

台江國家公園四草濕地水域生態與
水文調查暨水位營造試驗計畫(2/2)

成果報告



委辦機關：台江國家公園管理處

受託機關：財團法人成大研究發展基金會

中華民國110年12月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

摘要

北汕尾水鳥保護區為國際級濕地四草野生動物保護區三個分區中面積最大的保護區，為黑面琵鷺等冬候鳥重要棲息使用區域之一。為了讓本保護區供水鳥覓食及棲息之水土環境更為友善與穩定，爰以 30 個樣區中的 B1 至 B9 樣區為範圍，以 2 年時間辦理包括生物多樣性棲地水土環境營造及水位調控操作、水文資料持續蒐集、積淹水防減災設施盤點改善與控制評估、安順場務所曬鹽場及生態復育融合、創新與推廣等工作。

多樣性友善棲地水土環境營造示範試驗方面，109 年以 B6 樣區淺灘地為示範區，藉由與深水區間土堤整修培厚形成獨立水域，僅於西側與南側各設置 1 個可由閘板調控涵管做為控制水體進出通道，並將區內浚深縱橫連絡水道土體堆置土丘，形塑不同水深的水域環境，110 年結合 B8 樣區東側防潮閘智慧雲端系統與抽水站聯合調控水位提升操作即時性與靈活度，已形成可吸引不同體型水鳥活動之環境，最令人興奮的是於 110 年 12 月 21 日起一連三天各有約四十隻黑面琵鷺於鹽田及 B6 樣區試驗區活動，顯示水土環境營造工作已有顯著成效。

此外，110 年再於 B5 樣區淺灘地參考 B6 樣區示範區模式，浚深連外水道並藉此土方堆置整理 4 座東西向土丘，8 月完成後已有頗多金斑鴝等小型鴝鴝科水鳥駐足活動，可於觀鳥平台及即將落成之賞鳥亭即可直接觀賞，當其成群飛舞移動時亦頗為壯觀。B7 樣區則採用 B6 樣區示範區水位調控模式進行操作，因該樣區具有較為隱蔽之優勢，9 月起淺灘區及深水區皆有為數不少之大中小型水鳥聚集棲息。

108 年完成之鹽田護堤修復培厚提高了計畫範圍水域水位可調控空間，109 年完成之 B8 樣區東側防潮閘智慧雲端系統則賦予了水位調控的即時性、便利性與靈活度，也提高了防減災能力，已將一年來之操作經驗完成其操作標準流程並編撰操作使用手冊。

水文資料收集方面則持續調查蒐集計畫範圍 9 個樣區之棲地水位、水質、水流特性、水生生物、水鳥利用資料，可提供水土環境營造試驗區及整體水域水位調控效果檢核之重要參據。計畫範圍自 110 年 1 月迄 11 月共 23 次鳥類調查結果共觀察到 27 科 72 種鳥類，計有 11,158 隻次，數量前 5 名之優勢種為琵嘴鴨 (*Spatula clypeata*) 1,563 隻次 (佔 14.01%)、東方環頸鴝 (*Charadrius*

alexandrinus)1,130 隻次(佔 10.13%)、太平洋金斑鶺(*Pluvialis fulva*) 1,127 隻次(佔 10.10%)、高蹺鶺(*Himantopus himantopus*) 909 隻次(佔 8.15%)、大白鷺(*Ardea alba*) 800 隻次(佔 7.17%)。鳥類數量及種數變化趨勢大致相同於 4 月或 5 月呈下降趨勢，自 9 月開始上升，11 月份的鳥類種數與 2、3 月相近，數量上較同為調查 3 次的 3、9、10 月份高。

積淹水防減災設施盤點改善與控制評估方面，除盤點鹽水溪流域及計畫範圍之重要水利設施，並藉由水動力模式以鹽水溪流域之大尺度及計畫範圍之小尺度進行模擬演算，以瞭解主要水利設施操作對不同空間、時間之水位與水質變化趨勢，有助於水位調控及設施改善參考。藉由 B8 樣區東側防潮閘、運鹽碼頭防潮閘與 2 處抽水站聯合調度操作，讓計畫範圍順利度過 110 年 7、8 月份豪大雨及防潮土堤破口漫溢造成之積淹水威脅，顯示各單位群策群力跨域整合，對計畫範圍整體防洪能力已有顯著提昇。

計畫範圍整體積淹水防減災能力提高，安順場務所僅存之曬鹽場於雨季結束後可快速整地恢復曬鹽工作，交通指示牌、保護區迎賓布條等各項創意整建及環境改善等工作漸有所成效，109 年至 110 年期間雖逢 Covid-19 疫情影響，也已接待近 60 個參訪團體，包括社區、親子旅遊、戶外教學踏溯課程等，顯見相關推廣宣傳已經產生效果，讓鹽田經營與傳承奠定了基礎也備具安定力量，可以逐步成長與茁壯。

目錄

摘要	III
目錄	V
表目錄.....	III
圖目錄.....	III
第一章 前言.....	1
1-1 計畫緣起.....	1
1-2 計畫範圍.....	1
1-3 工作項目.....	2
1-4 預期目標.....	3
1-5 面臨課題研析.....	3
第二章 多樣性棲地水土環境營造與水位調控.....	7
2-1 多樣性棲地場域水土環境營造與水深調控試驗規劃.....	7
2-2 多樣性棲地場域水土環境營造與水深調控示範場域建置.....	11
2-2.1 109 年度執行成果.....	11
2-2.2 110 年度執行成果.....	15
2-3 示範場域水位操作與標準作業程序建構.....	19
2-3.1 水體交換設施及機制改善.....	19
2-3.2 水位調控操作與標準作業程序建構.....	23
第三章 水文資料收集.....	29
3-1 水位狀況調查.....	29
3-2 水流特性.....	32
3-3 水質狀況調查.....	35
3-4 底泥採樣調查.....	38
3-5 大型底棲動物調查.....	46
3-6 水生生物調查.....	47
3-7 鳥類調查.....	48
3-8 水域地形調查.....	58
第四章 積淹水防減災設施盤點與操控評估.....	61
4-1 鹽水河流域環境與水利設施盤點.....	61
4-2 淹水災害情境條件分析.....	63
4-3 淹水災害衝擊模式設置.....	69
4-4 淹水災害衝擊成果分析.....	70
4-5 鹽田區域淹水災害調控建議.....	82
4-6 防減災關聯控制設施盤點與增設建議.....	84
第五章 安順場務所文化及生態復育融合推廣.....	91
5-1 安順場務所場域改善.....	91
5-2 場務設施創新.....	96

5-3 宣傳與推廣	99
第六章 結論與建議	103
6-1 結論	103
6-2 建議	104
參考文獻	107

表目錄

表 2-1.1 四草野生動物保護區鳥類適合之棲地水深.....	7
表 2-1.2 四草野生動物保護區鳥類繁殖棲地需求環境.....	7
表 3-1.1 水尺設置位置概要表.....	29
表 3-4.1 底質粒徑大小等級分類 Udden-Wentworth 分類 Tanner(1969).....	39
表 3-5.1 各樣區大型底棲生物調查記錄.....	46
表 3-6.1 水生生物調查統計表.....	47
表 3-7.1 逐月鳥類調查次數彙整表.....	48
表 3-7.2 各月份鳥類調查紀錄.....	49
表 3-7.3 各月份優勢鳥種變化.....	54
表 3-8.1 各樣區水域地形水深儀器設備照片及規格表.....	59
表 4-2.1 分布函數相關統計量.....	64
表 4-2.2 暴潮偏差與颱風波高推算值(臺南曾文溪以南區域).....	65
表 4-2.3 天文潮邊界成份資料.....	66
表 4-2.4 簡化潮位之調和分析水位邊界條件資料.....	67
表 4-6.1 G2、G3、G4 改善經費概估表.....	89

圖目錄

圖 1-2.1 本計畫範圍示意圖.....	1
圖 1-5.1 運鹽古運河潮位及保護區不同水域水位比較圖.....	4
圖 1-5.2 安順鹽務所原瓦盤鹽田曬鹽場 108 年恢復曬鹽圖.....	5
圖 1-5.3 計畫整體工作流程示意圖.....	6
圖 2-1.1 各樣區於水位較高時之樣貌(108 年 9 月攝).....	8
圖 2-1.2 各樣區於水位較低時之樣貌(108 年 8 月攝).....	9
圖 2-1.3 水土環境營造與水位調控機制布置示意圖.....	10
圖 2-1.4 原有土堤修復示意圖.....	10
圖 2-2.1 B6 示範試驗場域整理前狀況圖.....	11
圖 2-2.2 B6 示範試驗場域設施配置圖.....	12
圖 2-2.3 涵管外觀圖.....	13
圖 2-2.4 示範試驗區淺灘區與深水區間土堤修復作業圖.....	13
圖 2-2.5 試驗示範區水閘管布設圖.....	14
圖 2-2.6 試驗示範區水閘管布設圖.....	14
圖 2-2.7 B6 示範試驗區完成水位調控之水鳥棲息狀況圖.....	15
圖 2-2.8 B5 樣區水土環境營造完成圖.....	16

圖 2-2.3 B7 樣區水土環境營造之水鳥群相圖	17
圖 2-2.4 B6 試驗區土堤五梨跤與欖李幼苗圖	17
圖 2-2.5 B6 樣區水域鷺科與鹽田對映圖	18
圖 2-2.6 110 年 12 月 21 日鹽田護堤及 B6 樣區水域黑面琵鷺活動圖	18
圖 2-2.7 110 年 12 月 22 日 B6 示範區黑面琵鷺群活動圖	19
圖 2-3.1 109 年 6 月 8 日東側防潮閘單座水門利用低潮位排水操作圖	20
圖 2-3.2 B8 樣區東側防潮閘機件整修作業	20
圖 2-3.3 B8 樣區東側防潮閘整修竣工圖	21
圖 2-3.4 109 年 8 月 31 日東側防潮閘兩座水門退潮期間試排水操作圖	21
圖 2-3.5 B8 樣區東側防潮閘智慧雲端操控作業系統畫面圖	22
圖 2-3.6 增設 B8 樣區東側防潮閘影像監視系統畫面圖	23
圖 2-3.7 B6 示範區水土營造調控試驗區布置示意圖	24
圖 2-3.7 B6 示範區水土營造調控試驗區布置示意圖	26
圖 2-3.8 運鹽古運河潮位變化與保護區水位利用智慧防潮閘系統調控成果圖 ..	27
圖 2-3.8 B8 樣區東側防潮閘智慧雲端監控系統標準操作流程圖	27
圖 3-1.1 水尺設置情形圖	30
圖 3-1.2 14 支水尺座落位置分布圖	30
圖 3-1.3 歷次觀測水位變化圖	31
圖 3-1.4 110 年 7 至 8 月運鹽古運河潮位變化與保護區水位關聯圖	31
圖 3-2.1 計畫範圍水體主要連通管道圖	32
圖 3-2.2 109 年 B4 及 B16 樣區涵管疏通作業圖	33
圖 3-2.3 109 年 B4 及 B16 樣區涵管疏通成果圖	34
圖 3-2.4 B5 及 B3 樣區間連通涵管整修情形圖	34
圖 3-3.1 水質、底泥採樣調查位置示意圖	35
圖 3-6.1 水生生物調查與成果圖	47
圖 3-7.1 計畫範圍鳥類調查樣區分布圖	48
圖 3-7.2 計畫範圍各月份鳥類數量變化圖	51
圖 3-7.3 計畫範圍各月份鳥類種數變化圖	51
圖 3-7.4 翠鳥科、秧雞科及鷺科之水深紀錄圖	56
圖 3-7.5 雁鴨科、鷓鴣科、鸕鶿科、鸕鶿科、長腳鸕鶿科及鸚鵡科之水深紀錄圖	56
圖 3-7.6 鵝科及鸕鶿科之水深紀錄圖	57
圖 3-7.7 扇尾鶿科、鳩鴿科、鴉科、卷尾科、梅花雀科、麻雀科、鶉科及繡眼 科之水深紀錄圖	57
圖 3-7.8 燕科、鶇科、鶇科、棕鳥科及鷹科之水深紀錄圖	58
圖 3-8.1 計畫範圍施測地形概況圖	60
圖 4-1.1 鹽水河流域地形分布圖	62
圖 4-1.2 鹽水河流域周遭的水利設施資料	63
圖 4-2.1 現階段暴潮偏差以 Weibull 分布套配結果(臺南北側區域)	65

圖 4-2.2 實際潮位與簡化潮位之比較.....	67
圖 4-2.3 臺南南側海域代表潮型(TN2).....	67
圖 4-2.4 南部地區 50 年重現期之日雨量分布.....	68
圖 4-2.5 台南雨量站之無因次雨型.....	68
圖 4-3.1 計畫區淹水衝擊分析網格計算域與地形分部.....	69
圖 4-4.1 50 年重現期 24 小時溢淹模擬範圍(僅暴潮).....	70
圖 4-4.2 50 年重現期 24 小時溢淹模擬範圍(僅暴潮+降雨).....	71
圖 4-4.3 50 年重現期設計雨量之鹽水溪主河道洪水歷線.....	71
圖 4-4.4 50 年重現期設計雨量之鹽水溪流量變化.....	72
圖 4-6.1 110 年 7、8 月間保護區防減災水位調控歷線圖.....	85
圖 4-6.2 110 年 8 月豪大雨期間 B8 樣區東側防潮閘雲端開啟排洪圖.....	85
圖 5-1.1 109 年 5 月 6 日小鹽山群及遊客分享照片.....	91
圖 5-1.2 路標指引看板設計.....	92
圖 6.1-3 路標指引看板現場安裝情形.....	92
圖 5-1.4 路標指引看板安裝位置分布.....	93
圖 5-1.5 迎賓布條完工圖之一.....	93
圖 5-1.6 迎賓布條完工圖之二.....	94
圖 5-1.7 迎賓布條完工圖之三.....	94
圖 5-1.8 小型設施搶修改善圖.....	94
圖 5-1.9 鹽友協會辦公室原有牆面景況圖.....	95
圖 5-1.10 鹽友協會辦公室導覽帆布條掛設完成圖.....	95
圖 5-2.1 原有鹽滷池淤泥挖除浚深作業.....	96
圖 5-2.2 修建地面式鹽滷水池預定位置.....	96
圖 5-2.3 修建鹽滷池整地、底部基礎及柱體灌漿作業圖.....	97
圖 5-2.4 修建鹽滷池水泥沙漿粉刷作業圖.....	98
圖 5-2.5 虹吸引水管線布設示意圖.....	98
圖 5-2.6 曬鹽場至北汕尾水道虹吸管配置操作示意圖.....	99
圖 5-3.1 親子團體體驗鹽田生態文化情形圖.....	100
圖 5-3.2 各級學校學生到訪圖.....	100
圖 5-3.3 品德教育訓練營活動圖.....	100
圖 5-3.4 臉書社群發布訊息圖.....	101
圖 5-3.5 遊客臉書社群分享發布訊息圖.....	101
圖 5-3.6 臉書社群發布黑面琵鷺到訪安順場務所訊息圖.....	102
圖 5-3.7 媒體報導黑面琵鷺到訪安順場務所訊息圖.....	102

第一章 前言

1-1 計畫緣起

北汕尾水鳥生態保護區屬台江國家公園管理處轄管之生態保護區，位於國際級四草濕地範圍內，同時也是《野生動物保育法》所公告「臺南市四草野生動物保護區」之 A2 區。本保護區長久以來一直利用水門感潮來提供黑面琵鷺等冬候鳥棲息使用。

近年來候鳥利用該棲地情形有持續下降的趨勢，為能提供冬候鳥穩定食源及棲息環境，爰規劃針對此區域進行生態多樣性棲地水土環境營造及水位調控工作，期透過地形高程調整營造多樣性棲地，以增加水鳥覓食場域。

1-2 計畫範圍

北汕尾水鳥保護區面積計有 356.632 公頃，共分為 30 個樣區，本計畫範圍位於保護區中介於運鹽古運河軸線以西至毗鄰大眾路之北汕尾水道間區域，其範圍如圖 1-2.1 中紅色框線內範圍，計包含有 9 個樣區。

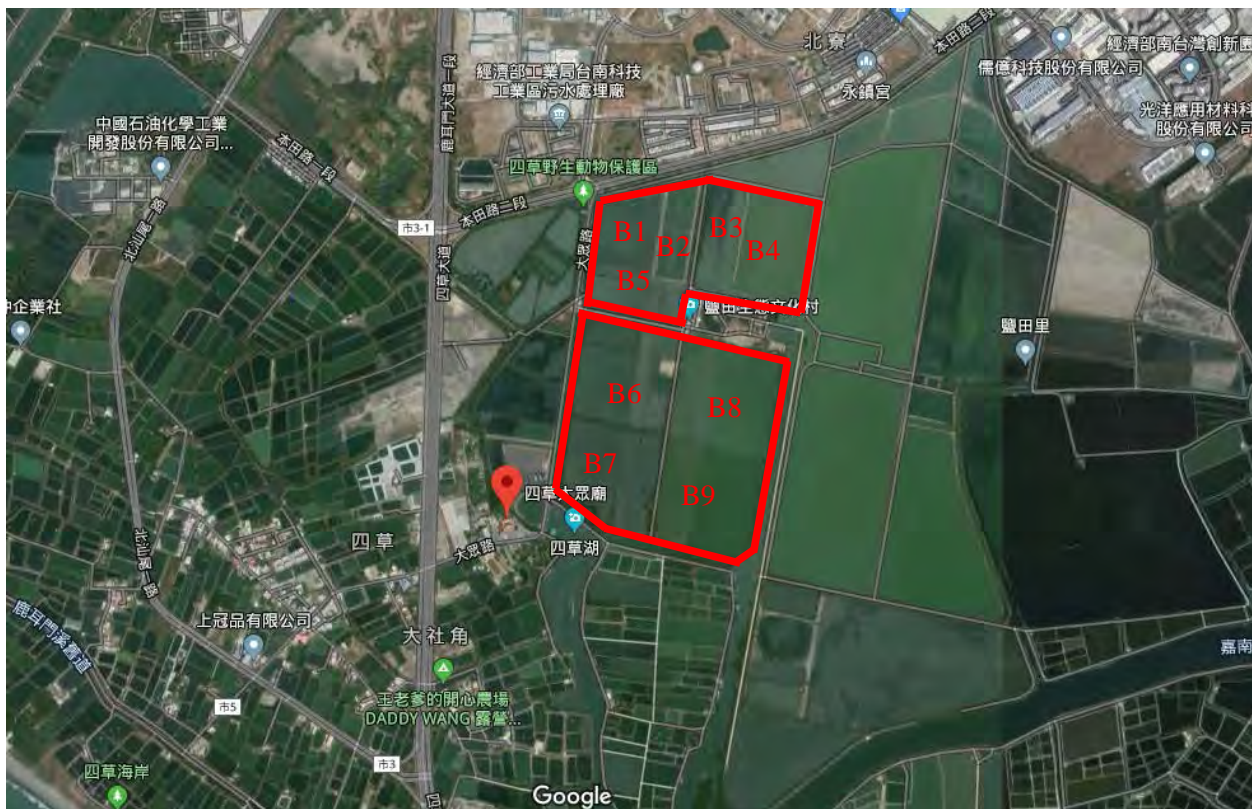


圖 1-2.1 本計畫範圍示意圖

1-3 工作項目

本計畫為自 109 年開始辦理之 2 年期計畫，依據分年度邀標書所列工作項目要求為：

一、第一年度(109 年度)：

- (一)多樣性棲地營造：於 B6-B9 樣區進行多樣性棲地場域環境營造與水深調控試驗規劃、操作與檢討、針對不同屬性操作模式之評估與建構，並藉由調控水位高程，紀錄生物利用狀況，以做為未來規劃建議。
- (二)棲地水文資料收集：於 B1-B5 樣區進行包含水位、水質、底泥、水流特性、生物利用狀況調查。
- (三)安順場務所原有曬鹽場及生態復育融合與創新：包含在地文化經驗蒐集整理、辦理相關座談會或工作坊等活動，並進行舊有設施重建評估與建議。
- (四)防減災關聯設施盤點：進行全區防減災關聯設施與功能檢討評估、水文水理關聯性模擬分析與風險評估、防減災能力改善可行性模式之規劃評估與未來操作建議。
- (五)宣傳與推廣：藉由多樣性棲地營造及安順鹽場相關工作，整合週邊資源進行營運模式規劃，並辦理體驗活動及設計製作文宣品等。

二、第二年度(110 年度)：

(一)水土環境調控：

- 1.選擇範圍內部份場域進行水位操作，並做成標準作業程序。
- 2.針對 B5、B7 區進行水土環境營造及水位操作。
- 3.結合 B8 區防潮閘門建構智慧水位調控系統規劃與雛型測試。

(二)水文資料收集：包含水位、水質、底泥、水流特性、生物利用狀況調查。

(三)積淹水防減災控制評估：進行防減災關聯控制設施操作評估、水文水理模擬分析、防減災控制設施增修規劃與建議。

(四)安順場務所文化及生態推廣：整合週邊生態資源，辦理相關推廣規劃。

1-4 預期目標

依據招標文件邀標書所列，預期目標概為：

- 一、拓展計畫範圍生態多樣性棲地水土環境營造工作。
- 二、逐步建立各水土環境營造區域水位調控操作模式。
- 三、強化計畫範圍積淹水防減災因應能力。
- 四、持續積累安順場務所文化及生態廣宣能量，優化參訪內容。

1-5 面臨課題研析

計畫範圍目前主要面臨幾個課題，說明如下：

一、水土環境營造需要持續改善

依 108 年「台江國家公園及其周緣緩衝區多樣性棲地營造與評估計畫(4/4)」調查發現 B6、B7、B8、B9 樣區水位降低時，都有鹽度過高現象，甚至有高於海水鹽度 2 倍以上，對於水域生物帶來極大壓力，此外，各樣區底質皆有大量淤泥，B7 樣區之底質呈現腐質狀況，研判為硫化氫累積所致，該樣區之底棲無脊椎動物數量和水鳥數量亦較低，亟需藉由水位調控措施逐步營造各樣區友善生物利用棲地之水土環境及水鳥宜居場域，為重點改善課題之一。

計畫範圍大部分區域低於平均潮位，依據 108 年「台江國家公園棲地水文資料收集及調控規劃」計畫設置於計畫範圍的幾個水位站資料(如圖 1-5.1 所示)顯示，運鹽古運河感潮水體水位大部分時間高於計畫範圍內之水體及大部分地表高程，倘將位於運鹽古運河之閘門打開，屬重力導入外水容易，排水困難之形勢，進來的多、可排出的少，需要大量排水幾乎得完全靠抽水站動力機械排出，耗能又耗經費，故防潮閘門目前係長時間未開啟狀態，如何既能引入計畫範圍外部新鮮水體、浮游生物、魚蝦類等，改善水質、底泥條件及生物狀態，但又不增加水體排出之負擔，必須籌思妥適對策。

二、洪氾積淹水壓力

計畫範圍地勢原本就較為低窪，91 年遷村至台南科技工業區，莫拉克颱風曾經積水頗深，近年則於 107 年 0823 水患期間再次飽受積淹水之苦，雖然已無居民，但對場區經營管理，曬製鹽田遭到摧毀。當時除了位於運鹽古運河

側之東側防潮閘門尚未修復無法關閉致感潮水體由 B8 池持續流入外，另 B1 至 B5 區水體漫入和大眾路積水流入亦有所貢獻。

前述防潮閘門已於 107 年 9 月底修復可完全緊閉，可封阻運鹽古運河外水侵入保護區之威脅，另該防潮閘門南側之抽水站(抽水能力 1,560 噸/時)於強降雨期間可發揮些許功用(50 公頃降 10mm 雨量，需抽 3.3 小時)，然仍存在保護區東側樣區或週遭排水系統水體經由 B3、B4 樣區邊界溢入保護區西側之風險，必須審慎面對，以確保鹽田文化村、曬鹽基地設施營運安全，以及保護區內各樣區水域水體免受洪氾期間外水侵襲與污染。

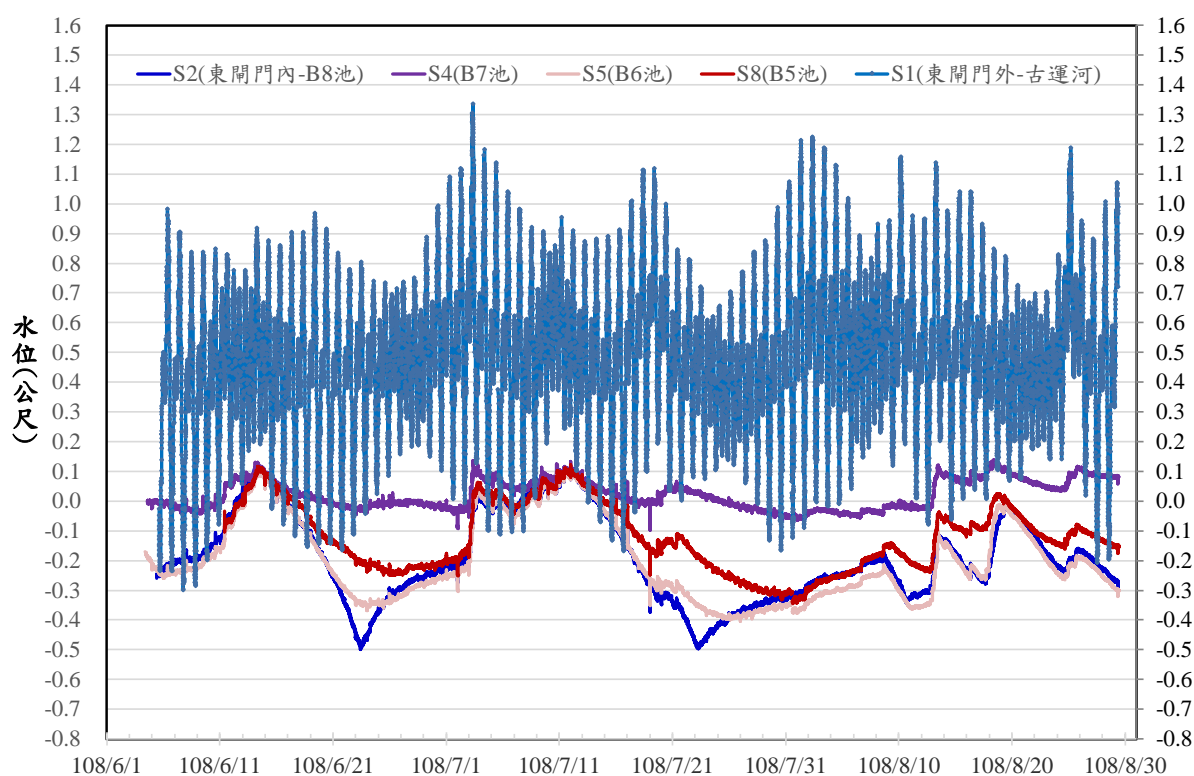


圖 1-5.1 運鹽古運河潮位及保護區不同水域水位比較圖

三、安順鹽務所鹽產業文化傳承創新與行銷宣傳

108 年 8 月上旬於「台江國家公園棲地水文資料收集及調控規劃」計畫協助下，曬鹽場西側及南側既有土堤已適度修復，鹽友們已可安心進行場地修整相關工作，另於該年 11 月下旬參訪嘉義縣布袋鎮洲南鹽場後，更加強化鹽友們對重現鹽田文化村往日風華之決心，該年 12 月上旬已於第一批整復完成瓦盤鹽格曬出數百斤鹽(如圖 1-5.2 所示)。

如何藉由曬鹽場修復過程，讓耆老長年積累之曬鹽、維修、防災等優良技藝

得以傳承，並導入創新元素形塑區域人文亮點及開發特色鹽製品，同時思考如何活化基礎資源再結合區域豐富生態條件、周邊觀光資源強化行銷，讓國內外遊客知道這個地方並願意到此一遊體驗別具風格的鹽產業文化，以建構具自償能力、可持續運營之模式，開啟鹽田文化村重綻光明之新契機。



圖 1-5.2 安順鹽務所原瓦盤鹽田曬鹽場 108 年恢復曬鹽圖

依據工作項目之要求及面臨課題之瞭解，規劃整體工作流程如圖 1-5.3 所示，主要以棲地水文環境資料收集、防減災設施盤點檢討、多樣性棲地水土環境營造實作試驗及結合安順鹽務所曬鹽場耆老經驗與居民意見為主軸，逐步推展計畫範圍內多樣性棲地水土環境營造工作，並將安順鹽務所原有曬鹽場及生態復育融合與創新成果推廣宣傳，活絡地方產業動能。

本基金會依據工作項目之要求及面臨課題之瞭解，規劃計畫整體工作流程如圖 1-5.3 所示，主要以棲地水文環境資料收集、防減災設施盤點檢討、多樣性棲地水土環境營造實作試驗及結合安順鹽務所曬鹽場耆老經驗與居民意見為主軸，逐步推展計畫範圍內多樣性棲地水土環境營造、水位調控及防減災設施盤點與策略研擬試操作等工作，並將安順鹽務所原有曬鹽場及生態復育融合與創新成果推廣宣傳，以傳承天日曬鹽技藝與活絡地方產業動能。

110 年度各階段審查會議委員意見及辦理情形如附錄一至附錄四所示，兩年度各工作項目之執行成果綜合整理於以下各章節中。

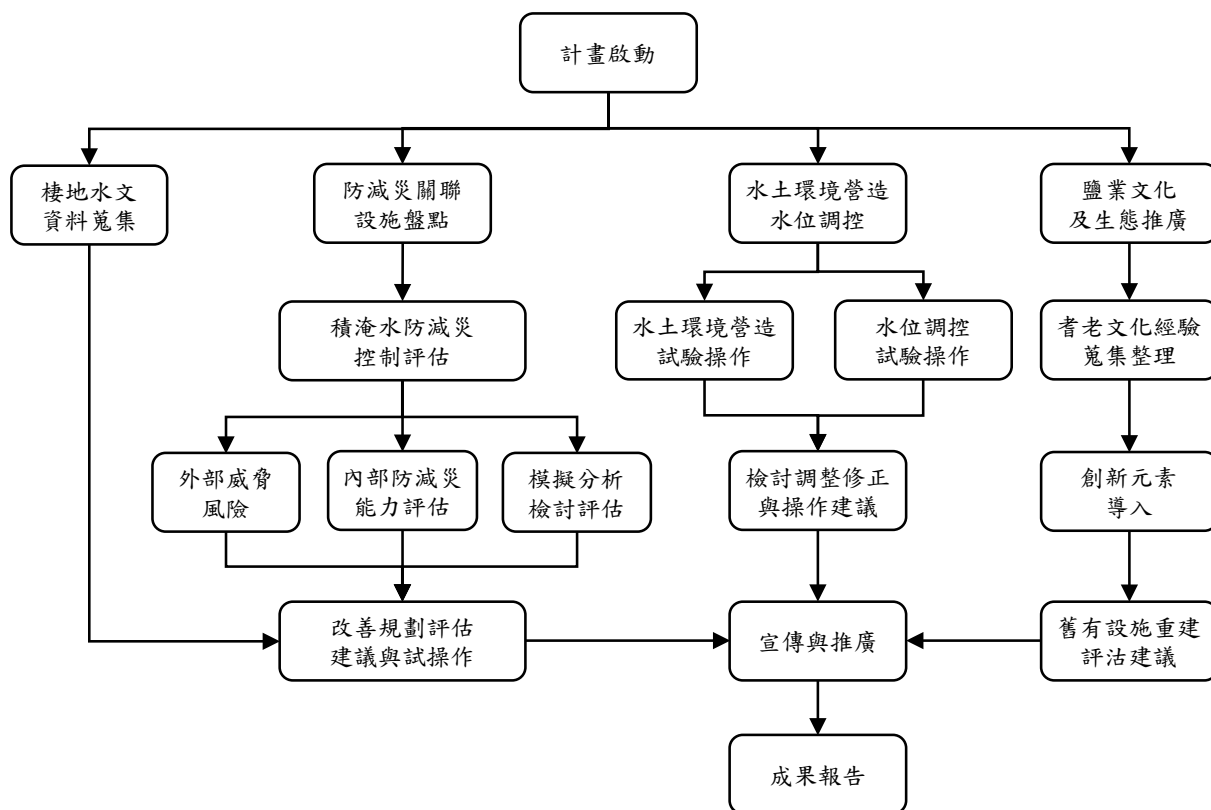


圖 1-5.3 計畫整體工作流程示意圖

第二章 多樣性棲地水土環境營造與水位調控

2-1 多樣性棲地場域水土環境營造與水深調控試驗規劃

多樣性棲地水土環境營造與水位調控工作之目的在於期望藉由營造樣區水土環境條件，增加水鳥棲地和其食物來源，結合穩定的水源或調蓄水體之空間，才能便於水位調控操作，倘要控制大範圍水位維持某個高度，以利於某類群水鳥，需要相對平坦地形，若是地形有明顯高地低地之起伏變化，則有利於吸引更多不同體型大小之水鳥前來停駐棲息與覓食。

基本上，於濕地中營造不同的水深區域具有多重的功能，深水區域可以幫助魚蝦蟹渡過寒流低溫時期，也讓牠們有空間可以躲藏捕食者，有助於其族群生養繁衍與增長，淺水區則方便小型水鳥覓食與休憩。而水位調控操作，則可因應不同水鳥類群有不同之操作方式，藉由水位高低調控，不同的水深區域則可吸引在不同水深活動的水鳥選擇利用，可增加水鳥之多樣性，例如水位調降之後，便有部分灘地逐漸裸露水深變小，濱鳥即可於灘地間覓食。

依「93年台南市四草野生動物保護區經營管理計畫」整理不同種類水鳥適合棲地水深如表 2-1.1 所示，表 2-1.2 則為不同種類水鳥對於棲地環境之不同需求。

表 2-1.1 四草野生動物保護區鳥類適合之棲地水深

鳥類	水深
高蹺鴿幼鳥覓食	0~6公分
鷓鴣科	6~10公分
黑面琵鷺、鷗科	10~40公分
雁鴨、鸕鷀	40~180公分

資料來源：「93年台南市四草野生動物保護區經營管理計畫」(93.12)。

表 2-1.2 四草野生動物保護區鳥類繁殖棲地需求環境

鳥類	繁殖棲地需求
高蹺鴿、栗小鷺	鹽地鼠尾粟.....
雁鴨、秧雞...	海水草澤
燕鴿...	較乾旱低矮草地、部份裸露沙地
小燕鷗、東方環頸鴿...	小碎石、小啫咕石、小鵝卵石帶
白腹鴿秧雞、翠鳥...	各區四周隔離綠帶及供應海水潮溝
紅冠水雞、小鴨鵝	鹽地鼠尾粟、海水草澤、紅樹林

資料來源：「93年台南市四草野生動物保護區經營管理計畫」(93.12)。

濕地中之地形營造也可以有助於水鳥利用，最常使用的是在水域中營造小島提供水鳥棲息的場所，也可讓繁殖鳥類築巢，例如高蹺鴿為台江地區常見的繁殖水鳥，可以在泥土地上築巢。營造水域中的土堤也能提供水鳥棲息和築巢的棲地，許多水鳥會棲息在濕地中的土堤上，以遠離濕地周圍的干擾和風險。

基本上，計畫範圍 9 個樣區範圍內皆可區分為淺灘區及深水區兩種分區，淺灘區概為曬鹽時期之小蒸發池與結晶池範圍，底部高程大致平坦，約為-0.3 公尺至-0.25 公尺之間，深水區概為曬鹽時期之大蒸發池與小蒸發池範圍，底部高程概為-0.5 公尺至-0.8 公尺之間，因各樣區有涵管連通，水體連通，故其間水位呈同步上升或下降之型態，當水位較高時就淺灘區完全浸沒於水面下(如圖 2-1.1 所示)，水位降低至-0.3 公尺以下時，淺灘地則幾乎完全裸露，只有少部分窪地區域仍有積水，可供少量魚蝦生物活動(如圖 2-1.2 所示)。

其中，B8、B9 樣區間原大蒸發池之護堤已大部分崩壞，和東側防潮閘與其南側抽水站間之水域是完全連通的，B6、B7 樣區護堤尚稱完整，各有小水閘與前述水域連通，B6 涵管無放置閘板，水體為連通狀態，B7 則因長時間放置閘板阻絕水體連通，水域暫呈獨立狀態，故其水位較其他樣區為高。



圖 2-1.1 各樣區於水位較高時之樣貌(108 年 9 月攝)



圖 2-1.2 各樣區於水位較低時之樣貌(108 年 8 月攝)

水體互為連通狀態之 B6、B8、B9 樣區水域面積最大約為 36.2 公頃，倘其水位上升或下降 1 公分就約為 3,620 噸的水體，以位於東側防潮閘南面約 100 公尺之市電供電固定式抽水站抽水能力 1,520 噸/時來抽排為例，升降此 1 公分水位約需費時 2.5 小時，顯示不論採用重力或機械動力方式調控其整體水位升降皆頗為耗能與費時。

基此，為克服大範圍連通水體調控水位之耗能費時之課題，提高水位調控升降之可操作性，思考將水域區隔成可獨立操作進出水之小分區，以降低其水位升降所需引入或排出水體之量體為可行方案之一，茲規劃將各樣區淺灘區與深水區間已崩塌之土堤(如圖 2-1.3 所示)再予以修復與培厚(如圖 2-1.4 所示)，讓淺水灘與深水區的水體予以區隔，其目的在於改變深水區和淺水灘地之間水體自由連動狀態，僅保留進出水涵管或小型抽水機，做為水體交換與調控途徑，如此可增加兩區之間水位調控、交換的多元操作空間。

嗣後倘可再搭配東側、西側防潮閘門逐漸強化調控功能後，大樣區及其間小獨立分區可靈活聯合操作相互調節，對於改善水體循環機制及水土環境營造都有正面助益，有利於創造生態多樣性棲地的條件與空間。

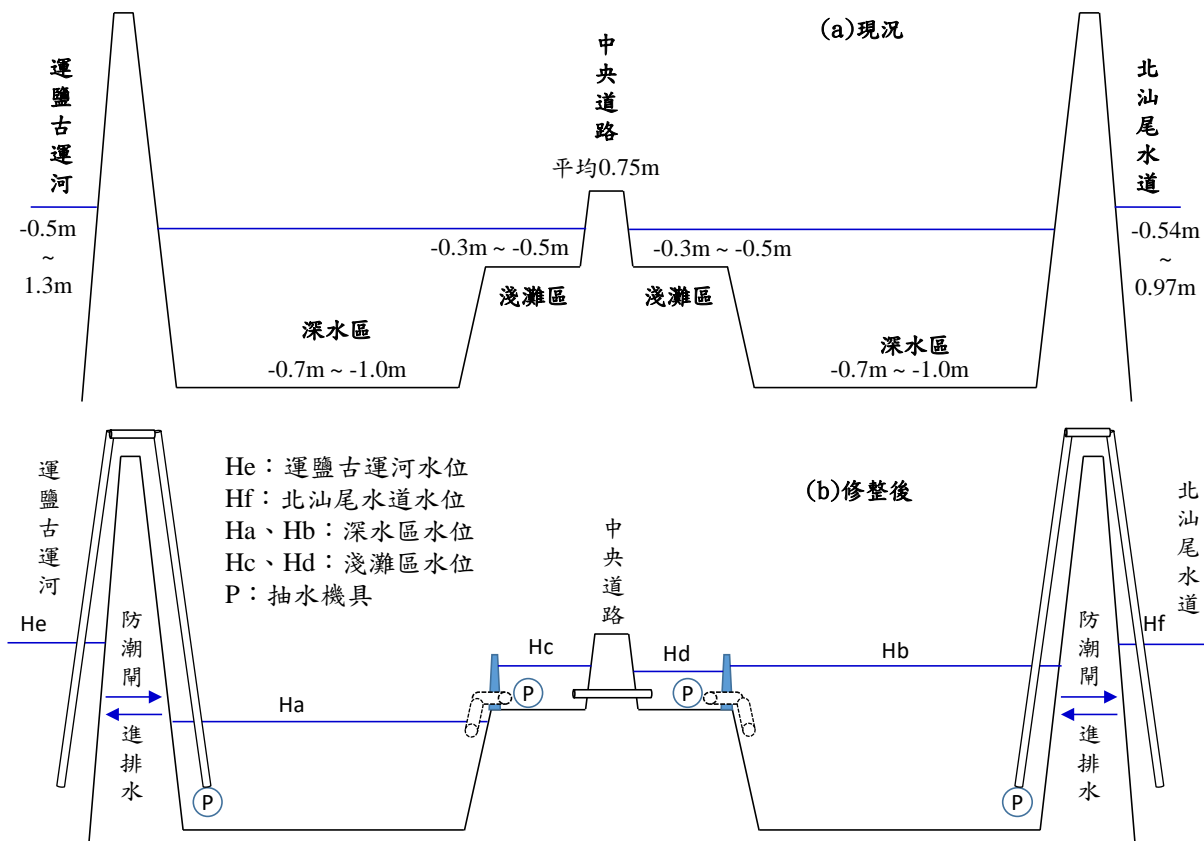


圖 2-1.3 水土環境營造與水位調控機制布置示意圖

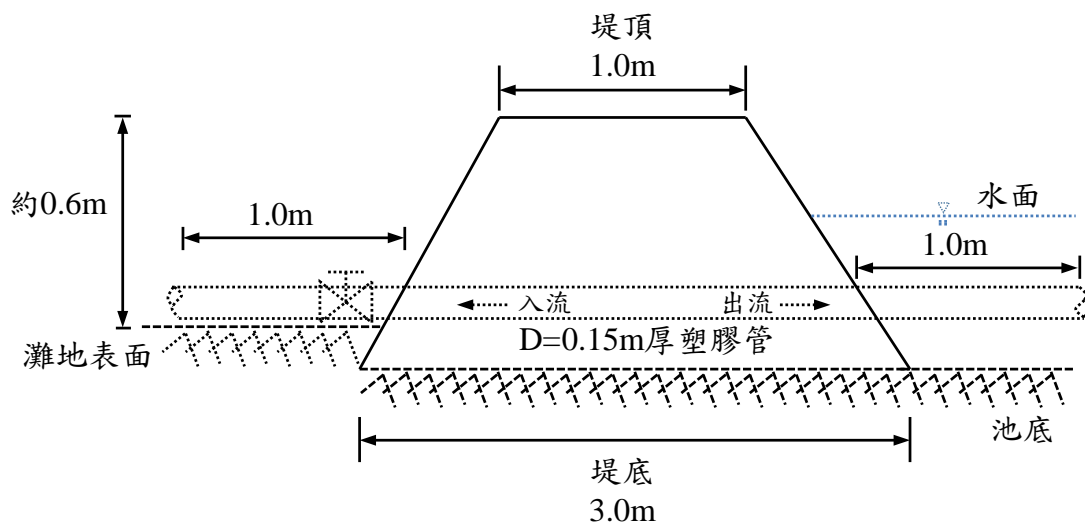


圖 2-1.4 原有土堤修復示意圖

由圖 2-1.3 顯示，藉由土堤的布設，淺灘區與深水區形成獨立水體，當淺灘區水位 H_c 或 H_d 過低時，可以藉由涵管或沉水式抽水機(P)從深水區汲引水體補充至適當水深，倘其水位過高時，可利用重力或抽水機排水至深水區，如此並可製造水體循環，讓兩區水體、水域生物可以進行交換，倘淺灘區之水質不佳時，

亦可就此體積相對較小之水體進行改善措施，所需工料與時間可有效降低。圖中管路布設僅為示意，實際施作必須有支撐設施固定及設置控制水體進出之機構。深水區之水體則可藉由東西側防潮閘陸續整修完成具進排水功能後，與防潮閘外感潮水體多次交換，水質及底泥條件皆可得到改善，且魚蝦蟹貝類、浮游生物等皆可不斷引入繁衍，有助於生物多樣性之正向發展。

2-2 多樣性棲地場域水土環境營造與水深調控示範場域建置

2-2.1 109 年度執行成果

109 年度以 B6 樣區製鹽基地南側之淺灘區做為多樣性棲地環境營造與水位調控示範試驗場域，依 2-1 節規劃架構進行場地布建與操作，試驗場域南北長約 260 公尺，東西長約 130 公尺(參見圖 2-2.1 所示)，北側以 108 年整修護堤為界與製鹽基地為鄰，東側為中央道路，鄰製鹽基地和中央道路之東北角有南北長約 40 公尺、東西長約 50 米之堆置鹽台地，高程略高於中央道路，台地西側及南側為深水潭，底部高程約介於-1.3 公尺至-1.4 公尺間。

試驗場域西側為 B6 樣區深水區，底部高程介於-0.7 公尺至-1.0 公尺間，南側鄰中央潮溝，其東側有涵管(管徑 60 公分或 70 公分)與中央潮溝連通，但因年久已大部分堵塞，通水能力已有限，故 B6 樣區主要靠深水區水閘管與中央潮溝連通交換水體。

圖 2-2.1 B6 示範試驗場域整理前狀況圖

B6 示範試驗場域規劃之各項設施配置如圖 2-2.2 所示，各單元之設計構想說明如下：

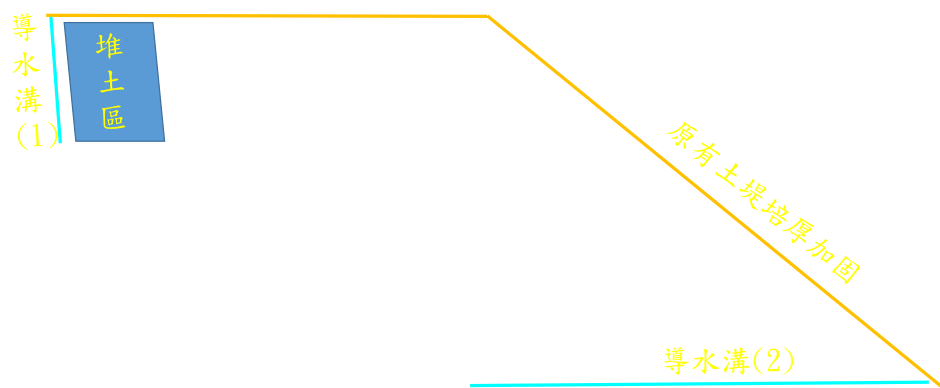


圖 2-2.2 B6 示範試驗場域設施配置圖

- 一、淺灘區與深水區間原有土堤培厚加固(高 0.6 公尺，寬約 1.0 公尺)，可讓淺灘區與深水區之水體各自獨立，互不干擾，另南側與中央漕溝交界處亦比照將原有土堤培厚加固，可加強防護效果，兩處土堤總長度約 390 公尺。
- 二、導通淺灘區和深水區之涵管，讓其水體交換能力提高，並製作閘板，可做為調控其進出水量之用。
- 三、淺灘區水閘管至深水潭間處挖設寬約 1 公尺，深約 1 公尺之導水溝(1)，可連通中央漕溝和深水潭水體。
- 四、於深水潭北側接壤製鹽基地土堤連接至第一項培厚土堤間之原有深溝打通做為導水溝(2)，並於培厚土堤處新設一處涵管，其管徑 0.6 公尺，長 2.5 公尺，閘板溝總高 0.75 公尺(如圖 2-2.3 所示)，做為調控連通深水潭與深水區水體之用。兩條導水溝除了連通場域內外水體，亦可提供魚蝦蟹貝及浮游生物之生態廊道之用，可確保水鳥於淺灘區覓食食源之豐富度。
- 五、導水溝挖出之土體堆置與鄰近淺灘區，讓其自然坍塌成為高於原淺灘區之區域，當水位漸高時，此區域之水深較原淺灘區為淺，有利於較小型水鳥涉水覓食。
- 六、新設涵管處可再搭配設置沉水式抽水泵，做為重力引排水無法運轉之調降水位備援系統，並可藉以提供製鹽基地水源之用途。沉水式抽水機盡可能不運

轉，倘需運轉時，其音量也不會很大，應該不會影響水鳥、魚蝦之活動。



圖 2-2.3 涵管外觀圖

七、B6 與 B7 間中央槽溝設置土堤並配置涵管，汛期時可維持暢通，確保水體排洪安全，非汛期時可擺放閘板，將 B8、B9 水體和 B6、B7 水體區隔開來獨立操作，例如當開啟或關閉 B8 東側防潮閘引水或排水，或者開啟抽水站抽水機排水時，因只有 B8、B9 水域會有關，水域面積變小了，水位升降幅度就相對以往的變大了，可建構不同於以往的水位調控情境。

試驗區各項設施布置必須於場域灘地裸露之後方可施作，於是協調台南市政府農業局管理人員於 9 月上旬啟動抽水站降水作業，9 月 8 日機具開始施作土堤修復(如圖 2-2.4 所示)，並開挖深水溝及布設 3 處水閘管(如圖 2-2.5 所示)，相關工作於 9 月 20 日完成，圖 2-2.6 為示範區場域浚深連通水路網及土堆完工狀況。



圖 2-2.4 示範試驗區淺灘區與深水區間土堤修復作業圖

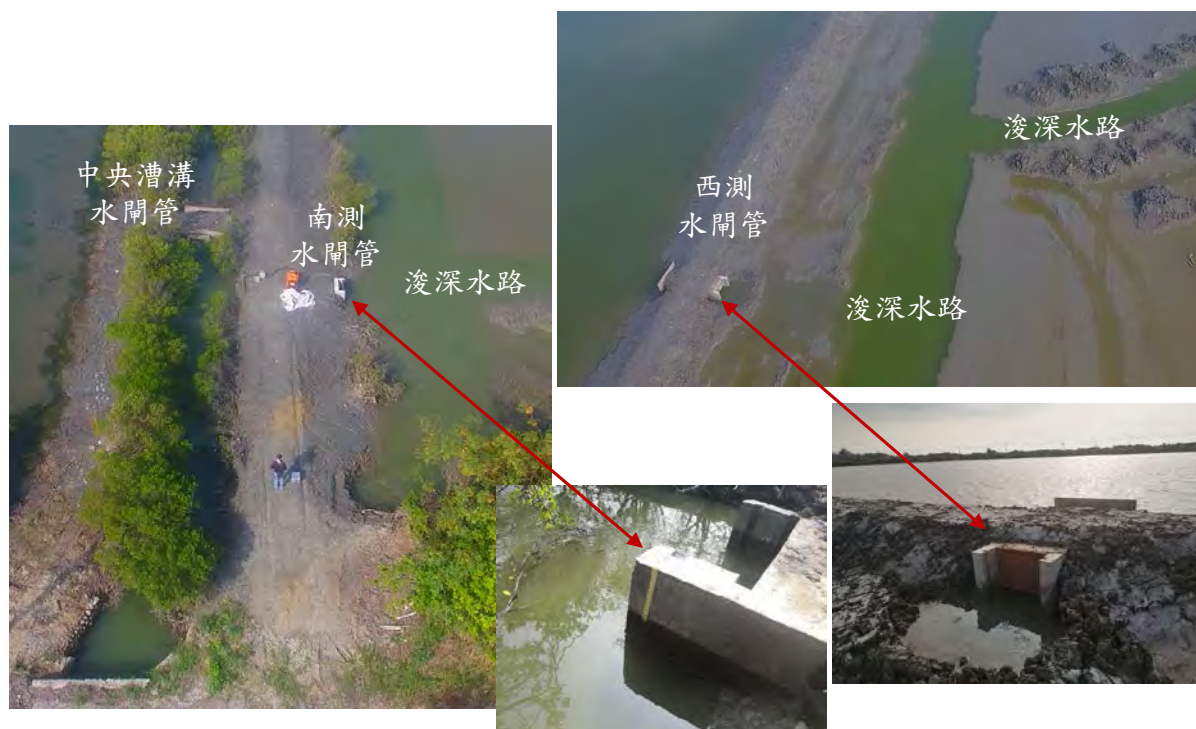


圖 2-2.5 試驗示範區水閘管布設圖



圖 2-2.6 試驗示範區水閘管布設圖

涵管上貼有簡易標尺可以做為水位判識指標，嗣後即就不同水位調控需要進行操作，10月初即利用抽水機先將示範區水體排出，當水位降低裸露地面增加，零星窪地積水有魚受困其中，即吸引許多鳥類前來覓食，小型水鳥多棲息在土堆及淺水區，鳥相狀況如圖 2-2.7 所示，相較其他樣區豐富許多，其中以黑腹濱鵲

數量最多，鹽友協會表示入夜及早上天剛亮時，可看到數千隻黑腹濱鵝分群聚集在示範區和曬鹽場，顯示藉由土堤讓示範區阻隔其他水域水體之影響並適度降低水位，結合土體堆置之地形差異，讓不同體型大小之水鳥皆可到此覓食與棲息，在此基礎之下，B6 示範區水土環境營造可慢慢展現成效，鳥相愈趨豐富多樣，於 110 年 2 月即發現有 5 隻黑面琵鷺於本示範區現蹤，其中一隻為白面琵鷺。



圖 2-2.7 B6 示範試驗區完成水位調控之水鳥棲息狀況圖

2-2.2 110 年度執行成果

110 年度為擴衍 109 年 B6 示範試驗區水土環境營造之成效，規劃於 B5 及 B7 樣區辦理水土環境營造工作，並進行水位調控操作測試，鑑於 B8 樣區東側 1 號防潮閘已整修為雲端遙控模式操作，水位調控更具便利性與即時性，因此，B5 及 B7 水土環境營造工作改朝向不採用 B6 示範試驗區修堤阻隔之方式構思，經商議後改採於淺灘區原地挖深取其土體堆置高程約 0.6 公尺，東西向之土堆(東西長約 30 公尺，南北寬約 4 至 5 公尺，坡度約 1:10)各 3 至 4 處，東西向配置係參考臺南市野鳥協會建議，可提供度冬期水鳥躲避北風吹襲之場域，供其到覓食、棲息、築巢，其間再輔以小規模土丘(高度約 0.3 至 0.4 公尺，如圖 2-2.7 所示)讓小型水鳥棲息。

B5 水土環境營造試驗區於度冬期結束後之 5 月開始啟動，首先進行水位調降事宜，目標水位為-0.3 公尺，係藉此使得示範區域之淺灘地完全裸露曝曬數日，施工機具才能駛入場域內進行挖填土方作業。然而自 5 月下旬起除因 Covid-19 疫情三級警戒計畫範圍進出有所管制，且陸續有降雨事件發生，水位最高曾漲至 0.25 公尺，致水土環境營造工作無法施作，經防潮閘和抽水站持續聯合操作，終於在 9 月初達到目標水位並維持一段時間，讓挖土機可進場施工，惟因土壤含水量頗高，機具行進其間之難度加大，施工風險提高，經排除各種難題，終於以近一週時間完成地形調整工作，4 道土堤皆係利用其周邊土體浚深後堆疊填築而成(如圖 2-2.8 所示)，以提供小型水鳥停歇避風之用，於觀鳥平台或者即將完成之賞鳥亭皆可俯瞰，另浚深位置則疏通成連絡渠道與深水區水體連通，有助於水生生物游動及避寒之用。



圖 2-2.8 B5 樣區水土環境營造完成圖

至於 B7 樣區之淺灘地高程低於-0.35 公尺，因水位不易調降且土壤含水量過高，不利挖土機具施工，因此 B7 樣區不採用 B5 淺灘地模式，而採用涵管調控水位方式進行水土環境營造工作。經觀察其深水區於水位-0.30 公尺時，深水區部

分區位之水深僅約 30 公分，大白鷺、蒼鷺等均已可利用，淺水灘地之小型水鳥亦頗為活躍多樣，如圖 2-2.9 所示。



圖 2-2.3 B7 樣區水土環境營造之水鳥群相圖

此外，110 年 8 月初於 B6 試驗區土堤兩側栽種了約百顆五梨跤胎生苗，經過 4 個多月已漸漸成長，而西側迎來大量欖李種子，也慢慢長出幼苗(參見圖 2-2.4 所示)，可想見不久的未來，土堤兩側應可長出茂密樹叢，提供水鳥隱匿休憩之場域。



圖 2-2.4 B6 試驗區土堤五梨跤與欖李幼苗圖

水土環境營造工作搭配 B8 樣區東側防潮閘及抽水站之水位調控措施，計畫範圍內水鳥利用情形漸有提升，圖 2-2.5 為 110 年 3 月 10 日於 B6 樣區發現大量鷺科於水域活動，恰與鹽田鹽堆同框，呈現雪羽白鹽相輝映之畫面，頗有特色。110 年 10 月 17 日於 B8 樣區發現 3 隻黑面琵鷺活動，110 年 12 月 21 日冬至日，清晨發現有四十隻左右的黑面琵鷺於鹽田護堤上及深水區水域中活動(如圖 2-2.6 所示)，據瞭解此為近七、八年來未有之景象，12 月 22 日清晨於 B7 樣區發現有 3 隻黑面琵鷺，B6 示範試驗區 109 年培厚修復之土堤上及兩側水域中則有 59 隻左右之黑面琵鷺群休憩與覓食(如圖 2-2.7 所示)，下午則有三十幾隻，12 月 23 日亦然，顯示計畫範圍內各樣區水質條件、水土環境及水域生物狀態皆有所顯著改善，讓黑面琵鷺群能漸漸重新回到 B6 至 B9 樣區，顯示本計畫推動水土環境營造及水位調控工作所誘發生物多樣性之良善循環機制，已展現明顯成效。



圖 2-2.5 B6 樣區水域鷺科與鹽田對映圖



圖 2-2.6 110 年 12 月 21 日鹽田護堤及 B6 樣區水域黑面琵鷺活動圖



圖 2-2.7 110 年 12 月 22 日 B6 示範區黑面琵鷺群活動圖

2-3 示範場域水位操作與標準作業程序建構

2-3.1 水體交換設施及機制改善

計畫範圍保護區與其週邊感潮水域之水體交換途徑主要有二，一為 B8 樣區東側之防潮閘，可藉以引進運鹽古運河感潮水體，亦可將保護區水體排出至運鹽古運河，其操作必須視潮位與保護區水域水位相對狀況而定，其二為位於前述防潮閘南側之抽水站，惟其僅能將保護區水體排出至運鹽古運河，不能引進運鹽古運河感潮水體，依圖 1-5.1 顯示可進水時段長，可排水時段短，進水太多又會使得保護區水位太高，不利水鳥棲息，故其調控操作必須審慎而為。

為瞭解 B8 東側防潮閘門重力進排水之可操作性，於 109 年 6 月 8 日下午 3 時許，藉低潮位期間開啟 B8 樣區東側防潮閘南閘板約 30 公分，由圖 2-3.1 顯示 B8 樣區水體可經由該閘孔排至運鹽古運河，持續時間約 30 分鐘。此次重力排水

試操作建立後續水位調控之重要指標，可利用農曆朔望前後幾天低潮位期間妥適操作，讓計畫區內水體排出，同時段亦可引入新鮮感潮水體，持續循環操作可逐步改善區內水體、底泥品質。考量到季節差異，非汛期之降雨少，無颱風豪雨威脅，引排水接續操作，且引入水體可較多，汛期則主要以排水為主。



圖 2-3.1 109 年 6 月 8 日東側防潮閘單座水門利用低潮位排水操作圖

惟上述引排水操作之前題必須讓閘板易於升降操作，否則，操作人員易因過度繁重而受傷，基此，於 7 月下旬啟動整修東側防潮閘兩座閘板升降機構，以減輕人力操作的費力程度，並調整為可擴充電動升降操作之基礎，整修工作於 8 月 7 日完成(如圖 2-3.2 及圖 2-3.3 所示)，明顯已較過往輕便省力。



圖 2-3.2 B8 樣區東側防潮閘機件整修作業



圖 2-3.3 B8 樣區東側防潮閘整修竣工圖

茲參考安平潮位預報 109 年 8 月 31 日(農曆 7 月 1 日)中午 12 點 50 分左右退潮期間開啟東側防潮閘兩座閘板各 60 公分，當時運鹽古運河和 B8 樣區水位約為 0.2 公尺，隨著運鹽古運河水位逐漸降低，B8 往外排水流量逐漸加大，約於 15:50 左右內水較外水高 25 公分為落差最大時段，兩個閘門排放水流奔騰如圖 2.1-5 所示，概估其流量約有 0.4 噸/秒之譜，之後水位落差漸漸變小，於 17 時左右將閘板關閉，結束此次約 4 小時的試排放水工作。



圖 2-3.4 109 年 8 月 31 日東側防潮閘兩座水門退潮期間試排水操作圖

由此次東側防潮閘整修後試排水操作給予計畫範圍不靠耗用電力之動力機械抽排水，只藉由重力排水很大的信心，倘可持續操作防閘門進排水功能，相信對計畫範圍水體與運鹽古運河感潮水體交換調控及水土環境改善將有所助益。故於此成果基礎上，台江國家公園管理處經與台南市政府農業局協調，考量此閘門位處偏僻且退潮時間多為傍晚甚至是凌晨，人員進出及操作頗具風險，籌應經費於 109 年 11 月著手加裝運鹽古運河(外水)、B8 保護區(內水)水位監測系統及防潮閘電動無線網路遙控機構與操作管理平台，於 109 年 12 月中旬建構完成智慧調控操作系統(如圖 2-3.5 所示)，具操作權人員可利用電腦或行動裝置掌握防潮閘內外水位相對狀況，依潮位預報研判適當時段藉由無線網路遠端遙控兩座閘板升降，確實提高該防潮閘門操控之即時性、便利性與機動性。

迄今經過近一年來之操作與調校，並在 110 年 7、8 月強降雨防汛期間與 2 處抽水站、運鹽碼頭新防潮閘之聯合調度排洪，確實有效的強化保護區引入感潮水體或排出豪雨漲升水體之效能，提高保護區夜間與風雨期間調整水位高度之可操作性，為改善保護區水位調控能力跨出重要且頗為巨大的一步。

為能讓 B8 樣區東側防潮閘門雲端智慧遙控系統功能更加安全，於 110 年 4 月增設三個紅外線夜視攝影機，由內、外側監視閘門實際狀態以及運鹽古運河流況，透過 4G 傳輸即時影像，由管理平台即可接收查看(如圖 2-3.6 所示)，藉由這項新增功能，可確實掌握防潮閘運作狀況，並可瞭解排洪或進水動態，以及生物活動概況，提高整體操作效能。



圖 2-3.5 B8 樣區東側防潮閘智慧雲端操控作業系統畫面圖



圖 2-3.6 增設 B8 樣區東側防潮閘影像監視系統畫面圖

未來倘可依此整建模式將位於北汕尾水道旁之西側防潮閘(跨河修復,難度更高)整修完成,並搭配運鹽古運河碼頭新近整建完成的大防潮閘聯合運作,輔以內、外水位即時監測數據與分析,建立更為全面的智慧調控操作系統,將可大幅度提高管理人員對於抽排水設備之操作使用效能(尤其是夜間或降雨期間),以及 B6 至 B9 樣區 50 公頃水域與感潮水體交換、水土環境及生物多樣性之改善效果,將可建構更具前瞻性之生態水土環境智慧聯合操作調控機制,提高整體保護區之水土調控效果與防災應變能力。

2-3.2 水位調控操作與標準作業程序建構

一、示範試驗場域水位操作與標準作業程序建構

鑑於往昔計畫範圍約 50 公頃水體僅藉由抽水站操作達到水位同步調降之目的,耗能且電費支出頗為可觀,109 年將 B6 樣區位於鹽田南側的淺水灘地與其西側深水區間原有土堤予以修整培厚,讓兩區域的水體予以獨立,形成小示範區,其目的是改變原先深水區和淺水灘地間水體自由連動的狀態,讓

淺水灘形成獨立區域，可開涵管閘板進出水體，亦可用抽水機降低水體，其機制如圖 2-3.7 所示。試驗場域建置完成後，並浚挖導水溝渠，增加水體流通能力，浚深挖出之土體則堆置於旁邊，形成高灘地，目的係讓水鳥可以停留或棲息。

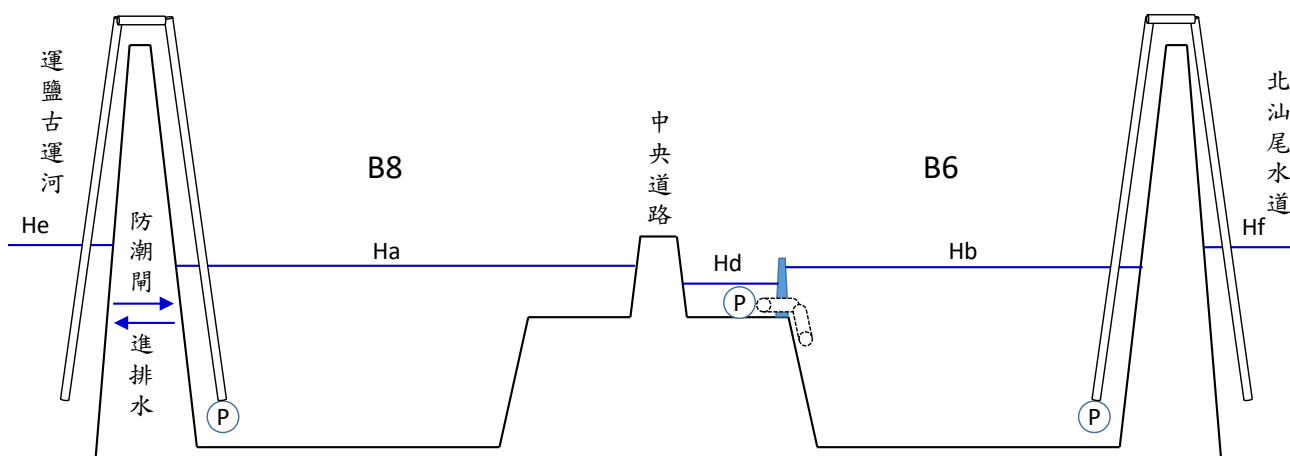


圖 2-3.7 B6 示範區水土營造調控試驗區布置示意圖

B6 示範區於 109 年 11 月起藉由抽水機調降區內水位低於深水區約 20 公分，讓部分墊高土體完全裸露，在不同水深區域引入不同體型之水鳥棲息，金斑鴿、黑腹濱鵲持續有數百隻棲息，持續操作下，110 年 2 月初已發現有數隻黑面琵鷺在試驗區活動的蹤影，水土環境營造工作顯然已經有具體成效。度冬期結束後，仍有高蹺鴿和鷺科於區域內活動，自 9 月起之度冬期，主要以營造之土丘供小型鳥種成群棲息，再利用頗為有限之較低潮位期間，藉由 1 號防潮閘排水調降水位，以提供更多大中小體型水鳥前來棲息，倘可以啟用抽水站抽排水將水位降至-0.3 公尺左右，即以閘板擋住 2 處連外涵管，讓試驗區低水位可維持更長時間，更有利中小型水鳥停歇。

基此，B6 示範區水位調控操作除以水土生態環境營造為主外，尚需考量汛期防災需要，規劃採用之標準作業程序如下：

- (一) 中央漕溝閘板於汛期時務必抽離，以免阻滯排水，非汛期時則予適度置入，將 B8、B9 樣區水域與 B6、B7 樣區水域隔離操作。
- (二) 非汛期操作：
 1. 示範場域水位半個月降低一次，當中央潮溝水位較高時，利用抽水機排出，當潮溝水位較低時，則開啟閘板，重力排水。

2.水位降低約 1 個星期，開啟示範場域鄰中央潮溝及 B6 樣區深水區水閘板，讓深水區水體和水域生物流入，當中央潮溝與 B6 樣區深水區水位有落差時，可形成對流水體，提高水體流通速度。

3.防潮閘引水或排水時，配合開啟中央漕溝水閘板，讓示範區水體及水域生物藉此機會得到交換。

(三) 汛期操作：

1.示範場域水體維持低水位，以容納直接降雨及豪大雨時 B6 區、鹽田區之導入水體滯蓄其中，提高鄰近場域之減洪能力。

2.豪雨過後，俟操作防潮閘門或抽水站讓計畫範圍水位降低到一定程度時，再將示範場域水體藉由水閘板開啟排出，以降低水位提供下一場豪雨之水體容蓄空間。

二、結合防潮閘門智慧水位調控系統規劃與雛型測試

計畫範圍整體水位調控之重要關鍵有二，一為 108 年完成之 B6 樣區曬鹽基地既有防護土堤培厚加高工作，因為土堤修復前頂部高程約為-0.2 公尺，倘深水區水位過高，就會影響曬鹽基地正常運作，且會破壞一些柔性設施，防護土堤培厚加高後頂部高程約為 0.6 公尺，大幅提高整體水位可調控空間，不用再擔心影響曬鹽基地之設施遭到破壞或曬鹽工作受到影響。

其二則為 B8 樣區防潮閘門擴充為智慧雲端監控架構，既可即時瞭解保護區內外水位差異狀況，達到欲操作條件時，不論黑夜或風雨時節，皆可立即藉由電腦或行動裝置遠端下達閘門開啟或關閉之指令，對整體水位調控之即時性、便利性、機動性與靈活度皆有顯著之提升，一舉改變先前很多操作的限制，包括：

(一)過往開啟、關閉純靠人力操作不便，改善後只要用控制箱操作按鈕即可啟動，不用費力。

(二)過往內外水位差異只能靠人力於現場用肉眼觀測水尺刻度研判操作時機，現在可以藉由網路服務即可隨時用電腦或行動裝置監看，不需要在現場吹風、淋雨或摸黑觀測。

(三)過往必須人員至現場操作，夜間、凌晨或颱風豪雨期間非常不便且具危

險性，雨季道路泥濘積水，人員走動或機踏車行動也非常不容易，改善後不論身在何處，無論天候如何惡劣，只要有網路服務即可隨時用電腦或行動裝置以即時或預約方式啟動或關閉防潮閘門，有效克服時空種種限制。

實際操作方面，度冬期間多次依潮汐預報資料先行研判，再利用智慧雲端服務系統於夜間(主要是凌晨)低潮期間開閘排水(如圖 2-3.8 所示)，以降低保護區水位至-0.2 公尺以下，以維持較小水深，供各種水鳥休憩活動，寒流來襲時亦可引入潮水抬高保護區水位，加大水深，以利水域生物多些深水處可以避寒。

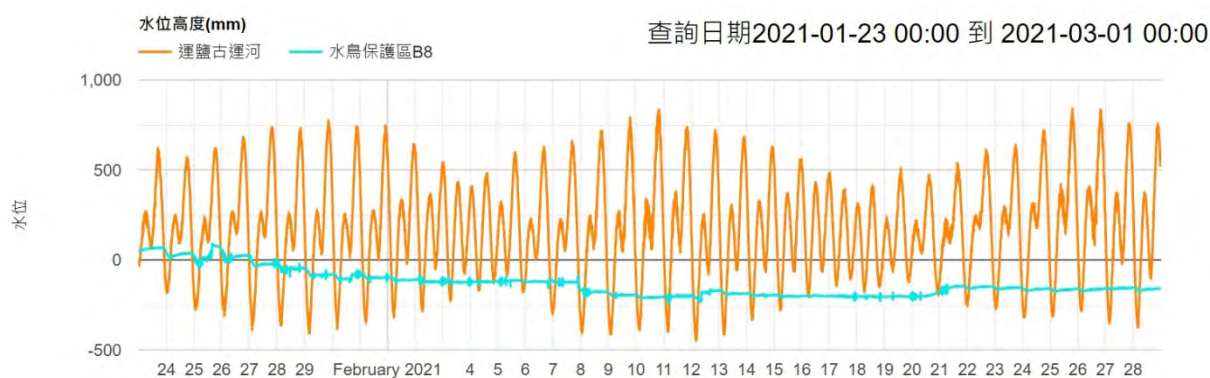


圖 2-3.7 B6 示範區水土營造調控試驗區布置示意圖

110 年 4 月及 5 月久旱不雨，考量保護區水體鹽度升高，恐影響水生生物生長，遂於 4 月 8 日利用漲潮期間開啟防潮閘引入新鮮海水，以稀釋保護區內水體鹽度，開啟閘門期間，則可讓保護區內外生物藉此通到進出，增加保護區生物之豐富度，之後的一段時日則利用低潮位期間開啟閘門排放些保護區水體，以騰出可引進海水之容蓄空間，經過幾次利用深夜低潮位期間開啟閘門排水調降保護區水位後，再於 5 月 11 日再次引進新鮮海水，讓水體活絡，前述水位操作過程如圖 2-3.8 所示。

上述過程中，B8 樣區東側防潮閘之智慧雲端監控系統扮演了重要角色，讓過往幾乎做不到的水位調控操作行為，變成幾乎可以每天執行的工作，也大大地提高了保護區水體、水域生物與區外感潮水域交換機會，對整體生態多樣性發展與活絡水鳥來訪與停歇都提供了正向發展的契機。除了調控水位保育生態之外，防潮閘之智慧雲端監控系統對提高保護區防減災應變能力也有頗為重要之貢獻，此方面將另於第四章說明。該智慧雲端監控系統配合調控

水位及防減災工作之操作標準流程如圖 4-2.3 所示，系統功能操作之說明內容則請詳見附錄五。

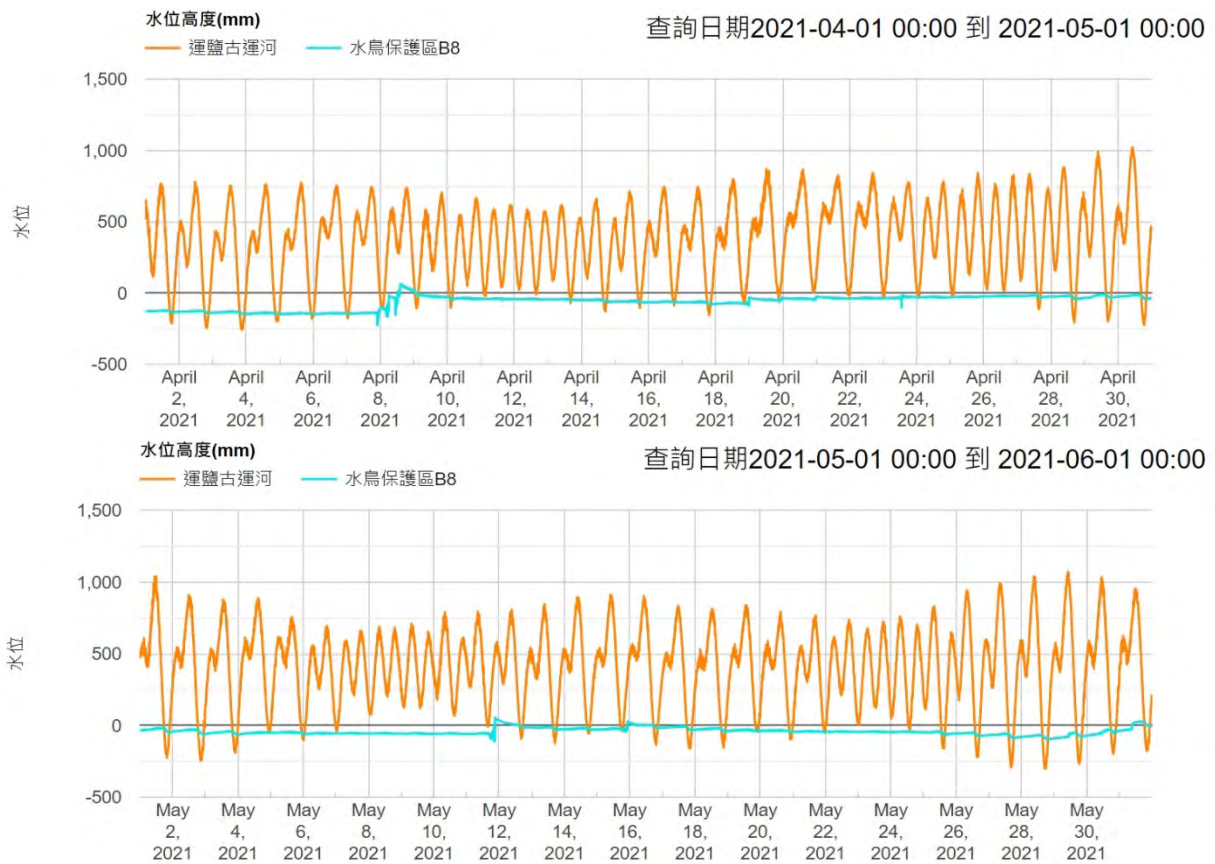


圖 2-3.8 運鹽古運河潮位變化與保護區水位利用智慧防潮閘系統調控成果圖

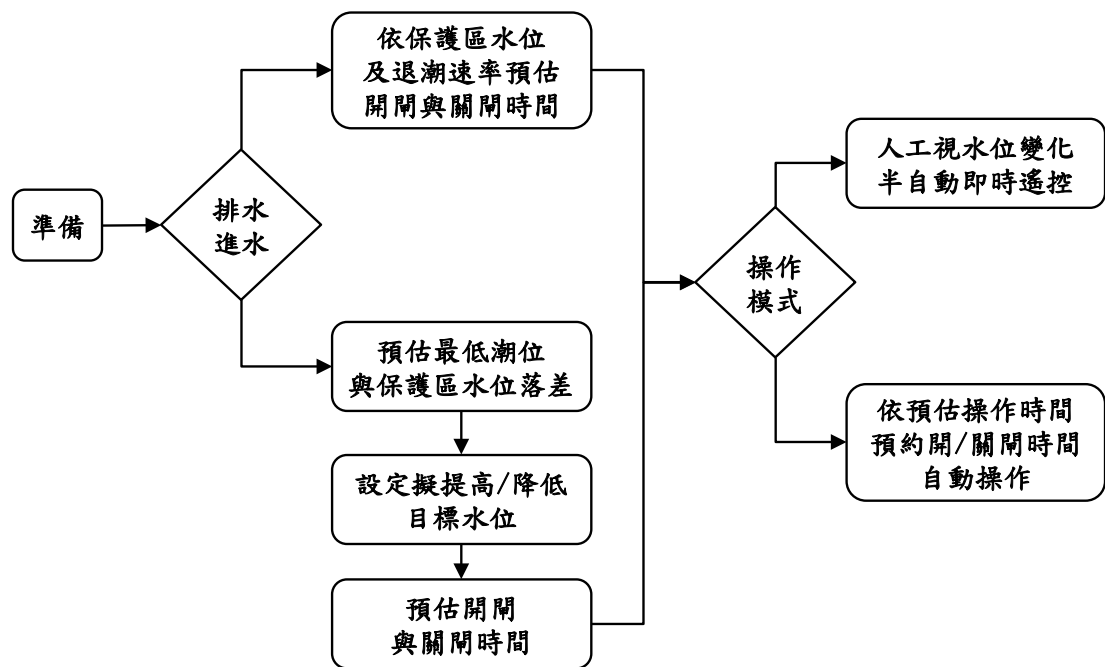


圖 2-3.8 B8 樣區東側防潮閘智慧雲端監控系統標準操作流程圖

第三章 水文資料收集

北汕尾水鳥保護區周邊水路主要有北汕尾水道、運鹽古運河，兩者與鹽水溪排水匯流再匯入鹽水溪後流入台灣海峽，區內為鹽田改良成之積水棲地，其間小水路縱橫交錯，部分與北汕尾水道、運鹽古運河連通，可能可隨著鹽水溪口漲退潮對運鹽古河道和北汕尾排水的影響，而隨之連動，其中，北汕尾水道末端位於 B2、B3 樣區北側交界處。

為掌握計畫範圍棲地水文環境背景條件，茲辦理辦理水位、水質、底泥、水流特性、生物利用狀況調查工作，辦理情形及初步成果說明如后各節。

3-1 水位狀況調查

為能瞭解各樣區水位與北汕尾水道、運鹽古運河水位之相對狀態，規劃於各樣區適當位置設置 14 處水尺做為觀測水位狀況調查之依據，各點位概要整理如表 3-1.1，水尺設置情形參見圖 3-1.1，圖 3-1.2 為各水尺概略位置分布狀況。

各水尺之基準高程係以「台江國家公園棲地水文資料收集及調控規劃」建立參考點高程(參見附錄六)進行引測而得，自 109 年 4 月起不定期(每旬至少 1 至 2 次)派員讀取記錄該處水面變化狀態，再換算為絕對高程，圖 3-1.3 為各水位測點自 109 年 4 月迄 110 年 12 月 15 日歷次觀測水位資料圖，以利相互比較各樣區水體流動相對關係，供多樣性棲地營造及防減災能力改善可行性模式評估參考。

表 3-1.1 水尺設置位置概要表

名稱	位處區域	概略位置
S1	運鹽古運河	東側防潮閘外
S2	B8 樣區	東側防潮閘內
S3	B9 樣區	近中央槽溝及道路淺灘區
S4	B7 樣區	近中央槽溝及道路淺灘區
S5	B6 樣區	警衛室對面深水區
S6	內水道	B6 樣區西側通往 B5 樣區旁之內水道
S7	北汕尾水道	移動式抽水機西側護欄旁
S8	B5 樣區	警衛室旁
S9	B16 樣區	與 S10 隔路相對
S10	B4 樣區	B4 樣區東南角
S11	北汕尾水道末端水池	B3、B4 樣區北側三角形水池，S12 對面
S12	B3 樣區	B3 樣區東北角
S13	B2 樣區	B2 樣區西北角，與 S13 隔堤相望
S14	B1 樣區	B1 樣區東北角，與 S14 隔堤相望

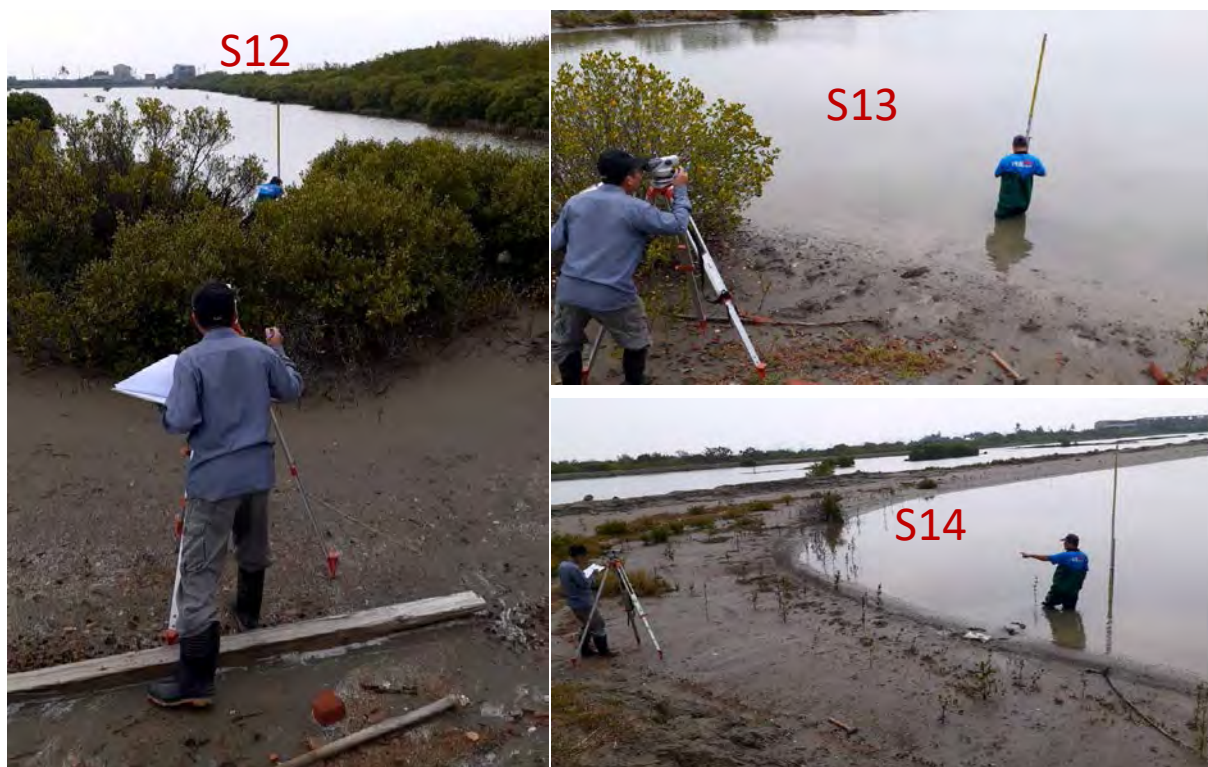


圖 3-1.1 水尺設置情形圖

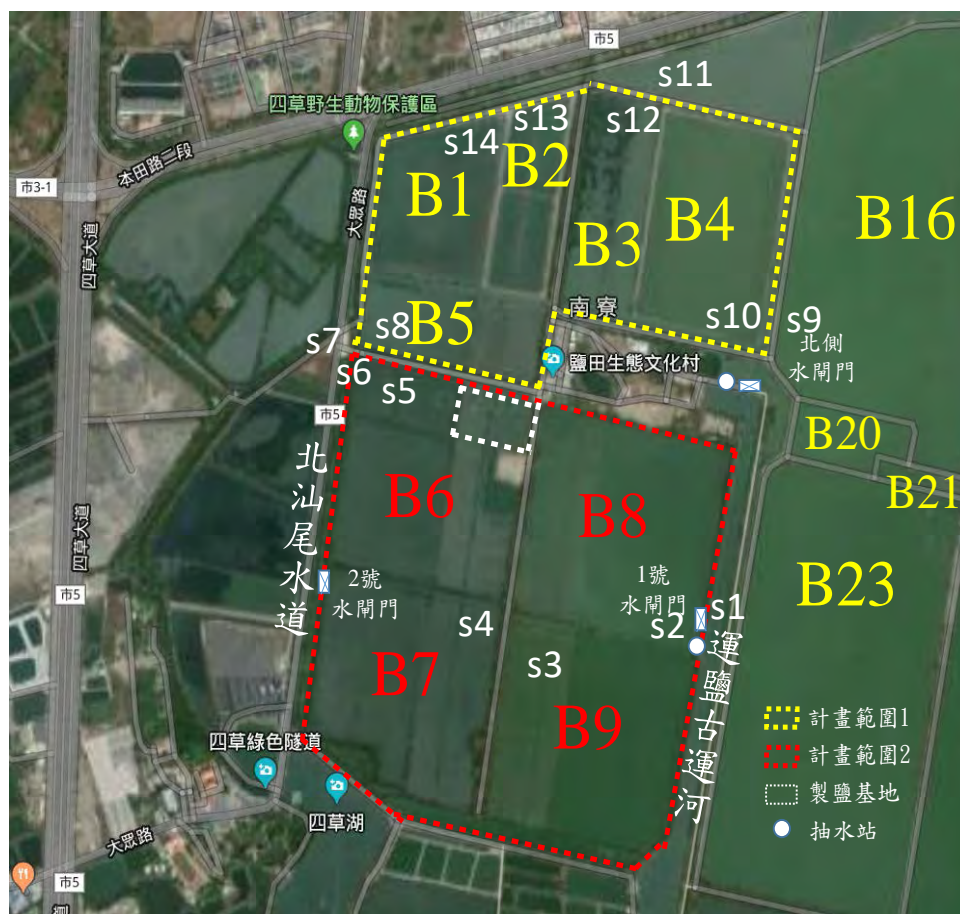


圖 3-1.2 14 支水尺座落位置分布圖

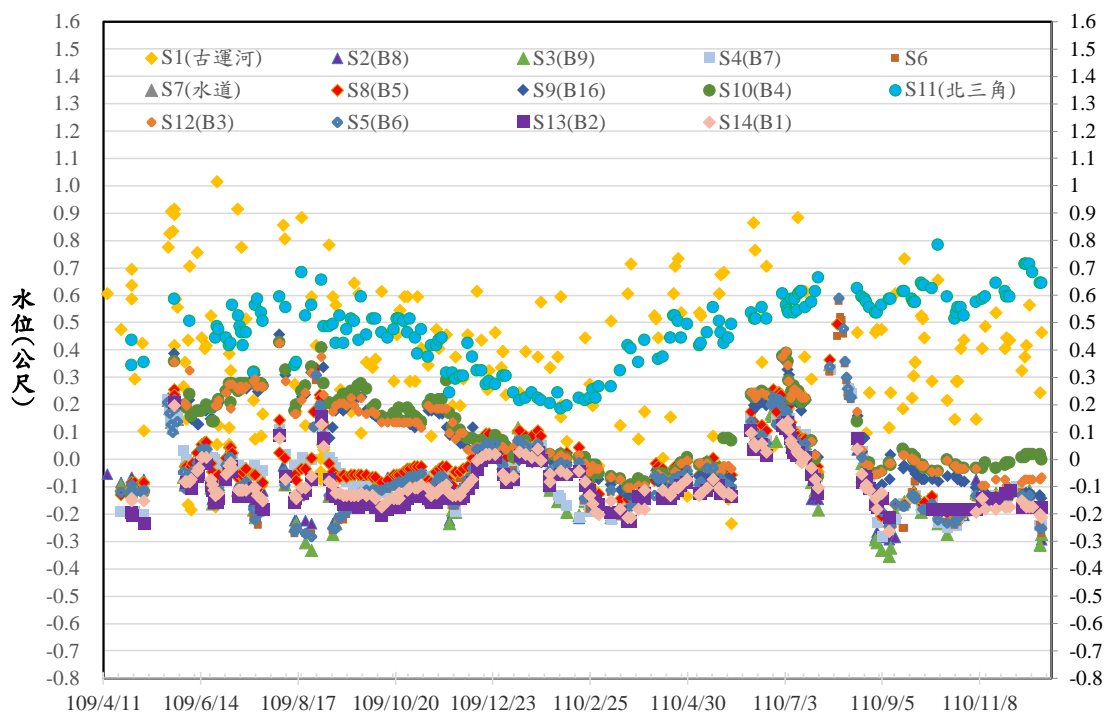


圖 3-1.3 歷次觀測水位變化圖

各水尺設置之水域中，S1(運鹽古運河)、S7(北汕尾水道)為直接感潮之測點，S11(北汕尾水道末端三角水池)雖位屬北汕尾水道，然其下游處有防潮閘因操作費力，為長時間關閉狀態，故並非直接感潮狀態。水位觀測資料將做為多樣性棲地營造評估及防減災能力改善可行性模式評估使用。

此外，S1 及 S2 於 B8 樣區東側防潮閘門建構智慧雲端控制系統時另增設自記式水位計，以 110 年 7 月迄今至豪雨期間資料顯示(如圖 3-1.4)，運鹽古運河水位計資料於 110 年 8 月 7 日上午 7 時 47 分迎來設站以來最高潮位 1.40 公尺，當下閘門內水位計之水位則為 0.55 公尺。

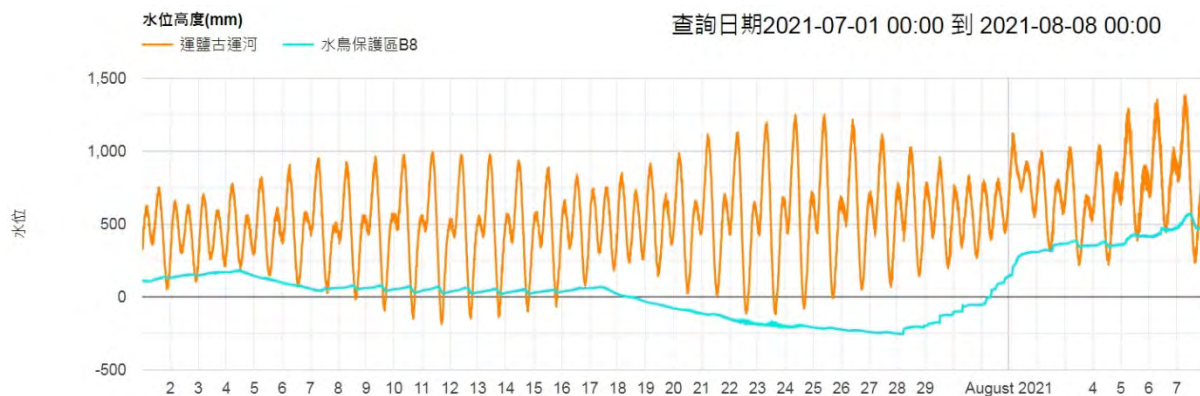


圖 3-1.4 110 年 7 至 8 月運鹽古運河潮位變化與保護區水位關聯圖

因該測站係位處於保護區較不易抵達位置，尤其是遇雨即因地面積水泥滯通行不便無法人工讀取，故雨季期間便無法抵現場觀測水位，自記式水位計則如同一個機器人在現場重覆觀測水位，既不受天候限制，又可提供每分鐘觀測資料，相較於人工讀取每旬 1 至 2 筆讀取資料，可提供水域更完整、更即時之水位變化資訊供整體水環境管理經營策略相關應用參考。至於該測站之人工觀測仍需持續辦理，俾以人工觀測資料做為自記式水位計資料檢核修正之參考依據。

3-2 水流特性

計畫範圍 9 個樣區基本上是連通水域，其水流連通狀態如圖 3-2.1 所示，其中，B8、B9 樣區已完全連通，兩樣區隔著中央道路(南北向)與西側 B6、B7 樣區對望，兩邊以中央漕溝(東西方向)經矩形涵管(無閘板)連通，B6、B7 樣區則各為獨立樣區，各有涵管與中央漕溝連通水體。



圖 3-2.1 計畫範圍水體主要連通管道圖

109 年度為營造 B6 樣區淺灘區為示範區，修復土堤時並設置有閘板涵管，讓示範區與中央漕溝及深水區水體可以流通或控制，並在中央漕溝西側設置有閘

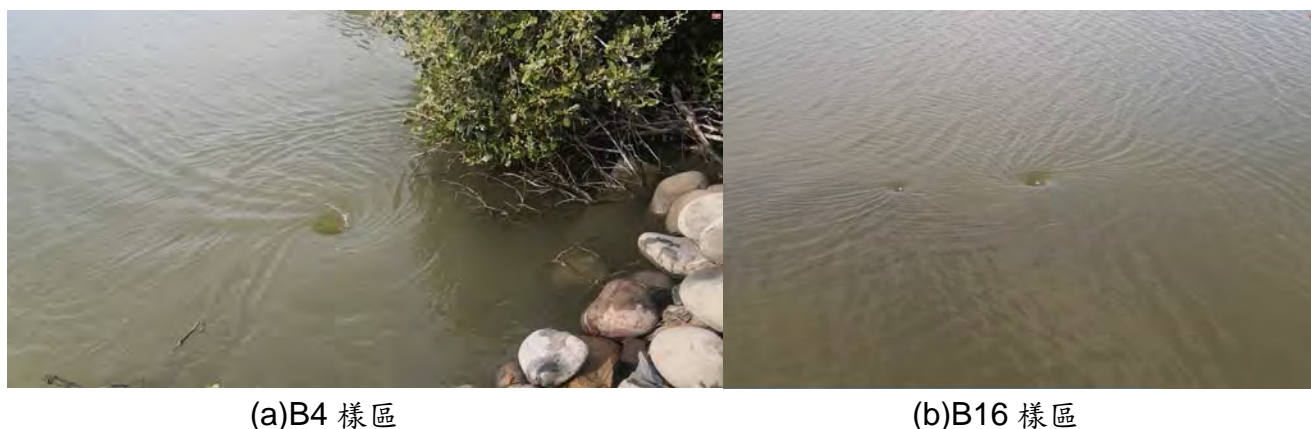
板涵管，做為供獨立調控東西兩側水位之重要控制點。B6 西北側保護區連外道路下方有涵管連通至 B5 樣區，B1、B2 樣區與 B5 樣區間各有 1 座涵管連通，然此 2 處涵管皆已阻塞，僅可微量通水空間，故水位調控時，B1、B2 樣區之水位變化較其他區域慢了許多。

原先分隔 B3、B4 樣區間部分土堤因年久沖蝕崩壞，已失去隔離水體功能，故兩樣區之水體已相互連通，兩樣區水域與運鹽碼頭防潮閘內側水域間土堤僅留有一涵管讓水體維持連通，其東側之 B16 樣區亦有一涵管與運鹽碼頭防潮閘內側水域維持連通，但兩處涵管皆已年久，管內已大範圍堵塞，雖有水流可進出，但流通量體不大，影響到汛期時降雨排除能力，為改善兩處涵管之通水能力，俾利其可在運鹽碼頭抽水站抽水時或防潮閘於低潮位排水時可同步將容蓄水體排出，茲於 109 年 6 月 21 日(農曆五月初一)發生日偏食當天下午 2 點之退潮期間，利用 5 米長竹竿和強力水柱機同步作業，將兩樣區各 2 支涵管堵塞之淤泥盡量推出至下游側，增加其可通水之斷面積，加大排水流量，圖 3-2.2 為清通 B4 樣區和 B16 樣區涵管作業情形。



圖 3-2.2 109 年 B4 及 B16 樣區涵管清通作業圖

圖 3-2.3 則為完成後加大排水能力所形成之漩渦，相較於清淤疏通作業前更為明顯，顯示已達到預期提高通水能力之效果，有助於提昇管理人員執行啟動古運鹽碼頭抽水站排水操作之效能。惟依汛期豪雨期間觀察大量降雨讓 B3、B4、B16 樣區水位高漲，單靠涵管排水緩不濟急，致有漫溢沖蝕土堤狀況發生，土堤雖幾經修復，但每遇豪雨同樣情況將再重複發生，長久之計宜再設法擴大排水通道，以加大排水能力，俾利結合抽水站及防潮閘大量排水時連動操作，如此方可避免土堤重複修復之狀況。

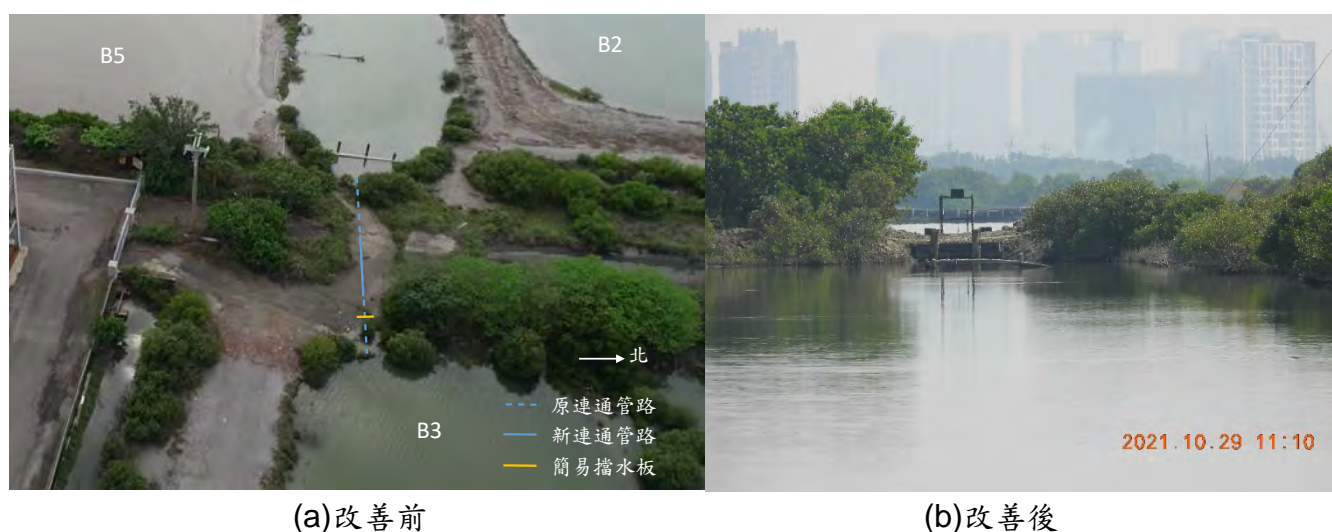


(a)B4 樣區

(b)B16 樣區

圖 3-2.3 109 年 B4 及 B16 樣區涵管疏通成果圖

B5 樣區和 B3 樣區間為埋有自來水管線之道路，下方有 3 隻 5 公尺涵管連接兩樣區水體，惟日久淤塞，通水能力不佳，經本計畫建議，台江國家公園管理處 110 年已將兩端涵管取出，原址擴大為明溝，僅留存 1 根涵管，清淤疏通後於 B3 樣區側設置升降式簡易制水閘板(如圖 3-2.4 所示)，做為調控兩樣區水域連通之設施，擴大保護區東西樣區間水體、水域生物流通之空間。



(a)改善前

(b)改善後

圖 3-2.4 B5 及 B3 樣區間連通涵管整修情形圖

於 110 年 7 月 17 日啟動抽水站排水降低保護區水位期間，保護區入口處之內水道發現漲潮與退潮期間流向相反，經與農業局管理人員討論，初步研判北汕尾水道之土堤應有漲潮水體越堤現象，本預定俟颱風外圍環流帶進雨勢稍歇後再由陸路或水路進行檢查可能之破口，然於 8 月 8 日清晨滿潮期間，於大眾路上隔著十數公尺水道即可聽見 2 號防潮閘門處有明顯水流聲響，經農業局管理人員乘筏由 B6 水域赴該處查看，發現 2 號防潮閘門北側有高約 2 公尺、寬約 1 至 2 公尺之破堤口，北汕尾水道水體滾滾而入，當天滿潮水位為 1.3 公尺，顯示前一天滿潮水位 1.4 公尺時之入流量更為可觀。由圖 3-1.2 保護區水位 7 月 23 日左右即有抽降水位降幅略減趨勢，研判應即有小缺口出現，因位處陸路無法到達之處，幾經數次漲潮水體侵蝕日益擴大，致感潮水體由該處漸漸湧入。該處經農業局於 8 月 8 日緊急調派大型吊車堆置近 30 包太空包填補破口後，暫時已止住漲潮水體漫入之問題，惟連日豪雨加上漲潮水體雙重作用下，保護區入口處南側移動式抽水機旁已有數棵堤上樹叢傾倒至水道，堤身亦隨之崩落，該處雖未貫通堤體，但見微知著，在其他位置有無類似或更嚴重之堤身崩壞狀況，建議宜就禦潮土堤進行全線體檢工作，避免在未發現卻已發生小型破口處，於今年或明年汛期再發生如前述破堤情事。

3-3 水質狀況調查

計畫範圍之水質採樣調查工作，各年度各辦理一次，分別是 109 年 4 月 1 日及 110 年 7 月 7 日，樣站位置如圖 3-3.1 所示，各樣區檢測項目及檢測結果如表 3-3.1 及表 3-3.4 所示，110 年另增測水體、底質之氧化還原電位。

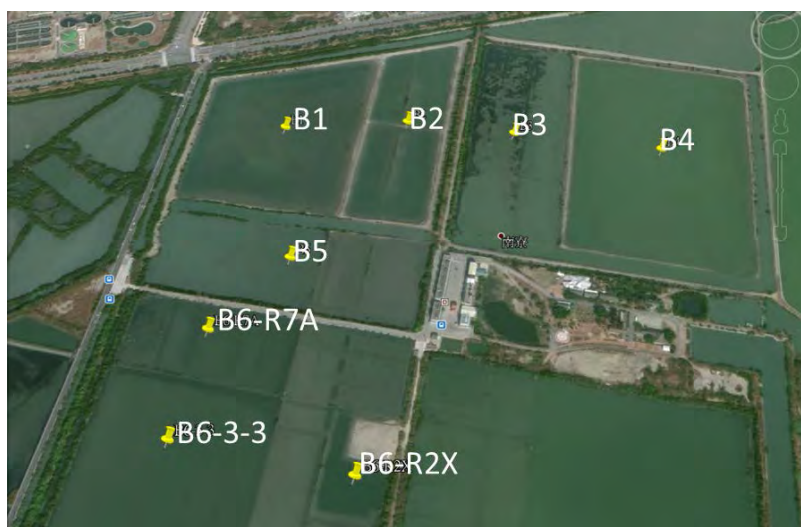


圖 3-3.1 水質、底泥採樣調查位置示意圖

表 3-3.1 109 年度 B1~B4 樣區水質及底質 TOM 檢測結果

樣品編號及名稱		單位	MDL	W109042807	W109042808	W109042809	W109042810
檢測項目	檢測方法			B1	B2	B3	B4
pH	NIEA W424.53A	-	-	8.1	8.1	8.0	8.2
水溫	NIEA W217.51A	°C	-	28.4	27.8	27.6	28.4
導電度	NIEA W203.51B	µmho/cm	-	55,100	52,800	54,600	52,900
鹽度	NIEA W447.20C	psu	-	36.7	35.0	36.3	35.0
濁度	NIEA W219.52C	NTU	-	55	45	90	70
DO	NIEA W455.52C	mg/L	-	6.20	5.98	5.22	7.63
DO 飽和度		%		98.1	92.2	81.3	120
氨氮	NIEA W448.51B	mg/L	0.02	0.24	0.15	0.20	0.16
硝酸鹽氮	NIEA W452.52C	mg/L	0.03	<0.10(0.08)	ND(0.03)	ND(0.03)	ND(0.005)
亞硝酸鹽氮	NIEA W452.52C	mg/L	0.0006	0.04	<0.01(0.0076)	0.02	<0.01(0.0065)
總磷	NIEA W427.53B	mg/L	0.007	0.053	0.038	0.167	0.064
葉綠素 a	NIEA E507.04B	µg/L	-	3.7	3.4	38.5	8.8
TOM(底質)	NIEA R205.01C	%		3.29	2.87	3.37	4.09

表 3-3.2 109 年度 B5~B6 樣區水質及底質 TOM 檢測結果

樣品編號及名稱		單位	MDL	W109042811	W109042812		W109042813
檢測項目	檢測方法			B5	B6-3-3	B6-R7A	B6-R2X
pH	NIEA W424.53A	-	-	7.8	8.3	-	8.2
水溫	NIEA W217.51A	°C	-	26.2	27.3	-	26.6
導電度	NIEA W203.51B	µmho/cm	-	61,600	74,600	-	75,600
鹽度	NIEA W447.20C	psu	-	41.2	51.9	-	52.6
濁度	NIEA W219.52C	NTU	-	29	45	-	65
DO	NIEA W455.52C	mg/L	-	5.22	6.57	-	5.71
DO 飽和度		%		64.9	111	-	95.5
氨氮	NIEA W448.51B	mg/L	0.02	0.31	<0.05(0.05)	-	0.08
硝酸鹽氮	NIEA W452.52C	mg/L	0.03	0.21	ND(0.01)	-	ND(0.02)
亞硝酸鹽氮	NIEA W452.52C	mg/L	0.0006	0.02	<0.01(0.0034)	-	<0.01(0.0047)
總磷	NIEA W427.53B	mg/L	0.007	0.060	0.086	-	0.093
葉綠素 a	NIEA E507.04B	µg/L	-	2.9	8.3	-	9.7
TOM(底質)	NIEA R205.01C	%		3.41	3.48	2.87	4.01

表 3-3.3 110 年度 B1~B4 樣區水質及底質 TOM 檢測結果

樣品編號及名稱		單位	MDL	W110070718	W110070719	W110070720	W110070721
檢測項目	檢測方法			B1	B2	B3	B4
水溫	NIEA W217.51A	°C	-	34.7	33.7	32.3	32.8
pH	NIEA W424.53A	-	-	8.4	8.8	7.5	8.1
鹽度	NIEA W447.20C	psu	-	22.4	24.5	24.1	23.6
DO	NIEA W455.52C	mg/L	-	5.9	6.6	4.1	5.4
DO 飽和度		%		95.9	106	65.0	86.2
懸浮固體	NIEA W210.58A	mg/L	2.5	291	167	147	1,370
濁度	NIEA W219.52C	NTU	-	180	110	130	1,100
導電度	NIEA W203.51B	µmho/cm	-	35,100	38,100	37,600	36,800
生化需氧量	NIEA W510.55B	mg/L	2.0	7.4	10.4	3.1	4.6
化學需氧量	NIEA W516.56A	mg/L	4.5	50.4	64.6	46.3	33.7
氨氮	NIEA W448.51B	mg/L	0.02	0.09	<0.05(0.04)	0.48	0.37
硝酸鹽氮	NIEA W452.52C	mg/L	0.02	<0.06(0.03)	<0.06(0.04)	0.13	0.08
亞硝酸鹽氮	NIEA W452.52C	mg/L	0.0007	0.02	ND(0.0002)	0.10	0.10
總磷	NIEA W427.53B	mg/L	0.007	0.103	0.150	0.077	0.240
葉綠素 a	NIEA E507.04B	µg/L	-	24.0	61.2	13.7	10.4
氧化還原電位(水)	NIEA W103.56B	mV	-	136	154	32	202
TOM(底質)	NIEA R205.01C	%	-	3.78	4.22	5.52	4.40
氧化還原電位(底質)	NIEA W103.56B	mV	-	-215	-382	-350	-282

表 3-3.4 110 年度 B5~B6 樣區水質及底質 TOM 檢測結果

樣品編號及名稱		單位	MDL	W110070722	D110070706	W110070723	W110070724
檢測項目	檢測方法			B5	B6-3-3	B6-R7A	B6-R2X
水溫	NIEA W217.51A	°C	-	29.6	30.5	-	34.2
pH	NIEA W424.53A	-	-	7.7	8.4	-	8.6
鹽度	NIEA W447.20C	psu	-	23.5	17.2	-	16.5
DO	NIEA W455.52C	mg/L	-	4.0	7.2	-	6.7
DO 飽和度		%		60.7	106	-	104
懸浮固體	NIEA W210.58A	mg/L	2.5	46.0	71.8	-	93.6
濁度	NIEA W219.52C	NTU	-	40	55	-	65
導電度	NIEA W203.51B	µmho/cm	-	36800	27800	-	26600
生化需氧量	NIEA W510.55B	mg/L	2.0	3.2	8.3	-	9.9
化學需氧量	NIEA W516.56A	mg/L	4.5	26.6	44.8	-	49.9
氨氮	NIEA W448.51B	mg/L	0.02	0.42	<0.05(0.05)	-	<0.05(0.05)
硝酸鹽氮	NIEA W452.52C	mg/L	0.02	<0.06(0.05)	ND(0.01)	-	ND(0.01)
亞硝酸鹽氮	NIEA W452.52C	mg/L	0.0007	0.03	ND(0.0002)	-	<0.01(0.0029)
總磷	NIEA W427.53B	mg/L	0.007	0.079	0.081	-	0.098
葉綠素 a	NIEA E507.04B	µg/L	-	15.7	79.9	-	64.8
氧化還原電位(水)	NIEA W103.56B	mV	-	173	215	-	178
TOM(底質)	NIEA R205.01C	%	-	7.40	4.35	7.71	3.16
氧化還原電位(底質)	NIEA W103.56B	mV	-	-395	-362	-371	-226

109 年度各樣區水質 pH 值介於 7.8~8.3、水溫介於 26.2~28.4°C、導電度介於 52,800~75,600 μ mho/cm、鹽度介於 35.0~52.6 psu、濁度介於 29~90NTU、溶氧介於 5.22~7.63 mg/L、溶氧飽和度介於 64.9~111%、氨氮介於<0.05~0.31 mg/L、硝酸鹽氮介於 ND(0.05)~0.21 mg/L、亞硝酸鹽氮介於 0.0034~0.04 mg/L、總磷 0.038~0.167 mg/L，和葉綠素 a 介於 2.9~38.5 μ g/L 等；底質 TOM 則介於 2.87~4.09%之間。

110 年度各樣區水質水溫介於 29.6~34.7 度、pH 值介於 7.5~8.8、鹽度介於 16.5~24.5 psu、溶氧介於 4.0~7.2 mg/L、溶氧飽和度介於 60.7~106%、懸浮固體介於 46~1370 mg/L、濁度介於 40~1100 NTU、導電度介於 26,600~38,100 μ mho/cm、生化需氧量介於 3.1~10.4 mg/L、化學需氧量介於 26.6~64.6 mg/L、氨氮介於 0.04~0.48 mg/L、硝酸鹽氮介於 ND(0.01)~0.13 mg/L、亞硝酸鹽氮介於 ND(0.0002)~0.1 mg/L、總磷介於 0.077~0.24 mg/L、葉綠素 a 介於 10.4~79.9 μ g/L、底質 TOM 介於 2.87~4.09%，水的氧化還原電位則介於 32~215 mV 之間；底質的氧化還原電位則介於-215~-395 mV 之間，代表底質偏厭氧環境。

水質調查結果若依照 RPI 水質標準，109 年度溶氧部分 B1、B2、B3、B5、B6-R2X 五個樣區數值落在 4.6~6.5 mg/L 間，其他樣點數值皆>6.5 mg/L；氨氮數值則皆 <0.5 mg/L，並符合丙類海域海洋環境品質標準其水質項目及標準值，應無人為廢水污染疑慮。110 年度溶氧部分 B3、B5 數值落在 2.0~4.5 mg/L 間，B1、B4 數值落在 4.6~6.5 mg/L 間，其他樣區數值皆大於 6.5 mg/L；懸浮固體部分 B1、B2、B3、B4 數值皆大於 100 mg/L，B6-3-3、B6R2X 數值落在 50~100 mg/L，B5 數值則落在 20~49 mg/L；生化需氧量部分 B1、B2、B6-3-3、B6-R2X 之數值落在 5.0~15 mg/L，B3、B4、B5 之數值落在 3.0~4.9；氨氮部分之數值皆小於 0.5 mg/L。整體而言，各樣區水質狀況不如 109 年 4 月 1 日水質採樣調查結果，研判係因年初久旱未雨，雖曾引入海水調整水質，且 5 月下旬起至 8 月陸續有規模大小不等降雨，但因計畫區水域廣大，引入海水及降雨量仍不足以改善水質趨於劣化之狀況，有待後續增加水體交換頻度予以逐步改善。

3-4 底泥採樣調查

109 年 4 月 1 日及 110 年 7 月 7 日水質採樣期間，同步進行底質採樣調查，底質取樣砂粒經烘乾後，採用美國統一土壤分類法(ASTM)進行粒徑分析，採取的底質砂樣進行粒徑分析後，分別求出有效粒徑(D₁₀、D₂₅、D₆₀、D₇₅)、中值粒徑

D_{50} 、平均粒徑 D_m 及均勻係數 C_u ，並依沉積物粒徑分布將砂樣顆粒依 Udden-Wentworth 分類法(Tanner, 1969)予以分類，如表 3-4.1 所示。

表 3-4.1 底質粒徑大小等級分類 Udden-Wentworth 分類 Tanner(1969)

Size grade	Udden-Wentworth	Diameter in millimeters
<i>Cobbles</i>	Cobbles	> 64
<i>Pebbles</i>	Pebbles	4 ~ 64
<i>Granules</i>	Granules	2 ~ 4
	Very coarse sand	1 ~ 2
	Coarse sand	0.5 ~ 1
<i>Sand</i>	Medium sand	0.250 ~ 0.5
	Fine sand	0.125 ~ 0.25
	Very fine sand	0.0625 ~ 0.125
<i>Silt</i>	Silt	0.0039 ~ 0.0625
<i>Clay</i>	Clay	< 0.0039

109 年度各樣點粒徑依表 3-4.1 分析整理如表 3-4.2 所示，各樣點粒徑分布圖如圖 3-4.1~圖 3-4.16 所示，其中，B1、B3、B4、B6-3-3、B6-R2X 及 B6-R7A 六個樣點之中值粒徑(D_{50})分別為 0.024 mm、0.014 mm、0.031 mm、0.039 mm、0.03 mm 及 0.028 mm，粒徑分類同屬於泥(Silt)；B2 樣點之中值粒徑(D_{50})為 0.075 mm，屬於極細砂(Very fine sand)粒徑等級；B5 樣點之中值粒徑(D_{50})為 0.254 mm，屬於砂(Medium sand)粒徑等級。而 B1、B3、B6-R2X 及 B6-R7A 等四個樣點之平均粒徑(D_m)分別為 0.111 mm、0.072 mm、0.098 mm 及 0.108 mm，同屬於極細砂(Very fine sand)粒徑等級；B2、B4 及 B6-3-3 三個樣點之平均粒徑(D_m)分別為 0.206 mm、0.13 mm 及 0.153 mm，同屬於細砂(Fine sand)粒徑等級；B5 之平均粒徑(D_m)為 0.287，屬於砂(Medium sand)粒徑等級。

110 年度各樣點粒徑依表 3-4.1 分析整理如表 3-4.3 所示，各樣點粒徑分布圖如圖 3-4.1~圖 3-4.16 所示，其中，B2、B3、B4、B5、B6-3-3、B6-R2X 及 B6-R7A 七個樣點之中值粒徑(D_{50})分別為 0.016mm、0.015mm、0.020mm、0.020mm、0.028mm、0.021mm 及 0.027mm 同屬於泥粒徑等級，其中 B2、B5 在 109 年分別屬極細砂、砂粒徑等級；B1 之中值粒徑(D_{50})為 0.1129mm，屬於極細砂(Very fine sand: 0.0625mm~0.125mm)粒徑等級，與 109 年度的 B1 中值粒徑屬於泥等級(0.024mm)有所差異。而 B1 樣點之平均粒徑(D_m)為 0.170mm 屬於細砂(Fine sand)；B2、B3、B4、B6-R2X 等四個樣點之平均粒徑(D_m)分別為 0.039 mm、0.052 mm、0.061 mm 及 0.042 mm，同屬於泥等級；B5、B6-3-3 及 B6-R7A 三個樣點之平均粒徑(D_m)分別為 0.071 mm、0.063 mm 及 0.070

mm，同屬於極細砂(Very fine sand)粒徑等級。

表 3-3.2 109 年度北汕尾水鳥保護區各樣區底泥粒徑分析

樣站	B1	B2	B3	B4	B5	B6-3-3	B6-R2X	B6-R7A
D ₁₀ (mm)	0.002	0.003	0.002	0.002	0.005	0.002	0.004	0.003
D ₁₆ (mm)	0.003	0.006	0.003	0.003	0.009	0.004	0.006	0.005
D ₂₅ (mm)	0.006	0.014	0.005	0.007	0.019	0.008	0.010	0.008
D ₃₀ (mm)	0.008	0.020	0.006	0.009	0.033	0.011	0.012	0.011
D ₃₅ (mm)	0.011	0.029	0.008	0.012	0.064	0.015	0.015	0.013
D ₅₀ (mm)	0.024	0.075	0.014	0.031	0.254	0.039	0.030	0.028
D ₆₀ (mm)	0.041	0.155	0.023	0.057	0.333	0.070	0.047	0.047
D ₇₅ (mm)	0.096	0.349	0.059	0.151	0.416	0.216	0.087	0.116
D ₈₄ (mm)	0.233	0.422	0.111	0.302	0.469	0.362	0.165	0.231
D ₉₀ (mm)	0.374	0.476	0.206	0.402	0.518	0.436	0.305	0.338
D _m (mm)	0.111	0.206	0.072	0.130	0.287	0.153	0.098	0.108
Cu	23.062	54.200	14.459	33.067	72.431	33.149	12.229	17.937
Cc	0.981	0.895	1.173	0.849	0.714	0.825	0.794	0.967
SD(phi)	2.730	3.692	1.698	3.386	4.058	3.590	1.534	2.185
gravel(%)	0.017	0.036	0.009	0.019	0.054	0.025	0.012	0.013
sand(%)	29.118	50.102	21.572	35.120	63.842	38.975	28.560	31.766
silt(%)	48.578	35.193	52.505	42.517	25.456	41.872	58.452	51.458
clay(%)	22.287	14.670	25.915	22.344	10.649	19.128	12.976	16.763

表 3-3.3 110 年度北汕尾水鳥保護區各樣區底泥粒徑分析

樣站	B1	B2	B3	B4	B5	B6-3-3	B6-R2X	B6-R7A
D ₁₀ (mm)	0.005	0.002	0.002	0.002	0.003	0.006	0.003	0.004
D ₁₆ (mm)	0.010	0.003	0.003	0.003	0.004	0.008	0.004	0.007
D ₂₅ (mm)	0.020	0.005	0.005	0.005	0.007	0.012	0.008	0.011
D ₃₀ (mm)	0.029	0.007	0.007	0.008	0.009	0.014	0.010	0.013
D ₃₅ (mm)	0.042	0.009	0.008	0.010	0.011	0.017	0.012	0.016
D ₅₀ (mm)	0.113	0.016	0.015	0.020	0.020	0.028	0.021	0.027
D ₆₀ (mm)	0.185	0.023	0.024	0.032	0.033	0.040	0.031	0.042
D ₇₅ (mm)	0.264	0.043	0.052	0.064	0.087	0.073	0.055	0.083
D ₈₄ (mm)	0.321	0.067	0.087	0.103	0.150	0.107	0.077	0.133
D ₉₀ (mm)	0.375	0.097	0.144	0.164	0.207	0.153	0.101	0.188
D _m (mm)	0.170	0.039	0.052	0.061	0.071	0.063	0.042	0.070
Cu	34.041	13.398	15.554	20.789	13.335	7.395	12.535	9.528
Cc	0.838	1.390	1.162	1.192	0.982	0.898	1.206	0.916
SD(phi)	2.228	1.024	1.348	1.538	1.549	0.913	0.920	1.125
gravel(%)	0.014	0.001	0.002	0.004	0.004	0.003	0.000	0.003
sand(%)	56.387	14.174	18.571	21.872	27.729	24.662	17.085	27.519
silt(%)	34.244	61.984	55.417	53.446	54.176	66.229	64.985	61.100
clay(%)	9.355	23.841	26.010	24.678	18.091	9.107	17.929	11.378

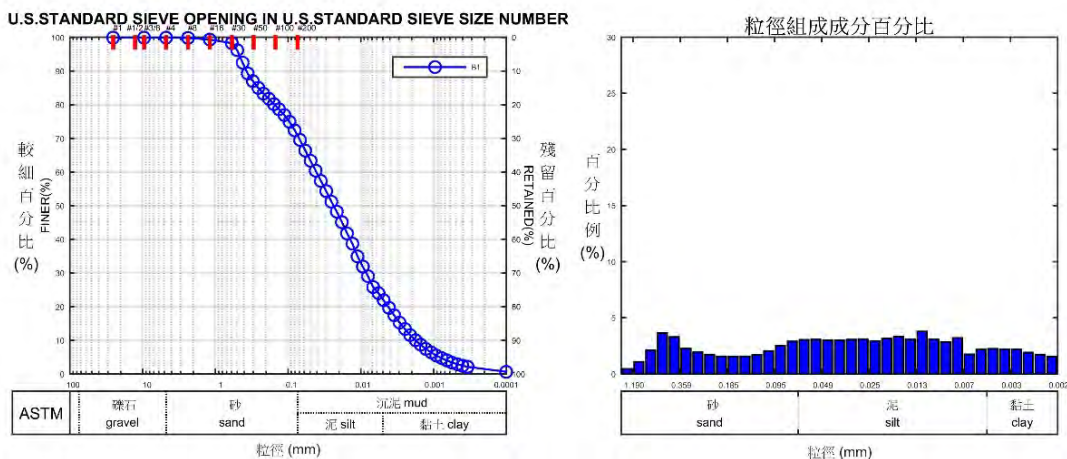


圖 3-4.1 109 年 B1 粒徑分布圖

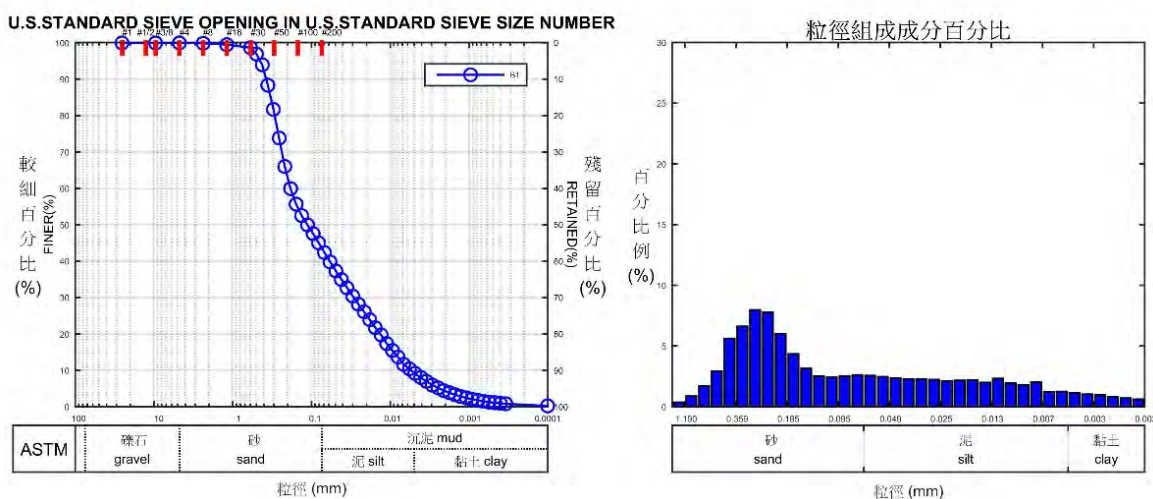


圖 3-4.2 110 年 B1 粒徑分布圖

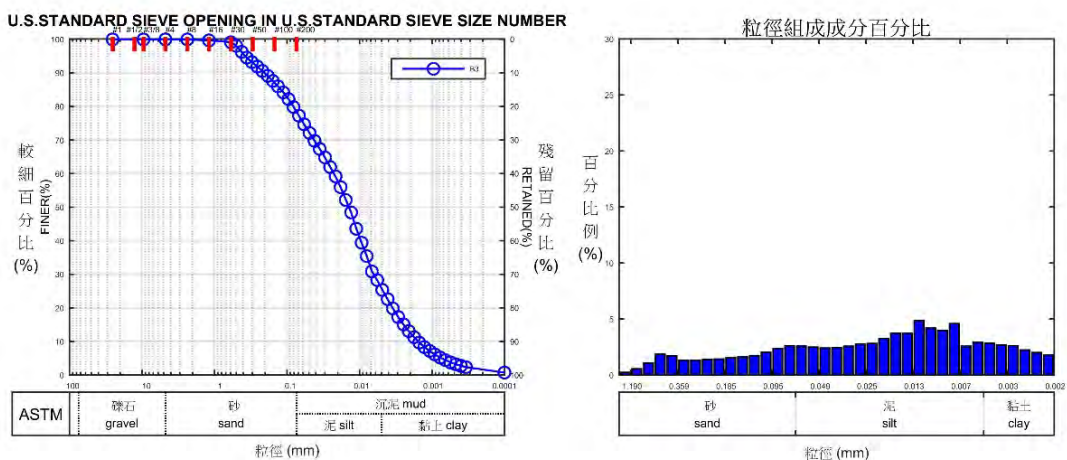


圖 3-4.3 109 年 B2 粒徑分布圖

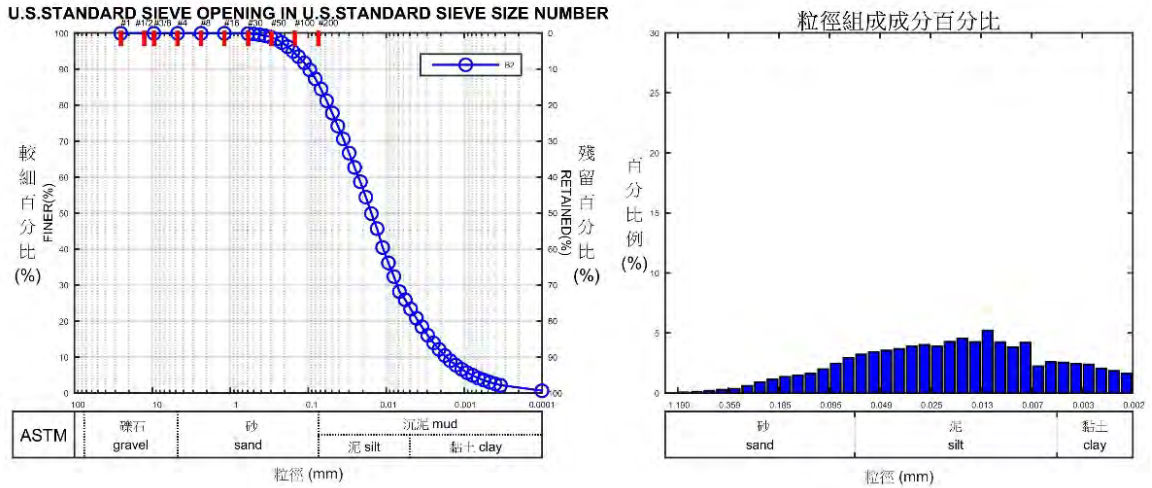


圖 3-4.4 110 年 B2 粒徑分布圖

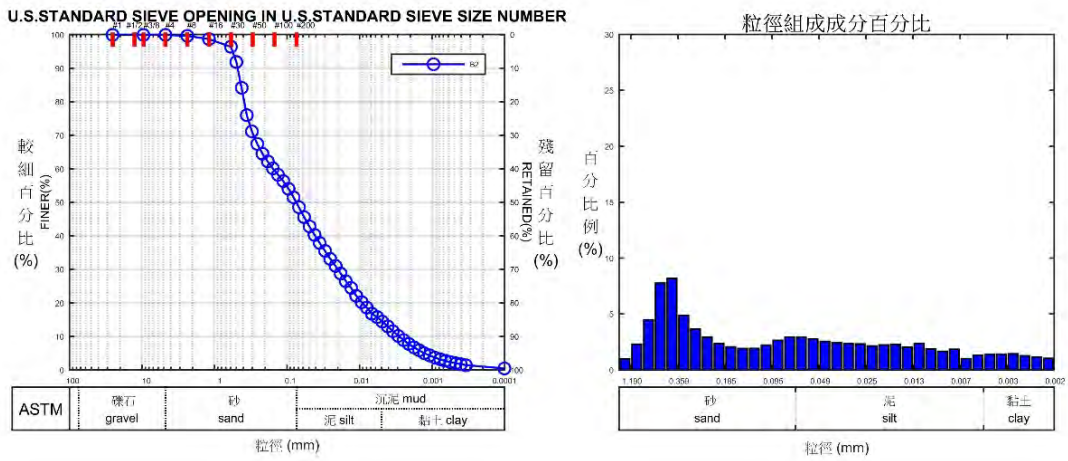


圖 3-4.5 109 年 B3 粒徑分布圖

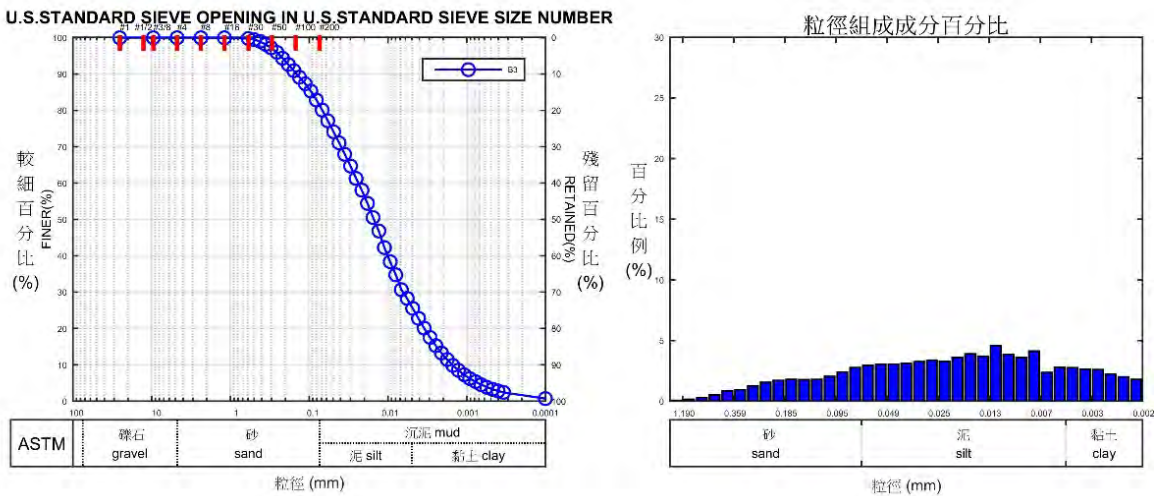


圖 3-4.6 110 年 B3 粒徑分布圖

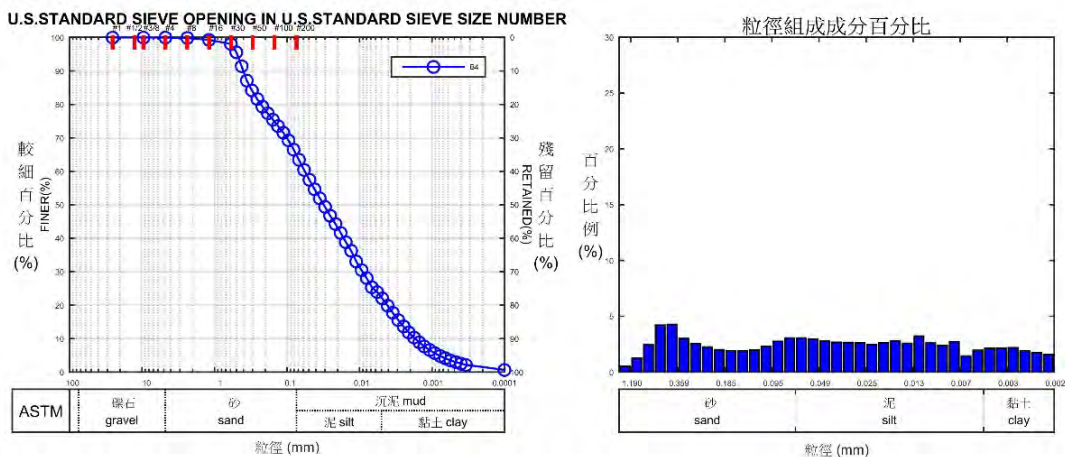


圖 3-4.7 109 年 B4 粒徑分布圖

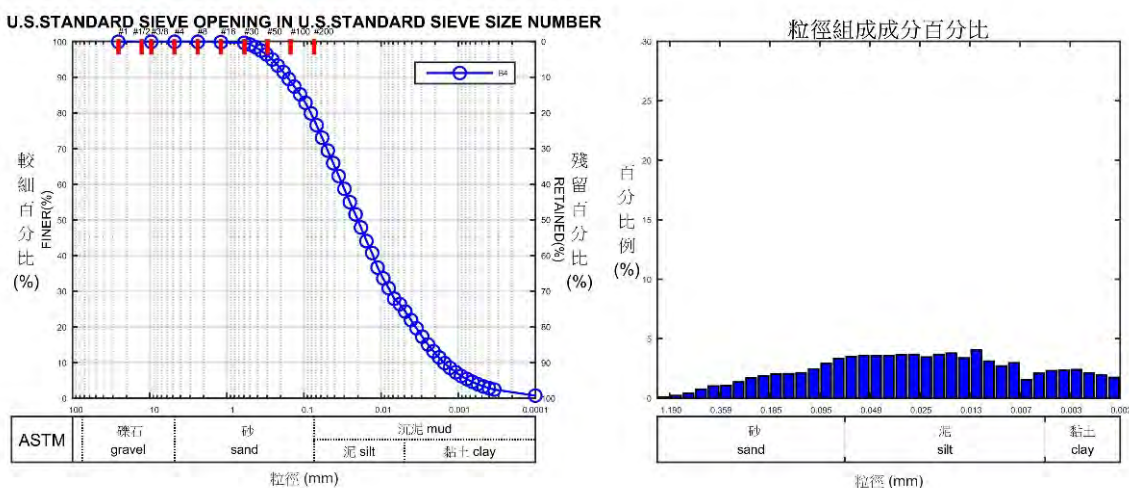


圖 3-4.8 110 年 B4 粒徑分布圖

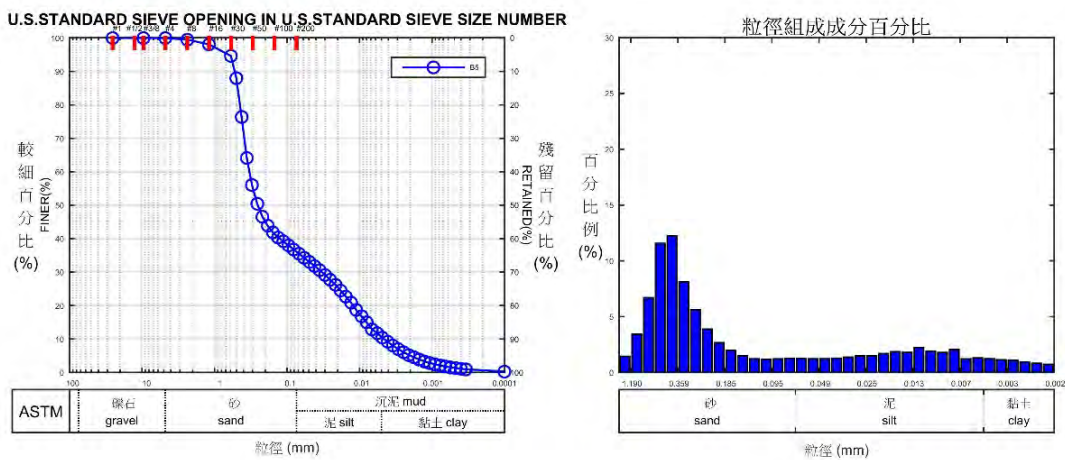


圖 3-4.9 109 年 B5 粒徑分布圖

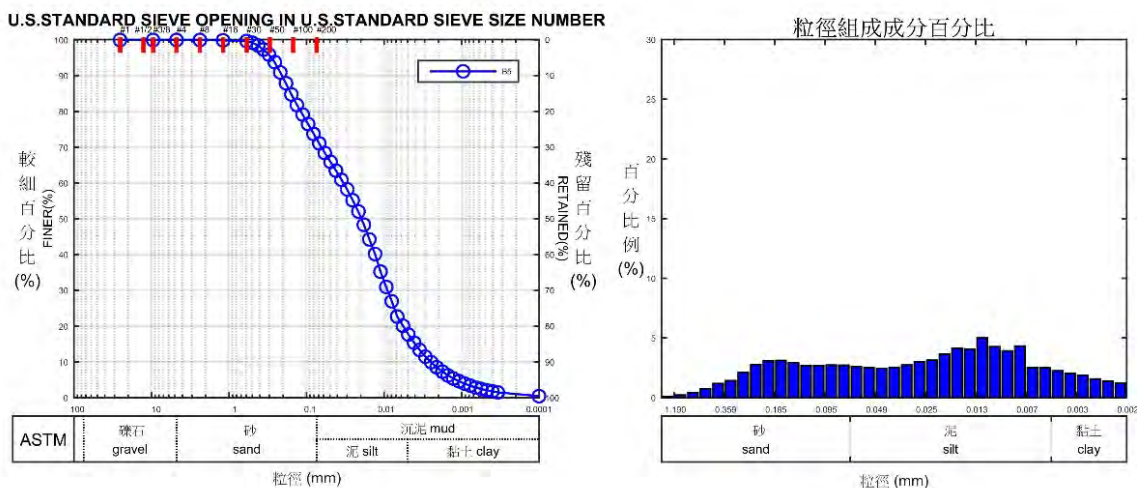


圖 3-4.10 110 年 B5 粒徑分布圖

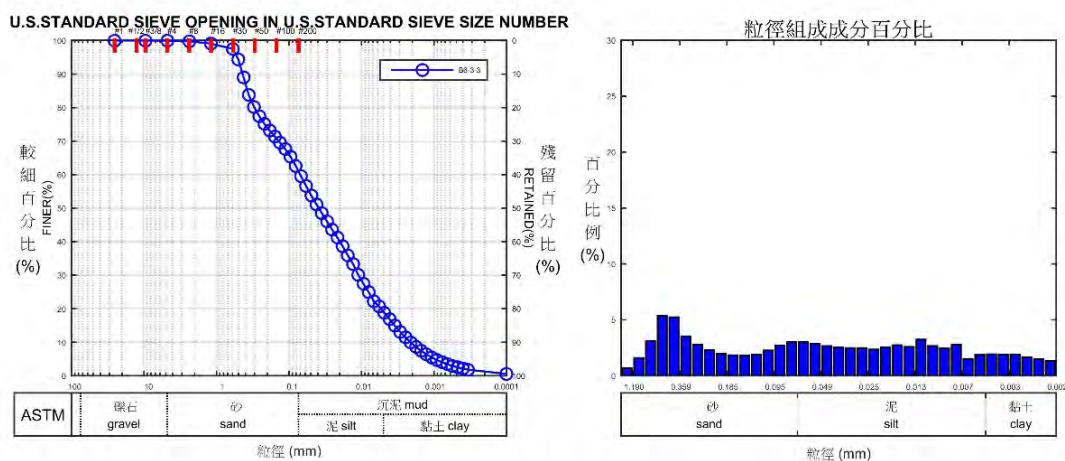


圖 3-4.11 109 年 B6-3-3 粒徑分布圖

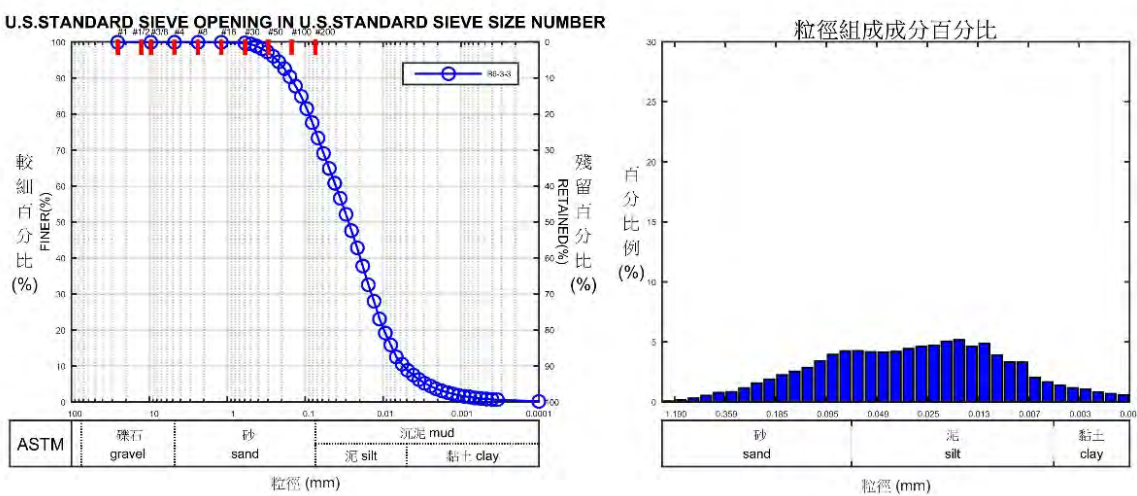


圖 3-4.12 110 年 B6-3-3 粒徑分布圖

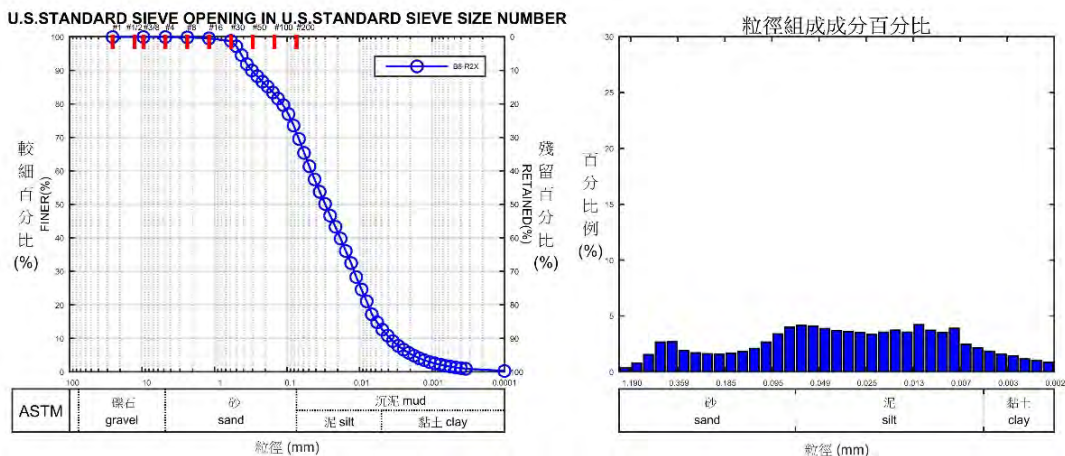


圖 3-4.13 109 年 B6-R2X 粒徑分布圖

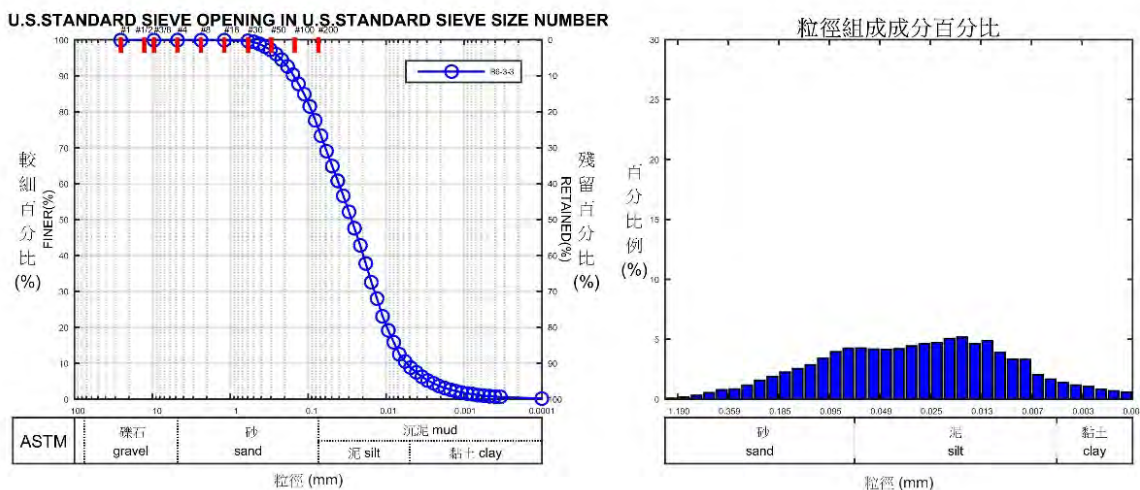


圖 3-4.14 110 年 B6-R2X 粒徑分布圖

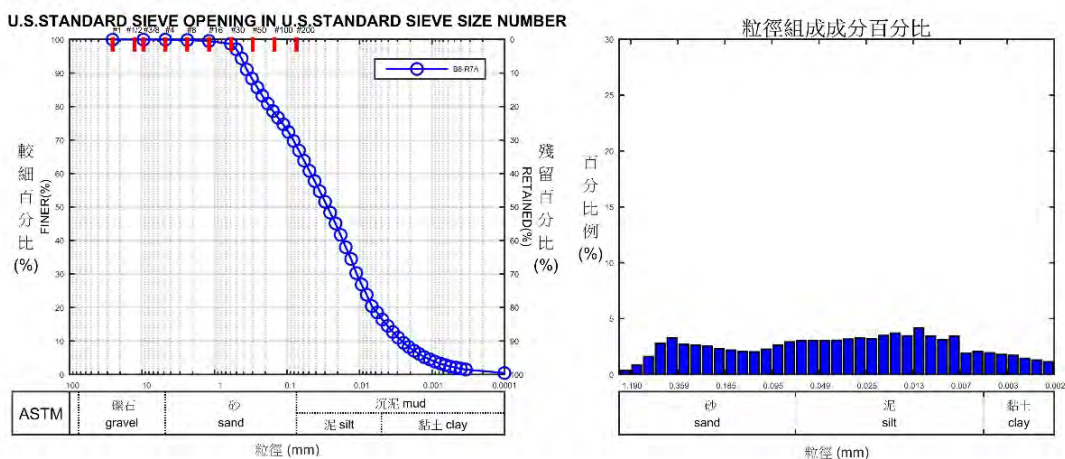


圖 3-4.15 109 年 B6-R7A 粒徑分布圖

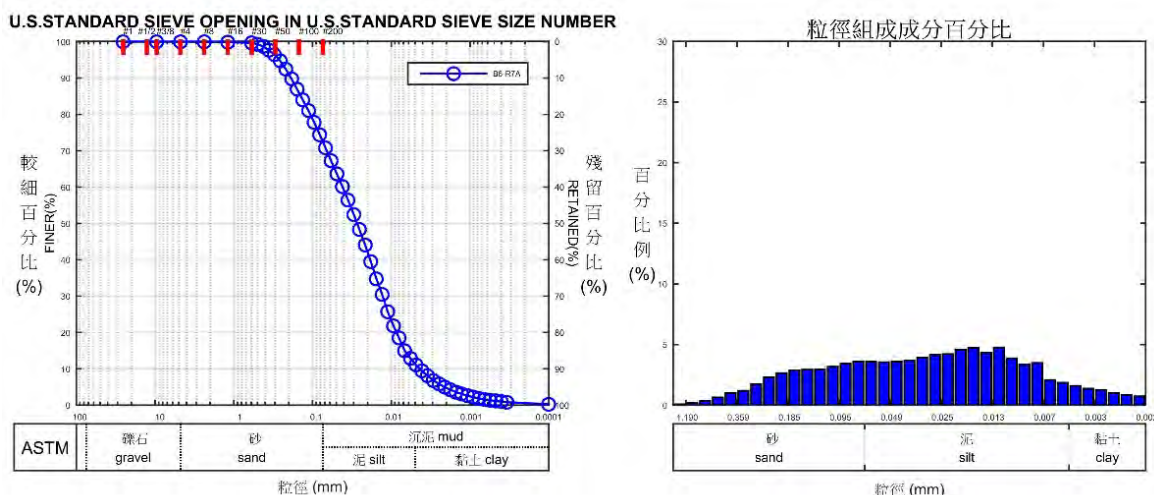


圖 3-4.16 110 年 B6-R7A 粒徑分布圖

3-5 大型底棲動物調查

110 年 7 月 7 日於 8 個樣區(位置如圖 3-3.1 所示)進行三重覆取樣的大型底棲動物採樣分析，過程中以直徑 10 公分圓柱狀底泥採樣器刮取表面底泥 (約 5,105 cm³/sample)採樣，將採取的底泥以 500 μm 孔徑的篩網過濾，以軟錘將其中的生物挑出後，置於 95%的乙醇保存，待後續的鑑定。8 樣區中 B1、B2、B3、B4、B6-3-3 等 5 樣區有採獲底棲動物共記錄 1 科 3 種大型底棲動物，各樣區大型底棲生物調查成果如表 3-5.1 所示。

5 樣區中的物種數介於 1~2 種，5 樣區的歧異度指數為 0.62、豐度指數為 0.24、優勢度指數為 0.33 和均勻度指數為 0.56，5 樣區中以 B3 種數最高，物種歧異度指數為 0.60、豐度指數為 0.16、優勢度指數為 0.41 和均勻度指數為 0.86，5 樣區的優勢物種皆為栓海蠅。

表 3-5.1 各樣區大型底棲生物調查記錄

單位：隻/立方公尺

中文名	學名	B1	B2	B3	B4	B6-3-3	合計
栓海蠅	<i>Cerithidea cingulata</i>	457	65	131	3,134	0	3,787
鐵尖海蠅	<i>Cerithidea djadjariensis</i>	0	0	326	0	0	326
燒酒海蠅	<i>Batillaria zonalis</i>	0	0	0	0	588	588
種數(S)		1	1	2	1	1	3
個體數(N)		457	65	457	3,134	588	4,701
物種歧異度指數 (H')		0	0	0.60	0	0	0.62
種的豐度指數 (SR)		0	0	0.16	0	0	0.24
優勢度指數 (1/D)		0	0	0.41	0	0	0.33
均勻度指數 (J')		—	—	0.86	—	—	0.56

3-6 水生生物調查

110年10月29日於B3、B5、B6、B7及B9樣區各設置一張蜈蚣網(0.3×0.45×7公尺、網目1公分)，於隔日10月30日回收(參見圖3-6.1所示)，檢視各樣區捕獲水生生物統計如表3-6.1所示，共捕獲5種93隻生物，其中以吳郭魚數量最多，為當地主要優勢種，其次為大眼海鯰，為數量第二多的魚種，成魚體型也較大。各樣區捕獲生物量以B6最多、B7次之，B3最少。吳郭魚為外來種，數量遠多於其他物種，對於當地魚種恐造成生存壓力。



圖 3-6.1 水生生物調查與成果圖

表 3-6.1 水生生物調查統計表

中文名	學名	B3	B5	B6	B7	B9	合計
吳郭魚	<i>Oreochromis mossambicus</i>	1	11	42	13	11	78
大眼海鯰	<i>Elops machnata</i>	2	1	4	0	0	7
沙蝦	<i>Metapenaeus ensis</i>	0	1	0	3	0	4
台灣厚蟹	<i>Helice formosensis</i>	0	0	1	1	1	3
川蟪	<i>Semisulcospira libertina</i>	0	0	0	1	0	1
合計(隻)		3	13	47	18	12	93

單位：隻

3-7 鳥類調查

110 年度依照往昔水鳥活動狀況，規劃每月辦理 2 次鳥類調查工作，考量春秋兩季鳥類遷徙季節鳥類族群變動大，3、4、9、10、11 月各增加一次為每月 3 次，而夏季 5 至 8 月則減少為每月 1 次，逐月詳細調查次數如表 3-7.1 規劃，計畫範圍調查區域劃分為 B1、B2、B3、B4、B5、B6-1、B6-2、B6-3、B7、B8、B9 等 11 個樣區(如圖 3-7.1 所示)。

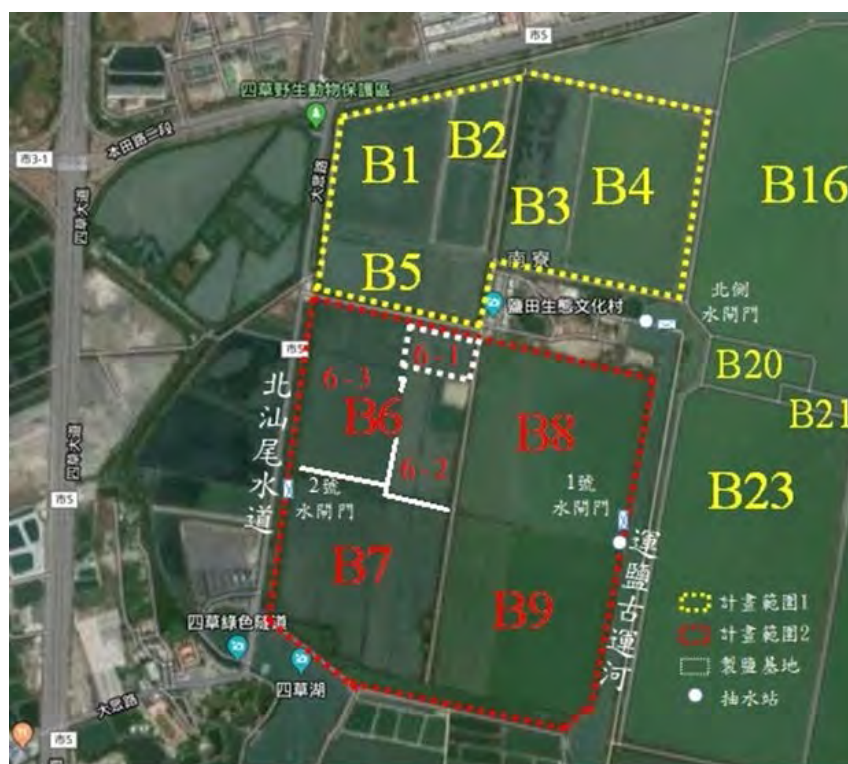


圖 3-7.1 計畫範圍鳥類調查樣區分布圖

表 3-7.1 逐月鳥類調查次數彙整表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
調查次數	2	2	3	3	1	1	1	1	3	3	3

自 110 年 1 月至 11 月為止共 23 次調查結果共記錄到 27 科 72 種鳥類，計有 11,158 隻次，各月份鳥類調查記錄如表 3-7.2 所示，鳥類名錄詳見附錄四。23 次調查數量前 5 名之優勢種為琵嘴鴨(*Spatula clypeata*) 1,563 隻次(佔 14.01%)、東方環頸鵒(*Charadrius alexandrinus*) 1,130 隻次(佔 10.13%)、太平洋金斑鵒(*Pluvialis fulva*) 1,127 隻次(佔 10.10%)、高蹺鵒(*Himantopus himantopus*) 909 隻次(佔 8.15%)、大白鷺(*Ardea alba*) 800 隻次(佔 7.17%)。計畫範圍鳥類種的豐

富度指數為 7.61，優勢度指數(1/D)為 15.71，歧異度指數為 3.16，均勻度指數為 0.73，各項指數分析方法說明請參見附錄五。

計畫範圍之鳥類數量及種數變化趨勢大致相同(圖 3-7.2~圖 3-7.3)，大致上在 4 月或 5 月有下降趨勢，自 9 月開始上升；11 月份的鳥類種數與 2、3 月相近，數量上較同為調查 3 次的 3、9、10 月份高。

表 3-7.2 各月份鳥類調查紀錄

單位：隻次

物種 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	合計
黑翅鳶	1		1									2
魚鷹	4	4			1					1	2	12
尖尾鴨	57	57	81								44	239
小水鴨	5	6	14	10							125	160
鳳頭潛鴨	15	140										155
赤頸鴨	25	115	72	1						1	16	230
琵嘴鴨	29	432	276	12						52	762	1563
東方環頸鴿	208	66	212	19	6	2	1		49	178	389	1130
小環頸鴿											1	1
鐵嘴鴿				1								1
蒙古鴿		80	272	131	4				65	64	293	909
太平洋金斑鴿	102	136	330	173	11				75	198	102	1127
灰斑鴿		71	32	3					5	18	61	190
燕鴿				1						1		2
黑腹燕鷗	4	4	25							145	8	186
裏海燕鷗	7	2		1			5	2	5		10	32
小燕鷗		3	11	72	20	13	7	4	23	6	1	160
高蹺鴿	15	70	214	180	34	28	8		141	58	52	800
反嘴鴿	17	6	19	4						2	44	92
磯鴿		2	3						3		1	9
翻石鴿		28	113	30						20	84	275
黑腹濱鴿	2	3	92							26	13	136
寬嘴鴿				10								10
紅胸濱鴿		2	4	1					17		6	30
長趾濱鴿	5										1	6
黑尾鴿										3		3
中杓鴿				1	1				5	1		8
鷹斑鴿			2	3					43	6	2	56
青足鴿	10	17	40	26	2		1	1	56	41	38	232
小青足鴿		7	11	8					136	49	19	230
赤足鴿	5	7	23	12					105	41	12	205
野鴿						3			5			8
珠頸斑鳩	5	5	3	6				4				23
紅鳩	1	2	2	5	2	6	10	2	2	9	3	44

物種 \ 月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	合計
翠鳥	1	2	2	1					3	4	3	16
遊隼											1	1
紅冠水雞	2	1	3		1		1	1		1	1	11
灰頭鷓鴣		4				1		2	2			9
褐頭鷓鴣	4	3	8	10	3	3	3	2	8	3	1	48
灰喜鵲									1		3	4
樹鵲			1	1	2				1	3	3	11
喜鵲	5	2	2	1		3			5	4	4	26
大卷尾	1			2							4	7
斑文鳥		4			2				10	13	19	48
赤腰燕	1		10	21	9	6	2	6	2	1	2	60
家燕		1		6			3		4	3		17
洋燕	8	14	1	4	2		2		13	21		65
棕沙燕		3			1	1			2			7
紅尾伯勞	2											2
鵲鴝	2	2	4	1					1	1	1	12
黃尾鴝							2					2
麻雀	26	41	31	7	3	11	4	1	11	5	9	149
白頭翁	20	25	9	22	10	10	9	6	7	14	14	146
白尾八哥	11	12	4						2	4	9	42
家八哥	2	2	1				2					7
灰頭棕鳥	1	8	1	1		1					3	15
綠繡眼	2	29	56	38	3	4	8	11	34	13	44	242
大白鷺	19	35	51	32	13	15	2	10	331	197	64	769
蒼鷺	58	55	26	1				2	65	85	58	350
中白鷺		2	2						13	1		18
紫鷺			1									1
黃頭鷺		1		5		1	1		1			9
綠蓑鷺	2		1	3	1	2	1	1		6	3	20
唐白鷺		1	5	5			1	1	12	8	4	37
小白鷺	3	8	17	30	14	4	5	4	136	62	25	308
栗小鷺		1	2		2	2	2	1	5		1	16
黃小鷺	1	1	4	5	4		1	3	6	4		29
夜鷺	3	3	15	6	8	5		8	7	6	3	64
黑面琵鷺	1	12	1	1						5	40	60
埃及聖鸚		1	13	4	5				6	12	1	42
小鸚鵡	12	9	41	6		4				19	3	94
鸚鵡	34	22	39							6	27	128
物種數	43	53	51	47	26	21	23	20	42	47	52	72
個體數	738	1569	2203	923	164	125	81	72	1423	1421	2439	11158
歧異度指數	2.73	2.82	2.89	2.75	2.76	2.61	2.84	2.69	2.76	2.92	2.50	3.16
豐富度指數	6.36	7.07	6.50	6.74	4.90	4.14	5.01	4.44	5.65	6.34	6.54	7.61
優勢度指數	8.28	9.05	12.16	9.27	11.04	9.85	13.87	11.78	10.02	12.54	6.79	15.71
均勻度指數	0.73	0.71	0.74	0.72	0.85	0.86	0.90	0.90	0.74	0.76	0.63	0.73

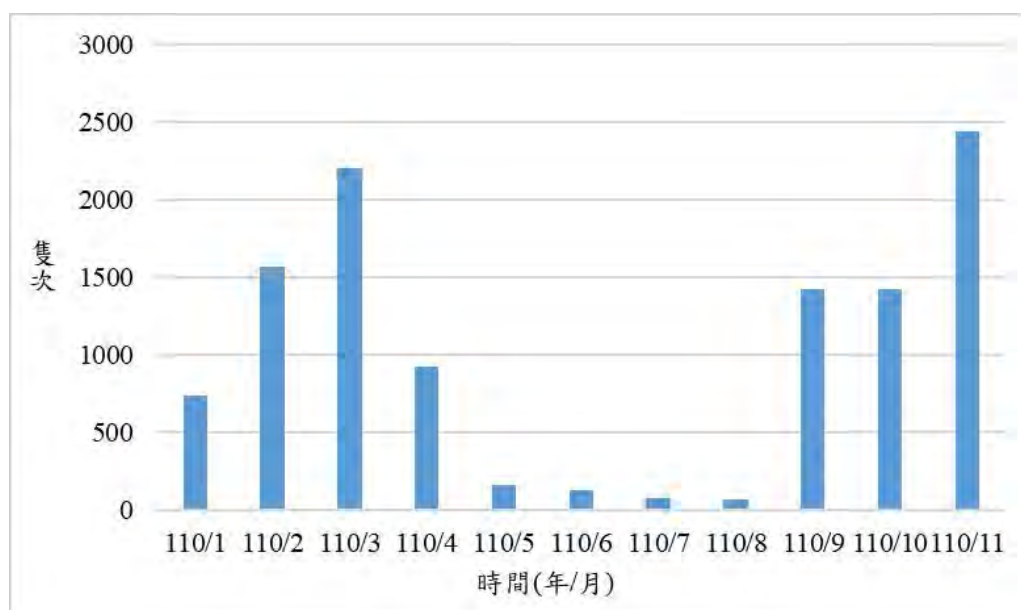


圖 3-7.2 計畫範圍各月份鳥類數量變化圖

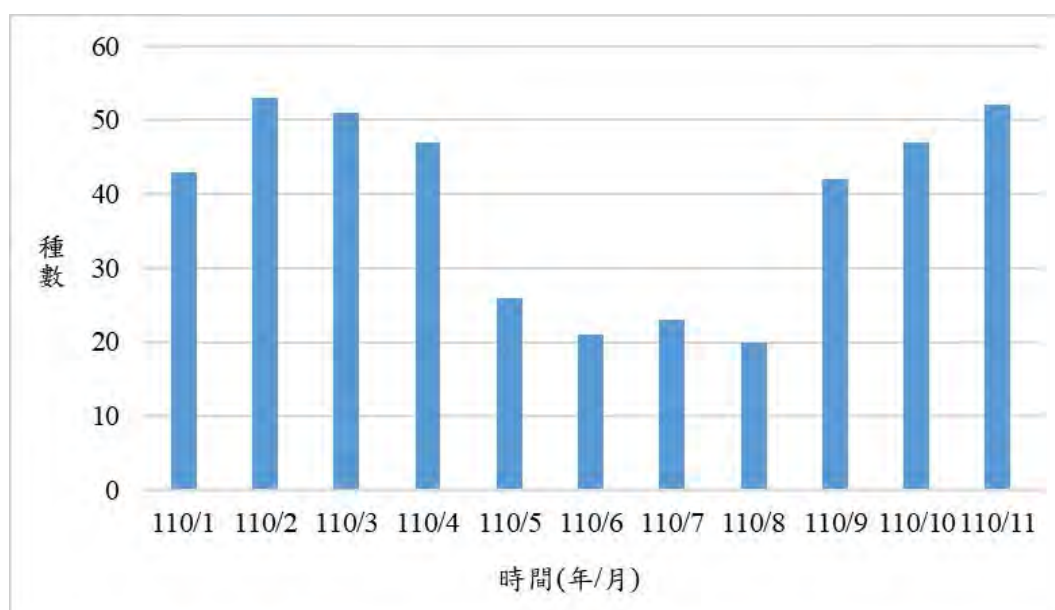


圖 3-7.3 計畫範圍各月份鳥類種數變化圖

按照表 3-7.2 所示之各月份統計結果描述如下：

一、1 月

調查日數計有 2 日。共記錄 43 種 738 隻次(表 4)；種的豐富度為 6.36，優勢度指數為 8.28，歧異度指數為 2.73，均勻度指數為 0.73。數量優勢前 3 種依次為東方環頸鴿 208 隻次(28.18%)、太平洋金斑鴿 102 隻次(13.82%)及蒼鷺 58 隻次(7.86%)。

二、2月

調查日數計有 2 日。共記錄 53 種 1,569 隻次(表 4)；種的豐富度為 7.07，優勢度指數為 9.05，歧異度指數為 2.82，均勻度指數為 0.71。數量優勢前 3 種依次為琵嘴鴨 432 隻次(27.53%)、鳳頭潛鴨 140 隻次(8.92%)及太平洋金斑鶺 136 隻次(8.67%)。

三、3月

調查日數計有 3 日。共記錄 51 種 2,203 隻次(表 4)；種的豐富度為 6.5，優勢度指數為 12.16，歧異度指數為 2.89，均勻度指數為 0.74。數量較多的前 3 種依次為太平洋金斑鶺 330 隻(14.98%)、琵嘴鴨 276 隻(12.53%)及蒙古鶺有 272 隻(14.98%)。

四、4月

調查日數計有 3 日。共記錄 47 種 923 隻次(表 4)；種的豐富度為 6.74，優勢度指數為 9.27，歧異度指數為 2.75，均勻度指數為 0.72。數量較多的前 3 種依次為高蹺鶺 180 隻(19.5%)、太平洋金斑鶺 173 隻(18.74%)及蒙古鶺有 131 隻(14.19%)。

五、5月

調查日數計有 1 日。共記錄 26 種 164 隻次(表 4)，種的豐富度為 4.9，優勢度指數為 11.04，歧異度指數為 2.76，均勻度指數為 0.85。數量較多的前 3 種依次為高蹺鶺 34 隻(20.73%)、小燕鷗 20 隻(12.20%)及小白鷺有 14 隻(8.54%)。

六、6月

調查日數計有 1 日進行調查。共記錄 21 種 125 隻次(表 4)；種的豐富度為 4.14，優勢度指數為 9.85，歧異度指數為 2.61，均勻度指數為 0.86。數量較多的前 3 種依次為高蹺鶺 28 隻(22.4%)、大白鷺 15 隻(12%)、小燕鷗有 13 隻(10.4%)。

七、7月

調查日數計有 1 日進行調查。共記錄 23 種 81 隻次(表 4)，種的豐富度為 5.01，優勢度指數為 13.87，歧異度指數為 2.84，均勻度指數為 0.9。數量較多的前 3 種依次為紅鳩 10 隻(12.35%)、白頭翁 9 隻(11.11%)及高蹺鶺有 8 隻(9.88%)。

八、8 月份

調查日數合計有 1 日進行調查。共記錄 20 種 72 隻次(表 4)，種的豐富度為 4.44，優勢度指數為 11.78，歧異度指數為 2.69，均勻度指數為 0.9。數量較多的前 3 種依次為綠繡眼 11 隻(15.28%)、大白鷺 10 隻(13.89%)及夜鷺有 8 隻(11.11%)。

八、9 月份

調查日數合計有 3 日進行調查。共記錄 42 種 1,423 隻次(表 4)，種的豐富度為 5.65，優勢度指數為 10.02，歧異度指數為 2.76，均勻度指數為 0.74。數量較多的前 3 種依次為大白鷺 331 隻(23.26%)、高蹺鴿 141 隻(9.91%)及小白鷺有 136 隻(9.56%)。

八、10 月份

調查日數合計有 3 日進行調查。共記錄 47 種 1,421 隻次(表 4)，種的豐富度為 6.34，優勢度指數為 12.54，歧異度指數為 2.92，均勻度指數為 0.76。數量較多的前 3 種依次為太平洋金斑鴿 198 隻(13.93%)、大白鷺 197 隻(13.86%)及東方環頸鴿有 178 隻(12.53%)。

八、11 月份

調查日數合計有 3 日進行調查。共記錄 52 種 2,439 隻次(表 4)，種的豐富度為 6.54，優勢度指數為 6.79，歧異度指數為 2.5，均勻度指數為 0.63。數量較多的前 3 種依次為琵嘴鴨 762 隻(31.24%)、東方環頸鴿有 389 隻(15.95%)及蒙古鴿 293 隻(12.01%)。

計畫範圍各月份優勢鳥種變化依目前已完成之 23 次調查結果整理如表 3-7.3 所示，表中各月數字 1~5 為該月份前 5 種優勢鳥種序次。

整體而言，本計畫觀測到的鳥類總數及物種數大幅變動之月份符合夏、冬候鳥來台之時節。種類最多的鷺科大都為留鳥(小白鷺、夜鷺、黃小鷺、栗小鷺、綠蓑鷺、黃頭鷺)，近年大白鷺、中白鷺也部份族群已在台南繁殖，度冬只有蒼鷺及紫鷺，唐白鷺則為稀有過境鳥。

鴿科有 7 種，青足鴿、赤足鴿、小青足鴿、黑腹濱鴿為常見度冬鳥種，紅胸濱鴿、長趾濱鴿、磯鴿大多為過境鳥種。鴿科有 6 種，東方環頸鴿、金斑鴿、灰斑鴿、小環頸鴿都是度冬常見，其中金斑鴿及東方環頸鴿有較大族群，蒙古鴿度冬族群小，鐵嘴鴿為春秋過境鳥。

表 3-7.3 各月份優勢鳥種變化

單位：隻次

物種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	合計
尖尾鴨	4											
鳳頭潛鴨		2										
赤頸鴨		4										
琵嘴鴨		1	2								1	1
東方環頸鴒	1		5							3	3	2
蒙古鴒		5	3	3							2	4
太平洋金斑鴒	2	3	1	2	5					1	5	3
黑腹燕鷗										4		
小燕鷗				4	2	3	5					
高蹺鴒			4	1	1	1	3		2			5
翻石鷗											4	
小青足鷗									4			
赤足鷗									5			
紅鳩							1					
麻雀						4						
白頭翁						5	2	4				
綠繡眼				5			4	1				
大白鷺					4	2		2	1	2		
蒼鷺	3									5		
小白鷺					3				3			
夜鷺								3				
鷓鴣	5											

雁鴨科 5 種，琵嘴鴨、赤頸鴨、尖尾鴨、小水鴨及鳳頭潛鴨都為常見度冬雁鴨。鷗科 2 種，裏海燕鷗及黑腹燕鷗皆是常見度冬鷗科鳥種。長腳鷗科的高蹺鴒為常見留鳥，秋天可見更多的過境鳥群，反嘴鴒為台南常見的度冬鳥種，其停留時間越來越長，有可能在台灣繁殖。

鷓鴣科的黑面琵鷺為度冬保育鳥種，在 1 月份調查出現 1 隻次，2 月則出現 12 隻次，3 月、4 月各有 1 隻次，10 月有 5 隻次，11 月則有高達 40 隻次的紀錄；埃及聖鷓是籠中逸鳥，因為有威脅到本地留鳥，經有計畫的獵殺，族群已急遽減少，但在 110 年度的 2~5 月和 9~11 月則有介於 1~13 隻次出現。

猛禽類，度冬的魚鷹在 1、2 月皆有 4 隻次，停留至 5 月才離境，10 月和 11 月均有隻次；黑翅鳶則已成為留鳥。其他如燕科(洋燕、赤腰燕、棕沙燕)、鳩鴿科(紅鳩、珠頸斑鳩)、秧雞科(紅冠水雞)、鶉科(白頭翁)、麻雀、翠鳥、小鷺鶯，鷓鴣科(褐頭鷓鴣、灰頭鷓鴣)多屬於留鳥。

依據年初度冬期及下半年 8 月以來之水位調控過程顯示，當調降保護區水位

降至-0.25 公尺或-0.30 公尺時，各水域之鳥相均較為豐富，其中又以 B7 及 B9 樣區為佳，概因其區位相對較為隱密之故，淺水灘地水深可低於 5 公分，甚至地面裸露，中小體型水鳥均可以棲息，大型水鳥則可在深水區水深較淺處活動。

然而因計畫範圍水位概以每 2 日 1 公分之速度漲升(概因防潮閘兩側未完全密合，漲潮期間有潮水滲入慢慢抬高水位)，除了俟潮位夠低開啟 1 號防潮閘排水體外，大致維持在-0.15 公尺至-0.20 公尺之間，以 B6、B5 試驗區營造之土丘淺水區為提供水鳥棲息場域，並視需要開啟該防潮閘南側抽水機調降水位，讓保護區水位降至-0.25 公尺或-0.30 公尺，可以吸引更多水鳥前往計畫範圍水域。

本年度基於 23 次調查之結果，以調查時紀錄之鳥種與各池水尺顯示之水深繪圖分析，各鳥種棲地利用之差異概略分類並依序分述如後。翠鳥科、秧雞科及鷺科之結果見圖 3-7.4，其中鷺科紀錄到最高水深依序為 133 公分的大白鷺和小白鷺、132 公分的夜鷺、126 公分的栗小鷺、103 公分的蒼鷺，最淺水深則為 10 公分的大白鷺、蒼鷺、中白鷺、小白鷺和夜鷺，出現水深間距較小的為黃頭鷺介於 26~50 公分；翠鳥出現之水深範圍介於 20~90 公分，紅冠水雞則介於 30~95 公分。雁鴨科、鷗科、鸕鷀科、鸕鷀科、長腳鸕鷀科及鸚鵡科之結果見 3-7.5，其中雁鴨科出現水深介於 25~82 公分，鷗科介於 2~80 公分，長腳鸕鷀科介於 10~99 公分；鸚鵡科的黑面琵鷺出現水深為 21~97 公分，埃及聖鸚則為 20~49 公分。鵝科及鸕鷀科見圖 3-7.6，鵝科出現水深介於 10~110 公分，鸕鷀科介於 20~133 公分。扇尾鷺科出現水深介於 10~133 公分、鳩鴿科介於 30~101 公分、鴉科介於 10~86 公分、卷尾科大卷尾介於 48~90 公分、梅花雀科班文鳥介於 25~78 公分、麻雀科麻雀介於 25~90 公分、鶇科白頭翁介於 10~123 公分及繡眼科綠繡眼則介於 26~101 公分水深，參見圖 3-7.7。燕科出現在紀錄水深 10~132 公分、鶇科介於 5~50 公分、鸚鵡科魚鷹介於 21~99 公分及掠鳥科介於 41~101 公分水深，參見 3-7.8。由於每個樣區僅有一支水尺，而樣區地形高程並非完全一致，因此由各樣區中的單一水尺作為該樣區所觀測鳥類出現水深，致使部份鳥種出現不合理的棲息水深狀況，而這些鳥種所出現在樣區中位置相對高程遠高於水尺的位置，如環頸鴿、太平洋金斑鴿出現在水尺水深近 100 公分或 120 公分之紀錄；又掠食性魚鷹出現在 20~99 公分的水深，其如何利用棲地(停棲或飛行)亦需有詳細紀錄釐清。故本年度鳥類出現水深僅能供作參考，實際鳥類棲息水深及棲地利用情形則需要進一步詳細之設計與調查才能得知。

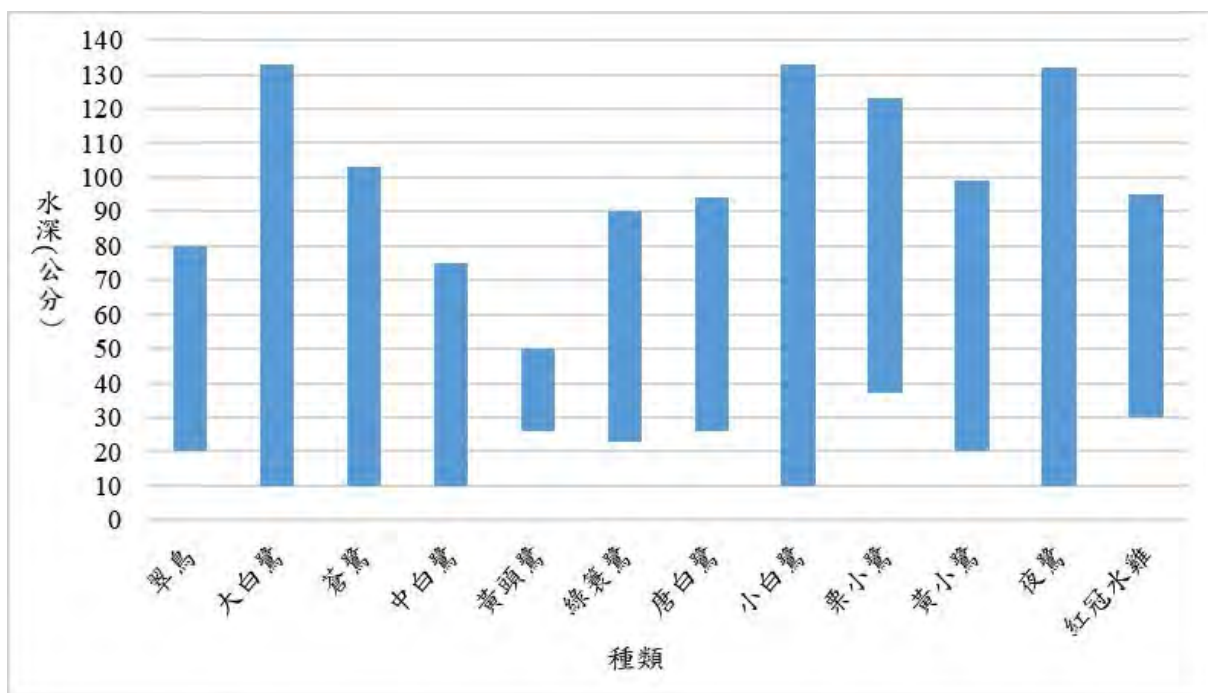


圖 3-7.4 翠鳥科、秧雞科及鷺科之水深紀錄圖

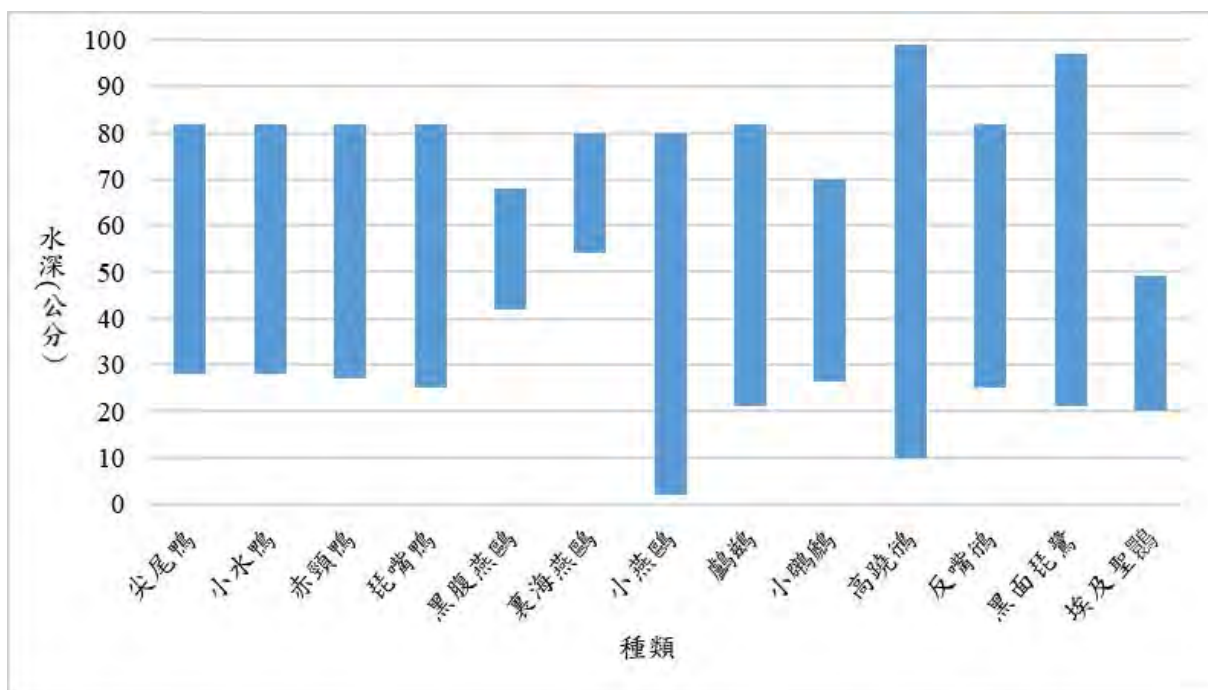


圖 3-7.5 雁鴨科、鷗科、鷓鴣科、鴨鵝科、長腳鷗科及鸚科之水深紀錄圖

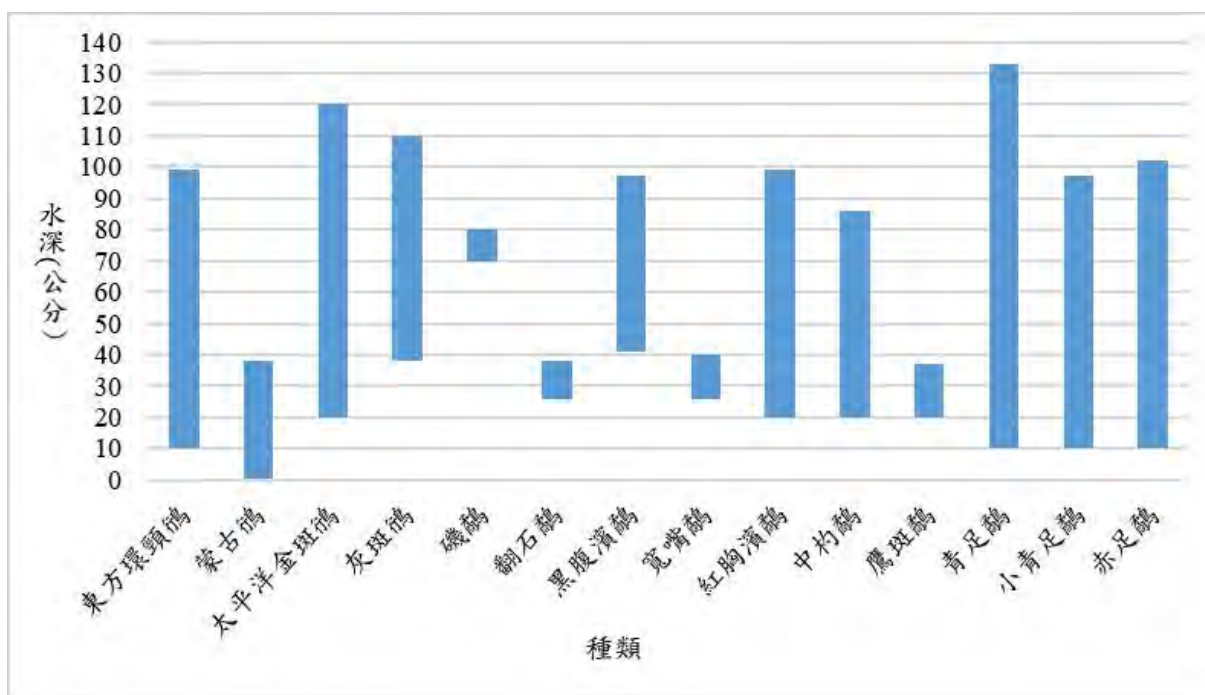


圖 3-7.6 鴿科及鵲科之水深紀錄圖

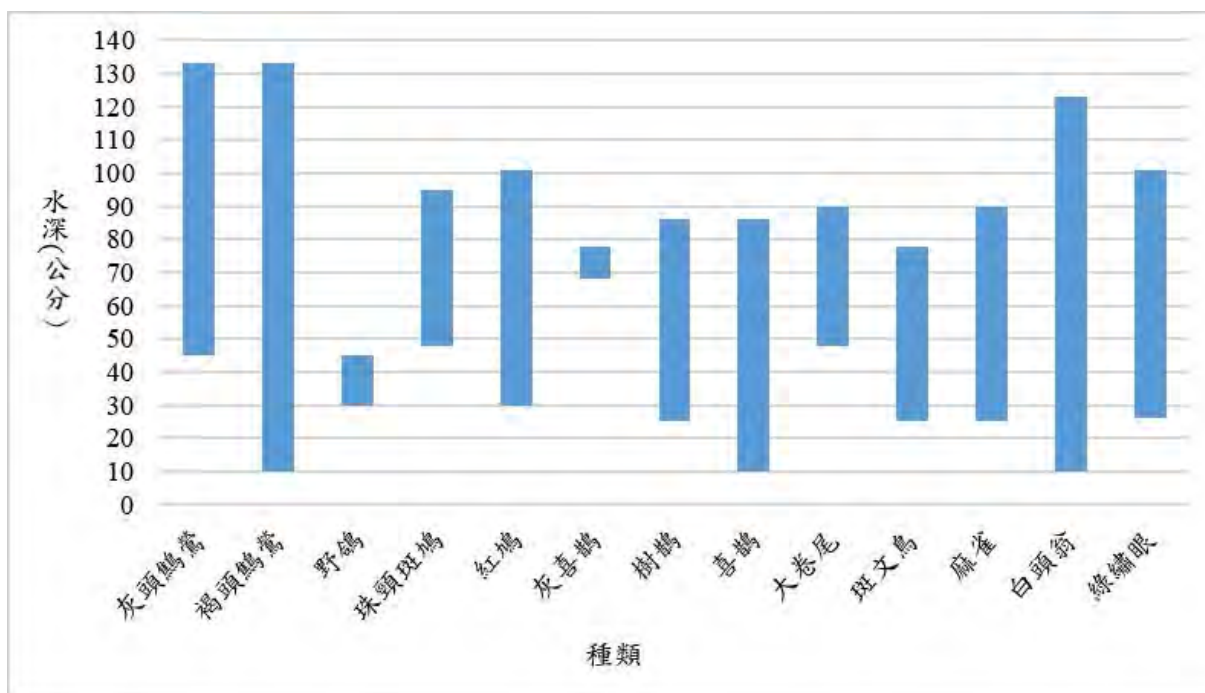


圖 3-7.7 扇尾鶯科、鳩鴿科、鴉科、卷尾科、梅花雀科、麻雀科、鶉科及繡眼科之水深紀錄圖

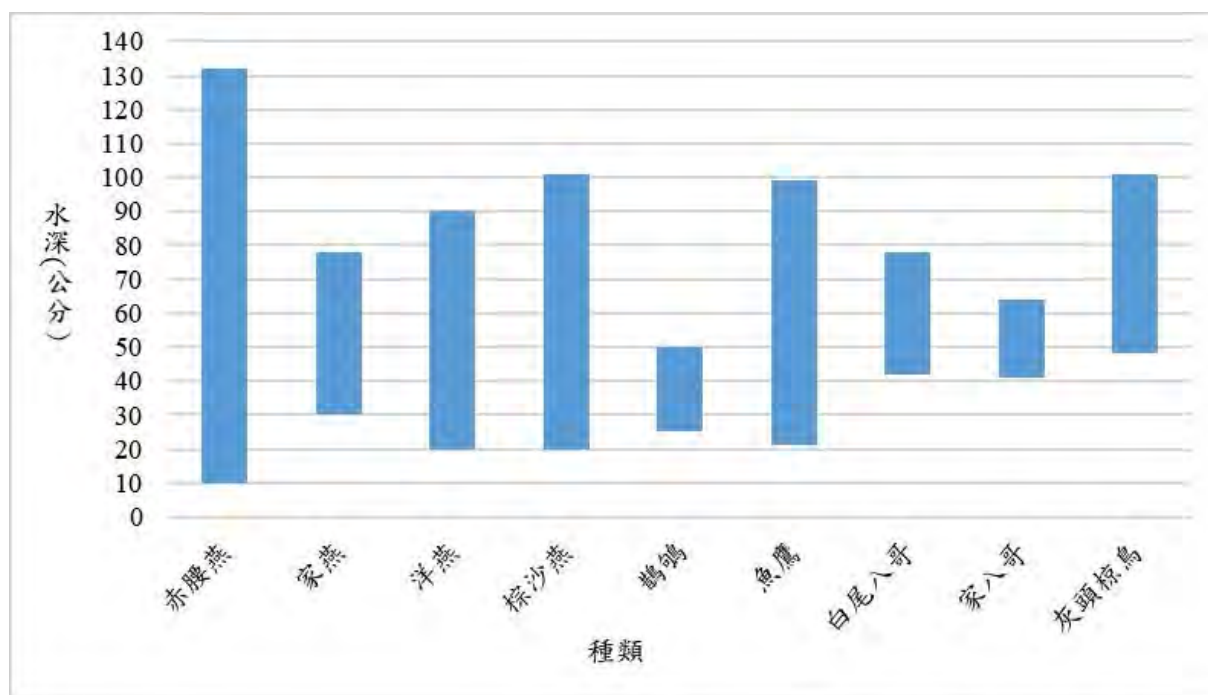


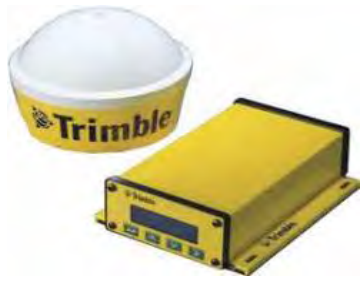



圖 3-7.8 燕科、鷓科、鸛科、棕鳥科及鷹科之水深紀錄圖

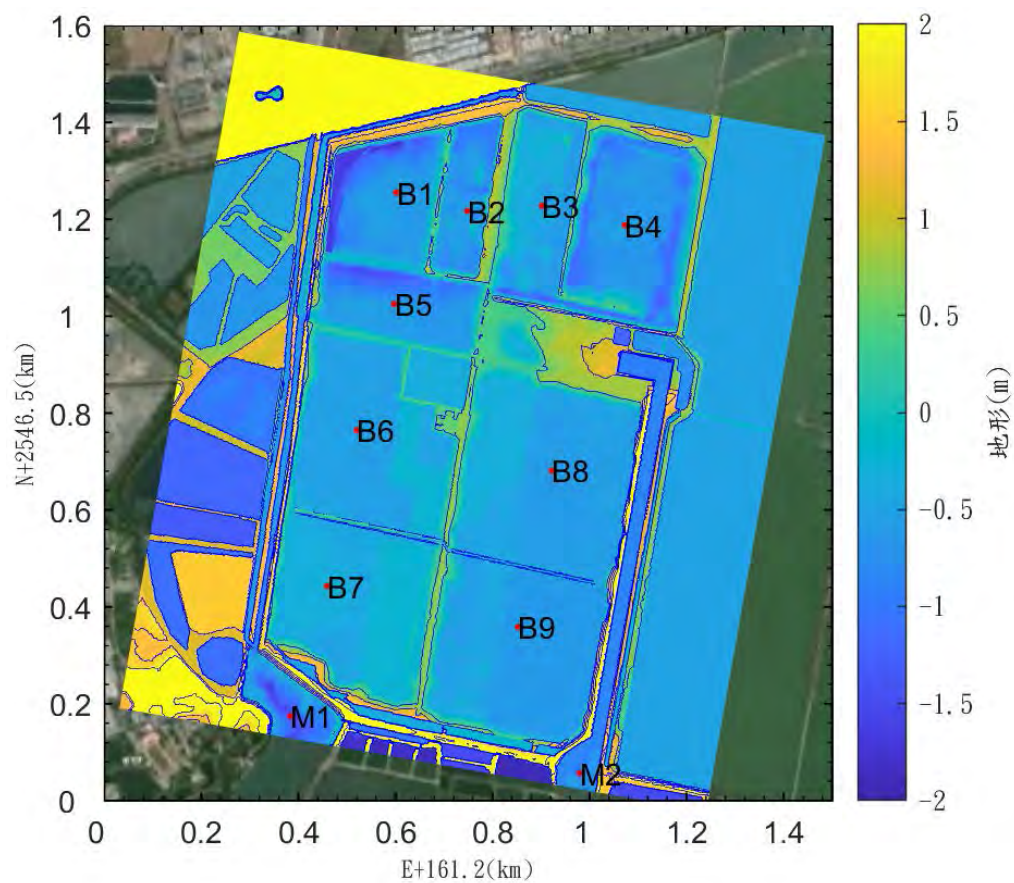
3-8 水域地形調查

為瞭解計畫範圍內各樣區地形狀況，於 109 年度辦理水域地形測量工作，作業中採用單音束水深測量方式，主要是以測深儀測深搭配 Trimble R8s 及 DSM132 DGPS 衛星定位系統定位施測，Trimble R8s 搭配內政部衛星中心的 eGNSS 網路即時差分定位可達公分級精度。使用的單音束測深儀為 CEESTAR Survey Depth Sounder 測深儀，測深解析度可達 1 公分。

作業時並同時利用 Valeport Mini SVS 聲剖儀量測水中聲速進行修正，量測後之水深資料還須搭配潮位修正，並經資料檢核無誤後之水域地形資料如圖 3-8.1 所示，做為第四章中淹水災害情境條件分析、淹水災害衝擊模式設置等數值模擬推算使用之基本資料。各項儀器型號、規格資料列如表 3-8.1 所示。

表 3-8.1 各樣區水域地形水深儀器設備照片及規格表

工作項目	儀器型式/規格	儀器相片
河川定位測量	Trimble DSM132 衛星定位儀 差分位置：水平小於1m(95%信賴區間)	
河川定位測量	Trimble R8s 衛星定位儀 差分位置：水平小於0.25 m+1ppm RMS 網路RTK：水平小於8mm+0.5ppm RMS 垂直小於15mm+0.5ppm RMS	
水深測量	Cee HydroSystems, Ceestar 測深儀 測深精度：1cm ± 0.1% of depth (200kHz) 測深範圍：0.3m~99.9m 解析度：1 cm	
聲速剖面儀	Valeport mini SVS 聲速量測範圍：至少包含1375-1900m/s 聲速解析度：0.001m/s 聲速量測精度：+/-0.02m/s 深度量測範圍：50m 深度精度：0.025(包含)	



備註：計畫範圍外地形係參考 DEM 資料繪製。

圖 3-8.1 計畫範圍施測地形概況圖

第四章 積淹水防減災設施盤點與操控評估

計畫範圍係為台江內海淤塞後之浮覆地，自古即為候鳥遷徙、渡冬之重要旅站。本區位於鹽水溪河口處，其水位受到鹽水溪水路排水影響，同時也容易受海水倒灌等因素，致使水位上升以及排水困難，此兩種淹水災害稱為(1)洪氾災害以及(2)暴潮溢淹，於洪氾災害部分，鹽水溪流域各種水利設施皆可能影響計畫區域；而暴潮溢淹情況則視颱風低氣壓以及天文潮水位作用時段而定，故分析計畫區洪水災害影響，需根據鹽水溪流域之地理環境，防災設施及極端氣候條件等三項因素加以考量。

4-1 鹽水溪流域環境與水利設施盤點

一、流域概況

鹽水溪位於台灣西南部，發源於台南市龍崎區大坑尾中央山脈南部低山地帶，主流流經台南市龍崎、關廟、歸仁、新化、新市、永康及安南等區後流入台灣海峽，幹流全長約 41.3 公里，流域面積約 343.17 平方公里。流域北側為善化沿海集水區與曾文溪流域，東邊與曾文溪流域相鄰，南臨二仁溪流域及台南沿海集水區為界。

鹽水溪豐化橋至河口段水道幾近平坦，平均坡降約為 1/3,000，河幅廣闊且易淤積，為標準之平地河川，中游新南北寮橋至豐化橋段水道坡降約 1/700，屬淺山河川；那拔林溪下游匯入鹽水溪，匯流口段為順直河川，上游河段蜿蜒於山谷中，水道坡降約 1/175。

鹽水溪下游河段河幅寬廣，且堤防多已興建，故流路穩定，中游河段雖已設置堤防，但由於河道淤積嚴重，流路較不穩定，變遷程度較高，上游河道寬度較窄，兩岸多直立岸壁，流路雖屬蜿蜒，但變遷程度較低；那拔林溪河幅較小，雖僅有下游匯入鹽水溪處設置堤防，中上游河道兩岸地形穩定，流路亦屬穩定。

二、排水系統

排水系統自出海口往上游計有鹽水溪排水系統、柴頭港溪排水系統、永康排水系統、大洲排水系統、虎頭溪排水系統等五個主要系統，其中柴頭港溪排水與永康排水主要排放台南市與台南市永康區之家庭及工業等廢水。

三、地形地勢

本計畫範圍位於台灣西南部，地勢由東往西傾斜，如圖 4-1.1，流域上游為新化丘陵，北鄰曾文河流域，南接小崗山南麓，為高程 200 公尺以下之低平丘陵。丘陵受河流切割，呈明顯之掘鑿曲流、切斷曲流、環流丘、牛軛湖等現象。地形因差異侵蝕作用而形成單面山地形，為標準之惡地形；流域中游為台南台地，台地之最高點偏東，其高程約 29 公尺，而向南北兩端逐漸降低；流域下游為海岸平原，屬於嘉南隆起海岸平原之一部分，尚屬幼年期，濱海地區為低濕環境，多利用為養魚塭或鹽田。

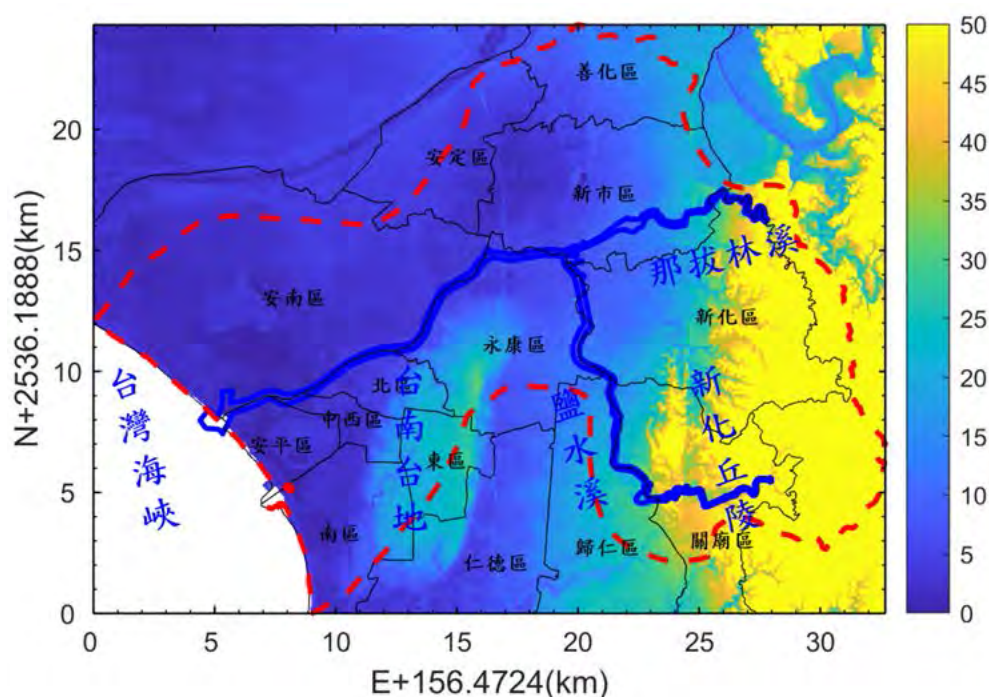


圖 4-1.1 鹽水河流域地形分布圖

四、水利設施盤點

研究區域鄰近出海口處，故整體鹽水溪水系皆可能影響下游出海口處濱海陸地溢淹情形，故本研究蒐集鹽水河流域周遭的區域排水系統及相關水利設施資料，各設施分布如圖 4-1.2 所示，圖中紅點位置為各式排水系統水門分布，鹽水河流域集水區水門數量共 263 座，詳細水門位置與構造整理如附錄九中附表 9-1，相關常駐抽水站設施分布如圖 4-1.2 綠色三角形位置共 27 處，各處抽水站位置以及抽水效率整理如附錄九附表 9-2，滯洪設施如圖 4-1.2 紫色方形處位置，共 17 處，相關位置以及容積資訊整理如附錄九附表 9-3，圖 4-1.2 所有排水設施以及系統將納入淹水模擬之條件。

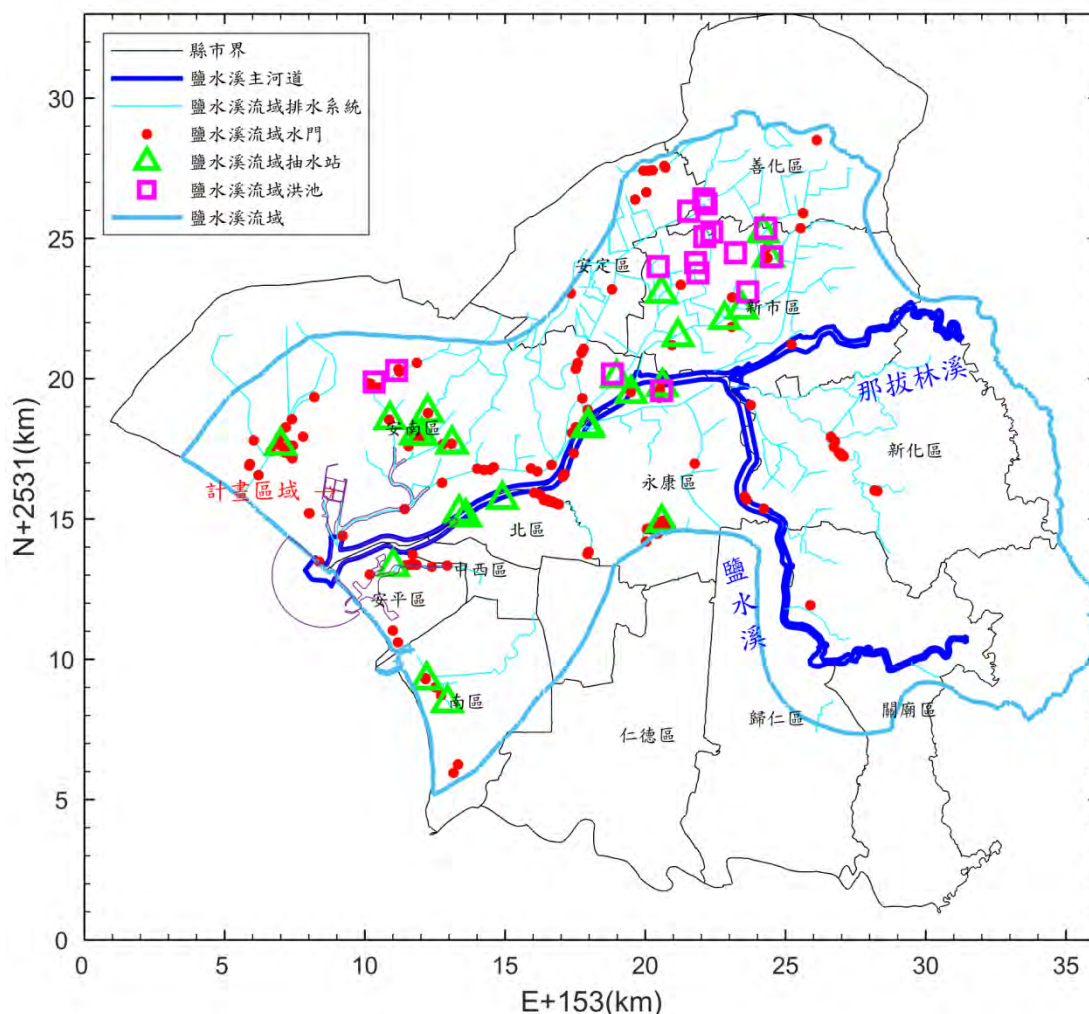


圖 4-1.2 鹽水溪流域周遭的水利設施資料

4-2 淹水災害情境條件分析

計畫區臨近海岸受海岸潮汐影響，常受海岸溢淹災害之苦，而海岸溢淹之情況概分為四種，即(1)暴潮與波浪越過堤頂之海岸溢淹；(2)河口或集水區暴漲之河口周圍海岸溢淹；(3)強降雨漫地流累積所導致之海岸溢淹(4)海堤或海岸結構物潰堤，潮浪入侵之海岸溢淹。除第四項屬於結構物破壞後，引致海岸溢淹災害外，其餘三項均為自然營力導致海岸災害(為本計畫考量之項目)，由此可知，淹水災害評估，除考量降雨條件外，海象條件亦為重要因子。

因此，此計畫所採用之模擬情境需包含海象情境與降雨情境兩種條件，進行案例搭配擬訂，以利洪水溢淹對鹽田區域衝擊評估，情境分析所採用之設計條件，採用水利署一般海堤 50 年重現期海象設計條件，各情境分析概述如后。

一、暴潮水位

本團隊過往採用波流耦合模式針對歷史颱風進行波流計算，此可同時考慮波與流之交互作用。納入 1989 年~2018 年歷史颱風事件，藉由 RVM 模擬風場與中心低氣壓條件，並進行數值計算以模擬各颱風事件之水位與波浪分布情況。而海象設計條件則是先於計畫區域鄰近海域擇選適合位置，進行頻率分析後所求得，其位置擇選除須考量位於計畫區域鄰近海域外，亦須考量該地點受近岸地形或結構物影響較不顯著之點位，以提高設計條件做為颱風波浪入射近岸之代表性。頻率分析主要依據「海岸工程學」及「臺北港波浪條件推算及設計波高基準之探討」(運研所，95 年)極值統計方法及步驟，所用套配模式及根據 CEM(Coastal Engineering Manual, 2002) 之建議，選用適合用以分析長期波浪極值之極值 I 型(FT-I 型，又稱 Gumbel)和 Weibull 之累積機率分布函數：

1.極值 I 型 (Gumbel)

$$F(x) = e^{-e^{-\frac{x-B}{A}}}, -\infty < x < \infty \quad (1)$$

$$f(x) = \frac{1}{A} e^{-\frac{x-B}{A}} e^{-e^{-\frac{x-B}{A}}} \quad (2)$$

2.Weibull 分布

$$F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{A}\right)^k}, 0 \leq x < \infty \quad (3)$$

$$f(x) = \frac{k}{A} \left(\frac{x}{A}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{x}{A}\right)^k} \quad (4)$$

其中， x 為樣本變數， $f(x)$ 為機率密度函數 (probability density function)， $F(x)$ 為累積機率函數 (cumulative probability function)， A 、 B 為描述機率密度函數形狀之參數， B 與樣本平均值 (mean) 有關，稱為位置參數 (location parameter)，而 A 值為變異數 (variance)，稱為尺度參數 (scale parameter)， k 為形狀常數， k 值大小決定機率函數之尖扁形狀，如表 4-2.1 所示。

表 4-2.1 分布函數相關統計量

分布函數	平均值	變異數
極值 I 型分布	$B + A\gamma$	$\pi A/\sqrt{6}$
Weibull 分布	$B + A\Gamma(1+1/k)$	$A[\Gamma(1+2/k) - \Gamma^2(1+1/k)]^{1/2}$

註： $\Gamma(\cdot)$ 為 Gamma 函數， γ 為 Euler 數。

針對兩分布函數以最大概似法進行推定，並以均方根誤差(RMSE)做為檢定標準，評估兩分布函數之暴潮偏差與波高統計誤差。於本計畫中，引用過往模擬成果，針對臺南曾文溪以北海域進行該配套分析。圖 4-2.1 為臺南曾文溪以南，颱風波浪以及暴潮頻率分析相關成果，表 4-2.2 則為頻率分析配套各計畫區域於各重現期下所對應的暴潮偏差及颱風波高結果，以 50 年重現期條件做為本計畫「海象設計條件」，以利情境條件推估與海岸溢淹衝擊評估所用。

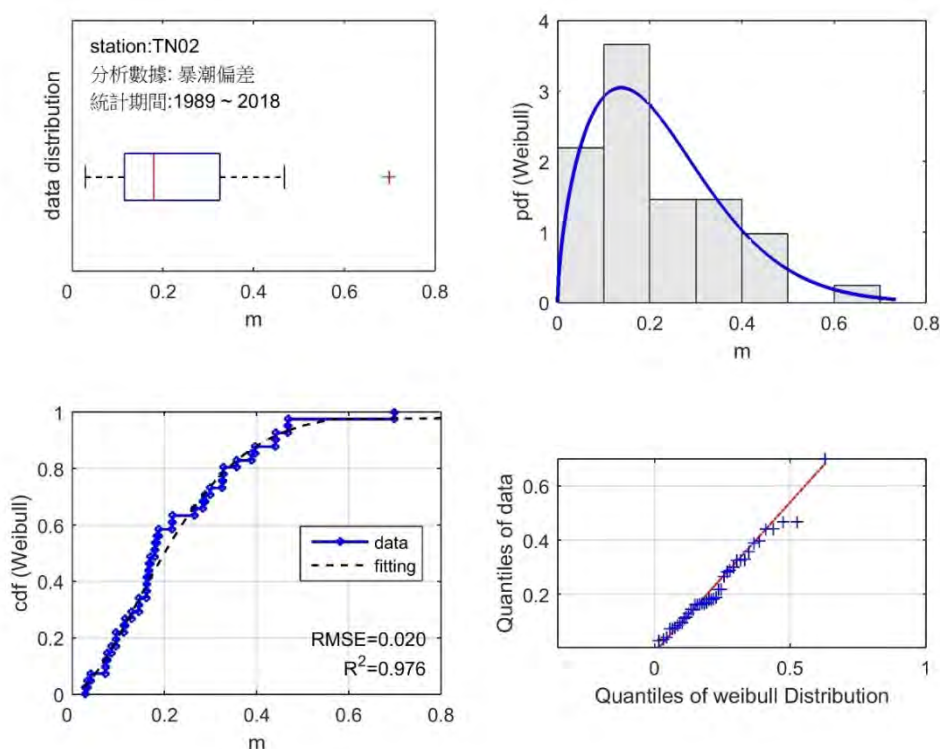


圖 4-2.1 現階段暴潮偏差以 Weibull 分布套配結果(臺南北側區域)

表 4-2.2 暴潮偏差與颱風波高推算值(臺南曾文溪以南區域)

項目	套配模式	均方根誤差	不同重現期下統計值			
			5 年	10 年	20 年	50 年
暴潮偏差 (m)	極端值 I	0.082	0.380	0.425	0.460	0.496
	Weibull	0.017	0.346	0.409	0.465	0.531
颱風波高 (m)	極端值 I	0.749	9.196	9.918	10.460	11.017
	Weibull	0.418	9.060	10.051	10.865	11.771

二、代表性天文潮

往昔進行海岸淹水災害情境分析時，天文潮部分大多以最高高潮位做為代表水位，並無考量潮位漲退潮之情況。因此，於情境設定上僅一單純潮位高度為基準，配合設計條件之暴潮偏差進行疊加，來進行情境模擬。此方式雖可

進行極端條件下波浪衝擊海岸之估算，惟配合降雨情境(不同降雨延時或降雨量)時，會因無漲退潮之現象，而導致兩種物理情境連結度較不顯著(例如：24小時雨型情境下，潮位均處於高潮位，使之內水幾乎無法退除之情況)。為強化「海象」與「降雨」氣候變遷情境之連結性，應配合降雨雨型產出各計畫區域之代表性潮位分布，再配合暴潮偏差值，才能夠合理耦合兩種情境條件。本計畫目前採用「潮汐能量法」，推估各計畫區域之代表性天文潮型，再輔以海象設計條件，則能夠獲得較合理之漲退潮特性，再配合雨型產生相對應之歷線分布，則可以較合理方式連結兩種情境條件，進行海岸淹水衝擊評估。

首先將各計畫區潮位資料(模式邊界潮位依據全球潮位模式 Nao99b 來獲得)進行調和分析得到主要的數個分潮如表 4-2.3，表僅列最南以及最北兩潮汐。簡化潮位之作法，在於保持這些主要分潮合成總能量不變的原則下，保留主要分潮 M2 不變，將其餘潮汐成份合成以一個或數個潮位資料以一個或數個虛擬分潮表示，本計畫根據 Lesser (2009) 的作法，選擇震幅強度第二以及第三之分潮合成為次要分量，故合成潮將以一個全日的合成潮 C_1 配上原來的半日潮從新調整成一日週期的潮位條件。其中震幅為 $C_1 = \sqrt{2S_2K_1}$ ，相位 $\varphi_{C1} = \frac{\varphi_{S2} + \varphi_{K1}}{2}$ ，根據震幅能量的比例，總能量與合成後的新振幅比約為(不同地點可能有不同結果，約在 1.02~1.2 之間)，故新潮型以 $1.06*(C_1+M_2)$ 成分合成，合成後的係數如表 4-2.4，進而降低合成潮位變動的週期為一天，之後為週而復始地再現，如此達到簡化潮位的目的，潮位合成後如圖 4-2.2。透過上述方法則再加入設計暴潮水位可計算台南週期為一天代表潮型(參見圖 4-2.3)。

表 4-2.3 天文潮邊界成份資料

Tidal constituent	Amplitude NW	Phase NW	Amplitude SW	Phase SW
M2	1.245	311.64	0.656	296.43
S2	0.37	350.51	0.179	334.41
K1	0.266	264.98	0.233	268.03
N2	0.234	284.48	0.131	269.89
M4	0.209	223.78	0.201	226.43
O1	0.085	260.69	0.075	264.24

表 4-2.4 簡化潮位之調和分析水位邊界條件資料

Tidal constituent	Amplitude NW	Phase NW	Amplitude SW	Phase SW
M2	1.2801	311.64	0.6747	296.43
C1	0.6024	307.75	0.3923	301.22

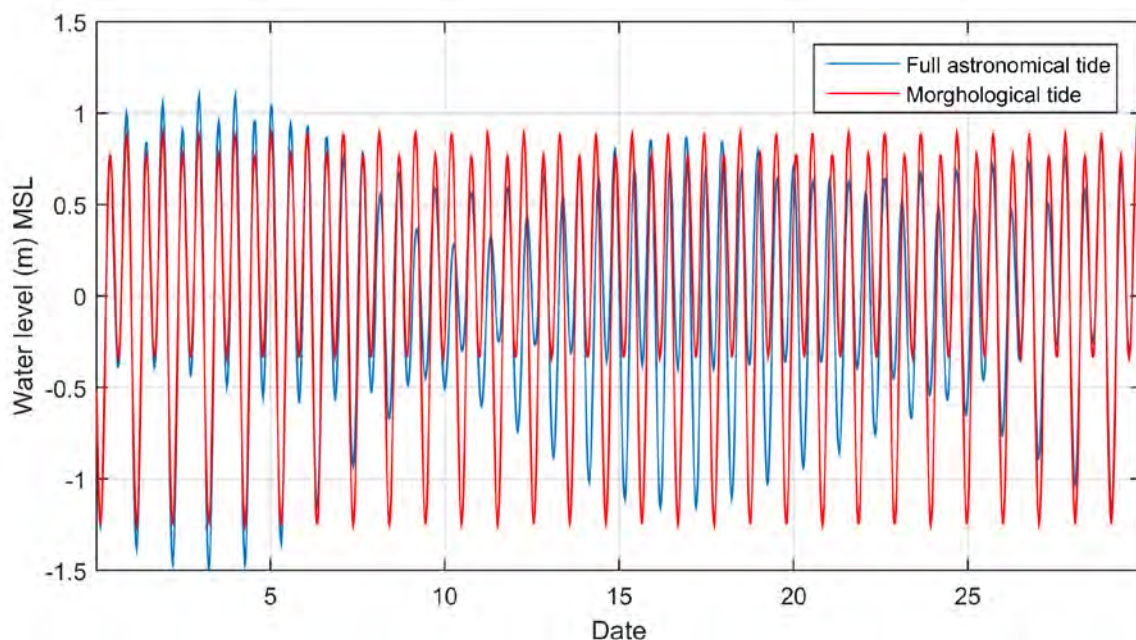


圖 4-2.2 實際潮位與簡化潮位之比較

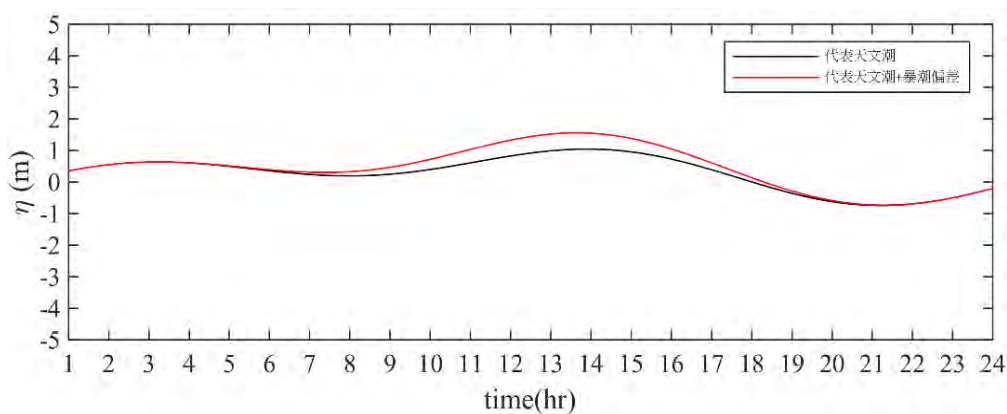


圖 4-2.3 臺南南側海域代表潮型(TN2)

三、降雨情境分析

計畫採用科技部臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台(TCCIP)的計畫成果中，針對現況與未來的降雨情境分析結果，作為淹水模式的雨量輸入條件。目前 TCCIP 選用 IPCC AR5 中 33 個大氣環流模式(Atmospheric general circulation model 簡稱 AGCM)的月平均降雨資料(解析度 250km)，以 Quantile Mapping 方法進行統計降尺度分析，目前已經可提供與動力降尺度

相同的空間解析度(5km)的日雨量資料，其成果如圖 4-2.4。

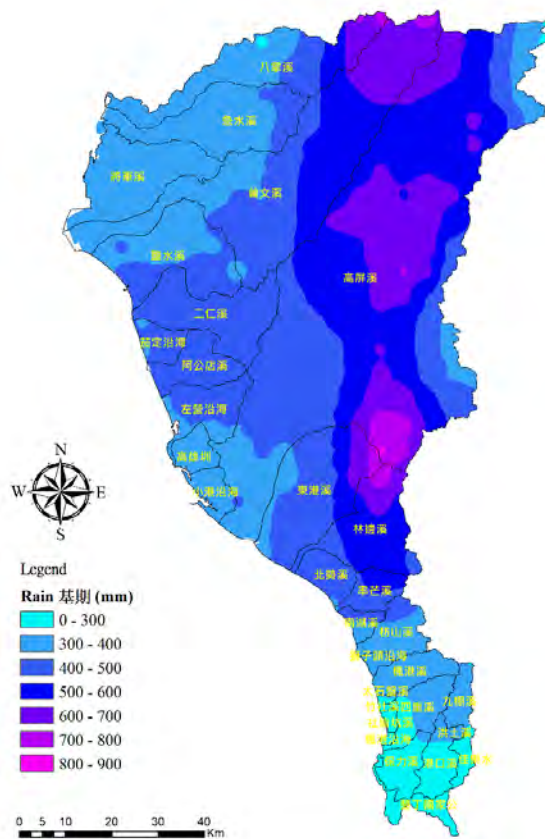


圖 4-2.4 南部地區 50 年重現期之日雨量分布

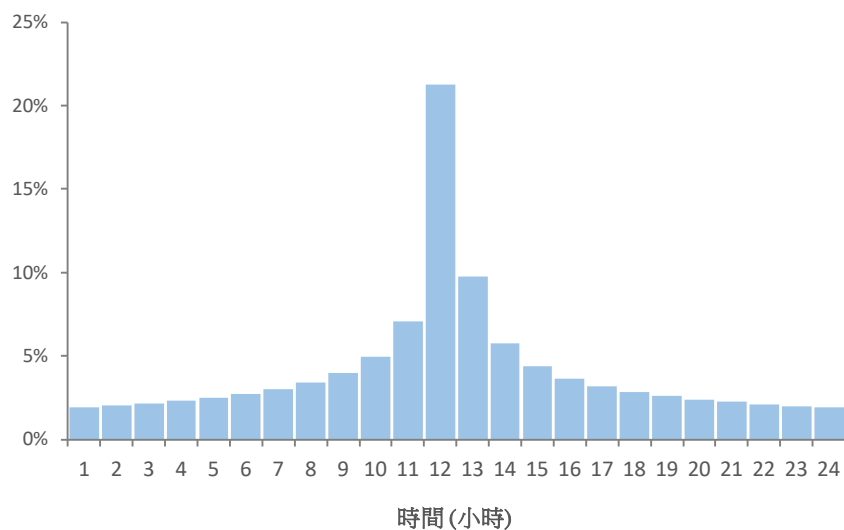


圖 4-2.5 台南雨量站之無因次雨型

為了進行高精度的淹水模擬，日雨量資料並不夠細緻，必須進一步進行時間降尺度。本研究依據全台雨量站歷史雨量之頻率分析結果所產製之 50 年重現期 Horner 公式(經濟部水資源局，2001)，採用交替組體法建構全台雨量站

24 小時之無因次雨型，台南雨量站展示結果如圖 5.2-5。在得出日雨量之雨型分布後，即可將 AGCM 模擬出來之日雨量帶入無因次雨型產製時雨量之空間分布，做為淹水模擬的上游降雨條件；下游則搭配海洋模式的模擬潮位作為邊界條件，進行基期與近未來 50 年重現期下，降雨及暴潮共同影響下之計畫區海岸淹水圖。

4-3 淹水災害衝擊模式設置

為完整模擬海岸災害情境，於數值模式擇選上，必須考量「海洋模式」與「淹水模式」兩種模式來進行衝擊評估。海洋模式主要是運用於海洋水動力及近岸暴潮水位溢淹模擬，並將近岸暴潮水位溢淹資料做為淹水模式之下游邊界設定；淹水模式除考量河川上游流量造成的溢淹災害之外，必須同時考慮降雨造成的漫地流情況。藉由兩數值模式的連結，即可同時考量暴潮溢淹（暴潮和波浪侵襲）與洪氾溢淹（河口與集水區溢淹、強降雨）兩種災害因子。於淹水衝擊評估分析中，本計畫採用 ADCIRC (Advanced Circulation model) 做為海洋暴潮水位模擬之數值模式；淹水模式則採用採用國立成功大學開發的地表下水道耦合淹水模式 (COS-Flow, Coupled Overland-Sewer Flow model)，而調控分析研究模式則透過 (CMS, Coastal Modeling System) 進行水位調控研究模擬。淹水衝擊分析將透過情境方案條件給定，分別透過兩種模式模擬各方案計畫區域海岸溢淹情況，俾供後續針對鹽田區域淹水進行衝擊評估調控模擬分析。其中各模式建構網域如圖 4-3.1 所示。

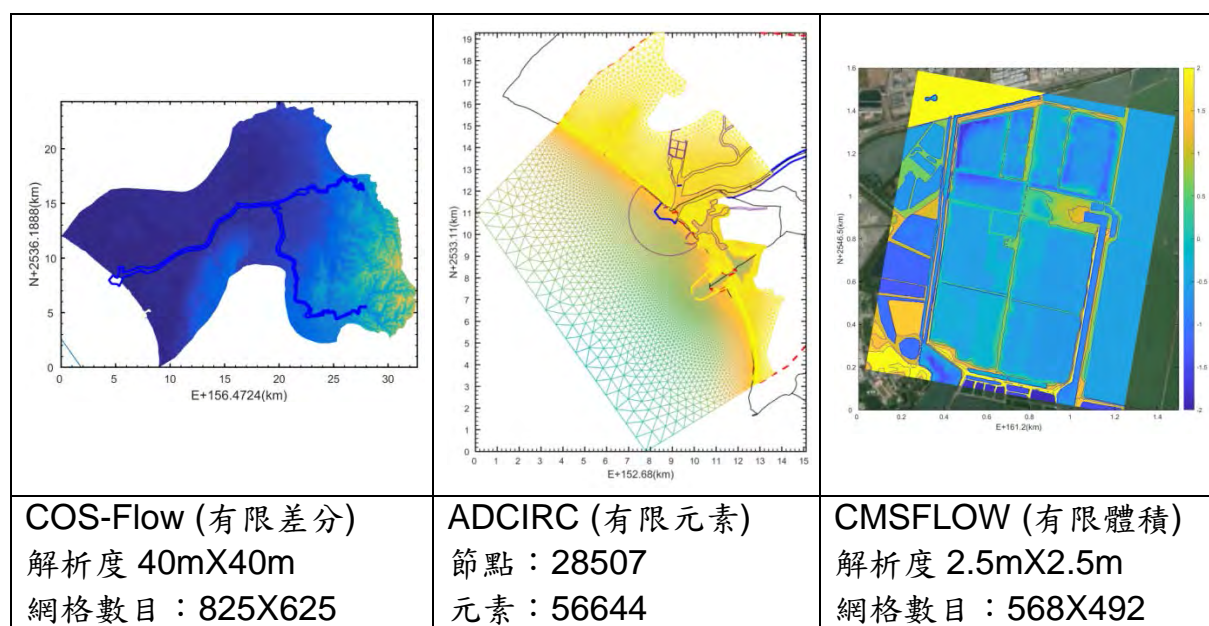


圖 4-3.1 計畫區淹水衝擊分析網格計算域與地形分部

4-4 淹水災害衝擊成果分析

淹水災害衝擊評估包含大範圍集水區之降雨模擬，中尺度水文水位以及流速模擬，以及計畫區小尺度淹水模擬，本文將計畫區相關區域，由大整體流域淹水情況，至小區域淹水災害過程模擬分述如下

一、流域降雨以及暴潮溢淹模擬

初步結果顯示在不考慮降雨的影響下，於僅有 50 年重現期海岸暴潮情境條件下結果如圖 4-4.1，其中可以發現暴潮溢淹範圍主要位於台 17 線以西之區域，包含鹽田區域其地勢低窪，於颱風來臨時，於低氣壓以及波浪對於近岸產生之波揚作用，其引致暴潮水位溢淹(俗稱海水倒灌)，已可對計畫區域造成淹水災害。進一步加入前述之集水區域降雨情境條件計算，模擬結果如圖 4-4.2 所示，結果顯示整個計畫區域周邊鹽田及魚塭區域皆呈現淹水狀態。

圖 4-4.3 為鹽水溪主河道洪水歷線模擬結果，利用 50 年重現期雨量，以及台南雨量至統計之 Horner 24 小時降雨雨型模擬結果，當上游流域抽水機全開河川洪水歷線其流量高峰較高，但整體洪水歷線延時將縮短。後續鹽水溪出海口水文變化模擬，將採用抽水機全開條件，模擬河川以及下游出海口水位以及流場變化，計畫區河川流量變化計算結果如圖 4-4.4 所示。

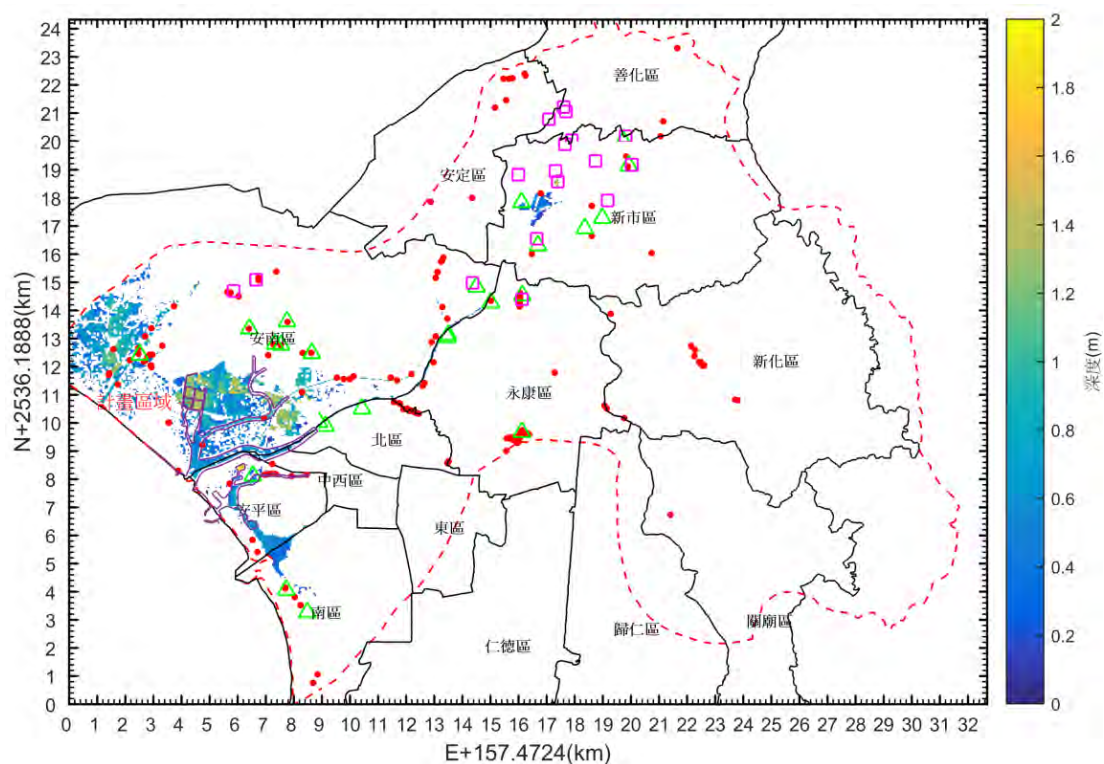


圖 4-4.1 50 年重現期 24 小時溢淹模擬範圍(僅暴潮)

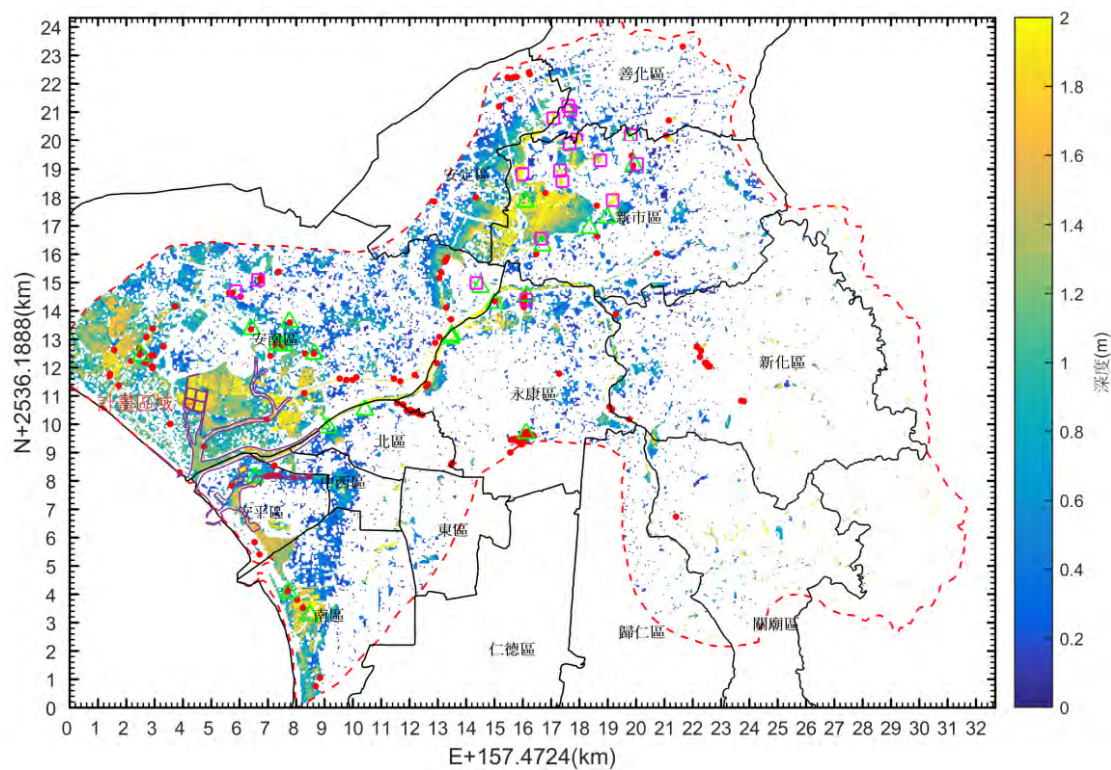


圖 4-4.2 50 年重現期 24 小時溢淹模擬範圍(僅暴潮+降雨)

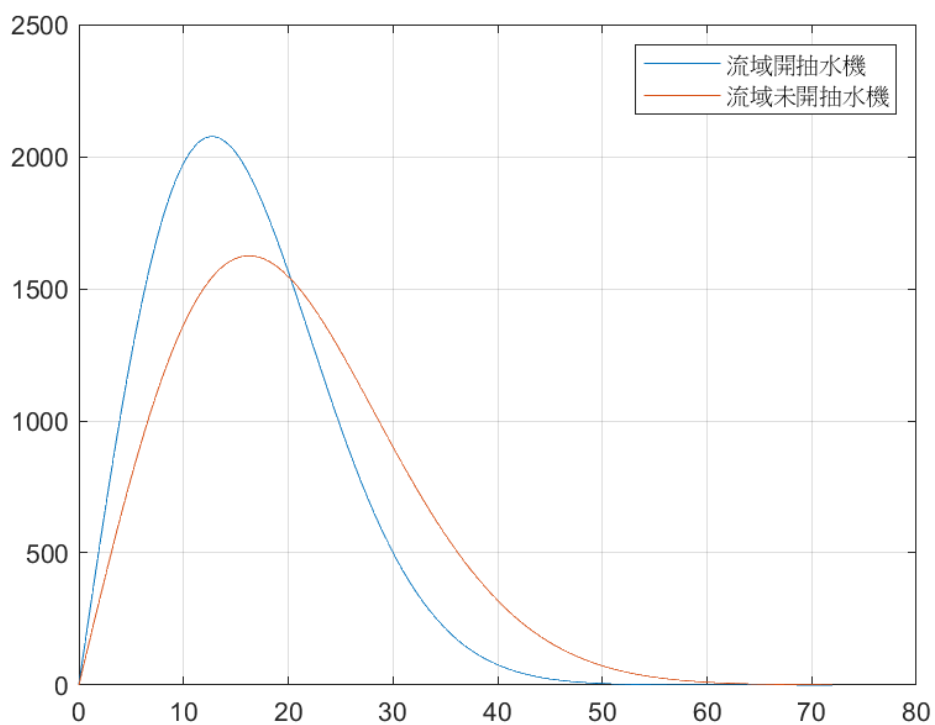


圖 4-4.3 50 年重現期設計雨量之鹽水溪主河道洪水歷線

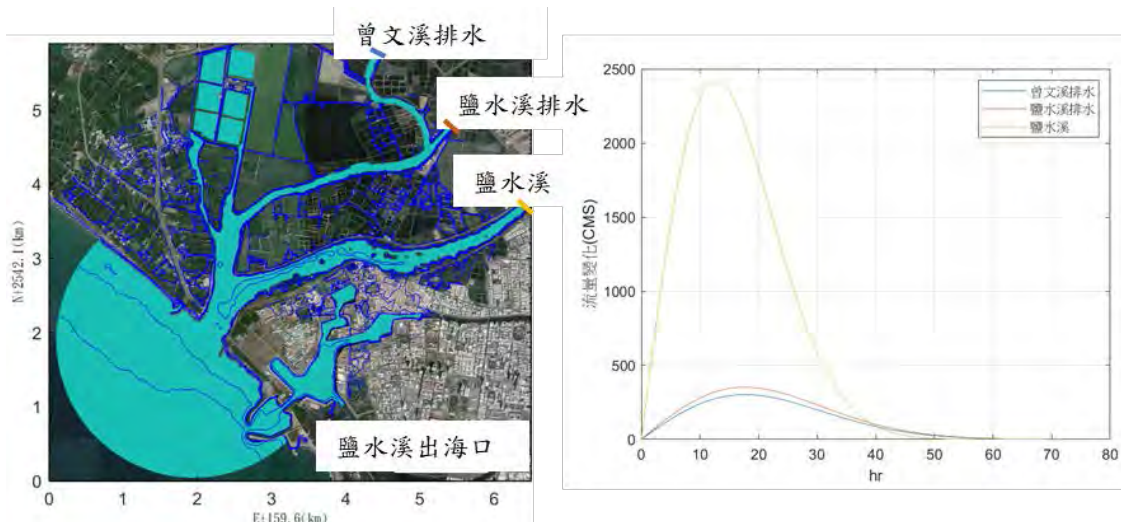
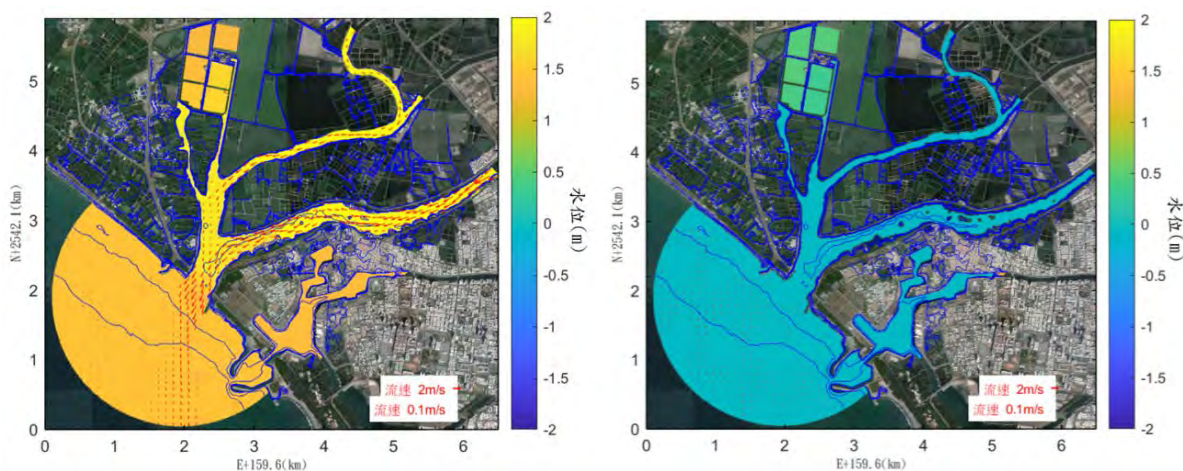


圖 4-4.4 50 年重現期設計雨量之鹽水溪流量變化

二、鹽水溪出海口區域水文水動力環境模擬

由前述模擬條件可知，設計暴潮水位以及雨型均於 12 時達到最高峰，模擬結果於出海口水為最高峰時段在第 14 小時左右，其時段鹽水溪流場變化模擬成果繪製如圖 4-4.5 所示，為 50 年重現期設計雨量之最高水位流場分布結果，顯示鹽水河流域於上游河川洪水排放以及外海暴潮水位影響下，水位可上漲至 2 米左右，計畫區由於水位緣故，部分鹽水溪洪水將匯集於計畫區域，如以鹽水溪下游防洪觀點來陳述，本計畫區域周邊鹽田皆為鹽水溪下游一帶，提供良好之滯洪池地點，可分擔鹽水溪洪峰流量，但是於退水時段，圖 4-4.6，圖為第 40 小時低潮位時段，鹽水溪出海口流域之水位變化，根據圖顯示，當外海潮位退至最低潮位時，於鹽田生態文化村處於閘門全開條件下，鹽田生態文化區內水位仍維持在 0.5m 左右，顯示計畫區排水不易之特性。



4-4.5 重現期設計雨量流場分布結果(左：洪峰時段流場 右：退水時段流場)

三、鹽田生態文化區淹水模擬

依據鹽水溪出海口區域水文水動力環境模擬結果為邊界條件，更進一步再細緻模擬鹽田生態文化村區域內淹水過程，淹水情況分為於水閘門開啟狀況以及水閘門關閉狀況兩種狀態，淹水模擬結果圖分成：(1)淹水過程(如圖 4-4.6)以及(2)退水過程(如圖 4-4.7)兩種情狀，於淹水過程可見於下雨情境模擬之第 6 小時，於 B8 樣區東側防潮閘開啟之情況下，鹽水溪的水直接從閘門進入鹽田 B8 區內，而 B8 樣區區水位則快速上升至 0.5 水位，並向四周其他鹽田漫過溢淹，水位甚至溢淹過鹽田文化村至 B2 鹽田，而此時鹽田 B8 以及 B2 有發生較大之流場流動現象，可能造成局部區域土堤毀壞，而閘門關閉情況下，鹽田區水位呈現緩慢上升狀況。於情境模擬第 9 個小時後，於東側防潮閘開啟之情況下，水位已達 1.5m，而於閘門關閉情況下，外面水位從東北角 B4 樣區開始漫過溢淹，情境模擬第 10 個小時後，於東側防潮閘門開啟情況下，鹽田水位可與外面運河水位一致，此時水位與鹽水溪流域西供水水位相當約 1.7m 左右，而於閘門關閉情況下，鹽田生態文化村外側 B16 以及 B23 樣區水位將持續上升至，最後從 B4 以及 B2 區域回淹至鹽田區域，而當運河外側水位上升至 1.5m，鹽田生態文化村入口處，也成為外水溢淹至鹽田內部之重要破口。

圖 4-4.7 為暴雨後之退水過程，於第 21 小時時段，外海水位逐漸產生退水情況，於東側防潮閘門關閉之情形下，此時鹽田區水位退水路線主要由於 B3 以及 B4 上方渠道，以及鹽田生態文化村入口流向外側，由於退水流量較小基本上所有鹽田區塊水位變化不大，於防潮門開啟情形下，由於所有區塊鹽田水位均處於較高水位，故東側防潮閘門可能為鹽田區塊的較大出口，此時鹽田大部分的水將從此出口流出，故於東側防潮閘門有產生較大之流速現象。

再者，於退水時段第 24 小時鹽田區淹水狀況模擬圖可見，於水閘門關閉情況下，鹽田區的水位退水路線主要仍然以 B3 以及 B4 上方渠道，以及鹽田生態文化村入口流為主，退水效果有限，故水位變化不大，而於閘門開啟情況下，整體鹽田區水流大多由水閘門處流出，而 B1~B5 處的積水，匯流穿越過生態文化村進入 B8 池，最後於東側防潮閘門處流出鹽田區，故於生態文化村附近以及 B8 池周圍有局部較大流場產生，這些流場為可能產生土堤破壞之主因。

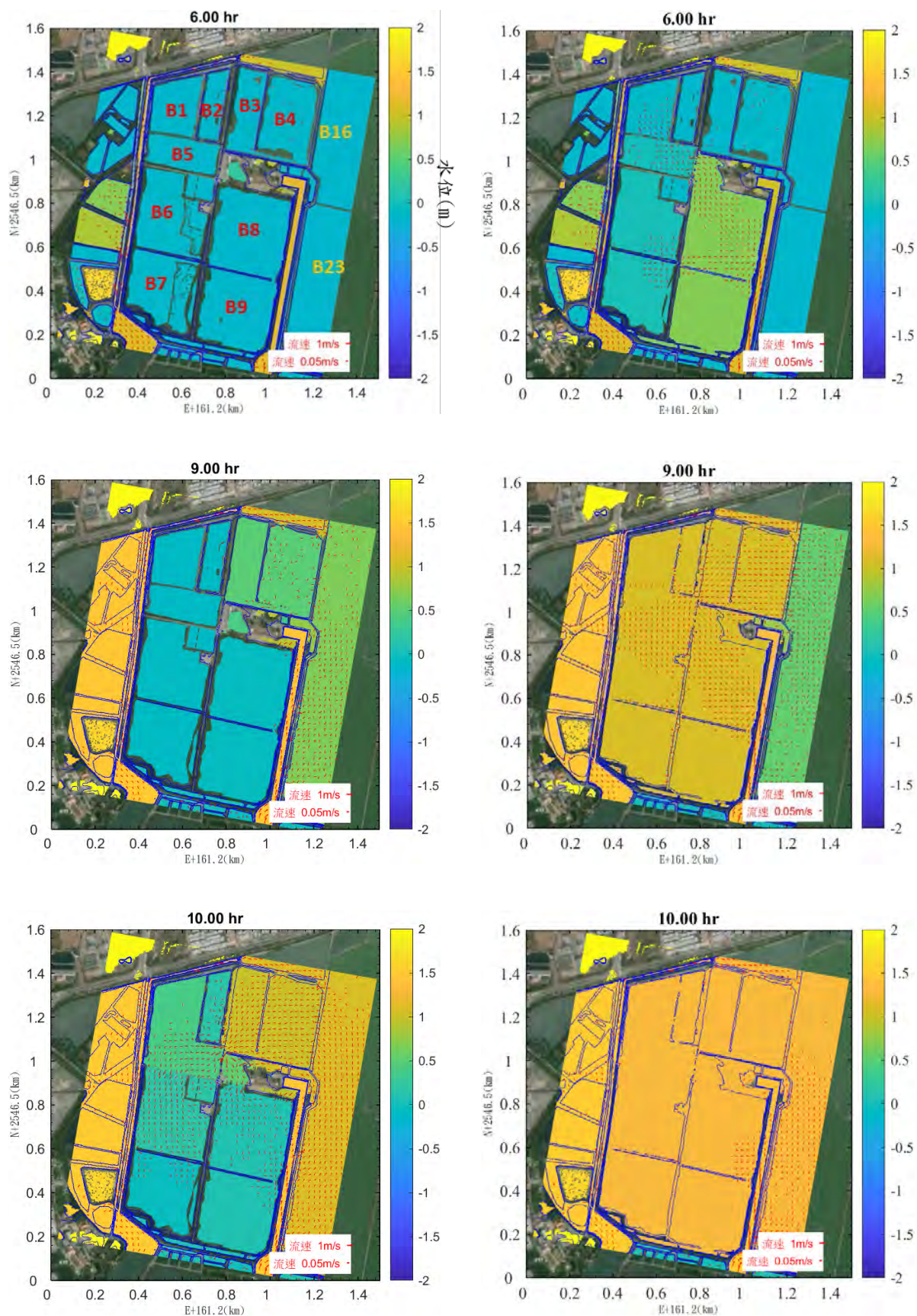


圖 4-4.6 重現期設計雨量計畫區淹水過程(左:閘門未開啟 右:閘門開啟)

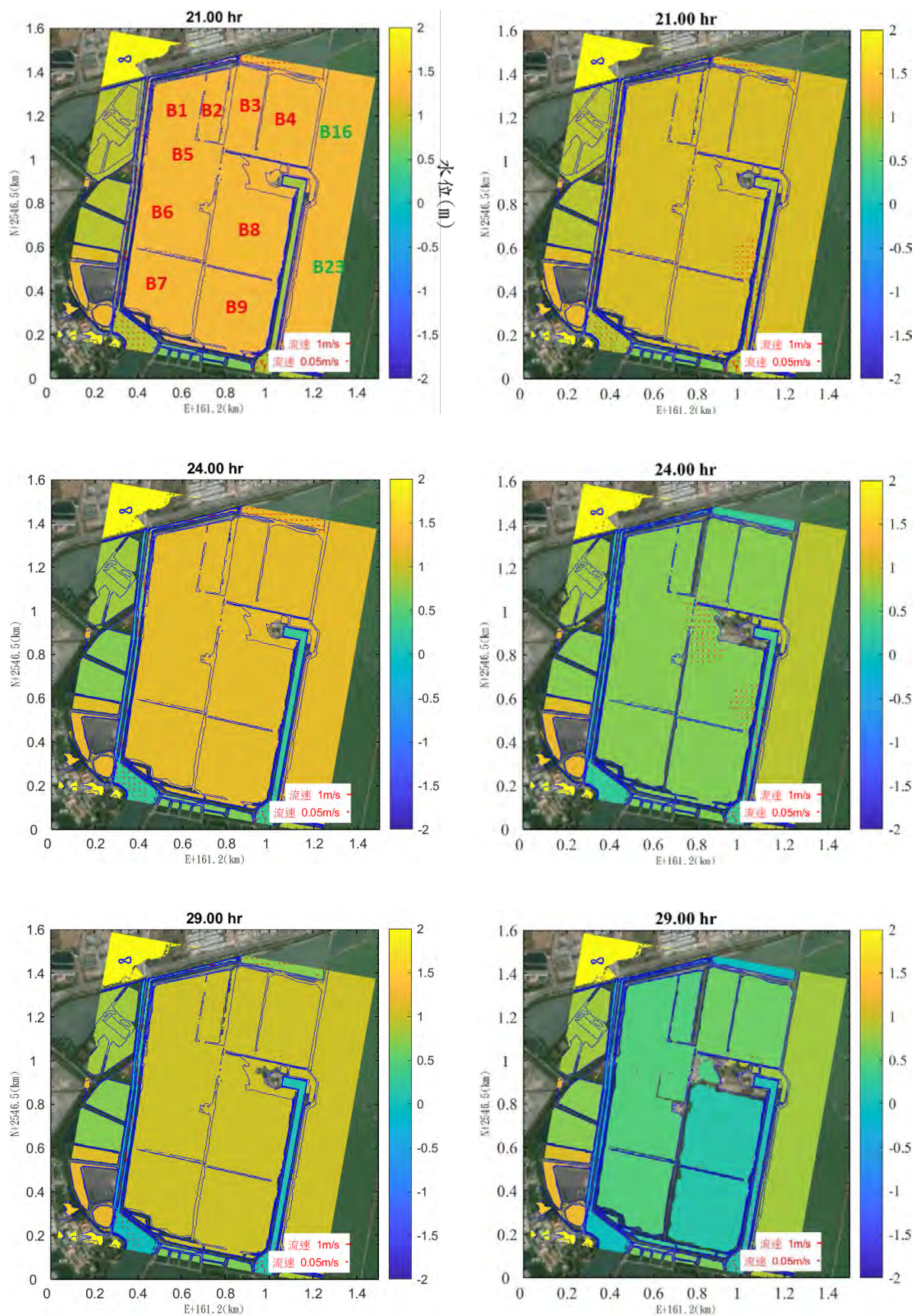


圖 4-4.7 重現期設計雨量計畫區退水過程(左:閘門未開啟 右:閘門開啟)

於第 29 小時淹水模擬結果顯示，於東側防潮閘門關閉情況下，水位退至約 1m 左右便呈現緩慢下向甚至停滯狀態，此時鹽田區內積水水面已小於周遭土堤，水面漫溢出鹽田區外狀況減少，故水面停止變化，而於水閘門開啟狀況下，而於水閘門開啟狀況條件下，B8 池水面降至 0.2 以下，而其他區域因為土堤高度的因素，各水池水位不再呈現漫溢流動，水體經鹽田渠道流向 B8 池，由於水體傳遞流量較小，造成各池水面不一致的情況。

圖 4-4.8 為於鹽田生態文化村內淹水模擬水域之地形概況及各計算樣區放置數值觀測點位置。

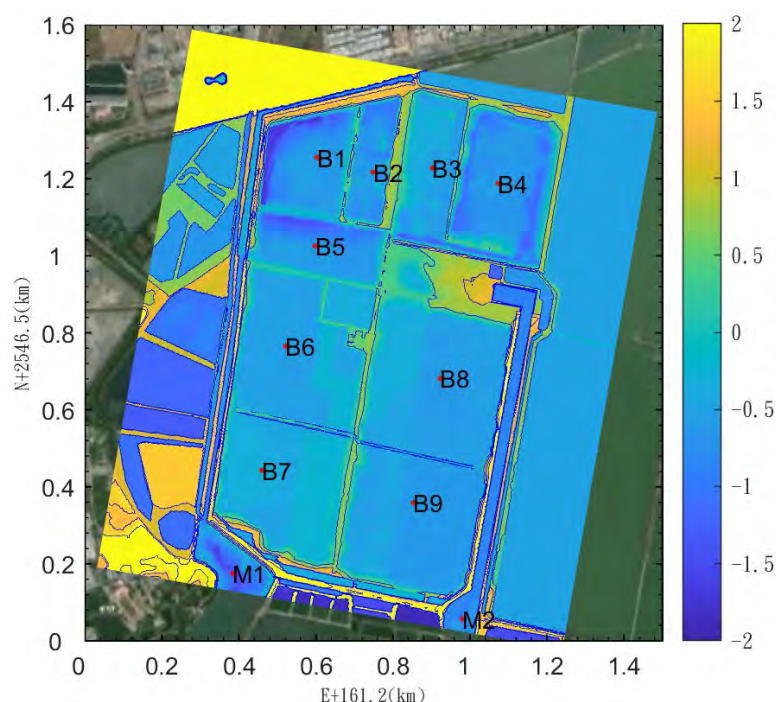
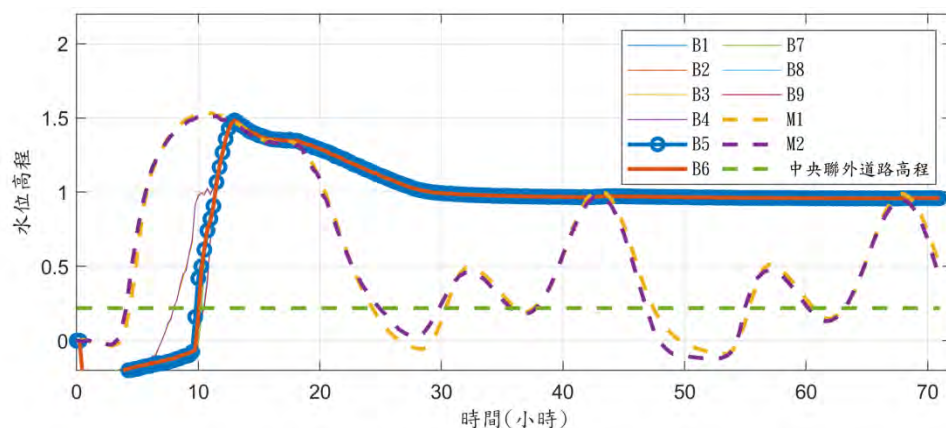


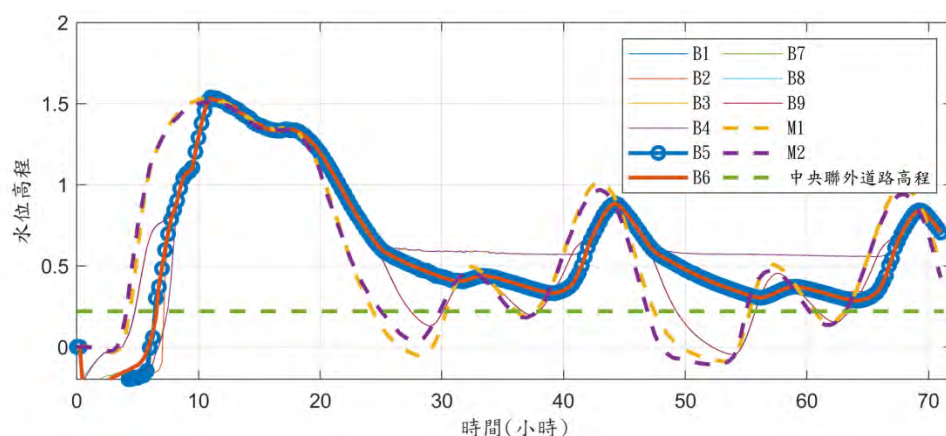
圖 4-4.8 鹽田生態文化村淹水模擬數值觀測點位置

藉由各數值測站觀測數值模擬成果之水面隨時間變化趨勢，進而了解各水池於水閘門開啟以及關閉情況下，於水洪水以及潮汐作用下水位之變化，成果如圖 4-4.9，由圖可見當洪水來臨時，於鹽田外側鹽水溪流域水道其水面標高可達 1.5m，於閘門完全關閉情況下，雖能暫時抵擋鹽水溪流域直接進入鹽田，但周邊鹽田因為洪水溢淹以及持續降雨發生，加上外水可從 B3 以及 B4 上方土堤，以及鹽田生態文化村入口處漫淹溢流至鹽田，最終在持續暴雨 5 小時後達到與鹽田區外一致高度的水位，然而於退水時段將會面臨內水無法排出之狀況，此時鹽田全區水位將會維持於 1m 高度一段時間。於閘門全開條件下，由於 B8 以及 B9 位於閘門處其水可直接排出至鹽田區外，故於退水

時段水面可降至 0.2m 以下，此時各區積水須經鹽田渠道流向 B8 池故下降速度將減緩，其中值得注意的為 B5 以及 B6 池的水位，於自然狀況下(不動用抽水設備)，其水位退到 0.4m 之後將面臨第二次漲潮時段而水位上升，在目前鹽田生態文化村聯外道路路面高程只有 0.22~0.25(m)的情況下，如果再發生防洪設備損壞狀況，將面臨搶救困難窘境。



(a)B8 樣區東側防潮閘門開啟



(a)B8 樣區東側防潮閘門關閉

圖 4-4.9 鹽田生態文化村淹水模擬數值觀測點之水位時序列

當聯外道路淹沒時，調控難度將會增加，最壞情況為鹽田文化區內聯外道路皆淹沒於水中，鹽田內水利設施皆尚失作用之情況下，只能從外部調派抽水機支援之情況下，進一步檢視鹽田區域抽水效果，結果如圖 4-4.10 所示，圖中 M1 以及 M2 虛線部分為外圍水道觀測點，實線部分為閘門關閉之淹水以及各種流量之抽水曲線，各種抽水效率模擬結果顯示當抽水效率為 0.5CMS 時，水位每日可降低 4.25 公分，當抽水效率為 1CMS 時，水位每日可降低 8.5 公分，當抽水效率為 2CMS 時每日水位即可降低 20.7 公分，再進階分析只單靠抽水，而於閘門故障情況下，抽水效率 0.5CMS 的情況下，抽到連

外道路露出水面至少要抽 18 天，抽水效率為 1CMS 至少要抽 11 天，而抽水效率為 2CMS 時至少要抽 5 天，由此可見於鹽田文化區全部淹水，以及內部排洪設施全部失效情況下，如果愈於一周內恢復鹽田區內部交通，至少要調派總抽水效率達 2CMS 之抽水設備。

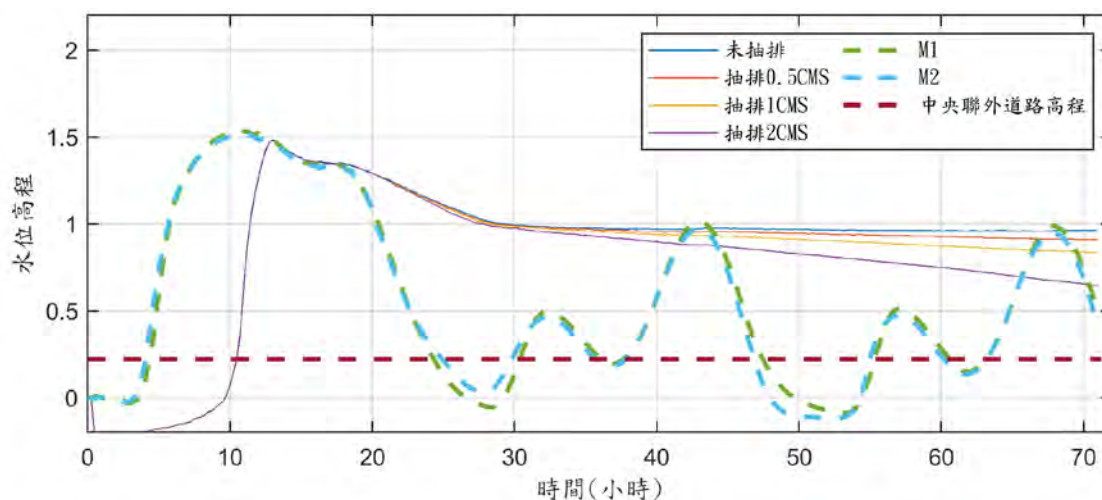


圖 4-4.10 鹽田生態文化村淹水模擬數值觀測點及抽水模擬水位時序列

四、水質變化調控模擬

本項模擬依據水閘門之重力排水操作可利用潮位妥適操作，讓計畫區內水體排出相對亦可引入新鮮感潮水體，持續循環操作可逐步改善區內水體、底泥品質，甚至可藉由潮水引進感潮帶之水生生物，增加鹽田生態多樣性，並作為吸引候鳥休憩的食物來源。計畫模擬針對水閘門位置模擬分析其對鹽田水循環之影響探討，由鹽田環境可知水閘門是連接鹽田與台江流域與外海唯一通道，經由潮汐作用，使鹽田與台江流域以及外海的水經由水閘門處進行水體交換，由於鹽田水體有封閉的特性，所以其水體健康與否，主要取決於跟外海海水交換程度。

根據「2019 年港灣海氣象觀測資料統計年報」資料統計結果顯示，安平港地區之平均潮差約為 0.59 公尺，平均水位 0.74 公尺，在平均水為條件下，以及 109 年度計畫範圍地形現場量測結果(如圖 4-1.1 所示)，整個水體體積約 95.2 萬立方公尺，在潮差條件下，計畫範圍水體的平均潮汐容積約為 49 萬立方公尺(潮汐容積)，於結果顯示如果依據總水體體積，與潮汐容積以最理想方式換算，一次漲退潮可換掉鹽田區域約一半的水量，但事實上由於水閘開口其進水量有限，以及鹽田內水體流動有時間的延遲等因素，故整體水體交

換率將遠低於上述結果。

而事實上，水體交換為一個複雜之現象，水體交換表現不只有水體流動，也存在一些擴散現象，故水體間交換傳遞類似於水體鹽度擴散現象，故本計畫水體交換計算，將以鹽度模擬作為情境條件，藉由計水體交換中其算鹽度變化，來換算計畫區鹽田水體的交換率。模擬條件有二種，一、B8 樣區東側防潮閘開啟，二、B8 樣區東側防潮閘門以及運鹽碼頭大型防潮閘門等 2 個閘門都開啟等條件，於情境條件計算中假設計畫範圍於起始條件鹽度為 35，而外在進水條件為台江內水道位置(M1 以及 M2)其鹽度起始條件為 0ppt，鹽度變化模擬計算結果如圖 4-4.11 所示，圖中顯示於第一個漲潮時段，鹽度主要擴散位置於 B8 樣區東側防潮閘門之 B8 樣區位置，當運鹽碼頭處大型防潮閘門同時開啟時，其更能增加 B8 鹽度擴散之程度，圖 4-4.12 為退潮時段，此時鹽田水體排出至外側水道，由於漲潮流進鹽田之水體較靠近水閘門，於退潮時段將優先被排出，故由圖中顯示可見於一個漲潮後，其鹽度擴散多侷限於 B8 池，而兩側水閘門同時開啟條件下，則更能增加整體水鹽度擴散程度。

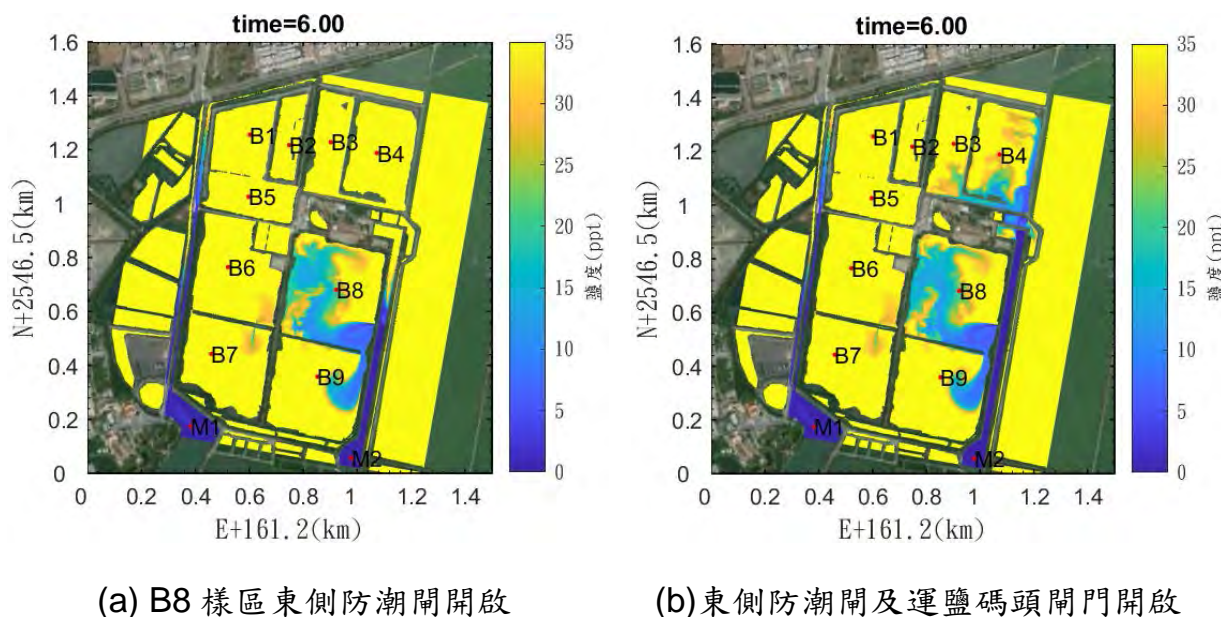
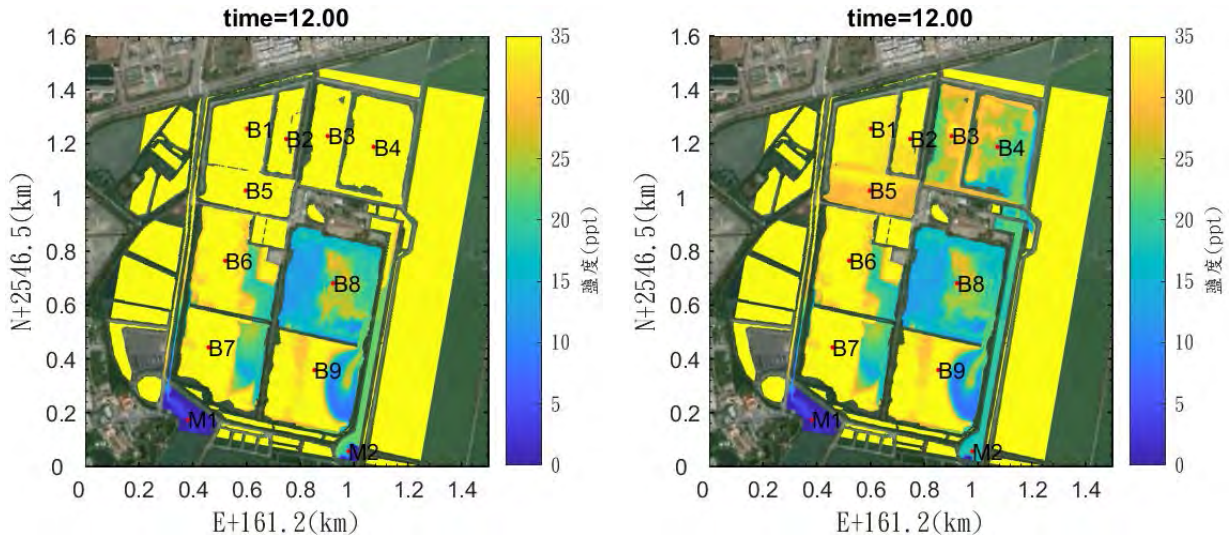


圖 4-4.11 模擬漲潮時段鹽度變化情況

圖 4-4.13 及圖 4-4.14 為各池觀測點鹽度變化時序列，進一步在根據鹽度變化來計算水體交換比例，如圖 4-4.15 及圖 4-4.16，圖中顯示 B8 樣區東側防潮閘開啟條件下，交換率最快的為 B8 以及 B9 樣區，如果水閘門池開啟，於水體交換率達 80%需花費約 5 日時間，於 B8 樣區東側防潮閘及運鹽碼頭閘門皆開啟條件下，B6~B9 池整體現象與 B8 樣區東側防潮閘類似，最大差異為

B1 至 B5 條件，其中 B3 以及 B4 樣區水體交換率達 80%需花費約 6~7 日時間。



(a) B8 樣區東側防潮閘開啟

(b) 東側防潮閘及碼頭閘門開啟

圖 4-4.12 模擬退潮時段鹽度變化情況

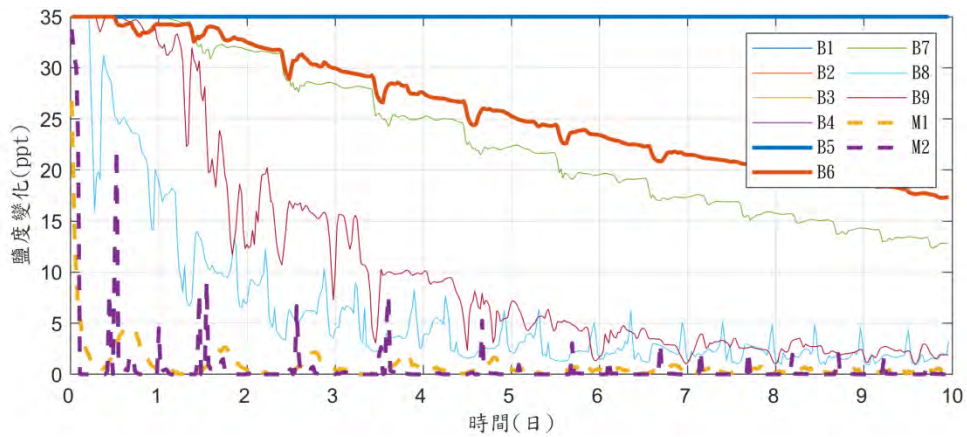


圖 4-4.13 各觀測點鹽度變化時序列(1 號防潮閘開啟)

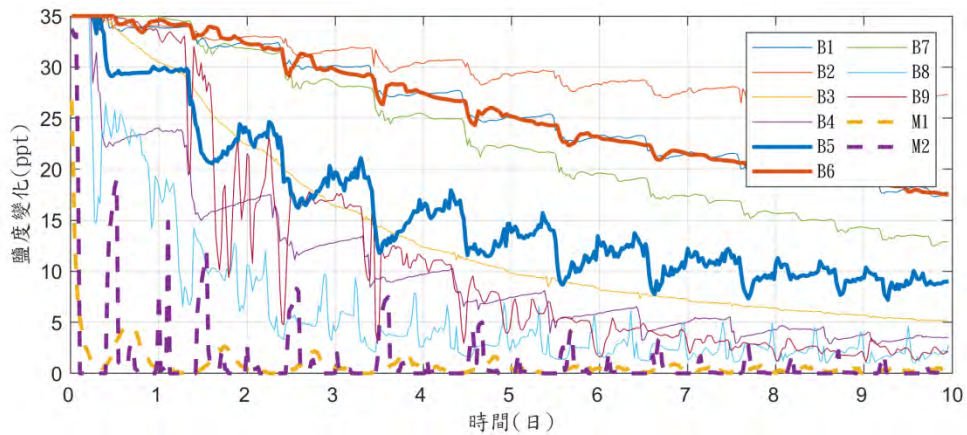


圖 4-4.14 各觀測點鹽度變化時序列(1 號防潮閘及碼頭閘門開啟)

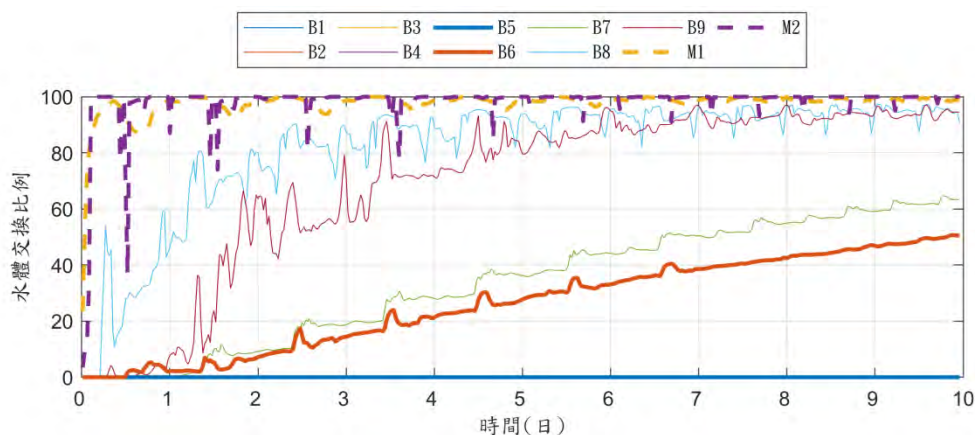


圖 4-4.15 各觀測點水體交換變化時序列(1 號防潮閘開啟)

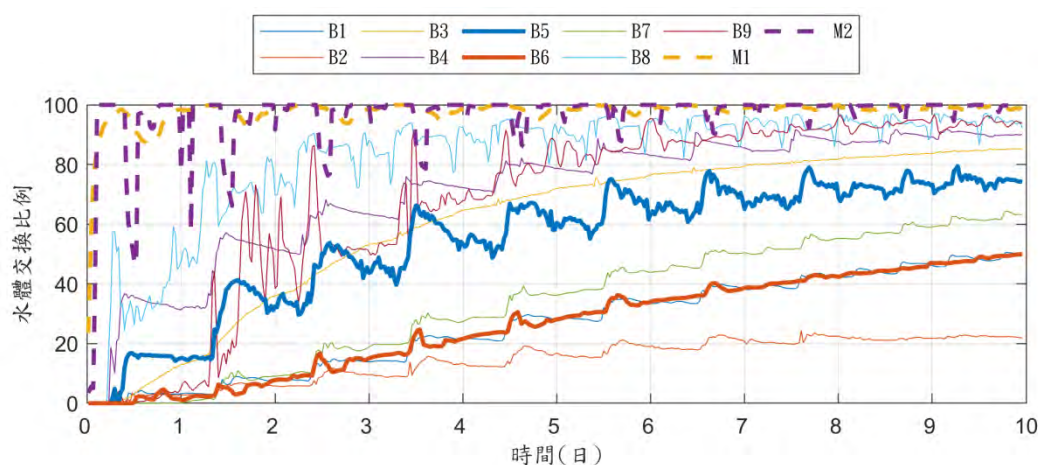


圖 4-4.16 各觀測點水體交換變化時序列(1 號防潮閘開啟)

進一步水體交換能力可利用「一日變化率」作為指標，在無任何濃度增衰機制考量下，定義為鹽度在每日潮汐持續漲退潮影響過程中，其變化之百分比，其計算結果如圖 4-4.17 所示，由結果可見如果只開 B8 樣區東側防潮閘門，整體而言 B8 以及 B9 交換率最高，於水閘門持續開啟條件下，其每日約可體交換約 10~15%，而 B6 以及 B7 樣區交換率不到 5%，而 B1 至 B5 樣區水體將難以交換，倘或可以將兩處水閘門皆開啟(B8 樣區東側防潮閘及運鹽碼頭閘門開啟)之情形下，則所有池水皆可見水體交換現象，其中 B6~B9 樣區水體交換情況與 B8 樣區東側防潮閘開啟條件類似，而 B3 以及 B4 樣區每日水體交換率可達 10%，B5 每日水體交換率可達 5%，B1 以及 B2 樣區則都在 5% 以下，由模擬結果顯示於東側雙閘門接開啟之條件下，其西側樣區其交換率改善依然不佳，故建議於西側至少增加一可調控之防潮閘門，可以提高西側樣區之水體交換率。

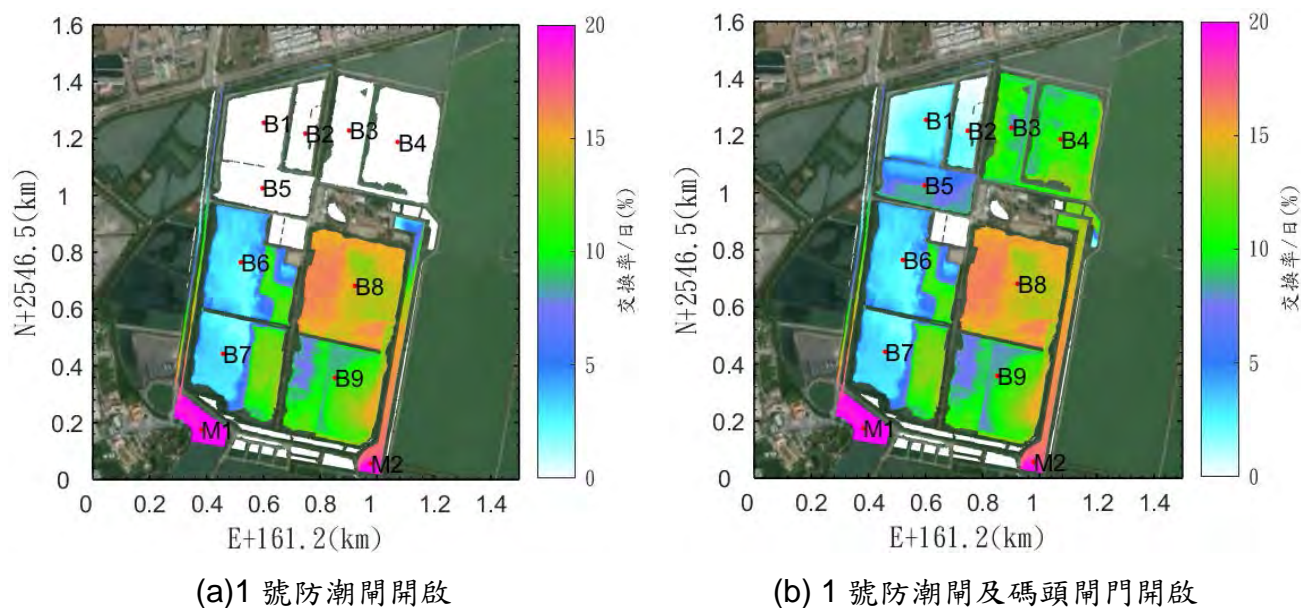


圖 4-4.17 水體交換率計算結果

4-5 鹽田區域淹水災害調控建議

根據 4-4 節淹水數值模擬結果顯示如果洪水來臨時閘門全開，則鹽田內土堤將面臨毀壞之風險，如果關閉則鹽田淹水不易退去甚至可能產生不易聯外之情況，因此根據計畫地區地形地貌以及淹水數值模擬結果，提出幾項調控建議如下。

一、洪水災害衝擊韌性調控建議

(一)大範圍流域方面：

1.短期：場區災害預警與水位調控

(1)建議相關單位可定期檢視，以及保持鹽水溪流域出海口暢通，減低於洪水期間流域迴水作用，降低洪水期間外部淹水高度。

(2)豐水期間，鹽田文化園區以及周圍鹽田盡可能先降低水位，以容納洪水產生滯洪效應，減低洪水災害。

2.中期：相關單位協調與預警

於豐水期間，可建議上游單位，提早開啟抽水設備，盡可能先行降低上游滯洪池水位，減低於暴雨期間所有單位全開抽水設備，造成鹽水溪下游洪水暴增之風險。

3.長期：相關單位協調

加大整體鹽水溪重現期條件之設計，藉由拓寬流域之設計通水量(計畫區以出海口位置為主)，以達到將低台洪之外水水位之目的。

(二)鹽田區內方面：

1.短期：鹽田場區規畫配置

(1)耐洪韌性場地設置與建立：由淹水模擬結果顯示，除於「原安順鹽田船溜暨專賣局臺南支局」附近之地勢較高外，鹽田生態文化村整體為地勢較低之地區，所有模擬結果均有淹水情況，建議將原生態文化園區辦公室設置於二樓空間，增建外側樓梯即可，一樓空間可以高腳桌方式，呈列鹽田文化相關展示物件，以降低淹水造成災害與損失。

(2)預備防汛險搶水上載具：如果路面高程無法立即改善，建議可於出口附近設置存放水上載具地點，以作為洪水期間搶險以及洪水調控使用。

2.中期：增設大型抽水設備及場內道路以與動線高程

(1)入口處常駐式抽水站設置：如經費許可，建議於生態文化村入口處建立常駐抽水站。由於鹽田為土堤型態，故洪水來臨時，水閘門打開水位變化太快造成流場加大，可能沖毀土堤，故本研究建議關閉閘門。然而關閉水門有可能會有積水不退，如有其他防洪以及抽水設施損毀，外界更不易進入維修，造成水位調控不易，故此作法乃為防止最壞狀況發生。

(2)防汛險搶及巡檢維護(修)路線建立：由淹水模擬結果可知，鹽田生態文化村對外聯絡道路其路面高程相對較低，洪水來臨時道路接淹沒於水中，故連外道路應當墊高至 0.5m 以上，或是於濕地內堤防及圍籬旁等邊界，容許預留 2 至 4 米維修便道，車輛可通行做防汛險搶及巡檢維護(修)使用。

3.長期：整體土地改良

由於鹽田區域地勢低窪為災害主因，故可考慮與臺南市政府水利局等單位合作，利用水庫清淤之土方，在不影響生態條件下，逐步改良調整場區整體高度，以及鹽田環境以達雙贏之效果。

二、水質循環調控建議

(一)短期：鹽田場區規畫配置

- 1.於建議定開啟水閘門，配合大潮時段以重力方式調控水體進出，方可達到初步水質循環之目的。
- 2.由模擬結果可知目前水閘門皆集中於東側，西側水體循環以及件換確實較困難，建議至少增加一可調控之水閘門，以增加水體交換操作之多樣性以及便利性。
- 3.可配合鹽田區內水位變化之調和分析結果，以善用潮位變化，營造鹽田濕地水體自主流動循環，使濕地水體不需靠外力被動循環更新，可將過多的營養鹽由抽水閘門排出濕地，讓乾淨水源流入，維持水質避免優養化，操作建議由中高潮時段由西側閘門放水入鹽田，於低潮時段由東側閘門放水出鹽田，此能完成一個循環且效果較佳。

(二)中期：建立長期監測設備優化調控時機

- 1.評估規劃針對鹽田濕地水域地形，適度營造低窪凹谷或水底堤等深淺不同的環境，於濕季時盡量排除過多水量，避免整體濕地完全泡水以及乾涸的情況，也可配合氣候異常時進行水位調控，並注意鹽度變化，確保濕地生態系統的韌性，計畫區鹽田場地尚不太大建議設置可即時傳輸的水位以及水質監測系統，作為調控時機之依據。
- 2.鹽田濕地因為於鹽水溪下游流域，此為上游排水匯集之處，在洪氾時定會容納外來水體，故應可利用遠端設備，以達到短期內排除以及調控，保持水質鹽度穩定之目的，以維持鹽田區域生態環境之韌性。

4-6 防減災關聯控制設施盤點與增設建議

於 110 年 7 月至 8 月期間豪雨連發，計畫範圍發生保護區西側防潮堤破口潰堤事件，造成保護區水體高漲，造成高程逾 0.58 公尺之路面皆有積水現象，幸於豪雨來臨前因水土營造工程需要利用南側抽水站降低保護區水位，提高蓄洪空間，再者於豪大雨及破口潰堤期間，搭配臺南市政府農業局管理人員藉由 2 處抽水站抽排及 2 處防潮閘(運鹽古運河新防潮閘及 1 號防潮閘)利用低潮期開閘排洪等操作(如圖 4-6.1 及圖 4-6.2 所示)，讓蓄積水體於 1 週左右期間即降至 0 公尺左右，相較於 107 年度 823 水災期間，豪大雨期間保護區之防災能力已獲得明顯

提昇。

其中，1 號防潮閘之智慧雲端監控扮演了重要角色，其他防護設施倘可漸漸依此模式修繕，將可大幅提高保護區防減災應變能力，其操作標準流程如圖 4-2.3 所示，系統功能操作說明請詳見附錄七。



圖 4-6.1 110 年 7、8 月間保護區防減災水位調控歷線圖



圖 4-6.2 110 年 8 月豪大雨期間 B8 樣區東側防潮閘雲端開啟排洪圖

針對計畫範圍內主要防減災控制設施盤點思考，茲將其概分為下列幾類：

- 一、防禦潮水設施：外廓防潮土堤、防潮閘門。
- 二、積水洩排設施：防潮閘門、抽水站。
- 三、內部樣區：防護土堤、調控涵管。

藉由計畫範圍內相關防減災設施持續調查與狀況掌握，再依據 109 年及今年 7 月下旬至 8 月上旬等幾次豪大雨事件之積淹水因應作為綜合研判，計畫範圍防

減災之主要為提升禦潮及蓄積水排除能力，次則為加強樣區水道通水能力，基此原則，茲臚列需改善設施之建議如下：

一、防禦潮水設施

(一)外廓防潮土堤

- 1.2 號防潮閘(簡稱 G2)北緣防潮土堤破口漫溢處雖已採堆置三十餘太空包禦潮，惟為長遠計，宜設法整建修復。
- 2.北汕尾水道末端梯形池(B3、B4 樣區北側)防潮土堤高度顯有不足，為外水漫溢點之一，建議適度加高，提高防護能力。
- 3.防潮堤年份頗久，部分區段不易到達故健康狀態不易瞭解與查知，宜利用先進設備進行總體檢工作，查找可能滲漏點與脆弱堤段，防患於未然，以避免再發生類似 G2 旁防潮堤潰破之情事。

(二)水利設施

- 1.運鹽碼頭新舊閘門間護岸保護工定期安全檢查，因雨季期間保護區水體因降雨昇開水位，利用新設大型防潮閘門於低潮期間開啟排出蓄積水體效率頗高，惟其跌水流量愈大將造成下游斷面沖蝕，必須定期檢視，以免危及下游堤、床基礎及年久舊防潮閘之安全。
- 2.聯外涵管功能檢查評估，有些已堵塞，有些則尚具通水功能，建議整體檢查後予以分類，部分改善留用，而部分可考慮完全封堵不再使用，亦可避免成為滲漏水通道。

二、積水洩排設施

(一)防潮閘門

- 1.2 號防潮閘門(簡稱 G2)目前為常閉狀態，無法操作，讓保護區水體無法與北汕尾水道感潮水體適度交換，且無法於低潮期協助保護區排洪，建議宜整修為可啟閉之設施，有助於保護區水體交換效率。
- 2.保護區入口將軍廟旁閘門(簡稱 3 號防潮閘門，G3)雖可人力操作，但機件年久，操作困難，常為關閉狀態，水體缺乏交換，建議整修為電動控制機構，俾利人員視潮汐狀況操作，提高水體流通交換。
- 3.北汕尾水道與四草湖間閘門(簡稱 4 號防潮閘門，G4)，其閘板已破損

失去防護功能，機械構造亦無法操作，致使感潮水體可自由進出，遇上游防潮堤破損時無法緊急關閉阻滯高漲潮水，建議閘板宜予整修、街械結構改善恢復可正常操作狀態，尚可增設電動控制機構更佳。

各項次改善工作，倘經費允許，可參考 1 號防潮閘門擴充為雲端遙控智慧系統，俾利夜間及颱風期間整體調度之效能，並可降低人員操作安全風險。

(二)抽水站

1.1 號防潮閘門南側抽水站因進水管鏽蝕破損，雖曾設法修補，然功能已不如以往，加以維管動線不佳，建議另覓新址興建新抽水站，以加速 B6、B7、B8、B9 豪雨蓄積水體之抽排效能，避免再漫溢至保護區陸域區場館及週邊道路。

2. 運鹽碼頭抽水站負責水域廣，極具重要性，建議定期檢修並擴充為雲端監控系統，以提高夜間及颱風期間整體調度之效能，降低人員操作安全風險，前項新建抽水站亦宜比照建置，方便管理與操作。

三、內部樣區

(一)防護土堤

1. 因已年久且經過幾次積淹水波浪侵蝕，高度已顯有不足，建議適度修整以強化樣區獨立性。
2. 保護區進場聯外道路建議高程加高至少至 0.5 公尺甚至 0.6 公尺，且採南向北傾斜方式，避免雨水漫入製鹽基地。
3. B3 至 B5 樣區間之土堤高度不足，於 109 年造成 B3 漲升水體漫入原鹽工宿舍區，今年因改善兩樣區連通涵管工作將挖出土方加高該處土堤高程，7、8 月豪雨期間即無如同 109 年漫溢情事發生。

(二)調控涵管

1. 因水域面積廣闊，水體積龐大，涵管通水能力不足，致離防潮閘門或抽水站較遠處水體消滅速度緩慢，建議改建為明渠閘門，可強化水體流通量及獨立操作機能。
2. 倘經費允許，可擴充為電動甚至雲端控制系統，則更可具有即時性與

機動性。

(三)加大蓄洪空間

早期大蒸發池與中蒸發池原於 90 年代初期浚深為深水區，惟年久歷經多次洪氾已漸有淤積，深度已不如當初，除縮小蓄洪空間外，亦使得冬季寒流來襲時水深不足，水生生物不易覓得深水區避寒，建議可選定適當區域利用抽水船筏闢設深水度冬池，如此即便為降低保護區水位，營造有利度冬水鳥活動水域時，魚類仍有足夠之水域空間可資活動與避險，而過程中抽出之底泥與沙土則可堆置成小島，供小型水鳥棲息或覓食。

上述各項工作皆為改善保護區整體防減災效能及提高水體交換能力之重点工作，惟品項頗多，一次到位執行可能性不高，且各項次實體工作內容有待詳加調查與設計，方可確實估算所需籌應經費，經審視其相對重要性，以保護區西側之北汕尾水道上相關水利設施修繕為應最優先改善，概因 110 年 8 月 G2 北緣防潮堤被侵蝕出一破口，造成漲潮水體溢入保護區，讓保護區因連日豪雨日漸升高之水位更為加劇，倘當下 G4 具有正常防潮功能，就可阻絕海水於四草湖不進入北汕尾水道，前述破口就不至於造成太大的威脅，而 G3 雖可用人力操作，但非常吃力，倘可方便操作，也可在退潮時開啟，漲潮時關閉，俾利其上游水體利用退潮宣洩，就不至於讓其上游水體水位過高，造成 B3、B4 樣區北側梯形池水體漫溢入保護區之情事。經初步評估，G2、G3、G4 三處防潮閘之修繕概略項目與經費如表 4-6.1 所示，其中，以 G2 因必須建置跨越北汕尾水道之便橋及改善基礎強度、防潮閘門架等土建工程，難度、經費最高。

倘考量相關急迫性，建議以 G4 修繕最優先處理，概因為其為感潮水體進出北汕尾水道之首道防線，只要其功能恢復正常，在其他經費未到位狀況下，可以讓 G3 將閘板升起，讓其原先攔阻住之水體可以藉由 G4 調控自由進出交換，甚至可以撐起 G2 閘板，讓保護區水體可以從此處進出，增加 B6、B7 樣區水體交換更新量體，而防潮堤破口處暫以太空包堵塞之狀況也可先予維持，不至於產生太大的威脅，可以俟完整檢視整道防潮堤健康狀況後再一併處理。

G4 修繕方面倘囿於經費籌應條件，可先以整體改善角度設計，分階段從機械單元先行著手，惟此仍為人力操作，體力負荷大，倘搭配電力系統，即可降低人力操作負荷。

表 4-6.1 G2、G3、G4 改善經費概估表

單位：仟元

改善項目	防潮閘	G2	G3	G4	備註
主體結構		900	0	0	含基礎強化、跨水道施工橋、門架、料件、工資等單元
機械單元		450	450	500	1.含螺旋牙桿、螺旋升降機(減速機)、立式煞車馬達、離合器、可拆式轉盤、料件、工資等單元。 2.G4 閘板需更新
電力系統		100	100	100	含不銹鋼電控箱、電控設備、電纜線、PVC 保護套管、料件、工資等
監控通訊系統		350	350	350	含資料處理及控制平台、無線通訊 GateWay、拉線式閘門開度計、不鏽鋼超音波水位計、開度計保護盒及螺桿套筒、保護箱、施工配線、料件、工資等單元
監控平台		300	300	300	雲端監控智慧操作管理資訊網平台設計建置

此外，因防潮閘排洪操作需取決於潮汐狀況，能操作之低潮位期間排洪量雖可觀且較抽水站省電，但可操作時間並不是很長，因此，位於運鹽碼頭及 1 號防潮閘南側之 2 處抽水站搭配操作亦非常重要，惟目前 2 處抽水站共 3 部抽水機組(運鹽碼頭抽水站 2 部，1 號防潮閘南側抽水站 1 部)建置年分已久，運鹽碼頭有 1 部(簡稱 P1)已故障無法使用，僅剩 1 部可正常使用(簡稱 P2)，1 號防潮閘南側抽水站之抽水機(簡稱 P3)進水段管路已破損，出水效能僅剩約原有 1/3。

由圖 4-6.1 歷線顯示，110 年 7 月中下旬以 P3 調降計畫範圍水位，本係應 B5 水土環境營造所需而為之，然也提高了蓄洪空間，因此 7 月底 8 月初豪雨及防潮土堤破口潰堤之大量水體多了逾 30 公分滯納空間，反之，倘無此事先降低水位之操作，8 月最大積水深度將可能再增加 30 公分。

基此，P3 倘可儘快整修或改建，可增加保護區禦洪排洪能力外，亦可採 1 號防潮閘引入新鮮海水，再由 P3 抽排降低保護區水位，將有利於保護區水體交換及水位調控能力，有助於營造最適化水土環境，如此可吸引更多不同體型水鳥停留之活動空間。至於 P3 電力消耗方面，建議可審視每月契約用電容量使用狀況，尤其是非雨季期間可在不超逾契約用電容量條件下，適度操作抽排降低保護區水位，避免水位過高，不利度冬之小型水鳥棲息。

因防潮閘和抽水站攸關保護區水位調控、水體交換和防減災之重要任務，除了功能維持正常外，另外必須確保電力可確實供應，故建議可思考除了市電之外可能之備援電力，例如在不影響水鳥活動飛行前提下，利用原鹽友住宅區屋頂關

設太陽能板發電、儲電備用外，尚可售電儲存維護基金，供保護區重要設施營運維護所需。

第五章 安順場務所文化及生態復育融合推廣

5-1 安順場務所場域改善

經過 108 年 8 月將曬鹽場西側和南側原有土堤培厚加固修復後，耆老鹽友們擺脫深水區漫淹威脅後細心修整曬鹽基地各項設施，終於在 108 年 12 月 4 日曬出第一批鹽，之後逐漸積累能量及努力成果，109 年 5 月 6 日在 10 個鹽格裡都有小鹽山成品展示(如圖 5-1.1 所示)，自行驅車前來的遊客也甚表驚豔，專頁攝影者並在鹽田生態文化村臉書粉絲專頁裡分享拍攝成果。

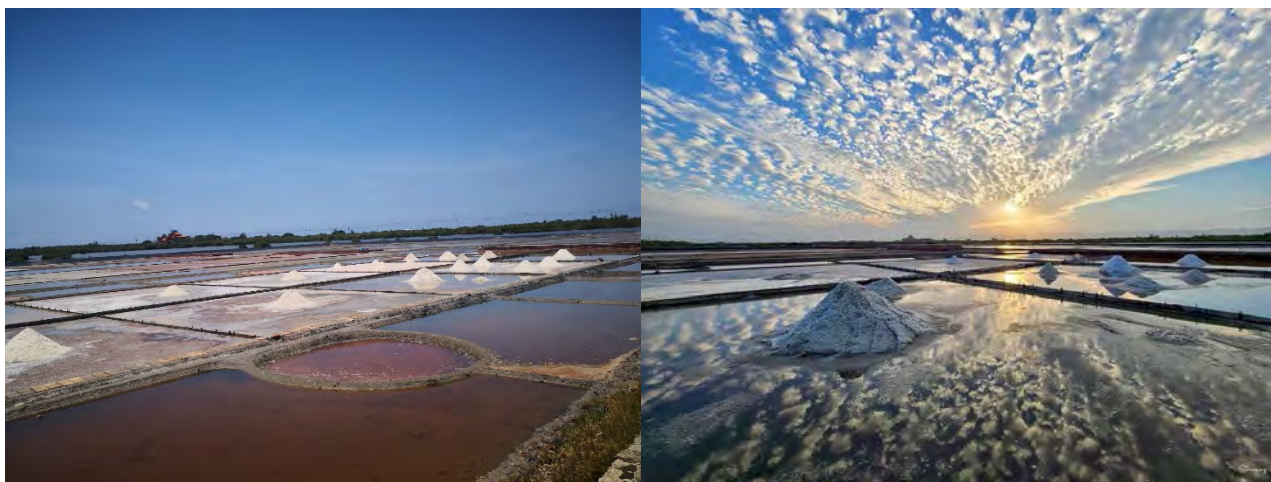


圖 5-1.1 109 年 5 月 6 日小鹽山群及遊客分享照片

安順場務所僅存之鹽業文化與生態推廣工作，墊基於充實場務所之資源豐富度及擴大與週邊觀光資源之結合，應可達到相輔相成之效果，此外，尚需強化防減災能力，方可讓所有經營成果累積壯大，再陸續導入更多元的資源與元素，在既有的基礎上，穩健起步並兼顧文化紮根工作，慢慢積累進入開始起飛與穩定成長階段，再逐步達到務實之永續發展階段，創造出屬於安順鹽場鹽田生態文化村的特有風格。

為能串聯安順鹽場週邊的生態、人文、觀光旅遊資源，讓遊客可得到交通導引資訊，本計畫茲協助鹽田生態文化村製作路標指引看板，為確認掛設路標指引看板之適法性，經電洽台南市政府工務局及環保局均表示只要非屬商業廣告性質且不影響視線，均無明文禁止掛設。確認掛設路標指引看板無違反相關規定之虞，即著手版面設計及製作事宜。

路標指引看板之版面參考鄰近景區掛設於各大路口之導引看板型式，設計了

如圖 5-1.2 兩種型式，經與台南市鹽友關懷協會商議後，採用棕色底之版面製作正式看板，材料為長 153 公分、寬 60 公分，厚約 0.5 公分的加強型塑料板，箭頭往左、往右各做 10 個。



圖 5-1.2 路標指引看板設計

製作完成後由鹽友關懷協會鹽友攜至各重要路口以不鏽鋼線材固定懸掛於燈桿或柱體上，安裝情形則如圖 5-1.3 所示，安裝點位計有 16 處，位置如圖 5-1.4 所示，搭配前已設置之交通指示牌提高導引路標之曝光密度，期能吸引到訪鄰近景點觀光遊客的目光，並促使其調轉方向盤前來鹽田生態文化村參訪體驗都市裡難得一見的鹽業文化。



圖 6.1-3 路標指引看板現場安裝情形

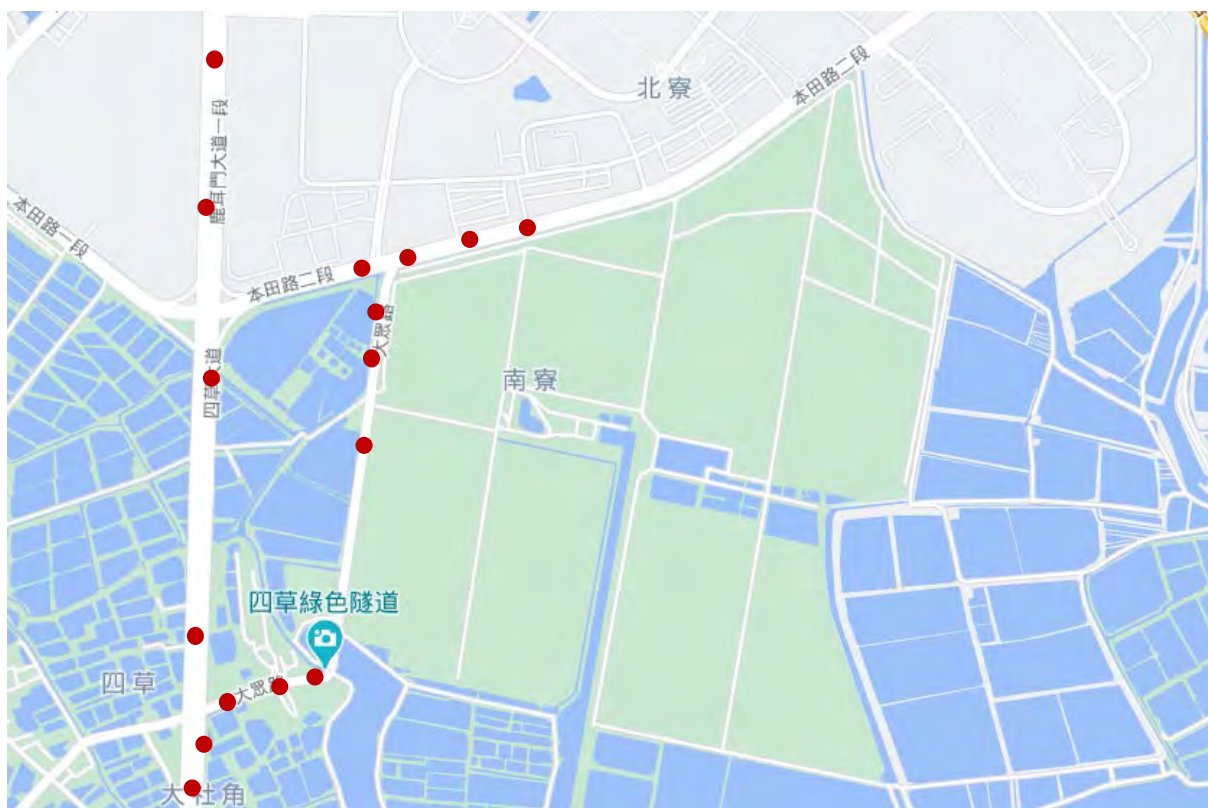


圖 5-1.4 路標指引看板安裝位置分布

為強化園區導覽意象的展現，規劃製作觀景平台、大曬鹽體驗池及園區入口等迎賓布條，內容參考台江國家公園管理處整體主題系列為背景，再搭配適切之文字內容予以製作，經台江國家公園管理處及台南市農業局同意後製作與設置，完成之現況如圖 5-1.5 至圖 5-1.7 所示。為強化設施妥善，另協助如推鹽簡橋及告示牌修繕工作，兩者因基礎鏽蝕，有影響觀瞻與人員安全之虞，即動員人力購置料件協助修復(如圖 5-1.8 所示)，快速恢復景觀與強化其安全性，以避免有人員受傷。



圖 5-1.5 迎賓布條完工圖之一



圖 5-1.6 迎賓布條完工圖之二



圖 5-1.7 迎賓布條完工圖之三



圖 5-1.8 小型設施搶修改善圖

另有鑑於鹽友辦公室外牆本有巨幅導覽帆布條，後因破損拆除，牆體閒置如圖 5-1.9 所示，本計畫茲協助製作新的導覽帆布條，版面內容以既有內容為基礎，再配合鹽友關懷協會現況資訊酌予修正，共分為場區地圖導覽、鹽田介紹、產品介紹、景觀介紹等四大主題，定案後製作之布條尺寸為 1,100 公分×150cm，於 8 月 29 日裝設完成，完成照片如圖 5-1.10 所示，讓牆面更為美觀，美化景觀之外更可讓到訪之零星遊客或團體民眾都能夠藉此布條所載圖文資訊，快速瞭解鹽田生態文化村之概況。



圖 5-1.9 鹽友協會辦公室原有牆面景況圖



圖 5-1.10 鹽友協會辦公室導覽帆布條掛設完成圖

5-2 場務設施創新

一、鹽鹵水貯蓄空間強化

藉由防護土堤改善，曬鹽場逢大雨積淹後，鹽友們可以很快速獨立排除積水，接著整理場地開始曬製鹽，然而從原水開始曬製，所需時日頗長，在陸續有親子團報名想利用週六日週休期間前來體驗情況下，難免有無米可炊之窘境，因此，與鹽田生態文化村鹽友們商議後，規劃參考 108 年 11 月 22 日參訪嘉義縣布袋鎮洲南鹽場時，其設置地面上約 1 公尺高之鹽鹵水貯蓄池，大雨來臨前所儲存的鹽鹵水在雨後就可立刻派上用場，可較原水重新曬製快上數天時間，緣此，除了將原有鹽鹵池淤泥挖除浚深以增加可貯蓄量體能力外(如圖 5-2.1 所示)，另規劃於圖 5-2.2 圈選位置修建高於地面約 0.7 公尺高、4.5 公尺寬、18 公尺長之貯蓄池。



圖 5-2.1 原有鹽鹵池淤泥挖除浚深作業



圖 5-2.2 修建地面式鹽鹵水池預定位置

修建之貯蓄池完成後，可大幅度提昇鹽滷水備援存量，當大雨積水消退後，稍事整理鹽格後，即可引取此備援鹽滷水進鹽格內曬製鹽，不下雨的話很快就結晶成鹽粒，可讓來訪親子團遊客親身體驗曬鹽之樂，嚐試初曬製鹽品甘苦之味。

修建工作於 109 年 7 月 10 日以人力整地開始，陸續進行池底基礎灌漿工作及 6 處支撐柱體澆灌作業(如圖 5-2.3 所示)，牆體砌磚、放流管布設、四面牆體水泥沙漿粗胚打底、細胚粉光等陸續施作，因陸續有降雨耽延工期，於 109 年 8 月 13 日完成細粉修建工作(參見圖 5-2.4 所示)，外側牆面不粉刷，以保留原始風味，啟用後可無懼豪大雨侵襲，俟雨後隔日即可放鹽滷水進鹽格中開始曬製鹽品。

經過改善鹽滷水貯蓄設施後，可改變往昔雨季無法曬製鹽的現象，亦可將此傳統鹽業會面臨的問題向前來參訪體驗的遊客們詳加說明，讓其瞭解先輩們曬製鹽過程中種種與大自然鬥智的酸甜甘苦之處，以及創新做法可以達到之功效。



圖 5-2.3 修建鹽滷池整地、底部基礎及柱體灌漿作業圖



圖 5-2.4 修建鹽滷池水泥沙漿粉刷作業圖

二、原水取得設施改善

往昔曬鹽場之原水係由 B6 樣區深水區直接引入逐步日曬蒸發產製，惟衡酌 B6 樣區水體交換程度不足，實有改善空間，經評估後，尚可直接由北汕尾水道直接引取感潮之新鮮水體，應對曬鹽品質提昇有所助益，緣此，遂規劃設計以虹吸管原理鋪設自北汕尾水道引取曬鹽原水至曬鹽場之管線，其鋪設位置如圖 5-2.5 所示，其設計原理則如圖 5-2.6 所示。



圖 5-2.5 虹吸引水管線布設示意圖

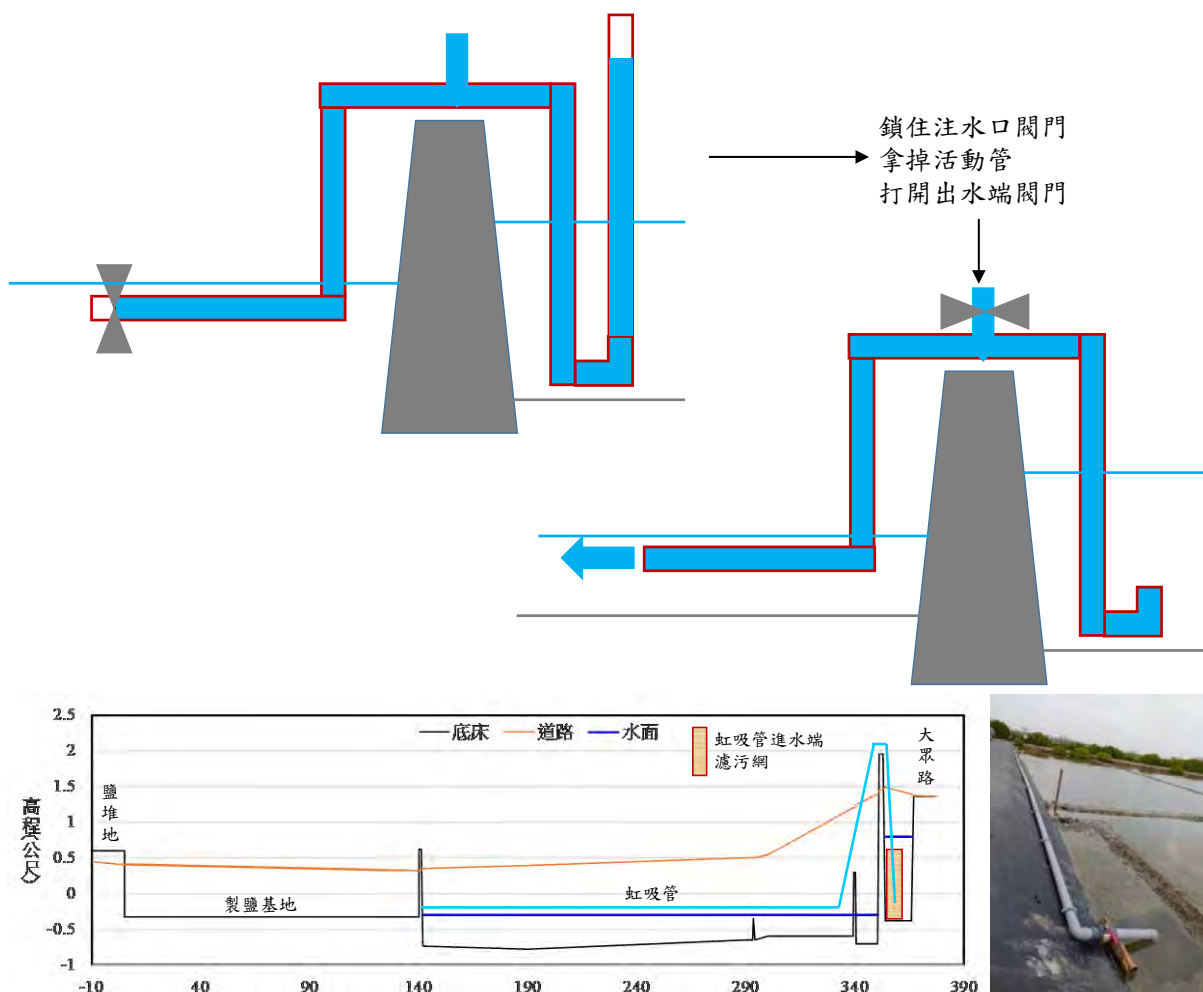


圖 5-2.6 曬鹽場至北汕尾水道虹吸管配置操作示意圖

虹吸管引水設施及智慧雲端防潮閘門監控系統均為安順場務所導入之綠色保育概念及對生態復育、防災減災重要性為其中重要元素之一，均為可納入與遊客解說的重要事項。

5-3 宣傳與推廣

安順鹽場曬鹽基地自從 108 年 12 月重新開始曬製鹽之後，不定期透過臉書分享鹽田景觀動態週知各界，並分享鹽田生態文化村臉書粉絲專頁訊息，109 年起至 110 年 5 月 Covid-19 疫情三級警戒前已接待近 60 個參訪團體，包括社區、親子遊、戶外踏溯課程等(如圖 5-3.1 及圖 5-3.2 所示)。

110 年 Covid-19 疫疫情稍緩後，宗教社團文教基金會於符合防疫規定前提下，安排近百人親子團前來鹽田生態文化村體驗與參訪，例如 11 月 12 日有 200 百名國小學童參訪(如圖 5-3.3 所示)，之後疫情愈為趨緩，陸續有學校團體接洽

參訪。

此外，台江國家公園管理處安排假日導覽公車，台南市紅樹林保護協會亦辦理多次活動以及導覽志工訓練等，已逐步建構生態旅遊資源串聯之模式，可預見不究的將來，整個場域活動會更為活絡多元。



圖 5-3.1 親子團體鹽田生態文化情形圖



圖 5-3.2 各級學校學生到訪圖



圖 5-3.3 品德教育訓練營活動圖

為提高鹽田生態文化村之能見度，不定期於臉書之「四草鹽田生態文化村」社群張貼參訪體驗活動或生態概況之照片或影片(如圖 5-3.4 所示)，此外，陸陸續續來自各方之遊客亦會在社群內張貼分享其到訪保護區所拍攝之美景與影片(如圖 5-3.5 所示)，對場域宣傳都有正面助益。



圖 5-3.4 臉書社群發布訊息圖

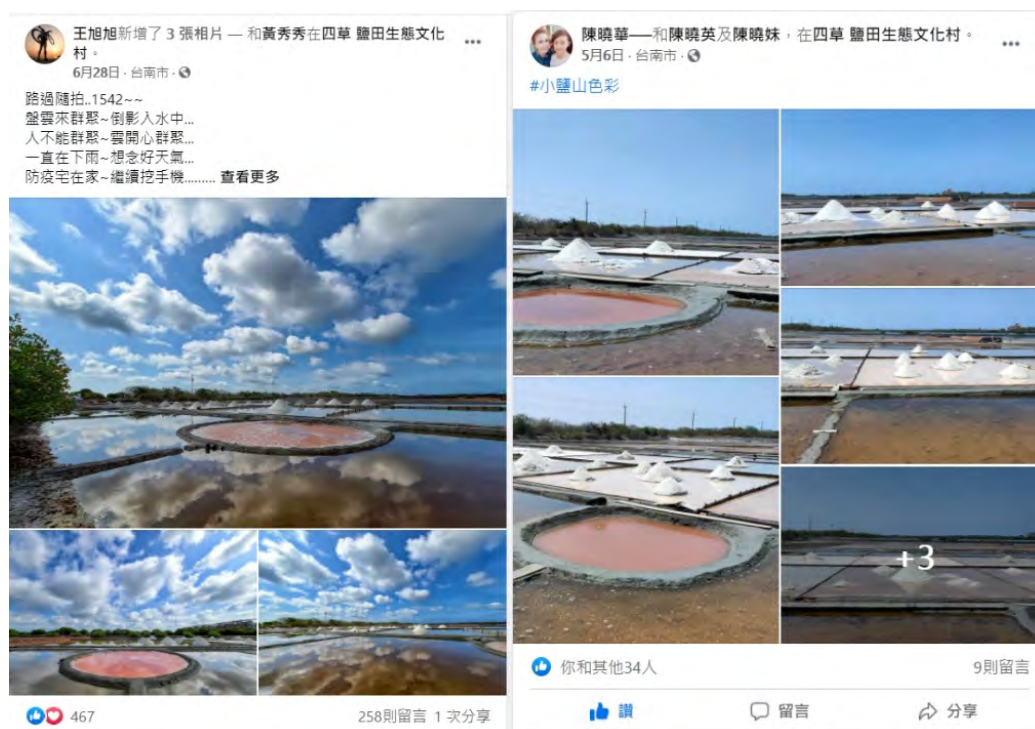


圖 5-3.5 遊客臉書社群分享發布訊息圖

110年12月21日起一連三天有數十隻黑面琵鷺於鹽田及B6樣區試驗區活動，更為場區增添話題，除了於臉書發布訊息外(如圖5-3.6所示)，媒體亦有報導(如圖5-3.7所示)，此全台唯一，世界少有可以體驗曬鹽又可近距離觀賞黑面琵鷺的景象，對場務宣傳與推廣都會有顯著效益。



圖 5-3.6 臉書社群發布黑面琵鷺到訪安順場務所訊息圖



圖 5-3.7 媒體報導黑面琵鷺到訪安順場務所訊息圖

第六章 結論與建議

6-1 結論

- 一、109 年以 B6 樣區淺灘地為示範區，藉由與深水區間土堤整修培厚形成獨立水域，僅於西側與南側各設置 1 個可由閘板調控涵管做為控制水體進出通道，並將區內浚深縱橫連絡水道土體堆置土丘，形塑不同水深的水域環境，110 年結合 B8 樣區東側防潮閘智慧雲端系統與抽水站聯合調控水位提升操作即時性與靈活性，已形成可吸引不同體型水鳥活動之環境，最令人興奮的是於 110 年 12 月 21 日起一連三天各有約四十隻黑面琵鷺於鹽田及 B6 樣區試驗區活動，顯示水土環境營造工作已有顯著成效。
- 二、110 年再於 B5 樣區淺灘地參考 B6 樣區示範區模式，浚深連外水道並藉此土方堆置整理 4 座東西向土丘，8 月完成後已有頗多金斑鶺鴒等小型鶺鴒科水鳥駐足活動，可於觀鳥平台及即將落成之賞鳥亭即可直接觀賞，當其成群飛舞移動時亦頗為壯觀。B7 樣區則採用 B6 樣區示範區水位調控模式進行操作，因該樣區具有較為隱蔽之優勢，9 月起淺灘區及深水區皆有為數不少之大中小型水鳥聚集棲息。
- 三、108 年完成之鹽田護堤修復培厚提高了計畫範圍水域水位可調控空間，109 年完成之 B8 樣區東側防潮閘智慧雲端系統則賦予了水位調控的即時性、便利性與靈活性，也提高了防減災能力，已就將近一年來之操作經驗完成其操作標準流程並編撰操作使用手冊，供管理處參考。
- 四、調查蒐集計畫範圍 9 個樣區之棲地水位、水質、水流特性、水生生物、水鳥利用資料，可提供水土環境營造試驗區及整體水域水位調控效果檢核之重要參據。計畫範圍自 110 年 1 月至 11 月共 23 次鳥類調查結果共觀察到 27 科 72 種鳥類，計有 11,158 隻次，數量前 5 名之優勢種為琵嘴鴨(*Spatula clypeata*) 1,563 隻次(佔 14.01%)、東方環頸鶺鴒(*Charadrius alexandrinus*)1,130 隻次(佔 10.13%)、太平洋金斑鶺鴒(*Pluvialis fulva*) 1,127 隻次(佔 10.10%)、高蹺鶺鴒(*Himantopus himantopus*) 909 隻次(佔 8.15%)、大白鷺(*Ardea alba*) 800 隻次(佔 7.17%)。鳥類數量及種數變化趨勢大致相同於 4 月或 5 月呈下降趨勢，自 9 月開始上升，11 月份的鳥類種數與 2、3 月相近，數量上較同為調查 3 次的 3、9、10 月份高。

- 五、經盤點鹽水溪流流域及計畫範圍之重要水利設施，並藉由水動力模式以鹽水溪流流域之大尺度及計畫範圍之小尺度進行模擬演算，以瞭解主要水利設施操作對不同空間、時間之水位與水質變化趨勢，有助於水位調控及設施改善參考。藉由 B8 樣區東側防潮閘、運鹽碼頭防潮閘與 2 處抽水站聯合調度操作，讓計畫範圍順利度過 110 年 7、8 月份豪大雨及防潮土堤破口漫溢造成之積淹水威脅，顯示各單位群策群力跨域整合，對計畫範圍整體防洪能力已有顯著提昇。
- 六、計畫範圍整體積淹水防減災能力提高，安順場務所僅存之曬鹽場於雨季結束後可快速整地恢復曬鹽工作，交通指示牌、保護區迎賓布條等各項創意整建及環境改善等工作漸有所成效，109 年至 110 年期間雖逢 Covid-19 疫情影響，也已接待近 60 個參訪團體，包括社區、親子旅遊、戶外教學踏溯課程等，顯見相關推廣宣傳已經產生效果，讓鹽田經營與傳承奠定了基礎也備具安定力量，可以逐步成長與茁壯。

6-2 建議

一、短期

- (一)保護區地勢低窪，防潮土堤為禦潮第一道防線，因已年久且交通動線不佳、植生茂密，難免存在隱密未被發覺之滲漏或防護弱面，建議宜籌應經費進行全域防潮土堤及水利設施總體檢，確認其健康狀態及待改善區段，俾編列相關預算辦理修復加強事宜。
- (二)建議可參考本計畫分區水土環境營造之成果，逐步複製到 A2 其他樣區，原則上採各樣區之淺灘地與深水區修堤區隔方式辦理，建議可以 B3、B4 樣區、B16、B20、B21、B23 樣區之水域優先試辦，除樣區間土堤修復加固外，建議必須結合抽水站、防潮閘門系統等水利設施及擴充樣區防護土堤之進排水調控設施辦理，既可優化水位調控能力外，並可提昇積淹水防減災效能。
- (三)建議優先改善北汕尾水道鄰四草湖之 G4 防潮閘，可降低保護區西側防潮土堤之安全風險，修復後可考慮將 G2 及 G3 防潮閘開啟，統一由 G4 視潮汐狀況調控潮水進出，既可確保相關設施防護安全，亦可提高其上游及保護區西側水域水體及水生生物食物與種、數之來源。

二、中期：

- (一)計畫範圍僅佔 A2 保護區 1/4，運鹽碼頭新防潮閘及抽水站實際上亦擔負了計畫範圍以東近 200 公頃水域之調控需求，建議各水域間之水體連通疏導斷面予以提高，方能提高水體流通能力。
- (二)以吸引水鳥方向思考，建議計畫範圍水位維持於-0.30 公尺至-0.25 公尺間，惟此單靠 B8 東側防潮閘依潮位變化調控實力有未逮，建議能採重建或局部修繕方式提升 B8 東側防潮閘南側抽水站抽水效能，以增進水位調控更大空間，並可強化防減災能力。
- (三)汛期可建議上游水利管理單位，提早開啟抽水設備，盡可能先行降低上游滯洪池水位，減低於暴雨期間所有單位全開抽水設備，造成鹽水溪下游洪水暴增之風險。

三、長期：

- (一)建議於生態文化村入口處建立常駐抽水站。由於鹽田為土堤型態，故洪水來臨時，水閘門打開水位變化太快造成流場加大，可能沖毀土堤，故本研究建議關閉閘門。然而關閉水門有可能會有積水不退，如有其他防洪以及抽水設施損毀，外界更不易進入維修，造成水位調控不易，故此作法乃為防止最壞狀況發生。
- (二)建議可就整個保護區各水域之水文、水質環境逐步建置自記式觀測設備及管理系統，有助於即時掌握其先後相對關係及時間、空間之連動資訊，以建構保護區未來相關防護與生態保育規劃設計之參據及後續維護之重要資源。
- (三)加大整體鹽水溪重現期條件之設計，藉由拓寬流域之設計通水量(計畫區以出海口位置為主)，以達到將低台洪之外水水位之目的。

參考文獻

1. 台南市政府，93年台南市四草野生動物保護區經營管理計畫，93年。
2. 台江國家公園管理處，台江國家公園及其周緣緩衝區多樣性棲地營造與評估計畫(3/4)，107年。
3. 內政部，四草重要濕地(國際級)保育利用計畫書(核定本)，107年。
4. 台江國家公園管理處，北汕尾水鳥保護區棲地水文資料收集及調控試驗計畫，107年。
5. 台江國家公園管理處，108年度七股鹽田國家級重要濕地生態及水質基礎調查計畫，107年。
6. 台江國家公園管理處，台江國家公園及其周緣緩衝區多樣性棲地營造與評估計畫(4/4)，108年。
7. 台江國家公園管理處，台江國家公園棲地水文資料收集及調控規劃，108年。
8. 台江國家公園管理處，台江國家公園生態多樣性棲地水土環境營造調控試驗示範計畫，109年。
9. 台江國家公園管理處官方網站。
10. Militello, A., & Zundel, A. K. (2002). Coupling of regional and local circulation models ADCIRC and M2D. ENGINEER RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER VICKSBURG MS COASTAL AND HYDRAULICS LAB.
11. Militello, A., & Zundel, A. K. (2002). Automated coupling of regional and local circulation models through boundary condition specification. In Proceedings of the Fifth International Conference on Hydroinformatics (pp. 156-161). IWA Publishing London.
12. Kraus, N. C., & Militello, A. (1996). Hydraulic Feasibility of Proposed Southwest Cut, East Matagorda Bay, Texas. Conrad Blucher Institute for Surveying and Science, Division of Coastal and Estuarine Processes, Texas A & M University-Corpus Christi.
13. Militello, A., & Kraus, N. C. (1998). Numerical simulation of hydrodynamics for proposed inlet, East Matagorda Bay, Texas. In Estuarine and Coastal Modeling (pp. 805-818). ASCE.

14. Kraus, N. C., & Militello, A. (1999). Hydraulic study of multiple inlet system: East Matagorda Bay, Texas. *Journal of Hydraulic Engineering*, 125(3), 224-232.
15. Westerink, J. J., Luettich, R. A., Blain, C. A., & Scheffner, N. W. (1992). An Advanced Three-Dimensional Circulation Model for Shelves. *Coasts and Estuaries*.
16. Luettich, R. A., Birkhahn, R. H., & Westerink, J. J. (1991). Application of ADCIRC-2DDI to Masonboro Inlet, North Carolina: A brief numerical modeling study. Contractors Report to the US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg 1991.
17. Matsumoto, K., Takanezawa, T., & Ooe, M. (2000). Ocean tide models developed by assimilating TOPEX/POSEIDON altimeter data into hydrodynamical model: A global model and a regional model around Japan. *Journal of oceanography*, 56(5), 567-581.

附錄一

評選會議委員意見回覆及辦理情形

評選會議委員意見回覆及辦理情形

壹、時間：110年01月25日下午2時00分

貳、地點：台江國家公園管理處2樓第1會議室

參、召集人：張副處長登文

紀錄：丁敏政

肆、出席單位及人員：如簽到表

伍、主席致詞：(略)

陸、業務單位說明：(略)

柒、審查委員意見及回覆：

審查意見	意見回覆及辦理情形
一、童委員淑珠	
1. 體驗活動1團人數不宜太多，應搭配室內及室外課程，依不同年齡安排適宜活動課程。	謝謝委員指教，體驗活動非由本計畫主辦，本計畫任務係協助改善鹽田防護功能及設法廣為宣傳，讓更多團體可知曉有這個好場域並前來利用此場域辦理相關體驗活動。
2. 安順鹽場平時有單位負責維護管理及導覽解說嗎？	主要由台南市鹽友關懷協會向台南市政府農業局認養本場域，負責維護及導覽解說。
3. 在鳥類調查時建議就不同類別各找1-2種關注鳥種來調查並作探討。	原則上各類鳥種皆會列入統計，俟逐年經營後鳥相較為穩定時，將針對特定鳥種深入探討。
4. 水位調控在枯水期時有何困難點？	本場域主要水源為降雨及四草內海感潮水體，枯水期可開啟防潮閘引入新鮮海水稀釋因蒸發而鹽度增加之水體，並無困難點。
5. 建議將濱鳥改用鷓鴣科表示。	遵照建議辦理。
6. 建議可製作水位地圖，以利表現鳥類利用位置。	因計畫範圍可形成獨立單元水域之環境有限，水位調控目的主要為讓原為杰晶池之淺灘地水深維持在10公分以內，讓大中小型鳥類皆可休憩。
7. 度冬期第一季、第四季各指的是何月份？	第一季為每年1月至4月，第四季則為每年9月至12月。
8. 水質、底泥檢測的點位、頻率及項目與所編列的經費是否相當請說明。	於編列有限經費內，點位以能掌握計畫範圍內各樣區環境為選點原則，頻率則

審查意見	意見回覆及辦理情形
	為一次，項目則依評估項目所需而定。
9.鳥類的食源例如魚蝦及底棲生物是否會列入調查項目？	魚蝦及底棲生物已列入調查項目，預計於9月份辦理。
二、陳委員文俊	
1.服務建議書提到水體是從 B1 往 B5 淹，選擇在 B4 區做土堤的原因為何？	謝謝委員指教，B4 和 B5 兩樣區間土堤有道路連結原鹽工宿舍區，該處地勢相對於其他土堤略低，依 109 年豪雨經驗，B4 因雨高漲水體即由此處溢入宿舍區，故建議於此處設置土堤，避免豪雨期間水體再由此溢入，110 年 7 月完成此土堤後，8 月豪雨期間此處即未再發生水體由此溢入之情事。
2.各區獨立調控水位會有較佳成效，如何才能達到各區獨立？	需再各樣區設置調控水利設施(閘門及抽水機)，方可依設定需求引入或排出適量水體，營造各區適當水位。
3.水位深對魚蝦度冬較有利，水位淺對於部分鳥類較能利用，要如何決定水位調控的高度？	主要依天候及水質條件而定，另於水土環境營造時，將部分深水區再挖深，讓魚蝦可至此躲避寒害，另營造較高灘地，讓鳥類可以有不需顧慮為加深水深的水體之棲息空間，此外，各樣區獨立調控水利設施陸續完成後，則可依各樣區被賦予需求，調控魚蝦類或鳥類所需之水位及對應水深。
三、洪副召集人政乾	
1.請說明水質調查的項目，相較去年調查是否有增加的項目。	謝謝副召集人指教，原則上水質調查項目比照 109 年度辦理，另針對鹽田曬鹽水源會增加重金屬檢測。
2.未來貴單位如順利承做，有關生態推廣部分，例如在臉書 PO 文篇數等等，希望能予以量化有助於日後檢核。	原則上以度冬期為主要 PO 文期，概因度冬期鳥相和曬鹽活動活絡，每月至少會有兩篇 PO 文，非度冬期面臨防汛挑戰，場域不一定能開放參觀。
3.計畫修築土堤以保護製鹽基地，不知道道路的洩水坡度為何，是否會因此造成道路積水，有何配套措施。	防護製鹽基地土堤係為隔絕深水區水體漫溢問題，不會造成道路積水，倒是道路會排水至製鹽基地，增加製鹽基地整理困擾，建議可增高道路高

審查意見	意見回覆及辦理情形
	度，並調整洩水坡度為南高北低，讓降雨至道路水體流入北側 B5 樣區。
4. 歷年經驗與成效持續累積並滾動式調整，可以思考如何複製或應用至其他區域。	整體場域有大範圍禦潮、積水排洩和小範圍水位調控、水土營造需求，將依逐漸積累之經驗，思考大小範圍整治需求與妥適方式。
四、張召集人登文	
1. 本案針對 B5、B7 進行水土營造，請問 B5--B9 各區水體的關聯性，如何感潮？	謝謝召集人指教，B5-B9 各樣區間皆有水道或涵管連通，並有簡易閘板控制水體流入或流出，因地勢低於海平面，平常藉由防潮堤防及閘門抵禦感潮水體之侵襲，倘欲引進感潮新鮮水體，則開啟防潮閘門讓潮水流入。
2. 各區水位調控訴求要到達的目標為何？	各區水位調控之目標有二，一為增加水體交換，改善水土環境，二為操作適宜水深，讓不同體型之水鳥可以休憩，尤其是小型水鳥。

捌、散會（110 年 01 月 25 日下午 4 時 30 分）

附錄二

工作計畫書審查會議委員意見回覆 及辦理情形

工作計畫書審查會議委員意見回覆及辦理情形

壹、時間：110 年 3 月 4 日上午 09 時 30 分

貳、地點：台江國家公園管理處 2 樓第 1 會議室

參、主席：謝處長偉松

紀錄：丁敏政

肆、出席單位及人員：如簽到表

伍、主席致詞：略

陸、業務單位說明：略

柒、審查委員意見及回覆：

審查意見	意見回覆及辦理情形
一、梁委員世雄	
<p>1.P.13 之東西向及其他如南北向是否有評估而決定？去年未有颱風侵襲，未來修堤是否考慮減少颱風產生高水位及強風效應之作用？</p>	<p>(1) 謝謝委員指教，東西向係考量可形成帶狀阻風帶，提供冬候鳥躲避北風吹襲之場域。</p> <p>(2) 保護區主要依賴外堤抵禦感潮水體颱風暴潮高漲之外溢威脅，其主要高程達 2 公尺左右，倘無出現破口應已足夠，然因已年久，部分堤段已有土壤流失或動植物破壞狀況，有必要進行總體檢。</p> <p>樣區間內堤部分，高程概約 0.4 至 0.6 公尺不等，外堤無破口溢入水流且防潮閘與抽水站等水利設施排水功能再予強化，以排除降雨所升高之蓄積水位，內堤應無需再予加高，反而是各樣區間水體流通能力再予提高，讓水體可快速流至防潮閘與抽水站處抽排至外堤之外更為重要。</p>
<p>2.P.28 目前規劃以大學生課參觀為主，是否有國小或國中等學校可作為特色教學之固定及長期參與？</p>	<p>本計畫任務係協助改善鹽田防護功能及設法廣為宣傳，讓更多團體可知曉有這個好場域並前來利用此場域辦理相關體驗活動，P.28 是已確定要到保護區辦理之課程，並非本計畫所主辦，另有文教基金會對保護區深感驚豔，初步規劃自 9 月開始至保護區辦理親子活動體驗營，藉由相關訊息之傳播，希望有更多團體能夠前來保護區參訪體驗。</p>

審查意見	意見回覆及辦理情形
二、洪委員夢祺	
<p>1.圖 2.5 水位紀錄隱含區內相當多寶貴的水文特性，期許團隊能多加利用，診斷區內水文相關設施功能。如：</p> <p>(1)108 年 7 月初豪雨事件約 170mm，B7 池水位上升 140mm，而 B5 水位上升約 250mm，顯示 B5 池有外水灌入，可進一步研判有堤防破口或水門破損。</p> <p>(2)7 月 21 日 B8 池水位快速下降應有相關排水操作，B5 水位約 2 天與 B8 池平衡，B5 池則約需 10 天方能與 B8 池平衡，可由此推估各通聯涵管排洪能力。</p>	<p>謝謝委員指教，圖 2.5 係以簡易型水位計測得之連續資料，確實可以看出各樣區間水體相對應之關聯性，惟因該設備已無法繼續使用，目前係採人工數日讀取水尺換算水位，雖於旱季或汛期期間仍可提供概略掌握各樣區水體相對關係之資訊，然相較前述連續資料實顯不足，有待後續建置自記式測站，可提供更完整水文資料供相關判識評估之用。</p>
<p>2.圖 3.5、3.6 之水土營造調控試驗布置，提醒團隊在試驗布置設計上兩個原則，即動力需求最小化、區內挖填方平衡。另，開挖形成之深水區可提供魚蝦蟹棲息、度冬，也需注意是否造成底泥、營養鹽堆積。</p>	<p>水土營造調控試驗方面，已將動力需求最小化、區內挖填方平衡納入設計考量。至於深水區底泥、營養鹽堆積情形，將於營運後予以觀測，必要時再行維護調整。</p>
<p>3.圖 3.7 智慧防潮閘操控作業系統可提升排水操作效率，也可降低經費人力需求，給予肯定；仍不忘提醒汛期可靠度及設施失效之應變機制。</p>	<p>設備仍維持手動操作功能，萬一發生電動設施失效，仍可以人力操作方式應變。</p>
<p>4.3.3 節採用多樣性指數不易看出營造前後之生物因子變化，建議可嘗試用多樣性指數相關方法分析，較易看出生物因子之反應。</p>	<p>已將多樣性指數分析方法納入營造前後生物因子變化評估工作。</p>
<p>5.3.4 節使用 CMS 模式可作各種預擬方案評估或現況評析，其中古運河水位是各方案成效之關鍵，提醒模式務必要有完善的參數率定。</p>	<p>古運河防潮閘處設有自記式水位計，為模式參數率定之參考依據。</p>
<p>6.圖 3.4 動畫可以看出各池水體交換效率之優劣，例如 B7 僅靠右上(東北)角與中央水道通聯、交換效率差，若能於右下(東南)增加設置涵管與 B9</p>	<p>B7 及 B9 間為 10 米寬柏油路，尚可開通水渠，應可提高 B7 水體之交換能力，其可行性需再與農業局與管理處商議，B7 與中央水道間有兩處涵管控制水體</p>

審查意見	意見回覆及辦理情形
池通聯、左上(西北)角與中央水道通聯，可加速排水量並改善水體交換效率。另，本圖為動畫截圖，建議團隊能呈現時序資訊。	交換，往年採常閉模式，今年度已將其開通改採常開模式，可增加 B7 水體交換程度。此外，倘北汕尾水道防潮閘可予修復，將可大幅提高 B7 和 B6 與感潮水體交換之效益，亦可提升保護區排洪能力。
7.圖 3.15 標題為鹽度變化時序，但圖中無鹽度資訊。是否有誤？	已予修正。
三、郭委員東輝	
1.在過年期間有看到黑面琵鷺在計畫區內出現，1、2月感覺金斑鴿數量有增加，但只達以往的3至4成，建議可以在中央道路沿線綠籬設置賞鳥牆。	謝謝委員指教，中央道路賞鳥牆之妥適地點及設置方式將視度冬期水鳥棲息狀況提出建議。
2.P.26 中 B2、B3、B6、B7、B8、B9 基本上為瓦盤鹽田，可試著再將水位降低以吸引更多體型水鳥棲息，建議在 B3 與 B2 設置賞鳥點，可以設計東西向土堤，鳥類避風效果會比南北向更佳。	(1)度冬期將藉由 B8 防潮閘利用低潮期排水降低 B2、B3、B6、B7、B8、B9 淺灘區域之水位，讓水深可適合大中小型水鳥棲息。 (2)B2、B3 賞鳥點之設置位置及方式將視度冬期水鳥棲息狀況提出建議。 (3)今年度 B5 和 B7 營造水鳥棲息土堤已採東西向設計。
3.北汕尾保護區為台灣最有歷史義意的地方，外圍還有許多漁民宿舍，結合當地生態是否可以保存下來，如此更具有歷史價值更富有生態資源。	相關工作朝此方向辦理。
四、環境維護課：	
1.本計畫執行成效頗佳，後續可以沿伸應用到其他樣區。	感謝肯定，將視需要配合辦理。
2.於 B6 區建立東西向土堤，有利鳥類棲息，可從原來地點挖土上來，原本的空間可提供魚類度冬場所，若瓦盤被挖起不知道是否會傷到結晶池，瓦盤是否可以再利用？建議瓦盤儘量予以保全供後續應用。	B2 樣區周邊已堆置頗多瓦盤，B5、B7 樣區營造地形所挖起之土體中倘有瓦盤將予移置 B2 樣區周邊，以利後續應用。

審查意見	意見回覆及辦理情形
五、解說教育課：	
1.在地文化資料整理豐富，建議可以提供參考。	謝謝肯定，遵照辦理。
六、洪祕書政乾：	
1.在評選會議時專家學者有給予寶貴意見，希望日後團隊可以納入報告書內，讓執行過程及報告內容更完善。	謝謝提醒，評選會議委員意見回應已列於附錄一，相關意見與建議已納入執行參考。
七、張副處長登文	
1.在工作計畫書內容有提到水位調控，目前調控以 B8 水閘門為主，B9 區是否可以同時一併處理。	謝謝指教，B9 和 B8 水域是完全連通的，所以 B8 防潮閘或抽水站調控水位時，兩樣區水位是一起反應的，至於 B7、B6、B1、B2、B5 則有水道連通，因距離較遠，反應時間較長。
2.建議執行過程可以明確訂出水位調控最理想高程。	將依汛期與度冬期訂定水位調控之最理想高程。
八、保育研究課：	
1.109 年底已經先執行自動化控制，配合枯水期有初步成果展現，以自動化操作搭配重力排水概念，就節省不少電費開銷，具有綠色環保之實效。	謝謝肯定，枯水期間調控水位均賴 B8 防潮閘視潮汐狀況排水，未使用抽水站，汛期則與抽水站聯合操作，降低抽水站負荷及電費支出，未來倘可將 B7 西側防潮閘可比照此規格修繕納入聯合操作，有助於提昇整個場域的水土環境營造及水體交換之效果。
2.在 B5 計畫區內未來需配合賞鳥功能，B6 土堤配置型式建議可與野鳥協會討論，確立水土營造相關配置俾於度冬期結束後施作與測試。	已依野鳥協會建議設計 B5 及 B7 土堤鋪設方向，預計於雨季漸近尾聲，水域水位降至-30 公分後，以一星期時間施設完成，俾於度冬期操作測試。
九、謝處長偉松：	
1.工作計畫書內容完整，希望確實執行可以具體呈現效果。	謝謝肯定。
2.本計畫重點為水土環境營造與水文生態調查，安順鹽場文化推廣可搭配解說教育課相關規劃整合推動。	遵照辦理。

審查意見	意見回覆及辦理情形
3.歷年經驗與成效持續累積並滾動式調整，可以思考如何複製或應用至其他區域。	遵照辦理。

捌、會議結論：

(一)本次期初報告所提出之工作項目、內容與進度均符合契約規定，爰期初審查原則通過，請受託單位依約辦理後續相關工作及第1期款請領事宜。

(二)請受託單位參酌各與會委員及處內同仁所提意見，納入修正參考，並於期中審查會議中提出具體回應意見。

玖、散會（110年03月04日上午11時30分）

附錄三

期中審查委員意見回覆及辦理情形

期中審查會議委員意見回覆及辦理情形

- 一、時間：110 年 09 月 08 日上午 10 時 00 分
- 二、地點：台江國家公園管理處 2 樓第 1 會議室
- 三、主席：謝處長偉松
- 四、出席單位及人員：如簽到表
- 五、主席致詞：略
- 六、業務單位說明：略
- 七、審查委員意見及回覆：

紀錄：丁敏政

審查意見	意見回覆及辦理情形
一、梁委員世雄：	
1.執行單位能迅速對於 7 月到 8 月強降雨造成積淹水控制進行評估，並提出建議，有其正面效益。	謝謝委員肯定，7 月及 8 月豪大雨期間藉由水閘門遠端操控並搭配抽水站之運作，讓積淹水狀況以 10 天左右時間消退，相較往昔已獲得大幅改善。
2.P.32 頁有關於防潮閘門擴充為智慧型管理，有其精簡人力及迅速、有效反應之實效，為未來防潮控管之趨勢，但行政單位執行政務，需編列預算，請明確算防潮閘門擴充為雲端控管智慧化之預算需求，以提供委託單位評估更換可能及編列預算之需求。如能提供不同規格與操作系統與預算需求更佳。	已提列主要設備改善概估經費需求與方案建議如第 42 頁所示，可供管理處與農業局參考。
3.鳥類調查之物種組成，及個體數量，可與樣區水深進行相關分析或以圖表方式表現，以說明水深管控及鳥類群聚管理之相關性，提供委託單位作為調控之依據。	整理鳥調資料過程中，本期能就不同水深歸納其主要鳥種，惟與臺南市野鳥協會人員研討後，調查資料尚嫌不足，且鳥種及數量涉及當下天候、食源狀況亦有所不同，故仍待未來持續調查蒐即更多鳥調與水深相對關係資料後，再進一步歸納分類。
二、洪委員夢祺：	
1.本計畫已將四草濕地 B1-B9 水域的各項土堤、涵管、閘門、抽水站作完整檢視，疏通涵管、自動化水門啟閉、營造不同水深之水位操作機制。將來如何將這些操作機制、方法、流程移	謝謝委員指教，已整理如第 38 頁圖 4-2.3 及附錄七，可供管理處相關人員參考。

審查意見	意見回覆及辦理情形
<p>交管處同仁？是否做成書面手冊？</p>	
<p>2.承上，硬體上仍有許多部份無法處理，如堤防滲漏、水門啟閉等。團隊是否能將這些攸關水位操作的待處理部分評估優先次序，以及各單項所需經費（含正規及應急做法），提供管處或市府參考，作為後續維持管經費編列、或爭取改善經費之依據。</p>	<p>已提列主要設備改善概估經費需求與方案建議如第42頁所示，可供管理處與農業局參考。</p>
<p>3.從圖 3.1-2 中可以看出 B1、B2、B5 及 B6-B9 已有不同程度上的水體連通交換現象，但 B3、B4 水體似乎仍無交換機制，是否有改善策略？</p>	<p>B3、B4 之水體主要是由運鹽碼頭的防潮閘門和抽水站控制，本年度已在 B5 和 B3 間開通連絡管道，可增加水體交換之途徑。</p>
<p>4.從表 3.2-1 及表 3.2-2 中可以看出水深較深之蒸發池、滷水池（B1、B6-3-3、B6-R2X）之 BOD、COD 均較其他區塊高，顯示容易造成有機碳堆積。有機碳堆積容易造成水域缺氧，危及水生生物。因此在棲地營造深水池時，也需注意是否有相對應之水體交換機制，避免底泥、有機碳、營養鹽之堆積。</p>	<p>棲地營造工作挖設之深水池均有布置連通水道至深水區，主要用意即在於倘水位降低至低於淺灘地高程時，水體仍可藉由連通水道引導流動，增加水體交換之機率，避免底泥、有機碳、營養鹽等之堆積。</p>
<p>5.第 3.5 節採用多樣性指數不易看出營造前後之生物因子變化，建議可嘗試用多樣性指數相關方法分析，較易看出生物因子之反應。</p>	<p>經審視水土環境營造前後之調查資料仍嫌不足，故仍維持原分析方法。</p>
<p>6.第 4.1 節水體交換與鹽度分布模擬起始鹽度為零（淡水）之情境與實務要處理之問題（高鹽度之滷水）有所差。從 Fick's law 來看，海水進入淡水之混合效率高，然海水進入滷水之混合效率差。因此提醒實際問題要比 4.1 節試案例混合效率差很多。</p>	<p>已調整起始條件進行模擬，請詳見第 4.1 節。</p>
<p>三、台南市政府農業局：</p>	
<p>1.感謝執行團隊於 8 月初豪雨期間積極協助排洪減災事宜。</p>	<p>感謝肯定，通力合作面對大自然的挑戰是很好的經驗。</p>

審查意見	意見回覆及辦理情形
2.將軍廟旁閘門已先初步修繕可簡易操作，但尚有許多待改善之處，囿於經費籌措問題，期能提供分階段修繕之建議。	已提列主要設備改善概估經費需求與方案建議如第 42 頁所示，可供管理處與農業局參考。
3.運鹽碼頭和運河旁抽水機皆有待修繕需求，屆時會邀請執行團隊共同會勘，提供改善建議。	已於 9 月 22 日完成初步會勘，因涉及抽水馬達之整修，有待專業廠商深入評估經濟有效之改善方式供農業局參辦。
4.本局刻正招募新進管理人員，以填補退休人員留下職缺，倘能具操作管筏技術尤佳。	樂見有適當人力可以銜接現場管理業務。
5.魚類標本館預計進行內部修繕，再開放遊客進入參觀。	相關活動規劃配合改善期程辦理。
四、台南市鹽友關懷協會	
1.感謝管理處和執行團隊一直以來積極協助改善積淹水的問題，今年 7、8 月汛期積淹水狀況約一週就消退了，相較於往昔同等級豪大雨，曾積淹水月餘之情形改善很多，給本協會整地復原提供很大幫助與信心，也期望未來魚標館完成修繕後可帶來更多觀光人潮。	謝謝肯定，群策群力共同因應大自然之挑戰，是很難得的經驗。
五、本處環境維護課	
1.營建署依編撥前瞻計畫經費供保護區路面及相關設施修繕，屆規劃設計階段再邀請工作團隊提供路面修繕高程、虹吸管併整方式之相關建議，俾納入整體設計。	謝謝指教，已配合工作會議及會勘工作，期待完工後可增加因應積淹水能力，以確保相關設施安全。
2.可否利用水動力模擬來協助找出 B7 可能破口處。	因邊界條件掌握有限，利用水動力模擬來找出可能破口處實有困難。
六、本處企劃經理課	
1.本處每年均編列經費供鹽田破損修繕之用，請台南市鹽友關懷協會視需要提出申請，惟建議能於汛期豪	謝謝指教，已提供相關建議供協會參酌提出申請。

審查意見	意見回覆及辦理情形
大雨來之前，加強巡查、防護及應變措施之部署，以降低災損。	
2.呼應梁委員所提關於水位調控與鳥類豐度及數量之關係，未來可做為鹽友關懷協會推擴生態導覽觀光活動之參考。	整理鳥調資料過程中，本期能就不同水深歸納其主要鳥種，惟與臺南市野鳥協會人員研討後，調查資料尚嫌不足，且鳥種及數量涉及當下天候、食源狀況亦有所不同，故仍待未來持續調查蒐即更多鳥調與水深相對關係資料後，再進一步歸納分類。
七、本處解說教育課	
1.目前計畫區鳥況頗佳，未來倘能規劃鹽業故事館、結合生態體驗，應屬本區域特有景觀，應該具有很大的市場價值。	謝謝肯定。
八、本處保育研究課	
1.本案為試驗計畫的第二年，計畫內容包含水文調查、水質調查、水土調控、減災、晒鹽、晒鹽文化推擴...等項目，目前進度均符合合約要求。	謝謝肯定。
2.本案為二年期計畫的第二年，今年結案後相關內容會成為未來濕地管理的參考，二年執行過程有具體成果也發現許多問題，再加上本計畫區的權管單位多，未來在減災、管理等方面，請於期末報告時提供現地操作流程、管理等相關的基本建議，以及未來如何有更加值的具體構想。	已提列主要設備改善概估經費需求與方案建議如第 42 頁所示，可供管理處與農業局參考。
3.智慧型操控系統、設備與自計式水位計等軟硬體技術，請思考結案後如何技術轉移給本處。	智慧水閘門操控系統之操作方法已整理作業流程如第 38 頁圖 4-2.3，操作手冊則整理於附錄七。
4.請補充建議事項，並分為短期、中期、長期辦理事項，或是基本型、加值型事項。	請參見第六章 6.2 節。

審查意見	意見回覆及辦理情形
九、洪秘書政乾	
1.工作團隊提出許多軟硬體改善建議，因涉及經費籌編需要，建議工作團隊於期末時可臚列各項軟硬體改善優序、可能主辦機關及經費需求，以利權責機關參考延納於後續工作編列與經費籌應等程序。	謝謝祕書指教，已提列主要設備改善概估經費需求與方案建議如第 42 頁所示，可供管理處與農業局參考。
2.除了防潮閘和抽水站外，還有沒有其他可以降低保護區水位之方式。	保護區地勢低窪，每日低於潮位時間至少 20 小時以上，重力排水非常困難，抽水站又需要大量電力，或許可考慮利用風能帶動水車將保護區水體移至外部水域，惟其效能遠低於利用低潮期開閘排水或藉由市電供抽水站抽排。
十、張副處長登文	
1.8 月初農業局以太空包封堵之破堤處正式修復前，是否有其他問題需要注意？	謝謝副處長指教，北汕尾水道與四草湖交界處之防潮閘門尚可儘速修復，可降低破堤處及其他未發現脆弱段之可能風險。
2.鹽田文化村 8 月雖已無 B3 至 B5 處溢入水體，但仍有淹水狀況，是否常存在其他未發現之溢點。	據觀察淹水狀況應係四周水域水面高漲，降雨無法排出而蓄積。
十一、謝處長偉松	
1.本計畫主要為四草濕地保育生態與水文調查工作，兩年執行過程中已看到不錯之成果，值得讚許與肯定。如何將成果延伸下去，為重要的課題，請工作團隊思考如何將水閘門調控轉換成一般人看的懂又容易操作的標準作業流程，以利技術轉給本處人員承接。	謝謝處長肯定，已整理智慧水閘門操控系統之操作方法已整理作業流程如第 38 頁圖 4-2.3，操作手冊則整理於附錄七。
2.水閘門、水位控制方式希望可以建立標準化流程，於期末報告中呈現，以利經驗傳承。	已整理智慧水閘門操控系統之操作方法已整理作業流程如第 38 頁圖 4-2.3，操作手冊則整理於附錄七。

審查意見	意見回覆及辦理情形
3.計畫區內有許多堤岸破口或是水閘門、涵管需修繕，涉及不同權責單位，請工作團隊於期末報告中，將盤點之各項設施待修繕項目、經費需求提出優序建議，俾供各權責單位參酌，視輕重緩急籌應經費。	已提列主要設備改善概估經費需求與方案建議如第42頁所示，可供管理處與農業局參考。
4.已向營建署爭取到2千多萬元之改善經費，請相關單位統整思考，將鹽田生態文化村與周邊道路改善，虹吸管及相關管線布設等都納入規劃，期能儘量一次到位，避免日後又需要再修修補補，徒增浪費。	已配合於該計畫工作會議及現場會勘提供可掌握之資訊及必要需求供設計單位參考。
5.所提空拍機勘災需求，請依程序提出申請。	已視需要配合辦理。

八、散會（110年09月08日中午12時）

附錄四

期末審查委員意見回覆及辦理情形

期末審查會議委員意見回覆及辦理情形

- 一、時間：110 年 12 月 08 日上午 10 時 00 分
- 二、地點：台江國家公園管理處 2 樓第 1 會議室
- 三、主席：謝處長偉松
- 四、出席單位及人員：如簽到表
- 五、主席致詞：略
- 六、業務單位說明：略
- 七、審查委員意見及回覆：

紀錄：丁敏政

審查意見	意見回覆及辦理情形
一、洪委員夢祺：	
1.計畫團隊兩年來對濕地復育實務作業提供新的想法與嘗試，兩年來已有相當的成果，對於團隊的辛勞與努力給予肯定。簡報內容較報告補充相當多內容且較完整，建議納入成果報告。以下幾點建議提供本計畫參考	(1)謝謝委員肯定。 (2)簡報內容已補充納入成果報告。
2.本計畫已建立閘門雲端操作監控系統，也建立操作說明書。如何將這些操作機制、方法、流程等，是否有相關建議流程與判斷依據？	建議流程如標準作業程序所示，判斷依據則依進出水需求及內外水差異，配合專業而定。
3.本次報告為兩年結案報告，建議納入第一年重要執行成果與監測數據及資訊，可做為後續經營管理參考。例如鹽度、降雨、及水位監測資訊季節變化為水文操作之重要參考資訊，今年鹽度數據顯示為半淡鹹水，但去年汛期前部分水體鹽度已達到 50psu，對應操作也會有所不同。	(1)成果報告已將兩年度成果彙整呈現。 (2)關於 110 年度水質交換模擬方面，係利用鹽度變化作為模式模擬情境，並根據水位分析結果，採通則常態模擬，未來倘有特殊個案需求，可再納入模擬深入探討研究。
4.本計畫採用多樣性指數較不易看出營造前後之生物因子變化，建議計畫範圍後續可嘗試用多樣性指數相關方法分析，較易看出生物因子之反應。	後續倘蒐集更多資料，可嘗試採用多樣性指數方法分析。
5.第四章將 CMS 模式在本計畫範圍建模，著實不易，相關模擬成果也可提供後續經營操作參考。茲提醒計畫範	水質交換分析方面，本研究以鹽度模擬作為分析工具，藉由鹽度變化換算其水體交換比例程度，整體而言係以定性分

審查意見	意見回覆及辦理情形
圍原為鹽田，外水接近海水鹽度，因此模擬條件與實際物理條件有相當落差，混合現象與趨勢會有差異。	析為主，而實際鹽度變化之定量計算，必須採個案分析處理，未來倘有特殊個案需求，可再納入模擬深入探討研究。
6.計畫範圍內硬體上仍有許多部份無法處理，如堤防滲漏、水門啟、閉等，報告第四章已針對閘門修復估算所需經費，在堤防破口、滲漏部分是否有相關建議？以及待處理部分評估優先次序？以提供管處或市府後續參考。	堤防破口及滲漏水方面必須進行搭配檢測儀器進行細部調查方可確實掌握，建議台南市政府農業局可優先辦理。
二、梁委員世雄	
1.肯定執行單位對於水文分析與防洪工程之努力。	感謝委員肯定。
2.參考文獻之格式不一，特別是英文文獻，請統一。	英文參考文獻已統一格式。
3.附錄 P3-1，說明列出主要設備概估經費需求與方案（如第 42 頁），但該頁未見相關資料。	原期末報告頁碼未顯示，成果報告已補充修正於第 89 頁。
4.從表 3.2-1 及表 3.2-2 中可以看出水深較深之蒸發池、滷水池 (B1、B6-3-3、B6-R2X) 之 BOD、COD 均較其他區塊高，顯示容易造成有機碳堆積。有機碳堆積容易造成水域缺氧，危及水生生物。因此在棲地營造深水池時，也需注意是否有相對應之水體交換機制，避免底泥、有機碳、營養鹽之堆積。	由於計畫範圍屬於長期封閉水域，僅靠水門控制開關才能與區外感潮水域進行水體交換。110 年度試驗操作已進行多次水體交換工作，明年度倘持續操作，增加水體交換頻度，應可改善樣區內水質、底泥的環境，並減少有機碳和營養鹽之堆積狀態。
三、林委員幸助	
1.水位調控與水體交換因為會影響生物，是非常重要的工作，B6 在進行水位調控時最可達多高，最少可達多低？若按季節與鳥類的習性進行調控會吸引到的種類也會有不同，調控的範圍約為多廣？	感謝委員指教，B6 樣區水位調控操作之最高水位會控制於-0.1 公尺，最低水位則會達-0.4 公尺。

審查意見	意見回覆及辦理情形
2.B5、B6、B7、B8 不同水深變化，會有棲地上的差異，吸引鳥類多樣就會豐富許多，能夠營造不同的水深，成果應該非常豐碩。	水土營造工作已試著讓地形有深水槽，土丘，漸變段等構造，可於水位調控時產生不同水深，有利於不同水鳥活動利用。
3.簡報第 13 頁如果知道水位調控範圍，再增加整體水文收支，一天水可以進入與蒸發量多少，達到平衡量為多少，若要補充量又有多少？若執行上可行，建議管理處可以再更深入探討。	計畫範圍內並非自然感潮，故水文收支主要由人為控制，汛期時降雨則為自然界較大之外來干擾，相對關係必須藉由多次測試釐清不同情境之平衡關係。
4.簡報第 17 頁請問採樣的時間是位於漲退潮時，或是都在均一時間內？建議可以再加做日夜、季節變化，依據檢測結果，水質頗佳，請問底土的氧化還原電位測試的深多約為？氧化還原檢測值正，表示含氧量高，所以底棲動物應該不少，但是在期末報告中呈現的底棲生物很少。	(1)計畫範圍為封閉型水域，非自然感潮，故非視漲退潮時間採樣，而囿於經費所限，底棲動物、水質調查僅為 1 次調查，採樣時間為當天 08:55~14:50 間辦理。 (2)底土的氧化還原電位為表土約 10 公分左右，且各樣區底土皆為負值，顯示偏向厭氧環境。但水的氧化還原電位為正值，顯示水域環境在此檢項較底土好。建議未來可做較完整調查，以釐清底棲生物分布多寡之原因。
5.鹽度檢測值為 20 多度，偏鹹，應是要以海魚為主，但是期末報告是以吳郭魚為主，似乎不太合理，建議加測以利掌握質品質。	因計畫經費有限僅進行 1 次調查，而調查範圍屬於封閉性水域，故海魚數量較少，建議未來配合防潮閘門操作強化水體及水域生物交換後，可做較完整調查，以更完整的瞭解魚類分布狀態。
6.溶氧的飽合度檢測值高，表示溶氧量高，但是底棲動物與魚種都偏少，建議可以增加測數找出水質變化與時間的關係。	囿於經費所限，僅採樣檢測一次，建議後續可編列較符合實需之採樣次數之經費，以釐清水質變化與時間之關係。
7.簡報第 22 頁歧異度包括了優勢度與均勻度，所以不用計算，除了用原多樣性指數效果不明顯，建議以多樣性指數或 γ 多樣性指數呈現。	本計畫底棲動物、魚類、水質調查僅辦理 1 次調查，建議未來相關計畫可參照委員建議方式辦理。

審查意見	意見回覆及辦理情形
8.簡報第 25 頁單閘門與雙閘門，B4 閘門若開，水體交換率僅 5%，所以水質就會比較差，後續可以思考，提高水體交換率方向進行。	依據模擬結果顯示欲達到各個鹽田區塊皆能快速交換之結果，應當於西側再增加一個水閘門，未來倘有需要，可配合相關規劃方案進行其成效模擬評估。
9.報告中經費並無註記單位，請補上。	已補正，單位為仟元，請參見第 89 頁。
四、臺南市政府農業局	
1.水閘門因年久亟需修繕，成大團隊是否有建議的廠商？	感謝指教，已經提供聯絡方式供參。
2.水閘門操作需要農業局配合的部份，請成大團隊建議開、閉閘門之時間與水量，並協助人員教育訓練。	配合貴局需要辦理。
五、本處企劃經理課	
1.文化與生態推廣部份，目前遊客反應非常踴躍，若本案有新的解說特色與觀察亮點，請提供給台江解說單位，以利納入宣導內容。	感謝指教，虹吸工引水、智慧運端閘門監控系統、鹽滷水貯蓄方式優化等，皆可納入解說內容。
六、本處解說教育課	
1.保護區藉由水位調控已有非常多種水鳥聚集，目前本處有鳥類影片拍攝需求，請成大團隊提供相關素材予拍攝單位參考。	感謝指教，配合拍攝需要辦理。
七、本處保育研究課	
1.本年度主要四大工項分別為：1.水土環境調控與地形地貌調整實做、2.水文資料收集、3.淹水防災以及 4.鹽田文化與生態推廣，檢視報告書內容，均已完成。	感謝肯定。
2.第 48 頁結論與建議部份，未來成果報告結論的寫法可以用明確的語氣陳述，例如：鳥調可以直接寫出明確的數量、操作手冊的呈現等等，建議的部份應該是以「短期」、「中期」、「長期」的方式撰寫。	已調整修正。

審查意見	意見回覆及辦理情形
3.本案為試驗計畫第二年，相關工作俟生態自然復育一段時間後，再視狀況推動必要工作。	配合辦理。
4.成果報告需有摘要，並納入計畫第一期的計畫內容。	已增列摘要並整併第一年成果。
5 第 6 頁執行進度甘特圖，未來成果報告書不宜再出現。	成果報告已將之刪除。
八、洪秘書政乾	
1.報告書第 47 頁經費表請補上千元單位。	感謝指教，已補正，請參見第 89 頁。
2.本案執行兩年，成果非常顯著，若想將本案水位調控經驗複製到 A2 其他區域，是需要分區或是可一併處理，是否可以在成果報告中呈現？若是要分區整治，是否有優先次序的建議？	已於成果報告建議中補充說明。
九、謝處長偉松：	
1.本計畫主要為四草濕地生態保育與水文調查工作，兩年執行過程中已看到不錯之成果，值得讚許與肯定，後續期許可以更深入進行研究，另在閘門修繕整理方面，因為本管理處非土地管理單位，無法支應資本門經費，建議市政府農業局可編撥改善經費。	感謝肯定。
2.107 年 0823 水災導致環境破壞，鹽田荒廢，透過計畫團隊協助改善，以分區治理方式，辦理水土營造及水位調控工作，也對週邊水文，生態進行調查，以找出問題與對策為主要任務，後續後若有機會將可深入研究。	有需要可配合辦理。
3.本案為兩年計畫，成果報告請列出兩年調查資料的比對與分析，或是閘門操作前與操作後成果比較分析，方為完善，以利後續相關計畫參考。	成果報告已將兩年度成果整併並就必要部分予以比較分析。

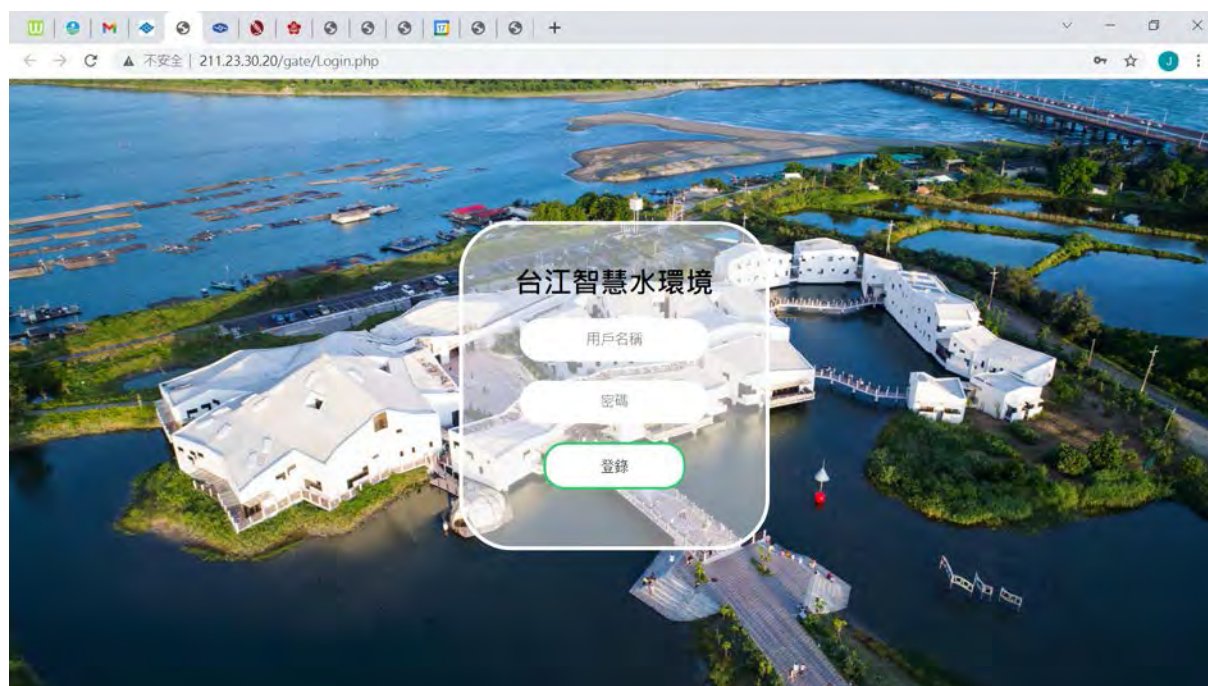
八、散會（110 年 12 月 08 日中午 12 時）

附錄五

智慧雲端監控防潮閘操作說明

智慧雲端監控防潮閘操作說明

智慧雲端監控防潮閘系統之網址為 <http://211.23.30.20/gate/Login.php>，其首頁畫面如附圖 7-1 所示，必須取得帳號/密碼方可使用，權限分為三種，一為觀察員，只能監看，但不可操作，二為操作者，兼具監看與操作權限，為避免多人操作造成混亂，操作權限人數以一至二人為限。三是系統管理員，為最高權限，除操作者權限外，可新增/修改/刪除不同權限之帳號與密碼。



附圖 7-1 系統首頁圖

利用可有線或無線連結網路之桌上型電腦或行動裝置開啟瀏覽器，連結至首頁網址後登打管理員給定之帳號/密碼，正確無誤即可登錄進入功能頁面(如圖 7-2 所示)，該頁面中首列為功能選單，包括：

- 一、閘門開度控制：設定即時或預約模式，以遠端操作閘門開度，僅有操作者與系統管理員具有權限，觀察員頁面不會看到此功能選項。
- 二、閘門操作紀錄：條列各閘門之接收指令及操作紀錄。
- 三、歷史數據：可給定擬查詢時間段之起迄日期後，查詢該段時間內之內外水位資料歷線。
- 四、潮汐分析：給定時間段查詢潮汐預報資料。

五、異常紀錄表：臚列歷次發生異常狀況時間與概要內容。

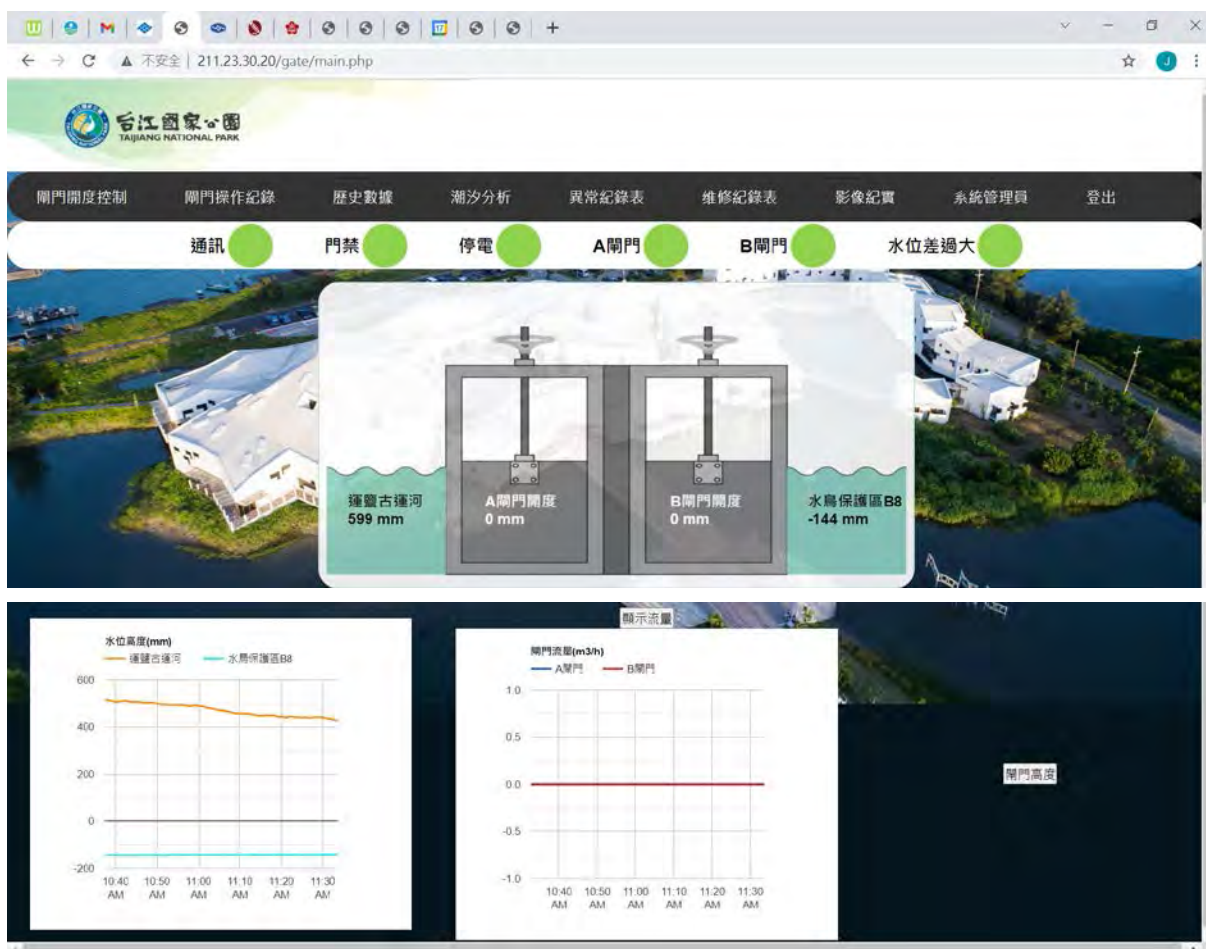
六、維修紀錄表：臚列歷次進行維修時間與概要內容。

七、影像紀實：可查看 1 號防潮閘即時影像。

八、系統管理員：僅有操作者與系統管理員具有權限，觀察員及操作者之頁面不會看到此功能選項。

九、登出：點選後即退出網頁，欲再使用需重新登錄帳號／密碼。

次列為狀態顯示列，倘狀況正常則顯示綠燈，倘出現狀況則顯示紅燈。狀態顯示列下方為示意圖，展示防潮閘兩道閘門個別開度(A 閘門為南側，B 閘門為北側)，以及運鹽古運河、水鳥保護區 B8 樣區水位之即時數據。此示意圖下方有三個歷線圖，為節省網路流量，僅顯示如圖 7-2 所示之即時水位歷線圖，包括當下及前一個小時內運鹽古運河、水鳥保護區 B8 樣區水位之歷線，另兩處為兩座閘孔近一小時之通水流量歷線與開度歷線，需點選後才能顯示。



附圖 7-2 功能選單頁面

運鹽古運河於退潮期間之退水速率大概為每 30 分鐘降低 10 公分，當參考安南未來 30 日潮汐預報資料對應水鳥保護區內水位狀態，可概略預估可操作防潮閘門之可能時間，當天再由防潮閘門實際內外水位之狀況，預判可操作之時間，防潮閘門操作為 2 道閘門獨立，可採用即時操控及預約操控模式，點選該功能選單進入網頁後，需選擇地區(台江)，即會顯示即時操作頁面(如圖 7-3 所示)，其中，A 閘門開度 0 點之高程為-0.55 公尺，B 閘門則為-0.30 公尺，基此，開度設定以高於內外相對高之水位上 15 公分為原則。預約模式又分為兩種型式，但主要採用指定日期時間型式，選定閘門後，設定該閘門預定開啟與關閉之日期、時間，選定完成後即按「確認」，出現「操作成功」對話框即表示確實完成預約，當預約操作事件不需要執行時，可依照上述程序再重新選取後，點選「取消」鍵，出現「操作成功」對話框即表示確實完成取消預約。

安南未來 30 日潮汐預報資料網址：

https://www.cwb.gov.tw/V8/C/M/Fishery/tide_30day_MOD/T700035.html。



附圖 7-3 功能選單頁面

無論是即時操作或預約操作，為確認實際狀況，可於功能選單頁面點選「影像紀實」，即可進入即時影像頁面(如附圖 7-4 所示)，瞭解現場實際狀況，較為安

心。



附圖 7-4 監視影像頁面圖

如欲查詢前段時間水位變化狀況，則可點選「歷史數據」之「水位歷史紀錄」，即可查詢設定時間段之水位歷線(如附圖 7-5 所示)，需注意選定之日期，係為該日之 0 時 0 分。



附圖 7-5 水位歷史紀錄查詢頁面圖

附錄六

計畫範圍高程參考點施測說明

計畫範圍高程參考點施測說明

108 年「台江國家公園棲地水文資料收集及調控規劃」為調查作業需要，於北汕尾水鳥保護區設置 25 個高程參考點位，位置如附圖 6-1 所示，其高程係以位於省道台 17 線南下方 164K+900 宏大傢俱店前分隔島內之內政部一等水準點溪埔 G081(高程 3.142m)為基準點，利用內政部衛星中心 e-GNSS 即時動態定位系統辦理施測作業(參見附圖 6-2 所示)，施測儀器為 Trimble R8s(規格如附表 4.1 所列)。每個測點紀錄 3 分鐘後得平均值，G081 一等水準點檢測中值誤差為 1.707cm,均方根誤差(RMSE)為 2.071cm，25 個高程參考點之高程施測成果如附表 6-2。




附圖 6-1 計畫範圍高程參考點分布位置圖



附圖 6-1 內政部一等水準點 G081 高程施測作業圖

附表 6-1 高程施測設備照片及規格表

儀器型式/規格	儀器相片
Trimble R8s 衛星定位儀 差分位置：水平小於0.25 m+1ppm RMS 網路RTK：水平小於8mm+0.5ppm RMS 垂直小於15mm+0.5ppm RMS	

附表 6-2 計畫範圍高程參考點施測成果表

序號	點位編號	TWD97 坐標(m)		高程(m)
		N	E	
1	M1	2547487.793	161591.778	1.489
2	P8	2547435.036	161842.621	0.324
3	M12	2547422.480	161968.606	0.452
4	P6	2547375.677	162100.954	0.455
5	M11	2547385.432	162229.410	1.277
6	P7	2547284.535	161918.591	0.856
7	M13	2547027.956	161903.100	0.745
8	P10	2546904.357	161882.962	0.777
9	M14	2546688.631	161847.546	0.665
10	P9	2547003.537	162026.936	0.297
11	M10	2547452.025	162392.337	0.857
12	P5	2547292.986	162396.736	0.707
13	M19	2547044.677	162329.658	0.715
14	P4	2546822.202	162292.056	0.835
15	M18	2546556.576	162241.489	1.670
16	P1	2547395.366	161577.811	1.359
17	M2	2547210.312	161550.074	1.506
18	M3	2547025.227	161522.122	1.452
19	M4	2546832.581	161500.560	1.883
20	M4-1	2546726.591	161475.973	2.121
21	P2	2546756.459	161598.170	2.337
22	M5	2546681.399	161697.354	2.391
23	P3	2546648.968	161813.383	2.361
24	M6	2546607.691	161994.637	2.010
25	M7	2546574.629	162125.417	2.238

附錄七

110 年度北汕尾水鳥保護區調查鳥類名錄

北汕尾水鳥保護區調查鳥類名錄

目名	中文目名	科名	中文科名	物種名	學名
Accipitriformes	鷹形目	Accipitridae	鷹科	黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>
Accipitriformes	鷹形目	Pandionidae	鵟科	魚鷹	<i>Pandion haliaetus</i>
Anseriformes	雁形目	Anatidae	雁鴨科	尖尾鴨	<i>Anas acuta</i>
Anseriformes	雁形目	Anatidae	雁鴨科	小水鴨	<i>Anas crecca</i>
Anseriformes	雁形目	Anatidae	雁鴨科	鳳頭潛鴨	<i>Aythya fuligula</i>
Anseriformes	雁形目	Anatidae	雁鴨科	赤頸鴨	<i>Mareca penelope</i>
Anseriformes	雁形目	Anatidae	雁鴨科	琵嘴鴨	<i>Spatula clypeata</i>
Charadriiformes	鴝形目	Charadriidae	鴝科	東方環頸鴝	<i>Charadrius alexandrinus</i>
Charadriiformes	鴝形目	Charadriidae	鴝科	鐵嘴鴝	<i>Charadrius leschenaultii</i>
Charadriiformes	鴝形目	Charadriidae	鴝科	蒙古鴝	<i>Charadrius mongolus</i>
Charadriiformes	鴝形目	Charadriidae	鴝科	金斑鴝	<i>Pluvialis fulva</i>
Charadriiformes	鴝形目	Charadriidae	鴝科	灰斑鴝	<i>Pluvialis squatarola</i>
Charadriiformes	鴝形目	Glareolidae	燕鴝科	燕鴝	<i>Glareola maldivarum</i>
Charadriiformes	鴝形目	Laridae	鷗科	黑腹燕鷗	<i>Chlidonias hybrida</i>
Charadriiformes	鴝形目	Laridae	鷗科	裏海燕鷗	<i>Hydroprogne caspia</i>
Charadriiformes	鴝形目	Laridae	鷗科	小燕鷗	<i>Sternula albifrons</i>
Charadriiformes	鴝形目	Recurvirostridae	長腳鷗科	高蹺鴝	<i>Himantopus himantopus</i>
Charadriiformes	鴝形目	Recurvirostridae	長腳鷗科	反嘴鴝	<i>Recurvirostra avosetta</i>
Charadriiformes	鴝形目	Scolopacidae	鷗科	磯鷗	<i>Actitis hypoleucos</i>
Charadriiformes	鴝形目	Scolopacidae	鷗科	翻石鷗	<i>Arenaria interpres</i>
Charadriiformes	鴝形目	Scolopacidae	鷗科	黑腹濱鷗	<i>Calidris alpina</i>
Charadriiformes	鴝形目	Scolopacidae	鷗科	紅胸濱鷗	<i>Calidris ruficollis</i>
Charadriiformes	鴝形目	Scolopacidae	鷗科	長趾濱鷗	<i>Calidris subminuta</i>
Charadriiformes	鴝形目	Scolopacidae	鷗科	大杓鷗	<i>Numenius arquata</i>
Charadriiformes	鴝形目	Scolopacidae	鷗科	中杓鷗	<i>Numenius phaeopus</i>
Charadriiformes	鴝形目	Scolopacidae	鷗科	鶴鷗	<i>Tringa erythropus</i>
Charadriiformes	鴝形目	Scolopacidae	鷗科	青足鷗	<i>Tringa nebularia</i>
Charadriiformes	鴝形目	Scolopacidae	鷗科	小青足鷗	<i>Tringa stagnatilis</i>
Charadriiformes	鴝形目	Scolopacidae	鷗科	赤足鷗	<i>Tringa totanus</i>
Columbiformes	鴿形目	Columbidae	鳩鴿科	珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>
Columbiformes	鴿形目	Columbidae	鳩鴿科	紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>
Coraciiformes	佛法僧目	Alcedinidae	翠鳥科	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>
Gruiformes	鶴形目	Rallidae	秧雞科	紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>
Passeriformes	雀形目	Cisticolidae	扇尾鶯科	灰頭鷓鶯	<i>Prinia flaviventris</i>

目名	中文目名	科名	中文科名	物種名	學名
Passeriformes	雀形目	Cisticolidae	扇尾鶯科	褐頭鷓鴣	<i>Prinia inornata</i>
Passeriformes	雀形目	Corvidae	鴉科	樹鵲	<i>Dendrocitta formosae</i>
Passeriformes	雀形目	Corvidae	鴉科	喜鵲	<i>Pica serica</i>
Passeriformes	雀形目	Dicruridae	卷尾科	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>
Passeriformes	雀形目	Hirundinidae	燕科	赤腰燕	<i>Cecropis striolata</i>
Passeriformes	雀形目	Hirundinidae	燕科	家燕	<i>Hirundo rustica</i>
Passeriformes	雀形目	Hirundinidae	燕科	洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>
Passeriformes	雀形目	Hirundinidae	燕科	棕沙燕	<i>Riparia chinensis</i>
Passeriformes	雀形目	Laniidae	伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>
Passeriformes	雀形目	Muscicapidae	鶇科	鶇鶇	<i>Copsychus saularis</i>
Passeriformes	雀形目	Muscicapidae	鶇科	黃尾鶇	<i>Phoenicurus aureus</i>
Passeriformes	雀形目	Passeridae	麻雀科	麻雀	<i>Passer montanus</i>
Passeriformes	雀形目	Pycnonotidae	鶇科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>
Passeriformes	雀形目	Sturnidae	椋鳥科	白尾八哥	<i>Acridotheres javanicus</i>
Passeriformes	雀形目	Sturnidae	椋鳥科	家八哥	<i>Acridotheres tristis</i>
Passeriformes	雀形目	Sturnidae	椋鳥科	灰頭椋鳥	<i>Sturnia malabarica</i>
Passeriformes	雀形目	Zosteropidae	繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>
Pelecaniformes	鶇形目	Ardeidae	鶇科	大白鶇	<i>Ardea alba</i>
Pelecaniformes	鶇形目	Ardeidae	鶇科	蒼鶇	<i>Ardea cinerea</i>
Pelecaniformes	鶇形目	Ardeidae	鶇科	中白鶇	<i>Ardea intermedia</i>
Pelecaniformes	鶇形目	Ardeidae	鶇科	紫鶇	<i>Ardea purpurea</i>
Pelecaniformes	鶇形目	Ardeidae	鶇科	黃頭鶇	<i>Bubulcus ibis</i>
Pelecaniformes	鶇形目	Ardeidae	鶇科	綠蓑鶇	<i>Butorides striata</i>
Pelecaniformes	鶇形目	Ardeidae	鶇科	唐白鶇	<i>Egretta eulophotes</i>
Pelecaniformes	鶇形目	Ardeidae	鶇科	小白鶇	<i>Egretta garzetta</i>
Pelecaniformes	鶇形目	Ardeidae	鶇科	栗小鶇	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>
Pelecaniformes	鶇形目	Ardeidae	鶇科	黃小鶇	<i>Ixobrychus sinensis</i>
Pelecaniformes	鶇形目	Ardeidae	鶇科	夜鶇	<i>Nycticorax nycticorax</i>
Pelecaniformes	鶇形目	Threskiornithidae	鸚科	黑面琵鶇	<i>Platalea minor</i>
Pelecaniformes	鶇形目	Threskiornithidae	鸚科	埃及聖鸚	<i>Threskiornis aethiopicus</i>
Podicipediformes	鸕形目	Podicipedidae	鸕鶇科	小鸕鶇	<i>Tachybaptus ruficollis</i>
Suliformes	鶇鳥目	Phalacrocoracidae	鸕鶇科	鸕鶇	<i>Phalacrocorax carbo</i>

附錄八

鳥類分析說明

鳥類分析說明

生物多樣性指標，因必需朝向採樣方法與統計分析方法的一致性，較易釐清到底是自然抑或是人為因子的環境衝擊。因此，除物種之計數外，也利用各測站採集之物種及數量計算物種歧異度指標值 (H' ; Shannon-Wiener Index)，該指標利用生物種類及生物種類個體數以評估測站之生物歧異度，其前提為生物種類多且各物種數量也相近時，將得到較高之指標值(許富雄等，2001)。當 H' 值越大，表示物種數越豐富。若棲地中僅由單一物種組成， H' 值為零，表示物種歧異度為零。其公式如下：

$$H' = -\sum (P_i \ln P_i) \quad P_i = n_i / N$$

i : 生物種類數 n_i : 為第 i 物種之數量

N : 所有種類的個數

P_i : 為第 i 物種之數量佔所有個體數的比例

除了計算歧異度指標值，預定使用之分析方法將包括以下 3 種常用之生態統計指數。

種的豐度指數 (SR; Margalef species richness)

種的豐度指數 Margalef species richness (SR)：指一個群落或環境中物種數目的多寡，亦表示生物群聚 (或樣品) 中種類豐富程度的指數，此值越大，物種越豐富。

$$SR = (S-1) / (\ln N)$$

S : 所出現的種類數 N : 所有種類的個數

優勢度指數 ($1/D$; Simpson Index)：

Simpson Index ($1/D$) 可估計各棲地中物種的優勢度，優勢度的值受某物種的數量與其出現的頻度所影響。各棲地中，物種組成及個體數各不相同，其中有些物種所佔比例很大，為此棲地的優勢物種，有些物種所佔比例很小，即屬此棲地的稀有物種 (rare species)。Simpson Index ($1/D$) 為參數分析，多加權於常見物種 (common species)。當 $1/D$ 值越大，表示優勢物種越少，當然歧異度越高。Simpson Index ($1/D$) 亦可看作是優勢度指數或集中指數，其公式如下：

$$P_i = n_i / N$$

$$1/D = 1 / \sum P_i^2$$

P_i : 為第*i*物種之數量佔所有個體數的比例

n_i : 為第*i*物種之數量 $1/D$: 為優勢度指數

均勻度指數 (J' ; Pielou's Evenness) :

利用各棲地的物種歧異度 (H')，表示群落物種之間分配的均勻度。此指數與優勢度相反， J' 越大表示個體數在物種間分配越均勻。

$$\text{Evenness } (J') = H' / \ln S$$

附錄九

鹽水溪流域防災關聯設施盤點

鹽水河流域防災關聯設施盤點

鹽水河流域集水區水門數量共 263 座，常駐抽水站設施共 27 處，滯洪設施如圖 5.1-2 紫色方形處位置，共 17 處，相關位置以及重要資訊整理如附表 9-1 至附表 9-3 所示。

附表 9-1 鹽水河流域排水水門

水門名稱	位置 TWD 97		水門材質	水門尺寸
	x	y		
鹽水溪左岸 YA 幹線 1 號水門	170059	2547509	不鏽鋼、鑄鐵	2.2m×2.3m、 2.22m×2.22m
鹽水溪左岸大橋區外排水 2 號水門	170445	2548340	鑄鐵、鑄鐵	2.2m×2.23m、直徑 =2.115m
鹽水溪左岸 YC 幹線 3 號水門	172482	2550525	不鏽鋼	3.2m×3.3m、3.2m×3.2m
鹽水溪左岸鹽水溪堤防 14 號水門	170120	2547606	不鏽鋼	1.5m×1.5m
永康排水疏洪道左岸 1 號水門	173521	2550807	不鏽鋼	1.93m×1.5m
永康排水疏洪道左岸 2 號水門	173521	2550787	不鏽鋼	4.9m×3.3m
永康排水疏洪道 3 號水門	173522	2550642	不鏽鋼	0.7m×0.9m
永康排水疏洪道 4 號水門	173520	2550539	不鏽鋼	0.6m×0.6m
永康排水疏洪道 5 號水門	173514	2550431	不鏽鋼	1.4m×1.2m
永康排水疏洪道 6 號水門	173517	2550416	不鏽鋼	0.7m×0.75m
永康排水疏洪道 7 號水門	173506	2550324	不鏽鋼	1.3m×0.5m
新市 1 號水門	176082	2552841	鑄鐵	156cm×156cm
新市 2 號水門	177357	2555300	不鏽鋼	235cm×235cm
新市 3 號水門	177357	2555300	鑄鐵	120cm×120cm
新市 4 號水門	177357	2555295	鑄鐵	120cm×120cm
新市 5 號水門	174266	2554346	鑄鐵	115cm×115cm
新市 7 號水門	178213	2552223	不鏽鋼	220cm×220cm
新市 8 號水門	176092	2553898	鑄鐵	320cm×320cm
新市 9 號水門	173950	2552196	鑄鐵	105cm×105cm
新市 13 號水門	177311	2555641	不鏽鋼	135cm×130cm
新化 001 號水門	179724	2548573	不鏽鋼	140cm×140cm
新化 002 號水門	180074	2548236	不鏽鋼	105cm×105cm
新化 003 號水門	179948	2548355	不鏽鋼	105cm×105cm
新化 004 號水門	180006	2548295	不鏽鋼	105cm×105cm
新化 005 號水門	179899	2548361	不鏽鋼	105cm×105cm
新化 006 號水門	179954	2548296	不鏽鋼	105cm×105cm
新化 007 號水門	180022	2548235	不鏽鋼	105cm×105cm
善化 001 號水門	179114	2559505	鑄鐵	63cm×63cm
左鎮 1 號水門	178886	2542929	不鏽鋼	120cm×180cm
四草-1	161007	2546206	鑄鐵板	75cm×115
四草-1A	161026	2546203	不鏽鋼	220cm×213
四草-3	161366	2544486	不鏽鋼	170cm×110/570cm×320
鹿耳-1	160343	2548612	不鏽鋼	105cm×105

水門名稱	位置 TWD 97		水門材質	水門尺寸
	x	y		
鹿耳-2	160263	2548574	鑄鐵板	75cm×75
鹿耳-3	160433	2548613	不鏽鋼	110cm×85
鹿耳-4	160156	2548383	不鏽鋼	100cm×100
鹿耳-6	160125	2548372	鑄鐵板	155 cm×155
鹿耳-7	160411	2548166	不鏽鋼	160cm×135
鹿耳-8	160794	2548936	不鏽鋼	75cm×75
鹿耳-9	159208	2547565	不鏽鋼	210cm×130
鹿耳-10	160372	2548227	鑄鐵板	100cm×160
鹿耳-11	160406	2548234	鑄鐵板	57cm×125
顯宮-1	159937	2548648	不鏽鋼	420cm×190
顯宮-2	160398	2549558	不鏽鋼	180cm×163/170cm×170
顯宮-3	161198	2550344	不鏽鋼	180cm×163/170cm×170
顯宮-4	163106	2550843	不鏽鋼	430cm×215
顯宮-5	163202	2550801	不鏽鋼	230cm×165
城西-7	158881	2547902	不鏽鋼	直徑 80cm
城西-9	158900	2547962	不鏽鋼	直徑 80cm
海南-1	162209	2545405	不鏽鋼	200cm×200
城南-1	159037	2548801	不鏽鋼	230cm×250
東和-1	170758	2550302	不鏽鋼	303cm×150
東和-2	170943	2549895	不鏽鋼	150cm×150
鯤鯨-1	165506	2540002	不鏽鋼	300cm×213
鯤鯨-2	165165	2540297	不鏽鋼	210cm×160
鯤鯨-3	165163	2540329	不鏽鋼	210cm×160
鯤鯨-5	165714	2539713	不鏽鋼	250cm×120
西賢-1	164701	2544732	不鏽鋼	115cm×225
運河-1	164788	2544379	不鏽鋼	直徑 75cm
運河-2	164639	2544371	不鏽鋼	115cm×85
運河-3	164541	2544358	不鏽鋼	65cm×75
運河-4	164430	2544346	不鏽鋼	55cm×65
運河-5	164791	2544373	不鏽鋼	直徑 50cm
運河-6	164842	2544368	不鏽鋼	直徑 50cm
州南-1	170741	2551948	不鏽鋼	直徑 100cm
塭南-1	170800	2552067	不鏽鋼	325cm×300
塭南-2	170720	2551922	不鏽鋼	395cm×275
安富-1	167472	2547757	不鏽鋼	130cm×132/137cm×137
新順-1	170524	2549270	不鏽鋼	145cm×210
海西-1	166092	2548682	不鏽鋼	300cm×160
鹿右-1	159643	2548419	不鏽鋼	80cm×80
鹿右-2	159943	2548846	不鏽鋼	80cm×80
鹿右-3	160181	2549269	不鏽鋼	80cm×80
本淵左-1	164559	2548599	不鏽鋼	267cm×265/265cm×230
本淵左-2	165005	2548943	不鏽鋼	206cm×293/204cm×268
本淵右-1	164756	2548978	不鏽鋼	265cm×280/267cm×305
立德滯洪池(一)	164201	2551343	不鏽鋼	122cm×109/114cm×114

水門名稱	位置 TWD 97		水門材質	水門尺寸
	x	y		
立德滯洪池(二)	163214	2550815	不鏽鋼	122cm×109/114cm×114
鹽排 005 號	167005	2547793	不鏽鋼	220cm×220
鹽排 011 號	164417	2546353	不鏽鋼	200cm×200
鹽排 015 號	167596	2547844	不鏽鋼	200cm×200
鹽排 034 號	169655	2547928	不鏽鋼	200cm×200
鹽排 038 號	170385	2549068	不鏽鋼	200cm×200
鹽排 075 號	167251	2547751	不鏽鋼	200cm×200
九份子 003 號	165752	2547290	不鏽鋼	220cm×276
安西-1A	168923	2547807	不鏽鋼	230cm×260
州南-2	170589	2551559	不鏽鋼	1.64cm×1.34
州南-3	170520	2551352	不鏽鋼	3.80cm×3.0
安西-2	169151	2547697	不鏽鋼	170cm×170
海西-2	165790	2548670	鑄鐵	1.7cm×2.1
柴左-1	169034	2546937	鑄鐵	直徑 120cm
柴左-2	169377	2546681	不鏽鋼	450cm×330
柴左-3	169483	2546673	鑄鐵	直徑 60cm
柴左-4	169557	2546630	鑄鐵	直徑 60cm
柴左-5	169584	2546619	鑄鐵	直徑 60cm
柴左-6	170980	2544832	鑄鐵	直徑 60cm
柴左-7	170944	2544766	鑄鐵	直徑 60cm
柴左-8	170936	2544754	鑄鐵	直徑 60cm
柴右-7	169749	2546585	不鏽鋼	60cm×60
柴右-1	169224	2546890	鑄鐵	直徑 100cm
柴右-2	169254	2546866	鑄鐵	直徑 100cm
柴右-3	169504	2546689	不鏽鋼	直徑 60cm
柴右-4	169536	2546672	鑄鐵	直徑 100cm
柴右-5	169589	2546647	鑄鐵	直徑 60cm
柴右-8	169825	2546553	不鏽鋼	直徑 80cm
柴右-8A	169824	2546553	不鏽鋼	280cm×280
柴右-9	169841	2546549	不鏽鋼	直徑 80cm
柴右-6	169698	2546616	不鏽鋼	直徑 100cm
公塹-3	163503	2550689	不鏽鋼	2.30cm×2.35
淵中-2	163866	2549537	不鏽鋼	3.25cm×2.50
淵中-3	165250	2549777	不鏽鋼	3.70cm×2.40
公塹-4	164228	2551255	不鏽鋼	330cm×2.15
公塹-5	164852	2551568	不鏽鋼	3.80cm×2.15
六塊寮 001 號水門	170342	2554047	不鏽鋼	210x200cm
安順寮 002 號水門	171813	2554186	不鏽鋼	155x143/155x200cm
安定 001 號水門	172933	2558416	不鏽鋼	125x115cm
安定 002 號水門	173125	2558412	不鏽鋼	125x115cm
安定 003 號水門	173129	2558414	不鏽鋼	125X115cm
安定 004 號水門	172639	2557384	不鏽鋼	125x115cm
安定 005 號水門	173257	2558429	不鏽鋼	125x85cm
安定 006 號水門	173711	2558525	不鏽鋼	185x185cm

水門名稱	位置 TWD 97		水門材質	水門尺寸
	x	y		
安定 007 號水門	173034	2557644	不鏽鋼	166x146cm
安定 008 號水門	173680	2558580	不鏽鋼	125x115cm
新化 001 止閘	179614	2548914	不鏽鋼	直徑 50cm
新化 002 止閘	179763	2548772	不鏽鋼	直徑 50cm
新化 003 止閘	179618	2548931	不鏽鋼	直徑 50cm
新化 004 號止閘	179618	2548931	不鏽鋼	直徑 50cm
新化區知義里 001 村落圍堤	181274	2546996	不鏽鋼	120x120cm
新化區知義里 002 村落圍堤	181176	2547020	不鏽鋼	213x330cm
新化 001 止閘	176533	2546810	鑄鐵	75x75cm
新化 002 號止閘	176606	2546696	鑄鐵	40x40cm
新化 003 止閘	177228	2546367	鑄鐵	60x60cm
萬年路 81 巷 002 號	166322	2537255	不鏽鋼	直徑 50
灣裡 003 號	166161	2536952	不鏽鋼	200cm×200
金城-1	163177	2544026	不鏽鋼	230cm×240/160cm×195.5
運河-7	165386	2544297	不鏽鋼	直徑 50Cm
運河-8	165938	2544342	不鏽鋼	直徑 30Cm
漁光 001 號	163998	2542027	不鏽鋼	58cm×80
漁光 002 號	164179	2541604	不鏽鋼	138cm×150
新市 015 號水門	178535	2556367	鑄鐵	2m
新市 014 號水門	178625	2556899	不鏽鋼	1.35cm×1.30
永康區龍潭	174761	2547975	不鏽鋼	1.0mcm×1.05m
永康 034	176761	2550061	不鏽鋼	1.0mcm×1.0m
大灣排水左岸 7 號水門	173448	2545480	不鏽鋼	1.0mx1.7m
大灣排水左岸 8 號水門	173462	2545563	不鏽鋼	1.0mx1.0
大灣排水左岸 9 號水門	173688	2545872	不鏽鋼	1.5mX1.6m
大灣排水右岸 3 號水	173436	2545698	不鏽鋼	1.0mX1.0m
大灣排水右岸 4 號水	173549	2545851	不鏽鋼	1.0mX1.0m
大灣排水左岸 032	173464	2545580	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 033	173461	2545601	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 034	173491	2545648	鑄鐵	直徑 0.15
大灣排水左岸 035	173517	2545696	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 036	173448	2545543	不鏽鋼	0.6mx0.6m
大灣排水左岸 037	173469	2545589	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 038	173515	2545659	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 039	173524	2545672	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 040	173493	2545646	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 041	173524	2545698	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 042	173524	2545689	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 043	173515	2545685	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 044	173528	2545707	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 045	173518	2545724	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 046	173523	2545733	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 047	173523	2545738	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 048	173533	2545742	鑄鐵	0.6mx1.0m

水門名稱	位置 TWD 97		水門材質	水門尺寸
	x	y		
大灣排水左岸 049	173535	2545735	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 050	173533	2545756	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 051	173443	2545554	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 052	173540	2545766	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 053	173568	2545768	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 054	173544	2545768	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 055	173553	2545792	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 056	173475	2545604	不鏽鋼	直徑 0.6m
大灣排水左岸 057	173491	2545630	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 058	173500	2545665	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 059	173502	2545665	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 060	173509	2545667	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 061	173526	2545713	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 062	173524	2545713	鑄鐵	直徑 0.15
大灣排水左岸 063	173520	2545713	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 064	173524	2545700	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 065	173520	2545729	不鏽鋼	直徑 0.6m
大灣排水左岸 066	173533	2545731	不鏽鋼	直徑 0.6m
大灣排水左岸 067	173535	2545744	不鏽鋼	直徑 0.6m
大灣排水左岸 068	173550	2545750	不鏽鋼	直徑 0.6m
大灣排水左岸 069	173540	2545755	不鏽鋼	0.8mx0.8m
大灣排水左岸 070	173551	2545785	不鏽鋼	直徑 0.6m
大灣排水左岸 071	173573	2545840	不鏽鋼	0.8mx0.8m
大灣排水左岸 072	173572	2545848	不鏽鋼	0.8mx1.1m
大灣排水左岸 073	173586	2545888	不鏽鋼	直徑 0.6m
大灣排水左岸 074	173591	2545901	不鏽鋼	直徑 0.6m
大灣排水左岸 075	173588	2545892	不鏽鋼	直徑 0.6m
大灣排水左岸 076	173598	2545913	不鏽鋼	直徑 0.6m
大灣排水左岸 077	173596	2545910	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水左岸 078	173605	2545934	不鏽鋼	0.6mx1.0m
大灣排水左岸 079	173606	2545883	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水左岸 080	173624	2545882	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水左岸 081	173657	2545864	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水左岸 082	173681	2545859	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水左岸 083	173723	2545846	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水左岸 085	173793	2545817	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水左岸 086	173801	2545802	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水左岸 087	173817	2545788	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水左岸 088	173846	2545790	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水左岸 089	173843	2545764	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水左岸 090	173655	2545848	鑄鐵	直徑 0.3m
大灣排水左岸 091	173609	2545875	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水左岸 092	173661	2545846	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水左岸 093	173740	2545822	鑄鐵	直徑 0.2m

水門名稱	位置 TWD 97		水門材質	水門尺寸
	x	y		
大灣排水左岸 094	173796	2545767	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水左岸 095	173832	2545773	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水右岸 122	173032	2545194	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 123	173028	2545195	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 124	173024	2545197	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 134	173030	2545198	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水右岸 135	173029	2545198	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 136	173027	2545199	鑄鐵	直徑 0.15
大灣排水右岸 137	173027	2545199	鑄鐵	直徑 0.2m/0.15m
大灣排水右岸 138	173024	2545200	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 160	173403	2545478	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 161	173416	2545506	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 162	173420	2545518	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 163	173427	2545534	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水右岸 164	173435	2545552	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水右岸 165	173441	2545701	鑄鐵	直徑 0.3m
大灣排水右岸 166	173419	2545540	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 167	173413	2545549	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 168	173401	2545552	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 169	173391	2545553	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 170	173388	2545556	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 171	173374	2545552	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 172	173340	2545555	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 173	173314	2545577	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水右岸 174	173306	2545581	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 175	173423	2545557	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 176	173408	2545562	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水右岸 177	173398	2545570	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 178	173382	2545572	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 179	173405	2545562	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 180	173372	2545579	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水右岸 181	173359	2545582	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 182	173359	2545581	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 183	173338	2545590	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 184	173347	2545586	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 185	173368	2545571	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 186	173368	2545579	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水右岸 188	173313	2545614	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 189	173368	2545578	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 190	173362	2545578	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 191	173053	2545643	鑄鐵	直徑 0.3m
大灣排水右岸 192	173100	2545665	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水右岸 193	173170	2545648	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水右岸 194	173203	2545646	鑄鐵	直徑 0.2m

水門名稱	位置 TWD 97		水門材質	水門尺寸
	x	y		
大灣排水右岸 195	173213	2545674	鑄鐵	直徑 0.3m
大灣排水右岸 196	173244	2545629	鑄鐵	直徑 0.3m
大灣排水右岸 197	173236	2545641	鑄鐵	直徑 0.3m
大灣排水右岸 198	173241	2545644	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水右岸 199	173221	2545621	鑄鐵	直徑 0.3m
大灣排水右岸 200	173185	2545635	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水右岸 201	173260	2545621	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 202	173276	2545597	鑄鐵	直徑 0.2m
大灣排水右岸 203	173241	2545612	鑄鐵	直徑 0.15m
大灣排水右岸 204	173279	2545607	鑄鐵	直徑 0.2m
柴右 10	169919	2546525	不鏽鋼	直徑 80cm

附表 9-2 鹽水河流域排水定點抽水站

抽水站	位置 TWD97		抽水量 (CMS)	排入排水	備註
	x	y			
坐駕滯洪池兼抽水站	177200.3	2556197	4.8	大洲排水	
三舍滯洪池兼抽水站	177398.4	2555322	4.8	大洲排水	
豐華抽水站	173575	2554038	3	看西排水	
大洲抽水站	174163.8	2552500	6	新市排水	
新市簡易抽水站	176449.8	2553473	1	大洲排水	
新市簡易擴建抽水站	176449.8	2553473	3	大洲排水	
社內抽水站	175828.7	2553105	12	大洲排水	
永康抽水站	170940.4	2549243	40	鹽水溪	
三崁店抽水站	172492	2550473	12	鹽水溪	
北安抽水站	167902.5	2546696	32	鹽水溪	
安平抽水站	164014.2	2544312	15.2	安平港	
鹿耳門抽水站	159995	2548618	12	鹿耳門排水	
文賢抽水站	166496.7	2545975	16	鹽水溪	
A 抽水站	164189.4	2550039	7	曾文溪	
B 抽水站	164771.8	2548975	5	鹽水溪	
C 抽水站	165030	2548971	5	鹽水溪	
D 抽水站	165238	2549791	5	鹽水溪	
E 抽水站	166112.6	2548627	3	鹽水溪	
永康東站	170967.8	2549321	25.5	鹽水溪	
永康分洪站	173607.3	2550720	8	鹽水溪	
九份子抽水站	166362.9	2546217	16	鹽水溪排水	(尚未完工)
衛生簡易擴建 2 期	176449.8	2553473	2	大洲排水	

抽水站	位置 TWD97		抽水量 (CMS)	排入排水	備註
	x	y			
喜樹抽水站	165946.6	2539449	25	五號排水路	
鯤鯨抽水站	165205.2	2540259	8	鯤鯨湖	
大灣小排七抽水站	173587.6	2545872	8	三爺溪排水	(尚未完工)
和順寮抽水站	171973.9	2551031	4	鹽水溪排水	
E 臨時抽水站	166106	2548674	1.6	鹽水溪	

附表 9-3 鹽水河流域排滯洪設施

滯洪池	位置 TWD97		所在區	面積 (公頃)	容積 (萬噸)
	x	y			
國立台灣歷史博物館滯洪池	171836	2551177	安南區	5.12	22.28
南科滯洪池 A(道爺湖)	176135	2555464	新市區	5	13.36
南科滯洪池 B(霞客湖)	175380	2556230	善化區	15	43.94
南科滯洪池 C(三抱竹湖)	175076	2557409	善化區	5	16.91
南科滯洪池 C(三抱竹湖)	175173	2557243	善化區	5	16.91
南科滯洪池 D(迎曦湖)	176644	2554094	新市區	20	30
南科滯洪池 E1(安定湖)	174549	2556974	安定區	13.41	47.94
樹谷滯洪池 3(曼陀林湖)	173477	2554994	新市區	15	54.03
三舍滯洪池抽水站	177419	2555441	新市區	3.5	13.48
座駕滯洪池抽水站	177283	2556370	新市區	3.8	15.03
立德滯洪池 (二)	164128	2551284	安南區	2	3.65
樹谷滯洪池 5	174767	2555103	新市區	7	34.15
南科滯洪池 E2(舒湖)	175131	2556085	新市區	3.27	10.04
南科滯洪池 F(堤塘湖)	174910	2554811	新市區	10.86	38.05
立德滯洪池 (一)	163335	2550883	安南區	2.06	3.87
永康分洪滯洪池	173589	2550583	永康區	1.3	5.46
安順寮滯洪池	174119	2552735	新市區	33.5	88

附錄十

數值模式介紹

數值模式介紹

模式選用美國陸軍工兵團 United States Army Corps of Engineers (USACE)研發的近岸數值模擬系統 Coastal Modeling System 模式以下簡稱 CMS，CMS 水動力模式主要應用於潮口、近岸與港灣等水域，具容易建構、計算效率高且可涵括多種海岸結構物的模擬，另可透過與大尺度模式的結合如 ADCIRC(Advanced CIRCulation model) 模擬大範圍流場，其中結合水動力與地形變遷之模擬，事實上為滿足工程應用的需求 CMS 模式可分成兩部分，CMS-FLOW 與 CMS-WAVE，本研究目前主要利用 CMS-FLOW 模式來模擬計算，此模式是一套 2 維水深平均近岸流場模式，主要解流場以及水位，其外力項可結合波流、底床摩擦、風、浪、河川入流和潮汐作用力，故未來如果還淤考慮暴潮等問題，此模式依然可勝任此項工作，其模式架構如圖 1 所示。

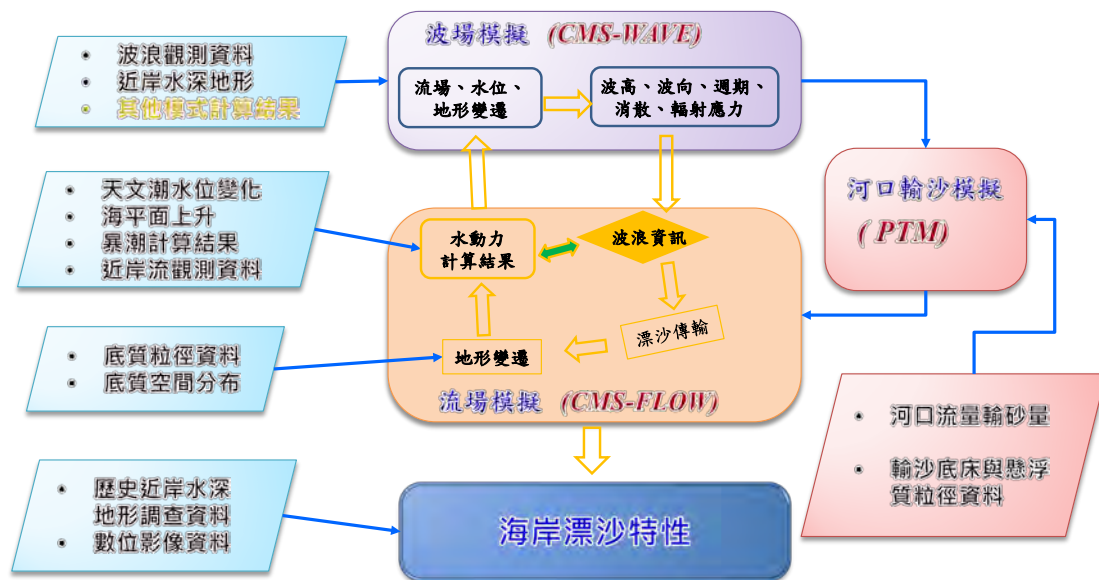


圖 1 CMS 模式計算架構圖

CMS-FLOW 其理論包含水動力以及地形變遷兩部分，計畫不考慮地形變遷，以下介紹水動力部分，模式係由淺水波方程式為控制方程式，如式：

$$\frac{\partial(h+\eta)}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial u q_x}{\partial x} + \frac{\partial v q_y}{\partial y} + \frac{1}{2} g \frac{\partial(h+\eta)^2}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} D_x \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} D_y \frac{\partial q_x}{\partial y} + f q_y - \tau_{bx} + \tau_{wx} + \tau_{Sx}$$

$$\frac{\partial q_y}{\partial t} + \frac{\partial u q_y}{\partial x} + \frac{\partial v q_y}{\partial y} + \frac{1}{2} g \frac{\partial (h + \eta)^2}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} D_x \frac{\partial q_y}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} D_y \frac{\partial q_y}{\partial y} - f q_y - \tau_{by} + \tau_{wy} + \tau_{Sy}$$

其中各變數定義如下：

h = 相對於特定垂直基準面的靜水深，

η = 水面高度與靜水面的差，

t = 時間，

q_x = x方向的單寬流量，

q_y = y方向的單寬流量，

u = x方向的水深平均流速，

v = y方向的水深平均流速，

g = 重力加速度，

D_x = x方向的擴散係數，

D_y = y方向的擴散係數，

f = 科氏力，

τ_{bx} = x方向的底床剪應力，

τ_{by} = y方向的底床剪應力，

τ_{wx} = x方向的表面風應力，

τ_{wy} = y方向的表面風應力，

τ_{Sx} = x方向的波浪應力，

τ_{Sy} = y方向的波浪應力，

水深平均流速與流量之間關係如下：

$$u = \frac{q_x}{h + \eta}$$

$$v = \frac{q_y}{h + \eta}$$

不考慮波浪的情況，底床剪應力表示如下：

$$\tau_{bx} = C_b u |U|$$

$$\tau_{by} = c_b v |U|$$

$$|U| = \sqrt{u^2 + v^2}$$

底床摩擦係數計算如下：

$$C_b = \frac{g}{C^2}$$

$$C = \frac{R^{1/6}}{n}$$

其中，R為水力半徑，n為曼寧(Manning)係數。

考慮波浪的情況，則根據 Nishimura(1988)的研究，底床剪應力可表示如下：

$$\tau_{bx} = C_b \left\{ \left(U_{wc} + \frac{\omega_b^2}{U_{wc}} \cos^2 \alpha \right) u + \left(\frac{\omega_b^2}{U_{wc}} \cos \alpha \sin \alpha \right) v \right\}$$

$$\tau_{by} = C_b \left\{ \left(\frac{\omega_b^2}{U_{wc}} \cos \alpha \sin \alpha \right) u + \left(U_{wc} + \frac{\omega_b^2}{U_{wc}} \sin^2 \alpha \right) v \right\}$$

其中， α 是波浪行進方向與X軸的交角

$$U_{wc} = \frac{1}{2} \left\{ \sqrt{u^2 + v^2 + \omega_b^2 + 2(u \cos \alpha + v \sin \alpha) \omega_b} + \sqrt{u^2 + v^2 + \omega_b^2 - 2(u \cos \alpha + v \sin \alpha) \omega_b} \right\}$$

$$\omega_b = \frac{\sigma H}{\pi \sin h [k(h + \eta)]}$$

其中， σ 是波浪角頻率，H是波高，k是波數，表面風應力計算如下：

$$\tau_{wx} = C_d \frac{\rho_a}{\rho_w} W^2 \sin(\theta)$$

$$\tau_{wy} = C_d \frac{\rho_a}{\rho_w} W^2 \cos(\theta)$$

C_d ：風的拖曳係數(wind drag coefficient)，

ρ_a ：空氣密度，

ρ_w ：水體密度

W：風速，

θ ：風向(風向角度為卡式座標角度 0度為東方)，

風場引致輻射應力可表示為：

$$\tau_{sx} = -\frac{1}{\rho_w} \left(\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{xy}}{\partial y} \right)$$

$$\tau_{sy} = -\frac{1}{\rho_w} \left(\frac{\partial S_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yy}}{\partial y} \right)$$

其中波浪輻射應力的引入是結合 CMS-WAVE 模組根據線性理論計算得到，在座標系統的 X 軸垂直岸線情況下，輻射應力表示如下(Smith et al., 2001)

$$S_{xx} = \iint E(\omega, \alpha) \left[0.5 \left(1 + \frac{2k(h+\eta)}{\sinh 2k(h+\eta)} \right) (\cos^2 \alpha + 1) - 0.5 \right] d\omega d\alpha$$

$$S_{xy} = \iint \frac{E(\omega, \alpha)}{2} \left[0.5 \left(1 + \frac{2k(h+\eta)}{\sinh 2k(h+\eta)} \right) \sin 2\alpha \right] d\omega d\alpha$$

$$S_{yy} = \iint E(\omega, \alpha) \left[0.5 \left(1 + \frac{2k(h+\eta)}{\sinh 2k(h+\eta)} \right) (\sin^2 \alpha + 1) - 0.5 \right] d\omega d\alpha$$

其中， S_{xx} 正向岸邊動量 S_{xy} 為平行海岸動量 S_{yy} 沿岸流動量， E 為波浪能量密度。

科式力(Coriolis)如下：

$$f = 2\Omega \sin(\varphi)$$

其中， Ω 為地球旋轉的角頻率， φ 是緯度。

渦動黏滯係數是與水體中混擾強度相關的係數，在遠離碎波帶的區域，波浪引起的水體擾動微弱可以忽略，此情況下渦動黏滯係數可表示如下：

$$D_0 = \frac{1}{2} \left[1.156g(h+\eta) \frac{|U|}{C^2} \right]$$

碎波帶附近，則碎波引起的水體擾動影響顯著，此時渦動黏滯係數表示如下：

$$D_w = \varepsilon_L$$

$$\varepsilon_L = \Lambda u_m H$$

$$u_m = \frac{gHT}{\left[2\lambda \cosh\left(\frac{2\pi(h+\eta)}{\lambda}\right) \right]}$$

其中， T 為波浪週期。實際上，碎波附近水體的混擾為三維的現象，其物理機制無法於水深積分的二維模式中反應出來。前述渦動黏滯係數的引入乃為權宜的處理方式，藉以在二維模式中模擬出三維紊流影響的結果。

由前述說明可知碎波帶附近與對海區的渦動黏滯係數是不同的，為使模式中能夠由一區過渡到另一區，因此引入一權重係數如下：

$$D = (1 - \theta_m) D_0 + \theta_m D_w$$

$$\theta_m = \left[\frac{H}{h + \eta} \right]^3$$

吹風造成的水體流動在淺水區是較為明顯的，因此具影響必須考慮。風速與摩擦力是影響空氣與表面水體間動能交換的主要因素，根據 Hsu(1988) 的研究兩者可表示如下：

$$W_z = \frac{W_*}{\kappa} \ln \frac{Z}{Z_0}$$

$$\tau_0 = \rho_a W_*^2 = \rho_a K_m \frac{\partial W}{\partial z}$$

其中， W_z = 海面上高度為 Z 的風速，

Z_0 = 表面粗糙度

W_* = 摩擦速度

κ = von Kármán 常數

基於自然穩定之大氣條件的假設，水面的摩擦係數如下：

$$C_{10} = \left(\frac{\kappa}{14.56 - 2 \ln W_{10}} \right)^2$$

其中 W_{10} 為水面上 10m 處的風速。

$$W_{10} = W_z \left(\frac{10}{Z} \right)^{1/7}$$

於鹽度計算部分，模式二維鹽度擴散方程式如下式：

$$\frac{\partial(Sd)}{\partial t} + \frac{\partial(Sq_x)}{\partial x} + \frac{\partial(Sq_y)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left[K_x d \frac{\partial S}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[K_y d \frac{\partial S}{\partial y} \right] + (P - E)S$$

其中 S 為水深平均鹽度，d 為總水深， q_x 以及 q_y 為但位寬流量， k_x 與 k_y 分別為 x 以及 y 方向的擴散係數，P 和 E 是降水量和蒸發量，單位為 m/年。

CMS 模式歷年來曾廣泛的應用於基礎性與應用性的研究，其中包括各種不同的海岸特性水動力模擬。Brown et al.(195a, 1995b, 1995c)應用於德州 Upper Laguna Madre 排洪渠道進入墨西哥灣改善之研究。Kraus and Militello (1996,1998,1999) 應用於連接 East Matagorda 灣與科羅拉多主河道之聯通水道設計研究; Militello et al., 2002)應用於航道淤積之研究，由上述結果可見，此模式已在美國使用相當廣泛，且相關數值驗證完備，其結果相應是當可靠。