

HNO. 1036 『開明輪』船型特色介紹

設計處 涂俊安

一、前言

陽明公司為擴增船隊規模，透過加拿大知名租賃公司 SEASPAN 租借 15 艘 14,000TEU 級貨櫃輪，SEASPAN 先向韓國現代重工訂造了 10 艘船，本公司為跨足超大型貨櫃輪市場，積極爭取最終獲致後續 5 艘船的訂單，這也提供了台船公司與韓國最大船廠一個公平競技的平台。

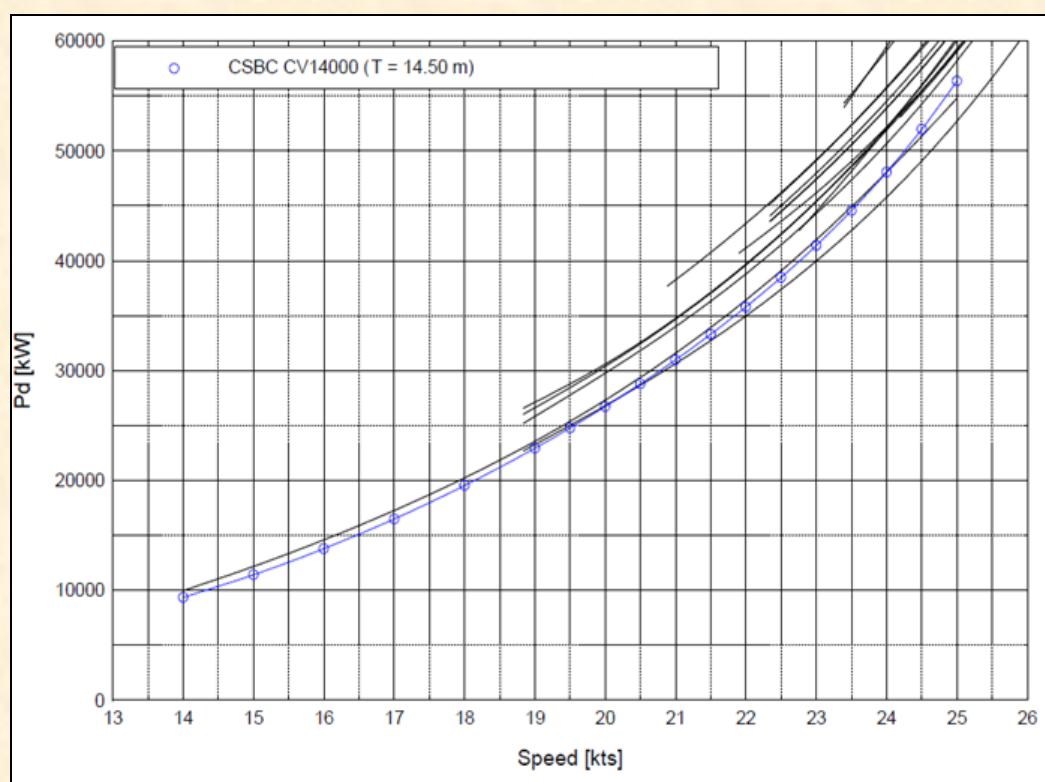
『開明輪』是台船 5 艘 14,000TEU (Twenty Equivalent Unit, 20 呎標準貨櫃) 級貨櫃輪的首艘，為台灣首度建造萬 TEU 級貨櫃輪，也是本公司所設計及建造最大型貨櫃輪，在台灣造船技術發展史上具有指標性的意義。

二、船型設計概述

『開明輪』全長 368 公尺，船寬 51 公尺，船深 29.85 公尺，設計吃水 14.5 公尺，寸法吃水 16 公尺，載重量 146,073 公噸，主機最大出力為 51,823 千瓦，設計船速 23 節。全船共有 10 個貨艙，可裝載 14,198 個 20 呎標準貨櫃，若將船直立起來，比高雄地標八五大樓建築本體還高 20 公尺，續航力達 28,900 浬，約可繞地球 1.3 圈。

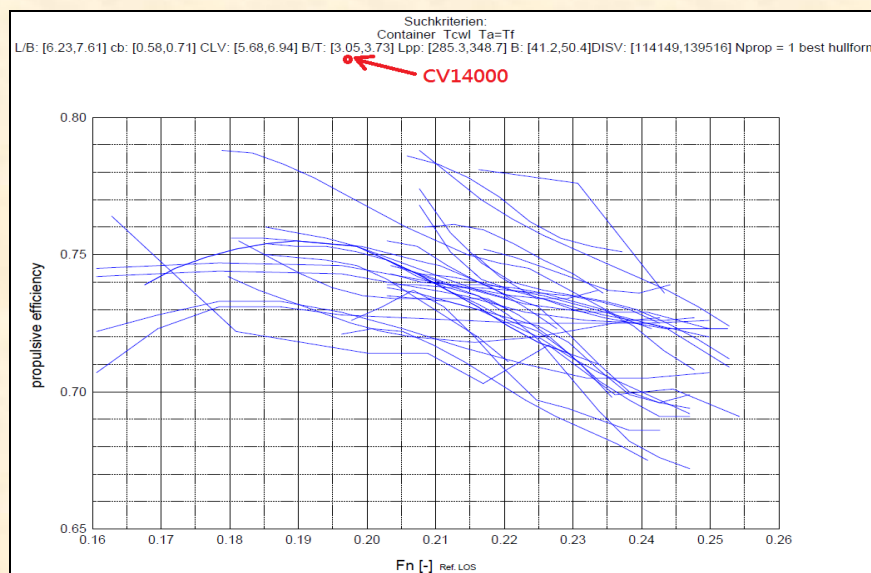
本案在設計初期，根據德國知名漢堡水槽(HSVA)船型資料庫評估，在上述主要尺寸及馬力條件下船速僅能達 22 節，要達到 23 節船速的設計目標，還需要增加約 16%的馬力，惟 SEASPAN 船東與陽明公司租船契約中訂有油耗保證的要求，不可能大幅增加主機馬力，使得船體線形設計與相關推進裝置開發上具極

高的挑戰性。為確保本公司身為全世界知名貨櫃輪專業船廠的名聲，設計處於 2013 年元月底開始投入展開本案船體線形最佳化設計以及流力性能精進之研究，線形開發共歷時 8 個月，進行 7 次船模試驗，包含 4 版線形，8 版舵型及 3 版螺槳，最終採線形搭配節能舵球、節能扭曲全平衡舵及高效率螺槳，船模試驗結果可達 23.07 節，在 HSVA 資料庫中與同型船相比(請參見圖二)，本輪在船東常用的營運船況為資料庫中馬力性能最佳的船型。



圖二 台船 14,000 TEU 級貨櫃輪船速馬力性能

此外，本公司自行設計的高效率螺槳，推進效率則是突破 HSVA 資料庫中超大型貨櫃輪推進效率的天花板(請參見圖三)，創下公司歷來設計最佳紀錄。



圖三 台船 14,000 TEU 級貨櫃輪推進效率

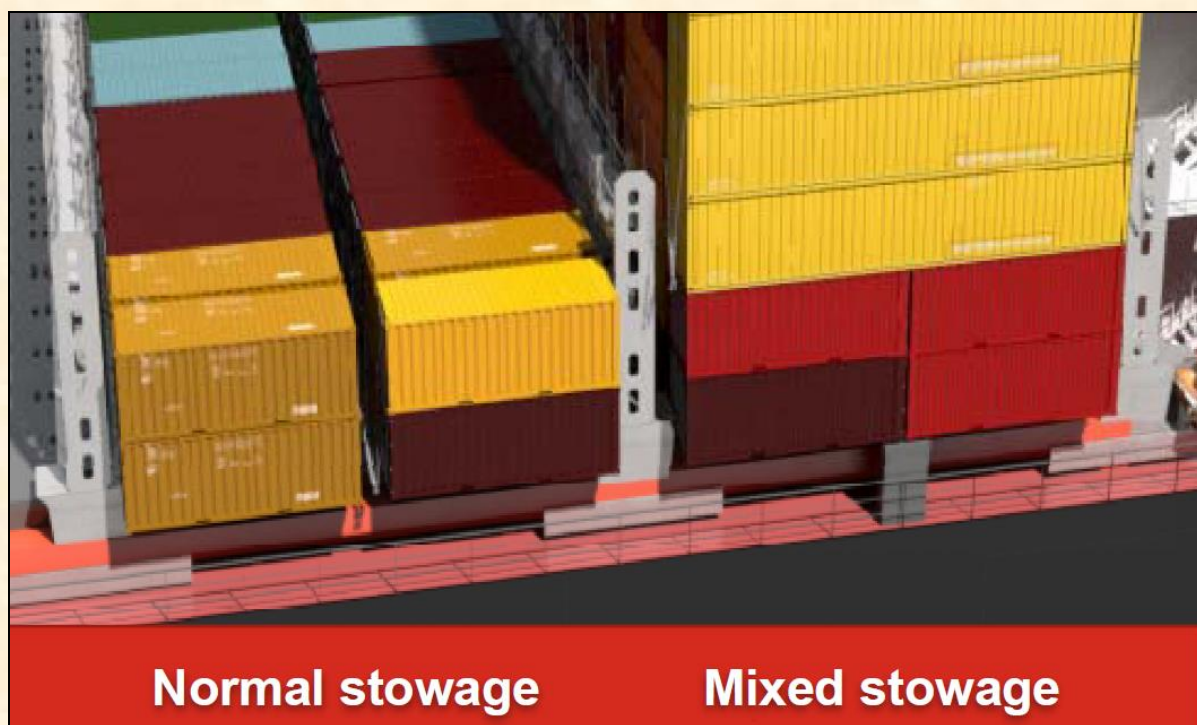
本輪也是台船首次在貨櫃輪上採用住艙與機艙分離的雙島設計 (Twin Island)，除可提升視界性能，使甲板上堆疊的貨櫃數增加，相較於住艙與機艙合併之單島設計 (Single Island)，因住艙沒有直接坐落於機艙上方，受主機運轉振動及噪音的影響較小，船員的舒適度較佳。而油艙佈置於住艙區下方，除雙重殼結構保護降低漏油機率外，亦充分利用住艙下方之空間。

在結構設計方面，則針對船體結構做最佳化佈置與鋼料的最適化運用。除利用有限元素分析進行船艙段貨艙結構的強度計算外，並首次藉由顫動分析 (Whipping Analysis) 及波振分析 (Springing Analysis)，評估實際航行中波浪對船體結構造成的影響，確保結構強度滿足法規及船東營運需求。

甲板上 3 層拉繫平台 (Lashing Bridge) 設計，則可提高貨櫃繫固能力，有效提升實際裝載承重，加上貨櫃擺放採混裝式設計 (Russian Stow / Mixed Stow，請參見圖一)，可使整體貨櫃擺放方式更具彈性，提高貨櫃裝卸的便利性。

本輪同時也符合英國勞氏驗船協會 (LR) 最新 BoxMax 要求，可針對不同的營運航

線海況分析貨櫃繫固應力，更加提高甲板堆疊重量，使貨櫃裝載數量及彈性極大化。



圖一 Russian Stow 示意圖

隨著電子科技與通訊技術的發達，船舶智慧化已成為必然的發展趨勢，本案為台船首次導入智慧船舶的設計概念，具備遠端維護系統 RMS (Remote Maintenance System)，可監控船上主輔機運作情況及異常之診斷，並能遠端解決故障及異常問題；另外安裝航運能源管理系統 ENIRAM，則可藉由該輪的航行資料，分析與建議最佳的航行船況與航線，降低燃油消耗及減少碳排放，進而降低船東營運成本。

除上述外，本輪在環保節能的設計亦包括下列特色：

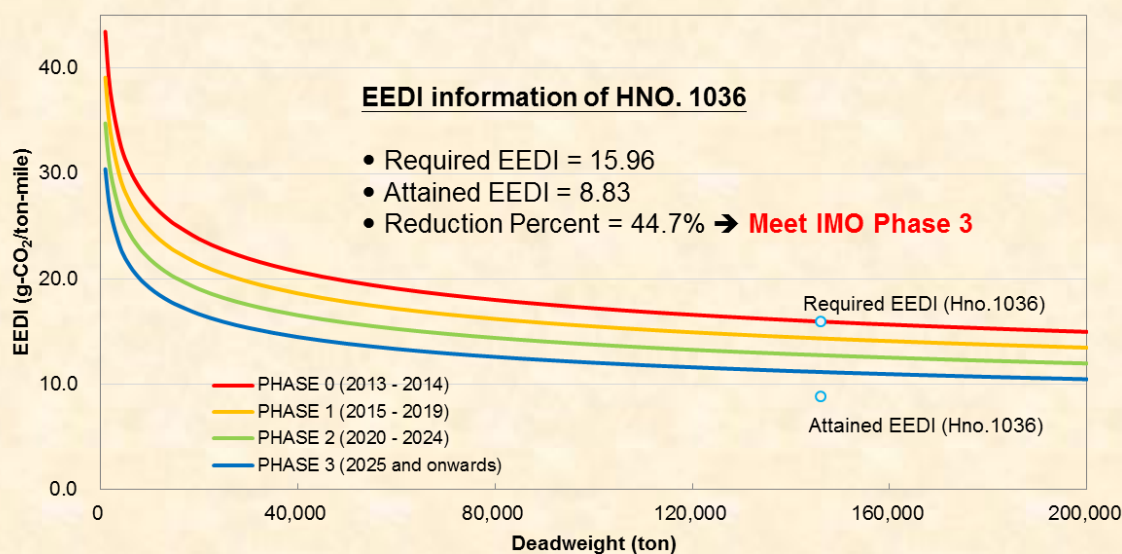
- 電子式控制噴油主機：本輪採電子式控制噴油的主機，符合氮氧化合物排放管制規範的第二層標準，較前一代柴油機減少約 20% 的氮氧化合物排放。另

外主機採用低負載調校(Low Load Tuning) 以及排煙旁通系統 EGB (Exhaust Gas Bypass)，使其在經常性之營運航速(25%~70%MCR)下，更具節能效果。

- 海水泵變頻系統：主機冷卻水系統採變頻控制，可提高船舶電力使用效率，以達節能功效。
- 壓艙水處理系統：本輪前瞻性的採用壓艙水處理系統，能有效控制、處理海水微生物及沈積物等污染防治，避免壓載水交換所造成的海洋生態破壞。
- 岸電系統：本輪於船艙兩舷裝設『移動式貨櫃型岸電連接系統(Mobile Container Type AMP System)』。搭載 AMP 系統時，可於靠港後停用船上發電機，以減少港灣內的空氣汙染，降低對環境負荷的影響；若不搭載 AMP，則可做為貨櫃擺放的空間，兼顧環保及船東營運之彈性。

三、優異的性能表現

自 2013 年起，能源效率設計指標(Energy Efficiency Design Index，簡稱為 EEDI)強制生效，其定義為船舶載運每噸貨物航行每海哩的碳排放量，主要是期望能藉由降低 EEDI 數值，實現減少船舶碳排放量的目標，並以每五年為一期逐步提高排放標準，第一期、第二期與第三期的碳排放量均要比基線分別降低 10%、20%與 30%。本輪經相關試驗檢驗，最終在英國勞氏驗船協會(LR)的認證下，EEDI 低於基線 44.7%，提前符合 2025 年(第三期)最高標準，亦提升了本輪綠色船舶的形象。



圖四 台船 14,000 TEU 級貨櫃輪能源效率設計指標

台船首艘自行設計的萬 TEU 級貨櫃輪，從設計、生產到海試，一路面臨船東諸多嚴苛的要求，所幸在公司各單位上下齊心努力下順利交船，歷經完工各項測試的證明，無論在貨櫃總數、均勻裝載貨櫃數、船速、載重量、油耗、振動噪音、耐海與操縱性能等，皆優於韓國同型船，獲得船東高度肯定。此輪完工亦再次證明台船之設計及建造能力已達世界一流水準，此一高性能、高品質及高技術難度之 14,000 TEU 級貨櫃輪堪稱台灣之光。

表一 台船 14,000 TEU 級貨櫃輪與韓國同型船比較

項目	載重量	名義貨櫃數	船速	主機馬力	油耗
結果	多 522 MT	多 118 TEU	快 0.3 節	節省 900kW (約低 2%)	少 0.4 g/kw/hr
	台船勝出	台船勝出	台船勝出	台船勝出	台船勝出
	✓	✓	✓	✓	✓