

出國報告(出國類別：考察)

**「赴荷參與 Aquatech 及推動臺歐雙方
水利技術合作」出國報告**

服務機關：經濟部水利署、經濟部水利署水利規劃分署

姓名職稱：張廣智分署長、陳加榮正工程司、顧玉蓉正工程司、蘇

郁婷副工程司

派赴國家/地區：荷蘭、德國

出國期間：民國 114 年 3 月 9 日至 3 月 16 日

報告日期：114 年 6 月

摘要

本次出訪以拓展國際水利技術交流與合作為核心，透過參訪荷蘭 Aquatech Amsterdam 國際水展、拜會三角洲研究所(Deltares)與荷蘭企業署(RVO)，並赴德國下薩克森邦水資源、海岸與自然保護局(NLWKN)考察先進海岸防護與自然解方實踐，聚焦於強化臺灣在面對氣候變遷與水資源挑戰時的整體治理能力。

在荷蘭，參與全球最大水處理技術展 Aquatech Amsterdam，不僅觀摩創新水技術與 AI 應用，亦與荷方進行深度交流，探討泥炭地調適管理、自然解方(NbS)與跨部門治理經驗。會中雙方確認合作潛力，並就建立臺歐技術對接與青年專業人才培育平台達成初步共識。

在德國，拜會 NLWKN 並實地考察包括艾姆斯風暴潮閘門、堤防加高工程、鹽沼復育計畫及 Norderney 島等綜合海岸保護案例，深入了解德國如何結合工程與自然、歷史與觀光，發展具前瞻性與韌性的海岸防災策略。

總體而言，本次出訪成果包含技術層面接軌最新 AI 與數值模擬工具、政策層面吸收歐洲多元治理機制與自然解方實例、合作層面建立雙邊未來實質交流基礎。建議未來可持續深化與 Deltares 及 RVO 合作，並推動台灣建立在地 NbS 示範區、強化科學基礎調查與跨域整合架構，逐步導向具韌性與永續性的水資源治理新典範。

目錄

壹、 目的.....	4
貳、 行程.....	4
一、 行程摘要	4
二、 成員	5
參、 過程紀要.....	5
一、 參訪三角洲研究所(Deltares)	5
二、 參加 Aquatech Amsterdam 2025 暨拜會 RVO 水利人員	8
三、 拜會德國下薩克森邦水資源、海岸與自然保護局	11
肆、 心得及建議.....	18
一、 心得	18
二、 建議	19

表目錄

表 1 主要行程表	4
-----------------	---

圖目錄

圖 1 Deltares 會議情形	6
圖 2 與 Deltares 專家交流泥炭地監測技術	7
圖 3 與會人員合影	7
圖 4 參展人員合影	8
圖 5 陳加榮正工於荷蘭館簡報	9
圖 6 臺荷雙方產官學人員交流情形	10
圖 7 RVO、駐荷代表處經濟組及本署等與會人員合影	10
圖 8 下薩克森邦海岸防護策略示意圖	11
圖 9 艾姆斯風暴潮閘門示意圖	12
圖 10 主航道旋轉閘門結構示意圖	12
圖 11 於主航道前合影	13
圖 12 堤防加高工程示意圖	14
圖 13 現地實景(自左至右：堤前區-維護道路-堤防)	14
圖 14 鹽沼復育情形	15
圖 15 考察人員於現地合影	15
圖 16 Norderney 地理位置	16
圖 17 Norderney 海岸防護規劃	17
圖 18 人工補沙(紅框處為堆沙區)	17
圖 19 消波及禦潮設施	18

壹、目的

一、觀摩國際大型水展辦理經驗，尋求未來技術商機

介接國際水務廠商尋求合作機會，出訪期間恰逢 Aquatech Amsterdam 展會的舉行，該展覽為全球最大且最具影響力的水處理、供水和水技術領域的專業展覽之一。臺灣約有 20 家水利相關廠商參展，這將是臺灣展示其水利技術、加強國際影響力並促進產業交流的良好契機。藉由此展會，臺灣期望能學習荷蘭及其他國家在水利領域的先進經驗，並進一步推動臺灣水利技術走向國際。

二、拓展台灣與德國水利官方交流管道

為推廣台灣水利國際能見度，過去以參與國際重大水利場合並多與民間或研究單位進行合作交流，近年則更著重與官方單位之合作。而臺灣與德國下薩克森邦皆面臨氣候變遷所帶來的海平面上升和極端氣候影響，海岸防護成為臺德雙方亟需關注的課題，透過此次與德國下薩克森邦進行經驗交流，將有助於臺灣在氣候變遷背景下建立一套兼顧自然的防護方法，減少海岸侵蝕與防止災害風險。

貳、行程

一、行程摘要

表 1 主要行程表

日期	主要活動	地點
3/9(日)	啟程：桃園→阿姆斯特丹	
3/10(一)	考察 Deltares	Deltares Boussinesqweg 1, 2629hv, 2629 HV Delft
3/11(二)	參加 Aquatech Amsterdam 暨拜會 RVO 水利人員	RAI Amsterdam
3/12(三)	參加 Aquatech Amsterdam	RAI Amsterdam
3/13(四)	拜會下薩克森邦水資源、海岸與自然保護局(NLWKN) 考察 Ems Storm Surge Barrier	Emssperrwerk
	考察海岸保護 NBS 案例	Manslagter Nacken、Naturstrand Hilgenriedersiel - Der einzige Naturstrand mitten im Nationalpark Wattenmeer
3/14(五)	參訪 Norderney	Norderney
3/15(六)~ 3/16(日)	返程：阿姆斯特丹→桃園	

二、成員

本次代表團由水利署水利規劃分署張廣智分署長率團，成員包括水利署陳加榮正工程司、水利規劃分署顧玉蓉正工程司及水利署蘇郁婷副工程司共 4 位。

參、過程紀要

一、參訪三角洲研究所(Deltares)

三角洲研究所(Deltares)為獨立非營利性的水利、基礎設施和地下水應用研究和專業諮詢機構，亦為 Sobek 及 D-Flow 模式開發單位，與荷蘭政府、水務當局、省級當局、商業公司、大學、研究機構、非政府組織及其他國際合作夥伴提供服務，以達到保護三角洲、沿海與河流區域之安全性。尤其擅長與防洪、都市韌性、地層下陷與氣候條適等低衝擊開發措施之研究。

本署過去使用荷蘭 Deltares 研發之 SOBEK 模式執行工程規劃及治理，後續進一步以 SOBEK 模式建製全臺灣淹水模型，產製第三代淹水潛勢圖並結合 FEWS (Flood Early Warning System)技術發展淹水預報系統，以作為防救災規劃之用，惟在效能與即時性仍有優化空間，因此希望能夠以淹水數值模式 Delft3D FM (D-Flow 模式)為基礎，產製第四代淹水潛勢圖，惟縱然過去台灣與荷蘭已有相當的技術交流及應用經驗，然對於軟體整合應用、GPU 運算架構及 MPI 技術等之導入等，仍需進一步進行本土化建模與實際驗證，尤其如何結合台灣既有淹水感測器等即時數據，將為後續可深入合作及探討之議題。

會中，Deltares 簡要介紹了 Delft-FEWS 及 Delft3D FM 洪水模擬等技術最新運用發展情形，並進一步分享其經驗，說明目前大部分模型已轉向雲端部署，如使用 Microsoft Azure 與 AWS 進行高效率運算，實現即時預報與系統彈性調度，惟運算時間及結果精度，最終仍需視單位需求進行調整。



圖 1 Deltares 會議情形

本署於 2024 年邀請荷蘭 Deltares 專家以線上方式，分享泥炭地在氣候變中的重要角色、自然碳匯的潛力及其於泥炭地地層變動監測方面的實務經驗，強化雙方技術合作。本次會中，Deltares 介紹荷蘭泥炭地面臨困境及監測計畫成果，展示如何透過再濕化措施、水文管理與模型模擬支援政策制定。臺灣則介紹南投縣魚池鄉頭社泥炭盆地自 2019 年起推動之自然解方(NbS)試點計畫，強調結合民眾參與、公私協力、水管理、濕地保育、農業經營及溫室氣體監測等多元策略，並分享歷年泥炭地執行之多項 NbS 行動方案(Action Plans)。

本次訪察進一步聚焦於泥炭地碳管理模型(SOMERS)及智慧水管理應用等主題，雙方針對泥炭地特性差異、碳釋放路徑、減排策略與模擬精度等關鍵議題進行深入討論，並認同荷蘭與台灣明顯的氣候區差異(Climatic Zone Divergence)將可能產生不同泥炭地管理策略，雙邊合作有助完整全球泥炭地監測及管理的拼圖。

整體而言，臺荷雙方在泥炭地治理與水文模擬領域已建立良好合作基礎，建議未來以頭社盆地為起點，發展雙邊技術交流，結合 Deltares 模型架構或工具與台灣現地實測資料，共同研擬具區域適用性的碳管理方案，並為全球溫室氣體碳中和(Carbon Neutrality)作出貢獻。

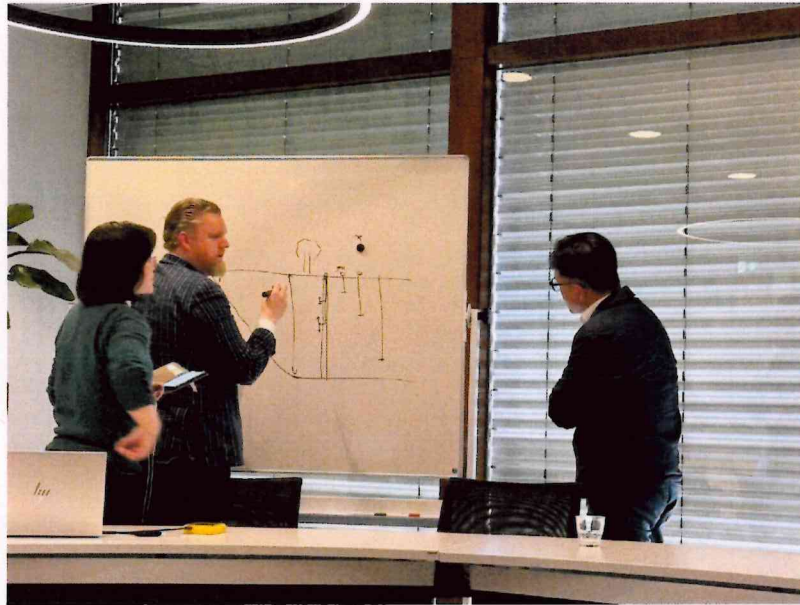


圖 2 與 Deltares 專家交流泥炭地監測技術



圖 3 與會人員合影

二、參加 Aquatech Amsterdam 2025 暨拜會 RVO 水利人員

(一) 參加 Aquatech Amsterdam 2025

Aquatech Amsterdam 是全球領先的水處理專業貿易展覽會，專注於水處理、飲用水和廢水領域，此次展會吸引了來自約 130 個國家、約 2 萬 5 千人參與。此次參加水展，是透過荷蘭水夥伴網絡(Netherlands Water Partnership, NWP)協助安排，NWP 現有約 180 個跨部門成員，包含政府機構、學術單位、企業與 NGO。

期間，荷方簡報說明截至 2050 年，全球將面臨極端水資源壓力，包括：超過 16 億人居住在洪水高風險區、每年 78 萬人死於水污染，以及預期用水與糧食需求增長 25%。荷蘭強調，以「危機為契機」，可透過全球合作強化水資源的宜居性與經濟韌性。

本署則於簡報中說明台灣氣候條件與水資源時空分布不均的挑戰，並進一步闡述在氣候變遷情勢下，如何強化防災韌性與推動水資源永續管理的核心工作方向。簡報同時亦介紹目前所推動的具體措施，包括多元水源開發、跨區域水資源調度機制，以及運用人工智慧輔助決策等創新作法，以提升整體水資源治理效能。此交流突顯雙方皆致力於提升水資源韌性，並善用創新科技作為調適工具。



圖 4 參展人員合影



圖 5 陳加榮正工於荷蘭館簡報

(二) 拜會 RVO 水利人員

企業署(RVO)隸屬於荷蘭經濟事務和氣候政策部(Ministry of Economic Affairs and Climate Policy)，其工作包含包括補貼和捐款的管理和分配、國際業務拓展與提供支持、促進企業與研究機構間合作、協助各部分的永續實踐、提供政策制定資訊與監測計畫影響，重點關注領域包括能源轉型、永續農業、國際商務、循環經濟和創新。

此次於參加 Aquatech 期間，於荷蘭館拜會 RVO 新任水管理部門主管 Iris Bijlsma 以及 Irene de Goede，兩位主要負責 RVO 水與環境管理、國際合作之工作。另此次亦有駐荷蘭代表處經濟組、荷蘭在台辦事處及台北自來水事業處等產官學研人員參與，就臺荷雙方水領域進行討論。

會中聚焦自然解方(NbS)、企業合作、創新技術與多邊治理機制。荷方說明其目前在荷蘭負責執行水資源與氣候相關專案的單位包含外交部、基礎設施與水資源管理部、農業部等，整合氣候與水部門，並以 NGO 型態的組織結構提供政策與項目執行支援，並建議臺方可整合各部門及產學研等資源，以更好推展國際夥伴關係。

在人工智慧應用方面，荷方表示已有多個團隊致力於洪水預警及氣象資料分析，並將相關技術模組化以利不同地區應用。台方則提及目前正發展 AI 系統以提升高溫預警及供水效率，已累積超過千筆資料，盼能與荷方合作交流，在技術與模型設計上互相學習。

雙方最後達成共識，認為應從整體系統角度整合水資源與糧食、能源、

生物多樣性等關鍵議題。荷方介紹其推動的「水—生物多樣性—糧食」治理模式，強調需跨部門協調並減少政策衝突。雙方皆期待透過多邊夥伴合作與共同學習，共同促進具韌性與永續性的水資源治理新框架。



圖 6 臺荷雙方產官學人員交流情形

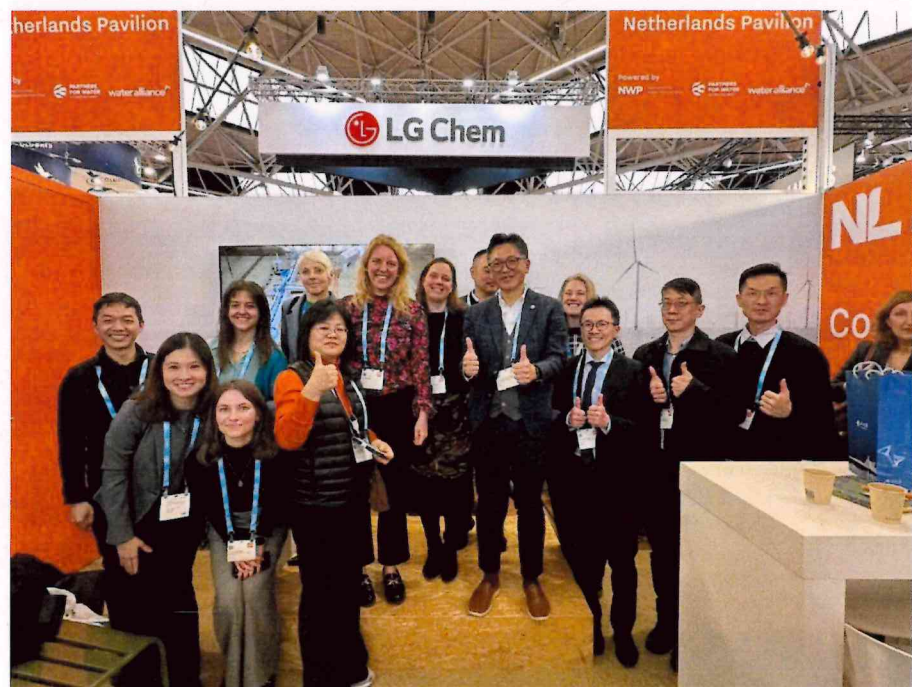


圖 7 RVO、駐荷代表處經濟組及本署等與會人員合影

三、拜會德國下薩克森邦水資源、海岸與自然保護局

(一) 單位介紹

德國下薩克森邦水資源、海岸與自然保護局(Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, NLWKN)是該邦負責水資源管理、海岸保護與自然保育的重要政府機構，並隸屬於下薩克森邦環境、能源與氣候保護部，致力於確保水域安全、防洪措施有效、沿海地區穩定，以及生態系統的永續發展。

其主要職責包括河川與湖泊管理、地下水監測、洪水預警系統建置、堤防與水壩維護，以及協助自然保育區的規劃與監督。NLWKN 同時也是氣候變遷調適與沿海氣候防護的重要執行單位，其透過結合工程技術與生態保育等方式，不僅維護下薩克森邦的環境安全，也為應對氣候變遷與極端氣候事件提供前瞻性的政策與實務支持。

在海岸防護策略上，NLWKN 非採取單一方式，而是結合海堤、防坡堤及結合在地地形，透過沙丘及鹽沼吸收海浪的衝擊以對抗海浪的沖蝕。面對極端氣候與海平面上升的威脅，德國下薩克森州已由「災後修復」轉型為以「前瞻預警」為核心的氣候調適策略。該州建立了總長達 620 公里的主要法定堤防及 19 座防潮閘門，打造出由沙洲、潮間帶、鹽沼與堤防組成的「階層式海岸防禦體系」。海岸防護措施被納入《堤防法》及相關空間規劃法規中，並積極推動「保護＋自然解方」的整合模式，預留未來加高堤防所需空間。針對預測未來百年內海平面可能上升 1 公尺的情境，德國採取最嚴苛的風險預測作為設計依據，並提前規劃黏土與砂源儲備區，以提升災害應變能力。

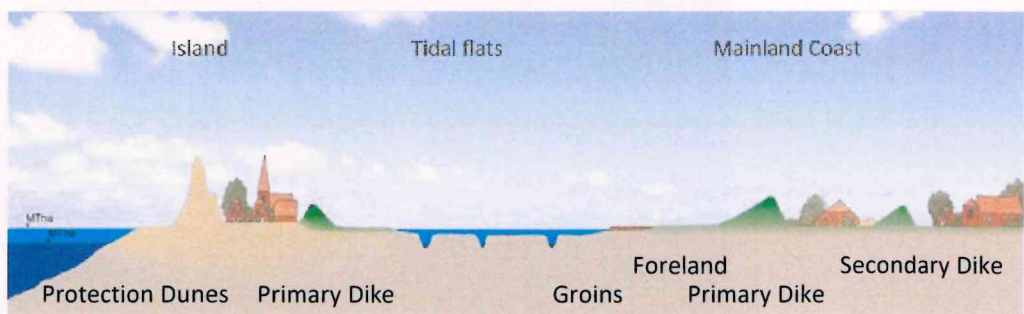


圖 8 下薩克森邦海岸防護策略示意圖

(二) 考察案例

1. 艾姆斯風暴潮閘門(Ems Storm Surge Barrier)

艾姆斯風暴潮閘門位於下薩克森邦的艾姆斯河口，是一項關鍵的防洪與海岸保護工程。該閘門建於 2002 年，原始目的是為了協助大型郵輪順利下水並通過河道，同時也具有抵禦北海風暴潮入侵的防護功能。閘門全長約 476 公尺，設有多個大型水門，可以在風暴潮來襲時關閉，有效保護河流上游地區與周邊城市免於洪災威脅。除了航運與

防洪功能外，它也整合了水文監測與生態保育考量。

由於閘門長期運行會影響河流的水流動態，這可能導致河道淤泥積聚，進而影響水質和航運通行，為了解決這一問題，閘門預計新增調整潮汐之控制功能，用以改善水質與泥沙輸移問題，減少對生態環境的負面影響。

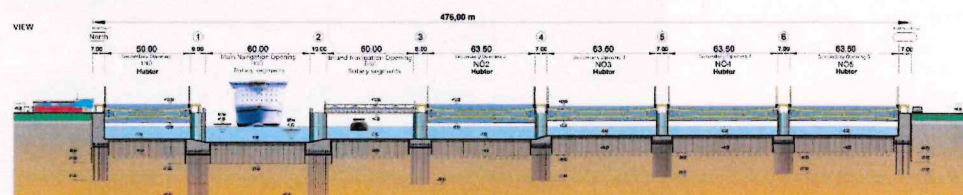


圖 9 艾姆斯風暴潮閘門示意圖

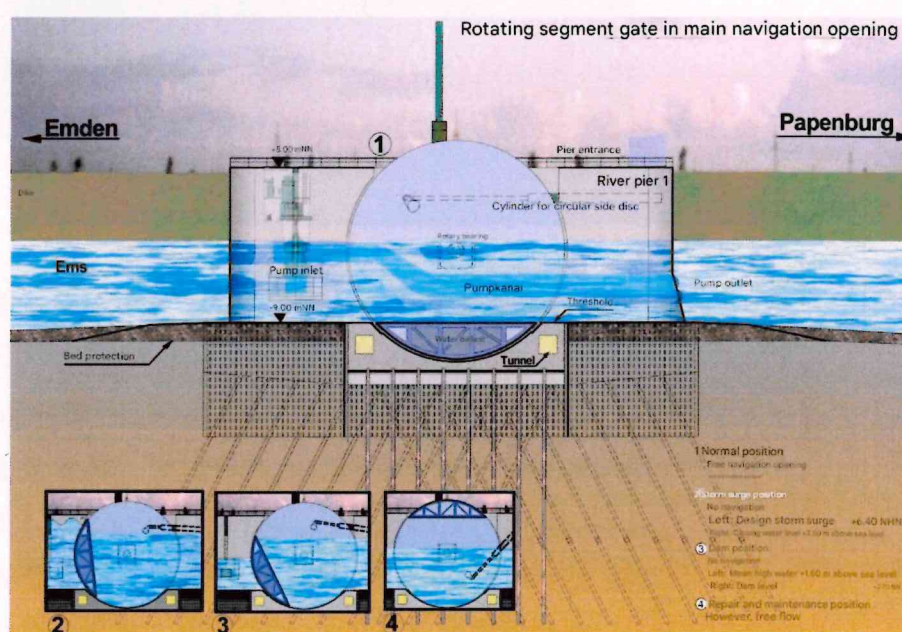


圖 10 主航道旋轉閘門結構示意圖



圖 11 於主航道前合影

2. Manslagter Nacken 堤防加高工程

Manslagter Nacken 是位於德國下薩克森邦東弗里斯蘭地區的一片潮間帶，該地區屬於下薩克森邦瓦登海國家公園(Lower Saxony Wadden Sea National Park)，具有重要的生態價值。Manslagter Nacken 是一片典型的潮間帶，受到漲潮和退潮的影響，擁有豐富的生物多樣性，因此 NLWKN 在 Manslagter Nacken 地區的海岸線工作，主要聚焦於提升防潮安全、維護堤防穩定性以及保護自然生態環境。

原有的堤防高度不足，透過沙土墊高與厚黏土覆蓋構造，強化堤體耐受風暴潮侵襲，經過加固後，堤防外側設置了 1.5 米厚的抗侵蝕粘土層，並以 1:6 的坡度覆蓋海側，1:3 的坡度覆蓋陸側。這樣的設計不僅增強了堤防的防護能力，還為未來可能的堤防高度延伸提供了空間，並將堤防前的鹽沼地帶保留作為緩衝帶，用以消散波浪能量，以減少對堤防的侵蝕。

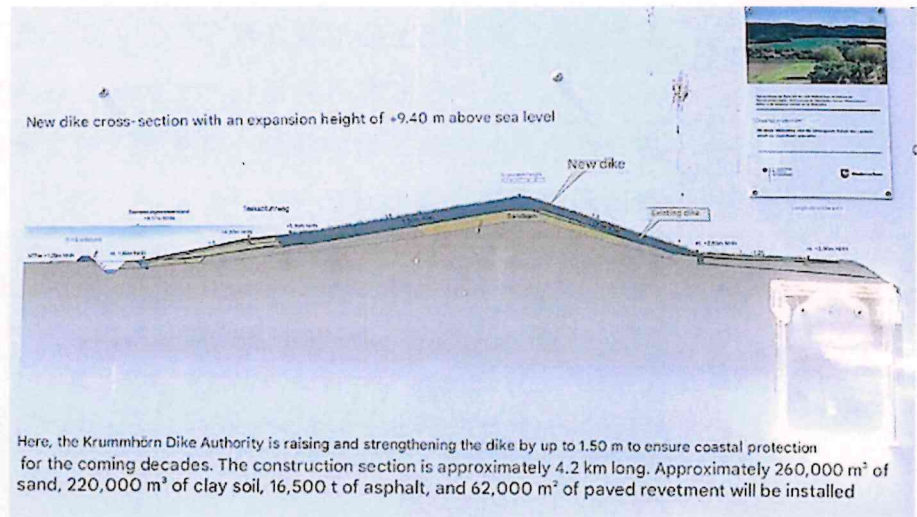


圖 12 堤防加高工程示意圖



圖 13 現地實景(自左至右：堤前區-維護道路-堤防)

3. MANABAS Coast 鹽沼復育

「MANABAS Coast」是歐盟北海地區計畫(Interreg North Sea)之一，旨在於 2022 年至 2027 年間，推動以自然為基礎的解決方案(NbS)在北海沿岸地區的應用與實踐。該計畫由荷蘭、德國、丹麥、瑞典、比利時和法國等國的多個機構合作，目標是提升沿海地區對氣候變遷的適應能力，並同時促進生物多樣性與人類福祉。

該計畫核心是整合洪水與海岸侵蝕風險管理(FCERM)與自然為基礎的解決方案，透過開發框架、工具和指導方針，推動 NbS 在沿海系統中的主流化應用。這些 NbS 包括鹽沼、沙灘與沙丘等自然生態系統，能有效減緩海平面上升、風暴潮等氣候變遷影響，並提供碳儲存、災害防禦等生態服務。

NLWKN 為該計畫夥伴之一，在與管理之國家公園當局協調後，於不影響自然保護功能前提下，進行鹽沼復育工作，透過人為挖掘溝渠

引流海水，配合調整鹽沼區高程，隨後在波浪與泥沙堆積作用下，促進泥沙沉積，自然形成溝渠與植被，逐步演變成典型的初生鹽沼，從而恢復自然生態，增強生物多樣性。同時導入植生物種，消散波浪能量，從而達到海岸線保護之目的。



圖 14 鹽沼復育情形



圖 15 考察人員於現地合影

4. Norderney

Norderney 是德國東弗里西亞群島中的一個重要島嶼，位於北海的中央，隸屬於下薩克森邦，長約 14 公里，寬約 2 公里。NLWKN 為應對海平面上升與極端氣候事件，並確保島嶼的安全與生態平衡，於是在島嶼上進行的海岸保護與沙灘重建工作，以達到維持島嶼穩定、防止海水侵蝕與氣候變遷威脅之目的，而這些工作是德國整體北海沿岸防災體系的一部分。

島上的海岸保護策略展現了工程與自然、歷史與現代的融合。當

地人工堤防外觀仿若自然沙丘，實則採用複式結構、特殊砂漿與粗糙塊石等設計原則，進行環境營造工作，具備抵禦 200 年一遇風暴潮的能力。堤防頂部則設有平坦平台，兼具防洪功能與遊憩用途，實現防災與觀光共融的理念。此外護岸設計更保留了 1858 年建造的原始石基，並結合新型鋼板樁與防浪結構加以補強。尤其為保護歷史建物，於設計上設置波浪緩衝牆以減少浪湧直接衝擊，基礎採用長達 6 米的鋼板樁固定，並預留排水空隙，避免積水與侵蝕，而護岸下層則選用粒徑 35 公分左右之堅固石材並以特殊砂漿填縫，以降低波浪溯升之危害，使整體結構更穩定、美觀且耐久，自完工迄今已穩固運作超過 15 年。最後，考量保留民眾觀光與親水機能，沿岸亦設置三座具雙重防護機能的鋼構閘門，平時部分開放供通行，遇有風暴預警時可迅速關閉。閘門基座以 1.5 米鋼筋混凝土穩固建造，可承受極端潮浪衝擊。另靠海坡面則採用草皮覆蓋，結合岩石護岸，形塑自然與工程融合的韌性海岸，展現德國整體海岸防災規劃與環境共存的前瞻思維。

在生態與自然解方方面，島嶼北側進行人工補沙與原生植物復育，打造高達 20 公尺的防風沙丘，設計過程結合數值模擬並避開鳥類繁殖期，展現施工與生態保護的兼容性。同時，以刷枝圍籬引導風力沉積沙源，是一種低成本、高效率的自然基礎工程，強化沙丘穩定性並降低侵蝕風險。



圖 16 Norderney 地理位置

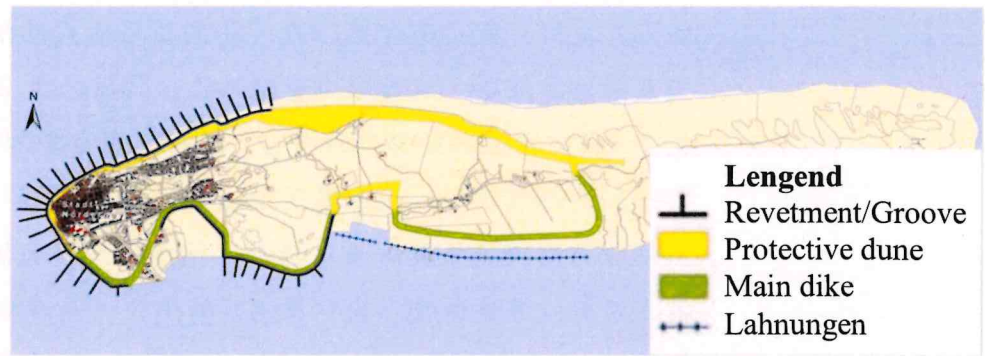


圖 17 Norderney 海岸防護規劃



圖 18 人工補沙(紅框處為堆沙區)





圖 19 消波及禦潮設施

肆、心得及建議

一、心得

- (一) Deltares 在泥炭地碳管理方面具備高度整合能力，能以 SOMERS 模型量化不同水文管理措施對碳排放的影響，並將模擬結果作為政策調整依據。這種「模型—實測—政策」串接的模式，對台灣泥炭地治理具有高度參考價值。
- (二) 本次交流凸顯在地實測資料對模型調校的重要性。荷方強調需依各地氣候條件、水文特性與土地利用狀況進行參數調整，顯示台灣若欲導入國際模型，須強化中長期泥炭地水文與碳排監測系統。
- (三) 與荷蘭及德國官方單位進行交流時，雙方皆各自與相關單位進行跨域及資源整合的合作，使各項政策可順利推動，進而多方建立夥伴關係，逐步擴大影響力。
- (四) 隨 AI 科技迅速發展，如何結合 AI 人工智慧開發高效且實務之創新應用模式，有賴技術整合、資料支援與資源投入，經荷蘭 Deltares 的產品開發介紹可知，透過 AI 整合應用已可有效縮短模擬時間，但尚須仰賴大量訓練數據、本土化建模與實際驗證，使各模式之整合可因地制宜的發揮預報之效果。
- (五) 以自然為本(Nbs)之定義與工程治理手段，並非相互競合之思維，透過 Norderney 海岸防護與人工補沙等案例可知，藉由長時間的觀察，與工程設計手段，營造結合觀光、教育、生態、文化等複合性功能之環境，即可達到與自然共存、共榮之多贏局勢，尤其在開放性防災設施之佈設下，將可轉化為具有公共價值的共享場域，提升民眾及利害關係人的理解與支持。
- (六) 氣候變遷調適以及風險管理已成為各國施政的重要工作之一。為提升城市韌性並因應相關挑戰，經與荷蘭與德國相關單位交流過程可知，資源整合與跨域合作機制為必要且關鍵之核心要素。
- (七) 德國在海岸防護設施上展現出對環境、社會與經濟三方面的高度協調。在

環境面，設施設置全天候的水質與水位監測系統，並在閘門操作中使用無鹽淡水以避免腐蝕與沉積物堆積，顯示對生態環境細緻的管理與長期保護意識；在社會面，設計上保留當地歷史建築如風車與村莊景觀，結合導航導標與人行通道等細節，不僅強化居民與航行者的安全，也維持社區文化認同與使用便利性；而在經濟面，旋轉閘門可容納超大型船舶通行，有效兼顧防洪與航運發展，同時透過簡化維修機制降低日常運作對經濟活動的干擾，整體體現出防災設施與永續發展之間的高度整合。

- (八) 在德國下薩克森邦水資源、海岸與自然保護局的簡報分享可知，面對海平面上升導致海岸與離岸島嶼面臨國土流失的風險，當地政府透過整合水資源、國土規劃、航運等部門，展開跨領域合作，進行環境、經濟與社會等面向的長期綜合評估。依據不同保全對象的重要程度，政府於法規制度面採取相應措施，例如：限制特定區域之經濟活動範圍、調整防災設施之型式與設置方式等。此類措施在降低人類活動對環境衝擊的同時，也保留必要的經濟運作空間。此外，政府亦積極舉辦民眾參與工作坊，爭取在地居民對相關調適工作的理解與支持，以利後續政策推展與社會共識的建立。
- (九) 德國 Norderney 島的海岸防護設計，係基於科學分析釐清致災原因，並依據分析結果提出兼顧防護效能與自然景觀的解決方案，因此，當地並未採用單一結構型式，而是運用多元工法與材料組合，達到消能減災之效果。
- (十) 於德國 Norderney 島現地勘查發現，其海岸防護設施中的護岸工程，依據當地地形與環境條件，選用強度較高之商購天然塊石作為主要護坡材料。配合物理模型試驗及多次現場施作驗證，工程團隊調整砂漿配比，採用砂漿灌漿塊石護坡（Mortar-Grouted Riprap Revetments, MGRR）技術，有效增強塊石間的結構整合性，並顯著提升整體護岸對風暴潮與波浪衝擊的抵抗力。由此可見，透過工程材料成分的精確選定、配比優化與工法合理應用，能確保護岸設施於嚴苛海洋環境下具備長期穩定與耐久性，為類似海岸地區提供具參考價值之防護策略。

二、建議

- (一) 針對荷蘭 Deltares 近年對於水文、淹水模擬等自動化模式(或工具)之發展與成熟經驗，建議可深化辦理本土化共研計畫，共同提升台灣地區之相關模擬效度與縮短模擬時間。
- (二) 建議以頭社盆地為核心，推動與 Deltares 泥炭地之雙邊技術交流，盤點現有監測系統與資料完整性，擴充泥炭層厚度、地下水位、溫室氣體排放等相關數據蒐集，提升長期自主分析與決策支援能力。
- (三) 以德國辦理海岸防護之經驗，有關沙洲(如外傘頂洲)之變化趨勢，建議可

擴大釐清與調查近海漂砂及輸砂系統，明確率定問題發生原因，並針對所擬定的計畫目標，建立完整且清晰的科學分析，及對應之各項短、中、長期計畫，方可有效制定各項決策與治理工作。

(四) 藉由德國在海岸防護與防洪領域等豐富經驗，亦建議可針對海岸洪水和侵蝕風險管理、基於自然的解決方案，及氣候變遷適應等議題進一步研議深度合作。

(五) 針對德國海岸防護的作法，建議可進一步導入智慧感測與資料視覺化技術，提升對水質與生態變化的監測與即時應對能力，同時結合自然解方如濕地修復或生態緩衝區，避免過度仰賴硬體工程；在社會面則可強化與在地居民的溝通，推動防災設施的導覽與教育功能，深化公眾參與與環境意識，並結合學校與社區進行環境教育；在經濟面方面，思考如何透過多功能設施設計，如導覽、觀光或教育應用，提高設施的財務與社會效益，促進防災投資與永續發展目標的兼容。