

# 台江國家公園棲地水文資料收集 及調控規劃



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108年12月

# 目錄

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.....	2
1.5 工作執行架構.....	2
第二章 棲地水文資料收集.....	5
2.1 水位資料調查.....	6
2.2 河道地形測量.....	12
2.3 水流特性初步分析.....	15
2.4 底質調查資料蒐集.....	16
2.5 生物利用狀況蒐集.....	16
第三章 水位調控設施盤點與功能檢視.....	23
3.1 設施盤點與功能檢視.....	23
3.2 設施改善建議.....	31
第四章 水土環境調控規劃.....	35
4.1 水土環境條件需求概要.....	35
4.2 水位調控數值模擬.....	36
4.3 水土調控作業機制規劃建議.....	42
第五章 安順場務所原有曬鹽場修復.....	45
5.1 曬鹽場土堤修復.....	45
5.2 曬鹽場地修復規劃.....	54
第六章 結論與建議.....	47
6.1 結論.....	57
6.2 建議.....	57
參考文獻.....	59
附錄一 工作計畫書審查會議委員意見回覆及辦理情形.....	附 1-1
附錄二 期中報告書審查會議委員意見回覆及辦理情形.....	附 2-1
附錄三 期末報告書審查會議委員意見回覆及辦理情形.....	附 3-1
附錄四 108 年 1 月至 8 月鳥類調查結果.....	附 4-1
附錄五 水理模式理論介紹.....	附 5-1
附錄六 安順鹽場原有曬鹽土堤修復施工前會議討論事項決議回覆及辦理情形.....	附 6-1

## 表目錄

表 2.1 計畫範圍高程參考點施測成果表.....	8
表 2.2 各簡易式水位計收錄作業之水面高程水準施測成果表.....	11
表 2.3 地形水深儀器設備照片及規格表.....	13
表 2.4 北汕尾水鳥保護區底泥基質 107 年調查結果.....	16
表 3.1 計畫區各水位調控設施盤點與功能檢視概況表.....	32
表 4.1 四草野生動物保護區鳥類適合之棲地水深.....	35
表 4.2 四草野生動物保護區鳥類繁殖棲地需求環境.....	35
表 4.3 模式格網尺寸表.....	39

## 圖目錄

圖 1.1 計畫範圍示意圖.....	1
圖 1.2 計畫整體工作流程示意圖.....	3
圖 2.1 計畫範圍周邊水路現況圖.....	5
圖 2.2 北汕尾水鳥保護區次水域分布示意圖.....	6
圖 2.3 簡易式水位站分布示意圖.....	7
圖 2.4 內政部一等水準點 G081 高程施測作業圖.....	7
圖 2.5 P1、P2、P3、P4 水位站之設置外觀.....	9
圖 2.6 P5、P6、P7、P8 水位站之設置外觀.....	10
圖 2.7 水位站資料下載及水位施測作業.....	11
圖 2.8 水位站水位歷線圖.....	12
圖 2.9 河道地形測量.....	14
圖 2.10 河道地形施測作業.....	14
圖 2.11 各樣區於抽水站抽降水期間之水流方向示意圖.....	15
圖 2.12 108 年 1~10 月份 B6、B8 區鳥類數量最多前 10 種統計圖.....	17
圖 2.13 108 年北汕尾鹽田文化村鳥類數量最多前 10 種在各月份的分布圖.....	17
圖 2.14 108 年 B06 樣區鳥類數量最多前 10 種在各月份分布圖.....	18
圖 2.15 108 年 B08 樣區鳥類數量最多前 10 種在各月份分布圖.....	18
圖 2.16 108 年北汕尾鹽田文化村鳥類調查生物指數變化圖.....	20
圖 2.17 108 年 B06 樣區鳥類調查生物指數變化圖.....	21
圖 2.18 108 年 B08 樣區鳥類調查生物指數變化圖.....	21
圖 2.19 108 年 B06 樣區鳥類調查數量變化圖.....	21
圖 2.20 108 年 B08 樣區鳥類調查數量變化圖.....	22
圖 2.21 各樣區中央道路兩側較高區域空拍圖.....	22
圖 3.1 計畫範圍水位調控設施位置示意圖.....	23
圖 3.2 俯視 1 號水閘門.....	24

圖 3.3 樣區 B8 東側 1 號水閘門 .....	24
圖 3.4 抽水站內泵浦外觀 .....	25
圖 3.5 抽水站運轉之出水狀態 .....	25
圖 3.6 樣區 B8、B9 小土堤崩毀狀況 .....	26
圖 3.7 中央漕溝連通涵管 .....	26
圖 3.8 樣區 B7 與中央漕溝間小水門 .....	27
圖 3.9 樣區 B9(左)、B8(右)與中央漕溝間小水門 .....	28
圖 3.10 中央漕溝西側終點處涵洞 .....	28
圖 3.11 以竹筏橫渡北汕尾水道至 2 號水閘門 .....	29
圖 3.12 內水路側 2 號水閘門外觀 .....	29
圖 3.13 俯視 2 號水閘門 .....	30
圖 3.14 計畫範圍入口處移動式抽水機 .....	30
圖 3.15 觀景平台旁小型移動式抽水機 .....	31
圖 3.16 製鹽基地與北汕尾水道虹吸工配置示意圖 .....	34
圖 4.1 各水深鳥類密度圖 .....	36
圖 4.2 演算範圍地形水深資料 .....	38
圖 4.3 Nao99 潮位模擬值與 YLCW 潮波流測站實測記錄比對成果 .....	38
圖 4.4 ADCIRC 模式以及 CMS 模式格網配置成果 .....	39
圖 4.5 水位以及流場模擬結果(左:長潮時段 右:退潮時段) .....	40
圖 4.6 P1 以及 P7 水位實測與模擬結果比對 .....	40
圖 4.7 鹽田區域漲退潮時段模擬結果 .....	41
圖 4.8 鹽田水池閘門開啟各觀測點水位變化時序列 .....	41
圖 4.9 鹽田水池閘門只於低潮位時段(兩小時)開啟各觀測點水位變化時序列 .....	42
圖 4.10 潮位為-0.4 米之模擬結果圖 .....	42
圖 4.11 土位調控布置示意圖 .....	43
圖 4.12 B6 樣區南側淺灘區水土調控示範區規劃圖 .....	44
圖 5.1 曬鹽基地原有土堤概況圖(108 年 5 月) .....	45
圖 5.2 曬鹽基地溢淹狀況圖(108 年 6 月) .....	46
圖 5.3 曬鹽基地菜蛤入侵概況圖(108 年 5 月) .....	46
圖 5.4 原規劃曬鹽基地原有土堤與修復培厚區段示意圖 .....	47
圖 5.5 原規劃 A-A 剖面示意圖 .....	47
圖 5.6 曬鹽基地原有土堤修復培厚區段修正後示意圖 .....	48
圖 5.7 原有土堤修復培厚工程告示及工作概況 .....	49
圖 5.8 鹽田辦公室頂樓拍攝修復工作 .....	49
圖 5.9 觀景平台拍攝修復工作 .....	50
圖 5.10 柏油路拍攝修復工作 .....	50
圖 5.11 空拍機拍攝修復工作 .....	51
圖 5.12 修復工作縮時影片示意圖 .....	51

圖 5.13 協助矩形鹵水池清淤工作.....	52
圖 5.14 鏟裝機協助製鹽基地場地整修工作.....	52
圖 5.15 黑色塑膠網鋪設工作.....	53
圖 5.16 土堤包覆黑色塑膠網及進水管完工照片.....	53
圖 5.17 成功大學踏溯台南學生至曬鹽場地踏勘.....	54
圖 5.18 嘉義縣布袋鎮洲南鹽場參訪觀摩活動.....	55
圖 5.19 復曬成功第一批鹽堆(12月4日).....	56

# 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，同時也是野生動物保育法所公告之臺南市四草野生動物保護區，亦在國際級四草濕地範圍內。本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。

台江國家公園管理處有鑑於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棲地水文資料收集及調控規劃，以供後續擬定棲地經營管理策略重要參據。

## 1.2 計畫範圍

計畫範圍位於北汕尾水鳥保護區內之外圍緩衝區域，其範圍如圖 1.1 中紅色及黃色框線內之區域，面積約五十餘公頃，其中，北側黃線範圍為安順場務所原有曬鹽場。



圖 1.1 計畫範圍示意圖

### 1.3 工作項目

依據招標文件邀標書所列，工作項目要求為：

- 一、棲地水文資料收集：包含水位、水質、底泥、水流特性、生物利用狀況建議。
- 二、水位調控設施建議：包含現有設施盤點與功能檢視、整修方式評估。
- 三、水土環境調控規劃：包含水土環境營造規劃、建立水位調控標準作業流程、未來操作規劃。
- 四、安順場務所原有曬鹽場修復建議：包含技藝傳承、瓦盤鹽田修復等評估建議。

### 1.4 預期目標

依據招標文件所列，預期目標為：

- 一、提出水位調控設施建議。
- 二、建立水位調控標準作業流程、提出未來操作規劃建議。
- 三、提出安順場務所原有曬鹽場修復建議。

### 1.5 工作執行架構

依據前述本計畫目標及工作項目之要求，規劃整體工作流程如圖 1.2 所示，以環境背景資料蒐集與結合在地意見為主軸，逐步推展計畫範圍內設施與水土環境經營之規劃工作。

本計畫於 108 年 4 月 12 日決標，於 4 月 30 日檢送工作執行計畫書，於 5 月 6 日召開審查會議(委員意見與建議回覆及辦理情形詳見附錄一)，期中報告於 8 月 15 日檢送，審查會議於 8 月 28 日召開(委員意見與建議回覆及辦理情形詳見附錄二)，各項工作依據規劃之工作流程並參酌委員意見與建議循序推動各項工作相關內容，期末報告於 11 月 15 日檢送，報告書審查會議於 11 月 27 日召開(委員意見與建議回覆及辦理情形詳見附錄三)，成果報告書茲依委員意見酌予修正，茲分章說明辦理情形及相關成果如后。

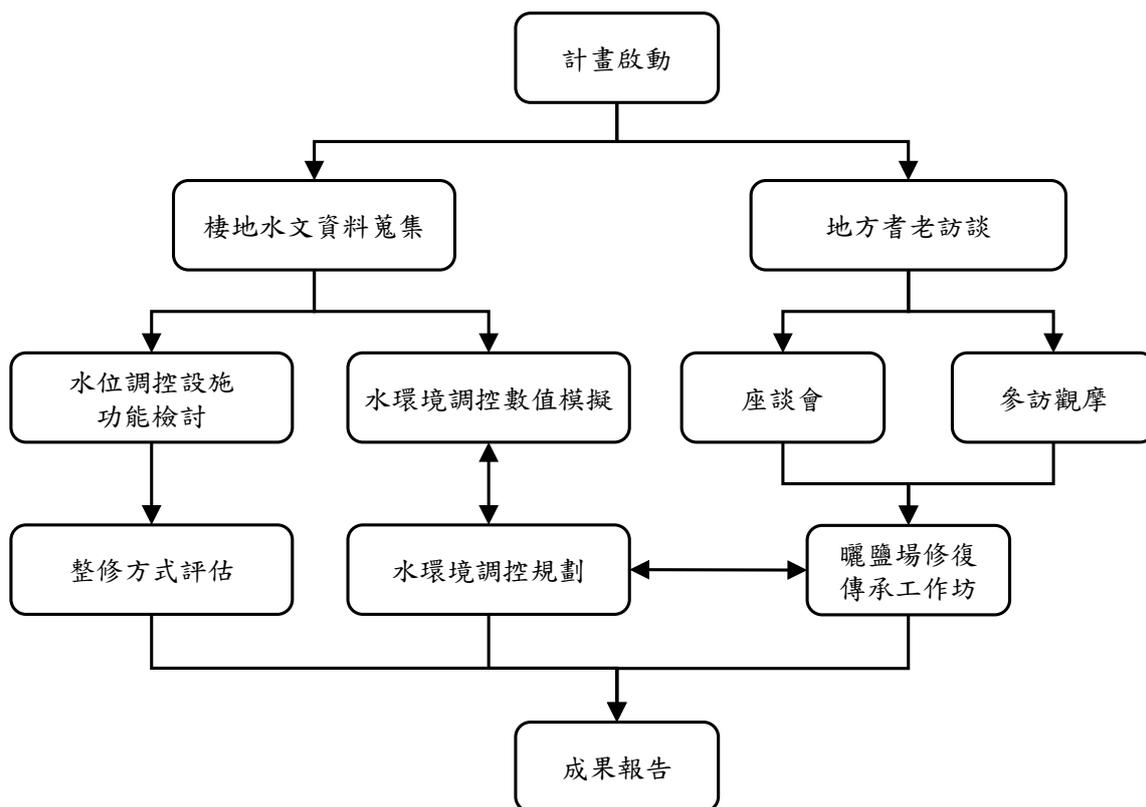


圖 1.2 計畫整體工作流程示意圖



## 第二章 棲地水文資料收集

台江國家公園轄管範圍內有七股鹽田及安順鹽田兩處重要鹽場，其中，經濟部於 79 年原擬定開發安順鹽田為臺南科技工業區，但由於範圍內濕地生態豐富，加以國人環保意識日益高漲，農委會為保護其可提供候鳥度冬的棲息地及繁殖區，於 83 年公告劃設「四草野生動物保護區」，以保存安順鹽田之大部分區域。86 年安順鹽場停止曬鹽，台江三百年來的興盛鹽業，也就此告一個段落，此後在各方對於鹽業文化的重視，文建會補助成立「鹽田生態文化村」，保留園區內鹽業設施，至 98 年台江國家公園成立，安順鹽田便被納入國家公園範圍內，文物與生態皆得到完善的保存，讓參觀者仍可以在此地體驗早期之鹽業文化。

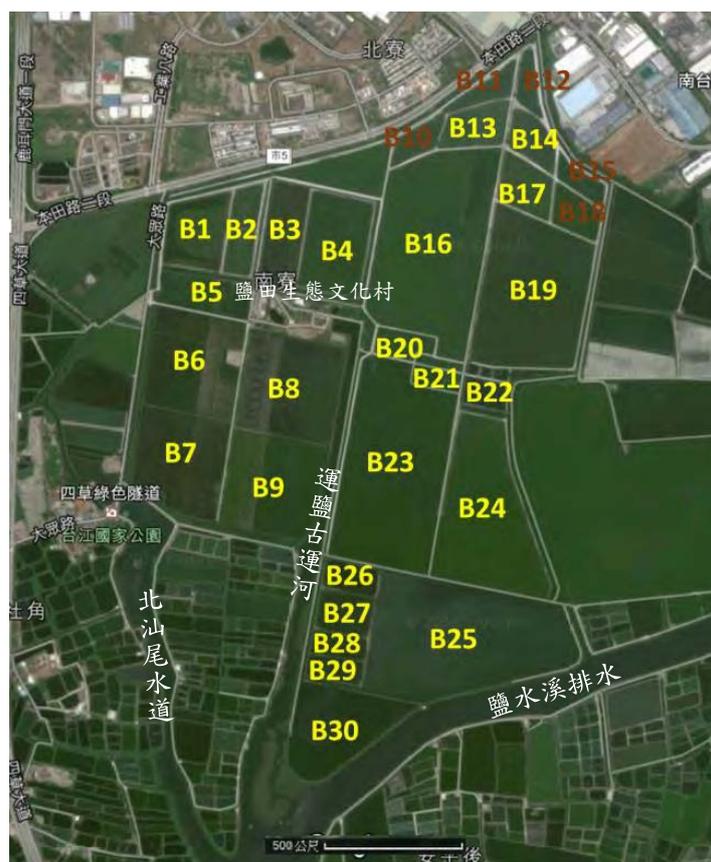
北汕尾水鳥保護區為台江國家公園管理處轄管之生態保護區，位於依野生動物保育法所公告之四草野生動物保護區 A2 分區內，其周邊水路主要有北汕尾水道、運鹽古運河，兩者與鹽水溪排水匯流再匯入鹽水溪後流入台灣海峽，其相關位置如圖 2.1 所示。區內小水路縱橫交錯，與北汕尾水道、運鹽古運河連通，隨著鹽水溪口漲退潮對運鹽古河道和北汕尾排水的影響，而隨之連動。



資料來源：依「四草重要濕地（國際級）保育利用計畫書(核定本)」(107.3)資料補繪

圖 2.1 計畫範圍周邊水路現況圖

區內除鹽田生態文化村場域外，共分為 30 個樣區(如圖 2.2 所示)，計畫範圍為其中 B06、B07、B07、B08 等 4 個樣區，其中，除 B06 樣區近鹽田生態文化村約 1.4 公頃之區域保留為製鹽基地持續經營曬鹽作業，做為當地觀光生態旅遊解說景點外，其餘樣區均屬廢棄鹽田，經 91 至 93 年間陸續進行大規模棲地改善工程後，已轉換為長期積水之棲地。為能掌握計畫範圍之棲地水文狀態，茲辦理相關水文資料蒐集工作。



資料來源：「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)」(107.12)

圖 2.2 北汕尾水鳥保護區次水域分布示意圖

## 2.1 水位資料調查

為瞭解各樣區水位與北汕尾水道、運鹽古運河水位相對狀態，規劃設置 7 處簡易式水位站，另衡酌 107 年 0823 水災有大量水體由北側漫入計畫範圍，另於 B5 樣區設置一站，各水位站之分布狀況如圖 2.3 所示，其係以 PVC 管做為保護，內設壓力式液位計(美國 ONSET 公司 HOBO U20L-01)每 6 分鐘量測紀錄其水深變化狀態，再搭配其參考高程換算為水位，液位計資料規劃一個月由人員下載一次，下載資料同時施測水面高程做為資料校驗參據。

簡易式水位站高程測定作業係以位於省道台 17 線南下方向 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 即時動態定位系統施測(參見圖 2.4 所示)，施測儀器為 Trimble R8s,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。圖 2.3 除標示 8 處簡易式水位站 PVC 管頂高程，另標示 25 個空拍作業高程參考點位，其高程施測成果如表 2.1 所示。



圖 2.3 簡易式水位站分布示意圖



圖 2.4 內政部一等水準點 G081 高程施測作業圖

表 2.1 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

簡易式水位站設置外觀如圖 2.5 及圖 2.6 所示，除 S8 外皆於 6 月 4 日設置，S8 則於 6 月 11 日設置，已分別 7 月 5 日、7 月 31 日、8 月 29 日收錄下載液位計資料，當下利用參考點高程引測當時水面高程(也就是水位)，做為資料驗證之用(參見圖 2.7)，歷次收錄作業之水準量測成果整理如表 2.2 所示。

其中，架設於計畫區聯外道路入口旁觀測北汕尾水道水位站(S7)之水位計於 7 月 31 日執行下載作業時不知去向，經向台南市第三分局顯宮派出所報案並調閱游水將軍廟之監視器，在仍有效影像紀錄(7 日)中未能查出失竊端倪，研判應係於 7 月 25 日以前即已被竊，故該站自 7 月 5 日後即無資料。



S1(B8 池閘門外側，運鹽古河道)



S2(B8 池閘門內側)



S3(B9 池，台南大學水位計附近)



S4(B7 池，台南大學水位計附近)

圖 2.5 S1、S2、S3、S4 水位站之設置外觀



S5(B6 池，警衛室對面附近)



S6(入口處內水道南側)



S7(入口處外水道南側橋邊)



S8(入口處 B5 池警衛室旁)

圖 2.6 S5、S6、S7、S8 水位站之設置外觀



液位計資料下載

液位計資料下載當下水面高程施測

圖 2.7 水位站資料下載及水位施測作業

表 2.2 各簡易式水位計收錄作業之水面高程水準施測成果表

點位	7月5日		7月31日		8月29日		9月27日		10月30日		12月2日	
	時間	水位 (m)	時間	水位 (m)	時間	水位 (m)						
S1	14:18	0.443	13:31	0.084	09:46	0.735	10:10	0.464	09:41	0.488	10:06	-0.15
S2	14:24	-0.003	13:39	-0.328	09:37	-0.272	10:14	-0.135	09:36	-0.429	10:01	-0.239
S3	13:54	-0.004	13:59	-0.373	10:12	-0.274	10:40	-0.115	10:03	-0.388	10:24	-0.179
S4	13:48	0.076	14:03	-0.061	10:18	0.048	10:43	-0.056	10:08	-0.128	10:27	-0.223
S5	13:42	0.006	14:26	-0.354	10:39	-0.3	11:08	-0.155	10:24	-0.391	10:48	-0.272
S6	09:24	-0.01	14:42	-0.344	10:59	-0.302	11:20	-0.147	10:30	-0.394	10:54	-0.271
S7	09:12	0.969	14:45	0.154	11:03	0.464	11:26	0.215	10:35	0.525	10:58	0.02
S8	13:30	0.029	14:35	-0.307	10:53	-0.153	11:11	-0.079	10:27	-0.147	10:51	-0.212

各測站水位計收錄資料繪製之水位歷線圖如圖 2.8 所示，除了 S7 水位計遭竊外，8 月 29 日、9 月 27 日、10 月 30 日、12 月 2 日收錄資料時發現有些水位計記憶體滿了未再收錄，有些發生故障，故圖 2.8 僅繪製至 8 月 29 日之資料。

圖 2.8 顯示 S1 及 S7 屬計畫範圍與外部水體之測站，水位與潮位連動，S2 至 S6 屬內部水體測站，無感潮現象，顯示與外部水體並未連通，其中，S4 水位站之 B7 池之水位為各池最高，概因其與外部水體交換主要藉由位於中央槽溝處水

門之木製擋水板控制，惟依台南市農業局管理人員操作上係將該水門關閉，以降低抽水站所需抽取之水體總量，故其水位高於其他各池，其他各池於降雨期間水位上升，於抽水站抽水排出後逐步下降，趨勢相近。

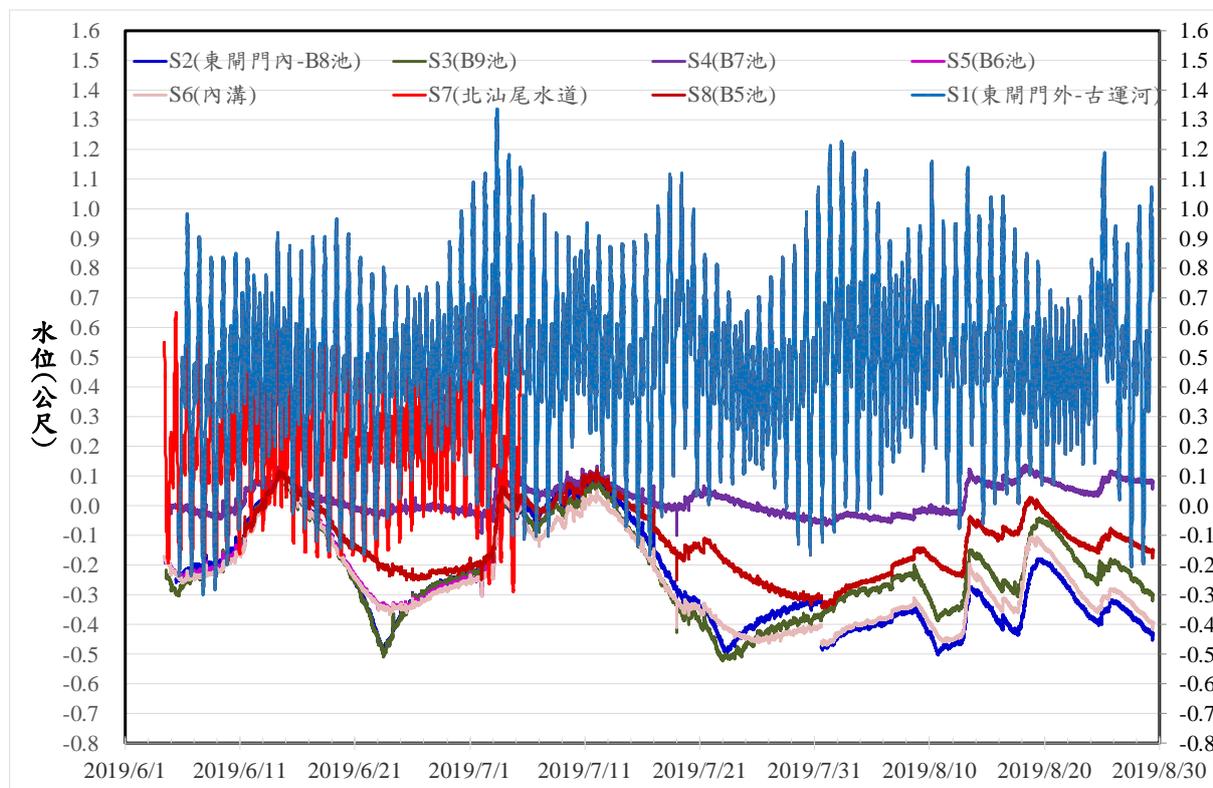


圖 2.8 水位站水位歷線圖

S8 水位站位於 B5 池，與外部水體未直接連接，水位變化趨勢與計畫範圍內其他各池趨勢略有雷同，但幅度略小，研判應有小涵管通道，但高程略高。由圖中資料顯示各池水位大多數時間均低於最低潮位，表示以重力引入感潮的新鮮水體至計畫區水域是可行的，但欲以重力排出計畫區多餘水體幾乎是不可能的，必須藉由動力機械方可為之。

## 2.2 河道地形測量

為提供計畫範圍水位調控水理模式模擬工作所需要之河道斷面資料，茲辦理鹽水溪排水路與鹽水溪匯流口上溯至北汕尾水道(至本田路終點)、運鹽古運河(古運鹽碼頭)及鹽水溪排水(省道台 17 線)之河道概要地形測量工作(如圖 2.9 及圖 2-10 所示)，測量工作係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經潮位修正，並經資料檢核無誤後作為後續數值模擬推算使用。測，施測過程搭配大員港水面高程施測做為水位基準。各項儀器型號、規格資料列如表 2.3 所示。

因本工作係屬先期作業，利用地形資料繪製重要控制河段之斷面資料，並未進行全斷面測量，未來倘有必要，可再進行重要斷面之全斷面測量工作。

表 2.3 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：1 cm ± 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)	

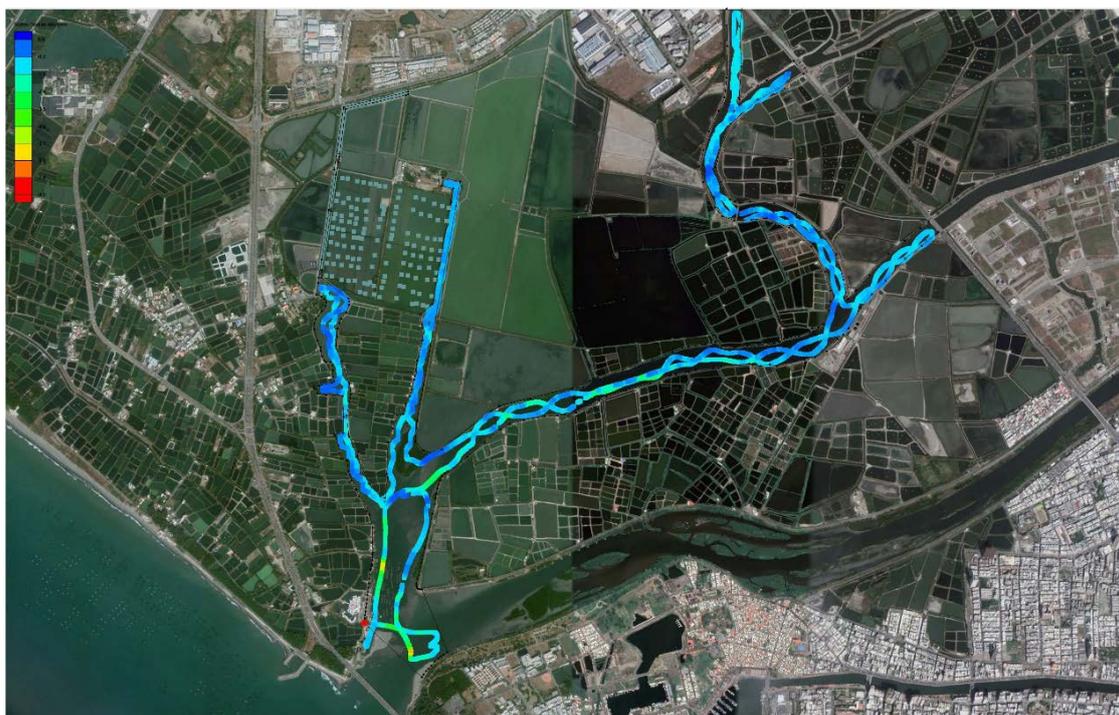


圖 2.9 河道地形測量



圖 2.10 河道地形施測作業

## 2.3 水流特性初步分析

計畫範圍 B6、B7、B8、B9 樣區與外部水體之進出連結主要為東西側之大型閘門，目前兩處都處於關閉狀態，除降雨造成各樣區水位上升外，位於東側抽水站之抽水為降低水位之主要途徑，各樣區原由中央漕溝連通，水體進出由各樣區與中央漕溝間之小型閘門連通，惟經過多年之沖蝕演變，目前僅 B7 之小型土堤尚稱完整，仍由中央漕溝處小水門為單一連通管道，水體最為獨立，B6 西側小型土堤已有破損崩壞處，故與中央漕溝水體直接由西側內溝連通流動，圖 2.8 中 S5 及 S6 兩水位幾乎是重疊可為輔證。

B8、B9 之東側小型土堤均已破損崩壞，水體直接連通至東側水閘門及抽水站處，也因此由圖 2.8 可看到 B8、B9 於抽水站啟動後之水位下降趨勢相當近似，且其最低水位比 S5 和 S6 更低，顯示存在一控制點，讓 B6 池水位不再隨 B8 及 B9 水位繼續降低，但此控制點高程在 7 月下旬低水位時顯示其高程又再降低了。綜合上述之研判，各樣區於抽水站抽降水期間之水流概略如圖 2.11 所示。

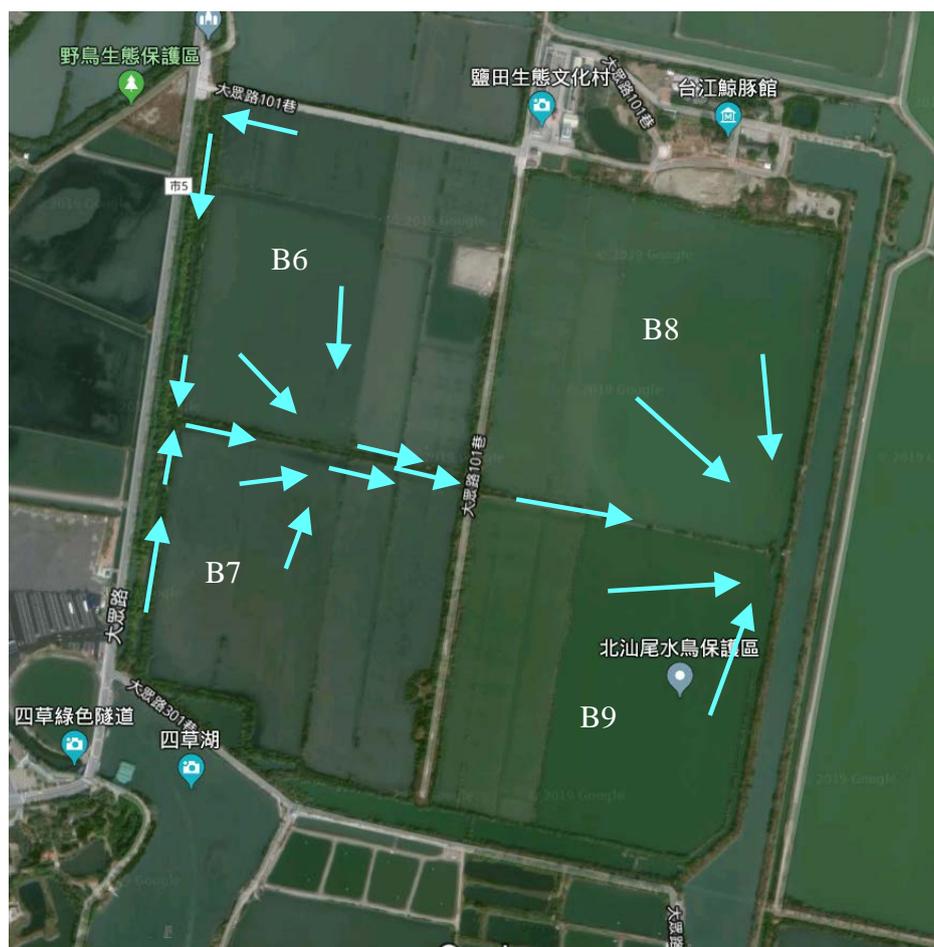


圖 2.11 各樣區於抽水站抽降水期間之水流方向示意圖

## 2.4 底質調查資料蒐集

濕地底部水土品質和無脊椎動物數量影響魚類和水鳥食物來源，茲蒐集參考 107 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(3/4)」關於北汕尾水鳥保護區於 107 年四季(3 月、4 月、7 月、10 月)4 次調查結果彙整如表 2.4 所示，其中，含水量方面第一、二、三季皆以 B7 樣站最高，第四季 B9 樣站最高；有機質含量方面第一、二季皆以 B7 樣站最高，第三、四季則分別以 B9、B8 樣站最高；平均粒徑方面第一、三季以 B7 樣站最高，第二、四季則分別以 B6、B8 樣站最高，根據 Folk(1966)提出之粒徑分類表，107 年各季各樣站之底質分類皆為粉泥；粉泥黏土含量方面第一、三季以 B9 樣站最高，第二、四季則分別以 B8、B6 樣站最高。

表 2.4 北汕尾水鳥保護區底泥基質 107 年調查結果

樣站	採樣時間	含水量(%)	有機質含量(%)	平均粒徑(mm)	粉泥黏土含量(%)
B6	第 1 季(3/17)	43.96±4.22	3.31±0.71	0.034	86.93
	第 2 季(4/21)	32.32±3.29	4.30±0.41	0.034	84.22
	第 3 季(7/21)	46.58±1.66	3.58±0.59	0.033	89.74
	第 4 季(10/26)	43.54±1.01	3.70±0.11	0.033	88.13
B7	第 1 季(3/17)	53.72±3.77	5.11±1.00	0.044	73.16
	第 2 季(4/21)	45.10±1.11	6.68±0.11	0.032	89.73
	第 3 季(7/21)	47.53±8.49	3.63±1.09	0.046	83.12
	第 4 季(10/26)	35.37±3.71	3.13±0.31	0.010	66.12
B8	第 1 季(3/17)	41.47±1.40	3.57±0.34	0.036	83.63
	第 2 季(4/21)	43.45±2.01	5.79±0.29	0.030	97.61
	第 3 季(7/21)	35.97±2.97	3.41±0.21	0.033	91.08
	第 4 季(10/26)	42.65±2.36	4.01±0.05	0.034	86.05
B9	第 1 季(3/17)	42.51±3.01	2.94±0.15	0.031	93.16
	第 2 季(4/21)	41.85±3.66	5.53±0.51	0.031	93.13
	第 3 季(7/21)	43.66±2.06	4.09±0.13	0.033	91.62
	第 4 季(10/26)	46.43±2.66	3.94±0.30	0.033	85.47

資料來源：「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)」(107.12)

## 2.5 生物利用狀況蒐集

鳥類調查資料由鹽田文化村巡查員提供 108 年 1 月 5 日至 10 月 31 日於 B6 及 B8 區之調查資料彙整，期間共紀錄到鳥類有 10 科 30 種 12,815 隻次。保育類鳥類僅有瀕危鳥類黑面琵鷺、其他應予保育的大杓鷗出現。以 1~10 月份較多的

前 10 種(詳圖 2.12)，其中優勢種為大白鷺 3,409 隻次、金斑鶺 2,171 隻次、高蹺鶺 1,593 隻次、小白鷺 1,294 隻次、反嘴鶺 1,039 隻次等，5 種優勢鳥類相對豐量總和為 74.18%。各月份鳥類調查紀錄請詳參附錄三。

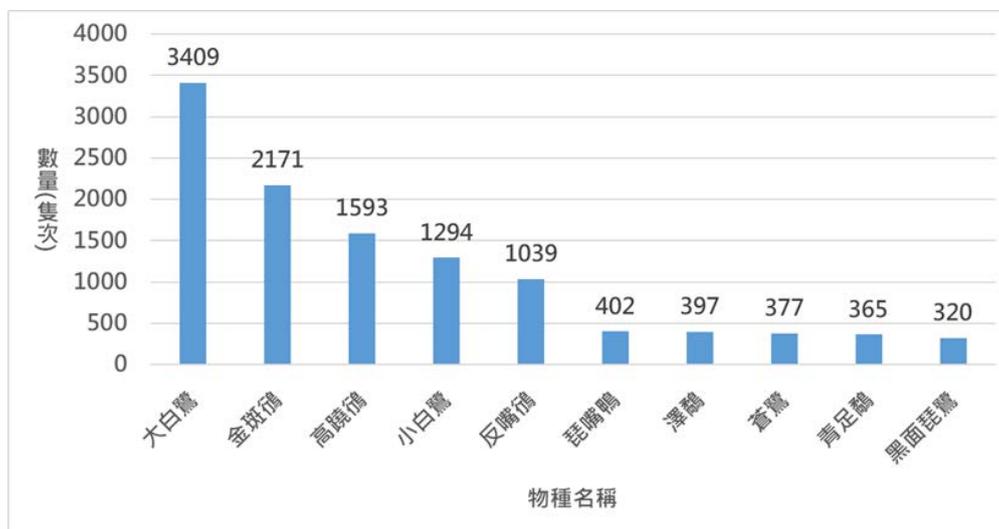


圖 2.12 108 年 1~10 月份 B6、B8 區鳥類數量最多前 10 種統計圖

由於各月份調查的天數不等，因此僅就數量較多前 10 種鳥類在各月份在北汕尾鹽田文化村的兩個樣區是否有出現來看，約在 1~4 月份前 10 種皆有出現，5 月份種開始減少，7 月份減到最少種類數，9 月開始慢慢增加(如圖 2.13 所示)。

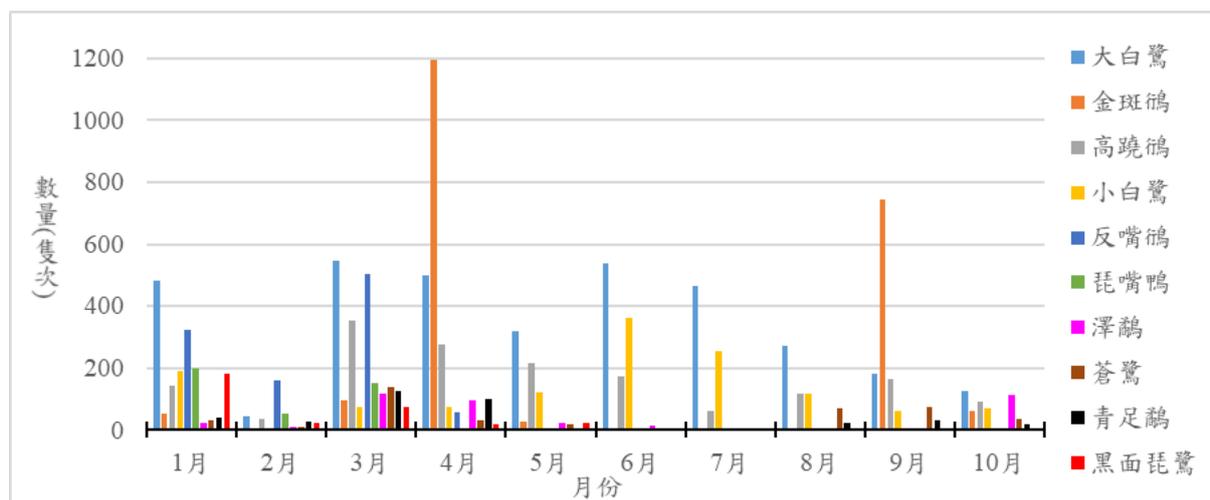


圖 2.13 108 年北汕尾鹽田文化村鳥類數量最多前 10 種在各月份的分布圖

除了小白鷺和高蹺鶺全年都看得到外，其他為冬候鳥；高蹺鶺在台灣有繁殖，入秋候鳥加入，高蹺鶺數量也明顯增加。而琵嘴鴨大部份 3 到 4 月就北返，少數停留到 5 月；比較兩樣區的各月份鳥類分布，除了 4 月、9 月的金斑鶺及 3 月的

反嘴鵞在 B08 樣區有明顯高於 B06 樣區的數量外，大致上 B06 樣區鳥類數量和種類數多於 B08 樣區(如圖 2.14 及附圖 2.15 所示)。

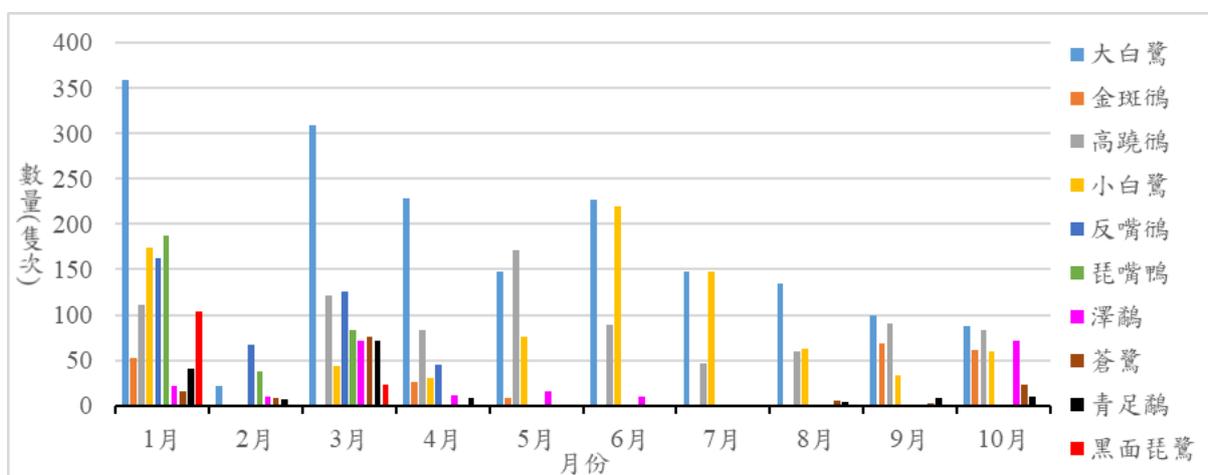


圖 2.14 108 年 B06 樣區鳥類數量最多前 10 種在各月份分布圖

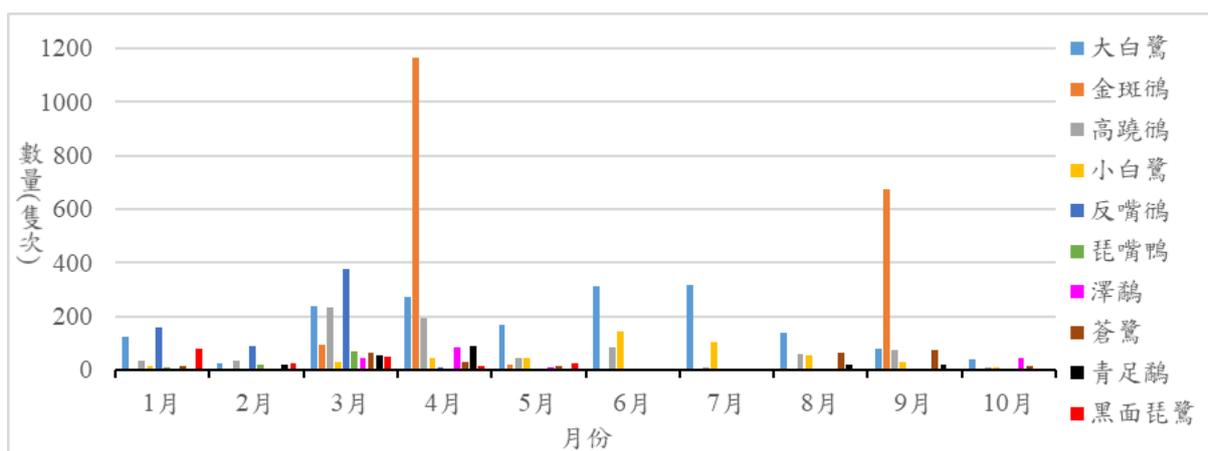


圖 2.15 108 年 B08 樣區鳥類數量最多前 10 種在各月份分布圖

為針對鳥類觀測數據進行分析，茲利用下列生物多樣性指標，朝向採樣方法與統計分析方法一致性予以探討，較易釐清到底是自然或是人為因子的環境衝擊。

#### 一、物種歧異度 ( $H'$ : Shannon-Wiener Index)

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。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：

$$H' = -\sum (P_i \ln P_i)$$

$$P_i = n_i / N$$

$i$ ：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。

## 二、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。

## 三、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。

## 四、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。

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

經分析結果顯示，108年1月至10月份北汕尾鹽田文化村鳥類調查的物種歧異度( $H'$ )為2.37、豐富度(SR)為3.06、優勢度( $1/D$ )為0.86及均勻度為0.70；B06樣區鳥類調查的物種歧異度為2.37、豐富度為2.88、優勢度為0.86及均勻度為0.73；B08樣區鳥類調查的物種歧異度為2.17、豐富度為2.93、優勢度為0.83及均勻度為0.66。從各生物指數方面看來，北汕尾鹽田文化村鳥類種的豐富度指數3月最高，2月次高，最低為6月，之後逐漸升高；物種的歧異度指數1月最高，2月次高，4月最低，8月後逐漸升高；均勻度在4月份亦為最低、優勢度最高等結果，推測應該受到金斑鴿數量在4月份劇增影響的關係(如圖2.16)。

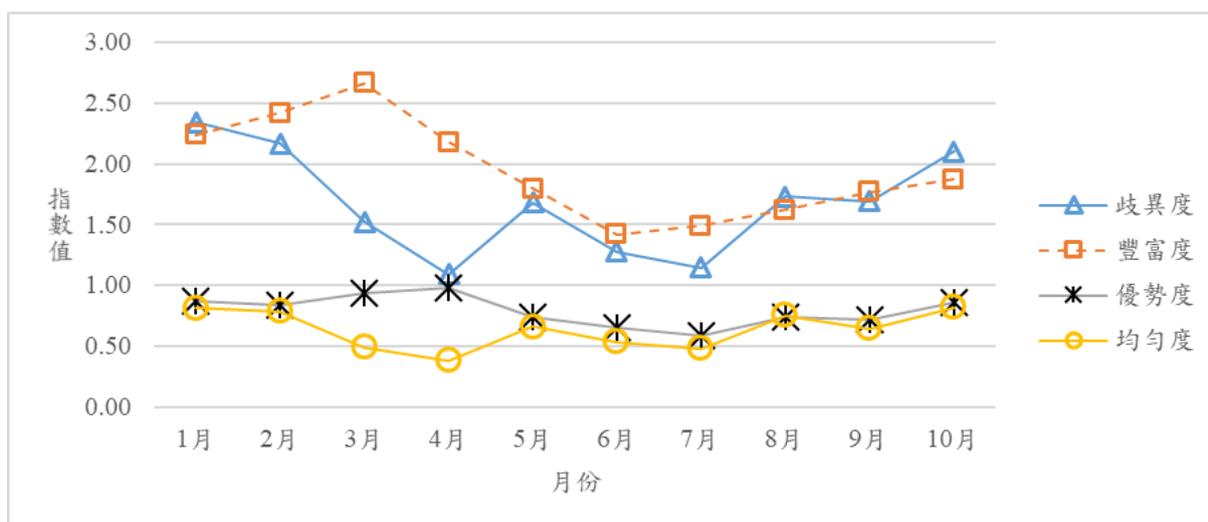


圖 2.16 108 年北汕尾鹽田文化村鳥類調查生物指數變化圖

B06 樣區鳥類種的豐富度指數3月最高，1月次高，最低為8月；物種的歧異度指數3月最高，1月次高，8月最低；四個指數皆在6月同時降低；約在8月份後逐漸升高，與秋季候鳥來台時期一致(如圖2.17)。B08 樣區鳥類種的豐富度指數1月和4月同列最高，3月居第三，最低為6月；物種的歧異度指數3月最高，1月次高，7月最低；大致上四個指數在7月為最低，之後逐漸升高，亦與秋季候鳥來台時期吻合(如圖2.18)。由於每月觀測時間有差異，為求同基準點，故將每個月分為上中下旬時期分別統計各種類出現隻次，作為鳥類調查觀測變化趨勢的參考，如圖2.19及圖2.20。由折線圖可知大部分鳥類為冬候鳥，在1月份時數量偏高，往後數值趨於平坦。

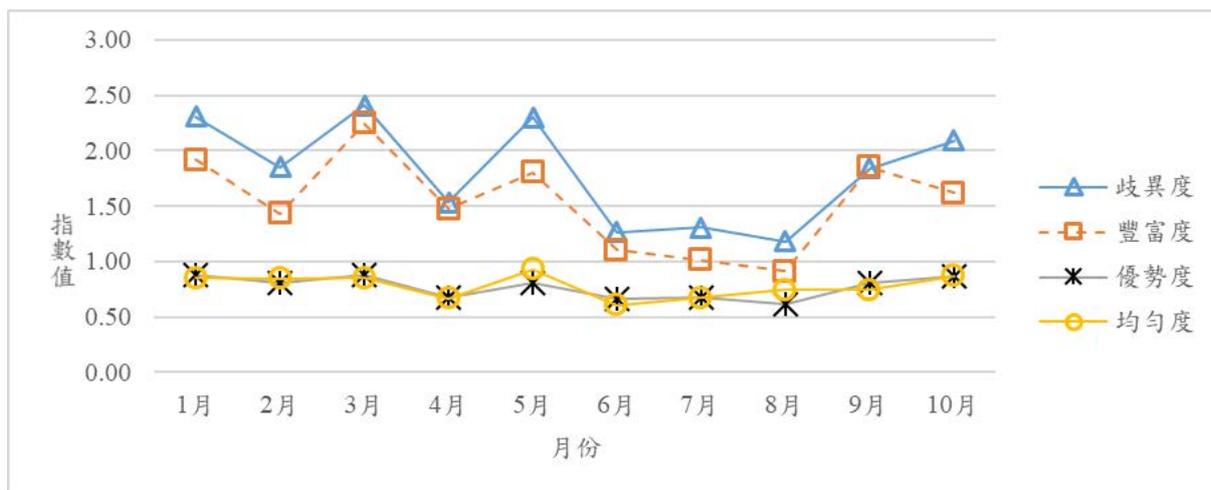


圖 2.17 108 年 B06 樣區鳥類調查生物指數變化圖

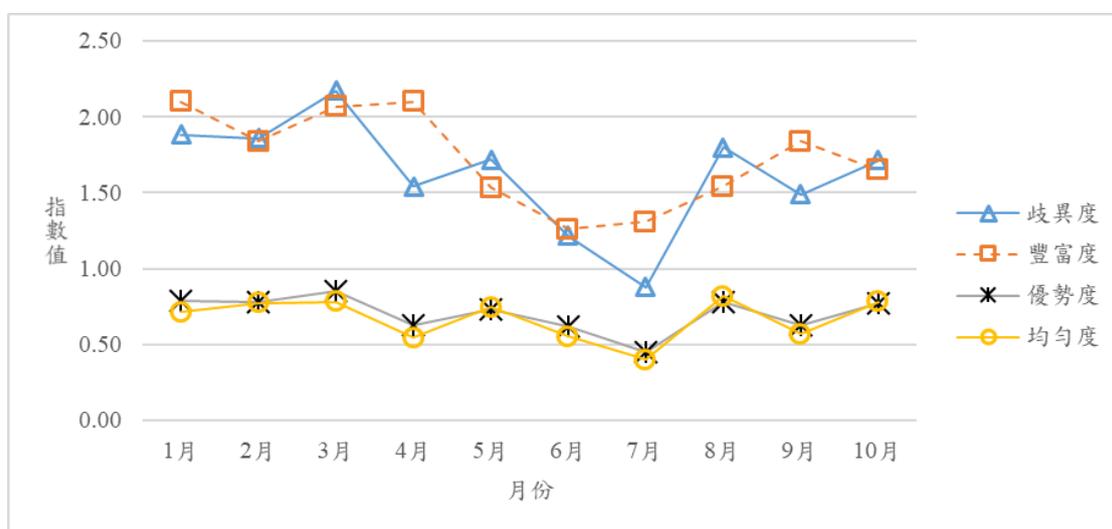


圖 2.18 108 年 B08 樣區鳥類調查生物指數變化圖

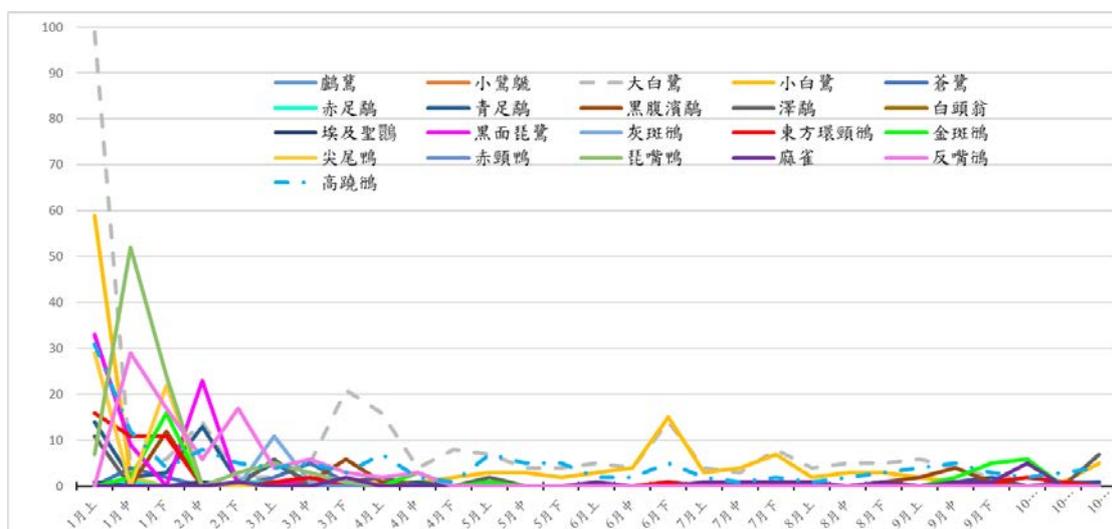


圖 2.19 108 年 B06 樣區鳥類調查數量變化圖

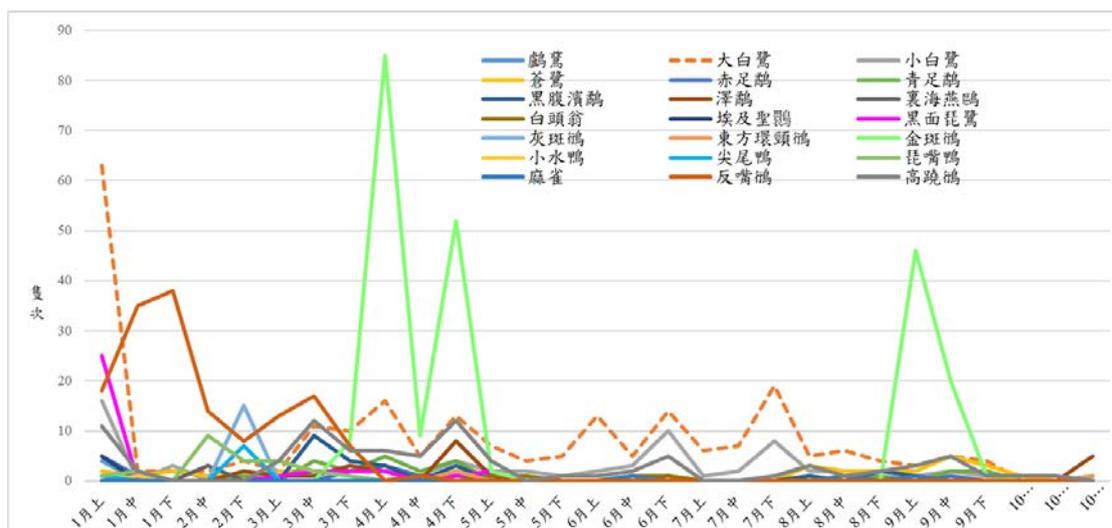


圖 2.20 108 年 B08 樣區鳥類調查數量變化圖

另在 B06 可觀測到金斑鶉數量在 1~2 月時於 B06 樣區出現數量較多，4~5 月極少數出現，而自 9 月起又有少量出現；B08 樣區中 4 月及 9 月各有一段高峰值，且數量明顯高過 B06，可見金斑鶉在兩樣區中較偏好 B08。根據觀測推測為金斑鶉自秋季開始來台至隔年 4 月，剛好高峰值皆符合遷入及遷出的時期，又習性為成群飛行，經常可見一大群在天際飛過。而候鳥琵嘴鴨出現時期約在 1 月達到高峰後逐漸減少，最慢至 5 月遷出，1 月時較偏好棲息在 B06 樣區。大白鷺亦在 1 月上旬達到高峰，各月份仍可見其蹤影。其餘鳥類尚未看出對於樣區 B06 和 B08 有特殊偏好。此外，保育類鳥類僅有瀕危鳥類黑面琵鷺，其他已列名保育之鳥類則有大杓鶉現蹤。依 4 月 23 日空拍照片(如圖 2.21)顯示，B6、B8、B9 等樣區鄰近中央道路之區域已裸露出來，約莫是該樣區東西向寬度 1/3 左右，顯示其高程較高於該樣區其他區域，其中，B8 區裸露淺灘區之鳥類數量最多。



圖 2.21 各樣區中央道路兩側較高區域空拍圖

## 第三章 水位調控設施盤點與功能檢視

### 3.1 設施盤點與功能檢視

計畫範圍周圍為完整土堤，高程約為 2.0 公尺，東側及西側各有一座水閘門，分別為與運鹽古運河及北汕尾水道水體交換之進出水控制點，此外，東側水閘門南側約 90 公尺處為安順 2 號抽水站機房，為 B6、B7、B8、B9 樣區降低水位之主要控制點。前述兩座水閘門及抽水站機房位置如圖 3.1 所示，為計畫範圍內外水體交換之主要途徑，亦為水位調控之主要設施，其中，位於運鹽古運河西側之 1 號水閘門原已鏽蝕無法關閉與操作，前於 107 年 10 月完成修復，其構造為雙孔式人力啟閉式閘門，其單孔寬度為 1.26 公尺，目前已可正常啟閉，圖 3.2 及圖 3.3 為分別從運鹽古運河與 B8 樣區拍攝此水閘門之外觀。

安順 2 號抽水站機房內為一 60Hp 抽水機，出水能力為 26 噸/分，進出水管徑為 30 公分，圖 3.4 及圖 3.5 為其抽水泵浦外觀及其運轉抽水狀態。抽水站之西側為中央漕溝，惟其與 B8 樣區間之土堤已遭沖蝕消減高度與寬度，較 B9 側單薄許多，B8、B9 東側小土堤則沖蝕破損嚴重，其間水體已呈現直接相互連通狀態(如圖 3.6 所示)。

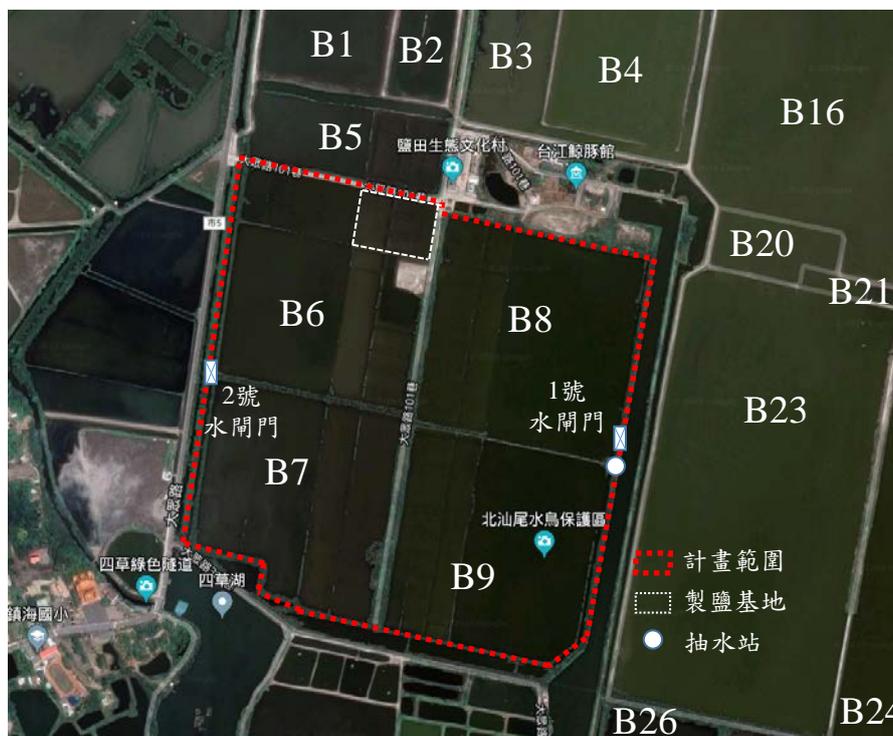


圖 3.1 計畫範圍水位調控設施位置示意圖

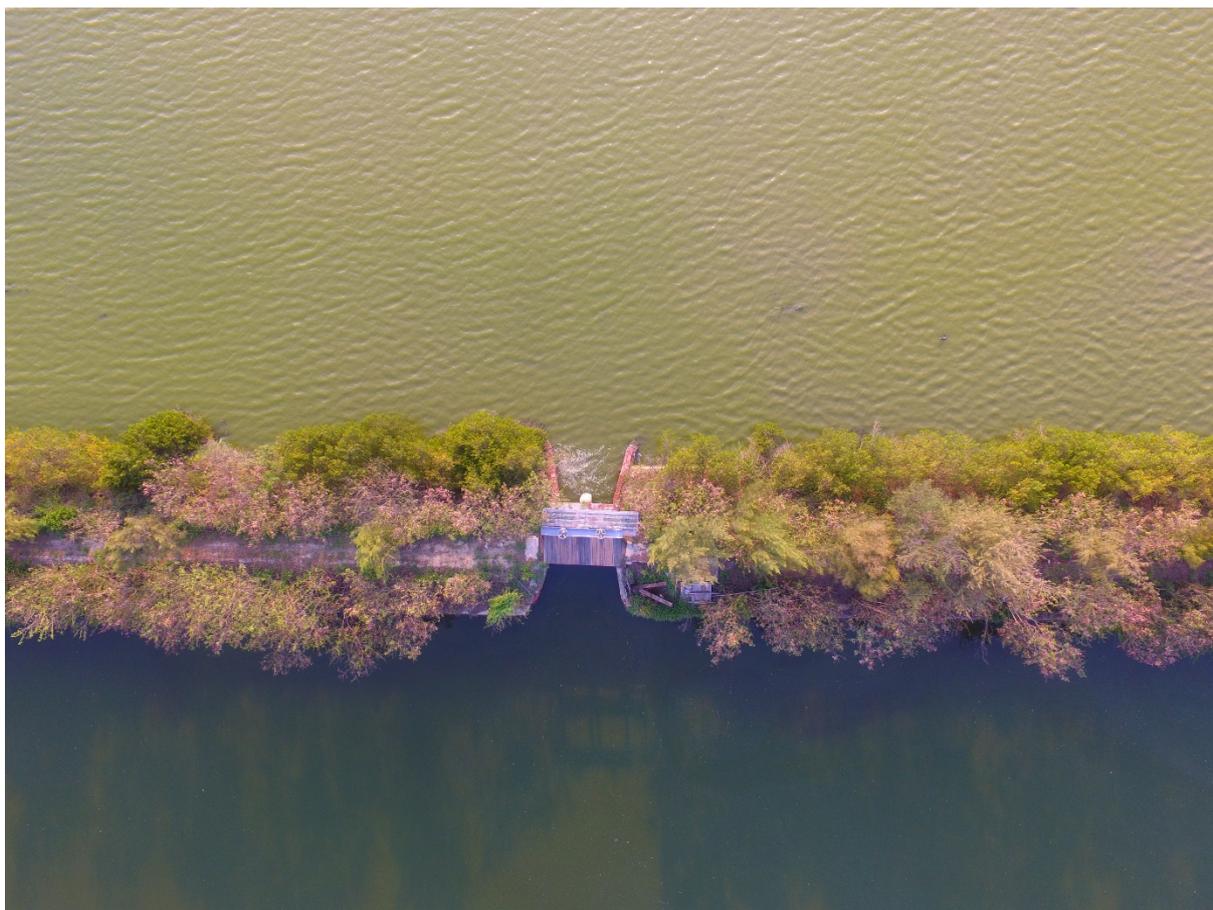


圖 3.2 俯視 1 號水閘門

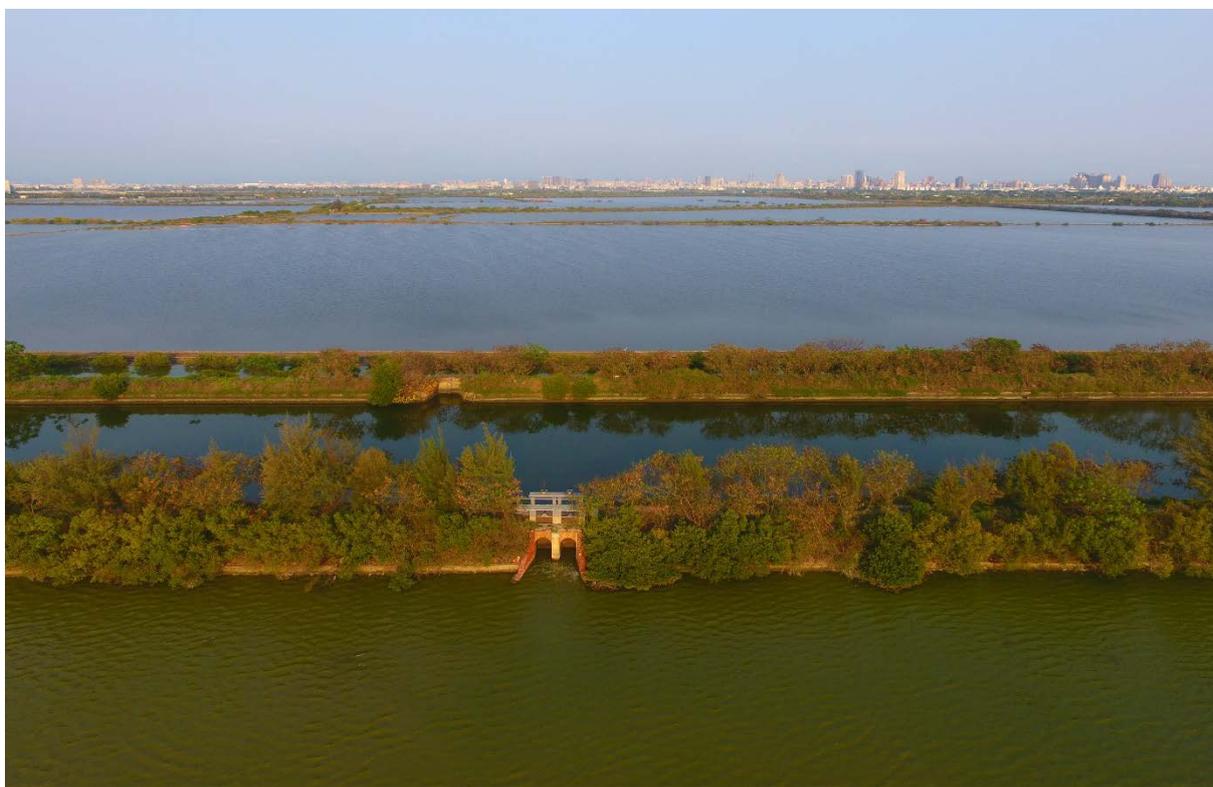


圖 3.3 樣區 B8 東側 1 號水閘門



圖 3.4 抽水站內泵浦外觀



圖 3.5 抽水站運轉之出水狀態

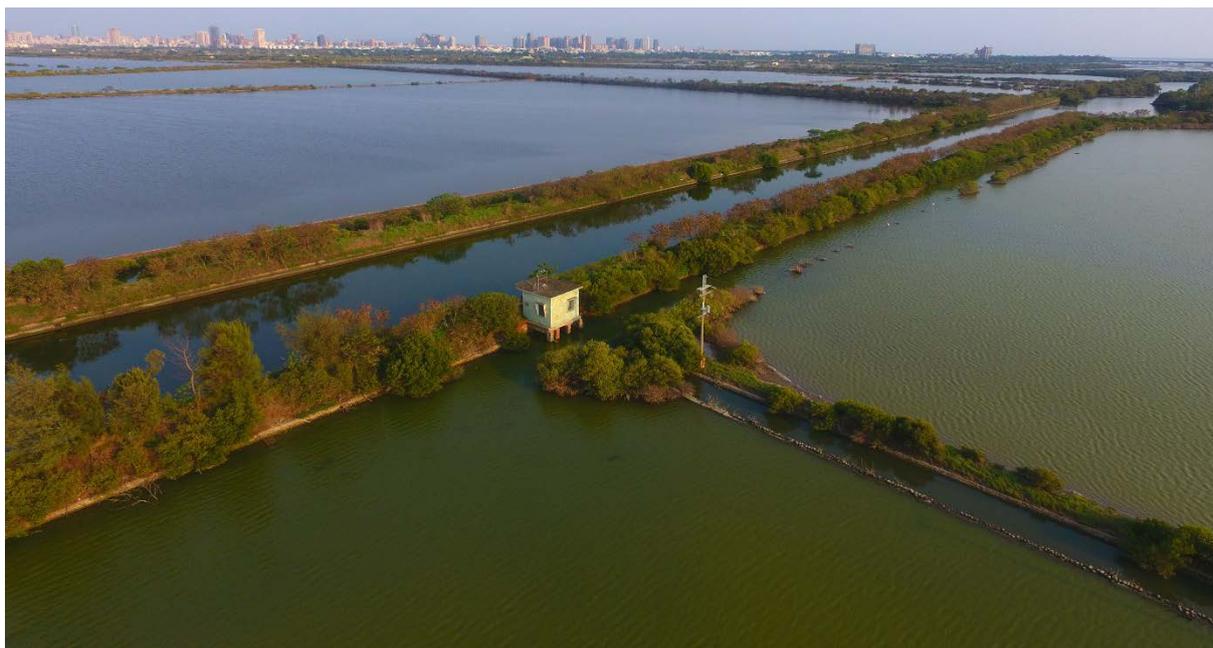


圖 3.6 樣區 B8、B9 小土堤崩毀狀況

東西走向之中央漕溝穿越中央道路處為一涵洞讓水體流通(如圖 3.7 所示)，該處中央道路路面高程為 0.745 公尺，圖 3.8 為 B7 樣區與中央漕溝之水門，以木製擋水板調控該進出水口大小，B6 亦同，惟其上方已覆滿樹叢，不易進入。



圖 3.7 中央漕溝連通涵管



圖 3.8 樣區 B7 與中央漕溝間小水門

B8、B9 樣區與中央漕溝間亦有小水門，依圖 3.9 顯示小水門往樣區側係鋪設 PVC 水管讓水體流通。

B6 樣區南側(中央漕溝邊界)與西側小土堤、B7 樣區北側(中央漕溝邊界)與西側小土堤均尚稱完整，惟其上方覆滿樹叢不易通行，鄰近中央道路之小水門為兩樣區與中央漕溝水體連通之主要管道，中央漕溝西側終點處以涵洞與 B6、B7 西側內水路連通(如圖 3.10 所示)。

至於 2 號水閘門位於 B7 樣區西側內水路與北汕尾水道間土堤上(堤頂高程約為 2 公尺)，距離中央漕溝終點南側約 50 公尺，該土堤長滿灌叢與紅樹林，人員無法通行，僅可以竹筏由內水路或從大眾路渡水抵達(如圖 3.11 所示)。

2 號水閘門構造與 1 號水閘門雷同，均為磚砌，閘板係為鋼板，重量遠高於 1 號水閘門之玻璃纖維板，南側閘板因下方尚有兩塊原有的木閘板，故其頂部高於北側閘板(如圖 3.12 所示)，目前無任何可拉起閘板之器具，故一直是緊閉狀態，內外水體無法流通，圖 3.13 則為 2 號水閘門全貌，可看出其與北汕尾水道、內水路、B7 樣區之相對關係。



圖 3.9 樣區 B9(左)、B8(右)與中央漕溝間小水門



圖 3.10 中央漕溝西側終點處涵洞



圖 3.11 以竹筏橫渡北汕尾水道至 2 號水閘門



圖 3.12 內水路側 2 號水閘門外觀



圖 3.13 俯視 2 號水閘門

107 年 0823 水災期間，計畫範圍因地勢較低，積水遲遲不退，經台南市政府農業局森林及自然保育科調用移動式抽水機協助抽水下，各樣區水位方得以消退，目前該移動式抽水機置於大眾路轉入鹽田生態文化村之入口處旁(如圖 3.14 所示)。



圖 3.14 計畫範圍入口處移動式抽水機

另製鹽基地東面中央道路旁之景觀平台南側為基地積水連通水塘，原有小型抽水機抽排其水體至 B8 樣區，台江國家公園管理處保育課於 108 年 7 月 21 日調來小型移動式抽水機(如圖 3.15 所示)，以加快該處積水抽排速度，對製鹽基地多餘水體排除提供頗大幫助。



圖 3.15 觀景平台旁小型移動式抽水機

## 3.2 設施改善評估

茲將計畫區各項水位調控設施盤點與功能檢視之概況整理如表 3.1 所示，各項既有設施整修方式評估如下：

### 一、2 號水閘門：

- (一) 既有鋼製閘板重量非常重，修復為電動式且可遠端遙控啟閉設備，降低人力負擔及安全。
- (二) 土建部分必須酌予補強，以支撐新增器具設備之載重負荷。
- (三) 鋼製閘板下方木製閘板予以移除，應注意鋼製閘板與底床之密合度。

(四) 設置便橋以利修復工作人員運料及施工之作業動線，完工後保留做為維護管理通道，惟必須增設門禁管制設施，以防閒雜人士擅入造成危險及管理死角。

優序評估：因所需經費粗估逾 1 百萬元，且進水容易、排水難，宜將執行優序往後，短期內另覓替代方案為宜。

表 3.1 計畫區各水位調控設施盤點與功能檢視概況表

設施	功能檢視概況
1號水門	1.可人工開啟關閉，惟螺桿已生鏽，螺桿與玻璃纖維閘板連動狀況不佳，操作非常吃力。 2.因底部係以沙包堆疊防護，倘內外水頭差距大時打開閘門，流速過快恐有掏刷之虞。 3.倘欲改裝為電動閘門，必須改造部分現有設施及土木結構，費用至少需100萬元。
2號水門	1.閘板為不鏽鋼材質，重量大。 2.必須渡過北汕尾水道方能到達，倘欲改裝為電動閘門，必須改造部分現有設施及土木結構，並以吊車或搭建施工便橋，方可運送料件及人工，費用至少需120萬元。
抽水站	抽水泵於107年整修，可正常運作，設計抽水量約1,560噸/小時，50公頃水面降低1公分需3.3小時。
大型移動抽水機	台南市政府農業局107年支援調用，抽水量約1,080噸/小時
小型移動抽水機	管理處108年支援調用，提供製鹽基地積水排放至B9區。
B8、B9土堤	1.兩樣區東側土堤已崩壞，兩區水體與1號閘門、中央漕溝完全連通。 2.倘恢復其原有土堤構造(同B6、B7)，可增加其水體獨立性，對降低抽水站操作壓力有所幫助，惟其係屬水中作業，成本頗高。
B6土堤	尚稱完整，與中央漕溝有兩個小型水門連通，水體可正常進出交換，目前呈常態開啟狀態。
B7土堤	尚稱完整，與中央漕溝有兩個小型水門連通，水體可正常進出交換，目前刻意將之關閉，讓B7水體獨立，降低抽水站抽水壓力。

## 二、1 號水閘門：

(一) 倘整修為電動式且可遠端遙控啟閉設備，降低人力負擔及安全。

(二) 土建部分必須酌予補強，以延長可支撐新增器具設備載重負荷之年限。

(三) 閘板與底床密合度應予改善。

優序評估：因所需經費粗估逾 50 萬元，且進水容易、排水難，執行優序宜予往後，短期內另覓替代方案為宜。

## 三、固定式抽水站：

(一) 增設遠端遙控啟閉，降低人力負擔及機動性。

(二) 搭配內外水位之液位監測器，提供自動操作之參考指標數據。

優序評估：經費約 20 萬元以內，可列入優先考慮項目。

#### 四、B8、B9 既有土堤修復：

(一) 恢復其既有土堤之防護功能，建立各樣區水域之獨立性，有助於計畫區水深調控之可操作性，也降低固定式抽水站之抽排壓力。

(二) 搭配內外水位之液位監測器，提供自動操作之參考指標數據。

優序評估：經費約 20 萬元以內，可列入優先考慮項目。

#### 五、新建設施或設備規劃：

(一) 移動式抽水機：增設 2 至 3 台，做為製鹽基地及水土調控示範區豪雨期間緊急排水備援之用。

(二) 增設自動水文測站：快速取得雨量、內外水位資料，與進出水設施建構防災預警、智慧監控機制

(三) 設置風車排水站：可排出水量雖不多，但可做為低地排水功能之意象式標誌。

(四) 其他：水位調控試驗區(可優先於 B6 高灘區實施，次者 B8 高灘區)

1. 增設小型沉水式抽水機利用導入新水體或引出多餘水體。

2. 埋設進出水涵管，含手動制水閘，亦可做為生態廊道。

綜合觀之，原預期修復 2 號水門以提高計畫區與北汕尾水道感潮水體之交換作用，惟考量修復經費、後續維護動線及大部分之最低潮位高於計畫區水位，水體易進難出，其交換效果有限，故評估可將此水門修復之工作優序往後延，至於計畫區降低水位之主要途徑還是靠抽水站及移動式抽水機來操作，計畫區承受之新水體除了降雨以外，可以採用虹吸工法於不需要抽水泵的動力方式吸引漲潮時段之北汕尾水道或運鹽古運河的感潮水體。

虹吸是一種流體力學現象，可以不藉助泵而抽吸液體。處於較高位置的液體充滿一根倒 U 形的管狀結構(稱為虹吸管)之後，開口於更低的位置，虹吸管兩端液體的重量差距造成液體壓力差距，液體壓力差能夠推動液體越過最高點，向低處排放。倘虹吸管中有空氣導入而喪失虹吸功能，需以小型抽氣泵將空氣排出。

其中，製鹽基地可利用 PVC 塑膠管構建跨越 B6 區直接在北汕尾水道引取海水之專用虹吸管(如圖 3.16 所示，圖中僅為示意，實際架設必須加強支撐與固定)，

改善以往只能引取 B6 樣區水體之條件，其該引水點距離 1 號水門已屬最遠的區塊之一。此外，B6、B7、B8、B9 樣區亦可於方便操作維護之地點設置虹吸取水管，做為引取海水之途徑。虹吸管尺寸以一般常用之 6 吋管為原則，此有利於設置制水閥，必要時可考慮採用能遠端控制啟閉之制水閥門。

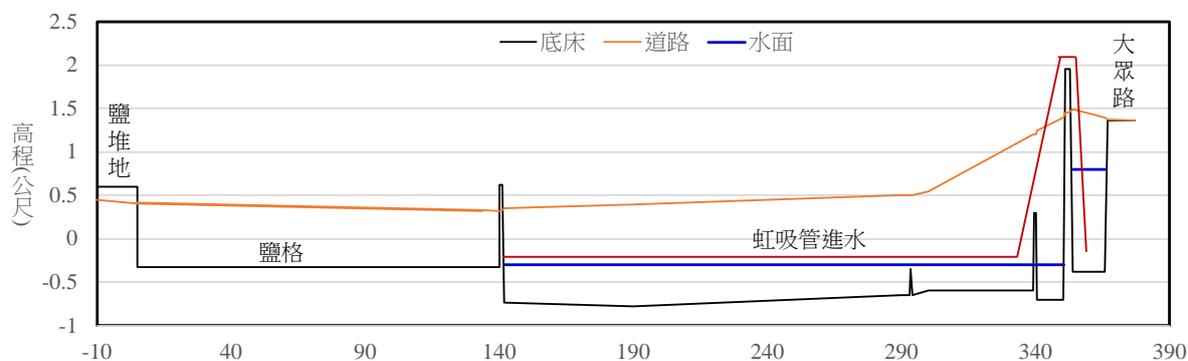


圖 3.16 製鹽基地與北汕尾水道虹吸工配置示意圖

## 第四章 水土環境調控規劃

### 4.1 水土環境條件需求概要

水土環境調控與營造之目的在於期望能增加水鳥棲地和其食物來源，需要有穩定的水源或調蓄水空間，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，以利於某類群鳥類，需要相對平坦地形，若是地形起伏過大，則可能較有利於吸引多樣之水鳥停駐。

水位經營管理需要先選定擬保育之水鳥類群，不同水鳥類群有不同之操作方式，例如以保育黑面琵鷺為主要目標時，水深則可調整於 20 公分以下，讓牠們可以進入水中覓食，同時其他涉禽也可以在此水深下覓食。降低水位也有利於濱鳥覓食，因為水深變小後灘地逐漸裸露，濱鳥即可於灘地間覓食。

不同鳥類適合之棲地水深整理如表 4.1 所示，圖 4.1 顯示樣區內多數的鳥類集中於水深 1-10 公分的淺水灘地活動，表 4.2 為不同的鳥類對於棲地環境之不同需求，基此，棲地水位、水土環境和棲地植栽的營造都必須仰賴這些資料的蒐集與分析，俾分區規劃出能適合鳥類停留繁殖環境，水位過高時可適時調節的生物多樣性生存空間。

表 4.1 四草野生動物保護區鳥類適合之棲地水深

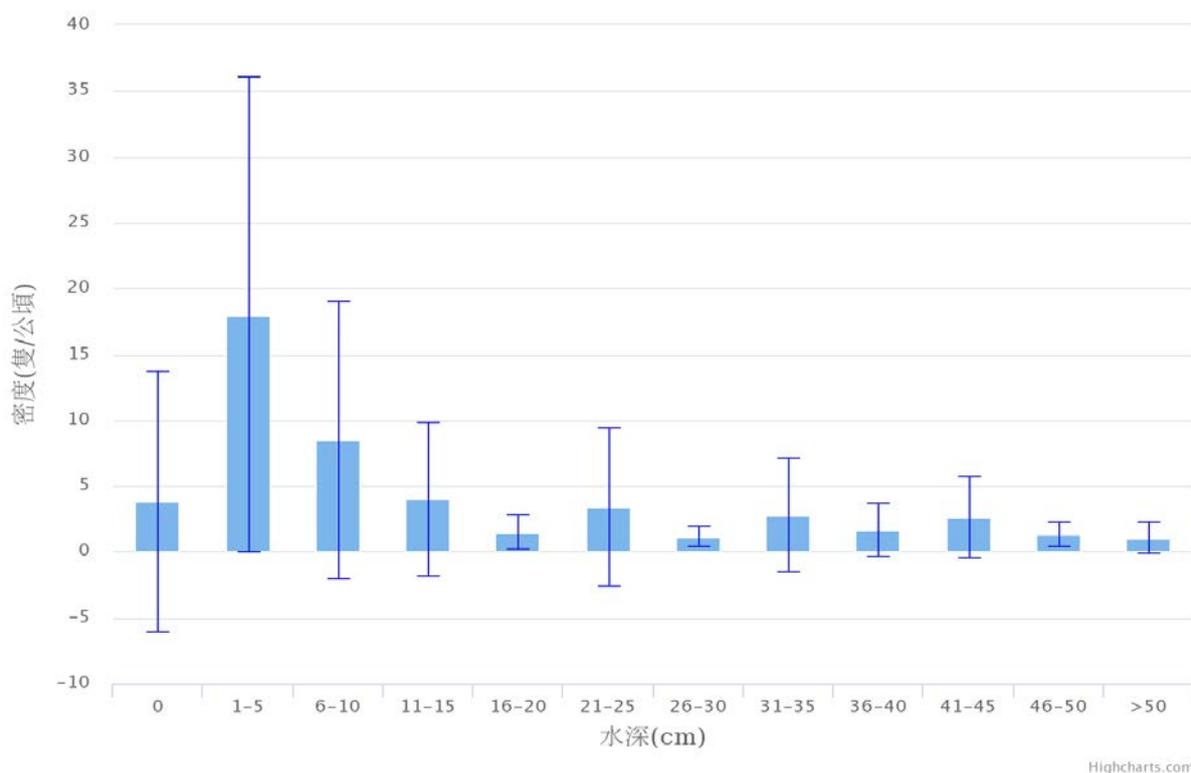
鳥類	水深
高蹺鴿幼鳥覓食	0~6公分
鷓鴣科	6~10公分
黑面琵鷺、鷗科	10~40公分
雁鴨、鸕鷀	40~180公分

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 4.2 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...	較乾早低矮草地、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、小鸕鶿	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)。



資料來源：「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」(107.12)

圖 4.1 各水深鳥類密度圖

在濕地中營造不同的水深區域具有多重的功能，深水域可以幫助魚蝦蟹渡過寒流，也能讓牠們躲藏捕食者，繁殖未來水鳥的食源。降低水位後，不同的水深區域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。

濕地中之構造物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。

## 4.2 水位調控數值模擬

水動力數值模型將利用計畫範圍內既有或補充之現場實測調查資料結果，建立歷史觀測數據資料庫，配合數值模式進行水域現況流場及水位變化之模擬工作，依數值模型模擬評估外海之不同潮流條件對應 2 座水閘門不同開度下、各樣區內水流、水位可能之狀態，提供日後擬定閘門操作之參考。水動力數值模型係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，本計畫採用其 CNS-

Flow 模式，其主要應用於潮口、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。水理模式之理論介紹請詳見附錄四。

期中階段先建立鹽水河流域水動力模型，利用計畫範圍內既有或補充之現場實測調查資料結果，建立歷史觀測數據資料庫，並與現場觀測資料作驗證，以證明模式可用於計畫區域現場環境，於期末階段將近一步依數值模型模擬評估，水閘門不同開度下、各樣區內水流、水位可能狀態，提供日後擬定閘門操作之參考。

#### 一、數值模式模式建構

建構數值模式第一步先蒐集計畫區所有的現場以及物理資訊，包含地形資料以及外海之潮位條件，第二步根據計算重點區域，分配所要計算之網格；前者決定模式的正確性，現場資料越完整其正確性越高，後者攸關模式的計算效率、穩定度以及精確度。

#### 二、水深地形

在陸域部分採用內政部 5 米 DEM，海域部分採用「四草海岸復育試驗研究」(98 年)，鹽水河流域採用經濟部水利署第六河川局 104 年度之大斷面資料，計畫中各小河道以及周邊溝渠資料則為本計畫補充之現場實測調查資料結果，鹽田水深資料則參考「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)結果，計畫區水深地形資料結合成果如圖 4.2 所示。

#### 三、鹽水溪口潮位條件

由於模式模擬範圍之開放邊界採用水位資料為邊界條件，因此本計畫利用源於日本之全球潮位模式 Nao99b(Matsumoto et al, 2000)，計算模式開放邊界之水位輸入資料。圖 4.3 為潮位模式 Nao99b 計算結果與實測值(成大水工試驗所設置於麥寮港之潮位站)之比對結果，顯示二者相當一致。

#### 四、模式網格以及邊界條件分布

模式計算分成兩個部分，大域範圍利用 ADCIRC 計算整體流域流場，再利用 CMS 計算鹽田調控狀況，ADCIRC 以及 CMS 模式格網配置成果如圖 4.4，網格大小則整理如表 4.3 所示。

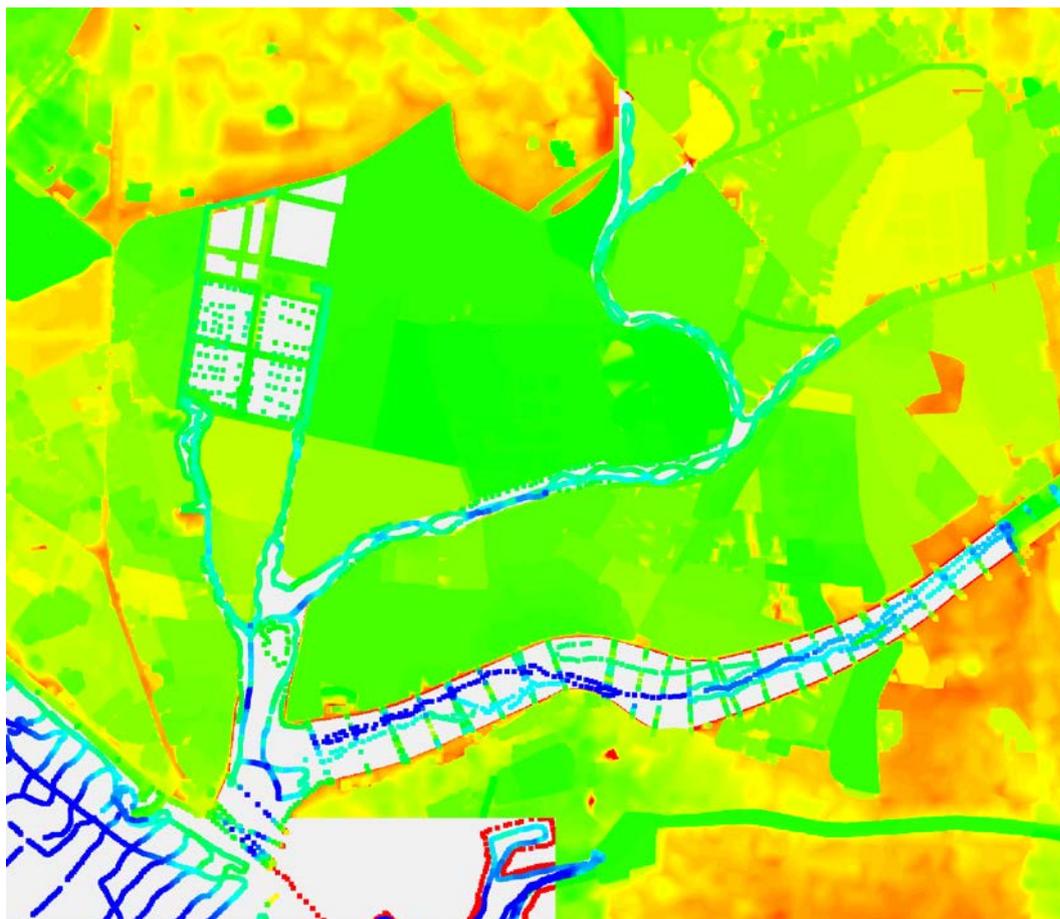


圖 4.2 演算範圍地形水深資料

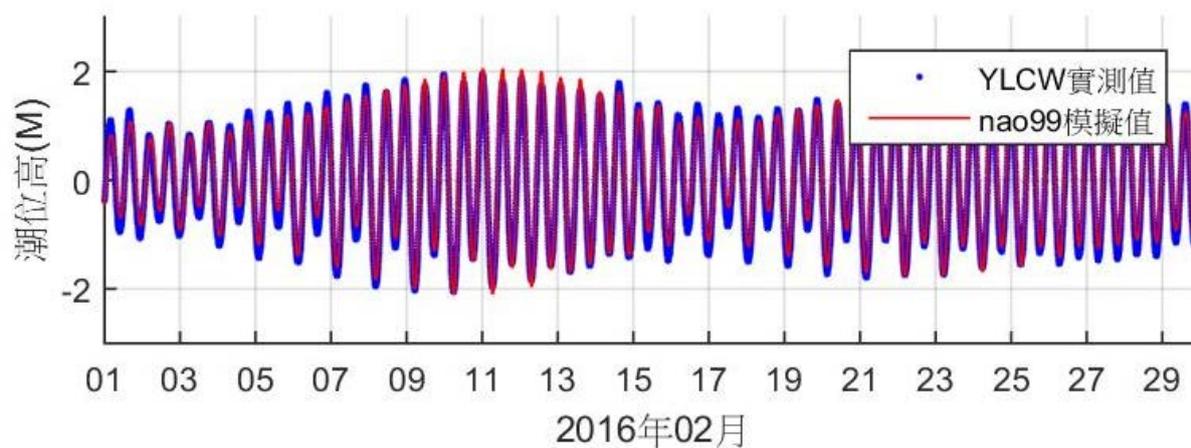


圖 4.3 Nao99 潮位模擬值與 YLCW 潮波流測站實測記錄比對成果

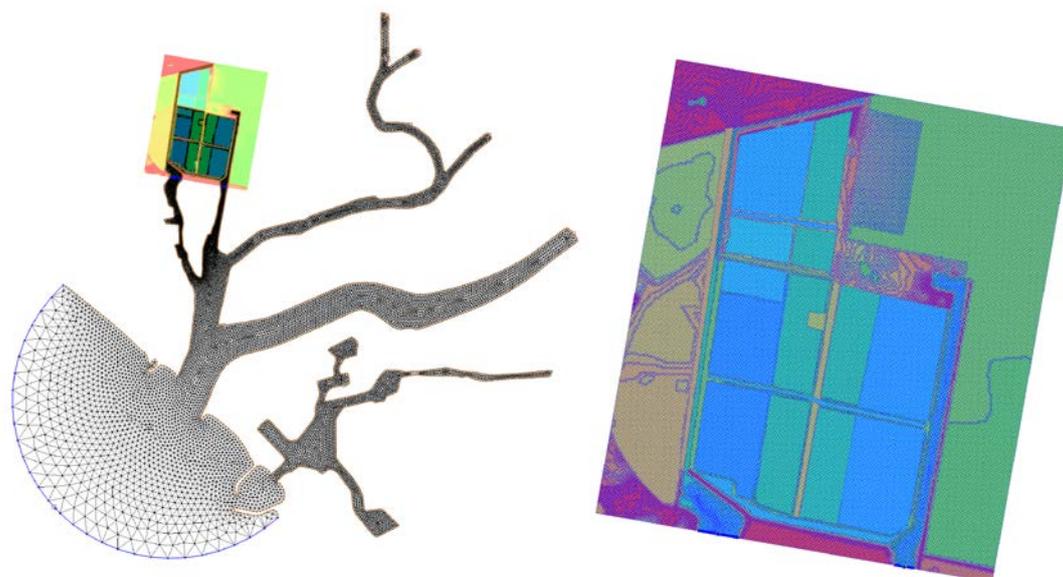


圖 4.4 ADCIRC 模式以及 CMS 模式格網配置成果

表 4.3 模式格網尺寸表

模式	網格尺寸	格網數目
CMS	2.5 x 2.5 (m)	568 × 492=279,456
ADCIRC	鹽田區域10(m) 河道區域25(m) 外海區域200(m)	Nodes=17,855 Elements=31,737

#### 五、模式驗證

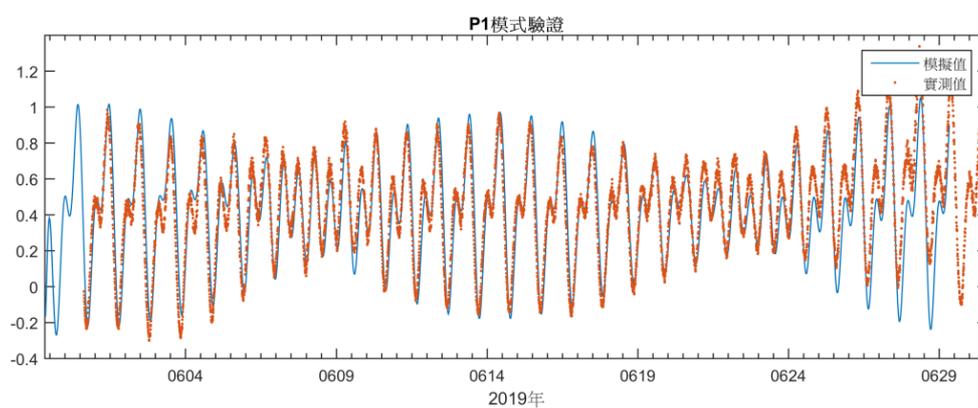
模擬條件從 108 年 6 月 4 日上午 8 時開始，模擬為期一個月時間，這樣可以保證此潮位時段含有大潮以及小潮資訊，模擬不考慮河川流量，結果顯示於漲潮時段，外海海流往北，水流由潮口往鹽水溪水系內流入。退潮時段，外海海流往南，水流由鹽水溪水系流出口，模擬結果如圖 4.5，進一步根據本計畫所實測成果(如圖 2.9 所示)，以及模擬計算成果比對，結果如圖 4.6 所示，其成果顯示與 S1 位置(運鹽古運河)模擬與測量結果幾乎一致，而 S7 位置(北汕尾水道)上有些許之差異，研判此水道較小，受到地形影響較大，需要更精準的實測地形，不過基本潮水相位與潮差特性皆能精準掌握。

#### 六、鹽田水池調控模擬結果

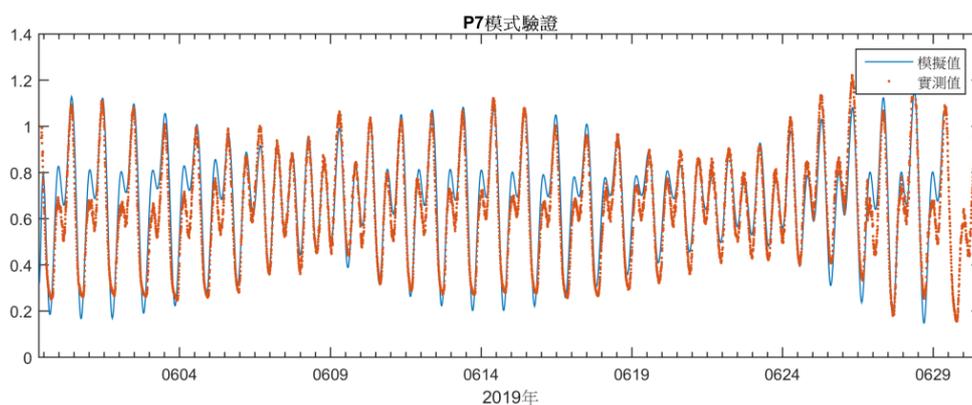
鹽田水池於閘門設施全開時，其漲退潮流況如圖 4.7 所示，由結果顯示除了 B8 池以有較大流場分布以外，其他水池其流場則呈現靜穩狀態。



圖 4.5 水位以及流場模擬結果(左:漲潮時段 右:退潮時段)



(a) S1 測站比對結果



(b) S7 測站比對結果

圖 4.6 S1 以及 S7 水位實測與模擬結果比對

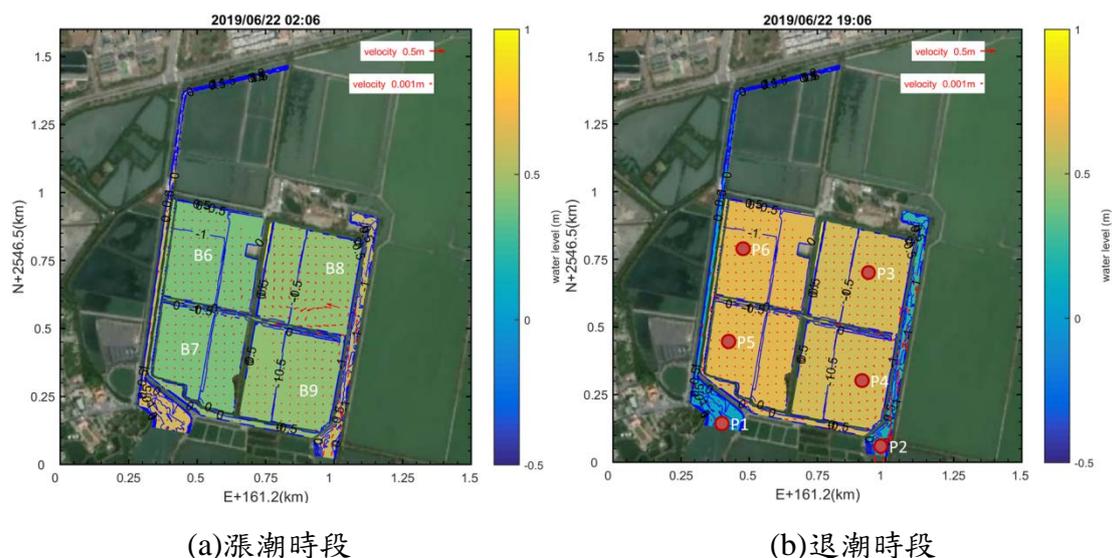


圖 4.7 鹽田區域漲退潮時段模擬結果

設置 6 個數值觀測點檢視計算結果，設置位置如圖 4.7(b)，S1 以及 S2 分別為鹽田外水道，S3 至 S6 為鹽田內側水池觀測點，計算結果如圖 4.8 所示，由圖可見各觀測點之水位變化有相位差異，鹽田靠左側兩池為 S5 及 S6 與渠道觀測點 S1 以及 S2 有延遲 4 小時之現象，而 S3 及 S4 則與 S1 與 S2 則延遲約 3 小時，由於因為閘門出水口其流量有限，故鹽田內的水位還未降到與外圍渠道同等底水位時，即遇漲潮時段，故如果打開水閘門讓鹽田利用重力自然排水，其最低水位於鹽田右側兩池 B8 以及 B9 約在 0.25(m)左右，而在左側兩池 B6 及 B7 其水位更難退去，水位只能下降至 0.35(m)。

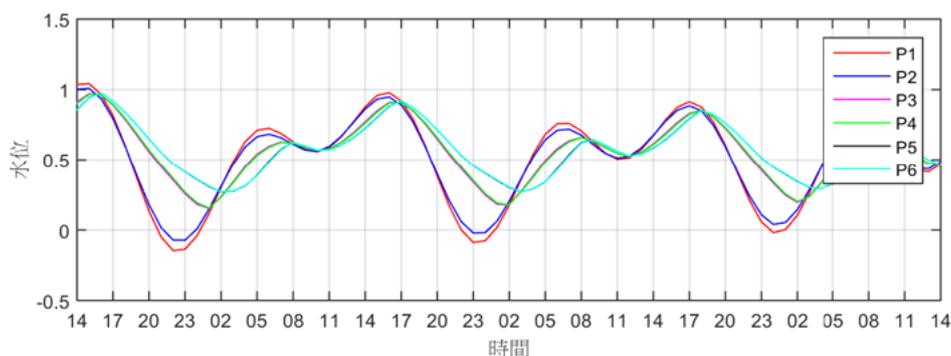


圖 4.8 鹽田水池閘門開啟各觀測點水位變化時序列

如果對鹽田水池進行調控，閘門只在最低潮位前後兩小時開啟，模擬結果如圖 4.9，其水位大約可下降至 0 米左右，根據鹽田港池內地形結果顯示鹽田曬鹽場其高程約在 -0.4 米左右，故當水位下降至 -0.4 米曬鹽場將露出水面，如圖 4.10。根據模擬結果，鹽田水池可先藉由重力排水至 0 米水深後，在進行

抽水作業，可較節省能源。

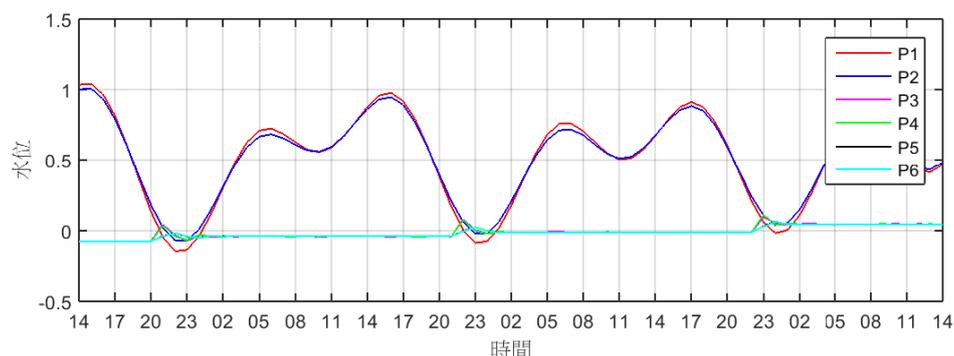


圖 4.9 鹽田水池開門只於低潮位時段(兩小時)開啟各觀測點水位變化時序列

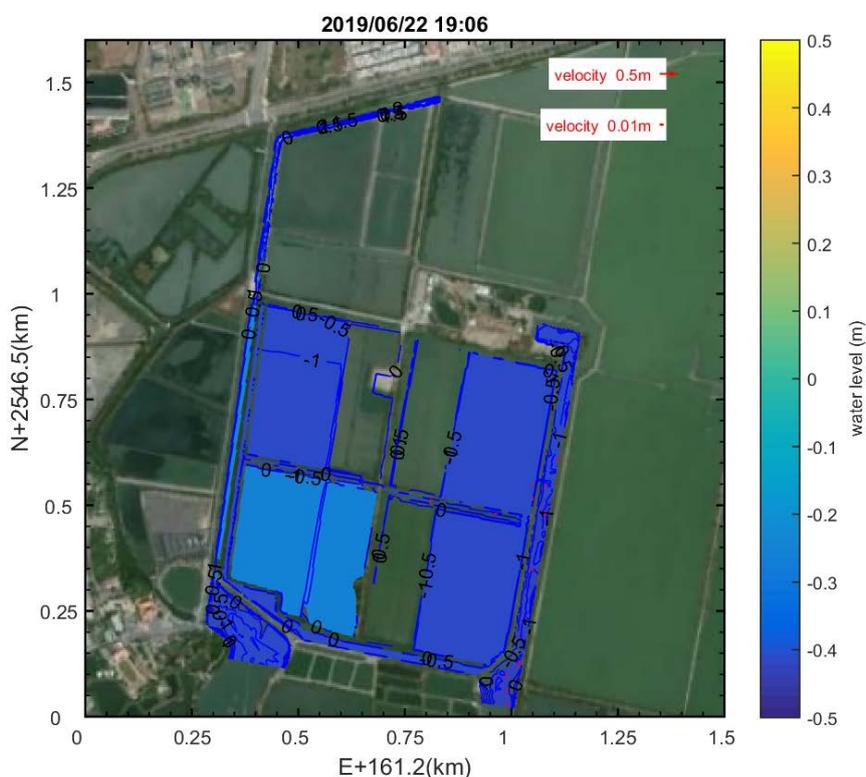


圖 4.10 潮位為-0.4 米之模擬結果圖

### 4.3 水土調控作業機制規劃

依照水位觀測資料及數值模擬結果顯示，可透過水閘門開啟關閉的方式來調控計畫區內水位之機會跟時間長度不多，尤其是低潮位之排水，有時可操作時間為夜間，將增加操作的困難度，計畫區約 50 公頃的水體以現有條件進行調控也不容易，緣此，茲規劃將各樣區鄰中央道路的淺水灘地與深水區加一土堤，讓兩區的水體予以區隔，其目的是改變深水區和淺水灘地之間是自由連動的狀態，使

得不再是水多時就一片汪洋，水少時淺水灘幾乎沒有水的景況，如此可增加兩者間水位調控的多元操作空間，應有利於創造生態多樣性的空間。

以圖 4.11 為例，藉由土堤的布設，淺水灘地與深水區形成獨立水體，當  $H_c$  或  $H_d$  過低時，可以藉由預埋管線用虹吸或沉水式抽水機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，讓兩區水體可以進行交換，倘淺水灘地之水質不佳時，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。

規劃後續可採用 B6 製鹽基地南側之淺灘區為示範區，將淺灘區與深水區間之土堤培厚加固，淺灘區可調整南北向之地面高程為北高南低或北低南高，藉由重力或動力調整區內水位，因地形高差就會有不同水深，營造不同水鳥可以活動覓食之條件。本區域亦可進行水土改良試驗，讓其水土環境更適合不同生物生長，土堤處保留閘門或通水管道，可引進深水區水土或排出多餘水體至深水區，亦可提供做為魚蝦生態廊道之用，以確保淺灘區之魚源豐富度。實際操作之人力需求部分，由 1 至 2 個人力應可勝任，沉水式抽水機盡可能不運轉，主要採重力引排水，倘沉水式抽水機需運轉時，其音量也不會很大，應該不會影響水鳥、魚蝦之活動。

至於深水區之水體，可利用虹吸管或抽水機與北汕尾水道或運鹽古運河進行水體交換，其量體雖不大，但仍可略有幫助。此外，另一種思考是將 B7 做為蓄水調配池，雨季時蓄存降雨，枯水期再做為補充其他三區水體之供應者角色。

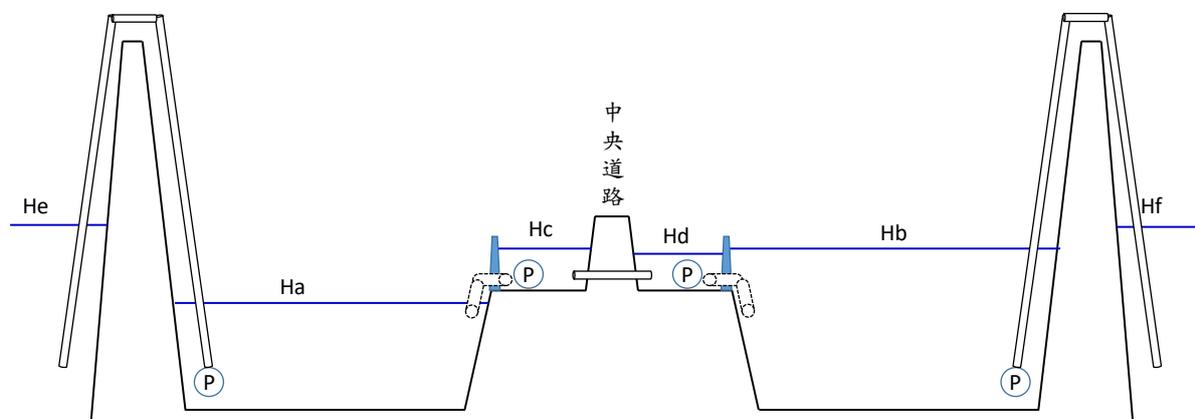


圖 4.11 水位調控布置示意圖



圖 4.12 B6 樣區南側淺灘區水土調控示範區規劃圖

## 第五章 安順場務所原有曬鹽場修復

### 5.1 曬鹽場土堤修復

安順鹽場於北汕尾水鳥保護區 B6 區東北側僅存一曬鹽基地，面積約 1.6 公頃，仍維持產製鹽之各項作業，供到訪鹽田生態文化村遊客可親身體驗曬鹽流程各階段作業之重要景點，目前係由幾位資深鹽工操持曬鹽工作，除了需要設法傳承其積累之寶貴經驗外，因洪災破壞的瓦盤鹽田環境亦需引進同類型場域之成功模式進行修復工作，以及建立永續維護管理之模式，

製鹽基地西側及南側原設有土堤與 B6 其他區域隔絕，係為防範鹽水溪水系感潮高漲水位經 B6 其他區域漫溢入基地而影響曬鹽營運之用，西側土堤設有一涵洞引入海水做為曬鹽水源之通道，該原有土堤歷經潮汐漲退及多次洪災漫溢沖蝕，功能日減，107 年 8 月 23 日熱帶低氣壓強降雨期間，除大量降雨讓基地水面明顯升高外，鄰近區域高漲水位也漫溢過道路與護堤湧入大量水體，經由臺南市政府、台江國家公園管理處及相關單位協力讓水勢退卻後，發現製鹽基地護堤已嚴重侵蝕，大幅降低其原有阻絕外部水體入侵之功能(如圖 5.1 及圖 5.2 所示)，大量降雨就會有充滿水體，使得鹽友們無法展開相關修復改善工作，因未曬鹽使得場域水體鹽度降低，菜蛤、螃蟹等亦趁隙入侵基地中(如圖 5.3 所示)，更是雪上加霜，致使曬鹽基地幾已完全喪失原有功能，曬製鹽之活動便處於停擺狀態，耆老鹽工們均企盼能早日協助修復土堤禦潮禦水功能，才能讓曬製鹽工作恢復正常，繼續傳承下去。



圖 5.1 曬鹽基地原有土堤概況圖(108 年 5 月)



圖 5.2 曬鹽基地溢淹狀況圖(108 年 6 月)



圖 5.3 曬鹽基地菜蛤入侵概況圖(108 年 5 月)

為能先行修復原有土堤防護功能，以利鹽友得免於水體漫溢恐懼，可安心整復曬鹽基地之各項設施，本計畫茲協助規劃於曬鹽基地西側既有護堤與大眾路 101 巷聯外道路處連接處起，沿西側及南側原有土堤進行培厚修復工作，其區位如圖 5.4 所示，總長度約為 250 公尺，土堤頂面寬 1.0 公尺，底寬 3.0 公尺，高 0.5 至 1.2 公尺(依護堤各斷面實際條件調整，惟其頂部高程應高於道路至少 0.1 公

尺)之梯形断面(如圖 5.5 所示),其材料主要取自既有護堤外側鄰近池底底部黏土進行填築與夯實,最上層再鋪設黑色塑膠網予以保護,以避免降雨沖蝕。

土堤與大眾路 101 巷聯外道路連接處之下方設置厚塑膠管,做為鹽友藉以引入海水進行曬製鹽相關程序之通道,該塑膠管穿透護堤,於曬鹽基地端、B6 端均應保留所需長度,其中,曬鹽基地端設有人工控制閘門,以控制入出流大小,其配置請參見圖 5.5 所示。



圖 5.4 原規劃曬鹽基地原有土堤與修復培厚區段示意圖

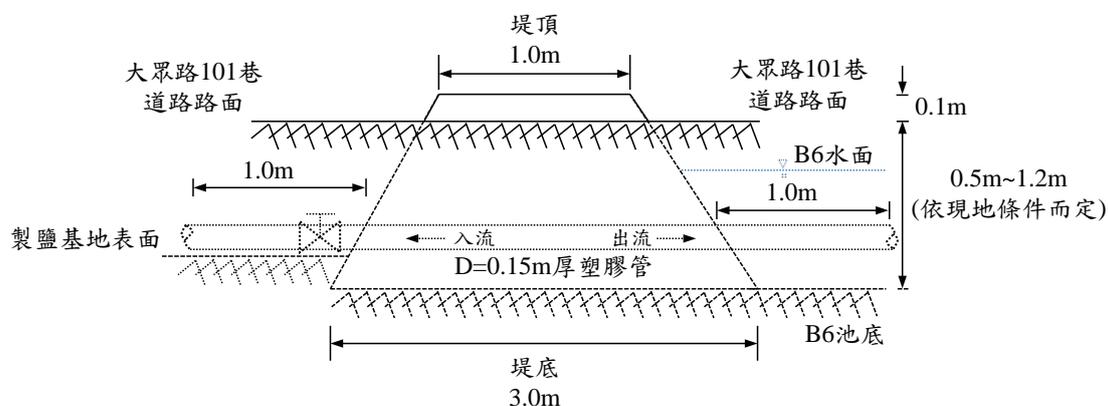


圖 5.5 原規劃 A-A 剖面示意圖

前述規劃內容除檢送台南市政府農業局申請核可外，另於7月1日由管理處邀請鹽友關懷協會召開座談會，就修復區段及相關內容交換意見，會議決議事項及其辦理情形整理如附錄五，依決議將南側土堤修復區段延長至中央道路處(如圖5.6所示)，另相關修復作業細節將視情形與鹽友關懷協會耆老討論酌予修正，除了機具作業外，人力工作方面則優先僱用鹽友協會人員。

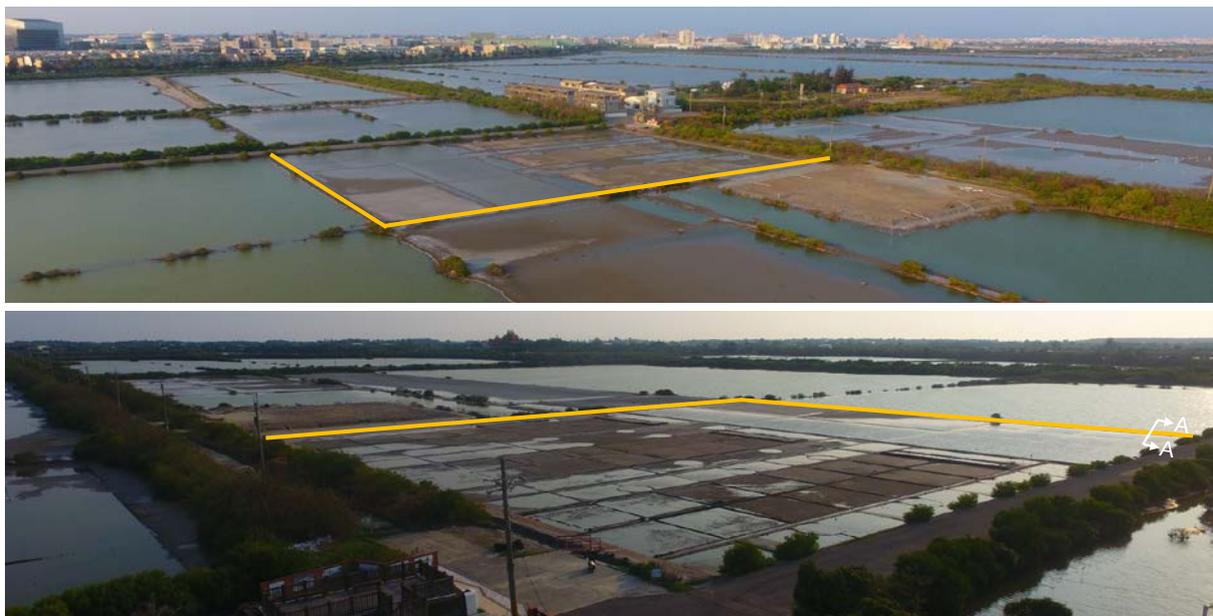


圖 5.6 曬鹽基地原有土堤修復培厚區段修正後示意圖

修復工作視氣象預報狀況擇選適當時機，先請台南市政府農業局啟動抽水站機組降低各樣區水位，俾利挖土機進場挖取鄰近底床之底土做為培厚材料，經初步測試，除表層腐植土過於鬆軟不可使用外，其下方底泥為黏土，適合做為培厚之用，挖土機具正式啟動為7月22日，現場豎立工程告示牌以讓過往人士瞭解工作概要(如圖5.7所示)，施工過程中與耆老討論，將堤頂寬度擴大到至少1.2公尺，頂部高於路面至少0.3公尺，以確保完工後堤體土材逐漸密實後不會低於柏油路面，有效維持其預定之防護功能。另為加強進出水通水能力，原規劃之進水管增加為2支，並再取用計畫範圍內原有10吋4公尺長水管加入形成備用連通管路，因其制水閥無規格品使用，遂採套管方式阻檔水體流通，必要時再予揭開使用。堤體鋪設及埋設3支進水管工作於8月1日完成。

為能記錄施工過程，茲於鹽田辦公室頂樓、觀景平台、土堤起點等處固定角度每小時拍攝進度照片，並以空拍機固定環形軌道拍攝施工過程之照片，各拍攝位置之照片如圖5.8至圖5.11所示，將進一步製作工程縮時影片(如圖5.12所示)。



圖 5.7 原有土堤修復培厚工程告示及工作概況



圖 5.8 鹽田辦公室頂樓拍攝修復工作



圖 5.9 觀景平台拍攝修復工作



圖 5.10 柏油路拍攝修復工作



圖 5.11 空拍機拍攝修復工作



圖 5.12 修復工作縮時影片示意圖

於土堤及進水管鋪設完成後，應耆老請託協助辦理兩件額外工作，一為挖土機清理三座矩形鹵水池內之淤泥(如圖 5.13 所示)，二則僱用鏟裝機(俗稱山貓)進行西側土堤與長形鹵水池整地工作，有助於大幅減輕鹽友整復場地之工作量。



圖 5.13 協助矩形鹵水池清淤工作



圖 5.14 鏟裝機協助製鹽基地場地整修工作

鋪設黑色塑膠網在此同時執行，過程如圖 5.15 所示，鋪設完成後加固定釘及  
U型鋼釘加固以防被強風吹起，至於進水管鋪設完成之外觀如圖 5.16 所示。整  
體修復作業完成，對曬鹽基地整復工作有具體幫助，希望能儘快恢復曬鹽工作。



圖 5.15 黑色塑膠網鋪設工作



圖 5.16 土堤包覆黑色塑膠網及進水管完工照片

## 5.2 曬鹽場地修復規劃

曬鹽場地兩側既有土堤修復後，已提昇基本防護功能，8 月份幾場大雨雖造成小量積水，土堤將曬鹽場與 B6 深水區高漲水體有效區隔，再藉由新支援之小型移動式抽水機運轉下，很快就將多餘水體排至 B8 區，不必再苦苦等候固定式抽水站排水讓 B6 區水位下降，才能讓曬鹽場地水體排除，大大提高鹽友可作業時間，可以無顧慮地快速進場繼續修復工作。目前整個曬鹽基地之場地已慢慢恢復 0823 水災前之樣貌，而曬鹽場不再泡在水裡，入侵的菜蛤無法適應高鹽份環境已悉數死亡，惟其清理工作無法採用有破壞鹽格之虞的動力機械施作，必須完全依靠人力，是件非常耗時費力的工作。逐步恢復功能的曬鹽場已可讓到鹽田生態文化村參觀人員走入鹽田領略往昔曬鹽之氛圍，圖 5.17 為 11 月份成功大學踏溯台南通識課程的學生們參觀鹽田之景象。



圖 5.17 成功大學踏溯台南學生至曬鹽場地踏勘

為能讓曬鹽基地整體修復工作更有系統與有效，可以早日恢復曬鹽作業，而且鹽田生態文化村可以整體改造，重現往日風華，爰安排於 11 月 22 日安排台南市鹽友關懷協會、台南市鹽田社區發展協會、在地耆老鹽工、台江國家公園管理處謝處長等人及本團隊人員共約 50 人赴嘉義縣布袋鎮洲南鹽場觀摩參訪，由負責經營管理的嘉義縣布袋嘴文化協會蔡炅樵總幹事、沈錕美主任負責導覽(預計 1.5 小時)、簡報說明(預計 30 分鐘)，並進行互動交流(預計 1 小時)，以吸取洲南鹽場復曬成功的寶貴經驗，做為安順場務所曬鹽場地修復復曬及整體重建經營運作的基礎。

嘉義縣布袋嘴文化協會蔡炅樵總幹事帶領協會年輕夥伴與耆老鹽工三代齊心協力，憑藉老鹽工的經驗和年輕世代創新觀念，催生了「藻鹽」(雨季藻類滋生

產出的含藻元素的鹽)和「鹽花」(日曬鹽過程漂浮的鹽片)，世界麵包大賽冠軍吳寶春於107年3月就採用洲南鹽花，為台北《米其林指南》製作晚宴麵包「台灣春鹽布里歐」，日賣一千多個，也讓洲南鹽場聲名大噪，洲南鹽花成為市場炙手可熱的商品。

參訪過程之照片如圖 5.18 所示，蔡總幹事並致贈一袋洲南鹽場曬好的鹽給鹽田生態文化村，並許下日後鹽田生態文化村復曬成功再回贈一袋新製成的鹽。



圖 5.18 嘉義縣布袋鎮洲南鹽場參訪觀摩活動

11月22日的洲南鹽場參訪觀摩聽取蔡總幹事分享十多年來積累的寶貴經驗，瞭解到必須將場域發展定位經由參與居民共同討論確立，並且得確保主導動力的

永續性，此外，如何將傳統技藝與創新元素在可能的衝突中尋求融合，期望為後續的鹽場經營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自有風格，在台灣僅存的幾處仍自營運中的鹽田場域裡，再次發光發熱。

在參訪行程後，安順鹽場曬鹽場緊接著傳來令人振奮的好消息，經過資深鹽友楊丁在耆老率領鹽友自 8 月逐步踏實的努力之下，12 月 4 日終於曬出第一批數百斤的鹽(如圖 5-19 所示)，隨後已進入量產階段，相信在各方努力下，安順場務所曬鹽場將慢慢重綻昔日風華榮光。



圖 5.19 復曬成功第一批鹽堆(12 月 4 日)

## 第六章 結論與建議

### 6.1 結論

- 一、藉由棲地水文資料的廣泛收集，掌握計畫區內外水域之相對關係，以及計畫區內水域水體連動狀況，並瞭解水質、底泥的概況，做為整體水位調控規劃之基礎。
- 二、盤點評估現有調控水位相關設施功能，結合內外水域之關聯特性，以虹吸管方式做為水位調控之主要工具，在結合中小型抽水機操作，可替代 1、2 號水閘門整建改善的工程經費支出。
- 三、規劃於 4 個樣區之淺水灘地與深水區交界處布設土堤，提高可以藉由水位調控營造獨立水土環境之條件，有助於建構生態多樣性之環境，並已完成 B6 區南側淺灘地做為示範區之規劃工作。
- 四、經由與台南市鹽友協會之拜訪與交流座談，確定曬鹽基地既有土堤的修復原則與方向，再藉由機具輔助及在地人力支援完成該土堤修復工作，達到良好防護效果，讓曬鹽場地整建修復工作，可以順利進行，加上鹽友團隊的努力，已於 12 月 4 日曬出第一批鹽，隨後已進入量產階段。

### 6.2 建議

- 一、運鹽古運河及北汕尾水道為提供計畫區新生水源的重要來源之一，其感潮特性宜確實掌握，建議可結合 B6、B7、B8、B9 樣區建立數個固定式具傳輸功能之水位監測站(選址不用顧及人員定期下載之方便性，可更為隱密與安全)，提供後續水位調控操作之重要參據。
- 二、建議可以考慮曬鹽基地靠進場道路側加強防護功能，避免北側水體再溢淹過來摧毀好不容易完成的設施修復工作。此外，西側深水區東西向土堤可考慮予以加高，該區域可做為滯洪空間，降低鹽田區遭淹水之風險。
- 三、規劃之水位調控作業模式及水土環境營造方案，建議可先選擇 B6 及 B9 區先行試辦試操作，累積相關經驗後再擴大之 B7 及 B9 區，未來再擴大至其他樣區。
- 四、鹽田基地之土堤完成後，其水體與 B6 樣區水體有無連動影響，可以用一年

期間來觀察瞭解。

- 五、為利於全保護區其他樣區未來的規劃，建議可就全保護區之水文、環境觀測儘早建置所需設備及管理系統，俾利有更為完整之背景資訊可以釐清對 B6、B7、B8、B9 等樣區之連動影響，並可做為全保護區未來相關規劃設計之參據及後續維護之重要資源。
- 六、未來可以多與老一輩鹽工交流互動，瞭解數十年以前是如何面對特殊災情時之因應措施與智慧，可以提高整體防護功能及應變能力。
- 七、洲南鹽場觀摩所獲取之經驗應為其積累經驗中的一小部分，建議可持續與之交流互動，辦理更多元之課程或活動，讓其實貴經驗可以完整複製，甚至結合在地化創新，營造更精進之成功模式。
- 八、安順鹽場的場地環境條件比洲南鹽場好很多，怎麼好好利用既有的優勢再加上創新元素，讓場區可以再現風華，建議可以由台南市鹽友協會為主體，藉由台江國家風景區管理處及台南市農業局挹注適當資源，結合週邊觀光景點形成旅遊套裝行程，並建立永續經營之自償機制，相信在不久的將來可以重現往日風華。

## 參考文獻

1. 台南市政府，2004，93 年台南市四草野生動物保護區經營管理計畫。
2. 台江國家公園管理處，2018，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)。
3. 內政部，2018，四草重要濕地(國際級)保育利用計畫書(核定本)。
4. 台江國家公園管理處，2018，北汕尾水鳥保護區棲地水文資料收集及調控試驗計畫。
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。
6. 台江國家公園管理處官方網站。
7. Militello, A., & Zundel, A. K. (2002). Coupling of regional and local circulation models ADCIRC and M2D (No. ERDC/CHL-CHE-TN-IV-42). ENGINEER RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER VICKSBURG MS COASTAL AND HYDRAULICS LAB.
8. 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.
9. Kraus, N. C., & Militello, A. (1996). Hydraulic feasibility of proposed Southwest Corner Cut, East Matagorda Bay, Texas. Tech. Rep. TAMU-CC-CBI-96-03, Conrad Blucher Institute for Surveying and Science, Texas A&M University-Corpus Christi, Corpus Christi, TX.
10. 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.
11. Kraus, N. C., & Militello, A. (1999). Hydraulic study of multiple inlet system: East Matagorda Bay, Texas. Journal of Hydraulic Engineering, 125(3), 224-232.
12. Luettich Jr, R. A., Westerink, J. J., & Scheffner, N. W. (1992). ADCIRC: An Advanced Three-Dimensional Circulation Model for Shelves, Coasts, and Estuaries. Report 1. Theory and Methodology of ADCIRC-2DDI and ADCIRC-3DL (No. CERC-TR-DRP-92-6). Coastal engineering research center vicksburg MS.
13. Luettich, R. A., Birkhahn, R. H., & Westerink, J. J. (1991). Application of ADCIRC-2DDI to Masonboro Inlet, North Carolina: A brief numerical modeling

- study. Contract Report, prepared for the US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.
14. 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.
  15. Nishimura, H. (1988). Computation of nearshore current. *Nearshore Dynamics and Coastal Process-Theory, Measurements and Predictive Models-*, 271-291.
  16. Smith, J. M., Sherlock, A. R., & Resio, D. T. (2001). STWAVE: Steady-state spectral wave model user's manual for STWAVE, Version 3.0 (No. ERDC/CHL-SR-01-1). ENGINEER RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER VICKSBURG MS COASTAL AND HYDRAULICSLAB.

## 附錄一

# 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

一、時間：108年5月6日上午10時

二、地點：本處2樓第1會議室

三、主席：謝處長偉松

紀錄：丁敏政

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：

審查意見	意見回覆及辦理情形
<b>一、台南市政府農業局：</b>	
(一)建議2號水門修復評估採由大眾路側搭設施工便橋跨越，惟下方有涵洞需納入考量。	感謝委員建議，已列入評估項目進行相關規劃中。
(二)B6—B9池在潮溝與各池間存有涵洞及小閘門，可供水體通道，但現況已有多處淤塞。	已商請在地耆老協助將潮溝與各池間之涵洞、小閘門等設施位置及現況詳予盤點。
(三)農業局在現場有臨時性抽水機，惟有耗油之情事。	已初步勘查此臨時性抽水機之規格，相關操作限制將逐步予以釐清。
(四)運鹽古運河側有電動抽水機已於去年修復完成，目前可正常運作。	已初步勘查此固定式抽水站抽水機之規格，相關操作限制將逐步予以釐清。
(五)如要空拍需在非度冬期才能進行，但要考量到噪音造成民眾觀感不佳問題。	會確實於非度冬期進行空拍作業，作業前將向相關單位報備了解應注意事項。
<b>二、王委員一匡：</b>	
(一)在做水位調控時需注意到內外底部的高程差，根據以往經驗部分地方外部水位較內部高，可能會造成排水上的限制。	感謝委員指教，執行過程中會實測重要控制點、斷面高程，做為水位計高程設定、模式模擬之參據。
(二) B6--B9中間有小水門，如純以曬鹽考量，可評估封閉B7、B9池，可節省抽水費用。	將納入水位調控及水土環境營造之評估參考。

審查意見	意見回覆及辦理情形
(三)台管處今年另進行棲地營造計畫，預計年底進行抽水試驗，建議受託單位屆時可配合驗證調控規劃模擬的結果。	將瞭解該計畫期程及作業內容，做為相關模擬結果驗證參考。
<b>三、企劃經理課：</b>	
(一)未來工作會議及工作坊可邀請當地社區發展協會及鹽友關懷協會等參與。	感謝委員建議，後續將配合辦理。
<b>四、解說教育課：</b>	
(一)本處今年有個針對鹽業歷史的拍攝計畫，請受託單位進行曬鹽場修復工作或召開工作坊時可提早告知工作時間，以便安排拍攝工作。	感謝委員指教，曬鹽場土堤修復工作開始前已通知拍攝團隊，後續辦理觀摩及召開工作坊前，均會提早數日告知，以利相關人員安排相應事宜。
(二)關於原有曬鹽場修復部分需要專門的經驗與技術，受託團隊學經歷均偏在水利及生物部分，曬鹽場修復部分可適時外部的專業人士予以協助幫忙。	會洽請協力專業廠商及在地耆老建議，期能延續在地寶貴經驗及延納專業技術辦理相關修復工作。
<b>五、環境維護課：</b>	
(一)計畫地點平時水體需與外界做交換，颱風季節需將水位抽低，本計畫中水位計設置期間，建議要橫跨不同的需求時間。	謝謝委員指教，水位計會於近期布設，原則上會持續收錄資料至計畫結案。
(二)水位調控部分以模擬方式進行，建議將理論及現況進行比對。	模擬結果會以實測水位資料驗證與修正。
(三)建議可設置永久性的監測，以取得未來模擬演算所需的數據。	建置永久性監測站有其必要，將納入調控計畫建議項目。
(四)計畫地點的水文資料較缺乏，但可向經濟部第六河川局及台南市政府水利局申請附近的潮位站資料。	將視資料需求度向經濟部第六河川局及台南市政府水利局申請取得。

審查意見	意見回覆及辦理情形
<b>六、謝處長偉松：</b>	
(一)請受託團隊針對環境全面仔細調查，除原有水門外，一些涵洞也有滲水的可能，需一併納入評估；倘後續涉及資本門預算及工程施作部分，請環境維護課與農業局再行協商辦理。	1.感謝處長指教，將洽請在地耆老與相關人員詳細盤點計畫區內大小水門、涵洞之位置、規格、堪用狀況，俾利做為相關評估規劃之參據。 2.相關規劃設計成果，將區分經常門與資本門，俾利後續協商參考。
(二)水位調控與高程有關，在進行水位分析時需配合季節、潮差來進行，水位計數量的分布必須足夠。	1.執行過程會以鄰近水準點引測計畫區重要控制點、斷面之高程，做為相關應用之參據。 2.水位計會視實際作業需要布設，並會研擬永久性監測站設置點位、規格建議。
(三)水質鹽度是否足夠會影響曬鹽結果，但鹽度過高又會影響生態的多樣性，如何透過本計畫取得最佳操作模式，並建立水位操作 SOP，請受託團隊提出具體內容。	執行過程中會詳予評估水土質量可能影響面向，提出最適操作模式之步驟與詳細內容。
(四)為廣納在地意見，請業務單位於後續召開期中、期末審查時得邀請在地保育團體及社區代表等列席，以茲周延。	配合辦理。

八、會議結論：

- (一)有關委員及同仁所提的建議請受託單位參考採納辦理。
- (二)本案期初審查原則通過，請受託單位確實修正，並依相關程序來函申請款項。

## 附錄二

# 期中報告書審查會議委員意見 回覆及辦理情形

## 期中報告書審查會議委員意見回覆及辦理情形

一、時間：108 年 8 月 28 日上午 10 時

二、地點：本處 2 樓第 1 會議室

三、主席：謝處長偉松

紀錄：丁敏政

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：

審查意見	意見回覆及辦理情形
<b>一、王委員一匡：</b>	
(一)從圖 2.8 水位站水位歷線圖顯示，B6 至 B9 在退潮時內部水位與外部水位差不多，導致 4 個池子的水不易排出，後續要如何調控水位請再規劃。	感謝委員指教，現況 B6 至 B9 之內部水位與外部運鹽古運河、北汕尾水道之感潮水位幾乎是完全隔絕的，而低潮位低於內部水位之時間並不長，可想見有入流容易，出流不易之景況，如何調控水位必須就重力、動力結合等多元面向再思考經濟可行方案，並藉由數值模式評估其效果程度之可能差異。
(二)從期中報告資料中顯示 B5 與 B6、B8、B9 的水位有同步下降的趨勢，請受託團隊確認這僅是蒸發現象或是各池之間有隱藏的連通方式。	B8、B9 之東側土堤自 98 年左右就遭到水流侵蝕而逐漸崩壞，故其水體已與中央溝互相連通，水位變動幾乎完全一致，B6 池有兩個呈開啟狀態之小水門，故其水體亦與前者連通，水位變動趨勢雷同，至於 B5 據稱原有小涵管與 B6 外側小溝連通，但該涵管所在位置長滿植物無法到達，從數據看來似仍有連通，但水位下降速率較緩，且涵管底部高程應高於 B6 等池最低水位。
(三)B8 與 B6 的部分鹽格高程較高，請受託團隊可以考量是否朝向將 2 池連通來規劃水位操作方式。	由圖 2.12 顯示，B6、B8、B9 等池毗鄰中央道路約莫 1/3 範圍均屬高程較高之灘地，B7 應亦雷同，只因其土堤水門閘板未開啟故水位較高致灘地仍在水面下。B6 和 B8 中間隔著中央道路，如何連通操作將列入後續規劃選項之一。

審查意見	意見回覆及辦理情形
<p>(四)建議可以透過訪談了解本區菜蛤入侵與擴散情形，並進一步研究如何清除。</p>	<p>前與鹽友關懷協會耆老討論，咸認菜蛤屬半鹹水生物，係因原有土堤防護功能不足致雨水混入後水體變淡而侵入，目前存在者均為殘骸，俟原有土堤修復、水體鹽度提高更不利其存活，清除工作採人力刮除方式，刻正逐步進行中。</p>
<p><b>二、洪委員夢祺：</b></p>	
<p>(一)本計畫對北汕尾保護區及周圍環境基礎資料之詳細調查，有助於對安順鹽田濕地現況之了解，對於團隊之辛勞給予肯定。</p>	<p>感謝委員肯定。</p>
<p>(二)建議在報告簡述水道測量、水位站觀測之原理與方法，列出本計畫使用之儀器型號，如 eGNSS 衛星接收儀、壓力式水位站 sensor 等。水位站資料為定時讀取，取出、放回後之固定誤差是否影響水位觀測值？</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.相關量測、觀測原理與方法及儀器設備型號規格均已列於第 6 及 7 頁。</li> <li>2.各站液位計原則上於取出前和放回後都在同一位置，當下並量測水面高程進行資料驗證與校正，以避免產生誤差。</li> </ol>
<p>(三)本計畫水準引測使用較遠的 G081，而未使用較近的 G082 或 G083，原因為何？本次引測之閉合差？</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.G083 因道路施工毀損，G082 有樹木遮蔽，故以較遠之 G081 引測。</li> <li>2.利用 e-GNSS 即時動態定位系統引測 G081，檢測中值誤差 1.707cm，均方根誤差(RMSE)2.071cm(詳第 7 頁)。</li> </ol>
<p>(四)圖 2.9 河道地形測量，建議納入連接北汕尾水道之鹽田水道，即(大眾廟)水門內水道。另灰色點位 B6-B9 之內部地形資料來源？</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.大眾廟水門內北汕尾水道亦由人員搭乘小型竹筏以 e-GNSS 施測地形。</li> <li>2.B6 至 B9 灰色點位為 107 年計畫施測點位資料。</li> </ol>
<p>(五)第 2.5 節中提及：(1)長腳鷗、反嘴長腳鷗，與通用之高蹺鷗、反嘴鷗，請增列學名，建議是否採用臺灣鳥類名錄(中華鳥會)以利閱讀？(2)文中提及「保育類鳥類僅有瀕危鳥類黑面琵鷺出現」，表 2.3-表 2.5 調查成果有大杓鷗，請確認大杓鷗是否名列保育類名錄？</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.已增列學名，並更正採用臺灣鳥類名錄之名稱，以利閱讀。</li> <li>2.大杓鷗已名列保育類名錄。</li> </ol>

審查意見	意見回覆及辦理情形
(六)圖 4.1 鳥類密度圖出現負值，請說明圖表呈現之意義並釐清。P.33 頁提及本計畫使用 CMS 模式，是否為 CMS-Flow？抑或 CMS-Wave？	1.圖 4.1 之線段係為標準偏差範圍之示意，並非實際出現負值。 2.採用模式係為 CMS-Flow。
(七)本計畫地調控規劃目前似朝向水深調控（水鳥利用）？若從生態功能來看，水質、鹽度也是重要因子，以計畫區內現況的水體進出似多靠東側運鹽古運河而造成 B6、B7 水質差，建請調控規劃納入水體交換以改善水質，如西進東出，或東進西出。承上，建請將大眾廟旁之水門納入盤點與功能檢視，及後續方案模擬。	確實如委員所述主要係朝向水深調控方式規劃，期望藉由內外水體進出讓水深有所變化，水質也能有所改善，內外水體主要交換途徑為東、西側水門和抽水站，其功能檢視、修復建議、改善後何(處、時)進何(處、時)出之調控方案效益模擬都是後續之執行重點。
(八)圖 2.8 水位歷線為計畫區首次實測紀錄，誠屬難得，建議能與水道地形、相關設施構造物、潮位遲滯等現象深入分析，作為後續調控規劃之依據。	裝置多處水位自計式設備獲取圖 2.8 資料之目的即期藉以驗證模式模擬能力，確認在可接受範圍後才能確保模式模擬各種設施調控情境設計與效益評估之能力。
<b>三、台南市政府農業局：</b>	
本區域的土堤長時間以來的變化很大，希望能擴大研究範圍並分年持續研究，將區內各水體間的關係加以釐清。	感謝委員指教，A2 區各次區水體間互有程度不同之關聯性，誠有必要做更大範圍之調查與釐清工作，將列入後續工作建議。
<b>四、台南市鹽友關懷協會：</b>	
本區原有很多水鳥停棲，自從鹽田停曬水位加深後鳥就無法利用，建議能將本區外圍土堤加高，並將水位調降，水鳥才能利用。	感謝委員指教，不同設施如何操作，包括土堤如何修復，以利達到讓水鳥可利用之適當水深，已列入規劃考量。
<b>五、保育研究課：</b>	
(一)本案經費不多，但須溝通的人事物很多，要建立最佳化的操作模式實屬不易，後續的規劃有賴未來分年分期持續進行。	感謝委員指教，將規劃未來分年分期之建議方案。

審查意見	意見回覆及辦理情形
(二)本區食源充足，但因水位過深，加上水體交換不足，特別是 B7 池水體更是獨立，相信透過團隊規劃，訂定操作模式及建立 SOP，經由水位調控能讓水鳥再度重回本區停棲。	朝水位調控最佳化之目標持續努力規劃可行方案。

八、會議結論：

- (一)本案是第一次嘗試以 B6 至 B9 池作為研究規劃，請保育研究課考慮未來能將研究範圍再予持續逐步擴大，讓更多人能了解古運鹽運河及日據時代曬鹽等歷史場域，以達風華再現之目標。
- (二)請受託單位酌予參考與會委員及同仁所提建議，納入期末報告補充說明。
- (三)本案工作進度符合契約規定項目與內容，故本次期中審查原則通過，請受託單位依約辦理第 2 期款請領事宜。

## 附錄三

# 期末報告書審查會議委員意見 回覆及辦理情形

## 期末報告書審查會議委員意見回覆及辦理情形

一、時間：108 年 11 月 27 日上午 10 時

二、地點：本處 2 樓第 1 會議室

三、主席：謝處長偉松

紀錄：丁敏政

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：

審查意見	意見回覆及辦理情形
<b>一、洪委員夢祺：</b>	
(一)本計畫對北汕尾保護區及周圍環境基礎資料之詳細調查，有助於對安順鹽田濕地現況之了解，對於團隊之辛勞給予肯定，謹提出幾點意見與建議供團隊參考。	感謝委員肯定與指教。
(二)圖 2.3 水尺編號與表 2.1 導線測量編號同時使用 P1~P8，容易造成混淆，建議使用不同編號。又，圖 2.3 底圖標示和文字框亦同時出現 P 開頭編號，且同編號不同位置，請釐清修正。另，圖 2.8 無法分辨 P5(B6 池)水位歷線。	1.圖 2.3 水尺編號已改為 S1~S8，俾與表 2.1 編號區隔。 2.文字框已修正為 S 開頭。 3.圖 2.8 因 S5 水位計 7 月後故障，故未有資料，由水準測量資料顯示，其與 S6 測站水面高程差異不到 2 公分，變化可比照 S6 水位計資料。
(三)圖 2.16~圖 2.18 中所使用歧異度、豐富度、優勢度、均勻度有諸多公式，建議中英文對照、並列出相對應公式。圖 2.16~圖 2.18 中四個指數在 1 月至 5 月有明顯不同趨勢，在生態上、棲地上、水位調控上之意涵為何？如鳥種組成、度冬期間、水深面積分布…等調控規劃參考因子。	1.圖 2.16~圖 2.18 之公式已增加中英文對照，並列出相對應公式。 2.現階段兩區鳥種組成其實是差不多的，只有數量上略有差異，未來進行相關調控操作，再逐步建立其相關因子之關聯性。
(四)表 3.1 中提到 B8、B9 東側土堤坍塌、中央溝槽完全連通，在 4.3 節並未提相對應規劃建議，考量為何？	已於 3.2 節增列 B8、B9 坍塌土堤修復之建議。

審查意見	意見回覆及辦理情形
<p>(五)圖 3.16 建議製鹽基地以虹吸管取水，圖示為懸空布設？或僅示意？另，虹吸管取水實務上如何注水連通取水？</p>	<p>1.圖中係為示意，實際架設虹吸管不會懸空，會有支撐設施。 2.虹吸管規劃以小型抽氣泵將管中空氣抽出，導入水體。</p>
<p>(六)鹽田水道設計以重力引水為思考，並非重力排水，4.2 節模擬結果似也支持前述觀點，因而提出 4.3 節以土堤配合抽水機營造棲地？範圍為何？建議繪製平面分布圖？</p>	<p>1.第一階段以 B6 池南側淺水區為營造範圍。 2.已補列平面分布圖如圖 4.12。</p>
<p>(七)承上，4.3 節規劃配置建議增加規劃理念之闡述，並針對以下幾個面向分析說明，讓規劃更為完整可行：(1)如何達成表 4.1 的水深營造目標？(2)表 4.1 與圖 2.16~圖 2.8 之關聯性，即調控的 timing。(3)土堤圍堤面積與體積，使用抽水機所需操作時間、人力、經費？抽水噪音是否干擾棲地內水鳥活動、棲息？(4)水鳥食源是否穩定？如魚苗否能進入圍堤、無脊椎是否能繁殖？。</p>	<p>1.淺水區和深水區以土堤隔離後，水深營造係以淺水區進行操作，淺水區地面將酌予修整，形成不同水深區，讓不同水鳥降落覓食。 2.將淺水區以土堤隔開獨立後，可不受圖 2.8 水位變化影響。 3.由 1~2 人操作，相關內容已補充於本文中。 4.土堤將會設置可供魚蝦類於淺水區和深水區來回游動之廊道。</p>
<p><b>二、王委員一匡：</b></p>	
<p>(一)關於市府農業局預計於 109 年度整修 2 號水門乙節，建議本計畫受託單位將原本規劃之設計原則提供農業局參考，以省去重新思考之時程。</p>	<p>謝謝委員指教，將提供相關原則予市府農業局參考。</p>
<p>(二)從水位觀測資料顯示 B5、B6 樣區之水體應該是有連結的，此關係到水位調控之操作，建議能設法將其釐清。</p>	<p>B5、B6 間之連通關係因動線不佳不易釐清，已列入建議事項中於後續計畫持續辦理。</p>
<p>(三)此外，水位觀測資料顯示於水閘門關閉狀態，計畫區內水位有逐步回升趨勢，研判土堤應有破損，產生區外水體內滲問題，建議後續操作應予注意。</p>	<p>水閘門底下仍有原先的木製閘板或沙包，密合度不佳，其內滲速度宜持續觀察，俾利後續操作時因應之。</p>

審查意見	意見回覆及辦理情形
(四)鹽田區土堤完成後，其水體與 B6 樣區水體有無連動影響，可以用一年期間來觀察瞭解。	已納入建議事項期能持續觀察瞭解。
(五)簡報中提到需要小型移動式抽水機協助操作，請說明需要時機為何？	主要係為協助鹽田及水土營造示範區降低積水之用。
(六)淺水區和深水區修築土堤之後，淺水區如何能有深水區之魚蝦類移入，後續施作時應予思考。	土堤將會設置可供魚蝦類於淺水區和深水區來回游動之廊道。
<b>三、台南市鹽友關懷協會：</b>	
(一)感謝管理處和成大團隊的大力協助，預計再一週就可曬出鹽的成品了。	感謝大家的努力，曬鹽成品真的很令人期待。
(二)安順鹽場的場地條件比洲南鹽場好很多，怎麼好好利用既有的優勢再加上創新元素，讓場區可以再現風華，協會幹部會用心去思考，也請管理處能多予支持。	需要大家集思廣益，朝傳承、創新、永續方向前進。
(三)建議可以在曬鹽基地靠進場道路側加強防護功能，避免北側水體再溢淹過來摧毀好不容易完成的設施修復工作。此外，建議西側深水區土堤可予以加高，並降低其北側水體水深，這樣鹽田區遭淹水的風險應可再降低。	已列入建議事項中供管理處參考。
(四)鹽田社區藉由管理處和成大團隊協助，本年度獲得自主防災社區特優之殊榮，再次表示感謝。	主要是社區居民用心投入，才能有好的成果。
<b>四、解說教育課：</b>	
關於簡報最後一頁鹽女電影劇照及一些老照片，建議可提供管理處彙整於文史紀錄之中。	遵照辦理。

審查意見	意見回覆及辦理情形
<b>五、企劃經理課：</b>	
鹽友關懷協會倘有需要辦理有關於經驗傳承工作，可以向本管理處申請補助。	謝謝提供資訊。
<b>六、環境維護課：</b>	
(一)建議對淺水區和深水區之底部高程能加以測量，方知不同水位所對應之水深，也才能知道是否控制在水鳥適合的水深。	謝謝指教，淺水區和深水區底部高程於 107 年度已進行量測。
(二)建議可以多瞭解老一輩鹽工以前面對特殊災情時之因應措施與智慧，可以提高整體防護功能及應變能力。	有機會當持續盡力加強與耆老互動，挖掘前人智慧並予妥善紀錄保存，以利永續傳承。

**八、會議結論：**

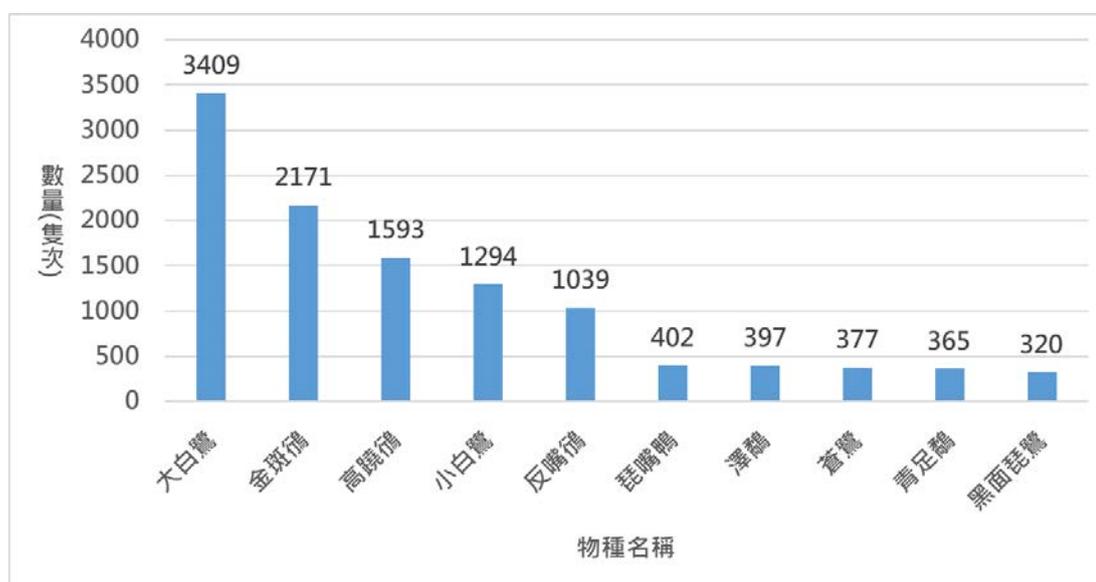
- (一)期末報告內容成果豐碩，已達原契約規定之預期成果，爰本期末報告原則通過。
- (二)請受託單位依委員及各單位意見，補充修正，依規定送業務單位檢視無誤後，據以製作成果報告書，並依契約規定辦理後續結案事宜。
- (三)請保育研究課依本案結論建議，逐步在未來予以落實，並於未來計畫中將 B1-B5 池一併納入後續水文規劃調查範圍中。

## 附錄四

### 108 年 1 月至 10 月 鳥類調查結果

## 108 年 1 月至 10 月 鳥類調查結果

本計畫整理北汕尾鹽田文化村觀察員提供 B06 及 B08 樣區 108 年 1 月 5 日至 10 月 31 日之鳥類調查資料，期間共紀錄到鳥類有 10 科 30 種 12,815 隻次。保育類鳥類僅有瀕危鳥類黑面琵鷺、其他應予保育的大杓鷗出現。以 1~10 月份較多的前 10 種(附圖 4.1)，其中優勢種為大白鷺 3,409 隻次、金斑鴿 2,171 隻次、高蹺鴿 1,593 隻次、小白鷺 1,294 隻次、反嘴鴿 1,039 隻次等，5 種優勢鳥類相對豐量總和為 74.18%。以下分別按月份統計結果描述：



附圖4.1 108年1~10月份北汕尾鹽田文化村鳥類數量最多前10種

### 一、1 月份

1 月分別於 5 日至 8 日、15 日、19 日、20 日、24 日及 28 日進行調查，合計 9 日。共紀錄 18 種 1,980 隻次，種的豐富度為 2.24、優勢度為 0.87、均勻度為 0.81 及歧異度為 2.34。數量較多的前 3 種依次為大白鷺 482 隻(24%)、反嘴鴿 322 隻(16%)及琵嘴鴨有 198 隻(10%)。參見附表 4.1。

就不同樣區而言，B06 共紀錄 15 種 1,491 隻次，種的豐富度為 1.92、優勢度為 0.88、均勻度為 0.85 及歧異度為 2.31，數量較多的前 3 種分別為大白鷺有 359 隻次(24%)、琵嘴鴨有 188 隻次(13%)及小白鷺有 174 隻次(12%)。B08 共紀錄 14 種 489 隻次，種的豐富度為 2.10、優勢度為 0.79、均勻度為 0.71 及

歧異度為 1.88，較多的前 3 種分別為反嘴鵒有 160 隻次(33%)、大白鷺有 123 隻次(25%)及黑面琵鷺有 79 隻次(16%)。

附表4.1 108年1月北汕尾鹽田文化村鳥類調查結果

學名	中文名/樣區	B06	B08	合計
<i>Phalacrocorax carbo</i>	鸕鷀	0	16	16
<i>Ardea alba</i>	大白鷺	359	123	482
<i>Egretta garzetta</i>	小白鷺	174	15	189
<i>Ardea cinerea</i>	蒼鷺	15	14	29
<i>Tringa totanus</i>	赤足鶺鴒	1	25	26
<i>Tringa nebularia</i>	青足鶺鴒	40	1	41
<i>Calidris alpina</i>	黑腹濱鶺鴒	37	0	37
<i>Tringa stagnatilis</i>	澤鶺鴒	22	0	22
<i>Threskiornis aethiopicus</i>	埃及聖鸚	16	6	22
<i>Platalea minor</i>	黑面琵鷺	104	79	183
<i>Charadrius alexandrinus</i>	東方環頸鵒	87	0	87
<i>Pluvialis fulva</i>	金斑鵒	53	0	53
<i>Anas crecca</i>	小水鴨	0	3	3
<i>Anas acuta</i>	尖尾鴨	122	3	125
<i>Anas clypeata</i>	琵嘴鴨	188	10	198
<i>Gallinula chloropus</i>	紅冠水雞	0	1	1
<i>Recurvirostra avosetta</i>	反嘴鵒	162	160	322
<i>Himantopus himantopus</i>	高蹺鵒	111	33	144
	種類	15	14	18
	數量	1,491	489	1,980

## 二、2 月份

2 月分別於 12 日、13 日及 24 日至 28 日進行調查，合計 7 日。共紀錄 16 種 497 隻次，種的豐富度為 2.42、優勢度為 0.84、均勻度為 0.78 及歧異度為 2.17。數量較多的前 3 種依次為反嘴鵒 158 隻(32%)、灰斑鵒 76 隻(15%)及琵嘴鴨有 54 隻(11%)。參見附表 4.2。

就不同樣區而言，B06 共紀錄 9 種 267 隻次，種的豐富度為 1.43、優勢度為 0.81、均勻度為 0.84 及歧異度為 1.85，數量較多的前 3 種分別為灰斑鵒有 76 隻次(28%)、反嘴鵒有 67 隻次(25%)及琵嘴鴨有 37 隻次(14%)。B08 共紀錄 11

種 230 隻次，種的豐富度為 1.84、優勢度為 0.78、均勻度為 0.78 及歧異度為 1.86，較多的前 3 種分別為反嘴鵞有 91 隻次(40%)、高蹺鵞有 35 隻次(15%) 及大白鷺與黑面琵鷺皆各有 24 隻次(10%)。

附表4.2 108年2月北汕尾鹽田文化村鳥類調查結果

學名	中文名/樣區	B06	B08	合計
<i>Ardea alba</i>	大白鷺	21	24	45
<i>Egretta garzetta</i>	小白鷺	0	4	4
<i>Ardea cinerea</i>	蒼鷺	8	0	8
<i>Tringa totanus</i>	赤足鶺鴒	0	6	6
<i>Tringa nebularia</i>	青足鶺鴒	7	20	27
<i>Tringa stagnatilis</i>	澤鶺鴒	10	0	10
<i>Hydroprogne caspia</i>	裏海燕鷗	6	0	6
<i>Threskiornis aethiopicus</i>	埃及聖鸚	0	1	1
<i>Platalea minor</i>	黑面琵鷺	0	24	24
<i>Pluvialis squatarola</i>	灰斑鵞	76	0	76
<i>Anas acuta</i>	尖尾鴨	35	0	35
<i>Anas penelope</i>	赤頸鴨	0	3	3
<i>Anas clypeata</i>	琵嘴鴨	37	17	54
<i>Passer montanus</i>	麻雀	0	5	5
<i>Recurvirostra avosetta</i>	反嘴鵞	67	91	158
<i>Himantopus himantopus</i>	高蹺鵞	0	35	35
	種類	9	11	16
	數量	267	230	497

### 三、3 月份

3 月整月份都有進行調查，合計 31 日。共紀錄 22 種 2,634 隻次，種的豐富度為 2.67、優勢度為 0.94、均勻度為 0.49 及歧異度為 1.52。數量較多的前 3 種依次為大白鷺 547 隻 (21%)、反嘴鵞 504 隻(19%)及高蹺鵞有 352 隻次(13%)。參見附表 4.3。

就不同樣區而言，B06 共紀錄 17 種 1,218 隻次，種的豐富度為 2.25、優勢度為 0.88、均勻度為 0.85 及歧異度為 2.41，數量較多的前 3 種分別為大白鷺有 309 隻次(25%)、灰斑鵞有 128 隻次(11%)及反嘴鵞有 125 隻次(10%)。B08 共紀錄 16 種 1,416 隻次，種的豐富度為 2.07、優勢度為 0.85、均勻度為 0.78 及歧異度為 2.17，較多的前 3 種分別為反嘴鵞有 379 隻次(27%)、大白鷺有 238

隻次(17%)及高蹺鴿有 231 隻次(16%)。

附表4.3 108年3月北汕尾鹽田文化村鳥類調查結果

學名	中文名/樣區	B06	B08	合計
<i>Phalacrocorax carbo</i>	鷗鷺	6	0	6
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	小鷺鶒	15	0	15
<i>Ardea alba</i>	大白鷺	309	238	547
<i>Egretta garzetta</i>	小白鷺	44	31	75
<i>Mesophoyx intermedia</i>	中白鷺	0	2	2
<i>Nycticorax nycticorax</i>	夜鷺	0	3	3
<i>Ardea cinerea</i>	蒼鷺	76	62	138
<i>Tringa totanus</i>	赤足鶺鴒	15	20	35
<i>Tringa nebularia</i>	青足鶺鴒	71	55	126
<i>Calidris alpina</i>	黑腹濱鶺鴒	78	135	213
<i>Tringa stagnatilis</i>	澤鶺鴒	72	46	118
<i>Hydroprogne caspia</i>	裏海燕鷗	3	0	3
<i>Platalea minor</i>	黑面琵鷺	23	50	73
<i>Pluvialis squatarola</i>	灰斑鴿	128	0	128
<i>Charadrius alexandrinus</i>	東方環頸鴿	30	0	30
<i>Pluvialis fulva</i>	金斑鴿	0	93	93
<i>Anas acuta</i>	尖尾鴨	0	2	2
<i>Anas penelope</i>	赤頸鴨	0	2	2
<i>Anas clypeata</i>	琵嘴鴨	83	67	150
<i>Passer montanus</i>	麻雀	19	0	19
<i>Recurvirostra avosetta</i>	反嘴鴿	125	379	504
<i>Himantopus himantopus</i>	高蹺鴿	121	231	352
	種類	17	16	22
	數量	1,218	1,416	2,634

#### 四、4 月份

4 月除 9 日至 10 日、22 日及 26 日之外，整月份均有進行調查，合計 26 日。共紀錄 18 種 2,467 隻次，種的豐富度為 2.18、優勢度為 0.98、均勻度為 0.38 及歧異度為 1.09。數量較多的前 3 種依次為金斑鴿 1,194 隻 (48%)、大白鷺 500 隻(20%)及高蹺鴿有 275 隻次(11%)。參見附表 4.4。

就不同樣區而言，B06 共紀錄 10 種 445 隻次，種的豐富度為 1.48、優勢度為

0.68、均勻度為 0.67 及歧異度為 1.53，數量較多的前 3 種分別為大白鷺有 228 隻次(51%)、高蹺鴣有 83 隻次(19%)及反嘴鴣有 45 隻次(10%)。B08 共紀錄 17 種 2,022 隻次，種的豐富度為 2.10、優勢度為 0.63、均勻度為 0.54 及歧異度為 1.54，較多的前 3 種分別為金斑鴣有 1,168 隻次(58%)、大白鷺有 272 隻次(13%)及高蹺鴣有 192 隻次(9%)。

附表4.4 108年4月北汕尾鹽田文化村鳥類調查結果

學名	中文名/樣區	B06	B08	合計
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	小鷺鶯	3	0	3
<i>Ardea alba</i>	大白鷺	228	272	500
<i>Egretta garzetta</i>	小白鷺	31	44	75
<i>Ardea cinerea</i>	蒼鷺	0	31	31
<i>Numenius arquata</i>	大杓鴣	0	3	3
<i>Tringa totanus</i>	赤足鴣	0	41	41
<i>Tringa nebularia</i>	青足鴣	8	91	99
<i>Calidris alpina</i>	黑腹濱鴣	6	45	51
<i>Tringa stagnatilis</i>	澤鴣	12	82	94
<i>Actitis hypoleucos</i>	磯鴣	0	3	3
<i>Hydroprogne caspia</i>	裏海燕鷗	0	2	2
<i>Pycnonotus sinensis</i>	白頭翁	0	8	8
<i>Platalea minor</i>	黑面琵鷺	0	16	16
<i>Charadrius alexandrinus</i>	東方環頸鴣	3	12	15
<i>Pluvialis fulva</i>	金斑鴣	26	1,168	1,194
<i>Gallinula chloropus</i>	紅冠水雞	0	2	2
<i>Recurvirostra avosetta</i>	反嘴鴣	45	10	55
<i>Himantopus himantopus</i>	高蹺鴣	83	192	275
	種類	10	17	18
	數量	445	2,022	2,467

## 五、5 月份

5 月整月份均有進行調查，合計 31 日。共紀錄 13 種 798 隻次，種的豐富度為 1.80、優勢度為 0.74、均勻度為 0.66 及歧異度為 1.68。數量較多的前 3 種依次為大白鷺 318 隻 (40%)、高蹺鴣 214 隻 (27%)及小白鷺有 121 隻次(15%)。參見附表 4.5。

就不同樣區而言，B06 共紀錄 12 種 444 隻次，種的豐富度為 1.80、優勢度為

0.80、均勻度為 0.93 及歧異度為 2.30，數量較多的前 3 種分別為高蹺鴿有 171 隻次(39%)、大白鷺有 148 隻次(33%)及小白鷺有 76 隻次(17%)。B08 共紀錄 17 種 2,022 隻次，種的豐富度為 1.53、優勢度為 0.73、均勻度為 0.75 及歧異度為 1.72，較多的前 3 種分別為大白鷺有 170 隻次(48%)、小白鷺有 45 隻次(13%)及高蹺鴿有 43 隻次(12%)。

附表 4.5 108 年 5 月北汕尾鹽田文化村鳥類調查結果

學名	中文名/樣區	B06	B08	合計
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	小鷺鶒	1	0	1
<i>Ardea alba</i>	大白鷺	148	170	318
<i>Egretta garzetta</i>	小白鷺	76	45	121
<i>Nycticorax nycticorax</i>	夜鷺	4	6	10
<i>Ardea cinerea</i>	蒼鷺	1	15	16
<i>Tringa nebularia</i>	青足鷸	1	5	6
<i>Tringa stagnatilis</i>	澤鷸	16	8	24
<i>Pycnonotus sinensis</i>	白頭翁	9	20	29
<i>Platalea minor</i>	黑面琵鷺	0	23	23
<i>Charadrius alexandrinus</i>	東方環頸鴿	3	0	3
<i>Pluvialis fulva</i>	金斑鴿	9	19	28
<i>Passer montanus</i>	麻雀	5	0	5
<i>Himantopus himantopus</i>	高蹺鴿	171	43	214
	種類	12	10	13
	數量	444	354	798

## 六、6 月份

6 月整月份均有進行調查，合計 30 日。共紀錄 11 種 1,145 隻次，種的豐富度為 1.42、優勢度為 0.65、均勻度為 0.53 及歧異度為 1.28。數量較多的前 3 種依次為大白鷺 539 隻(47%)、小白鷺 362 隻(32%)及高蹺鴿有 174 隻次(15%)。參見附表 4.6。

就不同樣區而言，B06 共紀錄 8 種 568 隻次，種的豐富度為 1.10、優勢度為 0.66、均勻度為 0.61 及歧異度為 1.26，數量較多的前 3 種分別為大白鷺有 227 隻次(40%)、小白鷺有 220 隻次(39%)及高蹺鴿有 89 隻次(16%)。B08 共紀錄 9 種 577 隻次，種的豐富度為 1.26、優勢度為 0.62、均勻度為 0.55 及歧異度為 1.22，較多的前 3 種分別為大白鷺有 312 隻次(54%)、小白鷺有 142 隻次

(25%)及高蹺鴒有 85 隻次(15%)。

附表4.6 108年6月北汕尾鹽田文化村鳥類調查結果

學名	中文名/樣區	B06	B08	合計
<i>Ardea alba</i>	大白鷺	227	312	539
<i>Egretta garzetta</i>	小白鷺	220	142	362
<i>Nycticorax nycticorax</i>	夜鷺	2	1	3
<i>Ardea cinerea</i>	蒼鷺	1	0	1
<i>Tringa nebularia</i>	青足鶺鴒	0	1	1
<i>Tringa stagnatilis</i>	澤鶺鴒	10	5	15
<i>Pycnonotus sinensis</i>	白頭翁	0	23	23
<i>Charadrius alexandrinus</i>	東方環頸鴒	10	0	10
<i>Passer montanus</i>	麻雀	9	7	16
<i>Gallinula chloropus</i>	紅冠水雞	0	1	1
<i>Himantopus himantopus</i>	高蹺鴒	89	85	174
	種類	8	9	11
	數量	568	577	1,145

## 七、7 月份

7 月除 6 日之外，整月份均有進行調查，合計 30 日。共紀錄 11 種 830 隻次，種的豐富度為 1.49、優勢度為 0.59、均勻度為 0.48 及歧異度為 1.15。數量較多的前 3 種依次為大白鷺 466 隻(56%)、小白鷺 253 隻(30%)及高蹺鴒有 59 隻次(7%)。參見附表 4.7。

就不同樣區而言，B06 共紀錄 7 種 376 隻次，種的豐富度為 1.01、優勢度為 0.67、均勻度為 0.67 及歧異度為 1.31，數量較多的前 3 種分別為大白鷺有 148 隻次(39%)、小白鷺有 147 隻次(39%)及高蹺鴒有 47 隻次(13%)。B08 共紀錄 9 種 454 隻次，種的豐富度為 1.26、優勢度為 0.45、均勻度為 0.40 及歧異度為 0.88，較多的前 3 種分別為大白鷺有 318 隻次(70%)、小白鷺有 106 隻次(23%)及高蹺鴒有 12 隻次(3%)。

附表4.7 108年7月北汕尾鹽田文化村鳥類調查結果

學名	中文名/樣區	B06	B08	合計
<i>Ardea alba</i>	大白鷺	148	318	466
<i>Egretta garzetta</i>	小白鷺	147	106	253
<i>Mesophoyx intermedia</i>	中白鷺	2	4	6
<i>Nycticorax nycticorax</i>	夜鷺	0	3	3
<i>Ardea cinerea</i>	蒼鷺	0	1	1
<i>Tringa nebularia</i>	青足鵠	0	3	3
<i>Pycnonotus sinensis</i>	白頭翁	2	0	2
<i>Threskiornis aethiopicus</i>	埃及聖鸚	0	1	1
<i>Charadrius alexandrinus</i>	東方環頸鵒	16	0	16
<i>Passer montanus</i>	麻雀	14	6	20
<i>Himantopus himantopus</i>	高蹺鵒	47	12	59
	種類	7	9	11
	數量	376	454	830

#### 八、8 月份

8 月的調查除了 7 日、13 日、24 日之外其餘皆有進行調查，合計 28 日。共紀錄 13 種 687 隻次，種的豐富度為 1.62、優勢度為 0.74、均勻度為 0.75 及歧異度為 1.73。數量較多的前 3 種依次為大白鷺 273 隻(40%)、高蹺鵒 117 隻(17%)及小白鷺有 115 隻次(16.7%)。參見附表 4.8。

就不同樣區而言，B06 共紀錄 8 種 292 隻次，種的豐富度為 0.91、優勢度為 0.61、均勻度為 0.74 及歧異度為 1.18，數量較多的前 3 種分別為大白鷺有 135 隻次(46%)、小白鷺有 63 隻次(22%)高蹺鵒及各有 60 隻次(21%)。B08 共紀錄 13 種 395 隻次，種的豐富度為 1.54、優勢度為 0.78、均勻度為 0.82 及歧異度為 1.80，較多的前 3 種分別為大白鷺有 138 隻次(35%)、蒼鷺有 63 隻次(16%)及高蹺鵒有 57 隻次(14%)。

附表4.8 108年8月北汕尾鹽田文化村鳥類調查結果

學名	中文名/樣區	B06	B08	合計
<i>Ardea alba</i>	大白鷺	135	138	273
<i>Egretta garzetta</i>	小白鷺	63	52	115
<i>Nycticorax nycticorax</i>	夜鷺	0	5	5
<i>Ardea cinerea</i>	蒼鷺	5	63	68
<i>Numenius arquata</i>	大杓鷗	0	4	4
<i>Tringa totanus</i>	赤足鷗	0	3	3
<i>Tringa nebularia</i>	青足鷗	4	19	23
<i>Calidris alpina</i>	黑腹燕鷗	11	34	45
<i>Pycnonotus sinensis</i>	白頭翁	0	3	3
<i>Charadrius alexandrinus</i>	東方環頸鴉	2	5	7
<i>Passer montanus</i>	麻雀	12	11	23
<i>Gallinula chloropus</i>	紅冠水雞	0	1	1
<i>Himantopus himantopus</i>	高蹺鴉	135	57	117
	種類	8	13	13
	數量	292	395	687

## 九、9月份

9月每日皆有進行調查，合計30日。共紀錄15種1,556隻次，種的豐富度為1.77、優勢度為0.72、均勻度為0.64及歧異度為1.69。數量較多的前3種依次為金斑鴉745隻(48%)、大白鷺232隻(15%)及高蹺鴉有196隻(13%)。參見附表4.9。

就不同樣區而言，B06共紀錄12種384隻次，種的豐富度為1.85、優勢度為0.81、均勻度為0.74及歧異度為1.84，數量較多的前3種分別為大白鷺有99隻次(26%)、高蹺鴉有91隻次(24%)及金斑鴉有69隻次(18%)。B08共紀錄13種1,168隻次，種的豐富度為1.84、優勢度為0.63、均勻度為0.57及歧異度為1.49，較多的前3種分別為金斑鴉有676隻次(58%)、大白鷺有133隻次(11%)及高蹺鴉有105隻次(9%)。

附表 4.9 108 年 9 月北汕尾鹽田文化村鳥類調查結果

學名	中文名/樣區	B06	B08	合計
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	小鷺鶒	0	4	4
<i>Ardea alba</i>	大白鷺	99	133	232
<i>Egretta garzetta</i>	小白鷺	33	42	75
<i>Nycticorax nycticorax</i>	夜鷺	1	3	4
<i>Ardea cinerea</i>	蒼鷺	2	103	105
<i>Numenius arquata</i>	大杓鷗	0	2	2
<i>Tringa totanus</i>	赤足鷗	0	9	9
<i>Tringa nebularia</i>	青足鷗	9	56	65
<i>Calidris alpina</i>	黑腹燕鷗	59	18	77
<i>Charadrius alexandrinus</i>	東方環頸鴉	12	8	20
<i>Pluvialis dominica</i>	金斑鴉	69	676	745
<i>Passer montanus</i>	麻雀	7	13	20
<i>Gallinula chloropus</i>	紅冠水雞	1	0	1
<i>Himantopus himantopus</i>	高蹺鴉	91	105	196
<i>Actitis hypoleucos</i>	磯鷗	1	0	1
	種類	12	13	15
	數量	384	1,168	1,556

#### 十、10 月份

10 月份除 15 日、19 日、28 日外皆有進行調查，合計 28 日。共紀錄 13 種 606 隻次，種的豐富度為 1.87、優勢度為 0.86、均勻度為 0.82 及歧異度為 2.10。數量較多的前 3 種依次為大白鷺 127 隻(21%)、澤鷗 114 隻(19%)及高蹺鴉有 92 隻(15%)。參見附表 4.10。

就不同樣區而言，B06 共紀錄 11 種 479 隻次，種的豐富度為 1.62、優勢度為 0.86、均勻度為 0.87 及歧異度為 2.09，數量較多的前 3 種分別為大白鷺有 87 隻次(18%)、高蹺鴉有 83 隻次(17%)及澤鷗有 72 隻次(15%)。B08 共紀錄 9 種 127 隻次，種的豐富度為 1.65、優勢度為 0.77、均勻度為 0.78 及歧異度為 1.72，較多的前 3 種分別為澤鷗有 42 隻次(33%)、大白鷺有 40 隻次(31%)及蒼鷺有 13 隻次(10%)。

附表 4.10 108 年 10 月北汕尾鹽田文化村鳥類調查結果

學名	中文名/樣區	B06	B08	合計
<i>Ardea alba</i>	大白鷺	87	40	127
<i>Egretta garzetta</i>	小白鷺	60	8	68
<i>Nycticorax nycticorax</i>	夜鷺	0	2	2
<i>Ardea cinerea</i>	蒼鷺	23	13	36
<i>Tringa totanus</i>	赤足鶺鴒	1	0	1
<i>Tringa nebularia</i>	青足鶺鴒	10	7	17
<i>Tringa stagnatilis</i>	澤鶺鴒	72	42	114
<i>Threskiornis aethiopicus</i>	埃及聖鸚	2	0	2
<i>Platalea minor</i>	黑面琵鷺	0	1	1
<i>Charadrius alexandrinus</i>	東方環頸鴉	28	5	33
<i>Pluvialis dominica</i>	金斑鴉	61	0	61
<i>Passer montanus</i>	麻雀	52	0	52
<i>Himantopus himantopus</i>	高蹺鴉	83	9	92
	種類	11	9	13
	數量	479	127	606

## 附錄五

### 水理模式理論介紹

## 水理模式理論介紹

### ADCIRC 模式

ADCIRC (Advanced Circulation model) 為有限元素模式 (Westerink et al., 1991), 可以三角形網格擬合複雜的邊界外型。模式於外海開放邊界可以水面高程或隨時間與空間變化之風場與氣壓場驅動, 陸海交界處可處理因漲、退潮所造成之網格濕、乾過程(wetting-drying processes)。本研究以深度積分 ADCIRC 2DDI 模式 (Luettich et al., 1992) 模擬台灣周圍流場與水位分佈。模式守恆型態控制方程式如下：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial UH}{\partial x} + \frac{\partial VH}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial UH}{\partial t} + U \frac{\partial UH}{\partial x} + V \frac{\partial UH}{\partial y} - fVH = -H \frac{\partial}{\partial x} \left[ \frac{P_s}{\rho_0} + g(\zeta - \alpha\eta) \right] + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} + \frac{\tau_{wx}}{\rho_0} \quad (2)$$

$$\frac{\partial VH}{\partial t} + U \frac{\partial VH}{\partial x} + V \frac{\partial VH}{\partial y} + fUH = -H \frac{\partial}{\partial y} \left[ \frac{P_s}{\rho_0} + g(\zeta - \alpha\eta) \right] + \frac{\tau_{sy}}{\rho_0} - \frac{\tau_{by}}{\rho_0} + \frac{\tau_{wy}}{\rho_0} \quad (3)$$

式(1)中  $\zeta$  為自由液面,  $f$  為科氏力係數,  $H = \zeta + h$  為水深,  $P_s$  為自由液面壓力,  $\rho_0$  為海水密度,  $(\tau_{bx}, \tau_{by})$ 、 $(\tau_{sx}, \tau_{sy})$ 、 $(\tau_{wx}, \tau_{wy})$  分別為  $x, y$  方向之風應、底床摩擦力及波浪輻射應,  $\eta$  為牛頓潮汐勢能,  $\alpha$  為有效地球彈性係數通常設定為 0.69。

### 近岸流場模式(CMS-FLOW)理論

CMS-FLOW 其理論包含水動力以及地形變遷兩部分, 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：

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

$$\frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial uq_x}{\partial x} + \frac{\partial vq_y}{\partial y} + \frac{1}{2}g \frac{\partial(h+\eta)^2}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} D_x \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} D_y \frac{\partial q_x}{\partial y} + fq_y - \tau_{bx} + \tau_{wx} + \tau_{sx}$$

$$\frac{\partial q_y}{\partial t} + \frac{\partial uq_y}{\partial x} + \frac{\partial vq_y}{\partial y} + \frac{1}{2}g \frac{\partial(h+\eta)^2}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} D_x \frac{\partial q_y}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} D_y \frac{\partial q_y}{\partial y} - fq_x - \tau_{by} + \tau_{wy} + \tau_{sy}$$

其中, 各變數定義如下：

$h$  = 相對於特定垂直基準面的靜水深

$\eta$  = 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

$\tau_{bx}$  = x方向的底床剪應力

$\tau_{by}$  = y方向的底床剪應力

$\tau_{wx}$  = x方向的表面風應力

$\tau_{wy}$  = y方向的表面風應力

$\tau_{Sx}$  = x方向的波浪應力

$\tau_{Sy}$  = 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， $\alpha$ 是波浪行進方向與X軸的交角

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

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

其中， $\sigma$ 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)  $\rho_a$ ：空氣密度  $\rho_w$ ：水體密度

$W$ ：風速  $\theta$ ：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

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

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

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。科氏力(Coriolis)如下：

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

其中， $\Omega$  為地球旋轉的角頻率， $\varphi$  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：

$$D_w = \varepsilon_L$$

$$\varepsilon_L = \Lambda u_m H$$

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

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

$\kappa$  = 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。

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

## 附錄六

「安順鹽場原有曬鹽土堤修復」施工前  
會議討論事項決議回覆及辦理情形

## 「安順鹽場原有曬鹽土堤修復」施工前會議 討論事項決議回覆及辦理情形

一、時間：108年7月1日下午2時

二、地點：本處1樓第2會議室

三、主席：王課長建智

紀錄：丁敏政

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、討論事項決議之回覆及辦理情形：

討論事項決議	回覆及辦理情形
<b>議題一：製鹽基地既有護堤修復執行方式</b>	
(一)土堤修復範圍由原規劃的黃線，改依當地民眾曬鹽需求的紅線，受託單位於修復過程中可邀請在地居民參與，並訪談在地居民個別意見，綜整後於期末報告中提出，以為未來施作參考建議。	1.已依建議改為紅線施作。 2.土堤主體已於7月29日完成，執行過程多次與耆老楊丁在先生、王正德理事長、林明欽先生討論相關細節及注意事項，並協助清理矩形鹽水池之淤泥，凡事均以能符合鹽場回復正常運作為最高指導原則，將於期末報告中綜整相關意見並融入後續規劃中。
(二)本次囿於經費有限，先以紅線土堤修復優先辦理，俟爾後年底有預算結餘款或明年經費，再予執行其他相關配合事項，以符實際。	配合辦理。
<b>議題二：安順鹽場曬製鹽技藝傳承可行方式之籌劃</b>	
(一)請受託單位妥為安排北門或布袋鹽田修復的參訪行程，日期應事先與社區居民溝通，並請台南市鹽友關懷協會邀請在地居民，特別是鼓勵有心的年輕人積極投入，以達技藝傳承的目標。	配合辦理。預計於九月底、十月初辦理參訪行程，在此之前會先赴北門及布袋鹽田與當地主要人士瞭解相關配合事項。
(二)管處可以再思考有關配合行銷推廣之配套活動安排。	配合辦理。

八、主席結論：

結論	回覆及辦理情形
<p>(一)本次施工前說明會議，與會各位皆為長期投入本鹽田工作的資深前輩，因此提供相當多寶貴建議及具體改進作法，請受託團隊利用會後個別訪談方式，將意見蒐集彙整，納於期末審查會議中說明。</p>	<p>土堤修復工作執行過程中多次與耆老楊丁在先生、王正德理事長、林明欽先生討論相關細節及注意事項，並協助清理矩形鹽水池之淤泥，凡事均以能符合鹽場回復正常運作為最高指導原則，將於期末報告中綜整相關意見並融入後續規劃中。</p>
<p>(二)有關土堤修復進場施作部分，請避開近期豪雨特報或颱風警訊期間，也請受託團隊屆時請在地老鹽工參與，透過自力打造方式，更進一步加強溝通協調，並透過影像紀實方式紀錄過程，以擴大經驗傳承之功效。</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1.土堤修復工作於掌握天氣預報且經農業局支援啟動抽水站協助降低水位、管處協助調增移動式抽水機強化鹽場排水等事項，順利於7月22日進場施作，7月29日完成主體部分，並雇請當地人士協助鋪設制草網及固定工作，順利度過利奇馬颱風引進西南氣流之強陣風吹襲，後續視狀況進行必要加固工作。</li><li>2.施工過程分別由地面與空中進行影像紀錄工作，並於進場施作前通知解說教育課委託紀錄片製作廠商，請其於過程中取景紀錄紀實。</li></ol>

九、散會（108年7月1日下午3時）