



Vol.17 No.1 No.2 合刊
2023.06



水土保持

水
保
技
術

Journal of Water and Soil Conservation Technology

Vol.17

No.1

No.2 合刊

中華民國水土保持技師公會全國聯合會

地址：220 新北市板橋區雙十路 2 段 143 號 4 樓

TEL：02-82581918 FAX:02-82571900 <http://www.swcpea.org.tw/> e-mail:swcpea@seed.net.tw



中華民國水土保持技師公會全國聯合會暨
臺灣省水土保持技師公會 臺北市水土保持技師公會 新北市水土保持技師公會
臺中市水土保持技師公會 高雄市水土保持技師公會 聯合出刊

水保技術



ISSN 1998-2275

第17卷 第1期、第2期合刊

2023.06

水土保持技師從事水土保持相關之調查、規劃、設計、
監造、研究、分析、試驗、評價、鑑定、施工及養護等業務

| | | | |
|-----------------------------|---|---|--|
| 發行人： | 郭玉麟 | Publisher: | Yu-Lin Kuo |
| 出版者： | 中華民國水保技師公會 全國聯合會 | Publication Office: | The Union of Soil and Water Conservation Professional Engineer Associations |
| 會址： | 新北市板橋區雙十路2段 143號4樓 | Address: | 4F., No.143, Sec. 2, Shuangshi Rd., Banqiao Dist., New Taipei City 220, Taiwan (R.O.C.) |
| 網址： | http://www.swcpea.org.tw/ | Web Site: | http://www.swcpea.org.tw/ |
| 電話： | (02)8258-1918 (02)2254-4483 (02)2253-8151 (02)8258-5680 | Tel: | +886 2 8258-1918 +886 2 2254-4483 +886 2 2253-8151 +886 2 8258-5680 |
| 傳真： | (02)8257-1900 (02)2250-0061 | Fax : | +886 2 8257-1900 +886 2 2250-0061 |
| 主編委員： | 劉衍志 | Chief of Editor: | Yen-Chih Liu |
| 編輯委員： | 鍾東宏、吳烘森、吳正義 | Board of Editor: | Dung-Hung Chung, Hong-Sen Wu, Cheng-Yi Wu |
| 編輯助理： | 許婷瑄 | Assistant Editor: | Ting-Hsuan Hsu |
| 本刊為季刊，每年出版四次 | | This journal is published quarterly. | |
| 本刊版權為水保技師公會所有 | | Institutional subscription fee: NT\$100 | |
| 訂閱費：每期新台幣 100 元 (國外郵資另加) | | | |
| 印刷者： | 吉祥數位印刷社 | Print: | Ji Xiang Publishing Inc. |
| 地址： | 台南市育樂街 55 號 1 樓 | Address: | 1F., No.55, Yule St., East Dist., Tainan City 70145, Taiwan (R.O.C.) |
| 電話： | (06)2368-880 | Tel: | +886 6 2368-880 |
| 傳真： | (06)2345-085 | Fax: | +886 6 2345-085 |

本刊文責由作者自負，版權概屬本會所有。未經本會同意，禁止翻印或轉載。

水保技術

「水保技術」四字為鄭燮墨跡。鄭燮，字克柔，號板橋，清朝官員、學者、書畫家，擅長畫竹。鄭燮為官清廉，後因老病罷官客居揚州，身無長物，僅寥寥幾捲圖書隨身，賣畫為生。鄭燮為「揚州八怪」之一，其詩、書、畫被世人稱為「三絕」，以篆、隸、草、行、楷等各種書體的字形，並以蘭草畫法入書，形成有行無列、疏密錯落的書法風格，創造了「六分半書」的書體，後人亦稱之為「板橋」體。

鄭燮注重對自然和周圍事物的觀察，師承自然，與水土保持著重於自然變化、演替、行為相同。借板橋體書本刊刊名，實有見微知著、體察民需、難得糊塗之寄情，亦是對水土保持從業人員與學者之期許。



封面介紹：宜蘭縣台 7 線 49.7K 大曼路段，2022 年受尼莎颱風連續強降雨影響，於 10 月 2 日發生崩塌，坡面上方殘存大量不穩定的土砂材料，導致落石不斷。經復興工務段積極調度大型機具及加派人力進行搶修，目前該路段路基缺口修復及土石清理已完成，後續持續邊坡浮石清除、掛網及噴漿保護工作。

公路總局表示，邊坡保護工程完成前，仍有隨時落石風險，現場安排人員管制，並視邊坡狀況機動調整放行，請用路人耐心配合，小心駕駛依序通過；每日放行時段如遇天候狀況不佳，像是強降雨、濃霧無法監看邊坡等，或地震過後現場持續落石有擴大之虞，搶修團隊仍不排除立即封閉道路，禁止人車通行。

照片提供：鍾鳴峰技師

目錄

人物專訪

- 4 臺中市政府水利局 范世億局長

學術論文

- 10 水庫集水區健檢土砂指標應用於成效評估方式規劃 - 以石門水庫為例
- 簡昭群 張成璞 林齊堯
- 18 應用河道幾何參數建立山區聚落安全性之評估方法
- 葉思良 李明熹 陳昆廷

技術短文

- 28 融合安全及溪流環境功能之橫向構造物優化案例評估
- 方韻如
- 30 應用開源分布式降雨逕流模式推估土石流潛勢溪流之流量以中港溪與後龍溪為例
- 張哲豪 沈志全

得獎專輯

- 32 濁水溪許厝寮堤段整體環境改善工程(特優)
- 經濟部水利署第四河川局
- 48 二層行橋下游段整體環境改善工程第三期(特優)
- 經濟部水利署第六河川局

評析專欄

- 60 AI 人工智慧於水土保持工程的具體應用
- 蔡易達

活動花絮

人物專訪

臺中市政府水利局 范世億局長



採訪／郭玉麟理事長、劉衍志技師

文字整理／許婷瑄

日期／2023年4月26日

臺中市政府近年積極推動水環境的整治，東大溪擺脫臭水溝之名並成為臺中市首例水力發電的河川、筏子溪整治成了民眾的觀光打卡景點等，營造與復育成果豐碩。本期人物專訪特別邀請臺中市政府水利局范世億局長進行人物專訪，同時也邀請了臺北市水土保持技師公會鄧鳳儀理事長、新北市水土保持技師公會梁宥崧理事長、臺中市水土保持技師公會謝俊賢理事長與會。范世億局長時任行政院農業委員會水土保持局保育治理組組長、經濟部水利署第三河川局局長、臺中市政府參事等職務，公職生涯致力於水保與水利領域發展。以下為當日訪談紀要：



臺中市政府近年行政整上成果顯著。以一個行政團隊來說，這牽涉到決策的形成、資源的聚攏、在地團體的配合、持續資源的投入，這是一個相當不容易的決定。想請教局長，從個人經歷到決策，到市府團隊的溝通與配合，這是一個怎麼樣的過程？

水環境是大家都能看見的，本局除了水利，也有水土保持相關的劃分。我們看到一條美麗的河川，其背後若沒有污水處理污水相關科處去做污水接管和後續處理，如此浩大的工程，我認為是局內同仁全體一起付出的，並不是只有某一科的功勞，希望不要讓其他科認為局長只重視某一科，這是我想傳達的理念。



整治河川的過程中聚集了眾多的民間單位合作，比如說東大溪整治時，本局內提議向東海大學借地，在與校方溝通的過程中，很快地就達成了共識並合作，並引薦了幾位有生態環境工程學教師、專業人員。校方也設立了多門課程，讓學生能將課堂理論，透過監測所學實際應用在河川整治，工程開始前也舉辦多場公聽會，與臺中市民討論整治方向，最終採納建議，於東海大學校內建立了「東大溪水文化暨環境教育館」。建築設計仿早期綠川、柳川河畔常見的「吊腳樓」的外觀，館內請校方人員導覽與解說，搭配紀錄片與老照片，讓我們臺中市的里民更加認識這些河川。教育館啟用後，成為了周邊學校的戶外教學熱門景點，社區舉辦活動也常借用場地，反響相當的好。因這樣河川整治成功案理，獲得民眾的支持，也才夠在後續建立其他場館，如筏子溪水文化暨環境教育館、綠川水文化暨環境教育館、柳川水文化教育館。

接續前述，想請問局長，對於臺中市乃至於中部地區，在水資源與土砂環境的資源投入，在未來數年乃至於十數年，有什麼樣的展望？

水資源的政府資源集中在中央單位，地方政府在經費只能配合中央執行，但我們在水滴經貿園區那邊有做了些琢磨。除了都市計畫以外，秘書長也要求市府單位將之做成濕式滯洪池，配合雨水下水道規劃，將雨水、抽排的地下水流入該滯洪池內，在平日建商在興建過程時抽的地下水，經過雨水下水道的導引，都會流到滯洪池中，並做為平日的地下水補注。這

些地下水其實很乾淨，直接抽排放真的很可惜。但目前只有在水滴重劃區有設樣設置，其他地區的建案抽水仍然透過雨水下水道排放到區排，難以收集，所以與地政區協調，希望日後在重劃時可以參考水滴的規劃，讓滯洪池在不下雨的日子也有作用。

另外在抗旱的部分，目前設有備援水井，但實際上那些是用掉子孫用的水，本來是不該使用的，如果可以這樣用的話，以前就不用做水庫了。但是抽取地下水有個缺點，就是很難管制，核准民眾與公部門抽的部分，雖然臺中盆地是礫石層，但是還是有它的風險，所以現在有設置電子顯示版，讓大家知道我們這邊抽多少，也因此，臺中沒有像屏東跟高雄這樣，當南水局在抽水時發生糾紛。此外，事前先與里長與議員溝通，溝通完之後才讓水利署去抽，水利署也有派他們副署長來說明，我覺得任何事都要先溝通，執行時的阻力就很小。

另外土砂的問題，這比較偏向水土保持方面，雖然臺中很多台地，但是部分坡度也是很陡，為什麼C值（逕流係數）要取那麼高，也是希望在開發過程中盡量減少土砂的流失，其次有一些沉砂設施，它也是藉由攔砂的作用，避免下大雨的時候，強降雨將土沙帶走。以前的降雨沒有那麼強勁的話，簡單的一些植生等等，就能夠將土砂保留在原地，但現在的短延時

強降雨，就很有可能將土砂帶走。像臺中4月的那場強降雨，統計累積雨量約180mm，但過去是單月約180mm，現在一天就下足一整個月的降雨量，全部集中在同一天。以前是一個月平均地降雨，現在是一天180mm，而其他時間都是個位數，甚至不下雨。單看月份是很正常，但看分布就可發現越發不均勻，所以爾後自來水或是水資源的管理，必需要納入新的思維。



在這個物價飛漲、人機材成本越高的情況下，局長認為技師公會在前述展望中，應該做為或轉變為什麼樣的角色，在學校教育與行業新鮮人的培育上應該如何調整與投入，才能與市府團隊及在地團體達到公私協力、一加一大於二的效果？

首先感謝水土保持技師公會在行政方面的協助，過去同仁都要自己去現場測量、自己畫圖、發包，不過也因為這樣才熟知整個流程。現在高考進來的同仁，進來都是直接做行政的，



所以現在很多實務的部分需要委由技師協助地方政府，不管是違法的濫墾，工程設計與監造等。除此之外其實水保局推的新材料新工法還蠻不錯，但是這個跟工程會有關係，因為不能採用專利！，我們就開玩笑，不能用專利，卻叫人家去申請專利，專利當然就是因為他有新的方法，結果公務單位都在用舊的方法，因為採用專利實在很難。

像前幾天道路淹水，主要就是樹葉蓋住格柵。一般房屋的屋頂都會做洩水孔，以前進水的攔污柵是平的，所以很容易被樹葉蓋住，如果你們家是透天的，屋頂的水就會從樓梯間流下來。淹水消退後我們去看，其實排水溝都是乾淨的，顯然環保局平日都有在清理，但樹底下的樹葉不能怪環保局沒有清，因為樹葉遍佈，降雨的時候樹葉就被帶走了，跟著水的流向流到格柵的時候，水流進水溝後樹葉就貼在格柵上面，第一批水進得去，第二批第三批的水就進不去，結果就造成路面會積水。下大雨時沒有辦法讓人在水溝旁邊等著清理，所以格柵設計是不是需要改一下？但是目前所有的道路格柵都平的，這種情況在以前就有，如何改善就是創新。如果水淹過就算了，再過10年這問題可能還是存在，格柵平的就容易被樹葉擋住，所以這次東大路水那麼大，在現場將樹葉弄開之後，水都很快就排掉了，事後有人將格柵掀開，其實裡面都清的很乾淨，顯示不管是環保局還是道路養護單位都有在維護，所以格柵設計這部分就應該改變。

所以類似的情況，技師公會就可以站在專業的角度，請立法委員做這方面的法規修正，因為公會的力量很大，由我們第一線的人，將發生的狀況跟你們反應，再由公會提出專業建議。類似的情形，技師公會可以著力的還有很多。

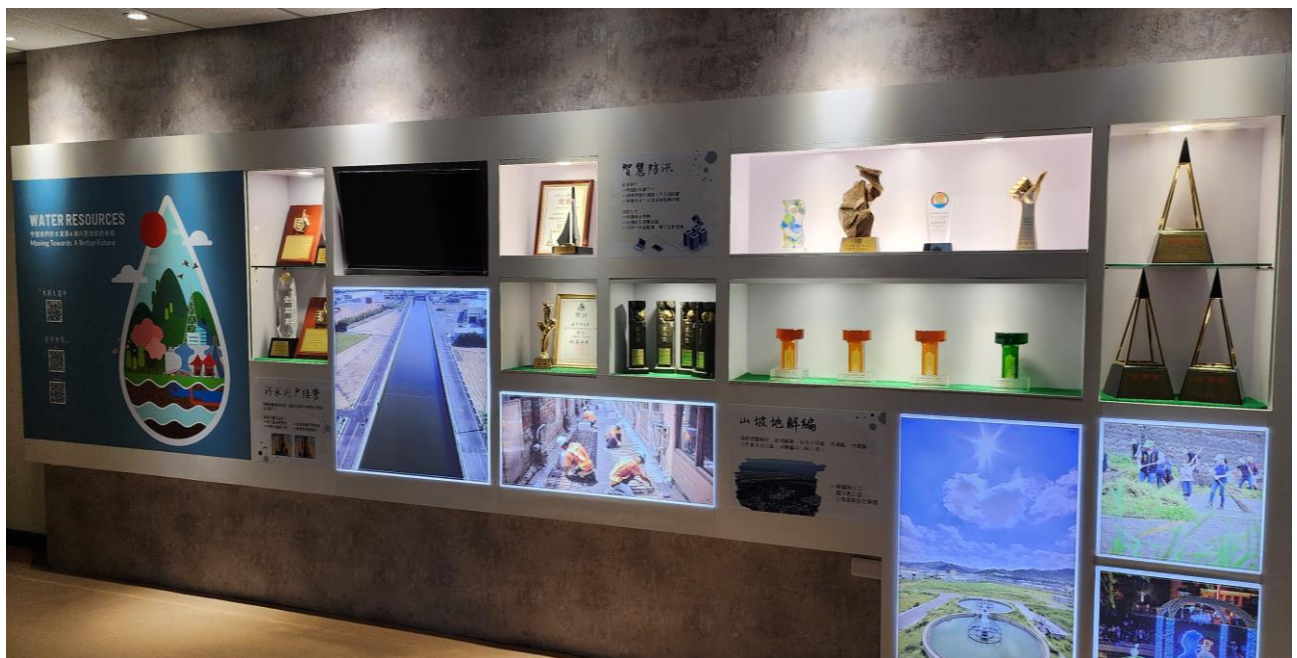
那個格柵平均3-5米一個，真的很容易被樹葉堵塞，我們發現只要清潔隊將它掀開，積水一下就流掉了，因為現在的積水大概都5公分，所以有人開玩笑說，社會局淹水補助條件應要改了，深度達50公分的情況很少了。



最後，想請局長給予水土保持從業人員一些勉勵與期望

會從事水土保持相關行業，相信大部分人都是對水保的工作有熱忱，希望將所學的專業學以致用並貢獻社會，讓整個家鄉、整個國家的環境變得更好，在此想建議新加入水土保持技師及水土保持相關從業人員，對於目前的氣候變遷環境，有一些思維要改，雖然前輩傳授經驗，但也要應變能力，也要動一些腦筋，解決一些較細微的問題，像剛剛前面講的格柵看起來好像沒有什麼，再放10年也可能還是不會改變，淹水問題一樣會在。

期望未來後進，思維可以更靈活，不管在公家單位還是在私人企業，都可以做一些改變，心態要廣眼界寬一點，不要讓人家覺得進公部門之後，公務員都比較不會變通！但是現在我發現新來同事，他們的思維的確有些不一樣。總之，希望能達到公私協力，這是一個團隊，需要大家共同協力，互相交流意見和決策，多聽不同崗位的聲音，更能改進，期許未來能將各領域的工程發展得更好。





從左至右為：謝俊賢理事長、陳峻陞科長、李國正理事長、范世億局長、郭玉麟理事長、鄧鳳儀理事長、梁宥崧理事長





水庫集水區健檢土砂指標應用於成效評估方式規劃－以石門水庫為例

The plan of applying health examination index of mud and sand in reservoir catchment to evaluate effectiveness: a case study in Shimen Reservoir

簡昭群 1、張成璞 2、林齊堯 3

Chao-Chun Chien 1、Cheng-Pu Chang 2、Chi-Yao Lin 3

1. 經濟部水利署保育事業組 組長
2. 經濟部水利署保育事業組 科長
3. 經濟部水利署保育事業組 副工程司（通訊作者 E-mail: a600170@wra.gov.tw）

1. Director, Conservation Division, Water Resources Agency, MOEA, Taipei 106, Taiwan

2. Chief, Conservation Division, Water Resources Agency, MOEA, Taipei 106, Taiwan

3. Associate Engineer, Conservation Division, Water Resources Agency, MOEA, Taipei 106, Taiwan

摘 要

水庫集水區治理工程其效益對象應以減砂入庫為優先，為與治山防災效益以民眾為保全對象之工程有所區別，本研究以水庫集水區健檢土砂指標為依據，建立水庫集水區短中長期治理目標。並以石門水庫為例，將集水區懸浮固體測站為控制點，劃分石門、玉峰、三光、白石及泰崗等子集水區，再利用土砂健檢指標計算得出集水區產砂熱區，並考量工程治理可行性，從中擇定治理熱區，使集水區各權責機關治理經費能投入於熱區內，並藉由懸浮固體測站資料作為減砂入庫之實質量化數據，期望此一方法能使減砂入庫效益更具體明確。

關鍵字：水庫集水區健檢(HCRC)，治理熱區，石門水庫

Abstract

This study aims on using the health examination index of mud and sand in reservoir catchment to establish long-term targets of renovation. The case study is in Shimen Reservoir. Firstly we use the recent-years data of health examination index in the downstream part of reservoir to calculate its long-term value. Secondly we divide the all catchment into sub-catchments, like Shimen, Yufeng, Sanguang, Baishi and Taigang. We can get the hotspots in which produce lots of mud and sand in order to contains those hotspots into ‘Reservoir catchment area conservation implementation plan’ and to administer them. In this way, various government departments can invest budgets into those hotspots and estimate their working results by the data of suspended solids measuring station. We hope this method can more clarify the benefits of reducing sediment in reservoir for different government departments.

Key Word : Health check of reservoir catchment area(HCRC), governance hotspots, Shimen Reservoir



一、前言

水庫集水區治理權責為屬地主義，各部會依權責及專長辦理集水區治理，所投入治理經費區域較無橫向整合性規劃，其執行成效則多以控制土砂量值呈現為主，但控制土砂量對應下游庫區實際入庫砂量，因有河道遞移效應不易推估，相對於集水區治理短中長期改善目標則無法明確量化實際減砂效益。為能有效評估水庫集水區治理成效，並提出集水區可優先治理區域，本文嘗試以水庫集水區土砂健檢指標，搭配懸浮固體測站劃分子集水區，從中訂定集水區產砂熱區及治理熱區，並以集水區懸浮固體測觀測值作為減砂入庫效益量化方式。

水庫集水區健檢指標包括「土砂診斷」及「水質診斷」二大面向，其中「土砂診斷」指標包含森林覆蓋率、崩蝕深度、淤積率、懸浮固體(SS)四項；「水質診斷」指標包含點源污染處理率、農業非點源污染潛勢及卡爾森指標/水質指數(CTSI/WQI)三項。本文主要討論集水區土砂治理，於二大面向中，僅說明「土砂診斷」指標應用面向。目前水庫健檢「土砂診斷」指標計算，係以整體集水區為評估基礎，計算其「健康」程度，應用統計方式評估短中長期改善目標，並以集水區既有懸浮固體測站位置為控制點，劃分數個子集水區計算其崩蝕深度，同時將其排序找出產砂熱區，因產砂熱區有可能多為天然崩塌地，故搭配套繪各部會近年治理區域，訂定出治理熱區。

各治理熱區下游匯流處設有懸浮固體測站，可評估在不同降雨條件下其治理成效，其數據可回饋檢討治理熱區位置之合宜性，

再累計各子集水區實際減砂效益，以達成前述訂定集水區短中長期改善目標，期能實際落實於執行面，對水庫集水區系統性治理及效益呈現能有不同新思維。

二、水庫集水區健檢指標(HCRC)

水庫集水區健檢指標包括「土砂診斷」及「水質診斷」二大面向，架構如圖1所示，其涵蓋的健檢指標包含森林覆蓋率、崩蝕深度、淤積率、懸浮固體(SS)、點源污染處理率、農業非點源污染潛勢及卡爾森指標/水質指數(CTSI/WQI)七項指標。

2.1. 「土砂診斷」指標

本文主要探討範集水區土砂治理，故僅就土砂診斷指標，說明如下：

2.1.1. 淤積率(RDR)

淤積率為表示水庫淤積情況之數據，可研判水庫淤積趨勢與上游集水區水土保持工作執行之關聯，並檢討相關執行策略是否須修正或強化，故淤積率是水庫集水區內泥砂問題的綜合指標。其計算公式如下所示：

$$\text{淤積率(\%)} = \frac{\text{設計總庫容量} - \text{當年度總庫容量}}{\text{設計總庫容額}} \times 100\% \quad (\text{式 1})$$

2.1.2. 崩蝕率(DR)

崩蝕率高的水庫集水區，於水中泥砂濃度相對會較高，水庫淤積趨勢亦會上升，如此將縮短水庫壽命，因此利用崩蝕率歷年變化可研判水庫集水區之山坡地或河岸水土保持是否得宜。崩蝕率公式如下所示：



$$\text{崩蝕率}(cm) = \frac{\Sigma(\text{崩塌面積} \times \text{崩蝕深度})}{\text{水庫集水區總面積}} \quad (\text{式 } 2)$$

2.1.3. 森林覆蓋率(FCR)

森林覆蓋率需與崩蝕率年變化情形共同考量，一旦植生覆蓋率減少且崩蝕率增加，表示應加強土地管制及水土保持；若植生覆蓋率無明顯變化但崩蝕率增加，表示應加強人為利用土地的管制問題。森林覆蓋率的公式如下所示：

$$\text{森林覆蓋率}(\%) = \frac{\Sigma \text{森林覆蓋面積}}{\text{水庫集水區總面積}} \times 100\% \quad (\text{式 } 3)$$

2.1.4. 懸浮固體(SS)

懸浮固體高低除可以反映水庫淤積趨勢快慢外，亦與前述之崩蝕率及植生覆蓋率有其關聯性，若三項指標同時劣化，表示土砂應來自於上游崩塌，反之，如只有懸浮固體上升，則表示土砂應來自於河道侵蝕或淤積泥砂運移。

2.2. 水庫集水區健檢指標分類

水庫集水區健檢依水庫類型的不同進行分類，各類水庫則使用其健檢指標進行分析。

經調查全台95座水庫，可分為本島和離島的水庫，本島水庫再依主要功能區分為公共給水、發電及灌溉水庫三類，其適用指標分類如圖2所示。

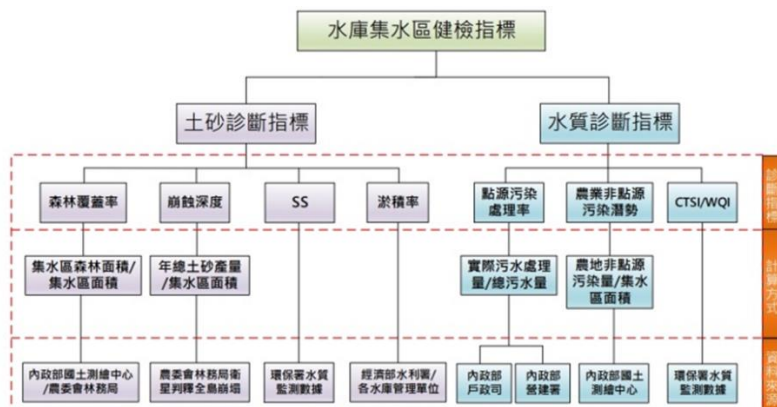
2.3. 水庫集水區健檢指標分級

將各類型水庫數據統計整理，以得各指標之平均值，再依據平均值前後各取1/2標準差當作級距，作為判斷該分類下水庫相較於整體水庫的分級程度，其計算結果如表1所示。

三、石門水庫集水區短中長期改善目標

有鑑於目前水庫集水區治理效益多以集水區土砂控制量值呈現，其呈現方式與工作目標似無法區別。另水庫集水區整治工程，其治理最終目標應為減砂入庫，如以土砂控制量為治理效益指標，除無法評估直接減砂入庫效益外，亦無法就整體水庫集水區訂定系統性治理規劃目標，僅能就近年集水區整治工程效益進行彙整。

考量上述實際情況，本文嘗試以石門水庫集水區土砂健檢指標，利用統計方式提出集水區整體短中長期改善目標。



資料來源:經濟部水利署(2022)，110-111 年度水庫集水區保育治理重大計畫成效評估(2/2)

圖 1 水庫集水區健檢指標



3.1. 石門水庫健檢土砂指標數據

依據前述水庫健檢土砂指標計算方式，計算石門水庫近年數據如表2所示。

3.2. 石門水庫健檢指標短中長期改善目標

依據石門水庫水區健檢數據，訂定短期（5年）、中期（10年）及長期（30年）之執行改善目標(如表3所示)，各項數據說明如下：

3.2.1 石門水庫森林覆蓋率目標

石門水庫集水區森林覆蓋率近年數據，依據表1分級標準，均屬於森林覆蓋率高之標準，故本項短中長期目標以維持90%覆蓋率為目標。

3.2.2. 石門水庫崩蝕深度目標

崩蝕深度近年平均數據約1.03cm，目前崩蝕深度為1.51cm，若以分類標準表1所訂定在槽水庫低崩蝕深度標準為 $<0.33\text{cm}$ ，應無法長期內達成，爰以中度崩蝕深度標準，擬訂短期為 $<1.0\text{cm}$ ，中長期則為 $<0.8\text{cm}$ 為目標。

3.2.3. 石門水庫懸浮固體(SS)目標

懸浮固體(SS)近年有下降趨勢，加上近年前瞻特別預算投入經費治理，則以低懸浮固體(SS)標準 $<4.2\text{mg/L}$ ，訂定短中長期改善目標。

3.2.4. 石門水庫淤積率目標

依據近年淤積率資料平均數據約34.1%，搭配阿姆坪防淤隧道啟用，爰評估擬訂短期目標為33%以下，中長程目標為30%以下。

四、石門水庫集水區產砂及治理子集水區熱區

石門水庫集水區幅員廣大，受限地形因素，並非所有崩塌地皆可直接以工程手段治理，另水庫集水區治理權責單位分屬不同部會，如何將各部會所辦理之治理工程做出整體集水區效益表述實屬不易。本文以石門水庫為例，利用既有集水區懸浮固體(SS)測站位置劃分子集水區，再搭配子集水區健檢土砂指標，訂定出產砂來源熱區序位，惟考量產砂熱區可能為天然產砂區域，其非工程手段能治理區位，故套繪近年各部會執行工程點位評估，提出集水區治理熱區序位，期能供各部會投入治理經費區域優先順序之參考。

4.1. 石門水庫子集水區劃分原則

本文以目前集水區內懸浮固體(SS)測站(如表4)為控制點，將石門水庫集水區劃分成數個子集水區，以利各執行部會所執行工程點位，能集中於統一區位，觀測其成效。

4.2. 石門水庫子集水區土砂指標評估

前述表2石門水庫近年水庫健檢土砂指標數據，係以整體水庫集水區為評估基準計算相關指標數據及評析，無法針對評析問題推論可能發生問題之區位，為解決此等問題，本文將健檢土砂指標利用前述劃分之子集水區範圍，細部計算各子集水區之土砂指標。

完整土砂指標評估指標應為森林覆蓋率、崩蝕深度、淤積率、懸浮固體(SS)，惟將此等指標應用於子集水區，則需分析其適用性，故考量為能了解所有子集水區產砂量之序位，故僅採用與集水區崩塌面積相關之指標，森林覆蓋率及崩蝕深度等二項指標，其計算結果如表5及表6所示。

表 1 本島不同類型水庫指標分級級距

| 健檢指標 | 類型 | 樣本 | 平均值 | 1/2標準差 | 低 | 中 | 高 |
|-----------|----|----|-------|--------|---------|-----------|---------|
| 森林覆蓋率 (%) | 在槽 | 9 | 75.9 | 12.6 | <63 | 63~89 | >89 |
| | 離槽 | 13 | 49.7 | 9.9 | <40 | 40~60 | >60 |
| | 堰型 | 11 | 71.1 | 8.6 | <63 | 63~80 | >80 |
| | 發電 | 20 | 86.4 | 6.0 | <80 | 80~92 | >92 |
| | 灌溉 | 12 | 50.6 | 10.8 | <40 | 40~61 | >61 |
| 崩蝕深度 (cm) | 在槽 | 9 | 1.06 | 0.74 | <0.33 | 0.33~1.80 | >1.80 |
| | 離槽 | 13 | 0.36 | 0.43 | 0.00* | 0.00~0.79 | >0.79 |
| | 堰型 | 11 | 5.31 | 2.99 | <2.32 | 2.32~8.30 | >8.30 |
| | 發電 | 20 | 3.92 | 2.12 | <1.80 | 1.80~6.04 | >6.04 |
| | 灌溉 | 12 | 0.03 | 0.04 | <0.00 | 0.00~0.7 | >0.07 |
| SS (mg/L) | 在槽 | 9 | 5.2 | 1.0 | <4.2 | 4.2~6.2 | >6.2 |
| | 離槽 | 13 | 6.5 | 3.3 | <3.2 | 3.2~9.8 | >9.8 |
| | 堰型 | 11 | 311.8 | 194.7 | <117 | 117~507 | >507 |
| 淤積率 (%) | | | | | <20 (優) | 20~30 | >30 (劣) |

表 2 石門水庫近年水庫健檢土砂指標數據

| 減砂入庫 | 分級結果 | 各項指標 | 已彙整之數據 | | | | | |
|------|-----------|-----------|--------------------|------------------|-------|----------------------|-------|--|
| | 高 (優) | 森林覆蓋率 (%) | 民 95-97 年 (國土測繪中心) | 民 97-103 年 (林務局) | | 民 109-110 年 (國土測繪中心) | | |
| | | | 89.4 | | 90.3 | | 91.5 | |
| 中 | 崩蝕深度 (公分) | 102 年 | 103 年 | 104 年 | 105 年 | 106 年 | 107 年 | |
| | | 0.94 | 0.99 | 0.75 | 0.83 | 1.19 | 1.51 | |
| 低 | SS (mg/L) | 105 年 | 106 年 | 107 年 | 108 年 | 109 年 | 110 年 | |
| | | 4.2 | 4.6 | 3.1 | 3.7 | 3.2 | 8.5 | |
| 高度風險 | 淤積率 (%) | 105 年 | 106 年 | 107 年 | 108 年 | 109 年 | 110 年 | |
| | | 33.8 | 34.7 | 34.3 | 34.4 | 34.0 | 33.6 | |

資料來源：經濟部水利署(2022)，110-111 年度水庫集水區保育治理重大計畫成效評估(2/2)



表 3 石門水庫短中長期改善目標

| 計畫目標 | 健檢指標 | 最近一期數據 | | 建議改善目標 | | | | | |
|----------|-------------------|-------------------|----|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| | | 數據 | 燈號 | 短期 5年 | 中期 10年 | 長期 30年 | 短期 5年 | 中期 10年 | 長期 30年 |
| 減砂 入庫 | 森林覆蓋率 (%) | 109-110年 (國土測繪中心) | ● | >90 | >90 | >90 | ● | ● | ● |
| | | 91.5 | | | | | | | |
| | 崩蝕深度 (公分) | 107年 | ● | <1.0 | <0.8 | <0.8 | ● | ● | ● |
| | | 1.51 | | | | | | | |
| | 懸浮固體 SS (mg/L) | 106-110年平均 | ● | <4.2 | <4.2 | <4.2 | ● | ● | ● |
| | 4.6 | | | | | | | | |
| | 淤積率 (%) | 110年 | ● | <33.0 | <30.0 | <25.0 | ● | ● | ● |

表 4 石門水庫集水區測站位置

| 站名 | 坐標 | | 縣市 | 標高 (m) | 設站日期 (年/月) |
|----|---------|--------|-----|-----------|---------------|
| | 東經 | 北緯 | | | |
| 霞雲 | 121°21' | 24°48' | 桃園市 | 249 | 54/4 |
| 高義 | 121°21' | 24°43' | 桃園市 | 438 | 43/5 |
| 玉峰 | 121°18' | 24°40' | 新竹縣 | 688 | 43/5 |
| 稜角 | 121°22' | 24°41' | 桃園市 | 525 | 45/7 |
| 秀巒 | 121°17' | 24°37' | 新竹縣 | 827 | 43/5 |

資料來源：經濟部水利署(2022)，110-111年度水庫集水區保育治理重大計畫成效評估(2/2)

表 5 石門水庫子集水區森林覆蓋率

| 子集水區 | 土地利用 (%) | | | | | | | | 總計 |
|-----------|----------|--------------|------|------|------|------|------|------|--------|
| | 農地 | 森林 | 道路 | 水域 | 建築 | 公共 | 遊憩 | 其他 | |
| 石門 | 3.8% | 87.3% | 1.2% | 5.4% | 0.7% | 0.1% | 0.3% | 1.1% | 100.0% |
| 三光溪 | 2.2% | 94.5% | 0.4% | 1.6% | 0.1% | 0.0% | 0.1% | 1.1% | 100.0% |
| 玉峰 | 4.2% | 88.9% | 1.4% | 3.2% | 0.3% | 0.0% | 0.2% | 1.7% | 100.0% |
| 泰崗 | 1.0% | 95.5% | 0.2% | 1.2% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 2.0% | 100.0% |
| 白石溪 | 1.5% | 93.4% | 0.2% | 2.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 2.9% | 100.0% |
| 總計 | 2.6% | 91.5% | 0.7% | 3.0% | 0.3% | 0.0% | 0.1% | 1.7% | 100.0% |

表 6 石門水庫子集水區崩蝕深度

| 子集水區 | 面積 (km ²) | 崩蝕深度 (cm) | | | | | |
|------|--------------------------|-----------|------|------|------|------|------|
| | | 103年 | 104年 | 105年 | 106年 | 107年 | 5年平均 |
| 石門 | 250.00 | 0.09 | 0.19 | 0.25 | 0.35 | 0.47 | 0.27 |
| 三光溪 | 102.81 | 0.15 | 0.17 | 0.27 | 1.01 | 0.92 | 0.50 |
| 玉峰 | 82.60 | 0.31 | 0.41 | 0.45 | 0.70 | 0.66 | 0.51 |
| 泰崗 | 192.46 | 1.51 | 0.91 | 1.01 | 1.46 | 2.10 | 1.40 |
| 白石溪 | 118.84 | 3.19 | 2.36 | 2.53 | 3.01 | 3.88 | 2.99 |
| 合計 | 746.71 | 0.98 | 0.74 | 0.83 | 1.19 | 1.52 | 1.05 |



4.3. 石門水庫集水區產砂、治理熱區優序

森林覆蓋率依表1分類本島在槽水庫以大於89%為高覆蓋率，查表5計算結果僅石門(87.3%)及玉峰(88.9%)子集水區低於89%之標準。另依表6崩蝕深度5年平均計算結果，屬低度風險(<0.33cm)子集水區為石門;中度風險(0.33~1.8cm)子集水區依序為三光溪、玉峰及泰崗;屬高度風險(>1.8cm)子集水區為白石溪。

綜合上述評估結果可得知三光溪、玉峰、泰崗及白石溪為產砂熱區，惟考量產砂熱區中，受限地形因素，並非所有崩塌地皆可直接以工程手段治理，故搭配近年各部會施作點位當作參考，擇定白石溪及玉峰子集水區為治理熱區，詳圖3所示。



圖3 石門水庫產砂及治理熱區圖

4.4. 石門水庫土砂治理量化成效評估方式

水庫集水區健檢土砂指標主要為森林覆蓋率、崩蝕深度、淤積率、懸浮固體(SS)。

檢視其公式，其中懸浮固體(SS)與其它三項指標皆有正相關，如集水區辦理治理工程或植樹造林等手段，均可使上游懸浮固體(SS)降低，使入庫砂量減少(淤積率降低)，另集水區辦理治理工程，則可減少崩塌地面積(崩蝕深度降低)，辦理植樹造林則可使森林覆蓋率增加。

考量懸浮固體(SS)在水庫集水區健檢土砂指標之關鍵性，因此在石門水庫集水區內治理工程效益，可由治理熱區內之測站，實際評估並量化實際入庫減砂量。

五、集水區治理目標及成效評估方式 規劃流程

本文先以森林覆蓋率、崩蝕深度、淤積率、懸浮固體(SS)等水庫集水區土砂健檢指標，以統計方式擬定集水區中長期目標後，將該指標應用於子集水區，並找出產砂及治理熱區，以熱區內之懸浮固體(SS)作為量化治理效益指標，檢討其執行成效，相關應用流程整理如圖4。

六、結論與建議

6.1. 結論

1.水庫集水區治理工程其效益對象應以減砂入庫為優先，與治山防災效益以民眾為保全對象之工程有所區別，避免水庫集水區治理效益不明確，確保水庫集水區治理工程之減砂入庫實質量化效益，本文嘗試以水庫集水區土砂健檢指標，應用於子集水區，找出產砂及治理熱區，期使各部會治理工程區位能集中，並以懸浮固體觀測數據作為減砂入庫之實質量化數據，以確保減砂入庫效益。

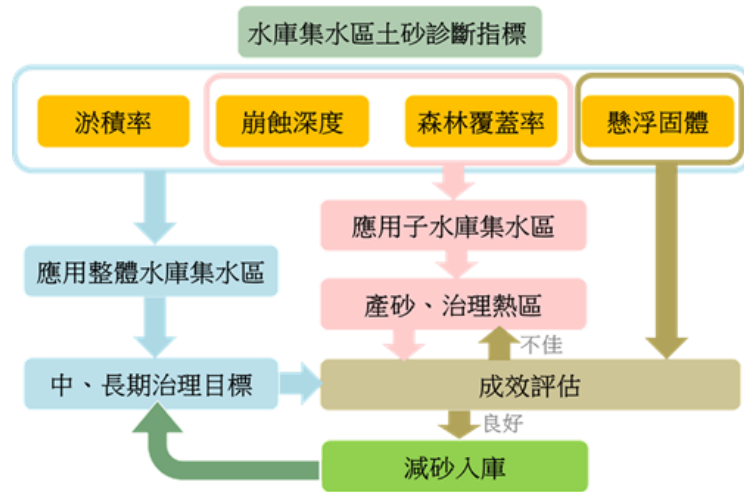


圖 4 集水區治理目標及成效評估方式規劃流程

2.目前水庫集水區使用效益指標多為控制土砂量，惟使用該方式除無法釐清究為工作指標亦或效益指標外，對整體集水區中長期目標亦不易評估其程度上差異(如保護標準等)，因水庫集水區治理分屬不同權責單位，且各單位執行工程屬性亦有所不同，使其統一保護標準亦有難度，本文以森林覆蓋率、崩蝕深度、淤積率、懸浮懸浮固體(SS)等水庫集水區土砂健檢指標，以統計方式擬定集水區中長期目標，期能克服集水區因分屬不同權責治理單位不易擬定中長期程度上差異之治理目標問題，期能讓水庫集水區整體系統性治理及效益呈現能有新思維。

6.2. 建議

- 1.本文雖以水庫土砂健檢指標找出集水區治理熱區，惟熱區其意義在於先就集水區整體崩塌狀況提出可能區域，使各單位治理區位能考量集中於同區域，以利整體效益之發揮，該區域亦可經專家學者會議或各部會研商會議討論調整之。
- 2.土砂治理熱區成效與其劃設子集水區面積有關，若劃設區域過大或區內治理量不足，均易使懸浮固體下降趨勢不易呈現，故

實務操作上應須長期評估檢討，方能找出合適之治理熱區大小。

- 3.本方法減砂入庫以懸浮固體變化來評估，故集水區內建置主流河道之懸浮固體測站有其必要性，且設置位置應搭配治理熱區變化而調整之。
- 4.水庫健檢指標所使用資料來源均為政府公開資訊內取得，各資料更新頻率不一致，為使健檢指標更具可操作性，建議如崩塌崩面積資料應逐年更新並公開相關資訊。
- 5.考量水庫集水區面積廣大，水庫土砂健檢指標計算(如森林覆蓋率、崩蝕深度)，後續執行亦可評估應用地理資訊系統搭配人工智慧(AI)作初步之數據分析應用。

七、參考文獻

- 1.經濟部水利署(2008)，石門水庫集水區崩塌與庫區淤積風險評估研究(3/3)
- 2.臺北水源特定區管理局(2010)，台北水源特定區土砂保育健康診斷模式建立及策略分析(2/2)
- 3.經濟部水利署(2022)，110-111 年度水庫集水區保育治理重大計畫成效評估(2/2)

應用河道幾何參數建立山區聚落安全性之評估方法

Establishment of the evaluation method for the security of settlement in mountainous area using geometric parameters of river channel

葉思良¹、李明熹^{2,3}、陳昆廷⁴

Ssu-Liang Yeh¹、Ming-Hsi Lee^{2,3}、Kun-Ting Chen⁴

1. 國立屏東科技大學 水土保持系 碩士
2. 國立屏東科技大學 水土保持系 教授(通訊作者)
3. 國立屏東科技大學 複合土砂災害防治研究中心主任
4. 國立屏東科技大學 土木工程系 助理教授

1. Master's student, Department of Soil and Water Conservation, NPUST
2. Professor (Corresponding Author), Department of Soil and Water Conservation, NPUST
3. Director, Compound Disaster Prevention Research Center, NPUST
4. Assistant Professor, Department of Civil Engineering, NPUST

摘要

近年來隨著氣候變遷，短延時強降雨加上高累積雨量的極端降雨事件(如莫拉克颱風等)，導致山區聚落的安全性面臨嚴重的威脅。本研究以高屏河流域中60個鄰近河道的山區聚落，分析莫拉克颱風前後其河道寬度(Bw)、聚落與河道之距離(W)及聚落與河道之高差(H)等參數之變化，並建立兩個無因次參數(H/W與Bw/W)，接著利用判別分析法獲得聚落安全性評估關係式("H/W=-0.0377(Bw/W)+4.37")，建立山區聚落安全性之評估方法。分析結果得知，當Bw越寬，W越短，聚落越危險，而H越大則越安全。文中並以台東縣鄰近河道33個聚落驗證本關係式之適用性，整體準確率達97%。本研究所提出之方法可提供相關單位作為山區聚落災害風險評估及防災對策之參考依據。

關鍵字：氣候變遷、莫拉克颱風、判別分析法、高屏溪

Abstract

Due to climate change in recent years, the frequency of extreme rainfall events (such as Typhoon Morakot, etc.) has increased. The rainfall patterns have changed to short-duration intense rainfall and high cumulative rainfall. The safety of mountain settlements is also facing serious threats. In this study, 60 mountainous settlements nearby the river channels in the Gaoping River watershed were used as research samples. The satellite images before and after Typhoon Morakot were used to analyze the width of the river (Bw), the distance between the settlement and the river (W) and the height difference between the settlement and the river (H) and then two dimensionless parameters (H/W and Bw/W) were established. Using discriminant analysis to obtain the assessment equation (H/W=-0.0377(Bw/W)+4.37) of settlement security, and finally the assessment method of settlement security in mountainous area was established. The analysis results show that the settlements with the wider Bw and the shorter W are the more dangerous. On the contrary, the settlements with the larger H are the more safety. The 33 settlements in Taitung County are used to verify the applicability of the equation proposed in this paper. The overall accuracy rate is 97%. The method proposed in this study can be provided to relevant units as a reference for disaster risk assessment of mountainous settlements and disaster prevention countermeasures.

Key Word : Climate change, Typhoon Morakot, Discriminant analysis, Gaoping River



一、前言

近年來由於氣候變遷，極端降雨事件發生頻率增加，根據內政部消防署(2018)統計，台灣從1958至2017年自然災害發生數量有明顯上升的趨勢，而台灣未來的年降雨量及最大1日暴雨量均有增加的趨勢(IPCC, 2021)。有越來越多的證據顯示，隨著地球溫度的升高，水文環境會加劇的改變(Pepin et al., 2015)。2009年莫拉克颱風帶來極端的降雨事件，短延時強降雨加上超過200年重現期距的累積雨量(Wu et al., 2011)，造成台灣南部山區許多聚落產生嚴重的複合災害。

因此，本文以高屏溪流域為研究區域，量化聚落與河道的幾何參數(包含河道寬度(Bw)、聚落與河道之距離(W)與聚落與河道之高差(H)等)，蒐集莫拉克颱風發生前後的衛星影像及相關調查資料，找出聚落是否受到洪水或(高)含砂水流的影響，利用兩個無因次參數(H/W and Bw/W)將安全與危險的聚落參數點繪於圖上，接著以判別分析方法，找出聚落安全或危險的臨界方程式，建立山區聚落安全性之評估方法。文中並以台東縣鄰近河道33個聚落驗證本關係式之適用性。研究成果可提供相關單位進行山區聚落災害風險評估及防災對策之參考依據。

二、研究材料與方法

2.1 研究區域

2.1.1 研究區域概述

高屏溪發源於中央山脈玉山山巒間，流經高雄市、屏東縣，於林園區及新園鄉注入台灣海峽，全長171公里，流域面積3,257平方

公里。地勢由東北向西南傾斜遞減，從3,500公尺以上的高山到平原地形變化極大，東北方有中央山脈、玉山山脈及阿里山山脈平行由東北延伸往西南，標高在1,000公尺以上，行政區域主要為高雄市及屏東縣，主要支流有荖濃溪、旗山溪及隘寮溪。根據國家災害防救科技中心(NCDR)的災害防救資料服務平台所提供之「全台聚落位置」資料及內政部地政司所提供之「臺灣地區地名資料屬聚落類」資料，高屏溪流域內共有126個聚落，如圖1。

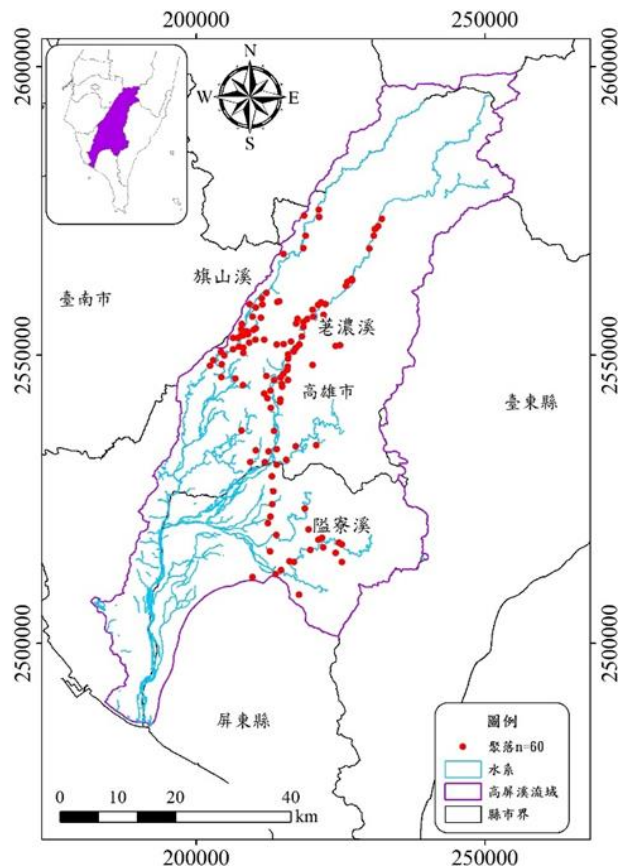


圖1 高屏溪流域內聚落分布

2.1.2 氣象與水文

高屏溪流域位於北回歸線以南，屬於熱帶氣候區，地形垂直分布由海岸起至海拔3,666公尺間，氣候類型變化大，沿海平原及

中海拔丘陵區屬於熱帶型氣候，高山地區則屬溫帶型氣候。氣溫由西南沖積平原向東北山區遞減，形成垂直氣候帶，最低溫發生在一月，最高溫則在七月。雨量主要由西南季風與颱風帶來，降雨集中在五至十月，降雨空間分布不均，山區降雨量可達3,000毫米，沿海地區僅約2,000毫米。

2.2 研究區域

本研究蒐集莫拉克颱風前後之衛星影像和數值地形模型(DEM)，以人工方式檢視高屏溪流域內颱風過後山區聚落是否破壞，計算聚落與河道幾何參數，利用判別分析方法，探討山區聚落的安全性，研究步驟如圖2所示。

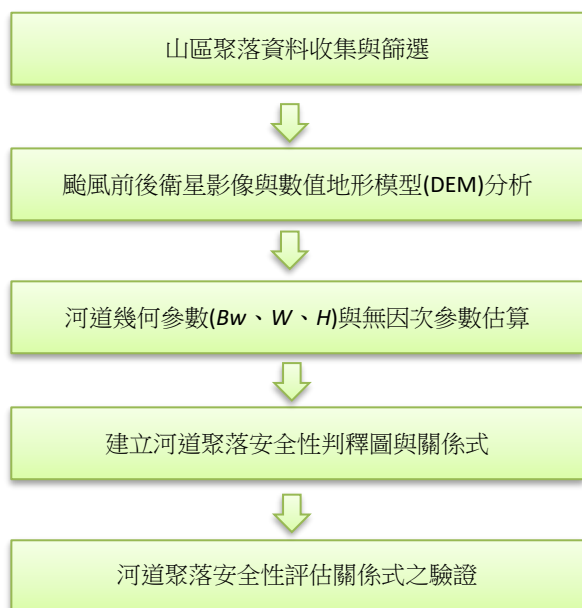


圖2 研究步驟圖

2.2.1 山區聚落資料收集與篩選

根據NCDR災害防救資料服務平台所提供之「全台聚落位置」資料，應用GIS軟體套繪山坡地(水土保持法所定義)範圍且鄰近高屏溪河道半徑150公尺內之山區聚落，選定60

處作為本次研究分析樣本，其中根據資料收集與調查結果得知，莫拉克颱風後高屏溪流域安全與危險的聚落分別為34與26處，如圖3。

2.2.2 颱風前後衛星影像及數值地形模型(DEM)分析

本研究利用水土保持局BigGIS系統，蒐集分析莫拉克颱風前後之福衛二號衛星影像進行DEM分析。

2.2.3 河道幾何參數與無因次參數估算

利用上述颱風前後之衛星影像與DEM，估算各聚落之河道寬度(Bw)、河道至保全對象最近之距離(W)、河道主深槽至最近保全對象之高差(H)，示意圖如圖4所示。將上述三參數進行無因次分析，以 Bw/W 為X軸， H/W 為Y軸，將各聚落之無因次參數點繪於圖上。本研究參考Scullin (1983)所著之「Excavation and Grading Code Administration, Inspection, and Enforcement」，書中提到屋前的邊坡坡頂應與基地界線之間有一小段的安全退縮距離，其退縮距離隨著坡高的增加而加寬，考慮到保全對象已被破壞，其坡高應為0，固本研究採用最低退縮距離2公尺，因此將危險聚落之W設為2公尺。

2.2.4 建立河道聚落安全性判釋圖與關係式

依據上一節，以無因次參數 Bw/W 為X軸， H/W 為Y軸，點繪安全與危險聚落之無因次參數於判釋圖上，利用判別分析方法建立河道聚落安全性判釋關係式。

判別分析方法能同時檢查不同的變量並確定參數來自哪一組。此種方法使自變量的線性組合來檢查某參數是否依賴於兩個組中



的一個(Lekshmi et al., 1998)。線性判別分析是由Fisher在1936年所創立，其理論不需要假設資料為常態分配就可以得到判別函數，此分析模式是以尋找判別變數 x_1, x_2, \dots, x_p 的線性組合 $y = w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_jx_j$ 之最佳權重 w_j ，使檢定群體間 y 值平均數相等的組間變異數對組內變異數比值為最大。其中 x 為判別變數向量 $x_j = (x_1, x_2, \dots, x_j)$ ， w 為判別係數（權重） $w_i = (w_1, w_2, \dots, w_p)$ ， j 向量為向量個數。假設資料組數只有分兩群組時，我們可用 a_i 代表第A組資料，用 b_i 代表第B組資料。 a_{ij} 為A群組第 j 個判別變數第 i 個觀察值， b_{ij} 為B群組第 j 個判別變數第 i 個觀察值， n_a 為A群組個數， n_b 為B群組之個數。

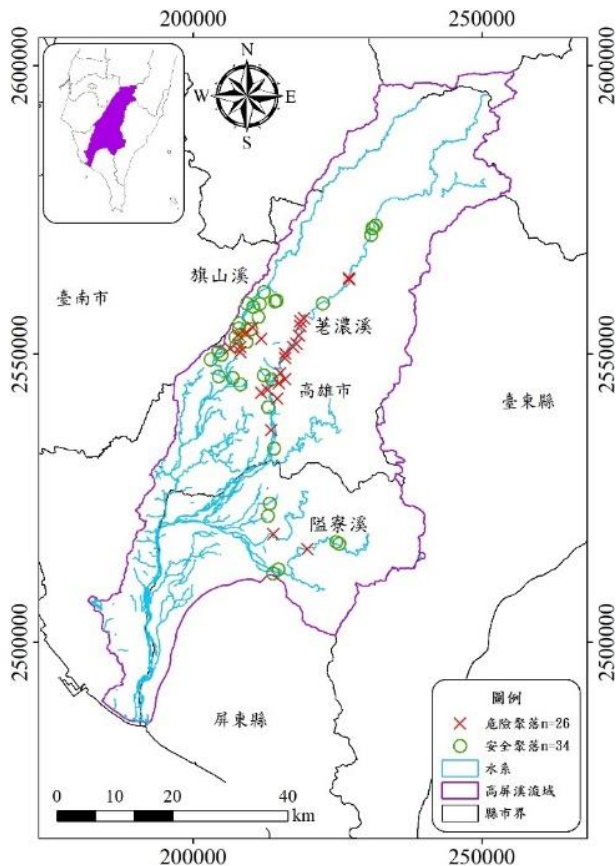


圖3 莫拉克後安全與危險聚落分佈位置圖

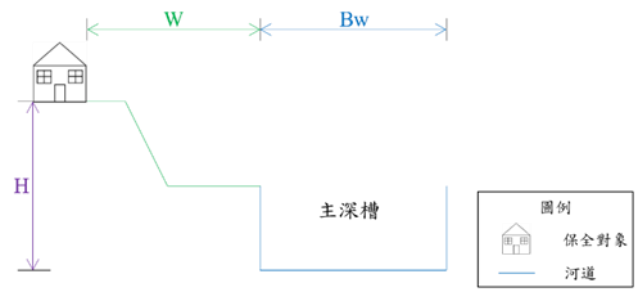


圖4 山區聚落與河道幾何參數示意圖

(1)計算兩組資料的差別向量 d ：

$$d_j = \overline{A_j} - \overline{B_j} = \frac{\sum_{i=1}^{n_a} a_{ij}}{n_a} - \frac{\sum_{i=1}^{n_b} b_{ij}}{n_b} \quad \text{式(1)}$$

(2)計算其 A 群組及 B 群組之共變異數矩陣 (Variances and Covariance Matrix)：

$$S_A = \begin{bmatrix} SS_A & SP_A \\ SP_A & SS_A \end{bmatrix} \text{ 及 } S_B = \begin{bmatrix} SS_B & SP_B \\ SP_B & SS_B \end{bmatrix} \quad \text{式(2)}$$

$$\text{其中 } SS_{A_j} = \sum_{i=1}^{n_a} (a_{ij})^2 - \frac{(\sum_{i=1}^{n_a} a_{ij})^2}{n_a}$$

$$SP_{A_{jk}} = \sum_{i=1}^{n_a} a_{ij} a_{ik} - \frac{\sum_{i=1}^{n_a} a_{ij} \sum_{i=1}^{n_a} a_{ik}}{n_a}$$

(3)求出 A、B 兩組資料之綜合共變異數矩陣 (Pooled Variances and Covariance Matrix)：

$$S = \frac{S_A + S_B}{n_a + n_b - 2} \quad \text{式(3)}$$

(4)求解下列方程式，以得到 W (判別係數)：

$$SW = D \Rightarrow W = S^{-1}D \quad \text{式(4)}$$

(5)解出矩陣解後，得到 W ，可表示為：

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_j) \quad \text{式(5)}$$

(6)最後我們可以得到一組經判別分析計算過後的最佳線性模式，再計算其判別分數 y (Discriminant Score)：

$$y_i = w_0 + w_1x_{i1} + w_2x_{i2} + \dots + w_jx_{ij} \quad \text{式(6)}$$

y_i ：第 i 個觀察值的判別分數， $i = 1, \dots, n$

x_{ij} ：第 i 個觀察值第 j 個變數， $i = 1, \dots, n$ ， $j = 1, \dots, k$

(7)計算判別指標 R_0 (Discriminant Index)來分類 A 組與 B 組資料，如果判別值 $y_i > R_0$ 就可以將資料區分為 B 群組，反之為 A 群組。

$$R_0 = \frac{u_A + u_B}{2} \quad \text{式(7)}$$

其中 u_B : B 群體之重心， u_A : A 群體之重心。

2.2.5 安全聚落及危險聚落定義

本研究依據莫拉克颱風後(2010)之衛星影像，先行檢視聚落是否遭到土砂災害再進行現地調查，經調查後聚落沒有遭到土砂災害影響判釋為安全聚落，反之則為危險聚落。

2.2.6 河道聚落安全性評估關係式之驗證

本研究以高屏河流域60個河道聚落建立安全性評估關係式，接著利用台東縣鄰近主河道聚落(33個)來進行驗證，探討關係式之適用性。採用2×2列聯表進行方程式之驗證，列聯表是一種高度靈活的方法，可用於估計確定性系統的質量(Mason et al., 1999)，如表1所示。

表1 準確率分析方法

| | 模式安全 | 模式危險 | 合計 |
|------|--------|--------|---------|
| 現況安全 | a(真安全) | b(假安全) | a+b |
| 現況危險 | c(假危險) | d(真危險) | c+d |
| 合計 | a+c | b+d | a+b+c+d |

總體準確率之計算如下所示：

$$\text{總體準確率} = \frac{\text{真安全} + \text{真危險}}{\text{總樣本數}} \times 100\% \quad \text{式(8)}$$

三、結果與討論

3.1 河道聚落安全性判釋圖與關係式

利用2.2.3節所提到之河道幾何參數計算方法可得到莫拉克颱風後高屏流域安全與危險聚落之河道幾何參數，如表2及表3所示。將各河道聚落之無因次參數值點繪在 Bw/W (X軸)與 H/W (Y軸)座標圖上，如圖5所示。利用判別分析法建立 Bw/W 與 H/W 之判別函數，並且給定一個相應的判別規則，把樣品判別歸類，找出安全聚落與危險聚落間的安全性評估關係式(臨界線)，方程式左下方區域為安全聚落，相反的右上方區域為危險聚落。河道聚落安全性評估方程式為：

$$H/W = -0.0377(Bw/W) + 4.372 \quad \text{式(9)}$$

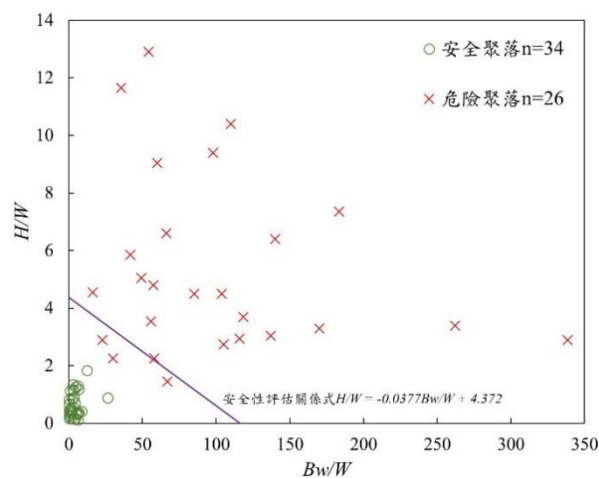


圖5 高屏流域莫拉克後河道聚落安全性判釋與關係式圖

3.2 河道聚落安全性評估關係式之驗證

依據2.2.3節所提到之河道幾何參數計算方法可得到莫拉克颱風後台東縣鄰近河道安全與危險聚落之河道幾何參數，如表4及表5所示。依據2.2.5節所述方法，以莫拉克颱風後台東縣33處鄰近河道聚落進行關係式驗證，29處安全的聚落均落在關係式左下方，4處危



險聚落有3處落在關係式右上方，1處落在關係式左下方，如圖6所示，整體準確率達97%，如表6所示。

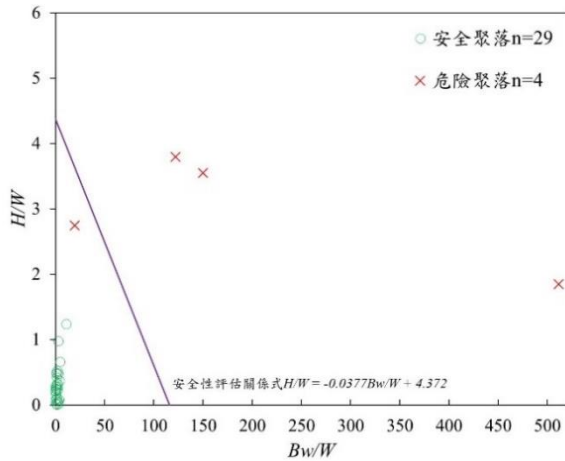


圖6 台東地區33處河道聚落資料與安全性評估關係式圖

表 6 河道聚落安全性評估關係式驗證結果

| | 模式安全 | 模式危險 | 合計 |
|------|------|------|-----|
| 現況安全 | 29 | 0 | 29 |
| 現況危險 | 1 | 3 | 4 |
| 合計 | 30 | 3 | 33 |
| | 總準確率 | | 97% |

四、結論與建議

近年來隨著氣候變遷，短延時強降雨加上高累積雨量的極端降雨事件(如莫拉克颶

風等)，導致山區聚落的安全性面臨嚴重的威脅。本研究以高屏溪流域中60個鄰近河道的山區聚落，利用莫拉克颶風前後衛星影像及DEM，分析其河道寬度(Bw)、聚落與河道之距離(W)及聚落與河道之高差(H)，建立兩個無因次參數(H/W與Bw/W)，點繪在河道聚落安全性判釋圖中，並利用判別分析法得到聚落安全性評估關係式 (" $H/W = -0.0377(Bw/W) + 4.372$ ")，建立山區聚落安全性之評估方法。分析結果得知，當Bw越寬，W越短，聚落越危險，而H越大則越安全。文中並以台東縣鄰近河道33個聚落驗證本關係式之適用性，整體準確率達97%。本研究提出之方法可提供未來相關單位進行山區聚落災害風險評估及防災對策之參考依據。

本研究利用莫拉克颶風前後衛星影像及DEM，利用判別分析法，建立高屏溪流域河道聚落安全性判釋圖與其關係式 (" $H/W = -0.0377Bw/W + 4.372$ ")，並以台東縣鄰近河道聚落驗證本關係式之準確率，整體準確率達97%。本研究提出之方法可提供未來相關單位進行山區聚落災害風險評估及防災對策之參考依據。本研究僅以河道水力參數探討山區聚落之安全性，後續研究建議增加水文參數(如降雨量等)納入模式分析，建立各河段與保全對象之關聯性。

表 2 莫拉克颶風後高屏溪流域安全聚落之河道幾何參數計算表(1/2)

| 編號 | 聚落位置 | X,Y 座標(TWD97) | Bw(m) | W(m) | H(m) |
|----|--------------------------|----------------|-------|------|------|
| 1 | 高雄市六龜區六龜里彩蝶谷 20 鄰 | 213542,2545686 | 464.9 | 77.9 | 27 |
| 2 | 高雄市六龜區文武里紫頭溪流域 16 至 18 鄰 | 212978,2540831 | 6.9 | 2 | 1.8 |
| 3 | 高雄市桃源區拉芙蘭里阿其巴 | 231128,2571889 | 168.3 | 13.7 | 25.1 |
| 4 | 高雄市桃源區拉芙蘭里樟山 | 231556,2572336 | 156 | 50.5 | 56.5 |
| 5 | 高雄市桃源區樟山里阿其巴 | 230941,2571803 | 160 | 82.4 | 34.6 |

表 2 莫拉克颱風後高屏河流域安全聚落之河道幾何參數計算表(2/2)

| 編號 | 聚落位置 | X,Y 座標(TWD97) | Bw(m) | W(m) | H(m) |
|----|----------------------|----------------|-------|-------|-------|
| 6 | 高雄市六龜區六龜里彩蝶谷 21 鄰 | 212203,2546345 | 14.6 | 19 | 8 |
| 7 | 高雄市六龜區新發里新開部落 (26 鄰) | 217872,2551855 | 323.1 | 78.1 | 54.4 |
| 8 | 高雄市六龜區新發里新開部落 (27 鄰) | 218369,2553200 | 446 | 65 | 25.4 |
| 9 | 高雄市桃源區拉芙蘭里拉芙蘭 | 230761,2570673 | 138.8 | 51 | 69.1 |
| 10 | 高雄市桃源區高中里美蘭 | 222434,2558791 | 147.5 | 128.8 | 63.7 |
| 11 | 高雄市甲仙區大田里公館 | 207207,2552961 | 232.1 | 52.8 | 9.7 |
| 12 | 高雄市甲仙區大田里仙林巷 | 204348,2550551 | 194.6 | 33.3 | 10.6 |
| 13 | 高雄市甲仙區小林里五里埔 | 212187,2560772 | 406.8 | 182.5 | 89.3 |
| 14 | 高雄市甲仙區小林里北勢坑 | 210319,2558244 | 532.9 | 85 | 10.4 |
| 15 | 高雄市甲仙區小林里禁地巷 17 號 | 214087,2559186 | 19.1 | 182.5 | 126.5 |
| 16 | 高雄市甲仙區小林里禁地巷 25 號 | 214402,2559292 | 20 | 167.1 | 78.5 |
| 17 | 高雄市甲仙區西安里南平埔 | 207437,2551431 | 325.8 | 100 | 54.7 |
| 18 | 高雄市甲仙區西安里樂群巷 | 209199,2552129 | 16.9 | 44.3 | 12.8 |
| 19 | 高雄市甲仙區和安里四德巷 | 207938,2555414 | 21 | 60.1 | 50.2 |
| 20 | 高雄市甲仙區東安里油礦巷(上游區域) | 209968,2554346 | 55.5 | 34.7 | 14.5 |
| 21 | 高雄市甲仙區關山里十八灣 | 209286,2558810 | 578 | 22 | 19.5 |
| 22 | 高雄市甲仙區關山里番仔寮 | 211204,2556469 | 80.9 | 51.4 | 8.4 |
| 23 | 高雄市甲仙區關山里禁尾 | 211492,2558726 | 69.5 | 15.3 | 19.5 |
| 24 | 高雄市甲仙區寶隆里寶隆 | 204871,2549955 | 256 | 29.5 | 12.3 |
| 25 | 高雄市杉林區木梓里白水泉 | 204391,2546170 | 220.7 | 35.7 | 46.7 |
| 26 | 高雄市杉林區木梓里茄苳巷蜈蚣潭 | 202970,2549117 | 394.3 | 110.9 | 17.3 |
| 27 | 高雄市杉林區集來里 8 至 11 鄰 | 206821,2545935 | 37 | 13.5 | 15.9 |
| 28 | 高雄市杉林區集來里金興社區 | 208102,2544776 | 24.5 | 35.5 | 12.4 |
| 29 | 屏東縣三地門鄉三地村三地門 | 214695,2512728 | 175.9 | 35.8 | 12.1 |
| 30 | 屏東縣三地門鄉安坡村安坡 | 212874,2521985 | 13.5 | 150 | 25.9 |
| 31 | 屏東縣三地門鄉青山村青山 | 213171,2524187 | 14 | 6.7 | 5.8 |
| 32 | 屏東縣瑪家鄉北葉村北葉 | 213775,2512069 | 162.7 | 26.3 | 9 |
| 33 | 屏東縣霧台鄉大武村大武部落(小山巷) | 224753,2517527 | 223 | 32.8 | 39.2 |
| 34 | 屏東縣霧台鄉大武村大武部落(東川巷) | 225237,2517202 | 117.3 | 109.9 | 124 |

表 3 莫拉克颱風後高屏河流域危險聚落之河道幾何參數計算表(1/2)

| 編號 | 聚落位置 | X,Y 座標(TWD97) | Bw(m) | W(m) | H(m) |
|----|---------------------|----------------|--------|------|------|
| 1 | 高雄市六龜區大津里望山腳 | 213977,2533649 | 676.9 | 2 | 5.8 |
| 2 | 高雄市六龜區中興里尾庄 1 | 214591,2542307 | 340 | 2 | 6.6 |
| 3 | 高雄市六龜區文武里苦苓溪流域 14 鄰 | 211776,2543321 | 83.7 | 2 | 11.7 |
| 4 | 高雄市六龜區荖濃里水冬瓜 | 215934,2550144 | 366.7 | 2 | 14.7 |
| 5 | 高雄市六龜區荖濃里頂新發 | 215936,2549348 | 170 | 2 | 9 |
| 6 | 高雄市六龜區新興里一隧 12 鄰 | 213537,2536860 | 524 | 2 | 6.8 |
| 7 | 高雄市六龜區義寶里河邊聚落 | 212858,2543828 | 237 | 2 | 7.4 |
| 8 | 高雄市六龜區興龍里邦腹溪 | 214829,2544999 | 115.86 | 2 | 4.5 |
| 9 | 高雄市六龜區興龍里舊潭 | 215912,2545651 | 108.1 | 2 | 25.8 |



| | | | | | |
|----|---------------------|----------------|--------|---|-----|
| 10 | 高雄市六龜區寶來里蘇羅婆(不老溫泉區) | 218579,2554900 | 273.84 | 2 | 6.1 |
|----|---------------------|----------------|--------|---|-----|

表 3 莫拉克颱風後高屏河流域危險聚落之河道幾何參數計算表(2/2)

| 編號 | 聚落位置 | X,Y 座標(TWD97) | Bw(m) | W(m) | H(m) |
|----|--------------------------|----------------|--------|------|------|
| 11 | 高雄市桃源區建山里羨仔腳(10~12 鄰) | 218607,2555708 | 210 | 2 | 5.5 |
| 12 | 高雄市六龜區新發里下崁 | 217321,2551264 | 120 | 2 | 18.1 |
| 13 | 高雄市六龜區新發里獅山 | 215128,2546774 | 133.9 | 2 | 2.9 |
| 14 | 高雄市六龜區寶來里寶來 | 219216,2556214 | 220 | 2 | 20.8 |
| 15 | 高雄市桃源區勤和里東莊 | 227055,2562908 | 71 | 2 | 23.3 |
| 16 | 高雄市桃源區勤和里勤和 | 226948,2563200 | 280 | 2 | 12.8 |
| 17 | 高雄市甲仙區大田里中園路 4 鄰、田寮巷 8 鄰 | 206418,2551034 | 98.45 | 2 | 10.1 |
| 18 | 高雄市甲仙區西安里文化路 | 207799,2553366 | 231.65 | 2 | 5.9 |
| 19 | 高雄市甲仙區西安里和南巷 1 鄰 | 208180,2550366 | 111.5 | 2 | 7.1 |
| 20 | 高雄市甲仙區西安里滴水 | 208202,2551259 | 132.7 | 2 | 13.2 |
| 21 | 高雄市甲仙區和安里四德 | 207828,2554526 | 207.5 | 2 | 9 |
| 22 | 高雄市甲仙區東安里白雲巷 | 211811,2552652 | 59.8 | 2 | 4.5 |
| 23 | 高雄市甲仙區東安里油礦巷(14 鄰) | 210326,2554655 | 45.3 | 2 | 5.8 |
| 24 | 高雄市甲仙區東安里油礦巷(中游區域) | 208987,2553619 | 32.5 | 2 | 6.84 |
| 25 | 屏東縣三地門鄉口社村口社 | 213897,2518825 | 114.5 | 2 | 9.6 |
| 26 | 屏東縣霧台鄉霧台村伊拉(谷川)部落 | 219785,2516208 | 195.8 | 2 | 18.8 |

表 4 莫拉克颱風後台東縣鄰近河道安全聚落之河道幾何參數計算表(1/2)

| 編號 | 聚落位置 | X,Y 座標(TWD97) | Bw(m) | W(m) | H(m) |
|----|----------------|----------------|-------|------|------|
| 1 | 臺東縣大武鄉大竹村加津林 | 242044,2479639 | 145.5 | 29.5 | 19.5 |
| 2 | 臺東縣大武鄉大竹村愛國蒲部落 | 242044,2479639 | 145.5 | 29.5 | 19.5 |
| 3 | 臺東縣大武鄉尚武村尚武 | 242152,2483588 | 46.4 | 23.6 | 7.5 |
| 4 | 臺東縣大武鄉南武村古庄 | 238733,2471422 | 39.6 | 15.2 | 4.2 |
| 5 | 臺東縣大武鄉南興村達興 | 237738,2471849 | 8 | 12.3 | 0.3 |
| 6 | 臺東縣太麻里鄉北里村北太麻里 | 238490,2467724 | 14 | 12.3 | 3 |
| 7 | 臺東縣太麻里鄉華源村華源 | 250708,2503358 | 8.2 | 44.6 | 9.4 |
| 8 | 臺東縣成功鎮忠仁里新港 | 252496,2507048 | 56.4 | 5.1 | 6.3 |
| 9 | 臺東縣成功鎮忠孝里玉水橋 | 288420,2555989 | 18.5 | 10.6 | 5.5 |
| 10 | 臺東縣成功鎮忠孝里美山 | 291249,2563083 | 1.6 | 5.2 | 0.9 |
| 11 | 臺東縣成功鎮信義里豐泉 | 284642,2548648 | 11.4 | 9.5 | 1 |
| 12 | 臺東縣成功鎮博愛里宜灣 | 290869,2567664 | 13.2 | 4.5 | 4.4 |
| 13 | 臺東縣成功鎮博愛里重安 | 290419,2565644 | 18.8 | 6.3 | 3 |
| 14 | 臺東縣卑南鄉嘉豐村山里 | 263990,2529054 | 6.8 | 6.5 | 3.1 |
| 15 | 臺東縣延平鄉永康村永康 | 261836,2536456 | 3.9 | 41.5 | 3.3 |
| 16 | 臺東縣延平鄉紅葉村清水 | 256440,2532561 | 5.8 | 22.4 | 6.6 |
| 17 | 臺東縣東河鄉泰源村新部落 | 279084,2543225 | 30.7 | 14.5 | 4.7 |
| 18 | 臺東縣金峰鄉新興村新興 | 250061,2503748 | 15.9 | 10 | 4.2 |
| 19 | 臺東縣金峰鄉歷坵村歷坵 | 242443,2491811 | 69.9 | 72.9 | 36.2 |
| 20 | 臺東縣長濱鄉三間村大俱來 | 298324,2586591 | 4.8 | 2 | 0.1 |
| 21 | 臺東縣海端鄉炭頂村紅石 | 266497,2551603 | 70.2 | 17.8 | 1.4 |

| | | | | | |
|----|----------------|----------------|-------|-------|------|
| 22 | 臺東縣海端鄉海端村初來 | 242044,2479639 | 145.5 | 29.5 | 19.5 |
| 23 | 臺東縣海端鄉海端村海端(北) | 267191,2557311 | 437.4 | 137.4 | 3.1 |

表 4 莫拉克颱風後台東縣鄰近河道安全聚落之河道幾何參數計算表(2/2)

| 編號 | 聚落位置 | X,Y 座標(TWD97) | Bw(m) | W(m) | H(m) |
|----|--------------|----------------|-------|-------|------|
| 24 | 臺東縣海端鄉廣原村龍泉 | 266703,2557961 | 387.1 | 165.8 | 38.3 |
| 25 | 臺東縣鹿野鄉永安村上鹿寮 | 269543,2561590 | 150 | 75.9 | 3.92 |
| 26 | 臺東縣鹿野鄉永安村永安 | 262162,2536746 | 6 | 19.2 | 4.7 |
| 27 | 臺東縣達仁鄉土坂村土坂 | 263188,2536781 | 5 | 170 | 37.2 |
| 28 | 臺東縣達仁鄉安朔村安朔 | 238403,2483828 | 33.7 | 7.5 | 2.8 |
| 29 | 臺東縣達仁鄉南田村下南田 | 236223,2466090 | 91 | 74.5 | 0.8 |

表 5 莫拉克颱風後台東縣鄰近河道危險聚落之河道幾何參數計算表

| 編號 | 聚落位置 | X,Y 座標(TWD97) | Bw(m) | W(m) | H(m) |
|----|--------------|----------------|--------|------|------|
| 1 | 臺東縣大武鄉大竹村愛國浦 | 242040,2483963 | 39.1 | 2 | 5.5 |
| 2 | 臺東縣太麻里鄉金崙村大溪 | 243786,2484621 | 300 | 2 | 7.1 |
| 3 | 臺東縣太麻里鄉泰和村泰和 | 249317,2499591 | 1023.5 | 2 | 3.7 |
| 4 | 臺東縣金峰鄉嘉蘭村嘉蘭 | 246041,2499353 | 243.5 | 2 | 7.6 |

五、參考文獻

- 吳炳村 (2015),「坡地聚落災害風險評估-以屏東縣為例」,國立屏東科技大學土木工程研究所,碩士論文,台灣屏東縣。
- 李錫堤 (2013),「活動造山帶的地質災害問題」,地工技術,第 137 卷,台灣台北市。
- 周韻強 (2014),「莫拉克颱風引致旗山溪護岸災害現地調查及災害分析」,國立高雄應用科技大學,土木工程與防災科技研究所,碩士論文,台灣高雄市。
- 林建宏 (2001),「山坡地住宅區防災區風險管理機制建立之研究」,國立台北科技大學土木與防災技術研究所,碩士論文,台灣台北市。
- 陳伸賢 (2010),「氣候變遷對水利工程挑戰與調適」,水利會訊,第 13 卷,第 22-33 頁,台灣新北市。
- 陳亮全、林李耀、李維森、謝龍生、李欣輯、陳聯光 (2011),「莫拉克颱風之災情勘查與分析」,國家災害防救科技中心,台灣新北市。
- 陳聯光、游繁結、劉格非、林聖琪、柯明淳 (2009),「莫拉克重大崩塌災害歷程探討」,中華水土保持學報,第 40 卷第 4 期,第 329-337 頁,台灣台北市。
- 張惟恩 (2019),「積淹水預警指標之研究」,國立成功大學,水利及海洋工程研究所,碩士論文,台灣台南市。
- 張志新、王俞婷 (2015),「建立坡地聚落災害環境指標與其安全評估應用」,中華水土保持學報,第 46 卷第 2 期,第 123-132 頁,台灣台北市。
- 黃俊英 (1995),「多變量分析」,第五版,台灣台北市。
- 潘勁松 (2013),「Fisher's 判別分析及應用」,數學的實踐與認識,第 43 卷第五期,第 155 頁,中國。



- 12.內政部消防署 (2018),「天然災害統計」, <https://www.nfa.gov.tw/cht/index.php?code=list&ids=233>, 台灣新北市。
- 13.國家災害科技防救中心 (2021),「全球災害事件簿」, <https://den.ncdr.nat.gov.tw/>, 台灣新北市。
- 14.影／南部山區豪大雨扇平林道遭土石流淹沒, 8月16日, 聯合新聞網。 <https://udn.com/news/story/7327/3993372>, 台灣。
- 15.科技部、中央研究院環境變遷研究中心、交通部中央氣象局、臺灣師範大學地球科學系、國家災害防救科技中心 (2021),「IPCC 氣候變遷第六次評估報告之科學重點摘錄與臺灣氣候變遷評析更新報告」, 台灣。
- 16.Ahrendt and Zuquette, (2003), "Triggering factors of landslides in Campos do Jordão city, Brazil", *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 62 (03), pp. 231-244.
- 17.Djimesah, I.E., Dedei, A.N., and Mireku, K.K. (2018), "Influential factors in creating warning systems towards flood disaster management in Ghana: An analysis of 2007 Northern flood", *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol. 28, pp.318-326.
- 18.Fisher, R. A. (1936), "The use of multiple measurements in taxonomic problems", *Annals of Eugenics*, 7(2), 179-188.
- 19.Giletycz, S.J., Giletycz, O.K., Brown, D. (2021), "Regional geology, extreme weather events and natural disasters: Environmentally-forced, involuntary settlement migrations of the indigenous people of southern Taiwan" *Tectonophysics*, 806, 228-796.
- 20.Katie H. Costigan, Melinda D. Daniels, Joshuah S. Perkin, Keith B. Gido (2014), "Longitudinal variability in hydraulic geometry and substrate characteristics of a Great Plains sand-bed river", *Geomorphology*, Volume 210, 48-58.
- 21.Lekshmi, S., Rugmini, P., & Jesy, T. (1998), "Characteristics of defaulters in agricultural credit use: A micro level analysis with reference to kerala", *Indian Journal of Agricultural Economics*, 53(4), 640.
- 22.Maxime Morel, Doug J. Booker, Frédéric Gob, Nicolas Lamouroux (2020), "Intercontinental predictions of river hydraulic geometry from catchment physical characteristics", *Journal of Hydrology*, Volume 582.
- 23.Mason SJ, Graham NE. (1999), "Conditional probabilities, relative operating characteristics and relative operating levels", *Weather and Forecasting* 14: 713-725.
- 24.Pepin, N., Bradley, R. S., Diaz, H. F., Baraër, M., Caceres, E. B., Forsythe, N., ... & Mountain Research Initiative EDW Working Group. (2015), "Elevation-dependent warming in mountain regions of the world", *Nature climate change*, 5(5), 424-430.
- 25.Sculin CM (1983), *Excavation and Grading Code Administration, Inspection, and Enforcement*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, p 405.
- 26.Wu, C.H., Chen, S.J., Chou, H.T. (2011), "Geomorphologic characteristics of catastrophic landslides during typhoon Morakot in the Kaoping Watershed, Taiwan", *Engineering Geology*, 123(1-2), 13-21

水土保持局線上技術短講分享

融合安全及溪流環境功能之橫向構造物優化案例評估

Assess Stream Lateral Structures with Multiple Environmental Functions — A Case Study

人禾環境倫理發展基金會 方韻如 資深經理

摘要

山區溪流橫向構造物的設置，可能造成土砂運移停滯、溪床高程局部改變，進而因改變棲地形成營力及原有的水文，而造成水域生物棲地退化及縱橫向廊道阻隔等問題。而隨著生態系服務共融治理的趨勢，及氣候變遷下澇旱皆成災的威脅，水土保持局的任務，已從只重視洪水治理，轉變為兼顧旱時及平常的河溪環境功能，因而需納入對河相的理解、實際針對治理目標進行規劃、結合自然條件因地制宜的方式維持斷面的環境梯度，對技術文件體系及決策機制也需有所調整。

本計畫選擇宜蘭頭城大溪溪為案例，進行融合安全及環境功能的案例評估。大溪溪已知有 95 種以上的原生魚蝦蟹螺，為台灣生物多樣性最高的溪流之一，河海間移動物種佔 92%；然 2014-2016 年進行兩期治理並於下游設置 7 座橫向構造物後，因功率集中固定位置而發生的上淤下掏、常使溪水伏流化形成斷流，而對洄游及河海交界生態產生重大衝擊而形成衝突議題。臺北分局歷經 4 年的公私協力共學後，於 2020 年試行第一座固床工開口。本計畫將「優化既有橫向構造物」設定為後續工程的主要內容，探討從現況課題研究到治理規劃評估的過程，並追蹤分析大溪溪前期治理工程對其他環境功能產生的後遺症，在確保水理安全達標的條件下，透過權益關係人訪談、生態現況瓶頸調查，提出優化目標；再以原地形結合治理後拓寬之河道產製二維水理模式並比較水深、流速、溪流功率等，做出構造物斷面及縱向的改善建議，並評估 3 種不同程度優化方案的可能效應。

講末分享了 2022 年最下游 5 座固床工改善後的初期觀察，並從本次經驗提出對未來決策機制面及規劃設計面的建議。

關鍵字：棲地需求同功群、垂向變動空間、自然消能機制

精選內容：

截至2021年止，觀察記錄累積95種水域動物：魚70種 蝦13種 蟹6種 螺6種

■ 國土生態綠網之**高優先關注溪流**(2019)

純淡水 7種
非純淡水 河海棲地需求 87種
47種 兩側滯留
廣置 39種

2022年10月止更新彙整，魚種數已達77種 (M.Liu, T.Y.Liao et al., 未發表)。

3. 擬定目標

現況主要生態瓶頸@低流量水深

- 水深>0.5m的潭區少，只有固床工#1#6，棲地不連續，中間得經過表面幾近斷流處。
- 潭區縱深都很短，欠缺不同物種需要的環境梯度，也不利主要物種的成魚移動，ex. 日本刺魴、兩棲類。
- 固床工#3-#6間流心分散而淺，不利高溫的乾季，跌水工#6容易淤水造成溢障。
- 固床工#3-#6構造物表面斷流的現象，直接降低仔稚魚下漂時的存活率。

Q₅₀洪水流速

優化前(現況) vs 全面優化(固床工優化及攔阻配置)

● 優化前跌水工#6附近有極高流速(>15m/s)，構造物易淘刷受損，優化後局部高流速和極高流速消失。

● 優化前固床工#1#2間有>8m/s高速流不利上溯，優化後大水一般誘發上溯潮時幼魚蝦蟹成功率會增加。

B. 起碼優化方案—橫向

維持垂直自我調節機制，避免因構造物產生的沖淤不平衡。

臨界值 $\omega_c^* = 0.1$
工程段代表粒徑 $D_{50} = 37\text{mm}$ 代入得
 $\omega = 1470 \text{ W/m}^2$

Q₅₀洪水溪流功率(現況)
 $\omega > 1470 \text{ W/m}^2$ 時，大部分河床質啟動，固床工下會產生落差。
→ 紅色區域為「攪拌作用區」，不宜保留混凝土構造物。

5. 社區共學：意見蒐集/生態及河相增能/方案說明/願景共擘

11/27(六) 早上 10:00
11/27(六) 下午 1:30
11/27(六) 下午 3:30

2022年#1~#5優化後達成了哪些指標？

- ✓ 物種分佈棲地擴大，移動受限變小：110前研計畫香指標類群之預期分佈全數達標。
- ✓ 棲地範圍較原計畫向上游擴大的共有9種；優化後出現於固床工#2以上的大溪溪新紀錄種有8種。
- ✓ 非常時期底棲物種：大旱的壓力下，#1 #2下的物種多能在豐乾的階段移動至#6跌水工下避難。
- ✓ 但也無法再往上移動，兩次優化以來，未有物種擴大範圍至#6跌水工以上之證據。

研究計畫科目：110年水土保持局創新研究計畫

研究報告全文下載：<https://tech.swcb.gov.tw/Results/ResultsInnovation>

歷次技術短講影音及簡報 PDF 下載：<https://tech.swcb.gov.tw/Seminar/SeminarDiscussion>

觀看本文簡報影音及 PDF 檔下載

加入 Facebook 社團，即時獲得技術短講公告



水土保持局線上技術短講分享

應用開源分布式降雨逕流模式推估土石流

潛勢溪流之流量以中港溪與後龍溪為例

Open Source Distributed Rainfall Runoff Model to Estimate the Potential Debris Flow Torrent Streamflow in Zhonggang and Houlong River

國立臺北科技大學 張哲豪 教授
方圖科技股份有限公司 沈志全 執行長

摘要

在面對土石流潛勢溪流災害問題時，有效了解降雨事件發生前後，流域集水區的降雨(降雨強度、累積降雨量)及流量的時間空間分布情況。可以協助研究人員了解土石流潛勢溪流發生可能的原因。並且進一步針對災害防治與改善提出可能的評估方案。因此有效掌握降雨量與流量資訊，有助於對於災害事件的掌握。

而流量推估方式主要透過現場儀器監測進行觀測與搭配水文模式進行。在透過測試 IoT 感測器技術應用評估。以作為後續模式模擬分析的準確度與正確性之。

此外目前在各國模式發展應用趨勢上，已經朝向開源模式為主。透過開源方式可以讓更多人參與開發與測試，透過不同使用者的回饋，持續提升與改善模式成果與效能。因此應用荷蘭國家水文研究院 Deltares 所開發的 Wflow 開源分布式降雨逕流模式，完成中港溪、後龍溪整體集水區模式建置。並且搭配 Delft_FEWS 平台進行水文氣象與模式資料的串接。可以有效進行流域集水區之土石流潛勢溪流的降雨量與流量推估。同時透過與水利署跨單位資料交換的機制探討，有助於在共同的水文氣象資訊整合平台進行水文氣象資料與模式交換。並且透過跨單位資料整合與成果共享過程，討論如何有效針對共同需的資料與模式成果進行交換，達到有效落實數位治理的應用與發展。

關鍵字：開源軟體、分布式降雨逕流、土石流潛勢溪流、交換機制

精選內容：

Wflow 模式銜接於Delft-FEWS平台

國立臺北科技大學

應用開發分布式降雨匯流模式與土石流潛勢溪流之流量 - 以中港溪與後龍溪為例 14

運用Wflow模式，計算下游匯流點流量

國立臺北科技大學

應用開發分布式降雨匯流模式與土石流潛勢溪流之流量 - 以中港溪與後龍溪為例 20

資料準備

3 模擬洪峰 (m3/s)
觀測洪峰 (m3/s)
最大降雨量 (mm/hr)

相關計算指數

$$CE = 1 - \frac{\sum(Q_{OBS} - Q_{EST})^2}{\sum(Q_{OBS} - Q_{obs})^2}$$

$$EQ_p = \frac{Q_{EST} - Q_{OBS}}{Q_{OBS}} \times 100\%$$

均方根誤差 (RMSE)

6 場事件

- 2012年納莉颱風
- 2012年蘇拉颱風
- 2013年5月11日豪雨事件
- 2013年蘇力颱風
- 2019年6月14日豪雨事件

4 處驗證

- 中港溪 平安橋
- 中港溪 永興橋
- 後龍溪 打鹿坑
- 後龍溪 恭敬橋

國立臺北科技大學

應用開發分布式降雨匯流模式與土石流潛勢溪流之流量 - 以中港溪與後龍溪為例 21

教育訓練

Delft-FEWS 平台與 WFLOW 降雨匯流模式應用

系統架構與功能介面介紹 | 資料整合與模式銜接作業流程說明
空間與時間序列資料展示 | 成果輸出與後續外部應用介紹

國立臺北科技大學

應用開發分布式降雨匯流模式與土石流潛勢溪流之流量 - 以中港溪與後龍溪為例 34

研究計畫科目：110 年水土保持局創新研究計畫

研究報告全文下載：<https://tech.swcb.gov.tw/Results/ResultsInnovation>

歷次技術短講影音及簡報 PDF 下載：<https://tech.swcb.gov.tw/Seminar/Seminardiscussion>

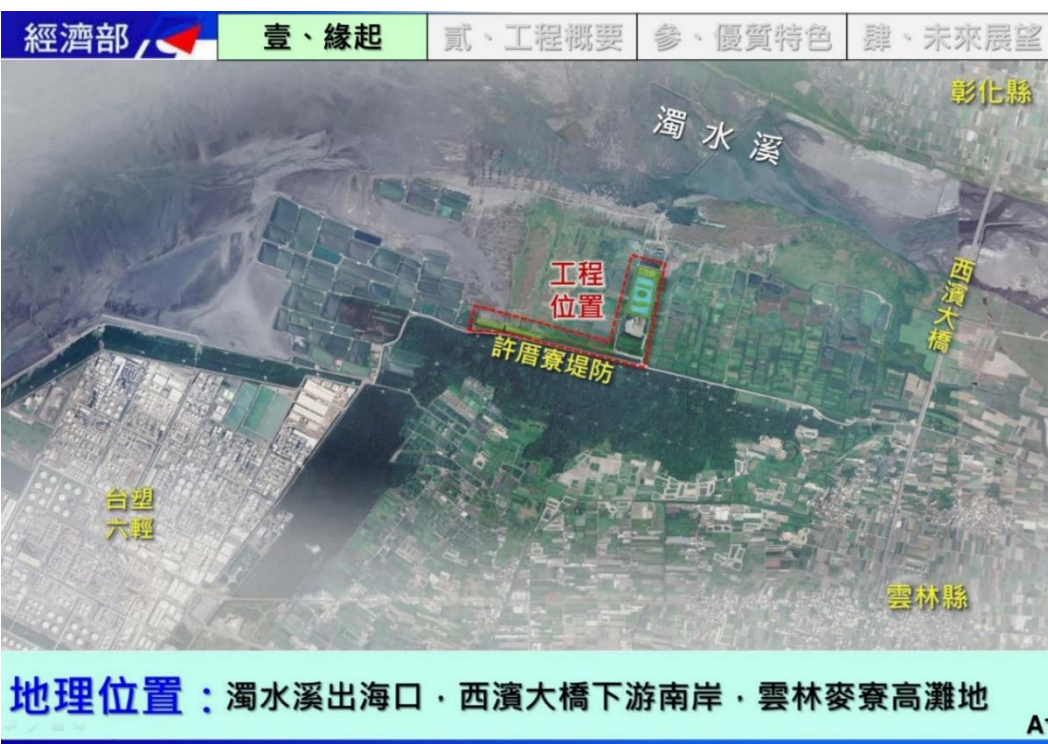
觀看本文簡報影音及 PDF 檔下載

加入 Facebook 社團，即時獲得技術短講公告



「2022 年公共工程金質獎專輯」

濁水溪許厝寮堤段整體環境改善工程(特優)



經濟部

壹、緣起

貳、工程概要

參、優質特色

肆、未來展望

- 大沙漠變綠洲：濁水溪揚塵防制已獲良好成效，生態盎然
- 創設生態基地：已劃入國土綠網，民眾共識，低衝擊開發



濁水溪揚塵防制成效，榮獲行政院政府服務獎

A2



A3

得獎專輯

濁水溪揚塵事件日數

| 年份 | 揚塵日數 |
|------------|------|
| 106年 (基準年) | 59天 |
| 107年 | 50天 |
| 108年 | 29天 |
| 109年 | 9天 |
| 110年 | 6天 |
| 111年 | 2天 |

最新 亮拉時訪台應縣車大 外交部：強化城區行

SAE 2022

解決鄉親「吃飯攪沙」問題！

A4

經濟部
壹、緣起
貳、工程概要
參、優質特色
肆、未來展望

● 麥寮地方創生：守護濁水溪，推動環境教育，麥寮向前進
 參加國發會「企業CSR×地方創生」提案競賽，由100多個參賽隊伍中，榮獲第4名

麥寮拱範宮

鱈魚餐包-麥寮特色點心
與麥寮媽祖廟拱範宮結合

企業CSR
地方創生提案競賽

PWC

A5

二、工程理念：

● 遵守3N原則：

1. 民眾參與 NGO：

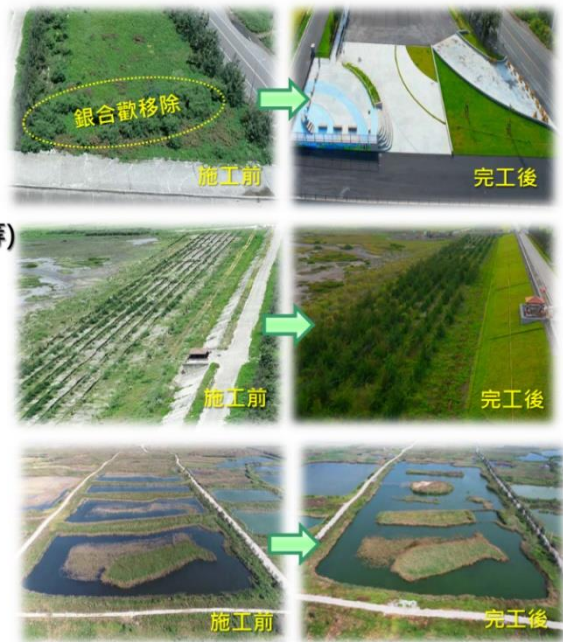
- (1) 工程需求傾聽民意，融入在地智慧
- (2) 結合在地DNA元素
- (3) 連結麥寮地方創生
- (4) 攜手民眾參與活動(移除銀合歡、願景工程等)

2. 自然工法 NBS：

- (1) 回收疏濬河沙作為填築材料，也可減少揚塵
- (2) 廢棄魚塭改造成生態池
- (3) 保留木麻黃擋風，植栽選用原生種

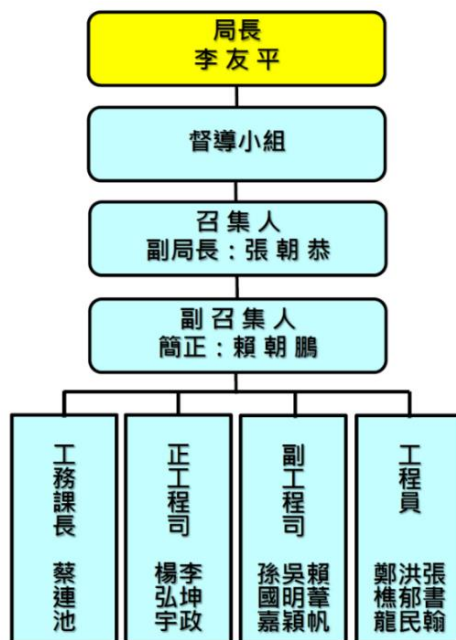
3. 節能減碳 Net- Zero：

- (1) 落實循環經濟，廢棄資材再利用
- (2) 固化土步道採現地拌合，減少車輛運輸
- (3) 種樹植栽及草皮綠覆吸碳固碳



A7

四、督導組織架構：



督導重點：

1. 施工品質及工程進度
2. 職業安全及環境衛生
3. 防汛整備作為
4. 生態檢核
5. 工程文件及計畫書
6. 追蹤及確認缺失改善



A9



經濟部 **壹、緣起** 貳、工程概要 參、優質特色 肆、未來展望

1. 安全性：

- 依109年濁水溪本流治理規劃檢討報告，**本工程堤頂及相關設施設置處地表高程均高於百年洪水位保護標準**
- 固化土壤步道介於重現期距25~50年洪水位間，**颱風期間河川區域禁止入內**
- 工程風險評估：

| 項目 | 內容 | |
|--------|---|---|
| 方案研擬階段 | 1. 鄰水作業-生態池 2. 堤前緩坡覆土 | |
| 方案設計階段 | 1. 鄰水作業(護岸、生態池) 2. 施工便道 3. 保護緩衝帶設置 4. 其他安全設施等 | 5. 揚塵防治管理 6. 評估候鳥棲息期檢驗停留點 7. 塔巢吊掛作業 |
| 風險評估階段 | 1. 崩塌、墜落、滾落、跌倒 2. 物體倒塌、物體飛落、被撞、被割(切)、被夾及被刺 3. 交通事故、衝撞、被撞 4. 感電、與有害物質接觸 | |
| 風險管理階段 | 1. 施工架設置 2. 上下設備及安全護欄設置 | 3. 落實防護設施 4. 其他安全控制與管理 |

A13

經濟部 **壹、緣起** 貳、工程概要 參、優質特色 肆、未來展望

2.周延性：

傾聽民意：取得共識、促進工進

大家共事，先有共識，才能做好共是！

111/3/18濁水溪出海口生態基地保育工作坊



A14

經濟部 **壹、緣起** 貳、工程概要 參、優質特色 肆、未來展望

3.周延性：

民眾參與：歡喜作伙拚

李友平
SAE 5月21日上午7:56 · 0

5/20幸福四局攜手地方彩繪地景~
幸福四局在濁水溪出海口生態基地，辦理許厝港堤段整體環境改善工程，邀請在地家鄉高中師生民眾參與，一起為家鄉彩繪裝置藝術。
愛戀濁水-第四河川局



改善前 2020年1月14日



改善後 2020年8月12日



A15



經濟部

壹、緣起

貳、工程概要

參、優質特色

肆、未來展望

4. 節能減碳：

減碳：水泥減量、減少載運

碳匯：植栽綠化(綠碳)、保留溼地泥灘地35.29Km²(藍碳)、保留草生地5.37Km²(黃碳) ~ 面積依據生態情報地圖

水泥減量

- 減少混凝土用量 **1,089m³**
- 低碳施工減碳量達 **231.7T-CO₂^e**

植栽綠化

- 綠覆面積約 **10,531m²**
- 固碳量達 **263.3T-CO₂^e**

減少載運

- 現地土方利用 **15,366m³**
- 減碳量達 **62.5T-CO₂^e**

共計減少近 **563 T-CO₂^e**
 等同種下 **5,016 株大樹**
 約 **1.5 座大安森林碳吸附量**

碳足跡計算-永續綠色工程資訊網 (www.gesm.com.tw/CarbonCalc/CBCL_Material_Input.aspx)
 碳足跡計算-參考2019年版「綠建築評估手冊-基本型」(第三版第二刷-自111年3月1日起實施)

A16

經濟部

壹、緣起

貳、工程概要

參、優質特色

肆、未來展望

5. 生態檢核：

生態通道：斑龜平安歸 (斑龜來驗收)



TLC200 PRO 2022/06/22 16:14:43

斑龜走生態通道上岸休息



A17

經濟部 **壹、緣起** 貳、工程概要 參、優質特色 肆、未來展望

6. 生態檢核：

生態池：生態島及賞鳥隧道 (生態來驗收)



營造多樣性河口水域生態環境



小環頸鶴在生態島築巢孕育雛鳥



A18

經濟部 **壹、緣起** 貳、工程概要 參、優質特色 肆、未來展望

7. 生態檢核：

東方白鸛塔巢：王者回歸



東方白鸛



東方白鸛驅趕東方澤鶩



10月27日在雲林縣麥寮潭水溪口拍攝到稀有的東方白鸛。(李榮添提供)



A19



8. 生態檢核：

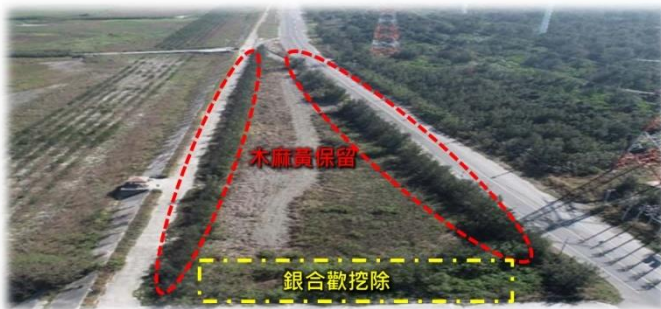
●保留既有防風功能「木麻黃」

- 透過與專家現勘，既有木麻黃原地保留
- 幫助新植苗木擋風，發揮階段性長照功能
- 長年受東北季風吹拂，樹幹歪向南邊，可看到風



●階段性剷除外來種「銀合歡」

- 風速條件未達揚塵警戒下挖除樹根
- 確實將豆莢清除



9. 循環經濟：

●河川疏濬土沙再利用

- 為本工程就地取材友善工法，就近利用本河段疏濬土沙，填築緩坡及停車場，除可減少車輛長途運輸節能減碳，並可減少河中揚塵沙源



就地取材友善工法 濁水溪工程不見砂石車穿梭

2022/03/16 13:55

【記者龔淑莉／雲林報導】水利署第四河川局辦理濁水溪許厝寮提段整體環境改善工程，採取全新工法，施作自行車道不僅一棵樹都不砍，且不見運載砂石、混凝土的大卡車穿梭；四河局局長李友平說，新工法較傳統減少96%的砂石車，完全不用鋼筋，節能又減碳。

10. 創新性：

●科技應用：監測與施工

- 本工區為揚塵好發區，利用現場揚塵監測站，即時監控風速及空氣品質，如果有揚塵警報，立即啟動灑水系統，抑制揚塵



●案例說明：

- 依Windy App預報111/02/08風速強勁，停止土方工程
- 至111/02/09風速降低，土方工程恢復施工
- 有效避免施工造成之揚塵災害

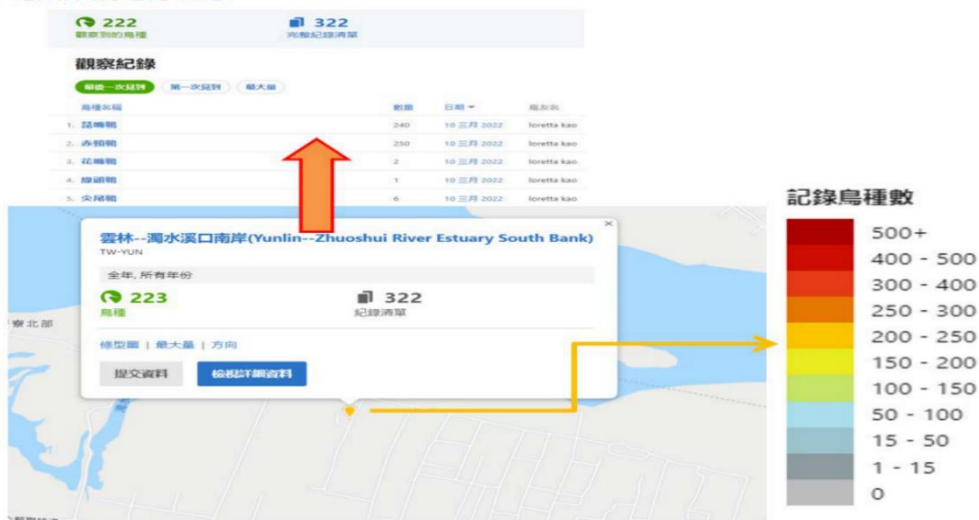


A22

11. 創新性：

●科技應用：應用國際鳥類調查雲端系統(eBird)·掌握候鳥動態

- 有效掌握珍稀鳥類活動季節、範圍
- 妥適規劃施工工序與施工時間
- 適時採用低噪音施工機具
- 有效維護地方生態



A23

經濟部

壹、緣起

貳、工程概要

參、優質特色

肆、未來展望

12. 創新性：

● 創新工法：固化土步道示範模場

- 施工前先試驗，找出最佳施作方案
- 樣品作為工班施作前，教育訓練場地

固化土拌合作業區內設置固化土鋪面教育訓練區

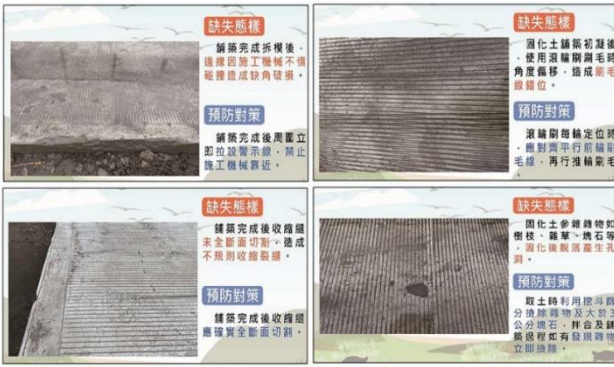
試鋪12公尺長之固化土鋪面樣品

建立固化土拌合及鋪設SOP流程

缺失樣態展示加強工班教育訓練

施工前教育訓練區

於拌合區內設置固化土鋪面樣品
缺失樣態作為工班教育訓練場地



A24

經濟部

壹、緣起

貳、工程概要

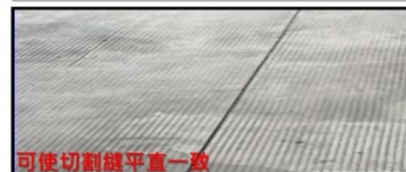
參、優質特色

肆、未來展望

13. 創新性：

● 創新工法：軌道式收縮縫切割機工法

- 品質穩定、效率提升、線形美觀
- 可使切割縫平直一致
- 吊掛框架移動迅速
- 底部為平板結構可分散切割機載重，避免壓損步道



A25

14. 創新性：

● 創新工法：葉片式動力攪拌斗工法

- 使用於固化土現地拌合施工
- 利用由挖土機斗改裝之葉片式動力設備
- 除可增加攪拌均勻度及增加攪拌量外，更可達到節能減碳功效

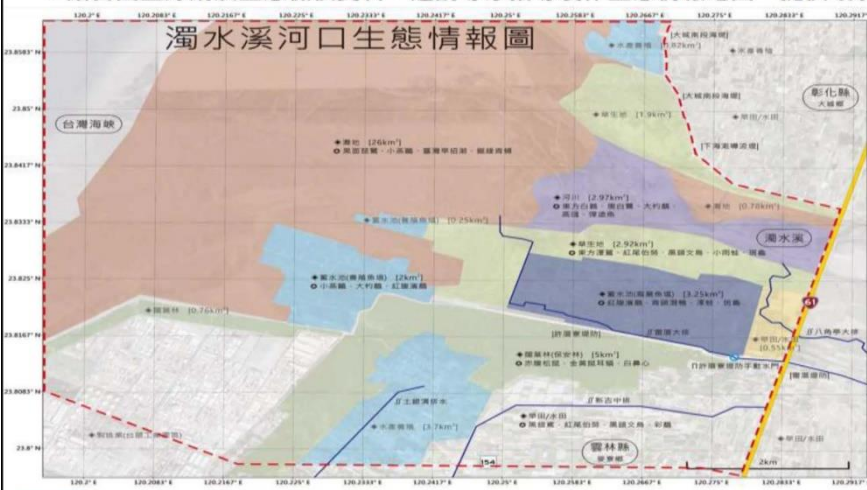


A26

15. 永續性：

● 生態情報地圖(含地形、水文、潮位、生態等調查資料)：

- 結合國土綠網及生態檢核資料，邀請專家指導製作生態情報地圖，提供環境教育地方創生及管理之指引



A27

16. 永續性：

● 永續經營：

- 公私協力：在地認養
- 跨域增值：媒合台塑CSR與麥寮推動地方創生

合作意向書

經濟部水利署第四河川局辦理「濁水溪許厝寮堤段整體環境改善工程」，後續維護管理事宜採公私協力方式辦理，雙方合作事項及權利義務，俟工程完工議定後以換文方式辦理。

本合作意向書一式兩份，由雙方代表人簽蓋後各執一份。



中華民國111年5月12日



媒合台塑公司與麥寮推動地方創生

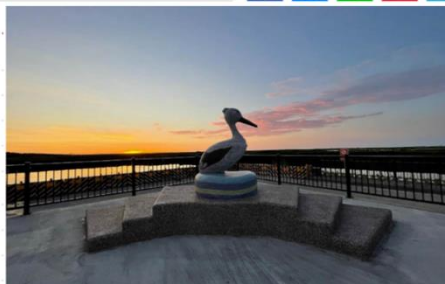
A28

「濁水溪出海口南岸生態園區」 邀民眾賞逾百種鳥類生態

19:39 2022/08/16 | 中時 | 張朝欣 **生態來檢驗**



雲林縣麥寮鄉「濁水溪出海口南岸生態園區」入口意象完工，展現下個月的生態之美。(吳明宜提供/張朝欣攝)



雲林縣麥寮鄉「濁水溪出海口南岸生態園區」觀景平台完工，展現下個月的生態之美。(吳明宜提供/張朝欣攝)

雲林縣麥寮鄉「濁水溪出海口南岸生態園區」，經第四河川局、地方社團共同營造，目前進行最後細部調整，預計下個月底對外開放，麥仔寮文化協會16日表示生態園區「溪麥麥進」入口意象已完工，以黑面琵鷺為主題，見證黑面琵鷺已將以此作為棲息地，邀請大家來欣賞出海口多達上百種的鳥類生態。

麥寮地區長年受揚塵困擾，水利署第4河川局進行揚塵防制計畫，透過200公頃大沙洲及20公頃大沙丘抑塵措施，已獲良好成效，並持續進行整體環境改善，結合麥寮地方創生計畫「溪麥麥進」，打造亮點生態園區，內容包括入口意象、觀景平台、潮間生態帶、閒置魚塭生態池等。

麥仔寮文化協會負責人吳明宜表示，濁水溪出海口經過揚塵防制與生態營造後，吸引200多種鳥類棲息，其中更有100多隻黑面琵鷺長期棲息於此，所以「濁水溪出海口南岸生態園區」入口意象才會以黑面琵鷺為主題，見證黑面琵鷺已成為此處的留鳥。

除了黑面琵鷺，協會在生態園區還觀察到6隻左右的東方白鶴，東方白鶴被列為國際1級瀕危鳥類，非常珍貴，為提醒大家永續保育牠們，觀景平台的裝置藝術便以東方白鶴為主題。

吳明宜說，除了各種珍鳥，生態園區的潮間帶還有台灣特有種早招潮蟹，估計約有35萬隻，是全世界數量最多的群聚點。台灣早招潮蟹僅分佈於台灣西海岸與澎湖，總數量約50萬隻，近年來因棲地遭破壞，數量持續大幅減少中。

A30

地方創生DNA：



東方白鶴

王者回歸



A31

地方創生DNA：



每年春天
萬鳥大遷移



台灣黑面琵鷺保育學會 Taiwan Black-faced Spoonbill Conservation Association

8月23日下午6:48

今年的黑面琵鷺渡冬季(2021.9~2022.5)黑面琵鷺於淡水溪埤的盛況，比上一個渡冬季(2020.9~2021.5)更精彩，2021年計為295隻，2022年計為421隻，數量驟升近50%。目前

世界唯一相片(張俊章老師)
東方白鶴驅趕東方澤鶩

A33

雲縣推動「生態4角基地」 許厝寮漁產品直銷中心轉型為環教中心

17:56 2022/02/16 | 中時 | 張朝欣



雲林縣長張麗善率同縣府水利、環保、文觀、計畫及教育等相關局處長與經濟部水利署第四河川局李友平局長、議員林深、吳蕙蘭等貴賓，共同會勘「濁水溪出海口生態創生基地許厝寮堤段整體環境改善工程」，盼為濁水溪出海口打造成完整生態發展區域。



雲林縣政府推動「雲林生態4角基地」，將原許厝寮堤段漁產品直銷中心轉型為環教中心。(攝影提供/張朝欣雲林傳真)



張麗善縣長與經濟部水利署第四河川局李友平局長視勘濁水溪出海口生態創生基地許厝寮堤段整體環境改善工程



A36

國土線網
雲端資料庫

水產養殖

灘地

草地

河川

灘地

蓄水池(養殖魚塭)

5G

草地

蓄水池(廢棄魚塭)

旱田/水田

環教中心

水產養殖

本生態基地有：

- 1.國土線網雲端及國際鳥網eBird系統
- 2.電信公司在今年底架設5G基地台
- 3.手機AR拍鳥APP
- 4.環教中心
- 5.生態情報地圖
- 6.麥寮地方創生DNA
- 7.導入元宇宙、區塊鏈，發行虛擬貨幣-麥寮幣
- 8.共享經濟、地方創生

A37

預期效益：

| 項目 | 預估效益 | 備註 |
|--------|---|--|
| 旅遊人次 | 160萬人次/年 | (雲嘉南年度旅客人次27萬人次+雲林縣年度旅遊人次768萬)X0.2 |
| 促進消費 | 15億台幣/年 | 國際旅客日均消746元+國內旅客日均消1,160元/2=952元 X160萬人次 <small>(以上囊括餐旅住宿及伴手禮消費) (數據來自臺灣觀光局109年度統計數據)</small> |
| 就業機會 | 鳥類生態濕地公園及濁水溪品牌建立預估可創造 至少500個在地工作機會 | |
| 不可量化效益 | <ul style="list-style-type: none"> 國內外媒體品牌曝光行銷率 在地生活環境品質提升 揚塵計畫順利執行 鼓勵青年與人才回流及創業 增進在地自然環境保育 推廣成為國際濕地亮點 就業機會增加提高家戶收入 協助新住民融入在地與就業 優化在地教育品質與內容 |  |

A38

經濟部

結語

- 攜手邁進讓大沙漠變綠洲，解決鄉親吃飯攪沙的惡夢
- 已成為國際候鳥遷徙中繼站，劃入國土綠網
- 透過環境共好、生態共榮及地方創生，讓麥寮榮光亮起來
- 媒合企業ESG，打造成聯合國永續發展SDGs示範點

揚塵防治 賴清德肯定成效



短效型的工作會越來越少



濁水溪出海口整治有成 打造聯合國SDGs示範點

濁水溪雲林縣麥寮鄉段出海口揚塵防制計畫實施多年有成，大面積沙地變綠地，第四河川局的「濁水溪許厝寮堤段整體環境改善工程」，已逐步讓大沙漠變綠洲，未來將成為符合聯合國SDGs示範點。

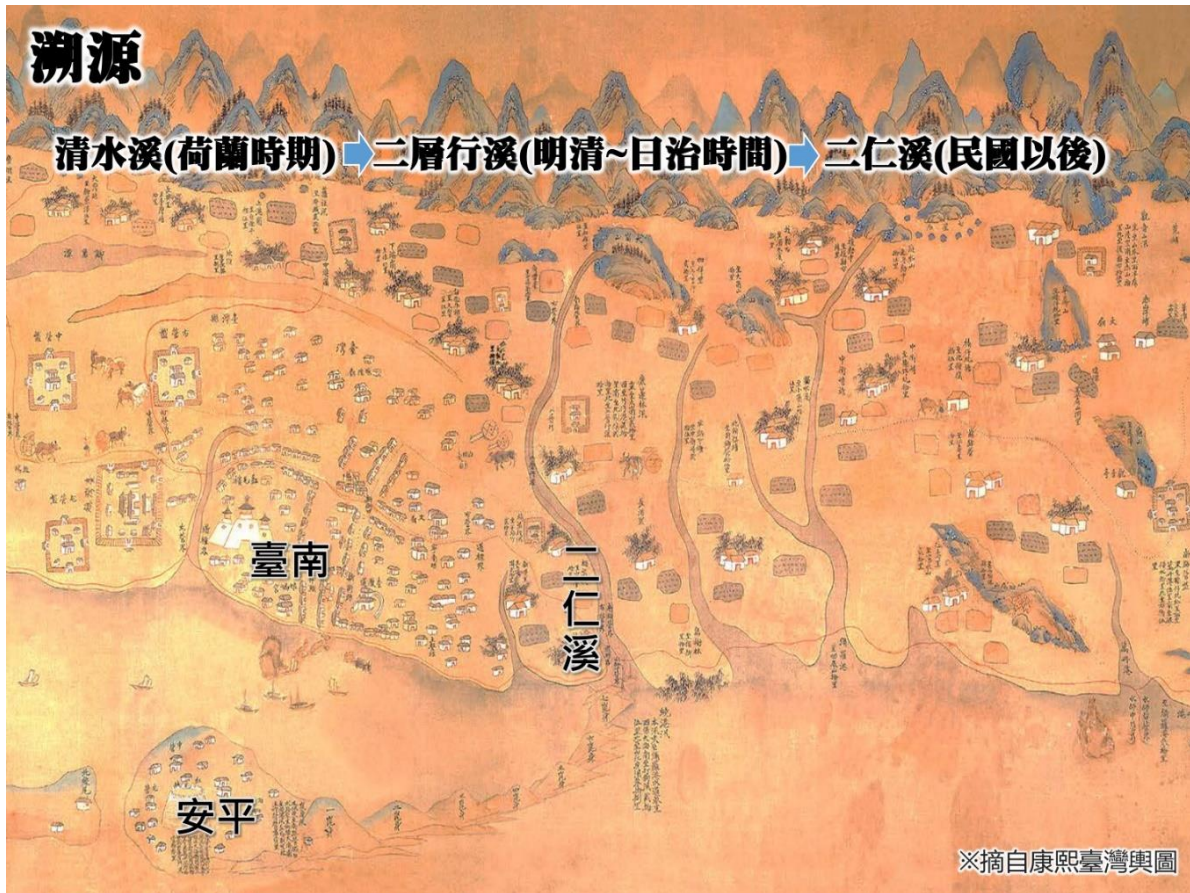
麥寮地區長年受揚塵困擾，水利署第四河川局針對麥寮地區揚塵防制計畫，透過200公頃大沙洲及20公頃大沙丘布設灑水系統、灘地去化土砂、土方堤前培厚植栽、植生綠覆蓋，以及施設蓄水池塘、鋪設文蛤殼等抑制措施，已獲良好成效，讓民眾擺脫「吃飯攪沙」惡夢。第四河川局表示，為延續濁水溪出海口揚塵抑制成果，推動「濁水溪許厝寮堤段整體環境改善工程」，內容符合聯合國17項永續發展目標 (SDGs) 中的15項，完成後不僅可成為全台SDGs示範點，還可透過綠化工程達成減碳目標，企業則能藉由資助參與，在國際貿易時獲得碳稅減免。

A39

「2022年公共工程金質獎專輯」

二層行橋下游段整體環境改善工程第三期(特優)





流域 | 二仁溪概述:

流域面積350km²，主流長度63.17km



重生 從繁榮走到凋蔽，再從凋蔽回到最初

往昔

- 1970年代，二仁溪重金屬汙染
- 往昔「**清水溪**」被諺稱「**臺灣黑龍江**」

現今

- 依循**二仁溪環境營造規劃**
- 導入**生態友善工法**
- 辦理**二仁溪右岸第三期工程(二層行橋至出海口)**
- 取得**生態環境平衡**，達到**共存、共生、共榮**

目標

- 完善**生態綠堤防**
- 串聯**雙博自行車道***
- 帶動**整體觀光效益**

未來:清水溪風華再現

- 設置**入流監測**
- 上游**雨污分流** *雙博為歷史博物館&奇美博物館



緣起 從繁榮走到凋蔽，再從凋蔽回到最初

二仁溪環境改善計畫:

- 二仁溪環境改善工程分為4期工程實施，為臺1線下游至出海口間河段。
- 一、二期工程分別於108、109年完成，第四期工程於111年7月完成，第三期工程為本計畫之最後一哩路。



經公、私部門共同努力協助下，二仁溪水域環境已大為改善，為再進一步深化二仁溪兩岸環境之改造，**經濟部水利署**針對二仁溪進行水環境營造改善計畫，透過營造綠色環境，重現複層且生態多樣化的河川綠廊，讓二仁溪重現往昔

清水溪之美名。

一. 工程概要

工程概要

品質督導

困難挑戰

工程特色

優良事蹟



平面配置

- ◆ 本案分為A、B兩工區，共約4.6km
- ◆ A工區約2km，以堤防加高綠化等環境改善為主
- ◆ B工區約2.6km，堤頂增加防洪牆並改善人行步道為主

主要工項

1. 堤前拋石工程
2. 堤防培厚工程
3. 堤岸RC工程
4. 道路鋪面工程
5. 景觀工程
6. 植栽工程



A工區 (二仁溪出口~三爺溪匯流口) 總長約2公里

B工區 (大甲濕地尾端~台一線二層行橋) 總長約2.6公里

一. 工程概要

工程概要

品質督導

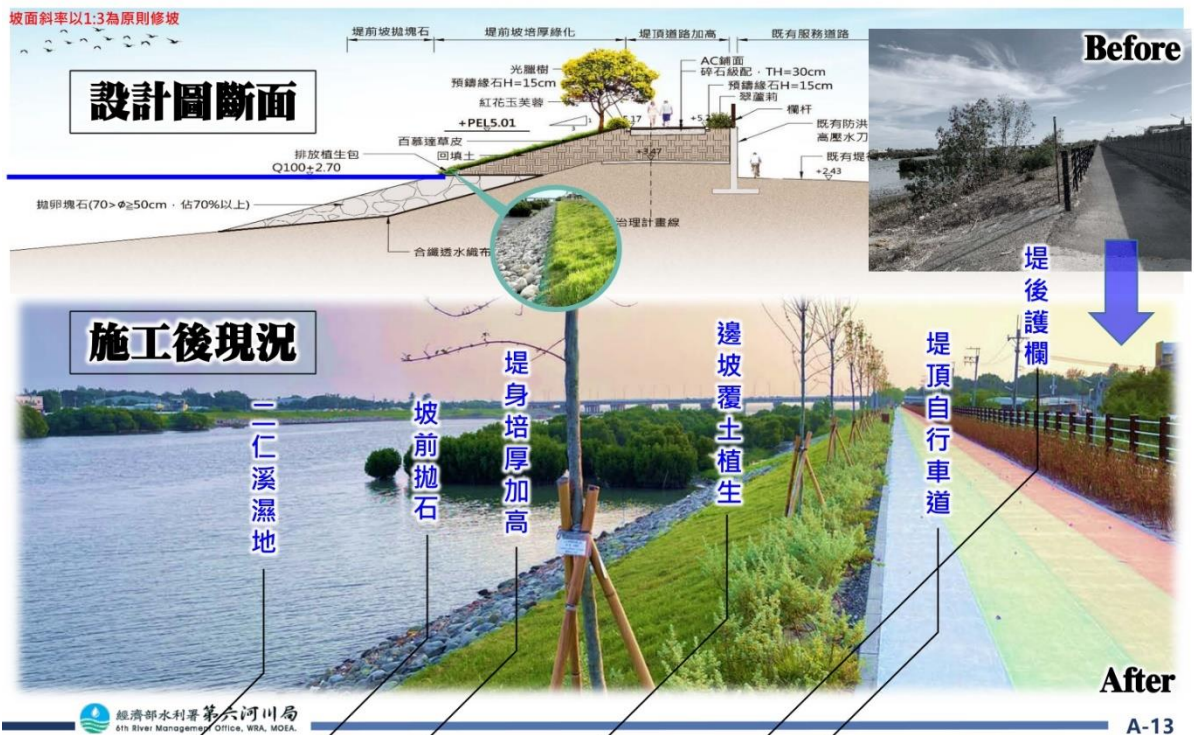
困難挑戰

工程特色

優良事蹟



A工區施工內容：



經濟部水利署第六河川局
6th River Management Office, WRA, MOEA

A-13

一. 工程概要

工程概要

品質督導

困難挑戰

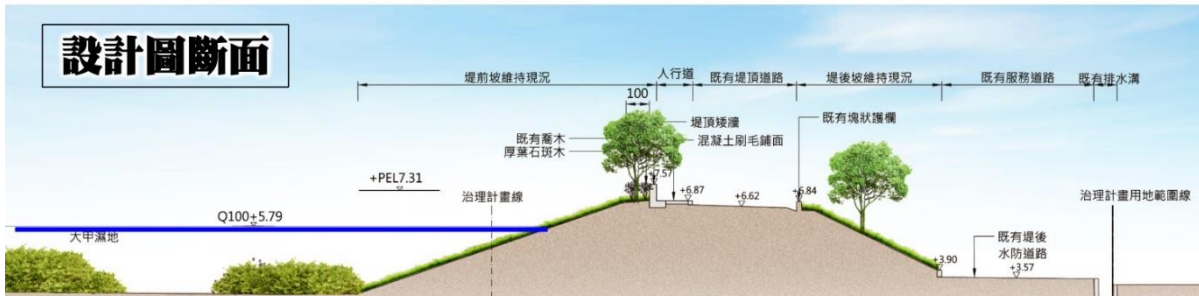
工程特色

優良事蹟



| B工區施工內容：

設計圖斷面



施工後現況

三. 困難挑戰

工程概要

品質督導

困難挑戰

工程特色

優良事蹟



| 挑戰性 (1)

- 尊重專業，回歸自然
 - ✓ 施工前將生態學者意見納入
 - ✓ 透過新工法及完善的計畫
 - ✓ 降低施工干擾及定期巡檢



四. 工程特色

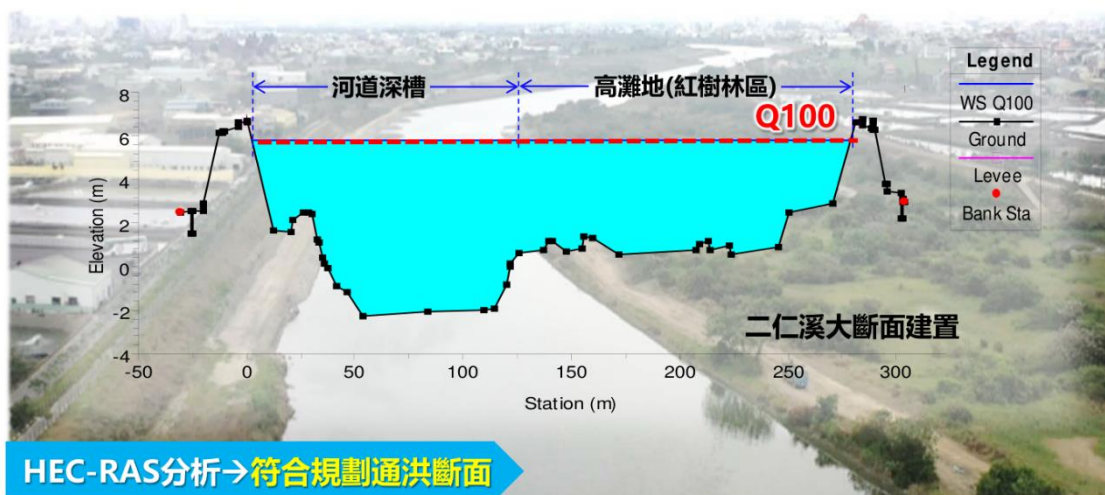
工程概要 品質督導 困難挑戰 工程特色 優良事蹟



安全性 (1)

● 堤身穩固 符合需求

- ✓ 符合 **Q100** 防洪水位及 +1.5m 出水高
- ✓ 增設 **防洪牆** - 維持車道平順面



經濟部水利署第六河川局
6th River Management Office, WRA, MOEA

A-23

四. 工程特色

工程概要 品質督導 困難挑戰 工程特色 優良事蹟



安全性 (2)

● 塊石植生護坡

- ✓ 塊石基腳 - 防止沖刷抵禦潮汐洩降
- ✓ 植生護坡 - 柔化堤防，減少坡面土壤沖蝕
- ✓ 植生袋 - 軟、硬界面平順銜接



經濟部水利署第六河川局
6th River Management Office, WRA, MOEA

A-24

四. 工程特色

工程
概要

品質
督導

困難
挑戰

工程
特色

優良
事蹟



安全性 (3)

● 提高使用者安全

- ✓ 雙重安全護欄-設置綠籬及柔性護欄
- ✓ 套筒內六角安全螺絲-不易脫落、避免割傷



四. 工程特色

工程
概要

品質
督導

困難
挑戰

工程
特色

優良
事蹟



創新科技

科技應用 保護生態

- 迴避擾動河域生態-改良機具 上部施工
 - ✓ 長臂平板工法
 - 塊石拋放整理
 - 坡面整平夯實



四. 工程特色

工程概要

品質督導

困難挑戰

工程特色

優良事蹟



創新科技

科技應用 品質管控

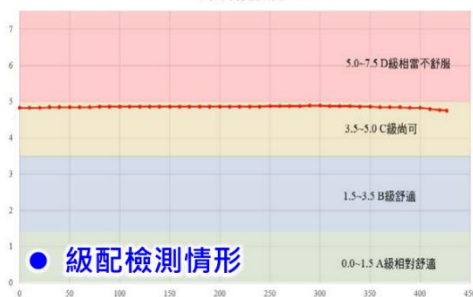
● 堤頂路面-品質精進

✓ AARI平整儀-全面控管平整度

● 利用AARI可全面檢測級配、AC等路面平整情形，並與3M直規等傳統儀器做雙重確認

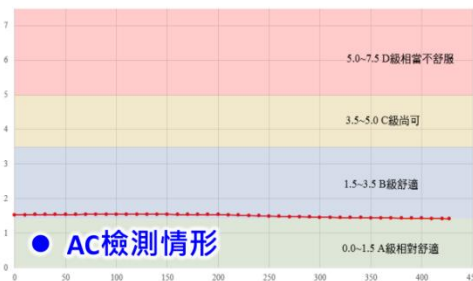


碎石級配層 AARI



● 級配檢測情形

AC層 AARI



● AC檢測情形

四. 工程特色

工程概要

品質督導

困難挑戰

工程特色

優良事蹟



創新科技

天然材料 降低沖蝕

● 降低坡面沖蝕-生態工法

✓ 植生袋銜接工法-軟硬界面銜接

✓ 稻草編柵邊坡防沖蝕工法-強化坡面抗蝕

● 生態工法



植生袋



稻草編柵



碎石截水溝

四. 工程特色

工程概要 品質督導 困難挑戰 工程特色 優良事蹟



節能減碳

● 減碳

- ✓ 大量採用**天然塊石**及**疏濬土方**
- ✓ **廢棄連鎖磚再利用**，重生步道
- ✓ 共可減碳約**21噸**

● 固碳

- ✓ 增加綠覆面積約**3公頃**
- ✓ 共可固碳約**30噸/年**



經濟部水利署第六河川局
6th River Management Office, WRA, MOEA

A-29

四. 工程特色

工程概要 品質督導 困難挑戰 工程特色 優良事蹟



生態檢核

河域生態 永續生機-全週期

- 妥善的生態保護機制，施工時隨時鳥魚相伴

➤ 施工中

| | |
|--|--|
| <p>保全生態，調整工序</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 無設置施工便道，保留紅樹林 2. 避開冬候鳥遷徙，冬季前完成塊石拋放 | <p>植栽增加綠覆</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 選擇原生種喬木，適地適種 2. 帶狀綠化，縫合棲地 |
| <p>退縮施工，降低量體</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 避免擾動堤前濕地 2. 設置擋土矮牆滿足防洪需求，降低量體 | <p>生態護坡基腳</p> <p>塊石保護堤防基腳，兼營造多孔隙生物棲地</p> |

迴避 補償 縮小 減輕

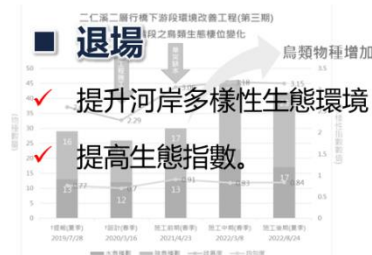
➤ 完工後

■ 改善

- ✓ 柔化既有堤坡
- ✓ 營造多孔隙生態環境。
- ✓ 增加紅樹林水域生態環境

■ 退場

- ✓ 提升河岸多樣性生態環境
- ✓ 提高生態指數。



經濟部水利署第六河川局
6th River Management Office, WRA, MOEA

A-30

四. 工程特色

工程概要 品質督導 困難挑戰 工程特色 優良事蹟



維護管理

周延性

- 膨脹螺栓-拉拔試驗
- 端部繩索-造型收尾

- 拉拔試驗符合水平推力150KG需求



- 繩索細部詳圖

- 端部收尾採斜張式固定



四. 工程特色

工程概要 品質督導 困難挑戰 工程特色 優良事蹟



維護管理

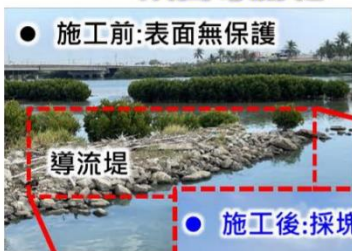
周延性

- 優化清疏便道-提升維管便利性
- 改善導流堤-美化修順

- 施工前:臨時土路,不易維護



- 施工前:表面無保護



導流堤

- 施工後:採塊石疊砌強化導流堤穩定

避免採用混凝土,減少影響濕地生態



- 施工後:增設剛性路面及塊石便道

設置剛性路面供重機具起落

塊石維管便道



四. 工程特色

工程概要 品質督導 困難挑戰 工程特色 優良事蹟



維護管理

品質耐久性

- 建築仿石塗料-取代傳統抿石子



環保

耐久



高壓無氣噴塗



高壓無氣噴塗介紹

四. 工程特色

工程概要 品質督導 困難挑戰 工程特色 優良事蹟



維護管理 公私合營

- 工程範圍均獲民間團體認養
- 施工期間定期淨灘、河川巡守



淨灘活動



完成全區民間認養

四. 工程特色

工程
概要

品質
督導

困難
挑戰

工程
特色

優良
事蹟



環境保育

● 地方合作, 宣導河川保育



合作舢舨協會推廣二仁溪活動

合性用處查

據原經水利署第六河川局目前辦理之「二仁溪二層行橋下游段環境改善工程」工程，為共同營造二仁溪優美環境，達到宣導河川保育重要性及帶動地方綠色經濟，本局與貴單位合作共同推廣二仁溪，並選擇貴單位對於本區環境建設之資料做為本局推廣素材使用，後續工程完成後貴單位願以社區方式協助推廣本區工程範圍，希望能夠二仁溪環境永續經營下去，將合作意向書，以茲確定。



高橋分區水利事務所



合作濕盟二仁溪濕地親子活動



百人淨灘-向二仁溪致敬

AI 人工智慧於水土保持工程的具體應用

作者：蔡易達 技師

引言：

隨著人工智慧技術的不斷發展，AI 已經在各行各業中得到廣泛應用。其中，AI 在水土保持工程中的應用不僅可以提高工程效率，降低成本，同時也能保護和改善生態環境。本文旨在探討 AI 在水土保持工程中的具體應用，並引用最新的研究結果和專家觀點，以呈現專業且深入的內容。

在水土保持工程中的應用：

- 1.地形分析和建模：地形分析和建模是水土保持工程中非常重要的一環，可以幫助工程師瞭解地形的變化情況，並更好地進行規劃和設計。AI 技術可以幫助工程師自動提取數字地形模型，從而更快更準確地進行地形分析和建模。
- 2.應用方式及技術：利用 AI 技術分析地形數據，從而自動提取數字地形模型。其中，利用深度學習技術的卷積神經網絡是一種有效的方法，可以幫助工程師更好地理解地形數據，提高模型的準確度和可靠性。
- 3.應用效果：利用 AI 技術進行地形分析和建模可以大大提高效率和準確度。根據一些研究顯示，利用 AI 技術進行地形分析和建模可以提高準確度達到 95%以上，同時還能節省大量時間和人力資源。

水文模型的開發和應用：

- 1.水文模型：水文模型是水土保持工程中的另一個重要環節，可以幫助工程師更好地了解水文過程，從而更好地進行規劃和設計。AI 技術可以幫助工程師更好地開發和應用水文模型，從而更好地預測水文過程，降低洪水和泥石流等自然災害的風險。
- 2.應用方式及技術：利用 AI 技術分析水文數據，從而自動開發水文模型。其中，利用機器學習技術的決策樹、隨機森林和支持向量機 (SVM) 模型，可以幫助我們更好地預測和分類土地利用和土地覆蓋等水文變量。SVM 是一種強大的監督式機器學習模型，它能夠有效地處理高維度和非線性數據。過去幾年來，SVM 在土地利用和土地覆蓋變量預測中的應用逐漸增加，特別是在高分辨率遙感影像分類和土地利用/土地覆蓋監測方面。

除了這些傳統的機器學習方法，近年來深度學習技術也開始被應用於水文模型的開發和應用。深度學習模型的主要優勢是它們可以從大量的數據中自動學習特徵，而不需要手工設計特徵。在土地利用和土地覆蓋預測方面，卷積神經網絡 (CNN) 和循環神經網絡 (RNN) 是兩種最常用的深度學習模型。CNN 通常用於分類和定位，而 RNN 通常用於序列建模。



最新研究結果及專家觀點

地形分析和建模的專家觀點：近年來，地形分析和建模的研究重點逐漸從精確度和精細度轉向了數據可用性和模型的普適性。通過整合多源數據，如 DEM、激光雷達和航空攝影測量等，地形模型的精度得到了極大的提高。同時，基於機器學習的模型，如隨機森林和深度學習模型也在地形分析和建模中取得了顯著的成果。例如，一些研究者利用深度學習模型，將 DEM 與其他遙感影像相結合，實現了精細的地形分析和建模。

水文模型開發和應用的最新研究成果及專家觀點：

近年來，隨著 AI 技術的發展，許多基於機器學習和深度學習的水文模型被提出。例如，Hsu 等人 (2018) 提出了一種基於 LSTM（長短期記憶）的模型，用於溫度和降雨量的時間序列預測。該模型在實驗中表現出了良好的性能，並顯示出其在水文預測中的應用前景。其他的研究也提出了類似的基於機器學習和深度學習的模型，如隨機森林和支持向量機等。這些模型基於大量的數據和參數訓練，可以在水文學中實現高精度的水位預測、流量預測等任務。

此外，基於深度學習的卷積神經網絡（CNN）在水文學領域的應用也日益增加。例如，Mao 等人 (2019) 提出了一種基於 CNN 的模型，用於進行下垂流量預測。該模型將衛星高程數據作為輸入，並使用 CNN 學習複雜的非線性特徵。實驗結果表明，該模型的性能優於傳統的機器學習模型和物理模型。

然而，基於機器學習和深度學習的水文模型也存在一些挑戰和限制。首先，這些模型需要大量的數據進行訓練，但現實中可用的數據通常不夠。其次，模型的可靠性和穩定性也是一個重要的問題。尤其是在面對複雜的水文過程時，模型的性能和穩定性可能會受到很大的影響。此外，基於機器學習和深度學習的模型需要更多的專業知識來設計和調整，以達到最佳的效果。

總的來說，AI 在水土保持工程中的應用對環境保護和可持續發展具有重要意義。然而，需要解決的問題和限制還有很多，例如數據源的缺乏、模型的可靠性和穩定性等。

在水土保持工程中的挑戰和限制：

1. 缺乏可靠的數據源：

在 AI 技術中，數據是非常重要的。然而，水土保持工程中的數據通常非常有限，這給模型的訓練和評估帶來了挑戰。此外，不同地區的數據可能存在著顯著的差異性，這進一步增加了模型的不確定性。

2. 模型的可靠性和穩定性：

AI 模型的可靠性和穩定性一直是熱門話題。在水土保持工程中，這些問題尤其突出。由於地球系統是非常複雜的，AI 模型可能無法捕捉到所有的細節和關聯性。此外，模型的預測結果可能受到外部因素的干擾，例如氣象變化等。

3.需要更多的專業知識：

AI 技術的發展需要具備相應的專業知識。在水土保持工程中，這一點尤其重要。AI 模型的開發需要專業的水文學、地形學和環境科學知識。這需要模型開發者具備相應的專業知識背景，否則可能導致模型的設計不合理或不精確。

結論：

- 1.強化數據資源的建立和管理，加強對數據的開發和應用，提高數據品質和數據共享能力。
2. 加強基於機器學習和深度學習的模型研究和應用，提高模型的可靠性和穩定性，解決模型過度擬合和過度簡化等問題。

3. 發展更加智能化和高效的模型優化和參數調整技術，提高人工智慧技術在水土保持工程中的實際應用效果。

總之，AI 人工智慧技術已經成為當前水土保持工程領域的一個重要發展方向，未來的研究和應用將需要更多的跨學科交叉融合，加強技術創新和實際應用，為推進水土保持工程領域的可持續發展做出更大的貢獻。



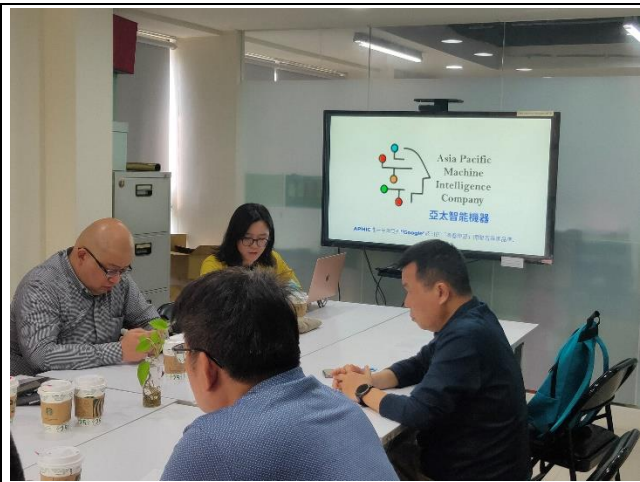
Special Column



★112年3月15日(三) 臺中市公會一舉辦「北竿-橋仔銜接道路工程水土保持計畫現勘暨審查」



★112年3月22日(一) 聯合辦公室召開一舉辦「AI 水保計畫審查系統規則討論會議」



★112年3月27日(一) 高雄市公會一舉辦「水土保持局臺南、臺東分局轄區 112 年度工程品質委託抽驗行前教育訓練」



Activity Highlights



★112年4月28日臺中市公會一舉辦「心肺復甦術研習」



★112年5月1日(一) 新北市水土保持公會(聯合土木、大地、水利、水保、建築師、結構、地質)一舉辦「新北七師運動會」



新北七師運動會活動合照



新北七師運動會照片



活動花絮



新北七師運動會照片



新北七師運動會照片



新北七師運動會照片



新北七師運動會照片



新北七師運動會照片



新北七師運動會照片

Activity Highlights



★112年5月27日(六)臺中市公會-配合水土保持局臺東分局舉辦「2023水保夏日嘉年華 愛山樂水森動起步走」



★112年6月3日(六)臺中市公會-配合屏東科技大學舉辦「112年屏東科技大學水土保持戶外教室-水土保持月宣導暨親子健走活動」



活動花絮



Activity Highlights



★112年6月10日(六) 臺中市公會一舉辦「臺中市會員大會」



| 第 6 組 | | 第 9 組 | | 第 8 組 | | 第 5 組 | | 第 2 組 | | 第 6 組 | | 第 3 組 | | 第 1 組 | | 第 4 組 | |
|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| 24 | 張晚暉 | 14 | 張晚暉 | 13 | 張晚暉 | 12 | 張晚暉 | 11 | 張晚暉 | 10 | 張晚暉 | 9 | 張晚暉 | 8 | 張晚暉 | 7 | 張晚暉 |
| 23 | 張晚暉 | 13 | 張晚暉 | 12 | 張晚暉 | 11 | 張晚暉 | 10 | 張晚暉 | 9 | 張晚暉 | 8 | 張晚暉 | 7 | 張晚暉 | 6 | 張晚暉 |
| 22 | 張晚暉 | 12 | 張晚暉 | 11 | 張晚暉 | 10 | 張晚暉 | 9 | 張晚暉 | 8 | 張晚暉 | 7 | 張晚暉 | 6 | 張晚暉 | 5 | 張晚暉 |
| 21 | 張晚暉 | 11 | 張晚暉 | 10 | 張晚暉 | 9 | 張晚暉 | 8 | 張晚暉 | 7 | 張晚暉 | 6 | 張晚暉 | 5 | 張晚暉 | 4 | 張晚暉 |
| 20 | 張晚暉 | 10 | 張晚暉 | 9 | 張晚暉 | 8 | 張晚暉 | 7 | 張晚暉 | 6 | 張晚暉 | 5 | 張晚暉 | 4 | 張晚暉 | 3 | 張晚暉 |
| 19 | 張晚暉 | 9 | 張晚暉 | 8 | 張晚暉 | 7 | 張晚暉 | 6 | 張晚暉 | 5 | 張晚暉 | 4 | 張晚暉 | 3 | 張晚暉 | 2 | 張晚暉 |
| 18 | 張晚暉 | 8 | 張晚暉 | 7 | 張晚暉 | 6 | 張晚暉 | 5 | 張晚暉 | 4 | 張晚暉 | 3 | 張晚暉 | 2 | 張晚暉 | 1 | 張晚暉 |
| 17 | 張晚暉 | 7 | 張晚暉 | 6 | 張晚暉 | 5 | 張晚暉 | 4 | 張晚暉 | 3 | 張晚暉 | 2 | 張晚暉 | 1 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 |
| 16 | 張晚暉 | 6 | 張晚暉 | 5 | 張晚暉 | 4 | 張晚暉 | 3 | 張晚暉 | 2 | 張晚暉 | 1 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 |
| 15 | 張晚暉 | 5 | 張晚暉 | 4 | 張晚暉 | 3 | 張晚暉 | 2 | 張晚暉 | 1 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 |
| 14 | 張晚暉 | 4 | 張晚暉 | 3 | 張晚暉 | 2 | 張晚暉 | 1 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 |
| 13 | 張晚暉 | 3 | 張晚暉 | 2 | 張晚暉 | 1 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 |
| 12 | 張晚暉 | 2 | 張晚暉 | 1 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 |
| 11 | 張晚暉 | 1 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 |
| 10 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 |
| 9 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 |
| 8 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 |
| 7 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 |
| 6 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 |
| 5 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 |
| 4 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 |
| 3 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 |
| 2 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 |
| 1 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 |
| 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 | 0 | 張晚暉 |



「水土保持技術」文稿稿約

本期刊為社團法人中華民國水土保持技師公會全國聯合會發行之季刊，為行政院公共工程委員會95年2月20日工程企字第09500060870號函公告為「國內外專業期刊」。本刊成立之宗旨以提升國內水土保持技術水準，並提供國內外水土保持及相關領域在學術研究及技術應用上具有公信力之發表及交流園地。為貫徹本刊可讀性與風格，並確保刊出文稿內容之嚴謹與完整，謹訂定以下稿約：

- 一、本刊接受之文稿，包含有關於水土保持技術之學術論文與技術論文，需未經發表之論文、工程案例分析、報導文字或新型之工法、材料、分析模式等之介紹，或曾於研討會發表，但經增補或改寫內容之論文。或者其他符合本刊宗旨之文字。
- 二、每篇論文或報導之長度，以不超過10印刷頁（約15000字）為原則。
- 三、稿件以中文或英文撰寫均可，書寫範圍統一使用A4稿紙(21×29.5 cm)橫寫。
- 四、文稿之技術性名詞應使用通行之譯名。非經常性使用之技術名詞須加註該名詞之原文，以免誤解。
- 五、任何一篇文稿應包括以下幾個部份：
 1. 標題（中、英文），以簡明為原則。
 2. 作者真實姓名及服務機關或單位（中、英文並列）。
 3. 關鍵詞（2至4個）及不超過250字之單一段中英文摘要。
 4. 文稿之主體，其第一段必須是「前言」、「引言」、「緣起」、「簡介」等等，最後一段必須是「結論」或「結論與建議」。內容應具條理分明之段落，並冠以適當之子標題，其編號階層以3級為原則，如：
 - 一、章節
 - 1.1 小節
 - 1.1.1 小小節
 5. 後記或致謝（無則免）。
 6. 參考文獻。
- 六、文稿如有列舉事項，請依層次使用1、2、...；(1)、(2)、...；(a)、(b)、...；(i)、(ii)、...等編號。公式請以方程式編輯器編輯，其符號應於第一次出現時予以定義。公式應以(1)、(2)、(3)、...等統一編號，引用時以公式(1)、公式(2)...繕寫之。
- 七、文稿之圖片及表格需提供 Microsoft Office Word 可編輯之檔案，可為向量檔或高解析度點陣檔，若過於模糊請自行數化。圖片及表格應予編號命名，編號方式為表1、圖1等，其所述內容應全篇一致。圖表下方需標註資料來源，可對應參考文獻或本研究成果。
- 八、參考文獻依文稿引用次序予以編號，如[1]、[2]...，未引用之文獻則不可列入。參考文獻內容應依序為：作者姓名、年代、文獻標題、期刊或書名，刊載卷號期數、發行地點等，舉例如下：
 - [1]陳昶憲、雷祖強、許汎穎、郭怡君(2004)，「未設測站日流量預測」，中華水土保持學報，第35卷，第2期，第119-129頁。
 - [2]種田行男(1955)，「農地保全」，理工圖書，東京。
 - [3]Delhomme, J. P. (1979), "Kriging in the Design of Streamflow Sampling Networks", WRR, Vol.15, No.6, pp.1833-1840.
 - [4]Goovaerts, P. (1997), "Geostatistics for natural resources evaluation", Oxford University Press, pp.181-182.
- 九、文稿若有侵害他人之著作權、專利權、智慧財產權、商業機密或與事實不符者，概由作者自行負責，與本刊無涉。
- 十、投稿本刊之文稿，均由學者專家依主旨從嚴審核以決定是否採用。未盡之處將於審查過程補充。

來稿請以電子郵件方式寄至 swcpea@seed.net.tw，聯絡電話：02-82581918洽許婷瑄小姐。