

出國報告（出國類別：進修）

赴比利時 APEC 參加「港口環境政策
/法規與技術」課程

服務機關：臺灣港務股份有限公司

姓名職稱：陳威志副工程師

派赴國家：比利時

出國期間：105 年 10 月 3 日至 10 月 14 日

報告日期：105 年 11 月 30 日

內容重點摘要：

安特衛普港為一近海的河港口，出海後連接英吉利海峽及北海處斯海爾德河下游，擁有優越的地理條件。因應海運發展需求，近年對港口進行拓展各項內陸運輸及引進現代化的管理措施，如航道浚深、擴建船閘及鐵路擴建等，使該港成為歐洲第二大港，同時該港亦理解港區環境的重要性，逐步進行法規面及技術面的相關研究，如空氣、水質等排放標準、汙染物質的處理方式、LNG的及綠色能源運用等，期望發展與自然並存。

本次課程除了靜態教學外，亦有現地參觀，港區業者參訪等行程，參訓人試圖由本次比利時港口學習內容，融合本身於港務公司服務之經驗，提出一些心得及感想，期分享所學，並提供臺灣港口未來環境政策相關業務之參考。

目錄

內容大綱	頁次
壹、緣起與目的	2
一、地理位置及背景	3
二、港區發展現況	3
三、港口規劃及重要設施	6
四、聯外交通	10
參、安特衛普港口組織簡介	13
一、Antwerp Port Authority	13
二、APEC	13
肆、安特衛普港港口環境政策/法規與技術課程	14
一、安特衛普港的環境管理總架構及綱要	14
二、廢氣排放管制措施	15
三、廢棄物管理措施	18
四、油汙洩漏應變措施	19
五、壓艙水處理措施	19
六、液體貨物的氣態殘留物處理(脫氣 degassing)	21
七、港區空間管理-自然保護區	22
八、與自然共存，疏浚土方處理	23
九、AMROAS，碼頭區(Dock)疏浚土方處理	24
十、港口的企業社會責任 CSR(Corporate Social Responsibility)	26
伍、實地參訪介紹	29
一、澤布魯日港(Port of Zeebrugge)	29
二、根特港(Port of Ghent)	31
陸、心得與建議	32
一、港口型態	32
二、永續發展環境策略	32
三、課程模式	33

壹、緣起與目的

本次參加為期 2 週的比利時安特衛普港港口環境政策及技術課程，上課方式分為靜態理論介紹、案例分組討論及報告、實地參訪等，期望藉由參訓過程了解歐洲港口成功經驗，作為未來港區環境管理使用，相關課程規劃如下：

日期	課程內容
105/10/3	安特衛普港區簡介、環境政策中的企業社會責任做法：安特衛普港的總架構及綱要、參觀安特衛普港：含左岸自然補償區。
105/10/4	參觀布魯日港、布魯日的環境政策、根特港的永續及技術策略規劃、根特港的替代能源。
105/10/5	設定場景：船舶的氣體排放規定(IMO 及 EU) 、船舶排放氣體處理中港口的角色、航商觀點的氣體排放規定、有效監控及管理港區空氣品質、安特衛普市區導覽
105/10/6	安特衛普執行的規定-各角色及責任、港埠發展策略，於港埠發展建立自然保護區、港口地理位置的優勢、微粒物質及氮氧化物的行動策略、乾散貨碼頭做的環境努力、案例研究，越南港口發展的環境與社會面。
105/10/7	港區危險物品的規定、IT 應用於危險物品、案例研究：比利時關於執行硫化物規定與使用偵測器的監管架構，油料洩漏的努力及清潔、小組討論：油料洩漏的反應。
105/10/8	休息日
105/10/9	休息日
105/10/10	液態散貨碼頭經營者的觀點看船舶裝卸、生態基礎設施：物種保護計畫作為對港口用戶的服務、安特衛普港的環境許可、基礎設施專案：歐盟的自然保護等、介紹 Total 的安全及環境措施。
105/10/11	IMO 與歐盟的海洋運輸廢棄物管理規定、Flemish 港的廢棄物管理、綜述安特衛普港的接收設施、案例研究：船舶排氣、參訪 AQ。
105/10/12	參訪 VLS 公司，簡介倉儲的環境觀點、案例研究：安特衛普港使用 Scrubbers 的作用、案例研究：安特衛普港發展 LNG 燃料、海運國際規定的發展架構：IMO 及歐盟的活動、近期海運環境規定的演變：二氧化碳，壓艙水、氮排放管制區、燃料品質、分組討論：以二氧化碳為例說明積極的、主動的及反應的環境法規。
105/10/13	疏浚沉積物-建構自然及無障礙的航行、介紹 A.M.O.R.A.S. 專案、參觀 A.M.O.R.A.S.、介紹 DEME 集團及友善環境的濬挖技術。
105/10/14	港口的社會企業責任及永續性的報告、介紹 PIANC、QA、閉幕儀式。
105/10/15	賦歸

貳、比利時安特衛普港簡介

一、地理位置及背景

安特衛普(Antwerp City)位於比利時(Belgium)境內北側，北面荷蘭、東鄰德國及南接法國，詳圖 1。安特衛普港(Port of Antwerp)即位於安特衛普境內，為一近海的河港口，出海口後連接英吉利海峽及北海處斯海爾德河(Scheldt)下游，受益於優越的地理條件及斯海爾德河口重要戰略位置，造就安特衛普港的繁榮興盛。

安特衛普港的歷史，可追溯至 12 世紀，當時是提供德國出口葡萄酒及前往英國的出海河港，直到 16 世紀中期擁有 10 座碼頭和 8 座內河港口，即發展成為全歐洲最繁榮的通商港口城市，是港口發展的黃金時期，當時為荷蘭南部省份的農業產品及工藝製品輸往法國、西班牙、葡萄牙及摩洛哥重要節點。但 16 世紀末期因西班牙人入侵，對斯海爾德河進行封鎖，並開啟長達兩個世紀的發展低潮。直到 19 世紀拿破崙領導的法國政權時期，才重新開放河口的通商船舶進出，並建設新的港池，使得港口重拾以往風華，加上工業革命技術的催化下，安特衛普港逐漸成為歐洲樞紐並吸引各大國際貿易公司在此地設立辦事處，港區周邊保存良好的古蹟建築，當時的繁榮可見一般。

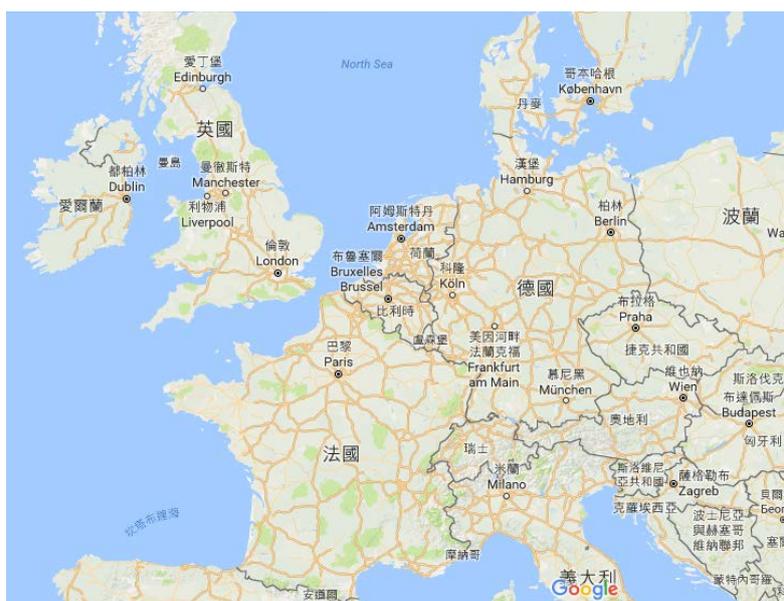


圖 1 安特衛普港地理位置，資料來源：google map

二、港區發展現況

安特衛普港每年運量約 2 億 800 萬噸(貨櫃約 960 萬 TEU)，是歐洲第二大港口(歐洲第一大港為荷蘭鹿特丹港，排名第三為德國漢堡港，詳圖 2)；由於港口位於歐洲大陸中心位置及優越的地理條件，藉由斯海爾德河及深入內陸四通八達的運河水道，每年可直接或間接提供約 14.9 萬個工作機會，GDP 佔比利時全國之 4.8%，可將海運貨物帶入歐洲內陸，沿途所經均為歐洲大陸消費人口、工業及商業之黃金地帶(約有 60%的消費在這裡發生)，稱為「Banana」

(詳圖 3)表示安特衛普港為貨物進出歐洲之重要門戶，同時也是歐洲最大石油化學工業聚落、世界上著名的鑽石切割加工等商業和交通中心。

港區發展迄今主要可分為五期(詳圖 4)，20 世紀中因應日益繁忙的通商需求，港區範圍逐漸不敷使用，比利時政府自 1956 年起將港口範圍向北擴大，興建船閘等基礎設施提高港口的通航能力，並於 1997 年由安特衛普市獨資成立安特衛普港務局 (Antwerp Port Authority)，擁有獨立於城市制度的決策權和人力資源政策，同時可與其他公司或政府部門組成合資企業的運作彈性，以持續保有並發揮其作為世界重要港口的競爭力，自 2000 年起更逐漸向河口左岸拓展，逐漸擴大開發港區，目前港區範圍計 12,068 公頃，碼頭總長度 172 公里，鋪設鐵道總長度 1,061 公里，港區內道路總長度 430 公里。

由於斯海爾德河道深度(主航道)約-14.74(-13.1+12.5%UKC)公尺，加上潮差平均約 5~7 公尺，為解決潮差的影響不利船隻泊靠與裝卸作業，港口發展出以船閘門(Lock)穩定水域的獨特開發方式，以運河方式挖入內陸低窪區形成港池(duck)，興建碼頭區，並以船閘門控制船舶進出及穩定內部水域不受潮差影響作業；另利用潮差也使該港口得以容納目前全世界最大吃水深度貨櫃船進港。港區目前共有 7 座船閘，其中 Kieldrecht 船閘(Kieldrecht lock)於 2016 年 6 月 10 日啟用，為目前全世界最大船閘，寬 68 公尺，深 17.8 公尺，可通過目前全世界最大貨櫃船，並與新造的巴拿馬運河 Neopanamax 船閘屬相同型式。

港口以地主港模式經營，由安特衛普港務局維護及提供土地、道路、水道、船閘門、橋梁等公用設施，其它特許經營區域則以特許租約方式開放民間公司投資經營碼頭、裝卸機具及倉儲設施。

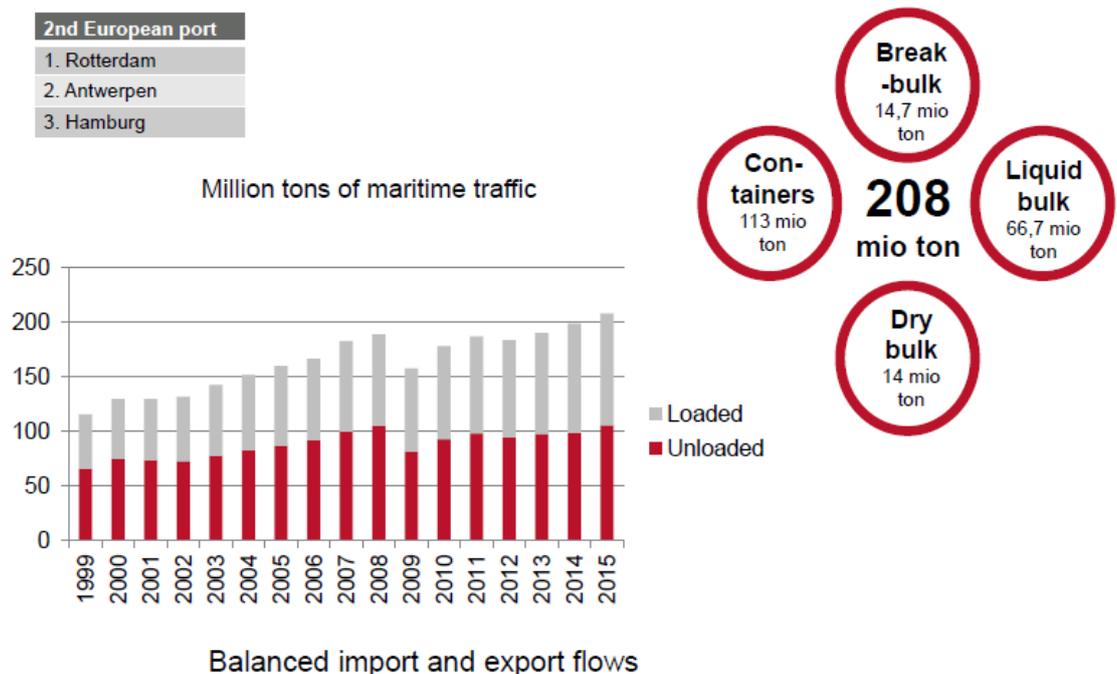


圖 2 安特衛普港年運量，資料來源：課程講義



圖 3 Banana 經濟區示意圖，資料來源:課程講義

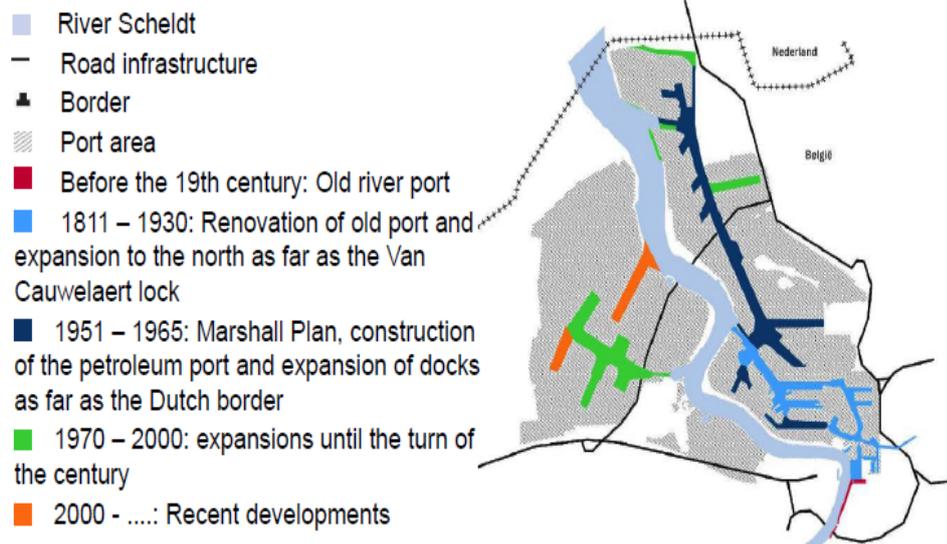


圖 4 安特衛普港發展示意圖，資料來源:課程講義

三、港口規劃及重要設施

港區整體規劃詳圖 5，主要分為碼頭貨物裝卸區及石化專區：

(一)碼頭貨物裝卸作業區

此區域經營型態包含貨櫃碼頭及散雜貨碼頭，大宗散貨物種類：金屬及非鐵金屬、水果、駛上駛下貨物(RO-RO)、農產及製紙原料、咖啡豆、塑膠粒料及專案貨物(Project Cargo)等，係以該港口地理優勢，作為全歐洲貨物集散及分裝增值中心。

貨櫃碼頭經營業者包括：PSA 新加坡港務集團北海碼頭(PSA Antwerp Noordzee Terminal)、PSA 歐洲碼頭(PSA Antwerp Europa Terminal)、PSA 邱吉爾碼頭(PSA Antwerp Churchill Terminal)、PSA/MSC Deurganck 碼頭(由 PSA 集團及 MSC 集團合資成立)、DP World Antwerp Terminals、DP World Antwerp Gateway Terminals，以及專營化學槽櫃裝卸進儲作業的 Combinant nv 等。經營業者皆屬世界級大型航商及港務集團組成，競爭程度可見一般。



圖 5 港區配置規劃圖 資料來源：安特衛普港官方網站

(二)石油化學工業專區

安特衛普港擁有全歐洲最大的石油化學工業聚落，世界十大化學品生產商均於港區內建廠，形成產業聚落與供應鏈(詳圖 6)，這些企業除了本身參與供應鏈的外，其中部分廠商也利用此供應鏈的成本優勢，自行設廠開發中下游石化產品。如 TOTAL 及美商 3M 公司等國際知名化工企業，再藉由港區便捷的優勢，將成本降低並提高生產效率，吸引相關產業進駐，造成群聚效應。

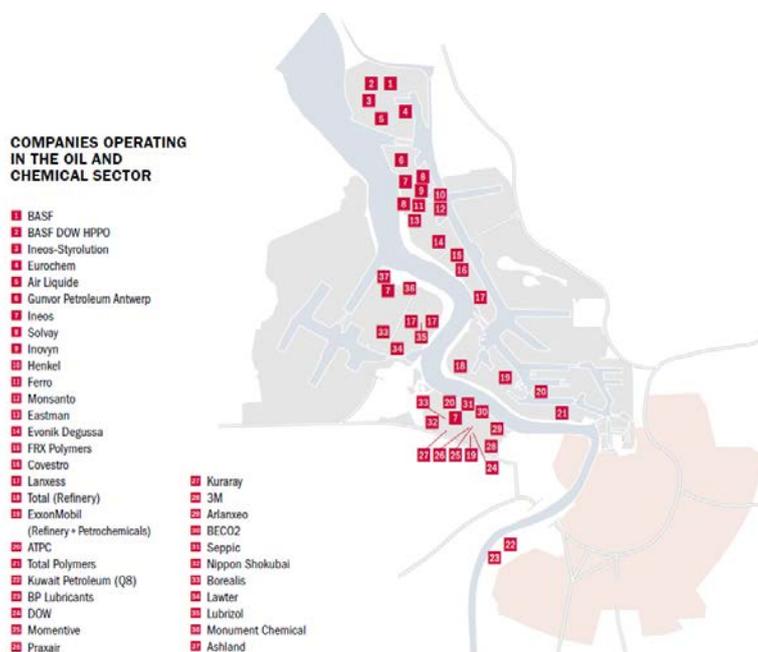


圖 6 安特衛普港石油化學工業聚落，資料來源:課程講義

(三) 船閘門及橋樑

為了穩定港池水域不受潮差影響，安特衛普港一共興建了 7 座船閘門 (Lock)，主要是要鎖住斯海爾德河潮差對港內作業造成的影響，同時亦藉由外河道潮差平均達 5~7 公尺，可於漲潮時讓大型船舶入港，因此該港以興建船閘門克服相關天然限制。這些船閘門就好像通過運河一般，船舶通過第一道閘門並關閉後，調整水位，待內外水深一致後，再打開內第二道閘門讓船舶順利進入。且為車輛跨越人工河道，同時設置可開啟式橋樑，以滿足船舶通行及車輛跨河的需求。



圖 7 世界上最大的船閘門 Kieldrecht lock，資料來源:安特衛普港官方網站

(四)港務大樓(Port House)

港務大樓 Port House 主要係扎哈·哈迪德(Zaha Hadid)建築師設計，將既有消防站上方再新建一個以玻璃帷幕為外牆的建築，並藉由切割玻璃塊呈現閃閃發光的鑽石意象，同時新舊建築物融合，象徵具有豐富歷史的港口，準備航向未來。

港務大樓自 2009 年開工，並已於 2016 年 9 月底啟用(很幸運本課程已在該大樓內舉辦)，工程造價約 5,500 萬歐元(約 20 億台幣)，約可容納安特衛普港務局 500 名員工，後續將藉由辦公室整合，以提升行政效率，同時該建築亦可為舉行國際會議的地點。

至於新建築物亦引進現代建築技術，如鑽孔蓄能系統(節省空調)、智慧省水設施(無水尿壺和動態檢測功能)及增加自然照明(玻璃帷幕及自動化窗簾)等，著實為一棟智慧綠建築大樓。

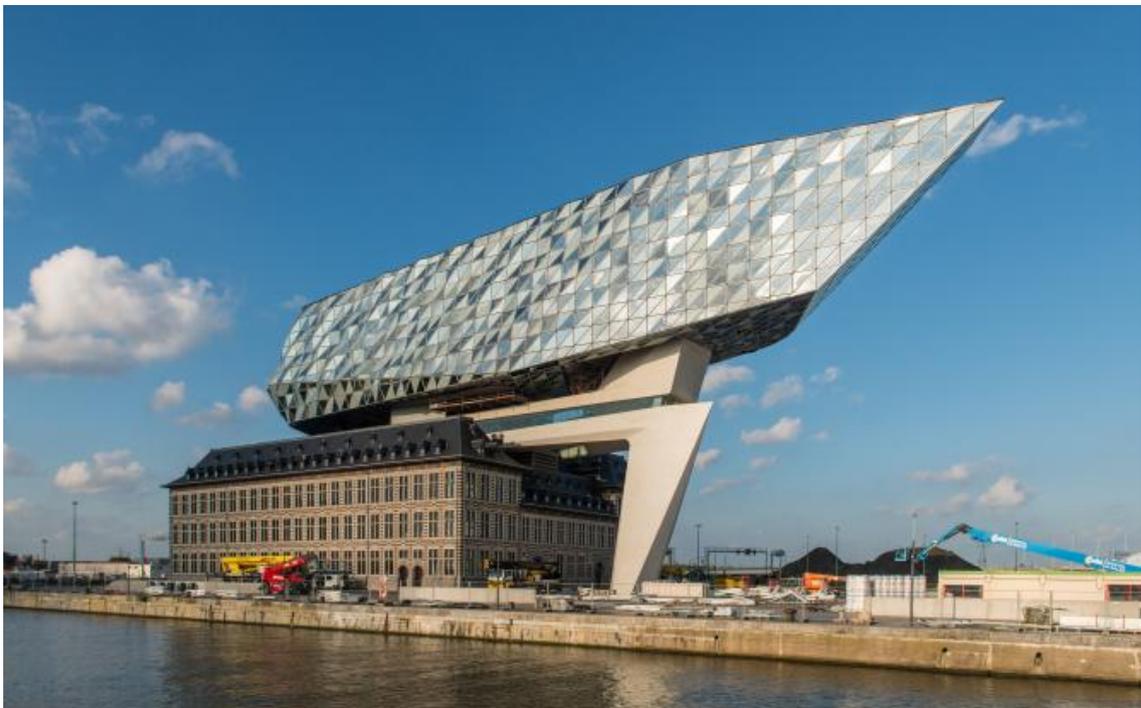


圖 8 安特衛普港務大樓，資料來源:安特衛普港官方網站

(五)綠能設施

在安特衛普港區左岸的風力發電機，是由港務局、斯海爾德河左岸發展公司及 GEHA 集團共同在港區左岸投資建置的風力發電機組計畫「Wind aan de Stroom (Wind on the river) or W@S」，第一期計畫花費 7 年時間籌備，預計共設置 15 支風力發電機組(詳圖 9 及 10)，將左岸地區發展為比利時最大的陸上風力發電場，第一台智能渦輪機於 2015 年 9 月 3 日在 LuikNatieColdstore 正式落成。其生產的風力發電機用於冷凍及冷藏的倉庫，使 LuikNatieColdstore 能夠更有效地利用這種綠色能源，並大大降低能源成本。另外於部分港區土地上亦有設置太陽能板(詳圖 11)，利用日照產生電力，善用再生能源。

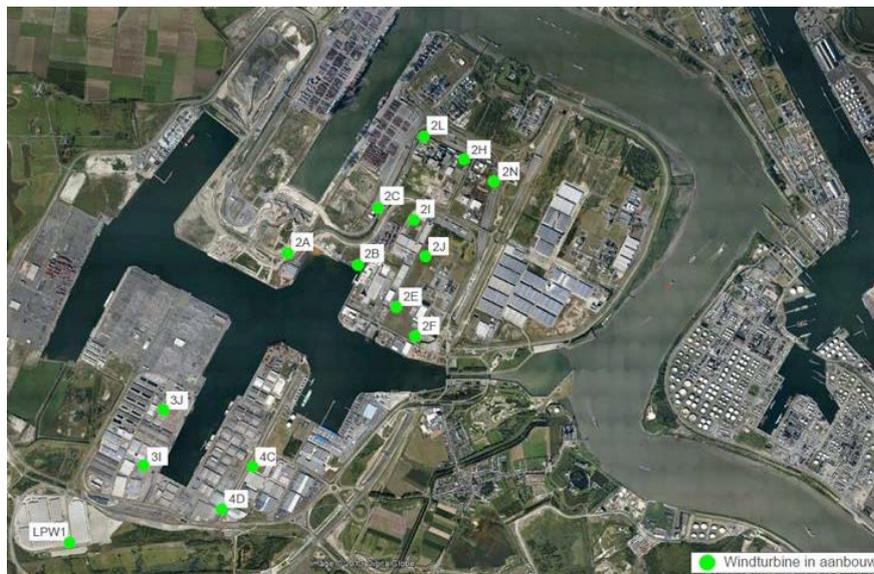


圖 9 港口左岸的風力發電機組計畫 資料來源：2015 安特衛普港口永續報告書



圖 10 風力發電機組，資料來源：自行拍攝



圖 11 太陽能發電模組，資料來源：自行拍攝

四、聯外交通

(一)鐵路運輸

安特衛普是歐洲的第二大鐵路港口，所有碼頭都有鐵路連接。港口充分利用歐洲大陸綿密鐵道網路的優勢發展鐵道運輸，每年有超過 2,400 萬噸貨物藉由 1,061 公里的鐵路線道和 26 條鐵路專用線運輸(詳圖 12)。同時每天 250 列貨運列車運輸的貨物量約佔港口總流量的 12%。

過去鐵路運輸服務主要配送乾散貨和液體散貨，但近年已適用於所有類型之貨物。由其以貨櫃所佔比例最高。每週約有超過 200 列貨櫃列車穿梭於 70 多個歐洲內陸之目的地。

安特衛普港為歐洲三個主要鐵路通道的中心連接點：

通道 1：安特衛普 - 杜伊斯堡 - 科隆 - 巴塞爾 - 熱那亞。

通道 2：安特衛普 - 盧森堡 - 里昂/斯特拉斯堡 - 巴塞爾。

通道 5：安特衛普 - 杜伊斯堡 - 波蘭 - 立陶宛。

列車定期從安特衛普出發前往歐洲以外的目的地，如俄羅斯，哈薩克斯坦，韓國和中國。



圖 12 歐洲鐵路網分布圖 資料來源：課程講義

(二)內陸航運

安特衛普港位於斯海爾德河-馬斯河-萊茵河三角洲中間，連接 1,500 公里長的內陸運河，由於其地理優勢(詳圖 13)，歐洲大部分地區都可被視為安特衛普的腹地，所以約有 40% 透過內陸航運方式以小型駁船(Barge)將貨櫃、散雜貨、液貨或大型貨物等由遠洋或近洋大型商船轉運至歐洲內陸河港，或將各地貨物透過河道、運河等集散至港口。

駁船運輸擁有巨大擴展能力，藉由駁船可將安特衛普與歐盟 27 個成員國相連。目前每周有超過 915 艘駁船停靠，包含 200 艘的貨櫃駁船、85 家駁船營運商(其中 45 家為貨櫃駁船營運商)，共往返歐洲 67 個內河港口及 7 個國家，並可與 27 個歐盟國家相連。此外，因為駁船運輸相對其他運輸方式經濟、環保及快速安全的特性(最快約 24 小時可抵達法國北部)，也成為港口發展策略拓展的重點。



圖 13 安特衛普港內河航運抵達各內河港口時間 資料來源：課程講義

(三)公路運輸

公路運輸肩負安特衛普港及其腹地的連結，每日數以千計的卡車在港口區往來，以綿密的路網及密集的車班，保證碼頭，倉庫和工業企業之間的高效，快捷運輸，各大城市路運時間如表 1。

國家	城市	距離(km)	行程時間
奧地利	威爾斯	920	22:12
瑞士	巴塞爾	597	7:45
捷克共和国	布拉格	849	22:25
斯洛伐克	科希策	1,502	18:02
波蘭	波茲南	976	22:58
德國	卡爾斯魯厄	481	6:29
	曼海姆	433	5:44

	法蘭克福	396	5:31
	科隆	235	2:54
	杜伊斯堡	191	2:10
	美因茨	388	4:29
	萊比錫	642	8:59
意大利	米蘭	935	22:42
法國	里昂	734	21:13
	巴黎大區	348	4:08
	斯特拉斯堡	488	6:19
	奧特馬塞姆	568	7:39
	里爾	132	1:41
	沙蘭德雷	495	7:10
	斯塔德-格林	125	1:29

表 1 公路運輸距離及時間表，資料來源：安特衛普港官方網站

參、安特衛普港口組織簡介

一、Antwerp Port Authority



為提高安特衛普港的競爭力，安特衛普港務局於 1997 年成立，為一個獨立的安特衛普市屬公司。在此之前，港口由市長和市參議員以及地方議會管理。港務局以其現行法律形式，擁有獨立於該城市的決策權和人力資源政策。港務局還有權與其他公司或政府部門組成合資企業。以這種方式，它可以靈活地滿足迅速發展的海運市場。港務局的唯一股東是安特衛普市。董事會主席為港口市議員 Marc Van Peel。常務董事 Eddy Bruyninckx 是管理委員會的主席，負責日常管理。

安特衛普港務局計有 1,650 名員工，除維持港口正常運作，並為安特衛普港未來的可持續性發展而努力，鞏固安特衛普港繼續發揮其作為一個國際性港口的領航者的角色。

二、APEC



APEC-安特衛普/法蘭德斯港口培訓中心於 1977 年成立，是安特衛普港務局的姐妹公司，主要藉由短期(約 2 周)，實用性和互動課程，介紹現代港口運營內容，如管理、操作、營運、發展及規劃等理論與實務經驗，同時為公共和私營港口機構之間的合作媒介。

在過去近 40 年裡，培訓了來自世界各地 150 個國家，約 14,000 多人的國際合作夥伴，如：大連大學（中國），歐亞運輸聯盟（俄羅斯），運輸教育培訓管理局（南非），聖保羅州政府（巴西）等等。且 APEC 已被 IAPH（國際港口與港口協會）認證為一個培訓機構。同時自 2004 年以來，APEC 已被中國國家外專局認可為中國代表團的合格海外培訓機構。(APEC 是唯一獲得國家外國專家局認可的歐洲培訓機構)。又於 2010 年國際散貨期刊中，APEC 獲得「人才發展獎」，被認為是最有遠見的投資培訓公司，專門培訓從事散貨運輸和貨運業務的從業(作業)人員。

APEC 的訓練課程特色是以短期培訓、互動式課程及實務經驗導向將各項港口營運知識傳達給參加人員，其最大的優勢在於訓練組織納入港區公、民營及政府機關所組成，因此可獲得各公私部門之間的訓練資源，也讓參加人員實地瞭解各作業情形，並且參觀比利時其他港口如 Zeebrugge，Ghent 等的港區營運及環境管理等專業知識。如此型態可獲得較佳訓練資源，在推廣港務知識及技術的同時，也同步行銷國家、城市及港口，如此的營運(經營)模式實可作為未來臺灣港務公司(海運發展學院)發展規劃及標竿學習之參考。

肆、安特衛普港港口環境政策/法規與技術課程

APEC 為本次安特衛普港港口環境政策/法規與技術的課程安排，主要是介紹港口環境政策，法規、污染削減技術及企業的社會責任等內容，包含法規、實際案例、污染削減設備及方法等介紹，茲整合課程主要內容概要說明如下：

一、安特衛普港的環境管理總架構及綱要

(一) 安特衛普港的永續發展政策：包含五大主軸，並據以發展相關行動方案：

1. 使用新的和最好的可行方法。
2. 以環境空間為概念。
3. 污染者應付費為原則。
4. 環境效益，將向污染者收取費用回饋環境。
5. 歐盟港口的競爭相互競爭，使各港努力超越歐洲標準。

(二) 港口環境永續發展行動方案執行過程中，需下列利益相關者合作：



圖 13 利益相關者，資料來源 自行整理

(三) 航運主要產生污染種類：

1. 船舶排放廢氣。
2. 船舶航行間產生之廢棄物。
3. 船舶油汙。
4. 廢水及壓艙水。
5. 船舶噪音。
6. 震動。

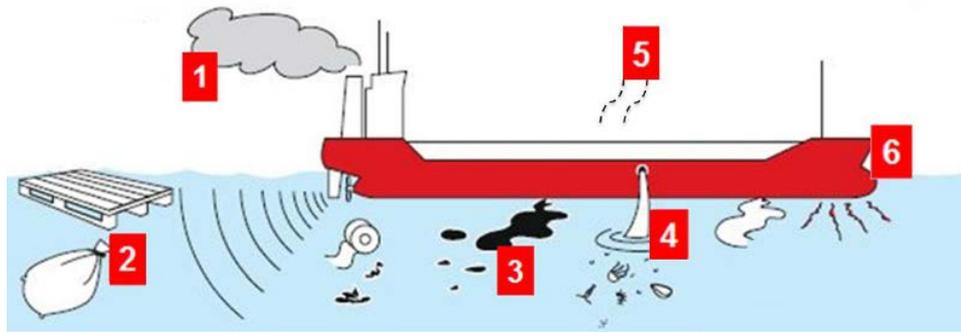


圖 14 船舶航行產生污染示意圖(資料來源 課程講義)

(四) 安特衛普港的作為與措施，主要可分為下列七類：

1. 減少空氣排放。
2. 收集船舶產生的廢物和海運貨物殘留物。
3. 漏油處理。
4. 壓艙水處理。
5. 有毒氣體的處理。
6. 防污。
7. 未來專案。(如替代能源)

二、廢氣排放管制措施

(一) 船舶主要排放之廢氣成分有硫化物、氮氧化物及二氧化碳，IMO 及 EU 均有對相關排放量提出上限標準及未來願景：

1. 硫化物(SOX)減量：
 - 目前SECA區域燃料用油硫含量0.1%S。
 - 全球目前 3.5%S，期待2020年達到0.5%S。
2. 氮氧化物(NOx)減排：在 2016 年後建造的船舶，必須滿足氮氧化物的排放規定。

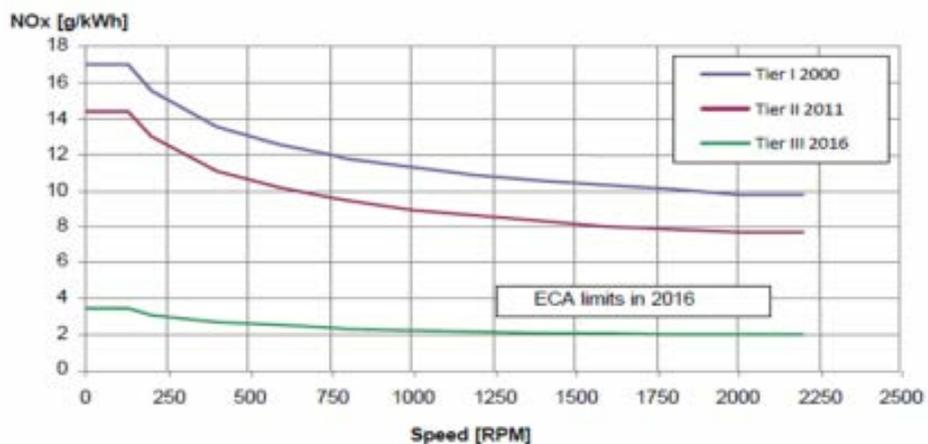


圖 15 氮氧化物排放標準曲線，資料來源：課程講義

3. 二氧化氮減排

船舶航運已是最有效率的貨物運送方式，但在 2007 年時大概仍排放 270 萬噸的二氧化碳，約是德國全國一年的排放量。

COMPARISON OF CO₂ EMISSIONS BETWEEN MODES OF TRANSPORT

Grams per tonne-km

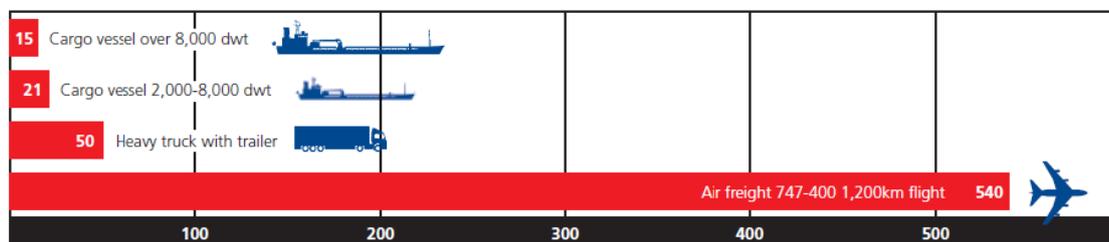


圖 16 運輸模式排放之二氧化碳比較圖，資料來源：課程講義

Scenarios for CO₂ emissions from International Shipping from 2007 to 2050 in the absence of climate policies

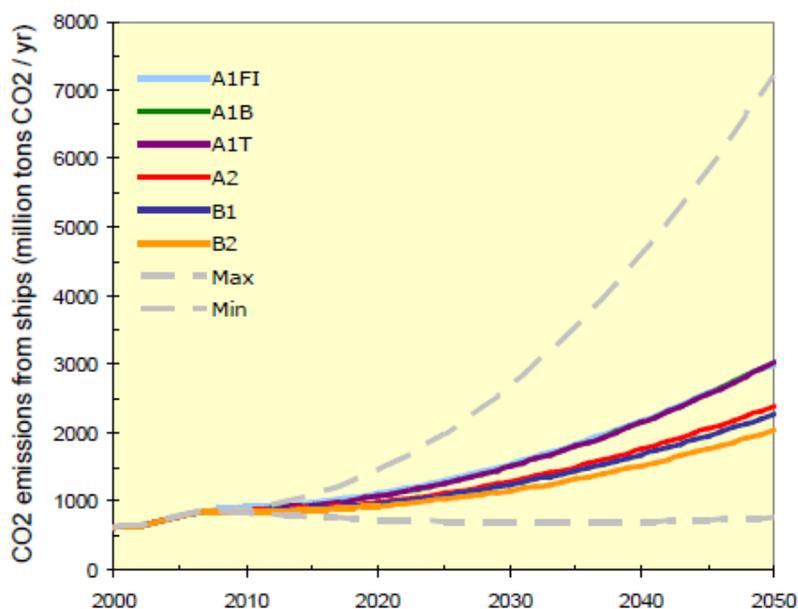


圖 17 各種場景之船舶排放二氧化碳，資料來源：課程講義

(二) 安特衛普港對於廢氣排放改善措施主要分為下列幾項：

1. 替代燃料(LNG)：

為了降低排放氣體中硫及氮的成份，逐漸出現以 LNG 為燃料的船舶產生，安特衛普港為正面提倡使用 LNG 的優點，已於 2012 年 11 月可以槽車-駁船的方式提供港區內 LNG 補給相關服務。

另外刻正興建 LNG 加油站(LNG bunker station)，可以提供快速、有效率及全天候的服務，預計 2017 年 11 月完成。



圖 18 加油車幫船舶補給 LNG 的情況，資料來源：課程講義

2. 使用空氣過濾器(Scrubbers)

安特衛普港進行了一個實驗，請某些船舶使用空氣過濾器，分為開放式(open loop)及密閉式(close loop)，依據目前實驗結果，初步分析在零排放的終極目標下，密閉式的看起來可以達成。

但空氣過濾器仍需清洗，而洗滌產生之廢水，將含有殘存化學物質，後續須再研究取得更多數據後，一併考量，以確認可靠性。

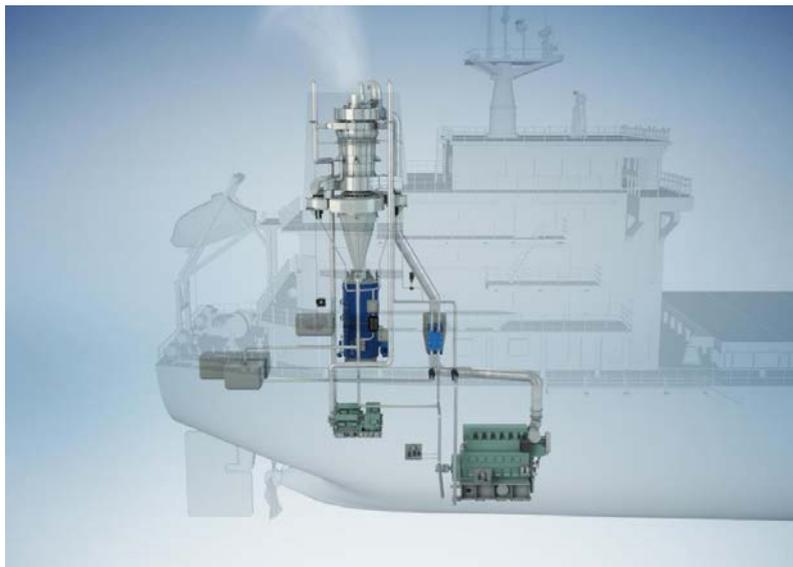


圖 19 空氣過濾器(Scrubbers)，資料來源：課程講義

3. 設置岸電系統(Onshore Power Supply)

實質鼓勵碼頭設置岸電系統，安特衛普港補助安裝基礎設施的 10%，法蘭德斯(地方政府)提供 40%的補貼；但是到目前為止，因岸電系統並沒有統一格式，導致使用率有限，尚無法發揮最大效果。

4. 新船建設引擎效率的規範

訂定一個能量效率設計指標(Energy Efficiency Design Index，EEDI，詳圖 20)，主要就是規範引擎的效率與二氧化碳排放，以新建節能減排的新船舶。

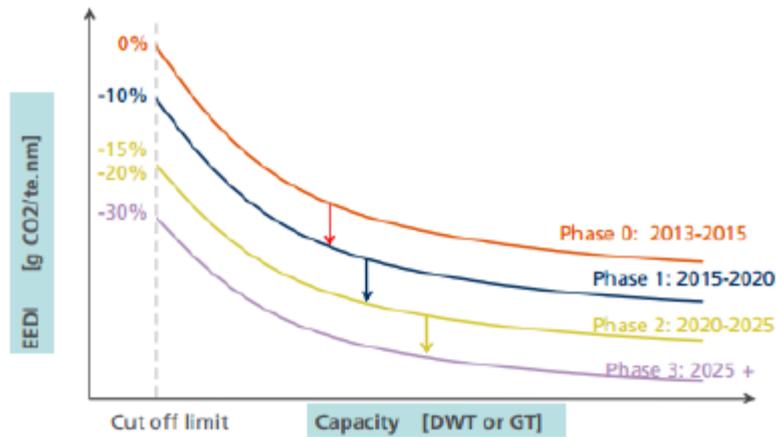


圖 20 效率及二氧化碳排放指標(EEDI)，資料來源：課程講義

(三) 在處理廢氣排放法規部分，安特衛普港扮演著積極主動且值得信賴的角色。

三、廢棄物管理措施

(一) 廢棄物泛指船舶航行產生之廢油、油水混合液體及垃圾等。(為 MARPOL 附錄 1 及 5 所述之範疇)

(二) 安特衛普港的處理及管理措施說明如下：

1. 對於廢棄物處理業務，航商可以自行選擇擁有港口接收設施 (Port Reception Facilities，以下簡稱 PRF) 業者，目前總共有 20 餘家，是一個開放的市場。
2. 收費及回饋機制，航商除支付船舶的廢棄物處理費給 PRF 業者，同時需支付另一筆費用至安特衛普港的廢棄物基金內，該基金將再依廢棄物處理業者處理的量再提供一筆回饋金給 PRF 業者，以利相關設施後續改善運用。

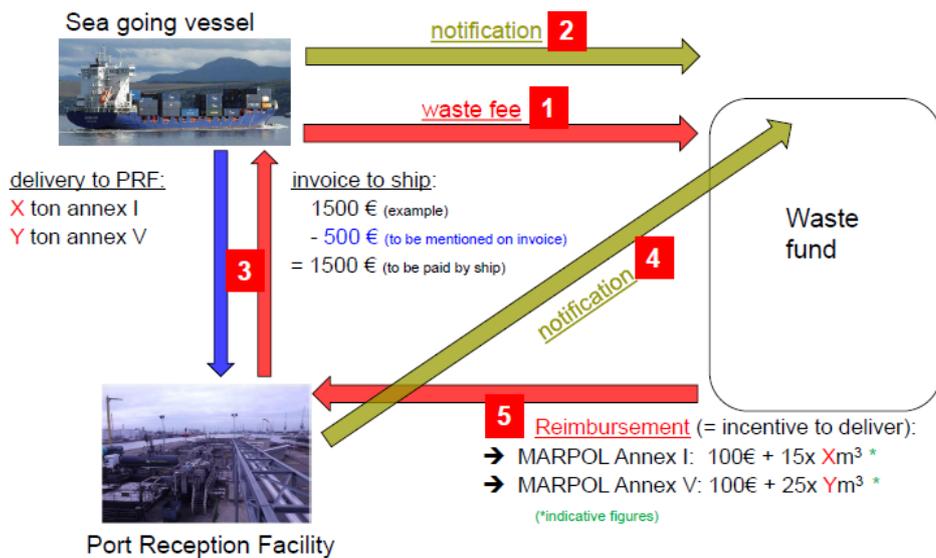


圖 21 船舶廢棄物處理費與回饋示意圖，資料來源：課程講義

3. 建立網路平台，供進港船舶申報廢棄物數量，港務局可以監控廢棄物數量及流向，以及計算回饋金並登錄經驗證之廢棄物處理業者，並可供港務局抽樣檢查船舶。
 4. 為了使廢棄物處理機制永續執行，安特衛普港未來將著手進行船舶產生垃圾(MARPOL 附錄 5 的種類)之處理獎勵金，並水平整合周邊港口(如澤布魯日、根特及鹿特丹等)的資訊(如費用規定等)，同時一併納入可能的廢棄物處理種類如空氣過濾器(Scrubbers)廢物，壓載艙沉積物，貨物殘渣等等。
- (三)在處理廢棄物上，安特衛普港成功地建立了一個廢物處理的產業鏈。

四、油汙洩漏應變措施

- (一)基於海上油汙洩漏均為緊急狀況，其緊急應變的原則規定如下：
1. 事件發生將由公部門或港務局統籌辦理。
 2. 必須由經認證之業者進行相關清除作業。
 3. 清除部分須包含船舶、港域及地表水等受油汙染的區域或設備。
 4. 油汙清理實將全面封閉海域，確保安全，同時以生態觀點進行清除，所需費用將由安特衛普港先行支應。
- (二)安特衛普港的處理方式：
1. 全天候的待命，並於接獲通報後 35 分鐘內進行反應。因為快速反應，其油汙分散較少，清潔範圍集中也容易，自然清潔成本也可降低。
 2. 人員與設備必須經過訓練，隨時可提供服務。
 3. 以清潔機具等專門設備之最大能力去除油汙染，以防止分散到底泥等沉積物質，且僅於必要時使用化學洗滌劑，以防止二次環境汙染。
- (三)安特衛普港致力於執行高品質的油汙洩漏緊急應變措施。

五、壓艙水處理措施

- (一)壓艙水主要問題是把出發港的海洋生物帶往下一個港口，但如果該區域無天敵物種，將可能大量繁殖，影響生態平衡，即成為入侵物種；全球估計每年排放 3,000~4,000 萬噸未處理的壓艙水(大型油輪多達 100,000 噸)，但僅有小於 5%的船舶配有壓艙水處理系統，由於海洋環境中一旦建立了入侵性水生物種，它們或多或少不可能根除，在歐洲海域已經有超過 1,000 個水生入侵物種。(數量最多的地區是地中海 10 年共計有 900 種)

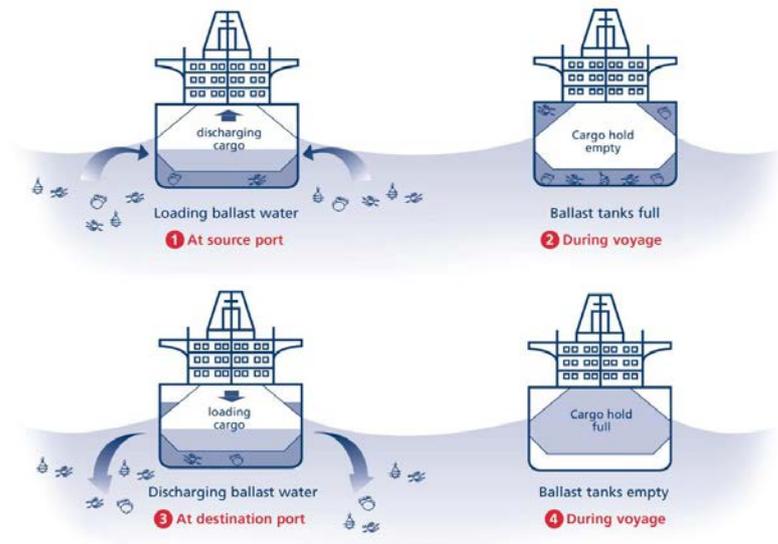


圖 22 船舶壓艙水運作示意圖，資料來源：課程講義



圖 23 斑馬貽貝(Zebra mussel)擴散於美國示意圖，資料來源：課程講義

(二) IMO 已於 2004 年制訂國際船舶艙水和沈積物控制和管理公約，以防止並減少和消除有害水生生物的轉移。

(三) 壓艙水處理措施：

1. 海上交換 (D1 標準)：屬臨時措施。
2. 船上處理 (D2 標準)：
 - (1) 2009 年或之後建造的船舶，需立即安裝認可之壓艙水處理系統。
 - (2) 2009 年之前建造的船舶，必須在 2014 年~2016 年前安裝系統。
3. 公約生效後，已有 44 個國家，約 32.86% 的世界船舶達到標準，並預計於 2017 年全面強制完成安裝。

(四) 未來替代方式：移動壓式水處理系統，例如提供精密(細)的過濾設備，同時用 UV 殺菌，每小時可處理 300m³ 的壓艙水。

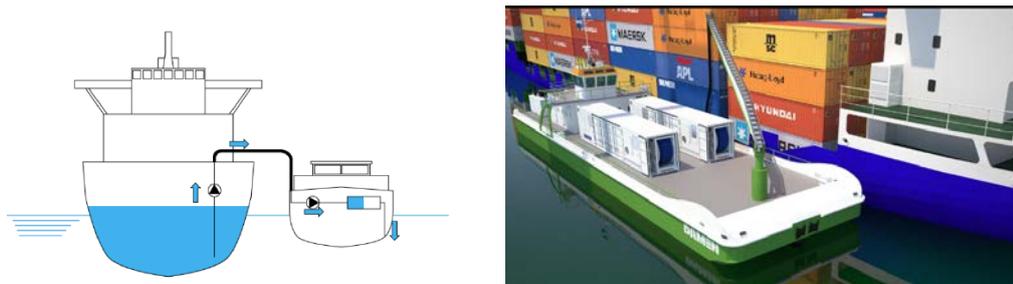


圖 24 移動壓式水處理系統示意圖，資料來源：課程講義

六、液體貨物的氣態殘留物處理(脫氣 degassing)

- (一) 依據港區法 (Port bye laws Art.2.1.24) 規定：船舶禁止釋放任何可能對人類或環境造成困擾或危險的氣態物質，所以在安特衛普港是完全禁止脫氣。
- (二) 有關在萊茵河和內地水路航行收集、存放和接收廢棄物的公約，萊茵地區的脫氣禁止令（比利時，荷蘭，法國，德國和瑞士）將逐步執行：
 1. 第 1 和第 2 種：苯和含苯物質。
 2. 第 3 種：異味物質（甲醛，松節油，苯乙烯等）。
 3. 另至 2016 年 12 月前尚可有條件開放批准之成員國脫氣，只有在濃度等於或低於 10% 的最低爆炸限度 (AVFL = 10%LEL) 時才允許。
- (三) 脫氣設施-氣體返回/回復 (Concept vapour return/recovery, VRU)，主要有下列幾種：
 1. 船舶係裝相同液態貨物，則不需要在貨物與下次貨物之間進行脫氣，如汽油輸送等。但裝載過程中必須使用氣體回收設備，因歐洲法規禁止釋放揮發性有機化合物。

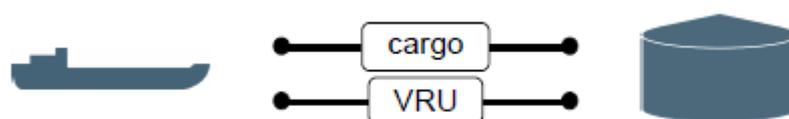


圖 25 相同液態貨物脫氣示意圖，資料來源：課程講義

2. 船舶係裝不同但可相容貨物，則在裝載前無需進行脫氣(因無安全疑慮)，但經脫氣設施處理之氣體不得返回儲存容器（以免貨物混合），須通過移動脫氣回收裝置收集。

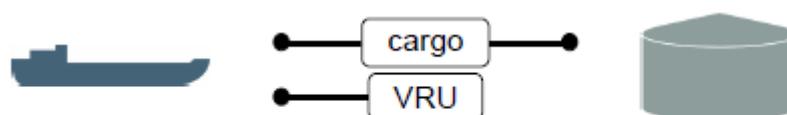


圖 26 不相同但可相容貨物液態貨物脫氣處理示意圖，資料來源：課程講義

3. 不相容的貨物或進廠保養船舶，因考慮作業之安全性，港口或造船廠應提供脫氣設備，並於裝載或維護前進行脫氣。

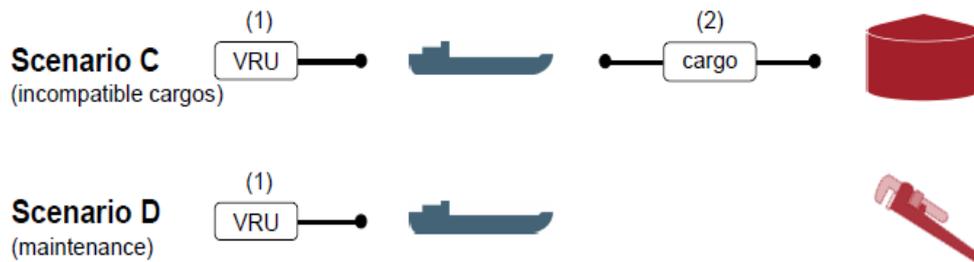


圖 27 不兼容的貨物或進廠保養船舶脫氣處理示意圖，資料來源：課程講義

- (四) 安特衛普港認為脫氣基礎設施的性能仍有改進的空間，如脫氣操作速度、最終用戶成本、物質範圍、反應時間等，爰提供創新預算 60 萬歐元，以實際行動期待獲得性能提升方案。

七、港區空間管理-自然保護區

- (一) 由於安特衛普港與城市幾乎沒有分隔，功能非常複雜，有工業區、物流專區、石化專區，甚至有住宅區及農業區，當地政府期望在同一地理區域內，實現不同功能的穩定共存，並能永續發展。
- (二) 港區土地不斷開發利用，自然生態棲息地就越來越少，住宅生活品質也將下降，所以安特衛普港思考應控制並減少交通阻塞、確保經濟可持續的農業社區、尊重環境空間的限制（～生態足跡），所以制訂在不阻止港口的正常開發或發展前提下，應保留部分土地(約總港口面積之 5%，650 公頃)為不可開發區域的規定，除可提供原生動物棲息地外，更可以留下河流及地質豐富的歷史資訊，供後人研究，同時也可做為港口間不同功能之間的緩衝地區。
- (三) 在港區土地寸土寸金的情況下，安特衛普港仍為了永續發展，而犧牲部分空間作為自然保護區，就好像德國推廣綠色能源，即便將造成電價上漲 2~3 倍，也甘之如飴，可以發現歐洲國家著實為了生活環境，盡最大很大的努力。



圖 28 碼頭作業區與自然保護區併存，資料來源：課程講義



圖 29 自然保護區保留生態之棲息地，資料來源：課程講義

八、與自然共存，疏浚土方處理

(一) 為維持船舶航行安全，斯海爾德河水深原則需達約 14.74 公尺 (-13.1+12.5%UKC)，安特衛普港務局定期針對河道進行疏浚，然而浚挖的泥土將保留於河道中，經過一段時間後又將淤積回相同區位，所以開始思考是否有更好的處理方式。

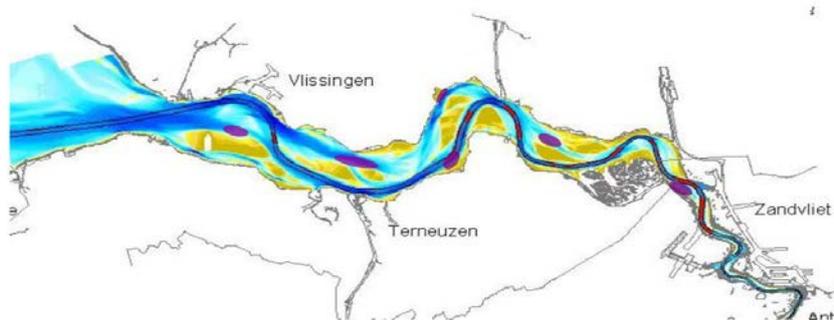


圖 30 疏浚土方拋放位置示意圖，資料來源：課程講義

(二) 傳統方式：

1. 疏浚的土方拋於河道中深水區的位置(sill)。
2. 期望疏浚的間隔時間長。

(三) 自然處理條件發想：

1. 觀察評估河流的型態。
2. 使用疏浚土方引導河流的演化。
3. 利用河流條件創造自然淤積條件，也就是說能夠讓疏浚土方留在我們放的位置(遠離航道)，形成沙洲，自然主航道回淤量即可大幅減少。同時又可增加生態空間(保護區，潮間帶)面積。

(四) 2004 年，Walsoorden 沙洲(shoal of Walsoorden)試驗：

1. 主要觀察疏浚土方拋放後穩定情況即生態環境的影響。

2. 經監測，1 年後大約有 83% 的土方留在預計的位置內，而且對於生態環境暫無相關影響。
3. 於 2006 年度再進行第二次試驗，改良傳統深水區處理技術，目前仍持續辦理相關作業，並繼續進行密集監測計畫。

(五)截至 2015 年止，生態空間(保護區，潮間帶)面積約增加 144 公頃。

(六)對於將疏浚後的土方再填回水域，主要是考量避免影響淡水與鹹水的交互作用的位置(潮間帶)，將改變水中的生態環境，所以不將疏浚土方移出，這雖然看起來並不是很經濟及有效率，但卻是另外一種開發及環境兼顧的新思維。

九、AMROAS(Antwerp Mechanical Dewatering Recycling and Application of Silt)，碼頭區(Dock)疏浚土方處理

(一)安特衛普港為不受潮汐影響作業，所以設有 Lock 分隔主航道及碼頭區，然而因有 Lock 會讓水流流速變慢，致水中泥沙將有 80% 的淤積在碼頭區周遭。

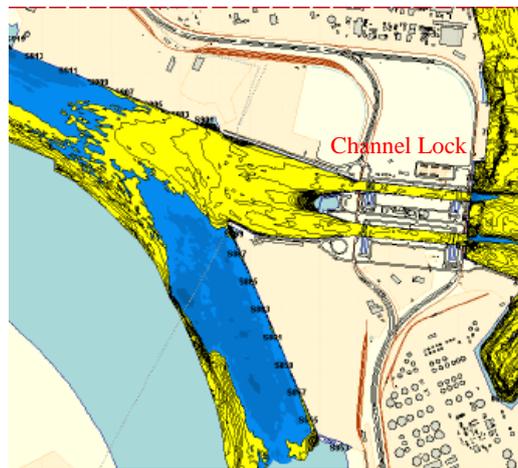


圖 31 Lock 周遭淤泥示意圖，資料來源：課程講義

(二)在前述第八點係說明航道中疏浚土方的處理，但在碼頭區的部分，因為可能有受到船舶油汙及碼頭作業等等因素，土方可能受到汙染，而且再回填於碼頭區將使土方不斷增加，爰思考永續的解決方案，創造 AMROAS 方式處理，並回填於陸上。



圖 32 處理範圍示意圖，資料來源：課程講義

(三) AMROAS 處理程序，大致分下列 7 項程序，主要為經沉澱及過濾後，將土方回填於陸地的回填區(目前為 30 公頃)。

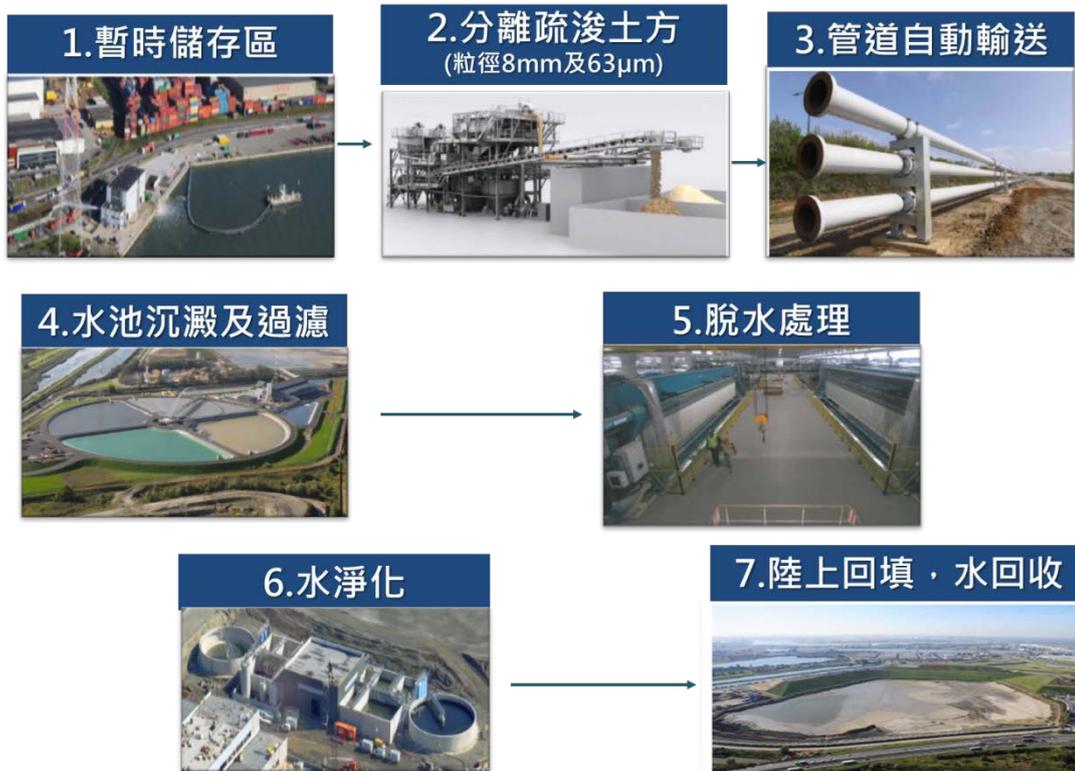


圖 33 處理流程，資料來源：課程講義自行整理



圖 34 土方脫水處理，資料來源：自行拍攝

(四) 經過實際作業後，原則上對於環境無負面影響：

1. 水：因為最後水均會回收回碼頭區，所以對水而言是低消耗。
2. 噪音：全部於封閉區域作業。
3. 土：經過脫水和過濾的。
4. 空氣：並無產生有害氣體。

(五) 本專案後續除技術面將改良疏浚土方脫水處理之過濾材料為重複使用，更重要的是必須提升經濟可行性，以持續推廣使用。

十、港口的企業社會責任 CSR(Corporate Social Responsibility)

(一)企業社會責任尚無公認定義，一般泛指企業超越道德、法律及公眾要求的標準，而在進行商業活動時亦考慮對各相關利益者造成的影響，企業社會責任的概念是基於商業運作必須符合可持續發展的構想，企業除了考慮自身的財政和經營狀況外，也要加入其對社會和自然環境所造成的影響的考量。而永續發展主要由繁榮、地球、合作關係、和平及人類等五個構面相關聯。



圖 35 CSR 之五類構面，資料來源：課程講義

(二)安特衛普港位於西斯海爾德河，由於船舶不斷大型化，河道需配合浚深，但斯海爾德河主要位於荷蘭領土，而且荷蘭對於河水的品質要求非常嚴格(飲用水)，遂開啟了荷蘭與比利時攜手為永續發展而整體合作的大門。

1. 1995 年荷蘭和比利時簽屬「水條約」結合可及性、安全和生態價值於一種方法，並由兩國成立跨學科團隊進行後續執行。
2. 斯海爾德河長期發展重點為，實現該河口之平衡達可持續發展、持續的物理監測、潮間帶區域(Hedwige-Prosperpolder)建設 440 公頃土地(回饋土地予河)，分別在荷蘭創造 600 公頃的濕地，比利時創造 1,100 公頃濕地。

(三)CSR 與港口反應之永續發展目標(Sustainable Development Goals,SDGs)

1. 聯合國於 2016 年將永續發展目標自 2000 年所訂的 8 項增加至 17 項，主要為改善性別平等、貧富懸殊、氣候變遷及飢餓等議題。
2. 安特衛普港主要反應並達成於減少能源的消耗、使用再生能源並提高生產效率(目標 7)、提供 15 萬個就業機會(目標 8)、興建新的基礎設備(目標 9)，雇用高學歷之外籍人(目標 10)、多利用電動車及腳踏車(目標 13)等等。



圖 36 永續發展概況，資料來源：永續報告平臺網站



圖 37 聯合國之永續發展指標(SDGs)，資料來源：課程講義

7 CLEAN ENERGY

- Reduce energy consumption by increasing awareness and efficiency
- Electricity produced by renewable sources

15 LIFE ON LAND

New years gift 2016

13 PROTECT THE PLANET

10 REDUCED INEQUALITIES

10 highly educated foreigners are employed for one year

圖 38 安特衛普港推動之永續發展指標(SDGs)，資料來源：課程講義
(四)藉由斯德哥爾河道浚深使荷蘭、比利時兩國合作，以及安特衛普港積極進行之永續發展目標等，大致可以發現環境的永續經營是必須合作的，而且每項發展目標皆相互關聯；如前些日子的食安風暴就是一個很好案例，廠

商如嚴格把關食品安全，員工對企業有信心，客戶安心持續消費，企業的獲利就會增加，且對身體無負面影響，社會醫療成本降低，政府可以做更多的社會福利(並且不用提高相關稅收)，對於各種面向均有正面幫助，而且無論現在重不重視，最後問題都會回到源頭，顯示 **CSR** 是值得我們正視的議題。

伍、實地參訪介紹

一、澤布魯日港(Port of Zeebrugge，於 99 年 6 月 10 日與基隆港締結姊妹港)

(一)澤布魯日港是一座位於北海(North Sea)的海港，為比利時第二大港(約為歐洲第六大港)，港區主要分為外港區和內港區，均以物流為主，並沒有深層加工或工業區，整個營運型態與臺北港類似。外港沒有船閘，但因最大潮差達 5.2M，所以到內港區靠泊的船隻需要通過船閘進入。其內陸交通運輸非常發達，每個碼頭均有火車停靠，並有駁船及卡車可供轉運使用。



圖 39 Zeebrugge 港區空拍圖，資料來源:課程講義

(二)外港區為填海造地而成，主要有散貨碼頭，貨櫃碼頭，液體天然氣(LNG)存儲碼頭及 RO-RO 船碼頭等，碼頭岸線共長約 10,797 公尺，最大水深達 20m。除汽車物流及加值作業區外，另有專用碼頭供液態天然氣油船靠泊，及與來自挪威的海底天然氣輸送管線送達到碼頭的中轉站(Tank)，然後轉而輸送中南歐等地區。

(三)內港區有煤炭、礦石、農副產品及貨櫃等碼頭，碼頭長約 3,500m，北部水深 14m，南部水深達 18m。內港區由兩個船閘控制，大船閘長 500m，寬 57m，使用深度 18.5m。

(四)2015 年進港為船舶 7,890 艘次，處理 160 萬 TEU 之貨櫃，3,830 萬噸之貨物，240 萬台新車及服務郵輪旅客 43 萬人次。另外自 1966 年第一條客

貨輪在澤布魯日與英國的多佛爾（DOVER）港之間開通以後，亦肩負著歐洲大陸與英國的貨物及旅客運輸。

(五) 澤布魯日港的環境政策，主要推動項目如下：

1. 風力發電機，目前港區約有 18 個機組，每年可產生 33.3MW 之電力，約可供 3.8 萬個家庭使用。



圖 40 港區發電機組，資料來源:課程講義



圖 41 風力發電機組延著防波堤設置，資料來源:自行拍攝

2. 提供岸電碼頭(144 號碼頭)。
3. 推廣 LNG，減少使用柴油，以降低 20%的廢氣排放。
4. 改善空氣品質，運用火車及駁船轉運，並使用替代能源(LNG)為駁船燃料，並提供船對船，以及車對船的補給服務。
5. 確保水品質，興建汙水設施及汙水接收設施等。
6. 自然保護區，有開發就必須有保護區，以維護生態的多樣性。



圖 42 Zeebrugge 內外港保護區，資料來源:課程講義

7. 友善環境與社區對話，並留設公園。

二、根特港(Port of Ghent)

- (一) 根特港為於西法蘭德斯，是比利時第三大港，屬河口港(無防波堤)，水深約-13.5 公尺，潮差非常小，港區內有五個大的碼頭區和三個較小的碼頭區，碼頭總長約 27,000 公尺，供 92,000 DWT 和 12.5 米吃水的船舶停靠。
- (二) 港區主要從事水泥、化學肥料、穀物、廢料、鋼鐵、煤及汽車等貨物運輸，是一個比較傳統的工業港，每年約創造 61,000 的就業機會，未來仍將持續興建碼頭水深可達-16 米，服務 14 萬 DWT 船舶停靠。
- (三) 根特港對於環境政策大致仍有水品質、空氣品質及廢棄物處理等，並且設有風力發電等綠色能源，其中比較特別的是，因為港區內有鋼鐵廠，其運轉過程中將產生剩餘的熱氣，而周遭的汽車工廠(VOLVO)，於製造汽車過程正好又需要這樣的熱氣，所以透過地下管線傳遞，各取所需，達到資源利用即大化，也就是典型循環經濟的概念。
- (四) 事實上國內也有案例，由於中鋼的汽電共生廠會產生大量蒸汽，中鋼本身並不需要，而周圍化工廠需要蒸汽，即有水可用。現在，中鋼不但不用自己處理廢蒸汽，還可以賣出約 160 萬噸/年蒸汽給周圍的化工廠，加上其他廢氣，可創造 20 億台幣產值。對周圍化工廠來說，過去自己花錢建鍋爐，燒重油、燒水製造蒸汽，不但污染空氣亦有安全顧慮。現在向中鋼買蒸汽，減少水資源消耗、廢氣排放和提升工安，1 年約可節省 10 億元生產成本。未來也可以思考如何使港區間業者，「A 廠廢氣」，變成「B 廠資源」，以資源共享，節省能源，創造效益。

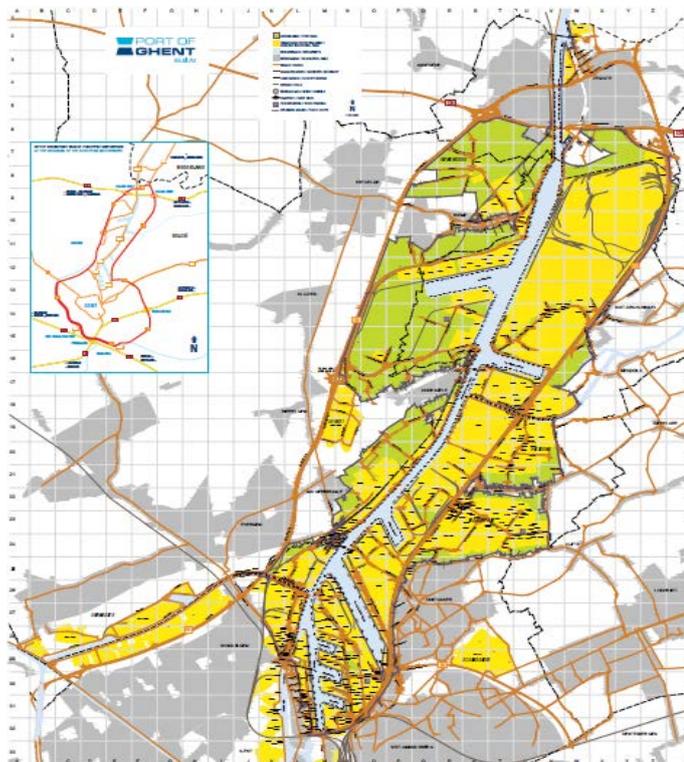


圖 43 Ghent 港區，資料來源:官方網站

陸、心得與建議

全球暖化、海平面上升及環境變遷等已成為世界關切的焦點，而國際化已是不可逆的趨勢，為了永續經營及發展，各國無不努力思考在開發過程中，如何與自然共存，並將地球留給下一代。然而海運雖然已是最有效率的運輸模式，但聯合國及歐盟仍制訂相關環境政策，期望世界各國也能共同參與並實踐。

由於參訓人係工程背景，主要辦理工程規劃及設計業務，先前對於環境影響評估及環評承諾等，常有阻礙發展的感觸，但經本次比利時安特衛普港 APEC 為期 2 週的訓練課程，有了另外的想法，也許現在多做些什麼，並沒有立即回饋，但或許在未來，可以節省一大筆補救成本，並給予後人良好的環境，爰謹就本次訓練說明收穫及建議如次：

一、港口型態

安特衛普港是一個河口港，所以可省下興建防波堤之費用(歐洲前三大港均為河口港)，同時運用閘門(LOCK)維持碼頭區水域之穩定性；在航道部份，雖然船舶大型化趨勢，河道水深略顯不足，但善用漲潮讓大型船舶進港，進入碼頭區作業(碼頭區 LOCK 控制，水深較河道深)，是一種經濟且有效的方式。雖然臺灣國際商港目前均為海港，但也許未來可考量以碼頭區水深大於航道的模式，善用天然條件，亦可不需大規模航道浚深，即可讓船舶進港作業。

另外在交通方面，因為安特衛普港係河口港關係，可用駁船將貨物運往內陸，且鐵路網佈設至每個碼頭作業區，亦可運送往來歐洲大陸各國之貨物，均為非常有效率之運輸，減少能源消耗及廢氣排放等。然臺灣商港之運輸距離相對於歐洲小上許多，所以均以貨車運送為主，未來建議可以從貨車之出廠年份及新車出廠引擎(符合歐模最新法規)等，來改善內陸運輸造成環境之負擔。

二、永續發展環境策略

安特衛普港為避免開發而影響地區的生態多樣性，於興建一個碼頭區的同時，將會保留一個生態保護區，除維持生態外，又可以保存當地地質歷史，供後人參考並瞭解過去曾發生過的事件。另外維持河道深度的浚挖土方，為避免影響整個環境，將土方回填至河道較深的區域，並控制回淤的位置，形成沙洲，實在是一個很先進的想法。

而目前臺北港物流倉儲區填海造地計畫，我們也有將保留部分的造地面積進行植栽，形成防風林，同時在圍堤底端設置開口，讓圍堤內之海底生物在造地前仍可與外界互通，以減少對環境的衝擊，未來這些措施相信也會與時俱進，為港區環境永續發展盡一份心力。

另替代能源方面，安特衛普港除了推廣 LNG 船舶，興建相關補給設施外，亦在港區廣設風力發電機組及太陽能電板，期以綠色能源減少環境負擔；而臺灣港口目前於臺中港正規劃興建 LNG 接收站及風力發電機組，同時各港也陸續於港區建物屋頂評估設置太陽能板，未來將視情況再逐步推廣，相信臺灣商港在替代能源上一樣不會缺席。

三、課程模式

安特衛普港與 APEC 合作，將港口內既有知識及技術有系統的向世界各國參訓人員介紹，同時說明聯合國及歐盟的環境政策，並搭配港區業者的實地參訪，除為港口增加一項營業項目，開拓財源外，無疑也是港口行銷的一種管道。臺灣港務公司目前也藉由海運培訓學院，邀請國內外相關專家學者進行相關教育訓練，未來也期許以安特衛普港為標竿，開闢短期訓練課程，既可與各國交流港口相關知識外，也可行銷港務公司，讓臺灣走進世界與國際接軌。