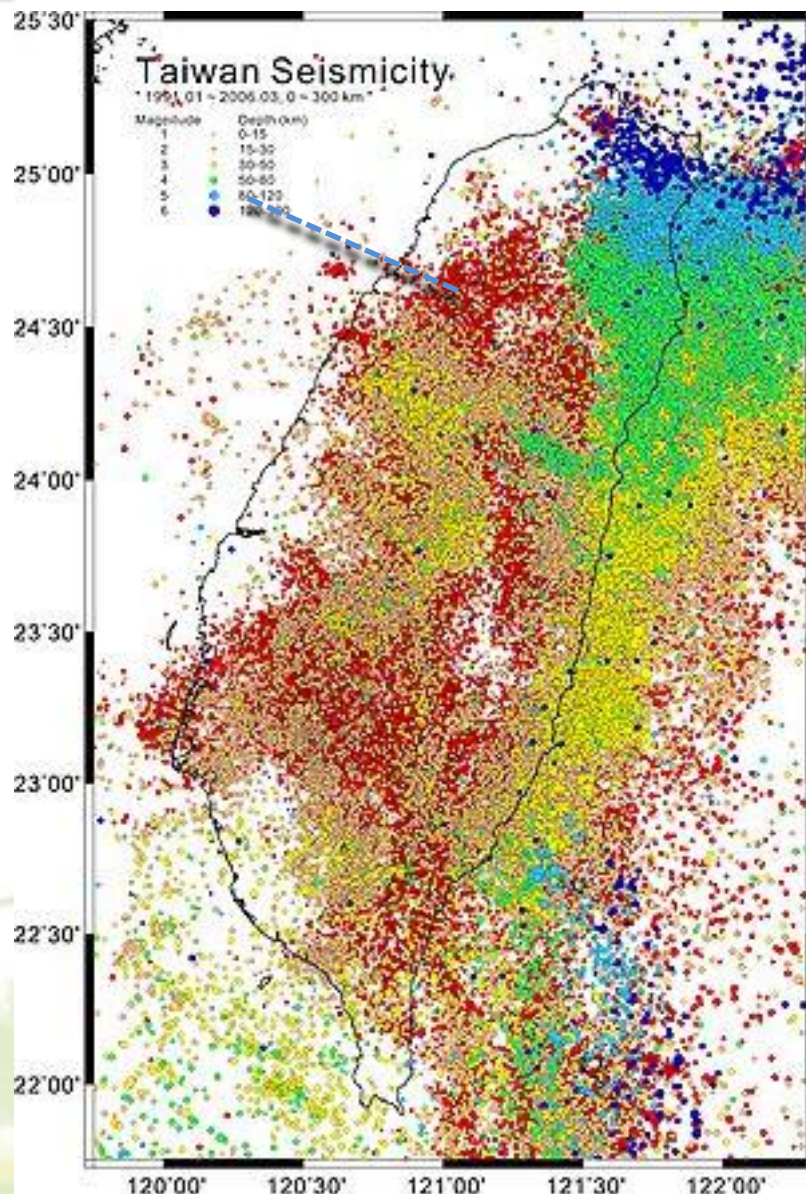
一、適合台灣之水下基礎種類

以主流的兩種水下基礎來介紹：

Monopile-為**歐洲主流**的水下基礎低成本方案。惟台灣地處亞太地震帶，於潛力風場場址地質鑽探結果分析，普遍認為以苗栗為分界，**苗栗以北有岩層且地震影響較輕微可適用**其作為離岸風機之水下基礎。

Jacket-擁有較複雜的truss結構，故其製造較費工，成本亦相對較高，但其擁有較佳的穩定度，適合在**苗栗以南的軟弱泥土質地盤及較活躍的地震帶使用**。

註：已有開發商評估彰化外海風場若使用Monopile其重量將達Jacket的2倍，故Monopile在台灣並非絕對的低成本方案。



一、適合台灣之水下基礎種類

Monopile及不同形式的Jacket。

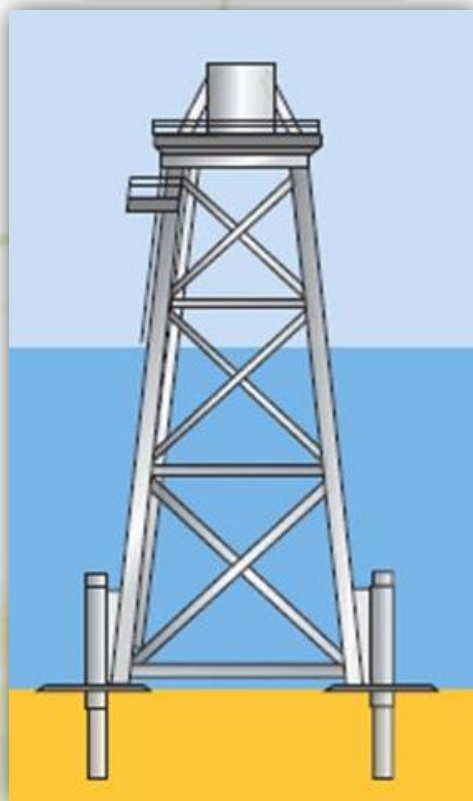
一般來說Monopile的設計較單純。

Jacket則持續有創新的世代產品產出。

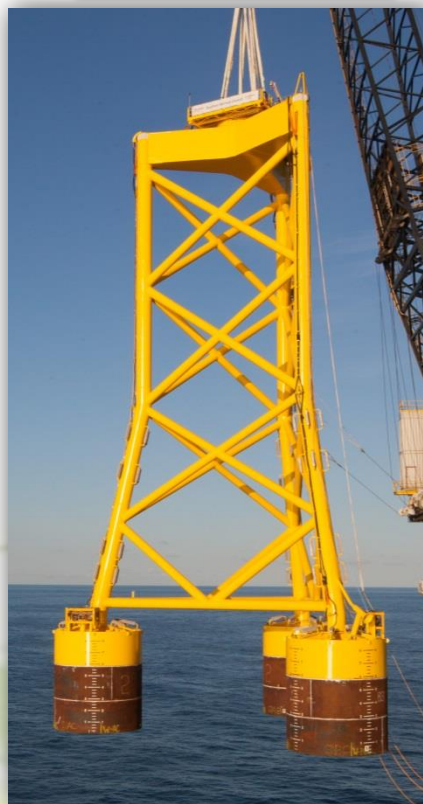
Monopile



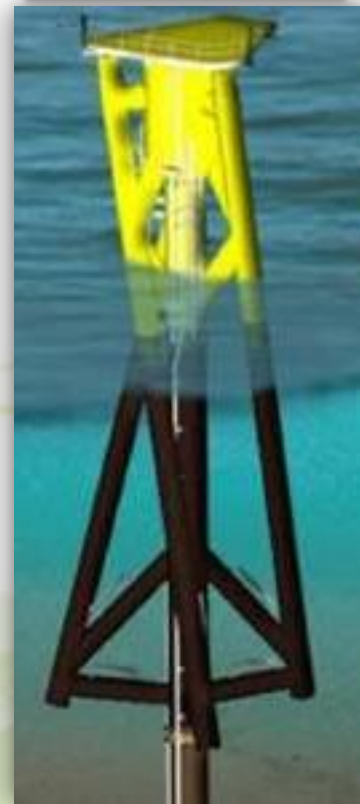
Jacket



Suction Jacket

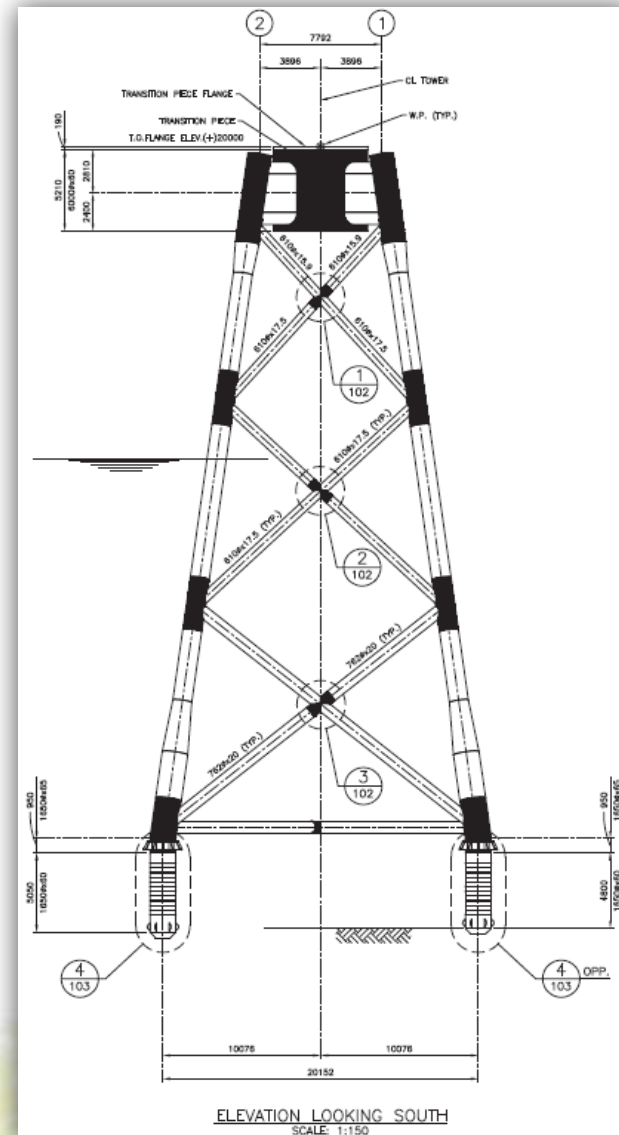


Twisted Jacket



一、適合台灣之水下基礎種類

Component	Dimension	Weight	Total Weight
Leg	$\phi=1.2\sim 1.8\text{m}$ $t=30\sim 60\text{mm}$	550~750 tons	900~1400 tons
Brace	$\phi=0.5\sim 0.8\text{m}$ $t=12\sim 32\text{mm}$		
Transition Piece	-	80~200 tons	
Secondary	-	20~60 tons	
Pile (1 piece) Maybe 3 or 4 legs	$\phi=1.6\sim 2\text{m}$ $t=12\sim 32\text{mm}$ Length=40~80m (into seabed)	80~120 tons (depends on dimension)	



二、水下基礎國產化的理由

政府千架風機計畫(離岸風機項目)

政府推動時程	2016	2016~2020	2020~2025	2025~2030
單機容量	4 MW	5 MW	5 MW	5 MW
累計容量	16 MW	520 MW	3,000 MW	4,000 MW
累計台數	4台	104台	600台	800台
累計鋼材需求	7,200噸	187,200噸	1,080,000噸	1,440,000噸

1,800噸/(台)風機

階段	第一階段	第二階段	第三階段	第四階段
年度	X+1	X+2	X+3	X+4~6
在地化開發項目	<ul style="list-style-type: none"> 塔架及基礎 塔內附屬設備 螺栓扣件 	<ul style="list-style-type: none"> 輪轂 外罩及機艙座 變壓器 塔內電纜及電控配件 	<ul style="list-style-type: none"> 建立組裝線 維修基地 變流器 主軸 	<ul style="list-style-type: none"> 齒輪箱 發電機 葉片
參與廠商	<ul style="list-style-type: none"> 中鋼、中機、中鋼構 恆耀、春雨 	<ul style="list-style-type: none"> 永冠、源潤豐 先進複材 華城、亞力、士林 大亞、華新 	<ul style="list-style-type: none"> 中機 台達電 南隆、三英 	<ul style="list-style-type: none"> 台朔重工、上和 東元、大同 先進複材

二、水下基礎國產化的理由

水下基礎**為何必須**國產化？

☆可提高國內鋼材供應業務，提升**離岸風電高強度**鋼板需求。

鋼料之供應



☆可提供國內機械製造、零扣件相關產業鏈業務。

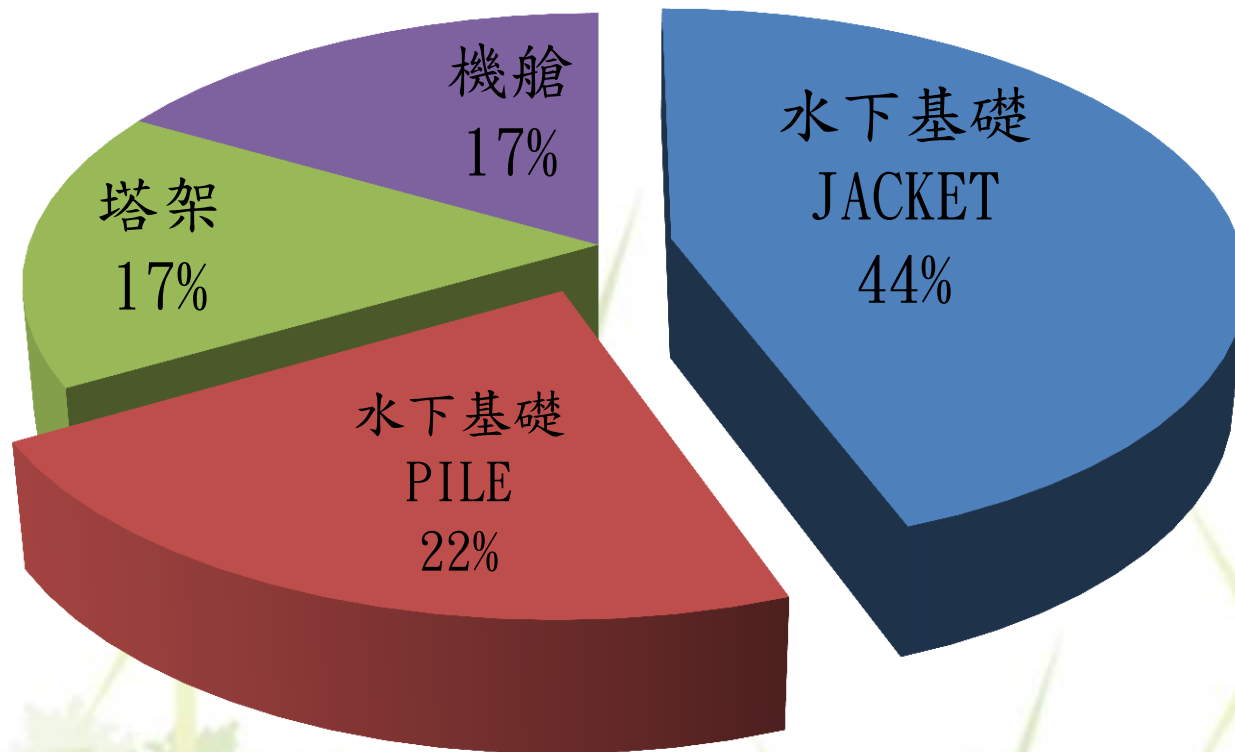
鋼結構之加工製造



☆長途海運不符經濟效益，運輸期間受天候影響無法如期交運風險高，另因屬長、重件且體積龐大，國內無法提供暫存場地。



鋼材用量



	鋼材用量 (噸)
水下基礎 JACKET	800
水下基礎 PILE	400
塔架	300
機艙	300
合計	1800

以5MW的離岸風力機為例，其每台風機之總用鋼量估計約1800噸，其中水下基礎的用鋼量就佔了66%，約1200噸。

中鋼鋼板可供料規格範圍

- ☆風機基礎及塔架用超厚鋼板需求規格中，中鋼可產製者有**S355 ML**(+Z25，-40°C厚度向衝擊試驗 $\geq 40\text{J}$)，鋼板厚度最大可達**95mm**。其中已通過船協認證之高強度船用鋼板有AH32、DH32、EH32、AH36、DH36、EH36、EH40、**EH47**等種類，中鋼均可供應至板厚**75mm**。
- ☆海洋風電(上緯公司)使用EN10025 S355ML及S460ML超厚鋼板與福海(永傳公司)需求的VL D36、E36TM及E36Z35TM等鋼板，中鋼均可生產供應。
- ☆龐大的用鋼需求，將可帶動新一波鋼鐵生產、機械製造、零扣件相關產業鏈之需求與榮景。



二、水下基礎國產化的理由

長途海運不符經濟效益且風險高



- ▶ 以Jacket為例：高約55~80米，長、寬各約20~35米，成品重量約700~1,600噸，無法以一般道路運輸，唯一解決方案是在碼頭後線設廠組立生產，並就近運輸出海。
- ▶ 國際知名船運公司(Maersk Broker) Senior Director Mr. Torben曾說過：雖然Jacket重量很重，但相對於重量來說，體積更是龐大，以海運長途運輸Jacket成品，就好像運輸棉花糖及空氣一般，缺乏經濟效益。
- ▶ 長途海運不符經濟效益且風險高，在地化生產是必然的趨勢。

☆ **合適的水下基礎製造廠址**，具備以下幾項特點：

1. 直接於碼頭後線用地組立生產以就近運搬出海
2. 碼頭法線長
3. 碼頭後線腹地大
4. 鄰近上游供應鏈
5. 擁有重件碼頭且碼頭水深 $>8\text{m}$ 。

☆ 以比利時Smulders公司的製造廠為例：

大型戶外gantry crane，吊重能力650T(自原450T改造升級)，
吊重範圍600m x 100m。



三、國內能量盤點

合適的水下基礎製造廠址

☆ST3的戶外gantry crane為全歐洲最大，其全高為120m，最大吊升高度95m，最大吊重1400T (350T x 4)，非常壯觀。該gantry crane的主要功能有二：

- (1)主要的Jacket foundation翻正、上下段大組立。
- (2)所有的成品(Jacket、Monopile、TP)load out上船。



什麼是適合台灣的?!
經濟性、施工法變革?

人在這裡

三、國內能量盤點

機械製造機具

☆ **機械製造機具** - 捲板機、CNC數控等離子切割機、焊機、焊接滾輪架、傾斜式滾輪架、鏟修機、CO2焊機、潛弧焊系統(內環縫焊接)、相貫性切割機(管切機)、電動行走噴砂滾輪架、自動噴砂機等，國內皆有成熟來源，要外購設備或委外製造零組件皆非難事。



三、國內能量盤點

機械製造機具

☆ **機械製造機具** - 捲板機、CNC數控等離子切割機、焊機、焊接滾輪架、傾斜式滾輪架、鏟修機、CO2焊機、潛弧焊系統(內環縫焊接)、相貫性切割機(管切機)、電動行走噴砂滾輪架、自動噴砂機等，國內皆有成熟來源，要外購設備或委外製造零組件皆非難事。



☆ 國內供應鏈-鋼板加工廠商捲板彎管製作能力

75mm以下鋼板具捲板彎管製作加工能力及施工之廠商包含有中機、銘榮元、台朔重工、世紀鋼鐵、合隆昇、萬機、俊鼎等。
75~120mm鋼板亦有銘榮元、俊鼎、世紀鋼鐵、合隆昇等廠商具備有捲板彎管加工能力及實績。



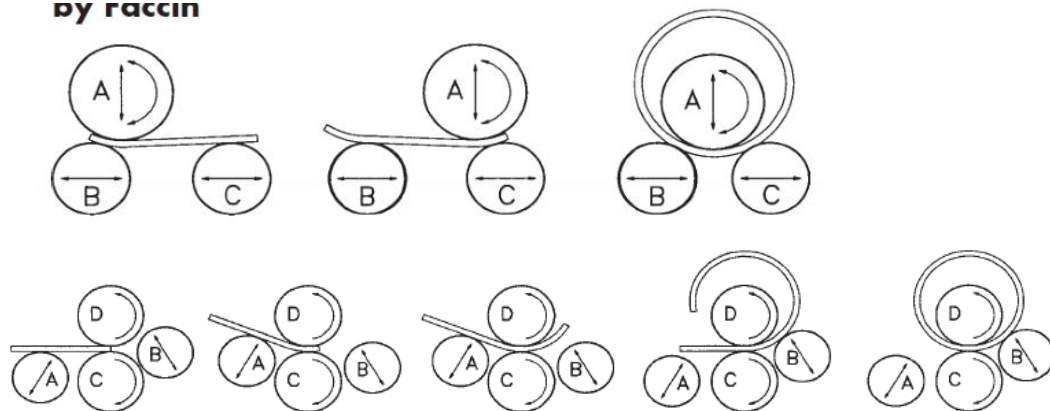
三、國內能量盤點

國內捲板彎管製作能力

☆捲圓製程於國內已累積許多製造實績，但相對來說其終端產品銲接銲道較多，需**特別注重銲道品質**檢驗。



by raccin



- ☆ **銲工人力供應**，Monopile的製造銲接較單純，多數的C線及L線銲接都可以自動銲接來執行；Jacket的製造銲接因屬立體類圓弧銲，銲道形狀類似馬鞍及鴨嘴，需具備6G銲接證照之銲工施作以確保品質。
- ☆ 以國外考察之經驗初估台灣初期水下基礎製造約需200位銲工。這不僅是工作的提供，還需考量銲工聚落及家庭的安置。



三、國內能量盤點

☆ 中大型門吊天車



製造過程吊運機具

☆ 多輪式運輸載具 (SPMT)



四、國產化推展規劃方向

引進國外專業技術

☆引進國外專業技術、資金、能量。減少學習曲線、時間。



四、國產化推展規劃方向

引進國外專業技術

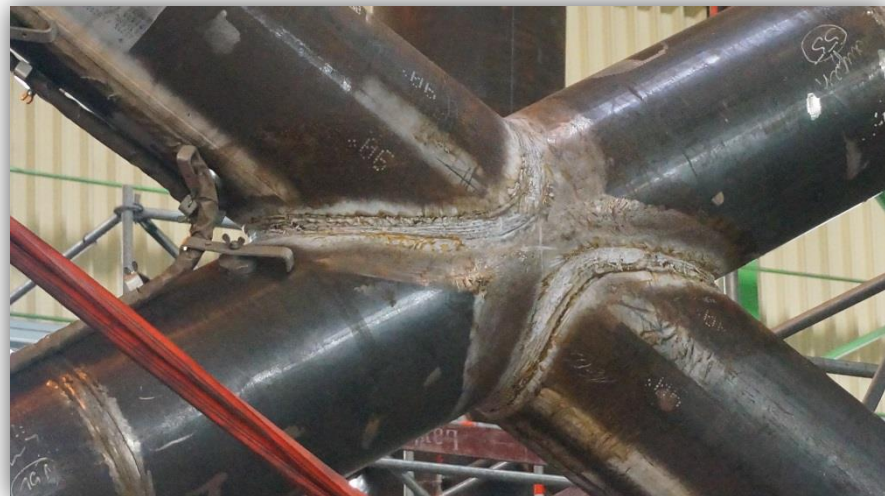
☆製造過程中，各式重件的臨時支撐、測量對位，是成功與否的關鍵。



四、國產化推展規劃方向

引進國外專業技術

☆國內6G銲工並不缺乏，但厚管件銲道是否能通過100%UT檢驗仍需依藉成熟的經驗指導。



四、國產化推展規劃方向

引進國外專業技術

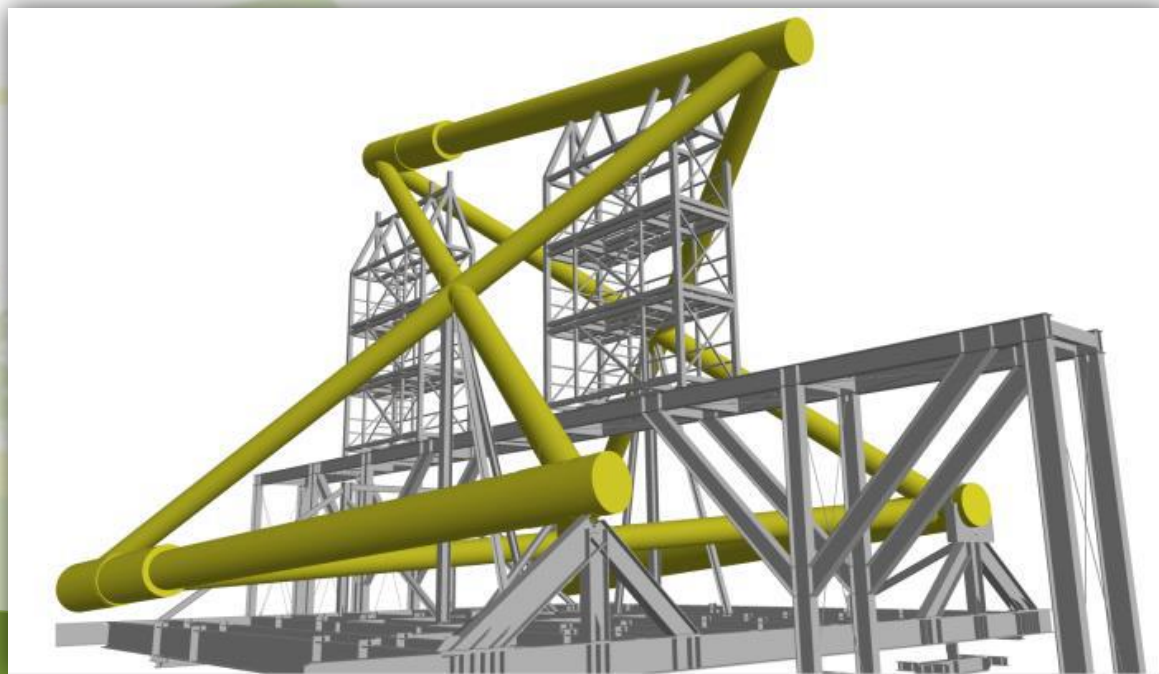
☆跳脫傳統，引進現代化設備的支援，例如：雷射水準對位、自動銲接。



工業化4.0，自動銲接的導入，是可逐漸推展的方向。



- ☆引進國外專業技術、資金、能量，減少學習曲線及時間。
萬事起頭難，第一座Jacket foundation因產線初期需調整及建置許多調整支架非常耗時。國外專業廠家表示：合理的Jacket製造時間，包含拆圖、繪製細部製造圖、購料、切割、臨時輔助支架等等處理時間，自接到訂單至完整的產出第一座Jacket約需10個月，此可作為未來在地化生產第一座Jacket之預估產出時間參考。



☆基礎建設(港口、碼頭、後線土地)及廠址選擇。

在與國外專業製造廠家充份討論後，建議離岸風電水下基礎結構製造廠址選擇需考慮以下因素：

1. 地理位置

廠址需接近供應鏈，因製造廠採工作站方式連續生產，相關部件均由供應鏈衛星工廠提供，廠址離供應鏈太遠可能造成生產停頓。

挪威Kvaerner
水下基礎製造
廠全覽



☆基礎建設(港口、碼頭、後線土地)及廠址選擇。

離岸風電水下基礎結構製造廠址選擇需考慮以下因素：

2. 充足的面積供組裝廠所需

用於製造5MW以上離岸風機Jacket水下基礎之合適工廠內部作業面積需求為500m x 35m，並在廠房出入口兩側保留動線規劃。

丹麥
Bladt(Aalborg)
水下基礎製造廠



☆基礎建設(港口、碼頭、後線土地)及廠址選擇。

離岸風電水下基礎結構製造廠址選擇需考慮以下因素：

3. 港口使用具備靈活性

在台灣海峽惡劣天候環境及有限之工作窗期下，水下基礎成品的運輸和安裝需盡可能獨立於其他海港作業使用者，以避免影響寶貴的海事可工作窗期。

波蘭ST3
水下基礎製造
廠全覽



☆基礎建設(港口、碼頭、後線土地)及廠址選擇。

離岸風電水下基礎結構製造廠址選擇需考慮以下因素：

4. 臨深水碼頭及擴充可行性(碼頭岸肩及後線土地儲存區)

商業模式雖主要考量為水下基礎的製造，但仍建議須考慮其他大型結構物工程之承接，如民生基建工程，石油和天然氣工業等，以填補水下基礎業務之空檔。

碼頭法線長度越長，越可以提供更多的海洋工程內容能力。

英國
Teesside-based
Offshore
Structures Ltd



☆基礎建設(港口、碼頭、後線土地)及廠址選擇。

離岸風電水下基礎結構製造廠址選擇需考慮以下因素：

5. 允許室外工作的天氣條件

雖然水下基礎的製造工作大部份皆在室內進行，但仍無法避免需在露天完成一些組裝工程(如業主臨時提出之要求或補銲及補漆等)，作業環境的強風將不利上述作業，甚至可能造成汙染等索賠事宜。

比利時
Smulders
水下基礎製造
廠全覽



四、國產化推展規劃方向

基礎建設及廠址選擇

☆國際離岸風電港口綜覽

德國Cuxhaven港

庫克斯鋼結構公司(BARD子公司)水下基礎製造廠房

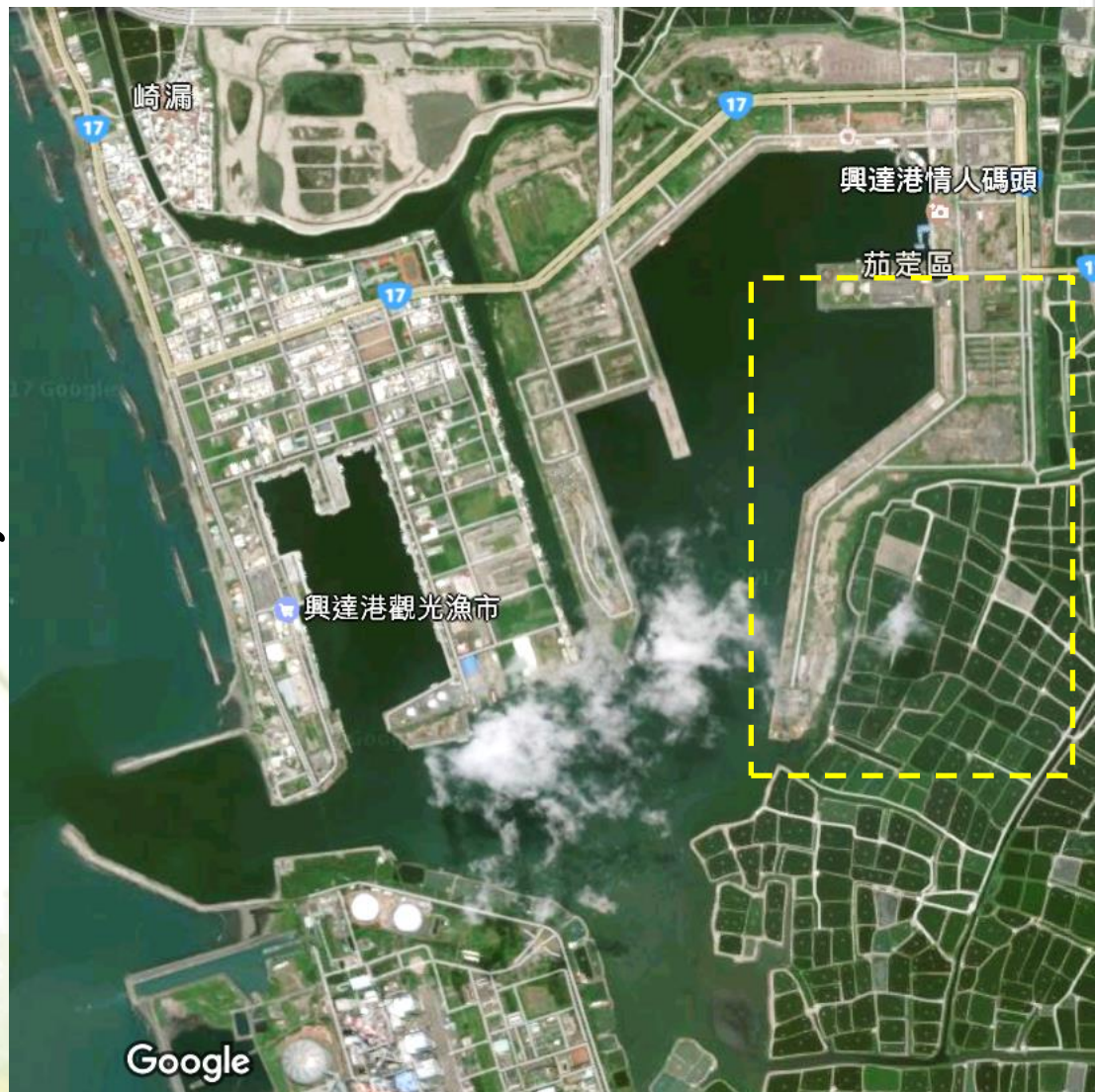


五、目前推動規劃說明

高雄興達港

承襲政府「前瞻基礎建設計畫」及「海洋科技創新產業專區」上位計畫以高雄興達港作為水下基礎產線規劃。

場址鄰近南部鋼鐵製造業、鋼結構加工業、機械製造業、扣件業等產業鏈，預期可帶動並活化整體相關產業發展。



五、目前推動規劃說明

產線及產能規劃如下：

☆2座水下基礎製造廠房

☆1座基樁製造廠房

☆1座轉接段製造廠房

☆1套戶外大型翻正設備

☆碼頭法線1,400m，重件碼頭法線長度300m(承載力30噸/m²)。

☆使用碼頭後線土地面積26公頃

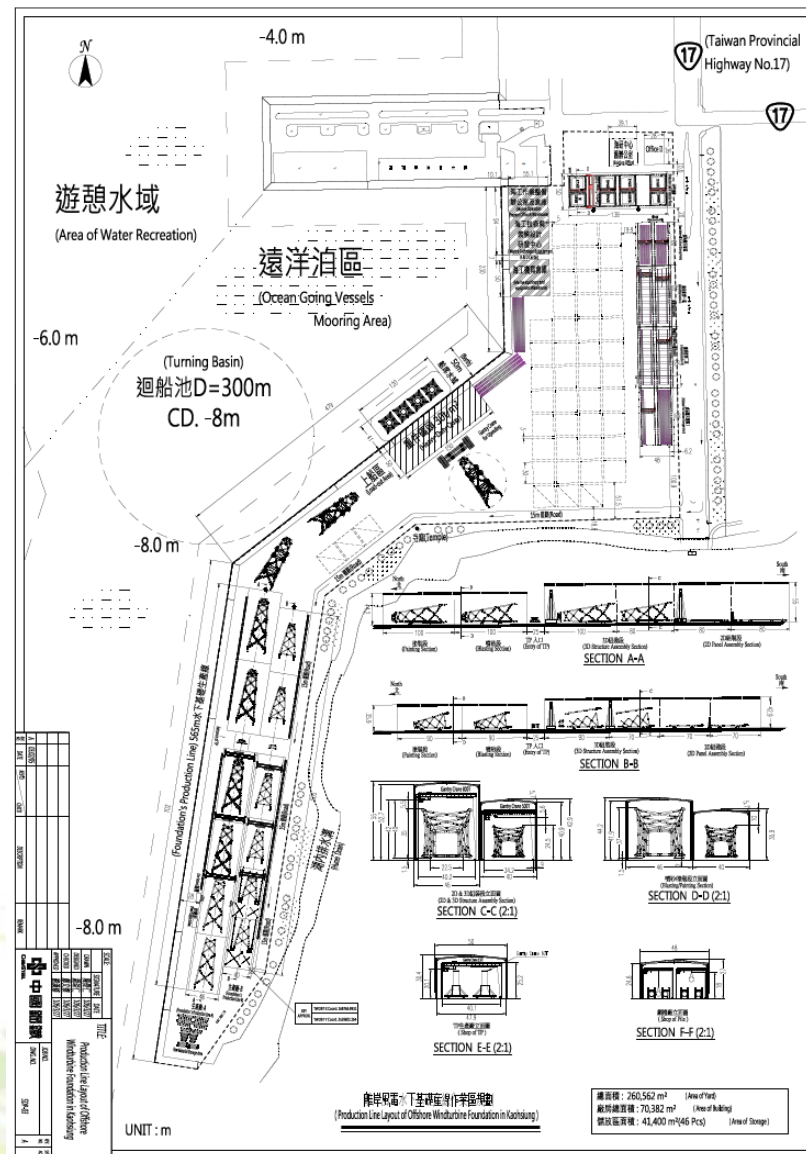
☆年產50~60套水下基礎，適用至50m水深海域範圍內。

因應未來風機大型化之需求，水下基礎大型化亦是趨勢，天車及廠房亦配合加大規模。

建廠初期投資約25億元

第二階段投資約10億元

高雄興達港

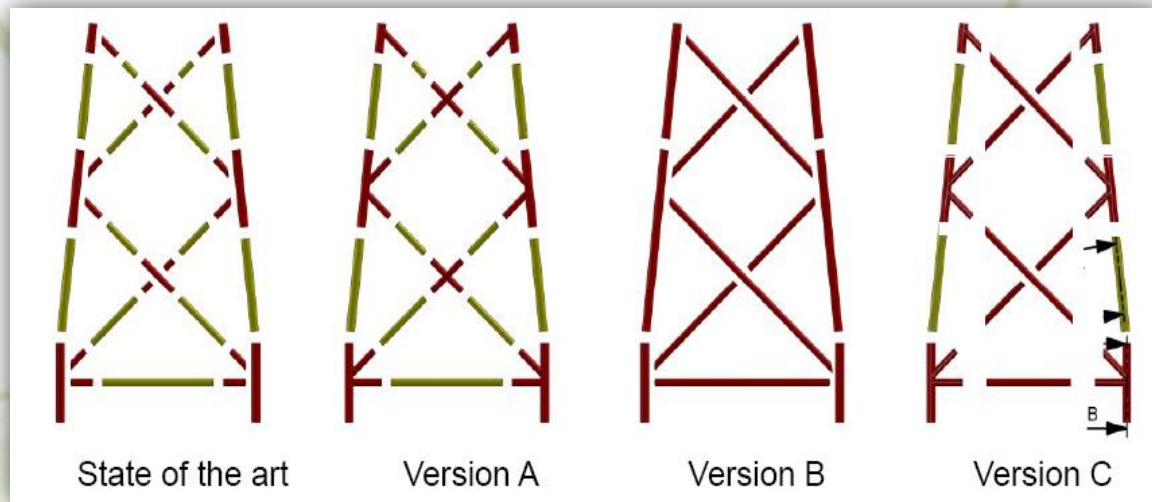
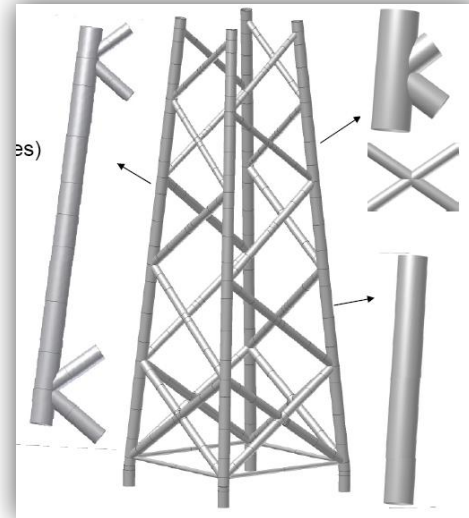


五、目前推動規劃說明

為達到最高產出效率、以全力供應國內離岸風電需求為目標、最大的活化寶貴的碼頭及後線腹地，水下基礎製造產線之規劃將聚焦在無法於陸上長途運搬之構件之終端大組立。

Jacket的製造思維可有多種考量面向，惟已可確定者將是各組件將借重國內廠家既有能量，由國內專業廠家分工製造，最終匯集於興達港廠址進行大組立。

分工及產業鏈共榮



六、結語

- ☆ 再生能源推動為政府重要能源政策，離岸風電為其中重要一環。在國產化部份，水下基礎因屬超長、超重件，且有長途運輸受天候影響及不易上岸暫存等因素，必須落實國產化。
- ☆ 在製造技術及供料部份，國內廠家已具大部份供應能力，惟初期仍建請政府部門規劃以國內供應為優先，以達產業在地化之目標，並吸引國內外資金、技術投入。
- ☆ 離岸風電水下基礎是否可由國內製造供應，最重要因素為需具有合適之重件碼頭及後線基地，政府已依「前瞻基礎建設計畫」及「海洋科技創新產業專區」上位計畫規劃興達港為基地，然因碼頭建置及建廠期程需耗時2-3年，仍需政府部門加快行政程序，以期達成離岸風電之整體推動進程。

敬請指教