

出國報告（出國類別：考察）

參觀韓國造船廠及 油電混合動力拖船

服務機關：臺灣港務港勤股份有限公司

姓名職稱：李俊民 處長

鄭偉志 副理

陳安偉 工程師

邱筱玫 資深事務員

派赴國家/地區：韓國(釜山)

出國期間：114年3月24日至114年3月27日

報告日期：114年4月29日

摘要

在全球氣候變遷綱要公約框架下，減少碳排放量已成為世界各國的首要目標，為配合政府低碳能源轉型政策，並依循臺灣港群減碳藍圖與路徑推動港區減碳，達成2050年淨零排放之目標，因此本公司積極規劃如何將既有及未來的船隊，採取降低CO₂排放的應對措施及方法。

本公司於112年因動態定位系統(Dynamic Positioning System)及拖船模擬機至新加坡拜訪Kongsberg公司，了解Kongsberg公司所屬集團正極力發展低燃料之替代方案，並在亞洲地區與韓國Dongsung造船廠共同合作新造油電混合拖船，故透過Kongsberg公司邀約，共同赴韓拜訪Dongsung造船廠，針對油電混合拖船建造與營運經驗作參訪及交流。

本公司持續關注油電混合拖船議題，聽聞韓國造船廠Dongsung於113年油電混合拖船已交付並加入營運作業，為此，經Kongsberg公司介紹及安排，登輪參觀了解該油電混合拖船之相關配置，並實際體驗船舶於海上運轉時之操縱性能，亦與現場技術人員及船員討論拖船使用的效益及情形。

目錄

目的.....	4
出國期間.....	5
出訪行程.....	5
過程概要.....	6
心得與建議.....	21

目的

各國以2050年淨零碳排放作為目標，因此積極研發各種減碳措施及提升綠能效率的方案。本公司以拖船營運為根基，惟拖船碳排量居高不下，致使難以達成上開目標，因此於持續關注各國拖船的綠能改善方案之餘並考量現況可行之道，例如更換燃料採用其他綠能替代或者使用電能推進模式，以達降低碳排放量之目的。

現階段替代燃料尚未商業普及化，故採用電力來源作為替代燃料方案，考量拖船作業需要高功率、大馬力的動力來源，若僅使用純電力推進之拖船，依實際需求的設備、系統、岸上設施及人員培訓規劃，現況皆有需克服之難題，因此採用油電混合動力拖船模式，或可做為轉型過程中之有效方案。

本公司經由Kongsberg公司介紹得知，韓國造船廠Dongsung已於113年建造完成油電混合拖船乙艘並加入韓國蔚山港之港區營運船隊，故本公司積極接洽聯絡，希望透過登船參觀及拜訪建造船舶的造船廠，藉此深入了解油電混合拖船的技術細節與實際應用，並將其相關經驗與技術作為本公司拖船升級轉型之參考，透過引進與推廣油電混合動力技術，希望能在持續提升港口作業的效率之際，同時減少碳排放，為臺灣港區環境的永續發展貢獻一份力量。

出國期間

出國期間：114 年 3 月 24 日 至 114 年 3 月 27 日 ， 共 4 日。

出訪行程

日期	地點	內容
3月24日	桃園-韓國 (釜山)	交通
3月25日	韓國 (釜山)	登輪參訪油電混合拖船(SUNJ IN 111)
3月26日	韓國 (釜山)	參訪造船廠(Dongsung Shipyard)
3月27日	韓國(釜 山)-桃園	交通

過程概要

一、登輪參訪

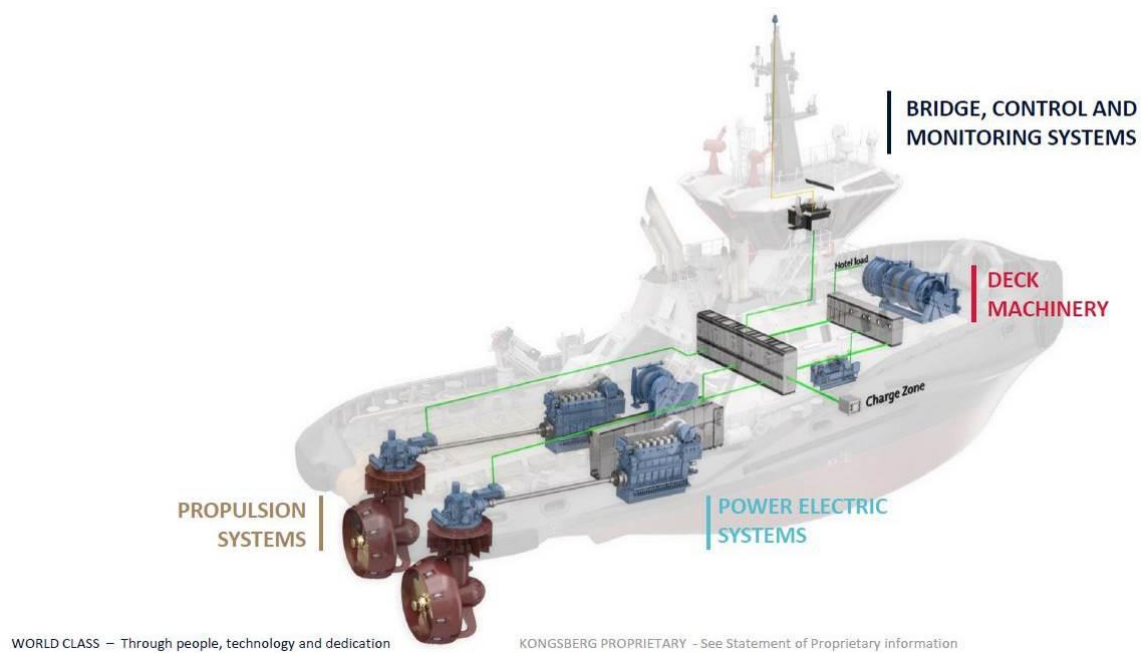
(一)SUNJ IN 111船舶規格

SUNJ IN 111	
船舶總類	港口拖船
國籍	南韓
造船廠	DongSung Shipyard
船長	41.5m
船寬	11m
推進系統	2 x Kongsberg US255FP-TWIN Azimuth thruster (2 x 3005PS)
輔助推進馬達	Doosan 235PS
儲能系統	Kongsberg 646kWh
電控系統	Kongsberg自動控制系統
燃油總類	柴油
操作水域	釜山,南韓

(二)油電系統介紹

該船的推進器系統是由Kongsberg公司規劃設計，其動力來源可經由主柴油機帶動，或可透過推進電動馬達驅動，兩種模式可依不同作業情況下做切換使用，通常推進電動馬達帶動適用於運行水路的低速航行，而曳船作業時再切換為主柴油機帶動運轉。

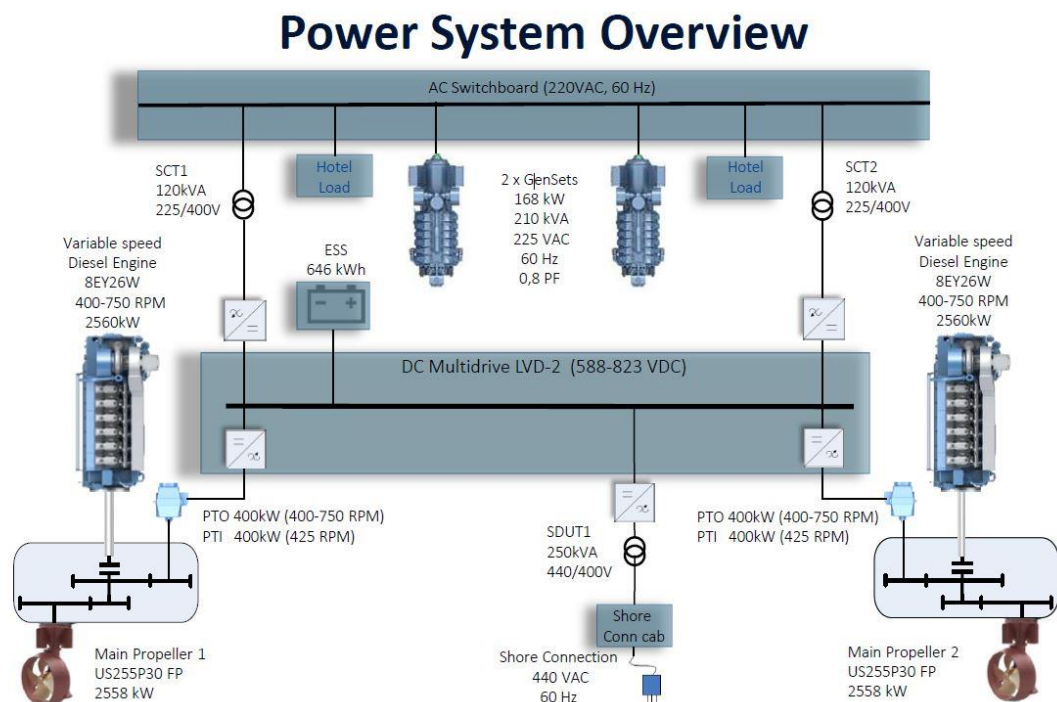
推進電動馬達的動力來源，係依靠船上的電力儲能系統供給，該系統儲電能源僅能停泊後依靠岸上充電系統設備充電補給。



船上推進系統及電力系統示意圖(Kongsberg提供)

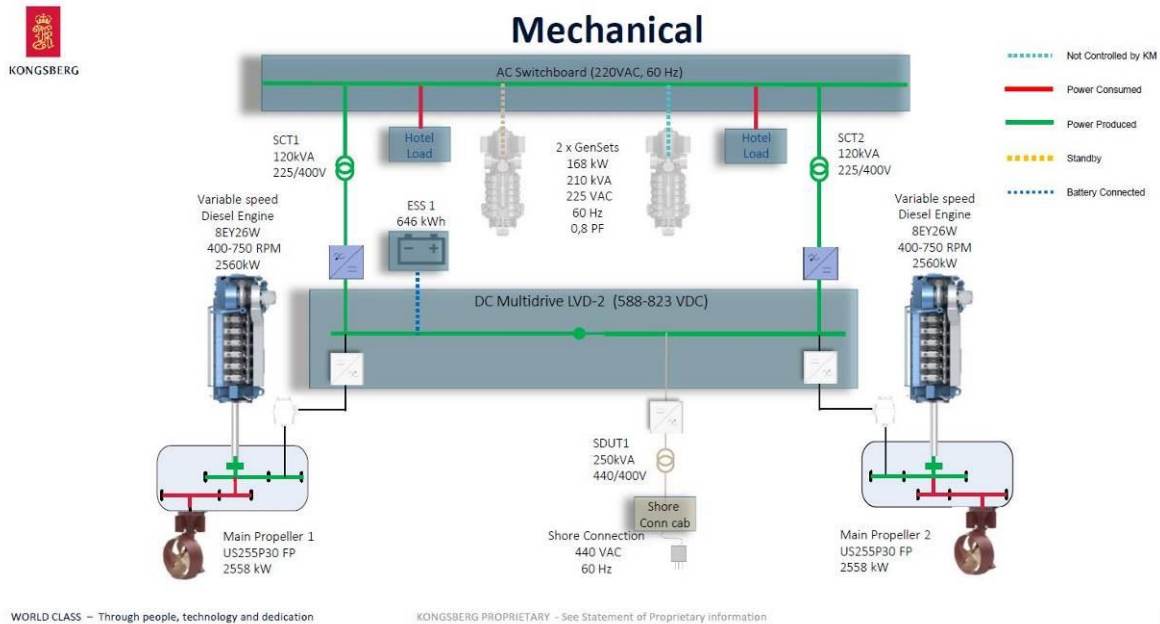
(三)動力系統介紹

1. 動力系統主要裝置有主柴油機、輔助電機、配電盤、直流驅動轉換器(含儲電系統)、電動推進馬達、推進系統，如下圖



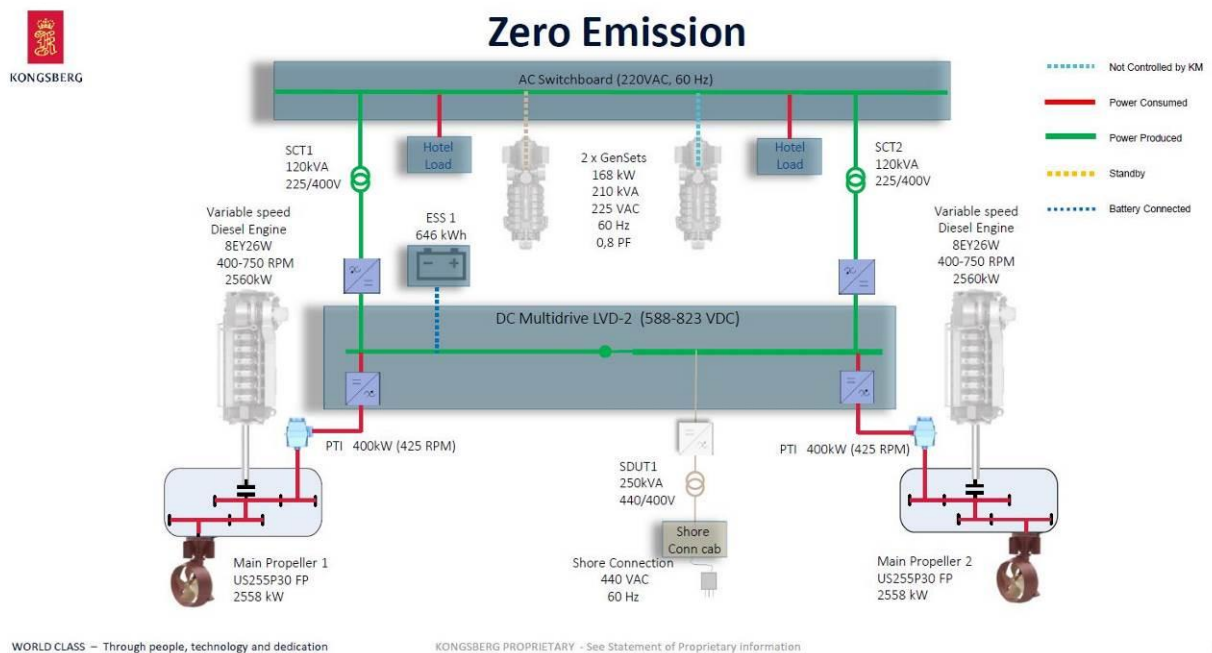
動力系統全視圖(Kongsberg提供)

2. 使用柴油主機推進模式，推進動力來源由柴油主機提供，室內相關用電由直流驅動轉換器(含儲電系統)提供，如下圖：



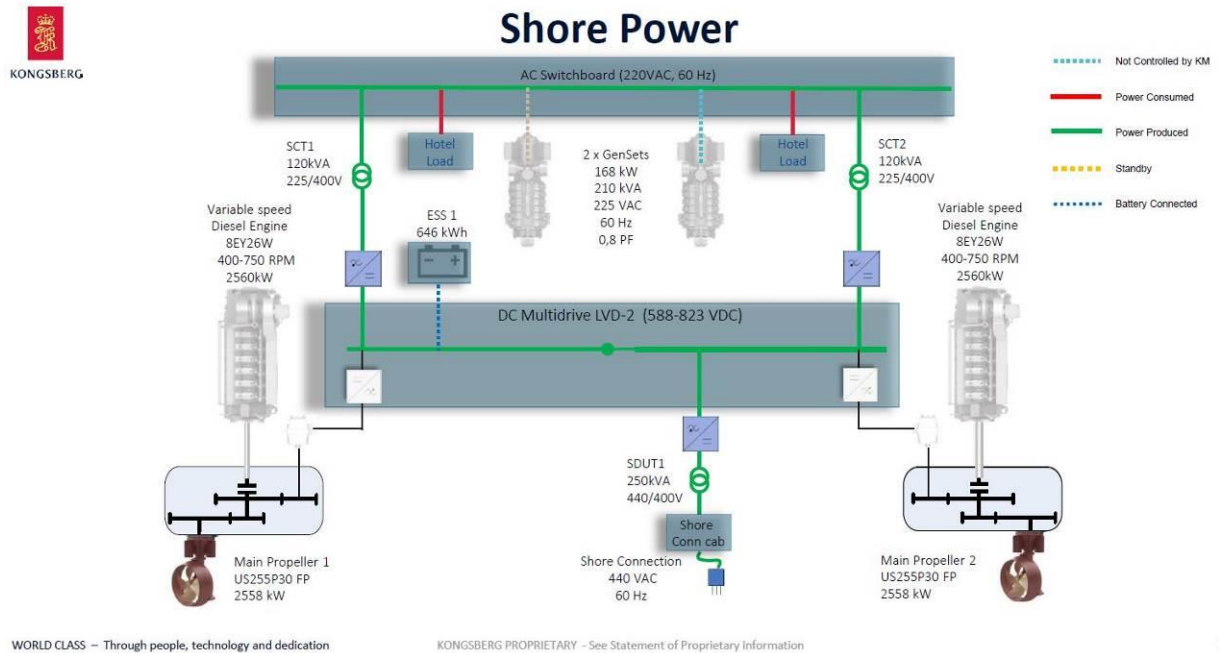
主柴油機運轉模式(Kongsberg提供)

3. 使用電動推進馬達模式，依靠直流驅動轉換器(含儲電系統)提供動力供給使用全船用電及推進馬達運轉使用，如下圖：



電動推進馬達運轉模式(Kongsberg提供)

4. 靠泊後連接岸電，並可對直流驅動轉換器(含儲電系統)進行充電措施，如下圖：



岸充模式(Kongsberg提供)

(四)實務經驗交流

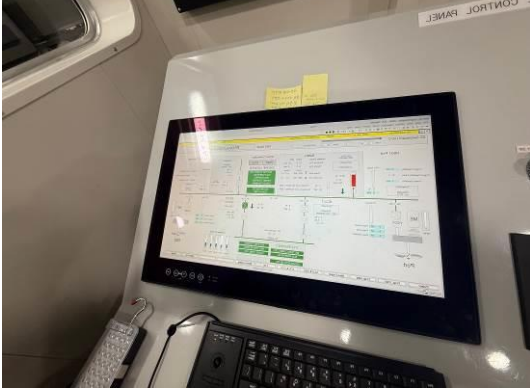
SUNJ IN 111該船約於113年9月完成船舶建造後並交付營運，皆在釜山的蔚山港口服務，船舶營運使用已有半年，日常依靠專用碼頭待命，接收曳船作業通知後，啟動電動推進馬達於低速航行至曳船作業點待命，再啟動主柴油機備便完成後，切換為主柴油機運轉模式進行曳船作業，曳船業務完成後，再切換回電動推進馬達模式低速航行回專用碼頭停靠。

岸邊待命期間，可關閉柴油機引擎僅由直流驅動轉換器(含儲電系統)供應艙室內生活用電，若電池容量降低再使用岸上充電設施進行充電即可。

因該船交付後營運至今約半年，目前各項設備皆穩定運行，尚無相關異常狀態或機械故障之情形。

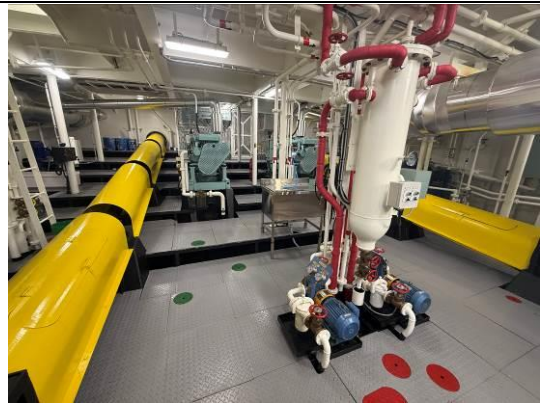
(五)照片分享

	
SUNJIN 111外觀	岸上充電設施
	
船上沙龍間討論交流	岸電插座介紹
	
岸電插座	岸電控制箱

	
機艙油櫃佈置	艙內分電盤
	
主柴油機	機艙控制室面盤
	
面盤顯示機械數據	直流驅動轉換器(含儲電系統)



機艙環境-1



機艙環境-2



舵機艙環境



推進系統及推進馬達



推進馬達冷卻系統



駕駛室操作台



航行體驗



推進馬達運行模式



船艙機具設備規劃佈置



船邊合影

二、拜訪造船廠

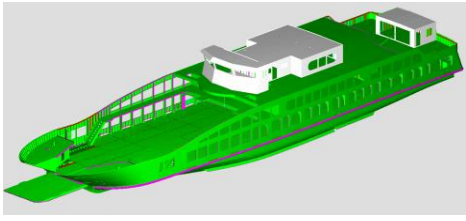
(一)船廠介紹

DongSung造船廠自1946年開始從事造船業務，主要建造木船。在過去60年的發展歷程中，公司以打造強大公司的堅定願景重新起步，成為全球建造中型產品和化學品油輪的專家。雖然公司規模不大，但憑藉差異化的技術和優良的產品質量，DongSung 具有很強的競爭力。此外，DongSung 已獲得ISO 45001、ISO 14001及ISO 9001 認證，並在品質、環境、安全 and 健康等各個領域實現客戶滿意度管理。DongSung 將透過優良的產品品質滿足客戶，並成為世界市場上小而強的造船企業。小而強、開拓進取、工匠精神是DongSung 的核心價值，超越世界最優秀的中型造船廠，邁向更美好的未來和更高的夢想。

 CERTIFICATE (주) 동성조선 정장해도 포항시 남구 송해로 229 (송도동) 본 회사의 안전보건경영시스템 및 인증범위가 아래의 인증기준의 요구사항에 적합함을 인증합니다. ISO 45001:2018 / KS Q ISO 45001:2018 인증 범위: 선박의 건조 및 수리 인증번호: JIC-2199 발행일: 2023년 11월 02일 유효기간: 2024년 11월 02일 유효기간: 2024년 11월 02일 인정기관: 동성조선	 CERTIFICATE (주) 동성조선 정장해도 포항시 남구 송해로 229 (송도동) 본 회사의 환경경영시스템 및 인증범위가 아래의 인증기준의 요구사항에 적합함을 인증합니다. ISO 14001:2015 / KS I ISO 14001:2015 인증 범위: 선박의 건조 및 수리 인증번호: JIC-2199 발행일: 2023년 11월 02일 유효기간: 2024년 11월 02일 유효기간: 2024년 11월 02일 인정기관: 동성조선	 CERTIFICATE (주) 동성조선 정장해도 포항시 남구 송해로 229 (송도동) 본 회사의 품질경영시스템 및 인증범위가 아래의 인증기준의 요구사항에 적합함을 인증합니다. ISO 9001:2015 / KS Q ISO 9001:2015 인증 범위: 선박의 건조 및 수리 인증번호: JIC-2199 발행일: 2023년 11월 02일 유효기간: 2024년 11월 02일 유효기간: 2024년 11월 02일 인정기관: 동성조선
ISO 45001	ISO 14001	ISO 9001

(二)參訪交流摘要

DongSung 造船廠主要服務項目為船舶維修及建造新船，建造的船舶總類型式為拖船、渡輪及特殊工作船，並採用3D模擬技術規畫設計船舶，本次到訪參觀廠房內尚有五艘拖船在同時進行建造。

	
油電混合拖船	渡輪
	
特殊海工船	3D模擬規劃設計

(三)造船廠廠區介紹

DongSung 船廠位於釜山埔頂市共有三個廠區，雖然各廠區在不同位置，但調度、補給、規劃停靠碼頭及進行運轉測試均可隨時配合辦理。


一號工廠：浦項東成造船 地址：慶尚北道浦項市南區雲下路 239 成立日期：1946. 02



二號工廠：東成重工

地址：慶尚北道浦項市南區雲下路 239

成立日期：2015.03



三號工廠：DongsungHeavy工業

地址：慶尚北道浦項市北區興海邑英日漫產團路 246-39

成立日期：2017.06

(四)訪談交流

1.參與人員：

DongSung造船廠：CEO(Kim, Su-Hwan) & Assistant Manager (Lee, Hee-Yun)、船級社：KOREAN REGISTER(NA, Hoon)、船舶設備系統商：Kongsberg (Kang, Sang-Jae & Park, Sung-Yeol)、船舶設備代理商：Aquamaster Korea (Kim, Pan-Seok)、國際事務代理：ASD Partners (Park, Moo-Sung)

2.討論內容

- (1) DongSung船廠曾參與中油拖船之標案，對於政府採購之相關規範清楚明瞭。
- (2) 針對未來油電混合拖船或純電拖船之選擇及適用性，DongSung回覆建議全球純電船舶目前建造成本過高，亞洲地區僅有大陸於112年至114年間自建純電拖船3艘(雲港電拖一號、雲港電拖二號及雲港電拖三號)並於江蘇連雲港服務，然該船型之成本及性能尚不如油電混合船舶低及廣泛，如為達2050零碳排之要求，現況建議先使用技術較為成熟之油電混合拖船，再逐步汰換。
- (3) DongSung於113年參與新加坡國際港務集團有限公司 (PSA International Pte Ltd) 之離岸風電人員運輸船標案(機關指定船型，由船廠洽購船舶設計圖建造)，因價格未得標。
- (4) 本公司若有意洽談油電混合拖船之文件，可與DongSung船廠簽訂保密協議 (Non-disclosure agreement) 後可提供相關資訊，作為標案文件參考。

(五)參訪照片



造船廠建造中的船舶



造船廠介紹



公司介紹



合影紀念



建造中的拖船



建造中的輪船



介紹管材



介紹彎頭管材



小組件焊接區



船段焊接區



船台上建造的拖船



預備上船安裝的主機

	
預計交付的新造油電混合拖船	儲能系統
	
電動推進馬達	討論運轉模式
	
同方向的推進連軸方式	沙龍休息區

心得與建議

本公司肩負企業社會責任為響應全球節能減碳趨勢，積極彙整蒐集相關綠能船舶資訊。然而，台灣目前尚缺乏自主建造非柴油主機為核心的拖船經驗，因此多方參考鄰近國家實際建造跟營運後的經驗，評估在台灣實行之可行性參考。惟目前若採用全電力推進拖船恐面臨以下問題：

- 一、國內造船廠在承造複雜控制系統與高功率電力模組的純電拖船方面，因技術與經驗尚有不足，可能需仰賴國外技術或採國際標，此舉不僅可能推升造價、不利於國內造船技術的自主提升及增加未來維護保養的預算。
- 二、推動純電拖船，大功率拖船岸電需求將大幅增加，碼頭若缺乏穩定的大功率充電設施，將嚴重影響純電拖船的運作與可靠性。惟具體的岸電設施規格需求（例如：充電功率、電壓、充電時間）、碼頭現有電網基礎設施的限制與升級、船東及碼頭營運商與台電公司在岸電設施建設中的角色與責任等等議題，需仰賴船東、碼頭營運商與台電公司等多方協作，通盤規劃，方能有效落實。
- 三、拖船人力與操作訓練需全面檢討及改革。傳統柴油拖船轉型電推系統，船員須重新培訓，熟稔高壓電系統、電池管理、充電流程等技術，將對現有營運模式帶來重大變革。

因此本次前往韓國參訪油電混合拖船後，考量若是在能源轉型過程中，「油電混合拖船」應可作為發展全電拖船之前的過渡方案，原因如下：

- 一、技術挑戰相對較低，能在保留柴油主機基礎上導入綠能元素。
- 二、國外已有諸多建造實績可供本土造船廠參考，有助於造船廠逐步累積新動力系統設計與整合能力。
- 三、避免在基礎設施尚未完善前過度依賴岸電或純電系統造成營運上的困難。
- 四、優點分析
 - （一）節能減碳：在非重載情況下採用電池電力航行，大幅降低柴油消耗與廢氣排放，適合現今綠能港口發展方向。
 - （二）維修與操作風險相對可控：相較於全電力拖船，油電混合系統仍

保留傳統柴油機架構，操作與維修對船員來說較具熟悉度，推動過程風險較低。

(三) 降低噪音污染：電力推進模式的靜音特性，降低了港區的噪音污染，改善船員工作環境。

然而該系統亦尚有提升空間，特別是在電池容量與自體充電能力上，其可討論優化之方向如下：

一、電池模組容量偏低：參觀的船舶電池容量過小，若於馬達全負載推進下僅能維持約30分鐘，續航力不足，限制了電力推進的使用情境與有效範圍。

二、充電模式缺乏自體回充機制，電池僅能依靠碼頭時由岸電充電，若遇連續作業、岸電不可用或無法等待充電之情況，將被迫完全仰賴柴油主機，則油電之設計將形同虛設。

綜上本次參訪油電混合拖船的設計展現出一種務實的節能路線，將傳統與創新動力有效整合，為未來推進純電拖船提供了寶貴的過渡經驗，其概念與架構值得台灣港埠與造船產業作為未來研發的重要參考。