

108年度創新研究計畫

農塘滯洪和蓄水功能智慧操作之研究

單位：逢甲大學 營建及防災研究中心

簡報人：鍾侑達 助理教授





大綱



前言



實施方法與步驟



農塘室內模型操作



滯洪和蓄水功能操作之模擬



農塘滯洪智慧操作可行性評估



結論與建議





逢甲大學
Feng Chia University

01

前言





前言

Foreword



水的問題

水資源需求 V.S 防災滯洪



農塘區分

一般農塘 V.S. 滯洪農塘



智慧控制

水位監控 V.S. 閘門自動控制



HEC-HMS模擬

實驗結果 V.S. 數值模擬

✓ 灌溉與滯(蓄)洪功能競合關係

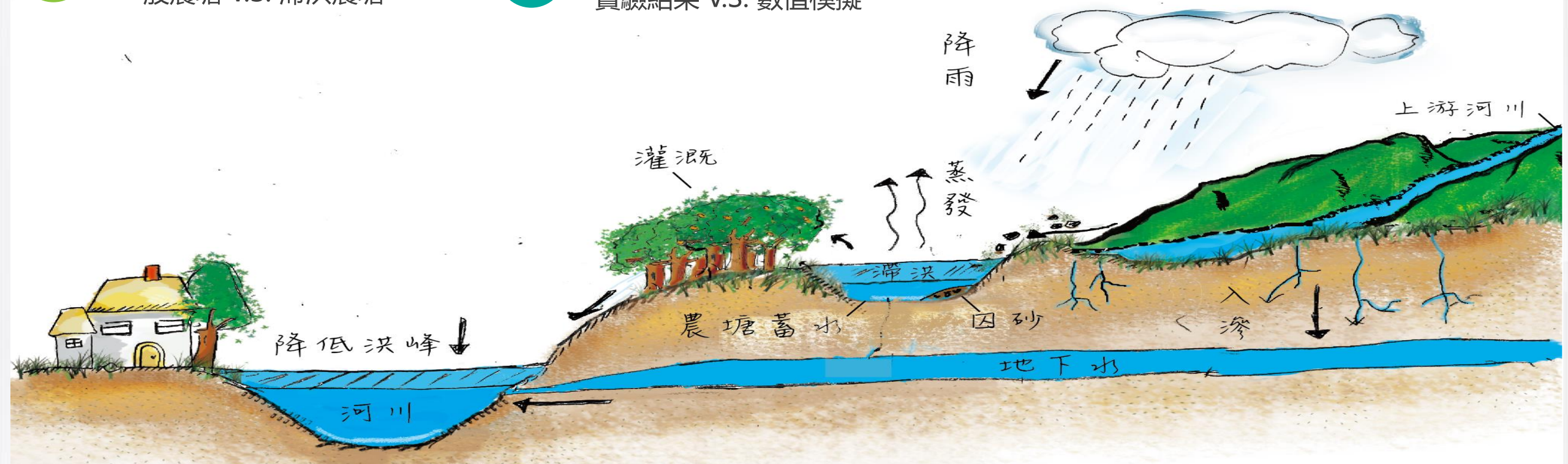


蓄(滯)洪
預留蓄滯洪空間
(降低水位)

灌溉
於雨季時充分蓄水
(抬升水位)



✓ 透過**智慧操作**解決灌溉與滯(蓄)洪競合





02

實施方法與步驟





實施方法與步驟

Methods and Steps

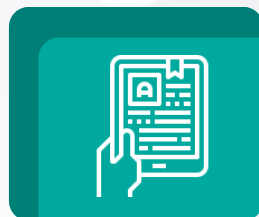
01 模型建置

本模型建置主要為實驗室模型建置，其目的在於確認農塘智慧操作之可行性



02 設備建置

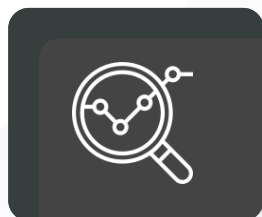
因應閘門開啟自動化效果，故採用物聯網架構，通過無線通訊傳輸方式自動控制排水



03

操作模擬

由入流量及出流量，進行農塘滯洪之模擬與分析



04

模式模擬

利用HECHMS模式模擬農塘水位控制



05

可行性評估

就經濟、技術、效能等面向評估其可行性



06 規則研擬

研擬滯洪和蓄水功能操作之基本規則





實施方法與步驟

Methods and Steps

感測裝置布置

- » 氣象監測
- » 超音波水位計
- » 智慧型水體感測尺
- » 土壤水分張力計
- » 流量量測計

自動控制設施

自動控制閘閥門

資料傳輸

- » LoRa通訊設備
- » 無線網路傳輸

農塘操作規則建立

- » 灌溉流量閘門控制
- » 滯洪池出水與進水閘門控制



- ✓ 流量控管
- ✓ 防洪安全
- ✓ 有效管理



實施方法與步驟

Methods and Steps



建置滯洪農塘自動操作模型

智慧農塘模型

模型製作

計算流量

流量閥控制

水位監測

關閉逆止閥

未超過

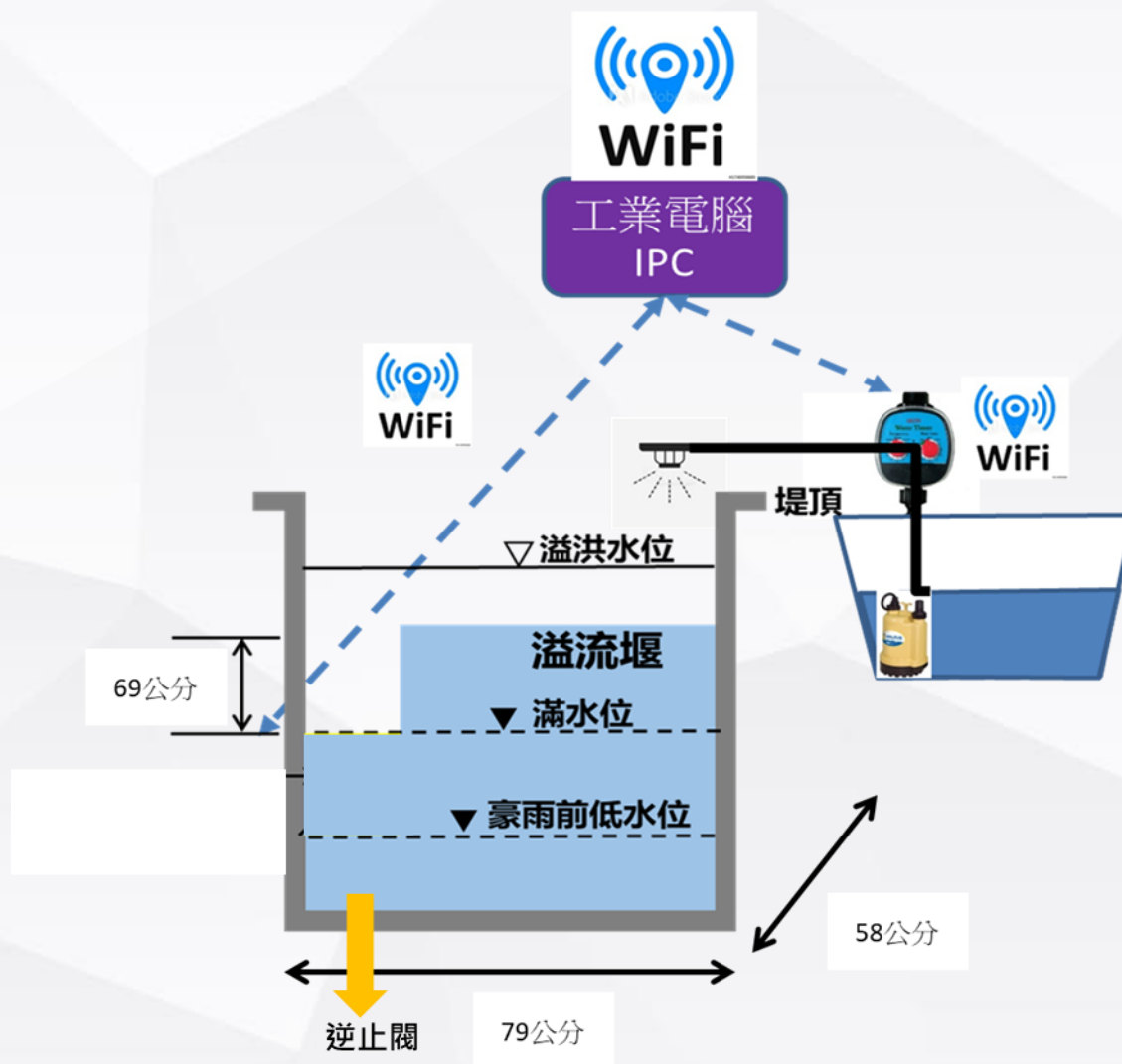
溢洪水位

超過

開啟逆止閥

- | | |
|----------|-------------|
| 1. 塑膠蓄水桶 | 4. WIFI無線傳輸 |
| 2. 自動閘門 | 5. 中控電腦 |
| 3. 抽水馬達 | 6. 水位計 |

智慧農塘模型傳輸架構



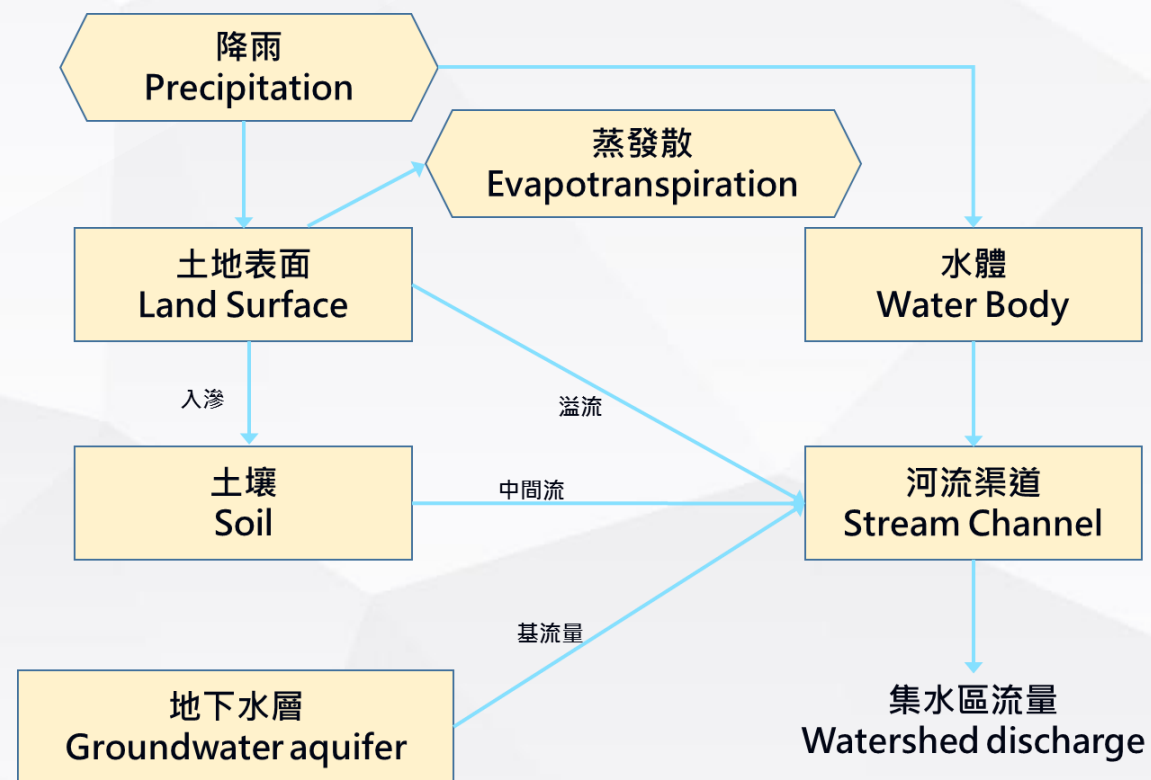
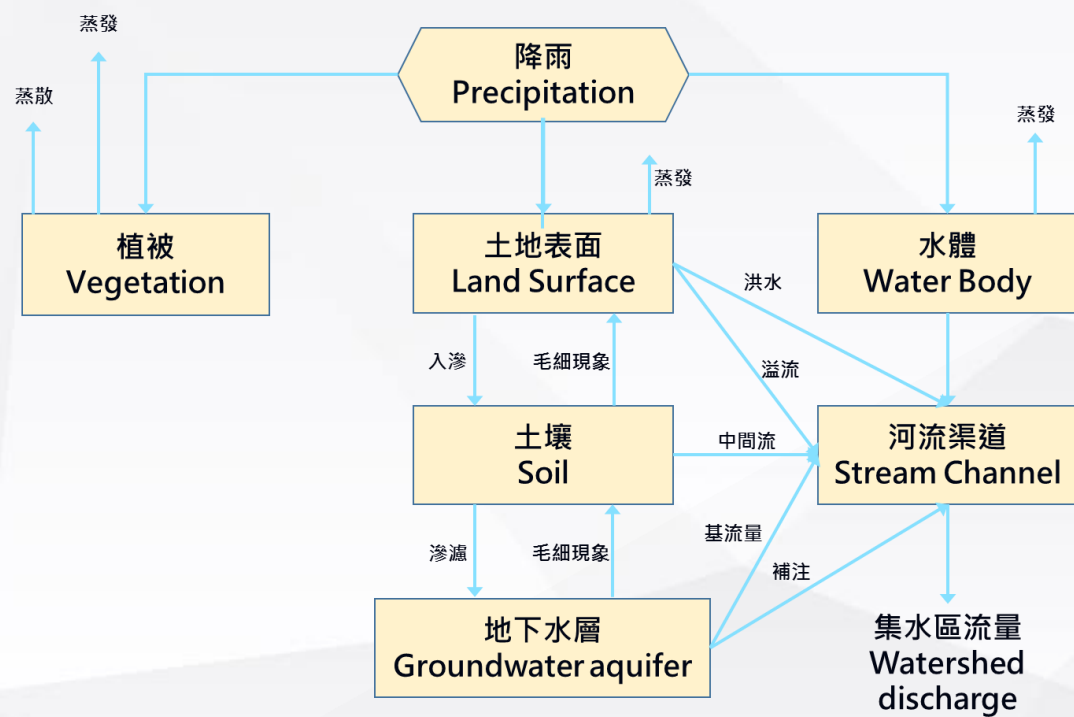


實施方法與步驟

Methods and Steps



HEC-HMS模式建置





實施方法與步驟

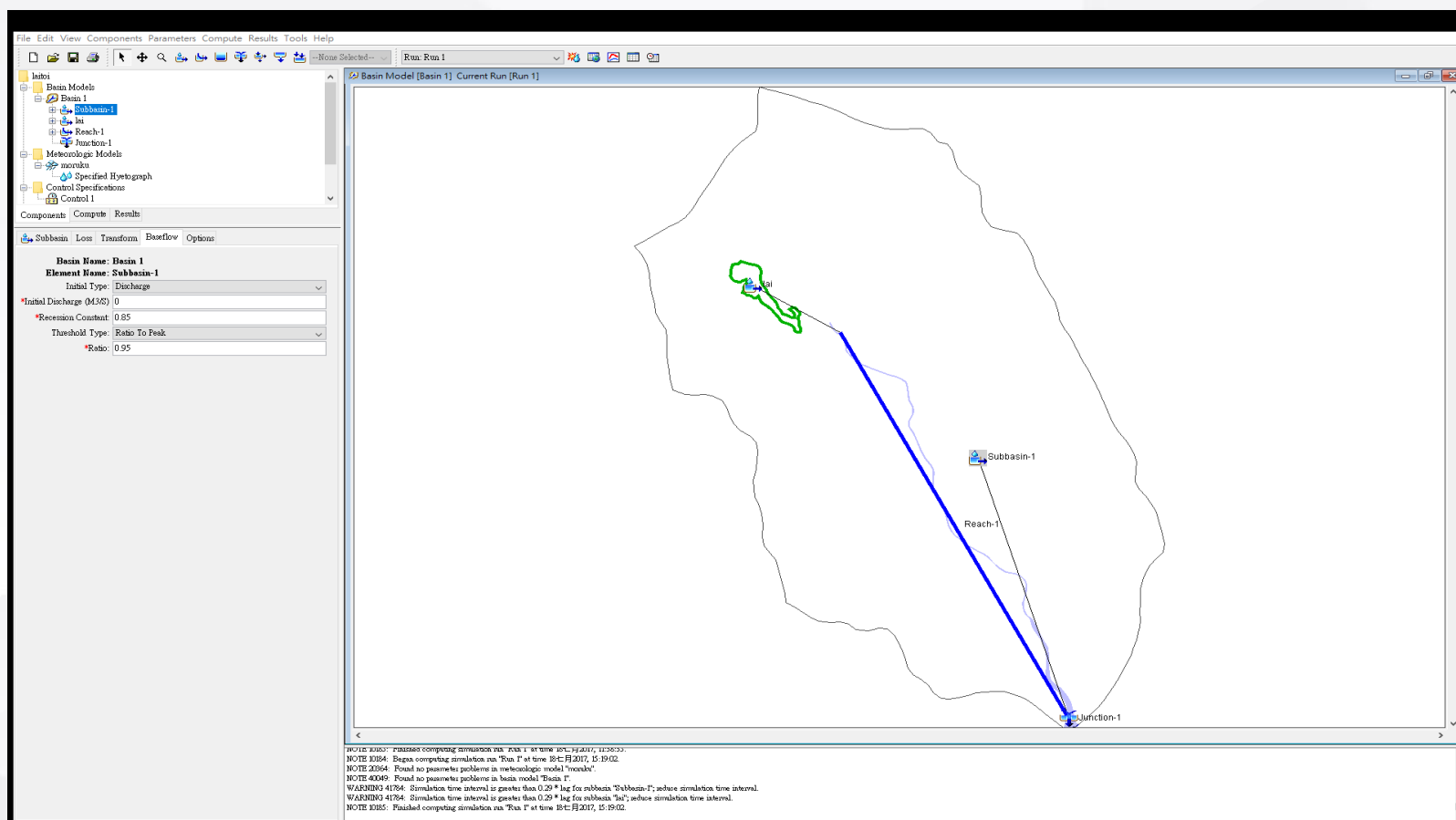
Methods and Steps



HEC-HMS模式建置

Hydrologic **E**ngineering **C**enter(HEC)美國工兵團水文工程中心

The **H**ydrologic **M**odeling **S**ystem(HMS)水文模型系統





實施方法與步驟

Methods and Steps



HEC-HMS模式建置

Hydrologic Engineering Center(HEC)美國工兵團水文工程中心

The Hydrologic Modeling System(HMS)水文模型系統

水文單元	模擬過程	模擬方法
子集水區	降水損失	初始與定率損失模式
		不足與定率模式
		SCS CN損失模式
		網格SCS CN損失模式
		Green及Ampt損失模式
		土壤潤濕計算模式
		網格土壤潤濕計算模式
	直接逕流轉換	單位歷線法 (User-specified Unit Hydrograph)
		瞬時單位歷線法 (Clark's Unit Hydrograph)
		合成單位歷線法 (Snyder's Unit Hydrograph)
		無因次單位歷線 (SCS Unit Hydrograph)
		S-歷線 (User-specified S-Graph)
		網格瞬時單位歷線法 (ModClark Method)
		運動波法 (Kinematic Wave)
	基流量	每月固定變化的基流量 (Constant Monthly)
		線性水庫 (Linear Reservoir)
		退水理論 (Recession)

模擬單元	模擬過程	模擬方法	所需參數
水文單元	降水損失	SCS CN法	CN值
			不透水百分比
	直接逕流轉換	SCS UH	SCS Lag
			基流量
渠道單元	渠道演算	稽延時間法	初始流量
			門檻值
			退水常數K
			稽延時間



03

農塘室內模型操作



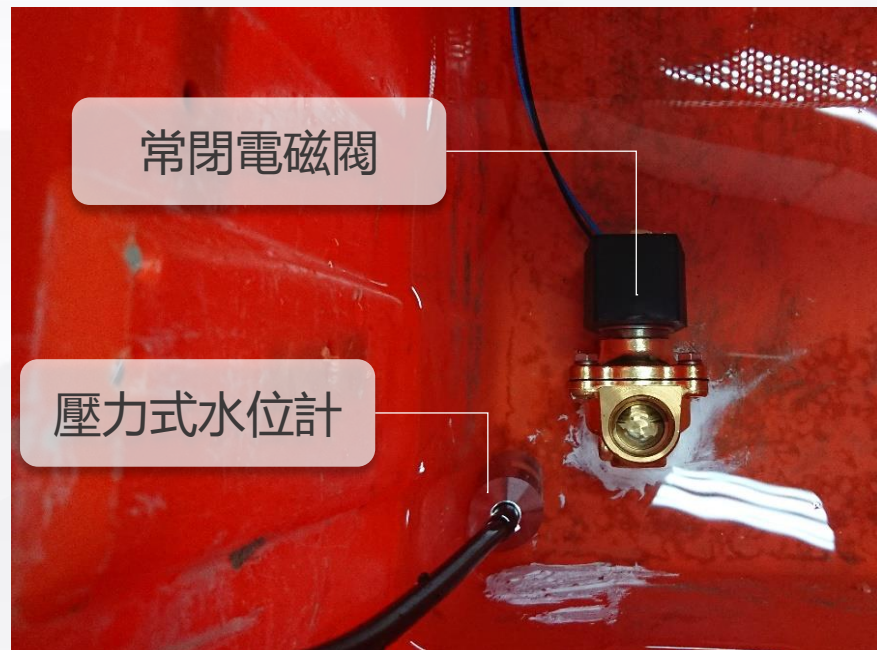


農塘室內模型操作



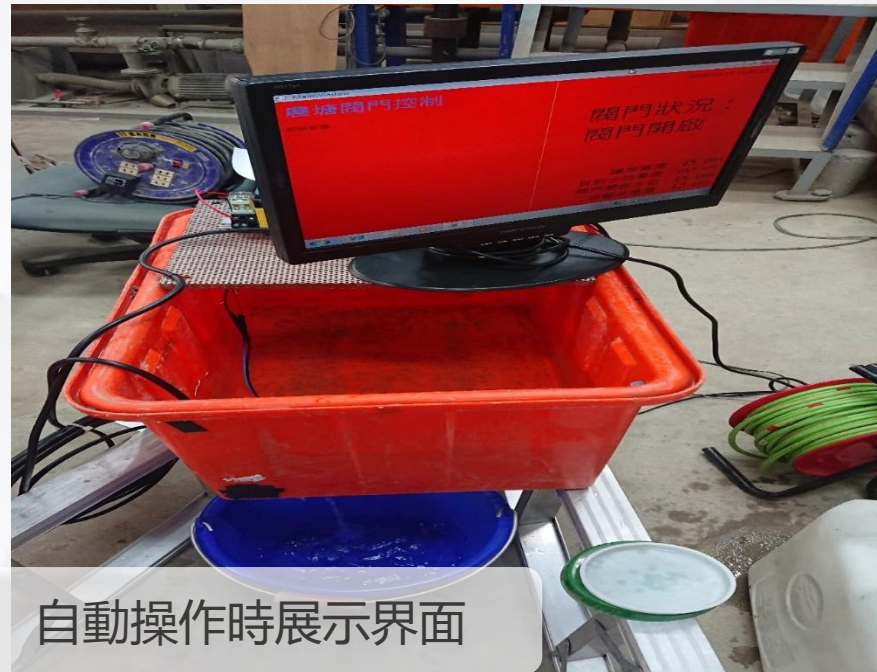
農塘設置

無線傳輸及自動控制模組



常閉電磁閥

壓力式水位計



自動操作時展示界面



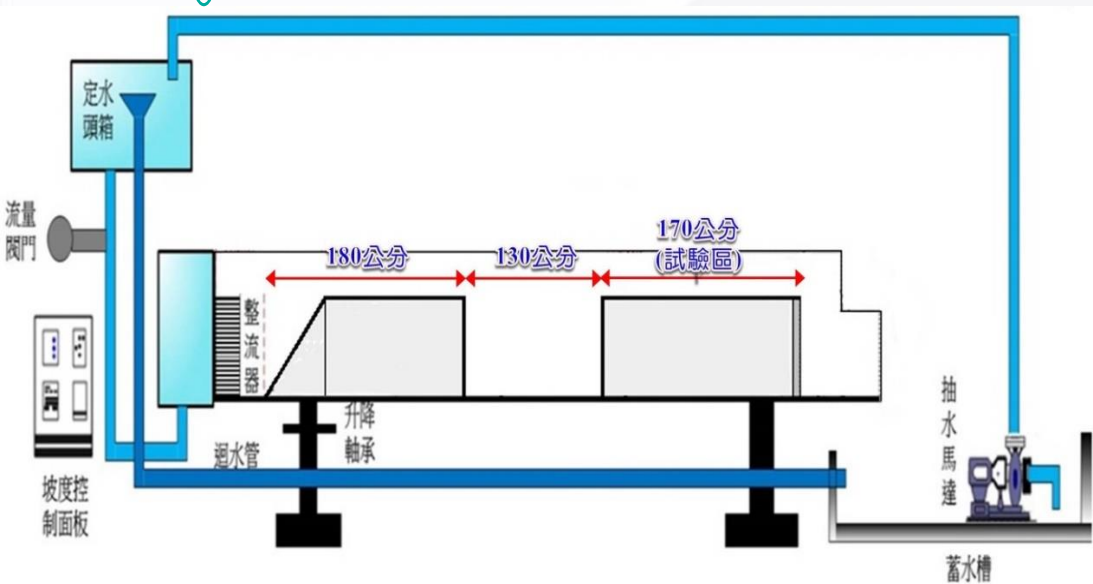
農塘室內模型操作



操作方式

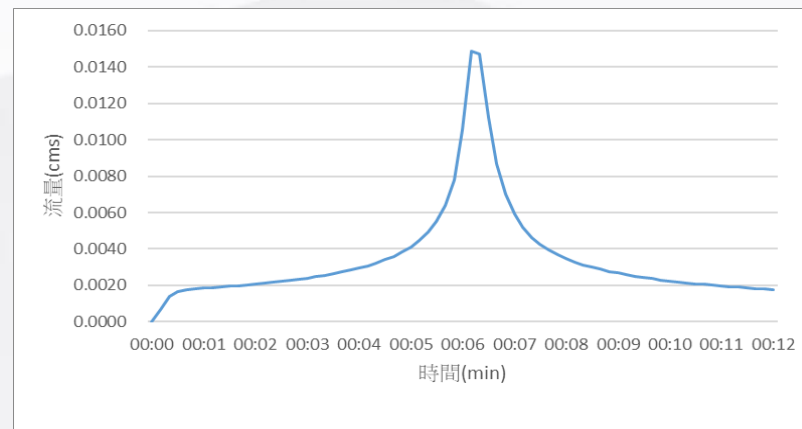
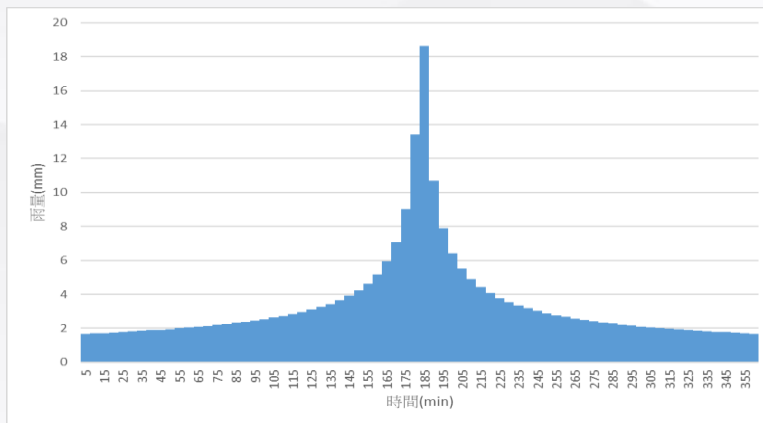
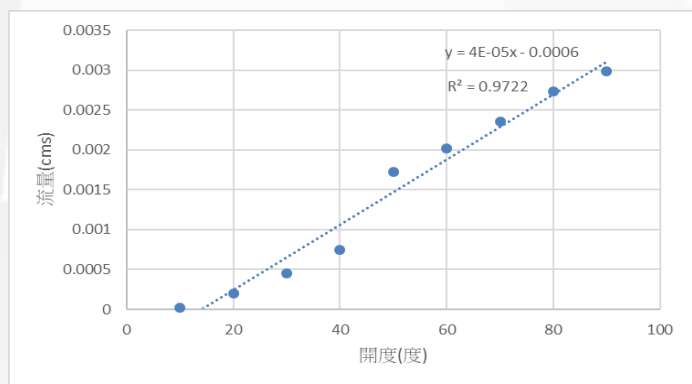


流量率定



模型雨量及流量歷線

三義雨量站10年重現期距





農塘室內模型操作



分析農塘

集水區 (編號)	江屋 1360002	所屬分局	臺中分局		
行政區	苗栗縣 西湖鄉 湖東村				
農塘編號	K-西湖鄉-湖東村-江屋-0021	定位座標(TWD97)	定位點	X	Y
			進水口	225626	2719132
土地權屬	☐ 國有地； ☐ 公有地； ☒ 私有地； ☐ 公(國)私有地混雜(公(國)有土地與私有地比例：)； ☐ 未編定； ☐ 其他				
農塘型式	☐ 挖式； ☐ 築壩式； ☐ 築堤式； ☒ 挖式與築堤式混合； ☐ 其他				
集水面積	1.64公頃	可蓄水面積	0.37公頃		
農塘容積	12256立方公尺	蓄洪體積	3269.7立方公尺		
平均可蓄水深度	測量點1： <u>3.00</u> 公尺 測量點2： <u>3.30</u> 公尺 測量點3： <u>3.50</u> 公尺 測量點5： <u>3.30</u> 公尺 測量點4： <u>3.25</u> 公尺 平 均： <u>3.27</u> 公尺 備註：			受益面積	<u>3.28</u> 公頃

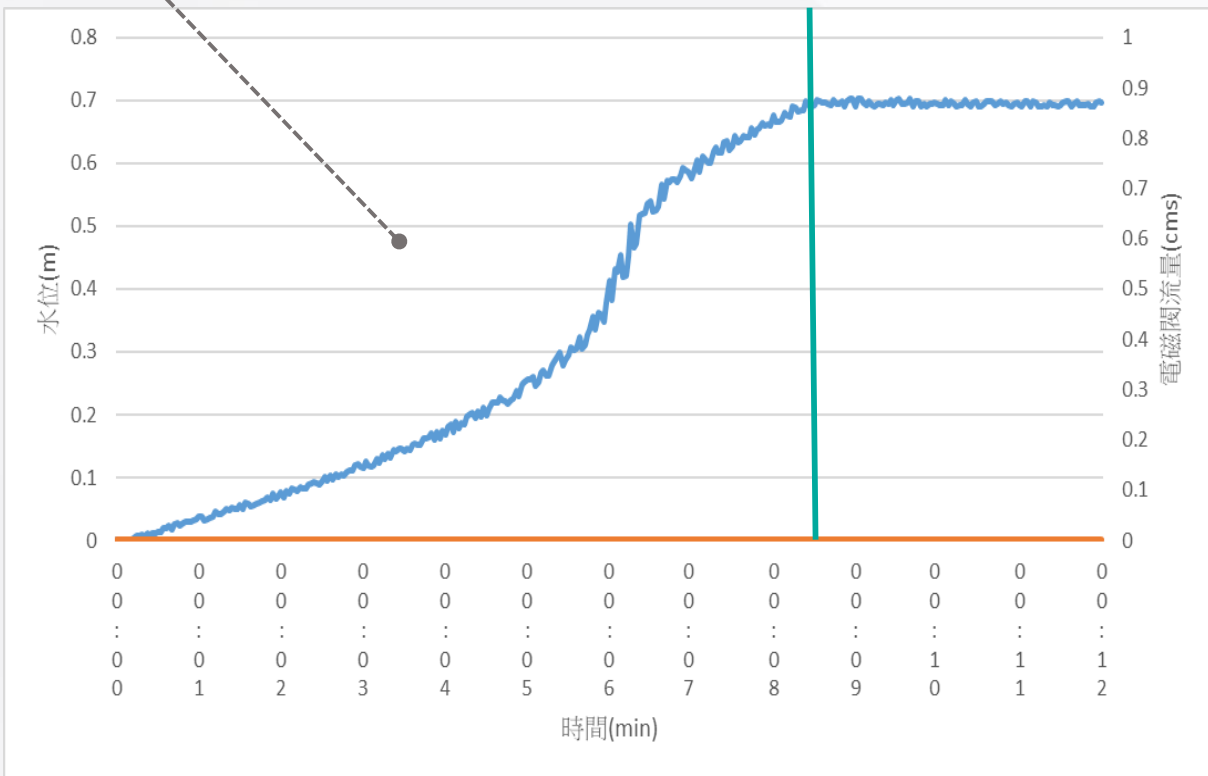




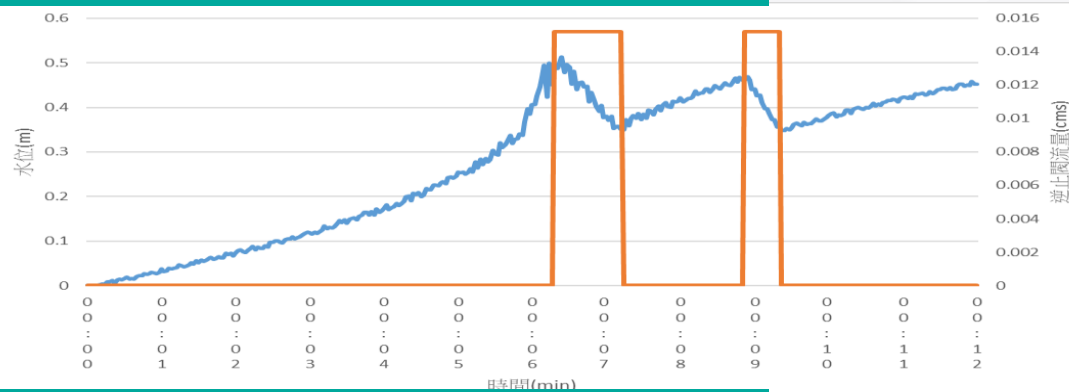
農塘室內模型操作

試驗成果

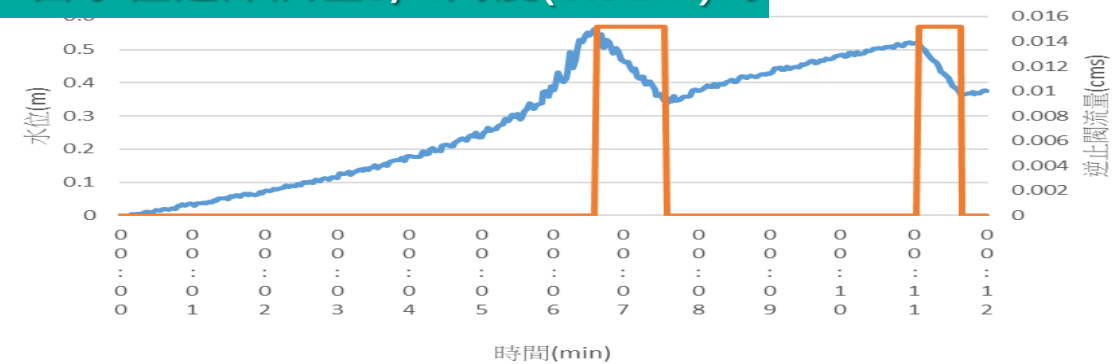
無水位
控制



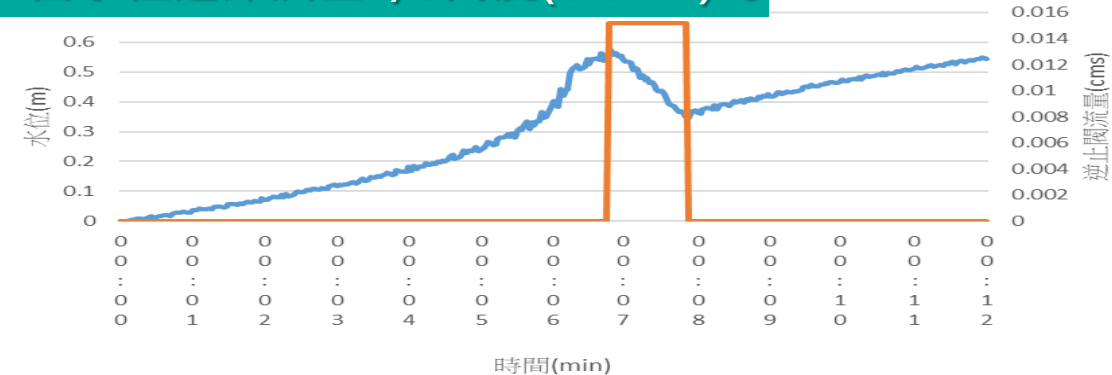
當水位達滯洪區2/3高度(0.46m)時



當水位達滯洪區3/4高度(0.52m)時



當水位達滯洪區4/5高度(0.56m)時





04

滯洪和蓄水功能操作之模擬





滯洪和蓄水功能操作之模擬

分析農塘

農塘名稱編號	水資源利用	滯洪防災	宜農牧地	位於易淹水 潛勢區	集水面積 (ha)	可蓄水面積 (ha)	蓄洪體積 (m ³)
K-後龍鎮-福寧里-江屋-0010	中	次高	√	√	1.83	0.13	520
K-後龍鎮-福寧里-江屋-0014	中	次高	√	√	3.64	0.16	1,536
K-後龍鎮-福寧里-江屋-0018	中	次高	√	√	1.73	0.11	550
K-西湖鄉-湖東村-江屋-0021	中	次高	√	√	1.64	0.37	3269.7
K-西湖鄉-湖東村-江屋-0024	中	次高	√	√	1.71	0.13	624
K-西湖鄉-湖東村-江屋-0025	中	次高	√	√	1.74	0.08	710.4
K-後龍鎮-中和里-西湖溪-0001	中	次高	√	√	1.46	0.18	720
K-後龍鎮-福寧里-西湖溪-0002	中	次高	√	√	3.65	0.18	900
K-西湖鄉-二湖村-虎尾寮-0014	中	次高	√	√	1.65	0.12	907.2
K-西湖鄉-三湖村-虎尾寮-0019	中	次高	√	√	0.61	0.06	676.8

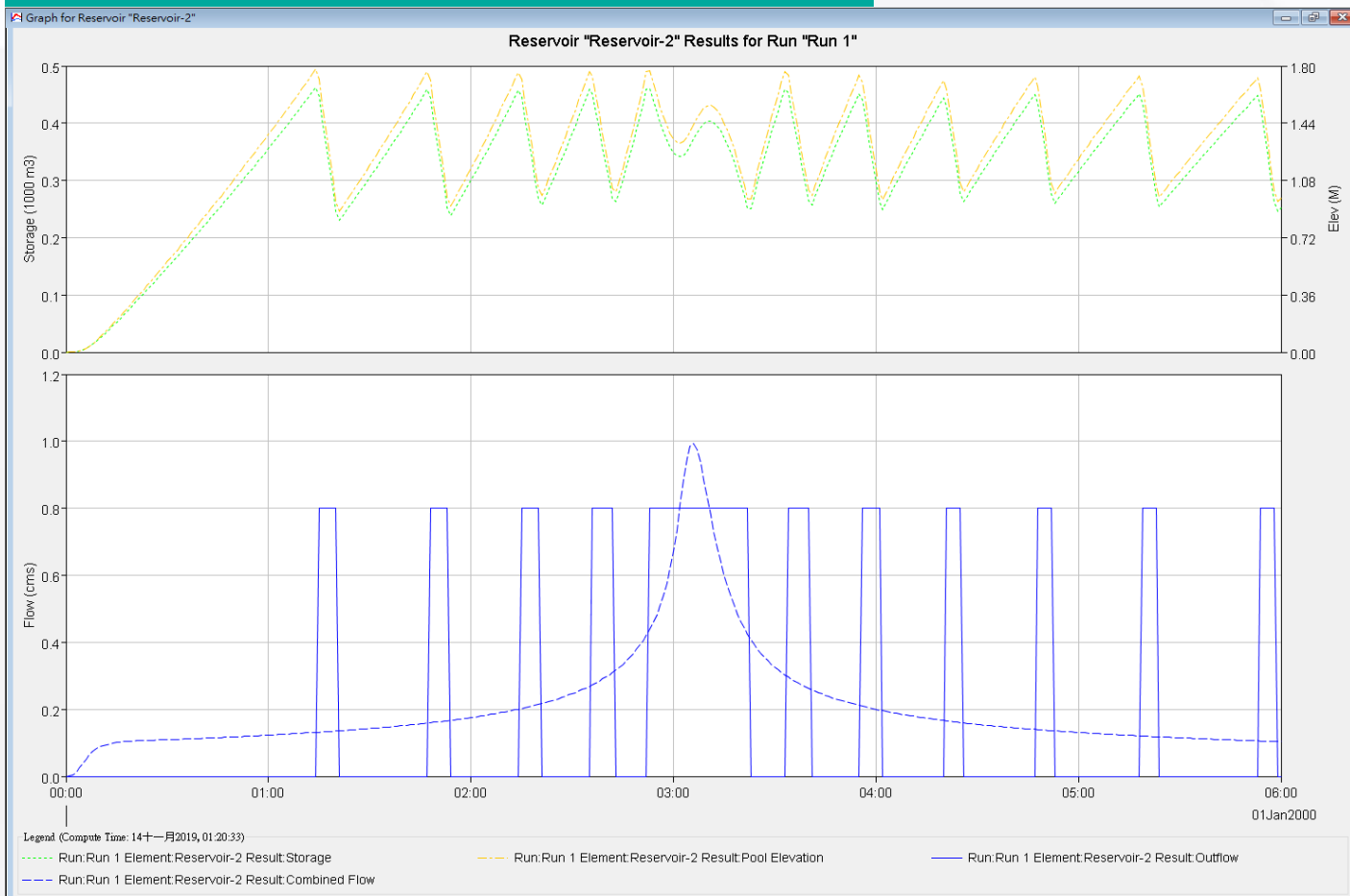


滯洪和蓄水功能操作之模擬

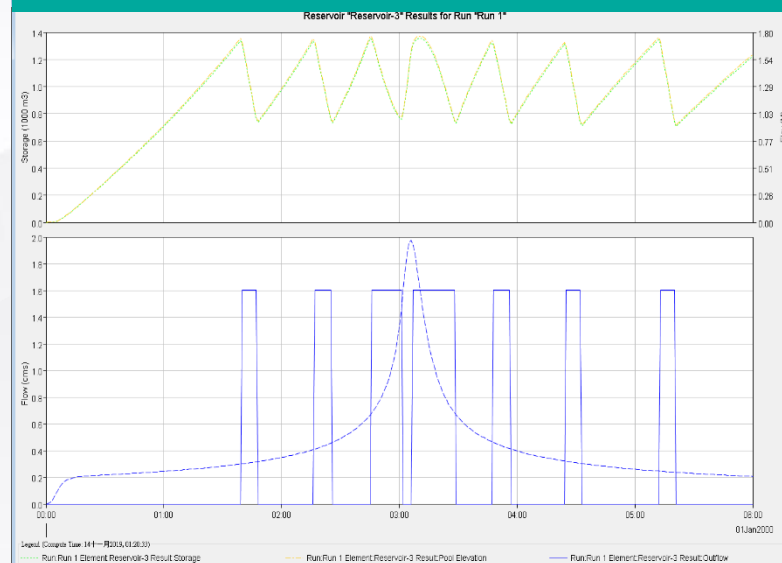


分析農塘

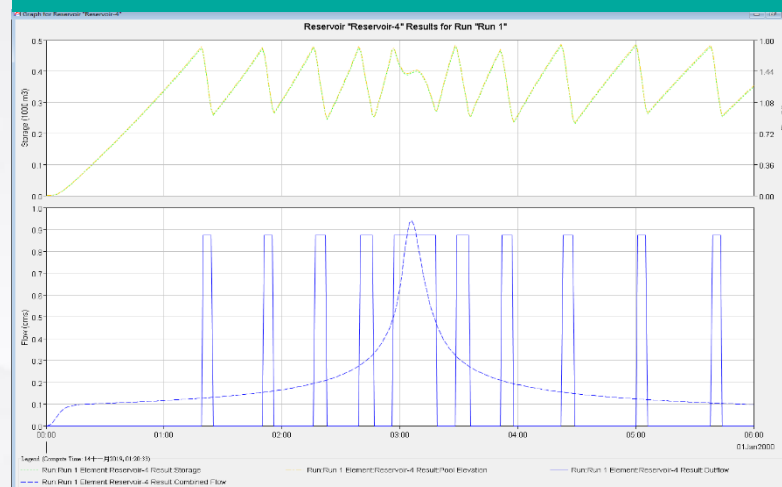
K-後龍鎮-福寧里-江屋-0010



K-後龍鎮-福寧里-江屋-0014



K-後龍鎮-福寧里-江屋-0018



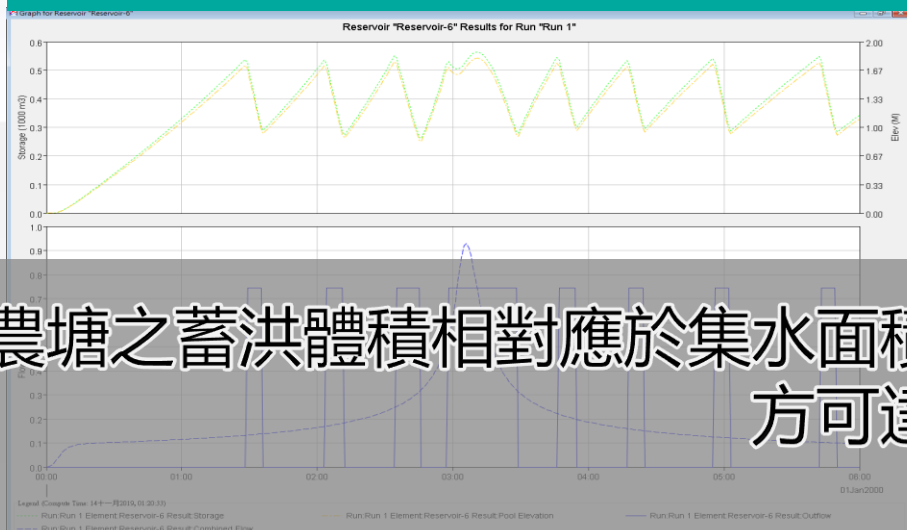


滯洪和蓄水功能操作之模擬

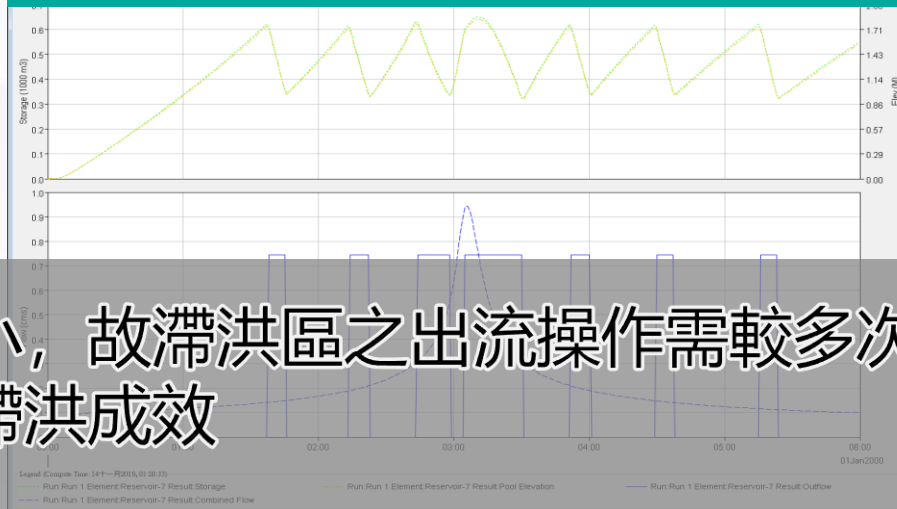


分析農塘

K-後龍鎮-湖東村-江屋-0024

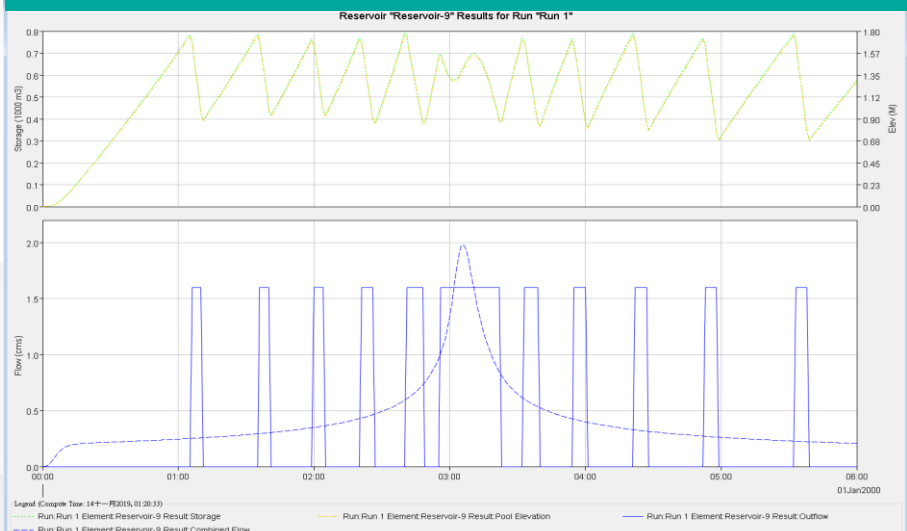


K-後龍鎮-福寧里-西湖溪-0002

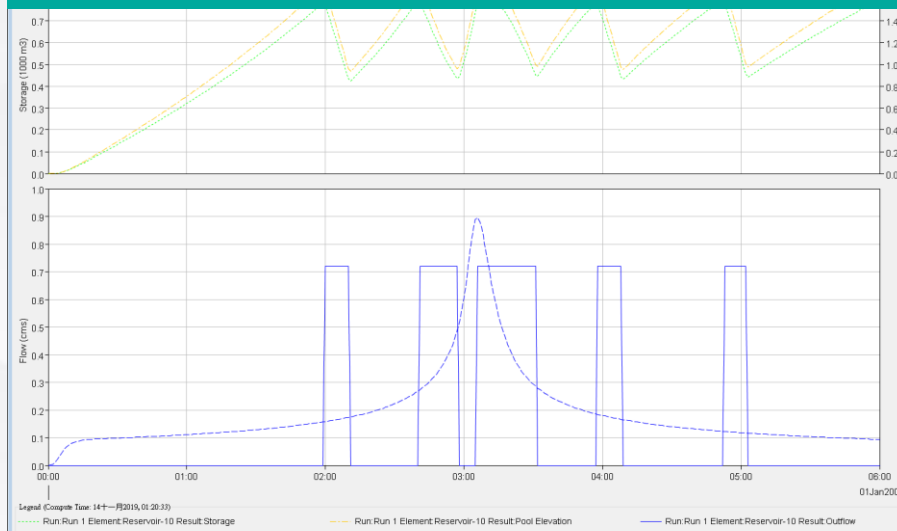


農塘之蓄洪體積相對應於集水面積較小，故滯洪區之出流操作需較多次，方可達到滯洪成效

K-後龍鎮-湖東村-江屋-0025



K-西湖鄉-二湖村-虎尾寮-0014



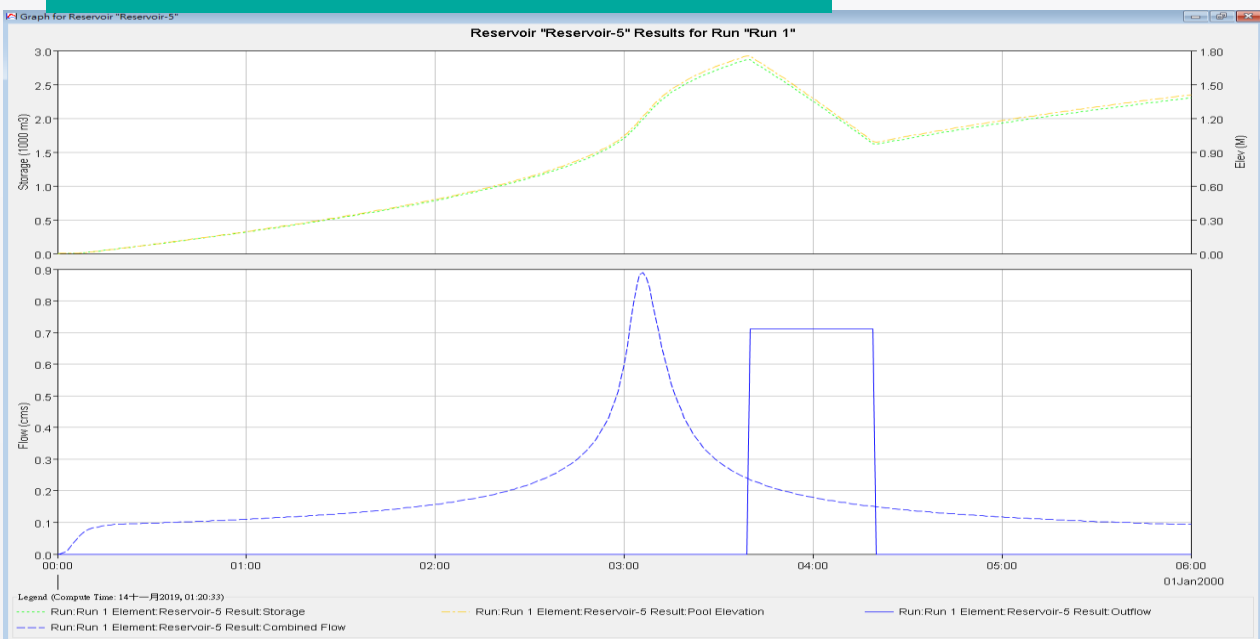


滯洪和蓄水功能操作之模擬

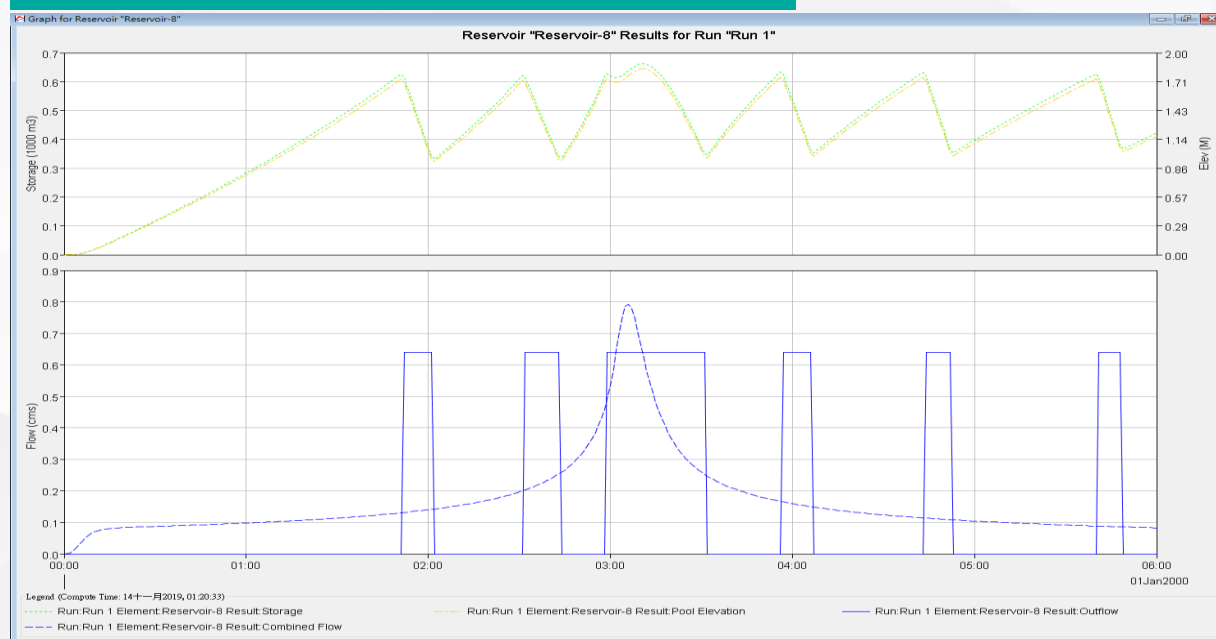


分析農塘

K-西湖鄉-湖東村-江屋-0021



K-後龍鎮-中和里-西湖溪-0001



集水面積與K-後龍鎮-福寧里-江屋-0010相近，但因蓄洪體積多了將近6倍，因此在常閉電磁閥或閘門只需操作一次，即可達到滯洪蓄水之功能



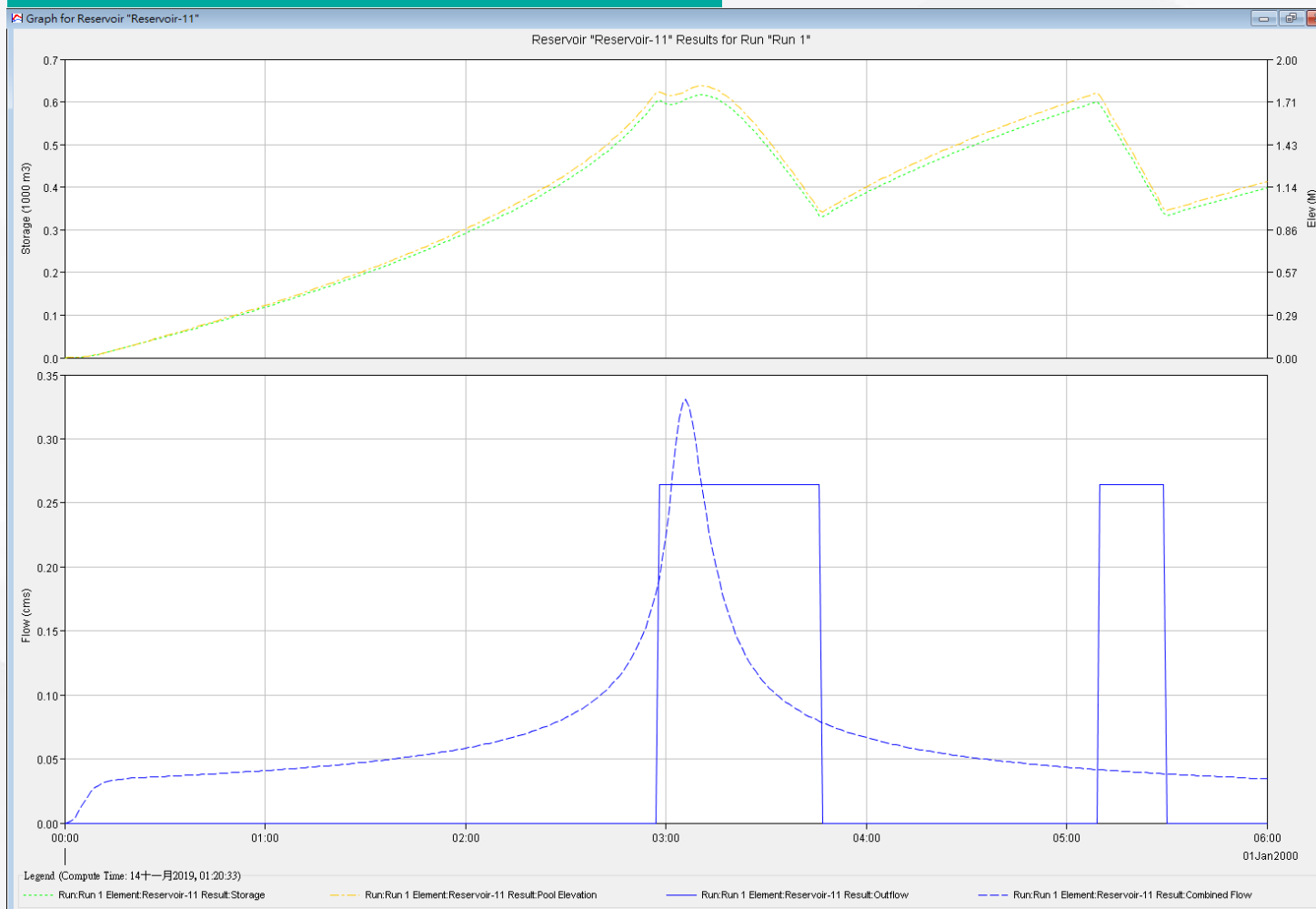
滯洪和蓄水功能操作之模擬



分析農塘

雖然蓄洪體積並非很大，但因其集水面積最小

K-西湖鄉-三湖村-虎尾寮-0019



滯洪和蓄水功能操作之模擬



農塘串、並聯操作

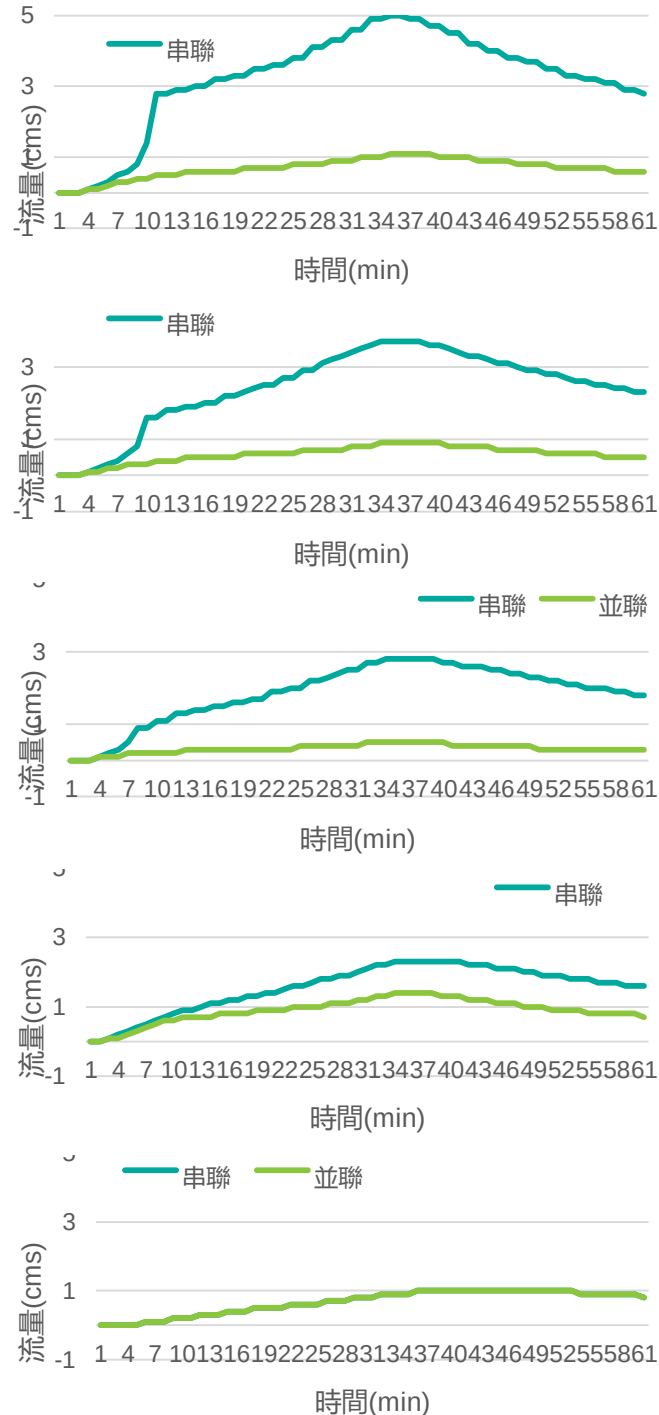
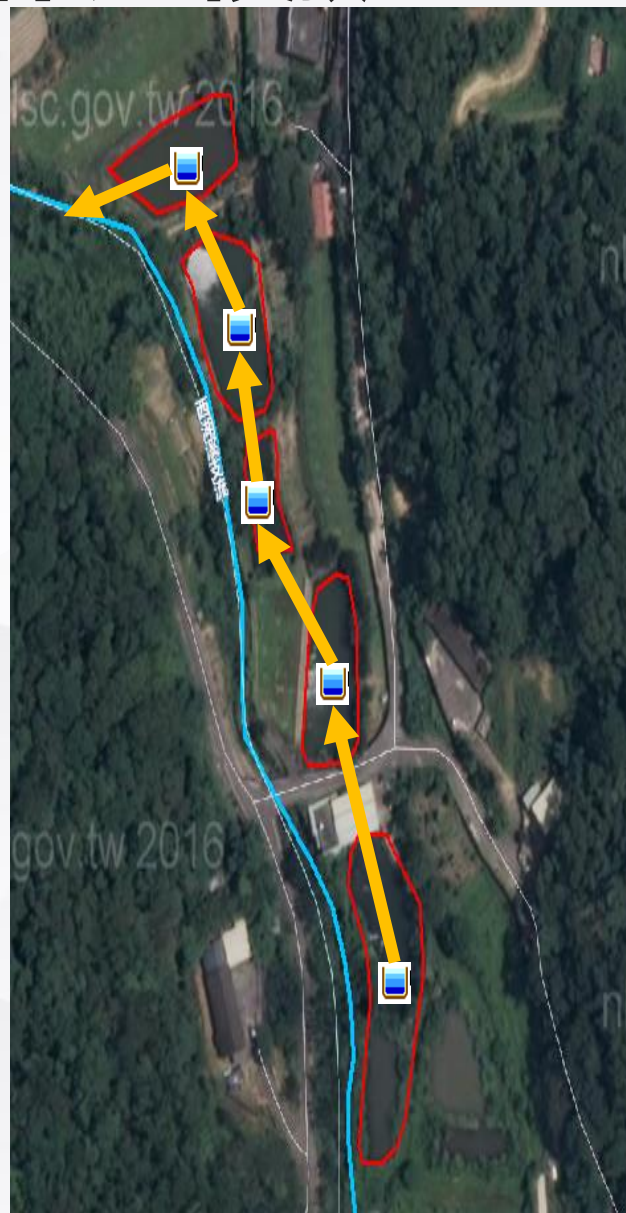
洪峰量
差異

- » 並聯操作：各農塘分別遲滯各自集水區之地表逕流
- » 串聯操作：下游農塘需承受上游農塘集水之地表逕流

滯洪時間
差異

- » 並聯操作：各農塘發揮各自滯洪成效，使滯洪到達時間有所差異，對於下游河道達到逕流分擔
- » 串聯操作：因只有最下游農塘有出口流量，使得各小集水區之洪峰集中流出

農塘編號	集水區面積(ha)	農塘面積(ha)
K-三義鄉-勝興村-深水-0026	2.39	0.04
K-三義鄉-勝興村-深水-0027	1.98	0.05
K-三義鄉-勝興村-深水-0028	1.07	0.02
K-三義鄉-勝興村-深水-0029	3.03	0.05
K-三義鄉-勝興村-深水-0030	2.79	0.09





05

農塘滯洪智慧操作可行性評估





農塘滯洪智慧操作可行性評估

改善前



K-後龍鎮-湖東村-江屋-0024





農塘滯洪智慧操作可行性評估

改善後



K-後龍鎮-湖東村-江屋-0024





農塘滯洪智慧操作可行性評估

智慧操作



K-後龍鎮-湖東村-江屋-0024

滯洪空間

- » 目前的設計滯洪操作能力較小
- » 由T型出口渠道之底部起算，可視為滯洪空間，則約有1,800立方公尺



儀器設置

- » 於出口處設置自動閘門
- » 水位計設置於東邊靠民眾居住處
- » 用電可使用市電





農塘滯洪智慧操作可行性評估

智慧操作



K-後龍鎮-湖東村-江屋-0025

滯洪空間

- » 目前農塘需將出口自由溢流填高，以增加滯洪空間
- » 約有1,000立方公尺

儀器設置

- » 因出口處為土堤，若要設置閘門則需先改善護岸為混凝土型式，故建議設置豎井控制水位
- » 水位計設置於道路邊
- » 用電可使用市電





農塘滯洪智慧操作可行性評估

不適合智慧操作



K-後龍鎮-中和里-西湖溪-0001

滯洪
空間

- » 目前農塘入口為道路側溝入流，與農塘高差約30公分，並無滯洪空間
- » 若以築壩方式加高護岸，則無法重力排水



K-後龍鎮-福寧里-江屋-0014

滯洪
空間

- » 目前農塘四周皆為土堤型式，不利水位計架設
- » 入流高程與水位高差約50公分，若增加滯洪空間，則會造成地表逕流無法由入流處流入





農塘滯洪智慧操作可行性評估



可行性評估



經費可行性

電動閘門(1m×1m)一座約35萬元左右，並需配合護岸重新整理，需由有混凝土護岸，若農塘已應用豎井進行出流之管控，則可在豎井口加裝常閉電磁閥，常閉電磁閥價格較便宜



滯洪效益可行性

農塘在透過多次操作，除了遲滯洪峰時間增加外，更因多次蓄水空間的操作，將蓄洪能力提高數倍



民眾意願

於農塘調查期間，多次與當地農民及農塘使用者接觸，主要皆贊成能有閘門或是常閉電磁閥控制水位是好的想法，並且除了平時能應用之蓄水容積外，更可多了滯洪容積之水量可使用



農塘區位可行性

農塘區位為挖式農塘其可行性較高，因築堤式農塘之入流較無法靠地面重力匯集降雨時之雨水，若配合道路側溝之集水高程，則可蒐集之範圍較廣。



06

結論與建議





結論與建議

結論

農塘室內模型模擬與HECHMS模式水位模擬成果相近，故可採用HECHMS模式模擬多座農塘，以節省時間成本

多座農塘聯合操作，以並聯式操作對於下游承受水體能有逕流管制成效

農塘出流形式以電磁閥配合豎井較為經濟，電動式閘門則需配合護岸為混凝土才適合施作

農塘滯洪智慧操作於滯洪效應具有多次操作之滯洪成效，民眾在接受度上則因可以有更多之蓄水體積可使用，故接受度較高



結論與建議



建議

室內模型及數值模型皆針對農塘滯洪效應及可行性有一定成果，可挑選合適農塘實地施作

於示範農塘增設雨量計及攝影機，以確認成果

01

02



建議

Foreword

