V-112-02-49

鳥嘴潭

Niaozueitan Artificial Lake

經濟部水利署中區水資源分署
Central Region Water Resources Branch, Water Resources Agency,Ministry of Economic Affairs

財團法人中興工程科技研究發展基金會
SINOTECH FOUNDATION FOR RESEARCH & DEVELOPMENT OF ENGINEERING SCIENCES & TECHNOLOGIES

人工湖工程計畫-

推動與執行參訪研討活動

協辦單位：

國立臺灣大學生物環境系統工程學系／中國土木水利工程學會水資源委員會
中國土木水利工程學會永續發展委員會／中華工程股份有限公司／財團法人
中興工程顧問社／中興工程顧問股份有限公司

「鳥嘴潭人工湖工程計畫推動與執行」參訪研討活動
行程表

- 日期：112 年 11 月 16 日（星期四）
- 出發時間地點：**上午 09：25【高鐵台中站 6 號出口】**
- 研討及參訪地點：鳥嘴潭工務所（南投縣草屯鎮中和路 6 之 36 號）
  鳥嘴潭人工湖管理中心 (南投縣草屯鎮玉屏巷 1 之 6 號)
- 主辦單位：經濟部水利署中區水資源分署、財團法人中興工程科技研究發展基金會
- 協辦單位：國立臺灣大學生物環境系統工程學、中國土木水利工程學會水資源委員會、中國土木水利工程學會永續發展委員會、中華工程股份有限公司、中興工程顧問社、中興工程顧問股份有限公司
- 活動行程：

時間	活動內容	主講人 / 報告單位	地點
09:00~09:25	**報到、集合：高鐵台中站 6 號出口**		
09:25~10:00	**車程：高鐵台中站→鳥嘴潭工務所**		
10:00~10:10	報到		鳥嘴潭工務所
10:10~10:20	主辦單位 / 貴賓致詞	中區水資源分署 潘副分署長禎哲 中興工程基金會 曾董事長參寶	
10:20~10:50	主題一 鳥嘴潭人工湖計畫推動	中區水資源分署 潘副分署長禎哲	
10:50~11:00	休息時間		
11:00~11:30	主題二 臺灣水資源蓄存調節之回顧與展望 - 離槽式人工湖設置之研析	臺灣大學生工系 張教授倉榮	
11:30~12:20	午餐及交誼時間		
12:20~12:30	**車程：鳥嘴潭工務所→鳥嘴潭人工湖管理中心**		
12:30~13:00	主題三 烏溪鳥嘴潭人工湖工程計畫 - 湖區工程規劃設計說明	中興工程公司 廖技術經理哲民	鳥嘴潭人工湖管理中心
13:00~13:30	主題四 鳥嘴潭人工湖工程計畫湖區工程施工分享	中華工程公司 楊處長志遠	
13:30~13:40	休息時間		
13:40~14:00	綜合討論		
14:00~15:00	1. 鳥嘴潭人工湖管理中心屋突層 2. 搭乘中巴環繞 A 湖區 3. 隧道上方公園俯瞰引水設施	中區水資源分署 人員	現地參觀
15:00~	賦歸，前往高鐵台中站		

緣　起

鳥嘴潭人工湖工程計畫於民國 104 年 4 月 10 日核定，於烏溪左岸設置引水設施，將烏溪水源引至人工湖蓄存，完工後將供給草屯及彰化地區每日 25 萬噸民生用水，藉增供地面水，減緩彰化地區因地下水超抽造成的地層下陷問題，並提升中部地區供水韌性。

鳥嘴潭人工湖為全台第一座供給民生用水的人工湖，本研討活動就鳥嘴潭人工湖工程計畫推動、設計理念與施工過程進行分享，為此，中興工程科技研究發展基金會本著推廣水利、電力、環境資訊及回饋社會之宗旨，並邀請專家學者與工程相關科系之學生相互交流，藉由經驗分享與傳承，增進台灣對於大型水利建設的工程技術能力。

中興工程科技研究發展基金會　謹識

中華民國 112 年 11 月

目　錄

主題一

鳥嘴潭人工湖計畫推動

經濟部水利署中區水資源分署

潘禎哲 副分署長

鳥嘴潭人工湖工程計畫執行與推動參訪研討活動

鳥嘴潭人工湖計畫推動

潘禎哲 副分署長

112年11月16日

經濟部水利署
中區水資源分署

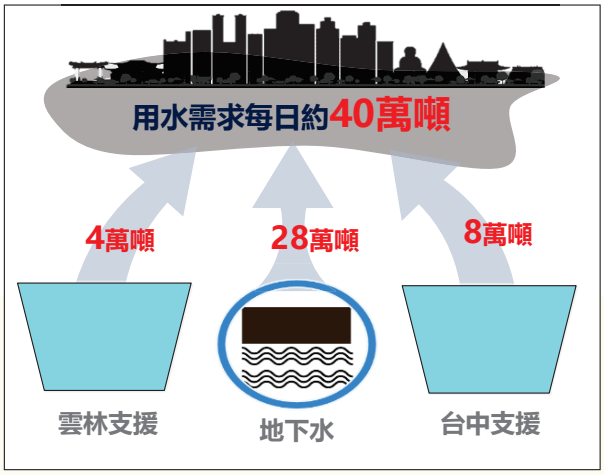
簡報大綱

- 壹 計畫簡介
- 貳 工程介紹
- 參 推動經驗分享

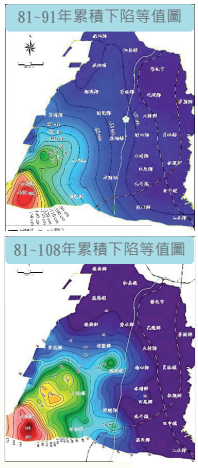
壹 計畫簡介

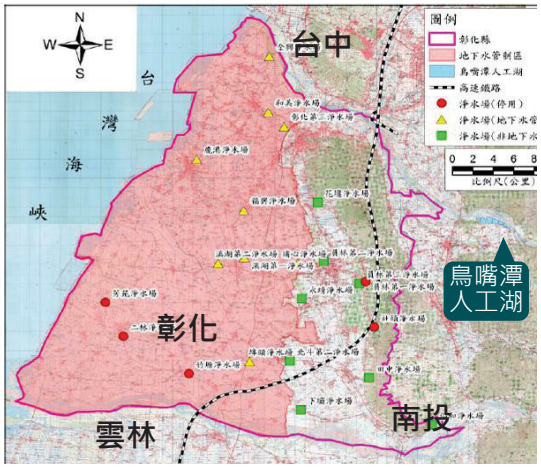
- 彰化地區約70%使用地下水，超抽地下水,造成地層下陷，影響國土安全
- 行政院核定「彰雲地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫」改善此問題

彰化地區用水現況



行政院104年核定





壹 計畫簡介

烏溪鳥嘴潭人工湖工程計畫

經費來源：前瞻基礎建設-水環境計畫

計畫經費：219.5億元

計畫期程：104~112年

計畫效益：每日提供彰化21萬噸、草屯4萬噸地面水

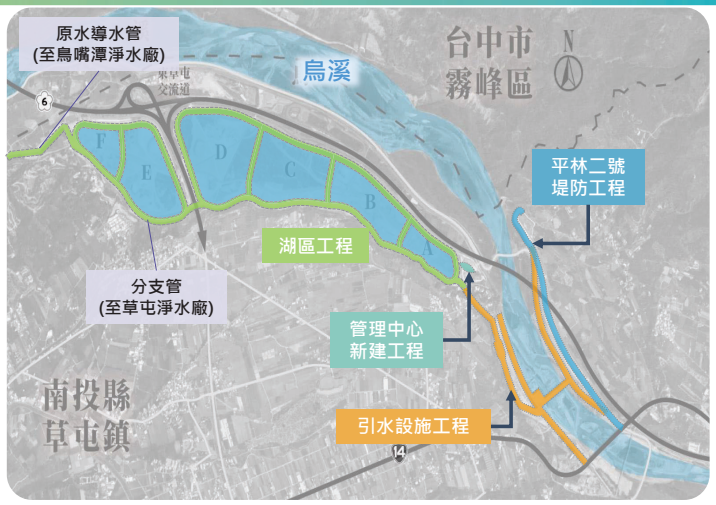
工程內容：1)平林二號堤防工程---已完工

2)引水設施工程---已完工

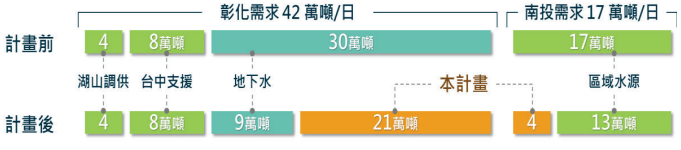
3)湖區工程---預計113年4月完工

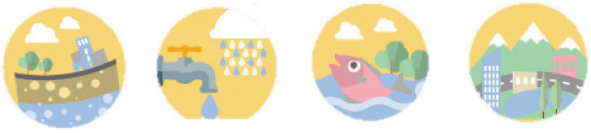
4)管理中心新建工程---已完工

計畫進度：98.08%(+0.75%)，截至10月31日止



人工湖效益





改善地層下陷　穩定區域水源　營造生態景觀　促進地方發展

壹 計畫簡介

貳 工程介紹

- ✓ 鳥嘴潭人工湖之先期工程
- ✓ 確保攔河堰設置後流路之穩定
- ✓ 堤頂植栽綠美化
- ✓ 設置涼亭與觀景台等

自行車步道

＋

欣賞攔河堰

貳 工程介紹

河道臨水作業施工困難

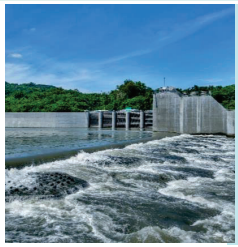
圍堰內滲流水導排

設置臨時快速導水路

貳 工程介紹

最大取水量 30 CMS

防 洪 標 準 200年重現期距

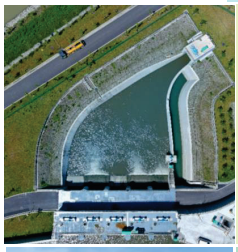


主堰體

多階式固床工
穩固河床基線

高程漸變、流況漸變
兼具全斷面魚道功能

水域連續 減少上淤下刷

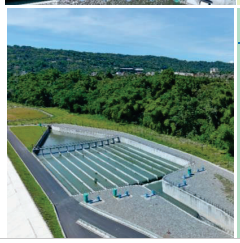


取水口

5道進水口

不對稱鐘型結構設計
順導水流

溢流堰限制最大取水量
確保下游基流量



沉砂池

逆坡工穩定流況

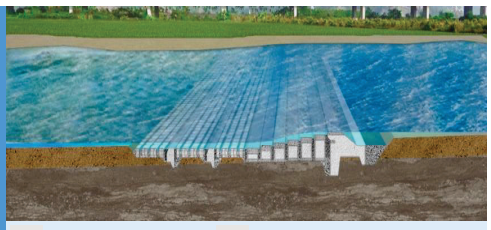
12道沉砂溝

取上層清水至人工湖蓄存

下層泥砂由暗渠排回烏溪

貳 工程介紹

多階式固床工設計



生態永續
- 混凝土用量小
- 水域連續
- 減少上淤下刷

高程漸變
- 連續多階、消能率高
- 獨立單元、允許不均勻沉陷
- 無閘門、閘墩

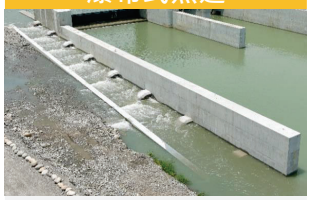
傳統堰壩設計

- 上下游水域不連續
- 多閘門，高維護成本
- 混凝土用量大、工時較長
- 上游易淤積、下游易淘刷

- 低矮堰體，堰頂高程右高左低，穩固河床基線
- 引導流路於左岸，利於取水
- 固床工高程漸變、流況漸變，形成全斷面魚道
- 維持辮狀河性、輸砂連續性

貳 工程介紹

瀑布式魚道

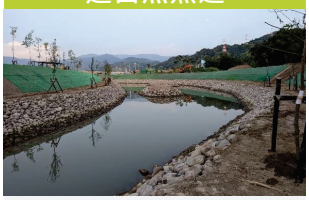


- 兼具固床工保護河床
- 平均流速1.2 m/s以上
- 逐階落差25cm便於上溯
- 水墊30cm供魚群暫歇
- 上溯輔助繩提供蝦蟹使用

全斷面魚道

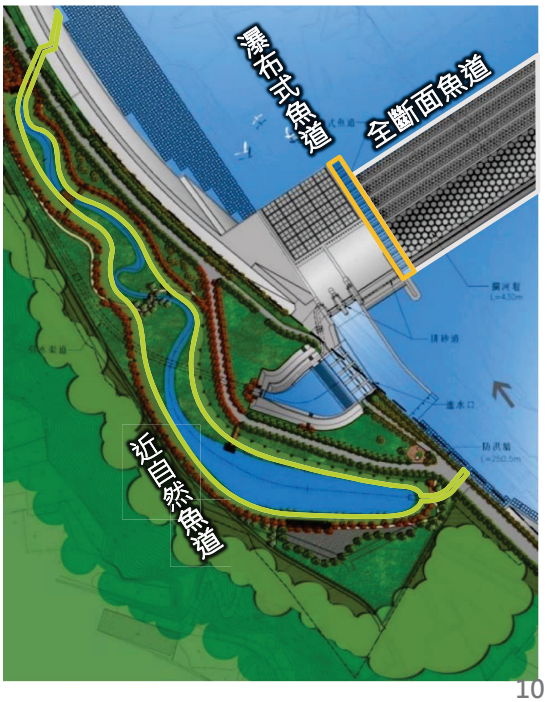
- 攔河堰兼魚道功能
- 流速漸變0~10m/s
- 左右落差25cm便於上溯
- 六角路徑避免水流直沖
- 流況漸變供不同魚種使用

近自然魚道



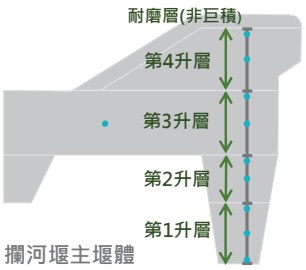
- 仿烏溪河道設計
- 流速0~1.2 m/s
- 複式河道營造棲地多樣性
- 設置閘門防止洪汛破壞
- 取表層水流，減緩淤積

工程河段影響魚種 及 預估主要使用魚道類型

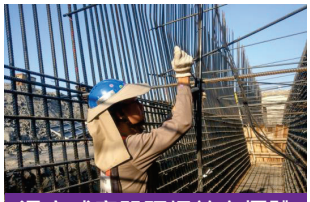


貳 工程介紹

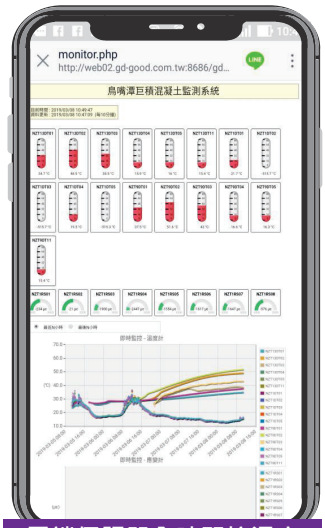
巨積混凝土溫度監測雲端化，強化溫度控制、提升施工品質



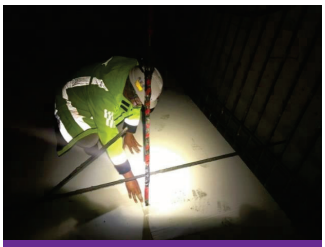
攔河堰主堰體
溫度計裝設位置示意



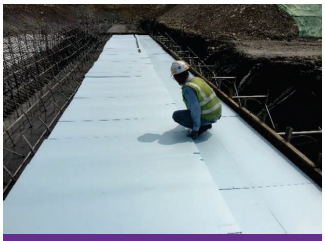
溫度感應器預埋於主堰體



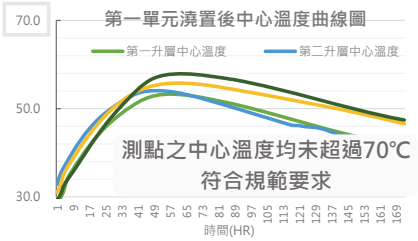
雲端伺服器全時間控溫度

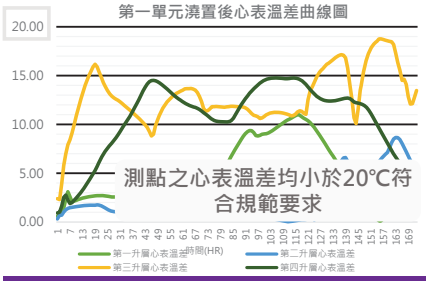


夜間加強保溫材鋪設



鋪設保溫PS版





溫度控制符合規範

貳 工程介紹

▶ 湖區工程大量土石方開挖

- 總挖方1,463萬立方公尺
- 砂石料913萬立方公尺
- 表土、岩方料550萬立方公尺
- 開挖深度達20m

- 滿水蓄水面積110公頃
- 蓄水量1450立方公尺(約7674座標準泳池)

貳 工程介紹

湖區工程
設6座人工湖，可單湖操作
湖區設有側溢流堰與退水箱涵

道路工程
環湖道路、聯外地方服務道路、
培厚運土便道

排水工程
湖區南、北側設排水系統，協助排洪與
農業圳路取水

輸水工程
採單孔箱涵，以閘門操作，
可單湖區蓄水

導水工程
導水路採DIP管
以蝶閥操作，可單湖區供水

貳 工程介紹

貳 工程介紹

A湖區開始供水至南投逐步提升(北投新圳引水)	110.12.30
B湖區完成進行有水試運轉	111.02.10
B湖區開始蓄升(北投新圳引水)	111.02.21
供水至南投及彰化4.5萬噸	111.04.30
完成引水設施取水功能(俟通過安全複核後改由攔河堰引水)	111.06.30
供水達每日9萬噸	111.07.31
E湖區開始蓄升	112.10.06

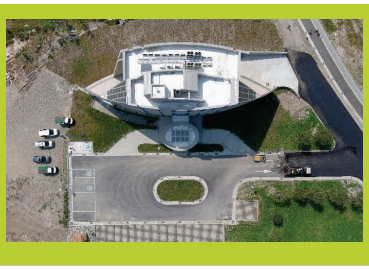
貳 工程介紹

風生水起

建築量體呈現

水(清淨) ◆ 光(智慧) ◆ 石(安定)

之設計理念



- 水流、鳥眼流線造型
- 外牆木紋清水模工法
- 呼應對岸裸露山壁
- 融入在地地景

參 推動經驗分享

用地處理 | 工程發包 | 施工執行 | 生態保育 | 民眾參與 | 營運管理 | 團隊組織

成立用地外業辦公室，現場立即服務



外業辦公室揭牌　　單一窗口即時服務　　到府服務

參 推動經驗分享

用地處理 | 工程發包 | 施工執行 | 生態保育 | 民眾參與 | 營運管理 | 團隊組織

充分溝通，從抗爭轉化成支持

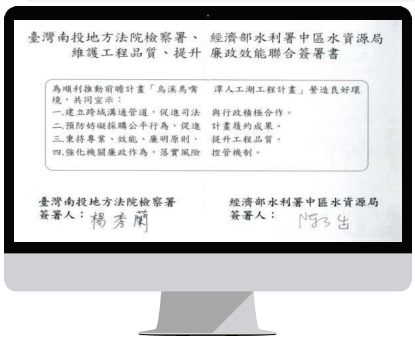

地方民眾抗爭　　合理發放救濟金，領錢笑嘻嘻

參 推動經驗分享

用地處理 | 工程發包 | 施工執行 | 生態保育 | 民眾參與 | 營運管理 | 團隊組織

成立廉政平台

1. 建立跨域溝通管道，促進司法與行政積極合作
2. 預防妨礙採購公平行為，促進計畫履約成果
3. 秉持專業、效能、廉明原則，提升工程品質
4. 強化機關廉政作為，落實風險管控機制


臺灣南投地方法院檢察署、經濟部水利署中區水資源局
維護工程品質、提升廉政效能聯合簽署書

為順利推動前瞻計畫「烏溪鳥嘴潭人工湖工程計畫」營造良好環境，共同宣示：
一、建立跨域溝通管道，促進司法與行政積極合作。
二、預防妨礙採購公平行為，促進計畫履約成果。
三、秉持專業、效能、廉明原則，提升工程品質。
四、強化機關廉政作為，落實風險控管機制。

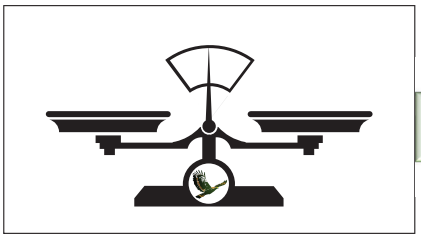
臺灣南投地方法院檢察署 簽署人：楊秀蘭
經濟部水利署中區水資源局 簽署人：

共同宣示

參 推動經驗分享

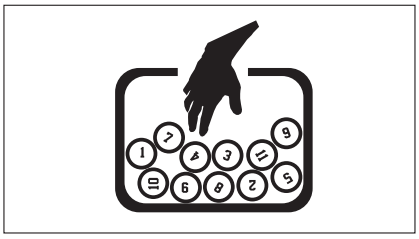
用地處理 | 工程發包 | 施工執行 | 生態保育 | 民眾參與 | 營運管理 | 團隊組織

工程評選公開透明化

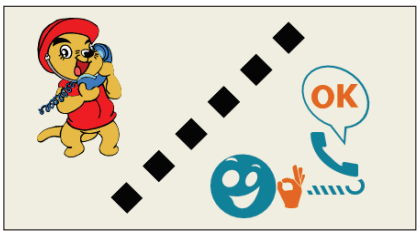


廉政平台建議過濾爭議委員

由廉政署協助過濾委員名單



局長公開抽籤



同仁電洽委員意願

公開委員名單並召開評選會議

評選結果公開

參 推動經驗分享

用地處理 | 工程發包 | **施工執行** | 生態保育 | 民眾參與 | 營運管理 | 團隊組織

六年期程，四年完成之決心

契約簽訂後即辦理開工進場作業

- 工程發包後於14天內簽約，並於10天內開工進行進行清除決除、圍籬架設及測量放樣作業等準備作業

副分署長進駐工務所

- 率領監造團隊督促工地，一發現問題立即請施工團隊進行處理

引進重型機具加速土方去化

- 載運數量為一般砂石車2倍，加速土石方去化速率

參 推動經驗分享

用地處理 | 工程發包 | **施工執行** | 生態保育 | 民眾參與 | 營運管理 | 團隊組織

落實永續公共工程政策及保護綠色資源

總共移植**975**棵　共計**34**種

第三河川局	**94**	
中區水資源局	鯉魚潭水庫：**20**	
	石岡壩：**20**	集集堰：**30**
	湖山水庫：**138**	桶頭堰：**98**
	鳥嘴潭	工務所：**86**
		管理中心：**293**
		平林二號堤防：**196**

桶頭堰樹木移植現況

老樹移植

定期除草養護

鳥嘴潭樹木移植後現況

變更工法，如期達成通水目標

變更

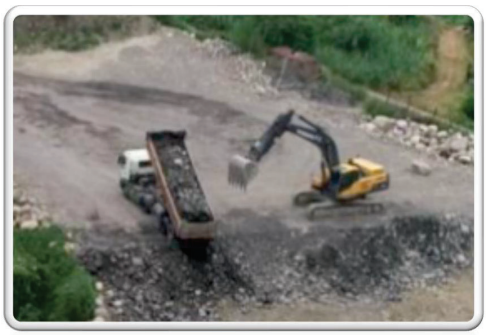
SP管內銲接

- SP管材較易銹蝕
- 管溝開挖深度深，長時間於管溝下方進行管口接合作業，恐增加侷限空間及飛落等風險
- 工序繁瑣，所需花費工時較長且不易維管

DIP管外螺栓鎖固

- DIP管材具有較佳抗耐腐蝕性
- 接合工作僅需使用管外螺栓鎖固作業，大大減少施工期間之工安風險
- 施工工時短且易維管

廉政平台幫幫忙，去除地方路霸



砂石場占用工程用地

廉政平台提出商討對策

施工、協調、訴訟並行

施工人員不畏辛勞，克服鄰水施工困難

大水後鋼筋重新綁紮

自製竹筏，提早恢復施工

啥咪，截水牆要作66年

原契約工法

變更後工法

- 施工中常遇粒徑大於1m以上之大塊石，以MASAGO油壓式抓掘機無法抓取，平均1周完成1單元2.8m
- 以截水牆9600m計算，完成截水牆需花66年
- 原工法常使機具故障，維修成本高，且容易坍孔

- 將截水牆下原礫石料置換，解決粒徑過大問題
- 乾式施工1單元可加長至10m，並每日可完成4-6單元，2.5年完成截水牆施作
- 變更後工法不易坍孔，且滲水機率降低

參 推動經驗分享

用地處理 | 工程發包 | 施工執行 | 生態保育 | 民眾參與 | 營運管理 | 團隊組織

土石方標售策略

區內標售情形

- 於110年初開始出料，至今已近3年

縣府暫置區

- 開挖土方暫置於縣府暫置區，以減少區內土方暫置量
- 與高公局合作運土便道直上國六，加速去化速率

北勢堤運土專用便道

- 打造砂石專用便道公里，減少環境衝擊
- 考量地方訴求，取消越堤道路施作並延長運土便道6公里銜接既有越堤道，於兩個月內完成

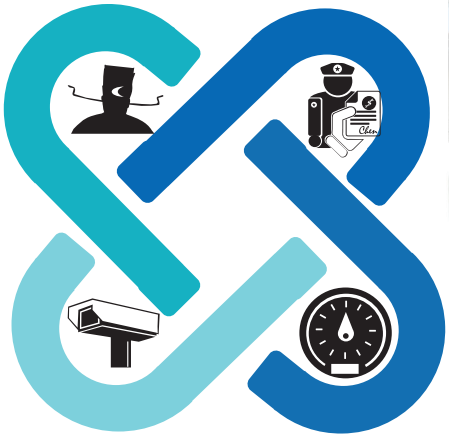
參 推動經驗分享

用地處理 | 工程發包 | 施工執行 | 生態保育 | 民眾參與 | 營運管理 | 團隊組織

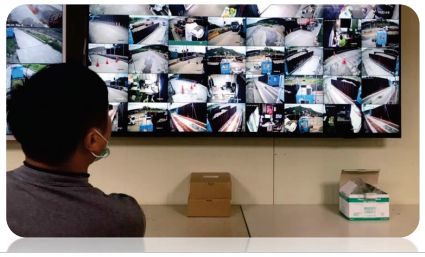
土石防弊作為，堵絕不法情事

廉政座談　簽署公約

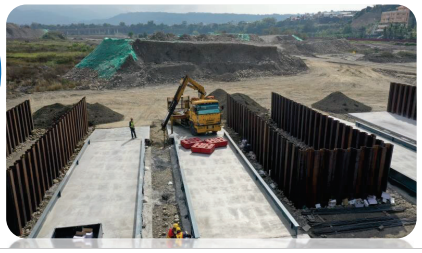
保全支援　多層管控



遠端監控　即時掌握



出場地磅　智慧防呆



土石方標售不如預期

拜訪鄰近砂石場

砂石場場勘

研議去化對策

- 因臺中建案地下室開挖故砂石業者提料意願不佳
- 前往鄰近砂石場訪談並勘查砂石場場區情形

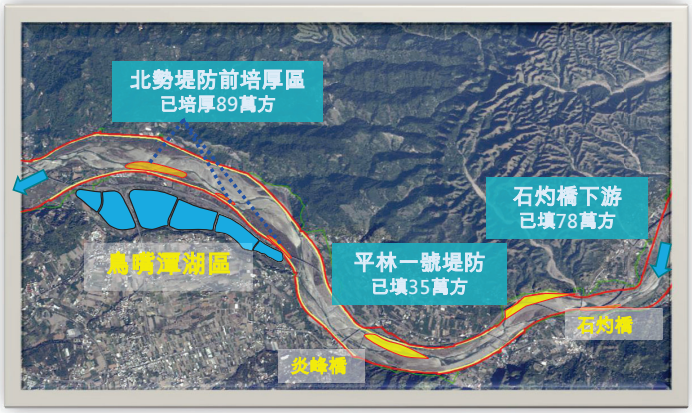
- 與鄰近河川分署研商暫不出料
- 研擬有價料去化對策(延長提貨天數、運費補貼、降低標售價格、另覓堆置區等)

土石去化不如預期，暫置湖區範圍

暫置EF湖區

暫置C湖區

岩方料何處去



岩方料無處去化

- 工區內剩餘岩方約550萬立方公尺

探詢鄰近公共工程有無需求

- 優先進行計畫區內使用(約350萬立方公尺)
- 其次提供給鄰近公共工程使用(約200萬立方公尺)

長官來訪推動環境營造

院長及部長視導鳥嘴潭

- 院長提示需加強環境及景觀營造並增加植栽、停車場及廁所數量

管理中心北側

引水設施工程沉砂池

湖區工程A湖區北側

湖區工程B湖區北側

- 規劃增加高莖草植物，目前種植喬木4,492棵、灌木18萬株
- 區內物種與垂直結構多樣性
- 召開多次景觀會議，決定停車場及廁所施作地點及型式

參 推動經驗分享

工程發包 ｜ 用地占用 ｜ 施工執行 ｜ **生態保育** ｜ 民眾參與 ｜ 營運管理 ｜ 團隊組織

成立生態保育小組

鳥嘴潭工程生態團隊

經濟部水利署
中區水資源分署

鳥嘴潭工務所

- 生態顧問：爾灣水利工程技師事務所 — 生態保育諮詢與協助
- 施工廠商生態團隊：東海大學 — 落實施工中生態檢核
- 環境監測：艾奕康工程顧問股份有限公司 — 施工前、中生態環境調查

成立
生態保育小組

生態專家學者、民間團體

- 就生態保育作為提供諮詢意見，每半年召開1次
- 截至目前已召開11次會議及3次現勘，會議資料及資訊皆公開專屬網站

參 推動經驗分享

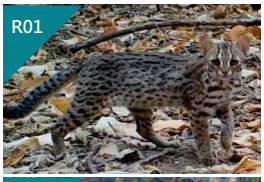
工程發包 ｜ 用地占用 ｜ 施工執行 ｜ **生態保育** ｜ 民眾參與 ｜ 營運管理 ｜ 團隊組織

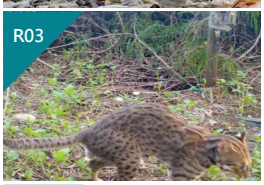
迄今已辨識周遭出沒21隻石虎個體，其中3隻為定居個體

發現石虎歷程

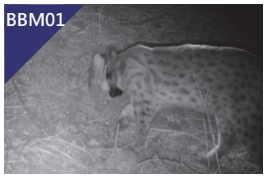
規劃階段	102年－105年	尚未發現石虎 環評承諾無納入石虎事項	重視生態
設計階段	106年－108年	徵詢專家委員意見 自主架設4台紅外線相機	發現石虎
施工階段	108年－至今	周遭廣佈20台以上相機 以雙向機輔助個體判釋 設置誘捕籠、配戴項圈追蹤	納入環差

定居個體





配戴項圈追蹤個體



推動經驗分享

工程發包 | 用地占用 | 施工執行 | 生態保育 | 民眾參與 | 營運管理 | 團隊組織

淺山精靈『石虎』

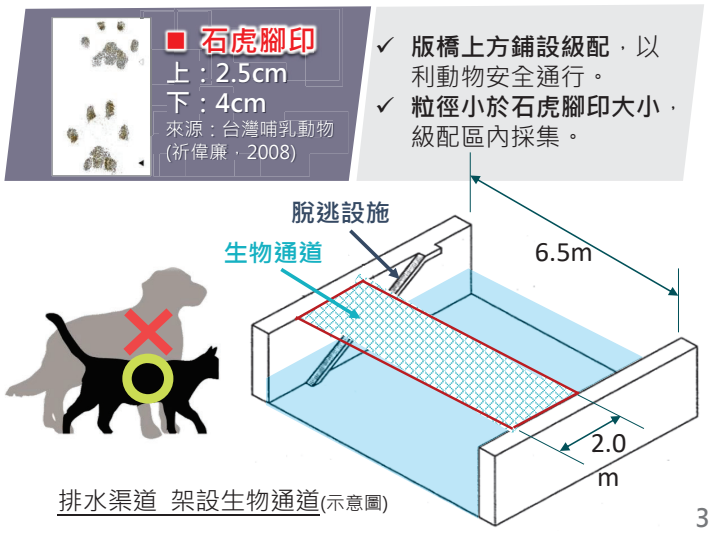
友善措施

- **設立動物通道**
  供動物安全穿越道路
- **動物防護網**
  依石虎身形設計,降低路殺
- **石虎覓食區域補償**
  種植地瓜及花生,吸引小型哺乳類,增加石虎食物來源
- **推動社區巡守隊**
  平林社區成功申請巡守隊
- **推廣友善耕作**
  鼓勵農民以不用農藥、化肥
- **流浪動物防治**
  設立流浪犬誘捕籠及舉辦免費絕育活動


石虎利用動物通道畫面


舉辦犬貓免費絕育活動

生物通道



排水渠道 架設生物通道(示意圖)

推動經驗分享

工程發包 | 用地占用 | 施工執行 | 生態保育 | 民眾參與 | 營運管理 | 團隊組織

烏溪瀕危物種『巴氏銀鮑』

跨機關合作

域外保種回放作業


參與林保署召開平台會議


協助林保署於烏溪南岸棲地營造


張前局長至域外保種(水試所)參訪


張前局長參與域外保種回放作業

參 推動經驗分享

工程發包 > 用地占用 > 施工執行 > **生態保育** > 民眾參與 > 營運管理 > 團隊組織

保育類鳥類照護及外來種移除

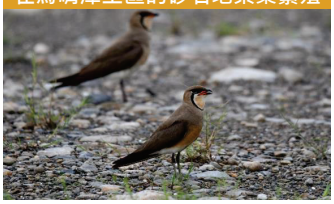
黑翅鳶

遠處觀察
待繁殖結束後方進行施工作業

於區外農田架設猛禽棲架
拍攝到黑翅鳶繁殖畫面

燕鴴

夏候鳥燕鴴
在鳥嘴潭工區的砂石地築巢繁殖



架設警示帶與臨時遮蔽所
待繁殖結束後方進行施工作業

110.11.06
草屯出現海蟾蜍通報

110.12-
社區生態課程加入海蟾蜍移除宣導

111.02.19
參加海蟾蜍志工培訓取得證書

中水分署、廠商代表
取得志工證書

111.03.02
成立邊境防守隊,第1次出巡移除6隻

111.03.14
參與林保署海蟾蜍業務分工會議
爭取負責發現熱區邊緣網格巡守

生物多樣性研究所林春富老師
受旗成立

111.03.15
成立邊境防守隊,第1次出巡移除6隻

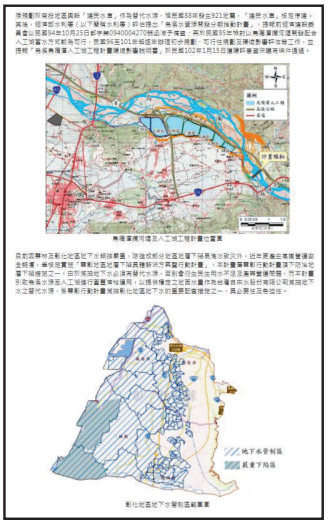
112.02.15-112.10.19
112年度出巡16次，捕獲近1500隻

加入網格分工(藍色區域)
戮力防止海蟾擴散

參 推動經驗分享

工程發包 > 用地占用 > 施工執行 > 生態保育 > **民眾參與** > 營運管理 > 團隊組織

成立計畫專屬網站



計畫緣起

摺頁文宣

宣導影片

專屬網站

參 推動經驗分享

工程發包 > 用地占用 > 施工執行 > 生態保育 > **民眾參與** > 營運管理 > 團隊組織

參與地方活動

三獻建醮

- 每12年一次的地方盛典
- 配合地方活動停工3日
- 由時任**中水分署張分署長庭華**擔任醮典主祭之一
- 為地方祈福

111年11月18日

草屯平林葡萄節

- 自開工來**已參與4次**
- 推廣在地農特產品
- 水資源環境教育
- 走進社區、傾聽民意

112年6月25日

整建鳥嘴潭正德廟

- 協助整修、重新彩繪
- 融入鳥嘴潭周邊特色
- 入火安座

112年9月6日

土地公戴官帽

- 鳥嘴潭正德廟 福德正神
- 晉爵加冠

112年9月26日

參 推動經驗分享

工程發包 > 用地占用 > 施工執行 > 生態保育 > **民眾參與** > 營運管理 > 團隊組織

公民參與

政策宣導

粉絲專頁經營

紀錄影片剪製

懶人包文宣手冊

地方溝通

定期拜訪意見領袖

說明會、座談會、協調會

參與地方活動

社區發展

凝聚地方共識

社區培力活動

發展社區巡守隊

民眾參與

舉辦主題活動

鳥嘴潭主題歌曲徵選並製作

地方公園營造問卷調查

推動經驗分享

工程發包 > 用地占用 > 施工執行 > 生態保育 > 民眾參與 > **營運管理** > 團隊組織

借道北投新圳，達成第一階段供水目標

進水口施工期間遭大水沖毀

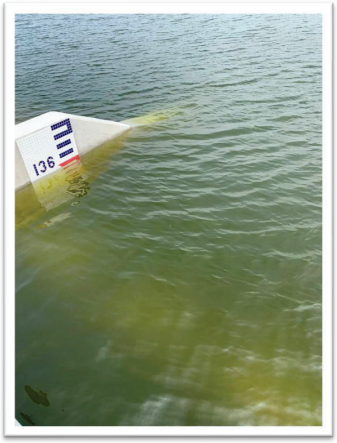
協調北投新圳借道引水

如期完成第一階段供水

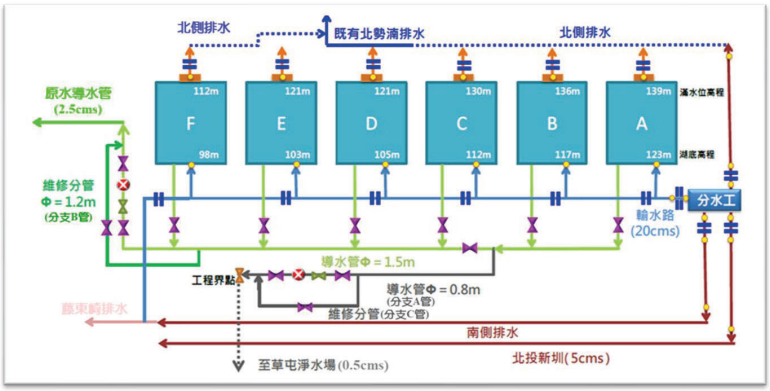
推動經驗分享

工程發包 > 用地占用 > 施工執行 > 生態保育 > 民眾參與 > **營運管理** > 團隊組織

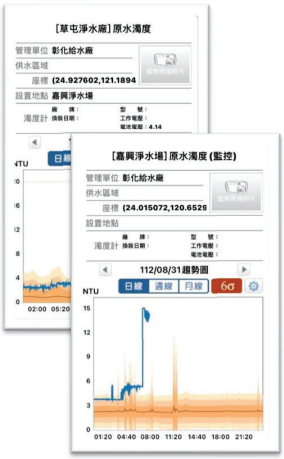
克服濁度限制、避免優養化，調整取、供水模式



水質優養化



單湖進水 => 多湖同時進水，促進原水循環
單湖供水 => 率定切換頻率，維持供水穩定



濁度監控

參 推動經驗分享

工程發包 > 用地占用 > 施工執行 > 生態保育 > 民眾參與 > **營運管理** > 團隊組織

就是那道光

鳥管中心玻璃帷幕反射影響行車視線

隨即以帆布覆蓋並辦理會勘討論改善方式

鋪設防眩貼膜，發散反射太陽光

參 推動經驗分享

工程發包 > 用地占用 > 施工執行 > 生態保育 > 民眾參與 > 營運管理 > **團隊組織**

由內而外，凝聚團隊向心力

第一階段蓄水

- 大家圍在一圈分享從施工到蓄水時的感想

九九峰登山

- 每年年初長官帶領監造及施工團隊一起攀登九九峰，一起迎向新的挑戰

填寫祈願卡

- 新的一年，大家一起填寫今年目標及願景

推動經驗分享

工程發包 > 用地占用 > 施工執行 > 生態保育 > 民眾參與 > 營運管理 > 團隊組織

經濟部水利署 中區水資源分署

廉政
- 法務部 最高檢察署
- 法務部 廉政署

技術
- 經濟部水利署 水利規劃分署
- 國立嘉義大學
- 經濟部水利署 第三河川分署

安全
- 中華民國 工業安全衛生協會
- 勞動部 職業安全衛生署
- 南投縣政府 消防局

環境
- 農業部 林業試驗所
- 農業部 生物多樣性研究所
- 台灣之心 愛護動物協會
- 農業部 林業及自然保育署
- 國立中興大學
- 行政院農業委員會 水產試驗所

地方
- 私立南開 科技大學
- 南投縣 草屯鎮公所
- 平林社區 發展協會
- 土城社區 發展協會
- 國立暨南 國際大學

合作
- 台灣自來水公司 中區工程處
- 農業部農田水利署 南投管理處
- 台灣糖業公司 中彰區處
- 台灣電力公司 南投管理處
- 交通部 高速公路局
- 南投縣政府

推動經驗分享

工程發包 > 用地占用 > 施工執行 > 生態保育 > 民眾參與 > 營運管理 > 團隊組織

通力合作，齊力拿金


引水工程第一屆行政透明績優獎


湖區工程第三屆行政透明績優獎


湖區工程第二屆水利職人大賞


管理中心第三屆水利職人大賞

引水工程混凝土工程優良獎

引水工程金安獎佳作

引水工程金質獎特優

湖區工程金安獎優等

生態永續 韌性效能 跨域協調

烏溪水資源開發之傳承與創新

鷺4i烏嘴潭粉絲專頁

烏嘴潭專屬網站

簡報完畢　敬請指教

經濟部水利署
中區水資源分署

主題二

臺灣水資源蓄存調節之回顧與展望 - 離槽式人工湖設置之研析

臺灣大學生物環境系統工程學系

張倉榮 教授

臺灣水資源蓄存調節之回顧與展望
-離槽式人工湖設置之研析

張倉榮、王嘉和

生工系/水工所/天災中心/生態工程中心

國立臺灣大學

大綱

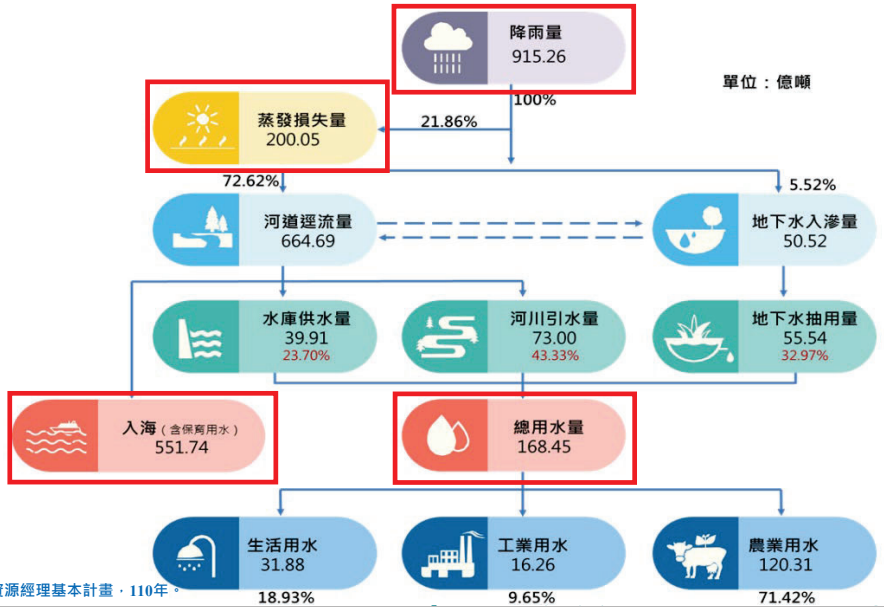
- 臺灣水資源
  - 供應與需求
  - 水權量
  - 水文特性
  - 地文特性
- 國內外蓄水設施
- 鳥嘴潭人工湖期許與展望

臺灣水資源－供應與需求

99 - 108年 平均水資源量及利用量

用水量 只占 降雨量 的 18.4%
入海量 卻占 降雨量 的 60.3%

水資源蓄留還可以再加強



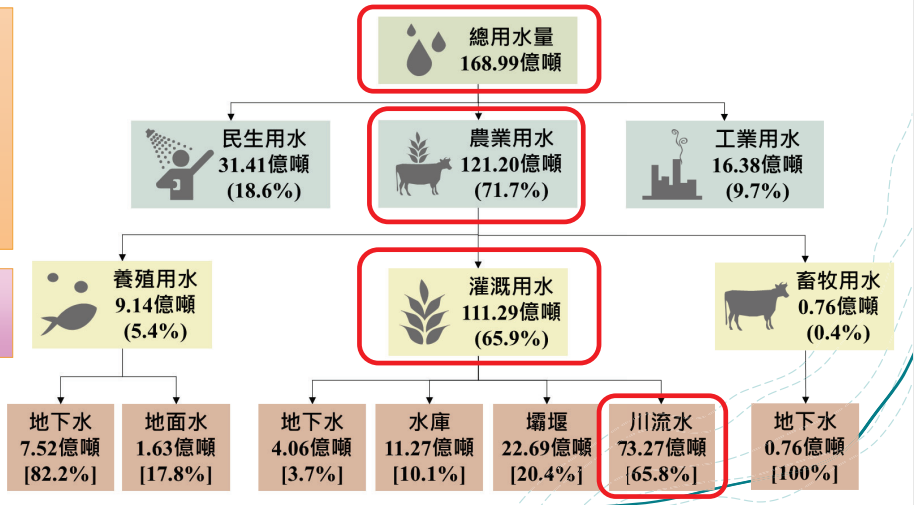
資料來源：經濟部水利署，臺灣各區水資源經理基本計畫，110年。

臺灣水資源－供應與需求

100年~109年各標的用水量(農田水利署)

農業用水 占 總用水量 71.7%
灌溉用水 占 農業用水 91.8%
灌溉用水 中 65.8% 為 川流水
30.5% 為 壩堰/水庫
3.7% 為 地下水

川流水占比高，易受河川豐枯影響



資料來源：1.各標的用水量統計、蓄水設施統計，100~109年，經濟部水利署
2.各農田管理處灌溉用水實績資料，100~109年，農田水利資料輯

臺灣水資源－水權量

臺灣地區近5年(107年~111年)各標的水權量(去除水力用水)

農業用水占總水權量的 72.66%
農業用水地面水占總水權量的 63.74%

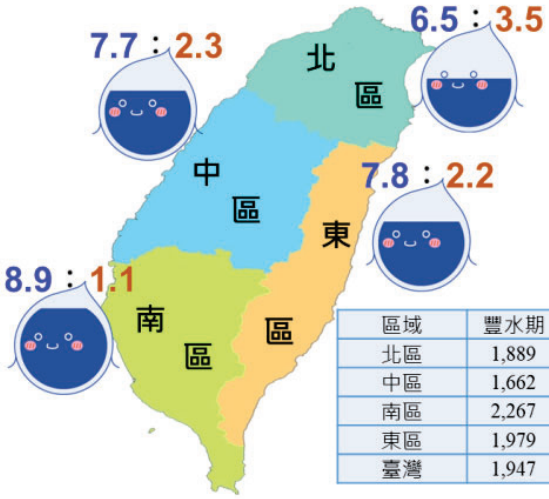
總水權量 309.05億噸

- 家用及公共給水(17.96%) 55.51億噸
  - 地面水(14.79%) 45.70億噸
  - 地下水(3.17%) 9.81億噸
- 農業用水(72.66%) 224.56億噸
  - 地面水(63.74%) 196.99億噸
  - 地下水(8.92%) 27.57億噸
- 工業用水(8.06%) 24.92億噸
  - 地面水(5.58%) 17.25億噸
  - 地下水(2.48%) 7.66億噸
- 其他用途(1.32%) 4.07億噸
  - 地面水(0.62%) 1.93億噸
  - 地下水(0.69%) 2.15億噸

水庫有蓄豐濟枯的功效，因此有額外水權

臺灣水資源－水文特性(豐枯不均)

38-108年 豐枯水期平均降雨量與降雨比率

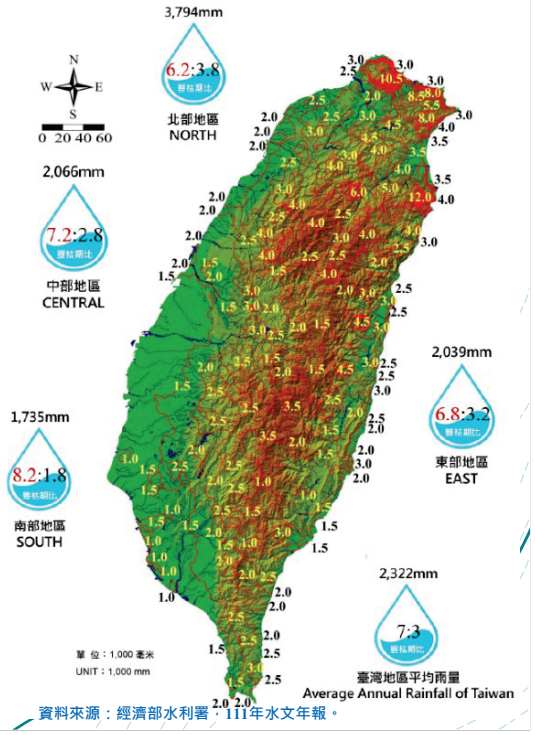


單位：毫米

區域	豐水期	枯水期	歷年平均	111年
北區	1,889	1,035	2,924	3,794
中區	1,662	498	2,160	2,066
南區	2,267	280	2,547	1,735
東區	1,979	566	2,545	2,039
臺灣	1,947	560	2,507	2,322

資料來源：經濟部水利署電子報，第0442期。

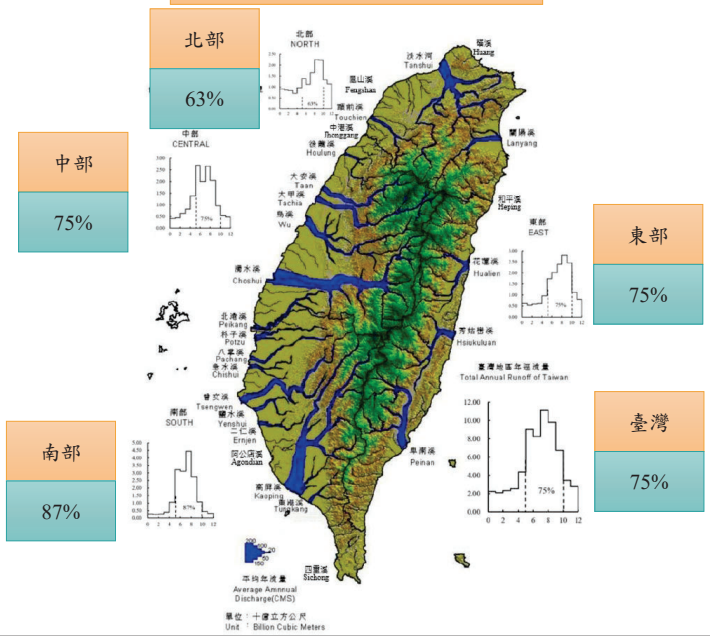
111年等雨量線圖



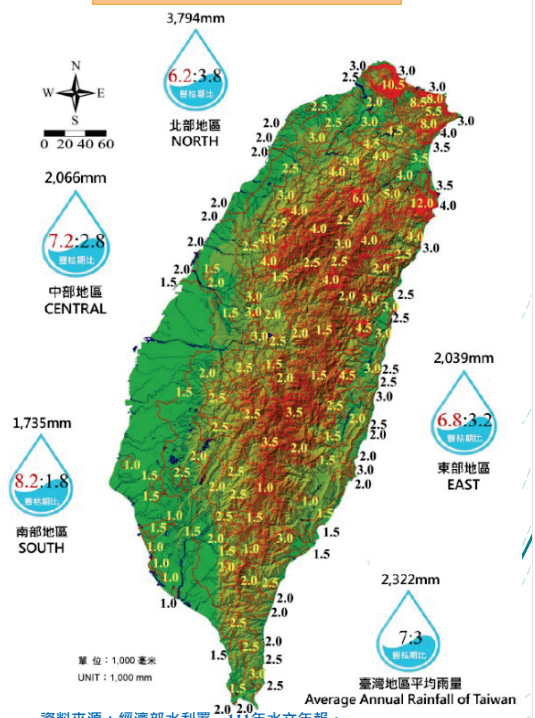
資料來源：經濟部水利署，111年水文年報。

臺灣水資源－水文特性(豐枯不均)

38~111年逕流分布圖



111年等雨量線圖



資料來源：經濟部水利署，111年水文年報。

臺灣水資源－水文特性(豐枯不均)

因為降雨豐枯不均，因此需要藉由水庫蓄豐濟枯，調節水資源。

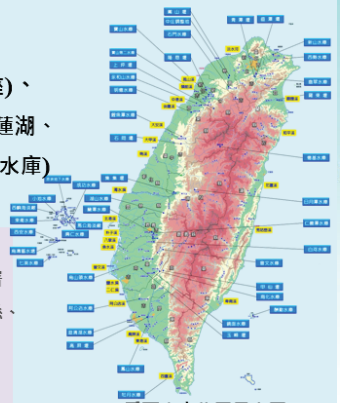
水 庫

全國公告水庫95座

主管機關分別為經濟部(91座)、高雄市政府(觀音湖)、金門(蓮湖、菱湖)及連江縣政府(津沙一號水庫)

管理單位：

- 經濟部-台電、台水、台糖、水利署
- 地方政府-臺北市、高雄市、連江縣、金門縣
- 農田水利會-苗栗、南投、嘉南、屏東



重要水庫位置示意圖

北部 16 座有效容量58,777.3萬噸

中部 21 座有效容量60,189.0萬噸

南部 23 座有效容量78,649.2萬噸

東部 6 座有效容量 100.8萬噸

離島 29 座有效容量 1,029.2萬噸

澎湖 8 座有效容量 349.6萬噸

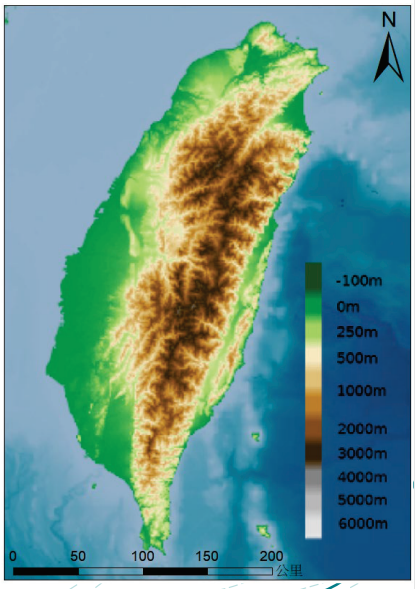
金門 13 座有效容量 565.9萬噸

連江 8 座有效容量 113.8萬噸

臺灣水資源－地文特性(山陡水急)

臺灣本島呈紡錘形，總面積約3.6萬平方公里，南北長約394公里，東西長約144公里；南北走向的山脈為主要分水嶺，河川東西分流，且因山脈偏東，故河川東短西長。

且標高1,000 公尺以上的山區佔總面積31.5%，100~1,000 公尺的坡地也高達31.3%，100 公尺以下的平地不過佔37.2%，造成“河短、坡陡、流急”，降雨後逕流迅速入海，甚難蓄存，且河谷狹窄，庫容有限，水庫雖多，總容量卻不大。



臺灣水資源－地文特性(山陡水急)

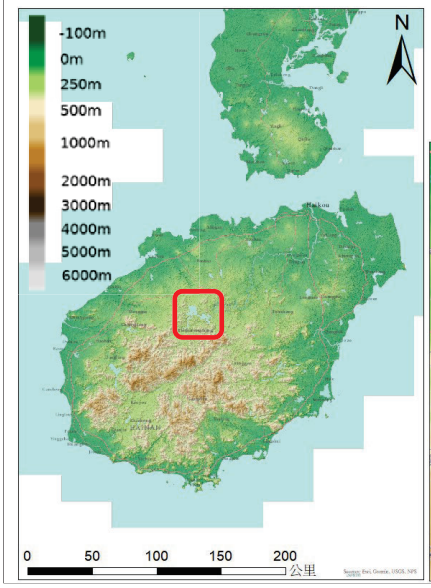
以地形來看，差不多壩高180公尺的水庫，臺灣德基水庫容量僅有1.9億立方公尺，但美國加州沙斯塔壩壩高183公尺(Shasta Dam)庫容就有55億立方公尺，三峽大壩壩高185公尺更有393億立方公尺，海南島松濤水庫壩高80公尺亦有33.4億立方公尺。

臺灣壩高100公尺以上水庫

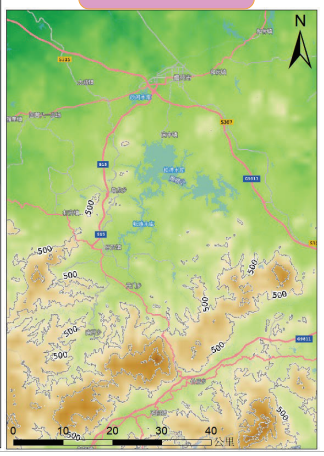
水庫名稱	壩體形式	壩堰高(公尺)	壩堰長(公尺)	集水區面積(公頃)	滿水位面積(公頃)	設計總容量(萬立方公尺)	設計有效容量(萬立方公尺)	最新施測總容量(萬立方公尺)	最新施測有效容量(萬立方公尺)	最新施測時間
翡翠水庫	混凝土拱壩	122.5	510	30,300.00	1,024.00	40,600.00	34,409.30	37,817.90	33,376.60	111.12
石門水庫	土石壩	133.1	360	76,340.00	861.5	30,912.00	25,188.00	20,533.20	19,932.80	110.11
德基水庫	混凝土双曲線拱壩	181	290	60,002.00	414.2	23,200.00	18,300.00	18,866.00	18,866.00	111.05
霧社水庫	拱形重力式混凝土壩	114	205	21,900.00	257.5	14,860.00	14,860.00	3,682.50	3,682.50	110.1
曾文水庫	土石壩	134	400	48,100.00	1,904.00	80,381.70	68,661.70	50,824.50	50,685.30	111.1

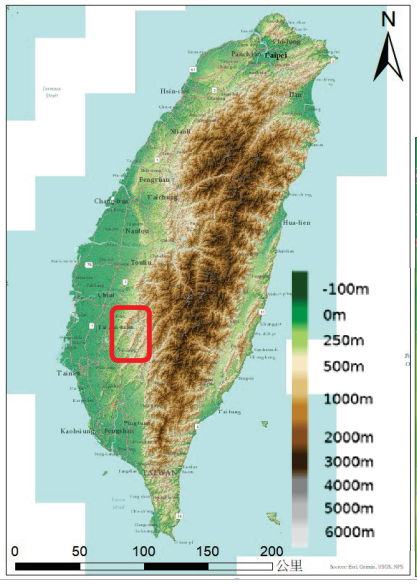
臺灣水資源－地文特性(山陡水急)

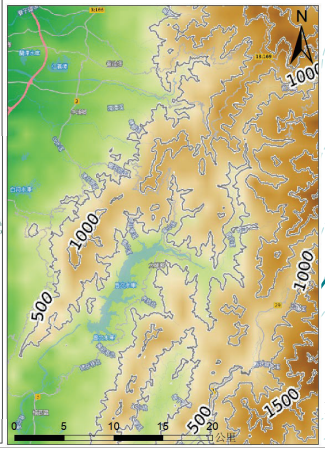
海南島松濤水庫33.4億立方公尺，曾文水庫5.06億立方公尺。



6倍庫容







臺灣水資源－地文特性(山陡水急)

與臺灣地形相近的日本有超過2,700座水庫(壩高15公尺以上)，壩高最高水庫為黑部水庫186公尺容量1.99億立方公尺，容量最大為德山水壩6.60億立方公尺壩高161公尺。但日本的水庫、湖泊、人工湖或是埤塘將近20萬個，光兵庫縣就約有4萬2千個，其中以近畿地區滋賀縣的琵琶湖為最大蓄水湖泊，有效容積有190億立方公尺。

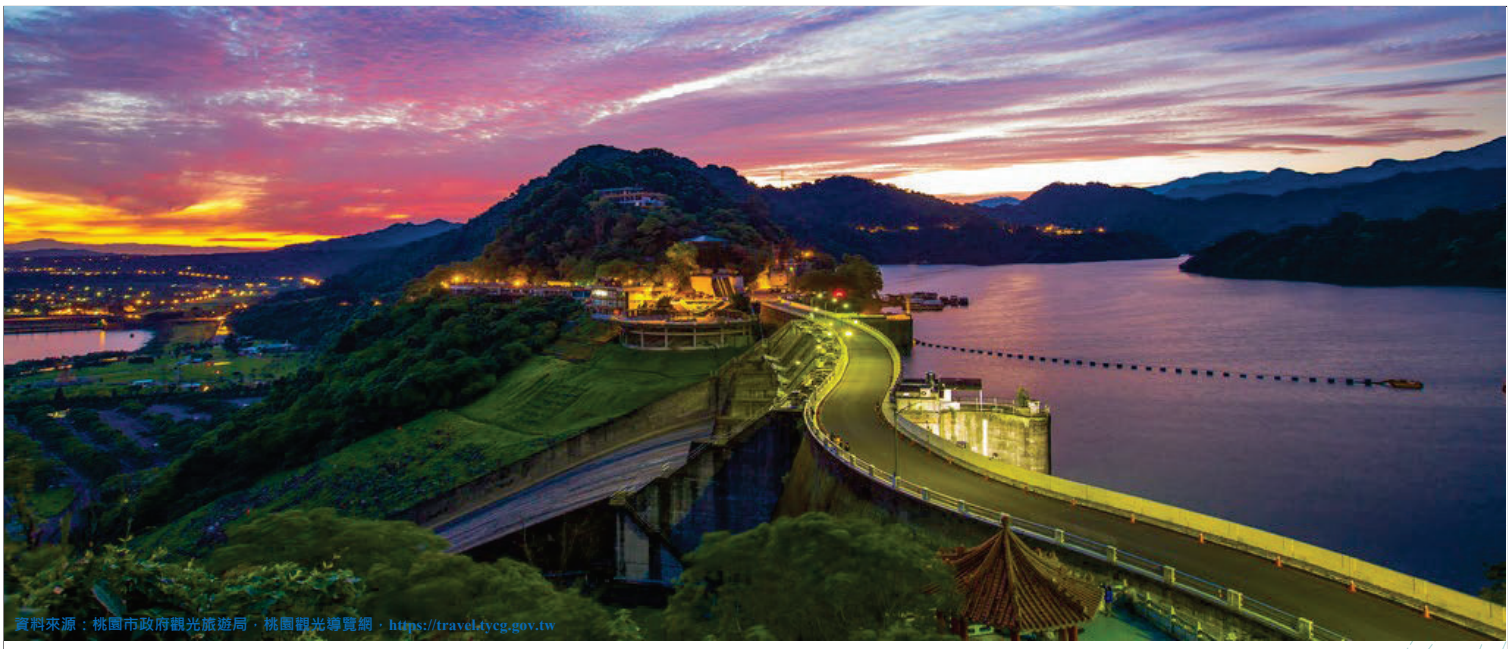
日本各地區最大容量蓄水設施

地區	所在地	水庫、湖泊	總貯水容量(千立方公尺)	有効貯水容量(千立方公尺)	水系	水壩	管理者	完工年份
北海道地區	千歲	支笏湖	20,900,000	-	石狩川	千歲第一堰堤	王子製紙	1910
東北地區	青森	十和田湖	4,800,000	-	奥入瀨川	子之口制水門	東北電力	1936
關東地區	茨城	霞ヶ浦	1,253,000	617,000	利根川	常陸川水門	水資源機構	1995
北陸地區	新潟	銀山湖(奥只見湖)	601,000	458,000	阿賀野川	奥只見水壩	電源開発	1960
甲信・東海地區	岐阜	德山湖	660,000	380,400	木曾川	德山水壩	水資源機構	2007
近畿地區	滋賀	琵琶湖	27,500,000	19,000,000	淀川	瀨田川洗堰	水資源機構	1991
中國地區	山口	あぶ	153,500	131,500	阿武川	阿武川水壩	山口縣	1974
四國地區	高知	早明浦湖	316,000	289,000	吉野川	早明浦水壩	水資源機構	1978
九州・沖繩地區	宮崎	米良湖	261,315	155,500	一瀨川	一瀨水壩	九州電力	1963

臺灣水資源－水庫

- 臺灣山谷/河谷水庫(100米以上)容量超過全部水庫容量的**65%**。
- 山谷/河谷水庫蓄留上游水體，較無汙染，水質較為良好。
- 中、下游平地水庫可能因為上游區域農業、畜牧業、工業等汙染，造成水質較差。
- 因山谷/河谷水庫高山適當壩址多已開發，因此需要進行平地水庫發展，用以蓄留中、下游水體， 讓地表水的利更加有效率，而非直流入海。

水庫名稱	有效容量(萬立方公尺)	水位高程(公尺)
德基水庫	18,866.34	1,407.67
霧社水庫	3,682.50	1,002.38
日月潭水庫	12,949.09	748.19
鯉魚潭水庫	11,555.87	298.36
石岡壩	148.41	273.82
石門水庫	20,526.01	244.56
曾文水庫	50,685.26	229.95
湖山水庫	5,058.33	211.5
南化水庫	8,949.00	179.89
翡翠水庫	33,550.50	164.4
寶山第二水庫	3,147.18	149.03
鏡面水庫	97.61	142.28
寶山水庫	500.83	140.81
牡丹水庫	2,651.32	139.65
白河水庫	1,387.50	105.49
仁義潭水庫	2,480.27	104.46
永和山水庫	2,993.43	85.1
新山水庫	995.96	84.38
蘭潭水庫	921.8	75.23
西勢水庫	39.57	70.65
大埔水庫	529.9	68.73
明德水庫	1,239.84	59.44
烏山頭水庫	7,920.85	57.32
阿公店水庫	1,519.81	37.61
澄清湖水庫	259.97	17.08



國內外蓄水設施

蓄水設施

廣義蓄水設施可以為水庫、湖泊、埤塘、水池、濕地、水缸、水塔等用於儲水的容器，其中較大型的就為水庫(Reservoir)。

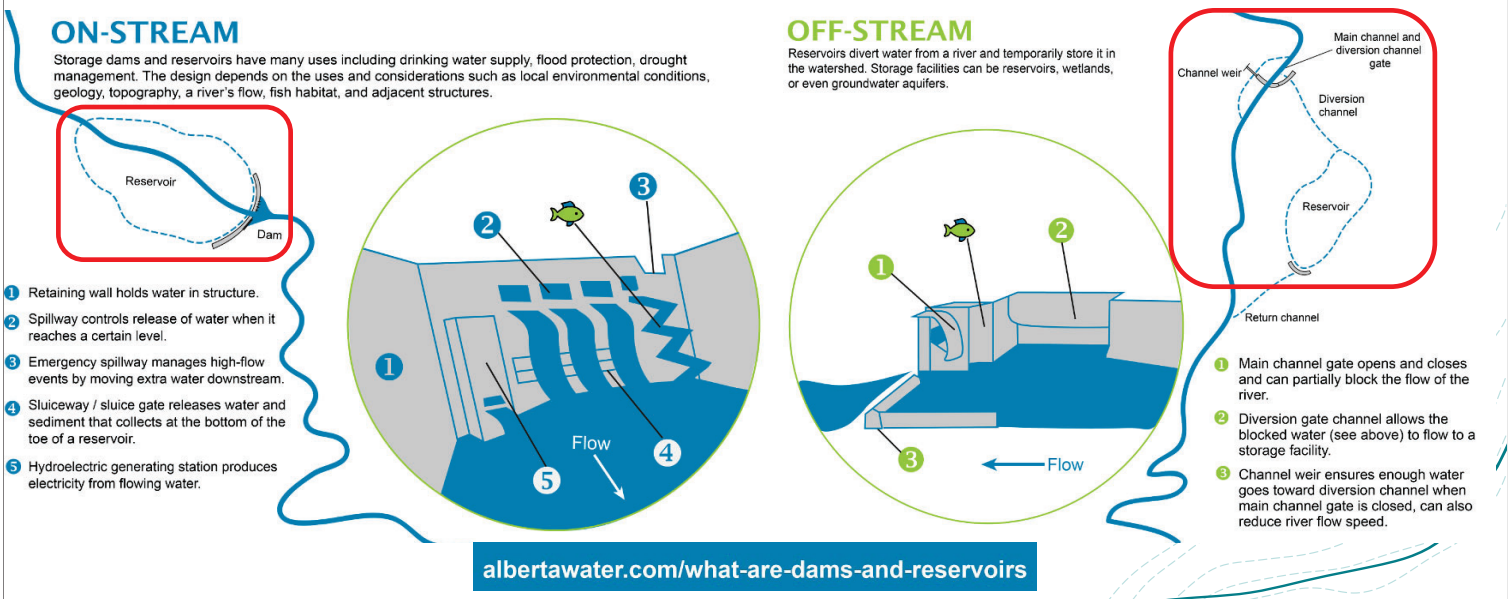
水庫可以依照位於陸域或海域分為位於海岸的海岸水庫(Coastal/Sea-based reservoir)以及陸域水庫 (Land-based reservoir)；而陸域水庫依位置又可分為山谷/河谷(Valleys)、河岸(Bankside)、湖泊/窪地/濕地等，而依照地表可分為地面(Surface)/地下式(Underground)，其中依照是否位於水體流經之處可分為在槽(on-stream)/離槽(off-stream)式。

蓄水設施－海岸水庫

與陸域水庫不同，海岸水庫不存在地面淹沒現象，海岸水庫透過建築壩體將海岸原有的海水抽出，並經由河水取代。與陸地水庫相比，沿海水庫的社會和環境影響較小，因為沒有徵用大片土地、淹沒不動產和移民安置的費用，建造成本比陸上水庫的成本低數倍。但海岸水庫需要良好適當的深海港灣來做為庫區，且會讓原先港灣的漁民強制撤離，且海灣內的生活鹹水魚無法適應淡水的環境轉變而滅絕，這會導致淡水藻類大量繁殖，影響水質。而臥龍崗大學(University of Wollongong, UOW) 沿海水庫研究中心 (The Centre for Coastal Reservoir Research, CCRR) 是世界上第一個沿海水庫 研究中心。

如新加坡-濱海堤壩(Marina Barrage)、香港-船灣淡水湖(Plover Cove Reservoir)等。

蓄水設施－在槽/離槽

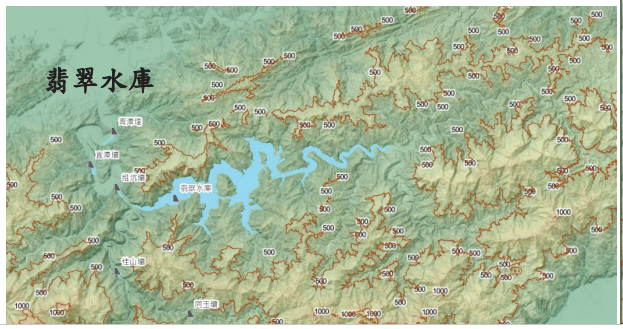


albertawater.com/what-are-dams-and-reservoirs

蓄水設施－山谷/河谷水庫

臺灣因為地形地貌特殊，本島呈**紡錘形**且“河短、坡陡、流急”，因此較為適當的壩址多在**山谷/河谷**之中，如曾文、翡翠、石門等水庫，多為河川上游水庫，利用興建大型蓄水設施來供應**水量/水權**。

1940年後因為人口增加、都市發展開始開闢平地水庫。



圖片來源：城市古圳道探秘-北高雄曹公新圳的前世與今生

蓄水設施－平地水庫

澄清湖水庫

澄清湖是曹公圳灌溉系統的一部分，初為調節農田灌溉之用的埤塘，故稱「大埤」。至日軍發動太平洋戰爭，因應軍事及重工業生產用水需要，於1940年開始利用曹公圳，將原水引儲湖內，並增建供水設備，輸送到高雄前鎮獅甲一帶工廠使用。

有效容量為263萬立方公尺

蓄水設施－平地水庫

中庄調整池

臺灣一座備用水庫，位於桃園市大溪區瑞興里、中新里，距大溪區武嶺橋下游約1.1公里處，位居石門水庫與鳶山堰之間的大漢溪河段，主要功能是當颱風期間石門水庫原水濁度升高時提供緊急備援水源，讓石門水庫在颱風期間以水力排砂方式排除水庫淤砂時不致於影響下游板新水廠的取水，進而影響板新地區及桃園地區的民生用水。調整池有效庫容量505萬噸，每日可供水最大80萬噸，可備援供水7天以上。


中庄攔河堰

蓄水設施－國外水庫情況

國外蓄水設施亦是因為都市擴張等需求而增設，但國外大型都市多為沿著大型河川發展，如多瑙河、萊茵河、塞納河、泰晤士河，因為此些河川流量相對穩定，且流經許多重要城市，為了避免上下游水量/水權問題，均會對水力發電、取水、水質有所管理。

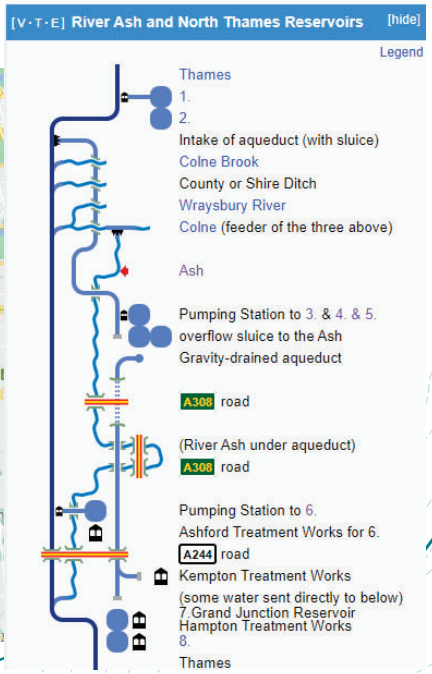
同時此些水庫/壩體不只具有發電、取水、蓄水的等功能，亦具有防洪、觀光的功用，但近年來因為**氣候變遷**的影響，**增加乾枯與洪澇的風險**，增加了泥沙量、大洪水的發生，造成此些水庫/壩體的操控、維運、管理更加困難


2021年 萊茵河大洪水


2022年 萊茵河大乾旱

蓄水設施－泰晤士河北岸水庫群及其渡槽

1. Queen Mother Reservoir
2. Wraysbury Reservoir
3. King George VI Reservoir
4. Staines Reservoirs
5. Staines Reservoirs
6. Queen Mary Reservoir
7. Grand Junction Reservoir
8. Sunnyside Reservoir



蓄水設施 –泰晤士河北岸水庫群及其渡槽

Queen Mother Reservoir, 1976 年竣工

倫敦主要水庫之一，容量3,700萬立方公尺

1976/07/09 伊莉莎白女王為該水庫揭幕，
現今位重要的水鳥棲息地。

The Queen Mother Reservoir Water Body Good ecological status

Wraysbury Reservoir, 1970 竣工

倫敦主要水庫之一，容量3,500萬立方公尺

是西南倫敦特別濕地保護區的一部分，泰晤士水務公司在岸邊養了一群羊，為了保持草叢較短並方便檢查。

Wraysbury Reservoir Water Body Moderate ecological status

蓄水設施 –泰晤士河北岸水庫群及其渡槽

King George VI Reservoir, 1939 年竣工

倫敦主要水庫之一，容量1,588萬立方公尺

水庫於1939年竣工，但因第二次世界大戰的爆發而空置。據說，為了迷惑德國空軍，內部建造了一個模擬的克拉珀姆樞紐火車站。此水庫亦用於飛機在霧或煙霧技術中著陸的霧驅散實驗。
1947 年 11 月 7 日，喬治六世國王正式啟用。

King George VI Reservoir water transfer Water Body Good ecological status

Staines Reservoirs, 1902 年

倫敦主要水庫之一，容量1,517萬立方公尺

此區域為重要的水鳥棲息地，2014 年 2 月持續大雨，泰晤士河水位很高，導致科恩河迴水湧高，水溢到斯坦斯水庫渡槽，渡槽再溢入阿什河，阿什河漫過河岸，淹沒了 Leacroft 和 Priory Green 地區約 80 棟房屋，並損壞了渡槽。

Staines Reservoir North Water Body Moderate ecological status

蓄水設施 –泰晤士河北岸水庫群及其渡槽

瑪麗皇后水庫
(Queen Mary Reservoir, 1924 年 12 月竣工)

倫敦主要水庫之一，容量3,040萬立方公尺

1925年6月，喬治五世國王正式啟用瑪麗王后水庫；1943年，第二次世界大戰期間，該水庫被用來測試潛水器。這艘潛水器被暱稱為「睡美人」。

Queen Mary Reservoir Water Body Poor ecological status

Classification Item	2019	2022
Ecological	Poor	Poor
Biological quality elements	Poor	Poor
Macrophytes and Phytobenthos Combined	Poor	Poor
Phytobenthos Sub Element	Poor	Poor
Phytoplankton	Moderate	Good
Physico-chemical quality elements	Moderate	Moderate
Salinity	High	High
Total Nitrogen	Bad	Bad
Total Phosphorus	Poor	Poor
Supporting elements (Surface Water)	Moderate	Good
Expert Judgement	Good	Good
Mitigation Measures Assessment	Moderate or less	Good
Specific pollutants	High	High
Copper	High	High

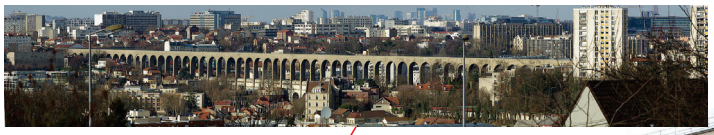
蓄水設施 –泰晤士河北岸水庫群及其渡槽

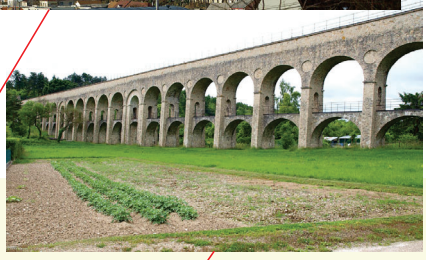
泰晤士河北岸水庫群為例

岸邊(平地)水庫，多為舊河道、湖、窪地、濕地經由防漏、挖深或圍堤而成，多為引用/抽取周邊河水作為蓄存，可以做為周邊城鎮供水來源，為**水系蓄豐濟枯的良好水資源調節設施**。

但相較於山谷/河谷水庫，**岸邊(平地)水庫**表面積比例較大，水深較淺，且樹陰遮蔽較少，**蒸發量較大**，且易成為水鳥棲息地，造成**優養化等問題**；再者平地水庫沒有高程差所帶來的位能，**輸水需要透過加壓來傳遞**。

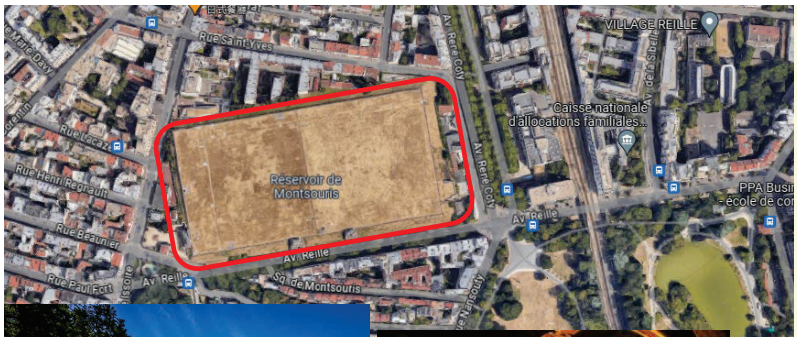
蓄水設施－平地地下水庫

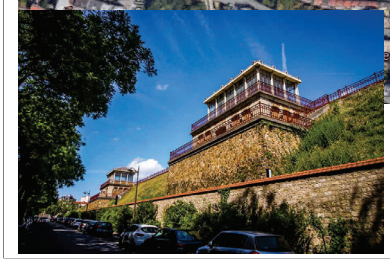


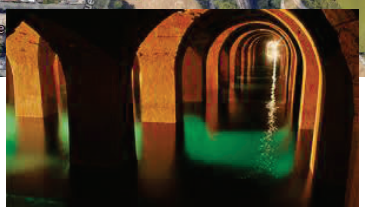


蒙蘇里水庫(Réservoir de Montsouris, 1874 年竣工)

巴黎市五個主要水庫之一，水源取至塞納河支流，2014年庫容為 202,000 m^3

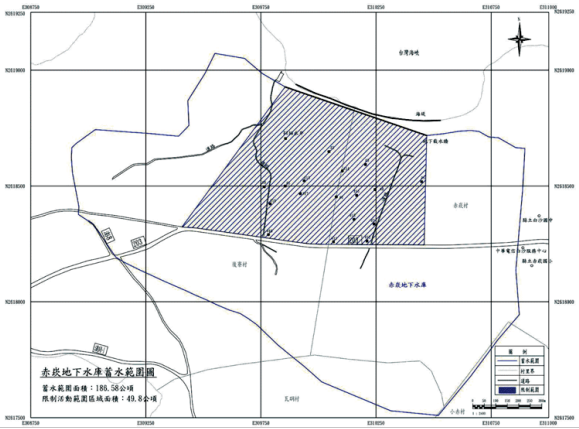


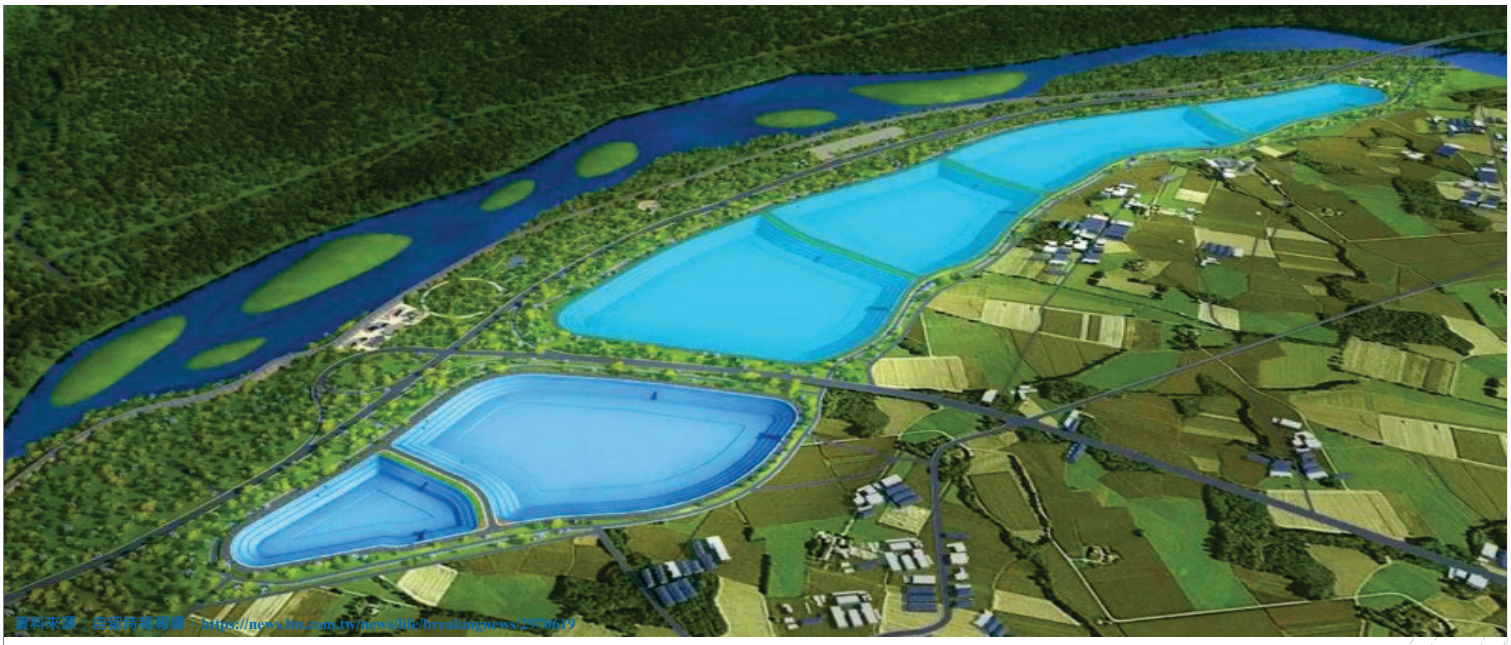




蓄水設施－平地地下水庫

赤崁地下水庫，位於臺灣澎湖縣白沙鄉赤崁盆地北端，為**臺灣首座且營運中之地下水庫**。水庫於1985年7月開工，於1986年8月30日完工，並於1987年11月17日啟用營運至今。集水面積2.14平方公里，總蓄水量約為6,590,000立方公尺。主要功能在於解決馬公地區民生用水及赤崁地區農業灌溉用水之問題。





鳥嘴潭人工湖 期許與展望

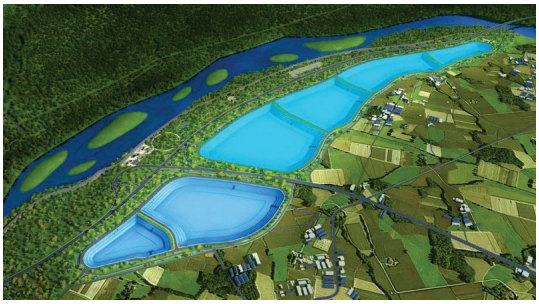
鳥嘴潭人工湖

目前因雲林及彰化地區**地下水超抽嚴重**，除造成部分地區**地層下陷易淹水致災**外，近年更產生**高鐵營運安全**疑慮。由於減抽地下水必須有**替代水源**，否則會衍生民生用水不足及產業營運問題，且在氣候變遷影響下，未來**洪澇/乾枯不確定性增加**，水庫一漸漸由多功能轉換為單一蓄水功能，而**鳥嘴潭人工湖計畫**引取**烏溪水源**至人工湖進行蓄豐濟枯運用，以提供穩定之地面水量。

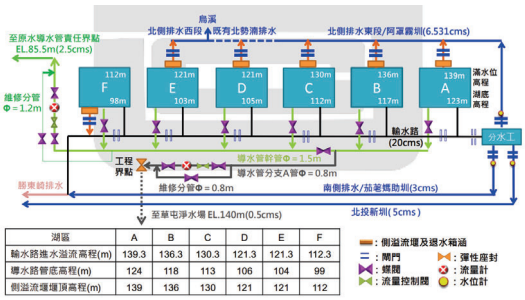
穩定區域供水 降低缺水風險	生態衝擊與影響 用水公平正義
觀光環境營造 減緩地層下陷	水質變化情況 水流、淤砂後續影響

鳥嘴潭
人工湖

鳥嘴潭人工湖成效



增供地面水、減抽地下水

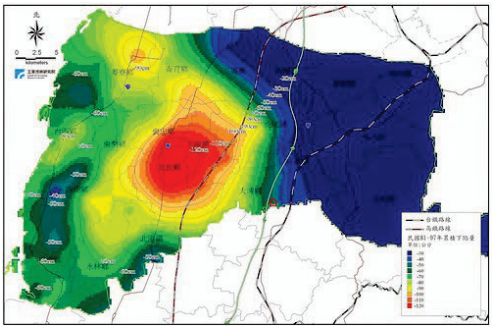


湖區	A	B	C	D	E	F
輸水路進水溢流高程(m)	139.3	136.3	130.3	121.3	121.3	112.3
導水路管底高程(m)	124	118	113	106	104	99
側溢流堰頂高程(m)	139	136	130	121	121	112

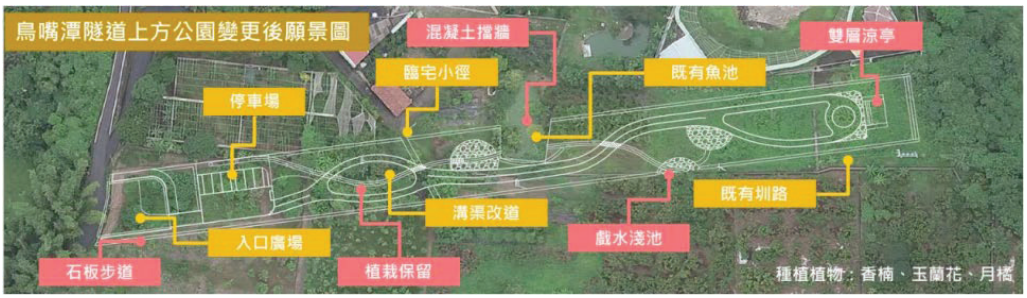
穩定區域供水，降低缺水風險

鳥嘴潭人工湖附加價值

人工湖周邊環境營造效益



減緩地層下陷



鳥嘴潭人工湖衝擊/挑戰

1. 用水公平正義

   烏溪水源供給彰、雲地區，平時/缺水時期水權/供水之公平正義。

2. 生態衝擊與影響

   石虎、巴氏銀鮈族群變化，水鳥遷入族群數量尚待觀察。

3. 水質變化情況

   蓄存烏溪中游水體之水質情況，以及庫區水質變化後續須持續觀察。

4. 水流、淤沙後續影響

   低矮型式的堰體於洪水期、乾枯期對水流、淤沙的後續影響須持續觀察。

鳥嘴潭人工湖
期許

穩定供水環境、
友善生態環境、
邁向永續水臺灣。

謝　謝　聆　聽
敬　請　指　教

主題三

烏溪鳥嘴潭人工湖工程計畫 -
湖區工程規劃設計說明

中興工程顧問股份有限公司

廖哲民 技術經理

「鳥嘴潭人工湖工程計畫推動與執行」參訪研討活動

烏溪鳥嘴潭人工湖工程計畫-湖區工程

規劃設計說明

簡報人員:廖哲民經理
簡報日期:112年11月16日

壹 計畫緣起

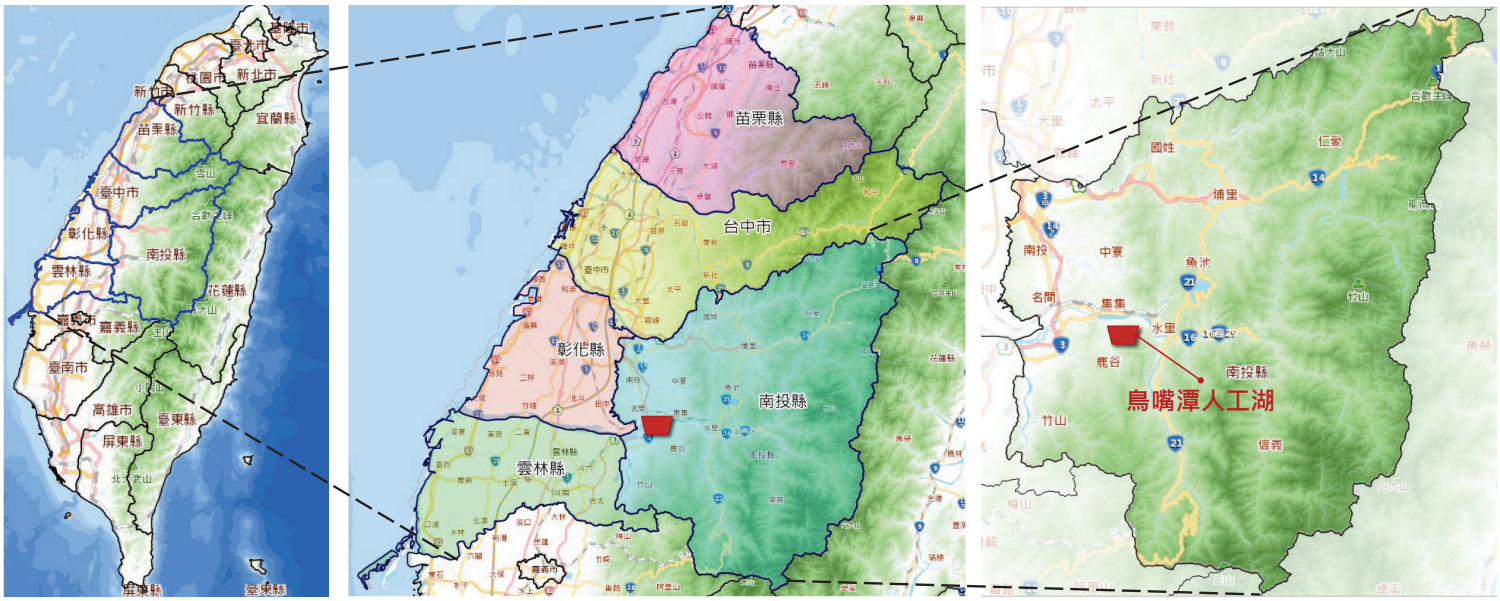
貳 執行進度目標

參 湖區工程整體配置及操作

肆 環境保護及節能減碳

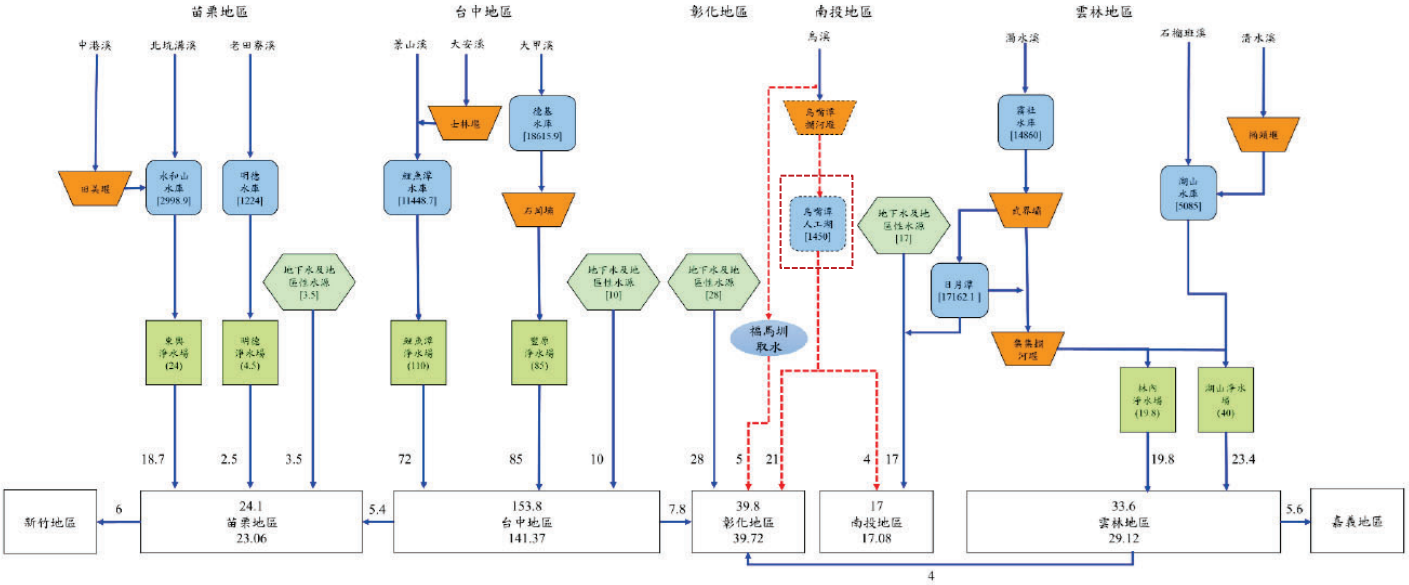
伍 施工期程規劃

壹 計畫緣起



台灣　　中部地區　　南投縣

壹 計畫緣起　中區水資源規劃



- 彰化地區日需水量42.0萬噸，其中地下水供應28萬噸(占比70%)。
- 南投地區日需水量17.08萬噸，其中地下水及地區性水源供應17萬噸(占比100%)。

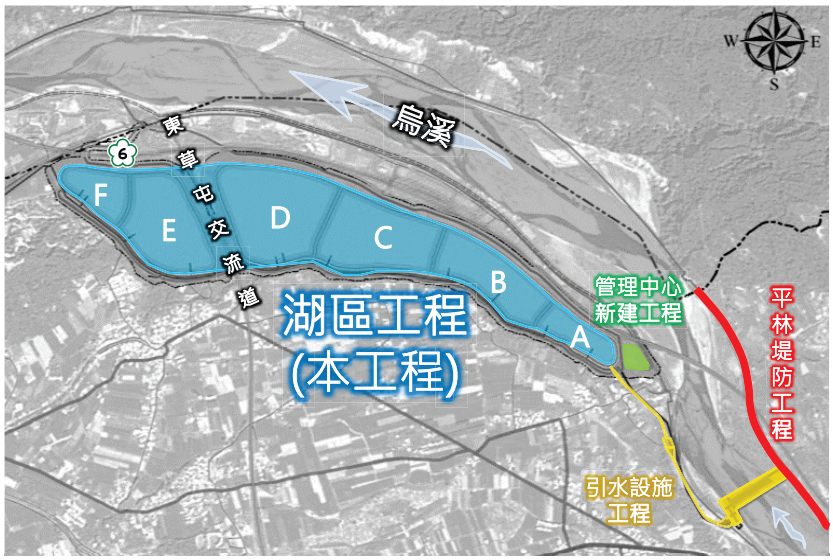
壹 計畫緣起　地層下陷改善

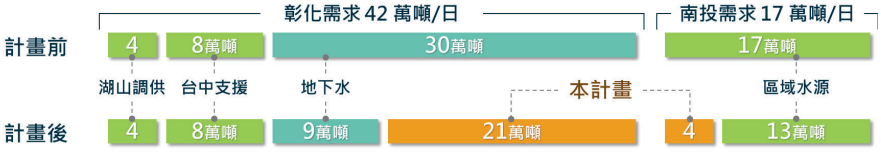
https://e-info.org.tw/node/208002

https://blog.xuite.net/a000007527/twblog/130582044

➢ 增供地面水、減抽地下水，減緩地層下陷

壹 計畫目的及效益





計畫內容

- 增供水量每日25萬噸
  (彰化21萬噸、草屯4萬噸)
- 經費：219.5億元
- 期程：104年~113年
- 工程：平林堤防工程(已完工)
  管理中心新建工程(已完工)
  引水設施工程(已完工)
  湖區工程(本工程)

計畫效益

改善
地層下陷

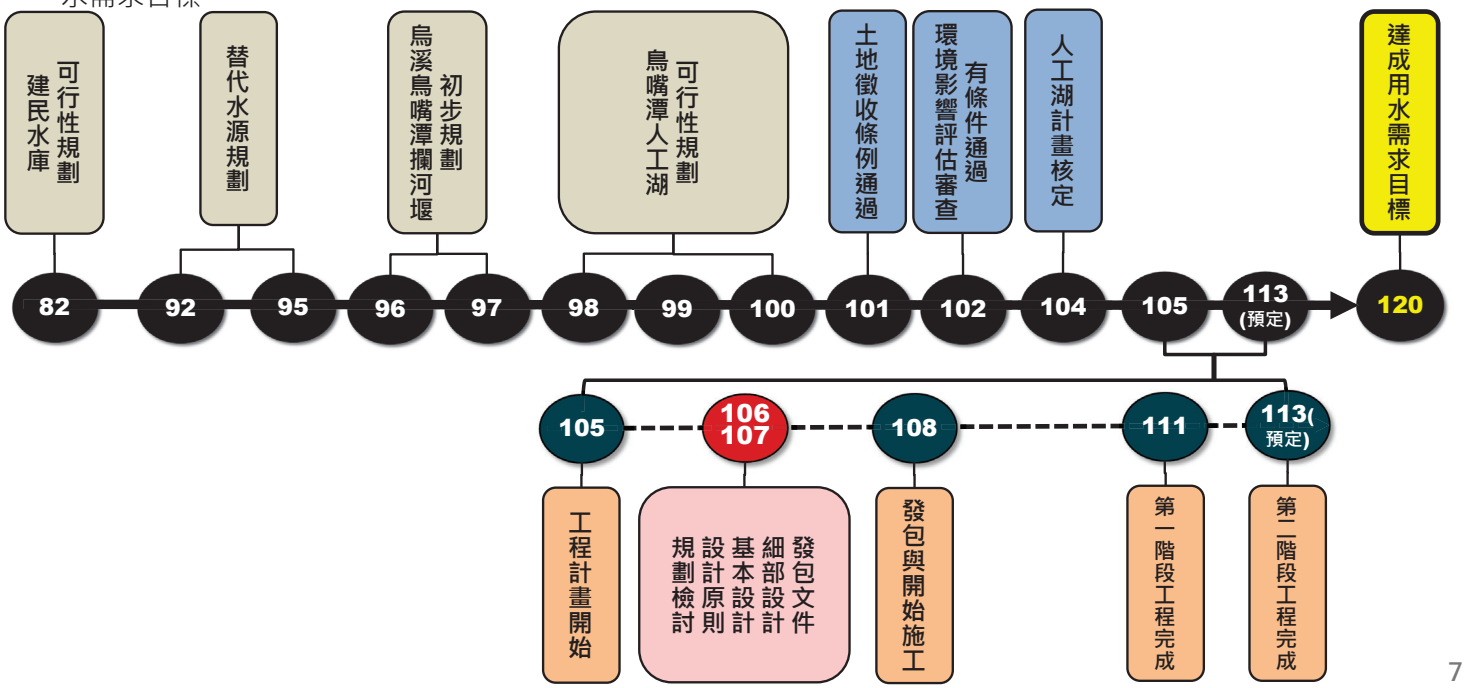
穩定
區域水源

營造
生態景觀

促進
地方發展

貳 計劃執行進度與目標

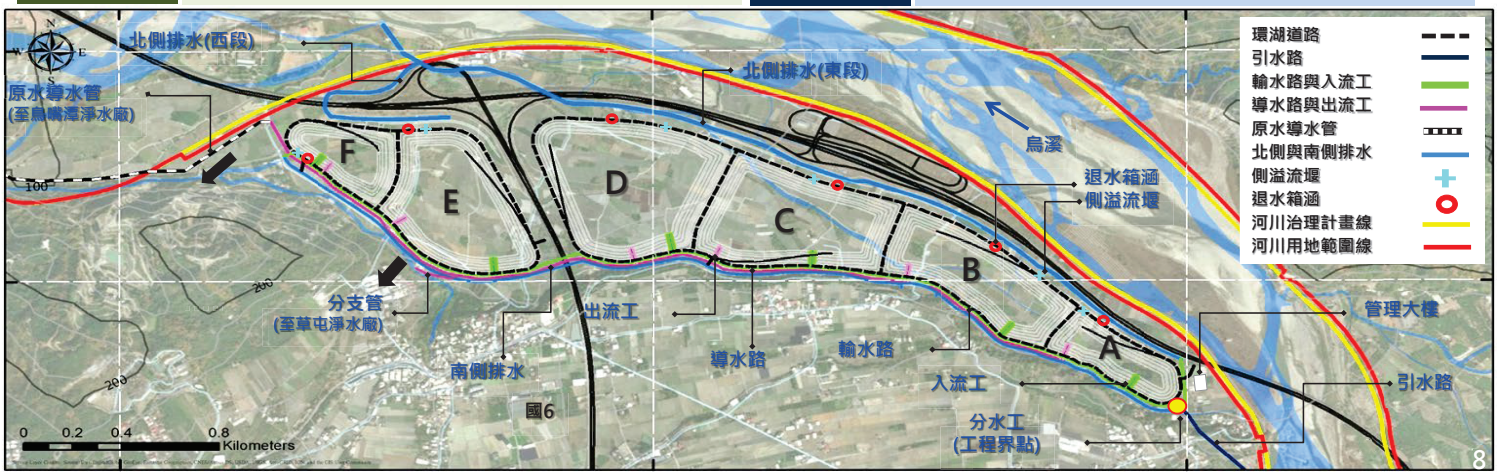
■ 烏嘴潭人工湖工程計畫自**105年開始**，**108年完成發包**，開始施工，**113年(預定)工程完成**，120年達成用水需求目標



參 湖區工程整體配置及操作

主要包含**湖區工程**、**分水工程**、**輸水工程**、**導水工程**、**排水工程**、**道路工程**、**景觀工程**與其他附屬工程

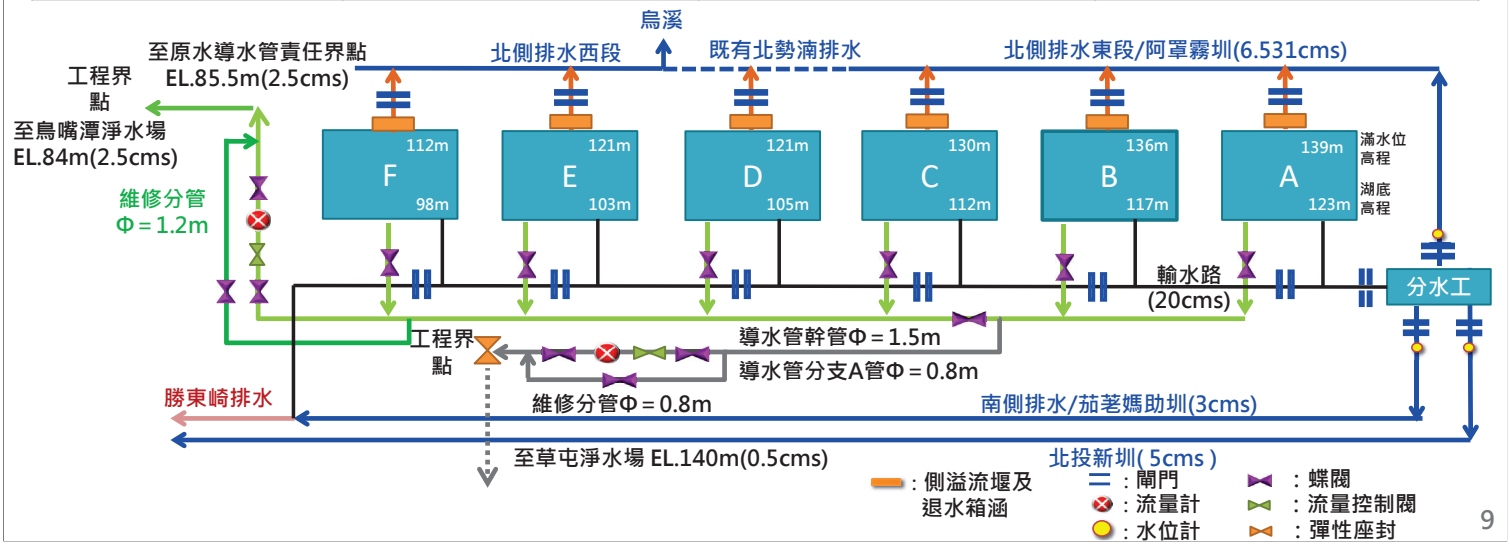
湖區工程	■ 設6座人工湖，可單湖操作	導水工程	■ 導水路採SP鋼管，以蝶閥操作，可單湖區供水
湖區溢流退水工程	■ 各湖區設有側溢流堰與退水箱涵，作為緊急排水之用	排水工程	■ 湖區北側設排水，協助排洪與農業圳路取水
分水工程	■ 原水分流至湖區、北投新圳、阿罩霧圳與茄老媽助圳	道路工程	■ 包含區內環湖道路與聯外地方服務道路與培厚運土便道
輸水工程	■ 輸水路採單孔箱涵，以閘門操作，可單湖區蓄水	景觀工程	■ 包含植栽、景觀平臺、自行車道、景觀廁所



參 湖區工程整體配置及操作

分為分水、輸水、導水與退水系統

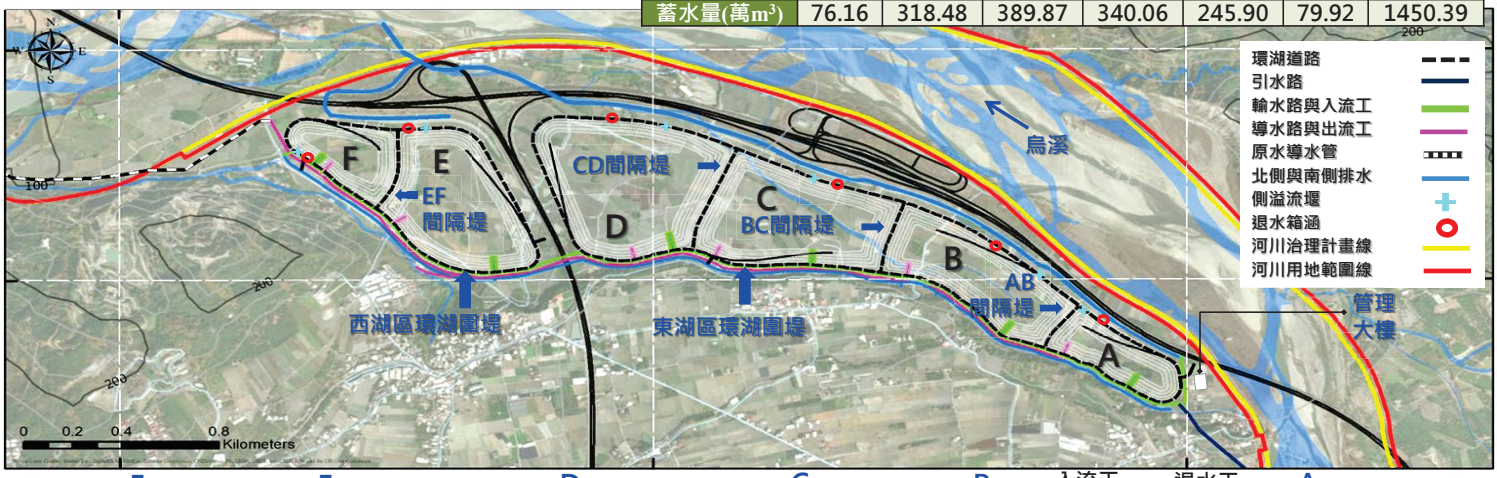
分水系統	輸水系統	導水系統	溢流退水系統
1. 銜接自引水工程 2. 採比例分水設計，常態操作閘門全開	1. 入流工下游設有閘門，常態為開啟 2. 該湖蓄水時閘門全關，原水經入流工入湖區	1. 出流工設有蝶閥控水，常態為關閉 2. 該湖供水時蝶閥全開，流量控制閥控制供水量	1. 設有側溢流堰排洪 2. 退水路設有閘門控水，常態為關閉 3. 緊急退水時開啟閘門退水至北側排水與輸水路

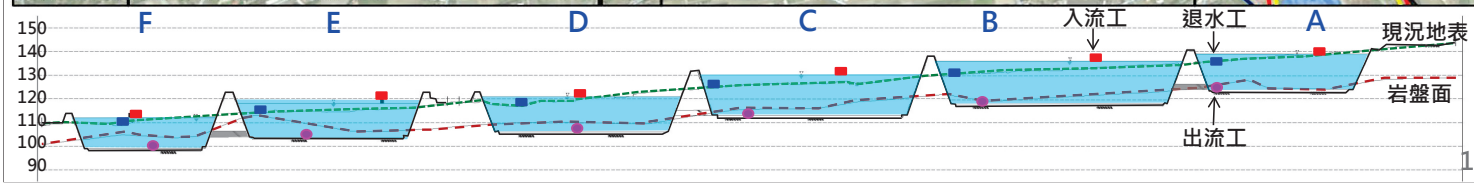


參 湖區工程整體配置及操作

- 分6個湖區，採階梯式分佈，高差約27m
- 各湖區平均築堤4m，湖區開挖成湖，除區內使用土方，仍剩餘869萬m³

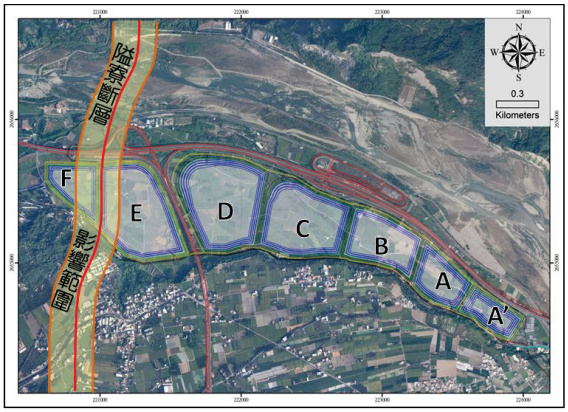
配置	F	E	D	C	B	A	小計
堤頂高(m)	114	123	123	132	138	141	—
蓄水高(m)	112	121	121	130	136	139	—
呆水高(m)	99	104	106	113	118	124	
湖底高(m)	98	103	105	112	117	123	—
蓄水深(m)	13	17	15	17	18	15	—
滿水面積(ha)	7.59	22.45	29.97	24.14	17.75	7.56	109.46
蓄水量(萬m³)	76.16	318.48	389.87	340.06	245.90	79.92	1450.39

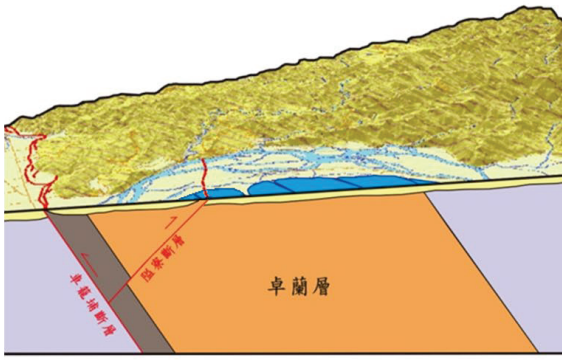


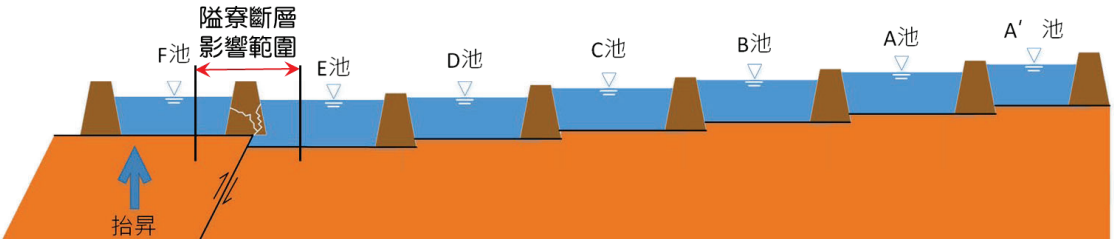


參 湖區工程整體配置及操作-隘寮斷層評估

■ 隘寮斷層影響範圍200m寬，上下錯動抬昇至少0.52m



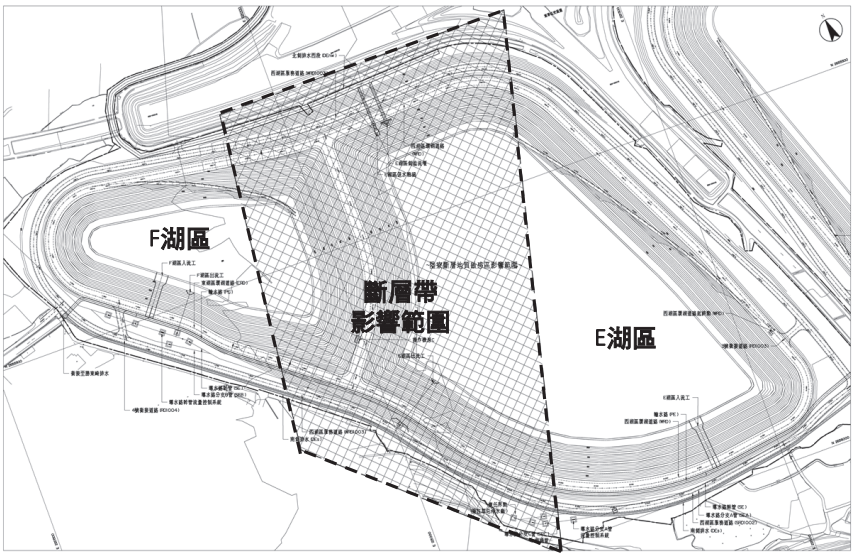




參 湖區工程整體配置及操作-特殊裂隙或斷層影響等因素處理對策

- 歷史斷層活動對現況地層之擾動影響

1. 採用土石堤圍堤，堤身外設過渡層與保護層

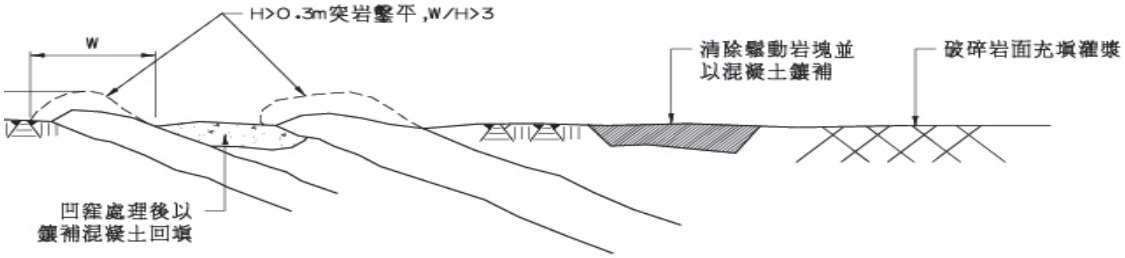


參 湖區工程整體配置及操作-特殊裂隙或斷層影響等因素處理對策

- 歷史斷層活動對現況地層之擾動影響

2. 補強局部蓄水範圍

-混凝土鑲補、特別輾壓、破碎岩面灌漿



3. 監測系統、定期巡查及修復機制建立

-沉陷量及位移量監測，搭配定期巡查機制，發現明顯沉陷或裂縫時，啟動修復機制

參 湖區工程整體配置及操作-特殊裂隙或斷層影響等因素處理對策

- 斷層破裂再次發生對工程構造物之影響

1. 圍堤坡比大於1:2，斷面培厚增加穩定性

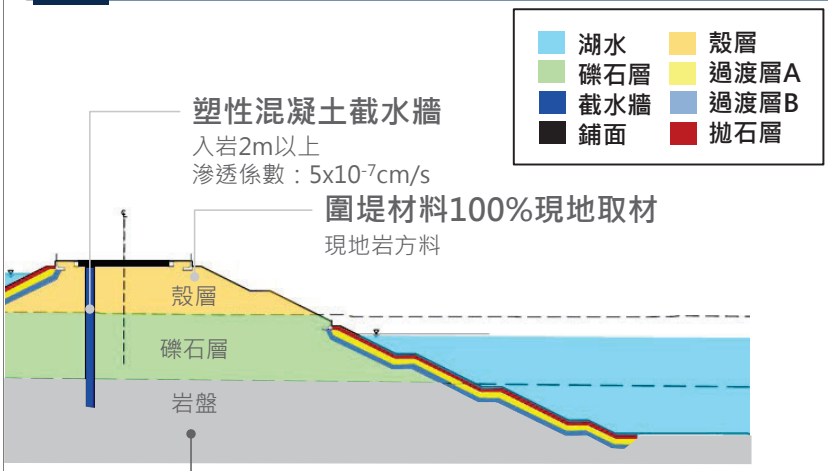
-E湖區北側採坡比1:2.5填築，並設置戧台；南側及F湖區採坡比1:2填築

2. 堤身中央設置塑性混凝土截水牆

-具較大極限應變能力、防滲能力和抗震能力較佳

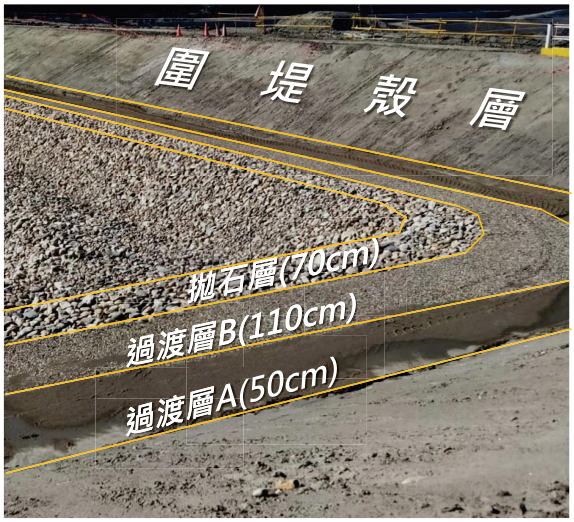
-斷層影響範圍截水牆厚度1.0=>1.5公尺，深度至岩盤下2公尺

參 湖區工程整體配置及操作-圍堤



湖底不透水岩盤(砂岩)
滲透係數：10^{-5}~10^{-7}cm/s
單壓強度：0.51~28kg/cm^2

岩盤特性
低滲透係數(同沉泥、黏土)
低單壓強度(軟岩)特性
低透水性
近「柔性」強度



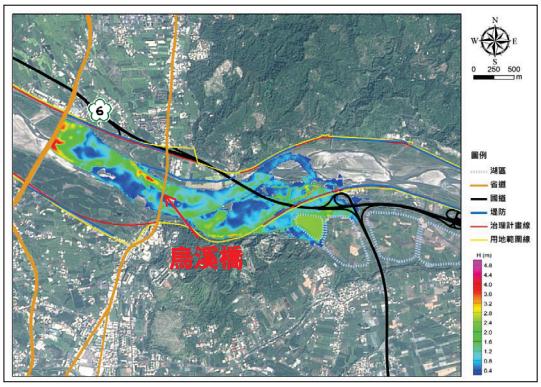
參 湖區工程整體配置及操作-圍堤潰壩淹水模擬檢討

- 斷層破裂再次發生對工程構造物之影響

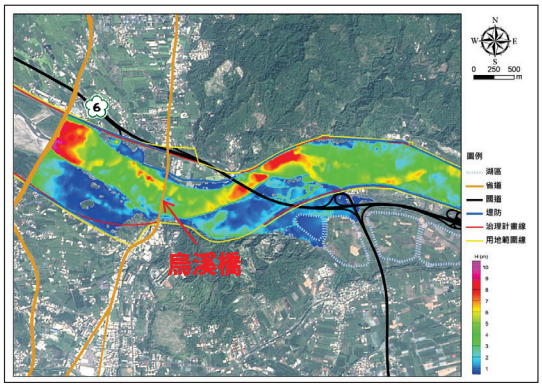
3. 緊急排空機制，潰壩淹水模擬

-晴天情境：淹水範圍向西及西北，流入烏溪

-雨天情境：淹水範圍向西及西北，流入烏溪及造成灘岸淹沒約3.7公頃；
淹水水位高程低於國道六號路面及烏溪橋之橋面



晴天情境



雨天情境

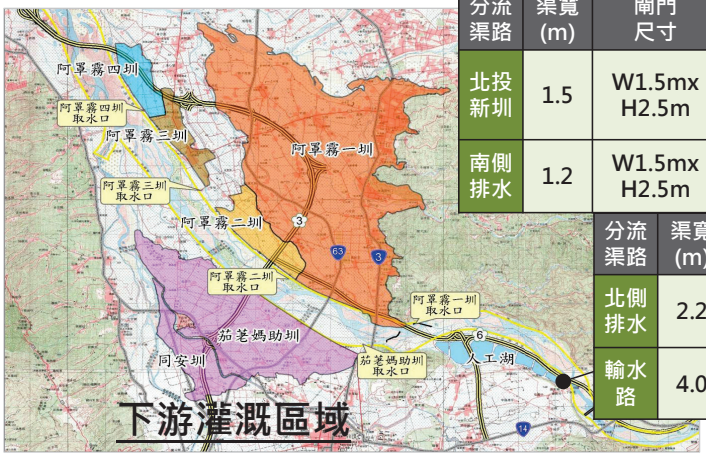
參 湖區工程整體配置及操作-分水工協助灌溉取水，原灌溉取水設施作為備援

民生用水
設計取水量20cms

掌型分水工
整體流況穩定
可閘門控制流量

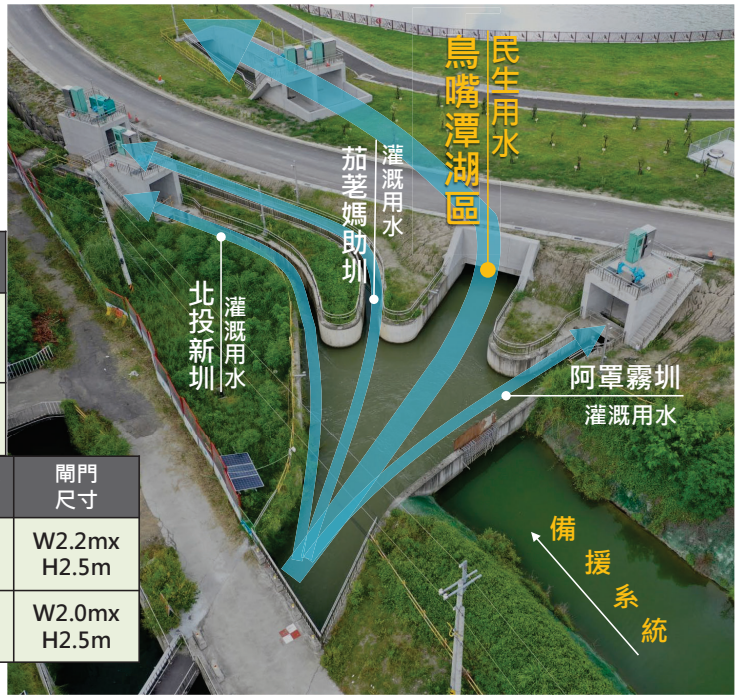
農田灌溉/常態供應
北投新圳：5cms
茄苳媽助圳：3cms
阿罩霧圳：6.53cms

備援系統
若上游攔河堰系統發生事故，可由該系統供水6cms，不至影響民生用水。

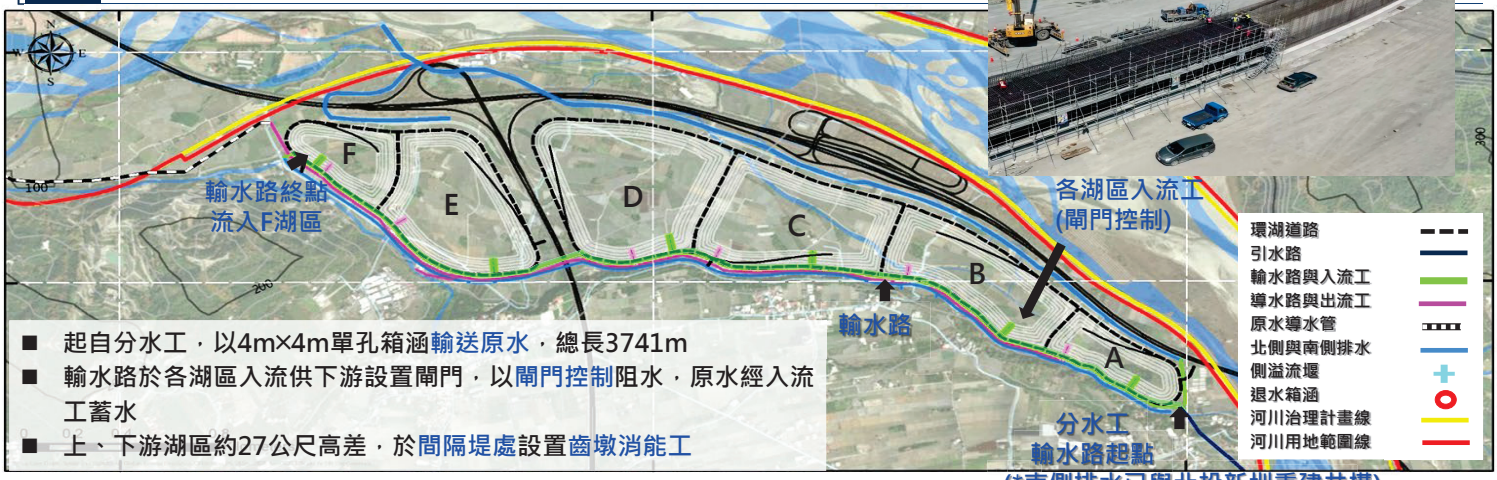


分流渠路	渠寬(m)	閘門尺寸
北投新圳	1.5	W1.5mx H2.5m
南側排水	1.2	W1.5mx H2.5m

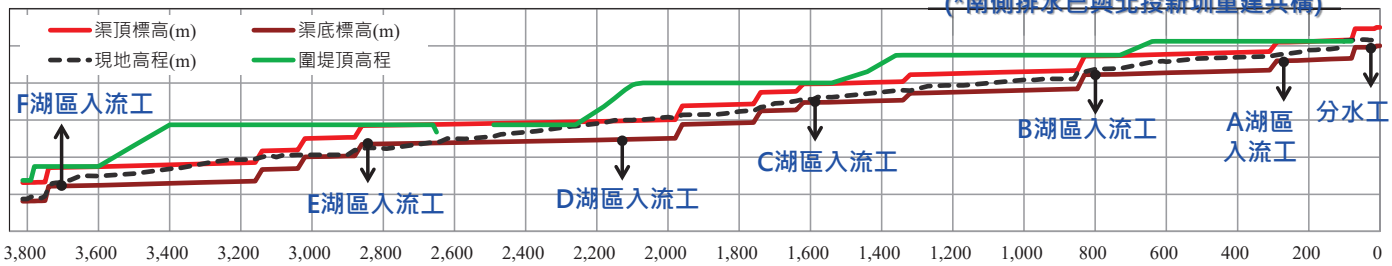
分流渠路	渠寬(m)	閘門尺寸
北側排水	2.2	W2.2mx H2.5m
輸水路	4.0	W2.0mx H2.5m



參 湖區工程整體配置及操作-輸水路



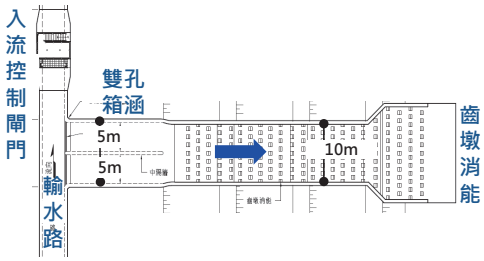
- 起自分水工，以4m×4m單孔箱涵輸送原水，總長3741m
- 輸水路於各湖區入流供下游設置閘門，以閘門控制阻水，原水經入流工蓄水
- 上、下游湖區約27公尺高差，於間隔堤處設置齒墩消能工



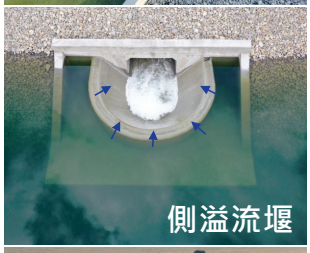
參 湖區工程整體配置及操作-入流、溢流及退水控制

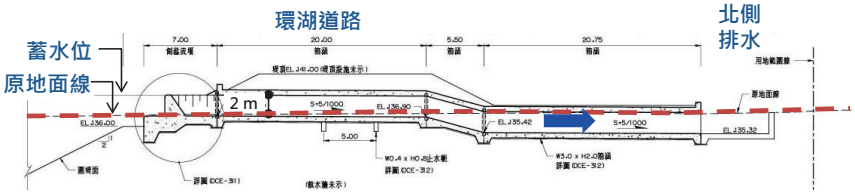
設計流量20cms

閘門控制進水



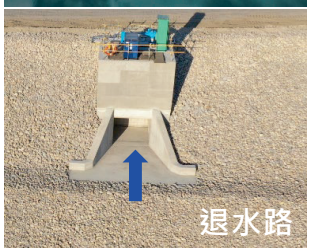
滿水位自然溢流

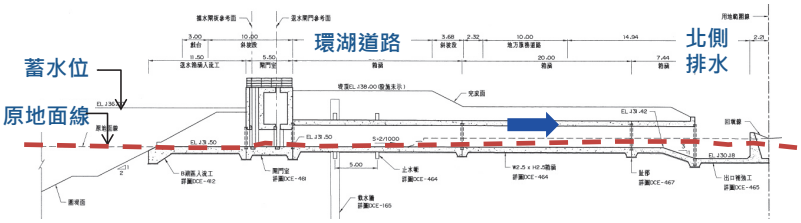




緊急情況退水至地表同高

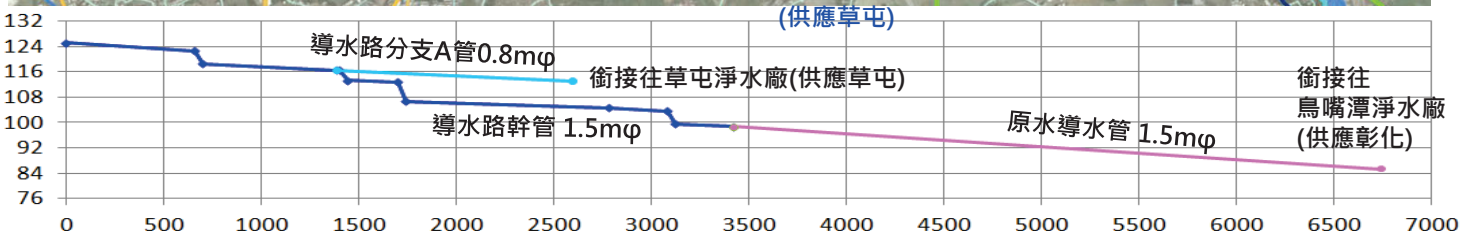
閘門控制退水





參 湖區工程整體配置及操作-導水路及原水導水管

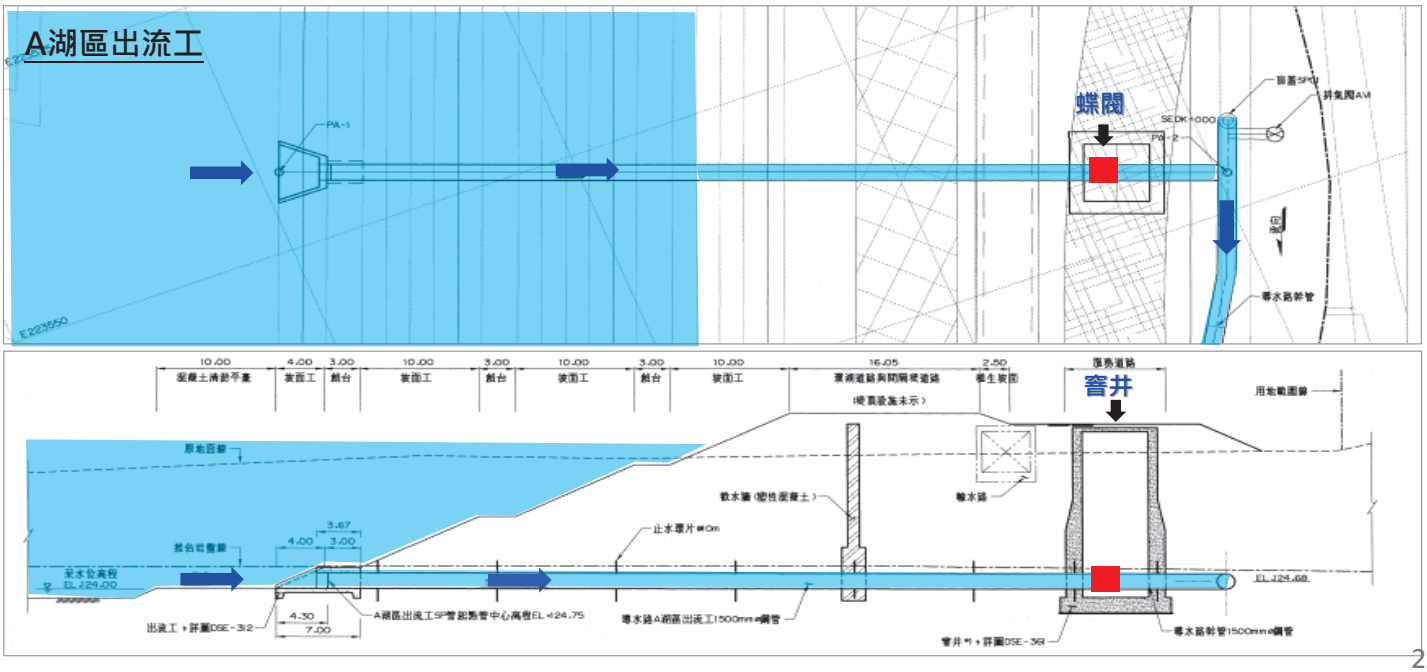
■ A、B湖區供水至**草屯淨水場(0.5cms)**，A~F湖區供水至**鳥嘴潭淨水場(2.5cms)**，各湖可單獨操作



導水路	設置區位	湖區南側，幹管(1.5mϕ)總長3856m，分支A管(0.8mϕ)總長1344m	
	輸水能力	A、B湖區→草屯淨水場：0.5cms	A~F湖區→鳥嘴潭淨水場：2.5cms
	型式/流況/出流控制	SP鋼管，壓力流，蝶閥	
原水導水管	設置區位	F湖區→河川公地→溪南路與防汛路交叉口(責任分界點)，總長3136m	
	輸水能力	至少可輸送2.5cms	
	型式/流況/出流控制	SP鋼管，壓力流，以**流量控制閥**控制輸送	

參 湖區工程整體配置及操作-導水路出流工

■ 各湖區出流工以蝶閥控制導水，該湖導水時全開，湖區蓄水只要高於呆水位+1.5管徑均可順利供水



參 湖區工程整體配置及操作-道路工程

■ 依管制強度分永久管制區、施工後封閉區與非管制區

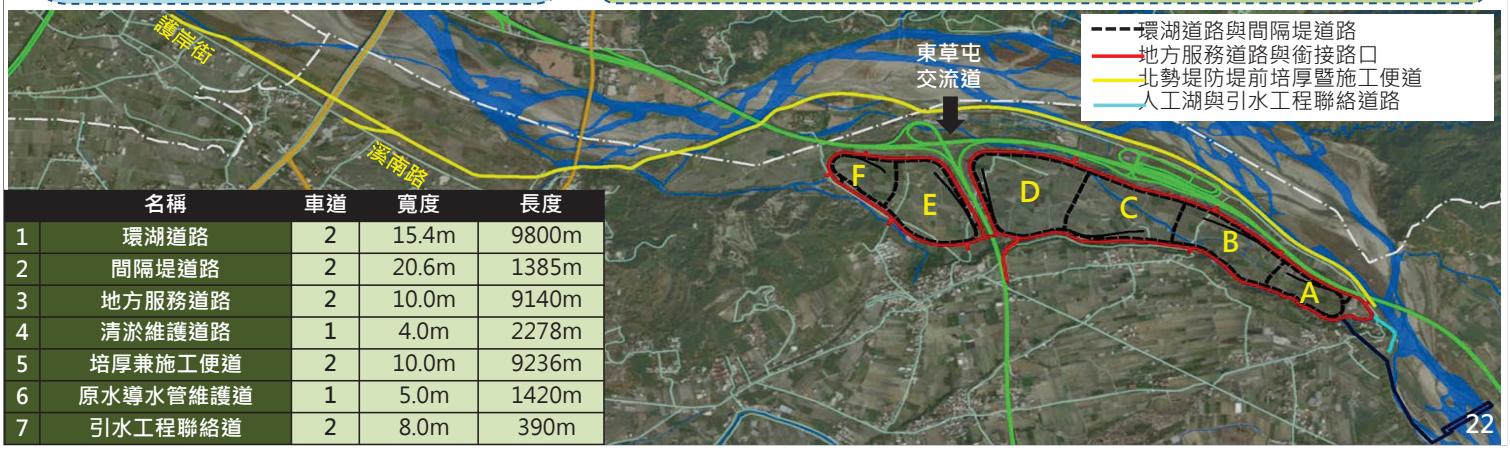
永久管制區：依主管機關限制車輛進出

- 環湖道路
- 間隔堤道路 → 銜接道路
- 清淤維護道路

地方服務道路

- 北勢堤防堤前培厚兼施工便道 → 溪南路/防汛路
- 原水導水管維護道 → 北勢堤防堤前培厚兼施工便道
- 湖區工程與引水工程聯絡道 → 引水工程道路系統
- 銜接路口 → 既有道路系統

非管制區：與既有路口銜接，常時開放附近居民通行



	名稱	車道	寬度	長度
1	環湖道路	2	15.4m	9800m
2	間隔堤道路	2	20.6m	1385m
3	地方服務道路	2	10.0m	9140m
4	清淤維護道路	1	4.0m	2278m
5	培厚兼施工便道	2	10.0m	9236m
6	原水導水管維護道	1	5.0m	1420m
7	引水工程聯絡道	2	8.0m	390m

參 湖區工程整體配置及操作-北勢堤防堤前培厚兼施工便道

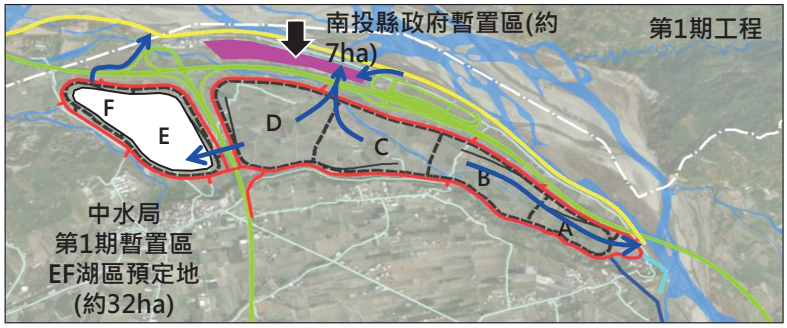
- 原規劃**多鄰接農路**，銜接**路口繁雜**，施工期間車輛**進出頻繁**，農業區**交通管制效率不張**。
- 改採往西沿烏溪左岸延伸，培厚堤防提升河防安全，高灘區可增加駕駛路寬提升用路品質，避開既有道路，減少交通衝擊，增加民眾安全，提供良好的休憩環境。

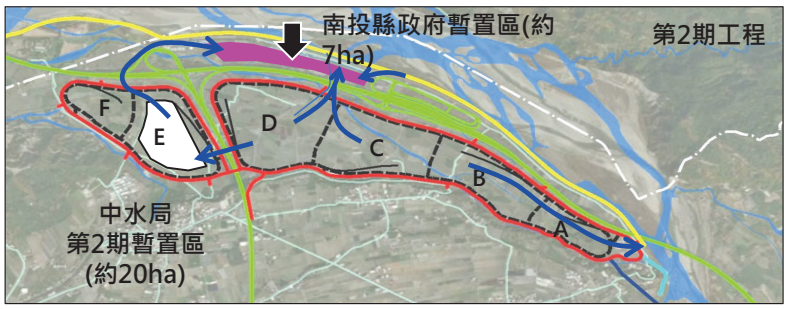
參 湖區工程整體配置及操作-土石方暫置及運送規劃

土方堆置與運送策略(暫定)

由南投縣政府協助辦理土方處理及標售，岩方由中水局自行處置

- **第一期工作：**
  - AB湖區全面開挖
  - CD湖區中島型開挖，湖心配合進度運送至南投縣政府暫置區
  - 暫置場： EF湖區預定地
- **第二期工作：**
  - F湖區全面開挖
  - E湖區中島型開挖，湖心配合進度運送至南投縣政府暫置區
  - 暫置場： E湖區湖心頂
- 第一期/第二期開挖產物(土方與岩方)**均需運送至暫置場**，篩取需使用材料，**土方轉至南投縣政府暫置區**，**岩方由中水局公開標售或棄置**

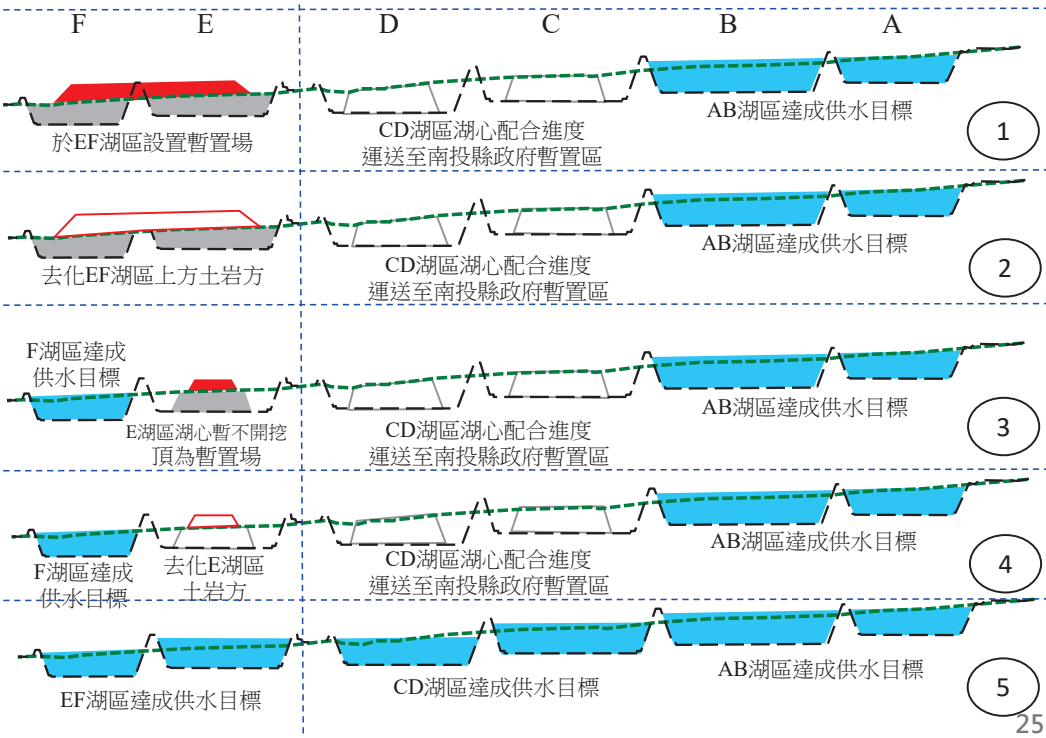




參 湖區工程整體配置及操作-開挖與搬運示意流程

第一期工程(約36個月)

- AB及CD湖區完工
- AB湖區具備蓄水供水能力
- CD湖區湖心暫不開挖
- EF湖區預定地當暫置區與篩分場



- 完成EF湖暫置區之土石方去化
- 拆除EF暫置區設備

第二期工程(約12個月)

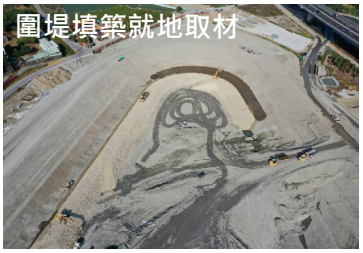
- F湖區完工
- F湖區具備蓄水供水能力
- E湖區湖心暫不開挖
- E湖區湖心頂當暫置區

- 完成E湖暫置區之土石方去化
- 完成CDE湖心土石方去化

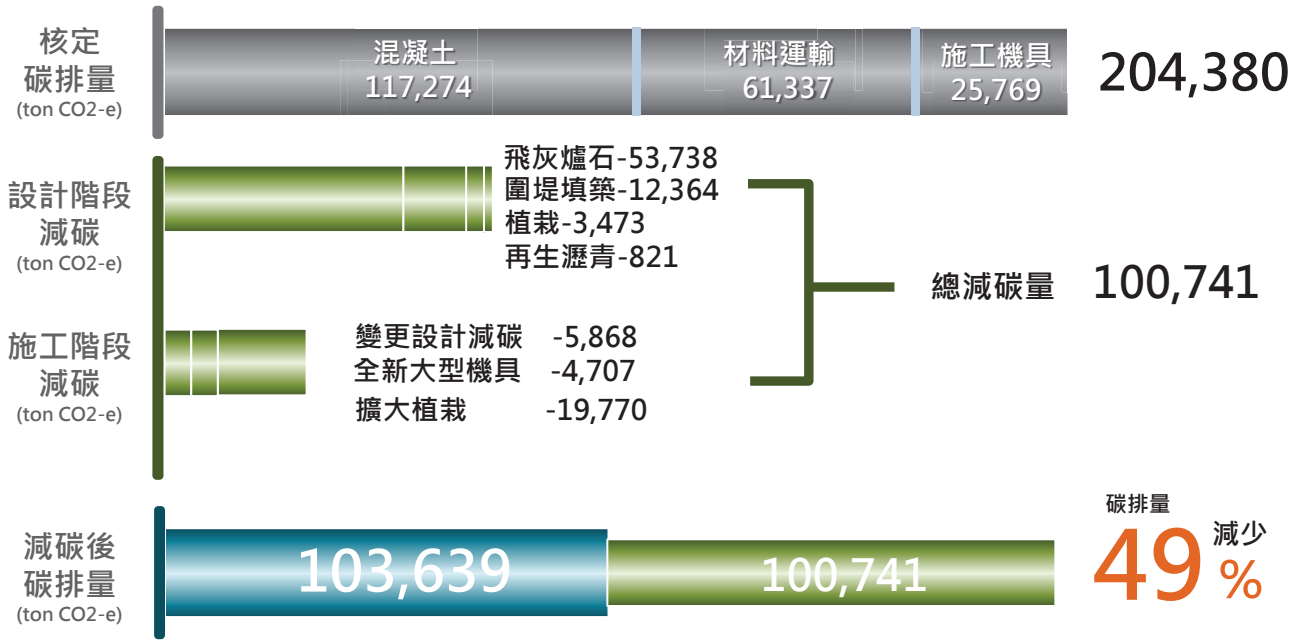
- 達成全區蓄水目標

肆 環境保護及節能減碳-減碳成效

/ 變更設計減碳 /　　/ 綠色材料 /　　/ 綠色工法 /　　/ 綠色環境及減碳機具 /



肆 環境保護及節能減碳-減碳成效

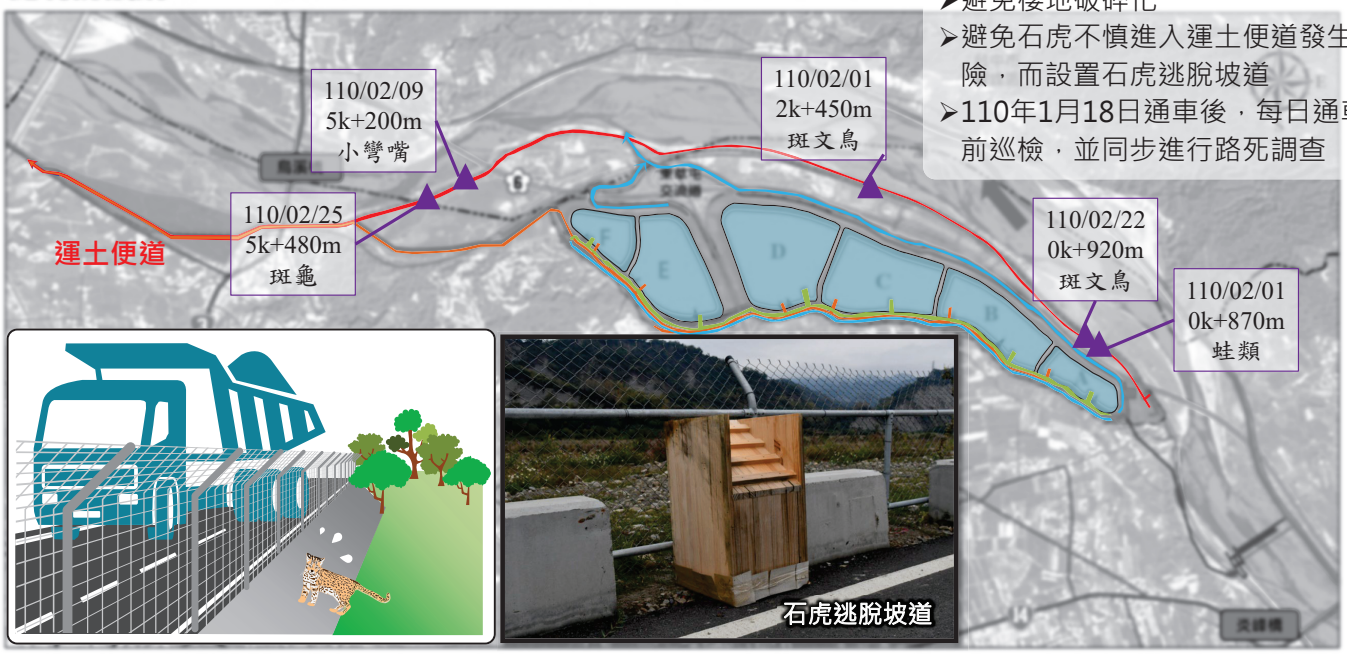


肆 環境保護及節能減碳-生態保育配置

肆 環境保護及節能減碳-生態友善措施

動物防護網

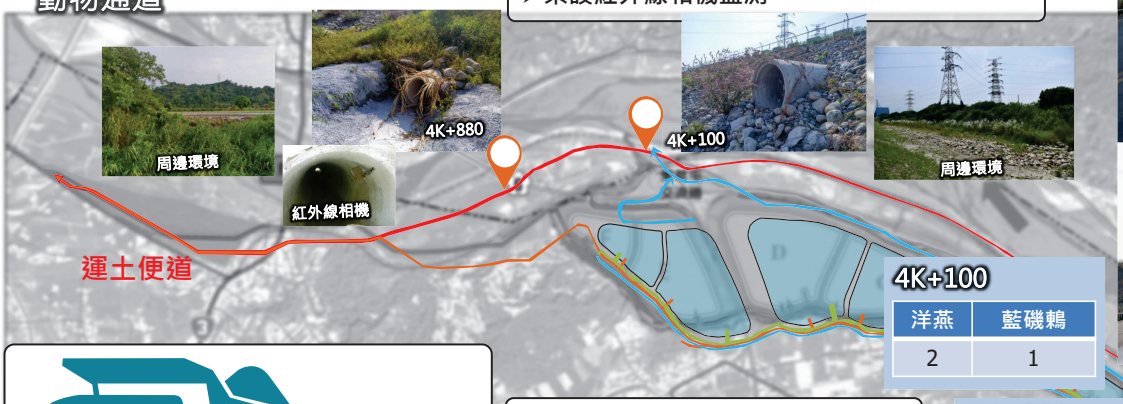
- 避免棲地破碎化
- 避免石虎不慎進入運土便道發生危險，而設置石虎逃脫坡道
- 110年1月18日通車後，每日通車前巡檢，並同步進行路死調查

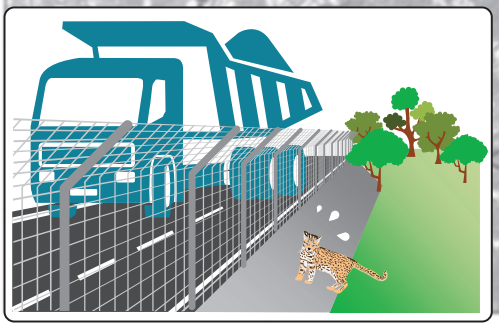


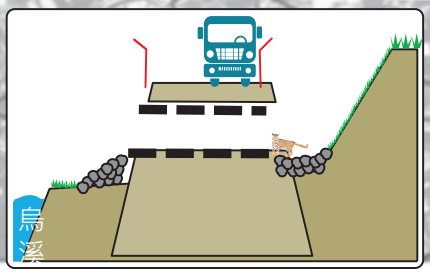
肆 環境保護及節能減碳-生態友善措施

動物通道

- 設置位置周邊有樹林、果園及草生地處
- 架設紅外線相機監測







4K+100

洋燕	藍磯鶇
2	1

4K+880

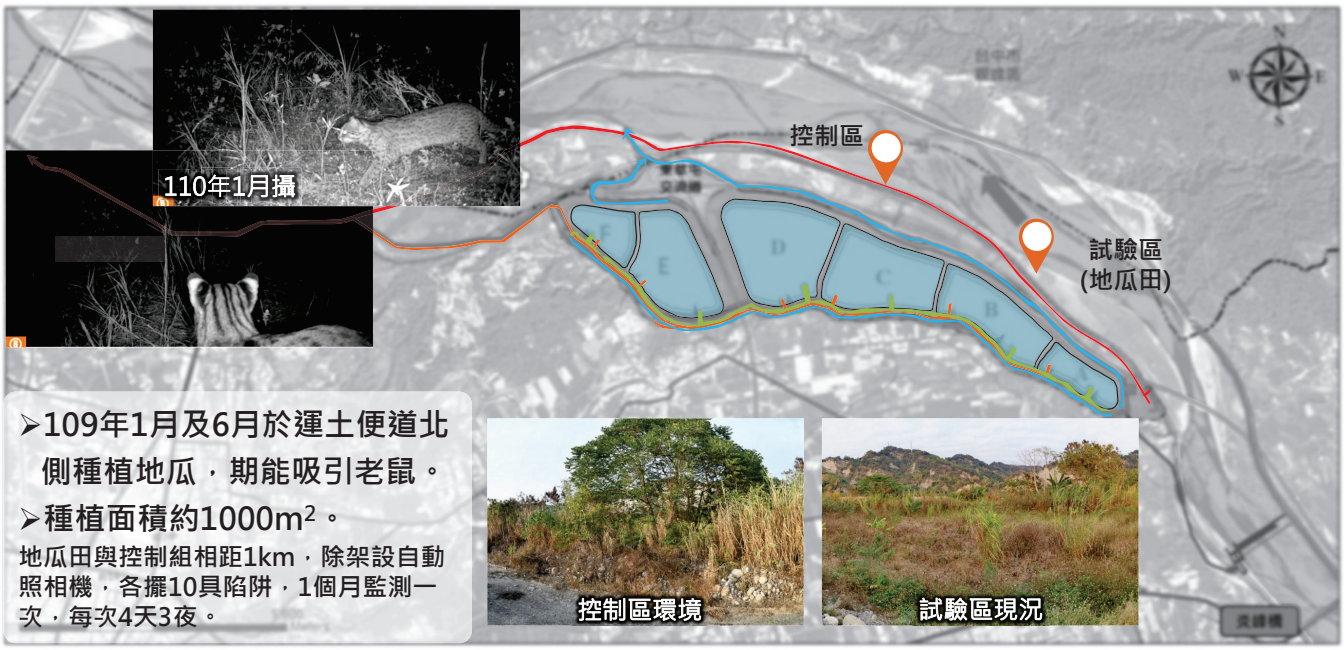
石虎	貓	白鼻心	鼠科	尖鼠科
1	49	29	45	2

野鴿	長尾真稜蜥	多線南蜥
2	6	17

自109年6月設置起統計至110年2月底

肆 環境保護及節能減碳-生態友善措施

石虎覓食區域補償



- 109年1月及6月於運土便道北側種植地瓜，期能吸引老鼠。
- 種植面積約1000m²。

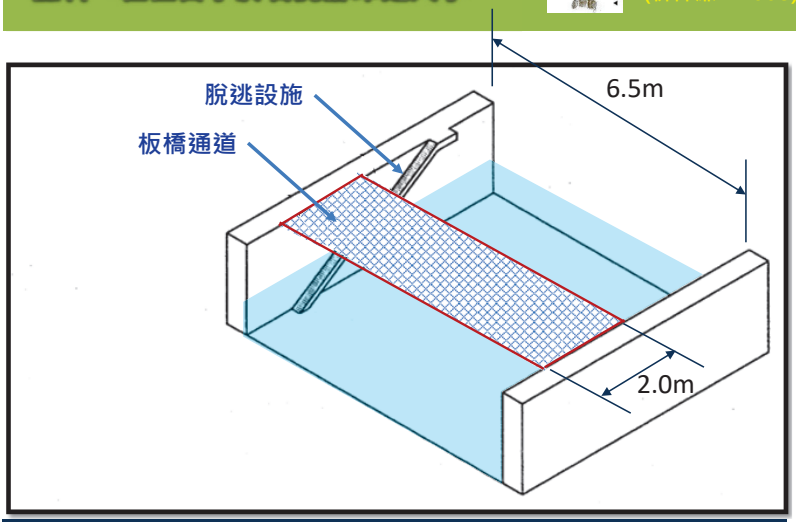
地瓜田與控制組相距1km，除架設自動照相機，各擺10具陷阱，1個月監測一次，每次4天3夜。

肆 環境保護及節能減碳-生態友善措施

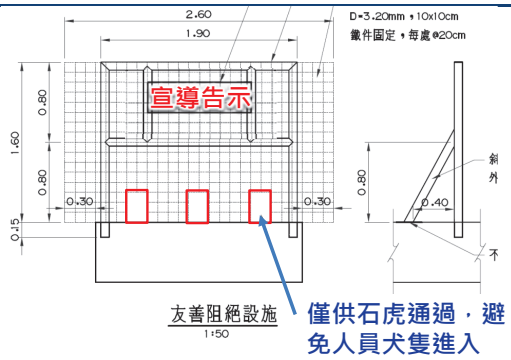
排水渠道 架設生物通道

版橋上方鋪設級配，以利動物安全通行級配粒徑考量石虎腳印大小，採用區內濾料，粒徑皆小於石虎腳印之大小。

石虎腳印，上：2.5cm；下：4cm
來源：台灣哺乳動物(祈偉廉，2008)

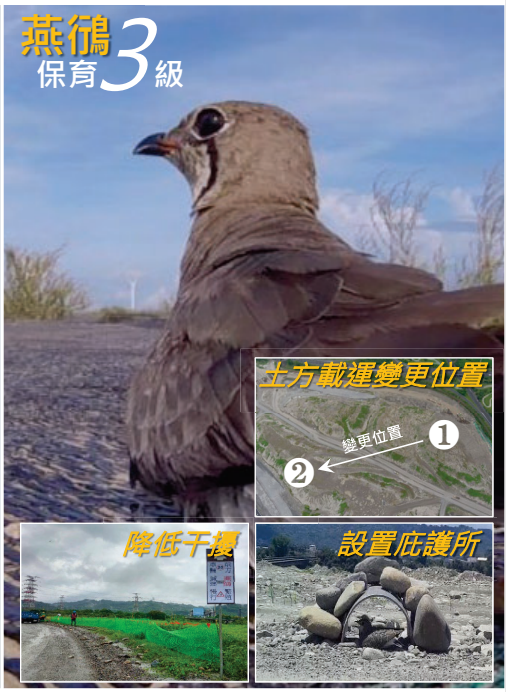


排水渠道 架設生物通道(示意圖)



僅供石虎通過，避免人員犬隻進入

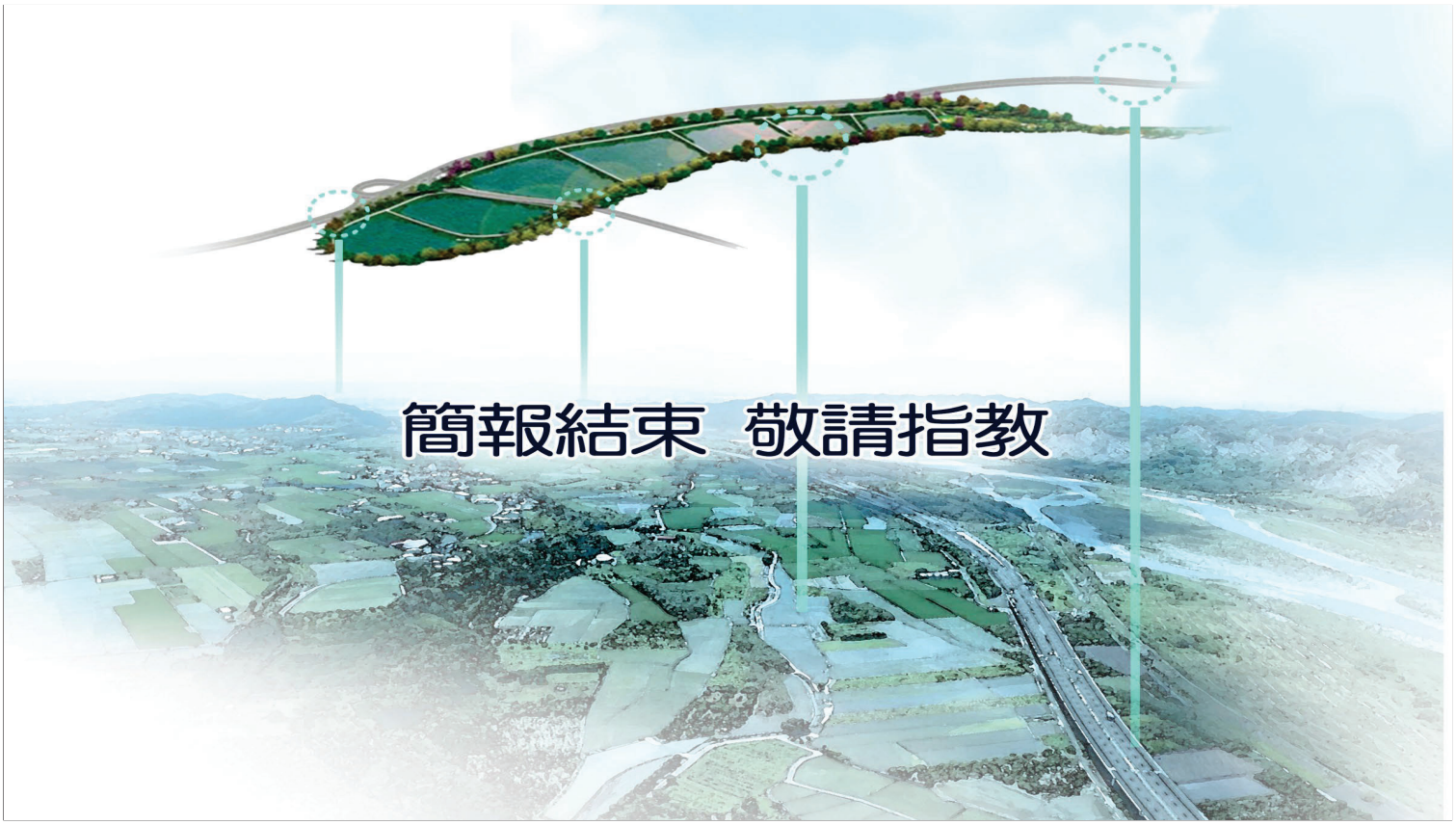
肆 環境保護及節能減碳-生態友善措施



伍 施工期程規劃

工期合計共四年

階段	天數	目標	主要須完成項目
一	1095	A~D 湖區中部分達成蓄水及供水能力	1. 北勢堤防堤前培厚暨施工便道之堤防保護工與路面 2. A、B、C 及D 湖區截水牆、開挖及圍堤填築、退水箱涵、側溢流堰及環湖道路 3. 分水工及相關之機電設施 4. A、B、C 及D 湖區輸水路與入流工及相關機電設施 5. A、B、C 及D 湖區出流工及機電設施，E 及F 湖區出流工須至少完成窨井(含)下游端導水管及相關機電設施 6. 導水管與原水導水管鋼管埋設，以及全線窨井與機電設施 7. 南側排水與北側排水東段 8. 東湖區（A、B、C 及D 湖區）地方服務道路 9. 至少東湖區操作機房及相關電氣設施，以能完成A 及B湖區蓄水及供水為原則
二	365	所有工項完成	1. E 及F 湖區截水牆、湖區開挖、圍堤填築、退水箱涵、側溢流堰及環湖道路 2. E 及F 湖區輸水路與入流工及相關機電設施 3. 北側排水西段 4. 西湖區（E 及F 湖區）地方服務道路 5. 西湖區操作機房及相關電氣設施，供電申請與設置 6. 全區生態景觀工程


簡報結束 敬請指教

主題四

鳥嘴潭人工湖工程計畫
湖區工程施工分享

中華工程股份有限公司

楊志遠 處長

鳥嘴潭人工湖工程計畫
湖區工程

施工分享

112 11 16

威京總部集團

BES中華工程

華中工程處

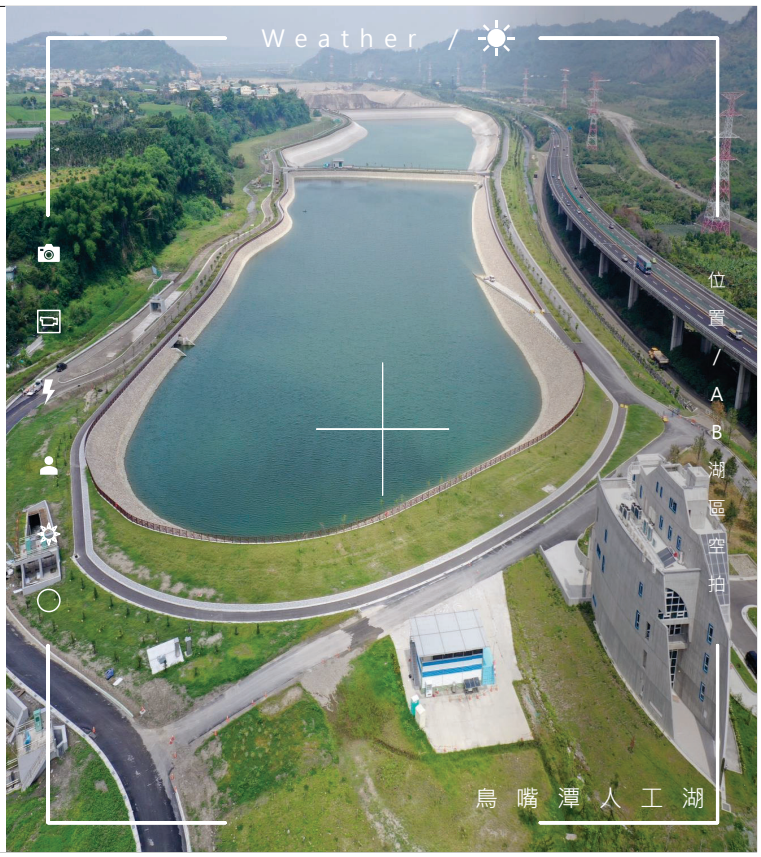
主講人

楊志遠 | 工地負責人．處長

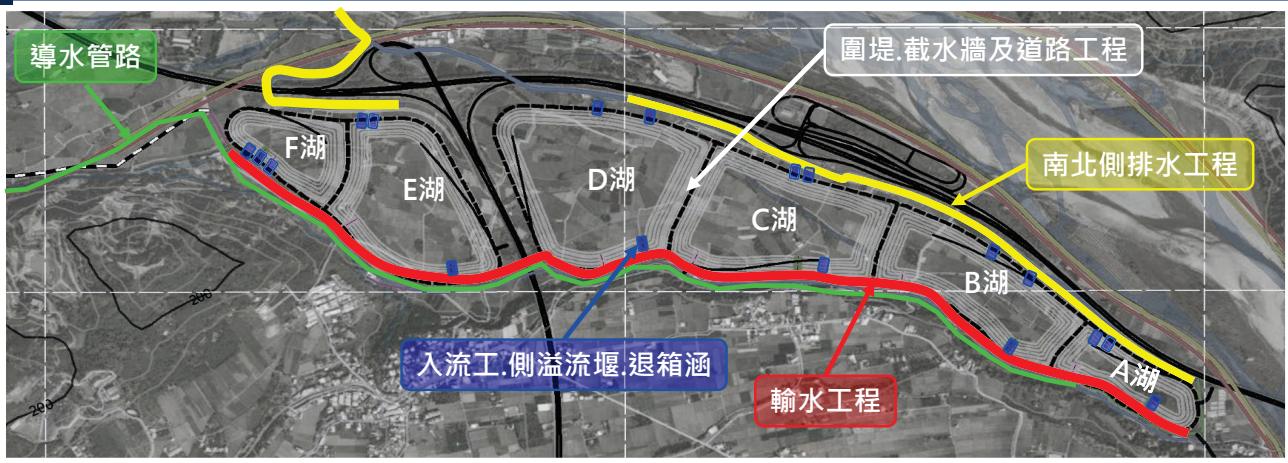
壹 施工規劃

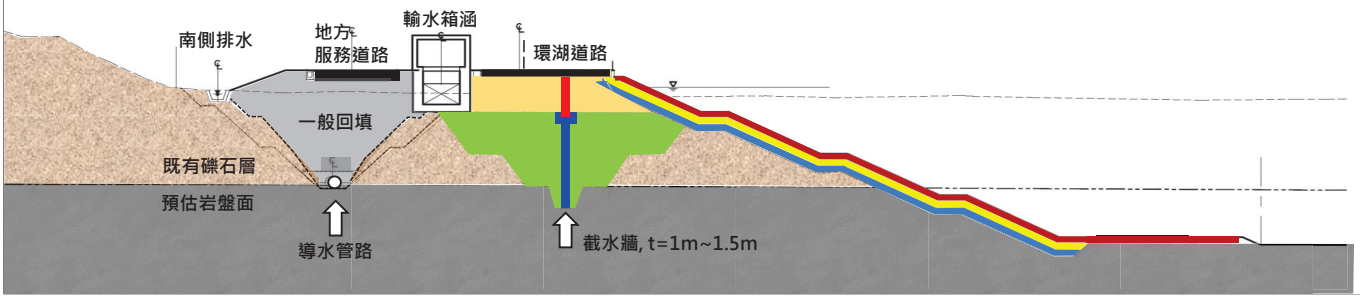
貳 施工管理及精進

參 生態與環保



壹 施工規劃-重覆與線行之結構





壹 施工規劃-投標階段之研擬對策

各工項設計數量

- **模板工程** | 43.3萬m2
- **導水管路** | 全長8.6km
- **圍堤工程坡面修整.鋪築** | 206萬m2
- **土方工程** | 開挖1,270萬m3.回填118萬m3
- **緣石.欄杆.側溝** | 全長各近10km

營建四化

- **設計標準化**-採鋼模系統模組
- **構件預鑄化**-專業分包材料商
- **施工機械化**-引進重型機械與科技輔助
- **人員專業化**-專業分包廠商及教育訓練

- 統一作業標準.提升品質
- 減少人力開支
- 降低曝露複雜環境
- 減少高風險危害
- 達到降災減災目標

壹 施工規劃-整體施工步驟概述

1 **導水管路**
優先施作低高程 | 利用重力解決地下水問題 | 減少抽排水時間

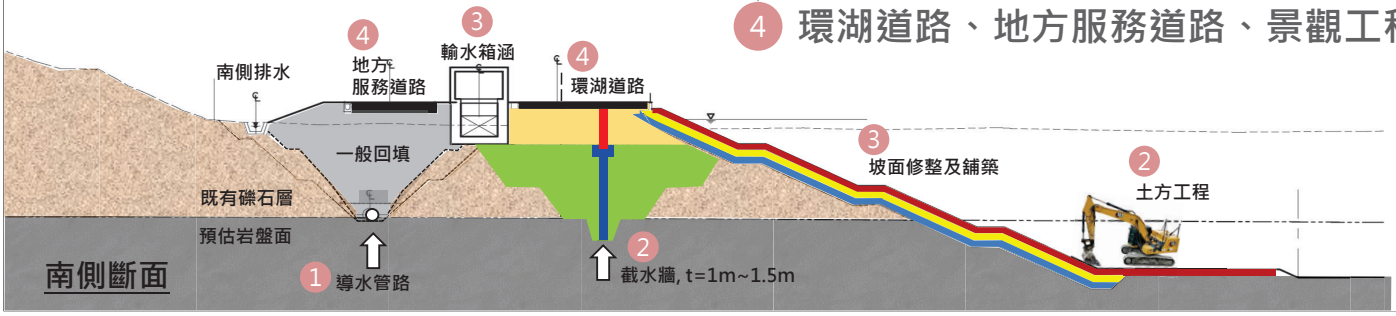
2 **截水牆**
提出變更契約工法 | 解決困難加速工進

3 **輸水箱涵**
採用鋼模系統推進
增加翻模速率

2 **土方工程**
引進重型機械科技及無人機輔助 | 提高施工能量

3 **坡面修整及舖築**
引進科技輔助〈土方施工智能3D輔助系統〉| 提升效率

4 **環湖道路、地方服務道路、景觀工程**



貳 施工管理及精進-輸水箱涵

結合 | 設計標準化 × 鋼模系統模組
人員專業化 × 30年職人經驗

2套鋼模共60m
每套鋼模30m(12組*2.5m長)

貳 施工管理及精進-雙孔排水箱涵

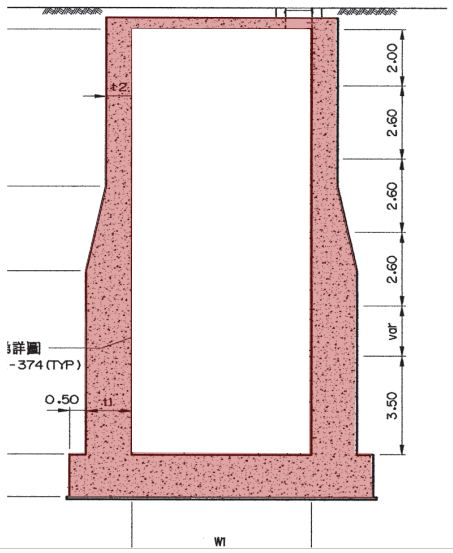
結合 | 設計標準化 × 鋼模系統模組
人員專業化 × 30年職人經驗

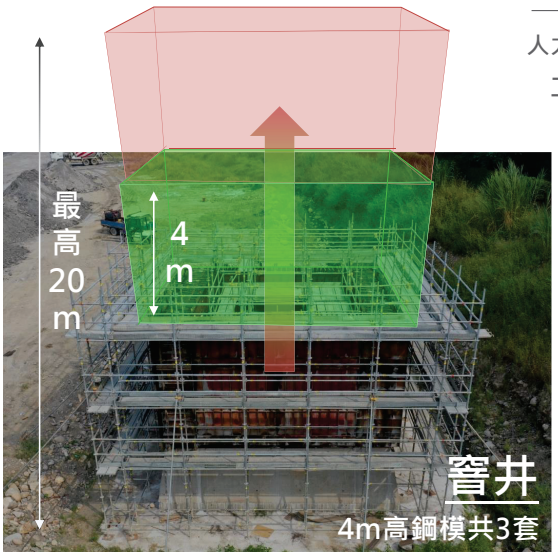
貳 施工管理及精進-窨井

結合 | 設計標準化 × 鋼模系統模組
人員專業化 × 30年職人經驗

成 效

差異	傳統木模	鋼模系統
人力需求	12人/升層	5人/升層(減少100%)
工率	15天/升層	7天/升層(提升50%)



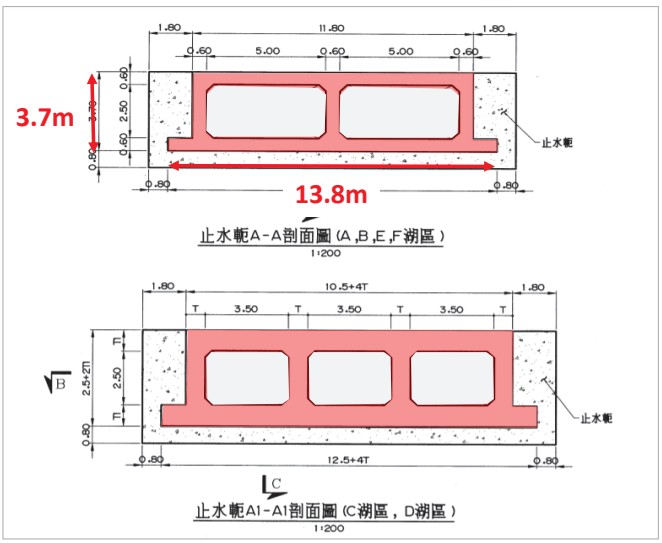


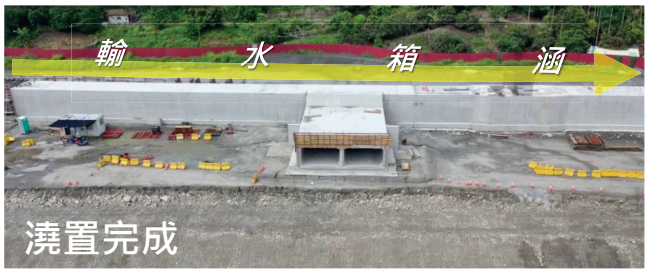
貳 施工管理及精進-入流工箱涵

結合

設計標準化 × 鋼模系統模組
人員專業化 × 30年職人經驗

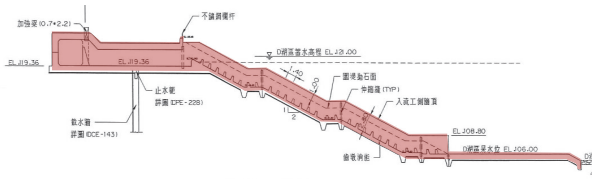
共6座 / 淨高2.5m箱涵(雙孔或三孔)



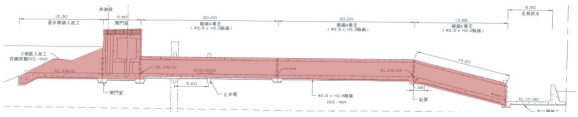


貳 施工管理及精進-其他結構鋼模系統應用

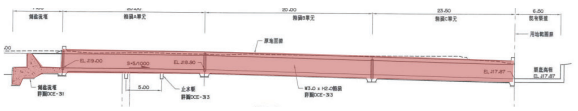
入流工



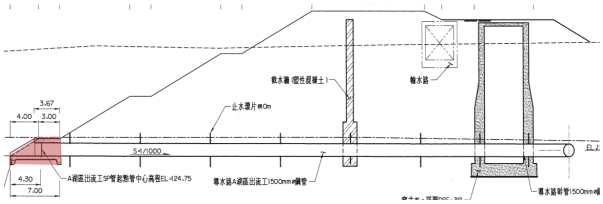
退水箱涵



側溢流堰



出流工



貳 施工管理及精進-土方工程/引進重型機械科技輔助

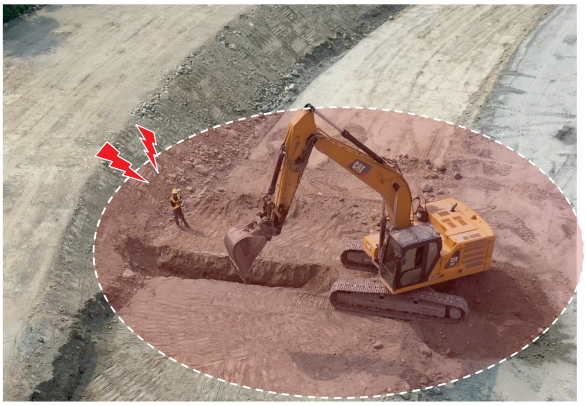
本國常見砂石車	VS	鉸接式牽引車
10m3	載運量	20m3
較低	越野能力	較佳
不易	土方數量掌握	較高

減少重複壓實 | 達設定參數即符合規範

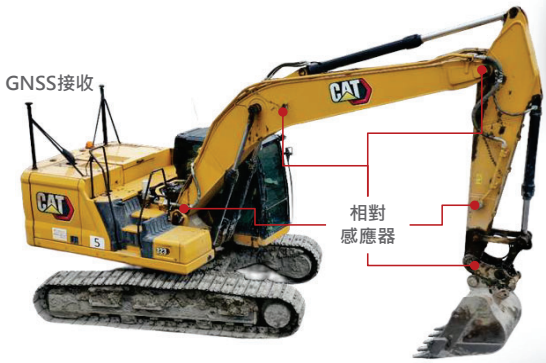
壓實度 | 可再透過工密取樣檢驗數值

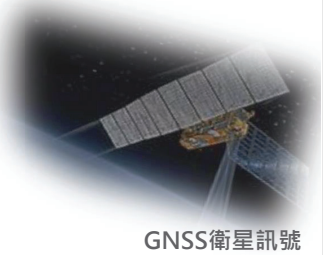
貳 施工管理及精進-土方施工智能3D輔助系統(1/3)

【傳統方式】



【創新系統】衛星導航定位 × 3D輔助系統





人員配置 高 耗時 測量時間

人員配置 低 獨立 機具作業

作業半徑 潛在危害 降低 危險環境作業

貳 施工管理及精進-土方施工智能3D輔助系統(2/3)

成效

- 節省20%燃料消耗
- 減少近90%測量工作
- 減少人為錯誤

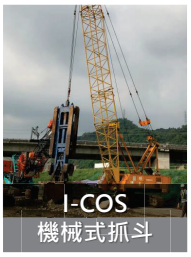
降低90%人員靠近機具操作範圍

貳 施工管理及精進-土方施工智能3D輔助系統(3/3)

1. 機具大量同步施工
2. 挖掘機全面安裝輔助系統
3. 人員遠離機具作業範圍
4. 降低視野死角災害

貳 施工管理及精進-截水牆遭遇困難與解決對策(1/2)

原設計採用MHL工法施作截水牆

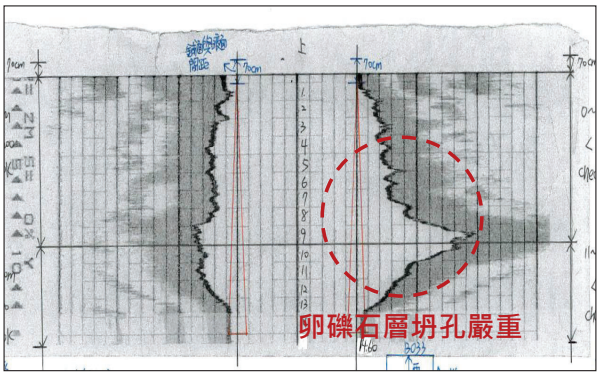


實際施工：屢屢遭遇粒徑大於1m以上之大塊石

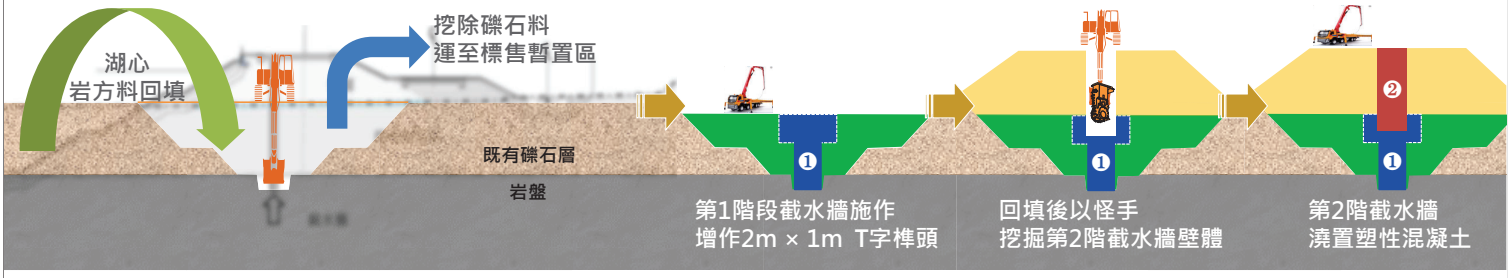
輔助方案：以衝擊錘或全套管工法輔助，成效不彰

影響

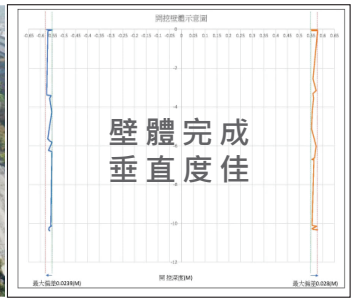
工率不佳 | 機械損壞率高 | 坍孔嚴重



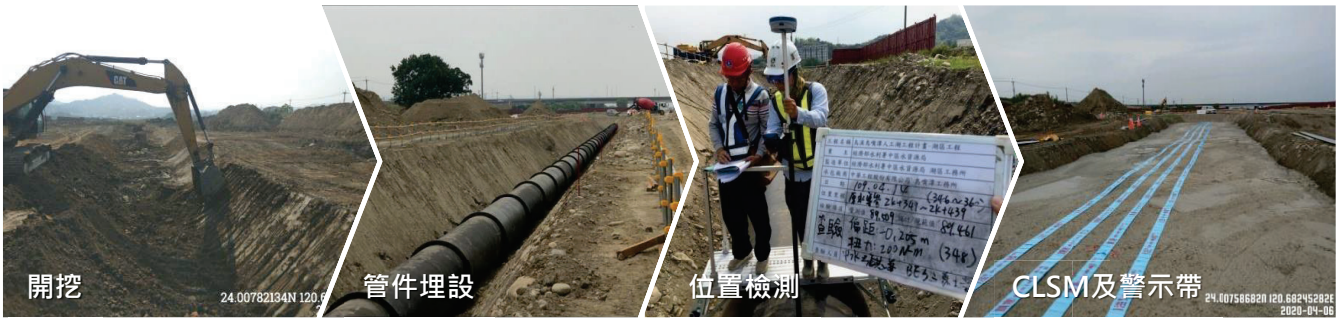
貳 施工管理及精進-截水牆遭遇困難與解決對策(2/2)



變更契約工法 | 濕式工法 變更 乾式工法

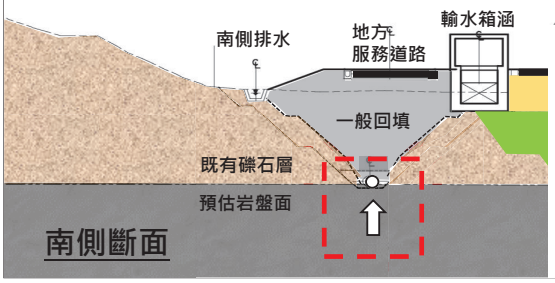


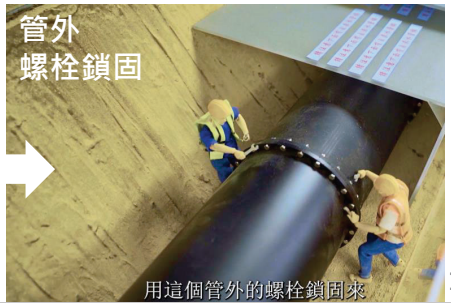
貳 施工管理及精進-導水管路(1/2)



全線8.6km

設計標準化-連續性區段同一尺寸
施工機械化-機械取代勞力
人員專業化-專業分包商、材料商

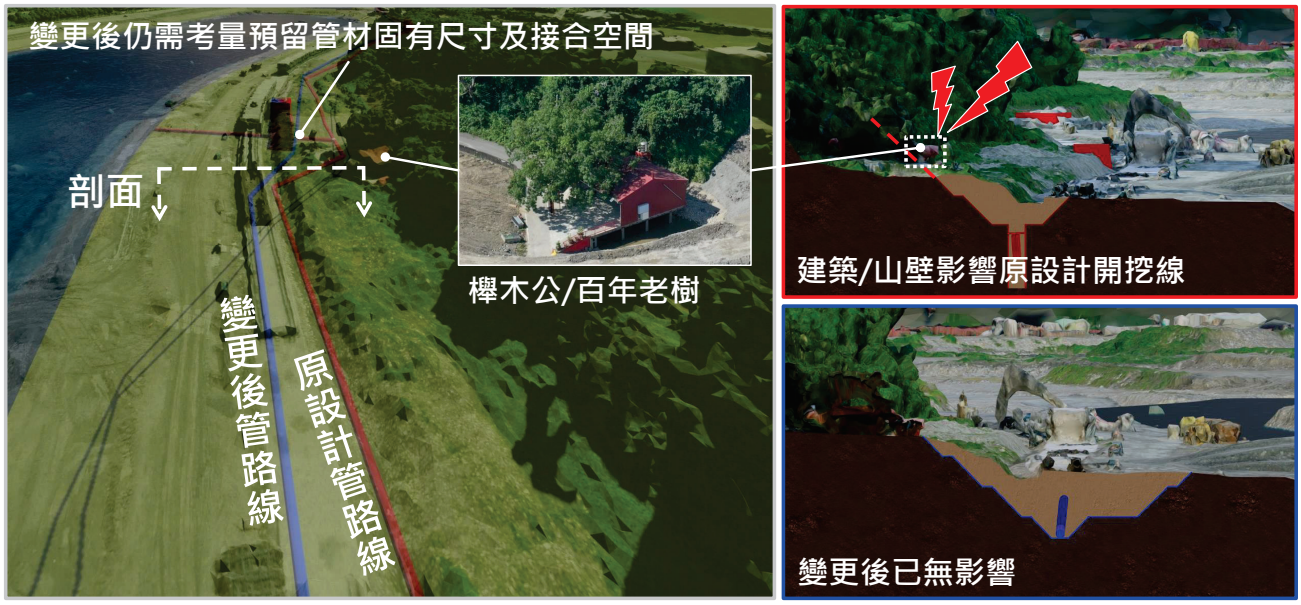




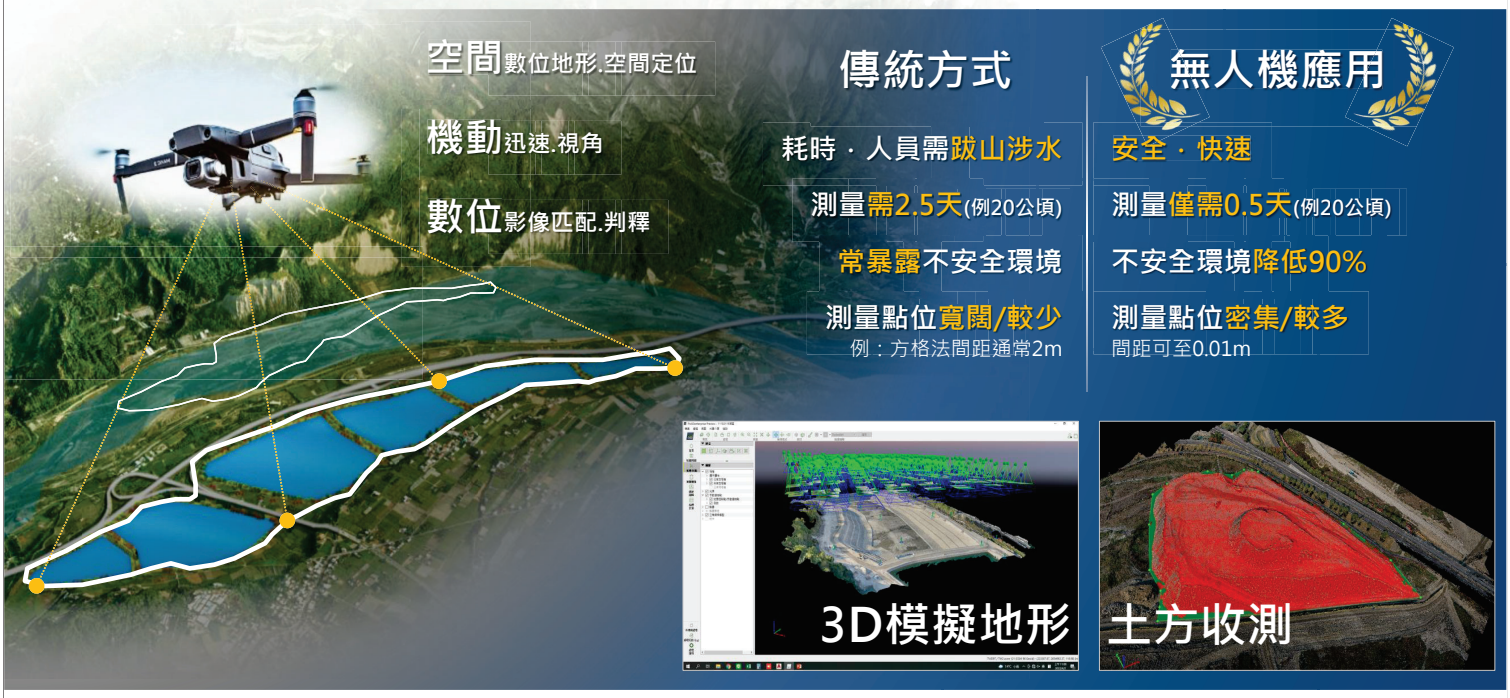
貳 施工管理及精進-導水管路(2/2)

無人機空拍數位地形模擬 × 導入BIM管線開挖模擬

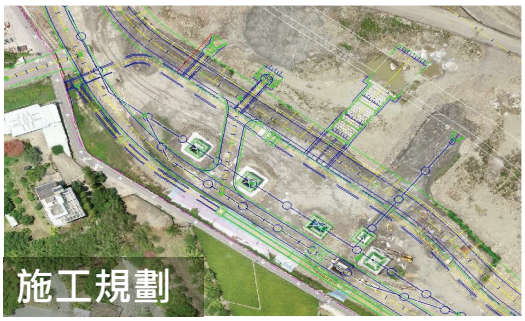
施工機械化-無人機應用
人員專業化-BIM等軟體結合應用

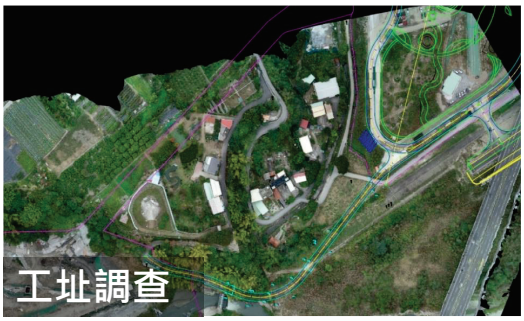


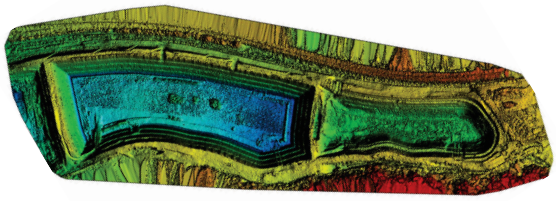
貳 施工管理及精進-土方工程/善用無人機特點輔助測量



貳 施工管理及精進-無人機之工程規劃應用

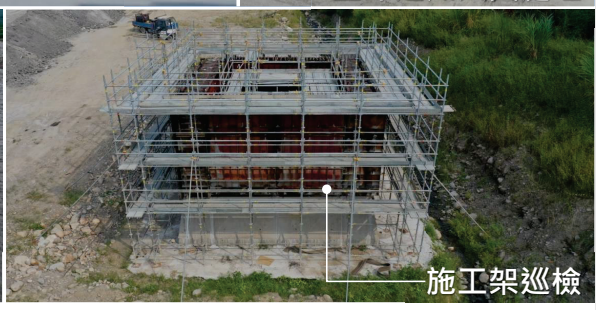




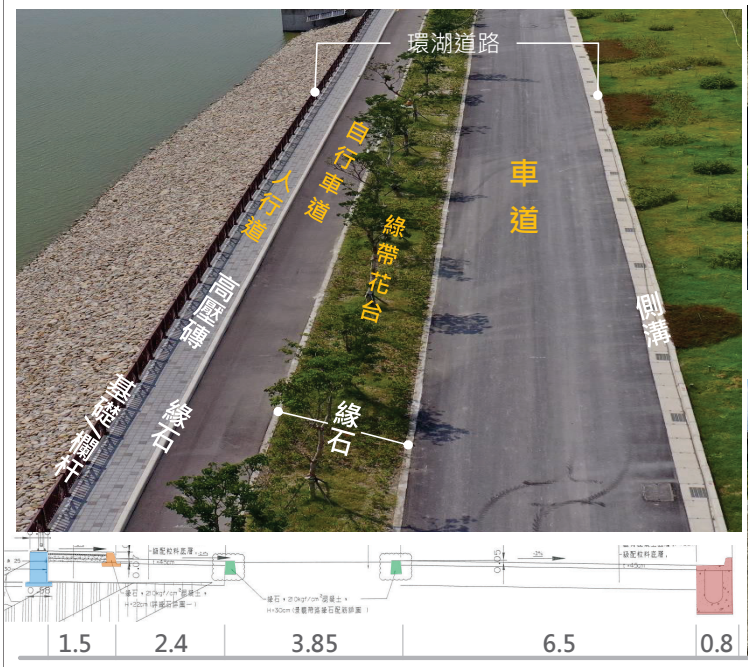


災害潛勢分析

貳 施工管理及精進-防災應用/善用無人機特點輔助



貳 施工管理及精進-環湖道路(欄杆.緣石.側溝.高壓磚)



設計標準化 × 構件預鑄化

貳 施工管理及精進-三角鼎塊

15t三角鼎塊

構件預鑄化

施工機械化

擺放位置 旁澆置

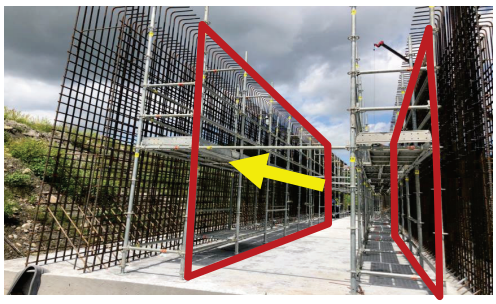
堆高機協助 移動至吊車可吊掛範圍內

貳 施工管理及精進-職安設備

系統化重型上下設備

隨工作面移動

圓盤式施工架



貳 施工管理及精進-太陽能供電監視系統

首創太陽能監視系統

減少近10km長之電線及光纖耗材
隨時隨地視需求遷移

降低感電漏電危害 | 減少電線的配置

提升工作效率 | 定點維修

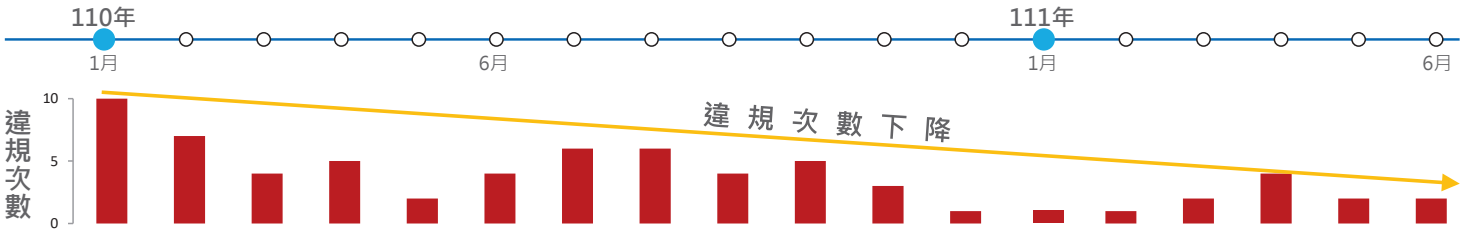
達到節能減碳效益

貳 施工管理及精進-AI智慧辨影像辨識系統

AI 智慧影像辨識系統

CCTV

360度旋轉 × 30倍放大 × 近1公里遠



貳 施工管理及精進-總公司遠端施工監控系統

1.安品環聯合督導小組
2.主管走動管理計畫
3.審查及修訂安衛環目標
4.修訂及明確各級人員權責

1.職安計畫執行
2.進場管制作業
3.落實安全循環管理
4.運用5M1E辨識危害及評估

1.影音中心連動管理策略
2.追蹤改善

高階主管值勤
品質.職安.進度督導

公司 & 工務所
即時雙向溝通

檢視
大宗材料.財產狀況

追蹤
應改善事項

貳 施工管理及精進-採用物聯網IOT實施施工安全管理

其他IOT應用

CCTV系統
雲端操作360度畫面+AI辨識

影音指揮中心
智慧決策平台+遠端即時督導

參 生態環保-友善措施

迴避▶縮小▶減輕▶補償

參 生態與環保-友善措施

例 樹木移植時發現黑翅鳶鳥巢

確認離巢後該區才開始施工

例 夏候鳥燕鴴使用E湖區土方暫置區作為繁殖巢區

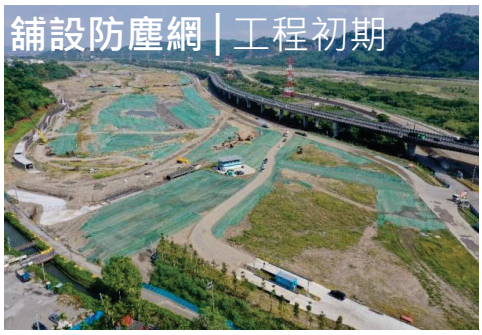
110年 迴避/圍設警示

111年 更改土方載運順序

參 生態與環保-環境保護與節能減碳

/ 變更設計減碳 /　　/ 綠色材料 /　　/ 綠色工法 /　　/ 綠色環境及減碳機具 /

參 生態與環保-空氣污染防制



參 生態與環保-空氣污染防制

道路認養上下午各1次

工區空氣品質資訊

邊坡帆布覆蓋

追蹤
南投/大里測站

參 生態與環保-水污染防制

BES中華工程 × 鳥嘴潭工務所

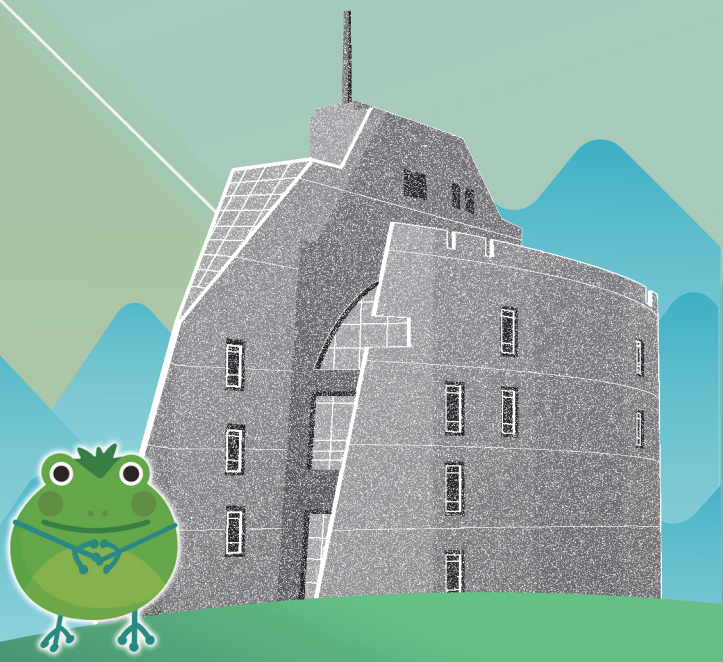
—— 敬請指教 ——

樂活・共享

永續鳥嘴潭

經濟部水利署中區水資源分署
Central Region Water Resources Branch, Water Resources Agency,Ministry of Economic Affairs

財團法人中興工程科技研究發展基金會
SINOTECH FOUNDATION FOR RESEARCH & DEVELOPMENT OF ENGINEERING SCIENCES & TECHNOLOGIES



鳥嘴潭人工湖 11-16’2023