

從船舶操縱角度看貨櫃船巨型化的隱憂

▲ 方信雄

一、前言

自步入 2024 年以來，海運業可謂是流年不利。2024 年 3 月 14 日長榮海運所屬總噸 235,579、全長 400 公尺、寬 62 公尺的「長 X 輪」，從中國山東的青島港出海時，和一艘中國籍的拼裝船發生碰撞，所幸對方船上 12 名船員獲救後，並無大礙；2024 年 3 月 16 日下午陽明海運承租總噸 145,324、全長 368 公尺船寬 51 公尺的巨型貨櫃船「視明輪」（YM Witness）駛入土耳其伊斯坦堡東方科賈埃利省（Kocaeli）的艾維亞普港（Port of EVYAP）時，不料停靠時船身因不明原因撞上碼頭，造成 1 架橋式起重機（Gantry crane）傾斜坍塌，另 3 架起重機呈骨牌式倒塌；2024 年 3 月 26 日凌晨新加坡籍總噸 95128、全長 300 公尺、寬 48 公尺的貨櫃船「達利」（Dali），自美國馬裡蘭州（Maryland）巴爾的摩港（Baltimore）出港後撞上 2.57 公里長的「法蘭西斯史考特基大橋」（Francis Scott Key Bridge）的橋墩，導致大橋倒塌，並隨之起火，橋上多輛轎車與人員落水失蹤。儘管前述三件事故

地點分別發生亞洲、美洲與地中海，事故肇因歸類亦不相同，而唯一相同的都是大型貨櫃船。

二、超大型貨櫃船的負面影響

回顧自 1960 年代貨櫃船問世以來，貨櫃船業一直穩定且快速的成長。而當前的情勢就是各大航商以盡可能快的速度競相訂造最大與最好的貨櫃船，進而陷入“冷戰（Cold war）”時代。處此背景下，巨大症（Gigantism）已成為當下貨櫃船最普遍的趨勢。於此同時，全球海運市場環境卻也開始冒出警訊，如一旦海事發生，除了繁雜的善後工程外，更因理賠額過於龐大，運送人或船東動輒祭出共同海損善後，使得共同海損常態化。

一般所謂超大型貨櫃船（Very Large Container Vessel；簡稱 VLCV）就是指長度接近四百公尺，總噸超過 100,000，或是運能超過 10,000 TEU 的全貨櫃船。依據 Alphaliner 的統計，至 2022 年 12 月初為止，市場上計有 139 艘 18,000 ～ 24,000 TEU 的貨櫃船，而且還有 50 艘的同型船正在建造或已下訂單。

為什麼航商要競相訂造大船？原因不外節省成本。基本上，大小型船的燃油消耗量並無明顯差異，亦即貨櫃船造得愈大，則每一櫃位 (Slot) 分攤的平均燃油消耗量愈少。第二個原因是市場競爭，當所有主要航運聯盟的船公司開始建造大型船以拓展其運能 (Capacity) 時，那些欠缺競爭優勢或是較小規模的航運公司就會逐漸弱化，進而使其生存空間逐漸被壓縮。

再者，超大型貨櫃船的航路規畫都是基於製造業被集中在經濟發展潛力區域，如長三角與珠三角，因此需求點多被聚集在少數幾個港口。似此，超大型貨櫃船的航路規畫勢必要以全球各大生產製造業存在的幾個群聚區域 (Concentrated areas) 作為核心戰場，也因此將需求聚焦在少數幾個地域性樞紐港 (Hub)。反之，我們見證到需求點正日趨分散 (Dispersed demand)，因為許多新興或傳統擴建港口正陸續追趕而上。

顯然，一旦超大型貨櫃船對既有傳統港口與物流基礎建設形成巨大的挑戰，傳統港口的基礎設施能力與陸岸建築就必須投下巨資配合大型船的灣靠進行大幅改建或擴建。因此，當前超大型船規劃泊靠的各主要港口的腹地與港口設施若有不足，碼頭場站經營者必須為此碼頭基礎建設付費，否則就須對貨櫃船的規格加以限制。例如，美國的港口

即對於欲灣靠港口的貨櫃船的大小都有訂下不同的限制，如最大僅允許至 18,000TEU 的貨櫃船進港。相同的，歐洲部分港口亦對貨櫃船施予類似限制。以前述三起最近發生的案例而言，像巴爾的摩港等傳統美國港口就因航道水深不足，跨港大橋高度不夠等基礎處建設原因而不得不限制來港船舶的規格，但即使如此也將操船極限放寬至 300 公尺。

三、船舶大型化與相關基礎建設

可以理解的，人們奉行規模經濟理論促使船舶愈造愈大，然而船舶大型化間接的提升了進出航道與離、靠碼頭的風險。

如從相關配套基礎設施的角度來看，例如既有橋樑的高度限制、傳統港口的碼頭深度與長度不足，碼頭承受巨輪施加的負荷，碰墊與纜樁的承受容量，碼頭距水面上的高度等皆是。以橋樑高度為例，最典型的就屬雪梨海港大橋，其最低水上淨空高度為 49 公尺，使得水上高度 (Air draft) 72 公尺的超級郵輪“海洋綠洲”無緣造訪。又如漢堡港的柯爾布蘭德大橋淨空高度為 53 公尺，使得馬士基所屬水上高度 58 公尺的 Triple E 級貨櫃船無法通過。事實上，由於當前的船舶設計，只能允許貨櫃船在甲板上堆疊更多層的貨櫃，卻很難漫無限制的擴大船寬與船長，此限制降低了超大型貨櫃船通過橋樑泊靠碼頭

的可能性。至於碼頭岸壁高度，以一艘 20,250 TEU 的貨櫃船為例，所需的岸壁高度須為 25.84 公尺，顯然超過數十年以來港口碼頭的實際高度紀錄。當然考量碼頭上的機具、貨櫃堆積，岸壁負荷載重的水準與垂直能力 (kN/m^2) 亦須相對增加。

實務上，港口與趨近航道或河道的水深才是船舶運航人最為關切的問題。然而究竟水深要濶深到什麼深度才是安全合理的？此問題並沒有絕對的答案，因為船舶可以接受的吃水深度取決於潮汐與載重率，因此運航人常被迫調整船舶灣靠港程式 (Rotation)，或是調整抵港時間以配合潮汐視窗 (Tidal window)，凡此皆增添運務作業難度。顯然如欲接納超大型船，勢必要將許多傳統碼頭移往距離都會區更遠的地方。

再從安全角度來看，除甲板貨櫃的堆疊高度外，超大型船舶的乾舷亦相對較高，因而船席需要較高的岸壁高度 (Higher berth walls)。如同前述，此等船舶的超大排水量需要較高的岸壁面才能吸收更多的動能與提供相對的繫泊力。此外，超大型船離、靠碼頭的另一個挑戰就是船殼的外展 (Flare) 的幅度與曲度 (Outreach and overhang) 與視線死角 (Dead angle)。

遺憾的是，過去十餘年來全世界靠

泊傳統碼頭的貨櫃船愈來愈大，但碼頭設計與配套設備並未針對來港船舶的大型化進行同步改善。

四、調整操船模式

從船體結構來看，超大型貨櫃船為滿足最大裝貨率的目標，在船長無法無限增長的前提下，只能盡量增加船深與船寬的尺度。結果導致超大型貨櫃船的船型係數 (Block coefficient) 變大，因此超大型貨櫃船的外型不再是吾人傳統認知上的流線型「船」，看起來倒像火柴盒。其次，因為超大型貨櫃船的船長都是超過 300 公尺，使得船舶駕駛台必須往船艏方向配置，以避免操船者的視線受阻，此也使得超大型貨櫃船的外觀特徵成為駕駛台在船艏，機艙（煙囪）在船艉的雙島式船型。

理論上，方型係數較大也就是較肥胖的船舶，其操縱靈敏度較差，加諸舵板面積無法與船舶水下側面積呈等比例增加，致使舵力相對不足，因而轉向性亦較瘦長型船舶差。其次，為利於駕駛者瞭望將船舶駕駛台配置在近船艏處的設計，使得前進中船舶的操船者所在位置位於船舶的迴轉中心 (Pivoting Point) 附近處，此不僅降低操船者對於船艏向 (Heading) 變化的感知度，更因為迴轉中心後方的船體長度幾為三分之二船長，故常生「瞻前不顧後」的風險，

因此不像傳統駕駛台在船艙船舶的操船者傳統上奉行「頭過身就過」的經驗法則。

若從操船環境來看，全世界的水道與傳統港口的水文、地形、地貌幾乎沒有改變，然而船舶的尺寸卻一再增大，致使航道、港口的水深與操船水域相對變淺變窄，連帶地影響船舶的操縱，眾所周知的淺水效應即是。可以理解的，無論造船技師或船廠利用電腦針對新造船模擬的水文試驗皆是完美可靠的，然而在真實世界操船的人才會遭遇到先前無法預期以及無法掌控的船舶運動特性，也因此才會陸續發生諸多一般人皆認為不應該且不可思議的海事。

最後，針對近年屢屢發生貨櫃船觸撞橋式起重機的事故，航商提出的因應措施就是要求屬輪在離靠碼頭時，要採取平移平靠緩慢接靠的操船模式，以降低觸碰岸上機具的風險。須知水上操船非路上開車，船舶面對的內外在影響因素繁雜，實難每次都精準的達致平移平靠的理想狀態。以 400 公尺長的貨櫃船靠泊碼頭為例，即使船體實際上已經與碼頭平行，但立於船艙駕駛台的操船者因軌道效應產生的視覺差，總覺得船艙不是過於接近碼頭就是遠離碼頭，因而直覺的採取原本不應採行的操船作為，進而發生觸碰狀況。

五、結論

從“巨大症”背景下的規模經濟原則來看，經營超大型貨櫃船的航商有其營運壓力，港口方當然亦不願意捨棄這些大生意，但是配合大船入港動輒要投資數千萬甚至數億美元的基建擴增或改善能不謹慎考慮？毫無疑問地，隨著船型的愈來愈大，任何風險事故所衍生的損失也會相對的增加。

而為避免事故的發生，無論航商或港口方都要體認超大型貨櫃船不在是傳統的「船」，而是運轉性能難以精準掌握的「近似方形駁船」。尤其操船者亦務必體認此等巨無霸在港區內自力操船性能的不足，進而調整操船模式提高潛在風險應變能力，亦即要放緩船速，增加雇用協助拖船的艘數或馬力，期以提升掌控船舶非預期運動態勢的能力。當然也要提醒航商與運航人，本於超大型船舶的操縱特性，其進出受限水道與離、靠碼頭時僱用具備安全餘裕的拖船旨在降低風險，無須凡事皆以成本考量優先，試想若為降低區區拖船費用而致重大事故發生實得不償失。

本文作者：
臺灣海洋大學運輸系兼任教授