

綜合治水的新思維-以大潮州地下水補注湖為例

江國豐

屏東縣政府水利處處長

林得志

黎明工程顧問股份有限公司
水利技師兼董事長

摘要

屏東縣的林邊溪發源於中央山脈，流長44.33km，於林邊鄉、佳冬鄉界注入台灣海峽。濱海地區養殖漁業盛行，超抽地下水、地盤下陷、海水倒灌、排水不易、淹水嚴重，縣政府為抑制地盤下陷，於林邊溪沖積扇頂部來義鄉興辦「大潮州地下水補注湖」工程，本文介紹該工程的內容，並初步評估該工程的效益，發現除補注地下水、防止地盤下陷外，尚有減低林邊溪洪峰流量的防洪效益，且引用洪水補注蓄存於地下平原，將可抽取作為水資源，供公共給水與工業用水，湖區又可供休閒及裝設太陽光電，是最佳的綜合治水案例，期望全台灣的推廣。

一、前言

林邊溪下游地區超抽地下水，造成地盤下陷、海水倒灌、排水不良、洪水成災，居民生活品質不佳，政府耗費大量資源投注於各種排水防洪設施，為抑止地盤繼續下陷，屏東縣政府興辦大潮州地下水補注湖工程，由黎明工程顧問股份有限公司設計監造，第一期計畫開發50公頃人工湖，業已完工營運中。

該地下水補注湖設置於林邊溪上游，出山谷後之右岸扇形沖積台地的頂部。攔截林邊溪雨季之洪水及平時（扣除生態基流量與水權量）流量，經沉澱後導入人工湖，用以補注地下水，最大每天可補注1,000萬 m^3 之地下水，期望抑止地盤下陷，減輕水災。另外，洪水蓄存於地下，可適度抽取，做為民生與工業用水，可說是綜合治水。

二、關於林邊溪

林邊溪流域位置介於東經120度28分至120度40分，北緯22度20分至22度30分之間，北隔東港溪與隘寮河流域，東以中央山脈與太麻里流域為

界，南接率芒溪流域，西鄰台灣海峽，主要支流包含瓦魯斯溪、大後溪、來社溪、尖刀尾溪、七佳溪、力力溪等，發源於中央山脈之南大武山西南麓(標高2,950公尺)，集水區高低落差大，且流路縱坡相當陡峭，河川順著節理發育，發展為V型谷之順向河，流路短促、溪床陡峻、谷深、向源侵蝕顯著；河流中、下游兩岸多有河階地與沖積扇之發育，出口處為林邊溪沖積扇。

主流林邊溪由南側支流力力溪合流而成，發源為瓦魯斯溪，匯流大後溪後向南流，於義林村來義大橋上游有支流來社溪匯入，往西南方流，並於文樂村北緣有尖尾刀溪匯入進入平原地區，再經新埤鄉箕湖村合流入林邊溪主流上新埤大橋，於屏東縣林邊鄉、佳冬鄉界注入台灣海峽，主流長度44.33公里，流域面積345.2平方公里，主流平均坡降為1/88；支流力力溪集水面積為127平方公里，平均坡降1/54。

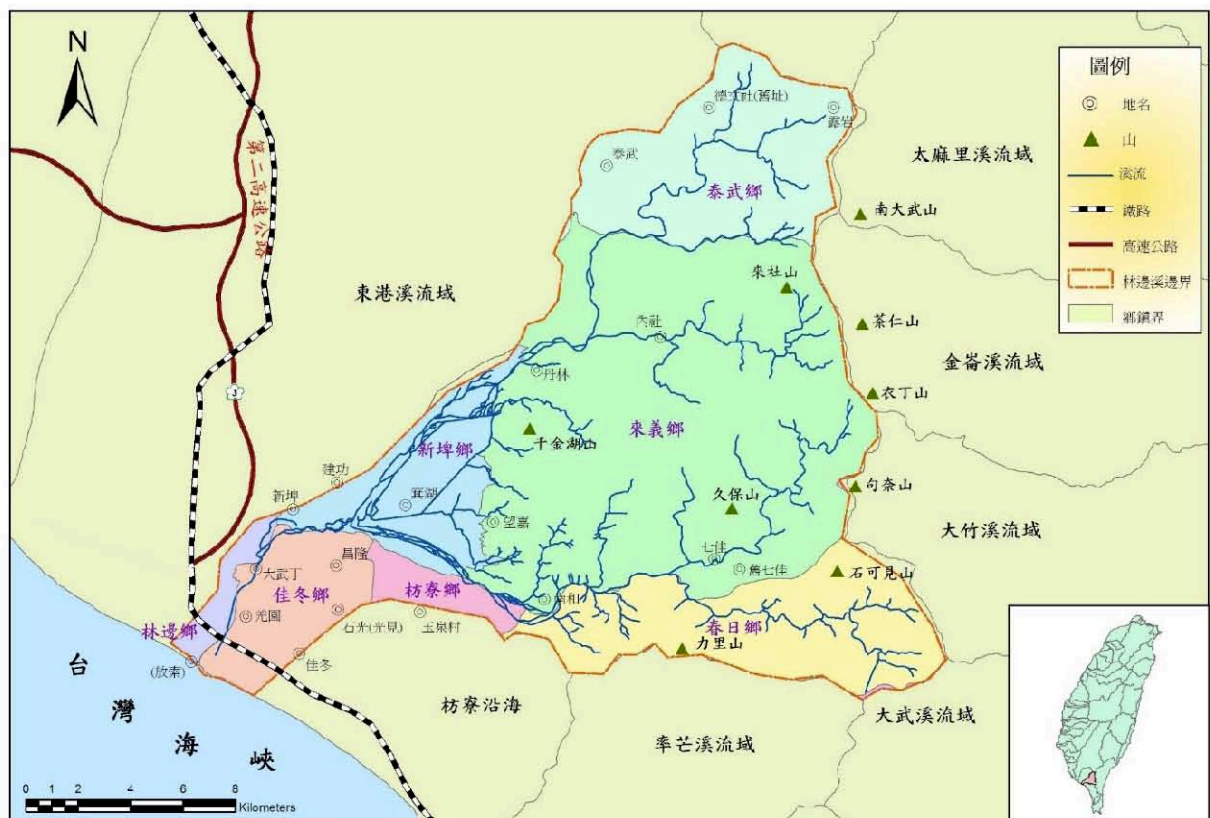


圖1 林邊溪流域圖

目前流域內人口最多為枋寮鄉，人口密度最高則為林邊鄉，人口較聚集之區域為林邊鄉及枋寮鄉，兩者皆位於林邊溪下游出口所形成之沖積扇上。依據106年度之統計資料顯示，流域內人口總人數為89,570人(男

46,510人，女43,060人），總戶數約30,653戶。

流域年平均降雨量約2,413mm(統計至105年度)，百分之八十八集中於5~9月之豐水期。每遇颱風豪雨下游洪水氾濫，佳冬鄉羌園附近曾淹水深達2公尺。



圖2 歷次颱風洪佳冬鄉羌園淹水圖

三、林邊溪下游的地盤下陷

屏東地區地下水之開發甚早，當時沿海地下水位並無低於平均海水位之現象，隨著養殖技術突破性之發展，沿海養殖隨之擴展，造成地下水抽取量增加，屏東佳冬鄉塭豐村下陷量超過3公尺，故於民國61年開始大量管制地下水的利用，緩減下陷之情勢。

地層下陷中心早期發生於枋寮鄉，民國87年以後，移動至林邊溪出海口兩側的林邊及佳冬地區，民國83~105年累積最大下陷量超過100公分以上。

四、地下水補注湖預期效益

- (一) 增加水源供應
- (二) 減緩地層下陷
- (三) 抑制海水入侵
- (四) 提高防洪保護
- (五) 景觀美質與週邊土地價值提升

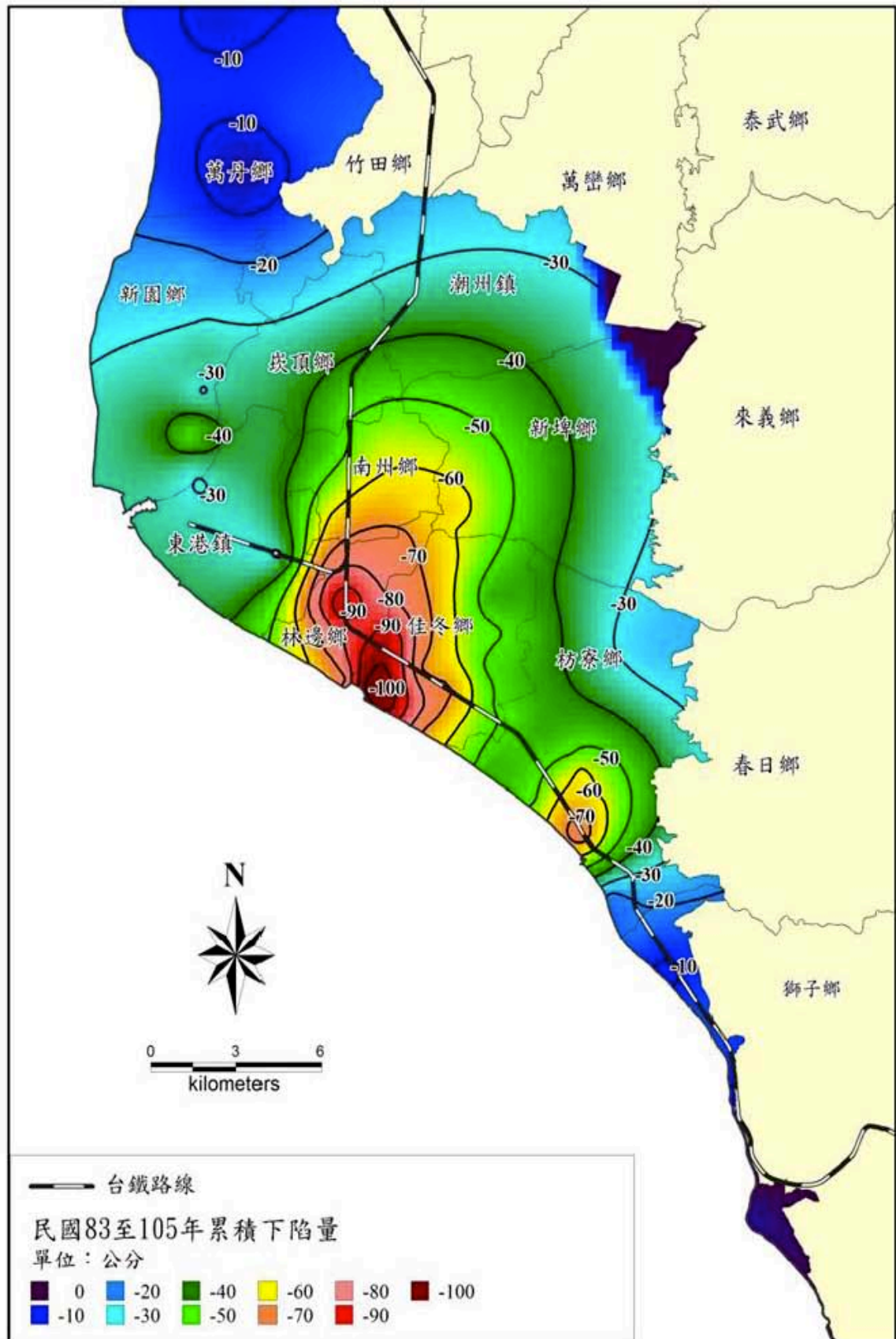


圖3 林邊溪下游區域地盤下陷圖

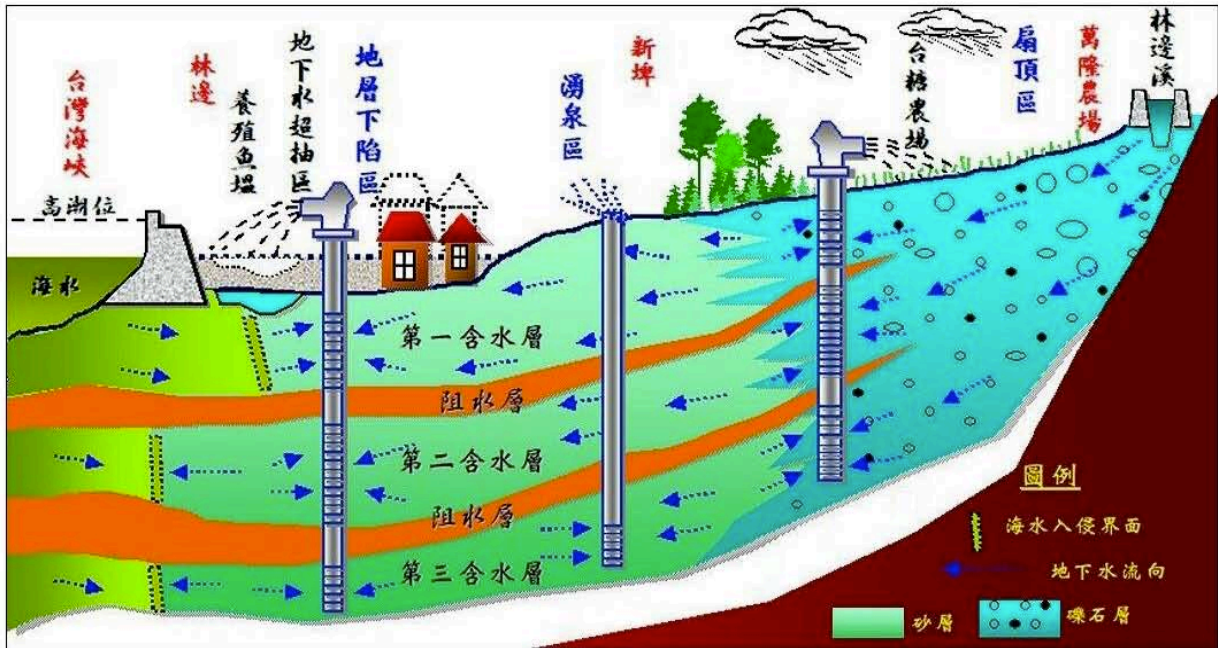


圖4 地下水補注湖示意圖

五、 整體計畫工程內容

(一) 平面佈置圖

固床工、取水工、輸水工、補注湖區(第1階段)、補注湖區(第2階段)
監控系統、監控中心及觀測站井設置與觀測。

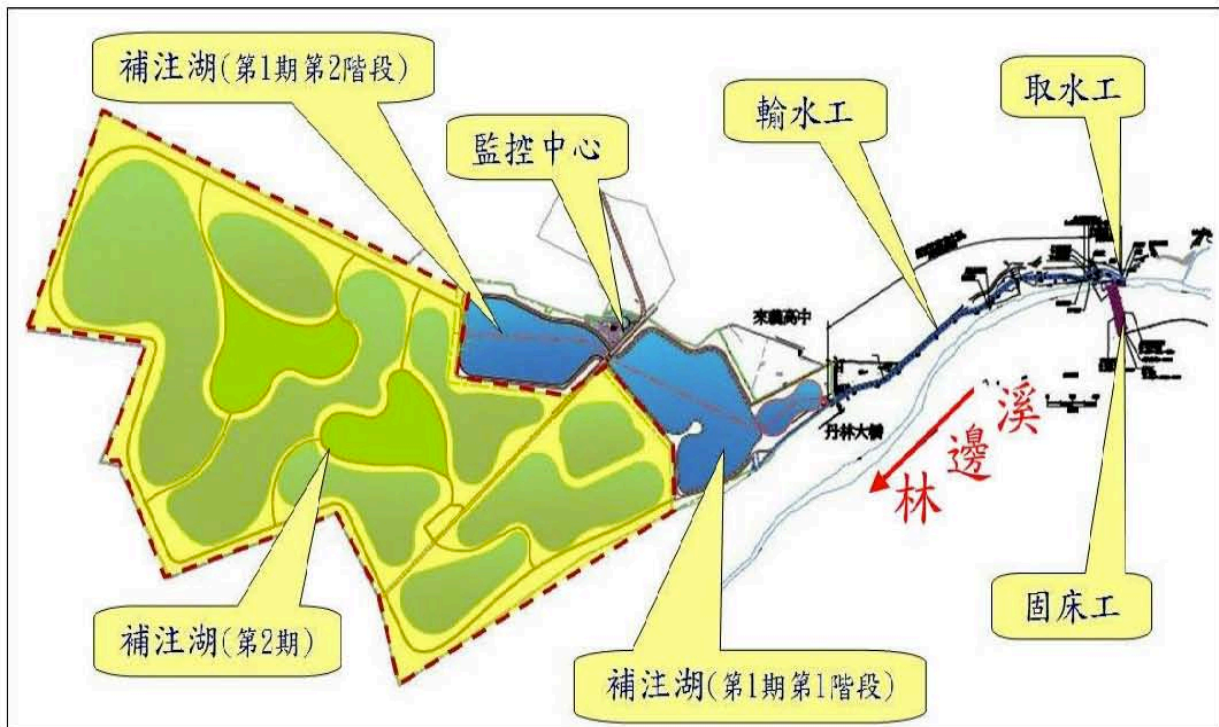


圖5 林邊溪大潮州地下水補助湖平面位置圖

(二) 航照佈置示意圖

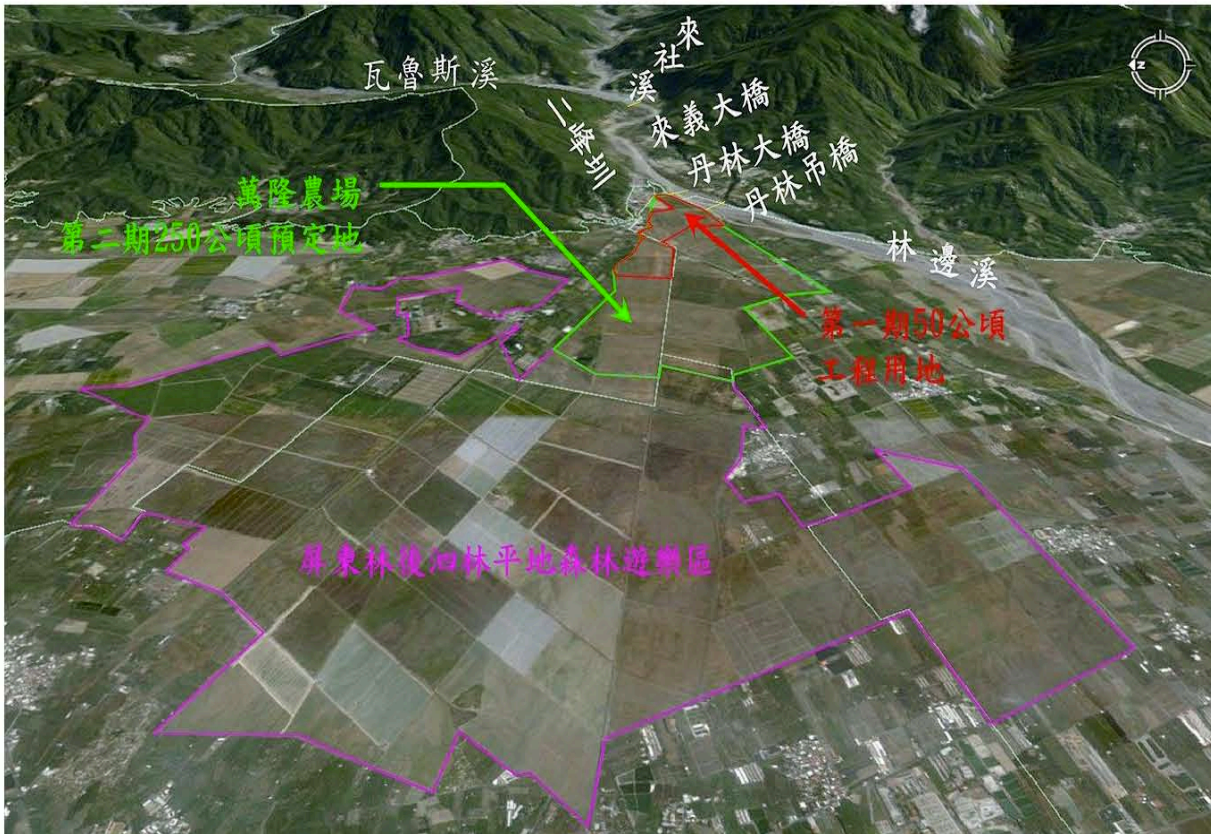


圖6 林邊溪大潮州地下水補助湖航照佈置示意圖

(三) 攔河堰固床工

1. 平面佈置圖

固床工工程包含上游TYPE. 1混凝土塊(EL. 99.8m、長166.5m)、下游TYPE. 2混凝土塊(EL. 98.0m、長146.9m)、左岸混凝土塊(TYPE. 3、長33m)、混凝土格框工(EL. 98.5m)及左岸坡面工銜接復舊工程。另右岸設有一排砂道，尺寸為長151.37m、寬19.4~21.0m，並設有二門寬8m、高3.8m之排砂閘門，詳細平面配置如圖7。

2. 固床工的功能

固床工之主要功能係維持一定取水所需水位，於豐水期間引取地表剩餘水，並維持河道基本生態流量。

3. 固床工-標準斷面圖

固床工之混凝土塊頂層採50cm耐磨混凝土施作，下游側格框工內填料分三層施作，並維持其透水性，全套管基樁移至最下游第一道防線，減緩

河道下刷對結構造物影響，最下游設置異形塊埋於河床下2m，當異形塊露出時須緊急回填，確保固床工安全，固床工標準斷面如圖8所示。

4. 排砂道-縱斷面設計

排砂道上游採無護坦方式設計，由排砂座槽、閘門體、操作橋、垂直跌水工及消能池等設施組成，閘門採直提式閘門(W8.0m * H3.8m)，排砂道縱斷面如圖9所示。

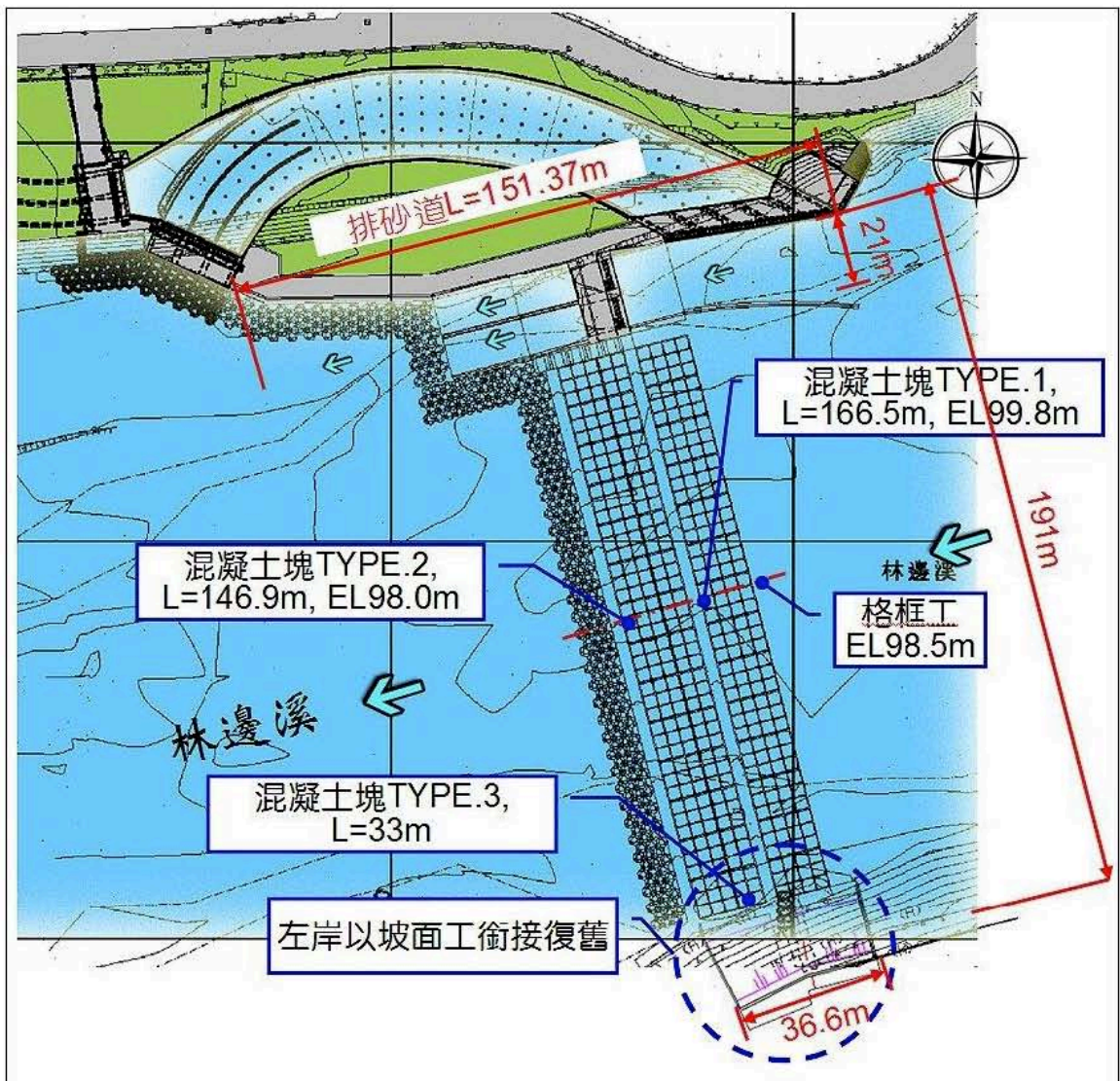


圖7 攔河堰固床工平面配置圖

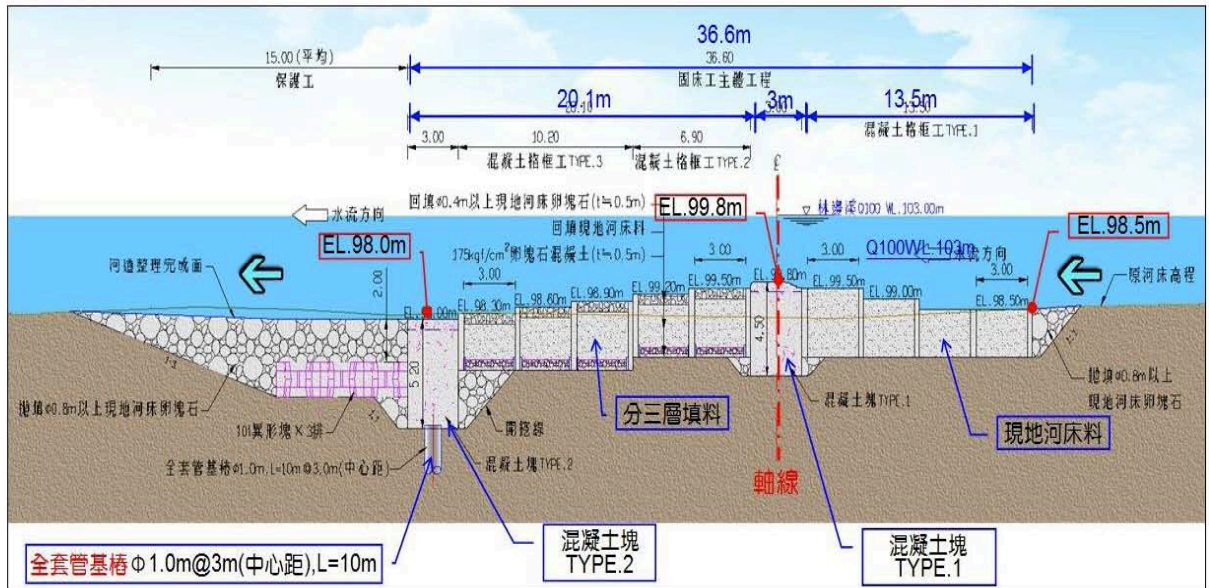


圖8 固床工標準斷面圖

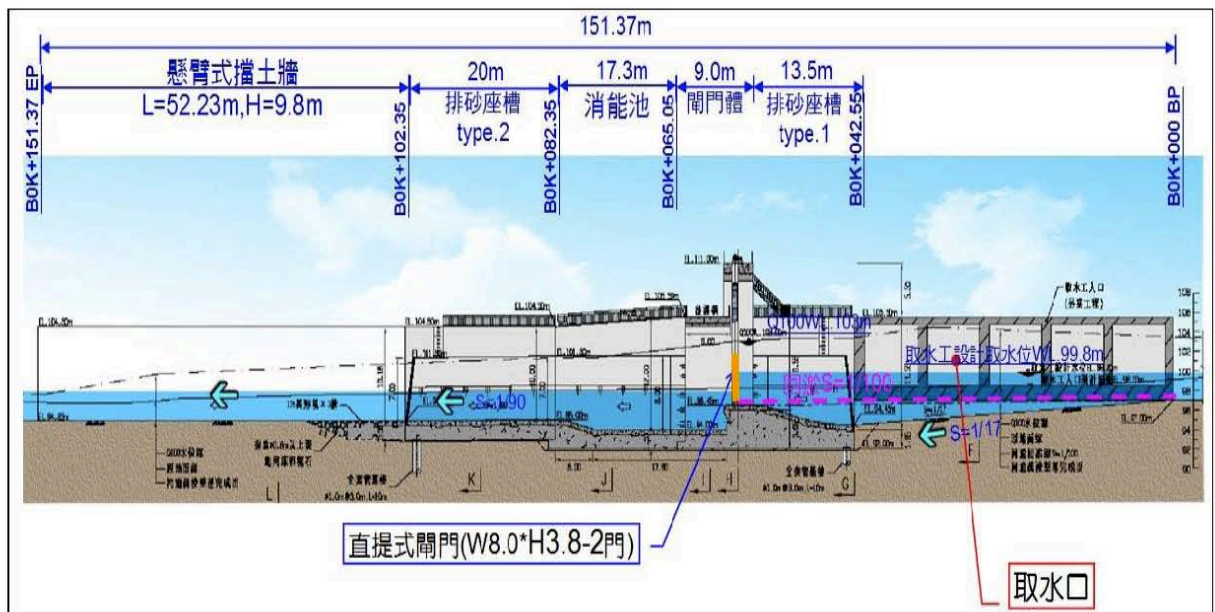


圖9 排砂道縱斷面圖

(四) 取水工

1. 平面佈置圖

取水工包含取水口(設置版橋及攔污柵)、彎曲引水渠道、沖砂閘門、制水閘門、水尾閘門及緊急放流閘門等設施，平面佈置如圖10所示。

2. 取水工功能

本座取水工將是台灣首座彎道取水設施，主要係利用渠道過彎產生離心力分離水、砂，沖砂閘門亦具有重力排砂之功能，圖11為完工後之願景圖。

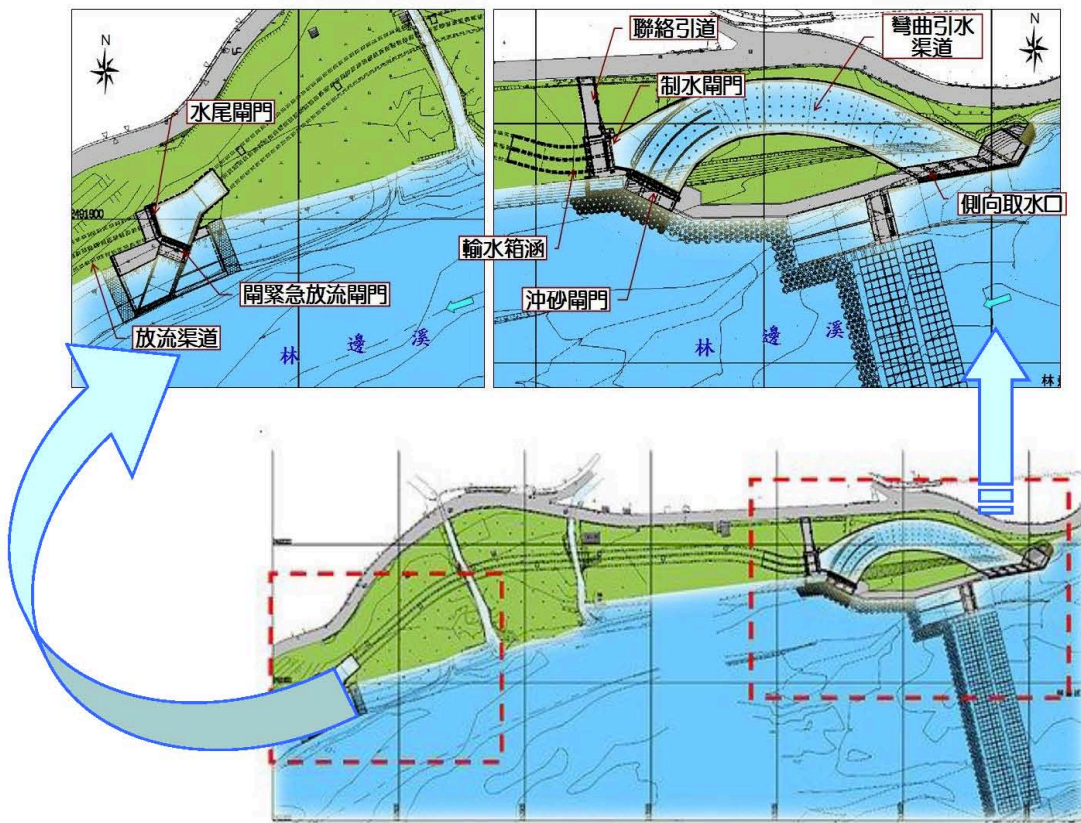


圖10 取水工平面佈置圖

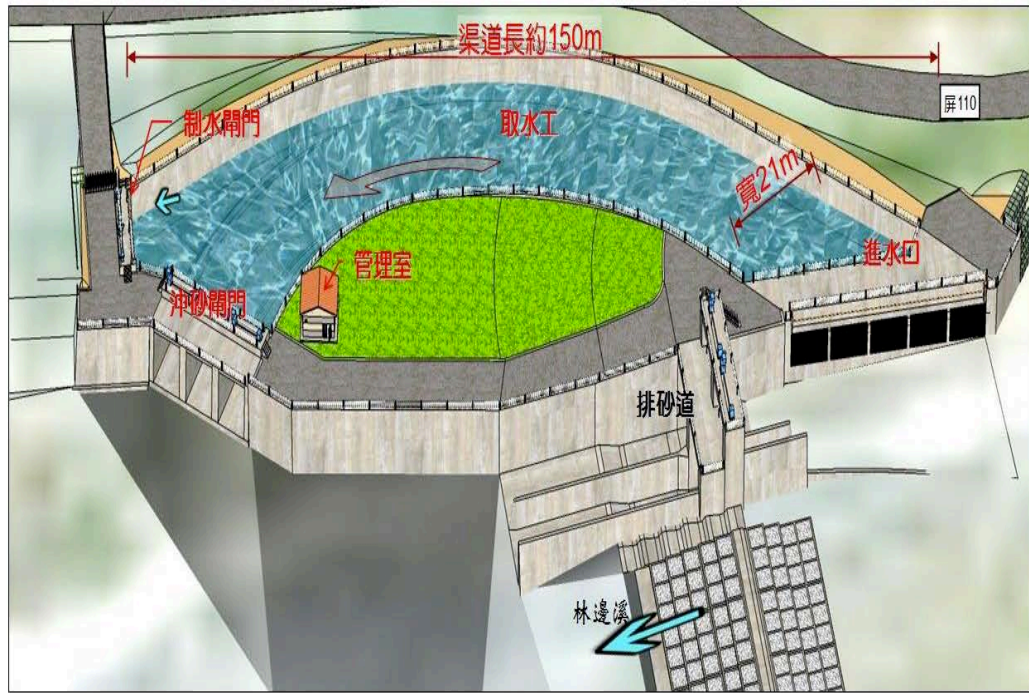


圖11 取水工完工示意圖

(五) 輸水工程

輸水工程總長990m，其中0k+070~0k+415施設於高灘地、0k+455~0k+908施設於堤外，平面佈置如圖12。輸水工程係採雙孔輸水箱涵，將輸送原水至湖區蓄存，施工期間為避免堤防產生滑動，採開挖及支撐(以型鋼支撐)並行，避免土體坍塌。

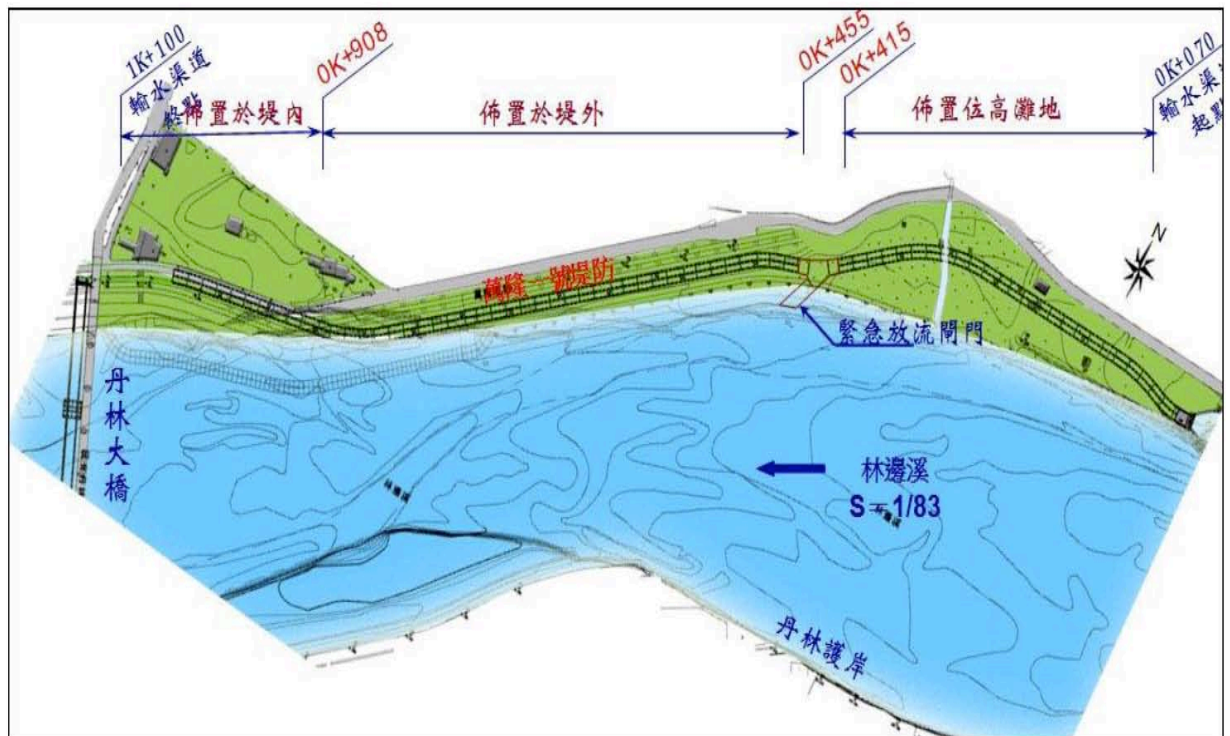


圖12 輸水工程平面佈置圖

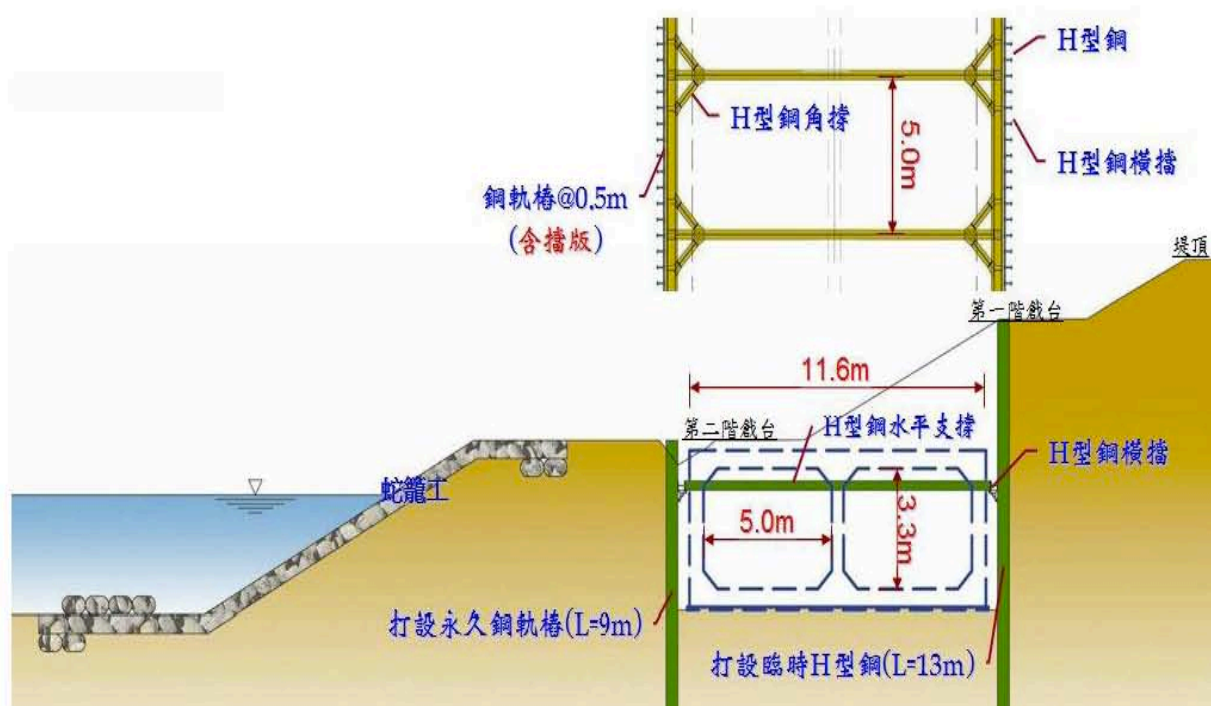


圖13 輸水工程支撐示意圖

(六) 補注湖

1. 第一期湖區工程總平面配置

第一期工程開發面積約50公頃，包含湖區面積35公頃及景觀綠地空間15公頃，工程項目有調節池、沉澱池及補注池，主要功能為滯蓄林邊溪剩餘水源滲入地表補注地下水，總平面配置示意圖如圖14所示。

2. 第一階段湖區平面圖

第一階段湖區包含輸水工尾端、靜水池、調節池(含退水路)、湖區連通箱涵、溢流堰及溢洪道第1階段補注池等工程，平面配置示意圖如圖15。

3. 第二階段湖區平面圖

第二階段湖區包含湖區連通箱涵、溢流堰及溢洪道第2階段補注池等工程，平面配置示意圖如圖16。

4. 補注湖標準斷面

補助湖坡面採S=1:3土坡，每5m設置戤台一處，水利用地道路鋪設碎石便道、環湖湖區分別設置2.5m土溝及碎石便道。



圖14 第一期湖區工程總平面配置圖

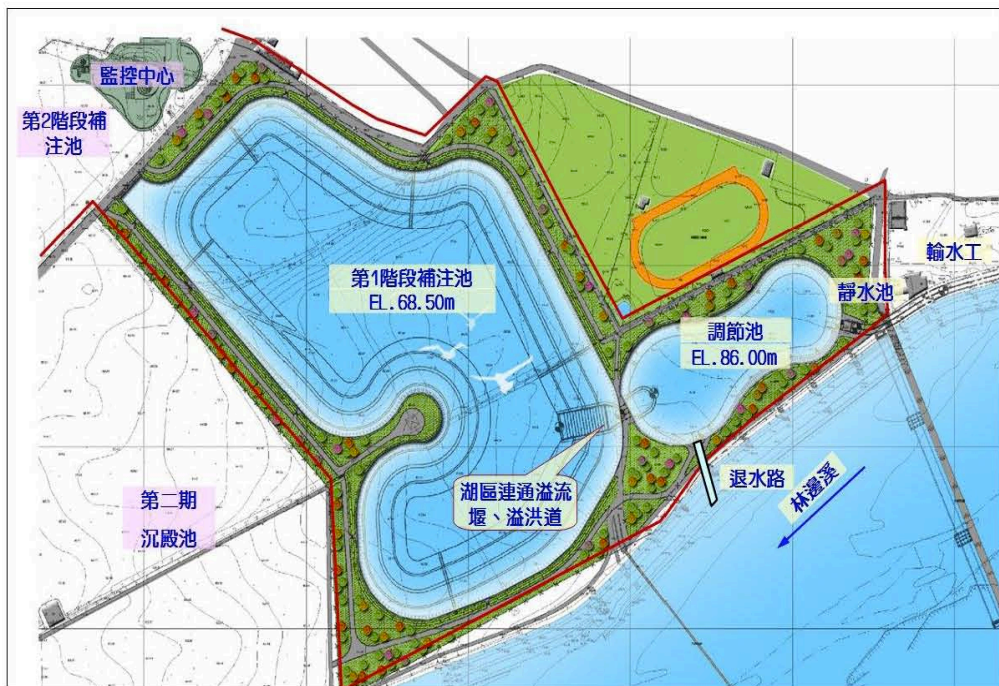


圖15 第一階段湖區平面配置圖

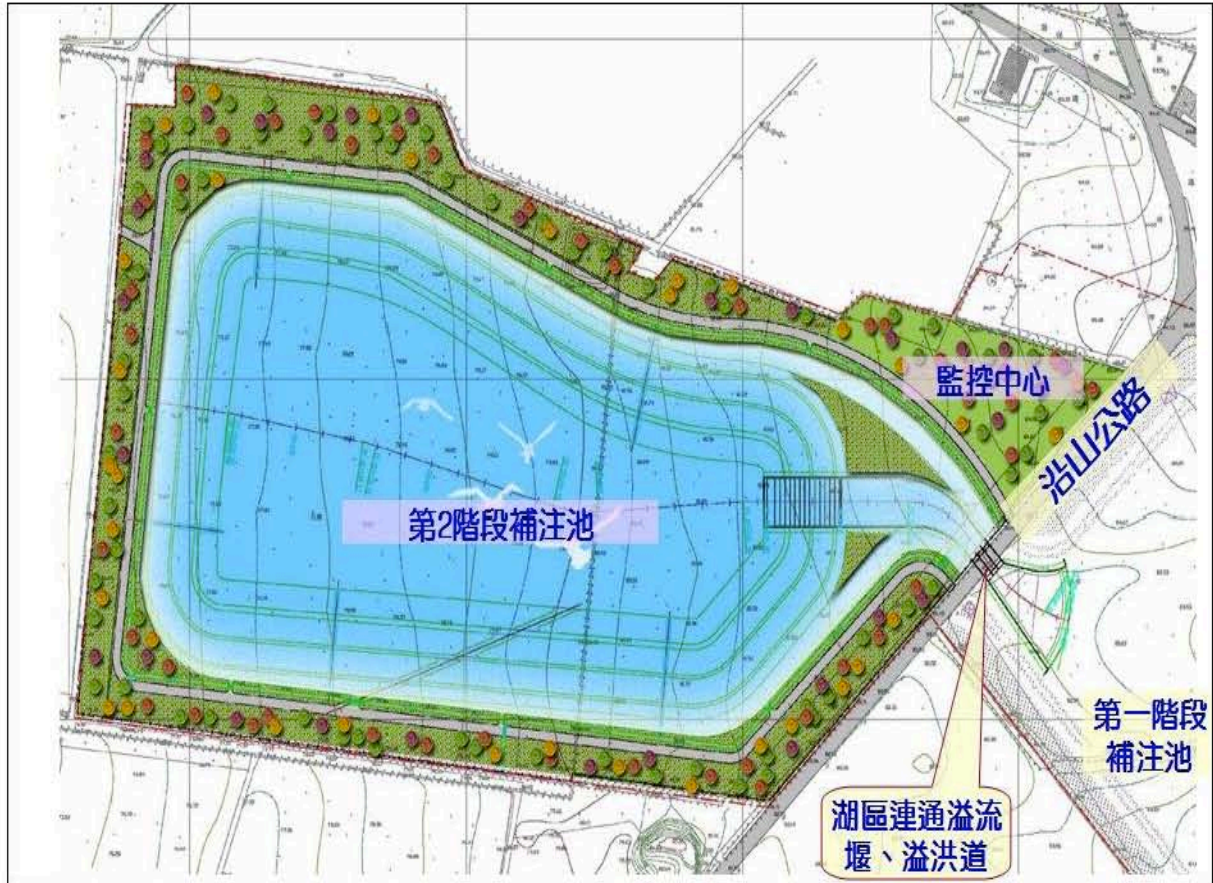


圖16 第二階段湖區平面配置圖

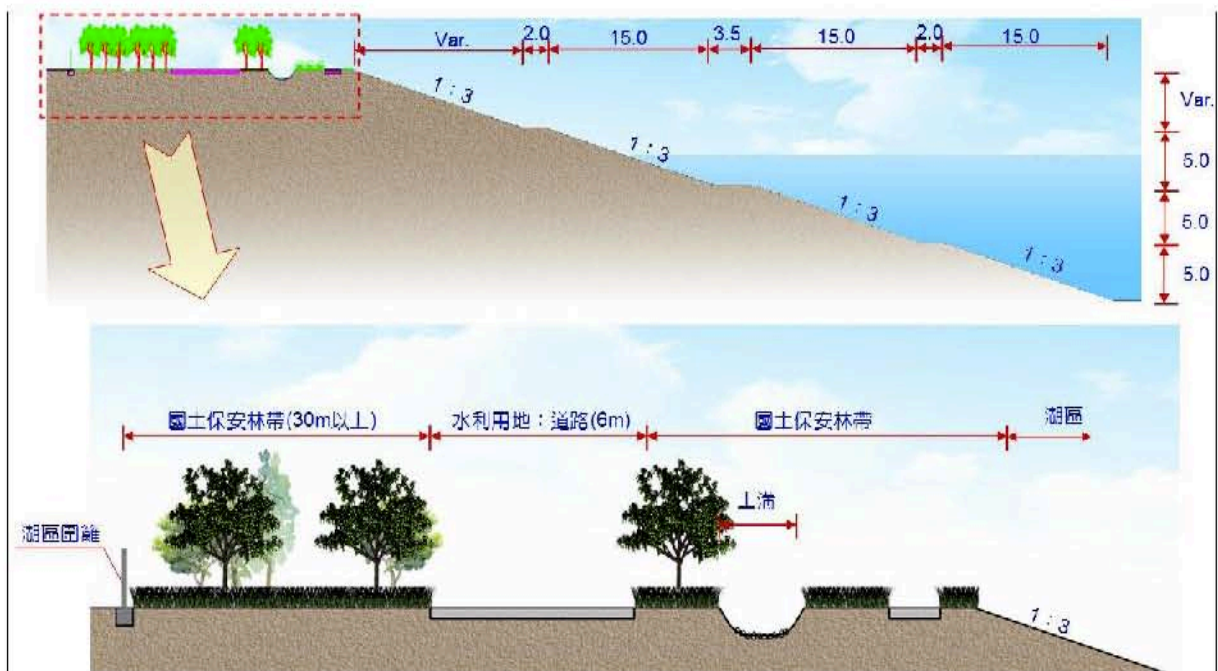


圖17 補助湖標準斷面圖

(七) 監控系統

監控系統包含水文與水質監測系統、CCTV即時監視系統、監控機房及其電力設備。

1. 水文、水質監測系統

- #1 監控箱
- #2 監控箱
- #3 監控箱
- #4 監控箱(沉澱池)
- #5 監控箱(第一階)
- #6 監控箱(第二階)

2. CCTV即時監視系統

- #1 CCTV監視設備
- #2 CCTV監視設備
- #3 CCTV監視設備
- #4 CCTV監視設備
- #5 CCTV監視設備
- #6 CCTV監視設備

3. 監控機房

- 多媒體視聽設備架設
- 監控系統硬體設備
- 監控系統軟體

4. 電力設備

- MP(控制機房)
- ATS(控制機房)
- 60KW柴油引擎發電機(控制機房)
- SMP(水尾閘門/緊急放流閘門)

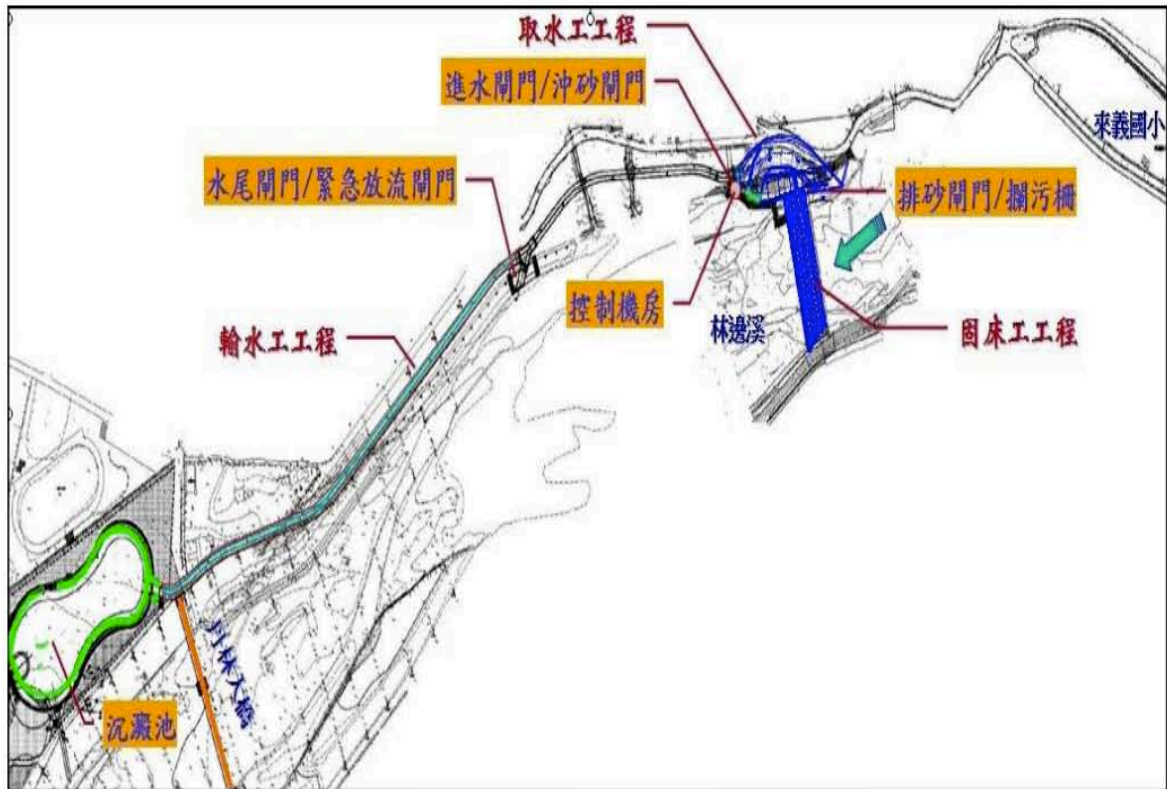


圖18 監控系統工程總平面圖(1/2)



圖19 監控系統工程總平面圖(2/2)

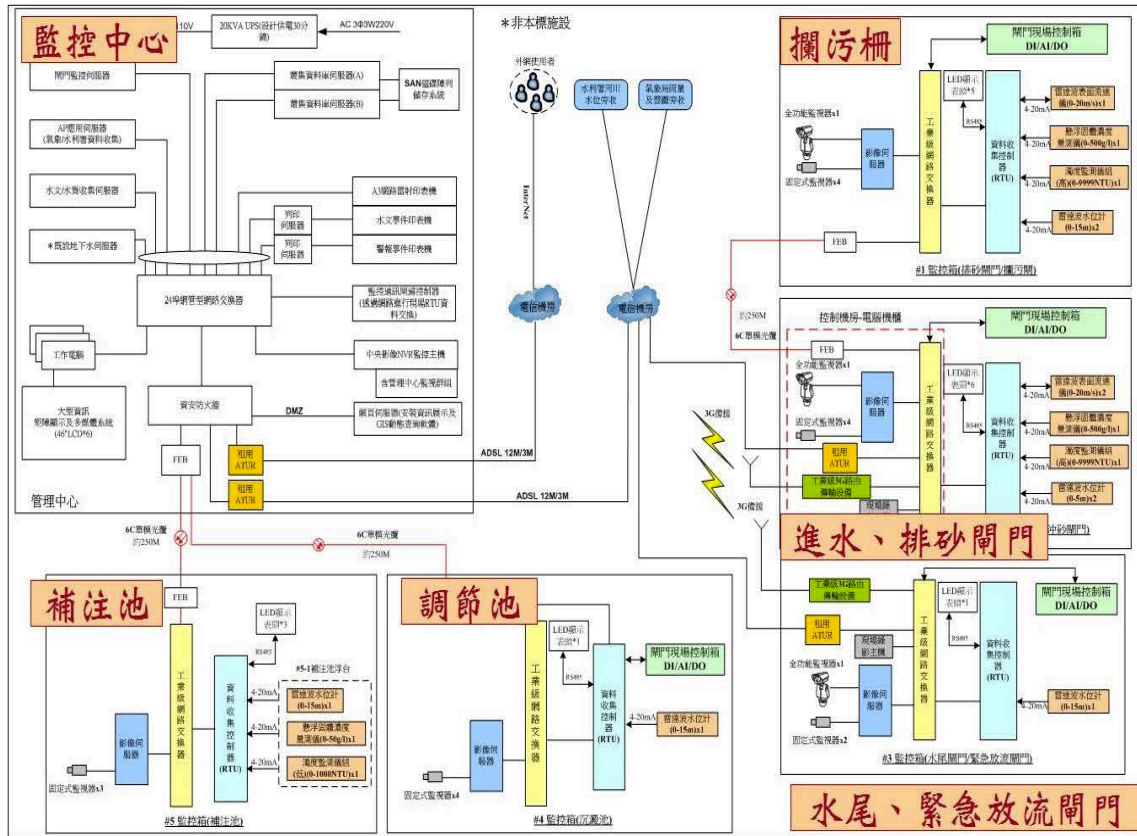


圖20 監控系統工程圖



圖21 監控室配置圖

(八) 水文氣象系統

本水文氣象系統於2010年建置後持續監測迄今，包含地下水觀測井儀器設備 17站(34口)、綜合氣象站(含雨量站2處)、流量監測站1站、觀測

系統(含水利署既有地下水觀測井)，各測站位置如圖22所示。

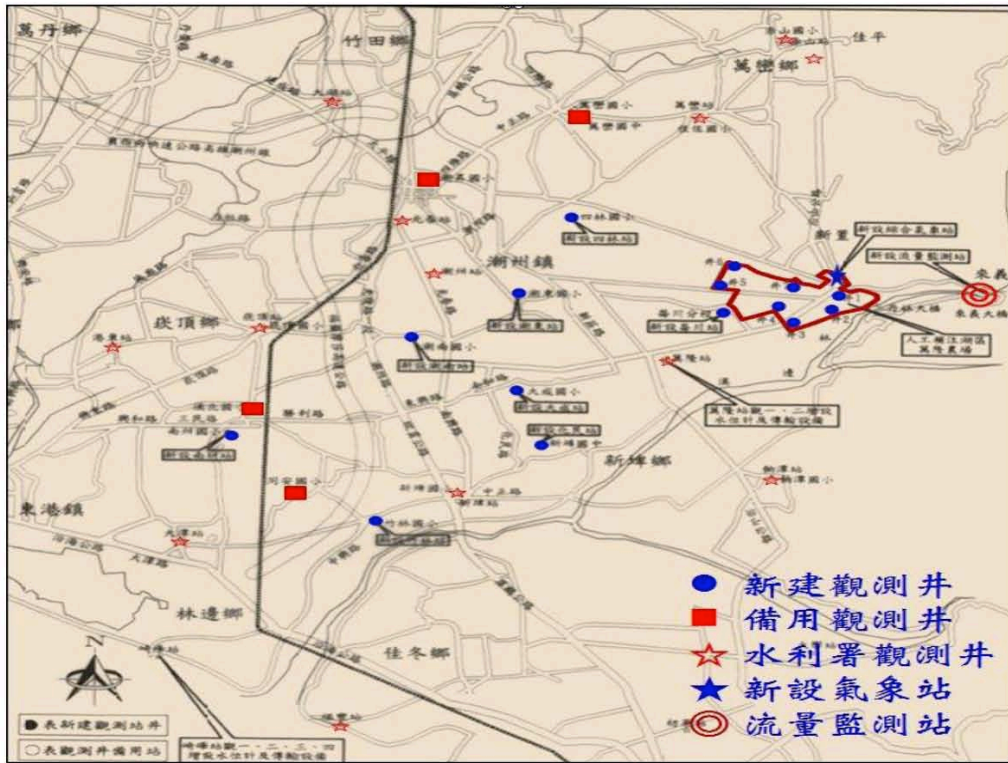


圖22 水文氣象系統安裝位置圖

(九) 施工前後衛星影像圖



圖23 補助湖設置前後衛星影像圖

六、效益初步評估

(一) 觀測資料分析

1. 2017年湖區完成，7/25~10/21進行引水入湖操作，引水約400hr，引水量約1,680萬 m^3 。
2. 2018年5~9月引水時間901hr，引水量約2,600萬 m^3 。
3. 以湖區水位記錄推估入滲率，第1湖區之入滲率1~5m/day，平均約3m/day。
4. 依據湖區週邊所布設的地下水位4口觀測井。2018年5月及9月所觀測之地下水位資料，9月比5月之地下水位上升18.76m~29.45m。
5. 水位觀測井：

- ①崙川國小（距湖區約2.9km）。
- ②潮東國小（距湖區約6.5km）。
- ③大成國小（距湖區約8.35km）。
- ④竹林國小（距湖區約11.6km）。

據2018年5月及9月地下水位觀測值9月比5月上升：

- ①崙川國小（22.14m）。
- ②潮東國小（8.02m）。
- ③大成國小（3.18m）。
- ④竹林國小（1.65m）。

可知距離越遠地下水位上升越小。

(二) 效益概述

1. 以上4及5項之地下水位上升，觀測期是在5~9月雨季，地下水位不全是補注湖之功，應含有降雨之地面入滲，惟確實地下水位明顯上升，減緩地層下陷應可期待。
2. 2018年5~9月引水901hr，引水量2,600萬 m^3 ，折算平均引水8 m^3 /sec，但是本計畫設計最大引水量116 m^3 /sec，對林邊溪洪峰折減，有助提高防洪效益。
3. 將洪水蓄存於流域平原之地下，形成地下水庫，以2018年5~9月引水2,600萬 m^3 入滲地下蓄存，如果抽取做為水資源利用，地下水層過濾之

清水，處理費用極低。水資源的價值以4元/m³計，價值約1億元。本第一期總工程僅14.13億元。現今地面水庫造價昂貴，環保嚴峻之時代背景下，地下水庫是另一水資源開發的途徑。

4. 湖區綠美化將是休閒活動最佳之處。
5. 南部陽光日照長，管理房屋頂及廣大湖區可開發太陽光電。

七、結語

1. 林邊溪流域面積345.2km²，年平均逕流量有6.9億m³可開發利用。
2. 本計畫第一期工程業已完成，屏東縣政府將以兩年時間營運觀測研究其效益，確認效益後再開發第二期工程。第二期計畫湖區面積250公頃（第一期50公頃）開發完成後效益將大增，將是全世界最大規模的人工補注湖。
3. 臺灣中西部沿海地盤下陷與防洪問題，經濟發展水資源缺乏問題，如能借鏡林邊溪之地下水補注湖計畫，將是另一與傳統不同的綜合治水方法。

投稿	107.11.06
校稿	107.11.08
定稿	107.11.12