

出國報告(出國類別:進修)

## 赴荷蘭國際高等教育協會進修港灣發展

服務機關：臺灣港務股份有限公司高雄港務分公司

姓名職稱：李世昌 副工程師

派赴國家：荷蘭

出國期間：99年10月11日至101年5月2日

報告日期：101年7月24日



## 摘要

近年來，由於亞洲地區經濟的蓬勃發展，亞洲各國無不投入大量資金於港埠建設的擴張上，形成一種港埠發展的競賽。而港埠建設的擴張，需要充足的人力資源來支持推動，因此人力品質的良窳對於港埠發展的競爭力有著關鍵性的影響。

有鑑於港灣工程專業人員的養成，除須具備土木、結構等專業知識外，亦須綜合考量港灣所在位置之海氣象特性，以及港口之營運方式、營運內容及船舶等複合性因素，以作出符合需求之規劃、設計及施工成果。由於港灣工程牽涉的面向複雜程度高，因此港灣工程人才的培育向來不易。因此，爲了提升工程人員之專業能力，本分公司選派工程人員前往荷蘭進修培訓，學習該國水利及港灣工程相關知識，以提升員工之專業知識，同時吸收最新的港灣工程相關知識與技能，以利於日後應用於高雄港甚至是其他國際商港之建設發展，提升台灣國際商港之競爭力。



## 目次

壹、目的.....	1
貳、過程.....	1
參、學校、進修科系及課程內容簡介.....	3
肆、參訪活動.....	8
伍、心得與建議.....	17



## 壹、 目的

近年來，由於亞洲地區經濟的蓬勃發展，帶動亞洲與世界各地貨物往來大幅度地增加，每年在亞洲與歐洲及美洲航線上，無論運量或是航商在航線上佈局的運力亦不斷地創造新高，也因此促使亞洲各國均大量地投入資金在擴張自身的港埠建設上，形成一種港埠發展的競賽。而港埠建設的擴張，不僅意味著實質建設的投入，亦代表著日後營運規模的擴大。為因應此一發展需要，無論是建設或營運方面，均需要充足的人力資源來支持推動，因此人力品質的良窳對於港埠發展的競爭力有著關鍵性的影響。

有鑑於港灣工程專業人員的養成，除須具備土木、結構等專業知識外，亦須綜合考量港灣所在位置之海氣象特性，以及港口之營運方式、營運內容及船舶等複合性因素，以作出符合需求之規劃、設計及施工成果。由於港灣工程牽涉的面向複雜程度高，因此港灣工程人才的培育向來不易，除了各項港灣相關專業知識的學習外，亦須長時間經驗的累積。

因此，為了提升本分公司工程人員之專業能力，本分公司自前身高雄港務局時，即有計畫地定期選派工程人員前往荷蘭進修培訓，學習該國享譽國際的水利及港灣工程相關知識，以提升員工之專業素質，同時了解世界各港之最新發展，以利於日後應用於高雄港甚至是其他國際商港之建設發展，提升台灣國際商港之競爭力。

## 貳、 過程

本次出國進修期間自 99 年 10 月 11 日起，至 101 年 5 月 2 日止，主要行程如下：

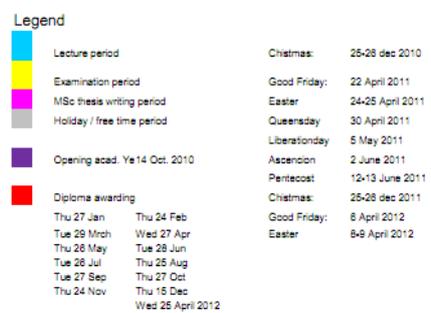
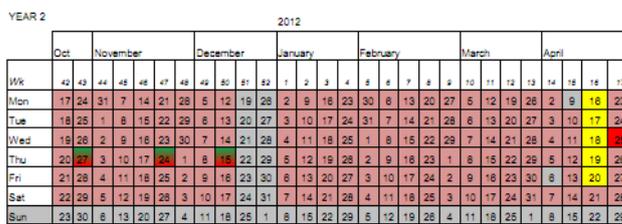
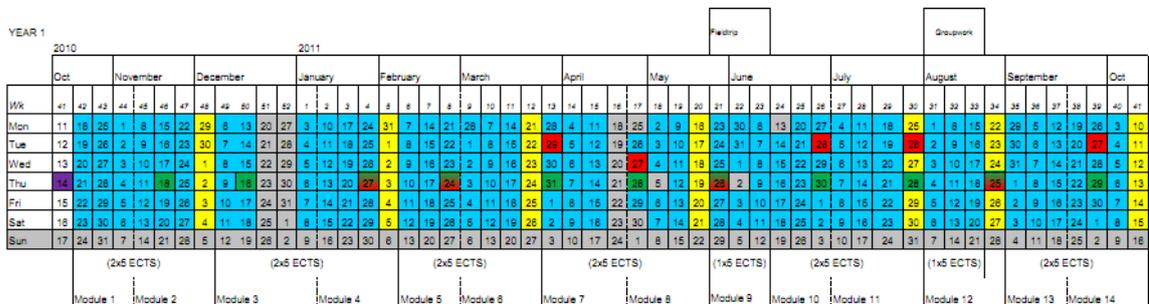
期間	說明
99/10/11~99/10/12	自高鐵左營站搭乘高鐵至桃園，於桃園國際機場搭乘中華航空班機前往荷蘭阿姆斯特丹。12 日抵達史基浦機場(Schiphol)，經學校派遣巴士接送至位於台夫特(Delft)的 UNESCO-IHE 辦理報到事宜。
99/10/14~99/10/15	參加 UNESCO-IHE academic year 2010/2012 的開學典禮、新生訓練及相關課程說明。
99/10/18~100/10/15	主要專業課程期間
100/10/17~101/4/15	論文研究及撰寫

101/04/16	論文口試
101/04/25	畢業典禮
101/04/26~101/04/30	辦理離校相關程序、住宿退租及畢業文書認證等事宜
101/05/01~101/05/02	由台夫特搭乘火車前往史基浦機場，於下午搭乘中華航空公司往臺灣之班機，5月2日抵達桃園國際機場。

主要專業課程期間每周授課時間為周一至周五，偶而因課程需要安排於星期六上午授課。學校開放進出時間亦僅限於星期一至星期五，以及星期六中午 12 時 30 分之前；星期六下午及星期天整天均未開放，即便是因研究需要需進行實驗者，該段期間全校連同實驗室亦關閉。而學期中並不似荷蘭其他相仿之學校有放寒、暑假之規定，每年僅復活節及聖誕節為學期中較長之假期，其餘如女王節、Good Friday 等皆為單日之荷蘭國定假期。課程除了安排講師於教室授課外，學校亦安排課外教學、研討會等方式進行教學，教學方式相較於臺灣一般研究所課程安排來得靈活。

筆者就讀 UNESCO-IHE 2010/2012 期間之行事曆如下圖所示:

ACADEMIC CALENDAR 2010/2012



Meetings Academic Board

18 Nov 2010	30 Jun 2011
18 Dec 2010	28 Jul 2011
27 Jan 2011	26 Aug 2011
24 Feb 2011	29 Sep 2011
31 March 2011	27 Oct 2011
28 Apr 2011	24 Nov 2011
28 May 2011	15 Dec 2011

## 參、學校、進修科系及課程內容

### 一. UNESCO-IHE 簡介

筆者所選擇進修的學校 UNESCO-IHE，隸屬於聯合國教科文組織，是世界上最大的水相關領域之教育機構。該校前身為荷蘭台夫特國際基礎建設、水利與環境工程機構 (International Institute for Infrastructural, Hydraulic and Environmental Engineering)，簡稱 IHE，1957 年由荷蘭政府設立於台夫特(Delft)，原目的係為發展中國家提供學士後水利工程的學位課程以培育專業人才。

IHE 後續由聯合國教科文組織於 2001 年 11 月 5 日第 31 屆大會中宣佈改制成立為「聯合國教科文組織水領域教育機構」(UNESCO-IHE Institute for Water Education)，並於 2002 年正式運作。目前該校係由聯合國教科文組織之會員所有，並由聯合國教科文組織及荷蘭政府共同經營管理。目前 UNESCO-IHE 的發展，係以建立整合性之水資源綜合管理知識，為發展中國家及經濟轉型中國家提供發展水領域相關建設之建議，並提供水領域之教育及專業人員培訓為任務。

該校位處於荷蘭的台夫特(Delft)，當地以與荷蘭皇室之淵源及藍陶著名外，亦為荷蘭土木及水利工程教學研究發展的重鎮。除了 UNESCO-IHE 以外，另有著名的台夫特科技大學(Delft University of Technology)、Deltares、Delft-Hydraulics 及 GeoDelft 等教育及研究機構設立於此處。上述各個機構之間均建立緊密之合作關係，除資源、人員及設備交流支援外，亦共同執行各種研究計畫。而這種資源交流共享的觀念，亦是荷蘭當地甚至與歐洲其他各國各級研究及教學機構間之普遍作法。

### 二. UNESCO-IHE 科系介紹

UNESCO-IHE 係為一研究型之教學機構，不似一般大學設置學士課程，而係主要提供進修碩士及博士課程為主，以提供開發中國家且有實際工作經驗之人士進修，另該校亦設計短期課程提供在職人士短期進修。

在碩士課程方面，UNESCO-IHE 設置了四種經認證的國際科學碩士課程領域，並包含 23 種專業科系(碩士課程)，這些碩士課程主要提供在職人士進修以強化自身之專業程度。這四種碩士課程領域及其各自涵蓋的專業如下：

#### **MSc in Environmental Science**

- Environmental Planning and Management
- Environmental Science and Technology
- Environmental Technology and Engineering
- Environmental Technology for Sustainable Development
- Limnology and Wetland Management
- Water Quality Management

#### **MSc in Municipal Water and Infrastructure**

- Sanitary Engineering
- Urban Water Engineering and Management
- Water Supply Engineering

#### **MSc in Water Management**

- Water Conflict Management
- Water Quality Management
- Water Resources Management
- Water Services Management

#### **MSc in Water Science and Engineering**

- Agricultural Water Management for Arid and Semi-Arid Climates
- Agricultural Water Management for Enhanced Land and Water Productivity
- Ecohydrology
- Flood Risk Management

- Hydraulic Engineering and River Basin Development
- Hydraulic Engineering - Coastal Engineering and Port Development
- Hydraulic Engineering - Land and Water Development
- Hydroinformatics - Modelling and Information Systems for Water Management
- Hydrology and Water Resources
- Integrated Lowland Development and Management Planning

在整個碩士課程中，學校亦有安排整合課程的單元(module)，將不同專業課程領域的學員納入課程中，並分組進行專案研討。專案研討所設計的議題包含多項領域，非單一項專業可獨立作業並獲得解答，因此在過程中，需要整合各方面的意見，以獲得最佳解決方式。這樣的課程安排主要鼓勵學生發展整合的方式，應用於日後可能面對的工作挑戰，以及與不同專業領域協調之能力。而另一方面，因為該校畢業學生遍及世界各國，因此自該校進修畢業亦同時意味著日後有著更多的機會接觸世界各地的校友，透過這層關係在無形中也消除了一些隔閡。

### 三. 課程內容簡介

筆者所就讀的科系為「水科學與工程」(MSc of Water Science and Engineering, WSE)領域下之「水利工程-海岸工程與港口發展」(Hydraulic Engineering- Coastal Engineering and Port Development, HECEPD)科系。該科系主要的課程內容包含波浪、海流、潮汐等基礎原理，以及海岸系統、海岸地形、海岸及港灣結構物、港口規劃、大地工程、港口浚挖等課程。其課程設計目標係培養學員具備海岸與港灣工程、港口發展相關之知識及技能。

授課的講師除 UNESCO-IHE 及鄰近的台夫特科技大學(Delft University of Technology)的教授或教師外，亦聘請荷蘭政府機關、研究機構、工程顧問公司等具相當經驗及知識之專業人士擔任。

UNESCO-IHE 碩士課程安排方式係採單元制(module)，每個單元授課期間為 3 週。以筆者此次進修的碩士課程為例，共安排了 14 個單元，每個單元皆設定課程主題，其中前 2 個單元為整個 WSE 領域所有學員的共同課程單元，第 3 至 12 個單元為專業課程單元，第 13 及 14 單元為論文相關單元。以專業課程單元而言，單元

下安排 1~4 個不等的科目，並於授課期間內密集地上課。每當完成 2 個單元的課程後，隨即於隔周進行考試，以驗收學習成果。另課程單元的安排亦呈現多樣方式，包含以研討會(seminar)、戶外教學(field Trip)、團體研究(group work)之課程，為授課形式增加了些許的變化。

以下表格列出筆者所參與進修之「水利工程-海岸工程與港口發展」的課程安排:

Module	單元中文名稱	單元英文名稱	課程中文名稱	課程英文名稱
01	水科學及工程 導論	Introduction Water Science and Engineering	統計與頻率分析 評論	Review of Statistics and Frequency Analysis
			水系統	The Water System
02	水力學及水文 學	Hydraulics and Hydrology	自由表面流之水 動力學	Free Surface Flow Hydrodynamics
			工程水文學	Engineering Hydrology
			地理資訊系統	GIS
			遙感探測	Remote Sensing
03	海岸工程導論	Introduction to Coastal Engineering	海岸工程導論	Introduction of Coastal Engineering
			短波浪學	Short Waves
			潮汐及潮汐流	Tides and Tidal Currents
			土壤力學	Soil Mechanics
04	海岸系統	Coastal System	海岸水動力學及 地形學	Coastal Hydrodynamics and Morphology
			鹽侵與密度流	Salt Intrusion and Density Currents
			模擬與數值觀點	Modelling and Numerical Aspects
05	海岸及港口結 構 I	Coastal and Port Structures I	防波堤	Breakwaters
			離岸工程	Offshore Engineering
			物理模型模擬	Physical Modelling
06	海岸及港口結 構 II	Coastal and Port Structures II	海洋構造物	Marine Structures
			港口規劃	Port Planning
07	海岸及港口管 理 I	Management of Coastal and Ports I	海洋波浪	Ocean Waves
			海岸線管理	Coastline Management
			海岸及港口專案	Coastal and Port Project
			港口與海岸於管 理與規劃之環境	Environmental Issues in Management and

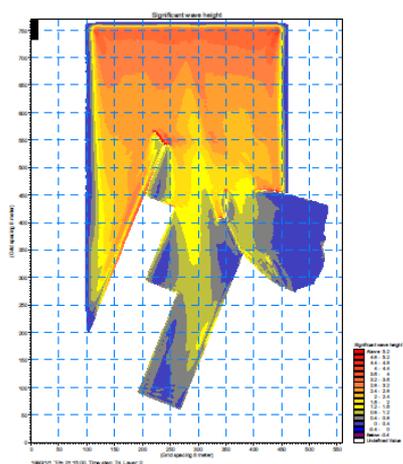
			議題	Planning of Ports and Coasts
08	海岸及港口管理 II	Management of Coastal and Ports II	港口研討會	Port Seminar
09	戶外教學與現地作業	Fieldtrip and Fieldwork	戶外教學與現地作業	Fieldtrip and Fieldwork
10	大地工程與疏浚	Geotechnical Engineering and Dredging	大地工程與板樁設計	Geo-Engineering and Sheet Pile Design
			海洋大地探勘	Marine Geotechnical Investigations
			浚挖研討會	Dredging Seminar
11	低漥地區洪水保護	Flood Protection in Lowland Areas	堤與護岸	Dikes and Revetments
			可能性的設計	Probabilistic Design
			風暴衝擊模擬	Storm Impact Modelling
12	團體作業	Groupwork WSE	團體作業	Groupwork WSE
13	論文研究方法與夏季課程	MSc Research Methodology and Summer Courses	研究方法論	Research Methodologies
			夏季課程	Summer Courses
14	論文提案	MSc Thesis Proposal	論文提案	MSc Thesis Proposal

整個碩士課程研修期間為 18 個月，除前面介紹的修課期間係安排於前 12 個月進行外，自第 2 學年的 10 月中旬以後，即進入碩士論文研究期間。學員必須於前述第 14 個單元時確定論文研究題目，並提案說明論文題目之研究方式及預期成果。學員所研究之論文題目來源，除了自選的論文題目外，校方亦會安排論文題目供學員選擇。這些論文題目雖然不脫各科系專業範圍，但研究地點則不限於荷蘭境內。尤其部分具備研究經費支持的研究主題，其研究地點可能在歐洲其他各國、非洲或是亞洲。論文題目在論文研究期間，學員接受指導教授(Supervisor)及導師(Mentor)的指導進行研究及論文撰寫，並於最後一學年的 2 月初對論文研究進展進行期中簡報，最後於 4 月中旬接受論文口試，以完成整個碩士進修課程。

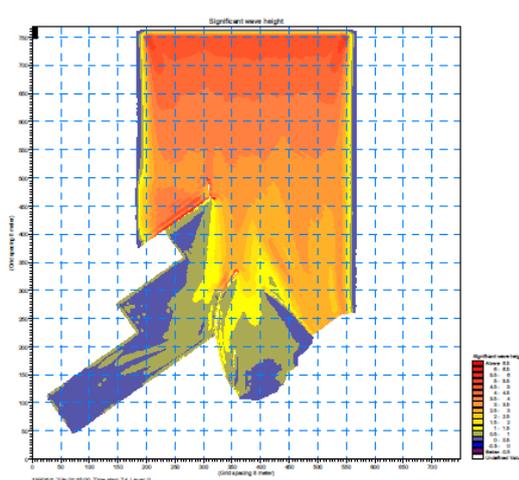
筆者在論文研究上選擇將「高雄港新港池波浪侵入之數值模擬」(Numerical Modelling of Waves Penetration into New Basins of Kaohsiung Harbor)作為研究主題，其主要內容為探討高雄港洲際貨櫃中心第二期工程計畫之港池靜穩度，以及受波浪侵襲下港內之波高分佈情形。此一研究乃透過丹麥 DHI 機構所開發之 MIKE21 程

式，模擬洲際二期港池受回歸期 1 年頻率之季風及颱風波浪侵襲後所造成港內波高分佈，並以此模擬成果比較對各種船型作業時之波高限制規範，分析新港區因波高過高而產生之營運停擺時間(downtime)。經上述研究過程，得悉洲際二期港池因北側水域缺乏遮蔽，無法充分阻擋來自西北 NW 及西北西 WNW 之波浪經由港口貫入港池，因而造成港內如貨櫃碼頭船席水域波高過高之情形，亦因此造成較長之時間無法營運。為解決上述之不利情況，研究中設定數種不同的遮蔽設施方案，最後藉由經濟性分析，獲得最佳之改善方案。藉由上述研究，除了讓筆者學習到波浪觀測資料之分析使用，以及 MIKE21 模擬程式之操作外，亦了解高雄港洲際二期計畫未來可能面對的營運影響因素並分析其成因及提出具體之因應方案。此一研究有助於日後辦理港口規劃時，對於港口佈設需考量之因素更加了解，同時可應用於分析研究未來港區相關之擴建計畫。

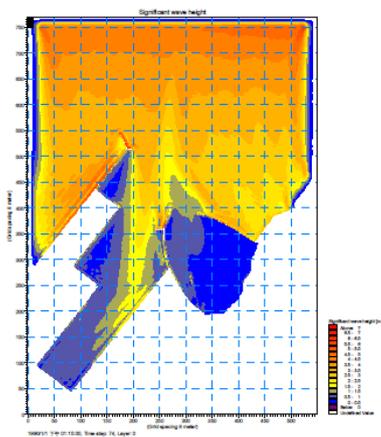
下列各圖為筆者使用 DHI Mike 21 建立高雄港洲際貨櫃中心第二期計畫模型，模擬不同主要波向 50 年頻率之颱風及季風波浪侵襲該計畫港池之波高分佈，並藉此與已完成之物理模型模擬成果比較及校正，以得到各數值模型之相關參數，作為後續模擬不同個案之基礎。



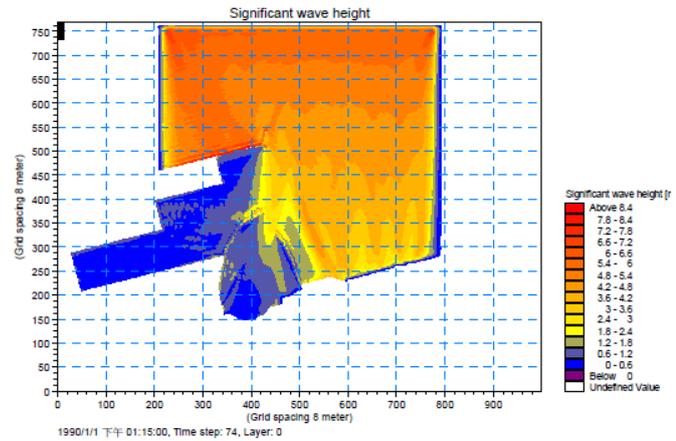
(a)NW 颱風波浪



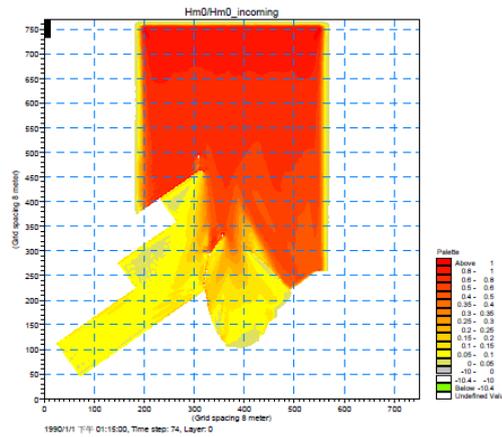
(b) W 颱風波浪



(c) W 颱風波浪



(d) WSW 颱風波浪



(e) W 季風波浪

圖 1 以 DHI Mike21 程式模擬極端波浪條件侵襲高雄港洲際貨櫃中心第二期計畫港池內之波高分佈

後續藉由校正後之數值模型，模擬 1 年頻率之颱風及季風入侵港池後之波高分佈，並參照由波浪歷史資料所分析各主要波向及波高之全年出現頻率，以及比較不同船型作業條件下之波高限制，計算出入口及各船席位置在一年內之無法營運時間 (downtime)，如下圖所示。其結果顯示船席 S1~S5(即計畫中之 5 席貨櫃碼頭位置)，在 1 年頻率波浪侵襲下，出現較高之無法營運時間。

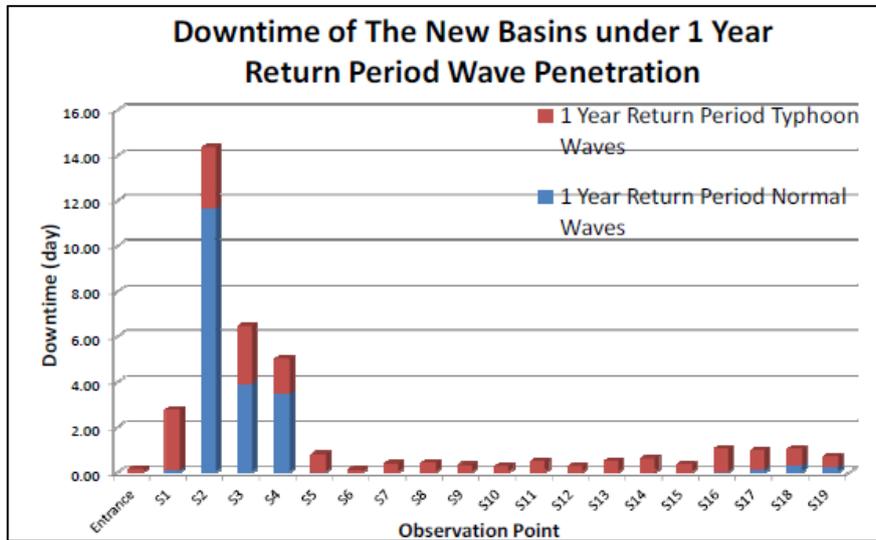
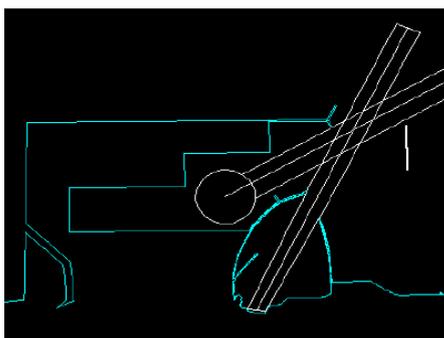
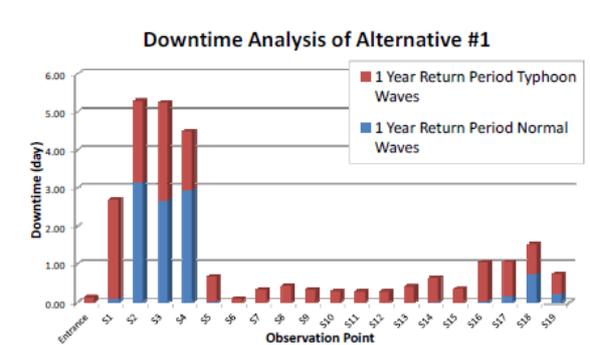


圖 2 以 1 年頻率之颱風及季風波浪條件模擬侵襲洲際二期計畫港池情況下，計算得港池出入口及各船席位置之無法營運時間

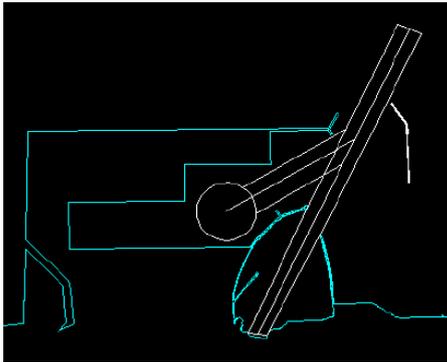
上述結果顯示，波浪入侵港池後造成之波高嚴重影響日後洲際二期計畫之營運，為有效降低港池內之波高，筆者在研究中亦探討不同改善方案。下圖為研究中列舉之改善方案及其對應之無法營運時間分析結果。在研究的最後部份，筆者以經濟性分析方法比較各方案之成本與改善後所獲得之實質效益，並分析得改善方案 2 為最佳方案。



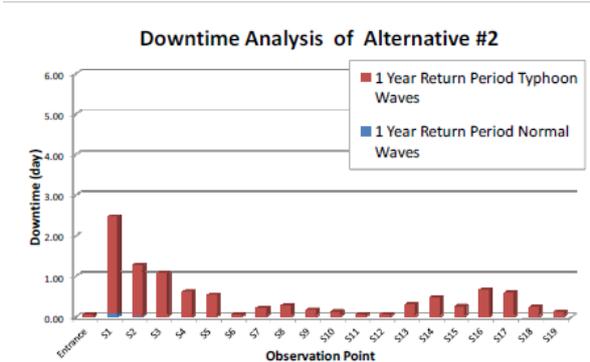
(a) 改善方案 1



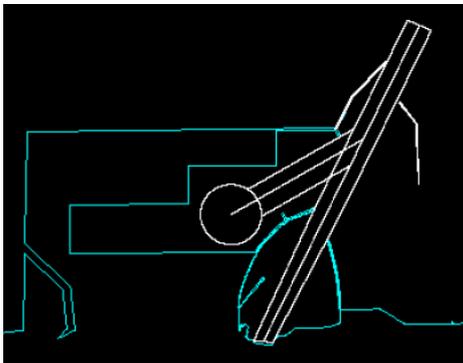
(a) 改善方案 1 各船席之無法營運時間



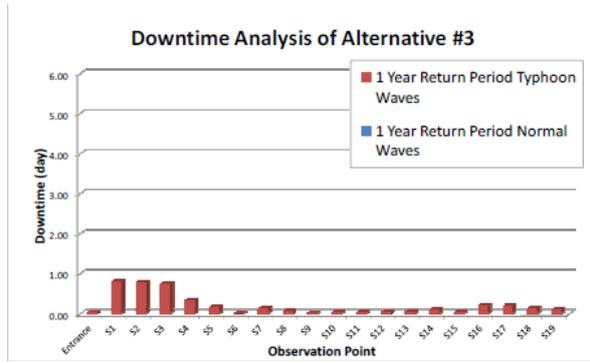
(b) 改善方案 2



(b) 改善方案 2 各船席之無法營運時間



(c) 改善方案 3



(c) 改善方案 3 各船席之無法營運時間

圖 3 高雄港洲際貨櫃中心第二期計畫港內波高各改善方案示意圖及其無法營運時間

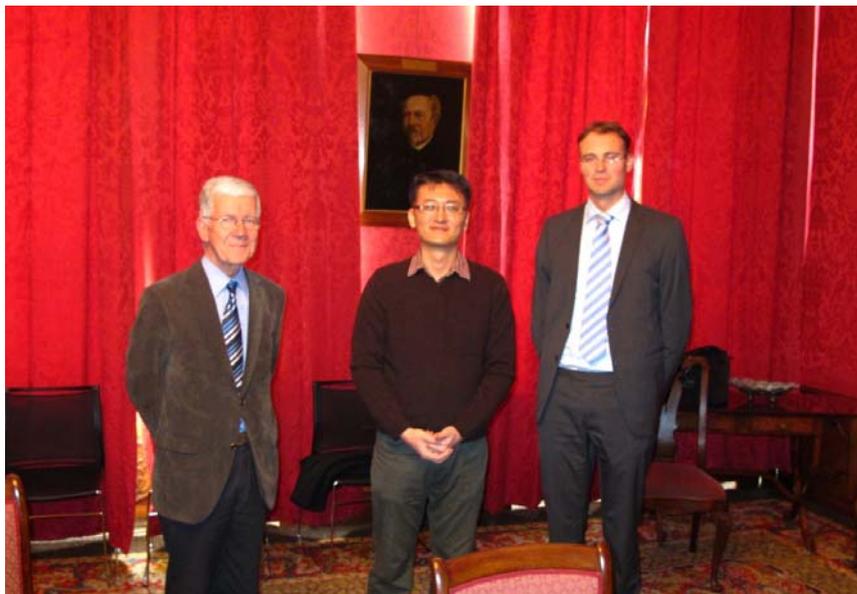


圖 4 筆者於口試結束後與指導教授(左)及其中一名口試委員(右)合影

## 肆、 戶外教學與參訪活動

UNESCO-IHE 在碩士進修課程的安排上，除一般課堂授課之方式外，學校亦安排數次之戶外教學或參訪活動(Fieldtrip)，以讓學員對課堂上所學內容有更深刻的印象。

在授課期間前期，戶外教學地點多以參訪荷蘭當地的水利工程，如荷蘭著名的防洪措施 Delta Works，以及當地港口參訪，如鹿特丹港及阿姆斯特丹港，並多採當天來回之行程安排。而後續進入專業課程後，學校除依課程需要安排當日往返的參訪行程外，亦安排多日參訪其他國家之行程。例如課程進行至第 8 單元的港口研討會(Port Seminar)時，學校除安排至鹿特丹港及其興建中之拓港計畫 Maasvlakte 2 參訪外，並安排至法國的利哈佛港(Le Havre)、比利時的澤布魯日港(Zeebrugge)及安特衛普港(Antwerpen)，參觀諸港之港埠設施。

此外，課程的第 9 單元係各種碩士課程的戶外參訪期間，校方為各種專業安排不同的參訪行程。以筆者就讀的科系為例，此次安排 10 天之參訪行程，拜訪位於比利時及法國的多處水利設施(如比利時 Strepv-Thieu 的船用電梯，位於南法興建於羅馬時代的輸水用橋梁 Pon Du Gard)、港口(如法國的 Port Atlantique Nantes Saint-Nazaire)，並造訪當地特殊之海岸景觀(如法國西部的聖米歇爾山 Mont Saint Michel，以及巨大砂丘 Dune Du Pilat)等，一路上雖舟車勞頓，但所見所學收穫頗豐。

以下圖片為筆者參加戶外教學及參訪活動時所拍攝較具代表性之景觀及設施：



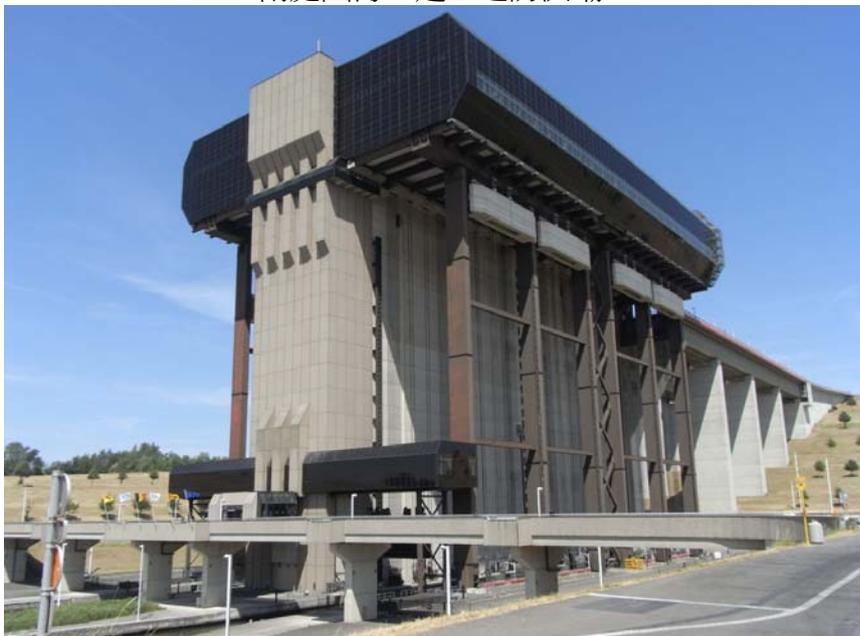
(a) 荷蘭三角洲計畫(Delta Works) Haringvlietdam 防洪壩



(b) 荷蘭三角洲計畫(Delta Works) Oosterschelde Storm Surge Barrier

**圖 5 荷蘭三角洲工程(Delta Works) Haringvlietdam 防洪壩、Oosterschelde Storm Surge Barrier**

說明：荷蘭在遭逢 1953 年之洪災後，即自 1958 年開始進行三角洲工程（Delta Works），以徹底解決洪水威脅。上列二圖所展示為三角洲工程之兩項防洪設施，分別為在 Haringvliet、Oosterschelde 兩處出海口建立之防洪壩。



**圖 6 船用電梯 Strepv-Thieu Boat Lift(Ship Elevator)**

說明：比利時的船用電梯 Strepv-Thieu Boat Lift，是世界上最大的船用電梯系統。屬於中央運河(Canal du Centre)的一部份，藉由此船用電梯可連結比利時 Mons 與 Seneffe 兩處之運河段，高差達 73 公尺，可提供重量至多 1350 噸之船舶使用。



**圖 6 筆者與碩士班同學及導覽講師攝於法國諾曼地附近之聖米歇爾山(Mont Saint-Michel)前**

說明：聖米歇爾山(Mont Saint-Michel)位於法國諾曼地區的布列塔尼(Bretagne) Couesnon 河口處，靠近 Saint-Malo 海灣的一處花崗岩小島。該島所在位置潮差高達 15 公尺，以往只有退潮時，連接該島的道路方能顯現出來。但自 19 世紀的人們將該連接道修成高大路堤後，潮水為該處帶來大量沉積並造成地勢提高，使得巨大潮差景象在該處消失，河流亦受大量淤積。為解決此一現象，法國政府已於 2009 年在河流出口處完成一水力堤壩(即上圖中筆者等人所站位置)，以利用河流及潮汐水力將河口淤積帶出；並計畫拆除連接聖米歇爾山的路堤，以恢復當地巨潮奇觀。



圖 7 法國阿卡雄(Arcachon)的皮拉沙丘(Dune Du Pilat)

說明：Dune du Pilat 是歐洲最大的沙丘，位於法國西南部阿卡雄(Arcachon)海灣區域，其尺寸達 500 公尺寬，2.7 公里長，高度達海平面以上 108 公尺。該特殊景象係受當地海流及風力作用形成，且該沙丘目前仍在繼續成長中，並有往內陸逐步擴大的趨勢。



圖 8 位於法國南部的羅馬時代輸水設施遺蹟(Pont du Gard)

說明：Pont du Gard 遺蹟建造於羅馬帝國奧古斯都皇帝時期，位於法國南部尼姆(Nimes)附近，當時是爲了尼姆城用水需求，故需由 Uzès 將泉水接引至該城。但由於兩處之間的地形崎嶇，爲確保水流經過低窪地區時仍能順利抵達目的地，因此建造此一水道橋。



**圖 9 位於法國 Grenoble 的水利工程試驗室(Sogreah hydraulics laboratory)**

說明：該水利試驗室位於法國東部的 Grenoble，佔地約 10,000 平方公尺，該試驗室主要專長爲海岸及河口發展、港灣結構、河流環境及發展等水利及環境領域之研究、並提供水利相關領域之物理模型建立及試驗、技術監控及品質管制、儀器設備租借等服務。



圖 10 現地作業 Field Work，於鹿特丹港出海口北側 's-Gravenzande 的沙灘進行之沿岸流浮標施放作業

說明：該項作業為本校與台夫特科技大學合作，藉由於近岸施放浮標方式，以 GPS 紀錄浮標移動軌跡，並藉此分析沿岸流之流動特性。



圖 11 法國利哈佛港 Le Havre 之貨櫃碼頭

說明：利哈佛港 Le Havre 為法國第二大港(第一大港為馬賽港)，第一大貨櫃港。



圖 12 比利時澤布魯日港 Zeebrugge 的客貨渡輪(Ferry)及滾裝船(RO-RO)碼頭  
說明：澤布魯日港 Zeebrugge 為比利時第二大港(第一大港為安特衛普港)。



圖 13 阿姆斯特丹港的 Floating Crane 浮動式吊臂(抓斗)

說明：圖中為運作中的 Floating Crane 浮動式吊臂，正準備將貨船上之乾散貨以抓斗  
抓取至前方並排之 barge(躉船)上



圖 14 阿姆斯特丹港的船渠式兩側裝卸之貨櫃碼頭

說明：圖中為阿姆斯特丹港船渠式兩側裝卸之貨櫃碼頭，位於該港之 Amerikahaven，其碼頭長度 615 公尺，水深 15.5 公尺，裝卸能量 120 萬 TEU/年。



圖 15 鹿特丹港興建中之擴港計畫 Maasvlakte 2，圖中為正在進行噴砂作業之濬泥船

說明：Maasvlakte 2 計畫為荷蘭鹿特丹港最新之擴港計畫，自 2008 年起動工，是荷蘭自 60 年代的 Delta works 之後最大的工程計畫。該計畫填地約 2000 公頃，砂源取自於港內浚挖及外海抽砂，總需土量約 3.25 億立方公尺。



圖 16 鹿特丹港 Euromax 貨櫃碼頭的自動導航式拖車(AGV)

說明：鹿特丹港之ECT(Eurpo Container Terminal) 貨櫃碼頭公司，於1993年首先在其營運之貨櫃碼頭Delta Terminal採用此一自動導航車輛系統 (Automated guided vehicles, AGVs)。該系統可藉由光電及電磁感應方式，使無人駕駛之拖車依設定路線行走至定位，以配合貨櫃起重機與門式機裝卸貨櫃之運作。

## 伍、心得與建議

### 一、心得

#### (一) 提升港灣工程專業知識，見識歐洲港口運作及規劃

港灣工程涵蓋之知識領域相當廣泛，除了土木、結構、大地、地質工程外，亦包含氣象、波浪、潮汐、海流、海岸地形、統計學，甚至是港埠規劃、港埠營運、聯外運輸系統整合等知識，因此港灣工程專業人才的培養相當不易。筆者在至荷蘭進修前本身為土木工程背景，在進入高雄港工作之前對於港灣工程的了解並不多，雖然藉由工作上的接觸多少對港灣建設的性質有著一定程度的認識，但對於該領域仍缺乏整體性的學習與認知。此次筆者有幸得到公司舉薦至荷蘭進修，在歷經 18 個月於荷蘭的進修學習，包含前 12 個月的密集式課程，以及後 6 個月的論文寫作，對於港灣工程這項領域，雖未達全盤了解，但總算得以一窺其樣貌。藉由此次至荷蘭進修的機會，除提升自身對海岸工程、港灣工程及港埠運作相關領域的專業知識外，亦透過課堂上的講解與現場參訪的機會，對於荷蘭當地及部分歐洲港口的運作及規劃佈設方式有著進一步的認識。

#### (二) 難得之學習經驗，感受東西方高等教育之差異

在上述課程進修及研究過程，筆者除學習相關知識外，亦同時回想多年前仍在國內大學校園內學習的景象，並將其與荷蘭學校授課方式的差異進行比較。就像許多人留學歐美國家所感受到的相同經驗，歐美國家的學校上課的過程不單是老師對學生單方面的授課與聽講，學生向老師提問、討論，以及學生與學生之間對課程中議題的討論，都是屬於學習的一部份。藉由發掘問題及共同討論的方式，不僅讓授課講師得知學生吸收的程度，學生亦可藉此產生對課程之參與感與認同感，以提升學習的效率。而除了授課方面的差異，學校在評價學生學習成果的方式亦與國內有所不同，除了傳統的筆試測驗外，口試測驗、書面報告、分組專題簡報等都是驗收學習成果的方式。更具創意的方式，例如筆者亦曾見過學校裡的某一科系，係以分組進行專題研究，並以製作影片方式呈現專題研究成果，最後由全校學生票選最佳影片之方式作為學習成果之評比。由此足見荷蘭學校對於學習方式的不拘於傳統以及對創新方式的接納。而學生在每個單元結束後，均

可藉由問卷方式對該單元的課程內容安排、授課方式等提出建言，或通過各科系的 coordinator(協調員)向科系及校方反應，以作為校方及科系對下一學年課程安排之重要參考。由此可以觀察到，學習並不是只有學生單方面的事，老師、科系及學校本身亦通過學生意見的反饋不斷地修正課程內容，藉此同樣地得到學習與進步。

### (三) 荷蘭將生態及永續發展納入港灣規劃之方式，值得我方借鏡

荷蘭由於國土地勢較低，長期以來飽受洪水之威脅。自從 1953 年北海洪災之後，荷蘭人下定決心對抗自然的不利條件，在其海岸線築起高聳的海堤，並在河口處興建起各項巨型防洪措施 Delta Works，並在各地圍堤屯墾，創造新生地，如著名的史基浦機場(Schiphol Airport)即建築在海埔新生地上。但在長期與自然對抗的過程中，荷蘭人也不斷地反思何者才是解決自然威脅的根本之道，並逐漸地思考將防堵轉化成與自然共存的空間，例如減少水岸開發、讓地給河川行水區等等。同樣地，這樣的與環境、生態共存的觀念亦套用在港灣工程上，以荷蘭近期最大的填海造陸計畫 Maasvlakte 2 為例，該計畫雖然在 2008 年才正式啟動，但其發展構想早在上個世紀的 90 年代就已開始。在計畫正式啟動之前，當地社會對於涉及該計畫發展的各項環境及生態議題充分進行討論，計畫內容亦不斷地調整以兼顧環境保護所需。例如該計畫之外廓海堤並不採取一般混凝土沉箱之工程方式，而係規劃 7.5 公里長的 Soft Seawall 及 5 公里的 Hard Seawall，材料多使用抽取之回填砂、回收塊石及少部分的混凝土塊等，以減少混凝土的使用量。而海堤完成後外觀將有如一般之沙丘及沙灘，完成後亦可提供民眾休閒娛樂的去處，可謂同時兼顧港埠發展、環保生態及生活品質。相較於亞洲近期各國港埠建設快速地擴張，荷蘭對待工程建設則採取讓議題在社會上長時間發酵與充分考量生態及永續發展的作法，兩邊的作法有著明顯的對比。未來高雄港亦如鹿特丹港一般，有著向外海擴張範圍的需求，雖然兩港所面對的自然條件、區域競爭情形等均有不同，但對於未來發展成綠色港口的目標卻是一致。鹿特丹港的作法雖然無法完全複製套用在高雄港身上，但思考要如何做到港埠發展與環境保護兩者兼顧的情況，荷蘭的方式仍值得我們參借鏡。

## 二、建議

### (一) 建議持續選派人才出國進修，以提昇人員專業素養、厚植本公司之競爭力

前高雄港務局為提升工程人員之素養，過去均定期選派人員出國進修，這項制度已行之有年，成效良好；且多數曾奉派出國進修之人員，後續亦成為高雄港工程部門之主幹，將所學運用於港埠建設上。如今雖因航港體制調整，各港務局已不復存在，但為持續培養專業之港灣工程人員，建議保留此一選派工程人員出國進修之制度。此外，因各港務局已合併成為港務公司，故建議選派人員之甄選範圍可擴及總公司與各港務分公司，並可考量增加進修人員名額，讓更多的工程人員得以藉由此機會強化其專業程度，並於學成後為本公司貢獻所學，亦可藉此強化員工對公司之認同與向心力。另一方面，由於未來港務公司業務範圍將不只限於自身港口之營運，多角化經營將是未來港務公司之發展方向，國外許多港口的經營模式可作為港務公司未來發展之借鏡。故此，筆者亦建議除工程人員外，亦須選派業務相關人才出國短期進修，學習港口經營、業務拓展行銷等相關知識，以厚植港務公司人力素養與專業程度，增加台灣港務公司之競爭力。

### (二) 建議考量選擇其他學制及課程相仿之學校

然而，由於 UNESCO-IHE 是聯合國教科文組織所隸屬之教學研究機構，而本國並非聯合國會員，校方因受中國大陸方面壓力，在各項文書資料或是公開場合上對我國常有不尊重之行爲。故此，雖然高雄港過去與該校保持長時間之交流關係，但建議未來選派人員出國進修時，可考慮選擇其他學制及課程相仿之學校。除了可避免因類似事件與該校發生摩擦，亦同時可拓展港務公司與其他國外學術機關之交流或合作關係。